

エネルギー・環境をテーマとした教材開発、研修及び実践
－島根大学教育学部における学生指導と実践の記録－

Development of Teaching Materials and Their Practical Applications on the Subject of Energy and Environment

－ A Record on Student Advising and Practice in Faculty of Education, Shimane University －

重 松 宏 武 ^{*,***}	西 村 学 ^{**}
Hirotake SHIGEMATSU	Manabu NISHIMURA
新 宅 孝 恵 ^{**}	池 添 千 津 子 ^{**}
Takae SHINTAKU	Chizuko IKEZOE
谷 口 将 人 ^{**}	野 村 啓 介 ^{**}
Yukito TANIGUCHI	Keisuke NOMURA
森 山 充 ^{***}	野々村 佳 代 ^{***}
Mitsuru MORIYAMA	Kayo NONOMURA
高 田 慧 ^{****}	中 山 慎 也 ^{*****}
Kei TAKATA	Shinya NAKAYAMA
西 山 桂 ^{****}	
Katsura NISHIYAMA	

* 山口大学教育学部理科教育講座

** 前島根大学教育学部理科教育講座

*** 前島根大学教育学部自然環境教育講座

**** 島根大学教育学部自然環境教育講座

***** 出雲市教育委員会 出雲科学館

要 旨

理科教員を目指す大学生にとって、授業内で活用する教材の開発力、製作技術並びに活用力のスキル向上は重要な課題の一つである。特に教育現場におけるエネルギー環境教育の必要性が叫ばれる現在において、エネルギー環境教育に関係する教材の開発力及び活用実践力向上は特に必要なことである。前島根大学教育学部重松研究室では、時代のニーズを反映しエネルギー環境教育、特に「エネルギー生成・変換・備蓄」をテーマとした教材開発及び実践に力を注いできた。これらの活動を中心に、島根大学教育学部重松研究室の 7 年間（平成 14 年 4 月－平成 21 年 3 月）の軌跡（学生指導と実践の記録）について紹介する。

〔キーワード〕 教材開発、教育・指導実践、活動報告、エネルギー環境教育

はじめに

執筆代表者（重松）の教育学部教員としての活動は平成 14 年 4 月に島根大学教育学部に赴任したことから始まった。工学部（正式には大学院工学研究科）から異動したこともあってか、島根大学教育学部の学生は教育実習や体験活動を幾度も実施しているにも関わらず、工具・材料に関する知識・活用力が乏しく、さらには教材開発力の低さ（特に物理分野）が目についた。そこで、赴任後まず行ったことは誰でも知っている教材である自転車発電装置の製作指導である。しかし、原理的には簡単なはずだが、「言うは易し、行うは難し」であり学生とは悪戦苦闘しながら製作したことを記憶している。さらにこの自転車発電を教育現場で活用できるカリキュラムも作成し、教材としてはほぼ完成したころ、他大学の大学教員から広島市で行われた第 9 回物理教育研究会「これを明日から使える理科教材ワークショップ」への参加を勧められた。ここで発表したことにより、外部の人の評価・意見交流の重要性を感じ、さらには他のグループの教材開発力の素晴らしさを実感し、これがその後の我々の活動に弾みをつけることとなった。

同時に、文部科学省大学等地域開放特別事業、日産科学振興財団、エネルギー教育調査普及事業・地域拠点大学事業¹⁾、マツダ財団と続けて頂いた外部資金の支援も大きな味方となり、多くの教材を開発することができ、学生には教材の開発方法、教材の活用方法の指導も十分に行えた。また、国の政策として「エネルギー環境教育」に力を入れてきたこと、島根大学教育学部として「体験 1000 時間事業」が始まったこと、さらには小学校の教育現場において新学習指導要領として「コンデンサー」が新しく導入されることも追い風となった。

本稿では平成 14 年 4 月から平成 21 年 3 月の 7 年間に島根大学教育学部重松研究室として行った活動、特に「エネルギー・環境をテーマとした教材開発及び実践」に関する学生指導と実践の歴史について紹介する。なお、本論文においては全体の概要の紹介を主に置き、個々の教材に関する定量的説明（原理、回路、製作方法、活用方法等）については別の機会に行うこととお許し頂きたい。

1. 学生指導：「大学教員主導の理科工作クラブ」から「学生主体のエネルギー環境教育サークル」へ

「理科離れ」と言われて長い月日が経っているが、一向に改善の兆しが見えてこない。その原因の 1 つとして教育現場の教員そのものの「理科離れ」が大きな要因の 1 つとなっていると考える。小学校教員ならまだしも、中学校理科教員にはありえないと考えるかもしれないが、理科は物理、化学、生物、地学という 4 分野で構成されており、これら 4 分野内での得手不得手が顕著になっている事実がここでいう「理科離れ」を意味する。

特に、構造・原理の思考力を大きく欠落させた市販の教材の氾濫は指導のしやすさという点では良いが、教員の理解力の低下並びに児童・生徒に対する科学的探究心を導くものとしては不十分なものである。さらに、教材を自ら考え作ることを止めるということは日本のよき「ものづくり」文化が「工業・産業分野」のみでなく、「教育分野」においても衰退していくことを意味する。決して、市販教材の活用がいけないとは言わない。しかし、それを十分に活用しき

れているかに関しては疑問を持っている。重松が考える教育現場における教材の活用法とは①市販の教材をいかに十二分に活用できるか、②市販の教材を自らの目的のために改良していか
に活用できるか、③目的に即した教材を自ら開発し活用できるかという三段階で構成されてい
ると考えている。多くの大学生は講義や教育実習を通じて市販の教材の活用法を学んだり、簡
単に組み立てることができる教材を製作したりするはずだが、苦手意識の強い物理分野は敬遠
されがちである。さらには近年、教育現場の多忙化が進み教材開発に時間が取れない現実もあ
る。そこで、まずは大学教員が理科工作クラブを立ち上げ指導を行い、学生の間に教材開発力
の向上並びにいろいろな工具の活用・使用方法を習得させるという活動を行った。その後、喜
ばしいことにこの活動は教員主導から学生主体へのサークルへ発展した。本章ではこれら活動
の紹介を行う。

1. 教員主導の理科工作クラブの設立

多くの大学生は講義や教育実習を通じて市販の教材の活用方法や簡単に組み立てできる教
材の製作する能力を大学4年間を通じて身につける。しかし、その多くが、本、教科書さら
にはホームページに掲載されているもののコピーであり、その完成度は決して高いとは言えな
い。さらに工具・材料に対する知識・活用力の乏しさもあり、もの自体をつくることから遠
ざかっている。そこで立ち上げたこのクラブは大きく3つの目標を立てて実践した。それら
は

○工具活用技術、電気・電子回路の理解・製作技術向上

○学校に1つしかないような演示用教材の製作技術及びメンテナンス技術の習得

○児童・生徒参加型教材の開発力、製作力の向上

である。

前者は、初心に帰り、ペンチ・ニッパー・ノコギリ・プライヤー等の使い方、はんだづけ
といった基本的な利用技術の再学習。並びに丸のこ、糸のこ、ボール盤、ジグソー等の活用
技術の習得。さらには電気回路、電子回路の理解・製作技術の学習を行うというものである。
当然のことながら、市販・自作は問わず、教材を修理する力も養うことも含んでいる。中者
の例としては、近年、多くの教育現場でよく見る小型の太陽光発電施設や風力発電施設であ
る。設置時は教材に活用されたりするが、担当者の異動等で単なる「飾り物」化する場合も
少なくない。そこには原理の理解やメンテナンス技術のなさが大きな要因の1つであり、そ
の技術を習得する。後者としては、多くの児童・生徒が直接触り、使用する教材を作るため
には沢山の同一教材をいかに早く、いかに安価にさらにいかに頑丈につくるかが鍵である。
つまり、この「早い!、安い!、丈夫!」の3要素を満たす教材開発・製作力を身につける
ことである。実は理科教材メーカーが販売している教材でさえ、その多くは原材料費は安く
かつ構造がシンプルなものも少なくない。ちょっと頑張れば、市販品の1/4以下の金額で製
作でき、さらに自分の能力向上もできることから一石二鳥なのである。

本活動はあくまでの自主参加のクラブであり、「来るもの拒まず、去るもの追わず」とい
う精神のもと、教員(重松)主導で指導という形式で行った。その活動の様子を図1に示す。

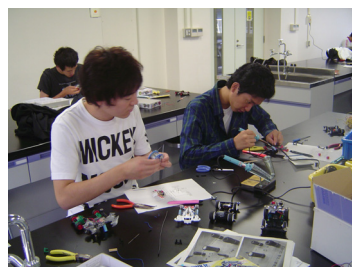


図1. 理科工作クラブの活動の様子

2. 学生主体のエネルギー環境教育サークルへ

上で述べた理科工作クラブは喜ばしいことに、学生を中心として自発的に活動するサークルへと発展を遂げた。具体的には、理科教員を目指す大学生にとって不足している授業内で活用する教材の開発力並びに製作技術のスキル向上を行い、さらに科学教室や出前講義を通じて実践力を養うものである。これらのことについて PDCA サイクルを活用し、より教育現場に則した教育プログラムの計画（plan）・実践（do）・評価（check）・改善（act）を行い、そしてさらに、計画(plan)へ結び付け、このらせん状のプロセスを繰り返すことにより、質の維持・向上及び継続的な改善を推進した。これらの活動は教育現場への貢献と同時に理科教員の卵である大学生自身のスキルアップを目的としてものであった。

構成員は野々村を代表に複数の学生によって構成されており、分野も「つまずき易い物理分野、特にエネルギー環境教育」に特化し、『理科教員を目指す大学生によるエネルギー環境教育 PDCA サイクル活動』と銘打って活動を行った。

なお、本活動は「環境」や「地域連携」をキーワードとして活動を展開している「島根大学の学部学生を主構成員とするサークル団体およびグループ」を対象に、学生主体の魅力あるフィールド学習を支援・推進することを目的とした「2008 年度、学生によるフィールド学習支援プログラム」に採択され、大学として公式に認められたサークルへと発展した。その活動は平成 21 年 3 月 6 日（金）におけるフィールド学習教育プログラム最終成果報告会及び報告書²⁾にて既に報告しており、活動の詳細は割愛する。

II. 教材開発

I 章で述べた理科工作クラブ及びエネルギー環境教育サークルの活動により、教育現場で活用できる数多くの教材開発及び作製を行った。表 1 に作製した教材に関する情報、特にその教材を用いた授業において児童・生徒に理解してほしい「原理理解」、「デバイス理解」、さらに学習内容に関して簡潔に書く。

表 1. 理科工作クラブ及びエネルギー環境教育サークルにより開発・作製した教材

No.	教材名	開発・作製目的、活用目的
a	自転車発電	「自転車をこぐことにより、発電を行い、テレビ等の家電をリアルタイムで利用することができるシステム（II 章 1 節参照）」 原理理解（電磁誘導、直流、交流、整流回路）、デバイス理解（コンデンサー、ダイオード、ダイナモ、オルタネータ、インバーター）、学習内容（エネルギー変換、整流）
b	太陽光発電システム	「太陽光を利用して、発電及び蓄電を行い、家電を長時間利用とするシステム（II 章 2 節参照）」 原理理解（太陽光発電）、デバイス理解（太陽光パネル、コントローラー）、学習内容（環境教育、エネルギー変換、日照条件）
c	蛍光灯発電	「廊下に設置した蛍光灯の光による充電を行い、消灯時に指示灯(LED)を点灯する発電システム」 原理理解（蛍光灯発電）、デバイス理解（太陽光パネル、LED）、学習内容（環境教育、エネルギー変換、身の回りの科学）
d	手回し発電システム	「自転車のハブを用いた手回し式発電機。小型テレビや省電力家電をリアルタイムで利用できるシステム」 原理理解（電磁誘導）、デバイス理解（ハブ）、学習内容（環境教育、エネルギー変換）
e	教材用小型風力発電	「小学校高学年を対象としたモーターを用いた小型風力発電キット」 原理理解（発電）、デバイス理解（モーターと発電機の関係）、学習内容（環境教育、エネルギー変換）
f	手力ためる君	「手回し発電機により発電した電気を充電池にためる小学校高学年用教材（II 章 3 節参照）」 原理理解（発電）、デバイス理解（モーターと発電機の関係）、学習内容（環境教育、エネルギー変換）
g	手力ためる君用内部説明器	「手力ためる君の原理を理解させるための中高校生対象用教材（II 章 3 節参照）」 原理理解（発電、充電）、デバイス理解（モーターと発電機の関係）、学習内容（環境教育、エネルギー変換）
h	コンデンカー	「手回し発電機により発電した電気をコンデンサーにたため、その電力で走るミニ四駆（II 章 4 節参照）」 原理理解（発電、充電、並列、直列）、デバイス理解（コンデンサー）、学習内容（環境教育、エネルギー変換）
i	ぴかちゅう（「光無線通信 with 懐中電灯」の略称）	「懐中電灯を用いた光無線通信を行うシステム」 原理理解（光無線通信）、デバイス理解（パワーアンプ、フォトトランジスタ、光ファイバー）、学習内容（光の特性、エネルギー変換）
j	光の三原色	「赤・青・緑 LED を用いた光の合成を理解させるための教材」 原理理解（光の合成）、デバイス理解（LED）、学習内容（光の特性）
k	光ファイバーイルミネーション	「三色 LED と光ファイバーを用いた教材」 原理理解（光の反射・屈折）、デバイス理解（LED、光ファイバー）、学習内容（光の特性、光ファイバーの特性）
l	偏光板万華鏡	「偏光板を活用した教材」 原理理解（光の波動性）、デバイス理解（偏光板）、学習内容（光の特性）
m	超伝導列車	「超伝導体とネオジム磁石を用いた教材」 原理理解（マイスナー効果、ピン止め効果）、デバイス理解（超

	伝導、ネオジウム磁石)、学習内容 (次世代材料として期待される超伝導体の特性)
	その他として、「声で発電」、「IH で発電」、「温度差で発電」、「圧電素子電話」等多数

表 1 で示した教材はそれぞれ、背景・目的があり、それに従い作製したものである。以下にそれらの中でも「大型演示用教材」、「児童・生徒参加型教材」の代表例としてそれぞれ 2 例ずつ紹介する。

1. 大型演示教材の例 1 「自転車発電」

重松が赴任当時に教育学部の指導にびっくりしたことは「教育現場の単元が先で教材開発が後」、具体的には現行の指導要領ありきで、どの単元のどこで活用するための教材として〇〇を作るといふという慣例があるように感じたことであった。しかし、それでは発想が限られてしまうのではと考えた。我々が考える教材は「ゆりかごから墓場まで」の精神のもと、広い活用を考えた。ようは小学校、中学校、高等学校の指導内容はほぼ反復であり、「定性的な理解から定量的な理解」へ発展するだけであり、その本質は同じである。ゆえに同一の教材の多学年での反復活用を考えた。さらに単元ありきではなく、教材を使いこなすことによっていろいろな単元でも活用できるという現場教員の自発的な意欲を導きだす効果も期待した。

例えば、自転車発電を通じて小学校では「エネルギー教育・環境教育の導入、発電することの大変さを体験」といふことの定性的理解で十分である。この活用を通じて児童自ら、「どうやって発電するの？ どんな電化製品でも動かせるの？」といった疑問を通じて「電気・エネルギー」に関して学べば良いのであり、中学校では理科 1 分野単元「電流」・「科学技術と人間」さらには選択理科において「電磁誘導、モーターの仕組み、直流・交流、エネルギーの概念 (J, cal, Wh) を理解するための教材として活用できる。高等学校においてはより具体的なダイオード、コンデンサー、整流回路を、オシロスコープを用いた定量的な学習のために用いることが可能である。つまり、『小学校・中学校・高等学校全てに対応した同一教材を利用した学習』が可能となり、この場合、教員側がいかに関教材を活用・料理する能力を持っているかにかかっていることとなる。そのために自転車発電の原理をきちんと理解させることに重点を置き、指導した大学生には原理を 1 つ 1 つ理解させながら指導を行った。



図 2. (左)自転車発電製作の様子、(右)自転車発電 1 号機 (平成 14 年当時のものである。その後、改良を重ね、よりシンプルかつ定量的考察ができる構造へと変わっている。)

2. 大型演示教材の例2「太陽光発電システム」

I 章で述べたように、設置時は教材に活用されたりするが、担当者の異動等で単なる「飾り物」化するもの、さらに時としては始めから「飾り物」となるケースがあるのが太陽光発電システムである（前で述べた自転車発電も自分で作っておらず、担当を受け継いだ場合は同様に飾り物になるか、もしくは単なる「テレビをつける道具」化する可能性を含んでいる）。環境問題や国の支援事業のおかげで太陽光発電の普及は進んだものの理解度は低いと言わざる負えない。そもそも太陽光パネルで発電される電力は直流？交流？、何V？、そしてどのぐらいの発電量があり、その発電量で家電が何時間使用可能なのか？等いくらでも掘り下げることのできる教材なのである。さらに、パネルの設置角度と太陽の動きさらには日照条件から発電量を定量的に議論を行うことができる。これは小学校理科の単元「日なたと日かげ」や「光を当てよう」、中学校理科の単元「天気とその変化」や「エネルギー」など多くの学習内容への活用が可能であることを意味する。

なお、全体の構成としては以下の通りであり、発電した電気は実験室内の AC100V 電源として活用し、発電量及び使用量はパソコンにより日変化・時間変化データが取れる構成とした。[構成：太陽光パネル（シャープ、NE-70A1T、70W 2 枚）、コントローラー（未来舎、PV-1212D1A）、バッテリー（LONG、完全密封型鉛蓄電池（12V 28Ah）、6 台）、DC/AC インバーター（500 W 用）、電流計&電圧計、発電量及び消費電力管理用パソコン&モニター]



図 3. (左)太陽光パネルの設置、(右)発電制御部

3. 児童・生徒参加型教材の例1「手力ためる君」

エネルギーの移り変わりは目で見て確認することのできない現象にも関わらず、説明的な授業で終わってしまいがちであるように思われる。前で述べた「自転車発電」はその点を解決しているが、持ち運びの面倒さ、演示用でしか実用できないなどの欠点を同時に持っている。そこで、小型・量産化を実現し、個人またはグループで活用できるよう開発したのが「手力ためる君」である。簡単には、手回し発電機を接続し、自分で手回しを回したこと（力学的エネルギー）により生成した電気エネルギーを Ni-Cd 充電電池に充電するといった単純な構成となっている。同時に、発電された直流電流の流れる方向を確認するための LED、整流及び逆流防止のための整流子（ブリッジダイオード）によって構成されている。充電電池では、自己充電、自己放電、メモリー効果といった問題があるため、エネルギー変換の関係（変換ロスを検討すると変換前後のエネルギーは一致するという関係）が厳密には成り立っていない

い。しかし、自ら生成した電気を身の回りの電化製品、おもちゃ等で実践できるという最大のメリットがあり、その活用度は高いと考える。

教材としては小学生を対象とした定性的理解のためにその回路はブラックボックスにしている（図 4）。ハードケースを用い、耐久性に優れ、落としても破損することはない。追加機能として電流計や電圧計を容易に接続可能であり、発展的学習が可能である。一方、中高校生にはブラックボックスにはせず、その仕組みや原理をわかりやすく定量的理解を推進するための基盤キットも製作し、学年に応じた学習を可能とした。



図 4. (左)手力ためる君の概観図、(右)内部の仕組みを理解するためのキット

4. 児童・生徒参加型教材の例 2「コンデンカー」

今回、改訂された小学校学習指導要領に「エネルギー生成・変換・備蓄」を体感する文章が付け加えられたこと、また電気を蓄えるものの例としてコンデンサーが挙げられたことから新たに「手回し発電機」と「コンデンサー」を用いた教材を開発した。この教材（コンデンカー）は前で述べた『②市販の教材を自らの目的のためにいかに改良して活用するか』という教材活用に属し、車体は市販のミニ四駆のシャーシとモーターを用い、電池部分をコンデンサーに改良したものである（図 5）。さらに、手回し発電による発電効率、さらにモーターの使用電圧を考慮し、コンデンサー（3F, 2.5V）を 2 個用い、スイッチで充電時には直列、放電時には並列と切りかえられる機構にした。つまり、充電時はコンデンサーの定格電圧は倍の 5V まで耐えることが可能となり、放電時は定格で放電することにより、従来の倍の時間の使用が可能となった。

なお、この学習指導要領の改訂以前に我々は既に「エネルギーの備蓄（電気の充電）」に着目し、前で述べた教材「手力ためる君」を開発し、科学教室や出前講義で活用していたことを追記したい。PL 法の問題やエネルギー変換の問題から「充電電池」より「コンデンサー」に軍配が上がったことは仕方がない。しかし、共に身の回りで活用されているが、電化製品の中で活用され、一般になじみがない「コンデンサー」より、環境・エコのためにその利用度が上がっている「充電電池」の方が体感的学習においては上だと今でも思っている。

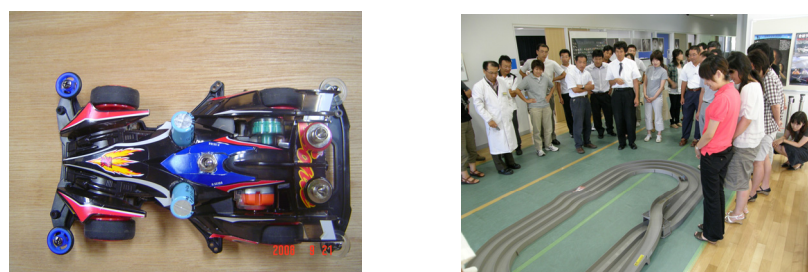


図 5. (左)コンデンカーの概観図、(右)レール上での実演(現職教員研修会にて)

III. 活動・実践報告

近年、大学及び大学教員（特に教育学部教員）の活動は多様化しており、「教育」及び「研究」に加え、「地域・社会貢献」、「大学（学部）運営」などが求められている。本論文において発表すべき内容はこれらの中でも「教育」と「地域・社会貢献」である。そこで、関連事項として「1. 出前講義・科学教室」、「2. 高大連携事業」、「3. 大学生のための課外活動」、「4. 地域・現職教員向けの活動」に分類し、行った活動報告を行う。前 2 項は重松が教育現場への貢献として主たる実施を行ったが、大学生も同行させ、共同実施させたことにより大学生への教育も同時に兼ねているものである。特に開発した教材を実践でどう活かすかカリキュラムを作成して実践することは重要と考える。さらにその他の活動として「5. 視察研修」、「6. 海外研修」、「7. 学会・紀要発表及び報道記事」、「8. 広報・普及活動」についてそれぞれ述べる。

1. 出前講義・科学教室(小中高等学校の児童・生徒対象)

主な実践活動の一部を表 2 に記す。なお、特定の学校・団体に呼ばれて行った実践を「出前講義」、参加者公募型の実践を「科学教室」と区別することとする。同時に活用した教材に関しても表 1 に対応して掲載する。準備に関しては教材開発指導・活用指導・ものづくり力向上の観点から重松主導のもと、重松研究室所属大学生によって行った。なお、その活動詳細はホームページを参照ください³⁾。

表 2. 出前講義及び科学教室に関する活動実績

年	タイトル、開催月日	学校名または対象学年	用いた代表的な教材
14	文部科学省大学等地域開放特別事業「大学 Jr. サイエンス&ものづくり」ー実験でわかる身近な自然と科学技術ー10月5, 12, 19日（土）（科学教室）	松江市内小学校高学年	
15	「身の回りの不思議な力ー電気と磁気・磁石ー3月4日（火）（出前講義）」	附属小学校6年	
	文部科学省大学等地域開放特別事業「大学 Jr. サイエンス&ものづくり」ー電磁石とモーター・発電の仕組みー～手作り風力発電機・自転車発電機～10月24日（土）（科学教室）	松江市内小学校高学年	a, e
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園」5月24日（土）、7月5日（土）、7月19日（土）（科学教室）	出雲市周辺小学校高学年・中学生	a, m, l
17	「古志原小学校実験教室」3月9日（水）（出前講義）	松江市立古志原小学校3年生	a

	「川津小学校の児童が大学見学」(出前講義) 6月22日(水)	松江市立川津 小学校	a
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園『偏光グラフィック を見よう。』 小学生対象、『光と色を学ぼう』中学生対象」 10月15日(土)(科学教室)	出雲市周辺小 学校高学年	j, l
18	スーパーサイエンスハイスクール事業における出張講義「物 理から見た理科教育」 7月14日(金)(出前講義)	島根県立松江 東高等学校	f, j
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園『環境エネルギーに 触れよう』 小学生対象、『新しいエネルギーをつくろう』 中学生対象 9月17日(土)(科学教室)	出雲市周辺小 学校高学年、 中学校	a, e
	「安来高校教育の日」公開授業『物理教育と教材の活用 ～ 身の回りの物理現象を考えよう～』 11月3日(金) (出前 講義)	島根県立安来 高等学校	f, g, j
	島根大学教育学部 びびっと広場 「偏光グラフィックをつ くろう！」 11月25日(土) (科学教室)	松江市周辺小 学校高学年	l
19	「川津小学校の児童が島根大学教育学部を探検」 島根大学教 育学部紹介 6月29日(金)(出前講義)	松江市立川津 小学校	f, i, j
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園『環境エネルギーに 触れよう』 小学生対象、『光と色の足し算・引き算』 中 学生対象」 6月30日(土) (科学教室)	出雲市周辺小 学校高学年、 中学校	j, k
	スーパーサイエンスハイスクール事業における出張講義「物 理から見た理科教育」 7月6日(金)(出前講義)	島根県立松江 東高等学校	g, j
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園『偏光グラフィック をつくろう！』 小学生対象、『光を使って音を伝えよう！ (光無線通信)』中学生対象 7月14日(土) (科学 教室)	出雲市周辺小 学校高学年、 中学校	l, i
	「梨っ子ランド特別講座『発電のしくみ』」7月31日(火)(出 前講義)	安来市立飯梨 小学校	e, f
20	高大連携事業 出前講義 「発電の仕組み・エネルギー」中等部3年生対象、 「発電の仕組み・エネルギー」高等部1年生対象 8月30日(木)(出前講義)	山陽女学園 (広島県廿日 市市)	a, b, g
	「出雲科学アカデミー 子ども科学学園『電磁石と発電のしく み ～いろいろな方法で電気をつくる～』 小学生対象、 『エネルギー科学 ～エネルギーの生成・変換・備蓄～』 中 学生対象」 6月21日(土)(科学教室)	出雲市周辺小 学校高学年、 中学校	a, e, f
	山陰エネ科学教室「～電気を作ろう！ためよう！活用しよ う！」 7月5日(科学教室)	出雲市周辺小 学校高学年、 中学校	f, g
	「島大ビビットひろば'08 電気をつくろう！ 電気であ そぼう！」7月19日(土) (科学教室)	松江市周辺小 学校高学年	e, f
	「環境・エネルギーをテーマとした高大連携事業」 ～高校学校での“小”教育実習・出前講義・農場実習体 験～ 10月30日(木)～11月1日(土)(出前講義)	京都府立須知 高等学校	a, b, g, h, l, j
21	「電気をつくろう！ 電気であそぼう！」12月15日(月) (科学教室)	飯南町立頓原 小学校	e, f
	「選択理科:「身の回りの現象」・「電流」から 「エネルギー」・ 「科学技術と人間」へ ～エネルギーの生成・変換・備蓄～」 1月13日(火)	島根大学教育 学部附属中学 校	d, g, h
	「電気をつくろう！ 電気であそぼう！」1月21日(水) (科学教室)	大田市立久手 小学校	e, f, h
	「電気をつくろう！ 電気であそぼう！」1月27日(火) (科学教室)	松江市立中央 小学校	e, f, h
	「山口・山陰エネ研科学教室 ～電気を作ろう！ためよ う！活用しよう！」 8月8日(土)・9日(日)(科学教室)	出雲市周辺小 中高等学校・	f, h

		保護者	
--	--	-----	--

2. 高大連携事業

近年行われている「高大連携」の多くは、高校生に対して、最先端技術などを紹介することで身近なものに興味を抱かせ、高校で勉強することの意味づけをしていくものと考えられる。すなわち、学習対象への（あるいは学習そのものへの）興味を引き出そうということになる。このように考えると、高大連携事業とは、大学の素晴らしさを単に高校生に紹介したり、高校生に対して大学の授業を先取りするような授業を行ったりすることではないように思われる。一部分では、確かにこのようなニーズもあると思うが、我々は、高校時代には高校時代にやっておかなければならないことがあり、それをしっかり勉強し身につけるべきと考えている。以上の背景のもと、現行の指導カリキュラムに沿った発展的学習指導を通じた高校から大学への骨太教育を目指した高大連携を広島県山陽女学園及び京都府立須知高等学校と行った。以下、それぞれの活動を簡潔に述べる。

(1) 山陽女学園(広島県廿日市市)との連携

山陽女学園はエネルギー環境教育情報センターによりエネルギー教育実践校（平成 18－20 年度）並びにエネルギー教育シニア校(平成 21 年)に認定された中高一貫校であり、自校教員による授業、外部講師による授業、課外研修・学習によってさまざまな角度からのエネルギー環境教育活動を行っている。その中で我々大学への依頼は、それら基礎学習と身の回りの生活の中での活用をつなげる指導を行うことであった。そのため、既に学習している電磁誘導等の基礎的科学の復習から始まり、火力発電模型や手力ためる君を用いた応用的理解を演示・実験・Q & Aにより深めた。さらには『新』新エネルギーと銘打った身の回りの生活（IH 製品、会話（声）、手のひらの熱等）から得られる簡易発電についての理解も深め、今後の環境学習・エネルギー学習への発展に役立ててもらおうよう心がけて実施した（図 6）。

(2) 京都府立須知高等学校(京都府船井郡京丹波町)との連携

同じくエネルギー教育実践校（平成 17－19 年度）・シニア校（平成 20 年度以降）として、同校食品科学科を主体にして、「農業」と「エネルギー・環境」の関係を重視しながら活発に活動を展開し、エネルギー教育を通じて地域に必要とされる人材の育成にも力を注いでいる学校である。（社）日本電気協会「エネルギー教育賞」の第一回最優秀賞(平成 17 年)、第四回優秀賞(平成 20 年)を受賞していることから活動が評価されていることがわかる。島根大学として、「農業」「エネルギー・環境」に追加するもしくはこれらをつなぐ架け橋の 1 つとしての「理科（科学）」学習に関する手助けとして連携を行った。第一陣としては島根大学教育学部の大谷修司教授が平成 19 年 5, 11 月に高校へ訪問し、藻類の一種である光合成生物イシクラゲの生態に関する講義を行い、続いて、平成 20 年 10 月に重松と大学生 3 名が訪問し、自然または人工的に生成されるエネルギー・仕事に関する講義を行なった。

須知高等学校との連携に関しては同行した大学生における指導の一環として、同校食品化学科の講義や農場実習にも参加させて頂き、こんにゃくいもや枝豆の収穫、花の苗の植え替えといった今まで体験したことのないことができた。普通科しか知らない大学生にとっては、農業系（食品科学科）の学科のカリキュラムを理解する良い機会であり、将来、教員となった中学校の教育現場での生徒への進路指導に役立つ知的財産になったと期待する（図 6）。連携事業とは高校、大学共に知的財産・物的財産を共有しつつ、ギブアンドテークというのが本来の姿であり、同校においてはそれが実施できたことが非常に嬉しい。



図 6. (左) 山陽女学園での実践の様子、(右) 京都府立須知高等学校での実習の様子

3. 大学生のための課外活動

本節においては上で述べた「大学生対象の工作クラブの活動」や「普通科以外の教育現場の理解を深めるための高大連携事業」以外に重松が主として企画・実施した大学生のための活動について代表的なものを簡潔に述べる。なお、これら活動は「1000 時間体験学修」として広く教育学部全学生対象に参加者を募り、実施したものである。

(1)「ゴビウス及び出雲科学館におけるエネルギーと環境をテーマとした課外実習」

大学生は科学館等の活動サポートを度々実施しているが、表面上の参加活動にすぎない。そこで、島根県立宍道湖自然館ゴビウス及び出雲科学館において学芸員や飼育員を始め館内で行われている仕事の理解や各施設が出来た背景や活動理解を通じて、エネルギーや環境に対する知識を深めるための課外活動を実施した。この活動により、学校機関以外の機関における教育活動（学芸員等の仕事）に関する新しい知見を得て、将来教員になったときにその知見をフィードバックして欲しいと考えた。なお、卒業後の就職先の 1 つとしてこれら館を考えている学生も複数おり、実際の仕事環境に関する情報を知る良い機会になったと考える。[平成 18 年 6 月 18 日（日）、大学生 21 名、大学教員 2 名参加]

(2)「教員をめざす大学生・大学院生のためのエネルギー環境教育研修 in 中国」

現在の電力・エネルギー問題を考え、これらをキーワードした「エネルギー環境問題」を将来の教育現場で活用するためにはどうしたらよいかを学ぶために、中国地域の教育系大学生合同での発電施設見学会・研修会・勉強会を開催した。研修会においては、エネルギーに関心を持ち地球環境を守ろうとする実践的な姿勢を育むためには学校における授業

としてどのような取組みが可能かを白熱した議論を行った。[平成 19 年 10 月 27 日（土） - 28 日（日）、大学生 58 名（島根大学 28 名、広島大学 30 名）、教員 4 名参加。施設見学は島根原子力発電所、三隅火力発電施設、キララトゥーリマキ風力発電施設]

(3)「たたら操業の実践を通じて「エネルギーと環境」を考える課外実習」

和鋼博物館が主催する「古代たたら操業」事業に参加し、近代に至るまでのわが国の暮らしを支えてきた和鋼・和鉄の歴史と技を学び、活動理解を通じて現在の山陰におけるエネルギーや環境に対する知識を深める目的で基礎体験学修を行なった。（平成 18 年 10 月 12 日（木） - 15 日（日）、平成 19 年 10 月 3 日（水） - 7 日（日）大学生 17 名参加）



図 7. (左) 出雲科学館における研修の様子、(右) たたら操業の実践の様子

4. 地域・現職教員向けの活動

本節においては地域の方々または現職教育向けの活動について代表的なものを簡潔に述べる。

(1)「エネルギー教育リーダー養成研修会」講師

経済産業省資源エネルギー庁主催「平成 19 年度エネルギー教育リーダー養成研修会（東京）」において、実践ワークショップ「エネルギー生成・変換・備蓄をテーマとした教材を用いた参加型授業」というタイトルにて授業提案を行ない、現職教員と活発な議論を行った。[平成 19 年 11 月 23 日（金）、受講者：小中高等学校教員 29 名]

(2)「放射性廃棄物の地層処分に関する、地域ワークショップ」ファシリテーター

資源エネルギー庁及び（財）原子力環境整備推進・資金管理センター主催の放射性廃棄物の地層処分に関する、地域ワークショップ「共に語ろう 電気のごみ ～もう無関心ではいられない～」に重松はファシリテーターとして参加した。これは松江市を中心とした主婦、会社員、原子力関係者、教員、大学生といった幅広い方々が集まり、原子力発電所で使われた核燃料の核燃料サイクル時に出る高レベル放射性廃棄物及びその最終処分場（地層処分）に関する勉強会、意見交流会である。市内に原子力発電所のある松江市にとっては他人事ではなく、自分の生活をベースに活発な意見交換ができた。[平成 20 年 10 月 25 日（土）、松江市周辺市民 61 人]

(3)「新学習指導要領に応じた小学校 6 年生『電気の発電・蓄電』に関する教材活用」講師

JST が行う「平成 21 年度 理数系教員指導力向上研修事業（希望型）」に出雲科学館が申

請し採択された研修事業である。小学校 6 年生の理科の単元で新指導要領により電気の蓄電としてコンデンサーが入ることが決まっており、そのコンデンサーに関する教員研修を行なった。そもそもコンデンサーとは？という基礎編から始まり、実際に教材を用いた実験を通じ、その活用法まで指導した。[平成 21 年 8 月 11 日（火）、受講者：小中学校教員 40 名]

5. 視察研修

近年、デジタル教材の普及によって、写真や動画を用いたよりリアリティのある指導が教育現場で行えるようになった。しかし、やはり、身を持って体感したものに勝るものはなく、現地で専門家から直に受けた説明の詳細さに勝るものも無い。我々は中国電力株式会社島根支社、(財)社会経済生産性本部エネルギー環境教育情報センター（現 公益財団法人日本生産性本部エネルギー環境教育情報センター）、中国地域エネルギーフォーラムのご支援を頂き、エネルギー環境教育と密接な関係を持つ日本各地に建設されている発電所関連施設の視察見学を行う機会を数多く頂くことができた。この視察研修は大学教員のみならず、小中高等学校教員、大学生（島根県内）も参加させて頂き、その規模や構造を直に触れることのできる良い経験であった。

地球規模での対策が求められているエネルギー資源や地球温暖化などの問題があり、電気事業者の責任は大きいと考える。電力事業主（電力会社）は「将来も安心して暮らしていける社会を守るため、電気事業では環境に優しい電力供給に取り組んでいます。」という説明のもと、一昔前の脱原発の流れは陰に潜め、国の後押しも受け、原子炉建設や計画を推し進めている。日本の地下資源の乏しさかつ消費電力量を考えると原子力発電の重要性も理解できる。しかし、エネルギーバランスの問題や今だ決まっていない高レベル放射性廃棄物の最終処分場の問題が残っている。視察研修・施設見学は知識の二次元（パンフレットや教科書による）から三次元へ拡張するというこのとのみならず、今一度、豊かな生活を支える電力事業に残された課題を気付かせる意味でも重要なことと考える。

表 3. 電気事業に関する視察研修の活動内容。対象は大学教員、小中高等学校教員、大学生など場合によって異なっているが、本表においては少なくとも重松が参加したものを記す。なお、島根原子力発電所に関しては複数回、施設見学を行っているが、一部割愛している。

年	施設名
17	原子燃料サイクル施設・六ヶ所原燃 PR センター（青森県上北郡六ヶ所村、8 月 24 日（水））
	東北電力（株）東通原子力発電所（青森県下北郡東通村、8 月 25 日（木））
	東通原子力発電所 PR 施設トントウビレッジ（青森県下北郡東通村、8 月 25 日（木））
	J-Power 大間原子力発電所建設予定地（青森県下北郡大間町、8 月 25 日（木））
	大間町北通り種苗育成センター（青森県下北郡大間町、8 月 25 日（木））
	東京電力（株）電気の史料館（神奈川県横浜市、8 月 26 日（金））
18	中国電力（株）柳井火力発電所（山口県柳井市、8 月 23 日（水））
	四国電力（株）松山太陽光発電所（愛媛県松山市、8 月 24 日（木））
	四国電力（株）伊方原子力発電所（愛媛県西宇和郡伊方町、8 月 24 日（木））

	九州電力（株）八丁原地熱発電所（大分県玖珠郡九重町、8月25日(金)）
20	中国電力（株）三隅石炭火力発電所（島根県浜田市、3月20日(木)）
	中国電力（株）島根原子力発電所（島根県松江市、10月27日(土)）
	中国電力（株）三隅石炭火力発電所（島根県浜田市、10月28日(日)）
	キララ多岐風力発電所（島根県出雲市、10月28日(日)）

6. 海外研修

エネルギー・環境に対し、高い住民意識を背景に先進的な環境政策を推進し、環境づくりをメインとした町づくりに取り組んでいる代表的な国の1つとして挙げられるドイツへ視察研修を行う機会を得た（平成18年2月9－16日）。環境先進国ドイツにおける取り組み、特に日本と何が違うかということを感じて取るために、ベルリン、ミュンヘン、カールスルーエ、バーデン・バーデン、ハイデルベルグ、フランクフルトを訪問した。特に「教育機関」として、自然保護センター、ギムナジウム（中等学校）、カールスルーエ大学では直に授業参観、授業参加、議論を行った。

本活動を通じて、ドイツの国または地域としての環境対策として1.交通対策、2.都市対策、3.ゴミ・廃棄物処理対策、4.エネルギー利用対策、5.森林対策が挙げられ、国家戦略・地域戦略として「自然と共生」の基本精神のもと進められていると感じた⁴⁾。さらには「教育」に関しても身の回りの自然を活用、そして講義ではなく「議論」を中心にした構成になっており、学生の自発性・自主性を重んじたものとなっていた。本海外研修に関する詳細は文献2を参照ください。



図8.（左）自然保護センターで授業の様子、（右）ギムナジウムでの授業参加

7. 学会・紀要発表及び報道記事

7年間の島根大学教育学部重松研究室としての教育活動の中、重松及び研究室の大学生が数多く学会・紀要で発表し、さらには新聞・テレビにおいて活動の紹介がなされた。この節においてはこれら発表及び報道に関する情報（研究会を除く、公的なもの）を表4にまとめる。

表4. 成果発表。下線が引かれている者が重松及び重松研究室関係者を意味する。

分類		タイトル、学会・雑誌名、月日等
学会	1	「山陰地域の学校におけるエネルギー環境教育の現状と課題」 島根大教育 平野俊英、 <u>重松宏武</u> 、秋重幸邦 日本理科教育学会 第55回中国支部大会 平成18年11月25日（土）岡山国際交流センター
	2	「エネルギー生成・変換・備蓄をテーマとした教材開発と実践」

		島根大教育 <u>重松宏武</u> 、平野俊英、野村啓介、谷口将人、森山充 日本エネルギー環境教育学会第二回全国大会 平成 19 年 8 月 7 日(火)(8/7(火)－8/8(水)) 高知工科大学
	3	「教材開発・実践サークルによる理科教員を目指す大学生のスキル向上」 島根大教育 ^A 、浜田市立波佐小学校 ^B <u>野々村佳代</u> ^A 、 <u>野村啓介</u> ^A 、 <u>森山充</u> ^B 、 <u>重松宏武</u> ^A 日本理科教育学会第 57 回中国支部大会 平成 20 年 11 月 15 日(土) 島根大学
	4	「エネルギー生成・変換・備蓄をテーマとした教材開発と実践 ～蓄電池とコンデンサー～」 島根大教育 ^A 、大田市立池田中学校 ^B <u>野村啓介</u> ^A 、 <u>野々村佳代</u> ^A 、 <u>谷口将人</u> ^B 、 <u>重松宏武</u> ^A 日本理科教育学会第 57 回中国支部大会 平成 20 年 11 月 15 日(土) 島根大学
	5	「指導要領改訂に伴う教員研修の実施とその評価 ～小学 6 年生理科「電気の利用」発電・蓄電～」 出雲市教育委員会出雲科学館、山口大教育 ^A 中山慎也、 <u>重松宏武</u> ^A 日本理科教育学会中国支部大会 平成 21 年 10 月 24 日(土) 広島大学
紀要	1	「山陰の地域に根差したエネルギー環境教育に関する実践的研究」 －山陰エネルギー環境教育研究会(教育普及部門)活動報告－ 島根大学教育 <u>重松宏武</u> 、平野俊英、秋重幸邦 島根大学教育学部附属教育支援センター紀要 第 5 号 (平成 18 年) 69-77.
	2	「地球温暖化実験装置を用いた理科学習の実践」 出雲科学館 ^A 、出雲市立今市小学校 ^B 、島根大学 ^C 中山慎也 ^A 、村上隆正 ^B 、 <u>重松宏武</u> ^C 島根大学教育学部研究紀要 第 42 巻 (平成 20 年) 7-11.
新聞	1	日本教育新聞 中国地域版 経済産業省「【特集】中国地域におけるエネルギー・環境教育の取り組み」紹介として、 <u>重松</u> が山陽女学園で実施した出前講義の内容が掲載。平成 20 年 3 月 17 日(月)
テレビ	1	雲南夢ネット(ケーブルテレビ) 「いいし情報箱」のコーナーにて【 <u>頓原小エネルギー教育 島根大学出前講座</u> 】というタイトルで <u>重松</u> の活動内容を放送。平成 20 年 12 月 20 日(土)

8. 広報・普及活動

教育に関する活動、特に開発教材やカリキュラム開発に関してはその成果を広く地域内外に情報発信することが重要である。そのため、ホームページ上で研究成果の公表を行い、さらに定期的に更新も行った^{3,5)}。これら公開データに関して外部からの問い合わせも複数あり、その中の一部の方とは具体的な共同事業活動・交流へと発展した。山陰地域の小・中高等学校、地元科学館、教育センター、社会教育機関などとネットワークをつくり、教材開発、人材教育、教育実践活動が出来、重松及び 8 名の研究室配属学生が 7 年間で築上げた本論文に掲載した活動内容は確実に継続的発展を行い、かつ地域に根付いたものであると考える。

おわりに

21 世紀における人類の最大関心事である地球環境問題を解決するためには、高度なエネルギー環境技術の絶え間ない革新が必要であるとともに、その推進役となるべき科学技術者の育成や、支援役となる一般市民の教養獲得に対応した、資源・エネルギー問題を含むエネルギー環境教育の普及が重要である。また、その実践においては、エネルギー環境教育の意義を理解して、他の教員や保護者・地域住民と連携を取って主体的に推進することができる知識・技能を

持った教員の育成や、使用に適した教材教具の開発・提供などを、量的にも質的にも確保することが求められる。執筆代表者（重松）が島根大学教育学部に在籍した7年間で行ったことはまさしく、これら「教員の育成」や「教材教具の開発・提供」である。重松の異動（平成21年4月に山口大学教育学部へ）に伴い、今後は活動の場を島根県から中国地域に拡大させ、小・中高等学校、科学館・博物館、教育センター、社会教育機関などとネットワークを新たに作り、人材教育、教材開発、教育実践活動を継続に行いたい。

付 記 本論文で述べた活動の1部は文部科学省大学等地域開放特別事業、日産科学振興財団、エネルギー教育調査普及事業・地域拠点大学事業（公益財団法人 日本生産性本部・エネルギー環境教育情報センター）、マツダ財団からの研究助成により活動を行っている。ここに感謝申し上げる。

視察研修におきましては、説明して頂いた各施設関係者の方々に厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 「山陰の地域に根差したエネルギー環境教育に関する実践的研究」
ー山陰エネルギー環境教育研究会（教育普及部門）活動報告ー
島根大学教育学部 重松宏武、平野俊英、秋重幸邦
島根大学教育学部附属教育支援センター紀要 第5号（平成18年）p. 69-77.
- 2) 平成18年度文部科学省特別教育研究経費採択事業「島根の人と自然に学ぶフィールド学習教育プログラムの構築」最終報告書、平成21年3月、島根大学教育開発センター編 p. 92-95, 165-166.
- 3) 重松研究室ホームページ（山口大学教育学部）(<http://shige.edu.yamaguchi-u.ac.jp/>)
- 4) 例えば、
「ドイツ環境教育教本ー環境を守るための宝箱」ラングナー ティルマン著、染谷有美子訳、緑風出版。
「環境先進国ドイツの今ー緑とトラムの街カールスルーエから」松田雅央著、学芸出版社。
- 5) 山陰エネルギー環境教育研究会ホームページ (<http://physics.edu.shimane-u.ac.jp/energy/>)