

第7回 認知神経心理学研究会開催にあたって

今泉 敏(いまいずみ さとし)

広島県立保健福祉大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科

認知神経心理学研究会も今年で7回目を迎えます。今年も各地から集まった論客たちがそれぞれの
具を得意の味付けで競い合う議論とワインの季節を無事に迎えることができました。発表者と参加者、
運営にご協力いただいた皆様に感謝いたします。

今回はコミュニケーション脳機能に焦点をあててプログラムを組んでみました。言語的、非言語的
コミュニケーションを支える脳機構、認知神経心理学的基盤、その障害を巡って、様々なアプローチ
が開拓し蓄積してきた知的財産を持ちより、今どんな研究が必要とされているのか、今後の展望を討
議する計画です。それぞれのアプローチが目指す目標、成果、持ち味を持ち寄って、何が足りて何が
足りないのか、今後どんな研究が必要なのか、真摯な討論を介して意見の違いを凌駕しお互い有意義
な成果を持ち帰ることが出来れば幸いです。

乾敏郎先生(京都大学)には招待講演「コミュニケーション脳機能」を快くお引き受けいただきま
した。脳-身体-環境のダイナミックなインタラクションの中で成立している認知機能とコミュニケ
ーション機能について、理論的、実験的成果を分かりやすく講演していただくことになりました。

今回はまた、玉岡賀津雄先生(広島大学)に「事象関連電位を用いた言語研究」の、4月に筑波大
学に異動なさった宇野彰先生に「発達性 dyslexia」のセッション企画をお願いしました。さらに、辰
巳格先生(東京都老人総合研究所)には教育講演「認知神経心理学研究の展望」をお願いしました。

この研究会は、第1回目と3回目を千葉県市川の国立精神神経センターで、2回目と4回目を板橋
区の東京都老人総合研究所で開催された後、5年目に関東圏から飛び出して名古屋大学で、第6回目
に最初の市川に戻って開催されました。7年目を三原で迎えるのには勇気が要ったに違いないと思
います。結果として、2日間に入りきれないほどの演題が寄せられ、多くの参加者をお迎えできるこ
とに感謝します。

小高い丘の上の広島県立保健福祉大学キャンパスと、あくまで穏やかな瀬戸の海と島々、祭りと花
火の暑い三原も存分に楽しんでください。

今回の研究会では運営委員会を組織しました。委員は以下のとおりであります。

第7回認知神経心理学研究会運営委員会

今泉 敏、古屋 泉、小澤 由嗣、住元 登志子

李 福南、江原 寛尚、竹内 歩、有村 立

広島県立保健福祉大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科

協賛：日本音声言語医学会、日本コミュニケーション障害学会

第7回認知神経心理学研究会のご案内

1. 会期

2004年8月6日(金曜日) 8:55~18:00

8月7日(土曜日) 9:00~17:00

2. 会場ご案内

広島県立保健福祉大学 1号館大講義室(1101号室)

〒723-0055 広島県三原市学園町1-1

: 0848-20-1120・1189

交通: JR山陽本線:新幹線(こだま号) 三原駅 にて下車

バス・タクシーで約15分

広島空港からタクシーで約30分

詳しくは <http://www.hpc.ac.jp/>



3. 参加費

一般 1万円(懇親会費を含む)

学生 5千円(懇親会費を含む)

4. 受付

参加受付は、両日とも8:30より1号館大講義室(1101号室)前にて行います。

参加費を納入し、領収書と名札、プログラム・抄録集をお受け取りください。

なお、名札は研究会終了後に受付へご返却下さい。

5. 昼食

6日(金曜日): 3号館1階の食堂にて、各自 食券をお買い求めのうえおとり下さい。

7日(土曜日): 食堂にて、サンドイッチをご用意いたしております。

ランチパーティーをお楽しみ下さい。

発表者・座長へのお知らせ

1. 各演題の発表時間は20分、質疑応答は10分です。
一部の演題では発表時間10分、質疑応答5分となっておりますのでご注意ください。
発表者の方は時間厳守をお願いいたします。
2. 発表者の方は、当該セッションの30分前までに参加受付をお済ませください。
発表受付担当者が発表形式等についてお問い合わせいたします。
3. 座長・司会者の皆様には、会の進行が円滑に進みますように時間厳守のご協力をお願いいたします。

懇親会のご案内

8月6日(金) 午後6時30分 より

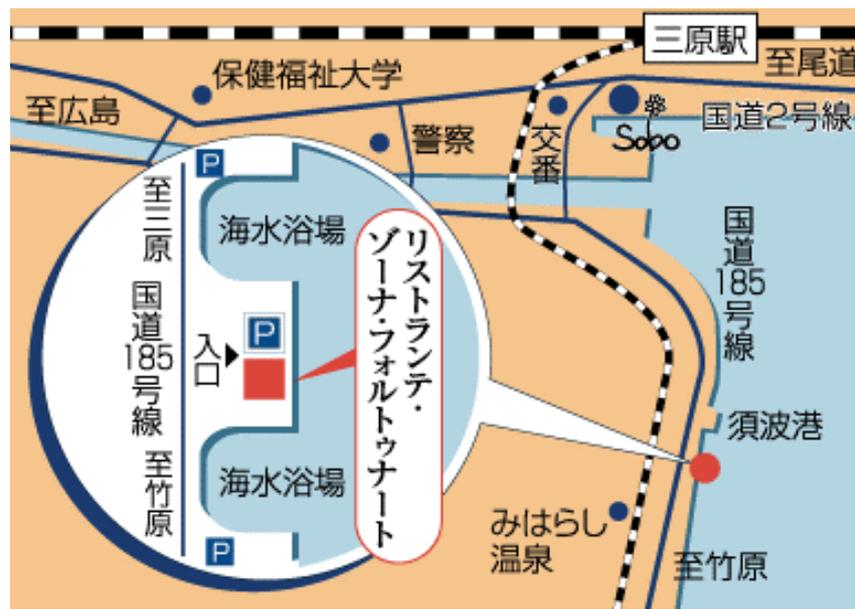
会場:「レストランテ ゾーナ・フォルトゥナート」

〒723-0032 広島県三原市須波西町すなみ海浜公園内

TEL 0848-81-2055・FAX 0848-81-2066

大学から懇親会会場まで 貸し切りバスにて移動いたします。
(福祉大学校内のバス停より 18時過ぎ発車予定)

ACCESS MAP



JR 三原駅からタクシーで約10分
山陽自動車道本郷ICから約30分

第7回認知神経心理学研究会 プログラム

協賛：日本音声言語医学会、日本コミュニケーション障害学会

日時：2004年8月6日(金曜日)-7日(土曜日)

参加費：1万円、学生5千円

場所：広島県立保健福祉大学1号館大講義室(1101号室)

8月6日(金曜日)受付開始 8:30

8:55~9:00 開会の挨拶 今泉 敏(広島県立保健福祉大学)
福田登美子(広島県立保健福祉大学)

9:00~9:45 第1群 コミュニケーション脳機能

座長：種村 純(川崎医療福祉大学)

9:00~9:15 発話意図を理解する能力の発達

野口由貴¹(のぐち ゆき)、今泉 敏²、小澤由嗣²、山崎和子²

¹三宅医学研究所附属三宅病院リハビリテーション科

²広島県立保健福祉大学

9:15~9:30 高次機能広範性発達障害児の音声による感性情報認知特性について

大島和臣(おおしま かずおみ)、出口利定

東京学芸大学大学院

9:30~9:45 発話意図理解の脳機構 - 性差に関する fMRI による検討 -

本間緑¹(ほんま みどり)、丸石正治¹、村中博幸¹、

小澤由嗣²、今泉敏²

¹広島県立身体障害者リハビリテーションセンター

²広島県立保健福祉大学

9:45~10:30 第2群 言語脳機能 座長：小澤由嗣(広島県立保健福祉大学)

9:45~10:00 母音範疇化の脳機構：事象関連脳磁図による検討

船津誠也¹(ふなつ せいや)、今泉敏²、橋詰顕³、栗栖薫³

県立広島女子大学¹、広島県立保健福祉大学²、広島大学医学部³

10:00~10:30 ワーキングメモリへの干渉が言語機能を反映する ERP へ及ぼす影響

宮谷真人(みやたに まこと)、尾形明子

広島大学 教育学研究科

10:30~11:30 第3群 視覚認知機能 I 座長：林 良子(神戸大学)

10:30~11:00 小児版視覚性図形学習検査作成の試み(第1報)

後藤多可志(ごとうたかし)¹、小林範子¹、石田宏代²

¹北里大学大学院医療系研究科

²北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科

11:00~11:30 操作可能な物品の視覚認知過程について

呼称, 行為表出, 動詞生成における誤反応パターンの分析

小早川睦貴¹(こばやかわ むつたか), 望月聡²,

望月寛子³, 河村満³

¹京都大学大学院 人間・環境学研究科

²筑波大学心理学系, ³昭和大学医学部神経内科

11:30~12:30 **第4群 視覚認知機能 II** 座長: 宮谷真人(広島大学)

11:30~12:00 ドットの運動刺激を用いた半側空間無視患者における

視覚認知の検討

大倉久美子(おおくら くみこ), 井手あかね, 小早川睦貴、

鶴谷奈津子, 大東祥孝

京都大学大学院 人間環境学研究科

12:00~12:30 脳梁欠損症例における解剖学的効果と刺激-反応一致性効果の検討

服部麻夏(はっとり まなつ), 大東祥孝

京都大学大学院 人間・環境学研究科

12:30~13:30 **昼食**

13:30~14:30 **第5群 統合** 座長: 古屋 泉(広島県立保健福祉大学)

13:30~14:00 脳と世界の構造に関する制御を中心とした一般的定式化の試論

-制御の本質と「統合」概念の革新-

古本英晴(ふるもと ひではる)

公立長生病院神経内科

14:00~14:30 感覚刺激の入力と調整によって変化した前脳胞症の症例

-6年間を通して

酒井薫美(さかい しげみ)

広島県立身体障害者リハビリテーションセンター

14:30~15:30 **第6群 前頭葉機能** 座長: 横田則夫(広島県立保健福祉大学)

14:30~15:00 Dissecting the Iowa Gambling Task

危険予期と somatic marker 仮説

福井裕輝¹(ふくい ひろき), 花川隆², 山田真希子³, 村井俊哉¹

¹京都大学医学研究科脳病態生理学精神医学教室、²高次脳機能総合研究センター、

³人間・環境学研究科認知・行動科学講座

15:00~15:30 前頭葉損傷と社会行動障害

山田真希子¹(やまだ まきこ), 村井俊哉², 福井裕輝²,
大東祥孝¹

¹京都大学大学院人間・環境学研究科 認知・行動科学講座

²京都大学大学院医学研究科 脳病態生理学精神医学教室

15:30~16:30 第7群 感覚情報と身体認知 座長:辰巳 格(東京都老人総合研究所)

15:30~16:00 両側頭頂葉萎縮例にみられた自己身体部位失認について

鶴谷 奈津子(つるや なつこ) 大東祥孝

京都大学大学院 人間・環境学研究科

16:00~16:30 Cortical network of hand actions for visuomotor and audiomotor
transformations: a functional MRI study

丸石正治¹(まるいし まさはる), 田中良幸², 村中博幸¹,

辻敏夫², 今泉敏³, 宮谷真人⁴, 笠井達哉⁵

¹広島県立身体障害者リハビリテーションセンター, ²広島大学大学院工学研究
科,

³広島県立保健福祉大学コミュニケーション障害学科, ⁴広島大学大学院教育学
研究科,

⁵広島大学大学院国際協力研究科

16:30~18:00 第8群 事象関連電位を用いた言語研究

座長:玉岡賀津雄(広島大学)

16:30~17:00 事象関連電位を用いた言語研究の動向

中尾美月(なかお みづき)

広島大学大学院教育学研究科

17:00~17:20 An ERP study on activations of untargeted words by highly advanced Chinese and
Japanese bilinguals

Katsuo Tamaoka, Makoto Miyatani, Chao ZHANG, Maiko Shiraishi, Nao Yoshimura
Hiroshima University, Japan

17:20~17:40 ERPを用いた統語解析理論の検証 - 即時処理か遅延処理か -

大石衡聴(おいし ひろあき)

九州大学大学院人文科学府言語学講座

17:40~18:00 P600を指標としたかき混ぜ文の処理負荷の原因に関する研究

安永大地(やすなが だいち)

九州大学文学部

18:30~21:00 懇親会

8月7日(土曜日)受付開始 8:30

9:00~10:30 招待講演 コミュニケーション脳機能

座長:今泉敏(広島県立保健福祉大学)

乾 敏郎 教授

京都大学大学院情報学研究科

10:30~12:00 第10群 コミュニケーション脳機能を巡って

座長: Taeko N. Wydell (Brunel University)

10:30~11:00 コミュニケーション脳機能を巡って:心を伝え合う脳

今泉 敏¹(いまいずみ さとし)

広島県立保健福祉大学

11:00~11:30 「動詞の活用」の脳科学

・言語学と認知神経科学の提携によって拓かれる可能性・

酒井弘(さかい ひろむ)

広島大学 教育学研究科/「育む・学ぶ」ことばの脳科学プロジェクト研究センター

11:30~12:00 言語機能のモデル化:ロゴジェン・モデルとトライアングル・モデル

伏見貴夫(ふしみ たかお) 辰巳 格

東京都老人総合研究所

12:00~13:00 昼食

13:00~15:00 第11群 発達性 dyslexia 座長:伏見貴夫(東京都老人総合研究所)

13:00~13:30 Development of Cognitive and Literacy Skills of 2nd Grade Japanese Children

Maki Koyama, Peter C. Hansen, Burton Rosner, John. F. Stein

University Laboratory of Physiology, Oxford University

13:30~14:00 小学生545人の読み書き習得度と認知能力との関連

宇野彰¹(うの あきら) Taeko N Wydell²、春原則子³、
金子真人⁴、粟屋徳子⁵

¹筑波大学、²Brunel University,

³済生会中央病院リハビリテーション科,

⁴都立大塚病院リハビリテーション科,

⁵杏林大学医学部附属病院リハビリテーション科

14:00~14:30 Case Studies of English-Speaking Compensated Developmental Dyslexics

Susumu Okumura & Taeko N Wydell

Department of Human Sciences, Brunel University, UK

14:30~15:00 An English-Japanese Bilingual with Monolingual Dyslexia: Behavioural and Neuroimaging Data

Taeko N. Wydell

Department of Human Sciences, Brunel University, UK

15:00~16:00 第12群 認知神経心理学と言語機能

座長：出口利定(東京学芸大学)

15:00~15:30 音韻失読では仮名非語の音読だけが選択的に障害されるのか？

加藤あすか¹(かとう あすか)、新貝尚子²、
伏見貴夫³、辰巳 格³

¹埼玉医科大学総合医療センター、²日本医科大学付属第二病院

³東京都老人総合研究所

15:30~16:00 表記の親近性効果は単語に対する全体的処理の証拠か？

増田尚史¹(ますだ ひさし)、藤田知加子²
広島修道大学人文学部¹、名古屋大学²

16:00~17:00 第13群 教育講演

座長：宇野 彰(筑波大学)

16:00~17:00 認知神経心理学研究の展望

辰巳 格(たつみ いたる)
東京都老人総合研究所

第7回 認知神経心理学研究会

招待講演

2004年8月7日(土曜日)9:00~10:30

演題:「コミュニケーション脳機能」

演者:乾 敏郎 教授

(京都大学大学院情報学研究科)

座長:今泉 敏

コミュニケーション脳機能

乾 敏郎

京都大学大学院情報学研究科

(要旨) われわれは環境に対して、あるいは環境から得られる情報に対して、さまざまな操作を精緻にかつ円滑に行っている。このような、脳 - 身体 - 環境のダイナミックなインタラクションの中で認知機能が成立している。また多くの認知は身体化 embodiment によって成立しているものと考えられる。

このとき、避けられない問題が二つある。それは、問題の不良設定性 ill-posedness とニューロン間の信号伝達によって生じる遅延時間の克服である。脳はこの2つの問題を、主に2つの方法で解いていると考えられる。第一は、われわれが1990年に提案した順逆変換 forward and backward transformation である(川人・乾、1990)。第二は予測的処理である。予測的処理や予測的制御がうまくはたらくためには、環境や身体からのフィードバックと予測した状態との照合がなされる。フィードバックは視覚情報だけでなく、触覚を含む体性感覚が重要である。また予測的処理は、統合失調症における機能的結合異常とも関連した重要な機能である。ヒトのコミュニケーション機能に関しては、これらの問題に加えて認知の多種感覚性、時系列処理、模倣学習のメカニズムを解明しなければならない。

本講演では、コミュニケーション機能に関して、これらの処理が脳内でどのように処理されているかを実験的、理論的に検討する。

Key words: 順逆変換, 予測的処理, 遅延時間, 不良設定性, 統合失調症, 多種感覚性, 時系列処理, 模倣学習

発表者目次 (敬称略)

野口由貴	三宅医学研究所附属三宅病院リハビリテーション科	14
大島和臣	東京学芸大学大学院	16
本間 緑	広島県立身体障害者リハビリテーションセンター	18
船津誠也	県立広島女子大学	20
宮谷真人	広島大学	22
後藤多可志	北里大学大学院医療系研究科	24
小早川睦貴	京都大学大学院人間・環境学研究科	26
大倉久美子	京都大学大学院人間環境学研究科	28
服部麻夏	京都大学大学院人間・環境学研究科	30
古本英晴	公立長生病院神経内科	32
酒井薫美	広島県立身体障害者リハビリテーションセンター	34
福井裕輝	京都大学医学研究科脳病態生理学精神医学教室	36
山田真希子	京都大学大学院人間・環境学研究科 認知・行動科学講座	38
鶴谷奈津子	京都大学大学院人間・環境学研究科	40
丸石正治	広島県立身体障害者リハビリテーションセンター	42
中尾美月	広島大学大学院教育学研究科	44
Katsuo Tamaoka	Hiroshima University	46
大石衡聴	九州大学大学院人文科学府言語学講座	48
安永大地	九州大学文学部	50
今泉 敏	広島県立保健福祉大学	52
酒井 弘	広島大学教育学研究科 / 「育む・学ぶ」ことばの脳科学プロジェクト研究センター	54
伏見貴夫	東京都老人総合研究所	56
Maki Koyama	University Laboratory of Physiology, Oxford University	58
宇野 彰	筑波大学	60
Susumu Okumura	Department of Human Sciences, Brunel University	62
Taeko N. Wydell	Department of Human Sciences, Brunel University	64
加藤あすか	埼玉医科大学総合医療センター	66
増田尚史	広島修道大学人文学部	68
辰巳 格	東京都老人総合研究所	70

抄 録 集

発話意図を理解する能力の発達

野口由貴¹(のぐち ゆき)、今泉 敏²、小澤由嗣²、山崎和子²

¹三宅医学研究所附属三宅病院リハビリテーション科

²広島県立保健福祉大学

(要旨) 対人コミュニケーションに問題を持つ児の早期発見に役立つ検査手法を開発するため、小、中学生、成人、339名(男性173名、女性166名)を対象に、話し言葉から相手の心を理解する能力を調査した。言語属性として辞書的意味が肯定的な短文と否定的な短文を、感情属性として肯定的な感情と否定的な感情を持って、女性1名が話した短文音声 stimuli を刺激として、言語課題では言語属性を、感情課題では感情属性を判断した。その結果、言語属性と感情属性とが一致しない皮肉音声やからかい音声に対して、話者の発話意図つまり心を理解する能力が小学生から中学生に掛けて上昇し発達するものの、中学生になってもなお成人の能力には達しないことが分かった。

Keyword: 発話意図理解、音声コミュニケーション、心の理論、発達、感情、音声理解検査

はじめに

他者の心を理解する能力は1980年以後に広がり始めた心の理論に関する研究を中心に検討されてきた。そのほとんどは誤信念課題によるもので、健常児は4歳頃に他者の信念を理解できるようになるものの、それ以前には自己と他者の信念を同一視すると報告されている。

信念は他者を理解する上で基礎となる概念ではあるものの、誤信念課題ができてコミュニケーション機能が成熟したとは必ずしも結論できない。また、言語的に語彙、文法、意味理解ができるようになって、コミュニケーション機能が成熟したとは必ずしも結論できない。日常的な音声コミュニケーションにおいては好きな相手に「嫌い」と甘える場合や、拙い出来ばえを「素晴らしいね」と皮肉る場合などのように、フレーズの言語的意味と話者の感情あるいは隠された意図とが一致しない状況で話者の心を理解する能力も要請されるからである。このような能力の発達は十分に研究されていないと思われる。そこで本研究では、言語的意味と話者の感情あるいは意図とが一致する音声と一致しない音声から話者の心を読み取る能力の発達を調べ、対人コミュニケーションに問題を持つ児の早期発見に役立つ検査手法を検討した。

方 法

養育者が幼児に話し掛けるときによく使用する2音節から6音節(3モーラから7モーラ)のフレーズから、言語的意味が肯定的(+)なもの9個と否定的(-)なもの9個、計18個のフレーズを選択した。職業的に小児と接しているまたは子育てをしている大人、いずれも臨床歴、子育て歴ともに10年以上の男女4人ずつ計8人に、肯定的感情(+)と否定的感情(-)を込めて幼児に話し掛けるようにフレーズを読んでもらった。成人による予備実験で最も高い正答率を得た女性話者1名の音声を本実験で使用した。

フレーズの言語的意味が肯定的か否定的かを言語属性(+)と、発話者の感情が肯定的(+)か否定的(-)かを感情属性(+)と定義した。言語属性と感情属性の組み合わせにより、(言語+感情+)を賞賛音声、(言語-感情+)をからかい音声、(言語+感情-)を皮肉音声、(言語-感情-)を非難音声と4種類に分類し、これを音声属性(賞賛++、からかい-+、皮肉+-、非難--)と定義した。

話者の感情が肯定的か否定的を判断する感情課題と、フレーズの言語的意味が肯定的か否定的を判断する言語課題を行った。愛媛県西条市在住小学1年生から中学3年生と広島県三原市在住の成人、計339名を対象とした。

結 果

話者の感情と聴取判断が一致した数に対する年齢の主効果 ($F=25.4, p<.0001$)、性別の主効果 ($F=7.0, p=.0081$)、音声属性の主効果 ($F=24.5, p<.0001$)、年齢と音声属性の交互作用 ($F=7.3, p<.0001$) が有意であった。図1に示すように、男女とも年齢および音声属性の主効果、年齢と音声属性の交互作用は有意 ($p<.0001$) であった。フィッシャーのポストホック検定の結果、男性では小学低学年と高学年間には有意差 ($p=0.204$) が無いものの、それ以外は全ての年齢間で有意差 ($p<.0078$) があった。女性では小学高学年と中学生で有意差 ($p=0.093$) が無いものの、それ以外は全ての年齢間で有意差 ($p<.0091$) があった。男女間で発達の様相が異なった。高学年では1%水準で ($F=8.488, p=0.0043$)、中学生では5%水準で ($F=4.137, p=0.0445$) で有意に女性の方が高い正答率を示した。それ以外の年代では有意差がなかった。また、男女とも言語属性と感情属性が一致する賞賛音声(++)と非難音声(--)の正答率が、一致しないからかい音声(-+)と皮肉音声(+)より有意 ($p<.0002$) に高かった。皮肉音声とからかい音声のみを取り出して検定すると、各年齢群間に1%水準の有意差が観測され、加齢に応じた発達が見られた。また、男女とも皮肉音声の方がからかい音声より有意 ($p<.0006$) に正答率は高かった。

言語課題では、フレーズの言語的意味と聴取判断が一致した数に対する年齢の主効果 ($F=5.7, p=0.0036$)、音声属性の主効果 ($F=7.6, p=.0001$)、年齢と音声属性の交互作用 ($F=5.5, p=0.0001$) が有意であった。

考 察

言語的意味と話者の感情とが一致しない皮肉音声やからかい音声に対して、話者の発話意図つまり心を理解する能力が小学生から中学生に掛けて有意に上昇し発達するものの、中学生になってもなお成人の正答率には達しないことが分かった。この結果は、言語的情報と話者の感情情報とを適正に統合して話者の発話意図を理解する能力は小学生から中学生に掛けて有意に上昇するものの、中学生でも未熟であり、比較的遅く発達することを示

唆する。

加齢と共に言語課題と感情課題の正答率が高くなったことから、言語属性と感情属性を分離して取り出すには音声情報処理機能の成熟が必要であることが示唆された。さらに、この発達には性差があることも示唆された。つまり、小学低学年、成人では男女によって正答率に有意差は見られないものの、小学高学年、中学生で女子の方が男性より有意に正答率が高かった。このことから思春期に入る前までと成熟した成人では男女差は少ないものの、思春期に入る小学4年生頃からある程度成熟するまでの期間、音声から話者の感情を推測する能力は男児より女児の方が早く発達すると考えられる。

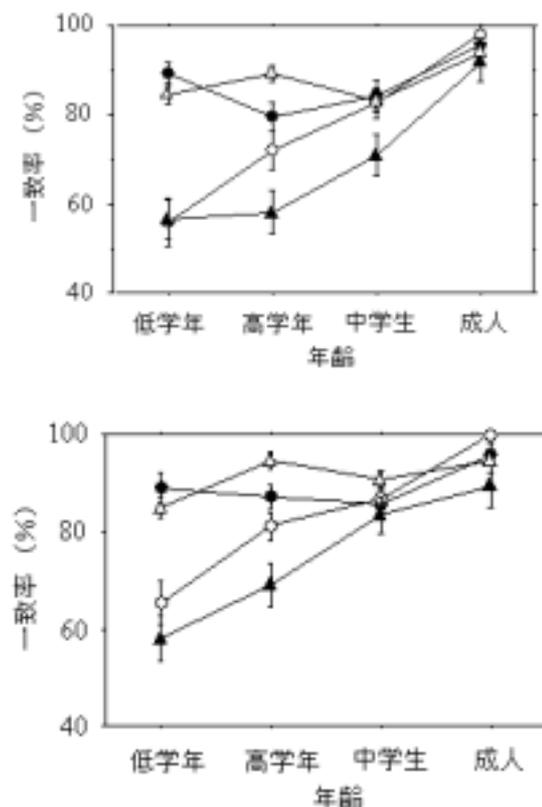


図1. 感情課題における平均正答率と標準誤差。(a)男性、(b)女性、●:賞賛音声(++)、○:非難音声(--)、▲:皮肉音声(+)、△:からかい音声(-+)

謝辞: 音声録音にご協力頂いた諸先生、テストにご協力頂いた小学校、中学校の先生と被験者の方々に深謝する。

高次機能広範性発達障害児の音声による感性情報認知特性について

大島和臣(おおしま かずおみ), 出口利定
東京学芸大学大学院

(要旨)

Key words:

発話意図理解の脳機構 - 性差に関する fMRI による検討 -

本間緑¹(ほんま みどり), 丸石正治¹, 村中博幸¹, 小澤由嗣², 今泉敏²
広島県立身体障害者リハビリテーションセンター¹
広島県立保健福祉大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科²

(要旨) 健常成人 24 名(男性 12 名, 女性 12 名)を対象に, 言語的意味が「肯定的」または「否定的」なフレーズを「喜び」または「憎しみ」を込めて発話した音声を使って, 話し手の感情を判断する場合(感情課題)と語の辞書的な意味を判断する場合(言語課題)の脳活動を fMRI で解析した。その結果, 両課題とも男女で異なった賦活パターンが観察された。特に感情課題では, 心の理論や社会的・倫理的推論で重要な役割を果たす前頭内側部(FMC)が男性でのみ有意に賦活した。音声から話者の心を理解する機能には性差があり, 男性では推論作業が重要であることが示唆された。

Key words: frontomedian cortex, 心の理論, 性差, fMRI

はじめに

話者の意図を推測し, 相手の心を理解する能力は, 心の理論といわれ, 自閉症児や高次脳機能障害者ではこの能力に問題があると考えられている。さらに, この能力には男女差があるといわれており, 特に表情から感情を特定するという課題においては, 男女差に関する記述が多く認められる(Lee et al, 2002; Schneider et al, 2000)。

最近では, ブロードマン 9 野(以下 BA9)を中心とする前頭内側部(Frontomedian Cortex, 以下 FMC)が, 心の理論や文脈の理解, 倫理・道徳に関する価値判断に伴う感情, 推論などの機能を担っているといわれている(Ferstl et al., 2002; Vogeley et al., 2001; Moll et al., 2002; Greene et al, 2001)。

本研究では, 心の理論に対する認知的メカニズムに性差があると仮定し, 音声から話し手の感情を読むという課題を用いて, 課題試行中の脳活動を fMRI により計測した。

方 法

被験者は健常成人 24 名(男女各 12 名, 平均 24.71 歳)である。fMRI 内に仰臥した被験者に音声をランダム提示し, 話し手の感情を判断させる感情課題と, 語の辞書的な意味を

判断させる言語課題を実施した。実験は感情・言語のい

ずれかの課題とコントロール課題を交互に組み合わせ, 30 秒ずつ 4 回繰り返すブロックデザインとした。

結 果

一致率および反応時間: 感情課題, 言語課題の一致率および反応時間(以下 RT)に対して, 3 要因の分散分析(感情 2 水準 × 性別 2 水準 × 言語 2 水準)を行った。感情課題の RT では, 男性の方が女性に比べて有意に長く($F=98.713, p<0.0001$), 感情 × 言語($F=10.659, p<0.005$)の交互作用が有意であった。一致率では, 「憎しみ」の方が有意に高く($F=12.465, p<0.001$), 感情 × 言語($F=7.766, p<0.01$)の交互作用が有意であった。言語課題の RT では, 男性の方が有意に長かった($F=29.329, p<0.0001$)。感情では「憎しみ」の方が有意に長く($F=9.110, p<0.005$), 感情 × 言語($F=8.907, p<0.005$)の交互作用が有意であった。一致率では, 感情 × 言語($F=8.262, p<0.01$)の交互作用が有意であった。

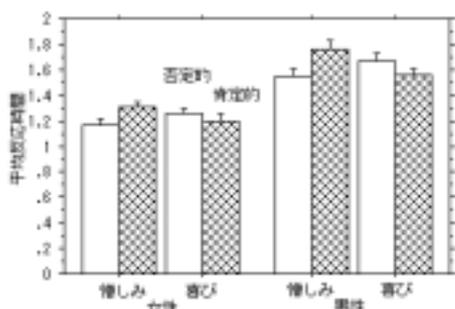


図1 感情課題における反応時間。

fMRIの結果:感情課題において,男女間の比較では,男性の frontomedian cortex (以下FMC)に女性より有意に強い賦活が認められた.また,男女別に解析すると,女性では右小脳後葉の1領域,男性では左右の上側頭溝(BA21,以下STS),右FMC(BA9),左下前頭回(BA47),左小脳後葉の4領域に有意な賦活が認められた.言語課題では,男女間で有意な差は認められなかったものの,女性では右STS(BA21)および左下前頭回(BA47),男性では左STS(BA21)および右小脳後葉に有意な賦活が認められた.

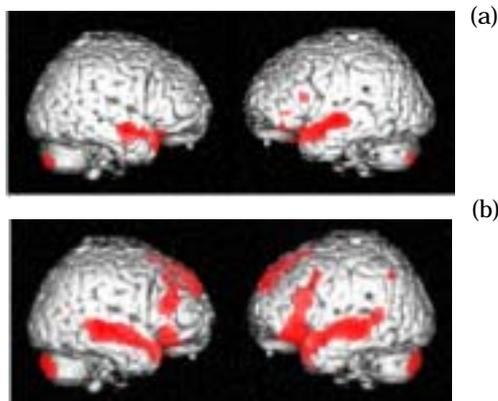


図2 感情課題における女性(a)と男性(b)の脳賦活部位。

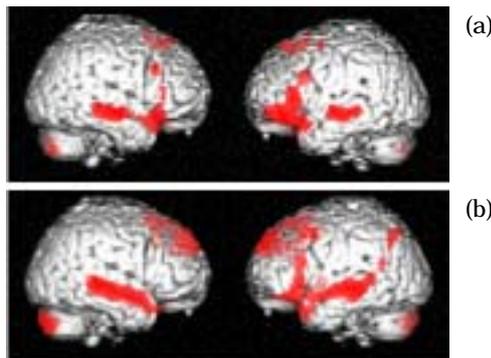


図3 言語課題における女性(a)と男性(b)の脳賦活部位。

考 察

音声から話し手の感情を理解する行為では,男女で認知パターンに差のあることが示唆された.男女の認知の差がFMCの賦活の違いに対応しており,男性のFMCに女性に比べて有意に強い賦活が認められたのは興味深い.FMCは,心の理論をはじめ,文脈の理解,倫理・道徳に関する価値判断に伴う感情などの機能を担っているといわれており(Ferstl et al., 2002; Vogeley et al., 2001; Moll et al., 2002; Greene et al., 2001),特に推論がこれらを支える機能として重要であるとされる(Ferstl et al., 2002).したがって,本実験でも男性では推論作業が行われていた可能性が高く,RTが男性で女性より長いことから,男性では意識的な判断が働いていたと考えることは可能である.さらに音響分析により,使用した音声には感情と言語的意味に応じた有意差が観測されており,被験者が話し手の感情を判断する手がかりとしてF0を用いたとしても,F0の知覚に性差があるとは考えにくく,やはり男女で感情認知プロセスに差があると考えられた.

母音範疇化の脳機構：事象関連脳磁図による検討

船津誠也¹(ふなつ せいや)¹, 今泉敏², 橋詰顕³, 栗栖薫³

県立広島女子大学¹

広島県立保健福祉大学², 広島大学医学部³

(要旨) 脳磁図を用いて母音のカテゴリー内(同一音素で性別が異なる)およびカテゴリー間(異音素で性別が異なる)のミスマッチフィールド(MMF)を測定した。刺激音声(母音)には、音響空間上での距離が同一音素間においても異音素間においても等しいものを用いた。左半球においては異音素の方が同一音素より電流双極子モーメントが有意に大きかった($p < 0.05$)。右半球では異音素の方が同一音素よりモーメントが大きい傾向が見られたが有意差は無かった($p = 0.203$)。異音素と同一音素では音響的距離がほぼ等しいにもかかわらず、異音素の場合のモーメントが同一音素の場合のそれより大きくなる傾向が見られた。これはMMFが単純に刺激間の音響的な距離の違いのみにより生じているのではなく、刺激の音声学的な違いを検出し、それをも含めて生じているからであると考えられる。

Key words: 脳磁図, 異音素, 同一音素, 音響的距離, ミスマッチ

【はじめに】

母音知覚に関してはNäätänenらの合成音を用いた研究があり、母語音声 非母語音声間の音響的距離が母語音声 母語音声間の音響的距離より大きい場合においても、母語 非母語におけるMMNおよびMMFは母語 母語におけるMMNおよびMMFに比べて小さくなることが報告されている。船津らは多数の話者が発話した日本語/da/および/ra/を刺激として用いることにより、刺激音声種々の音響特徴を持つ場合においてもMMFが生じることを報告した。さらにShestakovaらは非常に多くの男性話者が発話した/a/, /i/, /u/を用いた実験により、個々の音声を持つ音響特徴の違いにかかわらず異音素間ではMMFが生じることを確認した。

本研究では、男性話者および女性話者が発話した音声を刺激として用いることにより、異音素間ではMMFが生じるのか、さらに異音素と同じだけ音響的距離が離れている同一音素間でもMMFが生じるのかを明らかにする。

【実験方法】

刺激音声

刺激音声には日本人男女それぞれ5名が発話した/a/, /o/を用いた。STRAIGHTを用いて基本周波数を200 Hzに加工し、さらに長さを200 msに加工した。刺激音声をF1-F2平面上にプロットしたものを図1に示す。図から明らかのように、女性話者の/o/は男性話者の/o/と/a/の中間に分布している。音響的距離(3次元平均)は男性/o/-女性/o/間は319 mel、

女性/o/-男性/a/間は268 melであり、女性/o/は男性/o/より男性/a/に近い。

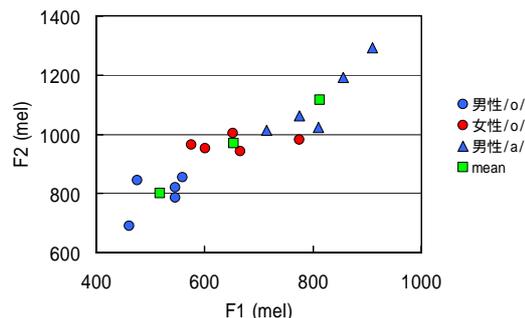


図1. 刺激音声の音響特徴

刺激音声の呈示はオドボール課題を用いた。5名の女性話者が発話した/o/を標準刺激、5名の男性話者が発話した/o/ (同一音素条件)あるいは/a/ (異音素条件)を比較刺激として呈示した(複数刺激条件)。

コントロール実験として、1名の女性話者が発話した/o/、1名の男性話者が発話した/a/、1名の男性話者が発話した/o/を用いた実験を行なった。F1-F2平面上でのそれぞれの平均値に最も近い音声をそれぞれ1つ選択し、1名の女性話者の/o/を標準刺激、1名の男性話者の/o/ (同一音素条件)あるいは/a/ (異音素条件)を比較刺激として呈示した(単一刺激条件)。音響的距離は男性/o/-女性/o/間は286 mel、女性/o/-男性/a/間は269 melであり、女性/o/は男性/o/より男性/a/に近い。被験者は男女9

名(男性3名、女性6名)である。
脳磁界計測

測定にはNeuromag社製の306チャンネル全頭型脳磁計を用いた。比較刺激の加算波形から標準刺激の加算波形を減じ差分波形を算出した。算出した差分波形から単一電流双極子モデルにより等価電流双極子モーメントを求めた。

【結果】

図2に複数刺激条件での1人の被験者の脳磁界波形を示す。左図は女性/o/ - 男性/a/の場合であり、右図は女性/o/ - 男性/o/の場合である。同一音素である女性/o/ - 男性/o/の場合にはMMFはほとんど生じていない。一方、異音素である女性/o/ - 男性/a/の場合には明瞭なMMFが生じていることが分かる。

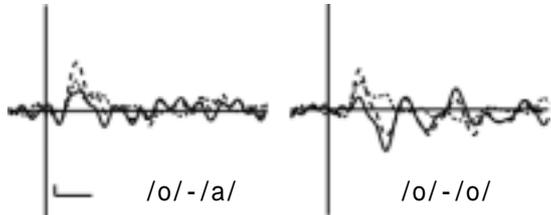


図2. 脳磁界波形 実線: MMF

図3は推定された双極子モーメントの大きさを示す(LH: 左半球、RH: 右半球)。異音素、同一音素とも単一刺激条件の方が複数刺激条件よりもモーメントが大きい傾向が見られる。条件および半球を因子として分散分析を行なったところ、条件に対する主効果($p < 0.01$)および条件 \times 半球の交互作用が見られた($p < 0.05$)。

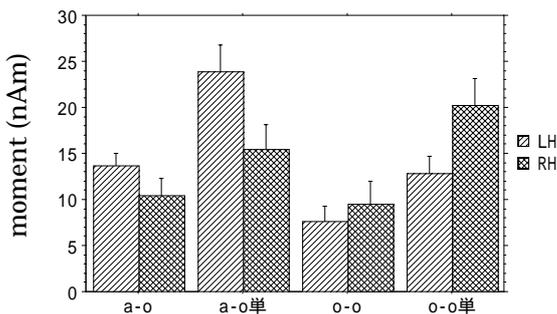


図3. 双極子モーメント

異音素(音素および話者の性別が異なる)の複数刺激条件と単一刺激条件では単一刺激条件の方がモーメントが大きい傾向が見られたが、有意差は見られなかった(左半球 $p = 0.06$)。同一音素(音素は同じで話者の性別が異なる)

の複数刺激条件と単一刺激条件においては、左半球において単一刺激条件の方が複数刺激条件よりモーメントが大きい傾向が見られたが有意差はなかった($p = 0.055$)。右半球では単一刺激条件の方が複数刺激条件より有意にモーメントが大きかった($p < 0.01$)。複数刺激条件における異音素と同一音素では、左半球において異音素の方が同一音素よりモーメントが有意に大きかった($p < 0.05$)。右半球では異音素の方が同一音素よりモーメントが大きい傾向が見られたが有意差は無かった($p = 0.203$)。単一刺激条件における異音素と同一音素では、左半球において異音素の方が同一音素よりモーメントが大きい傾向が見られたが有意差は無かった($p = 0.147$)。右半球においてはモーメントにはほとんど差は無かった。

【考察】

本研究において、複数刺激条件においても単一刺激条件と同様に話者の性の違いが右半球優位のMMFを駆動するという傾向が見られ、話者の性の違いが右半球優位に処理されている可能性が示唆された。さらに複数および単一刺激条件において音素の違いが左半球優位のMMFを駆動するという傾向が見られ、音素の違いが左半球優位に処理されている可能性が示唆された。

Zatorreらは、右半球は左半球より周波数処理に優れ、左半球は右半球より時間処理に優れており、右半球は tonal pattern 処理、左半球は言語処理を行なうと述べている。本研究で得られた結果のうち、同一音素処理については、tonal pattern と同様右半球優位で処理されるものと解釈される。しかしながら、言語処理のうち VOT、フォルマント遷移等の時間にかかわる処理は左半球優位に処理されるのであろうが、本研究で用いた定常母音においては、時間処理の必要性はほとんどなく、彼らの結果だけでは説明できない。音声に特有の何らかの処理が左半球優位に行なわれている可能性が示唆される。

【文献】

Näätänen R, Lehtokoski A, et al., Nature, vol. 385, pp. 432-434. 1997.
船津, 今泉, 森, 林, 日本音響学会秋季講演論集, pp. 455-456. 2001.
Shestakova A, Brattico E, et al., NeuroReport, vol. 13, no. 14, pp. 1813-1816. 2002.
Kawahara H, et al., Speech Communication, vol. 27, pp. 187-207. 1999.
Zatorre RJ, Belin P, Cerebral Cortex, vol. 11, pp. 946-953. 2001.

ワーキングメモリへの干渉が言語機能を反映するERPへ及ぼす影響

宮谷真人(みやたに まこと), 尾形明子
広島大学 教育学研究科

(要旨) 言語的コミュニケーションは, ワーキングメモリと長期記憶との間で言語に関連する情報がやりとりされることで可能になる. 本研究は, 二重課題事態における事象関連電位の振る舞いを指標として, ワーキングメモリと長期記憶内の音韻表象や概念表象の結びつき方について検討した. 音韻ストアと母音に関する音韻表象, 構音コントロール過程と概念表象とのつながりと, 意味処理に関連する N400 成分が中央実行系の活動を反映するものであることが示唆された.

Key words: ワーキングメモリ, 事象関連電位(ERP), ミスマッチ陰性電位(MMN), N400

ワーキングメモリは, 複雑な認知活動を支える, 情報の一時的貯蔵と操作のための脳システム(Baddeley, 1992)であり, ワーキングメモリと長期記憶との間で言語に関連する情報がやりとりされることで, 日常的な言語活動が可能になると考えられる. 本研究は, ワーキングメモリの構成要素(音韻ループの音韻ストアや構音コントロール過程)に干渉する妨害課題が, 音韻表象や概念表象へのアクセスを反映すると考えられる事象関連電位(ERP)に及ぼす影響を調べることによって, ワーキングメモリと長期記憶がどのように結びついているかについて検討することを目的とした.

実験 a

実験 では, 無意味語リハーサルによる構音コントロール過程への干渉と, 無関連刺激による音韻ストアへの干渉が, 母語の語音痕跡を基礎として発生する語音ミスマッチ陰性電位(MMN, Näätänen, 2001)に及ぼす影響を調べた.

対象 視力(矯正を含む)および聴力の正常な大学生, 大学院生 8 名(20.5-23.6 歳).

方法 純音(1000 Hz, 1050 Hz, 約 75 dB)と語音(“い”と“え”, 約 73 dB)を, 刺激として用いた. 純音, 語音それぞれ 2 種類のうち一方を 85%(標準刺激), 他方を 15%(逸脱刺激)の呈示確率で呈示した. これらの刺激は SOA を 800 ms とし, ランダムな順序で呈示した. 被験者には, スピーカから聞こえてくる音を無視して映像を見るように教示した. リハーサルあり条件では, 被験者は試行中, 6 文字から成る無意味語を頭の中で繰り返した.

鼻尖を基準として, 国際 10-20 法による 19 部位から脳波を記録した. 脳波と眼球電図は, 帯域通過周波数 0.05-30 Hz で増幅し, サンプリング周波数 500 Hz で AD 変換した. アーチファクト混入試行を除き, 刺激呈示前 100 ms か

ら 600 ms 区間の脳波を, 刺激の種類, 無意味語リハーサルの有無, 刺激の呈示確率(標準, 逸脱), および記録部位別に加算平均して ERP を算出した. さらに, 刺激の種類とリハーサルの有無を組み合わせた 4 条件ごとに, 逸脱刺激波形から標準刺激波形を引き算して, MMN を抽出した.

結果と考察 MMN について, 差波形の前半部(100-150 ms), 中間部(126-176 ms), 後半部(150-200 ms)の区間平均電位を求め, 分散分析を行った結果, 純音条件, 語音条件ともにリハーサルの効果はなかった. これらの結果から, 構音コントロール過程への干渉は, 純音に対する MMN にも, 語音に対する MMN にも影響しないことがわかった.

実験 b

対象 視力(矯正を含む)および聴力の正常な大学生, 大学院生 12 名(19.2-25.5 歳).

方法 実験 と同じ刺激を用いた. 無関連スピーチ効果を生じさせるための無関連刺激は, 男性による本の音読(言語音条件), およびピアノ演奏(音楽条件)であり, さらに無関連刺激を呈示しない背景音なし条件を設定した. 無関連刺激は, 純音および語音刺激が聞き取れる程度の音量で呈示した. 被験者には, 聞こえてくる音を無視して映像を見るように教示した. 実験 と同様に脳波を記録した.

結果と考察 純音条件では, 90-200 ms 区間で MMN が出現した. 実験 と同様の 3 区間の平均振幅を分析したところ, 無関連刺激の効果はなかった. 語音条件では, 背景音なし条件において 80 ms から 200 ms にかけて明瞭な MMN が観察された. MMN は, 音楽条件, 言語音条件の順に小さくなった(Figure 1). 100-200 ms 区間の平均振幅について分散分析を行った結果, 背景音なし条件の波形よりも他の 2 条件の

波形は有意に振幅が小さかった。純音に対する MMN とは異なり、語音に対する MMN は無関連刺激の呈示によって振幅が減衰したことから、音韻ストアは語音に対する MMN の発生システムと関連しているといえる。

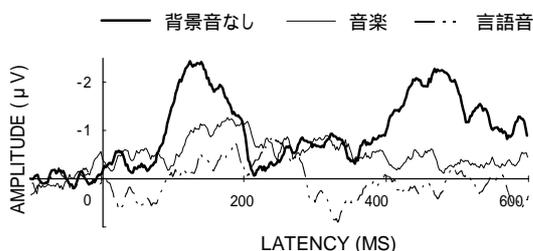


Figure 1. 実験 b の言語音に対する MMN (Fz).
実験 a

実験 では、構音コントロール過程を妨害する課題である無意味語リハーサルが、音韻および意味プライミング効果に及ぼす影響を、反応時間および ERP を指標として調べた。

対象 視力(矯正視力を含む)および聴力の正常な大学生, 大学院生 10 名(20-24 歳)。

方法 プライム-ターゲットの音韻的関連性(関連, 無関連), 呈示方法(聴覚, 視覚), 妨害課題の有無(単独, 妨害)の3つを独立変数(すべて被験者内変数)とした。聴覚単独, 聴覚妨害, 視覚単独, 視覚妨害の4条件で, プライミング効果を比較した。

3 音節からなる単語および非単語を用いて単語関連対(アタマ-アタリ), 単語無関連対(ズカン-パイプ), 非単語関連対(タワラ-タワヌ), 非単語無関連対(ゲンキ-ライソ)の4種類を作成し, ディスプレイまたはスピーカで呈示した。呈示時間は視覚条件で 500 ms, 聴覚条件では特に統制しなかった。プライム-ターゲット間隔(SOA)は 1200 ms とした。

被験者は, ターゲットに関する語彙判断課題を行った。妨害課題あり条件では, 6 音節の無意味語を声に出さずにリハーサルしながら, 語彙判断を行った。

実験 と同様に脳波を記録した。誤反応試行およびアーチファクト混入試行を除き, ターゲット前 200 ms から 1200 ms 区間の脳波を, 条件別に加算平均した。

結果 単語ターゲットに対する正反応時間を調べたところ, 関連性の主効果($F(1, 9)=7.30, p<.05$), 呈示方法の主効果($F(1, 9)=37.43, p<.01$), 関連性×妨害課題の交互作用($F(1, 9)=7.41, p<.01$)が有意であった。音韻プライミング効果は, 呈示方法に関わらず単独課題条件でのみ出現した(聴覚単独: 27 ms, 聴覚妨害:

7 ms, 視覚単独: 41 ms, 視覚妨害: 10 ms)。聴覚条件における ERP では, N400 が頂点に達するより前の潜時帯でプライミング効果が観察された(Figure 2 左)。妨害課題による影響は無かった。視覚条件では, 課題に関わらず, ERP 上に音韻プライミング効果は出現しなかった。

実験 b

対象 視力(矯正視力を含む)および聴力の正常な大学生, 大学院生 10 名(21-23 歳)。

方法 音韻的関連性を意味的関連性に置き換えたこと, および刺激として 3~5 音節の単語および非単語を用いたこと以外は, 実験 I と同様であった。

結果 反応時間における意味プライミング効果は, 視覚条件よりも聴覚条件で大きかった(関連性×モダリティの交互作用, $F(1, 9)=33.35, p<.01$)。意味プライミング効果は, 妨害課題による影響を受けなかった。ERP においては, 視覚条件でも聴覚条件でも, 関連性条件による N400 振幅の違いが観察できたが, 妨害課題による N400 のプライミング効果への影響は無かった。

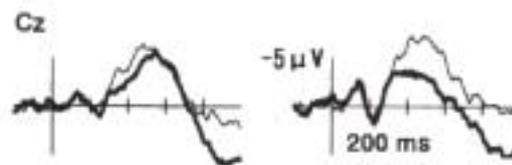


Figure 2. 聴覚単独条件における ERP 上の音韻プライミング効果(左: 実験 a)と意味プライミング効果(右: 実験 b)。太線が関連条件, 細線が無関連条件の波形。

総合考察

音韻ストアの活動を妨害する無関連スピーチ効果は, 純音に対する MMN では生起せず, 語音に対する MMN の振幅を減衰させた。無意味語リハーサルによる構音コントロール過程への干渉の影響は, 純音 MMN にも語音 MMN にも出現せず, また, 意味プライミング効果よりも音韻プライミング効果で大きく現れた。これらの結果は, 音韻ストアと母音に関する音韻表象, 構音コントロール過程と概念表象とのつながりを示唆する。また, N400 において干渉効果が観察されなかったことは, N400 が音韻ループ以外の活動, おそらくは中央実行系における文脈統合過程を反映する成分であることを示す。

小児版視覚性図形学習検査作成の試み(第1報)

後藤多可志(ごとう たかし)¹、小林範子¹、石田宏代²

北里大学大学院医療系研究科¹、北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科²

(要旨) 就学前の小児から適用可能な小児版視覚性図形学習検査の作成及び健常発達児への施行を試みたので報告する。検査の対象は5歳~10歳で、手続きはReyの聴覚的言語学習検査(RAVLT)の標準的な方法に従った。刺激図形リストA・干渉図形リストBは各々8図形、再認リストは25図形の無意味図形で構成した。被験児には、5秒間隔で順次提示される図形リストを記憶した後に描画による自由再生を行わせ、再生された図形の正誤判定には一定の正答基準を設けて客観化を図った。今回、本検査試案を5歳の健常発達児に施行した結果、就学前の小児にも実施可能であることが確認された。今後は本検査試案を用いてデータ収集を行い、記憶の各側面の発達の变化を分析・検討する予定である。

Key word: 記憶(memory)、学習(learning)、学習障害(learning disorder)、視覚性図形学習検査(visual figure learning test)

【はじめに】

学習障害には注意・記憶障害が伴うことが多いと考えられている。しかし、注意・記憶に関する検査として小児に対して現在使用可能な記憶検査の大半が短期記憶の課題であり、長期記憶との関連が示唆される学習効果を始め、記憶の保持、再生能力等の記憶機能の多側面を評価する検査法は開発されていない。

現在のところ、小児の記憶機能の評価は成人を対象とした検査で代用され、聴覚的な検査にはReyの聴覚的言語学習検査(以下RAVLT)、視覚的な検査にはReyの複雑図形課題(以下Reyの図形)が主に用いられている。しかし、Reyの図形は「繰り返しによって記憶の容量を増やす」という学習による記憶の定着を評価するには適切でなく、また、学習障害を早期に診断するために重要な時期である、就学前の小児を対象とする検査としては図形が複雑であることから、この検査において描画による再生課題を求めるのは非常に困難である。従って、検査としては、RAVLTのように、繰り返し記憶して学習していく課題を含んだ上で、再生課題が実施可能なものが視覚版においても必要である。

ReyはRAVLTの視覚版とされるVisual Design Learning Test(Rey, 1958)を作成しているが、記憶の保持力を評価するための干渉課題が存在しないこと、及び刺激図形が言語的符号化の容易な単純な幾何学図形であること、の二つの問題点が指摘されている。この問題を解決するためにMajdanらはAggie Figures Learning Test(A.Majdan et al. 1996)を作成したが、これを小児に適用することは困難であ

る。

そこで我々は、小児を対象とした視覚性図形学習検査の作成が急務と考えた。そして、その作成にあたっては、検査に用いる図形、描画された図形の正答基準、検査の手続きや教示法を検討すること、が必要であった。今回は、上記三点を検討して視覚性図形学習検査試案を作成し、5歳の健常発達児への施行を試みたので報告する。

【検査作成のための検討項目】

1. 検査に使用する刺激図形の選定

1) 刺激図形 - 刺激図形作成の条件 -

刺激図形作成の条件として、言語的符号化を避けるために無意味図形を用いる、記憶して再生させるために殴り書きの図形は用いない、就学前の小児でも描画再生が確実にできるように、4歳児が模写可能で、書きやすさに関して男女差が出ない図形を選択する、の3つの条件を満たす図形を25種類作成した。

2) 対象児

各種の発達検査を施行した結果、健常発達と判定された4歳児42名が対象となった。

3) 各刺激図形の正答基準

今回、描画によって再生された刺激図形の正誤を客観的に判定するため、正答基準を設けた。方法は、Townsendの児童描画能力判定基準等を参考に「全構成要素」「中核となる形」「無回転」「寸法」の4項目の判定基準を各々の刺激図形について設定し、判定時には、4項目全ての基準を通過した図形を正答として扱った。

4) 図形の選定方法

まず対象となる4歳児42名に対して、模写課題を実施した。そして模写された各図形に対して、正答基準に従って模写の正誤を判定した。各図形について正答率を産出し、被験児42名中75%以上の子供が正答した図形に対して、男女差の有無をFisherの直接確率法を用いて検定した。

以上の手続きから、16図形が刺激図形として選定された。それらの16図形は、RAVLTと課題の構成を同様にするため刺激図形リストAと干渉図形リストBに分類した。

5) 再認図形

再認課題で用いる図形は、RAVLTの刺激図形リストと再認図形リストの比率を参考に、計25図形とした。その内容は刺激図形(リストA)・干渉図形(リストB)が各々8個、再認妨害図形が9個とした。再認妨害図形は、各刺激図形の正答基準である4項目の判定基準のうち「全構成要素」「中核となる形」「無回転」の3項目を元に作成した。その際、純粋な記憶の評価のために、再認における一定方向の回転図形への認知的バイアスや非対照的混同効果等の人間の認知特性に配慮した。

2. 検査法試案作成における配慮点

1) 対象年齢

課題に取り組む意欲が高く、教示の理解が十分可能で、選定した刺激図形の模写が確実に可能なことを考慮し、対象は5歳0ヶ月~10歳11ヶ月までの健常発達と判断された小児とした。

2) リスト内の図形数と提示時間

既存の視覚性記憶検査の内容や実施方法をもとに刺激図形リストA・干渉図形リストBともに各8個ずつとし、提示時間は1個につき5秒とした。

図形リストは、すでに選定されている16図形を8図形ずつ刺激図形リストAと干渉図形リストBに分類した。その際、リスト間の難易度が等価になるよう8図形全体の模写正答率の平均を一致させた。

3) 描画による自由再生について

方法はRAVLTに従い、描画による自由再生としたが、1枚の紙に記憶した図形をすべて再生させると、すでに描いた図形を確認しながら残りの図形を再生しようとする可能性があるため、1枚の紙に1つの図形を描いた後、すばやく紙を入れ替えた。

4) 教示の工夫について

課題の理解を促進するため、リストAは赤

いファイル、リストBは緑のファイルに収容し、視覚的に理解しやすいように工夫した。

5) 手続き

検査の構成はRAVLTの標準的な方法に従った。まず、「赤い本に描いてある絵」という指示で、無意味図形8個(リストA)を5秒おきに順次提示し、その直後に描画による自由再生を実施する課題を5回繰り返す。その後、「緑の本に書いてある絵」という指示で、別の無意味図形8個(リストB)を5秒おきに順次提示し、その直後に描画による自由再生を実施する課題を1回のみ行う。その後、リストAを見ずに描画による自由再生(干渉後再生)20分後に再びリストAを見ずに描画による自由再生を行う(遅延再生)。最後に再認リスト25図形を順次提示し、リストAの図形に含まれていたか否かの二者択一の判断を求める再認課題を行う。

各年齢群とも、各々の再生課題では正しく描画再生された図形の数、再認課題では当て推量による誤差を排除するために再認正答率を算出する。

【結果と考察】

健常発達と判定された20名(男女各10名・月齢平均5歳7ヶ月)に本検査試案を実施した。対象児は教示の理解及び刺激図形の描画再生が全員可能であった。正答基準を通過した図形の再生数は、即時再生数が平均1.4、干渉後再生数が平均3.4、20分後の遅延再生数が平均3.4、再認正答率が平均0.92であった。

今回の結果より、本検査試案は就学前の5歳児から実施可能であることが示唆されたが、今後は、各年齢群の対象数を増やし、刺激図形の無意味度・リスト内の図形の数・提示時間など検査の妥当性を検討する必要があると思われる。

また、対象を小学校低学年まで拡大し、本検査による即時再生・学習効果・干渉後再生・20分後の遅延再生・再認正答率等に関する得点の発達の变化を分析する予定である。

【まとめ】

就学前の小児から適用可能な小児版視覚性図形学習検査の作成を試みた。本検査試案は、就学前の5歳児から実施可能であることが示唆された。今後は検査の標準化を目標に、対象群の拡大と対象数を増やしていく予定である。

操作可能な物品の視覚認知過程について 呼称, 行為表出, 動詞生成における誤反応パターンの分析

小早川睦貴¹(こばやかわ むつたか), 望月聡², 望月寛子³, 河村満³
京都大学大学院 人間・環境学研究科¹
筑波大学心理学系², 昭和大学医学部神経内科³

(要旨) 視覚対象に対する呼称, 行為表出, 動詞生成の質的な差異を検討することを目的として, これらの誤反応パターンを比較した。結果として, 呼称では他の条件と比べ, 相対的に意味的な誤反応が多く, 行為表出では相対的に視覚的な誤反応が多かった。また動詞生成条件では視覚的誤反応, 意味的誤反応に差はみられず, 呼称と行為表出との中間的なパターンを示した。相関分析ではイメージ一致性と操作想起性が3条件すべての成績と相関を示した。道具のような操作可能である物品の認知には, 意味記憶系や感覚運動系など, 複数の系が関与しており, 反応様式の違いによってこうした要素(あるいは必要とされる情報)の活性化の度合いが異なることを示唆するものと考えられた。

Key words: 呼称(naming), 行為表出(action), 動詞生成(verb generation), 誤反応分析(error analysis), 視覚認知(visual recognition)

背景と目的

視覚提示された対象に対して呼称・行為表出・動詞生成がなされる過程については, 脳損傷患者を対象とした研究から, それぞれが乖離して障害されることが示されている。しかし, これら3つの反応にどのような違いがあるのかについては, まだ検討の余地が残っていると思われる。本研究は, これらの反応の質的な差異を分析することを目的とした。

先行研究(Rumiati & Humphreys, 1998)は, 健常者を対象として, 物品が描かれた線画に対する呼称, 行為表出の誤反応パターンを比較した。結果として, 行為表出においては相対的に視覚的な誤反応が多かったことから, 視覚情報(structural description)から行為表象が直接的に活性化される処理経路が存在するとRumiatiらは述べている。

Rumiatiらの実験において採用された反応方法である, 呼称と行為表出とは, 反応の「様式」と「内容」という2点が異なっていた。つまり, 呼称は言語的反応であり, 行為表出は非言語的反応である。また, 呼称ではその物品の名称を答えているのに対し, 行為表出ではその物品の使用法を答えている。Rumiatiらの結果が, そのうちのどちらの要因により強く影響されているかは不明であった。そこで本研究では, この点を明らかにするため, 「使用法」を「言語的に」答える動詞生成条件を加え, 検討を加えた。

方法

被験者

呼称条件および行為表出条件: 健常者24名

動詞生成条件: 健常者12名

刺激

行為を喚起する物品の線画90種。あらかじめ予備調査を行い, 対応した名称, 動詞について調査した。名称と動詞については, 最も回答が多く得られた単語の割合を算出し, それぞれ名称一致率, 動詞一致率とした。

また, 線画の複雑さ, 馴染み深さ, 使用頻度, 操作想起性(動作の表出しやすさ), イメージ一致性(名称から想起されるイメージと線画との一致性)について5段階で評定を行った。

手続き

モニター上に注視点が1000msec提示された後, 線画が150msec提示された。線画が消えてから300msecの空白の後に, 時間切れの合図である×マークが350msec提示された。被験者は線画が提示されてから×マークが出るまでに反応を開始することを要求された。

反応条件は以下の3種類だった。

呼称条件: 名称を口頭で述べる

行為表出条件: 使い方を身振りで示す

動詞生成条件: 動作を表す動詞を述べる

分析

被験者の反応は, 2名の評定者により正反応か誤反応かが判断された。誤反応は以下の

ように分類された。

視覚的誤反応: 視覚的には類似するが、意味的には類似しない物品に対する反応。

例・T字カミソリ と かなづち

意味的誤反応: 視覚的には類似していないが、意味的には類似する物品に対する反応。

例・のこぎり と かなづち

意味・視覚的誤反応: 視覚的にも意味的にも類似する物品に対する反応。

例・バイオリン と ギター

その他の誤反応: 上記のいずれでもない反応

結果

正答率の分析

被験者全体での正答率の平均値は、呼称条件で 67.2%、行為表出条件で 79.4%、動詞生成条件で 58.0%であった。条件間には有意差が見られ (Kruskal-Wallis $H = 19.5, p < 0.01$)、呼称条件と行為表出条件、行為表出条件と動詞生成条件の間にそれぞれ有意な差が見られたが、呼称条件と動詞生成条件の間には有意な差はみられなかった。

誤反応の分析

誤反応のタイプに関して、各条件の被験者全体における、それぞれの誤反応の頻度を評定者ごとに集計し分析した(図1)。

それぞれの条件において誤反応のパターンが異なるか否かを検討するために、階層的対数線型モデル分析を行った。結果として、課題×誤反応のタイプについて有意な交互作用がみとめられた ($\chi^2(4) = 37.6, p < 0.001$)。標準効果の分析を行ったところ、呼称条件では他の条件に比べ、視覚的誤反応が少なく、意味的誤反応が多いというパターンがみられた。また、行為表出条件では他の条件に比べ、視覚的誤反応が多く、意味的誤反応が少なかった。動詞生成条件では意味的誤反応が他の条件よりも多い傾向がみられたが、有意ではなかった。意味・視覚的誤反応については条件間による差はみとめられなかった。

刺激属性と成績との相関

各物品について正答数と予備調査で測定した属性との相関を算出した(表1)。

考察

本研究の結果から、呼称、行為表出、動詞生成では誤反応のパターンが異なることが示された。難易度にも差が見られたが、難易度の差は誤反応の頻度に影響を与えるものの、誤反応の相対的な比率には大きな影響がないものと考えられる。したがって、条件間の誤反応パターンの相違は、これらの処理の相違を

反映すると考えられる。

誤反応分析では、呼称条件における意味的誤反応の優位性、行為表出における視覚的誤反応の優位性がみられた。これは、先行研究(Rumiati & Humphreys, 1998)と一致する。今回新たに加えた動詞生成条件においては、意味的誤反応と視覚的誤反応の間に有意な差はみられなかった。この結果は、先行研究でみられたような呼称と行為表出との差異が、反応「様式」と反応「内容」の両方から影響を受けていたことを示すものと思われる。

相関分析では、イメージ一致性と操作想起性が、3条件すべての反応における成績と相関を示した。操作想起性は使用頻度や馴染み深さとは別の相関パターンを示したことから、呼称、行為表出、動詞生成に共通して関与する要因は、直接的には“対象の操作イメージ”に関するものであり、対象との接触回数や主観的な親密度とは異なることが示唆された。

以上のことを総合すると、道具などの物品が視覚的に提示され、呼称、行為表出、動詞生成のいずれかを行う場合

- (1) 出力過程に共通して対象の「貯蔵概念」と関わる情報と対象の「操作」に関する情報が必要となる
- (2) 出力過程によって処理のされ方が異なり、視覚情報は使用法の想起時により必要とされ、意味概念情報は言語的反応時により必要とされる

ことが推察された。

<文献>

Rumiati RI & Humphreys GW: Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 24(2) 631-647,1998

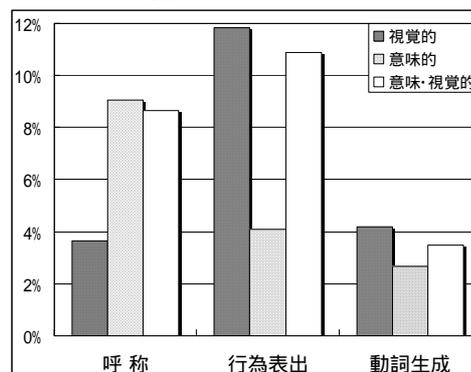


図1 各条件における誤反応パターン

表1 各条件における成績と刺激属性との相関

	名称一致率	動詞一致率	馴染み深さ	使用頻度	操作想起性	イメージ一致性
呼称成績	0.326		0.367	0.283	0.457	0.214
行為成績			0.313		0.288	0.216
動詞成績		0.480			0.340	0.288

ドットの運動刺激を用いた半側空間無視患者における 視覚認知の検討

大倉久美子¹(おおくら くみこ), 井手あかね¹, 小早川睦貴¹
鶴谷奈津子¹, 大東祥孝¹
京都大学大学院 人間環境学研究所¹

(要旨) 半側空間無視の患者に対し四辺を左回りで1周するドットの運動刺激を用いて軌跡の再生課題を行った。評価は左右部分の再生を比較して、動的刺激の視覚認知について検討した。その結果、左辺の再生のエラーが右辺に比較して著しく多く、また、左辺はその軌跡の保持時間が長くなる出発点で、再生のエラーが増加、右辺はドットが左方向へ動く辺に含まれる出発点でエラーが増加した。さらに右上の発着点ではほとんどの軌跡で着点が左方向へ偏って再生された。ドットの動きの再生は、動的刺激を追跡しつつその軌跡を保持する視空間ワーキングメモリが必要とされるが、本事例においては視空間ワーキングメモリも半側空間無視的に作用していると推測された。また、左方向へ動くドットは空間性注意がその方向に向けられ、その結果、ドットの動きを追う視線およびその再生にかかわる運動が左方向へ偏り、全体の軌跡が左に偏向して知覚された可能性が考えられた。

Key words: 半側空間無視(unilateral spatial neglect)、運動刺激(moving stimulus)、視空間ワーキングメモリ(visuo-spatial working memory)

【はじめに】

半側空間無視の発現機序は、空間的注意障害が基盤にあると一般的に考えられる。しかし、一般的な半側空間無視の検査で用いられる刺激は静的刺激であり、空間性注意の持続が必要とされる動的刺激を用いた実験的な検討はまだ少ない。また、近年、半側空間無視患者の空間性注意を左に向けた検討が線分延長課題等で行われている。このような静的刺激で得られている知見と動的刺激との比較は意味のあることと思われる。さらに、視空間ワーキングメモリと視知覚のコンポーネントの乖離が、半側空間無視患者の事例で観察された内的表象と外的知覚の乖離から示唆されている(Della Salla, S. & Logie, R.H., 2002)。ドットの軌跡の再生にもその動きを追いつつ軌跡を内的表象として保持する視空間ワーキングメモリが必要とされる。先行研究では長期記憶から検索されたイメージを心的表象で操作する視空間ワーキングメモリを対象としていたが、視覚入力される情報の活性の持続の観点から、視空間ワーキングメモリと視知覚との相違はまだ、不明確な点が多い。本研究では、周回転するドットの運動刺激を用いて、以上の観点から考察を試みた。

【目的】

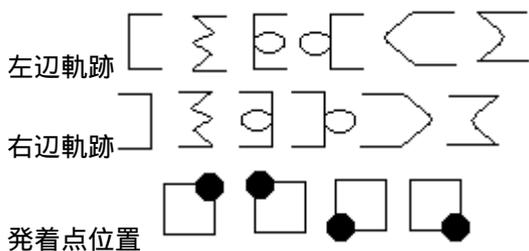
ドットの運動軌跡の保持を必要とする心的表象、およびドットの周回転にともない必要とされる左方への空間性注意について半側空間無視患者の1例における視覚認知の検討を目的とした。

【症例】

TT, 63歳, 男性, 右利き, 右大脳動脈灌流位置の広範な脳梗塞, 神経学的所見: 左片側麻痺, 神経心理学的所見: MMSE30/30, PM22/36, WAIS-R(IQ=98, VIQ=115, PIQ=79)、認知障害: 中度の半側空間無視

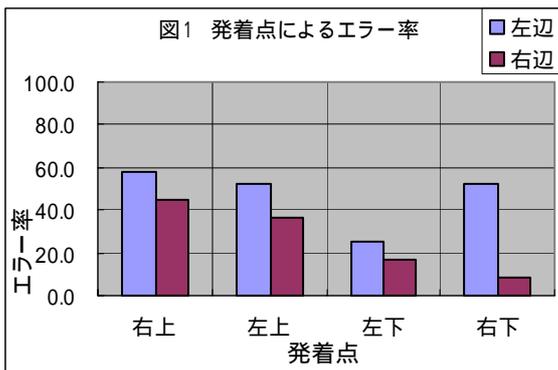
【方法】

15cm四方を5秒間に1周するドットの動的刺激をパソコン画面上に提示した後、画面と同じ大きさの紙面上に軌跡の再生を鉛筆で求めた。課題は、左右辺各々について6パターンの軌跡(直線、内方向2角、内方向1回転、外方向1回転、外方向カーブ、内方向カーブ)、発着点について4点(右上角、左上角、右下角、左下角)を設定し合計144試行を行った。順序は発着点の右上角、左上角、右下角、左下角の順に行い、軌跡のパターンについてはアトラングラムに提示した。



【結果】

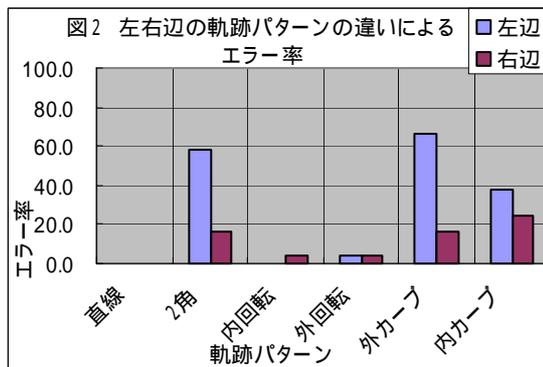
左辺の再生のエラー率は右より顕著に高かった。(左=47.2%、右=26.3%) 直線の軌跡が含まれるとエラー率は顕著に下がった。(左が直線の場合のエラー率:左辺0%、右辺8.3%、右が直線の場合のエラー率:左辺33.3%、右辺8.3%) 発着点における左のエラー率は右上角(58.3%)、左上角(52.7%)、右下角(52.7%)で高く、左下角(25%)で低くなった。一方、右のエラー率は右上角(44.4%)、左上角(36.1%)で高く、左下角(16.7%)、右下角(8.3%)で低くなった。(図1) 軌跡のパターンでは、直線以外では左右辺とも大きな差は見られなかった。しかし、元の軌跡に全く類似のない完全なエラーを抽出すると、左(エラー率27.8%)では、内方向2角(58.3%)と外方向カーブ(66.6%)、右(エラー率11.1%)では、内方向2角のエラー率(25.0%)が高かった。(図2) 発着点が右上角の場合、ほぼすべて(94.4%)の着点が左方向へ偏って再生され、また自己報告においてもそのように知覚されていたことが確認された。



【考察】

左部分の再生が右に比較してエラー率が高かったことから TT の心的表象を維持する視空間ワーキングメモリは知覚同様に半側空間無視的に作用していると推測された。また、左部分の再生の遅延がもっとも短い発着点では左辺のエラー率が低かったことから、注意を向けた直後の心的表象は保持できるものの、時間と共に左部分の心的表象が減

衰している可能性が考えられた。



先行研究 (Ishiai 2002) で、半側空間無視患者は左方向へ空間性注意が向けられると知覚と運動の相互作用が左方向へ偏ると指摘されている。本課題でも右上角の着点の左方向への偏りは、左方向へスタートするドットの動きに注意を向けることで全体の軌跡が左に偏って知覚された可能性が考えられた。

発着点による右の再生のエラー率が高かった右上角はこの注意の左方での偏りの結果であり、また左上角での高いエラー率は右から左へと移動したドットに注意を向けた直後の再生で、左方へ注意が促されたことによる知覚と運動の相互作用の結果と推測される。

軌跡パターンによる結果の相違については、右辺はほとんどのエラーが知覚の偏りに触発されたエラーであった一方、左辺では直線と回転のエラーが低く、2角、外カーブ、内カーブが悪かった。後者のエラーのほとんどが直線、あるいは後者の他の軌跡と混同するエラーであった。これらの軌跡パターンではドットの動きを追うことに注意が集中し軌跡の保持にまで処理がいたらなかった可能性が考えられた。

【文献】

Della Salla, S. & Logie, R.H. Neuropsychological impairments of visual and spatial working memory. The Handbook of Memory Disorders. 2nd edition (2002) Ch.13.

Ishiai, S. Perceptual and motor interaction in unilateral spatial neglect. The Cognitive and Neural Bases of Spatial neglect (2002) pp.181-193

脳梁欠損症例における解剖学的効果と刺激-反応一致性効果の検討

服部麻夏(はっとり まなつ), 大東祥孝
京都大学大学院 人間・環境学研究科

(要旨) 脳梁欠損症例2例を対象とし、側性化された光刺激に対する反応時間の測定による視覚情報の半球間伝達代償経路の解明に関する2つの検討を行なった。実験1では単純反応時間測定課題を用い、反応手が実験の系列ごとに1つに限られた状況での反応時間を測定した。実験2では、選択反応時間測定課題を用い、側性化された刺激と反応手を組合わせて選択的に反応する際の反応時間を検討した。結果として、脳梁欠損症例における半球間伝達の代償経路は、刺激に対する反応の負荷の大きさにより異なる可能性が示唆された。

Key words: Interhemispheric communication, S-R compatibility, Callosal agenesis

【はじめに】

側性化された光刺激に対する反応時間は、左視野提示-左手反応(Uncrossed条件)の方が左視野提示-右手反応(Crossed条件)と比較して短くなる(Poffenberger, 1912)。これはCrossed条件は、入力半球と出力半球とが異なり、脳梁を介する時間が必要なためとされ、解剖学的な経路により説明が可能である。

このCrossedの反応時間には脳梁を介す余分な伝達時間が含まれるため、脳梁無形成例よりも健常者の方がその差は長くなると考えられた。しかし実際は、健常者のCrossedとUncrossedの反応時間の差(CUD)は脳梁無形成例の約60msと比較して2~6msと劇的に小さくなる。脳梁欠損症例はどのようにCrossedの反応を成し遂げているのであろうか?

過去の先行研究より、恐らくそこには脳梁よりは機能が劣るものの何らかの代償経路が存在することが示されている。その候補としてあげられているのが前交連や上丘の交連線維である。脳梁無形成患者の一部で前交連の肥大が認められている報告もある。

しかし一方で、Kinsborne(1971)はCrossedの反応は同側性の運動制御能力により仲介されていると主張する。上記の課題を左右の手を交叉した状態で、つまり左手が身体の右空間、右手が左空間に配置される状態で行うと、健常者においてUncrossed条件(左視野-右空間に置かれた左手)の方が脳梁を介するcrossed条件(左視野-左空間に置かれた右手)よりも反応時間が長くなる現象が認められる(Wallece, 1971)。これは、Uncrossedの反応は刺激と反応が空間的に“不一致”であるが、

Crossedは反対に“一致”しているためと説明され、解剖学的構造による不利な条件を克服して成立していることになる。

この効果は健常者においては、選択反応時間測定課題においてのみ示されることが多く、単純反応時間測定課題では稀にもしくはあまり認められないことが明らかにされている。

さらに脳梁無形成例に対しては刺激-反応一致性効果が得られた報告はなく、光刺激の半球間伝達代償経路としては同側性運動経路ではなく、前交連などの、他の交連線維による解剖学的経路によると主張されてきた(Milner 1985)。しかし、先行研究が対象とした症例は知的機能の低下、及び他の脳奇形も伴い、また課題も単純反応時間測定課題のみの検討で、結果の解釈に問題があると思われる。

そこで、本研究では他の奇形を伴わず、知的機能に障害が認められない純粋脳梁無形成例(完全欠損)および、軽度の知能低下は認められるが、日常生活に支障はない脳梁発育不全例(部分欠損)を対象として側性化された光刺激に対する反応時間測定課題を試行し、刺激と反応との間に介在する要因を解剖学的効果と刺激-反応一致性効果の両面から検討を行った。

【症例】

症例1: YM、35歳、両手利き(書字は左手)女性。専門学校卒、保育士。他科疾患にて撮ったX線CTで偶然脳梁無形成が発見された。仕事面、家庭面、検査上で明らかな障害は認められない。WAIS-RはVIQ111、PIQ119、FIQ115。知能の低下、及び半球離断症状は認められない

症例2: RM、13歳、左利き、女児。未熟児にて出生し、脳梁発育不全を診断された。脳梁が全体的に薄く、膨大部の欠損が認められる。中学普通クラスに在籍しているが、成績は下位の方で特に英語、数学が苦手である。WISC-にてVIQ89、PIQ64、FIQ74と知能の低下が少し認められ、VIQとPIQの解離も顕著である。半球離断症状はFinger patternの転送障害、交叉性触覚定位障害が軽度であるが認められた。

【方法】

一側の視野に瞬間提示された光刺激に対し、右、又は左手で行うキー押し反応の反応時間を以下の条件にて測定した。

実験1(単純反応時間測定課題)

- 1) 手非交叉条件: 右視野提示-右手反応
解剖学的非交叉条件/Uncrossed(以下U)及び空間一致条件/Compatible(以下C): **UC条件**
- 2) 手非交叉条件: 右視野提示-左手反応
解剖学的交叉条件/Crossed(以下C)及び空間不一致条件/Incompatible(以下I): **CI条件**
- 3) 手交叉条件: 右視野提示-左空間に置かれた右手反応: **UI条件**
- 4) 手交叉条件: 右視野提示-右空間に置かれた左手反応: **CC条件**

実験2(選択反応時間測定課題)

- 1) 手非交叉条件: 光点が提示された側と同側の手で反応/右視野提示-右手反応: **UC条件**
- 2) 手非交叉条件: 光点が提示された側と反対側の手で反応/右視野提示-左手反応: **CI条件**
- 3) 手交叉条件: 光点が提示された側と同側の手で反応/右視野提示-右空間にある左手反応: **CC条件**
- 4) 手交叉条件: 光点が提示された側と反対側の手で反応/右視野提示-左空間にある右手反応: **UI条件**

【結果】

各群ごとに2(手:左手と右手)×2(視野:左視野と右視野)の2要因分散分析を行った。

手非交叉条件においては、実験1・2とも脳梁欠損群、健常対照群でCI条件の方がUC条件よりも有意に反応時間が長くなった。手交叉条件では症例2において実験1、2ともにCC条件の方がUI条件よりも反応時間が短くなり、特に実験2では有意に刺激-反応一致性効果が得られた。一方、症例1においては、実験1

では使用手により効果が異なり、利き手に近い左手では解剖学的効果、非利き手に近い右手では刺激-反応一致性効果の影響が示唆された。

実験2では、右手・左手ともに刺激-反応一致性効果が有意に認められた。健常対照群に関しても症例1と同様の傾向が認められた。

【考察】

本研究より、脳梁欠損症例においても刺激-反応一致性効果が得られることが示された。しかし、症例ごとにその効果の出現は異なった。

脳梁部分欠損例である症例2においては実験1・2ともにその効果が得られた。このことより、症例2においては同側性の運動経路による代償が主に行われていると考えられたが、一方で、症例2のCUDの値は健常者の値との差が症例1よりも小さく、残存する脳梁による半球間の刺激の統合が行われている可能性も示唆されている。もし、膨大部の欠損を補うルートとして残存する脳梁を利用するならば、本実験で得られる結果は刺激-反応空間の一致、不一致に関わらずCrossedの反応時間が長くなるはずである。この結果の理由として症例2の年齢の問題があげられる。症例2は代償神経連絡が発達段階にあり、未だにはっきりとした代償経路が確立されていない可能性がある。解剖学的経路、同側性運動経路、どちらの代償もはっきりと確立されず、実験1・2ともに実験条件による視覚的な負荷の影響を強く受け、視覚的に刺激と反応手の空間が一致している方が不一致の場合よりも反応時間が早くなり、同側性運動経路が強く作用したと考えられる。

一方、症例1においては全ての結果が健常対照群と同じ傾向を示した。そのため、症例1は、半球間の視覚情報伝達において十分な伝達が成立するための別の経路が発達している可能性が考えられる。また、その経路は刺激の負荷の大きさと何らかの対応関係にあるのではないだろうか。つまり、代償経路は先行研究であげられた1つのルートだけではなく、状況に応じていくつかの経路の相互作用により成立していると考えられた。

本実験の結果から、今後、このような症例に対する個別検討の必要性を強く感じ、日常生活では問題はないが、教育的な学習上の理解の問題が指摘されている本症例(特に症例2)に対する特異的かつ有益な訓練プログラムを提唱していただけることを願う。

脳と世界の構造に関する制御を中心とした一般的定式化の試論 -制御の本質と「統合」概念の革新-

古本英晴(ふるもと ひではる)
公立長生病院神経内科

(要旨) 2000, 2002年の本研究会での発表内容をふまえ、脳の「情報処理」の一般構造を holonic system として定位する試みを行った。Holonic system における制御として階層的制御を考慮すると、情報処理過程と制御過程の区別は不要となり、階層の高次化は holon の集合の構造化に帰着できる。従来の「情報処理」概念は情報の変形にすぎず、「高次の情報処理」を実現できない。「統合」概念と前頭葉の意味を改め、新しい視点で現象を記述し直すことが必要と考える。

Key words: holonic system, 階層的制御, 統合, 前頭葉, 生活世界

2000年の本研究会に於いて前頭葉損傷者6例を対象に超皮質性失語の有無とそのタイプを検討し、症状の差異の説明として前頭葉を脳後方領域に対する制御システムとして捉え、制御の階層・相互作用を仮定する必要性があると考え、報告した。この場合、ヒトの脳で行われる情報処理過程として実質的情報処理過程とそれに対する制御過程の2種類のシステムを仮定するよりも、一元的に制御の階層と相互作用に集約すべきであると考えた。

以上に基づき、2002年の本研究会では Wernicke 失語の発話障害の構造を題材としてその錯語の性状について検討を行い、制御の連鎖の障害として発話障害の諸相を位置づけた。これに伴い情報処理の階層毎の意味という視点を呈示し、さらに制御を下位 system に対する制約条件として定義する試みを行った。また「情報処理の階層毎の意味」は意味領域と称してきたものが単独ないしは modality ごとにあるのではなく、いわば世界そのものの構造として意味が階層性をもって開かれていることを示していると考えた。

しかしその考察中に音韻 templet という概念を設定したことにより、脳における制御と情報処理過程の区別が復活し、一元的な制御の階層と相互作用という当初の視点からの後退が生じた。これは脳(もしくは世界そのもの)における制御はどのように定式化できるのかという問題に結びついている。

今回、「脳」が holonic system を形成しているという仮定にたち、制御の本質を階層的制御の観点から再度検討し、従来曖昧であった「統合」という概念を整理する試みを行った。

またこれに付随して、制御系としての前頭葉の位置づけの革新を試みたので報告する。従って本報告は純粋に理論的なものであり、具体的な症例ないし実験結果の呈示はない。

Holonic System は Koestler により 1960 年代に既に提案された system 論の一型だが (Beyond Reductionism: new perspectives in the life science. eds. Koestler A and Smythies JR, The Hutchinson Publishing Group Ltd 1969), Koestler 自身は情報処理の流れと制御の関係を明言化しておらず、両者の関係は不明瞭な段階に留まっている。しかし全体かつ部分であり、階層を構成する holon の性格から、いわゆる SOHO system におけるヒエラルキーは、情報処理の流れとしての階層性と言うより、制御としての階層性とみなす方が妥当に思われる。

いわゆる「外的刺激」ないしは「認知対象」が一般的には特徴集合であり、その構成要素の各々が脳の「情報処理」を各個に解発するとの仮定の下で、語弊を恐れずに表現するならば、上位の holon は下位の holons の活動を適切にまとめ上げる役割を果たすと考えられる。これは「外来刺激」から解発された下位の holon の連鎖・集合の組織化・構造化を行うことを意味している。それは情報処理過程をより高位の段階に上げて行くという現象の創発ではあるが、それ自体が「情報処理」を実体としてより高度な階層へあげているわけではない。より明確に言えば、高次の「情報処理」とは創発される現象であり、如何にして必要な holon の集合を組み合わせ、組織化・構造化できるかに尽き、さらにこれが制御の本質

であると考えられる。これにより「音韻 templet」という概念を超えることが可能になる。制御は本質的には制約条件であるが、それは抑制として単純に定義されるべきではない。この観点に立つと、holonic system とは制御の連続であることが明らかである。即ち階層的制御と呼ばれるものに相当し、ここにおいて制御と情報処理過程はほとんど区別できない。

階層的制御は次の3つの条件が満足されなければならないという。1. 制約条件を与えることは必ず何らかの新しい機能的関係を負わすことにつながる。2. 制約条件の負荷は最適なレベルでなくてはならない。3. 制約条件は下位レベルの動的過程の細部にも作用するものでなくてはならない。これらはすべて上述の考察に矛盾しない。

実際、実質的情報処理過程とされてきたものは極論すれば情報の変形にすぎない。変形を繰り返してもその本質が変化することはあり得ず、高次の処理という現象は実体としては生まれてこない。これを逃れるために、連合や離断、あるいはヒエラルキーの概念が暗黙のうちに仮定されてきたが、上述の考察に従えば、前2者は全て曖昧で情報の変形の枠を超えず、後者を含めて不要といえる。変形を超えて、新たな、より高次の、質の異なる情報処理全体の創発は明らかに従来「統合」と呼ばれてきた作用によっているが、それも上記に従えば「外来刺激」・「認知対象」の各構成要素が解発する下位 holon の活動の部分集合を構造化し、新たな活動の集合を生み出すことに他ならない。すなわち統合と称されてきたものは制御の現れであり、その実質は情報処理集合の構造化で、局所的な一部分で「統合」されるわけではないと考える。

一方前頭葉は Shallice 以来、SAS (Supervisory Attentional System)として制御系の役割を負わされてきた。その中心は central executive であるが、何故下位システムの状態もわからないのに制御ができるのかという疑問を筆頭に、その定式化の曖昧さを指摘することは容易である。また前頭葉を制御系とみなすとしても、単純に抑制系とみなされるだけであり、「前頭葉からの解放・脱抑制」が多くの説明パラダイムとして言及されている。しかし俗に言う「創造性」が前頭葉に依存するのであるなら、抑制によりどのようにして創造性が生じるのかという疑問は無視されて

いる。

前頭葉は制約条件ではあるが抑制ではなく、「外来刺激」が解発し、発散し消えていく下位 holon 活動の部分集合に対する制約の方向を変え「新たに発見する」と解釈する方が生産的である。すなわち、従来「周辺」で、「認知対象」の「常識的意味」に隠されていた下位 holon の活動の集合を明るみに出し、他の情報処理過程と構造化することが前頭葉の役割と思われる。前頭葉は全体として各 holon の自律性を促し、その自由度を高める形の制御系を形成していると考えられる。単純化して述べるならば、前頭葉は抑制系ではなく、賦活系であると捉える方が妥当である。

以上の考察は、従来無視され続けてきた根本的疑問-何故「外来刺激」は要素に一度分解され、しかる後再び「統合」されて認識されるのか?という疑問-に対して一定の解答を与えることができる。上位階層の役割は古典的な局所的「統合」ではなく、下位部分が行う、特徴集合としての「外来刺激」の構成要素の各々から解発される「情報処理」(賦活された holon)集合の全体に制約条件としての制御をかけ、一定部分をまとめあげることであり、その制御を受けて構造化された部分集合としての情報処理集合の全体が「対象」の「認識」現象を創発するのであると考えられる。要素に分解してまとめるのではなく要素が解発する情報処理が基本である以上、「統合」の過程を経ないわけにはいかないという言い方の方が適切であると考えられる。

しかし制御は階層的であるとはいえ、その階層自体が動的に変化するものであると考えられることも可能である。またその必要性は高く、制御の階層性はその都度ある程度の幅で自由に変わると考えられる。同列のレベルの holon 間の関係が制御・被制御の関係になることもありうると思われる。その変化を引き起こし規定するのは状況であり、いわゆる生活世界 Lebenswelt であると考えられる。ここにおいて、階層性あるいは制御は脳の問題ではなく、世界そのものが階層的意味をもって開かれており、脳が認識するのではなく、世界が自らを開示するという立場にたつ必要が生じてくる。従って脳の system を語ることと世界の構造を語ることと同義であり、神経心理学の対象は脳を超えて世界そのものであると考える。

感覚刺激の入力と調整によって変化した前脳胞症の症例 6年間を通して

酒井薫美(さかい しげみ)

広島県立身体障害者リハビリテーションセンター

(要旨) 本症例は、生後1ヶ月時に、前脳胞症と診断され、脳外科的には、運動機能、視覚機能がほとんど望めないと言われた。1歳6ヶ月まで、ほとんど仰向けで寝た状態のまま育った症例に対し、1歳6ヶ月から、母子入園にて、感覚入力、感覚調整を中心とする作業療法を実施した結果、バランス機能、ボディーイメージ、視覚-認知機能の向上が見られたので報告する。

Key Words: 感覚入力(sensory input) 感覚調整(sensory modulation) 認知機能(perception)
バランス(balance)

【はじめに】

前脳胞症は、3脳胞から5脳胞期に移行する胎生初期における前脳胞の分化異常で、前脳交連の欠損奇形を伴う1つの症候群である。予後は、痙性を伴う寝たきりのものから、3歳6ヶ月での数歩独歩や、2語文での意志伝達が可能になった者までさまざまである。本症例は、前脳胞症と診断され、脳外科的には運動機能、視覚機能はほとんどないと言われた症例に対し、1歳6ヶ月から感覚入力、感覚調整を中心とした作業療法を実施した結果、バランス機能、視覚-認知機能が向上し、4歳で独歩可能、6歳時で言語機能、2語文、単語レベル可能となり、現在、小学校の普通級にて生活している症例について報告する。

【症例】

R.N 平成10年1月22日生まれ、胎児期、頭部が大きいと考えられて、X線撮影をしたが、異常なしといわれる。40週の満期にて、自然分娩したが、出産後、泣き方が少し弱かった以外は、特に問題なかつた。生後3週間後、CTにて脳の形成に異常が認められ検査入院した。生後1ヶ月、前脳胞症と判明した。1歳を過ぎても、仰向けに寝た状態から、姿勢を変化することを嫌がり、定頭もしていない状態であった。1歳6ヶ月より母子入園にて、感覚入力、感覚調整を中心とした集中訓練を実施した。

【MRI所見】

脳神経外科医による読影によると、脳室系に強い拡張があり、前頭葉を除き側頭、頭頂、後頭葉が著しくひ薄で、ほとんどが脳脊髄液

に置き換わっている。小脳、脳幹は圧迫されて前方に偏位、変形している。後頭葉、視覚領は同定できないが、視神経は連続している。血管系の構成は問題ない。

【作業療法の結果】

前庭系、触覚系、固有系の感覚刺激を中心に感覚をいれていき、感覚調整を行っていった結果、姿勢の変化が得られた。頭を抗重力位にしても嫌がらなくなり、座ることができるようになった。座ることができるようになって、人の顔、表情への興味、自分の体への興味が出てきた。そして、物に向かっての移動を四つ這いをするようになった。

触覚-視覚刺激によりボディーイメージの向上を目的とした遊びにより、下肢へのイメージが高まり、つかまり立ちで遊ぶようになった。

【考察】

本児は、脳の機能からすると視覚機能、運動機能は望めないとの脳外科的所見だったにもかかわらず、皮質下レベルからの脊髄、小脳への刺激を入れることにより、姿勢が安定し、抗重力姿勢を自分からとれるようになった。姿勢の安定により、視覚的興味が向上し、触覚刺激の遊びにより、触覚-視覚認知機能が発達した。本ケースを通して、皮質下レベルの刺激がいかに姿勢への影響をもたらすか、皮質レベルで処理される視覚認知レベルへの影響をもたらすかということを段階的に確認できた。

1970年代にAyresは、前庭系、触覚系、固有系の感覚情報は、神経系全体の中で組織化され、適応的な行動を生み出すが、これらの

感覚情報は、主に皮質下で統合され処理されるとし、感覚情報処理過程を「感覚情報の登録」と「感覚入力調整」という概念を用いて整理した。Ayresの仮説については、いろいろと論議されているが、MRI上大脳皮質の実質がひ薄とされている本児の変化は、外界からの身体へ感覚刺激の入力によって、姿勢変換、身体への接触を円滑に可能にし、自己の身体に関する興味を向上させ、運動機能的、視覚-認知機能の向上を引き出したものと思われる。このケースを通して、感覚調整と感覚処理に関する評価を実施し、皮質下レベルへのアプローチを行うことでの大きな変化を確認することができた。

【文献】

川目裕・黒澤健司・赤塚章・落合幸勝:
前脳胞症の臨床症状のスペクトラムと管理点、
療育施設および重症心身障害児者施設にお
ける8症例の経験より、脳と発達 32:2000

Dissecting the Iowa Gambling Task 危険予期と somatic marker 仮説

福井裕輝¹(ふくい ひろき), 花川隆², 山田真希子³, 村井俊哉¹
京都大学医学研究科 脳病態生理学精神医学教室¹、高次脳機能総合研究センター²、
人間・環境学研究科認知・行動科学講座³

(要旨) Iowa Gambling Task(IGT)は危険予期を評価する課題として広く使われている。患者群(損傷、行為障害・統合失調症)に IGT を行い、健常群の IGT 施行中の脳活動を調べた。結果、損傷患者と行為障害患者に成績低下が、また危険予期に関連し前頭前皮質に活動が見られた。これらを踏まえ、意思決定における前頭前野の機能的役割と IGT の背景とされている somatic marker 仮説を検証する。

Key words: 意思決定, 危険予期, ギャンプリング, 前頭前野, 情動

【背景】Iowa Gambling Task (IGT; Bechara ら, 1994)は、不確実な状況でのヒトの意思決定を評価する神経心理学的検査であり、危険予期を評価する課題として臨床研究に広く用いられている。これまでの報告によれば、腹内側前頭前皮質や扁桃体に損傷がある患者群において特異的に IGT の成績が低下することが指摘されている。さらに、これらの患者群で、危険予期に伴う自律神経反応(皮膚伝導反応)が消失することから、危険予期に関する身体の役割についての一般的仮説(somatic marker 仮説)が提案されている。

【方法】

実験①京都大学医学部付属病院を受診した腹内側前頭葉皮質損傷患者5名、内側頭葉損傷患者6名(ヘルペス脳炎患者3名、難治てんかんに対する側頭葉切除術後患者3名)に IGT その他神経心理学的検査を施行した。

実験②国立京都医療少年院に収容されている重症行為障害(conduct disorder)患者10名、統合失調症患者12名に IGT その他神経心理学的検査を施行した。

実験③健常者14名における IGT 施行時の脳活動を、3テスラMRI装置を用いた事象関連fMRIによって調べた。

実験④IGT 改変版(トライアル一回毎の報酬と支払いが大きな選択肢が、IGT 原版とは逆に長期的には有利な選択となる、Bechara ら, 2000)施行時の脳活動を、健常者14名を対象として事象関連fMRIを用いて調べた。

【結果】

実験①健常対照群と比較し、腹内側前頭前皮質損傷患者群、側頭葉内側損傷患者群のいずれにおいても、成績の低下が見られた。

実験②重症行為障害および統合失調症患者群の2群においてIQに差は見られなかった。しかし

IGT については、統合失調症患者群は健常者と同様の成績を示したが、重症行為障害患者群は有意に成績が低下し、その反応は腹内側前頭前皮質や扁桃体に損傷がある患者群で報告されているパターンと同様であった。

実験③IGT の中核となる危険予期に関連して内側前頭前皮質に活動が見られた。さらに、同脳領域の活動と、課題の成績に被験者間で有意な相関が見られた。

実験④短期的/長期的危険予期に関連してともに前部帯状回に活動が見られた。一方、長期的危険予期に関連する場合にのみ左右の眼窩面前頭前皮質に活動が見られた。

【考察】

臨床研究(実験①)により、損傷患者群でこれまで報告されていたものと同様の結果が確認された。また、統合失調症患者および行為障害患者はともに前頭葉機能異常が指摘されているが、実験②の結果、成績パターンに相違が見られた。このことから、これら疾患群における前頭葉機能障害のプロファイルが異なっていることが示唆される。

脳機能画像研究(実験③)から、危険予期に関連してこれまでに皮膚電導反応との関連が指摘されている前部帯状回を中心とする内側前頭前皮質が活動することが確認された。一方、IGT改変版(実験④)の結果からは、内側前頭前皮質の活動は、短期的、長期的危険予期のいずれとも関連することが示された。加えて長期的危険予期には眼窩面前頭前皮質の活動も関与する。

以上の結果を踏まえ、意思決定時における前頭前野の機能的役割について考察を行う。また、IGT を適用した損傷研究の結果を有力な証拠として提案されてきた somatic marker 仮説を検証する。

前頭葉損傷と社会行動障害

山田真希子¹(やまだ まきこ), 村井俊哉², 福井裕輝², 大東祥孝¹

京都大学大学院人間・環境学研究科 認知・行動科学講座¹

京都大学大学院医学研究科 脳病態生理学精神医学教室²

(要旨) 前頭葉腹内側面損傷患者は、情動面、人格面に大きな変化が現れることが多くの研究で報告されている。前頭葉損傷後に出現する社会行動障害の程度には個人差があり、大きく、ギャンブルや借金に陥るなどの「自己に向かう社会行動障害」と、他人に対する暴力行為などの「他者に向かう社会行動障害」に分ける事が出来る。両者はともに前頭葉腹内側面損傷との関連が指摘されているが、攻撃性が前景に出る場合は、この部位の損傷患者の一部にしか認められない。本研究では、前頭前野損傷後、暴力を伴う社会行動障害を示した患者 K.Y.、借金に陥った患者 U.M.、遂行機能障害を示した患者 I.T. を比較し、攻撃性が前景に出る社会行動障害の認知・神経機構の解明を目的とした。病変部位、情動認知課題、ギャンブル課題、遂行機能課題の結果から、現在提唱されている仮説を検証し、考察した。

Key words: 前頭葉損傷, 情動認知, ギャンブルリング課題, 社会行動障害

【背景】

前頭葉腹内側面損傷患者は、いわゆる一般的知能は保たれているにもかかわらず、情動面、人格面に大きな変化が現れ、様々な社会行動障害を示すことが多くの研究で報告されている。そのような患者は、情動の認知が低下すること(Hornak et al.,1996)や、ギャンブルリング課題での成績が低下すること(Tranel et al., 2002)が示され、情動処理の障害が社会行動障害の一つの役割を担っている事が示唆されている。しかし、前頭葉損傷後に出現する社会行動障害の程度には個人差があり、大きく、ギャンブルや借金に陥るなどの「自己に向かう行動障害」と、他人に対する暴力行為などの「他者に向かう行動障害」が存在する。両者はともに前頭葉腹内側面損傷との関連が指摘されているが、暴力行為などの他者に向かう行動障害はこの部位の損傷患者の一部にしか認められない。

Blair & Cipolotti (2000)は、このような暴力が前景に出る社会行動障害の説明として、social response reversal(SRR)仮説を提唱した。彼らは、眼窩面損傷による怒り表情認知の障害、または状況から他者の怒りを想定することの障害が生じることが暴力が前景に出る行動障害の根底にあると考えた。SRR 仮説は興味深い仮説ではあるものの、前頭葉損傷後の社会行動障害で暴力を示す症例が少ないため、他の症例研究によっては未だ検証されてはいない。本研究では、前頭前野損傷後、暴力を伴う社会行動障害

を示した患者 K.Y.、借金に陥った患者 U.M.、遂行機能障害患者を呈した I.T.について、情動認知課題とギャンブルリング課題を行い、それぞれの行動障害を分かちうる認知・神経機構の解明、SRR 仮説の検証を目的とした。

【症例】

K.Y. : 25 歳右利き女性。高卒。

15 歳時に自転車で崖から転落した。事故前、学校の規則違反をするなど不真面目な側面を示したが、神経学的、精神医学的異常は認められなかった。事故後、患者は些細なことで激しく怒りを爆発させるようになり、夫をフライパンや一升瓶で流血しても殴打し続けることが繰り返された。自己の行為に対する反省や、夫の怪我に対する心配は殆ど見られなかった。また、周囲とのトラブルから仕事を長続きさせることが出来ず、職を転々とした。さらに事故後、性的脱抑制も認められ、中絶を何度か繰り返した。激しい怒りの爆発性と衝動的自殺未遂のため、精神病院に3度入院した。神経学的所見では、右視神経損傷による右目失明が認められた。頭部CTで右前頭葉眼窩面に損傷が認められた。神経心理学的所見では、記憶(WMS-R)はGM=94、知能(WAIS-R)はVIQ=73, PIQ=78であった。

U.M. : 29 歳右利き男性。高卒。

19 歳時にバイク走行中交通事故にあった。事故前、校則違反など不真面目な側面を示したが、神経学的、精神医学的異常は認められなかった。事故後、金銭の管理能力に乏しくなり、

先のことを考えて行動する事が出来なくなった。借金が膨大な金額となり、破産となった。神経学的異常は認められなかった。頭部MRIで両側前頭葉眼窩面(特に右側)と右内側面に損傷が確認された。神経心理学的検査では記憶GM=93、知能VIQ=87、PIQ=95であった。

I.T.:35歳右利き男性。大卒。

32歳時に交通事故にあった。事故前、会社員として働き、真面目でおとなしい性格であった。神経学的、精神学的異常は認められなかった。事故後、コピー機が使えなくなるなど、これまで行ってきた単純な業務が行えなくなった。社会行動障害は示さなかったが、患者は、感情を感じる事が出来なくなったと訴えた。神経学的異常は認められなかった。頭部MRIでは、両側前頭葉眼窩面・背外側面に損傷が認められた。神経心理学的検査では、記憶GM=102、知能VIQ=92、PIQ=70であった。

【方法】

実験 前頭葉機能検査

1) ウィスコンシンカードソーティング課題(WCST)、2) 遂行機能行動検査(BADS)

実験 ギャンブルリング課題(IGT, Bechara et al., 1994)

健常被験者26名の結果と比較した。

実験 情動認知課題

1)相貌認知、2)表情認知(幸福・悲しみ・恐怖・怒り・驚き・嫌悪表情)、3)表情の情動強度認知(Adolphs et al., 1994)、4)状況文からの登場人物の情動認知(Rau, 1993)

健常被験者21名の結果と比較した。

【結果】

実験 I.T.のみ、WCST、BADSに障害を認めた。

実験 どの患者も IGTの成績低下を示した。

実験 1)どの患者も相貌認知は保たれていた。2)&3)どの患者も表情認知に成績低下が認められた。特に、怒り表情については、U.M.とI.T.の成績は低いものの、K.Y.の成績は健常者と同等であった。4)どの患者も文章中の人物の情動認知成績は低下していた。特に怒り認知については、U.M.とI.T.で成績低下が認められたが、K.Y.は健常者と同等であった。

【考察】

1. 患者に見られる日常場面での障害は、損傷部位と対応した形で出現することが確認された。実験 1)より、前頭葉背外側面損傷でセットの変換機能、注意機能、遂行機能に障害を認められたが、前頭葉腹内側面損傷のみでは認められず、これまでの報告と一致した。また、実験 2)より、前頭葉腹内側面の損傷がIGTで示される意思

決定に障害が現れることも一致した見解である。

2. 実験 3)より、Hornak et al.(1996)の報告と同様に、眼窩面損傷により情動認知の障害が認められることが示された。

3. 我々の結果は、Blair & Cipolotti (2000)のSRR仮説「自己の怒りを調整するためには、他者の怒りを認知する機能、他者の怒りを想定する機能が正常であることが必要で、眼窩面損傷後に暴力行動を示す患者では、他者の怒りを認知する機能が損なわれている。」を支持しなかった。

4. 患者らは共通して前頭葉眼窩面に損傷があり、情動認知課題、ギャンブル課題で障害が認められた。これは、これまでの研究報告と一致する見解であるものの、社会場面での問題行動の現れ方の違いは、情動認知・意思決定の障害のみでは説明され難いということが明らかになった。さらに、SRR仮説においても十分に説明し得なかった。むしろ、暴力を含む社会的行動障害を示した患者の発病時の年齢が青年期前半と若かったことから、前頭葉眼窩面の損傷が成人に達するより以前であると、適切な情動的行為の表出を調整する能力の獲得が妨げられ、成人してからも問題行動が持続するのではないかと推察された。このことは、幼少期に前頭前野を損傷した場合、他者へ向かう社会行動障害が見られやすいとする先行研究の見解とも一致する(Anderson et al., 1999)。

【文献】

Adolphs R, et al. *Nature*, 1994; 372: 669-672.

Anderson SW, et al. *Nat Neuroscience*, 1999; 2: 1032-37.

Bechara A, et al. *Cognition* 1994; 50: 7-15.

Blair RJR, Cipolotti L. *Brain*, 2000; 123: 1122-41.

Hornak J, et al. *Neuropsychologia*, 1996; 34: 247-61.

Tranel D, et al. *Cortex*, 2002; 38: 589-612.

Rau JC. *Dissertation Abstracts International B*, 1993; 54: 506-B.

両側頭頂葉萎縮例にみられた自己身体部位失認について

鶴谷 奈津子(つるや なつこ) 大東祥孝

京都大学大学院 人間・環境学研究科

(要旨) 緩徐進行性の両側頭頂葉萎縮例 YM において、身体認知に関する検討を行った。身体・顔・身体以外の対象物を対象とした呼称および空間定位課題にて、YM は身体に特異的な空間定位障害を示した。また、YM の体部位定位の困難は他者身体を対象とした場合はみとめられず、純粋な自己身体部位失認の要件を満たしていた。さらなる検討により、YM は触覚情報に基づく身体認知に困難を示す傾向がみられ、自己身体部位失認と体性感覚性身体表象の問題との関連が示唆された。

Key words: 自己身体部位失認 (Autotopagnosia), 身体表象, 頭頂葉

1. はじめに

自己身体部位失認(AT)は、身体部位の定位ができなくなる障害である。ATは左頭頂葉の病変により生じることが知られているが、症例報告の数は少なく、障害の性質について詳細が明らかではない。本研究では両側頭頂葉の萎縮例を対象として、(1)ATの障害がどの程度身体特異的であるのか、(2)ATの障害基盤にはどのような身体情報処理の過程が関与しているのか、について検討した。

2. 対象

(症例) YM。検査時56歳、右利き男性。
(神経学的所見) 左上肢にミオクローム様不随意運動と明確なBarre徴候を伴う特異な運動障害。左上下肢の2点識別閾がやや上昇しているが、明確な知覚障害はない。
(画像所見) MRI: 両側頭頂葉に右優位の萎縮、SPECT: 両側頭頂葉(右優位)・側頭葉上部・後頭葉前部の血流低下。
(神経心理学的所見) 書字、計算、構成行為など様々な頭頂葉症状を示す。課題施行時は意識清明で見当識に大きな問題はなく、明らかな失語症状、記憶障害もみられなかった。

3. 課題と結果

<検討1: 身体 vs 非身体、身体 vs 顔>

検討1ではターゲットに身体・非身体を設け、部分の同定 言語反応を求める呼称課題(Naming)と言語処理 部分の分析/定位を必要とする空間定位課題(Pointing)を行い、言語の障害や全体-部分の分析障害によらな

い身体特異的障害が観察されるか検証した。

また、多くのAT研究では顔のパーツを身体部位として検討を行っているが、顔の認知には独立した脳内モジュールが存在することが知られている。本研究では顔-顔パーツの呼称・定位を独立した条件として検討した。

方法

Naming(N): 各ターゲットの一部を視覚的に指示し、その部分の名称を口頭で報告させた。

Pointing(P): 各ターゲットの一部を言語的に指示し、その部分を空間定位させた。

上記の2課題に、以下のターゲット条件を設けた。

- ・身体: 身体部位14カ所
- ・顔: 顔パーツ8カ所
- ・非身体: 猫・自転車の各部位。

結果

各条件の正答率を図1に示す。

N: 身体85%、顔100%、非身体88%。二乗検定の結果、条件差はみられなかった。

P: 身体36%、顔89%、非身体73%。身体条件のみ有意に正答率が低かった($p<.05$)。

各条件で2課題の成績を比較すると、身体条件においてP課題の成績が有意に低かった($p<.01$)。

<検討2: 自己身体 vs 他者身体>

YMは身体を対象とした時にのみ障害を示した。同様に「身体」の構造を持つ他者身体が対象の場合も困難を示すのか検討した。

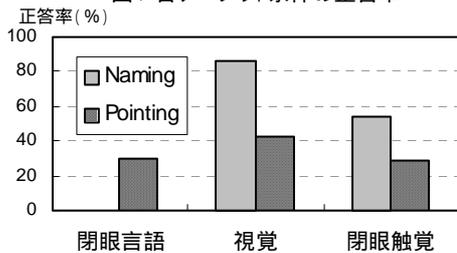
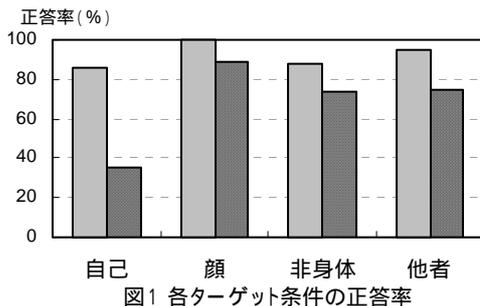


図2 各呈示モダリティ条件の正答率

表1 タイプ別エラーの割合 (%)

type	Naming		Pointing		
	視覚	閉眼触覚	閉眼言語	視覚	閉眼触覚
近接	50	13	24	20	33
機能	0	0	0	0	22
ランダム	50	87	29	20	11
運動異常			47	60	33

方法

検討1と同様。他者身体をターゲットとした。

結果

N: 95%。自己身体条件の成績と比較したところ、有意な差はみられなかった。

P: 75%。自己身体条件よりも有意に正答率が高かった(p<.05)。

<検討3: モダリティの効果>

YM は自己身体部位定位に特異的な障害を示した。体部位の呈示方法を操作し、情報入力のみによる影響について検討した。

方法

以下のように呈示モダリティを操作した。

N: 視覚呈示...検討1と同様、閉眼触覚呈示...閉眼、検査者がYMの体部位を触って指示

P: 閉眼言語呈示...閉眼、方法は検討1と同様、視覚呈示...開眼、検査者がYMの体部位を指差して指示、閉眼触覚呈示...閉眼、検査者がYMの体部位を触って指示

結果

N: 触覚閉眼 54.5%。視覚呈示と比べ有意に正答率が低かった(p<.05)。

P: 言語閉眼 29%、視覚 43%、触覚閉眼 29%。呈示モダリティの効果なし。

視覚呈示条件ではN課題の正答率がP課題より有意に高かったが(p<.05)、触覚条件では有意な差はなかった。

誤反応を近接的・意味的(機能)・ランダム(その他)エラーに分類した(表1)。P課題では身体外空間を指示するといった特異な反応が観察されたので、運動異常エラーとして分類した。

4. 考察

検討1でYMは身体部位の定位に困難を示した。身体以外の対象で部分の呼称・定位ができたことから、YMの障害はカテゴリー特異的な言語障害や全体-部分の分析障害には帰属できない。また、YMは顔パーツの定位が可能であった。顔・顔パーツの処理と身体-身体部位の処理は異なる基盤を有する可能性があり、今後のAT研究では顔パーツを刺激から除くべきと思われる。

検討2では、YMの障害が自己身体でのみ生じることが示され、自己と他者の身体情報処理に何らかの違いがあることが示唆された。

検討3では、閉眼触覚呈示による身体部位呼称で成績の低下がみられた。YMは誤反応の際も「触っているのは分かる」と答えており、感覚障害が原因とは考えにくい。触覚刺激を身体空間にマッピングすることが困難だったのか、あるいは触覚情報から言語情報を喚起することに問題があったのかもしれない。

定位課題ではモダリティの効果のみ認められなかったが、パターンとしては閉眼条件下での成績低下が見受けられた。視覚情報が使えない場合は体性感覚情報の重要性が高まると予測される。YMは体性感覚性身体表象に何らかの問題をもつ可能性が考えられた。この可能性を示唆する結果として、定位のエラーが挙げられる。先行研究によれば、ATに最も多いのは近接エラーである。しかしYMにおいては、ランダムエラーや特徴的な運動異常と言える反応が多く観察された。体部位を定位する際の運動プログラミングに用いる身体座標系に障害があるのかもしれない。

ATは視空間性身体表象の障害と考えられてきたが、今後は体性感覚性身体表象の関与も検討すべきであると思われる。

Cortical network of hand actions for visuomotor and audiomotor transformations: a functional MRI study

丸石正治¹(まるいし まさはる), 田中良幸², 村中博幸¹, 辻敏夫²,
今泉敏³, 宮谷真人⁴, 笠井達哉⁵

広島県立身体障害者リハビリテーションセンター¹, 広島大学大学院工学研究科²
広島県立保健福祉大学コミュニケーション障害学科³
広島大学大学院教育学研究科⁴, 広島大学大学院国際協力研究科⁵

(要旨) 手の運動に対して視覚および聴覚フィードバックを行った際の脳内活動部位を, ファンクショナルMRI(fMRI)とSPM2を用いて検討した. 対象は健常人男性6名(21-24歳). 以下の5課題を実施した. SMP: 閉眼して握力計を2秒毎に握る課題. VS: VMPと同様な視覚刺激. AS: AMPと同様な聴覚刺激. VMP: 右手で握力計を2秒毎に握る課題. ただし値を視覚フィードバックすることにより2kgに保つ. AMP: 右手でピンチセンサーを2秒毎に握る課題. ただし値を聴覚フィードバックすることにより2kgに保つ. VMPとAMPのconjunction analysisでは左腹側運動前野(PMv)と左上側頭回(STG)後半部が賦活した. また, VMP-(SMP+VS)では両側後部頭頂葉(IPS)が, AMP-(SMP+AP)では左STG後半部深部が賦活され, これらの部位がvisuomotorおよびaudiomotor transformationに関与していると考えられた.

Key words: 視覚, 聴覚, 運動, 統合, ファンクショナルMRI

【はじめに】

リハビリテーション分野では, 以前から感覚と運動の統合は重要と考えられており, 脳機能画像研究においても, sensorimotor networkの存在とその重要性が証明されている. 近年, sensorimotor networkが感覚情報の提示のみでも賦活することが明らかになって以来, これらの実験は感覚情報の提示のみで行われている. その背景には, 運動系脳機能画像実験システムの構築が困難であることも, その一因となっている. 本実験では, MRI対応可能な感覚情報フィードバックシステムを作成することにより, 運動時の感覚と運動のリアルタイムな情報交換(sensorimotor transformation)を観察するとともに, 運動条件を一定として感覚モダリティーの差による脳活動部位の差を検討した.

【対象と方法】

対象: 右利き健常人6名(男性6名, 21-24歳).
実験システム: MRI室内で測定可能な握力測定装置(ピンチセンサー)によって被験者の握力を測定し, その測定値をMRI室外のコンピューターによって, 視覚情報(波形)あるいは音情報(周波数)に変更し, MRI室内の被験者にフィードバックするシステムを作

成した. 課題: 以下の5つの課題を順に行った.

課題1(SMP; Somatosensory-Motor Pinch): 閉眼してピンチセンサーを2秒毎に握る課題.

課題2(VS; Visual Stimulation): 課題4と同様な視覚刺激を与え, このとき手は動かさない.

課題3(AS; Auditory Stimulation): 課題5と同様な聴覚刺激を与え, このとき手は動かさない.

課題4(VMP; Visuo-Motor Pinch): 右手でピンチセンサーを2秒毎に握る課題. ただし値を視覚フィードバックすることにより2kgに保つ.

課題5(AMP; Audio-Motor Pinch): 右手でピンチセンサーを2秒毎に握る課題. ただし値を聴覚フィードバックすることにより2kgに保つ.

課題はABABAパターン(Aは安静, Bは課題)のブロックデザインで行った. ただし, SMP, AS, AMPでは安静時閉眼, VS, VMPでは安静時開眼とした.

撮像条件: MRIはMagnetom Symphony 1.5Tを使用し, スライス厚6mm, スライス枚数10, FOV 192x192mm, in-plane resolution 3x3mm², TR6.6secとして, ABABAの各ブロック10

volume, 計50 volume 撮像した。

イメージ解析:SPM2を用いて,所定の手順(slice timing, realign, normalize, smoothing, statistics)で解析した.6人のグループ解析により危険率0.001, uncorrected の水準を用いた.検出された脳賦活部位はMNI templateに重ねるとともに,Talairach アトラスによりその解剖学的部位を同定した.

【結果】

仕事量:ピンチセンサーから算出された右手仕事量は,

SMP; mean JForce = 106.4 ± 5.4

VMP; mean JForce = 108.2 ± 7.3

AMP; mean JForce = 102.6 ± 15.4

で,各課題間に優位な差を認めなかった($p < 0.05$, one-side t test).

各課題での脳賦活部位:

SMP: left globus pallidus, right medial frontal gyrus, left precentral gyrus.

VS: right middle occipital gyrus, left superior occipital gyrus.

AS: right posterior cingulate, right middle temporal gyrus,

VMP: left inferior frontal gyrus, bilateral precuneus, bilateral posterior parietal lobe, left superior temporal gyrus

AMP: left superior temporal gyrus, left medial frontal gyrus

Conjunction analysis: VMP と AMP の conjunction analysis では, left ventral premotor cortex (PMv), left superior temporal gyrus (STG) の賦活を認めた($p < 0.05$, FEW, corrected).

課題間のサブトラクション: visuomotor および audiomotor transformation に特異的に機能する部位を,以下の方法で求めた($p < 0.001$, uncorrected).

VMP-(SMP+VS): bilateral posterior parietal lobe.

AMP-(SMP+AS): left superior temporal gyrus.

【考察】

本研究では,視覚および聴覚フィードバックにより握力を一定に保つときの脳活動部位を検討した.VMP課題とAMP課題のconjunction analysisではPMvとSTG後部が共通賦活部位として認められ,同部位では出力系優位の制御がなされていることが示唆された.いっぽう,視覚フィードバックではIPSが,聴覚フィードバックではSTGが特異的に活動していた.

Sensorimotor cortical network について,これまで感覚モダリティーによらず対象特異的に決定される(object specific hypothesis, top-down

modulation)という仮説と,各モダリティーによって感覚特異的なネットワークを有するという仮説(modality specific hypothesis, bottom-up modulation)の,2つの仮説が存在する.

運動プログラミングの際のPMv賦活においても,これら仮説は両立している.今回,conjunction analysisによって,PMv内の同一部位に賦活を認め,VMP-(SMP+VS)とAMP-(SMP+AS)で,PMv内に有意な賦活を認めないことより,実際の運動を伴うsensorimotor transformationにおいて,PMvではobject specificな活動が優位であると考えられた.Conjunction analysisでは同時にSTG後部に賦活が認められた.同部位はサルの実験でmultimodal sensory areaとして知られている.近年ヒトにおいてもこの周辺にmultimodal sensory areaが存在すると考えられており,同部位の障害によってhemispatial neglectが認められることから,その存在が指示されている.本実験のconjunction analysisでも,課題間の共通賦活部位として,multimodal sensory areaを検出した可能性が強い.

聴覚と他感覚との統合については,発声における聴覚と視覚の統合(ex; McGurk 効果)がSTGで行われていることが確認されている.本実験では,指運動における聴覚の効果を検討し,発声と同様にSTGの特異的な活動を観察した.Auditory cortexは注意集中によって賦活が増大することが知られており,最近,auditory cortex内側部が音情報を検知するのみであるのに対し,外側部では音情報を何らかの意味情報に変換する機能があると報告された(Petkov et al, 2004).本実験のように,聴覚情報を随意運動制御に利用しようとする場合にも,auditory cortex外側部の賦活が増大することが予想され,同部位がaudiomotor transformationに機能したと考えられる.

本実験のように手運動と聴覚フィードバックの関係を調べた報告はなく,四肢の随意運動における感覚情報の効果を検討するうえで有意義であるとともに,リハビリテーションにおける重要なエビデンスである.

【文献】

Petkov et al., Attentional modulation of human auditory cortex. Nat Neurosci 7: 658-663, 2004.

【謝辞】

研究に協力いただいた広島大学大学院工学研究科学生武田雄策,今岡宣普の両氏に,深謝いたします.

事象関連電位を用いた言語研究の動向

中尾美月(なかお みづき)
広島大学大学院教育学研究科

(要旨) 事象関連電位を用いた言語研究は、意味逸脱によって誘発される N400 と、統語逸脱によって惹起される LAN(もしくは ELAN)および P600 を中心に行われてきた。本発表では、はじめに各成分に関する簡単なレビューを行う。そして、意味処理と統語処理の時間関係やその相互作用について検討した研究を中心に、ERP を用いた言語研究の最近の動向を紹介する。

Key words: 事象関連電位, 意味処理, 統語処理, N400, LAN, P600

1. はじめに

事象関連電位(Event-related brain potentials, ERP)とは、特定の刺激や課題に関連する事象に対して発生する脳の電氣的活動である。ERPの利点の1つは、時間分解能に優れることであり、特に言語研究では、意味処理と統語処理が時間的に異なる成分に反映されることから、そのメリットを十分に生かすことができる。本発表では、意味処理に関わる N400 と、統語処理に関わる LAN および P600 について簡単にレビューし、これらの成分を指標として用いた言語研究の最近の動向について述べる。

2. 言語処理に関わる ERP

2-1. 意味処理に関わる ERP

N400 は文脈から意味的に逸脱した単語に対して、頂点潜時約 400 ms で頭皮上中心部・頭頂部優勢に出現する陰性電位である。N400 が初めて報告されたのが 1980 年であり、もうすぐ四半世紀になるが、この間、N400 に反映される意味処理について、数多くの研究が行われてきた。

例えば、文ではなく単語リストを用いると、N400 に意味的プライミング効果が認められることから、N400 が自動的な語彙アクセスを反映しているのではないかと考えられた。しかし、このプライミング効果には、注意、期待、方略などの影響が見られることから、現在では、単語を先行文脈に統合し、より高次の表象を形成する、語彙アクセス後の語彙統合過程が N400 に反映されているという考え方が有力である。

また、意味逸脱単語を含まない文を用いた場合、N400 には文の位置効果が認められる。すなわち、先行文脈のない文頭の単語ほど大きな N400 が出現し、文末に近づく文脈が形成されるにつれて N400 が低振幅になる。この位置効果は単語の出現頻度と交互作用し、低頻度単語

に対して N400 振幅が増大するという頻度効果が、文末に近づくほど小さくなる。このような知見も、N400 が自動的な語彙アクセスではなく、語彙統合過程を反映するという解釈を支持するものである(以上、Kutas & Federmeier, 2000 のレビューを参照)。

2-2. 統語処理に関わる ERP

統語逸脱を含む文では、出現潜時、分布、極性など、性質の異なる 2 つの成分が出現する。一つは、潜時約 150-500 ms で左前頭部優勢に出現する陰性電位(left anterior negativity, LAN)であり、もう一つは、潜時約 600-1000 ms で、頭頂部優勢に分布する陽性電位(P600)である。

LAN の潜時は統語逸脱の種類によって変化する。単語カテゴリーの逸脱といった句構造違反に対しては、潜時約 150-250 ms の ELAN(early left anterior negativity)が出現し、名詞と動詞の数の不一致といった形態統語的逸脱に対しては、潜時約 350-500 ms の LAN が生じる。これらの陰性成分は、統語逸脱の検出を反映していると考えられている。

一方、P600 は、句構造違反、形態統語的逸脱、語順の違反、ガーデンパス文、統語的曖昧性を含む文、統語的に複雑な文など、様々な統語的操作に対して広く認められる成分である。これらの文では、いずれも最初に構築した統語構造を見直し、再構築する作業が必要であるため、P600 は統語構造の再解釈を反映する成分であるといわれている(以上、Friederici, 2002; Friederici & Kotz, 2003 のレビューを参照)。

3. ERP を用いた言語研究の動向

以上のように、これまでは主に ERP 成分と心理言語学的概念との対応づけが試みられてきた。現在もその努力は続けられているが、最

近では、各成分を意味処理あるいは統語処理の指標として用い、心理言語学において議論されてきた種々の問題にアプローチしようとする流れにシフトしつつある。

3-1. 意味処理と統語処理の時間関係

心理言語学における重要なトピックの一つに、統語処理が意味処理よりも先に行われるのか(系列モデル)、2つの処理が同時並行で行われるのか(並列モデル)という議論がある。これは処理のモジュール性と相互作用性という問題とも深く関わっている。例えば、Frazierの流れをくむ系列モデルでは、処理のモジュール性を仮定しているため、初期の統語構造の構築過程では意味情報を利用しないが、その後の意味処理では統語処理の出力を受けするため、意味情報と統語情報の相互作用が起こると考える。一方、多くの並列モデルでは、言語理解過程のあらゆる段階で意味情報と統語情報が相互作用すると仮定するため、初期段階での相互作用を想定している(Friederici, 2002)。

この問題にアプローチするため、意味情報と統語情報の相互作用がどの段階で生じるかを調べたERP研究が、ここ数年でいくつも行われている。これらの研究では、意味逸脱文や統語逸脱文に加えて、意味的にも統語的にも逸脱した二重逸脱文を用い、逸脱のない正常文に対するERPと比較している。その結果、二重逸脱文ではELANとP600が出現したが、N400は出現せず、意味処理が統語処理に依存していることが示された(Hahne & Friederici, 2002)。なお、この現象は、統語処理に先行して意味処理が行われるよう、語幹によって意味情報が与えられ、接尾辞によって単語カテゴリー(動詞か名詞か)が決定されるような単語を用いた場合にも、頑健に観察された(Friederici et al., 2004)。

また、二重逸脱文は、意味逸脱文よりも大きなN400や(Hagoort, 2003)、統語逸脱文よりも大きなP600を誘発した(Friederici et al., 2004)。しかし、ELANやLANには、このような意味要因と統語要因の交互作用が認められなかった。これらの結果は、意味情報と統語情報の相互作用が、言語理解過程の初期段階では生じず、N400やP600に反映されるような後期段階で生じることを示している。以上の報告は、いずれも言語理解過程が系列モデルに従うことを示唆するものである。

3-2. 意味処理と統語処理の神経基盤

ERPの弱点の一つに、空間分解能の低さが挙げられる。この弱点を補うため、ダイポール

法などによって成分の発生源を推定したり、PETやfMRIなどの脳機能イメージング法を併用したりといった試みがなされている。現在のところ、N400に反映される語彙統合には左下前頭領域と上・中側頭領域後部が、LANに反映される初期統語構造の構築には左下前頭・上側頭領域が、P600に反映される統語構造の再構築には大脳基底核が、それぞれ重要な役割を果たしていると考えられている。

4. おわりに

現在、ERPから得られた時間情報と、脳機能イメージングから得られた空間情報を組み合わせて、言語理解過程に関する脳機能モデルが構築されつつある(Friederici, 2002; Friederici & Kotz, 2003)。言語理解を支える脳機能を明らかにする上で、ERPの果たす役割は、今後ますます重要になるであろう。

【文献】

- Friederici, A. D. 2002 Towards a neural basis of auditory sentence processing. *TRENDS in Cognitive Sciences*, **6**, 78-84.
- Friederici, A. D., Gunter, T. C., Hahne, A., & Mauth, K. 2004 The relative timing of syntactic and semantic processes during sentence comprehension. *NeuroReport*, **19**, 165-169.
- Friederici, A. D., & Kotz, S. A. 2003 The brain basis of syntactic processes: functional imaging and lesion studies. *Neuroimage*, **20**, S8-17.
- Hagoort, P. 2003 Interplay between syntax and semantics during sentence comprehension: ERP effects of combining syntactic and semantic violations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **15**, 883-899.
- Hahne, A., & Friederici, A. D. 2002 Differential task effects on semantic and syntactic processes as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, **13**, 339-356.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. 2000 Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 463-470.

An ERP study on activations of untargeted words by highly advanced Chinese and Japanese bilinguals

TAMAOKA, Katsuo, MIYATANI, Makoto, ZHANG, Chao,
SHIRAISHI Maiko, YOSHIMURA, Nao (Hiroshima University, Japan)

(Abstract): Using event-related potentials (ERPs) in the brain, the present study examined how Chinese native speakers with highly advanced Japanese language skills (Chinese and Japanese bilinguals) process their bilingual languages with disturbances (i.e., untargeted lexical item and/or semantic context). ERPs indicated that the P200 amplitude was not observed in Chinese, while it was not in Japanese. This component was considered to be a result of heavy orthography-to-concept interface for the second language of Japanese. Although the N400 component, appearing during the processing of semantic deviation, emerged about 40ms slower in the Japanese processing, it was observed in both language conditions. Furthermore, both the semantically-matched and semantically-mismatched conditions, which showed no difference from each other, differed from the nonword condition. Thus, the N400 component may indicate the activations of those words which do not belong to the target language.

Key words: event-related potentials, P200, N400, Chinese and Japanese bilinguals

Experiments

Participants: Twelve Chinese students at the graduate level in Hiroshima University, Japan who are fluent in speaking and writing Japanese (Chinese and Japanese bilinguals) participated in the experiments (8 females and 4 males).

Materials: Two experiments of the Chinese processing (the first language) and the Japanese (the second language) processing were conducted on each participant. Three incorrect conditions were prepared for the sentence correctness decision task: a Chinese sentence including (1) a semantically matched Japanese word, (2) a semantically mismatched Japanese word, and (3) a nonword. For example, the first condition is a Chinese sentence like 这位是我的友达, meaning 'This is my friend'. Although the word 'friend' matches semantically with a sentence context, it is presented using a Japanese word which does not exist in the Chinese language. Thus, this sentence must be rejected as an incorrect Chinese sentence. The second condition is also used in a similar context like 这位是我的风邪, meaning 'This is my cold'. However, the word 'cold' does not match with the sentence context (one cannot show his/her 'cold'). In addition, this word exists in Japanese but does not exist in Chinese. Bilingual participants can reject this sentence by purely semantic context, or by checking its existence in Chinese. The third condition includes a nonword in a sentence like 这位是我的中克, meaning 'This is my zhong ke' (nonword is described here in the Chinese alphabetic presentation called *pinyin*). To create correct sentence conditions, three sentences like 这位是我的老师, meaning 'This is my teacher', 这位是我的同事, meaning 'This is my workmate', and 这位是我的父亲, meaning 'This is my father', all of which are correct Chinese sentences.

For the second language processing of Japanese, the three incorrect conditions were reversed in terms of Chinese and Japanese words. For instance, a Chinese word 手表 meaning 'a watch' is inserted in a Japanese sentence like 友达からのプレゼントは手表でした, meaning 'The present from my friend

was a watch.' (the presented order of the three block is 'from my friend', 'the present' and the target block of 'was a watch'). Again, the word 'a watch' matches semantically with a sentence context. However, this word exists in Chinese but not in Japanese. Thus, this sentence must be rejected as an incorrect Japanese sentence. The second condition also used a similar context like 友达からのプレゼントは公里でした, meaning 'The present from my friend was a kilometer'. The word 'kilometer' does not match with the sentence context (one cannot give 'kilometer') and this word exists in Chinese but not in Japanese. Bilinguals can reject this sentence either by semantic context or by its existence in Japanese. The third condition includes a nonword in a sentence like 友达からのプレゼントは戸台でした, meaning 'The present from my friend was hu zhi'. In case of the Japanese sentences, since a verb phrase comes at the end of sentences, the target block is always presented as a form of a verb phrase. Three correct sentences with the similar semantic context were prepared.

Stimulus presentation: Presentation of stimulus sentences is as follows. For the processing of Japanese sentences for correct 'No' responses, stimuli were presented three blocks separately. For example, the first Japanese phrase 友达からの (*tomodachi-kara-no*) meaning 'from my friend' was presented 600ms, and after another 600ms the second Japanese phrase プレゼントは (*prezento-wa*) 'a present'. Again after another 600ms, the target verb phrase was presented in three different ways including Chinese words (1) 'was a watch', (2) 'was kilometer' and (3) nonsense phrase. After the target phrase of the third block was presented, ERPs were continuously measured for 800ms. The same presenting procedure was used for the correct 'Yes' responses, but no sub-categories like 'No' responses.

ERP Measuring Instrument: Electroencephalogram (EEG) was recorded from nineteen scalp electrodes corresponding to the International 10/10 system located in FP1, FP2, F7, F3, Fz, F4, F8, T7, C3, Cz, C4, T8, P7, P3, Pz, P4, P8, O1 and O2, which were amplified by a Nihon Kohden Digital EEG-1100

with a bandpass of 0.03–30 Hz. ERPs were sampled at a rate of 1,000Hz from 100 ms before the verb phrase presentation (third stimulus) onset to 800ms after the presentation.

Results and Discussion

Reaction Times and Error Rates

There were significant main effects on both languages [$F(1,11)=13.10, p<.01$] and stimulus conditions of correct 'No' responses [$F(2,22)=33.48, p<.0001$, using Greenhouse-Geisser]. The interaction of these two factors was not significant [$F(2,22)=2.46, p>.10$]. Multiple comparison by the Ryan method revealed that semantically matched Chinese or Japanese words ($M=888$ ms for Chinese processing, $M=1078$ ms for Japanese processing, and $M=983$ ms together) had significantly longer reaction times than both semantically mismatched Chinese or Japanese words ($M=794$ ms for Chinese processing, $M=919$ ms for Japanese processing, and $M=856$ ms together) and nonsense words ($M=766$ ms for Chinese processing, $M=937$ ms for Japanese processing, and $M=852$ ms together). Analyses of error rates were congruent with the results of reaction times: Significant main effects were found in languages [$F(1,11)=13.02, p<.01$] and incorrect stimulus conditions [$F(2,22)=22.37, p<.0001$, using Greenhouse-Geisser], but there was no significant interaction [$F(2,22)=0.30, p=.74$].

However, reaction times for correctly judged 'Yes' and 'No' responses indicated an interesting pattern when analyzed by a 2 (languages) X 2 ('Yes' and 'No' responses) ANOVA. There was no significant main effect for 'Yes' and 'No' conditions [$F(1,11)=1.42, p>.25$] while the factor of languages was significant [$F(1,11)=20.32, p<.001$]. Furthermore, their interaction was significant [$F(1,11)=23.75, p<.001$]. These results displayed an asymmetric pattern between Chinese and Japanese. Since the data of reaction times and error rates in the present study is a preliminary indicator of cognitive processing, data of ERPs was used for a further investigation.

ERP Data for Correct 'Yes' Responses of Chinese and Japanese:

ERPs ($n=9$, data from two participants was not used) were compared correct 'Yes' responses between the processing of the Chinese and Japanese sentences. As in reaction times, the emerging delay of the second negative peak was also observed, especially in Fz and F3. ERPs in the Fz position, the second negative peak seems to appear at 350ms in the Chinese processing while at 390ms in the Japanese processing. Japanese processing was delayed approximately 40ms compared to Chinese processing. The bilinguals must have needed extra processing time for their second language of Japanese. Thus, the following analyses were conducted separately for the Chinese and Japanese processing conditions.

ERP Data for the Processing of Chinese Sentences

Average ERP amplifications ($n=10$) in five intervals of 180-240ms, 280-360ms, 360-450ms, 500-640ms and 640-800ms were analyzed by 3 (three incorrect stimulus conditions) X 19 (locations) ANOVAs repeated measures using Greenhouse-Geisser Epsilon to identify the significance level. There were no significant main effects and interaction in the

180-240ms interval. For the 280-360ms interval, the main effect was significant in the three different incorrect stimulus conditions [$F(2,18)=10.03, p<.005$]. Multiple comparisons by the Ryan method ($p<.05$) revealed that non-words were more negatively amplified than the other two real Japanese words conditions. For the 360-450ms interval, the main effect of verb phrases was significant [$F(2,18)=21.82, p<.0001$]. Multiple comparisons by the Ryan method showed that non-words were more negatively amplified than the other two real Japanese words conditions. Interaction also approached a significant level [$F(36, 324)=2.37, p<.07$]. The N400 component except F7, P7 and O1. For the 500-640ms interval, interaction was significant [$F(36, 324)=3.72, p<.01$]. Significant main effects of incorrect stimulus conditions were found in the locations of PF1, PF2, Fz, F4, F8 and Cz. Semantically-mismatched Japanese words were more negatively amplified than matched Japanese words in the locations of FP1 and F8. For the 640-800ms interval, there were no significant main effects and interaction.

ERP Data for the processing of Japanese sentences

Average ERP amplifications ($n=10$) in four intervals of 180-240ms, 320-400ms, 400-480ms, and 550-700ms were analyzed by the same 3 (three incorrect stimulus conditions) X 19 (locations) ANOVAs repeated measures. For the 180-240ms interval, there was a significant main effect of incorrect stimulus conditions [$F(2,18)=6.95, p<.05$]. ERPs showed positive amplification stronger in the order of semantically-matched Chinese words, semantically-mismatched Chinese words and nonwords, but multiple comparisons by the Ryan method showed only a significant difference between semantically-matched Chinese words and nonwords. For the 320-400ms interval, the main effect was significant in the incorrect stimulus condition [$F(2,18)=5.56, p<.05$]. Multiple comparisons revealed that non-words were more negatively amplified than other two semantically-matched and -mismatched Chinese words conditions. There was no significant interaction. For the 400-480ms interval, the main effect of incorrect stimulus conditions was significant [$F(2,18)=13.28, p<.005$]. Multiple comparisons by the Ryan method showed that nonwords were more negatively amplified than the other Chinese words conditions. Interaction was also significant [$F(36, 324)=2.57, p<.05$]. Except three locations of FP1, F7 and P7, the rest of the locations showed significant main effects of incorrect stimulus conditions. Semantically-mismatched Chinese words were more negatively amplified than semantically-matched Chinese words in C3, Pz, O1 and O2. For 550-700ms interval, there was no significant main effects, but interaction was significant [$F(36, 324)=3.11, p<.05$]. In the five locations of FP2, Fz, F4, F8, and Cz, nonwords were more negatively amplified than both semantically-matched and -mismatched Chinese word conditions while no difference was detected between semantically-matched and -mismatched Chinese word conditions.

ERPを用いた統語解析理論の検証 - 即時処理か遅延処理か -

大石 衡聴* (おいし ひろあき)

(Abstract) In this study, we investigated whether the syntactic parsing is performed in an incremental or a delayed manner. To address this issue, we examined two types of sentences : dative-subject sentences and dative-object sentences. While an incremental model predicts that the reanalysis will occur in dative-subject sentences, a delayed model predicts that the reanalysis will occur in dative-object sentences. Event-Related brain Potentials (ERPs) were recorded while participants read these sentences. The result revealed that the P600, which is the electrophysiological marker of the reanalysis, had been elicited in dative-subject constructions, and indicated that the parser pursued the syntactic analyses not in a delayed manner but rather in an incremental manner.

Key words: 事象関連電位, P600, 統語解析, 即時処理, 遅延処理

【研究目的】

本研究は統語解析が即時処理で遂行されているのか、それとも遅延処理で遂行されているのかを解明することを目的とする。即時処理とは、新たに語が入力されるとすぐにその語を既存の構築に付加するという処理である。それに対し遅延処理とは、構造を構築するのに十分な情報を持つ語(動詞など)が入力されるまで構造を構築しないという処理である。

これまで読み時間などの行動指標を用いて行われた多くの実験では即時処理を支持する結果が得られている。しかしながら、統語解析のメカニズムを解明するにあたっては処理の結果状態を反映するデータではなく、リアルタイムで展開される処理を反映するデータをもとに検討することが望ましい。そこで、本研究ではリアルタイムで展開される解析器の処理をより厳密に検討するために、脳活動を継続的に記録することのできる事象関連電位(ERP)を用いた。

【実験計画】

本研究では以下のような文を用いて実験を行った。

- (1) a. 知美が 太郎に とても 素直に 思えた。
- b. 知美が 太郎に とても 素直に 従った。

(1a, b)は文末の動詞のみが異なる最小対である。しかしながら、それぞれの動詞の持つ特徴により、「素直に」の統語範疇が a と b で異なる。(2)に示すように(1a)における「素直に」は形容動詞 + コピュラとして、(1b)における「素直に」は副詞として役割を果たしている想定される。

- (2) a. _[IP] 知美_i が _[IP] 太郎に _[VP] _[IP] ec_i [とても

素直に] 思え]た]]

- b. _[IP] 知美が _[VP] 太郎に とても 素直に 従っ]た]

上記のような統語的相違のあるこれらの文に対し、即時処理モデルと遅延処理モデルは「素直に」が入力された際に決定的に異なる処理を予測する。一般的な即時処理モデルでは解析器は最も単純な構造を構築すると想定されているので、即時処理モデルでは「素直に」は副詞として分析される。このことから、統語解析が即時処理で遂行されているならば「思えた」が入力された際に再分析が行われると予測される。一方、一般的な遅延処理モデルでは解析器は節の主要部となる語が入力された際にその語の持つ項構造に関する情報をもとに節を構築すると想定されている。ここで、「素直に」における「に」は(2b)に示したように節の主要部となりうる。したがって遅延処理モデルでは「素直に」は形容動詞語幹 + コピュラとして分析される。このことから、統語解析が遅延処理で遂行されているならば「従った」が入力された際に再分析が行われると予測される。

上記のように、即時処理モデルは a タイプで、遅延処理モデルは b タイプで文末の動詞が入力された際に再分析が行われると予測する。したがって、再分析が行われていることを示す指標を用いることにより、どちらのモデルが妥当なのかを検証することができる。そこで本研究ではそのような指標として P600 を用いた。

【ERP 実験】

被験者：日本語を母語とし、視力が正常(矯正

* 所属：九州大学大学院人文科学府言語学講座
Tel: 092-642-2415 e-mail: oishih@lit.kyushu-u.ac.jp

を含む)で健常な九州大学の学生16名(女性8名,全員右利き)であった。

刺激:各タイプの文を30文ずつに加えてフィラー文を180文,合計240文を各被験者に呈示した。

EKG記録:国際10-20法に基づいてFz, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4に電極を設置した。また,左眼窩下からEOGを記録し,眼球運動を監視した。電極間抵抗値は10k以下とした。低域・高域遮断周波数はそれぞれ0.01Hz,100Hzとした。標本化周波数は200Hzであった。

【実験結果】

ERP波形を視診したところ,動詞の呈示後,潜時約500msからFzおよびCzでaタイプの文を呈示した際のERPがbタイプの文を呈示した際のそれに比べて大きく陽性方向に偏位し始め,潜時約800msでピークを迎えていた。以下に2つの潜時帯における平均電位量について動詞の種類と電極部位を主要因として行った分散分析の結果を記す(2要因(2×7)計画)。

潜時500-700ms間:動詞の種類と電極部位の交互作用が有意であり($F(6,90)=4.670, p<.001$),動詞の種類単純主効果がFzで有意($F(1,105)=9.611, p<.005$),またCzで有意傾向であることが明らかになった($F(1,105)=3.724, p<.10$)。

潜時700-900ms間:動詞の種類主効果が有意であった($F(1,15)=8.938, p<.01$)。また,動詞の種類と電極部位の交互作用が有意であり($F(6,90)=4.866, p<.001$),動詞の種類単純主効果がFzおよびCzで有意であった。Fz: $F(1,105)=23.708, p<.001$; Cz: $F(1,105)=14.256, p<.001$ 。

【考察】

上記の分散分析の結果から,aタイプの文を呈示した際のERPがbタイプの文を呈示した際のそれに比べて潜時500-700ms間および700-900ms間で有意に陽性方向に偏位していることが明らかになった。aタイプにおいて惹起されたERP成分はその極性,潜時帯,頭皮上分布からP600と同定される。この結果はaタイプで再分析が行われている,すなわち,統語解析が即時処理で遂行されていることを示唆している。

しかしながら,統語解析が即時処理で遂行されていると結論付ける前に,遅延処理モデルの解析器が「素直に」を副詞として分析した場合に本研究の実験結果に対し妥当な説明を与えることができるかどうかを検証する必要

がある。遅延処理モデルの解析器が「素直に」を副詞として分析した場合,構造構築のトリガーとなるのは文末動詞である。文末動詞が入力された際,解析器は当該の動詞の持つ情報を利用して構造を構築することができるので,a,b両タイプとも再分析は行われないと予測される。しかしながら,この予測はaタイプでP600が惹起された事実と矛盾する。したがって,「素直に」を副詞として分析すると仮定したとしても,遅延処理モデルでは本研究の結果に対し妥当な説明を与えることはできない。

【結語】

本研究ではP600という指標を用いることにより,統語解析が即時処理で遂行されているのか,それとも遅延処理で遂行されているのかという問題について検討した。実験の結果,即時処理モデルによる予測と合致するかたちでP600が惹起され,統語解析が即時処理で遂行されているという経験的証拠を得るに至った。

また,aタイプにおけるP600効果は潜時500-700ms間では前頭部のみで観察されたが,潜時700-900ms間では頭頂部にまで広がっていた。aタイプでは再分析に加えて,文頭に移動した「知美が」とその痕跡との間の統合処理が行われると想定されるため,その両方の効果が重なって分布が広がったという可能性が考えられる。この可能性に関しては今後,検証を重ねる必要がある。

【セッション - ERPを使った言語処理の研究の動向】 ERP事例研究紹介 P600を指標としたかき混ぜ文の処理負荷の原因に関する研究

安永大地(やすなが だいち)
九州大学文学部

(要旨) 本研究ではP600成分を指標として、日本語のかき混ぜ文の処理負荷を増大させる要因についての考察を行った。実験の結果、fillerとgapの間に介在する項の数が増えると、それらの間の依存関係を確立する際の負荷が増大し、処理が困難になる可能性が示唆された。また、fillerとして入力される要素に付随した格助詞の違いによって、解析器が行う処理に違いがある可能性が示唆された。

Key words: 事象関連電位(ERP), P600, 統語解析, かき混ぜ

【はじめに】

これまでの理論言語学の研究から、日本語の自由語順現象は、文の構成要素が「かき混ぜ」と呼ばれる操作を受けて移動して派生した結果であると考えられている(Saito 1985等)。近年の統語解析研究において、行動指標を用いた実験の結果から、かき混ぜ文は基本語順文よりも処理に負荷がかかることが主張されているが、その負荷の原因については(1)に示すような可能性が示唆されたのみで、その原因の解明を目的とするような実験的手法を用いた研究は現時点では行われていない(Mazuka *et al.* 2002; Miyamoto & Takahashi 2002等)。

(1)

- かき混ぜられた要素(filler)の元の位置(gap)を文中に設定する操作に負荷がかかる。
- fillerとgapの距離が長いことにより、作動記憶に負荷がかかる。
- より多くのS節点を処理することに負荷がかかる。

本研究では、負荷の原因についてより詳細な検討が可能な実験計画を立て、事象関連電位(ERP)成分のP600を指標とした検証を行う。現在の研究から、P600は統語的逸脱や、構造の再分析にかかるコストを反映するだけでなく、統語的な統合処理の際に増大する負荷を反映して惹起されるということが示唆されている(Kaan *et al.* 2000; Fiebach *et al.* 2001; Ueno & Kluender 2003等)。

【実験】

実験では、以下の4条件の文を、それぞれ30文ずつの120文とフィラー文120文の合計240文を各被験者に呈示した。

(2)

- [S 健太が [VP 絵里に [VP 手紙を 送った]]]。
- [S 健太が [VP 手紙_iを [VP 絵里に gap_i 送った]]]。
- [S 手紙_iを[S 健太が [VP 絵里に [VP gap_i 送った]]]]。
- [S 絵里_iに[S 健太が [VP gap_i [VP 手紙を 送った]]]]。

(2a)が基本語順文であり、(2b-d)が様々なタイプのかき混ぜ文である。

刺激は、ノート型PCの画面中央に1文節ずつ呈示した(SOA; 650ms, ISI; 200ms)。脳波の記録には日本光電製MEB-5504を用い、国際10-20法に従い、頭皮上の7部位に電極を設置した。基準電極は両耳朶結合、接地電極はFPzで、左眼窩下の電極で瞬目や眼球運動によって混入するノイズを監視した。電極間抵抗値は10kΩ以下、低域・高域遮断周波数はそれぞれ0.01Hz、100Hz、標本化周波数は200Hzであった。

被験者は日本語を母語とし、正常な視力(矯正含む)を有する九州大学の学部生16名(女性10名、全員右利き)であった。

【分析】

(2a)と(2b)の比較: (1a)のように、もし文中にgapを設定する操作のみで処理負荷が増大するのであれば、第3文節呈示後のERPに差が観察されると予測されるが、第3文節呈示後500-800ms間の平均電位量について分散分析(語順2水準×電極部位7水準)を行った結果、語順の主効果は有意でなかった。

(2b)と(2c)の比較: もし、(1a)以外に(1b)や(1c)の要因が加わってfillerとgapを統合する処理にかかる負荷が増大するのであれば、この比較において第3文節呈示後のERPに差が観察されると予測される。第3文節呈示後500-800ms間の平均電位量について上記と同様の分散分析を行った結果、語順と電極部位の交互作用が有意であり($F(6, 90) = 2.203, p < .05$)、Pzにおける語順の単純

主効果が有意であった($F(1,105) = 7.456, p < .01$). 図1は第3文節呈示後1000ms間のPzにおけるERP波形である。

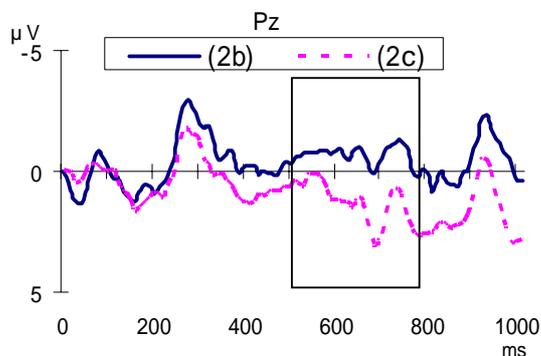


図1. 第3文節呈示後0-1000ms間のERP波形

図1より、(2c)が潜時700ms周辺をピークとして陽性方向にシフトしていることがわかる。この陽性成分は、極性、潜時帯、頭皮上分布から、従来報告されているようなP600と同様の成分であると言えよう(Kaan *et al.* 2000; Fiebach *et al.* 2001等)。

この結果から(1b)もしくは(1c)が負荷の原因であることが示唆された。そこで、さらなる検討を行うために以下の分析を行った。

(2a)と(2d)の比較: (1b)が負荷の原因ならば、(2a)と(2d)の比較において、第2文節呈示後のERPに差が観察されないことが予測される。また、(1c)が原因ならば、第2文節呈示後にP600が惹起されることが予測される。これまでの分析と同様に、第2文節呈示後500-800ms間の平均電位量についての分散分析を行った結果、語順の主効果および、語順と電極部位の交互作用は有意ではなかった。

【考察】

P600について: (2b)と(2c)の比較において、gapと想定される地点でP600が惹起された。この地点では、fillerとgapの依存関係の確立という操作が行われていると考えられる。このことから、この成分は先行研究で主張されるように、統語的な統合の際に増大した負荷を反映して惹起されるP600である可能性が高いと言えよう。

かき混ぜ文の処理負荷について: (2b)と(2c)の比較においてP600が惹起されたことから、(1b)が負荷の原因である可能性が示唆された。(1b)はGibson (1998)の提案するSyntactic Locality Prediction Theoryと合致する考え方である。この理論では、入力された時点で意味役割が与えられない要素と、その要素が意味役割を受け取ることができる位置までの距離が長ければ、作動記憶

内により長くその要素を保持しておく必要があり、その結果統合の際の負荷が増大することを予測する。(2c)ではfillerとgapの間に介在する項の数が他のかき混ぜ文よりも多いために、統合の際の負荷が増大し、P600が惹起されたと考えられる。

最後に、(2a)と(2d)の比較でERPに差が観察されなかったことから、(1c)は負荷の原因でない可能性が高くなった。しかし、(2c)は「を」格名詞句が、(2d)は「に」格名詞句がfillerとなっているという違いがある。格助詞「を」と「に」は統語論的に異なる機能を持つと想定される。例えば、「を」は格助詞として機能するが、「に」は格助詞だけでなく、後置詞句標識としても機能する。こうした機能の違いから、「を」格名詞句がfillerの場合と、「に」格名詞句がfillerの場合とで解析器が行う処理に違いがあり、その結果、処理にかかる負荷に差が生じた可能性がある。本研究では、それぞれの格助詞が解析の際にどのような影響を及ぼすのかを述べるには至らなかった。今後はfillerとなった要素が持つ情報が解析の際にどのような影響を与えるのかを検証していく必要があると考える。

参考文献

- Fiebach, C. J., M. Schlesewsky, & A. D. Friederici. 2001. "Syntactic working memory and the establishment of filler-gap dependencies: Insights from ERPs and fMRI". *Journal of Psycholinguistic Research* 30, 321-338.
- Gibson, E. 1998. "Linguistic complexity: locality of syntactic dependencies". *Cognition* 68, 1-76.
- Kaan, E., A. Harris, E. Gibson, & P. Holcomb. 2000. "The P600 as an index of syntactic integration difficulty". *Language and Cognitive Processes* 15, 159-201.
- Mazuka, R., K. Itoh, & T. Kondo. 2002. "Costs of scrambling in Japanese sentence processing". In M. Nakayama (Ed.), *Sentence processing in east Asian languages*. 131-166. Stanford, CA: CSLI.
- Miyamoto, E. T. & S. Takahashi. 2002. "Sources of difficulty in the processing of scrambling in Japanese". In M. Nakayama (Ed.), *Sentence processing in east Asian languages*. 167-188. Stanford, CA: CSLI.
- Saito, M. 1985. *Some asymmetries in Japanese and their theoretical implications*. Unpublished doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Ueno, M. & R. Kluender. 2003. "Event-related brain indices of Japanese scrambling". *Brain and Language* 86, 243-271.

コミュニケーション脳機能を巡って 心を伝え合う脳

今泉 敏(いまいずみ さとし)

広島県立保健福祉大学保健福祉学部コミュニケーション障害学科

(要旨) 感情的プロソディと言語情報とを統合してコミュニケーション上の意味を理解する脳機能を検討した。賞賛や非難のように音声の感情属性と言語属性が一致するフレーズと皮肉や冗談のように一致しないフレーズを使用して、幼稚園児、小学生、中学生、成人の意味判断能力を計測した。賞賛音声や非難音声に対する正答率は年齢を問わず高かった。感情属性と言語属性が一致しないフレーズに対する正答率は加齢とともに上昇した。感情的プロソディと言語情報を分離統合して話者の隠された意図を理解する能力の獲得は音韻概念や統語機能の発現に比較して遅いことが示唆された。音声コミュニケーション脳機能を考える上で、プロソディを含めた音声とコミュニケーション上の意味とを繋ぐ理論の開発が重要であると考えられた。

Keyword: 音声コミュニケーション、言語情報、感情的プロソディ、発話意図理解、コミュニケーション脳機能発達

はじめに

人のコミュニケーションにとって言語が果たす役割が極めて大きいことは言うまでもない。言語の脳機能に関する幾つかの理論が提案され、それらに基づく言語障害の解析も進展してきた。しかし、コミュニケーション脳機能という視点から見ると、伝えあう情報のすべてが言語的に表現されているわけでは必ずしもない。言語的情報が非言語的情報やパラ言語的情報に補完されたり修飾されたりして、言語形式が同じに見えても伝達される意味が異なるという状況は、特に音声コミュニケーションでは頻繁に生じる。

本論文ではコミュニケーション上の意味を左右する要素のひとつである感情的プロソディと言語情報処理機能との相互作用の問題を考察した。音声表現と意味を繋ぐ機能を「文法」と呼ぶのであれば、プロソディを含む音声や運ぶ情報と言語情報を統合してコミュニケーション上の意味と関連づける「文法」を明らかにする必要がある。一方、コミュニケーション脳機能を、音韻・意味・文字を結合する分散協調神経回路網として解釈する立場に立つなら、プロソディを含む音声とコミュニケーション上の意味とを繋ぐ回路網を考える必要がある。

本論文では言語処理の脳機構が感情的プロソディの処理機構とどのように関連するのか、両者の発達の過程を調べることによって考察した。

方法

「いい子ね」対「悪い子ね」のように言語的意味が正負で対立するフレーズを、肯定的感情が否定的感情を込めて発話した音声を使用した。フレーズの言語的意味が肯定的か否定的かを言語属性(+/-)と、発話者の感情が肯定的(+/-)か否定的(+/-)かを感情属性(+/-)と定義した。言語属性と感情属性の組み合わせにより、(言語+感情+)を賞賛音声、(言語-感情+)を冗談音声、(言語+感情-)を皮肉音声、(言語-感情-)を非難音声と4種類に分類し、これを音声属性(賞賛+、冗談+、皮肉+、非難-)と呼ぶことにした。

幼稚園児から成人まで延べ400名に対してフレーズの感情属性を判断する感情課題と、言語属性を判断する言語課題を行った。言語課題は小学4年生以上に対してのみ行った。幼稚園児に対しては快表情の顔と不快表情の顔を左右にランダムに提示した上で、音声どちらの顔で発声されたものかを判断してもらった。小学生から中学生では解答用紙に列記された選択肢から適切な肢に丸をつける方法で課題を行った。成人では2肢選択の反応ボタンを使って正答率と反応時間を計測した。

結果

図1に感情課題の結果を示す。感情属性と言語属性が一致する賞賛音声や非難音声に対する正答率は年齢を問わず高かった。感情属性と言語属性が一致しない冗談音声と皮肉音声に対する正答率

は加齢とともに有意に上昇した。感情属性と言語属性が相反するフレーズに対して幼稚園児は感情属性を20%程度しか正しく検出することができなかった。言い換えれば、約80%の幼稚園児が、(言語+感情+)である冗談音声の感情属性として、(言語+感情-)である皮肉音声の感情属性として+を選択した。

図2には感情課題と言語課題の結果を示す。皮肉音声に対する結果である。言語課題の成績は計測できた中では小学高学年生が最も高く、中学生で低下し成人でも小学高学年生より低い値になった。(言語+感情-)である皮肉音声の言語属性を小学高学年生は94~95%正しく検出できた。しかし、感情属性は小学高学年男児で72%、小学高学年女児で81%しか正しく検出できなかった。中学生では感情属性の検出能力が高まり男児で85%、女児で87%であったものの、言語属性の検出能力は小学高学年生より低く、男児で82%、女児で84%となった。

考察

感情属性と言語属性が一致しない冗談音声と皮肉音声に対する正答率は、年齢間に有意差異があり加齢とともに上昇した。感情属性と言語属性が相反するフレーズに対して幼稚園児は感情属性を20%程度しか正しく検出することができなかった。この年代では「いい子ね」と皮肉られても「いい子」といわれたと解釈するということである。たとえば「馬鹿だな！」と言語的には辛らつなフレーズを共感や愛情を込めて表現する「冗談」音声の認知をみても、中学生になってもなお成人の成績より有意に低い値であった。これらの結果は、音声コミュニケーション上、重要な役割を果たしえる感情的プロソディの認知能力が成人と同じレベルに成熟するのは比較的遅いことを示唆している。

音韻や統語のように言語や音声コミュニケーションの基盤となる概念や機能は比較的早期に成熟すると考えられる。これに対して語彙や意味概念は初期の語彙爆発の時点を超えても生涯に渡って成長を続けるものと考えられる。本研究の結果から、感情的プロソディと言語情報を分離・統合して、話者の隠された本心を理解する能力は「皮肉」や「冗談」といったコミュニケーション上の意味概念の獲得に依存しており、比較的緩やかに成熟するものと考えられる。これらの概念が成熟する

以前の発達段階では、言語的意味に対してより敏感で、感情的プロソディには十分な注意を向けられない時期があること、音声から言語的意味を取り出す機構と感情的プロソディを処理する脳機構とが異なる時間経過で発達し、両者が干渉しあってコミュニケーション上の複雑な意味を理解できるようになるのは中学生以後と比較的遅いことが示された。

謝辞：音声録音にご協力頂いた諸先生、テストにご協力頂いた小学校、中学校の先生と被験者の方々に深謝する。

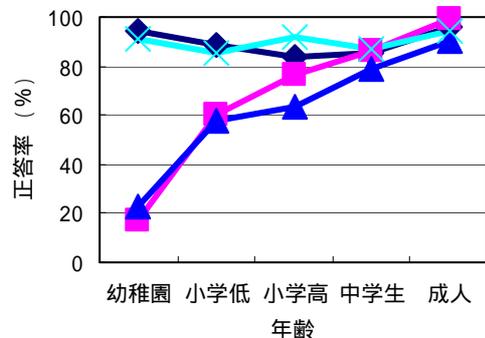


図1. 感情課題における正答率。□:賞賛音声(+ +)、○:非難音声(- -)、△:皮肉音声(+ -)、◇:冗談音声(- +)

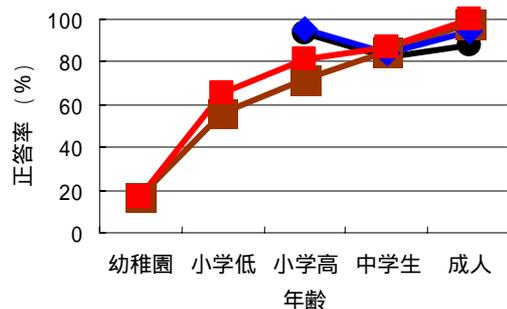


図2. 皮肉音声に対する感情課題(女性: □、男性: ○)と言語課題(女性: △、男性: ◇)の正答率。言語課題は小学高学年生以上に対して行った。

文献1) 野口、小澤、山崎、今泉：音声から話者の心を理解する能力の発達。音声言語医学 45(4), 2004.
 2) Imaizumi, Homma, Ozawa, Maruishi, Muranaka, Gender Differences in Emotional Prosody Processing -A fMRI Study-. Psychologia, 47(2), 2004.

「動詞の活用」の脳科学

・言語学と認知神経科学の提携によって拓かれる可能性・

酒井弘(さかい ひろむ)

広島大学 教育学研究科 / 「育む・学ぶ」ことばの脳科学プロジェクト研究センター

(要旨) 心理言語学, 神経言語学など現代言語学理論の流れを汲む研究においては, コミュニケーションを支える脳機能を, それぞれが固有の役割を分担する複数の下位部門から構成される「記号処理システム」として捉えることが一般的である. このような発想を認知実験, 電気生理学実験, 脳機能イメージング実験などの認知神経科学的手法と組み合わせるアプローチにはどのような魅力があるのか, 克服すべき課題は何なのかなどの問題を考えてみたい. 具体的な事例として, 形態的統語的に複雑な単語である動詞の「活用形」が脳でどのように処理されているのかを探る一連の研究について紹介する.

Key words: 記号処理モデル, プライミング, 事象関連電位, N400, P600, 脳機能イメージング

はじめに-「動詞の活用」と複雑な単語処理-

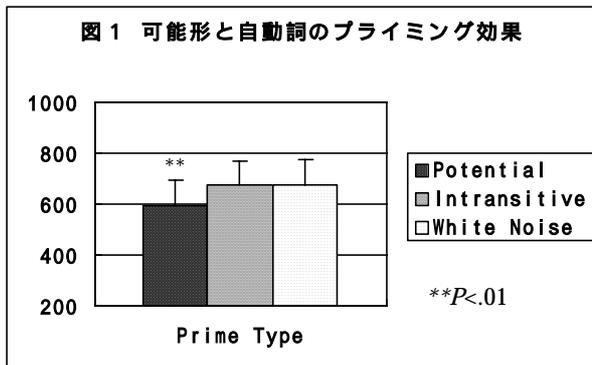
日本語のように複雑な単語を形成する傾向が強い「膠着的」言語の母語話者は, どのようにしてリアルタイムの単語処理を可能にしているのだろう. 例えば, 「サービス残業させられそうになって, 断るのに苦労したよ」という発話の中で, 下線の表現は切れ目のないひとまとまりの音声として産出される. 時にこのように大きなチャンクを形成する日本語動詞の「活用形」を, 聞き手はどのように処理しているのだろう. この問題に対するエレガントな解答が形態解析という手法である. この巨大なチャンクはまず, 「サービス+残業+させ+られ+そうに+なっ+た」のような小さなユニットに分割される. そしてそれぞれの意味情報がユニットごとに検索され, 検索された言語情報に基づいて意味的・文法的な構造の構築と統合が行われ, 文脈に組み込まれて行くと考えられる. つまり母語話者の脳内には, 分割処理(形態解析)を担当する部門と語彙情報の検索を担当する部門, 統語的・意味的統合を担当する部門が存在し, それぞれが固有の仕事を行って一連の言語処理が完成する. このようなモデルの根本にあるのは, コミュニケーションの脳機能は全体として観察すると, いくつかの固有の機能を分担するセクションが有機的に結びついた「記号処理システム」として捉えられるという発想である. モデルの有効性を確かめるために, 下位部門の自律性, 活動のタイミ

ング, 機能の局在を探る実験を実施した.

実験1 <形態プライミング効果の測定>

活用形の形態プライミング効果を測定することで, 分割処理の存在を確かめることを試みた. 可能形「たおせる」が, 語幹 TAOS-と可能の接辞-ERU に分割して処理されているという仮説が正しければ, 可能形をプライムとして先行提示すると, 語幹を共有するターゲット他動詞「たおす(TAOS-U)」の語彙判断に対して, 同一語幹 TAOS-の反復による強い処理促進効果が観察できるはずである. 一方意味的に類似していても, 語幹が同一でない自動詞「たおれる(TAORE-RU)」には, 弱いプライミング効果しか期待できない. プライムを聴覚提示し, ターゲットを視覚提示するクロスモーダル・プライミングという手法を使用した実験で, 語幹を共有する可能形は,

図1 可能形と自動詞のプライミング効果



自動詞より有意に強いプライム効果を示すことが確かめられた(図1)。

実験2 < 事象関連電位の計測 >

脳活動の電気生理学的指標である事象関連電位として、意味の逸脱や語彙処理の困難さに対応して観察される N400 や、文法的逸脱に対する反応であるとされる P600 などが知られている。そこで「活用の誤り」に対する事象関連電位を計測し、「語彙の誤り(疑似単語)」や「意味の誤り(選択制限違反)」と比較してみた。ここで言う活用の誤りとは、語幹に対する接辞の選択が誤っているような例、すなわち「たおさ+ない」と「たおし+たい」の下線部をミックスして作成した「たおさ+たい」のようなコンビネーションを言う。語幹と接辞が分割されることなく一つのユニットとして処理されるなら、このようなパターンは「たおきたい」のような疑似単語と区別されないため、両者に対して同じ脳波成分が検出されるだろう。一方もし語幹と接辞の分割処理が行われているなら、両者は活用の誤りと語彙の誤りという性格の異なる逸脱として処理され、異なる脳波成分が検出されるだろう。実験の結果、「語彙の誤り(疑似単語)」に対しては N400 に相当する陰性電位が検出され、「活用の誤り」には P600 に相当する陽性電位が検出された(図2)。

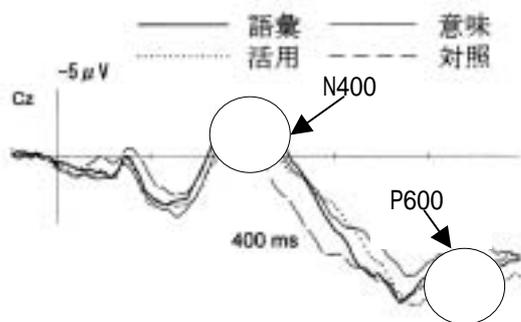


図2 語彙・意味・活用の誤りに対する事象関連電位

実験3 < 脳機能イメージの取得 >

事象関連電位計測実験と同じパラダイムでfMRI(磁気共鳴画像法)による脳機能イメージの取得を試みた。活用の誤り、語彙の誤り、意味の誤りを含む刺激を対応する誤りを含まない刺激とミックスして提示し、文法性判断課題を遂行する際の反応を計測した。取得したイメージを解析ソフト SPM99 によって分析した結果、統制条件(無意味語の記憶課題)と各実験条件(言語課題)の比較において、

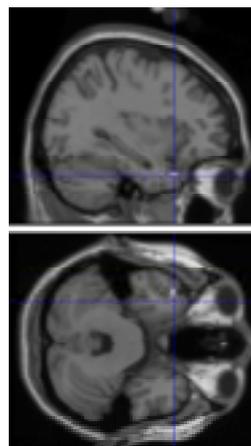


図3 活用条件・語彙条件の側頭極周辺の活動

左脳前頭葉下前頭回、側頭葉中側頭回の側頭極周辺、角回・縁上回周辺などに有意な活動の高まり($P < .05$ corrected)が観察された。活用条件では側頭極周辺の、意味条件では下前頭回の活動が最も活発だった。言語課題間の比較では、活用条件における側頭極周辺の活動が語彙条件より有意に強く($P < .001$ uncorrected)(図3)、意味条件における下前頭回の活動が他の二条件より有意に強かった($P < .001$ uncorrected)。この結果から、複雑な単語の処理における形態解析には側頭極周辺が、形態素間の統語的/意味的統合処理には下前頭回が深くかかわっていることが示唆された。

まとめ

実験1-3のいずれも、活用形の分割処理を仮定するモデルが支持される結果となった。このような結果を踏まえて記号処理モデルを採用することのメリットを検討すると、これまでの言語学的研究成果の蓄積を背景にさまざまな実験パラダイムを構築することができるので、個別言語の特性に応じた(例えばこの研究のように、日本語を題材にしないとできないような)実験のアイデアを掴んだり、明示的で洗練された実験仮説の構築を助けたりすることで、研究基盤の整備に欠かすことのできないデータ獲得を促進する価値が高いと考えられる。しかし、システム全体の特性を記号処理モデルとして捉えることと、脳内で記号がどのように表現されているかに関する議論を混同してはならないだろう。分散協調モデルと記号処理モデルは決して排他的なものではなくて、神経細胞のネットワークである脳がどのようにして記号処理を可能にしているのかという謎に共同で取り組むパートナーであると考えらるなら、今後両者がより良い関係を構築していくことが期待できる。

言語機能のモデル化 - ロゴジェン・モデルとトライアングル・モデル -

伏見貴夫、辰巳格

東京都老人総合研究所 言語・認知・脳機能研究グループ

(要旨) 語レベルの処理について、言語機能を辞書や規則など処理様式の異なる下位機能に分け明示的に表現したモデルにロゴジェン・モデルがある。これに対しトライアングル・モデルは、文字・意味・音韻といった知識のタイプは認めるものの、辞書や規則は独立した処理過程として存在するのではなく、一様な処理様式をもつモデルの中に学習によって出現する見かけ上の機能であると仮定する。本発表では失読や失語にみられる諸症状を取り上げ、ふたつのモデルによる解釈を対比し、その争点を要約する。

Key words: 表層・音韻・深層失読、音韻性短期記憶障害、音韻・深層失語

言語の運用には、単語の音韻情報・統語範疇・意味などを記憶した辞書的知識と、単語を配列し文を作り出す文法規則が必要である。語レベルの処理でも規則と辞書の双方が必須であり、活用・派生とも規則で処理できる場合(bake→baked; baker はパン焼き職人)、語に特異的な知識が必要とされる場合(take→took; cooker は調理器具で cook が調理人)がある。読みや綴りでも規則に従う規則語(beat, wheat, treat などでは ea は/i/と読む; beam, leaf, speak などでは/i/は ea と綴る)と、そうでない例外語(great→/greit/; brif/→brief)がある。規則があれば未学習の語や新造語の処理が可能となるが(fax→faxed, faxer, /fæks/)、例外的な実在語の処理には辞書が欠かせない。言語のさまざまなレベルで機能する「辞書と規則」の働きを探ることは、言語機能を支えるメカニズムを検討する上で有用と思われる。

ロゴジェン・モデルとトライアングル・モデル

語レベルで「辞書と規則」の働きを説明しようとする試みとして、ロゴジェン・モデル(図1)とトライアングル・モデル(図2)が挙げられる。ロゴジェン・モデルは箱と矢印で表現される記述的モデルであり、その特徴として、規則に基づく処理過程(図1の①、⑤、⑨)、単語形態が局所表象として記載されている辞書(図1の4つの辞書)を持つことの2点が挙げられる。近年は IA モデル(Interactive Activation model)を基盤とした計算論モデルが構築されている。一方、トライアングル・モデルは並列分散処理モデル(Parallel Distributed Processing model)を基盤とした計算論モデルであり、単語は文字層・音韻層・意味層の各層(図2の大きな楕円)で、構成要素に対応するユニット(処理単位:図2の小さな丸)の活性化パターンとして分散的に表象される。層内・層間のユニットは結線により活性を伝えあう(図2の矢印は結線の束を表す)。各層における語の表象は中間層(図2の小さな楕円)を介する計算により他の表象に変換される。ロゴジェン・モデルと異なり、単語に対応するユニットや、規則に相当

する処理過程を持たない。

「辞書と規則」か「意味と音韻」か

【表層失読・音韻失読】

表層失読(surface dyslexia)では、規則語・非語の音読は良好だが例外語の成績が低下し、例外語に規則的な読みを当てはめる規則化錯読が頻発する(sweat→/swit/)。音韻失読(phonological dyslexia)では、規則語・例外語とも単語の音読は良好だが非語の成績が低下し、非語を類似する単語に読み誤る語彙化錯読が見られる(speat→/spik/)。

ロゴジェン・モデルでは、例外語を正しく読むのには文字入力辞書、音韻出力辞書を経由する語彙経路が必要であると想定される。語彙経路はさらに、文字入力辞書→音韻出力辞書(図1の②)からなる非意味的語彙経路と、文字入力辞書→認知システム→音韻出力辞書(図1の③、⑧)からなる意味的語彙経路に枝分かれする。辞書に記載がない非語の音読には読みの規則を適用する非語彙経路(図1の①)が必要である。表層失読では意味的語彙経路、非意味的語彙経路の双方、ないし両者の共通部分である文字入力辞書または音韻出力辞書の損傷が想定される。音韻失読では非語彙経路が損傷されていると考えられている。

トライアングル・モデルでは、規則語・例外語・非語とも同じ構造とアルゴリズムにより文字表象、音韻表象、意味表象が計算される。音読では文字表象から音韻表象を直接計算する過程(文字→音韻)が重要な役割を果たすが、文字→音韻の効率は多数派である規則語より少数派である例外語で悪いため、例外語では文字→意味→音韻の働きが必要となり、意味層を損傷すると例外語の音読成績が低下するといわれる。実際、意味記憶に選択的障害を示す意味痴呆例では表層失読が頻繁に観察される。一方、非語の音韻表象は文字→音韻において単語からの類推(analogy)により計算されるが、学習経験のない非語では音韻表象の活性化が弱く、音韻層に損

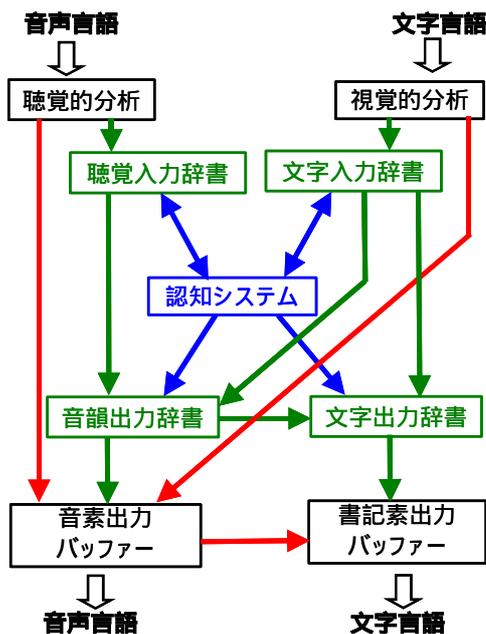


図1. ロゴジェン・モデル

傷を与えると非語の音読成績が低下する。実際、音韻失読例では非語の中でも音韻形態が単語となる同音擬似語 (brane) の音読が文字形態・音韻形態とも非語となる非同音非語 (frane) より良好であること、/br/と/ein/を聞き/brein/と発話するなど文字を用いない音韻課題でも単語に比べ非語の成績が低下することが知られている。

損傷機能の違いか重症度の違いか

【深層失読】

深層失読 (deep dyslexia) では非語の音読ばかりか単語の音読も障害され、単語では高心像語 (具象語) に比べ低心像語 (抽象語) の成績が低下する心像性効果が現われる。また単語を意味的に類似する別の語に誤る意味性錯読が観察される (symphony → orkestra)。

ロゴジェン・モデルでは、非語彙経路および非意味的語彙経路が損傷され、低心像語の処理効率が悪い意味的語彙経路の働きが露呈したものが深層失読であると考えられている。一方、トライアングル・モデルに基づく仮説の中には、深層失読を音韻失読の重度タイプとみなすものがある。実際、深層失読例は非語音読の成績が音韻失読例より悪く、回復により深層失読から音韻失読に移行した症例も報告されている。

【音韻性短期記憶障害・音韻失語・深層失語】

音韻性短期記憶 (auditory-verbal short-term memory) 障害では通常の発話や理解に問題はないが数唱などの短期記憶課題で成績が低下する。語レベルの課題では非語の復唱に低下が現われることが多い。音韻失語 (phonological dysphasia) では高心像語 > 低心像語 > 非語の順で復唱成績が低下する。深層失語も同様だが

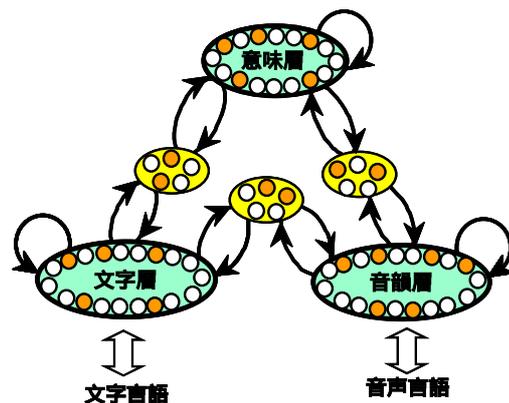


図2. トライアングル・モデル

単語の復唱に意味性錯語が出現する。音韻失語、特に深層失語でも数唱障害は重い。

ロゴジェン・モデルでは復唱にも非語彙経路 (図1の⑤) と語彙経路の処理を想定する。語彙経路は聴覚入力辞書 → 音韻出力辞書 (図1の⑥) からなる非意味的語彙経路と、聴覚入力辞書 → 認知システム → 音韻出力辞書 (図1の⑦、⑧) からなる意味的語彙経路に枝分かれする。音韻失語では非語彙経路の働きが損傷され、深層失語ではそれに加え非意味的語彙経路の働きも損傷されていると考えられる。またこれらの経路の機能低下の背景として、音韻性短期記憶障害を想定する場合もある。

トライアングル・モデルに基づき上記3つの症状を解釈した文献は見受けられないが、音韻層の活性化の急速な減衰、およびその程度の違いにより上記3つの症状が解釈できる可能性ががあると思われる。また回復過程においてその症状が深層失語から音韻失語ないし音韻性短期記憶障害へと移行した症例も報告されている。

乖離か共起か

ロゴジェン・モデルには、さまざまな辞書や規則などの独立した下位機能から構成されるため、損傷される機能の違いによって多くの症状、すなわち乖離を予測・説明できる。例えば、文字入力辞書の損傷のみを想定すれば、聴覚的理解や喚語が良好な表層失読が現われると予測される。一方、すべての語に一律な処理を想定するトライアングル・モデルでは、選択的な障害をもたらす損傷は意味層、音韻層など特定の部分に限られる。そのため、意味障害があれば表層失読が現われ、音韻障害があれば音韻失読や音韻失語などの症状が現われるという共起が予測され、症例の多様性は重症度や意味・音韻障害のバランスによると提言される。近年では、ロゴジェン・モデルとトライアングル・モデルの是非を論じる上で、意味障害例、音韻障害例それぞれにおける症状の乖離や共起が問題とされている。

Development of Cognitive and Literacy Skills of 2nd Grade Japanese Children

Maki Koyama, Peter C. Hansen, Burton Rosner, John. F. Stein
University Laboratory of Physiology, Oxford University, OX1 3PT, UK

(Abstract): This preliminary study examined the performance of 15 second-grade Japanese children to ascertain relationships between literacy skills (reading and spelling performances) and cognitive skills (visual, auditory, phonological, orthographical skills and speed naming). Correlation analyses were conducted to understand the relationship between all skills. The results suggest that, like alphabetical languages, reaction time of Kana reading and spelling and the score of Kana spelling are significantly related with phonological (i.e. nonword and digit repetition) and auditory (i.e. tone discrimination test) processing skills. On the other hand, the scores of Kanji reading and spelling are significantly related with phonological (i.e. nonword repetition), visual (i.e. visual pattern test), orthographical processing (i.e. radical position test) skill and naming speed (i.e. object). Particularly, a visual pattern test, which has been reported to have little correlation with reading ability of alphabetical languages, is most strongly correlated with reading and spelling Kanji. It may be that learning Kanji shares a common cognitive mechanism necessary for visual pattern test, suggesting that a specific type of visual working memory may play an important role for reading and spelling Kanji in Japanese. Finally, the results combining the data from this preliminary study and the ongoing study in Japan (July and August in 2004) were illustrated (t-test, multiple regression analysis).

Key words: reading, spelling, phonological and visual working memory, orthographic processing, speed naming, visual coherence motion

Method

Participants

The participants of the preliminary study comprised 15 Japanese children (8 boys, 7 girls), who go to a Japanese school in London. All of the children received a Japanese-based educational curriculum. The mean chronological age at the time of testing was 102 months (S.D.= 4 months, ranged from 97 to 107 months). None of the children had fundamental sensory deficits.

Design and Procedure

Children were always tested individually, in a single session lasting about 75 minutes. Testing took place in the child's home in a quiet setting. The order of administration of the measures was held constant across children.

Measures

Intelligence:

- (1) *Verbal similarities* from the WISC- (Japanese version) was administered as a measure of children's verbal intelligence abilities.
- (2) *The Raven's Coloured Progressive Matrices* was used to assess children's nonverbal intelligence abilities.

Reading: Reading comprised of Hiragana, Katakana, Kanji words (60 items), which were chosen from 1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th grade levels. Selection of Kanji words were carefully controlled for visual complexity based on the number of strokes. Scores for reading accuracy and speed were measured.

Spelling: Each child was required to write down words presented orally by the experimenter. The number of items for each type of script in spelling test was the same as reading test.

Phonological Processing:

(1) **Digit Repetition:** Digit span test (the working memory test battery for children, Pickering and Gathercole 2001) was administered. Sequences of the digits were auditorily presented by “Praat” programme on a laptop computer. The score was the total number of sequences correct.

(2) **Nonword Repetition:** Nonwords used in this study were selected according to the mora-based wordlikeness estimation by Saito (2000). Nonwords were auditorily presented by “Praat” programme. The score was the total number of nonwords correct.

Auditory Processing: Each child heard a sequence of computer generated sounds, and after a short pause, a second sequence of sounds, which was either in the same order as the first sequence or in a different order, was presented. Each child was requested to decide if both sequences were identical or different. The length of the sequences was increased by adding one sound. The span estimates were determined according to a stair-case paradigm with four reversal points within a given series of trials.

Orthographic Processing: Radical Position: This test was used to assess the children’s knowledge of Kanji character structure and efficiency of visual encoding of radical position. The test comprised of 44 real (e.g.木支)and 39 nonreal characters(e.g.支木) with left/right radicals reversed. Each stimulus was presented by “Presentation Programme” on a laptop computer and each child was required to identify whether

the stimulus was real or nonreal Kanji character. The total number correct and reaction time in seconds were measured.

Visual Processing:

(1) **Visual working memory:** The visual pattern test developed by Della Sala et al (1997) was administered. Each child was presented with a matrix, in which half of the squares were black and half white, for 2 seconds, and then required to recall and reproduce the black squares in the answer sheet by ticking with use of a pencil. Testing was stopped when the child made two or more errors at a particular difficulty level. The score was the total number correct.

(2) **Visual Coherence Motion:** The coherent motion stimuli were random dot kinematograms. Each child was presented by two panels on the computer display and asked to report which panel contained coherent motion by pressing an appropriate key on the computer. Feedback was given after each trial visually. Threshold estimates were determined by taking the geometric mean of the last six of eight reversal points within a given series of trials.

Rapid Naming: Each child was required to name each object as quickly as possible. The objects contained “chair” “box” “ball” “car” and “pencil”, and were systematically randomized. The error score and reaction time in seconds were measured.

(Detailed results and discussion will be discussed in the conference.)

小学生 541 名における読み書きの習得度と認知機能との関連について

宇野彰¹(うの あきら)、Wydell Taeko²、春原則子³、金子真人⁴、粟屋徳子⁵

1)筑波大学大学院人間総合科学研究科、2)Brunell 大学 Centre for Cognition and Neuroimaging (CCNI)、3)東京都済生会中央病院リハビリテーション科、4)東京都立大塚病院リハビリテーション科、5)杏林大学医学部附属病院リハビリテーション科

(要旨)公立小学校の小学2年生から6年生までの541名を対象に読み書きの習得度と認知機能との関連について検討することを目的とした。読み書きの習得度検査としてひらがな、カタカナ、漢字単語の音読力と書字力スクリーニング検査を用いた(宇野ら 2004)。認知機能検査では、全般的な知的発達の評価としてレイヴン色彩マトリックス(RCPM)を、視覚的認知機能、構成能力の評価として Rey の複雑図形の模写、視覚的記憶力の課題として Rey の複雑図形の直後再生、30分後の遅延再生、音声言語発達の指標として標準抽象語理解力検査(SCTAW)を聴覚提示にて行った。音韻処理課題として非語の復唱と音読を行った。読み書きの習得度得点が-1.5SD 未満の群と以上の群とに分けて検討した。クラスター分析の結果、両群ともに読み書きの習得と音韻操作能力とは、関連が弱く、図形の記憶力は読み書き全体と関わりの強いことが示唆された。

Key words: 小学生(primary school students)、発達性読み書き障害(developmental dyslexia)、音韻認識(phonological awareness)、視覚的記憶(visual memory)

【はじめに】

英語圏では、読み書き技能の習得と関連のある認知機能として語音認知力、音韻認識能力や音韻想起力が重要であることは、多くの研究者から指摘され、文字習得のトレーニング方法においても音韻に関する訓練が重要視されている。本邦では、健常の児童を対象とした研究においては、ひらがなやカタカナおよび漢字の習得には、目標文字との視覚的同定課題に比べて音韻想起機能が大きく関与しているとの報告(小林ら 2003)がある。視覚的な記憶課題を含めた機能との比較をしている研究報告(宇野ら 2003)では音韻処理能力に加えて視覚性記憶力を含む視覚情報処理過程も大きな役割を担っている可能性について言及されている。また、発達性読み書き障害例を対象例とした研究(宇野ら 2002)では、読み書きの障害には音韻認識障害だけでなく、視覚的認知力や視覚的記憶力を含む視覚情報処理過程の障害も関わっていると報告している。

本研究の目的は、通常学級に通う小学生においてのひらがな、カタカナおよび漢字の習得度に影響を与えている認知機能について複数の候補を挙げて検討することである。

【対象と方法】

対象は、東京近郊県 5 万人都市での公立小学校、通常学級在籍の 2 年生から 6 年生の合計 541 名である。AD/HD や自閉症、知的障害と診断された児童、および視覚や聴覚の障害により課題の実施が困難であった児童を除いた 487 名を解析の対象とした。

認知機能検査では、全般的な知的発達の評価としてレイヴン色彩マトリックス(RCPM)を視覚的認知機能、構成能力の評価として Rey の複雑図形の模写、視覚的記憶力の課題として Rey の複雑図形の即時再生、30分後の遅延再生、音声言語発達の指標として標準抽象語理解力検査(SCTAW)を聴覚提示にて行った。音韻処理課題として非語の復唱と音読を行った。読み書きの習得に関する検査として、宇野らの発達性読み書き障害児検出のためのスクリーニング検査課題を用いた。本課題は、ひらがな、カタカナ、漢字単語それぞれ 20 語ずつの音読と書取からなっており、2 年生は 1 年生で学習する漢字単語を、その他の学年ではそれぞれ 2 学年下で学習する漢字単語とこれらと同じ単語のひらがな、カタカナが用いられている。

解析は、RCPM の得点が学年平均の-1.5SD

以上で、全般的な知的機能に明らかな低下がないと考えられた児童について実施した。この条件を満たす児童を、読み書きに関する課題、すなわち、ひらがな、カタカナ、漢字単語のすべての音読および書字成績が平均の-1.5SDを超えており読み書きに明らかな低下がないと考えられた群(-1.5SDを超える群)と、ひらがな、カタカナ、漢字単語のそれぞれの音読または書字において-1.5SD以下の成績で読み書き障害が疑われた群(-1.5SD以上群)の2群に分けて、RCPM、SCTAW、非語の復唱と音読、ひらがな、カタカナ、漢字単語の音読と書取、加減算の項目を対象に、ワード法によるクラスター分析を行った。

【結果】

RCPM、Reyの複雑図形の各試行、SCTAWの得点は、学年が上がるにつれて得点が上昇した。非語の復唱は2年生でやや低い結果だったが、3年から6年生の得点に大きな差はなく、非語の音読得点は学年が上がるにつれて緩やかに上昇した。音読における正答率は、ひらがな単語ではどの学年も99%以上、カタカナ単語は93%以上、漢字単語86%以上であった。書取りにおける正答率は、ひらがな単語は97%以上、カタカナ単語は82%以上、漢字単語は79%以上であった。

クラスター分析の結果、読み書きの到達度が1.5SDを超える群の結果は、大きく4つのクラスターに分けられた。第1クラスターはひらがな、カタカナ、漢字それぞれの音読と書字および標準抽象語理解力検査(SCTAW)から構成されていた。第2クラスターはReyの複雑図形における直後再生と遅延再生、第3クラスターはRCPMとReyの複雑図形の模写から構成されていた。第4クラスターは加減算と非語の音読、非語の復唱から構成されていた。第4クラスターをさらにクラスター分析すると、加減算と非語の復唱、音読に分かれ、ほぼ独立していた。第1、第2クラスターの距離が近く、第4クラスターは第1クラスターとは距離が離れていた。読み書きの到達度が-1.5SD以下群では、第1クラスターはひらがなの音道と書字、カタカナおよび漢字の音読、標準抽象語理解力検査(SCTAW)から構成されていた。第2クラスターはカタカナと漢字の書字およびReyの複雑図形における直後再生と遅延再生から構成されていた。第3クラスターと第4クラスターは、読み書

き到達度が-1.5SDを超える群の結果とほぼ同様の結果であった。

【考察】

クラスター分析の結果、第1クラスターは語彙の理解と読み書きに関連するクラスター、2番目は図形の記憶に関連するクラスター、3番目はRCPMと図形の模写から構成されていたが、構成能力は知能との相関が高く、知能検査としても用いられていることから、第3クラスターは構成能力と知能とに関連するクラスターと考えられた。4番目は加減算と音韻処理に関するクラスターであった。

読み書き習得度検査の得点が全体の-1.5SDを超える群においても、以下の群においても、音韻処理課題である非語の復唱や音読は、文字の読み書き課題である第1クラスターとは距離が離れていた。すなわち、本研究での日本語話者の小学生における分析では、読み書きの習得度と音韻操作能力は、関連があるとしても弱いことが示唆された。一方、図形の記憶力はどちらの群においても、読み書き全体と関わりの強いことが示唆された。特に-1.5SD以下群では、図形の記憶力とカタカナおよび漢字書字との関連がより強いことが示唆された。英語圏での報告では、読み書きの習得と音韻処理能力との関連が強いとされているが、本研究の結果からは、文字言語の構造の違いによって、関連する認知機能の貢献度が異なる可能性が考えられ、日本語の読み書きに関しては、英語圏におけるよりも、図形に関する認知機能との関連が強いことが示唆された。

【文献】

- 小林マヤ、加藤醇子、チャールズヘインズ、他：幼児の読み能力に関わる認知言語的能力.LD研究.12.259-267.2003
- 宇野彰、金子真人、春原則子、他：発達性読み書き障害 - 神経心理学および認知神経心理学的分析 - .失語症研究 22.130-136.2002
- 宇野彰、春原則子、金子真人：6歳児1001名における平仮名音読力と関連する認知能力. 第6回認知神経心理学研究会抄録.2003

Case Studies of English-Speaking Compensated Developmental Dyslexics

Susumu Okumura & Taeko N Wydell

Department of Human Sciences, Brunel University, UK

(Abstract) This study investigated three dyslexics and two suspected dyslexics' phonological awareness and visuo-spatial processing skills. All cases showed phonological deficits but three of whom also showed visuo-spatial processing deficit. Further, one case showed that her main deficits in organising the content and sequence of her language is affected more by her visuo-spatial and visuo-sequential memory impairments. The study thus suggests that in addition to phonological deficits, deficits in other domains such as visuo-spatial deficits can co-exist among dyslexic population.

Keywords: dyslexia, phonological awareness, visuo-spatial memory

“[Dyslexia is] a disorder manifested by difficulty in learning to read despite conventional instruction, adequate intelligence and socio-cultural opportunity”(Chritchley, 1975). Compensated dyslexics are those who finds ways to overcome their reading and/or writing difficulties. It is largely supported that despite compensating for the initial reading and/or writing problems, core phonological problems remain among those dyslexic individuals (e.g. Campbell & Butterworth, 1985; Wydell & Kondo, 2003). Deficits in phonological awareness and processing skills result in poor word recognition and it is suggested to persist into adulthood (e.g. Bruck, 1992). Dyslexics usually have poor performance with skills such as phonological processing and short-term memory – difficulties that are largely untreatable and have to be compensated for or accommodated (e.g. Landerl *et al.*, 1997). Further, findings of an impairment in phonological processing remains the most consistent in all studies of dyslexia (Ramus, 2003). Although phonological deficit hypothesis is now largely supported by a large number of studies, it is plausible that some dyslexics may show deficits in different domains, for example visuo-spatial processing deficit (e.g., Eden *et al.*, 1996) Therefore, the purpose of this study was to investigate phonological awareness as well as visuo-spatial skills of dyslexic individuals.

(Participants) Three dyslexic and two suspected dyslexic adults were participated in the study. These participants consisted of a postgraduate student, two undergraduate students, one 28 years old office assistant and a 34 years old secretary. They were all previously diagnosed as dyslexics by chartered psychologists except the office assistant. In order to ascertain the extent of their reading/writing, as well as

phonological processing deficits, twelve similar aged and similar education level native speakers of

English were recruited at Brunel University as controls. The mean age for the controls was 26.3 for female (n=7) and 25.1 for male (n=5) participants with overall mean age of 25.8.

(Method) The following three types of tasks were administered to the participants individually: **(1)** Reading and Writing Skills - **a.** words (Schonell, 1960), and **b.** nonwords (Glushko, 1979); **(2)** Phonological Processing Skills - **a.** homophone judgement (Coltheart, in preparation), **b.** rhyme judgement (Howard & Franklin, 1996; Best, 1996), **c.** orthographic and phonological lexical decision tasks (Frith,

(1996), and **d.** consonant deletion tasks (Stuart, in preparation), and **(3)** visuo-spatial processing skills – Rey's complex figure (Lezak, 1983).

(Results and discussion) Performance on phonological awareness tests (Task 2) revealed that all the dyslexic participants including the suspected ones showed impaired performance compared to their controls. This is consistent with other studies of dyslexia (e.g. Stanovich & Siegel, 1994; Ramus, 2003). However, three dyslexic individuals also showed visuo-spatial processing deficits in addition to phonological processing deficits, suggesting that visuo-spatial processing deficits can also co-exist among some dyslexic individuals. One case on the other hand, showed different patterns of performance from others. Her main difficulties in reading comprehension and organisational skills were more due to her impaired visuo-spatial and visuo-sequential memory rather than phonological processing deficits.

References

Reading 26 (1):33-48.

- Best, W.,(1996). Nonword Rhyme Judgement test, unpublished test. Birkbeck College.
- Chrichey, M.(1975). "Specific developmental dyslexia." In Lenneberg, E.H., Lenneberg, E. (Eds.), Foundations of Language Development, Vol.2 Academic Press, New York.
- Bruck, M. (1992). "Persistent of Dyslexics' Phonological awareness deficits." Developmental Psychology **28**(3):874-886.
- Campbell, R. & B. Butterworth (1985). "Phonological dyslexia and dysgraphia a highly literate subject: a developmental case with associated deficits of phonemic processing and awareness." Quarterly Journal of Experimental Psychology **37A**: 435-475.
- Coltheart, M. (in preparation). Homophone judgement test.
- Eden, G.F., Stein, J.F., Wood, H.M., Wood, F.B. (1996). Visuospatial judgment in reading disabled and normal children. Perceptual and Motor Skills **82**: 155-177.
- Frith, U. (in preparation). Orthographic and phonological lexical decision tasks for children.
- Glushko, R. (1979). The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud." Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance **5**(4): 674-691.
- Howard, D & Franklin, S. (1996). Missing the meaning, MIT Press, Cambridge, MA.
- Landerl, K., H. Wimmer, U. Frith (1997). "The impact of orthographic consistency on dyslexia: a German-English comparison." Cognition **63**:315-334.
- Lezak, M.D. (1983). Neuropsychological assessment 2nd Edition. Mew York: Oxford University Press.
- Ramus, F. (2003). "Developmental dyslexia :specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction ?" Current opinion in Neurology **13**:1-7.
- Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. (1994). Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: A regression-based test of the phonological-core variable-difference model. Journal of Educational Psychology **86**: 24-53.
- Stuart, M.(unpublished). Consonant deletion tasks. UCL.
- Wydell, T., & T. Kondo (2003). "Phonological deficit and the reliance on orthographic approximation for reading: a follow-up study on an English- Japanese bilingual with monolingual dyslexia." Journal of Research in

An English-Japanese Bilingual with Monolingual Dyslexia: Behavioural and Neuroimaging Data

Taeko N. Wydell
Brunel University, UK

Abstract The behavioural (Wydell & Butterworth, 1999; Wydell & Kondo, 2003) and neuroimaging data (Wydell, Kondo & Mashiko, 2004) were collected from an English-Japanese bilingual individual with monolingual dyslexia in English (called AS) as well as normal English and Japanese controls during English and Japanese Kana pseudohomophone reading tasks. Both the behavioural and neuroimaging data indicated that there is a neurocognitive deficit in AS, and this deficit is more detrimental to English than Japanese Kana. The hypothesis of Granularity and Transparency (Wydell & Butterworth, 1999) can explain both behaviourally and neurally it is possible to be a bilingual with monolingual dyslexia.

Key words: dyslexia, magnetoencephalography, pseudohomophones, neurocognitive deficit

Wydell and Butterworth (1999) reported the case of AS, a 16-year old English-Japanese bilingual boy whose reading and writing difficulties are confined to English. AS's reading in logographic Kanji and syllabic Kana is equivalent to that of Japanese graduates. In contrast, his performance on reading and writing tests in English as well as tasks involving phonological processing was very poor, even when compared to his Japanese contemporaries. This dissociation was explained by the Hypothesis of Granularity and Transparency postulated by Wydell and Butterworth.

A follow-up study on AS conducted by Wydell and Kondo (2003) revealed that the fundamental phonological deficit which had led to his dyslexia still persisted, despite him successfully undertaking a BSc course in an English-speaking country. This finding is in accordance with much research on dyslexia showing that the impairments experienced by dyslexics in childhood persist into adulthood even though their reading skills may fall within the normal range (Funnell & Davison, 1989). These two studies also revealed that AS's reading of unfamiliar words or nonwords is essentially based on orthographic approximation using visual similarities between words.

Wydell, Kondo and Mashiko (submitted) measured the cortical activation of AS, and of English and Japanese controls, using whole-head Magnetoencephalography (MEG) during pseudohomophone reading and judgement tasks in English and Japanese Kana.

Despite the considerable inter-individual

variability in the exact patterns of activation, the bilateral posterior-anterior progression of cortical processing was consistent across the participants including AS, as previously described (Salmelin et al., 1996; Wydell, Vuorinen et al., 2003). However, it was also true that AS's reading strategy in English (i.e., reliance on orthographic approximation) was reflected in his atypical cortical activation with significantly weaker activation in the left temporal lobe compared to that of the English controls. Unlike the English control AS revealed secondary late bilateral activation in the occipital cortex (between 400 and 450ms). Further, AS's unimpaired reading ability in Kana still revealed atypical cortical activation as compared to the Japanese controls. Unlike the controls AS showed multi-loci, multi-temporal activation in the occipital cortex bilaterally up to 200 ms from the onset of the stimuli. The results indicated a functional deficit in the left temporal lobe for AS during reading, which is particularly detrimental during reading English. In contrast, an atypical reading strategy without much recourse to the left temporal region was successful in reading Kana.

As with behavioural studies, it was concluded that there is a universal neurocognitive deficit for dyslexia, and that this deficit is more detrimental to some orthographies (e.g., English) than others (e.g., Italian and Japanese). Thus even at the neural activation level it is possible to be bilingual with monolingual dyslexia.

References

- Funnell, E., & Davison, M. (1989). Lexical capture: A developmental disorder of reading and spelling, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 471-487.
- Salmelin, R., Service, E., Kiesila, P., Uutela, K., & Salonen, O. (1006). Impaired visual word processing in dyslexia revealed with magnetoencephalography. *Annals of Neurology*, 40, 157-162.
- Wydell, T.N., & Butterworth, B. (1999). A case study of an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Cognition*, 70, 273-305.
- Wydell, T.N., & Kondo, T. (2003). Phonological deficit and the reliance on orthographic approximation for reading: a follow-up study on an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 26, 1, 33-48.
- Wydell, T.N., Kondo, T., & Mashiko, T. (submitted). Neural correlates of reading English and Japanese Kana pseudohomophones by a bilingual with monolingual dyslexia and normal English and Japanese control readers: a MEG study.
- Wydell, T.N., Vuorinen, T., Helenius, P. & Salmelin, R. (2003). Neural Correlates of letter-string length and lexicality during Reading in a Regular Orthography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15:7, 1052-1062.

音韻失読では仮名非語の音読だけが選択的に障害されるのか？

加藤あすか(かとう あすか)¹⁾、新貝尚子²⁾、伏見貴夫³⁾、辰巳 格³⁾
埼玉医科大学総合医療センター¹⁾、日本医科大学付属第二病院²⁾
東京都老人総合研究所³⁾

(要旨) 音韻失読では仮名非語の音読が障害されると言われるが、一例の音韻失読例に対して精査を実施したところ、仮名非語のみならず漢字非語の成績も低下していた。仮名では、通常、漢字で表記する語を仮名書きした同音擬似語の音読成績は良好であったが、語彙判断や意味理解課題では、仮名書き語の成績が低下した。文字を用いない音韻課題の成績も低下しており、本症例の症状は音韻の活性化が不完全なために生じたものと考えられた。

Key words: 音韻失読、漢字・仮名非語、同音擬似語、音読、語彙判断、意味理解、音韻課題

目的

日本語話者における音韻失読は、仮名非語の音読に選択的な障害であると言われることが多いが、漢字非語についての検討や、語彙判断や意味理解といった音読以外の課題、文字を用いない音韻課題についての精査は少ない。今回、音韻失読と思われる症例に関してこれらの点を検討した。

症例

64歳、右利きの中卒女性。現病歴：2002年7月、脳梗塞にて当センター入院。発症から約1ヶ月後に言語療法開始。画像所見：CTにて左島部、側頭葉に低吸収域を認めた。神経学的所見：意識清明、右不全片麻痺。神経心理学的所見：軽度発語失行を認めたが、失行、失認などは認められなかった。RCPM30/36と知的機能は比較的良好であった。言語所見：非流暢性失語を認めた。発症直後は、日常会話の理解は可能だが、著明な喚語困難と軽度の発語失行により発話がしばしば渋滞した。文字言語に関しても、漢字、仮名ともに音読、読解、書字で単語レベルから障害が認められた。発症後約1年時のSLTAの理解面は、聴理解、読解ともに短文レベルまで90%の正答率であった。表出面では低頻度語で喚語困難が残存し、語列挙も困難であったが、発語失行症状は単語レベルでは消失していた。音読、復唱は短文レベルまで100%可能であった。書字面では漢字の想起困難、仮名の錯書が残存していた。Digit Spanは復唱5単位、pointing4単位であった。

実験的検査

1. 音読課題

仮名1文字は103/107(96%)とほぼ良好であった。平仮名、片仮名文字列を用いたリストでは、単語(例：くさや、コロソ)90%、通常、漢字で書く単語を仮名書きした同音擬似語(てした、テクセ)88%に比べ、非同音非語(くさろ、コロル)は57%と低下が著明であった。漢字リストでも、単語(満員)98%に比べ、非語(満送)は45%と低下が著明であった。仮名非語、漢字非語ともに語彙化錯読(例：いそうかし いそがしい、注全 注且)が頻発した。

2. 単語認知課題

失語症語彙検査の語彙判断検査(仮名表記妥当性の高い語を仮名と音声で提示)を施行した(下限=同年代健常者平均-2SD)。検査(非語と検査単語の類似性なし)では音声40/40(下限38.6)、仮名39/40(下限38.9)と成績差はなかったが、検査(非語が検査単語の1子音置換)では音声39/40(下限39.0)、仮名35/40(下限38.5)、検査(非語が検査単語の音韻転置)では音声40/40(下限38.7)、仮名37/40(下限37.7)と、音声に比べて仮名の成績が低い傾向にあった。

3. 意味理解課題

通常、漢字で表記される単語(例：親切)を漢字、音声、仮名書き(しんせつ)にて提示した。標準抽象語理解力検査では、漢字39/45(下限34.4)、音声38/45(下限33.3)に比べ、仮名書き31/45が有意に低下していた。親密度と心像性を操作した100語リストの意味判断検査でも、漢字94%、音声85%に比べ、

仮名書き72%と有意に低下し、仮名書きでは心像性効果(高心像語95%、低心像語65%)が認められた。

4. 聴力および語音認知課題

純音聴力は4分法にて右26.3dB、左20.0dBであった。語音弁別検査は48/52(92%)、単音節復唱検査93/95(98%)と、語音認知はほぼ良好であった。

5. 音韻課題

モーラ分解能力検査26/29(90%)、/ka/がありますか検査44/48(92%)、/ka/がどこにありますか検査23/24(96%)と各検査で若干の成績低下が認められた。3~8モーラ語の復唱は単語100%、非語81%と非語で低下が認められ、モーラ数が増加すると成績が低下する傾向にあった。拍削除は単語33%、非語20%、3モーラの単語・非語の逆唱は17%と、拍削除、逆唱については単語についても障害が著明であった。

考察

二重経路モデルには、単語の文字形態を記載した文字入力辞書から音韻形態を記載した音韻出力辞書を活性化する語彙経路と、読みの規則により文字列を音韻列に変換する非語彙経路がある。語彙経路および非語彙経路からの出力は音素システムで統合され、文字列の音韻パターンが活性化される。

日本語については、一般に二重経路モデルが適用されることが多く、漢字語と高頻度仮名語は語彙経路、低頻度仮名語と仮名非語は非語彙経路で処理されると仮定されるため(笹沼, 1987)、音韻失読では非語彙経路の障害により仮名非語の成績が低下すると言われる(水田ら1992、松田ら1993、関野ら2003)。しかし本例では、仮名非語のみならず漢字非語の音読成績も著明に低下しており、少なくとも漢字でも非語彙経路の処理を想定し(伏見ら, 2000)、音韻失読では表記によらず非語彙経路が障害されているとするのが妥当かもしれない。

しかし非語彙経路の障害だけでは説明しにくい現象もある。本例も他の音韻失読例(伏見ら2000、前川ら1999、Pattersonら1996、Sasanumaら1996、森ら2003)と同じく、非語彙経路で処理すると考えられる同音擬似語の音読成績が良好であった。また拍削除、逆

唱といった文字を用いない音韻課題にも障害を示したことから、音韻失読の背景として、音素システムの障害が想定される。すなわち、音素システムの障害により音韻課題の成績は低下する。音読でも音韻パターンの活性化は低下するが、音素システムと音韻出力辞書の間の相互作用により単語、同音擬似語の音韻パターンは補強される。この補強がない非同音非語では成績が低下すると考えられる。

仮名非語、漢字非語ともに語彙化錯読が多く認められたことは、音素システムにおける非語の活性化パターンが音韻出力辞書の影響により誤って単語の音韻パターンに移行したためと考えられる。この点は、語彙判断検査で、非語が単語に類似している検査、の仮名文字提示で成績が低下していたのと整合する。また、意味理解検査では漢字提示の成績が良好で、意味システム自体には問題がないと考えられるのに、仮名書き提示(同音擬似語)の成績が低心像語で低下していた。仮名書き語の理解には、非語彙経路、音素システム、音韻出力辞書、意味システムという経路が使われると考えられるが、音素システムに障害があるとこの働きが弱まり、意味表象が活性化しにくい低心像語の理解が低下すると考えられる。

一方、トライアングル・モデルでは単語・非語とも文字・音韻・意味表象の相互作用により音韻パターンが活性化すると想定され、音韻失読は音韻層の障害として解釈される(伊集院ら, 2000、Harmら, 2001)。すなわち、学習経験のない非語の音韻表象は活性化しにくいいため、音韻層に障害があると音韻形態も非語である非同音非語の音読が困難になると考えられる。また、音韻障害により単語の音韻表象も、若干、活性化しにくくなっているとすれば、意味理解課題において、漢字や音声に比べて学習経験の少ない同音擬似語の成績が低下した可能性が考えられる。

以上のことから、音韻失読は仮名非語の音読に選択的な障害とは言えず、音読、語彙判断、意味理解、音韻課題に見られた成績低下の背景には音韻表象の活性低下が示唆される。

表記の親近性効果は単語に対する全体的処理の証拠か？

増田尚史¹(ますだ ひさし), 藤田知加子²
広島修道大学人文学部¹, 名古屋大学(非常勤)²

(要旨) 表記の親近性が語構成文字の認知に及ぼす影響を検討するために, カタカナ表記語を材料として, 文字同定課題と文字探索課題とを用いた実験を実施した. その結果, いずれの課題においても, 高親近表記語(例: マスコミ)を構成しているカタカナに対する正答率が, 低親近表記語(例: マすこみ)内のそれに対するよりも高いことが確認された. このことは, 単語に対する全体的処理を仮定していない相互活性化モデルによって説明されうる.

Key words: 表記の親近性効果, カタカナ語, 全体的処理, 相互活性化モデル

【問題と目的】

視覚呈示された単語の認知過程に関する研究では, 単語を構成している文字あるいは文字列に分解し統合する分析的処理に加えて, 語に対する全体的処理も想定されることが指摘されてきた^[1]. しかしながら, 単語一語に対する全体的処理を仮定せず, 分析的処理のみを仮定している相互活性化モデル^[2]なども提案されており, 全体的処理の存在について盛んに議論されている^{[3][4]}.

全体的処理と分析的処理とを備えた単語認知モデルは, 単語の表記を操作した実験結果の多くによって支持されている. たとえば, 日本語を材料とした研究では, 見慣れた表記で書かれた単語(高親近表記語; 例: ラグビー)の処理が, これと異なる表記で書かれた単語(低親近表記語; 例: らぐびー)に対する処理よりも迅速になされること(表記の親近性効果)が繰り返し確認されている^{[5][6][7][8]}. さらに, 低親近表記語の処理は, 語を構成している文字数が多くなると遅延されるのに対して, 高親近表記語の処理はこの影響を受けないことが報告されている^[6]. このことは, 高親近表記語は語全体を一つの“認知ユニット”^{[5][8]}として“一括処理”^[6]されるのに対して, 低親近表記語は, 文字を単位とした分析的処理がなされることを示すと解釈されてきた.

これに対して, 単語一語に対する全体的処理を仮定せず, 分析的処理のみを仮定するモデルと整合的な実験結果も報告されている. たとえば, 高親近表記語の処理も, その構成文字数が多くなるほど遅延されるという実験結果や^[7], 語構成文字間への空白の挿入によって, 語全体の視覚的形態を見慣れていない形へ変形した際にも, 表記の親近性効果が認められることが報告されている^[8]. これらのことは, 表記の親

近性が, 単語一語全体の表象に関する属性ではなく, むしろ単語表象とそれを構成している文字表象間の関係に関する属性とみなされうることを示す.

そこで仮に, 相互活性化モデルのように, 単語表象, 文字表象, および視覚的特徴表象間の相互作用に基づく分析的処理のみを想定すると, 表記の親近性の程度は単語一語の認知だけではなく, 語を構成している文字の認知に対しても影響を及ぼすと予測される.

本研究の目的は, 単語表記の親近性が文字処理に及ぼす影響を, 文字同定課題と文字探索課題とを用いて観察することによって, 表記の親近性効果が単語に対する全体的処理の証拠となりうるかについて検討を加えることにある.

【実験】^{[9][10]}

方法

被験者 大学生72名が個別に実験に参加した. このうちの24名は文字同定課題(先行して瞬間呈示される文字列の中に, 後続呈示される文字が含まれていたか否かを判断する課題)に参加し, 残りの48名は文字探索課題(先行呈示される文字が, 後続して瞬間呈示される文字列の中に含まれているか否かを判断する課題)に参加した.

刺激材料 刺激材料には, カタカナ表記に対する親近性の高い単語を用いた. 具体的には, 単語に対する親近性の評定値^[11](1-5点)が3.9以上で, かつカタカナ表記に対する親近性評定値(1-5点)が4.0以上の4文字語の中から, 肯定応用の刺激項目として72語を選択した. 次に, これらの単語の表記について, 以下の2種類による表記語を作成した. (1)すべての文字をカタカナで表記した高親近表記語(familiar script word; 例: マスコミ). (2)カタカナとひらがなとを交互に混合表記した低親近表記語

(unfamiliar script word; 例: マすこみ, ますこミ). 同定あるいは探索の対象としたターゲット文字は, 各単語を構成している4文字のうちのいずれか1文字であった. したがって, 各ターゲット文字は次のいずれか1つの条件に該当した. (1)高親近表記語中のカタカナ文字(Kf条件), (2)低親近表記語中のカタカナ文字(Kuf条件), (3)低親近表記語中のひらがな文字(Huf条件). 以上に加えて, 充填項目として, 肯定反応項目24語と否定反応項目96語とを選定した.

実験計画 課題(文字同定, 文字探索)×ターゲット文字条件(Kf, Kuf, Huf条件)からなる2要因計画を用いた.

手続き 刺激は, コンピュータによって制御されたCRT画面上に呈示された. 文字同定と文字探索のいずれの課題においても, 刺激文字列の呈示時間は180ms間であり, その直後に, マスク刺激が呈示された.

結果と考察

表1は, 文字同定と文字探索の両課題におけるターゲット文字条件ごとの平均正答率を示す. これらに対する分析の結果, 次の3点が確認された. (1)文字同定課題では, Kf条件とKuf条件の正答率がいずれも, Huf条件のそれよりも有意に高く, またKf条件の正答率がKuf条件のそれよりも有意に高い傾向にある. (2)文字探索課題では, Kf条件とHuf条件の正答率がいずれも, Kuf条件のそれよりも有意に高い. (3)Huf条件では, 文字探索課題における正答率が文字同定課題におけるそれよりも有意に高いが, Kf条件とKuf条件とにおいては, 両課題間に正答率の有意差は認められない.

これらの結果について, 相互活性化モデルに基づく解釈を試みると次のようになる.

(1)文字同定と文字探索の両課題において, Kf条件の正答率がKuf条件のそれよりも高かったことは, 既存の単語表象が低親近表記語よりも高親近表記語の呈示によって強く活性化され, その活性化が語構成文字(カタカナ)表象へ伝播(フィードバック)されることを示す.

(2)文字同定課題において, Kuf条件の正答率がHuf条件のそれよりも高かったことは, 単語表象からの活性化のフィードバックが, 通常その語を構成しているカタカナ表象にはもたらされるが, それとは異なるひらがな表象にはもたらされないことを示す.

(3)文字探索課題では, 呈示された文字列を必ずしも単語として保持する必要がないことを考慮すると, この課題においては文字同定課題と異なり, Huf条件の正答率がKuf条件のそれよりも高かったことは, 課題の遂行に特徴表象群から文字表象への活性化の伝播(フィードフォワード)が利用されることを示すと考えられる. この際に, ひらがなの感覚識別機能はカタカナよりも高いので^[12], ひらがなの認識率が相対的に高くなったと考えられる. ただし, それにもかかわらず, 文字同定課題と同様に文字探索課題においても, Kf条件の正答率がKuf条件よりも高かったことは, 単語表象から文字表象への活性化のフィードバックも課題の遂行に利用されることを示すと考えられる.

以上のことから, 本研究の実験結果は, 単語に対する分析的処理のみを仮定している相互活性化モデルによって説明される. このことは, 単語に対する全体的処理の存在を, 直接的に否定するものではないが, 全体的処理の証拠と捉えられてきた表記の親近性効果について, より慎重な検討を促している.

【引用文献】

- [1] e.g., Besner & McCann (1987). *Attention and performance XII* (pp. 201-220).
 [2] McClelland & Rumelhart (1981). *Psychological Review*, 88, 375-407.
 [3] Healy & Drewnowski (1983). *JEP: HPP*, 9, 413-426.
 [4] Chastain (1986). *Memory & Cognition*, 14, 361-368.
 [5] 佐久間・辰巳・笹沼 (1987). 日本心理学会第51回大会発表論文集, 245.
 [6] 川上 (1993). *心理学研究*, 64, 235-239.
 [7] 玉岡・初塚・ケス・ボグダン (1998). *読書科学*, 42, 1-15.
 [8] 藤田 (1999). *心理学研究*, 70, 38-44.
 [9] 藤田・増田 (2001). 日本基礎心理学会第20回大会
 [10] 藤田・増田 (2003). 日本基礎心理学会第22回大会
 [11] 藤田 (1998). 愛知文教女子短期大学研究紀要, 19, 27-38.
 [12] 玉岡・初塚 (1997). *読書科学*, 41, 15-28.

表1 ターゲット文字条件ごとの平均正答率 (SD)

課題	ターゲット文字条件		
	Kf	Kuf	Huf
同定	92.9 (6.6)	88.2 (8.2)	81.4 (11.1)
探索	91.1 (6.6)	86.5 (8.8)	89.8 (5.7)

認知神経心理学研究の展望

辰巳 格 (たつみ いたる)
東京都老人総合研究所