

理科教師・理科教育のためのホームページ作りに関する研究

～ 結晶育成デジタル教材～

Study of the Homepage Building for Science Teachers and Science Education

- Digital Teaching-Materials for Crystal Growth -

釜田 美紗子 秋重 幸邦

Misako KAMADA Yukikuni AKISHIGE

島根大学教育学部附属教育臨床総合研究センター紀要第3号

平成16年3月

「教育臨床総合研究紀要3 2003研究」

理科教師・理科教育のためのホームページ作りに関する研究

～ 結晶育成デジタル教材～

Study of the Homepage Building for Science Teachers and Science Education

- Digital Teaching-Materials for Crystal Growth -

釜田 美紗子* 秋重 幸 邦**

Misako KAMADA Yukikuni AKISHIGE

要 旨

高度情報化社会にある現代では、インターネットやデジタル機器などの情報技術を利用することによって、全く新しい教育方法が生まれている。本研究では、大学の研究資産を生かした教材作りを行い、それをデジタル化してホームページ上で公開し、学校現場で活用してもらえようことを目指している。具体的に、現在作成している「結晶育成デジタル教材」を取り上げながら、学校現場で有効活用されるような内容や提供システムにするための注意点、留意点について検討した。

[Keywords] 遠隔教育、理科教育、科学教育、インターネット、ホームページ

I . はじめに

高度情報化社会と呼ばれるようになってから、数年が過ぎようとしている。この間、パソコン、インターネットの普及によって、高速に、多量の情報通信が現実のものとなり、我々の生活は非常に豊かに、便利になってきた。この様な今日の情報化社会の発展に伴い、数年前までは予想できなかったマルチメディアの利用方法が生まれている。教育分野においては、インターネットを利用した学習が教育現場に取り入れられるなど、情報技術やデジタル機器を活用することによる、全く新しい可能性がもたらされようとしている。特に、インターネットを用いた遠隔教育は、これからの教育現場に間違いなく大きな影響を与える教育技術の分野であり、教育内容までも変える潜在能力を持っていると考えられる¹⁾。遠隔教育とは、Long distance education の訳語であり、距離の離れた場所に存在する学習者に、様々な情報機器を使って教育を施すという教育技術である。通信制の大学もその一例といえる。IT 先進国アメリカのコロラド州立大学には、近隣の4つの大学と連携し、中学校・高等学校の理科教師を対象として、

* 島根大学大学院

** 島根大学教育学部

大学が遠隔教育で博士課程教育をするための取り組みを行っているという事例もある²⁾。

我が国でも、コンピュータやインターネットを活用し、科学技術を教育にどう取り入れるかについて近年盛んに研究されている。例えば、物理教材を Web で共有化しようと、いくつかのワーキンググループが協力して NEP という組織を立ち上げ、物理教育の発展を目指す取り組みも見られる³⁾。文部科学省では、「理科離れ」の対応策を考え、児童生徒の科学技術・理科に関する学習意欲の向上を図るために、平成14年度から「科学技術・理科大好きプラン」を立ち上げている。この一環として、高度情報化社会を生かした、大学や企業等の研究機関が最先端の研究成果を提供する「先進的な科学技術・理科教育用デジタル教材の研究開発 (Rika e Initiative)」が実施されている⁴⁾。また、各大学においては、大学の開放、教育内容の公開などもサービスとして求められ、公開授業や、情報発信を行うサービスに加えて、小学校、中学校、高等学校に対する出前授業などの教育部門での地域貢献においても大きな役割を担うようになってきた。このような場面においても、文字情報や、画像情報を提供できるインターネットは有用な媒体として用いられている。しかし、学習教材などのデジタルコンテンツを作成するのはそれなりの労力と時間を必要とするものである。しかも、作成しただけでは、学校現場での活用まで結びつきにくいものであり、有効活用とまでいくのは難しいとされている。

そこで、本研究では、大学にある研究資産を教材としてデジタルコンテンツにしてホームページ上で公開する時に、いかにしたら小学校、中学校、高等学校の理科の先生方に見てもらい、教材として教育現場で活用してもらえるか、考える。そのための第一歩として、現在作成している「結晶育成デジタル教材」を取り上げながら、学校現場で有効活用されるような内容や提供システムにするための注意点、留意点について検討する。

II . 研究内容

2000年度より、島根大学教育学部理科研究室に物理学研究室の専用ホームページを立ち上げた。このホームページ内に「理科の先生方のためのページ」をつくり、主に理科教師を対象としたデジタル教材を掲載する。内容としては、小学校、中学校と高等学校の理科で扱う内容について、学校現場でのニーズを明らかにし、厳選して取り上げ、デジタルコンテンツを作成する。それぞれの分野について身近な材料を使い、映像、音声などを取り入れて作成していく。

Web サーバーの URL : <http://physics.edu.shimane-u.ac.jp/>

e-Mail 宛先 : akishige@edu.shimane-u.ac.jp

主に使用したソフトウェア : ホームページビルダー 7 (日本 IBM 社)、Microsoft Word、Microsoft Power Point、Photo Editor、Internet Explorer (以上 Microsoft 社)、Adobe Acrobat 5.0 (アドベシステム社)

1 . ホームページ構成

前述のように、島根大学教育学部のホームページより、理科教育研究室、物理学研究室専用ホームページに入る。ここでは、物理学研究室の研究内容、装置などをできるだけわかりやすく写真、プレゼンテーション用の図をつけるなどして掲載する。このホームページ内に、「理

科の先生方のためのページ」というページを設け、そこに作成したデジタルコンテンツを公開する。このページの全体像をブロック図で図1に示す。現段階ではまだ、他研究室、他学部との協力段階までは達成していないため、デジタルコンテンツは物理分野に限られている。そこで、物理学研究室として対応可能な分野（例：力学、電磁気学、光物理学、結晶学など）を取り上げ、テーマ別にそれぞれの内容が、系統的に並ぶようにする。テーマ名は「 の世界」として並べている。いくつかのテーマの中から、そのうちの一つを選択すると、(1)単元学習、(2)教材研究、(3)デジタル教材という3項目が登場する。この3項目は、すべてのテーマに存在し、以下のような内容を含んでいる。

(1) 単元学習 ～単元の紹介～

各テーマに対して、小・中・高等学校での取り扱われている単元を抽出し、学習指導要領・教科書での取り扱いを抜粋する。そして、各テーマについての学習目標、内容、評価規準について紹介している。

(2) 教材研究

- 1) 各分野に関する基本的な性質・現象の紹介
- 2) " 科学技術や生活とのかかわりについて紹介
- 3) " 過去の教材開発の紹介

と3項目を設け、基本的な内容から発展的な内容までを総括して取り扱い、これまで研究、開発された教材を紹介している。

(3) デジタル教材

各分野に関する静止画・動画を含む、デジタル教材の提供の場を設けている。大学ならではの高度な内容を含む映像もこの中で紹介されている。

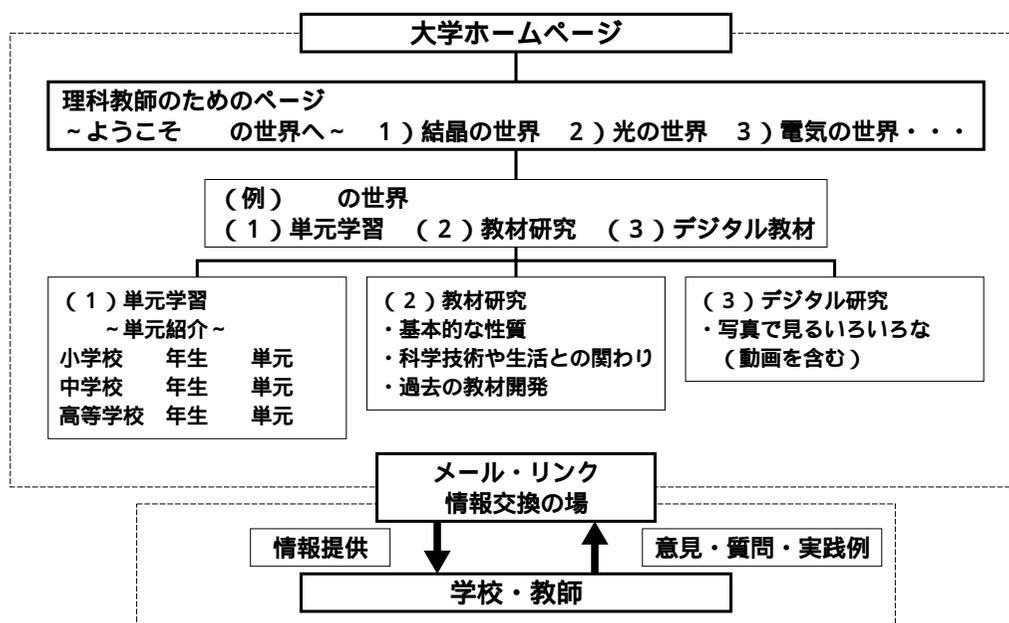


図1 デジタル教材の提供システムと大学 - 各学校間ネットワーク

これらはすべて、利用者側のわかりやすさ、読みやすさなどの利便性を考えて、全てのページが系統的に並ぶようにしている。また、それぞれのページに入ると、さらに細かく内容が区分されている。メール・リンクコーナーも用意し、主に利用者として参加していただく現場の先生方と質問や意見を交換できるようなシステムを用意している。作成したデジタル教材が有効的に活用されるために、随時、質問、要望、などに対応し、マルチメディアのもつ同時性、双方向性を最大限に生かしたシステム作りを目指している。

2. 「結晶の世界」を例として

具体的なページ内容の提示として、現在ホームページ上にアップしている「結晶育成デジタル教材」を紹介する。「結晶育成デジタル教材」を取り上げた理由としては、結晶育成が当研究室の主要研究テーマであり、多くのデジタルコンテンツを保有していること、また結晶は科学の分野であらゆる物質の基本であり、私達の生活の中で広く活躍するものであるからである。

(1) 単元の学習：結晶の世界

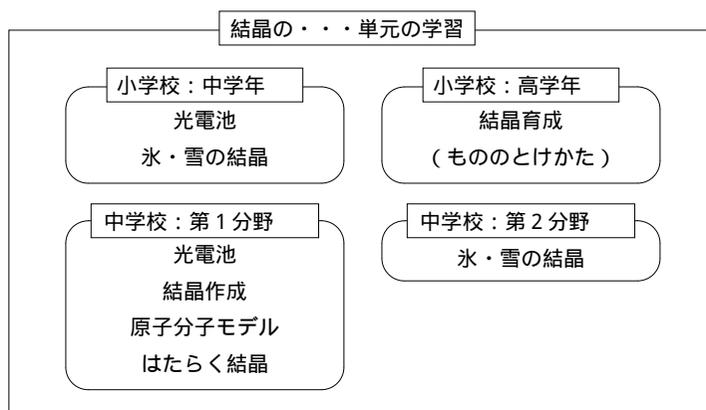


図2 結晶の世界、単元の学習に掲載した結晶にかかわる内容の抽出

小・中学校で、結晶に関する内容を図2に示すように抽出した。それぞれについて学習指導要領⁵⁾・教科書⁶⁾での内容を掲載する。教科書の取り扱いは、東京書籍の「新しい理科」新しい科学」について、実際にどのような取り上げ方がしてあるかについて、集めている。内容の抽出をした結果、小学校・中学校とも、太陽電池（小学校では「光電池」として）を取り扱う単元が多いことに気づく。また、中学校第1分野に「科学技術と人間」の単元が加わったため、生活に身近な携帯電話やコンピュータなどの機器に使われているような結晶までも取り上げられるようになっていた。そこで、そのような科学技術の発展によって機械の中で重要な働きをする結晶をまとめて「はたらく結晶」として扱うこととした。内容紹介として小学校中学年を紹介する。小学校中学年で、「結晶」にかかわりのある単元は、光電池（太陽光発電）を用いたもの、氷・雪の結晶を用いたものがあるが、ここでは、光電池（太陽光発電）を用いたものを紹介する。表1のようにまとめている。内容別に、学習指導要領、評価規準が並ぶといったまとめ方をしているので、利用者側にとっては、参考にしやすいのではないかと考えている。

表1 小学校中学年 結晶にかかわる単元 指導要領と評価規準

		B 物質とエネルギー			
第3学年 光電池に 関する内 容 (太陽光 発電)	目標	光、電気及び磁石を動かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心を持って追究したりものづくりをしたりする活動を通して、光、電気及び磁石の性質についての見方や考え方を養う。			
	内容	鏡などを使い、光の進み方や光が物にあたったときの明るさや暖かさを調べ、光の性質について考えをもつようにする。 ア 日光は集めたり反射させたりできること。 イ 物に日光を当てると、物の明るさや暖かさが変わること。			
	評価規準	自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の 技能・表現	自然現象についての 知識・理解
		光、電気及び磁石を動かせたときの現象を興味・関心をもって追究し、見いだした特性を生かそうとする。	光、電気及び磁石を動かせたときの現象を比較しながら問題を見いだし、差異点や共通点をとらえ、問題を解決する。	簡単な器具や材料を見付けたり、使ったり作ったりして観察、実験やものづくりを行い、その過程や結果をわかりやすく表す。	光、電気及び磁石にはきまった性質があることなどを理解している。
光電池に関する内容 (新しい理科3、4上)					
第3学年	7	光をあててみよう	光があたると音がなるブザー		
第4学年	2	電気のはたらき	光電池の働きを調べよう 光電池にモーターなどをつないで、日光に当ててみよう 実験：光の当て方を変えて、光電池のはたらきを調べよう。 工作：光電池を使ったおもちゃをつくろう しりょう：光電池の利用 考えよう：かん電池とくらべて、それぞれのよいところを考えよう 学習の整理：光電池はどのようにしたときに、電気が起きるか。また、光電池のはたらきを大きくするには、どうしたらよいか。		

(以上、ホームページ：単元の学習、実際のページ一部抜粋：目標・内容・評価規準。)

(2) 教材研究：結晶の世界

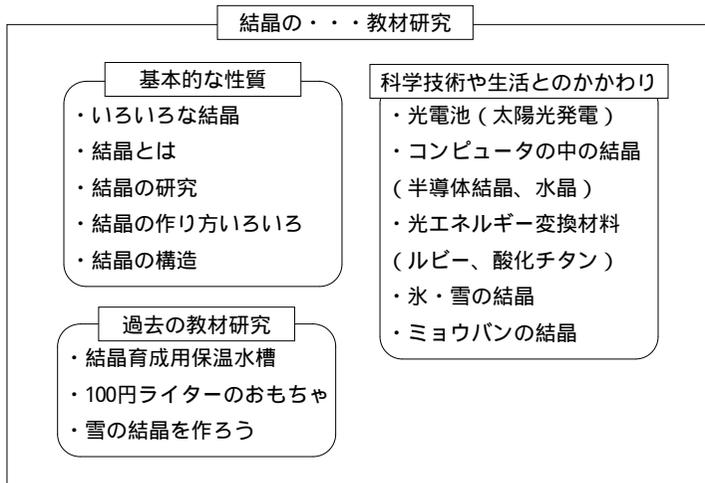


図3 結晶の世界、教材研究に掲載した内容

図3に示すように教材研究では、「 とは」や、「 のいろいろ」などの基本的な性質を分かり易く、日常生活の中での関わりと結びつけたページを用意している。平成10年の学習指導要領の改訂では、「これからの理科では授業で学習したことを日常生活と関連付けて扱うことにより、科学的な見方、考え方を育成することを重視して改善を図る。」とされている。これを受けて、「科学技術や生活とのかかわり」というページを用意している。また、これまで、研究、作成された教材の紹介も取り入れている。例として、小学校・中学校で最もよく扱われていた、太陽電池の例を掲載する(図4)。

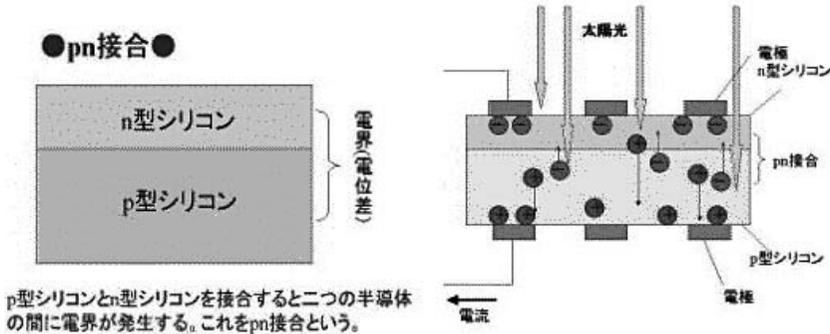


図4 ホームページ：教材研究、実際のページの一部抜粋：太陽電池

(3) デジタル教材：結晶の世界

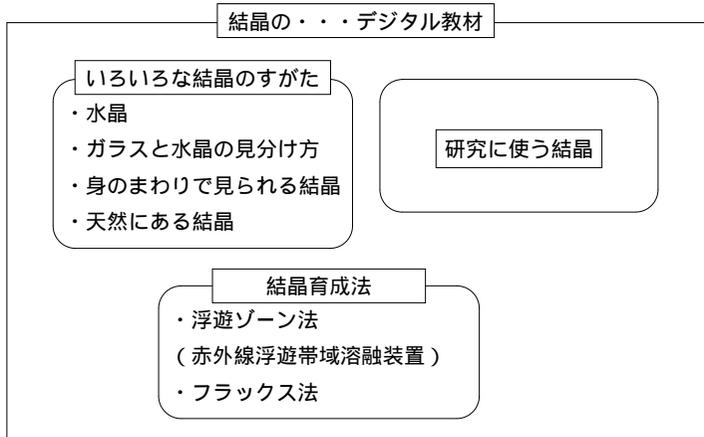


図5 結晶の世界、デジタル教材に掲載した内容

図5に示すように、デジタル教材では、特に、小学校・中学校では、装置・設備の問題で実験が困難なものなどを中心に取り上げている。「いろいろな結晶の姿」では、結晶を表す「クリスタル」の語源である水晶の紹介、水晶玉とガラス玉の見分け方の実験などを取り入れている。視覚的にも美しく、魅力的な結晶であるが、こうした不思議な現象を学習に取り込むことで、興味・関心が高まると考えられる。「研究に使われる結晶」としては、当研究室で行っている研究の紹介も加えている。「結晶育成法」では、当研究室所有の赤外線浮遊帯域溶融装置を用いた結晶育成を取り上げている。ルビーなどの高融点の結晶を作成でき、結晶が成長する様子がリアルタイムでビデオカメラを通して観察できる装置である。この様なコンテンツも、授

業中のインターネットを用いた説明などに使用していただければ、理科授業の幅も大きく広がると考えられる。そして、大学の研究資産が学校現場に生かされることにつながってくると考えられる。一例として赤外線浮遊帯域溶融装置用いた結晶育成法のページを掲載する(図6)。

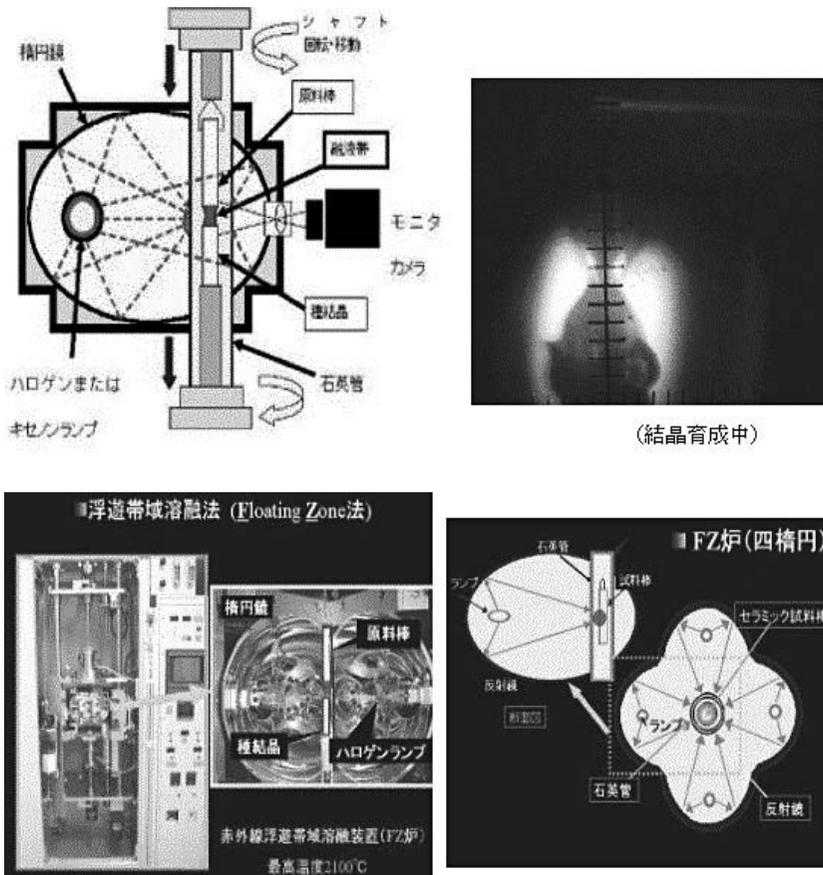


図6 ホームページ：デジタル教材、実際のページ一部抜粋

Ⅲ．考察

1. デジタル教材内容について

デジタル教材作成にあたって、小学校・中学校の教科書、学習指導要領にそって内容を進めてきたが、普通の授業ではなかなか扱えない、身近な事物・現象までを含めるよう努めてきた。授業の中で、実験・観察で学んだことが実際の生活の中でどのように活用されているかを知ること、自らが学習することによって、身の周りのあたりまえだった現象に科学的な根拠があること、科学的な説明・考察が加えられることを学ぶことが、理科の学習の目的であると考えた結果である。また、作成段階での諸注意についてもいくつか考えられたので述べておく。例えば、理科教材には必ず必要となってくる、表・グラフ・図説については、用いる単位・用語に関して、小・中学校で、即使えるように統一しなければならない。学習指導要領などに従って、力の単位をN(ニュートン)、熱量の単位をJ(ジュール)、圧力の単位をPa(パスカル)に決

めることなどが考えられる。また、専門的な用語には詳しい注釈をつけるなど、利用者側のニーズに適応できるよう考慮しなければならない。このような、諸注意に加え、インターネットなどの情報手段を用いているため、その利便性、活用の多様さを使った工夫をすることが可能となった。例えば、主に研究紹介などに読み易く、理解しやすいプレゼンテーション用ファイルを使用している。しかし、このファイルでは、容量が大きくなるという欠点がある。そこで、スライドのみを利用する場合は、jpg 方式という圧縮能力の高い保存方式に変換し、ファイルごとを使用する場合は、PDF ファイルに変換し、そのファイルにリンクできるようにした。また、写真の一覧表示の際には、“サムネイル”という技法を用いた。“サムネイル”とは、最小の容量で収まり、1つの画像をクリックすると拡大されて表示されるという技法である(図7、8)。これらの技法を適用することで、コンピュータの性能に関係なく、より高速に、また必要な部分については詳細な閲覧が可能となった。これ以外にも、近年では、現在主流である HTML 言語を拡張した XML という言語により教材を開発、編集しているところもあり、より利用者側にとって使いやすくする工夫が開発されている⁷⁾。

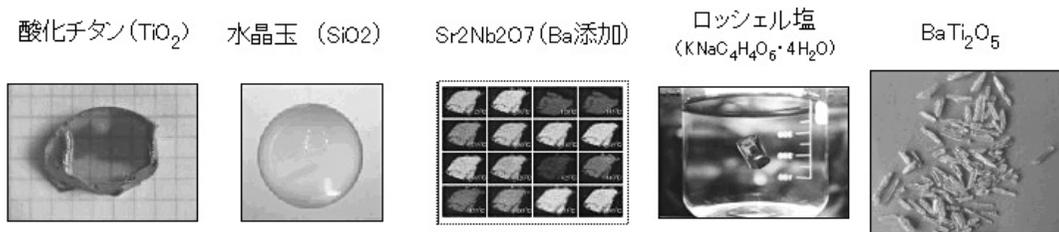


図7 写真のサムネイル(縮小版)を利用した一覧表示

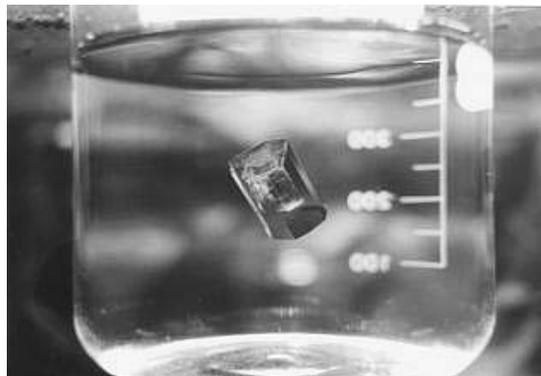


図8 選択した画像を拡大している写真⁸⁾

2. 提供システムについて

本研究で作成したデジタル教材は、ホームページ上で公開するという手段をとっている。そこで、これらをうまく生かすためには、「提供システム(作成者側・利用者側)の整備が必要となってくる。1999年ミレニアムプロジェクト「教育の情報化」にも取り上げられている「学校教育に関するIT環境の整備」⁹⁾においても、高度情報化社会である現代においては、遠隔教育・コンピュータを使った教育の必要性がその目的の一部に含まれている。作成者側としての

課題としては、本研究の対象であるホームページが、島根大学ホームページ 教育学部 理科教育研究室 物理学研究室まで入らなければならないといった問題を抱えている。よって、なかなか外部からは、このような取り組みを行っていることが分かりにくいのが現状である。そこで、同様な研究・教材開発を行っているホームページなどへリンクを貼らせてもらい、外部への宣伝を行い、今以上に現場の先生方に近い存在となれるようにしていく必要がある。また、遠隔教育の利点である「同時性」「双方性」を活用して、現場の先生方から指摘、質問を受け、随時それらに対応し、デジタル教材として内容充実につなげていきたい。この様にメール・リンクコーナーの充実を図り、単に大学のホームページ上で紹介する教材としてではなく、情報発信者と利用者の双方向のつながりを豊かにしていくという課題もある。

Ⅳ．まとめ

本研究では、大学の研究資産を生かした教材作りを行い、それをホームページ上で公開し、学校現場で有効活用してもらえらるための注意点、工夫点について検討してきた。教材を作っていくためには個人では限界があり、なかなか有用な物を作るのは難しい。現段階では、一研究室としての取り組みでしかないが、今後大学全体で、研究資産のデジタル化を推進し、内容の充実を図ることができればと考えている。また、提供、普及のシステムについても、デジタル教材のよりよい発信を目指し、各学校と大学間での協力による大きなネットワークの構築を目指している。小学校、中学校、高等学校などの現場の先生方に利用者として加わってもらうことで、大学のデジタルコンテンツを使った実践例などを、各学校、先生方のホームページ上で紹介していただき、問題点などを双方に考えながら発展させていくことも可能となると考えられる。これから内容を作成していく上で、「学校現場で使ってもらえるようなものを」「より実践的のものを」といった点に、とことんこだわったものにするを根底に考えなければならない。

謝 辞

今回、ホームページを立ち上げる際、お手伝い頂いた平野俊英先生、教材作成、ホームページ作成に御指導、御助言頂いた、坂本一光先生、重松宏武先生に心より感謝申し上げます。また、デジタル教材作成にデータを提供して頂いた増田史朗先生、深野勝洋さん、石原直子さん、湯浅聖子さんに心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 関淳聖、菅原活郎：応用物理教育、25(1)、(2001)27～32。
- 2) コロラド州立大学 <http://www.csmate.colostate.edu/>
- 3) 宗像義教：応用物理教育、25(2)、(2001)25～30。
- 4) 文部科学省先進的な科学技術・理科教育用デジタル教材の開発 (Rika-e Initiative)。
http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/index.htm
- 5) 平成10年改訂小学校学習指導要領、中学校学習指導要領。

- 6) 新しい理科、新しい科学：東京書籍株式会社、(2002)。
- 7) 窪田誠司、桑原尚夫：応用物理教育、26(2)、(2002) 17~22。
- 8) 増田史朗、秋重幸邦：応用物理教育、21(1)、(1997) 27~32。
- 9) 1999年ミレニアムプロジェクト「教育の情報化」。

http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daisuki/index.htm