

博士論文

読者の熱中状態の複数指標の関係性による記述:

読者の変化と“忘我”状態の関係の解明に向けて

慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

布山美慕

要旨

小説を読むことで現実世界の感じ方が変わり、また現実世界の生活によって読書が変わって感じられることがある。先行研究によって、とくに読者が熱中することで現実世界に対する認識や理解の変化が起こる、あるいは促進されるとの理論的・実証的主張がなされてきた。こういった主張を受けて、読者の熱中状態は質問紙調査を用いて様々な分類や特徴づけが行われてきた。しかし、熱中状態では自己への気づきが低下するとされ、まさに熱中していたときの状態を高い信頼性をもって報告することは難しいと推察される。そのため、読者の内観報告にのみ依拠して熱中状態を分類し特徴づける方法の妥当性には疑問があり、それぞれの研究で読者の熱中状態として報告されている状態が、時間的に異なる個人内、あるいは個人間で一貫性をもった同一の状態なのか確かではない。

本論文は、読者の熱中状態がある一貫性をもった状態として同定可能か調べ、同定可能であればその同定に用いた指標の意味で特徴づけを行うことを目的とする。この目的のため、同定方法として、1つの指標のみに依拠するのではなく、読者の熱中状態に関連する相補的な複数指標間の一貫した関係性の有無によって同一性を調べる方法を提案した。この方法を用いて、熱中度報告と身体情報（動作・姿勢、および心拍数）、熱中度報告と読解時間の統計的分布、熱中度報告と読後の発話プロトコルデータを実験で取得し、各指標間の時間的相関を分析した。その結果、それぞれの指標間で一貫した関係性が確認された。この結果は、熱中状態が、それぞれ、主観的な熱中度と身体情報、主観的な熱中度と読解処理の質的变化、主観的な熱中度と読後の報告の間の一貫した関係性の意味で、ある一貫した状態として同定可能なことを示唆する。さらに、それぞれの指標を解釈することで、熱中状態が交感神経優位の状態であることや、作品中の予想外の出来事によって読解処理の質的变化を伴うより深い忘我状態になる可能性が示唆された。

目次

第 1 章	読者の忘我と理解：忘我・熱中の研究の位置づけと価値	5
1.1	現実世界と読書行為の関係：解釈学的循環	5
1.2	読者の変容と熱中・忘我	7
1.3	読者の熱中状態の認知科学や心理学における先行研究	8
1.3.1	質問紙による読者の忘我・熱中状態の計測	8
1.3.2	フロー体験の生理指標による観測・特徴づけ	10
1.4	本研究の目的と読者の熱中・忘我状態の研究の困難	12
1.5	同一性の種類と読者の熱中・忘我状態における同一性の探索方法	14
1.5.1	対応づけの種類	14
1.5.2	研究における 3 つの同一性	16
	現象の概念とモデルの同一性	16
	観測データと分析結果のモデルの同一性	18
	複数のモデル間の同一性	18
1.5.3	読者の熱中・忘我状態の同一性の探索方法	19
1.6	指標の選択と時間軸の利用	20
1.7	共通する必要な実験条件	22
1.8	本論文の構成	24
第 2 章	身体状態と主観的熱中度の関係による熱中状態の記述	28
2.1	熱中時の身体状態に関する知見と本研究で調べる身体状態の指標	28
2.2	心拍数と主観的熱中度の関係	30
2.2.1	実験の目的と概要	30
2.2.2	実験方法	31
	被験者	31
	読書の対象	31
	読書環境	31
	読書中の取得データ	31
	熱中度の評価方法	31
2.2.3	分析方法	34
	生理指標の算出・推定方法	34
	指標間の関係性の分析	36

2.2.4	結果	37
	熱中度と心拍数分析結果の相関	37
	動作量による相関の検討	41
2.2.5	議論	43
2.3	動作・姿勢と熱中度の関係：分類木分析による詳細分析	44
2.3.1	実験の目的と概要	44
2.3.2	実験	45
2.3.3	分析	46
2.3.4	実験結果と議論	47
	熱中度評価	47
	分類木分析	48
	2つの熱中度報告の関係性	48
2.4	議論：身体の情報と熱中状態	50
2.4.1	熱中状態の存在への示唆と熱中状態の特徴	50
2.4.2	熱中に関連する現象の切り分けの可能性	51
第3章	読解処理モードの変化と主観的熱中度の関係	52
3.1	文学作品の読解：先行研究の議論	52
3.2	本研究の立場と対象とする読解処理の変化	55
3.3	モードの定義と読解時間の分析手法	56
3.4	主観的な熱中度と読解時間の分布の相関	60
3.5	実験の概要	60
3.6	実験1	60
	3.6.1 被験者	61
	3.6.2 実験に用いた作品	61
	3.6.3 実験方法	61
	3.6.4 分析方法	62
	3.6.5 結果と議論	62
	読解時間の分布推定（分析1）	62
	熱中度とモードの相関（分析2）	64
3.7	実験2	65
	3.7.1 被験者	66
	3.7.2 実験方法	66
	3.7.3 分析方法	66
	3.7.4 結果	66
	3.7.5 議論	68
3.8	総合議論	69
第4章	プロトコル分析による熱中・忘我の特徴づけ，物語世界の再構築	71

4.1	発話プロトコル法による熱中時のデータ取得	71
4.2	本研究での発話プロトコルデータの位置付けと分析方法の概要	73
4.3	実験方法：読書方法とプロトコルデータの取得方法	73
4.4	分析方法	74
	4.4.1 熱中度評価方法	74
	4.4.2 対応分析の方法	74
	4.4.3 質的分析の方法	75
4.5	各分析結果と議論	75
	4.5.1 取得データ	75
	4.5.2 熱中度変化	75
	4.5.3 対応分析	76
	対応分析結果	76
	対応分析議論	78
	4.5.4 質的分析	79
	質的分析結果と議論	79
4.6	総合議論	85
	4.6.1 結果まとめ	85
	4.6.2 2種類の我を忘れる	86
	4.6.3 読解処理の分析結果との関係性の示唆	86
第5章	総合議論	87
	5.1 結果のまとめと本研究の限界, 今後の課題と発展性	87
	5.2 身体的自己と物語的自己	89
	5.3 身体的自己と言語の関係, および複数の自己の統合	91
	5.4 おわりに	94
謝辞		95
付録 A	各章の観測データと分析結果のグラフ・表	96
	A.1 2章のデータと分析結果	96
	A.2 3章のデータと分析結果	103
本論文に関連する研究業績		105

第1章

読者の忘我と理解：忘我・熱中の研究の位置づけと価値

読書は、現実世界の感じ方を変え、また現実世界での生に影響される行為と考えることができる。言い換えれば、読書によって人は変わり、人が変わることによってテキストから構築される世界も変わる。著者は、読者の“忘我”は、読書によって人が変わるその過程に関わるという仮説を持ち、その意味において読者の“忘我”に注目する。この“忘我”は、一般に、読書に熱中した、我を忘れたと感じる状態の一部分である（そのため、特に本研究が注目する対象に限定する場合ダブルクォートで括った“忘我”を用いる）。本論文が、どうして、またどういう意味の読者の“忘我”を研究の対象とするのか、またその“忘我”の解明を目指し読者の熱中状態を研究するにはどのような手法が適切と考えるのかを本章で議論する。

はじめに、読書行為と現実世界の認識の関係性、テキストの理解と自己の関係について議論を行う。この部分には多くの仮説が含まれ、本研究自体で実証的な検証がなされるものではないが、本論文全体の思想の提示となる。その後、読者の忘我や熱中状態に関連する先行研究を議論した上で、本研究の研究手法・思想を示す。なお、個別の実験に関わる先行研究の議論は関係する各章で行い、本章では全体に関わる部分だけを議論する。最後に、本論文の全体構成を提示する。本章で提示した問題は、具体的な目的に対する各章での実験を経て、5章で総合議論する。

1.1 現実世界と読書行為の関係：解釈学的循環

現実世界の生活の変化によって読書は変わり、また本を読むことで現実世界の生活も変わる。たとえば、恋をすれば同じ本でも違うように感じられ、本にのめり込むことで現実の恋も違って見えることがある。いまこの現実世界とは異なる仮想の話を、五感とは異なる言語というメディアで理解することが、どのようにこういった認知的な変化を引き起こすのだろうか。本論文が読者の熱中状態を研究対象とする動機はこの読書による人の変容過程の解明にあるため、1.1でまずは読者の変化について論じる。

はじめに、読むことで現実世界の生活や認識が“変わる”というとき、どのような読者の変化を意味するのか、文学理論のリクールの議論からもう少し考えてみよう。リクールは、この現実世界の生と、読書による仮想的な世界の生の循環を、3つのミメシスの循環として論じた (Ricoeur, 1983)。

リクールはテキストの制作を媒介として、その前過程に制作に先立つ現実世界の理解、その後過程にテキストの読解を置き、それぞれをミメーシス II, ミメーシス I, ミメーシス III とした。ここでミメーシスとは、アリストテレスから始まるギリシャ芸術理論の用語で、ここでは「行動の創造的模倣」であり、単にもとの行動を再現するにとどまらず、「行動を出来事として組み立てる」制作行為とされる(久米, 2012)。行動の創造的模倣としての詩的制作(ミメーシス II)が行われるためには、行動の世界の先行理解、「行動の理解可能な構造、その象徴的源泉、その時間的性格についての先行理解(Ricœur, 1983, 久米(訳), 1987, p.102)」が必要となる。これがミメーシス I であり、行動の「先形象化」とされる。ミメーシス II はこの理解を踏まえたテキストの制作活動であり、現実世界の先行理解を、言語(記号)によって創造的に模倣する*1。ミメーシス III はテキストの読者の読解行為である。ここにおいて、テキスト世界は読者の世界と交叉し、「再形象化」が行われる。これは単なるテキストの受動的な再現ではなく、読者による創造行為である。そして、このミメーシス III によって、テキスト世界の物語性(ミメーシス II)が現実世界の経験そのもの(ミメーシス I)を再構築する。こうして、現実世界の生とテキスト世界の生は創造的模倣行為を通じて循環するとされる。

それでは、深く読者を変える読書とはどのような読書であろうか。リクールは先の循環において、循環が死んだトートロジーになり悪循環になる可能性を議論している。これは、端的に言えば、読む前に読んだ後が予見されている、先取りされている状態、つまり読書経験が読者の予想の範囲内(ミメーシス III がミメーシス I に含まれる)であり、読者がほとんど変わらない読書のことである。こういった悪循環を超えて、読者が変わるためには、読書する前には“理解できない”内容を読み理解する読書が必要になる。未知のもの、予期できない内容、理解できない内容を読むことである。

このような、読む前には理解できない内容を理解する読書とはどのような読書なのだろうか。リクールは、別の文献で、テキストを真に理解するには自己放棄する必要があると論じている。

とすると、了解するとは、テキストのまえで自己了解することである。テキストに、自分の有限な了解能力をおしつけるのではなく、テキストに自分をさらし、テキストからもっと広大な自己を受け取ることである。(中略) 遊戯による世界の^{メタモルフォーズ}変態は、また、自我の^{エゴ}遊戯的^{メタモルフォーズ}変態でもある。(中略) 了解は同化(appropriation)であると同様、また自己放棄(désappropriation)でもある。(Ricœur, 1975, 久米・清水・久重(編訳), 1985, pp.195-196)

「自分の有限な了解能力をおしつけるのではなく」、作品に同化し、自己放棄し、自己を変態することによって、読む前には理解できないことが理解できるようになる。読みながら、その作品を理解するための新しい解釈の枠組みの構築を行うことがトートロジーにならない解釈のためのミメーシス III と言えるだろう。

まとめると、ここまで問題にしてきた「読者が変わる」とは、物語の新しい理解の方法・フレームを構築し、それによって現実世界に対しても新しい理解の方法・フレームを獲得することだと言える。このとき、読者は自分の既存の理解の方法やフレームだけで読むのではなく、いったんこれを保留し、再構築することが求められる。心理学や認知科学の分野でも物語理解と現実世界の理解の方法

*1 リクールは以下のように現実世界の理解を言語によって物語にする行為を論じている。「物語は、行動の意味論によって確立された範列的な表の中に現れることのできるあらゆる構成要素を、連辞的な次元で出現させるのである。このように、範列から連辞への移行がミメーシス I からミメーシス II への推移そのものとなる。それが統合形象化活動の所産である(Ricœur, 1983, 久米(訳), 1987, p.120)」

の類似性を、Gernsbacher, Varner, & Faust (1990) や Zwaan, Langston, & Graesser (1995) などが理論的・実証的に指摘している。この類似性を通じた相互関係によって、物語理解の方法の構築に伴って現実世界の理解の方法が変化することが生じる可能性があると考えられる。この点については5章で再度議論を行う。

1.2 読者の変容と熱中・忘我

ここまで、理論的な読者の変容—新しい理解の方法の構築と現実世界の理解の方法の変化—を議論してきた。しかし、こういった読者の変容が何らかの認知的な過程として起こると見なせるのか、また見なせるならばどのような過程で起こるのか、現時点で直接確かめることは難しい。この困難の理由の一つは、「読者の変容」がまだ客観的に観測可能な形式で十分定義されていないことにある。読者は時間的に何らかの意味で常に変化しているので、たんに「読者が変化した」と言ってもほとんど意味がなく、読者の何が変化したのかを言わなくてはならない。一方で、これまで議論してきた変化の対象である「理解の方法」の変化は、読者本人は経験的に「この読書で自分のものの見方が変わった」とわかる・思い出せても、明確に何がどう変わったのか、十分良い定義をすることが難しい。特に、操作的、たとえば何かのパフォーマンスに還元できるような形式で書くことは読書行為が内的な処理を主にするため、原理的に難しい可能性も考えられる（これに関連する議論は1.4でより詳しく行う）。したがって、まずは読者の変容について探索的にでも知見を増やし、仮説のもとによりよく定義し、部分的にも観測可能な定式化を行う必要があるだろう。

著者は、この課題に対し、自分が深く変わった、世界の見方が変わったと感じる読書では、読者自身が深く読書に熱中・忘我しているとされることに注目した。以下の経験的・理論的・実証的な知見を踏まえると、読者の熱中状態の特定の側面は、読者の変容の必要条件、あるいは少なくとも強く関連することが示唆される。

1. 深く感動した読書によって自分のものの見方が変わる経験が古くから報告されているという経験的な知見（古くはアリストテレスの『詩学』（アリストテレス・ホラーティウス, 1997）におけるカタルシスなどから）。
2. リコールが指摘するように、読者が変容するには、いったん自己を忘れる（一時的に自己認識が薄れる）プロセスが必要だとされる文学研究における理論的な知見。
3. 読者の熱中や忘我状態が物語理解を促すとともに、読者のパーソナリティや信念、自己認識を変化させるという実証的な知見（Green & Brock, 2000; Kuiken, Phillips, Gregus, Miall, Verbitsky, & Tonkonogy, 2004; Louwerse & Kuiken, 2004）。

これらの関係性の示唆を踏まえて、本研究では、読者の変容過程の解明に向けた一歩として、関連する可能性のある読者の熱中状態の記述を試みる。読者の熱中状態も、次節以降で議論するように、操作的に定義・観測できるほど明らかな対象ではない。しかし、少し先取りしていえば、本研究は熱中状態は読者の身体的状態としても観測可能な可能性があると考え、「読者の変容」よりも捉えやすい対象と考えた。将来的に、読書中の読者の熱中状態の時間的な変化の記述が可能となり、またこの変化と読んでいる内容との関連性を考えることができれば、読者の変容過程のある側面を記述できるのではないかと期待できる。このような読者の変容過程を目指す方向性のもとに、本研究では読者の

熱中状態を研究対象とする。

以降、本論文では、こういった読者の変容を強く意識して忘我や熱中状態に言及する際には、“忘我”とダブルクォーテーションマークをつけて表記し、より広い、必ずしも読者の変容を志向しない熱中や忘我状態を単に熱中状態と表記する。“忘我”とは異なる可能性のある熱中状態としては、たとえばいつときの楽しみとして、高いエンタテインメント性を持つ読みやすい本をテンポよく楽々読み飛ばすような状態が考えられる。こういった読書は、新しい理解の方法の構築といった認知負荷の高い行為とは感じられず、むしろ理解の容易さが条件となるように思われる。本論文では、未だ“忘我”状態自体を区別して扱うことが難しいと考え、“忘我”状態の解明を志向しつつ、研究対象としては広く読者の熱中状態を扱う。また、次節以降で紹介する読者の熱中状態の先行研究は必ずしも読者の変容と関連せず、このような楽な熱中状態も含む可能性がある。読者の変容を意識する場合に“忘我”という表記を用いた理由は、読者自身の変容は、単に熱中するのではなく、リクールが“自己放棄”というように、いったん自分自身についての認識を失う状態により近いと見なされるように考えられるためである。もちろん、これらの熱中や忘我状態の区別、およびそれらの状態と読者の変容の関係は今後の研究によって、またその定義づけによって変化しうるだろう。

1.3 読者の熱中状態の認知科学や心理学における先行研究

それでは、読者の熱中状態はどのように調べられてきたのだろうか。この熱中状態はその定義上、読者はまさに物語世界に没入し、我を忘れているため、自身の状態を正確に把握したり、高い信頼性をもって報告することは難しいと想定される。それでは、本人にとっても曖昧な主観の状態である熱中状態をどのように研究しえるのか。そもそも多くの人が報告している熱中状態が同一の状態を指しているのかいかに判断できるのか。この節では、関連する先行研究を議論したのちに、熱中状態の研究の困難な点を整理し、本研究のアプローチを提示する。

1.3.1 質問紙による読者の忘我・熱中状態の計測

本論文で議論してきた読者の変容過程を必ずしも志向していないが、文学作品の読解・鑑賞に関わる心理学・認知科学におけるいくつかの研究が、熱中状態と読者の変化、物語理解の關係に注目し、理論的・実証的研究を試みてきた（レビュー論文として小山内・楠見（2013））。

物語に熱中し、我を忘れる読者の状態は、これまで主に質問紙調査による特徴づけ、分類が盛んに行われてきた。多くの指標が存在し、少しずつその定義や扱う状態、注目する特徴は異なる。

たとえば、Tellegen & Atkinson (1974) は催眠感受性と関係づけ、*Tellegen Absorption Scale* を作成している。これはある読者の Trait Absorption（没入傾向^{*2}）を測る質問紙である。Tellegen & Atkinson (1974) では、Absorption 傾向を表象（たとえば知覚や行為、想像、概念化）のリソースを完全に従事させるような、完全に注意資源を使ってしまう体験の傾向として定義している。^{*3}

^{*2} これ以降、熱中に関連して各研究者が付けた英語名の訳は小山内・楠見（2013）に依拠する

^{*3} 原文は以下の通り。

“Absorption is interpreted as a disposition for having episodes of “total” attention that fully engage one’s representational (i.e., perceptual, enactive, imaginative, and ideational) resources(Tellegen & Atkinson, 1974, p.268).”

Tellegen & Atkinson (1974) が催眠感受性と関連づけて忘我状態を議論したのに対し、Green & Brock (2000) は J.Gerrig (1993) の旅の比喩*4 を足がかりに、読者が物語に入り込む *Transportation* (移入) として熱中状態を質問紙 (*Transportation Scale*) によって特徴づけた。Tellegen Absorption Scale がある読者の恒常的な Absorption 傾向を測定するのに対し、*Transportation Scale* はある読者のある読書における *Transportation* の傾向を測定する質問紙である。そのため、*Transportation Scale* はある作品を読書した後に用いられ、その質問項目には、その読書時にイメージが鮮明に浮かんだか、登場人物になりきったか、現実の部屋の中の出来事が気になったかなどが含まれる。Green & Brock (2000) は、*Transportation* が読者の信念変化にどのように影響するのか、被験者に短編小説を読ませ、*Transportation* の傾向と作品内容に関連する信念の読書前／後での変化の関係を調べ、*Transportation* 傾向が高いほど信念変化が大きいと結論づけている。

これ以外にも、Cohen (2001) の *Identification* (登場人物との同一化) を測る質問紙や、没入体験を含む文学作品読書時の読者の反応一般を扱う文学反応質問紙 (*Literary Response Questionnaire*) (Miall & Kuiken, 1995, 日本語版は小山内・岡田 (2011) が作成) など複数の質問紙が作成されている。

また、Kuiken et al. (2004) では、我を忘れる体験が読者の *self-modifying feeling* (自己変容感情) に関係し、自己の理解や自己意識の変化を促すとしている。*self-modifying feeling* とは物語理解に伴う 4 つの感情のうち、文学作品固有の美的体験として感じられる感情で、アリストテレスのカタルシス (アリストテレス・ホラーティウス, 1997) に近いものと定義されている (Miall & Kuiken, 2002) *5。Kuiken et al. (2004) では、我を忘れる傾向の強さを Tellegen Absorption Scale で測定し、その値と読者が気になった文章への発話内容から推測した感情や自己の変化の関係を分散分析で調べている。

小山内・楠見 (2013) が指摘するように、これらの研究は、「諸理論では用語もその指し示す概念も一貫しておらず、それらが示す概念の関係性も十分に整理されているとはいいがたい。(小山内・楠見, 2013, p.459)」。これらの多くの研究では、各々の研究者がそれぞれの直観に基づき仮説を立て、その仮説に合わせて質問項目を作って実験を行い、さらに因子分析でまとめられた因子の解釈もその仮説に基づき行われている。そのため、事前に仮定された概念で現象が切り分けられることが多く、いわば研究者のもともとあった直観の枠内で議論が行われることが多い。しかも熱中や忘我という本人にも明確に認識が難しい対象を扱うため、元になる直観は明示的に表現・提示されにくい。よって、それぞれの仮説における暗黙的な研究者の直観に基づく前提が不明で、各仮説の関係がわかりにくく、その扱っている概念の関係性も明らかでない。こういった既存の研究に対し、小山内・楠見 (2013) は様々な研究を概観した上で、より包括的なモデルを提示している。しかし、そもそも各モデルの直観に基づく仮定が異なるので、包括できるか不明で、小山内らのモデルもまた、小山内らの暗黙的な前提を含んだ別の 1 つの仮説と言える。小山内らの概念整理は 1 つの見方として価値がある

*4 Green & Brock (2000) が取り上げた J.Gerrig (1993) の比喩的な記述は次の通り。"Someone ("the traveler") is transported, by some means of transportation, as a result of performing certain action. The traveler goes some distance from his or her world of origin, which make some aspects of the world of origin inaccessible. The traveler returns to the world of origin, somewhat changed by the journey. (pp.10-11)"

*5 Miall や Kuiken の物語理解とこういった自己変容感情についての研究は本研究に近い議論を行っており、後の 3 章でも改めて議論する。

が、本質的な前進のためには、なぜ概念が混乱しているのかを考え、改善すべきであろう。

著者は、これらの概念の混乱の大きな要因は、前述したように、各研究が暗黙的な前提を持って仮説を立てており、それが明示されていないこと、さらに質問紙を中心とした方法によっておりその暗黙的な前提が明示されないまま研究がなされること（そのため、そもそも各仮説が本当にその質問紙で検証可能なのかも判断が難しい）にあると考える。

加えて、より本質的には、熱中や忘我状態が読者自身が変わっている状態、あるいはより一般的に自己の状態の把握が困難な状態であるならば、読者はそのような状態のときの自身の状態を事後的に高い信頼性をもって報告することが難しいという問題がある。先行研究が扱っている Trait Absorption, Transportation, Identification 等、いずれも読者自身の現実世界への注意が減少し、物語世界に集中している状態を指し、読者の自己の状態把握が難しくなっていることが示唆される。こういった定義、特徴づけを前提として考えると、読者自身が具体的な質問項目に対して自分の状態を信頼性高く回答することには困難が伴うと予想される。つまり、十分に熱中していれば、十分高い信頼性をもって熱中状態の具体的特徴を報告することは難しい。よって、質問紙調査のみでこういった読者の熱中状態の特徴を調べるのは無理があると言わざるをえない。

以上をまとめると、質問紙調査によって多様な読者の熱中に関連する状態の仮説が提示されているものの、質問紙調査だけに依存した方法ではそれぞれの提示している状態の特徴づけ・分類の信頼性は高いとは言えず、またそれぞれの提示している状態の関係は不明である（たとえば、Trait Absorption と Transportation の関係は不明）。これらを踏まえると、研究者の直観や読者の主観を大切にしながらも^{*6}、何らかの一貫性を持つ対象として忘我や熱中状態を扱いうる研究手法の構築が必要だと考えられる。

1.3.2 フロー体験の生理指標による観測・特徴づけ

対象を読書行為からひろげると、熱中に類似した状態としてフロー体験（状態）が挙げられる。フロー体験に関する一部の研究は生理指標等の客観的に観測可能な指標を利用して実証的な研究を行っている。本節ではこれを概観し、本研究の方法への応用を検討する。

フロー体験とは、能動的かつ適応的に課題に取り組み、完全にその課題に熱中する高揚感を伴った体験である (Csikszentmihalyi, 1990; Nakamura & Csikszentmihalyi, 2009)。フロー体験の研究を概観した Nakamura & Csikszentmihalyi (2009, pp.195–196) によれば、以下のような条件がフロー体験の入口になる。

- perceived challenges, or opportunities for action, that stretch but do not overmatch existing skills
- clear proximal goal and immediate feedback about the progress being made

そして、フロー体験時の人の状態は次の6つの特徴を持つ。

^{*6} 現状では主観的感覚によってある程度規定されている熱中状態という研究対象に対して、読者の主観的な感覚を用いずに研究することは不可能に近い。客観的なデータだけでは熱中という主観的な体験と結びつけて解釈することができないので、対象とする現象との関連性を持たない。実際には、荻阪・下條・佐々木・信原・山中 (2002) の中で下條が議論したように、ほとんどの知覚の研究は本質的に被験者の主観的な報告に依存しており、明示的な自己の状態把握の信頼性以外の事情は共通である。

1. intense and focused concentration on the present moment
2. merging of action and awareness
3. loss of reflective self-consciousness (i.e., loss of awareness of oneself as a social actor)
4. a sense that one can control one's actions; that is, a sense that one can in principle deal with the situation because one knows to respond to whatever happens next
5. distortion of temporal experience (typically, a sense that time has passed faster than normal)
6. experience of the activity as intrinsically rewarding, such that often the end goal is just an excuse for the process

3つの特徴にあるように、フロー体験もまた自己への気づきの意識が薄くなる。それ以外の各特徴も、読書時の熱中や忘我状態に類似しているように思われる。Csikszentmihalyi (1990, 今村 (訳), 1996, p.63) でも読書行為がフロー体験の起こりえる活動の1つであると議論しており、また前節の Transportation の議論で Green & Brock (2002) は Transportation をフロー状態の1つとしている。

Csikszentmihalyi によるフロー体験の研究は、創造性が高いと思われる仕事をする人たちへのインタビューによって、彼らが類似した体験をしていることへの気づきから始まったとされる。彼らの多くは上記の特徴を持つ類似した体験をしており、それによって幸福感を感じていた。幸せな生に共通点があることに興味を持った Csikszentmihalyi は、このフロー体験についてさらに調べるために、大規模なデータの収集を行った。データの収集は、対象者がアラームを持ち、そのアラームがランダムな時間に鳴り、そのときにしていたことやフローの程度を尋ねる質問紙に回答する方法 (*Experience sampling method*) や、インタビュー、通常の質問紙調査によって行われた。その結果、上述の特徴の状態が様々な分野の活動において確認された。現在ではフロー状態を利用した教育など応用研究も積極的に展開されている (Nakamura & Csikszentmihalyi, 2009)。

近年、こういった主観的報告に加えて、ストレスの程度を示す唾液中のコルチゾール濃度や心拍数 (Peifer, Schulz, Schächinger, Baumann, & Antoni, 2014; Keller, Bless, Blomann, & Kleinböhl, 2011), 重心動揺 (D'Mello, Chipman, & Graesser, 2007) などの身体・生理指標の分析を行い、フロー状態を観測し、特徴づける研究が行われている。これらの客観的な指標を用いたフロー状態の研究では、主観的な報告をフロー状態の絶対指標とし、この主観的報告に対応づけることで客観的指標の変化を意味づける。例えば、Peifer et al. (2014) はフロー状態の程度を測定する計 10 の質問項目への 7 件法の回答をフロー状態の高低として扱う。そしてそのフローの程度に対して心拍数の高・低周波数成分やコルチゾールの濃度がどのように関係しているかを調べ、フロー状態ではストレスが高すぎず低すぎない適度な高さを保つと結論し、この知見は自分の能力に見合った活動をしている際にフロー状態になりやすいという特徴に一致すると解釈した。

客観指標を用いた手法は、本人が意識的に報告することが難しいフロー状態の特徴を調べられる点で優れているように見え、読書時の熱中状態の観測・特徴づけにも応用できるように思われる。しかし、主観的な報告を絶対の指標として拠り所にした上で、付随的に客観的指標で特徴づけしていく思想および手法は、主観的な報告の信頼性に依存するため、本研究ではそのままでは使えない。

1.4 本研究の目的と読者の熱中・忘我状態の研究の困難

それでは、読者の主観的報告や客観的指標は熱中状態に関して何も情報を持っていないのだろうか。もちろん、そうではなく、たしかに読者の忘我・熱中したという主観的な感覚や、関係する可能性のある客観的な指標の変化（たとえばフロー状態が示唆するような心拍数の変化）は、ある熱中状態を反映している可能性は考えられる。

しかし、これらの主観・客観指標のいずれも、読者のある熱中状態を反映している可能性はあるが、妥当な一貫性をもってある熱中状態と関係すると保証された指標ではないと考える。主観的な感覚も、その感覚があることは確かであろうが、それが常に同一の熱中状態を反映する保証はない。私とあなたの同じ言語報告が同じ状態を指している保証はなく*7、さらには、昨日の私と今日の私の報告が指す状態の一貫性も保証されていない。これらはみな、同じように報告されても、（何らかの意味で）異なる状態に対応する可能性がある。客観的な指標も、たとえば心拍数のある周波数帯域の成分が自律神経の特定の状態に対応するのは確からしくとも、それが読者の熱中状態と必ず関係するわけではないことは明らかであろう。たとえば、立ち上がるだけで身体的な状態は変化するが、それが読者の熱中状態と必ず関係するわけではない。質問紙調査に依拠していた熱中状態の複数の研究が示す状態（Trait Absorption, Transportation, Identification など）が比較できなかった理由も、この同一性や一貫性の問題と捉えることができる。

したがって、必要なのは、まず読者の熱中状態が妥当な一貫性をもつ状態として同定できるか否かを調べ、一貫性をもつならばどういった一貫性をもって同定できるのかを明示することである。どのような一貫性を持つかを提示することが、同時に状態の特徴づけとなる。

以上から、本研究はこの読者の熱中状態が一貫した状態として同定可能かを調べることを主目的とする。この目的の意味をより明確にし、適切な研究方法を検討するため、本節ではなぜ一貫性の問題が生じるのか議論し、次節 1.5 では「同定」の意味について議論を行う。

読者の熱中の研究において、なぜこのような一貫性の問題が生じるのだろうか。著者は読者の熱中状態の研究の難しい点は、“外部的な刺激との対応づけで観測できず、また意識の内容に関わる現象にも関わらず内観報告の信頼性が高くない点”であると考え、こういった困難がない対象の観測と比較して考えてみよう。

比較する例として、昔ながらのアナログな視力の観測を考える。3メートル程度の決まった距離だけ離れたところから、上下左右のどこかに穴があいた様々な大きさの円の絵（Cのような絵、ランドルト環という）を見て、それぞれどこに穴があるかを答える視力検査を思い浮かべよう。絵からの距離や環境の明るさなどを一定にすれば、正解できた円の大きさから被験者の視力を推定することができ、2点が離れていることを弁別できる最小の視角が視力の指標と見なされる。実験として考えれば、刺激が穴のあいた円で、反応が被験者の穴の場所の回答に対応する。この場合、穴の位置は客観的に調べることができ、近くから見れば多くの人が同意できる。加えて、“弁別可能な最小の視角”という基準は、“視力”の1つの指標として多くの人が妥当だと直観的に同意できるであろう。また、

*7 ここで、同一性を求めることは、もちろん熱中や忘我状態の個人固有性を否定するものではない。たとえば、私の思う忘我、他の誰かが思う忘我、それぞれの忘我体験は、それぞれに貴重である。しかし、だからこそ、どういった意味で固有なのか、どういった意味で共通なのかを明示し、研究を進めることが必要だと考える。

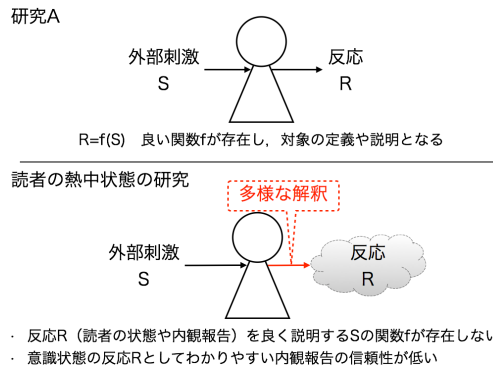


図 1.1: 外部刺激と反応の組み合わせで記述可能な対象と、読者の熱中状態の研究の違い

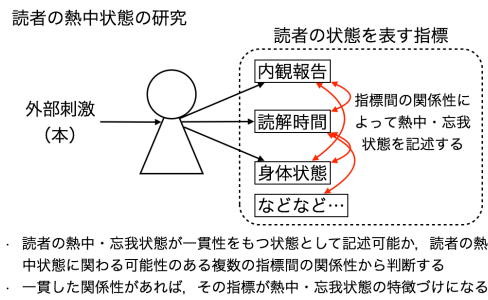


図 1.2: 読者の熱中状態の研究アプローチ

おそらく、器質的な知識とも対応づけられるだろう。したがって、この場合、この検査方法は視覚の測定方法として客観性、再現性があり、直観的にも妥当で、この方法において穴のあいた円の絵は視力の1つの指標として適当と考えられる。

それでは、読者の熱中や忘我状態はどうであろうか。視力検査との大きな違いは次の3点であると考ええる。

1. 知りたい対象である「読者の熱中状態」がどのような状態なのか、多くの人の間に直観的な合意がなく、基準にできる特徴・指標がわからない。
2. 読者の熱中状態は作品の解釈に依存するため、引き起こす方向では外部刺激と対応づけられない。本人も随意的に熱中や忘我できない。
3. 意識にのぼらない、また言語化できない部分がありえる現象のため、内観報告だけでは対象の情報を十分知ることができない。

1点目については、視力検査の場合、測りたい視覚の能力は「弁別可能な最小の視角」という共通理解があった。そのため、何を測るべきか容易に決めることができた。しかし、読者の熱中状態とはどのようなものなのか、何がその本質的な特徴なのか、何がわかればわかったことになるのか、明らかではない。よって、何を測るべきなのかについての共通理解も確立されていない。この共通理解が確立されていない理由は次の2点目、3点目の相違点によると考えられる。

2点目は、視力検査では、“上下左右のどこかに穴があいた円”という刺激があり、その刺激に応じて被験者が回答（反応）しているという確からしい前提、あるいは共通理解があった*8。このうち、刺激は客観的に観測可能なので、被験者の反応をこの刺激の関数として分析し、その間の関係によって視力と我々が呼ぶ視覚能力を操作的に定義できる。このような研究方法を図 1.1 の上段に示した。一方で、読者の熱中・忘我状態は文学作品を読むことが1つの条件となって起こるが、読者の作品に対する解釈は多義的で、読者の記憶や感情に関連するその時々内的処理を伴うため、この文章を読めば必ず同じように熱中するという刺激-反応の関係は想定できない（図 1.1 下段）。また、むしろ、

*8 被験者がランダムに回答したり、検査する人の顔色で答えるなどの場合もありえる。しかしこういった場合、おそらく円のサイズに関係のないランダムな回答結果がでるので、その結果から何を刺激としているか推定できる

著者はこれまで議論してきたように、この読者の能動的な作品の解釈行為こそが熱中や“忘我”状態と深く関連すると考えており、もしそうならば、作品の解釈の多義性を減じて読者の読みをコントロールし、熱中状態を操作的に刺激-反応として定義しようとすれば、そもそも熱中状態を阻害する可能性がある。以上から、著者は、読者の熱中状態を、外部刺激に対する反応として研究する方法には無理があると考え、この2点目は、読者の熱中に限らず、内的な処理に強く依存する意識の内容に関わる研究対象、たとえば空想などにも共通する困難であろう。

3点目は、1節に述べたように、読者自身が熱中状態のことを信頼性高く、詳細に報告できないという点である（図 1.1 下段、2点目の問題点）。視力検査の場合は被験者の回答に一定の信頼性を置く（何故ならば、普段の見えの感覚と一致する限りにおいて、その回答を視力に関連づけることが妥当だからである）。しかし、我を忘れていた際の報告の信頼性はその一貫性を含めて不明である。したがって、扱う対象が読者の熱中や忘我状態という意識の内容に関わる対象であるにも関わらず、読者の内観報告を基準にできず、なんらかの客観的な指標によって相対化する必要がある。この点は、自己の状態の気づきが薄くなるという熱中や忘我状態に固有の困難であろう。

まとめると、読者の熱中状態は外部的な刺激との対応づけだけでは知ることができない意識の内容に関わる対象で、かつ本人の内観報告を基準として特徴づけることができない。これらの困難によって、現在までに何が本質なのかという共通理解も得られていない。このような対象のため、そもそも読者の熱中や忘我状態がなんらかの一貫性をもった状態なのかがわからないと考えられる。

前述の通り、したがって、まずは、読者の熱中状態が意味のある特徴づけが可能な一貫性をもつ状態か否かを検証する必要があると考えられる。著者はこれらの読者の熱中状態の特徴を踏まえて、その一貫性の有無の研究方法として、外部刺激-反応の分析や内観報告の分析に依拠するのではなく、読者の熱中状態に関わりうる複数の指標間の一貫した関係性を探索する方法を採用した（図 1.2）。もし、読者の状態をあらゆる指標間に一貫した関係性があれば、外部刺激との対応づけに依拠せず、また内観報告を相対化して、ある1つの状態を同定できると考える。

この研究方法は、人のある状態をどのように観測可能な指標と対応づけるか、その観測可能な指標からどのようにある状態を同定するのか、という対応づけの問題に関わる。次節では対応づけの種類を議論した上で、研究の各段階における同一性の問題を提示し、その上で読者の熱中状態の一貫性を複数の指標間の関係性から探索する研究方法を位置づける。

1.5 同一性の種類と読者の熱中・忘我状態における同一性の探索方法

1.5.1 対応づけの種類

対象の本質を考えることは、対象をどのように同定するかという問題に換言できる。読書中の人の状態のうちどの状態を熱中状態と見なすのか、あるいは、ある人と別の人の熱中状態の異同をどのように議論するのか、その基準が対象の本質と解釈できるためである。

ある状態 A と状態 B の同一性の判断は、それら2つの状態の対応づけの問題として捉えることができる。ただし、“同一性”あるいは“同定”といっても、それらを規定する対応づけの種類は複数あり、その種類に応じて同一性の強さが変わる。本節ではこの対応づけの種類について検討する。

コップが2つ並んでいるとき、私たちはその2つともを“コップ”だと思う*9。たとえ多少形状が異なっても同じように“コップ”だと思うだろうし、同じ形状だとしても、同じ場所・時刻に存在できないため、時空間的には同一にはなりえないが、“コップ”という点では同一性を認める。さらに、この円筒状の物体は現実世界に存在する“物”だが、それとなんら必然的な関係のない「コップ」という音的表象、あるいは文字による“言葉”と私たちは一貫して対応づける。記号の意味で、この円筒状の“物”と言葉の「コップ」は対応づけられ、同一視されうる*10。

このコップの例が示すのは、完全に時空間的に同一の物でなくても、また現実世界の物と記号や概念といった別種の対象でも、私たちはそれらの間になんらかの一貫した対応づけを行い、対応づけの方法によってはそれらを同一視するということである。このような同一視が、世界を分節化し、対象を抽象化し、私たちの行動や思考をある意味で自由に、ある意味で制約している。

私たちの認知的な状態も、完全に時空間的に同一の状態は存在しないので、その意味では全て一回性の出来事である。しかし、研究を行う上で、通常はなんらかの同一性を見出し、1つの情報処理として特徴づけ、ある1つの状態として調べる。このように見出す同一性には完全に一対一対応がつく同一な状態から、より弱い比喻のような対応づけの意味での同一性までいくつかの種類が考えられ、それらは対応づけの種類によって分類できる。

この対応づけの種類を議論するために、Tsuchiya, Taguchi, & Saigo (2015)を参照する。Tsuchiyaらは意識の研究において、クオリアと観測可能な状態の指標の関係を議論するため、その種類の異なる2つの対象間にありえる対応づけの形式と、またその対応づけがどのように意識研究において有効なのかを、圏論を用いた数学的な定式化を利用して議論している*11。彼らが圏論を用いたのは、圏論の表現を用いればいくつかの種類に対応づけを明確に区別して定義でき、かつ扱う意識状態の領域と観測可能な指標の領域が両方とも圏と見なせると考えたためである。ここで、圏とは、いくつかのObject (類)の集合と、任意のObject間の関係性を定めるArrow (射)の集合からなり、恒等射が存在し射の合成が行えるシステムである*12。

彼らは、2つの圏の対応づけを、その対応づけによって各圏の構造がどのくらい保持されるのかによって区別し、これを同一性(類似性)の強さで見なした。そして、その同一性が強い順に、

*9 論理的には、同一視の経路としては、概念的な“コップ”を介して同一性を見る、2つの物自体の形状や用途の類似性によって同一性を見る、の2つのパターンがありうる。

*10 ソシュールは言語の2つの恣意性、概念の分節化の恣意性と、シニフィエ(概念)とシニフィアン(聴覚イメージ)の結びつきの恣意性を指摘した。もちろん概念は“物”ではないが、人は“物”をそのまま認識できないので、いったん概念を介していると思えば、ここで行われている同一性は後者のシニフィエとシニフィアンの結びつきだと理解することもできる(フェルディナン・ド・ソシュール, 2007)。

*11 具体的には、Tsuchiya et al. (2015)が観測可能な量として扱ったのは、Tononi & Massimini (2013)の意識の統合情報理論(Integration information theory of consciousness)で意識の経験と関係づけられる*Maximally irreducible conceptual structure* (MICS)である。ただし、彼らも述べているように、圏と見なせる観測量であれば、とくにMICSに限定される議論ではない。また、彼らはMICS自体の妥当性を主張しているわけではなく、また本論文もこれを主張するものではない。

*12 数学的な圏の定義として、Tsuchiya et al. (2015)内の定義を引用しておく。

Mathematically speaking, a category C consists of (1) a collection of objects such as X and (2) a collection of arrows, which define relationship between any pair of objects, such as X and Y , such that (3) for every X there is a self-referential arrows $1x : X \rightarrow X$, (4) any pair of arrows, such as $f : X \rightarrow Y$ and $g : Y \rightarrow Z$, are composable, that is, $gf : X \rightarrow Z$, (5) a self-referential arrow is both a left and right unit for composition, that is, if $f : X \rightarrow Y$, then $f1x = f = 1yf$, and (6) composition is associative, that is, $(hg)f = h(gf)$ (Tsuchiya et al., 2015, 1-2).

“identical”, “categorically isomorphic”, “categorically equivalent”, “existence of adjunction”, “existence of functor”とした。順に、2つの圏が、全く同じ、同型（常に逆の対応づけが存在する）、情報が保持される関係が作れる（2つの圏の間を行って帰って来ても元に戻ることができる）、特定の条件の下で最も類似したものが存在する（たとえば、片方がもう片方の典型例の集合になる）、片方からもう片方へ Object と Arrow の関係性を保った対応づけができる（たとえられる）、という同一性の程度に対応する。たとえば、あるデータが回帰モデルでよく説明できることは、データのある一次元空間上に射影して良い近似ができる（線形で対応づけできる）ことを意味し、これは Adunction のレベルで同一だと見なせる。このとき、元のデータの各点は一次元空間上で元の構造をよく保って対応づけられているが、回帰モデルから元のデータは復元できない。

この区別の議論のもとで、彼らは、この中でもっとも弱い同一性である “existence of functor” でも、観測できる量とクオリアに対応づけができれば十分意識研究において価値のある同一性であるとした。なぜなら、クオリアという扱いが難しい意識の経験を、観測可能な量に弱い意味でも定式化して対応づけることができれば、後者の観測や分析が容易な圏における分析が有意なものとなるためである。

ナイーブに想起する “同一性” は “existence of functor” よりも強い、たとえば “identical” や “categorically isomorphic” に対応すると想像できる。しかし、意識に関連する状態を特徴づけ、分類していくのには、まずは “existence of functor”, あるいは可能ならデータから対象の状態が推定できる程度の同一性 “existence of adjunction” のような、より操作が簡単な別の空間への有意味な対応づけが可能なのかという点から検討する方がリーズナブルであろう。また、原理的に常に何らかの意味で変化している人の状態を “identical” な意味で同定することはできないと考えられる。よって、研究において、たとえばある認知状態をモデル化するにあたっては、その状態とモデルの同一性にはいくつか種類があり、どの意味の同一性かを意識しさえすればより弱い同一性であっても有効だと考えられる。換言すれば、対象の本質を考える際に、より考えやすいドメインに元の本質をどの程度保つか意識した上でうつすことが役にたつ。

研究の各段階では、この対象のモデル化のみならず、観測や分析などの様々な段階で同一性が問題となる。1.5.2 ではこれを検討する。

1.5.2 研究における3つの同一性

多くの実験を行う研究、特に研究対象が人の認知の研究では、次の3つの同一性の問題が考えられる。1つめは、研究対象に関する研究者の概念や直観と、それを実証的に研究可能な形式でモデル化した際のモデルの同一性の問題である。2つめは、観測結果とモデルの同一性の問題である。加えて、3つめとして、複数の観測に対してそれぞれモデルが推定された場合、それらの間の同一性の問題である。前節 1.5.1 節で議論したように、これらの同一性にはいくつかの種類がありうる。順にこれら3つの同一性の問題を議論しながら、読者の熱中状態の研究における対応を示す。

現象の概念とモデルの同一性

1つめの、研究対象に関する研究者の概念や直観とそのモデルの同一性の問題は、知りたい対象がどのようなもので、どのように研究できると考えるかという仮説形成の問題である。一般に、研究者

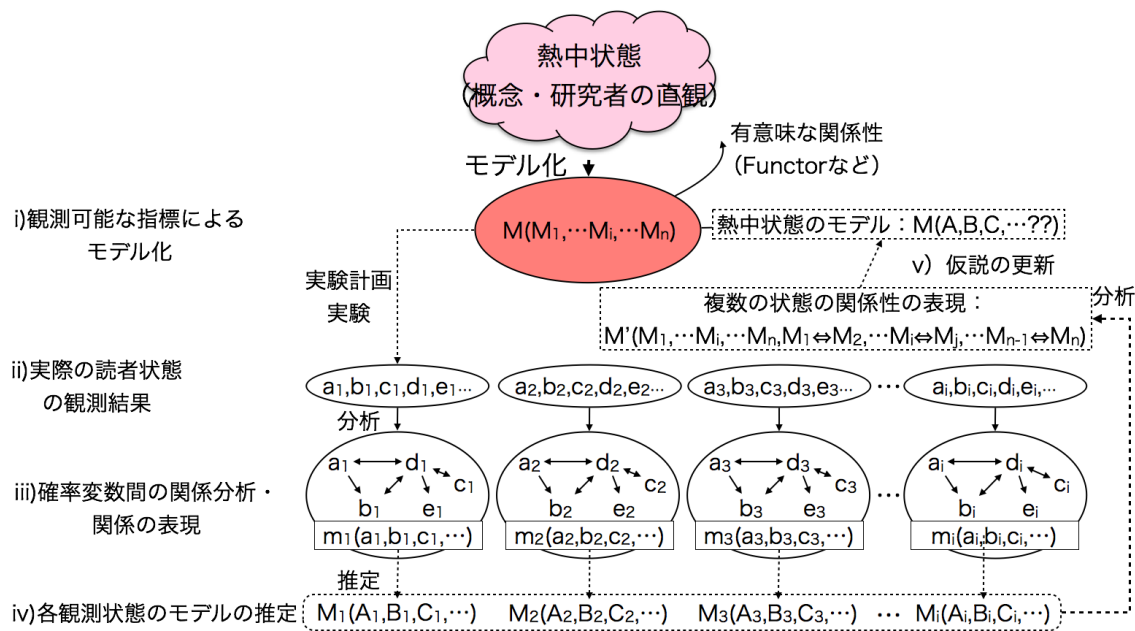


図 1.3: 読者の熱中状態の研究手法概念図: 大文字の $A \sim E, \dots$ や $A_i \sim E_i$ は状態を表す確率変数, 小文字の $a_i \sim e_i$ は観測結果としての 1 つの値. M はあるモデルを表し, そのモデルを表現する確率変数を括弧内に書いた. m は観測結果の関係性の表現を示す. i) 研究者の持つ熱中状態の概念のうち観測可能な部分をモデル化する. ii) 実験でいくつかの読者の状態 (複数読者, あるいはある読者の異なる作品の読書状態など) を観測し, iii) 各観測結果の複数の種類の観測値の間関係性を分析し, iv) 各観測状態を確率変数を用いてモデル化し, v) 熱中状態のモデルの仮説を iv) の結果を用いて更新する. ただし, 実験前に, 先行研究等から iv) のモデルはある程度推測され, そのモデルに基づいて実験を行う.

の概念や直観はモデルに先立ち, 有意なモデルで十分表現できない個別の経験や思い出も関連する. 本稿では, この概念のうち研究者が本質的だと考える部分をより明確に定式化し, 様々な方法で研究可能な記述で表現することを, この段階でのモデル化とする. このモデル化によって, もとの概念や直観の有していたいくつかの情報は失われるが, 研究者が本質だと思う部分に関して検証可能な形式で記述される. モデル化の際には, 同時に, それまでの先行研究の知見が活かされ必要な整合性がとられる.

このモデルは, 対象とする概念, その概念が対応する現象とどのような同一性を持つだろうか. Tsuchiya et al. (2015) では, 対象とするクオリアに対して, 観測可能な指標は少なくとも Functor の関係をもつとしていた. Functor はいわば比喩のような, 互いの空間上で構造を保つ関係性と解釈できる^{*13}. Functor レベルの同一性でも前述の通り意味があるが, Functor では観測結果から元の対象の状態の十分な推定にはならないため, 通常は対象とする状態のある部分に関して, isomorphic (同型. 全単射がある), categorically equivalent (適切に解釈することで, 観測結果から状態の推定が情報の損失なく行える), あるいは existence of adjunction (情報の損失があるが, 適切な解釈に

*13 比喩に関して, 山梨正明 (2007) は, メタファーを比喩するものから比喩されるものへのトポロジー的写像だと指摘している (p.207). これは, ほぼこの Functor のあり方と同じだと解釈できる. また, 圏論の側からも西郷 (2012) が比喩を Functor とみる議論を提示している.

よって、観測結果から状態の推定が行える) などより強い同一性を仮定する。ただし、現象そのもの、概念そのもの (identical) は、何も捨象していないモデルなので、モデル化の意味がない。

読者の熱中状態の研究では、研究者が読者としての自身の読書時の熱中状態に関して考え、他者の読書体験を聞き、また様々な分野の先行研究の知見を踏まえてモデル化を行う。図 1.3 に著者が考えるこの読者の熱中状態の研究方法を示した。上部の“モデル化”という部分がこの箇所に該当する。

前述のように、著者は、いまだ読者の熱中状態には確固たるモデルは提示されておらず、何が本質か探索している研究段階と考える。熱中状態が観測可能な指標によってモデル化可能な、同一性をもつ状態であるという仮説を反映したモデルは、観測可能な指標やその指標間の関係性を指定した具体的なモデルのうちのどれかで熱中状態が記述できるというメタ的なモデルであり、これらの具体的なモデルの集合として表現される。これらのうち少なくとも1つの具体的なモデルがありえることが示されれば、この仮説は支持される。実際には、実験で熱中状態のモデルの記述の一部がわかり、何らかの一貫性をもつ記述が可能であると示唆されれば、この仮説はある程度支持される。

観測データと分析結果のモデルの同一性

研究者はモデルの仮説に基づき実験計画をたて、実験を行う。また、この実験で得られたデータを、このモデルの仮説に基づき分析する。観測で得られる対象の情報は観測方法に応じたもとの認知状態の一部であり (ほぼどのような観測も確率的な揺らぎをもつので観測結果は確率変数として表現される)、加えて分析結果は得られたデータのなんらかの縮約となる。たとえば、回帰分析であれば、この縮約はデータを線形近似することに対応する。縮約は前述の Adjunction の強さの同一性で見なせるので、観測データに対する分析結果の同一性はこの Adjunction の強さになる。また、この分析結果の適切な表現は1つのモデルと見なせる。たとえば線形近似した回帰分析の結果は、対象を一次元で表現した1つのモデルである。もし観測結果から1つのモデルが推定されたならば、この実験によって推定されたモデルを踏まえて、実験前に立てたモデルの仮説を更新する。

前述のメタ的なモデルを仮定する仮説は、読者の熱中状態がなんらかの一貫性 (同一性) をもつ認知状態であるという仮説であり、具体的にどのような指標のどのような関係性で表されるかは指定しない。したがって、まずは各データから何らかの有意なモデルが推定できるかが問題となる。もし各データから有意なモデルが推定されれば、次の複数モデル間の対応づけを踏まえて、どの範囲で (被験者間・作品間など) 一貫性をもった状態と考えられるのか判断する。

複数のモデル間の同一性

実験では、分析するデータの単位が実験で取得したデータを全てまとめて1つとしない限り、複数個の分析結果が導出される。たとえば、10回分の観測結果をまとめて1回の回帰分析を行えばそれが1つのモデルとなるが、1回ずつのデータ間の違いをみる必要がある場合には1回ずつ分析をするだろう。その場合は10データから回帰分析によって10のモデルが推定される。通常の人々の認知に関わる実験において、それらの各分析結果が値も含めて一致する可能性はほとんどない。たとえば回帰分析の場合、全ての変数の t 値が完全に一致する可能性はほぼないだろう。したがって、これらの完全には一致しないモデル間の異同をどう評価するのか、あるいはそれらの複数の分析結果のモデルから最初のモデルの仮説の更新をどのように行うのかを考える必要がある。

これらの複数のモデル間の関係性の評価や仮説の更新に関しては、最初に立てたモデルの仮説、お

よびその背景にある知りたいことに依存して必要な同一性や更新の内容が変わる。もし最初のモデルが仮定した精度に対して、各データから推定されたモデルのばらつきが大きすぎ、かつそのばらつきが観測や分析の精度で説明できないのならば、それらのモデルの間の同一性は弱い（小さい）と見なせる。その場合、仮説の更新ではこのばらつきの原因を考え、可能ならそのばらつきを説明可能なモデルへと更新することになる。著者の研究では実験前のモデルの仮説は、なんらかの一貫性をもつモデルで表現できる、という緩い仮説であって、具体的なモデルの精度は仮定していない。

1.5.3 読者の熱中・忘我状態の同一性の探索方法

同一性の種類、および研究における3つの同一性について議論した。本1.5.3で改めて、読者の熱中状態の一貫性の有無を調べるという本研究目的に対しての、本研究の読者の熱中状態の研究方法を順を追って説明する。

Tsuchiya et al. (2015) はクオリアを別の観測可能な指標の空間に写して研究する有効性を主張した。同様に、熱中状態の研究も、有意な対応づけが可能ならば、まずは熱中状態を調べるために読者の状態を適当な写像（具体的にはなんらかの読者状態の観測）を用いて別の状態空間に写し、その状態空間上で分析を行うことが有効だと考える。前述のように、この対応づけはナイーブな“同一”を意味する必要はない。この別の空間への対応づけは、これまでの議論においてはいくつかの観測可能な指標を用いた読者の熱中状態のモデル化を意味する。

質問紙調査を用いた熱中状態の先行研究は、この状態空間として質問紙への回答を用い、写像として人間の報告（観測装置が人間）が用いられていたと解釈できる。この方法の問題点は、1.3.1で述べた熱中時の報告の信頼性・一貫性が不明なことであり、写像が安定しないという点である。したがって、写った先のデータを分析しても、もとの状態との対応づけが不安定で、信頼性の評価ができない。

本研究の読者の熱中状態の研究手法は、図1.3に示すように順を追って以下のように書ける。i) 研究者の熱中状態に関する概念や関連する先行研究の結果から熱中状態の一部を観測可能な指標によってモデル化（モデルの仮説構築）する。ii) モデルに従って実験計画を立て、実験でいくつかの読者の状態 $(1, 2, \dots, i, \dots, n)$ （例えば複数の読者の読書状態）における複数の変数 (a, b, c, \dots) （たとえば、熱中度や心拍数）を観測する。iii) 観測した変数間の関係を分析（たとえば相関分析や重回帰分析など）して表現し $(m_i(a_1, b_i, \dots))$ ^{*14}、iv) その関係性から各観測状態のモデル化を行う $(M_i(A_i, B_i, C_i, \dots))$ 。v) 各状態のモデルの関係性を分析（同一性はあるか、どの程度同一か）し、同一性があれば一般の熱中状態としてモデル化を行う。

本研究では、前述の通り、i) のモデルの仮説は、具体的な指標や指標間の関係性を想定するものではなく、そういった指標や指標間の関係性によって記述される何らかの具体的なモデルがありうる、というモデルである。したがって、モデルとして表現されるのはこういったモデルの集合となる。

次のii) では、既存の先行研究が示唆する熱中状態に関連する可能性のある指標を観測する実験を行い、こういった何らかのモデルがありうるのか探索を開始する。どの指標によって、またそれらの指標間のどのような関係性によって熱中状態がモデル化されても構わない。ただし、いまのところ、

^{*14} 先取りして言うと、本研究では、複数の種類の異なる指標間の関係性を調べるための共通項として時間変化を採用し、各指標の時間変化を観測した。したがって、ある時間幅を持った状態のセットが1つの観測結果と見なされ、このセット内の指標間の関係性が m_i として表現される。

読者の主観的な熱中感覚を指標の1つとし、かつ複数の客観的に観測可能な指標を観測して、それらの間の関係を含めてモデル化することが“読者の熱中状態”を調べるために適すると考えている。主観的な熱中感覚は観測された状態が対象としたい直観や概念の熱中状態に関連することを示唆^{*15}、一方で客観的指標との関係性はその主観的指標の一貫性のある程度担保しうるため主観的な報告の不安定性はある程度回避される。本論文では1.1~1.2での議論を踏まえて、客観的な指標を複数選んだ。指標選択の議論については次節1.6で行う。

iii)で行う確率変数間の関係性の分析では、分析内容がこの指標間の関係性の仮説に対応する。本研究では、どういった関係性かは問わないので、何らかの分析で一貫性のある関係性が見つかれば良い。

前述の3つの同一性の問題は、この図式の中では次のように対応している。現象の概念とモデルの同一性は、i)のモデル化の際の同一性に対応する。観測データと分析結果の同一性は、iii)とiv)の分析・モデル推定に対応する。複数のモデル間の同一性は、iv)の後、v)に至るまでの「複数の状態の関係性の表現」において検討される。

ある研究対象について、ある1つの基準となる指標がわかっている場合は、モデルの中のある変数が固定で、それと一貫性のある他の変数（指標）、およびそれらを含むモデルを探索していると見なせる。一方で、読者の熱中・忘我状態の研究は、何らかの有意なモデルで記述できることを示す段階なので、モデルや指標をゆるく仮定して、実験によって探索する。有意なモデルの有無は、指標間関係性の一貫性の有無で判断する。関係性の一貫性は、観測する指標とは独立に設けられる基準であり、基準となる単独の指標がない場合にも用いることができる。また、外部の刺激に対する反応のみがモデルになるわけではなく、読者の状態を表す複数の指標間関係性もモデルとなるため、外部刺激-反応の関係で記述できなくても状態の同定が可能である。

1.6 指標の選択と時間軸の利用

これまでの議論を踏まえ、本研究は、1.1~1.2で議論した“忘我”状態の同定を目指し、まずは“忘我”を含むよりひろい熱中状態が一貫性をもって同定・記述できるかを調べ、同定できるならばその特徴づけを行うことを目的とする。この目的に照らして、どういった複数の指標を調べるのが適当だろうか。

まず、1.5で議論したように、本研究はモデルの内容を探求するものではない。熱中状態がなんらかのモデルで記述できるような、一貫性をもった状態として同定可能か調べることを目的とする。したがって、強くこの指標によって同定される（モデル化される）か調べることは必要ではない。そうではなくて、なんらかの指標のなんらかの関係性によって記述できることがわかれば十分である。ただし、その認知状態を熱中状態と呼ぶことに意味があるためには、いまのところ読者の熱中感覚と関連づけることが妥当である。また、1.1~1.2の議論から、目標とした“忘我”の特徴の仮説を踏まえると、フロー状態や読解処理に関連する指標が意味的な妥当性や記述可能性の高さから適当だと考える。

これらをまとめ、観測する複数の指標として次の3種類を採用し、それぞれの関係性を調べるために3種類の実験を行う。それぞれの実験は2~4章で議論する。3種類の指標は以下の通りである。

^{*15} これ自体、熱中状態が熱中感覚とある程度は関係するという1つの仮説である。

1. 読者の熱中感覚の報告
2. フロー状態で変化していた身体状態（心拍数、動作・姿勢）
3. 読解処理の変化を分析するための読解時間

それぞれの指標を選んだ理由は次の通りである。なお、具体的な指標の観測方法などは個別の実験の章で述べる。

1つめの読者の熱中感覚の報告は、主観的な感覚にも熱中状態を反映する一貫した情報が含まれると考えるため選んだ。読者の熱中状態は多くの人が報告しており、いくつかの種類が含まれるとしても、なんらかの一貫性を持った状態が含まれている可能性がある。つまり、具体個別的な報告内容がそのまま信頼できなくとも、たとえば熱中感覚の強弱や、その個別具体的な報告のうちのいくつかは一貫してある状態を反映しうると考えた。また“忘我”状態では自己意識の変化が感じられると予想したので、この感覚を含む熱中感覚を1つの指標として選択すべきと考えた。読者の熱中感覚の報告は主に2種類取得し分析した。1つは熱中度の報告で、もう1つはより詳細な読後の内観報告である。熱中度は3つの実験全てで使用し、読後の内観報告は4章で用いる。

2つめの身体状態は、1.2で議論したように読者の熱中状態の自己意識の変化はフロー状態と類似するため、読者の熱中状態でもフロー状態と類似して身体状態に変化が起こる可能性があると考えて選んだ。加えて、身体状態は内観報告に比べて客観的に観測可能なので、観測の一貫性が高いという利点をもつ。この利点は次の読解時間にも共通である。

3つめの、読解処理の質的变化と解釈できる読解時間は、1.1～1.2で議論したように、読者が深い理解に至る際に“忘我”するならば、その理解の際の読解処理は質的に変化する可能性があると考えて選んだ。また、そもそも読書時の熱中状態は作品を読むことによって起こるため、熱中状態の変化によってその読み方が変化する蓋然性は高いだろう。

もしこの3つの指標によって熱中状態が同定されるならば、この3つの指標が示す熱中状態は、読者の主観的感覚として感じられ、フロー状態に似た特徴を持ち、読解処理の変化を伴う状態として同定される可能性を持つ。これらの指標は、今後“忘我”状態を調べていく上で、必要となる特徴を含む。

これらの3種類の指標は、種類の異なる相補的な指標であるため、なんらかの共通項を介して関係性を調べる必要がある。本研究は、その共通項として時間を用いる（図1.4参照）。

時間を共通項に用いる理由は2つある。まず1つめの理由は、本研究で用いる複数指標はいずれも時間的に変化する指標のため、種類の異なる指標でも時間を共通の変数として比較することが可能だからである。もう1つは、読者の熱中状態を物語の展開に対応づけ可能な形式で記述するためである。読者は物語の展開に伴って、徐々に熱中し、忘我し、はっと我に返り、また飽き、というような時間的に連続な変化をすると考えられる。先行研究の多くはこの時間変化を潰し、ある人の熱中傾向（たとえば“Trait Absorption” (Tellegen & Atkinson, 1974) や、ある読者のある1つの作品の読書全体での熱中傾向（たとえば“Transportation Scale” (Green & Brock, 2000)）を調べてきた。しかし、熱中や忘我が物語の展開に関係して起こるのであれば、物語の展開と対応づけ可能な粒度での時間変化として読者の熱中や忘我を記述できることが望ましい。

以上をまとめると、本研究では、読者の熱中感覚の報告、身体状態、読解時間の時間変化の関係性を分析し、その間に一貫した関係性がないかを調べる。一貫した関係性があれば、読者の熱中状態は

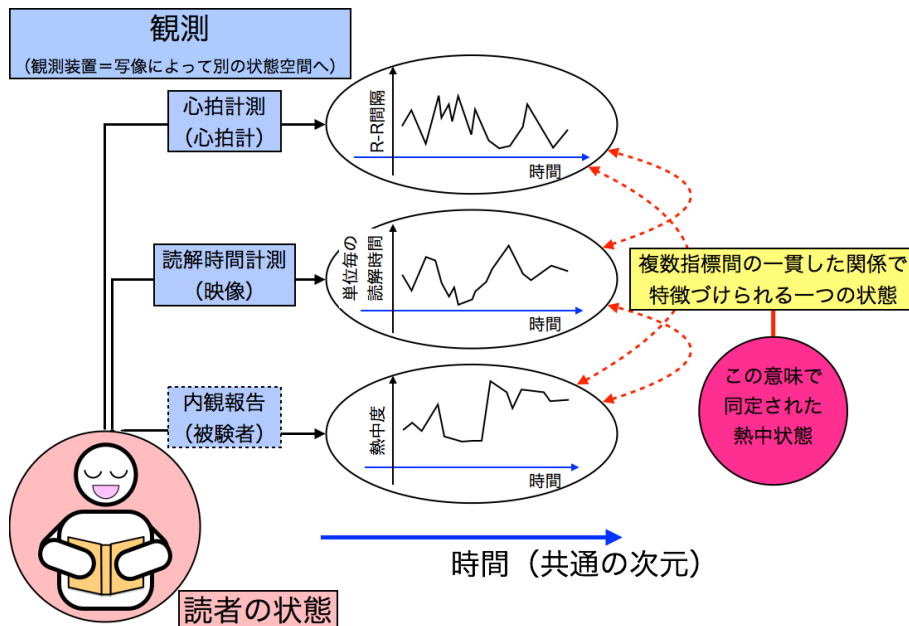


図 1.4: 熱中状態同定のためのアプローチ, 複数指標 (この図では心拍数, 読解時間, 内観報告) によって, 読者の状態をそれぞれの状態空間に射影し, それを時間を共通項として比較する. これらの複数指標の時間変化の間に一貫した関係性があれば, その意味で, 熱中状態が同定されたと見なす. なお, 内観報告は客観的指標に比べ, 写像としての一貫性が弱い為, 図中点線で表した.

この関係性の意味で同定し記述可能な認知的な状態であることが示唆される. 加えて, もし一貫した関係性が確認できれば, 各指標は熱中状態を反映する指標である蓋然性が高いので, それぞれの指標を解釈することで, 熱中状態の特徴づけを行う.

1.7 共通する必要な実験条件

以上の議論を踏まえて, 本研究の手法で読者の熱中状態を研究するために必要な実験条件は次の 3 つである.

1. 実験中に読者が熱中する可能性を最大化する
2. 複数の指標を観測する
3. 各指標の時間変化を観測する

1 つめは, 読者の熱中状態を調べるのだから, 最低限, 読者が読書に熱中することが必要となる. 読者の熱中状態は, 1.4 で議論したように, 研究者が操作的に作り出すことも, 被験者が随意的に起こすことも難しい. そのため, 実験では, できるだけ普段通りの自然な読書が行える条件を整え, 被験者が熱中できる可能性を高くした. 具体的には, 市販の作品を用い, 読書中の行動の制限をできるだけ少なくし, 可能な場合は被験者の自室でリラックスした読書を行うなどした.

2 つめは, これまで議論してきた通り, 本研究の手法上, 読者の複数の指標の観測が必要となる.

かつ、これらの指標の観測手法は、1つめの熱中可能性の最大化に照らしても適切であることが求められる。つまり、観測によって熱中状態が疎外されることのないような観測が必要となる。本研究では、読書中の観測には小型の計測器やカメラを用い、内観報告は主に読後に手がかりを提示して取得する方法をとった（レトロスペクティブレポートについての詳しい議論は4.1で行う）。

3つめは、1.6に述べたように、複数指標の間の関係を調べるため、また物語の展開に伴う読者の状態変化に注目するための要件である。また、1つめの条件と関係し、物語の展開に伴って熱中が起る程度の時間、読書を継続する必要がある。

この3点を踏まえて、本論文の実験（総計38セッションの実験、表1.2・1.3参照）のうち、ほぼ半数の20セッションの被験者を著者の布山、一名が担当した。主に、1つめと3つめの条件から、出来る限り熱中可能性を最大にするには、具体的には被験者が読書に熱中した経験を多くもつこと、被験者がいつも読書をしている自室で読書すること、長編作品を読むこと、などの条件が最適になる。これらの実験条件に対して多くの被験者を採用することは困難であるため、まずは最低限必要な熱中状態を実験中に起こすことを優先してこれらの高負荷な実験の被験者になれる著者を被験者とした。残りの18セッションでは、被験者の負担を軽くした条件で実験を行った。

被験者を固定したのは、上述の実験条件の理由に加えて、もう1つ大きな理由がある。ここまで議論してきたように、現状では読者の熱中状態がなんらかの一貫性をもつ状態か、どのような一貫性をもつ状態か不明である。また、複数指標の中でも熱中感覚の報告は、客観的な観測に比べて個人間での比較が困難である。これは、観測装置が“人”であり、その写像自体が明示化できないことによる。対象自体の同一性が担保されておらず、ある指標の個人間での比較が難しい段階では、複数人の内観報告や身体状態を平均化して扱うよりも、一人の一貫した熱中状態のデータを多く集めて分析することが有効だと考えた。つまり、まずは一人の読者の一回の読書内での熱中状態の同一性、次に一人の読者の複数の読書内での同一性、そして複数の読者間での熱中状態の同一性、というようにステップを踏んで検討することが適当だと判断した。本研究では、前半の一人の読者の状態を中心に議論する。この考えに基づき、比較的詳細な熱中感覚の報告を必要とする、2章の実験1と4章の実験では被験者を著者一名に限定した。

こういった一人の被験者を対象とする実験の試みはいくつか行われ、議論されてきた。多くの心理学実験では一定の被験者数を確保する傾向があるが、臨床の現場を含めてある一人の履歴を追う研究では、1960年代から *Single Subject Experiments* という手法が検討されており、読解の研究においてもその研究手法の可能性が議論されている (Neuman & McCormick, 2000)。また、近年、認知科学や人工知能の分野でも被験者が一人の研究（一人称研究）について議論がなされている (諏訪・堀・伊藤・松原・阿部・大武・松尾・藤井・中島, 2015)^{*16}。これらの研究手法・概念の提示では、個人内のあるコンテキストが重視されるが、本研究で著者1名被験者となった実験では、そのコンテキストとして個人の熱中感覚を用いていると位置づけることができる。

残りの18セッションでは、著者が被験者をつとめた実験で出た結果を利用しながら、ある程度被験者の負担を軽くしつつ、こういった個人内のコンテキストを強く利用せずに実験を行った。このような手順を踏むことで、個人内のデータからある程度普遍的な要素を抽出しつつ、それを他の読者で

^{*16} ただし、*Single Subject Experiments* に比べて、一人称研究は様々なバリエーションが提示されており、被験者が一人ということにとどまらず、被験者が研究者を兼ねる、主観的報告を重視するなど、より多様な形態の研究によって知能の研究を進めようとする研究概念である。

検証することを可能にできると考える。

1.8 本論文の構成

本論文の目的は、“忘我”を含むより広い熱中状態に対して、複数指標の間の一貫した関係性による同定を試み、もし同定できれば用いた指標によって特徴づけを行うことである。この目的のために、続く2～4章ではそれぞれ複数指標を用いた読者の状態の同定の実験を行った。

2章では動作・姿勢、および心拍数の身体的な指標と主観的な熱中感覚の関係を調べ、この関係において熱中状態が同定できるか調べる。3章では読解処理の変化と主観的な熱中感覚の関係を調べ、この関係において熱中状態が同定できるか調べる。4章は、同定に加えて、“忘我”状態で人が変わるという仮説に対して示唆をえることも一つの目的とした。4章では、読者が読後に読書時の感情や思考について再読しつつ丁寧に発話したデータをテキストマイニングの手法を取り入れながら、質的・量的に分析している。この章は2・3に比べて、強い同定をする内容ではないが、熱中状態の同定と“忘我”時の読者の変化を繋ぐ内容となる。最後の5章では2・3・4章の結果を総括し、今後の研究の展望、関連研究への示唆を議論する。

本論文の実験では様々な時間的粒度のデータを扱い、また実験ごとに被験者が著者一名の場合と他者複数名の場合がある。加えて本論文中の実験は、1回の実験で観測したデータを複数の章に跨がって使用している。つまり、1回の実験で多くの種類の指標の観測を行い、それを各章で分析に用いている。これらを一覧で整理するために、表1.3に核実験セッションでの分析データ一覧として、各章で議論する実験の被験者、取得データ種類、データの時間粒度、分析方法の概要を載せた。また、表1.2に全実験の一覧表を示し、各セッション（1回の実験）でどのデータを取得し、それが各章の実験番号のいくつに対応しているかを示した。加えて、各セッションでどの指標が観測され分析されたかを表1.3に示した。表における左端のNo（縦の並び順）は、読書実験（初読）を行った日付順に並べた（実験実施は、2013年4月～2015年8月）。

表 1.1: 各実験セッションでの分析データ一覧. 熱中度は全ての実験で利用したため, 熱中度との関係性を調べたデータを表中では他方データと略記した.

記載箇所	2章-1	2章-2	3章-1	3章-2	4章
熱中度との関係性を調べたデータ (他方データ)	心拍数	身体動作	読解時間	読解時間	プロトコルデータ
被験者	布山	布山 2 データ, 他者 6 データ	布山 20 データ	他者 18 データ	布山 2 データ
取得データ	熱中度 (動作毎), 心拍数, 加速度	熱中度 (ページ毎), 映像	熱中度 (ページ毎), 映像	熱中度, 映像	熱中度, 読後発話データ
他方データの時間粒度	～秒	30 秒以上	～分	～分	～分 (熱中度側)
他方データ分析後形式	心拍変動係数, フラクタル次元	身体動作	読解時間の確率分布	読解時間の確率分布	プロトコルデータ
関係性分析方法	交差相関分析	分類木分析	相関分析	相関分析	対応分析, 質的分析

表 1.2: 各実験セッションの被験者一覧. 3 章の被験者他者の実験は番号ではなく作品タイトルと被験者アルファベットで区別したため、それを記した.

No	作品タイトル略称	被験者	実験 2 章-1	実験 2 章-2	実験 3 章-1	実験 3 章-2	実験 4 章
1	色彩を持たない	布山	-	-	No.1	-	-
2	神様	布山	-	-	No.2	-	-
3	なめらかで	布山	-	-	No.3	-	-
4	天地明察	布山	-	-	No.4	-	-
5	沈黙博物館	布山	-	-	No.5	-	-
6	光	布山	-	-	No.6	-	-
7	くちぬい	布山	-	-	No.7	-	-
8	みずうみ	布山	-	-	No.8	-	-
9	凍える牙	布山	-	-	No.9	-	-
10	Self-Reference	布山	-	-	No.10	-	-
11	死の泉	布山	-	-	No.11	-	-
12	季節の記憶	布山	No.1	-	No.12	-	-
13	永遠の出口	布山	No.2	-	No.13	-	-
14	ほかならぬ人へ	布山	No.3	-	No.14	-	-
15	書楼弔堂	布山	No.4	-	No.15	-	-
16	孤独の歌声	布山	No.5	-	No.16	-	-
17	猫を抱いて	布山	No.6	No.6	No.17	-	-
18	ルート 225	布山	No.7	No.7	No.18	-	-
19	やさしい訴え	布山	No.8	-	No.19	-	No.1
20	ブラフマン	布山	No.9	-	No.20	-	No.2
21	木野	A	-	No.1	-	A	-
22	沈黙博物館	F	-	No.2	-	F	-
23	木野	B	-	No.3	-	B	-
24	木野	C	-	No.4	-	C	-
25	木野	D	-	No.5	-	D	-
26	木野	E	-	No.6	-	E	-
27	沈黙博物館	E	-	-	-	E	-
28	沈黙博物館	D	-	-	-	D	-
29	沈黙博物館	A	-	-	-	A	-
30	沈黙博物館	C	-	-	-	C	-
31	沈黙博物館	G	-	-	-	G	-
32	沈黙博物館	H	-	-	-	H	-
33	沈黙博物館	I	-	-	-	I	-
34	沈黙博物館	J	-	-	-	J	-
35	木野	J	-	-	-	J	-
36	木野	H	-	-	-	H	-
37	木野	G	-	-	-	G	-
38	木野	I	-	-	-	I	-

表 1.3: 各実験セッションでの分析データ一覧

No	作品タイトル略称	被験者	熱中度 (2 ページごと)	熱中度 (身体動作ごと)	心拍数	身体動作	読解時間	発話プロトコル
1	色彩を持たない	布山	-	-	-		○	-
2	神様	布山	-	-	-		○	-
3	なめらかで	布山	-	-	-		○	-
4	天地明察	布山	-	-	-		○	-
5	沈黙博物館	布山	-	-	-		○	-
6	光	布山	-	-	-		○	-
7	くちぬい	布山	-	-	-		○	-
8	みずうみ	布山	-	-	-		○	-
9	凍える牙	布山	-	-	-		○	-
10	Self-Reference	布山	-	-	-		○	-
11	死の泉	布山	-	-	-		○	-
12	季節の記憶	布山	-	○	○	○	○	-
13	永遠の出口	布山	-	○	○	○	○	-
14	ほかならぬ人へ	布山	-	○	○	○	○	-
15	書楼弔堂	布山	-	○	○	○	○	-
16	孤独の歌声	布山	-	○	○	○	○	-
17	猫を抱いて	布山	○	○	○	○	○	-
18	ルート 225	布山	○	○	○	○	○	-
19	やさしい訴え	布山	-	○	○	○	○	○
20	ブラフマン	布山	-	○	○	○	○	○
21	木野	A	○	-	-	○	○	-
22	沈黙博物館	F	○	-	-	○	○	-
23	木野	B	○	-	-	○	○	-
24	木野	C	○	-	-	○	○	-
25	木野	D	○	-	-	○	○	-
26	木野	E	○	-	-	○	○	-
27	沈黙博物館	E	○	-	-	-	○	-
28	沈黙博物館	D	○	-	-	-	○	-
29	沈黙博物館	A	○	-	-	-	○	-
30	沈黙博物館	C	○	-	-	-	○	-
31	沈黙博物館	G	○	-	-	-	○	-
32	沈黙博物館	H	○	-	-	-	○	-
33	沈黙博物館	I	○	-	-	-	○	-
34	沈黙博物館	J	○	-	-	-	○	-
35	木野	J	○	-	-	-	○	-
36	木野	H	○	-	-	-	○	-
37	木野	G	○	-	-	-	○	-
38	木野	I	○	-	-	-	○	-

第2章

身体状態と主観的熱中度の関係による熱中状態の記述

2章では読者の身体状態と主観的熱中度の一貫した関係性から熱中状態が同定可能か調べる。身体状態としては、心拍数(2.2)、身体動作・姿勢の分析(2.3)の主に2種類のデータを分析した。

まず、主観的に感じる熱中度と、自律神経の働きを反映する心拍数が熱中状態と関連して変化するという仮説を持って、主観的熱中度と心拍数の線形・非線形分析結果間の関係を相関分析、重回帰分析で調べた(2.2)。その際、身体動作が熱中度に関係するという知見を活かし、身体動作に熱中度の点数づけを行って時間分解能を上げて分析を行った。その結果、主観的熱中度の報告と心拍数の線形分析(心拍変動係数)・非線形分析(フラクタル次元)が有意に相関することが示唆された。

次に、読者が熱中度に応じた特徴的な姿勢や動作を取るという仮説を持って、これを熱中度を目的変数、身体動作・姿勢を説明変数とする分類木分析で調べた(2.3)。これは、2.2で行った身体動作への熱中度の点数づけの妥当性の検討を兼ねる。その結果、身体動作・姿勢が熱中度を偶然より有意に高い確率で説明しており、主観的に報告される熱中度と姿勢・動作の間に一貫した関係性があることが示唆された。

以上の2つの結果は、主観的熱中度と身体状態が一貫した関係性を持つことを示しており、その意味で熱中状態が一貫性を持つ状態として同定できることを示唆する。本章では、はじめに先行研究を議論し、心拍数や身体動作を熱中状態に関連する可能性のある身体情報として分析する理由を説明する。次に、この2つの実験を本章で順に記す。最後に2つの実験を総括し、身体状態と熱中状態について議論を行う。

2.1 熱中時の身体状態に関する知見と本研究で調べる身体状態の指標

1章で議論したように、本研究では複数指標の一貫した関係性から“熱中”状態の同定を試みる。本節では、その指標の一つとして主観的熱中度の報告を、もう一つとして身体状態の指標を用いた。身体状態の指標としては、1.3.2で紹介したフロー研究の身体・生理指標の先行研究を参考にし、動作・姿勢と心拍数の分析を採用した。この2つの指標と熱中状態の関係について、まず本節2.1でより詳しく先行研究を紹介しながら議論し、本研究のアプローチについて述べる。

前章で述べたように、フロー体験とは、能動的かつ適応的に課題に取り組み、完全にその課題に熱中する際の高揚感を伴った体験である (Csikszentmihalyi, 1990; Nakamura & Csikszentmihalyi, 2009) とされる。Nakamura & Csikszentmihalyi (2009) に基づき、フロー体験に入りやすい条件と、6 つの特徴を再掲する。

フロー体験の条件は以下の通りである。

- perceived challenges, or opportunities for action, that stretch but do not overmatch existing skills
- clear proximal goal and immediate feedback about the progress being made

フロー体験時の人の状態は次の 6 つである。

1. intense and focused concentration on the present moment
2. merging of action and awareness
3. loss of reflective self-consciousness (i.e., loss of awareness of oneself as a social actor)
4. a sense that one can control one's actions; that is, a sense that one can in principle deal with the situation because one knows to respond to whatever happens next
5. distortion of temporal experience (typically, a sense that time has passed faster than normal)
6. experience of the activity as intrinsically rewarding, such that often the end goal is just an excuse for the process

Peifer et al. (2014) や Keller et al. (2011) は、本人にとって適切な難易度の課題およびそれに伴う適切なストレスがフローの条件とされることに注目し、これを課題の難易度やストレスをコントロールしてフローの程度との関係を実験によって実証的に調べている。たとえば、Keller et al. (2011) はクイズ時のフロー状態を対象にし、クイズの難易度をコントロールして、心拍数の高/低周波成分や唾液中のコルチゾル濃度によってタスク中のストレスの程度を推定し、これと質問紙で計測したフローの程度との関係を調べた。その結果、本人にとって適切と感じられる難易度で最もフロー体験をしていることが示唆された。一方で、フロー状態では最も交感神経優位で高いストレス状態と予想され、この仮説は一部支持されたが、難易度とは別の要因でストレスが変化してしまい十分検証できない部分が残った。この結果を受けて、Peifer et al. (2014) はストレスを別の事前の課題でコントロールした上で、類似の実験を行い、高すぎず低すぎない適度なストレス状態で最もフロー状態になるとの結果を報告している*1。

これらの研究は、主観的に感じるフロー体験が、心拍数やコルチゾルなどの生理指標に対応づけられることを示唆する。1.3.2 でも議論したように、読書時の熱中や忘我状態とフロー状態には、自己

*1 ただし、これらの実験はフロー状態やそれに関係するストレスなどの変数のコントロールが難しく、今後さらなる研究が必要である。Gaggioli, Cipresso, Serino, & Riva (2013) はこういったコントロールをせず、日常生活の中でスマートフォンを用いた質問紙調査と、小型の心拍計を用いた心拍数計測を行い、フロー状態時には交感神経優位（リラックスとは逆）という結論を出している。しかしこの研究では、身体的な活動による心拍数変化の可能性が分離されていないので、心的状態変化としてのフロー状態の変化と、別の身体的な活動のどちらがより大きく心拍数を変化させたのかかわからない。よって身体の活発な活動を伴う日常生活におけるフロー状態はいまだ生理指標等で分析する事が難しい。

意識が薄くなる、行為に集中する、高揚感をもつなどの多くの類似点がある。したがって、1つの仮説として、読書時の熱中や忘我状態も特定の身体的な状態を持つと考えることができる。具体的には、前述した Peifer et al. (2014) や Keller et al. (2011) などのフロー状態の研究が示唆するように、心拍数やコルチゾル成分などのストレス指標が、読者の熱中・忘我状態の情報を持つ指標として有力である。

1章で議論したように、本研究では、主観的な熱中感覚も、こういった生理指標も単独では信頼性の高い熱中や忘我状態の指標とは考えない。これらの指標の時間変化の間に一貫した関係性があれば、それらの指標が熱中や忘我状態の情報を持つと判断する。自然な読書を妨げず、時間的変化を観測できる指標として、本研究では生理指標として心拍数を採用した。

本研究では、生理指標である心拍数に加えて、もう1つの身体状態の指標として、読者の姿勢や動作を調べた。D'Mello et al. (2007) はコンピュータによる学習時の重心移動と engagement の程度の変化を調べ、フロー状態では身動きが少なくなる事、飽きているときには椅子の背もたれへもたれかかったり頻繁な姿勢変化があることを報告している。この結果は、フロー状態が特定の姿勢や動作に現れることを示唆する。

また、著者も布山・諏訪 (2013) において、読者は熱中度高い際に前のめりになる、静止する、頬杖を付くなどの動作が増えることを報告した。この知見は D'Mello et al. (2007) の報告と一貫性を持つ。以上を踏まえて、本研究は、もう1つの身体状態の指標として姿勢や動作を調べることにした。

本研究では、1.6で議論したように、主観的な熱中感覚とこれらの客観的指標を比較するために共通項として時間を用いた。ただし、比較するためには、比較する指標の時間的粒度を比較可能な程度に揃える必要がある。心拍数は一拍が約1秒であり、動作や姿勢の変化は本研究では映像から書き出すため数秒～数十秒に1回程度となる。これに対して、主観的な熱中度の報告は、先行研究では読んだ作品全体に対して数回程度であったが、これでは時間的粒度が粗過ぎて、身体情報と対応させた場合、身体側の多くの情報を捨てることになる。そこで、本研究では、主観的熱中度の評価の粒度も高くすることを試みた。具体的には、動作・姿勢を手がかりにして、この動作・姿勢に対して熱中度の評価を行い、これと心拍数の分析結果を対応させた。この手法は、前述の D'Mello et al. (2007); 布山・諏訪 (2013) の知見を用いたものであるが、前述したとおり、これ自体1つの知見として検討する必要があるため、実験2において読後に2ページごとに熱中度の報告をする手法を用いて主観的熱中度評価を行い、それと動作・姿勢の変化との関係を調べた。

まず、心拍数と動作・姿勢を手がかりにした主観的熱中度の関係を調べた実験について2.2で議論する。次に、布山・諏訪 (2013) よりも詳しく動作や姿勢と熱中度の関係を調べた実験について2.3で議論する。

2.2 心拍数と主観的熱中度の関係

2.2.1 実験の目的と概要

本実験の目的は、読者の熱中状態の度合いに関する内観報告と心拍数の時間変化の関係を調べることである。被験者は熱中しやすい自然な条件で長編小説を読書し、その読書時の被験者の映像と心拍

数を記録，さらに読後に内観報告による熱中度評価を行う．その後，熱中度と心拍数分析結果の相関を分析する．

2.2.2 実験方法

被験者

本実験は長編小説を計 9 作品読み（1 回の実験で 1 作品），かつ内観報告を利用した熱中度報告を詳細に行う．こういった高負荷の実験となることを主な理由とし 1.7 で議論した理由により，被験者は著者一名とした．著者は実験当時 30 歳で，母語は日本語，月 10 冊程度の読書の習慣があり，しばしば読書に熱中した経験があった．

読書の対象

本実験では，芥川賞や直木賞など著名な文学賞の受賞作家の長編作品で，被験者にとって初読の作品を読書対象として選んだ．本実験で使用した日本語の長編小説 9 作品を表 2.1 に示す．

読書環境

被験者の自室で日常的に読書に使用している椅子と机を用いて読書を行った．被験者は普段から椅子に坐って読書をしており，この状況を再現した．椅子に坐り，それほど移動しないという条件以外は，椅子を回したり，足を椅子の上で組むなどの姿勢変化や動作も制限しなかった（実際上としては，カメラに動く範囲で，大きな身体動作を伴わない範囲が許容される）．飲食や休憩も自由にとり，できるだけ被験者にとって自由な読書の条件に近づけた．

読書中の取得データ

実験は全部で 9 セッション行った．全ての実験で読書時の心拍数と映像，また No.7,8,9 の実験では胸部加速度も観測した（表 2.1 参照）．心拍数は Polar 社製コードレス心拍計 RS800CS で，心拍 R-R 間隔を測定した．心拍 R-R 間隔とは心拍のピークからピークまでの時間間隔をさす．映像は小型カメラ 2 台を被験者の右前と左前に設置し，上半身を中心に録画した．カメラは広角 120 度で被験者が読書時に多少動いてもフレーム内におさまっていた．胸部加速度はユニオンツール社製ウェアラブルセンサー myBeat で測定した．myBeat 自体も本来は心拍計の機能がついており，4 拍ごとに 3 軸加速度データが更新されて記録され，これが実質的な観測の時間的粒度となる．myBeat の心拍計は精度が低く分析に向かないため，加速度計として用いた．心拍計と加速度計は胸部に取りつける小型のセンサーであり，カメラも小型であって，いずれも読書中に気にならず自然な読書を妨げなかった．

熱中度の評価方法

姿勢や動作を手がかりに熱中度の評価づけをするため，映像から以下のような被験者の姿勢と動作を書き出した．以降，簡単のため，姿勢と動作を併せて身体動作と呼ぶ．こういった身体動作が被験者の熱中度を反映しており，また 1 つの作品の読書中では同一の身体動作に対して類似の熱中度の傾

表 2.1: 実験 1 作品情報と取得データまとめ. No.1~No.7 は 2013 年, No.8・No.9 は 2014 年に実験を行った. 心拍数は観測ありの場合, 休憩時間を除いたデータ点数を示した.

No.	実験日	書籍名	書籍情報	ページ数	読書時間	心拍数	加 速 度 データ	動作種類 /動作数
1	2013/ 10/19	季節の記憶	保坂和志, 1996, 講談社	316	8 時~12 時半	12530	無し	134/760
2	11/11	永遠の出口	森絵都, 2003, 集英社	313	8 時~11 時半	8481	無し	144/735
3	11/20	ほかならぬ人へ	白石一文, 2009, 祥伝社	295	8 時~11 時半	8125	無し	114/620
4	11/25	書楼弔堂	京極夏彦, 2013, 集英社	498	8 時~14 時	14599	無し	160/1306
5	12/2	孤独の歌声	天童荒太, 1994, 新潮社	312	8 時~12 時半	12650	無し	138/656
6	12/5	猫を抱いて象と泳ぐ	小川洋子, 2009, 文藝春秋	359	8 時~12 時半	13114	無し	170/1181
7	12/8	ルート 225	藤野千夜, 2002, 理論社	282	9 時~10 時半	6295	有り	110/644
8	2014/ 2/5	やさしい訴え	小川洋子, 1996, 文藝春秋	260	8 時半~12 時	9944	有り	154/792
9	4/9	ブラフマンの埋葬	小川洋子, 2004, 講談社	146	8 時半~10 時	4501	有り	100/356

向があると考えた. この妥当性に関しては, 2.3 で改めて検討し, 確かに身体動作が熱中度と関係することを確認した.

身体動作は, 右手動作, 左手動作, 姿勢, 足の位置の変化, 本の位置, 感情が表れている身体的変化(表情など)を書き出した. 例えば, 「右手, 頬杖をつく」「姿勢, 前のめり」などを書き出した. 身体動作の書き出しと評価は実験 No.1~No.5 (旧方法) と No.6~No.9 (新方法) で二種類あり, 新方法の方が詳しい書き出し, 評価になっている. 二つの方法が混在しているのは, 身体動作に対する熱中度評価には既存の手法が確立しておらず, 実験・分析を行いながら構成的に手法を改良したためである. ただし, 2.2.4 で議論するが, 本研究においては旧方法と新方法で結論に差はない. 具体的には, 新方法では, 同じ身体動作でも継続時間によって熱中度が変わると考え, 30 秒以上継続した身体動作を状態とし, それ以下をイベントとして身体動作を区別した. その上で, 上述した 6 つの変数(身体部位や本の位置)は必ず何らかの状態を持ち, これに加えてイベントが起こるとした.

身体動作書き出し後、被験者である著者が、各動作に熱中度の点数づけを主観に基づいて(-2, -1, 0, +1, +2)の5件法で行った。点数が高いほど熱中度が高い。

表 2.2: 動作に対する熱中度評価ルール例 (No.6 データ分析の抜粋): 各熱中度に対し出現頻度上位 1 位から 5 位の身体動作を順に掲載した。動作内容に (状態) と記載があるものは 30 秒以上継続した読者の状態を示す

動作内容 部位, 動作 (状態か否か)	出現回数
熱中度=2	
姿勢, 前のめり (状態)	23
右手, 頬杖 (状態)	16
右手, 胸の前 (状態)	13
右手, 口に触れて頬杖 (状態)	5
感情, 泣く (状態)	4
熱中度=1	
本, 立てかける (状態)	16
右手, 口	5
左手, いじる	4
右手, 胸の前	3
左手, 口	3
熱中度=0	
右手, 本 (状態)	48
姿勢, 傾き無し (状態)	27
感情, 平常 (状態)	18
本, 前のページに戻る	15
本, 元のページに戻る	14
熱中度=-1	
本, 持ち上げる (状態)	18
右手, 肘掛け	7
本, 中断 (状態)	7
視線, 加速度計	5
姿勢, 椅子の向きを変える	4
熱中度=-2	
右手, 膝掛け	44
姿勢, 坐り直す	41
右手, 髪	36
左手, 膝掛け	28
右手, 顔	26

熱中度の点数づけは、録画された読者の様子を見るなかで熱中していそうに見える動作や姿勢に高い点数 (+1~+2) を、飽きていたりつまらなそうに見える動作や姿勢に低い点数 (-2~-1) を主観的につけた。たとえば、前のめりになったり、頬杖をついて動かず食い入るように読書する姿勢は熱中度を高く、頻りに髪の毛を引っ張るなど気が散っていそうな細かい動作は熱中度を低く点数づけした。これらの熱中度評の主観的評価は被験者本人の主観によるので、別の被験者になれば同じ身体動作でも別の熱中度の評価値になる。^{*2} 1つの作品を読書している際の、同じ身体動作には同じ点数をつけた。作品ごとに全体的な熱中度合いが異なり、書き出した動作の記述内容 (たとえば“頬に触る”) が同じでも、録画映像には熱中度合いが異なって感じられるものがある (作品 A では“頬に触る”動作が高い熱中状態を示唆していそうに見えても、作品 B では“頬に触る”動作がそれほど熱中していそうに見えないなど)。したがって、作品ごとでは同じ身体動作でも異なる熱中度を付けた場合がある。表 2.2 に実験 No.6 での身体動作の熱中度評価ルールの一例を示した (付録 A の A.1 の表 A.1・A.2・A.3 に No.8 で現れた状態とイベント、それらに対する点数づけの一覧を示した)。出現頻度が高かった身体動作上位 5 位を記している。

以上の点数づけの後、旧方法では直近

*2 これらの身体動作の評価の傾向は著者の布山・諏訪 (2013) での観察で得た知見、またフロー状態の身体動作の傾向を調べた D'Mello et al. (2007) にも類似する (布山・諏訪 (2013) は同様に読者自身が自分の映像を見て熱中状態時の身体的な特徴について考察しているため、本研究と同様の手続きをとっている)。たとえば、D'Mello et al. (2007) は学習時のフロー状態の実験で、熱中時には細かい動きが減って静止が増えること、また前傾姿勢が増えることを報告している。布山・諏訪 (2013) では、読者は熱中度が高まると頬杖や前傾姿勢などの静止する身体動作が多くなり、非熱中時には髪をひっぱったり手でリズムをとるなど細かい動きが増えていた。

に起こった身体動作の点数をその時点の熱中度とした。新方法では、各部位の状態とイベントそれぞれの熱中度を、状態とイベントの寄与が等しくなるようにそれぞれの平均値で割ったのち合計した。前述のように、本研究では、こういった一連の熱中度評価手法の有効性は生理指標との関係で評価される。ただし、身体動作と熱中度の関係に関しては 2.3 の実験で再度確認して、蓋然性を高める。

本実験では研究者と被験者が同一人物（著者）である。身体動作の書き出しは研究者として行い、熱中度評価は読書時の記憶に一部依拠するため被験者として行った。ただし、身体動作の書き出しは、書き出しのルールの一貫性を担保し、被験者に負担を負ってもらえれば、研究者でも被験者でも可能である*3。

2.2.3 分析方法

生理指標の算出・推定方法

心拍数データから心拍変動係数の算出とフラクタル次元の推定を行い、その時間変化を分析した。

心拍変動係数（Coefficient of Variation for R-R interval, 以下図中では CVR-R と記す）は心拍数のゆらぎの程度であり、自律神経の働きを示し、高いほど副交感神経優位、低いほど交感神経優位とされる。ここで、心拍 R-R 間隔（R-R interval）とは、心拍のピークからピークまでの時間間隔を示し、例えば 1 分間に 60 回脈を打つ場合の平均の心拍 R-R 間隔は 1 秒である。熱中状態がフロー状態に類似していれば、交感神経優位を示すので、熱中時には心拍変動係数は減少することになる。算出式は次の通りである。

$$\frac{\text{心拍変動係数}}{100} = \frac{\text{心拍 R-R 間隔 100 点間標準偏差}}{\text{心拍 R-R 間隔 100 点間平均値}} \quad (2.1)$$

一般に、変動係数とは標準偏差を算術平均で割ったもので、相対的なばらつきの大さを示している。本分析では、測定開始時刻を $t = 0$ 秒、 $t_0 = 0$ 秒、測定開始から i 番目の心拍のピークの時刻を t_i 、 i 番目の心拍 R-R 間隔を $H_i = t_i - t_{i-1}$ とし、その時点から 99 点前までの心拍 R-R 間隔の平均、標準偏差をそれぞれ、 \hat{H}_i 、 SD_i とすると、 $i \geq 101$ の場合、以下のように t_i 時点の心拍変動係数 $CVR-R(t_i)$ (The Coefficient of Variation of R-R Intervals) を計算した。

$$\hat{H}_i = \frac{1}{100} \sum_{k=i-99}^i H_k \quad (2.2)$$

$$SD_i^2 = \frac{1}{100} \sum_{k=i-99}^i (H_k - \hat{H}_i)^2 \quad (2.3)$$

$$CVR-R(t_i) = \frac{SD_i}{\hat{H}_i} \times 100 \quad (2.4)$$

$i < 101$ の場合はこの定義では計算できない。本実験では $i = 101$ 点目（計測開始後約 100 秒）からの心拍変動係数を算出した。これを考慮して、読書開始 5 分以上前から心拍計を装着し、読書中のデータは全て分析に使えるように留意した。

*3 身体動作は映像データに対して、会話分析用ソフト elan を用いてトランスクリプションを書きこむようにして書き出した。あるていど習熟した著者の場合、読書時間の 3 倍～5 倍程度で書き出しが可能である。つまり、4 時間読書した場合は、書き出しに約 12～20 時間かかる。これは読書時の身体動作がどの程度頻繁に変化するかに依存するため、被験者によってもかかる時間は変化する

心拍変動係数が線形分析なのに対し、非線形分析として、心拍 R-R 間隔のフラクタル次元を Hidaka & Kashyap (2013, 2014) の方法で推定した。生体の制御系の特性は、本来、非線形であるが線形分析には限界があるとの主張もあり (大塚・久保・堀田, 2007)、熱中状態によって心拍に現れる時間変化をより活用するために非線形分析を併用した。非線形系は長期的にはアトラクターと呼ばれる状態空間上の固有のパターンを描き、その特徴量の一つとして本研究ではフラクタル次元を分析した。本研究では、熱中状態の変化は、時間変化するフラクタル次元によって捉えられると考え、その変化を推定できる Hidaka & Kashyap (2013, 2014) の分析方法によって心拍数の非線形分析を行った。心拍の非線形分析はいくつかの手法が提案されており、フラクタル次元としては相関次元や容量次元の計算が行われてきた (大塚他, 2007)。しかし、相関次元や容量次元の推定は、ノイズに対する堅牢性が低い (Hidaka & Kashyap, 2013, 2014)。Hidaka & Kashyap (2013, 2014) の方法を用いることで、各時点のフラクタル次元 (点次元と呼ばれる) を推定できる。

Hidaka & Kashyap (2013, 2014) の方法について概要と、本研究でのデータからの推定方法を述べる。まずはあるシステムの特徴量である“ハウスドルフ次元”について説明する (新井, 2003)。ある図形、あるいは点の集合について、その大きさをある“測度”を定めることで測ることができる。たとえば、普通に想像する二次元空間 (平面) 上の長方形は縦と横の長さのかけ算で面積 (大きさ) を測ることができる。こういった整数次元上の大きさはルベーク測度によって一般化された面積として意味のある形で測ることができる (ルベーク測度は無限小の対応する次元の正方形を並べるような形で面積を測る)。一方で、カントール集合 (線分を三等分し真ん中の部分を抜く操作を繰り返して作る無限に小さい線分の集合) など、ルベーク測度=0 でありながら、意味があるように思われる集合が存在する。こういった集合の大きさを意味のある形で定義できる測度の1つがハウスドルフ測度 (ハウスドルフ測度は δ 被膜と呼ばれる無限に小さい予め次元が定められていない被膜で対象を覆い対象の大きさを測る) である。カントール集合をハウスドルフ測度で計測すると、その次元は非整数次元となる。この非整数次元の意味は、例えば、直線の2次元の面積は0である一方で、長方形の1次元の面積は無限大となる。つまり、意味のある測度が入る次元はただ1つに定まると言える。これと同じように、ハウスドルフ測度でその大きさが0でも無限大でもない次元をハウスドルフ次元とよび、その図形 (あるいは集合) の特徴量として理解することができる。心拍数の系も前述のとおり非線形性を持ち、一般に非正数のハウスドルフ次元で特徴づけられるアトラクターを持つとされる (大塚他, 2007)。

こういった次元を推定するためには、対象の集合を十分小さな δ 被膜で覆える程度の密度で対象を観測する必要がある。しかし、実際の観測ではサンプル数に限界があるため、良い近似で推定することが難しかった。Hidaka & Kashyap (2013, 2014) では、データの各点の十分に大きい近傍内において、一定の密度で (観察されていない) 点が分布すると仮定し、この分布を観測データから推定することでそのパラメータとして次元を推定する (ここで用いる測度は点の密度に対応した確率密度となる)。この方法の大きな利点の1つは、2つ以上の次元が混ざった系の観測データの場合、推定される分布が混合分布となり、各次元がその確率的な比重も含めて推定可能であるため、各時点の次元を点次元として推定可能なことである。これまでの相関次元や容量次元も1つのフラクタル次元の推定方法と見なせるが、これらの次元推定方法ではある1つのデータセットからただ1つの次元が推定されるため、2つ以上の次元が混ざった系は適切に扱えず、また時間変化も推定できなかった。

具体的には、前述の仮定のもとで、密度 λ 、次元 d の空間上の各点 x_i に対して最も近い点までの

ユークリッド距離を r_i とし, n 近傍距離が Weibull-gamma 分布

$$P(r_i|n, d, \lambda) = \frac{d\lambda^n r_i^{nd-1}}{(n-1)!} \exp(-\lambda r_i^d) \quad (2.5)$$

に従うことが示される (Hidaka & Kashyap, 2013). 本分析では, 最近傍距離が $\Omega = \{d_1, \dots, d_M, \lambda_1, \dots, \lambda_M, \theta_1, \dots, \theta_M\}$ をパラメータに持つ以下の M 個の Weibull-gamma の混合分布

$$P(r_i|\Omega) = \sum_{m=1}^M \theta_m P(r_i|n, d_m, \lambda_m) \quad (2.6)$$

に従うと仮定して分析した. 観測した心拍数の時系列データ (x_1, x_2, \dots, x_T) に対して, 遅延座標系 $(x_t, x_{t+\tau}, x_{t+2\tau}, \dots, x_{t+k\tau})$ を状態空間とみなし, $\sum_{i=1}^T P(r_i|\Omega)$ を最大にする $\hat{\Omega} = \{\hat{\Omega}_m\}_{m=1}^M = \{\hat{d}_m, \hat{\lambda}_m, \hat{\theta}_m\}_{m=1}^M$ を推定した. この推定したパラメータを用いて, 各データ点 i に対する次元の推定値を以下のように定義した.

$$\bar{d}_i = \frac{\theta_m P(r_i|n, d_m, \lambda_m) \hat{d}_m}{\sum_{m=1}^M \theta_m P(r_i|n, d_m, \lambda_m)}. \quad (2.7)$$

遅延パラメータ τ および埋め込み次元 k は, パラメータを $\tau-1, \tau+1$ や $k-1, k+1$ と設定して推定される次元との差が小さくパラメータに対しての変動が少ないことを基準に決めた. すべての分析において, 遅延パラメータは $\tau = 50$ (心拍を単位として, 50 拍に相当), 埋め込み次元は $k = 6$ と設定した. したがって, 具体的には 50 拍ごとにサンプリングした心拍 R-R 間隔の 6 データで 6 次元の状態空間を張り, その各点の最近傍距離を用いて各点の次元と密度を最尤推定することに相当する.

加えて, 胸部加速度の 3 軸の 2 乗和の平方根を読者の動作量として算出した. 時間 t での胸部加速度 $Acc_{all}(t)$ の算出式は, 各 x, y, z 軸の加速度をそれぞれ $Acc_x(t), Acc_y(t), Acc_z(t)$ として以下の通りである.

$$Acc_{all}(t) = \{(Acc_x(t))^2 + (Acc_y(t))^2 + (Acc_z(t))^2\}^{1/2} \quad (2.8)$$

本実験では熱中度を身体動作に対して点数づけしており, かつ心拍数も身体動作によって変化するため, この 2 つの分析結果の間の相関が熱中度ではなく身体動作に起因する疑似相関の可能性があった. これを検証するために動作量を分析した. この分析の詳細は次の 2.2.3 で議論する.

指標間の関係性の分析

読書時の心拍数に基づいて算出した心拍変動係数やフラクタル次元と, 読者の熱中度の時間変化の関係を調べるために, これらの指標の相関を分析した.

心拍数の変化や熱中度の変化はそれぞれ異なる時間スケールで起こる可能性がある. したがって, その時間スケールの差を考慮し, 交差相関係数の分析を行った. この交差相関分析によって, 複数指標の時間変化が無相関, あるいは特定の時間遅れを伴った同期性を持つかを判断する.

また, 本分析で算出される相関係数に対しては, 補完したデータとの相関をとっており正規性を満たさないため, p 値による判定をせず, 得られたデータとそれを無作為にシャッフルした疑似データとを比較するサロゲート法 Kantz & Schreiber (1997) を採用し, 有意性を判断した.

以上の分析に加えて、指標の交絡関係による疑似相関の可能性を調べるため、心拍数に直接的な関係のある身体動作量を含めた重回帰分析を行った。具体的には、身体動作量として胸部の加速度を計測した。この身体動作の加速度をデータに加えて、熱中度を目的変数、心拍変動係数、フラクタル次元、加速度を説明変数とし、AIC (Akaike's Information Criterion) Akaike (1974) によるモデル選択と重回帰分析を行い、熱中度を説明するのに最適な変数を調べた。仮に心拍数そのものではなく、身体動作を仲介して熱中度と心拍数が擬似的に相関していた場合、このモデル選択によって心拍数に由来する指標よりも動作量が選択されると考えられる。また、もう一つの潜在的な交絡因子として、読書と休憩の切り替えに伴う相関が考えられる。この可能性を排除するために、大きな動作をする休憩時前後のデータを除いて改めて交差相関の分析を行い、元データの場合と比較し、動作の影響を調べた。

2.2.4 結果

熱中度と心拍数分析結果の相関

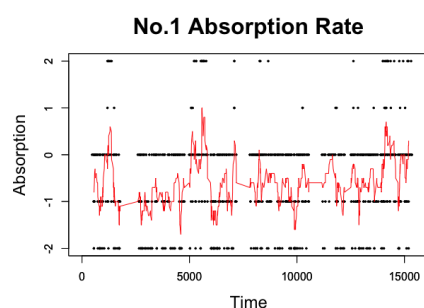


図 2.1: 実験 No.1 の熱中度の時間変化。黒い点が報告された熱中度の生データ、赤い点が 10 点間の移動平均を示す。

書き出した身体動作の数とその種類を表 2.1 に記した。種類とは同じ内容の身体動作を 1 つとカウントした場合の身体動作の数を示す。身体動作数の分だけ熱中度が評価されるので、1 回の読書で 356~1306 点で熱中度が評価された。一例としてデータ No.1 の熱中度の時間変化を図 2.1 に示した (全データの熱中度データは図 A.1 に示した)。

心拍 R-R 間隔の休憩時間を除いた取得データ点数を表 2.1 の心拍数の列に記述した。これらの心拍データをもとに心拍変動係数とフラクタル次元が推定される。それぞれ過去のデータを 100 点、および 300 点 (50 点 × 6) 遡って使用するため、これらのデータ点数よりも各 100 点、300 点程度少ない分析データ数として算出される。観測した心拍 R-R 間隔データとそのデータから算出した心拍変動係数、推定したフラクタル次元の一例 (No.1 のデータ) を、それぞれ図 2.2, 図 2.3, 図 2.4 に示した (全データの心拍変動係数の算出結果は図 A.2 に、フラクタル次元の推定結果は図 A.2 に示した)。図 2.2 のデータから式 (2.4) によって心拍変動係数を算出した結果が図 2.3 であり、図 2.2 のデータから式 (2.6) の混合分布のパラメータの最尤推定を用いて式 (2.7) の定義によって推定したフラクタル次元が図 2.4 である。

まず、熱中度と心拍変動係数、熱中度とフラクタル次元の間に、時間遅れも含め相関があるのかを

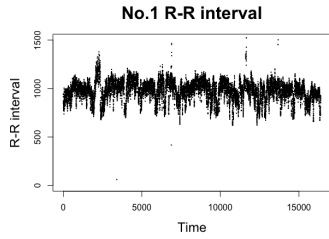


図 2.2: 実験 No.1 の心拍 R-R 間隔

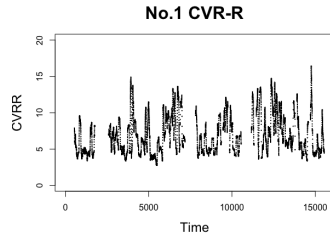


図 2.3: 実験 No.1 の心拍変動係数 (CVR-R)

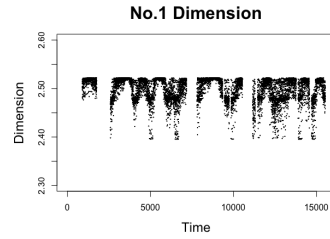


図 2.4: 実験 No.1 の心拍 R-R 間隔から推定したフラクタル次元

交差相関分析で調べた。相関を計算するには熱中度和心拍変動係数・フラクタル次元の時間的粒度を揃える必要がある。本分析では心拍を単位として相関を計算した。本分析では時間的粒度を合わせる方法は、心拍もしくは身体動作を単位とする方法の大きく二種類がある。心拍を単位とする場合、心拍はほぼ 1 秒に一拍なので、単位時間あたりのサンプル数がほぼ一定となる。一方身体動作を単位とする場合、身体動作あたりのサンプル数が一定となる。後者の身体動作を単位とする方法では、身体動作の定義によってサンプルの密度が変わりうるので、心拍を単位とするサンプルで相関を計算した。この方法をとることで、他の時間でサンプリングした研究との比較可能性を高めることができる。

このために、熱中度は次の動作が起こるまで継続すると見なし、心拍と対応させ、相関係数を算出した。具体的には、本分析では身体動作の状態やイベントが変化すると熱中度評価が変化する。この変化を順に $1, \dots, K$ とし、 k 番目の身体動作のオンセットを t_k 秒とする。ただし、測定開始時刻を $t = 0$ 秒、 $t_0 = 0$, $t_{K+1} = \infty$, $a_0 = a_{K+1} := 0$ とする。 k 番目の身体動作に基づく熱中度を a_k とする。 $t_k \leq t < t_{k+1}$ のとき、

$$Absorption(t) := a_k \quad (2.9)$$

とする。あるセッションの休憩を除く心拍数が N 拍の場合、その i 番目の心拍数に対する心拍変動係数 $CVR-R(t_i)$ (2.2.3 参照) に $Absorption(t_i)$ を対応させて ($i = 1, \dots, N$) 相関係数を算出した。休憩時のデータは除き、読書中のデータのみ分析した。

交差相関分析では、熱中度に対して心拍変動係数やフラクタル次元のデータを時間的に順次ずらして対応させ、相関係数を計算する。たとえば、10 点分過去の心拍変動係数を対応させて相関係数を計算し、これが時間遅れ (グラフ上で横軸) -10 の時点の値となる。図 2.5 は熱中度に対して、心拍変動係数とフラクタル次元をそれぞれ最大前後 1000 点ずらした場合の交差相関を示している。データの 1 点が 1 心拍に対応するため、約 1 秒である*4。したがって、1000 点分は約 17 分であり、最大で 17 分前/後のデータとの相関を分析していることになる。

作品に共通する相関傾向を見るため、9 作品の分析結果を平均化し、図 2.5 の上段に示した。心拍変動係数と熱中度は時間遅れ $+9$ の時点で負の相関の最小値、フラクタル次元と熱中度は時間遅れ -3 の時点で正の相関の最大値を持った。また、いずれもこの極値を中心としたほぼ山型の分布を示

*4 休憩を挟んだ場合、例外的に大きな時間があく。

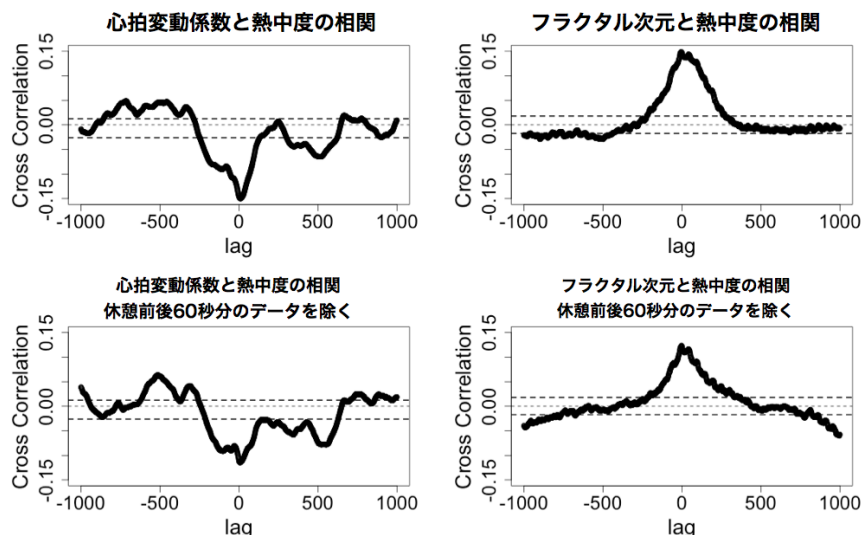


図 2.5: 熱中度と心拍変動係数, 熱中度と次元の交差相関分析結果の各 9 作品の平均. 上段が休憩時間中のデータを除いた分析結果. 下段が休憩時間中および休憩前後 60 秒間のデータを除いた分析結果. 太い点線はサロゲートデータと交差相関分析した場合の相関係数の最大・最小値を示す. この点線よりも大きな絶対値の相関は有意と考えられる. 細い点線は相関係数=0 を示す

し, 前後 1000 点分でこの極値と同程度の相関は確認できなかった. この結果から, 作品間の極値をとる時点の揺らぎを考慮すると, 熱中度と心拍変動係数・フラクタル次元はそれぞれ負の相関および正の相関をほぼ時間遅れなく持つことが示唆された.

次にこれらの相関の有意性をサロゲート法を用いて検討する. 具体的には, 各作品で, 心拍変動係数とフラクタル次元のデータをランダムに順序を入れ替えてサロゲートデータを作成し, このサロゲートデータと熱中度と同様に交差相関分析を行って, この結果を同様に 9 作品分平均化し, 有意検定の基準とした. サロゲートデータの場合, 全範囲で, 心拍変動係数との相関値は $-0.026 \sim 0.013$, フラクタル次元との相関値は $-0.017 \sim 0.018$ であった. この結果を図 2.5 の全グラフに点線で示した (薄い点線は相関 0 の地点を示す). この範囲よりも絶対値が大きい相関は有意と考えることができる. したがって, 心拍変動係数と熱中度, フラクタル次元と熱中度の極値での相関は十分有意であると判断できる.

改めて, 交差相関分析の結果をみると, 心拍変動係数と熱中度の交差相関の結果は原点に対して非対称であり, 横軸負値の部分 (過去の心拍変動係数) で相関が比較的大きいことから, 身体動作に基づくの主観的な熱中度が変化するよりも早く心拍変動係数が変化している可能性がある. ただし, 時間遅れ約 500 点程度の部分に小さなピークがあるなど, サロゲートデータを基準とした場合, 原点以外でも有意な相関が確認できる. 500 点はほぼ 8 分程度に相当し, この部分のピークは熱中度が 8 分後の心拍変動係数と相関していることになる. この結果は現時点では何か意味があるのか, 9 作品の揺らぎなのか判断できない. したがって, 負値の部分の相関が大きいこともデータのゆらぎに起因する可能性がある.

表 2.3: 熱中度・心拍変動係数・フラクタル次元間の相関係数. サロゲートデータとの相関係数の絶対値の最大値以上の相関係数に * をつけた. No.6 の各相関係数値の括弧内に主観的熱中度を旧評価方法で計算した場合の結果を併記した. 旧評価方法と新評価方法で相関傾向に違いが無いことが確認できる.

実験 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
データ点数	12530	8481	8125	14599	12650	13114	6295	9944	4501
熱中度と CVR-R の相関係数	-0.22*	-0.04*	-0.23*	-0.12*	-0.09*	-0.05* (-0.07*)	-0.16*	-0.22*	-0.18*
熱中度と次元の相関係数	0.09*	0.07*	0.25*	0.10*	0.18*	0.15* (0.11*)	0.23*	0.12*	0.11*
CVR-R と次元の相関係数	-0.40	-0.29	-0.35	-0.35	-0.39	-0.24	-0.29	-0.36	-0.26

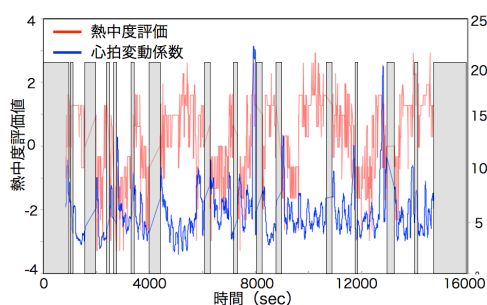


図 2.6: 主観的熱中度と心拍変動係数の時系列変化. 灰色の期間は休憩中を示す. 負の相関が確認できる

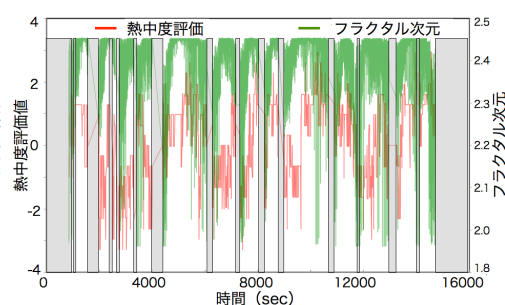


図 2.7: 主観的熱中度とフラクタル次元の時系列変化. 灰色の期間は休憩中を示す. 正の相関が確認できる

フラクタル次元と熱中度の交差相関の結果は原点にほぼ対称であり, 心拍変動係数と比べて相関係数の減衰が遅いことがわかる. フラクタル次元と熱中度の 1 点はどちらもおなじ心拍数 1 拍に相当するため, この結果は心拍変動係数よりもフラクタル次元の方が, 熱中度の変化と事前・事後ともに長時間関係することを示唆する.

交差相関分析の結果から, 心拍変動係数, フラクタル次元ともにほぼ時間遅れなしで最大の相関を持つことが示唆されたため, 各作品の時間遅れなしの相関係数を確認した. 結果を表 2.3 に示した. 時間遅れなしの相関係数は, 熱中度と心拍変動係数が $-0.23 \sim -0.09$ で負の相関, 熱中度とフラクタル次元が $0.07 \sim 0.25$ で正の相関であった. それぞれ 9 作品で一貫した相関傾向であり, 交差相関分析で平均化した結果とも一貫する. 相関係数の絶対値の低い作品のデータでも時間変化を確認すると相関傾向が確認できた. 例として, 実験 No.6 の各データの相関関係を図 2.6・2.7 に示す.

また, 図 2.6, 2.7 などの各データの時系列変化のグラフから, 休憩時 (グラフ中の灰色の部分) 前後で心拍変動係数やフラクタル次元, 熱中度が大きく変化していることが読み取れた. ここで, 休憩とは読書中に 20 秒以上読書を中断した期間を示し, 1 作品で 3~14 回の休憩期間があった. これらの変化が物語の進展と関係する可能性も否定できないが (たとえば, 物語が一段落すると休憩したくなるなど), 物語の進展とは無関係に休憩というイベントによって各データの値が変化している可能性がある. したがって, もし休憩前後の値によって有意な相関があるように見えているならば, 真

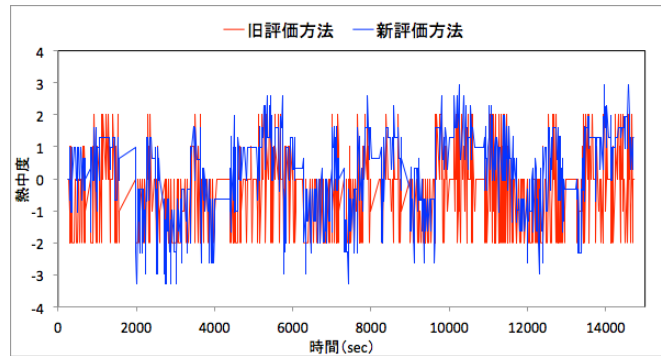


図 2.8: 熱中度の新旧評価の比較. 新評価方法では 30 秒以上継続した姿勢や動作が状態として短時間の動作や姿勢の変化とは別に評価されるため, 旧方法に比べて安定した熱中度の評価となる.

に物語の進展に伴う相関とは言いきれない. この可能性を調べるため, 休憩時間前後 60 秒を除いたデータを用いて交差相関分析を行った. この結果を図 2.5 の下段に示す. これらのグラフから, 休憩前後を除いても, 心拍変動係数, フラクタル次元ともに原点付近で有意な相関の極値が確認できる. ただし, 休憩前後を除かない上段と比べ, 極値の絶対値が相対的に小さくなり, 心拍変動係数のピークが不明瞭になることがわかった. これらの結果は, 休憩時間中の影響で相関が大きくなるか, もしくは休憩時間前後に相関を大きくする別の要因があることを示唆する. 以上から, 読者の休憩は交差相関分析の結果に影響を与えているが, この影響を除いても熱中度と心拍変動係数およびフラクタル次元間には有意な相関があることが確認できた.

最後に熱中度の評価方法の新旧で相関の傾向に違いがないことを確かめた. 2.2.2 で述べたように, 本実験では熱中度の評価方法を No.6 以降改良した. この改良前後で相関傾向に変化があるか調べるため, No.6 のデータで新旧両方の方法で熱中度の評価づけをし, それぞれ心拍変動係数やフラクタル次元との相関係数を算出した. 新旧の熱中度評価の比較を図 2.8 に, またこの新旧の熱中度と各指標との相関係数を表 2.3 の No.6 の結果に併記した. 図 2.8 から, 熱中度の新旧評価結果を比較すると, 熱中度の評価結果の変化傾向は類似していることがわかる. 違う点は, 新評価方法では 30 秒以上継続した動作や姿勢を状態として区別して評価したため, 一時的な動作や姿勢の変化に影響されにくい熱中度評価結果となり, 旧評価方法に比べて安定した熱中度の評価結果になっていた. 相関係数は, 新方法で熱中度と心拍変動係数で -0.05 , 熱中度とフラクタル次元で 0.15 に対して, 旧方法での相関係数はそれぞれ -0.07 と 0.11 であり, 絶対値が多少変化するものの, 相関の傾向に違いは無く, 本分析ではどちらの熱中度評価方法でも同様の結果であると言える.

動作量による相関の検討

前節で報告された熱中度と心拍変動係数およびフラクタル次元間に相関があることが示唆された. しかし, 本実験では熱中度を身体動作に対して評価づけしており, また心拍数も大きな動作に影響されて変化する. そのため, これらの相関の要因が主として熱中状態の変化による可能性のほか, 主として動作の量による可能性が考えられた.

これを調べるため, 胸部加速度データの絶対値を動作量と見なし, 熱中度を目的変数, 心拍変動係

数、フラクタル次元、胸部加速度の3変数を説明変数とした回帰モデルについて、AICによるモデル選択と、重回帰分析を行い、熱中度を最も良く説明する変数を調べた。

分析には加速度データを取得したNo.7~No.9の実験データを用いた。熱中度、心拍変動係数、フラクタル次元、胸部加速度の時間的粒度は全て心拍（心拍変動係数とフラクタル次元）に合わせて他のデータを対応づけた。心拍に合わせて理由は相関分析の際に述べた理由と同様である。熱中度は2.2.4と同様に、次の身体動作が起こるまで継続すると見なし心拍と対応させた。加速度データは、myBeat自体が心拍計の機能をもっており、心拍の粒度で加速度を計測している。よって、ほぼPolarの心拍計と同様の時間的粒度で加速度が観測される。ただし、myBeatの心拍計は精度がPolarに劣るため、今回の心拍の計測ではPolarを用いた。具体的にはPolarで休憩を除く心拍数が N 拍計測され、時刻 t_i にその i 番目の心拍が計測されたとする。一方で、myBeatで休憩を除く心拍数が M 拍計測され、時刻 t_k に k 番目の心拍が測定され、その時点で計測された加速度が b_k だったとする。ある i に対して、 $\hat{k} = \operatorname{argmin}_{t_i \leq t_k} (t_i - t_k)$ のとき、時刻 t_i の加速度を $b(t_i) := b_{\hat{k}}$ とした。ある $t_i (i = 1, \dots, N)$ 時点の心拍変動係数 $CVR-R(t_i)$ と、加速度 $b(t_i)$ に対して相関係数を算出した。まず、AICでどの説明変数のセットを用いた回帰モデルが良いかモデル選択を行った。AICは値が小さいほど良いモデルと見なされる。AICは、あるモデルの最大対数尤度を $\log L$ 、パラメータ数を k とすると、次のように表せる。

$$AIC = -2(\log L - k) \quad (2.10)$$

AICを解釈する場合には、複数のモデルの相対的な差（パラメータ数で調整された対数尤度）にのみ意味がある*5。

$$AIC = n \times \log(\text{残差の2乗和}/n) + 2 \times (\text{モデルのパラメータ数}) \quad (2.12)$$

AICの計算結果を表2.4に記した。前述の通り、AICは相対的な差にのみ意味があるので、AIC最小のモデルのAICを0基準にとり、その値との差を表に示した。No.7とNo.9では3つ全ての説明変数を採用するモデルが最適とされ、No.8では加速度を除き、心拍変動係数とフラクタル次元を説明変数とするモデルが最適とされた。No.7とNo.8でも2番目に適したモデルは加速度を説明変数から除いたものであり、心拍変動係数とフラクタル次元の方が、加速度よりも熱中度を良く説明することが示唆されている。

次に、AICの分析で最適とされたモデルで重回帰分析を行った。結果を表2.5に記した。定数項以外の p 値は全て0.0001未満だったため、表中には t 値のみ記した。No.7~No.9のいずれも加速度の寄与が最も小さくなり、No.7ではフラクタル次元が、No.8とNo.9では心拍変動係数の寄与が最も大きかった。この結果も、AICの結果と同様に、心拍変動係数とフラクタル次元の方が、加速度よりも熱中度を良く説明することを示唆する。

*5 モデル1とモデル2の最大対数尤度をそれぞれ $\log L_1, \log L_2$ 、両モデルのAICの差を $\Delta AIC (= AIC_1 - AIC_2)$ 、パラメータ数の差を $\Delta k (= k_1 - k_2)$ とすると

$$L_2 = L_1 \times \exp\left(\frac{1}{2}\Delta AIC - \Delta k\right) \quad (2.11)$$

となる。したがって、もしパラメータ数が同じで、 $\Delta AIC=2$ ならばモデル2の尤度 L_2 はモデル1の尤度 L_1 の e 倍、もし $\Delta AIC=20$ ならば e^{10} 倍となる。つまり、AICが2だけ小さくなると e 倍、20小さくなると e^{10} 倍、尤度が大きくなる。

以上の AIC によるモデル選択と重回帰分析の結果から、動作による相関への影響はあるものの、熱中度報告をよりよく説明する変数は、動作量ではなく、心拍変動係数とフラクタル次元であることが示唆された。

表 2.4: AIC によるモデル選択の結果: AIC は相対的 表 2.5: 3 データの重回帰分析結果 (t 値のみ): 定数項な値にだけ意味があるので、各データセットに対して 以外の p 値は全て $p < .0001$. No.8 では AIC による AIC 最小のモデルを 0 基準とし * で示したうえで、最 モデル選択の結果、加速度を説明変数に採用せず、表 小の値との差を示した。脚注 4 に示すように、AIC が 中「未使用」と記載。 2 小さいと e 倍, 20 小さいと e^{10} 倍尤度が大きくなる。

変数 セット /AIC 相対値	表 2.4: AIC によるモデル選択の結果				表 2.5: 3 データの重回帰分析結果 (t 値のみ)				
	CVR-R + 次元 + 加速度	CVR-R + 次元	CVR-R + 次元 + 加速度	次元 + 加速度	定数項	CVR-R	次元	加速度	
No.7	0*	33.5	235.6	36.9	No.7 t 値	-16.59	-6.24	15.57	5.96
No.8	1.8	0*	21	371.3	No.8 t 値	-0.42	-19.46	4.58	未使用
No.9	0*	14.3	20.9	113.1	No.9 t 値	-3.43	-10.37	3.73	2.71

2.2.5 議論

本実験の結果、身体動作に対する熱中度評価と心拍変動係数が負の相関を、フラクタル次元が正の相関を持つことが示唆された。また、交差相関分析から、心拍変動係数もフラクタル次元も熱中度評価の変化に対してほぼ時間遅れなく相関しており、また相関は有意であることが示唆された。AIC によるモデル選択、重回帰分析、休憩前後のデータを除いた分析結果から、熱中度と心拍数の相関が動作量のみ起因する相関でないことが示された。これらの結果から、熱中度評価と心拍変動係数・心拍数から推定されたフラクタル次元の間には一貫した関係性があり、この関係性によって一つの熱中状態が同定されることが示唆された。また、心拍数の分析結果は以下のような解釈が可能であり、熱中状態はこれらの指標によって以下のように特徴づけられると考えられる。

熱中度と心拍変動係数の負の相関は、熱中度が高まると交感神経優位になることを示す。先行するフローのいくつかの研究では、フロー状態で交感神経優位になると報告されており (Keller et al., 2011; Gaggioli et al., 2013), 本実験結果はこれと合致する。また、交差相関分析の結果、時間に非対称な相関傾向や、約 8 分後にも相対的に小さくはあるが有意な相関が確認された。これらの特徴が、熱中状態に対して心拍変動係数が持つ情報なのか、あるいはデータの揺らぎに起因する雑音なのか判断するには、さらに多くの実験データが必要となる。

心拍数のフラクタル次元は、心拍変動係数と一貫して負の相関を示すことから、心拍変動係数と同様に、交感/副交感神経と関連した指標である可能性がある。したがって、心拍数のフラクタル次元と熱中度の相関は、読者の緊張/リラックス状態の切り替わりを反映していると推察される。一方で、心拍変動係数とフラクタル次元は相関しているが、交差相関分析で見られるような違いがあり、AIC を用いたモデル選択でも両方ともに説明変数として採用されている。これらのことからそれぞれが熱中状態に関して別の情報を持つ可能性がある。

関連する可能性のある結果として、表 2.5 では、心拍変動係数、フラクタル次元、加速度の 3 変数

の中で、熱中度の報告をもっともよく説明する変数は心拍変動係数かフラクタル次元のどちらかで、作品によって変わっている。作品数が少ないこと、また1作品全体をまとめた分析であるため、あくまで可能性であるが、こういった作品ごとに有意な説明変数に違いがあることは、熱中度として数値的に報告されている感覚が対応する状態の違いを示唆する可能性もあるだろう。つまり、同じ数値として報告されていても、強く相関する変数が心拍変動係数かフラクタル次元かによって、質的に異なる状態に対応する可能性がある。たとえば、熱中状態 A（熱中度報告と心拍変動係数が強く相関）と熱中状態 B（熱中度報告とフラクタル次元が強く相関）の2種類の熱中状態が各作品においてしめる割合によって、重回帰分析でより大きな t 値の変数が変わっている可能性が考えられる。ただし、熱中度の報告を説明しうる変数は他にもあるため、この2つの変数との相関の違いのみではこういった質的な変化を十分に議論できない。質的な違いについて議論するには、さらに研究を進め、心拍変動係数やフラクタル次元に加えてそれ以外の変数間の関係性の分析を行い、具体的なモデルの内容を探求する必要がある。

また、熱中度、心拍変動係数、フラクタル次元が物語のこういった箇所でき大きく変化するのか No.8 と No.9 のデータで調べると、物語に大きな展開がある箇所では熱中度が高まり、心拍変動係数やフラクタル次元も変化していることがわかった。例えば、No.8 の中盤で物語の中で重要とされていたアイテムが破壊される場面では、その場面が継続している間は熱中度とフラクタル次元は高く、心拍変動係数は低くなり、その場面が終りに近づくると熱中度・フラクタル次元は減少し心拍変動係数は増加する。こういった変化は、物語の内容の進展に伴って各指標が変化していることを示唆し、物語の読書に伴う読者の認知の変化を捉えている可能性があるだろう。

本実験では、一人の読者の中での熱中状態の同定である。したがって、今後は他の被験者でもこういった心拍数の変動と熱中度の報告の間に同様の関係性があるのか調べ、その関係性によって人々の報告する熱中状態の一貫性を検証することが有用である。

また、本実験では、前述の通り、熱中度を身体動作に対して点数づけして評価した。この手法は、先行研究が熱中状態と身体動作の間に一貫した関係性があることを示唆していたことによる。次の 2.3 ではより詳しくこの関係性を調べ、身体動作が熱中状態の指標の1つと言えるかを検討するとともに、この熱中度評価の手法の妥当性を議論する。

2.3 動作・姿勢と熱中度の関係：分類木分析による詳細分析

2.3.1 実験の目的と概要

普段、しばしば私たちは読書をしている人が熱中しているか否かを読者の姿勢や動作、表情から判断している。この直観は、読者の身体的な特徴が熱中状態の情報を持っていることを示唆する。実際に D'Mello et al. (2007) や布山・諏訪 (2013) は、熱中時の姿勢や動作に特徴があることを報告している。前節 2.2 では、これらの日常生活での直観や先行研究に基づき、身体動作に対して熱中度の点数づけを行った。したがって、2.2 の実験では身体動作と熱中度との関連性は検討の対象ではなかった。しかしもし身体動作が熱中状態の情報を十分持っているならば、本研究が探求している熱中状態を同定し記述する複数指標の1つになりえる。これを受け、2.3 の実験では、主観的な熱中度報告と身体動作の間に一貫した関係があるか調べた。この実験は、2.2 の熱中度評価づけの方法の妥当性の

検討を兼ねる。

本節実験では、2.2の実験とは異なり、身体動作とは独立に、読書時の熱中度を読後に2ページごとに内観報告によって点数づけし、その熱中度を目的変数、映像から書き出した身体動作を説明変数として分類木の作成を行った。分類木の分類の正答率がチャンスレベルよりも有意に高ければ、身体動作と熱中度の間には、身体動作が熱中度の分類に寄与できる程度に一貫した関係性があると判断できる。

2.3.2 実験

本節2.3の実験は2種類にわけられる。1つは被験者が2.2同様、著者一人の実験であり、もう1つは、被験者が他の6名の実験である。前者を実験A、後者を実験Bと呼ぶ。

実験Aでは、読書時の身体動作のデータは前節2.2の実験のNo.6とNo.7のデータを用いた。No.6, 7のデータを選んだのは、本実験実施時に身体動作の書き出しが新評価方法で終了していたためである。新評価方法とは、動作や姿勢が30秒以上継続したか否かで状態かイベントかを区別する手法である(2.2.2を参照)。本分析では、後述のように、身体動作のうち30秒以上継続した状態のみを扱うため、新評価方法で書き出したデータが適していた。

熱中度の点数づけは、被験者が、No.6とNo.7の読書に対して、読書後に各書籍を読み直しながら、2ページごとに主観的に初読時(実験1の読書時、No.6は2013年12月5日、No.7は同年12月8日、表2.1参照)の熱中度を(-2, -1, 0, +1, +2)の5件法で思い出し点数づけした。熱中度の点数づけは2.2の実験の分析後に行ったため、初読時から約100日後(No.6は2014年3月21日、No.7は2014年3月22日)に再読しながら物語内容を手がかりとして初読時の記憶を元に行った。評価時には初読時の映像は見ておらず、初読時の自分の動作は記憶していないため、身体動作とは独立の評価である。この評価の過程は2.3.4に報告する。

この熱中度の評価づけは、100日後のため、初読直後に行う評価とは実質的に異なる可能性がある。しかし、本研究の目的に照らして、これは問題にならない。本研究の目的は1.4や1.6で議論したように、主観的な熱中度報告自体の信頼性を高めることではなく、複数の指標間での一貫した関係性を探索し、熱中状態の同定の可否を調べ、また熱中状態をその複数指標の意味で特徴づけることである。この目的から鑑みて、読書100日後の再読による評価と、初読時の身体動作の指標が関係性を持つならば、この意味で方法論の妥当性を補強すると考えられる。その理由は、初読直後であれば、読者自身が熱中したページとそのときの身体動作を記憶している(たとえば、このページでは前のめりになっていたとか)、あるいは偽記憶によりそう思い込んで、2つの指標の相関を作り出す可能性も考えられるが、100日後の独立した評定であればその可能性がより低く、2つの指標の相関をより強い証拠と見なすことができるためである。ただし、初読直後の方が熱中状態をより反映した報告が出来る可能性もある。したがって、さらに、次に説明する実験Bでは、この点が比較できるように初読直後に熱中度評価を行い、両方の結果から熱中状態と身体動作の関係性を検討した。

実験Bでは、慶應義塾大学の大学生および大学院生6名が、大学内の会議室を実験室とし、一人で読書を行い、その様子を録画した。被験者は、熱中度を初読が終了した直後に、書籍を見直しながら各ページに対して5件法(+1, +2, +3, +4, +5)で点数づけした。一人目(実験B-No.1)のみ2

ページごとに対して評価を行った*6。点数づけ時は点数づけ用の用紙を配って行い、そこに次の教示内容「解答は書籍の該当ページを確認しながら行うこと」「熱中度を(+1,+2,+3,+4,+5)の中で当て嵌まるものに丸をつけること(1点が最も熱中していない、5点が最も熱中している)」を提示した。点数づけを行う前の実験者の説明時に、被験者がどういう内容が熱中なのか理解できていないと推察された場合には、口頭で補足的な説明として、熱中が良くわからなければ面白く読めた箇所だったか、退屈だったか、などに置き換えて考えても良い旨を伝えた。読書体験は個人個人でかなり異なるため、1.3.1で紹介したような具体的な熱中に関連する可能性のある特徴、例えばイメージの鮮明化や登場人物への共感などの具体的な指示や示唆は各個人の読書体験にそぐわなかった場合、データを歪めてしまう可能性があり行わなかった。実験Bで使用した作品は5名は同一の短編(村上春樹の『女のいない男たち』より「木野」)、1名のみこの作品を既読だったため別の長編作品の冒頭部分(小川洋子の『沈黙博物館』冒頭40ページ)を使用した。

なお、以上の実験において、熱中度の評価は5件法で行っているが、個人間で数値の比較はできない。例えば、被験者Aの熱中度+2がBの+2と同一であるとか、Cの+1よりも高いかはわからない。実験Aも実験Bも個人の一つの読書データ内で身体動作と熱中度の関係を調べることを目的としている。

身体動作は、各被験者の映像から著者が2.2の実験の新評価方法と同様の方法で書き出した。

2.3.3 分析

身体動作と熱中度のデータを用いて、熱中度データを目的変数とし、身体動作を説明変数として分類木を作成した(熱中度報告結果の一覧は付録Aの図A.5・A.6に載せた)。回帰木ではなく分類木を用いた理由は、熱中度は順序尺度、身体動作は2値化して名義尺度として扱うのが適当と考えたためである。説明変数として具体的には2.2の実験の6つの変数、右手、左手、姿勢、足、本の位置、感情を用いた。ただし、オーバーフィッティングを避けるため、身体動作のうち30秒以上継続した“状態”のみ説明変数に用いた。ページを捲る動作からどの2ページを読んでいるときの身体動作なのかを特定し、それに熱中度を対応させた。実験BのB-No.2~B-No.6では各ページに対して熱中度を評価していたので、2ページ分の熱中度を平均して2ページの熱中度として身体動作に対応させた。表2.6にデータの一例を示した。いずれかの説明変数が変化する度に1行分のデータが書き足され、各行を1データセットとして扱った。

分類木による分析は、表2.6に示した身体各部位の組み合わせによって熱中度を分類することに対応する。例えば、「泣いておらず」「姿勢が前のめり」「足が上にある」ときに「熱中度=0」のように、分類木の1つの葉が複数の身体部位の状態の組み合わせを表し、熱中度と対応づけられる(図2.9参照)。もし身体動作が熱中度と高い関連性を持つならば、各分岐条件が有意義な分類条件となるので、簡潔な分類木で熱中度を分類できる。分析にはジニ係数を用いた。分類の良さをジニ係数で評価していることになる。分岐の条件を増やせば末端の数が増えて正答率は高まるが、分岐の数が多すぎるとオーバーフィッティングとなる。これを防ぐために、 n 重交差確認で $n=10$ とし枝を剪定した。

*6 5件法の点数が実験Aと異なることに積極的な意味はない。

表 2.6: 実験 No.6 で書き出した動作および熱中度評価の一例: ページ数と身体動作のどれかが変化した時点ごとの状態を, 実験開始からの経過時間と合わせ記載した. 例えば 1 行目は, 実験開始後 13395 秒時点でページ数が 318, 右手と左手が本に触れており, 姿勢は右後ろに傾き, 足は下に降ろされ, 感情は平常, この時の熱中度評価値は 1 であることを示す. 2 行目は姿勢が変化し, 3 行目では感情が変化している.

時間 (秒)	ページ数	右手	左手	姿勢	足	本の位置	感情	熱中度評価 (目的変数)
13395	318	本	本	右後ろ	下	立てかける	平常	1
13445	322	本	本	前のめり	下	立てかける	平常	2
13494	322	本	本	前のめり	下	立てかける	泣く	2
13531	324	胸の前	本	前のめり	下	立てかける	泣く	2

2.3.4 実験結果と議論

熱中度評価

本実験では, 被験者は再読しつつ初読時の熱中の程度を 2 ページごと 5 件法で評価した. この 5 件法による熱中評価結果の分布を表 2.7・2.8 に記した.

実験 A では, 被験者にとって, No.6 が比較的全体に熱中を感じた作品で, No.7 があまり熱中を感じなかった作品であったため, 熱中度評価の分布が偏った結果となったと考えられる. 実験 B では, 熱中度に被験者ごとの顕著なばらつきは見られない.

実験 A では初読から 100 日後に熱中度評価を行ったため, 被験者がそもそも熱中度評価に困難を感じる可能性があったが, 被験者は主に物語の文脈や, 印象的な場面や文章を手がかりに初読時の想起を試みて評価を行い, 5 件法の評価には困難を感じなかったと報告した.

表 2.7: 実験 A の No.6 と No.7 の 2 ページごとの熱中度評価結果の分布. -2(非熱中)~+5(熱中)の評価値の数
表 2.8: 実験 B の No.1~No.6 の 1 ページごと (No.1 のみ 2 ページごと) の熱中度評価結果の分布. -2(非熱中)~+5(熱中)の評価値の数

熱中度	No.6	No.7	熱中度	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
-2	0	21	+1	0	0	0	2	0	2
-1	0	51	+2	2	1	11	12	7	15
0	48	45	+3	9	15	19	19	21	16
+1	86	23	+4	8	18	15	15	17	13
+2	44	0	+5	6	4	4	1	4	3

表 2.9: 実験 A と実験 B の熱中度を目的変数, 身体動作を説明変数とした分類木の分析結果. 分類正答率の有意検定には $p < .05$ の結果に * を付した. 実験 No に実験 A か B かを付して記した.

実験 No	A-No.6	A-No.7	B-No.1	B-No.2	B-No.3	B-No.4	B-No.5	B-No.6
分類正答率	0.729	0.551	0.777	0.455	0.523	0.477	0.443	0.676
分類正答率検定 p 値	<.000*	<.000*	<.000*	0.093	0.003*	<.000*	0.037*	<.000*

分類木分析

分類木の正答率は、実験 A で 72.9% と 55.1%、実験 B で 45.5%~77.7% であった (表 2.9 参照)。本研究での分類木分析は、身体動作から熱中度を高い確率で推定できるルールを作ることが目的ではなく、この 2 つの変数間に有意な関係があるか調べるのが目的である。そのため、正答率の絶対値の大小を議論するのではなく、この分類木の正答率が、最も頻度が高く解答された熱中度の確率 (チャンスレベル) に比べて有意に高いかが意味を持つ。これを 2 項検定で調べた。その結果、実験 A で 2 回とも、実験 B で 6 回のセッション中 5 セッションでチャンスレベルに比べ分類木の正答率が p 値 < 0.05 で有意に高く、実験 B の残りの 1 セッションも p 値 < 0.1 で有意に高かった (表 2.9 参照)。実験 A と実験 B では熱中度の評価を初読 100 日後に行うか初読直後に行うかの違いがあったが、いずれの熱中度の評価であっても、身体動作が熱中度の情報を持つことが示唆された。

図 2.9 で実験 A の No.6 を例に分類木の結果を詳しく見ると、1 つめの分岐は「感情-泣く」であり、被験者が泣くほど強く感情を動かしていることを示す。各分岐は右側がその状態であることを示すので、その右側 (泣いている状態) の熱中度は高いことが経験上推察される。さらに、次の左側の分岐は「姿勢-前のめり」であり、読書にのめり込むように前傾姿勢を取っていることを示し、前のめり側の熱中度が高いことが同様に予想される。実際に、図 2.9 はスペースの都合上分岐数 20 までの木構造のみ示しているが、分析結果の木全体ではこの 2 つの分岐の右側の熱中度 +2 (高い熱中状態) の割合は 28%、左側の熱中度 +2 の割合は 19% と差があり、この結果は経験的な予想や D'Mello et al. (2007), 布山・諏訪 (2013) と合致する。また、分類木の構造として、感情の高ぶりや基本的な姿勢変化が上部の分岐として表われていることも D'Mello et al. (2007), 布山・諏訪 (2013) の結果に妥当である。

この大きな姿勢変化が分類木の上部に来る傾向は、被験者が著者の実験 A の No.7 でも共通して確認できた。ただし、図 2.8 に示したように、この 2 作品では No.6 がよく熱中していたのに対し、No.7 はあまり熱中していなかった。そのため、葉 (末端) に来る熱中度自体が異なり、姿勢変化に熱中度が左右される点は共通していたが、具体的な動作や姿勢の変化の内容自体の共通点は少なかった。他者を被験者とする実験 B の、分類木の内容を確認すると、実験 A に比べて動作種類や動作数が少ないため、木構造が単純で分岐数が少なく、粗い推定になっていることが示唆された。実験 A と共通して姿勢変化が上部の分岐になった被験者が確認された一方で、個人個人の動作内容にばらつきがあるため全員に共通する分岐ルールは確認できなかった。姿勢や動作と熱中度の関係の個人固有性 / 共通性の検討にはより多くのデータ (同一被験者複数作品、長編作品読書のデータなど) が必要だと考えられる。

以上の結果から、身体動作と主観的な熱中度報告の間には、身体動作が熱中度を有意に分類できる程度に一貫した関係性があることが示唆された。このことは、熱中状態を同定する客観的な指標、加えて特徴づける指標の 1 つとして、身体動作が有効であることを示唆する。また、この結果は、先行研究に加えて、2.2 の実験の熱中度評価の方法の妥当性の担保の 1 つとなると考えられる。

2 つの熱中度報告の関係性

2.2 の実験では身体動作に紐付けて熱中度を評価した。この身体動作が熱中度の情報をもっているという仮説を裏付けるために、2.3 では 2 ページごとの熱中度と身体動作の関係を調べた。この 2 つ

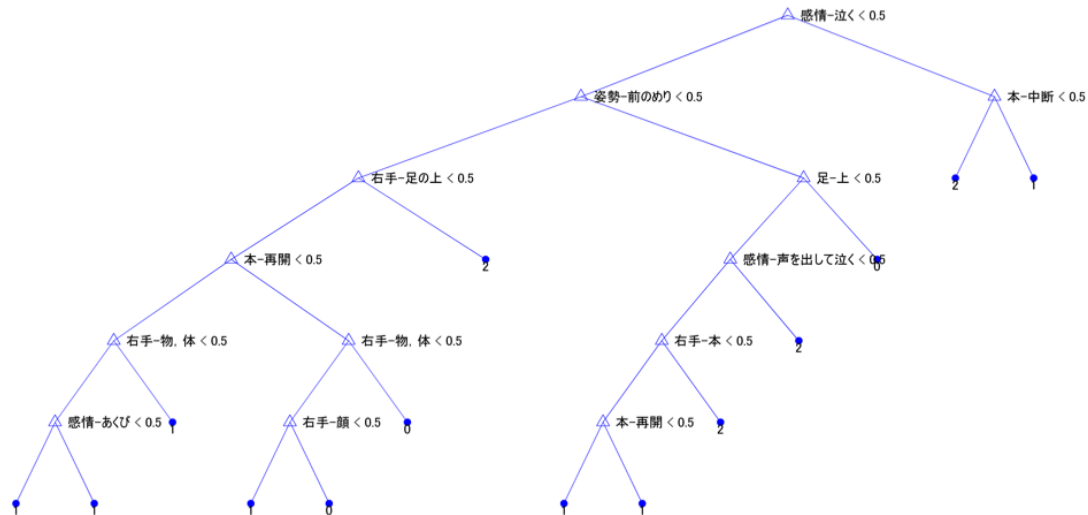


図 2.9: No.6 の分類木分析結果の一部。ハイフンの前はそれぞれ、右手、左手、姿勢、感情を示す身体状態の変化、本の位置のうち、どの対象の状態なのかを示し、ハイフンの後がどのような状態なのかを示す。例えば、「姿勢-前のめり」は姿勢が前のめりであることを示す。分岐の右側が分岐の内容に合致する（例えば感情-泣くの右側は読者が泣いていることを示す）。木の全体は紙面のスペースの都合上掲載できないため、寄与率が高い順に 20 個の分岐までの木構造を載せた

の実験は独立してそれぞれの指標間の関係性が 1 つの熱中状態の側面を反映していると考えることができるが、身体動作に紐付けた熱中度評価と、読後のページごとの熱中度評価の間に関係性があることが示唆されれば、よりこの仮説を裏付けることができる。

そこで、2 つの実験で用いた熱中度報告の値をグラフと相関分析で比較した。相関分析には 2 つの時間的粒度を合わせる必要がある。ページ単位の熱中度に合わせるため、身体動作に紐付けた熱中度を各ページごとに平均して相関分析を行った。相関分析の際には、2.2.4 の心拍と身体動作に基づく熱中度の間の相関が心拍を単位として ± 約 250 拍程度の幅で有意であったため、熱中度の時間変化のスケールに相当する約 250 拍の時間窓で移動平均した熱中度の相関分析を行った。具体的には、No.6 の 2 ページを読む時間の平均は 73 拍、No.7 は同 45 拍なので、それぞれ 14 ページ（ページ捲り 7 回分）、18 ページ（ページ捲り 9 回分）に相当する時間窓で移動平均を計算した。

2 種類の熱中度を比較したグラフは No.6 と No.7 それぞれについて図 2.10, 2.11 で示した。身体動作をもとに評価した熱中度を Absorption 1 として赤で、ページ単位で再読して報告した熱中度を Absorption 2 として黒で記した。移動平均をとる前の熱中度を点で、移動平均後の熱中度を線で表示した。この熱中度の時系列変化から、2 種類の熱中度の増減が類似する傾向が見られる。加えて図 2.12, 2.13 に両熱中度（移動平均後）の散布図を記した。この散布図でも右肩上がりの正の相関傾向が観察できる*7。

実際に、相関分析の結果では、No.6 が $R = 0.45$, $p = 5.18 \times 10^{-10}$, No.7 が $R = 0.41$, $p = 7.44 \times 10^{-7}$ となり、2 つの熱中度評価の間に有意な相関があることが示唆された。

*7 No.6 は 2 ページに対する熱中度評価が全ページで 0 以上だったため横軸の正の部分のみにデータがある。

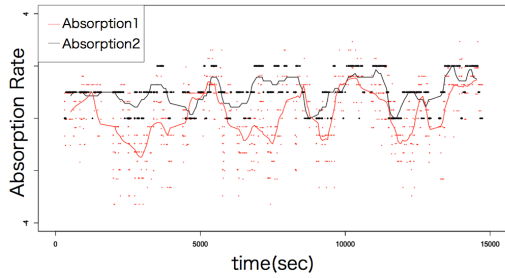


図 2.10: No.6, 熱中度評価の比較. 赤が身体動作に基づく熱中度評価, 黒が2 ページごとの熱中度評価. 点が移動平均前の評価値, 線が移動平均後.

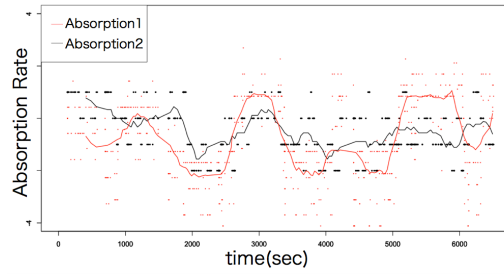


図 2.11: No.7, 熱中度評価の比較. 赤が身体動作に基づく熱中度評価, 黒が2 ページごとの熱中度評価. 点が移動平均前の評価値, 線が移動平均後.

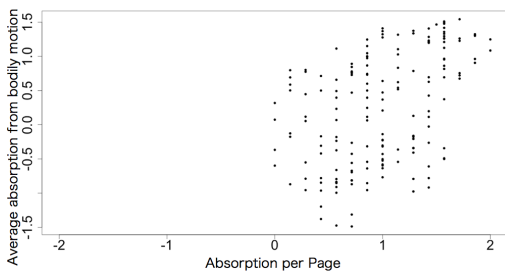


図 2.12: No.6, 身体動作に基づく熱中度評価の2 ページ単位の平均値と, 2 ページごとの熱中度評価, そのそれぞれの移動平均間の散布図.

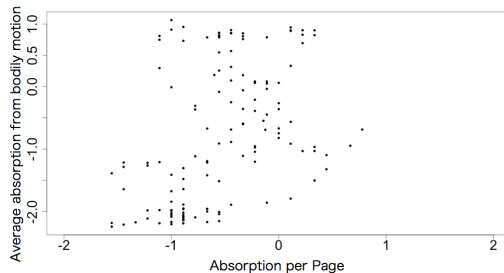


図 2.13: No.7, 身体動作に基づく熱中度評価の2 ページ単位の平均値と, 2 ページごとの熱中度評価, そのそれぞれの移動平均間の散布図.

以上から, 2.2 と 2.3 で行った 2 つの熱中度の評価は熱中状態の類似の側面を観測している可能性があると考えられる.

2.4 議論：身体の情報と熱中状態

2.4.1 熱中状態の存在への示唆と熱中状態の特徴

2 章では身体の情報と主観的に感じる熱中度の関係性を調べた. その結果, 心拍数の線形・非線形分析結果および身体動作, と主観的熱中度の間に一貫した関係性があることが示唆された. したがって, これらの一貫した関係性の意味で, 熱中状態の同定が可能であることが示唆される.

具体的には, それぞれの実験結果から, 2.2 では, 事後的に得た読書への熱中度と読書時の心拍数の時間相関が示された. 2.3 では, 身体動作が熱中度を有意に予測できる程度の情報を持つことが示唆された. これらの結果は, 熱中状態に関係する互いに異なる性質を持つ相補的な読者の指標である, 読者の内観報告と心拍数, また内観報告と身体動作がそれらの関係性の意味である一貫した状態を示唆したと解釈できる.

2.2 では、熱中度和心拍変動係数が負の相関、熱中度和フラクタル次元が正の相関を持った。フロー状態で心拍数が増えることを示した先行研究 (Keller et al., 2011; Peifer et al., 2014) ではストレスの程度や課題の難易度を操作することでフロー状態を疎外したり、なりやすくしていた。本実験では、こういった人為的な操作なしに、読者の熱中状態の変化に本質的に関わる物語の進展に関係する時間軸上で複数指標の相関を確認した。この手法と結果は、操作が困難で物語の展開に本質的に関わる可能性の高い読者の熱中状態の特徴づけを目指すうえで価値がある。

2.3 では、身体動作は熱中度の情報を持っており、身体動作自体が熱中度の 1 つの指標になりえることが示唆された。また、分類木の結果は、2.2 の実験の熱中度の評価づけと一貫性があった。

加えて、熱中度和心拍変動係数および身体動作との間には、フロー研究、とりわけ統制の少ないフロー研究で報告されてきた関係と類似の関係が確認された。すなわち、フロー時には心拍変動係数が定価し交感神経優位な状態であり、前傾姿勢や静止動作が増えるとされるが、これらの特徴が読書時の熱中状態でも共通して確認された。このことは、読書時の熱中状態の少なくともある側面はフロー状態に類似することを示唆する。

まとめると、本 2 章では、物語の進展に伴う読者の時間変化の分析によって、身体状態である心拍数・身体動作と熱中度の間に一貫した関係があることが示唆された。これによって、身体状態に現れる特定の状態、あるいはパターンと、読者が感じる主観的な熱中度の間の関係として、熱中状態は一貫性を持って記述しようと考えられる。言い換えると、私たちが曖昧に想起していた熱中状態は、2 章の 2 つの実験結果によって、単に個人が空想していたそのときどきで変化する状態ではなくて、これらの指標間の関係性によって、一貫性をもって記述できる対象であることが示唆された。

2.4.2 熱中に関連する現象の切り分けの可能性

本章の実験結果は、先行研究が提示してきた様々な熱中状態に含まれる、あるいは関連する状態についての知見を増やす可能性を持つ。

先行研究では、Transportation (移入) や Identification (同一化), Trait absorption (没入傾向) などがそれぞれ固有の特徴をもった熱中体験として類型化されて研究されてきた。1.3.1 で論じたように、これらの現象は質問紙に対する被験者の回答のみで切り分けることは原理的に難しい。本研究の方法は、この現象の切り分けの可能性を示している。具体的には、2.2 と 2.3 の 2 つの実験では被験者は熱中度を評価したが、これを特定の体験、たとえば、「登場人物になりきった」や「自己への気づきが薄くなった」などの体験の程度の評価づけに変え、心拍数や他の生理指標を併せて取得して時間相関の分析を行うことができる。もし、ある体験は特定の指標と一貫した関係を持つが、別の体験は持たない、という結果が出れば、その 2 つの体験は別の現象として切り分けることが妥当だと見なせる。このように主観的な体験の評価項目を変更し、生理指標を増やして行けば、現象を根拠のある形で切り分けていくことが可能だと考えられる。熱中状態をこのように切り分けていくことができれば、それぞれ固有の特徴をもつ現象として、フロー状態の一種としての読書時の熱中状態、物語への移入状態、登場人物との同一化状態、読書時の忘我などが規定できる可能性がある。

第3章

読解処理モードの変化と主観的熱中度の関係

3章では、読解時間の分析によって読解処理の質的な時間変化を調べ、この読解処理と主観的熱中度の関係性を調べた。この分析から、読解処理と主観的熱中度の間の一貫した関係性の意味で熱中状態が同定可能かを検討する。さらに、読解処理の質的变化の解釈から、読者の物語理解と忘我の関係について議論する。

読書における認知は文章理解 (Comprehension) の認知処理として種々の研究がなされてきたが、短い文章の理解が主であり、文学作品の読解処理に関する知見は多くない。文学作品への熱中状態と読解処理の関係性を調べるためには、短く単純な文章の理解に留まらず、文学作品の読解の分析を行う必要がある。そこで著者は、長時間、読書を妨げずに読解時間を観測できるページ捲りの時間間隔に注目し、Hidaka (2013) の分析手法を応用して読解時間の統計的な分布の推定を行って、この分布の理論的な意味から認知処理の質的变化の推定を行った。この分析手法によって、小説の読書における読解処理の質的变化を推定できる。

分析の結果、読解処理には2つの質的に異なる読解処理のモードが存在し、それらは物語の予測可能性の変化に対応することが示唆された。さらに、熱中度との相関分析によって、読解処理の質的变化と、主観的な熱中度の報告の有意な相関が確認できた。この相関は、主観的熱中度報告と読解処理の間に一貫した関係性があり、その関係性の意味で熱中状態が同定可能であることを示唆する。加えて、これらの結果は、熱中状態が、物語の予測可能性によって選択される特定の読解処理のモードに関係していることを示す。この知見は1章で議論した、理解できないものを理解する際に読者が忘我するという仮説に妥当すると考えられる。本章ではこの実験について記し、1章で提示した仮説との関係も議論する。

まず、熱中や忘我を引き起こす文学作品の読解について、先行する文章理解や物語理解の研究を概観し、本研究の立場を述べる。次に、著者が行った実験を記述し、最後に議論を行う。

3.1 文学作品の読解：先行研究の議論

2章では身体状態と熱中度の関係性を調べた。その結果、読者の身体が主観的な熱中感覚に応じて特徴的な状態になっていることが示唆され、これらの関係性が1つの熱中状態を示唆していた。しか

し、前節では、直接“読書”行為を扱っておらず、読書の理解が熱中状態と関連するかは不明であった。これを調べるためには、文学作品を“読む”認知的処理と熱中状態の関係について調べることが1つの有効な手法であると考えた。本節ではまず、熱中に関連する文学作品の読解・鑑賞の処理として、どのような読解処理を調べたら良いのか、先行研究を簡単にまとめつつ議論する。

読書時の認知処理は、単語の同定、構文解析、文章処理など、さまざまなレベルで研究されてきた(これらの複数レベルの読解に関するレビュー論文として、Rayner & Reichle (2010))。ストーリーを伴う文章の理解に関しては、文章理解(Comprehension)として多くのモデルが提示されてきた。

たとえば、多くの理論の基礎となった *Construction-Integration* モデル(Kintsch, 1988)では、読解は3つの相互作用的なプロセス、単語の同定や構文解析、テキストベースの命題構築、状況モデル(テキストに読者の知識を加えた現実に似たメンタルモデル)の構築からなるとされる。さらに、これらのプロセスは、命題ネットワークの構築(*Construction*)とネットワークの選択的な活性化(*Integration*)の2つだと見なす。これに由来して *Construction-Integration* (CI) モデルと呼ばれる*1。CIモデルは最も良く議論されてきたモデルの1つで、それ以降、状況モデルが複数の次元からなることを仮定し実証的な研究を積極的に行っている *Event-Indexing* モデル(Zwaan et al., 1995)、コンピュータでのシミュレーションを指向した *Landscape* モデル(van den Broek, Young, Tzeng, & Linderholm, 1999)などにも発展している。またこれとは別に、読解に心的表象を構築する3つの質的に異なる認知過程の段階、*foundation-laying*, *mapping*, *shifting* を仮定した *Structure-Building*(Gernsbacher et al., 1990; Gernsbacher, 1997)モデルも提示されている(*Structure-Building*モデルは3.3で改めて紹介する)。これらの多くのモデルについては、互いに相補的であるとの議論もされており(Mcnamara & Magliano, 2009)、いまなお少しずつ理論的研究と実験による検証が進められている。

熱中状態とこういった文章理解のモデルとの関係については、小山内・楠見(2013)で議論されている。小山内・楠見(2013)では、種々の熱中状態に関連した研究を整理したのちに、物語理解を含めた「物語没入-読解モデル」を提示している。このモデルは読者の没入によって、状況モデルの構築が促進されるとし、主観的な没入状態を機能をモデル化し、読解に結びつけている。しかし、1.3.1で議論したが、このモデルの前提となる熱中状態の特徴づけは質問紙によって行われており、モデルが没入体験を注意の集中・自己意識の減退・物語世界のイメージ化・共感/同一化・感情移入・物語の現実感の6つの下位コンポーネントからなるとする仮説も、各状態が適切に概念化されているか不明なため、今後より丁寧な理論的・実験的検証が期待される。

また、読者の感情を状況モデルに関係させたモデルとして、米田・楠見(2007)によって読者の感情が *Event-Indexing* モデルの1つの次元を形成するとの指摘がある。これら一連の指摘は後に紹介する Miall & Kuiken らの研究とともに、読者の感情や熱中が何らかの読解の機能を持つ主張をしている点が共通していると言える。

こういった文章理解のモデルとは別に、物語文法・物語スキーマの研究が行われてきた(Thorndyke, 1977; Beaugrande, 1982)。これらの研究は、生成文法の思想に影響を受け、文よりも高次のレベルでも文章に構造(生成文法の文法のような構造)があることを主張している*2。物語文法や物語スキーマ

*1 Kintschらは、はじめ記憶の表象に注目し命題ネットワークに注力していたが、その後コネクショニストモデルに影響を受けて現在のモデルの形になったと考えられる。

*2 Beaugrande(1982)はソシュールから構造主義を経て、チョムスキーの生成文法に影響を受けるかたちで物語文法が

マのレベルでは、各要素は背景情報、テーマ、登場人物、目的などで、きまった組み合わせルールによって作られる構造によって物語が表せるとするのである*3。

一方で、こういったこれまでの文章理解のモデルや物語文法・スキーマでは、文学作品の読解・鑑賞は説明できないとする立場がある (Miall, 1989; Miall & Kuiken, 1994, 1999)。Miall と Kuiken は 1980 年代から文学作品固有の読解処理について注目し、次の述べるように、Comprehension の分野で提示されている CI モデルを初めとする文章理解モデルや固定的な物語文法・スキーマでは文学作品の理解・鑑賞は十分には説明できないと主張している。

Miall & Kuiken (1994) では、文学理論の一派であるロシアフォルマリズムの概念“異化”に注目し、CI モデルを批判的に論じた。“異化”(defamiliarization)とは日常生活で自動化した知覚を、普段とは異なる言語の使用によって非自動化し、世界の見え方を新しくする手法である*4。異化は、たとえば、日常的には近くない概念同士を、文章の技巧(たとえば隠喩)によって近づけ、新しいものの見方を読者にさせる。CI モデルでは、(個人的にはなくラングのレベルで一般的に)近い概念同士の活性化を前提としているので、この異化による読者の感動は説明できない、と Miall らは主張している。さらには、多くの文章理解のモデルの制約条件として、理解が節約的に行われることが仮定されているが、異化はそもそもそういった節約的なプロトタイプ(たとえば物語文法やスキーマなど)を反転させるものであるので、この仮定は適用できないとする。

さらに、Miall & Kuiken (1999) では、Event Indexing モデルの主張する「読者が複数の次元(現実世界と対応させた物語の要素で、登場人物、時間、空間、目標、因果関係など)を追うことで内容を理解しており、各次元の内容が大きく変わることが読解時間を変化させる」という理論と実験結果に対して、文学作品では読解時間の変化が次元よりも文章の技巧の数により依存していることを実験で示した。具体的には、読解時間を目的変数とし、状況モデルのいくつかの変数と、文章の技巧の数を説明変数とした重回帰分析を行い、その寄与の大きさを比較して結論づけた。

物語文法・スキーマについては、Miall (1989) が、物語文法・スキーマで表現できるのは、民話などのごく単純化されたストーリーだけであって、複雑な展開をもつ文学作品は表現できないと主張している。Miall (1989) は、かわりにスキーマ自身が読者の感情によって変更されて行くような、動的なスキーマによる読解の理論的仮説を提示し、米田・仁平・楠見 (2005) はこの理論を実験によって

提示された経緯をレビューしている。

*3 このように、物語文法は構造主義とチョムスキーの生成文法によって、CI モデルは命題ネットワークや問題解決の考え方、およびコネクショニストによって、CI モデル以降が共有する状況モデルはメンタルモデル (Johnson-Laird, 1983) によって、強い影響を受け、モデルの一部を借りているように見える。つまり、読解処理の研究はこういった時代の寵児とも言える理論に乗るかたちで変遷してきた。

*4 “異化”はシクロフスキイが最初に用いた言葉であり、彼は次のように使っている。

「...生活は無に帰して消えて行く。自動化の作用が、事物を、衣服を、家具を、妻を、そして戦争の恐怖を、喰いつくしてしまうのだ。[...]そこで、生きることの感覚を取り戻し、事物を感じ取るためにこそ、石を石らしくせんがためにこそ、芸術と呼ばれるものが存在する。芸術の目的とは、事物を再認ではなく直視によって感じ取らせることであり、芸術の手法とは、事物を<<異化>>する手法、つまり知覚をより困難にし、より長引かせるために難消化された形式の手法なのである。というのも、芸術においては知覚のプロセスが目的であり、ゆえに、このプロセスを長引かせねばならないからである。芸術は事物の創造を体験する方法であり、すでに出来上がってしまったものは芸術においてはどうでもよい (Шк л о в с к и й, 1925, 佐藤 (訳), 2006, p.3-4, p.29)」

これに対し、Miall & Kuiken (1994) では次のように定義している。“Briefly, by defamiliarization we mean a process during which a reader uses prototypic concepts in a context where his or her referents are rendered unfamiliar by various stylistic devices; the reader is required to reinterpret such referents in nonprototypic ways, or even to relocate them in a new perspective that must be created during reading. (p.337)”

検証しようと試みている。著者は、この動的スキーマの理論については、物語文法・スキーマへの批判は同意するものの、動的スキーマ自体はいまだ理論的に曖昧な点があるため、理論的・実証的研究の精緻化が必要だと考えている。

3.2 本研究の立場と対象とする読解処理の変化

本研究は、Miall や Kuiken と同じく、文学作品の鑑賞は、これまでの文章理解の理論には還元できないとする立場をとる。この理由は、主として文章的な技巧である異化に留まらず、その物語の展開自体も読者にとっては新規のものであることが文学作品の特徴だと考えるためである*5。1章で議論したように、著者は1つの文学作品を読み真に理解することは、読む前には理解できなかったことを理解する行為と考える立場をとる。したがって、Miall (1989) や Miall & Kuiken (1994) の議論にあるように、静的なスキーマの枠内で理解が起こるとは考えず、また予め距離の定まった空間に張られる状況モデルでも表現できないと考える。

そもそも、多くの文章理解の理論は局所的な一文か数文、多くとも段落単位での処理を中心に作られており、大局的な理解についての説明はあまり対象となっていないように見受けられる。いちおう、*global coherence* や *macro structure* という名称によって、文章全体の一貫性や構造について言及するものの、検証に際しては、たとえばワーキングメモリ内で処理できない程度に離れた一文同士の間を矛盾させて読解時間を測るなどに留まっており、複雑な文学作品の構造について言えることは多くない。つまり、文章理解の理論は、短い文章について詳細に調べたものであって、少なくとも現状では、複雑な構造を持つ文学作品にそのまま適用するのは不適切であると考えられる。

それでは、“忘我”に関連する読解処理として、興味がある問いはどのようなものだろうか。本研究は、文章理解の先行研究をいったんおいて、最も基本的な興味として、熱中状態とそれ以外で読解処理に質的な変化はあるのか、という問いを立てた。ここで質的变化とは、単に処理時間が変わるだけでなく、処理の内容が変わることを意味する。1章で示したように、著者の興味の“忘我”は読者の理解できないものを理解する際の状態に関わると考えており、熱中状態がそういった読者の変化に関係するならば、理解に関わると考えられる読解処理も質的に変化することが期待される。こういった読解処理の変化は、物語全体の理解に関わり、一文ごとの推論の単位に還元できない、より大局的な変化であることが予想される。もしそのような読解処理の質的变化が分析できれば、その読解処理と他の熱中状態に関連する指標間の関係性を調べ、読解処理も熱中状態に関連した指標であるかを検討することができる。

この問いのもとに、改めて先行研究を検討すると、文学作品の鑑賞に関わる読解処理の質的变化について、Miall (1988) が物語の展開の予測可能性に応じて、感情の強さと読解時間の相関が反転するという実験結果を報告し、これを2つの読解の stage として議論していた。彼は、感情が物語の読書における予測を促進するという仮説をもち、短編作品の一部を使った実験を行った。その結果、予

*5 大江 (1988) は異化は、言葉、分節、文章、そのひとつのかたまり、作品全体へのつながりの各レベルで行われ、それらは相互に依存しているとする。「ひとつの言葉の「異化」が、それをふくむ文節を「異化」する。その逆に、文節が「異化」されているから、言葉の「異化」があきらかとなることもある。(大江, 1988, p.48)」。この議論は、Polanyi & Sen (2009) が単語、文、文体、文学作品を階層的に捉え、それぞれが創発の関係にあると論じたことと合わせると興味深い。すなわち、あるレベルの異化は、創発というかたちで関係する別のレベルに異化を引き起こし、また逆に引き起こされる関係にある。

測可能性が低い読み始めなどの箇所では感情の強さと読解時間が正の相関を持ち、予測可能性が高い箇所では感情の強さと読解時間の相関が反転して負の相関になることを報告した。これは読む内容がどの程度予測できるかによって読解処理が質的に変わり、それに伴って感情の役割が変化するためだとしている。Miall は、予測可能性の低い期間を *registration stage*、高い期間を *interpretation stage* と呼んだ。理解できない内容を読む期間が *registration stage* に対応し、その間の感情の機能が大きいことと対応すると解釈している。

著者らも、本章の分析のアイデアの元の一つとなった布山・諏訪 (2013) で、文学作品の読解処理の変化が読解時間の標準偏差に反映されている可能性を示唆した。この実験結果では、2 ページごとの読解時間の標準偏差が大きい時期と小さい時期と、読者の熱中度の高低に関連性があること、また読書が安定した期間と不安定な期間に分けられることを示唆していた。この研究の課題として、読解時間の移動標準偏差を計算する区間の設定の恣意性や、読解時間の外れ値が結果に大きく影響することがあった。また、標準偏差の大小からは、読書行為の安定性は言及できるが、それ以上の読解処理の具体的な特徴は不明であった。

これらの先行研究は、文学作品の読解処理が、文ごとなどの比較的小さな単位ではなく、物語の展開に伴う程度の単位で、読者の主観的体験に応じて変化する可能性を示唆している。したがって、熱中状態と関連して読解処理が質的に変化する可能性は十分考えられる。次節では、どのようにしてこの読解処理の質的变化を推定するかを議論し、本実験の手法を提示する。

3.3 モードの定義と読解時間の分析手法

本研究では、3.2 で議論したように、文学作品の読書に複数の質的に異なる読解処理が含まれるかを調べる。この質的に異なる読解処理を、本研究では読解処理のモードと呼ぶ（以降、混乱がない場合は、“モード”と省略する）。それでは、読解処理の質的な変化はどのように調べることができるか。本研究では、読解時間の統計的な分布の推定から、質的变化を分析する手法をとった。

多くの読解に関わる先行研究は、読解時間から読解処理の推定を行ってきた。読解処理のレビュー論文である Graesser, Millis, & Zwaan (1997) では、読解時間の分析が読解処理について調べる基本的な研究手法の 1 つであると位置づけている*6。それらの研究では、読解時間の増減が、読解処理の処理内容の変化に対応するとしてきた。たとえば、Gernsbacher et al. (1990) や Gernsbacher (1997) が提示する、*Structure Building Framework* では文章理解の目的は一貫性のある心的表象、あるいは心的構造を構築することとして、読解処理には少なくとも 3 つのプロセス、心的な構造の基礎を作る *lay foundation*、新しいが既存の情報と一貫性のある情報を基礎に布置していく *mapping*、新しく既存の情報と一貫性のない情報によって新しい構造を構築する *shifting*、が認められるとする。Gernsbacher はこの 3 つの質的に異なるプロセスの根拠を、読み初め、一貫性のある情報の読解、一貫性のない情報の読解、の各場合で読解時間に増減が起ることに求めている。また、前述の

*6 Graesser らは *three-pronged method* という方法を提示している。この手法では、まず理論的な予測を立て、プロトコルデータを取得し、読解時間を含む反応時間の分析を行う。それぞれの長所短所を補い合う手法だとしている。“Some researchers have advocated a “three-pronged method” that coordinates (a) predictions generated by theories, models, and hypotheses; (b) data from think aloud protocols; and (c) behavioral measures that assess processing time” (Graesser et al., 1997, p.167). 近年ではアイトラッキングを用いた視線分析による読解時間の分析や、サッカードの分析も用いられている (Rayner & Reichle, 2010; Swets & Kurby, 2015)

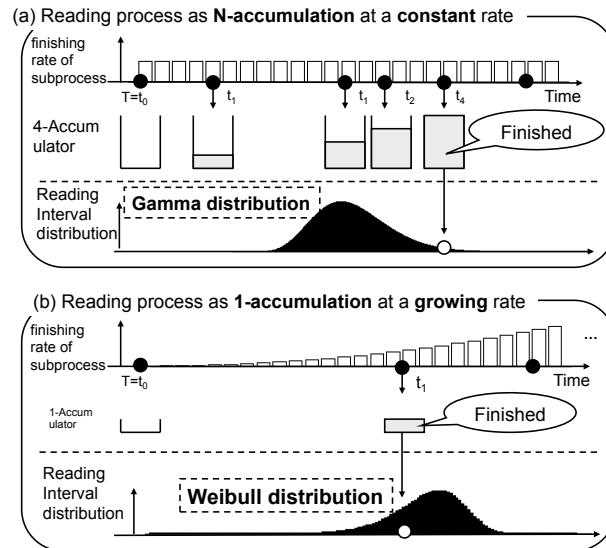


図 3.1: ガンマ分布 (a), ワイブル分布 (b) に従う読解処理と対応する統計的分布の図式。

Miall (1988) も読解時間を 1 つの指標として用いていた。このように、読解時間は読解処理について多くの情報を持っていると考えられる。

しかし、読解時間の増減の要因としては、読解処理の内容の変化（質的な変化）、読解処理の速度の変化（量的な変化）の二種類が考えられ、読解時間の増減からただちに処理内容の変化と結論することはできない。たとえば、文章に含まれる各単語の長さ、その馴染みの程度、頻度などによって処理速度は変化することが予想される*7。したがって、本研究が調べたい読解処理の質的な変化を議論するためには、読解時間の増減の分析だけでは不十分である。

この課題に対して、著者は共同研究者の日高と議論し、Hidaka (2013) の分析手法を読解時間に応用することで、読解処理の質的な変化と速度の変化を区別して推定することが可能と考えた。Hidaka (2013) の理論では、複数の異なる処理過程は処理時間の統計的な分布として検知できる。

推定される統計的な分布と、対応する処理過程を説明する。まず、もしある認知処理が 1 つのポアソン過程に従う、あるいはある確率で終了する場合、その終了時間は指数分布に従う*8。もし、ある認知処理に含まれる n 個のサブプロセスが独立なポアソン過程に従う場合、そのサブプロセスの処理が全て終了し、この認知処理が終了するまでの時間は形状パラメータ n のガンマ分布に従う (図 3.1 (a))*9。一方で、ポアソン過程に従う独立なサブプロセス k 個のうち、最初の 1 つが終了するまでの時間は形状パラメータ k のワイブル分布に従う (図 3.1 (b))*10。 $n = 1$ のガンマ分布や $k = 1$ のワイブル分布は指数分布となる。このことから、 n や k はサブプロセスの数と解釈することが妥当である。

*7 文章理解の実験ではこれらを出来る限りコントロールして実験が行われてはいる

*8 たとえば、放射性元素 1 つ 1 つの崩壊する時間間隔の確率が指数分布に従い、単位時間あたりの崩壊がポアソン分布になるのに対応する

*9 たとえば、5 回のエラーでシステムが全面的にダウンする場合の故障までの時間はガンマ分布に従う。

*10 たとえば、初期不良の起こる時間はワイブル分布に従う。

本実験では、この理論的な意味を受け、読解処理に含まれるサブプロセスがある確率で終了し、それらが1個以上集まって処理を成していると仮定して、このサブプロセス数と処理速度の推定を行う。本分析では、処理の質的な変化の弁別のために、サブプロセスの具体的な内容を問うのではなく、そのサブプロセス数と処理速度の推定を利用する。ある読解時間データからの処理の推定方法の基本としては、観測した単位あたり（実験では2ページあたり）の読解時間のデータから、この読解時間の統計的な分布をパラメータの最尤推定と情報量基準によるモデル選択で推定し、各ページの読解時間が確率的に従う分布のパラメータの解釈からサブプロセス数やその平均の処理時間を推定することになる。

この分析では、したがって、読解時間のある分布は、サブプロセス数と処理速度の意味で同じ読解処理モードに対応すると見なせる。よって、ある処理の平均の速度が同じでも、その処理に含まれるサブプロセスの数が異なる場合、これを推定された読解時間の分布から区別できる（図3.2, ModeAとModeBの区別に対応）。また、サブプロセス数が同じでも、平均の処理速度が異なれば、やはり区別可能である（図3.2, ModeBとModeCの区別に対応）。

そしてこの理論では、もしサブプロセス数や平均の処理時間の異なる複数種類の処理が観測した期間内の認知処理に含まれていれば、最尤推定とモデル選択によって最適と推定される分布は複数の分布の混合分布となる（図3.3. 実際には、混合分布が推定されれば複数種類の処理が含まれていると解釈される）。このとき、この混合分布を構成する1つ1つの分布がある1つの読解処理モードと見なせ、その各分布のパラメータが各モードのサブプロセス数や平均の処理速度に対応する。サブプロセス数の異なる処理同士は質的に異なる処理と見なせ、異なるモードの処理と解釈できる。

このサブプロセス数と処理速度の推定は、読解時間の増減だけで処理の変化を議論する先行研究に比べて、処理内容の変化（サブプロセス数の変化）と処理速度の変化を区別できる点で有用である。なお、この分析は布山・諏訪（2013）の読解時間の標準偏差の分析を包含する。なぜなら読解時間の標準偏差の変化は、対応する読解時間の統計的な分布の変化を反映していると考えられるためである。

この分析手法を利用して、読解時間から読解処理モードの数を推定する。読解時間としては、読者の自然な読書を妨害せずに、1つの文学作品全体にわたって観測するために、ページ捲りの時間間隔を採用した。これは、2ページを読む間に1つ以上の読解処理が行われており、それぞれの処理に1つ以上のサブプロセスが含まれ、そのサブプロセスの全て、あるいは最初の1つが終了するとページが捲られる、という仮説をもって分析を行うことを意味する。

もし、読解時間の分布が1つの文学作品を読む間ずっと同じであれば、読解処理モードは1つであると見なせる。一方で、もし読解時間の分布が複数の分布の混合分布として推定されれば、読解処理のモードは混合分布に含まれる分布の数だけあると見なせる（図3.3）。

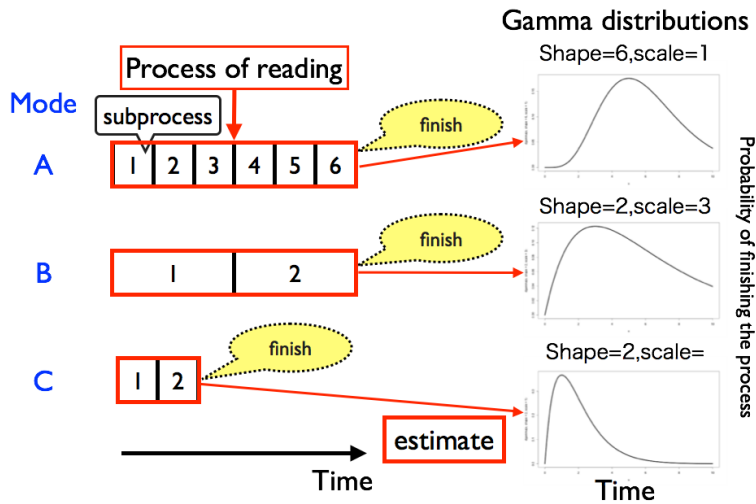


図 3.2: 異なるサブプロセス数や平均の読解処理速度を持つモード A, B, C の 3 つの処理のモードを考える。A, B, C はいずれも読解時間がガンマ分布に対応する処理で、各サブプロセスの処理が全て終了すると全体の処理が終了する。右に対応するガンマ分布のグラフの形状である。形状パラメータ Shape がサブプロセス数に、Scale が相対的な処理速度に対応する。

モード A : 6 つのサブプロセスを持ち、各サブプロセスは B に比べて短い平均の処理時間を持つ。

モード B : 2 つのサブプロセスを持ち、各サブプロセスは A に比べて長い平均の処理時間を持つ。A の全体の処理の終了時間と B の全体の処理の終了時間の平均は等しい。

モード C : 2 つのサブプロセスを持ち、各サブプロセスは A と同じ平均の処理時間を持つ。

モード A と B は処理の平均の終了時間が等しく、モード B と C は処理に含まれるサブプロセス数が等しいが、推定されるガンマ分布は異なり、区別可能である。

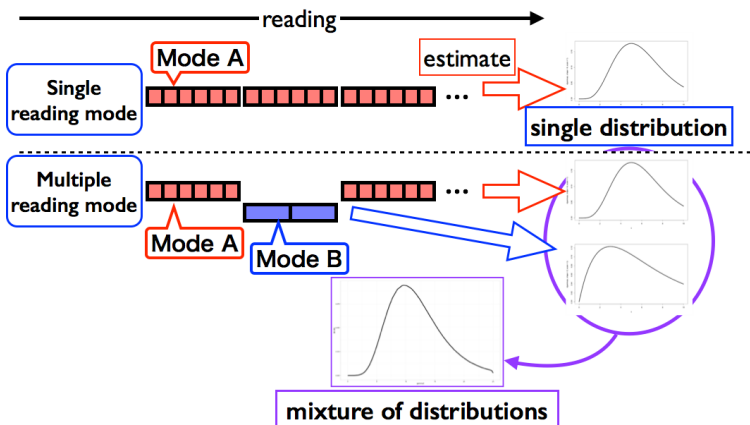


図 3.3: 上段 : 全てのページで読解処理モードが同じであれば、読解時間の分布として単一のガンマ分布が推定される。

下段 : もし 2 つの読解処理モードがあれば、読解時間の分布として 2 つのガンマ分布の混合分布が推定される

3.4 主観的な熱中度と読解時間の分布の相関

本実験では、3.3の手法で推定した読解時間の統計的分布と、読者が2ページごとに5件法で点数づけした熱中度評価の相関を分析する。この意味は2つある。

1つは、主観的な熱中度報告と読解処理の変化の関係を調べ、熱中が2つの指標の一貫した関係性から同定できるか、言い換えると読解処理は熱中状態に関連する指標であるかを調べるためである。

もう1つは、推定されたモードが読解に関わる処理に関するものであるか調べるためである。読書中に行われる認知的な処理は物語の理解に伴う処理だけではなく、視線を動かし、姿勢を制御するなどの様々な処理を含む。したがって、もし推定されたモードが、読解処理よりも、こういった他の行動の処理を強く反映していれば、そもそも推定されたモードは読解処理のモードとは言えず、たとえモードが複数あっても読解処理が質的に変化しているとは解釈できない。熱中度は作品内容の読解に関わって変化すると考えられるので、読解時間とは独立に取得した熱中度が推定されたモードの変化と有意に相関すれば、モードの変化は内容の読解処理を反映していると解釈できる。したがって、分析は、まず読解時間の分布を推定し（分析1）、もし混合分布が推定されれば、その分布と熱中度の変化の相関分析（分析2）を行う。

3.5 実験の概要

1つの文学作品全体での読解処理の変化を分析しなかったため、2章と同様に一作品全体を読む際のデータを観測し、分析を行った。読解時間を計測する単位は2ページごとであり、これは Miall (1988) がステージの移り変わりを確認した単位に近い。

実験は2つ行った。実験1では、2.2と同様に、被験者は著者一名とし、読解時間の統計的な分布の推定に十分な数の読解時間のセットを集めるため、20の長編作品を用いて読書実験を行い、この読解時間を分析した。このうち、2作品で読後に2ページごとの熱中度の評価を取得し、読解時間の分布と相関を分析して推定されたモードが読解に関わるものか確認した。被験者を著者一名としたのは、長編20作品を読書する実験の被験者負担が大きいためである。

実験1の結果を先取りして述べると、実験1では2つの読解処理モードが推定され、確かに熱中度と有意に相関していることが確認された。実験2では、短編と長編作品の冒頭を用いた実験1よりも被験者負担の少ない実験を、10名の被験者で行い、同様の分析を行って読解処理モードが個人の読解方略と物語の文脈のどちらにより強く依存するのかを調べた。

3.6 実験1

被験者は著者一名で、日本の長編小説20作品を読書した。2.2と同様に一作品を一日で読み休憩も自由にとった。20作品分の20回の実験データで、2ページごとの読解時間を用いて3.3で記した統計的分布推定の分析を行い、処理モードの推定を行った。表3.1のNo.17と18の小説で2ページごとの熱中度の点数づけを行い、推定されたモードとの相関を分析、モードが読解に関連するものか

表 3.1: 実験 1 での使用作品情報

No	作品タイトル	著者	ページ数
1	色彩を持たない多崎つくると、彼の巡礼の年	村上 春樹	370
2	神様	森 博嗣	314
3	なめらかで熱くて甘苦しくて	川上 弘美	189
4	天地明察	沖方 丁	474
5	沈黙博物館	小方 洋子	308
6	光	三浦 しをん	297
7	くちぬい	坂東 眞砂子	309
8	みずうみ	よしもとばなな	206
9	凍える牙	乃南 アサ	401
10	Self-Reference ENGIN	円城 塔	308
11	死の泉	皆川 博子	427
12	季節の記憶	保坂 和志	316
13	永遠の出口	森 絵都	313
14	ほかならぬ人へ	白石 一文	295
15	書楼弔堂	京極 夏彦	498
16	孤独の歌声	天童 荒太	312
17	猫を抱いて象と泳ぐ	小川 洋子	359
18	ルート 225	藤野 千代	282
19	やさしい訴え	小川 洋子	260
20	ブラフマンの埋葬	小川 洋子	146

を確かめた*11.

3.6.1 被験者

被験者は著者一名、実験当時 30 歳、母語は日本語、月 10 冊程度の読書の習慣があり、しばしば読書に熱中した経験があった。

3.6.2 実験に用いた作品

本実験で使用した日本語の長編小説 20 作品のタイトル、著者、ページ数を表 3.1 に示す。芥川賞や直木賞など著名な文学賞の受賞作家の長編作品で、被験者にとって初読の作品を読書対象として選んだ。

3.6.3 実験方法

1 回の実験で、被験者は 1 つの作品を読んだ。1 回の実験は休憩を含み 1 時間半～5 時間半かけ行い、1 日の中で終了した。No.17 と No.18 の実験で、被験者は 2 ページごとの熱中度を報告した。この実験は 2.3 の著者が被験者となった実験と共通であり、2.2 で行った分析後に熱中度を評価したた

*11 20 データ中 9 データは 2.2 と同一である。2.2 の実験で録画していた映像を用いて分析した。また、熱中度の評価は 2.3 の 2 作品のデータと同じである。表 1.2 を参照

め初読 100 日後に熱中度を評価した*¹²。熱中度の評価は 2.3 と同様、 $-2 \sim +2$ の 5 件法で行い、 -2 が最も熱中していない、 $+2$ が最も熱中している状態に対応する。実験は自然な状態の読書を再現し、熱中の可能性を最大にするため、被験者の自室で日常的に読書している机・椅子を用いて行った。被験者はいつでも休憩をとることができた。休憩はたいてい 5~15 分間だったが、昼食を挟んだ場合は 1 時間程度の休憩が行われた。被験者は椅子に坐って読書をし、その様子を小型のカメラで撮影した。

3.6.4 分析方法

録画した映像に基づき、ページ捲りの動作から、2 ページごとの読解時間を書き出した。ただし、休憩時間は除いた。書き出された読解時間に対し、統計的な分布の推定を行った*¹³。統計的な分析能力を増加させるために、20 回分の全てのデータをまとめてから分析を行った。

推定では、指数分布の混合分布、ガンマ分布の混合分布、ワイブル分布の混合分布をフィットした。それぞれ、混合分布に含まれる分布の数を 1 から 5 個まで変化させ、尤度が最大となる分布を求めた。これらの統計的分布は異なる数のパラメータを含むため、ベイズ情報量基準 (Bayesian Information Criterion (Schwarz, 1978), 以下 BIC) を最適なモデルを決める基準とした。BIC も AIC と同様、値が小さい方が良いモデルと判断できる基準である。基準量としては、BIC 以外にも AIC (Akaike information criterion (Akaike, 1974)) でも問題無く、本分析では結果的に BIC でも AIC でも同じモデル選択となった。

分布の推定後、混合分布が推定された場合には、その分布の時間的な変化と熱中度の相関分析を行った。

3.6.5 結果と議論

読解時間の分布推定 (分析 1)

観測された読解時間の一例として図 3.4 に No.1 の読解時間のデータを載せた。こういった読解時間の全 20 データを合わせると、図 3.6 中の黒い点が示す 2 ページごとの読解時間の密度表示のヒストグラムが書ける。分析はこのヒストグラムが示す確率密度に最もよくフィットする分布を推定することに相当する。

20 回分のデータから分布を推定した結果、2 つのガンマ分布の混合分布が最適な分布と推定された (付録 A の図 A.7 に 20 作品分の読解時間を載せた)。図 3.5 にいくつかの推定結果のハザード関数 $H(t)$ と元データを図示している。ハザード関数 $H(t)$ は時間 t までにページが捲られておらず、 t で初めてページが捲られる確率である*¹⁴。指数分布のハザード関数は常に一定であり、過去の状態に関係がない。一方で、ガンマ分布やワイブル分布は時間的に増加する (たとえば、ガンマ分布では含まれる全てのサブプロセスが終了して初めて処理が終了することを考えれば妥当である)。これは、時間とともに 2 ページを読み終わる確率が増加することを示す。ただし、ガンマ分布とワイブル分布

*¹² この評価の時間差については 2.3 でも議論を行った。本章の実験 2 の別の被験者の実験では初読直後に熱中度評価を行い、相補的にいずれの場合も同様の結果であることを確認する

*¹³ 実際の推定は共同研究者の北陸先端科学技術大学院大学の日高助教が行った。推定は EM 法によって行われた (Dempster, A. P., Laird, N. M., and Rubin, 1977)。混合分布の EM 法による推定については Bishop (2006, 元田・栗田・樋口・松本・村田訳, 2012) の 9 章「混合モデルと EM」などが参考になる。

*¹⁴ 一般に、 $\Delta t \rightarrow 0$ の極限で確率密度となる

No.1 Reading Time

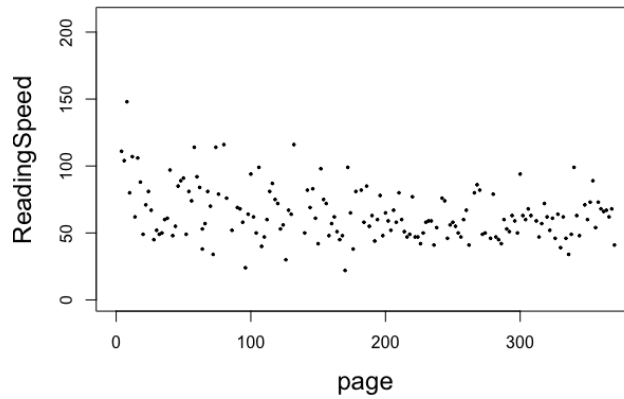


図 3.4: 2 ページごとにかかった読解時間の一例 (No.1 のデータ). こういった読解時間の全 20 データを合わせて 1 つのデータとし, 読解時間の分布を推定した.

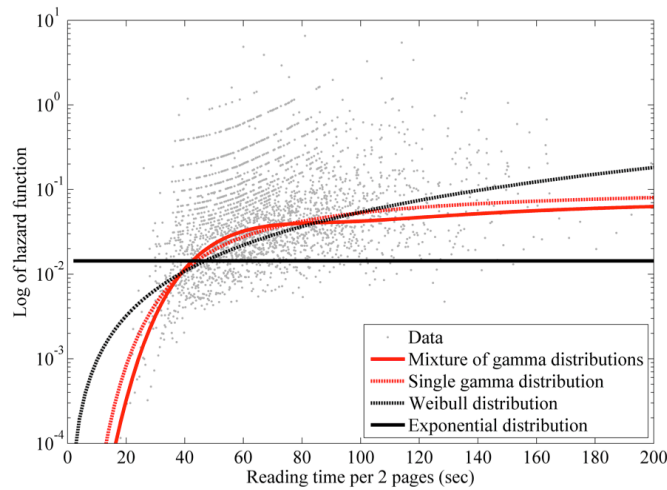


図 3.5: 観測された読解時間 (点) と推定された確率分布 (線) のハザード関数. 横軸は各 2 ページの読解時間, 縦軸は対数表示のハザード関数の値

のハザード関数の形状は異なる.

図 3.5 を見ると, 定数値のハザード関数である指数分布はデータにはあまりよくフィットしない ($BIC = 29421.71$). 同じように, ワイブル分布も, 両端 ($t < 30$ と $140 < t$) でデータから外れている ($BIC = 26146.06$). 単一のガンマ分布はこれらの指数分布やワイブル分布よりもよくフィットしているが ($BIC = 25722.64$), さらに 2 つのガンマ分布の混合分布が最もよくフィットした ($BIC = 25655.29$). 3 つのガンマ分布の混合分布 ($BIC = 25677.24$) やそれ以上の数の混合分布を計算したが, フィットは良くなりず, 結果として, 2 つのガンマ分布の混合分布が最もよくフィットし, 最適な分布として推定された.

図 3.6 に、確率密度関数の実験値と 2 つのガンマ分布の混合分の推定値を示す。混合ガンマ分布を構成する 2 つのガンマ分布のパラメータはそれぞれ、分布 1 は $shape = 13.80, scale = 4.24$ 、分布 2 は $shape = 7.58, scale = 10.67$ であった。この結果は、被験者は異なる数のサブプロセスを含む (処理内容の) 異なる 2 つのモードで読書を行っていたことを示唆する (付録 A の図 A.8 に 20 作品分の推定された Shape 値を載せた)。

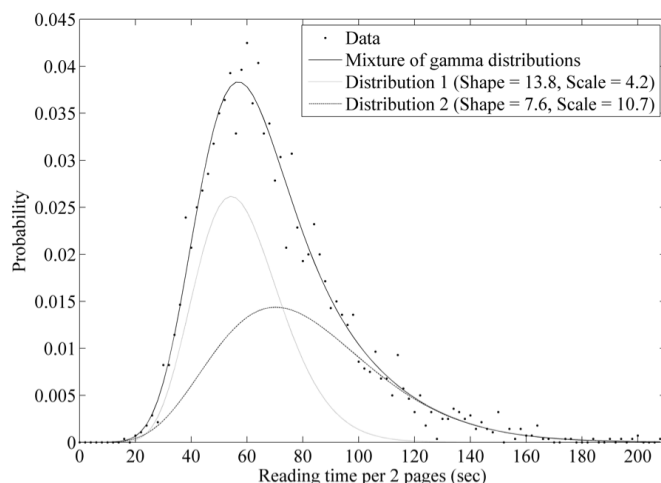


図 3.6: 2 ページを読む読解時間の実測値 (密度表示のヒストグラム) と混合ガンマ分布の確率密度。混合ガンマ分布の下にある二つのカーブは混合分布を構成する二つのガンマ分布を示す

熱中度和モードの相関 (分析 2)

読解時間の分析から、読書中に処理内容の異なる 2 つのモードが推定された。次に、このモードが読解処理に関わるものなのか、被験者の報告した 2 ページごとの熱中度 (No.17 と No.18 で取得) との相関分析を行い確認した。

図 3.7 に No.17 の熱中度 (赤い点) と、推定された混合ガンマ分布の形状パラメータ $shape$ の値 (黒い点) のページごとの時間変化を示す。各ページの読解時間のデータは混合ガンマ分布に含まれる 2 つのガンマ分布に確率的に分類されており、どちらの分布により大きく寄与するかで $shape$ の値が連続的に変化する。各データの 5 点分の移動平均をそれぞれ赤い線と黒い線で示した。

推定された $shape$ と熱中度の相関分析を行った。No.17 では 141 個のデータ (2 ページで 1 データ) を分析し、相関係数は -0.284 ($p < 0.001$) となった。No.18 では、118 個のデータを分析し、相関係数は -0.283 ($p < 0.01$) となった。

また、読解時間は文字数に依存することと考えられる。そこで、モードが作品の意味的内容の処理ではなく、文字数だけに依存している可能性を棄却するため、以上の分析に加えて、No.17 のデータで熱中度和文字数を説明変数、 $shape$ を目的変数とする重回帰分析を行った。その結果を表 3.2 に示す。分析の結果、熱中度は文字数とともに有意な説明変数として選ばれた ($p < 0.001$)。以上をまとめると、これらの結果は読解時間から推定されたモードの変化が、読者の熱中度和有意に相関していることを示す。

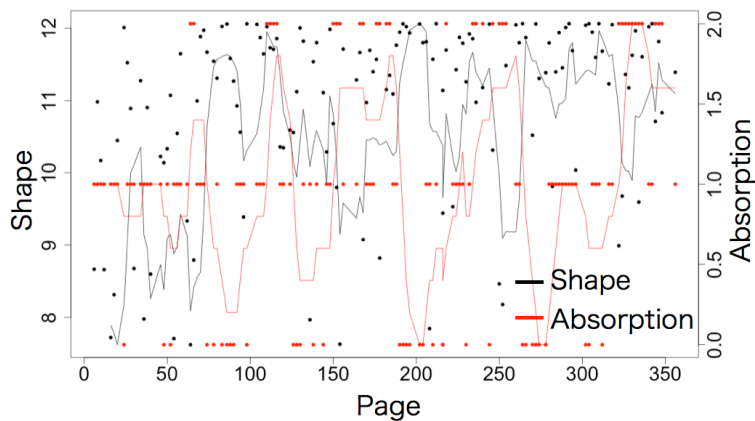


図 3.7: 実験 No.17 の読解時間の分布の形状パラメータ shape と熱集中度の 2 ページ単位の時間変化。点はデータ点、線は 5 点分の移動平均

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	15.318	0.803	19.07	<0.001**
Absorption	-0.515	0.134	-3.88	<0.001**
Letters	-0.004	0.001	-4.94	<0.001**

表 3.2: No.17 の重回帰分析の結果

ここで、ガンマ分布の形状パラメータ shape はサブプロセスの数に対応し (3.3 参照), scale は速度の逆数に対応することを思い出そう。すると, 2つの読解処理モードのうちの分布 1 ($shape = 13.80, scale = 4.24$) は, サブプロセス数が多く処理速度の早い処理, 分布 2 ($shape = 7.58, scale = 10.67$) はサブプロセス数が少なく処理速度の遅い処理と解釈できる。そして, shape と熱集中度は負の相関を持つので, 熱集中度が高まるほど, サブプロセス数が減り処理速度が遅くなることが示唆される。現時点では処理内容までわからないが, 熱中するほど, 少数の特定の処理に集中し, しかもその負荷が大きく処理速度が遅くなる可能性がある。

3.7 実験 2

実験 1 で, 読解時間の分析によって熱中状態に相関する読解処理モードが推定できることが示唆された。それでは, この読解処理モードはどういった要素によって変化しているのだろうか。実験 2 では, 実験 1 で得られた 2つのモードがあるという知見が他の被験者でも確認できるか, また読解処理モードの変化は物語と読者のどちらに強く依存するのか調べる。これらを調べるために, もう少し短い文章を用いた比較的被験者負担の軽い実験を 10名の被験者で各被験者で 2作品ずつ (計 20回) 行った。そして, 実験 1と同様に, 読書時の映像を録画してページ捲りの時間間隔を書き出し, また読後に読者に熱集中度を評価してもらった。読む文章としては, 短編小説と, 長編小説の冒頭, それぞれ 40~50 ページ程度を選んだ。1回の実験は 1時間以下の読書時間で, 質問紙の回答を含めて 1時

間半以下であった。

この実験結果としては、次の2つが考えられる。

1. 同一作品を読んでも、個人個人が違う風に読解処理を行うので、読解処理モードは被験者間で異なる変化をする。
2. 読解処理は作品の文脈に強く依存し、異なる被験者間でも同じ作品を読む際の読解処理モードは類似した変化をする

1つめの場合は読者個人の読解方略がより強く読解処理モードに影響する要因であり、2つめの場合は物語自体の文脈がより強く読解処理モードに影響する要因だと判断できる。

3.7.1 被験者

実験2では、10名の被験者を採用し、それぞれの被験者は2回の実験に参加した。被験者は5名が男性、5名が女性で、慶應義塾大学の大学生か大学院生であった。被験者の多くは普段はそれほど頻繁には読書をしていなかったが、内容理解に問題はない読解能力を持っていた。

3.7.2 実験方法

実験方法は実験1とほぼ同じで、作品の長さ、実験場所、および初読から熱中度を報告する期間が違っていた。それぞれの実験では、被験者は一人ずつ大学内の小さな部屋で、49ページの短編小説「木野」(村上春樹、『女のいない男たち』収録)か、39ページの長編小説『沈黙博物館』(小川洋子)の冒頭を読んだ。読み終わるとすぐに、被験者は熱中度を2ページごとに5件法で回答した。5人の被験者は短編小説を先に読み、残りの5人は長編小説の冒頭を先に読んだ。各被験者は1回目と2回目の実験の間に2週間以上の間隔を開けた。著者が判断する限り、「木野」は完結した短編小説なので物語に大きな展開があるが、『沈黙博物館』の冒頭にはあまり物語の展開はないと思われた。

3.7.3 分析方法

実験1と同様に、20回分の読解時間のデータをまとめて統計的分布の推定を行った。ただし、一回の実験で23か18のデータしか得られず、20回分をまとめても、実験1のデータの1/10程度にしかならない。そのため、実験1に比べて総計のデータ数が少なく統計的な分析能力が十分でない。これを考慮して、実験1の結果を受けていったん2つのガンマ分布の混合分布であることは仮定し、それぞれの分布の形状パラメータの推定、および各時点での形状パラメータの推定を行った。推定後の分布と熱中度の相関分析などによって、この分布の仮定はある程度検証される。

熱中度との相関は、文字数と熱中度を説明変数としshape値を目的変数とする重回帰分析で調べた。

3.7.4 結果

20回の実験データのうち、2つのデータで、読者が前に戻って読み直しを行うことを繰り返し読解時間の測定が困難になったため、この2データを分析から除外した。その結果、全部で18データを

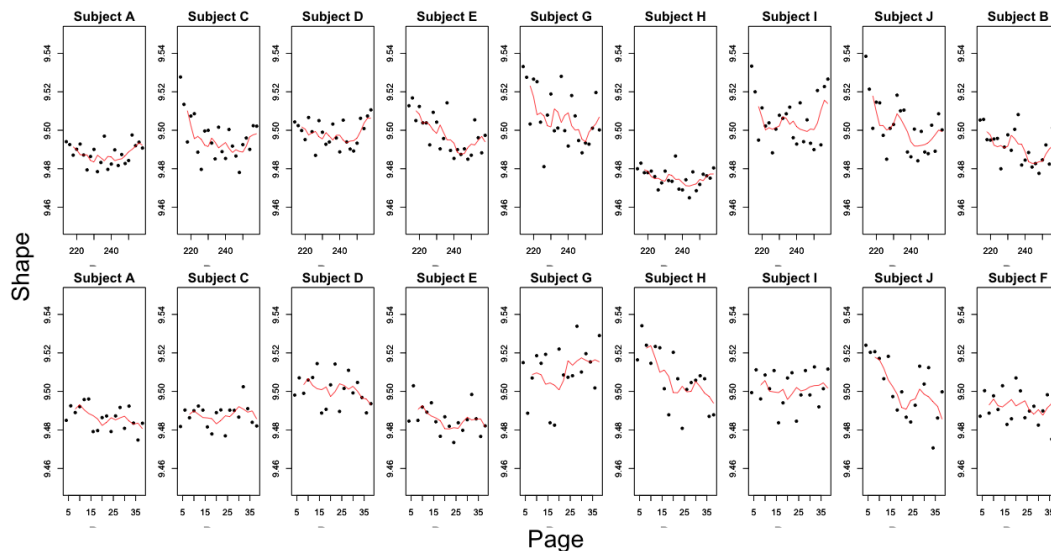


図 3.8: 推定された混合ガンマ分布の shape の 2 ページごとの時間変化. 上段は「木野」, 下段は『沈黙博物館』のデータを示し, 一番右の上下 2 データを除いて, 各上下は同じ被験者のデータを示す. 一番右側の上下のデータが異なる被験者の理由は, 2 データが欠損値となったためである.

分析対象とした.

図 3.8 に推定された読解時間のモード (推定された混合ガンマ分布の shape 値) の 2 ページ単位の時間変化を示す. それぞれのグラフは, 各被験者の各実験の結果であり, 点が shape の各時点の推定値で, 線が 5 区間の移動平均を示す. 上段のグラフは「木野」, 下段のグラフは『沈黙博物館』の結果を示す.

図 3.8 から, 被験者間で同一作品のデータの読解処理モードの変化に類似性が見てとれる. shape の変化は, 複数の読者で「木野」(上段) で U 字型を示し, 一方『沈黙博物館』(下段) ではほぼ平坦な形状が確認できる.

そこで, 同一作品を読んだ読者をペアにして, 全てのペアで相関分析を行った. その結果, 「木野」を読んだ読者間での平均の相関係数は 0.67 (全てのペアで, 0.46~0.87, $p < 0.02$), 『沈黙博物館』を読んだ読者間での平均の相関係数は 0.51 (全てのペアで, 0.05~0.86, 36 中 23 のペアで $p < 0.05$) となった.^{*15} この結果は, 読解処理モードに, 各作品の持つ情報が読者個人個人の読解方略の違いよりも, より強く影響することを示唆する.

熱中度との相関を調べる前であるが, 各作品の情報が処理モードに強く影響していたため, モードが作品の意味的処理に関わるものであることが示唆された (推定されたモードは読解処理モードであって, 主に姿勢の制御などに依存する処理の変化ではない). それぞれの作品でのモードの変化の

*15 一方で, もしも作品の内容に関わらず被験者が常に類似した読解方略をとるとすれば (たとえば読みははじめから中盤にかけて, 注意の変化などに依存していつも同じような読解処理の変化を示すなど), 同一被験者内での shape の変化は作品間で類似すると考えられる. これを調べるため, 短い方の作品にデータの長さを揃え, 同一被験者内で 2 作品のデータ間で相関係数を算出した. その結果, 平均の相関係数は 0.22 であった. ただし, 作品の性質が短編作品と長編作品と異なり, また文字数なども異なるため, 作品に全く依存せずに共通の読解方略が用いられるとは考えづらい. そのため, この結果は参考までに記す.

要因をさらに調べるため、文字数と熱中度を説明変数、推定された shape を目的変数として、各作品ごとにデータをまとめて重回帰分析を行った。表 3.3 に重回帰分析の結果を示す。「木野」のデータの結果は表 3.3 の上段で、熱中度 ($p < 0.05$) も文字数 ($p < 0.001$) 有意な説明変数となった。熱中度は shape に対して負の相関を示しており、これは実験 1 の長編作品の分析と合致する。一方で、『沈黙博物館』のデータの結果は表 3.3 の下段で、文字数 ($p < 0.001$) だけが有意な説明変数となっており、熱中度は有意ではない ($p < 0.404$)。また、その熱中度と shape 間の相関も正の相関を示しており、実験 1 や「木野」の結果と異なった。この差異については次の 3.7.5 で議論する。

Kino	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9.430	0.012	773.26	<0.001**
Absorption	-0.0023	0.001	-2.04	0.042*
Letters	0.0001	<0.001	7.06	<0.001**
Chinmoku	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9.4501	0.007	1327.48	<0.001**
Absorption	0.0008	0.001	0.84	0.404
Letters	0.0001	<0.001	6.40	<0.001**

表 3.3: 「木野」と『沈黙博物館』の各データの重回帰分析結果。* は $p < 0.05$ 。** は $p < 0.01$ を示す

3.7.5 議論

以上の結果から、読解処理モードの変化と見なせる読解時間の分布の変化は、作品に強く依存することが示唆された。同じ作品を読んだ際のモード変化は読者間で類似しており、このことは作品の文脈の構造が読解処理モードを変化させる主要因であることを示唆する。したがって、推定されたモード変化の構造は、文学作品の意味的な構造を反映している可能性がある。

Miall (1988) では、予測可能性が低い時期には多くの予測が構築される registration stage があり、予測可能性が高くなるとその予測を用いて解釈がなされる interpretation stage があるとしていた。本実験結果はこの理論と一貫性を持つ。「木野」の予測可能性について考えると、読み初めは情報が無いので予測可能性は低い。中盤は話がわかってくるのであるていど予測可能性が高くなるが、終盤に物語に予想外の大きな展開が起これば予測可能性がまた低くなる。「木野」で推定された読解処理モードの変化は、U 時型を描いており、序盤と終盤で高い shape 値、中盤で低い shape 値を持っていた。つまり、予測可能性の多寡に沿って、モードが変化していたと考えられる。一方で『沈黙博物館』では、shape は平坦で、明確なモードの変化は見られなかった。これは、『沈黙博物館』が長編作品の冒頭 39 ページだけを読み、この部分に物語の大きな展開がなかったことを反映していると考えられる。

また、熱中度との相関も、長編小説や短編小説全部を読んだ際の読解処理モードの変化では有意である一方で、長編作品冒頭の『沈黙博物館』では有意ではなかった。このことも、推定された処理モードが作品の意味的内容を反映しているのは物語の展開がある文章を読んだ際であって、この展開がモードの変化の要因であることを示唆する。

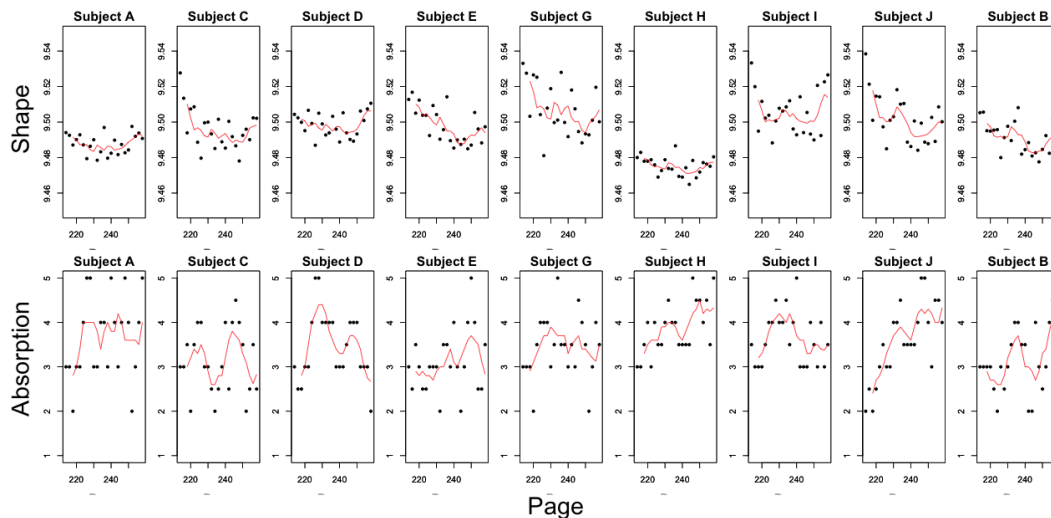


図 3.9: 「木野」の混合ガンマ分布の shape および熱中度の 2 ページごとの時間変化。一列ごとに同じ被験者のデータを示した。図 3.8 と被験者順を揃えるため、B を右端に配した。熱中度が終盤だけ shape との負の相関から外れ、増加していることがわかる。

3.8 総合議論

本実験結果は、文学作品の読解に 2 つのモードがあり、それぞれが予測可能性の多寡、1 章に関連づけて解釈するならば理解できないものを読んでいるか、理解できるものを読んでいるか、に対応していることを示唆する。一方で、本実験結果では、熱中度が shape と負の相関を持っており、たとえば「木野」では冒頭と終盤の熱中度が低く、中盤が高いという結果になった。しかし、本研究では、深い忘我や熱中状態において人は理解できないものを理解すると考えていた。「木野」で言えば、予測可能性が低い際に熱中度が高くなるので、shape の値が高い時点で熱中度が高いという予想になる。しかし、熱中度と shape は負の相関を持つので、この予想には反しているように見える。

そこで、再度「木野」のデータで推定された shape と報告された熱中度の 2 ページ単位の時間変化を確認した。図 3.9 にその結果を載せた。この結果を見ると、確かに shape は U 字型、熱中度（グラフでは Absorption）は逆 U 字型を見せているが、いくつかのデータ（被験者 A, C, G, H, J, B）で熱中度が終盤に増加していることがわかる。つまり、全体としては相関は負なのだが、物語の最後の場面においては shape と熱中度は共に高くなっている。これらを踏まえると、実験 1 で読んだ長編小説でも、予想出来ない場面が作品全体に対して少ないため、全体として負の相関になっていた可能性がある。

この結果は、予測可能性が低い状態にも 2 種類あることを示唆する。1 つは、読み初めなどそもそもどのような物語なのかかわからず、理解の枠組みを探索している状態である。この時は shape は高く、物語への熱中度は低い。もう 1 つは、いったん理解の枠組みが定まって順調に読んでいたが、予想外の展開に遭遇し、これまでの既存の理解の枠組みを破壊/破棄して新しい枠組みを再構築している状態である。この時は shape は同様に高く、物語への熱度も高い。

前者は理解の枠組みの探索に際して、ともすればこれまで他の物語を理解した際の枠組みを転用したり、現実世界のすでに持っている知識をそのまま使えるため、真に「理解できないものを理解する」状態とは言いきれない可能性がある。作者としても、もし読み初めから全く理解できないとなると、読者はその物語を読むことをやめてしまう可能性があるのだ、冒頭は物語に誘い込むていどの導入を試みる手法がとられる可能性があるだろう^{*16}。

一方で、後者は、「こうだと思っていた」物語が予想から外れるため、「理解できないものを理解する」により近いと考えられる。一度、物語に入り込んだ読者は理解できない事態を、なんとかそれまで読んだ内容と整合的に理解しようとする努力を試みる。単に別の枠組みを持ってくることで理解可能であれば付け変えるだけであろうが、真に新しい理解の枠組み（次のエコに近い言葉で言えば解釈のコード）を手に入れる機会が、この予想外の展開に遭遇して新しい枠組みの構築時に与えられる。この事態は Eco (1967) の以下の記述に対応する^{*17}。

確率系としての秩序である限りでのコードに関係し、自らの分節される仕方によってこの秩序を否定するか危機に陥れるメッセージに、我々は直面する。そのメッセージは、意味内容も意味表現の物理的性質も異質な仕方組織化し、受信者を興奮と解釈的緊張との状態に突き落とすことによって、この秩序を危機に陥れるのである (Eco, 1967, 篠原資明・和田忠彦訳, 2002, p.153)。

以上を総括すると、本実験では、読解時間の分析から、予測可能性の多寡に対応して少なくとも処理内容の異なる2つの読解処理モードがあることが示唆された。この読解処理モードの変化は熱中度和相関を持っており、これら2つの指標の一貫性した関係性は、2章と同様に、1つの一貫した熱中状態を示唆する。さらに、予測可能性が低い際の読解処理は、新規に理解の枠組みを構築する場合と、既存の理解の枠組みを破壊し再構築する場合の2種類の場面で起こり、それぞれ熱中度が低/高の状態に対応することが示唆された。いまのところ、この2つの状態は読解時間から推定した読解処理の違いとしては確認できない。その理由として考えられるのは、理解の枠組みを破壊・再構築する期間が短い可能性である。つまり、全体の読書に対して、こういった理解の枠組みの破壊と再構築の期間は短いため、現在の分析では単独で1つの分布として推定されていない可能性がある。この可能性を検証するには、より時間的粒度の高い読解時間の観測を行い、データ点の密度を高くして分析することが有効だと考えられる。具体的には、視線分析などによって、一文単位での読解時間の観測を行えば、理解の枠組みを破壊し再構築する処理が独立して推定される可能性がある。

次の4章では、質的なプロトコルから、本章で議論したような理解の枠組みの構築と破壊、再構築が確認できないか議論を行う。

^{*16} 作品によっては冒頭から全くわからないが、別のアピールによって誘い込むこともできる。

^{*17} Miall & Kuiken (2002) も注目するように、アリストテレス (アリストテレス・ホラーティウス, 1997) の言うカタルシスとも何らかの関連性がある可能性がある。しかしカタルシスの概念については、アリストテレスの『詩学』で直接述べられていないこともあって諸説あり、ここで議論する用意はない。

第4章

プロトコル分析による熱中・忘我の特徴づけ，物語世界の再構築

1章で議論したように，読者は自分が忘我している時のことを詳細に信頼性高く報告できるか不明である。一方で，2・3章において，客観的な身体状態や読解時間と主観的に感じる熱中度の報告に一貫した関係性があったことは，主観的な報告もある程度一貫してある熱中状態の情報を持つことを示唆する。それでは，「熱中度」という定量的な報告以上に，どういった質的な特徴を読者は一貫性をもって報告しうるのだろうか。

本章では，読者が読後に再読しつつ初読時の思考や感情を丁寧に想起して発話し，これをプロトコルデータとして分析した。分析手法としては，このプロトコルデータと2.2で行った身体動作・姿勢に対して点数づけした熱中度との関係を調べ，熱中度の高低によるプロトコルデータの特徴を調べる。身体動作・姿勢が熱中度の1つの指標であることは2章の結果から示唆されているので，その熱中度を元に，プロトコルデータの熱中度に応じた特徴があるのか，あるとしたらどのような特徴なのかを調べるのが主な目的となる。2章と3章が熱中状態の同定可能性の検討が主眼だったのに対し，本章では今後の“忘我”研究に向けて，このプロトコルデータの特徴から，読者の体験の特徴について示唆をえたい。

具体的には，プロトコルデータと身体動作・姿勢に基づく熱中度との関係を，まずはテキストマイニングの手法を用いて大局的な計量分析を行い，プロトコルデータの特徴が熱中度に応じて変化しているか検討する。次に特に熱中度が高かった読書期間に限定して，プロトコルデータのより質的な分析を行う。特に，本章では読者の発話内容から“忘我”に関連する発話に注目し，1章の仮説と関連づけて議論を行う。

4.1 発話プロトコル法による熱中時のデータ取得

発話プロトコル法は読解処理の主な分析方法として，読解時間の分析とともに多くの研究で用いられてきたたとえば，レビュー論文である，Graesser et al. (1997) では

Some researchers have advocated a “three-pronged method” that coordinates (a) predictions generated by theories, models, and hypotheses; (b) data from think aloud protocols; and (c) behavioral measures that assess processing time” (Graesser et al., 1997, p.167)

としてモデルを立てたあとの検証方法として Think aloud 法によるプロトコルデータの分析と、読解時間を初めとする反応時間の分析を挙げている。

プロトコル法には、Think aloud 法と Retrospective report 法の 2 種類がある。Think aloud 法は行為時に行為しつつ発話する手法で、読解の研究においては読書中の推論過程を分析するためなどに用いられてきた (Graesser, Singer, & Trabasso, 1994; Trabasso & Magliano, 1996; 龍太, 2004)。Retrospective report は行為後に行為時の認知を想起しながら発話する手法で、本研究が関わる文学作品の鑑賞などについて調べる際に用いられてきた。

読者の熱中や忘我に関しては、たとえば、Kuiken et al. (2004) では読者がいちど物語を読んだのちに、自身が注目したパッセージに対して思考を自由に発話し、加えて熱中や読書体験に関わる質問紙に回答した。パッセージに対する発話内容を読者自身の人生との関連性 (直喩的関連性、隠喩的関連性、無関係) や感情の変化などの観点から質的に分析し、これと Trait absorption scale (Tellegen & Atkinson, 1974) や Reading Experience Questionnaire などの質問紙調査の結果を併せ、文学作品への熱中と感情、読者の体験との関係やものの見方の変化を議論している。またこの研究の前身の、Miall & Kuiken (2002) では、このような取得したパッセージの分析から、文学作品を読む間の感情を 4 つのレベルに分類している。

文学作品の鑑賞に伴う感情や熱中・忘我などの読者の状態が Think aloud 法ではなく、Retrospective report 法で調べられてきた理由は、読書中に発話を行うと自然な鑑賞が妨げられ、深い鑑賞・熱中・忘我状態にならないと考えられるためである。一方で、Retrospective report 法には、一般に、行為後の内観報告は行為時の認知を再現しているのか信頼性に疑問があるとの指摘がある。この課題を緩和する 1 つの方法としては、行為時の認知の再現に有効な探索手がかりを提示することが提案されている。たとえば、Suwa & Tversky (1997) では*1、デザインにおけるスケッチ時の思考過程を Retrospective report の手法で分析し、発話時の探索手がかりとして被験者自身のスケッチ映像を提示している。映像には、スケッチ 1 つ 1 つの線を描くタイミングや、被験者が戸惑う様子が含まれており、これらの細かい行為ごとに研究者が発話を促すことで、認知の再現性を高めている。前述の Kuiken et al. (2004) では、読者は注目したパッセージを探索手がかりにして、初読時の思考を報告している。

本研究ではこういった探索手がかりとして、詳細な再読を行い、作品そのものを手がかりとする。具体的には、初読では自然な読書を行い、その後で一文ずつ再読しながらそのときの思考や感情、イメージなどを丁寧に発話する。もし、読者が熱中状態と非熱中状態で異なる主観的体験をしており、その違いが何らかの方法で反映されて発話されれば、発話プロトコルデータを分析することで熱中状態に対する読者の報告の特徴がわかる。報告の内容がそのまま読書時の主観的状态と解釈できるかはわからないが、たとえば忘我の特徴である自己モニタリングの困難などがあれば、そもそも報告内容が減少するなど想起の変化として特徴づけができるであろう。長編小説においてこの方法を行ったため、初読時にかかった時間の 3 倍程度 (約 6 時間) の時間が発話プロトコルデータの取得にかかった。こういった高負荷の実験のため、被験者は著者一名とした。

*1 とくに Suwa & Tversky (1997) の 5 節で Retrospective report 法が議論されている

4.2 本研究での発話プロトコルデータの位置付けと分析方法の概要

本研究では、前述の通り Retrospective report 法の信頼性を高めるため、探索手がかりの提示を行った。また、本論文全体の立場と同様、このデータを単独で分析するのではなく、この発話プロトコルデータと独立に取得した熱中度データとの関係性の分析を通して議論を行った。

熱中度データとしては、2.2 で用いた身体動作に対して点数づけした熱中度を用いた。この熱中度は、2.2 の分析によって心拍数の分析結果と一貫した関係性をもっており、その意味で熱中状態の1つの指標としての信頼性が示唆されている。なお、後述のように、本分析で使用した初読時のデータは2.2で分析したデータである。これを受けて、本章では、プロトコルデータと熱中度を対称な関係として見るのではなく、熱中度にある程度の基準をおき、この熱中度に対してプロトコルデータが一貫した関係や特徴を持つか調べた。

具体的には読後の初読時の思考や感情について話した発話データをテキストに書き起こし、量的・質的の2種類の分析を行った。一般に、テキストデータの分析方法には^{*2}量的分析と質的分析の2種類があるとされる^{*3}。樋口(2006)は、信頼性・客観性と探索性に優れた量的分析と、より踏み込んだ解釈が可能な質的分析を相補的に組み合わせることで、より良くテキストが理解できると主張している。本研究もこの立場をとって、量的・質的の両面からプロトコルデータの分析を行った。

量的な分析としては、テキストマイニングの手法に則って、プロトコルデータを形態素解析したのち、対応分析を行い、発話プロトコルデータ全体での熱中度と発話内容の関係を分析した。この分析によって、そもそもプロトコルデータに熱中/非熱中状態の違いがあらわれているかを調べた。また、それぞれの状態に特徴的な発話内容をデータの頻度から議論し、自己モニタリングなど物語内容に依存しない、熱中や忘我状態特有の特徴が現れていないか探索した。

その後、質的な分析として、特に熱中度が高かった場面に対するプロトコルデータを抽出し、より細かく意味的な分析を試みた。

4.3 実験方法：読書方法とプロトコルデータの取得方法

実験は2回行い、1回に長編1作品を使用した。被験者は一名で、著者が担当した。

使用した作品は、小川洋子の『やさしい訴え』と『ブラフマンの埋葬』である^{*4}(表4.1参照)。日本の著名な章を受賞した作家で、かつ被験者が好んで読む作家の作品を選んだ。『やさしい訴え』は260ページ、『ブラフマンの埋葬』は146ページの作品である。

実験はできるだけ被験者が読書に熱中する条件を整えるため、被験者が日常的に読書し、しばしば

^{*2} 本論文では作品本文の文章に対しては“テキスト”、こういった読者の発話データなどの分析対象とした文章は“テキスト”と呼ぶ

^{*3} ただし、樋口(2006)も指摘しているように、実際には量的分析においても分析の各段階で質的な解釈が行われる(この点も量的分析が質的分析に対して絶対的な優位性を持たない論理的な理由の1つと言える)。本実験でも、量的分析である対応分析時のパラメータの設定や結果の解釈に質的な解釈が含まれている。本論文では、簡易的・慣習的に、形態素の頻度を(陽に)扱う分析を量的分析とし、頻度の分析を経ない素のデータの解釈を扱う分析を質的分析と呼ぶ。

^{*4} 本実験は3の実験No.19とNo.20と同時に行った。即ち、3の実験では映像を取得し(本実験でもこのデータを熱中度の点数づけに用いた)ページ捲りの動作から読解時間を書き出したが、本実験では映像を取得した初読に引き続き発話プロトコルデータの取得を行った。

表 4.1: 実験 1 での使用作品情報と対応分析使用の抽出語数と異なり語数

No	作品タイトル	著者名	ページ数	初読時間	総発話時間	抽出語数	異なり語数
1	やさしい訴え	小川 洋子	260	午前 8 時半～12 時	336 分	13788	3067
2	ブラフマンの埋葬	小川 洋子	146	午前 8 時半～10 時	277 分	13029	2958

熱中する被験者の自室で、被験者の机・椅子を用いて行った。被験者は途中、休憩や飲食も自由にとることができた。

実験は 2 回とも午前 8 時半から読書を始め、午前中に初読を終えた。初読時には身体動作を撮影するため、2 代の小型カメラを被験者の左前と右前に設置し、被験者の様子を録画した。

初読後、休憩を挟んだのち、同じ場所で発話プロトコルデータの取得を行った。被験者は初読した本を再読しながら、再読箇所について初読時に考えていたことや思っていたことを自由に発話した。この様子を小型カメラで録画し、その音声データをプロトコルデータとした。発話にかかった時間は各作品計 6 時間前後であり (4.5.1 で改めて述べる)、疲労による発話内容の変化 (省略の増加など) を防ぐため、2～3 日間にわたって休憩を挟みながら発話を行った。したがって、発話プロトコルデータの取得開始は初読と同日で、終了は初読後 2～3 日後となった。時間の経過による記憶の変化の影響を考慮し、2 回の実験で発話し始める作品の箇所を次のように変えた。『やさしい訴え』は作品冒頭に対してから発話を初めて最後まで発話した。『ブラフマンの埋葬』は作品中盤に対してから発話を始め、作品の終わりまで発話し終わったところで、作品の冒頭に戻って発話を続け、全文に対して発話したところで終了した。

4.4 分析方法

4.4.1 熱中度評価方法

熱中度の評価方法は 2.2.2 と同じである。詳細は 2.2.2 を参照されたい。簡単に述べると、映像から動作と姿勢を書き出し、著者が (-2, -1, 0, +1, +2) の 5 件法 (+2 点が最も熱中しており、-2 点が最も熱中していない) でそれぞれの動作と姿勢に点数づけした。動作・姿勢としては、右手動作、左手動作、姿勢、足の位置の変化、本の位置、感情が表れている身体的変化 (表情など) を書き出した。点数づけの基準は D'Mello et al. (2007) を参考に、静止や前のめりの点数が高く、細かい動きの点数が低い。また、1 つの作品を読書している際と同じ動作・姿勢には同じ点数を付けた。本実験では 2.2.2 の新しい方の評価方法を採用しているので、30 秒以上継続した各部位の動作・姿勢の状態の点数と、イベントの点数を、状態とイベントの寄与が等しくなるようにそれぞれの平均値で割ったのち合計した (したがって、合計結果は -2 + 2 点の間には収まらない場合がある)。

4.4.2 対応分析の方法

対応分析は形態素の頻度に依拠する量的な分析であり、発話プロトコルデータが熱中度高低の違いを反映しているか、プロトコルデータ全体の傾向から判断することを目的に行った。また、熱中度高低の各状態で特有の形態素があれば、その解釈を行い、各状態の特徴を調べた。

対応分析にはテキスト型データを統計的に分析するためのフリー・ソフトウェアである KH Coder を用いた樋口 (2006, 2014). 分析の一連の流れとしては、音声データのプロトコルデータを著者が書き出してテキスト化し、その後に KH Coder を用いて形態素解析を行い、頻度 10 回以上の形態素を対象として対応分析を行った*5. 形態素解析時には、作品中の固有名詞など、登録が必要な語彙は予め登録し分析語彙として見なされるように調節した。また、発話には「思う」「感じ」「言う」など、頻出する語句があったが、これらの頻出語は発話時に末尾につけるのみで今回の分析には具体的な意味を持たないと判断し、形態素解析の対象から除外した*6.

対応分析は、クロス集計表の行および列に対する主成分分析に相当する*7. 本分析では、各熱中度を行頭に、各形態素を列頭に持つクロス集計表（各形態素が各熱中度で何回登場していかの集計表）に対する対応分析を行った。この対応分析によって、熱中度の違いによる発話内容の違いを議論する。

4.4.3 質的分析の方法

対応分析はプロトコルデータが持つ情報をその形態素の頻度として分析する。しかし、形態素の頻度としては多くなくとも、非常に熱中していた際のことを想起した発話には何らかの特徴が読み取れる可能性がある。そこで、質的分析として、熱中度が安定して高く、かつ読後に主観的にもかなり強く熱中していたと感じた作品箇所を選んで、その箇所に対するプロトコルデータを抜き出し分析を行った。分析方法としては、この熱中していた箇所と併せて、その近くで熱中度が低い箇所を抜き出し、この 2 つの箇所を比較し、熱中や忘我に関わる発話の特徴を調べた。

4.5 各分析結果と議論

4.5.1 取得データ

プロトコルデータとして、No.1『やさしい訴え』では 336 分 69,213 字、No.2『ブラフマンの埋葬』では 277 分 64,595 字の発話プロトコルデータを取得した（表 4.1 参照。なお、本実験では 2 作品のみなので、わかりやすさに応じて作品名でデータを呼称する）。ただし、No.1『やさしい訴え』では機器のエラーから作品中盤の 36 ページ分の発話プロトコルデータが欠損したため、これを除くデータを分析した。取得したプロトコルデータの例は 4.5.4 の末尾に抜粋を載せた。

4.5.2 熱中度変化

身体動作に基づく熱中度評価の結果を図 4.1 と 4.2 に示した。No.1『やさしい訴え』の方が長編作品のため、横軸の縮尺は等しくない。『やさしい訴え』の方が比較的安定した熱中状態であり、No.2

*5 KH Coder は処理内容を明らかにしたフリー・ソフトウェアとして公開されている。形態素解析ツールとして茶釜を、統計分析に R がバックエンドで用いられている。多くの分析結果はグラフィカルに提示されるが、多くの可視化される前の結果のデータも csv ファイルなどで保存が可能である。

*6 末尾の動詞の変化が熱中に関して情報を持つ可能性は否定できないが、今回の分析では加えても有意な違いが見えず、さらに頻出するためそれ以外の語句の分布が見えなくなる。そのため、今回の分析では除外した。

*7 行と列、それぞれのデータに対し、もっとも標準偏差が大きくなるように軸を引き直し、その軸上に射影してデータを考え直す操作と考えられる。数学的には行列の固有値問題に帰着する。詳しくは中村・金 (2009); ?などが参考になる。

『ブラフマンの埋葬』の方が熱中と非熱中を頻繁に繰り返していたことがわかった。対応分析に用いる際には、各2ページの熱中度を平均し、四捨五入して整数値にして、各2ページの熱中度として用いた。

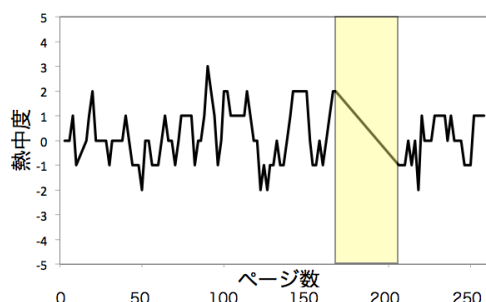


図 4.1: No.1『やさしい訴え』における熱中度の2ページ単位の時間変化

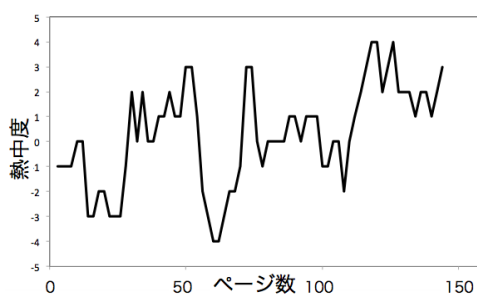


図 4.2: No.2『ブラフマンの埋葬』における熱中度の2ページ単位の時間変化

4.5.3 対応分析

対応分析結果

各実験のプロトコルデータに、2ページごとの熱中度情報を加えて対応分析を行った。形態素分析後、抽出され分析に使用された語数はNo.1で13,788語、異なり語数は3,067語、No.2で同語数13,029語、異なり語数2,958語であった(表4.1)。4.5.4の後にプロトコルデータの抜粋を掲載した。

発話プロトコルデータの形態素の頻度数を、熱中度ごとに記載したクロス集計表で対応分析を行った。結果を図4.3、図4.4に示す。結果は、寄与率の高い2成分を2軸として、2次元のグラフ上に各形態素と熱中度を表示した。形態素は丸いバブルプロットの中に記載されており、熱中度は赤い四角の中の数値である。このグラフでは選択した2成分において類似した傾向のデータが原点から同じ方向に分布する。たとえば、図4.3では、熱中度1, 2, 3が共通して原点より右側に位置し、類似した形態素(発話内容)であったことがわかった。また「泣く」「口」「殺す」「開ける」「印象」などは同様に右側にあり、類似した熱中度で頻度高く現れていた単語であることが示唆された。原点付近には特徴の無いデータが集まることになるため、結果の見やすさを考慮して、原点付近以外の60語のみグラフ上に形態素の内容を示した(それ以外は形態素の内容はなく円のみが表示されている)。また、各形態素および熱中度の出現頻度に応じた面積が表示されるプロットを使用した。

まず、No.1『やさしい訴え』の対応分析の結果(図4.3)を見る。熱中度の分布は、原点より左側(成分1負側)に低い熱中度が、右側(成分1正側)に高い熱中度が位置した。この結果は、成分1は熱中度の高低に対応することを示し、したがって、発話内容と熱中度に関係があることを示唆する。

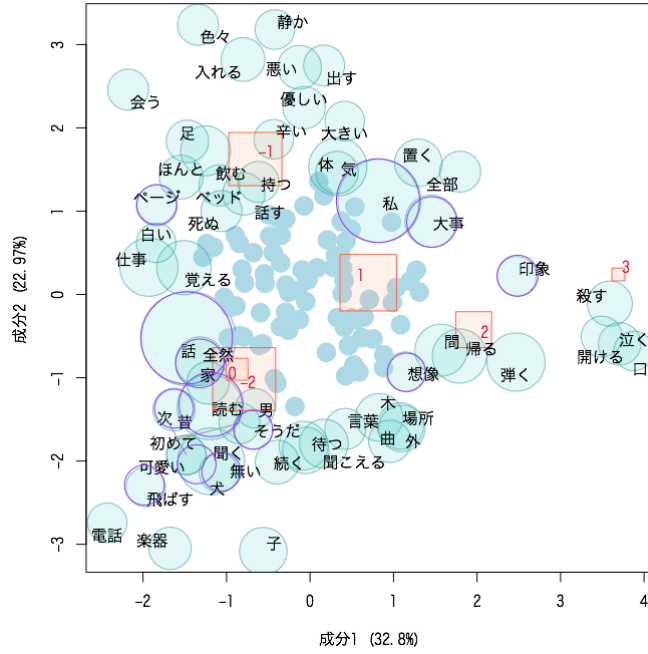


図 4.3: No.1『やさしい訴え』の対応分析結果. 黒い文字が形態素, 赤い数値が熱中度を示す. バブルプロットで表示しており, 各円と四角の面積がその形態素の頻度に対応する. 原点付近の形態素は特徴がないデータなので, 見えやすいように形態素の内容を表示していない.

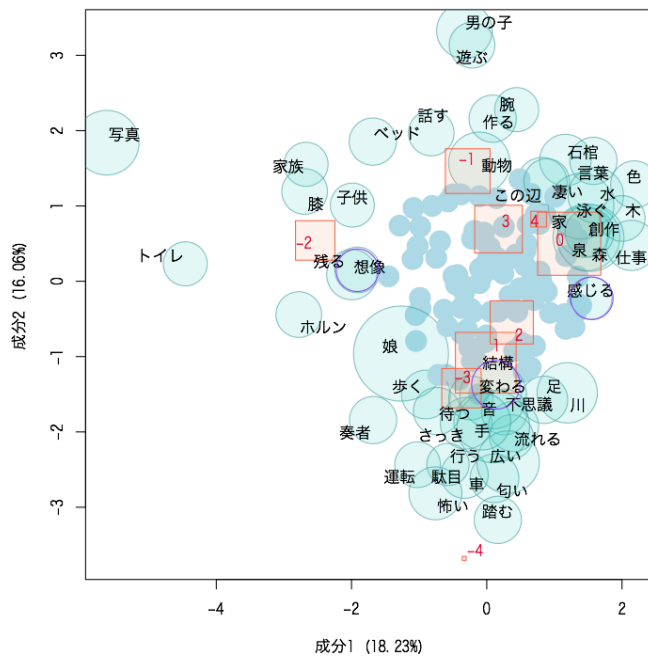


図 4.4: No.2『ブラフマンの埋葬』の対応分析結果. 黒い文字が形態素, 赤い数値が熱中度を示す. 見方は図 4.3 と同一.

次に、熱中度の高低に対応する特徴的な発話内容の形態素を見る。発話内容の形態素と熱中度の配置はともに作品内容に強く依存する（例えば、熱中していた期間にのみある単語がたくさん使われていたとすると、その単語の形態素と熱中度は近い位置に来るが、それは発話内容と熱中度に関連があることを必ずしも示唆しない）。そこでまずは、発話内容のうち、作品内容の変化をそのまま反映した形態素以外に注目した。例えば、一番左下の形態素「電話」は熱中度が低かったページの作品本文に多く出てきた形態素のため、以降の分析対象から外した。作品内容に強く依存しない形態素を、図 4.3 と図 4.4 中に紫色の線のバブルプロットで表示した。

熱中度が低い際に頻度が高くなる発話に対応する左側では、「飛ばす」「次」「読む」「話」が特徴的だった。形態素解析前のプロトコルデータを確認すると*8、「飛ばす」は「読む」と合わさって、「読み飛ばす」という意味で使われていた。また、「読む」は他に「読んだ覚えが無い」「ちゃんと読んでない」などの詳細には読んでいなかったことを示唆する発話が多かった。「次」はその次のページに進むことを発話していた。まとめると、この3つの形態素は、該当部分の読書に集中していなかったことを示唆し、かつ自分が読書を“どのように行っていたか”についての報告を兼ねていた。最後の「話」は「～の話」「っていう話」と要約内容を受け、「～話があつて」「～話で」と続け、そのあとに被験者が自分の思いや考えを述べる発話が多かった。つまり、その前後の話を要約し、それに対して自身の感想や評価を述べていた。

熱中度が高い際の発話内容を示す右側では、「印象」が作品の直接的な内容に依存しない特徴的な形態素であった。「印象」は、「すごく」「なんか」という形容とともに、「印象に残っている」「印象的」として使われていた。具体的な評価や思考を発話するよりも、詳細に形容できないがその箇所に思い入れがあることを発話していると解釈できる。なお、「印象」以外の同じく右側にある「殺す」「泣く」「口」「開ける」は特定箇所の作品内容に依存した発話で、これらの形態素が多く含まれる作品箇所を読んでいて熱中していたことを示す。

No.2『ブラフマンの埋葬』の対応分析結果の図 4.4 を見ると、こちらのデータでは熱中度を反映した軸が存在しておらず、正負の熱中度が混在している。第3成分以下にも熱中度を反映した軸は確認できなかった。したがって、No.2 のデータでは発話プロトコルデータの対応分析では熱中度に特徴的な発話についての議論は難しい。また、自身の状態の報告を示す「飛ばす」「読む」などの形態素はグラフの原点付近に位置し、特徴の無い語と判定された（グラフ中には文字表記なしの円として表示されている）。加えて、この2つの軸で全体のデータをどの程度説明できているかを示す寄与率が各グラフの軸の括弧の中に示されているが、No.1 の結果では2軸の寄与率の合計が55.77%と50%以上なのに対し、No.2 の結果では2軸の寄与率の合計は34.29%と比較的低い値を示す。つまり、No.1 では対応分析が全体のデータを良く説明する分析になっていると言えるが、No.2 では対応分析の手法では全体のデータの特徴を表現できていないことが示唆された。これらの結果の理由は次節で議論する。

対応分析議論

対応分析の結果、No.1『やさしい訴え』では、発話プロトコルデータが熱中／非熱中状態に応じて変化していることが示唆された。熱中度が低い際には読書時に被験者が自身の行動を記憶しており

*8 KH Coder のコンコーダンス機能を用いて検索を行った

(自己モニタリングとその記憶)、また比較的客観的な批判や判断、要約等の認知活動を行っている」と推察された。これに対して、熱中時には、こういった自身の状態の報告に類する特徴的な形態素は確認できず、加えて具体的で客観的な思考よりも「印象」という形態素に象徴される、曖昧で詳細に形容できない記憶の発話が増えていた。これらの結果は、非熱中時には行われていた自己の行為や思考のモニタリングが、熱中時には行われづらくなっていることを示唆し、いわゆる“我を忘れていた”状態に類似すると推測できる。また、非熱中時には客観的で明確な思考の傾向が確認できる一方で、熱中時には思考が非言語的であったり、曖昧になる、あるいはそのように記憶や想起されることを示唆する。

No.2『ブラフマンの埋葬』では、熱中度と発話内容に関連は見られず、また自己のモニタリングに相当する形態素も熱中度と関係なく発話されていた。No.1で確認できた熱中度と発話内容の関係性がNo.2で確認できない要因の1つとして考えられるのは、同じ熱中度として評価されていても、熱中状態に質的な違いがある可能性である。図4.1・4.2の熱中度評価の時系列グラフは、No.2がNo.1より熱中度が不安定であることを示唆し、この仮説を支持する。

以上から、作品によって違いはあるが、発話プロトコルデータの量的分析から、熱中状態や我を忘れる傾向が観察でき、プロトコルデータがこういった読者の状態の情報を含むことが示唆された。一方で、対応分析の結果は、形態素の頻度に依存し、また作品内容に直接関わる語句を解釈から外したため、プロトコルデータの意味的内容を十分分析できていない。そこで次に質的分析を行い、より細かくプロトコルデータを分析する。なお、No.2のプロトコルデータは対応分析では熱中時の特徴は確認できなかったが、質的に分析すれば熱中状態が現れている可能性があるため、質的分析も行った。

4.5.4 質的分析

質的分析結果と議論

質的分析では、熱中時と非熱中時に対応するプロトコルデータをそれぞれ一カ所ずつ抽出し、比較して特徴を分析した。そのうち、その特徴についてそれ以外の箇所のプロトコルデータでも確認できるか検討した。

抽出箇所の選択は、まず熱中時に対応する箇所を次の基準で定め、その熱中箇所に近く熱中度が低い箇所を比較対象の非熱中時のプロトコルデータとした。熱中時の抽出箇所は、熱中度が正である期間が10ページ以上継続している箇所であること、および2作品の中で特に強く熱中している感覚が被験者(著者)にあった箇所であること、の基準で選んだ。その結果、抽出箇所は、熱中時としてNo.1『やさしい訴え』のpp.113~117に対する発話、非熱中時としてそのすぐ後のNo.1『やさしい訴え』pp.122~125となった。抽出した発話プロトコルデータを本節の末尾に一部省略のうえ掲載した。議論する箇所にはデータ中に下線や番号を付した。

はじめに結果をまとめて述べると、非熱中時に比較して、熱中時の発話の特徴は、読者が物語内の出来事によって混乱し、自己モニタリングが困難になり、物語を捉える統一的な視点を失い、予想や俯瞰的な批評ができなくなるという点であった。また、発話内容は作中の文言を元にしたイメージに偏り、熱中度が低い箇所に比べて鮮明なイメージを発話していた。

以下、具体的にプロトコルデータを追ってこれらの特徴を1つずつ説明する。pp.113~117の熱中

時の箇所の内容は、作品内で価値があるもの・大切なものとされていた“チェンバロ”（鍵盤楽器の一種）がチェンバロの制作者自身（プロトコルデータ中の「新田氏」「新田さん」）によって破壊されるという事件である。主人公はこのチェンバロ制作者を慕う人物で、このシーンでは少し離れた場所から事件を傍観しており、作品は主人公視点で記述されている。

「読者の混乱」は次のような発話から推測される。プロトコルデータ中の番号 (1) 予想できない出来事に対する単純な感想を示す発話である『置いちゃうんだ』『どうするんだろう』『壊しちゃうんだ』(以降、本論文の本文中での発話プロトコルデータは二重括弧『』で括る) や、(2) 思考・感情が整理できなかったことを示す『何かこの時、すごくどう思っているかわからなくて』、またその前後の沈黙である。ここで、沈黙とは他の場所に比べて読み返すなどの自然な行為なしに長時間発話がない箇所と定義している。

pp.113～117 以外で熱中度高かった場面で、類似した発話が見られるか調べた。その結果、『どう思っているかわからなくて』に類似した発話として、『何にも考えていないのかな』など「何を考えていたかわからない」という意味の発話があった。こういった発話は、混乱に伴い自分の思考や感情の認識が難しくなっていたこと、つまり「自己モニタリングの困難」を示唆する。

また、混乱時には、視覚的イメージの視点が不安定になり、俯瞰的な視点と登場人物達の手元まで寄る視点が繰り返された（データ中 (3) と下線部分）。たとえば、この場面の舞台である広場を見渡している、

『このときもすごく広い場所にチェンバロが一台置いてあって、その広い場所開けてるので、こう、まあ芝生じゃないけど、下生えみたいな草がばーっと続いてて、高いところに屋敷があって、建物があって、その反対側から、女の、主人公の人が来て、で木の影から広場の中にいる二人を見てる。』

のに対して、その後遠くにいる登場人物の涙に次のようにフォーカスする。

『涙が一粒一粒区別できるくらいだったって書いてて、すごく印象的だな。印象的？ 印象的っていうか、なんかその、涙が見える感じがして』

『うーん。涙に寄ったり、なんかこう、フォーカスっていうか。カメラが寄ったり離れたりを繰り返してるのかな。』

これは、読者の混乱が、物語を仮想的に見る視覚的なイメージの視点も混乱させていることを示唆する。

視点の混乱に対して、その視点での視覚的イメージ事態は非熱中時と比較して鮮明で詳細になっている（同じく (3) に相当）。非熱中時の場面では、部屋や人の位置関係を定点から曖昧にイメージしている発話が多い（pp.122～125, (4)）。たとえば、

『こっちをばーって見る雰囲気と、顔は見えないんだけど雰囲気と、その白いカーテンが、の、簡易にこう、ベッドを覆えるようにそれぞれについてるようなイメージがある』

などである。それに比べて、熱中時の場面では、前述の文章を含めて、登場するアイテム（例えば、空、破片、涙、手）を1つ1つイメージして発話しており、また色についても詳しく発話されている（『空は晴れていて、深くはなくて、水色をしてる』など）。つまり、熱中時には作品の記述の部分部

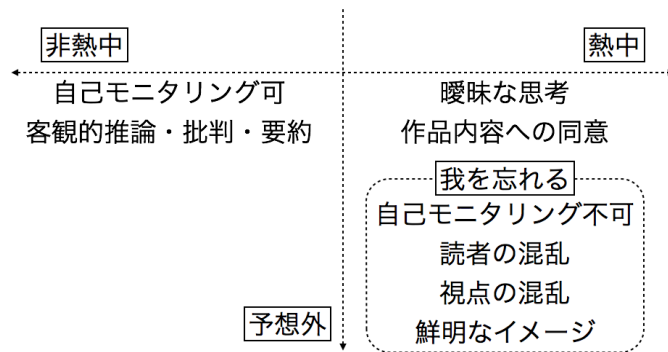


図 4.5: 非熱中・熱中・我を忘れる状態の発話プロトコルから推測される特徴。熱中か非熱中かの他に我を忘れる状態になる要因があれば、それがもう 1 つの軸と考えられる。今回の結果では予想外の出来事の有無が関連していたので、暫定的に予想外か否かを軸とした。ただし暫定であって、この熱中軸と予想（予測可能性）の軸の独立性は不明である。

分を鮮明にイメージしながら、それを統合する視点を持っていない。

また、作品に対する客観的な批評や推論の発話が pp.113～117 では減少していた。非熱中時の pp.122～125 に対する発話では、物語内の事象について批評や推論、連想が頻繁に行われている（データ中 (5)）。たとえば、

『思わず言っちゃうのかもしれないけど、自分が惨めになる話を奥さんにするってのは、なんかやだなって気が、うーんやだっていうのはもし自分がそういう立場になったら、ならないけど、悔しくないのかなって』

などである。しかし、pp.113～117 では、そういった外部から見た作品内容の客観的な批評や推論がほとんど確認できなかった。そうではなくて、作品本文の復誦（データ中「」で囲った部分）と要約、簡単な同意が多く確認された（データ中 (6)）。たとえば、

『で、「泣いている薫さんがうらやましかった」ってあって、いつでも「求めるものを差し出すことができる」ってあって。あ、涙を求めてたのか。「ノミでもカンナでもニカワでも涙でも」って。』
『そうなのかなって。』

などである。読者が主体的に批評や推論を考えるのではなく、本文を受動的に理解しようとしていた、あるいは主体的に解釈できる理解の安定した枠組みを持っていなかったため受動的な発話になっていると考えられる。

以上の熱中時の発話の特徴は、No.1『やさしい訴え』の pp.113～117 以外の両作品の熱中時の発話でも同様の傾向が見られた。特に、作中で事件が起こった際に多くの類似の特徴が確認できた。具体的には、前述した読者の混乱、自己モニタリングの困難、鮮明なイメージ、批評・推論の減少と復誦・同意の増加（復誦後に『そうなんだ』という発話パターンが多く見られた）が確認された。ただし、視点の混乱については、そもそも「何を考えていたかわからない」「何も考えていなかった」という意図の発話が多く、pp.113～117 ほど多くの具体的なイメージ内容の発話の確認できなかった

め、顕著な事例は少なかった。また、作中で事件が起こらず、読者の混乱も見られないが、熱中度が高い場合には、批評・推論の減少と復誦・同意、および沈黙の増加が見られたが、明確なイメージの変化や視点の混乱は確認できなかった。したがって、今回の読書事例では、読者が混乱していない際には、まだ我を忘れておらず、それ以外の熱中状態にあると考えられる。以上の、非熱中・熱中・我を忘れる状態の発話プロトコルから推測される特徴を図4.5にまとめた。

今回の結果からは、単に熱中状態が深くなれば我を忘れる状態になるかは不明である。なんらかの忘我に至るための別の要因がある可能性が考えられる。本プロトコルデータでは内容が予想外か否かで観察された読者の状態に変化があったため、暫定的に予想外か否かをもう一軸としている。ただし、こういった軸が必要なのか、また予想軸が熱中-非熱中軸と独立かは不明である。

プロトコルデータ抜粋

[熱中時の抽出箇所：pp.113～117]

で、庭にチェンバロが置いてあったってあって。そんなところに、置いちゃうんだって。どうするんだろう。(1) 直さないのかなあって思った。

なんかその、バーベキューのときもなんかすごく広い場所をイメージしてたから、このときもすごく広い場所にチェンバロが一台置いてあって、その広い場所開けてるので、こう、まあ芝生じゃないけど、下生えみたいなその草がばーっと続いてて、高いところに屋敷があって、建物があって、その反対側から、女の、主人公の人が来て、で木の影から広場の中にいる二人を見てる。(3)

で、空は晴れていて、深くはなくて、水色をしてる。

P114

(沈黙)

で、チェンバロを斧で壊しちゃう。

(沈黙)

壊しちゃうんだ。(1)

なんだろう。

何かこの時すごく、どう思っただいかわからなくて。(2)

うーん。がんばって直すのかなって。

思ったりしてたけど。

なんだろう、新田さんがどういう風に混乱してるのかなっていうのを、あんまり想像はしてなくて。だからその、取り乱してるのかって最初思ったけど、こうやって取り乱してるわけじゃなくて、凄く冷静で、破壊してる？

でそのあとにいろいろ、書かれていて、大きな音がしたはずだけど、静けさが少しも乱れなくて(6)、破片とか、色んなものが、ゆっくり見えたり聞こえたりする。あ、聞こえないのか。(3)

で、チェンバロを新田さんがどンドン壊していく。(6)

なんかすごく大事に作ったのに、壊しちゃうんだって。

なんだろう。(2)

なんかすごく静かに暴力的な感じがして、まあ夫の暴力とは違うんだけど、破壊してるなって思ってた。

で、体がもがいてたってというのが、苦しんでるんだなって気がした。

で、薫さんが泣いていたってあって。(6)

で、それがすごく綺麗だって。

悲しげに美しげに泣く人を初めて見たって。こんなに。(6)

で、涙が一粒一粒区別できるくらいだったって書いてて。すごく印象的だな。印象的？印象的っ

ていうか、なんかその、涙が見える感じがして。(3)すごく美しいんだなって。

なんかすごい、実際若いんだけど、少女が泣いてるみたいなの、その、悲しい。

悲しいっていうだけじゃない感じがして。ただ泣く。感情が高ぶっているっていうか、泣く時だから泣いてる感じがする。

で、

なんだろうな。ここだけ、うーん。涙に寄ったり、なんかこう、フォーカスっていうか。カメラが寄ったり離れたりを繰り返してるのかな。

空気がやっぱり違う感じがする。(3)

で、汗で濡れてなってて、やっぱり汗をかくんだって。

で、彼が振り向いて、私を壊し始めたとしても逃げたりしなかっただろうってあって。このときは、なんだろうな、実際斧で殺されたらすごく痛いけど。

そう思える瞬間なのかなっていうか、なんかそういうのもあるなっていう気がしてた。(6)

P116

で、「泣いている薫さんがうらやましかった」ってあって。いつでも「求めるものを差し出すことができる」ってあって。あ、涙を求めてたのか。「ノミでもカンナでもニカワでも涙でも」って。(6)

で、不意に動きが止まると同時にセミの声が一斉に耳に飛び込んできたってというのが、なんかすごくわかる。それが最初から聞こえていたはずなのに、やっと気づいたって。

で、火をおこしてそこにかけらを1つ1つくべていった。で、汗が流れてたけど、もしかしたら焚火の熱のせいだったかもしれないって書いてて、なんだろう、あ、そんなに結構離れてるけど、そうなのかなって。(6)

で、1個ずつ、壊れたものがあって、それを1回、こう、手で包んでから焚火の中へ落とすっていうのが、なんかすごい大事に焼いてる感じがして。(3)

二人で大事に大事に、チェンバロを焼いてる感じがした。

で、

涙で濡れて、薫さんの頬が余計透き通って見えたっていうのが、なんだろう、泣き顔みたいなのがちょっと思い浮かんでる。(3)

で、焚火の火はあんまり浮かんでないけど、入れるときだけ、ちょっと赤い感じがする。それよりも二人が、かけらをこう手で包んでるような感じが、ふわっとやさしく、包んでる感じが、見えるというか、浮かんでる。(3)

[非熱中時の抽出箇所：pp.122～125]

p122

なんか急に知らない女の人が出てきてるから、あ、でもこれは、もしかしたら愛人の人かなって。

(5) 愛人の人っておかしいけど、愛人かなって思って。

で、

(沈黙)

うん、なんかあんまりこの辺なんかちゃんと読んでないけど、夫の愛人と自分が対面しなくちゃいけないってそんなことあるんだ。そういうの考えるんだって思った。なんか、

うん。

(沈黙)

で、貧乏だったっていう話があって、お母さんが子宮がんで死んじゃったっていう話をされて、うーん、なんかその。うーん、思わず言っちゃうのかもしれないけど、自分が惨めになる話を奥さんにするってのは、なんかやだなって気が、うーんやだっていうのはもし自分がそういう立場になったら、ならないけど、悔しくないのかなって。(5)

で、「平凡な名前だった」って、「忘れていた」なんかそのそんなに執着していない感じがあって、その方がいいなって。

で、「病室に入ると六人の病人が一斉に私を見る」。

うーん。

なんだろう、なんか、こっちをばーって見る雰囲気と、顔は見えないんだけど雰囲気と、その白いカーテンが、の、簡易にこう、ベッドを覆えるようにそれぞれについてるようなイメージがある。(4)

で、「思ったより女は若くなかった。三十は過ぎているように見えた」っていうので、えっと主人公はこのとき36だっているのは、なんか、あの分かるシーンのところを完全に無視していたから、

いくつくらい離れているのかわからないなって思ってみてた。(5)でもその、貧しかったって話に対して、「ベージュのシックなワンピースに、真珠のネックレスと細い金のブレスレットをつけていた」って、で、なんかその、すごく、きちんとした格好してるから。

なんだろうな。

その、そういう貧乏だったところから抜け出したのかなあって。(5)

P124

で、何についても話してしてくれたほうが気が楽だった。って、うるさいって思わないんだって思ってる。

で、確かにその、しゃべってくれるんだって。の方が楽かって。「質問をさしはさんだりしなくても、自分のための居場所をどんどん切り開いてゆく」なんかその、ちょっとそういう、夫と出会って、どんどんいい仲になっていくっていうのもそうなのかなって。(5)

で、会わないと妄想が膨らむ。うーんまあそれは確かにそうか。

会ったらずっと普通の人間だったってことはあるよなって。(5)

なんだろうな、この人ワンピースとかそういう話が出てきてるのに、全然浮かんでなくて。(4)

4.6 総合議論

4.6.1 結果まとめ

読者の熱中状態の思考や感情の特徴を、一名の被験者の読後の発話プロトコルデータの対応分析および質的分析から調べた。対応分析の結果、発話プロトコルデータは熱中度高低で異なる特徴を持ち、読後の発話内容は読書時の熱中度の多寡によって変化することが示唆された。また、読者は熱中度が低い際には自身の行動を比較的良く記憶しており、客観的な批判や推論、要約等の認知的活動を行っていることが確認できた。これに対して、熱中度が高い際には、こういった自己モニタリングに類する発話は特徴として確認できず、加えて具体的で客観的な思考よりも「印象」といった形態素にあらわれるような具体的に形容されない記憶が増える可能性が示唆された。

質的分析の結果からは、高い熱中度の箇所に対する発話では、読者は自己モニタリングの困難を発話し、物語を捉える統一的な考え方を持たず、予想や俯瞰的な批評をしなくなることが示唆された。発話内容は作品内容の単純な肯定や復誦、もしくはイメージが増加した。イメージは不安定な視点から詳細な視覚的イメージが発話されていた。一方で、低い熱中時度の箇所に対する発話では、作品内容に対する客観的な批評や推論が多く行われており、イメージは高い熱中度の箇所に比べて不明瞭であった。

以上の対応分析と質的分析の結果は整合的であって、次のような読者の熱中時の思考、あるいはその記憶と想起の傾向を示唆する。熱中状態では読者は客観的な推論や要約、批判よりも、具体的な形容が少ない曖昧な思考や作品内容への単純な同意が増える。さらに、より高い熱中度を感じる際に

は、読者は自身の状態の記憶あるいはその報告が行えない「我を忘れる」傾向を持つ。そして、こういった我を忘れる状態では、読者は1つの定まった解釈方法を有するのではなく、混乱しつつ、いかに解釈するか、その方法を探索していることが推察される。解釈が定まらないため、その読書時の思考は不安定で、記憶と想起を経た発話内容も、作品本文に対して意味的解釈の多様性が比較的小さい直接的な視覚的イメージに偏ると考えられる。

4.6.2 2種類の我を忘れる

多くの研究が指摘しているように、熱中時には自身の状態の認識やその記憶が困難であることが本研究結果からも示唆された。自身の状態の認識・記憶が困難であるという意味は2つあり、1つは読者自身が現実世界においてどのように読書をしていたか（読む速度の増減や周囲の状況の把握などの認識）、もう1つは読んでいる物語に対してどのような解釈、思考、感情を抱いていたか（作品内の情報の処理の認識）の2つの点を認識あるいは記憶できないことである。前者は注意資源が現実世界よりも物語世界に集中していると解釈できる。これはバーチャルリアリティなどでも注目される、没入に近い状態であろう。一方で、後者は、前述したように、理解（解釈）の枠組みが定まらないことが要因である可能性がある。これは1章から注目している、理解できないものを理解しようとしている局面だと解釈できる。

我を忘れて読書するというと、単にエンタテイメント的にとても楽しく時間を忘れてしまう、といった特徴が想起されることがあるが、これは前者に対応する。1章で注目した理解できないものを理解する読書、つまり読者自身をいったん混乱に陥らせ、そこから読者自身を作品に巻き込み、ともに再構築するような読書は、後者でこそ起こると期待できる。前者と後者が何らかの関係性がある可能性は高いが（たとえば、後者が起こる条件として前者の状態が必要など）、区別して議論することで、熱中状態の分類や特徴づけ、そのための実験デザインが改良できる可能性があるだろう。

4.6.3 読解処理の分析結果との関係性の示唆

次の5章でも総括して議論するが、発話プロトコルの結果と、3章で議論した熱中度高い際の読解処理の変化は対応させて考えられる。読解処理は作品の予測可能性の多寡によって2種類存在し、とくに、予想外の展開に対して高い熱中度和高いshape値を持つ固有の読解処理が存在していることが示唆された。発話プロトコルでも、読者が混乱するのは、予想外の展開（たとえば、チェンバロが破壊されるような）が起こった際であり、このとき読者は理解の枠組みの再構築を求められていると解釈することが可能であった。発話プロトコルデータと読解処理の結果は、この意味で1つの読者の認知的状態を指し示しており、それが1章で議論した、「理解できないものを理解する」際の状態に関連する可能性がある。本研究の主な目的は、熱中状態の同定であったため、この点は解釈に留まるが、今後の研究にとって重要な示唆だと考える。

第5章

総合議論

5.1 結果のまとめと本研究の限界，今後の課題と発展性

本論文は，1章で本研究の目的，「“忘我”を含むより広い熱中状態に対して，複数指標の間の一貫した関係性による同定を試み，もし同定できれば用いた指標によって特徴づけを行うこと」について議論し，以降の章ではこの目的に対して読書実験を行った．2章では，読者の主観的な熱中感覚と動作・姿勢・心拍数の間に一貫した関係性があることが示唆された．3章では，読者の主観的な熱中感覚と読解時間の分布の間に一貫した関係性があることが示唆された．また，4章では，読者の思考や感情に関する読後の発言が，熱中度によって異なる傾向を持つことが示唆された．これらの結果は，それぞれの指標間の一貫した関係性によって，それぞれ1つの一貫性をもつ熱中状態が同定されうることを示唆する．したがって，これらのそれぞれの意味において，熱中状態は一貫した状態であると解釈することが可能であろう．

また，各指標が示す読者の状態を解釈すると，読者の熱中状態には以下のような特徴があることが示唆された．高い熱中度の際の心拍数の傾向から，熱中状態では交感神経優位であり，読者は緊張状態にあると考えられる．また，読解処理の質的变化から，熱中状態でも2種類の異なる読解処理を伴う状態が考えられ，それぞれ，予測可能性が高く順調に読む際の熱中状態と，作中の予想外の出来事により予測可能性が低くなる際の短期的な熱中状態が示唆された．読後のプロトコルデータの分析結果も，作中の予想外の出来事による読者の混乱を伴う高い熱中状態を示唆した．この予想外の出来事と熱中状態の関係は，理解できないものを読む際の読者の変化に関連する可能性があるとして解釈できる．

以上の結果に対し，本研究の限界の1つは，各指標のペアで同定された熱中状態同士の同一性は不明であるという点があげられる．各指標のペアとは，a) 熱中度（身体動作に基づく）-心拍数，b) 熱中度（ページごと）-動作・姿勢，c) 熱中度（ページごと）-読解時間，d) 熱中度（身体動作に基づく）-プロトコルであり，a)～d)のそれぞれの関係性が指し示す各熱中状態の異同は直接調べていない．このうちいくつかの熱中度は共通項であるが，たとえば動作・姿勢と読解時間の間の関係は調べていないので，b)とc)の異同は不明である．これらを調べるには，各指標の時間的粒度をそろえる必要がある．たとえば，心拍数と読解処理を比較するには，本研究では2ページごとであった読解時間の時間的粒度を高くし（視線分析等で文単位まであげるなど），そののちに比較することが考えられる．この手法をとり，1つ1つ指標間の関係性を調べることで，本研究が提示したa)～d)の示

す状態の異同の程度の検討が行えるであろう。

また、本研究が主に扱った内観は熱中度であり、熱中状態で体験する内容に関わる状態の同一性はプロトコルを除いてほぼ扱っていない。今後、先行研究が提示してきた登場人物との同一化や作品への移入等に関する同定を試みることや（熱中度の変わりにこれらの質問紙を用いるなどの手法が考えられる）、5.3に後述するように熱中状態で忘れられる“自己”の内容を具体的に検討することによって、この熱中状態の内容に関わる状態の同定の課題を進めることができると考える。

加えて、今後の課題として、各実験で被験者や作品数が足りない実験ではこれを増やし、結果の妥当性を高めるとともに、これらの指標間の関係性によって多くの人・作品に共通する熱中状態として同定されているのか、違うとしたらどのような種類の熱中状態がありえるのかを検討することがあげられる。

また、発展的には、3・4章で示唆された予測可能性と熱中状態の関係性を調べるために、再読条件や要約提示条件など、予測可能性を操作した読書実験を行い、読解処理や熱中度と予測可能性の関係性を詳しく調べることが考えられる。この予測可能性に関連しては、読者に共通する理解や予測のポイントとなるような単語や文を特定可能か、という課題がある。2章および3章の他者で実験を行った際に、質問紙調査を含む全ての実験の観測後、分析データとしては扱わないことを断った上で簡単なインタビューを実施した。被験者に物語の感想として、印象的なシーンはどこか、物語を色に喩えるとどのような感じか、といった質問を行うと、読者間で共通した回答が得られることがあった。著者はこれにヒントを得て、後半の実験では、被験者に読後の熱中度の質問紙調査終了後、加えて各ページの気になる単語（あるいは数単語からなるひとかたまりの語も可）を抜き出してもらった。まだ十分な分析には至っていないが、現在までに偶然より高い確率でこれらの抜き出された単語が一致することが示唆されている。この結果は、読者が何らかの物語の“要所”を共通して捉えて読んでいる可能性を示唆する。こういった“要所”と予測可能性に関わる読解処理の変化、熱中度の変化の関係性などを調べることで、さらに読者の物語理解と熱中状態の変化の関連性を探ることができると考えている。

より長期的な課題として、熱中状態を経た読者の変化を論じるためには、読書中の読者の状態だけでなく、読後の読者の状態に注目する必要がある。先行研究では、読書時の自己への気づきの変化 (Kuiken et al., 2004)、読書直後の信念変化 (Green & Brock, 2000)、向社会的行動の高まり (Johnson, 2012)、などが読書への熱中に関連して起こることが示唆されている。しかしながら、これらは短期的な読者の変化にとどまっており、この変化の持続性を追跡調査、あるいはその変化の機構から変化の持続性を検討することはほぼ行われていない*1。

読後の読者の変化の持続性を調べるには、読者を追跡調査する、またはその変化の機構を詳しく調べ可塑的な変化か検証する、という2つの手法が考えられる。前者に対しては、現実世界での生活の中で読者がどのように変わるかという観点で調べることになる。これは、変化の内容を限定しても、読書の影響なのか普通に生活していた変化なのか明確な区別がつけられないため（生活の中での変化は、変化の内容と要因の区別がほぼ不可能だと考えられる）、非常に難しいと予想される。しかし、たとえば、現実世界の生活の中で文章が思い浮かぶとか、体験として読書との関連性を感じるこ

*1 読書行為自体による短期的な読者の変化については、心の理論の促進 (Kidd & Castano, 2013) や、脳の構造的な変化 (Berns, Blaine, Prietula, & Pye, 2013) など様々に調べられている。

とはあるだろう。そういった質的なデータを少しずつ蓄積すれば、読書による読者の変化がどのような要因で強く長期的にどのように起こるのかについての仮説が得られる可能性がある。こういった研究は、たとえば、Csikszentmihalyi (1990) がやったように多くの実験参加者を募って定期的なアンケートの回収を行うか、あるいは少数の参加者が毎日記録をつけるなどの地道で長期的なデータの蓄積が必要となると考えられる。

後者の、変化の機構の調査に関しては、読書中の読者の変化、あるいは読後直後の読者の変化について、なにが変化していたのかを探求することになる。これは、読書中に失われる“我”とは何なのか、という問いと関わる。この点については、“自己”についての再検討を含め、節を改めて5.2と5.3で議論する。

5.2 身体的自己と物語的自己

本論文では、“忘我”を含むと考えられる熱中状態について研究を行ってきた。その結果、少なくともある熱中状態は一貫性をもった状態として同定しうること、またその熱中状態の一部に“忘我”に関連しうる読者自身を変えるような熱中状態が含まれることが示唆された。それでは、さらに進めて“忘我”自体を議論するにはどうしたら良いのだろうか。著者は今後の研究では、改めて、“忘我”で失われる“我”・変化する“自己”，とはどのような“我”・“自己”なのかを具体的に調べていくことが有効だと考える。本節では、1章で議論した読者の“忘我”，自己の変化を今後さらに研究していくための議論を行う。

認知科学や認知神経科学の分野においても自己の定義は難しく、現在も議論が続けられている。そういった自己の定義のうち、比較的良好に使われ、一部が実証的に検証できる形式で定義されているものにGallagher (2000)の定義がある。Gallagher (2000)では、自己を *minimal self* と *narrative self* に分けて扱う。*minimal self*とは時間的な広がりを持たず、原始的なもので、経験の主体と感じられるような、自己と呼びたいような最低限の何かだとしている。またこの *minimal self*の感覚は、空間内での体の位置や運動状況を把握する固有感覚などの身体的・神経的基盤に依拠している。*narrative self*は、時間的に一貫性のある自己（もしくは自己のイメージ）で、過去の記憶や未来への意図を含み、私や他者が私のことを語る物語における自己のようなものとされる。つまり、*narrative self*の方が普段、私たちが自分のことを考えるイメージやストーリーのような、言語的で時間的な持続性を持った自己であり、その意味で社会的・文化的側面をもった物語的自己だと解釈できる。一方で、*minimal self*は、より基礎的な主体感に関係し、いまこの場所にいるのは私だ、というような主体としての感覚を指していると言えるだろう。佐藤 (2011)はこの *minimal self*を、次のような自己感覚として説明している。

ここで、突然、自分が誰で、何をしようとしているのかが分からなくなってしまうかもしれない。言語もなくなったとしてみよう。「私」とはもはや言えない。それでも、(たとえそうは言えないにしても)自分が手を動かしているとか、痛いのは自分の歯だといった、内省以前で非言語的な最低限の自己感覚は残るだろう (p.31)。

この議論からもわかるように、Gallagher (2000)は *minimal self*をぎりぎり最小限の自己として想定しており、*narrative self*はそれ以外の、私たちが普通に感じる自己のイメージを総体的に指し

ているようである。加えて、Gallagher (2000) では narrative self が言語の働きと結びつけて議論されており（この点は次節で改めて触れる）、佐藤 (2011) でも minimal self は前反省的・非概念的で言語がない状態での自己としていることから、minimal self は前言語的な身体的な自己、narrative self は言語的な自己というイメージで議論されている。

narrative self はこのように多種多様な自己と感ずるものを含むと考えられるため（minimal self 以外の全て、のように）、まず minimal self の議論と実証的な研究を見てみよう。minimal self の感覚は通常あまり意識にのぼらないため、なんらかの変化が起こった際の状態がよく研究されており、自己の変化を見る観点からも適している。

minimal self は Gallagher (2000) によってさらに2つに分けられている。身体保持感 (*sense of ownership*) と運動主体感 (*sense of agency*) である。身体保持感は経験しているのは自分だという感覚、運動主体感は行為を引き起こしているのは自分だという感覚とされる。前者の身体保持感は、たとえばラバーハンドイリュージョンと呼ばれる現象に象徴される。ラバーハンドイリュージョンとは、被験者に自分の腕を見えないようにし、代わりに近くに置いたゴムの手（手の形状をしていればゴムでなくても良い）を見せ、被験者の腕とゴムの腕を同時に撫で続ける。すると、やがてゴムの腕が自分の腕のように感じられ、自分の腕のある位置がゴムの腕のある位置の方向に寄って感じられる現象である（これ以外にも、体表面温度の変化や脳波の特徴的な変化などが報告されている。レビューとして、Tsakiris (2010); 本間 (2011) など）。これは身体保持感としての自己感覚が触覚と視覚への適切な刺激によって変化することを示唆している。

運動主体感は、身体保持感が「身体」に自己が帰属される感覚なのに対し、「運動（あるいは行為）」に自己が帰属される感覚であるとされる（宮崎・高橋・岡田・開, 2011）。たとえば、鏡の中で動く自己像を見て、その像は自分が動かしているという感覚は運動主体感に依拠する。ディスプレイ上の簡単な記号を操作することでも運動主体感は生まれ、また道具なども延長された自己と見なされるとの知見がある（宮崎他, 2011）。このように、五感からのフィードバックによって運動主体感も変化することが示唆される。

それでは、この基礎的とされる minimal self が変化すると、人はどのように感じるのだろうか？ 前述の実験のような人工的な刺激以外に、この minimal self は脳疾患や統合失調症などの精神疾患によって損なわれたり大きく変化することが知られている。たとえば、自分がしゃべっている内容が他者にコントロールされているように感じたり（運動主体感の異常）、自分の腕が自分のものではない余計な身体に感じられるなどの感覚（身体保持感の異常）が生まれるという（V.S.Ramachandran, 2011; Blakeslee & Blakeslee, 2007）。V.S.Ramachandran (2011) はこういった症例を多く議論することで、自己意識やそれを含む意識の問題を議論しようとしている。このような感覚の異常は、想像できないほどに現実の認識を変化させるように予想される。私たちは現実世界をこの身体的な自己感覚のもとで、あるいはそれに対応させて認識することが多いと思われる。たとえば、自分の体はここまでだからこれくらい腕を伸ばせばコップが取れるとか、あのコップは自分の意思で取ることができるとか、自分の身体を1つの参照点とする。したがって、こういった認識の1つの基礎となりうる身体的な自己感覚の大きな変化は、現実の認識を大きく変化させる可能性がある。前述の身体保持感の異常である四肢が余分に感じられる症状では、実際に自身の四肢の切断に至ることがあるという。こ

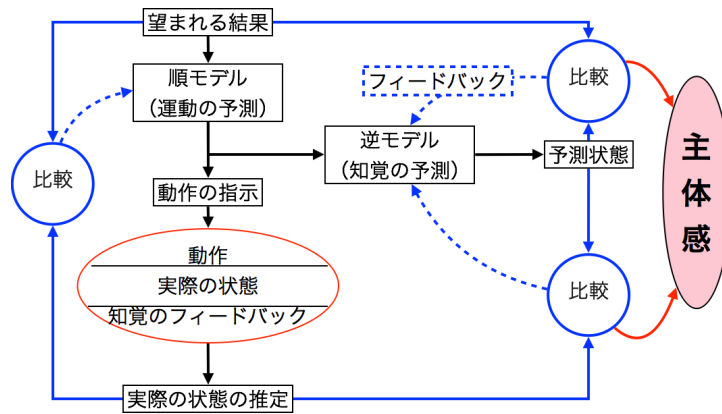


図 5.1: 運動主体感や身体保持感などの主体感をうむモデル. Frith et al. (2000) を改変.

のことは、そのあやまった現実への違和感がそれだけ強いと解釈できる*2。

こういった身体保持感や運動主体感の起源としては、どのように動かすかという意図や計画（意識的・無意識的）に対する実際に動かした際の感覚、あるいはどのような感覚が来るかという予測に対する結果の感覚、それらの対応によって自己の感覚が生じるとされる（図 5.1 参照）。たとえば、鏡像として提示する映像を、被験者が身体を動かすのに対して時間的に遅らせるとその像に対する運動主体感が弱まる。この現象は結果のフィードバックが予測からずれていくためだと説明される（宮崎他 (2011) に簡単なレビュー）。より詳細には、無意識的・意識的運動計画に対して、実際に筋肉を動かす指令（計画に対する運動の指令の作成は“逆モデル”によって行われる）の他に遠心性コピーと呼ばれる内部処理のための情報が作られ、その遠心性コピーを元に動作（感覚）の予測が行われ（この過程は“順モデル”によって行われる）、実際の動作結果と照合されるという仮説がある。先に挙げた疾患で起こる異常も、こういった順逆モデルや遠心性コピーの異常などとして説明しうるとされる（Gallagher, 2000; 宮崎他, 2011; Jeannerod, 2003）。

自分の体が自分のものではない、あるいは誰かが自分の体を操っている、通常、私たちはこのような異常をうまく想像すらできない。このことが示唆するように、身体に感じる自己である minimal self は、それがあまりに私たちに当たり前のように感じられるため、narrative self に対してより“基礎的”で純粋に身体的な自己のように見なされている。

5.3 身体的自己と言語の関係、および複数の自己の統合

以上の minimal self の背景を踏まえ、本節では、やや大胆な仮説を提示しながら、今後の研究についての構想を述べたい。著者の minimal self への興味は、こういった基礎的で身体的な自己が言語的な刺激によって変化するか否かにある。前述のとおり、minimal self は前言語的・非概念的な自己と見なされている。しかし、身体的な自己は本当に言語から独立して存在し、即時的で前概念的な自己と見なせるのだろうか。身体に与える物理的なフィードバックを操作することで身体的な自己（感

*2 V.S.Ramachandran (2011) は、この四肢が余分に感じられる症状の要因は、脳に身体の該当部位に関する遠心性のモデルが無いことではないかと議論している。

覚)が変化すること、およびそれによって提示されるモデルも神経的な基盤と合わせて報告されている。しかし、身体的自己は言語的な刺激によっては影響されないのだろうか。

この問いに関連し、催眠や暗示など、言語的な刺激を身体的な刺激と併用する場において、運動主体感が変化することが報告されている (Polito, Barnier, & Woody, 2013)。また、身体性認知として、言語の理解と身体的な感覚が関係しうるとされる (たとえば、円運動の文章の理解によって、腕の円運動が影響を受ける (Zwaan & Taylor, 2006))。また、Speer, Reynolds, Swallow, & Zacks (2009) は読書中の脳活動を fMRI で観測し、登場人物の運動の記述に合わせて対応する運動に関連する脳部位が活動することを報告している (たとえば、登場人物が鉛筆を置く記述を読むと、手に関する運動前野や体性感覚野が活動する)。これは、Oatley (2012) や Zwaan (2004) が物語読書を物語世界のシミュレーションと見なすことと関連し、物語の理解によって読者の身体的な感覚が登場人物の minimal self に類似する可能性を示唆する。特に、物語への熱中はこういった登場人物への共感や同一化を高めるとされるので、より読者自身の minimal self が登場人物に強く類似する可能性があるだろう。以上の知見は、minimal self とされる自己もまた、ある程度、言語の理解によって変容しうる可能性を示唆する。

著者は、また、人において、身体的な自己が基礎的で、その上に言語的な自己が生まれているという関係で自己が記述できるかはわからないと考える*3。いったん言語能力を獲得した人間において、いったい純粋に身体的な自己とは何をさすのだろうか。人間以外の生物にとっての自己も、この体が自分の感じ、のような感覚として感じられるものなのだろうか。その感覚に言語の機能は使われていないのだろうか*4。

Gallagher (2000) や矢追・苧阪 (2014) が問題提起するように、minimal self (身体的な自己) と narrative self (心的な自己) のような複数の自己が、どのように関係し、統合されているのかは明らかになっていない。普段、私たちが“自分”を感じる時、身体的な感覚に基づく自己と、物語的な自己は、自然に統合されて感じられる。しかし、現在までのところ、それぞれの自己は別の神経的な基盤をもつとされ分けられるものの、その統合についてはいまだ不明な点が多い*5。

著者は、もし言語の理解、たとえば読書によって、minimal self (のような身体的な自己) が変化するならば、1つの大胆な仮説として、narrative self のような物語的な自己と minimal self のような身体的な自己はこの言語を媒介として関連しうるのではないかと考えている。そして今後の忘我による読者の変容の研究として、この自己の仮説に繋がる、身体的な自己感覚の言語による変化、物語

*3 ここで基礎とは非対称な関係で基礎とされたものへのフィードバックが著しく少ない状態を指す。

*4 丸山 (1987) は身体はすでに<言分けられた身>であるとする。つまり、言語を持ち、その概念の編目によって世界を認識している人間にとっては純粋にヒト以外の動物の環世界のような身体によって規定された世界がその身体を含めて存在しない。

「<身分け構造>というものが下方にあり、<言分け構造>というものがその上にあって、二つが重箱のように重なりあっている、と考えてはならない。これは、あくまで「今、ここ」での人間存在を考えるための擬似発声的概念装置に過ぎず、実際に生きている私たちは<言分けられた身>以外の何ものでもないのである。(中略)おそらくはホモ・ハビリス (推定百五十万～二百万年以前) 時代から言葉をもつことによってヒトとなった人間には、もはや無垢の生物性だとか感覚＝運動的次元における純粋知覚などというものを基準に立てることができない。「今、ここ」での生身の私たちは、同時に<身分け>られつつ<言分け>られ、<言分け>られつつ<身分け>られている。さらに厳密に言えば、権利的存在として立てた<身分け構造>は、「常に、すでに」変形され破綻しているのである。(p.173)」

*5 矢追・苧阪 (2014) はこの問題を「意識のハードプロブレム」の一種と見ている。つまり、自分の「感じ」がどのように生まれているのか、という意識一般に関わる問いとして提示している

読書による変化を調べる研究を構想している。

この仮説は narrative self の構築がヒトの言語能力によるとする次の仮説に関連する。ここまで narrative self は詳しく議論してこなかったが、Gallagher (2000) は narrative self を、時間的に継続し一貫性をもついくつかの自己のなんらかの集合、あるいはその中央にある抽象的な自己としている。この自己には、社会的な立場などの他者との関係における自己や、過去や未来の自己として想起される自己、趣味嗜好に関連する自己などが含まれている（自分語りとしての自己、他者が語る私としての自己、母としての自己、教師としての自己、スポーツが好きな私としての自己など）。そして、Gallagher はこれらの物語的な自己それぞれの基礎として、人間の言語能力を仮定し、それがヒト以外の動物とヒトの自己のあり方の違いの要因の1つである可能性を提示している。ヒト以外の動物にあっては、もし minimal self 以上の自己があっても、それは minimal self を積み重ねたものに過ぎない可能性が考えられる。しかし、ヒトは動物には無い言語能力によって、minimal self の単なる加え合わせではなく、より一貫性を持ち、意味に富んだ物語的自己を形成しているのではないかとするのである。

前述の著者の仮説は、もし Gallagher の主張する narrative self、あるいはそれに類似するような心的自己が言語能力に強く依拠しているならば、そして、もし minimal self（あるいはそれに類似する神経的基盤を持った身体的自己）が言語によって変化するならば、これらの2つの自己は言語を媒介として互いに関係しうるのではないかと、という考えに基づく。この仮説は、読書によって人が変わるといえるとき、その変わる自己が、心的自己と身体的自己両者におよぶこと、またその際の両自己の変化の関係性が複数の自己の統合の機構を示唆しうることを意味する。

整理すると、この仮説には2つの仮定が含まれる。narrative self の言語への依拠と、minimal self の言語による変化である。このうち、前者は、物語の読書によって心的自己の変化に関連しうるパーソナリティなどが変化すること (Oatley, 2012) や、さらに熱中状態で信念や他者への態度の変化が熱中状態によって促進されることが先行研究によって示唆されているので (Green & Brock, 2000; 小山内・楠見, 2013)、少なくとも心的自己が言語の理解に関連している蓋然性は十分あると考えられる*6。したがって、次の大きな課題は、後者の言語（物語を含む）の理解によって身体的な自己が変化するのかもしれないのか、変化するならばどのような言語の理解によってどのような変化が起こるのか、という点である。これを調べる為には、これまで運動主体感や身体保持感の研究で用いられてきた主体感の変化を観測する手法を応用し、言語刺激提示後（正確には理解後）の身体的自己感覚の変化を観測することが有効であろう*7、その際に、すでに示唆されている神経的な基盤の変化と関連づけて研究することができれば、読者の変化がどの程度の持続性を持つのか、読後にどのように影響しうるのか、という議論も可能になりえると考えている。

さらに、言語の理解による身体的自己感覚の変化が確認されれば、その変化の程度や内容が、読者

*6 もちろんこの narrative self と言語の理解の関係性の探求はまだ未踏の部分が多いと思われるので、今後とも重要な研究課題であることに変わりはない。

*7 たとえば Daprati, Franck, Georgieff, Proust, Pacherie, Dalery, & Jeannerod (1997) は、被験者に自分の腕を見えないようにさせ、自己の手と実験者の手の映ったスクリーンを見せ、どちらが自分の手が当たる実験によって主体感の変化を調べている。この実験では、スクリーン上の映像を回転させて被験者の手の位置を変化させたり、被験者と実験者の手の動きを同期させるとエラー率が上がる事が報告されている。また、統合失調症などの症状によってもエラー率が高くなるとされる。この実験のような観測を、言語刺激提示後（物語を読んだ後など）に行って、身体的自己感覚の変化を調べることが可能である。

の熱中や忘我の程度によって変わらないか調べることで、読者の忘我による読者の変容を調べることができると考えられる。前述した通り、催眠によって運動主体感が変化することが報告されているが、熱中や忘我感は催眠感受性に関わるともされており (Tellegen & Atkinson, 1974), 言語の効果がこういった熱中状態によって促進される可能性はあると考えている。本研究の成果を発展させて応用すれば、たとえばある熱中度の指標と見なせる心拍数や読解処理の変化を観測しこの指標から判断した熱中度と、身体的自己感覚の時間変化を比較することで、二者の関係を調べることが可能であろう。さらに、そもそも自己感覚の変化であるので、この感覚の変化そのものが忘我の感覚や熱中時の自己意識の弱まりに関わる可能性が考えられる。この場合は、身体的自己感覚の変化について調べることが即ち、読者の忘我や熱中状態に探求に繋がると期待できる。

以上のように、言語による複数の自己の関係性について構想しつつ、身体的自己感覚が物語読書を含む言語の理解によって変化しないか、するならばどのような言語の理解でどのように変化するか、その変化は熱中や忘我の程度と関連するのか調べ、いっそう深く読者の忘我と変容を探求していきたい。

5.4 おわりに

本論文は、“忘我”を含む熱中状態が一貫性をもった状態であるか読書実験によって検証し、その結果から熱中状態がいくつかの指標間の関係性によって同定可能な状態であることを示唆した。この結果は、熱中状態は、少なくともばらばらでランダムに感じられる一貫性のない状態ではなく、観測した指標間の関係性の意味で同一性をもつ状態であると解釈できる。各章のそれぞれの指標間で同定された状態同士の同一性は確認されていないが、少なくともそれぞれの熱中状態について、この同定可能性は、各熱中状態が複数の認知状態に付随的に起こる複数の状態の集まりというよりも、何らかの1つの認知的機構を基盤とする熱中状態であることを期待させる。すくなくとも、読者の熱中状態は、同定可能な対象であるために、今後さらに特徴づけを行い、詳しく調べるのに足る対象であろう。今後は、5.3で議論したような“自己”に関連する研究も進め、読書による人の忘我と変容の研究を理論的・実証的に進めていきたい。

謝辞

(謝辞については全ての審査が終了後に書かせていただきます)

付録 A

各章の観測データと分析結果のグラフ・表

各章の実験にて取得したデータや用いた対応表，分析結果の一部を参考として載せる。

A.1 2章のデータと分析結果

紙幅の都合上，身体動作と熱中度の対応表の前に，算出した熱中度の時間変化のグラフを配置する。

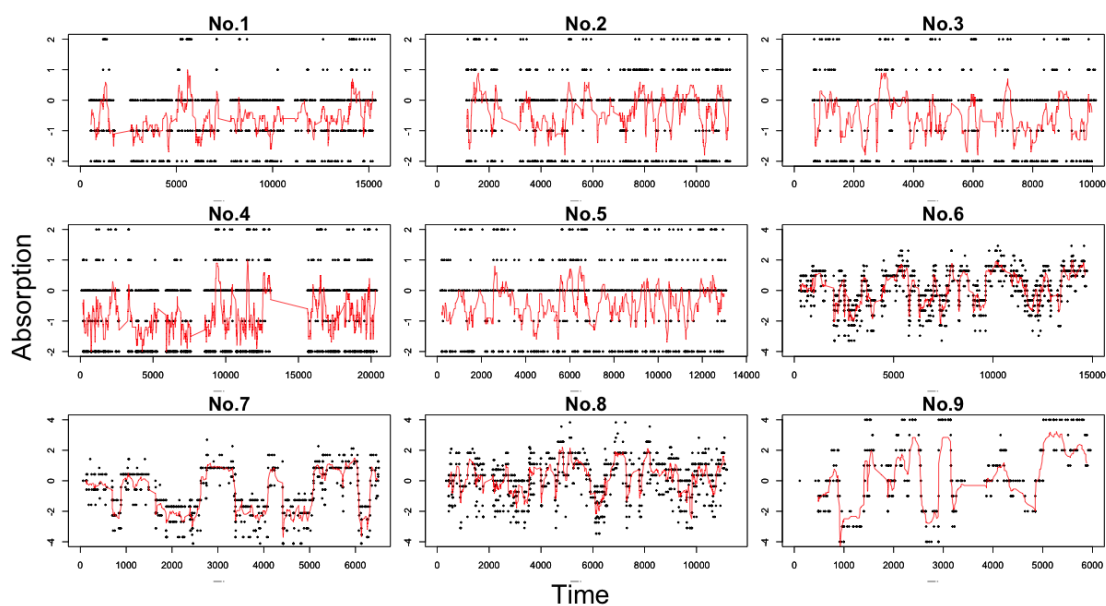


図 A.1: 2.2 の実験，布山の身体動作に基づく熱中度データ。縦軸が熱中度を表す。黒い点が生データ，赤い点が 10 点間の移動平均を示す。No.5 までが旧方法での評価，No.6 以降が新方法での評価となる。新方法での評価ではイベントと状態それぞれを足し合わせてから割るため， ± 2 の範囲を超えることがある。そのため，No.6 以降は ± 4 の範囲で表示した。

表 A.1: 被験者布山, 実験 No.6 の身体動作のうち, 状態に対する熱中度の評価点

状態	熱中度 (-2~+2)	状態	熱中度 (-2~+2)
右手, 本	0	姿勢, 前のめり	2
右手, 頬杖 (口)	2	姿勢, 正	0
右手, 頬杖	2	姿勢, 左前	1
右手, 物, 体	-2	姿勢, 左	0
右手, 物	-2	姿勢, 後ろ	-2
右手, 膝掛け	0	足, 下	0
右手, 膝の上	1	足, 上	-1
右手, 膝	1	足, 上げる	-1
右手, 髪	-2	感情, 平	0
右手, 体, 物	-2	感情, 微笑む	1
右手, 体	-2	感情, 笑う	1
右手, 太ももの上	0	感情, 泣く	2
右手, 足の下	0	感情, 顔をしかめる	2
右手, 口を覆う	2	感情, あくび	0
右手, 口	2	熱中, 無し	0
右手, 胸の前	2	本の状態, 机	0
右手, 顔を触る	-2	本の状態, 机の上	0
右手, 顔いじる	-1	本の状態, 再開	0
右手, 顔	-2	本の状態, 持ち上げる	-1
右手, 椅子	0	本の状態, 中断	-1
右手, ページをいじる	1	本の状態, 読了	0
右手, ひざ	0	本の状態, 立てかける	1
右手, myBeat	-2		
左手, 本	0		
左手, 頬杖	2		
左手, 物	-2		
左手, 膝掛け	0		
左手, 髪	-2		
左手, 体, 物	-2		
左手, 体	-2		
左手, 胸の前	2		
左手, 顔	-2		
左手, 右腕	0		
左手, 椅子	0		

表 A.2: 被験者布山, 実験 No.6 の身体動作のうち, イベントに対する熱中度の評価点 (両手に対する評価). 次の表 A.3 と合わせて全てのイベントの評価となる

イベント	熱中度 (-2~+2)	イベント	熱中度 (-2~+2)
右手, 本, いじる	0	右手, あくび, 覆う	-1
右手, 涙, 拭く	0	右手, myBeat	-2
右手, 本, 持ち直す	0	左手, 髪	-2
右手, 本, なでる	1	左手, 本, 持ち上げる	-1
右手, 本	0	左手, 本, なでる	0
右手, 頬杖	2	左手, 頬杖	1
右手, 服	-1	左手, 服	-1
右手, 筆箱, どうかす	0	左手, 肘掛け, 高さ調整	-2
右手, 肘掛け	-1	左手, 肘掛け	-2
右手, 膝掛け, リズム?	0	左手, 肘をついて顔	1
右手, 膝掛け	-2	左手, 膝掛け, いじる	-1
右手, 髪	-2	左手, 膝掛け	-2
右手, 足	-2	左手, 髪	-2
右手, 上げる	-1	左手, 足	-2
右手, 首	-2	左手, 心拍計	-2
右手, 手の甲を上	0	左手, 唇	1
右手, 耳	-1	左手, 首	-1
右手, 左腕	-1	左手, 腰	-1
右手, 左手	-1	左手, 口を覆う	1
右手, 広げる	-1	左手, 口	1
右手, 口, 覆う	1	左手, 胸の前	1
右手, 口, いじる	1	左手, 顔を拭く	-1
右手, 口	1	左手, 顔	-2
右手, 胸の前	1	左手, 右腕	0
右手, 胸	0	左手, 右手, いじる	0
右手, 顔	-2	左手, めくる準備	0
右手, 飲み物	-2	左手, ページ最後の辺りを めくる	0
右手, 椅子	-2	左手, ページ, こする	1
右手, 握る	0	左手, ゴミ, 捨てる	0
右手, リズム	0	左手, いじる	1
右手, カップ	0	左手, あくび, 覆う	-1
右手, カーテン, 開ける	-1	左手, myBeat	-1
右手, いじる	0		

表 A.3: 被験者布山, 実験 No.6 の身体動作のうち, イベントに対する熱中度の評価点 (両手以外に対する評価). 前の表 A.2 と合わせて全てのイベントの評価となる

イベント	熱中度 (-2~+2)	イベント	熱中度 (-2~+2)
姿勢, 鼻をかむ	-1	視線, 腕	0
姿勢, 涙, 拭く	0	視線, 上	0
姿勢, 本を机に置く	0	視線, 時計	0
姿勢, 本, とんとする	0	視線, 左手	0
姿勢, 鼻をかむ	-1	視線, 外	-1
姿勢, 息をつく	1	視線, 加湿器	-1
姿勢, 身じろぎ	0	視線, 下	-2
姿勢, 振返る	0	視線, 右手	0
姿勢, 振返ってティッシュ を取る	0	視線, myBeat	-1
姿勢, 心拍計, 確認	-1	口, 動かす	-2
姿勢, 首を回す	-2	口, 開ける	2
姿勢, 坐り直す	-2	両手, 本, 持ち直す	0
姿勢, 肩を張る	-1	息, つく	1
姿勢, 軽く坐り直す	0	首, 傾げる	0
姿勢, 胸を張る	-1	外乱, 心拍計確認	-1
姿勢, 椅子, 少し動く	0	外乱, 心拍計エラー音	-1
姿勢, 椅子, 向きを変える	-1	外乱, 加湿器, エラー音	-1
姿勢, ヒーター調節	-2	外乱, 音	-1
姿勢, ティッシュを取る	-1	外乱, チャイム音	-1
姿勢, くしゃみ	0	ページ捲り	0
姿勢, あくび	-1	元のページ	0
		終りのページを確認	0
		戻る	0

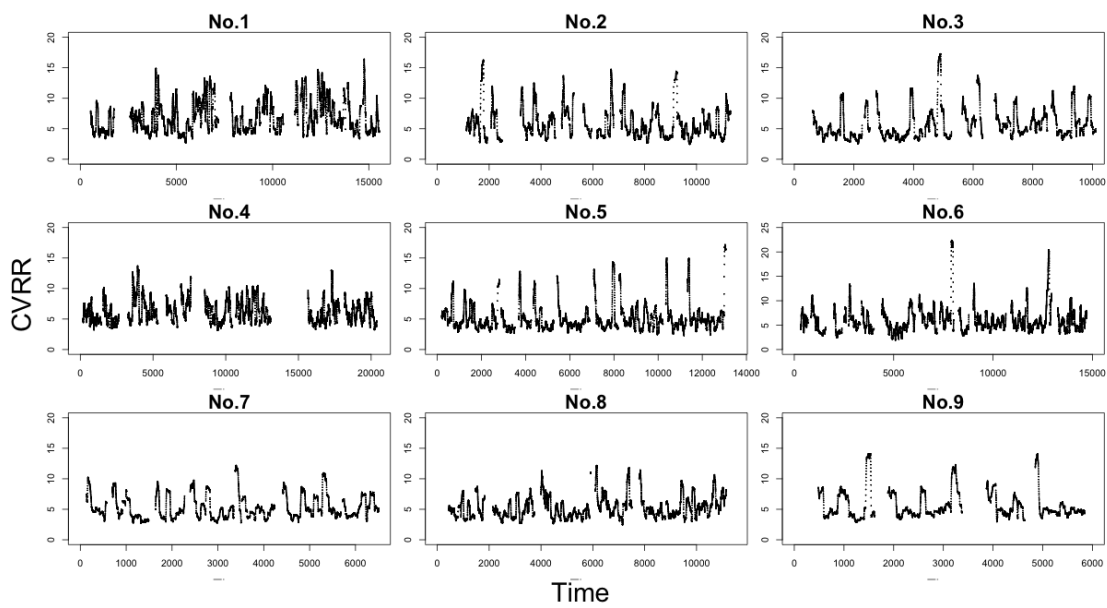


図 A.2: 2.2 の実験, 被験者布山の全 9 データの心拍変動係数 (CVRR) の算出結果. 休憩時のデータは除いた.

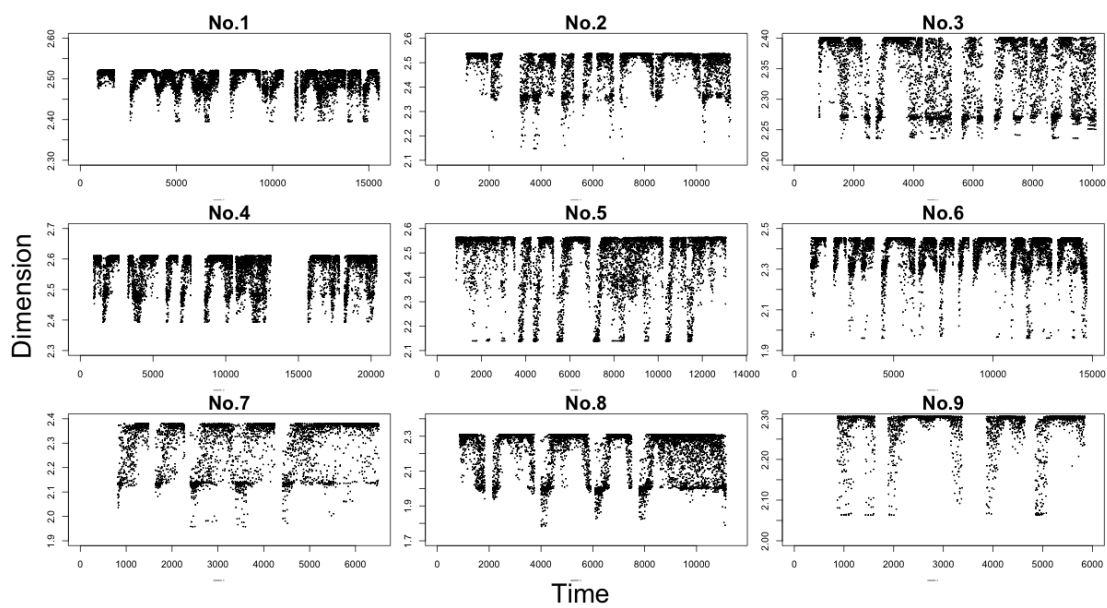


図 A.3: 2.2 の実験, 被験者布山の全 9 データのフラクタル次元の推定結果. 休憩時のデータは除いた.

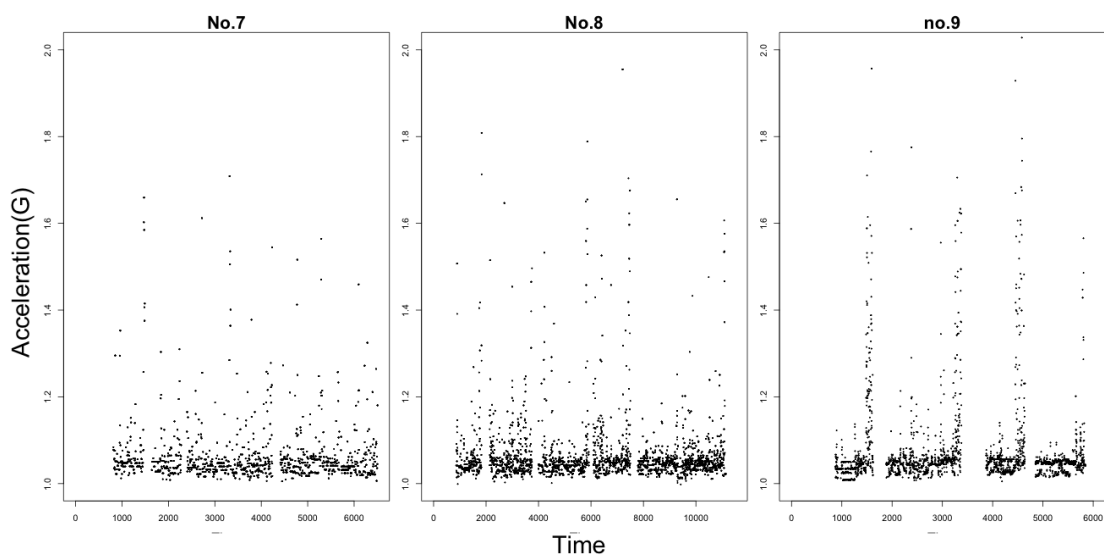


図 A.4: 2.2 の実験, 被験者布山の No.7~No.9 の加速度の観測結果. 3 軸加速度の二乗和. 休憩時のデータは除いた.

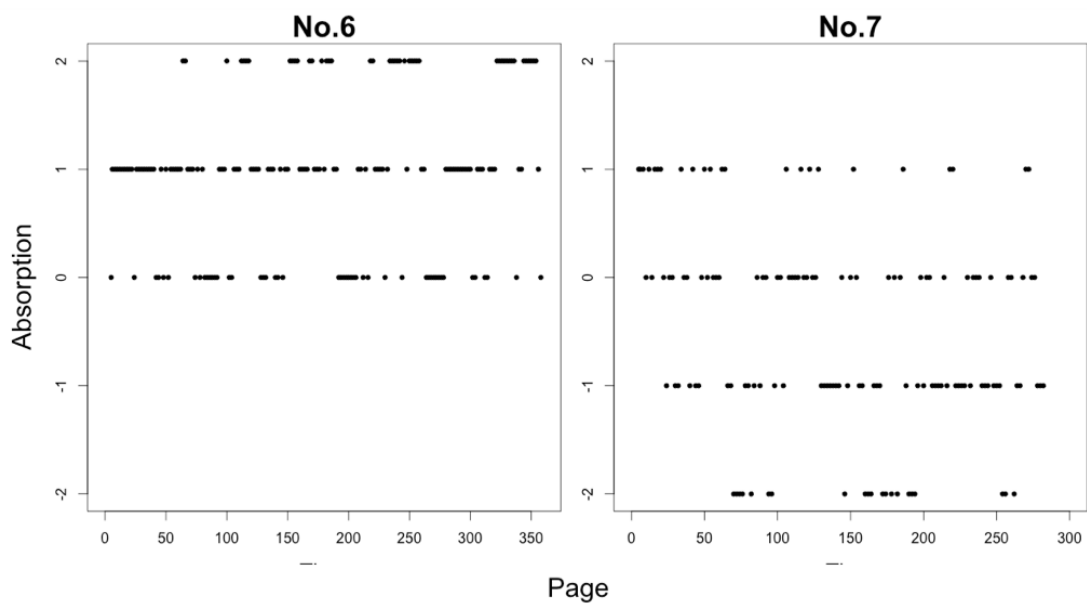


図 A.5: 2.3 の実験, 被験者布山のページごとの熱中度報告結果. 縦軸が熱中度を表す. 熱中度の報告は $-2 \sim +2$ の 5 件法で行った.

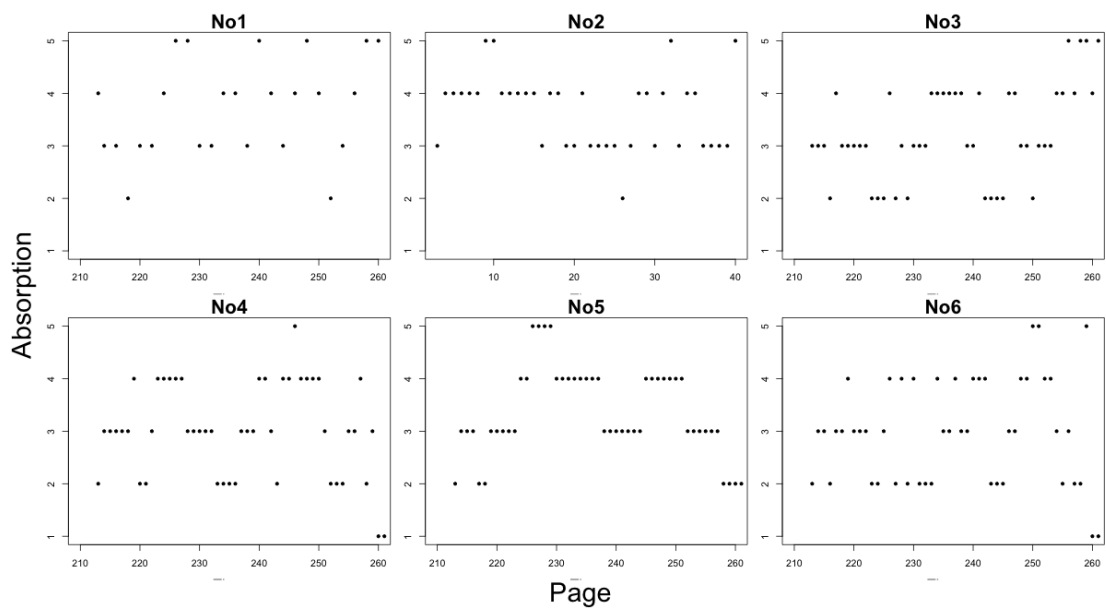


図 A.6: 2.3 の実験, 被験者他者のページ毎の熱中度報告結果. 縦軸が熱中度を表す. 熱中度の報告は +1 ~ +5 の 5 件法で行った. No.2 のみ異なる書籍を読んでいる.

A.2 3章のデータと分析結果

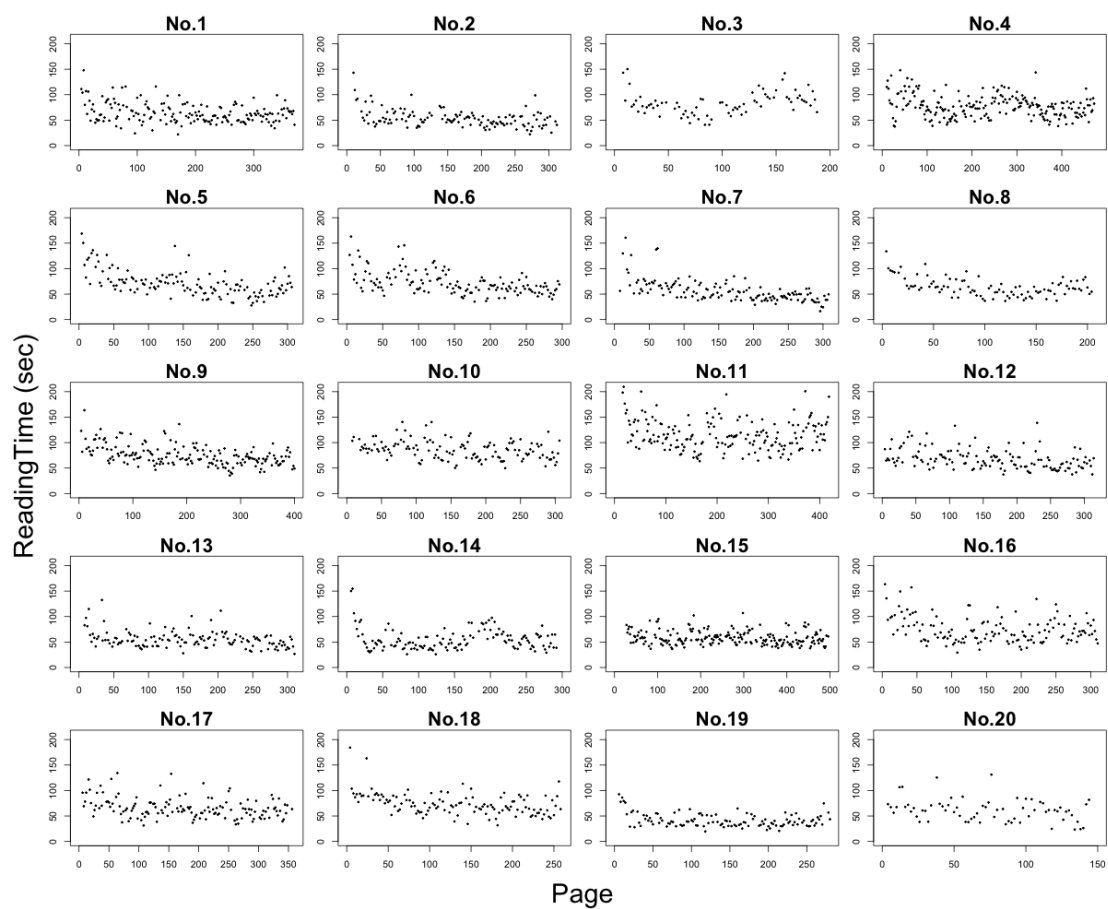


図 A.7: 被験者布山の 20 作品分の 2 ページごとの読解時間の推移 (ページ巻りの時間間隔)。横軸が時間、縦軸が読解時間を表す。

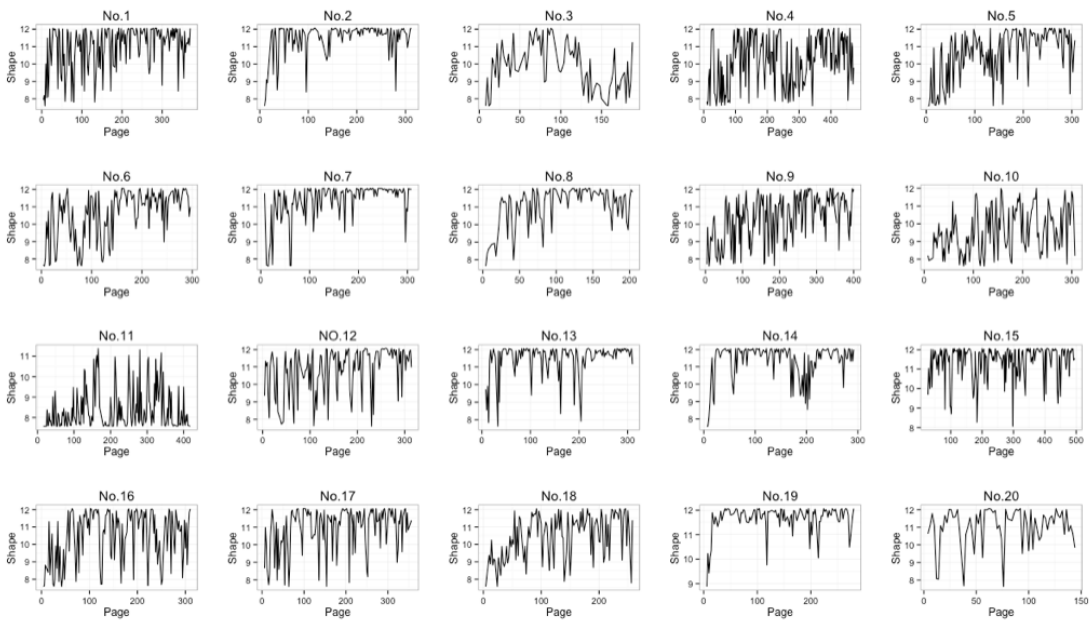


図 A.8: 被験者布山の読解時間から推定した 20 作品の Shape 値の時間変化.

本論文に関連する研究業績

Publications

学術論文・書籍

1. 布山美慕・日高昇平. (2016). 読書時の身体情報による熱中度変化の記述., *認知科学*, 23(2), 135–152.
2. Fuyama, M. & Hidaka, S. (2017). Identifying Context-Dependent Modes of Reading, In Mihoko Otake, Setsuya Kurahashi, Yuiko Ohta, ken Satoh, daisuke Bekki (Eds.): *New Frontiers in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Computer Science*, Springer International Publishin, 514–527.

学会発表・国際会議（査読あり）

1. Fuyama, M. & Hidaka, S. (2016). Context-dependent Processes and Engagement in Reading Literature. *In Proceedings of The Thirty eighth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 283–288. (ホワイトリスト掲載)
2. Fuyama, M., Hidaka, S., & Suwa, M. (2015). Identifying Context-dependent Modes of Reading. *The Second International Workshop on Skill Science (SIG-SKL-2015)*., (27–39), November 18, 2015, Kieo University, Japan.
3. 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹. (2015). 読書時の文脈依存の認知処理モード変化の分析., *言語科学会第17回年次国際大会*, 2015年7月18～19日, 別府国際コンベンションセンター.
4. Fuyama, M., Hidaka, S., & Suwa, M. (2014). The Continuous Measurement of Absorption in Reading Based on the Time Series of Subjective Evaluation and Heart Rates., *The Jagillonian-Rutgers Conference in Cognitive Science 2014.*, June 25 to 29, 2014, Krakow, Poland.

学会発表・国内会議

1. 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹. (2015). 読書における文脈依存的な認知処理のモード. *JCSS Japanese Cognitive Science Society*, 12–19. (日本認知科学会第32回大会, 千葉大学, 2015年9月18日～20日.)

2. 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹. (2015). ページ送りの時間間隔に基づく読書の認知処理の分析., 知識共創, 5, III3-1-8. (第5回知識共創フォーラム, 石川勤労者プラザ, 2015年3月7~8日.)
3. 布山美慕・諏訪正樹. (2014). 読書後のプロトコル分析を用いた物語読書中の熱中・忘我状態の観察と記述., *JCSS Japanese Cognitive Science Society*, 473-480. (日本認知科学会第31回大会, 名古屋大学, 2014年9月18~20日.)
4. 布山美慕. 小説読者の熱中時の身体・思考の特徴分析: プライベート空間における観測と観察を用いて., 第58回日本読書学会, 全林野会館, 2014年8月3日.
5. 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹. (2014). 読書における熱中状態の定義・観測手法構築., 人工知能学会全国大会論文集, 28, 1-4. (第28回人工知能学会全国大会, 愛媛県民文化会館, 2014年5月12~15日.)
6. 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹. (2014). 身体動作と心拍数による読書中の熱中状態観測手法の構築., 知識共創, 4, III-4-1-10 (第4回知識共創フォーラム, 石川県民しいのき迎賓館, 2014年3月17~18日.)
7. 布山美慕・諏訪正樹. (2013). 読書行為の熱中過程-読書中の映像分析による熱中状態変遷の観察., 第16回身体知研究会予稿集, SKL-16-06, 26-34. (第16回身体知研究会, 慶應義塾大学, 2013年10月24日.)

受賞

1. 第5回知識共創フォーラム共創賞受賞 (2016年1月): 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹., ページ送りの時間間隔に基づく読書の認知処理の分析.
2. 第5回知識共創フォーラム萌芽研究賞受賞 (2015年3月): 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹., ページ送りの時間間隔に基づく読書の認知処理の分析.
3. 第28回人工知能学会全国大会優秀賞 (2014年5月): 布山美慕・日高昇平・諏訪正樹., 読書における熱中状態の定義・観測手法構築.

参考文献

- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, **19**, No. 6, 716–723.
- 新井仁之 (2003). ルベーク積分講義—ルベーク積分と面積0の不思議な図形たち— 日本評論社
- アリストテレース・ホラーティウス (1997). 詩学 岩波書店
- Beaugrande, R. D. (1982). The story of grammars and the grammar of stories. *Journal of Pragmatics*, **6**, 383–422.
- Berns, G. S., Blaine, K., Prietula, M. J., & Pye, B. E. (2013). Short- and long-term effects of a novel on connectivity in the brain. *Brain Connectivity*, **3**, No. 6, 590–600.
- Bishop, C. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer.
- (樋口 知之 松本 裕治 村田 昇元田 浩 (監訳) (2012). パターン認識と機械学習 (ベイズ理論による統計的予測 丸善出版).
- Blakeslee, S., & Blakeslee, M. (2007). *The body has a mind of its own: How body maps in your brain help you do (almost) everything better*. New York: Random House., 240.
- (小松淳子 (訳) (2009). 脳のなかの身体知図ボディ・マップのおかげで、だいたいのがうまくいくわけ 合同出版).
- van den Broek, P., Young, M., Tzeng, Y., & Linderholm, T. (1999). The Landscape model of reading: Inferences and the online construction of memory representation. In H. van Oostendorp, & S. R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading*. London: London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers. pp. 71–98.
- Cohen, J. (2001). Defining Identification: A Theoretical Look at the Identification of Audiences with Media Characters. *Mass Communication & Society*, **4**, No. 3, 245–264.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper and Row.
- Daprati, E., Franck, N., Georgieff, N., Proust, J., Pacherie, E., Dalery, J., & Jeannerod, M. (1997). Looking for the agent: an investigation into consciousness of action and self-consciousness in schizophrenic patients.. *Cognition*, **65**, No. 1, 71–86.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., and Rubin, D. B. (1977). Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society*, **39**, No. 1, 1–38.
- D’Mello, S., Chipman, P., & Graesser, A. (2007). Posture as a predictor of learner’s affective engagement. In *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Cognitive Science Society*., 905–910. Austin, TX: Cognitive Science Society.

- Eco, U. (1967). *Opera aperta*. Milano: Bompiani., 284.
 (篠原資明・和田忠彦 (訳) (2002). 開かれた作品 青土社).
- Frith, C. D., Blakemore, S. J., & Wolpert, D. M. (2000). Explaining the symptoms of schizophrenia: Abnormalities in the awareness of action. *Brain Research Reviews*, **31**, 357–363.
- 布山美慕・諏訪正樹 (2013). 読書行為の熱中過程-読書中の映像分析による熱中状態変遷の観察 *SKL-16-06.*, 26–34.
- Gaggioli, A., Cipresso, P., Serino, S., & Riva, G. (2013). Psychophysiological correlates of flow during daily activities. In *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2013*. pp. 65–69.
- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *TRENDS in Cognitive Sciences*, **4**, No. 1, 14–21.
- Gernsbacher, M. A. (1997). Two decades of structure building. *Discourse Processes*, **23**, No. 3, 265–304.
- Gernsbacher, M. A., Varner, K. R., & Faust, M. E. (1990). Investigating differences in general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **16**, No. 3, 430–445.
- Graesser, A. C., Singer, M., & Trabasso, T. (1994). Constructing inferences during narrative text comprehension. *Psychological review*, **101**, No. 3, 371–95.
- Graesser, A. C., Millis, K. K., & Zwaan, R. A. (1997). Discourse comprehension. *Annual review of psychology*, **48**, 163–89.
- Green, M. C., & Brock, T. C. (2000). The role of transportation in the persuasiveness of public narratives. *Journal of Personality and Social Psychology*, **79**, No. 5, 701–721.
- Green, M. C., & Brock, T. C. (2002). In the mind's eye: Transportation imagery model of narrative persuasion. In M. C. Green, J. J. Strange, & T. C. Brock (Eds.), *Narrative impact: Social and cognitive foundations*. New York: Psychology Press. pp. 315–341.
- Hidaka, S., & Kashyap, N. (2013). On the Estimation of Pointwise Dimension. *arXiv preprint arXiv:1312.2298*, No. 23300099.
- Hidaka, S., & Kashyap, N. (2014). The Generalist Approach to Frame Problems. In *Proceedings of The Third Asian Conference on Information Systems.*, 318–325.
- Hidaka, S. (2013). A computational model associating learning process, word attributes, and age of acquisition.. *PLOS one*, **8**, No. 10, e76242.
- 日高昇平 (2016). 情報の伝達から理解へ 人工知能学会論文誌, **31**, No.6, 1–10.
- 樋口耕一 (2006). 内容分析から計量テキスト分析へ-形象と発展をめざして- 大阪大学大学院人間科学研究科紀要, **32**, 1–27.
- 樋口耕一 (2014). 社会調査のための計量テキスト分析-内容分析の継承と発展を目指して ナカニシヤ出版
- 本間元康 (2011). ラバーハンドイリュージョン: その現象と広がり *Cognitive Studies*, **17**, No.4, 761–770.
- 龍太井関 (2004). テキスト理解におけるオンライン処理メカニズム-状況モデル構築過程に関する理論的概観 *The Japanese Journal of Psychology*, **75**, No.5, 442–458.

- Jeannerod, M. (2003). The mechanism of self-recognition in humans.. *Behavioural brain research*, **142**, 1–15.
- J.Gerrig, R. (1993). *Experiencing narrative worlds.*, 1–25.
- Johnson, D. R. (2012). Transportation into a story increases empathy, prosocial behavior, and perceptual bias toward fearful expressions. *Personality and Individual Differences*, **52**, No. 2, 150–155.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness.*: Harvard University Press.
- (AIUEO(訳) (1988). メンタルモデル—言語・推論・意識の認知科学 産業図書).
- Kantz, H., & Schreiber, T. (1997). *Nonlinear Time Series Analysis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press., 320.
- Keller, J., Bless, H., Blomann, F., & Kleinböhl, D. (2011). Physiological aspects of flow experiences: Skills-demand-compatibility effects on heart rate variability and salivary cortisol. *Journal of Experimental Social Psychology*, **47**, No. 4, 849–852.
- Kidd, D. C., & Castano, E. (2013). Reading literary fiction improves theory of mind.. *Science (New York, N.Y.)*, **342**, No. 6156, 377–80.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, **95**, No. 2, 163–182.
- 米田英嗣・仁平義明・楠見孝 (2005). 物語理解における読者の感情-予感, 共感, 違和感の役割 心理学研究, **75**, No.6, 479–486.
- 米田英嗣・楠見孝 (2007). 物語理解における感情過程—読者-主人公相互作用における状況モデル構築— 心理学評論, **50**, No.2, 163–179.
- Kuiken, D., Phillips, L., Gregus, M., Miall, D. S., Verbitsky, M., & Tonkonogy, A. (2004). Locating Self-Modifying Feelings Within Literary Reading. *Discourse Processes*, **38**, No. 2, 267–286.
- 久米博 (2012). テクスト世界の解釈学: ポール・リクールを読む 新曜社, 361.
- Louwerse, M., & Kuiken, D. (2004). The Effects of Personal Involvement in Narrative Discourse. *Discourse Processes*, **38**, No. 2, 169–172.
- 丸山圭三郎 (1987). 言葉と無意識 講談社
- Mcnamara, D. S., & Magliano, J. (2009). Toward a Comprehensive Model of Comprehension. *The Psychology of Learning and Motivation*, **51**, 297–384.
- Miall, D. S., & Kuiken, D. (1994). Beyond Text Theory: Understanding Literary Response. *Discourse Processes*, **17**, No. 3, 337–352.
- Miall, D. S., & Kuiken, D. (1995). Aspects of Literary Response : A New Questionnaire. *Research in the Teaching of English*, **29**, 37–58.
- Miall, D. S., & Kuiken, D. (1999). What is literariness? Three components of literary reading. *Discourse Processes*, **28**, No. 2, 121–138.
- Miall, D. S., & Kuiken, D. (2002). A feeling for fiction: Becoming what we behold. *Poetics*, **30**, No. 4, 221–241.

- Miall, D. S. (1988). Affect and Narrative: A Model of Response to Stories. *Poetics*, **17**, 259–272.
- Miall, D. S. (1989). Beyond the schema given: Affective comprehension of literary narratives.. *Cognition and Emotion*, **3**, No. 1, 55–78.
- 宮崎美智子・高橋英之・岡田浩之・開一夫 (2011). 自己認識における運動主体感の役割と発達メカニズム 認知科学, **18**, No.March 2011, 9–28.
- Nakamura, J., & Csikszentmihalyi, M. (2009). Flow theory and research. In *Oxford handbook of positive psychology*.: Oxford University Press. pp. 195–206.
- 中村永友・金明哲 (編) (2009). 多次元データ解析法 (R で学ぶデータサイエンス 2) 共立出版, 264.
- Neuman, S. B., & McCormick, S. (2000). A case for single subject experiments in literacy research. In *Handbook of Reading Research*.: Routledge Handbooks Online.
- Oatley, K. (2012). The cognitive science of fiction. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, **3**, No. 4, 425–430.
- 大江健三郎 (1988). 新しい文学のために 岩波書店, 218.
- 荻阪直行・下條信輔・佐々木正人・信原幸弘・山中康裕 (2002). 意識の科学は可能か 新曜社, 232.
- 小山内秀和・岡田斉 (2011). 物語理解に伴う主観的体験を測定する尺度 (LRQ-J) の作成 心理学研究, **82**, No.2, 167–174.
- 小山内秀和・楠見孝 (2013). 物語世界への没入体験—読解過程における位置づけとその機能— 心理学評論, **56**, No.4, 457–473.
- 大塚邦明・久保豊・堀田典寛 (2007). 心電図 R-R 間隔変動：非線形分析 (カオス・フラクタル解析) 日本自律神経学会 (編) 自律神経機能検査 第 4 版 文光堂, 東京 pp. 169–182.
- Peifer, C., Schulz, A., Schächinger, H., Baumann, N., & Antoni, C. H. (2014). The relation of flow-experience and physiological arousal under stress - Can u shape it?. *Journal of Experimental Social Psychology*, **53**, 62–69.
- Polanyi, M., & Sen, A. K. (2009). *The tacit dimension*. Chicago and London: University Of Chicago Press., 128.
- Polito, V., Barnier, A. J., & Woody, E. Z. (2013). Developing the Sense of Agency Rating Scale (SOARS): An empirical measure of agency disruption in hypnosis. *Consciousness and Cognition*, **22**, No. 3, 684–696.
- Rayner, K., & Reichle, E. D. (2010). Models of the Reading Process. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, **1**, No. 6, 787–799.
- Ricœur, P. (1975). La fonction herméneutique de la distanciation Neuchâtel. In *Delachaux et Niestlé*. Neuchâtel: 白水社. pp. 201–215.
- Ricœur, P. (1983). *Temps et récit I*. Paris: Seuil.
- (久米博 (訳) (1987). 時間と物語 〈1〉 物語と時間性の循環/歴史と物語 新曜社).
- 西郷甲矢人 (2012). 圏論の歩き方 (第 12 回) すべての人に矢印を：圏論と教育をめぐる冒険 数学セミナー, **51**, No.7, 72–78.
- 佐藤徳 (2011). 何が自己を自己たらしめるか？ 運動主体感の研究から 認知科学, **18**, No.March, 29–40.

- フェルディナン・ド・ソシュール (2007). ソシュール 一般言語学講義: コンスタンタンのノート 東京大学出版会, 210.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, **6**, No. 2, 461–464.
- Шк л о в с к и й В Б (1925). ИСКУССТВО КАК ПРИЕМ К р у г
(佐藤千登勢 (訳) (2006). 『シクロフスキィ規範の破壊者』 南雲堂フェニックス より日本語訳を使用)
- Speer, N. K., Reynolds, J. R., Swallow, K. M., & Zacks, J. M. (2009). Reading stories activations neural representations of visual and motor experiences. *Psychological Science*, **20**, No. 8, 289–299.
- Suwa, M., & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, **18**, No. 4, 385–403.
- 諏訪正樹・堀浩一・伊藤毅志・松原仁・阿部明典・大武美保子・松尾豊・藤井晴行・中島秀之 (2015). 一人称研究のすすめ: 知能研究の新しい潮流: 近代科学社
- Swets, B., & Kurby, C. a. (2015). Eye Movements Reveal the Influence of Event Structure on Reading Behavior. *Cognitive Science*, 1–15.
- Tellegen, A., & Atkinson, G. (1974). Openness to absorbing and self-altering experiences(“Absorption”), a trait related to hypnotic susceptibility *Journal of Abnormal Psychology*, **83**, No.3, 268–277.
- Thorndyke, P. W. (1977). Cognitive structures in comprehension and memory of narrative discourse. *Cognitive Psychology*, **9**, No. 1, 77–110.
- Tononi, G., & Massimini, M. (2013). *Nulla di più grande.*: Baldini & Castoldi.
(花本知子 (訳) (2015). 意識はいつ生まれるのか—脳の謎に挑む統合情報理論 亜紀書房).
- Trabasso, T., & Magliano, J. P. (1996). Conscious understanding during comprehension. *Discourse Processes*, **21**, No. 3, 255–287.
- Tsakiris, M. (2010). My body in the brain: A neurocognitive model of body-ownership. *Neuropsychologia*, **48**, No. 3, 703–712.
- Tsuchiya, N., Taguchi, S., & Saigo, H. (2015). Using category theory to assess the relationship between consciousness and integrated information theory. *Neuroscience Research*, **107**, 1–7.
- V.S.Ramachandran (2011). *The Tell-Tale Brain: A Neuroscientist’s Quest for What Makes Us Human*. New York: W. W. Norton & Company., 384.
(山下篤子 (訳) (2013). 脳のなかの天使 角川書店).
- 山梨正明 (2007). 比喩と理解 (コレクション認知科学, 新装版) 東京大学出版会
- 矢追健・荻阪直行 (2014). 自己を知る脳—自己認識を支える脳 自己を知る脳・他者を理解する脳 (社会脳シリーズ) 新曜社.
- Zwaan, R. a., & Taylor, L. J. (2006). Seeing, acting, understanding: motor resonance in language comprehension.. *Journal of experimental psychology. General*, **135**, No. 1, 1–11.
- Zwaan, R. (2004). The immersed experiencer: Toward an embodied theory of language comprehension. In B. Ross (Ed.), *The Psychology of learning and motivation*. Vol. 44. New York:

Academic Press. pp. 35–62.

Zwaan, R. A., Langston, M. C., & Graesser, A. C. (1995). The Construction of Situation Models in Narrative Comprehension: An Event-Indexing Model. *Psychological Science*, **6**, No. 5, 292–297.