

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17500609
 研究課題名（和文） 工業高等専門学校におけるデザイン能力養成のための系統的な創成教育プログラムの開発
 研究課題名（英文） Development of the systematic educational program for design ability training in the college of technology.
 研究代表者
 稲葉 成基
 岐阜工業高等専門学校・電気情報工学科・教授
 研究者番号：90270264

研究成果の概要：5年間の一貫教育が可能な高専の利点を生かし、高専における総合的デザイン能力養成のための系統的な創成教育プログラムを開発し、その効果を評価・確認し、スパイラルアップさせた。具体的には、養成すべきデザイン能力を定義し、全ての学年に創成教育を導入し系統的に涵養していく教育プログラムを設計・実践した。設定した具体的な能力が得られているかどうかを評価する方法およびその基準を定め、能力の達成度に関する定量的解析を行い、創成教育プログラム自体の点検及び改善をはかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	900,000	0	900,000
2006年度	800,000	0	800,000
2007年度	800,000	240,000	1,040,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,300,000	480,000	3,780,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：エンジニアリングデザイン、教育システム

1. 研究開始当初の背景

中学を卒業後、5年間あるいは専攻科まで含めた7年間の教育を受ける工業高等専門学校(以下、高専と略す)の教育システムは、現行の高校・大学の3・4制と異なり、人数は少ないものの一貫教育の特徴を生かし優れた実践的技術者を輩出し社会に貢献してきた。しかしながら、単に実践的な技術だけでなく、新しい課題を模索し、問題解決のための障害を予測し、計画を立て、実践して行く総合的デザイン能力を身につけることが必要である。

日本技術者教育認定機構(以下、JABEEと略す)は、大学などで実施されている技術者教育プログラムが、社会の要求水準を満たしているかどうかを審査・認定している。デザイン能力の審査基準として、単なる設計図面制作の能力ではなく、種々の学問・技術を統合して必ずしも正解のない問題に取り組み、実現可能な解を見つけ出していく能力を身につけることを要求している。創造力溢れるテーマを設定し、それを実現するための計画を策定し、継続的に計画を遂行・改善し、最終的な製品を開発していく能力をもつ実践的技術者を涵養していくことは、工学教

育・技術者教育の大きな責務である。

2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、5年間あるいは7年間に及ぶ一貫教育が可能な高専の利点を生かし、高専における総合的デザイン能力養成のための系統的な創成教育プログラムを開発し、その効果を評価・確認し、スパイラルアップさせることにある。具体的には、第一に、養成すべき総合的なデザイン能力の具体的な内容を定義し、その能力を養成するために、高専の全ての学年に創成教育を導入し、設定された能力を系統的に涵養していく教育プログラムを設計する。第二に、各学年に計画的に配備した創成教育を実践し、5年間あるいは7年間に渡りデザイン能力を涵養する。第三に、設定した具体的な能力が得られているかどうかを評価する方法およびその基準を定め、それに基づいて能力を点検・評価する。創成教育は全て公開とし、外部評価も取り入れる。第四に、プログラムを修了した学生のデザイン能力に関する5年間あるいは7年間のポートフォリオを作成し、能力の達成度に関する定量的解析を行い、創成教育プログラム自体の点検及び改善をはかる。

(2) 本研究の特徴はこれまで漠然としていたデザイン能力の具体的な内容を定義し、5年間あるいは7年間の一貫教育を利用して、長期的、継続的、そして系統的にデザイン能力を養成する点にある。また、定義された能力を評価する方法および基準を定め、定量的な解析を可能にする点にも特徴がある。学生自身がデザイン能力の達成度を定量的に知ることができ、また、継続的な改善ループが期待できる。総合的デザイン能力を身に付けた実践的技術者は、日本の将来にとって欠くことのできないものであり、プログラムを開発する意義は大きい。また、このプログラムの有用性が証明されれば、全国の高専にも大きな指標を与えるものであり、二次的な波及効果も大きいものと思われる。

J A B E E が加盟申請しているワシントン・アコードは日本のプログラムにおいてデザイン能力の系統的な養成システム及び評価システムの欠如を指摘しており、重点項目として審査するよう要求している。エンジニアリングデザインに関する J A B E E のワークショップが 2004 年 12 月に企画されるなど、工学教育・技術者教育の分野において国内外で、現在最も注目されているが、一貫教育が可能な高専における系統的な教育プログラムの開発は未だなされていない。

3. 研究の方法

(1) 既に系統的な創成教育プログラムの設計は修了しているので、プログラムの実践、

点検評価、継続的改善及びプログラムの設計へのフィードバックが主体となる。

系統的な創成教育プログラムには電気情報工学科および専攻科の全教員が関与するが、主たる教員は上図の様に分担している。プログラム自体の点検も全員で行うが、研究代表者(稲葉)が主体となる。研究分担者(福岡)は最新の実践的技術に関する教員の F D を担当する。

(2) 以下に、12科目の創成型授業について平成17年度の実施計画を示す。

① プログラムの実践

以下のように12の授業で創成教育を実施する。

(a)電気電子設計製図(1年)(担当:福岡、所)

CAD や論理回路の基礎を学んだ後、ライントレーサコンテストを実施する。ソフトウェアのプロトタイプ作成における手技と実際に体験する。実践能力を養成すると同時に、他の作品を評価する眼を養う。

(b)電気情報工学実験(2年)(担当:福岡、羽淵)

電気情報工学に関する入門実験を実施した後、PICを用いたライントレーサコンテストを実施する。プロトタイプ作成時に記憶容量に関するプログラム制作上の問題を予想検討できる能力を養う。

(c)電気情報工学実験(3年)(担当:羽淵、稲葉)

電気情報工学に関する基礎実験を実施した後、PICのアイデアコンテストを実施する。電子回路の知識をもとに、企画・創案能力及び実践能力を養成する。

(d)工学基礎研究(4年前期)(担当:電気情報工学科全教員)

グループによるものづくり教育を実施する。成果は中学生の高専見学会で披露する。中学生、保護者、中学校教員の評価に耐えるだけの新規性と完成度を要求する。企画・創案能力及び時間や予算などの制約下での計画・実践能力を特に養成する。

(e)工学基礎研究(4年後期)(担当:電気情報工学科全教員)

研究室単位で個別の課題を与え実施する。研究室の専攻科生や卒研生と連携をはかり、研究課題の実践能力及びプレゼン能力を特に育成する。

(f)校外実習(4年インターシップ)(担当:電気情報工学科全教員)

企業で二週間の実習を行い、実務上の問題点及びその解決方法を学ぶ。

(g)電気電子(情報)工学実験(担当:電気情報工学科全教員)

課題コンテストを実施する。制約下における企画・創案能力、問題抽出・検討能力、設計・計画能力等を特に養成する。成果は中学

生の高専見学会で披露し、中学生から評価を受ける。

(h)卒業研究（5年）（担当：電気情報工学科全教員）

座学・実験で得た知識と技術をもとに、1年間に渡り研究を行う。理論的かつ体系的に物理現象を把握する知識・技術取得能力、実践能力、継続的改善能力及び研究をまとめ、発表する能力を養成する。

(i)電子システム工学実験（専攻科1年）（担当：電子制御工学科教員）

機械工学、電気情報工学、電子制御工学を専門とする専攻科学生の混成チームにより、自律移動ロボットを設計・製作する。公開競技会を実施し、技術プレゼンテーションも実施する。設計・計画能力、実践力、創造力等を養成すると同時に、専門を異にする学生間の協調性やリーダーシップ等を養成する。

(j)特別実習（専攻科1年インターシップ）（担当：専攻科全教員）

3週間以上の企業実習を行い、本科よりもより専門的で実務的な課題について経験を積ませる。企業側にも達成度評価を依頼する。報告書を提出すると同時に発表会も実施する。海外インターシップも実施し、実習先からの研究生も受け入れている。

(k)創造工学実習（専攻科2年）（担当：専攻科全教員）

電子システム工学専攻及び建設工学専攻の学生が共同して製作課題を自ら設定し、環境や安全との関係を含め、過去の事例、問題の所在及びそれらに関連する事項を調査し、テーマを具体化し、これまでに培ってきた学生各自の専門知識を寄せ合って製品開発及び製作の計画を立て実施させる。幅広い知識を組み合わせ、課題の発見と問題を解決する総合的デザイン能力を育成する。特許出願に関する講義を聴く。(i)よりさらに幅広い専門分野（土木・建築）の学生が加わる。

(l)特別研究（専攻科1・2年）（担当：専攻科全教員）

卒業研究を基盤として、更に高いレベルの研究を2年間にわたって行い、専門知識を精深なものとし、理論的かつ体系的に問題を考える能力と独創性を育成している。学会発表できる能力に達することを要求する。

電気情報工学に関するデザイン教育は本科の5年間で完成している。専攻科では専門以外の分野を理解し、異分野の学生との共同作業を通じて、環境問題に特に配慮した総合的デザイン能力を育成する。

もの作り教育が前提になるので、創成教育の実践で用いる電子部品や工作用部品等の消耗品を恒常的な経費として申請する。研究成果は日本工学教育協会の全国大会で発表し、論文誌「高専教育」、「工学教育」等にて

公開する。

② 能力の達成度の点検・評価（担当：羽淵、全員）

評価方法・評価基準に従い、能力の達成度評価を実施する。

(3) 平成18年度以降も改善ループによりスパイラルアップさせる。

① プログラムの実践（担当：福岡、全員）

前年度に引き続き、系統的な創成教育を実践する。各授業において前年度の作品などが紹介されるので、それ以上の作品が要求され、自動的にスパイラルアップが実現している。卒業研究や特別研究においては、前年度のテーマを引き継ぎ、さらに新しい知見を要求される。第5学年の電気電子工学実験（あるいは情報工学実験）においては、平成16年度はPIC Network Interface Card(以下PICNIC)を使った自由テーマとし、高専見学会において中学生、保護者及び中学校教員に披露し、評価を受けた。平成17年度及び平成18年度にはさらに新しい技術を導入してコンテストを実施する。

② 能力の達成度の点検・評価（担当：羽淵、全員）

表1に示した10種類のデザイン能力に対して、具体的なその内容が示され、12科目の創成型授業科目においてその評価方法・評価基準が定められている。各授業で実践される中で、計画書、検討会、作品、報告書あるいは発表会において、その評価方法・評価基準に基づいて定量的な達成度の評価を実施する。

たとえば、「問題抽出・検討能力」の具体的内容は「課題や構想を実現する過程で発生する問題（製作手法、製作材料、耐久性、経済性、安全性、倫理性、環境問題等）を予想・抽出し、実現可能なものかどうかを検討・判断できる能力」であり、「電気情報工学実験（2年）」の授業では、「ライントレーサコンテストを実施し、ソフトウェアのプロトタイプを作成における手技と実際に体験する」ことによって養成され、能力の達成度は「計画書を提出させ評価し、評価基準は、PICのメモリー容量の制限やハード上の問題点まで言及していること」で、5段階評価する。「問題抽出・検討能力」の養成に主体的に関与する他の授業科目においても、評価方法・評価基準を具体的に決め、達成度を評価する。

③ 継続的改善（担当：所、全員）

(a)各自の改善

5年間にわたる具体的なデザイン能力の達成度の評価に関する学生個人のポートフォリオを製作することによって、総合的デザ

イン能力の達成度を定量的に解析し、プログラムの有用性を検証する。スパイラルアップの指標として解析する。

(b)授業内容の改善

学生による授業評価及び教員による授業内容の自己点検により、創成授業の内容を点検評価し改善する。

(c)能力の定義及び評価方法・評価基準の改善

4年間継続的にデザイン能力の定量的評価を実施したのち、能力の定義及び評価方法・評価基準を見直し、プログラムのスパイラルアップをはかる。

④ 系統的な創成教育プログラム自体の点検 (担当：稲葉、全員)

創成教育プログラムを支援する実践技術単位やフォローアップ点検システムを含めて、プログラム自体の点検を行い、全体的な検証を行う。

⑤ 成果の公表 日本工学教育協会及び高専教育にて発表し、論文にて公表する。

4. 研究成果

研究は計画通りに進み、5. に示すように9編の査読付き論文として掲載された。さらに研究は進展し、デザイン能力を養成するシステムに他の教育システムを有機的に組み合わせることにより、論文③に示すように、自主的・継続的な取り組み意欲を促進させる総合的なシステムを構築した。研究成果のすべては下記論文に掲載されているので参照されたい。ここでは、その中でも特筆すべきことについて述べる。

(1)系統的なデザイン能力を養成するシステムの構築

下図のようにこれまでの講義を補うための実験から、全学年にPBLを導入し、デザイン能力との対応を明確にして、系統的に養成するシステムを構築し、実践した。

表2 能力と科目との対応

◎は主体的に関与、○は付随的に関与

学年 学期	授業科目	能力	調査・ 検査	企画・ 創案	問題抽出・ 検討	設計・ 計画	知識・ 技術取得	協調・ 管理統率	実 践	継 続 的 改 善	報 告 書 ・ プ レ ゼ ン 	評 価
1後	電気電子設計製図				○				◎		○	◎
2後	電気情報工学実験			◎	○				◎		○	◎
3後	電気情報工学実験			◎	◎				◎		○	◎
4前	工学基礎研究		○	◎	◎				◎		○	◎
4後	工学基礎研究		○	○	◎				◎		○	◎
4前	校外実習								◎		○	◎
5前	電気電子工学実験・ 情報工学実験		○	◎	◎				◎		○	◎
5	卒業研究		◎	◎	◎				◎		○	◎

(2)実践技術ポイント制度の成果

資格取得件数が下記のように制度導入前は年間10件程度であったが、導入後に150件近くまで上がった。

表2 資格取得件数の年度別推移 ()内は英語関連

年度	1999	2000	2001	2002	2003	2004
件数	12(3)	13(2)	52(2)	127(1)	149(14)	147(8)

(3)系統的なデザイン能力養成システムと自主的継続的な取り組み意欲の成果

構築した教育システムは下図のように相互に補い合うものであり、低学年では実践技術ポイント制度により、コース別教育課程等のために半ば強制的に取り組んでいたものが、学年進行とともに、外部公開、外部評価制度と相まって自主的・継続的に取り組むようになっていく。

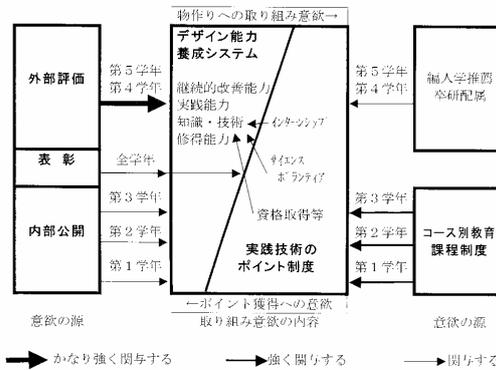


図1 エンジニアリングデザインに対する自主的・継続的な取り組み意欲を促進する教育システムとその相互関係

実際に以下に示すように、学年が進行するにつれ着実に能力の評価値が上がっている。

表4 デザイン能力の5段階評価の学年別平均値 (2005年度在学時)

	実践能力	継続的改善能力
第3学年	3.5	3.6
第4学年	4.4	3.9
第5学年	4.6	4.2

表5 高専見学会で最も印象に残った学科 (%) 複数回答可 本学科のみ2004年度から外部評価を実施

学科	2003	2004	2005	2006
本学科	22.9	30.1	27.5	36.3
A学科	21.5	26.5	24.7	31.9
B学科	29.3	26.5	27.5	34.4
C学科	11	8.8	12.8	26.11
D学科	15.4	2.4	11	17.2

(4)外部公開・外部評価の成果

上記表5のように制度を導入し年からアンケート結果が上がっている。また、A学科

も同様な制度を導入して 2006 年度から上昇した。

研究成果は、これまでのように研究成果報告書として冊子を製作し、関係者に配布した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

- ①組織で取り組む教育システムの構築・実践のために、稲葉成基、工学教育、Vol.57、掲載決定、(2009)、査読有。
- ②Moodleを利用した授業時間外学習支援の試み、山田博文、岐阜工業高等専門学校紀要、Vol.42、pp.151-154、(2007)、査読有。
- ③エンジニアリングデザインに対する自主的・継続的な取り組みを促進する教育システム、稲葉成基、所哲郎、羽瀧仁恵、山田博文、工学教育、Vol.55、No.6、pp.100-104、(2007)、査読有。
- ④実践技術のポイント制度とその効果、稲葉成基、所哲郎、羽瀧仁恵、山田博文他 8 名、高専教育、Vol.29、pp.303-313、(2006)、査読有。
- ⑤電気電子および情報工学系創成型実習の外部公開とその効果、羽瀧仁恵、稲葉成基、所哲郎、山田博文他 8 名、高専教育、Vol.29、pp.315-318、(2006)、査読有。
- ⑥岐阜高専における教育の点検・評価フォローアップシステム、稲葉成基、大野武久、工学教育、Vol.53、No.5、pp.112-115、(2005)、査読有。
- ⑦岐阜工業高等専門学校電気情報工学科におけるデザイン能力養成のための教育システム、稲葉成基、北川恵一、羽瀧仁恵、福岡大輔、西田鶴代、三代邦彦、工学教育、Vol.53、No.1、pp.89-93、(2005)、査読有。
- ⑧創成型ものづくり教育と連携した産業財産権教育、所哲郎、羽瀧仁恵、長南 功男、工学教育、Vol.53、No.5、pp.32-36、(2005)、査読有。
- ⑨岐阜工業高等専門学校電気情報工学科のコース別教育課程、稲葉成基、北川恵一、山田功、所哲郎、熊崎裕教、出口利憲、富田睦雄、羽瀧仁恵、福岡大輔、高専教育、No.28、pp.249-254、(2005)、査読有。

[学会発表] (計 11 件)

- ①東海工学教育協会高専部会の活動報告とその成果—エンジニアリングデザイン教育研究及び事例集の発行—、井上哲雄、稲葉成基、森井宣治、後田澄夫、大石哲男、高橋誠記、平成 20 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp. 244-245、(2008. 8. 2)神戸大

学。

- ②コース管理システムMoodleの英語演習問題用インタフェースの開発、山田博文、清水晃、所哲郎、藤田一彦、平成 20 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp.732-733、(2008. 8. 2)神戸大学。
- ③情報倫理講習用Webコースウェアの開発、山田博文、入部百合絵、新田恒雄、第 13 回高専シンポジウム in 久留米、pp. 319、(2008. 1. 26)久留米。
- ④学修単位を見据えた授業について、稲葉成基、石川高専FD研修会招待講演、(2007. 8. 27)石川高専。
- ⑤光量子エレクトロニクスの学修単位について、稲葉成基、東海工学教育協会高専部会報告書、(2007. 12. 12)鈴鹿高専。
- ⑥エンジニアリングデザインに対する自主的・継続的な取り組みを促進する教育システム、稲葉成基、日本工学教育協会WS招待講演、(2007. 3. 17)日本大学。
- ⑦学生とその保護者及び教員によるファカルティ・ディベロップメント、稲葉成基、平成 19 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp. 322-323、(2007. 8. 4)日本大学。
- ⑧高専におけるデザイン能力養成のための自主的・継続的意欲を促進する教育システム、稲葉成基、所哲郎、羽瀧仁恵、山田博文、平成 18 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp. 172-173、(2006. 7. 28)九州大学。
- ⑨岐阜高専の教育改善システム、稲葉成基、大阪府立高専招待講演、(2006. 1. 10)大阪府立高専。
- ⑩JABEEが岐阜高専にもたらしたもの、稲葉成基、奈良高専招待講演、(2005. 9. 27)奈良高専。
- ⑪岐阜高専電気情報工学科に導入した実践技術単位、稲葉成基、北川恵一、所哲郎、西田鶴代、平成 17 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp. 620-621、(2005. 9. 10)広島大学。

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲葉 成基 (INABA SEIKI)

岐阜高専・電気情報工学科・教授

研究者番号：90270264

(2) 研究分担者

所 哲郎 (TOKORO TETSURO)
岐阜高専・電気情報工学科・教授
研究者番号：10155525

(3)研究分担者

羽渕 仁恵 (HABUCHI HITOE)
岐阜高専・電気情報工学科・准教授
研究者番号：90270264

()研究分担者

山田 博文 (YAMADA HIROBUMI)
岐阜高専・電気情報工学科・准教授
研究者番号：5028352

(3)連携研究者

なし