

意味範疇 [±人間] の実在性について 一事象関連電位を用いた意味的逸脱の 検証一*

福盛 貴弘 (大東文化大学)

キーワード： 意味範疇、[±人間]、事象関連電位、N400、意味的逸脱

1 序

1.1 意味範疇の実在性の検証

本研究¹では、事象関連電位を用いた実験言語学的方法によって、一般的な統語テストなどでは検証できない存在論的意味範疇 (ontological semantic category)² の実在を検証しようとする。

文の構成要素が持つ統語的性質は、たとえば語順や統語構造などによって

*本研究は、文部科学省の科研費 (17520291) 「文法理論の適切な適用範囲の検証と、体系的な教育文法理論の構築」 (研究代表者：矢澤真人) の助成を受けた研究である。

本実験は筆者が全体を統括し、現代日本語文法研究会の日本語文法脳機能研究部会のメンバーおよび他数名の協力者が参加した。技術面のサポートは半田達郎氏が、刺激文作成については井本亮氏を中心として阿部二郎氏・石田尊氏・川野靖子氏・富樫純一氏・福嶋健伸氏・茂木俊伸氏が、実験助手として半田達郎氏・桐越舞氏が関わった。

¹本研究は福盛他 (2006) における井本案を契機として行なわれた。福盛他 (2006) に本研究の方向性が書かれているので、一部加筆改訂したものを本稿に再掲している。

²以下、井本 (PC) を基にした注である。「存在論的意味範疇」は「本来的にそこにあるものとして理解されている意味範疇」で、それが本当にあるのか、何がそれを保証するのか、といった議論はしないという前提で扱われるものである。たとえば統語論であれば、「空範疇」というものがあるのかないのかということが議論になるが、そうではなく、そもそも所与のものだ、というのが、ここで述べている存在論的という意味である。

顕在的に検証することができるが、たとえばある名詞句がどのような意味範疇 (semantic category) を表すかは、顕在的には検証できない。たとえば同じ名詞という統語範疇に属する「ダンサー」「ステップ」「ダンス」はそれぞれ Human, Motion, Event という異なる意味範疇を持つ。

しかし、このような顕在的なかたちで検証することができない意味範疇という概念が言語形式の文法性に影響することも事実である。つまり、統語的に全く問題がない言語形式が意味的逸脱によって非文法的と判断されることがある。

- (1) 「いる」はその項の意味範疇に [Animate] を要求する。
- a. 舞台にダンサーがいる。 [Animate > Human]³
 - b. *舞台にダンスがいる。 [Situation > Event]

このことは、意味範疇という概念が言語知識 (文法) として実在することを示唆している。それを実験言語学的手法によって検出することができれば、意味的逸脱が、統語的逸脱と同様に、ヒトの言語知識を構成する知識のひとつとして実在することを保証することができる。

管見のかぎり、存在論的意味範疇の実在性を正面から検証しようとした論考は見あたらない。助数詞と名詞との照合など、何らかの意味的範疇性を検証しようとした論考はあるものの (酒井他 2005)、助数詞と名詞との照合関係は存在論的意味範疇とは異なるし、その研究目的は助数詞と名詞との照合関係が意味的な処理か統語的な処理かを検証しようとするものであった。また、福盛 (2004a, 2006) が行った実験のうち、意味的逸脱を検出したものは、本研究のいう意味範疇の整合性を検出したものと考えられるが、追験としても、さらにデータを蓄積する必要がある。なお、理論言語学における存在論的意味範疇についての議論は Jackendoff (1983), Wierzbicka (1992, 1996) などがある。日本語研究においては、まさに存在論的なものとして非形式的に措定されてきたといえる。

³不等号記号 “>” の開いている方 (左側) が上位概念、閉じている方 (右側) が下位概念を示す。

1.2 意味範疇の整合性

動詞はその格体制（格枠組み）において、その項の数や意味役割などを指定していると考えられている。しかし、それだけでは説明できない事例がある。以下の各例のb文はいずれも非文と予測されるが、これは動詞句が指定する意味範疇と項の意味範疇が合致しないためであると考えられる。

(2) *Animate / Inanimate distinction*: 有生物と無生物との対立を検証する。

「いる」と「ある」はどちらもモノ [Material entity] の存在を表すが、「いる」はその項に有生物、「ある」は無生物を要求する。よって b は意味的逸脱となる。

- a. 猫がいる。 [Animal]
- b. *猫がある。 [Animal]

(3) *Animate / Inanimate distinction 2*: (2) と意図は同じ。「肉」は [Material entity] なので連体修飾成分「死んだ」の被修飾成分としては意味的に逸脱する。修飾成分は被修飾成分に含意される意味範疇に含まれていなければならないためである (cf. 井本 2003, 2005)。これは「死ぬ」が項に [Animate] を要求するためである。

- a. 死んだ人 [Human]
- b. *死んだ肉 [Material entity]

上記の内容を検証するために、意味範疇 [±有生 (Animate)] の検証を想定していたが、[±有生] には [人間]、[動物]、[植物]、[モノ] など多様な意味範疇が内包されている。それによって、実験課題が複雑になるのを避けるために、本研究では意味範疇の中で [±人間 (Human)] に絞り込んで意味範疇の整合性を検証する実験を施行した。

また、平叙文では統語的逸脱と意味的逸脱との違いが判断できない。そこで、本研究では (3) に示したような連体修飾節を刺激とすることによって、意味範疇の整合性に対する意味的逸脱を検証できると考えた。

1.3 事象関連電位を用いた実験言語学的方法

本研究では、事象関連電位の中で意味的逸脱に対して反応を示す N400 成分を援用する。N400 は、日本認知学会編 (2002: 72) で、

事象関連電位 (ERP) の内因性成分。刺激後約 400ms で頂点に達する陰性電位で、頭皮上の頭頂・中心部に優勢に分布する。刺激の物理的な特性には応答せず、典型的には、文を構成する単語の意味的な文脈不整合 (逸脱) によって惹起され、その逸脱度に応じて振幅が増減する。

と説明されている。実験言語学や心理言語学などの分野では、意味的に逸脱した単語を挿入した視覚刺激に対し N400 が出現するとした Kutas and Hillyard (1980) を嚆矢とする。以降、様々な研究が行なわれているが、日本語を対象として、言語学的に条件を精査した上で、意味範疇の整合性という課題に特化した研究は見られない。例えば、佐田他 (2001) に見られるような意味カテゴリー一致判断課題では、「生物」「非生物」という単語を提示した後に各カテゴリーに属する具体的な語を示して、一致・不一致による N400 を検証しているが、こういった研究は言語学的な目的に基づくものではない。本研究では、言語学で論じられてきた意味範疇の整合性に対して、逸脱したものに N400 成分が出現するか否か、相対的な電圧差があらわれるかを検証することで、意味範疇の「脳科学的実在」を探っていきたいと考えている。

2 目的

本稿は、[±人間] という意味範疇に対する意味的逸脱に対応して出現する N400 成分を検証することを目的とする。特に、「～タ+名詞」という連体修飾節に対して、被修飾節に [一人間] の意味範疇を有する名詞を置いた場合に、「意味的逸脱に対する反応として、N400 のピーク電圧が相対的に大きくなる」という仮説⁴を、事象関連電位を用いた実験言語学的手法で検証する

⁴意味的逸脱ではないものでも N400 は出現する。ただし、相対的な電圧差があり、意味的逸脱を含む刺激に対して、N400 の電圧は相対的に大きくなる。Gazzaniga, Ivry & Mangun (2002), Kutas & Federmeier (2000) 参照。

ことが主たる目的となる。

3 方法

3.1 被験者

大東文化大学の日本人大学生、男 8 名・女 7 名の計 15 名にご協力いただいた。平均年齢は 20.8 歳 (± 0.94)、利き手は全員右利きである。

3.2 実験器材

本実験で使用した器材については、全て筑波大学人文社会学系棟 B613 音声実験室に設置されている。配置図を図 1 に示し、概略⁵を示す。

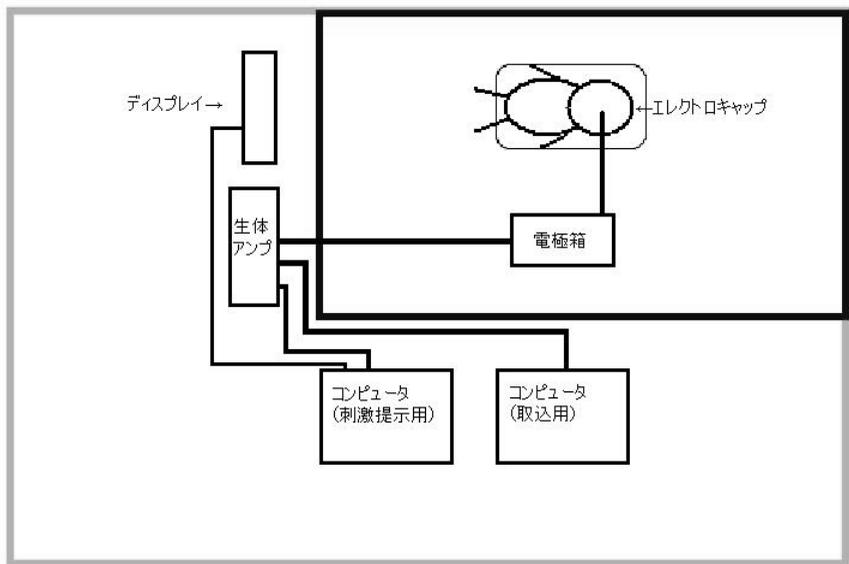


図 1 : 本実験における装置配置図

増幅器 (生体アンプ) : NEC 社製 BIOTOP 6R12 型生体アンプを、フィル

⁵器材の詳細は、福盛 (2004b) 参照。

タ 0.5Hz~60Hz、感度 $50\mu\text{V/fs}$ に設定した。

加算器(取込用ソフト): キッセイコムテック社製 EPLYZER II。上記生体アンプから、コンピュータに CONTEC 社製 AD12-16U (PCI) E 型 A/D 変換ボードを介して接続した装置を用いた。標本化 500Hz、プレトリガ-100msec、取込時間-100~3000msec、加算回数は各 60 回に設定した。

電極の配置: 国際 10-20 法に従った F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T5, T6, Fz, Cz の 14 チャンネルを採択した (図2 参照)。電極の装着は、Electro-Cap International 社製エレクトロキャップ E1-L を被験者の頭部にかぶせ、同社製 electro-gel を注入して行なった。

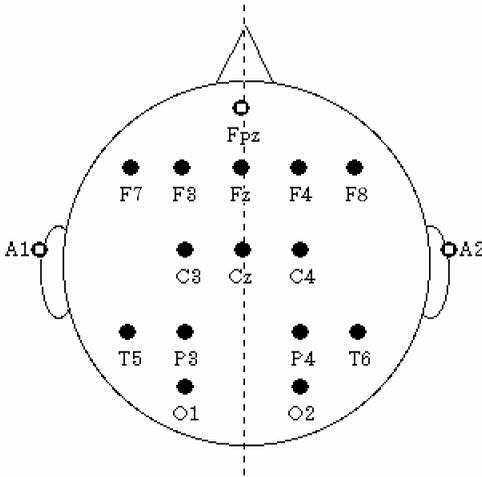


図2: 本実験用の電極配置図
(国際 10-20 法による。Fpz はボディーアース。
A1・A2 は耳朶による基準電極)

基準電極: 耳朶、同側耳朶法。 ボディアース: Fpz.

トリガ: 矩形波によるデジタルトリガ。

刺激発生装置: Cedrus 社製 Super Labo Pro ver.2.0.4.

刺激提示: IIYAMA 社製 19LE1-B 型ディスプレイ (19 インチ) を介して

被験者に提示。ディスプレイと被験者の距離は 2.70m。

3.3 分析資料

今回の報告に関わる刺激は、以下の通りである。「～タ+名詞」という形で、[+人間] という意味範疇を有する修飾部の名詞に対して適格となる被修飾部の動詞をタ形で示した。修飾部は [±人間] の意味範疇となる名詞をそれぞれ 30 件ずつ準備した。なお、「～タ」による修飾部は 3~4 モーラに、名詞による被修飾部は 2 モーラになるように調整されている⁶。

表 1：分析資料一覧

[+人間]				[-人間]			
くれた	兄	くれた	姉	くれた	皿	くれた	ドア
泣いた	孫	泣いた	妻	泣いた	釘	泣いた	米
酔った	パパ	酔った	兄	酔った	石	酔った	岩
詫びた	医者	詫びた	親	詫びた	窓	詫びた	ドア
焦った	医者	焦った	嫁	焦った	米	焦った	泥
甘えた	孫	甘えた	嫁	甘えた	椅子	甘えた	窓
急いだ	母	急いだ	姉	急いだ	岩	急いだ	泥
怒った	姉	怒った	パパ	怒った	床	怒った	椅子
悔やんだ	親	悔やんだ	兄	悔やんだ	岩	悔やんだ	泥
叱った	親	叱った	パパ	叱った	水	叱った	岩
疲れた	親	疲れた	パパ	疲れた	岩	疲れた	石
とぼけた	医者	とぼけた	歌手	とぼけた	水	とぼけた	釘
許した	親	許した	妻	許した	窓	許した	ドア
弱った	祖母	弱った	親	弱った	石	弱った	岩
わめいた	妻	わめいた	歌手	わめいた	床	わめいた	水

3.4 手順

⁶モーラ数の調整は、並行して行なった聴覚刺激による実験と関連している。実験の刺激作成の詳細な経緯については、別稿に共著として記す。

3.4.1 指示

被験者には、シールドルーム内に入室後、安楽椅子に着席してもらい、エレクトロキャップを装着した。その後、半眼かつ口を半開き状態で、視線より下方の1点を定め注視してもらうことを指示した後、「先ほどまでと同様の日本語が今度は画面に出てきます。出てきたら頭の中で黙読して、次々に見ていってください。」という指示を与えた。

3.4.2 施行時間

施行時間は、(修飾部 1500msec.+トリガ 100msec.+被修飾部 1500msec.+提示間隔 2000msec.) × 60 回 = 5 分 6 秒となる。この 5 分 6 秒を 1 セットとして、2 セット行なった。装着・指示などの準備時間とセット間に挟む歓談を交えた休憩時間を加えると、計 20~30 分程度の施行時間となる。

3.4.3 刺激の提示方法

被験者との距離が 2.70m となる位置に IYAMA 社製 19LE1-B 型ディスプレイ (19 インチ) から、先に修飾部、次いで非修飾部の順で提示した。

刺激は、漢字かな混じりで、読みにくい文字にはルビをふって提示した⁷。サイズは以下の通りである。800×1500 ピクセルで背景が白の画面中央に MS UI Gothic のフォントを用いて 180 ポイントで書かれた文字を示した。ディスプレイ上では 60mm×40~60mm で示される。

3.4.4 解析方法

再加算編集および解析は、キッセイコムテック社製 EPLYZER II を用いた。

再加算編集で同一項目をまとめ、アーチファクトを除去する。アーチファクトがなければ、各項目に対し 30 回分の加算波形が得られる。波形の計測基準として、加算波形における 400~700msec. の範囲内の陰性波に反応があるかどうかを確認した。反応がある波形を有効なデータと解釈し、その陰性波に対するピーク潜時およびピーク電圧を計測した。

4 結果

⁷本実験に関して言えば、「詫びた」にルビをふった。

4.1 ピーク潜時・ピーク電圧の結果

被験者 15 名のうち、9 名が有効なデータであった。以下、9 名分の結果を示す。また、前頭部・中心部が優位な反応を示していたので、以下、F3・F4・C3・C4・Fz・Cz の計測値のみを示す。表 2 にピーク潜時の平均値（単位：msec.）を、表 3 にピーク電圧の平均値（単位： μ V）を、図 3 にピーク電圧の電圧差を示したグラフを示す。

表 2：ピーク潜時の平均値

UpperTime	(msec)	F3	F4	C3	C4	Fz	Cz
[+Human]	M	543	578	553	589	564	570
	SD	61.9	46.5	81.6	83.6	61.0	52.2
[-Human]	M	528	533	553	544	538	536
	SD	58.9	58.2	71.2	76.5	77.0	54.4

(単位：msec.)

表 3：ピーク電圧の平均値

UpperValue	(μ V)	F3	F4	C3	C4	Fz	Cz
[+Human]	M	4.09	4.31	3.22	3.85	4.92	3.93
	SD	2.84	3.39	2.14	2.15	3.41	3.30
[-Human]	M	6.08	6.99	5.73	5.87	7.58	7.51
	SD	2.53	3.22	2.93	2.97	3.07	3.23

(単位： μ V)

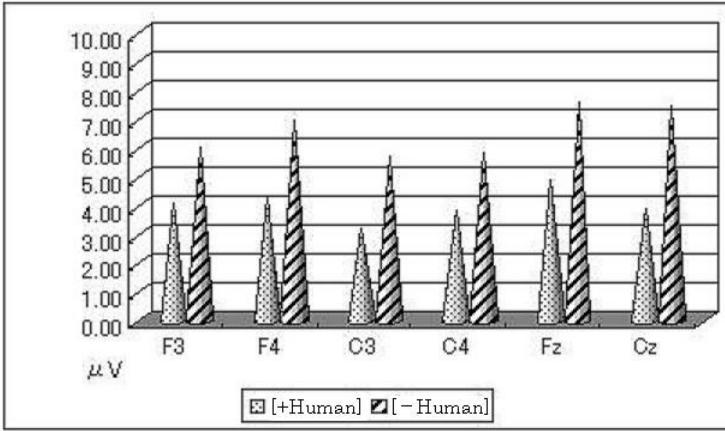


図3：各部位におけるピーク電圧差（単位： μV ）

4.2 統計による検定結果

修飾部－被修飾部の関係が適切である[+人間]の群と不適切である[-人間]の群との平均値の差を、各部位ごとにt検定で検出した結果を以下に示す。なお、検定の有意水準は10%とする。

表4：各部位ごとのt検定による検定結果

部位	検定結果	部位	検定結果
F3	$t=1.57, df=8, p<0.1$	C3	$t=2.08, df=8, p<0.05$
F4	$t=1.73, df=8, p<0.1$	C4	$t=1.66, df=8, p<0.1$
Fz	$t=1.74, df=8, p<0.1$	Cz	$t=2.33, df=8, p<0.05$

4.3 N400 成分の波形表示

図4にはN400成分が[+人間]と[-人間]とで明瞭に区別されたデータの一例を、図5には[-人間]に対してN400成分が出現した全有効データの波形の重ねがきを示す。

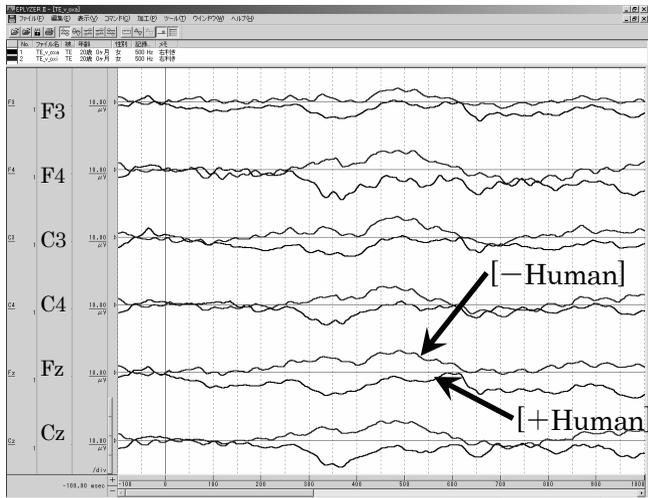


図4：N400が出現した一例

(400~600msec.の範囲内の陰性波の相対差に注目して、
相対的に高い山となっているのが [-人間] の成分波形)

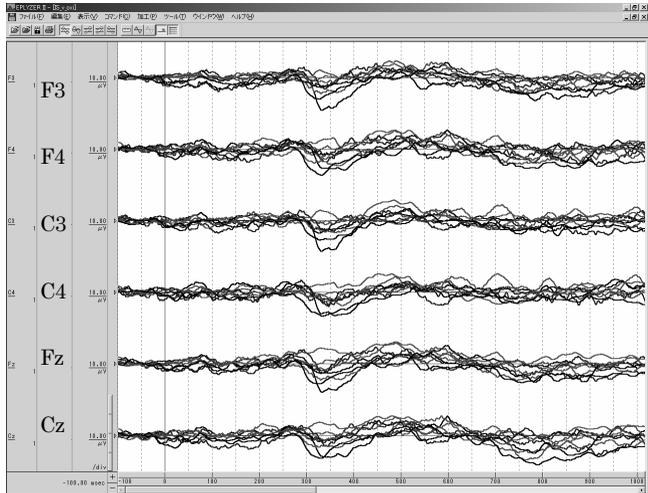


図5：[-人間] に対して N400 成分が出現した全波形重ねがき表示

5 考察

本実験で、「～タ (連体修飾部) + 名詞 (意味範疇 [土人間] を有する被修飾部)」を刺激として用い、意味的逸脱になる [一人間] の群において出現した N400 成分のピーク電圧 (平均値) を表 3 に基づいて [土人間] の群・[一人間] の群という順序で再度提示すると、F3 が $4.09 < 6.08$ 、F4 が $4.31 < 6.99$ 、C3 が $3.22 < 5.73$ 、C4 が $3.85 < 5.87$ 、Fz が $4.92 < 7.58$ 、Cz が $3.93 < 7.51$ となった。適格な [+人間] の群に対して意味的逸脱になる [一人間] の群の N400 におけるピーク電圧の方が大きい値であるということは 10% の有意水準で有意傾向が析出された。

また、ピーク潜時については、およそ 500~600msec. の中に収束していることが表 2 に示した結果より確認できる。Kutas and Hillyard (1980) 以来、意味的逸脱に対して出現する成分波形を N400 と呼んでいるが、これまでの実験結果では必ずしも 400msec. 台に出現しているとはいえない場合 (例えば Ito et al. (2001) における N330) もあり、結果に応じた波形成分の名称をつけている研究もみられる。本実験における [一人間] に対して出現した 6 部位のピーク潜時を平均すると、約 540msec. となる。この数値をふまえて、本実験で意味的逸脱に対して出現したのは N540 成分とする考え方もある。一方、福盛 (2004b) にみられるように、ある程度幅を持って出現する成分に対して、その幅を考慮して N500-600 (エヌゴロップィャク) 成分とする考え方もある。本研究では、ピーク電圧において有意傾向しか得られなかったという点をふまえると、現時点でピーク潜時を特定してしまうより、今後の実験結果によるピーク潜時の平均値が変動するであろうという予測を加味して N500-600 とする方が妥当であると考えられる。

6 結語

本実験での結果をふまえて、暫定的な結論を以下に示す。

[1] 被験者 15 名中 9 名において、意味範疇 [一人間] となる刺激に対して、ピーク潜時 500~600msec. の間に意味的逸脱を示す波形が観察できた。これ

を N500-600 成分とする。

[2] 意味的逸脱となる [一人間] の群の N500-600 成分のピーク電圧が、意味的に適格である [十人間] の群に対して相対的に大きくなるという有意傾向が得られた。

現状では 15 名中 9 名が有効なデータであったという点と、検定結果をふまえて、「意味的逸脱に対する反応として、N400 のピーク電圧が相対的に大きくなるという仮説」を積極的に支持できるとはいいがたい結果となった。よって、意味範疇の整合性に関して、より深く考察する段階ではないと判断した。しかし、今後さらに検証を続けていけば、統計的な有意差が得られる可能性は残されている。その結果が得られた後に、意味範疇の脳科学的実在を積極的に論じていくことができると考える。

【参照文献】

- 福盛貴弘 (2004a) 「統語および意味的逸脱に対する事象関連電位を用いた実験言語学研究」『現代日本語文法における現象と理論のインタラクション』131-148. 現代日本語文法研究会.
- (2004b) 『トルコ語の母音調和に関する実験音声学的研究』勉誠出版.
- (2006) 「「ガ格」「ヲ格」における統語および意味的逸脱に対する実験言語学研究：ERP における N400・P600 を指標として」矢澤真人・橋本修編『現代日本語文法 現象と理論のインタラクション』ひつじ書房.
- 福盛貴弘・阿部二郎・石田尊・井本亮・川野靖子・富樫純一・福嶋健伸・茂木俊伸 (2006) 「実験言語学の展望：日本語文法脳機能研究部会の発足に向けて」『文法理論の諸言語現象への適切な適用にむけて』(平成 17 年度～平成 18 年度科学研究費補助金基盤研究(C)研究成果報告書 (研究代表者：矢澤真人)) 59-75. 筑波大学.
- Gazzaniga, M. S., R. B. Ivry and G. R. Mangun (2002) *Cognitive neuroscience: The biology of the mind second edition*. New York: W. W. Norton & Company.
- 井本亮 (2003) 『現代日本語における副詞的修飾関係の研究』博士論文、筑

波大学.

- (2005) 「連用修飾と動詞 — 修飾の基本原理と関係構成の多様性から動詞句の意味を探るアプローチ」『國文學：解釈と教材の研究』50-5: 89-99. 學燈社.
- Ito, T., I. Shimoyama, T. Shibata, D. Abla, H. Iwasa, K. Koseki, T. Sato and Y. Nakajima (2001) 'Event-related potentials to semantic processing of spoken sentences.' 『千葉医学』77: .23-29. 千葉大学.
- Jackendoff, R. (1983) *Semantics and cognition*. Cambridge: The MIT Press.
- Kutas, M. & S. A. Hillyard (1980) 'Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity.' *Science* 207: 203-205.
- Kutas, M & K. D. Federmeier (2000) 'Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension.' *Trends in cognitive sciences* 4-12: 463-470.
- 日本認知学会編 (2002) 『認知科学辞典』 共立出版.
- 佐田佳美・稲垣真澄・矢野岳美・堀本れい子・加我牧子 (2001) 「意味カテゴリー——致判断課題における事象関連電位 N400 の特徴——等電位分布 (topography) による検討——」『臨床神経生理学』29-5: 342-351.
- 酒井由美・岩田一樹・Jorge Riera・万小紅・横山悟・下田由輝・川島隆太・吉本啓・小泉政利 (2005) 「助数詞と名詞の照合処理は意味的か文法的か — 事象関連電位を用いた研究 —」『日本言語学会第131回大会予稿集』384-389.
- Wierzbicka, A. (1992) *Semantics, culture and cognition*. Oxford: Oxford University Press.
- (1996) *Semantics, primes and universals*. Oxford: Oxford University Press.

On Brain-Scientific Reality of the Semantic Category [\pm Human]

Takahiro FUKUMORI

The purpose of this study is to examine the reality of the semantic category [Human]. To serve this purpose, an experimental linguistic approach was taken by conducting experiments eliciting ERP using semantically incongruous phrase. The 60 stimuli have adnominal phrase structure of ‘-ta’ (modifier) + noun (head). When the head bears the semantic category [-Human], the meaning of the adnominal phrase is incongruous. Fifteen right-handed undergraduate students participated in this experiment. Phrases with congruous and incongruous heads were presented to the examinees visually.

The results were as follows:

- (1) When nine of fifteen subjects looked at the incongruous phrases which involved the semantic category [-Human], the peak latency of negative waves appeared around 500 to 600 msec. I named it the N500-600 component.
- (2) The peak amplitude of N500-600 component which was the incongruous phrases was larger than that elicited by the congruous phrases.

Faculty of Foreign Languages,

Daito Bunka University

1-9-1 Takashimadaira, Itabashi, Tokyo 175-8571, Japan

E-mail: ICG01649@nifty.com