

第 22 回認知神経心理学研究会

The proceedings of
the 22nd Annual Meeting of Cognitive Neuropsychology Society

*What I cannot create,
I do not understand.*

2019 年 08 月 31 日 (土), 9 月 1 日 (日)

於 東京女子大学 7 号館 西講堂 (7105)



第 22 回研究会ホームページ QR コード

<https://sites.google.com/view/cnps2019/home>

スポンサー企業 (五十音順):



第 22 回認知神経心理学研究会

2019 年 8 月 31 日, 9 月 1 日

目次

1	プログラム	2
2	諸注意	4
2.1	発表者の方へ	4
2.2	一般参加者の方へ	4
2.3	交流会・懇親会	4
2.4	Wi-Fi 接続と電源	4
2.5	特別企画に参加される方へ	4
2.6	荷物の一時預かり, クローク	5
2.7	その他諸注意	5
2.8	連絡先	5
2.9	東京女子大学構内の食堂と購買	5
2.10	学内飲料水自動販売機設置場所	6
3	東京女子大学と周辺情報	6
3.1	東京女子大学へのアクセス	6
3.2	西荻窪から東京女子大学	7
3.3	関東バス時刻表 西荻窪駅, 吉祥寺駅北口	7
3.4	学内地図	8
3.5	7号館内地図	8
3.6	東京女子大学周辺胃袋充足地図	9
4	招待講演	10
5	スポンサー企業	42

第 22 回認知神経心理学研究会開催にあたって

昨年の東北大学で開催された第二十一回研究会に引き続き、令和元年開催となる第二十二回認知神経心理学研究会は東京武蔵野の面影を今なお残す東京女子大学へ皆様をお迎えすることができることをうれしく思います。本会の開催にあたり、準備および運営をお引き受けいただきました実行委員長の浅川伸一先生には会を代表して感謝申し上げます。

本会の組織としての運営にはまだまだ未熟なところが多々ありますが、登録人数は 500 名を超え、毎年活発な議論をする機会を設けることができいております。これは、ひとえにここにご参加下さった皆様のお力添えがあつてのことと、心より御礼申し上げます。

本年度は特別企画として「深層学習による神経心理学症状のシミュレーション」として、ディープラーニングモデルのフレームワークを活用したハンズオン実習を企画いたしました。臨床家の方々には馴染みの薄いコンピュータ・シミュレーションではありますが、昨今取り沙汰されているディープラーニングは 1980 年代から神経心理学モデルへの応用が取り上げられてきた発展型でもあります。この意味で今後の研究動向の見通しと症例理解に向けたツールとなる可能性を秘めていると考えられます。この機会に最先端の技術に触れ理解を深めていただければと思います。

また、招待講演にお招きした 3 名の先生方は人工知能、自然言語処理分野で顕著な業績を挙げられた先生方です。招待講演の先生方から最先端の知識を得て、特別企画でその応用への可能性を議論できれば、今後の発展を占う意味でも有益な知識が得られるものと推察されます。今回もさらなる議論の盛り上がりを期待しております。

本研究会では、できる限り議論を尽くすため、ご発表とご質疑の時間を十分に確保するという方針を第一回研究会より貫いて参りました。本年度も、活発な議論が行われ、発表者と聴講者が満足のいく会となることを期待しております。また、研究会だけでなく、懇親会においても活発な議論が続くことも本研究会の特徴としているところです。ぜひ、お楽しみいただければと存じます。

2019 年 8 月 31 日

認知神経心理学研究会

会長 宇野 彰

1 プログラム

8月31日

08:30- 受付開始

09:00-09:10 オープニングリマーク

09:10-09:15 注意事項, 男子トイレの場所, 喫煙所, 自動販売機, Wi-Fi 接続の注意

招待講演 1 09:15-10:00

09:15-10:00 山川 宏 先生 全脳アーキテクチャを基盤とする計算論的認知障害研究にむけて

10:00-10:10 休憩

第1群 座長 渡辺 眞澄 (県立広島大学) 10:10-12:05

10:10-10:50 佐藤ひとみ, 永沢梨絵 (浴風会病院) 音韻失語と音韻失読が共起した症例 – その障害パターンと呼称セラピー効果 –

10:50-11:30 大門正太郎 (クラーク病院) 失読症例に対する漢字の検討 – 1文字レベル、単語音読、語彙性判断、読解 –

11:30-12:10 渡辺眞澄 (県立広島大学) 読み一貫性の高い仮名語の音読における意味の関与

12:10-12:30 スポンサー企業ピッチ: AIdemy, EXAWIZARDS, GAUSS, Kuno 各5分

12:30-14:00 昼食休憩, 理事会 (7105 教室)

第2群 座長 佐藤ひとみ (浴風会病院) 14:00-15:25

14:00-14:20 佐藤ひとみ †, 石坂郁代 ‡ (†:浴風会病院, ‡:北里大学) 意味連合検査は何を測定できるのか?: 小学生から高齢者の意味連合成績を用いた検討

14:20-15:00 板口典弘 †, Rodriguez-Aranda Claudia ‡, (†:静岡大学, ‡:University of Tromsø) トピックモデルに基づいた言語流暢性課題の定量的評価

15:00-15:40 諏訪園秀吾 †, 荒生弘史 ‡, 上田 幸彦*, 前堂 志乃* (†:沖縄病院, ‡:大正大学, *:縄国際大学) 筋強直性ジストロフィーにおける認知機能の特徴 – 誤答フィードバック音に対する事象関連電位から探る試み –

15:40-15:50 休憩

特別企画 1 15:30-17:30

15:50-17:30 特別企画実行委員会 深層学習モデルによる神経心理学症状の理解

17:30- 吉祥寺へ移動移動

18:30- 交流会 (懇親会)

9月1日

08:30 受付開始

第3群: 座長 日野泰志 (早稲田大学) 09:00-11:25

09:00-09:20 佐藤ひとみ, 山崎菜奈, 永沢梨絵, 大賀舜也 (浴風会病院) 意味連合検査は、脳損傷患者の意味機能評価に有効なのか? - SAT 絵/文字単語刺激による検討 -

09:20-09:40 吉原将大, 薛俊毅, 日野泰志 (早稲田大学) 音読課題におけるプライムの提示時間と先頭音プライミング効果

09:40-10:20 劉楚心, ワーナー川原ジェシー, 中山真里子 (東北大学) 中国語-日本語後期バイリンガルの視覚的単語認識における音韻の役割

10:20-11:00 ワーナー川原ジェシー†, 吉原将大‡, 中山真里子† (†:東北大学, ‡:早稲田大学) 日英バイリンガルにおけるマスク下の形態素プライミング

11:00-11:40 日野泰志 (早稲田大学) 漢字三字熟語を使った関係プライミング効果の検討

11:40-11:45 休憩

招待講演2 11:45-12:25

11:45-12:25 内海 彰 先生 (電気通信大学) 計算モデリングによる言語認知へのアプローチ

12:25-13:45 昼食休憩

13:45-14:00 総会

招待講演3 14:00-14:50

14:00-14:50 小林 一郎 先生 (お茶の水女子大学) 機械学習手法を用いた脳内情報解読と脳機能解明に向けた取り組み

14:50-15:00 休憩

特別企画2 15:00-18:00

15:00-18:00 特別企画実行委員会 深層学習モデルによる神経心理学症状の理解

18:00 クロージングリマーク, 次回研究会案内

2 諸注意

2.1 発表者の方へ

- ハンドアウト (配布資料) のある方は各自でご用意ください
- ビデオプロジェクタの接続は HDMI もしくは VGA ケーブルです (コネクタが必要な場合ご持参ください)
- ビデオプロジェクタの解像度は最大縦横それぞれ 1920 × 1280, リフレッシュレートは 60 Hz まで対応します
- 音声出力の場合には HDMI 付属の音声信号, またはステレオピンジャックに対応します
- 上記の方法でプレゼンテーションできない場合には, 予め発表 5 分前までにスライド資料を事務局宛 2019cnps@gmail.com に送信してください

2.2 一般参加者の方へ

- 受付で参加費をお支払いください。参加費は以下のとおり:
一般会員 6000 円
非会員 7000 円
学生会員 4000 円
- 参加費と引き換えに名札をお渡しします。研究会期間中は名札の携帯をお願いします

2.3 交流会・懇親会

店名 トスカーナ吉祥寺店

住所 東京都武蔵野市吉祥寺本町 2-12-13 TN コラムビル 2F

電話番号 050-5266-0319

開始時刻 8 月 31 日 18:30-

費用 一般 6000 円, 学生 3000 円

2.4 Wi-Fi 接続と電源

- Eduroam が利用可能です (Eduroam 利用者向け情報 https://www.eduroam.jp/for_users/)
- Eduroam が利用できない参加者の方はワンタイムパスワードを発行いたします。受付にお申し出ください
- 電源はアウトレット (テーブルタップ) を会場内に配置しました。数に限りはありますがご自由にお使いください

2.5 特別企画に参加される方へ

- Wi-Fi 接続可能な PC をご持参ください
- 予め以下の 2 点の準備をお願いいたします
 1. Google アカウントの取得
 2. Google Chrome のインストール
- プロジェクトページ https://www.cis.twcu.ac.jp/~asakawa/2019cnps_handson/



図1 プロジェクトページの QR コード

- GitHub: <https://github.com/ShinAsakawa/2019cnps> ご不明な点は 2019cnps@gmail.com や Facebook グループ, twitter などでお問い合わせください。

2.6 荷物の一時預かり, クローク

- 受付で荷物タグと引き換えにお預かりします
- クロークは両日とも 08:30 から 18:00 まで利用可能です

2.7 その他諸注意

- 東京女子大学構内は全て禁煙です
- 東京女子大学の所在地杉並区では条例により区内全域で歩きタバコ禁止です
- 同じく条例により西荻窪駅周辺は路上喫煙禁止地区に指定されており違反すると罰則, 過料 2000 円が課せられます。参考: 杉並区生活安全及び環境美化に関する条例 <https://www.city.suginami.tokyo.jp/guide/gomi/bika/1004929.html>
- 東京女子大学構内では受付で配布された名札を必ず身につけてください

2.8 連絡先

第 22 回研究会ホームページ <https://sites.google.com/view/cnps2019/home>

電子メール 2019cnps@gmail.com

Facebook グループ <https://www.facebook.com/groups/2019cnps/>

Twitter [@2019cnps](https://twitter.com/2019cnps)

YouTube チャンネル [2019cnps](https://www.youtube.com/channel/UC2019cnps)



研究会ホームページ



参加登録



論文登録

2.9 東京女子大学構内の食堂と購買

- 東京女子大学内の購買, 食堂は全て営業していません。近隣の食堂やコンビニエンスストアをご利用ください

2.10 学内飲料水自動販売機設置場所

- 2号館脇屋外
- 4号館1階
- 6号館奥の部室脇
- 10号館1階

3 東京女子大学と周辺情報

3.1 東京女子大学へのアクセス

研究会当日は週末のため、JR中央線快速が西荻窪駅に停車しません。JR総武線、または東京メトロ東西線をご利用ください

住所: 東京都杉並区善福寺2丁目6番1号, 最寄り駅はJR中央総武線西荻窪駅または吉祥寺駅です

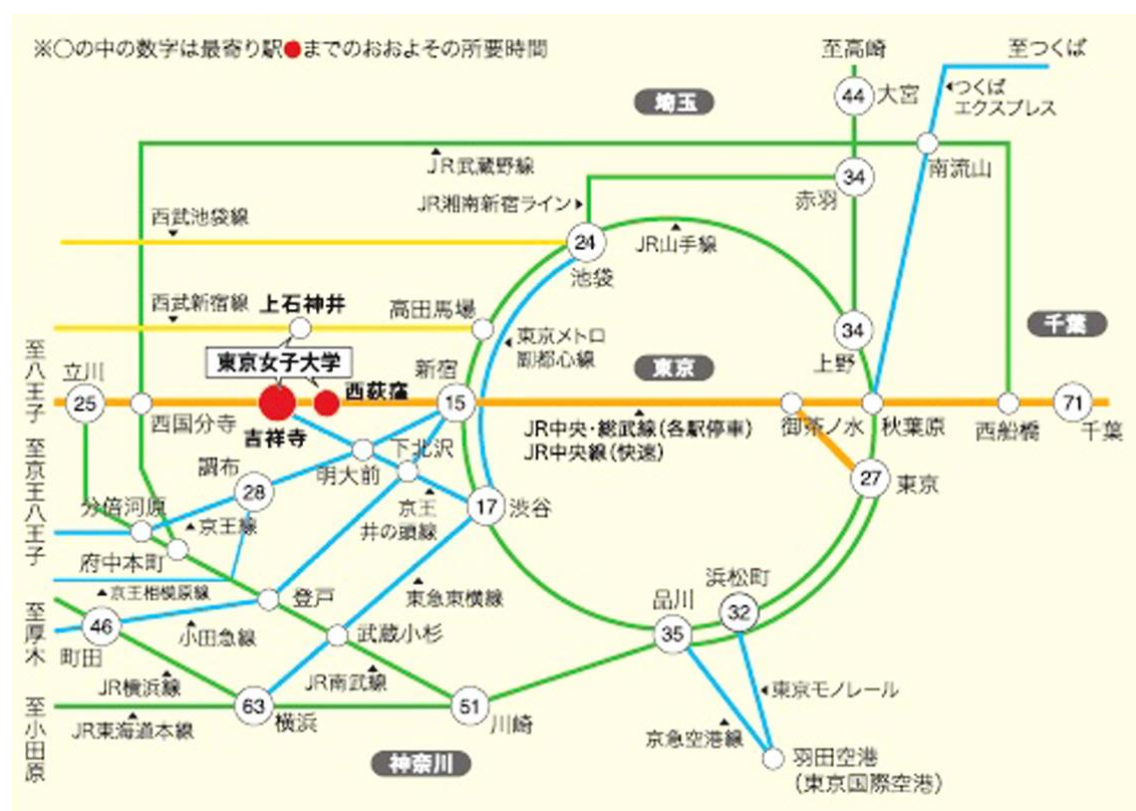


図2 <http://www.twcu.ac.jp/univ/access/> より

3.2 西荻窪から東京女子大学



図3 西荻窪から東京女子大学への徒歩経路

3.3 関東バス時刻表 西荻窪駅, 吉祥寺駅北口

表1 西荻窪駅発吉祥寺駅北口行 バス時刻表 8月31日

	西荻窪駅発	東京女子大学正門前発
6時	30, 48	14, 33, 51
7時	05, 16, 28, 41, 54	08, 19, 31, 44, 57
8時	06, 19, 33, 46, 59	04, 09, 17, 22, 36
9時	13, 23, 38, 52	02, 06, 16, 26, 31, 41, 45, 55, 59
10時	05, 19, 32, 45	08, 11, 22, 25, 35, 44, 49, 58
11時	00, 13, 27, 41, 55	03, 07, 16, 21, 30, 35, 44, 49, 58
12時	09, 23, 37, 51	03, 12, 17, 26, 31, 40, 45, 54, 59
13時	05, 19, 33, 48	08, 12, 22, 28, 36, 42, 51, 55
14時	01, 15, 29, 43, 57	04, 09, 18, 23, 32, 37, 46, 51
15時	11, 25, 39, 53	00, 05, 14, 19, 28, 33, 42, 47, 56
16時	07, 21, 35, 49	00, 10, 15, 24, 28, 38, 43, 52, 57
17時	03, 17, 31, 45, 59	06, 12, 20, 25, 34, 39, 48, 53
18時	13, 27, 42	02, 16, 21, 30, 34, 45, 50
19時	00, 13, 26, 40, 55	03, 16, 19, 29, 43, 58
20時	05, 25, 45	08, 28, 48
21時	04, 22, 41	07, 25, 44
22時	05	08

表2 吉祥寺駅北口発西荻窪北口行 バス時刻表

	吉祥寺駅発	東京女子大学正門前通過
6時	30, 47	35, 52
7時	05, 22, 35, 46, 59	10, 28, 41, 52
8時	12, 25, 38, 51	05, 18, 31, 44, 57
9時	04, 17, 31, 42, 56	10, 23, 36, 49
10時	06, 19, 33, 47	03, 13, 26, 40, 54
11時	01, 15, 29, 43, 57	08, 22, 36, 50
12時	11, 25, 39, 53	04, 18, 32, 44
13時	07, 23, 35, 49	00, 14, 30, 42, 56
14時	03, 17, 31, 45, 59	08, 24, 38, 52
15時	13, 27, 41, 55	06, 20, 34, 46
16時	09, 23, 37, 51	02, 16, 30, 44, 58
17時	05, 19, 33, 47	10, 26, 40, 54
18時	01, 17, 34, 49, 57	08, 24, 41, 56
19時	15, 33, 43	04, 22, 40, 48
20時	03, 25, 45	10, 31, 51
21時	03, 22, 42	09, 28, 48

3.4 学内地図



図4 東京女子大学構内地図

3.5 7号館内地図

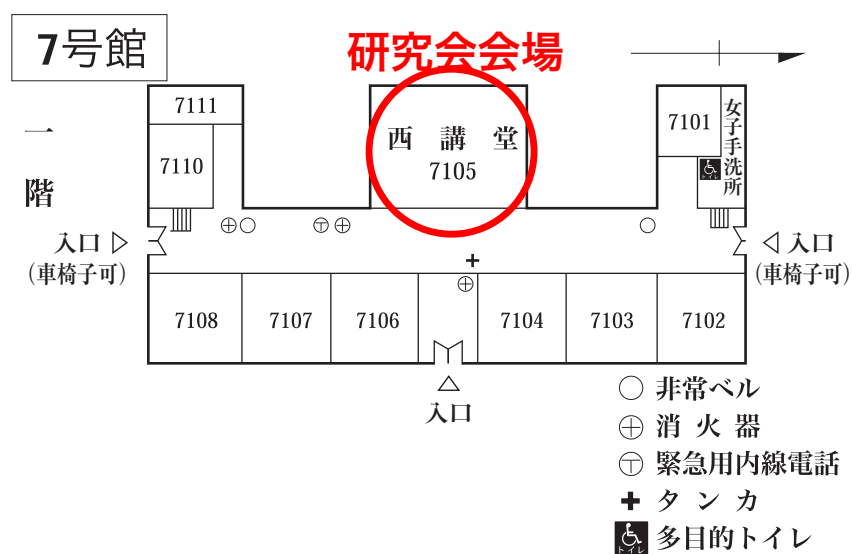


図5 東京女子大学7号館地図

3.6 東京女子大学周辺胃袋充足地図

研究会は休日開催のため東京女子大学構内の食堂は営業していません

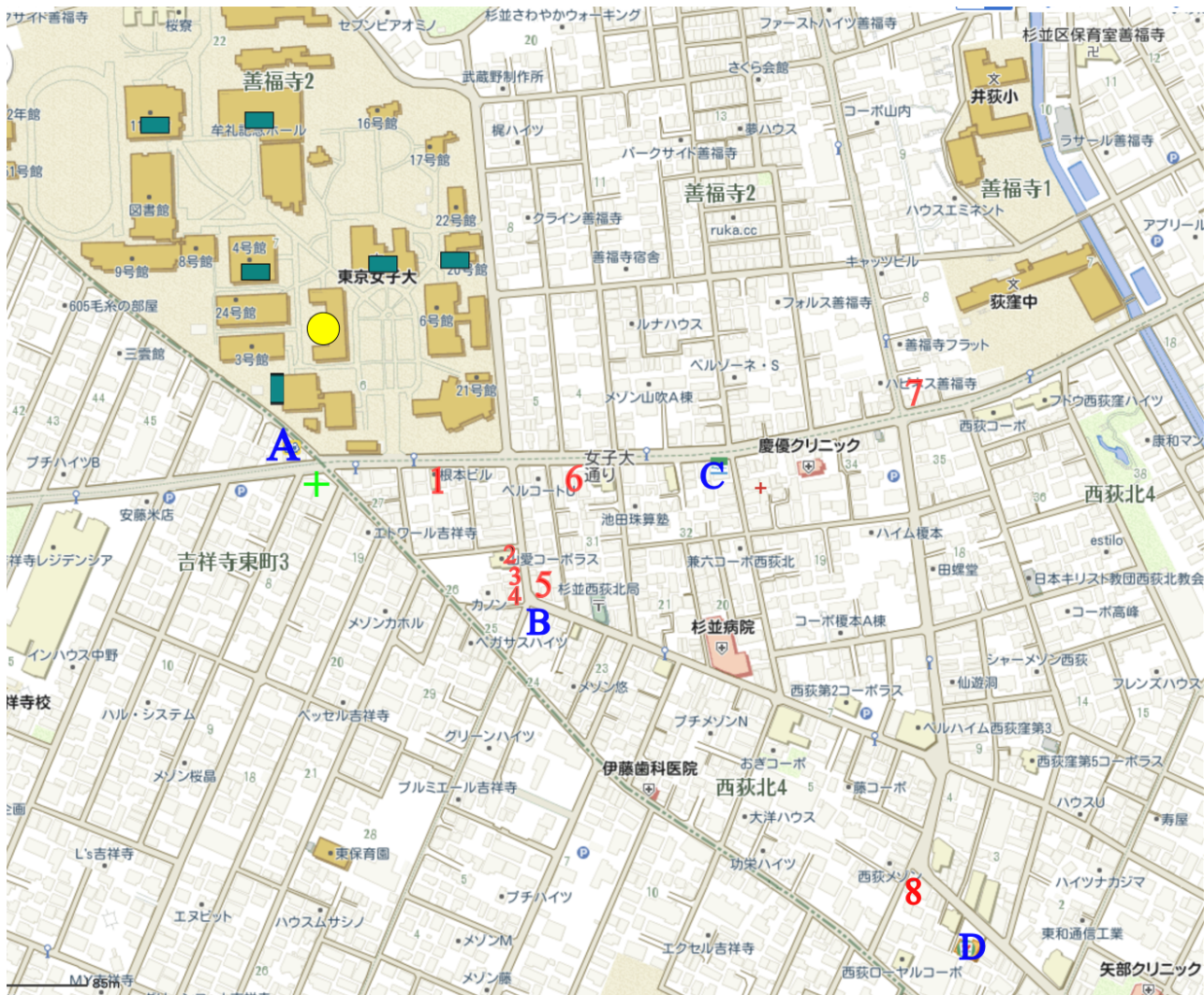


図6 東京女子大学周辺食欲充足地図

3.6.1 コンビニエンスストア

- 地図 A** ミニストップ女子大前店 徒歩 1 分 正門出て左，東京女子大学並び 吉祥寺東町 2-45-14
- 地図 B** ローソン杉並西荻北四丁目店 徒歩 2, 3 分 旧天徳湯。正門出て右へ，最初の信号を右折して突き当り，女子大通り（東京女子大学行きのバス経路途中）
- 地図 C** ファミリーマート西荻女子大通り店 徒歩 2, 3 分 (291m) 正門出て左へ，女子大前交差点を直進して地藏坂交差点へ。西荻北 4-32-16
- 地図 D** セブンイレブン西荻北店 徒歩 5 分 西荻窪駅と東京女子大学の間，女子大通り沿い。西荻北 4-1-19

3.6.2 食堂

- 地図 1** 洋食 ペーパーバン 徒歩 1 分以内 正門出て向かい左をみると看板あり。食べログ 3.11 日曜休
- 地図 2** ラーメン 佐々木製麺所 徒歩 2 分くらい 荻窪北 4-26-10 食べログ 3.62 日曜休
- 地図 3** タグチベーカリー 西荻北 4-16-10 上の佐々木製麺所となり同じビル 食べログ 3.67 日曜休
- 地図 4** どんぶりとにゅうめん まほろば 西荻北 4-16-10 上の佐々木製麺所と同じビル 日曜も営業
- 地図 5** そば処 田中屋 徒歩 3 分 ローソンの向かい バス通り沿い 食べログ 3.07
- 地図 6** 寿司 磯はん善福寺店 正門を出て左へ。すぐの善福寺交差点を直進して右側。杉並区 西荻北 4-31-11

地図7 そばやぶ平 地藏坂交差点 杉並区 善福寺 1-8-9 食べログ 3.06

地図8 イタリア料理 ポモドーロ 食べログ 3.35 スイーツ

地図+ ケーキ アテスウェイ 食べログ 3.9 以上を誇る東京スイーツ名所。超有名店。行列必至。正門
出て右、ミニストップの向かい

その他 西荻窪、吉祥寺まで足を伸ばすと店が見つかります

4 招待講演

全脳アーキテクチャを基盤とする 計算論的認知障害研究にむけて

山川宏



玉川大学
脳科学研究所



産総研AIRC



生命機能科学研究センター
(BDR)
革新知能統合研究センター
(AIP)



Whole Brain Architecture Initiative

NPO法人 全脳アーキテ
クチャ・イニシアチブ



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



電気通信大学 大学院
情報システム学研究科

概要



NPO法人全脳アーキテクチャ・イニシアチブ(WBAI)では、脳型汎用人工知能のソフトウェア開発をガイドする参照モデルとして、全脳参照アーキテクチャ(WBRA)の構築を進めている。現在は、脳の様々な部分回路についての参照モデルの標準記法を確定と並行して、脳器官毎に参照モデルの試作を進めている。モデル内には、脳の解剖学的な構造(コネクトームなど)と、生理学的な表現、さらにタスクを実行するための階層的に分解された機能との対応付けがなされる。

しばしば精神疾患や認知機能障害は、脳内の複雑に絡み合ったシステムの中で発生するため、脳全体を情報処理の機能的側面から捉えることが重要である。

よって部分的な知見を段階的に統合して、WBRAの全体像が見えてくるにつれて脳の大域的なモデル化／シミュレーションを利用した形でこうした障害についての症状の理解や治療の効果の推論に役立つであろう。

WBAIでは、こうしたアプローチを「計算論的認知障害研究」と呼んで進めており、今回は、我々がハンズオンを行った失語症を例として取り上げながら、この新たな研究領域の発展性について述べたい。

計算モデリングによる言語認知へのアプローチ

内海 彰 (utsumi@uec.ac.jp)

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

1 はじめに

認知科学では、人間の心的プロセスを**計算モデル**で表現することで、人間の心の働きや認知を解明しようとする。計算モデリングの方法論としては、ニューラルネットワーク（コネクショニストモデル）やベイズ推論などの確率モデルが主流である。

一方で、言語認知研究において代表的な方法論として**単語ベクトルモデル**（分布意味モデル、単語埋め込みモデルとも呼ばれる）がある。単語ベクトルモデルでは、コーパスからの教師なし学習によって、各単語（の意味）を多次元実数ベクトル（通常は 100~300 次元）として表現する。全ての語彙を同一のベクトル空間に埋め込むことによって、単語間の類似度・関連度を 2 つのベクトルが成す角の余弦（コサイン）などで容易に計算できる。単語ベクトルモデルは、Landauer & Dumais (1997) が潜在意味解析 (LSA) を提案して以来、言語認知における様々な現象のモデリング手法として利用されている (e.g., Jones et al., 2015)。また、深層学習を自然言語処理に適用する際に、自然言語という記号列を数値表現に変換するための技術としても単語ベクトルが用いられている。本講演では、筆者が行ってきた単語ベクトルモデルを用いた言語認知研究のいくつかを紹介する。

2 抽象概念の間接的接地の計算モデル

2.1 背景

概念に関する近年の認知研究は、身体性認知 (embodied cognition) に基づく具象概念研究から、身体性による説明が困難な抽象概念の研究へとシフトしている (Bolognesi & Steen, 2018)。抽象概念研究における重要な研究課題として、身体的経験に基づく感覚運動情報と言語経験に基づく言語情報の両者が抽象概念の形成にどのように関与

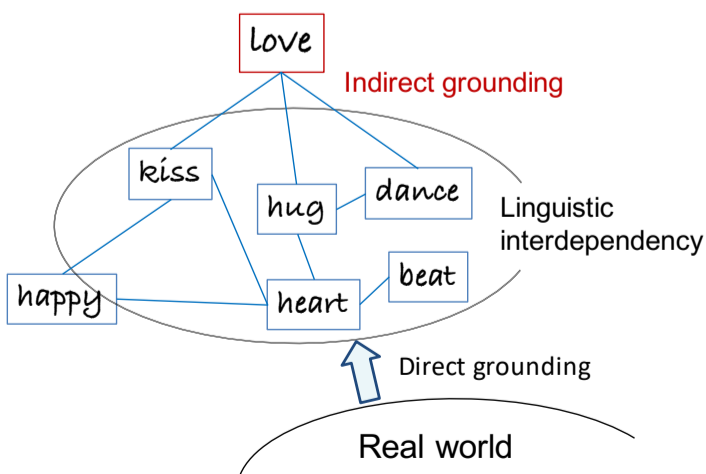


図 1: 抽象概念の間接的接地

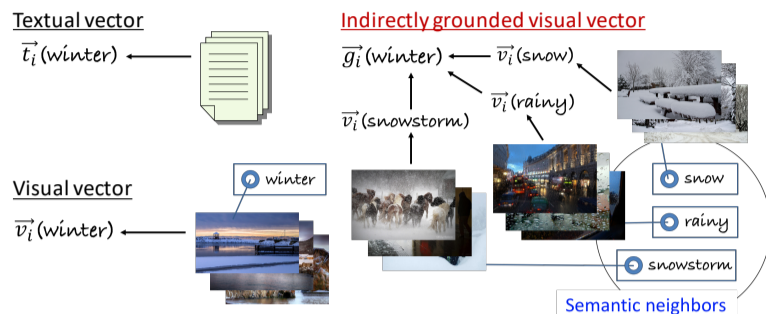


図 2: マルチモーダルベクトルによる間接的接地モデル

しているかを解明することがあげられる。近年のいくつかの研究 (Louwse, 2018; Thill et al., 2014) では、抽象概念は、身体性に基づいて実世界に直接接地される概念との言語的関係を通じて間接的に接地されるという**間接的接地** (図 1 参照) が主張されているが、その妥当性は検証されていない。そこで Utsumi (2018a) は、単語ベクトルと画像ベクトルによるマルチモーダル意味空間を用いた間接的接地の計算モデルを提案して、間接的接地モデルの有効性を検証した。

2.2 単語ベクトルによる間接的接地モデル

単語集合 (語彙) V は具象語 V_C と抽象語 V_A に分割されていると仮定する。また、各単語 $w_i \in V$ に対して、コーパスから学習した言語ベクトル $\vec{t}_i \in DSM_T$ と、 w_i に関する画像から計算した画像ベクトル $\vec{v}_i \in DSM_V$ が割り当てられるとする。提案する間接的接地モデル DSM_G では、各単語は言語ベクトル \vec{t}_i と間接的に接地された画像ベクトル \vec{g}_i のペア (\vec{t}_i, \vec{g}_i) で表現される (Takano & Utsumi, 2016; Utsumi, 2018a)。

$$\vec{g}_i = \begin{cases} \vec{v}_i & (\text{具象語 } w_i \in V_C) \\ \sum_{w_j \in SN(w_i)} \vec{v}_j / k & (\text{抽象語 } w_i \in V_A) \end{cases} \quad (1)$$

$SN(w_i) \subset V_C$ は、抽象語 w_i と意味的に強く関連する k 個の具象語 (近傍語; semantic neighbors) からなる集合である。つまり、図 2 に示すように、抽象語 w_i の画像ベクトル \vec{g}_i は近傍語の画像ベクトルの重心ベクトルであり、図 1 における間接的接地をモデル化したベクトル表現とみなすことができる。なお、抽象語に対する近傍語は、言語モデル DSM_T でのコサイン類似度で決定する。

2.3 評価実験

前節の間接的接地モデル DSM_G を用いて、人手で評定した各単語の概念表現 \vec{g}_i の予測を行うシミュレーション実験を行い、その予測性能によって間接的接地モデルの認知的妥当性を検証する。

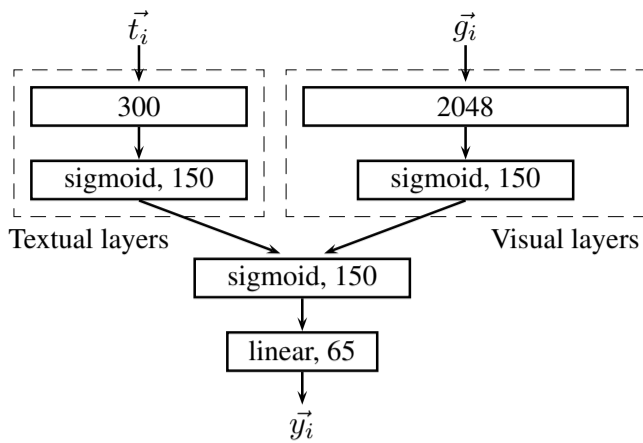


図 3: 評価実験に用いたニューラルネット

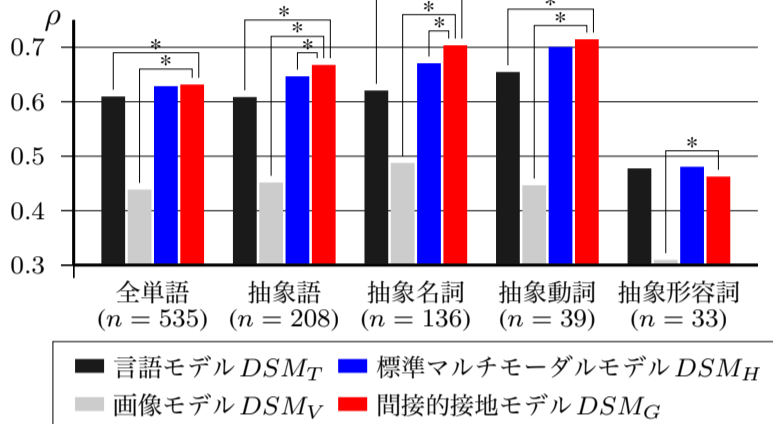


図 4: 平均相関係数による性能比較 (多重比較の結果は、間接的接地モデルと他のモデルとの結果のみ記載)

予測対象の概念表現 Binder et al. (2016) の概念ベクトルを用いた。彼らの概念表現データは、535 個の英単語に対する 65 次元のベクトル表現で構成されており、各次元は脳科学研究を通じて機能分化が認められている属性に対応している。ベクトルの各次元の値は、各単語が表す概念の各属性に対する顕現度の平均評定値である。

単語ベクトル 言語ベクトル \vec{t}_i は、COCA コーパスから SGNS (skip-gram with negative sampling; Mikolov et al., 2013) を用いて学習した。ベクトルの次元数は 300、ウィンドウサイズは 10 とした。語彙数は、コーパス中で出現回数が 30 未満の単語を除いた 108,230 単語である。画像ベクトル \vec{v}_i の計算のために、Flickr 画像検索を用いて各単語の画像を 20 個取得した。そして、これらの画像を ResNet152-hybrid1365 という学習済ニューラルネットに入力し、最終隠れ層の 2048 次元特徴ベクトルを求めた。各単語の画像ベクトル \vec{v}_i は、20 画像の特徴ベクトルの重心とした。具象語と抽象語の分類には、英単語の具象度評定データ (Brysbaert et al., 2014) を利用した。

学習と予測 図 3 に示すニューラルネットを用いて訓練データで学習を行い、テストデータの各単語に対して予測を行った。訓練データとテストデータの分割には、Binder et al. (2016) の 47 個の意味カテゴリを用いた。

予測性能は、元の概念表現 \vec{y}_i と予測された概念表現 $\hat{\vec{y}}_i$ の順位相関係数で評価した。比較対象として、言語モデル DSM_T 、画像モデル DSM_V 、標準のマルチモーダルモデル $(\vec{t}_i, \vec{v}_i) \in DSM_H$ の 3 種類のモデルを用いた。

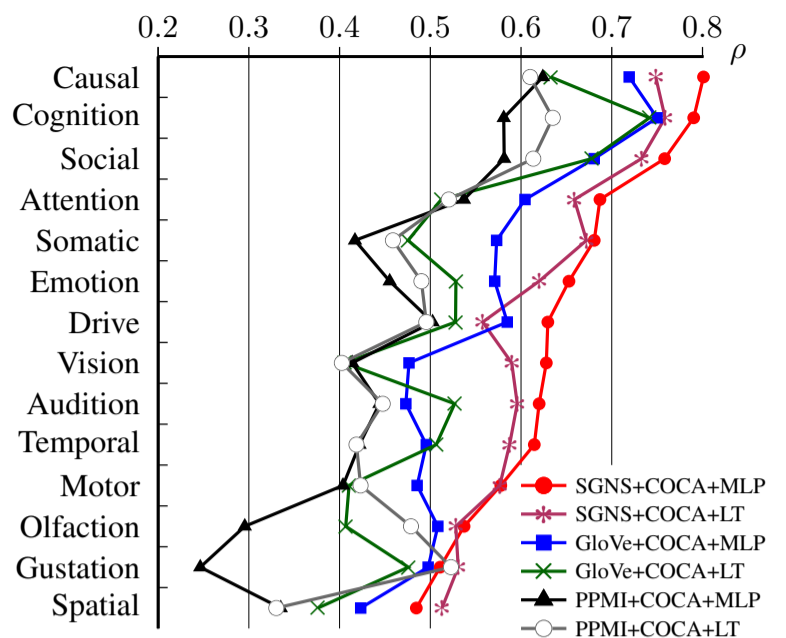


図 5: 属性ドメインごとの平均相関係数

結果 図 4 に各モデルの予測性能 (平均相関係数) を示す。フリードマン検定の結果、いずれの場合においても 4 つのモデル間に有意差 ($p < .001$) が認められた。ライアン法による多重比較では、535 個の全単語での平均に関しては、間接的接地モデルは言語モデルや画像モデルよりも有意に高い相関を示したが、標準マルチモーダルモデルとは有意差はなかった。しかし、抽象語だけの比較においては、間接的接地モデルは他の全てのモデルよりも有意に高い相関が得られた。この結果は、抽象概念の間接的接地の妥当性を示唆している。

3 単語ベクトルに内在する知識の解明

3.1 背景

単語ベクトルモデルは様々な認知モデリングに適用されているにも関わらず、単語ベクトル自身の性質、つまり単語ベクトルによってどのような知識・情報が表現されているのかはあまり明らかではない。先行研究では、モデル間の性能比較 (Levy et al., 2015; Riordan & Jones, 2011) や特定の知識の表現可能性の検証 (Recchia & Louwerse, 2015; Grand et al., 2018) が行われているが、様々な知識・情報を網羅的に検証している研究は皆無である。そこで Utsumi (2018b) は、2.3 節と同じ手法を用いて、単語ベクトルにどのような種類の知識が内在しているかを調査した。

3.2 分析

方法 画像ベクトルを用いずに言語ベクトルのみを対象とすること以外は、2.3 節の評価実験手法と同じである。ただし、分析対象の単語ベクトルの学習モデルとして、SGNS の他に、GloVe (Pennington et al., 2014) と PPMI (Positive Pointwise Mutual Information) を用いた。また、学習方法として、1 個の隠れ層によるフィードフォワード・ネットワーク (MLP) の他に、線形変換 (LT) を用いた。

結果 65 個の属性ごとに 535 単語のデータの順位相関係数を求め、その属性の予測性能とした。全属性を分類し

た 14 ドメインに対する平均相関係数を図 5 に示す。全体的な傾向としては、抽象概念を特徴づける属性（因果性、認知、社会性、注意、感情）の予測精度が高く、具象概念を特徴づける感覚運動に関する属性は相対的に精度が悪かった。この結果は、これらの抽象概念に関わる情報が単語分布情報から学習されやすく、単語ベクトルにコード化されていることを示唆している。

4 意味空間モデルによる比喩理解過程の検証

4.1 背景

隠喩（メタファー）の理解過程として、喩辞と被喩辞の類似性認知（対比）と喩辞の抽象化（カテゴリ化）のどちらが適切なのかが議論されてきた。しかし近年では、これらの過程の二者択一ではなく、両過程を考慮した理論体系が議論されている。すなわち、比喩の持つ性質に応じて両方の過程が使い分けられるという考え方である。

そのような選択を決定する特性として、隠喩の喩辞の慣習性 (Bowdle & Gentner, 2005)、隠喩の適切性 (Glucksberg & Haught, 2006)、隠喩の解釈多様性 (Utsumi, 2007) などが提案されている。これらのうちのどの理論がより妥当であるかは、各理論の提唱者が自説の優位性を実験的に示しており、コンセンサスが得られるような結論には至っていない。そこで Utsumi (2011) は、計算モデリングを用いて、これらの 3 つの比喩特性のどれが最も妥当かを検証した。

4.2 単語ベクトルによる隠喩理解モデル

喩辞 w_V の単語ベクトル \vec{t}_V と被喩辞 w_T の単語ベクトル \vec{t}_T から、隠喩文 M のベクトル \vec{t}_M を計算する関数 $\vec{t}_M = f(\vec{t}_V, \vec{t}_T)$ として、対比過程とカテゴリ化過程をそれぞれモデル化する。

$$f(\vec{t}_V, \vec{t}_T) = \begin{cases} \frac{\vec{t}_V + \vec{t}_T + \sum_{w_i \in SN(w_T|w_V)} \vec{t}_i}{k+2} & (\text{カテゴリ化}) \\ \frac{\vec{t}_T + \sum_{w_i \in SN(w_T) \cap SN(w_V)} \vec{t}_i}{k+1} & (\text{対比}) \end{cases}$$

カテゴリ化モデルでは喩辞 w_V の m 個の近傍語の中で、被喩辞 w_T に最も近い k 個の近傍語を選択して、それらの単語ベクトルと被喩辞ベクトル、喩辞ベクトルの重心ベクトルを隠喩ベクトル \vec{t}_M とする。一方、対比モデルでは、喩辞と被喩辞の近傍語に共通する k 個の近傍語を求め、それらのベクトルと被喩辞ベクトルの重心を隠喩ベクトル \vec{t}_M とする。

4.3 検証方法

モデルによる検証では、心理実験で得られた人間による隠喩解釈を用いる。例えば、図 6 に示すように、「怒りは海だ」という隠喩に対して実験参加者は 8 種類の解釈を回答した。棒グラフの分布は回答数の割合であり、これを隠喩解釈の顕現性分布 p とする。そして、前節のモデルを用いて計算された隠喩ベクトルと各隠喩解釈の類似度分布 q (図 6 の折れ線) を求める。この図を見ると、

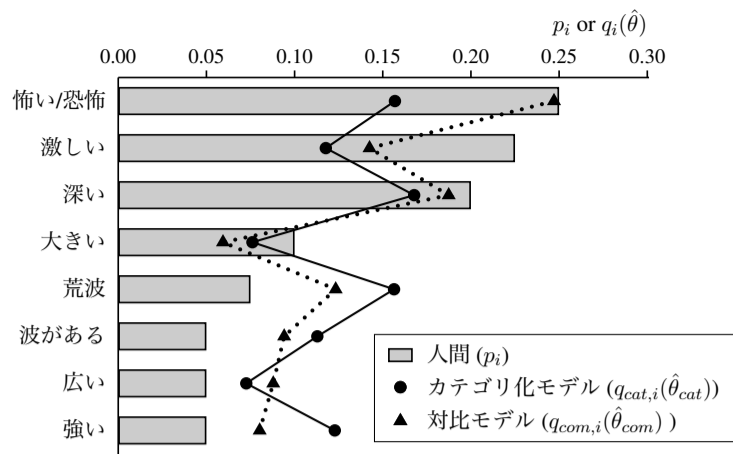


図 6: 単語ベクトルによる隠喩「怒りは海だ」の解釈

対比モデルによる類似度分布 q_{com} のほうがカテゴリ化モデル q_{cat} よりも人間の顕現性 p を良く近似していることがわかる。

そこで、人手による顕現性分布 p と両モデルの類似度分布 q の近さを Kullback-Leibler (KL) 距離として計算する。KL 距離の最小化と対数尤度の最大化は同値であることから、最尤推定によって両過程モデルの最適パラメータを推定して、AIC でどちらの過程が適切かを選択する。その結果として、隠喩表現ごとに対比過程とカテゴリ化過程のどちらで理解されたかが決定される。そして、これらの比喩表現ごとの選択結果を従属変数、3 つの比喩特性（喩辞慣習性、適切性、解釈多様性）の評定値を独立変数とした判別分析を行い、どの比喩特性が過程選択の結果を最も説明するかを検証する。

4.4 実験

材料 40 種類の日本語の隠喩表現を用いた。単語ベクトルは、1 年間の毎日新聞記事から LSA を用いて学習した。ベクトルの次元数は 300 次元とした。

結果 判別分析の結果として得られた判別関数（正答率 0.80）は有意 ($p < .005$) であった。各独立変数の標準判別係数は、喩辞慣習性が 1.37 ($p < .01$)、適切性が -0.28 ($p = .54$)、解釈多様性が 1.47 ($p < .01$) となった。この結果からは、隠喩の理解過程の選択に喩辞慣習性（喩辞の比喩的な意味が慣習的な隠喩ほど、カテゴリ化で理解される）と解釈多様性（多様な解釈が可能な隠喩は、カテゴリ化で理解される）が関与するが、適切性は関係しないことが明らかとなった。

5 おわりに

単語ベクトルは、特定の認知処理に依存しない単純なテキストデータから学習可能な、汎用的な表現である。そのため、単語ベクトルモデルは様々な言語認知過程のモデリングに適用されてきた。

最新の自然言語処理においては、この汎用性をさらに深化させて、文レベルでの汎用的な埋め込みベクトルを学習する手法が提案されている。Google が昨年 10 月に発表した BERT (Devlin et al., 2018) は、LSTM などの

リカレントネットワークを用いない Transformer という系列学習モデルによって、汎用的な文埋め込み表現を学習する。この学習済モデルをベースとして特定のタスクに対する教師あり学習 (fine tuning) を行うことで、そのタスクに対するモデルを構築する。BERT は、自然言語処理の代表的なベンチマークにおいて、それまでの最高性能 (SOTA) を超える性能を達成し、大きな注目を集めている。さらに、今年になって、BERT の性能を上回る XLNet (Yang et al., 2019) や BERT の改良版である Facebook の RoBERTa (Liu et al., 2019) が提案されるなど、汎用言語モデルの研究が急速に進展している。

言語認知の視点から見たときに、これらのベクトルモデルが認知モデリングの手法として有効なのかどうかはまだ明らかではない。そもそもこれらのモデルによってどのような言語知識が表現可能なかを分析する研究が始まったばかりである (e.g., Jawahar et al., 2019)。今後は、認知モデリング手法としての可能性を検討する必要がある。

参考文献

- Binder, J. R., Conant, L. L., Humphries, C. J., Fernandino, L., Simons, S. B., Aguilar, M., & Desai, R. H. (2016). Toward a brain-based componential semantic representation. *Cognitive Neuropsychology*, 33(3–4), 130–174.
- Bolognesi, M. & Steen, G. (2018). Abstract concepts: Structure, processing, and modeling. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 490–500.
- Bowdle, B. & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, 112(1), 193–216.
- Brysbaert, M., Warriner, A. B., & Kuperman, V. (2014). Concreteness ratings for 40 thousand generally known English word lemmas. *Behavior Research Methods*, 46, 904–911.
- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv:1810.04805 [cs.CL]*.
- Glucksberg, S. & Haught, C. (2006). On the relation between metaphor and simile: When comparison fails. *Mind & Language*, 21(3), 360–378.
- Grand, G., Blank, I., Pereira, F., & Fedorenko, E. (2018). Semantic projection: Recovering human knowledge of multiple, distinct object features from word embeddings. *arXiv:1802.01241 [cs.CL]*.
- Jawahar, G., Sagot, B., & Seddah, D. (2019). What does BERT learn about the structure of language?. In *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, pp. 3651–3657.
- Jones, M. N., Willits, J., & Dennis, S. (2015). Models of semantic memory. In Busemeyer, J. R., Wang, Z., Townsend, J. T., & Eidels, A. (Eds.), *Oxford Handbook of Mathematical and Computational Psychology*, pp. 232–254. Oxford University Press, New York, NY.
- Landauer, T. K. & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato’s problem: The latent semantic analysis theory of the acquisition, induction, and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211–240.
- Levy, O., Goldberg, Y., & Dagan, I. (2015). Improving distributional similarity with lessons learned from word embeddings. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 3, 211–225.
- Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., Levy, O., Lewis, M., Zettlemoyer, L., & Stoyanov, V. (2019). RoBERTa: A robustly optimized BERT pretraining approach. *arXiv:1907.11692 [cs.CL]*.
- Louwerse, M. M. (2018). Knowing the meaning of a word by the linguistic and perceptual company it keeps. *Topics in Cognitive Science*, 10(3), 573–589.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. In *Proceedings of Workshop at the International Conference on Learning Representation (ICLR)*.
- Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. D. (2014). GloVe: Global vectors for word representation. In *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, pp. 1532–1543.
- Recchia, G. & Louwerse, M. M. (2015). Reproducing affective norms with lexical co-occurrence statistics: Predicting valence, arousal, and dominance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68, 1584–1598.
- Riordan, B. & Jones, M. N. (2011). Redundancy in perceptual and linguistic experience: Comparing feature-based and distributional models of semantic representation. *Topics in Cognitive Science*, 3, 303–345.
- Takano, K. & Utsumi, A. (2016). Grounded distributional semantics for abstract words. In *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society (CogSci2016)*, pp. 2171–2176.
- Thill, S., Padó, S., & Ziemke, T. (2014). On the importance of a rich embodiment in the grounding of concepts: Perspectives from embodied cognitive science and computational linguistics. *Topics in Cognitive Science*, 6, 545–558.
- Utsumi, A. (2007). Interpretive diversity explains metaphor-simile distinction. *Metaphor and Symbol*, 22(4), 291–312.
- Utsumi, A. (2011). Computational exploration of metaphor comprehension processes using a semantic space model. *Cognitive Science*, 35(2), 251–296.
- Utsumi, A. (2018a). A distributional semantic model of visually indirect grounding for abstract words. In *Proceedings of NIPS 2018 Workshop on Visually Grounded Interaction and Language (ViGIL)*.
- Utsumi, A. (2018b). A neurobiologically motivated analysis of distributional semantic models. In *Proceedings of the 40th Annual Conference of the Cognitive Science Society (CogSci2018)*, pp. 1147–1152.
- Yang, Z., Dai, Z., Yang, Y., Carbonell, J., Salakhutdinov, R., & Le, Q. V. (2019). XLNet: Generalized autoregressive pretraining for language understanding. *arXiv:1906.08237 [cs.CL]*.

機械学習手法を用いた脳内情報解読と脳機能解明に向けた取り組み

小林 一郎 (こばやし いちろう), お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系

(要旨): 本稿では, 脳内情報解読の取り組みとして, 深層学習におけるキャプション生成を援用した視覚刺激の脳活動情報からの文生成手法を紹介する. また, 脳機能の解明へ向けた取り組みとして, ヒトの脳内情報処理とされる予測符号化において深層学習モデルと実際の脳活動データとの相関性を調べることにより予測符号化の仮説に対する検証を紹介し, さらには, 脳内認知単位の抽出への取り組みとして, 動画視聴時の脳活動データと動画に対するアノテーションコーパスを word2vec により分散表現に変換したものを時間方向に対応関係を取り構築された行列に対して辞書学習を行うことにより脳活動と言語の分散表現のペアからなる基底を抽出し, 脳活動の認知単位抽出へ向けた試みを紹介する.

key words: 深層学習, 脳内情報解読, 予測符号化, スパースコーディング, 辞書学習, word2vec, 基底分析

1 はじめに

近年, 脳神経生理学において, 人間の脳内で処理される意味情報表現を定量的に分析する研究が盛んになっている. なかでも, 言語処理分野における機械学習手法の発展に伴い, 単語意味カテゴリなどの言語表象に基づいて脳における意味表象の解釈やモデル化を行う研究が増えている.

本研究では, これまでに著者の研究室において進められて来た機械学習手法を用いた脳内情報解読および脳内機能解明に向けた3つの取り組みについて紹介する.

2 脳内情報解読: 画像刺激脳活動データからの文生成

人が画像刺激によって頭の中に抱いた意味表象, すなわち画像が人に想起させる事象を, fMRI で観測した脳活動データを用いて, 自然言語文によって説明する深層学習手法を構築する. 一般に, fMRI による観測はコストが大きく, また個々人の持つ脳の形が異なるため, 大量の学習データを要する深層学習を十分に行うための大規模なデータ収集は困難である. そのため, 事前に訓練された画像に映る事象を言葉で説明する, 深層学習を用いた画像キャプション生成手法を援用することで少量の脳活動データからの文生成を実現した.

2.1 提案手法

本提案手法は, キャプション生成深層学習モデルに対して, エンコーダによって取り出された画像特徴量を抽出 (VGGNet) および推定 (Ridge 回帰, NN) する2つのモデルを組み合わせることで

fMRI により観測された脳活動データを入力とし, そのとき人が想起している内容を説明する自然言語文章の生成を行う. 図1に概要を示す.

本提案モデルの主部分として, 深層ニューラルネットワークの枠組みである Encoder-Decoder Network (Enc-DecNet) を用いて実装される画像キャプション付けモデルを用いる [1]. fMRI 脳活動データを入力として, 被験者に与えた画像から VGGNet により抽出される画像特徴量を予測するモデル, すなわち脳活動データをキャプション生成モデルにおける中間表現に変換するモデルを用意した. Ridge 回帰, 3層 Neural Network (NN), 5層 Deep NN (DNN) の3通りの実装を行った. キャプション生成モデルの構築および脳活動データから画像特徴量を推定するモデルを学習・実行することで, 脳活動データに対応する画像特徴量を推定し, それを入力情報とし文生成を行う. 学習のためのデータセットとして, 414,113 ペアの静止画とその説明文からなる Microsoft COCO¹ を使用する.

2.2 実験結果と考察

訓練データから2つ, 評価データから2つ選んだ4つの脳活動データに対して生成した説明文およびその時の画像, さらに比較のため画像キャプション生成モデルによる生成文を表1に示す. 本実験で使用したデータセットには, 正解文となる脳活動を生起させる画像に対して人手で付与された英語のキャプションが存在しない. そのため, 画像キャプション生成モデルにより評価データ刺激画像300サンプルから直接説明文を生成し, そのうち適切であると人手で判断された60サンプルを

¹<http://mscoco.org/>

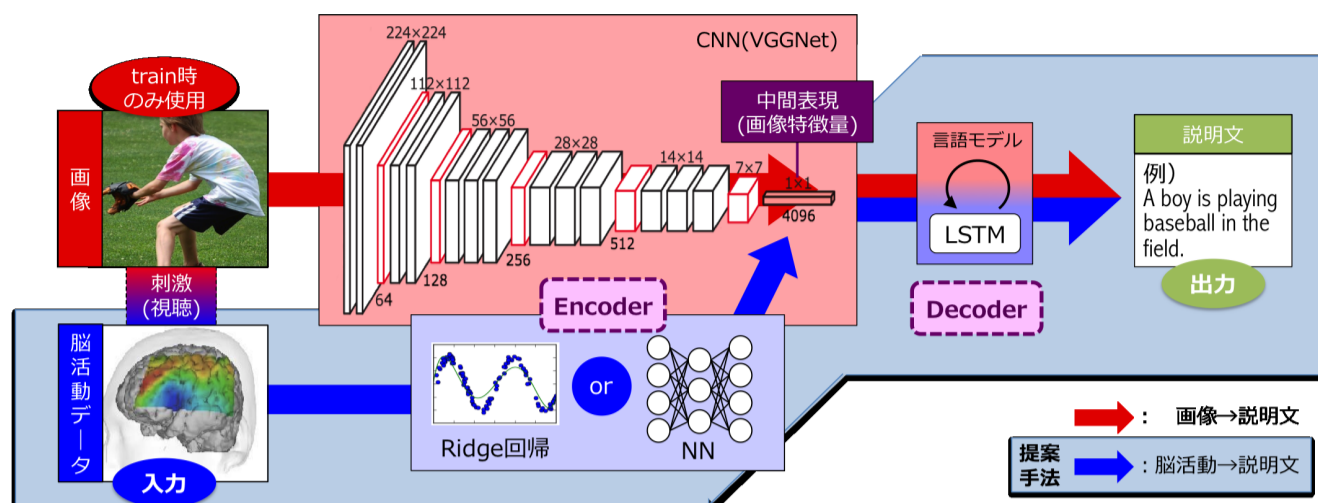
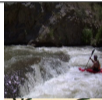





Figure 1: 本研究の概要図

Table 1: 刺激画像, 3つの回帰手法に基づいた文生成結果, 画像から直接生成した文の例

Stimuli	Ridge Regression	Three-layer NN	Five-layer DNN	Image → Caption Model
train data	 A man is surfing in the ocean on his surf board.	A man is surfing in the ocean on his surf board.	A fire hydrant sitting on the side of an empty street.	A man is surfing in the ocean on his surf board.
	 A pair of scissors sitting on the ground.	A close up of an orange and white clock.	A fire hydrant sitting on the side of an empty street.	A pair of scissors sitting on the ground.
test data	 A group of people walking down the street.	A group of people standing next to each other.	A fire hydrant sitting on the side of an empty street.	A group of people standing next to each other.
	 A bench sitting in the middle of an open field.	A man walking down the street with an umbrella.	A fire hydrant sitting on the side of an empty street.	A train traveling down tracks next to trees.

正解データとして用いた。各画像につき 10-best beam search により 10 個の正解文を与えた。その結果, 提案手法により脳活動データのみを入力として人間が解釈しうる説明文も生成可能であることが確認された。また, 表 1 からは, Ridge 回帰, 3 層 NN を用いたモデルについては, 訓練データに対しての脳活動データからの生成文と画像からの生成文が一致していることから, 脳活動データから画像特徴量への推定が正しくできていることがわかる。一方, 5 層 DNN ではどのような入力に対しても全く同じ文が出力され, 評価データに対しては Ridge や 3 層 NN でも生成文の精度は低くなった。

3 深層学習モデルを用いた予測符号化の検証

脳は絶えず大量の入力刺激を受け取っており, それらを効率的に処理することが求められている。神経科学分野においては, 大脳皮質で予測符号化と呼ばれる機構が機能することにより効率的な処理を実現しているとの理論仮説が一定の支持を得ている。予測符号化では, 近い将来の入力刺激を予測し, 実際の観測との差分を処理することにより, 冗長性を低減した効率的な情報処理を実現し

ているとされている。大脳皮質においては, 高次領域・低次領域間に双方向の接続が存在し, 高次領域で生成された予測が低次領域へと伝播, 予測と観測の差分が低次領域から高次領域へとフィードバックされることにより予測モデルが更新されるという一連の処理が行われ, より精度の高い予測を行うことが可能になるとされている。

PredNet[2] は, 大脳皮質における予測符号化の処理を模倣し, 深層学習の枠組みで構築されたモデルであり, 入力として現時刻までの動画を与えられた下で将来の画像フレームを予測・生成するタスクを行う過程で汎用性の高い特徴を学習するモデルとして提案されている。PredNet では画像の特徴を掴むのに適した Convolutional Neural Network(CNN) および, 時系列データを扱うのに適した Recurrent Neural Network(RNN) の一種である Long-Short Term Memory(LSTM) と CNN を結合し時空間に対して広がりを持つデータを扱えるようにしたモデルである Convolutional LSTM[3] を用いて動画の特徴を掴み, 予測タスクを行っている。PredNet は同じ構造のモジュールを複数層に亘ってスタックした形をとっており, 一つのモジュールは, 脳内の予測モデルに相当する Representation モジュール, 入力処理を行う Input モジュール, 予測を生成する Prediction モジュー

ル, 予測と入力との差分を生成する Error ユニットの4つの部分から構成され, PredNet 全体では, 上位層で生成された予測が下位層へ, 下位層で生成されたエラーシグナルが上位層へ伝播するという流れで情報の授受が行われる.

3.1 実験

学習された PredNet [2] に対して, 脳活動測定時に被験者に提示された刺激動画をとして与え, その際の Representation モジュールにおける特徴表現と脳活動との対応関係を Ridge 回帰を用いて学習する. 対応関係の学習後, 脳活動からモデル内部の特徴表現の推定を行い, 推定された特徴表現と PredNet に刺激動画を適用して得られた特徴表現との相関係数を算出する. PredNet の一部および脳活動との対応関係を図2に示す.

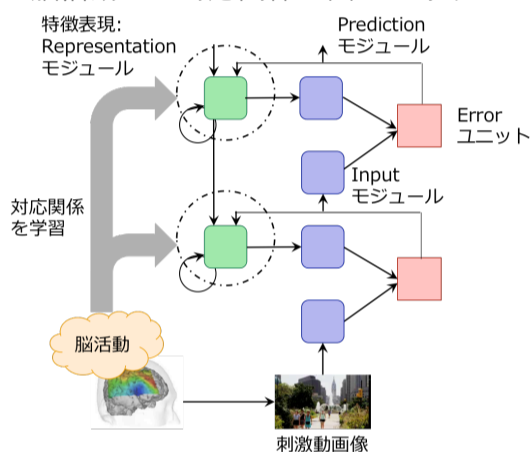


Figure 2: PredNet 内部の特徴表現と脳活動の対応関係

PredNet 内部の特徴表現と脳活動の対応関係の学習に際して, 特徴表現は, 脳活動測定時の刺激動画を静止画像として切り出し, 160×120 ピクセルにダウンサンプリング後, PredNet の入力とした際の PredNet 各層の Representation モジュールの出力値を最下層から順に R0, R1, R2, R3 として取り出したものを用いた. 脳活動データとしては, 動画視聴時の被験者の血中酸素濃度に依存する信号 (BOLD 信号) を functional magnetic resonance imaging (fMRI) を用いて記録した脳神経活動データ $96 \times 96 \times 72$ ボクセルのうち皮質に相当する 65,665 次元のデータを使用した. 各特徴表現と脳活動データのペアを, 学習データ 4,497 対, 評価データ 300 対として学習を行った. Ridge 回帰学習時の正則化項の重みパラメータは 0.5 とした.

3.2 実験結果と考察

Ridge 回帰を用いて推定した各特徴表現 R0, R2, R3 と刺激画像から得られた各特徴表現の相関係数を表2に示す. 第1層の特徴表現 R1 については 230,400 次元と非常に高次元であったため本稿では Ridge 回帰の学習を行わなかった.

Table 2: 推定された特徴表現と刺激画像による特徴表現の相関係数

特徴表現	相関係数
R0	0.2490
R2	0.06695
R3	0.06984

Ridge 回帰を用いて推定された特徴表現と刺激画像入力下の特徴表現の相関係数は最下層 (R0) において 0.25 程度となり, これはノイズの多い脳活動を扱う脳神経科学分野においては, 相関を認めるに値するとの知見がある. 一方, R2 および R3 はほとんど相関を認められない結果となった.

4 脳内認知単位の抽出への取り組み

近年, 動画や音声などを視聴した際の脳の活動パターンから人がどのような意味カテゴリを想起しているかを調査する研究が盛んになってきており, 多くの新しい知見が得られている [4, 5]. 我々は動画視聴時のヒトの脳活動と, その動画を説明する文が対応した行列に対してスパースコーディングの辞書学習を行うことで辞書基底を獲得し, その辞書基底を分析することにより, 脳の認知活動の基本単位に対して自然言語のラベル付けを伴い, 抽出することを目指した.

4.1 実験

fMRI を用いて計測した動画視聴時の脳活動データをサンプルごとに計測した各ボクセルの観測値を入れて行列化し, これを脳活動行列とする. この行列の次元は (使用する脳活動データのボクセル数 \times サンプル数) である. また, 動画説明文もサンプルごとに出現する単語 (名詞, 動詞, 形容詞) の分散意味表現の和のベクトルからなる行列を作り, これを意味表象行列とする. 行列の作成にあたり, skip-gram モデルにおいて日本語ウェブコーパス (NWJC) で学習された 300 次元の分散表現ベクトルを用いた. この行列の次元は (分散表現の次元数 \times サンプル数) である. これら2つの行列を縦に結合させ, 脳活動と意味表象の結合行列を作成する. 被験者が動画を見てから fMRI で観測される脳活動に影響が出るまでに生じる時間のずれを考慮し, 脳活動データと動画説明文データを4秒または6秒ずらして対応づけた. 訓練では, 上で作った脳活動データと動画説明文データの結合行列 9000 サンプル分または 4500 サンプル分に対して辞書学習を行う. 辞書行列には, 脳活動の特徴と意味表象の特徴が1列になった基底が作られ, 係数行列は脳活動と意味表象において共通となる. さらに, 基底の分析として, 推定意味表象において cos 類似度が最も高かった実験設定と最も低かった実験設定において作られた辞書基底を調べ, 脳活動データと意味表象基底の対応関係を調査した.

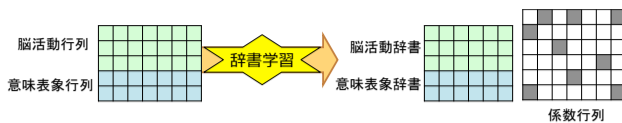


Figure 3: 辞書学習による基底抽出

4.2 実験結果と考察

辞書学習により得た意味表象辞書の部分において各意味表象基底が表す意味を分析する。各意味表象基底と本研究で word2vec 空間を学習するのに用いた word2vec コーパスに含まれる全単語との cos 類似度を計り、これが最も小さい単語から上位 5 単語とその cos 類似度を出力し、これらの単語を各意味表象基底の表す意味の近似単語とした。

特定の基底を大きな重みを使って復元されるサンプル同士に関連が見られるかを検証する。これは、特定の基底に対する係数が大きいものを使って復元されるサンプル上位 5 つに対応する刺激画像同士に関連があるかどうかを見ることを行う。基底には画像を見たときの脳活動と意味表象の特徴が表されていると考えられるので、人が見て近い印象を抱く画像同士が出力されていることが予想される。特定の基底に対応する係数ベクトルの中で最も重みの大きいサンプル上位 5 つに対応する刺激画像とその重みを出力する。基底には前から番号を付与する。まず、2 つの実験設定で作られた辞書からそれぞれ 50 個の基底をランダムにサンプリングし、その中から重みの大きいサンプル上位 5 つに重み 0 が含まれていないものを選出し、上記の分析を行った。5 つの画像と 5 つの類似単語が関連しているかどうかを直感的に回答してもらったアンケート調査を 9 人に対して行い、関連していると答えた割合の平均をそれぞれの実験設定で求めたところ表 3 の結果となった。

Table 3: 類似単語とサンプル画像の関連性アンケートにおいて関連していると答えた割合

被験者	基底数	間引き数	時間差	
			4 秒	6 秒
A	800	1/4 サンプル	33.92%	59.77%
B	900	1/2 サンプル	63.19%	36.32%

表 3 より、cos 類似度が最も低かった実験設定である被験者 A、間引き 1/4 サンプルにおいては、6 秒差の方がより意味表象基底の類似単語と基底から復元されるサンプル画像の関連性があると答えていることが分かる。表 4 に基底と意味表象の対応関係の例を、意味表象の近似単語上位 5 つとその cos 類似度、その脳活動の基底により抽出された刺激画像と画像の下に重みを 1 位から 5 位まで左から順に記しながら示す。

表 4 において、基底 657 では、5 枚の中で 4 枚の画像にヘリコプターが写っており、もう 1 枚の画像には上空で撮影したような空が写っている。類似単語にも「ヘリコプター」「上空」「飛行」など画像と関連した単語が出力されている。基底 604

Table 4: 被験者 A 実験設定 6 秒差において特定基底が大きく使われているサンプル

基底番号:657					
類似単語: ヘリコプター (0.77) ヘリ (0.70) 上空 (0.68) 飛行 (0.68) セスナ (0.67)					
52.0	49.1	37.6	16.6	7.6	
基底番号:604					
類似単語: 座席 (0.71) 車内 (0.68) 席 (0.64) 座る (0.64) 乗客 (0.63)					
81.0	49.3	18.0	15.2	10.9	

について、5 枚のうち 2 枚の画像に電車内の座席が写っており、その他は飛行機の画像、電車内のドアの画像、乗り物内の乗客の画像となっている。類似単語も「座席」「車内」「乗客」など画像と関連する単語が出力されている。この他にも意味表象に類似した単語に相当する画像が得られているものが相当数抽出された。

5 まとめ

本稿では、機械学習手法を用いた脳活内情報解読および脳活動機能解明へ向けた取り組みを紹介した。今後はそれぞれの手法について、さらなる調査を進めるつもりである。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金 18H05118, 18K19805, 18H05521, 17H01797, 16H01540 の支援を受けたものである。ここに感謝の意を表す。

<文献>

- [1] Vinyals, O., Toshev, A., Bengio, S. and Erhan, D. (2015) "Show and tell: A neural image caption generator", In CVPR'15.
- [2] Lotter, W., Kreiman, G., Cox, D. (2017). "Deep predictive coding networks for video prediction and unsupervised learning." Proc of 5th International Conference on Learning Representations.
- [3] Xingjian, S. H. I., Chen, Z., Wang, H., Yeung, D. Y., Wong, W. K., Woo, W. C. (2015). "Convolutional LSTM network: A machine learning approach for precipitation nowcasting." In Advances in neural information processing systems, 28 (pp. 802-810).
- [4] Alexander G. Huth and Shinji Nishimoto and An T. Vu and Jack L. Gallant, (2012). "A Continuous Semantic Space Describes the Representation of Thousands of Object and Action Categories across the Human Brain", Neuron, Vol.76, pp.1210-1224.
- [5] Huth, Alexander and A. de Heer, Wendy and L. Griffiths, Thomas and Theunissen, Frederic and Gallant, Jack, (2016). "Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex", Vol.532, pp.453-458, Nature, doi:10.1038/nature17637.

音韻失語と音韻失読が共起した症例

— その障害パターンと呼称セラピー効果 —

○佐藤 ひとみ¹ (さとう ひとみ), 永沢梨絵¹

¹ 浴風会病院リハビリテーション科

(要旨) 音韻失語 phonological dysphasia は、a) 復唱での語彙性効果 (単語 > 非語), 心像性効果 (高心像語 > 低心像語), 語長効果 (音節数が多いほど低下), b) 復唱, 呼称で音韻性錯語が多い, c) 数唱の低下がみられる。Hanley, Kay, & Edwards (2002) の症例 MF では、単語に比べ非語の音読成績が悪い音韻失読 phonological dyslexia も認められた。MF と同様の言語症状を呈した日本語話者の症例 KA を報告する。さらに KA に実施した呼称セラピー効果を紹介し、障害の発現機序を考察する。

Key words: 音韻失語, 音韻失読, 語彙性効果, 心像性効果, 語長効果, 音韻性錯語

1. はじめに

創成期の認知神経心理学が依拠した「箱と矢印のモデル box & arrow model」に基づくと、非語の復唱/音読が困難で意味性錯語を生起する深層失語 deep dysphasia/深層失読 deep dyslexia は、其々復唱/音読の非語彙経路の損傷と解釈され¹⁾ 2)、意味性錯語の有無により音韻失語/音韻失読と区別されてきた。

しかし回復に伴い、深層失語から音韻失語になった症例³⁾、深層失読から音韻失読になった症例⁴⁾が報告され、両者の連続性が指摘されている。さらに、即時復唱ではなく遅延復唱や系列復唱では、音韻失語例が意味性錯語を産出する⁵⁾⁶⁾⁷⁾。また深層/音韻失読は、心像性効果など共通した症状を呈する場合もある⁸⁾。

一方、音韻失語と音韻失読を共起した症例⁹⁾、深層失語と深層失読を呈した複数の症例¹⁰⁾が存在する。こうした現象は、分散表象された意味、音韻、文字の3つの表象間の相互作用として言語機能を捉える「トライアングル・モデル triangle model」¹¹⁾に基づくと、音韻層損傷の重症度の相違として解釈される¹⁰⁾¹²⁾。音韻障害により、復唱/音読課題での意味の関与が増大したために、語彙性/心像性効果が生じると捉えるのである。復唱/音読の語長効果と数唱低下については、音韻表象活性化の顕著な減衰から説明されている⁶⁾。

2. 本研究の目的

音韻失語と音韻失読が共起した日本語話者の症例の言語症状の特徴を記述し、呼称セラピーの結果も踏まえて障害の機序を検討する。

3. 症例

KA: 83歳, 女性, 右利き, 教育年数14年, 脳梗塞(左角回, 縁上回)。発症1ヶ月時、自発話

の流暢性は比較的保たれていたが復唱障害著明で、呼称では音韻性錯語が頻発した。WAB失語指数74(聴理解7.1, 復唱5.9, 呼称7.0)。数詞復唱/指さし(SALA :R32/33): 其々1.25桁 → 3桁/2桁(発症7ヶ月時)。

4. 意味/音韻機能の評価結果

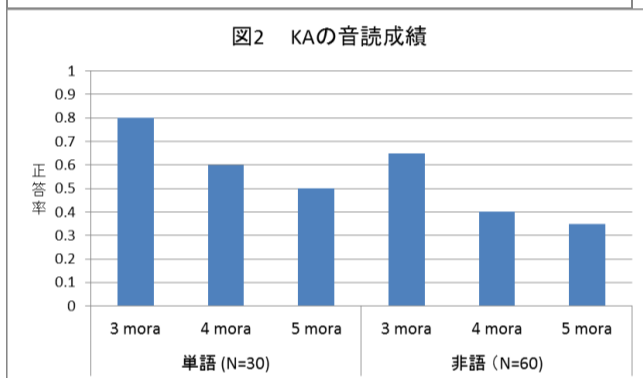
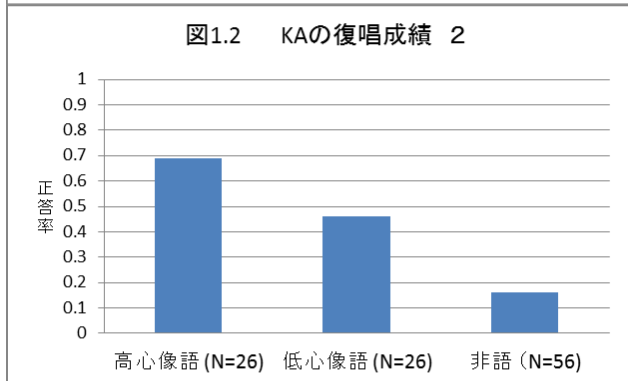
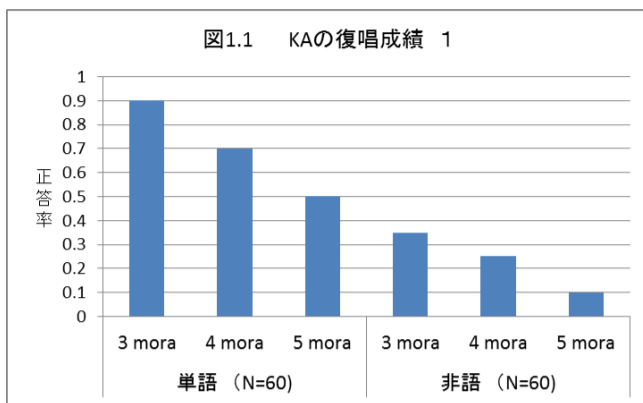
1) 意味機能の評価 ①Pyramid & Palm Trees 絵96% ②PVT-R 絵画語彙発達検査87% ③抽象語理解力検査(聴理解)67%。2) 音韻機能の評価 ①音韻弁別: 単語98%, 非語98% ②拍結合: 単語78%, 非語18% ③拍削除: 単語78%, 非語23%。 <まとめ> KAの意味機能は比較的保たれていたが、非語の音韻操作は困難で明らかな音韻障害が検出された。

5. 復唱/音読実験の結果

5.1 復唱 1) 3-, 4-, 5-mora の単語 (FAV 5.5, Freq 1.6, Imag 4.6; FAV 音声文字単語親密度¹³⁾, Freq: 頻度¹⁴⁾, Imag: 心像性¹⁵⁾, 以下同): 42/60 (70%) > 非語: 14/60 (14%)。図1.1に示すように、顕著な語彙性効果と語長効果を認めた。

2) SALA R29の高心像語 (FAV 5.9, Freq 3.4, Imag 5.5): 18/26 (69%) > 低心像語 (FAV 5.4, Freq 3.1, Imag 3.7): 12/26 (46%) > SALA R31の非語: 9/56 (16%)。図1.2に示すように、語彙性効果と心像性効果を認めた。

5.2 音読 1) 3-, 4-, 5-mora の単語 (FAV 5.5, Freq 1.8, Imag 4.7): 19/30 (63%) > 非語: 28/60 (47%)。図2のように、語彙性効果と語長効果を認めた2) 片仮名語の高心像語 (FAV 6.3, Freq 2.8, Imag 6.4): 36/40 (90%) ≒ 中心像語 (FAV 5.4, Freq 2.9, Imag 5.4): 35/40 (88%) > SALA R31の非語: 11/56 (20%)。著明な語彙性効果がみられたが、心像性効果は有意ではなかった。

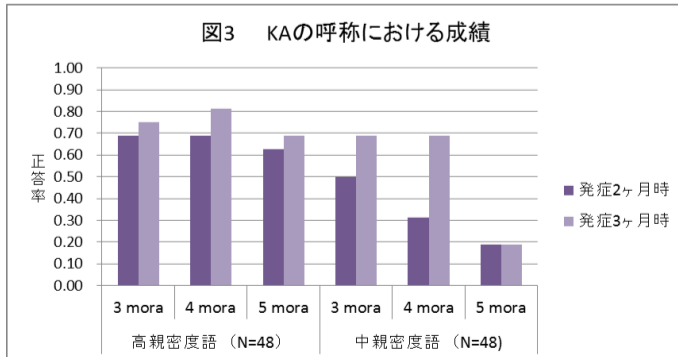


5.3 復唱/音読の誤反応分析

復唱、音読とも音韻的に類似する非語(a)に誤る誤反応が大多数を占めたが、音韻的に類似する単語(b)に誤る形式性錯語もみられた。以下に、生起率を示す。復唱:単語(a. 0.23, b. 0.10), 非語(a. 0.69, b. 0.10)。音読:単語(a. 0.13, b. 0.01), 非語(a. 0.64, b. 0.03)。

6. 呼称実験の結果

発症2ヶ月時、3-, 4-, 5-moraの単語:高親密度語(FAV 6.4, Freq 2.9, Imag 6.3):32/48(67%) > 中親密度語(FAV 5.9, Freq 2.3, Imag 5.7):16/48(33%)。2時点とも親密度効果と語長効果がみられた(図3)。中親密度の5mora語の成績が最も悪く、改善もみられなかった。



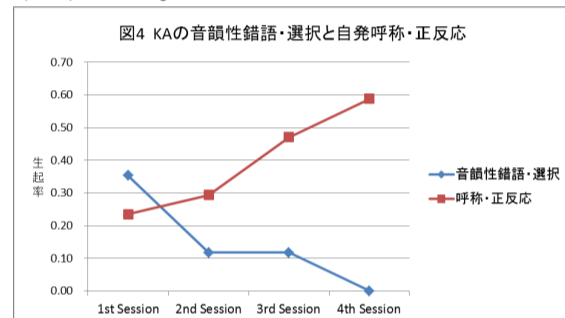
音韻性誤反応(上記 a + b)が、意味性錯語の生起率よりも高くなる(0.25>0.11; 0.18>0.11)音韻失語に特徴的パターンがみられた。

7. 呼称セラピー

7.1 セラピー課題: KAが表出した音韻性錯語を妨害刺激に用いた、絵と聴覚/視覚呈示した単語/非語のマッチング課題。

7.2 手続き: ①呼称実験の96語を4回評価、単語属性と誤反応数を統制した2群各17語を決定。②セラピー課題を1セッション/1週間に4回、4セッションをセラピー群に発症4.5ヶ月後から実施。1週間後、再評価した。

7.3 結果: 絵刺激による自発呼称・正反応が増加し、マッチング課題の誤答が減少する経過をたどった(図4)。セラピー群のみ効果(9/17→17/17, McNemar Test $p < 0.02$; 統制群 9/17→14/17, n.s.)を認めた。



7. まとめ

復唱/音読で共通して語彙性/語長効果を示したKAの言語症状は、音韻障害に起因すると考えられる。セラピーで「非語を単語と認識する反応」が消失し呼称が改善したのは、音韻表象と音韻⇔意味の結合強度が強められたためと思われる。

<文献>

- 1) Michel, F. & Andreewsky, E. (1983). *Brain & Language*, 18, 212-223.
- 2) Nolan, K.A. & Caramazza, A. (1983). *Brain & Language*, 20, 305-328.
- 3) Martin, N., Dell, G. S., Saffran, E. M., & Schwartz, M. F. (1994). *Brain and Language*, 47, 609-660.
- 4) Friedman, R.B. (1996). *Brain and Language*, 52, 114-128.
- 5) Jefferies, E., Crisp, J., & Lambon Ralph, M.A. (2006). *Aphasiology*, 20, 963-992.
- 6) Martin, N., Saffran, E., & Dell, G. S. (1996). *Brain and Language*, 52, 83-113.
- 7) Gold, B.T. & Kertesz, A. (2001). *Brain and Language*, 77, 241-265.
- 8) Crisp, J. & Lambon Ralph, M.A. (2006). *J. of Cognitive Neuroscience*, 18, 348-362.
- 9) Hanley, J.R., Kay, J. & Edward, M. (2002). *Cognitive Neuropsychology*, 19, 193-206.
- 10) Jefferies, E., Sage, K. & Lambon Ralph, M.A. (2007). *Neuropsychologia*, 45, 1553-1570.
- 11) Plaut, D., McClelland, J.L., Seidenberg, M. & Patterson, K. (1996). *Psychological Review*, 103, 56-115.
- 12) Patterson, K. & Lambon Ralph, M.A. (1999). *Current Opinion in Neurobiology*, 9, 235-239.
- 13) 天野成昭, 近藤公久 (1999)『日本語の語彙特性』第1巻 単語親密度. 東京:三省堂.
- 14) 天野成昭, 近藤公久 (2000)『日本語の語彙特性』第7巻 頻度. 東京:三省堂.
- 15) 佐久間尚子, 伊集院睦雄, 伏見貴夫, 辰巳格, 田中正之, 天野成昭, 近藤公久 (2005). 『日本語の語彙特性』第8巻 単語心像性. 東京:三省堂.

失読症例に対する漢字の検討

— 1文字レベル、単語音読、語彙性判断、読解 —

○大門 正太郎¹ (だいもん しょうたろう)

¹ クラーク病院 リハビリテーション部

(要旨) 純粋失読を呈した症例に対して、1. 漢字の文字数と処理時間の関連、2. 漢字の同音疑似語を活用して音読と語彙判断課題、3. 名詞の読解課題を実施した。その結果、漢字では1文字レベルより音読障害がみられ、文字ユニットから文字列辞書へのアクセスの障害が想定された。文字列辞書へのアクセスには表記妥当性や頻度の関連が示唆された。また、名詞の読解において、頻度の関連があり、文字列辞書と意味システムのアクセス障害が想定された。

Key words: 脳出血, 純粋失読, 語彙性判断, 同音疑似語, DRC モデル

1. はじめに

今回、脳出血により、文字の読みにくさを主訴とした症例を経験した。内省として、「新聞を読むのに時間がかかる」「文字のつながりがイメージにつながらない」と、聞かれた。本例の仮名および漢字単語の音読能力と読解能力について検討した。また、それらについてDRCモデルにて考察する。

2. 症例

55歳の右利き男性である。主訴は、「新聞を読むのに時間がかかる」であった。現病歴は、某日、車を運転中に左頭部から頸部にかけて痛みと右側の視野狭窄が出現した。2日後に脳神経外科病院を受診し、左脳出血(側頭葉皮質下)の診断にて入院となる。1ヶ月後、リハビリ目的で当院へ転院となる。頭部MRIでは、T2強調画像にて、左角回、中側頭回を中心とする皮質～皮質下に高信号域を認めた。

～以下、発症後1ヶ月時～

神経学的所見として、意識清明で、脳神経系、運動系、感覚系、協調運動系に問題は認めなかった。また、対座法にて半盲は認めなかった。

神経心理学的所見(言語)として、失構音(なし)、音韻性錯語(なし)、喚語困難(あり)[TLPA 意味カテゴリ別 133/200(健常平均 193)]、[音韻条件の語想起 15語/3分、動物 6語/分]、単語の理解障害(あり)[TLPA 意味カテゴリ別 191/200(健常平均 199)]、文理解障害(あり)[TokenTEST 138/166]、復唱良好[WAB 復唱 96/100]で、超皮質性感覚失語+言語性短期記憶低下と判断した。

また、書字では、漢字の失書を認めた[SLTA 漢字単語の書取 3/5]。

全般的知的機能、視空間認知、注意、記憶に問題は認めなかった(RCPM: 33/36、VPTA 視知覚の基本機能: 問題なし、数唱: 順6桁 逆4桁、

タッピングスパン: 順8個 逆5個、SP-A: 有関連 6-7-8)。

3. 症例の音読能力

単語の音読に関し、表記タイプとモーラ数の統制されている課題(SALA 失語症検査 OR35。以下、SALA)を実施した。その結果、ひらがな 30/30、カタカナ 29/30、漢字 29/30、合計 88/90(健常平均 90)であった。誤りは、「アルバム→アイドル、太陽→大空」であった。表記タイプに関わらず、音読できない場合には積極的に空書する様子が観察された。

3.1 仮名の音読

仮名1文字の音読では、正答 34/50(68%)であったが、時間をかけて、なぞり読みすれば正答可能であった。また、同一の仮名文字で実施した聴覚提示で文字を 1/5 にて選択する課題は、正答 50/50(100%)であった。

無意味語の音読(SALAAOR37)では、即時正答 2M: 10/14、3M: 7/14、4M: 8/14、5M: 5/14 で合計 30/56(健常: 平均 55)であった。時間制限なく、なぞり読みを併用した場合には正答 2M: 13/14、3M: 13/14、4M: 13/14、5M: 8/14 で合計 47/56であった。誤りは、促音や拗音で多くみられた。

単語と非単語の判断(TLPA 語彙性判断Ⅲ)では、文字呈示で正答 37/40(健常平均 39)、1単語あたりの平均判断所要時間は 2.95 秒で、すべての単語で逐次読みしないと判断できなかった。また、聴覚呈示では正答 40/40(健常平均 39)、平均判断所要時間は 0.48 秒であった。

3.2 漢字の音読

漢字単語の音読に関し、頻度と心像性の統制された課題(SALA OR34)を実施した。その結果、高頻度高心像語(以下、HH)11/12、高頻度低心像語(以下、HL)10/12、低頻度高心像語(以下、LH)11/12、低頻度低心像(以下、LL)11/12、合計 43/48(健常平均 47)であった。誤り方は、熟語をどちらかの単漢字で錯読する場合「風物→ふうみ・かぜ。植木→う・き・。乗馬→馬に乗る・なんだっけ?」、熟語を入れ替えて読む場合「会社→社会、原野→野原。」であった。

また、読みの一貫性の統制された課題(SALA OR36)を実施し、一貫語 16/20、非一貫・典型語 19/20、非一貫・非典型語 17/20、合計 52/60(健常平均 59/60)であった。誤り方は、熟語のどちらかの漢字の読みからの語性～無関連錯読「予告→予定、試練→しくれん、返信→着信、料理→さいり」や熟語のどちらかの漢字のみの音読を認めた「面影→めん・・・」。

漢字1文字と非漢字の判断(SALA VC11)では、正答 56/56(健常平均 55)であった。

また、漢字単語と非単語の判断に関し、頻度と心像性の統制された課題(TLPA 語彙判断検査 I)を実施した。その結果、HH20/20、HL16/20、LH20/20、LL15/20、非単語 77/80、合計 148/160(健常平均 156)であり、低心像語で低下を認めた。語彙判断は、基本的に正答時も誤答時も即答であった。

4. 漢字の処理能力の検討

4.1 文字数と処理時間

本例の漢字音読時の誤りで、熟語のどちらか一方の漢字からの錯読が多かった為、1文字の音読能力を探る目的で実施した。SALA OR36 の単語(24単語、48文字)を用いて、1文字提示条件と2文字(通常単語)提示条件にて、1秒間隔と2秒間隔で文字提示し、音読してもらう課題を実施した。その結果を表1に示す。

表1 音読課題(正答率)

	1文字	2文字
1秒間隔提示	10%	4%
2秒間隔提示	77%	79%

4.2 同音疑似語の音読と語彙性判断

漢字の音読と判断の関連を探る目的で実施した。単語は、TLPA の語彙判断検査 I より、HH、HL、LH、LL から各20語、合計80語(表記妥当性

平均 4.92)を選択した。また、それらの単語を元に漢字熟語の1文字を置き換えた同音疑似語を80語作成した。それら合計160語をランダムに呈示し、語彙判断後に音読してもらった。その結果を表2に示す。

表2 語彙性判断と音読(正答率)

	単語		同音疑似語	
	語彙判断	音読	語彙判断	音読
HH	95%	100%	100%	45%
HL	100%	90%	100%	65%
LH	85%	65%	100%	70%
LL	85%	75%	95%	55%
合計	91%	83%	99%	59%

5. 文字と絵の判断課題

本例の内省として「文字のつながりがイメージにつながらない」とのことであったので、親密度の統制された語の文字単語と絵の異同判断課題(SALA VC14 名詞の読解)を実施した。その結果を表3に示す。

表3 名詞の読解(正答率) N=96

	高親密	低親密
意味的類似	100%	75%
意味的非類似	100%	92%
同じ	96%	75%
合計	98%	79%

6. 考察

本例は、仮名と漢字共に1文字レベルより障害があり、また積極的になぞり読みを行うことより、純粹失読と考えられた。単語が音読できない原因をDRCモデルで考えると、1文字の判断や音読は、時間をかけると可能である事から、文字ユニットから文字列辞書へのアクセス障害が想定された。仮名单語の処理については、GPC規則を使うことで、1文字ずつ音韻変換し、音読や語彙の有無を判断できたと考えられた。漢字単語の処理については、非語の判断が即座にできたことから文字列辞書は機能していると考えられ、音読する場合は頻度の効果が影響した。表記妥当性がない場合は、文字列辞書が運用できず音読成績が低下した。加えて、文字列辞書と意味とのアクセス障害もある為、低頻度語で語彙判断や文字と絵のマッチング課題で成績が低下したと考えられた。

<文献>

1)笹沼澄子:言語コミュニケーション障害の新しい視点と介入理論. 医学書院, 2005.

仮名語の音読における意味の関与

○渡辺 眞澄¹(わたなべ ますみ), 山崎 悠貴², 和田 歩美³, 辰巳 格⁴
¹県立広島大学, ²錦海リハビリテーション病院, ³松山リハビリテーション病院,
⁴LD, Dyslexia センター

(要旨) 単語音読には、語の意味が関与し、読みにくい(たとえば英語の低頻度で、綴りと読みの一貫性が低い不規則(例外))語で心像性効果が現れる。日本語では読み一貫性が低い漢字語で心像性効果が出現するが、読み一貫性が高いかな語では心像性効果は示されていない。本稿では健常者を対象に、ひらがな語とカタカナ語の音読実験を行い、頻度、心像性、および読みの難度(ぼかしの有無)の影響を検討した結果について述べる。

Key words: 音読, 仮名語, 綴りと読みの一貫性, 心像性

1. はじめに

単語の音読においては、文字表象から音韻表象を直接計算する経路と、文字表象から意味表象を介して音韻表象を計算する2つの処理が同時に進行し、読みが計算される^{1, 2)}。綴りと読みの一貫性は言語により異なる。Frostら³⁾は綴りと読みの一貫性が低いヘブライ語、高いセルボ・クロアチア語、中間の英語に関して単語音読における意味プライミングの影響を調べ、綴りと読みの一貫性が高いほど意味プライミングの影響が少ない、すなわち意味の関与が弱くなることを報告している。その後 Strainら^{4, 5)}は英語でも、低頻度で綴りと読みの一貫性が低く読みにくい語(不規則語)で心像性効果が現れることを示した。

日本語の漢字(例、家)は複数の読みを持つことが多く(家柄、家屋、家賃、家来、大家)、読みの一貫性は一般に低く、音読において心像性効果が生じることが報告されている⁶⁾。他方、仮名は綴りと読みの一貫性が高い。伏見ら⁷⁾はカタカナ単語とカタカナ非語の音読課題を行い、単語の音読潜在時が非語の場合より短い語彙性効果があることを明らかにし、仮名語の音読でも、意味が関与する可能性を示した。しかし実在語は、過去に一度も見たことのない非語に比べると、文字表象⇒音韻表象の計算効率が高い。意味ではなく、この計算効率の高さが語彙性効果を生じさせた可

能性がある。また、計算効率が悪い低親密度・低心像語と、非語の音読潜在時には差がなく、さらに心像性効果も認められておらず、意味の関与については検討の余地がある。

本研究では、綴りと読みの一貫性が高い仮名語(ひらがな、およびカタカナ実在語)の音読に、単語の意味属性である心像性が与える影響を検討した。実験1では刺激語を通常の方法で呈示した。実験2では文字にぼかしを加えて読みにくくして刺激語を呈示し、意味の影響を検討した。

2. 実験1

2.1 対象: 大学生30名。

2.2 刺激語: 「日本語の語彙特性⁸⁾」の全単語約8万語に含まれる仮名語(ひらがな語約2,200語、カタカナ語約6,500語)から、表記妥当性が4以上、かつ他の仮名表記での表記妥当性が3未満の、3文字の3拍語、4文字の4拍語をリストアップした。刺激語は、ひらがな、カタカナ語それぞれについて頻度(F)と心像性(I)が高低(H/L)の、HFHI、HFLI、LFHI、LFLIの4群(各群3、4拍語20語ずつ、計160語)に分けた。ある群の刺激語は他の3群の刺激語と4語でペアをなし、頻度と心像性の高/低、文字数、表記妥当性をマッチさせた(表1)。音読のRTは語頭音の影響を受けるため⁹⁾、語頭音の構音様式についてもマッチさせ

表1. 刺激語の属性平均値(標準偏差値)

属性	ひらがな語				カタカナ語			
	高頻度		低頻度		高頻度		低頻度	
	高心像	低心像	高心像	低心像	高心像	低心像	高心像	低心像
対数頻度	2.90 (0.45)	2.91 (0.49)	1.69 (0.33)	1.65 (0.32)	2.65 (0.25)	2.66 (0.26)	1.67 (0.34)	1.67 (0.34)
文字心像性	4.86 (0.43)	3.77 (0.34)	4.84 (0.44)	3.76 (0.37)	5.00 (0.41)	3.97 (0.32)	5.00 (0.40)	3.97 (0.32)
表記妥当性	4.58 (0.32)	4.51 (0.30)	4.49 (0.32)	4.56 (0.29)	4.99 (0.04)	4.99 (0.03)	4.99 (0.04)	4.98 (0.05)
隣接語数	2.95 (3.08)	2.65 (5.41)	1.63 (2.17)	1.43 (1.34)	4.63 (6.08)	6.03 (8.49)	5.33 (7.40)	5.95 (7.51)

連絡先: 渡辺 眞澄 〒723-0053 広島県三原市学園町1-1 県立広島大学コミュニケーション障害学科
 Tel: 0848-60-1152 e-mail: masumi-w@pu-hiroshima.ac.jp

るよう試みたが、候補語数が十分になく、HI と LI の間だけで語頭音の構音様式をマッチさせた。

2.3 手続き: 実験には E-Prime 3 と Chronos、および CRT ディスプレイを用いた。被験者は、20 試行の練習の後、本実験を行った。CRT 画面に注視点 (+) が 1,000 ms 呈示された後、刺激語が呈示された。刺激語の呈示時間は 2,000ms としたが、それ以前に voice key が音声を検出すると、刺激語は直ちに消える。その 1,500 ms 後に次の試行が開始された。被験者とディスプレイの距離は約 70 cm、文字の大きさは縦が約 1 cm、横が 4 文字語で約 4 cm であった(視角 3.3 度)。被験者には刺激語をできるだけ速く、正確に音読するよう教示した。

2.4 結果: 音声編集ソフトウェア Audacity ないし Praat を用いて刺激語の呈示時点から音声の始点までの時間を視察により測定した。

分散分析の結果、ひらがな語では頻度効果がみられたが、心像性効果と交互作用はみられなかった。カタカナ語では頻度効果はなく、心像性効果がみられた。交互作用はなかった(図 1)。

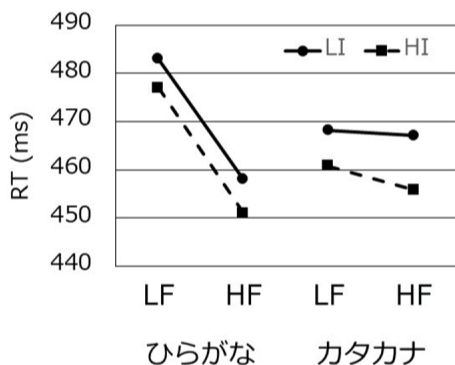


図 1. 実験 1 の音読潜時

2.5 考察: ひらがな語では頻度効果はあるが、心像性効果はなかった。綴りと読みの一貫性が非常に高いと、文字表象から音韻表象の計算が容易であるため、低頻度語であっても意味が関与する余地がないのかもしれない。しかし、カタカナ語では心像性効果のみが出現した。

3. 実験 2

3.1 対象: 実験 1 の対象とは異なる大学生 30 名。

3.2 刺激語: 課題を難しくし、音読潜時が長くなれば意味が関与する余地が生じる可能性がある。そこで Photoshop を用いて高空間周波数成分を除去し、単語にぼかしを加えた。文字は白地に黒の小さな複雑なパタンの連続として書かれる。このような視覚情報の知覚のためには高空間周波数の処理が重要となる。左側頭・後頭接合部の底面(紡錘状回)は、高空間周波数処理を担

い、この部位の損傷によって純粹失読が生じるとの説がある¹⁰⁾。

3.3 手続き: 実験 1 と同じである。

3.4 結果: ぼかし刺激の平均 RT (540 ms 以上) は、通常呈示の平均 RT (490 ms 以下) より長かった。分散分析の結果、ひらがな語でも有意な頻度効果と心像性効果がみられたが、心像性効果は予想に反し高頻度語のみでみられた。カタカナ語では頻度効果、心像性効果、交互作用がみられた(図 2)。

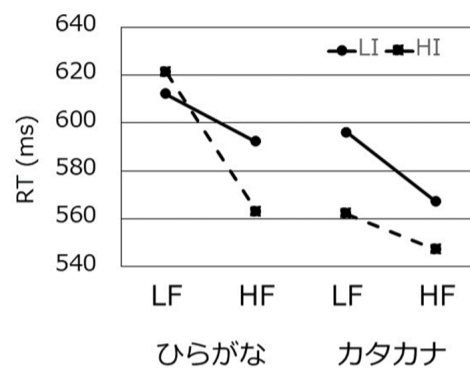


図 2. 実験 2 の音読潜時

3.5 考察: カタカナ語と、ひらがな高頻度語の心像性効果は、綴りと読みの一貫性が極めて高い場合でも処理時間が長いと意味が音読を助けることを示唆する。低頻度語では課題が難しすぎ、床効果を生じたと思われる。

4. おわりに

実験の結果は、頻度効果と心像性効果に関し必ずしも一定していない。その一因として刺激語の語頭音の影響が考えられる。RT 測定中、摩擦音で始まる語は RT が短い印象を受けた。そこで、語頭音が摩擦音の語とそれ以外の語の RT を比べたところ、差がみられたので、再分析したところ、頻度効果と心像性効果が現れた。発表ではこれについても述べる。

<謝辞>

本研究は JSPS 科研費 JP17K02737 の助成を受けた。

<文献>

- 1) Seidenberg et al. Psych Rev, 523-68, 1989.
- 2) Plaut et al. Psych Rev, 103, 56-115, 1996.
- 3) Frost et al. JEP HPP, 104-15, 1987.
- 4) Strain et al. JEP LMC, 1140-54, 1995.
- 5) Strain et al. JEP LMC, 207-14, 2002.
- 6) 伏見ら. 失語症研究, 20, 115-26, 2000.
- 7) 伏見ら. 第 6 回 CNPS 抄録集, 2003.
- 8) 天野ら. 日本語の語彙特性, 1-8.1999-2005
- 9) 佐久間ら. 神経心理学, 13,48-58,1997.
- 10) Roberts et al. Cerebral Cortex, 2568-80, 2013.

意味連合検査は、何を測定できるのか？

— 小学生から高齢者の意味連合成績を用いた検討 —

○佐藤 ひとみ¹ (さとう ひとみ), 石坂郁代²,
¹浴風会病院リハビリテーション科, ²北里大学

(要旨) 絵刺激を用いた意味連合課題は、脳損傷患者の意味機能評価に最もよく用いられてきた。私たちの概念(意味)は基本的に「もの」と「もの」の関係を認識することに根差しており、taxonomic relation(例:金槌-鋸)とthematic relation(例:金槌-釘)を踏まえた意味機能を評価できる検査(佐藤, 2015)を考案した。この検査を、健常者(大学生, 健常成人, 健常高齢者)だけでなく、概念発達途上の小学生にも実施し、意味連合成績の比較から意味連合検査が測定できるものは何か考察した。

Key words: 意味連合, 意味機能, taxonomic relation/thematic relation, 健常者, 小学生

1. はじめに

Taxonomic relation(例:太鼓-木琴)と thematic relation(例:本-目)による意味連合課題は、意味記憶を利用したものである。上記の例では、前者が“太鼓と木琴は打楽器である”、後者が“本を読むときには目を使う”という知識(意味記憶)が必要になる。Taxonomic relation(範疇的関連)と thematic relation(機能/文脈的関連)の神経基盤を検討した研究¹⁾²⁾は、両者の相違を指摘しており、脳損傷患者の意味記憶の評価には、「もの」と「もの」の2つの異なる関係をみるのが肝要と思われる。しかし、英語圏でよく使われ、他の5つの言語でも標準化が試みられた Pyramid & Palm Trees³⁾は、taxonomic relationの課題は含まれていない。

2. 本研究の目的

日本語話者のために考案した意味連合検査 SAT⁴⁾を、健常者(大学生、健常成人、高齢者)と小学生に施行し、範疇的関連(taxonomic relation)/機能的/文脈的関連(thematic relation)を求める課題で成績差が生じるか検討する。

3. 方法

3.1 SATの構成 1)刺激語(N=40):獲得年齢と親密度を統制した自然物(四足の動物, 鳥類, 果物)と人工物(事務用品, 台所用品, 地上の乗物)に属する各20語, 2)目標語(N=40):刺激語と範疇的関連/機能的/文脈的関連ある各20語, 3)課題:1/4選択で、妨害刺激はすべて目標語と同じ意味カテゴリーに属する。刺激は絵(白黒線画の条件(SAT-絵))を使用。

3.2 対象

1)大学生100名(女性49名, 男性51名)平均年

齢20.4歳(18~27歳), 平均教育年数13.9年(12~19年)。2)健常成人100名男48名, 女52名, 平均39.5歳(22~60歳, SD10.7), 平均教育年数16.2年。全員が就労していた。

3)健常高齢者26名(女性20名, 男性6名)平均年齢76.0歳(65~87歳), 平均教育年数13.7年(8~16年), MMSE平均28.8(26-30)。

4)公立小学校の小学生360名(各学年60名, 男女各30名)。

3.3 手続き

健常高齢者は対面で実施。回答を指さしてもらった。大学生と健常成人は、書面で個別に実施してもらった。小学生の場合、4題の例題で課題を説明後、集団にて書面で制限時間なしで実施。なお、書面とは印刷された白黒線画で、刺激語と意味的関連のあるものに○をつけるやり方をとった。

4. 結果

4.1. 健常者の意味連合成績

4.1.1 健常者の全体成績

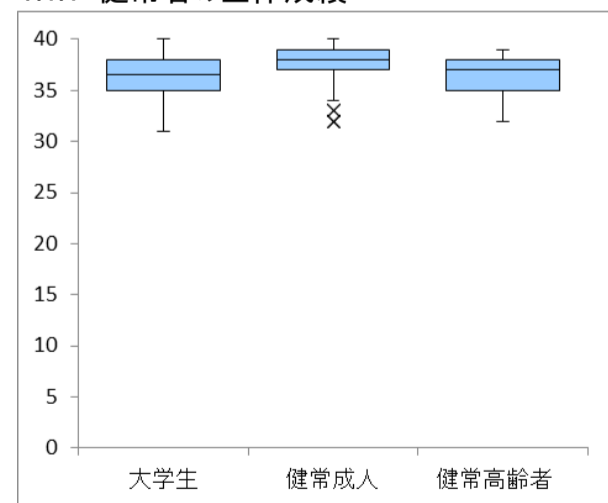


図1 健常者3グループの意味連合成績

4.1.2 健常者の意味関係別成績

範疇的連合課題の成績が、機能/文脈的連合課題の成績よりもバラツキがみられた。

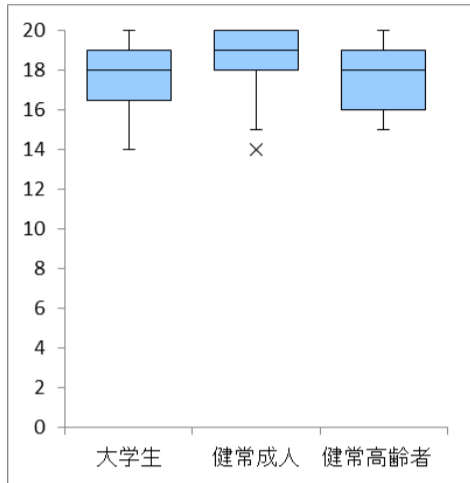


図2 健常者3グループの範疇的連合課題成績

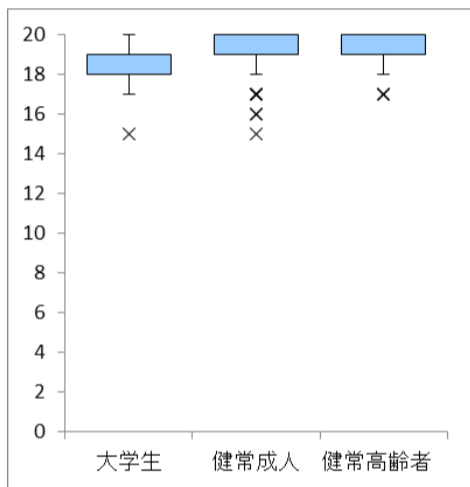


図3 健常者3グループの機能/文脈的連合課題成績

4.2 小学生の意味連合成績

4.2.1 小学低の全体的成績

学年が上がるにしたがって、正答率に上昇がみられた。小学1年生の誤答において「無反応」の占める割合が顕著に高くなった。

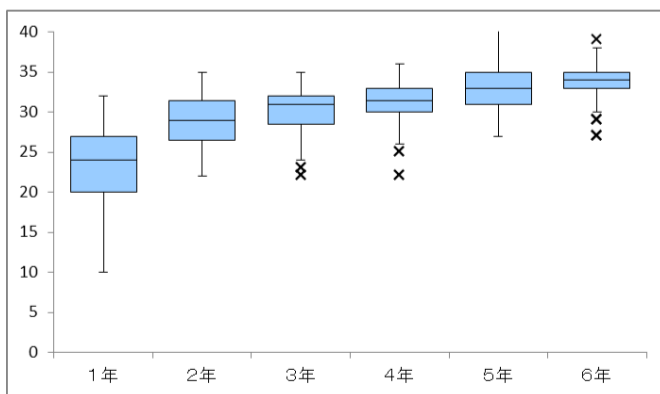


図4 小学生学年別の意味連合成績

4.2.2 小学低の意味関係別成績

いずれの学年も機能/文脈的連合の成績が良

好となる傾向がみられた。

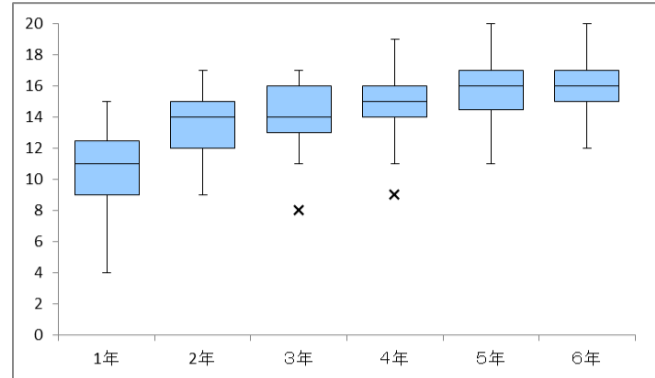


図5 小学生学年別の範疇的連合課題成績

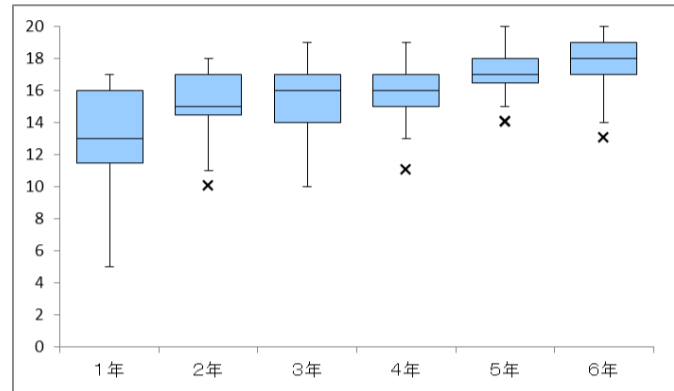


図6 小学生学年別の機能/文脈的連合課題成績

5. まとめ

健常者では、年齢による成績の有意な相違は認められなかった。小学生の場合、学年による相違は顕著であった。これは、一度獲得した知識は加齢の影響を受けにくく、小学生の場合、意味連合課題を解くための知識が学年により異なったための結果と解釈できる。つまり意味連合検査は、個人が獲得した「もの」と「もの」の関係性についての知識(意味記憶)を測定できるといえる。

<謝辞>

大学生のデータ収集にご協力いただいた井田佳祐氏と被験者になっていただいた皆様、データ入力のご協力をいただいた能勢淳子氏に感謝申し上げます。

<文献>

- 1) Sachs O, Weis S, Krings T, Huber W, & Kircher T. (2008). Categorical and thematic knowledge representation in the brain: Neural correlates of taxonomic and thematic conceptual relations. *Categorical and thematic knowledge representation in the brain: Neural correlates of taxonomic and thematic conceptual relations. Neuropsychologia, 46*, 409-418.
- 2) Kalénine, S., Peyrin, C., Pichat, C., Segebarth, C., Bonthoux, F., & Baciú, M. (2009). The sensory-motor specificity of taxonomic and thematic conceptual relations: A behavioral and fMRI study *NeuroImage, 44*, 1152-1162.
- 3) Howard, D. & Patterson, K. (1992). *The Pyramids and Palm Trees*. Bury St. Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- 4) 佐藤ひとみ(2015). 意味機能の評価: 健常高齢者と大学生を用いた検討. 第39回日本神経心理学学会学術集会抄録.

トピックモデルに基づいた言語流暢性課題の定量的評価

○板口 典弘¹ (いたぐち よしひろ) , Rodriguez-Aranda Claudia²

¹静岡大学 情報学部, ²University of Tromsø

(要旨) 言語流暢性課題 (VFT) 成績を定量的・客観的に評価するため, トピックモデルに基づいた解析を試みた。具体的には, Wikipedia カテゴリ 記事に対して LDA 解析をおこない, トピックを決定した後, その結果に基づいて健常若年者・健常高齢者・軽度認知症 (MCI) 患者の 3 群の VFT 成績を定量的に比較した。

Key words: 言語流調性課題, LDA, トピックモデル, 自然言語処理, 意味構造, 認知症

1. はじめに

言語流暢性課題 (VFT; Verbal fluency task) とは, 同じカテゴリに属する単語や, 同じ語頭音を持つ単語を, 一定時間内にできるだけ多く回答する課題を総称したものである。これらの課題はそれぞれ単語流暢性課題 (CFT; Category fluency task) と文字流暢性課題 (LFT; Letter fluency task) と呼ばれる。これらの課題は, 加齢や教育歴に影響を受けるものの (Kempler et al. 1998), 認知症に感度がある課題として, 広く用いられている (大沢ら 2006; 河野ら 2008)。

VFT の課題成績を評価するために一般的に用いられている指標が回答時間内の単語総数である。しかしながら, 回答された単語の性質や順序なども, 被検査者の意味構造について, 多くの有用な情報を含んでいると考えられる。このような考えに基づいて, 単語反応数の時間的推移に関する分析 (Adams et al. 1989) や, 回答単語の意味的関連性にもとづいた分析 (Troyer 2000) が試みられてきた。本研究では, これら 2 つのアプローチを統合し, より客観的・総合的に VFT 成績を解釈できる枠組みを提案することを目的とした。

具体的には, 以下のような手法によって, VFT 成績を定量化した。まず, 時間については各回答反応間のインターバルを算出した。つぎに, 単語の意味的連想関係を, 研究者の主観で決定するのではなく, 客観的に定義するために, LDA (Latent Dirichlet Allocation) (Blei et al. 2003) と呼ばれるトピック分析を用いた。これらの情報を用いて, 健常者・高齢者・軽度認知症患者の VFT 成績を定量的に比較した。

2. 方法

2.1 VFT

単語流調性課題を, ノルウェー人の健常若年者 24 名 (平均 30.2, $SD=5.9$ 歳), 健常高齢者 (平均 67.0, $SD=8.2$ 歳), 軽度認知症の診断された

患者 (平均 64.1, $SD=10.1$ 歳) に実施した。それぞれの MMSE スコアは 28.9 (Min. = 27, Max. = 30, $SD = 0.9$), 28.8 (Min. = 28, Max. = 30, $SD = 0.7$), 25.0 (Min. = 19, Max. = 29, $SD = 0.8$) であった。動物, 野菜, 職業の 3 カテゴリについて課題を実施したが, 本研究では動物カテゴリのみを検討対象とした。

2.2 LDA

LDA を Wikipedia の記事に対して適用し, トピックを抽出した。記事は VFT において出現した 495, 898 記事から, 180 の反応単語を含む 80, 405 記事を選択した。このとき, 間違えて回答した単語 (カテゴリ外だと判断される単語) も解析に含めた。本研究では, 計算量を減らし, トピック数を直感的に判断するため, 記事から反応単語以外の単語を削除し, 解析をおこなった。

LDA の計算には, R および Rstan を用いた。トピック数を選択する基準として, LOOCV (情報量基準のひとつ) を用いた。 α は 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0 の 5 種類, トピック数は 3~14 まで設定して計算をおこない, LOOCV がもっとも小さくなった $\alpha = 0.2$, トピック数 10 のモデルをその後の VFT 解析に用いた。 α とは, LDA の計算において必要な, トピックの偏りの上限を決める値である。どの値を使用すればよいかという理論的な基準が存在しないため, LOOCV をもとに α を決定した。

2.3 LDA 解析にもとづいた VFT 成績の解析

先行研究で使用されてきた VFT に関する一般的な指標 (単語総数, カテゴリエラー数, 繰り返し反応数) に加えて, LDA 解析結果にもとづいて, 下位カテゴリ (LDA における「トピック」に対応する。たとえば「海の動物」など) を定義した。この下位カテゴリを用いて, クラスター (Troyer 2000) を定義した。VFT において, 同一の下位カテゴリに含まれている単語が連続して回答される場合, その連続は強

著者連絡先:

静岡大学情報学部 板口典弘

✉ itaguchi-y@inf.shizuoka.ac.jp

い意味的連想によって生じたと考えることができる。そのため、クラスタの大きさ(どれだけ同じ下位カテゴリに属する単語が連続するか)は、非検査者の認知的な意味構造を反映すると考えられている。さらに本研究では、このクラスタに基づいて、いくつかの指標(抄録には記載できないものも含む)を算出し、さらに、時間情報(インターバル)と下位カテゴリの出現確率を統合して VFT 遂行中の意味システムの推移の視覚化を試みた。

3. 結果

3.1 一般的指標

まず、LDA による下位カテゴリ抽出とは独立なし表について報告する(図 1)。3群における総回答数、誤カテゴリ回答数、繰り返し数、インターバルのばらつき(SD)を図1に示す。総反応数およびエラー反応数は健常 2 群と MCI 群の間で有意な差が見られた。その他 2 つの指標については有意傾向は見られたが、有意な差は得られなかった。

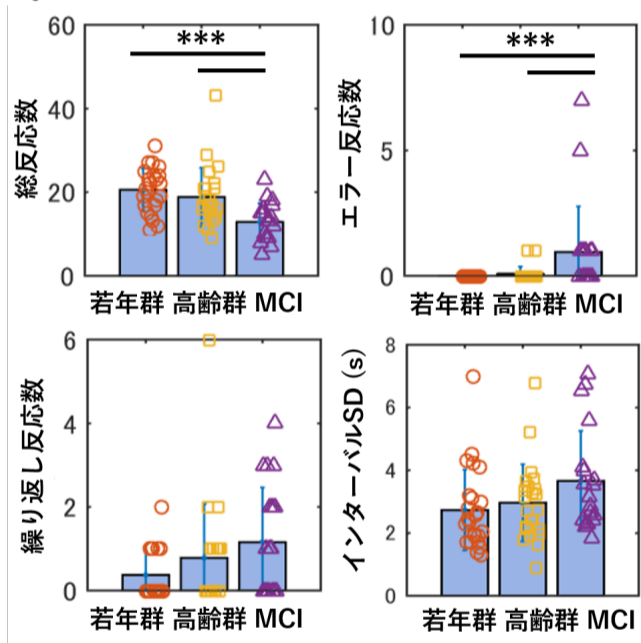


図 1. 3群における一般的 VFT 指標

3.2 LDA による下位カテゴリ分類に基づく解析

次に、LDA による下位カテゴリに基づいて、出現した単語を分類した(図 2)。その結果、まず、全反応およびクラスタ内反応における各下位カテゴリの出現割合は、群間で大きくは差がないことがわかった。しかしながら、高齢者、MCI 患者では、ある特定のトピックの比率が高くなる傾向が存在することも見て取れる。さらに、図 3 には、MCI 患者 6 例において、VFT 遂行中の単語反応から、その背後にある下位カテゴリ(トピック)の活性化の推移を推定したものを示す。複数例において、同一カテゴリからの単語反応が連続していること(=クラスタの出現)が見て取れる。

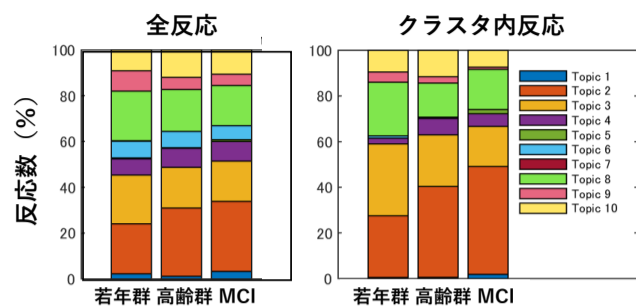


図 2. 3群における下位カテゴリごとの単語出現率

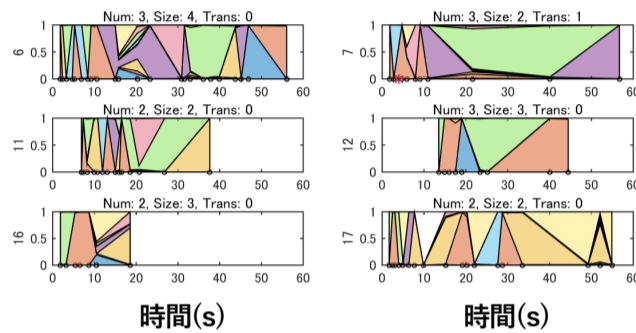


図 3. MCI 患者に下位カテゴリ(トピック)出現確率。各パネルが 1 被験者の VFT 反応を示す。時間軸上の○は反応が生じた箇所、塗ってある色はその反応から推測される下位カテゴリ活性を示す。

4. 考察

紙幅の関係上、これ以上詳細な結果を検討することはできない。簡便かつ客観的で、臨床的に妥当な非検査者の意味構造の把握のために、本アプローチをさらなる洗練が期待される。

<文献>

- Adams ML, Reich AR, Flowers CR (1989) Verbal fluency characteristics of normal and aphasic speakers. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 32:871-879
- Blei DM, Ng AY, Jordan MI (2003) Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research* 3:993-1022
- Kempler D, Teng EL, Dick M, Taussig IM, Davis DS (1998) The effects of age, education, and ethnicity on verbal fluency. *Journal of the International Neuropsychological Society* 4:531-538
- Troyer AK (2000) Normative data for clustering and switching on verbal fluency tasks. *Journal of clinical and experimental neuropsychology* 22:370-378
- 河野直子, 鈴木裕介, 山本さやか, 井口昭久, 梅垣宏行 (2008) MMSE24 点以上の高齢者群における神経心理学的検査を用いた認知症の探索. *Dementia Japan* 22:3
- 大沢愛子, 前島伸一郎, 種村純, 関口恵利, 板倉徹 (2006) “もの忘れ外来”における認知症と言語流暢性課題. *高次脳機能研究(旧 失語症研究)* 26:327-333

筋強直性ジストロフィーにおける認知機能の特徴

— 誤答フィードバック音に対する事象関連電位から探る試み —

○諏訪園 秀吾¹ (すわぞの しゅうご), 荒生 弘史²,
上田 幸彦³, 前堂 志乃³

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,

²大正大学 心理社会学部 人間科学科

³沖縄国際大学 総合文化学部 人間福祉学科

(要旨) 1画面に与えた二語文を即座に正誤判断させる課題において、誤答フィードバック音により惹起された事象関連電位 N1 は、筋強直性ジストロフィー患者では、age match した健常群に比較して低振幅であった。神経心理学的検査との比較では SDMT と逆相関の方向性を示唆する結果であった。本症の神経心理学的特徴・前頭葉機能障害を検討していくうえで参考になる所見と考えられた。

Key words: 文法課題, フィードバック音, 筋強直性ジストロフィー, 事象関連電位 N1 成分

1. はじめに

筋ジストロフィーとはいったんある程度獲得された筋が壊死と再生の両方の過程を混じつつ繰り返しながら次第に筋萎縮と筋力低下を悪化させていく疾患の総称であり、本来は筋肉の疾患であるが、最近、認知機能の特徴に関連する諸問題がクローズアップされてきている^{1,2,3,4,5}。昨年の本研究会では、その神経心理学的実相について言及し、さらに当院での事象関連電位(Event-related potential; ERP)を用いた研究の一端に触れた⁶。

本年は昨年と異なるパラダイムによる事象関連電位の記録・解析による本症の認知的特徴の分析を試みたので報告する。

2. 対象と倫理的側面

患者群は遺伝子異常が確認された 10 例、コントロール群は患者群と age match した 10 例で、いずれも同意書にサインした後に脳波記録に参加した。本研究は沖縄病院倫理委員会において承認された。

3. 方法

3.1 ERP

刺激と反応: 2語からなる日本語漢字かな交じり文をパソコンのモニターに 1 画面で提示し、即座に正文か非文かの判断とボタン押しを求めた。正解の場合には何も起こらないが、1000ms の時間切れと、誤答の場合にはそれぞれ別の音によるフィードバックを聴覚で与えた。

ERP とその解析: 脳波は国際 10-20 法に基づく頭皮上 21 チャンネルと眼球運動モニターの 2

チャンネルについて、平衡型頭部外基準電極をリファレンスとして 0.03-120Hz の周波数応答により 1000Hz サンプリングで刺激トリガーとともにデジタル脳波計で皿電極とペーストを用いて記録した。誤答に対して与えたフィードバック音によって惹起される事象関連電位を誤答音の-50ms から 200ms まで加算し N1 成分を得て、Cz における振幅について健常群と患者群とで比較した。

3.2 神経心理学的検査

MMSE、ウイスコンシンカード分類課題、Symbol Digit Modalities Test (SDMT) を患者群において検討し、N1 成分の振幅と相関するかどうかを検討した。

4. 結果と考察

誤答フィードバック音に対する N1 振幅は患者群で平均-8.9uV、コントロール群で-24.0uV 程度であり、この2群で有意な差が得られた($t = 4.57, p < 0.001$)。この結果はこれまで当院でいくつか試してきた事象関連電位のなかで最も大きな差を与える結果であった。神経心理学的検査との検討では、SDMT 達成率が高いほど N130 振幅大となる方向性があったが、統計学的有意には届かなかった($r = -0.39, p = 0.09$)。

本症における SDMT の異常は極めて多数の報告があり、本邦でも比較的多数例の検討でその異常が報告されている⁵。

本症における WCST についても複数の報告がある。Rubinsztein らは運動機能としても遺伝子異常としても比較的軽度な症例を検討し、WCST 異常はボーダーラインであるが記憶機能の異常の

ほうが目立つと報告している⁷⁾。Tanakaらは本症全般の重症度にも影響する遺伝子異常としてのCTGリピート数と、WCSTの達成カテゴリー数との逆相関を報告し、聴覚オッドボール課題(計数課題)においてN1潜時の遅延を報告している⁸⁾。Fujinoらは本症患者において特にWCSTにおける異常についてユニークな検討を報告している⁹⁾。すなわち、前頭葉機能の一部としての病態に関する評価が自己によるものと他者によるもので乖離が強いほど、WCSTの成績が悪いという分析である。今回のERPの結果は、この先行研究と合致する方向と考えるとよいであろう。臨床的にとらえられる現象の生理学的バックグラウンドとしてN1という、主として側頭葉に発生源が議論されている¹⁰⁾、比較的潜時の早い段階において既に異常が検出できて、「入力を適切に準備できない」がために高次脳機能障害に陥っていると解釈できるとしたら、これは特記すべきことである。

5. おわりに

今回述べた検討は、ごく限られたものではあるが、方法論的には極めて多数の対象へ拡大しようものと考えている。すなわち、対象とする疾患群の臨床的症候を的確にとらえられるような課題を工夫することにより、事象関連電位をツールとして用いる高次脳機能解析には、やらなければならないことがまだまだ山積していることを指摘しておきたい。

<謝辞>

緻密かつ詳細な神経心理学的所見の採取に尽力してくれている奥間めぐみ、吉村直樹の両氏に感謝する。

<文献>

- 1) 松村剛(2016) 筋疾患における中枢神経系障害の重要性 Brain and Nerve 68(2), 109-18.
- 2) 諏訪園秀吾・上田幸彦・前堂志乃(2016) 筋強直性ジストロフィーの認知機能について. 神経内科 85(3), 270-4.
- 3) Caillet-Boudin (2014). Brain pathology in myotonic dystrophy: when tauopathy meets spliceopathy and RNAopathy. Front Mol Neurosci. 9(6), 57.
- 4) 小早川睦貴(2016). 筋強直性ジストロフィー1型の社会的認知障害. Brain and nerve 68(2), 137-44.
- 5) Fujino H, Shingaki H, Suwazono S, et al.(2018). Cognitive impairment and quality of life in patients with myotonic dystrophy type 1. Muscle Nerve 57(5), 742-8.
- 6) 諏訪園 (2018) 筋強直性ジストロフィーにおける認知機能の特徴を事象関連電位と神経心理学を組み合わせた検討から探る試み. 第21回認知神経心理学研究会抄録.

- 7) Rubinsztein JS, Rubinsztein DC, McKenna PJ, et al (1997). Mild myotonic dystrophy is associated with memory impairment in the context of normal general intelligence. J Med Genet.;34(3):229-33.
- 8) Tanaka H, Arai M, Harada M, et al (2012). Cognition and event-related potentials in adult-onset non-demented myotonic dystrophy type 1. Clin Neurophysiol. ;123(2):261-9.
- 9) Fujino H, Matsumura T, Saito T, et. al (2017). Executive function may affect the gap between subjective and objective evaluation of symptom severity in patients with myotonic dystrophy. J Neurological Sci. 381, 274.

意味連合検査は、脳損傷患者の意味機能評価に有効なのか？

— SAT 絵/文字単語刺激による検討 —

○佐藤 ひとみ¹ (さとう ひとみ), 山崎菜奈¹, 永沢梨絵¹, 大賀舜也¹

¹ 浴風会病院リハビリテーション科

(要旨) Pyramid & Palm Trees (PPT: Howard & Patterson, 1992)は、脳損傷患者の意味機能評価に最もよく用いられてきた検査で、英国文化を背景とした意味連合課題で構成されている。日本語話者が使用できるように改変したJ-PPT(Sato et al., 2008)と独自に開発した意味連合検査(SAT:佐藤, 2015)を健常者と脳損傷患者に実施し、検査の精度を検討した。さらに、脳損傷患者の意味連合成績の検討から、脳損傷患者の意味機能評価における意味連合検査の有用性を考察した。

Key words: 意味連合検査, Pyramid & Palm Trees, 意味機能, 検査の精度

1. はじめに

PPT¹⁾は脳損傷患者の意味機能の評価する検査として多くの研究が使用し、スペイン語、イタリア語、フランス語、中国語、ペルシャ語での標準化²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾も試みられている。認知神経心理学的研究で用いられる意味評価検査⁷⁾の中で、PPTは中心的役割を担ってきた。殆どの研究は PPT の絵刺激を用いているが、絵と文字単語刺激を Semantic Dementia に用いた研究⁸⁾では、単語に比べ絵の意味連合成績が有意に良好であったと指摘されている。PPT の副題は、“A test of semantic access from words and pictures”であり、絵/文字単語刺激の両方で日本語話者の意味機能の評価できる意味連合検査の開発が望ましいと思われる。

2. 本研究の目的

日本語話者のために考案した意味連合検査 SAT⁹⁾を、健常成人と脳損傷患者に施行し、検査の妥当性を検討する。

3. 方法

3.1 SATの構成 1)刺激語(N=40):獲得年齢と親密度を統制した自然物(四足の動物, 鳥類, 果物)と人工物(事務用品, 台所用品, 地上の乗物)に属する各20語, 2)目標語(N=40):刺激語と範疇的関連(例:きゅうり-キャベツ)/機能的/文脈的関連(例:本-目)がある各20語, 3)課題:1/4選択で、妨害刺激はすべて目標語と同じ意味カテゴリーに属する。刺激は絵(白黒線画)と文字(表記妥当性の最も高い表記で文字単語提示)の2条件(SAT-絵, SAT-文字)。

3.2 手続き 1)日本語話者に適用できるようにPPT(1/2選択)の10課題を差し替えたJ-PPT¹⁰⁾(N=52)とSAT-Pの比較。対象:22~60歳の健

常成人100名(男48名女52名,平均39.5歳,平均教育年数16.2年)と、40歳~98歳の脳損傷患者22名(男9名女13名,平均75.8歳,平均教育年数13.1年)。原因疾患は脳血管障害が18名と大多数を占めた。言語/非言語機能は表1参照。

表1 脳損傷患者22名の言語/非言語機能

		左損傷(N=12)	右損傷(N=5)	両側損傷(N=5)
WAB失語指数(100)	平均	67.5	84.4	77.2
	SD	15.0	1.6	21.8
WAB物品呼称(20)	平均	9.4	18.8	16.2
	SD	6.2	1.0	7.1
RCPM(36)	平均	26.5	21.4	25.4
	SD	6.2	6.2	4.5

2)SAT-PとSAT-Wの比較: SAT-W対象は23歳から61歳の健常成人100名(男44名女56名,平均38.5歳,平均教育年数16.2年)と72歳~88歳の脳損傷患者16名(男6名女10名,平均79.1歳,平均教育年数13.6年)。なお健常者は書面で、脳損傷患者は対面で実施した。

3)SAT-Pについて、①22名の患者の損傷部位(右/左/両側)による相違、②失名辞失語患者TS(71歳女性,左前頭葉外側部損傷,WAB指数60.7,RCPM21)における継時的変化を検討する。

4. 結果

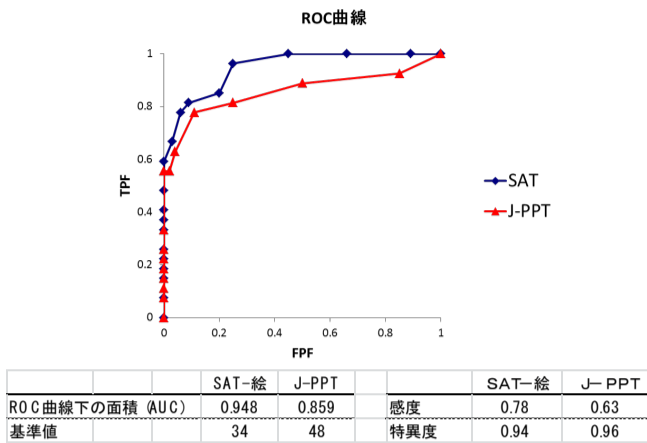
4.1 SAT-絵 vs. J-PPT

脳損傷患者の成績は、健常者よりも低くなった(表2)が、健常者と同等の成績を示す患者もいた。脳損傷患者における二つの意味連合検査成績の関係をみると、相関係数0.794と非常に高い正の相関を示した。SAT-絵は、J-PPTよりも感度が高くAUCも大きく精度が高かった(図1)。

表2 健常者と脳損傷患者の成績

	健常者		脳損傷患者	
	SAT-絵	J-PPT	SAT-絵	J-PPT
平均	37.4	50.2	27.9	43.8
SD	2.0	1.4	6.5	6.6
最小値	32	46	16	27
最大値	40	52	37	52

図1 2つの意味連合検査の精度比較



4.2 SAT-絵 vs. SAT-文字

SAT-文字の成績(平均±SD)は、SAT-絵と同様に脳損傷患者(27.9±6.5)が健常者(37.4±2.0)よりも低くなった。SAT-文字の感度は0.69、特異度は0.91。SAT-文字のAUCは0.92で、SAT-絵よりもわずかに精度が低くなった。脳損傷患者におけるSAT-絵とSAT-文字の相関係数は0.509と正の相関を示した。

4.3 脳損傷患者におけるSAT-絵とJ-PPT

SAT-絵では、両側損傷の正答率が左/右損傷よりも有意に低くなり、損傷の大きさ/部位が意味機能に影響を及ぼすことが示唆された。しかし、J-PPTではこうした相違を検出することはできなかった(図2)。

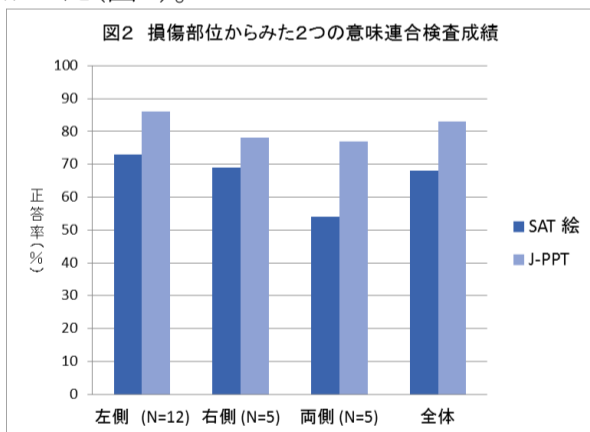
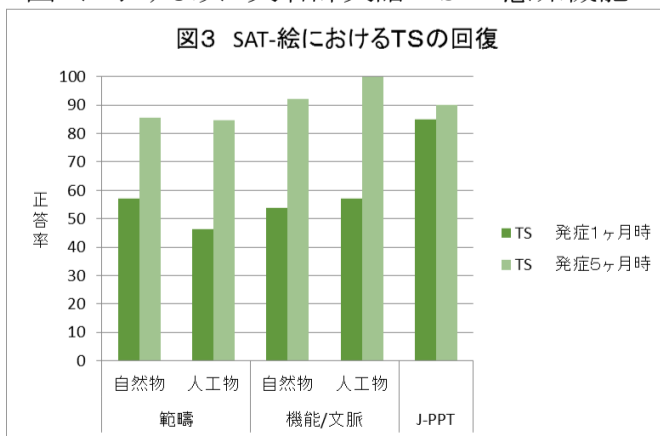


図3に示すように失名辞失語 TS の意味機能の



回復を J-PPT は殆ど検出できなかったが、SAT-絵は発症1ヶ月時のTSの意味障害を鋭敏に捉えた。さらにTSの場合、人工物の機能/文脈的意味連合が回復しやすかった(57.1%→100%)ことも明らかにした。

5. まとめ

日本語話者に適用できるようにPPTを改変したJ-PPTと、独自に開発した意味連合検査SATの検査としての精度を検討した。ROC曲線を用いた検討ではSAT-絵が最も精度が高くなった。

SAT-絵は、①損傷部位(左/右/両側)に関わらず、脳損傷後に意味機能低下が生じることを明らかにし、②意味機能の回復について鋭敏な評価が可能であった。さらに、その回復内容について物の性質(自然物/人工物)や意味的関連の違い(範疇的/機能, 文脈的)から評価できることから、臨床的かつ研究的有用性が高いといえる。

<謝辞>

被験者になっていただいた皆様と、データ入力のご協力をいただいた小田裕美子氏に感謝申し上げます。

<文献>

- Howard, D. & Patterson, K. (1992). The Pyramids and Palm Trees. Bury St. Edmunds, UK: Thames Valley Test Company.
- Gudayol-Ferre E, et al. (2008). Semantic memory as assessed by the Pyramids and Palm Trees Test: The impact of sociodemographic factors in a Spanish-speaking population. *J. of International Neuropsychological Society*, 14, 148-151.
- Gamboz, N., et al. (1996). Normative data for the pyramids and palm trees test in the elderly Italian population. *Neurological Sciences*, 30, 453-8.
- Callahan, B.L., et al. (2010). Normative data for the pyramids and palm trees test in the Quebec-French population. *Arch Clin Neuropsychol*. 25, 212-217.
- Guo, Q., et al. (2014). Adapting the pyramids and palm trees test and the kissing and dancing test and developing other semantic tests for the Chinese population. *Applied Psycholinguistics*, 35, 1001-19.
- Mehri, A., et al. (2018). Normative data for the Pyramids and Palm Trees Test in literate Persian adults. *Iranian J. of Neurology*, 17, 18-23.
- Adlam, A.L. et al. (2010). The Cambridge Semantic Memory Test Battery: detection of semantic deficits in semantic dementia and Alzheimer's disease. *Neurocase*, 16, 93-207.
- Bozeat, S. et al. (2000). Non-verbal semantic impairment in semantic dementia. *Neuropsychologia*. 38, 1207-1215.
- 佐藤ひとみ(2015). 意味機能の評価:健常高齢者と大学生を用いた検討. 第39回日本神経心理学学会 学術集会抄録.
- Sato, H. et al. (2008). Deep dyslexia for kanji and phonological dyslexia for kana: Different manifestations from a common source. *Neurocase*, 14, 508-524.

音読課題におけるプライムの提示時間と先頭音プライミング効果

○吉原 将大¹(よしはら まさひろ), 薛 俊毅², 日野 泰志¹

¹早稲田大学文学学術院 ²早稲田大学文学研究科

(要旨) 先頭音プライミング効果とは、先頭音が同じプライムターゲット・ペアに対する音読反応潜時が、同じでないペアよりも有意に短くなることを指す。本研究ではプライムの提示時間を操作し(50ms, 200ms, 1000ms, 2000ms)、先頭音プライミング効果がどのように変化するか検討した。実験の結果、先頭モーラが同じで、かつ、先頭漢字の読みも一致するペア(e.g., 地盤 - 磁力)には200ms条件以外の全てで有意なプライミング効果が観察された。一方、先頭モーラは同じだが、先頭漢字の読みは一致しないペア(e.g., 実務 - 磁力)には、2000ms条件でのみ有意な効果が観察された。

Key words: 音読課題, 先頭音プライミング効果, プライム提示時間

1. はじめに

先頭の音が同じである2つ(以上)の語が提示されると、音声産出プロセスは促進されることが知られている(e.g., 先頭音プライミング効果)。たとえば、マスク下プライミング手法による音読課題において、Yoshihara, Nakayama, Verdonschot, & Hino (2017)は、プライムとターゲットの先頭モーラが同じであり、かつ、先頭漢字の読みも一致する場合に、有意な先頭音プライミング効果を観察した(e.g., 地盤-磁力)。一方、先頭モーラが同じであっても、先頭漢字の読みが一致しない場合には、有意な先頭音プライミング効果は観察されなかった(e.g., 実務-磁力)。このことは、音読課題における先頭音プライミング効果が漢字の読みに依存することを示唆している。

しかし、先頭音の共有による効果は、常に漢字の読みに依存するとは限らないようである。たとえば、連想手がかり課題においては、先頭漢字の読みが一致しなくとも、先頭モーラが同じ場合に有意な促進効果が観察されている(e.g., 曇り, 薬, くじら; Kureta, Fushimi, & Tatsumi, 2006)。また、音韻ストループ課題においても、先頭漢字の読みが一致しない条件で、先頭モーラの共有による促進効果が報告されている。Verdonschot & Kinoshita (2018)のストループ課題では、ディストラクター(e.g., 右)の先頭モーラが文字色(e.g., 緑)と同じ場合、異なる場合よりも(e.g., 黄色), 色の命名潜時は有意に短かった。

マスク下プライミング手法による音読課題と、連想手がかり課題やストループ課題との違いのひとつとして、実験参加者が先頭音の異同に気づくか否か、という点が挙げられる。前者においてはプ

ライムがごく短時間しか提示されないため(e.g., 50ms)、実験参加者はプライムとターゲットの先頭音が同じか否か認識できない。一方、連想手がかり課題においては、実験参加者は刺激を事前に暗記するよう求められるため、それらの刺激が先頭音を共有するか否か気づくことができる。また、ストループ課題におけるディストラクターは反応があるまで提示され続けるため、実験参加者はディストラクターの先頭音が色名と同じか否かに気づくことができるものと思われる。

このように、実験参加者が先頭音の共有に気づくか否かの違いによって、課題間で異なる結果が観察された可能性がある。そこで本研究では、音読課題におけるプライムの提示時間を操作することで、実験参加者がプライム-ターゲット間の先頭音の異同に気づくことが可能かどうかについて操作した。先行研究における結果の違いが、実験参加者の気づきの有無によるならば、先頭音プライミング効果のパターンは、プライムの提示時間によって変化するはずである。すなわち、プライムの提示時間が短い場合には、実験参加者は音の異同に気づくことが困難であるため、Yoshihara et al. (2017)が示したように、先頭音プライミング効果は漢字の読みに依存すると予想される。一方、プライムの提示時間が長い場合、実験参加者は音の異同に気づくことができるため、連想手がかり課題やストループ課題と同様、先頭音プライミング効果は先頭漢字の読みが一致しない条件にも観察されると考えられる。

2. 実験

実験参加者 早稲田大学の学生112名が本実験

に参加した。

刺激 3モーラの漢字二字熟語 40語をターゲットとして使用した(e.g., 磁力 /*zi-rjo.ku*)。各ターゲットに対して, 4種類のプライムを1語ずつ, 計160語選択した。関連あり・先頭漢字の読み一致プライムは, ターゲットと先頭モーラが同一であり, かつ, 先頭漢字の読みも一致する語であった(e.g., 地盤 /*zi-ba.N*)。関連あり・先頭漢字の読み不一致プライムは, ターゲットと先頭モーラは同一だが, 先頭漢字の読みは一致しない語であった(e.g., 実務 /*zi.tu-mu*)。また, それぞれに対する統制条件として, 関連なし・一致プライム(e.g., 基盤 /*ki-ba.N*)と, 関連なし・不一致プライム(e.g., 執務 /*si.tu-mu*)を選択した。関連なしプライムはいずれも, ターゲットと形態・音韻・意味の関連がない語であった。本実験では, 全160組すべてのプライム-ターゲット・ペアが各実験参加者に提示された。したがって, 各ターゲットは4回ずつ繰り返し提示された。

手続き マスク刺激に続いてプライムが一定時間提示され, すぐにターゲットに置き換えられた。実験参加者は, ターゲットをできるだけ迅速かつ正確に読み上げるよう教示された。実験参加者は28名ずつ, いずれかのプライム提示時間条件(50ms, 200ms, 1000ms, 2000ms)へ無作為に割り当てられた。

3. 結果

各プライム提示時間における反応時間(ms)と誤反応率(%)の先頭音プライミング効果をTable 1に示す。プライム提示時間ごとの反応時間と誤反応率データに対して, ターゲット提示回数(1, 2, 3, 4回), 関連性(関連あり・関連なし), 先頭漢字の読み(一致・不一致)を固定効果としたGeneralized Linear Mixed Effects Model (GLMEM)による分析を行った。

プライム提示時間が50msのとき, 反応時間の分析においてはターゲット提示回数, 関連性, 先頭漢字の読みの主効果と, ターゲット提示回数と関連性, 関連性と先頭漢字の読みの交互作用が有意だった(全て $p < .05$)。また, 誤反応率の分析においては, ターゲット提示回数の主効果のみが有意だった($p < .001$)。

プライム提示時間が200msのとき, 反応時間の分析と誤反応率の分析いずれにおいても, ターゲット提示回数の主効果のみが有意だった(どちらも $p < .05$)。

プライム提示時間が1000msのとき, 反応時間の分析においては, ターゲット提示回数と先頭漢字の読みの主効果, 関連性と先頭漢字の読みの

交互作用が有意だった(全て $p < .05$)。また, 誤反応率の分析においては, いずれの効果も有意でなかった(全て $p > .1$)。

プライム提示時間が2000msのとき, 反応時間の分析においてはターゲット提示回数と関連性の主効果が有意だった(どちらも $p < .01$)。また, 誤反応率の分析においては, いずれの効果も有意でなかった(全て $p > .1$)。

Table 1.

The sizes of the priming effects in each condition.

Prime Duration (ms)	Prime Types			
	Match		Mismatch	
	RT	ER	RT	ER
50	12*	1.1	0	0.3
200	4	-0.1	-3	0.6
1000	9*	0.0	-2	0.6
2000	7*	-0.4	9*	-0.7

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

4. 考察

本研究の結果は, プライム提示時間の長さによって, 先頭音プライミング効果のパターンが変化することを示していた。プライムの提示時間が短い(50ms)条件では, プライム-ターゲット間で先頭漢字の読みが一致する場合にのみ有意なプライミング効果が観察された(e.g., 地盤-磁力; i.e., 一致ペア)。一方, プライムの提示時間が長い(2000ms)条件では, 先頭漢字の読みが一致しない場合にも有意な効果が観察された(e.g., 実務-磁力; i.e., 不一致ペア)。

これらの結果は, 先行研究で観察された効果の違い(のうち, 少なくとも一部分)を, 実験参加者が先頭音の共有に気づくか否かの違いによって説明できることを示している。今後の研究では, 気づきの有無が意図的な処理方略を反映している可能性を検討するため, 条件ごとにブロック提示する実験を行う予定である。

<謝辞>

本研究は, JSPS 科研費 JP18H05816 の助成を受けたものである。

<文献>

- Kureta, Fushimi, & Tatsumi. (2006). The functional unit in phonological encoding. JEP:LMC, 1102-1119.
- Verdonschot, & Kinoshita. (2018). Mora or more? MEM COGNITION, 410-425.
- Yoshihara, Nakayama, Verdonschot, & Hino. (2017). The Phonological Unit of Japanese Kanji Compounds. JEP:HPP, 1303-1328.

中国語－日本語後期バイリンガルの視覚的単語認識における音韻の役割

○劉 楚心 (りゅう そしん), ワーナー川原 ジェシー, 中山 真里子
 東北大学大学院国際文化研究科

(要旨) 本研究は、マスク下のプライミング手法を用いて、プライムターゲットペアの音韻類似性が中日バイリンガルの L2 語処理に促進効果を与えるかを検証したものである。コグネート対訳語の音韻類似度を操作し、日本語ターゲットの音読を求めた実験1では、音韻類似性の高いペア(信頼－信頼)と音韻類似性の低いペア(保証－保証)の間にプライミング量の差は見られなかった。中国語の同音語ペアを刺激に用いた実験2では声調(Tone)が同型であるペア(守卫－首位)のみに音韻類似性による促進効果が観察された。これらの結果をもとに、中日バイリンガルの視覚的単語認識における音韻情報の役割について考察する。

Key words: 漢字語彙, 音読課題, 音韻的プライミング, 中日バイリンガル

1. はじめに

心内辞書 (mental lexicon) に保持されている語彙情報は一つの塊ではなく、形態 (Orthography) ・ 音韻 (Phonology) ・ 意味 (Semantics) という3種類の表象から成り立つとされている。二言語の単語の知識を持つバイリンガルが単語を認識する際、L1 (L2) の形態、音韻及び意味表象が L2 (L1) の認識過程にどのような影響を与えるのかについては多くの過去研究により検討されてきており、語彙処理のメカニズムを検討することによりバイリンガルの心内辞書の構造の解明が進められている。特に、単語の視覚的認識の過去研究においては、二言語間の音韻情報が類似すればするほど、ターゲット語の認識に促進効果を与える現象が観察されている (e.g., Dijkstra, Grainger, & Van Heuven, 1999, Nakayama, Sears, Hino, & Lupker 2013)。この現象は、バイリンガルの心内辞書で二言語の単語が音韻情報を介してリンクされていることを示唆している。本研究は、マスク下のプライミング手法を用いて、中日バイリンガルの視覚的単語認識における音韻表象の役割に焦点を当て検証した。

2. 実験1(コグネートを用いた音読課題)

実験参加者 東北大学に在籍する中日バイリンガル 26 名が実験に参加した。その内 25 名が日本語能力試験 (JLPT) 1 級を取得している者であった。

刺激 事前調査により、音韻的関連性の高い ($M = 4.2/5$) 中日コグネートプライムターゲットペア (信頼/xin4lai4/－信頼/shiNrai/), 音韻的関連性の低い ($M = 1.8/5$) 中日コグネートプライムターゲットペア (保証/bao3zheng4/－保証/hoshoR/) を各 50 ペア (計

100 ペア) 選定した。また、コントロール条件として、形態的、音韻的、意味的に関連性のない 100 語も選定した。表 1 に示すように、プライム間/ターゲット間の語彙使用頻度、漢字の画数及びプライムとターゲットの言語間の形態類似度を統制した。

表 1 実験1の刺激の語彙特性一覧表

	音韻類似性－高			音韻類似性－低		
	Cognate	Control	Target	Cognate	Control	Target
	信頼	红灯	信頼	保証	照片	保証
頻度	59	60	73	52	53	70
画数	15.4	15.1	18.2	16.1	14.8	18.9
類似性	1.6	1.5	-	1.6	1.6	-

手続き モニター上にまず先行マスク (“覺鬢”) が表示され、続いて同じ位置にプライムが 50 ミリ秒間提示された。プライムに続き後行マスク (##) が 8.3 ミリ秒間提示され、その直後にターゲットに置き換えられた。被験者には、モニターに提示される日本語のターゲットをできるだけ早くかつ正確に読み上げるよう教示した。

結果 ターゲットに対する反応時間及び誤反応率を 2 (音韻類似性：高 vs. 低) × 2 (プライムタイプ：コグネート vs. 無関連語) ANOVA により分析した。実験参加者による平均反応時間と誤反応率のデータを表 2 に示す。なお、本稿では誤反応率の分析についての報告は省略する。

反応時間の分析の結果、プライムタイプの主効果 ($F_s(1, 25) = 134.97, p < .001; F_i(1, 95) = 84.78, p < .001$) 及び、音韻類似性の主効果が

有意であった ($F_s(1, 25) = 56.96, p < .001; F_i(1, 95) = 17.81, p < .001$)。プライムタイプと音韻類似性の交互作用は見られなかった ($F_s < 1$)。つまり、コグネートプライムと音韻類似性によるターゲット音読の促進効果は見られたが、音韻の類似性の高低はコグネートプライミング効果の大きさに影響を与えなかった。

表2 実験1の反応時間 (ms) 及び誤反応率 (%)

プライムタイプ	中日バイリンガル			
	音韻類似性-高		音韻類似性-低	
	(信頼-信頼)		(保証-保証)	
コグネート	618	(3.7)	669	(7.2)
無関連語	686	(3.9)	734	(8.3)
プライミング効果	<u>68</u>	0.2	<u>65</u>	0.9

3. 実験2 (中国語の同音語を用いた音読課題)

実験1で音韻類似性の影響がコグネートプライミング効果に見られなかったのは、中日バイリンガルが中国語プライムを処理する際にそもそもプライムの音韻情報を用いないという可能性があるため、実験2では、中国語の同音語(HP)ペアを用いその可能性を検証した。

実験参加者 東北大学に在籍する中日バイリンガル22名が実験に参加した。全員が日本語能力試験(JLPT)1級を取得している者であった。

刺激 声調が同型である同音語プライム-ターゲットペア (性質/xing4zhi4/-兴致/xing4zhi4/), 声調が同型ではない同音語プライム-ターゲットペア (夫妻/fu1qi1/-福气/fu2qi4/)を各54ペア(計108ペア)選定した。また、コントロール用プライムとして、形態的、音韻的、意味的に関連性のない108語も選定した。表3に示すように、プライム間/ターゲット間の語彙使用頻度、漢字の画数を統制した。

表3 実験2の刺激の語彙特性一覧表

	声調同型同音語			声調異型同音語		
	HP	Control	Target	HP	Control	Target
	性質	请假	兴致	夫妻	装作	福气
頻度	21.2	18.1	3.5	29.1	27.3	3.7
画数	15.6	15.5	16.9	16.4	16.4	16.4

手続き ターゲットを中国語で読み上げる以外には、実験1と同一の手続きであった。

結果 ターゲットに対する反応時間及び誤反応率を2(声調:同型 vs. 異型)×2(プライムタイプ:同音語 vs. 無関連語)ANOVAにより分

析した。反応時間の分析では、プライムタイプの主効果は項目分析のみ有意であり ($F_s(1, 21) = 2.26, p = .15; F_i(1, 106) = 4.75, p = .03$), 声調型の主効果は有意ではなかった ($F_s(1, 21) = .62, p = .44; F_i(1, 106) = .03, p = .86$)。また、プライムタイプと声調型の交互作用が有意であった ($F_s(1, 21) = 8.13, p = .01; F_i(1, 106) = 16.34, p < .001$)。そこで単純主効果の検討を行ったところ、声調型が同じ場合は、同音語プライムによる有意な促進効果が観察された (both $ps < .001$), 声調型が異なる場合は、有意差が観察されなかった (both $ps > .21$)。中日バイリンガルの中国語の処理において、音韻によるターゲット音読への促進効果はあるものの、それは声調が同じ場合に限られることが分かった。

表4 実験2の反応時間 (ms) 及び誤反応率 (%)

プライムタイプ	中日バイリンガル			
	声調-同型		声調-異型	
	(性質-兴致)		(夫妻-福气)	
同音語	566	(0.8)	577	(3.5)
無関連語	588	(1.7)	573	(2.4)
プライミング効果	<u>22</u>	0.9	<u>4</u>	-1.1

4. 考察

実験1の結果、中日コグネートの表象の結びつきには、形態と意味の類似性が重要であり、音韻の類似性は結びつきに寄与しない可能性が示された。しかしながら、実験2で中国語の同音語刺激を用い言語内の音韻類似性の効果を検証したところ、ターゲット読み上げの促進効果は声調型の同異に影響されることがわかった。実験1では、言語間の声調/アクセント型の類似度について考慮をしていなかったため、今後の実験では言語間の声調/アクセントの同異を操作したコグネート刺激を用いて検討する予定である。

<参考文献>

Dijkstra, T., Grainger, J., & Van Heuven, W. J. B. (1999). Recognition of cognates and interlingual homographs: The neglected role of phonology. *Journal of Memory and Language*, 41, 496-518.

Nakayama, M., Sears, C. R., Hino, Y., & Lupker, S. J. (2013). Masked translation priming with Japanese-English bilinguals: Interactions between cognate status, target frequency and L2 proficiency. *Journal of Cognitive Psychology*, 25, 949-981.

日英バイリンガルにおけるマスク下の形態素プライミング

○ワナー川原 ジェシー¹(わーなーかわはら じえしー),
吉原 将大², 中山 真里子¹

¹東北大学大学院国際文化研究科, ²早稲田大学文学学術院

(要旨) 英語母語者を対象とした過去研究によると, 動詞の過去形と現在形の間には(e.g., shook-shake, looked-look), 語根を介した統一的かつ抽象的な表象が発達する可能性が示されている(Crepaldi et al., 2010). 本研究では, 日英バイリンガルのL2単語表象においてもそれが同様であるか, マスク下のプライミング手法を用いて検証した. 語彙判断課題の結果, 形態素プライムによる促進効果は, 形態プライムによる促進効果(shock-shake, loose-look)と同等であった. このことは, 日英バイリンガルにおいては, 形態素レベルのL2単語表象が発達しない可能性を示している.

Key words: 日英バイリンガル, 語彙判断課題, マスク下の形態素プライミング

1. はじめに

英語母語者を対象としたマスク下のプライミング手法による語彙判断課題においては, 形態的に類似した語プライムを先行呈示すると, ターゲットの処理が抑制されることが知られている(e.g., Davis & Lupker, 2006). この現象は相互活性化モデル(Rumelhart & McClelland, 1982)の語彙競合仮説によって説明される. 一方, Nakayama and Lupker (2018)は, 英語による語彙判断課題を日英バイリンガルに課したところ, 形態的に類似した語プライムはターゲットの処理を促進することを示した. この結果は, 日英バイリンガルの英単語処理に語彙競合が起こらないことを示唆している. さらに, より広義には, 日英バイリンガルにおける英単語の表象のされかたは, 英語母語者のそれと異なる可能性を示している.

本研究では, 日英バイリンガルの英単語の形態素表象(morphological representation)について検討した. 英語母語者を対象とした先行研究では, 動詞の規則性によらず原形ターゲットの認識は(e.g., shake, look), 過去形をプライムとして呈示した場合(e.g., shook, looked), 形態的に類似したプライムを呈示した場合(e.g., shock/loose)と比較して有意に促進されることが示されている(e.g., Pastizzo & Feldman, 2002). このような促進効果は, 動詞の過去形・現在形の単語間に(e.g., shook-shake/looked-look), 語根を介した統一的かつ抽象的な形態素レベルの表象が存在し, この表象が活性化されることにより起こると説明される(e.g., Crepaldi et al., 2010).

英語を第二言語(L2)とするバイリンガルを対象とした過去研究において, 過去形プライムによるターゲット促進の有無はまだはっきりしていない.

Silva and Clahsen (2008)は, 中英, 独英, 日英バイリンガルと英語母語者を対象に, 規則動詞を刺激としてマスク下のプライミング手法による語彙判断課題を課した. その結果, 英語母語者では無関連プライム呈示時との比較で, 有意な形態素(過去形/原形)プライミング効果が観察されたが, バイリンガルでは観察されなかった. 一方で, Feldman et al. (2010)は, セルビア語-英語バイリンガルの被験者に規則動詞を用いて同様の課題を課し, 過去形プライムによるプライミング効果を報告している.

本研究では, 動詞の過去形プライムによる原形ターゲット認識への影響を, 動詞の規則性を変数に加えて検討する. 日英バイリンガルの英単語表象においても, 英語母語者と同様の形態素表象が発達するならば, 動詞の屈折の規則性に関わらず, 過去形プライムによる促進が観察されることが予測される. また, 形態素レベルの表象に加え, 単語認識の初期段階で書記形態に基づいた分解があるとされるが(morpho-orthographic segmentation), 分解された表象の事前活性が見込めるため, 規則動詞プライムによる促進効果が不規則動詞プライムによる促進効果を上回る可能性がある(Crepaldi et al., 2010). 一方, 日英バイリンガルの心内辞書に形態素レベルの表象が発達しないならば, 形態的に類似したプライムを呈示した時と比較して, 形態素プライムによる促進が観測されないことが予測できる.

2. 実験

2.1 実験被験者

日本語を母語とし, TOEIC 730点以上, または, TOEFL ITP 530点以上相当の英語力を有する東

北大学の学生 42 名が参加した。

2.2 刺激

英語の規則動詞 27 語 (e.g., look), 現在・過去形間で字数の等しい不規則動詞 27 語 (e.g., shake), 字数の異なる不規則動詞 27 語 (e.g., pay) の計 81 語を語ターゲットとして使用した。

各語ターゲットに対して, 1) 動詞の過去形の形態素プライム (e.g., looked, shook, paid), 2) 動詞の現在・過去形の形態的重複を模した形態プライム (e.g., loose, shock, pair), 3) ターゲットと無関連のプライム (e.g., master, cycle, jump) を各 1 語ずつ選択し, 計 243 組のプライム-ターゲット・ペアを作成した。これらのペアはラテン方格法で三つの呈示リストに割り振った。

加えて, これら 3 種の語プライム-ターゲット・ペアを模して, 81 組の非語プライム-ターゲット・ペアを作成した。非語ターゲットは一つの実験リストを全ての被験者に呈示した。

2.3 手続き

各試行ではまず「+」が画面中央に 450 ms 間呈示された。その後, 50 ms の空白に続いて, 先行マスク「####」が 500 ms 間呈示された。続けて, プライムが 50 ms 間呈示され, 直後にターゲットに置き換えられた。被験者はターゲットに対して, できるだけ早く, かつ正確に語—非語の判断を行うように説明を受けた。

3. 結果

Table 1.

Verb type	Mean latencies (and % error rates)		
	Prime type		
	MORPH	ORTHO	UNREL
REG	608 (11)	612 (10)	646 (7)
IRLP	625 (11)	620 (14)	647 (13)
IRLV	607 (7)	611 (10)	643 (10)

Note. MORPH = morphological; ORTHO = orthographic; UNREL = unrelated; REG = regular; IRLP = irregular length preserved; IRLV = irregular length varied.

本実験における平均反応時間 (ms) と平均誤反応率 (%) を Table 1 に示す。分析には, 2 要因 3 水準の分散分析を用いた。反応時間の分析では, プライム条件の主効果が有意であった ($F_1(2, 82) = 18.77, p < .001$; $F_2(2, 156) = 12.94, p < .001$)。動詞条件の主効果は有意ではなかった ($F_1(1.74, 71.4) = 2.54, p = .09$; $F_2 < 1$)。また, プライム条件と動詞条件の交互作用も有意ではなかった ($F_1 < 1$; $F_2 < 1$)。

プライム条件の主効果を分析するため, 動詞条

件を統合し, ポストホック検定を行った。各プライム条件による平均値の差に関する計画的比較の結果, 形態素ペア (614 ms) / 形態ペア (614 ms) への平均反応時間は, 無関連ペア (645 ms) より有意に短かった ($t_1(41) = 4.99/4.80, ps < .001$; $t_2(80) = 5.16/4.15, ps < .001$) が, 形態素ペアと形態ペアの平均反応時間には有意差が見られなかった (both $ts < 1$)。

平均誤反応率の分析においては, 動詞条件の主効果が被験者分析で有意であったが ($F_1(2, 82) = 4.03, p = .02$), 項目分析では有意でなかった ($F_2(2, 78) = 1.22, p = .30, n.s.$)。

4. 考察

実験の結果, 形態素プライムによる促進効果と, 形態プライムによる促進効果の間に有意な差は見られなかった。すなわち, 形態素による促進効果が, 形態類似性による効果以上のものであるとは言えなかった。また, この結果は, 規則動詞・不規則動詞ともに同様であった。

このことは, 日英バイリンガルの L2 単語表象において, 形態素レベルの表象が発達しない可能性を示している。日英バイリンガルの英語の習熟度によって, 形態素レベルの表象が発達する可能性の検討は今後の課題とする。

<文献>

- Crepaldi, D., Rastle, K., Coltheart, M., & Nickels, L. (2010). 'Fell' primes 'fall', but ... *J MEM LANG*, 63, 83-99.
- Davis, C. J., & Lupker, S. J. (2006). Masked inhibitory priming in English ... *J EXP PSYCHOL: HUM PERCEPT PERFORM*, 32, 668-687.
- Feldman, L. B., Kostić, A., Basnight-Brown, D. M., Đurđević, D. F., & Pastizzo, M. J. (2010). Morphological facilitation for ... *BILING*, 13, 119-135.
- Nakayama, M., & Lupker, S. J. (2018). Is there lexical competition ... *J EXP PSYCHOL: HUM PERCEPT PERFORM*, 44, 1168-1185.
- Pastizzo, M. J., & Feldman, L. B. (2002). Discrepancies between orthographic ... *J EXP PSYCHOL: LEARN MEM COGN*, 28, 244-249.
- Rumelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model ... *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Silva, R., & Clahsen, H. (2008). Morphologically complex words ... *Bilingualism: Language and Cognition*, 11, 245-260.

漢字三字熟語を使った関係プライミング効果の検討

○日野 泰志 (ひの やすし)
早稲田大学文学学術院

(要旨) 複合語や派生語を読む際、同じ形態素構造を共有する語が先行して処理されると、後続の語に対する形態素の統合処理が促進される(e.g., Estes & Jones, 2006; Gagne & Spalding, 2009)。そこで、本研究では、漢字三字熟語を使った語彙判断課題において、この関係プライミング効果の観察を試みた。単漢字と漢字二字熟語を組み合わせて作成した非語刺激を使った課題において、有意なプライミング効果が観察された。この結果は、漢字熟語を読む際に、形態素の統合処理が介入することを示唆するものと思われる。

Key words: 漢字三字熟語, 語彙判断形態素, 形態素の統合処理

1. はじめに

日本語の読解プロセスを理解するためには、漢字熟語を読む際に、どのようなプロセスが関与しているのかを正しく理解することが必要である。個々の漢字は形態素にあたりと考えられることから、複数の漢字で構成される漢字熟語を読む際には、個々の形態素レベルの表象の活性化のプロセスと形態素レベルの表象を語全体レベルの表象に統合するプロセスとが介入する可能性が高いものと思われる(e.g., Taft, 2003; 2004; Taft & Kougious, 2004; Taft, Zhu & Peng, 1999)。

漢字熟語を読む際、形態素レベルの表象の活性化プロセスが介入するならば、語刺激に先行して、その語を構成する漢字を提示することで、プライミング効果が観察されるはずである。さらに、形態素レベルの表象を語全体レベルの表象に統合するプロセスが関与するならば、先行して同じ形態素構造を持つ語が処理された場合には関係プライミング効果が期待されるはずである(e.g., Estes & Jones, 2006; Gagne & Spalding, 2009)。

そこで、本研究では、漢字三字熟語を読む際に、個々の漢字に対応する形態素レベルの表象の活性化プロセスと、語全体レベルの表象への統合プロセスとが介入するかどうかについて検討するために、漢字三字熟語を使った語彙判断課題を行った。

2. 漢字三字熟語の形態素構造

漢字三字熟語の中には、“図書館”や“事務所”のように、先頭の漢字二字熟語が三文字目の漢字を修飾する構造を持つもの(left-branching compounds, ここでは以後 2-1 構造語と呼ぶ)や、“亜寒帯”や“重工業”のように、先頭漢字が後続

の二字熟語を修飾する関係を持つもの(right-branching compounds, ここでは以後 1-2 構造語と呼ぶ)とが存在する。日本語母語話者は、こうした関係構造の違いを容易に把握できることから、本研究では、漢字三字熟語ペアを使って関係プライミング効果の観察を試みた。また、関係プライミング効果を観察するには、語ペア間で修飾子の共有が必要であるとする説(e.g., Gagne & Spalding, 2009)と、修飾子の共有は必要ないとする説(e.g., Estes & Jones, 2006)とが存在することから、実験では“亜寒帯”のような 1-2 構造語のみをターゲット語とし、以下の4種類のプライムと組み合わせさせた。1)先頭漢字(修飾子)を共有し、同じ関係構造を持つプライム(e.g., 亜硝酸 - 亜寒帯)。2) 先頭漢字を共有するが関係構造が異なるプライム(e.g., 亜鉛板 - 亜寒帯)。3) 漢字を共有しないが同じ関係構造を持つプライム(e.g., 腕次第 - 亜寒帯)。4) 漢字を共有しない上に、関係構造も異なるプライム(e.g., 羞恥心 - 亜寒帯)。

3. 語彙判断課題

英語の複合語を使って関係プライミング効果を報告している先行研究では、これまで常識判断課題(sensicality judgement tasks)が使われてきた。この課題では、複数の形態素で構成された語句が提示され、実験参加者にそれが実在する語句であるかどうかの判断を求めた。本研究でも同じように、漢字三文字で構成された刺激を使用し、それが実在する語であるかどうかの判断を実験参加者に求める課題を行うが、これは、漢字三字刺激を使った語彙判断課題に相当する。そこで、本研究では、常識判断課題ではなく、語彙判断課題を行った。ただし、Taft (2003)が提案するよ

うに、語彙判断課題では、非語刺激のタイプに応じて、判断生成に必要な処理が異なる可能性が高いことから、2種類の非語刺激を使った実験を実施した。第一の課題では、日本語の漢字としてほとんど使用されることのない親近性が著しく低い漢字3文字を組み合わせて作成した非語を使用した(e.g., 隆枉扼, 惶禁寤)。第二の課題では、単漢字と二字熟語を組み合わせて作成した非語を使用した(e.g., 荒時計, 齒風船)。

漢字熟語を読む際に、形態素への分解と語全体レベルの表象への統合のプロセスが介在すると仮定すれば、第一の課題では、形態素への分解の段階で、語-非語判断が可能であると考えられるため、統合のプロセスは課題成績に効果を持たない可能性が高く、漢字の共有によるプライミング効果のみが期待される。一方、第二の課題では、分解した形態素を語全体レベルの表象に統合できるかどうかで語-非語判断が生成されると考えられるため、先頭漢字の共有によるプライミング効果に加えて、有意な関係プライミング効果が観察されるはずである。

4. 実験

実験参加者: 早稲田大学の学生 56 名が実験に参加した。28 名は親近性が著しく低い漢字で構成された非語を使った第一課題に、残りの 28 名は、単漢字と二字熟語を組み合わせて作成した第二課題に参加した。

刺激: 1-2 構造の漢字三字熟語 80 語をターゲット語として使用した。各ターゲット語に対して、上に記した4種類の漢字三字熟語プライムを選択した。その上で、4つの刺激セットを作成した。各刺激セットでは、4種類のプライムをターゲット語 20 語ずつと組み合わせた。非語ペアについては、第一課題では、親近性が著しく低い漢字を組み合わせた非語を 80 個作成し、漢字三字熟語プライムと組み合わせた。半数は 1-2 構造語、残りの半数は 2-1 構造語を使用した。さらに、それぞれのペアのうち、半数は、ターゲットの先頭漢字をプライムの先頭漢字と同じ漢字で置き換えた。第二課題では、単漢字と漢字二字熟語を組み合わせた非語を作成し、漢字三字熟語プライムと組み合わせた。半数のプライムは 1-2 構造語、残りの半数は 2-1 構造語だった。さらにこれらのペアのうち、半数は、プライムとターゲットに同じ先頭漢字を使用した。

方法: いずれの課題も、各試行では、まず凝視刺激”####”が画面中央に1秒間提示され、漢字三字熟語プライムに置き換えられた。プライムは1秒間提示され、400 ミリ秒間のプラク・スク

リーンを挟んで、ターゲットが提示された。実験参加者は、ターゲットに対する語-非語判断をできるだけ迅速かつ正確に行い、反応ボックス上の所定キーを押すよう教示された。

5. 結果

第一課題と第二課題の語ペアに対する条件毎の平均反応時間を Figure 1 に示す。

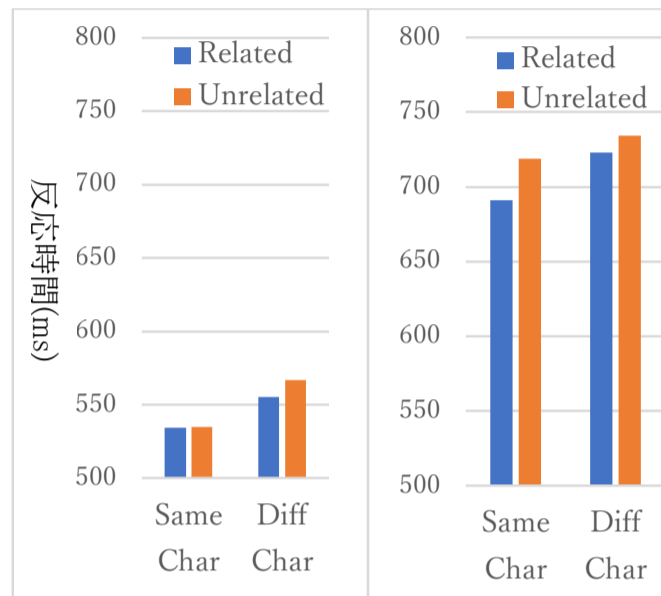


Figure 1. Mean Lexical Decision Latencies for the Four Prime Type Conditions in Experiments 1 (left) and 2 (right).

LME モデルによる分析では、第一課題では漢字共有による効果のみが有意だった($t = -6.31, p < .01$)。第二課題では漢字共有による効果($t = -3.54, p < .01$)に加えて、関係構造共有による効果($t = -3.64, p < .01$)も有意だった。ただし、いずれの課題でも、これら二要因間の交互作用は有意ではなかった($|t| < 1.20$)。

6. 考察

先頭漢字の共有によるプライミング効果は非語タイプに関わらず観察された。一方、関係プライミング効果は、単漢字と二字熟語を組み合わせた非語を使った第二課題でのみ観察された。また、この課題では、二要因間に有意な交互作用は観察されなかった。これらの結果は、漢字熟語を読む際に、その初期段階で形態素レベルの表象が活性化され、それに続く別のプロセスにおいて、語全体レベルの表象への統合がなされることを反映するものと解釈できる。こうした形態素への分解と統合のプロセスは、漢字熟語に特有な処理なのか、仮名語を読む際にも介在するのかという問題についても、今後、さらに検討していく必要があるだろう。

5 スポンサー企業

50 音順

Aidemy 株式会社アイデミー <https://aidemy.net/>

EXAWIZARDS 株式会社エクサウィザーズ <https://exawizards.com/>

GAUSS 株式会社 GAUSS <https://gauss-ai.jp/>

Kuno 株式会社 KUNO(KUNO co.,ltd) <http://kuno-corp.com/>



スマホで
教育を効率化

詳細はWebで!
ケアコチ 検索
<https://carecoaching.jp>

動画をを通して直接指導

相手の視線の先からアプローチします。瞳と瞳を合わせましょう。

お問い合わせ 株式会社エクサウィザーズ info@carecoaching.jp

humanitude

知覚・感情・言語による包括的コミュニケーション・ケア技法
ユマニチュード®研修

見る 話す 触れる 立つ

お申し込み・最新情報はWebで!
ユマニチュード®研修 検索
<https://humanitude.care>

お問い合わせ
株式会社エクサウィザーズ ユマニチュード®事務局
☎ 050-6865-2626 (平日 10:00 - 17:00) info@humanitude.care

機械学習の活用における、5段階チェックリスト



- 1 : やりたいことに機械学習は本当に必要か?
- 2 : 既存のAPIで実現できないか?
- 3 : 既存の学習モデルをうまく活用できないか?
- 4 : 転移学習で済ませられないか?
- 5 : 上記が全てNGであれば、独自のモデルをゼロから作ろう

機械学習の活用には、最適な手法・プロセスの見定めが重要です。



<http://kuno-corp.com/>

株式会社KUNOは、AI・クラウドの実用化・商用化に取り組んで
6年目を迎えました。研究開発段階の課題に対する開発実績も
多数ございます。お気軽にお問い合わせください。



What I cannot create,
I do not understand.

制作 第22回認知神経心理学研究会実行員会
発行 2019年8月31日
印刷 東京女子大学印刷センター