

# TLOD Textbook : 階層構造と Semantic Zoom を利用したデジタル教科書

武田港<sup>†1</sup> 望月茂徳<sup>†2</sup> 川村健一郎<sup>†2</sup> 稲見昌彦<sup>†1</sup>

我々は物事を微視的視点・巨視的視点を往来しながら把握している。例えば歴史では、ある事件について発生した場所や時間、関係者といった詳しい内容を覚えると共に、それが起こった経緯や、社会情勢に与えた影響等の大きな流れの中での位置づけを知ることで、はじめてその事件の全体像を把握することが出来る。本研究では、この視点の往来にズームを用いることで、直感的にこのふたつの視点の関係性を掴むことが出来るデジタル教科書システムと、その具体的なコンテンツを提案する。

## TLOD Textbook: Application of Layer Structure and Semantic Zoom for Digital Textbook

Minato TAKEDA<sup>†1</sup> Shigenori MOCHIZUKI<sup>†2</sup>  
Kenichiro KAWAMURA<sup>†2</sup> Masahiko Inami<sup>†3</sup>

We understand various matters by changing the eye point between macroscope and microscope. For example in studying history, we can get hole vision at the first time after remembering the detail – time, place, related people - of some event and knowing the relation with social circumstance, importance and influence. In this research, using Zooming User Interface to changing this eye point, I propose new Digital Textbook which will be useful to get the relation between these macro and micro eye points.

### 1. 背景

平成 23 年に文部科学省が打ち出した「教育の情報化ビジョン」[1]に基づき、現在 2020 年度を目標としたデジタル教科書の環境整備や研究、実証実験などが盛んに行われている。このビジョンの中で、デジタル教科書は「子どもたち一人一人の能力や特性に応じた学び、子どもたち同士が教え合い学び合う協働的な学びを創造していくために、子どもたち一人一人の学習ニーズに柔軟に対応でき、学習履歴の把握・共有等を可能とする」ようなものとして、役割を期待されている。

この期待に応えるべく、学習者の理解度の自動的な測定や、つまづいている箇所を検出、それに合わせた練習問題の出題アルゴリズムなどが、特に注力して研究されてきている。

一方で、そもそも最初の学習に利用する教科書については、学習者の理解度や学力に応じた提供方法があまり研究・報告されていない。教科書は、現在の学習内容をそれまでの文脈と接続して把握するための重要な教材であり、教科書のレベルが学習者のレベルに合っていないと、学習者は今自分が何を学んでいるのか分からず、具体的な内容もきちんと理解出来なくなる可能性が高い。

そこで本研究では、一人ひとりの学習状況に応じた情報提示の出来るデジタル教科書プラットフォームとして、教

科書の意味内容を文脈に沿ったまま拡大/縮小(即ち詳細/簡略)することが可能なシステムを提案する(図 1)。

このシステムにより、学習者は同一の文脈を自身の理解度に応じた形で受け止めることが出来る。例えば、歴史の教科書では、ズームインすればするほど対象(及びその周辺)の事柄が小学校レベル→中学校レベル→高校レベルと詳しくなり、逆にズームアウトすれば年表レベルまで簡略化することが出来る。その為、理解度や興味の高い学習者はどんどん詳細な内容へとズームインし、逆にその部分が苦手な学習者はズームアウトし簡単な流れを掴んでから再挑戦する、といったことが可能となる。

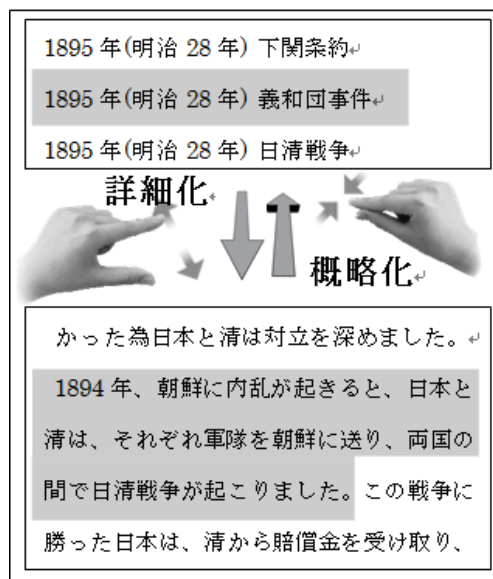


図 1 意味内容のズームの概念図

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科  
Graduate School of Media Design, Keio University

<sup>†2</sup> 立命館大学映像学部  
College of Image Arts and Sciences, Ritsumeikan University

## 2. 関連研究

これまで、動画や音楽、MR 技術などを組み込むことで学習者により具体的なイメージを伝えられる教科書[2]や、インタラクティブ性を持たせた教科書の開発[3][4]などは盛んに行われてきた。これらの研究は、教科書の抽象的なトピックを分かりやすく説明したり、勉強そのものに興味を持ってもらうには、非常に効果的である。しかし、個人に合わせた情報提示や学習状況の把握については考えられておらず、統一的な内容を提示している。

学習者の理解度に合わせた学びについての研究には、学習者と問題の難易度を動的に評価し練習問題を自動生成するシステム[5][6]や、一問一答を通して指導者と学習者のコミュニケーションを補助することで学習進度別の対応を実現する研究[7]等がある。これらのシステムは一通りの学習が終わった後の確認や演算練習としては有意義なもの、そもその学習内容がどういった文脈で語られているかを学習者に把握させるためには、問題同士の関連が掴めるようになるほど大量の問題を解かせる必要があり、学習者への負担が大きい。

学習履歴の把握や学習状況の判断については、上記の練習問題を利用する方法の他、あらかじめデジタル教材にインタラクティブな補助機能(読み方が分からない箇所に対する読み上げ機能や、サンプルや解説を別に用意しハイパーリンクを張る)を付けておき、その使用履歴やログを辿ることで、暗黙的に取得する方法も提案されている[8][9]。

これに対し、本研究では、教科書そのものを学習者のレベルに合わせて変化させることにより、文脈やストーリーの理解を助けることが出来る。また、学習者がどの部分をズームし、どう教科書を読み進めたのかというログを取得・分析することで、[8][9]同様に教科書を読む行為だけで状況が把握できる可能性もあり、学習ニーズへの対応と学習状況の把握が同時に行えるのではないかと考える。

## 3. システム及びコンテンツ

### 3.1 システム

これまで著者らが開発してきた、階層構造化文書の記述及びその閲覧・ズームが可能である Text LOD システムをベースに、デジタル教科書システムを開発した。

ズームアイコン(赤と青の矢印)が付いている文章上でピンチズーム操作を行うことで、その文章を軸として教科書全体をズームすることが出来る。

ハイライトされている箇所が、ズームをした文章である。例として図2では、年表で事件名のみ記された部分が、ズームイン(= 拡大)を行うことで図3のように詳細に表れる。

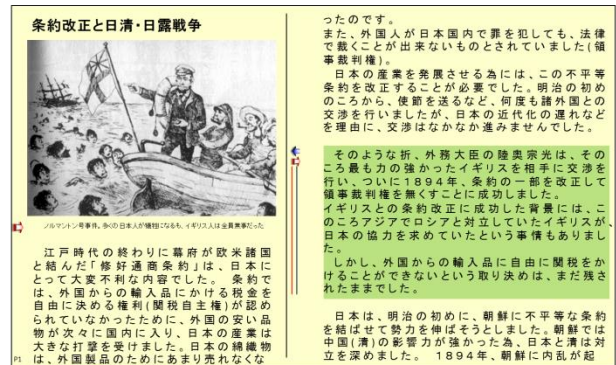


図2 年表層(上)と図3 概要層(下)

これにより、本システムの目的である「近づけば詳細、離れば全体」を実現している。また、本システムの特徴として、ズームを行うことで前後の文章も同時に変化することが挙げられる。内容を詳細度別に幾つかの段階に分け、それを表示するというのであれば、プルダウンのような方式も考えられる[11][12]。しかし、そういった表現方法では、上下のレイヤーのフォーマットが保持されている必要があるため、図2で示している年表 ⇔ 説明文のような、大きなフォーマットの変化をさせることが出来ない。歴史や地理、化学のように、微視的観点と巨視的観点で記述や式を変化させた方が良いものに関しては、本システムの方式の方が適している。

### 3.2 コンテンツ

今回は、本システムに適したコンテンツとして、歴史の教科書を作成した。表1にそのコンテンツの構成を示す。

階層	詳細度	内容
1: 年表層	低	歴史上の大きな出来事の名前と起こった年数を示す層
2: 概要層	中	明治時代の大体の流れを示す層(小学校6年生用の教科書から抜粋)
3: 詳細層	高	明治時代の詳細な流れを示す層(中学生1年生用の教科書から抜粋)

表1 歴史教科書コンテンツの構成

年表層が最上層、詳細層が最下層の三階層構成、具体的な内容は「日清・日露戦争について」であり、上の階層ほど大まか、下の階層ほど詳細になっている。ユーザーは自分の興味や理解度に合わせ階層を行き来しながら、日清・日露戦争の勃発から終戦までの流れを学ぶことが出来る。

最上層に年表形式のテキストを配置しつつ、下の文章形式のテキストと接続しているため、単純に文章を要約するだけでなく、内容に応じて適切なフォーマットを利用することで、階層構造の役割が強化される。この場合、年表層は出来事と年号を、概要層や詳細層は具体的な内容をそれぞれ担いつつ、時系列は全階層で共有することで、全体の流れを把握し易くしている。

### 3.3 コンテンツ制作

今回は、概要層と詳細層の文章を、それぞれ小学校、中学校の社会の教科書から抜粋し、本システムで表示するための XML に書き直している。階層同士の接続をスムーズにするために若干の修正は行ったものの、ほぼそのままの形で利用することが出来た。その為、歴史のように流れが決まっています学習段階が複数存在するものであれば、同様の形式でコンテンツとして比較的容易に成形可能である。プログラミングの学習などは、大体の流れが決まっており、かつ入門書や中級者向けの技術書が多く出版されている分野であるため、活用しやすいと予想される。

また、ズームというメタファーは、Google Earth のように時間的・空間的な変化を扱う操作としても良く採用されており、歴史や地理のスケールを直感的に変更出来る為、単なる難易度の変化だけでなく、微視的・巨視的な視点のシームレスな移動として捉えることも可能である。前述の歴史の学習であれば、年表という巨視的で一覽性に優れたフォーマットから、ズームを行い一段階詳しい粒度で書かれた説明文を得ることで、年号の間に存在している史実を微視的で具体性に溢れた形で見る事が出来る。

## 4. 読書ログ

前述の通り、本システムでは読書ログを取得することで、学習者の理解度や気になっているポイントを暗黙的に取得・分析することが出来る可能性がある。そこで、本システムでは現在読んでいるページ数と、ズームを行ったポイントを記録している。

図 4 がその情報を可視化したものであり、横軸が時間、縦軸が読破率、グラフ上の点がズームを行った箇所である。

図 4 は、本システムの前身となったシステム[10]で、文章のみの歴史教科書を読ませた時のあるユーザーの読書ログである。一度、概要レベルの層で簡単に全体を把握した後、詳細レベルの層をじっくり読み、最後にまた概要・年

表レベルの層で流れを確認していることが分かる。

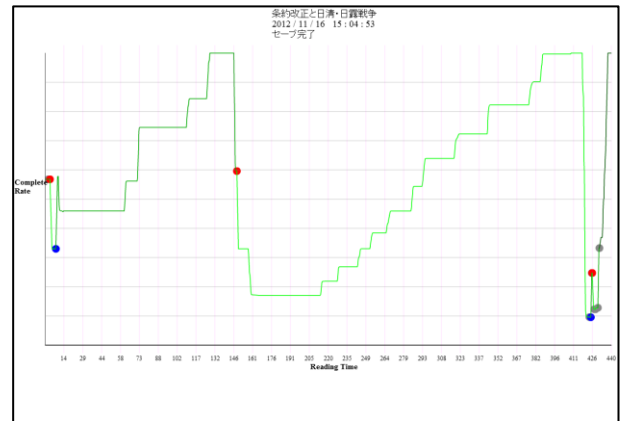


図 4 可視化された読書ログ

現段階では予備実験段階であり、このログからどこまでの精度で学習者の状況が把握出来るか、その情報を用いてより良い学習方法の提案が出来るかは明らかでないが、学習者によって教科書の読み方にばらつきがあることは確認することが出来た。

## 5. おわりに

本論文では、ズームを取り入れた新たなデジタル教科書の可能性として、TLOD Textbook の概念及びシステム、コンテンツ(歴史の教科書)を提案した。これにより、各学習者の理解度に合わせ、ひとつの文脈・物語を様々な詳細度やスケールで見ることが出来る、従来の練習問題提供方式とは異なったデジタル教材を実現することが出来る。

今後は、本システム及びコンテンツを実際に用い、その有効性と問題点を明らかにすると共に、歴史以外の教科に於いて、どのような活用が可能であるかを試行し、本システムの新たな活躍の場を開拓していく。

**謝辞** 本研究の一部は、平成 25 年度慶應義塾大学大学院博士課程学生研究支援プログラム及び公益財団法人カシオ科学振興財団第 31 回研究助成を受け実施したものです。

## 参考文献

- 1) 文部科学省「教育の情報化ビジョン」の公表について [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/23/04/1305484.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/1305484.htm)
- 2) 近藤 智嗣: “複合現実感技術の教育応用とその課題”, 電子情報通信学会 Technical Report EID2006-31, pp45-50, 2006
- 3) 西川 悟史, 山下 淳, 葛岡 英明, 加藤 浩: “タンジブル地球儀システムを利用した天文学習カリキュラムの検討”, 電子情報通信学会 Technical Report ET2008-15, pp57-62, 2008
- 4) 西濱 大貴, 渡辺 晃一郎, 竹内 達史, 岡田 謙一, 井上 智雄: “仮想科学実験空間を構築するテーブルトップタンジブルインターフェース”, 情報処理学会報告書 2009-GN-71(14), pp79-84, 2009
- 5) 菅沼 明, 峯 恒憲, 正代 隆義: “学生の理解度と問題の難易

度を動的に評価する練習問題自動生成システム”, 情報処理学会論文誌 46(7), pp1810-1818, 2005-07-15, 2005

6) 田中 淳司, 小山 幸治, 武岡 さおり, 足達 義則, 尾崎 正弘:”推論を用いた動的な Web 学習教材の構築について”, 日本教育情報学会 年会論文集 (21), pp38-41, 2005

7) 高志 修, 富永 浩之, 林 敏浩, 山崎 敏範: “対話的な授業支援のための個人適応の一間一答式クイズ AQuAs: 柔軟なクイズ実施の実現と小会合における動作実験”, 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 105(632), pp7-12, 2006

8) 吉田 幸二, 前田 雅之, 小泉 寿男: “履歴情報を利用した教育支援: アクセス履歴情報を利用したイントラネット上の教育システム”, 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 96(431), pp95-102, 1996

9) 高橋 麻衣子, 巖淵 守, 中邑 賢龍: “タブレット PC をベースにしたデジタル教科書による小学生の読解学習支援: 読みパターンのログの分析から”, 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎 112(45), pp223-227, 2012

10) 武田 港, 望月 茂徳, 川村 健一郎: “Text Level Of Detail :ズーム動作と階層構造による新しい読書体験の為の文章システム及びコンテンツの提案”, 情報処理学会 インタラクシオン 2013, 2013

11) 荒木 禎史, 宮森 恒, 水口 充, 加藤 あい, ゴラン・ステイチ, 小川 泰嗣, 田中 克己: “ズーム・クロスメディア-構造化コンテンツにズーム操作を関連付ける記述言語-; 情報処理学会論文誌 (トランザクション) データベース, Vol. 47, No. SIG8, pp. 33-46, 2006.

12) 増井 俊之: “ブラウジングとキーワード検索を統合した GUI 部品 LensBar”, インタラクティブシステムとソフトウェア VI: 日本ソフトウェア科学会 WISS'98, 近代科学社, 1998