

## 課題関連性が意味的関連性によるN400減衰に及ぼす影響

中尾美月

(2001年9月28日受理)

The effects of task relevancy on N400 attenuation by semantic relation

Mizuki Nakao

Event-related brain potentials (ERPs) associated with semantic relation were recorded from twelve subjects while detecting nonwords preceded by a specific word in a series of successively presented words and nonwords. In this task, subjects were required the lexical decision for probes preceded by the specific prime (TASK RELEVANT condition), but not for the probes preceded by other primes (TASK IRELEVANT condition). The amplitude of a negative ERP component (N400) was significantly attenuated when the probes were preceded by semantically related primes. This attenuation was greater in TASK RELEVANT condition than TASK IRELEVANT condition, regardless of the modulation of such components overlapping on N400 as CNV resolution and late positive component in TASK RELEVANT condition. The advantages and disadvantages for imposing any task on probes were discussed.

Key Words: event-related brain potentials (ERPs), N400, task relevancy, semantic relation  
キーワード: 事象関連電位 (ERP)、N400、課題関連性、意味的関連性

人の言語処理に関わる事象関連電位 (Event-related potential, ERP) として、N400が挙げられる。N400は、文脈から意味的に逸脱した文末単語に対して、潜伏時約400 ms付近に中心部・頭頂部優位に出現する陰性電位である (Kutas & Hillyard, 1980)。N400は物理的な大きさの異なる文末単語に対しては生起しないため、単語認知や意味処理に関わる電位として注目を集めている (例えば Kutas & Van Petten, 1988)。

このような文を刺激として呈示する方法の他に、単語を継時呈示するプライミング・パラダイムにおいても、N400上に同様の変動が観察できる。プライミング・パラダイムでは、文脈の役割を果たす先行単語 (プライム) の様々な属性 (音韻、形態、意味など) を操作することによって、後続単語 (プローブ) の認知に及ぼす影響を細かく操作することができる。例えば、プライムがプローブと意味的に関連している場合には、関連していない場合と比較して、プローブに対する課題遂行が速く正確になる。これは意味的プライミング効果と呼ばれている (Meyer & Schvaneveldt, 1971)。この現象に対応して、プライムと意味的に関連したプ

ローブに対するN400は、関連しないプローブよりも、その振幅が減衰する (Bentin, McCarthy, & Wood, 1985)。この行動指標上とN400上に認められる意味的関連性効果の関係を詳細に調べることによって、単語認知過程とそれを支える脳活動の様相が明らかになりつつある。

しかしながら、プライミング・パラダイムを用いてN400を観察する場合、次のような測定上の問題が存在する。まず、プライム呈示後からプローブ呈示前にかけて、CNV (Contingent Negative Variation) が発達する。その解決過程においてゆるやかな陽性電位が生起するため、プローブに対する波形はこの陽性電位の上に重畳する形になる。次に、ほとんどの実験ではプローブに対して語彙判断やカテゴリー判断等の課題を課しているが、この課題要求のために、プローブに対する波形に判断に関連した後期陽性成分 (Late Positive Component, LPC) や運動反応に関連した電位が重なってくる。これらの電位は、いずれもN400潜伏時に生じるため、N400単独の変動を観察することを困難にする。そこで本研究では、これらの電位が出現

する場合としない場合において、N400における意味的関連性効果の現れ方が異なるか否かを明らかにすることを目的とした。

この目的を検討する方法として、本研究では、二つの単語を継時的に呈示する典型的なS1-S2のプライミング・パラダイムではなく、多数の単語もしくは非単語からなる刺激系列を一刺激ずつ継時的呈示する方法を用いた。そして、先行単語（プライム）と後続単語（プローブ）との間に、意味的関連性がある条件と無い条件を設けた。課題は、ある特定の単語に先行された非単語を検出することであった（以下、このような特定のプライムを課題関連プライムと呼び、それ以外のプライムを課題非関連プライムと呼ぶ）。例えば、課題関連プライムが「ピアノ」である場合、被験者には「ピアノ」の次に非単語が呈示された場合にのみ、ボタンを押して反応し、それ以外の場合には全て反応しないように求めた。課題を非単語検出としたのは、単語に対して反応を求めないことによって、運動関連電位の影響を除外するためである。このような事態では、課題関連プライムが出現した場合には、次のプローブに対して語彙判断が必要となるが、課題非関連プライムが出現した場合には、プローブに対して課題遂行の必要がない。従って、課題関連プライムに続くプローブにはCNVやLPCが増大するが、課題非関連プライムに続くプローブには、そのような電位は生起しないと予測される。このような2つの条件下で、N400における意味的関連性の効果の現れ方を比較した。

### 方法

被験者 21-28歳の大学生および大学院生12名(男性10名、女性2名)を被験者とした。全員、視力(矯正

視力を含む)は正常範囲内で、利き手は右手であり、母語は日本語であった。

**刺激** カタカナ表記で2-6文字(平均文字数3.6)の名詞単語140項目、および非単語28項目からなる刺激系列を6系列使用した。各刺激系列は、Table 1に示した6種類の条件についてそれぞれ14個のプライム-プローブ対を用意し、これらを疑似ランダム順に配置して作成した。6種類の条件のうち、3種類は、プライムが課題関連プライムである課題関連条件であり、残り3種類はプライムが課題非関連プライムである課題非関連条件であった。各刺激系列における課題関連プライムには、小川(1972)を参考に、楽器、果物、昆虫、乗り物、文房具、植物の6カテゴリーの中から、それぞれピアノ、ミカン、チョウ、ジテンシャ、エンピツ、マツの6単語を選択した。プローブには非単語プローブと単語プローブがあり、さらに単語プローブには、プライムと意味的に関連した意味的関連プローブと、意味的に関連しない意味的非関連プローブがあった。なお、課題関連条件の意味的関連プローブには、上記の6カテゴリーから、課題関連プライムに使用した項目を除いて、出現頻度の高い順に14単語ずつ選択した。

**課題** 継時的に呈示される刺激系列の中から、課題関連プライムに続く非単語プローブを検出する非単語検出課題であった。例えば、課題関連プライムが「ピアノ」である場合、被験者には、次々に呈示される刺激を黙読し、「ピアノ」に続いて非単語が出現した場合にのみ、できるだけ速くかつ正確にボタンを押して反応することを求めた。

**手続き** 電極装着後、半暗室に設置したCRT画面に向かって被験者を座らせた。課題の説明を行った後、6つの刺激系列のうち、課題関連条件のプライムが「マ

Table 1. Examples of prime-probe pairs in each stimulus condition

TASK RELEVANCY	SEMANTIC RELATION	PRIME	PROBE
TASK RELEVANT	RELATED		ギター guitar
	UNRELATED	ピアノ piano	ウエキバチ flowerpot スツラマ nonword
	NONWORD		
TASK IRELEVANT	RELATED	ハリ needle	イト thread
	UNRELATED	タバコ cigarette	キョウカシヨ textbook
	NONWORD	サラダ salad	コラキ nonword

ツ」である系列を使って練習試行を行った。被験者が課題に十分慣れたら、残り5つの刺激系列を用いて本試行を行った。各系列は、半数の被験者では残り半数の被験者とは逆の順序で呈示した。各系列を2ブロックに分け、計10ブロック行った。反応手はブロックごとに変え、最初の反応手をどちらにするかは、被験者間でカウンター・バランスをとった。

ブロックの初めに、CRTの中央付近に凝視点(+)を1500 ms 呈示し、500 ms のブランクの後、凝視点のあった位置に、刺激系列を1刺激ずつ継時呈示した。刺激の持続時間は500 ms とし、刺激間隔(Stimulus Onset Asynchrony, SOA)は、2300 - 2500 ms 間でランダムとした。ただし、プライム-プローブ間のSOAは2400 ms に固定した。

1ブロックは約3分30秒で、ブロックとブロックの間には約2分の休憩を入れた。また、第6ブロックと第7ブロックの間に約10分の休憩を入れた。実験に要した時間(電極装着時間を含む)は、約2時間30分であった。

**脳波の記録と分析** 銀・塩化銀電極を用い、両耳朶連結を基準電極として、Fp1、Fp2、F3、F4、C3、C4、P3、P4、O1、O2、F7、F8、T3、T4、T5、T6、Fz、Cz、Pz、Oz から脳波を、右眼窩上下から垂直方向の眼球電図(Electroculogram, EOG)を導出した。脳波とEOGは帯域通過周波数0.05 - 30 Hz で増幅し、プライム呈示前100 ms からプローブ呈示後1000 ms の3500 ms 区間を、サンプリング周波数200 Hz でAD変換した。プライム-プローブ間のCNVを評価するため、プライム呈示前100 ms 区間をベースラインとし、プローブ呈示後1000 ms までの3500 ms 区間を、各部位で $\pm 100 \mu V$ を越える電位を示した試行及び誤反応試行を除いて条件別に加算平均した。また、プローブに対する波形における意味的関連性効果を詳細に評価するため、プローブ呈示前100 ms 区間をベースラインとする、プローブ呈示後1000 ms 区間までの1100 ms 区間も、同様に加算平均した。

ERPの条件差に対する統計的検定には、区間平均電位に対する繰り返し測度の分散分析を用いた。第1種の過誤の増大を防ぐため、Greenhouse & Geisserの $\epsilon$ による自由度の修正を行った。多重比較にはRyan法を用い、有意水準を5%に設定した。なお、部位を含んだ交互作用に関しては、McCarthy & Wood (1985)に基づき、各部位における平均電位をベクトル長で規準化した場合にも有意であった場合のみを採用した。

## 結果

**行動測定** 標的である課題関連条件の非単語プローブに対する反応時間の中央値について、被験者間の平均値を算出したところ、743 ms ( $SD = 146.6$ )であった。

各プローブ条件における平均誤反応率について、課題関連条件では、非単語プローブに対するミスが5.1%であり、意味的関連プローブおよび意味的非関連プローブに対するフォルス・アラームが、それぞれ2%および9.3%であった。課題非関連条件では、非単語プローブおよび意味的非関連プローブに対するフォルス・アラームが0.1%であり、意味的関連プローブに対するフォルス・アラームは生じなかった。なお、どの条件でも誤反応率が極めて低いため、本論文では統計的検定を行う意味がないと判断し、結果を記述するにとどめた。

**ERP** プライム呈示時をトリガーとした場合の正中線上の被験者間総加算平均波形をFigure 1に示した。左側が課題関連条件、右側が課題非関連条件の波形である。課題関連条件の波形では、プローブ呈示前500 ms 付近からプローブ呈示時にかけて、前頭部・中心部優位に発達するCNVが観察された。その後、プローブに対して、呈示後約400 ms 付近に頂点を持ち、前頭部・中心部優勢に分布する陰性電位(N400)と、700 ms 付近に頂点を持つLPCが認められた。このLPCは、標的である非単語プローブに対して頭頂部優勢に出現し、非標的である単語プローブに対して中心部優勢に分布していることから、P3bもしくはそれを含む電位であると判断できる。また、単語プローブに対する波形には、N400からLPCの頂点間に、中心部・頭頂部優勢に頭皮上の広い範囲に意味的関連性の効果が認められ、意味的関連条件では意味的非関連条件よりも陽性方向にシフトしていた。

一方、課題非関連条件では、プローブ呈示前のCNVはほとんど発達していなかった。プローブに対しては、400 ms 付近にN400の特徴と一致する中心部優勢な陰性電位が認められたが、LPCはほとんど発達していなかった。単語プローブに対しては、課題関連条件と同様に、意味的関連性による陽性シフトが認められたが、そのシフト量は課題関連条件よりもやや小さいように見受けられる。

単語プローブに対する意味的関連性による条件差をより詳細に検討するため、プローブ呈示時をトリガーとして算出した単語プローブに対する正中線上の被験者間総加算平均波形をFigure 2に示した。左側は課題関連条件、中央は課題非関連条件の波形であり、右側は、意味的非関連プローブの波形から意味的関連プローブの波形を減算した差波形を課題関連性別に重ね描き

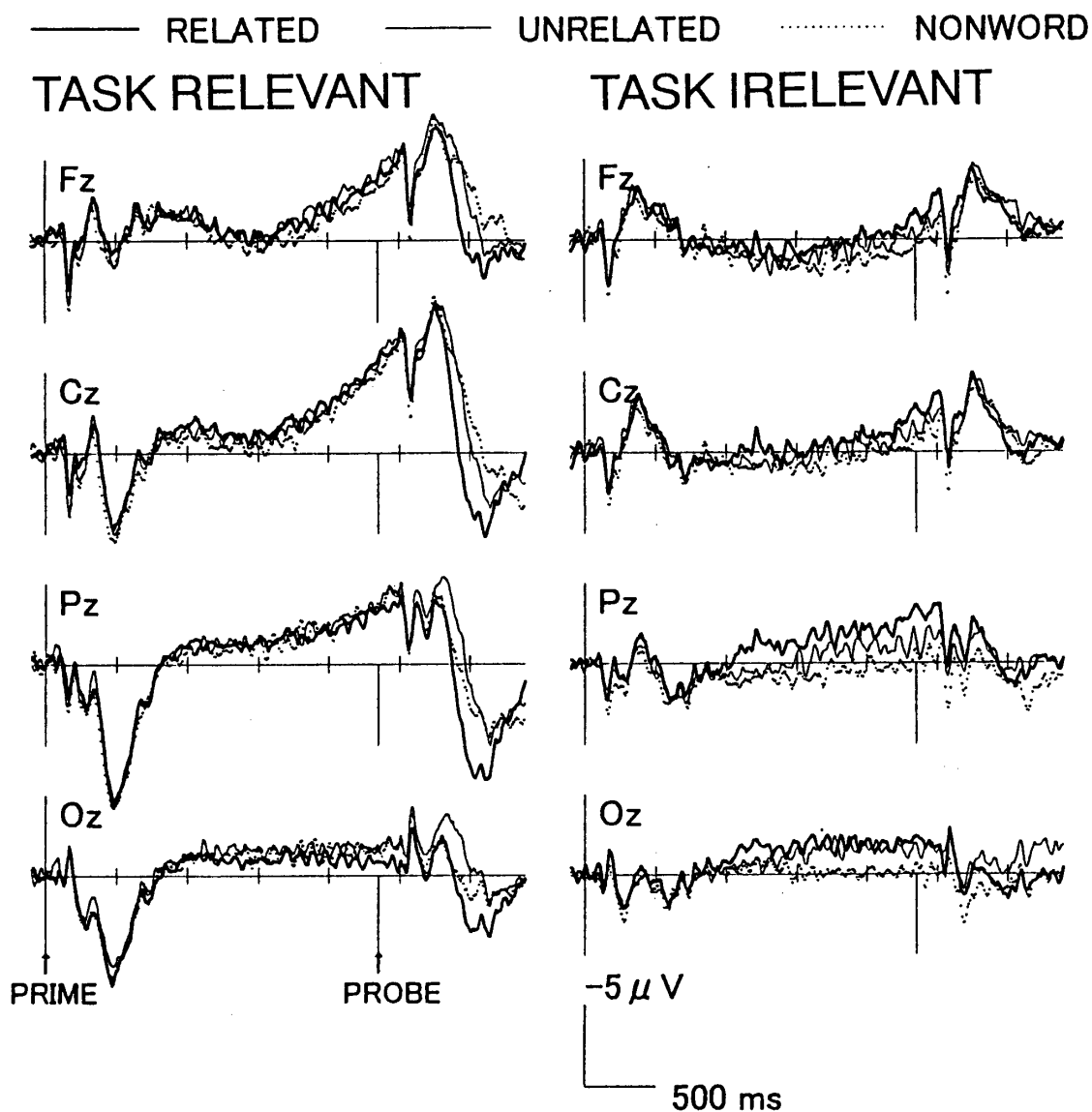


Figure 1. Grand average ERPs for prime and probe in TASK RELEVANT (left panel) and TASK IRELEVANT (right panel) conditions. The midline (Fz, Cz, Pz, Oz) ERPs for RELATED, UNRELATED and NONWORD conditions are superimposed.

したものである。プローブ呈示時をトリガーとした波形と同様、課題関連条件の原波形では、N400頂点付近からLPCの頂点付近にかけて、意味の関連プローブに対する波形の方が意味的非関連プローブに対する波形よりも陽性となる傾向が認められた。課題非関連条件の原波形においても、N400頂点付近から測定区間の最後まで同様の傾向が認められたが、その条件差は特定プライム条件の場合と比べると小さいようである。さらに差波形では、原波形で認められる意味的関連性による条件差が550 ms 付近を頂点とする陰性電位として観察され、その振幅は課題関連条件の方が課題非関連条件よりも大きかった。

以上の視察を統計的に評価するため、単語プローブに対する原波形で意味的関連性効果が認められた350-

750 ms 区間について、N400の影響が優勢な350-550 ms 区間と、LPCの影響が優勢な550-750 ms 区間に分け、原波形および差波形の平均電位を算出した。正中線上4部位の各平均電位について、原波形では2課題関連性(課題関連、課題非関連)×2意味的関連性(意味的関連、意味的非関連)×4部位(Fz, Cz, Pz, Oz)の3要因分散分析を、差波形では2課題関連性×4部位の2要因分散分析を行った。

まず350-550 ms 区間について、原波形では、意味的関連性の主効果 [ $F(1,11) = 13.23, p < .01$ ]、部位の主効果 [ $F(3,33) = 9.28, p < .01, \epsilon = .48$ ]、課題関連性×部位の交互作用 [ $F(3,33) = 12.30, p < .01, \epsilon = .58$ ]、課題関連性×意味的関連性の交互作用 [ $F(1,11) = 5.20, p < .05$ ] がそれぞれ有意であった。

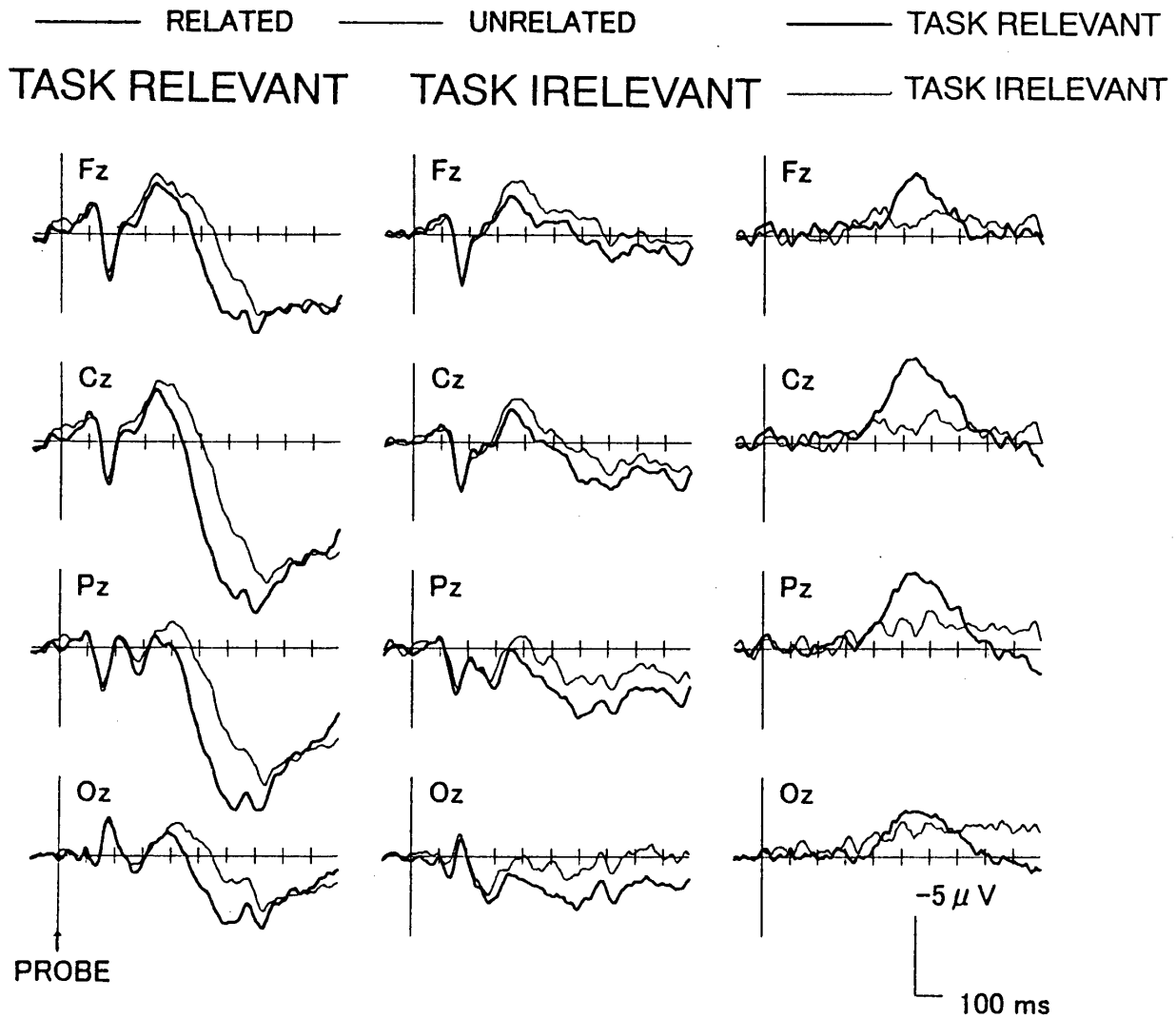


Figure 2. Grand average ERPs at midline sites (Fz, Cz, Pz, Oz) for probe in TASK RELEVANT (left panel) and TASK IRELEVANT (middle panel) conditions. Right panel shows the difference waveforms obtained by subtracting ERPs for RELATED condition from ERPs for UNRELATED condition.

課題関連性×意味的関連性の交互作用について下位検定を行った結果、意味的関連性の単純主効果は、課題関連条件と課題非関連条件の両方において有意であった。差波形では、課題関連性の主効果 [ $F(1,11) = 9.29, p < .01$ ] が有意であり、原波形で得られたプローブの意味的関連性効果が、課題非関連条件よりも課題関連条件において有意に大きいことが示された。

一方、550-750 ms 区間において、原波形では、課題関連性の主効果 [ $F(1,11) = 29.17, p < .01$ ]、意味的関連性の主効果 [ $F(1,11) = 27.80, p < .01$ ]、部位の主効果 [ $F(3,33) = 15.50, p < .01, \epsilon = .55$ ]、課題関連性×部位の交互作用 [ $F(3,33) = 20.51, p < .01, \epsilon = .49$ ] が有意であった。差波形では、いずれの主効果および交互作用も有意ではなかった ( $ps > .05$ )。従ってこの区間では、350-550 ms 区間で得られた課題関連性による意味的関連性効果の違いは得られず、両

区間の電位に異なる統計的傾向が認められた。

最後に CNV について、プローブ呈示前500 ms 区間の正中線上4部位における平均電位を条件ごとに算出し、課題関連性×意味的関連性×部位の分散分析を行った結果、課題関連性の主効果 [ $F(1,11) = 6.7, p < .05$ ]、部位の主効果 [ $F(3,33) = 9.2, p < .01, \epsilon = .06$ ]、課題関連性×部位の交互作用 [ $F(3,33) = 16.7, p < .01, \epsilon = .50$ ] が有意であった。交互作用の下位検定の結果、課題関連性による条件差は CNV が典型的に認められる前頭部・中心部で有意であり、課題関連条件では課題非関連条件と比較して有意に高振幅の CNV が発達していた。また、意味的関連性の有意な主効果および交互作用が得られなかったことから、視察通り、プローブの意味的関連性による CNV 振幅の条件差は、統計的にも認められないことが示された ( $ps > .05$ )。

## 考察

本研究では、CNV や LPC が出現する場合と出現しない場合とで、N400における意味的関連性効果の現れ方が異なるか否かを明らかにするため、プローブに対する課題関連性を操作し、意味的関連性によるN400減衰にどのような影響を及ぼすか検討した。その結果、課題関連性にかかわらず、意味的関連プローブに対する波形の方が意味的非関連プローブに対する波形よりも、より陽性方向にシフトする傾向が認められた。この陽性シフトは400 ms 付近から開始し、中心部付近でシフト量が大きいことから、意味的関連性によるN400減衰によるところが大きいと思われる。

ただし、予測通り、課題関連条件では、課題非関連条件と比較して、プローブに対して有意に高振幅な CNV と LPC が出現した。これらの電位の影響とN400の変動とを厳密に分離することは難しいが、少なくとも、N400潜時帯で得られた条件の効果は、これらの電位のみが生み出した見かけ上の効果ではないと考えられる。その根拠として、まず CNV 基線復帰電位の影響について、CNV 振幅自体に意味的関連性による条件差が認められなかった。よって、その解消過程の違いのみが、課題関連条件における意味的関連性効果をもたらしたとは考えにくい。また、CNV が有意に発達した前頭部・中心部は、N400およびその意味的関連性効果が典型的に認められる中心部・頭頂部と比較すると、分布が若干前寄りである。

次に LPC による影響について、統計的検定の結果から、N400潜時帯と LPC 潜時帯とでは異なる傾向が得られた。また、LPC がほとんど認められない課題非関連条件においても、有意な意味的関連性効果が得られた。これらの結果は、原波形や差波形に認められた意味的関連性効果が、単に LPC の大きさの違いによって生じたものではないことを示唆している。同様の解釈は Bentin (1987) や Koyama et al. (1992) も行っている。

以上の点から、この区間に認められた意味的関連性効果は、N400減衰によるところが大きいと考えられる。しかしながら、意味的関連性効果の大きさは、課題関連条件の方が課題非関連条件よりも有意に大きかった。この違いを生み出した原因として、まず、課題関連条件では、課題遂行に必要な注意をより多くプローブに向けていたことが考えられる。この推測は、誤反応率において、課題関連条件では課題非関連条件よりも、非標的を誤って標的と判断するフォルス・アラームが増大したことから支持される。また、N400は注意水準に敏感な成分の一つであり、注意を多く向けているほ

ど、意味的関連性効果が大きくなることが報告されている (Holcomb, 1988; Kellenbach & Michie, 1996; Koyama, Nageishi, & Shimokochi, 1992; McCarthy & Nobre, 1993; Otten, Rugg, & Doyle, 1993)。

課題関連性によって意味的関連性効果の大きさの違いが生じた第2の原因として、プライムとプローブを意味的に統合する際の難易度が考えられる。現在、N400に反映される単語認知過程の有力な候補として、語彙アクセス後の統合過程が挙げられている (Brown & Hagoort, 1993; Holcomb, 1993; Mitchell, Andrews, & Ward, 1993)。この過程は、心内辞書にアクセスして同定された語彙表象を、ワーキングメモリ内に保持している先行文脈表象と統合し、より高次の表象を形成する過程である (Neely, 1977, 1991; Seidenberg, Waters, Sanders, & Langer, 1984)。そして、文脈から意味的に逸脱した文末単語や、プライムと意味的関連性のないプローブに対して高振幅のN400が出現するのは、先行情報との意味的な統合が困難であり、付加的な処理が必要となったためであると解釈されている。課題関連条件でN400上に明瞭な意味的関連性効果が認められたのは、課題遂行において非常に重要な情報である課題関連プライムが、ワーキングメモリ内で高く活性化した状態にあったため、プローブとの統合の難易度の効果が顕著に現れたのではないかと考えられる。

一方、課題非関連条件において個人ごとの波形を観察したところ、意味的関連性によるN400減衰と思われる変動が認められた被験者は半数であった。このような個人差も、プローブに対する被験者の期待や方略の違いが統合の難易度に差を生じたためと説明できる。本研究の課題事態では、被験者は、課題関連プライムが呈示されるまでは、その出現を期待していると推測される。しかしながら、本実験で用いた刺激系列は、あらかじめ用意したプライムとプローブの対を配置して作成したため、課題非関連プライムの次の項目に対して課題遂行の必要がないことが、被験者にあらかじめ予測可能である。つまり、課題非関連プローブ呈示時に、被験者が課題関連プライムを期待している可能性と、意図的には何も期待してはいない可能性が考えられる。そして、被験者がプローブに対して意図的には何も期待していない場合、ワーキングメモリ内には先行情報である課題非関連プライムの表象が保持されていると推測される。よって、課題非関連プライムとプローブの意味的統合が図られ、N400における意味的関連性効果が生じたと考えられる。一方、被験者がプローブに課題関連プライムを期待している場合、ワー

キングメモリには、課題非関連プライムの表象も先行情報として保持されているであろうが、それ以上に課題関連プライムの表象が高く活性化していると思われる。ここで、意味的関連プローブと意味的非関連プローブのどちらが呈示されたとしても、課題関連プライムとは意味的関連性がないため、どちらとも統合が困難であり、どちらのプローブに対してもN400が増大したと考えられる。このような呈示された単語と意図的に期待していた単語との意味的なミスマッチによるN400増大は、中尾・宮谷(1999)も報告している。ただし、以上の推論は、被験者の期待や方略を統制した課題事態によって確認する必要がある。

以上を考慮すると、N400上の意味的関連性効果に着目して実験を行う場合、本研究から次の4点が示唆される。第1に、CNVが発達する実験事態においても、N400上の意味的関連性効果をかなり正確に評価することができる。CNVの基線復帰電位が意味的関連性によって異なる可能性を完全に否定することはできないが、CNVの分布や条件の効果を確認することで、その可能性を低減できるであろう。

第2に、LPCがN400と同じ潜時帯に出現し、複合波を形成することは、多くの研究で報告されているが(Bentin, 1987; Curran, Tucker, Kutas, & Posner, 1993; Holcomb, 1988; 片山, 1995; Kellenbach & Michie, 1996; Kutas & Hillyard, 1984; Mitchell Andrews, & Ward, 1993)、その潜時がN400の優勢な潜時帯と重ならないならば、両成分における条件の効果をある程度分離することは可能である。Bentin, McCarthy, & Wood (1985)は、LPCの潜時や振幅に条件差が見られない場合でも、N400に差が見られると報告し、この2つの成分が特定の課題状況下で生起する2つの独立した過程であることを示している。特に、LPCを構成するP3bは、刺激評価系の処理に関わる電位であると考えられている。従って、同じ実験的操作に対するN400とLPCの変動の違いから、単語認知過程の意味処理系と刺激評価系に関する異なる情報が得られることもある。ここで、両成分を分離するためには、どのような難易度の課題を課すかが重要になってくる。なぜならば、判断にそれほど時間を要しない容易な課題の場合には、LPC頂点潜時が短縮し、N400潜時帯に食い込んでくるため、N400の変動を適切に評価することが困難になってくるからである。その点、プライミング・パラダイムでよく用いられる語彙判断課題は、N400とLPCの優勢な潜時帯が比較的異なるため、望ましい課題の一つであると思われる。

第3に、課題を課すことによって、反応時間などの行動指標もあわせて測定できる。行動指標には、刺激

入力から反応出力に至る全ての処理過程が関与しているため、ERPとは異なる結果のパターンを示すことも多い。従って、ERPの各成分の変動と行動指標の結果とを比較することで、単語認知過程について、より多面的に推測することができる。

第4に、課題を課した方が、課さない場合よりも、呈示刺激に対する被験者の注意水準をある程度高めておけるため、明瞭で安定した意味的関連性効果が観察できる。

以上の点から、N400の変動をうまく捉えることのできる条件を設定し、他の成分の影響をできるだけ排除できる適切な課題を課すことが、事象関連電位による単語認知研究にとって重要であると思われる。

## 引用文献

- Bentin, S. 1987 Event-related potentials, semantic processes, and expectancy factors in word recognition. *Brain and Language*, **31**, 308-327.
- Bentin, S., McCarthy, G., & Wood, C. C. 1985 Event-related potentials, lexical decision, and semantic priming. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **60**, 343-355.
- Brown, C., & Hagoort, P. 1993 The processing nature of the N400: Evidence from masked priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **5**, 34-44.
- Curran, T., Tucker, D. M., Kutas, M., & Posner, M. I. 1993 Topography of the N400: Brain electrical activity reflecting semantic expectancy. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **88**, 188-209.
- Holcomb, P. J. 1988 Automatic and attentional processing: An event related brain potential analysis of semantic priming. *Brain and Language*, **35**, 66-85.
- Holcomb, P. J. 1993 Semantic priming and stimulus degradation: Implications for the role of the N400 in language processing. *Psychophysiology*, **30**, 47-61.
- 片山順一 1995 意味的な期待の心理生理学 多賀出版
- Kellenbach, M. L., & Michie, P. T. 1996 Modulation of event-related potentials by semantic priming: Effects of color-cued selective attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **8**, 155-173.
- Koyama, S., Nageishi, Y., & Shimokochi, M. 1992

- Effects of semantic context and event-related potentials: N400 correlates with inhibition effect. *Brain and Language*, **43**, 668-381.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. 1980 Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, **207**, 203-205.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. 1984 Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, **307**, 161-163.
- Kutas, M., & Van Petten, C. 1988 Event-related brain potential studies of language. In P. K. Ackles, J. R. Jennings, & M. G. H. Coles (Eds.), *Advances in psychophysiology*. Greenwich, CT: JAI Press. Pp. 139-187.
- McCarthy, G., & Nobre, A. C. 1993 Modulation of semantic processing by spatial selective attention. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, **88**, 210-219
- McCarthy, G., and Wood, C. C. 1985 Scalp distributions of event-related potentials: An ambiguity associated with analysis of variance models. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **62**, 203-208.
- Meyer, D. E., & Schvaneveldt, R. W. 1971 Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, **90**, 227-234.
- Mitchell, P. F., Andrews, S., & Ward, P. B. 1993 An event-related potential study of semantic congruity and repetition in a sentence-reading task: Effects of context change. *Psychophysiology*, **30**, 496-509.
- 中尾美月・宮谷真人 1999 N400における文脈効果と期待効果 生理心理学と精神生理学, **17**, 21 - 31.
- Neely, J. H. 1977 Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, **106**, 226-254.
- Neely, J. H. 1991 Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and theories. In D. Besner & G. Humphreys (Eds.), *Basic processes in reading: Visual word recognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. Pp. 264-336.
- 小川嗣夫 1972 52カテゴリに属する語の出現頻度表 人文論究 (関西学院大学文学部紀要), **22**, 1 - 68.
- Otten, L. J., Rugg, M. D., & Doyle, M, C. 1993 Modulation of event-related potentials by word repetition: The role of visual selective attention. *Psychophysiology*, **30**, 559-571.
- Seidenberg, M. S., Waters, G. S., Sanders, M., & Langer, P. L. 1984 Pre- and post-lexical loci of contextual effects on word recognition. *Memory and Cognition*, **12**, 315-328.