

第3節 工業分野のカリキュラム比較

新 谷 康 浩 (横浜国立大学)

1. 課 題

本プロジェクトのうち、ここでは主に工業分野のカリキュラムに注目して、非大学型高等教育が大学とカリキュラムにどのような違いがあるのか、また非大学型としてまとめた学校種である高等専門学校、短期大学、専門学校の間でもカリキュラムに違いがあるのか、あるとすればどのようなちがいであるのかを検討する。もっとも工業分野では現在短期大学の学校数が少ないため十分な比較対象とは言い難い。主に扱うのは高専と専門学校が中心となる。(工業系短大の場合、自動車整備や情報が主体である。)

通常高卒後4年間での履修をベースとした大学と、それより短い教育年数での履修を想定している短期高等教育では、履修できる単位・科目に限界がある。塚原の項でも説明したように、「四大の教育課程から何を削除したか」に注目することで、短期高等教育のカリキュラムを捉えることができる。そうした場合、短大は教養と専門の半分を削除した学校、高専は4年程度の専門を担保するため教養を大幅に削除した学校とみなされている。もっともこの捉え方は大枠であり、また当事者の言説レベルでもある。

そのため、以下で詳細を分析することにするが、この原理も学科による違いが予想されるため、特定の学科を抽出してカリキュラムの比較を行った。結果として対象としたのは機械系と情報系である。機械系はほとんど資格が存在しない分野として取り上げた。実際には、民間資格の機械設計技術者資格があるが、その資格が技能を証明するうえで大きな意味を持っているわけではない。そのため聞き取り調査でその検定を推奨していたのは一部の学校にすぎなかった。また情報系も、資格があるがそれほど資格の意味が重要ではない分野である。情報系の資格は機械より一般的な資格(情報処理技術者試験)である。しかしそれがなければ情報系の能力が証明できないわけではない。一般に専門学校は資格取得がひとつの教育目標となっているとされるが(TP3専門学校での聞き取りによる)、機械系も情報系もかならずしも資格が必要とはされない分野である。そのような分野を専門学校で学ぶ場合、カリキュラムは資格への志向とは異なるものが予想される。これは建築学科について聞き取り調査を行った際に、建築士資格によってカリキュラムが規定されているため、大学であっても専門学校であってもカリキュラムに違いがないという話があったこととは対照的である。もっともこの聞き取り調査の内容を検証することも選択肢としてはあったが、現時点ではその聞き取り調査の発言以上に建築分野については踏み込まないことにした。仮に資格によってカリキュラムが規定されているのであれば、それは学校種によって違いがあるとはいえなくなる。(教育方法の違いは生じる可能性はある。)そのため、資格が直接関係しない分野を中心にしたほうが、ステークホルダーとしての職業資格提供者からの影響を受けることなく、学校種による違いが明確に出てくる可能性が高いのではないかと考えた。

2. 機械系

機械系学科の場合、短大には該当する学校がほとんど存在しないため、高専と専門学校のカリキュラムを比較する。(自動車整備を広義の機械ととらえれば短大にも機械工学に該当する学校は存在しているといえる。)

機械工学分野で聞き取り調査を行ったのは、TT1 高専、TT2 高専、TP1 専門学校、TP4 専門学校の4校である。これら4校のカリキュラムの比較を行う。

まず、数学や物理などの機械を学ぶ基礎的な知識の配置についてみてみよう。TT2 高専では、専門の数学の授業の配置は表に示したように、4年、5年段階で応用数学を履修する。また物理学も4年、5年段階で履修する。

一方、初等力学は3年段階で履修するため、専門レベルでの数学や物理学を授業で履修することなく初等力学を学ぶことになっている。

TT1 高専でも、工業力学を3年時に履修するが、応用数学は4年次、5年時に履修する。物理学も同様である。聞き取り調査によると、3年次までに数学は大学教養程度(18単位)の水準まで履修しているという。ただしこの段階で学んでいる数学は、専門で使う数学に偏っており、確率統計や線形代数などは欠落している。

表1 高専と専門学校のカリキュラム(機械系学科)

	TT1 高専				TT2 高専				TP1 専門学校				TP4 専門学校			
	学年	必修	選択	単位計	学年	必修	選択	単位計	学年	必修	選択	単位計	学年	必修	選択	単位計
機械工学実験実習	2-5年	12		12	1-4年	10.5		10.5					4-5年	9		9
機械設計・製図	2-5年	10		10	2-4年	8	1.5	9.5	4-5年		20	20	4-5年	14		14
機械製作					2-3年	6		6	4-5年	18		18	4-5年	15		15
数学	4-5年	4		4	4-5年	4		4	4年		2	2	4-5年		6	6
物理学	4年	4		4	4-5年	6.5		6.5								
情報処理	2-3年	4		4	1-3年	5		5	4年		4	4	4-5年	6		6
電気・電子	3-5年	3	1	4	3-5年	2	2	4	4年		4	4	4-5年	4		4
力学	3年	1		1	3年	2		2								
機械工学概論	3年	1		1	1年	1	1	2					4年	4		4
機械材料	2-5年	4	2	6	3-5年	2	2	4	4年		2	2	4年	4		4
材料力学	3-4年	6		6	4-5年	3	1	4	4年		8	8	4年	2		2
熱力学	4-5年	3	1	4	4-5年	3	1	4	5年		2	2				
流体力学	4-5年	3	1	4	4-5年	3	1	4	4年		2	2	5年	2		2
機械力学	4-5年	3	1	4	5年	2		2	5年		2	2	4年	2		2
CAD・数値解析	5年		1	1	5年		2.5	2.5	4-5年	10	4	14	5年	4		4
制御・計測工学	4-5年	3	2	5	4-5年	5	1	6	5年		4	4				
ロボット工学	4年		1	1					5年		2	2	5年	4		4
自動車工学	4年		1	1					5年		2	2	4年	4		4
個別分野									5年		6	6	5年	10		10
インターンシップ					4年		1 or 2	1 or 2					4年	2		2
工業英語・科学英語					5年	2		2	5年		2	2				
論文輪講					5年	2		2								
卒業研究					5年	8		8	5年		合否のみ					

また、必修履修科目となっている機械の授業も、3年までに59単位中28単位を履修することになっている。このことから、いわゆる高卒と同年齢の段階で、機械に関する基本的な専門の知識はほぼ習得して、4年次以降には、その理論のベースになる数学や物理学などをあとから学ぶことで、四大と同程度とみなせる専門科目を5年次までに習得できる設計になっている。

これをフォローするために、授業内で行っていることは、わからない点を復習しながら授業を進めていくことである。

これらの履修年次の特徴は高専が高卒＋短期高等教育2年という設計からでているものであるのかどうか、後で高専における履修年次の経緯を見ることから検討することにする。

一方、専門学校の場合、数学は授業としては行われているが、高専で行う数学の水準より低く、むしろ高校レベルの数学の復習とみなせるかもしれない。

また機械工学の専門教育の分野について高専と専門学校を比較すると、高専では「機械を知る」ための工学的ベースになる理論的授業が多いのに対して、専門学校ではそのような理論的ベースとなる科目は最低限に抑えて、そのかわり「機械をつくる」ための技能や、現場ですぐに必要なであろう分野の知識を学ぶ授業が多数開設されている。例えば、「福祉機器」「冷凍・空調」（いずれも TP1 専門学校）、「原価計算」「生産管理」（TP4 専門学校）などは、実際の就職先に対応した科目と見ることも可能である。これは、高専での学びが理論をベースにしているため、就職先によらず汎用性が高いとみなされているのに対して、専門学校のカリキュラムは汎用性よりは個別性に対応しているといえよう。

3. 情報系

情報系については、高専1（TT1 高専）、短大1（TJ1 短大）、専門学校2（TP3 専門学校、TP2 専門学校）に聞き取り調査を行った。

情報系のカリキュラムも基本的なものは存在する。たとえば産業技術高専では ACM（アメリカ・コンピュータ・マシーナリー＝アメリカの標準カリキュラム）を参考に高専でのカリキュラムを設計している。情報系の積み上げ方式は、情報処理を基礎として学びその上にネットワーク・ハードウェアを学び、設計へとつなげていくものである。また分野としてはハードウェア、ソフトウェア、ネットワークの3本が柱になっている。分野に着目して大学と非大学のカリキュラムを比較すると、専門学校ではネットワークが多く、結果としてネットワークが実学になっているという。大学の場合、情報に特化したところでないネットワークにまで踏み込んでカリキュラムを設定できる場所は少ないという。というのは、もともと情報系学科が設置された経緯として、電子系の改組などによって生じたところもあるため、改組前の組織の影響が残らざるをえないのだという。

情報を学ぶ上で必要な数学は解析である。1年で行うプログラミングには解析が必要であるが、解析を学ぶのは2年である（TT1 高専の場合）。そのため、1年で行うプログラミングは数学を踏まえたものではなく、プログラムを作ることに慣れさせるところから始めるという内容である。大学で情報の科目を教える場合は、実際の学生の理解はともかく数学（解析）が分かっているも

のとみなして授業を進める。

情報系の基礎となるのは、順序構造・反復構造・分岐構造の3点であり、その先の実用レベルとして関数・デバック・検証があるという（TU1 大学教員への聞き取り）。これらの学問構造は、情報処理技術者の資格で求められている内容とは異なる。情報処理技術者資格では、コンピュータに関する幅広い知識を求めているので、このような理論的バックボーンをもとめているわけではない。このような現場の情報処理技術者の仕事に必要な内容を網羅しているのが現在の情報処理技術者資格であるので、高専の情報系学科のカリキュラムは資格取得とはベクトルを異にしている。これは、専門学校における情報系学科のカリキュラムが、かならずしも情報処理技術者資格のみを志向しているとはいえないとはいえ、その内容に大きく規定されていることとは対照的である。高専にもネットワーク関係の資格である CCNA と CCNP をとらせるカリキュラムとなっている「コンピュータネットワーク I II」があるが（TT1 高専）、これは例外的なものである。これは資格を目的とした授業科目と捉えるよりは、情報系の学問の基礎のひとつであるネットワークがそのまま特定の資格につながっているという結果にすぎないとみなすことができるだろう。これ以外の資格（例えば情報処理技術者資格など）は、高専で学ぶ専門科目の内容が資格試験の一部の分野にとどまっているため、学校として強く勧められるものではないという。

短大の場合、情報処理技術者資格や CCNA などは目標とする資格として掲げられている。このことから授業の内容についても資格を志向したものであることが想像できる。理論としては解析の知識が必要であるが、資格取得にかならずしも解析の知識は必要がない。そのため、TJ1 短大では情報数学が1年次の必修とされているが、授業の水準は復習のようなものと伺った。情報系で職業として必要な数学は一般企業であれば中学程度のスキルでこなせる。高等数学は短大では手に負えないため、中学程度でやるしかないとの話が印象に残っている。

4. 非大学間の比較

非大学の間のカリキュラムの異同をみたところ、以下のような特徴がみられた。

高専は、大学とほとんど違いがみられない。専門科目の内容など、機械系、情報系ともにほとんど違いがない。高専のカリキュラムは理論を重視している。質保証は、出口での卒業水準を厳格化することによって、（留年も辞さない）行っている（TT1 高専）。高専の場合、質保証の厳格さは大学以上なのかもしれない。

専門学校の場合、機械では、技能検定の資格があるが、その資格の水準が低いため、仕事に役立つ資格水準というよりは、まじめに実習などの授業に取り組んだ指標としてみなされている可能性がある。3級程度ではちょっとした金属加工の工作レベルにすぎない（TP4 専門学校）。このため、各学生の水準に合わせた資格取得を目指させることによって、多くの学生を学習に動機づけている。

カリキュラムは理論ではなく、実技中心であり、専門学校で扱う理論のうち、必要とみなされているのは、資格受験に必要な項目程度であり、かならずしも知識を理論から理解させるために理論がカリキュラムに組み込まれているわけではない。

資格が関係ない分野として機械を取り上げたが、資格取得が学習への動機付けとして使えない場合、(TP1 専門学校機械) それに代わる動機づけとしてロボット競技会への参加があった。この競技会の水準は高専のロボコンよりは低い、熱心な学生にとっては十分な動機づけになっている。その一方で、下位層への動機づけとはいえない。全ての学生に受験を要求しているのはビジネス検定程度であるため (TP1 専門学校)、専門的な教育内容を最低限求めているのではない。最低限求めているのは就職するにあたって求められている水準のものに過ぎない。これは教育目標とは言いがたいものであろう。

教育目標があったとしても、それに到達できる人は一部である。教育目標は高いレベルの学生の到達点とみなしたほうがよい。教育目標に到達しなくとも、就職先はあり、彼らの水準に応じた学習への動機づけができるのであれば、それでよいということではないか。

高専の場合、教育目標が最低限求められるスタンダードとして設定されてしまうため、それに達しなければ、留年となってしまう。しかしその水準に至ったとしても、それに見合った水準の仕事につけないという矛盾を抱えている。そのことが結果的に学生に対して進学を勧めることになっている。

次に、短大の場合、4年生大学との対比でその位置づけを捉えている。専門学校との違いは、教養科目の多さである。カリキュラムは短大の制度的特徴から考えるとアカデミックになってもおかしくないはずだが、学生の特徴からアカデミックにはなりえていない。すなわち、勉強したい学生が短大には来ないため、大学の授業とは水準が違うという。制度的に大学の授業を短大の単位にできるが、短大生が大学の授業についていくのは大変だという。

短期高等教育の学生が大学に進学した場合、高専では大学で同じことを重複して学ぶといわれているが、専門学校や短大では重複しない。それは理論ではなく実践的なことをやっているからというだけでなく、理論的なことを教えても授業についていけない学生を対象にしているので、重複しようがないのであろう。

これを当初の仮説と比較してみると以下のようにまとめることができる。まず教育目標が最終目標型と積み重ね目標型の2つに分けられるのではないかという仮説に立って聞き取り調査を行ってきた。聞き取り調査では積み重ね目標型を中心に行ってきたために、(機械系と情報系)、積み重ね型は、たしかに学生の水準に応じた目標設定をさせている。しかし高専はこのような目標設定を学生個別に設けているわけではなく、最低水準としてのスタンダードを設定し、その水準に達したもののみ卒業させるという卒業管理をすることで出口の水準を維持しようとしている。

教育プロセスの質保障は、情報系でTT1 高専が行っていたもののように、何か妥当な指標があり、それが可能な人的物的資源があれば使うところもあるのかもしれないが、それは例外であって、教育プロセスは各学校の恣意性に委ねられているのではないか。

短大などでは、卒業研究に向けて自分の研究を進めていくというスタイルをとっている。教育方法としては理論を柱にしようとしているが、それが可能な学生は一部である。卒業研究ができる学生はレベルが高いという指標になるのであれば、一部の学生にとって教育プロセスが保証されていると捉えることも可能である。高専では、全ての学生が卒業研究に取り組むので、教育プ

プロセスの質保証という点で見れば、短大の学生の中でレベルの高い層が、高専の最低水準ということになるのかもしれない。

また教員の特徴に目を向けると、専門学校教員と、短大・高専の教員に求められているものは異なる。短大・高専では、教員選考は大学と同様に研究業績中心であるが、専門学校の場合、教員選考のプロセスを伺うことは難しかったが、専門学校卒業生であった人も複数みられた。専門学校卒業生の教員の場合、卒業生の先輩的役割を担っているような印象も受けた。

専門学校教員の役割は、学生の相談に親身に対応することであったり、自らの資格取得の姿を見せることで学生にも資格取得を勧めることであったりする。教員が資格取得をし続けるというのは、教員の能力証明や能力発達のためのみならず、このような教育的効果を意図して行われているのかもしれない。

非大学型高等教育の卒業生の就職先は、カリキュラムの違いではなく、学校種で規定されている。高専の場合、卒業後の進路は「専門職」という名の「総合職」の下位に置かれた地位である。業務としてはメンテナンス等が主体である。これらの仕事は、これまで工業高校卒業生が担っていたが、工業高校水準ではメンテナンスの仕事に十分対応できないため、高専卒業生にシフトしたという。また工学部卒業生の多くが修士に進学するようになったため、研究開発分野は大学院出身者の仕事にシフトした。このため、大学卒業でも不十分な分野もある。少なくとも、情報系分野では、大学院に進学しないと満足な仕事に就くことができないと認識されている。

この進路の特徴に、専門科目のカリキュラムを対応させているのが専門学校である。資格取得が公然と語られる専門学校のカリキュラムの骨子となっているならば、労働市場の変化にもカリキュラムを敏感に対応させていくのがインフォーマルな専門学校のカリキュラムの特徴であるといえる。

材料から熱力学への積み上げ方式というのは、一部の専門学校（TP1 専門学校）でもみられる。工業材料を1年で学び熱力学を2年で学ぶ。しかしこの学校では、これらの科目はすべて選択科目となっている。（選択科目となっているのは自由な選択を許容するものではなく、必修とした場合、不可であれば卒業できないという危惧から選択にしているとのことである。）そのためこれらの科目を履修できなくても卒業することは制度上可能である。またTP4 専門学校では、機械材料を1年時に必修で履修するが、熱力学はカリキュラムに存在しない。そのため、機械工学の理論の積み上げという点でいえば、専門学校はいずれも十分とはいえない。数学や物理学も、高専と専門学校では違いがある。高専の機械工学を履修する際に必要な応用数学の水準は、大学で学ぶ数学の水準であるが、専門学校で行われる数学は高校水準の数学である。さらに専門学校で学ぶ機械工学に必要な数学は、その水準で十分であるという。このことからみると、明らかに高専と専門学校で学ぶ内容には、水準的に大きな差があるとみてよいであろう。

高専の授業が機械工学の基礎となる理論的側面を重視したものである一方で、専門学校の場合、機械系の資格に関連した授業や、主要な就職先で必要とされるであろう機械についての基礎的知識を学ぶ科目がコア以外の部分を占めている。製図など実践的な内容が大学に比べて多い高専であっても、理論的部分もコアな科目群の一つになっている。理屈がわかれば、どのような分野であっても転用がきくと考えているような印象も受ける。それに対して、専門学校の場合、理屈よ

りは資格取得や就職先で直結する知識に授業の幅を広げることによって、コアな機械工学を学生にとって身近なものにしているようでもある。

カリキュラムの比較から明らかなように、まず非大学として高専と専門学校・短大を同一のカテゴリとしてまとめるのは無理がある。高専の場合、2, 3年生の段階から専門科目を教えている。これは大学、短大、専門学校に進学する学生にとっては高校生の段階から高等教育機関で学ぶ内容が先に教えられているということである。むろん発達段階によってついていくことができない水準もあるので、一概に同一の内容が高校段階に下ろされているわけではない。先述したように、プログラミングも理論をベースにしたものではなく、まず慣れさせるという内容であった。

このように高専は、アカデミックな志向をもっているために、カリキュラムで与えられる専門科目の名称レベルについては大学とそれほど違いがみられなくなっている。それは、高専専攻科も含めた高専教育がJABEEで多数認定されている事実からもうかがえる。JABEEに対するスタンスについては、昨年の国際会議のペーパーでもまとめたが、高専側のJABEEに参加せざるを得なかった立ち位置の問題もある。本稿ではカリキュラムについて議論をするのでこれ以上踏み込むことはしない。

とはいえ、大学とまったく同一かといえそうとは言い難い。たとえば、教える順序は大学と高専で異なる点がある。高専で先に力学を教え、そのあとで、その理屈となる数学を帰納的に理解させる。このようになった理由は、なにか。高専設立当初からのカリキュラムの変化から確認してみよう。

5. 高専カリキュラムの変遷

高専制度成立当初のカリキュラムと現在のカリキュラムを比較してみよう。当初は設置基準や教育課程の標準によって多くの高専のカリキュラムが縛られていたため、この基準が高専のカリキュラムを代表するものとみなすことができる。1961（昭和36）年の設置基準では、現在でも機械工学科で存在している科目がある程度存在していることがわかる。機械設計製図や工作実習などの「非座学」が専門科目に占める割合は約3分の1の時間数を占めている。これはたとえばTT1高専機械システム工学コースのコース必修科目・選択科目計73単位中、22単位が「非座学」であることと比べると、「非座学」の割合は若干低下したとはいえ3割は残っている。このことから高専が「座学」中心の教育機関に変化したということはできない。（「非座学」とカウントした科目は、プログラミング、機械設計製図、工学実験実習、機械システム設計製図ⅠⅡⅢ、機械システム実験実習ⅠⅡⅢである。）

また、1963年の教育課程の標準（試案）によると、これらの設計・製図・実験といった授業科目は1年次から配当されている。これに対して、応用数学は4年次、応用物理学は3年次に配当されている。これらの機械工学のベースとなる理論を学ぶのは3年次以降となっていることから、まず実際に機械を触りその後で理論を学ぶという順序ができていたことが確認できる。

また、現在の機械工学では流体力学、メカトロなどの制御など一つの柱になっている部分が、当時の高専ではまだ選択科目に位置づけられていた。当初の機械工学のカリキュラムの範囲は古

典型的な機械工学の捉え方であろう。

このようなカリキュラムの変化は、技術革新への対応の結果として捉えられてきた。その一方で、座学と非座学の割合はほぼ変化しておらず、技術革新への対応に伴うカリキュラムの変化はあっても、教育方法について高専はほぼ変化することなく続いているといえよう。また授業配置の順序性も当初からの特徴といえる。

専門学校については、このようなカリキュラムの変化をたどることができなかったため、高専との比較はできなかった。しかしカリキュラムの見直しをほぼ毎年行っている専門学校にとって、カリキュラムの変化というのは当然のことともいえる。しかし授業配置の順序性やコアな部分の位置づけなどは、高専のように目に見えない形で専門学校に内在しているのかもしれない。

また、短大のカリキュラムも、その水準を規定しているのが学生自身の学力水準に起因したものであるのか、制度的に高度な水準を提供することが難しいのか判断するのは現時点では難しい。

以上、カリキュラムの比較から、高専と四大の違いは「座学」「非座学」の割合、教える順序性などで違いがみられるが、教育内容としてはそれほど違いがないことがわかった。またこの特徴は高専設立当初からそれほど変化していないことも明らかになった。

これに比べると、専門学校のカリキュラムは明らかに違いがみられた。専門学校を高専と非大学型短期高等教育という同一水準で比較するのは妥当とはいえないだろう。このことは、非大学型の学位というものがあけるとした場合、専門学校的なものとするのか、それとも高専なども含めたものにするのかということを考える場合に、その学位のもつ意味合いの広さをどこまで拡張するかということによって規定されるのかもしれない。