

## XML による地元素材データベースを持つ環境学習システム

藤井 諭<sup>†\*</sup> 渡部 徹<sup>†\*</sup> 酒井三四郎<sup>‡</sup> 水野忠則<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>松江工業高等専門学校  
<sup>‡</sup>静岡大学情報学部

近年、学校で環境保全をテーマにした教育が行われるようになった。しかし、まだ生徒にとって学習に有効な教材が十分にあるとは言えない。特にインターネットで使える環境に関する学習教材は限られる。そこで我々は、地元の生活に密着した「宍道湖の水と生物」を対象として、環境に関する学習システムの開発を行った。システムは水中のシミュレーションと環境学習データベースで構成した。水中では 3D グラフィックスを用いて、環境パラメータと水質の関係のシミュレーションができるようにした。また湖に生息する生物のデータや動画を収集して、XML によって環境データベースを構成した。低学年の学生 20 名にこの環境学習システムを試用してもらい、アンケートで評価した。その結果、水中のシミュレーションはシンプルで親しみやすいとの評価であった。また環境学習データベースは、検索方法を選択して使えて便利であること、内容が動画を加えて説明されてわかりやすい事が良い評価を得た。

### A System for Learning Ecology having local materials database constructed with XML

Satoru FUJII<sup>†</sup>, Toru Watanabe<sup>†</sup>  
Sanshiro Sakai<sup>‡</sup> and Tadanori MIZUNO<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Matsue National College of Technology  
<sup>‡</sup>Faculty of Information, Shizuoka University

The education about environmental preservation has been beginning. But there are not so much teaching materials to learn about environmental preservation. Especially there are few teaching materials about ecology learning used Internet. Therefore we developed an ecology learning system to learn about water and living things in "Lake Shinji" closed to the local. Our system is constructed with a simulation of water in the lake and a database about ecology learning. We simulated the relationship between environmental parameters and water quality in the lake used 3D graphics. In addition to this, we constructed an ecology database having data and movies of living things in the lake, used XML language. Twenty students in the lower grades evaluated this system for learning ecology. As a result, they evaluated that the simulation of water was simple and friendly. And they evaluated that the ecology learning database was convenient to select access methods and intelligible by using movie.

### 1. はじめに

インターネットを使った各種の学習支援システムの取組みが行われている[1],[2],[3]。映像配信を中心とした遠隔授業もさかんに行われるようになった。我々も英語、数学などを学習対象として学習支援システムの開発を行って仮想校舎の教室に配置し、学生の自習用として運用評価を行っている[4],[5]。このような e-Learning の取組みは学習者の学習機会を広げるために、今後さらに増えていくと考えられる。

一方で近年は、環境問題が社会的に重要な課題となっている。小中学校においても総合学習などで環境をテーマにした教育が行われ始めている。例として環境モデル事業の中で環境学習ネットワークが構築されている。その中で川、酸性雨、ヒートアイランド現象などのテーマが扱われ、WWWでアクセスできるようになっている[6]。また、大気汚染やホタルの生息を題材にした教材もある[7]。しかしまだ教材は限られ表現も静的で面白みに欠け、使う生徒の興味と満足を満たしてるとは言いがたい。他の環境保全に関する教材も同様で、まだ有効な教材が十分に

あるとは言えない。我々は、環境学習システムを新たに開発して、環境学習にも使いたいと考えた。ただし学習の対象は多種多様であるため、対象を絞り込む必要がある。そこで我々は地元の生活に密着した「宍道湖の水と生物」を対象として、中学生・高校生を対象に環境学習を行うことを考えた。

今回開発した「宍道湖環境学習システム」は、3Dグラフィックスを用いた水中での環境シミュレーションと、XMLでマルチメディアを組合せて作成した環境学習データベースの検索で構成した。そして低学年の学生 20 名に試用してもらい、アンケートで評価した。ここでは、開発した宍道湖環境学習システムの機能、構成とその評価結果について述べる。

## 2. 湖中モードの機能

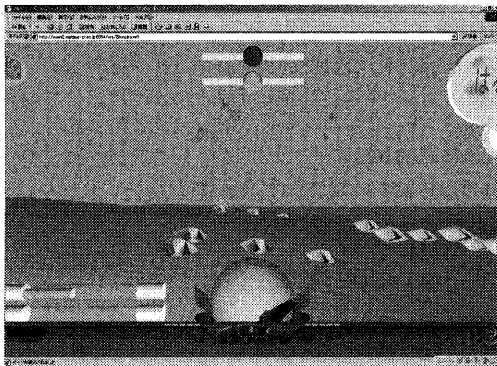


図1 湖中モードの画面

図1に開発した宍道湖環境学習システムの最初の画面を示す。画面の中央に見える赤い魚は自分のアバターである。画面内には現在の環境を示す表示盤が置いてある。季節と天候の表示盤、現在の水温を示す水温計、化学的酸素要求量 COD(Chemical Oxygen Demand)の変化を表す COD バーおよび塩分 PSU(practical salinity unit)を表す塩分バーがある。画面の中央上部に見える2つの球体をスライドさせ、水中の COD と塩分を変化させることができる。湖中では実際の宍道湖に生息する生物を、動きをつけて表現している。湖中の環境の変化を表現するパラメータは次の5つである。

- ① 季節
- ② 天候
- ③ COD
- ④ 塩分
- ⑤ シジミの数

シジミは宍道湖に生息する代表的な貝である。湖中の環境に最も大きな変化を与えるパラメータは季節である。湖中には時間の概念があり、季節の変化によって天候と COD, 塩分が変化する。塩分は天候によっても変化し、湖に雨や雪が降り注ぐことにより低くなる。これらの変化を

図1の画面左下の表示盤で示している。湖中の透明度は COD の大きさで変化し、COD に比例して水は色が汚くなり、透明度が低くなる。シジミの数は塩分によって変化する。そしてシジミの生息に適した塩分があり、それを上回るか下回った場合、シジミの生息数は減少する。またシジミには水質浄化の能力があるため、シジミの数が増減すると COD に影響を及ぼす。そこで、COD と塩分を変化させることで、湖中の環境変化を視覚的に知ることができるようにシミュレーションした。また湖中をよりリアルな表現にするために、生物を3D で表し動きをつけた。画面上で動きをもつのは以下の6つである。

- ① 季節表示盤
- ② COD と塩分の表示盤
- ③ 魚のひれ
- ④ 泳ぎ回る魚
- ⑤ 近づくと逃げる魚
- ⑥ 図鑑モードへのリンクのマーク

自分のアバターや、泳ぎ回っている魚、季節の表示盤は常に動きを持っている。湖底にいる魚のシンジコハゼは、普段は動きを持たず、視点を近づけることによってある距離まで近づくと逃げるような動作をさせている。

## 3. 図鑑モードの機能

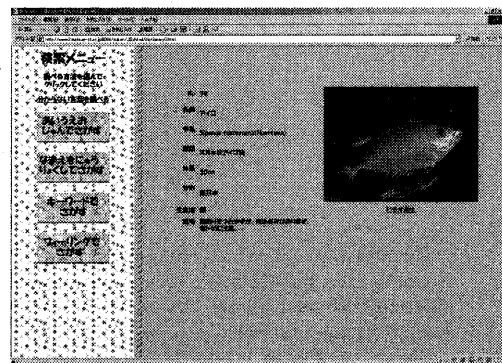


図2 図鑑モードの検索画面

湖中モードから図鑑モードへの移動は図1画面左上部のリンクをクリックして行う。図2は図鑑モードで検索した時の画面である。図鑑モードでは宍道湖の生物の名前や生態を調べることができる。右フレームは検索結果の画面を表示している。画面左のセレクトメニューで生物名を選択すると、その生物の画像が検索され、表示される。説明表示ボタンを押すと、右フレームにセレクトメニューで選択した生物の説明画面が表示される。この図の画像の下にある「ビデオ再生」という文字をクリックすると、図3のようにその生物のデータが検索され、動画で見ることができる。左フレームに4つ並んでいるピンク色のボタンをクリックすると、五十音検索、直接入力検索、キーワード検

索およびフィーリング検索を行うことができる。また「分からない言葉を調べる」をクリックすると、用語検索を行うことができる。

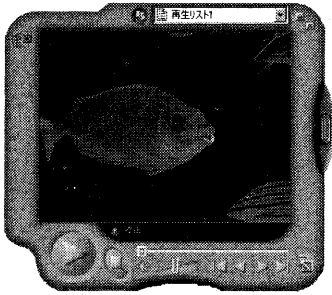
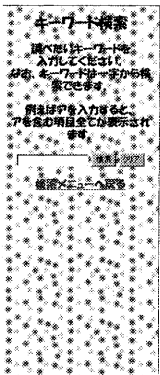


図3 動画の検索結果

直接入力検索は、生物名をテキストボックスに入力して検索する方法である。たとえばアを入力すると、名前にアを含む生物名が右フレームの検索結果画面に表示される。



キーワード検索は、調べたい生物に関するキーワード(例えば「ハゼ科」)を入力することによって検索する方法である。キーワードは説明表示画面中のテキストから検索される。そしてキーワードを含む生物が、右フレームの検索結果画面のセレクトメニューに表示される。

図4 キーワード検索画面

フィーリング検索は図5のように、種類、大きさなどの条件を右フレームのセレクトメニューから選ぶことで検索する方法である。これにより、名前もキーワードも分からない生物も調べることができるようになる。セレクトメニューで選んだら下の OK ボタンを押すことによって、左フレームのそれぞれの条件のテキストボックスに条件が入るようにしている。

生息場所の条件は 3 つまで入れることができる。宍道湖内の生物は一つの生息地だけではなかなか絞りきれないことがあるため、生息地のテキストボックスは複数個用意している。また、生息場所は条件が「かつ」で検索結果が出なかった場合に備えて、「または」も選択できるようなセレクトメニューとして用意している。

自分の好きな条件を左フレームのテキストボックス内に

入れ終わったら、下の OK ボタンを押して検索する。検索結果は検索結果画面のセレクトメニュー内に表示される。

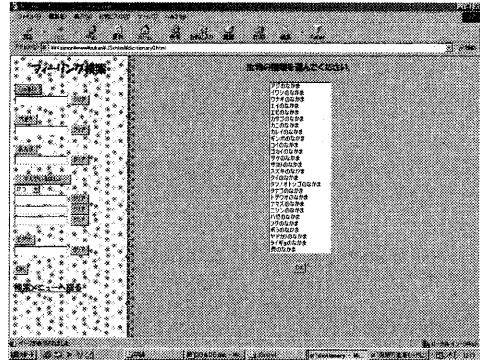


図5 フィーリング検索

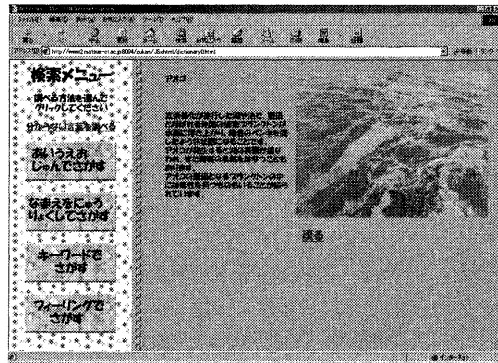


図6 用語検索の画面例

生物の説明のなかには例えば「アオコ」のような、中学・高校生にとって難しい言葉も多い。湖中モードでグラフによって表示される環境パラメータ(例えば COD)のように、意味が分かりにくいものもある。その用語を検索する手段として用語検索機能を用意した。図6に用語解説画面を示す。この例では「アオコ」と呼ばれる植物性プランクトンによる水質への影響の説明を行っている。また湖の汚れの状況を、現場の写真を使って表現している。このような情報を提供することによって、環境汚染に対する危機意識を高めることが期待できる。用語検索の方法はキーワード検索に類似し、調べたい用語を持つキーワードを入力して行っている。

#### 4. 宍道湖環境学習システムの構成

図7に宍道湖環境学習システムの構成を示す。湖中

モードは、VRML による3D 表現によって実現した。また湖中の動的な状況は、イベントデータを組合せて表現している。イベントデータには湖中にある生物(魚、シジミなど)と、環境/パラメータ(CODと塩分)による水質の変化、季節による塩分の変化を用意した。これらのイベントデータを用いて、JavaScript によって湖中の様子に動きや変化を与えて表現するようにした。特に中学生レベルに対しては環境の雰囲気伝えることが大切と考え、システムの中で環境とパラメータの量との関係は定性的な表現とした。

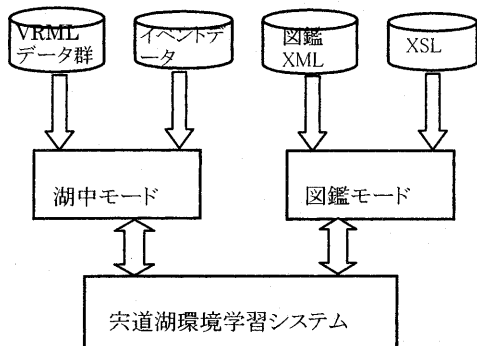


図7 宍道湖環境学習システムの構成

図鑑モードでは、宍道湖の環境と生物に関するデータベースはXMLを用いて開発し、図鑑XMLに格納した。そのために、宍道湖の生物を展示した県立水族館[8]から、可能な限り多くの材料を集めた。これをXSLの定義に従って画面に表示した。また検索方法を、五十音検索、直接入力検索、キーワード検索およびフィーリング検索の中から選んで検索ができるようにした。図鑑XMLは、dic(辞書)、item、id、reading(読み方)、imageおよびmovieのノードで構成した。XMLを使用することによってノードの検索が容易となり、内容の表示もXSLTを使用して簡単にテーブル形式で表示できるようになった。

## 5. データの検索方法

図8にキーワード検索などに使用するXMLファイルのタグ構造を示す。id属性は値の有無や並べ替えなどに使用する。readingは項目の読み、imageはJPEGファイル名、movieはMPEGファイル名を表わす。タグ構造は検索方法によって異なる。

リスト1にXSLTを利用したセレクトメニューの表示のソースコードの一部を示す。名前など、セレクトメニューにノード間で重複しないデータを表示する時はXSLTを使用

すると簡単に条件に合った結果のセレクトメニューが表示できる。検索処理を行っているHTMLは、読み込んだnameichiran.xmlのselect属性の値に検索条件strPatternを入れ、transformNodeメソッドによりXMLファイルの入っている変数sourceをセレクトメニューに変換してPタグに出力している。

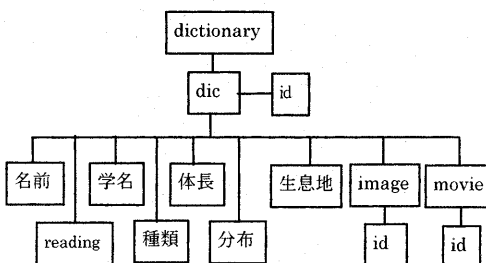


図8 検索のタグ構造の例

```
//styleにXSLファイルnameichiran.xmlを読み込む
var style=new ActiveXObject("Microsoft.XMLDOM");
style.async=false;
style.load("nameichiran.xml");
//xsl:for-eachタグのselect属性を変更する
//xsl:for-eachタグを含むノードリストをfeNodeListに入れる
var feNodeList=style.getElementsByTagName("xsl:for-each");
//最初のxsl:for-eachタグのselect属性の値をstrPatternに替える
feNodeList(0).setAttribute("select",strPattern);
//最初のxsl:for-eachタグのorder-by属性の値を名前に替える
feNodeList(0).setAttribute("order-by","名前");
//Pタグの属性pOutにXSLTによって変換されたファイルを入れ、表示させる。
pOut.innerHTML=source.transformNode(style);
```

### リスト1 XSLTを利用したセレクトメニューの表示

リスト1の1行目は、ActiveXObjectメソッドによりXMLDOMDocumentオブジェクトを生成している。XMLDOMDocumentは、XML(又はXSL)文書の先頭のノードを表すオブジェクトである。2行目ではasync(非同期)プロパティをfalseにして同期を取り、3行目ではXMLDOMDocumentオブジェクトstyleにJavaScriptのload

メソッドによって XSL ファイルを読み込んでいる。

リスト2に、リスト1で用いたセレクトメニューに変換する XSL である nameIchiran.xml の一部を示す。XSLT では適用する XML の範囲を xsl:template タグの match 属性で決めている。この xsl:template タグの中には HTML ファイルのタグをそのまま書き入れることができる。表示する XML ノードの値は xsl:value-of タグの select 属性によって指定している。

```

<!--セレクトメニューに生物の名前を一覧表示する XSL ファイル-->
<!--全ノードに適用-->
<xsl:template match="/">
  <!--セレクトメニューを定義する-->
  <SELECT name="xslIchiran" size="1" onchange="chgImage0">
    <!--dic ノードに対して読み順で繰り返し適用する-->
    <xsl:for-each select="dictionary/dic" order-by="reading">
      <!--セレクトメニューの各要素を定義-->
      <OPTION>
        <!--OPTION タグの値を id 属性の値とする-->
        <xsl:attribute name="value">
          <xsl:value-of select="@id"/>
        </xsl:attribute>
        <!--表示は名前とする-->
        <xsl:value-of select="名前"/>
      </OPTION>
    </xsl:for-each>
  </SELECT>
</xsl:template>

```

リスト2 セレクトメニューに表示す XSLT

## 6. 環境学習教室の評価

本校1年生(高校1年生と同年)の20名に宍道湖環境学習システムを試用してもらい、アンケートによって評価した。アンケートの項目は以下のとおりである。

### (1) 湖中モードについて

- Q1 操作性    Q2 グラフィックスの効果  
Q3 環境変化の効果    Q4 親しみやすさ

### (2) 図鑑モードについて

- Q5 これは使えると思う検索方法    Q6 内容は分かりやすいか  
Q7 内容に興味を持てたか    Q8 内容は何かの役に立ちそうか

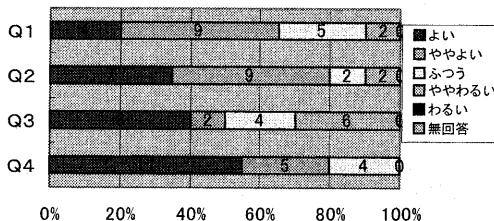
### (3) システム全体の評価

- Q9 満足したか    Q10 実用性があるか  
Q11 環境学習の役に立つか

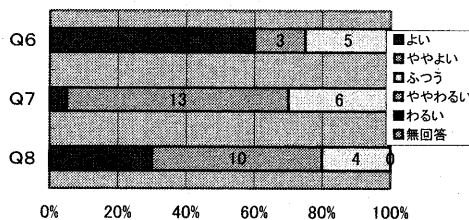
図9に評価結果を示す。図9(a)より、湖中モードのQ1, Q2, Q4 に対して高い評価を得た。特にQ4の「親しみやすさ」に対する評価が高く、仮想校舍に組み込んだ場合に校舍全体の利用率を上げる効果が期待できる。Q2のグラフィックスの効果についても80%が良いと答えた。一方でQ3の環境の変化への効果については、まだ改良の余地がある。

図鑑モードについては、Q5の結果より多くの人がフィーリング検索と五十音検索は使いやすいと答えている。フィーリング検索が評価された理由は、次のものであった。

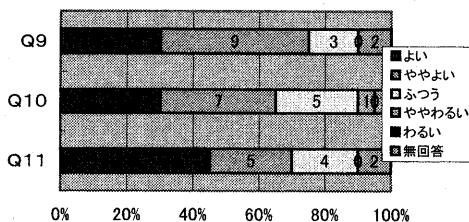
- ①名前がわからない時にイメージで検索できる。
- ②好きな項目で検索できる。
- ③条件を入力して検索できるので見つけやすい。



(a) 湖中モードの評価



(b) 図鑑モードの評価



(c) 環境学習システム全体の評価

図9 環境学習システムの評価

図9(b)より Q6, Q7, Q8 に対する評価はいずれも

図9(b)より Q6, Q7, Q8に対する評価はいずれも良好で、わかりやすく役に立ったと言える。自由記述で動画が使われて良いとのコメントがあった。

図9(c)より、環境学習システム全体としても、半数以上からよい反応を得ている。Q10の「実用性がある」とした理由は次のものであった。

①宍道湖の中の様子が分かりやすく表現してある(5人)。②図鑑があるので生物の生態についてよく分かる(3人)。③使っていて楽しい(2人)。

Q11の「環境学習の役に立つか」という設問に対しては、多数が役に立つという意見とその理由を述べた。主な理由は次のものである。

①湖中モードで、水質の変化などの様子が目で見て分かる(6人)。②図鑑モードで、自然に対するいろいろな知識が勉強できて良い(3人)。

## 7. まとめ

近年は環境保全が社会的に重要な課題となっている。中学校などにおいても環境をテーマにした教育が行われ始めているが、また環境学習に有効な教材が十分にある状況にはない。そこで、生徒たちにとって身近な地元の環境をテーマとして「宍道湖環境学習システム」の開発を行った。この環境学習システムで、3Dグラフィックスを用いた水中のシミュレーションと、XMLで作成した環境学習データベースの検索ができるようにした。本校1年生の学生20名にこの環境学習システムを試用してもらい、アンケートで評価した。その結果、3Dの水中表現に対しては、シンプルで親しみやすいとの評価であった。環境学習データベースに対しては、検索方法を選択して使えて便利である、内容が動画を使って説明されていてわかりやすい、といった点が高く評価された。今後は湖中モードと図鑑モードの連携をよりスムーズにし、3Dを活用して生徒にとってよりわかりやすい表現として行きたい。また水質と生物のシミュレーションを、リアルタイムのパラメータの組合せでより定量的に表現していきたい。

なお、本研究の一部は科学研究費の基盤研究C「地方素材を活かした歴史・環境学習支援システムの開発と評価」によって行っている。

## 参考文献

[1] 仲林清, 小池義昌, 丸山美奈, 東平洋史, 福原美三, 中村行宏: WWWを用いた知的CAIシステムCALAT, 電子情報通信学会論文誌 D- II, Vol.J80- D- II,

No.4(1997).

[2] Linda Harasim: A Framework for Online Learning: The Virtual-U, IEEE Computer Vol.32, No.9, pp.44-49(1999).

[3] B. Collis: Design, Development and Implementation of a WWW-Based Course-Support System, Proc. of the 7th International Conference on Computer in Education (ICCE99), pp.11-18(1999).

[4] Fujii, J.Iwata, M.Hattori, M.Iijima and T.Mizuno: "Web-CALL": A language learning support system using Internet, IEEE Computer Society ICPADS2000, NGITA Workshop, pp.326-331(2000).

[5] S.Fujii, N.Okamoto, J.Iwata and T.Mizuno: Development of a 3D Virtual School with Learning Support Systems, Proceeding of the ACIS 2nd International Conference on SNPD'01, pp.152-159 (2001).

[6] Environment Investigation and Learning NETwork: [http://www.fsifee.u-gakugei.ac.jp/eilnet/\(2002\)](http://www.fsifee.u-gakugei.ac.jp/eilnet/(2002)).

[7] 学研スクールエコネット:

<http://kids.gakken.co.jp/campus/kids/eco/>

[8] 島根県立宍道湖自然館ゴビウス:

[http://www2.pref.shimane.jp/gobius/\(2002\)](http://www2.pref.shimane.jp/gobius/(2002)).