

機関番号：32613

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20700437

研究課題名（和文）脳情報通信技術による手話文脈認知解析

研究課題名（英文）Contextual Cognitive Analysis for Japanese Sign Language by Brain-based Information and Communications Technologies

研究代表者

田中 久弥（TANAKA HISAYA）

工学院大学・情報学部・准教授

研究者番号：80296384

研究成果の概要（和文）：

ろう者が意味的に逸脱する日本手話を聞き取る場合において、N400 電位による意味処理分析を用いてろう者の意味処理機構を調査し、手話と文字の呈示方法が処理過程に与える影響について検討した。3名のデータから、同じ意味を持つ単語であっても文字で呈示した方が N400 電位が増大し、手話で呈示した方がボタン反応時間が増大した。また、1組のデータであるが言語野近傍の推定電位についてろう者と健聴者の比較を行った。その結果、ろう者は単語に対する選択的注意がみられ、無意味語の処理過程で意味処理過程と類似した反応が見られた。以上より、ろう者特有の意味処理機構を調べる実験手法が検討されその解明の可能性が導かれたと考える。

研究成果の概要（英文）：

N400 in semantic deviation word of JSL was increased in comparison with the meaningless operation, though the individual difference existed. Next, semantic analysis process during the signing and on the reading were examined. As the result, N400 increased in both of the signing and the reading in the semantic incongruity, and the button reaction time in the signing increased in comparison with the reading. Thus, the effect of the modality of the language was considered. In addition, on a hearing and a deaf, cerebrum activity of the processing of letter was estimated by Focus, and the difference between the semantic process was observed. The analysis procedure of semantic analysis mechanism of the deaf was examined, and some qualitative fact was confirmed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：言語聴覚療法学

1. 研究開始当初の背景

- (1) ろう者の認知特性を考慮した効率的な日本手話(Japanese Sign Language:JSL)の動画像通信・生成の研究を行う上で、科学的根拠としてろう者の言語理解機構を解明することが必要である。
- (2) 手話の指文字(手指の静止画)を呈示してミスマッチ反応として N400 が観察された(Kutas,1987)報告があったが、実際の手話を呈示した研究はなされておらず、さらには日本手話での検討もない。そこで手話の動作全体を納めた動画映像による日本手話の処理過程の研究が必要になった。
- (3) 動画映像の場合、ミスマッチ反応を引き起こす適切な手話例文の収集と、手話動画映像のどのフレームを刺激開始点(トリガーフレーム)にするかという課題がある。指文字呈示の場合はスライドの呈示時刻が刺激開始点となるが、手話動画映像の場合は語彙の認知が始まるフレームを特定しなければならない。そのため、ろう者(日本手話ネイティブスピーカー)の協力のもとで手話例文の検討を行わなければならない。

2. 研究の目的

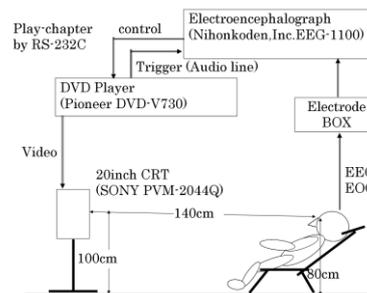
- (1) 手話の正文・非文によるろう者のミスマッチ反応を計測する実験を行い、潜時400ms 付近に N400 と同定できる電位を解析すること。
- (2) ろう者の意味処理機構について、手話呈示と文字呈示で同じ内容の刺激を行い、その反応に基づいた意味処理過程を比較すること。
- (3) 文字呈示について健聴者とろう者の比較を行うこと。

3. 研究の方法

- (1) 例文収集は4名のろう者と2名の手話通訳者(うち一人は child of deaf adults:CODA)に実験の内容を説明し協力を得て行った。例文は最終単語が意味的逸脱となる26例文(正文と非文各26例文)と、最終単語が無意味動作となる29例文(正文と非文各29例文)を収集した。正文とは文脈的に最後の単語まで意味が通じる文のこと、非文とは最後の単語の意味が文脈的に逸脱する文、または最後の単語が意味を持たない動作(無意味動作)となる文をまとめて言う。
- (2) 脳波は計測用椅子に着座し正面に設置した20インチブラウン管(PVM-2044Q:SONY製)の映像を正視する。PCからシリアルポートを介してDVDプレーヤー(DVD-V730:Pioneer製)



の再生を制御する。再生時に音声トラックに記録されたトリガー信号が脳波計(EEG-1100:日本光電製)のDC入力に入力され脳波と同時に記録される。脳波の導出は銀塩化銀電極を用い単極導出法とした。探査電極は国際10-20配置法に基づいて頭頂部中心に5箇所配置した(Fz, Cz, Pz, C3, C4)。基準電極は左右側頭骨の乳状突起にとり左右結合とした。



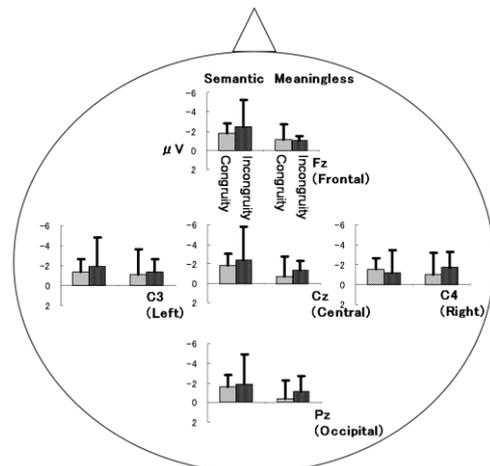
- (3) 被験者は実験前に呈示される映像について対話しているつもりで聞き取るように教示される。呈示する例文映像はプログラムによって正文、非文を無作為に選択し再生順序も毎回並べ替える。正文、非文の混じった手話動画映像が自動的に呈示されていく。
- (4) (3)とは別の刺激として、あるカテゴリに属する単語を5つ連続して呈示して、4番目までの単語は同じカテゴリに属すが、5番目(最終単語)がカテゴリから逸脱する単語、無意味語、または同じカテゴリに属する単語が呈示されるようにする。この呈示方法は意味プライミング効果(先行する事柄が後続する事柄に影響を与える状況)によってN400電位をより大きく惹起させることが期待される。手話の無意味動作は実験協力者のろう者によって日本手話の動作から著しく逸脱し、手話単語として許容しがたい動作が作成された。手話単語の撮影はろう者の監修のもとで行った。カテゴリ違い単語の場合は逸脱する単語を口話表出させ、無意味動作の場合は無意味な口形を表出させた。5つの単語は収集したカテゴリ単語

の中から無作為に抽出して構成した。はじめに呈示予告「☆☆☆☆」が画面に1秒間表示された後5つの単語がスライドショーのように順に呈示されていく。文字呈示の場合、単語の呈示時間は200msとし、間に800msの黒色画面を挿入した。したがって5つの単語の呈示時間は5秒である。1回の実験で使う文字単語列の数は、同じカテゴリは70、最終単語がカテゴリ逸脱する単語列は15、最終単語が無意味単語になる単語列は15生成した。手話呈示の場合、ひとつの単語の呈示時間は1500から2500msである。この映像を黒色画面の挿入無しで5つつなぎ合わせて単語列を構成する。したがって単語列の呈示時間は7.5から12.5秒である。1回の実験で使う手話単語列の数は、同カテゴリは50、最終単語がカテゴリ逸脱する単語列は8、最終単語が無意味動作になる単語列は8生成した。

- (5) 例文収集後、ろう者の監修のもとで映像の撮影を行った。手話者はろう者で日本手話ネイティブスピーカーである。例文は先頭単語から最終単語まで自然対話になるように演じる(単語ごとに動作は停止しない)。また表情、うなずきは制約しない。口形も制約しないが意味的逸脱単語の場合は逸脱文の単語を口の動きで表出させ、無意味動作の場合は無意味な口形を表出させた。映像の長さは一例文あたり5から12秒、単語数は5から9である。
- (6) 次に、最終単語の一つ前の単語から1フレーム毎に再生し、最終単語の認知が始まると考えられるフレームを検索する。このフレームを事象関連電位計測のトリガーフレームとする。トリガーフレームは前述の4名のろう者と検討を行った。トリガーフレームは一つ前の単語から最終単語に向けて変化する「渡り」と呼ばれる時間にあり、最終単語の手型が表示された(意味が確定した)フレームとした。撮影したすべての手話例文に対してこの基準でトリガーフレームを決定し、トリガー信号を音声トラックに記録した。手話例文はDVD-Video形式に変換しDVDメディアに納めた。
- (7) 被験者にはあらかじめ実験内容と個人情報守秘の説明を行い実験協力の承諾を得た。

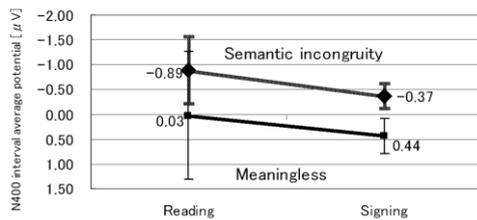
4. 研究成果

- (1) 被験者は日本手話を母語とする先天性ろう者5名(成人男性4名、成人女性1名)である。潜時300msから500msの間の陰性方向のピークを探索してN400の電位を解析した。意味的逸脱単語で正文よりもN400電位が増大した探査電極はC3, Fz, Cz, Pzであった。無意味動作で正文よりもN400電位が増大した探査電極はC3, C4, Cz, Pzであった。全ての探査電極において正文に対する非文の有意差は認められなかった。一方、非文間(意味的逸脱単語と無意味動作)で比較すると、探査電極C3, Fz, Cz, PzにおいてN400電位が増大した。非文間の片側t検定では有意差は認められなかった(C3:t(4)=0.52, Fz:t(4)=1.03, Cz:t(4)=0.75, Pz:t(4)=0.68, いずれも $p > 0.05$)。しかしながら刺激に対するN400反応が観察できていることから、電位の個人差はあるものの収集例文と手話動画映像によってN400が惹起することが確認された。



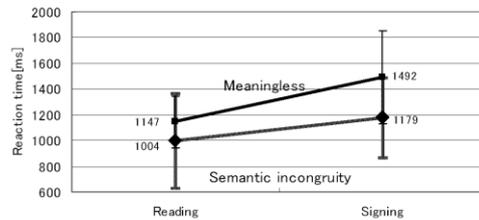
- (2) 加算平均処理を施し19chのERP波形を得た。このERP波形をもとに頭皮の電位マッピングを行いN400分布を観察した。その結果、N400は刺激後約400msで頭頂部から後頭部に分布していたのでN400が観察された探査電極(C3, Cz, C4, P3, Pz, P4)について、刺激後戦時300msから500msの脳電位の平均値を算出した。さらにカテゴリ逸脱単語、無意味語(動作)それぞれのERPとカテゴリが同じ単語との差を求めこれを評価値とした。3名被験者の平均値と標準偏差を示す。平均値を比較すると、文字呈示において無意味語に対してカテゴリ逸脱単語0.91 μV 増大、手話呈示においても無意味動作に対してカテゴリ逸脱単語が0.81 μV 増大した。標準偏差は、文字呈示において無意味語1.29 μV 、カテゴリ逸脱単語0.68 μV 、文字呈示において無意味動作

0.36 μ V, カテゴリ逸脱単語 0.25 μ V であった。片側 t 検定により手話呈示における非文間の平均値の差に有意差が認められたが ($t(2)=4.39, p<0.05$), 文字呈示では有意差は認められなかった ($t(2)=1.96, p>0.05$)。その上で平均値で比較すると無意味語(無意味動作)に対してカテゴリ逸脱単語の N400 電位が増大した。この傾向は(1)と符合する結果である。一方, 呈示方法(文字呈示と手話呈示)の違いに注目すると, 個人差が大きい文字呈示の N400 電位が増大した。同じ内容を呈示したとしても, 言語呈示方法によって意味処理が異ったということは, 今回の被験者の言語処理機構は手話と文字で形成されていた語彙概念が異なっていた可能性がある。

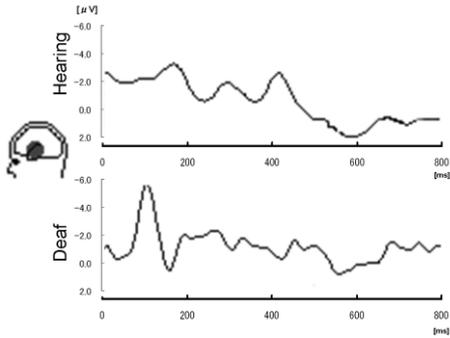


次にボタンによる反応の平均値と標準偏差を示す。平均値を比較すると, 文字呈示においてカテゴリ逸脱単語に対して無意味語は 143ms 増大, 手話呈示においてもカテゴリ逸脱単語に対して無意味動作は 313ms 増大した。標準偏差は, 文字呈示において無意味語 200ms, カテゴリ逸脱単語 369ms, 文字呈示において無意味動作 363ms, カテゴリ逸脱単語 313ms であった。標準偏差が大きく個人間のばらつきが認められるが, 平均値で比較するとカテゴリ逸脱単語に対して無意味語(無意味動作)の反応時間が増大した。反応時間は単語の認知+再探索+ボタン反応にかかった時間と考えることができる。再探索とはカテゴリに属さない単語を改めて検索することである。無意味語(動作)で増大した反応時間は, プライミングされていない単語の再探索時間と考えられ, 意味のある単語であれば探索時間は短くて済むが, 無意味単語は語彙ネットワーク全体を探索する必要があったために生じた時間差と考えることができる。また, 呈示方法による効果がみられた。手話呈示の方が文字呈示に比べて 175ms 反応が遅かった。我々はトリガーの挿入位置は, 文字呈示はスライドの切り替えのタイミングで, 手話呈示は単語の意味が決定するタイミングとしているので両者に差はないと考えていた。しかし実験の結果, 手話呈示の反応が遅れ

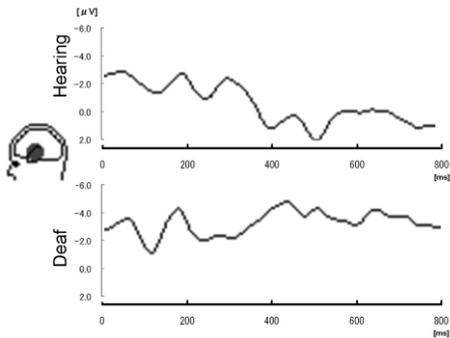
たということは, 今回の被験者は単語認知か再探索の処理過程で呈示方法に関する処理機構の違いがあったと考えられる。なお誤反応率は, 文字呈示 5.7%, 手話呈示 4.0%であった。結果はろう者の被験者 3 名から導かれたものであり, 呈示言語の影響とその処理機構を説明するにはより多くのデータに基づいた考察が必要である。



- (3) ろう者が手話を理解しているときの脳処理部位が健聴者と同じく言語野であることが分かってきている。先行研究と可視化手法は異なるが, 独立成分分析機能を有する脳電位解析ソフトウェア (Focus: 日本光電製) を用い言語野を含む領域の電位を推定し, より詳細に意味処理過程を分析するとともに, 健聴者との比較を行った。ろう者と健聴者が共通に意味が理解できるように文字呈示とした。探索電極数は推定精度を向上させるために 19ch から 31ch の電極キャップに変更した。被験者は識字可能な成人先天性ろう男性 2 名, 大学生の健聴者男性 2 名で行った。全員右利きであった。実験を行い反応が大きかった 1 名ずつについて左脳言語野近傍の推定電位を解析した。意味的逸脱単語の呈示では, ろう者は潜時 110ms に急峻な反応が認められた。心理生理領域では潜時 100ms 付近の陰性電位を N1 と呼び, 選択的注意によって増大することが知られている。今回の実験の場合, 意味的逸脱単語, 無意味語, 正文単語に対応してボタン押下課題が与えられているのでろう者のこの反応は選択的注意によるものと考えられる。本実験のろう者は意味的逸脱単語の弁別に対して注意が向けていたと言える。健聴者では N100 が認められなかったが, 単語認識に対する誤反応率は両者ともに 4.0% と同であったので健聴者の注意が低下していたとは考えにくい。一方, 潜時 400ms 付近をみると, 健聴者の方が電位が大きく潜時が短い。これは健聴者は語彙ネットワークの再活性化の規模と処理開始時間であると考えられる。



無意味語の呈示では、400ms 付近の電位がろう者は増大し健聴者は減少した。これは本実験の健聴者は無意味語を意味のある語彙として処理しないが、ろう者は無意味語を意味処理していたことを示している。結果は 1 例であり、ろう者特有の意味処理機構を説明するには多くのデータに基づいた考察が必要である。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 田中久弥, 宮本一郎, 長嶋祐二, 事象関連電位 N400 計測に基づく日本手話理解における意味処理分析, 計測自動制御学会論文集, 査読有, Vol. 44 No. 10, 2008, 768-775

[学会発表] (計 2 件)

- ① 合田弓太郎, 田中久弥, 長嶋祐二, 対話解析のためのアノテーションソフトウェアの研究開発, 電子情報通信学会 2009 年度 HCG シンポジウム, 2009 年 12 月 10 日, 札幌コンベンションセンター
- ② 合田弓太郎, 田中久弥, 長嶋祐二, 動画と生体信号の相互参照が可能なアノテーションソフトウェア, 電子情報通信学会 2010 年度 HCG シンポジウム, 2010 年 12 月 15 日, 宮崎フェニックス・シーガイア・リゾート

[図書] (計 1 件)

- ① 情報福祉の基礎研究会 (田中久弥含む 44 名共著), ジアース教育新社, 2008, 担当頁 pp.81-84(4.3.1 節 コンピュータリテラシー, 総ページ数 217(担当頁 pp.81-84(4.3.1 節 コンピュータリテラシー, 4.3.2 節 入力インタフェース, 4.3.3 節 出力インタフェース), pp.99-100(5.1.1(1)手話の認知的特性 b. 言語理解過程の特性)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中久弥 (TANAKA HISAYA)
工学院大学・情報学部・准教授
研究者番号: 80296384

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: