大学教育・学生支援推進事業【テーマＡ】

大学教育推進プログラム　事業結果報告書

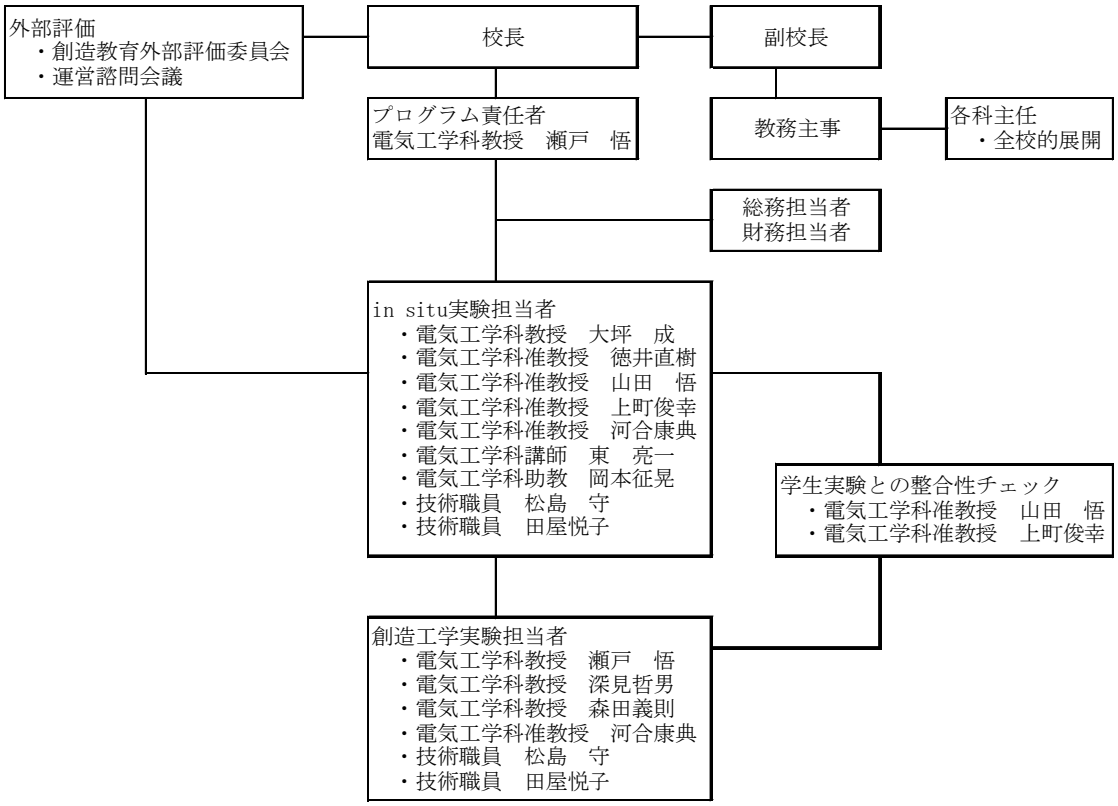
大　学　等　名	石川工業高等専門学校		
取　組　名　称	基礎科目を重視した創造教育プログラム		
取　組　期　間	平成２１年度 ～ 平成２３年度　（３年間）		
取 組 学 部 等	電気工学科	取 組 担 当 者	瀬戸　悟
Ｗｅｂサイト	http://www.ishikawa-nct.ac.jp/GP/kyouiku/index.html		
取 組 の 概 要	本取組の目的は，第一に高専学生が 1 年生から 3 年生までに学ぶ専門基礎知識を定着させるために授業中に法則等を再現する *in situ* **実験（その場実験）**を積極的に導入して早期に工学の面白さを実感させて学生の学ぶ意欲を喚起すること、第二に学んだ専門基礎科目を総合的かつ創造的手法を学ぶことの出来る**ものづくり創造工学実験**を 4 年生で実施することにある。これらによって高専教育の特徴である早期専門教育のさらなる実効を図る。		

１．取組の実施状況等

①取組の実施状況　【２ページ以内】

（１）　取組の実施体制について

本教育プログラムは、校長を事業推進代表者とし、電気工学科の瀬戸悟がプログラム責任者を務める。副校長と教務主事は本教育プログラムの学内周知のための合同フォーラム計画・実施や本取組を他学科へ拡げるための in situ 教室の整備等、様々な面からサポートを行う。下図は本取組の組織図を示す。



（２）　取組の実施内容について

本取組は基本的には本校電気工学科がパイロット的に実施してその有効性を確認する。並行し

て全学科に本取組を拡げるために全学的利用を目的とした in situ 教室を３部屋新設した。各年度の実施計画は以下のとおりであり、ほぼ計画どおりに実施できた。

21 年度	・ 創造教育準備委員会および創造教育実施委員会を設置 ・ 実施体制・創造工学実験設備の整備 ・ In situ 授業内容の検討，各種チェックシートの開発，実施，検証 ・ 第１回創造教育外部評価委員会開催（平成 22 年 2 月 2 日 14:00-16:10）
22 年度	・ 第１回合同フォーラム開催（平成 22 年 12 月 22 日 13:30-15:05） ・ 実施体制，In situ 授業内容の検討，各種チェックシートの見直し ・ 創造工学実験設備の整備 ・ 第２回創造教育外部評価委員会開催（平成 22 年 12 月 22 日 15:15-16:40）
23 年度	・ 実施体制，In situ 授業内容の検討，各種チェックシートの見直し ・ 取組終了後に向けた実施体制の整備 ・ 第３回創造教育外部評価委員会開催（平成 24 年 2 月 28 日 15:00-16:20） ・ 第２回合同フォーラム開催（平成 23 年 12 月 6 日 13:20-16:40）

また本取組の実施体制に示したように電気工学科全教員 10 名ならびに 2 名の技術職員が本取組に参加した。また機械工学科や環境都市工学では in situ 教室を使って in situ 実験を実施している。

（３） 社会への情報提供活動について

本取組の内容については、下記に示すよう機会を捉えて社会に対して情報提供活動を行った。

○研究会および学会発表等

発表団体および学会	発表題目	日時	場所
平成 22 年度全国高専教育フォーラム	低学年における専門導入教育の in situ 授業の導入と効果 －第１報－	平成 22 年 8 月 27 日	長岡技術科学大学
平成 23 年度全国高専教育フォーラム	低学年における専門導入科目の in situ 実験の効果と取り組みについて	平成 23 年 8 月 24 日	鹿児島大学
5th International Symposium on Advances in Technology Education	In-situ experiment in early-stage engineering education	平成 23 年 9 月 28 日	Republic Polytechnic (Singapore)
平成 24 年電気学会全国大会	専門基礎科目への in situ 実験の導入と PBL 実験に向けた体系的工学実験の構築	平成 24 年 3 月 21 日	広島工業大学

○論文発表等

発表団体学会	発表題目	巻・頁	発表年
高専教育	低学年の専門導入科目における in situ 実験の導入と効果	34 巻 pp. 397-398	2011
高専教育	低学年のディジタル回路関連科目における in situ 実験導入と効果	35 巻に掲載決定	2012
平成 24 年電気学会全国大会論文集	専門基礎科目への in situ 実験の導入と PBL 実験に向けた体系的工学実験の構築	教育・研究 1-008	2011

その他、本校ホームページのトップページにも本取組のバナーを設けて紹介ページにリンクできるようにしている。また平成 21 年 12 月 25 日付の読売新聞において本取組が写真付きで紹介された。

②取組の成果　【１ページ以内】

近年の工学分野における専門分野の深化と専門分野の拡がり、例えば電気工学においては電力・制御・電子・材料・通信等の幅広い分野の知識を学生は習得しなければならない。そのために教員サイドも学生に魅力ある授業を提供して専門科目への興味を喚起させ、低学年の専門基礎科科目の定着と高専の特徴であるものづくり教育の充実を目指した教育システムを構築する必要がある。この目的を達成する方法として本取組では、①低学年における専門基礎科目における in situ 実験（教室内のその場実験）の積極的導入と、②幅広い専門分野にわたるものづくり創造教育の充実、の 2 点を特徴とした体系的な教育システムを構築した。

①に関しては、低学年の専門基礎科目のほぼ全てにおいて in situ 実験を実施できる体制にした。具体的には、1 年生では『電気工学基礎』、『電気数学』、『計算機工学基礎』、『製図』、2 年生では『回路基礎』、『基礎電気磁気学』、『プログラミングⅠ』、3 年生では『電気回路Ⅰ』、『電子回路Ⅰ』、『電気機器Ⅰ』、『電気電子計測』の各科目で in situ 実験を実施した。さらに学年ごとに学生からアンケートを取って in situ 実験の教育効果を検証した。その結果、例えば「in situ 授業は専門科目の理解を深めるのに役立つと思いますか？」という設問に対しては、各学年で下表のような結果になった。

表　設問「in situ 授業は専門科目の理解を深めるのに役立つと思いますか」に対する回答

	1 年生	2 年生	3 年生
大いに役立つ	67%	52%	27%
少しは役立つ	31%	41%	60%
役に立たない	2%	5%	5%
わからない	0%	2%	8%

学年でバラツキはあるが、87%以上の学生は肯定的にとらえている。また具体的な効果を聞く複数回答の項目では“授業で習ったことがすぐ、その場で実際に体験できる。”、“授業時間の 100 分が短く感ずる”、“実物に触れることができる喜びがある。”等の項目を選択する学生が多かった。

一方、②に関しては、平成 20 年度から 4 年生の後期に約 10 週かけて実施する『創造工学実験』を導入したが、電子回路製作とプログラミングを融合した課題に偏り、電子デバイス関連の課題を学生に提示できないでいた。このために電気工学における幅広い専門領域に興味を持つ学生を満足させることができないでいた。そこで平成 21 年度から電子デバイス製作を課題とするテーマを実施できる設備を導入した。初年度は、例えば『有機 EL デバイスを作製と評価』の課題では、最終的に微かに発光する有機 EL デバイスしか作製できなかったものが、プロセスの最適化によって平成 23 年度の学生は強く発光する有機 EL デバイスの作製に成功するようになった。学生たちは最先端技術と思われた“有機 EL”が自分たちにも作製できるという自信を持てたのではないかと思う。実際に学生のレポートにもそのような感想の記載が見られた。

本取組の中、①の in situ 実験の実施では通常の授業中に簡単な実験を実施するために、特に低学年の専門基礎科目では 2 名の教職員を配置して、in situ 実験を行う際にはサポートする体制にした。このようにして全教員は in situ 実験や創造工学実験を担当するなかで、学生からの確かな教育効果を実感することができた。これはまた各教員の教育改善への意欲につながり、例えば従来型の学生実験の内容を見直しと改善につながった。

教育の質保証の観点から本校では 4 年生に専門基礎科目の達成度試験（電気工学科では電気回路、電子回路、電気磁気学）を課している。しかし本取組を本格的に開始した学生は現在 3 年生であり、取組の成果は彼らが来年度に受けることになる達成度試験の結果を待って判断したい。

③評価及び改善・充実への取組 【１ページ以内】

本取組の中核をなす in situ 実験については石川工業高等専門学校の第２期中期計画の中で“in situ 教育の実施”として明記している。本校では，学外有識者を委員とする運営諮問会議が年１回開催され，外部評価が実施されている。運営諮問会議は，本校の運営に関する重要事項について，校長の諮問に応じて審議・評価し，校長に対して助言または提言を行う。本取組内容と進捗状況は平成 21 年、22 年の運営諮問会議において報告し、委員からは取組内容について高い評価を受けた。また評価結果は総合企画会議で審議され，必要ならば各主事を通じて所掌する各委員会で検討される。本取組に関しては、学内の他学科に拡げるために本校の施設整備委員会において in situ 教室の整備について検討し、3 つの in situ 教室を新設して教育環境の充実を図った。現在、機械工学科１年生の『機械工学基礎』『機械基礎製図Ⅰ』と機械工学科２年生の『機械基礎製図Ⅱ』や環境都市工学科１年生『環境都市工学基礎』、４年生『環境都市施設工学』などの授業でこれらの教室を利用している。

一方、本校の全教員に対して取組内容と進捗状況を紹介するために学内フォーラムを開催した。その中で取組についての説明し、様々な意見を得ることができた。他学科にも本取組の教育方法の有効性を理解して、それぞれの学科の教育改善に本取組の特徴である in situ 実験を実施する学科も見られた。例えば上に述べた in situ 教室を使った機械工学科１年生の『機械工学基礎』や環境都市工学科１年生の『環境都市工学基礎』授業等がそれに対応する。また外部評価として（２）の取組の実施内容で説明したように、毎年本取組を評価するための創造教育外部評価委員会を開催した。外部評価委員のメンバーは産業界から２名と大学・高専から２名から構成され、取組の評価と改善に資する率直な意見を得た。その中には、例えば企業技術者の委員の方からは、創造工学実験においてチームで議論を行うためのツールとしてのホワイトボードを使った議論の方法についての有益な意見を頂いた。翌年、早速ホワイトボードを購入して実験室に追加して配置した。

また学生からの評価として、本校では全科目対象のアンケートを実施している。勿論、in situ 実験を実施している科目もアンケート調査の対象となっており、他の科目と同様に授業評価が一定の基準に満たない科目の担当者は授業改善計画書を提出すると共に，評価の高い授業を見学して報告書を提出することが義務付けられている。この学内アンケートに加えて我々は、in situ 実験の教育効果を問うアンケートを別途実施した。その結果の一部は既に述べたが、学生は講義中心の授業より、手を動かして法則等を確認できる in situ 実験の授業内での実施を肯定的に評価している。

④財政支援期間終了後の取組　【１ページ以内】

元来、本取組は電気工学科の個々の科目の教育方法の改善に加えてカリキュラム全体を見直して継続実施していく予定であった。そのために必要な設備をこの３年間で順次導入した。特に創造工学実験においては電子デバイス系の実験課題を導入するために比較的高額な実験装置群を導入することができた。その結果、従来できなかった最先端技術に触れる実験課題を導入できた。従って今後継続実施する上で財政的な大きな問題点はない。創造工学実験を実施する際には、課題ごとに上限を設けた予算を設定して実施してきたが、この予算は大きな金額ではないために学科内の予算、あるいはin situ教育に要する備品及び消耗品の購入を目的とした学内の校長裁量経費の公募制度を利用しながら継続的に実施していくことが可能である。

一方、人的資源に関しての問題点として、in situ実験に際して教職員を複数配置しているために教員の負担が増加したのは事実である。この点に関しては、低学年において手厚く学生を指導・教育していくことによって学生の実験スキルの向上がこれまで以上に達成できるために高学年における学生実験は、学生が自立して実験を進めていけるようになると期待している。その結果として、高学年での学生実験を担当する教員の負担は軽減できるのではないかと期待している。

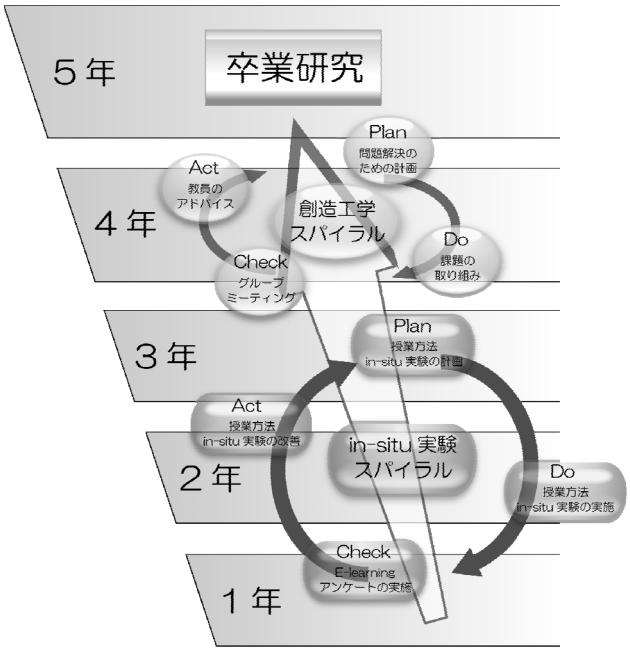
以上、本取組の内容は電気工学科のカリキュラムの一部として取り込まれており、今後は個々の教育内容をブラッシュアップしながら実施していく。

２．取組の全体像　【１ページ以内】

【取組の目的】　本取組の目的は中学校を卒業して高専に入学した学生に対して、低学年から専門分野の面白さに実感させ，自発的に学ぶようになる魅力的な教育システムを構築することにある。このことを達成するために本提案プログラムは，図に示す次の２点の取組みを特徴とする。

① １年生から３年生までに学ぶ専門基礎知識を定着させるために授業中に法則等を再現する *in situ* **実験**を積極的に導入し，早期に工学の面白さを実感させる。

② 専門基礎科目をほぼ修得した段階で，電気工学の専門性を総合的かつ創造的手法を学ぶことの出来る**ものづくり創造実験**（創造工学実験）を充実する。この創造工学実験の実施によって in situ 実験に身につけた専門的知識を知恵に昇華させて学生の実践力と創造力を涵養する。



【取組の成果】低学年で実施している専門科目のほぼ全てにおいて in situ 実験を実施している。この in situ 実験の実施は従来型の学生実験の問題点である授業で習う法則とそれらを確認する学生実験との時間的なズレを解消でき、従来型の学生実験の内容もより進んだ内容を実施できるようになった。学生の in situ 実験に対するアンケート評価の結果は、1 年生の 89%、2 年生では 66%、3 年生では 55%の学生が in situ 実験に導入によって“大いに勉学意欲が高まった”あるいは“少しは勉学意欲が高まった”と回答し、本取組の教育成果が確認できた。一方、4 年生で実施する創造工学実験では、学生の実験に取組む姿勢に自主性と積極性が見られ、課題探求能力を涵養することができた。さらにこの創造工学実験は電気工学の幅広い専門分野における学生自身の適性を考える契機と卒業後のキャリアデザインを考える契機にもなっている。

【今後の展開】これまでの 3 年間の本取組によって教育内容全般を見直すことができた。内容は高専卒業生して社会が期待する実践的・創造的技術者の育成を目指すものである。今後は第２期中期計画（平成 21 年度～平成 25 年度）の中で掲げた”in situ 教育の実施“に沿って本取組を継続して実施していく。その中で個々の科目の内容については、改善に努めていくことは勿論である。最終的には電気工学科の場合、下図に示したように本取組に加えて低学年の補習授業や資格試験対策（第 2 種電気工事士)、さらに 4 年生で実施しているインターンシップをとおして学生を実践的・創造的技術者として涵養して社会に送り出していく。