

課題解決型研修による“環境を考えられる土木技術者”の養成に関する調査研究委員会 事業内容報告

岐阜工業高等専門学校 角野晴彦、豊橋技術科学大学 山田剛史
都城工業高等専門学校 高橋利幸、阿南工業高等専門学校 川上周司
鹿児島工業高等専門学校 山田真義、山内正仁

1. 目的

近年、実務において環境問題に対する知識や課題解決力が要求される。すなわち、環境を考えられる土木技術者が必要とされている。環境に関する問題や技術は日進月歩である。“環境を考えられる土木技術者”を育成するためには、課題解決型授業(Project Based Learning : 以下 PBL)を実施することが有効的だといえる。

実務では、初めて挑戦する課題にしばしば出くわし、体験する。これを先端的な環境技術を用いて、PBL で再現することによって、“環境を考えられる土木技術者”が育成できる。

先端的な環境技術を所有する学校・研究室は各地に散らばっている。これを用いた PBL を実行するためには、複数の研究室の連携が必須となる。ここで、遠隔地の複数の研究室が一同に会することは、現実的には 1~2 日程度が限界である。短期間で、先端的な環境技術を用いた PBL を実行すると、手法の習得のみで終わってしまい、その原理の理解や応用の考察等が進まない。そこで、PBL のうち、課題解決方法の実施計画までの工程を情報通信技術(Information and Communication Technology : 以下 ICT)によって実行することを考案した。これにより、短期間で先端的な環境技術を理解しながら手法の習得が可能になる。加えて、PBL のチーム構成や各工程の手順は、より実務に即して設計する必要がある。

そこで本委員会では、実務者アンケートから先端的な環境技術と ICT を用いた PBL を設計し、実行する。

2. PBL 設計

2-1. 課題内容

設計には、平成 26 年度土木学会中部支部調査研究委員会によるアンケート(以下:実務者アンケート)を用いた。このアンケートは、産業界において、環境を考える、自然環境に配慮する必要性のあった業務の課題解決プロセスを調査した。調査対象は、4 高専および豊橋技術科学大学の卒業生およびその同僚や上司とした。集計可能なアンケートの母数は 289 名であった。回答者は、高専以上の高等教育機関を卒業・修了している者が 88%を占めた。回答者の年齢構成は、20~50 代以上までほぼ同程度の割合であった。

表 1 に本 PBL の設計項目、これに対する設計指標、実施事項を示す。設計項目は、一般的な PBL の方法に準じた。設計指標は、参加機関、実施学年、チームの指導者、課題解決の実行、課題解決の実施計画を除いては、実務者アンケートの結果を用いて検討・決定した。課題解決の実行の設計指標は、ラーニングピラミッドを参考に検討・決定した。実施事項は、本 PBL を行う研究室が持つ先端的な環境技術と実状を考慮して決定した。

実務者アンケートより、「自然を考える、自然に配慮する業務に携わる人は、具体的にどのような業務なのか?」において、微生物利用技術、環境アセスメントなど 8 業種が同程度の割合であった。よって、課題内容は先端的な環境技術を用いるとし、より細かい分野は限定しない。課題内容は、Real Time PCR(Polymerase Chain Reaction)を用いた遺伝子レベルでの環境中の生物相解析とする。1983 年にマリス博士がある特定の DNA 領域を短時間に増やすことができる手法(PCR 法)を発表し、1993 年にノーベル化学賞を受賞した。その後、DNA を定量することができる Real Time PCR 法が構築された。

解決すべき課題は、①DNA 抽出から Real Time PCR の実行、②実験結果の信頼性の考察、③他サンプルの結果と比較、④Real Time PCR を用いた新しい環境問題解決法の提案の 4 つとする。

2-2. チーム構成

参加機関は、1 大学 5 高専とする。土木分野では、共同企業体の体制で 1 つの工事を行うことは一般的で

ある。日本の水環境分野では、国内外の水問題の解決を目指し、行政の枠と企業の自社主義を乗り越え、多様な人々の叡智を集結する「チーム水・日本」が発足している¹⁾。よって、参加機関は複数機関が連携することが望ましい。

実施学年は、高専本科5年～修士2年とする。応用力や複合的な考え方ができない学年の学生が、先端的な環境技術を用いたPBLを実施することは難しい。よって、実施学年は高専本科5年からが望ましい。

所属分野は、生物系、物質系、土木系とする。実務者アンケートより、「現在所属している機関に最も近い業種はどれか?」において、建設・建築が29%、官公庁が19%、その他電気や機械など様々であった。実務者アンケートより、「異なる専門知識および技術を有する技術者がメンバーにいるか?」において、いると答えた人は、81%であった。実務では、異分野が混合して業務を行う場合が多いといえる。よって、所属分野は分野を限定しない。

1チームの人数は、3名以上で、できるだけ少人数とする。実務者アンケートより、「情報収集や計画など課題解決に携わる人数はどのくらいが最も多いか?」では、1～5名が77%であった。PBLには、合意形成のプロセスが必要で、最小の1チームの人数は3名となる。よって、1チームの人数は3～5名とする。

チームの指導者は、PBLに参加する教育機関の教員とする。本PBLは、Real Time PCRを用いるため、それに関する有識者が必要となる。指導者は、適切な工程管理と実行に至るまでのサポートを行う必要がある。よって、チームの指導者は課題内容に関する有識者とする。

2-3. 各工程の手順

情報収集・分析、課題解決方法の検討・決定は、まず、各個人で実験手順書の作成を行う。次に、チームで各個人が作成した実験手順書を元に議論する。議論に用いるICTは、Skypeとする。実務者アンケートより、「得られた情報からどのように課題解決方法を導くか?」では、複数名が個々で検討した後、その結果を持ち寄って議論すると答えた人が56%であった。個々で検討することが重要であるといえる。よって、情報収集・分析、課題解決方法の検討・決定は、個々で検討した後、ICTで議論する。

表1 本PBLの設計項目、設計指標および実施事項

設計項目		設計指標	実施事項
課題内容		先端的な環境技術を用いる	Real Time PCRを用いた遺伝子レベルでの環境中の生物相解析とする
チーム構成	参加機関	複数機関が連携することが望ましい	1大学5高専とする
	実施学年	高専本科5年以上が望ましい	高専本科5年～修士2年とする
	所属分野	分野を限定しない	生物系、物質系、土木系とする
	1チームの人数	3～5名とする	3名以上で、できるだけ少人数とする
	チームの指導者	課題内容に関する有識者とする	参加教育機関の教員とする
工程	情報収集・分析 /課題解決方法 の検討・決定	方法・内容 ・個々で検討した後、ICTで議論する ・演習問題を与える ・有識者にヒアリングを行う	・実験手順書の作成を行う ・結果への考察を助けるための演習問題とする ・実験手順に関して教員にヒアリングを行う
	課題解決方法の 実施計画	方法・内容 特になし	実験の実施計画を立てる
	課題解決の実行	内容 ・実験を行う ・ディスカッションを行う	・DNA抽出からReal Time PCRの実験を行う ・結果の信頼性、考察および手法の応用を考えられる ・ディスカッション方法は企画中である

実験手順書の完成は、教員へのヒアリングを経る。実務者アンケートより、「情報収集する上で必要となる能力は何か?」において、行動する力、人と関係する能力、考える力の3つの力がほぼ同程度の割合で必要とされていた。情報収集は、インターネットに偏ると予想できる。インターネットからの情報収集のみでは、行動する力、人と関係する能力は身につかない。前述の2つの力を身につけるために、ヒアリング（メールおよびSkype）を提案した。有識者にヒアリングをすることで、実務でのマナーやビジネス文書も学ぶことができる。よって、情報収集・分析、課題解決方法の検討・決定の方法は、有識者にヒアリングを行う。

各工程に演習問題を与えるとする。PBLでは、実験の成功に集中してしまいがちになる。適宜、演習問題を解くことにより、解決すべき課題の②～④を意識付けさせようとした。よって、各工程で課題内容に即した演習問題を与える。

課題解決方法の実施計画は、チームで実験の実施計画を立てる。

課題解決の実行は、DNA 抽出から Real Time PCR の実験、ディスカッションを行う。ラーニングピラミッドより平均学習定着率は、デモンストレーションを見るより自ら体験する方が高くなり、レポートやテストよりグループでディスカッションする方が高くなる。実際に学生同士で実験やディスカッションを行うことで、学習内容が身につくと考えた。よって、課題解決の実行は実験とディスカッションを行う。

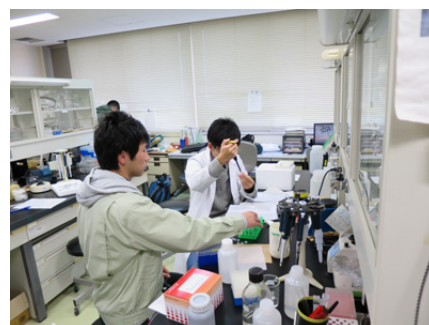
3. PBL の実施

図 1 に本 PBL の一連の実施状況を示す。平成 27 年 11 月より PBL を開始した。初回は、ガイダンスとして趣旨説明、講義、チーム内の自己紹介やアイスブレイクを行った。その後、ICT による打合せを 3 回設定し、表 1 のうち、「課題解決方法の実施計画」までを Skype 上で行った。平成 27 年 12 月 25 日～27 日において、「課題解決の実行」を豊橋技大の施設と実験設備を用いて行った。

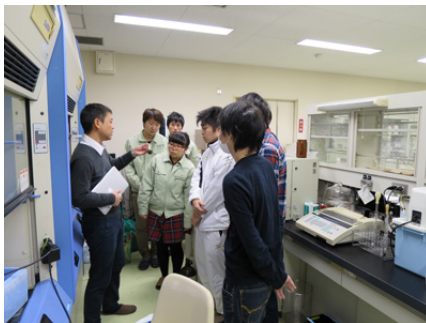
各打合せ終了（PBL の各工程）時に、学生と指導者に評価シートを記入した。評価シートによって、PBL の各工程において、必要であった能力、不足していた能力、ICT による打合せの特性を調査した。この調査の分析結果は、5. に示す外部発表および別報にて公表する。



(a) ICT による講義・打合せ



(b) DNA 抽出～Real TimePCR 実験



(c) 実演による分析試料の説明



(d) チーム別のディスカッション

図 1 PBL の実施状況

4. まとめ

平成 26 年度の本委員会のアンケート調査が実を結ぶ形となり、平成 27 年度に PBL の設計から実施を遂行できた。本 PBL は、チームの構成から問題解決までプロセスを実務に即して設計しており、技術者をを目指す学生にとって適切であった。双方向通信は益々普及されると予想されるため、学生のみならず実務者の研修等にも本 PBL の展開にも期待できる。

5. 外部発表

青木舞、角野晴彦ら、“環境を考えられる技術者”を育成するための先端的な環境技術と ICT を用いた PBL の開発、平成 27 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集、p579-580、2016

参考文献

1) 服部聡之：水ビジネスの現状と展望-水メジャーの戦略・日本としての課題-、丸善、p60-61、2010