

# リンクと多層構造をもつ教科書の考え方

山 田 隆

## はじめに

本稿で提案する電子版教科書では2つの教材条件を満たすように考案されている。その条件とは、ひとつに、紙媒体をはじめとする従来の発行形式によって実現されるテキストやレイアウトをコンピュータのディスプレイ上にほぼ完全な形で再現することである。文字の種類や大きさ、テキストの配列、教材装飾の方法、その他多岐にわたり、紙の上に繰り広げられる構成やページの重なり、こうしたものがすべて書籍のイメージと寸分違わずに再現されることを念頭に置きたい。その際、使用環境の違いを問わない、汎用性のあるプラットフォームが提供できれば理想に近いと考える。

二つ目の条件として、書籍では実現不可能とされることを織り込んでいく。たとえば複数の教科書類を有機的につなぎ合わせ重ね合わせる。音声データや画像情報を付け加えていわゆるマルチメディアを実現する。同一項目や関係事項の間を移動したり、必要な情報を呼び出し、一カ所に集合させる。また必要に応じてインターネットに接続して、教材作成者や教師とが直接連絡を取り、問い合わせや要望を伝えるなど、情報の連結を保証したい。外部との連結を図ることは特に重要なコンセプトで、コンピュータを積極的に活用するこれからの教材にとっては成否のかぎを握るといっても差し支えないと思う。

## 1. 教科書をコンピュータ画面に再現すること

紙媒体の教科書をディスプレイ上に再現したと言えるにはいくつかの条件を

満たさなければならない。まず再現の環境である。コンピュータは機械的な構造のうえでそれぞれが異なる仕様をもっている。しかし教科書の内容物であるテキストや図表、映像、時には音声などを再生する装置は、最低条件としてもたねばならない。

またテキスト類を画面に再現し、検索や印刷などの機能を果たす場合にもアプリケーションプログラムはひとつひとつ独自の設計思想や操作手順をもち、操作の方法についても類似製品とは異なる手順を強いるものが少なくない。このことからユーザーがあるコンピュータを使いはじめた時点から、応用プログラムの選択肢と操作の方法は、特定の方向に決定づけられ、特定の機械や特定のプログラムに馴染むような特殊化がおこる。

本稿が目指す教材では、使用機種に依存すること無く、特定のアプリケーションプログラムに拘束されない環境で教材提示が実現されることが、最初の条件を満たすことになる。そのような環境を実現する努力は、これまでももちろんおこなわれてきた。解決策のひとつとして、同一のアプリケーションプログラムを可能な限り多彩なプラットフォームに移植すること、またはある保存形式を他のプログラムでも読み込みを可能にするフィルターを提供することなど、一言でまとめると、開発環境に依存することなくテキストなどの再現を可能にすることと言えよう。しかしひとつの条件を満たせば他が立たないという不都合がこれまでのならいで、電子版教科書は何度かあきらめの対象になっていた。

世界中で利用されている紙という記録素材は、利用実績が長いために度重なる改良がなされていて、これを凌ぐ媒体はないように思える。事実、私たちの目や体が、紙のもつ感触と視界の良さにすっかり慣れている。更に紙の上には文字、画像の種類を問わず、あらゆる情報が満載できる。これはすこぶる便利なことだ。

一方、電子機器で実現されるテキストはどうだろうか。文字のスタイルを変えるのはとても簡単で、しかも一度変換されると紙の上と同じくその結果は永久に固定されると錯覚しているのではなかろうか。実のところはやはり違う。ひとつの文字に対していくつかの情報が折り重なるように書き込まれているの

だ。文書作成用のプログラムではこれをユーザの目に触れないように秘密のうちに処理しているが、こうしたプログラムは利用や保存の汎用性、普遍性がほとんど考慮されていない。書かれたものが転用され得ることを忘れているようなものだ。したがって利用の環境や条件が変われば、文字やテキストの再現が保証されなくなってしまう。

文書を再現する方法の2つめとして、インターネットブラウザを使用することを挙げてもよい。HTML 言語（Hyper Text Markup Language）はページを作成するための標準仕様をもっているので、その基準を満たすように文書を作成する限り、使用環境に左右されずにページが設計通りに再現できる。フォント表示も標準規格で定められているので、たとえば特定のコード表を指定することによって必要なフォントが表示できる。

表示の標準化を推し進めるための利点を数多くもっていながら、多言語混在文書でホームページ形式の利用が思わしくない。確かに、多言語を扱う上でこの方式は、同一画面での複数のフォントの切り替えが煩雑であり、細かい設定には技術的な裏付けが要求される。しかし、これが現在もっとも広範囲で量産されているファイル形式であることを考慮すれば、大量の混在文書の再現に最適化されるよう、レベル4（HTML 4.0）を超える将来のより高度の規格統一を経て、有用なツールに育つことを期待されてもいいのではないだろうか。

ワープロに代表されるアプリケーションプログラムやホームページ形式の他に、有望な方式がもうひとつ挙げられる。それがPDF（Portable Document Format）形式と呼ばれるフォーマットである。これは米国アドビ社が提唱するファイル形式で、高精度の再現性、高い圧縮率、汎用的なプラットフォームの確保、異なるフォーマットのデータ混在など、数多くの納得できるコンセプトに富んでいる。したがって、たとえば役所の申請書類などはホームページからダウンロードしたものを手持ちのプリンターで印刷し、そこに必要な事項を記入して役所窓口に提出するという使い方が可能になる。コンピュータに指定フォントのもちあわせがなくても画面と印刷の両方で正確に再現され、問題はまったくおこらない。

PDF フォーマットを応用実現できれば、電子テキストを扱ううえでは画期的な革新になる。その理由は、いわゆるプレーンテキストでは文字情報がコード番号を表すだけで、それ以外の、たとえば文字コードの種類、スタイルを表示するための指定条件がもれている。この問題は、単に文字化けを解消するだけにとどまらない。詰まるところ電子テキストが目指しているのは、紙媒体に劣らない表現能力を獲得することにある。しかも紙と同じことを再現するだけなら、単なる置き換えにすぎない。電子テキストのよさは、従来の表示方法に加えて、他にもある。たとえばリンク構造の構築、音声・画像の取り込みと再現、応答システムの導入などが可能となる。これらの要素は紙媒体のうえでは実現不可能な、または困難をとまなう条件である。

## 2. 教科書におけるリンク構造とは

電子教科書の利点を最大限に発揮できる環境を得るためには、たとえば画面上の特定箇所文字列を代入するとか、特定のボタンをクリックすれば、文字列に組み込まれた処理を呼び出したり、対応する箇所に画面の移動や表示の変化が起こる仕組みはぜひとも必要である。リンク構造をもたない電子テキストは単なる紙面の代替物にすぎない。ディスプレイの視界が本のそれに比べてはるかに見劣りがするので、単なる再現では教育効果を図る上でなんの付加価値もないといえる。ディスプレイ上でテキストを読むことはできるが、それがその他の項目や記述とどのような関連性があるのか、またはその他に同じ記述箇所がないのかについての見通しがまったくきかない。

リンク機能という概念は、テッド・ネルソン氏が著書『Computer Lib』でハイパーテキストという名のもとに打ち出したコンセプトである。1970年代の発言である。その構想をもとにしてハイパーカードが開発され、そして現在ではHTMLがこれを実現している。

ワープロやデータベースであれば、検索機能を使ってリンクをまねた操作をすることができる。しかし検索機能を使って関連語句を引用する方法は、必ず

しも能率的な読書作業を保証するわけではない。膨大な文書量进行处理するときや未知のデータ類进行处理するときには有効であるが、教科書や参考書のように何度も繰り返し読みなおされる文書にあっては、むしろ記憶に頼って文書を行き来するほうが素早いことがありうる。

同一文書内での関連付けよりは、複数の文書やデータにまたがってこの種の作業をおこなうことの方が、むしろ現実性があり、生産性があがるように思われる。但しワープロの検索処理でこの作業をこなすには、多少の操作工夫と長い処理時間を要するのが通例である。

これまで検索指定の対象として同一フォーマットの文書を例に検討してきたが、異なるフォーマット文書の検索も十分に考えうる。特に教科書のようなデータの集合体なら、それを包括的に処理する方法を考えておく必要が大いにある。現時点ではここまで面倒な事態に陥る前に、設計の段階でそれを回避する仕様を定めることで問題を回避しておきたい。

リンク機能を考える上で、可逆的な方向に進む仕組みもまた重要である。必要な事項を参照したあとは、もとの箇所に戻るのが通常の学習形態と思われる。この点でリンクを単純に検索機能に置き換えられない側面をもっている。

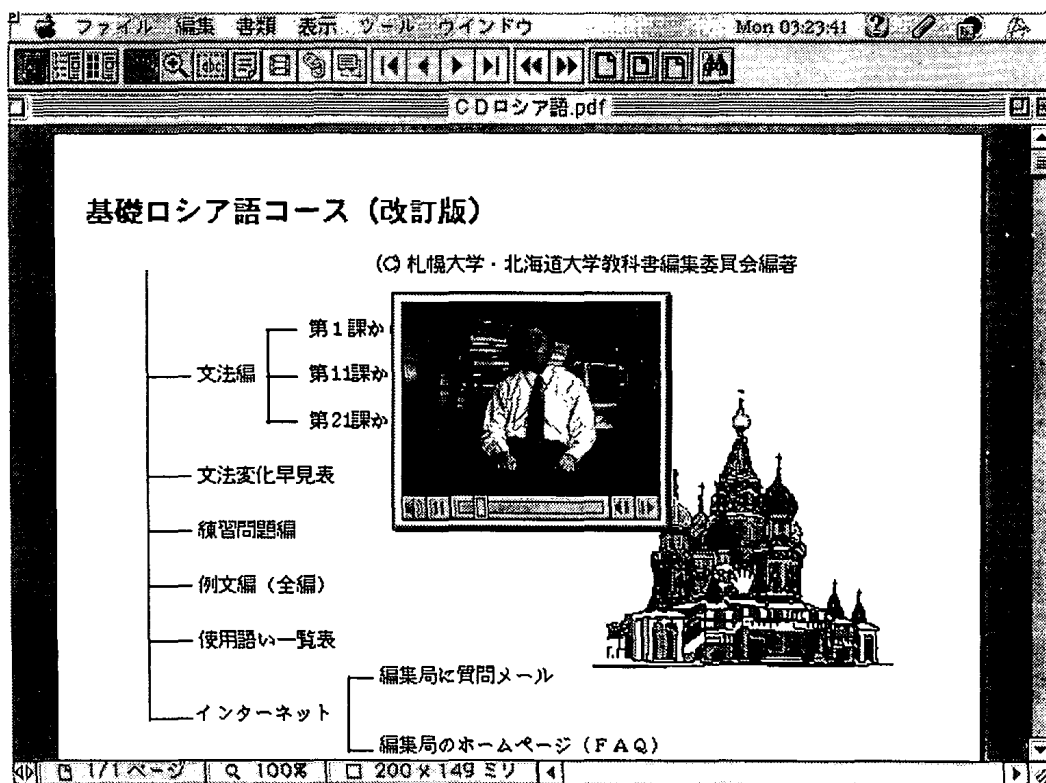
ワープロなどで可逆的な操作を可能にするには、一度に複数の画面を開いておき、適宜画面を交換する方法が考えられる。切り換える時の状態を保っているのもとの箇所に戻る場合には好都合なことが多い。この方法は、ある程度の操作技術をもっている学習者には快適であるが、習熟していない者には辛い作業となる。

限られた範囲の教材に張りめぐらされた内部リンクと並んで、外部データとリンクすることも可能である。独習にとっても教師の指導は必要である。これまで多くの場合は書かれたものを自ら読むことで実行されてきた。しかし長続きする、魅力的な方法とはいいがたい。なぜなら教師がおこなうべき作業までも、学習者が代行しているからである。そこでカセットテープやCD 音声教材が教師代行の役割を担い、現在では音声や画像の組合わさった教材がその任を引

き継いでいる。

教育方法でもっとも重要なところは、理解を助けるために質疑応答のルートを確立すること、そしてそれを効果的に支援する方策が講じられていることだと考える。今日このようなルートを、たとえばインターネットや電子メールを活用することによって開拓できる。まず教材の中に外部とのコンピュータ接続を実行するメニューを仕込む。インターネットが利用できる学習者は、必要があるときにこの回路に乗るのである。教科書作成者は、教科書の補足説明や参考資料、質疑応答の実行などインターネットの特性を十分に活かすような方策をCD教材とは別に用意しておくのである。この質疑応答システムの導入と確立こそ、これからの学習教材に不可欠な要素と目されるにふさわしい。

〔図1〕 電子版教科書のメニュー例  
ムービーやリンク機能、インターネット接続を実行



### 3. 多層構造で何を実現するのか

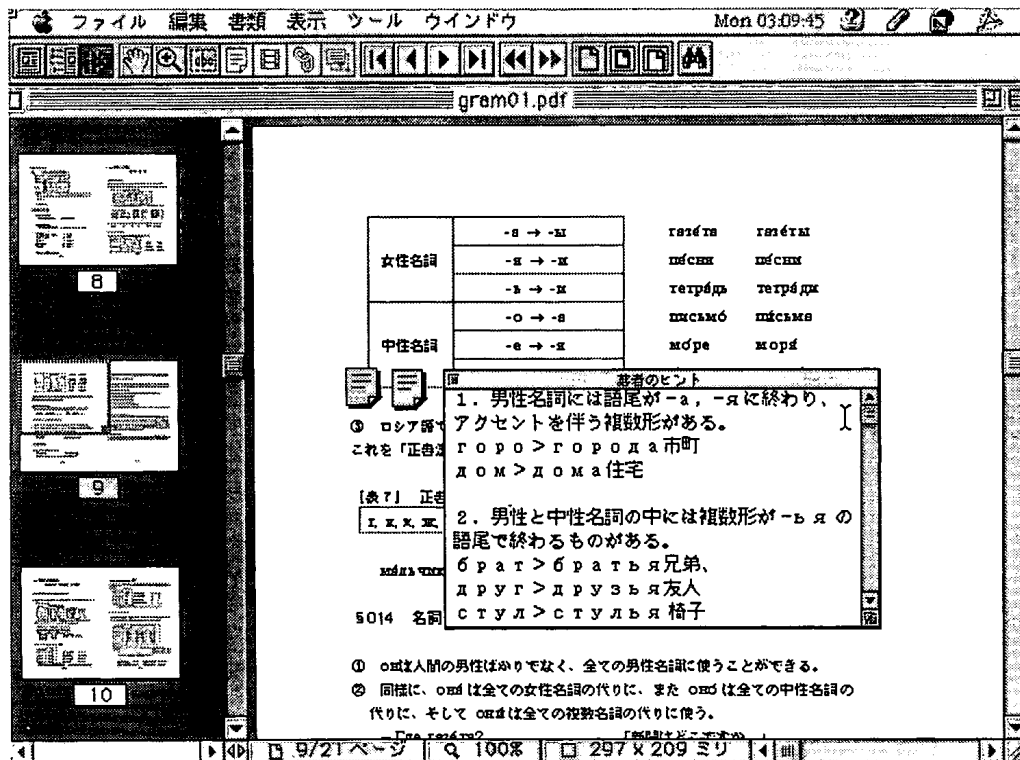
初級レベルの教科書を手に取ってみよう。通常は單元ごとに学習テーマ、文法などの説明、例文が記述されている。学習者がレベルのもう少し高い知識を望んでいるなら、目的に適う教科書を新たに用意しなければならない。それがこれまでの出版であり、本とはそういうものだった。しかし、電子教科書を利用すれば、初級用テキストのうえに中級向けの説明を重ね合わせて配置することが可能になる。もし必要なら、上級用の説明や文例をさらに盛り込むこともできる。これらの教材を重ね合わせるための特別の厚みやスペースは要らない。しかも、これらの説明や資料の開閉にはいつ何時でも可能であり、後のためにコピーを取っておくこともできる。

紙媒体のテキストではメモや注釈は紙の上に直接張りつけられるか、ハンドアウトとして欄外に出される。紙の場合、多少の厚みが増しても、これらのメモ類は同一平面にあると見なされる。電子テキストもこれと同じように画面の上に配置する。但し記述に必要な面積は、メモを読むときに必要なスペースを自由に確保できるから、実際よりはるかに小さなもので十分である。もう一つの方法があって、それはリンクの変形である。重ねられたという考え方と連結されたという考え方を区別する必要は、電子テキストを扱う上では、ほとんど考慮しなくてもよい概念かもしれない。本論の基本的な考え方が、まず紙媒体での教材の再現性を保障し、そのうえで電子化する可能性とその効能を追求するのであるから、視覚的な模式図や判断が前面に出てきやすいことは否めない。

電子テキストにとって同一箇所、複数の異なるテキストを重ね合わせることは、まったく簡単な処理で実現できる。順番の差し替えやレイアウトの変更などテキスト編集に係わる処理も、個別的に実現される。

すなわち1枚のページの上に教材内容が表示される。その上にメモの「小窓」が重ねられる。さらに第2メモの「小窓」が重ねられる。メモ一枚一枚が異なる色で縁取られていたら、レイアウトには美的要素も加わる。

[図2] 教科書本文に重ねられたメモの例



カラー印刷やカラフルな画面構成には単に美的な好感にとどまらず、記憶の意欲を大いに刺激すると経験則からも判断できる。紙の印刷にあっては、教材作成費が高価になるという理由からカラー印刷が抑えられる傾向にあった。

電子媒体ではどうだろうか。現代のコンピュータ技術の水準から推して、カラー処理が機械に対する大きな負荷になるとは考えにくい。教科書印刷ではカラーの使用が論議の的にすらなることがあるが、コンピュータではモノクロ、カラーの区別に係わりなく、システム全体に占めるファイル容量や処理の負荷への影響は大きくない。カラー使用から得られる学習効果が一般に認められている以上、多色処理を積極的に活用すべきであろう。たとえばメモを積み重ねる場合カラーの有無が生み出す効果の違いを想像していただきたい。

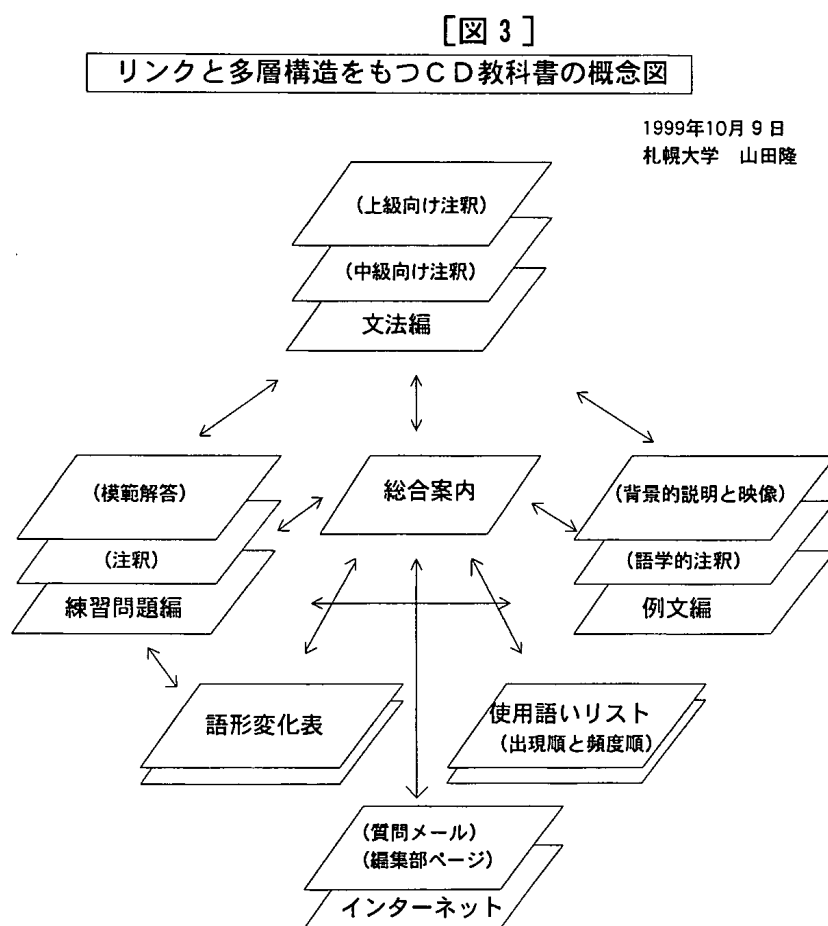
美的効果という点では、文字を装飾するにも、フォントの種類、文字の大きさ、スタイル、ラインの有無、色など多彩な技術を応用できる。教材の設計思想に沿ってこのような技術が使用できれば、そしてコスト高をほとんど気にかけないで開発することができるのであれば、申し分のない環境が整ったといえ



よう。

#### 4. 教科書全体と各要素の構想はなにか

電子教科書の構成イメージについては図3の通りである。印刷物としての教科書が雛形に想定されている。したがって電子媒体に徹しきれず、至るところに印刷物のアレゴリーが散見されるのは仕方がない。以下に構成内容例を箇条書きにまとめてみよう。



##### 1. 教材全般の機能

常駐し、即時実行が可能な機能

##### 1) サムネールによるページ移動

- 2) 埋め込みリンクボタンによるページ移動
- 3) 埋め込みボタンによる音声および動画の再生、または反復再生
- 4) メモパッドによる注釈（開閉、スケールの変更）
- 5) プログラムメニューが保証する操作類

## 2. メインメニューの構成

- 1) 教材への移動（文法編、練習問題編、例文編）
- 2) 文法変化早見表の参照
- 3) 使用語いリストの表示
- 4) インターネットの接続
- 5) 「教材全般の機能」で列挙した項目

## 3. 文法編・練習問題編・例文編の構成

- 1) レイアウトと記述内容は、印刷物と同じ。但しカラー処理がおこなわれている
- 2) 「教材全般の機能」で列挙した項目

## 4. 文法変化早見表の構成

- 1) レイアウトと記述内容は、印刷物と同じ
- 2) 「教材全般の機能」で列挙した項目

## 5. 使用語いリストの構成

- 1) 分類メニューの表示と分岐移動
- 2) 表示対象は、文法編と例文編のリスト 4 種
- 3) 「教材全般の機能」で列挙した項目

## 6. インターネット接続の構成

- 1) 編集部ホームページの閲覧

## 2) 電子メールの作成と発信

### むすび インターネットの接続と教科書発行の将来性

1990 年 10 月から始まった WWW の開発にはティム・バーナーズ＝リーも係わりをもっている。彼のホームページ(<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/>または<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>)にはインターネット構想について次のような青写真が描かれている。

基本的な文書、資料を用意する。講演の内容を文章化しておく。直接の問い合わせを受けたもののうち、一般性が高いと判断したものは FAQ に回す。

そうした準備を十分に整えたうえで、電子メールによる双方向的なやりとりにも道が開かれている。

教室であれ、独習であれ、教育活動には程度と形態の差こそあれ、教師と学習者の間に双方向の交流、刺激が前提とされている。本稿で提案する電子教科書は、つまるところインターネットを仲立ちにして学習机と教師をつなぎあわせる連絡役をはたすことを期待している。学習者は教科書の編集部に宛てて、または教師のアドレスに向かって直接、質問や確認作業を試みるのである。メール類は受取人が確認するときまでサーバに貯めておかれるので、発信者は時計を見ながら遠慮する必要などまったくない。このような対話の非同期性は、教室では起こり得ない。教室内の教授にはそれに課せられた目的と方法が別にある。

一方、電子メールを利用する場合には、教室の質問や電話による教師呼び出しとは異なり、いつでもいいから質問メールを出しておきさえすればよい。質問を読んだ教師にも教室内とは異なる対応が開けてくる。つまり教師は急いで答えをだすことから解放される。質問をよく吟味したうえで、十分な時間と念

入りの準備をかけて回答を作成することができる。また即答では考えられないほど多くの参考文献や引用、多彩な資料をつけ加えることも可能になる。

図3にある通り、学習者はメインメニューを経由して著者や教科書編集部のホームページを閲覧することができる。教科書編集部のホームページが完備していれば、FAQを縦覧することにより、類似の疑問に関する解答やヒントが得られるかもしれない。またはリンク集が張ってあれば、関連ページに移動して、それらを参照、検索し、必要に応じてダウンロードが可能である。

欠席した授業を家庭学習するときの補助手段として電子教科書を活用することを考えてもよい。あるいは、慢性的な欠席者に対して何かの役割を果たすことはできないものだろうか。もし電子教科書を使用しながら、適時、電子メールを利用する質疑応答システムが、通学による授業とは異なる形態やルートによって教師との関係を保とうとする試みとして考えることができるのであれば、今後こうしたルートの特質や周辺との関連を注意深く研究してみる価値があるだろう。今ここでは結論を急がずに、もう少し研究したあとで成果を報告したいと思う。