中学校理科授業における高等教育機関との連携の試み

An attempt of collaboration with institutions of higher education in Junior High School Science Class

小川 博久^{※1}

Hirohisa OGAWA

In an attempt to give students practical scientific knowledge and increase students' interest in science, Kisarazu Daiichi Junior High School has instituted the practice of inviting professors from Kisarazu National College of Technology to bring hands-on activities to its science classes. The ongoing guest teacher program requires JHS students to put the scientific theories they have learned into practice through the construction of simple scientific devices. Students are taught chief engineering principles and gain the opportunity to use tools and instruments to which they do not have access in ordinary science lessons. Learning through direct experience cultivates students' curiosity of nature world and gives them to a fresh impression of scientific theories of science and technology in their lives.

Keywords : Engineering Education, National College of Technology, Practical Education, Junior High School, Educational Effect, Construction of Simple Scientific Devices, The Ongoing Guest Teacher Program

キーワード：工学教育，高等工業専門学校，実践教育，中学校，教育効果，ものづくり，出前授業

1. はじめに

近年生徒たちの理科離れとともに学力低下が指摘されている。理科への興味関心が薄れ、授業への期待感が十分とは言えない状況である。また、社会の変化は、科学技術の進歩に伴い、人の生活観や価値観を大きく変えた。

その中で、生徒は身近に使われている機械や道具のしくみや原理について疑問を持たないまま利用していることが多くなっていると考えられる。関心をもった生徒がいても、実際に体験的な学び方をする機会は、少ないと考えられる。

そこで、生徒がものづくりや専門的な実験などから身近な科学技術を体験的に学べるように、木更津市教育委員会の「学校支援ボランティア活動推進事業」の一環として、木更津工業高等専門学校と連携し、中学校における工学教育の推進をめざして理科の出前授業を試みた¹⁾。

2. 生徒の実態

事前に1学年の生徒に調査をした結果、ものづくりが好きだと回答した生徒は68.9%であり、関心が高い生徒が多い。しかし、ものづくりが好きな生徒が多い傾向にある反面、日常生活にあるTV・ラジオ・携帯

表1 事前調査の結果

(あなたは、ものをつくるのが好きですか；回答数90)

	回答数(名)	回答数／回答者数(%)
はい	62	68.9
いいえ	28	31.1

表2 事前調査の結果

(あなたは、自分の家にあるラジオ・テレビ・携帯電話などの機械のしくみに疑問をもったことがありますか；回答数90)

	回答数(名)	回答数／回答者数(%)
はい	26	28.9
いいえ	64	71.1

電話などのしくみに疑問をもたない生徒は、71.1%と多いことがわかった(表1, 表2)。

また、表2の疑問をもつ生徒は、「TVの画像がどのようにして送られてくるのか?」「何でTVのリモコンでチャンネルが回せるのか?」「TVの色や音はどのようにして出るのか?」「ラジオになぜコイルがあるのか?」など、機械の構造やそのしくみについて疑問をもっていることがわかった。疑問をもつ生徒は、ラジオを分解した経験があるなど、事象・現象に対しての何らかの体験が疑問をもつきっかけとなっている。

以上の調査結果から、生徒は日常生活に使われる科学技術は高度化・専門化が進み、機械のしくみがブラックボックス化していることから、そのしくみや原理に

平成15年11月19日受付

※1千葉県木更津市立木更津第一中学校

は、注意は払わないようすである。また、きっかけとなる体験が少なくなっていると考えられる。科学的な見方や考え方を育てるために、機械のしくみや原理にも目を向けさせていく体験的な学習や指導を中学1年生の段階から実施していく必要があると考えている。

3. 指導計画

3.1 研究の全体構想について

出前授業を実施するにあたって、生徒の学習をどのような過程で進めるか、まとめて構想図に表した。ものづくりや知識理解にとどまらずに、社会的な課題にも取り組めるように、体験的な授業から発展させていきたい。そして、社会との係わりにも目を向けていけるように各自の課題研究を進めていく指導も計画しながら今回の理科指導を行っていこうと考えた(図1)。

そのために、出前授業の事前・事後の通常の授業をどう構成していくか指導計画を見直していくことにした。

図1 研究の計画（全体構想）

3.2 指導計画と指導の過程

出前理科授業は、ものづくりを導入として、授業のねらいにせまっていくように構成している。生徒は、ものづくりに興味・関心が高く、導入段階での意欲づけができると考えられる。また、出前授業の前後の授業でも、ものづくりを取り入れた授業を展開し、指導の効果を高めるために教材を検討し、指導計画を立てた。また、出前授業だけにとどまらずに、広がった興味や関心を通常授業に活かすために、事前・事後の授業にも工夫を加えた。さらに、夏休みの課題として、科学論文・科学工夫作品の取り組みにもつなげていけるように指導を継続していくことにした(図2, 図3)。必修コースでは、光の性質をより興味深く学習することで、身近な科学技術への関心を高めるとともに、効果的な学習を進めるための出前授業と通常授業を計画した²⁾。また、選択コースでは、教科書以外の発展的な内容を中心に専門的な視点で学ぶ授業を展開し、工学への関心を高めるように進めた。

図2 必修コース「光の性質」の指導計画

図3 選択コースの指導計画

3.3 木更津高専との連携について

この出前授業では、木更津市教育委員会の学校支援ボランティアに登録した教授・助教授・文部科学技官の方々に出前理科授業を依頼し、事前に5回以上の打ち合わせ会議をもち、準備を進めてきた(表3)。

表3 出前授業事前打ち合わせおよび準備

回	月 日	主 要 内 容
第1回	5 / 9	出前理科授業の依頼 学校支援ボランティアの趣旨説明など 指導内容と出前授業の内容の協議 生徒人数・使用教室の確認
第2回	6 / 5	出前理科授業のテーマ内容と使用機器 道具・材料などの確認
第3回	6 / 27	第1回授業の使用教室の確認 (電源・使用機器など)
第4回	7 / 3	第2回授業の電子制御工学科 使用教室の確認(電源・使用機器など)
第5回	7 / 14	第2回授業の電気電子工学科 ゲルマラジオ アンテナ設置 使用教室の確認(電源・使用機器など)

4. 出前授業計画の詳細

4.1 目的

中学生に対して、身近な科学技術を専門的な視点から学ぶ機会を与え、理科への興味・関心をさらに高める。

4.2 実施対象

木更津第一中学校1学年全生徒

4.3 実施日時・場所

第1回 2003年7月8日(火)

木更津第一中学校 第一理科室

第2回 2003年7月15日(火)

1学年教室(3クラス)

5. 実施内容

5. 1 第1回授業について

「光の世界」(基礎学系担当)

1学年の1学期に行われる“光や音、力の世界”の単元の中から光にスポットを当て、光の性質を利用したもののづくり実験や演示実験を中心に、光の性質について学ぶ。

第1回授業の予定(各90分授業)

8:40~10:30 1年2組 34名
10:40~12:30 1年1組 34名
13:25~15:15 1年3組 34名

表4 第1回授業の主な内容

項目	内容	時間
万華鏡の製作	生徒が用意したビーズ・色紙などを利用して万華鏡を製作する。	50分
光の性質の演示実験と説明	自然光とレーザー光の違い レーザー光を用いた反射・屈折 光ファイバーの原理 目に見える光と見えない光 物体からの光の分光スペクトル	30分

5. 2 第2回授業について

担当工学科別にクラス編成

各クラス 10:40~12:30

(1) 機械工学科担当分(34名)

(a) 「ウィンドカーの製作」

プラスチックなどの簡単な材料を使って、風上に走るウィンドカーの製作体験をする。

(b) 「姿勢と健康」

姿勢がいかに健康にとって重要であるか、正しい姿勢とはどのような姿勢かなど、日常どのように注意したらよいかという話をする。

表5 機械工学科の主な授業内容

項目	内容	時間
ウィンドカーの製作とスターリングカーの実演	プラスチックなどを加工してウィンドカーを製作する。 スターリングカーの実演を行う。	40分
姿勢と健康	姿勢と健康についての講話	45分

(2) 電気電子工学科担当分(34名)

「ゲルマラジオの製作」

最低限の電子部品と身の回りのものを使用して、電池のいらないラジオを作る。

表6 電気電子工学科の主な授業内容

項目	内容	時間
ゲルマラジオの製作	ダイオード・コンデンサなどの部品をハンダづけなしでラジオを製作する。	90分

(3) 電子制御工学科担当分(34名)

(a) 「静電気を制御するぞ!」

身近で感じられる静電気を利用してペットボトルのふたをグルグル回す機構(静電気モーター)を作る。

(b) 「風を利用するとすごいぞ!」

風を制御するといろいろ不思議なことが起こる。このいろいろな現象を体感して、なぜなのか、またどのようなところに利用されているのかを考える。

表7 電子制御工学科の主な授業内容

項目	内容	時間
静電気モーターの製作	ペットボトルのふた・針金・アルミ箔などを利用して静電気モーターを製作する。	50分
風の制御	飛行機はなぜ飛ぶのか F1の空力的な話 吹き上げパイプ(おもちゃ)の原理	30分

6. 実践結果

6. 1 第1回出前授業「光の性質」について

(1) 万華鏡の製作のようすから

初めて使う道具などがあり、最初はとまどっていた生徒も、予定時間の50分を過ぎてさらに、休み時間も製作に夢中になっている生徒が多くいた。また、完成した万華鏡をのぞいて歓声をあげる生徒もあり、ものづくりに集中して取り組んでいた(図4)。さらに通常授業では、反射や屈折のようすに疑問をもち質問をしてくる生徒も増えてきた。

(2) 授業後の調査から

第1回授業の生徒の調査結果から、万華鏡の製作が特に印象に残っている生徒は91.7%であった(表8)。さらに生徒が特におもしろい・興味を持てたと回答している内容は、ものづくりの73.8%であった(表9)。また、専門の機械で実験を見たことが47.6%と比較的高く、強力なレーザー光線装置や光ファイバーの実験が特に生徒の興味をひく内容であった。また、光の種類について回答した生徒は、57.1%と高く、目に見える光・見えない光やいろいろな光の種類があることなどを知り、ブラックライトによって蛍光物質(Tシャツ・蛍光ペン)が光るようす・サーモグラフィで赤外

図4 完成した万華鏡をのぞく生徒

表8 第1回出前授業の事後調査の結果

(あなたにとって印象に残った内容について、教えてください；回答数84) 上段 名・下段 %

項 目	は い	どちらでもない	い い え	無 回 答
万華鏡の製作	77 91.7	7 8.3	0	0
光の反射	67 79.8	17 20.2	0	0
光の屈折	51 60.7	30 35.7	1 1.2	2
目に見える光・見えない光 (赤外線・紫外線など)	73 86.9	8 9.5	1 1.2	2
光ファイバー	59 70.2	20 23.8	3 3.6	2
光のスペクトル	37 44.0	39 46.2	6 7.1	2

表9 第1回出前授業の事後調査の結果

(今回の授業で、特におもしろい・興味を持ったことは何ですか；回答数84)(複数回答可)

項 目	回答数 (名)	回答数／回答者数 (%)
実験や話の内容が身近に利用されている	19	22.6
光の種類にはいろいろなものがあること	48	57.1
もの(万華鏡)をつくること	62	73.8
専門の機械で実験を見たこと	40	47.6
自分の生活に関係することがわかったこと	13	15.5
専門の話が聞けた事	23	27.4

図5 サーモグラフィの実験

図6 ウインドカーの実験

線によるヒトの体温の変化を見るなど、生徒にとって新鮮な実験であった(図5)。

6. 2 選択コースの授業について

各コースの生徒の理科への興味関心の度合いは均一ではないが、第1回出前授業の結果と同じ傾向を示し、ものづくりの内容が印象に残っている生徒の割合が3コースとも高く、また自分で実験や体験した内容についての項目に高い割合を示している。生徒は、教科書にはない内容を新鮮に受け止めており、それぞれのコ

ースでの内容が印象に残っていると回答している。

また、いいえと回答した生徒は各コースとも1名以下であった(表10)。ものづくりを中心に積極的に授業にのぞむ生徒の姿が見られた。

(1) 姿勢と健康・ウインドカーの製作授業

ものづくりに対して特におもしろい・興味を持った生徒が70.4%と割合が高く、ウインドカーの製作では風上に向かって進むしくみに関心をもつ生徒が多かったことがうかがえる(表11)。

表10 第2回出前授業の事後調査の結果

(あなたにとって印象に残った内容について、答えてください。) 上段 名・下段 %
(回答数 ア・イ 機械28名 ウ・エ 電気電子34名 オ・カ 電子制御28名)

項 目	は い	どちらでもない	い い え	無 回 答
ア 姿勢と健康	14 50.0	13 46.4	1 3.6	
イ ウインドカーの製作	22 81.5	3 10.7	0	3
ウ ゲルマラジオの製作	31 91.2	2 8.8	0	1
エ ラジオの仕組み	25 73.5	9 26.5	0	
オ 静電気モーターの製作	18 64.3	9 32.1	1 3.6	
カ 吹き上げパイプと仕組み	24 85.7	4 14.3	0	

(2) ゲルマラジオの製作

事前調査からラジオのしくみに関心や疑問をもっている生徒が多く希望していたことがわかっており(16名)、3コースの中で85.3%と最も高い割合を示した。また、しくみや原理がわかったという生徒が他のコースより52.9%と割合が高かった(表11)。

(3) 静電気モーター製作・吹き上げパイプの授業

静電気や風の制御など身近に体験している題材がテーマであり、身近に利用されている・自分の生活に関係するという回答の割合が他のコースよりも高くなっている(表11)。

表11 第2回出前授業の事後調査の結果

(今回の授業で、特に面白い・興味を持ったことは何ですか。複数回答可)
(回答数 機械28名 電気電子34名 電子制御28名)

項 目	姿勢と健康 ウインドカー	ゲルマラジオ ラジオの仕組み	静電気モーター 吹き上げパイプ
	回答数/回答者数(%)	回答数/回答者数(%)	回答数/回答者数(%)
実験や話の内容が身近に利用されている	14.8	17.6	42.9
しくみや原理がわかったこと	7.4	52.9	42.9
ものをつくること	70.4	85.3	60.7
専門の機械で実験を見たこと	33.3	23.5	42.9
自分の生活に関係することがわかったこと	22.2	14.7	28.6
専門の話が聞けたこと	44.4	55.9	39.4

図7 ゲルマラジオの完成

図8 静電気モーターの静電気を起こす生徒

7. 成果と今後の課題

7. 1 成果

(1) 出前授業の効果

出前授業は、ものづくりを前半に位置づけ、後半は演示実験や講義を中心に進めてきた。特にものづくりでは、1クラス5名程度の指導者（木更津高専の学生を含む）が配置され、個々の生徒の進行状況に応じて、支援を十分行うことができた。課題の製作物が完成することは、生徒に成就感をもたせるとともに、後半の授業への大きな動機づけとなった。

また、ものづくりから関連した内容を学習するため、ものづくりだけにとどまらず、生徒の学習意欲を継続させていたと考えられる。さらに、日常の機械のしくみや事象・現象など興味や関心が広がっていることが、授業後の調査や感想・科学論文・科学工夫作品の取り組みの姿勢に現れてきた。今後、継続的に指導を進めていきたいと考えている。

(2) 事前・事後指導の必要性

必修コース「光の性質」の授業では、出前授業をより効果的に進めるために、事前事後の授業構成をものづくり→実験→まとめという過程で授業の基本的な構成を図り、ピンホールカメラ・箱カメラ・分光器を製作し、製作した実験器具で、授業を進めていった。自分が製作した実験器具で光の性質を学べるため、ものづくりと現象への探究心がより具体的に生徒の活動とつながっていったと考えられる。

また選択コースでは、教科書から離れ、日常生活で見逃しがちな疑問や考えをものづくりや専門の先生から聞いた話をもとに、身近な自分の生活のさまざまな事象・現象へ目を向け直す機会となった。出前授業で学んだことや新たな疑問を、科学工夫・科学論文・課題研究の取り組みに向けていけるように、相談や指導を夏休み期間中に設けた。期間中、進んで参加する生徒も多く、意欲が感じられた。

7. 2 今後の課題

(1) よりよいプログラムの開発のために

身近な科学技術に生徒が目向け、興味関心を高め、探究的に学習を進めるためのプログラムを開発していく必要がある。そのために連携機関との事前の打ち合わせを密に行っていく必要がある。

(2) ものづくりの作業能率と支援体制

ものづくりにおける生徒の作業能力の差に対応していくために、個別に対応できるように指導者の数を確

保することが必要である。木更津高専との打ち合わせで、心配されたのは、授業の前半までに「ものづくりが予定時間の中で終了できるか」であった。生徒は、ものづくりが完成することで、さらに次の授業への関心を高めてくる。生徒は必修コース・選択コースともに、休み時間を返上して完成させようと夢中になる生徒が多く、製作物を完成させることは、次の授業への意欲を高める効果があった。

(3) 出前授業の効果的な活用

出前授業は、生徒にとって新鮮で魅力的な要素を持っている。その授業を学校でより効果的に活用するために、教科書の内容・指導内容を検討した上で、理科の指導計画に対応できる出前授業の内容・指導可能な学習内容を木更津高専の先生方とさらに、検討していく必要がある。そのために、ものづくりの意義や学習活動への導入の実践例を他の中学校と連携して増やしていきたいと考えている。

謝 辞

理科出前授業について計画の段階から御指導いただいた木更津工業高等専門学校地域共同テクノセンター長松村志真秀教授・同副センター長鈴木聡助教授をはじめ各学科の教授・助教授の方々及び木更津市立教育センター（主幹）古泉忠之所長、木更津市立木更津第一中学校錫田憲司校長に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 明石要一，金子 馨：それいけ！学校支援ボランティア，明治図書（1999）
- 2) 左巻建男：新しい科学の教科書Ⅰ，文一総合出版（2003），14－38

著 者 紹 介

小川 博久

1983年 千葉県富津市立富津中学校教諭
1988年 千葉県袖ヶ浦市立昭和中学校教諭
1996年 千葉県長期研修生
千葉県総合教育センター科学技術教育部にて研修
1997年 千葉県君津市立君津中学校教諭
現 在 千葉県木更津市立木更津第一中学校教諭