

相手の発話の予測が会話中の処理負荷を低減する： 高齢者による二重課題という困難に対する補償

Speech prediction reduces processing load during conversation: Older adults' compensation for difficulty of dual task demands

澤田 知恭[†], 原田 悦子[‡]

Tomoyasu Sawada, Etsuko T. Harada

[†]筑波大学大学院心理学学位プログラム, [‡]筑波大学人間系, (株)アイデアラボ

[†] Doctoral Program in Psychology Graduate School of Comprehensive Human Sciences University of Tsukuba,

[‡] Institute of Human Sciences University of Tsukuba/Idealab.Inc.

sawadatomoyasu@gmail.com

概要

会話中では発話する直前に、相手発話の聴取理解と自らの発話計画による二重課題が発生する。高齢者にとって、この会話中に発生する二重課題は困難であり、実際に、聴取理解との二重課題状況下で計画された発話はエラーが多い(澤田・原田, 2024)。本研究では、相手の発話に対する高次の予測が可能な場合には、高齢者の発話前後の処理負荷が低減されていることが明らかになり、高齢者が二重課題という困難に対する補償して、高次の予測を行っていることが示唆された。

キーワード: 会話 (conversation), 二重課題 (dual task)

1. はじめに

会話では話し手と聞き手の入れ替わり、すなわちターンの交換である話者交替が頻繁に行われる (Sacks et al., 1974)。話者交替の際、発話と発話の間が長くなってしまうと、続く発話が否定的な返答であると期待させる等、言外の意味が発生する。そのため、通常、話者交替には時間的な制約が存在し、多くの言語において発話と発話の間は平均して 0ms から 200ms 程度と非常に短い (Stivers et al., 2009)。その一方で、人間は線画について命名する (例: 「あり」, 「うさぎ」) という単純な口頭反応であっても最短で 0.7 秒程度の時間を要する (Nishimoto et al., 2012)。このような反応時間の矛盾を解消するために、会話中、潜在的な次話者は、自分の発話を計画するために十分な情報が手に入った時点で、現話者の発話を聞きながら、二重課題状況下で自らの発話内容を計画し始めることが知られている (Barthel et al., 2016; Boiteau et al., 2014; Levinson & Torreira, 2015)。しかし、会話中に発生する聴取理解と発話計画による二重課題はそれを処理する主体にとって負荷が高い (Barthel & Sauppe, 2019)。また、高齢者は、聴取理解との二重課題状況下で計画された発話のエラーが増加し、流暢性が低下すること (澤田・原田, 2024) が報告されており、特に、高齢者にとっては会話中の二重課題

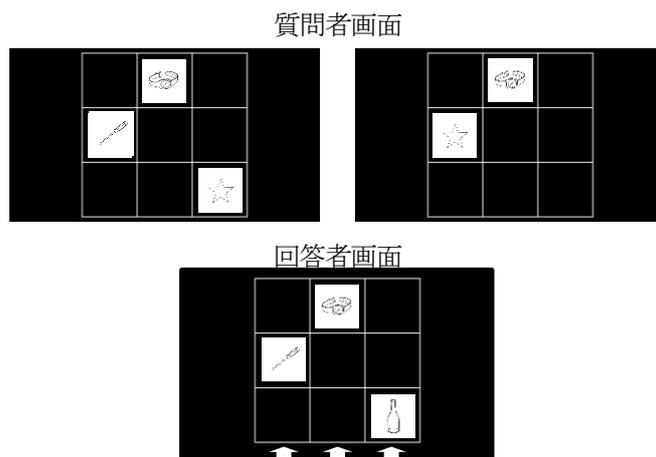
が困難であると考えられる。

しかし、人は課題が困難であれば、何らかの対応を試みると考えられるため、高齢者もまた会話中の二重課題という困難について対応を行うと考えられる。Baltes (1997) は、高齢者が身体的、認知的な資源が低下したとしても、目標の調整や変更を行うことで、資源の低下以前の状態に近づこうとする方略として、選択的最適化補償理論 (SOC 理論) を提唱した。SOC 理論では、資源低下以前の状態に近づくための方略として、目標の選択、資源の最適化、補償の三つの過程が想定されている。

話者交替システムの存在からは、会話中では正確な発話を行うよりも、社会的な交換にふさわしいタイミングで発話を開始することが重要と考えられ、高齢者にとっては後者が新たに選択する目標となり得る。また、その場合、高齢者は認知資源を聴取理解には割かず、発話計画に集中させることで二重課題状況という困難を回避するという資源の最適化が可能となる。さらに、聴取理解に割く認知資源を削減するためには、相手の発話を予測しておくことが必要になると考えられるため、補償として、相手の発話の内容に関する高次の予測を行うと可能性が考えられる。これまでに、若年成人が会話相手の発話を予測しており、予測が完了した後は、以前ほど聴取理解に認知資源が割かれぬ可能性が指摘されている (Bögels et al., 2018)。もし高齢者が高次の予測を行い、聴取理解に割く認知資源を削減し、二重課題状況を回避して発話計画に認知資源を集中させているとすれば、処理負荷は低下すると考えられる。

これらより、本研究では、高齢者が相手発話の高次の予測を行っているのか、処理負荷を用いて検討することを目的とした実験を行った。会話中の処理負荷の指標として瞳孔系 (Barthel & Sauppe, 2019) を測定した。

図 1 課題中の画面



注) 画像は Nishimoto et al. (2012)

質問者は上にある画像から順に問または説明をすることが求められた。質問者に画像が3枚呈示されている場合(上部左)は、2枚目の画像に対して問いが、2枚呈示されている場合(上部右)は、2枚目の画像に対して説明がなされる。

2. 方法

実験計画 二要因参加者間計画であり、参加者間要因として年齢群2水準(若年成人, 高齢者), 予測可能性2水準(統制群, 実験群)を設定した。

参加者 実験には日本語を母語とするそれぞれ男女同数の若年成人60名(平均年齢 21.18 ± 2.41 歳)と高齢者20名(平均年齢 77.15 ± 4.37 歳)が参加した。若年成人60名の内, 40名は同世代とペアを組んだ。若年成人60名の内, 20名は高齢者20名とペアを組んだ。高齢者は年齢65歳以上, Mini-Mental State Examination (Folstein et al., 1975) 得点27以上, 教育歴15年以上を基準に, 筑波大学「みんなの使いやすさラボ」データベース登録者から参加者を募集した。

課題 会話課題は質問者と回答者に分かれて取り組む形で行われた。若年成人と高齢者からなる異世代ペアでは, 常に高齢者が回答者であった。若年成人どうしの同世代ペアでは, 役割はランダムに決定された。会話課題(図1)では, 3×3 のマトリクス内に質問者には2枚または3枚, 回答者に3枚の画像がそれぞれ呈示された。画像は, 同一の行, 列には1枚のみ呈示され, 質問者に呈示される画像群には, 回答者に呈示されていない画像が1枚含まれた。質問者は上にある画像から順に, どんな画像がどの列にあるかを, 回答者に確認することが求められた。確認する際は, 「右/左/真ん中の列に, (画像名) がありますか?」と問うことが求められた。ただし, 確

認が進み, 最後に残った1枚の画像について確認する際には, 「右/左/真ん中の列に, (画像名) があります」と説明することが求められた。これに対し, 回答者は質問者からの問いに対しては, 「あります」, または「ないです」と返答すること, 質問者からの説明に対しては, 常に「分かりました」と返答するように求められた。

実験は会話課題中で回答者に高次の発話の予測を生起させる学習ブロック96試行と, 予測の有無を測定するテストブロック36試行の2ブロックから構成された。学習ブロックでは, 予測を生起させるための操作として, 質問者に呈示される画像の枚数を操作することで, 2枚目の画像に対する問いと説明の割合が操作され, 統制群では5:5, 実験群では2:8に設定された。そのため, 後のテストブロックにおいて, 実験群の回答者にとっては, 質問者による2枚目の画像についての問または説明を聞くまでもなく, 経験上, その発話が説明であると高次に予測することが可能となる。また, 予測した場合には相手の発話を最後まで聞く必要が無くなるために, 聴取理解との二重課題を回避して, 「分かりました」という発話を計画し始めると考えられる。これらより, 実験群では発話による処理負荷が低くなると考えられる。

手続き 参加者は実験室に入室し, 同意書に署名した後, 研究協力者と互いに自己紹介を行ってから, 年齢, 性別, 相手と知り合いかどうかについて尋ねる質問紙に回答した。次に, アイスブレイク課題として, チー

ム名を相談して決定した後、対話課題を行った。学習ブロックとテストブロックの間には休憩を挟み、各ブロック開始時にアイトラッカー (Tobii Pro Fusion) のキャリブレーションを行った。対話課題終了後、発話を予測する傾向に関わる統制変数として抑制機能を測定するため、Go/No-go 課題を実施した。

3. 結果

表 1 回答者の瞳孔径変化量の平均値

	統制群	実験群
若年成人	0.215(0.022)	0.247(0.022)
高齢者	0.210(0.026)	0.175(0.017)

注) 括弧内は標準誤差を表す。

表 2 重回帰モデルにおける偏回帰係数の推定値

	予測可能性	z スコア
若年成人	0.263[-0.259, 0.772]	0.026[-0.180, 0.233]
高齢者	-0.609[-1.157, -0.046]	0.274[0.099, 0.448]

注) 括弧内は 95%信用区間を表す。

ここでは、会話中の処理負荷として測定した、瞳孔径についての分析結果を報告する。2 枚目の画像についての説明が完了した後 4 秒間の、回答者の瞳孔径変化量 (絶対値) の平均値 (表 1) を分析の対象とし、Go/No-go 課題の z スコアの主効果のみの単回帰モデルに対して、z スコアの主効果と群間差 (統制群 0, 実験群 1) を設定した重回帰モデルを支持するものとしてベイズファクター (BF) を算出した。BF の算出には、R, Stan, R パッケージの `bridgesampling` を用いた。算出された BF の推定値は、若年成人では 0.455 と、モデルの支持に実質的な意味のある値を示さなかった。一方、高齢者においても 3.011 と、モデルの支持に実質的な意味があるとは考えにくい値であったものの、重回帰モデルにおける群間差の推定値は -0.609[-1.157, -0.046] と負の値を示し、かつその 95%信用区間は 0 を跨がなかったことから、高齢者では統制群よりも実験群において、高い確率で瞳孔径変化量の絶対値の平均値が小さいと考えられた。また、z スコアの偏回帰係数も、その 95%信用区間が 0 を跨がなかったことから、抑制機能が高い場合には、瞳孔径変化量の絶対値が大きいと考えられた。なお、全パラメタの収束状況は

良好であった ($R_hats < 1.01$)。

4. 考察

本研究では、高齢者が、会話中に発生する二重課題状況という困難への対応として、高次の予測を行うか、処理負荷の比較から検討することを目的に、相手の発話の予測可能性を操作した会話課題を用いて実験を行った。高齢者による補償としての高次の予測は、聴取理解に割く認知資源を削減し、発話計画に認知資源を集中させることで二重課題状況を回避するという資源の最適化が前提であったため、高次の予測が行われた場合には処理負荷が軽減されるという仮説を立てた。結果より、若年成人では処理負荷に群間差が見られなかったのに対し、高齢者では統制群と比較して、高次の予測が可能であった実験群で処理負荷が低下していたことが示された。この結果は、高齢者が会話中の二重課題という困難への対応として、経験等から可能な場合に、相手発話について高次の予測を利用し、聴取理解との二重課題を回避した発話の計画を行っていることを示唆するものである。

このような相手発話の高次の予測は、会話中に発生する二重課題を回避するという効用をもたらす一方で、その予測が外れた場合には、話題の一貫性の低下、特に、的外れな回答の増加 (James et al., 1978) といった新たな困難に繋がると考えられる。例えば、以下の事例は、若年成人と高齢者が協力して投資ゲーム (Suzuki, 2018) に取り組んだ際の会話である (澤田・原田, 2024)。投資ゲームは、顔刺激を見てその人物にお金を預けるか預けないかの投資判断を繰り返す課題である。

【投資ゲーム中の会話事例】

- 01 高齢者 : いやあ これは預けない
 02 若年成人 : この人はさっきいましたっけ?
 03 高齢者 : →う...んイメージ的にそうね
 04 預けないのイメージだけだな:::

投資ゲームが開始されてしばらくは、その人物の見目の信頼性に応じてお金を預けるか預けないかの相談がなされる。事例として挙げた試行は、呈示された顔写真の見目の信頼性が低かったため、高齢者はライン 1 でお金を預けないという判断を行っている。それに対してライン 2 で若年成人は、今呈示されている顔写真が、以前にも呈示されていたか尋ねている。しか

し、それに対して、高齢者はライン 3 で再度、投資判断を返答しており、話題の一貫性が低下している。このような話題の一貫性の低下は、投資ゲームでは顔写真の人物について投資判断を行うという、それまでの学習による経験から、高齢者がライン 2 の若年成人の人物に関する発話を、投資判断を行っているものと高次に予測することで生じていると考えられる。

これまで、高齢者の会話困難の一つである話題の一貫性の低下について、ワーキングメモリ容量 (Marini & Andreetta, 2016) や抑制機能 (Arbuckle & Gold, 1993) 低下の影響が指摘されてきた。これに対し、本研究の結果は、話題の一貫性の低下が、これまでに報告されてきた認知的加齢の直接的な影響だけではなく、会話を維持することを目的とした、困難に対する主体的・選択的な対応が行われた結果として現れる可能性を示している。本研究では、観察可能な現象として生じる会話の困難を分析対象に含んでいないが、今後、話題の一貫性の低下を含めた高齢者の会話困難が示される過程について、この可能性を踏まえて再考していく必要があると考えられる。

5. 引用文献

- Arbuckle, T. Y., & Gold, D. P. (1993). Aging, inhibition, and verbosity. *Journal of Gerontology*, 48(5), 225-232. <https://doi.org/10.1093/geronj/48.5.P225>
- Baltes, P. B. (1997). On the incomplete architecture of human ontogeny: Selection, optimization, and compensation as foundation of developmental theory. *American Psychologist*, 52(4), 366-380. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.52.4.366>
- Barthel, M., & Sauppe, S. (2019). Speech planning at turn transitions in dialog is associated with increased processing load. *Cognitive Science*, 43(7), e12768. <https://doi.org/10.1111/cogs.12768>
- Barthel, M., Sauppe, S., Levinson, S. C., & Meyer, A., S. (2016). The Timing of Utterance Planning in Task-Oriented Dialogue: Evidence from a Novel List-Completion Paradigm. *Frontiers in Psychology*, 7, 1858. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01858>
- Boeiteau, T., W., Malone, P., S., Peters, S., A., & Almor, A. (2014). Interference Between Conversation and a Concurrent Visuomotor Task. *Journal of Experimental Psychology*, 143, 295-311. <https://doi.org/10.1037/a0031858>
- Bögels, S., Casillas, M., & Levinson, S. C. (2018). Planning versus comprehension in turn-taking: Fast responders show reduced anticipatory processing of the question. *Neuropsychologia*, 109, 295-310. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.12.028>
- Folstein, M. F., Folstein, E., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)
- James, L. E., Burke, D. M., Austin, A., & Hulme, E. (1998). Production and perception of "verbosity" in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 13(3), 355.
- Kramer, A. F., & Madden, D. J. (2008). Attention. In G. Craik & T. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd ed., 189-249). New York: Psychology Press.
- Levinson, S. C., & Torreira, F. (2015). Timing in turn-taking and its implications for processing models of language. *Frontiers in psychology*, 6, 731. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00731>
- Marini, A., & Andreetta, S. (2016). Age-related effects on language production: A combined psycholinguistic and neurolinguistic perspective. In H. H. Wright (Ed.), *Cognition, Language and Aging* (pp. 55-79). John Benjamins Publishing Company.
- Nishimoto, T., Ueda, T., Miyawaki, K., Une, Y., & Takahashi, M. (2012). The role of imagery-related properties in picture naming: A newly standardized set of 360 pictures for Japanese. *Behavior research methods*, 44, 934-945. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0176-7>
- Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turn taking for conversation. *Language*, 50, 696-735.
- 澤田 知恭・原田 悦子 (2024). 見た目の信頼性に依存した高齢者の推測バイアスの除去——若年成人と行う投資ゲームの効果—— 心理学研究, 95(1), 44-50. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.95.22328>
- Stivers, T., Enfield, N. J., Brown, P., Englert, C., Hayashi, M., Heinemann, T., ... & Levinson, S. C. (2009). Universals and cultural variation in turn-taking in conversation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 10587-10592. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903616106>
- Suzuki, A. (2018). Persistent reliance on facial appearance among older adults when judging someone's trustworthiness. *Journals of Gerontology: Series B*, 73(4), 573-583. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbw034>