

職業能力開発大学校・短期大学校の技術教育に関する考察

—数学力の調査・分析と大学・高専とのカリキュラムの比較・考察—

九州ポリテクカレッジ 楠原 良人
 (九州職業能力開発大学校)

1. はじめに

最近、少子化傾向から、18歳人口の自然減による大学入学者数の減少が話題となっている。ここ数年、大学進学率は49.1%で頭打ちとなっており、2009年には入学希望者の全入時代が到来し、2030年には高卒新卒者は116万人まで落ち込むと同時に大学2極化を前提に大学淘汰の時代がやってくるとされている⁽¹⁾⁽²⁾。このような現状から、職業能力開発大学校・短期大学校（以下、大学校等）の専門課程・応用課程においても、優秀な学生の確保と良質な教育訓練のサービスという観点から、地域に根ざした魅力ある職業能力開発施設の構築が急務となっている。

他方、学生の学力低下が問題となっており、旧文部省が1980年から1981年にかけて、初等・中等教育機関に「ゆとり教育」を導入して以来、主要教科の時間数が削減され、学力低下を招いたとされている。特に、2003年に日本学術会議の数研連数学教育小委員会が、全国の国立・私立大学に行った学生の計算力や思考力、応用力など11項目の学力について行った調査においても数学の学力低下が報告されている。大学校等へ入学してくる学生も例外ではなく、学力低下からくる技能・技術の習得能力の低さが指摘されている。雇用・能力開発機構立（以下、機構）では、教育訓練の指針として標準カリキュラムが制定されているが、これの教育訓練目標を十分に履行できない状況が発生している。

筆者は、教育訓練業務の中で、長期にわたり、機

構の「大学校カリキュラム等作業部会」の委員として、専門課程・応用課程カリキュラムの標準化に携わってきた。この中で、大学校等における魅力ある教育訓練体系はどうあるべきか議論し、現場からの考え方を提案してきた。職業能力開発は、学校教育との重複を避け、かつ、これとの密接な連携のもとに新規学校卒業者を受け入れ教育訓練する必要があるとされている⁽³⁾。このことが文部科学省（以下、文科省）の大学・短期大学・高専（以下、高等教育機関）などとの差別化を行うことになり、地域に根ざした大学校等の構築ができるとともに、高等教育機関とは違う特徴ある特化した実践技術者の育成が可能となり、就職先の確保が可能となると考えられる。

このような背景から、大学校等における「入口」である入学者の数学力、「中身」であるカリキュラム、そして「出口」である就職先について調査・分析し、今後の大学校等の教育訓練体系のあり方を議論する基礎データとするために調査・分析を行った。

まず、大学校等へ入学してくる学生が、どの程度の数学の学力水準を有しているかを見極めるために、戸瀬教授、西村教授らの大学間ワーキンググループが国立・私立大学の学生を対象に行った数学の学力調査^{(4),(5)}をもとに、A職業能力開発大学校（以下、A大学校）の専門課程、応用課程とB高専の学生の数学力の調査を行った。さらに、カリキュラムに関して、大学校等の技術教育と文科省の高等教育機関等の工学教育とがどのような類似性・相違生をもつかを明らかにするために、大学校等と高等教育機関

等のカリキュラムを定量的に比較・分析することを試みた。双方の学科・実技の科目は、その設置目的の違いなどから多岐にわたるため、比較の基準として、専修学校を含めた大学等の評価や学位授与を行う大学評価・学位授与機構⁽⁴⁾（以下、授与機構）の示す専攻区分の科目を基準として調査することとした。現存するB高専の電気電子工学科，国立C大学の電気電子工学科，私立D大学の電子工学科の履修単位表およびシラバスなどをもとにカリキュラムの比較・分析を行った。そして，最後にA大学校卒業生の就職先の業種について動向調査を行ったので，その結果を報告する。

2. 数学力の調査と分析

大学校等に入学してくる学生の数学力の調査対象として，A大学校の専門課程・応用課程の学生と比較の対象としてB高専の5年生を調査した。その結果について述べる。

2.1 試験問題と対象者および調査方法

今回行った試験問題の範囲は，小学校から高等学校までの学習要領を網羅している。表1に示すように，小学課程5題，中学課程7題，高校課程9題の計21題を設定し，これらに対して解答数が25問ある問題である。紙面の都合上，全問題を掲載できないので，各課程ごとの代表的な試験問題例を表2に示す。

表1 試験問題の範囲

課程	試験問題例	学習単元
小学課程	$2 \div 0.25 = ()$ 小数計算	小数計算
	$3 \times \{5 + (4 - 1) \times 2\} - 5 \times (6 - 4 \div 2) = ()$	四則計算
中学課程	$17xy + 7 = 19xy$ のとき $4xy = ()$	一次式
	$\sqrt{3} \times \sqrt{27} = ()$	平方根
高校課程	$y = 2^{-x}$ とする $x = 0$ のとき $y = ()$ であり $x = 3$ のとき $y = ()$ である。	指数関数
	$y \leq 3x - 2, x \geq 0$ を同時に満たす (x, y) の範囲を図示せよ。	グラフ・座標

表2 試験問題例

課程	学習単元	問題設定数
小学課程	・分数計算 ・四則計算 ・少数計算など	5
中学課程	・正・負の数の計算 ・一次方程式の計算 ・平方根の計算 ・連立方程式の計算 ・不等式の計算など	7
高校課程	・絶対値の計算 ・座標計算 ・指数計算 ・無理式計算 ・関数とグラフ ・2次方程式など	9

表3 対象者・調査方法

	項目
対象者	専門・応用1年生，高専5年生
実施時期	入学直後
試験時間	30分
解答方法	記述式
得点換算	25点満点（1問1点）

す。同表のように小学・中学課程の内容は，確実に解けなければならない問題であるとともに，高校課程の問題は，高1，高2の内容が中心で，微分・積分は含まれていないことから，あくまでも数学の基礎学力を調べる問題となっている。

対象者およびその方法について表3に示す。調査対象者は，平成14年度～16年度のA大学校の応用課程1年生，専門課程1年生，高専5年生の学生である。実際の試験では，学生に事前にその趣旨を説明して実施している。実施時期は，先のワーキンググループは大学入学直後に行っている。試験時間は30分で，専攻科目の学科の時間を利用して実施した。解答数が，25問であることを考慮すれば，平均約1分で1問の解答を導出せねばならず，解答にはかなりのスピードと正確さが要求される。実施方法は，問題用紙と解答用紙の2枚組を準備し，計算は用紙裏面で行わせ，結果のみを解答用紙に記述させ提出させた。得点換算は，ワーキンググループが公表している結果と比較・考察するために，25点満点とした。電卓は使用させず，すべて手計算でかつ記述式で実施したために，解答結果の検算に要する時間は，

ほとんどない状況である。

2.2 調査結果

平成14年度～16年度の応用課程学生の3年間の調査結果を図1～図3に示す。図1が年度ごとの総得点分布、図2が3年間全体の総得点分布、図3が問題誤答人数の分布である。表4に課程別問題番号の構成を示す。これまでの調査対象人数は総計69人で、その中には、女子学生4名が含まれている。この時点での調査結果では、図1より平成16年度生が最も高い基礎学力を持っており、平成15年度生が低い水準であることが分かる。図2より満点の学生は1人もいない、7.5割～8.5割の得点であるが、概ね良好な成績と考えられる。図3より、問題点として、小学課程の問題5問を誤った者が19名で3割弱存在することである。また、問20と問24の人数が突出しているが、これは、高校課程におけるグラフ領域の図示と座標計算による中点を求める問題である。

以上が応用課程の例であるが、平成16年度には、専門課程とB高専の協力を得て同様の趣旨と形態での調査を行っている。その例を図4、5に示す。図4

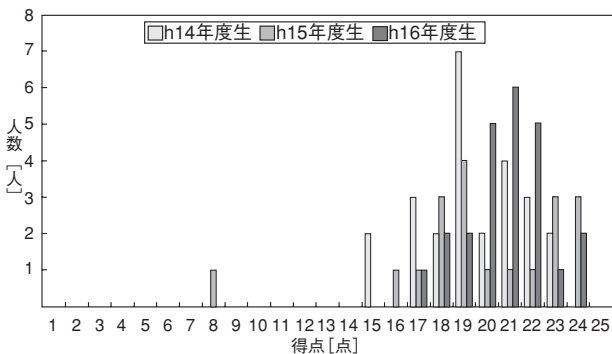


図1 年度ごとの総得点分布

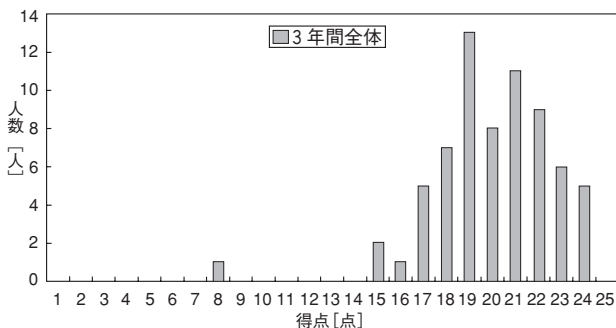


図2 3年間全体の総得点分布

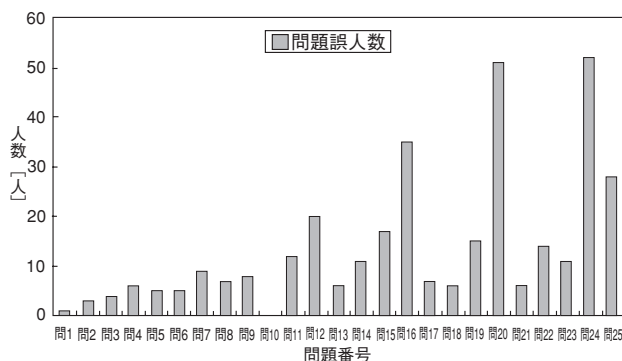


図3 各問題の誤答人数

表4 課程別問題番号

課程	問題番号 (図3)
小学課程	1, 2, 3, 4, 5
中学課程	6, 7, 8, 10, 11, 12, 17, 18
高校課程	9, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

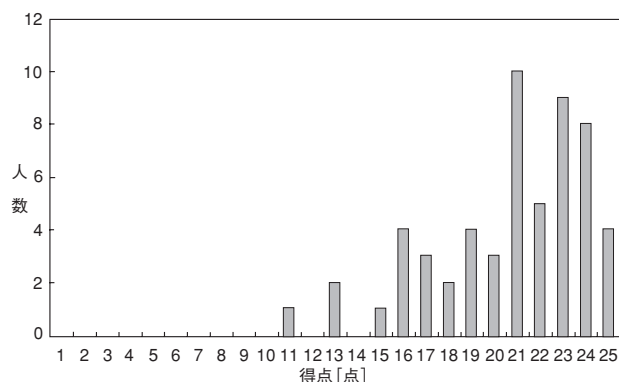


図4 専門課程1年生の結果

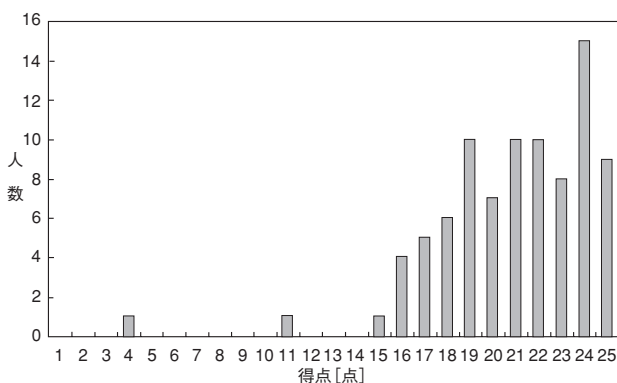


図5 高専5年生の結果

が平成16年度専門課程1年生2科、図5がB高専5年生3科を調査した結果である。調査対象者は、短大と高専の違いはあるが、専門技術を学ぶ学生である。教育の違いは、専門課程は一般の高校教育を受けてきた者であり、高専は5年一環の技術教育を行

い、「工学的で実践的な技術者の育成」(B高専)を目標にしていることから、入学時(高校1年次)から一般教育科目と応用数学や工業数学、電気回路、電気磁気学など数学を必要とする専門科目を段階的に受講していることが異なる。これらのことが、調査結果からも読み取れる。双方ともに、中心は8~9割程度の、同じような得点領域にあるが、図4の専門課程は、数学IまたはII程度の推薦入試および一般入試を経て入学してくるため、調査した2科は6割程度から、広範囲に得点がバラついている。図5は、バラツキが少なく、8~9割程度に集中しており、一貫教育の結果であると考えられる。また、図2と図4の応用課程と専門課程を比較すると数学力としては若干落ち込んでいるものと思われる。この傾向は、ほかでも見られた。大学等では、一般教育科目を少なくして、技能・技術習得に中心を置いている関係上、このような結果となっているものと思われる。カリキュラムを構築する際に数学の繰り返しの基礎教育が必要であると考えられる。

2.3 調査結果の考察

大学等・高専ともに今回の調査結果を考察すると、8割程度の得点領域に多く分布していることから基礎学力は有していると考えられる。しかしながら、理工系の学生を想定すれば、満点に近い得点分布を期待したいところである。図6~図8に先のワーキンググループが公表している大学の調査結果の例を示す。図6は国立X大学の得点分布を示し、図7、図8は国立教育学部系Y大学と社会学部系Z大学の得点分布である。これらのデータを比較するとX大学はほとんどが9割以上に集中しており、極めて高

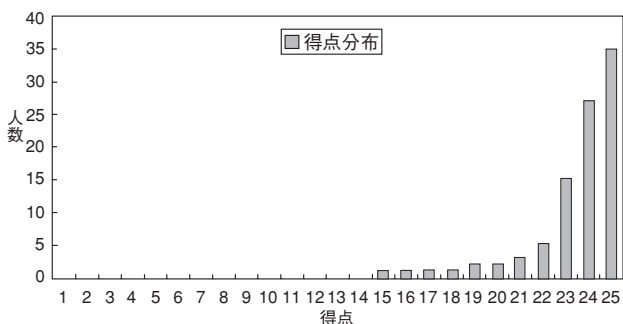


図6 国立X大学の得点分布

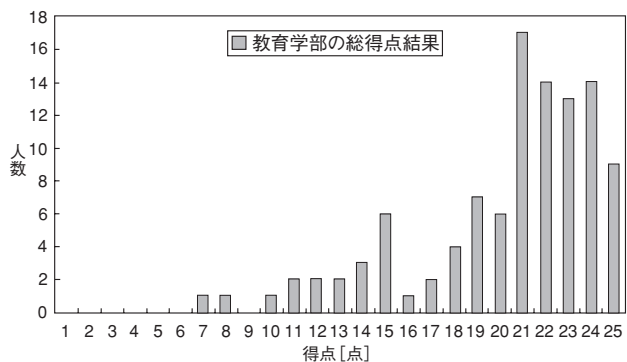


図7 国立教育学部系Y大学の得点分布

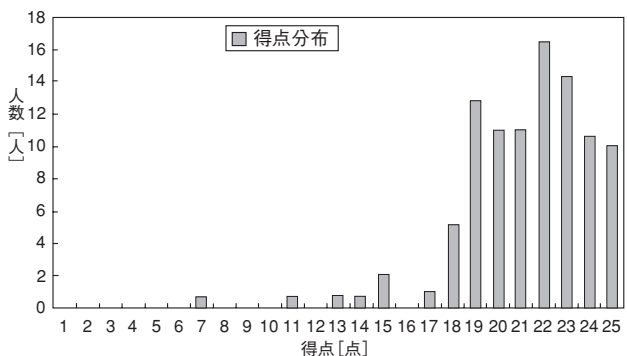


図8 社会学部系Z大学の得点分布

い基礎学力のある学生であることがうかがえる。図2、図4とこれらと比較すると、A大学等の学生は、国立教育学部系学生と同等の学力を有し、社会学部系より、若干の低学力であると考えられる。

3. 技術教育カリキュラムの調査・分析^{(6)~(9)}

機構立大学等の標準カリキュラムと国立大学の電気電子工学科、私立大学の電子工学科、高専の電気電子工学科の電気電子系における履修単位表およびシラバスなどをもとにカリキュラムの比較・分析を行った。専門分野は同じでも科目区分などが異なるため、比較の基準として、授与機構が示す区分と専門科目を基本として調査した。

3.1 科目の単位換算の調査

大学等と高等教育機関等との設立趣旨と人材育成の目的は相違することから、カリキュラムを構成する科目と単位は自ずと違って来る。高等教育機関等の単位規定は、「授業科目の単位の計算方法は、1単位の履修時間を教室内および教室外の学習をあわ

せて45時間とする」としている。具体的な基準は、それぞれの高等教育機関により多少相違するが、一般的な1単位の換算は、1時限（h）は45分を基準として表5のようにしている。例えば講義の場合、毎週2時限、すなわち90分授業を15週行くと2単位（30h）となる。これに対して、大学校等では、講義・実験・実習共に50分を1hとし、100分授業を18週行って2単位（36h）としている。これを単位の取得難易度すなわち「単位の重み」ととらえると大学校等が、講義と実験・実習を1:1としているのに対し、高等教育機関は、講義に重点を置いていることが明らかである。この関係をグラフ化すると図9のようになる。同図はいずれも単位換算を時間においていることから、時間数の換算を50分/45分=1.11として、大学校等の時間数を18×1.11≒20hを1として換算したものである。

この図の意味するところは、高等教育機関等は単位修得に関し、その重み付けは講義（学科）が最も重く、次に演習、最後が実験・実習となり、知識習

表5 高等教育機関等の1単位の基準

	A高専	国立B大学
講義	15 h	15 h
演習	30 h	30 h
実験・実習	45 h	30 h

表6 卒業に要する単位数

	修得単位	修業年限
専門課程(機構立)	125	2年
応用課程(機構立)	125	2年
高専(本科)	167	5年
高専(専攻科)	65	2年
大学	124	4年

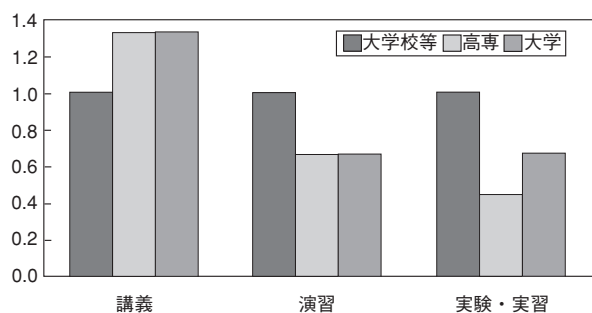


図9 単位の重み

得能力を重要視し、学理追求形の教育機関であり、大学校等は、学科・実技とも同一水準の実学追求形の教育訓練機関であるといえる。

また、卒業に要する修得単位数は、表6のようになっている。大学校等での4年間（専門課程2年+応用課程2年）で卒業に要求される取得単位数は、高等教育機関の約2倍を取得せねばならず、指導者の立場からは密度の濃い技術者育成が可能と考えられるが、学生の立場からは、必須科目でかつ多くの単位を取得せねばならないことから窮屈な単位体系であるとも考えられる。

3.2 科目単位数の比較

このように、双方の単位体系は行政的な立場も含めその内容を異にしているため、比較の基準として、授与機構の示す単位と専攻区分の規定をもとに専門科目を比較する。表7に授与機構の示す各区分と科目名を示す。同表を基準として、機構立の大学校等（専門課程：標準カリキュラム）とB高専、国立C大学、私立D大学の4者について、専門科目の単位数の比較・分析を行った。大学校等と高専の学科と実験・実習を比較した結果を図10、11に示す。実験・実習の基準と科目名は機構立の専門課程の標準カリキュラムとしている。さらに、大学との専門科目の比較の結果を図12に示す。図10、11の結果から、学科目に関して、高専は電気回路、電気磁気学、電気数学などの電気工学基礎に重点を置きながら応用科目も万遍なく取り入れており、大学校等は、電気磁気などの基礎科目が少なく、アナログ電子回路、デジタル電子回路、コンピュータなどの電子技術の応用分野に重点をおいて構成していることがわかった。また、実験・実習科目については、大学校等は実験・実習を多く取り入れて実践的な教育訓練を行うことを謳い文句にしている関係上、どの技術分野にも取り入れているが、電子回路とコンピュータ関連の実習が突出しており、回路およびコンピュータ分野の技術者育成のカリキュラムとなっていることがうかがえる。しかしながら、この結果から大学校等が売りものにしてしている実技中心の「ものづくり」のカリキュラム構成は、高専においても同様の傾向に

表7 学位授与機構の示す科目

群	科目区分	科目名称	科目数
A群	講義・演習科目	電気電子工学の基礎となる科目	12
		電磁気学,電気数学,電気回路,電気・電子計測,パワーエレクトロニクス,制御工学など	
		電子工学に関する科目	36
		半導体工学,デジタル電子回路,アナログ電子回路,センサー工学,光エレクトロニクスなど	
		情報通信工学に関する科目	52
通信工学,通信基礎論,計算機アーキテクチャ,計算機プログラミング,計算機言語など			
B群	講義・実習科目	電気電子工学に関する実験・実習科目	

あることが分かった。また、さらに、図12から国立C大学は一般および専門基礎科目を重視し、私立D大学は、電子工学科であることから大学学校等と同様に電子回路基礎とアナログ電子回路、デジタル電子回路の回路応用分野に重点をおいていることが分かった。

今回の調査により、大学は実験・実習が極端に少ないことが分かった。そこで、一般科目、専門基礎

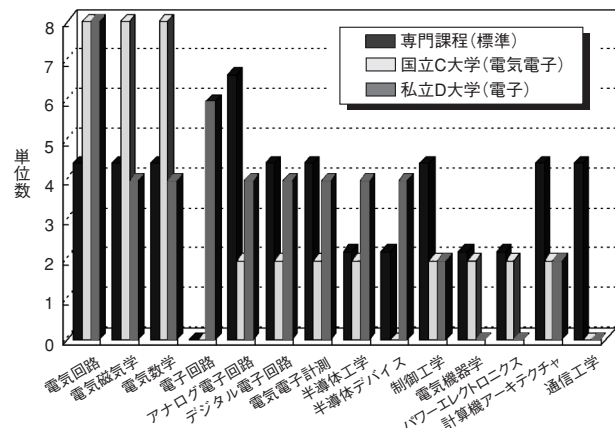


図12 専門学科目単位数の大学との比較結果

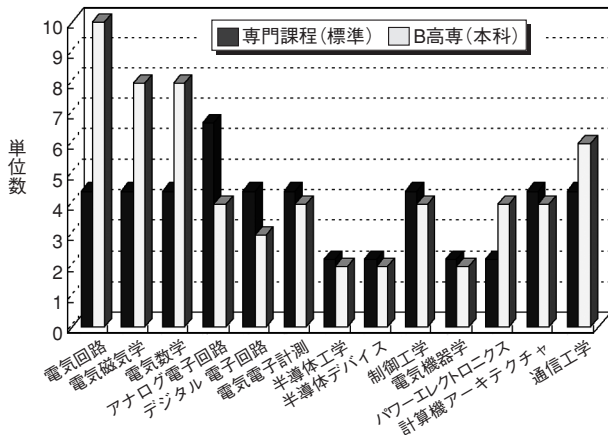


図10 専門学科目単位数の高専との比較結果

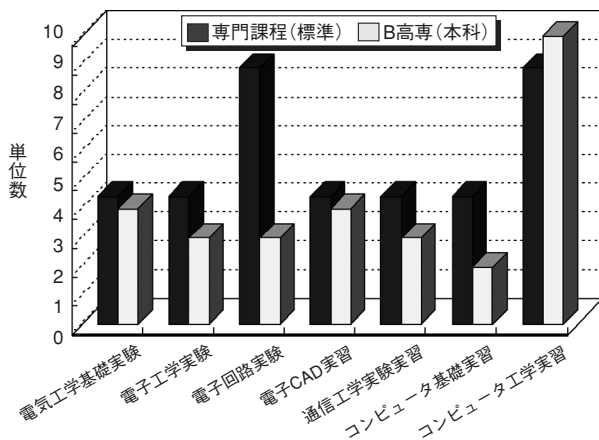


図11 実験・実習科目の高専との比較結果

科目、実験・実習科目、卒業研究（機構立は総合制作）に分類して、B高専、国立C大学との単位数の比較を行ったところ、図13のようになった。ただし、高専の一般科目は、4・5年次の単位数である。図13の結果から、大学は一般科目、専門基礎科目に重点をおき実験は極端に少なく、大学学校等と高専では4つの区分ではそれほど大きな差異はないことが分かった。これらの結果から、大学学校等、大学、高専のそれぞれが、特徴を出そうとしていることが定量的に明らかとなった。また、専門科目単位数の比較から大学学校等と高専とは類似している部分のあることが分かった。

4. 就職業種の調査

以上のような数学力を持った学生とカリキュラムを受講した大学学校等の卒業生がどのような業種に就職しているか調査した。これは、今後の電気電子系のカリキュラムを検討するうえで、参考となるもの

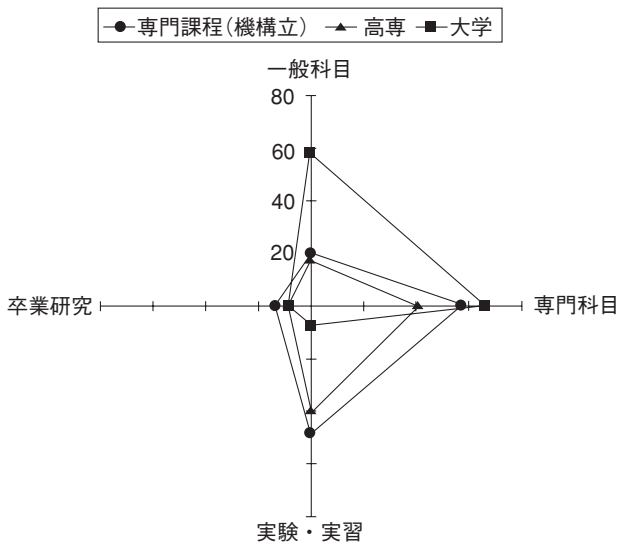


図13 一般・専門・実験実習・卒業研究の比較

と考え、A大学校における応用課程の1期生～5期生について、企業が求人票に記入している職種・業種を基本として調査・分析した。

4.1 就職業種の調査結果

平成11年度から16年度までのA大学校応用課程E科の5年間の卒業生は104名である。その結果、生産設備（FA装置含む）製造が最も多く、次にアウトソーシング系、ソフト開発販売、制御システム装置（制御盤含）製造、電子機器（マイコン機器含む）製造の順となった。これは、現状のカリキュラムの構成と社会背景に依存していることがうかがえる。すなわち、応用課程では、高等教育機関等の卒業研究に相当する開発課題において生産設備に関するものづくりを行っていることから、この業種を希望する学生がいること。また、この時期の不況を反映して、アウトソーシング系の求人が増えていたことなどがあげられる。制御システムとマイコン関係の業種では、カリキュラムの調査・分析で指摘したとおり、専門課程・応用課程を通して、この専門分野の科目を多く配置しているからであると考えられる。電気電子系のカリキュラムには、デバイス関連の科目がない中で、半導体・LSI製造分野への就職が多いのは、この地域に半導体製造メーカーやその関連会社が多く存在することと、最近の傾向として、この地域への就職を希望する学生が多いことからこの傾向が出た

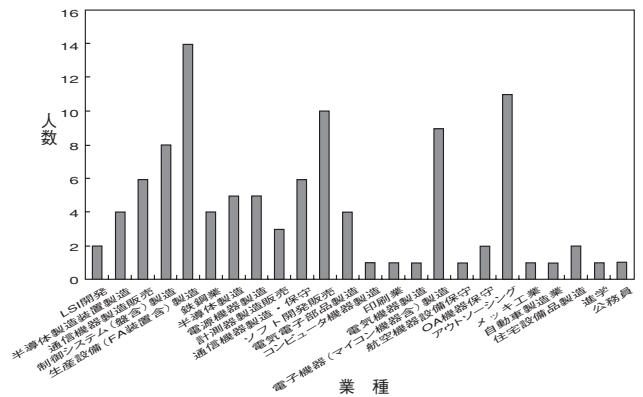


図14 卒業生の就職先業種

ものと思われる。

5. まとめ

大学校等における技術教育の訓練体系のあり方を探るために、入学生の数学力、カリキュラム、就職業種の3項目について調査・分析を行った。その結果、数学力については、以下のようなことが明らかになった。

- ① 大学校等の学生の数学力は、バラツキはあるものの中心となる得点分布は高専の学生と同程度の学力レベルを持っている。
- ② きわめて高いレベルでの学力はないものの、教育学部系の学生と同等レベルの学力を有している。
- ③ 専門課程が技能・技術の習得を中心としたカリキュラム構成となっているため、応用課程への進学時点で数学力に関して下がっている。これは、今回のデータでは示さなかったが、他の比較でも同様の結果が出ている。

このような傾向を示す学生を実践技術者として仕上げるには、どのような教育訓練体系とすべきか検討材料になるものと思われる。「ものづくり」をベースに専門の技能・技術の習得を目指す大学校等の学生にとって、数学力はきわめて重要な要因であり、入学当初から演習などの科目要素を取り入れて、職業能力開発施設が持つ教育訓練のノウハウである「繰り返し反復教育訓練」を行うのも必要であると考えられる。

電気電子系分野のカリキュラムについて、大学校等と高等教育機関との単位数の比較・分析の結果、以下のことが定量的に明らかとなった。

- ① 大学校等は基礎科目より、電子技術応用の科目を多く取り入れ、実験は回路とコンピュータに特化した分野を多く取り入れている。
- ② 高専は専門基礎学科に力点を置き、実験も取り入れた構成であり、実験・実習の単位数は、大学校等との差異はない。
- ③ 大学は、一般教育科目と工学基礎の分野に重点を置き実験が極端に少ない。
- ④ 大学校等と高専とは、一般・専門・実験・卒業研究の分野で差がない。

大学校等の専門課程と高専の本科とのカリキュラムの比較を行った。そこには、いくつかの類似点があることが定量的に示された。双方の仕上がり像を見る限り、違いをどのように出していくか今後の検討課題であると思われる。また、B高専の専攻科の教育目標として「高度な専門知識を追求し、創造的な研究開発や先端技術に対応できるエンジニアの育成」としており、応用課程の「高度な技能・技術や企画開発力を習得し、創造的なものづくりができる技術者の育成」とする仕上がり像に関して、その相違点をいかにするかが大きな課題であると考えられる。専攻科と応用課程の考察は今後の課題としたい。

就職業種について、応用課程電気電子系に関して調査・分析を行った。その結果、以下のようなことが分かった。

- ① 就職業種は多い順に、生産設備製造、アウトソーシング系、ソフト開発販売、制御システム製造、電子機器製造である。
- ② この傾向は、カリキュラム構成と時代背景に要因がある。

- ③ 最近の学生の地元志向の傾向から、地域性を考慮して業種選択を行っている。

以上の調査・分析・考察を踏まえ、文科省の工学技術者育成を行う高等教育期間とは相違した職業能力開発施設として、技能・技術分野を重要視した実践的な技術者を創りあげていくには、大学校等のカリキュラムはいかにあるべきか議論の材料となり得るものと考えている。今後、この結果を踏まえて、指導技法やカリキュラムの検討資料とするとともに、学生の仕上がり像を調査・研究していくつもりである。最後に、今回の調査を行うに当たり、慶應義塾大学の戸瀬信之先生には資料の提示、ご助言などをいただいた。また、ご協力いただいた、大学、高専の教官の方々に誌面を借りて御礼申し上げる次第である。

<参考文献>

- (1)石弘光：『大学はどこへ行く』、講談社現代新書、2002。
- (2)遠山敦子：『こう変わる学校こう変わる大学』、講談社、2004。
- (3)文部科学省（旧文部省）生涯学習局：今後の職業能力開発施設の在り方、10生第8の2、1998。
- (4)戸瀬・西村・岡部：『分数ができない大学生』、東洋経済新報社、1999。
- (5)戸瀬・西村：『大学生の学力を診断する』、岩波新書、2002。
- (6)佐藤隆博：『教育情報工学入門』、コロナ社、1989
- (7)大学評価・学位授与機構：単位認定案内、2005。
- (8)雇用・能力開発機構：専門課程・応用課程標準カリキュラム集、2003。
- (9)B高専・国立C大学・私立D大学：履修規定・シラバス・学生便覧
- (10)楠原：職業能力開発大学校・短期大学校と高等教育機関における技術教育カリキュラムの比較、職業能力開発研究発表会、2005。