

# ネットワークで実現する C A I

白井 靖敏

## CAI on the Network System

Yasutoshi SHIRAI

### まえがき

パーソナルコンピュータ等のパーソナル情報機器の急速な発達によって、教育環境は大きく変わろうとしている。マルチメディアに対応した高性能のパソコンが比較的安価で入手できるようになり、これまで、一部のパソコンを除き、写真や音声、動画などが簡単に扱えなかった環境がOSの発達とともに大きく変わり、学習ソフトウェアも質的に向上した。以前、ハードウェアの機能が十分でなかったころの学習用ソフトウェアはフロッピーディスクで供給されていて容量にも限界があったが、最近のものは、CD-ROMで提供されることが多くなり、内容も充実してきている。そして、徐々にではあるが、家庭にもマルチメディアを利用した学習環境が整いつつある。

CD-ROM等の媒体で提供されるソフトウェアは、その更新が即座には行えない欠点がある。ソフトウェアの内容が更新された場合、新しい媒体から再インストールしなければならない。特に、学習ソフトウェアにとっては、学習者の要望や意見を反映した改訂が必要になるが、即座には難しい。

今、インターネット旋風が日本列島を吹き荒れている。インターネットは、世界中のコンピュータがつながっている巨大なネットワークで、今も急速に成長している。今後、さらに拡大することは容易に想像できる。こうしたネットワーク環境の中で、学習ソフトウェアの在り方を考えると、CD-ROMなどの記憶媒体がいらなくなり、ソフトウェアの更新もリアルタイムで行えるなど、多くの問題点が解決できる。本報では、ネットワーク上での学習ソフトウェアについて考察するとともに、試作版「街角物理探検」を例示する。

### ネットワーク上の学習ソフトウェア

コンピュータが支援する学習ソフトウェアあるいは教育ソフトウェアを一般にCAI (Computer Assisted Instruction) と呼んでいるが、実際はそれらの用途や考え方によって様々に分類できる。現実には、多種多様のソフトウェアが市販され、学校や家庭、あるいは企業の社員教育などで利用されている。しかし、必ずしも学習用ソフトウェアのすべてが、多くの教育実践をふまえた安心できるものとは限らない。ちょうど新薬が開発されても、臨床での治験が多くない場合に似ている。学習用ソフトウェアは、その教育効果が問われるので、学校が導入するとしても、内容のわからないソフトに多額の投資はできない。市販ソフトはパッケージ化

されているものが多く、不正コピー等の防止のため、実際にそれを開いて試用することも難しい。最近、県や市の教育センター等の公的機関が、教育ソフトライブラリーを置いて、それらの試用ができるようにしているが、バージョンアップの激しいソフト事情からみると、現状に追いつくのが精いっぱいではなかろうか。

ここ数年、パーソナルコンピュータの性能は急速に向上し、今や、フルカラー写真の表示は当たり前、動画や音声など、マルチメディア型のパソコンが一般的になった。OSも飛躍的な進歩を見せ、グラフィカルな操作環境は旧来のコマンドタイプから脱皮した簡便なもので、学校教育での利用に十分なものとなってきている。そして、高性能であるにもかかわらず、比較的安く、学校等での導入や更新を助けている。さらに、インターネットへの接続ソフトウェアの充実と民間プロバイダ（インターネット接続業者）の急増は、インターネット利用を手軽にしている。

ネットワークが急速に拡大すれば、ソフトウェアの提供方法も変化してくるに違いない。今はまだ、ソフトハウスやコンピュータ専門店がパッケージソフトを販売しているが、これからは徐々に、ネットワークを通してダウンロードすれば、簡単に購入できる仕組みへと変化するだろう。現在、一部の業者がオンラインアクセスキーコードを利用したネットワーク登録販売を行っている。少し前まで、分厚いマニュアルが附属した大きなパッケージが高級感を与えていたが、それだけ値段が高くなり、バージョンアップをすれば、ゴミが増えるだけである。現在販売されているソフトウェアのほとんどがヘルプ機能を充実させていて、必要なときに画面上でマニュアルを読むことができ、パッケージもスリムになっている。さらに、ネットワークでの供給が始まれば、パッケージそのものもいなくなる。

学校で授業等に利用する学習ソフトウェアを考えると、一般業務用のソフトウェアと比べて汎用性に乏しく、学習場面が限定され、そこで最大限の教育効果が期待される。パッケージ化されていると、まず試用が難しいことから、利用場面での教育効果の検証ができない。そして、導入しても、バージョンアップを含めてソフトの販売者（提供者）との密接な連携が取りにくい。また、マルチメディア型のソフトが増えるにつれ、内容が充実し、図表や絵、音声、動画などがふんだんに使用されるようになれば、CD-ROM（約650M byte）には収まらないほど、肥大化することは明らかである。

ネットワーク上で構築する学習ソフトウェアは、その提供方法がオンラインであることから容量の制限がなくなる。一つのサーバに全てのファイルを置く必要がなく、必要に応じて分類されたサーバに分散配置することが各サーバの負担を軽減し、相互にリンクをばれば、あたかも一つのシステムとして機能するように振る舞う。さらに、別々に作成された学習用ソフトウェアの一部分を共用したリンクが広がれば、分散型の学習データベースが実現できる。今、ホームページの多くが相互にリンクして、どのページからでも、蜘蛛の巣をたどるように検索できるようになっている。これらの広がりこそまさに Web なのであり、電子情報文化圏を形成しているかのようである。学習ソフトウェアもこれらのシステムと全く同様の広がりが期待できる。

多くの学習ソフトウェアがネットワーク上に蓄積されれば、学校や個人が必要な時に必要な場面で手軽に利用できるようになり、ハードウェアの負担も軽くなる。そして、バージョンアップなどの期間も短くなり、学習者の意見や要望が反映しやすくなる。学校等では、事前に試用することも容易で、期待する教育効果が得られるかどうかについて十分検討することができる。

しかし、現状では、ネットワーク上の学習ソフトウェアの作成ツールは決して十分ではない。

ホームページ標準のHTML (Hyper Text Markup Language)、ネットワークでのプログラミング言語J A V Aなどが普及して、ツール類も少しずつ増えてはいるが、まだ、一般の教員が使えるまでには至っていない。今後の発展を期待したい。ネットワークで利用できる学習ソフトウェアは、専門業者が作成するもの、学校現場で実践研究している先生方が作成するものなど、様々な形態での提供が必要である。

## 1 HTMLの有効利用

今のインターネットブームは、情報通信の質的変化、つまり、これまでの文字情報に加えて、絵や写真、音声、動画などを複合的に組み合わせた情報ネットワーク“WWW”(World Wide Web)が広まったことに起因するといっても過言ではない。現在、一般にホームページと呼ばれている情報形態を用いて、個人レベルでの発信ができるようになり、多くの人々の要望に応える形で、民間のプロバイダが存在している。だれでもが、パソコンを購入してインターネットのプロバイダと契約すれば、インターネットの世界を満喫できる時代に突入したと考えてよいだろう。

今、ホームページと言え、インターネットの情報発信の定番になっていて、個人情報、会社情報などの提供に使われている。ホームページでは、文章はもちろん、写真や絵、グラフ、さらに音声や動画まで表現でき、この優れた機能を教育に使わない手はない。いわゆる学習ソフトウェアとしてこのホームページを考えてみると、書籍としての教科書では表現することが不可能な様々な形態の情報表現ができるようになる。一般にマルチメディア教材と呼ばれている学習ソフトウェアと同等、あるいは、前項で述べたネットワークでの提供を考えると、それ以上の可能性を持っていると言える。

ホームページはHTMLで記述し、ブラウザソフトによって表現する。例えば、Net ScapeなどのブラウザソフトはHTMLで書かれたテキストファイルを解読し、その付加命令(タグ)を読みとって画面上に表現するビューアである。ただし、現在のHTMLでは、音声や動画、アニメーションなどの素材を組み込むことはできるが、基本的な構造は、ページめぐりであって、ハイパーカード的な表現は困難である。また、シミュレーションなどを実行させるプログラミングへの対応も不十分である。後述するネットワーク上のプログラミング言語J A V Aは、こうした意味において、有用なツールと言ってよい。したがって、ネットワーク上での学習ソフトウェアの開発は、基本的な構成をHTMLで、シミュレーションなど、プログラミングを要する部分はJ A V Aを用いるのが適当である。後述するサンプル教材「街角物理探検」はHTMLとJ A V Aを用いて試作した。

## 2 J A V Aの有効利用

J A V Aはネットワーク上のプログラミング言語として開発された。まだ、公表されて日は浅いが急速に広まりつつある。開発に必要なツール類もぞくぞくと登場していて、プログラミングを容易にしている。

ホームページ形式で学習ソフトウェアを作る場合、前述したように、HTMLだけでは限界がある。なぜなら、HTMLは、文字や写真などの情報を効果的に表現するための静的な言語であって、アニメーションやシミュレーションといった動的な表現には向いていないからである。ただし、便宜的にHTMLにリンクできる他のソフト、例えばショックウェイブなどによるアニメ表現は実現できているが、受信側にそれらのリンクソフトが準備されていなくてはな

らず、ブラウザ単体では起動しない。学習ソフトウェアをネットワーク上で利用することを考えると、ブラウザソフトのみで動く比較的軽いものがよい。そして、シミュレーションなど、プログラムされた学習素材をも単体で取り出せ、そのプログラム自身にもリンクがはれる環境にあった方が、教材資源の共用を考える場合に都合がよい。

JAVAは、C言語をベースに開発されたもので、インターネットのような分散コンピューティングシステムでインタラクティブな操作性を実現するオブジェクト指向のプログラミング言語である。しかも、資源の共有が可能で、必ずしも、1つのコンピュータにクラス・ライブラリー（特定の動作をするソフト）の全てを置かなくてもよい。

後述するサンプル教材の作成にあたっては、JAVAのグラフィック描画および関数を使った計算に必要なアプレットを利用した。アプレットは、JAVAのプログラムのことで、HTML中のタグ「applet」によってクラス・ライブラリーから「クラス」というソフトウェアを呼び出してブラウザ上で実行する。

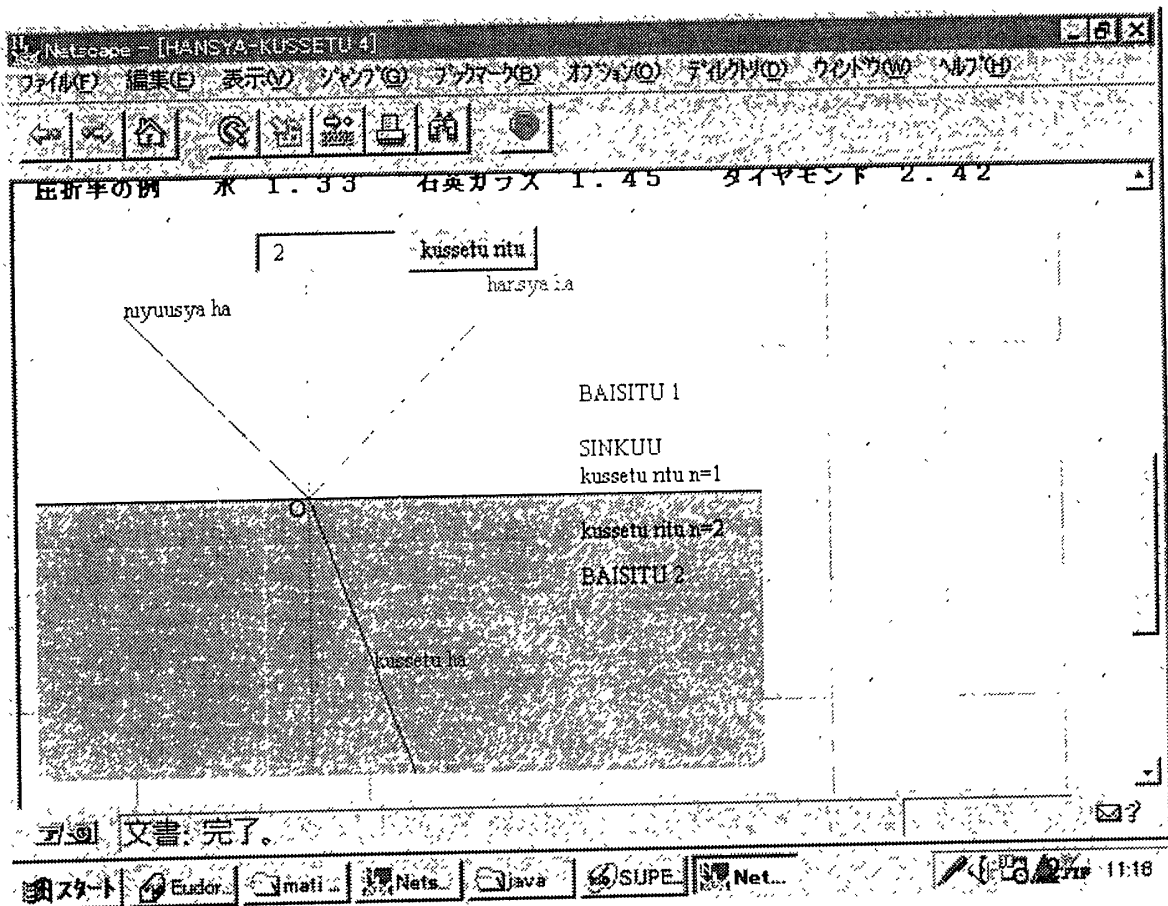


図1 光の反射・屈折のシミュレーション (JAVAの例)

〈JAVAアプレットコードの例 (反射・屈折シミュレーション)〉

```
import java.io.*; / ファイル制御に関するクラスとインターフェイスのパッケージの利用
import java.net.*; / ネットワークに関するクラスとインターフェイスのパッケージの利用
import java.lang.*; / 関数に関するクラスとインターフェイスのパッケージの利用
import java.awt.*; / 画像描画に関するクラスとインターフェイスのパッケージの利用
```

```

public class hankusse4 extends java. applet. Applet {
    / public class :すべてのオブジェクトからこのクラス (hankusse4) が参照できる。
    / extends :スーパークラス java. applet. Applet からこのクラスを作成する。
        int mx = 50, my = 50; // マウス (初期値)
        int x;                // 中心から屈折波の線の終点
        int y;
        float n = 2;         // 屈折率 (初期値)
        float z;            // 途中の値

        Graphics g;        //Graphics クラスを使って g という名前のオブジェクトを用意
        TextArea theTextArea; //以下、文字入力、表示などの各種定義
        TextArea inputBox;
        TextField theTextField;
        Button theButton;

    public void init () { //アプレットが最初に実行するメソッド
                            戻り値なし、引数 () なし
        this.setForeground (Color.black);
        this.setBackground (Color.white);
        //カラーの初期定義
        theButton = new Button ("kussetu ritu");
        theTextField = new TextField ("2",10);
        } //ボタン表示、文字領域

    public void start () { //init 実行後に実行するメソッド
        this.add (theTextField);
        this.add (theButton);
        }

    public void stop () { //アプレットのページから別のページへリンクしたとき、後始末を
                            するメソッド
        }

    public void destroy () { //stop 終了後、完全に終了するためのメソッド
        }

    public void paint (Graphics g) {
        //Graphics クラスを使ってグラフィック画面に描画するメソッド
        g.setColor (Color.white); //描画色を白にする
        g.fillRect (0,0,400,150); //描画領域のサイズ
        g.setColor (Color.cyan); //描画色をシアンにする
    }
}

```

```

g.fillRect (0,150,400,300) ,           //描画領域のサイズ
g.setColor (Color.green) ,           //描画色を緑にする
g.drawLine (150,0,150,300) ;         //ラインを描く
g.drawString ("SINKUU",300,130) ;     //文字 SINKUU を表示
g.drawString ("kussetu ritu n=1",300,145) ;
g.drawString ("kussetu ritu n=" + n,300,175) ,
----- 中 略 -----
x=0,
y=0,
int X=150,      // 中心から線を引くところまでの x の値
int c;         // 途中の値      0-150,300-150
int d;

if ( mx < 150 ) {
z = (float) ((150-mx)/Math.sqrt ((150-mx)*(150-mx) + (150-my)*(150-my))) ,
x = 300,
if ( my < 150 ) {           //左上から入射
y = (int) Math.sqrt (150*150-((X*X + 150*150)*z*z-n*n*X*X)/(z*z)) + 150,
int X1,Y1;
X1 = (int) (150+(100*Math abs (x-150))/(Math.sqrt ((x-150)*(x-150) + (y-150)*(y-150)))) ,
Y1 = (int) (150+(100*Math abs (y-150))/(Math.sqrt ((x-150)*(x-150) + (y-150)*(y-150)))) ,
g.drawLine (150,150,x,y) ,
g.drawString ("kussetu ha",X1,Y1) ,
}
else {           //左下から入射
c = (int) (Math.sqrt (150*150-((X*X + 150*150)*n*n*z*z-X*X)/(z*z*n*n))) ,
if ( c <= 0 ) {
y = 150,
g.setColor (Color.black) ,
g.drawLine (150,150,x,y) ,
g.setColor (Color.red) ;
g.drawString ("zenhasya",x-75,y) ,
}
else {
y = (int) (150-c) ;
int X2,Y2,
X2 = (int) (150+(100*Math abs (x-150))/(Math sqrt ((x-150)*(x-150) + (y-150)*(y-150)))) ,
Y2 = (int) (150-(100*Math abs (y-150))/(Math sqrt ((x-150)*(x-150) + (y-150)*(y-150)))) ,
g.drawLine (150,150,x,y) ,
g.drawString ("kussetu ha",X2,Y2) ,
}
}
}
}

```

```

    }

else { ----- 中 略 -----
}

public boolean mouseMove (Event e, int a, int b) {
mx =0;          //Event クラスのオブジェクト e、マウスポインタの現在の X座標 a、
                Y座標 b を引数とするメソッド、マウスが移動するところのメソッド
                が実行される。    ・ ・ 入射点の入力

my =0;
z = 0;
mx = a;
my = b;        //初期変数の定義 (一部略)
repaint ();
    return true;
}

public boolean action (Event e, Object arg) {
    //コンポーネント内で何かのイベントが発生したときに実行するメソッド
    e : 何のイベントかを示す引数  arg : ラベル名の入ったオブジェクト
    if (e.target instanceof Button) {
    //イベントが boolean に関するものであれば、 ・ ・
        String s;    //屈折率の入力
        s = theTextField.getText ();
        n = Float.valueOf (s).floatValue (),
        repaint ();
    }

    return true;
}

```

### 3 試作学習ソフトウェア「街角物理探検」

1991年から1992年にかけて三重県高等学校理科教育研究会物理部会が作成したビデオ教材「街角物理」(力学編<sup>1)</sup>、波・電磁気編<sup>2)</sup>)の構成をベースにして、そこに収録されている動画(身近な物理現象として、力学編11編、波・電磁気編12編)より精選し、アニメーション、シミュレーション、クイズ・学習問題等を組み合わせ、ネットワーク上のマルチメディア教材として試作した。製作は、三重県立名張西高等学校教諭の斎藤暢久先生と共同であったり、教育実践等については、彼の学校および近隣の高等学校で行う計画である。

#### (1) ソフトの内容

私たちの身の回りで、普段なかなか気づかない物理現象を取り上げ、学校で勉強する物理法則や理論とをやさしく結びつけた内容である。最近の理科離れ、特に物理離れを少しでもくい止めようと考えたもので、学校の授業での利用、家庭等での学習など、幅広い対応を目指している。試作教材は、「波」に限定しているが、教育実践の効果やネットワーク上の学習ソフトウェ

アとしての有効性を検討しながら、他の分野の製作に取りかかる予定である。

今回取り上げた「波」の内容は、「波の基本」(波の基本性質、波の合成等)、「音」(音波の性質、干渉、ドップラー効果等)、「光」(光の反射・屈折、干渉、偏光等)で、それぞれ、身近な現象を動画や解説、シミュレーションを利用した模擬実験、学習問題やクイズで構成した。それらのページのリンク概要を図2に示す。現在の総容量は動画を含めて約25Mバイトである。

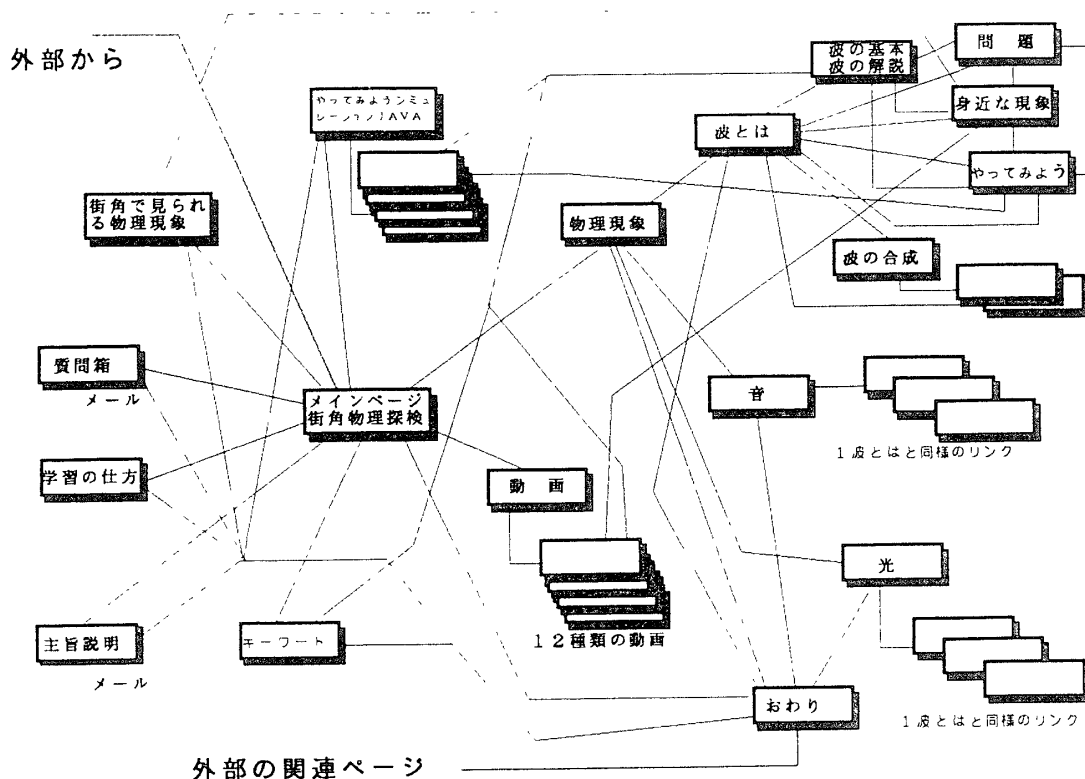


図2 試作教材「街角物理探検」の各ページ間リンクの概要

(2) ページリンク

メインページには、「物理現象」、「街角でみられる現象」、「キーワード」、「やってみようシミュレーション (J A V A)」、「ムービーのページ」を用意し、ここからスタートして学習者の意志にしたがい自由に探検・学習できる。そして、どのページからでも、参照可能な網状リンク構成にしたが(図2)、全体は基本的な階層構造に従っている。例えば、「物理現象」からスタートして「波の基本」を選んだ場合、各項目ごとに「解説」を付け、身の回りで見られる現象を解説文や写真、そして動画によって紹介する「身近な物理現象」、自分で実際にできる実験の手順解説やシミュレーションのページ「やってみよう」、簡単なクイズや学習問題を設定した「クイズ・学習問題」、疑問に思ったことなどの質問ができる「質問箱」へそれぞれリンクしている。他の項目についてもこれとほぼ同様の構成で、必要に応じて、静止画や動画、シミュレーションなどの配置を工夫している。初期メニューの中で、日常生活で見過ぎてしまいそうな物理現象を集めたページ(表1)、基本的な用語から検索できるページ(表2)は、直接メニューから関連の解説ページへ相互にリンクしている。そして、シミュレーションプログラムを集めたページ(表3)、動画を集めたページ(表4)では、直接メニューから探検することができ、必要に応じて、解説など、基本階層に組み込まれているページへリンクする。



表1 身近な物理現象のメニュー

鏡	踏切の音
眼鏡・レンズ	自動車のクラクション
声・楽器	道路の黄線
CD	暑い日の路面・曇気楼
ばね	水面の波
しゃぼん玉	水面の反射
油	水鳥・ボート
ロープ	池の波
光ファイバー	湖・窓ガラス
うなり	川の深さ
昼と夜の音の伝わり方	海岸の波
ショウウインドウ	花火・雷
救急車のサイレン・電車の警笛	やまびこ

表2 キーワード検索メニュー

浮き上がり現象
うなり
音の干渉
音波
重ね合わせの原理
くさび
ドップラー効果
波の関係式
波の種類
波の反射・屈折
ニュートンリング
薄膜
光の干渉
光の屈折
光の反射
偏光

表3 JAVAによるシミュレーション

	アプレット名	シミュレーションの概要
波 形	hakei1	任意の振動数を入力し該当波を描く
波 形	hakei2	任意の振動数、速さを入力し該当波を描く
合 成 波	gousei	任意の振動数を入力し二つの波の合成波を表現する
う な り	unari	任意にお互いに近い振動数を入力し二つの音によるうなりの波形を表現する
干 渉	kannsyo7	A、Bの2点から波が発生し、ある点Pの振動の様子を表現する
干 渉	kannsyo8	A、Bの2点から波が発生し、ある点Pの1周期分の振動の様子を表現する
定 常 波	teizyo2	A B間のある点Pの1周期分の振動の様子を表現する
定 常 波	teizyo3	A B間のある点Pの一周期分の振動の様子をそれぞれ書き残して定常波の様子を表現する
正 弦 波	seigen	正弦波のある点P（マウスで指定）の振動の様子を時間と共に表現する
反射屈折	hankusse4	真空とある物質との間で、マウスにより入射方向を変えた反射・屈折・全反射の様子を表現する

表4 動画メニュー

海岸の波	海岸に打ち寄せる波の屈折の様子
道路の黄色い線	黄色い線の凸凹の上を通る場合の振動数変化
花火	打ち上げ花火の光と音のとどき方
うなり	二つのおんさを鳴らす
干渉実験	二つのスピーカーから出る音の干渉実験
電車 (音源が動く)	電車が警笛を鳴らしながら通過 (観測者静止)
自動車 (音源が動く)	自動車がクラクションを鳴らしながら通過 (観測者静止)
自動車 (観測者が動く)	クラクションを鳴らした自動車の前を通過 (観測者移動)
自動車 (両方が動く)	自動車、観測者の両方がすれ違う
逃げ水	熱く焼けた路面に見られる逃げ水
シャボン玉	シャボン玉の虹模様
ショウウインドウ	偏光板によるショウウインドウの観察

(3) 実行環境

- ・ブラウザ：Netscape 2.01以上または、同等のJ A V A対応ブラウザの動くソフト
- ・OS：Windows 3.1、Windows 95、MAC\_OS
- ・ハード構成：256色以上表示可能C R T、マウス、インターネット接続可能なL A Nボードまたは、P P Pダイヤルアップ用モデム
- ・ソースコード：Java Developer's Kit (JDK) 1.0.2 Release に適応

(4) ソフトの起動方法

Netscape 等のブラウザソフトより、

<http://www.nagoya-wu.ac.jp:8088/~saitou> (暫定) と入力。

(5) 対象校種 高等学校 1～3年 教科：理科 (物理)

(6) 教育実践計画

学習ソフトウェア「街角物理探検」は、理科 (物理) の教科書に従った特定の単元に利用する学習ソフトウェアではなく、課題研究、探究活動などの自主的活動に適している。

日常生活で何気なく見過ごしている現象に物理との関連を見い出し、物理に対する興味や関心を高めることを目的としているので、次の内容での実践を予定している。

〈実践の内容〉

- ① 「日常生活で見つけよう物理現象」などの課題を設定して、まず、生徒自身の足で題材を探し出す。
- ② ソフトを使い、自分で見つけた現象の物理的意味を学習するとともに、物理の法則を発見し、その抽象化からシミュレーション実験まで展開する。
- ③ 課題研究の過程および結果をレポートとしてまとめ、ネットワーク上に書き込む。
- ④ 意見や質問事項をまとめ、ネットワーク上で交換する。

〈実践の計画〉

- ① 実践校の担当教師と授業計画を立てる。
- ② 学習ソフトウェア「街角物理探検」を授業計画に従って検討し、必要な修正を加える。

- ③ 上記実践内容に従って実践する。  
(学習過程での意見交換、教材提供者とのリアルタイム対応など)
- ④ 教材提供者、実践校の担当教師、学習者の3者間の共有空間の有効性について検討する。
- ⑤ ネットワーク上の C A I の提供方法等について検討する。

2-3.

## ドップラー効果 身近な物理現象



### ア. 救急車、電車

救急車がサイレンを鳴らして通り過ぎるときや、電車が警笛を鳴らして通り過ぎるとき、



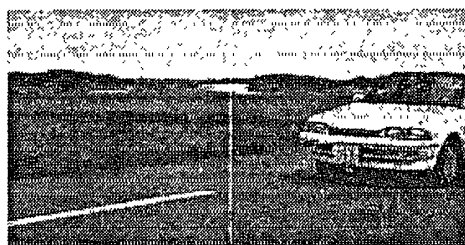
### イ. 踏切の音

電車に乗っていて、踏切を通過するときの警報機の音。

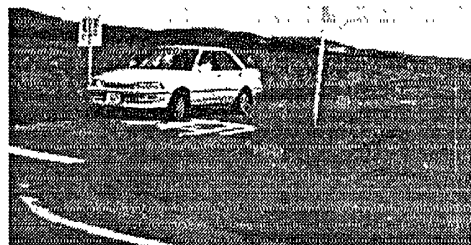
### ウ. 自動車

自動車がクラクションを鳴らしたとき、

#### 音源が動く場合



#### 観測者が動く場合



#### 音源・観測者とも動く場合



### エ. 水鳥、ボート

水鳥やボートが動いているときに出来る波紋の間隔を見る。

図3 試作教材「街角物理探検」の身近な物理現象「ドップラー効果」

## 考 察

今の日本のインターネットブームは強烈である。どこでどのように始まったのか時期は不明確だが、アメリカのゴア副大統領の“情報ハイウェー”構想が一つの火付け役にはなっている。そして、これまでの文字情報に加えて、絵や写真、音声、動画などを複合的に組み合わせた新しい情報ネットワークWWWが広まったことにもよる。

今年になって、急激に民間プロバイダが増え、価格も安くなってきている。その気になれば、個人あるいは、グループが自由にホームページを持つことも簡単である。現在、我々が目にするホームページの多くは、情報の提供が主であるが、これを学習の道具として活用することも十分意味のあることである。インターネットを教育に利用することを考え、ホームページを学習の道具として見るならば、一方的な情報の提供だけではだめである。つまり、インタラクティブなC A I、いわゆる、学習者参加型のC A Iをホームページ上で実現しなければならない。そこで、学校あるいは家庭等で利用する学習ソフトウェアの満たすべき条件として次の項目をあげることができる。

- (1) 多くの教育実践から培われた良質のソフトで十分教育効果が期待できる。
- (2) 学習内容の変化や学習者の要望等によって、常に改良されている。
- (3) 利用が容易で安価である。
- (4) メモリーやハードディスク等の負担が少ない。
- (5) 処理が高速で、マルチメディアに対応している。
- (6) 学習者との対話型で、K R等のメッセージが的確である。

ネットワークを通して提供される学習ソフトウェアは、これらの条件を十分満足するものである。さらに、教材資源を一台のサーバにすべて置く必要もないことから、今後、さらに発展が予想される分散型コンピューティングに適應した、教材データベースが実現でき、教材間のリンクを可能にする。例えば、J A V Aで作られたアプレットの相互利用などである。

学習ソフトウェアがC D - R O Mで提供された場合、コンピュータにインストールして実行させなければならない。コンピュータにインストールすることは、最小限のシステムだけでも、種類が多くなれば、それだけハードディスクなどの容量を圧迫する。また、学校等の教育機関に数十台のコンピュータが設置されている教室では、インストール操作が煩雑になり簡単ではない。ネットワークで供給される教材は、データの許容量を拡大し、実行しているコンピュータの負担が少ない。特にC D - R O M等の媒体を通した提供では、前に述べた条件(2)、(3)、(4)の点で難しい。

本研究では、ネットワーク上の学習ソフトウェア「街角物理探検」を試作して多くの教育実践を経ながらインターネットの教育利用の方向を探ろうとしている。しかし、回線スピードが問題で、動画や大きな画像、そして音声はP P P接続(モデム経由)では遅くなり、耐え難い面がある。また、今のところ、アプレットの起動も速いとはいえない。ブームに乗ってインターネット利用者が急増し、トラフィックが増大している今、通信回線の整備の遅れが目立ってきた。しかし、近い将来、国内のみならず海外の教材へもリンクでき、いつでもどこからでも速いスピードで利用できるようになると思われる。

試作ソフトは、インターネットに接続されていない学校などへは、C D - R O Mとして提供することはできるが、一度、焼き付けて配布すると、バージョンアップ時に何度も、作成しなければならない、大変な手間となる。特に、学習者の要望をリアルタイムに反映する場合など、

不可能である。

### あ と が き

今、WWW上での教育ソフトの製作がはじまりつある。今後、良質な学習ソフトウェアが多く蓄積されることを期待し、今後とも頑張りたいと思う。次回に、試作ソフトの教育実践結果等を報告する。1996年7月より試作ソフトを暫定的にサーバ上におき、限定公開をしているが、10月までの約3ヶ月に247件のアクセスがあり、全国から貴重な意見をいただいております、細かい改良を加えることができた。また、HTMLおよびJAVAを使った学習ソフトウェア「街角物理探検」の試作にあたり、三重県立名張西高等学校教諭の斎藤暢久先生の努力に感謝し、今後の教育実践研究において、教育現場との協力体制の強化に努めたい。

### 参考文献

1. 斎藤暢久他(1991)、ビデオ教材「街角物理(力学編)」、日本理科教育学会東海支部大会研究発表資料集
2. 白井靖敏他(1992)、ビデオ教材「街角物理(波・電磁気編)」、日本理科教育学会東海支部大会研究発表資料集
3. 大谷卓史、武藤健志(1996)、「はじめてのJAVA」、技術評論社
4. 佐藤秀治、足立隆弘、吉田智子(1996)、「Java アプレット入門」、ソフトバンク
5. 一条真人(1996)、「はじめてのHTML」、秀和システム
6. 笹木望、太田晶宏、藤崎真美(1996)、「HTML & CGI入門」、AI出版
7. 吉村信、家永百合子、鏡聡(1996)、「インターネット ホームページデザイン」、翔泳社

### SUMMARY

With the growing popularity of the internet, the CAI (Computer Assisted Instruction), a studying system which uses ordinary computers, is now available on the network. The study materials which have been previously loaded up can be accessed from even the world's most remote places. I have tried to maximize its possibilities by making models of software dealing with simulations, animation, and studying practices on the WWW (World Wide Web).