

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 24 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350279

研究課題名(和文) 重度視覚障害者に拡張可能マークアップ言語の活用技法を教育する環境の構築とその普及

研究課題名(英文) Development of Education Model on Utilization Technique of XML (eXtensible Markup Language) for Students with Visual Impairments

研究代表者

長岡 英司 (Nagaoka, Hideji)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：30227996

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、重度の視覚障害を持つ大学生や高校生等に、拡張可能マークアップ言語XMLの活用技法を、プレゼンテーションの遂行を題材に学ばせる教育環境を構築した。その実現のために、「プレゼンテーションの遂行にXMLを活用することの有効性の実証」、「XMLを用いて遂行するプレゼンテーションを支援する機能の開発」、「XMLの活用技法を教育する方法と教材の開発」を行い、開発成果の有効性を障害当事者による試用で確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, an education model has been made up, which enables the students with visual impairments to learn the utilization technique of XML (eXtensible Markup Language) by using presentation as a base material. To achieve the purpose, the following approaches were developed: "verification of the validity of using XML for execution of presentation", "development of the function to assist in the presentation executed by using XML", "development of the teaching methods and learning materials on how to use XML". From those approaches, we confirmed that developmental results were efficiently effective.

研究分野：複合領域

キーワード：視覚障害 XML(拡張可能マークアップ言語) プレゼンテーション 提示資料 DOM(ドキュメント・オブジェクト・モデル) 教育方法 教材 点字

1. 研究開始当初の背景

近年、全盲者等の重度視覚障害者の情報アクセスを巡る状況は、種々の技術の活用によって目立って改善された。具体的には、視覚を介さない PC (Personal Computer) 操作を支援する技術や、墨字 (目で見える普通の文字) を点字や音声に自動変換する技術が進歩し、独力で墨字の読み書きの可能性が大幅に拡大したことなどがある。

しかしながら、情報アクセスに関連する問題はまだまだ残る。その一つに、視覚的な情報提示を行うことについての困難がある。今日の社会生活では、様々な目的のプレゼンテーションが行われている。晴眼者 (視覚に障害のない者) の間では、これに PC を用い、効果的なプレゼンテーションを行うことが一般化している。ところが、重度視覚障害者の場合は、研究代表者らの 2005 年の調査によると、口述のみや印刷資料を配布する方法のプレゼンテーションが主であり、資料提示を独力で PC 操作で行うことがある者が 36%、補助者の PC 操作で行うことがある者が 17%と、PC の利用度は低い。提示内容も文字だけのごく簡素なものがほとんどであった。当事者の間でも、口述や資料配布のみに依存する方法の限界や問題性が認識されており、88%の者が適切な視覚情報の提示を行う必要性を感じ、それを主体的に行えるようになることを希望した。それにもかかわらず改善が見られなかったのは、そのための妥当な方法が確立されないことによると考えられた。

研究代表者は、この問題をはじめとする重度視覚障害者の情報アクセスに関する困難や不便の解消に、拡張可能マークアップ言語 XML (eXtensible Markup Language) 技術が役立つ可能性に着目した。そこで、それまでの取り組みによって得られていた次のような成果や知見を活用して、本研究を行うこととした。

汎用言語 C#等でのプログラミングを視覚を用いずに行えるようにするために、点字表示機能を備えたテキストエディタや端末エミュレータ等を開発した。

視覚を用いず GUI (Graphical User Interface) プログラミングや図形対応プログラミングを行う技法を限定的ながら開発した。

点字やデジタル録音等の複数の媒体を統合したマルチモーダルな学習資料を開発し、実際の教育に使用して有効性を確認した。

2. 研究の目的

本研究は、「重度の視覚障害を持つ大学生や高校生等に、拡張可能マークアップ言語 XML の活用技法を、プレゼンテーションの遂行を題材に学ばせる教育環境を構築し、その普及を図ること」を目的に行った。対象の学習者としては「マークアップ言語の使用や

プログラミングについての未経験者」を想定し、教育目標は「プレゼンテーションの遂行等に XML を活用する技法の習得」とした。

本研究では、この教育環境の実現に向けて、次の事項を行うこととした。

XML を活用する技法の開発：「文字情報と画像や映像等を適切に組み合わせた理解しやすい提示資料を視覚を用いず自立的に作成すること」と「資料の提示を視覚を用いず円滑かつ確実にすること」を可能にするための、XML の活用技法を確立する。

プレゼンテーションの遂行を支援する機能の開発：資料の作成時に必要な「レイアウトの確認」や、提示時に必要な「資料の特定箇所の指し示し」等を視覚を用いずに行えるようにする支援機能を、XML 技術を活用して開発する。

教育方法の開発：XML の活用の実際を系統的に教育する方法を、上記の技法と支援機能を用いてのプレゼンテーションの遂行を題材にして確立する。

教材の開発：XML の基礎から活用、さらに応用までを、聴覚と触覚を介して実践的に学習・実習できるようにするための教材を開発する。

本研究は、重度視覚障害者に次のような可能性をもたらすことを想定した。

コミュニケーション力の強化：質の高いプレゼンテーションを円滑に行なえるようになり、学業や職業の場での発表の機会が拡大する。また、インターネット等での情報発信力が向上する。

情報環境の改善：情報アクセシビリティの向上を必要とする当事者として、それに主体的に取り組めるようになり、状況の改善が促進される。

職域の拡大：XML 関連のノウハウの習得により、事務系や情報系の分野での就業可能職域が拡大する。また、電子書籍や電子資料のアクセシブル化等、福祉や教育の分野で今後必要になる新たな業務を担えるようになる。

本研究は、これらの可能性を通じて、重度視覚障害者の社会参加の促進や生活の質の向上に寄与することを目的に計画された。

3. 研究の方法

本研究は、以下に示す方法と手順で実施した。ソフトウェアの開発や点訳については、専門的なスキルを有する人材に一部を依頼し、予備調査、試用実験、評価では、視覚障害者 (筑波技術大学の学生や東京都立文京盲学校の生徒) の協力や参加を得た。

(1) 資料の作成や提示に XML を活用する技法の開発

プレゼンテーション等で使う提示資料の作成や、その資料の提示を視覚を用いずに行えるようにするための、XML 活用技法を、盲学校高等部の授業での実践を通じて確立した。

資料作成のための XML 活用技法の開発
レイアウトや配色、画像や映像の組み込み
等の制御を、XML を活用して視覚を介さず
に行う技法を、次の手順で確立した。

XML の使用環境と支援技術についての
調査

XML の活用モデルの作成

XML の活用技法の体系化

資料提示のための XML 活用技法の開発

提示中の資料への視覚を介さないアクセ
スに XML や関連技術を活用する技法を、次の
手順で確立した。

XML 等と支援技術との併用の可能性に
ついての調査

XML 等の活用モデルの作成

XML 等の活用技法の体系化

技法の評価

上記で確立した技法の妥当性や有効性を、
次の手順で評価した。

評価用課題の作成

評価実験の実施

問題点の改良

(2) 資料の作成や提示を支援する機能の開
発

上記(1)で確立した技法の遂行を支援する
機能を開発した。ソフトウェア開発の一部は、
専門技術者に依頼した。各開発は概ね次の手
順で行った。

開発する機能の設計

必要な機器やソフトウェアについて
の調査

機能の試作

評価と改良

資料作成支援機能の開発

提示資料の内容やレイアウトを、点字や音
声読み上げを介して文章形式で記述できる
システムを、DOM (Document Object Model)
技術を活用して開発した。また、レイアウト
等、資料の概観を触覚で確認できるようにす
る機能を、立体コピーシステムや点図システ
ムを用いて実現した。

資料提示支援機能の開発

提示中の資料に関する情報を、点字ディス
プレイ端末や音声読み上げで選択的に読み
取れるようにする機能を、既存の支援技術等
を活用して実現した。

(3) XML の活用の実際を教育する方法の開発

上記(1)、(2)の技法と支援機能に基づく教
育方法を、視覚障害学生の協力を得て、次の
手順で確立した。

実習内容の選定と実習用資源の整備

試行による評価と改良

教育方法の体系化

(4) XML の基礎や活用に関する教材の開発

XML の基礎から活用までを視覚障害者が実
践的に学習できる教材を、上記(3)と連動さ
せて、次の手順で開発した。点字版教材の作
成では点訳者に協力を依頼し、また、今後の
参考に供するために、点訳方法等を配布可能
な形態で資料化した。

コンテンツの作成

点訳と電子データ化

試用による評価と改良

4. 研究成果

重度視覚障害者を対象とする本研究の成
果は、「プレゼンテーションの遂行に XML を
活用することの有効性の実証」、「XML を用い
て遂行するプレゼンテーションを支援する
機能の開発」、「XML の活用技術を教育する方
法と教材の開発」の3点に集約できる。開発
成果については、筑波技術大学の視覚障害学
生や東京都立文京盲学校の生徒に対する教
育に試行的に用いて有効性を確認した。

(1) プレゼンテーションの遂行に XML を活用
することの有効性の実証

近年、一部の盲学校等で、HTML (ハイパー
テキストマークアップ言語) による Web ペ
ージの作成を教育に取り入れている。しかしな
がら、そこにはまだ多くの改善の余地が残さ
れていることから、本研究では、拡張性や柔
軟性に優れた XML を視覚障害者の情報発表力
を養うための教育に活用することに着目し、
その可能性と有効性を以下の通り確認した。

方法

2014 年の 2~3 月に、東京都立文京盲学校
の高等部普通科 3 年生の科目「情報 A」の授
業において、写真を掲載した簡単な提示用資
料を各生徒に XML を用いて作成させる実習を、
同校の富田彩教員の指導で行い、状況を観察
するとともに、参加生徒へのアンケートを実
施した。同科目では、文書作成、表計算、プ
レゼンテーション、ネットアクセス、Web ペ
ージ作成 (HTML) などの初歩を指導している。

アンケートは、実習内容に関する理解の程
度の実感を問う質問票 (選択式 5 問と記述式
1 問) に、筆記で回答させる方法で行った。

結果

生徒全員が、自身の関心に従って選んだ写
真と、それに関連付けて記した文章からなる
提示用資料を、テンプレートを利用して XML
データの形態で完成した。

生徒の使用文字と PC アクセス：参加
生徒 7 人は、4 人が点字使用、3 人が墨字使
用である。点字使用生徒のうちの 3 人は、PC
画面を目視で読み取ることができないため、
スクリーンリーダーと点字ディスプレイ端末
に全面的に依存して PC にアクセスした。

アンケートの回答：生徒 7 人のうちの
6 人は、実習内容をよく、または、少し理解
できたと感じた。感想を記述した 4 人のうち、
3 人が満足感または更なる学習の意欲を示し、
1 人は難しさを感じた旨を示した。

考察

実習の状況とアンケート結果から以下の
ことを見出した。

XML の利点：要素名や属性名を、内容
の種別や位置づけを示す語にしたことで、生
徒たちが提示用資料の実例の構成やレイア

ウトに比較的容易に馴染むことができた。内容主体の簡素な記述も理解の助けとなった。

事例とテンプレートの併用の効果：事例を示し、テンプレートを使って事例と同じ形式の提示用資料を自作させる方法が、基本的事項の速やかな理解に有効であった。

HTML の知識の有効性：HTML を理解できていた生徒は、XML 文書と連動させた XSL ファイルや CSS ファイルの内容にも関心を示し、自身での修正（表示色やレイアウトの変更）に積極的に取り組んだ。

視覚を介する PC アクセスができないことによる不利：目視で画面を読み取れない生徒も実習を完遂したが、修正を円滑に行えない、達成感が十分に得られないなどの問題も現出しており、教育の質を確保するには、個別の指導や補助者の配置などの対応策を適宜実施する必要がある。

結論

XML では、付加的な情報を混在させることなく、任意の要素名や属性名を使ってコンテンツを記述できる。それゆえ、HTML に比べ、初学者が文書の構造化の本質を理解しやすい。このことは、視覚障害生徒の提示用資料の作成に関する学習でも有効であることが示された。しかしながら、XML を確実に活用するには、非視覚的な教育方法の確立や、関連のリソースの整備が不可欠である。

(2) XML を用いて遂行するプレゼンテーションを支援する機能の開発

プレゼンテーションにおける資料の作成や提示にはパワーポイントの使用が一般的である。重度の視覚障害者もスクリーンリーダを介してこれを使うが、音声化に限界があることなどから、この方法には困難が多いことが、重度視覚障害学生を対象に実施したヒアリングと実作業の分析で明らかになった。特に、提示資料の作成において、画像の配置などのレイアウトの決定や調整を、自立的に行うことが難しい。

この問題を改善するために、本研究では、XML で記述した原稿を、DOM 技術を活用して、提示用の HTML 文書に変換するソフトウェアを開発した。これを使って提示用資料を作成するには、本研究で類型化したパターンの中から各スライドごとにレイアウトを選定し、それぞれに対応する構造の XML 要素で内容やレイアウト詳細を記述する。XML では、要素名を自由に付けられるなど制限が少ないため、記述や理解が容易である。また、XML での記述は、点字ディスプレイ端末やスクリーンリーダを介して行える。変換された HTML 文書は、そのまま提示するか、画像で取り出してパワーポイントのデータなどとして使う。HTML 文書は、スクリーンリーダによってアクセス可能である。

原稿の XML 文書の構成

原稿の XML 文書においては、要素（エレメント）名は英数字、漢字等任意であるが、数

字で始まる要素名は不可とする。資料全体を一つの要素とし、その中は、スライド 1 枚ずつを記した子要素を提示順に配列する。各スライドのレイアウトとそれを記述する XML 要素の構造は、下の に示す 8 通りのいずれかとする。

スライドのレイアウトと XML 要素の構造

8 通りのレイアウト（文字のみのもの 4 通り、画像を含むもの 4 通り）とそれに対応する XML 要素の構造を示す。ここでは、n 番目のレイアウトに対応する要素の名を "sn"、スライド内の枠などに対応する要素の名を "a"、"b"、"c"、・・・と記すことにする。

【文字のみのもの】

発表テーマスライド：中寄せの大文字
テーマ枠（青・幅 11 文字 × max6 行・最適 2 行）、
下部中央の氏名・所属枠（黒・幅 28 文字 × max12 行、最適 2 行）

XML 要素：

```
<s1>
  <a>テーマ</a>
  <b>氏名・所属</b>
</s1>
```

ページタイトルと中央 1 ブロック本文：上部中寄せのページタイトル枠（青・幅 17 文字 × max10 行・最適 2 行まで）、本文枠（黒・幅 28 文字 × max13 行・最適 11 行まで）

XML 要素：

```
<s2>
  ページタイトル
  <a>本文</a>
</s2>
```

ページタイトルと左右 2 ブロック本文：上部中寄せのページタイトル枠（青・幅 17 文字 × max10 行・最適 2 行まで）、本文枠（黒・幅 13 文字 × max13 行・最適 11 行まで）

XML 要素：

```
<s3>
  ページタイトル
  <a>左本文</a>
  <b>右本文</b>
</s3>
```

ページタイトルと左右 2 ブロックの小見出し & 本文：ページタイトル枠（青・幅 17 文字 × Max10 行・最適 2 行まで）、左右対称小見出し枠（黒・幅 10 文字 × Max11 行・最適 2 行まで）、左右対称本文枠（黒・幅 13 文字 × Max13 行・最適 11 行まで）

XML 要素：

```
<s4>
  ページタイトル
  <a>左小見出し</a>
  <b>左本文</b>
  <a>右小見出し</a>
  <b>右本文</b>
</s4>
```

【文字と画像】

* 画像の基本表示：<image img="画像名"/>

ページタイトルと1画像：上部寄せのページタイトル枠(青・幅 17 文字×Max10 行・最適 2 行まで)、中央画像 1 枚

XML 要素:

```
<s5>
```

ページタイトル

```
<image img="画像名"/>
```

```
</s5>
```

ページタイトルと左画像&右本文：左画像、右本文(黒・幅 13 文字×Max13 行・最適 11 行まで)

XML 要素:

```
<s6>
```

ページタイトル

```
<image img="画像名"/>
```

```
<a>右本文</a>
```

```
</s6>
```

ページタイトルと左右 2 画像：ページタイトル枠(青・幅 17 文字×Max10 行・最適 2 行まで)、左右 2 画像

XML 要素:

```
<s7>
```

ページタイトル

```
<image img="画像名"/>
```

```
<image img="画像名"/>
```

```
</s7>
```

ページタイトルと左右 2 ブロックの小見出し&画像：ページタイトル枠(青・幅 17 文字×Max10 行・最適 2 行まで)、左右小見出し枠(黒・幅 10 文字×Max11 行・最適 2 行まで)、左右 2 画像

XML 要素:

```
<s8>
```

ページタイトル

```
<a>小見出し</a>
```

```
<image img="画像名"/>
```

```
<b>小見出し</b>
```

```
<image img="画像名"/>
```

```
</s8>
```

評価

2015 年 10 月から 2016 年 1 月に、2 名の重度視覚障害生が、この方法で提示資料の作成を行った。その結果、次のような評価を得た。

【利点】

- ・ 全体として理解しやすく、すぐ使える。
- ・ 8 種類のレイアウトがあり、基本的なニーズに込えている。
- ・ 普通の文書の箇条書きのような編集動作であり、視覚障害者に馴染みやすい。
- ・ タイトル、小見出し、本文の文字のサイズが自然に決まるので調整が不要である。
- ・ 画像の挿入箇所を把握しやすい。
- ・ テキストベースで作成できる点がとてもいい。
- ・ 作成したスライドがどうなっているかを、音声のみで 100%把握できる点がいい。
- ・ 文章の差し替えなどの修正が簡単にできる。
- ・ 他人の目に頼らずに作業ができる。

・ スライドの切り替えが、方向キーで簡単にできる。

【問題点】

- ・ 背景のデザイン、文字のサイズ、表示色を変更できない。
- ・ 配布資料にするための印刷機能がない。

(3) XML の活用技術を教育する方法と教材の開発

本研究では、教育の方法と教材の開発を、連動して行った。

教材

XML の基礎と関連技術を視覚障害者が確実に学習できるようにするために、点字版とテキストデータ版の学習資料を作成した。二次元的な対象についての解説には、触読の特性に考慮した点図で対応した。重度視覚障害者による使用の結果、教材としての有用性と、アクセシビリティ・ユーザビリティを確認できた。また、既に作成してあった HTML 関連の教材と併せ、重度視覚障害者が XML と周辺技術を系統的に学ぶのに十分な教材が整った。

このような視覚障害者用の教材の作成には特殊な点字表記や点図作成についての専門的な知識が必要である。そこで、今後の安定的な教材確保のために、それらのノウハウを体系化し、点訳者等に配布できるよう文書データ化した。

盲学校生徒に対する教育方法

盲学校高等部の授業において、XML の基礎を指導し、提示用の XML 文書を作成する実習を行った。このうちの実習の授業の内容は次の通りである。

第 1 回

- ・ 導入 (10 分): XML についての確認
- ・ 展開 (35 分): 作成する文書についての解説 (レイアウト、要素名、レイアウトの加筆と修正、画像選択) と文書作成実技

・ まとめ (5 分): 宿題の説明と次回予告

第 2 回

- ・ 導入 (10 分): 前回の復習
- ・ 展開 (35 分): 補足説明と文書作成実技、代表者による発表

・ まとめ (5 分): XML についてのまとめ

この実習では、以下の教材を配布した。受講する生徒の視覚障害の程度の多様性に対応するために、説明文は各種文字サイズの墨字版と点字・点図版を準備した。

- ・ サンプル：提示用資料の XML 文書の電子データとその説明文
- ・ テンプレート：電子データとその説明文

・ 掲載用写真：写真の電子データ集とその説明文

また、実習では、支援機器 (点字ディスプレイ端末) や支援ソフトウェア (スクリーンリーダ、画面表示拡大ソフト) を備えた PC を使用し、各生徒の障害や理解の状況に応じた個別的な指導を行った。

これによって、視覚障害生徒に XML の導入教育を行う方法を確立することができた。

視覚障害大学生に対する教育方法

重度視覚障害学生に、XML の基礎に関する学習と、プレゼンテーション用資料を XML 文書で作成する実習を行わせた。この試みでは、点字版とテキストデータ版の教材を提供し、自習を主体に教育を進めた。プレゼンテーション用資料の作成には、本研究で開発した、提示資料作成用変換ソフトウェアを使用させ、口述とテキストデータ版資料、点図等で適宜解説をするとともに、質問に個別的に応じた。これらにより、視覚障害大学生を対象に XML の基礎と活用についての教育を行う方法を、確立することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

野澤しげみ、長岡英司、田中直子、富田彩、宮城愛美、小野瀬正美、納田かがり、
「視覚障害者用 EPUB ブラウザ」の開発と試用==EPUB ファイル内の点字データをピンディスプレイに出力する機能の実装==、筑波技術大学テクノレポート、22(2)、pp13-18、2015

[学会発表](計1件)

長岡英司、森まゆ、富田彩、盲学校高等部生徒の XML 活用実習 提示用資料の自立的作成の試み、日本特殊教育学会第 52 回大会、2014.9.20-22(高知県高知市)、(日本特殊教育学会第 52 回大会発表論文集電子版 0-14)

[図書](計2件)

長岡英司、情報アクセスの現状、日本の視覚障害者 2013 年版、社会福祉法人日本盲人福祉委員会、pp77-89、2013 年 12 月

長岡英司、田中直子、数学&情報処理点訳ガイド、筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター(茨城県つくば市)、2015:総 114 ページ、共著(和)

6. 研究組織

(1)研究代表者

長岡 英司 (NAGAOKA, Hideji)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：30227996