

サイエンスボランティア活動を活用した技術者教育 ー 人間力育成を目指して ー

(奈良工業高等専門学校) ○三木功次郎, 北村 誠, 名倉 誠, 榊原和彦,
山口賢一, 直江一光, 宇田亮子, 松尾賢一

1. はじめに

平成18年度から, 筆者らは奈良高専(以下, 本校と略す)において, 低学年からの技術者教育を推進する「技術者教育プロジェクト」^{1~4)}(以下, プロジェクトと略す)をスタートさせた. プロジェクトの目的は, 課外活動を活用して, 学生の学習意欲を高め, PBL (Problem Based Learning) 型の学習を実施することである. 活動の大きな柱は, 科学研究およびその発表, 国際科学オリンピックへの参加, サイエンスボランティア(以下, ボランティアと略す)活動, 資格取得などである.

本論文では, ボランティア活動により得られた成果とその教育的効果について報告する. また, 技術者に必要な「人間力」の養成法として, ボランティア活動の有用性について検討した.

2. サイエンスボランティア活動の成果

プロジェクトのスタートに伴い, 本科1~5年の学生をボランティアとして実験教室などの運営に積極的に参加させて, 問題解決能力・企画力・コミュニケーション能力などの育成を始めた. ボランティア活動は, 筆者らの専門分野に関連する化学・数学・情報の3分野で主に実施している. なお, ボランティア活動をする学生は, サイエンス研究会(本校同好会)または情報処理研究会(本校文化部)に所属している. サイエンス研究会は, 課外活動の受け皿として, 本プロジェクトに参加を希望した学生により設立され, 筆者らが顧問となっている. 以下, それぞれのボランティア活動の内容とその成果について述べる.

2. 1 化学ボランティア活動^{1, 2)}

筆者らは, 以前より学外において「実験教室」や「青少年のための科学の祭典」(以下, 科学の祭典と略す)での出展などの化学実験教室を行ってきており, 物質化学工学科5年生の有志を募って, 実験補助をさせていた. プロジェクトでは, 学生

主体でボランティア活動をさせるために, サイエンス研究会の学生(物質化学工学科の1~5年生, 5~15名程度)を, 小・中学生対象の化学実験教室などの運営に積極的に参加させることとした.

学生は, 実験内容の決定・実験上の問題点の解決・子供たちが興味を持つような体験方法・説明の工夫・安全上の注意などを考えながら, 1年間に3~5回の実験教室の運営を行っている(表1および写真1). 実験や運営に対して, 学生から様々な提案がなされ, 実現可能なものから実施している. 新しい実験テーマでは当然多くのアイデアが出されるが, 以前から継続している実験テーマであっても, 実験の成功率を上げ, 安全性を向上させるような細かな改良を常に行っている.

学外からの依頼回数が最も多いテーマとして, 「光で作るスタンプ」がある(写真1, 左). これは, 光硬化性樹脂を用いて, 自分で描いた絵や文字をスタンプにするもので, 3歳程度以上であれば参加可能である. 約10分で完成し, 持ち帰ることができるので, 1日(約5時間)で500人以上の参加者となることもある. スタンプ作製の指導は10名程度の学生で行い, 下絵の描画・光硬化性樹脂への紫外線照射・樹脂の洗浄・乾燥・押印という一連の作業や説明を分担している. 会場の広さや形状による作業レイアウト検討, 参加者の作業の進行状況に応じた分担学生の人数変更なども, 学生同士で相談して臨機応変に対応している.

実験教室の実施は, 半日または1日(科学の祭典のみ2日間)であるが, 特に「光で作るスタンプ」の場合は, 立ったままで1日6時間近く活動することもあり, 肉体的にかなり負担となることもある. 主催者側からの謝金等で, 交通費と昼食代程度を学生に渡せる場合もあるが, 学生からは不満が出ることもあった. しかし, 最初はボランティアに対する見返りを求める学生や参加意欲の低い学生も, 参加回数を重ねるにつれてボランティアの魅力に気づき, 積極的に参加するようになっていった. これは, 企画・運営の面白さ, 実験や説明をして人に教える喜び, 成功体験, 目標達成による充実感など, 実験教室運営で得た体験な

表1 サイエンスボランティア活動内容

年 度	分野	内 容 な ど
平成 18 年度	化学	天理市教育委員会主催「おもしろ実験教室」(ロケット飛ばし・液体窒素で遊ぶ・人間電池・スタンプ作りなど)
		青少年のための科学の祭典奈良大会「光でつくるスタンプ」
		天理市子供会ちびっ子まつり「光でつくるスタンプ」
		青少年のための科学の祭典南和大会「光でつくるスタンプ」
平成 19 年度	化学	天理市公民館まつり「おもしろ実験」(風船が熱くなる・ペンの色を調べよう・スタンプ作り・音の出るパイプ)
		天理市教育委員会主催「おもしろ実験教室」(電池の製作・発泡スチロールの作製・スーパーボール作りなど)
		青少年のための科学の祭典奈良大会「光でつくるスタンプ」
		天理市子供会ちびっ子まつり「光でつくるスタンプ」
	情報	天理市公民館まつり「おもしろ実験」(液体窒素で遊ぶ・スターリングエンジン・スライム作り・紙に絵を書こう)
		大和郡山市科学教室(1日工作教室)「光でつくるスタンプ」
平成 20 年度	化学	奈良高専情報工学科「体験入学」
		奈良高専 高専祭「なんでもパソコン教室」
		元気なら組み込み技術者養成事業ベーシックコース
		元気なら組み込み技術者の養成事業ベリフェラルズコース
	数学	天理市教育委員会主催「おもしろ実験教室」(一斗缶つぶし・スライム作り・体温でモーターを回すなど)
		青少年のための科学の祭典奈良大会「光でつくるスタンプ」
		天理市子供会ちびっ子まつり「光でつくるスタンプ」
		天理市公民館まつり「おもしろ実験」(一斗缶つぶし・プラスチックコップの大変身・スライムで風船作りなど)
平成 21 年度	化学	奈良高専情報工学科「体験入学」
		奈良高専 高専祭「なんでもパソコン教室」
		元気なら組み込み技術者養成事業ベーシックコース
		元気なら組み込み技術者の養成事業ベリフェラルズコース
	数学	青少年のための科学の祭典奈良大会「算数(数学)で遊ぼう」
		天理市教育委員会主催「おもしろ実験教室」(水を固める・葉で水を冷やす・スーパーボール作りなど)
平成 21 年度	化学	青少年のための科学の祭典奈良大会「光でつくるスタンプ」
		天理市公民館まつり「おもしろ実験」(液体窒素で遊ぶ・膨らんで固まる泡・スタンプ作り・書いた絵を消そう)
	情報	奈良高専 高専祭「なんでもパソコン教室」
		元気なら組み込み技術者養成事業ベーシックコース
平成 21 年度	数学	元気なら組み込み技術者の養成事業ベリフェラルズコース
		青少年のための科学の祭典奈良大会「算数(数学)の世界を感じてみよう」

どがボランティア活動の原動力となっているもの
 と思われ、学生の人間性や人格形成に大きな効果
 があったと推測できる。

2. 2 数学ボランティア活動

サイエンス研究会の活動として、数学オリンピ
 ックへの参加を目標に、学生が中心となって数学
 勉強会を行ってきた^{3,4)}。また、直径約2cmのボー
 ルに棒を突き刺して、分子模型のように様々な立
 体を作ることができるツール(商品名:ゾムツ
 ール)とその英文テキストを用いた勉強会も実施し
 ている。しかし、単に勉強会だけでなく、その成
 果を外で発表することも貴重な経験になると考
 え、既にボランティア活動に取り組んでいた化学
 分野の活動を参考にして、科学の祭典への数学分
 野の出展を目標に加えた。

学生は科学の祭典への出展に強い関心を示し、
 平成20年度から取り組みを開始した。活動に参加
 した学生は電子制御工学科3年生2名、物質化学
 工学科3年生1名および機械工学科1年生2名の

計5名であった。出典準備として、小学生向けの
 算数のワークシートを作成した。ワークシートと
 は、学生が関心を持った算数テーマについて調べ、
 小学生の参加者でも作業を通して内容を理解で
 きるようにしたプリントである。平成20年度には「一
 筆書き」、「魔方陣」、「タングラム」の3テーマの
 ワークシートを、他のメンバーとの議論を繰り返
 して作成した(写真2,左)。また、ゾムツールに
 取り組んだ経験を活かして、オリジナルのゾムツ
 ール用ワークシートも準備した。正多角形や正多
 面体だけでなく、切頂八面体などアルキメデス多
 面体と呼ばれる複雑な立体も参加者が短時間で作
 れるよう工夫し、難易度に応じて初級編・中級編・
 上級編の3種類のシートを作成した。

11月上旬の土・日に開催された科学の祭典では、
 小・中学生と保護者を中心に多くの参加者があり、
 出展ブースは盛況となった(写真2,右)。学生た
 ちは休憩をとる暇もなく、熱心に参加者の指導に
 当たった。学生の提案で、課題を全てこなした参



写真1 化学実験教室

左:光で作るスタンプ、右:クロスリで冷たくなる水



写真2 算数(数学)の世界を感じてみよう

左:ワークシートと手作りの賞品(右上)

右:科学の祭典での出展の様子

加者には、「となりのトトロ」を模した折り紙（学生が表情を手描きしたもの）を賞品として用意した（写真2，左）．小・中学生は遊び感覚でワークシートの課題に取り組み，賞品をもらって喜んでいった．ゾムツールの課題で，難易度の高い上級編を用意したのは，保護者にも参加してもらうことを考えてであり，実際に親子揃って課題に取り組む場面も多くあった．また当日，ワークシートの課題に取り組んだ小学生の姉妹がおり，姉は課題をこなして賞品をもらったが，低学年の妹は課題ができずに，泣き出してしまった．しかし，学生が素早くフォローして，妹も課題をやり遂げ賞品をもらうことができた．さらに，参加者からのワークシートの質問に対して，学生は勉強会での学習成果をもとに，適切な受け答えをしていた．このように，参加者とのやり取りを通じて，学生の着実なコミュニケーション能力向上が見られた．

ボランティア活動を目標に加えて，数学勉強会の運営も軌道に乗ってきた．今後は，参加者に数学・算数の面白さをさらに効果的に伝えられるようにワークシートに改良を加え，普段の活動でコミュニケーション能力の向上について工夫をしたい．また，出前授業や公開講座などで使えるゾムツール教材開発を目指し，学生が活躍できる場面をより増やしていくつもりである．

2. 3 情報ボランティア活動

情報処理研究会（以下，情研と略す）では，プログラミングコンテストへの参加や，資格取得勉強会などを通して，情報関連技術の習得を行っている．また，プロジェクト開始後は情報オリンピック参加向けの活動も行っている^{3,4)}．学生の多くは，応用情報技術者試験（情報処理推進機構実施，旧称ソフトウェア開発技術者試験）を取得するなど高い専門性を身につけている．しかしながら，活動のほとんどが学校で行うものに絞られるため，実社会での活動の場を教員と学生の双方が望むようになってきていた．このため，学校内外で開催される情報系のイベントに対して，情研の

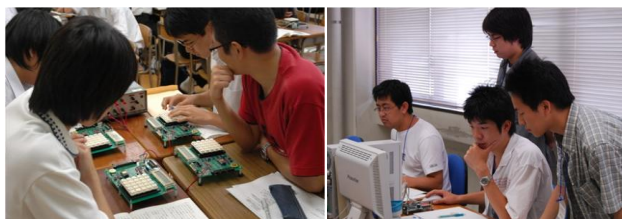


写真3 情報系イベント

左：体験入学（Z80を用いた機械語プログラミング実習）
右：元気なら組み込み技術者養成事業での演習
（PCで記述したハードウェア記述をFPGAボードに転送）

学生にボランティアでの参加を提案し，PBL型の学習となるように指導を行った．以下に述べる3つのイベント（表1）を実施し，何れも学生ボランティアの活躍によって高い評価を得ることができ，問題解決能力の向上や実社会との接点を持つことによるキャリア教育も実践できた．

（1）中学生向け講座の運営，補助（写真3，左）

本校での体験入学において，5年生・専攻科生計5名に，コンテンツの開発・実装・参加中学生の演習補助・評価までを経験させた．開発したコンテンツは，Z80ワンボードマイコンを利用してゲームを作成するもので，プログラミングの楽しさとコンピュータの仕組みを理解させるものであった．自分たちの作成したコンテンツに対する反応を，受講生である中学生から直接受けたことは，学生にとって意味ある経験となった．また，中学生や保護者からも，「高専学生と直接交流が持てて良かった」などと，非常に好評であった．

（2）社会人向け講座の演習補助（写真3，右）

社会人向けの組み込み技術者育成事業での演習補助として，5年生・専攻科生を数名参加させた．講義の補助自体には謝金が出るものの，資料作成や実習プログラムの作成およびデバッグなど，事前に必要な多くの準備作業をボランティアとして行った．受講生の社会人は会社の業務として参加しており，学生も責任感を持って接していた．受講生からは，「補助の学生さんには遠慮なく質問できた」，「我々の目線で実習を助けてくれてありがたかった」などの評価を得ることができた．また，学生からも，「第一線で働く技術者の方と接する機会が持てて良かった」，「社会人の厳しさを実感した」などの声があった．

（3）地域密着型講座の企画，運営

高専祭でのイベントとして，2～4年生の学生（5～10名程度）が「なんでもパソコン教室」の企画・運営を行った．このイベントでは，来校されたパソコン初心者（主に年配の方）を対象に，年賀状の作成を無償で体験してもらう活動を行い，非常に好評であった．

3. 教育的効果

高専低学年における勉学への興味付けは，大学受験を念頭におく高校に比べて目標（目的）設定が難しく，容易ではない．このため，技術者に夢を持って入学してきた学生が，勉学への興味を失うことも多い．このような中で，課外活動として学生がその能力・興味に応じてボランティア活動を行うことにより，以下に示すような多面的な教

育的効果が得られることが分かった。

3. 1 能力・学習意欲の向上

実験教室などを学生に主体的に運営させるボランティア活動では、学生は専門書を調べ、自分たちで考え、多くの失敗を重ね、苦労しながら目標に到達していく。卒業研究と同様に、習得した知識や技術を活用することで、その重要性を理解し、さらに上のステップを目指すことができるようになる。このようなプロセスを通し、エンジニアリングデザイン能力⁵⁾として必要な、構想力、情報収集力、創造力、計画力、学問・技術の統合力、安全性・経済性の認識、チームワーク力、コミュニケーション力などを効果的に身につけていることが分かり、まさに PBL 型教育となるものである。グループによる活動を通し、リーダーシップや協調性も身につけさせることが可能である。また、自分たちの学習成果を外部に積極的に情報発信することで、幅広い視野を持つことができる。これらの活動が認められて、ボランティア・スピリットアワードや高専学会で表彰(表2)されることも、学生の大きな自信となった。

このような成功体験が、新たな学習意欲を芽生えさせ、学生の可能性を広げていくと考えられる。学習以外の面においても、様々なことに対して意欲(動機づけ、モチベーション)を持って取り組むことができるようになるであろう。何らかの他の欲求を満たすための手段としてある行動をとることに動機づけられることは外発的動機づけと呼ばれ、それ自体を満たすことを目的とされた欲求は内発的動機づけと呼ばれる⁶⁾。外から与えられる賞罰や、賞賛・叱責などは外発的動機づけであり、知的好奇心・理解要求・向上心などは内発的動機づけである。ボランティア活動が糸口となって、学生の学習や行動に対する意欲が、外発的動機づけから内発的動機づけに移行していけば、学習や行動がそれ自体面白いもの、楽しいものと感じられるようになる。このことで、自身の持つ能力をより一層発揮することが可能となるであろう。

3. 2 人間力育成

「人間力」とは、人間力戦略研究会報告書⁷⁾に「社会を構成し運営するとともに、自立した一人

の人間として力強く生きていくための総合的な力」として定義されている。「人間力」は実践的技術者の養成に必要な不可欠なものであり、技術者教育における重要なキーワードになると思われる。

ボランティア活動で、子供から大人まで幅広い年代の人と接し、その人々の笑顔や感謝の言葉から、学生は人のために役に立っているという、自己有用感を強く感じることができる。また、参加者との挨拶から始まり、最後の感謝の言葉を交わすに至るまでの、人との関わりの中で得られる様々な経験は、成長過程にある学生の人間形成に大きな効果を持っている。このような経験が人間力の一部となっていくであろう。

鷲田⁸⁾は、「教室で学んだことがそのままでは通用しない(外)に知性をさらし、鍛えること」が重要であると指摘している。つまり、「予定調和的なインターンシップ(就業体験)」ではなく、青写真のない状況を学生に体験させることが⁸⁾、大きな教育的効果を生むことになる。本論文で取り上げたボランティア活動は、体験プログラムが予め用意されておらず、自ら創り出していく必要がある。そのプロセスが、人間力育成法として非常に有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 三木功次郎他、平成20年度高等専門学校教育教員研究集会講演論文集、pp. 283-286 (2008)
- 2) 田中利明他、高等専門学校の教育と研究、14(2)、pp. 50-53 (2009)
- 3) 三木功次郎他、平成21年度高等専門学校教育教員研究集会講演論文集、pp. 53-56 (2009)
- 4) 三木功次郎他、高専教育、33、pp. 667-672 (2010)
- 5) 日本技術者教育認定機構主催 JABEE 国際シンポジウム、「技術者教育とエンジニアリングデザイン」共通認識 (2004)
- 6) 市川伸一、学習と教育の心理学、岩波書店 (1996)
- 7) 人間力戦略研究会、人間力戦略研究会報告書、内閣府 (2003)
- 8) 鷲田清一、「天眼」、京都新聞、2010年4月24日付朝刊

表2 サイエンスボランティア活動に対する表彰

受賞名(年月)	団体名	受賞内容など
第11回ボランティア・スピリットアワード コミュニティ賞(平成19年11月)	ブルデンシャル生命保険、 ジブラルタル生命保険主催	サイエンスボランティア活動に対する表彰 活動資金として副賞2万円
第13回ボランティア・スピリットアワード ブロック賞(平成21年12月)	ブルデンシャル生命保険、 ジブラルタル生命保険主催	サイエンスボランティア活動に対する表彰 活動資金として副賞5万円
日本高専学会奨励賞 (平成21年8月)	日本高専学会	研究活動を通じた国内外各種コンテストの入賞と ボランティア活動に対する表彰