

JABEE-日工教共催
「国際的に通用する技術者教育ワークショップシリーズ 第1回」

学習・教育到達目標設定法とその達成度評価法
(エンジニアリング・デザイン能力育成科目を対象として)

資料集

2012年12月8日(土) 10:00~18:00
芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟303教室

目次

通しページ
〔右上〕

1. プログラム	1
2. グループ編成表	2
3. 事前準備のお願い	3
4. 学習・教育に関する達成目標の設定法	4
5. 学習・教育に関する達成目標の評価方法	1 8
6. エンジニアリング・デザイン教育と卒業研究	3 4
7. 到達度の点検・評価方法の策定	4 2

JABEE-日工教共催「国際的に通用する技術者教育ワークショップシリーズ 第1回」

学習・教育到達目標設定法とその達成度評価法
(エンジニアリング・デザイン能力育成科目を対象として)

エンジニアリング・デザイン教育の目標設定と評価方法およびルーブリックによる評価方法の例についての講演の後、参加者が持ち寄った自校のデザイン関連科目の概要、学習・教育到達目標とその評価法（グループワーク題材）をもとにグループワークで討議・改善し、全体発表により成果を共有することで、これらの設定方法を学ぶ。

ファシリテータ

市坪 誠(国立高専機構)、柏崎尚也(東京電機大)、工藤一彦(芝浦工大)、佐藤 勲(東工大)、野口 博(工学院大)、牧野光則(中央大)、三木哲也(電通大)

プログラム

- 9:30 受付開始 指定座席（4人ずつのグループ）に着席
- 10:00 開会の挨拶 JABEE 専務理事・事務局長 青島泰之
- 10:05 ワークショップ開催にあたって
文部科学省高等教育局 専門教育課長 内藤敏也
- 10:15 概略説明とWSの達成目標、学習・教育到達目標の設定方法の説明
芝浦工業大学 シニア教授 工藤一彦
- グループ内での作業 工藤（主担当）、牧野、三木、佐藤、野口、市坪、柏崎
- ・自己紹介、資料学習
 - ・各自の学習・教育達成目標と評価法のチェック
 - ・グループワーク題材の選定
 - ・各人で、グループワーク題材の達成目標改善
 - ・グループ内で発表・討議、講師への質問まとめ
- 12:00 昼食
- 12:45 午前中の作業継続
- 13:45 休憩
- 13:55 到達度の点検・評価方法の策定（ルーブリックに基づく）の説明
中央大学 教授 牧野光則
- グループ内作業（評価方法と評価時期（複数回）の設定と達成目標の見直し実施）
牧野（主担当）、三木、佐藤、工藤、野口、市坪、柏崎
- 16:50 休憩
- 17:00 全体討議 司会 中央大学 教授 牧野光則
- 18:00 終了

注：※開始、終了時間以外の途中の時間は多少前後する可能性があります。

※講師の都合により時間が一部変更になることがありますので予めご了承ください。

※グループワーク題材につきましては、事前に説明用フォームをお送りしますので、ご記入の上ご参加ください。なお、グループワーク題材は資料としてご提出いただきますので予めご了承ください。

※プロジェクターで発表いただく予定ですので、パソコンを持参して頂ければ幸いです。

以上

「国際的に通用する技術者教育ワークショップシリーズ 第1回」 グループ編成表

省略

ワークショップ参加お申し込み者各位

JABEE-日工教共催「国際的に通用する技術者教育ワークショップシリーズ 第1回」
「学習・教育到達目標設定法とその達成度評価法」
(エンジニアリング・デザイン能力育成科目を対象として)

事前準備のお願い

このたびは、JABEE-日工教共催の題記ワークショップへの参加のお申し込みをいただきましてありがとうございます。今回のワークショップでは、募集要項に書かせていただきましたように、エンジニアリング・デザイン教育の目標設定と評価方法およびルーブリックによる評価方法の例についての講演の後、参加者が持ち寄った自校のデザイン関連科目の概要、学習・教育到達目標とその評価法をもとに、グループワークで討議・改善し、全体発表により成果を共有することで、これらの設定方法を学んでいただくことを計画しております。

これを受けまして、ワークショップの効果をあげるために、参加者各位には下記のご準備をお願い申し上げます。

1. 参加者各位のプログラムにおいて、エンジニアリング・デザイン能力の育成を主たる目的としている「学習・教育到達目標」
2. 上記の学習・教育到達目標の達成のために実施している主要科目（1～数科目）の内容概要（各科目で育成する知識・能力の目標としての学習・教育到達目標および学習成果の評価方法を含む）あるいはそれら主要科目のシラバス（当該科目の学習・教育到達目標および成果の評価方法を含む）
3. 1. の学習・教育目標に対する達成度の評価方法

これらに関しては、パソコンに入れたファイル（パソコンおよびこのファイルは強制ではありませんが、あると編集に便利です）の他に、同じグループの方と共有するための資料として、ハードコピーを6部ご準備下さい。

これらを使用したワークショップは下記の順に進めることを計画しております。

1. ワorkshopの概略と達成目標の説明
2. エンジニアリング・デザイン教育とは何か、についての説明
3. 学習・教育到達目標の設定方法の説明
4. グループワークの準備
 - ・自己紹介
 - ・各自の学習・教育達成目標と評価法のチェック
 - ・グループワーク題材の選定
5. グループワークによるエンジニアリング・デザイン教育の学習・教育到達目標の設定
 - ・各人で、グループワーク題材の達成目標改善
 - ・グループ内で発表・討議、講師への質問まとめ
6. 到達度の点検・評価方法のルーブリックに基づく策定法の説明
7. グループワークによるエンジニアリング・デザイン教育の評価方法と評価時期（複数回）の設定と達成目標の見直し
8. 各グループの成果を全体に向けて発表、全体討議

皆様のご準備と当日のご研鑽により、実りあるワークショップになることを願っております。

なにか分からないことがございましたら、下記にご連絡下さい。

連絡先：JABEE 事務局 石井英志 (ishii@jabee.org ; 03-5439-5031)

学習・教育に関する達成目標の設定法

大阪大学名誉教授

大中逸雄

芝浦工業大学 シニア教授 工藤一彦

1. まえがき

JABEE のようなプログラム認定や機関認証評価、専門職大学院認証評価などは、教育の質的向上と維持を大きな目的としており、その評価が教育の質的向上と維持に役立たなければほとんど意味がないと言っても過言でなはない。

産業界における品質保証では、目標を設定・実行し、その目標が達成されているかどうかを点検して、もし目標が達成されていなければ、目標と実施を見直すという、いわゆる PDCA のサイクルを回すことで、品質の維持・向上が実現されている。高等教育の品質保証でも、JABEE の認定基準¹⁾や、他の認証評価において同様のことが要求されている。

ここで、まず問題になるのは、目標の設定とその評価方法である。工業製品の場合には、機能や仕様が明確でその評価方法も比較的容易である（少なくとも教育の場合よりはるかに容易である）。一方、学校教育、特に大学等における製品は、輩出する学生ではなく、学校教育における「学びの体験」と「学位」である。「学位」は、「学びの体験により身に着いた知識・スキルの水準」と密接に関係している。従って、大学等における教育の質保証の対象は、「学びの体験とその水準」ということもできる。そして、その評価は、工業製品と比較するとはるかに難しい。

では、工業製品の機能や仕様に相当するものは、教育では何であろうか。これが、学びの体験により身に着いた、知識やスキルであり、アウトカムズである^{注1)}。このため、JABEE の基準では、アウトカムズを教育プログラムの「学習・教育到達目標」として設定し、教育プログラム実施による、その「学習・教育到達目標」の達成度を評価することを要求している。また、文部科学省においても「学修到達目標」としてその設定を要求している²⁾。

本講では、これらの認定、認証などで使用される「学習・教育到達目標」の設定法について一般的に述べるが、具体例としてはエンジニアリング・デザインを主にする。なお、本講に記載の通りでなければ JABEE の認定が得られない訳ではないし、到達目標の設定方法は完成されたものではなく、今後改善すべき点が多々あることをご了解頂きたい。

注1：アウトカムズとは？

教育のように、人に変化を生じさせることを期待する事業やイベントなどの評価には、アウトカムズ (Outcomes) に基づく評価をするのが世界的な流れである³⁾。

このアウトカムズとは、目標とする状況や状態、機能のレベル、行動、態度、知識、スキルなどが現状あるいは初期状態からどのように変化するか、に関して記述された明確な記述である。

2. アウトカムズの分類と定義

教育単位あるいは組織により、種々のアウトカムズが存在する。

- a) 大学全体としてのアウトカムズ
- b) 学部としてのアウトカムズ
- c) 学科あるいはプログラムとしてのアウトカムズ
- d) 授業のアウトカムズ

当然、上に行くほど、アウトカムズは抽象的な表現となり、評価が困難となるが、下部組織のアウトカムズ評価の積み重ねで、上部組織の評価が可能となる。その意味では、各授業のアウトカムズが最も重要である。JABEE 認定基準でも、基準 3(1)にて各科目における学習・教育到達目標に対する達成度の評価を求めている。

JABEE 基準における学習・教育達成目標 **Program Outcomes** は、プログラム修了時に学生個々が習得しているべき個別達成目標を網羅したアウトカムズを示している。学生個人が習得する能力に着目したアウトカムズは、以下のように分類できる。

- ・プログラム修了生の学習・教育達成目標 **Program outcomes** : プログラム修了時に満足すべき全学習成果
- ・個別の学習・教育達成目標 **Program Outcome**: デザイン能力、などのプログラムの学習・教育達成目標 (**Program outcomes**) を構成する個々の達成目標であり、通常は複数の科目の組み合わせで習得される学習成果
- ・科目の学習目標 **Course Outcomes**: 個々の科目の学習目標に対する学習成果であり、通常は一つの科目のアウトカムズは二三の学習・教育達成目標 **Program Outcome** を担っている。
- ・特定技能等の学習・教育達成目標 **Exit-level outcomes**: 資格取得に対応したプログラムの修了時に、資格授与あるいは資格試験免除に必要な学生が習得すべき学習成果

このように種々のアウトカムズが存在するが、本ワークショップでは、個別の学習・教育達成目標 **Program Outcome** と特定技能等の学習・教育達成目標 **Exit-level outcomes** の設定方法を対象とする。以後、これらを「達成目標」と呼ぶ。

なお、アウトカムズを評価するには、**Performance indicator** (アウトカムズを満たしていることを示す評価可能な行為 (**action**)) が重要であるが、これについては紙面を改めて述べる (本セミナー教材「学習・教育に関する達成目標の評価方法」参照)。

3. 達成目標の重要性

3.1 教員にとっての重要性

- 1) 教員が教える内容 (知識、スキル) と学生が学ぶ内容が、達成目標として文章化され明確になる。
- 2) 達成目標は、学生が学ぶべき内容を示しているので、修了時には、学生が目標を達成したかどうかを評価すればよいので、何を評価すればよいかが明確になり、評価の判定基準・クライテリア (学生が知っているべき知識、修得しているべきスキル) の開発に使用できる。
- 3) 達成目標の評価結果により、その科目の教育の適切性を点検し、改善するのに役立つ。
すなわち、教員が何を改善すべきか、少なくともこのままで良いか、良くないかが判断できる。
- 4) 大学全体で決めた、学生が大学卒の技術者として卒業時に一般的に身につけているべき **Graduate Attributes (GA)**^{注2)}の全体像 (**Program outcomes**) と、それに果たす各科目の役割 (**Course outcomes**) との関係がわかる。

なお図 1 に、達成目標の利用による授業改善の PDCA サイクルを示す。

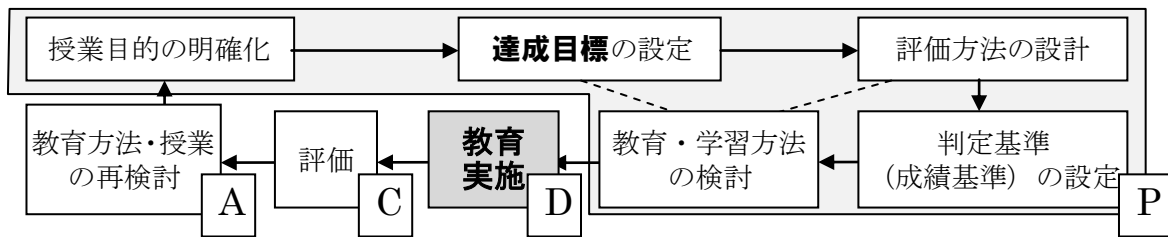


図 1 達成目標の利用による授業改善の PDCA サイクル

3.2 学生にとっての重要性

- 1) 学生の学習のガイドと目標となる。すなわち、何を学習、習得すべきかを知ることができる。
- 2) その科目の学習によって、卒業時に身につけるべき GA のうちの何がどのくらい身につくかがわかり、第三者にも説明できる。このため、就職面接試験などにも役立つ。

3.3 第三者（雇用者、入学希望者、認定関係者など）にとっての重要性

- 1) 卒業生が持っている知識、スキルの情報を与える。
- 2) プログラムの教育水準を知ることができる。

注 2 : Graduate Attributes (GA)とは？

認定プログラムの卒業生として社会が期待する知識・能力（アウトカムズ）の明瞭で簡潔な記述であり、学習・教育到達目標設定の基礎となる重要なものの一つである。ワシントン協定などの国際協定では、GA が定められており、IEA(International Engineering Alliance)で国際的に合意が得られている。エンジニア教育の国際的相互承認協定であるワシントン協定では、これに準拠した基準の設定と評価が求められている。この GA の詳細については、下記を参照されたい。

「卒業生としての知識・能力と専門職としての知識・能力」

IEA Graduate Attributes and Professional Competencies の和訳

文部科学省先導的大学改革推進委託事業

技術者教育に関する分野別の到達目標の設定に関する調査研究

IEA GA & PC 翻訳ワーキンググループ

・ <http://hneng.ta.chiba-u.jp:8080/>

・ http://www.jabee.org/OpenHomePage/kokusai/GA&PC_J_Translation.pdf

4. 科目の達成目標の素案作成

- 1) 身につけさせる知識、スキル、態度などのキーワードを大学、学部、学科などの目標と整合性を考慮して書き出す。参考資料としては、上記の GA や、JABEE のデザインに関する基準、その解説、JABEE の審査方針、その他がある（参考資料 1～4 参照）。
- 2) 重要な達成目標が抜けないように、この段階では、実現可能性にはあまりこだわらずに書き出す。
- 3) 態度、スキル、知識などに分類する。この際、その達成度レベルを示すためには、参考資料 5 に示

すような、認知過程の分類表（表 1）⁴⁾を利用することが望ましい。すなわち、「記憶する、理解する、適用する、分析する、評価する、創造する」など認知過程のどのレベルまでの習得を期待するのか、で達成度レベルを示すことができる。

- 4) 上記を実現する教育方法と評価方法のイメージを書き出す。
- 5) 2) で書きだしたキーワードから、実現困難なキーワードを削除する。
- 6) 参考資料 5（表 1）に記載の認知分類学の言葉を使用して、キーワードから、達成度レベルを含めた達成目標を文章化する。

5. 科目の達成目標の推敲

以下を考慮して、達成目標の記述を推敲する⁵⁾：

- 1) 達成目標から活動、教育方法を除く。
達成目標は学生が学習でどのような状態まで変化するかの記述であり、「○○を学習させる」「○○を体験させる」等の教育方法などは記述しない。
- 2) 1つの達成目標の記述には複数の概念は入れず、それぞれ1つの目標のみを記述する。
- 3) 重要な目標に限定する。
科目の性質・実施方法によるが、1 Semester(半年)の科目では、3－4個程度の目標が管理しやすい。これより少ないと各目標が一般的になりすぎて評価しにくくなりがちである。また、これより多くなると、学生にその科目の意図する全体像（その科目がなにを目的とし、どのような能力を全体として育成しようとしているか）が見えにくくなりがちであるし、また評価も煩雑になる。
ただし、単位数の大きいモジュール化された科目の場合は、4－8個の達成目標となることもある。
- 4) 達成目標は、学生がこの科目の修了時に、何ができるようになるべきか、に焦点を絞って記述する。
したがって「・・・ができる。」というふうに記述する。
すなわち、達成目標の記述では「具体的に説明できる、適用できる、評価できる、工夫できる、熟考できる、決定できる、・・・」のような行動を示す動詞(action verb)を文章の最後に持ってくる必要がある。具体的には下記のようなようになる。

”データ収集方針を決めるのに必要な仮説を提案するために、問題の状況を分析し、解釈できる。”

- 5) 適切な名詞、動詞、形容詞を使用して記述する

使用する言葉

- ・ **動詞**：具体的に説明できる、適用できる、評価できる、工夫できる（考案できる）、熟考できる、決定できる、・・・その他、参考資料 5（表 1）の分類が参考になる。
- ・ **名詞**：概念、知識、原理、議論、調査研究、状況、仮説、全体像、展望、その他

避けるべき用語

- ・ 「理解する」、「学ぶ」など、評価が困難な用語を避け、他の用語を使用する（例えば、「説明できる」など）
- ・ 「適切な」などの用語を使用しない。

形容詞としての「適切な、不適切な」、あるいは副詞の「適切に、不適切に」は、一定の定まった意味を持っていない。「適当な」という語は、場合によって下記のような互いに異なる意味の語を包含しており、正確にその内容を表そうとすると、「適切な」の一語では表せない。

正確な、根拠ある（権威ある）、上品な（礼儀正しい）、説得力ある（信じられる）、最も安全な、現実的な、検討中の課題に関連のある（的を得た、核心に触れる）、ふさわしい（ぴったりの）、今日的な意味を有する、適用可能な、目立った（際だった、顕著な）、正しい、正当性のある、望ましい、法律的・道徳的に正しい、都合がよい、公平な（公正な、偏見の無い）、十分な、その他。

参考資料 6 の表 2 には、「適当な」という語の言い換えの例を示している。

- 6) その科目の学習で重要な知識とスキルの種類と範囲・レベルを特定する。ただし、達成目標の記述ではあまり詳細な中身まで立ち入らない。達成目標は、その科目の複数の目標（履修後のゴール、到達点）がどのようなものであるのかが分かる程度には詳しくあるべきであるが、その科目の目標（履修後のゴール、到達点）を直接的・具体的に全部列挙するのは避ける。

例えば、「・・・を知る」、「・・・を正しく理解する」「・・・を理解する」「・・・に精通する」「・・・の能力を身につける」、などの文章は、目標・ゴール・到達点の最も重要な特性であるが、達成目標としては広義すぎていて（漠としていて）、あとで評価するのが難しい。これらは行動として表現し直す必要がある。

この反対に、あまりにも達成目標を具体的に特定しすぎると、教育内容が限定されてしまう。例えば、「漱石の小説を脚本化する」というのは課題であって達成目標ではない。「与えられたテーマについての劇の脚本を考案できる」と一般化すると、達成目標となる。

また、「・・・の公式を覚える」「・・・の理由を列挙する」などの詳しい教育内容は、シラバスや評価の段階で必要となる物で、達成目標としては詳しすぎる。

- 7) 水準（レベル）の記述

JABEE の新基準（2012 年度以降適用）では、水準が分かる学習・教育到達目標の記述を要求している。この水準には、「学士課程の水準」と「修士課程の水準」があり、これらは社会で暗黙のうちに了解されているもので、認知過程の分類による、記憶する水準から創造する水準までの水準（ブルームの分類など）や、知識の幅広さという観点からの水準によって具体的に記述することができる。また国際的には、学士課程の技術者教育の達成目標は、そのレベルも含めて、**Graduate Attributes (GA)** に具体的な記述がある。ただし、認知過程の各水準の中で、例えば「創造する」という水準でも、種々の水準が存在する。

これらの水準の内、少なくとも、認知過程の分類による水準は、比較的容易に記述可能である。しかし、あまり高い水準を記述するのは危険である。すなわち、学生が達成目標に記述されている知識をどのくらい良く知っているべきか、また達成目標に記述されている能力をどのくらいうまく実現できるか、などに関する高度な水準の形容詞（効果的、完全に、広範に、・・・）は入れない方が無難である。これらの形容詞は、評価の際に使用するルーブリックなどの中での上級レベルを示す形容詞であり、達成目標自体には使用しない。もしこれらの高度なレベルの形容詞を達成目標に使用すると、かなりの学生はこの達成目標を達成できないことになるからである。

達成目標には、その学年あるいは卒業時において、なんとか合格できる程度の水準の表現を使用する。ただし、大学の差別化のために、実現可能でなるべく高い水準の記述とすることもあろう。この場合も、全卒業生がこの水準に到達していることを教育側は示さなければならない。

- 8) 各達成目標は達成可能で、かつ評価可能である必要がある。

上記 6), 7) に書いたように、その専門、その学年にふさわしい水準であり、かつ、評価が可能でなければならない。

9) 明瞭な言葉を使用し、学生が理解できるように記述する。

学生や同僚に読んでもらい、意見を聞くことが望ましい。

10) 各到達目標を、一つあるいは複数の、大学全体の一般的な **Graduate Attribute** および／あるいは、学科の **Graduate Attribute** の項目と関連づける。

これにより、その科目の履修による到達目標の達成が、学生が卒業する時に身につけているべき **Graduate Attributes** のどの部分の修得に役立つか、を学生に示すことができる。

11) 達成目標が設定できたら、それらが科目のシラバスの内容ときちんと整合していること、すなわち、その科目の履修によってその達成目標が習得できるようにシラバスが設計されていること、を確認する。

12) 達成目標を評価に結びつける。

- ・評価というのは、教員の意図したその科目の達成目標について、学生がどこまで到達したか、を決定するプロセスである。
- ・評価の際にその科目に設定した全ての達成目標を評価できること。もしうまく評価できない達成目標があったら、評価できるように達成目標自体を変更する。
- ・達成目標と評価は1対1である必要はなく、一回の評価で複数の達成目標の評価が可能な場合もある。この場合、評価作業（異なる種類の評価、および、時間を離れた評価）と達成目標とを縦横に並べた下記のような表を作ると良い。

表 達成目標と評価（アセスメント）の関係

評価時期	達成目標			
	目標 1	目標 2	目標 3	目標 4
期初	○	○	○	
期中		○		○
期末	○		○	○

ここで各達成目標の達成度は、時間をおいて少なくとも2回は評価すべきである。これにより、学生は再チャレンジができるし、評価の確実性を増加できる。

13) 達成目標と教育活動を結びつける

達成目標の中の動詞は、その目標に関する知識・スキルを育成するために実施しなければならない教育活動に密接に関連している。

- ・たとえば、「データを解析し、その意味を解釈できる」という目標があったとすると、どのように「データを解析し、その意味を解釈する」か、についての教育がまず必要である。
- ・それについて教育の途中で評価し、進展度を学生にフィードバックする機会が無ければならない。
- ・最終的な評価の前に、中間的な評価のフィードバックをもとに学生が再実行し、改善できる機会を与えねばならない。

6. あとがき

適切な達成目標の設定は、教育水準の維持、改善のために実施する評価の出発点ともなる極めて重要なものである。今後、ここで述べた達成目標の設定方法などを参考にして、より適切な達成目標が設定されると共に、設定法自体の改善が望まれる。

参考資料 1：「エンジニアリング・デザインに関する IEA の GA の記述」

複合的なエンジニアリング問題について、公衆の衛生と安全、文化、社会及び環境に適切に配慮しつつ、定められた要件を満たす解決策をデザインし、かつ、システム、構成要素又は工程をデザインする。

参考資料 2：2012 年度版 JABEE 基準 2 の (e) は以下の通りである。

(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

この解説には以下の記述がある：

ここでいう「デザイン」とは、「エンジニアリング・デザイン (engineering design)」を指す。すなわち、単なる設計図面制作ではなく、「必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を利用して、実現可能な解を見つけ出していくこと」であり、そのために必要な能力が「デザイン能力」である。デザイン教育は技術者教育を特徴づける最も重要なものであり、対象とする課題はハードウェアでもソフトウェア（システムを含む）でも構わない。

実際のデザインにおいては、構想力／課題設定力／種々の学問、技術の総合応用能力／創造力／公衆の健康・安全、文化、経済、環境、倫理等の観点から問題点を認識する能力、及びこれらの問題点等から生じる制約条件下で解を見出す能力／結果を検証する能力／構想したものを図、文章、式、プログラム等で表現する能力／コミュニケーション能力／チームワーク力／継続的に計画し実施する能力などを総合的に発揮することが要求されるが、このようなデザインのための能力は内容・程度の範囲が広い。このことを踏まえ、この項目 (e) では、社会の要求などや、分野別要件が定められている場合は、その意図するところを考慮し、個別基準に定める次の内容も参考にして適切な学習・教育到達目標を具体的に設定することが求められる。

- ・ 解決すべき問題を認識する能力
- ・ 公共の福祉、環境保全、経済性などの考慮すべき制約条件を特定する能力
- ・ 解決すべき課題を論理的に特定、整理、分析する能力
- ・ 課題の解決に必要な、数学、自然科学、該当する分野の科学技術に関する系統的知識を適用し、種々の制約条件を考慮して解決に向けた具体的な方針を立案する能力
- ・ 立案した方針に従って、実際に問題を解決する能力

参考資料 3 JABEE におけるエンジニアリング・デザイン教育への対応 基本方針

2012年度の審査においては、エンジニアリング・デザイン教育に関し、下記の審査が重要視されている。

- (1) 複数のアイデアを提案できる。
- (2) 大学で学ぶ複数の知識を応用できる。
- (3) コミュニケーション力ならびにチームワーク力。
- (4) 創造性（既存の原理や知識を組み合わせ、新規の概念または物を創り出せる）。
- (5) コスト等の制約条件や評価尺度について考察できる。
- (6) 自然や社会への影響（公衆の健康・安全、文化、経済、環境、倫理等）について考察できる。

参考資料 4 文献6には、エンジニアリング・デザイン教育に関し、可能なら以下の学習も望まれると
している：

- a) デザインの重要性の認識
- b) デザインの手法：特にメタデザインなど
- c) 社会との関連性（コストなどの経済性などを含む）
- d) 知識の応用力
- e) 特許等の先行技術等の調査力
- f) 判断力
- g) 問題発見力
- f) 創造力、授業内容以外の分野での応用力
- g) コンピュータ利用解析力
- h) 自立した学習力
- i) コミュニケーション能力
- j) チームワーク力
- k) その他

参考資料 5 Bloom's Taxonomy（国立教育政策研究所 深堀聰子氏の解説に追加）

教育目標の分類学（Taxonomy of educational objectives）とは、学びの深さの多様な次元を語る共通言語を提供する試みであり、教育目標の行動的局面を分類し、明確に叙述するための枠組である。

下記の3領域についてレベル別目標が示されているが、学習教育目標のレベル表示には、下記の ①認知領域における目標を使用する。

- ① 認知領域(cognitive domain)（知識、理解、適用、分析、総合、評価）
- ② 情意領域(affective domain)（受け入れ・反応・価値づけ・組織化・個性化）
- ③ 精神運動領域(psychomotor domain)

Bloom(1956)は、認知領域では知識、理解、適用、分析、総合、評価の順にレベルが上がると考えた。その後、Anderson と Krathwohl は、表1に示すように記憶する、理解する、適用する、分析する、評価する、創造する、というように分類し直した。現在では、この後者の分類を利用して学習・教育達成目標を設定する場合が多い。

表1 ブルーム・タキソノミーの認知過程次元のカテゴリーの定義と事例

認知過程のカテゴリー	事例
1. 記憶する (remember) : 長期的記憶から適切な知識を回復すること。	
1.1 認知する (recognizing)	歴史上の重要な出来事が起きた年月日を知っていること。
1.2 思い出す (recalling)	歴史上の重要な出来事が起きた年月日を思い出すこと。
その他関連する動詞	defines, describes, identifies, knows, labels, lists, matches, names, outlines, recalls, recognizes, reproduces, selects, states.
2. 理解する (understand) : 説明的なメッセージ (口頭、記述、図表によりコミュニケーションを含む) から意味を構築すること。	
2.1 解釈する (interpreting)	重要なスピーチや文書について、言い換えること。
2.2 例示する (exemplifying)	絵画の多様な様式について、事例を挙げること。
2.3 分類する (classifying)	観察・報告された精神障害について、分類すること。
2.4 要約する (summarizing)	ビデオテープに描写された出来事の要約を記すこと。
2.5 推論する (inferring)	外国語を学習する際、事例から文法の法則を推論すること。
2.6 比較する (comparing)	歴史的な出来事を現代的な状況と比較すること。
2.7 説明する (explaining)	18世紀フランスにおける重要な出来事の原因を説明すること。
その他関連する動詞	comprehends, converts, defends, distinguishes, estimates, explains, extends, generalizes, gives an example, infers, interprets, paraphrases, predicts, rewrites, summarizes, translates.
3. 適用する (apply) : 特定の状況のなかである手順を遂行したり活用したりすること。	
3.1 遂行する (executing)	二桁以上の整数と整数の割り算を行うこと。
3.2 導入する (implementing)	ニュートン第二法則を適用する状況を判断すること。
その他関連する動詞	applies, changes, computes, constructs, demonstrates, discovers, manipulates, modifies, operates, predicts, prepares, produces, relates, shows, solves, uses.
4. 分析する (analyze) : 事象を構成要素に分割し、各要素が互いに、あるいは構造全体や目的とどのような関係性にあるのかを判断すること。	
4.1 区別する (differentiating)	数学の文章題で、妥当な数値と妥当でない数値を区別する。
4.2 整理する (organizing)	歴史的記述に関する証拠を、特定の歴史的解釈を立証したり、反証したりする証拠として組み立てる。
4.3 原因とみなす (attributing)	ある評論の著者の主張を、政治的立場の観点から判断すること。
その他関連する動詞	analyzes, breaks down, compares, contrasts, diagrams, deconstructs, differentiates, discriminates, distinguishes, identifies, illustrates, infers, outlines, relates, selects, separates.
5. 評価する (evaluate) : 基準や標準にもとづいて判断をすること。	
5.1 点検する (checking)	ある科学者の結論が観察されたデータにもとづくものなのか判断すること。
5.2 批評する (critiquing)	ある問題を解決する方法として、二つの方法のうち最良のものはどちらかを判断すること。
その他関連する動詞	appraises, compares, concludes, contrasts, criticizes, critiques, defends, describes, discriminates, evaluates, explains, interprets, justifies, relates, summarizes, supports.
6. 創造する (create) : 要素を一貫性のある、機能的な全体を構成するように結合させること。要素を新しいパターンや構造に再編すること。	
6.1 生み出す (generating)	観察された現象を説明する仮説を生み出すこと。
6.2 計画する (planning)	ある歴史のテーマについて、研究論文を計画すること。
6.3 製作する (producing)	ある目的のために、ある生き物のために生態系を作ること。
その他関連する動詞	categorizes, combines, compiles, composes, creates, devises, designs, explains, generates, modifies, organizes, plans, rearranges, reconstructs, relates, reorganizes, revises, rewrites, summarizes, tells, writes.

出典) Anderson, L.W. and Krathwohl, D.R. (2001). pp.30-31 より作成。

参考資料 6 「適切な」という形容詞は使用しない

表 2: 「適切な」を使用した文章を、言いたい内容を正確に表している文章に書き換えた例

元の文	言いたい内容
適切な公式を使用	正しい公式を使用
適切な技法を適用	正しい技法を適用
適切な手順に従う	最も安全な(正しい、規則に定められた)手順に従う
まとめ役として、2つのグループの間に立って、適切な時に調停する	まとめ役として、2つのグループの間に立って、2つのグループの間の緊張の深刻化を防止するのに適切な時に調停を実施する
その技能のレベルを適切に示す	その技能のレベルを、その能力を実地に試したときに外部に現れてくる技能の習熟度レベルとして示す
その目標達成のための適切なコースを助言する	その目標を達成するための、現実的な(実現可能な、もっともらしい、取りやすい、楽な)コースを助言する
参考文献を適切に引用	論文引用のための規則を正しく使用して引用
患者との会話で適切な言葉を使用する	<ul style="list-style-type: none"> ● 患者に明快に尊敬をもって話せる ● 患者が理解する必要のある専門用語を簡単な言葉で説明する
顧客にプログラムとその解説文書を適切なパッケージにして提供する	顧客にプログラムとその解説文書を、業界で標準となっている商用パッケージに入れて提供する
その服装はフォーマルな結婚式に適切である	その服装のデザインはフォーマルな結婚式に似合っている その服装のデザインは結婚式の正式な雰囲気適合している
研究方法が適切であることを示す	関連の文献を用いて、その研究方法が正当であることを説得性を持って説明する
その課題を適切に議論する	<ul style="list-style-type: none"> ● 議論の双方の立場における詳細かつ微妙な含蓄も含めた知識に対する理解を示しながら、 ● 躊躇せずに相手側の主張に説得力のある反論を加え、 ● あなたのまとめの全核心部分を繰り返し述べることでその課題を徹底的に議論する
模擬診断において、模擬患者の訴える症状に適切に回答する	<p>模擬診断において、模擬患者の訴える症状に下記のように回答する</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 適時、整理された形で、 ● 患者の症状を正しく判断し、必要なら関連の検査結果も援用して、 ● これから実施する処置とその理由を、患者を元気づけるように、落ち着いて、

参考資料 7 シラバスに記述する到達目標の例

実際には各科目のシラバスには複数の到達目標が記述されるが、下記には到達目標の記述の例として、それらのうちの1つだけを抽出・記述した。

この科目の学修によってあなたは下記のことができるようになる。

- ✓ 農業システムを管理されたエコシステムとして機能させるという概念と、それを実現するための原理に関する知識を、具体的に表現できる。(1年生)

- ✓ 宇宙科学の特定の領域における知識、および宇宙科学における研究プロセスの知識を、自らの研究課題を設定しその研究を推進することに適用できる。(4年生)
- ✓ 法律的な議論を評価し、判例研究に基づいて自分の立場を立証できる。(3年生)
- ✓ データ収集方針(臨床検査方針)を決めるのに必要な仮説(疑われる病名)を提案するために、臨床的な状況を分析し解釈できる。(3年生)
- ✓ あなたが考えたあなたの将来展望が、あなたが育みつつある技術者としての個性・特性、技術者としての考え方、にどのような影響を持っているか、を熟考できる。(4年生)
- ✓ 状況分析のスキルを、建築業務や建設プロジェクト計画の分析と批判的評価に適用できる。(建築4年：実務科目)
- ✓ 倫理的、実務的、法律的な問題、および潜在的に起こりうる問題、を特定できる。
- ✓ 証拠に基づいた議論によって、計画の中に記述された問題の解決のための提案を作成できる。
- ✓ 新しい計測、wet-chemical、物理的、解析的な技術に関する理論的、実地的な知識を下記の目的に適用できる。(化学3年：化学における物理的解析的手法)
- ✓ 選択された手法を用い、与えられた問題を解決するための実験を設計し実施できる。
- ✓ 既知のあるいは未知の試料の化学分析ができる。
- ✓ スペクトルデータを解析し解釈できる。(化学2年：有機・生物化学)
- ✓ 提示された化合物の構造を特定できる。
- ✓ 化合物の分子構造を測定し識別できる。
- ✓ 学生実験において観察、測定、計算ができる。(化学1年：生物科学における化学)
- ✓ 基礎知識とコミュニケーションスキル(表現、文法、流暢さ、プレゼンテーションスキル)を用いて、短い口頭・文章表現ができる。(中国語1年：中国語1)
- ✓ 材料の機械的特性および他の特性に関連した簡単な数値的問題を解くことができる。(工学1年：工業材料)

達成目標作成にあたっての注意事項

- Avoid learning outcomes which are TOO BROAD in scope, such as ‘Recall the fundamental concepts of Structural, Mechanical and Electrical Engineering.’
- Avoid learning outcomes which are TOO NARROW in scope, such as ‘State the six categories in Bloom’s Taxonomy.’
- Avoid overloading your modules with TOO MUCH ‘CONTENT’: knowledge and understanding outcomes emphasize what your students will be able to comprehend and explain, but this isn’t as important as being able to USE the information through application, analysis, synthesis and evaluation.

アウトカムズは学生が理解し説明できるようになる知識・理解の項目を示しているが、それ以上に、それらを適用、分析、総合、評価することを通して使えるようになることが重要である。従って、あまり多くの内容を盛り込まないようにすることが大切である。

達成目標例：

On successful completion of the module, students will be able to:

- Explain the meaning, character and identity of place, and how landscape is constructed.

- Identify the (特定する) theories of learning that are implicit in their current approach to education.
- Discuss (・・・に関連付けて議論する) Romantic poetry in relation to the major themes of Romanticism.
- Describe the underlying principles governing gene transmission and expression.

Intellectual (thinking) skills: application (適用できる)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Apply Kolb's model of learning to the design of a teaching programme.
- Illustrate(例を用いて説明する) the problem of stigmatism in children using phonetics.

Intellectual (thinking) skills: analysis (分析できる)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Appraise (見積もる、査定する) the key issues of market segmentation in a brewing industry case study.
- Compare Hofstede's theories of culture with those of Trompenaars and Hampden-Turner.

Intellectual (thinking) skills: synthesis (創造できる)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Create a set of criteria to assess Home Office implementation of immigration rules.
- Design an engine component that conforms to the following criteria...

Intellectual (thinking) skills: evaluation (評価できる)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Explain the reasoning behind their allocation of scarce resources in the treatment of patients in an Accident and Emergency setting.
- Prioritize (優先順位を決定する) conclusions they reached from an analysis of paint techniques, giving reasons.

Practical skills (=subject-specific) (特定スキル)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Express themselves in writing for different professional and academic audiences.
- Employ appropriate ICT skills in order to forecast demographic trends.
- Use web-creation tools to produce an interactive website suitable for use by young schoolchildren.

Key/transferable skills (=generic) (ジェネリックスキル)

On successful completion of the module, students will be able to:

- Work effectively as part of a team.
- Reflectively evaluate their own learning and personal planning processes.

参考文献

1. http://www.jabee.org/OpenHomePage/111215-120131_3r.pdf
2. 「学士課程教育の構築に向けて(答申)」中央教育審議会 平成 20 年 12 月 24 日
「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～(答申)」中央教育審議会大学分科会 平成 24 年 8 月 28 日
3. M.Q.Patton: Utilization-focused Evaluation, Sage, 2008
4. •BLOOM B S (ed.) (1956) *Taxonomy of Educational Objectives, the classification of educational goals Handbook I: Cognitive Domain* New York: McKay
•Bloom B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York: David McKay Co Inc.
•Dave, R. H. (1975). *Developing and Writing Behavioral Objectives*. (R. J. Armstrong, ed.). Tucson, Arizona: Educational Innovators Press.
•Harrow, A. (1972) *A Taxonomy of Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavioral Objectives*. New York: David McKay.
•Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1973). *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Co., Inc.
•Pohl, M. (2000). *Learning to Think, Thinking to Learn: Models and Strategies to Develop a Classroom Culture of Thinking*. Cheltenham, Vic.: Hawker Brownlow.
•Simpson E. J. (1972). *The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain*. Washington, DC: Gryphon House.
• Atherton J S (2011) *Learning and Teaching; Angles on learning, particularly after the schooling years*
<http://www.learningandteaching.info/learning/index.htm>
• Atherton J S (2011) *Learning and Teaching; Bloom's taxonomy*
<http://www.learningandteaching.info/learning/bloomtax.htm>
• ANDERSON, L W, & KRATHWOHL D R (eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman
• <http://www.qualityresearchinternational.com/index.htm>
• <http://www.qualityresearchinternational.com/glossary/learningoutcomes.htm>
5. 下記などを参考にしてまとめている。
• タスマニア大学ホームページ
http://www.teaching-learning.utas.edu.au/__data/assets/word_doc/0014/23333/Learning-outcomes-v9.1.doc
• Lappeenranta University of Technology のホームページ
http://www.lut.fi/fi/lut/studies/learningcentre/report/Documents/lo_en.html#alku
• Birmingham City University のホームページ
UCE Birmingham Guide to Learning Outcomes
<http://www.ssdd.bcu.ac.uk/outcomes/>
6. 大中逸雄、工学教育、60(2012)no.5, 5-12

学習・教育に関する達成目標の評価方法

大阪大学名誉教授 大中逸雄
芝浦工業大学 シニア教授 工藤一彦

1. まえがき

アウトカムズ（学習・教育に関する達成目標）の設定方法については別記（本セミナー教材「学習・教育に関する達成目標の設定法」）したが、ここでは、その評価方法、特にルーブリックの作り方について述べる。なお、技術者教育に対するルーブリックの具体例については、文献 1 および牧野教授の本セミナー資料も参照されたい。

2. 評価の基礎知識

2.1 評価の分類

日本語では、learning と studying をどちらも「学習」と訳すように（最近では、learning は「学び」というようになりつつある）、evaluation と assessment を区別せず「評価」と呼んでいた。しかし、最近では、assessment は「アセスメント」と訳すようになりつつある（「査定」という場合もあるが、教育関係ではあまり使用しない）。本来、assessment は evaluation のための情報を集めることで、evaluation はこの情報に基づいて、良いか悪いか、達成しているかどうかなどの判断を下すことである。しかし、教育現場では、assessment に evaluation を含むことが多いし、evaluation に情報収集も入ることが多いので、英語でも、混乱していることが少なくない。結局は、情報収集と判断のどちらに重点があるかで、使い分けることが多いようだ。表 1 に、評価を assessment と evaluation に分けた場合の区別の一例を示す。本講では、evaluation、および assessment と evaluation の両方を意味する場合、「評価」ということにする。

評価は、診断的評価(diagnostic evaluation)、形成的評価(formative evaluation)、総合的評価(summative evaluation)に分類される。診断的評価は、授業等の開始前に、受講者がどの程度の予備知識、スキルを持っているかを評価するものである。形成的評価は、授業等の途中で、受講者の学びの進行状況を把握し、授業等の改善に利用するものである。総合的評価は、最終的にどのような学びが行われたかを評価するものである。形成的評価をアセスメントと呼ぶ場合もある。

表 1 アセスメントと評価の比較²⁾

項目	Assessment アセスメント	Evaluation 評価
時期、 主要目的	形成的: 進行中、学びの改善	総合的: 最後、質の評価
注目点	プロセス重視: いかに学びが行われているか	成果重視: 何が学ばれたのか
利用	診断: 改善点の同定	判断: 総合的水準・質、総合点

2.2 performance criteria（学習達成度（行動）基準、学力基準）

学習者の知識、スキル、行動、態度、状況などの評価の基準となるものを performance criteria（学習達成度（行動）基準、学力基準）という（アウトカムズより詳細な基準となる）。例えば、「数学、科学、エンジニアリング科学の知識を応用する能力」の performance criteria は、分野によって異なるが、化学工学分野であれば、「システムを物質・エネルギー収支モデルを利用して分析できる」、「性能仕様を満足する熱

交換器の運転条件を特定できる」、「化学装置用非等温反応器の設計を評価できる」などが performance criteria の例としてあげられる。

従って、アウトカムズの評価を実施する場合、少なくとも performance criteria を設定することが必要である。

なお評価は、限られた時間と人手あるいは費用で実施するので、学んだ全てのことについての performance criteria を設定する必要はないし、そのような評価を実施することもできない。このことは学生にも伝えて置くべきである。

2.3 ルーブリック(rubric)

ルーブリックは scored rubric とも呼ばれ、アウトカムズの合否だけでなく、達成度の程度を示す基準である。すなわち、この程度、あるいはここまでできていれば優秀（あるいは 10 点）、ここまでなら優（あるいは 8 点）などと判断できる定量的な基準を示すもので、アウトカムズを構成する performance criteria を具体的・定量的に評価するための基準ともいえる。

なお、ルーブリックは、教員側の評価に役立つだけでなく、学習者が、より高い目標の設定に利用できるとか、自分の学びの進行状況を把握し、不足している分の学びを強化するなど、学習者にとっても重要である。

2.4 授業における学生の達成度評価とプログラム全体の達成度評価

授業における学生の達成度の評価、すなわち、授業の達成目標の形成的評価や総合評価は、通常授業担当者に任されており、performance criteria やルーブリックを設定し、評価すれば良い。しかし、プログラム評価では、卒業時点で、プログラム全体の達成目標に対する各学生の達成度を評価する必要があり、下記のような理由でその適切な実施は容易ではなく、適切な対応が必要である。

- 1) 責任者が明確でないことが多い。
各教員は担当授業の評価は義務と思っているが、プログラム全体となるとその義務感は薄くなり、放置しておけば、誰もやらない。プログラム責任者がリーダーシップを取って、担当者を決める必要がある。
- 2) 授業担当者の協力が得られにくことが少なくない。
少しでも余計な負荷を増やさないことが教員の基本的行動指針になっていることが多い。また、担当授業の良否を判断される情報提供を毛嫌いする傾向が多い。各教員に無駄な恐怖感を与えず、協力が得られるような工夫が必要である。
- 3) 評価方法が曖昧なことが多い。
プログラムのアウトカムズは、各授業のアウトカムズや performance criteria ほど明確ではなく、結局何らかの総合的評価となり、その評価方法は確立しているようには思えない。
一つの方法は、後述のデモンストレーションや ePortfolio などであろう。

3. 評価と教育の改善

本講で対象としている評価は、教育の質の維持・向上あるいは授業やプログラムの改善のためのものであり、下記に注意すべきである²⁾。

- 1) 教育を改善するには、教員は各科目のアウトカムズ（達成目標）、および、プログラム全体のアウトカムズを設定し、それらの達成度を評価しなければならない。この達成度評価により、学位レベル（卒業する学生のレベル）が分かるだけでなく、教育改善に役立つ評価となる。
すなわち、学生の学習成果の証拠に基づき何が有効で維持すべきか、何が有効でなく改善が必要かを判断するのに役立つ評価となる。
- 2) 学生が自らの学びを改善するには、自分の学びの進歩を評価し、これを自分のこれからの学習活動にいかにかフィードバックして活用するかを学ばねばならない（自己アセスメント）。これにより、学生は授業の効果を認識し、学習意欲が向上し、授業に能動的に参加するようになる。
- 3) 最善のアセスメントは、教員自身の自らの授業についての評価から生じる。
- 4) 理想を追いすぎず、持続的に実施できるアセスメント方法を採用すべきである。

- 5) 目標と評価の水準は、就職先や進学先へのアンケート、学生へのアンケート調査なども参考になる。
- 6) PBL などのチーム学習でも、その目的は最終的には学習者個人の能力の向上である。従って、チーム評価は、個人評価に還元する必要がある。
- 7) 教員としての役割には、種々の評価方法から適切な方法を見出し、工夫して改善して適用していくことも含まれる。単に研究能力があっても教員とは言えない。

4. 種々の評価方法

評価方法には、

- 1) 態度、参加状況などの観察、比較、2) 筆記試験、3) 発表と質疑応答、4) Demonstration、
- 5) 学生の相互評価、6) ルーブリック、7) e-portfolio、8) その他

があり、目的に応じて、工夫して使用する。

いずれにしても、アウトカムズ（達成目標）をどの程度達成しているかを評価する。単に達成目標を達成したかどうかの on-off の評価では、教育の改善にはつながりにくく、学生の学習意欲喚起にはつながりにくい。従って、どこまでできれば、どの程度の水準（優、良、可など）となるかの定量的評価基準を準備しておく必要がある。この意味では、上記 1)～8) のすべての評価にルーブリックは常に必要とも言える。

4.1 筆記試験

知識に関する評価は筆記試験が多いが、学生の達成度レベルを判定するため、ルーブリック（その設定方法についての詳細は後述する）による判定を念頭においた問題作成をしなければならない。すなわち、単なる記憶を確認する問題から、応用力を試すような問題など、達成目標の設定法で述べた認知過程次元のカテゴリー（表 1）のどのレベルを合格ラインあるいは平均レベルとするか、をよく考えた問題作成が望まれる。しかし、分析する力や創造力などの評価は、通常の筆記試験で評価することは容易ではない。

4.2 Demonstration

Demonstration とは、学生自身が、自分はこの学習あるいは経験をし、このような成果を挙げたので、このような能力があると自己証明し、教員がそれを評価する方法である。

このためには学習者が、その科目あるいはプログラムの履修によってどのような能力、スキルを身につけることが期待されているのかのアウトカムズの内容に対する認識と、どのような変化がどの程度あれば身についたと言えるのか、などのルーブリック的な評価技術に関する知識が必要である。

このような訓練は、学習効果を上げるだけでなく、就職時の面接でも、自分が身につけている能力を示すことで有利になる。後述の e-portfolio に似ているが、より簡潔にしたものとも言える。

この方法は日本では珍しいが、オーストラリアやニュージーランドなどでは歴史があり、技術士などの資格審査では、日本のような筆記試験はなく、この **demonstration** とそれに関する面接試験で評価している。この場合の自己証明の記述方法については、参考文献 3 を参照されたい。また、この方法はプログラム評価の 1 方法ともなると考えられる。

大学の例では例えば、カナダの University of the Fraser Valley の例がある⁴⁾。

下記に、アウトカムズと、それに対する達成度を自己証明するための **Demonstration** と、それを証明するための **Evidence** の例を示す。

- **Learning Outcomes**

特定の情報を伝達する文書作成の手順を記述できる

- **Learning Demonstration Statements**

私は、何の目的で、誰に対する文書かを明らかにして、文書を制作する計画案を立てることで、特定の情報を伝える文書を作成する手順を示しました。

また私は、良くデザインされた文書が編集者と批評者からなるチームで作業する際、効率的な編集に如何に役立つかという価値が分かります。

・ Evidence

種々のフォント、サイズ、色、文書とイメージを取り扱えるソフトを使用して、設計・製作したチラシ

4.3 e-portfolio⁵⁾

e-portfolio は、**Demonstration** を拡張したようなもので、学生が自分で獲得した能力等の証明の参考となる文章（例えば、チームで困難な問題に遭遇した時、どのように対応したかの具体的記述）、デザイン草案、設計図、作品、小論文、試験結果など、学びの経歴を示す資料（ビデオなども含む）をコンピュータに記憶させたものである。すなわち、学習者の「学びの経歴 (learning career)」、「学びの景観 (learning landscape)」を示すもの、あるいは「学びの記録 (documenting learning)」である。**e-portfolio** は、この10年位で、特に米国、カナダ等で急速に発展してきており、今後の有力な評価、教育手法になると予想される。

e-portfolio のような学びの記録の重要性は、以下の通りである。

1) 学習者に振り返りあるいは内省(reflection)の機会を与える。

学習者が、自分の学びの過程を振り返り、何を学び、何が問題で、今後の学習方針をどうするかなどを考えることで、如何に学ぶべきかというメタ知識が得られ、自立した学習者の育成に、非常に役立つ。

2) 学びの記録の整理と内省により、より深い学びと統合的学びを促進し、批判的思考力(critical thinking ability)や複雑な問題の解決力などの涵養に役立つ。

3) 学習者の実力評価に役立つ。

学習者の実力や修了時のアウトカムズは、授業だけで達成されるものではない。読書、友人・知人との交際、課外活動、インターネットや SNS (Social Networking Service) の利用、アルバイト、インターンシップ、その他の活動も無視できない。従って、従来の授業における試験やアセスメントでは、学生の学びの一部しか評価していないことが多い。一方、**e-portfolio** は、授業のみならず、上記のような全ての学びの記録であり、これを整理することで、より実態に近い力の評価が可能になる。

4) 評価、授業・教育改善に役立つ

5) 就職時の評価に役立つ

効果的な **e-portfolio** を実現するには、その目的、学習達成目標 (outcomes) や誰が関係者なのかを明確にした上で、適切に整理した記録とし、ルーブリックを利用して評価するなどが必要である。そして、その中核には、**Folio thinking** (内省の習慣) がある。具体的手法については、文献 5 が役立つ。また、文献 9 などから優れた実例や評価手法を入手できる。

なお、学生に **e-Portfolio** で役に立つ学びの記録を残させるためには、下記などの対応が必要である：

- ・適切な指導と意欲づけ（「就職時に役立つ」ことを伝えるなど）
学生にその意義を十分に説明しないと、学生は単なる余分の負荷と感じて、効果がでない。
- ・授業と関連付け、その入力と整理の時間をカリキュラムに組み込む
- ・入力しやすいソフト、入力端末の整備、などの支援体制を整備する

(e-portfolio の実際の内容)

e-Portfolio の実際の内容には種々のものがある。これは、**e-portfolio** 自体の目的と開示の程度・目的によって内容自体が変わるからである（ただし、学びの振り返りになる内容は必須である）。また、**portfolio** は全学習過程に対するものでなくても、1科目あるいは1つのアウトカムズに対する **portfolio** でも良い。理想的には、全学習過程に対する **portfolio** が目的毎に整理され、振り返りがなされることであるが、これは容易な事ではない。従って、できる範囲で実行させるとなると必然的にいろんな **portfolio** ができることになる。

JABEE の基準で要求している学習・教育到達目標毎の総合的評価に近い効果を持っているものとして、自己アピール（何を学び、何ができるかを示す）あるいはショーケース型の **e-portfolio** がある。この場合の **e-portfolio** は、大きく分けて下記の3項目から構成されている。

- ① 自分の履歴、学習履歴、課外活動履歴、自分の目標・特長・将来の希望、などの自己アピールを前書きとし、
- ② その後に、大学が規定した卒業までに身につけるべきコンピテンシーの各項目をどのくらいの水準で達成しているかを、artifacts と呼ばれる成果で学生自らが証明する形式になっている。ここでは、大学が規定したコンピテンシーの各項目とその評価用のルーブリックを用い、学生は自らの学習過程と課外の活動の結果としてコンピテンシーの達成を示す成果物・学習履歴とその成績・課外活動履歴と、それに対してルーブリックを適用して、各コンピテンシーの達成度を自己評価した結果、を提示し、
- ③ その下になぜその artifacts がそのコンピテンシーを得たことを示す学びと能力の例示として適切であるかの理由を示す Rationale Statement を記述する。

学生のこの作業の支援のため、各コンピテンシーと、科目名や artifacts になるべき科目や科目の中の特定のレポートなどとの対応関係（JABEE の学習・教育到達目標と科目との対応表に近い）が、学生にマニュアルとして提示される。学生はこの対応関係を参照してコンピテンシー達成の証拠となる自らの artifacts を集め、ルーブリックを用いてその自己評価を行ない、e-portfolio にアップロードし、教員の評価に供する。卒業前にはこのような e-portfolio の提出が義務づけられ、教員による評価を経て、全てのコンピテンシーの達成の承認を経て卒業が可能となる。

また、上記の内容を、就職時の採用担当者への自己アピール用に整理して開示する場合もある。

4.4 ルーブリック

（Scored）Rubrics は、このようなことができたならこの評価というように、点数あるいは A、B、C などで指標付したものであり、例を表 2、表 3 に示す。このような表を学習開始時に学生に開示しておけば、学生はどうすれば良い評価が得られるかが分かり、教育効果があがる。すなわち、より良い成績を取る目標を与えるし、評価の透明性、公正さを示すことになる。

表 2 デザイン・プロジェクトのルーブリック例⁹⁾

項目	優秀	合格	不合格
問題設定 一般的課題と顧客の要求に基づいた目的の設定	全ての重要な目的とその他の目的が同定され、適切な優先順位づけがなされている	重要な目的は全て同定されているが、その他の目的で1、2抜けており、優先順位づけがなされていない	多くの重要な目的が同定されていない
意思決定の根拠となる関連情報を収集、同定	全ての関連情報を情報源を含めて収集され有効。デザイン提言はこれらの情報で支持されている	十分な情報が収集され、ほとんどの情報源が確実。デザイン提言はほぼこれらの情報で支持されている	不十分な情報で、情報源もあいまい。デザイン提言を支持する情報がない
解決策および代案の創出	4つ以上の解決案が考えられており、それぞれの技術的可能性を適切に正しく分析されている	少なくとも3つ解決策が提示され、適切な分析がなされているが、多少の間違ひがある	1、2の解決策が検討されているが、不適切な分析で、重要な手順あるいは概念的間違ひがある
チームワーク 責任の委譲と実行 (相互評価と、グループ活動と成果発表の観察で評価)	責任が適切に委譲され、各メンバーがプロジェクトに貢献。全メンバーが会議に参加し、提出期限を守っている	責任委譲に多少不平等性がある。ほとんどのメンバーは責任を果たしているが、一部のメンバーが他のメンバーに依存。一部のメンバーが会議に欠席、期限に遅れたことが多少あり	責任の重大な不平等性があり、複数の他者依存者あるいは責任を果たさない者がいる。会議および期限におくることが度々ある。

チーム士気と 団結	目的達成に団結して努力、相互に交友を楽しみ、学習。全データがお互いを尊重し協力し合っていることを示している	適切な協調活動がなされないことが多少あったが大体において適切。 ほぼお互いを尊重	十分に協調せずコミュニケーションも不十分。 お互いを尊重しないことがしばしば観察される
--------------	---	---	--

表3 ルーブリックの例⁷⁾

Learning outcome:	Assessment criteria				
	Fail	Third	Lower second	Upper second	First
By the end of the module, students will be able to: use evidence appropriately in support of an argument.	Unsubstantiated or invalid conclusion, based on anecdotes and generalizations only	Limited evidence of finding and conclusions supported by the literature and theory	Evidence of findings and conclusions grounded in theory or literature	Good development shown in arguments based on theory or literature and beginnings of synthesis	Analytical and clear conclusions well grounded in theory and literature, showing development of new concepts

4.4.1 ルーブリック作成時の全体的注意事項⁸⁾

- 1) 効率的なルーブリックは1ページにすべき。複雑で難しいタスクでも2ページを超えてはならない。
- 2) ルーブリックの記述は、各評価項目において学生が示すいろいろなレベルの反応(行動)の証拠(外部に表れた測定できるもの)を、この程度のレベルであったら平均的であるとか、最低限このレベルは必須であるとか、この程度のレベルであったら卓越的であるとかの、教員側の(あるいはその大学で想定している学士レベルに照らした)判断でレベル別に分類した物。
- 3) この証拠というのは、学生が教育の過程で使用した手順・手法、あるいは教育の過程で製作した成果物・レポート、あるいはその手順と成果物の両方に関する証拠である。
- 4) レベルは3~5段階とする。例えば、5段階の場合、非常に優れている(GGG)、優れている(GG)、良い(G)、普通(P)、不合格(F)などである。最低レベルは不合格、それ以外は合格レベルである。
- 5) ルーブリックに記述する各レベルの行動特性(descriptor)は簡潔に記述する必要があるが、「優秀」というような1単語ではだめ。また低いレベルにおいて、極端に否定的な単語を使用してはならない。
- 6) この行動特性は、各レベルの中での最低の特性ではなく、典型的な特性を記述する。
- 7) この行動特性は、学生の反応(行動)としてよく見られる物、重要な物、を記述すべきで、ささいな物、めったに見られない反応(行動)は記述しない。

下記のように、評価項目(criterion)と評価レベル(GGG~F)のみ記述してあり、その交点のマスの中に、各評価項目とレベルに対応した標準的な行動特性(descriptor:これが評価基準となる)が記述してない評価シートは、下記の理由によって、学生にとっても評価者である教員にとっても役に立たない。

表4 好ましくないルーブリックの例

評価項目 \ 評価レベル	GGG	GG	G	P	F
評価項目 1		○			
評価項目 2			○		
評価項目 3			○		
全体評価	G				
コメント				

・学生は、なぜ自分の評価項目1の項目での評価がGGとなっているのか、その評価基準がわからないし、

全体の評価に対する各評価項目の重みも不明。また教員は評価基準がないと評価が恣意的になる。

- ・学生や教員に、学生の行動や成果物に対する各レベルでの期待値を前もって示すことができない。この期待値があれば、学生はその演習を始める前に、どのように行動すればどの程度の評価がもらえるか、あるいは成果物の提出前に、どの程度の成果物であればどの程度の評価になるかがわかる。また評価者間の評価のばらつきをなくせる。
- ・上記のような評価シートでは、一番下の行のコメント欄でしか評価の意味づけを学生にフィードバックできない。評価内容の意味するところ（どのような理由で評価が高く、また、どのようなことができていなかったのかで評価が低いか）が効果的に学生にフィードバックできないと、学生の学習を改善することができない。

4.4.2 標準的なルーブリックの形式

1) 5レベルのルーブリック（表5）

レベル1：期待した基礎レベルに達しておらず不合格

レベル2：期待した基礎レベルには達して合格、一部の定型的仕事は独立してこなせるが、特に意志決定、概念構築などでは他人の支援が必要な場合が多い。

レベル3：ほとんどの学生がここまで到達することが望まれるレベル。独立して仕事がこなせ、まとまった概念の説明、構築、応用などができる。

レベル4：基本的に期待される行動特性のレベルを超え、高い独立性、創造性を示し、高度な批判的考察、変革ができる。

レベル5：レベル4の高度なもの（時として、このレベルの記述語の設定は難しい）

表5 5レベルのルーブリック

Criterion 評価項目/観点	評価の尺度				
	GGG レベル5 すばらしい 秀	GG レベル4 とても良い 優	G レベル3 良い 良	P レベル2 さらに努力を要する 可	F レベル1 不十分 不可
Criterion 1 評価項目1	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語
Criterion 2 評価項目2	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語
Criterion 3 評価項目3	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語
Overall grade 総合評価点	たとえば G				
Comment コメント					

2) 4レベルのルーブリック（5レベルのルーブリックのレベル4、5を一緒にしたもの）

表6 4レベルのルーブリック

Criterion 評価項目/観点	評価の尺度			
	GG レベル4 とても良い 優	G レベル3 良い 良	P レベル2 さらに努力を要する 可	F レベル1 不十分 不可
Criterion 1 評価項目1	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語

Criterion 2 評価項目 2	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語
Criterion 3 評価項目 3	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語	Descriptor 記述語
Overall grade 総合評価点	たとえば G			
Comment コメント				

4.4.3 ルーブリック作成の手順

- 1) まず達成目標 (learning outcomes) をきちんと設定する。
- 2) ルーブリックの評価項目 (criteria) は、学生がその科目の修了時に知っているべき事、およびできることを示している、その科目の達成目標を反映して作成されている必要がある。これにより、学生が適正な水準でこれらを達成していることが示されたなら、その科目で意図した達成目標が達成されたと見なすことができる。
- 3) ルーブリックの評価項目 (criteria) および達成目標 (learning outcomes) には程度の高さを示す形容詞や副詞を入れてはならない。「・・・ができる。」と書くべきであって、「・・・が効果的に(完全に、適切に、詳細に、・・・)できる」のようなのは不可(下記の例参照)。これら学生の特性の程度の高さを示す形容詞、副詞などは、ルーブリックの記述語 (descriptor) に記述する。

不適切な達成目標・評価項目の例：

栄養学的・医学的な目的のために、個々の病人にあった献立を処方するための基礎データを 適切に 集めることができる。← 「適切に」は達成目標・評価項目からは削除すべき。

「適切に」が達成目標・評価項目に入っていると、すべての学生は適切にデータを集める必要があり、これは達成目標・評価項目自体が水準を示すことになってしまう。学生の能力はまちまちで、このように高い目標をすべての学生に要求するのは無理なことが多い。

このような水準を表す単語は、その程度の高さによって下記のような5種類の形容詞、副詞など

ルーブリックの記述語の水準を表す記述
(1) ・・・できない、
(2) 補助を得て・・・できる、
(3) 通常の状態ではマニュアルに従って・・・できる、
(4) 適切に・・・できる、
(5) 完全に・・・できる

を選択し、ルーブリックの記述語 (descriptor) の中に入れる。

- 4) ルーブリックの評価項目 (criteria) の設定法には2種類ある。(下表参照)
 - ・評価項目は科目の達成目標と正確に同じ。
 - ・課題リンク型：達成目標の各項目を、科目の中に含まれる各課題に合うように書き換えて評価項目とする。→ 学生が実施する課題で具体的に要求されていることが評価項目となっているので、学生に取ってわかりやすい。

表7 課題リンク型の評価項目

科目の達成目標の例	達成目標から導出された評価項目	
	達成目標と同じ	課題リンク型
この科目の学修後、あなたは下記のこと ができる。	達成目標と同じ	課題リンク型
普通の状態における細胞の構造と機能 に関する概念と原理を説明し、応用する ことができる。	普通の状態における細胞の構造と機能 に関する概念と原理を説明し、応用する ことができる。	浸透現象の概念に関する知識を説明し、 生体膜構造の浸透現象にそれを応用で きる。

いろいろな形で提供されたデータや情報を解釈し、解析して、問題を解決することができる。	いろいろな形で提供されたデータや情報を解釈し、解析して、問題を解決することができる。	学生実験で得られたデータや情報を解釈し、解析して、問題を解決することができる。
文章で意思疎通がはかれる。	文章で意思疎通がはかれる。	学生実験マニュアルに示された学生実験のレポートの書き方に従ったレポートを記述することで、自分の考えを人に伝えることができる。
解剖学（構造）、生理学（機能）、病態生理学（機能不全）とその治療の間の相互関係に関する知識を説明し、応用することができる。	解剖学（構造）、生理学（機能）、病態生理学（機能不全）とその治療の間の相互関係に関する知識を説明し、応用することができる。	臨床的な病歴に関する知識、データ、情報にアクセスでき、それらを治療に応用できる。

- 5) ルーブリックの各評価項目の要求水準をきめるためのブレインストーミングを実施する
- ・ノートパソコンとプロジェクターを用意し、グループワークで、ルーブリックの各評価項目の要求水準を議論する。
 - ・まず、各評価項目における GGG(最高のレベル)および P（ぎりぎり合格レベル）の学生のイメージを話しあう。この際、評価項目の基礎となる達成目標まで戻って修正することになることもある。
 - ・ブレインストーミングの例（「細胞の生理と機能」の科目）→表 8 参照

表 8 「学生実験科目：細胞の生理と機能」における 1 年の学生実験のレポートのための、ルーブリックの評価項目の水準についてのブレインストーミング内容

(評価で対象とする課題) 学生実験のレポート

1年生の最初の学期の課題であるので、学生にこのレポートを書かすためには、大いに支援が必要である。

学生実験とそのレポートの水準に関する、ブレインストーム	第1回目の集約 左記のレベルを、知識、考察、コミュニケーションの3つのカテゴリーに分類・集約する。	第2回目の集約 第1回目の集約を見直す。
<p>「典型的な GGG (最高レベル) の概念」</p> <p>記述の質-完全さ/組み立てかた (文献、引用元を示した理論)</p> <p>知識-質-詳細さ-広範さ 正しさ/精密さ</p> <p>理論に関連づける-理由を説明 + いかに実験がうまく実施できたか-実験における質保証</p> <p>レポートの構成に気を使っている</p> <p>実験内容との関連知識の密接な関連</p> <p>観察内容を正確に記述-正しい術語</p> <p>4回の実験データ比較-期待された正確な結果</p> <p>文章-読者に伝えたいことを簡潔、明快、筋の通った(論理の順に並んでいる)文章で表現</p> <p>「P (合格最低レベル) の概念」 簡単なレポート-物語調</p>	<p>評価項目1: 浸透現象についての概念をきちんと説明でき、それを膜構造に適用できる。(知識)</p> <p>知識-質-詳細さ-広範さ 実験内容と関連知識の密接な関連 正しさ/精密さ</p> <p>評価項目2: 学生実験で得られたデータや情報を解釈し、解析して、問題を解決することができる。(考察)</p> <p>観察内容を正確に記述-正しい術語 4回の実験データ比較-期待された正確な結果 理論に関連づける-理由を説明+いかに実験がうまく実施できたか-実験における質保証</p> <p>「P (合格最低レベル)」 簡単なレポート-物語調</p>	<p>評価項目1: 浸透現象についての概念をきちんと説明でき、それを膜構造に適用できる。(知識)</p> <p>知識-質-詳細さ-広範さ 実験内容と関連知識の密接な関連 正しさ/精密さ</p> <p>評価項目2: 学生実験で得られたデータや情報を解釈し、解析して、問題を解決することができる。(考察)</p> <p>観察内容を正確に記述-正しい術語 4回の実験データ比較-期待された正確な結果 理論に関連づける-理由を説明+いかに実験がうまく実施できたか-実験における質保証</p> <p>「P (合格最低レベル)」 簡単なレポート-物語調</p>
	<p>評価項目3: 実験レポートの形での記述により、自分の考えを人に伝えることができる。(文章によるコミュニケーション)</p> <p>レポートの構成に気を使っている。 文章-読者に伝えたいことが簡潔、明快、筋の通った(論理の順に並んでいる)文章で表現。 記述の質-完全さ/組み立てかた (文献、引用元を示した理論)</p>	<p>評価項目3: 実験レポートの形での記述により、自分の考えを人に伝えることができる。(文章によるコミュニケーション)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● レポートの構成(実験マニュアルに沿っている)-レポートの構成に気を使っている。 ● 文章の決まり(文法、スペリング、句読点、構文)-読者に伝えたいことが簡潔、明快、筋の通った(論理の順に並んでいる)文章で表現。 -記述の質-完全さ/組み立てかた(文献、引用元を示した理論) ● 参考文献の記述の様式 ● データのわかりやすい表現法

6) ルーブリックの記述語(descriptor)の設定

- (a) 上記のブレインストーミングの結果、評価用ルーブリックの GGG および P レベルの記述語の内容の概要が求められた。
- (b) 本章で示す記述語は、特定の学年、専門を意識したものではなく、例示の目的で示す物である。
- (c) 標準記述語の特性
 - ・ 学生の反応を外部に現れたエビデンスとして記述するものである。
 - ・ その科目で学生に課せられた課題によって育成すべき知識・スキルと関連づけられた評価項目における学生の反応の質を記述する。
 - ・ まず、GGG(最高)から F(最低)までの間の中間、あるいは典型的な水準について、具体的に記述

する。

- 記述語は、学生の反応を具体的に記述する言葉と、レベルの高さを表す相対的な単語の両方を含む必要があり、単に相対的な言葉だけではダメ。
- 学生の行動について肯定形（・・・できる）で記述する。否定形（・・・できない）は使用しない。
- 学生をけなすような言葉は使用しない。
- 学生が理解できる曖昧でない言葉を使う。

● 記述語を構成する要素

- ✓ 記述語は「学生が何かをいかによくやったか」について述べている。文法的には下記のような構造を取る。（これらの構造のうちのいくつかは場合によって使用しないこともある。）

あなたに提供された状況において、関連する 事実を 正しく 指摘できる。
 （関連する状況） （形容句） （目的語）（副詞） （動詞）

この中で最も重要なのが「学生が・・・できる」という動詞である。

次に重要なのが動詞の行動対象となる目的語である。

次に重要なのが関連状況である。

最後に副詞と形容句であり、質的 and/or 量的な内容を示す。

上記の例においては、副詞の「正しく」は、学生がいかにうまく「指摘できるか」を示しているので、質的な内容を示している。「関連する」も同じく質的な内容を示している。

もし、この記述語が「すべての関連する事実を」となっていたら、「すべての」の部分は量的な内容を示している。

いくつかの単語は質的・量的の二つの機能を有する。たとえば下記の記述語の例において、「一貫して」は使用する頻度（量的）でもあるし、いかにうまく使用するか(質的)という意味も有する。

「文章の引用先と参考文献の両方の記述様式として、ハーバードシステムを一貫して使用できる。」

✓ 記述語の最初の言葉の例

- I. 学生に直接話しかけるように、「あなたは」あるいは「あなたの」で始める。
- II. 作品、動作の結果、行為の巧緻さ、などを直接記述。
- III. 上記の2つを合わせて使用。

表9 記述語の最初の言葉の例

I	II	III
あなたは ・・・を総合できた。	設計は ・・・の理論に挑戦するものであった。	あなたのレポートは、 ・・・すべてを正確に認識している。
文章を記述するとき、あなたは、 ・・・を正確に認識することができた。	レポートは、 ・・・の規則に従って記述された。	口頭発表において、あなたは、 ・・・からの質問に対応できた。
グループ活動であなたは、 所定の時間内に課題を完成させ、・・・ することができた。	研究提案書は、 ・・・における著者の関心事をきちんと 述べている。	あなたのウェブサイトは、 ユーザーの誘導がうまくできており、・・・。

● 高/低レベルの記述語の書き方

高/低レベルの記述語の書き方には下記の2通りのやり方がある。

- I. いくつかあるいはすべての記述語の要素を追加、削除、変更する。

(例1)

	形容詞	目的語	状況を示す副詞句	副詞	動詞
(1)	関連する	事実を	通常の場合で	正しく	確認する
(2)	主要な	概念を	通常及びなじみのない状況で	正しく	説明する

上記の例1において、(2)の記述語は(1)より高いレベルを示している。

- ✓ 「説明する」は「確認する」より精神的要求が高い。
- ✓ 「概念」は「事実」より把握が難しい。
- ✓ 「主要な」概念は「関連する」事実より把握が難しい。
- ✓ 「なじみのない状況」でこれらを説明できることは「通常の場合」におけるそれ、より学生の能力の高さを示している。

(例2)

	形容詞	目的語	状況を示す副詞句	副詞	動詞	接続詞	動詞
(1)		クラスデータの 一部を	指示されたとき		コピーする		
(2)	関連する	クラスデータを	幾種類かの適切な 形式で	適切に	集め利用する	および	分析する

上記の例2において、(2)の記述語は(1)より高いレベルを示している。

- ✓ (2)は(1)より記述語の要素が多い。このように動詞や形容する語句の追加により、より高いレベルの能力を記述できる。

(例 3)

Criterion 評価項目/観点	GGG (レベル 5)	P (レベル 2)
口頭コミュニケーション能力 ● 講演内容・様式	聴衆に対する講演中にあなたは、 聴衆の反応に照らして、講演内容の <u>適切性</u> を評価し、内容を改善し、さまざまな状況に適合するように講演様式を <u>変化</u> させる。	聴衆に対する講演中にあなたは、 事前の準備通りの内容・様式で <u>しゃべる</u> 。

- ✓ 「講演内容・様式」は、口頭コミュニケーション能力を評価するための項目の一つの要素であり、他にもいくつかの口頭コミュニケーション能力を評価する要素を追加できる。
- ✓ 「適切性を評価し、内容を改善し」のように複数の動詞を組み合わせることで、単に「しゃべる」より複雑な行動を記述できる。また GGG レベルでは、「変化させる」という第 3 の動詞も使用してより複雑な行動を記述している。
- ✓ 2つの状況説明の句「聴衆の反応に照らし」と「さまざまな状況に適合するように」により、GGG レベルの学生は、自己の講演に対する聴衆の反応により適合できることを示す。

(例 4)

Criterion 評価項目/観点	GGG (レベル 5)	P (レベル 2)
情報評価能力	あなたは あなたが提出した最新の情報の <u>質と妥当性</u> を、 <u>証拠により検証</u> することで評価できた。	あなたは 最新の情報を提供できた。

- ✓ GGG の記述語には、GGG/P の両レベルに共通の目的語である「情報」の質を定義する「質」と「妥当性」という 2つの修飾語が付加されている。このようにより詳しく定義する修飾語の追加により、高いレベルの記述語を構成できる。これに対し、P レベルで「情報」に付加された修飾語は「最新の」のみである。
- ✓ また、「評価できた」という動詞にもそれがいかに上手にできているかを示す「証拠により検証することで」という句が付加されることで高いレベルの記述語を構成できている。

(例 5)

Criterion 評価項目/観点	GGG (レベル 5)	F (レベル 1)
コミュニケーション能力	野外旅行レポートの中で、あなたは、 思想を明快に表現した、 <u>緊密にまとめられた着想</u> を、 <u>科学的な術語</u> を使用し、3人称の文章を用いて、 <u>簡潔に論理的</u> に記述した。	あなたは、 一部意味のある考えを表現した、 <u>まとまりの良くない着想</u> を、 <u>口語体</u> の 1、2 人称の文章を用いて記述した。

- ✓ GGG レベルでは「簡潔」「論理的」の 2つの副詞が「記述」という動詞を質的に修飾している。
- ✓ GGG レベルでは「着想」の修飾に「緊密に纏められた」を使用し、F レベルでは「まとまりの良くない」を使用している。
- ✓ GGG レベルでは「科学的な術語」を使用し、F レベルでは「口語体」を使用している。
- ✓ この専門のこの学年では、学生は何らかのレポートは要求されるが、正式の「野外旅行レポート」は要求されていないので、F レベルでは「野外旅行レポートの中で」が削除されている。

(例6)：この例では、評価用ルーブリックにプロセス(データの解釈・解析のプロセス)の評価を記述する方法を示す。

Criterion 評価項目/観点	GGG (レベル5)	P (レベル2)
データを解釈し解析する能力	あなたの科学論文の中で、あなたは、 ●・・・することで、データを <u>完全に正確に</u> 解釈し解析できた。	あなたの科学論文の中で、あなたは、 ●・・・することで、データを解釈し、 <u>部分的に</u> 解析できた。
	鍵となるいくつかの研究を含む、関連の重要な研究のデータと <u>比較</u>	
	あなたのデータ群に含まれる重要な関係を <u>説明</u>	あなたのデータ群に含まれるいくつかの関係を <u>述べる</u>
	データの <u>主要な</u> 限界を特定してそれを <u>説明</u> し、それを補正するための修正を提案	データの <u>いくつかの</u> 限界を特定し、and/or 修正を提案
	知識を増やすために、修正したさらなる実験を提案	さらなる実験を提案

✓ GGG レベルの学生は、4つのプロセスによって、データを「完全に正確に解釈・解析」している事を示している。これに対し P レベルの学生は、3つのプロセスで「データを解釈し、部分的に解析」していることを示している。

II. Criterion (評価項目)の要素となる記述語をいくつか提示し、そのいくつかの組み合わせで、レベルの異なる記述語を記述する。

(高い/低いレベルの記述語の書き方の2番目の例)

下表にファッション学科の例を示す。

調査・探索能力は、その下の3つの要素から成り立っている。F レベルの学生は、そのうちの1つの要素しか行動として示すことができない。

(例1)

Criterion 評価項目/観点	GGG (レベル5)	F (レベル1)
調査・探索能力 ● ファッショントレンドを調査し特定する。 ● 布を用いた試験、異なる模様を開発する方法、およびその技法 ● 衣服をデザインする。	あなたは、 ● 主導的にファッショントレンドを調査し特定できる。 ● 衣類のデザインのために、布を用いた試験、異なる模様を開発する方法、およびその技法について、思慮深い選択ができる。 ● 来シーズンのトレンドを効果的にとらえ、自分あるいは顧客のニーズを完全に満足させる衣類をデザインできる。	あなたは、 ● 衣類のデザインのために、いくつかの選択ができる。

- 記述語として肯定的／否定的な言葉のどちらを使用すべきか

評価項目を参照した評価のためには、これらの評価の対象となる課題の中で、教員が学生に期待する行動特性を記述語として記述してある必要がある。これらの記述語は、評価するためには、観察可能な物である必要がある。

これには2通りのやり方がある。

I. 欠点法

GGGレベルの特性を理想状態として記述し、これに次第に欠点を増やし、あるいは特性として見られない項目を削除することで、Fまでの記述語を作成する方法である。この方法では、すべてのレベルの特性がGGGレベルの記述を修飾して利用しており、必然的に、否定的な言葉（あなたはほとんど・・・無い・・・の解析がない。間違いに満ちあふれている。など）が多用される。この方法のメリットは、通常学生の評価はこのような否定的な単語で行なわれているので、記述語が書きやすいことである。

II. 肯定法

すべてのレベルにおいて学生ができることを表す記述語を、肯定的な単語で記述すると、あなたや学生は気持ち良く感じるはずです。しかしこのような表現は難しい。

これは、ただ学生が何々できない（できないことは観察できなくても良い）というのではなく、各レベルの学生ができることで、行動として観察できること、を一つ一つ列挙する必要があるからである。特に低レベルの学生の行動特性の肯定的な記述は難しい（・・・できない、という否定的な記述は簡単である）。

表 10 否定的な単語を用いた記述語を肯定的な単語によるものに変換する方法

否定的記述語 (変換前)	肯定的記述語 (変換後)
<ul style="list-style-type: none"> ● あなたの分析は、問題をある程度理解していることを示していますが、関連法則はほとんど議論されていません。すなわち、法則の例示、定義や説明が欠けているし、裏付けに乏しい情報にたよった、かなり皮相的な分析です。また、その構成には若干の試みがなされていますが、論理的にきちんと構成はされていません。また参考文献の引用は適切ではないし、概念の表現も貧弱です。 	<p>あなたが提出した宿題で、あなたは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● その課題に関連した法則についての若干の原理を特定し、議論している。その議論では、主として裏付けの乏しいまたいくつかは仮想の情報（例示、定義、説明）を基にしている。 ● いくつかのゆるい相互関係にある複数の概念を部分的に概説している。またあなた独自の形式で参考文献が引用されている。

4.4.4 結果のフィードバックによる評価用ルーブリックの見直し

評価用ルーブリックは永遠に完全な物にはならない。教員、TA、学生からのフィードバックを基に、常に改良を重ねる必要がある。

一度評価用ルーブリックがなんとかうまく使用できたら、評価用ルーブリックがその対象科目の内容に良く合致しているかどうかをもう一度見直してみると良い。すなわち、

- ・ その科目の達成育目標の設定が適切であったかどうか、
- ・ ルーブリックの評価項目 (criteria) が、学生の達成目標の達成度をきちんと評価できるものになっているかどうか、
- ・ 科目の設計 (シラバス) が、その評価項目の達成に有効に機能しているかどうか、
- ・ ルーブリックによる評価結果より、その科目における教育により、科目が目標とする達成目標が適正な水準で育成されているかどうか、

などについての反省とフィードバックが必要である。

謝辞

本教材の制作にあたっては、大筋で豪州タスマニア大学のホームページにアップされている「クライテリアシート（評価用ルーブリック）の作り方」（下記文献 8）を参照させていただいた。記して謝意を表する次第である。

参考文献

1. 科学的グローバル教育モデルとしてのコンピテンシー育成
中央大学理工学部コンピテンシー育成F D研究会,中央大学,2012.6
http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/event/event_j.html?suffix=i&mode=dpttop&topics=17285
2. Thomas Angelo and Patricia K. Cross 1993) Classroom Assessment Techniques, San Francisco; Jossey-Bass.
3. https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/shado/Education/echartered/thought_starters_for_preparing_engineering_competency_claims_in_echartered.pdf
https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/shado/Education/echartered/echartered_engineering_competency_claims_-_example_a.pdf
4. http://www.ufv.ca/PLAR/Students_and_Prospective_Students/Learning_Outcomes_and_Learning_Demonstration_Statements.htm
5. T.P.Light, H.L.Chen and J.C.Ittelson, Documenting Learning with ePortfolios; A Guide for College Instructors, JOSSEY-BASS HIGHER & ADULT EDUCATION SERIES (2012)
J.Biggs and C.Tang, Teaching for Quality Learning at University, Fourth ed., Open University Press, McGraw-Hill, (2011)
J.Tagg, The Learning Paradigm College, Anker Publishing, (2003)
6. S.A.Ambrose et al. How Learning Works, John Wiley & Sons, 2010
7. Birmingham City University のホームページ UCE Birmingham Guide to Learning Outcomes
<http://www.ssdd.bcu.ac.uk/outcomes/>
8. クライテリアシート（評価用ルーブリック）の作り方（タスマニア大学ホームページより）
http://www.teaching-learning.utas.edu.au/__data/assets/word_doc/0011/51302/how-to-write-criteria-sheets-v9-worksp.doc
9. <http://www.documentinglearning.com>
International Journal of ePortfolio(<http://www.theijep.com/index.html>)
10. この他多くの参考になる情報が下記などに存在する
 - <http://www.learningoutcomeassessment.org/CaseStudiesInstitutions.html> (good practice の例)
 - Teagle Foundation (EXXON mobile):Outcomes and Assessment: The Teagle Assessment Scholar Development Program
 - Journal of Engineering Education, Vol.100(2011), ASEE

エンジニアリング・デザイン教育と卒業研究

Engineering Education and Graduate Thesis

大 中 逸 雄^{*1}

Itsuo OHNAKA

Because engineering design, that is very important not only to nation's economy but also to sustainability of the earth, is conducted mainly by engineers, design education is the core of engineering education. In addition, the collaborative design education is very important for deep understanding of knowledge and the development of creativity, social skills and others. This paper presents the global trend, educational contents, pedagogy, in particular project-based learning, and evaluation of the design education. Further, it discusses the graduation thesis, which many faculties consider so important that they reject to replace with design project, in terms of its purpose, importance and educational methods, and points out that the conventional education should be changed to the combined education of knowledge acquirement and application such as the design.

Keywords : Engineering Education, Engineering Design, Project-based Learning, Graduation Thesis, Evaluation

キーワード：工学教育，エンジニアリング・デザイン，プロジェクト教育，卒業研究，評価

1. まえがき

エンジニアリング・デザイン^{†1}（以後、「デザイン」）は、単なる製図ではなく、社会で要求される問題を解決するハードウェア、ソフトウェア、システムなどを種々の知識を利用して考案し、図面等で表現することであり、商品開発などにも繋がるものでもある。すなわち、デザインは、生活の維持・向上、経済活動に必須であり、鉱物資源やエネルギー、水資源などの有効活用、温暖化防止などの地球の持続性にも関係する極めて重要なものである。

デザインを主に担当する専門家は、エンジニアであり、デザイン教育がエンジニア教育の中核と言われるのも当然である。さらに、適切なデザイン教育により創造性、自己学習能力、深く多面的に考える能力など、日本技術者教育認定機構（JABEE）等で要求している種々の能力の涵養も可能となる。このため、世界各国でデザイン教育が推進されている。

JABEEは、2005年にワシントン協定の正会員となったが、その加盟審査において、日本のデザイン教育に懸念が示された。すなわち、一部のプログラムで、卒業論文がデザイン能力を示す裏付け資料として提示され、その内容がデザイン成果とは見なし難いこととデザイン教育も曖昧であったのが主な原因であった。その後、大学、学協会等の努力により、ある程度改善さ

れてはいるが、まだ、デザイン教育の重要性の認識や、教育・評価方法は十分ではない。

一方、米国等ではデザイン教育が進んでいる大学が多く、卒業研究の代わりに、一種の卒業デザイン教育を最終年度に設定し、重要視している大学が多い。日本では、従来の卒業研究を重要視する大学が多いため、このような教育に反発する人が多い。ここでは、このような問題を含め、デザイン教育の在り方についての私見を述べる。

2. デザイン教育の国際的動向

デザイン教育は、1990年頃から、その必要性が再認識され以下のように変化してきた。

－製図中心の教育からデザイン全体とエンジニアリング教育への転換

日本では、設計教育が製図教育的になる一方で、理論教育が重視されるようになったため、軽視され減少した。しかし、米国等では、設計教育をより本質的なデザイン教育に変え、エンジニアリング教育の要とする努力がなされてきた。

^{†1} 「デザイン」の語源は、「示す、描く、線を引く、計画する」といった意味のラテン語 designare である。従来、日本では、デザインというと衣装デザインを意味することが多いが、最近は、「ソーシャル・デザイン」など、より一般的に、「ある問題を解決するために種々工夫して、その解決策を表現すること」などと解されるようになりつつある。

–新しい教科書の発行

参考1に示すようにデザイン全体に渡る多くの教科書が発行された。一方、日本では、機械要素や簡単な機械の詳細設計や製図法を重視したものが多く、

–Project-Based Learning (PBL) の導入

単に個人で設計させ、図面を書かせるのではなく、企業で実施される設計・開発のようにチームで設計・試作・評価する方式が教育に取り入れられた。PBLはデザイン教育以外にも利用されているが、デザイン教育には最も適している。また、PBLで個人の能力を向上させるための種々の工夫がなされ、学習科学的にも多くの研究がなされている。

–新たなカリキュラムの導入

専門教育の最後に応用としてデザイン教育を実施する教育から知識と応用の同時教育的カリキュラムへと変化しつつある。すなわち、初年次には、「エンジニア、エンジニアリングとは何か」を理解させ、学習意欲を増すため、比較的容易な課題で、デザインを経験させる。次に、知識を深く理解させるための応用としてデザイン課題と専門教育をほぼ同時に実施する。最後に、より複雑・複合的なデザイン課題に取り組ませるなどの方式である。

–国際プロジェクトの推進（グローバル化エンジニアリング）

経済のグローバル化、地球的課題の増大などに関連して、国際的に活躍できる人材育成のため、外国でPBLを実施する、あるいは国際的チームでPBLを実施するなどの国際的デザイン教育が進んできている。また、企業がこれを支援するケースも増えている。

–ワシントン協定のアウトカム要件に採用

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) の新基準 ABET2000 にデザイン能力の達成保障が組み込まれた。この影響は大きく、米国の多くの大学で、デザイン教育が普及した。さらに、ワシントン協定や Professional Engineer の国際的相互承認に関係する IEA (International Engineering Alliance) においても、デザイン能力が重要視され¹⁾、国際的にデザイン教育が重要視されるようになった。

–CDIO Initiative の展開²⁾

これは、米国のマサチューセッツ工科大とスウェーデンの大学 (Chalmers, KTH, Linköping 大学) の共同開発に基づくもので、次世代エンジニアを育成する枠組みを示している。すなわち、実社会のシステムと製品の着想、デザイン、実施、運用 (Conceiving, Designing, Implementing, Operating) という文脈でのエンジニアリング基礎を重視したカリキュラム開発およびその妥当性を評価する手順、基準等を提案している。また、会員間でこのプロトコルに従って、教育を改善していく組織ができており、世界各国で現在25カ国50以上の大学が参加している。この基本思想は以下の通り

である。

- (a) 大学教育終了後の初期のエンジニアリング実務がうまくいくように、構成・工夫する。
- (b) 経験を繰り返し、デザインの複雑性の水準を増す事で、製品とシステム開発プロセスをより深く理解する。
- (c) 専門分野のスキルのより深い概念を理解するための基礎を提供する。
- (d) 実社会を背景とした製品を作り、プロセスを実行するという事に重点を置く事で、学生に彼らが学んでいる技術的内容と専門家や職業に対する関心を持たせる。
- (e) 上記のことが実施されている基準を示す。

3. デザイン教育で何を学ばせるか

デザイン教育では最終的には、単に仕様を満足する設計力だけでなく、社会で何が必要か、何に価値があるかを察知する能力 (アントレプレナーシップ)、仕様の設定力、利益を生む商品開発力なども養成したい。

しかし、学部学生にはあまり高度なことは期待できないので、JABEEでは、デザイン教育で学生に学ばせる (身につけさせる) ことを以下の通りとしている³⁾ :

- a) 解決すべき問題を認識する能力
- b) 公共の福祉、環境保全、経済性などの考慮すべき制約条件を特定する能力
- c) 解決すべき課題を論理的に特定、整理、分析する能力
- d) 課題の解決に必要な数学、自然科学、該当する分野の科学技術に関する系統的知識を適用し、種々の制約条件を考慮して解決に向けた具体的方針を立案する能力
- e) 立案した方針に従って、実際に問題を解決する能力

上記は、主にデザインに必要な能力に限定した内容であるが、「デザイン教育」で涵養したい能力には、より多くの項目が含まれる。筆者個人としては、以下を身につけて貰いたいと思う。

- a) デザインの重要性の認識
- b) デザインの手法：特にメタデザインなど (下記参照)
- c) 社会との関連性 (コストなどの経済性などを含む)
- d) 知識の応用力
- e) 特許等の先行技術等の調査力
- f) 判断力
- g) 問題発見力
- h) 創造力、授業内容以外の分野での応用力
- i) コンピュータ利用解析力
- j) 自立した学習力

k) コミュニケーション能力

l) チームワーク力

m) その他

ここで、「メタデザイン」とは下記を特徴とするデザイン手法である⁴⁾。

a) 分野の異なる専門家チームの活動

分野が異なる専門家がチームに存在することで、思い込みの弊害をなくし、異なる発想、意外なアイデアが生まれる可能性が高くなる。従来の大学教育での実施は容易ではないが、他学科、他学部の学生、社会人との連携で実現することが望まれる。また、ある期間だけ分野の異なる人にチームに入って貰うことも考えられる。

b) 言葉を利用した創造性の発揮

討議、ブレインストーミングなどを利用することで知識の意外な組み合わせ（創造性）が生まれる可能性が高い。

c) 不可能さの克服

一人では不可能と思えることも、チームで取り組むことで可能になる。

d) シナジー効果の最大限の発揮

e) 個人で取り扱うことが困難な複雑な課題の取り組み

チームで取り組むことで、より複雑な課題を解決する

f) チーム意識の重要さの気付

このようなデザイン手法を学ぶことは非常に重要であり、これを教育に組み入れることで、従来の設計教育では育成できなかった種々の能力の教育が可能となる。

なお、「知識」というと、分野にもよるが「理論的解析力」を重視する教員が多いかも知れない。しかし、デザインでは理論的解析力より、想像力、創造性、科学原則の正しい理解、幅広い知識が重要な場合の方が多い。また、コンピュータ・シミュレーション技術の進歩により、従来の数式を展開して解析解を求めるような教育はあまり重要でなくなっている。それより、数値シミュレーションのためのモデル化や入力データ、結果の妥当性の判断力などの評価能力を身につけさせることの方が重要である。

また、創造性の教育は困難であると思う人も少なくないが、特許の多くは既存知識の組み合わせであり、意外な組み合わせほど創造的なものである。学部学生でも、適切な課題を与えることで、創造性の訓練が可能である。

なお、鉄鋼企業に入社した若手技術者（平均年齢30歳、修士課程卒が約80%）に、大学教育への評価をアンケート調査したものが⁵⁾ある。これによると、大学時代の企業に対する認識と入社後の実態と比較して、最も違っていた点として、企業では、経済的合理性、

コストの重要性、時間軸の速さ、要因の多さ、煩雑さ、単純理論が通じない、といったことが挙げられている。一方、ワシントン協定では、複合的な問題の解決能力や、経済性等を考慮したデザイン能力などを要求している。上記の調査は鉄鋼関係の限定されたものではあるが、ここで論じているような適切なデザイン教育を導入することで、より優れたエンジニアを育成できると思われる。

また、上記の調査では部・クラブなどの活動が、演習、ゼミ、インターンシップなどよりプラスになったという回答が多い。クラブ活動等を経験していない学生が多い現状を考えると、PBL的なデザイン教育で、クラブ活動の一部を代行することも重要である。

4. いかにより教育するか

上記のような、「学び」を達成するには、筆者が学生のころの卒業設計（昭和38年ごろは機械系では半年の卒業設計、半年の卒業研究が必修）では不可能に近い。筆者の受けた卒業設計では、「推力2000kgのジェットエンジンを設計せよ」といった、今にして思えばとんでもない要求であった。課題は人によって異なっていたし、これに関する講義がある訳ではなく、結局は、四苦八苦して図面を入手して、それらしい寸法に変換して図面を書くことになる。このような教育は、技術の後発国であった日本が、海外から技術導入して、製品を設計、製造していた当時としては、役立つものだったのかも知れない。また、一人でなんとか課題をやりとげる訓練になったのかも知れない。しかし、現在、このような教育を実施しても、学生は結局、何もせず、教員がその責任を問われるだろう。

また、ジェットエンジンの設計は難しいからと言って、50年、100年前に使用されていたポンプの設計を教科書に記載されている手順通りに設計し、図面を書いても前述のような学びにはならないし、興味を持って取り組む学生も少ない。

ではどうするのか。まず、知識、スキルを実際に身につける「学び-learning」とは何かを、良く考えるべきである。すなわち、「学び」とは課題との対話、仲間との対話、教員との対話、自分との対話で得られるものがある^{6),7)}。単に一方的に講義しても身には着かない、すなわち「学び」にはならない。

4.1 PBL (Project-based Learning)

メタデザイン的な手法でもあるPBLは、適切に指導することで上記の学びの要素を全て含ませることができる。

この方法では、学生をチームに分け、各チームに適切な課題を提示する。学生はその課題を良く理解して具体的な仕様を設定し、実行計画を立て、必要に応じて分担を決め、表1のような手順に従って、作業を進める。教員の役割は、以下のように、コーチ的、コン

表1 科学的研究課題による従来型卒業研究とデザイン課題の進め方の比較

デザイン課題	従来型卒業研究
1. ニーズの認識	1. 問題の設定
2. 従来技術の調査	2. 従来研究の調査
3. 要求事項の確定	3. 仮説設定, 変数の確定
4. 解決策の考案と最善案の選択	4. 実験計画, 手順設定
5. プロトタイプ作成, 実現性の検討	5. 仮説の検証
6. 必要に応じてステップ4に戻る	6. 結果の考察と結論
7. 結果の報告 (報告書作成)	7. 結果の報告 (論文作成)

表2 従来型卒業研究とデザイン課題の比較

デザイン課題	従来型卒業研究
<ul style="list-style-type: none"> ・目的：人々の要求・希望の充足, 問題解決 ・対象：社会, 自然, 人工物 ・解は多数存在 ・多くの判断が要求される ・安全, 経済性, 文化などへの配慮が必要 ・チーム活動が必須な場合が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・目的：現象の説明, 予測 ・対象：自然 ・唯一の解を追求 ・判断機会あまり多くない ・社会との関わり少ない ・チーム活動は必ずしも必要でない

サルタント的な業務となる：

- デザイン教育の目的, 学習達成目標, 課題, 手順・プロジェクト管理, 必要情報などの導入講義の実施
- 学生が立てた計画の進行・管理が適切に実行されているか, 目標としている「学び」が進んでいるかを観察・評価し (筆記試験をしてもよい), 必要に応じて修正する
- 相談に乗る (安易に答えを与えない工夫が必要)
- その他

PBLで, 最も重要なことは, 以下のようなことに配慮した適切な課題を与えることである。

1) 複数の学生がチームで実施するデザイン課題として学位レベルにふさわしい複雑さがあること。すなわち, 検討課題・要因が多く, 利用する知識の種類も多いことが必要である。実社会での課題はこれらを満足することが多い。

なお, 「複雑・複合的な課題 (complex problem)」の解決力, デザイン力は, ワシントン協定でも要求されている (詳しい定義は文献1を参照されたい。なお, 日本にはTechnologistやTechnicianの認定がないので, あまり気を使わない教員が多いようだが, 少なくとも最終学年で, 複合的でない課題を与えるとワシントン協定レベルの教育とはみなされなくなるので注意が必要である。また, あまり具体的な課題を与えすぎると, Technologistの教育と見なされる危険性がある。

なお, 複雑な課題をじっくり, 我慢強く時間をかけて取り組むことを経験し, 成功させることができると, 「目先の報酬を我慢して努力し続ける能力「deferredあるいはdelayed gratification力」が身に着く。この

能力は学業向上, 将来の成功に結び付く非常に重要な能力であることが分かっている⁸⁾。

2) 期限, 予算等の制限下で達成できる可能性
多少とも予算をつけ, 調査や実現性評価, 試作などを可能とし, 経済性等に対する認識も深めさせた

3) 前述のような学習目標を達成できるような内容を含む

4) 学生の意欲を喚起する

学生が夢中になって取り組めばより学びが深まる。

なお, 課題設定に関して, 下記のような認識も重要である。

- 実際の商品では, 高度な科学技術ではなく, 「知恵」と「技能」を活用した商品が多い

- 真似されにくいものが必要：ただし, 実商品ではナノテクノロジーなどの先端科学を利用したものより, 技能を含む高度なテクノロジーを利用したものが多。

4.2 カリキュラム

最終学年で初めて複合的な課題のデザイン・プロジェクト, 特に種々の新たな知識の学びが必要となる課題に取り組ませるのは容易ではなく, 教育的でもない。少なくとも, 一回は (できれば低学年で), 比較的やさしい課題でPBLやデザインの基本的な進め方を体験させ, また講義にはない知識の獲得, すなわち自己学習方法を学ばせておく方がよい。

なお, 前述のCDIO Initiativeでは, 2ないしそれ以上のデザイン経験 (例：入門と上級), 実験, インターンシップ等の関連カリキュラム, その後の専門分野

スキルの学びに役立つ具体的な学習経験を要求している。

上記のような、デザインに特化したPBLだけでなく、デザインPBLと、そのデザインで発生した研究課題での卒業研究を組み合わせるカリキュラム、あるいは、この研究結果を利用して再度デザインに取り組ませることも考えられる。実施においてもデザインではグループ、研究では個人、デザインでもある段階まではグループで実施し、途中から担当を決め実行するなど、種々の形式が考えられる。

さらに、一歩進めて、デザインとほぼ同時進行で、必要な専門知識を学ぶ（講義は最小限として、学生にグループ学習させる）デザインを中心とした教育カリキュラムも効果的なはずである。

また、卒業研究は一人でやらなければならないなどという思い込みもなくすべきである。スタンフォード大学の修士論文でも、例えば、次世代プリンタの設計を2、3人で実施している場合がある（論文自体は各人が担当部分を主に作成）。

ここで問題となるのは、従来の90分単位で多くの科目を受講させるカリキュラムと時間割である。最近の海外の傾向としては、講義、演習、調査、PBLなどを組み合わせて、単純に講義を聴かせるのではなく、学生自らが学び、調べ、応用してより深い、役に立つ知識を獲得するようなカリキュラムになりつつある。例えば、材料力学の梁理論の講義の後、同じ日の内に演

習、応用としてのデザイン課題に取り組ませることである。このような総合的な授業をモジュール化した授業と呼んでいる。当然、1日に、1、2科目のモジュールしか割り当てられない。従って、授業は厳選し、場合によっては複数の教員で担当することになる。

このような教育を実施する上で、課題となるのは以下の通りであろう。

1) 学科関係教員の協力

デザイン教育の担当教員は学生が所属する学科等の全員と言っても過言ではない。なぜならば、デザインには種々の科目で学習する知識の応用が含まれる。また、特に学生を所属教員あるいは研究室に所属させる場合には、各教員が担当者となるはずである。従って、教員によって学生が不利益を被らないように（目的とする「学び」が可能のように）、適切な課題を与え、指導、評価する必要がある。このためには、デザイン教育の意義、目的、学習達成目標、指導方法等について共通の認識を持たねばならない。

さらに、各科目にデザイン課題を与えるような場合、モジュール化が望ましいが、これは教員個人ではできない。学科長などのリーダーシップも不可欠である。

2) 課題の設定

学生に与える課題の設定は、狭い分野の研究一筋できた教員にとっては容易ではない。自分一人で考えるのではなく、学科等で相談できるシステムを作ることが望まれる。この場合、企業で働いている卒業生や地

表3 デザイン・プロジェクトのルブリック例⁹⁾

項目	優 秀	合 格	不 合 格
問題設定 一般的課題と顧客の要求に基づいた目的の設定	全ての重要な目的とその他の目的が同定され適切な優先順位づけがなされている	重要な目的は全て同定されているがその他の目的で1、2抜けており、優先順位づけがなされていない	多くの重要な目的が同定されていない
意思決定の根拠となる関連情報を収集、同定	全ての関連情報を情報源を含めて収集され有効。デザイン提言はこれらの情報で支持されている	十分な情報が収集されほとんどの情報源が確実。デザイン提言はほぼこれらの情報で支持されている	不十分な情報で、情報源もあいまい。デザイン提言を支持する情報がない
解決策および代案の創出	4つ以上の解決策が考えられており、それぞれの技術的可能性が適切に正しく分析されている	少なくとも3つ解決策が提示され、適切な分析がなされているが、多少の間違ひがある	1、2の解決策が検討されているが、不適切な分析で、重要な手順あるいは概念的間違ひがある
チームワーク (相互評価とグループ活動と成果発表の観察で評価)責任の委譲と実行	責任が適切に委譲され、各メンバがプロジェクトに貢献。全メンバが会議に参加し、提出期限を守っている	責任委譲に多少不平等さがある。ほとんどのメンバは責任を果たしているが、一部のメンバが他のメンバに依存。一部のメンバが会議に欠席、期限に遅れたことが多少あり	責任の重大な不平等性があり、複数の他者依存者あるいは責任を果たさない者がいる。会議および期限におくることが度々ある。
チーム士気と団結	目的達成に団結して努力、相互に交友を楽しみ、学習。全データがお互いを尊重し協力し合っていることを示している	適切な協調活動がなされないことが多少あったが大体において適切。ほぼお互いを尊重している	十分に協調せずコミュニケーションも不十分。お互いを尊重しないことがしばしば観察される

元の企業技術者とも連携を取ることが望まれる。

3) 産業界との連携

デザインの経験のない教員が多い場合、適切な指導は容易ではなく、産業界との連携が望まれる。

5. いかに関係するか

何のための評価か、役に立つ評価か、持続的に評価できるか、などを考慮して評価方法も工夫しなければならない。PBLなどのチーム学習でも、その目的は最終的には学習者個人の能力の向上である。従って、チーム評価は、個人評価に還元する必要がある。

評価方法としては、各達成目標によって、態度、参加状況などの観察、比較、筆記試験、学生同士の相互評価、発表と質疑応答、e-Portfolio、Scored Rubricsなど種々の方法がある。教員としての役割には、これらの評価方法から適切な方法を見出し、工夫して改善して適用していくことも含まれる。単に、研究能力があっても教員とは言えない。

ここで、e-Portfolioは、学生が自分で獲得した能力等の自己説明を文章、資料などで示したものをコンピュータに記憶させたものである（例えば、チームで困難な問題に遭遇した時、どのように対応したかの具体的記述、デザイン草案など）。このためには、学習者が、どのような能力を身につけるかの認識とどのような変化があれば身についたと言えるかなどの知識が必要である。このような訓練は、学習効果を上げるだけでなく、就職時の面接でも、自分が身につけている能力を示すことで有利になる。ただし、下記への対応が必要である：

- 適切な指導と意欲づけ（「就職時に役立つ」ことを伝えるなど）
- 授業と関連付け、カリキュラムに組み込む
- 支援体制を整備する

Scored Rubricsは、このようなことができたならこの評価というように、点数あるいはA、B、Cなどで指標付したものであり、例を表3⁹⁾に示す。このような表を学習開始時に学生に開示しておけば、学生はどのような評価がえられるかが分かり、教育効果があがる。

6. なぜ、卒業研究を重視するのか

卒業研究あるいは卒業論文は、現行の大学設置基準では学部教育の卒業要件にはなっていない。すなわち、卒業研究を必ずしも必修にする必要はない。それにも拘わらず、必修としている大学が多いのは、その教育効果が大きく、学生にとって非常に重要であると考えているからである（単に慣例化している場合もあるようだが）。

以後主に検討する「卒業研究」とは、従来多くの大学で見られる「新しい知識、論理を追求する科学的研

究課題による「卒業研究」である。一般的には、デザイン課題による卒業研究（この場合、「卒業作品、卒業論文」などと言った方が適切であろう）もあるので、以後、必要に応じて「科学的研究課題による卒業研究」を「従来型卒業研究」と呼び、他の課題による卒業研究も含む場合、単に「卒業研究」と呼ぶ。

従来型卒業研究の場合、指導教員から与えられた課題について、調査、実験、解析あるいはこれらの組み合わせにより、課題の解を見出すことになる（その結果を学術論文的にまとめたものが卒業論文）。また、論文として成立するには、何らかの新しい情報、すなわち、オリジナリティが必要である。

普通の学部学生にとって自分だけで従来型卒業研究課題を短期間に見出すことは容易ではない。このため、多くの場合、教員が課題を与えることが多い。特に、いわゆる研究型大学では、研究業績が重視され、また、研究資金を得るため、研究室における研究課題を手助けするような課題が当然多くなる。場合によっては強制される。もし、学生が独自の課題を設定しても研究費がなければ、その実施は容易ではない。

では、上記の科学的研究課題による従来型卒業研究とデザインがどう違うかを比較してみよう。表1に、進め方の比較、表2に両者の違いを示した。進め方は、両者とも類似しているが、デザインの場合、唯一の解が存在しないため、考えついた複数の案の中から最も望ましいと考えられる案を選び、その実現性を評価し、もし、実現性が十分でなければ再度デザインを変更するという繰り返しが入る。従来型卒業研究の場合、「真実」という唯一の解的なものが存在し、その妥当性を実験や観察で検証するので、解が明確な場合が多い。一方、デザインの解の妥当性の検証は最終的には人間の判断に頼らざるを得ないことが多いので、その妥当性は曖昧にならざるを得ない。ただし、科学的課題でも仮説とその検証を繰り返さざるを得ない場合も多く、進め方としてはあまり変わらないとも言える。しかし、学部学生の従来型卒業研究で、いくつもの仮説と検証を繰り返すのは困難な場合が多い。

また、デザインは、人間社会に関わるため、多くの判断が要求され、安全性、経済性、文化などへの配慮が必要であり、チーム活動が必須な場合多いなど、科学的研究とはかなり異なる。従って、適切な教育がなされれば、デザインの方がより多くのことを学べるはずである。さらに、ほとんどの実社会での問題には、唯一の解が存在しないにもかかわらず、従来の教育では、学生に唯一の解が存在しない問題に取り組みせる機会を与えていないことが多い。

では、なぜ、科学的研究課題による卒業研究を重要視しているのだろうか。その理由として下記がある。

- 1) 知識の活用と未知の知識獲得の経験として重要

4年生までは、既知の知識を習得させる教育をしている。卒業論文作成は、その知識を活用し、未知の知識を獲得する貴重な経験であり、不可欠である。

2) 多くの学生が、所属研究室での1年間の研究経験で実際に大きく成長している。

3) 研究型大学等では、前述のように研究を手伝って貰わないと困る。

一方、卒業研究(科学的研究課題での卒業研究が多いと思われる)の経験者である企業の技術者はどう考えているであろうか。古いデータで恐縮だが、各種知識・スキルの教育方法と評価方法について大学教員と企業関係者にアンケート調査を実施したことがある¹⁰⁾。この結果は、大学教員は卒業研究を異常とも思えるほど重視しているのに対して、企業関係者はそれほど重視していないということであった。また、前述の最近の調査³⁾でも、大学教育で役立ったものとして、専門科目講義と「卒論・修論・博論」がほぼ同等に挙げられている。従って、少なくとも、卒業研究が専門科目より圧倒的に役立ったという認識はないようだ。

また、上記の重要性の理由1), 2)は事実だとしても問題はないであろうか。

第一に、なぜ、4年生までに知識の活用訓練をしないのか、本当に知識が習得できているのか、従来型卒業研究だけで知識活用や新しい知識獲得の訓練は十分なのかという疑問である。多くの学生は、期末試験が終われば記憶していた多くの知識を失ってしまう。知識は、脳が必要と感じなければ保存されない。また、正解のある問題と正解のない問題を解くための記憶構造は異なる。すなわち、知っていることと、利用できることあるいは創造性、原因を知ることと解決することは別の能力である。いかなる時に利用すべきかということも知っていなければ、役に立つ知識にはならない。このためには応用させてみる必要がある。すなわち、専門基礎知識を与えた積りでも、学生は実際には学んでいないことが多い。

理由2)の1年間の従来型卒業研究で学生が大きく成長したとすれば、それは、それまでの教育の成果というより、その最後の1年間に能動的な学習すなわち「学び」ができたことの寄与が大きいからではなかろうか。

知識の習得は単に暗記しているだけではなく、どんな場合に、いかに利用するかも記憶すること、記憶するにはある程度の繰り返しが必要であることは、多くの学習科学の結果から言われていることである。従来の教育には、この条件も欠けていることが多く、本当に知識が学ばれているかは疑問である。

第二に、従来型卒業研究で遭遇する知識は、通常、専門知識の極一部にしか過ぎない。また、新しい「知」の創造は容易なことではない。修士課程、博士課程学生にとってさえ容易ではない。まして普通の学部学生

には、容易なことではない。容易なことでないことを体験するのが、重要だという意見もあろうが、その結果、成功させるのと失敗だけに終わるのとでは教育効果は非常に異なる。また、前述のようなデザイン教育より重要ということにはならない。

要するに、従来の4年生までの教育があまりにも良くないので、従来型卒業研究が総体的に効果的に見えるに過ぎないと言ったら過言であろうか。また、4年生時の一回の経験では十分ではない。教育はある程度の繰り返しが必要である。

このように考えると、従来型卒業研究の最大の重要性は、上記3)の研究型大学等における研究室や指導教員の研究に役立てることが残ることになる。しかし、これで良いのであろうか。従来通りの教育で良いのであろうか。これで教育の国際競争に勝てるのであろうか。

7. あとがき

日本は、科学技術立国を国是としている。しかし、科学とTechnology^{†2)}を発展させるだけでは、財政赤字は増すばかりである。科学とTechnologyを経済や生活と結び付けなければ食べてはいけないうし、種々の地球的課題も解決しない。単なる研究者ではなく、ここで述べたようなデザイン能力とアントレプレナーシップを持った多数のエンジニアを育成しなければ日本は没落の一途をたどるのであろう。

そのためには、デザイン教育の認識を深めることが、まず重要であるが、これは、従来のエンジニアリング教育を見直すことでもある。すなわち、エンジニアとは何か、いかなる知識・能力が要求されるか、それらは従来の教育で保障できるのか、などを検討すべきである。

特に、研究者を育成するとして、最終年度に教員の研究を単に支援するような卒業研究を必修としている大学での認識を変えられるかどうかのポイントの一つである。研究者とは何か、何のために研究者を育成するのか、従来の専門教育の後に応用としての従来型卒業研究という積み上げ方式の教育を継続して本当に問題がないのか、国内だけでなく世界を見て教育の国際競争を認識し、良く考えるべきである。教員の教育に関するデザイン力、創造性が問われている。

なお、筆者は全ての卒業研究をPBL形式のデザイン教育に置き換えることを提案しているのではない。教

^{†2)} 日本語では“Technology”も“Engineering”も「技術」と訳し区別しないのは問題である。前者は道具であり、それを実際に役立たせる行為あるいは、エンジニアのなす行為が後者である。道具自体を学ぶだけでなく、その利用方法も学ばなければ、真のエンジニア教育にはならないはずである。

育方法に唯一の正解は存在しない。時代、環境、学生の質等でより好ましい教育は変化する。デザインの解と同じである。従って、従来の教育をそのまま継続して良いかどうかを、常に見直す必要がある。本文がこの見直しの際に参考になることを期待している。

参 考 文 献

- 1) <http://www.ieagreements.org>
- 2) <http://www.cdio.org/>
- 3) http://www.jabee.org/OpenHomePage/kijun/kaisetsu2012_Eng_110628.pdf
「認定基準」の解説 対応基準: 日本技術者教育認定基準(エンジニアリング系学士課程 2012年度~)
- 4) D.Muster and F.Mistree; Int. J. Appl. Engng, 5 (1989)2, 239
<http://attainable-utopias.org>
- 5) 小島 彰, 鈴木信邦: 産学連携による鉄鋼工学人材育成のための指針: ふえらむ, 17-6, pp.386-393, 2012
- 6) 佐藤 学: 教育の方法, 放送大学叢書, 2010
- 7) <http://manabi-edu.org/>
- 8) Patty O'Gray: National Teaching and Learning Forum Newsletter, Vol.21 (2012) March, Number 3
- 9) S.A.Ambrose et al.: How Learning Works, John Wiley & Sons, 2010

- 10) (社)日本工学教育協会, 工学教育評価委員会: 大学と企業からみた工学教育の教育方法と評価法に関する調査報告書- 能動的人材の育成を目指して-, 平成8年7月

参考1 代表的な米国の教科書

- G.E.Dieter, Engineering Design-A Materials and Processing Approach, McGRAW-Hill, 1991
- G.Pahl and W.Beitz, Engineering Design-A Systematic Approach, Springer 1995
- A.Ertas and J.C.Jones, The Engineering Design Process, John Wiley & Sons, 1993
- W.H.Middendorf and R.H.Engelmann, Design of Devices and Systems, Marcel Dekker, 1998

.....

著 者 紹 介



大中 逸雄

1968年東京大学博士課程修了(工博)。 製造数値シミュレーション, 凝固プロセス開発等の研究・教育に従事(大阪大学名誉教授)。 大阪大学, 大阪産業大学にPBLを導入。 学び教育フォーラム会長, 日本技術者教育認定機構副会長, 認定会議議長その他。 国際的活動として, 国際技術協会・機関連合(UATI)副会長, 世界鑄造技術者機構(WFO)会長など

到達度の点検・評価方法の策定（ルーブリックに基づく）

中央大学 理工学部 牧野光則
makino@m.ieice.org

1. はじめに

本稿では、ルーブリックを用いた学習・教育到達目標の点検・評価方法を、中央大学理工学部の例をもとに説明する。

2. 科目ごとに課せられた目標の到達度の点検・評価における留意点

プログラムの科目には当該プログラムの学習・教育到達目標の(一部または全部の)達成が課せられているのが通常である。課せられた目標の到達度を点検・評価するための留意点は以下の2点である。

A) 課せられた目標(水準を含む)を当該科目で点検可能な尺度を定義する

目標は知識に関するものと能力に関するものに大別される。このうち、学生に内在・潜在する能力を直接点検・評価することは困難であることから、能力が発現したと認められる行動を定義し、それが求められる水準か否かを点検することになる。一方、知識の有無を問う場面(筆記試験、口述試験、等)を設定すれば、知識に関する到達度を点検できる。しかし、知識は活用されることが重要であることから、知識を活用すれば発現する行動を定義し、それが求められる水準か否かを点検することでも良い。こうすれば、学生の行動を観察し、点検することで目標の到達度を評価できる。このルーブリックを担当教員やTAで共有すれば、問題ある行動を示した学生への速やかなフィードバックを可能とする。

B) 学生の「気付き」と「変革」を促す内容に科目を設計する

教育における到達度点検・評価は製品の最終検査とは異なる。もちろん、修了生の質を保証しなければならないため、最終段階では目標水準に到達していない学生を修了生と認めることはできない。しかし、途中段階では、学生に現状を把握させ、さらなる向上を図るために到達度点検・評価は利用されるべきである。このため、科目設計にあたっては、課せられた目標に関して学生が知識・能力の現状を把握し、次に現状を変えようとする意欲を持ち、続いて変えるための手がかりを得、実際に変えるというサイクルを内包するものであると効果的である。このためには、授業各回の予定内容から、学生の期待される行動例を定義することで、学生が上記のサイクルを体験できるかどうかを確認すると良いと考える。

3. 中央大学理工学部「段階別コンピテンシー育成システム」における到達度の点検評価

2008年度から開始し、2009年度から実際に導入している中央大学理工学部「段階別コンピテンシー育成システム」における授業設計と、到達度の点検評価の事例を紹介する。

中央大学理工学部では学科別に「育成すべき人材像」を策定している。そして、その人材が具備すべきコンピテンシー(行動特性)を7項目33キーワードの、問題行動から卓越行動までの5段階のルーブリックを策定した。このルーブリックを学生に提示し、入学時から卒業時までどの項目をどの程度向上すべきかとの指標を示している。現在、このコンピテンシーのうち、各学科別に異なる「専門性」5キーワードを除く6項目28キーワードは中央大学全体の段階別コンピテンシーとして採用され、学生の自己点検システムC-Compassにも提供されている

情報工学科4年選択科目「画像・映像コンテンツ演習」(週1コマ15回、15回目は成果デモ・プレゼンテーション(教員・TA・卒業生らによる審査))の授業計画と期待される行動例、コンピテンシー(行動特性)との対応(一部)を図1に示す(なお、表は計画段階のものであり、その後若干の修正がなされている)。図中、「行動のポイント」が通常のシラバス等にはない部分であり、学生の行動例として定義される。

画像・映像コンテンツ演習(仮称)計画案						コミュニケーション力					問題解決力(デザイン)					
授業	工程	内容	行動のポイント	次回迄の宿題 (教員等が次回迄に提出内容を 確認できる時間の猶予が必要)	提出物	傾聴力	読解力	記述力	提案力	議論力	課題発見	課題分析	論理的思考	計画実行	検証	
																1
2	基礎実習(1)	必要知識やシステム利用方法の習得(複数名でのプログラム開発における留意事項を含む?)	・基礎知識習得		実習成果	◎	◎									
3	基礎実習(2)		・テーマ解決方法の検討	テーマ解決方法の選択・考案	実習成果	○	○		◎	◎	◎	○	○			
4	仕様作成(1)	モデル・アルゴリズムの選択、関数単位での仕様書作成、TA・教員からの助言	・仕様を作成する(関数単位) ・助言を得る	上級生から助言を得た上での、必要な修正・追加	仕様書(案)	○	○	○	○	○		◎	◎	◎		
5	仕様作成(2)、役割分担	仕様書の完成(TA・教員への説明を含む)と役割分担の決定、次回以降の作業の確認(特に動作確認方法について)	・仕様書を完成する ・役割分担をする ・動作確認方法を検討する	動作確認方法案	仕様書、役割分担書	○	○	◎	○	○				○		

図1: 「画像・映像コンテンツ演習4」授業計画と学生の行動ポイント、対応するコンピテンシー

第2回～第5回の行動のポイントをコンピテンシー別かつ学生のサイクル別にまとめたもの(コミュニケーション力と問題解決力に対応する部分)を図2に示す。これより、この回だけでは「知る」機会を与えられていないことが明確になり、これより前の科目または当該科目での対応が求められること、また、次のサイクルにつなげるための工夫が必要であることがわかる。

仕様書作成		コミュニケーション力		問題解決力	
①基礎知識習得		①基礎知識習得			
②テーマ解決方法の検討		②テーマ解決方法の検討		②テーマ解決方法の検討	
③仕様を作成する(関数単位)				③仕様を作成する(関数単位)	
④助言を得る		④助言を得る			
⑤仕様書を完成する		⑤仕様書を完成する			
⑥役割分担をする					
⑦動作確認方法を検討する				⑦動作確認方法を検討する	
知る	学習				
試す/使う	実施	①先生の話を聞く ②チームで相談する ④先生/TAの助言を得るために自分の考えを説明する ⑤仕様を記述する		②テーマと課題内容を理解し、その解決方法を考える ③課題内容に合った仕様を作成する ⑦動作確認方法を検討する	
違いを知る	フィードバック	①不明点や間違いを指摘され、話の聞き漏らしや、理解できなかった点があることに気づく ②チームでの相談がうまくいかず、TAにまとめてもらう ④自分の考えをうまく説明できなかったり、助言を理解できず自分の足りない能力に気づく ⑤仕様の記述がうまくいかず、アドバイスを受けて修正する		②③⑦TAからフィードバックを受けながらより良い問題解決方法を知る	
宣言する	自己宣言	①話を注意して聞こうとする ②チームで相談することの難しさを知り、今後につなげようと思う ④説明の仕方に注意し、助言を注意して聞く ⑤仕様の記述を学んでスキルを向上しようと思う		②③⑦より良い問題解決方法を学んでいこうと思う	
行動/態度を変える	実地訓練				

フィードバックを経て決心したこと(アクションプラン)をまとめておけるシート(ノート)を用意する必要があります

図2: コンピテンシー別、サイクル別の行動分類

授業計画をもとに、各回で発現することが期待されるコンピテンシーを TA でも点検可能にしておく必要がある。このために作成した「TA ガイド」の第 4 回分(一部)を図 3 に示す。「チェックポイント」として、学生の行動に対する判定水準が示されている。また、TA に求められる行動とふさわしくない行動を明示することで、効果的なコンピテンシー育成を図れること、および、TA 自身のコンピテンシーを向上させること、の 2 点を意図している。

履修生の行動ポイント	チェックポイント
<ul style="list-style-type: none"> ・仕様を作成する(関数単位) ・助言を得る 	<p>【課題分析】作業上のトラブルや滞りが発生したときに、行き当たりばったりの対応をするのではなく、何が問題の真因か考えたうえで行動できているか</p> <p>【論理的思考】全体目標を満たすための複数の関数やアルゴリズムを構造的に理解し、仕様書を作成できているか</p> <p>【計画実行】設定したテーマを実現するための、作業計画案を作成できているか</p> <p>【主体性】自ら考え行動できているか。仕様書の改善点などを見つけ、メンバーに自分の意見を説明できているか</p> <p>【協業】チームの目標を達成するために、メンバーと協力して行動できているか</p>
<p>強化されるコンピテンシー</p> <p>おもに課題分析、論理的思考、計画実行、主体性、協働、さらにコミュニケーション力全般、応用力、バランス力、役割認識、率先力、発想する力、推論する力、感動する力、目標設定、スケジュール管理、専門知識、情報技術基礎、数学・自然科学、基盤となる学力</p>	
<p>TAIに必要な知識項目</p> <p>仕様書(雛形)</p>	
<p>TAIに求められる行動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・残り時間を適宜知らせ、限られた時間内で作業を終えるように誘導する ・各関数の入出力と機能を明確化するように、徹底して指導する ・各関数の中身の実現方法に関して、複数手段を考えさせ、全体目標を満たすものを選ぶよう誘導する ・チームとして相談しながら進めるように誘導する ・チームメンバー同士の役割と分担をクロスチェックさせる ・履修生の知らない知識や思考方法を、適切に示唆する ・仕様の欠点や改良すべき点に気づかせるような助言を与えて、修正に導く ・誰かが予定外の工程に着手したり、行動ポイントから外れる行動をとるときは、直ちに修正する ・チームでの相談がうまくいかないときは、履修生に代わってまとめる ・活動記録を、感想と共に残す <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> <p>課題分析、論理的思考、計画実行の育成</p> <p>主体性、協働の育成</p> </div>	
<p>TAIにふさわしくない行動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・結論を急がせる ・各関数(パーツ)の中身の實現方法に関して1通りのみ示して正解とする ・チームメンバーが個々に活動することを認める 	

図 3: TA ガイド第 4 回分(一部)

最終段階での点検・評価はプレゼンテーションに対する審査員が行う。審査員は教員、TA に加えて卒業生、大学院生などであり、共通の質問・点検シートが渡されている。シートには、学生がプレゼンテーション時に取りうるコンピテンシーと関連付けされた行動例が示してある(審査員にはどの行動例がどのコンピテンシーに関連付けされているか、知らせていない)。審査員は各チーム・学生の発表・質疑を見聞きして、行動が観察されたかどうかを記入する。結果を集計することにより、学生ごとのコンピテンシーの水準を評価する。

この結果と学生自身の自己点検の結果のレーダーチャートを図 4 に示す。時期がずれているものの、

この結果からは自己点検結果と他者評価結果とはそれほど乖離していないことがわかる。なお、3年生設置の同様な科目では乖離がまだ大きいことから、自己点検の精度や審査員への審査方法の徹底等、課題が残されている。

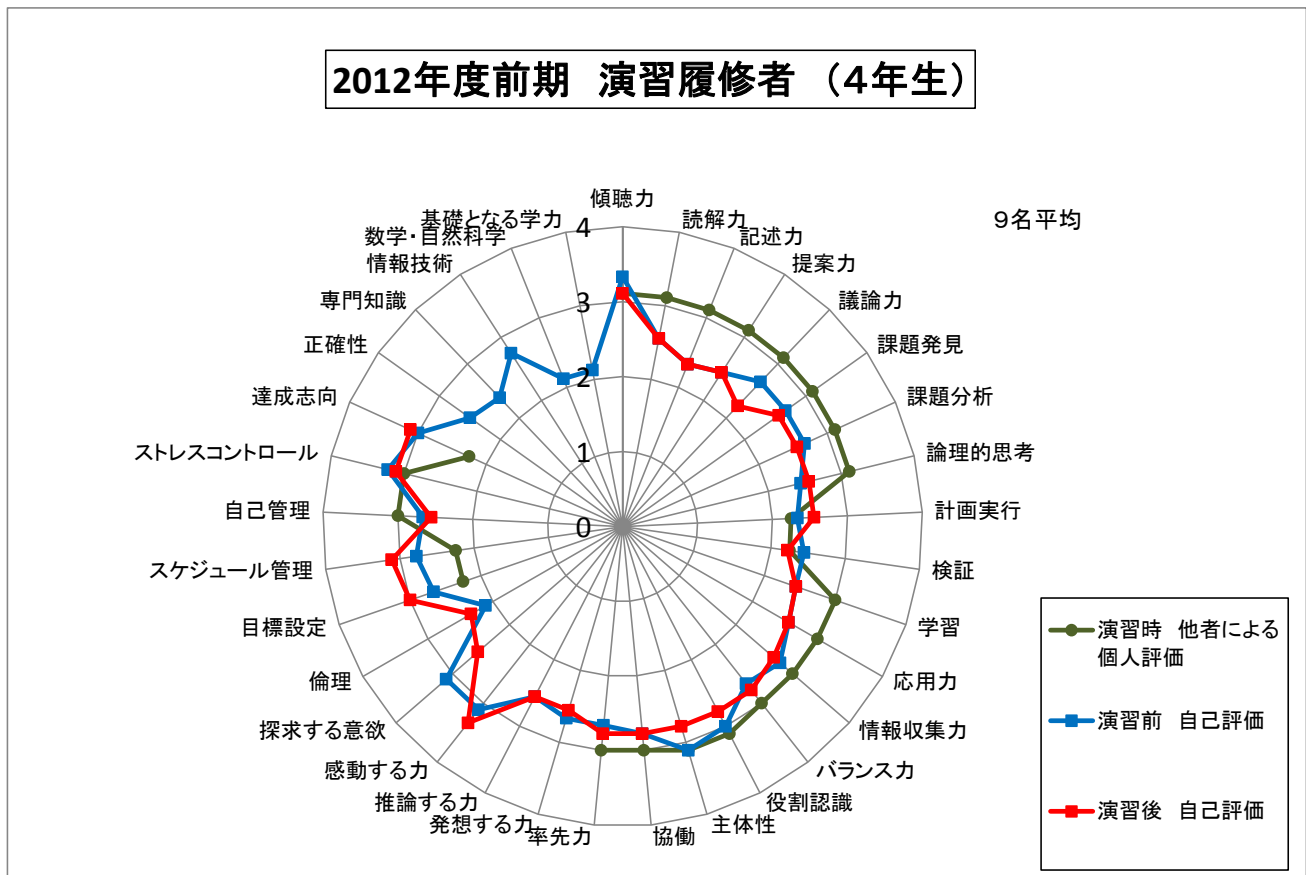


図 4: 自己点検と他者評価の比較

4. むすび

能力に関する目標の到達度点検・評価は容易ではない。特にエンジニアリング・デザインのように複合・融合的な能力を対象とする場合、全ての教育機関に共通する正解は存在しないかもしれない。しかし、様々な制約の下で最適な解・手段を見出すエンジニアリング・デザインであるからこそ、その教育・点検・評価方法の設計へのデザイン能力が教育側に求められているとも言える。

中央大学理工学部の事例が何らかの参考になれば幸いである。我々の取り組みは以下の Webpage や電子書籍にて公表しているのでご覧いただきたい。また、より詳細部に関する情報交換や見学等にも対応しているのでお問い合わせを歓迎する。

● 参考情報

1. 中央大学 段階別コンピテンシー育成システム
http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/science/b05_01_06_j.html
<https://www.facebook.com/ChuoCompetency>
2. PDF ファイル「科学的グローバル教育モデルとしてのコンピテンシー育成」
<http://www.ise.chuo-u.ac.jp/ISE/outline/Gmajor/competency/competency.pdf>
 ※当該文書は電子書籍「白門書房」(Apple Store, Google Play)にても公開中