

図書館散策によって浴びる言語空間の可視化と関心分析

長谷 侑亮^{1,a)} 角 康之^{1,b)}

概要：

人は日常的に多様な言葉を浴びながら、興味や関心を形成している。しかし、人がどのような言葉に接触し、どのような関心傾向を形成しているのかを、意識的な入力に依らずに捉えることは容易ではない。本研究は、図書館という知識が体系的に配置された物理的空間を対象に、視線計測によって利用者が視覚的に接触した語をもとに、テキスト分布を可視化する手法を提案する。図書館散策中の視線映像から OCR 処理によって文字情報を抽出し、書籍タイトルに基づく語を構造化することで、各個人のテキスト分布を構築する。本手法によって得られるテキスト分布は、個人の関心を直接的に定量化するものではないが、図書館内での行動や視線の向け方に基づく視覚的接触の偏りを構造として捉えることが可能であることを示した。さらに、複数人のテキスト分布を重ね合わせることで、共有される語や関心の重なりを可視的に把握できる可能性を示した。本研究は、人と知識空間との相互作用に着目した関心可視化の視点を提供するものであり、個人の自己理解や学習支援、集団的な関心構造の把握への応用が期待される。

1. はじめに

現代社会は、インターネットをはじめとする情報環境の発展により、膨大な言語情報に常に触れる時代となっている。その一方で、人々が日常的にどのような言葉や知識に関心を向けているのか、またそれをどのように把握・表現できるのかは依然として難しい課題である。人が何に興味を持ち、どのような言語を通じて思考を形成しているのかを可視化することは、個人の自己理解や学習支援、知的活動の理解において重要な意味を持つ。

従来に関心分析では、検索履歴やアンケート回答など、意識的な入力データに基づいた手法が多く用いられてきた。しかし、それらは回答者の意図や社会的バイアスの影響を受けやすく、無意識的な関心の動きを十分に捉えることが難しい。これに対し、視線計測は人の注意や興味の瞬間的な偏りを反映するデータとして注目されており、より自然な行動から関心を推定できる可能性を持っている。

本研究では、図書館という空間を対象に、視線計測によって人がどのような言葉に接触しているかを捉える。図書館は、知識が体系的かつ空間的に配置された環境であり、利用者が無意識に目を向ける場所には、その人の内的関心や知識構造が反映されると考えられる。したがって、図書館という物理的空間を媒体として人の視線を分析すること

は、個人の無意識的な関心や興味の傾向を捉えるための有効な手段となる。また、視線を通じて得られるテキスト情報は、被験者が意識せずに「浴びた語」の記録でもあり、これを「知の足跡」として扱うことで、より潜在的な関心や思考の傾向を明らかにできると考える。

本研究の目的は、図書館散策中の視線映像から得られた文字情報をもとに個人のテキスト分布を可視化し、複数人のデータを比較・統合することで、集団的な関心傾向を分析する手法を提案・検証することである。これにより、個々人の関心傾向の違いや共通性を可視的に理解し、人と知識の関わりを新たな視点から捉えることを目指す。

本研究の主な貢献は、以下の3点である。

- 図書館散策という自然な行動環境における視線計測に基づき、利用者が視覚的に接触した語を抽出し、テキスト分布として可視化する手法を提案した点。
- OCR 処理および書誌情報を用いて、視線映像から得られる断片的な文字情報を書籍タイトル由来の語へと構造化し、個人の関心傾向を反映した語彙分布を構築した点。
- 複数人のテキスト分布を重ね合わせて可視化するシステムを実装し、共通して現れる語や関心の偏りを視覚的に把握するための基盤を示した点。

2. 関連研究

2.1 視線計測による関心推定と可視化

人の関心を捉えるために、視線情報や言語情報を用いた

¹ 公立はこだて未来大学

^{a)} y-nagatani@sumilab.org

^{b)} sumi@acm.org

さまざまな研究が行われてきたが、多くは限定的なタスクや明示的な入力を前提としており、自然な行動環境における関心の把握には課題が残されている。

藤本ら [1] は、注視点を可視化することで他者の注目すべき位置を判断する能力（着眼スキル）を共有する「ミラーエージェントシステム」を提案し、機械作業における熟練者と初心者の注視分布を比較することで、知識伝達が促進されることを示した。

また、吉田ら [2] は、プログラム読解時の視線運動を分析し、視線データが認知的負荷や理解過程を反映することを明らかにしている。これらの研究は、視線が個人の関心構造や関心傾向を示す情報源となりうることを実証しており、本研究における「視線を通じた関心の可視化」という枠組みの理論的基盤となる。

2.2 言語情報と評価の形成

Briskin ら [3] は、明示的評価と暗黙的評価の形成過程をメタ分析し、単なる語の共起ではなく、それらの意味の関係が評価の形成に大きな影響を与えることを示した。この知見は、視覚的に接触した語が単に頻度的に出現するだけでなく、文脈的・意味的な関係性をもって個人の内的評価に影響する可能性を示唆している。

本研究では、この考え方を踏まえ、図書館散策中に視覚的に接触した語を構造的に捉え、関係性を内包したテキスト分布として可視化を試みる。

2.3 図書館における行動・関心構造の研究

図書館という空間は、利用者の行動や関心が可視化しやすい知識環境として注目されている。

Lund[4] は、図書館情報学領域における視線計測研究 59 件をレビューし、多くが Web インタフェースやオンライン検索システムの可用性評価に焦点を当てている一方で、図書館空間や資料探索行動といった物理的環境における利用者行動の分析はほとんど行われていないことを指摘している。

また、モバイル視線計測装置の発展により、今後は図書館や博物館など自然な情報環境での行動研究が重要になると述べている。

本研究はこの課題意識を踏まえ、図書館という物理的知識空間において、利用者が無意識に視覚的に接触した語を手がかりに、関心構造を反映したテキスト分布を可視化する新たなアプローチを提案する。

3. 提案する手法

本研究では、図書館散策中の視線映像をもとに、個人のテキスト分布を構築し、複数人のデータを統合して集団的な関心傾向を可視化する手法を提案する。本研究の全体的な流れを図 1 に示す。

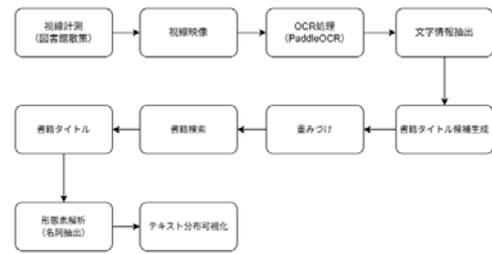


図 1 本研究の全体的な流れ

3.1 視線映像の取得と OCR 処理

本研究では、図書館散策時の視線映像をもとに、散策中に視覚的に接触した文字情報（テキスト）を抽出し、分析に利用する。被験者は視線計測装置を装着した状態で図書館内を自由に散策し、散策中の一人称視点の映像を記録する*1。散策中の様子を図 2 に示す。



図 2 図書館散策中の様子（左）と、視線計測装置によって取得された一人称視点映像と視線位置の例（右）

現段階では、取得した映像全体を対象に OCR 処理を行い*2、書籍の背表紙などにふくまれる文字を自動的に抽出している。

この段階で得られるデータは「図書館散策中に視界に入った語の一覧」であり、書籍タイトルの一部や断片的な語が含まれる。これらの文字列は、後続のタイトル候補生成および書籍検索処理に入力として利用され、書籍単位での情報構造化に用いられる。

3.2 書籍タイトル候補の生成

次に、取得した OCR 処理の結果に対してフィルタリングを行い、書籍検索に用いる書籍タイトル候補の生成を行う。

OCR 処理によって得られた文字列には、書籍背表紙に記載された書名の一部や、判読が不完全な語が含まれる。そのため、本研究では、OCR 結果から書籍タイトルを一意に決定することは行わず、書籍特定のためのタイトル候補を生成する段階として位置づける。

*1 本研究では、視線計測装置には Pupil Labs 社の Pupil NEON を用いた。

*2 本研究では、OCR 処理には PaddleOCR を用いた。

具体的には、OCR 処理によって抽出された文字列のうち、書名を構成している可能性の低いものを除外し、残ったものをタイトル候補とする。この段階では、誤認識や表記ゆれを完全に解消することは行わず、後続の書籍検索処理において外部の書誌情報と照合することで、OCR 由来のノイズを吸収することを意図している。

3.3 視覚的接触に基づく重みづけ

次に、抽出された書籍タイトル候補に対して、本研究では図書館散策中における視覚的接触に基づいた重みづけを行う。視線映像から得られる OCR 結果は、散策中に利用者の視界に入った文字情報の集合であり、その出現状況は利用者がどの書籍の前に立ち止まったか、あるいはどの程度その周辺を眺めていたかといった行動の影響を受ける。

本手法では、OCR によって抽出された文字列の出現頻度や、各文字列に付与された OCR の信頼度といった情報を用いて、各タイトル候補に対して重みを算出する。この重みは、散策中における視覚的接触の相対的な強さを示す指標になる。

3.4 簡易的な書籍データを用いた書籍特定

抽出されたタイトル候補に対して、本研究では、事前に整備した簡易的な書籍データを用いて書籍の特定を行う。この簡易データは、図書館内の各本棚を撮影した画像に対して OCR 処理を施し、得られた文字列と本棚番号を対応付けて収録したものである。これにより、各文字列が出現した本棚の位置情報やジャンル情報を保持した書誌データを構成している。

しかし、簡易データに含まれる文字列も OCR 由来であるため、誤認識や表記ゆれを含む場合がある。そこで、本研究では、必要に応じて外部の書誌情報データベースを用いた書籍検索を行い、簡易データのみでは書籍特定が困難な場合の補助として利用する。この外部書誌情報は、書籍タイトルの正規化や候補の絞り込みを目的として用いられる。

これらの処理により、視線映像から得られた OCR 文字列を本棚番号を含む書籍候補へと対応付け、後続の形態素解析および可視化処理に用いる。本研究では、個々の書誌を厳密に特定することよりも、視覚的接触が生じた書籍群やジャンルの分布を把握することを重視している。

3.5 書籍タイトルに対する形態素解析

最後に、書籍タイトルに対して形態素解析を行い、書籍タイトルを品詞ごとに分解する。その中から、本研究では名詞のみを対象として抽出する。抽出された語は、書籍単位で集約され、後続の可視化処理に用いられる。

4. 結果

本研究では、形態素解析と重みづけによって得られた語彙データを基に、テキスト分布を動的に可視化するシステムを構築した。本システムでは、語と語の関係をネットワーク構造として可視化することで、被験者ごとの関心領域が直感的に把握できることを確認した。

可視化には力学モデルを利用し^{*3}、各語をノード、語間の関係をリンクとしてレイアウトしている。ノード間では、関連の強い語は近くに配置され、関係の弱い語は遠くに配置される。これにより、関心が集中している語群が自然にクラスタを形成するような視覚構造が得られる。現時点の可視化システムの画面を図3に示す。

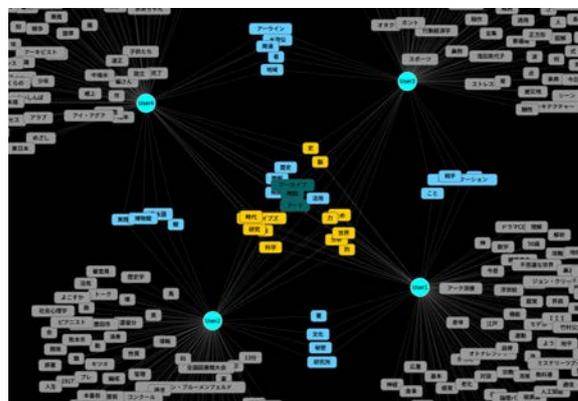


図3 テキスト分布可視化システムの画面

ワードノードの色はリンク数によって異なり、複数人のデータを同一画面上に表示した際に、個人差や共通点を読み取りやすいように設計されている。リンクの太さは重みの大きさを表しており、語同士の関係性を視覚的に理解できるようにしている。

また、この可視化結果を被験者本人に提示したところ、自身の関心と整合すると解釈可能な語群については、結果の妥当性を示唆する反応が確認された。一方で、想定していなかった語が現れている点については、新たな視点として受け止められる場合もあった。これらは厳密な評価実験に基づく結果ではなく、可視化結果を提示した際の観察に基づく記述である。

さらに、ノードをクリックすると、書籍検索によって出力された書籍タイトルのうち、その語を含むものをリスト表示する機能を実装している。これにより、単語と文脈を結びつけて確認できるため、単なる出現頻度だけでなく、視覚的接触語が生じた文脈情報を含めた解釈が可能になる(図4に一例を示す)。

*3 本研究では、可視化システムは JavaScript および D3.js により実装した。

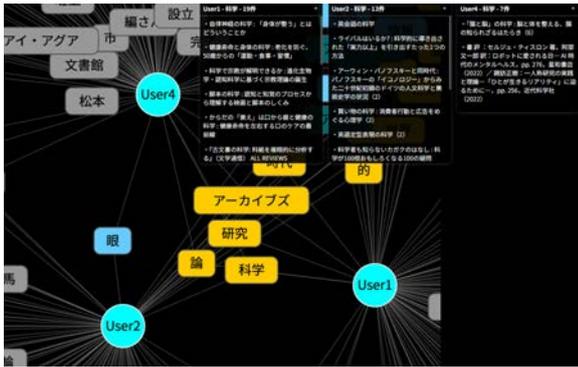


図 4 共通ワード「科学」を含んだ書籍タイトル一覧の例

また、ノードの固定・解除やユーザ単位での表示切り替え機能も実装しており、複数人のデータを比較する際の操作性を高めている。

本システムにより、個々人のテキスト分布を重ね合わせて表示し、集団としての共通の関心傾向を視覚的に分析できる。これにより、個人間での関心の重なりや差異を一目で確認できるだけでなく、集団全体に見られる関心の特徴を捉えることが可能となった。

5. 考察

本研究では、図書館散策中の視線映像から OCR によって抽出された文字情報を手がかりに書籍検索を行い、得られた書籍タイトルをもとに、個人ごとのテキスト分布を構築・可視化した。

5.1 視線由来テキスト分布の解釈可能性

本研究で得られたテキスト分布においては、特定の語群が空間的にまとまりをもって配置される様子が確認された。これらの語は、図書館散策中に被験者が視覚的に接触した書籍タイトルに由来するものであり、散策中の行動や視線の向け方の偏りを反映した結果であると考えられる。

ただし、本手法によって得られるテキスト分布は、被験者の関心そのものを直接的に表現するものではない。視線は注意や行動の影響を強く受けるため、必ずしも内的な関心と一対一で対応するとは限らない。

一方で、図書館内を散策するという自然な行動の中で、無意識的に視覚的接触が生じた語の集合を構造化・可視化することで、被験者がどのような語彙や分野に偏って接触していたかを捉えることは可能であると考えられる。この意味において、本研究で構築したテキスト分布は、関心そのものではなく、関心に関わる視覚的接触の偏りを反映した表現として解釈できる。

5.2 図書館という空間を対象とした意義

さらに、本研究が図書館という空間を対象としている点は、本手法の重要な特徴である。図書館は、書籍が主題や

分類に基づいて体系的に配置された知識空間であり、利用者はその空間内を移動しながら資料に接触する。この過程で視覚的に接触する語は、個人の内的関心だけでなく、書架の配置や回遊経路といった空間的要因の影響を強く受ける。

そのため、本手法によって得られたテキスト分布は、単に個人の関心を反映した結果というよりも、人が知識空間をどのように移動し、どのような語に接触したかという、人と知識空間との相互作用の結果として形成された表現であると解釈できる。この点において、本研究は、関心分析を空間的な行動文脈の中で捉えるための視点を提供している。

5.3 複数人可視化による集団的関心の示唆と限界

また、4章の結果から、複数の被験者に共通して現れる語が確認されたが、これらの語は必ずしも同一の書籍や同一の文脈から生じているわけではなかった。このことは、図書館内での行動経路や視線の向け方が異なっても、結果として類似した語に視覚的に接触する可能性があることを示している。したがって、本手法による複数人のテキスト分布の重ね合わせは、個々人の関心を単純に平均化するのではなく、異なる接触経路を持ちながらも共有される関心語や象徴的な語を浮かび上がらせる手段として有効であると考えられる。

一方で、本研究で扱った語は OCR 結果を手がかりとした書籍タイトルに基づくものであり、誤認識や書籍特定の不確実性を含んでいる。また、視線は必ずしも内的関心と一対一で対応するものではなく、行動や環境の影響を受ける点にも留意が必要である。さらに、被験者数が限定的であることから、得られた結果の一般化には慎重な解釈が求められる。

以上を踏まえると、本研究は個人の関心を直接的に定量化することを目的としたものではなく、図書館という知識空間において生じる視覚的接触の偏りを通じて、関心傾向を捉えるための視点を提示したものと位置づけられる。

6. 今後の方針

今後の課題として、視線情報そのものをより積極的に分析に取り入れることが挙げられる。本研究では、視線映像から抽出された文字情報をもとにテキスト分布を構築したが、視線の滞留時間や注視回数といった定量的な視線指標は十分に活用できていない。これらの視線情報を書籍タイトルや語の重みづけに統合することで、単に視覚的に接触した語だけでなく、どの程度注意を向けていたかを反映したテキスト分布の構築が可能になると考えられる。これにより、視線の強度と語の出現を組み合わせた、より多面的な関心傾向の分析が期待される。

また、可視化結果から書籍のジャンルや主題が把握でき

るような表現の工夫も今後の課題である。現状の可視化では、語同士の関係性や分布構造を中心に示しているが、各語がどのようなジャンルの書籍に由来するのかは直感的には分かりにくい。書籍分類情報や本棚番号といったメタデータを用いて、語やノードにジャンルの属性を付与することで、関心傾向を内容面からも解釈しやすい可視化が実現できると考えられる。これにより、個人の関心領域だけでなく、集団としてどの分野に関心が集中しているのかを把握することが可能になる。

また、本研究で用いた可視化は、散策後に得られた語の分布を静的に表現するものであり、関心構造が形成される過程や時間の変化までは捉えられていない。今後は、視線情報に含まれる時間情報を統合することで、関心の移ろいや回遊行動に伴う変化を可視化する手法についても検討する余地がある。

7. おわりに

参考文献

- [1] 藤本武司・砂山渡・山口智浩・谷内田正彦, “視線行動の可視化による着眼スキル伝達支援,” 人工知能学会論文誌, vol. 19, no. 3, pp. 174–183, 2004.
- [2] 花房亮・松本慎平・林雄介・平嶋宗, “視線運動を用いたプログラム読解パターンのデータ依存関係に基づく分析,” 教育システム情報学会誌, vol. 35, no. 2, pp. 192–203, 2018.
- [3] Briskin, J. L., & Gawronski, B., “How do explicit and implicit evaluations shift? A preregistered meta-analysis of the effects of co-occurrence and relational information,” *Personality and Social Psychology Review*, vol. 26, no. 3, pp. 191–214, 2022.
- [4] H. Lund, “Eye tracking in Library and Information Science: a literature review,” *Library Hi Tech*, vol. 34, no. 4, pp. 585–614, 2016. doi: 10.1108/LHT-07-2016-0085.