

HTML形式を使った学習ソフト

—p-形半導体—

竹野下 寛・川里 祥之*¹・ルディ・ダルマワン*²

長崎大学教育学部 技術講座

*¹:長崎大学附属中学校 *²:インドネシア (留学生)

(平成12年10月31日受理)

A Study Software for Training Using the HTML Form Files

—p-Type Semiconductor—

Hiroshi TAKENOSHITA, Yoshiyuki KAWAZATO*¹ and Rudi DARMAWAN*²

Department of Technology, Faculty of Education, Nagasaki University, Nagasaki 852-8521

*¹: Middle School Attached to Nagasaki University *²: Student studying abroad from Indonesia

(Received Oct. 31, 2000)

Abstract

我々はインターネットで使われている HTML 形式を利用して教材ソフトを作成し、その可能性とその効果について研究した。HTML 形式学習ソフトのテーマには「p-形半導体」を取り上げた。今回、作成する教材ソフトは内容の高度化を図り、文献価値を重視した作成方法を取り、文章で理解させようとするのではなく、写真、図を中心とした視覚での理解を得ようとしたものである。

被験者は中学生 (中学 1 年生 39 名) と、大学生 12 名との 2 グループに無記名のアンケートを依頼した。中学生は授業を受けていない、または、高度な内容である。他方、大学生は講義で習った内容という対比させたアンケート調査である。アンケート設問は 8 グループ 20 項目を 10 段階評価する前回³⁾と同一である。結果の分析は、A グループ: HTML 形式のソフトを「作ってみたい」、「使ってみたい」を選択した被験者、B グループ: 「使いたくない」「必要性がない」を選択した被験者とした。被験者 (中学生: 1, 大学生: D) を各々 A, B の 2 グループに分け、合計 4 グループ (1A, DA, 1B, DB) のアンケート結果について検討している。アンケート結果は全項目で A グループの評価がやや高く、B グループはやや低い評価が得られた。しかし、B グループからも大変高い評価があった。

本学習ソフトを使った授業構成は以下の利用法が良く、(I) まず先生が概要を授業 (説明) する。(II) その後、生徒は各人のペースで HTML 形式教材ソフトを使い学習する。(III) 最後に、学習内容をクラス全員でまとめる、と言う利用法が適切であることが分かった。

*¹: 長崎大学附属中学校 長崎市文教町 4-23

*²: 国費教員研修留学生 (インドネシア)

We made material software by utilizing the HTML form that is used in the Internet and studied about the possibility and the effect as a styling software. “A p-type semiconductor” was taken up to the theme of HTML form study software. It made to take the production method that the materials of software that we make intends the advancement of the contents and the worth as an article is esteemed. Not trying to impress it with a sentence this software is been the one that tried to obtain the understanding in the vision centering around the photographs and figures.

The testee asked an unregistered questionnaire reply of 39 junior high school (1) students and 12 university students(D). A junior high school student, be not receiving a lesson or are advanced contents. The other, university students are the questionnaire survey in the contrast that are the contents that learned with a lecture. We did the analysis of the result with the following 4 groups. An A group, “want to try to make” the software of a HTML form, “wants to try to use it made” the testee who it selected. It made the testee who a B group selected “there is not need” that “does not want to use”. The same question to, all the items with the evaluation of the A group a little bit high evaluation, a little bit low evaluation was obtained from the B group. However, there was very high evaluation even from the B group.

As for the lesson constitution that used this study software the following use is good. (I) First step, a teacher does and explains (or teach) an outline. (II) After that a student learns it by using HTML form material software with the pace of everybody. (III) It understood that the use that says that last step, the contents of study are summarized with class everyone is appropriate.

1. はじめに

パソコンがDOS環境からWindows(Win)環境へと移行し機能的にも大幅に拡張された。Win版パソコンでは、ほとんどすべての市販機種にインターネット閲覧可能な「ブラウザ」が組み込まれている。これらのパソコンを使って、学校現場ではインターネットを利用した授業に種々な試みがなされている。ただ、“インターネットを利用した授業＝電子図書館”の感があり、「調査の一手法」¹⁾とした利用法が主である現状は実に残念である。

そこで、HTML形式で記述してホームページ(HP)と同様に、HTML形式学習用ソフトを製作することにした。HPのファイル形式を使い、外から情報を受け取るのみでなく、しかもOSに依存しない学習ソフトを製作しようと計画した。そこで、DOS版で得た良い点は引継ぎ、使用法を改善した「説明ファイル」²⁾のWin版としてHTML形式の学習ソフト「フロッピーディスク」について製作し、そのアンケート結果を報告した。³⁾

その結果、(1)HTML形式で教育用ソフトを作れる可能性が認められた。(2)利用すれば各人のペースで学習できる。(3)概略を講義した後、本形式ソフトでデータなどより深い内容と講義内容を確認させる使用法が効果的である。(4)アニメーションなど動きを取り入れた説明が好評である。他方、(5)現場での利用法(表示設備、講義時間配分)が難しい。(6)製作技術(コンピュータ言語、操作法など)よりも“テーマの知識を必要とし作成が難しい”

(と考えている)。本ソフトは現在の市販パソコンである Win 搭載機の PC-9821, PC-98 NX, IBM の PC 互換機である DOS/V 系と, OS の異なるアップル社製品(マッキントッシュ (Mac))のいずれの機種でも使用が可能である。しかし, (7) OS 依存性が無いことは重要視されないこと, などが分かった。

今回は, (3), (4)の観点を中心問題に選び, 概略を講義した後の“学習内容充実”を主な使用目的とした。“文献性と復習の効果”を重視のため, (a)内容の高度化を計り, (b)被験者には, あえて中学生を中心のアンケート結果からソフト内容の改善方向を見いだそうとした。テーマには「p-形半導体」を選び, あえて「n-形半導体」や「真性半導体」にはふれないうで, 半導体のテンナインと言う“高純度”と“正孔の動き”を中心とした「p-形半導体」とした。最終的には作成した HTML ソフト全てをリンクさせて大きなジャンルに仕上げ, かつデータベース化する事を計画している。

2. 目 的

HTML 形式は基本的にテキストファイルのため, ワードプロで記述し, HP 製作ソフトを使って装飾を行えば大変簡単である。HTML 形式で記述するに必要な「タグ」などの知識がなくとも, HP 製作用ソフトを使用すればワードプロ感覚で記述し, 装飾し作成することは容易である。即ち, コンピュータ利用の授業が, コンピュータ言語の知識よりも学習知識・内容がより重要である授業・講義が可能になることを意図しているものである。しかも, 最近まで HP 製作ソフトの幾つかはブラウザ添付のサービスソフトであった。一方で, ワードプロソフトが進化しており, ワードプロで記述した文書を HTML 形式で保存すれば良い。ワードプロが文字の“テロップ”まで可能にしているなど HTML 形式にかなり踏み込んでサポートするようになってきている。このように, “HTML 形式学習ソフト”を作成するに大変有利な環境になってきている。

学習ソフトは, 第1段階は学習「単元」の1つを選択して HTML 形式で作成し, 順次, 別の単元についても作成して行く。第2段階で, 関連部分をリンクして更に広い範囲の内容補完・充実をさせた大きなジャンルのソフトとしたい。第3段階は, これらをデータベース化するという手順で進めたい。作成したソフトはアップロードすることで広範囲な利用が可能である。現在はアップロードするよりも, 写真, 絵, 図などを高解像度で作成して文献性を高め, 光磁気(MO)ディスク, CDなどで配布することを考えている。

今回は, テーマに「p-形半導体」を選んだ。あえて「n-形半導体」や「真性半導体」にはふれないうで, 半導体のテンナインと言う“高純度”と“正孔の動き”を中心とした「p-形半導体」に集約した。これは, 今後「n-形半導体」, 「真性半導体」についても記述し, これらをリンクし「半導体」と言う大きなジャンルに仕上げるために, まず1部分を作り上げることを目的とした。更に, 「p-形半導体」について好結果が得られれば, 同じ手法で「n-形半導体」, 「真性半導体」を作成することは容易であると考えたためである。

3. 方 法

製作に使った機器は、組み立て DOS/V 機、表示は17インチのディスプレイを使い、1024×768の画面で行った。まず、ワープロで文章を記述し、HTML形式で保存する。最初から HP 製作ソフトを利用しても作成可能である。しかし、ワープロを使用した場合が文章の入力・変換速度が良好で、文章変更などの対応がスムーズである。ソフトは一太郎 V10(ジャストシステム)を使用した。もちろんワード(マイクロソフト)でも製作可能である。

写真はデジタルカメラ(C-1000L(オリンパス,))を、図や表は製図後にイメージキャナ(GT-9500(エプソン))で画像を取り込んだ。写真、取込画像はハイパーキッド(アイフォア)で加工、文字入れ、サイズ変更などを行った。HP 製作ソフトにはホタル V6(Ho, デービーソフト)を利用し、スクリプトはエディタ(Mifes, メガソフト)を利用して記述した。ブラウザを使った動作チェックは、DOS/V 機、PC-9821機(PC-98)ではインターネット・エクスプローラ(IE)V5.0/V5.5および、ネットスケープ・ナビゲータ(NN)V4.7, Mac 機では、NN V4.5の各ブラウザを使ってテストを実施した。製作ソフトはスクリプトで表示画面の横幅を1000ドットに指定している。

3-2. アンケート調査

3-2-1) 被験者

被験者は中学生(中学1年生39名、内31名は付属中学生、記号:1)を中心に、大学生(大学院1年に学部3, 4年生(理系)12名、記号:D)の2グループに無記名でのアンケートを依頼した。HTMLソフトの内容は、中学生にとっては“まだ授業を受けていない”, または, “高度な内容である”。他方, 大学生は“講義で既習済みの内容”である故, 未学習と既習済みの対比したアンケート調査が可能な被験者選びである。両者ともアンケートに先立って, 「P-形半導体」についての講義や説明は行っていない。

アンケートは無記名であるが, 学年と男女の項目は設けておいた。しかし, アンケート結果に男女の差が認められたのは, 背景や文字色についての項目に幾分差が見られただけであった。それ故, 性別の評価に差は無いと判断しグラフに男女区別はない。

また, アンケート用紙には評価値選択の項目以外に, 項目選択と自由記述スペースが設けてある。その項目にHTML形式のソフトを「作ってみたい」, 「使ってみよう」, 「使いたくない」, 「必要性がない」という設問を設けている。今回の集計に当たり, この項目のアンケート結果に注目して, 被験者グループを

A: 「作ってみたい」「使ってみよう」グループ, (1A, DA),

B: 「使いたくない」「必要性がない」グループ, (1B, DB)。

の2グループにしてアンケート結果を整理してみた。

中学1年生のAグループは16名(男子:11, 女子:5名), これをグラフの凡例に1Aと記述し, 同Bグループは23名(男子:12, 女子:11名)で凡例は1Bとした。大学生グループ(学部3年:3, 4年:3名), 大学院1年は女性2名を含む6名の全12名。凡例はAグループをDA(8名), Bグループ(4名)をDBとした。

3-2-2) アンケートの質問項目

アンケートは, 前回3)と同一内容で, 8グループ20項目について評価するものである。各項目の評価は10段階評価で, ①=不良, ⑤=普通, ⑩=良好とした一応の目安を付してい

る。(第3図の図説明参照)。なお、「図」の質問には図と表が含まれている。評価は10段階であるがアンケート用紙には評価⑩の項を設けている。これは前報³⁾のアンケートで⑩以上のところに丸印があったためである。今回の集計では評価値⑩に統合しているが、評価値⑩の件数の約半数は評価値⑪であった。アンケート結果は集計・グラフ化して「学習ソフト」の評価・検討を行なった。

4. HTML 教材ソフト

作成にあたっての留意点は、(i)高度な内容で文献価値のため写真、図を多くし、(ii)文章は極力少なくすることにした。これは、前回までのアンケート結果³⁾から、文書が長いことと評価値が低いことには高い相関性があったからである。また、表示画面を一定幅にするために、学習ソフトのスタート画面でスクリプトを使いブラウザ表示の横幅を1000ドットに指定している。製作したソフトは、61ファイル、容量2.2MBになりフロッピーディスク1枚に収容できなくなった。このため、多数同時にパソコンを起動してアンケートを集める必要性から、Win機種でCDに記録しアンケートに供給した。

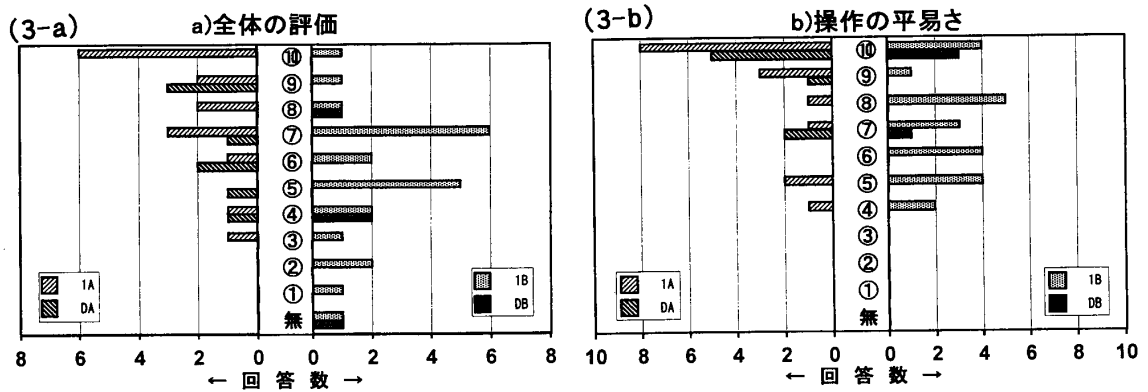
作成したHTML形式ソフトの第1頁を第1-a図に示す。最上部はスクリプトを使って「p-type Semiconductor」の文字を揺れながら表示させ変化を持たせている。タイトルの「p-形半導体」は赤文字であるが、強調のためにアンダーラインがある。画面下に「青文字をクリックしてネ」と記述し、“青文字をリンク”に使っている(第1-a図参照)。第1-b図には、正孔の動きをアニメーションで示した画面を示している。アニメーションの途中を写真にしたため、正孔は電極に到達していない。正孔を赤丸で現しその動きを赤線で、電子が動いたあとの抜け穴が正孔となる様子を青線で示して両者の動きを表そうとした。しかし、入れ替わりながら移動することを強調しようとしたため、正孔の動きを示す赤線と電子の動きを示す青線とが平行になってしまった。それ故、この知識が無い未学習者には逆に分からなくさせたようである。拡大し、矢印で移動方向を示した現在のアニメ画面に加えて、拡大せず移動矢印のないアニメ画面を追加する様に改善した。

HTML形式ソフトの動作テストの結果、PC-98とDOS/Vでは同一メディアで実行可能である。また、DOS/VからMacへの移行はフロッピーディスクで行う以外は正常に互換・動作した。すなわち、PC-98とDOS/VおよびMacの3機種とも実行可能であることが分かった。OSの違いによる使用不能の事態は発生せず、OSを選ばないことは達成できた。

5. アンケート結果

第2図はアンケート調査で問題となった部分を示した。第2-a図は強調したい文が“赤色”の“大きな”“太文字”で“アンダーライン”が施されている。しかし、リンクはなされていない。第2-b図は背景に使用したウェハーである。背景用に加工した場合、ウェハー中央のマスク合わせのパターンが目立ってしまった。これが誤解されたようで、アンケートで「不適切な背景」と批判された原因であった。

グラフは、左側が「作ってみたい」というAグループ。右側に「作りたくない」というBグループを配し、上方に向かい評価値が高くなる配列である。第3図は全体的な見地から



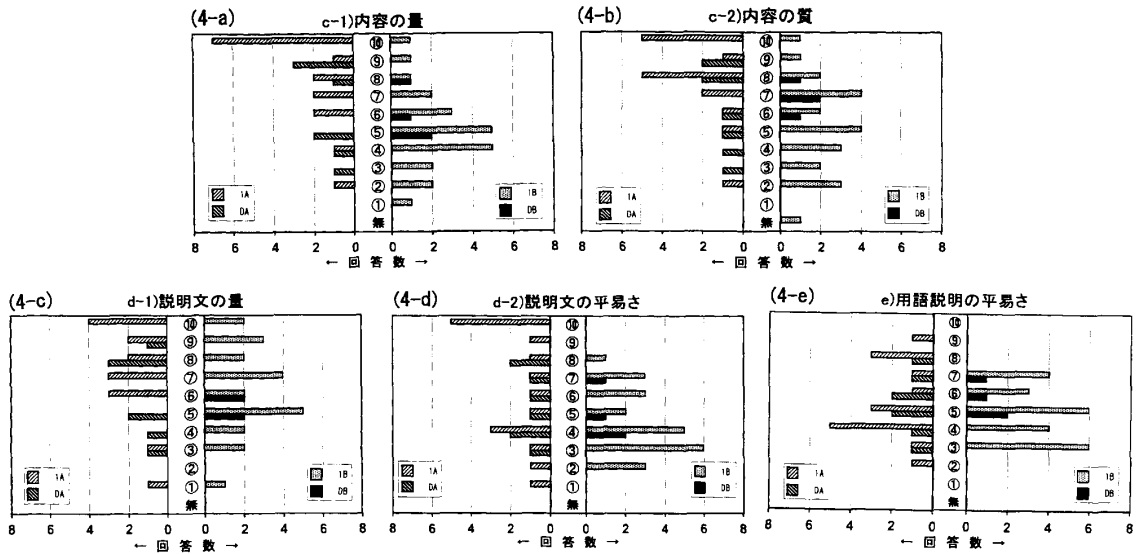
第3図 全体的な見地からのアンケート結果

被験者A：HTML形式学習ソフトを「作りたい」「使ってみたい」と考えるグループ、
 B：HTML形式学習ソフトを「作りたくない」「使わない」と考えるグループ、
 1A：中学1年生Aグループ、1B：中学1年生Bグループ
 DA：大学生Aグループ、DB：大学生Bグループ。
 評価値の順は、①(不良)<②<③<④<⑤(普通)<⑥<⑦<⑧<⑨<⑩(良好)、無：無回答。
 グラフはAグループは左、Bグループは右に大きいほど回答数が多い。評価は上方が高い。

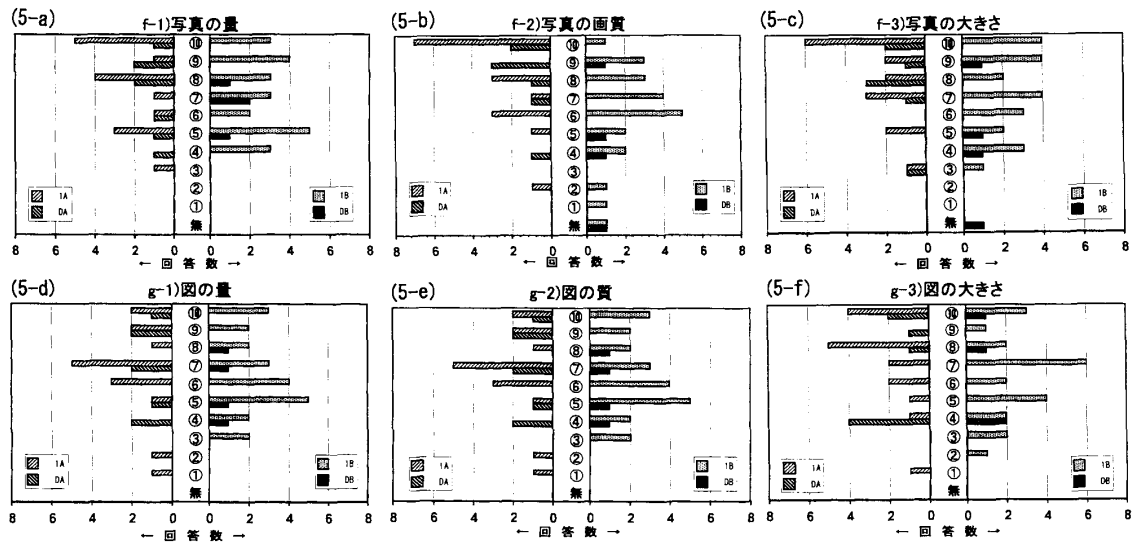
のアンケート結果で、第3-a図「全体の評価」では評価①、②が無く、③以上に分布している。特にAグループの中学生、大学生ともに評価値⑧以上がほとんどで、評価⑩が最も多い。他方、Bグループは④から⑩に広く分布し、最も多い評価値は⑤である。特に中学生では、“分からないもの=良くない”の考え方がアンケートの自由記述部から伺えた。第3-b図「操作の平易さ」ではAグループは圧倒的に評価⑩である。少数の低評価回答の原因は、文を強調するためにつけたアンダーラインが、「“アンダーラインのあるところ=リンク”という被験者の考え」にも関わらずリンクしてないこと(第1, 2図参照)が原因であった。

第4図は「全体内容の量と質」と「説明文」のアンケート結果である。第4-a図「内容の量」はAグループは評価⑩が最大であるが、Bグループは評価⑤を中心に広く分布している。第4-b図「内容の質」では、Aグループで量の評価に比べ評価を下げた人がおり、Bグループでは評価を高くした人と低くした人に二分される。即ち、全体の内容の量は良かったが、質は落ちる(難しい)ということである。第4-c図、第4-d図は説明文についての項目である。説明文の量(第4-c図)はAグループは⑥~⑩に、Bグループは広く分布し⑤から⑦である。説明文の平易さ(第4-d図)はAグループは④と⑩に2ピーク、Bグループは③~⑦と全体に低い、用語説明の平易さ(第4-e図)は、Aグループは④~⑧、Bグループは③から⑦と他と比べ全体に評価が低い。文献性を重視して記述し・作成した為内容が高度化し難しすぎたと推定される。全項目でAグループがBグループより評価が高い。

第5図は写真と図についてのアンケート結果である。写真は、量、質、大きさとも良い評価を得ている。画質で低い評価のケースは、実物大のサイズの表示を目指した画面を、ディスプレイ全画面表示を望んでいた。評価の低い無念さよりも、実物は小さいことを知らない現実を知らされた思いで、文献性の高い教材を早急に準備する必要性を痛感した。図は、写真の場合と略同じ結果であるが、「大きさ」(第5-f図)で評価が分かれている。実物写真と異なりサイズ制限はない。それ故、全画面表示のために図が大きすぎるという指摘である。我々が考える“データとしての必要性”よりも、被験者の“見た目”が評価値を



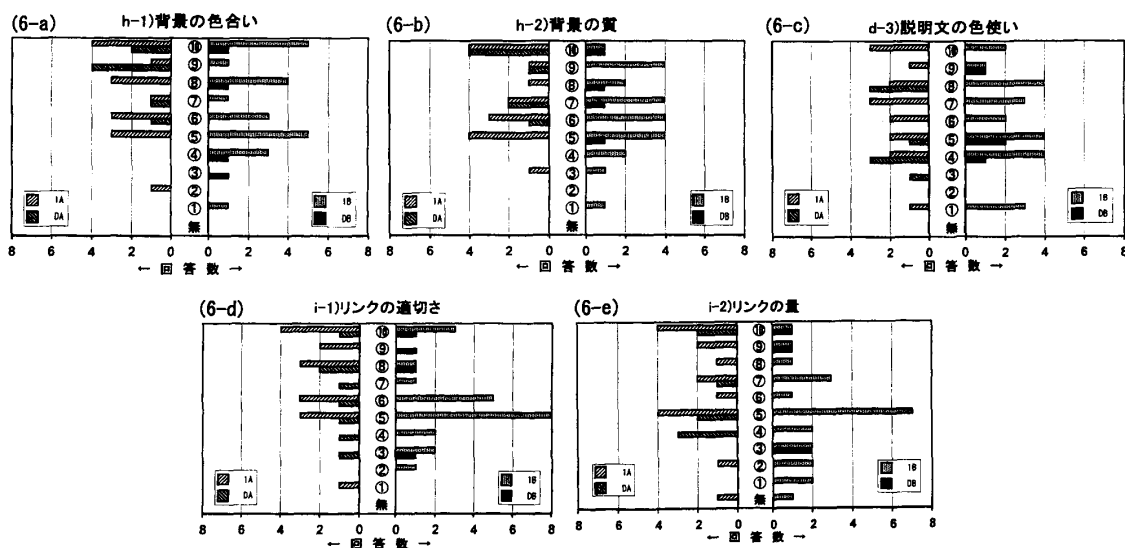
第4図 内容，説明文，用語説明に関するアンケート結果 評価値，被験者は第3図に同じ。



第5図 写真と図に関するアンケート結果 評価値，被験者は第3図に同じ。

定めていると推定される。

第6図は説明文字の色合い(色使い)，背景の質と色合い，リンクについてである。色合い(第6-a図)は前回³⁾よりも良い評価を得た。背景の質(第6-b図)は評価値の分布は広いが全体に良好な評価であると言える。しかし，本ソフトで使用した写真や図をアレンジして背景に使用していることを理解した被験者は少なかった。単に“好みの色合い”による評価である。それは自由記述部分では不適切なパターンとの指摘から分かる。改良版では，この写真や図を背景で使用していることを小さく記述することとした。文字の色使い(第6-c図)もおおむね好評である。第6-d，6-e図はリンクについてである。Aグループは評価が分散している。他方，Bグループは評価⑤に集中している。Aグループの評価値の分散の一因は，文を強調するためにつけたアンダーラインが，“アンダーラインのあるところ＝リンク”という被験者の考にも関わらずリンクしてないこと(最初の頁に「青文字を

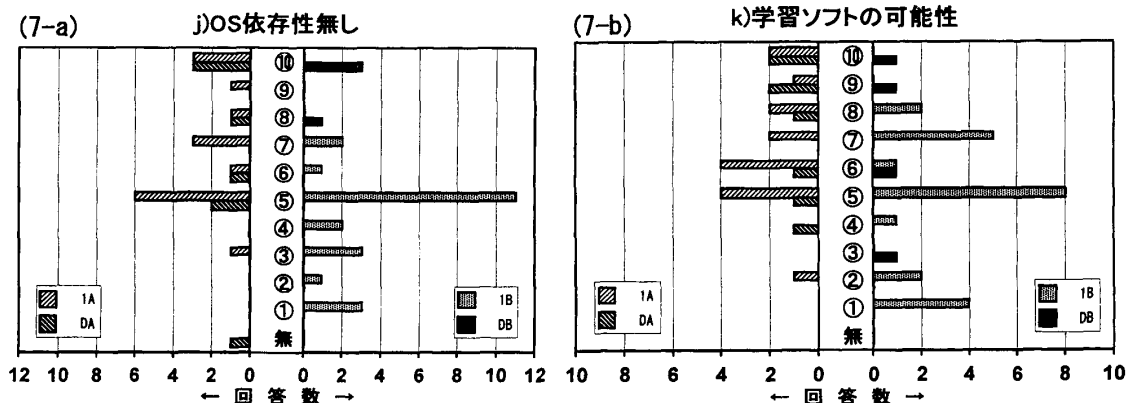


第6図 背景，説明文の色使い，リンクに関するアンケート結果
評価値，被験者は第3図に同じ。

クリックしてネ」と記述したが，アンダーラインにはふれていない。第1-a 図参照)。単結晶育成の HTML ファイル内の“単結晶”と正孔の動きを説明した HTML ファイル内の「・・・正孔の動きは単結晶の時が良い。」という記述の“単結晶”という“用語同士のリンク”がないこと。などが理由で低く評価されたことが原因であった。

第7-a 図は OS に依存しないことについてである。この質問には評価⑤が非常に多いのが特徴である。DOS 時代には OS の違いから機種が異なるとソフトは動作しないのが常識であった。ほとんどのパソコン OS が Win となった現状では不要な設問だったかも知れない。時代と機械の進歩が解決した問題なのであろう。

第7-b 図は HTML 形式が学習ソフトとしての可能性についての調査結果である。A グループは評価が④～⑩に分散し，評価②の1件は“製作が難しいから”を理由としている。B グループは⑤を中心に①から⑩の全ての評価がある。「分からない内容に可も不可もつけられない」，更には，「HTML 形式の教材作成は難しいと予想され，(自作不能なソフトは)利用もしない」と推定される。すなわち，略同一の作業なのに，HP 作りは簡単—現に自分



第7図 OS 依存性無し，学習ソフトとしての可能性についてのアンケート結果
評価値，被験者は第3図に同じ。

のHPを持つ学生もいる一であるが、“学問的知識を必要とする教材作りは難しいとしている”ことでもある。本項目では、非常に良いとする評価がある反面、前報³⁾程の全面支持は得られなかった。

7. 検 討

PC-98, DOS/V および Mac の 3 機種とも実行可能であることが分かった。ブラウザが動作すれば OS の違いによる使用不能の事態は発生せず利用できた。

現職教員にとり、転勤後も継続して製作・使用可能なソフトであれば、安心してソフト作りが行えることであり非常に重要である。DOS ベースでは「OS が異なると（機種が異なること）はソフトが動作しない（互換性がない）」ことが通常であった。むしろ、現在の OS が異なる機種が存在しても、同じソースでインターネットで閲覧可能に進化したことは利用者にとって大きな進歩である。この事実は現学生にとり当然のことで、問題点と捉えられていない。技術の進歩と時間が解決してしまっている課題であろう。

学習ソフトとしての有効性は認められている。ワープロ感覚で簡単に自作可能な学習ソフトであり、転勤後も安心して利用可能である。また、基本的に機械語化しないテキスト形式なので、各ファイルは製作後も必要に応じて、加筆、修正、再編集のいずれもが簡単に実施可能であり汎用性は大きい。にもかかわらず、製作は難しいと言う回答が大多数を占める。「HP という遊び」はできるが、「自ら学習教材の作成に立ち向かおうとはしない」ということをアンケート結果が示している。

文、写真、図がカラフルに製作・利用でき、コンピュータ言語の知識をほとんど必要としないで作成可能である。利用者側も自由に前後へ移動でき、自分のペースで読み、かつ操作できることが A グループの“製作したいとする立場の人”からは評価されている。他方、興味を示さない B グループも存在するが、かなり評価されていることが分かった。他方、文字の色調については“各個人の好み”が大きく働き文章を精読するにはモノトーンで淡く単純なパターンが良い評価を得られることが再確認できた。

また、アップロードしないので、ファイルサイズを大きくしても送受信時間に配慮する必要はなく高品位の画像使用が可能である。将来は、画面では小型画像で全体が見える状態でページを製作し、必要に応じてリンクで高品位・大画面へ移行すれば閲覧が優しくなり、かつ高品位画像の使用で文献的価値を高めることが可能である。

HTML 形式は全体の構成、製作、修正、再編集などの観点から、1つの長大なファイルよりも、小さな内容ごとにファイルを製作し、リンクさせて全体で大きくする手法が有効で便利である。製作作業のうち、リンクやテロップまでワープロソフトでも可能になってきた。HP 製作ソフトを使えばタグの知識が無くとも更に高度な機能も利用可能である。また、アニメーションも専用ソフトを使用せずともジャバスクリプトでも可能である。(第 1-a 図の揺れ文字、第 1-b 図の正孔移動のアニメーションはジャバスクリプトでの実現例。)

HTML 形式は高度な機能を求めなければワープロ感覚で文章だけでなく写真、絵、図、表を取り込むことが可能である。しかも、言語知識はほとんど使用しないで学習ソフトが作成可能なことが確認できた。内容には関係無くとも、アニメーションなど動きのあるも

のを取り入れて説明することが可能であり、ビデオとは異なった“動きのあるものの説明”を加えれば利用価値を高められ、同時に生徒に興味をもたせることもできる。理解度に応じた速度で読むことが可能なのは DOS 版と同様に良い点である。

これらアンケート結果を踏まえ、改善した「学習ソフト—p-形半導体—」の新バージョンを完成させた。これを、大学生（文系）2年生22名を対象にアンケートを実施した。その結果、HTML 形式ソフトが改善されたことが分かった。「フロッピーディスク」に続き、「コンデンサ」、「電子の質量」、「点接触ダイオード」についても製作しており、データベース化へ向けて準備を進めている。

8. ま と め

HTML 形式ソフトはブラウザが動作すれば、PC-98と DOS/V および Mac の 3 機種とも実行可能であることが分かった。OS の違いによる使用不能の事態は発生しないため、転勤後も安心して使用可能であり、かつ、基本的にはテキスト形式なので製作後も必要に応じて、加筆、修正、再編集の全てが簡単に実施可能で、汎用性は大きいことが分かった。

アンケートによる評価から、図、写真、表を中心に文章を少なく構成し、文献性の高い内容が充実したものを作成するのが良いことが分かった。内容が充実しておれば、たとえ内容が難解であっても評価は高いと言う結果が得られた。

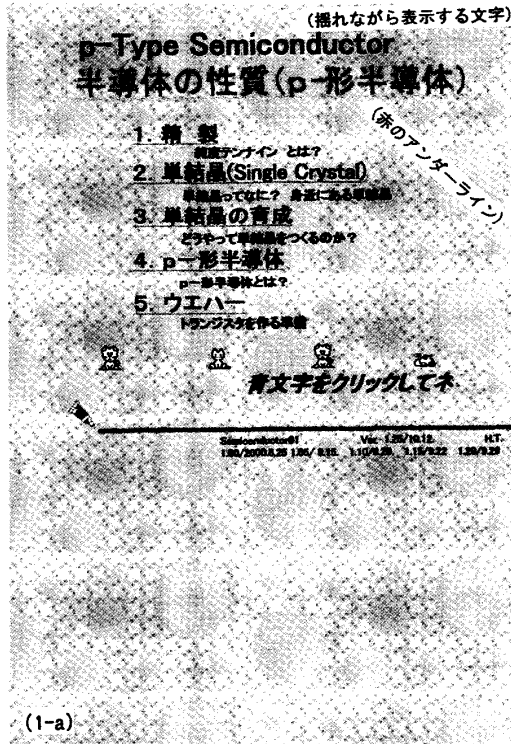
学習ソフトを使った授業構成は以下の利用法が良い。(I)先生が概要を授業(説明)。(II)生徒は各人のペースで HTML 形式教材ソフトを使い学習。(III)学習内容をクラス全員でまとめる、と言う 3 段階の利用法が適切であることが分かった。更に、これらをまとめてデータベース化を図ればより価値の高いものにすることが可能である。

謝 辞

マッキントシュ機での動作テストを引き受けてくださった本学古賀雅夫教授、アンケート実施を快く認めてくださった田原靖昭教授（長崎大学付属中学校校長）に感謝します。また、アンケートに応じてくれた、長崎大学付属中学生、本学学生、「物理まつり」での市内の中学生の諸君に感謝します。

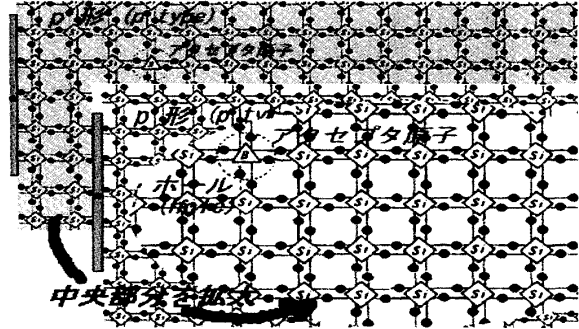
引 用 文 献

- 1) 野間 俊彦：インターネット教授法ガイドブック（工学社、東京、1999年）
- 2) 竹野下 寛：操作法を記述した「説明ファイル」を用いたコンピュータ演習
大学教育方法改善研究プロジェクト p.57（長崎大学教育学部、1995年）
- 3) 竹野下 寛、上田 美香、大島有美子：HTML 形式を使った学習ソフト—フロッピーディスク—
長崎大学教育学部紀要 教科教育学 第34号(2000.3)39-52.

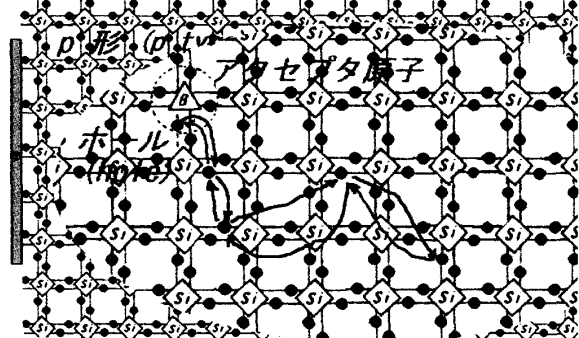


(1-a)

「p-形半導体」第1頁 (目次)



p形半導体でのホール(正孔)の動きは (赤丸(正孔)の動きに注意)



(1-b)

p-形半導体で正孔の移動する様子の画面 (画面の右側は切れている)

第1図

4. p-形半導体

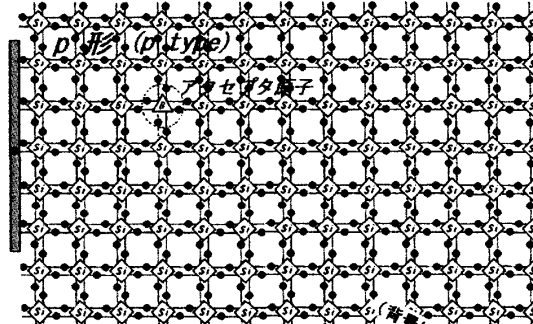
半導体(Si, Geなど)にイオン価3の元素(B, Al, Ga, In など、これをアクセプタ原子と言う)を、
わずかが取り込んだ(ドーピング)半導体は

p-形半導体 となります。
ドーピング量は、

半導体Si, Geの原子の数、500-1000万個にアクセプタ原子を1個程度
です。これが、半導体は純度が99.999999...99% (9が10個並ぶ。テンナイン)

も必要ほど高純度で無ければならない理由です。

(数百万個に1個以上の原子をドーピングすると、半導体ではなく、金属のようにふるまいます。)
B(硼素、アクセプタ原子)の位置にある電子のぬけた孔”ホール(赤点、+)”



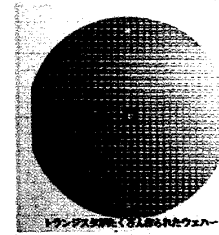
p形半導体でのホール(正孔)の動き: B(アクセプタ原子)にあったホール(赤点、+の電荷)の中心部分を拡大してみましょう。

純度、不純物ドーピングについての記述部分 (画面の右側は切れている)

不純物のドーピング。トランジスタのバターンを焼き付け、加工(バターン選り)。

を数個作り出して、接続付け、組み立て、を複数トランジスタが作られます。

この様に、1枚のウエハーにたくさんのトランジスタが並んだウエハーができます。(一枚のウエハーで一層にたくさんのトランジスタを製造することで、1個あたりの値段を下げるができます。)



ウエハーについての部分 (画面の右側は切れている)

第2図