

物語の階層的構築過程の特徴づけ

Characterizing a process of constructing hierarchical comprehension of narratives

布山 美慕[†], 日高 昇平[‡]

Miho Fuyama, Shohei Hidaka

[†] 早稲田大学, [‡] 北陸先端科学技術大学院大学

Waseda University, Japan Advanced Institute of Science and Technology

miho02@sj9.so-net.ne.jp, shhidaka@jaist.ac.jp

概要

物語読解では、単語や文といった局所的意味の理解と、物語全体の意図といった大局的意図の理解が相互依存的になされる。この物語における局所/大局的理解の関係性を調べるため、本研究では、布山・日高(2019)で提案された2つの課題を用い、オンラインでの認知心理実験を行なった。その結果、両課題の成績(正答や参加者間相関)に正の相関傾向が示唆され、局所/大局的理解の関係が示唆された。

キーワード: 物語理解 (Narrative comprehension), Macrostructure (Macrostructure), 解釈学的循環 (Hermeneutic circulation)

1. 研究の背景と目的：物語の大局的理解と局所的理解の相互依存性

私たちが物語を理解する際には、一語一語の理解、文の理解、ある程度の文のまとまり(段落・章など)の意図理解、物語全体の意図の理解、というように階層的な理解が相互依存的な関係を持ちながらなされると考えられる。たとえば、ある段落の意図を理解するには、それを構成する文や単語の意味理解が必要である。一方、単語や文の意味も文脈依存的なため、その理解には当該段落全体の意図の理解が必要となる。この物語の複数抽象度の理解の循環的な関係性は、文学理論では解釈学的循環として言及されてきた[1]。また、認知心理学分野の文章理解研究分野では、この階層度の異なる理解の存在が、Microstructure-Macrostructure[8]として言及されてきた。しかし、そもそも大局的な理解についての既存の実証的研究は事後的な報告データに依存しており、動的に階層的理解が構築される過程の解明は不十分である。

布山・日高(2019)[3]では、局所的な意図の理解を時系列で観測する課題として“意味的段落分け課題”を、大局的な意図の理解を時系列で観測する課題として“元童話推定課題”を提案した。そして、布山・日

高(2019)では、これらの課題を用いることで、局所的な意図理解と大局的な意図理解の間に一定の関係性があることを示唆した。しかし、布山・日高(2019)では、実験参加者数が各課題10名ずつと比較的少数であったため、非線形分析を含む統計的分析が十分行えず、局所/大局的理解の相互依存的関係性の探索には不十分な点が残った。本研究では、オンライン実験で各課題100名ずつのデータを取得し、布山・日高(2019)の結果の再現性を確認するとともに、非線形分析等を試みてより詳しい局所/大局的理解の相互依存的関係の構造を調べることを目的とした。

クラウドソーシングを用いたオンライン環境下の認知心理実験については、知覚系の実験を除き様々な既存の認知心理実験結果が、オンライン実験でも再現することが報告されている[4]。一方で、本研究の課題は、特に次に説明する元童話推定課題がやや理解が難しい課題であるため、オンライン実験で十分課題の意図が伝わるか不明である。したがって、オンライン実験結果が、布山・日高(2019)の結果を再現するかも確認しながら分析を行う。

2. 実験方法

課題内容の概要は元童話推定課題および意味的段落分け課題ともに布山・日高(2019)に準拠する。ここでは、各課題の概要とオンライン実験での変更点を中心に述べる。

2.1 元童話推定課題と意味的段落分け課題の概要

元童話推定課題と意味的段落分け課題で共通して使用する実験素材として、よく知られた古典的な童話を元に、物語構造を登場人物の関係を相同に保ち(類推的な物語構造の保存)、登場人物や物語の舞台設定などを変更した物語(以降これを類推物語と呼ぶ)を実

験者が創作した。なお、今回の類推物語は、次に説明するように、2つの童話を元にし途中で元童話を変化させて創作したものである。

元童話推定課題では、実験参加者は読んでいる類推物語が「10の童話リストの中のどの童話を元に創作されたかと思うか」3文読むごとに、画面上のリストから選択して回答する。実験参加者が、ある類推物語の概要を推定できるならば元童話を当てられるはずであり、この意味で元童話推定の成績は物語全体の抽象度の高い意図推定の指標とみなせる。

布山・日高(2019)では4つの類推物語を実験素材として用いたが、本研究ではそのうち1つの類推物語を選んで使用した。選択の基準は、布山・日高(2019)にて、元童話が複数回変化したものとして実験参加者から推定され、局所/大局の関係性を調べる上で最も情報があると判断した1つの類推物語を選んだ(布山・日高(2019)の中の類推物語4を選んだ)。

選択した類推物語は143文からなり、『眠れる森の美女』と『浦島太郎』を元に作成されている。作成した実験者の意図としては、44~47文目で元にする童話を『眠れる森の美女』から『浦島太郎』に変化させた。しかし、布山・日高(2019)の結果から、実験素材の文章に曖昧性があったため、多くの実験参加者が、『眠れる森の美女』→『浦島太郎』→『眠れる森の美女』→『浦島太郎』、と計3回元童話に変化したと判断していた。変化数が多いほど、意味的段落分けとの動的な関係性を調べやすくなる側面があると考え、本類推物語を選択した。

意味的段落分け課題では、実験参加者は同じ類推物語を1文ごと提示され、次の文が読めない条件において、その文で(意味的な)段落が終わると思う程度を5件法で回答する(「1. 全く終わると思わない」「2. あまり終わると思わない」「3. どちらとも言えない」「4. やや終わると思う」「5. 強く終わると思う」から選択)。意味的段落分けは、明示された文から1つの意図を反映する文の集合を推定する課題とみなせ、相対的に抽象度の低い骨子の部分的な構築過程を反映する課題とみなせる[2, 9]。

2.2 オンライン実験の方法

オンライン実験は、クラウドワークス社を通じて実験参加者を募集し、Qualtrics(オンライン上でアンケートや心理実験を提供できるサービス)上で行なった。実験参加者には、クラウドワークス上に実験の最

後に表示される数字を記入することで、550円(税込)の謝金を支払った。

実験参加者は、Qualtrics上で実験参加の同意を示したあと、Instructional manipulation check(IMC)に回答し、次に本課題(元童話推定課題か意味的段落分け課題のどちらか)に回答し、再度IMC回答を経て、読書経験などのアンケートに回答して終了となる。ここで、IMCとは、課題文を丁寧に読んでいるかチェックする本課題とは別の課題である。本研究では、本課題前後のIMCに1問でも不正解があった参加者データは分析から除いた。

意味的段落分け課題は2020年7月2日に、元童話推定課題は2020年7月24日に、それぞれ実施した。

2.3 実験参加者

実験参加者はクラウドワークスを通じて募った20歳以上の日本語母語話者、各課題100名である。実験参加者は、両課題のうち、どちらか一種のみ参加した。

3. 実験結果

IMCの回答に依拠して有効データを限定した結果、元童話推定課題の有効データ数は77、意味的段落分け課題の有効データ数は81となった。これらのデータを分析対象とした。

3.1 対面実験とオンライン実験の結果の比較

まず、布山・日高(2019)の結果とオンライン実験の結果を比較する。布山・日高(2019)の結果が少数サンプルという課題がある一方で、オンライン実験には実験課題の参加者理解が十分か不明という課題がある。両実験結果に一貫性があるか調べることで、両実験結果の信頼性を検討する。

3.1.1 元童話推定課題

図1に、オンライン実験と対面実験の元童話推定課題回答結果を、質問番号(3文ごとに1問)に対する時系列で示した。オンライン実験と対面実験で類似の回答傾向が確認できる。つまり、対面での実験結果と同様のタイミングで、オンライン実験でも、実験参加者が、順に『眠れる森の美女』→『浦島太郎』→『眠

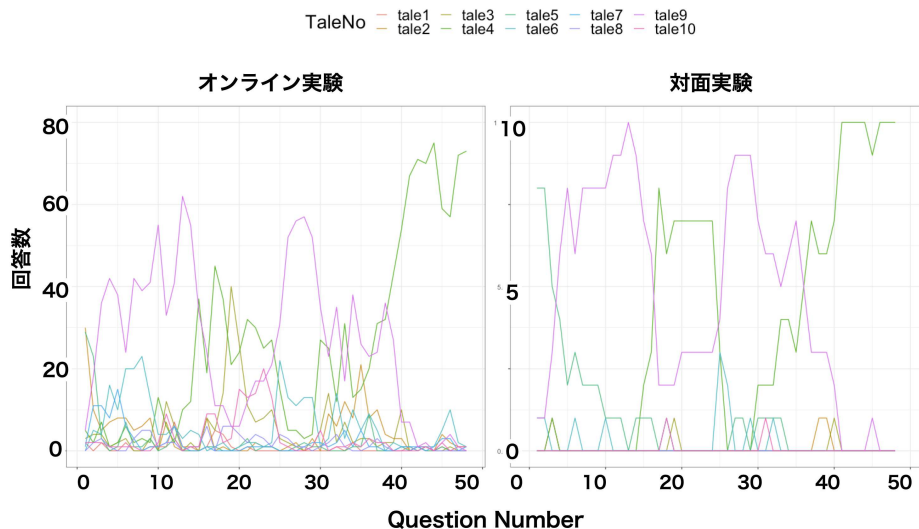


図1 元童話推定課題のオンライン実験と対面実験結果比較。オンラインと対面でほぼ類似の回答傾向が確認できる。tale9（ピンク色）が『眠れる森の美女』，tale4（緑色）が『浦島太郎』の回答を示す。

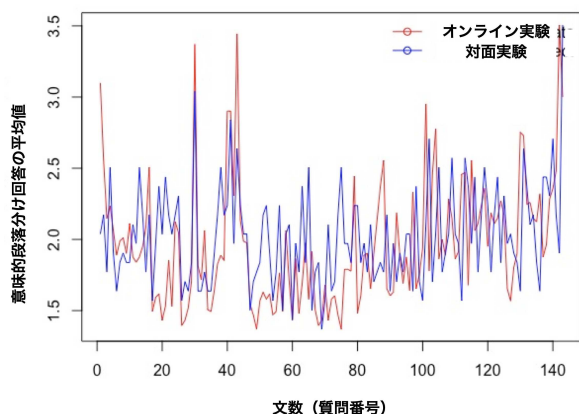


図2 意味的段落分け課題のオンライン実験と対面実験結果比較。オンライン（赤線）と対面（青線）でほぼ類似の回答傾向が確認できる。

れる森の美女』→『浦島太郎』と元童話回答を変化させる傾向が確認できる。

3.1.2 意味的段落分け課題

図2に、オンライン実験と対面実験の意味的段落分け課題回答結果を、文の数に対する時系列で示した。このグラフでは、それぞれの実験の全実験参加者の回答（5件法の1～5の回答の値を便宜上間隔尺度と見なした）を平均し、示した。両実験の回答の平均が類似の傾向をもつことが確認できる。この二系列の相関

係数は0.38、 $p < .001$ であり、有意な相関があることが示唆された。

3.1.3 まとめ

オンライン上での元童話推定課題および意味的課題の回答結果は、いずれも、対面での実験の回答結果と類似の傾向を持つことが示唆された。また、本稿では省略するが、両課題の回答の主成分分析を行なった結果も布山・日高（2019）をほぼ再現し、データの構造の類似性を確認した。

3.2 元童話推定課題と意味的段落分け課題の関係性分析

布山・日高（2019）では、元童話推定課題と意味的段落分け課題の関係性を、元童話推定課題の正答率と、意味的段落分けの実験参加者間相関の関係で検討した。一方、今回の類推物語では、元童話の正解として実験者が想定した正解が、文章の曖昧性のため、必ずしも“正解”としてふさわしいか疑問がある。そこで、元童話推定課題の実験参加者間の回答の一致率を正答率相当と見なし、この一致率が5割より大の文集合（71文、以降一致率5割大文）と、5割以下の文集合（72文、以降一致率5割以下文）に分け、それぞれの文集合に対する意味的段落分け課題の参加者間の相関を比較した。ここで、参加者間の相関分析は、81人

の中から順に2人ずつペアとし、それぞれの相関係数および p 値を網羅的に求めた。

この分析の結果、元童話推定課題回答の一致率5割大文に対する参加者間相関 $p < .01$ の比率は37% (全3240ペア中1193ペア) に対し、一致率5割以下文に対する参加者間相関 $p < .01$ の比率は35% (全3240ペア中1137ペア) となった。意味的段落分け回答の相関が ($p < .01$ 基準で) 有意な参加者組数が、元童話推定課題の回答の一致率が高い方がやや多い傾向がみられた。一致率5割大文の方が、意味的段落分け回答の相関の p 値が有意に小さいか調べるため、両群の p 値に対して対応ありの t 検定を行なった。その結果、 $t(3239) = -3.79, p < .001$ となり、有意に元童話推定課題回答の一致率が高い (5割より大) 方が、意味的段落分け被験者間相関が有意となることが示唆された。

次に、元童話推定課題回答の一致率5割大文と、5割以下文で、意味的段落分け課題の正答 (正しく元の段落終端を推定できているか) の傾向の違いを調べた。この分析では、意味的段落分け課題の回答を全実験参加者で平均し、各文での平均値が全回答の平均値より大きければ、当該文が (被験者間で) 平均的に段落終端と推定されたと見なす。そして、意味的段落分け課題の正答を信号として、この平均的な段落終端推定が信号を検出できたかを信号検出理論で検討した [5]。具体的には、信号検出の指標である $d - prime$ (信号とノイズの平均値が、両分布の平均的な分散のいくつ分離れているかに相当する指標) を算出した。

その結果、一致率5割大文の $d - prime = 0.80$ に対し、一致率5割以下文の $d - prime = 0.05$ となった。この結果は、元童話推定課題回答一致率5割大文では信号とノイズを弁別できている (意味的段落分け回答が元の段落分けを弁別可能) のに対し、一致率5割以下文では信号とノイズをほぼ弁別できないことを示唆する。

以上をまとめると、意味的段落分け回答の参加者間相関係数や $d - prime$ が、元童話推定課題回答の一致率が高い文集合に対して高くなる傾向が確認された。

4. 総合議論および現在行なっている分析と今後の展望

以上の結果から、まず、オンライン実験の結果と布山・日高 (2019) の結果は一貫性を持つことが示された。したがって、オンライン化したことによって回答の傾向は変化せず、また少数サンプルであっても大規模サンプルに類似の回答傾向であったことが示唆され

る。この結果から、元童話推定課題および意味的段落分け課題は、オンライン実験でも十分実施可能であり、今後他の類推物語を用いたオンライン実験や、さらに大規模な参加者規模での実験による研究が期待できる。

次に、オンライン実験の結果でも、元童話推定課題と意味的段落分け課題の間には有意な関係性があることが示唆された。この結果は、物語の局所的理解と大局的理解の間に関係性があることを実証的に示唆する。これまでの物語読解の研究では、局所的理解に基づき大局的理解が構築される面が強く示唆されてきた [8]。しかし、本意味的段落分け課題では次の文が読めない条件で回答するため、段落をまたぐことによる物語情報の変化 (局所的情報の差分) を使って段落を推定できない。そのため、物語が全体として何を意図しているかを推定し、トップダウンで局所的な段落を推定した可能性がある。今後両課題の間の関係性をより具体的に調べることで、局所的理解/大局的理解の間の関係性を具体的にモデル化することを目指す。

現在論文準備中のため本稿には未掲載であるが、元童話推定課題および意味的段落分け課題回答の主成分分析も行なっており、布山・日高 (2019) と類似の結果を得た。すなわち、元童話推定課題では元童話を広く探索する時期と二つの童話から選択する時期が第一主成分と第二主成分から確認された。また、意味的段落分けの遅延座標系での主成分分析では、第1~3主成分からなる時系列構造が、元童話推定課題の回答の変化と関連することが示唆されている。

加えて、オンライン実験でより大規模にデータを取得した理由の1つである非線形分析でも、興味深い結果が得られ始めている。具体的には、多様体学習の一種である、Isomap [6] や LLE (局所線形埋め込み) [7] を用いて意味的段落分け回答を分析したところ、元童話推定課題の回答がクラスタリングされる傾向が確認できた。この結果は、各課題の回答の構造の解明および両課題の回答の関係性推定に利用できると期待する。

今後はこれらの追加分析を進め、物語の局所的理解と大局的理解の関係のモデル化を目指す。

謝辞

本研究は科学研究費補助金若手研究 A (16H05860) の補助、および早稲田大学特定課題研究助成費 (課題番号: 2019C-602, 2020R-058, 2020E-053, 2020C-390) を受けた。

文献

- [1] Gadamer, H. G. (1975). *Wahrheit und Methode. Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik.* J.C.B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen (饒田収訳 (1986) 『真理と方法』法政大学出版局.)
- [2] Fuyama, M. & Hidaka, S. (2018). Can readers recognize unit of summarization for reading?: an analysis of text segmentation task. *The Proceedings of the 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society*, 108-109.
- [3] 布山美慕 & 日高昇平. (2019). 物語の大局的理解と局所的理解の相互依存関係の分析., 日本認知科学会第36回大会論文集, 244-253.
- [4] 眞島良全 (2019). クラウドソーシングを認知科学研究に使うべきだろうか., 認知科学. 26(2), 272-281.
- [5] Stanislaw, H., & Todorov, N. (1999). Calculation of signal detection theory measures. *Behavior research methods, instruments, & computers*, 31(1), 137-149.
- [6] Tenenbaum, J. B., De Silva, V., & Langford, J. C. (2000). A global geometric framework for nonlinear dimensionality reduction. *science*, 290(5500), 2319-2323.
- [7] Roweis, S. T., & Saul, L. K. (2000). Nonlinear dimensionality reduction by locally linear embedding. *science*, 290(5500), 2323-2326.
- [8] van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension.* New York: Academic Press. Academic Press Inc.
- [9] Zacks, J. M., Speer, N. K., & Reynolds, J. R. (2009). Segmentation in reading and film comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, 138(2), 307-327.