

高専における実践的な技術者教育に関する考察 Discussion on Practical Engineering Educations in KOSEN

加藤省三
Shozo KATO

I. はじめに

科学技術立国を掲げる日本において、近年は、景気回復に伴う経済成長、労働人口の減少、理科離れなどの要因が重なり、製造業における技術者や理系の人材不足が顕著になってきた。特に、本格的な AI・IoT (Artificial Intelligence・Internet of Things) 時代を迎え IT (Information Technology) 関連の人材不足が指摘されている。経済産業省の調査によると、AI などの開発を担う先端 IT 人材は 2020 年に約 4.8 万人が不足し、2030 年には IT 人材が約 59 万人が不足する見込みである¹⁾。

こうした中、人材育成が急務であり、文部科学省の新学習指導要領によると、小学校では 2020 年度からプログラミング教育が必須化され、中学校では 2021 年度から「技術・家庭」の教科においてプログラミング教育が拡充され、また、高校では 2022 年度からプログラミングを含む「情報 I」が新設される²⁾。さらに、大学入試共通テストにプログラミングなどの情報科目が順次導入される方向であり、最近では大学においても情報系の学部新設など、技術者や理系の人材育成に向けた取り組みが目立つ。

本稿では、こうした技術者や理系の人材育成について、社会にあまり知られていない、かつ、見えない学校といわれている高等専門学校（以下、高専）を取り上げて、その実践的かつ創造的な技術者教育を考察する。高専が 1962 年の創立以来、産業界から高い評価を受けてきた一方、半世紀以上が経ち取り巻く環境が大きく変化した点を踏まえ、その教育システムの特色や現状とともに課題について述べる。また、今後の文理融合型教育のあり方についても触れる。

II. 高専の半世紀と現状

(1) 高専の沿革

高専は 15～20 歳の学生を対象とした実践的な技術者を育成する高等教育機関であり、1962 年の創立以来、産業界からは高い評価を受けてきた。創立当時の 1960 年代の日本は高度経済成長期であり、経済の拡大に伴い製造業における技術者の需要が増していた。こうした背景のもとに、産業界からは実践的な技術者教育の拡充に対する要請と期待が高まり、当時の政府もこれらに応えるべく 5 年制の高等教育機関として高専を制度化した。

1961 年度に 5 年制の高等教育機関として「工業に関する高等専門学校」の制度化が図られ、翌 1962 年度に最初の国立工業高等専門学校として 12 校が設置された。その後、1967 年度に「商船に関する学科設置」の制度化が図られ、国立商船高等専門学校として 5 校が設置された。また、1991 年度には「工業・商船以外の学科設置」が可能となり、専攻科制度も創設された。さらに、2004 年度には独立行政法人「国立高等専門学校機構」（以下、

国立高専機構)が発足して、現在、51校の高専を傘下に置いている³⁾。

(2) 高専の概要

現在では、国立51校、公立3校、私立3校の計57校の高専が全国に設置されて、各高専が独自色を出しながら実践的かつ創造的な技術者教育に取り組んでいる。特に、国立高専51校は国立高専機構の傘下に置かれ、そのスケールメリットや全国に点在しているネットワークを生かした教育を展開している。

大学との比較からみた高専を表1に示す。学校数では、高専が57校であり国立が大半であるのに対して、大学は780校であり大半が私立である。専門分野では、高専が工学系が中心であるのに対して、大学の専門分野は多様で多岐にわたっている。学校の規模と立地では、高専が小規模であり全国に点在して地方分散しているのに対して、大学は小規模から大規模まであり都市部に集中している。学生数では、高専は全体の2.2%に過ぎない。また、高専の学力分布が均質であるのに対して、大学の学力分布は拡散している⁴⁾。

表1 大学との比較からみた高専(2017年度)

	高専	大学(学部)
学校数と設置者	57校 (国立51校、公立3校、 私立3校)	780校 (私立が77.4%)
専門分野	ほとんどが工学系	多様
学校の規模	小規模のみ	小規模から大規模まで
立地	地方分散	都市部集中
学生数	総数:5万7601人 (女性:18.5%) 入学者数:1万621人	総数:258万2884人 (女性:43.7%) 入学者数:62万9736人
学力の分布	均質	拡散

出典:岩波書店「高専教育の発見」

(3) 国立高専機構

国立高専機構は、2004年に国立大学が法人化(一大学一法人制)されたのと同時期に設立された。現在は東京都八王子市に拠点があり、51校の国立高専を傘下に置いている。この複数校を傘下に置くアンブレラ方式(一法人複数大学制)は、最近の国立大学の再編や法人統合において検討されているが、国立高専では国立大学に先駆けてこの方式が採用されている。また、学生数が約5万人、教職員数が約6千人であり、そのスケールメリットとネットワークを生かした運営が行われている。

高専の使命は、国際的視野を持つ実践的かつ創造性のある技術者の育成であり、各高専の個性を生かした独自教育および高度な教育レベルが特徴である。国立高専機構法の第三条には、機構の目的として「職業に必要な実践的かつ専門的な知識及び技術を有する創造的な人材を育成するとともに、我が国の高等教育の水準の向上と均衡ある発展を図ること」と述べられている³⁾。このように高専では職業に密着した実践的かつ創造的な技術者教育を標榜している。

(4) 学校制度上の特色

高専における学校制度上の特色を表2に示す。この表中で特に「実践的技術者を養成する高等教育機関」として創設された点、本科5年を卒業すると「準学士」の称号が付与され、また、専攻科2年を修了すると大学改革支援・学位授与機構の審査を経て「学士」の学位を取得できる点が、他の高等教育機関と異なる。教育課程においては、一般科目と専門科目をくさび型に配当して、5年間一貫教育で効果的な専門教育を実施している。また、1学級40人編成の少人数教育も高等教育機関として大きな特色である³⁾。

学校制度における高専への入学は中学校卒業者が対象になるが、高校卒業者は高専4年次への編入学資格を有している。また、本科卒業生は専攻科へ進学できるとともに、大学3年次への編入学資格を有している。さらに、専攻科修了生は大学院への入学資格を有している。このように本科卒業生および専攻科修了生には様々な道が開かれている(図1)。

表2 学校制度上の特色

制度創設及び経緯	昭和37年度産業界からの強い要望に応えるため、実践的技術者を養成する高等教育機関として高等専門学校創設 平成3年度高等専門学校制度の改正(卒業後に称号(準学士)付与、分野の拡大、専攻科制度の創設)
目的	深く専門の学芸を教授し、職業に必要な能力を育成する。
修業年限	本科5年(商船学科は5年半)、専攻科2年
入学対象	中学校卒業生
教員組織	校長、教授、准教授、講師、助教及び助手
教育課程等	1)一般科目と専門科目をくさび型に配当して、5年間一貫教育で、効果的な専門教育を実施。(卒業要件単位数は、167単位以上。ただし、商船学科は、147単位以上。) 2)1学級40人編成で、学年制を採用。
称号	高等専門学校卒業生は、準学士と称することができる。
学位	専攻科を修了した学生は大学評価・学位授与機構の審査を経て、学士の学位を取得できる。

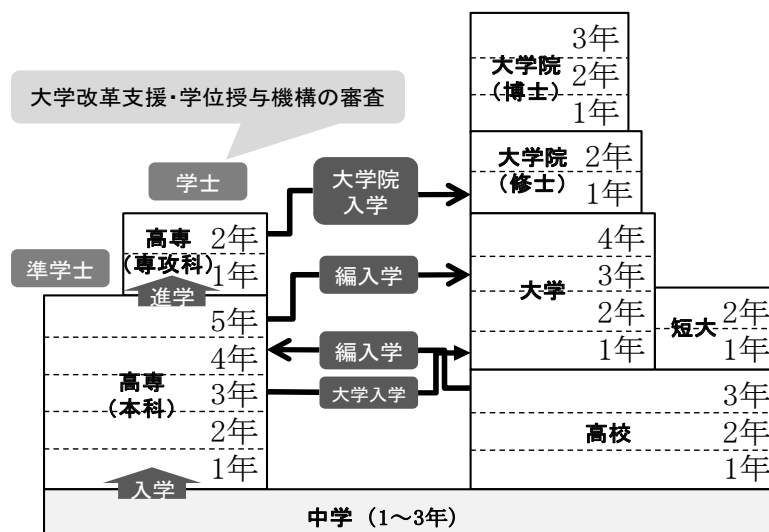


図1 学校制度と高専の位置付け

(5) 高専教育の特色

文献⁵⁾から抜粋した高専教育の特色を表3に示す。教育面においては、学年が上がるにつれ専門科目の割合が多くなるくさび型教育やシームレス教育、理論的基礎を踏まえた実験・実習・実技を重視した専門教育、高専ロボコンに代表される様々なコンテストを通じた実践的な教育が特色として挙げられる。また、専攻科では7年間の一貫教育を通じた高度な技術者の育成が行われている。

進路面においては、約6割が就職、約4割が進学しており多彩なキャリアパスがある。特に就職率は毎年ほぼ100%であり、高専が地方分散している事から地元企業への就職は地域に大きく貢献している。その他、学生の主体性を重視した少人数教育が行われ、全高専のキャンパス内に学生寮が完備されている。さらに、授業料も国立大学の約4割と負担が少なく、民間企業等を経験した多様な教員が教壇に立っている。

表3 高専教育の特色

教育	5年間一貫の技術者教育(くさび型教育)
	基礎科目から専門分野へのシームレス教育(積上げ型の授業展開)
	実験・実習・実技を重視した専門教育
	様々なコンテスト(ロボット、プログラミング、デザイン、英語プレゼン)
	専攻科(2年間)での高度な教育(7年間の一貫教育)
進路	多彩なキャリアパス(就職:約6割、進学:約4割)
	就職率:ほぼ100%(求人倍率20~30倍)
その他	主体性を重視(学生)、少人数教育(1学科40人)
	キャンパス内に学生寮、全寮制(一部)
	授業料23万4600円(国立大学の約4割)
	多様な教員(民間企業等経験30%)

Ⅲ. 高専における技術者教育

(1) 本科での技術者教育

本科での専門分野は、大分類すると工学系、商船系、ビジネス系の3分野である。また、学科で分類すると、機械系学科、材料系学科、電気・電子系学科、情報系学科、化学・生物系学科、建設系学科、建築系学科、商船系学科、複合系学科、ビジネス系学科の10学科である。通常、本科は5年間一貫の技術者教育であるが、商船系学科のみ5年半の教育期間である⁵⁾。また、複合系学科の事例として、生産システム工学科、創造工学科、国際創造工学科などが挙げられ、ビジネス系学科の事例としては、ビジネスコミュニケーション学科、国際ビジネス学科、経営情報学科などが挙げられる。

教育課程をみると、早期の専門教育が1年次から始まり、学年が上がるのに伴い、専門教育の割合が多くなる(くさび型教育)。特に、理論的基礎をもとに実験・実習・実技を重視するとともに、5年次では本科での集大成として卒業研究論文の執筆・発表に多くの時間と労力をかけている。

(2) 専攻科での技術者教育

専攻科では、本科卒業生を対象にした複合的・融合的カリキュラムに基づいて更に高度な技術者教育が行われる。PBL (Problem/Project Based Learning) 教育、エンジニアリングデザイン教育、インターンシップなどに加え、特別研究論文の執筆・発表を通して、従来の専門分野を超えた技術者の育成に取り組んでいる⁶⁾。

特に、エンジニアリングデザイン能力を高めるために、プロジェクトや設計・製造以外にも QCD (Quality Cost Delivery) の視点から品質・予算・工程管理や成果報告など幅広く PBL に取り組んでいる。こうした課題発見および課題解決型の教育を通して、実践的で高度な技術者の育成を目指している。

(3) 教育の質保証と JABEE への取り組み

専攻科は 1992 年から順次設置され、現在では全国 51 校すべての国立高専に設置されている。また、本科 4～5 年および専攻科 1～2 年を対象にして、教育の質保証の視点から大半の高専が日本技術者教育認定機構 (JABEE : Japan Accreditation Board for Engineering Education) による教育プログラムの認定を受けている。そのため、専攻科修了生は認定プログラム修了とみなされ、国家資格である「技術士」の第一次試験が免除される⁷⁾。

2001～2017 年度の JABEE 認定における教育機関種別の認定プログラム数を表 4 に示す。この表から、52 校の高専が JABEE 認定を受けており、全国の高専数が 57 校である事から他の教育機関に比べて各高専が JABEE に積極的に取り組んでいる事が分かる。

表 4 教育機関種別の認定プログラム数

教育機関種別	機関数	プログラム数
国立大学	54	234
公立大学	10	24
私立大学	54	161
高等専門学校(専攻科)	52	82
大学校	1	1
海外教育機関	4	4
<合計>	175	506

出典：日本技術士会中部本部教育促進小委員会セミナー資料

IV. 高専教育の課題

II 章 (5) 節および III 章において、高専教育の特色や実践的な技術者教育について述べたが、高専が創立されてから半世紀以上が経ち取り巻く環境も大きく変化し、様々な課題も抱えている。本章では、主な 4 つの課題について述べる。

(1) 過密なカリキュラム

5 年間一貫のくさび型教育については、一般教養教育と語学教育が不十分で、特に、人文社会系や英語教育が弱い。また、高専では教員免許が不要であり、各教員の裁量に委ねられ自己流の教育がなされがちであり、5 年間の長期教育による中だるみが生じやすい点

などが以前から指摘されている⁸⁾。

さらに、実験や実習の時間が多くカリキュラムが過密であり必須科目が多いため、履修する際の自由裁量性が少ない点などが課題である。

(2) グローバル化への対応

2017年度の国立高専における外国人留学生の受け入れは、約500人で20カ国にわたる。その大半が日本政府から奨学金を受けている「国費留学生」および海外政府から派遣された「政府派遣留学生」であり、私費留学生がほとんどいない。また、短期留学、学会発表、研修等の海外への学生派遣は約2,500名であり、これは在籍数の5%に過ぎない⁹⁾。

国際的に活躍できる技術者の育成の視点からも、私費留学生の積極的な受け入れ拡大、学生・教職員の海外派遣、国際シンポジウムの開催、海外教育機関との学術交流協定の拡大などのグローバル化に向けた取り組みが更に求められる。

(3) JABEE 認定の継続辞退

専攻科については、大半の高専がJABEE認定を受けたものの、最近ではJABEE認定継続を辞退する高専が出てきている。これは、資料整備・保管や審査料の負担など継続メリットが不明確である点や、一旦、良い教育の仕組みができれば、以後は自力で教育の質保証ができると捉えている点からくるものである。

表4で示したように、高専においては2001～2017年度の期間に52校82プログラムがJABEE認定を受けたものの、2018年3月時点の認定数は41校58プログラムである⁵⁾。この事から、11校24プログラムが継続辞退した事が分かる。教育の質保証の点からも、JABEE認定などの外部点検評価のあり方を見直していく時期である。

(4) 専門分野の拡大

本科での専門分野については、工業と商船に関する学科が中心であるが、1991年度には工業・商船以外の学科設置も可能になった。全国51校の国立高専においては、現在、複合系学科が設置されているのは14校であり、ビジネス系学科が設置されているのは3校のみである。今後、こうした複合系学科やビジネス系学科の拡大設置とともに時代の変化に応じた分野対応や学科の再編・新設が求められる。

特に、本格的なAI・IoT時代を迎えIT関連の人材不足が指摘されている中、社会的ニーズの高い分野や文系・理系が融合した分野などへの対応を積極的に取り組んでいく必要がある。こうした文系・理系が融合した分野については、次のV章でデータサイエンスの事例を取り上げて述べる。

V. 文理融合型教育

文部科学省の2020年度からの新学習指導要領では、主体的・対話的で深い学びを目指して、小学校でのプログラミング必修化など理系人材の育成を重視している。特に、プログラミング教育は記号の組み合わせ方を学び、論理的な思考を養う事を目的としている²⁾。また、内閣府では、2023年度実現を目指してAI人材の認証制度を検討している。これは、産学連携によりAI開発や運用に精通した人材を認証する制度である。さらに、全大学生を対象に数理やデータサイエンスの教育を必修化する事を検討している¹⁰⁾。こうした動きは、今後AIなどを使いこなす人材が不可欠であり、文系・理系を問わずデータサイエンス教育の重要性を表している。

最近、大学においてもデータサイエンスなどの情報系の学部新設が目立つ。今後、こうした新学部設置や分野の拡大に伴い、文系と理系の垣根を低くした文理融合型の教育が求められる。表 5 に 2017 年度に全国に新設されたデータサイエンス関連学部や設置されたセンターなどの一覧を示す。この中で文部科学省は 2017 年 12 月に全国 6 大学を「数理及びデータサイエンスに係る教育強化」の拠点校（*印）に選定して、データサイエンスに関する人材育成の取り組みを進めている¹¹⁾。

また、2018 年度からは、横浜市立大学がデータサイエンス学部を新設して、データから社会ニーズ・課題の発見と解決策の提示できる人材の育成を目指している。さらに、広島大学が情報科学学部を新設して、データサイエンスコースで大量データを高度解析できる人材の養成を目指している¹²⁾。このような学部新設の動きは、今後の文理融合型教育への取り組みを加速させていくものと考えられる。

表 5 データサイエンス関連学部・センター

北海道大学*	データサイエンス教育センター
新潟大学	創生学部
武蔵大学	グローバルデータサイエンス(GDS)コース
津田塾大学	総合政策学科
東京大学*	数理・情報教育研究センター
名古屋大学	情報学部
滋賀大学*	データサイエンス学部
京都大学*	データ科学イノベーション教育研究センター
大阪大学*	数理・データ科学の教育拠点
九州大学*	数理・データサイエンス教育研究センター

出典：日経ビッグデータ 2017 年 3 月号

VI. おわりに

本稿では、技術者や理系の人材育成について、高専を取り上げてその実践的かつ創造的な技術者教育を考察した。特に、学校制度上の特色や教育システムの特色とともに、創立されてから半世紀以上が経ち取り巻く環境も大きく変わる中、高専教育が抱えている主な 4 つの課題について考察した。全国展開のスケールメリットを生かした多様性や個性を重視した教育が高専の強みであるが、一方、自由裁量性のあるカリキュラム教育、グローバル化対応の更なる取り組み、外部点検評価の見直しによる教育の質保証、専門分野におけるビジネス系学科の拡大設置などが必要であると考えられる。また、本格的な AI・IoT 時代を迎え IT 関連の人材不足が指摘されている中、文系と理系の垣根を低くした文理融合型の教育への取り組みが求められる。

今後、大学においても少子高齢化、18 才人口減少など取り巻く環境は厳しさを増す。一部の国立大学では、経営効率の向上を目指して法人統合が協議されている。同一法人の下に複数大学がぶら下がるアンブレラ方式（一法人複数大学制）が有力であり、この方式は国立高専で既に採用されている。こうしたアンブレラ方式や実践的な技術者教育などの「高専モデル」について、大学が高専から学ぶべき点が多々あると考える。

参考文献

- 1) 経済産業省：IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果～報告書概要版～平成28年6月10日．（オンライン），入手先
<http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/27FY/ITjinzai_report_summary.pdf>，
（参照 2018-11-18）
- 2) 文部科学省：学習指導要領等の改定のポイント．（オンライン），入手先
<http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384662.htm>，（参照 2018-11-18）
- 3) 国立高等専門学校機構：学校案内．（オンライン），入手先
<<http://www.kosen-k.go.jp/guidance.html>>，（参照 2018-11-18）
- 4) 矢野眞和，濱中義隆，浅野敬一：高専教育の発見－学歴社会から学習歴社会へ－．岩波書店，東京，2018．
- 5) 国立高等専門学校機構：KOSEN 2018年度．（オンライン），入手先
<<http://www.kosen-k.go.jp/letter/kouhou/gaiyou30.pdf>>，（参照 2018-11-18）
- 6) 国立高等専門学校機構：Advanced Engineer 高専専攻科．（オンライン），入手先
<<http://www.kosen-k.go.jp/letter/kouhou/senkoka.pdf>>，（参照 2018-11-18）
- 7) 日本技術者教育認定機構（JABEE）：JABEE認定とは．（オンライン），入手先
<https://jabee.org/about_jabee>，（参照 2018-11-18）
- 8) 水谷惟恭：高専の強みを生かした高専の高度化．工学教育（J.of JSEE），61-1：55-60，2013．
- 9) 黒田孝春：高専の国際交流の現状と今後期待される国際支援．工学教育（J.of JSEE），61-1：74-78，2013．
- 10) 内閣府：AI戦略（案）全体俯瞰図．（オンライン），入手先
<<https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/humanai/6kai/siryoy1-2.pdf>>，（参照 2018-11-18）
- 11) 市嶋洋平，杉本昭彦：ソリューション動向「大学が「データサイエンス学部」の設置を加速」．日経ビッグデータ，2017.03：30-31，2017．
- 12) 井上孝之，弟子丸幸子：学ぶ2018注目の新学部「データ解析で未来ひらく」．日経産業新聞，2018.01.10：011，2018．