

テキストにおける書き手の孤独感の推定

岩井律子¹熊田孝恒²

¹理化学研究所情報統合本部ガーディアンロボットプロジェクト ²京都大学大学院情報学研究所
ritsuko.iwai@riken.jp kumada.takatsune.7w@kyoto-u.ac.jp

概要

孤独感には一時的な状態孤独感 (State Loneliness: SL) と安定した特性孤独感 (Trait Loneliness: TL) があり, TL は単一テキストに直接反映されにくい. 本研究は, 認知心理学の自己-記憶システムモデルに基づき, TL が SL を介して自伝的記憶テキストに階層的に反映されるという仮説を検討した. 研究1では, 自伝的記憶テキストをもとに BERT による SL 予測モデルを構築し, 個人内で平均化した pSL と TL の相関を確認した. 研究2では, 自己焦点化教示と感情価の低い手がかり語の組み合わせでこの相関が強まることを示した. 心理特性予測におけるテキスト収集条件の設計の重要性が示唆された.

1 はじめに

孤独感とは, 社会的つながりの欠如に対する主観的経験であり, 近年, 公衆衛生や社会政策の観点からも重要な課題として注目されている. しかし, 孤独感とは本人の主観的評価に基づくため, 質問紙などの本人の主観報告以外での測定は容易ではない. 日常的に生成されるテキストは, こうした主観的経験を間接的に捉える手がかりとなり得ると考えられるが, 孤独感がどのように言語表現に反映されるかについては, 十分に検討されていない.

心理学では, 孤独感は一時的に変動する状態孤独感 (SL) と, 個人内で比較的安定した特性としての特性孤独感 (TL) に区別される. SL は特定の状況や出来事に依存して変動するのに対し, TL は長期的な自己認知や対人関係の捉え方と関連した安定的傾向を表す. そのため, テキストに直接表出しやすいのは特定の出来事に結びついた SL であり, TL が単一のテキストに明示的に反映されるとは限らないと考えられる. この点は, 言語情報から孤独感の個人特性 (TL) を推定する上での本質的な困難さを示している.

一方, TL が高い人は「私」「自分」など自己参照

語の使用頻度が高いことが知られている (e.g., Guntuku et al., 2019). この知見に着目し, 著者らは認知心理学における自己-記憶システムモデル (Conway & Pleydell-Pearce, 2000) を拡張した仮説を提案した. このモデルでは, 概念的自己 (自己スキーマや自己イメージの長期的表象) がワーキングセルフ (長期的表象のうち焦点化された部分) を介して記憶の想起・言語化に影響するとされる. 著者らは, TL のような安定した心理特性が概念的自己に含まれ, 自伝的記憶 (自分に関する出来事の記憶) の想起・記述プロセスに影響すると仮定した. この仮説が正しければ, 自伝的記憶テキストにはその出来事に結びついた SL が反映され, さらに SL を媒介として TL との関連を捉えられると考えられる.

本研究では, 自伝的記憶テキストを対象に, BERT (Devlin et al., 2019) を用いて SL を予測するモデルを構築する. さらに, 予測された SL (即ち, pSL) と TL との関係を分析することで, 自己-記憶システムモデルに基づく仮説を検討する. 加えて, fine-tuning した BERT モデルが, 統制された実験環境で収集されたテキストにも適用可能であるかを検証し, 心理学実験と自然言語処理を統合した研究アプローチの実証的可能性を示すことを目的とする.

2 関連研究

孤独感に関連する自然言語処理研究は, 主に英語圏のソーシャルメディアテキストを対象として発展してきた (Andy et al., 2022; Guntuku et al., 2019; Kiritchenko et al., 2020; Liu et al., 2022). しかし, これらの研究では, テキストと書き手本人の TL との直接的対応関係が必ずしも明示的に検証されていない.

日本語を対象とした孤独感に関する自然言語処理研究もごくわずかであり, 書き手の TL の推定は困難である (藤川ら, 2024, 2025; 岩井・熊田, 2023; Nakai et al., 2022).

一方, 心理学研究 (Igarashi, 2025) では, 孤独感が自伝的記憶の想起や評価過程に影響を及ぼすことが報

告されているが、心理学的知見を、自然言語処理モデルを用いて制御された実験文脈で検証する研究はまだない。

3 研究 1: クラウドソーシングによるモデル構築

3.1 データ収集方法

クラウドソーシングプラットフォームを用いて調査 (2022 年 9-12 月) を実施した。参加者は 1,301 名 (女性 763 名, 平均年齢 40.9 歳, $SD=11.0$ 歳) であり, TL 得点ⁱの平均は 49.3 ($SD=11.5$), 内的整合性は $\alpha=.94$, $\omega=.95$ であった。参加者には, ポジティブな手がかり語 (幸福, 満足, 成功) とネガティブな手がかり語 (孤独, 不満, 失敗) の計 6 種ⁱⁱについて, それぞれ 500 字以内でエピソードを記述するよう求めた (計 7,806 エピソード)。また, 各エピソードを想起した際に感じた孤独感 (SL) を 7 段階リッカート尺度で評価させた。文字数制限は, 言語モデルの入力制約を考慮して設定した。

3.2 モデル構築

東北大学の日本語事前学習済み BERTⁱⁱⁱをベースモデルとし, SL または TL を目的変数とする回帰モデルを構築した。損失関数は MSE, 最適化は Adam, 過学習防止のため early stopping (5 エポック) を適用した。

手がかり語の条件をもとに, 全て (posneg), ポジティブのみ (pos), ネガティブのみ (neg) の 3 種 \times SL/TL のモデルを構築した (表 1)。

3.3 結果

3.3.1 モデル性能評価

SL 予測モデルは高い性能を示したが (表 2), TL 予測モデルは全て低性能であった ($R^2 \sim -.003 \sim .024$)。

SL 予測で最も高い性能を示した posneg テキストを用いたモデルは, テストデータでも良好な性能を示した (表 3)。全データに対する p-SL と SL の相関は $r=.82$ であり, モデルがテキスト表現のみから 66.2% の SL 分散を説明できることが示された。

仮説どおり, pSL (テキスト表現から予測された SL) を予測するモデルは, TL を予測するモデルよ

りも高い性能を示した。この結果は BERT モデルが個人ごとの SL のベースライン (個人差) を十分に学習できていない可能性を示唆している。

3.3.2 SL と pSL の関係

次に, SL および pSL と TL の関係を検討した。

まず, 全ての pSL と TL の間には相関は認められなかった ($r = -.07$) のに対し, SL と TL の間には弱い相関が確認された ($r = .13$ $p < .001$)。また, 個人内で平均化した pSL (mpSL) は, 平均 SL (mSL) と有意に相関していた ($r = .33$ $p < .001$)。これは条件間に共通する個人差のパターンを一部学習している可能性を示唆する。

これらの結果は, fine-tuning の本質的な目的に起因すると考えられる。モデルは真値と予測値の差を最小化するように学習されるため, 予測値の偏差が大きくなるほど, mSL と mpSL の差が拡大する

表 1 データセットの記述統計

	n	SL		TL	
		M	SD	M	SD
Posneg	4,862	3.5	2.2	49.7	11.6
	1,472	3.4	2.2	48.5	11.2
	1,472	3.4	2.2	49.9	11.2
Pos	2,431	2.1	1.4	49.3	11.6
	736	2.0	1.4	48.5	11.9
	736	2.1	1.5	49.9	11.2
Neg	2,431	5.0	1.8	49.4	11.6
	736	5.0	1.9	48.5	11.2
	736	4.8	1.9	49.9	11.2

表 2 SL/TL 予測モデルの学習・検証結果

	データ	MSE		R-squared	
		Train	Valid	Train	Valid
SL	Posneg	1.665	1.488	.649	.540
	Pos	1.818	1.574	.097	.097
	Neg	2.422	2.419	.287	.364
TL	Posneg	242.893	86.306	-.807	-.003
	Pos	166.715	187.622	-.240	.024
	Neg	189.687	199.561	-.411	-.038

表 3 テストデータと全データに対する評価結果

評価指標	Test	All
MSE	2.447	1.602
R-squared	.476	.662

ⁱ 日本語版 UCLA 孤独感尺度 (舛田ら, 2012) の回答

ⁱⁱ 五島・太田 (2001) に基づき選定した。

ⁱⁱⁱ <https://huggingface.co/tohoku-nlp/bert-base-japanese>

スクが高まる。その結果、mSL と mpSL の差は mSL と負の相関を示した ($r = -.27, p < .001$)。

さらに、モデルが各テキストを独立データとして SL を予測しているにもかかわらず、その平均値である mpSL と TL の間には相関が認められた ($r = .21, p < .001$)。一方で、SL を pSL で回帰した際の残差と TL の間には相関が認められなかった (図 1)。この結果は、テキストに表現された TL の成分をモデルが十分に学習していた可能性を示唆している。

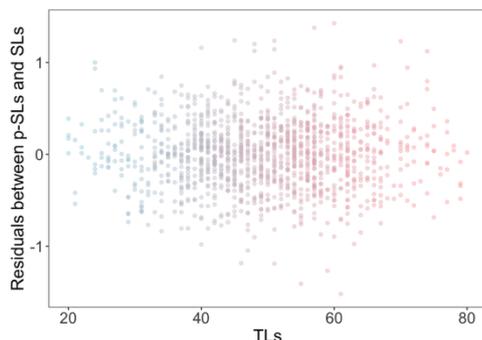


図 1 SL 予測残差と TL の関係

3.4 考察

本結果は、自伝的記憶テキストに含まれる言語情報が、記述時点で想起・評価された SL をよく反映する一方で、書き手の安定的な TL を十分に反映しているとは限らないことを示している。一方で、個人の平均 pSL と TL との間には一定の関連が観察されたことは、TL がテキスト中に明示的に表出されなくとも、想起・評価過程を通じて生じる SL と関連する可能性を示唆する。しかし、その条件については、研究 1 のデータからは明らかにできない。この点を踏まえ、次節では、どのような想起・記述条件の下でこの関係がより明確になるのかを検討する。

4 研究 2: 実験室環境での検証

研究 2 では、研究 1 で明らかになった上記の未解決点を検討するため、想起条件を実験的に操作した自伝的記憶テキストを収集し、研究 1 で構築した SL 予測モデルの適用可能性を検証する。自伝的記憶の想起や記述は、注意の向け方や評価の枠組みによって変化しうることが知られており (Conway & Pleydell-Pearce, 2000)、これらの条件操作が、孤独感の言語的反映にどのような影響を与えるかを検討する。ここでは、自己参照 (自己への焦点化の程度)

が、自伝的記憶テキストにおける孤独感の言語的表出に影響すると仮定する。

4.1 研究 2: 実験室実験での検証

4.1.1 参加者

実験室内での個別実験で制限時間内に全課題を完了した 26 名 (平均年齢 32.0 歳, $SD=8.4$ 歳, 女性 13 名, TL: $M=41.6, SD=13.8$) を分析対象とした。

4.1.2 要因

2×2 の被験者内要因計画を用いた。

要因 1 (自己焦点化)：自己との関連性・重要性を意識した記憶想起を求める FO 条件と、日常的記憶の想起を求める NF 条件。

要因 2 (手がかり語)：主観的語 (Sbj; 満足, 不満, 幸福, 孤独) と客観的語 (Obj; リラックス, 怪我, 掘り出し物, 忘れ物)

参加者は、2×8 の計 16 件のエピソードを記述し、各記述後に SL を 7 件法で評価した。

4.2 分析方法

研究 1 で構築したモデルを使って、pSL を計算し、TL との関係を検討した。また、ピアソン相関・線形回帰に加え、ベイズ統計を用いた。

4.3 結果

4.3.1 SL と pSL の関係

pSL と SL スコアの間には強い正の相関が認められた ($r = .576, p < .001$)。ベイズ因子 ($BF_{10} = 5.5 \times 10^{34}$) は、この相関の存在を支持する極めて強い証拠を示していた。さらに、ベイズ線形回帰分析においてもこの関係は支持され、傾きの事後推定値は 0.64 (95% CI ^{iv}[0.55, 0.72]) であった。この結果は、研究 1 で構築したモデルが異なる収集環境で得られたデータでも高い予測精度を維持することを示す。

4.3.2 SL/pSL と TL の関係

SL と TL スコアの間には、小さいながらも有意な相関が認められた ($r = .17, p = .00049$)。ベイズ因子 ($BF_{10} = 46.15$) は、この相関を強く支持する。また、ベイズ線形回帰分析においてもこの関係は確認され、傾きの推定値は 1.19 (95% CI [0.53, 1.83]) であった。回帰モデルのベイズ因子 ($BF_{10} = 373.28$) は、

^{iv} Credible Interval

SL が TL を説明する上での予測的役割に対して非常に強い支持を示している。

一方で、pSL と TL の間には有意な相関は認められなかった ($r = .033$, $n.s.$, $p = .498$, 95% CI [-.063, .129])。ベイズ因子 ($BF_{10} = 0.14$) は、関連が存在しないことを示唆している。さらに、ベイズ回帰分析においても、傾きの推定値は小さく CI は 0 を跨いでいた ($\beta = 0.27$, 95% CI [-0.49, 1.02], $BF_{10} = 1.18$)。

4.3.4 要因 xSL/pSL と TL の関係

SL: FO_Sbj 条件における「不満」と NF_Sbj 条件における「幸福」において、TL との正の関連を示した。具体的には、「不満」では $r = .446$, $p < .05$, ベイズ因子 $BF_{10} = 3.67$ が得られ、ベイズ回帰においても傾きの推定値は $\beta = 2.96$ ($BF_{10} = 3.67$, 95% CI [0.40, 5.47]) であった。「幸福」についても同様に、 $r = .480$, $p < .05$, $BF_{10} = 5.40$, $\beta = 5.86$ ($BF_{10} = 3.67$, 95% CI [1.29, 10.43]) と推定された。

pSL: FO_Obj 条件下で「忘れ物」に対する pSL が TL を十分に予測していた ($r = .540$, $p < .01$, $BF_{10} = 12.01$, $\beta = 4.88$, $BF_{10} = 276.79$, 95% CI [1.61, 8.18])。

4.4 考察

本研究は、研究 1 の結果を再現し、fine-tuning した BERT モデルが自伝的記憶テキストから SL を予測可能であることを示した。さらに、TL は、一部の手がかりおよび文脈条件において、SL を介して自伝的記憶テキストに反映されることが明らかになった。特に、自己焦点化の指示は、個人的関連性の低い手がかりと組み合わせることで、TL の言語的表出を促進することが示唆された。

5 総合考察

5.1 主な発見

本研究の主な発見は以下の 3 点に要約される。第一に、SL 予測モデルは、クラウドソーシングによるテキストと、実験的に収集されたテキストの双方において安定した性能を示し、異なる収集環境間でも技術的に再利用可能であることが確認された。

第二に、研究 1 では、個人内の複数エピソードから得られた pSL の平均値 (mpSL) が TL と関連することを示したが、単一エピソードの pSL ではその関係は限定的であった。これは、テキストに含まれる SL 由来の特徴の平均化の効果によって生じたと考

えられ、結果として、SL を媒介とした階層的予測の可能性を示唆した。

第三に、研究 2 では、特定の想起条件下において、単一エピソードの pSL であっても TL との関連が強まることが示された。これらの結果は、適切な条件を統制することによって、単一のエピソードでも階層的な TL 予測の精度を高められる可能性を示している。

5.2 条件依存性

研究 2 では、手がかり語の感情価そのものが、孤独感の言語的反映に影響を与えることが明らかになった。研究 1 で用いた感情的手がかり語に対し、研究 2 で導入した感情価の低い手がかり語では、自己焦点化指示との組み合わせにより、pSL と TL の関連がより明確に観察された。この結果は、感情刺激が出来事の評価や語り方を個人間で均質化し、結果として個人差の抽出を困難にしたことを示唆している。

この結果は、心理特性予測タスクにおいて、どのようなプロンプト (指示) でテキストを収集するかがモデル予測性能に大きく影響することを示している。適切な収集条件を設定し、複数テキストを統合することで、直接予測が困難な心理特性 (例: 抑うつ・主観的ウェルビーイング) を階層的に推定できる可能性がある。

6 結論

本研究は、心理学的理論に基づく実験設計と fine-tuning された言語モデルを統合することで、従来困難とされてきた心理特性を間接的に推定するための新たな可能性を示す。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP21K13683, JP25K17127 及び理化学研究所奨励課題の助成を受けたものです。

参考文献

- Andy, A., Sherman, G., & Guntuku, S. C. (2022). Understanding the expression of loneliness on Twitter across age groups and genders. *PLOS ONE*, 17(9), e0273636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273636>
- Conway, M. A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2000). The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological Review*, 107(2), Article 2. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.107.2.261>
- Devlin, J., Chang, M., Lee, K. et al. (2019). BERT: Pretraining of deep bidirectional transformers for language understanding. In the *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, Volume 1, pp. 4171-4186. <https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423>
- 藤川直也・Nguyen, Q. T. ・伊藤和浩・若宮翔子・荒牧英治. (2024). 孤独エピソードデータセットの構築とその応用. 第 16 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム予稿集, T5-A-7-05.
- 藤川直也・伊藤和浩・若宮翔子・荒牧英治. (2025). 書き手の孤独感を予測できるか? 言語処理学会第 31 回年次大会 発表論文集, 307-312.
- 五島史子・太田信夫. (2001). 漢字二字熟語における感情価の調査. 筑波大学心理学研究, 23, 45-52.
- Guntuku SC, Schneider R, Pelullo A, et al. (2019). Studying expressions of loneliness in individuals using twitter: an observational study. *BMJ Open*, 9:e030355. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-030355>
- Igarashi, T. (2025). Loneliness and socioemotional memory. *British Journal of Social Psychology*, 64, e12783. <https://doi.org/10.1111/bjso.12783>
- 岩井律子・熊田孝恒. (2023). BERT を用いた孤独体験テキストからの孤独感推定. 言語処理学会第 28 回年次大会発表論文集, pp. 1772-1776.
- Kiritchenko, S., Hipson, W., Coplan, R. et al. (2020). SOLO: A Corpus of Tweets for examining the state of being alone. In the *Proceedings of the Twelfth Language Resources and Evaluation Conference*, pp. 1567-1577.
- Liu, T., Ungar, L.H., Curtis, B. et al. (2022). Head versus heart: social media reveals differential language of loneliness from depression. *Npj Mental Health Research*, 1, 16. doi: 10.1038/s44184-022-00014-7
- 舛田ゆづり・田高悦子・臺 桂. (2012). 高齢者における日本語版 UCLA 孤独感尺度(第 3 版)の開発とその信頼性・妥当性の検討. *日本地域看護学会誌*, 15(1), 25-32.
- 宮内裕人・鈴木陽也・秋山和輝他. (2022). 主観と客観の感情極性分類のための日本語データセット. 言語処理学会第 28 回年次大会発表論文集, pp. 1495-1499.
- Nakai, K., Iwai, R., & Kumada, T. (2023). An examination of eating experiences in relation to psychological states, loneliness, and depression using BERT. In Y. Takama, K. Yada, K., Satoh, & S. Arai (Eds), *New frontiers in Artificial Intelligence* (pp. 196–214). Springer Cham.