



[未来の学びを主導する高専教育]

② 高専教育の質保証 —学生のチカラを保証する—



但野 茂 | 国立高等専門学校機構・函館高等専門学校

高専教育への期待

高専教育が注目されている。中学校卒業後の15歳の学生を受け入れ、5年間一貫で工学系の専門教育を実施する世界でも例を見ない高等教育機関が高専である。この学校制度は1962年にスタートし57年を経過したが、我が国の実践的・創造的技術者養成に大きく貢献し¹⁾、その教育システムは産業界や大学からも高く評価されている。全国51校55キャンパスからなる国立高専は毎年約1万人弱の卒業生を社会に送り出しているが、どの高専であっても一定レベルの学力・知識を有することが広く知られている。このことこそ高専教育の質保証である。全国の国立高専が(独)国立高等専門学校機構(以下、「高専機構」という)のもとで一体運営されていること、設立当初から優秀な学生が集められたこと、卒業生の活躍に高い評価が与えられたこと、工学・商船系分野に特化した実践的教育が功を奏したこと、高等教育機関としての存在意義が常に意識されていたこと、などの理由により、高専教育システムの包括的な議論が絶え間なく起こり、教育改革の組織的な推進体制が整備されてきたことが、今日の高専教育システムを作り上げた。

本稿では、高専機構が各高専における教育現場との連携により進められた高専教育システムの現在を解説する。

モデルコアカリキュラムの導入

高専教育といえば、モデルコアカリキュラム(MCC)²⁾

の導入に帰する。MCCとは、高専教育に求められた「より高度で幅広い場で活躍する多様な実践的・創造的技術者」の目標を達成するため、技術者に「備えるべき能力」を整理し、それらの到達レベル(アウトカムズ)をそれぞれの科目で明示したものである。2008年度に検討が開始され、2018年度に全高専に本格的に導入された。教師が「何を教えたか」から学生が「何を学んだか」といった学修者主体の教育、到達度重視教育への転換を実践したものである。

MCCでは、全高専各校のカリキュラムを3つにカテゴリ分類し、それぞれ到達目標で整理している。すなわち、技術者が備えるべき基礎的能力に関する科目(数学、自然科学、人文・社会科学、工学リテラシー、技術者倫理、等)、技術者が備えるべき専門的能力に関する科目(分野別の専門工学、工学実験・実習能力、インターンシップ、PBL(Problem Based Learning, 問題解決型学習)、等)、そして技術者が備えるべき分野横断的能力、いわばコンピテンシーに関する科目(コミュニケーション、人間力、エンジニアリングデザイン、等)である。この高専教育の基盤となる3つの科目群は、各高専の全カリキュラムの60~70%としている。残りの40~30%は各高専の特徴や独自性を活かしたカリキュラムを設定する。各高専では、学習到達度を到達レベルで表示したルーブリックを導入することにより、教員と学生がともに学習過程の到達度が逐次確認でき、主体的な学習が実現される。

図-1に高専本科(5年)および専攻科(本科修了後の2年間コース、全高専に設置)における基礎科目、専門科目、分野横断的科目それぞれの到達レ



ベルを示している。到達レベルは、技術者が備えるべき能力の段階を示し、知識・記憶レベルのレベル1から、レベル2（理解レベル）、レベル3（適用レベル）、レベル4（分析レベル）、レベル5（評価レベル）、レベル6（創造レベル）へと続く。高専本科卒業時の到達レベルは、専門科目では分析レベル（レベル4）、他の科目を適用レベル（レベル3）に設定し、工学系専門科目に重みを置く。ここで適用レベルについて数学の例を見ると、「自らの専門分野の課題の解決に数学的手法を適用できる」、分析レベルは、「自らの分野の複雑な工学上の問題の解決に必要な数学の知識を識別・選択し、適用できる」と位置づけている。専攻科を修了すれば、それぞれのレベルの1段階上を到達目標とし、大学学部卒業と同程度となる。それ以上のレベルは、本科から編入した大学や専攻科から進学した大学院、あるいは就職した企業等の実践を通じて到達することとなる。到達レベルで見ると、高専卒業以降の大学・大学院

との教育連携・接続が整理される。

高専機構では、高専生が進学した大学等で活用できるようにMCCを広く公開している²⁾。表-1にMCCの一例として情報系分野のプログラミングの学習内容とその到達目標を示している。学修内容に対する到達目標はすべて「～できる」表示に統一している。

教育質保証システム

各高専の質保証 PDCA サイクル

各高専の教科担当教員は、科目におけるMCCの到達目標に対応しつつ、特色や独自性も織り込み、各校のシラバスを作成する。高専共通教育システム(KOREDA)を利用し、Web上でMCCに準拠したシラバス(Webシラバス)を作成する。各校では、3つのポリシー(ディプロマ、カリキュラム、アドミッション・ポリシー)を実現する各学科・コースのカリキュラムを編成し、MCCの到達目標を満足するシラバスを作成する。これにより、科目の到達目標が共有化され、全国共通の学習内容が保証される。

MCCに基づいた高専教育の内部質保証システムを図-2に示す。Webシラバスに基づき、各科目の授業が実施されるが、それには、学修者主体的教育であるアクティブラーニング等の手法が有効である。学習到達度の確認は、CBTシステム(Computer Based Testing)で行う。これは現在試行中である。

技術者が備えるべき能力	到達レベル					
	1 知識・記憶 レベル	2 理解 レベル	3 適用 レベル	4 分析 レベル	5 評価 レベル	6 創造 レベル
技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力						
I 数学	K	K	K	A	S	S
II 自然科学	K	K	K	A	S	S
III 人文・社会科学	K	K	K	A	S	S
IV 工学基礎	K	K	K	A	S	S
技術者が備えるべき分野別の専門的能力						
V 分野別の専門工学	K	K	K	K	A	S
VI 分野別の工学実験・実習能力	K	K	K	K	A	S
技術者が備えるべき分野横断的能力						
VII 汎用的技能	K	K	K	A	S	S
VIII 態度・志向性(人間力)	K	K	K	A	S	S
IX 総合的な学習経験と創造的思考力	K	K	K	A	S	S

K：高専本科卒業レベル，A：専攻科修了レベル，S：企業の上級技術者，技術士，大学院レベル

備えるべき能力	到達レベル(技術者が分野共通で備えるべき基礎的能力)					
	1 知識・記憶レベル	2 理解レベル	3 適用レベル	4 分析レベル	5 評価レベル	6 創造レベル
数学	ある課題が数学的に解くことができると認識できる。(K)	基本的な数学の問題を解くことができ、さらに数学的に重要な概念を説明できる。(K)	自らの専門分野の課題の解決に数学的手法を適用できる。(K)	自らの分野のより複雑な工学上の問題の解決のために必要な数学の知識を識別・選択し適用できる。(A)	いくつかの数学上の知識を融合して各種のシミュレーションや解析ができる。(S)	複雑な課題の解決に対して数学的な課題解決方法を計画できる。(S)
	主に数学としての授業での到達レベル			専門分野に対して数学的知識を活用できるレベル		

図-1 高専本科および専攻科における項目ごとの到達レベル



現在、数学・物理・化学などの基礎科目については実施中であり、専門科目も順次実行に移す予定である。実験科目の到達度を確認する実験スキルやジェネリックスキルについても現在準備中である。これら試験の結果は、学生自ら到達度を確認することはもちろん、その結果をより授業改善や教育スキルへの向上といった教員FD (Faculty Development) につなげることができる。各校においては、シラバス作成 (P)、教育実践 (D)、CBT (C)、結果分析・教育改善 (A) といったPDCAサイクルが回ることとなり、各校の教育システムの改良・向上が図られる。

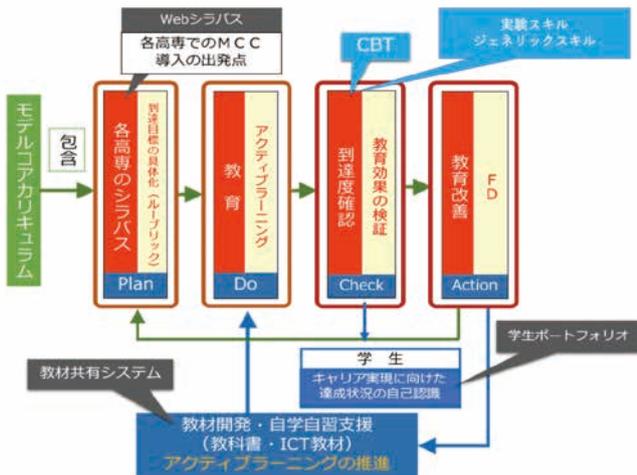


図-2 質保証システムのPDCAサイクル

高専教育の質保証システム

各校におけるPDCAサイクルの状況を集約し、それを分析することで、高専全体の高専教育質保証システムの改良と精度向上を図っていく (図-3)。全国に配置された高専の特性を活かしつつ、一体運営の特徴から、MCCの改善や改良につながる内部保証システムを築く予定である。また、各校にフィードバックすることで、PDCAサイクルの妥当性の検討、MCC到達達成度の分析、出口を見据えた高専全体の教育改善や教学マネジメントの整備が期待される。高等教育といえども教育の質保証は、やは

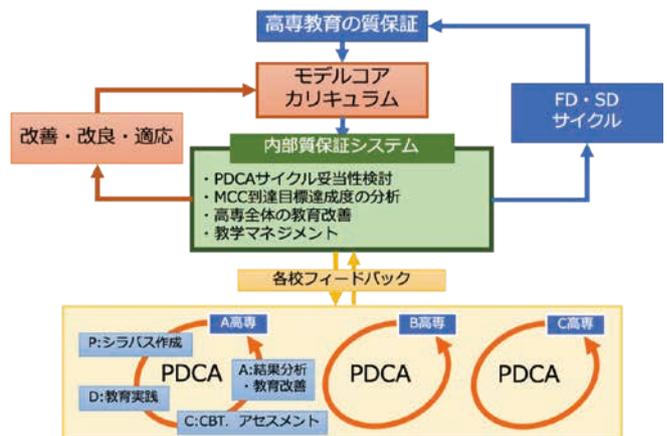


図-3 高専全体の教育質保証システム

表-1 学習の到達目標 (情報系分野プログラミングの例)

学習内容	学習内容の到達目標
プログラミングの要素	変数の概念を説明できる。 データ型の概念を説明できる。 代入や演算子の概念を理解し、式を記述できる。 制御構造の概念を理解し、条件分岐を記述できる。 制御構造の概念を理解し、反復処理を記述できる。 プロシージャ (または、関数、サブルーチンなど) の概念を理解し、これらを含むプログラムを記述できる。
ソフトウェアの作成	与えられた簡単な問題に対して、それを解決するためのソースプログラムを記述できる。 与えられた簡単なソースプログラムを解析し、プログラムの動作を予測することができる。 ソフトウェア生成に必要なツールを使い、ソースプログラムをロードモジュールに変換して実行できる。
言語処理系	主要な言語処理プロセッサの種類と特徴を説明できる。 ソフトウェア開発に利用する標準的なツールの種類と機能を説明できる。
計算モデル	プログラミング言語は計算モデルによって分類されることを説明できる。 主要な計算モデルを説明できる。
実践的プログラミング	要求仕様に従って、いずれかの手法により動作するプログラムを設計することができる。 要求仕様に従って、いずれかの手法により動作するプログラムを実装することができる。 要求仕様に従って、標準的な手法により実行効率を考慮したプログラムを設計できる。 要求仕様に従って、標準的な手法により実行効率を考慮したプログラムを実装できる。



り教員の能力、適応力、指導力、教育力によることが基本である。

モデルコアカリキュラムの効果と今後の展開

モデルカリキュラムの効果

MCCの導入によって、高専教育への大きな可能性と期待が広がっている。高専教育の質保証が分かりやすく整理され、卒業生は何ができるのかが対外的にも明示された。また、教育方法・内容の転換が認識された。「教師が何を教えたか」から「学生が何を学んだか」への転換である。学生は自身の理解度を確認しながら将来への道への学修が可視化される。効率的で効果的な学修方法の改善が可能となり、教材の共通化や他高専との連携・情報共有が可能となる。さらに、地域・社会への貢献として、各高専が地域性や特徴を活かした特色あるカリキュラムが作成できるようになり、地域や企業と連携した授業やインターンシップも可能となる。

特色のあるカリキュラム

MCCが整備されたことによって、社会ニーズに応える特色のあるカリキュラムが開発されている。新たな産業を牽引するプロジェクトが進行している。情報セキュリティ人材育成プログラム（高知高専＋17高専）、ロボット人材育成プログラム（鈴鹿高専＋8高専）、海洋人材、航空技術者プログラム（沖縄高専）、などである。さらに「“KOSEN（高専）4.0”イニシアティブ」プロジェクト³⁾として、新産業を牽引する人材育成、地域への貢献、国際化の加速・推進の3つの方向性を軸に、各国立高専の強み・特色を活かす事業が、2017年度37件、2018年度34件実施された。

国際展開

高専機構では、高専型教育の海外展開を推進している。これも、MCC活用によるもので、技術者教育の質保証と各国の事情等に応じた展開を積極的に図っている。現在、モンゴル、ベトナム、タイに現地オフィスを設置し、各国の要請に応じた経済成長、産業・技術の高度化を支える人材育成に貢献できるように、高専教育モデルの普及促進を行っている。

認証制度

高専MCCは、ABET、JABEE、IEA（International Engineering Alliance）といった基準の内容をほぼ準拠している。それらの基準は、学士の学位の国際的教育認定基準であり、「何を教えたか」という教育プロセスの質保証に関するものである。それに対し、MCCは学位の認証基準ではないが、具体的な到達目標を示し、「学生が到達目標に達したか」という高専教育の結果の質保証制度である。

今後、MCCに則って適切な授業・評価が行われているかどうかを高専内で認証する制度が必要となる。高専という学校の海外展開を視野に入れた場合、MCCは学位認証によらない高専教育の国際的認証基準との可能性も有する。

参考文献

- 1) 2040年に向けた高等教育のグランドデザイン、文部科学省教育審議会、p.43（2018年11月26日）。
- 2) モデルコアカリキュラム改訂版、国立高専機構、https://www.kosen-k.go.jp/about/profile/main_super_kosen.html
- 3) “KOSEN（高専）4.0”イニシアティブ、国立高専機構、https://www.kosen-k.go.jp/about/profile/main_super_kosen_4.0list.html

（2019年4月14日受付）

但野 茂 tadano@hakodate-ct.ac.jp

北大院修了、北大教授を経て、現在函館高専校長・高専機構理事、全国高専連合会会長、日本学術会議会員、文部科学省中央教育審議会大学分科会委員、専門：機械工学、生体医学など。