

テクニシャン・テクノロジスト養成プログラムの国際基準との比較検討

職業能力開発総合大学校東京校 福元 基

1. はじめに

欧州においては、欧州連合（EU）による経済統合が進められるとともに、労働者や技術者の移動が自由になりつつある。しかし、FEANIの26加盟国（イギリス・オランダ・ドイツなど）では、教育システムや技術者の認定システムなどが異なっており、それが技術者の自由な移動の障壁となっている。そのため、FEANIを中心に技術者の各国間相互認定システムの構築や、技術者教育プログラムの是正が行われ、現在ではヨーロッパ・エンジニアが認定されている。

また、オーストラリアにおいては、機械・建築分野の専門技術者の不足が問題となっており、毎年約2,000名の技術者を移住に頼っている。そのため、後に述べるワシントン・アコードを積極的に推進するとともに、技術者の相互認定手続きの簡素化や継続教育システムの改善などを進めている。

一方、北米では、NAFTA協定（カナダ・メキシコ・アメリカの3カ国）による技術者教育プログラムの相互認定が行われることになった。しかし、各国の州ではそれぞれ認証権限を有しており、国際間の認証を締結するうえで、各州ごとに他国の認証機関（州）との締結を結ばなくてはならず、障壁は大きい¹⁾。

このような状況のなか、国際的に技術者の相互認定を行うため、1989年にオーストラリア・カナダ・アイルランド・ニュージーランド・イギリス・アメ

リカの6カ国によりワシントン・アコード（以下、WAと記す。）が締結され、加盟国間の技術者資格の相互承認が行われることになった²⁾。

1997年にはカナダからテクノロジストの相互認定協定が提案され、WA加盟国7カ国のうち4カ国によって協定がなされ、シドニー・アコード（以下、SAと記す。）が成立した。さらに2002年には、アイルランドにおいて、テクニシャンの相互承認協定を英国、カナダ、南アフリカ、アイルランドによって協定が結ばれ、ダブリン・アコード（以下、DAと記す。）が成立している³⁾。また、日本では2005年にWAへの正式加盟を目指している。

上述の流れをみると、経済のグローバル化に伴い、国境を越えて人の移動が可能となりつつあり、技術者の移動のみならず、テクノロジスト、テクニシャンの国際的移動が可能となりつつある。ものづくりの視点からこれをみると、製品開発は、研究者・技術者のみならず、高度な技能を有するテクノロジスト等の存在も必要とされていることがわかる。

わが国が将来においても技術立国として世界をリードしていくためには、革新的な技術と製品を開発・創造していく必要がある。そのためには、高度な技術者だけでなく、技術者と労働者との間にあって、高度な技術・技能を併せ持った、優れたテクノロジスト等が求められる。

本稿では、職業能力開発大学校等で実施している対象に、日本のテクノロジスト・テクニシャン養成プログラムと国際的認定基準の1つであるカナダの技術基準と比較検討を行い、今後、日本の高度な能

力開発が国際的に通用するために、カリキュラム内容の問題点を明らかにした。

なお、大学校等では、機械、電気・電子、情報、建築の各分野からなる訓練科を設置しているが、機械分野を取り上げ、専門課程では生産技術科を、応用課程では生産機械システム技術科を取り上げて検討する。

2. 大学校の教育訓練概要

まず、職業能力開発大学校等にて行われている能力開発の概要について述べる。

能力開発促進法施行規則別表6に基づき、大学校では標準カリキュラムを作成し、全国の大学校等で統一された教育訓練の展開を図るよう努めている。主に、専門課程は高等学校卒業者を、応用課程では専門課程卒業者またはこれと同程度の専門知識と技術・技能を有した者を対象に教育訓練が実施されている。

大学校等では、専門知識と技術・技能を兼ね備えた人材を養成するためには、実験・実習の時間数を多く取り入れた教育訓練を構築する必要があり、汎用加工機械、NC旋盤、マシニングセンタ、CAD/CAM/CAEシステムなど、工場に設置されている実機を使った教育訓練を行い、学生は実践的能

力を習得している。

2.1 専門課程

専門課程では、基礎的な技術・技能から専攻分野に必要な高度な技術・技能までを体系的に習得する教育訓練課程である。この課程では、学生は2年間で156単位を取得しなくてはならない。なお、単位は、1コマ100分、9コマで1単位である。

学科では、表1をみると一般教養科目、系基礎学科、専攻学科から構成され、合計70単位を取得しなくてはならない。実技の単位数は86単位と、全体の単位数の約55%を占めている。1年次はものづくりに必要な基礎的な理論と基礎的な技能・技術を一体的に学習し、2年次はものづくりに必要な高度な理論と技能・技術をさらに習得する。

この課程では、基礎的な学理あるいは具体的事実を実験・実習を通して理解を深め、学科と実技を体系的に習得し、専攻分野における実践的な技術者(テクニシャン)を育成している。

2.2 応用課程

専門課程を修了した者で、さらに高度な技術・技能を習得するには、応用課程へ進学する。この2年+2年の教育システムは、文部科学省系の大学と

表1 専門課程 カリキュラム (機械システム系) 4)

(九州職業能力開発大学校)

区分	教科の科目	授業科目	単位数
一般教養科目	人文科学	キャリア形成論	1
		心理学	1
	社会科学	職業社会論	2
		法学	2*
	自然科学	地学	2*
		数学	2
	外国語	英語	4
		保健体育	2
	小計		16
	系基礎学科	材料工学	工業材料Ⅰ
工業材料Ⅱ			2
制御工学概論		機械制御	2
		電気工学概論	2
情報工学概論		コンピュータ基礎	2
		機械数学	2
力学		工業力学Ⅰ	2
		工業力学Ⅱ	2
基礎製図		材料力学Ⅰ	2
		材料力学Ⅱ	2
生産工学		基礎製図	2
		品質管理	2
安全衛生工学		安全衛生工学	2
		小計	
専攻学科	機械加工工学	機械工作	2
		機械加工	2
	数値制御	数値制御	2
		機構学	2
	機構学	機構学	2
		機構要素設計	2
	機械設計・製図	機構要素設計	2
		機械設計製図	4
小計		26	
合計		156	

*: 選択科目

表2 応用課程 カリキュラム (生産機械システム技術科) 5)

(九州職業能力開発大学校)

区分	教科の科目	授業科目	単位数	
一般教養科目	技術英語	工業技術英語	2	
		生産管理	2	
	経営管理	品質管理	2	
		経営管理	2	
	企画開発	創造性開発技法	4	
		工業法規	2	
	専攻学科	生産職業能力開発体系論	2	
		製品材料設計	2	
	系基礎学科	機械設計応用	精密機器設計	2
			精密治工具設計	2
自動化機器		自動化機器設計	2	
		自動化システム設計	2	
精密加工		精密加工応用	2	
		計測制御	2	
生産情報		センシング	2	
		自動化機器	2	
安全衛生管理		生産自動化システム	2	
		通信ネットワーク	2	
小計	生産情報処理	2		
	安全衛生管理	安全衛生管理	2	
小計		38		

区分	教科の科目	授業科目	単位数
一般教養科目	電気電子機器実習	電気電子機器実習	4
		情報機器実習	4
	CAD/CAM/CAE実習	CAD/CAM応用実習	6
		CAE実習	2
	精密加工実習	精密加工応用実習	8
		計測制御応用実習	4
	自動化機器応用実習	自動化機器応用実習	4
		センシング応用実習	2
	生産情報応用実習	生産自動化システム実習	4
		通信ネットワーク実習	4
生産機械設計・制作実習	生産情報処理実習	2	
	精密機器製作課題実習	10	
小計	精密治工具製作課題実習	10	
	自動化機器製作課題実習	10	
小計		64	
応用実技	自動化機器等企画開発・製作等実習	精密機器設計製作課題実習	
		精密治工具設計製作課題実習	
	自動化機器等企画開発・製作等実習	自動化機器設計製作課題実習	54
		自動化システム運用実習	
小計		54	
合計		156	

は全く異なり、世界的にも異質の教育システムを採っていると思われる。そこではより高度な教育訓練を提供し、より優れた人材を産業界に輩出することを目的に、教育訓練を行っている。取得単位数は、専門課程と同様に2年間で156単位、全科目が必須科目となっている。カリキュラム内容は、表2からわかるように、専攻学科と専攻実技および応用実技から構成され、全体の約75%を実技で占めている。学生は、専門課程における専門教育訓練に加えて、高度な技術・技能、企画開発能力、プレゼンテーション能力などを習得し、より深く専門性を追求する。

この課程では、専門分野の実践的能力をさらに高め、应用能力を習得し、専攻分野における高度な実践技術者（テクノロジスト）を育成している。

3. カナダ認定基準との比較

カナダは、前述のようにWA (Washington Accord), SA (Sydney Accord), DA (Dublin Accord) にそれぞれ加盟している。そこで、カナダ技術基準に示されているテクニシャン・テクノロジスト養成プログラムと日本のプログラムとの比較を行い、日本のプログラムの改善すべき点について検討を行った。

3.1 カナダ技術基準

カナダ技術基準との比較に当たり、まずその基準の概要について述べる。

カナダ技術基準には、テクニシャン・テクノロジストの有すべき能力要件と認定プログラム要件などが明示されている。有すべき能力は、一般的な能力領域、そして主要な専門分野の領域、さらに専門分野の理解（幅と深み）を支える能力領域から成っている。テクニシャン・テクノロジスト認定プログラムの概要を表3に示す。

専門分野の能力としては、次のことが求められている。

- ・科学・技術的な技能（スキル）と専門知識の理解を深めること。
- ・専攻分野の教科目（例えば、構造力学、材料力など）を習得すること。
- ・いくつかの専攻科目を習得することによって、仕事を遂行するうえで必要となる能力、例えば、設計・分析・評価・問題解決・管理能力などの基礎的な能力を幅広く、またより深く習得すること。

なお、テクニシャン・テクノロジストの養成プログラムでは、教育訓練期間はそれぞれ2年間である。テクニシャン・プログラムでは総時間数のおよそ2分の1が、テクノロジスト・プログラムではおよそ3分の1が実習やプロジェクト研究にそれぞれ充てなければならない。

3.2 テクニシャン・プログラムと専門課程の比較

大学校で実施している教育訓練内容を一般的な能力と専門的能力に分けて、カナダの技術基準との比較

表3 カナダのテクニシャン/テクノロジスト・プログラムの認定要件（概要）⁶⁾

プログラムの種類	テクノロジスト・プログラム	テクニシャン・プログラム
入学要件	高等学校卒業業者で、所定の教科を取得した者	高等学校卒業業者で、所定の教科を取得した者
一般的能力	コミュニケーション	話す能力 文書能力
	数学	代数、三角関数は基礎 微積の基礎はすべての専攻コースで実施 専攻分野によっては、より高度な微積を実施
	科学	物理、化学、生物 専攻分野によっては、地球科学を実施
	社会科学 人文科学 安全	人間と社会・技術等との関係についての理解 環境（広義）、倫理観 社会問題への理解 安全に対する重要性の理解
	コンピュータ	日常業務、学生生活に活用
	業務管理	人間関係、組織、予算、システム決定、 プロジェクト管理
	組織能力	
専門的能力	・テクノロジストが有すべき能力領域のうち、少なくとも6つの領域を習得すること。 ・最低1領域で、プロジェクト研究を行うこと。	・テクニシャンが有すべき能力領域のうち、少なくとも6つの領域を習得すること。

を行った。

1) 一般的能力

表3にみられるように、カナダのプログラム認定要件ではコミュニケーションは話す能力と文書化能力が規定されている。日本の大学では実験・実習が多いことから、学生に提出させるレポートの数が多し。しかし、レポート内容についてのきめ細かな指導は各教官の資質によることが多い。この点については、FD (Faculty Development) 強化が必要である。また、話す能力についても、プレゼンテーション技法の基礎から学ぶ科目も設置していないのが現状である。しかし、2000年から九州職業能力開発大学校などでは、学生の卒業製作・研究内容と発表能力の向上を図るため、学内発表会を行っており、その内容は徐々に向上してきている。

次に、数学・科学についてみると、近年、大学生の数学、物理などの学力低下が問題となっているが、大学においても同様に在学生の基礎学力低下が生じている。2002年から一般教養科目以外に専攻学科においても各専門分野に必要とされる関連数学や物理を増設し、学力の補強を図ってきた。一般教養数学では微分積分まで行っており、カナダのプログラム認定要件に示されているテクノロジストの数学要件を満たしている。また、各大学等の専攻科によっては、物理に変えて化学・生物学の教科目を設置している。

限られた期間の中で多くの学科のみならず、実験・実習をする必要があり、選択科目はわずかに社会科学のみである。最近では、環境に配慮したものづくりが企業に問われており、将来、学生は製造現場で従事することから、一部の大学等では「生産環境論」を開設してきているが、全大学等での開設までには至っていない。現在、基礎的な教育が行えるように、カリキュラムモデルの作成など作業が進められている。しかし、環境に関する分野は多岐にわたっており、教科内容の構成や教材を確保するうえで課題がある。

また、最近、卒業時に就職せずに、アルバイトなどで生計を立てるといったフリーターが社会的問題となってきており、職業に対する学生の職業観が変わ

ってきている。在学中に就職・仕事に対する意識を高め、社会的通念を理解し、社会人として必要なスキルや就職等に必要となる素養の醸成を行うために「職業社会論」を、また主体性をもって自分自身の能力や特性に合わせたキャリア形成の必要性を理解するために「キャリア形成論」を設置している。これらは、大学教育訓練の特色である。さらに、大学によっては倫理学を設置している。全国に11校の大学が設置されているが、その一部の大学ではカナダのプログラム認定要件をクリアしているといえる。

コンピュータについては、いずれの大学等でもコンピュータ機器環境は整っており、学生にとって基礎的能力としてとらえており、1年次から教育訓練を行っている。

一方、組織能力については、組織化する際の基礎能力を醸成する教科目は全く設置されておらず、今後改善すべき点である。

2年間という短い期間に専門分野の知識と技術の習得に重点を置き、やや専門分野に偏った教育訓練となっているものの、学科と実技の割合については、ほぼカナダのテクニシャン・プログラム認定要件に合致しているといえる。

2) 専門的能力

表1を見てわかるように、学生はCAD/CAM、機械加工、制御技術、測定技術、メカトロ技術、電気・電子技術、情報処理技術など、将来テクニシャンとして必要な技術を実験・実習を通して習得している。また、学生は実機を使った実習に取り組んでいることから、災害が発生しないように、日常から安全教育には力を入れている。さらに、2年次の「総合製作実習」には12単位を当て、学生はものづくりを企画・設計から加工・製作まで行っている。専門的能力に関しては、6つ以上の技術要素を習得しており、カナダのテクニシャン・プログラム認定要件にある専門的能力についてはクリアしている。

3.3 応用課程とテクノロジスト・プログラムの比較

1) 一般的能力

コミュニケーション能力については、レポート作

成やグループ・科・系での発表を重ねており、能力は向上している。しかし、外国語（英語）能力については、主に読解力に力を入れた内容となっており、オーラルと文書作成能力を強化するためには単位数が少ない。

数学については、応用課程では微分積分・統計学などさらに高度な数学を全科にわたって開設されておらず、十分な教科目の整備とはなっていない。

環境（広義）・倫理については、テクノロジスト等個人に対する倫理観も問われており、倫理観を醸成するための教科目をすでに開設してきている大学学校等もあるが、全く設置していない大学学校等もあり、全大学学校等で実施するうえでは、カリキュラムモデルの作成などの準備を急ぐ必要がある。

表2を見てわかるように、一般教科目は、専門課程で設定し、応用課程では設定していない。しかし、生涯にわたって継続的に自己学習が進められるように、職業能力の向上を図る目的で、専門教科目の中に「生涯職業能力開発体系論」を開設している。さらに「創造性開発技法」を学び、創造力を伸ばし、実際に専攻実技や応用実技の課題実習の中で、想像力を実践できるようになっている。この点はカナダのプログラム認定要件にないものである。

2) 専門的能力

応用実技では、1科目が54単位という大きな「自動化機器設計・製作課題実習」を設定している。この授業は、近年、大学でも実施してきているPBL (Project-Based Learning)⁷⁾を大学学校設置当初から導入し、現在、全国11校の大学学校でPBL手法を使って教育訓練を行っている。大学学校では、表4に示すような、特に具体的なものづくりの課題設定を行い、学生が製品の企画開発から設計・製作・評価、報告書作成までを学生自らが行っている点は、今までの教育訓練の手法と異なった、新しい教育手法といえる。学生が取り組んできた開発テーマの一例として、外観検査装置（連続鋳造された真鍮棒から削り出された真鍮リング表面の自動欠陥検出装置）の開発をみると、学生は装置を開発することにより、表5に示す主な技術を習得している。

欧米では、PBLは異分野の学生で構成されて実施

表4 平成14年度 応用実技 開発テーマ
(九州職業能力開発大学校)

No.	開発テーマ名
1	コミュニケーションロボットの設計・製作
2	技術データを利用した自動溶接システムの開発
3	図書管理システム
4	ネットワーク利用のNC操作盤リモートコントローラ
5	ハイブリッド発電システムの開発
6	外観検査装置の開発
7	校内駐車場管理システム
8	インターネットWebサーバによる資料請求対応DM発送封入機システム

されているが、日本の大学学校でも同様に、各グループの学生は機械・電子・情報の異分野の専攻学生で構成され、各メンバーはそれぞれ役割を担い、お互いに教え合い、共同で製品開発に取り組んでいる。例えば、機械専攻の学生は、他の分野（電子、情報分野）の知識と技術も習得することができる。当然、開発予算の管理も行い、1学生当たりおよそ10万円程度の予算を各グループに配布し、学生自らが計画的に実施している。途中、各グループの進捗状況を促すこともあり、毎週、実施報告書を提出させており、文書作成能力は向上している。また、中間発表を3回程度開催し、最後に報告会を行っており、プレゼンテーション能力も向上している。

応用課程では、PBL手法を使って「自動化機器設計製作課題実習」に取り組むことにより、最終的に専門的能力（6つ以上の技術要素）を習得することとなり、カナダのプログラム認定要件にある専門的能力要件をクリアしている。しかし、カナダのテクノロジスト・プログラム認定要件では総時間数の1/3が実習やプロジェクト研究であるのに対し、応用課程では3/4とかなり多くの時間を占めている。このため、応用課程職員の中には、数学や専門学科の不足を補うため、訓練終了後ゼミなどを行い、専門学科の補強を行っているのが現状である。

ちなみに、大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学専攻では、PBL演習の時間数が120時間ほどであると聞いている。

4. おわりに

今回、カナダのテクノロジスト等の認定プログラ

ム要件との比較検討を行った結果、次のようなことがわかった。

1) 専門課程について

コミュニケーションのなかで、話す（発表）能力は体系的に指導がなされておらず、今後、プレゼンテーション技法に関する教科目が必要と考える。また、文書能力では、各教官のきめ細かな指導に委ねられるため、この点については、FD（Faculty Development）強化が必要である。

社会科学等については、環境（広義）・倫理はすでに開設している大学校もあるが、全大学校等で実施するうえでは、カリキュラムモデルの作成など開設に向けた準備が必要である。一方、「職業社会論」や「キャリア形成論」を設置しており、これらは大学校の教育訓練の特色と考える。

組織能力については、特段の教科目の設定をしておらず、今後、教科内容等を検討する必要がある。

2) 応用課程について

コミュニケーションについては、文書作成・話す能力は向上しているが、今後、外国語によるコミュニケーションの視点では、外国語の強化を図る必要がある。

数学については、今後、専攻学科によっては、さらに数学の強化を図る必要がある。

応用課程学生は、専門課程卒業者、またはこれと同等以上の能力を有する者だけが教育訓練を受けられる。そのため、科学・社会科学等・コンピュータについては、入学時にすでにそれらの知識や能力は有している。また、「職業能力開発体系論」の設置は大学校の教育訓練の特色と考える。

専門能力については、生産機械システム技術科を例に示したが、PBL手法を使って「自動化機器設計製作課題実習」に取り組むことにより多種の能力を習得することができるとともに、業務管理についても併せて習得している。これは大学校の教育訓練の優れた特色と考える。

3) 実技時間が総時間数の3/4と多くを占めており、専門能力の習得は効果が上がっていたが、逆に、専門知識については効果があまりみられない科目もあり、ゼミなどを担当職員は行っている。今後は、大学校の特色を生かしながら、数学や専門学科などの増設を検討する必要がある。

4) カナダのテクノロジスト／テクニシャン・プログラムとの比較では、厚生労働省所轄の職業能力開発大学校における教育訓練内容を見たが、今後、日本でもテクノロジスト／テクニシャンのスキル・スタンダード（テクノロジー・スタンダード）を作っていく必要がある。

表5 含まれている技術

構成部	技術要素（又は能力）
機 構	<ul style="list-style-type: none"> ・生産工程設計技術 ・空圧制御技術 ・CAD/CAM応用技術 ・機構設計技術 ・測定技術 ・加工技術 など
画像処理	<ul style="list-style-type: none"> ・画像処理技術 ・画像信号技術 ・入出力インターフェース技術 ・C言語、VBプログラミング技術 ・システム構築技術 ・データベース作成技術 など
システム	<ul style="list-style-type: none"> ・システム分析・設計技術 ・調光回路技術 ・シーケンス制御技術 ・モータ制御技術 ・センサ応用技術 ・入出力インターフェース技術 など
全分野	<ul style="list-style-type: none"> ・企画力、想像力 ・原価計算 ・プロジェクト管理能力 ・プレゼンテーション能力 ・検査、品質管理技法 ・安全・信頼性技術 など

<参考文献>

- 1) プロフェッショナルレベルのエンジニアの相互承認に関するサンディエゴ会議報告，科学技術庁科学技術振興局（1998.4）
- 2) ワシントンアコードホームページ：“FREQUENTLY ASKED QUESTIONS”，http://www.washingtonaccord.org/wash_accord_faq.html
- 3) アイルランド・エンジニアリング協会ホームページ：“International Agreements”http://www.iei.ie/Webpages/pagedetails_pasp?pageid=1
- 4) 専門課程履修案内および授業要目，九州職業能力開発大学校（2002.12）
- 5) 応用課程履修案内および授業要目，九州職業能力開発大学校（2002.12）
- 6) The Canadian Technology Accreditation Board：“Use of Canadian Technology Standards in National Accreditation”
- 7) 大中逸雄：「創造性・国際性工学教育法の開発と評価方法に関する研究」研究成果報告書（2001.3），20-38