

計算機科学の頻出概念の理解を目指した情報リテラシー教育

神村伸一 (kami@cc.cstt.ac.jp)
東北科学技術短期大学 情報工学科

インターネットのホームページ制作を題材にして、情報発信能力の育成と学問的に裏付けのあるリテラシー獲得を目指した情報リテラシー教育を実施してきた。学問的な裏付けとなる基礎概念として計算機科学の頻出概念を見据え、教科目の枠にとらわれず自由な発想ができる卒業研究をとおし、ホームページ制作過程で具現化してきた事例を教材にリテラシー教育を試みた。その結果、(1) ホームページ制作過程には豊富な頻出概念の具現化を見ることができたので基礎概念の教材として適していること、(2) 身近な事例の体験を積み重ねると頻出概念の理解が進むこと、(3) 頻出概念を理解するとリテラシーの質が向上する傾向のあることが判った。

Education of Computer Literacy based on Computer Science

Shinichi KAMIMURA (kami@cc.cstt.ac.jp)
Information Engineering Department
College of Science and Technology, TOHOKU

Making Web Pages has been used to learn Web publishing and computer literacy based on computer science. In this study, we tried to teach the 'Recurring Concept' on CS in this way. As a result, it was found that 1) Making Web Pages is good educational tool for the 'Recurring Concept' because we can have many good examples in the process, 2) we can understand the 'Recurring Concept' step by step as we gain experience, and 3) we can improve the computer literacy by understanding the 'Recurring Concept'.

1. はじめに

1995年度以来、情報工学科の卒業研究の中でインターネットのホームページ制作を題材にした情報リテラシー教育を実施してきた。目標はインターネットの情報発信能力の育成と学問的な裏付けのある筋のとった情報リテラシーの獲得である。ある特定のアプリケーションソフトの操作技術に偏った能力ではなく、様々な現象の裏に隠れている本質(基礎概念)を理解することで知的作業を効率よく進めるための能力である。本研究では計算機科学(CS)の頻出概念(recurring concept)を学問的な裏付けとした。具体的には学生が教科目の枠にとらわれず自由な発想ができる卒業研究において、ホームページ制作を題材とし、制作過程で具現化してきた事例をとおしてCSの頻出概念(12項目)の理解を試みた。学生の身近で起こる事例の体験を積み重ねた後、頻出概念を教授し理解してもらう手法をとった。その結果、ホームページ制作過程には豊富な頻出概念の具現化を見ることができたの

で、基礎概念の教材として適していることが確認できた。また身近な事例の体験を積み重ねると頻出概念の理解が進むことと、頻出概念を理解した学生は情報リテラシーの質が向上する傾向があることを確認できた。

2. 情報リテラシー教育の基本方針

筆者が目指している情報リテラシーは、特定のアプリケーションソフトの操作技術や知識の習得ではなく、基礎概念を会得し学問的な裏付けのある知識や能力のことである（参考文献 [5] 参照）。基礎概念の理解を伴わない特定のアプリケーションソフトの操作技術は、応用が利かず短期間で陳腐化する。単なる操作技術は自分でマニュアルや参考書籍を読み習得できるものであり、情報処理の過程に現れる様々な事象の裏側に隠れている基本的なモノの考え方（基礎概念）を理解することが重要だという認識を養う。指導側はこの視点から計算機科学の基礎概念である12項目の頻出概念を見据えて、教育内容に筋を通し、リテラシー教育を実施することにした。また学生に頻出概念をスムーズに理解してもらうためには、カリキュラムの教科目のように限られた学習範囲の中で教育するよりも、卒業研究の自由な学習過程の身近な事例を通して教育した方が効果的だと考えた。従来手法である理論を説明、理解してから演習を行い検証するのではなく、まず事例を豊富に体験した後に理論を理解させる方法である。

3. リテラシー教育システム環境の改善

情報リテラシー教育用のシステムはホームページ制作という知的作業を支援し、かつ利用者に優しいシステムであるべきだと考えた。このためには利用者から見て一貫性のある操作環境を提供することと、技術的な敷居が低くシームレスなネットワーク操作が可能な環境を提供する必要がある。なぜなら利用者に対する技術的な負荷をできるだけ軽くし、本来の知的作業に集中させるためである。以上を検討した結果、作業用パソコンは研究室設置のApple社製Macintosh（以下Mac）×5台と学科演習室設置のMac×4台を学内LANに接続して利用した（図1参照）。全ての作業用パソコンはTCP/IPを実装しているのでインターネットへ直接アクセスすることができる。また1995年度までWebサーバーはunixワークステーション（サーバーソフトはCERN版httpd）を利用していたので、学生はホームページ更新の際に不慣れなunixのftpコマンド等を操作しなければならず、更新するのに苦労している様子が見られた。そこで1996年度からはMacでWebサーバー（STARNINE社製「WebSTAR」）を構築して利用した。この結果、ネットワーク上のどの作業用パソコンからでも一貫性のある操作とシームレスなネットワーク操作ができるユーザインタフェースを提供し、しかも意識せずにHTMLファイルを一元管理しつつ、ホームページ制作・更新とサーバーの維持・管理が簡単にできるようになった。作業用パソコンのOS操作で簡単にwebサーバーのHTMLファイルを扱えることから大半の学生がネットワークに接続している作業用パソコンの操作方法とwebサーバーのHTMLファイル更新方法を短時間に習得できた。さらに前年度と比較してみると、ホームページの更新頻度が多くなったこと、ホームページの内容が充実してきたので、学生の技術的な敷居を低くすることができたと判断できる。

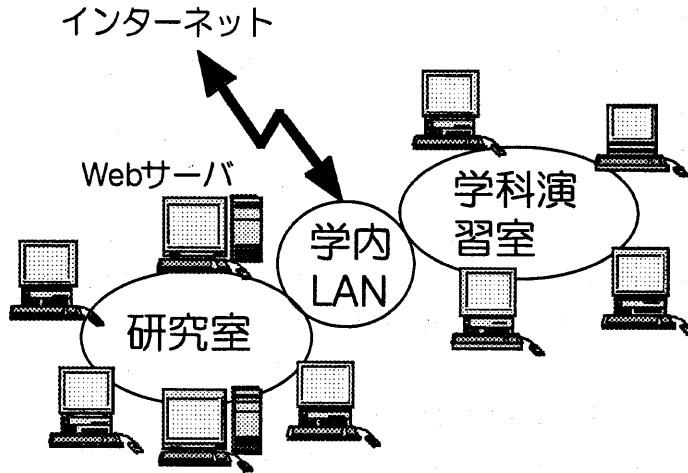


図1. 教育システムの構成

4. ホームページ制作に現れる頻出概念

ホームページ制作過程において、学生の身近で具体的にどのような頻出概念が現れてきているかを検討し分類してみた。その結果、全12項目の頻出概念が現れていることが判った。次に頻出概念毎に題材を選び、どのような事例が現れ、どのように指導すればよいかを具体的に説明する。なお複数の事例がある場合はだけ詳細に説明し、(2)以降は項目だけ列挙する。

(1) バインディング

定義：抽象概念に余分な性質を付加することによりさらに具体的にすること

題材：ファイルに余分な性質を付加することで扱いが変わり異なる結果が生じる

事例：以下の(1)～(5)

(1)HTMLファイルは、なぜテキストエディタで画像を含む表示ができないか？

HTML仕様に基づき記述した文字列はタグと文字から構成されており、ブラウザはタグを読み込むとHTML仕様に基づいた動作（画像ファイルを読み込み表示したり別のHTMLファイルを読み込んだり）をする。これに対してテキストエディタはタグも文字列も区別せず「文字の並び」として画面へ表示する。

(2)クラリスワークスV2で作成した文書ファイルは、なぜ同V1で読めないか？

(3)クラリスワークスで作成した文書ファイルは、なぜテキストエディタで読めないか？

(4)Colorit!で作成した画像ファイルは、なぜPhotoShopで読めないか？

(5)PhotoShopで作成した画像ファイルは、なぜNetscape Navigatorで読めないか？

以上のような事例を用いて、ファイルという基本的な性質に余分な性質（HTMLタグやバージョン固有の情報、様々な画像ファイル形式等）を付けてより具体性を高めていること、しかも頻繁に現れる性質であることが具体的に説明できる。また後述する（6）進化と（9）時間における順序と関連させて説明することも可能である。

(2) 大規模問題と複雑さ

定義：問題の大きさが増加すると複雑さが非線形的に増大した結果がどのような効果をもたらすか

題材：検索条件の変化

事例：以下の(1)~(2)

(1) インターネットの情報検索（検索エンジン）での検索条件

インターネットの検索エンジンを利用してあるキーワードを検索する場合、検索条件がキーワード一つだけのときと、複数のキーワード（しかもAND、ORによって異なる）のときでは検索条件の複雑さを比較する。同時に検索開始から検索結果が得られるまでの応答時間がどのように変化するか観察できる。

(2) テキストエディタにおける文字列の検索と置換

以上のような事例を用いて、単純な検索をする場合と少し複雑な検索をする場合を比較して、検索条件が増えると手間も増大すること、しかも単純に手間が倍になるわけではなく倍以上になり得ることを具体的に説明できる。

(3) 概念的モデルと形式的モデル

定義：アイデアまたは問題を定式化、特徴化、視覚化するための種々の方法

題材：ハイパーテキスト

事例：収集した情報をHTMLを使ってアイデアの視覚化

自己が設定したテーマに沿って様々な形で収集した情報を、HTMLを使ってビジュアル化させハイパーテキストを実現する。

以上のような事例を用いて、視覚的なハイパーテキストをHTMLという視覚的言語を使って実現していることで、アイデアの視覚化が説明できる。

(4) 一貫性と完備性

定義：一貫性と完備性の計算機分野における具体的してくる形、正当性や丈夫さおよび信頼性など

題材：この概念において不十分なアプリケーションソフトの動き

事例：2バイトコード（具体的には日本語）が一部未サポートのアプリケーションに漢字を入力した場合、どのように応答するか。入力した文字が文字化けして表示されたり、アプリケーションソフトが強制終了したり、OS自体がフリーズしたり様々な結果が考えられる。

以上のような事例を用いて、キータイプした日本語やファイルから読んだ日本語が文字化けするか（一貫性）、表示は文字化けするが文字データ自体は正しく入力されているか（正当性）、日本語を処理したとき妥当な挙動をするか（完備性）など具体的な事例を取り上げて説明することができる。

(5) 効率

定義：空間、時間、金銭、労働力などの資源に対するコストの尺度

題材：時間コストの効率向上

事例：以下の(1)~(2)

(1)ブラウザのキャッシュ機能

ブラウザは一度ネットワーク経由で要求したホームページに関するデータ（HTMLファイル、画像データ等）をキャッシュ（実態はハードディスク上のファイル）へ保存し、二回目以降のホームページの表示は蓄積されたキャッシュのデータを再利用、表示の効率向上を図っている。

(2)OSのディスクキャッシュ機能

以上のような事例を用いて、リソースに対するデータのアクセスの効率を図るため一度アクセスしたデータを蓄積し、二回目以降のアクセス時に再利用することで効率向上を図っていることを説明できる。(1)、(2)共にキャッシュがない場合と比較・検討させるとよい。また(10)再利用に着目して関連付けることも可能である。

(6) 進化

定義：変化する事実と影響

題材：ソフトウェアのバージョンアップとその影響

事例：以下の(1)~(3)

(1)ブラウザソフトのバージョンアップとサポートするHTMLのバージョン

ブラウザソフトは短期間にバージョンアップが行われるが、その都度サポートするHTMLのバージョンも変化し利用できるタグも増加してくる。ブラウザが対応しなければならないタグが増えると、どのような影響が現れるか具体的に検討させるとよい。

(2)統合ソフトのクラリワークスのバージョンアップと文書ファイルの互換性

(3)OSのバージョンアップと機能の変化

以上のような事例を用いて、ソフトウェアはバージョンアップという形で進化を遂げるということ、その結果において様々な影響（メリットやデメリット）が現れることを具体的に説明できる。また(1)バインディングや(12)トレードオフとその影響と絡めて教育することもできる。

(7) 抽象化のレベル

定義：計算機分野における抽象化の特質と利用、複雑さを管理し細部を隠し繰り返し現れるパターンを把握するために抽象化を利用すること

題材：複雑な細部を隠すことで直感的操作が可能なユーザーインターフェースを提供

事例：以下の(1)~(4)

(1)MacOSのGUI

デスクトップ、フォルダ、ファイルから構成されるファイル階層管理やシステムフォルダ、フォント、コントロールパネル、機能拡張などのシステムリソース管理について。

(2)MacOSにおけるネットワークディスク

(3)MacOSのエイリアス機能

(4)アプリケーション作成ファイル

以上のような事例を用いて、OSのファイル管理に関する複雑さや細部を隠し抽象化することで直感的な操作が可能なユーザインタフェースを実現していることを説明できる。また(1)バインディングや(8)空間における順序、と関連付けて説明することもできる。

(8) 空間における順序

定義：局所性と近接性の考え方

題材：ソフトウェア上の範囲

事例：以下の(1)~(3)

(1)HTMLタグの有効範囲

HTMLにおいてタグの機能が働く有効範囲は<tag>と</tag>で囲まれた範囲であるということ。

複数のタグがネ스팅する場合はネストが交差しないよう対応付けなければならない。

(2)ブラウザのホームページを開く際のOpen LocationとOpen Fileの違い

(3)MacOSのファイルの階層管理

以上のような事例を用いて、物理的な場所と理論的な場所が関連し、目的とするモノの位置や範囲が決定していることを説明できる。

(9) 時間における順序

定義：事象の生起順序がもたらす時間の考え方

題材：事象の生起順序がもたらす時間の存在

事例：以下の(1)~(3)

(1)ブラウザのキャッシュ機能がもたらすホームページ修正内容の反映時期

ブラウザが一度表示したホームページのデータはディスクキャッシュへ保存され、同一ページの2回目以降の表示はキャッシュからデータを引き表示する。これはブラウザに再読み込みを意識的に指示しない限りキャッシュの内容は更新されない。

(2)画像処理ソフト使用時のオブジェクトの生成順と配置

(3)別アプリケーションから同一ファイルをオープン

以上のような事例を用いて、事象の生起順序が作る時間によって仕様が決定するという具体的な説明が可能である。場合によっては一度決定した時間の束縛を変更できることもつけ加えたい。

(10) 再利用

定義：特定の技術や概念、システム構成要素が新しい状況下で再び利用できるか否かということ

題材：ある特定の要素が別の局面で再び利用できるかどうか

事例：以下の(1)~(3)

(1)HTML文書の再利用（対象ブラウザとの互換性）

ホームページを構成するのに最低限必要なHTMLタグだけを記述したひな形ファイルを作成しておけば、ひな形ファイルへページ固有の記述をするだけで複数のHTMLファイルを容易に作成することができる。

(2)ブラウザとキャッシュ内容（アクセス済みデータ）

(3)MacOSでのコピー＆ペースト操作

以上のような事例を用いて、何らかの要素が元の状態とは異なる局面にて再利用ができるかどうかという問題が頻繁に現れてくる概念であることを理解できる。また（9）時間における順序と関連づけ、その影響がどのような結果を招くか説明することもできる。

(11) 安全性

定義：ソフトシステムおよびハードシステムが予想外の要求を受けたときは適切に応答し自らを守る能力

題材：ブラウザソフトに対し不適切な要求を行った場合の安全面

事例：以下の(1)～(4)

(1)ブラウザが未対応HTML版を読み込んだ場合の動き

ブラウザソフトが未対応タグを読んだ場合、未対応のタグを無視するか、エラーメッセージを表示して警告するか、予期せぬエラーを起こしてソフトが停止するか、システムダウンするかといった挙動について観察する。

(2)ブラウザがデータをアクセス中にネットワークパイプが切れた場合の動き

(3)ブラウザが未対応のファイル形式を読み込む場合の動き

(4)指定したURLのアドレス獲得に失敗した場合の動き

以上のような事例を用いて、ブラウザソフトに予期せぬ不適切な要求をした場合にどのような動きが最も適切であるか、実際の挙動を観察して検討させ安全な方向へ落とすことがいかに大切であることを説明することができる。

(12) トレードオフと影響

定義：計算機分野におけるトレードオフの現象ともたらす結果

題材：画像に関連する二つの要素を平均化したときの影響

事例：以下の(1)～(3)

(1)ホームページの画像とテキストの表示速度

ホームページに画像情報を使用すると表現力が豊かになるが、多用するとページ全体の表示速度が遅くなる。逆にホームページの表示速度を速くするためには、画像を少なくすればよいが、表現力に乏しくなる。表示速度と表現力の相反する要素をバランスよく調整しなければならない。

(2)アニメーション（ムービー）の動画ファイルの容量（コマ数）と表示のなめらかさ

(3)画像ファイル形式JPEGの圧縮率における容量と画質

(5)インラインイメージに使用する画像ファイル形式のGIFとJPEG

以上のような事例を用いて、相反する二要素の平均化を図ると相互に影響を及ぼすので、環境や目的に合わせてバランスを調整することが大切だという教育ができる。さらに相反する二つの要素のバランスを調整しなければいけない場面が頻繁に起こり得ることがわかる。

5. 成果の検討

ホームページ制作過程には、計算機科学の基礎概念である頻出概念の具体例が豊富に現れていることがわかる。つまり学生は各12項目の頻出概念を少なくとも1つ以上体験していることになる。この頻出概念を理解すると、何か処理をして得た結果が妥当であるか否かの判断が容易にできるようになるので、情報リテラシーの質の向上が期待できる。これはホームページ制作過程の初期において、学生が同一概念を異なる事例で複数回体験した後に共通する基礎概念を示唆し教授すると、以降その概念が起因する結果に対して妥当か否かの判断ができていた様子が見られた。中でもバインディング、時間における順序、トレードオフと影響の三つの概念は、事例が豊富で学生の体験頻度も高く、理解度もよかった。以上のようなことからホームページ制作は計算機科学の基礎概念を見据えた情報リテラシー教育に適した教材であることがわかった。今回、インターネットの情報発信を見据えながら頻出概念という情報リテラシーに普遍的な考え方の柱を通すことで、学問的に裏付けのある情報リテラシーの育成が可能であることを確認することができた。

6. まとめ

今後の課題として、ホームページ制作過程に現れる頻出概念の事例を蓄積した事例データベースを作成する。学生も指導教員も気がつかぬまま見逃している事例もあるので、事例データベースの充実を図り、指導者の質や環境に依存しない教育方法を検討する。またリテラシー教育の対象となった学生のコンピュータの操作履歴を分析して、事例データベースと照合させ、学生が気がつかないまま素通りした事例を掘り起こし指導に活かすことも検討する。

参考文献

- [1] 大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究委員会編：大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究（平成4年度報告書）、情報処理学会（1993）
- [2] 情報処理学会：新しい時代の情報処理教育カリキュラム・シンポジウム論文集、情報処理学会（1994）
- [3] 工学系学部における専門基礎としての情報処理教育の実態に関する調査研究委員会編：工学系学部における専門基礎としての情報処理教育の実態に関する調査研究（平成7年度報告書）、情報処理学会（1996）
- [4] 神村、香野：短期大学情報工学科における卒業研究-wwwサーバーを利用した情報発信教育の事例、工学・工業教育研究講演会講演論文集、P279-282（1996）
- [5] 神村、香野：計算機科学を基礎とした情報発信リテラシー教育に関する研究、東北科学技術短期大学研究紀要第3巻、PP15-22（1997）