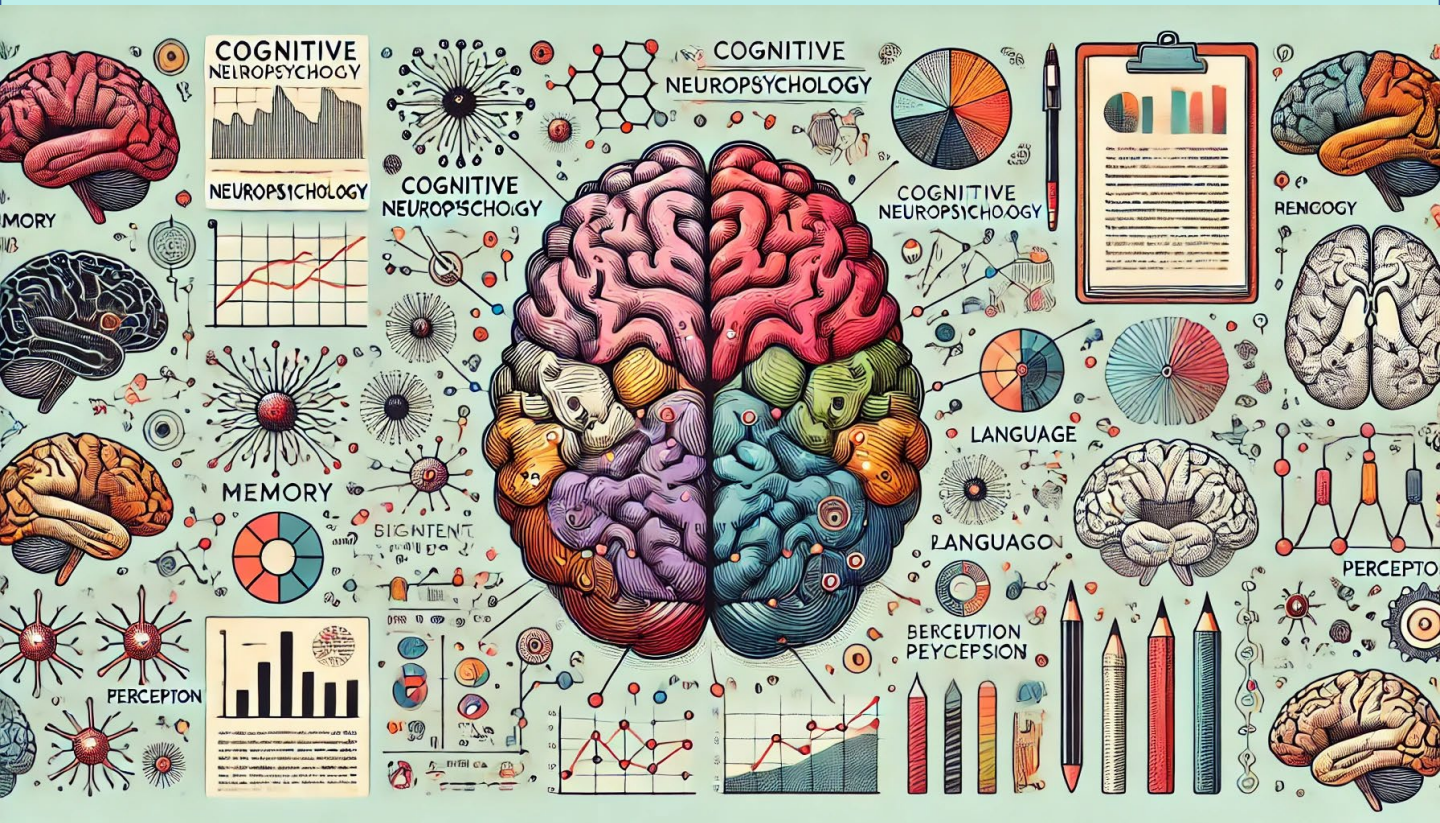




第26回

認知神経心理学研究会

Cognitive Neuropsychology Society



Created by chatGPT-4o

プログラム・抄録集

2024年9月21日(土)、22日(日)

TKP新宿カンファレンスセンター4階 カンファレンスルーム4C

目次

プログラム第1日目 2024/9/21 (土) 10:00—	03
プログラム第2日目 2024/9/22 (日) 09:30—	05

【シンポジウム】

意味素性分析 (SFA: Semantic Feature Analysis) と音韻構成要素分析
(PCA: Phonological Component Analysis) を用いた喚語訓練

高倉 祐樹 (北海道ことばのリハビリ相談室), 石井 由起 (杏林大学) 06

第1群 座長: 宇野 彰 (LD・Dyslexia センター) 11

1-1 小学生の漢字単語音読における漢字の読み能力と非語彙的な処理の 関係性 クリストファー・シェード 他	12
1-2 音声生成に関する発達の考察 保前 文高	14
1-3 AI エージェントを用いた音声カウンセリングシステムの提案 北村 たつ 他	16
1-4 漢字単語の視覚処理における書体とその特性の脳内表現 上杉 侑菜 他	18

第2群 座長: 中村 光 (岡山県立大学) 20

2-1 漢字2字熟語の音読にて視覚性/意味性エラーが出現した症例の 障害機序に関する一考察 唐澤健太 他	20
2-2 失語症 6 例の錯語に基づく失語症状の生成モデル — 深層学習による呼称モデルの構築 — 大門 正太郎 他	22
2-3 前頭側頭型認知症 1 例の呼称機能の経過 江原 寛尚	24
2-4 音読では仮名一文字・非語と漢字非語の障害、書字では漢字のみに障害を 認めた音韻失読例 渡辺 晃太 他	26

第3群 座長: 辰巳 格 (LD・Dyslexia センター) 28

3-1 Encoder-Decoder アーキテクチャによる日本語の漢字単語の読みモデル(再考) 近藤公久 他 28

3-2 LDA を用いた日本語 “動物” 意味構造モデルの構築 板口典弘 他 30

3-3 脳損傷者における比喩理解の障害 —右半球損傷、失語症、変性性認知症における検討— 中村 光 他 32

第4群 座長: 三盃 亜美 (筑波大学) 34

4-1 健常者の語彙代用エラーと失語症者の錯語 —認知モデルからの解釈— 寺尾 康 他 35

4-2 言い誤り生成モデル—微調整を用いた語彙代用エラーと錯語の再現— 浅川 伸一 他 37

第5群 座長: 中山 真里子 (東北大学) 39

5-1 類似性に関する一考察 2024 -「似ている」とはどういうことか?- 諏訪園 秀吾 39

5-2 事象関連電位における N400 成分: 資源配分量と意味量による効果の検討 武内 麻緒 他 41

第 26 回 認知神経心理学研究会プログラム

2024 / 9 / 21 (土)

9:30 開場, 受付

10:00 開会の挨拶

10:15~12:15 第 1 群 座長: 宇野 彰 (LD・Dyslexia センター)

10:15 小学生の漢字単語音読における漢字の読み能力と非語彙的な処理の関係性

○クリストファー ジェード, 三盃 亜美

筑波大学

10:45 音声生成に関する発達の考察

○保前 文高

東京都立大学

11:15 AI エージェントを用いた音声カウンセリングシステムの提案

○北村 たつ, 近藤 公久

工学院大学

11:45 漢字単語の視覚処理における書体とその特性の脳内表現

○上杉 侑菜^{1,2)}, 岩木 直^{1,2)}

1) 筑波大学, 2) 産業技術総合研究所

12:15~13:30 昼休み

13:30~15:30 第 2 群 座長: 中村 光 (岡山県立大学)

13:30 漢字 2 字熟語の音読にて視覚性/意味性エラーが出現した症例の障害機序に関する一考察

○唐澤 健太^{1,2)}, 橋本 幸成²⁾, 上間 清司³⁾

1) リハビリテーション天草病院, 2) 目白大学, 3) 武蔵野大学

14:00 失語症 6 例の錯語に基づく失語症状の生成モデル-深層学習による呼称モデルの構築-

○大門 正太郎¹⁾, 小山 健太¹⁾, 高木 早希²⁾, 橋本 幸成³⁾, 浅川 伸一⁴⁾

1) クラーク病院, 2) 西武学園医学技術専門学校, 3) 目白大学, 4) 東京女子大学

14:30 前頭側頭型認知症 1 例の呼称機能の経過

○江原 寛尚

県立広島病院

15:00 音読では仮名一文字・非語と漢字非語の障害、書字では漢字のみに障害を認めた音韻失読例

○渡辺 晃太¹⁾, 橋本 幸成²⁾, 上間 清司^{3,5)}, 唐澤 健太⁴⁾, 宇野 彰⁵⁾

1) 船橋市立リハビリテーション病院, 2) 目白大学, 3) 武蔵野大学,

4) リハビリテーション天草病院, 5) LD・Dyslexia センター

15:30～15:50 休憩

15:50～17:20 第 3 群 座長: 辰巳 格 (LD・Dyslexia センター)

**15:50 Encoder-Decoder アーキテクチャによる日本語の漢字単語の読みモデル
(再考)**

○近藤 公久¹⁾, 伊集院 睦雄²⁾, 浅川 伸一³⁾

1) 工学院大学, 2) 県立広島大学, 3) 東京女子大学

16:20 LDA を用いた日本語 “動物” 意味構造モデルの構築

○板口 典弘¹⁾, 吉原 将大²⁾

1) 慶應義塾大学, 2) 東北大学

16:50 脳損傷者における比喩理解の障害 – 右半球損傷、失語症、変性性認知症における検討 –

○中村 光¹⁾, 藤本 憲正²⁾

1) 岡山県立大学, 2) 倉敷平成病院

17:20～18:00 休憩, 移動

18:00～懇親会

2024 / 9 / 22 (日)

9:10 開場、受付

9:30~10:30 第 4 群 座長: 三盃 亜美 (筑波大学)

9:30 健常者の語彙代用エラーと失語症者の錯語 – 認知モデルからの解釈 –

○寺尾 康¹⁾, 浅川 伸一²⁾, 大門 正太郎³⁾, 上間 清司⁴⁾, 橋本 幸成⁵⁾,
吉原将大⁶⁾, 立場 文音⁷⁾, 谷口 亜里紗⁸⁾, クリストファー・ジェード⁹⁾

1) 静岡県立大学, 2) 東京女子大学, 3) 札幌クラーク病院, 4) 武蔵野大学, 5) 目白大学,
6) 東北大学, 7) JCHO 熊本総合病院, 8) 湘南東部総合病院, 9) 筑波大学

10:00 言い誤り生成モデル–微調整を用いた語彙代用エラーと錯語の再現–

○浅川 伸一¹⁾, 大門 正太郎²⁾, 上間清司³⁾, 橋本 幸成⁴⁾, 吉原 将大⁵⁾,
寺尾康⁶⁾, 立場 文音⁷⁾, 谷口 亜里紗⁸⁾, クリストファー ジェード⁹⁾

1) 東京女子大学, 2) 札幌クラーク病院, 3) 武蔵野大学, 4) 目白大学, 5) 東北大学,
6) 静岡県立大学, 7) JCHO 熊本総合病院, 8) 湘南東部総合病院, 9) 筑波大学

10:30~10:40 小休憩

10:40~12:20 シンポジウム 座長: 橋本 幸成 (目白大学)

**意味素性分析 (SFA: Semantic Feature Analysis) と音韻構成要素分析
(PCA: Phonological Component Analysis) を用いた喚語訓練**

高倉 祐樹 (北海道ことばのリハビリ相談室), 石井 由起 (杏林大学)

12:20~13:30 昼休憩

13:30~13:50 委員会報告 / 次回大会のご案内

13:50~14:50 第 5 群 座長: 中山 真里子 (東北大学)

13:50 類似性に関する一考察 2024 - 「似ている」とはどういうことか? -

○諏訪園 秀吾

国立病院機構沖縄病院

14:20 事象関連電位における N400 成分: 資源配分量と意味量による効果の検討

○武内 麻緒, 日野 泰志

早稲田大学

14:50 閉会の挨拶

シンポジウム

2024年9月22日

**意味素性分析 (SFA: Semantic Feature Analysis) と
音韻構成要素分析 (PCA: Phonological Component Analysis)**
を用いた喚語訓練

高倉祐樹

(北海道ことばのリハビリ相談室)

石井由起

(杏林大学)

座長： 橋本 幸成 (目白大学)

意味素性分析と音韻構成要素分析を用いた喚語訓練

○高倉 祐樹 (たかくら ゆうき)
北海道ことばのリハビリ相談室

(要旨) 本発表では失語症例に対する「意味素性分析 (Semantic Feature Analysis: SFA)」訓練と「音韻構成要素分析 (Phonological Components Analysis: PCA)」訓練の実施手続きと、想定される作用機序について概説する。さらに自験例の知見を基に、今後どのような検証が望まれるかについて、私見を試みる。

Key words: 意味素性分析, 音韻構成要素分析, 失語症, 喚語, 訓練

1. はじめに

近年、失語症の喚語障害に対する訓練法として「意味素性分析 (Semantic Feature Analysis: SFA)」訓練^{1,2)}と「音韻構成要素分析 (Phonological Components Analysis: PCA)」訓練³⁾の有効性を示唆する報告が増加している。しかし、これらの訓練法がどのように喚語を促進するのか、また、どのような条件を有する患者に効果が得られやすいのかについては、いまだ明らかではない。本発表では、SFA 訓練と PCA 訓練の実施手続きと、各訓練法で想定される喚語を促進するメカニズムの一端を概説する。さらに、SFA 訓練と復唱的呼称訓練の効果を比較した症例⁴⁾、SFA 訓練と PCA 訓練の効果を比較した症例⁵⁾の知見を基に、今後どのような検証が望まれるかについて、私見を試みる。

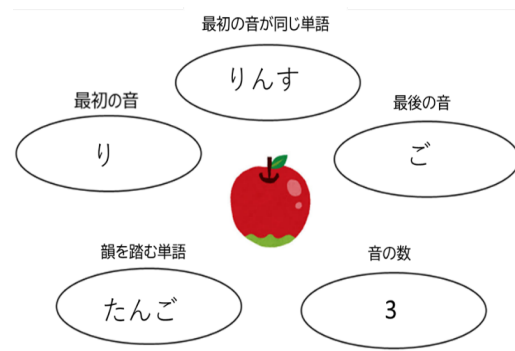


図 2 PCA 訓練のチャート例 (Leonard ら³⁾をもとに作成)

いった音韻構成要素を系統的に想起することを求める。それぞれの訓練で使用されるチャート例を図 1、2 に示す。

2. SFA 訓練と PCA 訓練の方法

SFA 訓練では、目標語のカテゴリ (group)、用途 (use)、動作 (action)、連想 (association)、場所 (location)、特徴 (properties) といった意味素性を、PCA 訓練では、脚韻語 (rhymes)、語頭音 (first sound)、語頭音共通語 (first sound associate)、語尾音 (final sound)、音節数 (number of syllable) と

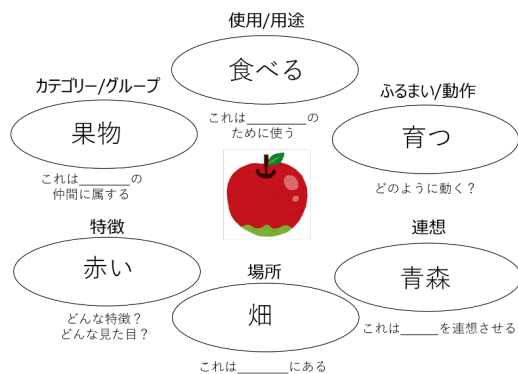


図 1 SFA 訓練のチャート例 (Boyle²⁾をもとに作成)

3. SFA 訓練の作用機序

SFA 訓練によって喚語が促進されるメカニズムの一例として、SFA 訓練中の患者の反応を示す。以下、患者を P、セラピストを T とする。

<“兜”の[連想]を促している場面>
T: 「じゃあ関連するものはなんですか？」
P: 「関連するもの？」
T: 「これといえばこれを思い出すな、というように、一緒に思い出せるものってなにかありますか？」
P: 「鎧兜。あっ、兜か！」

この場面では、「兜」から連想された「鎧」という意味的関連語がバイパス的な役割を果たすことによって、目標語の音の想起に到達することができたものと推測される。このように、目標語とその関連語の意味ネットワークが活性化することによって、目標語の音を想起するための手がかりが増えることが、SFA 訓練によって喚語が促進される要因のひとつと推測される。

連絡先: 高倉 祐樹 北海道ことばのリハビリ相談室 e-mail: yuki.takakura8141@gmail.com

4. PCA 訓練の作用機序

音韻情報の手がかりが単純かつ受動的に提供されることが多い通常の音韻セラピーとは異なり、PCA 訓練においては、患者は能動的に目標語の音韻構成要素を想起する必要がある。このような訓練への積極的な参加が、喚語の促進につながっている可能性が指摘されている³⁾。ただし、裏を返せば、音韻情報を手がかりとした語想起が困難な患者においては、その効果が得られにくい可能性も考えられる。実際に、Leonard ら³⁾の報告では、訓練効果を示さなかった 3 名全員において、訓練中の音韻構成要素の想起に多くの補助が必要であったことが記載されている。また、Haentjens ら⁶⁾の報告では、PCA 訓練による改善が認められなかった参加者(P02, P03)の letter fluency (アルファベット 1 文字からの語想起)の成績が、PCA 訓練での有意な改善(P01)、改善傾向(P04)が認められた参加者に比べて、著しく低かったことも示されている(P01=16、P02=2、P03=4、P04=17)。以上から、PCA 訓練の導入にあたっては、音韻構成要素分析の遂行に必要となる「音韻や文字を手がかりとした語想起」が、重篤に障害されていないかどうかの評価も重要と考える。

5. 日本語母語話者への PCA 訓練の適応

PCA 訓練を導入するにあたっては、英語と日本語の言語体系の差異についても考慮する必要があると考える。特に日本語では、ほぼすべての単語が母音で終わり、その母音も 5 種類しかないので、母音が合致しても韻として聞こえにくいことが指摘されている⁷⁾。したがって、日本語では「韻を踏む」単語を想起することは英語に比べて難しい可能性がある。

一方で、1モーラと仮名 1 文字が対応する日本語の特性については、PCA 訓練において有効活用できる可能性がある。例えば、日本語の場合は、語頭の仮名 1 文字が呈示されれば語頭音を確定できるため、目標語の活性化が得られやすいと考えられる。しかし、英語の場合は、letter naming だけではなく、sound naming もあることや、子音クラスターを形成する場合も多いことから、語頭の 1 文字が呈示された場合であっても語頭音を確定しにくいと考えられる。したがって、英語母語話者に対する PCA 訓練においては、脚韻語や語頭音共通語をチャート上に記載する文字列情報の活用が重要な役割を果たしているものと考えられる。以上から、日本語母語話者に対する PCA 訓練においても、仮名文字列を積極的に活用することを前提とした Phonological and Orthographical Components Analysis (POCA) 訓練として位置づ

けることが望ましいと考える。

6. 自験例の供覧

当日は、SFA 訓練において、個人的・主観的な意味素性の活性化によって喚語の促進を図った慢性期失語症例⁴⁾と、SFA 訓練と PCA 訓練を同時期に実施し、両者の訓練効果を比較した回復期失語症例⁵⁾を供覧し、SFA 訓練と PCA 訓練に関して、今後どのような視点での検証が望まれるかについて、議論を深めたい。

<謝辞>

本発表に対する貴重なご示唆を賜りました、NPO 法人 LD・ディスレクシアセンター 理事長 宇野彰博士に深謝いたします。

<文献>

- 1) Boyle M, Coelho CA. (1995). Application of a semantic feature analysis as a treatment for aphasic dysnomia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 4, 135-138.
- 2) Boyle M. (2010). Semantic feature analysis treatment for aphasic word retrieval impairments: What's in a name? *Top Stroke Rehabil*, 17, 411-422.
- 3) Leonard C, Rochon E, Laird L. (2008). Treating naming impairments in aphasia: Findings from a phonological components analysis treatment. *Aphasiology*, 22, 923-947.
- 4) 高倉祐樹, 大槻美佳, 宇野彰. (2018). 慢性期皮質下失語例に対する意味属性分析(Semantic Feature Analysis: SFA)訓練の試み. 第 21 回認知神経心理学プログラム・抄録集, 9-10.
- 5) 西岡愛理沙, 高倉祐樹, 川口源水, ほか. (2022). 呼称障害例に対する Semantic Feature Analysis と Phonological Components Analysis による練習効果の比較(学会抄録). *高次脳機能研究*, 42; 59-60.
- 6) Haentjens K, Auclair-Ouellet N. (2021). Naming gains and within-intervention progression following semantic feature analysis (SFA) and phonological components analysis (PCA) in adults with chronic post-stroke aphasia. *Aphasiology*, 35, 1024-1047.
- 7) 川原繁人. (2023). 言語学的ラップの世界, 東京書籍.

意味素性分析訓練と動詞ネットワーク強化訓練について — Semantic Feature Analysis (SFA) と Verb Network Strengthening Treatment (VNeST) —

○石井 由起 (いしい ゆき)
杏林大学保健学部

(要旨) Semantic Feature Analysis(意味素性分析)と Verb Network Strengthening Treatment(動詞ネットワーク強化訓練)は、喚語障害のセラピー方法の一種である。海外で広く用いられるようになった理由の一つに、般化効果をもたらす可能性の高さが考えられる。本稿では現在までに得られた知見から Semantic Feature Analysis がどのような症例に適用できるかを論じ、喚語方略として用いられるように促すために何が必要かを考察した。最後に、動詞のアプローチ法について触れた。

Key words: SFA, VNeST, 般化, 失語症, 喚語のリハビリテーション、動詞

1. はじめに

1995 年に喚語障害に対するリハビリテーション法である Semantic Feature Analysis(意味素性分析;以下、SFA)¹⁾が報告されてから、約 30 年が経過する。アメリカで失語症の臨床に携わる言語聴覚士を対象としたアンケート調査(n=81)の回答によれば、喚語のセラピー法に、この SFA と、近年着目されている Verb Network Strengthening Treatment(動詞ネットワーク強化訓練;以下、VNeST)は頻繁に使用され、有効性が高いという報告が得られている²⁾。両セラピーとも訓練効果とその効果の維持があるだけでなく、般化効果が高いセラピー法と考えられていることが普及につながったと思われる。本稿では、SFA の般化効果を中心に論じ、動詞の訓練についても紹介する。

2. SFA はどのような場合に適用できるか

1995 年から 2017 年までの SFA に関するシステマティックレビュー³⁾では、21 研究 55 例の対象について報告されている。失語症の重症度に関して、重度 5/5 例、中等度 21/26 例(80.76%)、軽度 13/16 例(81.25%)に訓練効果があり、最重度 1 例は効果がなかった(重症度不明 7 例を除く)。ただし、SFA の先駆者である Boyle は、重度例では、言語以外の高次脳機能面に支障があると訓練効果が得られにくく、適用が低い可能性を指摘している⁴⁾。つまり、SFA は、集中して訓練に取り組める、注意を適切に切り替えられる、SFA の手順を覚えるなど言語以外の高次脳機能を要すると考えられる。

失語症タイプ別の適用について³⁾、ブローカ 12/14 例(85.71%)、健忘 13/16 例(81.25%)、ウェル

ニッケ 4/5 例(80%)、伝導 9/9 例と超皮質性運動 3/3 例(各 100%)に訓練効果があった(タイプ分類不明 5 例を除く)。一方、全失語 1 例と混合型 1 例は、訓練効果がなかった。超皮質性感覚失語は報告例がなく、適用については不明である。

また上記のレビューに挙げられた対象における呼称の誤りの内訳を筆者が調べたところ、多くのタイプで主な錯語は意味性錯語であり、伝導失語とされる症例の中にも当てはまる症例がいた。反対に、音韻性錯語が多く観察される症例はいなかった。音韻出力バツファ水準の障害によって音韻性錯語のみが出現する特徴を有した伝導失語例の適用には留意すべきだと考えられる。失語症タイプのみから SFA の適用の可否を考えるのは困難だと思われる。

SFA の適用の可否に呼称過程の障害水準が関与していると推測される。各研究で実施された言語検査結果について改めて調べ直したが、用いられている検査の一貫性がなく、データが揃っていないため、検討できなかった。また障害水準だけでなく、単語レベルの音読・復唱、理解・読解がどの程度保たれているかなども訓練の成否につながると考えられる。今後、対象者数を増やした上で認知神経心理学的評価結果と SFA の訓練結果を照らし合わせることで、さらに詳細な適用水準を明らかにすることが求められる。

3. SFA で生じる般化効果とは

般化とは、訓練を行っていない単語も喚語できるようになることや、呼称課題だけではなく談話レベルでも喚語の量が増え、スムーズに表出できるようになることを指す。非訓練語や訓練場面で

外での表出への訓練効果の般化は失語症治療に必要な不可欠だと指摘されている⁵⁾。前述のレビューでは、全例の約 81%に訓練効果が、約 40%に般化効果がみられた³⁾ことから、般化効果は、SFA によって訓練効果が得られた症例のすべてに生じるわけではないことがわかる。訓練効果の生じるメカニズムと、般化効果の生じるメカニズムとは必ずしも同一ではない可能性がある。

現在のところ、SFA における般化は、1) 意味ネットワークの強化、2) The Complexity Account of Treatment Efficacy (CATE)、3) 喚語方略の習得(自己産生 cue)によって生じると考えられる。1)、2)は、意味的に関連した語への般化を説明するのに有用だが、3)は意味的に関連がない語に般化をもたらす際に、重要ではないかと思われる。SFA で各意味素性の産出を自己産生 cue として用いられるようになることが望ましいが、最初から意味素性を即座に想起できる患者は少ない。そこで筆者らは SFA と同様の枠組みを用い、各意味素性を引き出す選言質問(2 択)形式の訓練を急性期に実施し、訓練効果があった。このような訓練を実施後に SFA を行えば、意味素性の想起の負担感と誤想起を軽減し、適切な自己産生 cue を導くことにつながると期待される。

失語症の喚語訓練の般化効果を促進するための言語聴覚士向けのチュートリアル⁷⁾では、般化の 5 原則の一つに「1. 認知的支援を提供する指導方略を含めること」が挙げられている。SFA の手法を喚語方略として習得するために、メタ認知方略トレーニングを組み込んだアプローチ⁸⁾も出てきている。自験例⁹⁾では慢性期流暢性失語症 2 例に対し SFA を行い、訓練効果と般化効果を得た。我々は SFA 導入前に対象者に「SFA が近年海外で言葉の出にくさを解消するために着目されている訓練であり有効性が高いこと」や「SFA によって言葉が思い出しやすくなる理由」を説明した。そして、「この方法は言葉が出やすくなるコツ」のため、その方法を身につけられるようにしていくことを適宜複数回繰り返した。SFA が自分の言葉の出にくさを解消する上で有効な手段だと失語症のある人々自身が認識することが重要だと考えられたからである。これによって、患者自身のメタ認知を高め、方略の習得に向け動機づけを強めることにつながった可能性がある。

4. 動詞へのアプローチについて

SFA を動詞の喚語訓練に拡張した研究や動詞の喚語に特化した訓練である VNeST に関する研究が報告されている。動詞に先駆けて動作主、被動者、道具、場所などの主題役割を提示すると動

詞の呼称潜時が短くなるプライミング効果が得られた知見¹⁰⁾から、動詞との間の意味的、統語的ネットワークを理論的背景にもつ動詞の喚語訓練と考えられている。動詞の喚語訓練に拡張した SFA は、名詞の SFA と同様にチャートを用いて中央に目標語の絵を、周辺に 6 つの質問(「誰が」、「行為の目的」、「どのように」、「行為の特徴」、「どこで」、「連想する事物、他の行為」)を配置し、それらに答える形式で行われる¹¹⁾。訓練効果はあるものの、般化効果はなかったと報告されている。

一方の VNeST は絵を用いず、動詞を単語カード(または紙に書かれた文字単語)で提示し、その動詞の意味情報、主題役割を想起し、文表出につながる形式の訓練である。開発者の Edmonds による 6 研究 22 例のレビュー¹²⁾では、動詞の呼称成績が改善する訓練効果のみならず、名詞の呼称、談話課題における文の表出数などの成績が改善する般化効果が得られたと報告されている。動詞の喚語訓練としての SFA と異なり般化が得られたのは、その動詞を用いた複数の情景を自分が経験した知識の中から想起することにより深い処理がなされ、様々な主題役割と動詞の間の結びつきが強化されたものと推測される。

<謝辞>

SFA の一連の研究に関してご指導いただいた春原則子博士と貴重なコメントをくださった宇野彰博士(LD・Dyslexia センター)に感謝申し上げます。

<文献>

- 1) Boyle, M., & Coelho, C. A. (1995). *AJSLP*, 4(4), 94-98.
- 2) Raymer, A. M., & Roitsch, J. (2023). *Aphasiology*, 37(7), 954-979.
- 3) Efstratiadou, E. A. et al. (2018). *JSLHR*, 61(5), 1261-1278.
- 4) Boyle, M. (2010). *Top Stroke Rehabil*, 17(6), 411-422.
- 5) Thompson, C. K. (1989). *Clinical aphasiology*, 18, 195-222.
- 6) 石井由起, & 春原則子. (2022). 東北文化学園大学医療福祉学部リハビリテーション学科紀要: リハビリテーション科学, 18(1), 17-26.
- 7) Mayer, J. F. et al. (2024). *AJSLP*, 33(1), 57-73.
- 8) Tilton-Bolowsky, V. E. et al. (2023). *AJSLP*, 32(5), 1979-2020.
- 9) 石井由起, & 春原則子. (2018). 高次脳機能研究(旧 失語症研究), 38(4), 422-428.
- 10) McRae, K. et al. (2005). *MEM COGNITION*, 33, 1174-1184.
- 11) Wambaugh, J. L., & Ferguson, M. (2007). *JRRD*, 44(3), 381-394.
- 12) Edmonds, L. A. (2016). *TLD*, 36(2), 123-135.

一般演題

第1日目 (2024年9月21日)

第1群 座長: 宇野 彰 (LD・Dyslexia センター)

- 1-1 小学生の漢字単語音読における漢字の読み能力と非語彙的な処理の関係性
○クリストファー・ジェード, 三盃 亜美
- 1-2 音声生成に関する発達の考察
○保前 文高
- 1-3 AI エージェントを用いた音声カウンセリングシステムの提案
○北村 たつ, 近藤 公久
- 1-4 漢字単語の視覚処理における書体とその特性の脳内表現
○上杉 侑菜, 岩本 直

第2群 座長: 中村 光 (岡山県立大学)

- 2-1 漢字2字熟語の音読にて視覚性/意味性エラーが出現した症例の障害機序に関する一考察
○唐澤 健太, 橋本 幸成, 上間 清司
- 2-2 失語症6例の錯語に基づく失語症状の生成モデル —深層学習による呼称モデルの構築—
○大門 正太郎, 小山 健太, 高木 早希, 橋本 幸成, 浅川 伸一
- 2-3 前頭側頭型認知症1例の呼称機能の経過
○江原 寛尚
- 2-4 音読では仮名一文字・非語と漢字非語の障害、書字では漢字のみに障害を認めた音韻失読例
○渡辺 晃太, 橋本 幸成, 上間 清司, 唐澤 健太, 宇野 彰

第3群 座長: 辰巳 格 (LD・Dyslexia センター)

- 3-1 Encoder-Decoder アーキテクチャによる日本語の漢字単語の読みモデル (再考)
○近藤 公久, 伊集院 睦雄, 浅川 伸一
- 3-2 LDA を用いた日本語 “動物” 意味構造モデルの構築
○板口 典弘, 吉原 将大
- 3-3 脳損傷者における比喩理解の障害 —右半球損傷、失語症、変性性認知症における検討—
○中村 光, 藤本 憲正

小学生の漢字単語音読における漢字読み能力と非語彙的処理の関係

クリストファー ジェード¹, 三盃 亜美²
^{1,2} 筑波大学

(要旨) 健常成人において、漢字二字熟語の読みは各構成文字の典型的な読み方が選択されやすいという特徴がある。この典型的な読み方は、学習済みのコーパスから算出された一貫性に基づき、習得されていくことが想定される。児童におけるこのような非語彙的な処理の特徴は十分に分かっていない。ロジスティック混合効果モデルを用いた解析により、児童の非語彙的な処理は学習経験によって変化・習熟していくこと、非語彙的な処理はその児童の知っている漢字単語の中から統計的に読み方を算出していることがわかった。

Key words: 認知神経心理学, 読み書き障害, 二重経路モデル, 非語彙処理

1. はじめに

漢字の非語彙的な読み処理において、文字表象と音韻表象の対応関係に関連する語彙特性として、漢字の読みの「一貫性」がある。読みの一貫性とは、漢字の読み方が複数の単語の中でどの程度一貫しているかという指標である。漢字二字熟語の読みにおいては、健常成人の非語彙的な処理では、各構成文字に対して、その漢字の典型的な読み方が選択されやすいという特徴がある。この典型的な読み方は、様々な漢字二字熟語の読み方を学んでいく中で、学習済みのコーパスから算出されたその漢字の一貫性に基づき、習得されていくことが想定される。ゆえに、非語彙的な処理に影響を及ぼす要因として、学習経験、読み習得度、文字列レキシコンのサイズ、読みの一貫性などがあるのではないかと推測される。しかし漢字二字熟語の読みに関して、児童の非語彙的な処理の特徴は十分に分かっていない。そこで本研究では、上記の非語彙的な処理に影響をおよぼすと思われる要因を調べ、小学生の漢字単語音読における漢字の読み能力と非語彙的な処理の関係性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

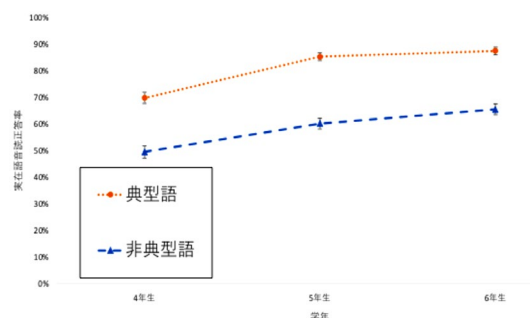
対象者 公立 A 小学校 3 年生 26 名、4 年生 20 名、5 年生 29 名、6 年生 22 名。ただし本研究ではレーヴン色彩マトリックス検査(RCPM)の得点が-1.5SD以下の児童3名を解析対象から除外した。

課題 漢字の読み習得度を測るために標準読み書きスクリーニング検査の漢字 126 語音読課題を行った。漢字二字熟語における一貫性効果を検討するために、典型語と非典型語から成る漢字実在語の音読課題を行った。非語彙的な処理における読み特徴を検討するために、漢字非語の音読課題を行った。非語刺激はターゲット字とそうでない漢字の 2 字で構成されておりターゲット字の読み方に及ぼす要因を調べた。文字列レキシコンを評価するために、実在語と同音擬似語からなる語彙判断課題を行った。

手続き RCPM、漢字 126 語音読課題と語彙判断課題は集団式で行い、その他の課題を個別式で実施した。

3. 結果

配当学年別の実在語、非語の音読リストについて、ロジスティック混合効果モデルを用いた解析を行った。主な結果を記す。



実在語の音読課題 配当学年が3までの4~6年共通の音読リストでは、学年と一貫性の交互作用が有意であった。配当学年4までの5・6

連絡先: クリストファー ジェード 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院人間総合科学研究科 認知神経学科神研究室 D 号棟 504

年生共通の実在語音読リストにおいて、5年生では語彙判断課題成績と一貫性の交互作用が有意であった。この交互作用は語彙判断課題成績が良い児童ほど一貫性効果が大きくなるという結果であった。実在語の音読において、5年生のみのデータについて読み成績と一貫性の交互作用がみられた。この交互作用に関して読み成績高群と読み成績低群の双方で一貫性効果が有意で、非典型語と典型語の両方で読み成績の主効果が有意だった。

非語の音読課題 配当学年が2までの漢字で構成された全学年共通の非語について、ターゲット字の一貫性値が高い非語ほど、一貫性値の最も高い読み方（以下、典型読み）で読まれる割合が高くなっていった。配当学年が3までの4~6年共通非語に対する典型読みの割合に関して、5年生で語彙判断課題とターゲット字の一貫性値の交互作用が有意だった。語彙判断課題成績が高い児童群ではターゲット字の一貫性効果が有意ではなかった一方、語彙判断課題成績が中程度または低い児童群では有意で、一貫性値の高い字に対して典型読みの割合が増加した。ターゲット字の一貫性値の高低に関係なく、語彙判断課題成績が高い児童ほど、典型読みをする割合が高かった。

4. 考察

配当学年が3までの実在語音読リストについて、学年と一貫性の交互作用がみられた。典型語は非典型語と異なり、非語彙的な処理においても正しく読むことができる単語であるため、語彙的な処理に加えて、非語彙的な処理についても読み学習経験の影響を受けていたといえる。配当学年が2までの非語を典型読みする割合について、ターゲット字の一貫性値の主効果が有意だったことから、非語彙的な処理において、構成漢字の読み方は、その漢字がもつ他の読み方に影響され、他に候補となる読み方が多い場合は典型読みが適用されにくく、他に候補となる読み方が少なければ典型読みが適用されやすいことが分かった。5・6年生共通の実在語音読リストで読み成績と一貫性の交互作用がみられたが、読み成績の高低に関係なく一貫性効果が有意で、読み成績低群は、高群よりも、一貫性に関係なく、音読正答率が低

いという結果だった。この結果より、実在語の読み習得度が低い児童は、そうでない児童と同様に、非語彙的な処理を行っているが、実在語の読み習得度が低い児童に比べると、非語彙的な処理の正確性が低かったといえる。また本研究では、実在語の音読における一貫性効果や非語の読み方に語彙判断課題成績が影響していた。このことから、児童は、自らの文字列レキシコンに登録されている漢字二字熟語の中から統計的に、漢字二字熟語内で、その漢字を読む際の読み方に関する一貫性を算出し、その一貫性値に基づいて、それぞれの漢字に関して、二字熟語内での最も典型的な読み（典型読み）を習得し、その典型読みを適用して非語彙的な処理を行っていたと思われる。文字列レキシコンが発達している児童は、そうでない児童よりも、漢字二字の文字列に対して、それぞれの構成文字を典型読みできるために、実在語の音読において、より大きな一貫性効果を示したのではないかと考えられる。

以上の考察をまとめると、非語彙的な処理は学習経験によって変化・習熟していく。また、非語彙的な処理はその人の知っている漢字単語の読み方から統計的に読み方を算出し読み方を決めており、文字列レキシコンが発達している児童ほど、漢字の読みに関する一貫性に基づき、典型的な読みを獲得しやすく、典型的な読みを適用した非語彙処理を行うことができているといえる。今後は、計算論的研究を行い、英語圏で考案されている読みの認知モデルを本研究で明らかになった日本語の漢字の読み特徴に適用可能か否かを検討していきたい。

<文献>

- 1) 天野成昭 近藤公久(1999)NTT データベースシリーズ「日本語の語彙特性」第1巻, 親密度, 三省堂, 東京.
- 2) Fushimi T, et al.(1999) Consistency, frequency, and lexicality effect in naming Japanese Kanji. J Exp Psychol Hum Percept Perform Vol.25, No.2, 382-402.
- 3) 杉下守弘, 山崎久美子(1993) 日本版レーヴン色彩マトリックス検査. 日本文化科学社, 東京
- 4) 宇野 彰, 春原則子 (2017) 改訂版標準読み書きスクリーニング検査. インテルナ出版

音声生成に関する発達の考察

○保前 文高^{1, 2} (ほまえ ふみたか)

¹ 東京都立大学人文社会学部, ² 東京都立大学言語の脳遺伝学リサーチコア

(要旨) 音声の生成は、体性感覚と聴覚の感覚統合が必要な運動である。自発的な運動制御が根底にあると考えられる一方で、乳児期の音声聴取や模倣に見られるような視覚、聴覚、感覚運動を統合した処理が音声生成を可能にするために寄与している可能性もある。本研究は、母語話者の動画を視聴する際の乳幼児の視線を計測することで、どのような視聴覚情報を捉えているかを調べ、音声生成を実現するメカニズムを検討するための基礎を築くことを目的とした。

Key words: 音声知覚, 視線計測, 瞳孔径, 乳幼児

1. はじめに

自然な環境において音声を聞く際には、聴覚情報と視覚情報とを統合して処理する。脳イメージング研究では、音声の聴取が感覚運動皮質の活動を引き起こすことが報告されており^{1, 2)}、身体性を含めた多感覚統合であることが示唆されている。乳児においては、話者の音声や口の動きを模倣することが知られている^{3, 4)}が、聴覚以外の情報をどのように捉えているかは十分には明らかにされていない。母語と外国語では、乳児が聴取をする際に話者の口を見る割合が異なるという報告⁵⁾を参考にして、本研究では母語(日本語)を話す動画を見る時の視線位置を計測することで、音声生成の前段階となる多感覚統合について検討を行った。

2. 方法

東京都立大学研究倫理委員会の承認を得た上で、南大沢キャンパス近隣に在住する生後6か月から22か月の乳幼児とその保護者をボランティアで募集した。保護者から書面で同意を得たのちに、研究に協力して頂いた。解析対象児は163名(男児79名、女児84名、平均日齢358.1日、日齢182日~687日)であった。月齢ごとの人数は、6か月齢(M): 25名、7M: 25名、8M: 15名、9~11M: 25名、12~14M: 29名、15~17M: 14名、18・19M: 15名、20~22M: 15名である。

3~5秒程度ごとに文の区切りが含まれる日本語の文章を絵本から選んだ。撮影時には、女性話者がビデオカメラに正対して座り、カメラに視線を向けて文章を対成人発話で話した。この映像と音声について、時間的に逆に再生をした「逆再生刺激」も作成した。正再生の刺激と話者の顔の形や音声の大きさ、含まれる空間周波数や時間周波数を統制しながらも、日本語の韻律情報、語彙

意味情報の大半と、子音に関する音韻情報がなくなるため、統制刺激として用いることができる。

トビー・テクノロジー・ジャパン社の tobii TX300 を用いて、乳児の視線位置と瞳孔径を 120 Hz で計測した。対象児の正面においた 24 インチのモニターの中央に、正再生と逆再生の音声を含む映像をランダムに並べた一連の動画を刺激として提示した。動画は 4 分間で、2 分間以上の計測が行えた場合を解析の対象とした。Lewkowicz and Hansen-Tift (2012)⁶⁾に従って、動画中の目と口の周囲の領域を解析対象領域とした。視線がそれぞれの解析対象領域内で停留した時間を求めて、目と口のどちらをより長く見ていたかを次の指標で表した。

Eye-Mouth Ratio (EMR) =

$$\frac{\text{目の周囲領域における停留時間} - \text{口の周囲領域における停留時間}}{\text{目の周囲領域における停留時間} + \text{口の周囲領域における停留時間}}$$

この指標は、目を口よりも長く見ていた場合には正の値をとり、口を目よりも長く見ていた場合には負の値をとる(最大値: 1、最小値: -1)。また、視線位置の計測と同時に、左右両目の瞳孔径を計測し、左右の最大値を解析に用いた。

3. 結果

月齢とEMRの平均値との関係を図1に示した。6、7か月では、EMRの平均値が正もしくはほぼ0であるのに対して、10か月以降は負になり、全体を通じては、月齢とともに負に大きくなる傾向があることが明らかになった。また、8か月以降は、すべての月齢群において平均的には正再生の方が逆再生よりも負に大きく、口を見る割合が高いことが見いだされた。

EMRの解析と同様に、解析対象児を8つの月

年齢に分けて、群ごとに瞳孔径の平均値を求めた(図 2)。正再生と逆再生の間の瞳孔径の違いを見ると、7 か月で同程度の値になっていることを除けば、他のすべての群において、逆再生においては正再生においてよりも平均的には瞳孔径が大きかった。このことから、逆再生が正再生とは異なることを、6 か月から 22 か月までの広い月齢で捉えることができおり、さらに、逆再生の方が正再生よりも注意をひくか、処理の負荷が高いことが明らかになった。

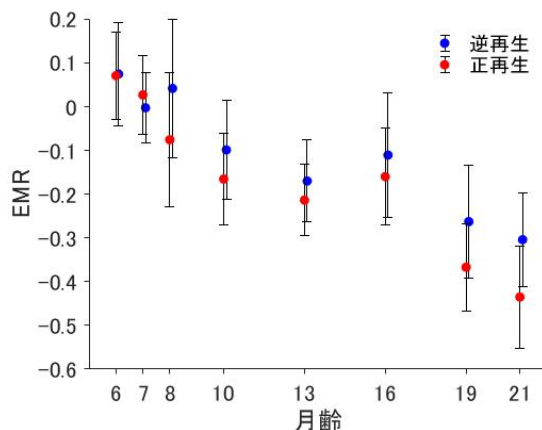


図 1 月齢による EMR の変化。8 つの月齢群を、6、7、8、10、13、16、19、21 か月に代表させた。エラーバーは参加者間の標準誤差を示す。

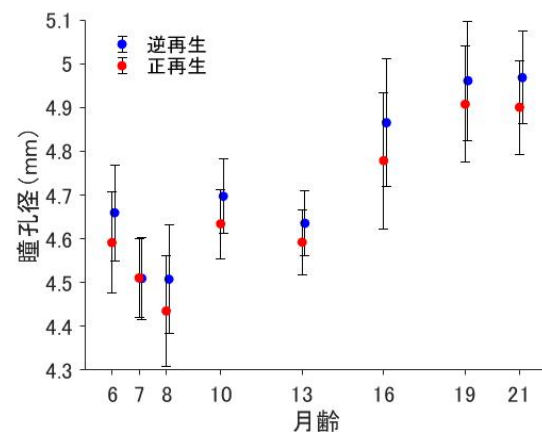


図 2 月齢による瞳孔系の変化。エラーバーは参加者間の標準誤差を示す。

4. 考察

正再生が自然な発話の状況であるとする、逆再生のように母語の特徴が減じられた音声に対しては、話者の目を見る割合が高くなったと考えることができる。このような状況では、正再生の状況よりも、音声の聴覚情報と話者の視覚情報を照合することに処理の中心が移ることを示唆している。このことから、8 か月以降では、母語の音声に含ま

れる音韻の特徴を獲得して、逆再生では既に獲得している音韻の特徴と異なる音が提示されていることを捉えていると考えられる。

10 か月までに口を見る割合が多くなる傾向は、Lewkowicz and Hansen-Tift (2012)⁵⁾が報告している結果と一致している。ただし、この先行研究では、12 か月児では母語に対して口を見る割合が再び少なくなると報告しており、今回の結果とは傾向が異なる。一方で、同じグループのその後の研究では、14 か月児は対乳児発話に対して、また、18 か月児は対乳児発話と対成人発話のどちらに対しても、口を見る割合が高くなることが報告された⁶⁾。今回の結果は、後者の先行研究の結果と同じ傾向であるとともに、さらに、この傾向が 22 か月になるとさらに強まることを新たに示している。

母語の情報が豊かにある正再生では、音韻情報と超分節的情報の情報間で相互に補完しあう作用によって情報の処理が進められやすくなる。一方で、逆再生は音声としては母語の特徴が減じられており、特に抑揚や強弱などの超分節的情報が句や文末の区切りと対応しなくなるために、音声情報をもとにしてその内容である言語情報を捉えることが難しくなると考えられる。月齢によって捉えている情報が異なる可能性について、さらなる検討が必要であるとともに、どのようにしてこれら 2 つの情報を制御しながら感覚統合をし、音声生成を実現できるようになるのかが、今後明らかにすべき課題である。

<謝辞>

本研究は、JST ムーンショット目標 9 (JPMJMS2292-3-04)、ならびに、科学研究費補助金 (23H05425) の補助を受けて行った。

<文献>

- 1) Wilson S M *et al.*: *Nat Neurosci.* **7**: 701-702, 2004
- 2) Franken M K, Liu B C, Ostry D J: *J Neurophysiol.* **128**: 1683-1695, 2022
- 3) Kuhl P K, Meltzoff A N: *J Acoust Soc Am.* **100**: 2425-2438, 1996
- 4) Meltzoff A N, Moore M K: *Child Dev.* **54**: 702-709, 1983
- 5) Lewkowicz D J, Hansen-Tift A M: *Proc Natl Acad Sci U S A.* **109**: 1431-1436, 2012
- 6) Hillairet de Boisferon A *et al.*: *J Exp Child Psychol.* **172**: 189-200, 2018

AI エージェントを用いた音声カウンセリングシステムの提案

○北村 たつ¹(きたむら たつ), 近藤 公久¹
¹工学院大学

(要旨) 本研究では、カウンセリング現場の効率化と質の向上を実現するために音声分析とクライアント中心療法に基づいた AI エージェントの開発により、カウンセリングの入り口であるインテーク(初回面談)の時間とリソースの消費の低減を目的とする。対話の自然さやクライアントの満足度を AI エージェント評価指標とした実験結果から、インテーク業務の効率化と質の向上が期待されることが示された。

Key words: カウンセリング, インテーク, クライアント中心療法, AI

1. はじめに

カウンセリングが必要であっても、対人コミュニケーションが苦手な人にとっては、カウンセリングを始めること自体を躊躇することも多い。カウンセリングの最初の段階はインテークと呼ばれる面談から始まる。この段階で近年発展しているエージェントを用いた AI 対話技術を活用することによって、カウンセリングへのハードルを下げるができることと期待される。

インテークでは積極介入前に必要なクライアントの状況の聞き取りを行う。この段階においても、臨床的専門知識が必要であるが、実際のカウンセリング場面より AI の活用が比較的容易な段階であり、現在のカウンセラー不足の緩和策としても期待できる。

本研究では、インテークで必須の情報を収集するための対話戦略を検討する。対話戦略は、クライアント中心療法に基づいて設計を行う。クライアント中心療法とは、クライアントの経験を理解し、尊重し、受け入れることを重視する非構造化面接の一種である。過去には ELIZA や CRECA, VICA[1]などが開発されてきたが、対話継続率の低さや、クライアントの感情的把握不足など多くの課題が残されており、AI を活用した対話戦略の工夫によるインテークシステムの発展が期待できる。

2. 提案システム

提案システムアーキテクチャを図 1 に示す。入力された音声は、音声識別モジュール(Google Cloud Service)でテキスト化される。本研究のメインは「対話戦略モジュール」である。ここでは、文脈、感情、その他の分析モジュールから得られるクライアントの感情状態や対話の推進状況の推定結果から対話戦略を決定し、その戦略に従った発話生成を行う。

非言語情報処理モジュール: 対話は時間軸に沿って遂行する。ここでは、クライアントの発話時間(speak_duration と発話回数(speak_count)、クライアントの受聴時間(システムの発話時間: listen_duration)とクライアントの受聴回数(システムの発話回数: listen_count)を求めた。

文脈分析モジュール: 文脈情報は BERT 学習済みモデル[2]を用いてシステムの発話とクライアントの発話の cos 類似度(similarity)を求めた。ここでは、類似度が 0.50 以上を類似、それ以外を類似していないとした。

感情分析モジュール: 感情情報は、BERT 学習済みモデル[3]を用いた感情認識(sentiment analysis)による感情判定結果(positive/neutral/negative)を用いた。

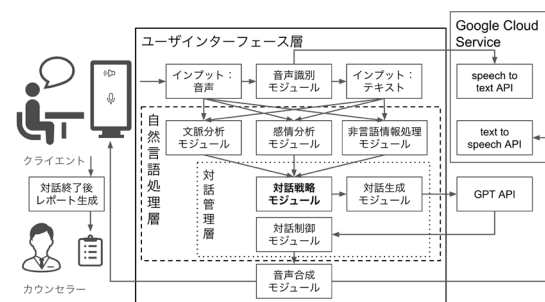


図 1 提案システムのアーキテクチャ

対話戦略モジュール: このモジュールでは、上述の各モジュールから得られたパラメータ値により、対話戦略を選定する。対話戦略は、対話軸と感情軸の組み合わせで選択される。対話軸は表 1 に示す 5 つの分類であり、感情軸は感情分析モジュールの出力そのままの 3 分類である。対話戦略の 1~7 の技法を表 2 に示す。これらの技法は、クライアント中心療法[4]に基づいて設定した。また、対話軸と感情軸の組み合わせによる戦略選

扱は、先行研究[1,5]や関連資料[6,7]を参考にした(表 3)。これらの対話戦略は、特定の対話状態に対して適切な戦略をとることにより、次に望ましい状態に向かうこと、クライアントの心理的成長を促進するという仮説に基づいている。

表 1 対話軸のシステム区分一覧

タイプ	非言語システム処理	言語システム処理
話が進む	speakTime > listenTime speakCount > listenCount	関連性のある話題 話題の深さ
話が滞る	speakTime <= listenTime speakCount <= listenCount	言い直し 話を戻す
話を合わせる	同上	-
話を避ける	同上	関連性のない話題
話が矛盾/曖昧	同上	speech in 曖昧語

表 2 クライアント中心療法に基づく技法

No	技法	説明と例
1	沈黙して質問する	暫く時間を経た後から質問する
2	明確化	感情に視点を置く。「本当に..ですね」
3	繰り返し	相手の述べている内容を繰り返して返す
4	要約	問題の核心に触れてくると用いられる
5	受容して同話題の 中で深く質問	信頼感が生まれるようにする 「なるほど」、「そう」、「そうですか」
6	違う方向の質問をする	話題を変えて、違う方向の質問をする
7	同話題の中で深く質問	同じ話題の中で、深く質問をする

表 3 対話戦略の技法出力

		感情軸		
		ポジ	中性	ネガ
会 話 軸	話が進む	5	3	7
	話が滞る	7	7	6
	話を合わせる	7	7	6
	話を避ける	-	6	1
	話が矛盾・曖昧	2,3,4ランダム		

3. 予備的検証実験

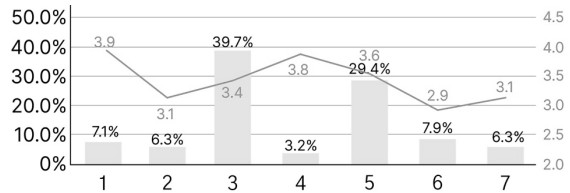
3.1 実験デザイン

本予備実験では、対話戦略の検証のため行った。被験者は、工学院大学学生 6 名であった。被験者のタスクは、悩みを持つ大学生の立場を想定して与えられたテーマでシステムと音声対話を行い、自分の発話に対するシステムの反応がどれくらい適切であるかを 1 から 5 までのリッカート尺度で評価することであった。

3.2 結果と考察

評価スコア(図 2)より、選択された戦略(7 つの技法:表 2)のうち 1,2,4,6,7 は出現が少なく、スコアの平均値は人によるばらつきが大きかった。一方、比較的多く選択された技法 3,5 は、スコアの平均値がより安定していた。技法 5 では、話が進んで、ポジティブなときに、受容して同話題を深掘りする戦略なので、このときの評価が高いことは、「対話進行かつポジティブだから評価が高い」という想定通りである。また、技法 3 が出現もっと多いが、話が進んでいて、感情的に中性な時と判別される

場合、話が繰り返されることで高い評価がされたことにいなる。しかし、話が矛盾・曖昧の時に判別される場合、繰り返しだけで話が滞ることになるから、対話が低い評価がされる場合がある。



4. 今後の展望

今後の研究では、被験者の多様性を拡大し、システムの応答の精度とクライアントからの必須情報収集の確度を高めることが重要である。また、実験結果を詳細に分析し、システムの改良点を明確にすることで、より効果的なシステムの開発が求められる。

具体的には、結果と考察で述べたように、選択されない技法が多く存在するなど、様々な対話パターンに対する対応の評価ができていない。今後、多くの対話状況が含まれるデータの分析と検証が必要になる。本報告では被験者が大学生の限られた年齢のみであったが、年齢層の異なる被験者を含むことで、年齢による影響をより正確にモデルに反映することを可能にすると考えられる。また、うつ状態のクライアントを意識し、実際の臨床場面を想定した評価が必要である。

実際のカウンセリング状況をデータとして解析対象にするのは難しいが、専門家や実際に臨床に携わっているカウンセラーの意見や、知見に基づくロールプレイデータなどの分析を行い、対話戦略を精緻化を試みる。

<文献>

[1] Yoshitaka Sakurai, et al. (2019) distress. J. Ambient Intell. Humaniz. Comput. 10(12): 4993-5005
 [2] <https://huggingface.co/sonois/sentence-bert-base-ja-mean-tokens-v2>
 [3] <https://huggingface.co/koheiduck/bert-japanese-finetuned-sentiment>
 [4] Rogers, C.R. (1951) Client-centred Therapy: Its Current Practices, Implications, and Theory, Houghton Mifflin. (友田不二男編訳:ロージャズ全集 3 巻 岩崎学術出版社)
 [5] T. Shinozaki, Y. Yamamoto, S. (2013) Tsuruta, Springer Journal of Computing, doi: 10.1007/s00607-013-0352-y.
 [6] 高山 由貴(2013) 臨床心理学, 13(5)
 [7] 許 夏玲(2014) 第 9 回国際日本語教育・日本研究

漢字単語の視覚処理における書体とその特性の脳内表現

○上杉 侑菜^{1, 2} (うえずぎ ゆうな), 岩木 直^{2, 1}

¹筑波大学, ²産業技術総合研究所

(要旨) 書体のバリエーションはテキストの形状に変化を与えているが、視覚的単語認識がどのように単語形状の同一性を推定しているのかについての神経メカニズムは明らかではない。本研究は漢字の視覚的単語認識における書体の形態情報の機能的な独立性を検証するため、漢字単語と書体を独立に操作することで書体選択的に反応する脳領域の特定を試みた。その結果、単語変化と書体変化への脳活動は視覚的単語認識の経路の中で構造的に異なる分布を示した。

Key words: 漢字、視覚的単語認識、書体、fMRI、Repetition suppression、紡錘状回

1. はじめに

視覚的単語認識はテキストの大きさ、色、書体に対しては頑健であり、その頑健性に寄与していると考えられる脳領域も特定されてきている¹⁾。一方で、テキストからは言語情報だけでなく一貫したデザインも受け取っており、印象や読みやすさに繋がるが、書体選択的な処理が行われているかは明らかではない。ある行動実験では、複数の書体の混合で表された単語では認識のパフォーマンスが落ちたことから、視覚的単語認識の際にはある書体に共通する“型”の抽出と適用を行うとするモデルが提唱されている²⁾ものの、脳イメージングでの検証を行った例は見当たらない。このモデルでは、視覚的単語認識に関わる脳領域で word identity (単語) の認知とは別に、書体の認知処理を行う部位が存在すると考えられる。本研究では書体選択的な脳内表現を明らかにするため、紡錘状回後方や外側後頭葉が書体の変化への感受性を持つことを示した先行研究³⁾の方法を参考にし、同じ刺激や特性の繰り返し呈示によって関連する脳活動が低下する現象を利用した Repetition suppression (RS) パラダイム⁴⁾を用いた。例えば、異なる書体が連続的に呈示される条件と同じ書体が呈示される条件間で脳活動の差分を取ること、書体の変化に反応する部位が特定できると期待される。同様に、異なる単語あるいは同じ単語の連続呈示条件間の差分では word identity の変化に反応する部位が表れると期待でき、これらの分布を比較する。また、本研究では日本語の単語認識を取り上げるにあたり、漢字とかなでは文字の性質が異なることを考慮し、単語数の多い漢字単語のみを採用した。

2. 方法

2.1 実験参加者

19 名の日本語話者。日常的に日本語テキストを見ることを募集の基準とした。うち 1 名は日本国籍ではないが、日本語能力試験 N1 を取得している。

2.2 刺激

NTT 語彙データベース⁵⁾から、二字熟語、モーラ数 4、親密度 6~7、表記妥当性 4.9~5 のすべてを満たし、かつ重複や極端な意味の単語を除いた 760 単語を選んだ。これらの各単語を 9 種類の書体で表した刺激セットを作成した。使用した書体は HG 丸ゴシック M-PRO、HG 教科書体、HG 行書体、HG 創英角ゴシック体、HG 創英角ポップ体、UD デジタル教科書 N-R、メイリオ、游ゴシック、游明朝である。

2.3 手続き

ブロックデザインで行った。各ブロックとブロック間の持続時間は 18 秒とした。単語刺激は 1 ブロックにつき 18 回呈示されるが、以下の 4 つの条件のいずれか 1 つに従う。Both Δ; 単語も書体も逐次変わる。Word Δ; 単語のみ変わり書体は変わらない。Font Δ; 単語は変わらず書体が変わる。No Δ; 単語も書体も変わらない。表 1 は各条件の特徴をまとめたものである。RS は Repetition suppression が生じると予想する部分である。

条件	BothΔ	WordΔ	FontΔ	NoΔ
単語の変化	○	○	× ^{単語 RS}	× ^{単語 RS}
書体の変化	○	× ^{書体 RS}	○	× ^{書体 RS}
例	相方	青空	請求	足音
	海底	出発	請求	足音
	電灯	木曜	請求	足音
	妖怪	左手	請求	足音

連絡先: 上杉 侑菜 〒305-8566 茨城県つくば市東 1-1-1 産業技術総合研究所つくばセンター中央事業所 6 群 525 室 e-mail: s2321365@u.tsukuba.ac.jp

表 1. 本実験で設定した 4 つの条件

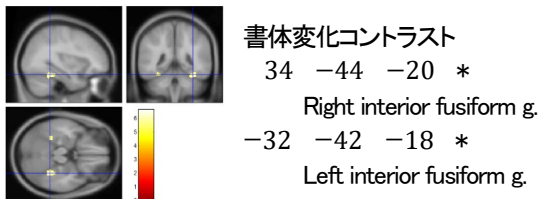
各単語は 330ms 呈示され、続いて白か赤の固視点が 660ms 呈示された。実験参加者は MRI スキャナの中でただ画面を注視すること、赤い固視点が表示されたときにボタンを押すことが教示された。

2.4 解析

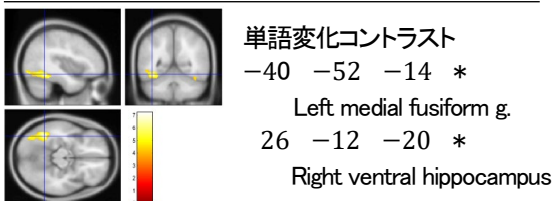
各実験参加者の脳画像に前処理を施したのち、重回帰分析を行い 4 つの各条件について係数を推定した。赤い固視点の呈示後 1 秒以内にボタン押しの反応がなかったブロックは分析から排除した。次に 3 種類の BOLD 信号の差分が有意に観測された部位を可視化した。 $Both\Delta - Word\Delta + Font\Delta - No\Delta$ を書体変化コントラスト、 $Both\Delta - Font\Delta + Word\Delta - No\Delta$ を単語変化コントラスト、 $Both\Delta - Word\Delta - Font\Delta + No\Delta$ を交互作用コントラストと定義した。それぞれのコントラストについて t 検定を行った。

3. 結果

(a) $Both\Delta - Word\Delta + Font\Delta - No\Delta > 0$



(b) $Both\Delta - Font\Delta + Word\Delta - No\Delta > 0$



(c) $Both\Delta - Word\Delta - Font\Delta + No\Delta > 0$

交互作用コントラスト
n.s.

図 1. BOLD 信号のコントラストの t 検定。 $q(FDR) < 0.05$ を満たすボクセルを色付きで示す。

書体変化コントラストが大きい場所は、書体の RS が強く生じる場所を意味し、書体変化に対してより感受性があると考えられる。主に両側内側紡錘状回 (特に右側) で大きかった。同様に、単語の RS が強く生じる場所は、左側紡錘状回の中央付近と、右側腹側海馬に見られた。単語変化と書体変化の交互作用コントラストは見られなかった。本研究における書体変化コントラストと単語変化コントラストの有意な場所の分布はどちらも紡錘状回に集中している一方で互いに排他的であった。

4. 考察

書体変化と単語変化はどちらも形状の変化を伴うが、両者について独立に統制した実験を行ったところ、書体変化に感受性が高い部位と単語変化に感受性が高い部位が視覚的単語認識の経路内で異なるという結果が得られた。このことから、両者の形状の変化が機能的に異なる方法で表現されていると考えられ、書体の情報は左紡錘状回の低次～高次の階層的な単語認識の際に収束されるだけのものではないと考えられる。また、書体変化に感受性が高い部位であった右側内側紡錘状回は、顔の認識と強く関連する⁶⁾部位であり、書体の認識と顔の認識には機能的な共通性があることが示唆される。

一方で、本研究で用いたコントラストは刺激の変化に対して活動が増加した部位を示しており、これらの部位以外にも刺激への感受性を持つ部位がある可能性がある。また、単語由来の形状あるいは書体由来の形状をのみ表現する神経集団があるのか、それとも両者の表現の程度にバリエーションがあるのかは本研究からは明らかになっていない。

本研究では刺激として漢字単語を用いたが、表記 (漢字かなカナ) において違いがあるのかについても更なる検証が必要だと思われる。

本研究では実験後に 9 種類の書体に対して目にする頻度と読みやすさの評価アンケートを行った。これらの書体の特性は処理負荷や脳活動に影響を与えると考えられるため、書体の特性を考慮した重回帰分析をこれから行う予定である。

<文献>

- 1) Cohen L, Dehaene S (2004) Specialization within the ventral stream: the case for the visual word form area. *Neuroimage* 22(1):466-476.
- 2) Sanocki T (1988) Font regularity constraints on the process of letter recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 14(3):472.
- 3) Zhou Z, Vilis T, Strother L (2019) Functionally separable font-invariant and font-sensitive neural populations in occipitotemporal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience* 31(7):1018-1029.
- 4) Voss JL, Hauner KK, Paller KA (2009) Establishing a relationship between activity reduction in human perirhinal cortex and priming. *Hippocampus* 19(9):773-778.
- 5) NTT Printing Corporation (2021) NTT Word Database. <https://www.nttprint.com/lexicon-db/#topContent06> (2024-4-12).
- 6) Fusar-Poli P, et al (2009) Functional atlas of emotional faces processing: a voxel-based meta-analysis of 105 functional magnetic resonance imaging studies. *Journal of psychiatry and neuroscience* 34(6):418-432.

漢字 2 字熟語の音読にて視覚性/意味性エラーが出現した症例の障害機序に関する一考察

○唐澤 健太^{1, 2} (からさわ けんた), 橋本 幸成², 上間 清司³

¹リハビリテーション天草病院, ²目白大学, ³武蔵野大学

(要旨) 左側頭～頭頂葉に及ぶ出血にて失語症を発症した 60 歳代の右利き女性を報告する。表出面の問題として呼称障害を認め、誤反応は迂言、意味性錯語が多かった。漢字実在語音読では心像性効果、視覚的/意味性エラーを認め、非語音読においても成績が低下していたことから、深層失読と判断した。また、理解課題は聴覚に比し視覚刺激で成績が低下していた。一方、視覚的な意味連合検査は健常範囲内の成績であった。以上より、漢字単語の音読における視覚性/意味性エラーの出現には、意味システムへのアクセスおよび意味システムから音韻辞書へのアクセス障害が影響していた可能性が示唆された。

Key words: 深層失読, 視覚性/意味性エラー, 障害機序

1. 研究背景

深層失読 deep dyslexia は、実在語音読における意味性錯読、具象性/心像性効果や品詞効果が特徴であり、非語音読も困難となる。深層失読およびその特徴的な意味性エラーの出現機序に関しては、様々な説が提唱されてきた。しかし、日本語話者の深層失読例における意味性エラーの出現機序を検討した報告は非常に少ない。Sato¹⁾は漢字で深層失読、仮名で音韻失読を示した症例を報告し、その障害基盤が音韻処理障害であったと考察している。

本研究は、深層失読一例の漢字 2 字熟語音読における視覚性/意味性エラーの出現機序に関して検討することを目的とする。

2. 症例

60 歳代、女性、右利き、高卒。主訴は「言葉が出てこない時がある」。頭痛が出現した翌日に言葉が出なくなり脳出血の診断にて入院。保存的加療後、第 26 病日に当院転院。意識清明。神経学的所見に特記事項なし。レーヴン色彩マトリックス検査は 28/36、Rey 複雑図形模写は 36/36、数唱は順唱 6 桁、逆唱 3 桁。流暢性失語を認めた。発症 3 ヶ月時点では失語は軽度に改善しており、意思疎通は口頭で可能であった。標準抽象語理解力検査(SCTAW)の聴覚-指さしは 91%(41/45)正答で健常範囲内の成績であった。発話は流暢で文レベルの発話があり、統語構造は保たれていた。SALA 失語症検査の PR20 呼称は 81%(78/96)正答で低親密度語のみ成績が低下していた。呼称の誤反応は迂言 9、意味性錯語 5、無関連錯語 2、無反応 2 であった。SLTA 上では復唱、音読は

保たれていた。意味連合検査 SAT-絵は 92%(35/38)正答で健常範囲内の成績であった。モーラ削除、非語復唱は健常平均内の成績であったが、モーラ逆唱では成績の低下を認めた(逆唱 実在語 19/24、非語 18/24)。第 22 病日の頭部 MRI FLAIR 画像では左側頭葉から角回の皮質・皮質下に高信号域を認めた(図 1)。

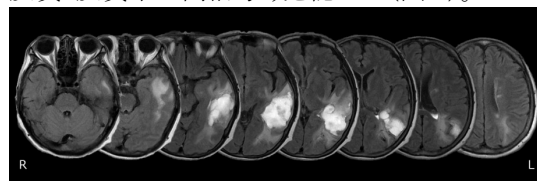


図 1 第 22 病日の頭部 MTI FLAIR 画像

3. 文字認知・読解・音読課題

発症 3 ヶ月時点にて失読症状を検討した。

3.1 文字認知・読解

文字認知は、SALA VC11「漢字判断」が 100%(56/56)正答であった。語彙判断は、漢字は VC12「語彙性判断(漢字)」が 92%(110/120)正答、橋本²⁾の漢字列刺激(以下、橋本刺激)が 98%(59/60)正答であった。仮名は TLPA 語彙判断Ⅱ、Ⅲともに 98%(39/40)正答であった。文字認知、語彙判断はいずれも健常平均内の成績であった。読解は、SCTAW が 80%(36/45)正答で成績の低下を認め(健常平均 41.2±3.4)、聴覚-指さしに比し正答数は有意に少なかった($p < .01$)。

3.2 音読

結果を表 1 に示した。漢字実在語では、SALA OR34 漢字(心像性×頻度)は健常者平均よりも低い正答数であり、高心像語よりも低心像語の成績が低い心像性効果が観察された(心像性: β

連絡先: 唐澤 健太 〒343-0002 埼玉県越谷市平方 343-1 リハビリテーション天草病院

Tel: 048-977-3979 e-mail: karasawa.240341@gmail.com

=0.17, wald=0.17, $p < .01$)。OR34 と SCTAW、橋本刺激における誤反応は、視覚性/意味性エラー(例: 引力→「じゅうりょく」)が多く、次いで視覚性エラー(名人→「なまえ」)、意味性エラー(評価→「ろんり」)を認めた。視覚性/意味性エラーおよび意味性エラーが出現した語では、刺激語に比し反応語の文字音声単語親密度が有意に高かった($p < .05$)。漢字非語(橋本刺激)では、一部正答(弁寸→「べんとめ」)が多く、語彙化エラーは認めなかった。漢字一文字の誤反応は、意味性エラー(己→「みずから」)を認めた。

仮名実在語は TLPA 語彙判断検査Ⅱ、Ⅲ刺激を使用した。誤反応は視覚性エラーと考えられる誤り(うわさ→「うちわ」)のみであり意味性エラーは認めなかった。仮名非語では SALA OR37 の正答数は健常者平均よりも少なかった。TLPA 語彙判断検査Ⅱ、Ⅲ刺激では誤反応は音韻的エラー(もさか→「もひか」)のみであり、語彙化エラーは認めなかった。仮名一文字の誤反応は音韻的エラー(ぐ→「べ」)のみであった。

表 1 音読課題 成績

課題		正答数
漢字	実在語	SALA OR34 37/48
		SCTAW 39/45
		橋本刺激 * 28/36
	非語	橋本刺激 * 15/24
	一文字	漢字一文字 ** 23/30
かな	実在語	TLPA *** 36/40
	非語	SALA OR37 29/56
		TLPA *** 30/40
	一文字	仮名一文字 98/101

*橋本ら,2018、**作成課題、***語彙判断の刺激を活用

4. 考察

本例は、漢字刺激では実在語、非語ともに、仮名刺激では非語において音読成績が低下していた。漢字実在語の音読にて心像性効果、視覚性/意味性エラーを認めたことから、深層失読を呈していたと考える。日本語における漢字の深層失読については、音韻処理障害が基盤にあり、漢字で深層失読、仮名では音韻失読を呈する症例¹⁾が報告されている。実施された音韻課題が異なるため直接の比較は難しいが、本例は Sato ら¹⁾の症例と比べると音韻処理障害は軽度であると考えられる。

深層失読の意味性エラー出現に関しては、①意味システムへのアクセス障害、②意味システム内の処理障害、③意味処理後の音韻検索障害、の複数の機序が提案されている³⁾。①の意味システムへのアクセス障害に関連する報告例には、視

覚および聴覚的理解課題の成績に差がある深層失読例⁴⁾⁵⁾が報告されている。本例では、語彙判断課題は保たれている一方で、読解課題の成績が低下した。さらに、SCTAW 読解課題の成績は、聴覚課題に比べて有意に低下していたことから、本例は①意味システムへのアクセス障害を有していたと考える。②の意味システム内の処理障害については、本例では意味連合検査の成績は健常平均内であり、意味システム内の処理は保たれていたと考えられる。③の意味処理後の音韻検索障害が示唆される深層失読例⁶⁾⁷⁾⁸⁾では、音読だけでなく呼称にも意味性エラーが観察されている。また、深層失読の意味性エラーの機序を音韻辞書からの音韻列情報の選択障害で説明した報告⁹⁾がある。本例では、漢字の実在語音読のみならず、呼称にも意味性エラーが出現していた。これらの結果から、本例の意味性エラーは、③の意味処理後の音韻検索障害により生じたと考えられ、前述した深層失読の意味性エラーの機序を音韻辞書から音韻列情報の選択障害で説明する報告を支持すると思われる。

本例は実在語音読に関して、漢字では意味性エラーが出現したが、仮名では認められなかった。一般に漢字表記語は、標的語と意味的な関連がある隣接語(石油-石炭、灯油)が多く存在する点で、仮名表記語(トランク-トランプ)と異なる。単語の音読では、標的語とともに隣接語が活性化されると考えられているが、仮名单語と比較すると漢字単語は意味的類似性のある隣接語の活性化が高まると推測できる。本例は、漢字単語の音読において、意味的類似性のある隣接語の活性化を抑制できず、意味性エラーが出現した可能性がある。実在語の音読において意味性エラーが出現した語では、刺激語に比し反応語の文字音声単語親密度が有意に高かったという結果は、上記を裏付ける所見ではないかと考える。一方、仮名单語においては、意味的関連のある隣接語が活性化されにくいいため、視覚性エラーのみが出現したと考える。

謝辞: 本研究の一部は科学研究費補助金(21K21226)の支援を受けて行った。

<文献>

- 1) Sato et al.(2008):Neurocase, 14:508-524.
- 2) 橋本幸成 ほか(2018):言語聴覚研究, 15:321-331.
- 3) Shallice et al.(1980):Deep Dyslexia. London
- 4) Shallice et al.(1980):British Medical Journal, 43:866.
- 5) Shallice et al.(1975):Q J Exp Psychol, 27:187-199.
- 6) Marshall et al.(1966):Neuropsychologia, 4:169-176.
- 7) Patterson(1978):Q J Exp Psychol, 30:587-601.
- 8) Saffran et al.(1977):Q J Exp Psychol, 29:515-525.
- 9) Calangelo et al.(2003):Brain and Cognition, 53:166-170.

失語症 6 例の錯語に基づく失語症状の生成モデル

— 深層学習による呼称モデルの構築 —

○大門 正太郎¹(だいもん しょうたろう), 小山 健太¹, 高木 早希²,
橋本 幸成³, 浅川 伸一⁴

¹クラーク病院, ²西武学園医療技術専門学校, ³目白大学, ⁴東京女子大学

(要旨) 本研究の目的は 2 つある。1 つは、絵画命名(以下、呼称)課題において画像処理と意味処理の双方を実装した生成モデルの提案である。2 つ目は、提案した生成モデルによる失語症者の意味性錯語の予測である。喚語障害の一つである意味性錯語は、失語症例で頻繁に観察される症状である。意味性錯語を予測できる生成モデルは、喚語障害の機序の解明において有用と考えられ、失語症臨床における評価法・訓練法にも示唆を与えようとする。提案モデルは、一般画像認識モデルに意味からの関与を示す転移学習を加えたモデルである。モデル内では、画像認識に ResNet, 意味的処理に word2vec を用い、絵から言語(発話)を生成する呼称の処理を可能にした。このモデルに 6 名の失語症者の錯語を学習させる微調整を行い、それぞれの失語症者の意味性錯語が予測可能か検証した。

Key words: 絵画命名(呼称)課題, 失語症, 意味性錯語, 転移学習, 微調整

1. はじめに

失語症は、脳に損傷を与える脳血管疾患や脳に萎縮をもたらす神経変性疾患などにより、大脳皮質の言語領域の機能が低下することで発症する後天性の言語障害である。失語症の症状の 1 つに喚語障害がある。喚語障害は、“言おうと思った目的の語の表出が困難となる症状”である。喚語障害に対する評価や訓練においては、呼称課題がよく用いられる。呼称課題は、失語症者に対してある事物の絵を呈示し、その名称を発話してもらう課題である。喚語障害の誤反応としては、意味性錯語、音韻性錯語、無関連錯語、保続、無反応などがある。とりわけ、意味性錯語は、意味的な知識が脳内でどのように表現されているのかを知る目的で認知神経心理学的な分野でも取り上げられることが多い¹⁾。本発表では、深層学習によって構築された呼称の生成モデルを提案する。提案モデルに対して、実際の失語症者の意味性錯語を微調整(fine-tuning)によって学習させ、失語症状の予測モデルを作成した。このモデルによる意味性錯語の予測がどの程度妥当か、モデルが表出した誤反応をもとに検討する。

2. 症例

誤反応を予測するモデルを作成するにあたり、意味性錯語が主症状であった失語症者 6 名を選択した。表 1 に失語症者 6 名の基本情報を示す。全例で RCPM や Kohs IQ は年齢平均値の±1SD 以内で、全般性知的機能に問題は認めなかった。

また、脳血管疾患例およびヘルペス脳炎例については、再発例は含まれていない。

表 1. 失語症者 6 名の基本情報

No	失語分類	年齢	性別	利き手	教育年	疾患名	損傷部位	RCPM
1	svPPA (意味型進行性失語)	72	女	右	16	意味性認知症	ATL	29
2	失名詞/ 超皮質性感覚失語	62	女	右	12	ヘルペス脳炎	ATL	34
3	失名詞失語	65	男	右	9	脳梗塞	IFG	29
4	失名詞/ 超皮質性感覚失語	83	女	右	12	脳梗塞	IFG	25
5	失名詞失語	67	女	右	12	脳梗塞	AG	30
6	失名詞失語	52	男	右	16	脳出血	pMTG	Kohs IQ 124

損傷部位: ATL=左前側頭葉(Anterior temporal lobe), IFG=左下前頭回(Inferior frontal gyrus), AG=左角回(angular gyrus), pMTG=左中側頭回後方(posterior middle temporal gyrus)。

2.1 TLPA カテゴリ別名詞検査の成績

表 2 に失語症語彙検査(Test of Lexical Processing Aphasia: TLPA)のカテゴリ別名詞検査の理解検査と呼称検査の成績を示す。理解検査では、症例 1 と 4 で-2SD 以下の得点であった。呼称検査では、症例 6 以外は-2SD 以下の得点を示した。

表 3 に呼称検査での反応分類を意味性錯語、音韻性錯語、保続、無反応、無関連錯語、その他に分けて示す。全例で音韻性錯語は認めず、意味性錯語ないし無反応を主体とする誤りを認めた。

表 2. 失語症者 6 名の TLPA 成績と平均点

No	1	2	3	4	5	6	平均得点	-2SD
呼称	51	165	115	130	126	175	193.4	10.9
理解	173	190	193	184	196	195	199.4	1.9

表 3. 失語症者 6 名の呼称反応の分類

No	1	2	3	4	5	6
正反応	51	166	115	131	126	176
意味性	16	37	34	54	18	30
音韻性	0	0	0	0	0	0
保続	0	0	1	5	0	0
無反応	0	0	39	0	54	5
無関連	0	2	1	4	0	0
その他	105	3	14	26	10	2

3. 提案モデル

図 1a. に提案する呼称モデルの概念図を示した。この図は、事前に画像認識データセットを用いて訓練されたニューラルネットワークモデルである ResNet²⁾を基本モデルとしている。入力として TLPA 図版が視覚情報として与えられる。視覚情報は、2 つの経路に二分される。画像の視覚情報から直接的に呼称される視覚経路(右)と、意味情報を介して呼称される意味経路(左)である。この 2 つの経路のシミュレーションには、深層学習の手法である転移学習 (transfer learning) が用いられている。転移学習とは、事前に特定のデータセットを用いて訓練した訓練済みモデルに対して、別の課題のために、最終層を付け替えて再学習することである。提案モデルでは、画像認識データセットの最終層に、視覚経路として TLPA の画像データを学習させ、さらに、意味経路として日本語版 wikipedia 95 万語に基づいたコーパスをベクトル化するために学習済みの word2vec を用いた。くわえて、人間の意味処理に近づける為に、単語連想値のデータ³⁾を用いて微調整を施した。また、意味経路 p と視覚経路 $q(=1-p)$ の情報の重み付けを融合パラメータ(合成ベクトル)として算出した(図 1b)。つまり、最終的に確率によって表出される 1 語が決定(ワンホット)されることを示している。モデルは、実際の呼称の処理過程を再現していると考えられる。以上により、人間に近似した視覚-意味処理過程を再現可能な呼称モデルを提案する。

3.1 ラベル分類用転移学習

ResNet モデルに対して、TLPA と SALA 失語症検査の呼称課題の図版をスキャンした画像を用いて転移学習を行った。TLPA 画像数 180, SALA 画像数 186 の計 366 枚の画像を転移学習用データとして用いた。転移学習での最終層では重複 (35 枚を除いた) 361 ニューロンが用いられた。

3.2 意味埋込ベクトル用転移学習

入力画像は、ラベル分類用転移学習で用いた計 366 枚の画像データとし、データ拡張の手法も同一とした。ラベル分類用転移学習と唯一異なる点は、出力層のニューロン数が word2vec の単語

埋込ベクトル 128 次元としたことであった。

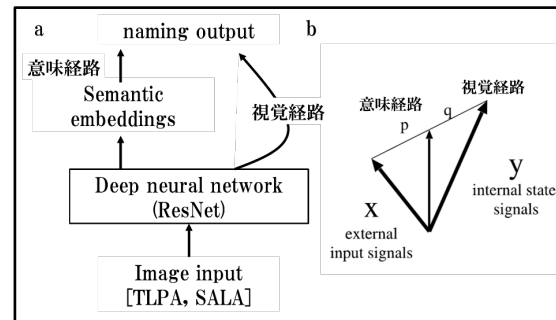


図 1. a: 健常モデルの概念図。b. 二つの経路の重み付けのベクトル表現。

3.3 単語連想値による微調整

意味埋込ベクトル用転移学習を人間のデータに合うように、水野らの単語連想値³⁾を再現するように、微調整を行った。ターゲット単語は、266 語とした。これらターゲット単語に対して、連想語が 18,009 語であった。

4. 数値実験

意味埋込ベクトルを語彙へと変換する変換層に対して、失語症者 6 名ごとの TLPA 呼称検査で観察された正反応と意味性錯語を微調整した。

4.1 結果

失語症者 6 名の意味経路、視覚経路の出力結果を p 値と q 値で示す。この 2 つの値は、どのような錯語が生じたかによって症例ごとに決定され、意味経路と視覚経路のどちらの影響をより強く受けているか検討することができる。

※結果の値に関しては、研究発表の当日に公開する予定である※

5. 考察

本発表では、微調整後の意味経路と視覚経路の重み付け値と失語症者ごとの意味性錯語の質的な違いを比較し、本モデルによる意味性錯語の予測がどの程度妥当か検討する。

本研究の一部は科学研究費補助金 (21K21226) の支援を受けて行った。

<文献>

- 1) 大門ら (2021) 潜在空間モデルによる単語間の意味的類似度の定量化試案. 第 23 回 CNPS 抄録.
- 2) He et al. (2015) Deep Residual Learning for Image Recognition. [arXiv:1512.03385](https://arxiv.org/abs/1512.03385) [cs.CV]
- 3) 水野ら (2011) 連想語頻度表-3 モーラの漢字・ひらがな・カタカナ表記語-. ナカニシヤ出版.

前頭側頭型認知症 1 例の呼称機能の経過

○江原 寛尚 (えばら ひろたか)
 県立広島病院リハビリテーション科

(要旨) 前頭側頭型認知症 (Frontotemporal dementia: FTD) 1 例の呼称機能を経時的に評価した。経過に従い、呼称障害の進行がみられ、各時期での呼称機能、進行に頻度効果がみられた。この結果から、FTD 症例の呼称機能は、脆弱な語彙から難しくなり、脆弱な語彙ほど機能低下しやすいことが考えられた。また、誤反応時の誤り方は、出現している社会的行動障害が強く影響する可能性が示唆された。

Key words: 前頭側頭型認知症, 呼称障害, 社会的行動障害

1. はじめに

前頭側頭型認知症 (Frontotemporal dementia: FTD) は、性格変化や社会的行動障害を主徴とする認知障害であるが、反復言語、反響言語、滞続言語、緘黙などの言語症状も出現することが報告されている。今回、筋萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic lateral sclerosis: ALS) に伴う認知障害として FTD を呈した症例の認知・言語機能について経時的に評価させて頂く機会をえたので、呼称機能の経過を中心に報告する。

2. 症例

60 歳代女性。右利き。専業主婦

現病歴: X 年 Y 月、両肩の痛み、両上肢拳上困難さを自覚し近医受診。徐々に増悪みられ、Y+6 月、A 病院紹介され球麻痺型の ALS と診断された。HDS-R: 21/30。FAB: 4/18。

神経学的所見: 意識清明。両上肢筋力低下 (MMT2) がみられたが、口腔顔面部の運動麻痺、感覚障害、構音障害はみられなかった。

神経心理学的所見

初回評価 (Y+9 月): HDS-R: 14/30, FAB: 4/18, WFT: 文字流暢性 1.3, 意味流暢性 2.7, BADS: 標準化得点 32。課題理解は概ね良好。礼節は保たれ、検査に対しては協力的。多幸性、病識欠如、脱抑制的行動がみられた。

再評価 (Y+13 月): HDS-R: 13/30, FAB: 0/18, WFT: 文字流暢性 0.6, 意味流暢性 2.0, BADS: 実施困難。複雑な課題の理解に困難さがみられた。礼節は保たれ、検査に対しては協力的。多幸性、病識欠如、常同行動がみられた。

神経放射線学的所見: 左側優位の側頭葉・前頭葉の萎縮、海馬の萎縮がみられた。

言語学的検査結果: Y+9 月、Y+13 月に SLTA、SLTA-ST (呼称検査) を実施した。

初回評価 (Y+9 月): 理解面は音声・文字言語ともに単語レベルは保たれていたが、短文レベル以上になると困難さがみられた。表出面は比較的流暢な発話がみられ、音韻的誤りは少なかったが、喚語障害、書字障害が目立った。復唱は単語レベルは保たれていたが、短文レベルでは困難さがみられた。

再評価 (Y+13 月): 理解面・復唱は単語レベルは保たれていたが、短文レベル以上になると、初回評価時に比較し低下がみられた。表出面は、流暢性の低下がみられ、自発話減少、語彙の限局化がみられた。喚語障害、書字障害も初回評価時に比較し増悪がみられた。

3. 方法

分析項目は、初回評価 (Y+9 月)、再評価 (Y+13 月) に実施した SLTA、SLTA-ST の呼称 100 題。呼称課題語を高・中・低頻度群に群分けし、正答率、誤反応時の誤り方について検討した。

頻度は、NTT データベースの日本語の語彙特性 (頻度) を参考に、高頻度群は 5000 以上の語、中頻度群は 1000 以上 5000 未満の語、低頻度群は 1000 未満の語とした。なお、データベースに登録されていない 2 語は分析から排除した。

呼称課題語の親密度は、NTT データベースの日本語の語彙特性 (親密度) で、4.969 から 6.594 の範囲であった。

4. 結果

4.1. 呼称語の頻度、親密度

高頻度群: 22 語。頻度の中央値は、9904 (範囲: 5016-61270)。親密度の中央値は、6.406 (範囲: 5.406-6.594)。

中頻度群: 40 語。頻度の中央値は、2517 (範囲:

1016-4863)。親密度の中央値は、6.281(範囲: 5.125-6.531)。

低頻度群: 36 語。頻度の中央値は、420(範囲: 31-962)。親密度の中央値は、6.031(範囲: 4.969-6.500)。

4. 2. 正答率の変化

全体の正答は、初回 76/98→再評価 50/98。頻度群別の正答率は、高頻度群は、初回 86.4%(正答数 19/22)→再評価 77.3%(正答数 17/22)。中頻度群は、初回 90.0%(正答数 36/40)→再評価 55.0%(正答数 22/40)。低頻度群は、初回 58.3%(正答数 21/36)→再評価 30.6%(正答数 11/36)であった(図 1)。

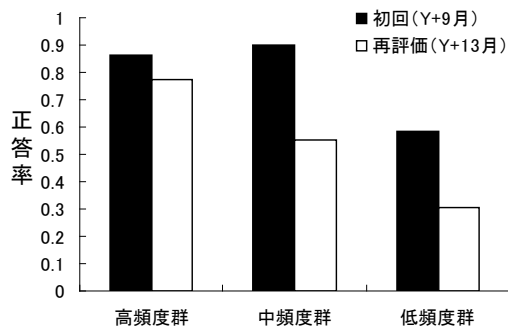


図 1. 頻度群別の正答率の変化

4. 3. 初回と再評価での正誤の変動

初回正答の 76 語のうち、再評価時も正答であった語は 47 語、誤答となった語は 29 語、初回誤答の 22 語のうち、再評価時に正答となった語は 3 語、誤答であった語は 19 語であった。

4. 4. 誤反応時の誤り方

誤反応時の誤り方は、初回時は語性錯語が最も多く、再評価時は滞続言語が最も多くみられた。

頻度群別では、初回時はすべての群で語性錯語が最も多かった(図 2)。再評価時はすべての群で語性錯語が減少し、高頻度群では保続が多く、中頻度・低頻度群では滞続言語が最も多くみられた(図 3)。

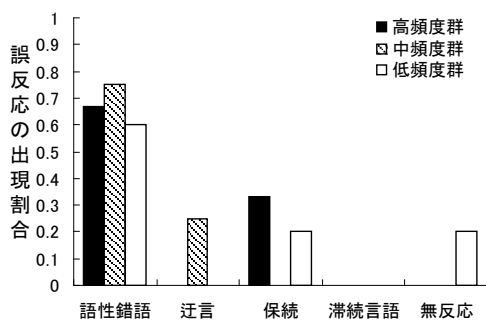


図 2. 誤答時の各誤反応の出現率(初回)

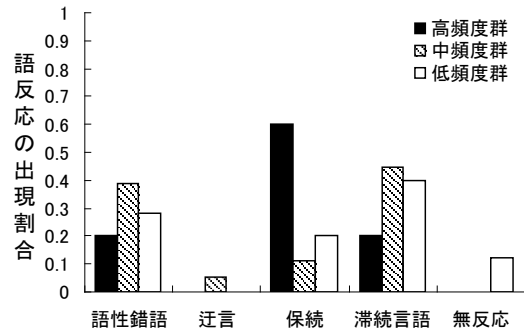


図 3. 誤答時の各誤反応の出現率(再評価)

5. 考察

ALS に合併した認知障害は FTD であることが多いとされており、ALS 症例の 5-10% が FTD を呈しているとする報告もある。本症例も脱抑制、常同行動など FTD で出現しやすい社会的行動障害がみられた。また、FTD は臨床症状から「脱抑制型」「無欲型」「常同型」に分類されるが、本症例は、初期は「脱抑制型」であったが、経過に伴い「常同型」へ移行したものと考えられた。

今回、FTD 症例 1 例について、呼称機能の経時的変化を評価、検討した。経過に伴い、呼称機能の低下がみられた。頻度効果がみられ、両時期とも低頻度語になるに従い誤答しやすく、機能低下の進行は低頻度語になるに従い強くみられた。また、初回時に誤答であった語は、再評価時も誤答になりやすい結果がみられた。以上より、失語症の呼称障害と同様に、使用頻度が少ないなどの脆弱な語彙ほど難しくなりやすく、また、機能低下が進行しやすいことが考えられた。また、一度、障害された語彙は、自然回復により再び呼称可能となるものではない可能性も示唆された。

誤反応時の誤り方は、再評価時に保続・滞続言語が多くみられたが、行動面の常同性が強くなったことが、言語面にも反映された結果と考えた。

また、全ての群で、初回時は語性錯語が多く、再評価時は保続・滞続言語が増えたことより、誤反応時の誤り方は、語彙の特性より、その時に出現している症状に強く影響される可能性も示唆された。

音読では仮名一文字・非語と漢字非語の障害、 書字では漢字のみに障害を認めた音韻失読例

○渡辺 晃太(わたなべ こうた)¹, 橋本 幸成², 上間 清司^{3,5}, 唐澤 健太⁴,
宇野 彰⁵

¹船橋市立リハビリテーション病院, ²目白大学, ³武蔵野大学,
⁴リハビリテーション天草病院, ⁵LD・Dyslexia センター

(要旨) 音読と書字で文字種によって重症度に差異があった失語症例の障害構造を検討した。本例は、実在語の音読は可能であったが、仮名 1 文字・非語と漢字非語の音読成績が低かったため、音韻失読と判断した。書字では、仮名は単語、非語、仮名 1 文字の書取に問題はなかったが、漢字では単語、非語ともに困難であった。音韻検査の結果および音韻失書を認めなかったことから、本例の音韻失読や書字障害の原因が音韻障害である可能性は低いと考えられた。本例の音韻失読は、DRC モデルに基づく主文字-音韻変換の障害によるのではないかと考えられた。書字では文字の主観的複雑度が文字形態想起障害に影響した可能性があると思われた。

Key words: 漢字, 仮名, 音韻失読, 漢字の失書, DRC モデル

1. はじめに

音韻障害による音韻失読例は、音韻失書を呈することが報告されている¹⁾。しかし、音韻失読と表層失書を呈する症例²⁾や、音読では実在語と非語の双方に障害を示すが、書取では実在語よりも非語が良好であった症例³⁾の報告もあり、音読と書字で症状が異なる症例が存在する。

日本語話者の音韻失読例の失書症状を詳細に検討した報告は兼岡ら(2018)のみである⁴⁾。さらに、漢字、ひらがな、カタカナの3種の刺激を用いて音読と書字を詳細に分析した報告は調べた限り見当たらない。

そこで、本報告では音読と書字の症状が異なる症例に、漢字、ひらがな、カタカナの3種の刺激を用いて読み書き症状を分析し、音読と書字の障害構造を検討した。

2. 症例

2.1 基本情報

80歳、右利き女性、高校卒、元会社員。病前、読書や漢字検定を受験するなど、読み書きは頻繁に行っていた。左縁上回皮質下、角回皮質下の脳梗塞により、失名詞失語、軽度注意障害、構成障害を呈した。第73~97病日の期間に、下記の検査を実施した。

2.2 言語所見

聴覚的理解課題(SCTAW 聴覚一指さし)は38/45正答、呼称課題(SALA PR20)は94/96正答で、どちらも平均範囲内だったが、会話では

喚語困難がみられた。復唱は、単語、非語ともに正答数は正常範囲内だった(SALA R29:52/52、R31:56/56)。非語の復唱では、難聴と思われる聞き誤りを認めたが、音声を再呈示し正答となった。/ka/がありますか検査は44/48正答(誤ったものは再呈示で正答)、/ka/がどこにありますか検査は24/24正答であった。

2.3 読み書きに関する検査

読み書きの検査課題と結果を表1に示した。仮名同音擬似語の音読刺激は、SALA OR34 漢字単語の仮名表記を用いた。漢字非語の書取刺激、カタカナの語彙判断刺激は新たに作成した。書取は正しく復唱ができた後に書字を求めた。

1) 音読の検査結果

漢字、仮名ともに実在語の正答数は、正常範囲内であった。漢字、仮名ともに同音擬似語、非同音非語は平均の-2SD以下の正答数だった。誤反応の内、仮名では5.0%(2/40)、漢字では33.3%(13/39)が語彙化錯読であった。

2) 書字の検査結果

ひらがな、カタカナともに、実在語、非語の書取は正常範囲内の正答数だった。漢字では、実在語と非語ともに平均の-2SD以下の正答数で、誤りは無反応が主体であった。仮名、漢字書字の成否に関わる要因を検討するため、書字の成否を応答変数、配当学年、文字頻度、主観的複雑度を説明変数として、GLMを用いて解析した。なお、文字の形態的複雑度の指標については、主観的複雑度の他、画数、ドット数を説明変数として用い

連絡先：渡辺晃太 〒273-0866 千葉県船橋市夏見台4丁目26-1 Tel: 047-439-1200

船橋市立リハビリテーション病院 回復期支援部

たが、要因間で多重共線性が生じていた。複数のモデルを比較した結果、主観的複雑度を投入した場合の適合度が最も高かったため、説明変数として採用した。その結果、主観的複雑度のみが有意な予測変数であった(配当学年: $z=-0.22$, $p=0.82$ 、文字頻度: $z=1.42$, $p=0.16$ 、主観的複雑度: $z=-5.14$, $p < 0.01$)。

3) 語彙判断の検査結果

ひらがな、カタカナ、漢字のいずれの成績も正常範囲内だった。

表1. 読み書きの検査課題と結果

音読	1文字	ひらがな	83/102	
		カタカナ	76/102	
	仮名	単語 SALA OR35	ひらがな 30/30 カタカナ 30/30	
		非語 SALA OR37	ひらがな 12/28* カタカナ 4/28*	
	同音擬似語	ひらがな	8/12*	
		カタカナ	9/12*	
漢字	単語 SALA OR36	60/60		
	橋本ら(2018) ⁵⁾			
	単語	100/102		
	非語	17/56*		
書取	1文字	ひらがな	102/102	
		カタカナ	101/102	
	仮名	単語 SALA D39	ひらがな 30/30 カタカナ 30/30	
		非語 SALA D40	ひらがな 52/56 カタカナ 20/20	
	漢字	単語 SALA D39	4/30*	
		非語	3/10*	
仮名	TLPA IV	ひらがな	40/40	
		カタカナ	38/40	
語彙判断	橋本ら(2018) ⁵⁾			
	漢字	単語	100/102	
		同音擬似語	56/56	
	非語	55/56		

* 健常者平均-2SD 以下

3. 考察

本例は、音読では仮名、漢字で非語の成績低下を認めた一方、書字は仮名では実在語、非語ともに正常範囲の成績、漢字では実在語、非語ともに成績の低下を認めた。音読に関しては音韻失読を呈していると思われた。書字は漢字では障害を認めるものの仮名には明らかな障害は認められないと思われた。

Hashimotoら(2016)の報告では、仮名非語の書取が保たれていることから書字の非語彙経路は保存されていると考察している³⁾。しかし、この報告では漢字非語の書取が行われていない。そ

こで、本例に対しては仮名非語と漢字非語の双方の書取課題を実施した。その結果、漢字非語のみ成績低下を認め、非語彙経路の障害は漢字のみで顕在化したと思われた。

以下、本例の音韻失読の障害機序について考察する。音韻失読は音韻障害によって出現すると考えられることが多い(Rapcsak ら, 2009)。今回実施した音韻検査の数は少ないが、検査結果に大きな問題を認めなかった。先行研究では音韻障害があると音韻失読と音読失書を呈すると報告されている。本例では、音韻失読が確認されない点からも、音韻障害を背景とした音読・書字障害の可能性は低いと思われた。音韻失読に関しては、二重経路モデル(DRCモデル)の非語彙経路で想定される、文字を音韻に変換する過程が障害されている可能性があると考えた。

次に、書字における仮名と漢字の重症度の差について考察する。書字では、実在語、非語ともに漢字のみに障害を認めた。GLMによる解析の結果、主観的複雑度が有意な予測因子であった。この結果から、仮名の書字成績が高かった要因としては、文字の複雑度が低いことが関与していると思われた。一方、漢字では同要因が逆の効果を示し、書字困難となった可能性がある。

これらより、本例の障害構造をまとめると、音読ではDRCモデルにおける文字-音韻変換の障害を認め、書字では文字の主観的複雑度が文字形態の想起障害に影響し、漢字優位の障害という症状を呈したと考えられた。すなわち、本例は、これまでの報告^{2),3)}と同様、音読と書字で障害構造が異なった例であると思われた。

なお、横井ら(2020)は文字を見る頻度である文字頻度と、書く頻度である常用度は別の指標であり、それぞれが小学生の書字の正確さに影響する可能性を示している⁶⁾。本稿では、常用度の検討はできていない。今後、書字の常用度に関する調査を行い、発表時には調査結果を含めて障害構造の考察を試みたい。

<文献>

- 1) Rapcsak, S et al. (2009); Cortex, 45(5), 575-591.
- 2) Beauvois, M. F. & Derouesne, J. (1981); Brain, 104(1),21-49.
- 3) Hashimoto K & Uno A. (2016); Neurocase, 22(3), 294-299.
- 4)兼岡麻子ら(2018):言語聴覚研究, 15(5), 342-350.
- 5)橋本幸成ら(2018):言語聴覚研究, 15(4),321-331
- 6)横井美緒ら(2020):音声言語医学, 61(2), 171-1761.

Encoder-Decoder アーキテクチャによる 日本語の漢字単語の読みモデル(再考)

○近藤 公久¹(こんどう ただひさ), 伊集院 睦雄², 浅川 伸一³

¹工学院大学, ²県立広島大学, ³東京女子大学

(要旨) 近年の AI による言語処理モデルは、さまざまな認知神経心理学的な言語処理過程のモデル化を可能にしている。著者らは、Encoder-Decoder 構造による多層ニューラルネットモデルが、単語頻度効果や一貫性効果などの日本語の単語の読みの過程における既知の現象を説明可能であることを報告した。今回の発表では、非語の読みや読み誤りの傾向分析をさらに進めることで、AI が学習した読みの過程を再考察する。

Key words: Encoder-Decoder, 単語の読みモデル, 頻度効果, 一貫性効果

1. はじめに

読字過程の解明は、認知神経心理学の中心課題の一つである。これまでに、ログジェンモデル、IA モデル、DRC モデル、トライアングルモデルなど、それぞれに特徴を持つものが提案され発展してきた。著者らは、進展が顕著な AI による自然言語処理モデルを取り入れ、入出力の語長の制限や文字と音韻の入出力表現の自由度を上げたモデルを構築し、単語頻度効果や一貫性効果などの既知の現象を再現した結果を報告した[1]。本報告は、前回の報告を見直し、発展的に再考察した結果を報告する。

2. 提案モデル

Encoder-Decoder アーキテクチャ[2]は、seq2seq とも呼ばれる。図 1 に提案モデルを示す。入力側は日本語の文字列、出力側は音韻列である。encoder、decoder の中間層のノード数を 256 とし、epoch 数は 30 とした。損失関数は、交差エントロピーとし、学習に用いる最適化手法には Adam を用いた[$\eta = 0.0001$, $\beta = (0.9, 0.999)$]。

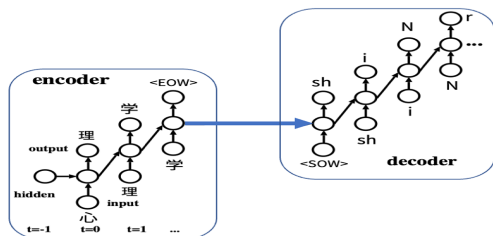


図 1 提案モデル

(SOW は単語開始, EOW は単語の終わりを表す)

モデルの訓練に用いた単語は、新聞における単語出現頻度[3]の上位 3 万語(30K), 上位 2 万語のみ(20K), 1 万語のみ(10K)を用いて訓練した

場合比較した。ただし、検証実験のために用いる後述の Fushimi ら[4] (以後 Fushimi1999 と呼ぶ) の刺激語 120 語は除いた。

3. モデルの検証

それぞれの語彙数を用いて構築したモデルの訓練(全語彙の訓練を 1 epoch として 30 epoch) 終了時の訓練語に対する読みの正答率は、30k のとき 0.986、20k のとき 0.944、10k のとき 0.994 であった。

3.1 Fushimi1999 の結果との比較

提案モデルに対して Fushimi1999 の刺激語(出現頻度:高/低、一貫性:一貫/典型/非典型、各 20 語)で検証した結果はすでに報告した[。まず、単語の読みの正答率は、30K モデルの高頻度語では、一貫語、典型語ともほぼ 100%、非典型語では 80%程度、低頻度語はさらに下がり 60%程度となった。頻度と一貫性の交互作用が、すべての語彙数のモデルにおいてみられた。この傾向は Fushimi1999 の結果と同じ傾向を示しているといえる。また、これらの傾向は、最終層の平均エントロピーを条件別に分析した場合も同様であった。

3.2 KW2005[5]との比較

近藤と Wydel[5]では、日本語の漢字 2 文字単語 1000 語に対する音読課題を実施した。この 1000 語のうち、上述の 30K モデル構築において登録されていない常用漢字外の漢字を使用している 53 語を除く 947 単語の読みの評価を行った。

評価語 947 語のうち、30K モデル構築の訓練時に使用された単語は 520 語であり、使用されていない単語は 427 語であった。Fushimi1999 の非語とは性質は異なるが、後者はモデルにとっては非語であると言える。また、前節で紹介した Fushimi1999 の刺激語 120 語は訓練語から抜い

連絡先: 近藤公久 tkondo@cc.kogakuin.ac.jp

ていたので、比較対象としては、後者の 30K に存在しない語の方である。

図 2 図 3 に、評価結果を示す。図中の IN_HighF/IN_LowF が 30K モデルの訓練語中に存在するもので HighF は文字単語親密度が 5.3 以上 (469 語、IN は 30K に入っていることを意味し内 357 語)、LowF は文字単語親密度が 4.0 以上 5.3 未満 (468 語、内 IN が 163 語) であった。OUT_HighF/OUT_LowF が 30K モデルの訓練語に存在しないものである (数はそれぞれの残り)。

また、横軸は、一貫語 (consistent)、典型語 (typical)、非典型語 (atypical) で、一貫性の定義は Fushimi1999 と同じである。

図 2 の右図が音読実験での正答率である。いずれの条件でもほぼ 100% の正答率を示している。これは Fushimi1999 と同等以上であり、多くの単語が頻度 30K に満たないものであっても、親密度 4.0 以上で抑えられているためであると言える。これに対し、図 2 の左がモデルからの出力の正答率で、訓練語に存在しない語の正答率が低く、特に、典型語の正答率の低さが Fushimi1999 と大きく異なる。つまり、どちらも訓練語に入っていないので、KW2005 の 1000 語に対しては汎化能力が低い結果となっていることがわかる。

図 3 右は音読実験結果の音読潜時を示している。音読結果は、Fushimi1999 とほぼ同じレンジであり、親密度効果が顕著に現れている。しかし、一貫性効果は低親密度で若干見られる程度である。これは、Fushimi1999 で一貫性効果が低頻度、非典型型で音読潜時が遅くなる傾向を示していることと矛盾はしないものの、その効果は限定的であると言える。しかし、図 3 右のエントロピーは右肩上がりの傾向が見られ、一貫性効果を呈している。

以上、本稿では、1000 語の幅広い単語を用いた評価を追加し、概ね同様の結果が得られることを示した。今後は後藤パターンおよび一貫性定義についてさらに分析を進める。

<文献>

- 1) 近藤, 伊集院, 浅川, CNPS2022, CNPS2023.
- 2) Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014) Sequence to Sequence Learning with Neural Networks, arXiv:1409.215.
- 3) 天野, 近藤(2000) 日本語の語彙特性: 単語頻度, 三省堂.
- 4) Fushimi, T., Ijuin, M., Patterson, K., & Tatsumi, I.F. (1999) Consistency, Frequency, and Lexicality Effects in Naming Japanese Kanji, JEP:HPP 25(2), 382-407.
- 5) 近藤 公久, Taeko N. Wydell, CNPS2005, CNPS2009, CNPS2011.

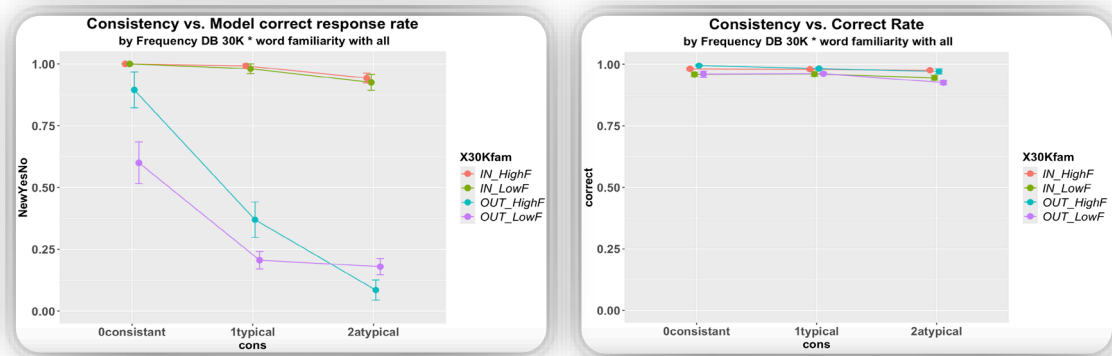


図 2 音読正答率 (右) とモデルの正答率 (左)

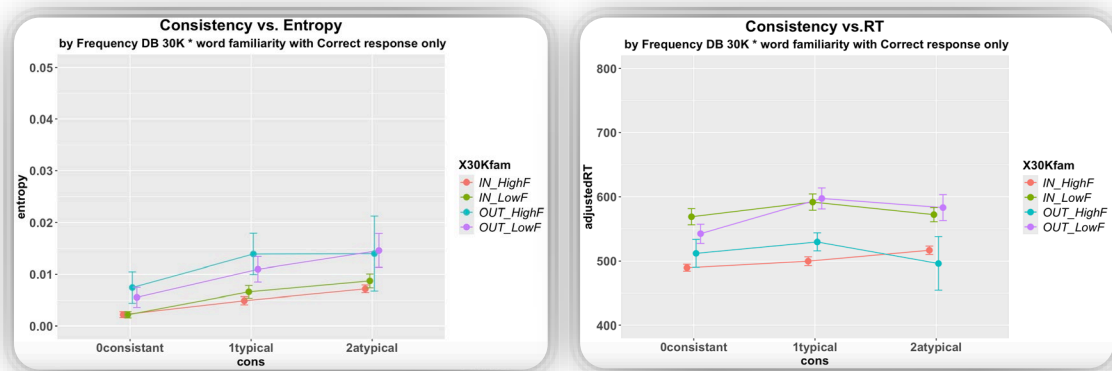


図 3 音読潜時 (右) とモデルエントロピー (右)

LDA を用いた日本語 “動物” 意味構造モデルの構築

○板口 典弘¹ (いたぐち よしひろ), 吉原 将大²

¹慶應義塾大学文学部, ² 東北大学大学院国際文化研究科

(要旨) 本研究は、言語流暢性課題における単語反応の意味的関連性を判断するための客観的な基準を提案することを目的とした。具体的には、LDA を用いた日本語 “動物” 意味構造モデルを構築し、このモデルに基づいて単語の意味的クラスタリングを実施した。クラスタ内の平均単語インターバル (WCI) とクラスタ外の平均単語インターバル (OCI) を比較したところ、WCI は OCI よりも短いことが確認された。この結果は、提案モデルに基づいたクラスタリングに対して、意味的関連性の処理反応効率という心理学的観点からの妥当性を与える。

Key words: 言語流暢性課題, 意味的関連性, 定量化, LDA, 自然言語処理,

1. はじめに

言語流暢性課題 (Verbal fluency test) は多くの臨床検査に含まれており、言語機能を評価するもっともポピュラーかつ簡便な課題の一つである。本課題成績の評価として、正答数や誤答数を用いることが一般的である。ただし、反応 (産出単語) の意味属性を検討することにより、検査対象に関してより踏み込んだ情報を得ることができると考えられる。この意味的側面の検討は、連続する反応が同じ意味クラスタに属するかという分析に基づいて行われることが多い (Troyer et al., 1997)。ただし、クラスタの判断 (クラスタリング作業) には標準的な基準が存在せず (Zemla et al., 2020)、研究報告間での結果の比較が困難であるという問題がある。

海外言語を対象とした研究においては、大規模データベースに対して自然言語処理技術を適用し、そこで得られた単語ベクトル等を基準として意味的関連性を定義する研究も散見される (Pakhomov et al., 2015; Woods et al., 2016; Itaguchi et al. 2022)。しかしながら、日本語においてそのようなアプローチは皆無である。

そこで本研究では、日本語言語流暢性課題における意味的関連性検討のための標準的な意味モデルを、自然言語処理を用いて構築することを目的とした。具体的には、「動物」カテゴリのクラスタリングの基準となる意味構造モデルを構築した。このカテゴリの選定は、言語流暢性課題のうち、特定の意味カテゴリに含まれる単語を対象とする課題 (意味流暢性課題) において、動物カテゴリがもっとも頻繁に使用されたためである。さらに、ここで構築されたモデルの妥当性を心理学的観点から検討するため、単語産出タイミングを用いた。具体的には、単語反応間の処理時間

(インターバル) が意味的関連性の強さを反映するという仮定に基づき、クラスタ外よりもクラスタ内の単語間インターバルの方が短くなるという仮説を立て、これを検証した。解析対象となるデータは、日本語若年健常者 (大学生) に対して言語流暢性課題を実施することにより得た。

2. 方法

2.1. 日本語「動物」意味構造モデルの構築

日本語 Wikipedia 1,125,721 記事 (jawiki-20181020-pages-articles.xml.bz2) から動物単語 661 語を含む 24,737 記事に対して LDA (Latent Dirichlet Allocation; Blei et al, 2003) 解析を適用した。この動物単語は、動物園・水族館のウェブサイトから網羅的に収集したものである。ただし、LDA 解析実施の都合上、Wikipedia 記事において 10 記事以上で言及されているものに限定した。また、虫は含めていない。LDA 実施には Rstan package (version 2.18.2) を用いた。パラメータとして、トピック数 10, $\alpha = 0.4$ を設定した。

LDA 解析により、ある単語が出現した際に、ある潜在 “トピック” が背後に存在する確率が得られる。本研究ではこれをトピック確率、そしてトピック確率の集合を意味構造モデルと呼ぶ。VFT 課題の意味的関連性判断において、トピックは “サブカテゴリ” に相当する概念となる (e.g., 海の動物, サバンナの動物)。ただし、ある単語は単一のトピック (サブカテゴリ) のみと結びつくわけではなく、複数のトピックに対してそれぞれ異なるトピック確率を有している。この点が従来のサブカテゴリの概念と大きく異なる点である。この特徴に基づくと、ある単語が産出された際には、複数のトピックがそれぞれのトピック確率に応じて “活性” していると解釈することができる。

連絡先: 板口 典弘 慶應義塾大学文学部
e-mail: itaguchi@keio.jp

2.2. VFT 課題

日本語を母語とする健常若年者 47 名 (平均 20.6 歳, $SD = 1.3$) を対象に動物単語を対象として VFT を実施した。参加者は 1 分間にできるだけ多く動物カテゴリに含まれる単語を口頭で回答した。

2.3. クラスタリング

次に, LDA モデルおよびヒト 2 名 (Human Coder [HC] 1, HC2) によるクラスタリングを実施した。LDA モデルによるクラスタリングでは, 連続した単語が同じトピックへ 0.13 以上のトピック確率を有していた場合にそれらの単語をクラスタとして同定した。すべての単語がクラスタを構成することができるように, 各単語の最大トピック確率の最小値 (0.136) を考慮して 0.13 という閾値を設定した。

2.4. 解析

正反応数, 誤答数に加えて, 平均クラスタサイズ (MCS, mean cluster size; Troyer et al. 1997), クラスタ数, クラスタ化率, 頻度回帰係数 (大門ら, 2021), クラスタリングの一致率 (κ 係数), 平均クラスタ内インターバル (WCI), 平均クラスタ外インターバル (OCI) を求めた。クラスタ関連指標については, LDA, HC1, HC2 それぞれのクラスタリングに基づいた値を算出し, 比較した。

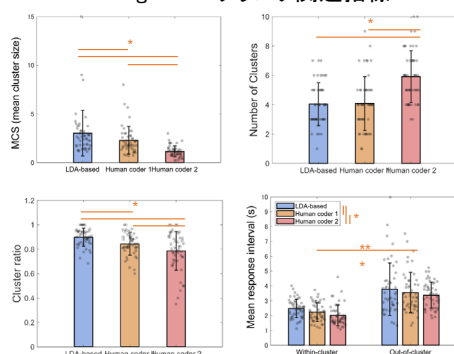
提案モデルによるクラスタリングが妥当であるならば, クラスタ内の反応同士は意味的関連性が強く, クラスタ外の反応同士の意味的関連性は弱くなる。この仮定に基づき, WCI が OCI より短くなることを予測とした。

3. 結果

3.1 クラスタ無関連指標

平均正反応数は 20.5 ($SD = 4.9$), 平均繰り返し数は 0.4 ($SD = 0.7$), 誤カテゴリ反応数は全体で 1 つのみ (シーサー) であった。頻度回帰係数は $-0.006 \log. \text{times/s}$ ($SD = 0.011$) であった。参加者の 70% (33/47) が負の回帰係数を示した。

Figure 1. クラスタ関連指標



3.2 クラスタ関連指標

クラスタリングの平均一致率 (κ 係数) は HC1 と HC2 では 0.37 ($SD = 0.26$), HC1 と LDA では 0.41 ($SD = 0.23$), HC 2 と LDA では 0.23 ($SD = 0.22$) であった。平均 MCS, 平均クラスタ数, 平均クラスタ化率, 平均 WCI, 平均 OCI は Figure 1 に示す。

まず, どのコーディングにおいても WCI は平均 OCI よりも有意に短かった。次に, LDA の MCS は HC1, HC2 よりも大きかった。同様に, LDA の平均クラスタ化率は HC1, HC2 よりも高かった。クラスタ数は HC1 と LDA に有意差はなかったものの, LDA と HC2, HC1 と HC2 間には有意な差があった。LDA の WCI/OCI は HC1, HC2 よりも長かった。

4. 考察

反応間インターバルに関する結果は, 仮説を支持した。この結果は, 人の代わりに, 我々の構築した意味構造モデルを意味的関連性の評価に適用することに関して, 反応時間に脳内処理効率が反映されると仮定する心理学的観点から, ある程度の妥当性を提供する。このモデルを臨床現場に応用することにより, より客観性の高い意味評価が可能になることが期待される。

また本研究の結果は, LDA クラスタリングは, 人がクラスタリングするよりも弱い, あるいは異なった側面の意味連想関係を検知できることを示唆する。これは, 人同士, および LDA モデルと人によるクラスタリングとの一致率が高くなかったことに加え, 平均的に LDA は人よりも大きいサイズのクラスタを検知できたためである。

<謝辞>

JSPS 科研費 挑戦的研究 (萌芽) (20K21831)
2023 年度 KGRI プレ・スタートアップ 研究補助金
2024 年度 KGRI 人文社会研究補助金

<文献>

- 1) Blei et al. (2003). *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- 2) 大門ら. (2021). *高次脳機能研究* 41(4), 21-30.
- 3) Itaguchi et al. (2022). *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 710938.
- 4) Pakhomov et al. (2015). *NeuroImage*, 104, 125-137.
- 5) Troyer et al. (1997). *Neuropsychology*, 11(1), 138-146.
- 6) Woods et al. (2016). *PLOS ONE*, 11(12), e0166439
- 7) Zemla et al. (2020). *Behavior Research Methods*, 52(4), 1681-1699.

脳損傷者における比喩理解の障害 —右半球損傷、失語症、変性性認知症における検討—

○中村 光¹(なかむら ひかる), 藤本憲正²

¹岡山県立大学保健福祉学部, ²倉敷平成病院リハビリテーション科

(要旨) 脳損傷者における非字義的意味の理解障害を調べるため、一般的になじみの低い比喩文(直喩文)の多肢選択式理解課題を作成し、コミュニケーション障害が認められる脳損傷者に実施した。右半球損傷でコミュニケーション障害が認められる群(認知コミュニケーション障害群)、失語症群、軽度 Alzheimer 型認知症(AD)群では、それぞれ顕著な成績不良が認められた。また AD の進行において、それは字義的意味の理解障害に先立つことが示唆された。

Key words: 脳損傷、コミュニケーション、比喩、非字義的意味、認知コミュニケーション障害

1. はじめに

認知コミュニケーション障害(cognitive communication disorders: CCD)とは、American Speech-Language-Hearing Association(1987)の用語で、後天性脳損傷によって生じる、認知機能障害がその背景にあると考えられる、非失語性のコミュニケーション障害の総称である。その症状を表 1(Larkins ら 2000)に示す。

中でも暗示的意味(非字義的意味)の理解困難は代表的症状とされ、CCD の複数の評価尺度において、比喩、皮肉、ユーモアの理解課題が設定されている。しかし、臨床上の経験では、明らかに CCD だと考えられる患者に比喩文の意味説明を求めると、正しく答えることが少なくない。実際に多数の患者に比喩の理解・説明の課題を行って、患者は比喩を理解できないのではなく、複数の選択肢の中から正しいものを選び出す過程に問題があるだけだと結論した報告もある(Winner ら 1977, Rinaldy ら 2004 など)。

藤本と中村は、CCD 患者の比喩理解障害について認める/認めないの相反する報告があるのは、用いられた比喩の性質が異なるからではないかと考えた。比喩の中でも使用頻度の高い(familiar/conventional)比喩(例:赤ん坊は天使のよう)は慣用句化されていて、既存の知識で(単語のように)その意味を理解できるのではないかと考えた。したがって、一般的になじみの低い(unfamiliar/novel)比喩を用い、脳損傷者における比喩理解障害の有無を調べた。

なお、非字義的意味の理解障害だと論じるには、字義的意味は理解できていることを示す必要があるが、直接的にそれを証明することは難しい。その代わりに本研究における脳損傷者は、字義的

意味理解に重篤な問題のない SLTA の「口頭/書字命令に従う」が 40%以上、呼称が 60%以上正答のもののみを対象とした。加えて、字義的意味理解を測定する代表的検査である Token Test(TT)を実施し、字義的意味の理解度を推測した。

表 1 認知コミュニケーション障害における主な症状

- ・まとまりのない、脱線した、とりとめのない発話
- ・あいまいな言語と単語の想起困難
- ・脱抑制的な社会的に不適切な言語
- ・発話表出の減少、開始の欠乏
- ・言語理解の困難、内容の中核をつかむことの困難
- ・早い発話についていくことの困難
- ・邪魔の入るストレスフルな状況での会話の困難
- ・社会的手がかりを読み取ることの困難
- ・状況にあわせて会話スタイルを柔軟に変えることの困難
- ・抽象的な言語、暗示的意味の理解困難
- ・言語的学習、言語的推論の不十分さ

2. 方法

2.1 刺激材料

比喩理解課題の質問文は、「A は B のようだ」で表現される直喩文 30 題で、それらは中本ら(2004)が小説等から選んだ一般的になじみの低い比喩から成る(例:道は、血管のようだ)。各比喩文に対し、①正答(道は、張り巡らされている)、②喩えられるものに関する内容を示す表現(道は、通路である)、③喩えるものに関する内容を示す表現(道は、血液を運ぶ管である)、④単に「A は B になる」とした表現(道は、血管になる)の 4 種の選択肢を設定した。課題には低頻度な語彙の使用はなるべく避け、質問文と選択肢文の長さはともに 5 文節以内とした。これらを 1 問ずつ、A4 用紙

の上部に質問文、下部に選択肢文を印字したものを作成した。

2.2 手続き

質問文および選択肢文の全ての文を検者が指し示しながら読み上げ、質問文の意味に合致する選択肢文を指さすよう求めた。10 秒ほど無反応が続いたり被験者から要求があった場合は、再度この手続きを繰り返して、必ず反応を求めた。さらに、概ね 2 週間以内に SLTA、TT を実施した。

3. 対象、結果と考察

3.1 右半球損傷および失語症における比喩理解障害(藤本・中村ら 2016)

対象:脳血管疾患による右一側性損傷の患者のうち、表1の症状のどれか1つ以上でも明らかに認められる患者を CCD 有、そうでない患者を CCD 無として、各 15 名になるまで取り込みを続けた(平均年齢:各 68.9 歳、65.4 歳)。加えて、脳血管疾患による左一側性損傷患者のうち失語のある 15 名(68.7 歳)、対照群としてこれらと年齢を揃えた地域在住高齢者 15 名(67.4 歳)を得た。

結果と考察:比喩理解課題得点は対照群 = CCD 無群 > CCD 有群 > 失語群。TT 得点は対照群 = CCD 無群 = CCD 有群 > 失語群 (CCD 有群は対照群より低い) が CCD 無群とは差なし。

右半球損傷者の一部は、字義的意味理解には問題はないが、比喩の理解に障害を示す。

	対照群	CCD無群	CCD有群	失語群
比喩理解	91.7	86.7	60.0	23.3
TT	99.4	97.6	95.8	87.3

3.2 軽度 Alzheimer 型認知症(AD)における比喩理解障害(藤本・中村ら 2017)

対象:AD と診断された 20 名(平均年齢:76.3 歳、MMSE:20.1)。対照群として年齢を揃えた地域在住高齢者 20 名(73.6 歳)。

結果と考察:比喩理解課題得点、TT 得点とも対照群 > AD 群。

軽度 AD も比喩の理解に障害を示す。字義的意味理解にも障害があるが、上記の失語群と比べると、比喩理解課題の得点は同等だが TT の得点は高く、比喩理解に特異的な障害が示唆される。

	対照群	AD群
比喩理解	88.3	48.3
TT	99.1	95.8

3.3 軽微 AD における比喩理解障害(Fujimoto・Nakamura ら 2019)

対象:AD と診断されたもののうち、MMSE 24 点以上のものを軽微(very mild)AD、それ以外のものを軽度 AD として、各 20 名になるまで取り込みを続けた(平均年齢:各 72.3 歳、74.5 歳)。対照群としてこれらと年齢を揃えた地域在住高齢者 20 名(73.6 歳)。

結果と考察:比喩理解課題得点は対照群 > 軽微 AD 群 > 軽度 AD 群。TT 得点は対照群 = 軽微 AD 群 > 軽度 AD 群。

AD の進行において、比喩理解障害は字義的意味理解障害に先立って現れると示唆される。

	対照群	軽微AD群	軽度AD群
比喩理解	87.5	76.3	54.8
TT	98.9	96.7	94.3

3.4 各症候群における比喩の特性と正誤の関係(中村・藤本ら 2023)

対象:3.1 の CCD 有群、失語群(各 15 名)、3.2 の AD 群(20 名)、地域在住高齢者のうち前2者と年齢を揃えた対照群1(15 名)、AD 群と年齢を揃えた対照群2(20 名)。

方法:比喩理解課題の質問文の性質について 10 種のパラメータ値を得た。

結果と考察:比喩理解課題の各質問の平均正答率と相関したのは、CCD 有群では「解釈数」、AD 群では「解釈数」「解釈多様性」であった。他の3群ではどのパラメータ値とも相関を示さなかった。

比喩理解障害があるものにとって、多様な解釈が可能な比喩はより困難なのであろう。

4. 結論

後天性脳損傷によってコミュニケーション障害をきたす症候群は、以下のように類別化できよう。

	右損傷者の一部	右損傷者の一部	失語症者	AD者
比喩理解の障害	-	+	-?	+
字義的意味理解障害	-	-	+	+

本研究は JSPS 科研費 19K10489 の助成を受けた。

<文献>

- 1) 藤本・中村ら(2016)音声言語, 57(2), 201-207.
- 2) 藤本・中村ら(2017)高次脳研, 37(2), 205-211.
- 3) Fujimoto・Nakamura, et al(2019)Neuropsych Dis Treat, 15, 713-720.
- 4) 中村・藤本ら(2023)高次脳研, 43(1), 99-100.
- 5) 藤本・中村(2024)高次脳研, 44(2), 161-167.

一般演題

第2日目 (2024年9月22日)

第4群 座長: 三益 亜美 (筑波大学)

4-1 健常者の語彙代用エラーと失語症者の錯語 — 認知モデルからの解釈 —

○寺尾 康, 浅川 伸一, 大門 正太郎, 上間 清司, 橋本 幸成, 吉原 将大, 立場 文音,
谷口 亜里紗, クリストファー・ジェード

4-2 言い誤り生成モデル—微調整を用いた語彙代用エラーと錯語の再現—

○浅川 伸一, 大門 正太郎, 上間清司, 橋本 幸成, 吉原 将大, 寺尾 康, 立場 文音,
谷口 亜里紗, クリストファー・ジェード

第5群 座長: 中山 真里子 (東北大学)

5-1 類似性に関する—考察 2024 - 「似ている」とはどういうことか?—

○諏訪園 秀吾

5-2 事象関連電位における N400 成分: 資源配分量と意味量による効果の検討

○武内 麻緒, 日野 泰志

健常者の語彙代用エラーと失語症者の錯語 — 認知モデルからの解釈 —

○寺尾康¹(てらお やすし), 浅川伸一², 大門正太郎³, 上間清司⁴, 橋本幸成⁵,
吉原将大⁶, 立場文音⁷, 谷口亜里紗⁸, クリストファー・ジェード⁹

¹静岡県立大学国際関係学部, ²東京女子大学, ³札幌クラーク病院, ⁴武蔵野大学,
⁵目白大学, ⁶東北大学, ⁷熊本総合病院, ⁸湘南東部総合病院, ⁹筑波大学

(要旨) 本稿では、機械学習モデルによる誤りデータ再現という課題に向けて、議論の基礎を提供する。まず、健常者の言い誤りと失語症者の症例にみられた語彙代用エラーについて、文脈性という観点も含めて分類・分析を行った。そのうえで、それらを説明するモデルを、従来型の認知モデル(相互活性化モデル)、シミュレーションが可能な準計算モデル(s/pモデル)の順に検討した。

Key words: 言い誤り, 語彙代用, 文脈性, 失語症例, 意味性錯語, 発話モデル

1. はじめに

日常会話での言い誤り、失語症患者の症例といった健常な形からの逸脱を示したデータを用いる発話研究の歴史は長い。かつては蓄積されたデータの規則性に着目し、認知モデルを構築することを目標としてきた。しかし近年、シミュレーション可能モデル、さらには機械学習モデルの登場とともに、発話研究の流れは変化してきている。

本論では、機械学習モデルによる発話研究についてより深い理解を得るため、語彙的代用の言い誤りおよび意味性錯語について論じる。これらの言い誤りと錯語は、機械学習モデルに再現させることは可能かという観点に立つ時、極めて興味深い現象である。

2. 健常者の言い誤り

2.1 定義と収集方法

言い誤りは「成人の、健常な言語運用能力を持つ母語話者が、その言語を話す際に行った、故意ではない、発話の意図からの逸脱」と定義される(寺尾 2002)。本論で分析する言い誤りはこの定義に従って、遭遇時に記録者が前後の文脈と共に書き留めるという方法と録画・録音された発話データから転記する方法で収集した 3200 例中の語彙代用 750 例である。

2.2 語彙代用と類似性

図 1 に健常者の言い誤り例を示す。語彙代用とは図 1 の(1)に示す通り、ある語の代わりに別の語を言ってしまった誤りである。意図した語と誤った語の間には意味的、音韻的、あるいはその両方に高い類似性が見られることが知られており(寺尾 2022)、それぞれ意味型、形式型、混合型と呼ばれる。図 1 の(1a~c)は、それらの各型に対応する。

- | |
|-------------------------------------|
| (1)語代用の誤り |
| a. <u>エジプト</u> に登った事ある (ピラミッド) |
| b. それって <u>サーフィン</u> (サイフォン) |
| c. その <u>イワシ</u> って (いちご) |
| (2)文脈型の誤り |
| a. <u>学校</u> が、授業が再開された学校が |
| b. 今日は雲が多くて、 <u>雲</u> が、雪が降る |
| (3)ナナメ型の誤り |
| a. 常磐線の中で <u>電車</u> 吸っている人がいた (たばこ) |
| b. <u>有名人</u> そろって芸能人です (家族) |

図 1. 健常者の言い誤り例(下線部は誤り、カッコ内は意図を示す)。

2.3 語彙代用が生じた文脈の分類

言い誤りでは、誤った要素と同一の要素が前後の文脈中に存在することが多く、言い間違いの発生源とみなされる。こうした誤りは文脈的な誤りと呼ばれる。発生源を予測しているかのような(図 1-2a)は予測型、発生源を引きずっているように見える(図 1-2b)は保続型と呼ばれる。文の組み立てという観点からみると、文中の前後に現れるはずの候補語、いわば統合的(syntagmatic)な関係にある語が関わっている点で、この文脈性を「ヨコ型」と呼ぶ。一方、(1)のような語彙代用は、ターゲットの語彙の位置に現れることができる連合的(paradigmatic)関係にある候補の語が取って代わっており、「タテ」型文脈を持つと言える。ところで、語彙代用には、一見普通のタテ型文脈の語彙代用にみえるものの、意図と誤りとの間の類似性は乏しく、しかしよく見ると文中の前後にある語彙のタテ型文脈にある候補の影響が見てとれるタイプが散見される。例えば(図 1-3a)では「常磐線」に関連する候補語である「電車」が飛び込んできている。本論ではこのような文脈を「ナナメ型」文脈と呼ぶ。

3. 失語症者における語彙代用(錯語)

失語症者では前述の 3 種類の語彙代用(タテ・ヨコ・ナナメ型)がどのように現れるのか検討するため、以下に日本語版 WAB 失語症検査の情景画説明の発話例を示す(症例:左側頭頭頂葉損傷, 失名詞失語例)。「タコあげをしている。この季節はなつでしょ。で、ヨットがあつて、これはどっかで、ベンチ(ランチ)をしている。海がそばにあつて、このヤギ?*¹、あつ猫がいて、これはうみでいいんですか?。こちらでたこ*²、いや、散歩して、つりをしている。あと、この旗は何の旗ですかね。」

*1 の「ヤギ?」は意味性錯語であり、健常者の代用の「タテ型」に相当する。*2 の「たこ」については、「タコあげ」の一部が言語性保続として出現したとすれば「ヨコ型」の代用に相当すると思われる。ただし、錯語の「たこ」は、直後に「散歩」に修正されている点に注意が必要であろう。意図である「散歩」と錯語の「たこ」の間に関連性は乏しいが、さらに前後の発話を見てみると、「うみ」や「つり」といった意味的関連のある発話が出現している。そのため、錯語「たこ」は「ナナメ型」として解釈することもできる可能性がある。

4. 従来モデルでの解釈

発話研究の歴史において、研究者は様々な心理モデルを用いて語彙代用(錯語)の説明を試みてきた。そのうち従来型、いわゆる認知モデルの中では、Stemberger(1985)らの相互活性化モデル(図2参照)が語彙代用と発話メカニズムの説明に優れる。このモデルでは、異なる層の間を活性化が伝播(フィードバックも含む)し、他のノードからの集まる活性化の値の合計が閾値を越えると次のノードに活性化が送られるという原理に基づいて複数ノード間で競争的に処理が進む。図2の場合、意図である「ピラミッド」には概念・意味部門からより高い活性化が送られるが、同時に意味的・連想的に近い「エジプト」も同時に活性化を受けてライバルとなる。一方、音韻層でも該当する/p/, /i/, /r/, /a/から活性化が語彙層に送られるが、同じ音を含む「ピラフ」も活性化される。何もなければ意図の「ピラミッド」が勝者としてアクセスされ、別途並行して活性化されていた句構造、音節などの統語的、音韻的のフレームのスロットに充填されて文の構築が行われる。ただ、時にノイズ(発話スピード、ノードの休止レベルのばらつき、反復音素効果、過度のフィードバック等)のためにライバルが勝ってしまう場合があり、「エジプト」が勝れば意味型、「ピラフ」が勝れば音韻型の言い誤りが出現することになる。このように、語彙代用の言い誤りと錯語は、活性化のダイ

ナリズムやノイズ値の設定を変数として盛り込んだ認知モデルによって、シミュレーションが行われてきた(see also Foygell & Dell 2000)。

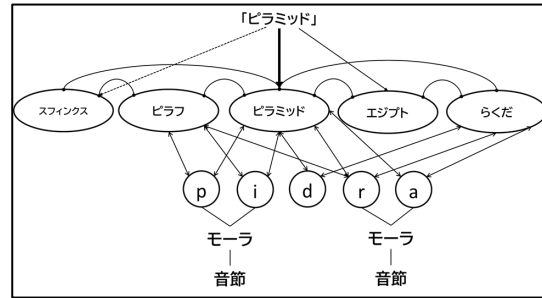


図 2. Stemberger(1985)より 一部改変

5. 認知モデルから機械学習モデルへ

それでは別のアプローチとして、機械学習モデルによって言い誤りや錯語を再現することは可能だろうか。そうした試みの一つとして、音韻交換タイプの誤りについて、注意機構を組み込んだエンコーダ-デコーダモデルで実装された SLAM モデルによる検討例が挙げられる(大門他, 2023)。

本論で対象とする語彙的な誤りの再現については、タテ型、ヨコ型はそれぞれ前節で述べたような認知モデルにおける語彙の活性化とそのスロットへの充填に相当するので、機械学習モデルでも学習はスムーズに進むと予想される。しかし、ナナメ型はその1時刻前の語彙のライバルを考慮に入れなければならないことを考えると、複数の競合するフィードバック間の調整をどのように行うのかという点は認知モデルのデザインという観点からも興味深い。このタイプのモデル内対応については、相互活性化モデルと機械学習モデル開発のいわば端境期に Dell 他(2008)が語彙候補ノードと統語的地位ノードとの間に監視役の誤差逆伝播学習プログラムを組み込む提案をしているのみである。そこで本発表に続く浅川他(2024)では、微調整による語彙代用と錯語の再現を試みた結果について報告する。

<文献>

- 1) 寺尾(2002). 言い間違いはどのようにして起こる? 岩波書店.
- 2) 寺尾康(2022). 言語産出研究における基礎的データとしての言い間違いの価値. 認知科学29巻
- 3) Dell et.al (2008). Saying the right word at the right time: Syntagmatic and paradigmatic interference in sentence production. *Language and Cognitive Processes*, 23(4), 583-608.
- 4) Foygell & Dell(2000). Models of impaired lexical access in speech production. *Journal of Memory and Language* 43, 182-216.
- 5) 大門正太郎他 (2023) 「言い誤り生成モデル」第 25 回認知神経心理学研究会 発表資料.

微調整を用いた語彙代用エラーと錯語の再現

○浅川伸一¹ (あさかわ しんいち), 大門正太郎², 上間清司³, 橋本幸成⁴,
吉原将大⁵, 寺尾康⁶, 立場文音⁷, 谷口亜里紗⁸, クリストファー・ジェード⁹
¹東京女子大学, ²札幌クラーク病院, ³武蔵野大学, ⁴目白大学, ⁵東北大学,
⁶静岡県立大学, ⁷熊本総合病院, ⁸湘南東部総合病院, ⁹筑波大学

(要旨) 健常者の言い誤りと、呼称検査における失語症例の錯語を再現するモデルを提案する。提案モデルは Transformer を構成単位とした符号化器・復号化器モデルである。復号化器は、符号化器に入力された文や句を再現するように事前訓練を行った。訓練済みデータに対して、言い誤りデータを用いて微調整 (fine-tuning) を施すことにより言い誤りの再現を試みた。我々の提案する手法に従えば、従来モデルでは定量的に再現することが困難であった言い誤りの機序に対して洞察を与えることが可能である。

Key words: 符号化・復号化モデル, 転移学習, 微調整, トランスフォーマー, ワンホットベクトル

1. はじめに

健常者は日常の発話でついつい、また失語症者は主に脳の疾患により、言い誤りおよび錯語を表出することが知られている (寺尾, 2023; 大門ら, 2023)。本研究では、機械学習モデルを用いて、実際の言い誤りや錯語のデータの再現を試みた。本稿では、そのうち、健常者の言い誤りの1つである語彙代用エラー (すなわち、寺尾ら (2024) で紹介した、ヨコ型、タテ型、ナナメ型のエラー) の再現を試みた。(なお、失語症者の錯語の再現結果については、大門 (2024) で報告する。)

2. 定式化

まず、言い誤りおよび錯語を再現するために用いた機械学習モデルを定式化する。本研究では、Transformer モデルに基づく文生成モデルを用いた。ある時刻 t において、 i 番目の語彙を発する確率を $P(w(i, t))$ とする。このとき単語 $w(i)$ は全語彙 \mathcal{D} から選ばれるものとする ($w_i \in \mathcal{D}$)。本モデルでは、単語 $w(i)$ の選択確率 $P(w(i))$ に対して最大値を与える i 番目の単語が選ばれると仮定する。

$$P(w(i, t)) = f(w(i, t - \tau)),$$

$$\text{where } \tau \in [0, \infty].$$

ここで、言い誤り単語 $w(i, t - \tau)$ が選ばれたとき、 $t - \tau > 0$ であれば保続型エラー (ヨコ型: 過去に言った単語)、 $t - \tau < 0$ であれば予測型エラー (ヨコ型: 将来言うべき単語) となる。また、 j 番目の単語が選ばれた場合、 $p(w(i, t)) > p(w(j, t))$ であれば連合型エラー (タテ型) となる。また、ナナメ型は次式で表される。

$$P(w(i, t - \tau)) \neq P(w(j, t - \tau)),$$

$$\text{where } i \neq j, t - \tau \neq 0.$$

このとき、 $P(w_i(t))$ はソフトマックス関数を用いて次式で表される:

$$pw(i, t) = \frac{e^{f(x_i(t))}}{\sum_{j \in \mathcal{D}} e^{f(x_j(t))}},$$

ここで f は、任意のニューラルネットワークモデルにおける最終直下層の出力である。Transformer では、このソフトマックス関数を注意と呼び、提案モデルでは、言い誤り・錯語の再現モデルにおける語の生成を司る機序であると仮定する図 1・2 に提案モデルの概略図を示す。

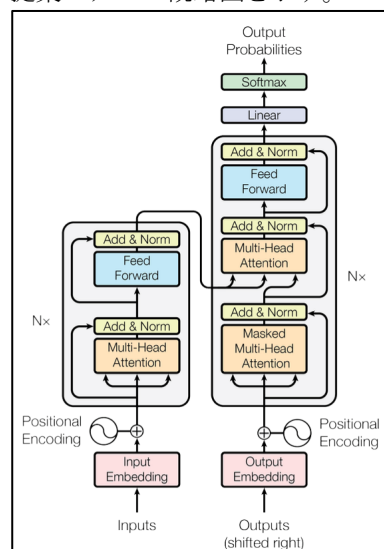


図 1. Transformer (Vaswani et.al2017), Fig2

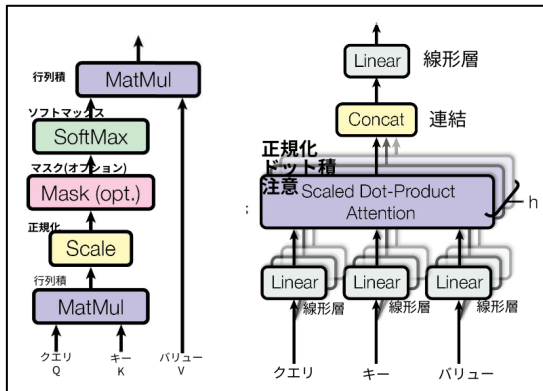


図 2. Transformer の注意機構 (Vaswani2017), Fig2 を改変

3. 数値実験

3.1 健常モデルと語代用エラーの微調整

まず、正しい日本語を生成する健常モデルを構築するため、長岡技術大学で公開されている「やさしい日本語」データから 84,300 文を用いて、提案モデルに文の復唱を学習させた。このとき、各パラメータは語彙数 32,000、層数 2、素子数 384、注意ヘッド数 4 とした。その上で、ヨコ型・タテ型それぞれの言い誤りの実例データを用いて微調整をおこなった。(なお、ナナメ型については結果の解釈が困難であったため、本報告では省略する。)

3.2 結果

訓練モデルに対して、符号化器に意図文を入れて、いい間違い文をデコーダに出力させたときの、言い誤りの再現率を算出した。その結果、ヨコ型の言い誤りの再現率は 97.778% で、タテ型の言い誤りの再現率は 90.000% であった。

4. 考察

4.1 言い誤りモデルでの語代用エラー

微調整の結果、9 割以上の精度でヨコ型とタテ型の言い誤りを再現できることが示された。この結果は、以下の図 3 に示す言い誤りの概念図により説明が可能だと考えられる。

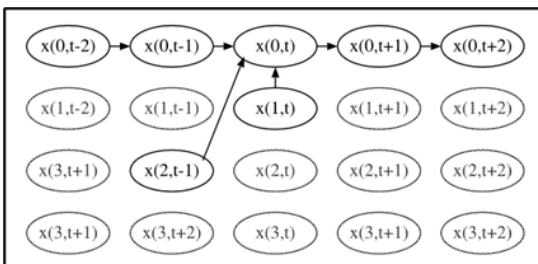


図 3. 言い誤りの概念図

図 3 の楕円中 $x(i,j)$ という表記は、 i 番目の単語を時刻 j に発話した場合を示す。 $i = 0$ の横の並び (図 3 の 1 行目) が、意図した単語の配列を示す。時刻 j に起因する語代用がヨコ型の言い誤り、目標単語 i に近似する単語が選択された場合がタテ型の言い誤りとなる。なお、別時刻 $j \pm 1$ の目標単語と近似する単語が、時刻 j に置き換わった場合がナナメ型の言い誤りとなる。

4.2 従来モデルと機械学習モデルの相違

従来のモデル (e.g., Dell, 2008) では、言い誤りを再現するためのパラメータについて、有限要素法を用いてパラメータ空間の探索を行った。一方、提案モデルでは、訓練コーパスの学習を健常モデルとし、各症例の課題成績を微調整することで、ニューラルネットワークのアーキテクチャと結合係数へ反映させた。この点が、従来モデルと提案モデルの違いである。

一般に、機械学習における目的関数は次式で与えられる (λ は Lagrange 乗数)。

$$\text{目的関数} = \text{誤差} + \lambda (\text{正則化項}).$$

今回の Transformer モデルによる言い誤りのシミュレーションでは、目的関数は次式で表される。

$$\text{目的関数} = \text{正しい単語と間違え単語との誤差} + \lambda_1 (\text{注意機構への制約})$$

この λ_1 の注意機構への制約に、ヨコ型、タテ型の言い誤りに対する制約を反映させた。このことにより、提案モデルが文法的知識の制約を学習したとも考えられる。

5. まとめ

機械学習モデル (Transformer に基づく文生成モデル) に、言い誤りの実例データを用いた微調整を行うことで、健常者における実際の言い誤りの再現を試みた。その結果、語彙代用のヨコ型とタテ型を 9 割以上の精度で再現できることが明らかになった。これらの結果は、目的関数の制約項を変化させ実データを用いて微調整することで、行動データを再現できることを示している。モデル、データ、パラメータの三項を考えることで、モデルとデータからパラメータを眺め、モデルとパラメータからデータを眺め、データとパラメータからモデルを眺めることが可能であると示唆された。

<文献>

- 1) 寺尾 (2023) 言い間違い分析に必要な観点とその意味合い. Data Science in Collaboration, Vol.7.
- 2) 大門ら (2023) 失語症学の紹介-錯語分析の観点より-. Data Science in Collaboration, Vol.7.
- 3) やさしい日本語, 長岡技術大学 <http://www4414uj.sakura.ne.jp/Yasanichi/>

類似性に関する一考察 2024

— 「似ている」とはどういうことか? —

○諏訪園 秀吾¹ (すわぞの しゅうご)

¹独立行政法人国立病院機構沖縄病院 脳・神経・筋疾患研究センター

(要旨) 「似ている」ことの知覚は、多くの「認知ドメイン」が関連しながら行われる、認知機能の中で重要な事象のひとつと思われる。「類似性」を客観的に数値化し評価することは重要で、多数の指標が提案されている。covid-19 新規発生患者数の時間経過に関する地域間類似性の解析例を示し、筋強直性ジストロフィーにおける事象関連電位のクラスター分析が患者群と健常群とを2分する事例から、数値化指標と「似ている」ことの関連について述べる。

Key words: similarity, dissimilarity, covid-19, event-related potential, myotonic dystrophy

1. はじめに

「似ている」は新しい発見への扉である。例えば表情認知において時間的変化の要素も重要であることは「不気味の谷」現象の知覚において表情が動くことが大きく影響することからも理解される¹⁾。類似性の他覚的判定を客観的指標(距離測定)に基づいて行うことは、その理解に大いに役立つであろう。しかし距離の数値指標を適切に設定することは簡単ではない(指標が多数提案されていることから示唆される)。本稿では、covid-19 の2022年初頭近辺でのいわゆる第6波における感染者数動向の地域別時系列を比較し、その異同を検討する過程で、類似性を、決して大量ではないデータからの指標で論じることができるかに関する1考察を述べる。

2. 対象と方法

都道府県別 covid-19 新規感染者数を、NHK のウェブサイトからダウンロードした²⁾。米軍基地での新規感染者数は、在沖については沖縄県対策本部から日報としてマスコミへ公開されてきたデータを用い、岩国基地については岩国市がホームページで公開しているデータ³⁾を用いた。いずれのデータも人口10万人あたりでの数に変換して比較したが、米軍基地の人数は正確には公表されておらず、在沖米軍基地については一般にいわれている2011年の公表数⁴⁾を参考にして25000を、岩国基地については山口県がホームページで公開している2021年11月記載の10200を用いた⁵⁾。曜日による測定変動をなるべく減らす目的で、各日付の新規感染者数を直近の7日間の平均値を計算し、これを解析に用いた。

これらの時系列データがどのくらい地域間で似ているかどうかを検討する目的で、ソフトウェアとし

て jamovi(version2.3.2)および解析モジュールとして snowCluster ライブラリ(version6.3.4)を用い、階層的クラスター分析および k-means 法による非階層的クラスター解析を行った。クラスター数は3を指定し、距離計算アルゴリズムはデフォルトの Hartigan-Wong 法を用いた。

3. 結果

都道府県別新規感染者数(人口10万人あたり、直近7日間平均値)は、大都市圏と地方とで大きく経過が異なっていた(図1、2)。

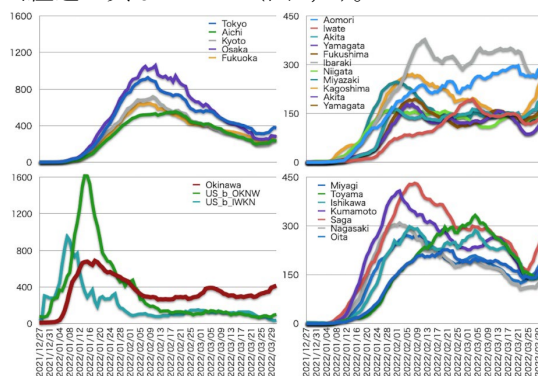


図1 新規感染者数の都道府県別時間経過

左上:東京・大阪など、右上:東北・九州など、左下:沖縄および基地、右下:熊本・佐賀など

特に沖縄県での時間的立ち上がりの早さが目立ち、その経過は少なくとも第6波の開始時点においては2箇所から得た米軍基地のデータに類似しており、「人の流れ」に影響される可能性が推察される。

これらの時間経過がどのくらい定量的・客観的に「似ている」と判定できるかを検討するためにクラスター解析を行ったところ、全区間を対象とした階層的クラスター分析では(図3)、東京・大阪・愛

連絡先: 諏訪園秀吾 〒901-2214 宜野湾市我如古 3-20-14 沖縄病院
Tel: 098-898-2121 e-mail: zvb10512@nifty.ne.jp

知・京都・福岡といった大都市圏とその近隣の県からなるクラスター(オレンジ色)の中に沖縄県が存在し、それ以外の地方が大きなグレーのクラスターを形成し、青色で示された米軍基地は地方都市につく2番めのクラスターを形成した。

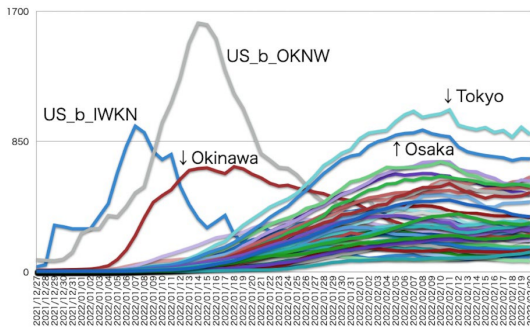


図2 新規感染者数重ね書き
区間は2022/2/20まで

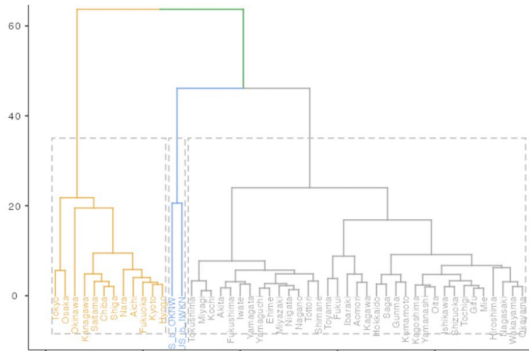


図3 階層的クラスター解析デンドログラム
基地関連は青色で示され大都市圏とは異なるクラスターへついている

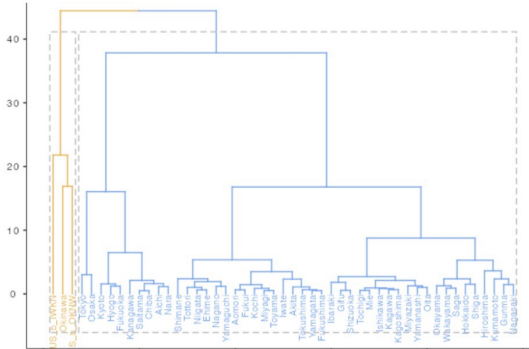


図4 解析期間を限った階層的クラスター解析
基地関連は沖縄とともに橙色で示され、大都市圏とそれ以外がまとまったクラスターの「外」についている

解析する区間を大都市圏でピークを超えたと思われる2/16まで(12/27から)に限定して階層的クラスター分析を行うと(図4)、沖縄県と米軍基地とが一つのクラスターを形成し(オレンジ色)、大都市圏と沖縄県以外の地方がそれぞれ形成するク

ラスター2個(青色)の外側につく結果となった。

4. 考察

第6波におけるCOVID-19新規感染者数の時系列を都道府県別に比較したところ、いくつかのパターンに分かれ(図1,2)特に沖縄県の立ち上がりの鋭さが際立ち、その期間では米軍基地の推移に類似した。ただし2月後半以降については沖縄県の推移は米軍基地と同様な低下は見られず、むしろ他の非大都市圏に類似していくという極めて興味深い結果であった。

クラスター解析を行うことにより、この経過を詳しく分析した結果、解析区間を変更することにより異なる結果が得られ、特に第6波のピークを大都市圏で超えたと思われる日付までに区切り、立ち上がりの差がより強く反映されるようにしたデータのみで解析したところ、沖縄県と米軍基地とが一つのクラスターを形成し、この3グループが立ち上がり時期においてはよく似た経過にみえる(図3,4)。この背景にある要因として、クリスマス前後の米国との人の往来が影響しているかもしれない。無論、結論的なことを述べるためには、人流に関連した具体的な他のデータを加えて多面的に検討する必要があり、現状では困難である。一方で、解析区間を広げて第6波全体に拡大すると、沖縄はむしろ大都市圏と一塊のクラスターへ吸収され、このグループと似た経過である。沖縄から「お持ち帰り」いただいて大都市圏へ拡大した可能性が示唆される。このようにどの時間帯で検討するかによりクラスター形成がことなることは時系列データの特徴といえるであろう。この特徴を十分に加味した解析が重要であることが改めて認識された。時系列データの地域差を検討する解析において、解析区間を考慮してクラスター解析を用いることが一定の効力を示した事例を示した。「類似性」を考えるうえで直観によく合致するひとつの有力な指標を提供するといえるだろう。紙面がなかったので、k-means法による非階層的クラスター解析による結果と、事象関連電位の解析結果については本番発表において結果を示し議論したい。

<文献>

- 1) <https://robogaku.jp/history/integration/I-1970-1.html>.
- 2) <https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data/>
- 3) <https://www.city.iwakuni.lg.jp/site/covid19/>
- 4) <https://news.yahoo.co.jp/articles/3449e10002b91d7e7a28e41e6f8069bb71b6c187>
- 5) <https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/soshiki/16/12748.html>

事象関連電位における N400 成分 — 資源配分量と意味量による効果の検討 —

○武内 麻緒 (たけうち まお), 日野 泰志
早稲田大学

(要旨) N400 が生じる際、複数の処理メカニズムが独立に寄与しているのかを検討するため、意味活性化量を反映する効果と資源配分量を反映する効果を観察する 2 つの実験を行った。実験の結果、行動データでは、2 つの効果の間に交互作用は観察されなかったものの、N400 の振幅には、有意な交互作用が観察された。一方、N400 効果の頭皮上分布は、効果毎に分布差が見られた。これらのデータをもとに、N400 効果の背景にある処理メカニズムについて考察した。

Key words: N400 効果 意味活性化量による効果 資源配分量による効果

1. はじめに

事象関連電位(ERP)の N400 成分は意味処理と関連することが知られているが、統一した見解は得られていない。そのため、複数の処理メカニズムが N400 成分に寄与するとの説明がある。例えば、Swaab, Baynes & Knight (2002)は、語ペアの心像性と意味的関連性を直交に操作した刺激セットを使って関連性判断課題を行ったところ、N400 の振幅には、心像性と関連性の間に交互作用は認められなかった。その上、心像性効果は前頭部の電極で観察される傾向が高かったのに対して、意味的プライミング効果は頭頂部右寄りの電極で観察される傾向にあった。このように同じ N400 効果でも、意味活性化量を反映する効果は前頭部で観察され、活性化された語彙・意味情報の統合や判断生成の際の難易度・資源配分量を反映する効果は、頭頂部右寄りで観察される傾向にあり、これらは異なる処理メカニズムに起因する可能性が提起されている。

そこで、本研究では、N400 効果の頭皮上分布による分類の可能性をさらに検討するため、2 つの実験を行った。実験1では、マスクされた 50ms プライムを伴う語彙判断課題を使って、ターゲット語の意味隣接語数と刺激反復を直交に操作した。実験2では、400ms のプライムを伴う語彙判断課題を使って、ターゲット語の心像性とプライムの関連性を直交に操作した。もし、N400 の振幅に、複数の異なる処理メカニズムが独立に寄与しているなら、意味隣接語効果や心像性効果などの意味活性化量を反映する効果は前頭部に見られやすく、反復プライミング効果や意味的プライミング効果など、判断生成の際の難易度を反映すると思われる効果は、頭頂部で観察されやすいものと予測される。

2. 方法

実験参加者:

早稲田大学の学部生及び大学院生 26 名が実験 1 に、18 名が実験 2 に参加した。

刺激:

実験 1 word2vec(Mikolov, Chen, Corrado & Dean, 2013)を使って日本語コーパスを学習させ、意味ベクトルを作成し、Buchanan, Westbury & Burgess (2001)と類似の方法で語の意味隣接語数を操作した。意味隣接語数が多い語 112 語と少ない語 112 語を選択し、全てのターゲット語に反復プライムと関連なしプライムを選択した。

実験 2 佐久間・伊集院・伏見・辰巳・田中・天野・近藤(2005)から、文字単語心像性が 5 以上の 122 語($M = 5.23$)と 3.5 未満の 122 語($M = 3.35$)を選択し、244 語に対して、word2vec の意味ベクトルを使って、コサイン類似度が 0.4 以上の関連ありプライム($M = 0.58$)と 0.35 未満の関連なしプライム($M = 0.14$)を選択した。

手続き:

実験 1 画面中央に凝視刺激が 500ms 間提示され、即座にプライムに置き換えられた。プライムは 50ms 間提示され、16ms 間のマスク刺激の後、ターゲット刺激に置き換えられた。実験参加者には、ターゲット刺激に対する語-非語判断を求めた。課題遂行中には、脳波測定も行った。

実験 2 画面中央に凝視刺激が 500ms 間提示され、プライムに置き換えられた。プライムは 400ms 間提示され、200ms 間のブランク画面の後、ターゲット刺激が提示された。実験参加者には、ターゲット刺激に対する語-非語判断を求めた。同時に、課題遂行中の脳波測定も行った。

3. 結果

実験 1 行動データ: 反応時間の LME モデル

分析では、意味隣接語の主効果($Coef. = -0.01123$, $SE = 0.005293$, $t = -2.122$, $p < .05$)とプライム・タイプの主効果($Coef. = 0.01946$, $SE = 0.002408$, $t = 8.081$, $p < .001$)が有意だった。しかし、交互作用は有意ではなかった($Coef. = -0.001825$, $SE = 0.00448$, $t = -0.407$, $p = .684$)。

表1. 反復条件, 意味隣接語条件毎の平均反応時間(ms)と誤反応率(%)

プライム条件	意味隣接語が多い	意味隣接語が少ない
反復条件	620 ms (2.32) 10.69% (0.41)	653 ms (2.39) 12.67% (0.45)
関連なし条件	646 ms (2.35) 12.30% (0.44)	670 ms (2.30) 15.63% (0.49)

Note - ()内は標準誤差。

ERP データ: N400 効果を検討するため、中央 9 電極(F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4)のデータを対象に、刺激提示から 300 ms から 500 ms までの範囲の条件毎の平均電位を計算し、意味隣接語(多, 少)×反復(反復, 関連なし)×前後(前頭, 中央, 頭頂)×側性(左, 中央, 右)の分散分析を行った。その結果、意味隣接語×反復の交互作用が有意だった($F(1, 25) = 5.17$, $MSE = 5.39$, $p < .05$)。意味隣接語効果は、関連なし条件でのみ有意傾向が認められ、反復プライミング効果は、意味隣接語が多い条件でのみ有意だった。

実験2 行動データ: 反応時間の LME モデル分析では、心像性の主効果($Coef. = -0.01500$, $SE = 0.004589$, $t = -3.268$, $p < .01$)と関連性の主効果($Coef. = -0.02946$, $SE = 0.003903$, $t = -7.548$, $p < .001$)が有意だった。しかし、交互作用は有意ではなかった($Coef. = -0.0002743$, $SE = 0.004802$, $t = -0.057$, $p = .9545$)。

表2. 関連性条件, 心像性条件毎の平均反応時間(ms)と誤反応率(%)

プライム条件	心像性が高い	心像性が低い
関連あり条件	562 ms (3.90) 3.51% (0.56)	583 ms (4.88) 9.85% (0.91)
関連なし条件	600 ms (4.47) 9.66% (0.91)	618 ms (4.72) 17.81% (1.18)

Note - ()内は標準誤差。

ERP データ: 中央 9 電極のデータを対象に、刺激提示から 300 ms から 500 ms までの範囲の条件毎の平均電位を計算し、心像性(高, 低)×関連性(関連あり, 関連なし)×前後(前頭, 中央, 頭頂)×側性(左, 中央, 右)の分散分析を行った。その結果、関連性の主効果($F(1, 17) = 21.9844$, $MSE = 8.6438$, $p < .001$)、心像性×関連性($F(1, 17) = 6.5980$, $MSE = 9.7711$, $p < .05$)、心像性×前後×側性($F(2.38, 40.47) = 3.1514$, $MSE = 0.2807$, $p < .05$)が有意だった。心像性×関連性の交互作用は、関連なし条件でのみ心像性効果に有意傾

向が認められ、高心像条件でのみ意味的プライミング効果が有意だったことを反映していた。

4. 考察

実験1の行動データでは、意味隣接語×反復の交互作用は有意ではなかったが、ERP データでは有意だった。実験2でも、行動データでは、心像性×関連性の交互作用は有意ではなかったが、ERP データでは有意だった。これらの結果から、実験1で N400 に観察された意味隣接語効果と反復プライミング効果の背景にある処理メカニズムも、実験2で N400 に観察された心像性効果と意味的プライミング効果の背景にある処理メカニズムも独立ではない可能性がある。

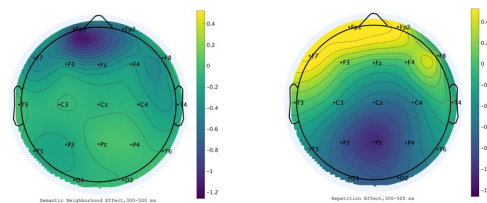


図1. 実験1で観察された N400 意味隣接語効果と N400 反復プライミング効果の頭皮上分布

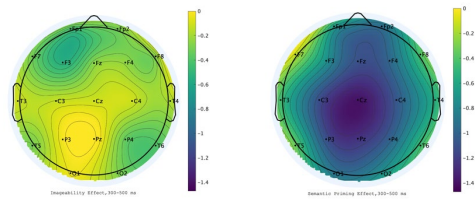


図2. 実験2で観察された N400 心像性効果と N400 意味的プライミング効果の頭皮上分布

しかし、実験1で観察された2つの N400 効果と実験2で観察された2つの N400 効果の頭皮上分布をみると(図1と2)、N400 に観察された意味活性化量を反映すると思われる効果は前頭部の電極で極大になる傾向にあり、判断生成の際の資源配分量に依存すると考えられる効果は、中央部・頭頂部の電極で極大となる傾向が認められた。行動データからも明らかなように、意味活性化量を反映する効果と判断生成の際の資源配分量に依存すると考えられる効果は、別々の処理メカニズムに起因するものの、N400 の振幅は、これらの処理に共有されるプロセスも反映する可能性がある。今後、さらなる検討が必要だろう。

<文献>

1) Swaab, T. Y., Baynes, K., & Knight, R. T. (2002). Separable effects of priming and imageability on word processing: an ERP study. *Cognitive Brain Research*, 15, 99-103.

第 26 回認知神経心理学研究会 プログラム・抄録集 2024 年 9 月 21 日発行
発行責任者 認知神経心理学研究会 <http://cnps.umin.jp>

著作権はそれぞれの著者が保有します。ただし、別途表示のある場合はそれに従います。著作権者の許諾なく、本冊子の全部または一部の、複写、複製、転載等を禁じます。

注意:本冊子には個人情報が含まれています。処分時にはそれぞれの責任において確実な方法にて処理願います。
