

時間情報を有するテキストデータの 視覚的インタラクティブ性とデータ体験に関する考察

Visual Interactivity and Data Experience Design for Temporal Textual Data

中小路 久美代^{*1} 山本 恭裕^{*1} 松原伸人^{*2} 北 雄介^{*1}
Kumiyo Nakakoji Yasuhiro Yamamoto Nobuto Matsubara Yusuke Kita

^{*1} 京都大学 Kyoto University
^{*2} 株式会社 SRA SRA Inc.

This paper discusses the design of visual interactivity for experiencing temporal textual data. We consider aspects of user interaction for understanding the flow of events, and for identifying cause-effect relationships implied by temporal relationships out of time-stamped textual data.

1. はじめに

本稿では、データを「表現する」という語を用いて、人間がそれとインタラクションを行うことによってそれを読み取ったりそこから意味をくみ取ったりすることができるような、コンピュータシステム上で外在化された表現/representationとして作り出すことを指す。表現/representationとしては、ビジュアルなもの、音を使ったもの、触覚を使ったもの、またそれらを組み合わせるものなどが考えられるが、本稿では主としてビジュアルな表現を対象として論じる。

データを表現する際には、データの項目をそれぞれどのように表示するかということ、それをどうレイアウトするかということを考えることになる。人間は、レイアウトを含め、色や形、大きさと言ったビジュアルな要素から、否応なしに意味をくみ取ってしまう。この認知的特性を利用して、データ項目を表示する際にデータ項目間の関係に沿ってビジュアルな関係を用いると、人間にとって理解し易い表現となる。逆に、データ項目間の関係とは無関係だったり矛盾したりするようなビジュアルな関係を用いて表示すると、データを読み取る際にかかる認知負荷が高くなり、読み取りにくかったり理解し難いと感じたりする。

2. 時間情報を有するテキストデータ

時間情報を有するテキストデータとして我々が扱おうとしているのは、下記のようなデータである。

- (1) 歴史年表。通史「京都の歴史」第10巻[1970-1976]に掲載されている索引年表 p.3 から p.508 までに先土器時代から昭和 46 年(西暦 1971 年)までを網羅した 12003 の項目からなる年表が記載されている。先土器時代から6世紀までの 43 の項目には年月の記載がなく、継体天皇 5 年(西暦 511 年)以降の 11960 の項目には年月の記載がある(図 1)。これらの年表データを、OCR ソフトウェアでスキャンし、認識誤りを人手でチェックし必要に応じて修正した。修正したプレーンテキストを、年ごとに区切り、csv 形式の表とした。
- (2) ソフトウェアデザインプロセスの記録。ソフトウェアをデザインする際のミーティング時の発話を書き起こしたテキストがある。ソフトウェア開発者を二人一組として、与えられたタスク(「都

市工学の学生のための交通シミュレーション学習環境を構築する)に対して、ホワイトボードを用いながらシステムのデザインを行うように依頼した。その様子を撮影した 112 分の長さのビデオから、発話からバリを取り除きテキストとして書き起こした。話者がスイッチするタイミングごとにタイムスタンプが記録開始時刻からの時間で秒の単位で記されている。一塊の発話ごとに、タイムスタンプ、話者名、発話内容のテキストが組となっている。112 分のミーティングビデオに対して、351 個の組、10566 単語からなるテキストデータとなっている(図 2)。

- (3) ワークショップの記録。数名から10名程度からなるワークショップ 28 個を、同じ会場で三日間に渡って同時開催するイベントがあった。このイベントにおいて、各ワークショップのオーガナイザに、3日間の期間中にいつ何のアクティビティを行ったかを、A4 サイズのフォームに記録することを依頼した。準備したフォームでは、開始時刻と終了時刻、場所、目的、内容、成果、コメント、の各項目に記入することとした。全 28 個のワークショップ全てから収集された記録では、30 分単位でそれぞれの項目に詳細に文章で記述しているワークショップもあれば、項目の一部のみに単語を列挙しているワークショップや、記録した回数が極めて少ないワークショップもあった(図 3)。

貞観九年(八六七)丁亥
2・ゴ昨年の災害により、米、粟、麦、錢などを京中の飢民に
賑給する匹馬一・七近衛と兵衛が分番して京内を夜行する七馬
4・4太政官藤原北邊から出火し、三十余家に延焼する匹馬一・
七左右京に初めて常平所を設けて官米を安く売り、民間の穀價
騰貴を投う七馬七言七言(6・H安祥寺が加藤藤原資材帳を
作る匹馬一・3これより先、左右京の以對か宿屋を木工寮に
造らせる馬一八(一)種子
貞観十年(八六八)一種子
2・ゴ応天門再建工事を起工する七馬八・一東宮坊より出火
し、教家に延焼する匹馬四・一朱雀門の前に貧窮者を集めて賑
給する紅

図 1: 歴史年表

連絡先: 中小路久美代, 京都大学・学際融合教育研究推進
センター・デザイン学ユニット kumiyo@acm.org

```

0:57:49.1 M Right. Exactly.
0:57:49.9 M2 So the frequency F here is not a global to the network, it's a
setting on a particular onramp road.
0:58:01.0 M Yeah. So there's through here, off ramp and onramp right?
0:58:12.5 M2 Yeah.
0:58:15.0 M Where does that say off ramp?
0:58:18.4 M2 Off ramp. And then we need an F. a frequency value for the
road.
0:58:24.8 M For the...
0:58:25.7 M2 Only for the onramp roads. Okay so students should be able to
choose... students should be able to observe any progress with their map's timing
scheme--okay so that comes back to analytics right?
0:59:00.9 M Yeah.
0:59:01.8 M2 So it's saying at each tick we see where the problems occur
and maybe make a road blink red if it's full and
0:59:07.3 M Right there's no pop after a certain number of ticks or
something like that on any given road

```

図 2: ソフトウェアデザインプロセスの記録

日	開始時刻	終了時刻	どこで	何のために(目的)	何をしたか(内容、手法)	どうなったか(主な成果、アイ ディ)						
	1800	1800			それぞれのチームごとに ・図解の文章を書く ・撮ってきた写真を壁にノートにカテゴリー を考える(八百万冊) ・ヒックした動画のなかから特徴的な画像 を取り出し							
	1800	1830			お互いに発表して共有 ・図の文章とグループビジュアルを用いる画像を 作る ・(八百万冊) 手順を決めてテキストを 書いてみる ・(図解) レイアウトをチームで書く ・図解の「はじめに」を各チームで書く プレゼンテーションの準備としてプロセ ス・コンテキストを							
	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

図 3: ワークショップの記録

時間情報からは、共起関係や時間的前後関係が導き出される。時間的前後関係は因果関係を包含する。時間的な前後関係が因果関係を導出するものではないが、時間的に後に起こった事象がそれよりも以前に起こった事象の原因となることはない。

本稿では、上記の様な様々なデータを、時間情報を有するテキストデータとして捉え、その表現とインタラクティブ性について考察する。「時間情報」と「テキスト」さらにそれらが組み合わさった時に生じる、表現とインタラクティブ性についての可能性と課題について、visuality と textuality の側面から論じる。

3. 時間情報を有するテキストデータの表現

本稿では、時間情報を有するテキストデータを表現することを考えるにあたって、テキスト自体の表現、時間の表現、時間情報を有するテキストデータをレイアウトするベースという三つの因子を考える。

3.1 時間情報の性質

時間情報には、時刻を示す場合と時間を示す場合がある。

テキストデータ項目に時間情報(タイムスタンプ)が付記されているとき、そのテキスト内容の項目が、

- その時刻に存在していたということ
- その時刻に存在するようになったということ
- その時刻から以降に存在していたということ
- その時刻から次のタイムスタンプまでの時間内のいずれかに存在していたということ

のいずれかを指しているものと考えられる。歴史年表のデータにおいて、「この時期に統治していたのは誰か」「この建物はこの時点であったのか」といった問いに対する答えを見出し易い表現形態とそのインタラクティブ性を考えると、着目する時刻もしくは時間幅と、着目するテキスト内容の時間情報との、前後関係や包含関係をビジュアルに示すことになる。

時間情報には、線形性と循環性とがある。時間情報は、線形的に一方向に流れるものであると同時に、1日や1週間、1ヶ月間といった単位で周期的に繰り返すものでもある。ワークショッ

プの進行を記録したデータにおいて、三日間全体でどのような流れでアクティビティを行ったかを線形で見たい場合もあれば、毎朝その日の冒頭でどのようなアクティビティから作業を開始したかを、周期的に見たい場合もあると考えられる。

3.2 テキストデータの表現

テキストデータを表現するということを考える。文字として表示する際には、フォントの種類やスタイル、サイズ、色、背景色といったビジュアルな要素を決めることになる。

表示されたテキスト情報を人間が読むべき対象として捉え、人間が読めるような最小限のフォントサイズや、人間が読み易い文字幅や行間を考慮することになる。また、速読を促す仕組みを取り入れることも考えられる。文節を区切り、連続する文節を少しずつ異なる周期で微かに揺らすことで読みの速度があがることが報告されている[小林 et al. 2015]。

単一のデータ項目に含まれるテキスト情報のうち、一部だけを際立たせて(強調して)表示することも考えられる。下線を引いたり、重要なフレーズを太字のフォントにしたり、といった様々な視覚的な効果[Kaufer et al. 2004]を用いるといった手法がある。

テキスト情報として、例えば文字列の長さを表示したければ、文字列長に応じた長さの線分や矩形の面積で表示するというこ

3.3 時間情報を有するテキストデータのレイアウト

テキスト情報には、記号列、文字列としてのテキストと、そのテキストが指しているものや場所、意味、指している先や種類とがある。時間情報を有するテキストデータをレイアウトするにあたっては、

- 時間の軸
 - 文字列の軸
 - 文字列が表している対象となる意味や事象の軸
- という三つの軸を考える。

軸があるということは、一意に決まる順序で線形にプロットできるということを示す。軸を2個使えば2次元にデータをレイアウトすることになり、N個の軸を使えばN次元にデータをレイアウトすることができる。人間がインタラクションを行う対象としての表現ということを考えると、2次元ないしは3次元の表現が妥当であろう。ただし、インタラクティブに軸を変更することで、多くの軸を同時に扱うことは可能である。

時間には、一意に定まる物理的な値とのマッピングがある。60秒は1分を構成し、1年は365日(閏年は366日)から構成される。一般的に、これらの物理的な時間情報は時間軸上の絶対的な尺度にマッピングされ表現される。

テキストデータに付与されている時間情報は、多くの場合、対象とする全時間をカバーするものではなく対応するテキストデータが存在しない時間帯も多く存在する。事象が生じていた期間だけを抽出した物理的時間のマッピングもあれば、事象が生じていた期間と生じていない期間とで異なるマッピングを用いる歪曲したマッピングの方式もある。例として、ワークショップのプロセスを記録したデータにおいて、活動のない深夜の時間帯は、ビジュアルに表現した時間軸上では極めて短かい期間として表現するといった方式がある。

文字列の軸とは、記号としての文字の並びの特徴を使って軸とすることにあたる。五十音順、アルファベット順、文字コード順、文字列の長さや、頻出度ごとの単語の並び順といった順序づけが考えられる。漢字まじりの日本語で人名など読みが不明な場合など、人間が自然と思う順序と必ずしも一致するとは限らないこともある。

文字列が表している対象となる意味や事象を軸とすると、場所の情報(位置や URL など)や、表している情報の種類(人名、地名、建物の名前)による順序づけを行うことになる。

3.4 時間情報をもつテキストデータのフォーカシング

従来の可視化システムのアプローチでは、フォーカスとコンテキストを「overview+detail」で表現することが重要であるとされている。フォーカスする部分にズームインして拡大して detail を表示し、ズームアウトした全体の overview をコンテキストとして表示するというのが一般的である。

地図情報といった2次元画像では表示を拡大することでフォーカシングする方式が一般的である。画像情報以外の、例えば時間情報を伴う動画データにおけるフォーカシングの手法としては、タイムライン上でフォーカスしているセグメントの再生スピードを低下しゆっくり再生する方式が提案されている[高嶋 et al. 2003]。

テキストデータの表現におけるフォーカシングの手法としては、フォーカスされている部分の表示フォントを拡大・縮小する方式に加えて、下線を引く、太字フォントにする、色を変える、行間をあけて表示する、といった、ビジュアルに強調する方式がある。

さらに別のフォーカシングの手法として、テキスト表示の粒度を変えるということが考えられる。テキスト表示の粒度のバリエーションとしては、フォーカスされている部分以外は概要のみを表示する、一部のフレーズのみ表示する、タイトルのみ表示する、一部の項目のみを抽出して表示する、などといった手法が考えられる。

表現されたデータにフォーカスする際に、同時に複数箇所にもフォーカスすることを考える。ユーザとのインタラクションの結果として同時にフォーカスされているものが、インタラクティブ性の世界における時間的隣接性を示すとも考えられる。今後は、テキストデータが有する時間情報と、インタラクティブ性における時間情報との関係を考えている。

4. データ体験のデザイン

ViTL (Visual Text Landscape) は、時間情報を有するテキスト情報の、多様な表現とインタラクティブ性を体験することを目的として構築中の環境である。図 4 では、時間軸を縦方向に取り、それぞれのテキスト項目が有する時間情報に対応する位置にテキストを表示している。ウィンドウ左端の二本のタイムラインは、左側がデータが持つ全体時間を、右側が時間軸上でズームインした時間を示している。着目するテキスト項目は赤字でハイライトされている。右側のボタンは、上から順に、ズームイン表示、等倍表示、ズームアウト表示を行うためのものである。次の四つのボタンは、時間軸上でハイライトの移動を行うためのボタンである。下部から四つのボタンは、フィルタリングしたテキスト項目内でのハイライトの移動を行う。時間軸に沿って前後にハイライトを移動することで、テキスト情報を時間経過とともにブラウジングしていく体験ができる。図 4 の環境において、奥行き方向にテキスト情報に関わる軸を与えるといった展開がある。図 5 では、時間軸を奥行き方向に取り、歴史年表の各データを螺旋状に配置している。縦横方向の配置を、螺旋状ではなく位置情報や、キーフレーズの意味空間に対応させるといった展開を考えている。

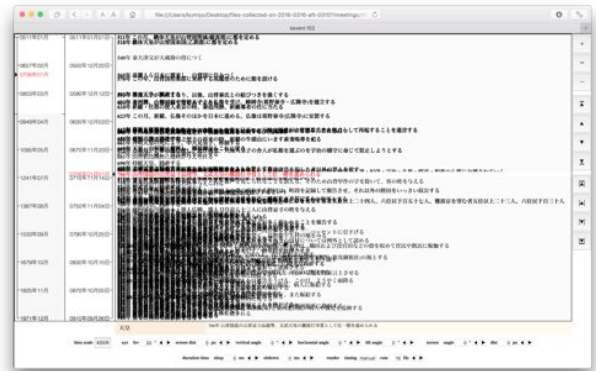


図 4: ViTL における年表データの 2 次元表示

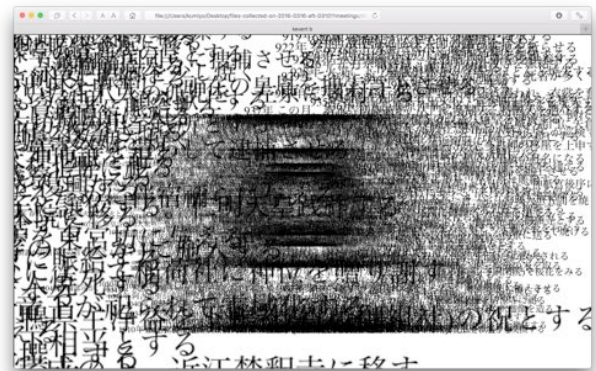


図 5: ViTL における年表データの螺旋表示

時間情報を有するテキストデータを表現することで、テキストデータ空間の海を泳いでいるように感じられるようなインタラクティブ性を体験として提供したいと考えている。歴史年表を冒頭から読んで、時間順に事象追っていくという体験とは根本的に異なるような体験である。ユーザが着目するテキスト内容や時間情報にフォーカスし、テキスト内容での軸での並べ替えやフィルタリング、時間情報が持つ線型性に即した表現と循環性に即した表現との往来、といったインタラクションを通して、これを可能とできると考えている。

謝辞

本研究の一部は、JST CREST の支援を受けています。

参考文献

- D. Kaufer, S. Ishizaki, B. Butler, J. Collins, The Power of Words: Unveiling the Speaker and Writer's Hidden Craft. Lawrence Erlbaum, 2004.
- K. Nakakoji, Y. Yamamoto, N. Matsubara, Y. Shirai, Toward Unweaving Streams of Thought for Reflection in Early Stages of Software Design, IEEE Software, Special Issue on Studying Professional Software Design, Vol.29, No.1, pp.34-38, January/February, 2012.

京都の歴史 1~10, 京都市編, 学芸書林, 1970~1976.

小林潤平, 関口隆, 新堀英二, 川嶋稔夫, 文節単位で微振動させた日本語電子リーダーの可読性, 人工知能学会全国大会, 4N1-2in, 2015.

タイプ・トレース, <http://typetrace.jp> (visited on: 2016/03/15)

高嶋章雄, 山本恭裕, 中小路久美代, 探索的データ分析のための時間的な概観と詳細の表現およびインタラクションに関する研究, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, pp.2767-2777, November, 2003.