

ものづくりのための「品質管理」入門編 ④

旭川工業高等専門学校 物質化学工学科 富 樫 巖



■はじめに

時代が平成から令和にかわりました。小生は14年間勤務した旭川高専を平成31年3月末に定年退職（63歳）となり、4月から1年契約の再雇用教員（嘱託教授）として再び同高専に勤務しています。後任の教員がまだ採用されていないために担当科目は同じです。しかし、勤務時間が6時間/日に短縮となったこと、および学生寮の宿日直業務とクラブ顧問業務を卒業したことが大きな変化です。

さて、高専は主に工業を中心とした産業界に「ものづくり技術者」を輩出するため、57年ほど前の1962年に創設されました。現状では毎年の本科卒業生（5年間の修学，全国の国立高専で約10,000人）の約半数が企業などへ就職，残りの約半数が高専・専攻科に進学（2年間の修学，学士取得可能），または大学2～3学年に編入学しています。

高専としては、専攻科修了生（専攻科を卒業する学生）が一般的な理工系大学の学部生と同等（学士）の能力を有していることを保証する必要があります。技術者教育の品質管理が求められます（イラスト1）。その一つがJABEE（日本技術者認定機構）による教育プログラムの認定制度で、旭川高専では2005年度に初取得後に2回の継続審査（5～6年ごとに実施）を経て現在に至っています。

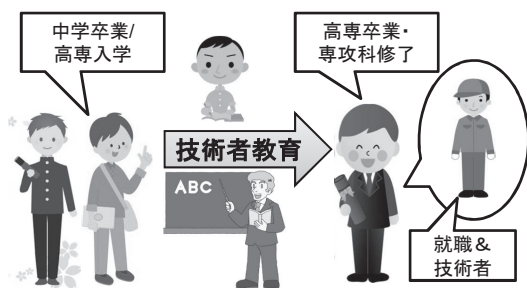


イラスト1. 技術者教育の「品質管理」は如何に

ものづくり企業を支える原動力は一定レベル以上の技術・技能を持った従業員です。木材産業界も同様ですが、JABEEとは無関係のイメージがあるかも知れ

ません。しかし、国家資格である「技術士（森林部門）」の存在を考えていただければ意外と密接な関係があることに気づき頂けると思います。『森林部門』には林業・森林土木・林産・森林環境の4分野があり、林産試験場の研究員の中に林産の技術士が多数おります。そこで今回は技術者教育の品質管理を担うJABEEに注目し、その考え方を解説します（少しの独断・偏見が入る可能性をお許しください）。

■品質は生産工程で作り込め

ものづくり企業の品質管理の考え方としては、製品の出来栄を検査で取捨選択するだけでなく、生産工程で不適合品を生まない手当をすることが不可欠です。「品質は（生産）工程で作り込め」という考え方であり、不適合品が少なければ少ないほど製造コストの低減が図れます。そして、生産工程でPDCA（Plan/Do/Check/Action）サイクルを回すことで同工程のレベルアップも可能です。

JABEEの技術者教育も同様です。卒業式直前に対象学生（卒業見込みの専攻科生）を集めて「卒業認定試験」を課し（製品の検査に該当します）、一定以上の成績に達した者のみを卒業させることは非効率です。そこで、本科4年生～専攻科2年生までの4年間の教育課程（大学の1～4年生に相当）において学生に対する教育品質を作り込むのです（イラスト2）。

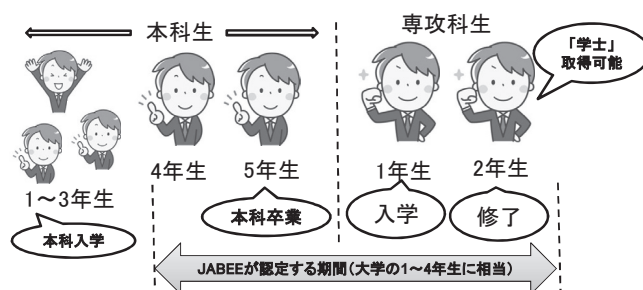


イラスト2. 高専でのJABEEによる技術者教育課程の品質保証（エンジニアリング系学士課程）

■JABEEはPDCAサイクルが大好き！

JABEEは技術者教育を行う組織（大学や高専など）に対し、以下に示す「4つの基準」の整備をノルマとして求めます。ここでは読者の方々が理解しやすい文章とするため、JABEEのHPに示される表現に手を加えています。オリジナルの文章表現を確認したい方は、「https://jabee.org/accreditation/basis/accreditation_criteria_doc」の『日本技術者認定基準』をご覧ください。なお、旭川高専では「エンジニアリング系学士過程」コースを選択して認定を受けています。

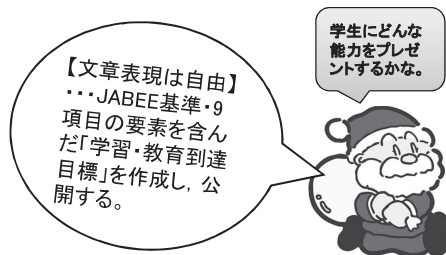
基準1：学習・教育到達目標の設定と公開…卒業する学生が身に付けるべき知識・能力の設定とその情報の開示【Plan設定に該当】

基準2：教育手段…科目の設計と開示，シラバス（各科目の授業計画書）に基づく教育の遂行，教員団や教育支援体制の整備，アドミッション・ポリシー（入学者の選抜方針）に基づく学生の受け入れ，ハード面&ソフト面の教育・学習支援環境の整備【Doに該当】

基準3：学習・教育到達目標の達成…知識・能力観点から、「基準1」の目標に対する学生たちの到達度の点検【Checkに該当】

基準4：教育改善…基準1～3についての自発的かつ継続的な改善活動の実施，およびその情報の開示【Actionに該当…すなわちKAIZENです】

基準1の「学習・教育到達目標」には、教育プログラム修了生（卒業する学生）が身に付ける知識・能力，および水準（国際的に通用する学士力）を定めることとなります。さらに、JABEEは各高専の「学習・教育到達目標」に以下の『JABEE 基準・9項目（(a)～(i)）』の全要素を入れるように求めています（イラスト3）。



JABEE対応の第一歩！

イラスト3. 9項目の要素を入れた学習・教育到達目標を定める

- (a) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
- (b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果，及び技術者の社会に対する貢献と責任に関する理解
- (c) 数学，自然科学及び情報技術に関する知識とそれらを応用する能力
- (d) 当該分野において必要とされる専門的知識とそれらを応用する能力
- (e) 種々の科学，技術及び情報を活用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
- (f) 論理的な記述力，口頭発表力，討議等のコミュニケーション能力
- (g) 自主的，継続的に学習する能力
- (h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め，まとめる能力
- (i) チームで仕事をするための能力

■旭川高専の学習・教育到達目標

旭川高専で制定した5項目の学習・教育到達目標【A）～ E）】を以下に示します。各項目にそれぞれ3つのサブ項目（トータルで15のサブ項目）を設けることで、JABEE 基準の9項目を網羅する方法を取っています。紙面の都合上サブ項目を割愛しますが、可能であれば「<http://www.asahikawa-nct.ac.jp/class/jabee.html>」をご覧ください。

- A) 地域社会，産業社会の様々な要求に応えるために既存の情報機器・分析機器を使いこなし，新しい技術にも対応できる能力を持った技術者の育成
- B) 日本及び世界の歴史，文化に対する知識と教養に基づいて物事を認識するとともに，科学技術が社会や自然環境に及ぼす影響を考慮し，その社会的責任を自覚する技術者倫理を持った技術者の育成
- C) 論理的思考に支えられた明晰な日本語を用いて記述し発表する能力，学会等において討議できるコミュニケーション能力及び国際的な場でのプレゼンテーション等の基礎的コミュニケーション能力を持った技術者の育成
- D) 多様な工業技術システムを理解し，地球環境に優しい技術開発や研究を遂行できるエンジニアリングデザイン能力を持った技術者の育成
- E) 多角的視点で自ら考え，新たな価値を創造・開発することができ，それをシステム化する，あるいは

は再構築する能力を持った技術者の育成

イラスト4には、JABEE 基準・9項目と旭川高専の学習・教育到達目標との関係を示します。サブ項目を示していないため、「風が吹くと桶屋が儲かる」的かも知れません。最も重要なことは、JABEEの審査委員からみても両者の関係が納得できるように、学習・教育到達目標(A)～E)を身に付けることが可能と判断できるカリキュラムが設計・整備されていることです。

JABEE派遣の現地調査員

旭川高専の学習・教育到達目標【A)～E)】とJABEE基準【(a)～(i)】との対応

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
A)			◎	◎	○				
B)	◎	◎							
C)				○		◎			
D)				◎	◎				
E)				◎			◎	◎	◎

◎は主体的関係、○は付随的關係

旭川高専の学習・教育到達目標

イラスト4. 「JABEE基準」と「学習・教育到達目標」の関係

■学習・教育到達目標を達成するためのカリキュラム

繰返しになりますが、学習・教育到達目標は学生が身に付けるべき能力であり、その能力付与を保証するのはJABEE認定校のカリキュラムです。A)～E)の各能力を育むための各種の科目(理数系, 外国語系, 人文社会系, 各種専門系など), および各種の授業形態(座学, 演習, 実験・実習, 研究・PBLなど)の組み合わせが求められます(イラスト5)。PBL (Problem Based Learning) とは「問題に基づく学習」を示し、チームやグループを編成して具体的な問題の解決に挑戦します。言わば、NHKの人気番組だった「プロジェクトX」のような取組です。

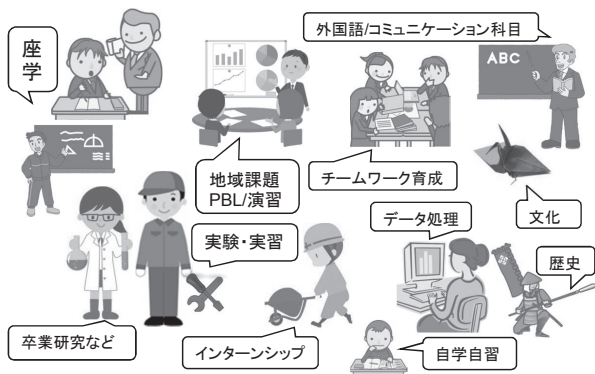


イラスト5. 学習・教育到達目標の達成に寄与する科目群と授業形態

学生がA)の能力を獲得するための科目は数学, 物理, 情報処理, 専門科目となります。将来の新技术に対応する理工系分野の能力を育むには数学や物理の基礎力が不可欠です。また, B)の能力を獲得するための科目は文学, 哲学, 歴史学, 法学, 経済学, 日本文化論, 知的財産論, 国際関係論, 技術者倫理などです。C)の能力を獲得するための科目は言語表現(日本語の使い方), 英語を始めとする外国語, 企業実習・インターンシップ, そして卒業研究やPBLを含む専門科目です。企業などのインターンシップにおいては受け入れ先企業の従業員とのコミュニケーションが欠かせません。卒業研究や一部の専門科目では, 研究成果や調査結果を発表会でプレゼンすることがノルマになっています。また, 専攻科生に対しては研究成果を学会で1回以上発表する義務を課し, 海外研修も積極的に勧めています(イラスト6)。

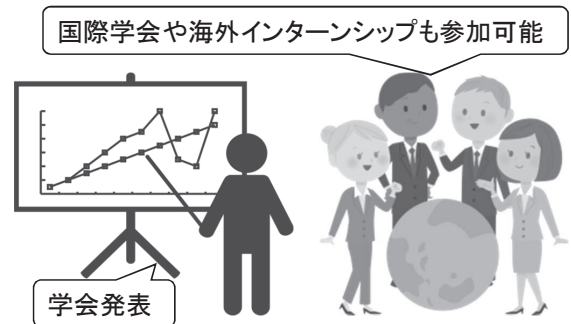


イラスト6. コミュニケーション能力は座学のみでは獲得できず

D)とE)の能力を獲得するための科目は, 各専門科目群(旭川高専では機械・材料系, 電気・電子系, 情報・制御系, 化学・生物系の4つ), 卒業研究, 専門分野の土俵を広げるために外国語などの文献資料を読むゼミナール, そして上述のPBLです。地球環境や環境負荷を考慮しながら理工系分野に横たわる現実問題の解決に取り組む研究とPBLでは正解が一つとは限りません。一つの問題に対して種々の解決策が生まれる可能性があります。例えば「日本国内の節電対策」が問題となれば, 「全国のココンビニ店の24時間営業を止めて7:00～23:00営業にする」, または「国内の照明器具をLEDのみにする」など解決策は複数です。高専では理工系分野の技術的問題をターゲットに, 現状を考慮して具体的・現実的な解決策を提案する「エンジニアリングデザイン能力」を鍛えます。

イラスト4の表に示しているように, JABEE基準の

(i) が求めるチームで仕事をする能力(イラスト7)はE)が担当します。そこで、チームで取組む専門科目の実験・実習、機械・電気・制御・化学出身の学生たちの混合チームで取組むPBLの演習科目を設けています。



イラスト7. 「チームで仕事」と「グループで仕事」は意味が異なる

また、一つの科目が複数の項目に該当しているケースも多々あります。例えば、専攻科の卒業研究ではC)、D)およびE)の三者に該当します。

■単位取得により学習・教育到達目標をクリアできるのか？

本科4年生～専攻科2年生の科目は、体育と卒業単位外のものを除いて、A)～E)のいずれかに属しています。本科の卒業に必要な科目・単位、および専攻科の修了(卒業)に必要な科目・単位を修得すれば学習・教育到達目標を100%近くまでクリアすることになります。

各科目の合格(単位の取得)には100点満点で60点以上の成績評価点を取る必要があります。そして、評価方法は筆記で行う「定期試験」のみではありません。ペーパー試験では学生が身に付けた知識を評価できませんが、多くの能力(思考力、問題解決力、各種スキル)を評価するために座学科目でもレポート課題を加え、また実験・実習では実技やプレゼン評価などを組み合わせます(イラスト8)。科目毎にシラバスを整備し、半期～年間を通してそれぞれ行われる15～30回の授業内容と成績評価方法を学生に開示しています。JABEEは、シラバスは教員と学生(受講生)が契約・合意した事項であると解釈します。授業がシラバスど

おりに行なわれたか否か、成績評価点は納得できるか(高い～納得～低い)などの学生アンケートの実施を求めています。ペーパー試験を行った科目では、採点した解答用紙を受講生に確認させるサービスがノルマです(成績評価の見える化の推進)。

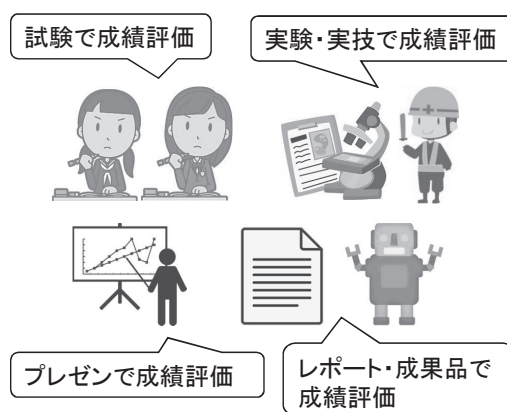


イラスト8. 成績評価は種々方法の組合せで行う

■学習・教育到達目標を完全クリアするには？

専攻科の修了に必要な単位を取得することで、専攻科の卒業が約束されますが、技術者教育プログラムの修了にはもう一つのチャレンジが求められます。大学生には卒業と同時に獲得できる学士の学位がありますので、同等レベルの専攻科修了生となるには学士(工学)を取得する必要があります。

法律上、高専は学士の学位を出せません。しかし、専攻科の卒業研究(有資格の高専教員の下で研究を1年以上行う)の「研究計画書(A4・2ページ)」「(締め切り:修了年度となる9～10月)と「研究成果の概要(A4・2ページ)」「(同:修了年度の2月)を独立行政法人大学改革支援・学位授与機構(東京都小平市)に審査手数料と共に提出することで、学士が授与されます。これで専攻科修了生は大学の学部卒業生と同等の能力を有していることをJABEEによって保証され、国際的に通用するレベルの能力を有するエンジニアリング系学士となるのです。かつ、資格取得試験を受けなくとも国家資格の技術士補の資格が付いてきます。

JABEE認定を受けた4年間の教育課程で必要な単位を取得し、そこで得た卒業研究の成果を元に学士取得の手続きを行うことは、技術者教育の品質管理においても「品質は(生産)工程で作り込め」そのものです。

(つづく)