

エネルギー・環境をテーマとした教材開発、研修及び実践

－ 山口大学教育学部における学生指導と実践の記録 －

重松 宏武・西山 桂^{*1}・松永 武^{*2}・船木 隆司^{*3}・内田由美子^{*4}・棟居 翼^{*5}・
吉岡 真志^{*6}・風盛 文哉^{*7}・前川真利奈^{*7}・谷川 佑太^{*7}

The Development of Teaching Materials on the Topic of Energy and Environment and Their Practical Applications
: A record of instruction to students and practice in the Faculty of Education, Yamaguchi University

SHIGEMATSU Hirotake, NISHIYAMA Katsura^{*1}, MATSUNAGA Takeshi^{*2}, FUNAKI Takashi^{*3}, UCHITA Yumiko^{*4},
MUNESUE Tsubasa^{*5}, YOSHIOKA Masashi^{*6}, KAZAMORI Fumiya^{*7}, MAEKAWA Marina^{*7}, TANIGAWA Yuta^{*7}

(Received August 5, 2013)

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

理科教員を目指す大学生にとって、授業における教育プログラム開発力、授業内で活用する教材の開発・製作技術力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、天然資源の枯渇、地球温暖化などの地球環境問題そして化石燃料・原子力発電に代わる新エネルギーの開発などをキーワードとした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・技能を持つことが求められている。山口大学教育学部理科教育講座重松研究室では、大学生を対象にした時代のニーズに反映したエネルギー教育、特に「エネルギー生成・変換・備蓄」をテーマとした教材開発・実践並びに定量的理解度向上のための基礎研究に力を注いできた。さらに地域の児童・生徒・市民向けの講習会や科学教室を開催することを通じて、広く「エネルギー・環境」に対する興味と正しい知識理解を促進してきた。本稿ではこれら活動を中心に近年の実践活動報告（平成21年4月－平成25年8月）を行なう。なお、記載されている内容全てが指導学生（大学生）の卒業研究や修了研究とは一切リンクしていない活動である。大学生は義務ではなく、自ら問題意識を持って特別活動として取り組むことによって、理科教員に必要な資質能力をより深く培うことを期待している。

1. 学生指導1：「定性的理解から定量的理解」への導き

執筆代表者（重松）は学生指導の一環として、大学生の教材開発力向上のための「理科工作クラブ」の運営や大学生による「エネルギー環境教育サークル」の支援活動などを行なってきた¹⁾。これらの活動を通じて、理科教員を目指す大学生の「エネルギー・環境」に関する定性的な理解、実践指導力や応用力を養う手助けができたと感じている。しかし、一方で、新たな課題として基礎学問としての定量的な理解はまだ不十分であり、さらには「エネルギー環境教育」は理科の単元とは別物という認識を持たれているとも感じた。当然の事ながら、我々が目指す「エネルギー環境教育」とは小中高等学校の単元と強い相関を持つものであり、これら課題を解決すべく、新しい試みとして以下の2項目に力を入れ、学生指導を行った。

* 1 島根大学教育学部 * 2 柳井市教育委員会 * 3 山口大学教育学部附属山口中学校 * 4 山口市立阿知須中学校
* 5 周南市立菊川中学校 * 6 奈良県生駒市立壱分小学校 * 7 山口大学大学院教育学研究科

①【定性的理解から定量的理解への指導】

「エネルギー環境教育」というと『省エネ・リサイクル・節電』というイメージが強いが、今一度基本に戻って、そもそもエネルギー、電気、磁気とは？に注目し、学習指導要領に従った基礎学習を見直すこととした。小中高等学校理科はその学習内容の多くが校種をまたいだ反復学習になっている。その校種や学年が上がるに従って行われるこの反復によって学習内容の理解が定性的なものから半定量的なものへと発展していくのである。しかし、単元によっては弱い継続性のために、児童・生徒の理解に対して混乱を招いている例も少なくない。さらに、より深い指導を行なうための定量的な知識や科学的思考力を大学生に身につけさせる必要性も強く感じた。そこで、理解を向上させるために定性または半定量的な説明で済まされていた事象（単元）を数式を用いた定量的な展開を行うことによって、その本質を理解する手助けを行なうこととした。

②【書く能力を高める指導】

書かれた文章を読んで理解するだけでなく、知識・実験事実・定量的考察などを関連付けながら、自分の考えを筋道立てて話したり書いたりする力は文系教科のみならず、理科においても求められている大切な能力の1つである²⁾。山口大学教育学部理科教育講座では大学生及び大学院生に対して入門期セミナーや学生実験レポートなどを通じて「書く能力」の指導を既に行っている。しかし、さらにもう一步踏み込んだ指導として、指定ページ内にわかりやく内容をまとめる能力と学術的要素が要求される論叢（山口大学教育学部発行）またはセンター研究紀要（山口大学教育学部附属教育実践総合センター発行）への積極的な投稿指導を行なうこととした。非公開の学生実験レポート・卒業論文等と異なり、論叢・研究紀要は一般公開されるものであり、インターネットの普及により簡単に掲載内容を不特定多数の方が閲覧可能となっている。さらに、公開した内容は半永久的に残るものと言っても過言では無く、記載内容に対する責任も強く伴うものであり、指導の1つの方法としては有益なものとする。一方で、大学生（大学院生）の書く能力向上はもとより、大学生自身が達成感を得ることができ、さらに業績につながるという副産物にも期待している。

上で述べた2項目はリンクしており、ある事象（単元）における課題を自ら設定し、その内容を数式化（定量化）及び教材開発（詳細は第2章）を行うことにより課題解決を行ない、それらを活用したカリキュラム提案または実践を行う。そして最終の仕上げとして一連の内容を論叢またはセンター研究紀要にまとめて公開という流れとなる。表1に平成21年4月以降に得られた成果を示し、続けて代表的な成果2件を要約する。なお、詳細は表1に示した各論文を参照して頂きたい。

表1. 投稿指導により公開した成果(一部、重松が筆頭著者として執筆したものがあるが、ほとんどが指導学生による執筆である)

校種	単元	開発教材	論叢・センター研究紀要
小学校	電気の利用	「山大ラッコ」：ラミネーターを用いた簡易コンデンサー教材	a). 吉岡真志, 内田由美子, 佐々木英樹, 重松宏武: 「小学校第6学年理科 単元「電気の利用」で用いる教材開発のための基礎研究 一手作り平行板コンデンサの製作及び性能評価」山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第32号, 27-36, 2011. なお、平成22年度日本理科教育学会中国支部大会（平成22年12月4日（土））においても発表。吉岡真志, 内田由美子, 佐々木英樹, 重松宏武: 「小学校第6学年理科 単元「電気の利用」で用いる教材開発のための基礎研究 一手作り平行板コンデンサの製作」
中学校	電流・電圧と抵抗		b). 内田由美子, 吉岡真志, 重松宏武: 「銅線の電気抵抗の温度変化 一中学校理科における発展学習に向けた定量的考察」山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第32号, 17-26, 2011. なお、平成22年度日本理科教育学会中国支部大会（平成22年12月4日（土））においても発表。内田由美子, 吉岡真志, 重松宏武: 「銅線の電気抵抗の温度変化 一中学校理科における発展学習に向けた定量的考察」

小学校 中学校	電気の利用 電流、エネルギー		c). 重松宏武：「小中学校理科「電気による発熱」に関する基礎研究 一定量理解度向上のための数式の活用」 山口大学教育学部研究論叢 第61号, 181-194, 2011.
中学校 高等学校	電流・電圧 と抵抗 電気と磁気	「洗濯板モデル」： 電流、電圧、抵抗の 関係を理解するための モデル教材	d). 重松宏武, 棟居翼, 松永武, 内田由美子, 前川真利奈：「金属도체中の電子の運動とオームの法則 ー中学校理科「電流、電圧と抵抗」における洗濯板モデル(washboard model)の提案ー」 山口大学教育学部研究論叢 第61号, 195-206, 2011.
中学校	エネルギー (放射線)		e). 内田由美子, 重松宏武：「中学校理科「放射線」に関する学習・指導のための基礎研究Ⅰ ー簡易放射線測定器「はかるくん」の特性及び測定方法ー」 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要第33号, 113-123, 2012.
中学校	エネルギー (放射線)		f). 内田由美子, 松永武, 西山桂, 重松宏武：「中学校理科「放射線」に関する学習・指導のための基礎研究Ⅱ ー簡易放射線測定器「はかるくん」を活用した測定例ー」 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第33号, 125-134, 2012.
中学校	エネルギー (放射線)		g). 内田由美子, 松永武, 重松宏武：「中学校理科「放射線」に関する学習・指導のための基礎研究Ⅲ ー教育現場における自然放射線測定ー」 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第34号, 47-56, 2012.
小学校	電気の利用		h). 前川真利奈, 内田由美子, 棟居翼, 重松宏武：「小中学校理科「電気による発熱」に関する基礎研究Ⅱ ー細い電熱線の方が早く発泡ポリスチレンを溶かす謎の検証ー」 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第34号, 37-46, 2012.
中学校	電流・電圧 と抵抗	「洗濯板モデル」： 電流、電圧、抵抗の 関係を理解するための モデル教材	i). 重松宏武, 棟居翼, 松永武, 内田由美子, 前川真利奈, 風盛文哉, 西山桂：「中学校理科「電流・電圧と抵抗」における洗濯板モデル(washboard model)の半定量的考察」 山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第35号, 59-69, 2013.
小学校	磁石の性質		j). 前川真利奈, 重松宏武： 「小学校理科「磁石の性質」に関する基礎研究ーより科学的な見方や考え方を深める指導のための磁石の基礎知識と応用実験ー」 山口大学教育学部研究論叢 第63号, 2013, 投稿予定.
中学校 高等学校	光と音 電気と磁気		k). 風盛文哉, 重松宏武：「中学校・高等学校物理分野における科学的事象と指数関数との相関 ー 光減衰・液体の冷却・CR回路 ー」 山口大学教育学部研究論叢 第63号, 2013, 投稿予定.

①代表的な論文成果1（平成22年度卒業研究指導及び平成23-24年度修了研究指導学生）

【中学校理科「放射線」に関する学習・指導のための基礎研究Ⅰ～Ⅲ】（表1中の文献e, f, g）

平成23年3月11日に東日本大震災の津波被害による福島第一原子力発電所の事故が起こり、国民の間に放射線についての関心が高まった。また、平成24年度から本格的に実施された中学校理科新学習指導要領に「放射線」が追加されたことにより、これまで以上に中学校理科教員に放射線に関する広く深い知識や指導力を持つことが要求されるようになった。そこで、多くの教育現場で活用されている簡易放射線測定器「はかるくん」における空間測定分布や測定回数に関する評価等、既に報告・公開されている教員向けの指導書には書かれていない内容を実験や計測により系統的に評価するなど色々な角度から検討を行い、実践に向けた基礎知識として活用できる内容の公開を行った（基礎研究Ⅰ：文献e）。さらに、放射性物質から発せられる放射線を具体的に示し、「放射線防護の三原則」のうちの2つである「距離」と「遮蔽」に関して実験結果と数式を活用し、定量的な考察を行った（基礎研究Ⅱ：文献f）。具体的には、放射線量 I は距離 r または遮蔽量 x に対して減衰する変化を示すが、それらの物理的特徴は異なり、それぞれ(1)式、(2)式で表される。これらの式を用いることによって放射線束の距離に対する逆二乗則や遮蔽材の吸収係数 μ の定量的議論を行った。最後には、教育現場に即した室内や屋外で観測される「自然放射線」測定に関する新たな実践のための基礎研究成果を公開した（基礎研究Ⅲ：文献g）。

$$I = \frac{I_0}{r^2} \quad (1)$$

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2)$$

②代表的な論文成果2（平成23年度卒業研究指導及び平成24-25年度修了研究指導学生）

【小中学校理科「電気による発熱」に関する基礎研究Ⅰ～Ⅱ】（表1中の文献c, h）

小学校第6学年における単元「電気による発熱」では、電気は熱に変えて使うことができるというエネルギー変換と電熱線の太さによって発熱量が変わるということを学ぶ。具体的には電圧一定下においては、太い電熱線の方がよく発熱することを発泡ポリスチレン片を溶かす時間や温度計による温度変化から理解するものである。オームの法則から考えると太い電熱線の方が早く発泡ポリスチレンを溶かすと考えるべきであるが、逆の結果を得る場合があると教育現場から多数声が挙がっている。その原因は電池の内部抵抗、リード線の抵抗、回路の接触抵抗が深くかかわっており、さらには採用した発熱線の長さにも要因があった。この逆転現象が起こる原因を数式を活用した定量的な考察と実験事実から得た情報を融合させることによって、真の原因を突き止めることができた。具体的な式の活用例として、電池の内部抵抗等の抵抗 R_0 を考慮した場合の電熱線による単位時間・単位面積当たりの発熱量 ΔW を式(3)に示す(電熱線の比抵抗を ρ 、半径を r 、長さを l 、かけた電圧を E とする)。

$$\Delta W = \frac{E^2 \rho r}{2(\rho l + R_0 \pi r^2)^2} \quad (3)$$

右辺に示された各物理量は直接測定できるものであり、左辺の発熱量 ΔW は間接的に値が求まる。半径 r が異なる場合の発熱量 ΔW を比較することにより定量的な評価が可能となった。

我々の教育活動を通じて数多くの教材を開発し、それらを活用した実践を数多く行ってきた¹⁾。これら教材のうち、本章「学生指導1『定性的理解から定量的理解』への導き」の活動(表1)に関係した教材開発について以下、第2章で述べる。

2. 学生指導2：教材開発指導

近年、構造・原理の思考力を欠落させた市販の教材が氾濫しているように感じる。これら教材は指導のしやすさという点では良いが、指導者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も少なくない。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、それを十分に活用でき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。我々は以下の3項目を目標にし、数多くの教材開発指導を行ってきた¹⁾。

○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、制作力の向上

本章では近年、開発した代表的な教材(表1から)について簡単に紹介する。これら教材は上でいう項目②または③に相当するものである。なお、表1においては教材の項目に空欄があるものが多いが、決して教材を活用しなかったというわけではなく、項目①に相当する教材の活用を主に行ったためにあえて空欄のままにしている。

①代表的な開発教材1（平成22年度卒業研究指導学生）

【山大ラッコ】（表1中の文献a）

平成23年度より実施された学習指導要領において追加された小学校6年「電気の利用」で活用する教材として「山大ラッコ」を作成した（図1）。この「山大ラッコ」とは小学生に対してこの教材に親しみをもって活用して欲しいという意味を含めて命名したものであり、正式名は『山口大学・ラミネート平行板コンデンサ』である（“ラ”と2つ(two)の“コ”を選び出しラッコとした）。児童においては電気を貯める原理は簡単であることと手回し発電機を回すことによって、力学エネルギーが電気エネルギーに変換し、最後は充電できることを学習してもらうことが目的である。この教材の特徴の1つはラミネートすることにより、一体物として取扱いが容易になったことである。さらに、電極板の密着度が良いために、電気容量が大きくなることである。また、面間隔 d が等しいが断面積 S の異なるものを多数作製、比較することにより電気容量 C と断面積 S の関係（(4)式）、さらには比誘電率 ϵ_r を定量的に求めることが可能である。これらの内容は高校物理の範囲をもカバーしており、この教材は小学校のみならず高等学校でも十分活用できるものとなった。

$$C = \epsilon_r \frac{S}{d} \quad (4)$$

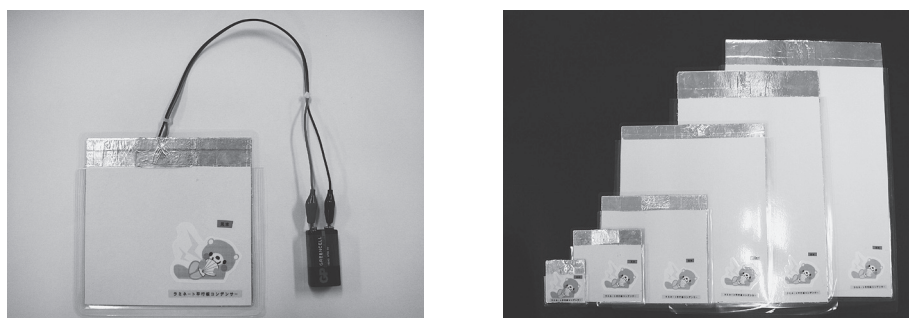


図1. 山大ラッコ（左）と面積を変えて製作した山大ラッコ（右）

②代表的な開発教材2（平成23年度卒業研究指導学生、平成25年度卒業研究指導学生）

【洗濯板モデル】（表1中の文献d, i）

中学校理科で活用されている電流の流れや抵抗の様子を表す『パチンコ台モデル』に変わるモデルとして『洗濯板モデル(washboard model)』の提案を行った（図2）。この洗濯板モデルは電子を意味する個々の球が通過する障害物の数が同じになるよう構成されており、転がり落ちる球の速さや時間にばらつきが少ないという改良点がなされている。そのことから球の速さの変化を判断しやすく半定量的に電流の大きさを扱うことができるという利点を持つ。さらに、『パチンコ台モデル』における釘のように取り外しが困難な部品は用いず、容易に本体の製作並びに障害物の増減が可能なることから、教員による演示ではなく生徒参加型実験が行えるという長所も併せ持つものである。

一方、定量化という意味では、この洗濯板モデルはオームの法則に従った3つの変数（電圧 V 、電流 I 、抵抗 R ）に対してのみ成立するものではなく、この中の抵抗 R についてさらに抵抗率 ρ 、抵抗の断面積 S （半径 r ）及び長さ l についての関係式

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{\rho l}{\pi r^2} \quad \left(= \frac{V}{I} \right) \quad (5)$$

をも反映したものである。結果として(6)式に示すように電流に対して、4つの物理量（電圧 V 、抵抗率 ρ 、抵抗の断面積 S （半径 r ）及び長さ l ）の相関を議論することが可能となり、指導法の幅が広がった。

$$I = \frac{VS}{\rho l} \quad (6)$$

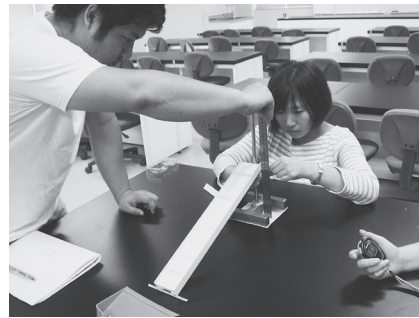
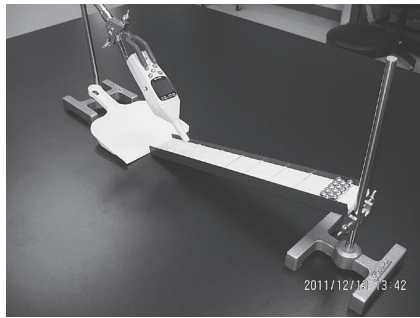


図2. 洗濯板モデルの外観(左)と実践の様子(右)

一般論として、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理解できる。しかし、それならば大学生の間に前倒しで実施して欲しく、さらに前で述べたように既存のものを学習内容に合わせて改良・改善することも立派な教材開発であり、それらを行なって欲しい。教材開発は学問的新しい発見や教育指導法に関する新しいひらめきを導き出す大切な活動である。ぜひとも指導者が学び続ける姿勢を持ち続けていただきたいと思う。

3. 学生指導3：大学生のための課外活動（見学研修・大学間交流）

第1,2章においては大学又は教育現場における活動を中心に述べたが、学生指導という観点ではさまざまな体験を通じて、自らが行なう教育活動へのリンク及びフィードバックさせることも大切である。本章ではこのような事例として行った課外活動について紹介する。

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・体験したものに勝るものはなく、説明に関しても現地で専門家から直に受けた方が記憶として長く残ると考える。我々は中国電力株式会社、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並びに省エネ・エコをキーワードに製品開発を行なっている企業の視察見学を行う機会を数多く頂くことができた(図3、表2)。この見学研修は大学生のみならず、小中高等学校教員、大学教員も参加させて頂き、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。3.11東日本大震災以前においては、「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。」という電力事業主(電力会社)の説明のもと、一昔前の脱原発の流れは陰を潜め、国の後押しも受け、原子炉建設や計画を推し進めてきた。しかし、原子力発電所の安全神話が崩れた今、廃止寸前だった老朽化した石油火力を再稼働させ、電力需要を何とかまかなっているのが現状である。再生可能エネルギーの開発並びに発電施設建設が進んでいるが、「発電量が自然に左右される」とか「新たな環境破壊を生む」などといった問題も多く残っている。視察研修・施設見学は知識を二次元(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みならず、その地域特有の問題・現状を体で感じることができるといっても重要なことと考える。

表2. 「エネルギー環境」に関する見学研修の活動内容

年	施設名
22	中国電力(株)柳井火力発電所(山口県柳井市、9月27日(月) 大学生2名、教員2名)
	中国電力(株)上関原子力発電所建設予定地(山口県上関町、9月27日(月) 大学生2名、教員2名)
	中国電力(株)島根原子力発電所(島根県松江市、10月8日(金) 大学生19名、教員4名)
	中国電力(株)島根原子力館(島根県松江市、10月8日(金) 大学生19名、教員4名)
	出雲科学館(島根県松江市、10月9日(土) 大学生19名、教員4名)
23	中国電力(株)南原水力発電所(広島県広島市、9月1日(木) 大学生6名、教員1名)
25	(株)パワー・エンジニアリング・アンド・トレーニングサービス(山口県宇部市、10月30日(水) 予定 大学生23名、教員2名)
	中国電力(株)宇部太陽光発電所(仮称)建設地(山口県宇部市、10月30日(水) 予定 大学生23名、教員2名)



図3. 見学研修の様子：南原水力発電所（左）と島根原子力館（右）

さらなる大学生の指導力アップをねらい、「教員を目指す大学生・大学院生のためのエネルギー環境教育研修 in ちゅうごく」を企画・開催も行なった（平成23年1月5日（火）－7日（木））。ここでは、現在の電力・エネルギー問題を考え、これらをキーワードとした「エネルギー環境問題」を将来の教育現場に活用するためにはどうしたらよいかを学ぶことを目的に中国地域の教育系大学生合同で行った勉強会・研修会・実践指導である。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はどのような取り組みが可能かを活発に議論した（図4）。



図4. 他大学合同で行ったエネルギー環境教育研修の様子

4. 地域・現職教員向けの活動

第1-3章は大学生に対して直接的な指導内容について具体的に述べた。本章は間接的な指導について述べる。筆頭著者（重松）は平成21年5月に山口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、教育実践活動を行うことを目的とした「山口エネルギー環境教育研究会」を立ち上げ、大学生のみならず地域の方々や現職教員を対象とした支援活動も活発に行っている。本章ではこれらの活動について述べる。大学生は活動補助として参加し、主催者側の意図・運営や受講者の反応・受け取り方を客観的に観察することにより、多角的な視野を身につけさせるよう努めた。以下、代表的な活動についてそれぞれ述べる。

(1) 【現職教員を対象とした活動例】公開講座『教員のための放射線講座「放射線の基礎知識」』

エネルギー・環境及び放射線・原子力に関する正しい知識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や放射線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ている。そのため我々は教育という視点から放射線教育に関する支援を継続的に行ってきたが、新たにより深く専門的な学習を行なう場として、外部講師（大阪府立大学教員）による公開講座を企画・開講した。具体的には、①原子核の構造などの「放射線の基礎知識」講義、②社会的な関心事である「放射線による人体影響」講義、③実践的な「放射線の測定・観察」体験実習、の3つを組み合わせることで実施することにより、教育関係者自身の知識を広めるとともに、学校教育における子どもたちへの知識の普及へとつなげていった（図5）。〔山口県山口市、平成24年3月24日（土）、中高等学校教員34名、大学生25名〕

その他、行った教員研修会（免許更新講習を除く）での活動を表3に示す。



図5. 教員のための放射線講座の様子(左)と霧箱の実演(右)

表3. 教員向け研修会

年	研修会の内容
21	出雲科学館夏季教員研修会：「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」（島根県出雲市、8月10日(月)~11日(火) 小学校教員32名、中学校教員4名、科学館職員6名)
22	平成22年度エネルギー・環境教育フォーラム「教師力アップ研修会」：「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」（広島県広島市、7月31日(土) 小中学校教員約140名)
	小学校教員及び中学校理科教員対象の教員研修会（出雲市教育委員会）：研修1「電気抵抗の温度変化を調べる実験」（島根県出雲市、8月12日(木) 中学校教員11名)
	小学校教員及び中学校理科教員対象の教員研修会（出雲市教育委員会）：研修2「平行板コンデンサーの製作と実験」（島根県出雲市、8月12日(木) 小学校教員26名)
24	公開講座『教員のための放射線講座「放射線の基礎知識」』（山口県山口市、3月24日(土) 中高等学校教員34名、大学生25名)

(2) 【現職教員並びに附属学校との連携】

第1-2章で述べた内容は大学生への指導の一環として提案したカリキュラムや教材であって実践においては不十分な部分も多い。「絵に描いた餅」にならないためにも地元小中学校教員並びに附属学校教員と連携し、PDCAサイクルを活用し、より教育現場に即したエネルギー環境教育に関するプログラム・教材の計画(plan)・実践(do)・評価(check)・改善(act)を行い、教育現場への貢献と同時に大学生のスキルアップを行った。特に附属学校との連携は学部・附属共同プロジェクトの後ろ盾もあり、飛躍的に成果を得ることができた。連携事業として公開した成果を表4に、附属学校における実践の様子を図6にそれぞれ示す。なお、表中の論文1)は表1の論文a)、論文m)は論文d)とi)、論文n)は論文e)とf)とg)とそれぞれ関連したものであり、連携に関する詳細な活動はこれら論文をご参照頂きたい。

表4. 公開した連携事業の成果

校種	単元	開発教材	論叢・センター研究紀要
中学校	エネルギー	「コンデン池」：電池感覚でコンデンサーに蓄電できる教材	1). 佐々木英樹, 重松宏武：「エネルギー変換の定量的理解に関する研究 - 中学校理科におけるコンデンサーを用いた授業のデザイン -」山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第31号, 59-70, 2011.
中学校	電流、電圧と抵抗	「洗濯板モデル」：電流、電圧、抵抗の関係を理解するためのモデル教材	m). 松永武, 重松宏武：「中学校理科「電流・電圧と抵抗」における洗濯板モデル(washboard model)を活用した授業実践」学部・附属教育実践研究紀要 第11号, 13-24, 2012.
中学校	エネルギー(放射線)		n). 松永武, 重松宏武, 内田由美子：「中学校理科「放射線」の授業実践 -可視光線との比較によるイメージ化の促進-」学部・附属教育実践研究紀要 第12号, 1-12, 2013.

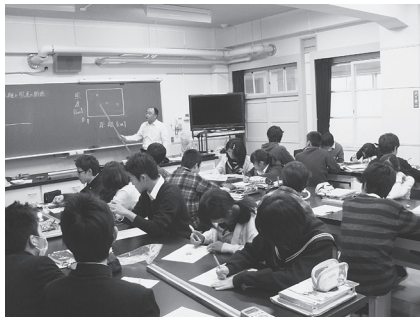


図6. 附属学校での実践の様子

(3) 【地域への貢献（市民、児童・生徒向け）】

前でも述べたが、エネルギー環境教育という「節電」や「省エネ」をイメージすることが多いと思われる。しかし、大きな柱の1つとして『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教育の普及』が挙げられる。つまりは次世代を担う若者への教育並びに家庭における教育支援体制の構築も重要な柱となる。前者に関しては我々の従来の活動そのものであるが、後者への支援が新たに必要となる。そこで、市民向けに「“物理学”から考える私の暮らしとエネルギー」と銘打ち、我々の暮らしの中に入り込んでいる科学、特に物理学分野の電気とエネルギーに的を絞り、これらがいかんにして作られ（生成）・いかんにして形を変え（変換）、いかんして暮らしの中で活用されているかなどについて、小実験を含めた市民向け講演を山口、島根県内を中心に数多く行なった（表5、図7）。並行して、地域の児童・生徒向けの科学教室を開催することにより、「エネルギー・環境」に対する興味と正しい知識理解の促進も行なった（表5、図7）。

表5. 市民向け講演会及び児童・生徒向け科学教室の実績

年	市民向け講演会
22	女性のための環境エネルギー勉強会『サロンド エコ ☆やまぐち』「“物理学”から考える暮らしとエネルギー・環境問題」（山口県山口市、7月8日（木））
	同上（山口県防府市、7月8日（木））
	同上（山口県周南市、7月12日（木））
	環境・エネルギー講演会「物理学から考える私たちの暮らしとエネルギー」萩市民館（山口県萩市、10月27日（水）、来場者30名）
	同上 JA防府とくち（山口県防府市、11月18日（木）、来場者約50名）
24	同上 JA長門大津（山口県長門市、8月28日（火）、来場者約70名）
	同上 下関商工会議所（山口県下関市、9月20日（木）、来場者37名）
年	児童・生徒向け科学教室
21	「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！」（島根県出雲市 出雲科学館8月8日（土）-9日（日）児童約100名）
22	「青少年のための科学の祭典 2010防府大会 『人工のミニ雷を作ろう！』」（山口県防府市 ソラール 8月17日（火）-18日（水）、児童約180名）
23	「青少年のための科学の祭典 2011防府大会 『人工のミニ雷を作ろう！』」（山口県防府市 ソラール 8月4日（木）-5日（金）、児童約200名）
	「サイエンスワールド2011 『電気をつくろう！電気であそぼう！』」（山口大学、10月30日（日）全体として973名、山口大学理学部主催であり1ブースとして参加）
24	「青少年のための科学の祭典 2012防府大会 『ガリガリとんぼをつくろう！！』」（山口県防府市 ソラール 7月31日（火）-8月1日（水）、児童約200名）
	「サイエンスワールド2012 『引き合う力と反発する力の不思議』」（山口大学、10月28日（日）、全体として582名、山口大学理学部主催であり1ブースとして参加）
25	「サイエンスアカデミー『電気を作ろう！電気であそぼう！』」（山口県防府市 ソラール 7月21日（日）、児童約60名、保護者約45名）



図7. (左) 市民向け講演会の様子、(右) 児童・生徒向け科学教室の様子

おわりに

本論文は、現在行っている理科教員を目指す大学生への指導を中心にまとめたものである。しかし、決して狭い領域の固定化した者対象の指導を望んでいるのではなく、山口大学教育学部在校生並びに卒業生に限らず、小中高等学校で理科を担当している教員全ての方に活用して頂きたいと考え、第1,2章で述べた内容・成果をホームページ上で公開している³⁾。実際に公開データに関して学外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、交流へと発展している例もある。地域に根付くことは当然のことながら、このように山口大学教育学部が「エネルギー環境教育」の大きな地域拠点として担うことを期待しており、今後ますます小中高等学校、地元科学館、教育センター、社会教育機関等とネットワークを広げ活発な活動を行いたいと考える。

なお、本稿で述べた活動の一部は公益財団法人日本教育公務員弘済会（平成22-23年度）、公益財団法人マツダ財団（平成23, 25年度）、公益財団法人山口大学後援財団（平成23, 25年度）並びに山口大学教育学部附属教育実践センター・学部附属共同プロジェクト（平成24, 25年度）からの研究・事業助成により活動を行った。ここに感謝申し上げます。見学研修におきましては、説明して頂いた各施設関係者の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 重松宏武, 西村学, 新宅孝恵, 池添千津子, 谷口将人, 野村啓介, 森山充, 野々村佳代, 高田慧, 中山慎也, 西山桂: 「エネルギー・環境をテーマとした教材開発、研修及び実践ー島根大学教育学部における学生指導と実践の記録ー」, 島根大学教育学部附属教育支援センター紀要第9号, 123-139, 2010.
- 2) 松浦拓也: 「書く活動を基盤とした科学的な思考力の育成」, 日本教材文化研究財団研究紀要第40号, 19-24, 2010.
- 3) 重松研究室ホームページ (山口大学教育学部理科教育講座) <http://shige.edu.yamaguchi-u.ac.jp/>