

平成25年度
工学部ファカルティ
ディベロップメント報告書

平成26年12月

茨城大学 工学部

はじめに

茨城大学工学部の母体である官立多賀高等工業学校は、日立製作所の支援と茨城県の協力のもと、我が国の工業振興と茨城県における工業教育の充実を目的として昭和14年に設置されました。それ以来、地域を拠点に人と自然環境に調和したイノベーション創発と高度科学技術の実践を目指して教育研究に取り組んでいます。教育では、基礎科学・応用科学に基づく幅広い多面的な視野と豊かな人間性、社会性、高い倫理性を養い、国際的に活躍できる人材を育成することを目標としています。この目標を達成するため、教育活動に関するPDCAサイクルを構築し、これを稼働させ、不断の改善により、教育の質の向上と保証ならびに教員の質の向上を図っています。質の保証に関しては、すべての学科でJABEE(日本技術者教育認定機構)による認定にむけて教育システムの拡充を進めています。平成18年度には、機械工学科と都市システム工学科、平成22年度には、電気電子工学科、25年度には知能システム工学科がJABEEプログラムに認定されました。教員の質の向上に関しては、平成13年度からは、毎年工学部主催でFD研修会を開催してきました。また、平成17年度からは、学部の講義について学生による授業アンケートに基づいて、授業改善のため教員による授業評価を実施しています。さらに、この教員による授業評価は、学期末毎に学科(あるいは分野)主催のFDにおいて検証され、学科カリキュラム全体の点検・評価・改善を含めて、学部統一書式の学科教育点検報告書として提出されています。この方式は、平成18年度からは、大学院前期課程の授業科目にも採用され、専攻教育点検報告書として提出されています。

平成25年度のFD研修会は、「アクティブ・ラーニング」と「理系基礎教育」に焦点を絞って企画されました。金沢工業大学 教務部長・機械工学科教授の佐藤恵一先生お招きし、「金沢工業大学における工学教育改善への試み：アクティブラーニングの導入などについて」と題して講演をいただきました。多くの質問があり活発な意見交換が行われました。続いて、本学教育学部教授の曾我日出夫先生から、「理系基礎教育の点検評価と課題について」と題して講演をいただき、基調講演と同様に、多くの質問があり活発な意見交換が行われました。FD研修会は、3時間の長時間に亘り多くの教員が最後まで関心をもって討論し有意義なFD研修会となりました。

本FD報告書には、平成25年度のFD研修会の内容と平成25年度前期と後期の学科および専攻の自己点検評価をまとめるとともに、学生による授業アンケートと自己点検評価の実施状況も参考資料として添付しました。ぜひとも眼を通して戴きたく思います。また、内容につきましては、ご意見ご助言を戴ければ、今後のさらなる改善に結びつけていきたいと考えております。

平成26年12月1日

工学部長

馬場 充

目 次

1. 工学部 FD 研修会

【第Ⅰ部】基調講演

「金沢工業大学における工学教育改善への試み：

アクティブラーニングの導入などについて」

佐藤 恵一（金沢工業大学教務部長・教授）

【第Ⅱ部】本学教員による事例紹介

「理系基礎教育の点検評価と課題について」

曾我 日出夫（茨城大学教育学部教授）

2. 学科及び専攻教育点検・FD 報告

(学部)

機械工学科
生体分子機能工学科
マテリアル工学科
電気電子工学科
メディア通信工学科
情報工学科
都市システム工学科
知能システム工学科

(大学院博士前期課程)

機械工学専攻
物質工学専攻
電気電子工学専攻
メディア通信工学専攻
情報工学専攻
都市システム工学専攻
知能システム工学専攻
応用粒子線科学専攻

(参考1) 平成25年度授業アンケート実施状況

(参考2) 平成25年度授業評価実施状況

平成25年度 茨城大学工学部FD研修会議事録

茨城大学工学部教育改善委員会

1. 開催日時等

日時：平成25年12月25日(水) 13:00～16:00

場所：茨城大学工学部E1棟10番教室

司会：福岡 泰宏（教育改善委員会委員）

プログラム（敬称略）

I. 開会挨拶

工学部長 米倉 達広（13:05～13:15）

II. 外部講師による基調講演

「金沢工業大学における工学教育改善への試み：

アクティブラーニングの導入などについて」

佐藤 恵一（金沢工業大学教務部長・教授）

（13:15～14:30 質疑を含む）

休憩（14:30～14:45）

III. 本学教員による事例紹介

「理系基礎教育の点検評価と課題について」

曾我 日出夫（茨城大学教育学部教授）

（14:45～15:45 質疑を含む）

《閉会の辞》栗原 和美（教育改善委員会委員長）

教職員出席者（順不動、敬称略）

出席者：

機械 伊藤（吾）、稲垣、関東、近藤（良）、金野、田中、堀辺、前川、
増澤、尾関、西、松田、松村、道辻、山崎、今村、田中（光）、森、
李

生体 阿部、海野、小野、木村（成）、江口、大野、北野、熊沢、東、福元、
山内

マテリアル 池田、大貫、篠嶋、鈴木（徹）、稲見、岩瀬、田代、永野、横田（仁）

電気電子 垣本、栗原、島影、山中、青野、木村（孝）、佐藤（直）、祖田、
柳平、横田（浩）、和田、鈴木（健）、田中（正）

IT通信 杉田、武田、辻、赤羽、鶴野、塚元、出崎、山田（光）

情報 荒木、上田、鎌田、岸、澁澤、仙波、羽渕、米倉、大瀧、新納、
外岡、藤芳、山田（孝）、岡田、佐々木（稔）、野口、石田

都市システム 金、小峯、沼尾、小柳、桑原、原田、平田、藤田、村上、山田（稔）、
車谷、一ノ瀬

知能システム 青島、乾、清水、周、坪井、馬場、星野、楊、小貫、城間、鈴木（智）、
中村（雅）、福岡、森、梅津、尾畷、近藤（久）、岩崎、住谷、関根

共通 岡、小泉、高橋（東）、平澤、湊、村上、植木、細川、伊多波
（事務）仁平、大山、大内

VCS受信

水戸 佐藤大学教育センター長、勝本大学教育センター副センター長

（事務）菊池学務課総務・企画専門職員学務企画担当、後藤学務課総務・
企画専門職員教務情報システム担当、山崎

阿見 新田 洋司、内田 晋

（1）平成 25 年度茨城大学工学部 FD
研修会が開催された。最初に、米倉達広
工学部長の挨拶があった。平成 27 年度
入試から、制度が大きく変わるので、そ
れに備える必要があるということや、ア



クティブラーニング導入に向けた取り組みが必要であるということ、などのお話をされた。

(2) 次に外部講師による基調講演が行われた。金沢工業大学 教務部長 佐藤恵一先生により「金沢工業大学における工学教育改善への試み：アクティブラーニングの導入などについて」というタイトルでご講演いただいた。

大学教育を取り巻く環境は、情報社会、グローバル化社会、国際的競争社会へと変化してきており、それに伴って、アジア系高等教育機関の台頭や、開発から持続性指向へ社会自体の変化が起こっている。また、国からも大学の特色化・個性化が求められてきている。そのため、そのような変化に対応した教育システムや授業方式の変更の必要性が生じてきた。一方、世界的な動向として、2000年頃からアメリカのマサチューセッツ工科大学およびスウェーデンの3大学が、大学教育の革新を目指し、CDIO-Initiativeを創設した。CDIOは、Conceive（考える）、Design（設計する）、Implement（実行する）、Operate（運用する）の頭文字からなる技術者教育のフレームワークである。金沢工業大学では、1995年から教育改革を進めてきたが、CDIO-Initiativeのフレームワークは同大学の教育改革の方向性と一致していたので、CDIOに加盟し、教育改革を加速させる運びになった。なお、CDIO加盟は、日本の大学では金沢工業大学が初めてである。

金沢工業大学の教育目標は、「自ら考え行動する技術者の育成」であり、学力（学識、専門スキルなど）と人間力（コミュニケーション力、プレゼンテーション力など）を大学教育の中で育てて、実社会（産業界）で大きく活躍できる総合力を養うことである。教育の基本要素は、(A) 教育課程（カリキュラム）、(B) 学修の場（ワークスぺ



ース)、(C) 授業方法 (総合カラーニング・アクティブラーニング)、(D) 振り返りとフィードバック、の4つからなる。特に、(B) 学修の場としては、「夢考房」、「イノベーション&デザインスタジオ」、「24 時間自習室」などの豊富なワークスペースを学生に提供し、学生の自主的活動が盛んにできるような仕組みを作っている。また、(C) 授業方法は、学生が主体的に知識を習得し知恵に変換して総合力 (=学力×人間力) を育むアクティブラーニングを構築し、総合力のスパイラルアップを目指している。アクティブラーニングの実践例として、プロジェクトデザイン教育等の紹介があった。プロジェクトデザイン教育は、カリキュラムの中核をなすもので、学生が主体的に、解決策がひとつではない問題に取り組み、フィードバックを繰り返して、解決策を見出し、設計の具体化まで進めるものである。また、課外活動の実践例として、実習工場が母体であるワークスペース「夢考房」から生まれたロボットプロジェクトが、ロボコンの国際大会で優勝したことなどの紹介があった。

(3) 次に本学教育学部教授 曾我日出夫先生により「理系基礎教育の点検評価と課題について」というタイトルでご講演いただいた。

理系基礎教育は、高等学校からの接続教育の一部として、数学 (微分積分)

と物理学 (力学) の基礎的内容について、修得度の違いに応じた対応と、一定基準による講義内容の統一化を目的としている。具体的には、次のような枠組みで行われている。(1) 入学時の基礎テストによって、下位クラス (0 型クラス) とそれ以外のクラス (1 型クラス) に、学科によらないクラス分けをする。(2) 0 型クラ



ス (約 60 名) は週 2 回の特別授業を行い、前期終了時に 1 型クラスに追いつかせることを目指す。授業は、高等学校の素材から始めて、復習を徹底させる。(3) 1 型クラスは統一シラバス・統一教科書を用い、授業ごとに復習テストを統一的に行う。また、定期試験も同じ時間に同じ試験を統一的に行う。さらに、必要に応じて授業直前に担当者が集まって必要事項を打ち合わせる。これらの枠組みによって、0 型クラスに対しては、入学初期段階に丁寧な指導を行い、底上げを図るとともに、1 型クラスに対しては、統一的な設定によって、授業の内容や

合格者などの質の保証を図っている。

0型クラスの微分積分では、週2回の授業を行い、前期の前半を「微分積分入門」、後半を「微分積分基礎」とし、前期終了時までには、高等学校の段階から1型クラスの「微分積分I」の段階までの内容を学習している。期末試験の結果は、0型クラスの平均点・合格点は1型クラスのものよりはやや低かったが、入学時のクラス



分けテストの差から見ると、むしろ概ね1型クラスに追いついていると言えるものであった。また、授業アンケートの結果は、他の基礎教育の平均よりも良く、満足度の高いものであった。しかしながら、1年後期にはかなりの0型クラスの学生の脱落がみられた。0型クラスの脱落傾向は2年前期においても認められ、固定的な二極化がかなり起こっているようである。

一方1型クラスでは、「微分積分I」を統一的に実施することを試みている。点検評価の結果、授業の最低保証ができていないか、つまり、基本的な授業実施内容が教員ごとにそろっているかという点においては、少しずつ改善の方向にあるもののまだまだ改善の余地があると考えられた。授業アンケートの結果からも、授業展開の基礎事項（声の大きさや板書等）に、教員ごとのばらつきがあり、努力の余地があると考えられた。

0型クラスと1型クラスは、1年生後期に開講される「微分積分II」で合流する。「微分積分II」の点検評価は、「微分積分I」の結果が概ねあてはまるものであった。

0型クラスの脱落傾向の原因は、授業アンケート結果等から考えると、授業担当教員に起因しているとは思えない。むしろ、入学してくる学生が、近年、多様化していることに原因があると考えられる。そのため、1年後期以降においても、習熟度別を前提とした下位クラス向けの授業の用意や、学力が向上しない下位クラスの学生に対する徹底した個別指導を行う仕組み、さらにそのような学生に対する、進路変更の指導も選択肢に入れた、学習指導を組織的に行う仕組み、などを検討する必要があると考えられる。

(4) 最後に教育改善委員会委員長の栗原和美先生から閉会の辞があった。アクティブラーニングと理系基礎教育に関する 2 本立ての内容で、非常に有意義な FD 研修会であったということ、また、地（知）の拠点整備事業（大学 COC 事業）、アクティブラーニングの導入、JABEE など、大学教育により一層の力を入れることが必要になってきたというお話があり、茨城大学工学部 FD 研修会が終了した。

以上

金沢工業大学における工学教育改善への試み

—アクティブラーニングの導入などについて—



茨城大学工学部 2013年12月25日

金沢工業大学
佐藤 恵一

ksato@neptune.kanazawa-it.ac.jp

1

講演目次

1. はじめに（大学教育を取り巻く環境）
2. 世界的な動向例
3. 金沢工業大学（KIT）の工学教育
 - 1) KIT工学教育の変遷
 - 2) 教育目標：どんな技術者に育てたいか。
 - 3) KIT教育の仕組み：4つの基本要素
 - A:教育課程（カリキュラム）
 - B:学修の場（ワークスペース）
 - C:授業方法（総合カラーニング；アクティブラーニング）
 - D:振り返りとフィードバック
4. KITにおける工学・技術者教育の実践例
 - 1) 課外活動例
 - 2) 正課・授業例
 - 3) その他
5. まとめ

2

1. はじめに

大学教育を取り巻く環境

3

大学（KIT）教育を取り巻く環境変化（1）

- 情報社会、グローバル化社会、国際的競争社会、高齢化社会、...
 - アジア系高等教育機関の台頭
 - 開発から持続性指向へ、
 - 豊かさからハピネス指向へ、...
 - 18歳人口の低減、工（理）科系志願者の減少
 - 大学の特色化・個性化
- = 地域で！ 日本で！ 世界で！

4

大学（KIT）教育を取り巻く環境変化（2）

- 科学技術・知識のリアル指向／学問領域の多様化・細分化と統合指向／コンピュータ援用技術の進展／環境・エネルギー問題への興味・重要性
- 学修上の問題点=> 学力・学習意欲の低下／2極（2こぶ）化、文章力・数理解析力の低下、 = 学生資質・気質の多様化
- 個の尊重（個々の学生を大事に！個の主張）、生活の豊かさ（学生のハングリー性低下）
- 記憶型（情報収集は比較的容易）から応用・創造・実践型へ
- 教育手法の発展



教育システム・授業方式...
変更の必要性

5

2. 世界的な動向例

CDIOイニシアティブ

6

CDIO-Initiative

2000年ごろに、MIT航空工学科のCrawley教授を中心に、MITおよびSwedenの3大学で大学教育の革新を目指して創設された。

Massachusetts Institute of Technology
Chalmers University of Technology
Royal Institute of Technology
Linköping University

現在、世界中（アジア、北米、南米、欧州、中近東、アフリカ）に広がり、MIT, Stanford, Aachenなどの有力大学を含め、現在約100大学の参加がある。日本では、現時点ではKIT（金沢工大）および金沢高専の2校のみである。

参加大学（高等教育機関）例：Arizona State University, Duke University, Pennsylvania State University, Stanford University, U.S. Naval Postgraduate School, University of Colorado, University of Michigan, Queen's University, University of Calgary, Universidad de Chile, Universidad Nacional de Colombia, AFEKA Tel Aviv Academic College of Engineering, Delft University of Technology, Gdansk University of Technology, Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Lancaster University, Queen's University Belfast, Reykjavik University, RWTH Aachen, Technical University of Denmark, Trinity College Dublin, University of Leeds, University of Auckland, University of Sydney, Beijing Jiaotong University, Shantou University, Taylor's University College, Tsinghua University, Vietnam National University - Ho Chi Minh City, University of Pretoria

7

CDIOシラバスとCDIO基準

➢ CDIOシラバス=CDIO教育において習得すべき事項
CDIO教育におけるOutcomesを示している。

➢ CDIO基準=CDIO教育を、どのように進めるかのガイドライン

- ◆ 基準1--教育方向性:The Context
- ◆ 基準2--学習成果:Learning Outcomes
- ◆ 基準3--統合化カリキュラム:Integrated Curriculum
- ◆ 基準4--エンジニアリングへの導入:Introduction to Engineering
- ◆ 基準5--デザイン・実行体験:Design-Implement Experiences
- ◆ 基準6--エンジニアリング実践空間:Engineering Workspaces
- ◆ 基準7--統合化された学習体験:Integrated Learning Experiences
- ◆ 基準8--アクティブラーニング:Active Learning
- ◆ 基準9--教員団能力の向上:Enhancement of Faculty Competence
- ◆ 基準10--教員団の教える能力の向上:Enhancement of Faculty Teaching Competence
- ◆ 基準11--学習の評価(assessment): Learning Assessment
- ◆ 基準12--プログラムの評価(evaluation): Program Evaluation

8

KIT教育におけるCDIO加盟の位置づけ

- 金沢工業大学(KIT)の技術者教育の方向性は、多くの面でCDIO教育のフレームワークと一致する。
- 実社会で大きく活躍できるエンジニアを育てるという面の幾つかの点で、KITの教育プログラムはまだ不十分な点が認められる。
- 国際的標準になりつつあるCDIOの基本理念と基準を検討し、そこで得られた知見を教員間で共有することにより、KIT教育プログラムをさらに改善する方向性を見出す必要性が指摘できる。
- CDIOの加盟を通してKIT教育プログラムが持つ強み・弱みを洗い出し、KIT教育プログラムの国際的な位置づけを明らかにしつつ具体的な改善策を策定し、教育内容の充実を加速させたい。
- CDIO国際会議並びに地域会議に積極的に出席することで、他大学の良好事例を学ぶと共に、KITの実践例を報告することで有益なコメント、アドバイスなどの意見効果が得られることを期待している。

9



10

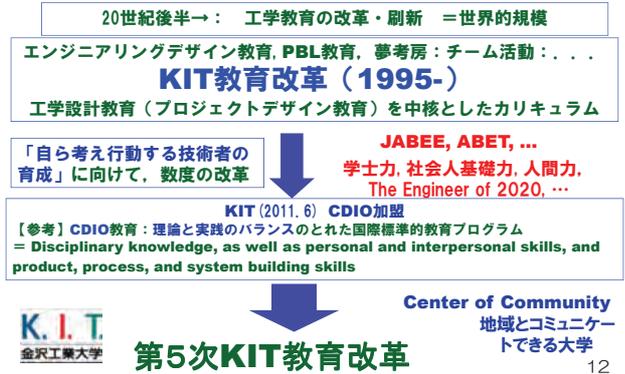
3. 金沢工業大学 (KIT) の工学教育

1) KIT工学教育の変遷



11

KIT教育の経緯



12

2) 教育目標：どんな技術者に育てたいか。



13

金沢工業大学の目標

- 「自ら考え行動する技術者」の育成

建学綱領＝「人間形成」, 「技術革新」, 「産学協同」

行動規範＝KIT IDEALS

思いやりの心, 知的好奇心, 共同と共創の精神,
誠実, 活力, 自律, Leadership, 自己実現

14

3) KIT教育の基本要素

【4つの基本要素】

- A: 教育課程 (カリキュラム)
- B: 学修の場 (ワークスペース)
- C: 授業方法 (総合カラーニング, アクティブラーニング)
- D: 振り返りとフィードバック



15

[A] KITにおけるカリキュラム

*プロジェクトデザイン教育を主柱とする技術者教育カリキュラム



16

特に注力すべきこと

Workspaces (ラーニングスペース, リサーチスペース, デザインスペース, ...)

を大いに活用して
学生個々の能力を引出し, 大きく伸ばす
学生主体とする授業方法・学習方法・教授方法
構築と実践

CLIP学習プロセスに基づき
「総合力=学力×人間力」を育む
「総合力」ラーニング型授業を全学的に展開

知識を習得し,
知識を知恵に変換し「総合力」を育む
具体的な学習方法・教授方法=
「アクティブラーニング」



25

[D] 振り返りとフィードバック

- 1) KITポートフォリオシステム (学生)
- 2) 自己点検・改善システム (教員)



26

4. KITにおける工学・技術者教育の実践例 【4-1】課外活動例

夢考房



27

夢考房:

Factory for Dreams and Ideas



夢考房#26
Area: 1000 m²

夢考房 #41
Area: 2000 m²

28

夢考房設立の経緯

- 教育改革
 - 学生が自ら学ぶ
 - 自学自習できる学生を育てる
- 課外の有効活動
 - “1年間の授業日数150日問題”の解決
 - 授業時間外に学生が自ら学べる仕組み

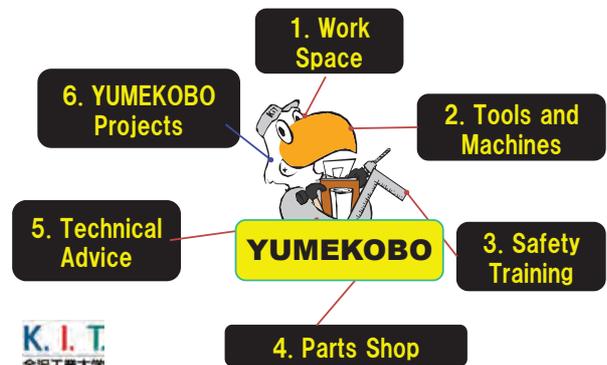
→ 工学設計教育

→ 夢考房の設立



29

夢考房の機能



30

夢考房プロジェクト

- Robot project
- RoboCup project
- Fuel efficient car project
- Solar car project
 - Formula car project
- Human-powered airplane project
- Wind-generated Power project
- Disaster Relief Robot project
- etc



ロボットプロジェクト: NHK大学ロボコン2010・2013優勝, 2012準優勝, (ABUアジア・太平洋コンテスト2013ベトナム大会優勝)
メカニカルサポートプロジェクト: レスキューロボットコンテスト消防庁長官賞・ベストチームワーク賞...



31

【4-2】正課

授業例



32

KIT教育 における授業例(1)

【全学共通必修:プロジェクトデザインⅠ・Ⅱ・Ⅲ】



プロジェクトデザイン(PD)教育 Project-based-Design



- 課題の発見
- 課題の明確化
- 解決策の創出
- 評価・選定
- 設計の具体化

- 1) 解決策がひとつでない**Open-End**な問題に取り組み、フィードバックを繰り返し、**解決策を見出す**
- 2) 解決策を見つける過程で、チームやクラス内で**プレゼンテーション&討議**を実施し、他人の意見を次の自分たちの活動に取り込んでいく
- 3) チーム活動を通してチーム内での**個人の責任、他人との協働の重要性を知る**

> 個々に学んできた知識を、「エンジニアリングデザイン (Project Design)過程」を経験し総合化する

> エンジニア教育ばかりでなく、他の教育においても適用可能な運営スタイル



「プロジェクトデザインⅠ・Ⅱ」の教室



- 楕円形テーブル:グループ討議と活動
- ・情報化:各テーブルに情報コンセント
- ・学生全員がノートパソコン

プロジェクト・デザインⅠⅡⅢの発表会

PDⅠ:1年生	PDⅡ:2年生	PDⅢ:4年生
Planning:計画	P+Doing:設計・製作	P+D+Check:分析・評価
教室内のプレゼンテーション	キャンパス内のプレゼンテーション	学外参加者も含めたプレゼンテーション

KIT教育 における授業例(2)

「自ら学びたくなる」 電気エネルギー発生工学

工学部 電気系電気電子工学科
大澤 直樹 講師

電気エネルギー発生工学の概要

- ・ 開講時期
 - ・ 3年(後学期)
- ・ 学ぶ内容
 - ・ 発電の概要
 - ・ 発電設備の構成、電力事情など
 - ・ 水力発電
 - ・ 発電方式と水力学、設備(水車、ダム、発電機など)、発電計画・運転など
 - ・ 火力発電
 - ・ 発電方式と熱力学、設備(タービン、発電機など)、発電計画・運転など
 - ・ 原子力発電
 - ・ 発電方式と物理学、設備(沸騰水型、加圧水型など)、原子燃料サイクル、放射性廃棄物処理、事故など
 - ・ 新しい発電
 - ・ 太陽光、風力、地熱発電、燃料電池の仕組みと設備、法律(制度)など

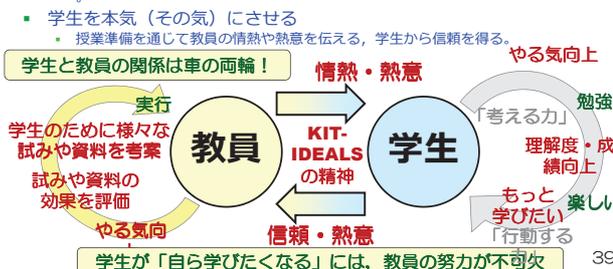


特長: 主な発電設備の基本を網羅している(多くの知識が得られる)
課題: 履修生の興味はあるが、学習内容が多く単位取得を諦める学生がいる

双方向授業を通じて、知識の獲得と人間力の向上を実現できないか?

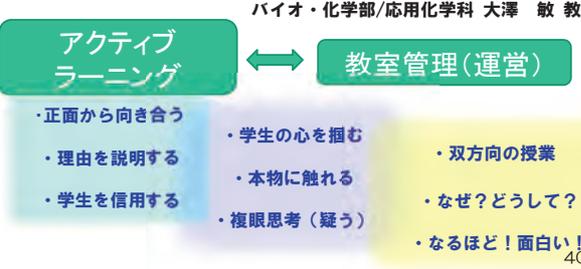
「自ら学びたくなる」工夫 まとめ

- ・ 授業準備(設計)
 - ・ 履修生のレベルは?(数学、物理、電気、一般教養のレベルは?)
 - ・ 目標とするレベルは?(産業界、社会からの要請は?)
 - ・ 目標をどのような手法で達成するか?
- ・ 学生対応(面倒見)
 - ・ 学生の動向を常に観察して柔軟に対応する(Yes, butの精神、やる気を引き出す)
- ・ 学生を本気(その気)にさせる
 - ・ 授業準備を通じて教員の情熱や熱意を伝える、学生から信頼を得る。



KIT教育における授業例(3)

「アクティブラーニング」と「教室運営」に関する試み



教室の雰囲気悪くしている状況

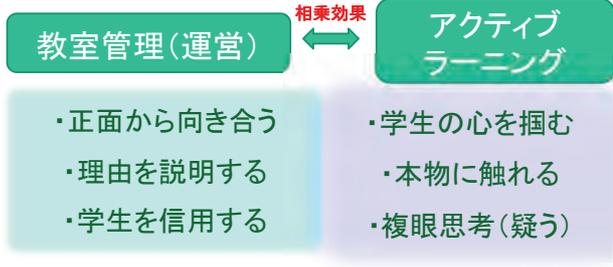
- ①私語をしている学生
- ②ゲームをしている学生
- ③寝ている学生

・学生はどう思っているのか？
・教員はどう対応すべきか？



教員に問題がある場合

ほぼ全員が寝ている



共通項目

- ・議論を含む双方向の授業
- ・なぜ？どうして？興味を持たせる
- ・なるほど！面白い！を実感させる

【4-3】その他

ステークホルダー交流会



5. まとめ



おわりに（1）

1. 高等教育機関における技術者教育の主眼点が、知識・スキルの伝授から、知の活用そして創造という方向に大きく変わりつつある中、アクティブラーニングの実践は非常に重要である。
2. 学生と教員間のみ問題だけではなく、学生が主体的に行動できるキャンパス全体の雰囲気づくりが必要である。
3. 日本全体の大学生の雰囲気も含めて変革がのぞまれよう。



おわりに（2）

1. 世界的な社会・自然環境の変化そして科学技術の進展に伴い、高等教育における技術者教育は大きな変革期を迎えている。
2. 世界の技術者教育動向の代表例としてCDIO-Initiativeを紹介した。
3. 金沢工業大学の技術者教育の目標は、学生の「総合力＝学力×人間力」の育成であり、その達成のため全学的な規模で「アクティブラーニング」を指向している。
4. 金沢工業大学における技術者教育に関する代表的な授業事例を3例紹介した。
5. 今後、日本の高等教育機関は、実社会で大きく活躍できるエンジニアを育てることを目的として、世界的な視野の下に、相互連携・協力関係を深めていく必要がある。



工学部向け理系基礎教育の点検評価報告

大学教育センター理系基礎教育部
代表 曾我日出夫

1. 「統一授業」の概要

教養科目の分野別基礎科目（自然系）のうち、工学部向け(Aコース)理系基礎教育として、授業内容をそろえ統一的な仕組みの下で実施しているものは、下表の通りである。

科目名	学期	対象	本数	担当教員所属
数学／微分積分 I	前期	1年 T (機械を除く)	6	工 4、理 1、非 1
数学／微分積分入門	前期	1年 T	1	大教センター
数学／微分積分基礎	前期	1年 T	1	大教センター
数学／微分積分 II	後期	1年 T (メディアを除く)	7	工 5、理 2
物理学／力と運動	前期	1年 T (機械・生体を除く)	6	工 3、非 3
物理学／力学初歩	前期	1年 T	1	大教センター
物理学／力学基礎	前期	1年 T	1	大教センター

(注 この他不合格者向け集中講義等がある。本数、教員所属は平成 24 年度のもの)

これらの授業は、一定の申し合わせに従って実施することになっている。具体的には次の意味で統一的になっている。

- (1) 入学時に基礎テストによって下位グループ（0型）とそれ以外のグループ（1型）に分ける。（後期の「微分積分 II」ではこのようなクラス分けはしない。）
- (2) クラス分けは学生の所属学科によらないもので行う。
- (3) 0型クラス（約 60名）は、週 2 回の特別の授業で（微分積分入門・基礎、力学初歩・基礎）、前期終了時に 1 型グループに追いつかせることを目指す。「微分積分基礎」、「力学基礎」は、1 型グループの「微分積分 I」、「力と運動」と内容や水準をそろえる。
- (4) 1 型クラスでは、統一シラバスで授業内容をそろえ、教科書も統一のものを使う。RENANDI を利用して、授業毎に復習テストを統一的に行う。さらに、可能な限り、定期試験も統一的に行う（同じ時間に同じ試験を実施する）。
- (5) 1 型クラスでは、同じ時間帯に開講し、必要に応じて授業直前に担当者が集まって必要事項を打ち合わせる。

上記の設定の基本的な考え方は次の 2 点である。

- ① 下位グループに対して、入学初期段階にていねいな指導を行い、底上げを図る。
- ② 各クラスを統一的に設定して、授業の内容や合格者などの質の保証を図る。

以下において、上述の授業の点検評価を行い、現システムがどの程度機能しているか検討する。

2. カリキュラム全体との関係

微分積分や力学関係の教育を、上述のような仕組みで実施しようとするのは

- ・初年次の微分積分や力学はその後の学習内容の基礎となる
- ・微分積分や力学に関係する内容は積み上げの学習が必要であり、初年次でのつまづきは経年後の脱落につながりやすい

ことなどを意識してのことである。同様のことが線型代数についても言えるが、これについては教養科目の範囲になっていない。さらに、上記の科目が順調に学習できるということは、他の科目の習得とも深く関係していると考えられる。

以上のことから、各学生の「上述の科目の成績」と「専門科目全体の成績」との相関をみてみた。

「2・3年専門科目」のGPAと「微分積分I(基礎)」および「微分積分I(基礎)」・「II」・「力と運動(力学基礎)」3科目平均のGPAとの相関係数

	2008T 生	2009T 生	2010T 生
微分積分 I	0.49	0.50	0.53
3科目平均	0.62	0.56	0.66

3. 0型クラスの点検評価

下位グループの脱落防止には初期段階での支援が不可欠であるという考えから、0型クラスの設定や実施について特別の努力をしてきた。したがって、0型クラスの評価結果がどのようなものかは、理系基礎教育の点検評価において最も注視すべきところである。以下において、微分積分および力学に関する0型クラスについて点検評価の結果を説明したい。

(1) 「微分積分入門・基礎」について

この授業は、週2回実施され、前期の前半を「微分積分入門」、後半を「微分積分基礎」とし、前期終わりまでに、高校段階から1型クラスの「微分積分I」の段階までの内容を学習する。「微分積分基礎」（「微分積分I」と同等）の実施結果は次の通りである。

	2008T 生	2009T 生	2010T 生	2011T 生
平均点	61.2	61.6	60.3	60.1
合格率	84.1	78.3	75.0	78.2
Q1	—	2.4	1.7	1.7
Q2	—	2.1	1.8	1.8
Q8	—	2.0	1.8	1.7

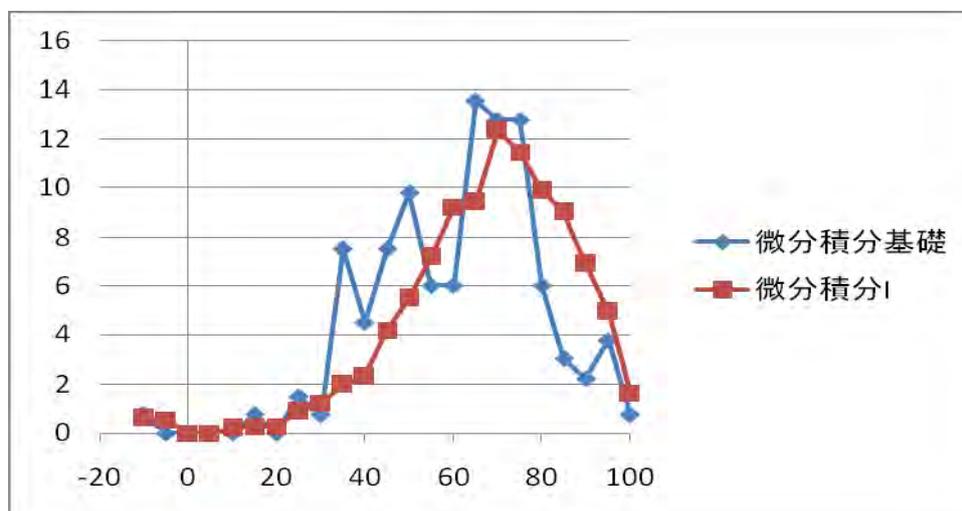
注1 Q1はアンケート調査「この授業に、全体として満足しましたか？」の平均得点である

注2 Q2はアンケート調査「この授業を受けて、新しい物の見方や知識、技能を獲得した実感がありますか？」の結果点数の平均である

注3 Q8はアンケート調査「教員の声の大きさ、話し方、板書は適切でしたか？」の結果点数の平均である

注4 これらの平均得点は、1に近いほど好感的であり、全員が中間点であれば2.5になる。

- ・上記のQ 1、Q 2、Q 8の得点は他の基礎教育の授業平均よりいいものであり、自由記述アンケート内容も加味して、担当者の授業展開について問題点はない。むしろ、いい評価を与えるべき内容であったと判断される。
- ・上記の平均点、合格点は、1型クラスのものよりやや低いが、入学時のプレースメントテストの差(41.1(0型)と80.2(1型)2011-12年の平均)から見ると、むしろ「概ね1型に追いついている」と言える(下図参照)。この傾向は、以前(2009年度)行ったより詳しい調査の結果と同じものである。



「微分積分基礎」(0型クラス)と「微分積分I」(1型クラス)の成績分布
(2009-2011の3年分の平均、縦軸は%、横軸は得点(5点刻み)マイナスは取止等)

(2) 「力学初歩・基礎」について

この授業は、週2回実施され、前期の前半を「力学初歩」、後半を「力学基礎」とし、高校段階から1型クラスの「力と運動」の段階までを実施する。「力学基礎」(「力と運動」と同等)の実施結果は次の通りである。

	2008T 生	2009T 生	2010T 生	2011T 生
平均点	53.4	64.0	55.8	57.1
合格率	70.4	87.0	65.3	80.7
Q 1	—	1.8	2.2	2.4
Q 2	—	1.8	2.2	2.3
Q 8	—	1.7	1.8	2.1

- ・上記のQ 1、Q 2、Q 8の得点は他の基礎教育の授業平均よりいいものであり、自由記述アンケート内容も加味して、担当者の授業展開について問題点はない。むしろ、いい評価を与えるべき内容であったと判断される。
- ・上記の平均点、合格点は、1型クラスと同程度である。入学時のプレースメントテストの差(微分積分のときとほぼ同じ)から見ると、かなり1型に追いついていると言える。
- ・「力学基礎」の成績分布および担当者への聞き取り調査から、力学の場合は、2極化が著しく、下位グループ(約30%)は、その後自力で1型グループに追いつくのは難しいと判断さ

れる。

4. 「微分積分Ⅰ・Ⅱ」について

「微分積分Ⅰ」は、1年生向け前期に開講される1型クラスの授業であり、下位グループ(約12%)は含まれない。微分積分Ⅱは、1年生向け後期に開講され、微分積分Ⅰの続編となる授業である。この授業では0型クラスは設置していない(前期の0型クラスは合流する)。これらの科目は、専門教育への重要な基礎となるものであり、複数クラスあって学科ごとの編成をとっていない。したがって、最も重要な点はこれらのクラスをいかに「統一的」に実施するかである。

このように考えると、まず基本的な(実施)内容がそろっているか、すなわち授業の最低保証ができているかをみる必要がある。具体的には

- ① 授業内容がシラバスに沿っているか。
- ② 統一の宿題など、所定事項が設定通り実施されているか
- ③ 試験や成績評価の諸設定が統一的になっているか
- ④ 授業展開の基礎事項(声の大きさ、板書等)に問題はないか。

などが考えられる。

2010・2011年度「微分積分Ⅰ」の担当者ごとの平均点、合格率、アンケート調査結果は次の通りである。

2010年度

	平均点	合格率	Q1	Q2	Q8
教員1	56.6	70.0	2.9	2.7	3.9
教員2	59.6	66.7	1.7	2.0	1.9
教員3	67.0	88.7	2.3	2.2	2.1
教員4	68.6	88.7	1.9	2.1	2.1
教員5	71.5	91.8	不実施	不実施	不実施
教員6	71.9	88.5	不実施	不実施	不実施
教員7	73.7	93.1	1.7	1.7	1.7

2011年度

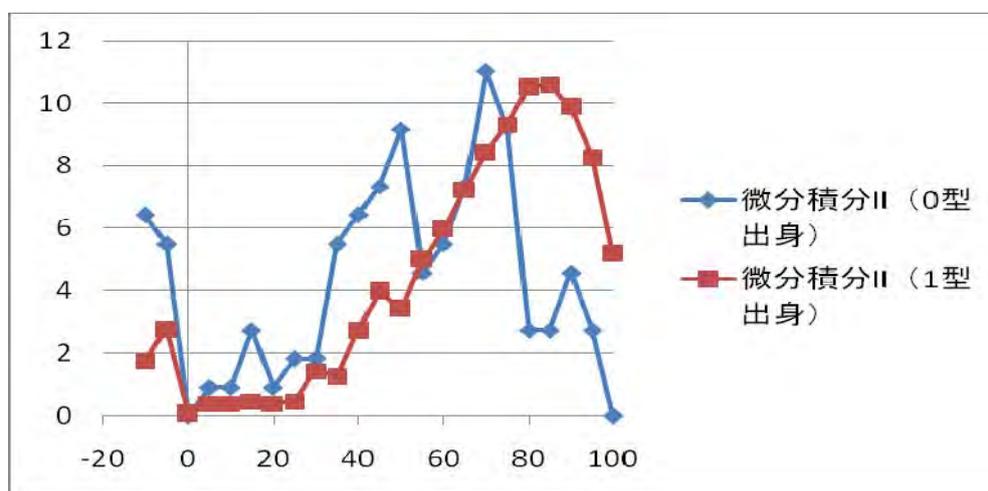
	平均点	合格率	Q1	Q2	Q8
教員a	42.8	38.1	2.4	2.6	2.2
教員b	48.2	42.9	1.8	1.8	1.7
教員c	53.6	62.3	2.7	2.4	2.3
教員d	57.3	75.4	2.1	2.0	1.7
教員e	59.7	72.5	2.8	2.7	3.2
教員f	62.3	82.5	1.5	1.7	1.5
教員g	67.6	86.8	3.7	3.3	3.3

これら（および2008・2009年度の同様のデータ）をもとに、さらにアンケートの自由記述などを参考にして、「微分積分Ⅰ」について上記①～④の観点を検討してみた。その結果は次の通りである。

- ・全体として、少しずつ改善の方向にあるが、「最低保証」の点からまだまだ改善の必要がある。
- ・最近は見られないが、①②がみだされてないクラスが存在する。
- ・③については概ね達成できている。
- ・④について、約半数のクラスに問題がある。
- ・上記のデータには表れていないが、学力の二極化が起こっている（実験的に行った「1型下位グループ専用クラスの設置」の結果および担当教員への聞き取りなどより）。履修者（合格者）の質を、下位グループを含めて保証するのは、かなり難しいように思われる。

「微分積分Ⅱ」についても同様の検討を行った。その結果は上記「微分積分Ⅰ」に関するものが概ねそのままあてはまる。

一層著しい傾向として、「学力の二極化」は強く起っており、下位グループがさらに固定的になっている。下図に示す通り、この下位グループには、前期0型クラス出身者の比率が高くなっている。



「微分積分Ⅱ」における0型クラス出身者と1型クラス出身者の成績分布
(2009-2011の3年分の平均、縦軸は%、横軸は得点(5点刻み) マイナスは取止等)

5. 「力と運動」について

「力と運動」は、1年生向け前期に開講される1型クラスの授業であり、下位グループ(約15%)は含まれない。この科目について、上述の「微分積分Ⅰ・Ⅱ」と同様の検討を行った。その結果は、次の通りである。

2010 年度

	平均点	合格率	Q 1	Q 2	Q 8
教員 1	52.2	62.1	不実施	不実施	不実施
教員 2	55.0	82.8	2.0	2.4	1.9
教員 3	59.7	82.9	2.4	2.7	3.2
教員 4	64.5	96.3	2.7	2.5	3.1
教員 5	65.5	90.7	2.7	2.5	2.7
教員 6	66.3	90.4	2.9	2.9	3.0
教員 7	70.3	96.0	2.1	2.3	2.5

2011 年度

	平均点	合格率	Q 1	Q 2	Q 8
教員 a	59.7	95.0	2.8	2.7	3.0
教員 b	64.2	90.0	2.4	2.5	2.8
教員 c	64.6	90.0	2.6	2.6	2.7
教員 d	68.5	90.5	1.9	2.1	2.0
教員 e	69.9	92.3	1.9	2.3	2.2
教員 f	71.8	94.4	2.4	2.3	1.8

これら（および 2008・2009 年度の同様のデータ）をもとに、さらにアンケートの自由記述などを参考にして、上記①～④の観点を検討してみた。その結果は次の通りである。

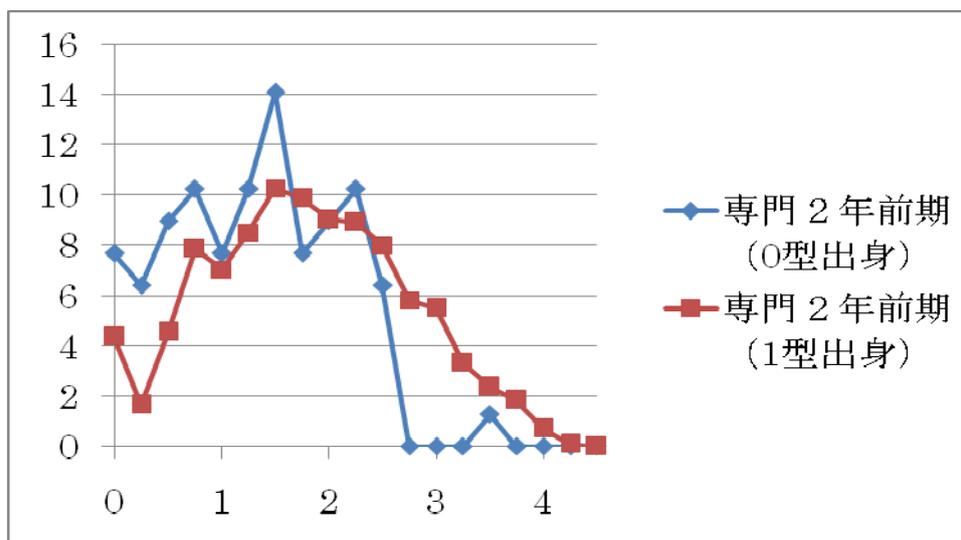
- ・全体として、授業内容の「最低保証」という点では、「微分積分 I・II」よりいい状況にある。上述の観点①～④について概ね達成できている。
- ・上記のデータには表れていないが、下位グループが固定的になっていて、履修者（合格者）の質を、下位グループを含めて保証するのは難しい（担当教員への聞き取りなどより）。

6. まとめ

教養科目の分野別基礎科目（自然系）において、「統一的」に実施している（工学部 A コース向け）理系基礎教育を点検評価した結果をまとめると、以下のようになる。

- (1) 1 年前期についてみると 0 型は 1 型に追いつきつつある。
- (2) しかし、完全な意味で追いついているわけではない。微分積分についてみると、0 型は、習熟度別クラスを置かない 1 年後期には、かなりの学生が脱落している。
- (3) 同様のことを、力学についてみると、下位グループの固定化が強く起こっており（この傾向は下位になるほど大きい）、現在のやり方では 0 型の下位層（1/3 程度）が 1 型へ追いつくのは難しいように思われる。0 型クラスの「力学基礎」は、一応 1 型クラスの「力と運動」と同等ということになっていて、しかも平均点は 1 型クラスと同程度であるが、0 型では評価基準を学生の実態に合わせざるを得ないというのが実状のようである（担当者への聞き取りより）。
- (4) 上記の下位グループの脱落傾向は、2 年前期においても認められる。つまり、固定的な二極化がかなり起こっている（下表参照）。

(5) 0型クラスの授業は、平均的な1型の授業よりも、学生側からの満足度、理解度は高く、教員の丁寧な指導が実行されている。したがって、上記の下位グループの脱落傾向は、0型クラスの担当教員に起因しているとは思えない。



0型クラス出身者と1型クラス出身者の経年後（理系科目の）成績分布
(2009-2010の2年分の平均、縦軸は%、横軸はGPA (0.25刻み))

上述の検討結果より、下位グループを含めた「質の保証」には次のようなことを検討する必要があると考えられる。

- (a) 1年後期以後においても、習熟度別を前提とする下位グループ向けの授業を用意する。
- (b) 学力が向上しない下位グループ学生に対して徹底した個別指導を行う仕組みを用意する。
- (c) 下位グループ学生の学習指導を組織的に行う仕組みを導入する。その際、指導内容の基準化を現担任制度より一層徹底する。例えば、(ある基準に基づいて、) 数学が必須にもかかわらずその習得が困難な学生に対しては、進路変更(大学内または外)も指導の選択肢に入れる。

2. 学科及び専攻教育点検・FD 報告

資料ページ数が多いため、茨城大学工学部学務第一係で閲覧いただくこととし、本報告書の添付は省略します。

なお、ガルーン（学内文書庫）において、抜粋を閲覧可能です。（学内限定）

<https://garoon.ibaraki.ac.jp/scripts/cbgrn/grn.exe/cabinet/index?hid=2067>

茨城大学工学部学務第一係

0 2 9 4 - 3 8 - 5 0 0 9

参考 1

平成25年度 前・後期 授業アンケート実施状況(集計)

工学部

平成 26年 10月 16日 現在

学 科	前期科目数	後期科目数	合計科目数	前期提出数	後期提出数	合計提出数	合計未提出数	合計提出率(%)	備考
機械工学科	34	32	66	30	32	62	4	94	集中3
生体分子機能工学科	31	28	59	31	26	57	2	97	集中2
マテリアル工学科	22	25	47	15	24	39	8	83	集中4
電気電子工学科	34	30	64	34	30	64	0	100	集中2
メディア通信工学科	29	22	51	28	22	50	1	98	集中6
情報工学科	27	27	54	26	27	53	1	98	集中9
都市システム工学科	32	30	62	30	30	60	2	97	集中1
知能システム工学科Aコース	24	25	49	24	25	49	0	100	集中2
知能システム工学科Bコース	25	23	48	25	23	48	0	100	集中1
全学科向け開講科目	10	13	23	10	13	23	0	100	集中2
計	268	255	523	253	252	505	18	97	

博士前期課程 (工学系)

専 攻	前期科目数	後期科目数	合計科目数	前期提出数	後期提出数	合計提出数	合計未提出数	合計提出率(%)	備考
機械工学専攻	16	14	30	11	12	23	7	76.7	集中1
物質工学専攻	15	21	36	12	15	27	9	75	集中1
電気電子工学専攻	14	16	30	11	12	23	7	76.7	集中2
メディア通信工学専攻	8	5	13	8	4	12	1	92.3	集中1
情報工学専攻	19	14	33	19	12	31	2	93.9	集中2
都市システム工学専攻	10	7	17	8	5	13	4	76.5	集中4
知能システム工学専攻	11	13	24	9	10	19	5	79.2	集中0
応用粒子線科学専攻	11	12	23	5	3	8	15	34.8	集中3
研究科共通	15	14	29	9	2	11	18	37.9	集中9
計	119	116	235	92	75	167	68	71.1	

学部・院	合計科目数	合計提出数	未提出数	提出率(%)
計	758	672	86	88.7

平成 25年度 前・後学期授業アンケート実施状況(集中を除く)

工学部

平成 26年 10月 24日 現在

学 科	前期科目数	後期科目数	合計科目数	前期提出数	後期提出数	合計提出数	合計未提出数	合計提出率(%)
機械工学科	32	31	63	31	31	62	1	98
生体分子機能工学科	29	28	57	29	26	55	2	97
マテリアル工学科	18	25	43	15	24	39	4	91
電気電子工学科	33	29	62	33	29	62	0	100
メディア通信工学科	24	22	46	23	22	45	1	98
情報工学科	23	24	47	22	24	46	1	98
都市システム工学科	31	30	61	30	30	60	1	98
知能システム工学科Aコース	23	24	47	23	24	47	0	100
知能システム工学科Bコース	24	23	47	24	23	47	0	100
全学科向け開講科目	9	12	21	9	12	21	0	100
計	246	248	494	239	245	484	10	98

博士前期課程 (工学系)

専 攻	前期科目数	後期科目数	合計科目数	前期提出数	後期提出数	合計提出数	合計未提出数	合計提出率(%)
機械工学専攻	15	14	29	11	12	23	6	79.3
物質工学専攻	14	21	35	12	15	27	8	77.1
電気電子工学専攻	13	15	28	11	12	23	5	82.1
メディア通信工学専攻	7	5	12	7	4	11	1	91.7
情報工学専攻	18	13	31	18	11	29	2	93.5
都市システム工学専攻	9	7	16	8	5	13	3	81.3
知能システム工学専攻	11	13	24	9	10	19	5	79.2
応用粒子線科学専攻	8	12	20	4	3	7	13	35
研究科共通	9	11	20	7	2	9	11	45
計	104	111	215	87	74	161	54	74.9

学部・院	合計科目数	合計提出数	未提出数	提出率(%)
計	709	645	64	91

参考 2

平成25年度 前・後期 授業評価実施状況(集計)

工学部

平成 26年 10月 16日 現在

学 科	合計科目数	前期	後期	実施数	未実施数	実施率(%)	備 考
機械工学科	66	32	32	64	2	97	
生体分子機能工学科	59	31	28	59	0	100	
マテリアル工学科	47	17	24	41	6	87.2	
電気電子工学科	64	31	29	60	4	93.8	
メディア通信工学科	51	25	21	46	5	90.2	
情報工学科	55	26	26	52	3	94.5	
都市システム工学科	62	29	27	56	6	90.3	
知能システム工学科Aコース	49	24	25	49	0	100	
知能システム工学科Bコース	48	24	23	47	1	97.9	
全学科向け開講科目	23	6	10	16	7	69.6	
		245	245				
計	524			490	34	93.5	

博士前期課程 (工学系)

専 攻	合計科目数	前期	後期	実施数	未実施数	実施率(%)	備 考
機械工学専攻	30	13	10	23	7	76.7	
物質工学専攻	36	14	16	30	6	83.3	
電気電子工学専攻	30	11	11	22	8	73.3	
メディア通信工学専攻	13	8	5	13	0	100	
情報工学専攻	35	18	15	33	2	94.3	
都市システム工学専攻	17	8	6	14	3	82.4	
知能システム工学専攻	24	9	11	20	4	83.3	
応用粒子線科学専攻	23	5	9	14	9	60.9	
研究科共通	29	6	4	10	19	34.5	
		92	87				
計	237			179	58	75.5	

学部・院	計科目数	実施数	未実施数	実施率(%)
計	761	669	92	87.9