

一日目 <8月28日(土) 14:00~17:15>

13:50 開会のご挨拶, 連絡事項等

ー 第I群 表記と音韻と意味<14:00~16:00> 座長: 中山真理子(東北大学)

- 1-1 仮名表記の学習による音韻表象の「ゆれ」:「正解」は「セエカイ」か「セイカイ」か
セツ・シュンキ 日野泰志(早稲田大学)
- 1-2 語彙性判断課題と理解課題において音声と漢字の成績差に二重乖離を認めた一意味性認知症例
高野 文音(熊本総合病院) 橋本 幸成(目白大学言語聴覚学科)
亀之園 佑太(熊本総合病院) 永利 聡仁(荒尾市民病院) 宇野 彰(LD・Dyslexia センター)
- 1-3 相互活性化モデルの改善に向けた絵画命名課題の簡便解法
浅川 伸一(東京女子大学) 高倉 祐樹(北海道大学)
上間 清司(イムス板橋リハビリテーション病院)
吉原 将大(国際交流基金) 大門 正太郎(クラーク病院)
寺尾 康(静岡県立大学) 橋本 幸成(目白大学)

16:00~16:15 <ショートブレイク>

ー 招待発表 ディスレキシア<16:15~17:15>
座長: 宇野彰(LD・Dyslexia センター)

Developmental Dyslexia and the Hypothesis of Granularity and Transparency:
prevalence rate and behavioural manifestation of dyslexia differ across languages
Taeko Wydell (Brunel University London)
Mutsuo Ijuin (Prefectural University of Hiroshima)

バーチャル懇親会 (17:30~)

参加登録いただいた方へ別途詳細をご案内します。
また, 研究会当日の案内にもご注意いただきたくお願い申し上げます。

二日目 <8月29日(日) 10:00~15:00>

ー 第Ⅱ群 意味表現<10:00~12:00> 座長：伊集院睦雄（県立広島大学）

2-1 文脈を反映した意味空間モデル

近藤 公久（工学院大学） 浅川 伸一（東京女子大学）

2-2 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

大門 正太郎（クラーク病院） 高倉 祐樹（北海道大学）

上間 清司（イムス板橋リハビリテーション病院）

吉原 将大（国際交流基金） 大門 正太郎（クラーク病院）

寺尾 康（静岡県立大学） 橋本 幸成（目白大学） 浅川 伸一（東京女子大学）

2-3 LSTMを用いた言い誤りの産出モデル

寺尾 康（静岡県立大学） 高倉 祐樹（北海道大学）

上間 清司（イムス板橋リハビリテーション病院）

吉原 将大（国際交流基金） 大門 正太郎（クラーク病院）

橋本 幸成（目白大学） 浅川 伸一（東京女子大学）

12:00 ~ 13:00 昼休み < 12:45 ~ 13:00 総会（運営委員会報告） >

ー 第Ⅲ群 読みと意味とその他の感覚の事象関連電位<13:00~15:00>

座長：辰巳格（LD・Dyslexiaセンター）

2-4 漢字語ペアによる事象関連電位に対する同音語プライミング効果・反復プライミング効果

手嶋樹里 日野泰志（早稲田大学）

2-5 語の形態—意味対応の一貫性効果

橘光貴（早稲田大学） 木田哲夫（愛知県医療療育総合センター） 日野 泰志（早稲田大学）

2-6 筋強直性ジストロフィーにおける事象関連電位・誘発電位の特徴

諏訪園 秀吾（独）国立病院機構沖縄病院） 荒生 弘史（大正大学）

上田 幸彦 前堂志乃（沖縄国際大学）

閉会： 閉会のことは、次回のご案内

15:10 終了予定

仮名表記の学習による音韻表象の「ゆれ」

～「正解」は「セエカイ」か「セイカイ」か～

薛俊毅¹, 日野泰志²

¹早稲田大学大学院文学研究科, ²早稲田大学文学学術院

(要旨) 現代日本語では、仮名表記と発音の間に「ゆれ」が存在する。例えば、聴覚によって学習した「英語」という単語の正しい発音は、仮名表記通りの「えいご」ではなく、「ええご」である。従って仮名文字の学習によって、音韻表象は変化するのかという問題が生じる。聴覚的語彙判断課題では、仮名表記通りの発音に対する反応は、本来の発音に対する反応より時間がかかったが、両者とも正しい発音だと判断されることが明らかになった。そこで、一連の語彙判断課題を行い、仮名表記通りのプライムと本来の発音によるプライムを使ってプライミング効果の観察を試みた。

Key words: 音韻表象, 長音, 同形語, プライミング効果

【目的】

日本語の長音に対する「ゆれ」は、古くて、新しい問題である。日本の文化庁は、既に昭和 36 年に、語形の「ゆれ」について報告している。近年、IT 関連の外来語が増加するに連れて、この語形の「ゆれ」の問題は、漢字熟語のみではなく、カタカナ語にも広がっている。

この問題の原因は、子供の頃に聴覚学習に基づいて形成された音韻表現 (e.g., Jusczyk, P. W., & Aslin, R. N, 1995) と、その語の発音を表す平仮名との間に矛盾があることによる。具体的には、「現代仮名遣い」によって規定されている現代日本語の長母音の表記方法には、重大な矛盾がある。「あ」「い」「う」の長母音は、対応する列の仮名の後に「あ」「い」「う」を付けるだけでよいのに対し (e.g., 母さんーかあさん)、「え」「お」の長音は、対応する列の仮名の後に、「え」と「お」の代

わりに「い」と「う」を付ける必要がある (e.g., 構成ーこうせい)。よって、「え」と「お」の長母音を有する漢字熟語は、複数の音韻表象を持つ可能性があると思われる。従って、仮名文字の学習は、当該語彙の音韻表象の性質にどの程度の効果を持つのかという問題を検討するのが、本研究の目的である。

【方法】

実験参加者: 早稲田大学に在籍する大学生及び大学院生、合計211名。

実験: 6つ実験を行った。実験1は、合成音声による音声刺激を使用した聴覚的語彙判断課題であった。長音のままで発音する音声刺激と仮名表記通りの発音による音声刺激に対する成績を比較した。実験2は、日本語の同形語と非同形語の音読成績を比較するための音読課題であり、

実験3は、日本語の「え」と「お」の長音を有する語と仮名表記に「ゆれ」が生じない語に対する成績を比較するための音読課題だった。実験4-6は、マスクされたプライムを用いた視覚的語彙判断課題だった。実験4と5では、プライムをカタカナ提示したのに対して、実験6ではプライムをひらがな提示した。また、実験4では、同形語ターゲットに音声単語親密度が高い発音と低い発音のカタカナ表記プライムと関連なしプライムを提示した。実験5と6では、本来の発音によるプライム、長音符を使ったプライム、仮名表記規則通りのプライム、先頭音のみを共有する関連なしプライムを提示した。

[結果と考察]

表1. 実験1各条件の平均反応時間 (ms) と誤反応率 (%)

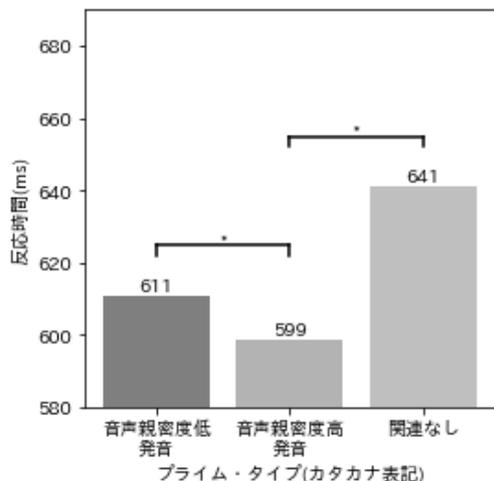
条件	実験1 (「えいご」と「ええご」の聴覚語彙判断課題)
長母音通りの発音 (e.g., ええご)	967 (14)
仮名表記規則による発音 (e.g., えいご)	993 (19)
条件間の差	-26*** (-5***)

注) 誤反応率 (%) は () に示す。***p<0.001

表2. 実験2と3 (同形語と長音語) 各条件平均反応時間 (ms)

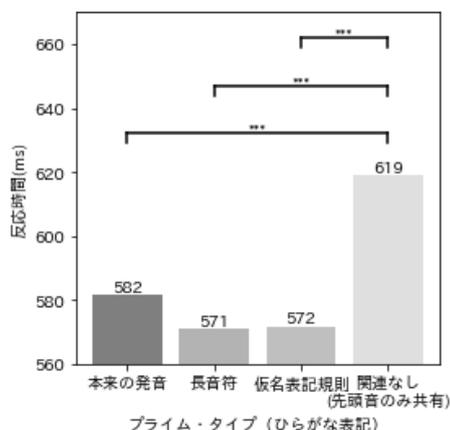
条件	実験2 (同形語対非同形語の音読課題)	条件	実験3 (母音表記変化した長音語対変化したしない長音語の音読課題)
同形語 (e.g., 竹馬-たけうま VS ちくば)	733	母音表記が変化する長音語 (e.g., 英語-えいご)	547
非同形語 (同形語の音声親密度低発音にマッチ)	693	母音表記が変化したしない長音語 (e.g., 空気-くうき)	551
条件間の差	40*	条件間の差	-4

注) *p<0.5



実験4: マスクされたカタカナプライムを用いた同形語をターゲットとする語彙判断課題

図1. 実験4の各条件の平均反応時間



実験6: マスクされたひらがなプライムを用いた長音語をターゲットとする語彙判断課題

図2. 実験6の各条件の平均反応時間

実験1の結果は、同形語と同じように、長音語には、複数の音韻情報が存在する可能性を示唆したが、実験3の音読課題の結果は、その可能性を支持しなかった。よって、実験4-6は、語を読む初期の音韻情報の自動活性化の証拠としてのプライミング効果で検証してきた。実験5は実験4と同じパターンの結果が出ると予想されていたが、実験5は実験4の完全再現はできなかった。そのゆえに実験5の結果を表す図を掲載しないようにした。一方、実験6では、仮名表記規則によるプライム (e.g., プライム: えいご, ターゲット: 英語) と本来の発音を表記したプライム (e.g., プライム: ええご, ターゲット: 英語) の両方に対して有意なプライミング効果が観察された。つまり、どちらの発音でも、同形語の音声親密度が高い発音 (e.g., 下手の2つ発音、「へた」の音声親密度が高くて5.875もあったのに対して、「しもて」の音声親密度は4.031だけ) に相当する親しみやすさを持つと示唆するような結果だった。これらの結果をもとに、長音語が持つ音韻表象の性質について考察する。

語彙性判断課題と理解課題において音声言語と漢字の成績差に二重乖離を認めた一意味性認知症例

○高野 文音¹ (たかの あやね), 橋本 幸成², 亀之園 佑太¹,
永利 聡仁³, 宇野 彰⁴

¹熊本総合病院 リハビリテーション部, ²目白大学 医療保健学部 言語聴覚学
科, ³荒尾市民病院 ⁴ NPO 法人 LD・Dyslexia センター

(要旨) 意味性認知症患者一例に対して語彙性判断課題と理解課題を実施したところ、語彙性判断課題では音声呈示に比べて漢字呈示の正答率が低かったのに対し、理解課題では漢字呈示に比べて音声呈示の正答率が高いという乖離した結果が得られた。このような結果が得られた要因として、漢字を1文字ずつ処理する方略的回答が語彙性判断課題では抑制的に、理解課題では促進的に影響した可能性があると考えられた。漢字の語彙性判断課題と理解課題の結果が乖離する現象がSD患者の特徴的な言語所見の一つであれば、これらの課題の比較をSD患者の評価方法に加えることに臨床的意義があると考えられる。

Key words: 意味性認知症, 漢字処理, 語彙性判断課題, 理解課題

1. はじめに

意味性認知症 (Semantic dementia:SD) は前頭側頭葉変性症の一亜型である。海外の報告ではSDの評価項目として、語彙性判断課題が多く用いられているが (Dilkinaら 2010, Blazelyら 2005, Caineら 2009, Boukadiら 2016), 本邦の報告では実施例が少ない (三浦ら 2000, 田村 2010)。語彙性判断課題は、理論的背景によって、意味処理を評価する課題とみなされる場合と、辞書機能を評価する課題であり意味処理とは独立しているとみなされる場合がある。

日本語の漢字は表語文字であるため、語彙性判断課題で用いる場合に意味処理の影響を受けやすい可能性があるが、過去の報告例では語彙性判断課題における漢字の処理について十分に検討されているとは言い難い。

本報告では、SD患者一例に対して、漢字、仮名、および音声言語の語彙性判断課題を実施し、刺激間の結果を比較した。また、語彙性判断課題と理解課題の結果を比較することで、SDの漢字の処理特性に関する考察を試みた。

2. 症例

62歳の右利き男性で、ADLは自立していた。教育歴は大学卒であり、職業は自営業を営んでいた。X年に親戚の名前が出てこないなどの出来事があり、不安になったため、神経内科へ紹介受診となった。X+2年、頭部MRIにて両側側頭葉 (左半球優位) の萎縮を認めた。

X+4年、ST紹介となり言語評価を行ったとこ

ろ、語義理解障害や意味理解障害、呼称障害などの言語症状を認め、MRI所見 (図1) と合わせて意味性認知症と診断された。

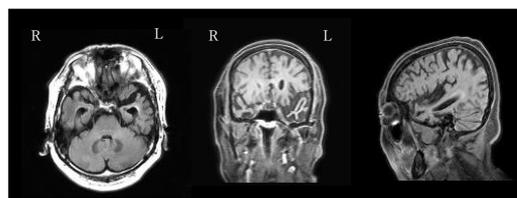


図1:頭部MRI所見

簡易知能検査であるMMSEの結果は25/30点とカットオフ値以上の得点であった。レーブン色彩マトリクス検査では35/36点、WAIS-IIIでは動作性IQが99 (知覚統合110, 処理速度94) であり、非言語性の知能検査はいずれも正常範囲内の成績であった。評価場面では、「言葉の意味が分からなくなってきている。」などと、自己の語彙の喪失に自覚があると思われる発話がみられた。また、会話中には「マンションってなんでしたっけ？」などと聞き返すSD例に特徴的な言語所見がしばしば観察された。

3. 方法

語彙性判断課題として、SALA失語症検査の聴覚呈示 (AC3), および漢字呈示, 仮名呈示 (VC12, VC13) を実施した。漢字呈示は実在語, 非語ともに漢字二字の刺激である。理解課題として、標準抽象語理解力検査の音声呈示, 漢字呈

示の課題を実施した。漢字呈示はすべて漢字二字の熟語である。課題間の成績差の比較には比率の差の検定を用い、3 群以上の比較では多重比較法として Tukey 法を用いた。

掘り下げテストとして、語彙性判断課題で誤った実在語 5 語(10 漢字)、非実在語 5 語(10 漢字)をランダムに選択して、漢字一文字単位での字義を尋ねる課題を実施した。

4. 結果

4.1 語彙性判断課題

音声呈示 (AC3:80.7% [84/104]) よりも漢字呈示 (VC12+VC:59.2% [90/152]) の正答率が低く、その成績差は有意であった ($\chi^2_{(1)} = 13.18$, $p < 0.01$)。VC13 の文字種間で比較すると仮名に比べて漢字の成績が低かった (ひらがな: 68.7% [22/32]), (カタカナ: 75.0% [24/32]), (漢字: 53.1% [17/32])。仮名 (VC13 ひらがな+カタカナ) と漢字 (VC12 漢字+VC13 漢字) を比較したところ、その差は有意傾向を示した ($\chi^2_{(1)} = 3.10$, $p = 0.078$)。誤反応の傾向として、非語を実在語に誤る偽陽性反応が多かった。掘り下げテストでは、語彙性判断が困難であった漢字二字の実在語および非実在語を構成する漢字一文字であっても、60%(12/20) は字義理解が可能であった。

4.2 理解課題

標準抽象語理解力検査の結果、音声呈示で 35.5% (16/45)、漢字呈示では 53.3% (24/45) であり、漢字呈示での正答率が高く、その差は有意傾向であった ($\chi^2_{(1)} = 2.88$, $p = 0.089$)。音声呈示の際には「漢字で見ないとわからない」という訴えが複数回観察された。漢字呈示では、熟語を構成する漢字一字の字義を頼りに回答するという方略的反応をする場面があった(例:「家事」を漢字呈示された場合、「いえごと、いえごと、かじ…家をきれいにする雰囲気かな」と発言しながら回答を考える)。このように漢字一字の意味から熟語の意味を推測して回答する反応は 45 問のうち 10 問で観察された。

5. 考察

SD 患者の文字処理に関して、田辺ら (1992) は漢字一字の字義理解は保たれる傾向があると指摘している。本例の語彙性判断課題では、音声言語や仮名の呈示下に比べて漢字呈示下において正答率が低く、非語を実在語に誤る傾向を認めた。この結果から、本例は漢字一字の字義に基づき語彙性判断を行ったため、一部の非語を実在性と誤って判定し、正答率が低下している可能性があると考えられた。掘り下げテストでは、語彙性判断が困難であった漢字二字の実在語と非語の双方において、それらを構成する漢字一字の理解は保たれている傾向が示され、上記の可能性を支持していると考えられた。すなわち、本例においては、漢字一字の字義理解が保たれているという側面が語彙性判断課題の成績低下に影響していると考えられた。

標準抽象語理解力検査を用いた理解課題では、音声呈示と比較して漢字呈示の正答率が高く、その差は有意傾向を示した。検査場面での言語反応からは、一部の刺激において、漢字一字の字義から熟語の意味を推測して正答に至るという方略的な回答法を用いていると考えられた。すなわち、理解課題においては、漢字一字の字義理解が保たれるという SD 例の特徴によって、正答率が向上したと思われた。

語彙性判断課題と理解課題の結果を比較すると、語彙性判断課題では音声呈示が漢字呈示に比べて高成績であるのに対し、理解課題では漢字呈示が音声呈示に比べて高成績という乖離した結果が得られた。このような結果が得られた要因として、上述の通り、漢字を一文字ずつ処理する方略的回答方法が語彙性判断課題では抑制的に、理解課題では促進的に影響した可能性があると考えられた。

6. 結語

本例においては、漢字を一文字ずつ処理する方略的な回答方法が、語彙性判断課題と理解課題における漢字呈示と音声呈示の条件間の二重乖離を引き起こしたと考えられた。漢字呈示下において語彙性判断課題と読解課題の成績が乖離するという現象は SD 例の漢字処理の特性を反映している結果であると考えられ、両課題を実施することは臨床上有用ではないと思われる。

7. 文献

田辺敬貴, 池田学, 中川賀嗣, ほか (1992). 語義失語と意味記憶障害. 高次脳機能研究 (旧 失語症研究) 12 : 153-167.

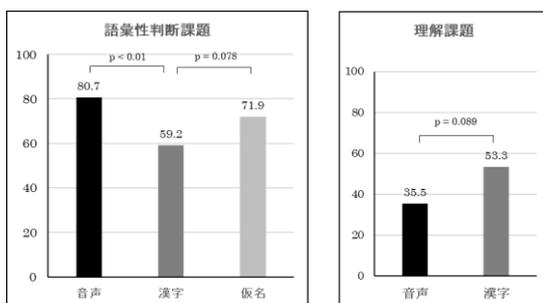


図2: 語彙性判断課題と理解課題の刺激間の比較

相互活性化モデルの改善に向けた絵画命名課題の簡便解法

○浅川伸一¹(あさかわしんいち) 高倉 祐樹² 上間 清司³

吉原 将大⁴ 大門 正太郎⁵ 寺尾 康⁶ 橋本 幸成⁷

¹東京女子大学 ²北海道大学 ³イムス板橋リハビリテーション病院

⁴国際交流基金 ⁵クラーク病院 ⁶静岡県立大学 ⁷目白大学

- All authors contributed equally

(要旨) 絵画命名課題における二段階相互活性化モデルは計算コストが大きく、高速演算可能な計算資源が要求される。このため専門家以外の研究者や臨床家がシミュレーションを行うことは容易でない。パラメータ探索用に Web サイトが用意されてはいるものの、いくつかのパラメータは不変で所与の値として受け入れざるを得なかった。そこで、IA モデルの計算コストを削減しつつ、各種パラメータの意味を再考することを企図して、簡便法を開発した。また、従来のパラメータに加え、本提案手法では新規のパラメータ(温度パラメータ)を導入した。温度パラメータの導入による反応確率の解釈についても本報告で議論する。

Key words: 絵画命名課題, 相互活性化モデル, パラメータ推定, ソフトマックス関数, 温度パラメータ

1. はじめに

Dell (1986)に代表される2段階相互活性化 (IA) モデル[1]は、絵画命名課題のシミュレーションに広く用いられる神経心理学的モデルである(図1)。しかし、従来モデルによるシミュレーションには、後述する問題点が存在している。そこで、本稿では新たな簡便法を提案する。

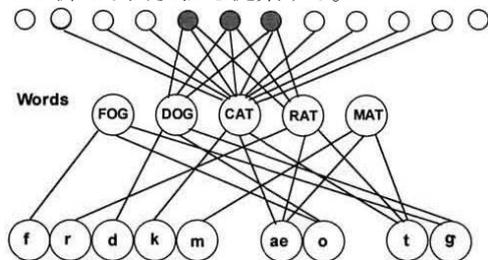


図1 二段階相互活性化モデル

2. 従来モデルによるシミュレーションの問題点

Dell の IA モデルには、Semantic-Phonological (SP) モデルと、Weight-Decay (WD) モデル等がある。いずれのモデルについても複数のパラメータが設定されているが、その推定には計算資源が要求され、非専門家にとってモデルによるシミュレーションを行うことは容易でない。Web で提供されているシミュレーション用サイトも存在するものの(図2)、S (Semantic), P (Phonological), W (Weight), D (Decay)といったパラメータを実データから推定する際、その他のハイパーパラメータ

は変更できないという限界を抱えている。

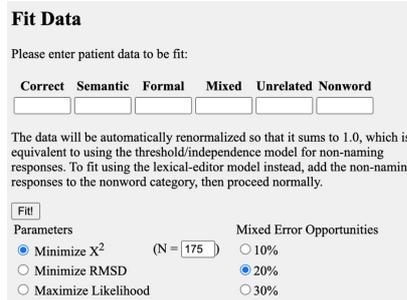


図2 Web 入力のスクリーンショット

また、従来の IA モデルによるシミュレーションには、膨大な計算時間を要するという問題もあった。Dell のパラメータ推定方法は、実験参加者や患者が示す反応のカテゴリを表す6つの値を入力とし、GPUを使って予め数千のデータ点を計算しておき、入力されたデータを補間してパラメータ探索を行うというものであった。このような演算を、(Philadelphia Naming Test: PNTと同じ試行回数である)175回に渡って繰り返す必要があるために、シミュレーションは膨大な時間を要した。

さらに、従来モデルが想定した語彙は cat, dog, mat, rat, mat, log の6種類のみであり、入力刺激として用いられた語は cat の1種類で

¹ <http://langprod.cogsci.illinois.edu/cgi-bin/webfit.cgi>

あった。これら少数の語彙であっても、意味性錯語や音韻性錯語といった誤反応のシミュレーションが可能であったとはいえ、実際の検査場面では、多くの刺激語が用いられ、多様な反応が得られるはずである。そのため、シミュレーションもより多くの語彙・入力刺激に対応する必要性があった。

3. 提案アルゴリズム

そこで我々は、近年の機械学習手法を取り入れることで、従来モデルによるシミュレーションの改善を試みた。

提案モデルで推定するパラメータは、 $\{s, p, w, d\}$ という4つとした。このとき $s \neq p$ であれば、SPモデルを近似することになり、一方 $s = p$ であればWDモデルを近似することになる。これらのパラメータに加えて、従来モデルでは変更することができなかったハイパーパラメータ (e.g., Steps, Intrinsic Noise, Jolt Activation) についても、必要に応じて変更できることが望ましい。

なお、各反応カテゴリーの生起確率は、ソフトマックス関数に従う確率密度関数に従うと仮定する。従ってカテゴリー x_i の生起する確率は、ソフトマックス関数 $p(x_i) = \exp(f(x_i)/\beta) / \sum_j \exp(f(x_j)/\beta)$ で与えられるものとする。ここで、 $f(x_i)$ は i 番目の反応カテゴリーの音韻ユニットの出力である。 β は統計力学からの類推から温度パラメータと呼ぶことにする。ソフトマックス関数は、ニューラルネットワークで分類課題に用いられている意味で汎用性が高い。また相互活性化モデルの確率論的改訂版である多項相互活性化 (MIA) モデル[2]でも類似の概念が用いられている。すなわち、本稿で提案するモデルは、オリジナルのIAモデルを拡張したMIAモデルの概念を援用して、絵画命名課題の妥当な解釈を行っているものとみなしうる。

次に、本提案手法では、機械学習やニューラルネットワークで一般に用いられている勾配降下法を使って、得られたデータに合致するパラメータを探索することとした。この方法ではパラメータの探索が一度で済むため、計算時間の大幅な短縮が可能となる。

さらに、代表的な失語症検査であるPNT, WAB, TLPA, SALAで用いられる多くの語を入力刺激として用いることができるよう、モデルを拡張した。この際、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)による視覚認識モデルのうち、公開されている訓練済みモデルを援用することにより、実際の検査図版を視覚入力として用いるシミュレーションを可能にした。

4. 数値実験

提案手法を用いて、Foygell & Dell (2000) [3] の表2に記載されている健常者データ・患者データに関するシミュレーションを実施した。実験結果を図3に示す。

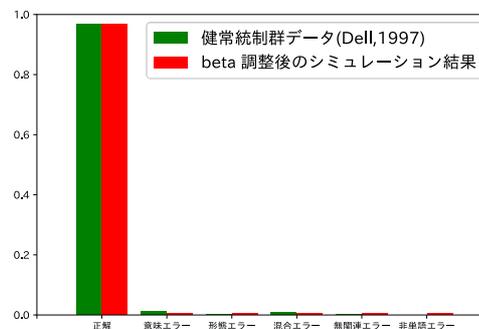


図3 シミュレーション例

図3から、提案手法はDellらの健常データと患者データを模倣できていると推察できる。

5. 考察と結論

提案手法は、(a) ハイパーパラメータの自由な指定を可能にし、(b) 勾配降下法の採用による計算時間の短縮、ならびに (c) 実際の検査場面で使用される刺激語への対応を実現するものである。本提案手法は、従来手法よりも簡便で、かつ、より妥当性の高い線画命名課題シミュレーションを可能にした。また、提案手法ではソフトマックス関数に温度パラメータを導入することで、線画命名反応の確率的変動をシミュレートすることを目指した。温度パラメータが低ければ決定論的、安定的になり、反応が高ければ、反応は不安定になることを表現可能である。前者は健常者の反応と見なしうるのに対して、後者は反応が検査時毎に安定しないような患者の課題成績と見なしうるだろう。このことにより、健常モデルと障害者のモデルとを継ぎ目なく、かつ、単一パラメータで表現可能となる。

<文献>

- 1) Dell, Gary S. 1986. "A Spreading-Activation Theory of Retrieval in Sentence Production." *Psychological Review* 93 (3): 283-321.
- 2) McClelland, James L., Daniel Mirman, Donald J. Bolger, and Pranav Khaitan. 2014. "Interactive Activation and Mutual Constraint Satisfaction in Perception and Cognition." *Cognitive Science* 38: 1139-89. <https://doi.org/10.1111/cogs.12146>.
- 3) Foygell, D. & Dell, Gary S. (2000). "Models of Impaired Lexical Access in Speech Production." *Journal of Memory and Language* 43: 182-216.

Filename: 1-3Asakawa.docx
Directory: /Users/asakawa/study/2021cnps
Template: /Users/asakawa/Library/Group Containers/UBF8T346G9.Office/User
Content.localized/Templates.localized/Normal.dotm
Title: 文字単語、音声単語の大規模な心像性評価
Subject:
Author: sakuma
Keywords:
Comments:
Creation Date: 8/25/21 10:44:00 AM
Change Number: 3
Last Saved On: 8/25/21 10:51:00 AM
Last Saved By: ASAKAWA Shinichi
Total Editing Time: 12 Minutes
Last Printed On: 8/25/21 10:58:00 AM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 2
Number of Words: 2,579
Number of Characters: 1,213 (approx.)

文脈を反映した意味空間モデル

○近藤 公久¹ (こんどう ただひさ), 浅川 伸一²

¹工学院大学, ²東京女子大学

(要旨) 人間の言語処理シミュレーションモデルは, 様々な症例の説明や予測, リハビリに貢献している. 本研究会においては, 単語認知モデル, 特に読みのモデルとして, DRC モデルやトライアングルモデルが身近なものとしてあげられる. しかし, これらのモデルの中での意味の取り扱いが困難なものとして深く議論されてこなかった. word2vec に代表される単語ベクトルモデルではベクトルの和や差によって意味の操作を扱いうることを発展させ, 本発表では, 射影変換が文脈を反映した意味空間を表現しうる可能性をデモを交えて示す.

Key words: 意味, 単語分散表現, word2vec, 射影変換, 文脈

1. はじめに

単語認知モデルにおける意味の扱いは難しく, 意味レベル, 高次レベルといった表現でモデル中に出現はするものの, その機能や他の機能部分との関係を明確に表現したモデルはほとんどない. 意味ネットワークや意味フレームによる単語の意味関係や上下関係の記述は, 組み合わせ的爆発を誘引し, 限定的な表現方法に留まり, ニューラルネット的表現では意味層を仮定して語彙や意味の影響は表現できても, その機能の実態や意味そのものの操作に至ることはできなかった.

2. 単語ベクトル表現と意味

word2vec¹⁾に代表される単語埋め込みモデルは200次元を超えるベクトルが出現単語数存在する集合で構成される. ベクトル表現された単語間の関係は, 図1に示されるように, KingとQueen他の関係が男女の関係を表し, すべて同じベクトルと考える. また, ベクトルの和は二つの単語の共通表現を, 差は差分を表していると考え, 王様-男+女 → 女王 が成り立つと言われている.

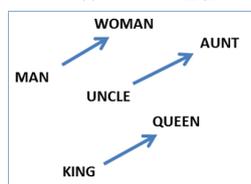


図1 単語の意味の扱いとしてのベクトル演算
文献¹⁾の Figure 2 より.

3. 意味空間と文脈の反映

3.1 意味空間

単語の意味を多次元のベクトルとして表すとすれば, それらの集合で構成される空間を意味空間と

考えることができる. ベクトルの各要素(例えば200次元ならば200の値)はそれぞれが何を意味しているかは容易には分析して特定できないかもしれないが, 少なくともその値, および, その組み合わせで何かしらの意味を表しているとみなせる.

3.2 意味空間と文脈

ベクトルの集合によって意味空間を表現することができるのであれば, ベクトル空間に対する数学的操作は意味的な操作に対応できると期待される. ここでは, 射影変換によって得られるベクトル空間が文脈によって影響を受けた状態の意味空間を表現しうることを考える. 図2は, 単語 w のベクトルを文脈を構成するベクトル群で張られる部分空間(ここでは単純化して平面で表現)に射影変換する概念を表している.

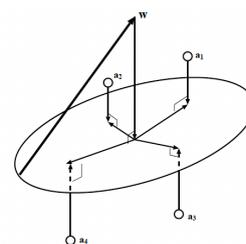


図2 射影の概念図

3.3 適用可能性

単語ベクトルが意味を反映した表現であり, その集合が意味を表し, その空間を射影変換することによって文脈の影響を考慮した意味空間を得ることができるのであれば, 提案するモデルは様々な適用領域を想定できる. その一つが, 認知における意味的制約下における類似度や意味関連性表現, 絵選択課題等における単語選択判断, そして自由連想が挙げられる. 以降, 実験によりそれらの可能性を示す.

4. 実験

4.1 意味カテゴリー

日本語 wiki²⁾に出現する全単語ベクトル空間を動物名だけの部分集合に対して射影をとった新たな空間を動物名の文脈における新たな意味空間を構築した。この空間における類似度によって動物文脈での類似度が高い単語の検索結果が得られる。たとえば、動物を代表する動物名の部分集合 `animals = ['インコ', 'ウサギ', 'カウソウ', 'キジ', 'ウジラ', 'サメ', 'スズメ', 'ティラノサウルス', 'トカゲ', 'ネズミ', 'ヒト', 'フクロウ', 'ヘビ', 'ムツゴロウ', 'ワニ', 'イヌ', 'ネコ']` を部分空間(文脈)とすると、単語「自然」に対してwiki全体を対象としたときに得られる類義語は、['自然環境', '自然に', '景観', '動植物', '生態系', '里山', '森林'] であるのに対し、動物名の文脈下では、文脈として与えられた動物名に加えて、['動物', 'コウモリ', 'ニワトリ', 'クマ', 'ダチョウ', 'ゾウ', 'カラス', '哺乳類', 'オオカミ', 'ブタ'] と動物文脈での類似度で評価された結果を得ることができた。

4.2 絵選択課題

キーワードが与えられて選択肢(絵 4 枚)からもっとも意味的に近いものを選択する課題を考える。このとき、選択肢の単語群を文脈として射影した空間を対象にキーに対する類似度を評価した。図 3 に、ターゲット語「オートバイ」に対して、「兜」「麦わら帽子」「帽子」「ヘルメット」の絵の中からもっとも近いと思われるものを選ぶ課題を例とした場合を示す。左が文脈下、右が wiki 全体で評価した場合である(ここでは類似度を PCA を用いて 2 次元で示している)。文脈無しではオートバイに対する 4 つの帽子類の距離に違いはないが、文脈下ではオートバイに対するヘルメットの距離が他のものより相対的に小さくなること示された。すなわち、ヘルメットが選択されると予想される。

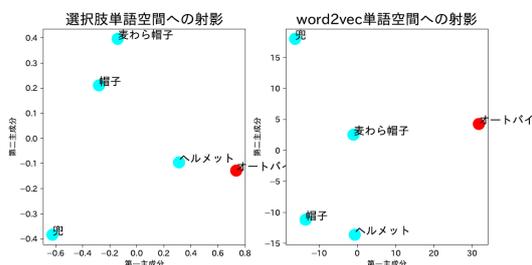


図 3 オートバイと 4 種の帽子類との距離

4.3 自由連想

キーワードを与えられたときに自由に想起される関連語を回答する課題を考える。水野ら³⁾は、キーとなる単語 300 語に対する健常者 300 名による第一想起語データを発表した。ここでは 300

語のうち wiki に出現する 296 語(あたま, しにせ, だんご, はんこの 4 語は、水野らではひらがな提示された刺激語であったため wiki と直接対応しなかったため)を用いて水野らのデータ(連想強度: キーとなる単語に対してある単語が想起される頻度を総数で割ったもの)との比較を試みた。[多項ロジスティック回帰を用いた各目標語の連想強度 10 位までの単語予測の結果](#)、[訓練データの正解率は 66.67% であったのに対し、検証データの正解率は 18.92% に留まった \(図 4\)](#)。水野らのデータの連想強度が高い語、すなわち、共通して想起され易い語と日本語 wiki での類似度の順とは必ずしも一致しなかった。これは、水野らのデータでは 300 名の協力者の第一想起語のみがデータとして提供されているため、想起語が広く分散しているためと考えられる。今後、想起語の意味分類空間を文脈としてとらえて、連想語の意味連携を考慮した検討を行う予定である。

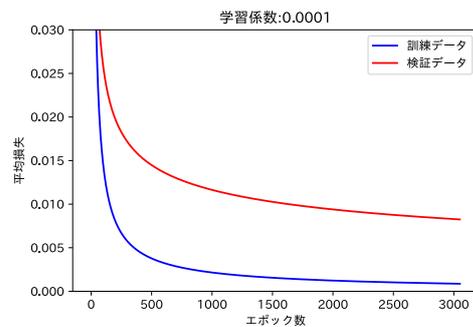


図 4 多項ロジスティック回帰による水野らの連想データの学習曲線

5. おわりに

本発表では、単語ベクトルが意味をなんらかの形で反映したものであるという仮定のもと、単語ベクトル空間を意味空間とし、その部分空間に対して射影をとることで文脈効果を扱える可能性を示した。今後も、人の認知過程に関わる意味を扱えるモデルの実現に向けて検討を進めたい。

<文献>

- 1) Tomas Mikolov, Wen-tau Yih, and Geoffrey Zweig. Linguistic regularities in continuous space word representations. In Proceedings of the 2013 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies NAACL, Atlanta, WA, USA, June 2013.
- 2) <https://dumps.wikimedia.org/jawiki/latest/>.
- 3) 水野りか, 清河幸子, 川上正浩, and 柳谷啓子. 連想語頻度表 3 モーラの漢字・ひらがな・カタカナ表記. ナカニシヤ出版, 東京, 2011.

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

○大門 正太郎(だいもん しょうたろう)¹, 高倉 祐樹², 橋本 幸成³, 上間 清司⁴,
吉原 将大⁵, 寺尾 康⁶, 浅川 伸一⁷

¹ クラーク病院, ² 北海道大学, ³ 目白大学, ⁴ イムス板橋リハビリテーション病院,
⁵ 国際交流基金, ⁶ 静岡県立大学, ⁷ 東京女子大学

- All authors contributed equally

(要旨) 自然言語処理分野で用いられている単語埋め込みモデル(word2vec)を用いることにより, 言語の持つ多様な意味表象を多次元ベクトルとして表現することを試みた。さらに確率的隣接埋め込み手法 (tSNE) を潜在空間表象モデルとみなし, 上記の単語埋め込みモデルに対して適用することで, 意味性錯語や実験結果を定量的に記述・評価・視覚化することを試みた。従来指標に比べて, 本手法は意味類似度の直接的な定量化を可能にするものと考えられる。

Key words:意味性錯語,単語埋め込みモデル (word2vec), 確率的隣接埋め込みモデル (tSNE)

1. はじめに

語の意味を定量化する試みは, 長年試みられている。とりわけ, 絵画命名課題(呼称課題)における刺激語と表出語との間の類似性を定量化できれば, 言語聴覚士の失語症者に対する評価や治療計画などへの示唆が期待できる。

我々は, 単語埋め込みモデルと潜在空間への確率的隣接埋め込みモデル(以下, 潜在空間モデル)を用いて, 語の意味ならびに意味性錯語の定量化を試みた。ここでは, 単語埋め込みモデルとして word2vec[1]を, 潜在空間モデルとして tSNE[2]を用いることとした。ここで示す手法を用いることにより, 意味性錯語の評価に際して, 従来手法よりも直接的な定量化が可能となる。

今回, 発話症状として意味性錯語が主たる失語症者に TLPA カテゴリー別名詞検査(200項目)を実施した。そこで得られた錯語サンプルに上述の方法を用い, 刺激語と錯語の意味類似度を計量化した。また, 従来の神経心理学において頻繁に用いられる頻度, 親密度, 心像性といった計量データと比較して, 本手法が意味をより直接的に定量化可能か検討することとした。

2. Word2vec と tSNE の選定理由

単語埋め込みモデルは, 単語をベクトルとして表現する手法である。関連する手法には, 潜在意味解析(LSA), 潜在ディレクリ配置(LDA)などの先行研究が挙げられる。これら従来モデルは, 単語の意味はその前後の単語によって定まるとの仮定に厳密に従っているわけではない。加えて word2vec では意味と文法知識とを同時に扱うことが可能であるため, word2vec を採用した。

結果の視覚化, ならびに意味間の関係を例示するモデルとして tSNE を採択した。tSNE は項目間の類似度に基づいて低次元の布置を得る手法である。tSNE の仮定する潜在空間と, その確率的解釈を用いて意味性錯語の関係を把持することを試みた。本提案手法では, 単語表象(下位層)と潜在意味空間(上位層)の間には, 確率的関係を仮定される。すなわち, 言語課題において, 目標語と産出語との関係は互いに確率的認識モデル, 生成モデルの関係と解釈することも可能である。

2.1 単語埋め込みモデル word2vec

単語埋め込みモデル word2vec は, 単語ベクトルを用いて意味の「演算」を可能にする。このことは, 単語埋め込みモデルが, 単語の意味に関する多様な側面を捉えていることを示唆している。単語の意味が有する多様性は, 親密度や心像性といった従来の評価値では捉えることが難しいと考えられる。我々は, 単語埋め込みモデルが表すような単語の意味特性を用いることで, 意味性錯語を定量化することが可能であろうと考えた。

2.2 確率的隣接埋め込みモデル tSNE

意味性錯語を捉える場合に, word2vec のような高次元の単語表現を, 低次元の地図に布置すると視覚化が容易になる。機械学習分野では, これを可能にする主成分分析(PCA), コホネンの自己組織化マップなど次元削減手法が種々提案されている。その中で t 分布を用いた確率的隣接埋め込みモデル(tSNE)は近年, 広く知れ渡っている。本研究では tSNE を用いて, TLPA

における意味性錯語例がどのように解釈されるか示すことを試みた。また、tSNE の理解を促すために、優れたサイトが公開されている。今回、その邦訳を用意した。関心があれば参照されたい (効率よく t-SNE を使う方法¹)。

3. 数値実験

単語埋め込みモデルとして、日本語ウィキペディア²を mecab と NEologd³ によって分かち書きし、word2vec⁴ により単語埋め込みベクトル化した。CBOW を使用し、ベクトル化した際のパラメータは、埋め込みベクトル次元 200、ウィンドウ幅 20、負例サンプリング 20 とした。出現頻度 5 回以上の単語のみを考慮することとし、総語彙数 180,543 語を得た。得られた単語ベクトルに対して tSNE を実施した。tSNE の初期値は PCA とし、錯綜度 perplexity=30 とした。TLPA の 200 語に対して図 1 を得た。図 1 では TLPA の各カテゴリ範囲を色分けして描画した。例えば、建造物の楕円の内部に屋内部位が入っており、植物の円の内部に果物野菜が入っているなど、カテゴリ間の上下関係が表現されているとみなすことができる。

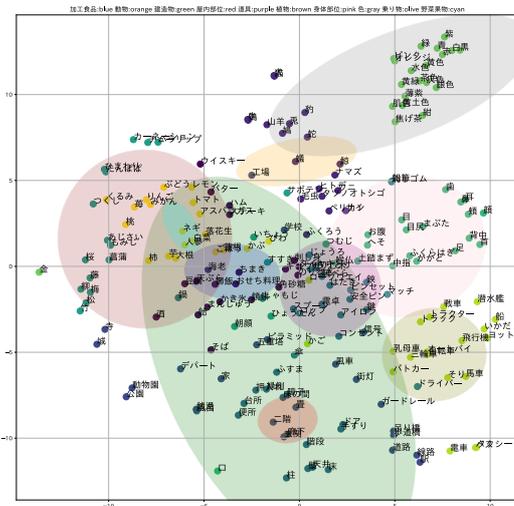


図 1 単語埋め込みモデルによる TLPA 刺激語の tSNE プロット

図 2 では、実際の失語症例より得られた語性錯語と判断されたデータより、「城」を「やぐら」と応答した場合の刺激語と錯語の対を示した。tSNE 上での距離とカッコ内に word2vec 上での類似度を示す。刺激語と錯語の対: d(城, やぐら)=1.197 (0.592)。錯語をプロットした為、図 1 と分

布が変化している。図 1 で示した建造物カテゴリの範囲が比較的広範な面積を占めることを考慮すれば、同一カテゴリ内の意味性錯語であると視覚的かつ定量的に判定できるように思われる。

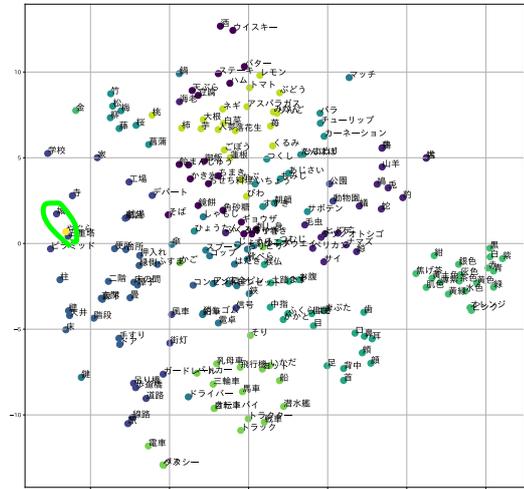


図 2 城をやぐらと反応した意味性錯語の tSNE プロット。目標語と表出語の対を緑で囲った

実際の失語症例より得られた語性錯語と判断されたデータの tSNE 上での距離をいくつか示す。刺激語と錯語の対: d(あじさい, フラワー)=2.117 (0.528), d(ちまき, ふきのとう)=7.738 (0.813), d(天ふら, たくあん)=9.749 (0.342), カッコ内は word2vec 上での非類似度である。

4. 考察と結論

実際の語性錯語データや症例との詳細な比較が必要であるものの、提案手法は、従来手法では検討不能であった直接的な錯語の定量化へ向けた一歩となると考えられる。さらには、神経心理学、認知心理学におけるカテゴリ特異性の検討も視野に入れた検討ができると期待される。

<文献>

- 1) Mikolov, Tomas, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg S. Corrado, and Jeff Dean. 2013. "Distributed Representations of Words and Phrases and Their Compositionality." In Advances in Neural Information Processing Systems 26, edited by C. J. C. Burges, L. Bottou, M. Welling, Zoubin Ghahramani, and K. Q. Weinberger, 3111-9. Curran Associates, Inc.
- 2) Maaten, Laurens van der, and Geoffrey Hinton. 2008. "Visualizing Data Using T-Sne." Journal of Machine Learning Research 9: 2579-2605.

¹ <https://project-ccap.github.io/misread-tsne/index.html>

² <https://dumps.wikimedia.org/jawiki/latest/>

³ <https://github.com/neologd/mecab-ipadic-neologd>

⁴ <https://code.google.com/archive/p/word2vec/>

Filename: 2-2Daimon_20210826_3.docx
Directory: /Users/asakawa/study/2021cnps
Template: /Users/asakawa/Library/Group Containers/UBF8T346G9.Office/User
Content.localized/Templates.localized/Normal.dotm
Title: 文字単語、音声単語の大規模な心像性評価
Subject:
Author: sakuma
Keywords:
Comments:
Creation Date: 8/26/21 9:31:00 AM
Change Number: 2
Last Saved On: 8/26/21 9:31:00 AM
Last Saved By: ASAKAWA Shinichi
Total Editing Time: 3 Minutes
Last Printed On: 8/26/21 10:37:00 AM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 2
Number of Words: 521 (approx.)
Number of Characters: 2,975 (approx.)

LSTM を用いた言い誤りの産出モデル

〇寺尾 康¹(てらお やすし) 大門 正太郎² 高倉 祐樹³ 上間 清司⁴

吉原 将大⁵ 橋本 幸成⁶ 浅川伸一⁷

¹静岡県立大学 ²クラーク病院 ³北海道大学 ⁴イムス板橋リハビリテーション病院

⁵国際交流基金 ⁶目白大学 ⁷東京女子大学

All authors contributed equally

(要旨) 絵画命名課題における発話生成モデルは、語彙表象の選択から音韻出力に至る過程に、内的、外的な制御構造(ループ/フィードバック)が仮定される。だが、扱える語彙は単音節語に限られる等、制約が存在する場合がある。また、これらモデルでは一般に、健常者や失語症者の言い誤りを直接的に生成することが難しかった。これらの解決するため、柔軟な制御構造を有し、多音節語への拡張可能で、かつ、加えて言い誤りの機序としてゲートを仮定した LSTM (Long Short-Term Memory)を用いたモデルを作成した。目標語の音韻表象と表出される単語表象として LSTM の中間層表現を利用し、かつ、LSTM のゲート開閉の不具合として言い誤りを算出させることを試みた。本発表では、提案モデルのシミュレーション結果について報告する。

Key words: 単語産出, SALM, WEAVER++, LSTM, ゲート

1. はじめに

「故意にはない発話意図からの逸脱」と定義される自然発話での言い誤りは、意識による制御が及ばないレベルで高速・効率的に行われる言語産出処理の規則性を反映していると考えられる。その説明にこれまで相互活性化モデルは一定の成果を挙げてきた。しかし、誤りとその源との間にある文脈性を捉えること、およびモニター機能の導入に難を抱えてきた。本論ではゲート付き LSTM モデルを採用して、その克服に加えて誤り自体の再現を目指す。

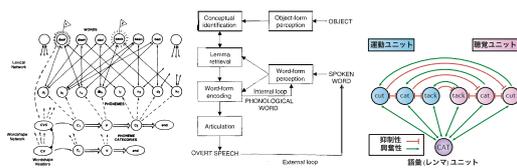


図 1. 従来モデル。左: 2 段階相互活性化モデル (Dell et al. 1997) Fig.1 より。右: WEAVER++ モデルの概念図。

2. 言い誤りの実例

言い誤りには、単語、形態素、音素レベルでの間違いが想定できる。以下に実例を示す。

- 1) 「ランナー 2, 3 塁でピンチをつかんだ、チャンス…」(意味型)。「たなばたのメダルじゃない(たなぼた)」(形式型)「最近カタコトの言葉が多い (カタカナ)」(混合型)「ポッと

蹴ってハイヒールの中から出したらね、あ、林の中から」(無関係型)

- 2) 「ながせばはな(い)い(話せば長い)」と「ワナナバナ園 (バナナワニ園)」(語以下のレベルの言い誤り)

単語モデルでは、単語レベルの言い間違いは実現できても、音素・文字レベルの言い間違いを実現することが難しい¹。どのレベルを想定しても良いような一般的モデルを考えることとする。

3. 長短期記憶 LSTM

LSTM (Long Short-Term Memory) は長距離依存解消のために提案されたニューラルネットワークモデルである[1,2]。長距離依存を解消するためには、ある内容を保持し続けて必要に応じてその内容を取り出すことができなければならない。このことを実現するために、ニューロンへの入力にゲートを設置することが LSTM の特徴である。図 3 に LSTM の概念図を示した。

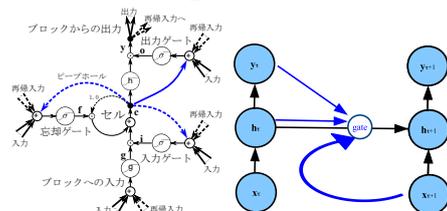


図 2. LSTM 概念図。情報は下から上へと流れる。セルが中間層ユニットであり再帰結合を持つ。

¹ 文字レベル RNN デモ <https://komazawa-deep->

learning.github.io/character_demo.html

図 2 LSTM は一つのニューロンに該当する。このニューロンには 3 つのゲートが付いている。3 つのゲートは、それぞれ、入力、出力、忘却ゲートと呼ばれる。入力ゲートと出力ゲートが閉じていれば、中央のセルの内容が保持されることになる。出力ゲートが開いている場合には、セル内容が出力される。一方出力ゲートが閉じていればそのセル内容は出力されない。このように入力ゲートと出力ゲートはセル内容の入出力に関与する。忘却ゲートはセル内容の保持に関与する。忘却ゲートが開いていれば一時刻前のセル内容が保持されることを意味する。反対に忘却ゲートが閉じていれば一時刻前のセル内容は破棄される。全セルの忘却ゲートが全閉ならば通常の多層ニューラルネットワークであることと同義である。すなわち記憶内容を保持しないことを意味する。エルマンネットなど、単純再帰型ニューラルネットワーク (SRN: simple recurrent networks) でフィードバック信号が存在しない場合に相当する。

以上をまとめると、セルへの入力は、1) 下層からの信号、2) 上層からの信号 (Jordan ネットの帰還信号) 3) 自分自身の内容、(Elman ネットの帰還信号) が用いられる。これら入力信号が、1) 入力信号そのもの、2) 入力ゲートの開閉制御用信号、3) 出力ゲートの開閉制御用信号、4) 忘却ゲートの開閉制御用信号 という 4 種類に用いられる。すなわち、LSTM のパラメータ数は SRN に比べて 4 倍となる。セルの出力関数として双曲線正接関数(tanh) が、ゲートの出力関数にはシグモイド関数 $[1+e^{-x}]^{-1}$ が用いられる。Tanhを用いる理由は収束が早いこと、シグモイド関数は値域が $[0,1]$ であるためゲートの開閉に直接対応しているからなどによる。LSTM のゲートは、前シナプス抑制と関連すると考えられる。

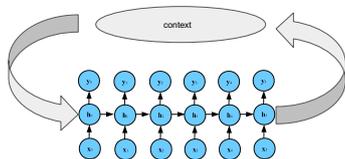


図 3 文脈つきリカレントニューラルネットワークモデルの概要 (左)。カルマンフィルター (右)

LSTM の中間層の初期状態に特定の状態を設定することで、文脈あるいは発話単語 (あるいは意図) とみなすことができる。このことは LSTM がリカレントニューラルネットワークであるから図 4 の時系列展開した図が内部ループ、図 4 上部との

関係と同等だろうと思われる。

3. 数値実験

文字レベルの言い間違えを想定した数値実験を行った。LSTM の忘却ゲートは、中間層の状態を制御する役割を持つ。従って忘却ゲートがなければ、以前の状態を消去したり、取捨選択したりすることが困難になると予想される。このことを確認するために忘却ゲートの有無により中間層の状態を観察することとした。日本語オノマトペ 1761 語をローマ字表記したデータを用いた[3]。このため入力層ユニット数は 26 であり、中間層ユニット数は 64 とした。学習係数 20, 勾配クリップ 1.0, ドロップアウト率 0, bptt 幅 10, とした。ゲートの有無により、中間層の勾配がどのように変化するかを観察した。結果を下図に示した。

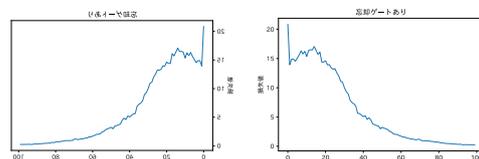


図 4. LSTM の中間層の状態の変化。左は忘却ゲートなし、右は忘却ゲートありの結果。

図 4 は長距離依存を正しく扱えないことを意味すると考えられる。一般に、リカレントニューラルネットワークでは、中間層の結合係数を学習する際に、勾配爆発問題が問題となる。LSTM は、勾配爆発問題に対処するという工学的意味合いだけでなく、言い誤りとして解釈することが可能である。

4. 考察と結論

図 4 を神経心理学に即して考えれば、保続の一機序を説明する候補になるだろう。今回具体例を示していないので詳細な議論が難しいが、LSTM は、言い間違えの発生機序に関する健常者の言い間違いと失語症者の錯語との両者に関わるモデルとみなしうる。今後、具体例を含めた検討を加える必要があるだろう。

<文献>

- 1) Hoeiter, Sepp, and Jürgen Schmidhuber. 1997. "Long Short-Term Memory." Neural Computation 9: 1735-80.
 - 2) Greff, Klaus, Rupesh Kumar Srivastava, Jan Koutník, Bas R. Steunebrink, and Jürgen Schmidhuber. 2015. "LSTM: A Search Space Odyssey." ArXiv:1503.04069
- 小野 正弘(編). 2007. 日本語オノマトペ辞典. 第一版. 東京: 小学館

事象関連電位への同音語プライミング効果・反復プライミング効果

○手嶋 樹里 (てしま じゅり), 日野 泰志
早稲田大学

(要旨) 漢字語を読む際の意味符号化経路の性質を検討するため, 反復ペア (e.g., 清算-清算), 同音語ペア (e.g., 生産-清算), 関連なしペア (e.g., 教育-清算) を用いてマスク下プライムを伴う語彙判断課題を行い, 課題遂行中の事象関連電位を測定した。行動データには反復プライミング効果と同音語プライミング効果が観察されたが, N400 の振幅には, 反復プライミング効果のみが観察された。この結果は, 漢字語を読む際に音韻情報は活性化されるが, 意味符号化には, 直接経路が使用されることを示すものと思われる。

Key words: 同音語プライミング効果, 反復プライミング効果, 事象関連電位(ERP), N250, N400

1. はじめに

語を読む際, 語の意味情報の活性化経路には二つの可能性を考慮することができる。一つは, 形態情報から直接意味情報が活性化される直接経路である。もう一つは, 形態情報から音韻情報が活性化され, その音韻情報を介して意味情報が活性化される音韻媒介経路である。本研究では, 漢字語を読む際にどちらの経路が使われているのかを検討することを目的とするものである。

Grainger, Kiyonaga & Holcomb (2006) は, マスク下のプライムを伴う, 非動物名の語をターゲットとする Go/No-Go 意味カテゴリー判断課題を行った。同時に課題遂行中の事象関連電位を測定し, 反応を求めないターゲット試行において, 文字入れ替えプライム試行のターゲット (barin-BRAIN vs. bosin-BRAIN) に対する形態プライミング効果と疑似同音語プライム試行のターゲット (brane-BRAIN vs. brant-BRAIN) に対する同音語プライミング効果の観察を試みた。その結果, 文字入れ替えプライム試行のターゲットは, 関連なしプライム試行のターゲットよりも, ターゲット提示後 200 ミリ秒から 250 ミリ秒で, 後頭部の電極の負方向の振幅が小さくなった。また, 疑似同音語プライム試行のターゲットは関連なしプライム試行のターゲットよりも, ターゲット提示後 250 ミリ秒から 350 ミリ秒で, 前頭部の電極の負方向の振幅が小さくなった。これらの結果から, Grainger et al. は, N250 前期は形態情報の活性化プロセスを反映し, N250 後期は音韻情報活性化プロセスを反映すると解釈している。つまり, 活性化される形態情報間の不一致性が大きいほど N250 前期の振幅は負方向に大きくなり, 活性化される音韻間の不一致性が大きいほど N250 後期の振幅は

負方向に大きくなるものと思われる。

Kutas & Hillyard (1980) は, 7 語からなる英文を一語ずつ提示した課題で, 7 語目の提示から約 400 ミリ秒後にピークに達する負方向への振幅(N400) が観察され, これは 7 語目の意味が 6 語目までの文脈の意味と不一致であるほど大きくなった。したがって, N400 の振幅は, 活性化される意味の不一致性の程度に依存するものと解釈することができる。

以上のことを踏まえ, 本研究では, 反復ペア (e.g. 清算-清算), 同音語ペア (e.g. 生産-清算), 関連なしペア (e.g. 教育-清算) を用いて語彙判断課題を行い課題遂行中の事象関連電位を測定し, プライムによって活性化される音韻・意味情報の性質について検討した。まず, 反復ペアは, 活性化された形態, 音韻, 意味情報がいずれも同じなので, N250 前期, N250 後期, N400 の負方向への振幅は小さくなるはずである。これに対して関連なしペア (e.g. 教育-清算) は, 活性化された形態間, 音韻間, 意味間の不一致性が大きいので, N250 前期, N250 後期, N400 の負方向への振幅は大きくなるはずである。つまり, N250 前期, N250 後期, N400 のいずれにおいても反復プライミング効果が観察されるはずである。

一方, 同音語ペア (e.g. 生産-清算) は, 関連なしペアと同じく活性化される形態間の不一致性が大きいので, N250 前期の振幅には形態プライミング効果は期待されない。しかし, 活性化される音韻情報は同じはずなので, 関連なしペアと比べて負方向への振幅が小さくなり, N250 後期に同音語プライミング効果が期待される。

次に, N400 に関しては, 意味情報が音韻情報を介して活性化されるか, 形態情報から直接活

性化されるかによって異なるデータが予測される。音韻媒介経路により意味情報が活性化されるなら、同音語ペアでは、プライムもターゲットも(少なくとも部分的には)同じ意味情報を活性化するはずである。従って、関連なしペアと比較して、意味間の不一致性が低くなり、反復ペアと同じように、負方向への振幅は小さくなるのが期待される。反対に、直接経路により意味情報が活性化されるなら、プライムとターゲットは異なる意味情報を活性化するため、関連なしペアと同じように意味間の不一致性は高くなるはずである。

2. 方法

実験参加者: 早稲田大学の学部生及び大学院生 27 名。

刺激: 刺激はすべて漢字二字で構成された。反復ペア 70 ペア, 同音語ペア 70 ペア, 関連なしペア 7 ペアの計 210 ペアに加えて、語プライムに非語ターゲットを組み合わせた非語ペア 210 ペアを使った。

手続き: 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 50 ミリ秒間提示され、マスク刺激に置き換えられた。マスク刺激は 16 ms 間提示され、ターゲットに置き換えられた。実験参加者は、ターゲットに対する語-非語判断を求められた。課題遂行中には、脳波測定も行った。

3. 結果

行動データ: 反復条件, 同音語条件, 関連なし条件それぞれの平均反応時間, 平均誤反応率を Table1 に示す。反復条件と関連なし条件の間には、有意な反復プライミング効果が観察された。同音語条件と関連なし条件の間にも、有意な同音語プライミング効果が観察された。

Table 1

反復条件, 同音語条件, 関連なし条件の平均反応時間(ms)と平均誤反応率。

	効果		効果	
	反応時間(ms)	誤反応率	反応時間	誤反応率
反復条件	582 (155.93)	0.063 (0.242)	60*	0.049*
同音語条件	635 (144.16)	0.086 (0.280)	7*	0.026
関連なし条件	642 (143.30)	0.112 (0.315)		

Notes. - ()内は標準偏差。 * $p < .05$

脳波データ: Figure1 は、ターゲット提示 100 ミリ秒前から 600 ミリ秒後までの中央 9 か所の電極 (F3,Fz,F4,C3,Cz,C4,P3,Pz,P4) の脳波の波形を平均したものである。縦軸は電圧(μV)、横軸は潜時(ms)である。

ターゲット提示から 200~300 ミリ秒後(N250)では、関連なし条件の方が反復条件よりも、左前頭部では正方向に、頭頂~後頭部では負方向に有意に振幅が大きくなった。また、関連なし条件は同音語条件よりも、中頭部の電極でのみ、負方向

の振幅が大きくなった。

ターゲット提示から 350~450 ミリ秒後(N400)では、前のタイムウィンドウと同様、関連なし条件の方が反復条件よりも、左前頭部では正方向に、頭頂~後頭部では負方向に有意に振幅が大きくなった。関連なし条件と同音語条件の間には有意な振幅差は認められなかった。

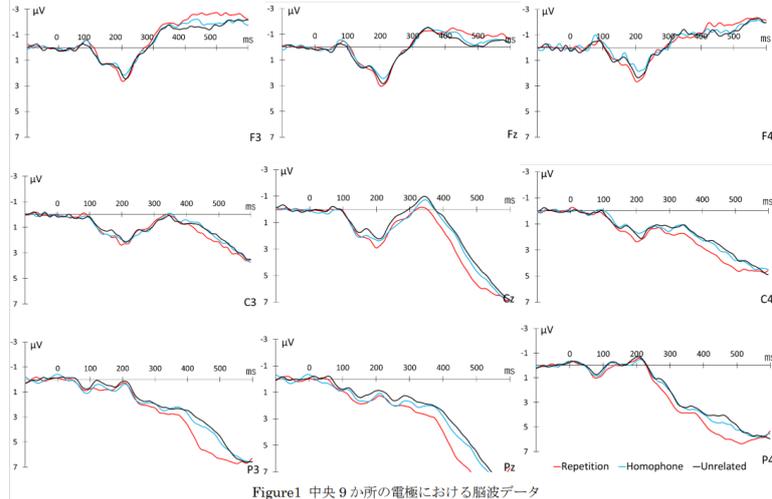


Figure1 中央 9 か所の電極における脳波データ

4. 考察

行動データと脳波データの N250 に同音語プライミング効果が観察されたことから、漢字語を読む際に、音韻情報が活性化されているものと思われる。しかし、N400 の振幅に、反復プライミング効果は観察されたものの、同音語プライミング効果は観察されなかった。この結果は、漢字熟語を読む際に、音韻情報は活性化されるものの、意味符号化には、音韻媒介経路ではなく、直接経路が機能していることを反映するものと考えられる。

5. おわりに

今回の実験では、観察された同音語プライミング効果が小さかったため、同音語ペアと関連なしペアのみを刺激とする実験、プライムをカタカナ表記した実験なども行い、本今回の実験データと一貫した結果が得られるかどうか、引き続き検討中である。

<文献>

- 1) Grainger, Kiyonaga & Holcomb (2006). The time course of orthographic and phonological code activation. *Psychological Science*, **17**, 1021-1026.
- 2) Kutas & Hillyard (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, **207**, 203-205.

語の形態—意味対応の一貫性効果

○橘 光貴¹, 木田 哲夫², 日野 泰志³

¹早稲田大学文学研究科, ²愛知県医療療育総合センター—発達障害研究所,

³早稲田大学文学学術院

(要旨) 語を読む際には、その語だけでなく形態隣接語の意味も活性化されることが複数の先行研究で報告されている。本研究では、形態隣接語をもとに形態—意味対応の一貫性を操作した刺激を用いて、語彙判断課題と関連性判断課題を実施し、行動データと事象関連電位を測定した。いずれの課題においても、行動データに一貫性効果は観察されなかったが、N400の振幅に有意な効果が観察された。これらの結果は、語を読む際には、その語が持つ形態隣接語の意味も活性化され、その中から正しい意味が選択される可能性を示唆するようである。

Key words: 形態—意味対応の一貫性, 事象関連電位 N400, 形態隣接語, 形態親類語

1. はじめに

最近, Marelli & Amenta (2018)は、語彙判断課題において、語の形態—意味対応の一貫性が高い語の方が、低い語よりも反応が速いことを報告している。彼らは、形態素レベルの処理に形態—意味対応の一貫性が効果を持つ可能性を検討するため、同じスペリングパターンを共有する形態親類語を使って語の形態—意味対応の一貫性を操作した。

一方、多くの先行研究では、ある語の形態類似語として、形態隣接語が使われることが多い。また、語を読む際には、その語が持つ形態隣接語の意味も活性化されることが示唆されている(e.g., Rodd, 2004)。そこで本研究では、形態隣接語に基づく語の形態—意味対応の一貫性効果について検討を試みた。語の形態—意味対応の一貫性を操作した刺激セットを使って、語彙判断課題と関連性判断課題を行い、行動データに加えて事象関連電位も測定した。

2. 実験1 語彙判断課題

実験参加者 早稲田大学の学生 52 名が実験1に参加した。

刺激 Hino, Miyamura & Lupker (2011)の形態隣接語に基づく形態—意味対応の一貫性データから、形態—意味対応の一貫性が高い語 57 語と一貫性が低い語 57 語を選択した。加えて、課題実施に必要な非語刺激を 114 語用意した。

手続き 実験参加者には、モニター中央に提示された文字列が語か非語かを判断し、対応するボタンを迅速かつ正確に押すよう求めた。

ERP データは、サンプリング周波数を 1000Hz に設定し、国際 10-20 法に則って電極が配置され

た脳波キャップを用いて測定した。左マストイドにリファレンス、前頭部にグラウンドを置いた。

データ解析 N400 の振幅に一貫性効果が認められるかどうかを検討するため、刺激提示後 300ms から 500ms の範囲で、実験参加者毎、条件毎に平均 ERP を求めた。ベースライン補正には刺激提示直前の 100ms 間のデータを用いた。また、いずれかの電極の振幅が $\pm 100\mu\text{V}$ を越えた試行はデータ分析から除外した。データ分析には正試行のデータのみを用いた。主要な中央 9 電極(Fz, Cz, Pz, F3, P3, C3, F4, C4, P4)のデータを対象に分析を行った。分析では、一貫性の要因に加えて、9 電極を縦に 3 分割した側性の要因と、横に 3 分割した前後の要因を加え、一貫性(2)×側性(3)×前後(3)の分散分析を行った。

結果 ノイズによる影響を受けたデータを除外し、実際の分析には 34 名分のデータを使用した。

条件毎の反応時間と誤反応率の平均値を Table 1 に示す。反応時間にも誤反応率にも、有意な一貫性効果は検出されなかった。

Table 1 実験1の平均反応時間(ms)と誤反応率(%)

条件	反応時間	誤反応率
高一貫性群	576	5.05
低一貫性群	572	4.12

刺激提示から 300 – 500 ms の範囲の平均電位の条件間の差分によるボルテージマップを Figure 1 に示す。分析の結果、一貫性の主効果は有意だった($F(1, 33) = 5.332, p = .027$)。側性の主効果($F(1.890, 62.356) = 8.596, p = .001$)と前後の主効果($F(1.150, 37.951) = 47.707, p = .000$)も有意だった。

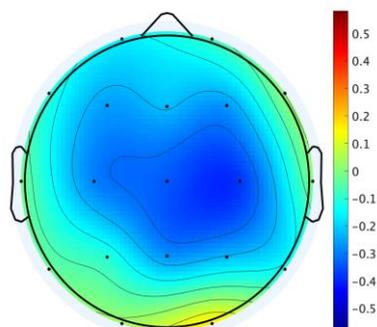


Figure 1 実験1での、低一貫性語群の平均値から高一貫性語群の平均値を差し引いたボルテージマップ

3. 実験2 関連性判断課題

実験参加者 早稲田大学の学生 39 名が実験2に参加した。

刺激 実験1で使用したターゲット語を全て、関連なし試行のターゲット語として使用した。個々のターゲット語には、関連のないペア語を選択した。一貫性の2条件間で先行語とターゲット語の間の関連性の程度を統制した。さらに、関連あり試行で使用する関連ありペアも114ペア選択した。

手続き 実験参加者には、連続して提示される二つの語の意味に関連があるか否かを判断して、対応するボタンを迅速かつ正確に押すように教示した。脳波測定では、脳波キャップに代わり、脳波用生体電極を一つ一つ頭に貼りつける方法をとった。電極の配置は実験1と同様であった。

データ解析 実験1と同様の方法で分析した。

結果 ノイズによる影響を受けたデータを除外し、分析には34名分のデータを使用した。

条件毎の反応時間と誤反応率の平均を Table 2 に示す。実験2においても、実験1と同様に、反応時間と誤反応率ともに有意な一貫性効果は検出されなかった。

Table 2 実験2の平均反応時間(ms)と誤反応率(%)

条件	反応時間	誤反応率
高一貫性群	569	2.44
低一貫性群	560	1.75

ターゲット語の提示から 300 - 500 ms の範囲の平均電位の条件間の差分によるボルテージマップを Figure 2 に示す。分析の結果、側性の主効果 ($F(1.558, 51.423) = 4.313, p = .027$)と前後の主効果($F(1.163, 38.389) = 67.965, p = .000$)が有意だった。さらに、前後と一貫性との間の交互作用が有意だった($F(1.123, 37.047) = 5.775, p = .018$)。

そこで、前頭部、中央部、頭頂部の3電極の

データ毎に、一貫性(2)×側性(3)の分散分析を行ったところ、前頭部で有意な一貫性効果が認められたが($F(1, 29) = 7.145, p < .025$)、中央部では、効果が認められなかった。さらに、頭頂部では、一貫性効果が有意傾向にあったが($F(1, 33) = 3.995, p = .054$)、Figure 2 から明らかなように、前頭部で観察された効果とは逆方向の効果だった。

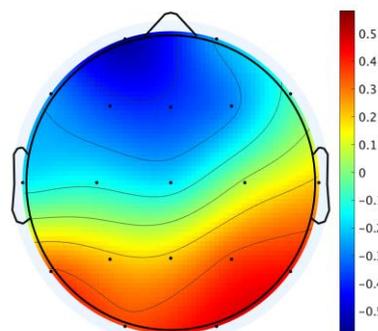


Figure 2 実験2での、低一貫性語群の平均値から高一貫性語群の平均値を差し引いたボルテージマップ

4. 総合考察

実験1と2の両方で、行動データには、有意な形態一意味対応の一貫性効果は観察されなかったが、N400の振幅に一貫性効果が観察された。語彙判断課題では、前頭部と中央部に一貫性効果が観察された。関連性判断課題では、同じ効果が前頭部でのみ観察され、頭頂部から後頭部では、逆方向の効果が観察された。

Marelli & Amenta (2018)は、形態素レベルの形態一意味対応の一貫性が語彙判断課題の成績に有意な効果を示したことを報告したのに対して、本研究で検討した形態隣接語に基づく形態一意味対応の一貫性は、行動データには効果を生じなかった。この違いがどのような理由によるのかという問題は、さらに検討する必要があるだろう。

<文献>

- 1) Hino, Kusunose, Miyamura, & Lupker. (2017). Phonological-orthographic consistency for Japanese words and its impact on visual and auditory word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and performance*, 43, 126-146.
- 2) Marelli, & Amenta. (2018). A database of orthography-semantic consistency (OSC) for 15,017 English words. *Behavior Research Methods*, 50, 1482-1495.
- 3) Rodd, J. M. (2004). When do leotards get their spots? Semantic activation of lexical neighbors in visual word recognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 11, 434-439.