

第24回 認知神経心理学研究会

Cognitive Neuropsychology Society

プログラム・抄録集

2023年3月18日(土), 19日(日)
zoomによるリモート会議形式



第24回認知神経心理学研究会プログラム

第1日目(3月18日:土) 9:20~17:40

8:50 開場 (順に zoom 待機室からミーティングルームへ入室していただきます)

9:20~9:30 開会のごあいさつ, 連絡事項等

9:30~11:45 第1群

座長:今泉 敏(東京医療学院大学)

9:30~10:15 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

- 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

10:15~11:00 言い誤り生成モデル

- ー 転移学習, 微調整, 三項損失を用いれば健常者の言い誤りは模倣できるかー
- 大門 正太郎 1), 寺尾 康 2), 上間 清司 3), 浅川 伸一 4), 吉原 将大 5), 橋本 幸成 6), 高倉 祐樹 7), 立場 文音 8)
- 1) クラーク病院, 2) 静岡県立大学, 3) 武蔵野大学, 4) 東京女子大学, 5) 東北大学, 6) 目白大学, 7) 北海道大学, 8) 熊本総合病院

11:00~11:45

失語症患者発話を対象とした音声認識および音声基本特徴の解析システムの開発

- 板口 典弘 1), 北原 正道 2), 大門 正太郎 3)
- 1) 慶應義塾大学, 2) 静岡大学, 3) クラーク病院

11:45~13:00 昼食

13:00~16:15 第2群

座長:高倉 祐樹(北海道大学)

13:00~13:45 ASD の言語習得におけるメディアの影響

- ー 津軽・アイスランド・チュニジアでみられる現象とその解釈ー
- 松本 敏治
- ガジュマルつがる

13:45~14:30

漢字単語の音読が非意味的語彙ルートに依存していると考えられた音韻失読例

- 唐澤 健太 1), 橋本 幸成 2), 上間 清司 3), 春原 則子 2)
- 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

14:30~14:45

休憩

14:45~15:30

左脳梗塞により把持動作の障害を呈した症例

- ー 非道具, 疑似道具での検討ー
- 梅田 実穂 1), 高木 早希 1), 大門 正太郎 2), 安藤 瑠称 3), 板口 典弘 4)
- 1) JA とりで総合医療センター, 2) クラーク病院, 3) 静岡大学, 4) 慶應義塾大学

第24回認知神経心理学研究会(2023/3/18-3/19)

15:30～16:15 脳波・事象関連電位を用いた脳機能解析の方向性について
○ 諏訪園 秀吾
NHO 沖縄病院

16:15～16:30 休憩

16:30～17:40 招待講演
座長: 渡辺 眞澄(県立広島大学)

プロソディと予測処理: アクセントの変化から何がわかるか
広瀬 友紀(東京大学)

18:00～19:30 バーチャル懇親会
ログインページ URL: <https://cy6g9zrclh.ovice.in/login>

第2日目(3月19日:日) 10:00~15:15

9:30 開場 (順に zoom 待機室からミーティングルームへ入室していただきます)

10:00~11:35 第3群

座長:近藤 公久(工学院大学)

- 10:00~10:25 漢字一文字の音読におけるモーラ数効果 (ショート)
○ 高瀬 裕佳 1), 高見 玄博 2), 伊集院 睦雄 2)
1) りんくう総合医療センター, 2) 県立広島大学
- 10:25~10:50 漢字語の語彙処理における獲得年齢効果について(ショート)
○ 宮口 真梨菜 1), 伊集院 睦雄 2)
1) 県立広島大学総合学術研究科, 2) 県立広島大学
- 10:50~11:35 倒立提示された刺激に対する単語認知プロセスの検証
○ 吉原 将大 1,2), 薛 俊毅 3), 中山 真里子 1), 日野 泰志 3)
1) 東北大学, 2) 日本学術振興会, 3)早稲田大学

11:35~12:30 昼食

12:30~13:00 総会

13:00~15:10 チュートリアル:線形混合効果モデリング

座長:伊集院 睦雄(県立広島大学)

- 13:00~13:45 線形混合効果モデル(LME)による分析法
○ 玉岡 賀津雄 1,2)
1) 湖南大学外語学院, 2) 名古屋大学大学院人文学研究科
- 13:45~14:10 線形混合効果モデリングによる解析例 1
— 成人・子どもを対象にした読み処理に関する研究から —
○ 橋本 幸成
目白大学
- 14:10~14:20 休憩
- 14:20~14:45 線形混合効果モデリングによる解析例 2
— 成人・子どもを対象にした読み処理に関する研究から —
○ 上間 清司
武蔵野大学
- 14:45~15:10 線形混合効果モデリングによる解析例 3
— 成人・子どもを対象にした読み処理に関する研究から —
○ 三盃 亜美
筑波大学

15:10~15:15 閉会のごあいさつ

招待講演

2023年3月18日

プロソディと予測処理

－ アクセントの変化から何がわかるか －

広瀬 友紀 (東京大学)

座長：渡辺 眞澄 (県立広島大学)

プロソディと予測処理: アクセントの変化から何がわかるか

広瀬友紀 (東京大学)

人間の自然なリアルタイムの言語コミュニケーションを可能にするためには、入力された情報を素早く処理するしくみとその脳内に備わっているはずである。統語構造の解析においては、日本語のような主要部後置言語でも、得られた入力を保留することなく、すみやかな逐語的処理が行われることを示す知見はこれまで多く得られてきた。そしてさらに、人間は未入力の情報まで予測的に処理できることも、近年さまざまな事例で指摘されている。

本発表では、日本語のピッチアクセントの情報による予測処理について 2 つの視線計測実験を紹介する。ここで扱う名詞のピッチアクセントは本来は語彙的な情報だと位置づけられ、その語の統語構造上のステイタスや意味解釈と直接結びついているわけではない。しかし、語の持つアクセント情報は、隣接する語との間の形態統語関係や音韻的な関係により、一定の決まりのもとに変化することがある。

1 つ目の実験は、日本語東京方言の複合語形成に伴うアクセント変化をとりあげる。例えば、東京方言での単独語「みかん」と、「みかんジュース」という複合語内の「みかん」部分のアクセントが異なるのは、後者に複合語アクセント規則が適用された結果である。このような、単独語の場合と異なる、複合語としてのアクセントを伴う音声情報が、入力中の要素が単独の名詞でなく複合語の一部なのかという予測を促し、未入力の主要部名詞句の解釈をも促進することを東京方言母語話者を対象に行った実験をとおして示す。

2 つ目の実験は、日本語近畿方言でみられるアクセント式(高起式/低起式)の区別を利用する。低起式平板語では、音韻語末の音調が隣接する語アクセント式により変化する。近畿方言では例えば「ちゃいろのきりん」と「ちゃいろのきつね」における「の」部分の音調の高低により、後続語のアクセント式、つまり高く始まる語(例:きりん)か低く始まる語(例:きつね)か、が予測可能となる。この音調変化の有無により後続語の意味情報の処理が促進されうることを近畿および東京方言母語話者を対象に行った実験をとおして示す。

チュートリアル

2023年3月19日

線形混合効果モデリング

玉岡 賀津雄

(湖南大学外語学院, 名古屋大学大学院人文学研究科)

橋本 幸成(目白大学)

上間 清司(武蔵野大学)

三益 亜美(筑波大学)

座長：伊集院 睦雄 (県立広島大学)

チュートリアル：線形混合効果モデル（LME）による分析法

○ 玉岡 賀津雄^{1, 2}（たまおか かつお）

¹ 湖南大学外語学院 ² 名古屋大学大学院人文学研究科

(要旨) 語彙性判断実験などのデータ分析には、線形混合効果モデル（linear mixed-effects models、省略してLMEと呼ばれる）が使用されるようになった。そこで、チュートリアルとして、LMEの手法を紹介する。具体的には、従来の被検者分析と項目分析の問題点から出発して、固定効果と変量効果を含んだLMEモデルの統計的な概念、心理的特性の試行順序の影響を含む分析、データの正規性とデータ変換、AIC（Akaike's Information Criterion、赤池情報量規準）を使って複数のLMEモデルから最適モデルを選ぶ方法、最適モデルを使って逸脱データを編集して最後の分析をする方法、を解説する。

Key words: LME, 試行順序, 正規性, データ変換, 固定効果, 変量効果, AIC, 最適モデル

1. はじめに

語彙や文の処理実験は、複数の被験者が複数の刺激語・刺激文が正しいかどうかを判断するというデザインで行われることが多い。たとえば、日本語の語彙として「経済」は正しく、「系宋」は誤りである。こうした正しい語彙と正しくない語彙をランダムにコンピュータのスクリーンに提示して、正しい判断のキーと誤りの判断のキーを押す課題は、語彙性判断課題（lexical decision task）と呼ばれる。この課題では、判断までに要した時間と全体の正答率あるいは誤答率を測定する。

2. 被験者分析と項目分析

これまでの実験データの分散分析（analysis of variance、ANOVA）による統計解析では、被験者側からみた場合の刺激語の反応時間の平均を使った被験者分析（participant analysis）と刺激語からみた場合の反応時間の平均を使った項目分析（item analysis）を別々に行ってきた。しかし、両分析が異なる結果を出すことがある。また、個々の被験者や刺激項目の特性の影響が考慮されていないという問題もある。これら2つの問題を解決するために線形混合効果モデル（linear mixed-effects models、省略してLMEと呼ばれる）が導入された（Baayen, Davidson, & Bates, 2008）。

3. 線形混合効果モデル(LME)で扱う変数

LMEには、変量効果（random effects; ランダム効果ともいう）と固定効果（fixed effects）の2種類の効果がある。LMEを線形モデルで説明すると、次のような式になる。

$$f(x) = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \epsilon$$

反応時間
切片
被験者
刺激語
使用頻度
誤差

変量(ランダム)効果
固定効果

この式は、語彙性判断に要する反応時間に、語彙の使用頻度がどう影響するかを検討する式である。まず、正誤判断課題の処理速度には、個人差が影響すると考えられる。これは、被験者の a_1X_1 で示されている。さらに、提示される語によっても判断に要する速度が異なってくることが予想される。これは刺激語の a_2X_2 で示されている。これらが、変量（ランダム）効果である。実験の仮説検証には直接には関係ないものの、語彙性判断の反応時間に影響すると思われる変数である。さらに、語彙処理には、語の使用頻度が強く影響するといわれている。それは、 a_3X_3 で示されており、固定効果である。最後に、この式で予想されない誤差が ϵ で示されている。 a_0 は、線形モデルの切片である。

LMEには2つの利点がある。一つは、固定効果の影響を観察するのに、個人差と刺激差という変量効果を考慮して分析することで、被験者分析と項目分析を別々にする必要がなくなったことである。もう一つは、被験者と刺激項目で平均したデータで分析することによって失われていた実験試行のデータをすべて含み込んで分析することができるようになったことである。

4. 刺激の試行順序の影響

これまで実験において考慮されてこなかった影響要因として、刺激の試行順序がある。た

連絡先：玉岡 賀津雄 〒791-8002 愛媛県松山市谷町 68-5

Tel: 089-989-7699. 携帯: 090-7774-3124. e-mail: ktamaoka@gc4.so-net.ne.jp

たとえば、初めのほうで提示された刺激には迅速に反応するが、単純な課題に飽きてしまい途中から遅くなったりすることがある。逆に、初めの頃の刺激では課題に慣れていないために処理が遅いものの、課題の遂行に慣れてくるとしだいに速く反応できるようになることもある。これは、課題の学習効果 (learning effect) である。また、課題が終わりに近づくと、もう少しだから頑張ろうという気持ちになることもある。試行順序が被験者に影響する例として、180 試行の実験における4名の被験者の反応時間の変化を図1に示した。

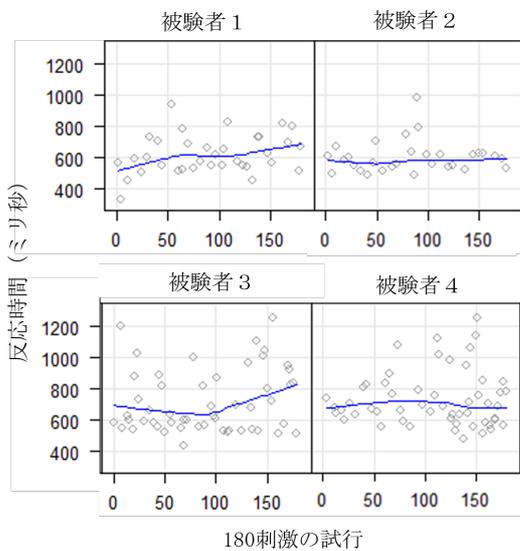


図1 180 試行の実験における4名の被験者の反応時間の変化

図1をみると、被験者1は、初めは反応時間が速いものの、途中で一定になり、120 試行から後半にかけてしだいに遅くなっている。課題への疲れか、あるいは課題に飽きたのかもしれない。被験者2は、初めから終わりまでコンスタントな速度で反応している。被験者3は、100 試行くらいまでは徐々に処理速度が上がっているものの、100 試行を越えたあたりから、課題に飽きたのか処理速度が極端に遅くなっている。被験者4は、被験者2と同様に全体的にかなり安定した処理速度で、コツコツ課題をこなす性格のようである。4名の被験者から個人差が大きいことがわかる。

こうした個人の課題遂行における試行順序の影響は、言語的特性 (linguistic traits) というより、心理的特性 (psychological traits) である。このように刺激語の試行順序を考察に含み込んで個人の心理的な特性を考慮するこ

とで、より正確に固定効果の影響を検討することができる。これは、刺激の試行順序を固定効果として加えることで、次の式のように表すことができる。具体的には、試行順序を a_4X_4 という変数として追加する。

$$f(x) = a_0 + \underbrace{a_1X_1 + a_2X_2}_{\text{変量(ランダム)効果}} + \underbrace{a_3X_3 + a_4X_4}_{\text{固定効果}} + \epsilon$$

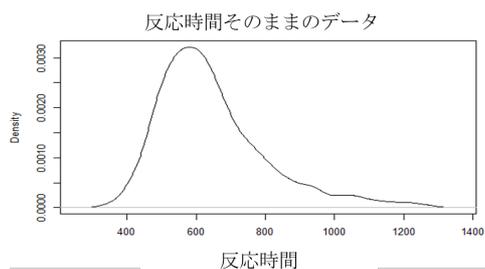
反応時間 切片 被験者 刺激語
使用頻度 試行順序 誤差

5. データの正規性とデータ変換

あるデータに対して数値処理を行ってデータの形式を変えることをデータ変換 (data transformation) という。データ変換を行う理由は、個々のデータが全体の分布でどの位置にあるかを分かり易くするため、また、分布を正規分布 (normal distribution) に近づけて検定の精度を上げるためである。実際、実験の反応時間のデータは、分布が偏っていることが多いので、データ変換を行う必要がある。

反応時間のデータ変換として頻繁に使われるのは、対数変換と逆数変換である。対数変換の場合は、底をどう設定するかを選択する必要がある。統計解析用言語の R では、自然対数 (natural logarithm) が初期設定である。逆数変換は、単に反応時間の逆数を使うのではなく、逆数に $-1,000$ を掛けて、 $-1000/RT$ (RTは反応時間) として変換するのが一般的である。

図2に3つのデータ変換の分布を示した。それによると、反応時間をそのまま使ったデータは左に大きな山があり、右に裾が大きく広がる歪んだ分布であることがわかる。自然対数に変換すると、裾がなだらかになる。また、「 $-1000/RT$ 」という逆数に変換すると、少し左に裾が広がる。



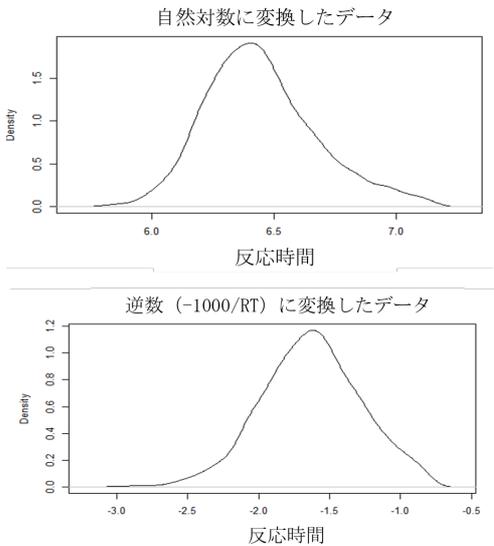


図2 反応時間そのままのデータの分布と変換後の分布

最適なデータ変換の方法を判断するには、Box-Cox 変換 (Box-cox power transformation) が使われることが多い (Box & Cox, 1964)。ラムダ (λ , lambda) を指標としており、-5 から +5 の範囲で変化する。ただし、ほとんどの場合は、-2 から +2 の範囲で変化するのので、この範囲のラムダを算出して判定する。

R では、Box-Cox 変換は「`boxcox(rt ~ trial, data=データ名, lambda = seq(-2, 2, length=40))`」というコマンドになる。rt は反応時間、data は使用するデータ、trial は試行順序である。ラムダは、-2 から +2 の範囲を seq で指定する。length は図の大きさを示す。Box-Cox 変換の例は、図3に示した。図3の点線が3つ示されている。真ん中の点線に近い値でデータ変換の種類を判断する。図3の場合は、-1 に近いので、逆数変換がもっとも正規分布に近いと判断する。0 に近い場合は対数変換、1 に近い場合はもとのデータである。

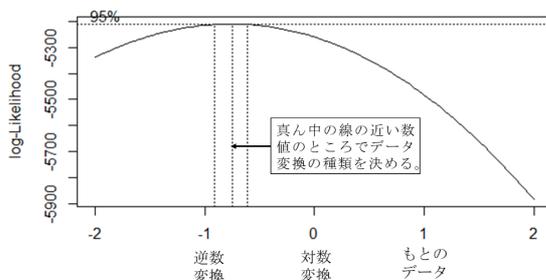


図3 Box-Cox 変換の例

6. LME のモデル設定と最適モデルの判定

LME では、複数の変量効果と固定効果を使って分析する。これらの効果 (変数) の扱いによって、複数のモデル (式) ができる。固定効果の変数が2つある場合に、線形モデルに交互作用を含むかどうかを選択することができる。

どのモデルが最適かを判断するには、AIC (Akaike's Information Criterion, 赤池情報量規準) でモデル適合の良さを評価する。交互作用を含む場合とそうでない場合のモデルの比較であれば、AIC を算出して有意に小さいほうがより適切なモデルである。その際に、R では、モデルの分析結果から AIC を分散分析「`anova(m1, m2)`」で比較する。このコマンドでは、m1 が交互作用なし、m2 が交互作用ありのモデルの出力であると考えるとよい。

モデルの選定で難しいのは、変量 (ランダム) 効果である。たとえば、被験者の違いが大きいと、回帰式の切片が異なることが想定される。その場合は、被験者ごとの切片を変量効果とする。これは、被験者のランダム切片 (random intercept) を想定すると表現する。R では「`(1|subject)`」というコマンドになる。さらに、「`(1|subject) + (0+trail|subject)`」とすると、被験者ごとにランダムな切片と試行順序によるランダムな傾き (random intercept) を想定することになる。0 は両者の相関を考慮しないことを示す。切片と傾きの相関を考慮する場合は、1 として「`(1+trial|subject)`」というコマンドにする。これはランダムな切片と傾きの相関を考慮することになり、コマンドはシンプルであるが被験者の変量効果について、より複雑なモデルを想定している。

たとえば、LME の R のモデルの例としては、「`lmer (-1000/rt ~ (1+trial|subject) + (1|item) + wfre*trial, data = データ名)`」というモデルが考えられる。これは、逆数変換した反応時間を予測するのに、被験者ごとに切片が異なり、さらに試行順序によって被験者ごとの傾きが異なり、さらにこれらの切片と傾きに相関があることを想定している。また、刺激語の違いでは、切片が異なるという変量効果を想定している。さらに、語彙使用頻度 (wfre の変数) と試行順序 (trial の変数) の2つの固定効果の主効果と両変数の交互作用 (*で2つの変数を「`wfre*trial`」と並べるコマンド) の影響を想定している。

最適なモデルを決める条件は2つある。まず、AIC が有意に低いモデルを選ぶ。有意でなく、

類似した程度の適合度のモデルが複数ある場合には、最もシンプルなモデルを選ぶ。シンプルなモデルとは、自由度が最も小さいモデルである。LME の最適なモデルの判定では、データの特徴を考えながら、論理的に推論して最適のモデルを探るようにするのがよい。

7. 逸脱データの編集

これまで逸脱したデータ (outliers) は、分析する前に編集していた。たとえば、100 ミリ秒以下の場合には、誤ってキーを押した可能性があるとして、反応時間の分析には含まない。あるいは、5000 ミリ秒を超える場合も、異常に長いので、これも誤りとして記録する。これに加えて、各被験者の「平均処理時間±標準偏差 2.5」を超えたデータを境界値 (boundaries) で置き換えるという編集を行う。境界値を越えても、正しく判断された刺激語については反応時間を分析に使う場合と削除する場合がある。しかしながら、このデータ編集だと、分布の両方の裾が境界値で切れてしまうので、スムーズな分布にならないという問題がある。

LEM では、最適のモデルを選定してから、誤差分布の標準偏差 2.5 の境界値から外れたデータを削除する方法がある。そのためには、まずオリジナルのデータで最適モデルを選定する。最適モデルの誤差分布の絶対値を計算して、2.5 以上になるデータを削除して新しいデータセット (subset) を作る。「`subset <- abs(scale(resid(m1)))<2.5`」という R のコマンドになる。まず、最適モデルの m1 の結果から、誤差を `resid()` 計算する。それを標準化 `scale()` して、絶対値 `abs()` にする。絶対値の値が 2.5 以下のものだけを選んでデータセットを作る。この手続であれば、異常な値を主観的に判断しなくても、最適モデルに基づいてデータ編集ができる。

実際のデータ編集の前後の分布は、図 4 のようになる。データ編集前の分布は、楕円で示したような逸脱データが含まれている。一方、データ編集後にはそれらが削除されて、正規分布に近い分布になっている。最適モデルの誤差分布を使ってデータ編集を行ってからさらに最終的な分析を行うため、データ編集後のデータセット (subset) を使って各グループの平均と標準偏差を計算する。

反応時間を試行順序 (trial)、語彙使用頻度 (wfreq)、英語能力 (engability) の 3 つの固定効果についての分析例を示すと、次のよう

になる。まず、「`m1<-mer(-1000/rt~1+trial.c|subject)(1|item)+trial+wfreq*engability, data=データ名)`」そして、「`m1ed<-lmer(-1000/rt~(1+trial.z|subject)+(1|item)+trial.c+wfreq*engability, data=データ名, subset=abs(scale(resid(m1)))<2.5)`」というコマンドである。これで、データ編集前のデータを使って LME の最適モデルを分析する。その結果は、m1 に出力される。この m1 の分析の誤差分布を使ってデータ編集を行い、subset のデータセットをつくる。このデータを使って最終的な LME の分析を行う。結果は、m1ed に出力されるので、「`summary(m1ed)`」で、結果をみることができる。ただし、この手続きのデータ編集をするということは、条件・水準の平均と標準偏差は最後までわからないということである。

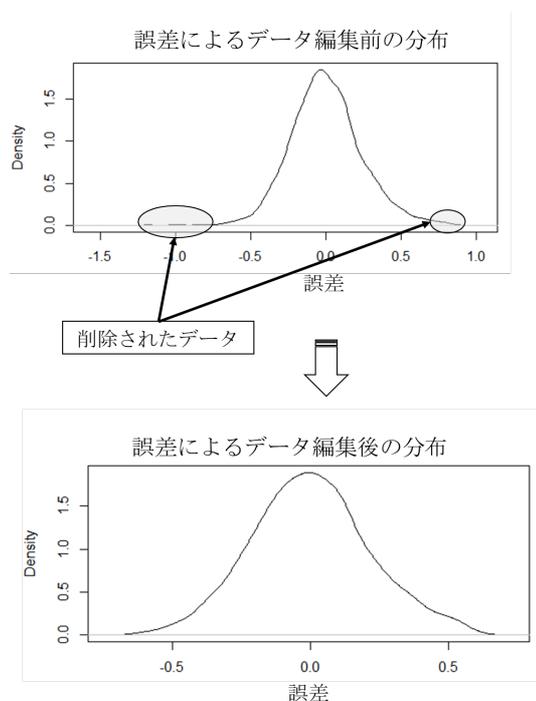


図 4 最適モデルの誤差分布を使ったデータ編集前後の分布

<文献>

- 1) Baayen, R. Harald, Douglas J. Davidson and Douglas M. Bates (2008). Mixed-effects modelling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 390-412.
- 2) Box, George E. P., & David R. Cox (1964). An analysis of transformations (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society B*, 26, 211-252.
- 3) Lenth, Russell V. (2016). Least-squares means: The R package lsmeans. *Journal of Statistical Software*, 69, 1-33.

線形混合効果モデリングによる解析例

— 成人・子どもを対象にした読み処理に関する研究から —

橋本 幸成¹, 上間 清司^{2,4}, 三盃 亜美^{3,4}

¹ 目白大学, ² 武蔵野大学, ³ 筑波大学, ⁴ NPO 法人 LD・Dyslexia センター,

(要旨) 次の3つの研究を通して、線形混合効果モデリングを用いた解析例を示す。一つ目が、橋本ら(2018)による健常成人を対象に実施した語彙判断課題における解析である。橋本ら(2018)では分散分析による解析であったが、本チュートリアルでは、線形混合効果モデリングを用いた再解析した結果を紹介する。二つ目が、上間ら(未発表データ)による音韻失読例を対象に非語音読の正確性に影響を及ぼす要因を検討した研究である。本研究では、非語の音読正確性に影響を及ぼす文字列属性と言語・認知的要因を明らかにするために行った解析を紹介する。三つ目が Sambaï et al. (2023)による小学5・6年生における漢字の読み処理を検討した研究である。本研究では、漢字の読み成績が低い児童ほど、意味情報を用いた読み処理の貢献度が大きく、文字と音の対応関係を用いた sub-word レベルでの読み処理の貢献度が小さいかどうかを検討するために行った解析を紹介する。

1. 研究紹介①(橋本幸成)

語彙性判断課題 (lexical decision task: LDT) は、提示された文字列が実在する単語であるか実在しない単語(非語)であるか、可能な限り速く正確に判定する課題である。LDT で用いられる非語刺激は、音読すると実在語になる同音擬似語(例: 説営)と、音読しても無意味な非語である非同音非語(例: 評営)に分ける方法がある。LDT は文字単語認知の研究では広く用いられており、失語症者の言語機能の評価方法としても活用されている。

われわれは、同音擬似語を含む LDT を作成して、臨床応用に向けて研究を進めている¹⁾。作成したのは漢字の LDT であり、英語圏の先行研究と同様に、実在語における頻度効果や一貫性効果、非語の同音擬似語効果や形態類似性効果などの単語属性効果が観察されるのか検証した。発表当時は、各種単語属性の効果を検証するにあたり、分散分析(被験者分析および項目分析)を用いていた。本チュートリアルでは、同じデータを用いて、混合効果モデルを用いた場合との比較を試みる。

対象者は、健常者 27 名、失語症者 18 名であった。LDT の刺激として、漢字二字の実在語 96 語、同音擬似語 64 語、非同音非語 64 語の合計 224 語を用いた。刺激の提示や反応の採取には実験ソフト DMDX を用いた。単語属性として、実在語では頻度、一貫性値、心像性、非語

では同音性、パスワード頻度、パスワードとの形態類似性を条件設定した。混合効果モデルの実施にあたっては、比較的操作简单と思われる統計ソフトの EZR²⁾と Jamovi³⁾を用いた。統計解析は主に EZR にて実施し、Jamovi は解析結果の確認と作図のため使用した。健常者のデータについては反応時間、失語症者のデータについては正確性を応答変数とし、各単語属性を説明変数として解析を行った。発表では、LDT の反応時間や正確性に対する各単語属性の効果や交互作用に関して、分散分析と混合効果モデルの結果を比較した上で検討する。

<文献>

- 1) 橋本幸成, 宇野彰, 三盃亜美. (2018). 同音擬似語を用いた語彙性判断による文字列レキシコンの評価: 失語症臨床への応用に向けて. 言語聴覚研究 15(4), 321-331.
- 2) Kanda, Y. (2013). Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone marrow transplantation, 48(3), 452-458.
- 3) Şahin, M., & Aybek, E. (2019). Jamovi: an easy to use statistical software for the social scientists. International Journal of Assessment Tools in Education, 6(4), 670-692.

2. 研究紹介②(上間清司)

近年、日本語話者の音韻失読例における非同音非語(以下、非語)の音読課題には、仮名と漢

字双方の非語刺激が用いられている。仮名非語では、実在語の文字を別の文字に置き換えた非語(以下、置換非語)、実在語の文字順序を入れ替えた非語(以下、転置非語)、文字をランダムに組み合わせた非語(以下、ランダム非語)の非語タイプによって音読成績に差がある音韻失読例が報告されている¹⁾。漢字非語では、頻度×一貫性が操作された漢字非語リスト²⁾において、読みの一貫性効果が観察された音韻失読例³⁾が報告されている。これらは、非語刺激の文字列属性が音読正確性に影響する可能性を示すが、単一症例報告であり日本語話者の音韻失読例一般に観察されるかどうかは明らかにされていない。また、実験参加者の音韻能力などの言語・認知的要因も非語の音読正確性に影響すると考えられる。さらに、測定できない実験参加者のばらつき(個人差)や実験項目(刺激)のばらつきの影響が存在する可能性がある。

本チュートリアルでは、非語の音読正確性における文字列属性と言語・認知的要因の影響を検討することを目的に、仮名非語と漢字非語それぞれについて、ロジスティック混合回帰分析を試みた結果を紹介する。解析には、R(ver4.2.1)とRStudio(2022.07.2)を使用した。使用したデータは、音韻失読16例の音読課題、音韻操作課題、1文字の音読課題、語彙判断課題、呼称課題の成績である。仮名非語は、置換非語、転置非語、ランダム非語であり、3種の非語はバイモータ頻度が均一化されている。また、置換非語と転置非語はベースワード親密度が均一化されている。漢字非語は、漢字頻度と読みの一貫性を操作した刺激である。漢字の1文字音読とは、通常1文字で語として使用されない漢字1文字の音読である。発表では、lme4のlmer関数を用いた解析、モデル選択、VIF出力について紹介しながら結果の一部を示す予定である。

<文献>

- 1) Sasanuma et al. (1996). Phonological alexia in Japanese: A case study. *Cognitive Neuropsychology*, 823-848.
- 2) Fushimi et al. (1999). Consistency, frequency, and lexicality effects in naming Japanese Kanji. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 382-407.
- 3) 上間清司. (2018). 音韻失読1例における漢字非同音非語の音読障害の障害構造に関する検討. *音声言語医学* 59, 237-244.

3. 研究紹介③(三盃亜美)

漢字の読みが困難な発達性ディスレクシアのある児童では、漢字の読み特徴として、定型発達児に比べて、①より大きな心像性効果を示す、②無

反応や語性錯読(例:工場→工事)が多い一方、③LARCエラーが少ない(例:半年→はんねん)と報告されている¹⁾。この特徴に基づき、発達性ディスレクシア例では、文字と音の対応関係を十分に習得できていないために、意味処理に頼った読み処理を行っているのではないかと考えられている。また、発達性ディスレクシア例を含む漢字の読み困難児を対象にした先行研究では^{2,3)}、漢字音読の正確性における一貫性効果について矛盾した結果が得られており、文字レベルでの読み処理(sub-wordレベルでの処理)に関して見解が一致していない。これらの先行研究では、刺激語が少ない、心像性に関して子どもの評定値を用いていないなど、方法論上の課題もあった。そこで、Sambai et al.⁴⁾では、先行研究の問題点を解決し、漢字の読み成績が低い児童ほど、意味情報を用いた読み処理の貢献度が大きく、文字と音の対応関係を用いたsub-wordレベルでの読み処理の貢献度が小さいのかを再検討した。

本チュートリアルでは、Sambai et al. (2023)が行った解析について紹介する。具体的には、漢字音読の正誤と各種読み誤り(無反応、語性錯読、LARCエラー)の出現に対して、漢字の読み成績と各種単語属性効果(頻度、心像性、一貫性)との交互作用を検討した解析結果を示す。

<文献>

- 1) 明石ら(2013) 発達性読み書き障害児における漢字単語音読の特徴・小学生の読み書きスクリーニング検査(STRAW)を用いて. *音声言語医学* 54, 1-7.
- 2) 土方ら(2011) 小学4年生の漢字単語読解力と音読力, 単語の聴覚的理解力に対する単語属性の影響・児童による評定値を用いて. *音声言語医学* 52, 225-232.
- 3) 熊澤ら(2011) ひらがな文の読み障害をともなうLD児における漢字単語の読みの特徴・漢字単語の属性効果に基づく検討. *特殊教育学研究* 49, 117-126.
- 4) Sambai et al. (2023) Contributions of processes using semantic information and character-to-sound correspondences to kanji word-reading performance in Japanese primary school children. *Journal of Research in Reading*, in press.

第1日目 (2023年3月18日)

第1群

- 1-1 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
○ 近藤 公久, 伊集院 睦雄, 浅川 伸一
- 1-2 言い誤り生成モデル
— 転移学習, 微調整, 三項損失を用いれば健常者の言い誤りは模倣できるか —
○ 大門 正太郎, 寺尾 康, 上間 清司, 浅川 伸一, 吉原 将大, 橋本 幸成, 高倉 祐樹,
立場 文音
- 1-3 失語症患者発話を対象とした音声認識および音声基本特徴の解析システムの開発
○ 板口 典弘, 北原 正道, 大門 正太郎

第2群

- 2-1 ASD の言語習得におけるメディアの影響
— 津軽・アイスランド・チュニジアでみられる現象とその解釈 —
○ 松本 敏治
- 2-2 漢字単語の音読が非意味的語彙ルートに依存していると考えられた音韻失読例
○ 唐澤 健太, 橋本 幸成, 上間 清司, 春原 則子
- 2-3 左脳梗塞により把持動作の障害を呈した症例
— 非道具, 疑似道具での検討 —
○ 梅田 実穂, 高木 早希, 大門 正太郎, 安藤 瑠称, 板口 典弘
- 2-4 脳波・事象関連電位を用いた脳機能解析の方向性について
○ 諏訪園 秀吾

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

○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。本発表では、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する。また、非語の読みや読み誤りの傾向分析から、AI が学習した読みの過程を考察する。

Key words: Encoder-Decoder モデル、単語認知モデル、単語頻度効果、読みの一貫性効果

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。また、シミュレーションも多く行われ、さまざまな症例を説明できることも示されてきた。

近年、深層学習モデルの発展によりニューラルネットによるシミュレーションモデル構築が容易になっているが、AI の新しい仕組みを用いたモデルによる人間の言語処理過程の検討はこれからの課題であると考えられる。そこで、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する。

2. モデル

Encoder-Decoder アーキテクチャ[1]は、seq2seq とも呼ばれる。これが従来のニューラルネット(図 1 上)と大きく異なるのは、encoder 側の最終時刻の中間層状態が、decoder 側の中間層状態の初期値となり(図 1 下)、encoder 側と decoder 側は独立に構築可能である点である。

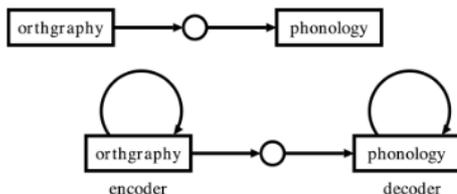


図 1 従来の 3 層 NN(上)と seq2seq(下)

例えば、翻訳へ適用する場合には、encoder 側で A 言語、decoder 側で B 言語の学習モデルを構築すればよいとされる。本研究では、この Encoder-Decoder の枠組みを用いて単語の読みの過程をモデル化する。

提案モデルを図 2 に示す。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[3]を用いた [$\alpha = 0.0001$, $\beta = (0.9, 0.999)$]。

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[2]の上位 3 万語であった。これら 3 万語に含まれる文字の異なり数は 2,375 文字であった。訓練用の 3 万語(30K)のうちの頻度上位 1 万語のみ(10K)、2 万語のみ(20K)として訓練した場合と比較するために別途訓練済みモデルを構築した。ただし、検証実験のために用いる後述の Fushimi ら[4]の刺激語 120 語は除いた。

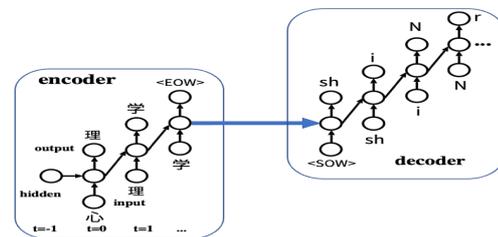


図 2 提案モデル
(SOW は単語開始, EOW は単語の終わりを表す)

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。

連絡先：近藤 公久 工学院大学情報学部情報デザイン学科
 〒192-0015 八王子市中野町2665-1 (02-606) e-mail: tkondo@cc.kogakuin.ac.jp

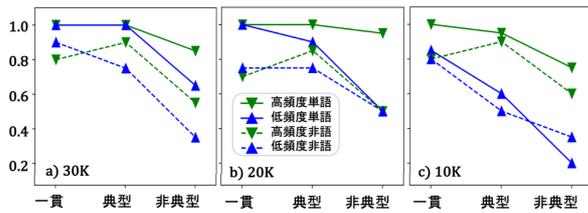


図3 モデルの出力の正答率

(非語に対しては、典型は偏向、非典型はあいまいと読替え)

3.1 モデルと Fushimi1999 の正答率の比較

図3に提案モデルに対して Fusimi ら(1999)(以後 Fushimi1999と呼ぶ)の刺激語(出現頻度:高/低、一貫性:一貫/典型/非典型、各20語)で検証した結果を示す。

単語に対する提案モデルの正答率は、30K では、一貫語、典型語とも100%であった。しかし、非典型語では正答率が下がり、低頻度語の方が下がり方が大きい。さらに、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る。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、読み誤りの多くが Legitimate Alternative Reading of Components error (LARC エラー)に属するものであった。

非語に対する提案モデルの正答率(漢字に対応した可能な読み方)は一貫非語と偏向非語で80~90%程度と高かったが、あいまい非語では高頻度文字で50%程度、低頻度文字では30%程度と低かった。モデルの成績は人間の成績(非語120刺激で88%)より悪いが、誤読傾向は類似していた。さらに、本モデルの非語読みの正答率は、同じ Fushimi1999 をシミュレートした Ijuin ら [5]における正答率(7.5%)よりはるかに高い。

3.2 モデルと Fushimi1999 の反応時間の比較

最終層の平均エントロピーを条件別に図4にプロットした。図4からわかるとおり、単語に対しては、30K では出現頻度条件間に差はなく、非典型語でエントロピーが上がる傾向がみられる。

一方、非語に対しては、一貫非語、偏向非語、あいまい非語の順にエントロピーは高くなる傾向がみられ、特にあいまい非語では低頻度でその傾向が顕著であった。この結果は Fushimi 1999 と類似する。

4. 考察とまとめ

訓練時には Fushimi1999 の単語刺激を用いてないため、モデルへの入力という意味では、検証に用いた Fushimi1999 の単語と非語は条件は同じである。しかし、結果は単語と非語に対する正答率、エントロピーともに語彙性効果が明確に現れた。また、訓練時に単語頻度を情報として与えていないにも関わらず、単語頻度効果が示された。

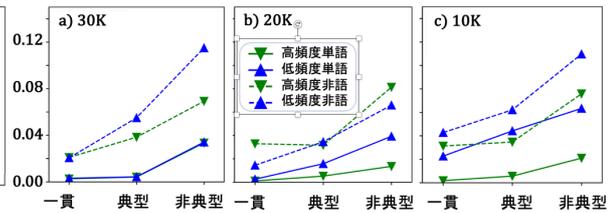


図4 モデルの最終層平均エントロピー

これらの結果から、Encoder-Decoder で語の構成要素としての文字(ここでは主に漢字)の頻度、音韻列の部分列との対応関係が有限な共有中間層によって獲得され、汎化能力も高いモデルとなっていると考える。

文字数が限定されていない今回のモデルでは、Encoder 側で、単語の長さや文字の単語中での位置が学習され、この情報が中間層で共有されることで、Decoder 側で、読み音韻列との関係、つまりは、一貫性、および、上述の頻度と一貫性との交互作用についても学習していると考えられる。

これらは、Encoder-Decoder の枠組みを適用した利点であると考えられる。トライアングルモデルと対照させれば、Encoder が Orthography としての単語の表象を学習して表現しており、Decoder は Phonology としての単語の表象を学習して表現している。これらの関係を中間層を共有することで、全体として読みの過程を学習し表現していると考えれば、Orthography を入力表現そのもの、Phonology を出力表現そのものとして設計し、その間のパターンマッチングを中間層で対応させた既存の NN モデルとは一線を画すモデルであると言える。今後は、Semantics も加えて、新たなトライアングルモデルとして発展させ、意味類似性、心像性効果も含めた、計算モデルによる語彙表象の深い議論が可能なモデルとして提案する予定である。

<文献>

- 1) Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014) Sequence to Sequence Learning with Neural Networks, arXiv:1409.215.
- 2) 天野 成昭, 近藤 公久 (1999) 日本語の語彙特性: 単語頻度, 三省堂.
- 3) Kingma, D. & Jimmy, B. (2015) Adam: a method for stochastic optimization, 3rd Intl. Conference for Learning Representations (ICLR 2015).
- 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) Ijuin M., Fushimi T., Patterson K., & Tatsumi I. (1999). A connectionist approach to Japanese Kanji word naming. Psychologia - An International Journal of Psychology in the Orient -, 42, 267-280.

言い誤り生成モデル

— 転移学習, 微調整, 三項損失を用いれば健常者の言い誤りは模倣できるか —

○大門 正太郎¹, 寺尾 康², 上間 清司³, 浅川 伸一⁴, 吉原 将大⁵,
橋本 幸成⁶, 高倉 祐樹⁷, 立場 文音⁸

¹クラーク病院, ²静岡県立大学, ³武蔵野大学, ⁴東京女子大学, ⁵東北大学,
⁶目白大学, ⁷北海道大学, ⁸熊本総合病院

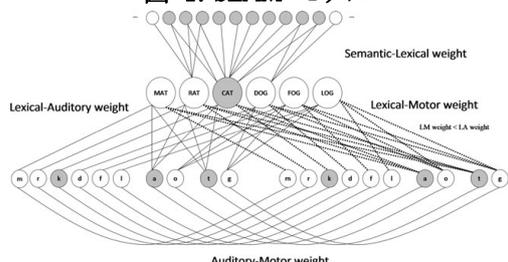
(要旨) 機械学習の技法を援用することで, 健常者の言い誤りを模倣するためのモデルを提案する。従来の健常者と失語症者の言い誤り研究には, 乖離が存在する。そこで, 同一のモデルに基づいて健常者と失語症者の言い誤りを模倣することを目指した。具体的には, SLAM モデルを符号化-復号化モデルとして部分的に実装し直したモデルを用いた。本研究の成果は, 機械学習と神経心理学, 実験心理学との相互交流を活発化させる効果が期待できる。

Key words: Speech error production, SLAM, 符号化-復号化モデル, 注意機構

1. はじめに

発話モデルは, 言語心理学 (Levelt, 1981) と神経心理学 (Wernicke, 1865/1869) の知見に基づいて提案されてきた。その実装については, 工学モデルを参照しつつ, ニューラルネットワークに基づくモデルが提案されている。加えて, 生理学に立脚したDIVA (Guenther, 1994) と制御工学に端緒を持つ運動制御 (Kalman, 1960) が提案され, 精緻化されてきた経緯がある (Walker & Hickok, 2016 の SLAM モデル: 図 1)。

図 1. SLAM モデル



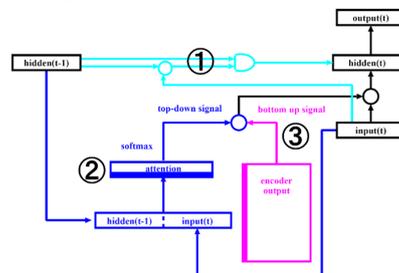
発話モデルがシミュレーションする行動データのひとつに, 言い誤りが挙げられる。言語心理学的な立場からは健常者の言い誤りが挙げられ, 言語聴覚療法の領域では, 失語症者の音韻性錯語などが挙げられる。しかし, 両者の言い誤りについては, 乖離が生じていると思われる。すなわち, 健常者で扱われる言い誤りは, (前後の文脈を含む) 自然な発話が対象とされているのに対して, 失語症者で扱われる言い誤りは, 失語症検査における単語レベルの誤りであるという点である。つまり, 両者の言い誤りを同一の発話モデルで言語処理過程を考えることは多いものの, 発話意図の観点からは起源が異なっている可能性がある。

こうした乖離を解消し, 同一モデルで健常者と失語症者の言い誤りの両者を扱うための試みとし

て, 工学的な視点を取り入れるというアプローチがある。工学的視点から見れば, 言い誤りとは, 発話意図の実現に対して, 前向き予測とフィードバック機構とを組み込みつつ生成するモデルと定式化できる。そこで我々は, この観点に基づき, 昨年末以来注目されている chatGPT でも取り入れられた注意機構を組み込んだ符号化-復号化モデルを用いて, 言い誤り生成モデルを試作した。

提案モデル (図 2) は, SLAM モデルの LAM 部分を符号化器-復号化器モデルで実装し, さらに以下 3 つの要因を実装した。①はリカレント結合に対してゲート機構を用いた GRU モデルであり, 聴覚表象と運動表象のインターフェイス (SLAM モデルにおける AM 部: シルビウス裂後部機能) と仮定した。一方, ②はトップダウンの注意機構であり言語性短期記憶 (弓状束機能) と仮定した。また, ③はボトムアップの注意機構であり発話意図 (前頭葉機能) と仮定した。

図 2. 提案モデル。①はゲートを表す。②はトップダウン, ③はボトムアップの注意機構を表す。



本研究では, SLAM モデルの LAM (i.e., lexical, auditory, motor) 部分を符号化器-復号化器モデルで実装し, 実在する日本語単語の読みを提案モデルに学習させた後に, 実際に発せられた言い誤り例を用いて転移学習 (transfer

learning) と微調整 (fine-tuning) を行うことで言い誤り生成モデルのパラメータ調整をし、健常者と失語症者の言い誤りの生成因を探ることを試みた。

転移学習・微調整: 機械学習分野では、パラメータの一部を固定し、別領域のデータをもちいて再学習させることを転移学習、全パラメータを固定せずに再学習させることを微調整と呼ぶことがある。

3. シミュレーション実験

健常者の言い誤り: 寺尾¹⁾²⁾が健常者の自然発話から主に書き取り方式で収集した3200例の言い誤りデータベースから、音韻的交換型の誤り143項を選択して、学習モデルを言い誤り120語に微調整した。そして、未学習23語のサンプルで同じ言い誤りになるかを検証した。

健常者の言い誤り分類: 言い誤りは「健常者が行った故意にではない、発話の意図からの逸脱」と概略的に定義される。あらゆる言語学的レベルで様々なタイプの言い誤りが生じるが、大きくは、誤りを引き起こしたソースが近くに観察されない非文脈型と、ソースが観察される文脈型の2種類に分けることができる。本論で扱う音韻的交換型の誤りは、誤りとソースが同定しやすい文脈型の誤りといえる。

音韻的交換型の誤り: このタイプの言い誤りは比較的規則を守って生じる。単純語の中で起こる場合は、語の真ん中あたりの、隣接する同じ母音を持つ、類似性の高い子音同士が交換される。例えば、「いどろり(いろどり)」、「マスバット(バスマット)」である。また、複合語の場合は、構成要素の対応する位置にある要素が交換される。上記例なら「バス」の先頭の音節にある要素と「マット」の先頭の音節にある要素が交換される。同じ母音を持っている子音が転置しやすい。

失語症者の言い誤り: 伝導失語の1名に実施したSALA失語症検査の復唱データから音韻性錯語64語を健常者データと同じ手続きで微調整した。

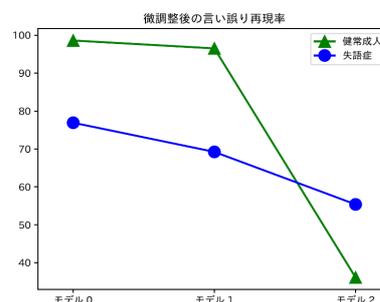
音韻性錯語: このタイプの錯語は、刺激語に対して非語として言い誤る場合であり、誤りの種類としては、置き換え、転置、付加、省略、に分類される。表出モダリティによらずに出現する特徴があることから、その言語処理背景として、語彙が回収された後の音韻情報の選択や配列過程の障害であることが想定されている。伝導失語の発話特徴として挙げられる。

4. 結果

図3に結果を示す。一旦、通常の単語の発話を

学習したモデルに対して、提案モデルにおいて図2の①部分と②部分の両者とも微調整対象(モデル0)にしてみると、言い誤りの再現率は143/144(99.3%)であった。また、モデルの①部分のみ微調整を行い、②部分を固定した場合(モデル1)は、再現率139/144(96.5%)であった。一方、①部分を固定した場合(モデル2)は、再現率52/144(36.1%)に低下した。失語症者の音韻性錯語では、モデル0で再現率は50/65(76.9%)であった。また、モデル1では再現率45/65(69.2%)、モデル2では36/65(55.3%)であった。

図3. 微調整後の言い誤り再現率



5. 考察

今回、SLAMモデルのLAM部分を符号化器-復号化器モデルで実装し、かつ、系列制御に注意機構を導入することで、聴覚表象と運動表象とのインターフェイスの役割を明確化したモデルに日本語実在単語の復唱を学習させた。一旦学習が成立したモデルに対して、実際の言い誤り事例を微調整・転移学習させた。転移学習の条件によって、提案モデルの①部分すなわち、音韻表象(SLAMではA)から音響運動信号(SALMではM)を生成する部分に対する再学習によって、言い誤りや音韻性錯語のほとんどを再現できた。このことから、健常者でも失語症者でも音韻に関する誤りについては、音韻表象と運動表象との逐次変換におけるパラメータに何らかの不具合が生じることで言い間違いを説明できる可能性が示唆される。

提案モデルでは、従来の発話モデルと異なり、事前学習により構築された健常モデルに対して、微調整によって健常者と失語症者との両者の相違をパラメータの変化として量的に記述しうることが、利点であると考えている。

<文献>

- 1) 寺尾康(2002)『言い間違いはどのように起こる?』, 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1号, 74-84。

失語症患者発話を対象とした音声認識および 音声基本特徴の解析システムの開発

○板口 典弘¹ (いたぐち よしひろ), 北原 正道², 大門 正太郎³

¹慶應義塾大学文学部, ²静岡大学総合科学技術研究科,

³クラーク病院リハビリテーション部

(要旨) 言語臨床の場において、患者の発話の記録・書き起こし・解析作業に割かれる時間的コストは大きい。我々は、このような日常的に生じる作業負担を軽減するための音声認識および音声基本特徴の解析システムを開発中である。発表では、システムによる単語書き起こし、発話タイミング、発話時間長、ピッチ推定等の予備的な結果について報告する。

Key words: 発語障害, 音声認識, 音声解析, タイミング解析, ピッチ推定

1. はじめに

言語臨床の場において、患者の発話の記録・書き起こし・解析作業に割かれる時間的コストは大きい。近年のめざましい技術発展により音声認識精度は上昇しているものの、その多くは健常音声の認識精度向上を目指している。そのため、失語症をはじめとする患者音声の発話・発語のエラーも、“正しい単語”に変換されて記録されてしまうなど、臨床評価および研究目的に使用するには気をつけるべき点が多い。本研究では、そのような状況に対して、発話・発語のエラーを“そのまま”記録できるシステムの開発を目指した。さらに、人的作業では面倒あるいは困難な解析をより手軽に行えるように、発話タイミング、音素長、ピッチを推定する機能も試験的に実装した。

2. 方法

2.1 学習アーキテクチャ

音声認識システムを構築するための深層学習アーキテクチャとして双方向 Long short-term memory (LSTM)を用いた。双方向 LSTM は音声のような時系列データについて、前後の時間情報を考慮した学習ができるため、近年の音声認識研究でよく利用される。損失関数として、Connectionist Temporal Classification (CTC) (Graves et al., 2006)を用いた。CTC は、音声と音素の時間的対応を無視したラベリングを可能とし、手書き文字の認識や音声認識システムの構築に特に有効である。

2.2 システム訓練

訓練データとして、若年健常者 11 名 (うち男性 9 名, 女性 3 名) による動物名 300 語および、3~5

モーラからなる非単語 300 語を読み上げた録音データ (計 11,000 単語), 高齢健常者 7 名 (男性 4 名, 女性 3 名) による言語流暢性課題の録音データ (計 404 単語) を用い、汎用モデルを構築した。

2.3 ファインチューニング

本システムは辞書を用いないシステムであるため、音声の推定精度は必然的に低くなる。また、本モデルの目的は患者音声のできるだけ正確な推定である。このような事情から、応用的な観点を考慮して、推定対象となる発話者のデータの一部を用いて、汎用モデルに対してファインチューニングをおこなった。本発表で紹介する実験結果は、最終的には異なるモデルで推定した結果を含んでいる。

2.4 推定精度評価

本音声認識システムの評価指標としてラベル認識誤り率 (LER, Graves et al. 2006) を算出した。LER は一表記単位当たりの推定結果と正解の間の“編集距離”の単語平均値である。編集距離とは、置換、削除、挿入の三操作で文字列 A から文字列 B に変換する際の手順の数である。編集距離が 0 であれば推定結果と正解が一致していることを示す。そのため、LER が低いほど推定精度が高いことを意味する。

また、提案システムの単語推定精度は完全ではない。そのため、どのような推定が出力されたのかをより全体的に把握するための視覚化もおこなった。

2.4 発話タイミング推定

音声認識システムの推定結果の出力を利用し、簡易的な発話タイミングの推定を行った。発話タイミング推定の評価には発話を分割していない、60秒の言語流暢性課題音声を用いた。推定精度の評価のために、手作業にて発話タイミングの特定をおこなった。

2.4 発話時間長・音量推定

音声認識システムの推定結果の出力を利用し、簡易的な発話時間長の推定を行った。また、その発話の音量を振幅の最大値と積分値という二つの指標で評価した。

2.5 ピッチ推定

音声を適当な場所で区切り、ピッチ(f_0 成分)を推定した。さらに、その範囲における回帰直線を求め、ピッチの下がり方を定量化した。

3. 結果

3.1 推定精度評価

言語流暢性課題成績で低下の見られた脳血管疾患例 1 例(音韻性錯語・構音障害なし, 女性, 58 歳)の課題音声(79 語)を対象に発話単語推定をおこなった。このとき使用したモデル(ファインチューニング後)の LER は、患者訓練データに対しては 1.9%, 患者未訓練データに対しては 36.8%であった。ファインチューニングをしない状態での患者未訓練データに対する LER は 48.9%であった。

2.4 発話タイミング推定

言語流暢性課題で低下の見られた脳損傷例 2 名(音韻性錯語や構音障害なし)の課題音声を対象とした。患者 B(38 歳男性)の 5 試行分に対しては、開始タイミング誤差は平均-3ms ($SD = 7ms$), 終了タイミング誤差は平均-144ms ($SD = 35ms$)であった。LER は 19.2%であった。患者 C(79 歳男性)の 28 試行分に対しては、開始タイミング誤差は平均-21ms ($SD = 33ms$)であった。500ms 以上推定がずれたデータは外れ値として解析から除外した。これらはすべて「えー」、「うーん」といった音声を開始タイミングとして推定してしまったものであった。外れ値はそれぞれの患者に対して開始タイミングでは 3.1%, 8.8%存在した。

2.4 発話時間長・音量解析

構音障害を呈した症例 1 名の「北風と太陽」の読み上げ音声 25 語を対象に、音素長・推定をおこなった。LER は 39.67%であった言語聴覚士が「短く発音された」と判断された(短印象)モーラと、

“正確に発音された”と判断された(正確印象)モーラについて比較をおこなった。短印象子音の時間長は 28.5ms ($SD = 16.7ms$), 正確印象子音の時間長は 28.9ms ($SD = 18.9ms$)であった。短印象母音の時間長は 172.5ms ($SD = 68.9ms$), 正確印象母音の時間長は 160.0ms ($SD = 102.7ms$)であった。短印象母音の振幅最大値は 0.28 ($SD = 0.14$), 正確印象母音の振幅最大値は 0.34 ($SD = 0.16$)であった。短印象母音の振幅積分値は 157.87 ($SD = 81.38$), 正確印象母音の振幅積分値は 231.4 ($SD = 161.12$)であった。

2.5 ピッチ推定

外国語様アクセント症候群(FAS)を呈した症例(失構音あり, 音韻性錯語あり, 71 歳, 男性)の「北風と太陽」読み上げ音声を対象とし、音読訓練前後の評価指標変化を比較した。訓練前は回帰直線の傾きの平均値が-0.25 ($SD = 0.48$)と、フラットに近かった。訓練語は-1.66 ($SD = 1.57$)と右下がりになった。

4. 考察

本研究では、音声認識システムの構築およびその応用によって、失語症あるいは構音にかかわる障害のいくつかの音声特徴の定量化を試みた。その結果、まず音声認識精度については、比較的少数データに基づいた本システムにおいても、健常者音声を対象とした先行研究(Grave et al. 2006, LER = 31.5%)と大きく変わらない精度を達成することができた。次に、発話タイミング推定については、開始タイミングについてはかなり正確な推定が可能になったことが明らかとなった。さらに、構音障害を呈する患者に対する発話時間長の解析は、聴覚印象とは異なり、短印象音声に関しても発話時間は保たれていることがわかった。しかしながら同時に、短印象音声は音量が小さくなっていく傾向が明らかとなった。そのため、音声的には同様の時間間隔であるのにもかかわらず、ヒトの耳には、短く聞こえてしまっていることが示唆された。最後に、FAS 患者音声に対するピッチ推定では訓練前後において、大きくピッチ推移のパターンが変化することが明らかとなった。

<文献>

- 1) Graves, A., Fernández, S., Gomez, F., & Schmidhuber, J. (2006). Connectionist temporal classification. Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning, Pittsburgh, Pennsylvania, USA.

ASDの言語習得におけるメディアの影響

ー 津軽・アイスランド・チュニジアでみられる現象とその解釈 ー

松本 敏治 (まつもと としはる)

教育心理支援教室・研究所 ガジュマルつがる

(要旨) 日本・アイスランド・北アフリカの ASD に関わる人々の間には、ASD は「方言を話さない」「英語を好んで話す」「現代標準アラビア語を使用する」という印象が存在し、メディアの影響を指摘する意見がある。一方、言語研究者の一部にはメディアからの言語習得という解釈に反対意見が存在する。本発表では、アイスランド聞き取りと英語が主要言語であるとされる日本の ASD 幼児事例を報告し、この結果と言語発達の先行研究の結果を融合する解釈の道を探る。

Key words: ASD、言語習得、メディア言語、ダイグロシヤ

1. はじめに

日本の方言主流社会には ASD の方言使用は定型発達(TD)や知的障害に比較して少ないという印象が存在し(松本ら, 2011; 松本ら, 2014)、アイスランドの ASD コミュニティには若い ASD 児・者はアイスランド語よりも英語を好んで話すというコンセンサスがあり(Ralston, 2016)、チュニジア(北アフリカ)の実践家は、学齢前や学齢初期であるにも関わらずテレビ等でしか聞くことのない現代標準アラビア語(MSA)の顕著な習得を示す ASD の子どもたちに頻繁に出会う(Kissine et al., 2019)。これらの現象は何を意味するのか。

上記の現象の報告者は、ASD 児・者によるメディアからの言語習得の可能性を指摘しており、英語でのアニメや動画視聴を通じて英語を習得し初語が英語であったロシアの ASD 少年や、テレビ視聴を通じてドイツ語を習得したと考えられたブルガリアの ASD 少女の報告もある。

しかしながら、言語研究者からは「メディアからの言語習得」という解釈は、先行研究にもとづく「定説」「通説」に反するとして批判する声も多い。

本発表では、1)アイスランド ASD 当事者および母親への聞き取り、2)幼児期から英語が主要言語となった日本の ASD 幼児の事例を報告し、ASD 児・者におけるメディアからの言語習得の可能性について検討する。

2. アイスランド聞き取り

3.1 方法:

対象者: 調査対象者は、現在英語使用が優位であるとされた ASD 青年4名。うち2名はきょうだい。回答者は、当事者2名、母親2名。

質問内容: 1) ASD の英語使用選好の印象、2) 両親の母語、3) 初期言語、4) 英語使用開始年齢、

5) 英語使用のきっかけ・ソース、6) 学校での使用言語、7) 現在の英語使用の割合、8) 両親との会話の使用言語、9) 使い分け等について、半構造化の形式でインタビューを行った。

アイスランド在住日本人 O 氏を介し、アイスランド自閉症協会のメンバーへ調査依頼を行い当事者・母親に ZOOM を通してインタビューを実施した。当事者・母親に本研究目的発表に関する文書を提示し、研究協力承諾書の提出を得た。インタビューに際しても説明を行った。

3.2 結果

両親の母語は全員アイスランド語であり、対象者の初期言語はアイスランド語であった。英語使用開始年齢は、A は 8-9 歳、B は 3 歳、C は 7-8 歳、D は 14 歳であった。B・C・D では、You Tube・ディズニーアニメ・オンライン上のアメリカ映画の視聴を英語習得のきっかけとしている。A についても、発音からはメディアの影響が伺える(学校英語ではなくメディア米語)。また、英語を理解し使用する相手であれば基本的には英語で話す、祖父母とアイスランド語で話そうとするが単語が出てこず英語になる等、母語よりも英語使用の流暢さを示すという報告が全員でみられた。

3. 日本の英語使用優位事例

乳幼児期にインターナショナルスクールへ通い、1歳代で iPad のキーボードアプリのキーをアルファベット順に押しながら自発呼称するなどの遊びが見られ、外国語学習アプリに興味を持ち、文字・発音・スペルなどを自ら学習した。漢字・英語・スペイン語などの文字に強い興味を示した。2才で ASD の診断を受けている。

両親には本研究目的および発表に関する文書を提示し、研究協力承諾書の提出を得ている。

連絡先: 松本 敏治 〒036-0213 青森県平川市新屋町松下 35-19

Tel: 0172-57-5270 e-mail: gajumarutugaru@gmail.com

3.1 新版 K 式発達検査結果:4才6ヶ月時点

全領域 45, 姿勢・運動 67、認知・適応 49、言語・社会 39。

3.2 マッカーサー乳幼児言語発達質問紙(日本語版・英語版)結果:6才4ヶ月時点

語彙・文法発達プロフィールは、すべての領域で英語の言語発達が日本語を上回っていた(図1)。理解語彙も英語が日本語を上回った。

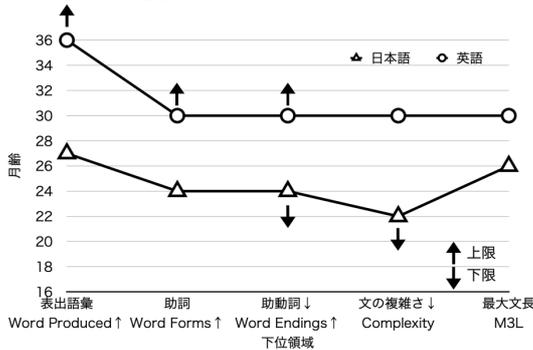


図1 語彙・文法発達年齢プロフィール

3.4 発話リスト

保護者から提出のあった【6歳までの発話リスト】によれば、3歳までに発した2語文以上の発話は、すべてが英語(例: jump on the muddy puddle)であり、ほとんどがインターナショナルスクールのレッスン課題か iPad・You Tube・DVD のコンテンツからの借用であった。この時期は独り言的な使用であったが、4歳からは日本語指導をきっかけに日本語が出現するようになり、(それ以前に獲得していた英語もふくめ)要求・提案などやり取りとしてことばを用いるようになった。

4. 考察

4.1 メディアの影響

日本の方言主流社会・アイスランド・北アフリカなど、自然言語とメディアの主要言語に乖離がある地域では ASD によるメディア言語の優勢な使用という共通の特徴が見られる。このことやロシア・ブルガリア・日本の事例は、ASD の人々によるメディアからの言語習得の可能性を示唆している。

4.2 言語発達と社会的相互作用

しかし、言語発達に関する基礎的実験的研究の多くは、言語習得において社会的相互作用 (social interaction) が重要であり、受動的なメディア視聴では言語習得がなされないことを示唆しており、上記の報告とは相容れないように見える。

互いに相手に注意を向けその動きや声に反応するという社会的相互作用の中で、子どもは、出来事とことばの結びつき(車:ブーブー)を繰り返し経験する。言語習得においては、このような「注意」「(出来事とことばの) 随伴性」「繰り返し」が重

要な因子となる。TD においては、人への注意や社会的手がかりへの選好が社会的相互作用を維持するキーとなるが、ASD においてはこれらが乏しく相互作用が維持されにくい。このため人とのやり取りを通じた言語習得は、社会的相互作用に困難を抱える ASD では難しくなる。

4.3 メディアへの興味と言語習得

しかし、見方を変えれば、「注意」「随伴性」「繰り返し」が成立するならば、相手が人でなくとも言語習得が行われる可能性が存在するともいえる。

アイスランドや日本の事例からは、ASD においても注意・興味・関心が言語習得に関わっているように見える。TD は人への注意・興味・関心をベースに人との自然なやり取りを通じて言語を習得していく。一方、ASD の中には、本人が興味・関心をもったメディア上のコンテンツを繰り返し視聴し、言語習得しているものがある。近年のメディアコンテンツの質・量の豊かさ(注意・興味・関心を引く対象の見つけ易さ)、デバイス操作の容易さ・応答性など子どもの繰り返し視聴を促進させる条件が整ってきている。結果、メディア視聴を通じた言語習得がなされるようになったと思われる。つまり、TD・ASD ともに「注意」「随伴性」「繰り返し」が言語習得のプロセスとして存在するものの、TD は人への注意を基盤に人との社会的相互作用を通じて、ASD は自らの興味関心を基盤にメディア・コンテンツの繰り返し視聴を通じて、言語習得をおこなっていると考えられる。

4.4 障害特性と社会システムとメディアの進化

上記のように TD と ASD で言語習得のあり方に違いが生じている可能性がある。そして、日本の方言主流社会・アイスランド・北アフリカは自然言語とメディア言語に乖離があり、いわば二言語使い分け状態(ダイグロシア)に近い。このような状況で、TD と ASD の習得/使用する言語が異なるという現象が生じている。つまり、この現象を理解するには、障害特性と社会の言語システムの相互関係という視点で見ることが必要である。また、多様な内容をもった(子どもの注意を引きやすい)コンテンツが、操作容易性・応答性を有するメディア機器で提供される近年の状況が、大きく関連しているであろう。

これらの現象については、障害特性、社会の言語システム、さらにメディア機器の進化の側面から検討する必要がある。

<参考資料>

松本敏治(2022)自閉症は津軽弁を話さない 海外編(第1回自閉症学超会議最優秀展示賞)



漢字単語の音読が非意味的語彙ルートに 依存していると考えられた音韻失読例

○唐澤 健太^{1, 2} (からさわ けんた), 橋本 幸成², 上間 清司³, 春原 則子²
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) 63歳、男性、右利き、左被殻出血にて失語症発症。音読課題では、非典型語を含む実在語は良好だが、非語では成績が低下し、語彙化錯読が観察された。音読において語彙性効果、同音擬似語効果を認め、逆唱等の音韻処理課題にも成績低下を認めた。以上より、音韻失読と判断した。また、読解を誤った非典型語の音読が可能であったことから、読みの二重経路モデルにおける非意味的語彙ルートに依存して音読していた可能性が示唆された。

Key words: 音韻失読, 二重経路モデル, 非意味的語彙ルート

1. 研究背景

音韻失読 phonological dyslexia は、非典型語に比し非同音非語の音読成績が低下し、非同音非語にて語彙化錯読を呈する失語性失読である。音韻失読は二重経路モデル(DRC モデル)¹⁾においては非語彙ルートの障害として説明されているが、実在語の音読処理過程を詳細に分析した報告は見あたらない。

本研究は、音韻失読例における実在語音読の情報処理過程を分析することを目的とする。

2. 症例

63歳、男性、右利き、高校卒。主訴は「うまく話せない」。右片麻痺と失語症状が出現し、脳出血にて入院。保存的加療後、第12病日に当院転院。意識清明。右片麻痺、表在/深部感覚は鈍麻であった。レーヴン色彩マトリックス検査は 31/36、Rey 複雑図形模写は 36/36、数唱は順唱 5 桁、逆唱 3 桁。中等度の失語症を認めたが、簡単な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 21/45 正答で低下を認めた。軽度の失構音を認めるが発話量は多く、文レベルの発話があり、統語構造は保たれていた。復唱は比較的良好、SLTA の音読成績は保たれていた。失語症語彙検査の名詞表出は 23/40 正答で意味性錯語を多く認めた。Pyramid and Palm Tree Test 日本版は 49/52 正答で保たれていたが、モーラ逆唱などの音韻処理課題では成績低下を認めた(逆唱 実在語 2/24、非語 9/24)。当院転院時の頭部CT画像では左被殻に高吸収域を認めた(図1)。

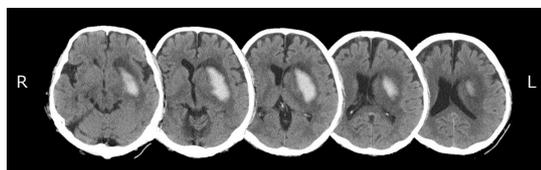


図1 第12病日の頭部CT画像

3. 方法

3.1 文字認知・読解

文字認知は SALA 失語症検査の VC11「漢字判断」を、語彙判断課題は VC12「語彙性判断(漢字)」と SCTAW の刺激文字を混同し、ランダムサイズして呈示した。読解課題は SCTAW の文字-指さし(読解)を用いた。

3.2 音読

Fushimiら²⁾の CFL120 および SCTAW を漢字刺激として、唐澤ら³⁾を仮名刺激として用いた。CFL120 の刺激は漢字二字の実在語・非語からなり、ともに構成文字の頻度および一貫性が統制されている。仮名刺激は 3~6 モーラの実在語(例: のろま)、同音擬似語(てらす)、非同音非語(みおぞち)で構成されている。

3.3 分析方法

各課題の正答数および音読の誤反応を分析した。SCTAW は語彙判断、読解、音読の課題間の成績差を Fisher の正確確立検定にて分析した。CFL120 の非語リストについては、刺激の典型読みの音韻列が、NTT データベースに掲載されており、音声単語親密度が 4.0 以上である刺激を同音擬似語(n=43)と定義し、その他の刺激を非同音非語(n=77)とした上で、各刺激間の成績を Fisher の正確確率検定で分析した。仮名音読については実在語、同音擬似語、非同音非語の成績を Fisher の正確確率検定にて分析した。

4. 結果

4.1 文字認知・理解

VC11 は 100% 正答であった。語彙判断は 95.8% 正答であった (VC12 115/120、SCTAW 43/45)。SCTAW 読解は 44.4% 正答であった。

4.2 音読

CFL120 は実在語が 94.2%、同音擬似語が 79.1%、非同音非語が 48.1% 正答であり、実在語および同音擬似語に比し非同音非語の成績が有意に低かった(図 2、それぞれ $p < .01$ 、 $p < .001$)。非語では語彙化錯読(作代→「さくし」)を認めた。

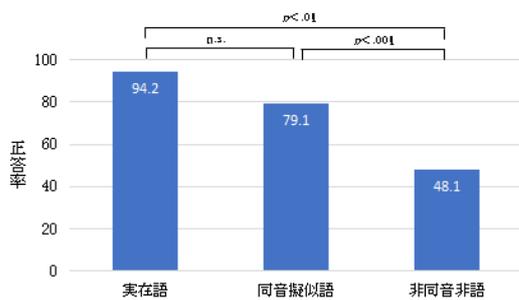


図 2 CFL120 刺激別成績

仮名刺激は実在語が 96.7%、同音擬似語が 80.8%、非同音非語が 46.7% 正答であり、実在語に比し同音擬似語および非同音非語が有意に低い成績であった(それぞれ $p < .01$ 、 $p < .001$)。また、同音擬似語に比し非同音非語の成績が有意に低かった($p < .001$)。非同音非語では語彙化錯読(ニミアス→「ニアミス」)を認めた。

SCTAW の音読は 97.8% 正答、課題別成績では、語彙性判断および音読に比し読解が有意に低かった(図 3、 $p < .001$)。

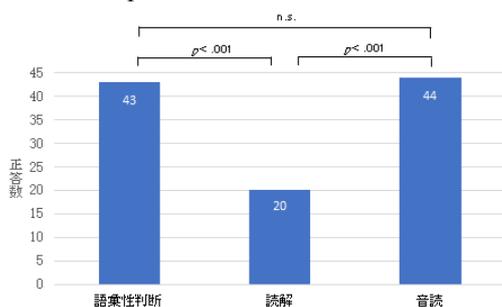


図 3 SCTAW 課題別成績

5. 考察

本例は音韻処理課題において成績の低下が認められた。音読課題において、漢字では非典型語に比し非同音非語の成績が、仮名では実在語に比し非同音非語の成績が有意に低下していた。漢字、仮名刺激ともに音読における語彙性効果、同音擬似語効果が認められ、非同音非語では語彙化錯読を多く認めた。以上より、本例は音

韻失読を呈していたと考える。

図 4 に示した DRC モデル¹⁾を用いて、本例の音読の障害機序を分析する。ROCFT や文字判断、語彙判断が良好であったことから、視覚特徴ユニット、文字ユニット、文字入力辞書に至る処理過程は保たれていたと考える。SCTAW 読解が成績低下を示していたことから、文字入力辞書から意味システムに至る処理過程、もしくは、意味システムそのものの障害が推定される。しかし、J-PPT の成績は保たれていたことから、意味システムの機能は保たれており、SCTAW 読解の成績低下は文字入力辞書から意味システムに至る処理過程の障害によると考えられる。さらに意味性錯語が主症状の呼称障害を有していたことから、意味システムから音韻出力辞書に至る処理過程の障害が仮定される。音読では漢字、仮名ともに非同音非語の成績が低下しており、非語彙ルートにおける文字-音韻変換システムの障害が推定される。

以上の障害機序に則り、本例の漢字音読の処理過程を考察すると、読解を誤った非典型語の音読が可能であったことから、本例は読みの二重経路モデルにおける非意味的語彙ルートに依存して音読していた可能性が示唆された。また、Hashimoto⁴⁾の報告と同様に、日本語話者の二重経路モデルにおける非意味的語彙ルートの実在性が示唆された。

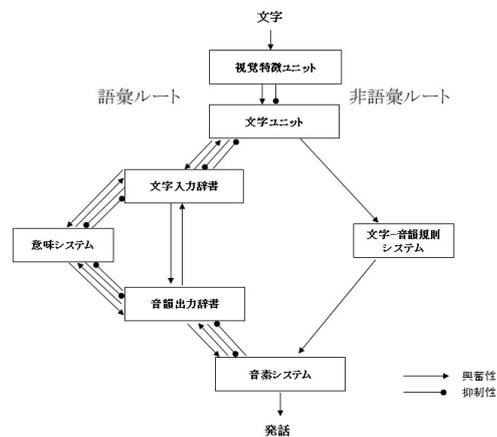


図 4 二重経路モデル¹⁾ (一部改変)

<文献>

- 1) Coltheart, M., et al. (2001): DRC. Psychol. Rev., 108(1): 204-256.
- 2) Fushimi et al. (1999). Consistency, frequency, and lexicality effects in naming Japanese Kanji. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 382-407.
- 3) 唐澤健太, 他(2015): 音韻失読例の訓練経過. 高次脳機能研究, 35: 242-249.
- 4) Hashimoto, K., et al. (2017): A patient with aphasia using the nonsemantic lexical route for Kanji reading. Neurocase, 23: 270-277.

左脳梗塞により把持動作の障害を呈した症例

— 非道具, 疑似道具での検討 —

○梅田 実穂¹(うめだ みほ), 高木 早希¹, 大門 正太郎², 安藤 瑠称³,
板口 典弘⁴

¹JA とりで総合医療センター, ²クラーク病院, ³静岡大学, ⁴慶應義塾大学

(要旨) 左脳梗塞により, 右手での道具把持の困難さを認める症例に対して End State Comfort (ESC) 課題を実施した。把持過程における視覚情報の影響を把握するため, 非道具に加えて疑似道具を用いて課題を実施した。また, 訓練として ESC 課題を 6 週間行ったところ, 把持動作における所要時間の短縮や逡巡の減少を認めた。ESC 課題を継続して実施することは把持動作における運動の選択・実行過程の改善に効果的であった可能性が考えられる。

Key words: 把持, 失行, End State Comfort, 把握の障害

1. はじめに

道具の把持および使用動作を単純化し, 運動計画機能を検討するために, ESC (End State Comfort) 課題を用いることが有用である (Osieurakら, 2008)。ESC 効果とは, 運動終了時の姿勢が無理のない姿勢となるように, 運動開始あるいは運動途中に敢えて多少無理な姿勢を取る現象である (Rosenbaum ら, 1990)。本研究では, 左脳梗塞により, 把持動作の障害を呈した症例に対して, ESC 課題を実施した。また, ESC 課題を 6 週間 (週 1 回) 行い, ESC 訓練前後での運動計画機能について考察した。

2. 症例

【症例】53歳の右利き男性で, 日常生活動作や家事は自立していた。

【主訴】右手での道具使用場面において, 「こっち(右手)が分からない」と訴える様子が観察された。

【現病歴】X年Y月, 急性心筋梗塞にて循環器内科入院中に脳梗塞を発症した。

【放射線学的所見】MRI では, 左中大脳動脈領域の広範に高信号域を認めた。

【神経学的所見】軽度右片麻痺, 皮質性感覚障害, 視覚性運動失調 (ataxie optique) あり。

【神経心理学的所見】ウェルニッケ失語, 口部顔面失行, パントマイム失行, 拙劣症あり。

3. 方法

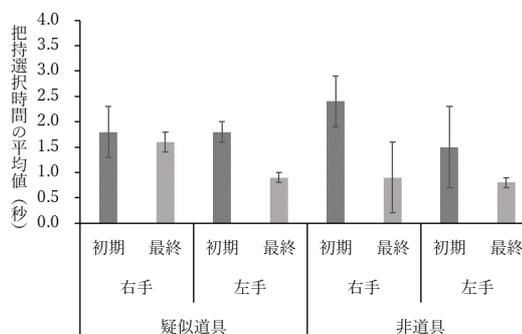
ESC 課題に用いられる対象は非道具 (筒) であるが, 把持動作に道具の視覚情報がどのように影響するのかを検討するため, 疑似道具 (金槌に似た形状の棒) を加えて実施した。また, 通常条件

での ESC 課題を 6 週間反復した (ESC 訓練)。ESC 訓練前後での成績変化を比較した。比較項目は, 把持までの時間を「把持選択時間」, 把持対象を把持するまでにためらう場面や遅延が認められた場合を「逡巡」, 把持後の時間を「対象操作時間」, 把持対象を把持してから指示された通りに立てられなかった場合を「誤反応」, 動作開始から終了までの時間を「把持運動所要時間」として算出した。

4. 結果

4.1 ESC訓練前・後の評価

把持選択時間について, 左右手共に, 訓練後で把持選択時間の短縮がみられた。把持対象の違いでは, 訓練前は, 非道具に比して, 疑似道具で把持選択時間の短縮がみられた。一方で訓練後は, 非道具と疑似道具で, 同程度となった。逡巡回数は, 左右手共に, 訓練後で回数は減少した。把持対象の違いでは, 非道具で逡巡回数が多かった。訓練後でも, 同様の傾向であった (図 1)。



連絡先: 梅田 実穂

〒302-0022 茨城県取手市本郷 2-1-1 JA とりで総合医療センター リハビリテーション部

Tel: 0297-74-5551

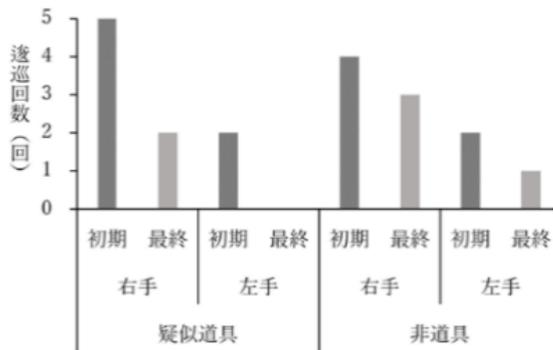


図 1. 把持選択時間と逡巡の回数

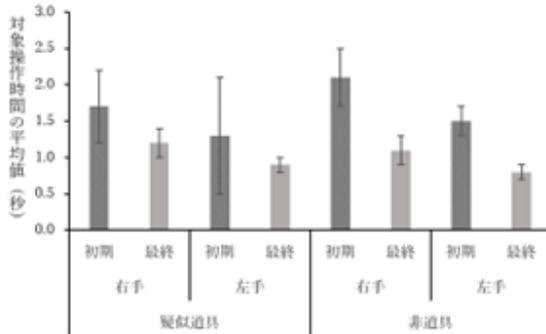


図 2. 対象操作時間と誤反応

対象操作時間は、訓練前では非道具よりも疑似道具で所要時間が短縮した。訓練後では非道具と疑似道具の両方で対象操作時間が短縮していた。誤反応は、訓練前後での変化はほぼみられなかった(図 2)。

4.2 ESC訓練

ESC 訓練では、訓練経過に伴い、右手で把持運動所要時間が短縮した(図 3)。

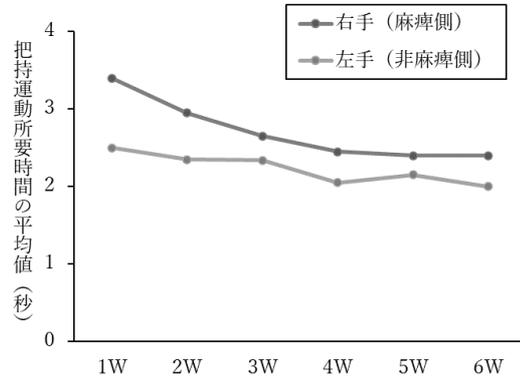


図 3. 把持運動所要時間.

5. 考察

ESC 訓練では右手で所要時間の短縮があり、運動計画機能の改善が考えられた。訓練前後の左右手の ESC 課題の成績を比較し、運動計画機能の観点から、麻痺手に対して、道具の視覚的特徴(形態的制約)が道具を把持するまでの視空間的な運動計画にどのように影響するのかを考察する。

<文献>

- 1)Osiurak F, Aubin G, Allain P et al: Different constraints on grip selection in brain-damaged patients on grip selection in brain-damaged patients: Object use versus object transport. *Neuropsychologia*, 46; 2431-2434, 2008
- 2)Rosenbaum DA, Marchak F, Barnes HJ et al: Constraints for action selection:Overhand versus underhand grips. In *Motor representation and control. Attention and performance*, ed by Jeannerod M, Erlbaum, Hilldale, 1990, pp.321-342

第2日目 (2023年3月19日)

第3群

- 3-1 漢字一文字の音読におけるモーラ数効果
○ 高瀬 裕佳, 高見 玄博, 伊集院 睦雄

- 3-2 漢字語の語彙処理における獲得年齢効果について
○ 宮口 真梨菜, 伊集院 睦雄

- 3-3 倒立提示された刺激に対する単語認知プロセスの検証
○ 吉原 将大, 薛 俊毅, 中山 真里子, 日野 泰志

漢字一文字の音読におけるモーラ数効果

○高瀬 裕佳(たかせ ゆか)¹, 高見 玄博², 伊集院 睦雄²

¹ 地方独立行政法人りんくう総合医療センター,

² 県立広島大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科

(要旨) 漢字の読みは文字によってモーラ数が異なる(e.g., 火 /hi/, 人 /hito/, 心 /kokoro/)という特徴を踏まえ, 漢字一文字のモーラ数(1~3)と刺激の難易度(易読・難読)を操作し, 即時音読課題と遅延音読課題を用いて, モーラ数の音読潜時への影響を検討した. その結果, 特に難読文字でモーラ数の増加に伴い, 音読潜時は延長した. 本研究より, 音読課題での音韻の活性化にモーラ数が影響する可能性が示唆された.

Key words: モーラ数効果, 音読潜時, 即時音読課題, 遅延音読課題

1. はじめに

英語圏の研究では, 文字列を音読する時, 文字数の増加に伴い, 音読潜時が延長する単語長効果が認められる(e.g., Weeks, 1997)¹. この効果は, 綴りと音との間の規則を用いて文字を音に変換する経時的処理が影響すると考えられており, 日本語の仮名でも認められている. しかし, 日本語の仮名は, 文字数とモーラ数が対応しており, 文字数が増加すると読みのモーラ数も増加するため(e.g., ひ:1モーラ, ひと:2モーラ, ころ:3モーラ), 単語長効果が文字数の効果なのか読みのモーラ数の効果なのか分からない. そもそも, 音読に読みのモーラ数は影響するのだろうか. ここで, 漢字の特徴を考える. 漢字は文字によってモーラ数が異なる(e.g., 火 /hi/, 人 /hito/, 心 /kokoro/). そのため, 文字数を統制して読みのモーラ数を操作することができる. そこで, 玉岡(2005)²は, 漢字一文字の音読課題を行い, 読みのモーラ数が音読にどのように影響するか検討した. その結果, モーラ数の影響は認められず, 文字単位で音が活性化している可能性が示唆された. 本研究では, 玉岡(2005)の刺激語を見直し, モーラ数に加えて文字の読みやすさを操作した刺激語を用いた音読課題を行い, モーラ数が音読潜時に影響するか再検討した.

2. 実験1

【方法】

被験者: 大学生 35 名(平均年齢 21.1±2.5 歳)

刺激: 単語出現頻度³と心像性⁴が高く, 習得学年が早い文字を用いた易読条件と, 単語出現頻度と心像性が低く, 習得学年が遅い文字を用いた難読条件を設定し, それぞれの条件で 1~

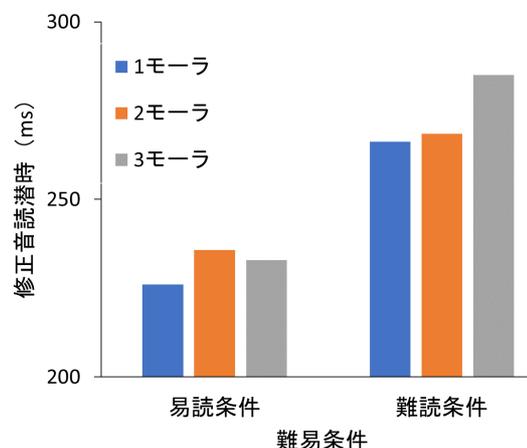


図1 実験1の各条件における修正音読潜時

3モーラ, 18文字ずつ計108文字を選択した. なお, 各文字は一文字で提示された際に通常訓読みされることをアンケートにて確認した.

手続き: 即時音読課題と遅延音読課題をこの順で実施した.

なお, 本研究は県立広島大学研究倫理委員会の承認を得て実施した.

【結果】

図1に, 難易条件とモーラ数条件の各条件での修正音読潜時を示す. 難易条件の主効果が実験参加者分析, 項目分析ともに認められ($p < .01$), 易読条件に比し難読条件で音読潜時が延長した.

モーラ数の主効果は, 実験参加者分析において, 有意傾向を示した($p = .05$). 多重比較の結果, 1モーラ条件と3モーラ条件の間で有意傾向($p = .06$)が認められ, 3モーラ条件が延長傾

向にあった。

また、実験参加者分析において、モーラ数条件と難易条件の交互作用に有意傾向を認め ($p=.075$)、単純主効果の分析では、モーラ数の主効果は、難読条件でのみに認められた ($p<.05$)。多重比較の結果、2モーラ条件と3モーラ条件の間で有意差が認められ ($p<.05$)、3モーラ条件で修正音読潜時が延長した。また、1モーラ条件と3モーラ条件の間では有意傾向を示し ($p<.08$)、3モーラが延長傾向であった。

3. 実験2

実験1では、1~3モーラ条件間で刺激の統制が十分に行えず、単語出現頻度は3モーラ条件に比し1モーラ条件で有意に高く ($p<.05$)、学年配当は1モーラ条件に比し3モーラ条件で有意に遅い傾向 ($p=.06$)のある刺激語を用いていた。そのため、モーラ数効果が十分に検出できなかった可能性がある。そこで、モーラ数条件を1モーラと3モーラの2条件に絞り、実験1の難読条件で使用した刺激語と同難易度の刺激語を用い、モーラ数効果について再検討した。

【方法】

被験者: 大学生 23 名 (19~22 歳)

刺激: 実験1の難読条件で使用した刺激語と同じ難易度の刺激語を1モーラ、3モーラの2条件で各条件20語ずつ選択した。

手続き: 実験1と同じ手続きとした。

【結果】

図2に各モーラ数条件での修正音読潜時の結果を示す。実験参加者分析、項目分析ともに有意差を認め、1モーラに比し3モーラで有意に修正音読潜時が延長した ($p<.01$)。

しかし、今回の刺激語は、文字音声単語親密度の統制が十分できず1モーラ条件より3モーラ条件で有意に高い刺激語を用いており、その結果、モーラ数の効果が出現した可能性がある。そこで、モーラ数、文字音声単語親密度、単語出現頻度、記事中文字頻度⁵⁾、文字単語心像性、学年配当の6変数を用いた重回帰分析を実施した。その結果、モーラ数のみが有意な予測変数となった ($p<.05$)。

4. 考察

今回、玉岡(2005)の実験で使用した刺激語を見直し、モーラ数効果について再検討した。その結果、文字数を統制したにも関わらず、モーラ数の増加に伴い、音読潜時が延長した。

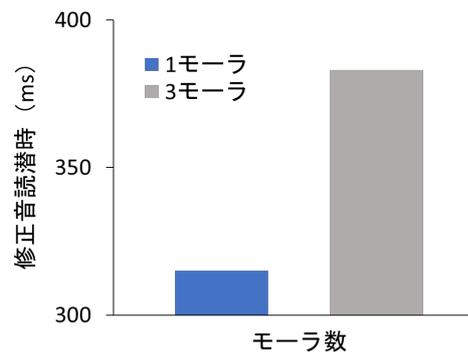


図2 実験2の各条件における修正音読潜時

従って、文字数の効果とは別にモーラ数効果が存在することが示唆された。その効果は、実験1の易読条件では認めなかったが、読むのが難しい刺激語を用いた実験2では有意に認めており、出現頻度や心像性、習得学年による影響を受けやすいことが分かる。出現頻度や心像性が高く、習得学年が早い文字では、文字に対応する音がまとまって活性化する(e.g., 心→/ko ko ro/)ため、読みのモーラ数による影響は生じにくいと考えられる。一方、出現頻度や心像性が低く、習得学年が遅い文字では、文字に対応する音の活性化が遅くなり、1モーラずつ音が活性化した(e.g., 心→/ko/ /ko/ /ro/)結果、モーラ数の効果が生じた可能性がある。

<謝辞>

本研究に携わっていただいた全ての皆様に深謝申し上げます。

<文献>

- Weeks BS: Differential effects of number of letters on word and nonword naming latency. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 50A(2), 439-456, 1997
- 玉岡賀津雄: 命名課題において漢字1字の書字と音韻の単位は一致するか. 認知科学, 12(2), 47-73, 2005
- 天野成昭, 近藤公久: NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第6巻 単語出現頻度, 三省堂, 東京, 1999
- 佐久間尚子, 伊集院睦雄, ほか: 日本語の語彙特性 第8巻 単語心像性, 三省堂, 2005
- 天野成昭, 近藤公久: NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性 第7巻 単語頻度, 三省堂, 東京, 2000
- 高瀬裕佳: 漢字一文字の音読におけるモーラ長効果. 2020年度県立広島大学修士論文, 2021
- 高見玄博: 漢字一文字におけるモーラ長効果. 2022年度県立広島大学卒業論文, 2023

漢字語の語彙処理における獲得年齢効果について

○宮口 真梨菜¹ (みやぐち まりな), 伊集院 睦雄²

¹ 県立広島大学総合学術研究科, ² 県立広島大学保健福祉学部

(要旨) 早期獲得語が後期獲得語よりも語彙処理の成績が良い現象を獲得年齢効果といい、文字と音の一貫性の程度に影響を受けると予測されている(Ellisら, 2000)。本研究で成人の日本語話者が対象の音読実験でも獲得年齢効果が出現するか、獲得年齢効果に一貫性の影響が認められるかを検討した結果、典型語よりも非典型語で獲得年齢効果が大きくなる傾向が認められ、Ellisらの予測が日本語においても当てはまることが示唆された。

Key words: 語彙属性, 獲得年齢効果, 一貫性効果, 音読, 語彙判断課題

1. はじめに

我々は日常生活の中で様々な言語情報を処理しており、その処理成績は当該語の語彙属性に影響される。獲得年齢は、その単語をどの年齢で獲得したかという語彙属性であり、人生の早い時期に獲得した単語が、遅い時期に獲得した単語よりも語彙処理の成績が良いという現象を獲得年齢効果という。この効果は様々な言語や語彙処理課題で確認されている。Ellisら¹⁾は、この効果の大きさが文字と読みの音の一貫性の程度に影響を受けると予測し、実際に英語の音読実験において、一貫性の高い規則語よりも一貫性の低い例外語で獲得年齢効果が大きいことが報告されている²⁾。

本邦では音読実験で、一貫性の高い仮名よりも一貫性の低い漢字で、獲得年齢効果が大きいという報告³⁾があり、Ellisら¹⁾の仮説を支持する結果となっている。さらに、漢字単語の一貫性の程度の違いによる影響を検討した研究も行われている。小児を対象とした音読実験では一貫性の程度が低い語で獲得年齢効果が大きく出現することが報告されている⁴⁾。一方、成人を対象とした音読実験では、獲得年齢効果の大きさに一貫性の影響は認められなかったという報告があり⁵⁾、獲得年齢効果の大きさに一貫性の程度が影響するというEllisらの仮説は、日本語の漢字を用いた実験では一定の見解は得られていない。

以上を踏まえて、本研究では成人の日本語話者を対象とした漢字単語の語彙処理で、獲得年齢効果の大きさに一貫性の影響があるかどうかを確認し、Ellisらの仮説を検証することを目的とした。実験1は音読課題、実験2は語彙判断課題を実施した。語彙判断課題は、遂行時に必ずしも音の情報を必要としないが、本課題でも獲得年齢効果に一貫性の影響が認められるのかどうかを確認し

た。

2. 実験1(音読課題)

2.1 方法

1) 実験参加者 日本人大学生 25名(女性22名、男性3名、平均年齢:21.3歳)。研究協力者はすべて日本語を母語とした。

2) 刺激材料 三盃ら⁴⁾の獲得年齢(低学年/高学年)と一貫性(典型/非典型)を操作し、親密度と心像性を統制した56単語。

3) 手続き パソコンのモニター上に提示された刺激語をできるだけ早く正確に音読する即時音読課題と、刺激語の提示後すぐには音読せず、合図後にできるだけ早く正確に当該語を発話する遅延音読課題を実施し、両課題の音読潜時の差である修正音読潜時を求めた。

2.2 結果

各条件における修正音読潜時の結果を図1に示す。各実験参加者の単語試行に対する反応潜時が平均から $\pm 2.5 \times$ 標準偏差の範囲外にある場合、および著しく成績が低かった刺激語(「昔年」)は分析から除外した。修正音読潜時について、獲得年齢(低学年/高学年)と一貫性(典型/非典型)を要因とする2元配置分散分析を実施した結果、獲得年齢および一貫性の主効果があり($F(1,21) = 20.12, p < .01$; $F(1,21) = 26.83, p < .01$)、高学年よりも低学年で習う語、および非典型語よりも典型語で有意に反応潜時が速かった。また、獲得年齢と一貫性の交互作用に有意傾向があり($F(1,21) = 3.55, p = .073$)、典型条件よりも非典型条件で獲得年齢効果が大きいという傾向が認められた。

2.3 考察

連絡先: 宮口 真梨菜 e-mail: m.miyaguchi2211@gmail.com

成人の場合でも、音読課題において典型語よりも非典型語で獲得年齢効果が大きくなる傾向が認められ、Ellisら¹⁾の予測が日本語において当てはまることが示唆された。

3. 実験2(語彙判断課題)

3.1 方法

1)実験参加者 日本人大学生22名(女性20名、男性1名、平均年齢:20.8歳)。研究協力者はすべて日本語を母語とした。

2)刺激材料 音読課題で用いた56単語に加えて、同リストの構成漢字をランダムに組み合わせて作成した2文字の非語56語の計112語。

3)手続き パソコンのモニター上に出現する刺激語が単語か非語かをできるだけ早く正確に判断させる語彙判断課題を実施した。

3.2 結果

各条件における反応潜時の結果を図2に示す。各実験参加者の単語試行に対する反応潜時が平均から±2.5×標準偏差の範囲外にある場合、および著しく成績が低かった刺激語(「望遠」「昔年」)は分析から除外した。獲得年齢(低学年/高学年)と一貫性(典型/非典型)を要因とする2元配置分散分析を実施した結果、獲得年齢および一貫性の主効果が認められ($F(1,20) = 12.42, p < .01$; $F(1,20) = 6.56, p < .05$)、高学年よりも低学年で習う語、および非典型語よりも典型語で有意に反応潜時が速かった。獲得年齢と一貫性の交互作用は認められず、典型条件と非典型条件で獲得年齢効果の大きさに差はなかった。

3.3 考察

日本語漢字を用いた語彙判断課題でも獲得年齢効果が認められた。また、必ずしも音の情報が必要としない語彙判断課題でも一貫性効果が認められ、文字を認識する初期の段階で単語を音の情報に変えている可能性が考えられた。

4. 総合考察

本研究では、漢字単語の音読及び語彙判断課題において獲得年齢効果が出現するかどうか、また獲得年齢効果の大きさに一貫性の影響があるのかについて検討した。音読課題の結果、獲得年齢効果と一貫性効果が出現し、さらに非典型条件で獲得年齢効果が大きいというEllisら¹⁾の仮説を支持する結果となった。語彙判断課題では、獲得年齢効果と一貫性効果は認められたが、獲得年齢と一貫性の交互作用は認められなかった。語彙判断課題でも文字を音の情報に変えている

ものの、音読課題ほど音韻情報を必要とせず、獲得年齢による違いを生じさせるほど一貫性の影響が強く現れなかった可能性が考えられる。

また、音読課題の修正音読潜時や語彙判断課題といった音声の表出を必要としない課題で獲得年齢効果が認められたことから、獲得年齢効果の出現には、音声の生成過程以前のプロセスが関与していると考えられた。

なお本実験の獲得年齢と一貫性の交互作用は有意傾向であったことを踏まえて、今後は実験参加者数を増やして再検討する必要がある。

<文献>

- 1) Ellis et al.: Age of acquisition effects in adult lexical processing reflect loss of plasticity in maturing system: J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn, 26: 1103-1123, 2000
- 2) Monaghan et al.: What exactly interacts with spelling-sound consistency in word naming? J Exp Psychol Learn Mem Cogn. 2002,28:183-206.
- 3) Havelka et al.: Age of acquisition in naming Japanese words: Visual Cogn. 2006,13: 981-991
- 4) 三益亜美, ほか: 小学校6年生の典型発達児群の漢字単語音読における配当学年, 一貫性, 親密度, 心像性の効果, 音声言語医学, 57, 287-293, 2016
- 5) 柴原直樹, ほか: 音読み漢字熟語の命名に及ぼす習得年齢の効果. 日本心理学会大会発表論文集, 78, 2014

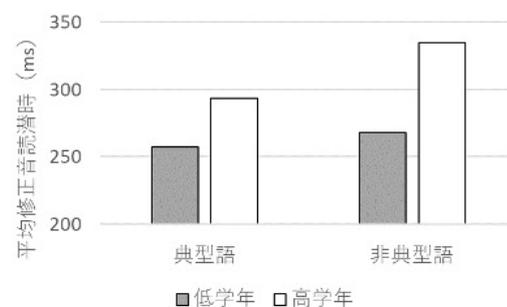


図1 音読課題の各条件における平均修正音読潜時

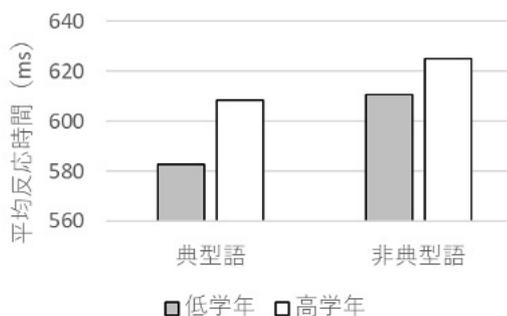


図2 語彙判断課題の各条件における平均反応時間

倒立提示された刺激に対する単語認知プロセスの検証

— 漢字二字熟語を用いた語彙判断課題による検討 —

○吉原 将大^{1,2} (よしはら まさひろ), 薛 俊毅³, 中山 真里子¹, 日野 泰志³

¹東北大学大学院国際文化研究科, ²日本学術振興会, ³早稲田大学

(要旨) 刺激の空間的配置が単語認知に及ぼす影響を検証するため、マスク下プライム刺激を倒立させた語彙判断課題を実施した。実験1の結果、漢字二字熟語をマスク下で倒立提示した場合にも、有意な反復プライミング効果が観察された。実験2では、マスク下反復プライミング効果の大きさは、正立刺激よりも倒立刺激の方が有意に小さかった。これらの実験結果は、倒立提示により刺激の空間的配置が変化しても語彙表象は活性化されるものの、正立提示した際に比べると活性化には時間がかかる(あるいは活性化が弱い)ことを示唆している。

Key words: 倒立提示, マスク下プライミング, 語彙判断課題, 漢字二字熟語

はじめに

一般に、提示刺激における空間的配置の変化は、視覚認知プロセスに影響すると考えられている。たとえば、倒立顔の認知が阻害されることは広く知られている¹⁾。同様に、単語刺激が倒立提示された場合にも、認知プロセスは阻害される²⁾。

ただし、マスク下プライミング手法による先行研究では、倒立提示された刺激に対しても有意なプライミング効果が報告されている^{3), 4)}。このことは、刺激の空間的配置が変化しても、語彙アクセスは瞬時に成立することを示唆している。

しかし、これらの先行研究はスペイン語や英語を対象としており、日本語や中国語など表記体系の異なる諸言語にも適用可能かは不明である。事実、近年の研究によれば、刺激の空間的配置に関する処理プロセスの性質は、英語などアルファベット言語と、中国語など表語文字言語との間で異なることが示唆されている⁵⁾。

そこで本研究では、日本語(漢字語)の倒立提示が単語認知プロセスに及ぼす影響について検討するため、漢字二字熟語を用いたマスク下プライミング語彙判断課題を実施した。実験1では、漢字語を倒立提示した場合にも有意なマスク下反復プライミング効果が観察されるか検証した。実験2では、マスク下反復プライミング効果の大きさが、倒立プライムと正立プライムの間で異なるのかどうかについて検討を試みた。

実験1

方法

実験参加者 早稲田大学の学生64名が本実験に参加した。

刺激 漢字二字熟語100語をターゲットとして使用した(e.g., 原則)。各ターゲットに対し、反復プライム(e.g., 原則)と統制プライム(e.g., 素直)を1語ずつ、計200語選択した。統制プライムは、ターゲットと形態・音韻・意味の関連がない語であった。これらの反復・統制プライムはいずれも、180°回転させることで倒立提示した。実験1では、各文字を回転させる文字倒立条件と、語全体を回転させる全体倒立条件の2種類を用いた。

手続き 先行マスク刺激に続いてプライムを50ms提示し、ターゲットに置き換えた。実験参加者には、ターゲットが実在する語であるか否かを迅速かつ正確に判断するよう教示した。

結果

各条件における反応時間(ms)と誤反応率(%)をTable 1に示す。反応時間と誤反応データを、プライムタイプ(反復・統制)、回転方法(文字倒立・全体倒立)を固定効果とする(Generalized) Linear Mixed Effects Modelingにより分析した。

Table 1.

RTs and ERs in each condition of Experiment 1.

Prime Type	Rotation			
	Character		Whole	
	RT	ER	RT	ER
Repetition	633	8.8	631	8.6
Control	648	9.3	652	9.0
Priming Effect	15*	0.5	21*	0.4

Notes. – RT and ER stand for response times (ms) and error rates (%), respectively. * $p < .05$

反応時間の分析においては、プライムタイプの主効果のみが有意だった($p < .001$)。誤反応率の

分析においては、主効果と交互作用のいずれも有意でなかった(all $|t| < 1$)。

考察

実験 1 の結果、倒立提示されたマスク下プライムに対しても、有意な反復プライミング効果が観察された。また、プライミング効果の大きさは回転方法によらず同程度であった。

実験 2

方法

実験参加者 早稲田大学の学生 64 名が本実験に参加した。

刺激・手続き 実験 1 と同一の刺激と手続きを用いた。ただし、実験 2 ではプライムを正立方向と倒立方向の 2 条件で提示した。なお、倒立提示に際しては全体回転条件のみを用いた。

結果

各条件における反応時間(ms)と誤反応率(%)を Table 2 に示す。反応時間と誤反応データを、プライムタイプ(反復・統制)、提示方向(正立・倒立)を固定効果とする(Generalized) Linear Mixed Effects Modeling により分析した。

Table 2.
RTs and ERs in each condition of Experiment 2.

Prime Type	Orientation			
	Upright		Inverted	
	RT	ER	RT	ER
Repetition	462	2.5	543	9.3
Control	542	8.4	551	9.5
Priming Effect	80*	5.9*	8*	0.2

Notes. – RT and ER stand for response times (ms) and error rates (%), respectively. * $p < .05$

反応時間の分析においては、全ての主効果と交互作用が有意だった(all $ps < .001$)。交互作用が有意だったため、提示方向の条件ごとに下位検定を実施した。プライムタイプの主効果は、正立提示条件と倒立提示条件のいずれにおいても有意であった ($p < .05$)。

誤反応率の分析においても、プライムタイプの主効果、提示方向の主効果、両要因の交互作用の全てが有意だった(all $ps < .001$)。下位検定の結果、プライムタイプの主効果は、正立提示条件においては有意であったが($p < .001$)、倒立提示条件では有意でなかった($|z| < 1$)。

考察

実験 2 においても、有意なマスク下反復プライミン

グ効果が観察された。ただし、倒立提示条件におけるプライミング効果は、正立提示条件におけるプライミング効果よりも有意に小さかった。

総合考察

本研究では、倒立提示された漢字語の視覚的単語認知プロセスについて検証するため、漢字二字熟語を用いたマスク下プライミング語彙判断課題を実施した。

実験 1 では、倒立刺激に対して有意なマスク下の反復プライミング効果が観察された。このことは、アルファベット言語と同様、漢字語の視覚認知においても、倒立刺激に対する瞬時の語彙アクセスが成立することを示唆している。

ただし、実験 1 では、回転方法の違いが反復プライミング効果の大きさに及ぼす影響は見られなかった。しかし、アルファベット言語を用いた先行研究では、文字倒立条件に対するマスク下反復プライミング効果は観察されていない⁶⁾。したがって、倒立刺激の処理においても、表語文字の語彙処理プロセスは、アルファベット言語の語彙処理プロセスとは性質が異なる可能性がある。

また、実験 2 では、正立刺激に対して倒立刺激よりも有意に大きなマスク下反復プライミング効果が観察された。このことは、倒立提示により刺激の空間的配置が変化すると、正立提示されたときに比べて、語彙表象の活性化には時間がかかる(あるいは、語彙表象の活性化が弱い)ことを示唆しているのかもしれない。今後の研究では、正立提示と倒立提示の違いについて、さらなる検討が必要であることが見込まれる。

<謝辞>

本研究は、JSPS 科研費 JP22K13867 の助成を受けたものである。

<文献>

- 1) Thompson. (1980). Margaret Thatcher: a new illusion. *Perception*, 9, 483-484.
- 2) Gomez & Perea. (2014). Decomposing encoding and decisional components in visual-word recognition: A diffusion model analysis. *QJEP*, 67, 2455-2466.
- 3) Perea et al. (2018). Does letter rotation slow down orthographic processing in word recognition? *Psychon Bull Rev*, 25, 2295-2300.
- 4) Yang & Lupker. (2019). Does letter rotation decrease transposed letter priming? *JEP:LMC*, 45, 2309-2318.
- 5) Yang et al. (2020). The origins of backward priming effects in logographic scripts for four-character words. *JML*, 113, 104107.
- 6) Fernández-López et al. (2022). On the time course of the tolerance of letter detectors to rotations. *NeuroPsychologia*, 172, 108259.

第 24 回認知神経心理学研究会 プログラム・抄録集

2023 年 3 月 18 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。