

教育の質保証と エンジニアリング・デザイン教育 について

一般社団法人 日本技術者教育認定機構
(JABEE)

www.jabee.org

教育の質保証システムが保証する内容

教学機能は、消費者保護の目的で、下記の2点(教育の質と内容・水準)を満足する内部質保証システムの構築が求められる。

● 技術者教育のための組織的な質保証体制の確立と確実な運用



組織的: プログラムが、PDCAサイクルを用いてシステムとして質を保証

質保証: すべての修了生が、教育プログラムの教育目標を達成

● 我が国の技術者教育の内容・水準の国際的な同等性確保

ワシントン・アコード(WA)に加盟しているJABEEの認定により公に保証

技術者教育の実質的同等性を相互承認するための国際協定。

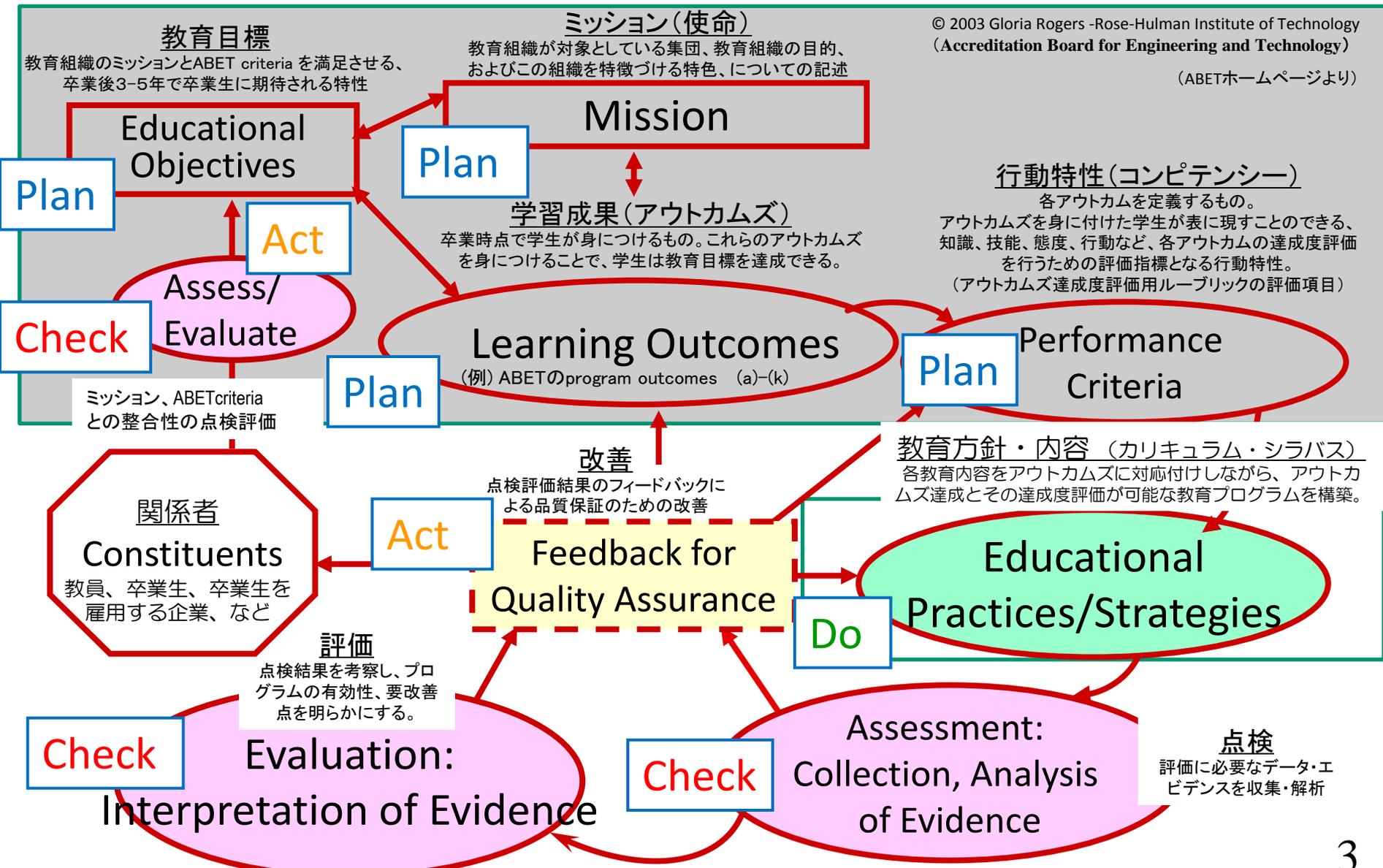
各加盟団体が行う技術者教育認定制度の認定基準・審査の手順と方法の実質的同等性を相互に認め合うことで、他の加盟団体が認定した技術者教育プログラムの実質的同等性、ひいてはその修了者について自国の認定機関が認定したプログラム修了者と同様に専門レベルで技術業を行うための教育要件を満たしていることを認め合う。

加盟国: 米国、カナダ、英国、オーストラリア、アイルランド、ニュージーランド、香港、南アフリカ、日本、シンガポール、韓国、台湾、マレーシア、トルコ、ロシア

PDCAサイクルによる教育の内部質保証システム

© 2003 Gloria Rogers -Rose-Hulman Institute of Technology
(Accreditation Board for Engineering and Technology)

(ABETホームページより)



デザイン教育の国際的動向

(大中論説,P5右下~p6左)

- 製図中心の設計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
- problem-based learning (PBL)の導入
- デザインをコアにした新たなカリキュラム
- 国際プロジェクトおよび共同プロジェクトへの企業支援 (グローバル化エンジニアリング)
- ワシントン協定のアウトカムズ要件にデザイン能力の保証が組み込まれた

ワシントン協定におけるエンジニアリング・デザインの定義

エンジニアリング・デザインとは、

- 数学、基礎科学、エンジニアリング・サイエンス（数学と基礎科学の上に築かれた応用のための科学とテクノロジーの知識体系）および人文社会科学等の学習成果を集約し、
- 経済的、環境的、社会的、倫理的、健康と安全、製造可能性、持続可能性などの現実的な条件の範囲内で、
- ニーズに合ったシステム、エレメント（コンポーネント）、方法を開発する、

創造的、反復的で、オープンエンドなプロセスである。

ABET CRITERIA

Criterion 5. Curriculum

Students must be prepared for engineering practice through a curriculum culminating in a major design experience based on the knowledge and skills acquired in earlier course work and incorporating appropriate engineering standards and multiple realistic constraints.

学生は、

- 適切なエンジニアリングの水準を有し、
- 複数の現実的な制約を備えた課題を用い、
- これまでに習った知識と能力に基づいて実施する、

主としてデザイン経験を得るためのカリキュラム

を通じて、積極的にエンジニアリングの実践を行なわねばならない。

JABEE 基準1 学習・教育到達目標の設定と公開

- (1) プログラムが育成しようとする自立した技術者像が設定されていること。
- (2) この技術者像に照らして、プログラム修了時点の修了生が確実に身につけておくべき知識・能力として学習・教育到達目標が設定されていること。
この学習・教育到達目標は、下記の(a)–(i)の各内容を具体化したものであり、かつ、その水準も含めて設定されていること。

- (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、および技術者が社会に対して負っている責任に関する理解（技術者倫理）
- (c) 数学、自然科学および情報技術に関する知識とそれらを応用できる能力
- (d) 該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に応用できる能力
- (e) 種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
- (f) 日本語による論理的な記述力、口頭発表力、討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
- (g) 自主的、継続的に学習できる能力（生涯学習能力）
- (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（プロジェクト遂行能力）
- (i) チームで仕事をするための能力（チーム活動能力）

（2012年度基準）

JABEEにおける対応

- エンジニアリング・デザイン能力の涵養は、**技術者教育を特徴づける極めて重要な要素**
- ワシントン協定への加盟審査に際し、『日本はEDEが弱いのではないか』との指摘を受け、対応を求められた。
- JABEEの取り組み、教育機関の努力により、多くの改善がなされているが十分とは言えない。

「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」（2009年2月公表）

<<http://www.jabee.org/OpenHomePage/news.htm#design>>

2012年版JABEE新基準細則

(大中論説, p6右)

基準1(2)(e) 「(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」に関して、以下の観点を考慮して学習・教育達成目標が設定されていること。

- 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 9

ABETにおけるエンジニアリングデザイン教育の例

ABET の認定プログラムでは、EDEが、数学、基礎科学、エンジニアリング・サイエンスおよび人文社会科学の学習成果を集約した形で行う関係から、最終年次で卒業研究とは別に、行われる。米国でABETの6年認定を受けたプログラムのEDEの例を以下に示す。

- 1 年次 エンジニアリングとは何かという内容の必須科目
- 1 年次～3 年次 専門に関係する数学、基礎科学ならびにエンジニアリング・サイエンスの科目（関連科目の単位取得、人文社会科学科目の単位取得、技術者倫理、エンジニアリング・エコノミックス、コミュニケーション能力等の履修が条件）
- 4 年次 エンジニアリング・デザイン系科目（EDに関する知識取得科目と実践経験科目＜PBL＞またはその合同科目）
* 卒業研究とは別

エンジニアリング・デザイン教育としてのPBL

(大中論説, p7右下～p8右)

- 学生をチームに分け、各チームに適切な課題を提示
 - ✓ 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と複合性
 - ✓ カリキュラムの期限、予算等の制約下で実現可能
 - ✓ 学習目標が達成できる内容
 - ✓ 学生の意欲が喚起できる(実社会との関連が見えると良い)
- 学生は課題解決のために、必要な手順に従って作業を進める。
- 教員はコーチ的役割に徹する。
 - ✓ 導入講義
 - ✓ 目標アウトカムズが得られるよう、適切な進行支援を実施。
- 低学年で、比較的易しい課題で、PBLやデザインの基本的な進め方、自己学習方法を学ばせ、
高学年で、上記のような複合的課題のデザインプロジェクトに取り組みさせるのがよい。

従来型卒業研究とデザイン課題の比較

(大中論説, p8 表2)

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、文化等への配慮が必要• 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• 判断の機会はあまり多くない• 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

JABEE審査におけるデザイン教育の[評価観点]

1. デザイン能力に関して**具体的な達成目標を設定**しているか。
2. 学生に**デザインあるいは問題解決策**についての**学習体験**をさせているか。
3. 学生に以下のような能力が育成される**複合的で解が複数存在する課題**を提示しているか。
 - (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て、**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**を**考慮**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。

JABEE審査におけるデザイン教育の[評価観点]

(続き)

4. 以下のような内容を含む達成度評価を実施しているか。
 - (1) 解決すべき課題の内容を良く考えている。
 - (2) 制約条件を考慮したデザイン（あるいは解決策）となっている。
 - (3) デザイン（あるいは解決策）の結果を分かりやすく提示している。
 - (4) その他、当該プログラムのデザイン教育に関連する学習達成目標を満足している。（例えば、構想力／構想したものを図、文章、式、プログラム等で表現する能力／計画的に実施する能力など）
5. 上記 2.~4.についての裏付け資料があるか。

卒業研究によるデザイン教育の留意点

卒業研究を主要なデザイン教育として位置づけているプログラムの場合には、前記の評価観点と共に以下の点に特に留意が必要。

- (a) 「卒業研究」科目では、共通の学習達成目標が具体的に設定されていて、履修生全員に実質的に同等の教育が行われ、前記4.(1)-(4)が含まれる達成度評価が行われているか。
- (b) 卒業研究のテーマは、前記の3.に適合して設定されているか。因みに、単に指導教員の指示にのみ従って実施する卒業研究の場合は、デザイン教育として位置づけることは出来ないと考えられる。