

中学校におけるコンピュータを使った理科教育

厚東 政人*・糸長 雅弘

Science Education Using Computers in Junior High School

Masato KOTO* and Masahiro ITONAGA

1. はじめに

コンピュータが学校現場に導入され、10年以上が経過した。その間、学校ではコンピュータを使った授業について様々な研究がなされ、実践も数多く行われてきた。教師は、コンピュータをドリル学習の道具として使用したり、コンピュータで目に見えないものをモデル化して見せたり、コンピュータを計測機器として利用したり、生徒が考えを発表する際の道具として活用してきた。近年の爆発的なインターネットの普及に伴い、学校現場では、コンピュータの利用方法に変化が現れ始めている。それは、従来の利用方法に加えて、ホームページから情報を集めたり、電子メールを使って学外者から意見を聞いたりするなど、情報収集の道具としての利用が広まってきたことである。現時点では、学校現場のネットワーク環境は必ずしも充実していない。全国の公立学校におけるインターネット接続の状況は、平成10年3月31日時点では、小学校で13.6%、中学校で22.7%、高等学校でも37.4%である(文部省, 1999)。しかし、21世紀を担う子どもたちに情報の活用能力や国際性を養うため、文部省は、平成13年度までには、すべての学校をインターネットに接続し、その積極的活用を推進することを計画している(文部省, 1999)。

インターネット上にはいろいろな情報がある。文字はもちろんだが、音声、写真や絵などの静止画像、そしてビデオ画像などの動画もある。ハイパーメディアはこれらのマルチメディア情報をリンクさせたものであり、WWWブラウザで簡単に閲覧できる(久野, 1999)。生徒たちにとっては、一度使用方法を身に付ければ、1つの教科だけでなくいろいろな教科で利用できるのも、ブラウザは大変便利である。教師の側から見ても、異なるソフトウェアの使用方法について説明するの必要がなければ、時間の節約にもなり、ブラウザを用いることで、授業の効率を上げることができる。以上のような観点から考えると、インターネット用のブラウザを用いて閲覧することのできるハイパーメディア教材の開発が今後最も望まれる。

従来の市販の教育用ソフトウェアは、教育現場の意見を聞きながら開発されたものであっても、教師の授業計画に柔軟に対応できるようになっていない。授業計画は生徒たちの実態に応じて立てられるものであり、一律の授業計画など存在しないので、これはある意味で当然の結果といえる。これからは、教師が教材を自分の授業計画に沿うよう作り変えたり、いったん利用したものを他の授業場面で再利用したりといったことが自在にできなければならない。つまり、教材を部品化して、単体で使ったり、それぞれの部品を組み合わせていたりして、授業の実態に合った教材を作り上げることが求められるのである。

*防府市立桑山中学校

また、ある単元の学習の動機付けとしてコンピュータを利用するとき、どこまで内容を提示するかが問題になる。ある生徒には、最終的な解答まで必要であり、またある生徒には、ほんのきっかけのようなものだけで十分な場合もある。どの生徒にどの程度の内容を提示するかの判断は教師がするとしても、教材は個々の生徒の興味・関心・能力に柔軟に対応できなければならない。そのためには、同じ単元に対応した教材であっても、内容や深さに配慮したものを複数段階で用意する必要がある。さらに、内容的にも生徒の目的意識や意欲を高めるものでなければならない。そのためには、文字情報中心のものではなく、音声や画像、動画といったマルチメディアを十分に活用したものが望ましい。

以上のように、インターネットへの接続が可能となったとき、コンピュータを使った教育において必要となる教材には、「ブラウザで閲覧できる」、「部品化して、単体で使ったり、それぞれの部品を組み合わせたりすることができる」、「提示内容を複数選ぶことができる」、「生徒の目的意識や意欲を高めることができる」といったことが求められる。これを可能にするのが、ハイパーメディア教材である。

本研究では、理科教育のためのハイパーメディア教材を作成し、それを防府市立華陽中学校において、平成11年度の選択教科としての理科（以下「選択理科」と略す）の中で使用した。華陽中学校は、全校20学級（特殊学級1クラスを含む）、生徒数669名の大規模校である。華陽中学校では、選択教科の授業を2年生で1週間に1時間、3年生で2時間実施している。2年生では、音楽、美術、保健体育および技術家庭の中から生徒が1教科を選び、選択教科の授業を行っている。3年生では、国語、社会、数学、理科、音楽、美術、保健体育、技術家庭、環境および福祉の10教科の中から生徒が異なる2教科を選び、選択教科の授業を行っている。本論文では、作成したハイパーメディア教材の授業効果について報告し、今後の問題点を探る。

2. 選択理科の捉え方

平成14年4月1日から施行される新しい学習指導要領では、理科の目標を次のように定めている（文部省、1998）。

「自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。」

この目標は、現行の学習指導要領と比べて、実験、観察についての記述において、「目的意識をもって」という点で異なっている。つまり、新指導要領では、目的意識をもって実験、観察を行うことを求めている。

選択理科については、現行の学習指導要領では、第3学年のみ選択が可能であったのだが、新指導要領では、全学年で選択できるようになった。また、内容についても、現行の学習指導要領では、指導要領に定められた内容を学習するようになっているが、新指導要領では、

「選択教科としての「理科」においては、生徒の特性等に応じ多様な学習活動が展開できるよう、第2の内容その他の内容で各学校が定めるものについて、課題研究、野外観察、補充的な学習、発展的な学習などの学習活動を各学校において適切に工夫して取り扱うものとする。」

のように、「その他の内容」も認めている（「第2の内容」が指導要領に定められた各分野の内容を指す）。指導方法についても、「補充的な学習」、「発展的な学習」という言葉が新たに記載されており、今後の指導において、大きな方向性が見出される。

以上のようなことから、平成11年度の選択理科では、学習内容を以下のように捉えることにした。なお、平成11年度は現行の学習指導要領下にあるため、3年生のみの実施となる。しかし、平成12年度から新指導要領への移行期間に当たるため、新指導要領の内容の取扱いを踏まえた学習内容になっている。

学習内容

「選択理科履修生徒の実態および特性に応じ多様な学習活動が展開できるよう、現行の学習指導要領の内容および生徒が興味や関心を持って取り組みそうな内容を、課題研究、野外観察、コンピュータを使った発展的な学習などの学習活動を利用して扱う。」

3. 選択理科履修生徒の実態

平成11年度における選択教科の履修生徒（3年生244名）は、表1の通りである。なお、火曜日の保体と美術、金曜日の国語、保体と美術は2コースで授業を実施している。選択理科履修生徒は、全部で48名いる。内訳は、火曜日の履修生徒が21名、金曜日の履修生徒が27名である。火曜日の履修生徒のうち15名が男子、6名が女子である。また、金曜日の履修生徒のうち男子が22名、女子が5名である。表2は、選択理科履修生徒48名が履修している他の教科の履修者数を表す。

表1 選択教科履修者数

教科	履修者数	
	火曜日	金曜日
国語	27	20
社会	13	10
数学	24	
理科	21	27
音楽	42	31
美術	42	65
保体	38	44
技術	14	26
環境		21
福祉	23	
合計	244	244

表2 選択理科履修者の他の選択

教科	履修者数
国語	4
社会	7
数学	8
音楽	3
美術	6
保体	7
技家	9
環境	4

3年生の選択理科履修生徒48名に対し、4月に以下に示すI～VIのアンケートを実施した（欠席者1名のため47名分の回収）。比較のため、3年生7クラス中4クラス（136名）の生徒にも同様のアンケートを実施した。その結果は、一般生徒という名称で表記している。

I 理科の好き嫌いについて

理科の好き嫌いを5段階の評価尺度に分割し、アンケートを行った。その結果を表3、図1、図2に示す。これらから、選択理科を選んだ生徒は、一般生徒に比べ、理科の好きな生徒が多いことが分かる。

表3 理科の好き嫌いについて

		きらい				好き
		1	2	3	4	5
選択理科履修生徒	人数(人)	0	4	10	19	14
	割合(%)	0.00%	8.51%	21.28%	40.43%	29.79%
一般生徒	人数(人)	9	33	55	31	8
	割合(%)	6.62%	24.26%	40.44%	22.79%	5.88%

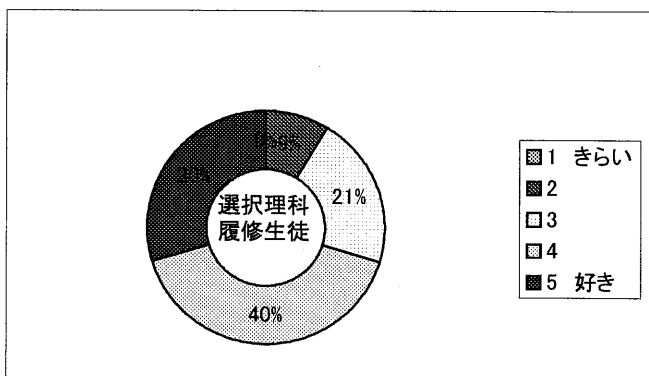


図1 理科の好き嫌いについて (選択理科履修生徒)

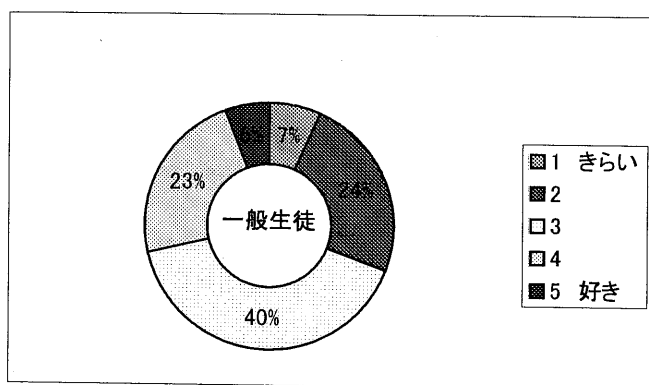


図2 理科の好き嫌いについて (一般生徒)

II 好きな教科について（複数回答可）

アンケート結果を表4に示す。選択理科を履修した生徒は、8割近くの者が好きな教科として理科を挙げている。また、その割合は一般生徒の約4倍である。

表4 好きな教科について

		国語	社会	数学	理科	英語
選択理科履修生徒	人数(人)	5	11	12	37	15
	割合(%)	10.6%	23.4%	25.5%	78.7%	31.9%
一般生徒	人数(人)	16	35	25	25	42
	割合(%)	11.8%	25.7%	18.4%	18.4%	30.9%

		音楽	美術	保体	技家
選択理科履修生徒	人数(人)	16	13	22	7
	割合(%)	34.0%	27.7%	46.8%	14.9%
一般生徒	人数(人)	54	54	68	50
	割合(%)	39.7%	39.7%	50.0%	36.8%

III 嫌いな教科について（複数回答可）

アンケート結果を表5に示す。選択理科を履修した生徒は、嫌いな教科として理科を挙げている割合が極めて小さい(4.3%)。

表5 嫌いな教科について

		国語	社会	数学	理科	英語
選択理科履修生徒	人数(人)	31	26	19	2	20
	割合(%)	66.0%	55.3%	40.4%	4.3%	42.6%
一般生徒	人数(人)	80	40	66	37	40
	割合(%)	58.8%	29.4%	48.5%	27.2%	29.4%

		音楽	美術	保体	技家
選択理科履修生徒	人数(人)	14	10	4	11
	割合(%)	29.8%	21.3%	8.5%	23.4%
一般生徒	人数(人)	13	10	35	11
	割合(%)	9.6%	7.4%	25.7%	8.1%

IV 選択理科を選んだ理由（複数回答可，選択理科履修生徒のみ）

表6 選択理科を選んだ理由

理由	勉強したい	得意である	苦手である	実験・観察が好き	他にないから	その他
人数(人)	19	10	3	28	11	3
割合	40.4%	21.3%	6.4%	59.6%	23.4%	6.4%

アンケート結果を表6と図3に示す。「実験・観察が好き」を理由にする者が一番多く、59.6%である。次に多いのが「勉強したい」で、40.4%である。3番目に多いのは消極的な意見「他にないから」で、23.4%である。「得意である」を理由にする者も21.3%いた。

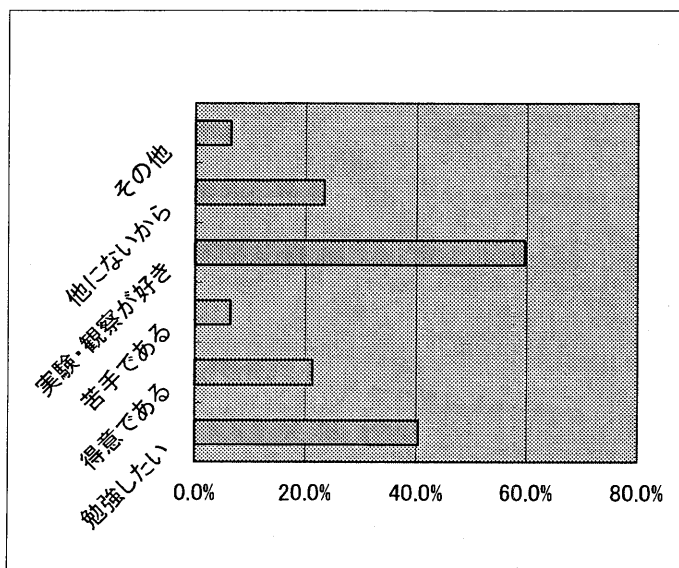


図3 選択理科を選んだ理由

V 選択理科でしてみたい実験・観察の有無（選択理科履修生徒のみ）

アンケート結果を表7に示す。選択理科で「やりたい実験や観察がある」と答えた生徒は、全体の3割であった。

表7 選択理科でしてみたい実験観察の有無

	人数(人)
やりたい実験や観察がある	14
やりたい実験や観察がない	33

VI コンピュータに対するイメージ

イメージ調査のため、15の形容詞対を用い、それぞれを5段階の評価尺度に分割した。アンケート結果を表8に示す。表には、選択理科履修生徒と一般生徒の評価尺度の平均値を与えている。この表から、次のことが読み取れる。

- ・ 生徒たちはコンピュータが好きである傾向が強い。
- ・ また、コンピュータを面白いと思うが、やや冷たいイメージで捉えている。
- ・ ただし、操作は難しく、やや不得意に感じている。
- ・ しかしながら、便利でスピードも速く、役に立つ存在と考えている。

- ・ 選択理科履修生徒と一般生徒との間に、イメージの大きな違いはない。

表8 コンピュータに対するイメージ

語句の対			
平均値			
1	選択理科 受講生徒	一般生徒	5
好き	1.94	1.88	きらい
つまらない	3.93	4.32	おもしろい
つめたい	2.74	2.90	あたたかい
やさしい	3.76	3.52	難しい
不得意	2.80	2.96	得意
こわい	3.09	3.10	安心できる
はやい	2.22	2.39	おそい
不便	4.35	4.19	便利
きれい	2.09	2.33	きたない
つらい	3.96	4.05	たのしい
複雑	1.98	2.13	単純
高い	1.76	2.02	安い
暗い	3.52	3.40	明るい
細かい	1.87	1.96	雑である
役に立つ	1.67	1.56	必要ない

以上のアンケート結果から、選択理科を履修した生徒たちの特徴を次のようにまとめることができる。生徒たちは理科に強い興味をもち、実験や観察を大変好む生徒が集まっている。しかしながら、選択理科の中で何をしたらよいか、十分な目的意識を持ち合わせていない。また、コンピュータには、便利で速く役立つ道具というイメージを持っている。

4. 選択理科の授業実施における留意点

アンケートの結果から、生徒たちは理科に大変興味があり、実験や観察を好むが、自主性や主体性にやや欠けていることが分かる。そこで、実験や観察の楽しさを味わせるとともに、自主性や主体性、計画性を伸ばしたいと考え、次のことに留意して、授業を実施していくことにした。

- ① 選択理科では、講義形式の授業は行わず、実験・観察をより多く取り入れ、生徒たちに実験・観察を通して、理科の楽しさを体験させる。
- ② 実験・観察は生徒たちが自ら取り組むことを主体におき、教師はあくまでもその援助者に徹するよう心がける。
- ③ 実験・観察に必要な器具の貸出し、学校で使っている薬品の利用は最小限認めるが、基本的には各自で実験・観察道具の作成や身近な薬品を利用することを原則とする。
- ④ 実験・観察は4名以下のグループまたは個人で行うことを基本とする。
- ⑤ 実験・観察の計画は生徒自身が考え、次の時間の準備物などもすべて自分で計画した上で実験を行っていく。

⑥ 安全には十分配慮して実験・観察を行う。

5. ハイパーメディア教材「選択理科の部屋」

生徒たちの多くは、実験・観察を好むが、十分な目的意識を持っていない。そこで、実験・観察に取り組むための手がかりを与える必要があると考えた。実験・観察の詳しい資料を配布したり、図書室を利用したりすることも考えたが、実験・観察をあまりに手広く行うと、管理が難しくなるということと、他の教科との関わりで、図書室を常時利用することが困難ということを考え合わせ、次のような方針を立てた。

「あらかじめ選択理科で行えそうな実験・観察を何種類か用意し、それらの中から生徒自身が興味を持ったものに取り組ませる。次に、実験や観察を繰り返す中で、発展的に学習する者が現れれば、その生徒の発展的な学習の援助を行う。」

この方針に沿って、実験・観察の対象と方法を具体的に示し、発展的な学習への道案内をすることが必要になる。また、発展的な学習の達成には、インターネットの利用も欠かせない。そこで、上記の方針を統一的に具体化するには、ハイパーメディア教材を用意するのが一番都合よいと考え、「選択理科の部屋（生徒用）」と「選択理科の部屋（教師用）」を作成した（厚東，2000）。この教材は、具体的にはWeb ページ（ホームページ）の形式になっている。

5.1. 「選択理科の部屋（生徒用）」

「選択理科の部屋（生徒用）」は、生徒たちに選択理科の実験や観察を紹介するものである。授業の中で、「このような実験や観察をしてみてもどうでしょうか」と生徒たちに問いかけるために作成したハイパーメディア教材である。もちろん、ブラウザで閲覧でき、インターネットへの接続も用意している。生徒たちに、このような実験や観察を行い、理科の学習を深めて欲しいと思うものを16種類用意している。用意した実験・観察のテーマは、「液体窒素を使おう」、「二酸化炭素を使って」、「万華鏡を作ろう」、「シャーペン電球」、「鏡を使った実験」、「ガラス棒を作ろう」、「葉脈標本を作ろう」、「地球と太陽系」、「植物の違い」、「天気とその変化」、「水槽を活用しよう」、「リサイクルエタノール」、「水をはじく葉」、「ろうそくを作ろう」、「石鹼からろうそく」、「観葉植物をふやそう」である。

最近のホームページは、大変凝ったものが多く、フレームなどの利用も多い。また、フレームを使って画面を2つに分割するだけでなく、画面を3つ4つと数多く分割したホームページも見受けられる。煩雑すぎたり、表示が小さくなったりするので、画面を数多く分割することはあまり好ましいことではないが、フレームを適度に利用することは必要と思われる。学習用のハイパーメディア教材にフレームを利用することには、一長一短がある。短所としては、処理速度が遅いことと、古いブラウザで利用できないことが挙げられる。この短所は、学校現場に古いコンピュータや古いブラウザが数多く残されている限り、確かに無視できない問題である。一方、長所は、メニュー画面と階層的な構成画面を同時に表示することで、生徒たちがホームページ上で迷子になることを防げることである。フレームを用いていないと、生徒たちは「戻る」ボタンを何度も押してメニュー画面へ戻るしかない。ところが、フレームを用いると、メニュー画面を常に表示しておくことができるので、ボタンを1つ押すだけで、いつでもトップページに戻ったり、他のテーマのペー

ジに移ったりすることができる。古いコンピュータや古いブラウザは遠からず消えていくので、短所を問題にするよりも、長所を生かすべきである。そこで、「選択理科の部屋（生徒用）」では、フレームを用いることにした。具体的には、画面を2分割し、左の表示領域にメニューボタンを配置し、右の表示領域に各テーマのページを表示するようにしている（図4参照）。

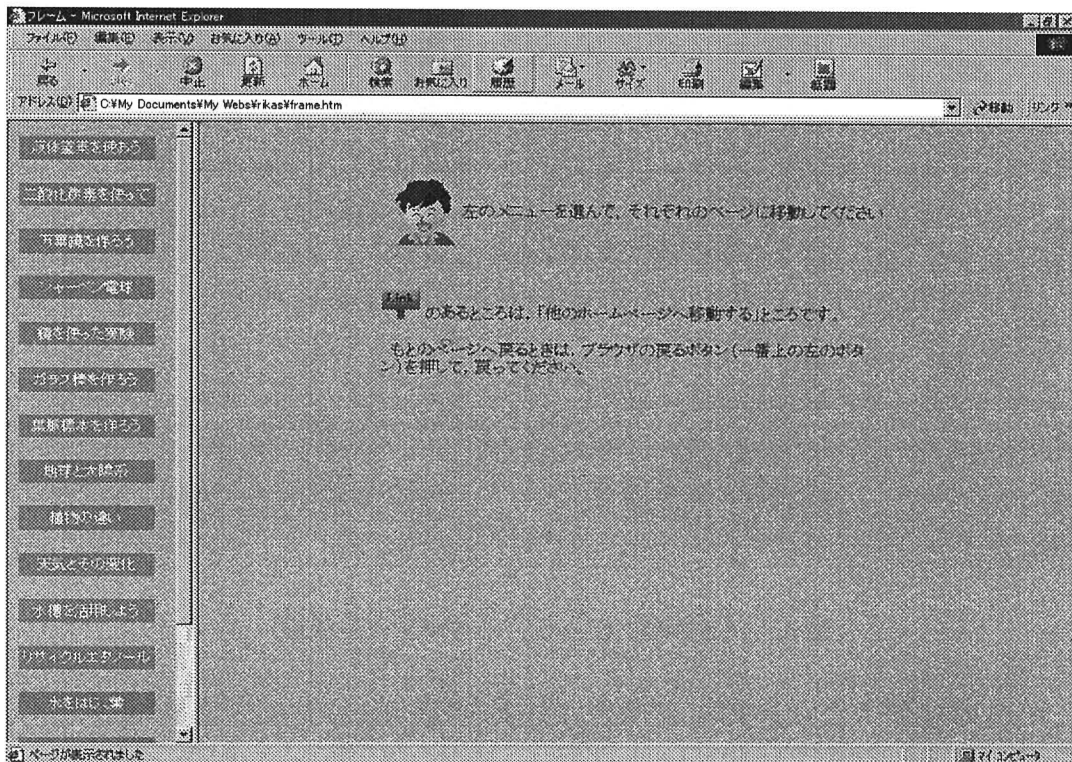


図4 「選択理科の部屋（生徒用）」のメニュー画面

各テーマのページの作成に当たっては、どのようなものを利用して、何をするのかのみを示すことにした。文章を少なめにし、画像と動画を用いて、生徒の興味・関心を引くようにしている。「簡単にできそうだよ」とか「材料は2つのみです」ということを伝えるだけでも、生徒に「何とか自分でも作れそうだ」という気持ちを与えることになるので、そのような効果を狙ってページを作成している。各テーマのページとその解説については、厚東（2000）を参照されたい。ここでは、1例として、「万華鏡を作ろう」のページを図5に示す。

テーマによっては、リンク集のみのページも設け、自分でテーマを持って調べるための導入に利用できるように配慮した（「地球と太陽系」、「天気とその変化」）。理科の学習と少し離れるかもしれないページも用意した。例えば、神話や伝説を取り上げたホームページへリンクを張っておくなどである（「地球と太陽系」）。これは、選択理科の中で星に興味がある生徒がおり、神話や伝説などから学習へ入っていきたいと考える生徒が1人でもいたら、活用して欲しいと願って入れたものである。

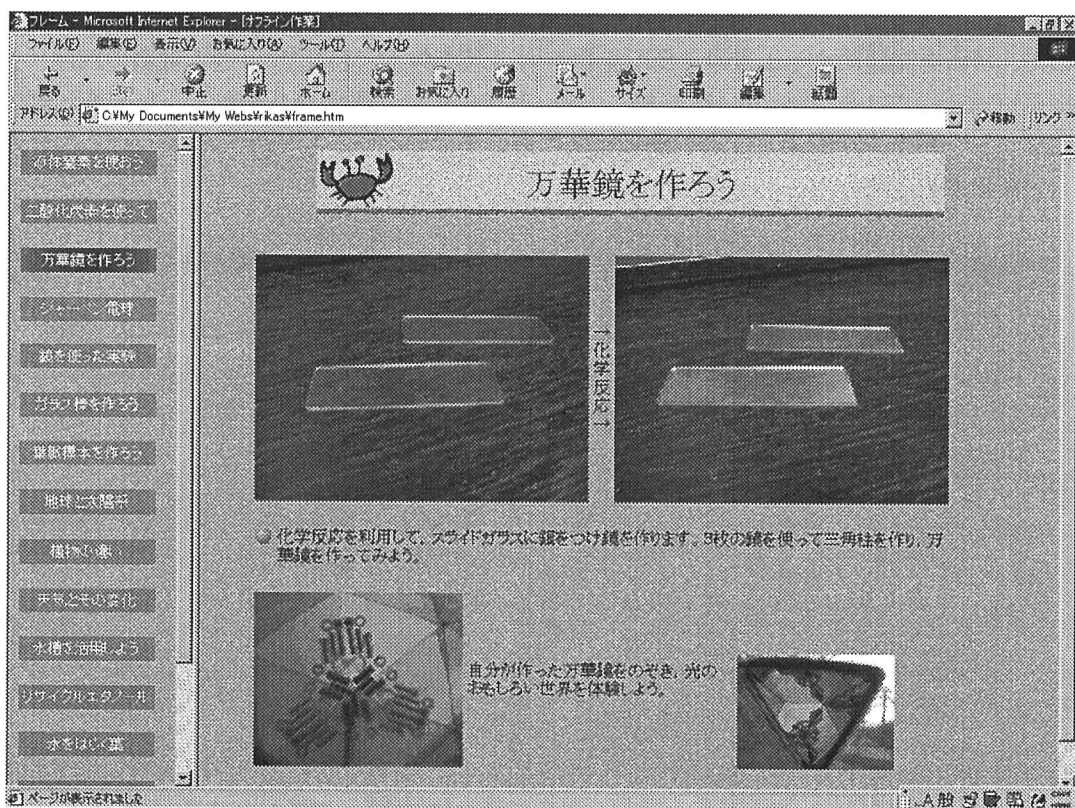


図5 「万華鏡を作ろう」のページ（生徒用）

リンク集のみのページを除き、どのページも基本的には、メニューボタンを押して出てきた画面からさらに他の画面に行くようなリンクをほとんど張っていない。つまり、ほとんどのページが、メニュー上のボタンを押して出てくるページだけからできている。これは、生徒たちが「選択理科の部屋（生徒用）」の全体を絵本のようにパラパラとめくすることで、自分で1つまたは複数のテーマを選び出し、自分でそれに取り組もうとする意欲を大切にしたいと考えたからである。

5.2. 「選択理科の部屋（教師用）」

選択理科の部屋には、前述した生徒用の他に教師用を用意した。教師用は、言うまでもなく、教師が使用することを目的としている。生徒用が全体を簡単に見渡すように作成されたものであるのに対し、教師用は実験手引書のように実験・観察の内容を詳しく示したものとなっている。生徒用で興味を持ち、実験・観察をしてみようと思った生徒に教師用を見せるときには、担当する教師の指導が必ず入るべきである。いきなり教師用を見せて、「さあ見たとおりの実験を行いなさい」とか、「これに載っているものを実験しなさい」と教師が一方的に押しつけたのでは、教育とはいえない。生徒一人一人の実態に合わせて、教師用の中身を見せるか見せないか、あるいは、中身の提示をどのようにするかなど、教師は熟慮して指導に当たらなければならない。また、そのように配慮し、生徒と対話することで、より良い実験・観察へ導き、実験中の危険について話し合うことができると考え

ている。

図6は、「選択理科の部屋（教師用）」のメニュー画面である。この画面は、生徒用（図4）とほとんど同じである。ただし、教師用では、あるページから他のページに行くためのリンクが次々に張られているので、次のページへ移動する方法と前のページへ戻る方法が示されている。また、メニューボタンの配置も生徒用と同じにしている。

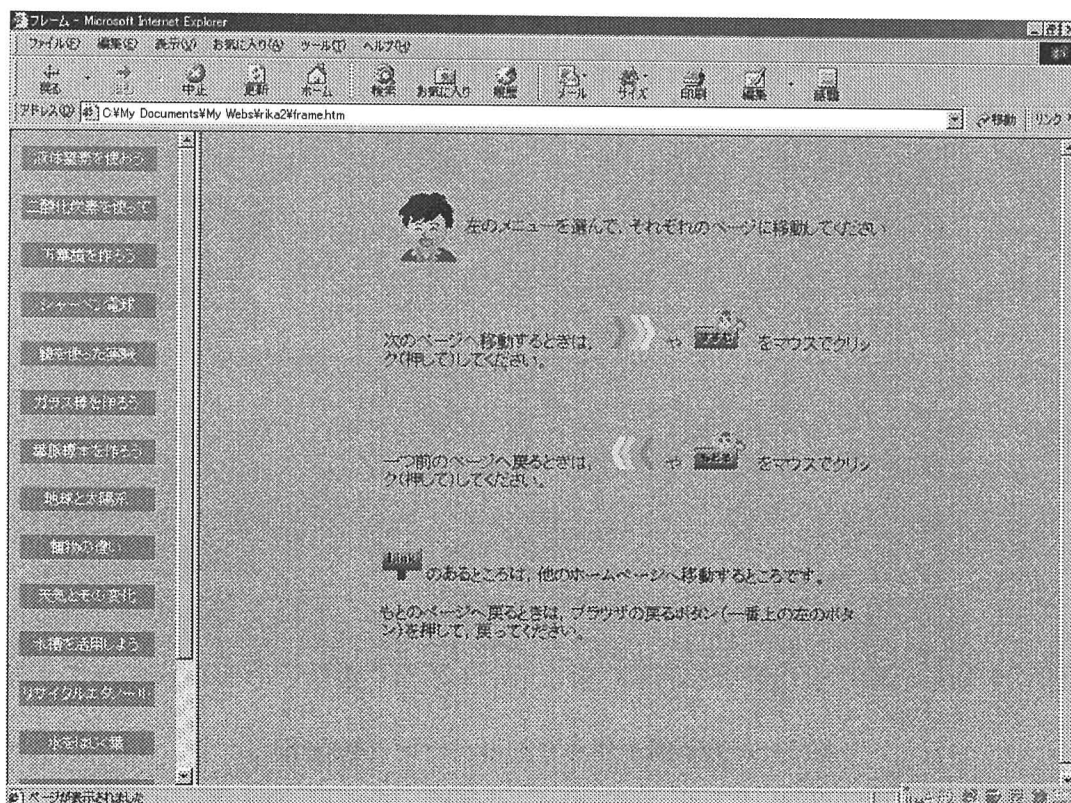


図6 「選択理科の部屋（教師用）」のメニュー画面

教師用の内容は、生徒用を詳しくしたものであり、実験・観察の方法や使用する試薬の量なども明示している。また、生徒用では「実験してみよう」とか、「どうなるだろうか」といった誘いや予想で止めていたものを、教師用では結果まで示した。従って、事前に生徒が教師用を見るのは好ましくないと判断した場合は、教師が試薬の量や実験・観察の方法について把握し、生徒に必要なことを伝えなければならない。実験・観察後に生徒が教師用を見ることには、まったく問題はないと考えている。教師用を見ることで、実験・観察中には十分でなかった理解が深まり、また、発展的な学習にもつながるからである。

教師用における各テーマのページとその解説については、再び、厚東（2000）を参照されたい。ここでは、1例として、「万華鏡を作ろう」のページを図7に示す。生徒用の方には（図5）、写真と万華鏡を動かしている動画が入っている。しかし、万華鏡の材料について簡単に触れているだけであり、「どのようにしてつくるのか」とか、「どのような薬品が必要か」などは、まったく示されていない。一方、教師用の方には（図7）、「使用する薬

品」,「必要な道具」,「鏡づくり」,「万華鏡づくり」のページヘルリンクが張られており,必要な情報はすべて示されている。

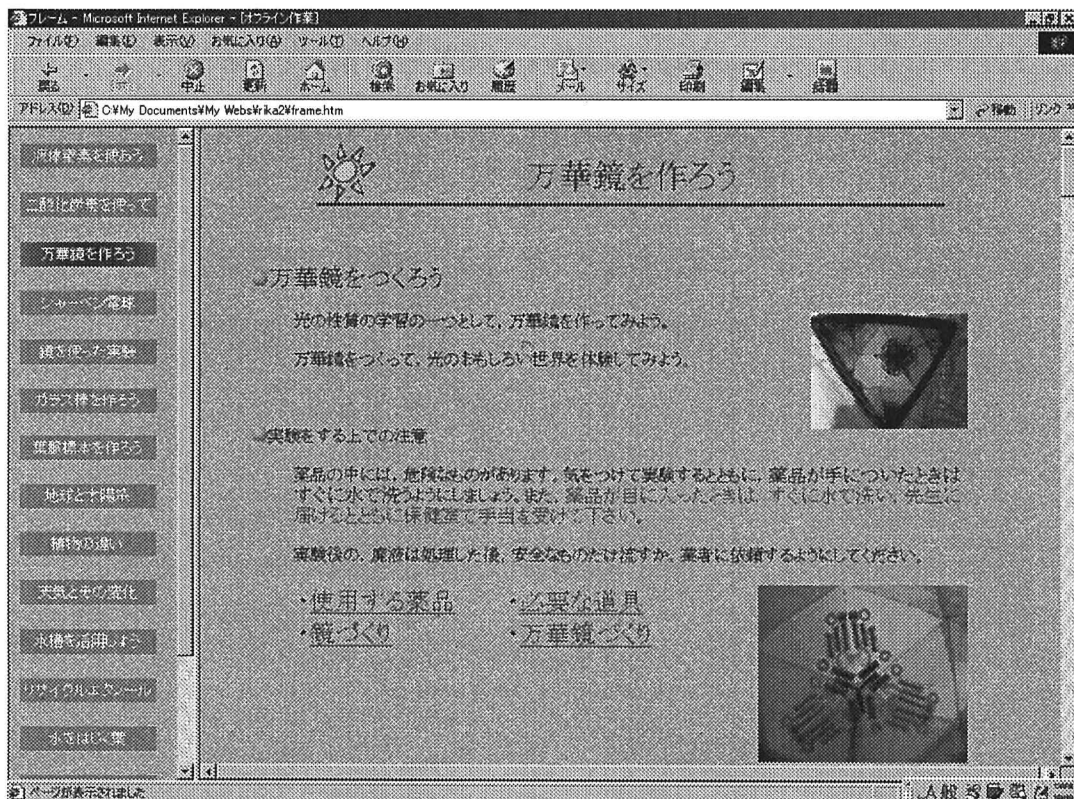


図7 「万華鏡を作ろう」のページ(教師用)

6. コンピュータに対する意識の変化

生徒たちは,「選択理科の部屋」を活用して,実験・観察を行っていった。「選択理科の部屋」は主に実験・観察の導入部で利用されていたが,途中でテーマを変えるときなども,「選択理科の部屋」でテーマを探し,次の実験・観察を行っていた。「選択理科の部屋」を利用するために,生徒たちがコンピュータを使用する頻度は高かったのだが,この間,生徒たちのコンピュータに対する意識はどのように変化したのだろうか。この変化を調べるため,選択理科履修生徒に対し,1学期末の7月と2学期末の12月に以下に示すようなアンケートI,IIを実施した。

I 実験を進める上で役立つもの(複数回答可)

アンケート結果を表9に示す。実験を進める上で役立つものとして,「コンピュータ」を挙げた生徒が最も多い。生徒たちはコンピュータという新しい道具に大変興味があるので,これを活用する者が多かったであろう。しかし,「コンピュータ」が役立つとする生徒は7月に比べ12月の方が増えているので,「選択理科の部屋」は,実験・

観察を行うのに便利で、生徒たちに受け入れられやすい教材であったといえる。

また、7月の段階では「図書室の本」が役立ったと答える生徒が4名であったのに対し、12月には11名と約3倍に増えている。このことは、実験や観察を深めるにつれ、「選択理科の部屋」に含まれる情報以上のものが必要になっていったことを示している。注目したいのは、実験を進める上で役立ったものとして、「コンピュータ」に次いで「その他」が多いことである。7月の内訳の主なものとして、友人が12、教師が10であった。また、12月の内訳でも、友人が14、教師が12であった。つまり、実験を進める上で、人と人とのつながりが重要であることを、生徒たちは認識しているのである。

表9 実験を進める上で役立ったもの

	教科書	図書室の本	コンピュータ	雑誌	その他
7月	2	4	37	0	27
12月	1	11	43	0	32

II コンピュータに対する意識

4月に行ったイメージ調査と同じ15の形容詞対を用い、それぞれを5段階の評価尺度に分割した。アンケート結果を表10に示す。表には、4月と12月における選択理科履修生徒の評価尺度の平均値を与えている。また、15の形容詞対に①～⑮の番号を振っている。

表10 コンピュータに対する意識

		語句の対		
		平均値		
		4月	12月	
1		5		
①	好き	1.94	1.77	きらい
②	つまらない	3.93	4.09	おもしろい
③	つめたい	2.74	2.70	あたたかい
④	やさしい	3.76	3.49	難しい
⑤	不得意	2.80	2.89	得意
⑥	こわい	3.09	3.26	安心できる
⑦	はやい	2.22	2.28	おそい
⑧	不便	4.35	4.55	便利
⑨	きれい	2.09	2.32	きたない
⑩	つらい	3.96	4.02	たのしい
⑪	複雑	1.98	1.98	単純
⑫	高い	1.76	1.64	安い
⑬	暗い	3.52	3.19	明るい
⑭	細かい	1.87	1.79	雑である
⑮	役に立つ	1.67	1.38	必要ない

表10に示された4月と12月のデータの比較から、コンピュータに対する意識の変化について、次のようなことが言える。

- ・ コンピュータが「好き」な生徒は元々多かったが、選択理科の授業を契機に、その

傾向はあっさり強まった（コンピュータに対する意識①より）。

- コンピュータは「おもしろい」と感じる傾向もあっさり強まった（コンピュータに対する意識②より）。
- コンピュータは機械であり、どちらかというところ「つめたい」というイメージが強いのだが、そのイメージは改善されず、わずかに悪化した（コンピュータに対する意識③より）。
- コンピュータは「難しい」と思っていた生徒たちも、活用の経験を通して、コンピュータを「やさしい」と思うようになった（コンピュータに対する意識④より）。
- コンピュータを「不得意」と思っていた生徒たちも、活用の経験を通して、コンピュータを「得意」と思うようになった（コンピュータに対する意識⑤より）。
- コンピュータの活用に不安があった生徒たちにも、経験を積むことで、コンピュータは「安心できる」存在になった（コンピュータに対する意識⑥より）。
- 初めのうちは、コンピュータの速度が気にならなかったり、遅さを感じるほど余裕のなかった生徒たちも、利用が深まるにつれ、インターネット上のホームページの表示で待たされたり、起動時に時間がかかったりする経験を通して、「おそい」と感じるようになった（コンピュータに対する意識⑦より）。
- 情報を手軽に検索でき、多くの情報にアクセスできる経験を重ねることで、コンピュータを「便利」な道具として、あっさり実感できるようになった（コンピュータに対する意識⑧より）。
- 多くの生徒がコンピュータを使うので、キーボードが汚れたり、画面に埃が付いたりして、一部の生徒たちには、コンピュータは「きたない」存在に見えるようになった（コンピュータに対する意識⑨より）。
- 初めてインターネットを体験する生徒たちには、情報を自由に検索できることから、コンピュータはあっさり「たのしい」存在となった（コンピュータに対する意識⑩より）。
- コンピュータは「複雑」という意識は変わらなかった（コンピュータに対する意識⑪より）。
- コンピュータは年々値段が下がり、かなり手に入れやすくなったが、生徒たちにとっては、相変わらず「高い」と感じる存在である（コンピュータに対する意識⑫より）。
- コンピュータで行う作業は、運動や実験・観察のように体を動かす行為に比べ、「暗い」と感じる生徒が増えた（コンピュータに対する意識⑬より）。
- コンピュータを用いて手に入れる情報は、具体的で、「細かい」内容にまで及ぶ。生徒たちは、そのことをますます実感するようになった（コンピュータに対する意識⑭より）。
- 実験内容を調べたり、いろいろな情報を手に入れたりする活動を通して、コンピュータは、あっさり「役に立つ」存在となった（コンピュータに対する意識⑮より）。

選択理科を履修した生徒たちにとって、コンピュータは好ましい存在であり、彼らの便利で役に立つ道具という意識は、コンピュータ活用の経験を通して、あっさり強まっている。この意識の強まりには、「選択理科の部屋」が実験を進める上で役立ったということも作用している。インターネット上のホームページをブラウザで閲覧することは、ほとんど

の生徒にとって、「たのしい」行為である。この「たのしい」という気持ちを、生徒たちの「コンピュータは便利で役に立つ」という意識につなげるためにも、優れたハイパーメディア教材の存在が不可欠である。

7. 議論

ソフトウェアを含むコンピュータ教材を使用する場合、どの教材でも操作方法が同じであることが望ましい。操作性を統一することで、新たな操作方法を生徒にその都度教える必要がなく、生徒たちの混乱もなくなる。インターネットの普及に伴い、生徒は調べ学習などでインターネットを活用することが多くなることを考え合わせると、操作性を統一するための最も有効な手段は、WWWブラウザを利用することであろう。ブラウザを用いれば、文字情報や静止画の表示だけでなく、音声や動画の再生も可能である。ブラウザの操作方法を初めに指導しておけば、ブラウザで閲覧する教材を使用する限り、以後は授業の中で、生徒に対する操作方法の説明は不要になる。ブラウザで閲覧する教材とは、本研究で作成された「選択理科の部屋」のようなハイパーメディア教材である。ハイパーメディア教材は、Web ページ（ホームページ）の形式で作成される。

インターネットの普及に伴い、いろいろなホームページ作成用のソフトウェアが利用できるようになってきた。それらのソフトウェアではプログラム言語のような高度な知識を必要とせず、ホームページの作成は比較的容易に行える。ハイパーメディアは、文字や画像などの互いに独立した素材を関連付け、あたかも1つの文書であるかのように、継ぎ目なしにアクセスできるようにしたものである。従って、ホームページ上の素材は、単体として簡単に取り出すことができ、再利用することができる。著作権の問題を別にすれば、他人の作成したホームページ上の素材を、自分の教材の一部として取り込むことも容易にできる。あるいは、リンクを張ることで、他のホームページ上にある素材を直接利用することも可能である。通信機能が強化されれば、高速での動画の送受信も可能となり、必要な動画をリアルタイムで入手することも夢ではなくなる。

初めから必要以上に詳しい情報がハイパーメディア教材に含まれていると、生徒たちは全体を把握する前に、どこかの深みにはまり込んでしまう恐れがある。そこで、同じ単元に対応した内容のものであっても、全体を見渡せるような教材と、それぞれの部分に詳しい情報が含まれている教材の少なくとも2種類が必要になる。「選択理科の部屋」では、これを生徒用と教師用という形で実現している。詳しい情報が含まれている教材についても、内容や深さに応じて、さらに複数段階用意することも考えられる。しかし、「選択理科の部屋（教師用）」では、そうすることはせず、内容をどこまで見せるかについては、生徒に応じて、教師の判断で行っている。複数段階用意して、ある段階のものを生徒に与え、これを見て勉強しておきなさいでは、教師の存在性がない。やはり、「選択理科の部屋」の生徒用と教師用のように、用意するのは2種類のみ止め、教材のみに頼るのではなく、教師と生徒の対話が教育の基本であるという認識に立って、授業を行うべきであろう。

様々な授業計画に対応したハイパーメディア教材を作成するためには、良質な素材が豊富に揃っていないければならない。また、良質な素材の中から精選したものを適切に組み合わせることによって初めて、その教材は生徒の目的意識や意欲を高めるものとなる。単体で音声や動画といったものを含む複雑な素材も生徒の興味・関心を引くために必要ではあ

るが、そのような複雑な素材は組み合わせて使うことが難しい。むしろ、単純でもよいかから、単体として良質であり、いろいろな組み合わせで使うことが可能な素材を数多く用意しておくの方が重要である。また、そのような素材をデータベース化して、多くの教師が共有できる仕組みも構築していかなければならない(本郷他, 2000)。多くの教師が共有するためには、データベースサーバをインターネットに常時接続しておく必要がある。現状では、中学校などはそのようなサーバを提供できる環境にはないので、大学などの研究機関が中心となり、素材データベースの開発を行っていかざるを得ない。

8. おわりに

学校教育にコンピュータを用いる場合に、今後最も求められるのはハイパーメディア教材であるが、選択理科の授業のため、実際にハイパーメディア教材「選択理科の部屋」を作成して、その授業効果を調べた。実験を進める上で役立ったものとして、生徒たちの多くはコンピュータを挙げていたが、それ以上に興味深いのは、友人や教師の存在を挙げる者が少なからずいたことである。そして、その数も、1学期よりも2学期にさらに増えていた。コンピュータやインターネットを活用した授業を受けていても、生徒たちは、それらのみに捉われることなく、人と人とのつながりが重要であることを自分たちで見出しているのである。このことは、今後どのようにコンピュータやインターネットが発達しても、教師の存在の意義は失われないし、生徒たちは友人や教師との関わりの中で学習していくことが重要であることを示している。

最後になりましたが、山口大学教育学部教授の田中義人先生、池田幸夫先生、それに周東町立川上小学校教諭の中村省吾氏には、適切な助言と暖かい励ましを頂きました。また、著者の一人(厚東)は前任校である防府市立華陽中学校で、沖永健司氏と協力して選択理科の授業を行いました。この場を借りて、これらの方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 厚東政人, コンピュータを使った理科教育, 山口大学大学院教育学研究科修士論文, 2000.
久野靖, 情報がひらく新しい世界① コンピュータネットワークと情報, 共立出版, 1999.
本郷健他, 「情報とコンピュータ」における素材データベースの開発, 日本科学教育学会研究会研究報告, Vol. 14, No. 5, pp. 13-16, 2000.
文部省, 中学校学習指導要領, 文部省告示, 1998.
文部省, 学校のインターネット接続計画 全校を13年度までに前倒し, <http://www.monbu.go.jp/special/media/00000018/>, 1999.