

スタンドアロン型の学習用 Web ページガイド ツアー作成ツール

山 北 隆 典[†]

これまでの Web ページのガイド ツアー作成ツールはいわゆる Web アプリケーションとして開発されている。学習・教育という応用分野においては、個々の学習者が、既存の Web ページを利用して、あるテーマに沿ったガイド ツアーを作成し、教師に評価してもらうような学習形態が考えられる。しかし、情報技術に関する高いスキルを持たない一般の教師にとっては、Web アプリケーションよりも導入や運用が容易なスタンドアロン型のツールの方が適している場合もある。近年注目されている XML 技術は構造化文書の表現媒体としてだけでなく、データの格納媒体としても有用である。特に、Web ページの系列を表現するには XML の XLink が利用できる。XLink を用いることで、ガイド ツアーを表現するためのデータ構造を素直にモデル化できるうえ、DOM を活用することで、ガイド ツアーをファイルとして受け渡すことのできるスタンドアロン型のプロトタイプを実装できた。プロトタイプでは、ガイド ツアーの開発過程に候補ページ収集フェーズを設定することによって、学習者にとっての難易度を調整したり、作成されるガイド ツアーの質を調整したりといった多様な利用方法も提供できる。

Stand-alone Guided Tour Authoring Tool Using Web Pages for Learning

TAKANORI YAMAKITA[†]

There are many guided tour authoring tools for learning on the WWW. They are so-called "Web Application" tools using WWW servers, CGI programs and DBMSs. However, if a teacher lets his/her each learner turn in a guided tour as a paper, the number of learners is not so many for the teacher at once. Therefore stand-alone tools are more suitable than the "Web Application" tools for ordinary teachers who are not expert on the information technology. XML is not only the representation medium for structured documents but also the storage medium for data of any applications. It is possible to represent the sequence of Web pages utilizing XLink notions and to create stand-alone prototype tools using DOM. Moreover, the prototype provides a new phase for selection of candidate Web pages in the authoring process of guided tours. As a result, it enables teachers to adjust difficulty in guided tour creation process for learners and quality of guided tours created by learners.

1. はじめに

巨大なハイパーテキスト空間である WWW (World Wide Web) の世界では、同じ主題に対して様々な立場の著者が様々な観点から情報を提供している。これを学習に利用できれば、他の教材にない特色を持った教材を提供できる可能性がある^{16),17)}。また、インターネット上の膨大な資源の有効利用という観点からも大きな意義があると考えられる。しかし、インターネット上に存在する多数の Web ページを閲覧しながら学習を行おうとしたときには、ただ単に自由にブラウジングするだけでは効率の良い学習を達成できるとはい

い難い。ハイパーテキスト文書におけるブラウジングでは容易に「方向失墜 (disorientation)」を招くことが知られている¹²⁾。

あるトピックについて読み進もうとするときには、その話題にのみ適切なリンクをたどるために、ノードに論理的な順番をつけるナビゲーション支援方法、すなわちガイド ツアー (Guided Tour, トレイル, パスなどとも呼ぶ) を提供する方法がある¹⁵⁾。到達目標が明確な学習の場合には、その学習に適するガイド ツアーは有効な教材となりうる。

Web ページによるガイド ツアーを実現するには Web ページの URL (Uniform Resource Locator) を系列化して管理することが基本である。近年注目されている XML⁴⁾ (eXtensible Markup Language) は構造化文書の表現だけでなく、アプリケーション内部の

[†] 北海道情報大学情報メディア学部
Faculty of Information Media, Hokkaido Information
University

表 1 ガイドツアーを利用した学習形態
Table 1 Learning styles using guided tour.

学習形態	(a)	(b)
概要	教師がテーマに沿ったガイドツアーを作成し 学習者に提供	学習者がテーマに沿ったガイドツアーを作成 し教師に提出
想定する利用者と規模		
ガイドツアー作成者	複数の教師や専門家	少数の学習者
ガイドツアー閲覧者	多数の学習者	1人の教師
ガイドツアーの役割	教師が提供する教材	学習者が提出する学習成果
学習の狙い	知識の習得(受動的)	知識の再構成(主体的)
利用形態の特徴	多種類のガイドツアー(教材)を多数の学習 者に提供できるが組織的な取組みが望ましい	少人数ではあるが学習者の主体的な学習成果 を個別に評価できるし教師個人での取組みが 可能

データを記述するための枠組みでもある¹³⁾。本稿では、XMLのデータ記述能力に着目し、XMLを基盤技術と位置付けて開発を進めているガイドツアー作成ツールのプロトタイプを紹介し、そのデータ管理の方法、および学習・教育分野への適用例を提案する。

以下、2章でガイドツアーの利用形態を分析し、本稿での取組みを明確化する。3章でプロトタイプの機能概要とガイドツアーの開発手順を示し、4章でプロトタイプのデータ管理法を、5章でガイドツアーの作成例を交えてユーザインタフェースを示す。6章で関連研究との比較を論じ、7章で考察、8章で本稿のまとめを述べる。

2. ガイドツアーの利用形態とプロトタイプのアーキテクチャ

本章ではガイドツアーを利用した学習形態を大別し、それぞれの特色とその学習形態を実現するためのシステム・アーキテクチャについて述べた後、本稿での取組みを明確にする。

2.1 ガイドツアーを利用した学習形態

ガイドツアーを利用した学習形態は表1に示すように2種類に大別して考えることができる。1つは、教師がガイドツアーを作成し、学習者がそのガイドに沿ってページ内容を開覧することで知識を習得する形態(表1(a)参照)であり、ガイドツアーを知識伝達・伝承の手段として利用したものである。ただし、学習者はページの閲覧に終始するため、受身な学習となってしまう可能性が大きいという問題点もある。

他方、既存のWebページを利用して、あるテーマに沿ったガイドツアーを学習者自身が作成することも、学習として有効であろう(表1(b)参照)。学習した知識は、それを再構成し他者に伝えることで学習者自身の理解が深まり、知識の定着度も高まることは想像に

難くない。学習者の作成したガイドツアーをレポートとして担当教師に提出し、評価してもらうような学習形態が考えられる。提出されたガイドツアーは教師や他の学習者などによって閲覧され、評価される。この利用形態では閲覧し内容を吟味し、それをつなぎ合わせてストーリーを構成するという作業を行わせるため、学習者は主体的に取り組むようになると考えられる。ただし、この学習形態において1人の教師が相手にできる学習者の数は表1(a)に比べて非常に少なくなる点が大きく異なっており、多数の学習者が参加することは難しい。なぜなら、個々のガイドツアーの評価に費やす労力を考えると100名を超えるような学習者を一時期に相手にすることは非現実的だからである。

2.2 Webアプリケーションの利点と導入の問題点

表1(a)の観点からWebページの学習利用を目指したガイドツアーシステムとして、たとえば文献2)、7)、11)がある。これらに関するアーキテクチャ上の共通点として、WWWサーバとWWWブラウザを利用したいわゆるWebアプリケーションであることがあげられる。WWWサーバ側でガイドツアーを実現するための各種データを管理し、CGI(Common Gateway Interface)を利用して学習者にガイドツアーを提供している。また、文献16)、17)においては、WWW上でハイパーリンクのリンク範囲を限定した中で、学習者に自由探索的な学習環境を提供する試作システムを報告した。このシステムのアーキテクチャもWWWサーバ上のCGIプログラムを利用してユーザに学習環境を提供するWebアプリケーションとなっていた。バックエンドにDBMS(Database Management System)を配置することで、大量のWebページに関するデータを管理でき、柔軟で効率の良いデータアクセスが可能となっている。

すなわち、Webアプリケーションには、WWWの

スケーラビリティを活かして、多くの学習者にガイドツアーを提供できるというメリットがあり、ある程度大きな規模の学習者集団を対象に、複数の教師や専門家が協力し、多数のガイドツアーを教材として提供するという応用にふさわしいアーキテクチャであるといえる。もちろん、表 1(b) の利用形態であっても、WWW ブラウザを通してガイドツアーのオーサリング環境を利用できれば Web アプリケーションとして実現できる。

ただし、こうしたシステムを導入するにあたっては、WWW サーバを立ち上げる必要があるが、開放性の高い WWW サーバを立ち上げるには、コンピュータ技術、ネットワーク技術に関する高いスキル、とりわけセキュリティに関する高いスキルが必須である。現在では多くの大学などですでに Web アプリケーションを利用できる環境が整っているといえよう。しかし、WWW サーバを自前で管理・運営している教育機関ばかりではない。たとえば、小中高等学校において独自にインターネット接続を実現しているのは全インターネット接続学校数の約 2% という報告がある⁹⁾。したがって、多くの教育機関では情報技術に対する高度なスキルを持たない一般の教師が Web アプリケーションを利用するための環境構築を行わなければ、ここで述べているような学習環境の導入は難しい。また、大学などにおいてもすべての教員が情報技術の専門家ではなく、新たな Web アプリケーションを導入するにはシステム管理者に依頼する必要がある。

2.3 スタンドアロン型によるプロトタイプ

ところで、表 1(b) の利用形態では先に指摘したように、1 人の教師がせいぜい数十名程度の学生しか相手にできないならば、多数の学習者への多数の教材提供に適した Web アプリケーション上で実現する必要性は第一義とはならないだろう。むしろ情報技術に関する高度なスキルを持たない一般の教師でも、自由に個人的に取り組めるようなツールを提供する方法も有用と考えられる。

Web ページを利用したガイドツアーに関する情報をサーバの DBMS で管理するのではなく、XML 文書としてファイルで扱えるならば、学習者にガイドツアー作成ツールを配布し、スタンドアロン環境でガイドツアーを作成させ、結果を電子メールの添付ファイルとして提出させる、といった学習形態が実現できる。ツール配布に多少の手間はかかるが、先に指摘し

た WWW サーバ立ち上げなどの環境構築の必要がないというメリットがある。

そこで、情報技術に対する高度なスキルを持たない一般の教師にとっては、日常の環境で、自分の把握できる範囲で実現できるという点こそがより重要であるとの観点に立ち、そのような教師でも手軽に利用できるスタンドアロン型のガイドツアー作成ツールの試作に取り組んだ。既存の Web ページをガイドツアーとして活用し、少人数の学習者ではあるが、主体的な学習を可能にするツールを目指したプロトタイプである。

3. Web ページガイドツアー作成ツール

本章ではプロトタイプの機能概要およびプロトタイプを利用したガイドツアーの開発手順について述べる。

3.1 プロトタイプの機能概要

プロトタイプは Web ページを収集するためのツール、収集した Web ページを系列化するツール、および系列化された Web ページを閲覧するツールという 3 つの主要なツールから構成されており、学習者も教師も利用できる統合ツールとなっている。

プロトタイプは収集した Web ページの URL や系列化ツールによって作成された URL の順序関係をデータとして保持する。閲覧ツールは保持していた URL とその順序関係に基づき、Web ページのガイドツアーを提供する。

学習用に作成されたノードを系列化するガイドツアーと異なり、様々な著者によって様々なコンテキストで作成された既存の Web ページを利用するためにいくつかの問題点を克服する必要がある。

3.1.1 Web ページの利用にかかわる問題点

主だった問題点として以下の 3 項目を指摘できる。

(1) ふさわしい Web ページの収集

情報の大海原の中からいかにして学習目標の実現にふさわしい Web ページを収集するかという問題。

(2) 記述内容の妥当性

一般に、学習に有用と考えられる Web ページにも、学習目的にそぐわない内容記述やリンク情報が含まれていることが多い。また、必要以上に詳細な記述部分が含まれていたり、1 ページにいくつもの学習項目が記載されているページも存在する。このような「悩ましいページ」をどのようにガイドツアーに利用するかという問題。

(3) 教材としてのストーリー性

ガイドツアー作成のための特別なサーバを必要としないという意味であり、インターネットから WWW を利用できる環境は必要である。

もちろん、ガイドツアーをファイルとして表現する方法は Web アプリケーションとしてのシステム構築に適用できるはずである。

Web ページの内容・表現は、それぞれの作成されたコンテキストに依存しており、収集した Web ページをただ単純に系列化しても教材としてのストーリー性を持ったスムーズなガイドツアーにはならないという問題。

3.1.2 プロトタイプでの対処方針

本プロトタイプにおけるそれぞれの問題点への対処方針を以下に説明する。

(1) 候補ページ収集フェーズの導入

Web ページの収集については検索エンジンに関する多数の研究・開発³⁾ やメタデータに関する研究・開発^{1),6),20)} が関連深い。しかし、プロトタイプではこのような研究分野には立ち入らない。既存の検索エンジンで収集した Web ページをあくまで系列化の対象の候補ページと位置付け、候補ページの収集の際に、各ページに対して、後の系列化で活用するためのメタデータを付与する段階を設定した。ガイドツアーの作成者は、系列化の際にこのメタデータを利用して候補ページの中から妥当な Web ページを選択し、系列化していく。メタデータの項目については 3.2 節で述べる。

(2) 記述内容の隠蔽フィルタリング

先に述べた「悩ましいページ」を教材として取り込んでいくには、ある程度のページ内容への操作が必要となる。通常、当該ページ自体への書き込み許可は得られないため、こうした操作は Web ページを表示する際のフィルタリングによって実現する。プロトタイプでは、Web ページの記述内容から学習目的にそぐわない記述や過大な情報を隠蔽するフィルタリング操作を実現する。また、ページ上に埋め込まれているリンクに対しては、学習にまったく関係のないリンクを隠蔽する以外は、トラバースを可能とするが、いつでもガイドツアーへ戻ることのできる機能をツールに持たせることとした。

(3) Web ページ間リンクへのコメント付与

連続して提示される Web ページ間にどのような関連付けをしているのか、というガイドツアー作成者の意図を表明することによって、ガイドツアーの展開を滑らかにするとともに、ガイドツアー全体としての方向性を明確に示すことができる。ガイドツアー作成者の意図を表すコメントを Web ページ間のリンクに属性として付随させ、Web ページを提示するときに、このコメントも提示する。

3.2 ガイドツアーの開発手順

プロトタイプによるガイドツアーの開発手順を図 1 に示す。

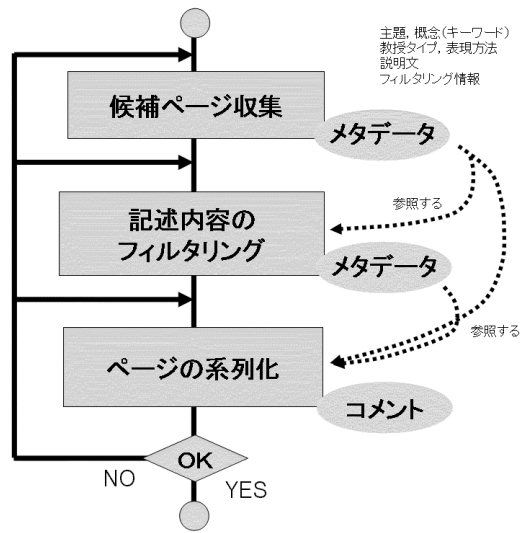


図 1 ガイドツアーの開発手順

Fig. 1 Guided tour authoring process model.

まず、学習目標の達成にふさわしいと思われる Web ページをツールに取り込んでいく(候補ページ収集フェーズ)。実際にガイドツアーで利用するかどうかはこの段階で厳密に考える必要はない。取り込む際にはメタデータとして、「主題」をはじめ、「概念(キーワード)」、「教授タイプ」、「表現方法」、「説明文」をガイドツアー作成者の視点で学習目標を加味し、付与していく。「主題」は系列化の際に Web ページ選択の第 1 の手掛かりになる。「概念(キーワード)」とは、「主題」に関連のある概念を簡単な文字列で表現したもので、系列化の際に検索キーとなりそうな文字列である。候補を絞りきれない場合には「概念(キーワード)」も利用して絞り込んでいく。

「教授タイプ」は、「解説」、「事例」、「練習問題」、「索引情報」に分類してある。たとえば、演繹的な展開では、「解説」「事例」「練習問題」で、帰納的展開では「事例」「解説」「練習問題」で、といった具合にガイドツアーの展開に合わせた Web ページの選択に有効である。「索引情報」とは、関連する Web ページへのリンクをまとめたページを指す。ホームページは「索引情報」型のページであることが多いので、当該学習に都合よく整理されている Web サイトならば、そのホームページをガイドツアーに組み入れることもできる。

「表現方法」は、主体となる表現メディアのことで、「テキスト」、「画像」、「表」、「音声」、「動画」、「スライド」、「アニメーション」、「シミュレーション」に分類してあり、より適切な表現方法の Web ページを選択する手掛かりとなる。

次に、ページ内容にフィルタをかけたい場合には、フィルタリング情報を登録する(記述内容のフィルタリングフェーズ)。その結果として、「主題」や「概念(キーワード)」などに追加・変更を加えることも可能である。なお、フィルタのかけ方によって、同じ URL のページでありながら、別々の候補ページとすることもできる。複数の学習項目が記述されている Web ページを活用するときに有効である。

ある程度候補ページが集まった段階で、系列化を実施する(ページの系列化フェーズ)。この際に、ページ間をスムーズに関連付けるためのコメントを書き込んでいく。

もちろん系列化の途中で、新しい候補ページの収集フェーズに戻ったり、フィルタリング情報を追加・変更したりすることもできるので、これらの工程を繰り返しながらガイドツアーを洗練していくことになる。

4. プロトタイプによるデータ管理法

本章ではプロトタイプにおけるデータモデルの概要と XML との親和性について説明し、XML の適用方法とその実装について述べる。

4.1 基本的なデータモデルと XML の利用

3 章で説明した機能を実現するためにプロトタイプが管理すべきデータは、Web ページの属性を表す各種のメタデータ(以降、ノードデータと呼ぶ)と Web ページの系列を表現するデータ(以降、パスデータと呼ぶ)の 2 つに大別できる。

ノードデータとしては、Web ページの URL や所有者などの基本的なメタデータのほか、システムが付与する識別情報や、系列化の際に利用できるよう Web ページ収集者が付与する「主題」などのメタデータがある。他方、パスデータは、ノードデータとして管理された Web ページのうち、ガイドツアーとして利用するリンク元 Web ページとリンク先 Web ページの識別情報やリンクに付随させるコメントで構成される。プロトタイプとしては、ノードデータの集合とパスデータの集合を管理することになる。このようなデータ構造は、XML における XLink^{4),21)} に対応している。

さらに、XML にはタグ要素や属性値の検索や操作を支援する環境(言語仕様やプログラムインタフェース)も整備されている。たとえば、XML 文書内の特定のノードを取り出すこと可能とする問合せ言語として XQL²³⁾(XML Query Language)がある。また、W3C(World Wide Web Consortium)では XPath²²⁾ という、いわゆるパス指定言語を勧告している。XML による木構造の一部分を細かく指定できる

仕様になっている。加えて、W3C では XML 文書の内容にプログラムやスクリプトからアクセスするためのインタフェースとして DOM¹⁹⁾(Document Object Model)も開発しており、こうした点から DBMS のデータ操作機能の代役を担えるであろうことも期待できる。そこで、プロトタイプの開発にあたり、データ管理に XML を利用することとした。

以下に Web ページによるガイドツアーの実装に適すると考えられる XML の特徴をまとめておく。

- 文書表現の媒体としてだけでなく、アプリケーションの内部データ表現、データの格納表現に利用することができる。
- ページ間のリンク情報を表現するために XLink の考え方が示されている。
- DOM などを利用することでプログラムからのタグ要素・属性値の検索や文書内容の操作を容易に実装できる。

4.2 拡張リンクの適用

XLink は HTML(Hypertext Markup Language)文書、画像などのリソース間のリンク関係を XML で表現するため W3C によって勧告された仕様である。リソースはリンク要素内にあるローカルリソースとリンク要素外にあるリモートリソースに分類される。別文書や別文書に含まれている画像などはリモートリソースである。

HTML のようにローカルリソースをリモートリソースに結び付けるリンクを標準リンク(simple link)と呼ぶ。xlink:type 属性として simple を指定したリンク要素を利用し、参照先文書の URL を xlink:href 属性で指定する。

それに対し、多数のリソース間において多方向リンクを実現するリンクを拡張リンク(extended link)と呼ぶ。拡張リンクを表現するには xlink:type 属性に extended を指定したリンク要素を利用する。このリンクが参照するリソースの指定は子要素を使って表現する。子要素自体リンク要素であり、ローカルリソースへの参照を表すときには resource を、リモートリソースへの参照を表すときには locator を xlink:type 属性として指定し、xlink:href 属性で参照先文書の URL を指定する。

各リンクのトラバースの方向は、同様に、xlink:type 属性に arc を指定したリンク要素を子要素として記述することにより表現する。リンク元は xlink:from 属性に、リンク先は xlink:to 属性にそれぞれの文書の URL を指定して表現する。ローカルリソースからリモートリソースへの arc を outbound arc、リモート

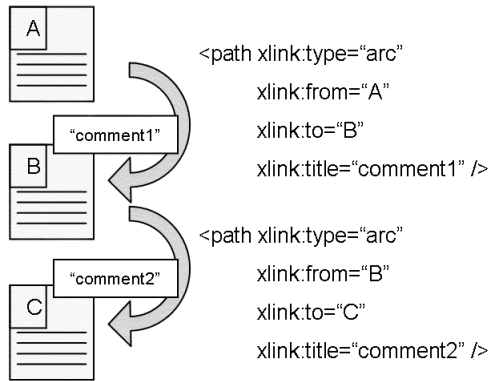


図 2 系列化の表現 (概念図)

Fig. 2 Representation of paths.

リソースからローカルリソースへの arc を inbound arc, リモートリソースからリモートリソースへの arc を third-party arc と呼んでいる。

プロトタイプでは third-party arc のみを含む拡張リンク (third-party link と呼ばれる) としてデータ管理している。ノードデータとして管理すべき URL は、当該 Web ページへのリンク情報であるから xlink:type 属性が locator のリンク要素 (xlink:href 属性) で表現できる。Web ページのタイトルや所有者などの基本的なメタデータは、適当なタグ要素を導入し、子要素として記述する。また、パステータである Web ページの系列を表すリンクは、arc を用いてトラバースの方向を指定することによって表現できる。系列化はそれら arc におけるリンク元 (xlink:from 属性) とリンク先 (xlink:to 属性) データを使って Web ページの識別情報が芋づる式に連鎖するように表現する。また、XLink ではリンクする文書に関する説明を xlink:title 属性として設定できるので、これを arc に適用すれば、Web ページ間のリンクごとに付与するコメントを格納・管理できる。図 2 に arc による系列化表現の概念図を示す。

なお、arc の集合に対するメタデータとして、ガイドツアーの名称や作成者を記述するタグ要素を、また、ガイドツアーの開始ページに関するデータを記述するためのタグ要素を設定した。DTD (Document Type Declaration) を図 3 に示す。さらに、図 4 と図 5 にノードデータとパステータのそれぞれについて、XML 文書の例を示す。

4.3 実装方法

プロトタイプの実装にあたっては RAD (Rapid Application Development) ツールである Microsoft 社の Visual Basic 6.0 を利用した。XLink に基づいて XML 文書として表現したガイドツアーへのアクセスは、メ

```
<!DOCTYPE guidedtour [
  <ELEMENT guidedtour (nodebase, pathbase)>
  <!ATTLIST guidedtour xmlns:xlink CDATA #FIXED "http://www.w3c.org/1999/xlink">
  <!ATTLIST guidedtour xlink:type CDATA #FIXED "extended">
  <!ATTLIST guidedtour xlink:title CDATA #IMPLIED>
  <ELEMENT nodebase (title, author, node*)>
  <ELEMENT pathbase (title, author, start, path*)>
  <ELEMENT title (#PCDATA)>
  <ELEMENT author (#PCDATA)>
  <ELEMENT node (creator, subject, description, publisher, date, type, media,
    format, language, keyword+, hidden+)>
  <!ATTLIST node xlink:type CDATA #FIXED "locator">
  <!ATTLIST node xlink:href CDATA #REQUIRED>
  <!ATTLIST node xlink:label ID #REQUIRED>
  <!ATTLIST node xlink:title CDATA #IMPLIED>
  <ELEMENT start EMPTY>
  <!ATTLIST start xlink:label IDREF #REQUIRED>
  <!ATTLIST start xlink:title CDATA #IMPLIED>
  <ELEMENT path EMPTY>
  <!ATTLIST path xlink:type CDATA #FIXED "arc">
  <!ATTLIST path xlink:from IDREF #REQUIRED>
  <!ATTLIST path xlink:to IDREF #REQUIRED>
  <!ATTLIST path xlink:show (new | replace | embedded | other | none) "replace">
  <!ATTLIST path xlink:actuate (onRequest | onLoad | other | none) "onRequest">
  <!ATTLIST path xlink:title CDATA #IMPLIED>
  <ELEMENT creator (#PCDATA)>
  <ELEMENT subject (#PCDATA)>
  <ELEMENT description (#PCDATA)>
  <ELEMENT publisher (#PCDATA)>
  <ELEMENT date (#PCDATA)>
  <ELEMENT type (#PCDATA)>
  <ELEMENT media (#PCDATA)>
  <ELEMENT format (#PCDATA)>
  <ELEMENT language (#PCDATA)>
  <ELEMENT keyword (#PCDATA)>
  <ELEMENT hidden EMPTY>
  <!ATTLIST hidden start CDATA #REQUIRED>
  <!ATTLIST hidden end CDATA #REQUIRED>
]>
```

図 3 ガイドツアーの DTD

Fig. 3 DTD of guided tour in the prototype.

モリ上に展開した DOM オブジェクトに対する操作として実装した。Web ページに対するメタデータやフィルタリング情報の追加、変更、削除には、getElementsByTagName メソッド、childNodes メソッド、appendChild メソッド、removeChild メソッドなど、主に W3C の仕様に基づく DOM メソッドを利用して実現したが、特定の条件 (パターン) に合致した Web ページの情報やパス情報の取得には、Microsoft 社が独自に拡張した selectNodes メソッドを利用した。このメソッドは、引数として XQL による検索式を与えることで、所望の要素を取得できる。

メモリ上の DOM オブジェクトに関するファイル入出力には、同様に Microsoft 社が独自に拡張したメソッドを利用している。

なお、フィルタリング情報の指定は、画面上に提示した当該 Web ページのソースコードから利用者がマウスによって行う。Web ページを表示する際には文字列のパターン一致によってソースコード上から該当する部分を動的に削除している。編集中のページに関するオリジナルのソースコードをテンポラリファイルとしてツール内部に保持しているため、インターネットへのアクセスを極力抑えつつ、フィルタの効果をただちに表示に反映できる。

```

<nodebase>
. . . . .
<node xlink:type="locator" xlink:href="http://www.johoka.net/jikansidouan.htm"
  xlink:label="20890028" xlink:title="情報A・学習指導案">
  <creator>神奈川県立川崎北高等学校</creator>
  <subject>時間ごとの指導案の例</subject>
  <description>「情報A」(2)イにおける「Webページの作成」の時間に対する指導案の例。</description>
  <publisher>yamakita</publisher>
  <date>2001/09/19</date>
  <type>Example</type>
  <media>Table</media>
  <format>HTML ドキュメント</format>
  <language>Japanese</language>
  <hidden start="&lt;P align="center"&gt;&lt;&lt;A href="index.html"&gt;&gt;index"
    end="index&lt;/A&gt;&lt;/P&gt;"/>
  <keyword>普通教科「情報」</keyword>
  <keyword>情報A</keyword>
  <keyword>指導案</keyword>
  <keyword>Webページ</keyword>
</node>
. . . . .
</nodebase>

```

図 4 XML 文書の例(ノードデータ)

Fig. 4 Example of XML document (node data).

```

<pathbase>
. . . . .
<path xlink:type="arc" xlink:from="20890216" xlink:to="20874093"
  xlink:show="replace" xlink:actuate="onRequest"
  xlink:title="科目の最後は情報Cである。ねらいを他の科目と比較して掴んでおく必要がある。"/>
<path xlink:type="arc" xlink:from="20874093" xlink:to="21550196"
  xlink:show="replace" xlink:actuate="onRequest"
  xlink:title="ここでも他の科目と同様に年間指導計画の設定から始める。"/>
. . . . .
</pathbase>

```

図 5 XML 文書の例(パスデータ)

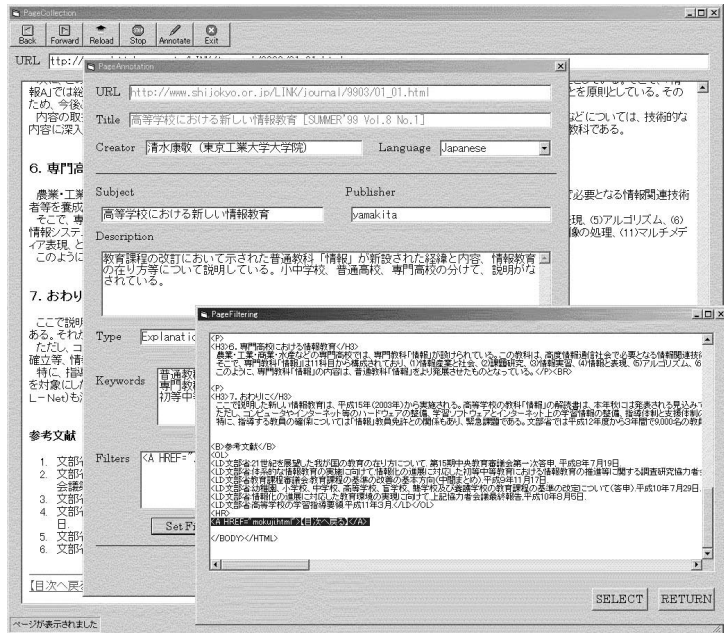
Fig. 5 Example of XML document (path data).

5. ガイドツアーの作成例とプロトタイプ のユーザインタフェース

ここでは、ガイドツアー作成ツールの機能を確認するために作成した「情報科教育法」というガイドツアーを紹介する。「情報科教育法」は、高等学校の教科「情報」¹⁰⁾の教員免許取得を目指す大学生が作成することを想定している。教科「情報」に関する教育法の学習を目的としており、インターネット上にある事例を豊富に利用したガイドツアーである。高等学校の教科「情報」は平成15年度から実施される教科であるため、先進的な高等学校や教員の研修機関などでの実施事例を交えた具体的な内容が望まれる題材であり、Webページの利用が適した学習分野であるといえる。候補ページが140ページ、系列化されたページが38ページの規模である。このガイドツアーを例に、プロ

トタイプユーザインタフェースを具体的に紹介する。候補ページの収集とメタデータ、フィルタリング情報の設定画面例を図6に示す。一番手前のパネルがフィルタリング情報の設定用であり、その奥がメタデータの設定用のパネルである。一番奥のパネルはWebページの検索に利用するブラウザである。

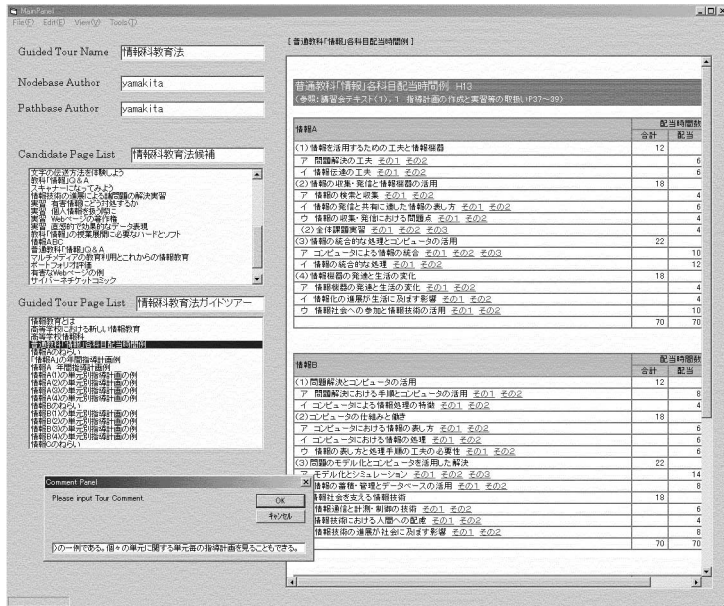
Webページの系列化操作とコメント付与の画面例を図7に示す。系列化操作用のパネル(図7の奥のパネル)には2つのリストボックスがあり、候補ページのリストが「主題」によって上側のリストボックスに表示されている。そこからページを選択することで下側のリストボックス、すなわちガイドツアーとして順序付けられたページのリストに追加できるようになっている。コメント記入用のパネル(図7の手前のパネル)は下側のリストボックスに表示されている主題を指定したうえでメニュー選択により表示でき、当



http://www.shijokyo.or.jp/LINK/journal/9903/01_01.html

図 6 候補ページ収集ツールの画面例

Fig. 6 User interface of Web page selection tool.



<http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/infonet/h13jyoho/index.html>

図 7 Web ページ系列化ツールの画面例

Fig. 7 User interface of Web page serialization tool.

該 Web ページを見ながら書き込めるようになってい
る。また、Web ページを表示せず
にメタデータとして付与した「説
明文」をもとに操作することも可
能である。そのほか、「概念(キー
ワード)」を利用した候補ページの
検索やガイドツアーの順序の変
更なども、

メニューから項目を選択し、マ
ウス操作で可能となっている。

閲覧ツールを利用したガイドツ
アの画面例を図 8 に示す。メ
ニューボタンの下にあるテキス
トエリアにパスに付随したコメ
ントが表示される。このツール

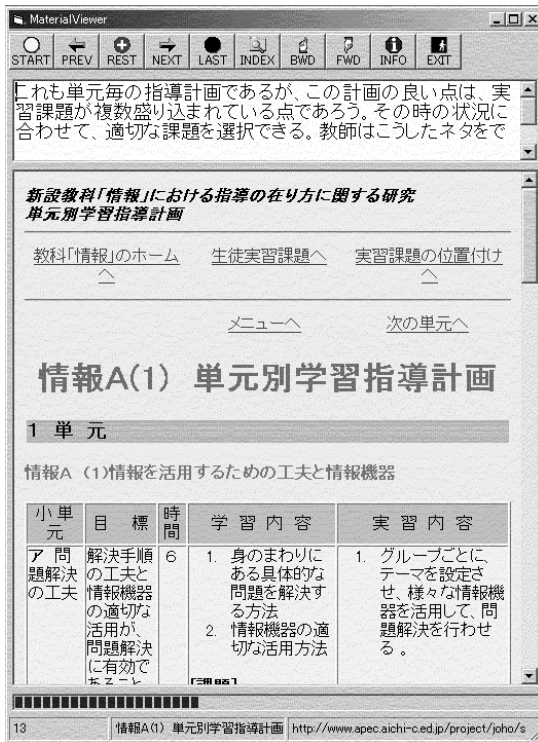


図 8 Web ページ閲覧ツールの画面例

Fig. 8 User interface of guided tour presentation tool.

は「INDEX」ボタンをクリックすることで、ガイドツアーの目次を表示し、任意のページにジャンプすることができる。また、Web ページ上のハイパーリンクを自由に利用できるが、「REST」ボタンをクリックすることで、ガイドツアーの Web ページに戻ることもできる。

6. 関連研究との比較

Web ページのためのガイドツアーとして先に触れた文献 2), 7), 11) に比較して、本プロトタイプはスタンドアロンとして実装できたために、インターネットを利用できる環境にさえあればガイドツアーを作成したり閲覧したりできる。教師は WWW サーバを立ち上げるとか、WWW サーバに CGI プログラムや DBMS をインストールするという手間をかけることなく導入できるし、そのようなスキルも不要である。また、アーキテクチャ以外の点で比較すると、候補ページ収集フェーズの扱いに違いがある。文献 7), 11) では候補ページの収集に該当するフェーズについて特に記述はない。文献 2) ではテンポラリな作業空間を提供している。しかし、本プロトタイプではただ単にバッファしているのではなく、ガイドツアー作成

者の視点からメタデータを付与し、永続的に保持している。系列化したページだけでなく、候補ページもすべて XML で永続管理しているため、教材の更新や新たな教材作成での再利用に役立てることが可能である。

学習者の学習状態に合わせてガイドツアーを自動生成するシステムが研究されている。たとえば、Vassileva の研究¹⁸⁾がある。このようなシステムでは学習者の状態を把握するエージェントや教授方略を展開するエージェントなどを実装しており、Adaptive Hypermedia といわれる研究領域でさかんに研究・開発が続けられている。本稿でテーマとしているガイドツアーの利用形態から見ると、学習者の作成したガイドツアーを評価する際の支援機能として関連があると考えられる。しかし、こうしたシステムは現状ではどうしても大掛かりなシステムとなってしまう、システムの導入や利用の際に、情報技術に関するある程度のスキルが必要であり、簡便に使えるツールではなくなってしまう。

URL の系列化について、作成者の意図を表明する方法の研究がある⁸⁾。あるリンク集合の中ですでに巡回済みかどうかを判断基準に、次にたどることのできるリンク集合を動的に変化させるものであり、非常に興味深い。ただし、本稿で述べたツールでは、学習者がガイドツアーとして一通りの巡回順を決める行為が、すなわち学習行為につながるであろうという立場をとっている。したがって、本研究と比較した場合、系列化作業の目的が異なっている。

メタデータの付与によって、既存の Web ページを学習・教育へ利用した例として、長谷川らの研究⁵⁾がある。メタデータによるインデックスの整備と学習リソースの組織化について議論している。どのように学ぶのかといった観点から「学習フェイズ」、「メディアタイプ」、「コミュニケーションタイプ」による分類を提案している点が参考になる。しかし、対象としている学習リソースは Web サイト単位であり、学習者がガイドツアーを作るのではなく、システムがメタデータをもとに学習者に適する Web サイトを提供するシステムである。

なお、XML によるメタデータ記述に関しては W3C の勧告として RDF^{4),20)} (Resource Description Framework) がある。RDF ではリソース (主語)、プロパティ型 (述語)、プロパティ値 (目的語) の 3 つ組みとしてメタデータを XML で記述するための構文が規定されている。しかし、RDF が議論している点は、ガイドツアーそのものに対して付与すべきメタデータをどのように表現すべきかということであるが、本

稿での主眼はガイドツアーとして系列化されているリソースに付与するメタデータの記述に関するものである。したがって、3.1.2 項 (1) でも触れたように、RDF の活用については議論しない。

7. 考 察

ガイドツアーに使うかどうか分からないが使えるようなページは取り込んでおく、という候補ページ収集フェーズを用意することによって Web ページによるガイドツアー作成を支援しているが、これは学習者にガイドツアーを作成させる場合の難易度の調整にも利用できる。学習者にとっては、ガイドツアーの作成を候補ページの収集から開始するよりは、教師の手によって候補ページが準備されているうえでガイドツアーを作成する方がはるかに難易度が下がると考えられる。逆に、教師の側からすると候補ページを用意することによって学習者の作成するガイドツアーの質をそろえることも期待できると考えられる。また、キーとなる Web ページだけを候補ページとして提供し、ほかに必要な Web ページは学習者自身の手で収集し、ストーリー性のあるガイドツアーを作成させる、といった活用も考えられる。手軽に試すことができるために、教師のアイデアによって様々な発展が期待できる。

高等学校「情報」の教師を志望している 2 人の学生に本ツールを試用してもらった。最初に、筆者の作成したガイドツアーを閲覧する形態で学習を体験してもらい、その後、ガイドツアーの作成に取り組んでもらった。テーマは、高等学校「情報」の内容と指導についてまとめるものとし、51 ページの候補ページをあらかじめ提供した。1 人は約 5 時間かけて 29 ページの、もう 1 人は約 2 時間で 25 ページのガイドツアーをそれぞれ作成した。1 つのリンクに対して付与したコメントの平均文字数が、それぞれ約 34 文字、51 文字であった。筆者がこれまでに作成したガイドツアーではリンク 1 件あたり平均 76 文字のコメントを付与したのと比較して、コメント付与に苦労したことがうかがえた。学生にはガイドツアー作成後、個別にアンケートと聞き取り調査を実施した。ガイドツアー閲覧の学習形態と比べ、「興味を持った」、「おもしろい」という感想を持っていた。系列化やコメント付けを行うためには、何度も Web ページの内容を吟味する作業が必要なため、ガイドツアー閲覧に比べ注意深く内容を目を通したと答えている。また、内容の要約やストーリーの構成力も養われるだろうという感想も述べている。簡単な実験ではあるが、学習用ツールとしての狙いも達成されており、おおむね好意的な評価を得たものと

考えている。

また、収集した Web ページの数が多くなると、現在のメタデータのみで候補ページ群からの系列化を行うのは難しくなってくるということが、「情報科教育法」のガイドツアー作成からの知見として得られた。文献 2) では、その成果としてして作成されたガイドツアーの規模がせいぜい 20 ページ程度である¹⁴⁾ ためか、ガイドツアーの規模の増大にともなう系列化の困難さについては指摘していないようである。一方、文献 7) では枝分かれしたガイドツアーを実現しているが、知見として、複雑で巨大化したガイドツアーの扱いの困難さをあげている。本プロトタイプにおける候補ページ群からの系列化フェーズでは、基本的にはキーワード検索による支援のみにとどまっている。いわば Web ページ数のスケーリング問題を解決するための機能の検討は興味深い。

なお、Web ページの内容をフィルタしている点について著作権の問題に配慮する必要がある。インターネット上の既存の Web ページを有効利用しようという立場からすると、Web ページの所有者の手を煩わすことの少ないアプローチを検討していかなければならない。

8. む す び

Web ページを対象としたガイドツアーによる学習形態を考察し、学習者が作成したガイドツアーを教師が評価する学習形態向けに、情報技術に関する高度なスキルを持たない一般の教師にも手軽に利用できることを狙った学習ツールを試作した。日常の環境で、自分の把握できる範囲で実現できるという点こそがより重要であるとの観点に立ち、一般の教師には敷居の高い Web アプリケーションではなく、XML に基づいたファイルを活用したスタンドアロン型のツールとして実装した。適用例として「情報科教育法」の例を紹介した。しかし、既存の Web ページを利用して何らかのストーリーを構成できる能力を学習者に期待できる状況であれば、初等中等教育でも活用できるであろうし、どのような学習分野にも適用できると考えている。これまでにツールの評価用として、火星観測の歴史と火星の姿を紹介するガイドツアー、北海道の開拓の歴史を紹介するガイドツアーも作成した。

本プロトタイプは既存の Web ページに「学習・教育」といった付加価値を付けた再利用の提案でもあり、また、XML とその利用環境を有効に活用している点からも、XML によるアプリケーションとして期待できる分野を示唆していると考えている。

謝辞 査読者の方をはじめ、多くの方々に変重要
なご指摘をいただきました。深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Dublin Core Metadata Initiative: Using Dublin Core (2001).
<http://dublincore.org/documents/2001/04/12/usageguide/>
- 2) Furuta, R., Shipman III, F., Marshall, C.C., Brenner, D. and Hsieh, H.: Hypertext Path and the World-Wide Web: Experiences with Walden's Path, *Proc. Hypertext'97*, pp.167-176 (1997).
- 3) 原田昌紀：道しるべ WWW サーチエンジンの作り方, 情報処理, Vol.41, No.11, pp.1280-1283 (2000).
- 4) Harold, E.: *XML Bible*, IDG Books Worldwide (1999). 藤本叔子(訳): XML バイブル, 日経 BP 社 (2001).
- 5) 長谷川忍, 柏原昭博, 豊田順一: WWW における学習リソースの組織化とナビゲーション支援, 電子情報通信学会論文誌 D-1, Vol.J83-D-1, No.6, pp.671-681 (2000).
- 6) IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC): LOM Draft 6.1 (2001).
<http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- 7) Jühne, J., Jensen, A.T. and Grønbaek, K.: Ariadne: A Java-based guided tour system for the World Wide Web, *Proc. 7th International World Wide Web Conference*, Brisbane, Australia (1998).
- 8) 清光英成, 田中克己: Web リンクの巡行に基づく動的なリンク活性化とアクセス管理, 情報処理学会論文誌：データベース, Vol.42, No.SIG8(TOD10), pp.10-20 (2001).
- 9) 文部科学省：学校における情報教育の実態等に関する調査結果 (2001).
http://mext.go.jp/b_menu/houdou/13/09/010911.htm
- 10) 文部省：高等学校学習指導要領解説 情報編, 開隆堂出版 (2000).
- 11) Nicol, D., Smeaton, C. and Slater, A.F.: Footsteps: Trailblazing the Web, *Proc. 3rd International World Wide Web Conference*, Darmstadt, Germany (1995).
- 12) Nielsen, J.: *MULTIMEDIA AND HYPERTEXT The Internet and Beyond*, Academic Press, INC. (1995).
- 13) 鈴木純一: XML の悩み どこでどう使うべきか, 情報処理, Vol.41, No.12, pp.1398-1400 (2000).
- 14) Texas A&M University's Center for the Study of Digital Libraries (CSDL): Walden's Paths Path Server.
<http://www.csdl.tamu.edu/cgi-bin/walden/Pserver>
- 15) Trigg, R.H.: Guided Tours and Tabletops: Tools for Communicating in a Hypertext Environment, *ACM Trans. Off. Inf. Syst.*, Vol.6, No.4, pp.398-414 (1988).
- 16) 山北隆典, 富士 隆, 三枝武男: 知的マルチメディア CAI における Web ページ統合モデルの提案, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.4, pp.968-978 (1998).
- 17) Yamakita, T., Fuji, T. and Saegusa, T.: A Hypertext Database for Advanced Sharing of Distributed Web Pages, *Proc. 15th International Conference on Data Engineering*, p.99 (1999).
- 18) Vassileva, J.: Dynamic Course Generation on the WWW, *Artificial Intelligence in Education'97*, pp.498-505 (1997).
- 19) W3C: Document Object Model (DOM) (2001).
<http://www.w3.org/DOM/>
- 20) W3C: Resource Description Framework (RDF) (2001). <http://www.w3.org/RDF/>
- 21) W3C: XML Linking Language (XLink) Version 1.0 (2001).
<http://www.w3.org/TR/xlink/>
- 22) W3C: XML Path Language (XPath) Version 1.0 (1999).
<http://www.w3.org/TR/xpath/>
- 23) W3C: XML Query Language (XQL) (1998).
<http://www.w3.org/TandS/QL/QL98/pp/xql.htm>

(平成 13 年 12 月 20 日受付)

(平成 14 年 4 月 3 日採録)

(担当編集委員 有川 正俊)



山北 隆典 (正会員)

昭和 34 年生。昭和 59 年弘前大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程修了。同年(株)エスシーシー入社。平成 5 年より(株)学習情報通信システム研究所に出向。平成 10 年より北海道電子計算機専門学校講師。平成 13 年より北海道情報大学講師。ハイパーテキスト, データベース, 学習情報システム等に関する研究に従事。