

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 3D 文章システム及びコンテンツの提案

武田港^{†1} 望月茂徳^{†2} 川村健一郎^{†2}

昨今のスマートデバイスの普及により、電子書籍が注目を集めている。しかし、現状の電子書籍は従来の書籍の電子化が主流であり、新しいデバイスを利用しているにも関わらず読書としての体験は今までと変わらない。そこで、本稿ではこの環境を活用した新しい読書体験を提供出来るシステムとして、3DCG 分野の技術である Level Of Detail を文章に応用する「Text Level Of Detail」を提案する。「3D モデルがカメラから遠ければ大雑把な、近ければ緻密なものに切り替える」という LOD の概念を文章に当てはめ、「カメラが近いほど部分的で詳細、遠いほど全体的で簡易な文章に切り替える」ことで、文章の意味内容そのものを任意に拡大縮小しながら立体的に読み進める、従来とは異なる読書が行えると考え、システムとコンテンツの両面からこの新しい読書体験の実現を目指す。

Text Level Of Detail: 3D Text System and Content for the New Experience of Reading Using the Overlapped Layers and Zooming Interface

MINATO TAKEDA^{†1} SHIGENORI MOCHIZUKI^{†2}
KENICHIRO KAWAMURA^{†2}

With the popularity of smart devices in recent years, e-book has been focused. However, as most of the e-books are the digitization of traditional books in spite of the novelty of the device, the reading experience has not changed. In this paper, we propose a text system "Text Level Of Detail" – apply the 3DCG-technology Level Of Detail to sentences - that can provide a new reading experience utilizing this environment. We adapt the concept of LOD, "As a camera is nearer to the model, the detail of the model becomes fine, and as farther, it becomes rough", to the text in the meaning of "As a camera is nearer to the text, it becomes more partial and detailed, and as farther, more general and simple". So that you can gain the different experience from the conventional that you read content in three-dimensional method by scaling the meaning of the sentence itself at any timing. We have engaged in the realizing of this new reading experience from both sides of the system and content.

1. はじめに

文字はこれまで人類の主たる記録媒体・情報伝達手段として利用され、木簡や書籍、手紙や巻物など様々な形式でまとめられてきたが、コンピューターの出現と普及によって文字は活版印刷以来の大きな分水嶺を迎えている。デジタル化・電子データ化されることで、従来では持ち得なかった性質を獲得し、ハイパーテキストに代表されるような新たな表現方法や情報構築法、文化を生み出した。

最近では、タブレットやスマートフォン等の小型タッチパネル端末の普及に合わせ、電子書籍が新たなデバイス、新たな市場として注目されている。日本ではあまり普及していないが、アメリカでは Amazon での電子書籍売上が紙の書籍売上を上回っており[1]、紙の書籍の電子化は勿論、電子書籍専用のコンテンツも制作・配信されている。

しかし、これら現状の電子書籍はハードウェア面では革新的ではあっても、ソフトウェアやコンテンツの側面から見ると新しい要素は殆ど無く旧態依然としている。動画や音楽の挿入、高度な検索、電子メモなどの機能は提案・実装されているものの、大抵は既に PC の Web ブラウザやテ

キスト閲覧ツール等で実現されてしまったもので、新規性があるとは言い難い。電子書籍で体験出来る読書行為は本や PC を用いた場合と変わらず、紙の書籍のように前から後ろへ順に読む直線的・一次元的な読書か、ハイパーリンクによって形成された暗黙的な文脈を辿る平面的・二次元的な読書ばかりである。

そこで、タッチパネル端末という新しい環境を活用しつつ、従来とは異なった新しい読書体験を提供するシステムとして、任意の基準軸に沿った文章の意味内容の拡大縮小により、立体的・三次元的な文章を構築出来る概念及びシステム“Text Level Of Detail”（以下、Text LOD）を提案する。図 1 に、提案システムの位置付けを示す。

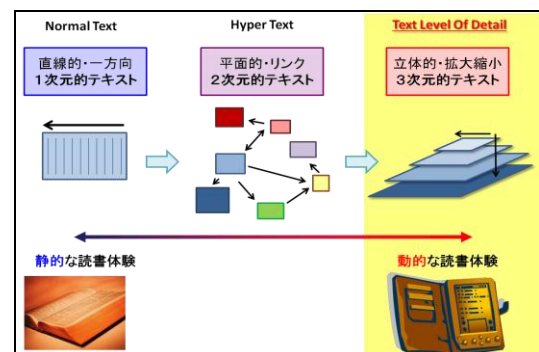


図 1 テキストの変遷と提案システムの位置付け

Figure 1 Evolution of the Text and the Stance of This System

^{†1} 立命館大学大学院映像研究科
Graduate School of Image Arts, Ritsumeikan University
^{†2} 立命館大学映像学部
College of Image Arts and Sciences, Ritsumeikan University

本研究は新しい読書体験の創造を目的とする為、システムの実装は勿論、提案システムを活用したコンテンツについても制作・考察を行い、コンテンツ・システム双方から新しい読書体験にアプローチする。

2. Text LOD の概要

提案システム Text LOD は、文章に対し 3DCG の技術である Level Of Detail の概念を転換、応用し、ズーム動作と有限段階の階層(レイヤー)によって実現するものである。

Level Of Detail とは、カメラと撮影対象のモデルの距離によってモデルの質を切り替える技術である。遠い場合はローポリゴン・低解像度のテクスチャのモデルを、近い場合はハイポリゴン・高解像度のテクスチャのモデルを用いることで、映像の質を保ちつつ描画負荷を軽減することが出来る。

この「遠い場合は大まかに、近い場合は緻密に」という概念を文章に適用し、文章に近付くとその部分の詳細な内容が閲覧出来、あるいは文章から離れると全体の大まかな概要が閲覧出来るようなシステムが、Text LOD の基本である。このシステムによって表現可能となる、段階的で有限の階層構造を持った文章形態を、本研究では 3D 文章とする。

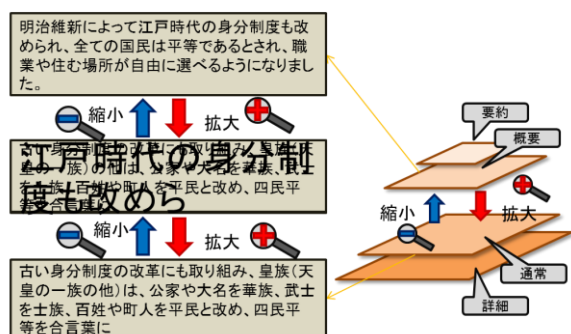


図 2 Text LOD 概念図
Figure 2 Concept of Text LOD

Text LOD を実現するにあたって、図 2 に示す概念図のように、筆者が任意に設定した基準軸に沿って階層分けしたテキストを、読者がズーム操作によって視覚的・内容的に拡大縮小する方法を採用した。上の階層の文章と下の階層の文章は一意に対応付けられており、読者が任意の文章を拡大/縮小することで、その上位/下位のレイヤーの対応する箇所をズームし閲覧することが出来る。図 2 の例は、文章内容の「詳細度」を基準軸とした明治維新についての 3D 文章であり、上層に行く(即ちカメラが離れる)ほど抽象的で要約された文章が、下層に行く(即ちカメラが近づく)ほど具体的で詳細な文章が配置されている。

一定の基準に基づいて階層分けされたレイヤー構造により、読者は自分の目的に合わせた階層を読み進めながら、

時には一番浅い階層で全体の流れを把握し、時には深い層で部分の詳細な内容を取得し、全体と部分を往復していくことで、従来の直線的・平面的な方法で構築された情報よりも、人間の意識モデルに近い形で内容を把握することが出来る。

3. 関連研究

ズームによる情報提示の研究としては、無限の広さを持つ空間に配置されたデータに対し無限段階のズーム操作によってアクセスしていき、わざわざ新しくウィンドウを開かなくともカメラの操作だけでデータを閲覧利用する Zooming User Interface[2] (以下、ZUI) や、その ZUI をグラフィカルな要素だけでなく意味内容の拡大縮小に適用していく Semantic Zoom という概念が存在している。

特にテキストに関する Semantic Zoom では、HTML に付与したレイアウト情報を元に重要な情報を取り出して Web ページを簡潔な形に再構成する技術や[3]、テキストをズームする際には文字サイズを大小させるのではなく、文章の量自体を増減させることで、カメラが遠くとも文章の大意を把握可能に出来、興味を持って近付けば本来の文章が読めるよう、カメラの距離に合わせてテキストを自動要約し表示量を調整する研究は既に行われている[4]。その為、本研究のシステムとしての位置付けは、ズーム段階が有限である ZUI とすることが出来る。

但し、本研究はあくまで読書を主とするものであり、完成された文章作品の提示を目的としている為、自動要約や三次元空間の自由移動等の機能は読書を阻害しないよう制限しており、またページ区切りやしおり等の書籍のメタファーを取り込むことで、電子書籍に特化したシステムとなっている。

その為、特に作家性が強く表れる小説や、カメラの距離で内容をスムーズに切り替えられる歴史の教科書のような文章コンテンツのプラットフォームとしての利用に関しては、本システムの方が適している。また、このような「ズームを使った文章コンテンツ・文章システムの研究」は他に行われていない。

文章の内容を単純な要約以外に拡大/縮小していく研究には、文章中にリンク先の内容を埋め込んで表示する inlineLink[5]や、文章に紐付けられたメタ情報をそのまま文中に展開する Semantic Transcoding[6]などがあるが、これらはどちらも元の文章の一部分だけを拡大/縮小する為、文章全体を階層として丸ごと切り替える本システムとは大きく異なる。

4. Text LOD コンテンツの制作

階層として構築された文章を読者が拡大縮小しながら読み進めて行く、立体的でインタラクティブな読書体験を提供する為には、コンテンツもそれを意識した作りになっ

ている必要がある。とりわけ、自動要約を利用しない作品の場合、「何をズームの基準軸とするか」という問題は、このプラットフォームに合わせたコンテンツを制作する上で一番の関心事となる。

ここでは、現在制作している二種類のコンテンツを具体例に挙げつつ、考察とプロトタイプを作成したその他のパターンについて記述し、新しい読書体験の可能性を示す。

4.1 段階型歴史教科書コンテンツ

Text LOD の最も根本的なアイデアである「近づけば詳細、離れば全体」を理解、利用しやすいコンテンツとして、内容の詳細度を基準軸に設定した歴史の教科書を作成した。表 1 に構成を示す。

階層	詳細度	内容
1: 年表層	低	大きな出来事の年表を示す層
2: 概要層	中	明治時代の大体の流れを示す層
3: 詳細層	高	明治時代の詳細な内容を含んだ流れを示す層

表 1 歴史教科書コンテンツの構成

Table 1 Constitution of the History-Textbook Sample

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に、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。

このコンテンツの着目点は二点ある。

一点は図 3 のように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ところである。ただ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させることで、全体の流れを把握し易くしている。

もう一点は、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ていることである。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る。その為、歴史のように流れが決まっていて学習段階が複数存在するようなものであれば、この形式で同様に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。

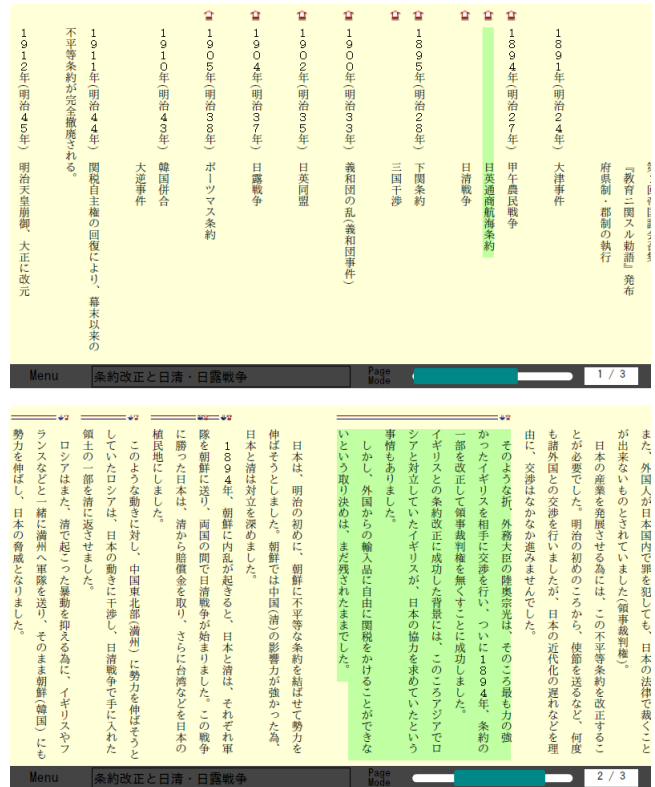


図 3 年表層と概要層

Figure 3 Text Layers of the Chronology and the Summary

4.2 スケール型小説コンテンツ

Text LOD は文章の流れ、即ち文脈を拡大縮小することに適したシステムである。この特性を小説の記述に適応することにより、これまでにない物語表現が可能になる。特に、描写される対象の規模（スケール）を複数階層持つ物語には違和感なく適応できる。このような小説記述方法とシステム適合性を検討するため、著者自身が本システムを念頭に小説を創作した。

小説の内容は、「全世界で頻発するようになった異常気象による災害対策として、日本の未来を賭けて建設された気象操作研究の為の人工島を舞台に、記念すべき第一回目のシステム作動実験の直前で大きな事件が発生。島の住人達が巻き込まれていく」というものである。

表 2 にその構成を示す。

階層	規模	内容
1: 国・島	大	世界情勢や背景。客観的な視点での叙述を行う層
2: 商店街	中	主人公を取り巻く具体的な環境とその動きを示す層。一種の群像劇
3: 主人公	小	物語の核となる主人公目線の層

表 2 小説コンテンツの構成

Table 2 Constitution of the Novel Sample

この筋書きを、表 2 に示した視野の広さの違いで階層分けして描くことで、物語を Google Earth[7]のような感覚

で拡大縮小していきながら読み進められる作品としてまとめた。

最下層では、本コンテンツの中心核である「事件」に巻き込まれた主人公の主観視点で物語が展開される。その為、舞台背景や事件の全貌、他の登場人物立の行動原理についての描写が少なく、代わりに主人公の内面については細かく書かれるので、事件に関わる一個人が強く表現される。

最上層では、島や国といったかなり広範な視点での物語が展開される。とりわけ本コンテンツは天候をギミックとしている為、世界観や技術水準などの舞台背景として語られる設定の記述だけでなく、事件によって変動する地政学的・軍事的な国際政治の描写も重要となる。その為、事件を起こした犯人とそれに対処する機関のトップの対立構造としてこの層を描くことで、物語の前提としての背景と今まさに進行している事件の双方を表現出来るようにした。

そして中層では、島民の生活の中心となっている商店街に焦点が当てられ、個を表象する最下層と全体を象徴する最上層の中間として、事件を軸とした群像劇が描写される。

このような構成にすることで、主人公の何気ない行動が伝搬して世界に影響を及ぼしたり、逆に国家レベルの陰謀が主人公に見えない形で進行していたり、その狭間で揺れ動く様々なスタンスの人々がいたりするという物語上の仕掛けを、気になるイベントを階層をまたいで追いかけたり、逆に敢えてひとつの階層だけ読み進めたりなどという読者自身の読書体験として具現することが出来る。

また、主人公の主観描写・商店街の群像劇・国家レベルの客観描写という毛色の違った文章を階層で分けることが出来る為、話が散逸しにくい。よって、本コンテンツのような個と全体の対比をテーマとした話の他、膨大な量の設定の上で物語を展開させることの多い SF やファンタジーにも有効であると考えられる。

4.3 その他の小説コンテンツ

5.1, 5.2 で挙げた他にも、立体構造を活かした様々なコンテンツが考えられるが、特に小説コンテンツに関しては基準軸と設定によりかなりのパターンが考えられる。図 4 に、実際にコンテンツとして成り立つかどうか短いプロトタイプを作成しテストを行ったパターンを挙げる。

5.2 はこの中の「描写対象の規模」のパターンを掘り下げたものである。

図 4 では、各パターンの左側の矢印が基準軸を示し、中央の矩形一枚一枚が文章階層を表している。各階層の右側には具体的なコンテンツとして作成した時の階層の役割が表示されている。上段の 4 パターンは主に空間を基準軸に、その下の 2 パターンは時間を基準軸に、最下段の 2 パターンはその他の特殊なものを軸としている。

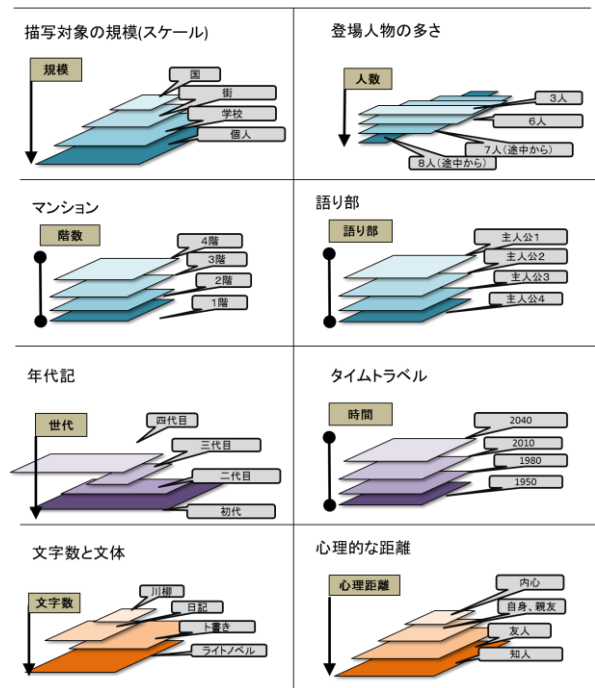


図 4 様々なコンテンツパターン例の概念図
 Figure 4 Concepts of the Various Patterns of Contents

図 4 に挙げられたパターンの中には、Level Of Detail の概念から外れているものもあるが、立体構造システムを実質的に活かせるパターンであるとし、残している。例えば「マンション」パターンは各階層をマンションの各階に見立て物語を展開していくパターンだが、これはズームが内容を拡大縮小するのではなく、単純な階の移動として使われる為、本来の Text LOD の想定とは異なる。しかし、「マンション」のような構造の小説を適切に表現出来るプラットフォームは他に無いため、これも Text LOD 向きのコンテンツと捉えることとした。

以上のようなプロトタイプ制作を元に、Text LOD に適したコンテンツの特徴を考察したところ、成功したものには各階層の間に「内容」「時空間」「状況」のいずれかの一致が見られた。5.1 の歴史教科書型コンテンツでは、全ての階層で同一の内容を述べており、5.2 で挙げた小説型コンテンツ（描写対象の規模）や上述の「マンション」パターンでは、規模の違いはあるものの基本的に時空間が一致している。図 4 中段の「年代記」や「タイムトラベル」のような時間を軸に扱うものは、階層ごとの物語の状況や主人公の境遇を一致させることで統一感が得られた。

逆に、これらの要素の一致が少ない他のパターンでは、ズームが単なる文章切り替えとしてしか機能せず、新しい読書体験やコンテンツの立体感が得られにくかった。例えば「語り部」パターンは階層ごとに主人公の視点を変える群像劇用のフォーマットとして考案し、既存の群像劇小説を再構成して当てはめてみたが、全ての階層が並列になるためズームという操作と感覚が一致しないことが判った。

4.4 Text LOD が提供する読書体験

Text LOD で表現される 3D 文章コンテンツは、これまで論じてきたとおり立体的な構造を持つことが大きな特徴である。しかし、「内容が立体的」である文章は、従来の文章形式でも書き表すことが出来る。実際多くの小説では世界背景と主人公の話を交互に織り交ぜながら描写していくことで立体的な空間を表現している。その意味で、単に内容が立体的な文章と相性が良いというだけでは、新しい読書体験を提供するシステムであるとは言い難い。

Text LOD の提供する新しい読書体験は、階層構造を持った文章を読者が自由に往来出来るという物理的な立体性にある。本システムは各階層がそれぞれ独立して読み進められるようになってきている為、どの階層を読むのか、どこでズームを行うのか（もしくは行わないのか）が、全て読者に委ねられる。同じ作品でも、読者によって頻繁にズームを行っていったり、一階層ごとにそれぞれ読み進めたり、もしくは、一回もズームを行わなかったりすることがあり得る。この物理的な立体性によってもたらされるインタラクティブな読書こそが本提案の特色であると考えられる。

本格的なユーザー評価は今後の課題だが、予備的に行った評価実験では、以下のような意見が得られた。

- 通常の読書に比べ、作品に対する立体感を得られた。但し、文体や主語が変わるとズームというよりムーブ（切り替え）を感じる。
- 物語背景など場面の詳細を知りたい時や、物理的な行間の空白が気になる時にズームを行いたくなる。他にも特徴的なフレーズや知らない用語など、文脈でなく単語に対してズームを行いたい。

また、同一の物語でも読者によってズームする箇所や主として読み進める階層が実際に異なることが判明した。

今後はユーザーの感覚調査と実際の操作データから、立体的でインタラクティブな読書体験が得られたかどうかの評価を行いたいと考えている。

5. Text LOD リーダーの実装

本研究の対象は iPhone や Android 端末等のスマートデバイスを対象としている為、互換性のある Adobe Air アプリケーションとして専用のリーダーの開発を行った。開発は Flash Professional CS5.5（使用言語は Actionscript3.0）、動作は Sony Tablet S で確認している。図 5 に実際の操作の様子を示す。現在は縦書きのみをサポートしている。

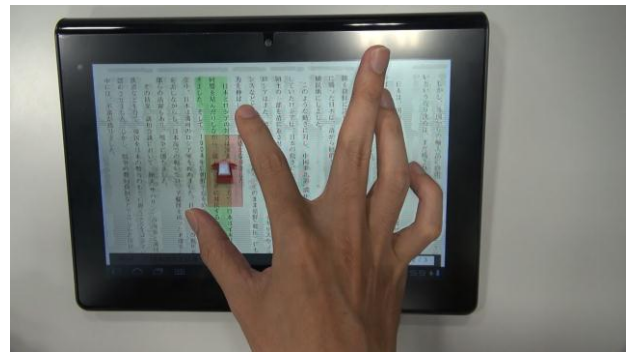


図 5 実際の操作の様子

Figure 5 Capture of the Actual Manipulation

5.1 基本構成

本研究のシステムでは文章は立体的な階層構造を持つものの、ひとつの階層を読み進める分にあたっては従来の文章システムと同様である。その為、図 6 のように一般的な電子書籍ソフトをベースにズーム機能を付け加えたような実装になっており、読書に集中出来るよう工夫した。

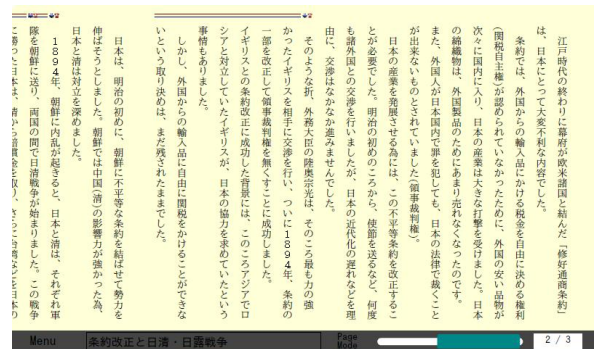


図 6 基本画面

Figure 6 Basic Scene

本システム特有の機能として、現在読んでいる階層が右下に表示されること、文章上部に「ズーム可能な箇所（ズームエリア）なのかどうか」を示すズームアイコンが表示されることの二点が挙げられる。

読者は、自分の好きな階層を読み進めながら気になるズームエリアでズームを行い、図 7 のように階層を上下していく三次元的な読書体験を得ることが出来る。

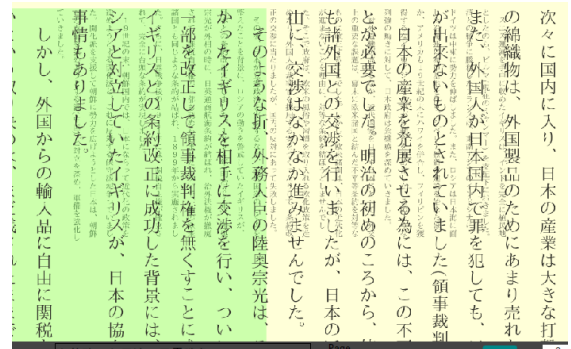


図 7 拡大遷移中の画面

Figure 7 Zoom In Scene

5.2 コンテンツの記述

立体構造を持つ文章を作成する為に、XML で作品を記述する。拡張性や利便性を考え、立体構造に関するタグ以外は HTML をベースとしている。

以下に簡単な例を示す。(XML 宣言は省略)

```
<told start="1">
  <head>
    <title>TLOD フォーマット解説 </title>
  </head>
  <layer level="1">
    <p>作品を作るには、
  <zoom name="summary" down="detail">階層とズームエリアを設定</zoom>していく。
    </p>
  </layer>
  <layer level="2">
    <p>作品を記述する際には、
    <zoom name="detail" up="summary">まず layer タグで階層を作って文章を書き、その中でズーム出来る部分を zoom タグで囲んで対応付けていく</zoom>ようにする。
    </p>
  </layer>
</told>
```

このように<layer>で階層を形成し<zoom>で文章とズームを関連付けることで、「階層とズームエリアを設定」という文章をズームインしていくと「layer タグで階層を作って文章を書き...」という文章が出現する 3D 文章となる。

5.3 操作方法

操作にはタッチパネルを用い、直感的に扱えるよう標準的なジェスチャーを採用した。

表 3 に基本的な操作方法とシステムの反応を示す。

操作	反応
文章の上で指をスライド	文章全体がスクロール
文章の上で2本の指を開く(ピンチアウト)	文章が拡大され、下の階層へ。拡大箇所が強調。
文章の上で2本の指を閉じる(ピンチイン)	文章が縮小され、上の階層へ。縮小箇所が強調。
ズームアイコンをタップ	対応する文章が強調。

表 3 操作方法とシステムの反応

Table 3 Manipulation and Reaction of the System

ズーム操作を行うと、図 5 のようにまず二本の指の動きに合わせてズームイン(拡大)を行うのかズームアウト(縮小)を行うのかのアイコンが表示される(図 5 の場合はズ

ームイン)。ズーム操作の対象となっていた文章がズームに対応していた場合、文章全体が図 7 のようにグラフィカルにズームイン/ズームアウトされ、次の階層の文章へ繋がる。ズーム操作後に表示される文章は、分かり易いよう対応箇所がハイライトされるようになっている。

6. 応用・発展性と今後の課題

以上が本研究 Text LOD のコンテンツとシステムの現状となる。今回は、本研究の最も基本的な利用方法である「新しい読書の為の新しいプラットフォーム」に焦点を当てて論じたが、本システムは他にも様々な応用が考えられる。

6.1 コンテンツプラットフォーム以外の応用

例えば、一般的な小説や論文の執筆の補助ツールとしての利用が挙げられる。まずは目次やプロットを書き、そこから膨らませた脚本や下書きを下の階層に、更に掘り下げた最終段階の文章をその下の階層に記述していくことで、構成と進捗を確認しながら文章を書き進められる。

他にも、機械要約エンジンを組み込み、概要を自動生成出来るようにすることで、膨大な量のテキストの閲覧を容易にし、気になるテキストがあればそのままスムーズに本文に移行出来るようなブラウザとして利用することも考えられる。

6.2 コンテンツプラットフォームとしての発展

本システムでは、読者は本人の意思で自由に階層を移動出来る為、ひとつの作品に対して多様な読み方が発生する。作品によっては、ある部分を意図的に読み飛ばしたり、特定の順番で読んだりすることで、作者が想定していた以上の面白さが発見出来る可能性も充分ある。その為、読者各々の「読み方」それ自体を一種の作品として公開・共有することで、読書の幅を更に広げることが出来ると思う。

6.3 マルチメディアとの融合

現在のシステムでは、コンテンツに文字しか利用出来ないが、画像や動画などの他メディアの組み込みが出来るようになることで、各階層の表現力が増すだけでなく、システムとして更なる応用が見込める。

これまで論じてきた通り、本システムは物語や文脈のような流れを扱うことに長けているが、この流れは文章のみが持っているものではない。異なるメディア間でのズーム—例えばプロットをズームインすると絵コンテになり、絵コンテをズームインすると動画になる—が可能になると、「文章の拡大縮小」を超えた「文脈の拡大縮小」、即ち Context Level Of Detail として、更に多くのシチュエーションでの活用が期待出来る。

6.4 まとめ

以上、ズーム動作と階層構造による新しい読書体験の為の 3D 文章システムである Text Level Of Detail を提案した。今後はユーザー評価を行いつつ、公開と普及を目指し

てシステム開発とコンテンツ制作を続け、新しい読書体験を提供出来る環境を整えていきたい。

参考文献

- 1) 米アマゾンプレスリリース “Amazon.com Now Selling More Kindle Books Than Print Books ”
<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=176060&p=irol-newsArticle&ID=1565581&highlight>
- 2) Benjamin B. Bederson, James D. Hollun : “ Pad++: A Zooming Graphical Interface for Exploring Alternate Interface Physics ”, UIST '94 Proceedings of the 7th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp.17 - 26, 1994
- 3) NEC プレスリリース 「テレビなど様々な端末でウェブ画面を快適に閲覧する技術を開発」
<http://www.nec.co.jp/press/ja/0305/2601.html>
- 4) Lance Good, Benjamin B. Bederson, Mark Stefik, Patrick Baundisch : “ Automatic Text Reduction For Changing Size Constraints ”, CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems, pp.798-799, 2002
- 5) 三浦 元喜, 志築 文太郎, 田中 二郎 : Web ブラウザを利用した文書内挿機能の実現, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 12, pp. 3706-3717, 2002 年 12 月
- 6) 長尾 確: セマンティック・トランスコーディング -Semantic Web のために今やるべきこと-, 情報処理学会第 65 回全国大会, 2003.
- 7) Google Earth
<http://www.google.co.jp/intl/ja/earth/index.html>