

博士学位請求論文

意味処理の脳半球非対称性に関する  
心理生理学的研究

加藤 公子

博士学位請求論文

意味処理の脳半球非対称性に関する  
心理生理学的研究

加藤 公子

## 要旨

本研究は意味プライミング効果を通して左右大脳半球非対称性を行動測度と事象関連電位 (ERP) 測度からみるものである。プライミングとは先行刺激 (プライム) が後続刺激 (ターゲット) の処理を促進または抑制することである。中でも意味プライミングは、プライムとターゲットの意味関連性を操作するもので、2つの単語間に意味関連性がある事態では意味無関連事態よりもターゲットに対する処理の促進が観察される。すなわち、反応時間における意味プライミング効果は意味関連が意味無関連よりも短縮することを指す。ERP はターゲット呈示後 400 ms あたりに惹起する陰性電位を N400 と同定し、主にこれを意味プライミング効果の指標とする。意味無関連では増大した N400 が観察されるが、意味関連ではこれが低減、すなわち N400 減衰が認められる。

意味プライミングパラダイムを用いた本研究の目的は以下の3つである。

第1の目的はプライムによる意味情報活性と貯蔵をプライム-ターゲット刺激間に惹起する緩徐な陰性波 (SNp) から検討することである。SNp はターゲット呈示前の活性状態に関わるが、注目すべきは脳梁を介した間接入力半球 (プライム呈示視野の同側半球) におけるプライム活性である。プライム情報の転送は、左半球から右半球と右半球から左半球で、どちらが転送先の半球でより活発な意味活性を促し、貯蔵されるのか。この非対称性の問題に対して右視野呈示プライムと左視野呈示プライムの条件間で、間接入力半球における SNp を比較する。

第2の目的は、SNp の発達と N400 プライミング効果の相互関係をみることにある。意味マッチング課題遂行にプライムの意味情報貯蔵が関係するならば、SNp が大きく現れた半球では N400 プライミング効果も増大すると予測できる。この予測を検証するため、プライム-ターゲットの継時呈示単語に対する一連の処理を時系列に沿って把握する。

第3の目的は、ERP 測度の時間分解能を活かし、N400 プライミング効果の開始潜時から意味活性速度の半球非対称性をみることである。反応時間で推測される処理速度を問題

として扱う場合、ERP 測度もまた時間軸を利用すべきであろう。これまで振幅で説明されてきた N400 プライミング効果の半球非対称性を本研究は N400 プライミング効果開始潜在時から探求する。

第 2 章では言語刺激を用いた意味プライミング実験（実験 1～実験 3）を報告した。実験 1 と実験 2 はプライム呈示後に惹起する SNp から左右半球におけるプライム意味情報貯蔵の呈示視野差を観察すること、プライム意味情報貯蔵の半球差と N400 意味プライミング効果の大きさとの関係を探ることが主な検討課題であった。実験 3 は意味活性速度の半球非対称性をみるのが課題であった。

実験 1 ではプライムとターゲットが左視野あるいは右視野のどちらかに連続して呈示される意味マッチング課題遂行中の ERP を記録した。ターゲットに先行する SNp は左視野プライムに対しては両半球で発達したが、右視野プライムに対しては右半球で減弱した。N400 減衰がプライムと意味的に関連したターゲットに対して観察され、これは左頭頂部で優勢であった。N400 プライミング効果は、他の呈示条件と比較して、右視野プライムの後に左視野ターゲットが続く試行に対して有意に減少した。

実験 2 はプライムとターゲットを連想性の高い具体名詞対に統一した以外は実験 1 と同様の手続きであった。SNp は実験 1 と同様に右視野プライムにおける右半球でのみ減少した。N400 プライミング効果は左半球においてはすべての視野条件で認められたものの、右半球では右視野プライム-左視野ターゲット条件でのみ認められなかった。

実験 1、実験 2 で一貫して認められた SNp の半球非対称性、すなわち意味情報貯蔵の左半球優位はプライムの刺激属性に依存するのか、とのさらなる疑問があがる。この問題は後述の第 3 章実験 5 で明らかにした。

実験 3 は 2 つの単語が SOA200 ms あるいは 800 ms で連続して呈示された時の ERP が記録された。各単語対は左視野と右視野に同時に呈示された。実験参加者は一側視野に注意を向け、注意を向けた視野に呈示された単語対の意味関連性判断が要求された。反応時間では SOA による違いが認められ、プライミング効果は短い SOA (200 ms) では右視野

呈示でのみ、長い SOA (800 ms) では左右視野呈示で認められた。これに対して N400 振幅からはプライミング効果は頑健に認められるものの SOA による差は確認できなかった。しかしながら N400 プライミング効果の開始潜時をみると、視野や半球に関わらず SOA200 ms よりも SOA800 ms で、また SOA や半球に関わらず意味関連対の左視野呈示よりも右視野呈示で早く生じることが認められた。

第 3 章はプライムとターゲットの刺激属性が異なる意味プライミング実験 (実験 4・実験 5) を報告した。

実験 4 では画面中央に連続して呈示される顔 (プライム) の性と単語 (ターゲット) の性ステレオタイプ一致性判断課題遂行中の ERP を記録した。顔のもつ視線には直視条件と逸視条件が設けられ、他者視線がプライミング効果に与える影響も観察した。

プライミング効果は直視条件で大きく認められ、プライムとターゲットの性一致条件における N400 減衰が顕著であった。

直視顔は N400 意味プライミング効果をもたらすことを実験 4 で確認した上で、実験 5 が行われた。実験 5 では顔 (プライム) と名前 (ターゲット) が左視野あるいは右視野に連続して呈示される意味マッチング課題遂行中の ERP が記録された。SNp は左視野プライムでは半球差は認められないが、右視野プライムでは右半球よりも左半球で大きかった。この結果は言語刺激を用いた実験 1, 実験 2 と合致する。N400 プライミング効果には視野効果が認められず、これは SNp の半球差が N400 プライミング効果に反映されなかったことを意味するが、この原因は刺激対が異なる属性であったことに帰属できる。

冒頭で述べた 3 つの目的に沿って本研究結果をまとめる。

第 1 の目的として掲げた検討課題は、プライム情報の転送が左半球から右半球と右半球から左半球で、どちらが転送先の半球でより活発な意味活性を促し、貯蔵されるのかを探ることであった。実験 1・実験 2・実験 5 で捉えた SNp の大きさはプライム呈示視野により半球差を認め、プライム右視野呈示の右半球は左視野呈示の左半球よりも SNp が低減した。これらの知見からプライム情報は言語、非言語に関わらず右半球から左半球への転

送により左半球において十分な意味活性がなされ、貯蔵されるという1つの結論が導かれた。

第2の目的は、SNp 発達と N400 プライミング効果の関係を探ることであった。両者の関係で、プライム右視野-ターゲット左視野 (RL) 条件は、上記の SNp の振る舞いに呼応して、他の視野条件と異なり特徴的であった。言語刺激を用いた実験 (実験1・実験2) をみると、RL 条件におけるターゲット後 ERP は、他の視野条件に比べ意味関連条件の N400 減衰が小さく、特にそれは右半球に顕著に認められた。この結果は SNp から明らかのように、左半球から転送された情報によって右半球で起こる活性化の減弱 (すなわち、意味情報貯蔵の低減) に由来する。これに対して、プライム左視野-ターゲット右視野 (LR) 条件は、RL 条件と同様にプライム-ターゲット意味マッチングに脳梁を介した情報転送が必須となるにも関わらず、SNp は左右半球同等に発達した。これに応じて左右半球とも意味関連条件における N400 減衰を確認した。以上より、SNp 発達と N400 プライミング効果には相互関係があることが明らかとなった。

こうした SNp 発達と N400 プライミング効果の关系到注目して、以下のモデルを想定した。そのモデルにおいて、プライム左視野呈示条件では、プライムは右半球に直接入力され、右半球から左半球への転送が円滑に生じ、左右半球同等の十分なプライミング状態をもたらす。ターゲットは左視野呈示では右半球へ、右視野呈示では左半球へ直接入力されるので、意味関連対において大きく N400 が減衰し、プライミング効果が増大する。他方、プライム右視野条件では、プライムが左半球へ直接入力されると、左半球に意味活性が起こり、プライミング状態が生じる。しかし、そうした情報が左半球から右半球への転送時に減衰して右半球へ送られ、右半球では十分なプライミング状態が生み出せない。こうした状況にターゲットは右視野呈示では直接左半球へ入力され、プライミング状態が十分な左半球ではプライミング効果が生じる。一方、ターゲット左視野呈示 (上記の RL 条件に相当) ではターゲットが右半球へ直接入力される。不十分なプライミング状態である右半球ではプライムと意味関連のあるターゲットが入力されても、意味処理に負荷がかかり、

N400 減衰が起こらず，結果としてプライミング効果が生まれない。

第 3 の目的は ERP 測度の時間分解能を活かし，N400 プライミング効果の開始潜時から意味活性速度の半球非対称性をみることであった。実験 3 により N400 意味プライミング効果開始潜時は左視野呈示（右半球）よりも右視野呈示（左半球）で，短い SOA よりも長い SOA で短縮することが見出された。左右半球と SOA との交互作用は確認できず，反応時間の結果とは一致しない点もあったが，N400 プライミング効果開始潜時から得た左半球優位，長い SOA 優位となった結果は，プライムターゲット意味マッチングが制御的な予測に基づく限局した意味処理であることを示唆する。

# 目次

はじめに	1
第1章 半球機能差と意味プライミング研究の位置づけ	
1.1 大脳半球優位性	3
1.1.1 言語処理における大脳半球機能差研究	
1.1.2 半球間情報転送	
1.2 意味プライミング	8
1.2.1 意味プライミング効果	
1.2.2 活性化拡散モデル	
1.2.3 活性化速度と活性化拡散範囲	
1.3 事象関連電位と意味処理	11
1.3.1 事象関連電位	
1.3.2 N1 潜時で計測した半球間情報転送時間	
1.3.3 後頭緩徐陰性電位 (SNp)	
1.3.4 N400 プライミング効果	
1.3.5 N400 プライミング効果からみた半球非対称性	
1.3.6 プライミング研究における行動測度と ERP 測度の相違	
1.4 本研究の目的	28
第2章 言語刺激の左右半球情報貯蔵と意味プライミング効果	
2.1 問題提起	30
2.2 実験1 視野内・視野間意味プライミング	32
2.3 実験2 半球内・半球間意味プライミング効果	51



2.4 実験 3 意味活性の時間経過における半球差	64
2.5 実験 1~3 で得られた知見	82

### 第 3 章 顔写真プライムと単語ターゲットによる意味プライミング効果

3.1 問題提起	84
3.2 実験 4 他者視線が観察者の性ステレオタイプ活性に及ぼす影響	86
3.3 実験 5 顔と名前の意味一致性判断における視野効果	100
3.4 実験 4・5 で得られた知見	115

### 第 4 章 総合考察

4.1 半球間情報転送	116
4.2 左右半球意味活性モデル	117
4.3 左右半球意味活性モデルの検証	119
4.4 N400 プライミング効果からみた意味処理活性速度の半球非対称性	119
4.5 今後の展望	120

引用文献	123
------	-----

付表 1 実験 1 で使用した単語刺激

付表 2 実験 2 で使用した単語刺激

付表 3 実験 3 で使用した単語刺激

本論文を構成する発表された研究論文

謝辞

## はじめに

日常生活において我々は五感から様々な情報を受け取っている。それらの情報は同時あるいは継時的に脳へ入力され、脳では必要な情報に対して適切な処理が行われる。夥多な情報を脳が処理するには多大な負荷がかかるだろう。煩雑な情報を効率的に処理することによって負荷を低減する、すなわち認知的経済性を高めるためにはどのような脳内処理が有効な手段となるのだろうか。

大脳を背側から見ると左半球と右半球に分かれていることがわかるが、ブロードマンはこれを詳細に区分けし、52の領域で構成される脳地図を作成した。機能局在という概念を基盤として、今日では脳地図を基にした脳領域と脳機能との関係が対応づけられている。脳地図までの細かなものではないにしろ、機能局在については最近、研究者だけでなく一般にも関心が持たれており、左半球が言語機能、右半球が非言語機能に関与することは広く知られるようになった。一般的には極端な機能局在を述べた方が受け入れられやすいだろうが、例えば1960年代にスペリー（Sperry）が先駆けた分離脳研究で言語機能は左半球と同等ではないにしろ右半球にも備わっていると示したように、1つの機能は必ずしも1つの半球で処理されるというわけではなく、ある機能は左右半球のうちどちらかが優位であるという見方をする。これはまさに厳密にではなく、柔軟に機能局在を取り入れた見解である。さらに言語機能と一口に言ってもこの機能には符号化、音韻、意味、文法などの処理が含まれる。つまり、1つの心的機能は複数の処理過程から構成されており、情報処理効率性を考慮すると、複数処理を一側半球のみで行っているとは考えにくい。本論文はこの視点に立ち、左半球と右半球が相互に関わり合うことで1つの心的機能が表出されると仮定して話を進める。

ここで冒頭に記した本研究の主眼となる情報処理効率の観点に立ち返る。処理効率が悪ければ反応の遅延あるいは失敗をもたらす、処理効率が良好であれば正しい反応を素早く実行できる。処理効率を上げるための方法として本研究では情報処理に対する認知的構え

が関与するのではないかと作業仮説を立てた。認知的構えとは、先行入力情報を基に形成される後続刺激処理に対する準備状態であると定義する。この認知的構えを間接的に捉える方法として本研究は意味プライミングパラダイムを採用した。後で詳しく記載するが、このパラダイムでは先行刺激処理が後続刺激処理に与える影響を捉えることができる。しかし、従来、認知心理学研究において主な指標としてきた反応時間だけでは認知的構えを捉えることは不可能であり、これを可能にするには生理学的観点を取り入れ、刺激入力時から反応出力時までの認知処理過程をみる必要がある。ここで有用となるのが事象関連電位であり、反応時間の記録と併せれば認知処理の結果だけでなく認知処理過程をも観察できる。こうした課題遂行中の電氣的活動を記録することは、本研究が目指す認知的構えのように、まだ明白になっていない認知機能解明の一助になると期待する。

本研究は意味プライミング効果を通して左右大脳半球非対称性を行動測度と事象関連電位測度からみるものである。第1章では本論文で扱う左右大脳半球優位性、意味プライミング研究について述べる。第2章では言語刺激を用いた意味プライミング実験（実験1～実験3）を、第3章では非言語刺激を用いた意味プライミング実験（実験4、実験5）を報告する。第4章では5つの実験から見出された知見をまとめ、全体的考察を述べる。

## 第1章 半球機能差と意味プライミング研究の位置づけ

本章ではまず左右大脳半球優位性および半球間情報転送、意味プライミングの反応時間研究を取り上げる。続いて事象関連電位を用いた半球間情報転送、意味プライミング研究について概観する。

### 1.1 大脳半球優位性

脳は左右2つの半球からなるが、その機能は非対称であることがこれまでの研究から明らかになってきている。言語情報に関する処理は左半球優位、非言語情報に関する処理は右半球優位であるといったように、一方の半球がもう一方の半球より機能的に優れていることを大脳半球優位性という(永江, 1999)。今日までの研究により言語処理や分析的思考における左半球の顕著な役割、視空間課題や情動処理に対する右半球の優位性が明らかにされている(Fernandino, Iacoboni, & Zaidel, 2007)。

実験心理学における大脳半球機能差研究は、左右どちらか一方の半球に直接刺激を入力し、その刺激処理にかかる時間(反応時間)や正確さ(正答率あるいは誤答率)などの成績から大脳半球優位性を調べる。視覚刺激を用いた場合は視野瞬間呈示法が広く使用されている。視覚刺激が網膜に投写されると、左眼右眼ともそれぞれ網膜の中心窩より左側の視覚情報は左半球へ送られ、右側の視覚情報は右半球へ転送される。Young (1982) は画面中央を凝視していた実験参加者の眼が左右に動かない程度の時間(およそ 200 ms 以下)で刺激をモニター画面中央から左右に少なくとも視角  $2^{\circ}$  以上離れた位置に呈示することを提言している。こうすると左視野呈示の情報は右半球へ、右視野呈示情報は左半球へ直接入力される(図 1-1)。

#### 1.1.1 言語処理における大脳半球機能差研究

今日では言語処理優位半球は左半球であると広く知られているが、言語処理が左半球に

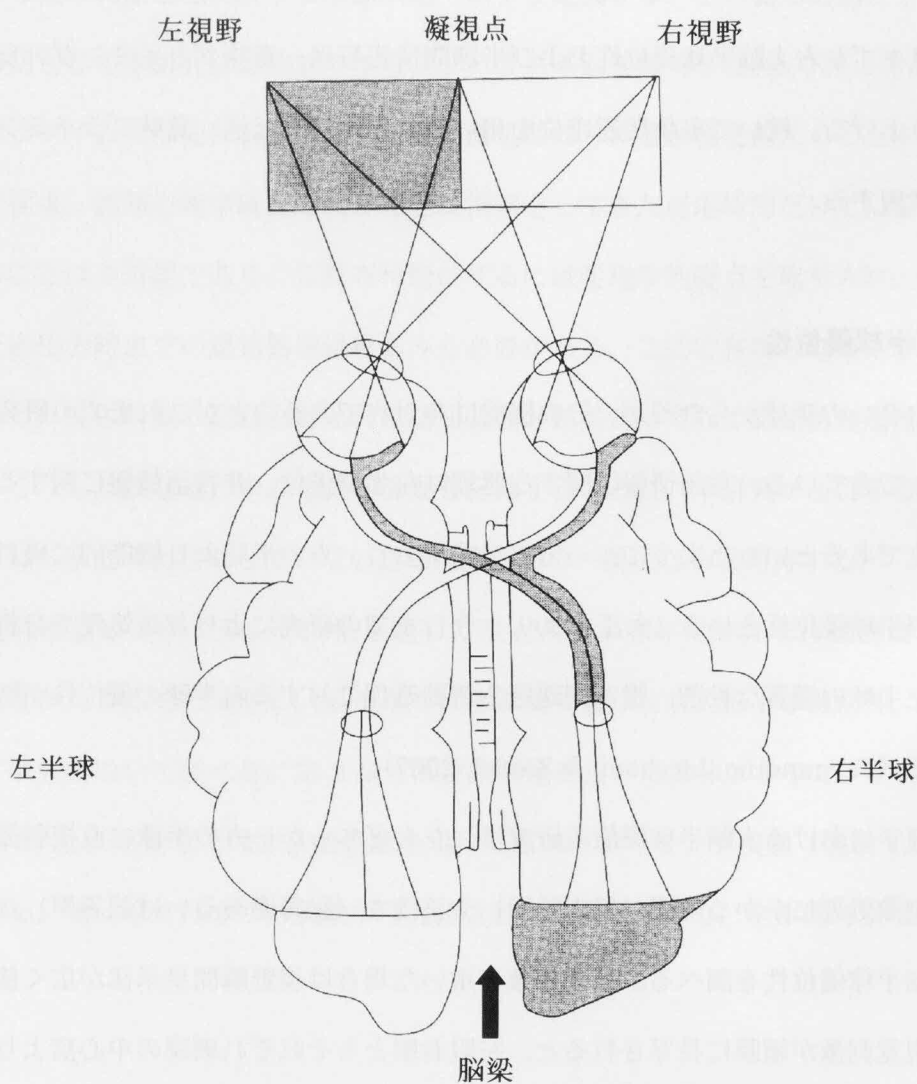


図 1-1 視野瞬間呈示法による視覚刺激の伝達経路 (Cohen, 1983)

特化したものではなく、右半球も言語処理可能であることが離断脳患者を対象に視野瞬間呈示法を用いた研究（Gazzaniga, Bogen, & Sperry, 1965; Gazzaniga & Sperry, 1967）から明らかになっている。脳梁は左右半球間の情報伝達経路であるため、脳梁の切断手術を受けた離断脳患者は左右半球間の情報伝達が困難な状態にある。この患者を対象に視野瞬間呈示法を用いた実験を行うと左右半球独立に情報処理機能を調べることができる。

Gazzaniga et al. (1965) は右あるいは左視野に単語を呈示し、離断脳患者にその単語の口頭報告を求めた。すると、右視野呈示単語の報告はできたが、左視野呈示単語の報告はできなかった。しかし、この結果では単語の意味理解の困難さによるものか、口頭反応の困難さによるものか不明確なので、その後の研究（Gazzaniga & Sperry, 1967）では単語が意味する品物を指し示すよう要求した。その結果、離断脳患者は右半球が呈示された単語の意味を理解し、左手を操作して正しい品物を指すことができることを示し、左半球のみならず右半球における言語の意味理解能力を明らかにした。

Cohen (1983) は脳のラテラリティに関してモデルを提唱し、その中で半球機能特殊化の程度が絶対的である場合と相対的である場合を想定した。絶対的な特殊化とはある機能が左右どちらか一方の半球にのみ存在し、その半球でのみ処理が行われるとするものである。相対的な特殊化とはある機能が一方の半球でより優位に処理されるが、対側半球でもある程度の処理が可能であると考えられる。Cohen (1983) のモデルによれば Gazzaniga & Sperry (1967) による知見は言語機能が相対的に特殊化されている機能であることを示唆する。

### 1.1.2 半球間情報転送

左右大脳半球は脳梁で連絡されているため各半球は独立して存在するのではなく、相互に作用し合いながら情報処理をしていると考えられるべきである。脳梁を介した半球間情報転送という観点において注目すべきは転送速度と相互作用についてである。左右半球の相互作用については、一側半球における処理よりも左右両半球の協同処理で効率が向上する

(Banich, 1998), あるいは課題実行中の左右半球は相互に作用し合い最終結果にそれぞれが貢献する (Zaidel, 2001) といった見解が示されている。こうした見解からも推測できるように、日常生活において脳に随時入力される情報の処理効率を高める 1 つの方略として、脳梁を介した情報転送による左右半球間相互作用は重要である。

この半球間相互作用に半球間情報転送速度が関係するのだろうか。情報が直接入力された半球と半球間転送により間接的に入力された半球との相互作用により、効率的に反応出力を生み出すためには、大脳半球機能差を考慮すると転送速度の半球非対称性が生じる可能性が考えられる。

反応時間研究では転送速度の実験に Poffenberger パラダイム (Poffenberger, 1912) が広く用いられている。Braun & Daigneault (1994) はこの古典的なパラダイムを使用して、大脳半球機能差と転送速度との関係を検討した。

Poffenberger パラダイムは刺激が呈示されたらボタンを押すという課題を用い、刺激呈示視野と同側の手で反応する Uncross 条件と刺激呈示視野と対側の手で反応する Cross 条件との反応時間を記録する。例えば、Uncross 条件において右視野に呈示された刺激は左半球に直接入力され、左半球が制御する右手でボタン押しを行う。一方 Cross 条件は右視野呈示刺激に対して右半球が統制する左手でボタン押しが要求されるため、左半球から右半球への情報転送が必要になる (図 1-2)。両条件間の反応時間の差が半球間転送時間となり、右半球から左半球への転送時間と左半球から右半球への転送時間とを比較して半球間転送速度の非対称性を検討する。

Braun & Daigneault (1994) は右半球優位課題では右半球から左半球への転送がその逆よりも、左半球優位課題では左半球から右半球への転送がその逆よりも速いことを見出した。この結果は転送速度の非対称性は課題優位半球に依存して生じた現象であると解釈できる。

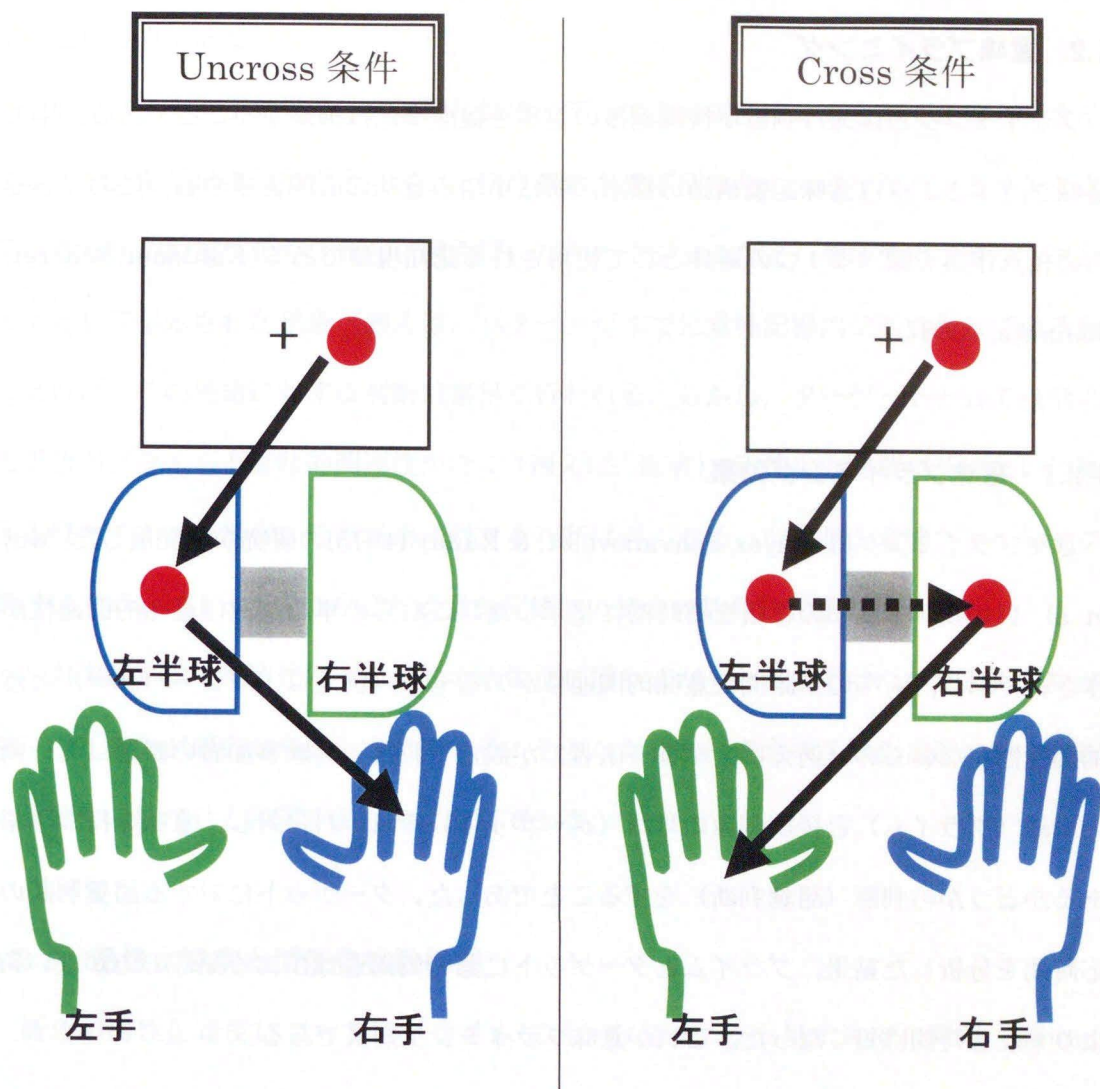


図 1-2 Poffenberger パラダイム

右視野呈示刺激に対する反応を示す。



## 1.2 意味プライミング

プライミングとは先行刺激が後続刺激の処理を促進または抑制することである。中でも意味プライミングは意味記憶構造の探求、特に単語の意味の心的表象や脳内におけるそれらの相互作用を調べる1つの道具として使用される認知現象である(Kahlaoui, Scherer, & Joannette, 2008)。

### 1.2.1 意味プライミング効果

意味プライミングは Meyer, Schvaneveldt, & Ruddy (1975)の研究から発展した。Meyer et al. (1975) は2つの単語を継時的に呈示した。これらの単語刺激は意味的関連性が操作されており、2つの単語間に意味的関連性があるもの(例えば、パン-バター)と意味的関連性がないもの(例えば、パン-医者)が設定された。実験参加者の課題は先行刺激の単語(プライム)と後続刺激の単語(ターゲット)それぞれに対し、意味を持つ単語であるかどうかの判断(語彙判断)をすることであった。ターゲットに対する語彙判断の反応時間を分析した結果、プライムとターゲットに意味的関連性がある条件の方が無い条件よりも反応時間は短くなった。これが意味プライミング効果である。

### 1.2.2 活性化拡散モデル

意味プライミング効果出現機序の説明の1つとして活性化拡散モデルが挙げられる。意味記憶内であらゆる知識概念がどのように表されているのか、Collins & Loftus (1975) は意味的関連性のある個々の概念がリンクで結びついてネットワークを形成していると想定した。このネットワークの特徴には以下の2点が挙げられる。1つは、概念間を繋ぐリンクの長さは意味的関連性の強さに比例する、つまり概念間の意味的関連性が強ければ強いほど短いリンクをもつという点である。もう1つは、ある概念がなんらかの刺激によって活性化すると、その概念とリンクにより繋がっている近隣の概念が活性化し、そうした概念の活性化はさらにリンクを伝って拡がる。そして活性化は時間経過に伴い次第に収束

するという点である。

意味プライミング効果はこの活性化拡散モデルにより説明することができる。プライムとしてパンが呈示された場合、パンという概念がまず活性化し、さらにパンとリンクされている意味的関連性をもつ概念（例えば、バターやジャムなど）を活性化させる。ターゲットとして呈示された単語（例えば、バター）がすでに意味記憶内で活性化している概念であれば、その単語に対する判断は素早く行われる。しかし、ターゲットとして呈示された単語がプライムと意味的関連性がなく（例えば、医者）、活性化の拡散が及ばない位置にある概念であった場合、その単語に対する判断は遅くなる。つまり、意味プライミング効果はプライムによってもたらされる意味記憶内の概念の活性化状態に起因する。

左右大脳半球で単語に対する意味の活性化拡散様式が異なるのではないかとの示唆が意味プライミング研究から報告されている。そうした報告は概念の活性化速度に関するものと活性化の拡がり方に関するものに大別できる。

### 1.2.3 活性化速度と活性化拡散範囲

概念の活性化速度についてはプライム呈示からターゲット呈示までの間隔（stimulus onset asynchrony : SOA）を操作して検討されている。Abernethy & Coney（1993）はプライムとターゲットを左右いずれかの視野に呈示し、短い SOA（250 ms）と長い SOA（450 ms）を設定した。短い SOA ではプライムとターゲットがいずれも左視野に呈示される条件ではプライミング効果が認められないが、プライムとターゲットがいずれも右視野、プライムは右視野でターゲットは左視野、プライムは左視野でターゲットは右視野の 3 条件ではプライミング効果を確認した。一方、長い SOA ではすべての呈示視野条件においてプライミング効果を見出した。この結果から右半球における語彙表象の活性化は左半球に比べて遅いとの見解を示した。さらに詳細な SOA（165 ms・250 ms・500 ms・750 ms）を設定した Koivisto（1997）は、意味プライミング効果は 165 ms の SOA では左半球が、750 ms の SOA では右半球で大きくなることを認め、意味情報の活性化速度は左右半球で

異なり、左半球は右半球よりも速いことを明確に示した。

こうした意味情報活性化速度の左半球優位について Collins (1999) も同様の見解を示している。Collins (1999) は Koivisto (1997) の知見を統合し 1 つのモデルを仮定した。そのモデルは、左半球における意味情報の自動活性化はプライム呈示後 165 ms 以内に始まり 500 ms あたりまで持続するのに対し、右半球の自動活性化はプライム呈示後 500 ms あたりから始まり、少なくとも 750 ms は持続すると提案している。さらに Collins (1999) は左半球については、処理方式が自動活性化から制御処理に移行すると、意味が密接に関連した小さな概念セットに注意の焦点が当てられ、その一方で意味無関連な概念は抑制されるとした。この考えは意味概念（語彙表象）の活性化拡散範囲に相当するものと想定できる。

Beeman (1988) は左右半球間の語彙表象の拡散範囲は非対称であり、右半球は左半球と比べて語彙表象の拡散が広く、入力された情報に対する符号化は右半球が左半球よりも粗いことを提唱した。Burgess & Simpson (1988) も同様の見解を示しており、右半球はリンクの距離が長いもの、つまり意味的関連性が弱い概念間でも活性化拡散が生じているとした。こうした知見はその後の研究 (Beeman, Friedman, Grafman, Perez, Diamond, & Lindsay, 1994) でも支持されている。

Jung-Beeman (2005) は左右 2 つの半球は同種の表象を貯蔵するという前提に立ち、左右半球の意味表象は違った配置を持つと示唆している。右半球ではやや広がりをもった各概念が重畳するような形で配置されているのに対して、左半球は強く焦点化された概念が各々存在し、それらは重なりを持たない。こうした概念の配置の相違により、左半球は密接に関連した意味的関連性の強い単語対に対する意味処理が優位であり、右半球は意味的に距離がある、弱い意味的関連性をもつ単語に対しても敏感に意味処理ができるとした結論 (Beeman et al., 1994) を生み出した。

こうした活性化拡散範囲が左右半球で異なるという主張とは対称的な見解 (Coney, 2002; Kandhadai & Federmeier, 2008; Livesay & Burgess, 2003) も示されている。意味

活性化速度と活性化拡散範囲を並べてみると、両者は意味処理の異なる側面というよりもむしろ連続した側面であるように思われる。Collins (1999) が示唆するように左半球が右半球よりも先に制御処理を行い焦点化された意味概念の活性化をするのであれば、それはすなわち制御処理が意味処理の焦点化をもたらしたものである。逆に、右半球は 500 ms あたりから自動活性化が始まる (Collins, 1999) のであれば、右半球では左半球が焦点化した意味処理をしている時間帯に、特定の概念の明確な活性化ではなく、広い範囲で複数の意味関連概念が活性化し始めるのである。Kandhadai & Federmeier (2008) は意味活性化拡散範囲が左右半球同等であるにも関わらず、プライミング効果に半球非対称性が認められるのは意味活性の時間差による違いではないかと示唆している。こうしてみると、意味処理の半球差には意味活性速度が深く関与していることに気づく。左右半球差の検討はまず意味活性速度について探求すべきであろう。

### 1.3 事象関連電位と意味処理

これまでみてきたように、反応時間研究から意味処理には左右半球で違いがあることが明らかとなってきた。しかし、反応時間が表すものは刺激入力から反応出力までの種々の処理を経た総合的な結果であるため、反応出力以前の脳内意味処理における左右半球差、特に意味処理速度の半球差を検討する指標としては不十分である。この半球差を観察するために適した指標として事象関連電位が挙げられる。ここからは事象関連電位について概観した後、事象関連電位から検討された半球間情報転送研究、意味処理研究について述べる。最後に左右半球意味処理様相を事象関連電位から検討した研究をまとめる。

#### 1.3.1 事象関連電位

認知機能の研究では反応時間などの行動指標が広く用いられている。しかし、これらの指標が反映するものは上で述べたようにさまざまな情報処理過程を経た最終的な結果である。この一連の処理過程がどのようなメカニズムで働いているのかについて、行動指標だ

けでは説明しがたい複雑な認知過程を推測するためには、電気生理学的手法が有用であるだろう。頭皮上に電極を装着すると、そこから脳の電気活動が記録できる。この脳電位は自発的に出現する脳波 (electroencephalogram : EEG) と刺激に対応して生じる事象関連電位 (event-related potential : ERP) とに分けられる。ERP は EEG に比べ小さな電位であるため、ERP は多数の刺激呈示を繰り返し、得られた脳波データを刺激の生起時点にそろえて加算平均することで抽出する (入戸野, 2005)。ERP の最大の長所は時間分解能に優れていることである。したがって刺激入力から反応出力までの情報処理過程をミリ秒単位で詳細に探ることができ、行動指標では見ることのできなかつた部分を解明することができる (沖田, 1992)。ERP で記録できる測度は外因性成分 (exogenous components) と内因性成分 (endogenous components) に分けられる (Donchin, Ritter, & McCallum, 1978)。外因性成分は刺激の物理的属性に対して誘発される成分であり、内因性成分は刺激に対する心的活動、すなわち認知活動を反映する成分である。代表的な内因性成分として随伴性陰性電位 (contingent negative variation : CNV) や、頭頂部優勢に出現する P3b (P300)、そして N400 が挙げられる。

CNV は Walter, Cooper, Aldridge, McCallum, & Winter (1964) により発見された。彼らの実験ではクリック音とフラッシュが 1 秒の間隔をあけて呈示された。実験参加者の課題はフラッシュが呈示されたらボタンを押すことであった。図 1-3 はこの実験事態で記録された ERP を示す。クリック音からフラッシュ呈示までにみられる緩徐な陰性電位が CNV である。Walter et al. (1964) は CNV をフラッシュへの期待に伴って惹起すると示唆した。

P3b はオッドボールパラダイムで顕著に現れる (沖田, 1993)。典型的な聴覚オッドボールパラダイムでは高頻度刺激 (標準刺激) に混じって呈示される低頻度刺激 (標的刺激) の数を数えることが実験参加者の課題となる。標的刺激呈示後 300 ms 付近に惹起する陽性波が P3b である。

N400 は Kutas & Hillyard (1980) により最初に報告された。この成分は意味逸脱に鋭

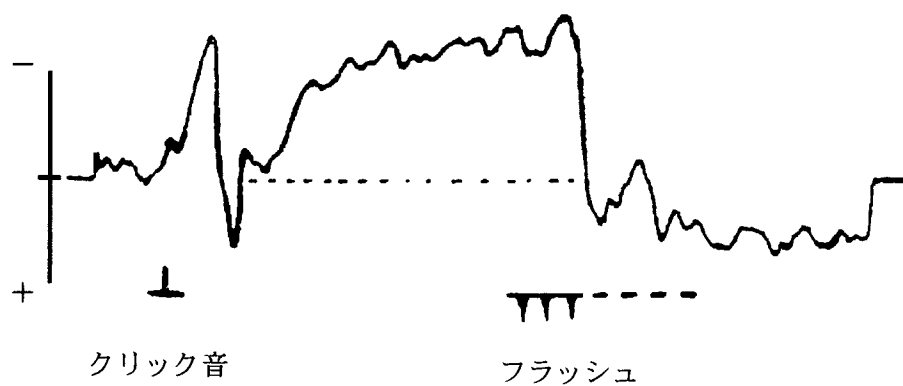


図 1-3 Walter et al. (1964) で記録された CNV

敏に反応するもので、刺激呈示後 400 ms あたりに陰性波として惹起する。Kutas & Hillyard (1980) については後に詳細な記述を加える。

### 1.3.2 N1 潜時で計測した半球間情報転送時間

半球間情報転送について反応時間による研究を上で概観したが、N1 潜時を指標に用いた研究も行われている（例えば Larson & Brown, 1997; Nowicka, Grabowski, & Fersten, 1996）。N1 成分とは刺激呈示後 100 ms あたりに頂点を迎える陰性成分である。前述で触れた内因性成分に比べ潜時が短いものの、さらに潜時の短い P1 成分と並んで視空間注意の指標として用いられている（例えば, Handy & Mangun, 2000）ことから十分に認知活動を反映する成分であるとみなすことができる。

右視野に刺激を呈示した場合、N1 潜時は刺激が直接入力される左後頭部（O1）が、左半球からの情報転送により刺激が入力される右後頭部（O2）よりも早い頂点をもつ。したがって、左半球から右半球への転送時間は右視野呈示時の右半球 N1 潜時から左半球 N1 潜時を引いた値となる（図 1-4）。逆に右半球から左半球への転送時間は左視野呈示時の左半球 N1 潜時から右半球 N1 潜時を引いた値となる。

この N1 潜時による転送時間を用いて Nowicka et al. (1996) は言語課題では右半球から左半球への転送がその逆方向よりも速く、非言語課題では左半球から右半球への転送がその逆方向よりも速いという結果を見だし、半球間情報転送速度は課題処理に依存し、与えられた課題処理が不得意な半球から得意な半球への転送においてより速くなることを示した。それとは対照的に Larson & Brown (1997) は文字刺激および図形刺激のマッチング課題における N1 潜時を測定し、課題による半球優位性と半球間情報転送速度の方向性とは関係がないことを示した。このように ERP 研究間で刺激に依存した情報転送が刺激呈示後 100 ms あたりで行われているかどうかについての見解の一致は得られていない。また、先の反応時間による研究 (Braun & Daigneault, 1994) と ERP 研究 (Nowicka et al., 1996) 間にも相違がある。両者は転送速度に非対称性があるとの見解を示したが、

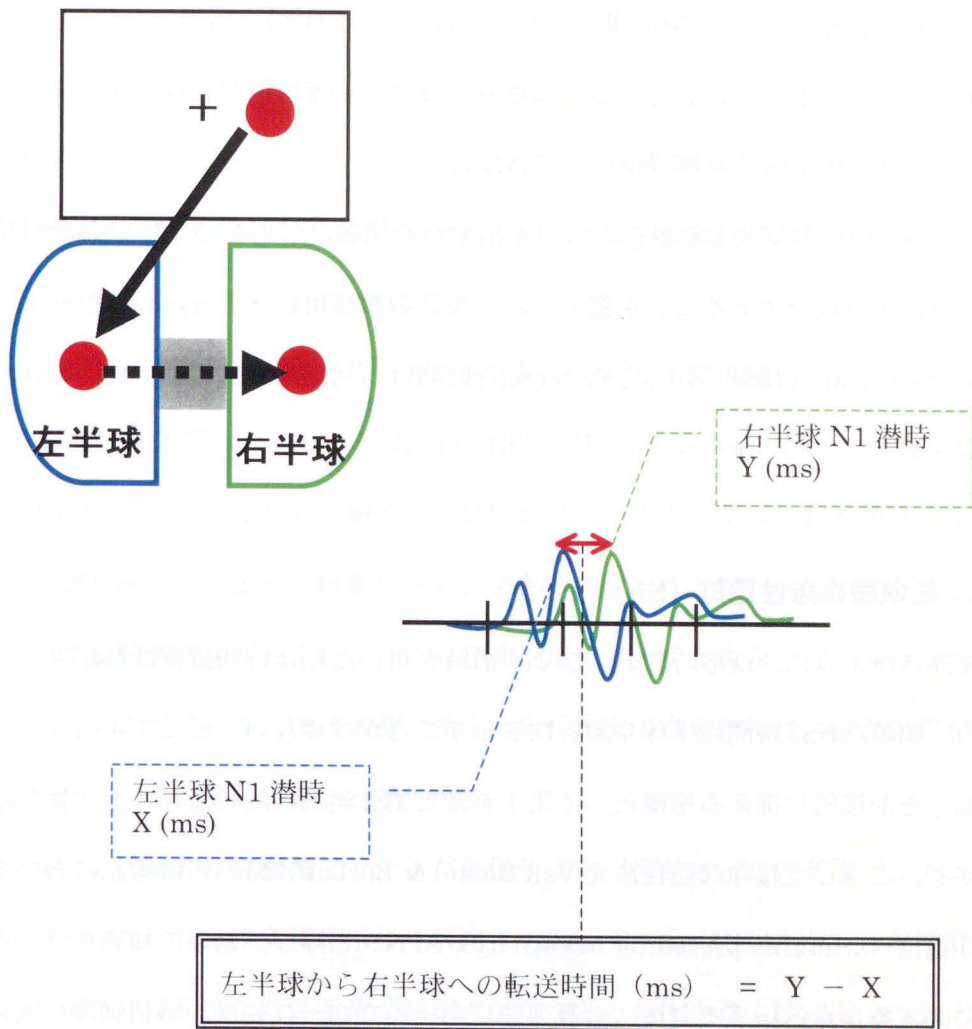


図 1-4 右視野呈示時の半球間転送時間計測



Braun & Daigneault (1994) は課題優位半球から劣位半球への転送時間がその逆と比べて短いとしている一方で、Nowicka et al. (1996) は課題劣位半球から優位半球への転送時間がその逆よりも短いとしている。つまり、課題による影響が転送時間に反映されているものの、指標間で統一見解は得られていない。

ここで N1 成分が反映する転送とは何を指すかを明確にしておく。N1 が刺激呈示後早い段階で惹起する成分であることを鑑みると、視覚刺激を用いた Larson & Brown (1997) や Nowicka et al. (1996) が示した N1 転送時間は、初期視覚情報の半球間転送時間であると提言できる。

### 1.3.3 後頭緩徐陰性電位 (SNp)

上で述べたように、反応時間および N1 潜時を用いた転送時間研究には結果の不整合がみられ、明瞭な転送時間の半球非対称性を示すことができない。そこで本研究では半球間情報転送を間接的に捉える指標として第 1 刺激と第 2 刺激の間に惹起する緩徐な陰性波を提案する。こうした緩徐な陰性波を Van Boxtel & Böcker (2004) は総説において刺激先行陰性電位 (stimulus preceding negativity : SPN) と呼び、結果の知識を与える刺激、課題に関する指示を伝える刺激、計算課題におけるプローブ刺激、感情刺激が関係すると示唆している。いずれにしても SPN は後続刺激を期待することで惹起する電位であるが、時系列に沿ってみれば先行刺激情報の貯蔵期間に惹起する電位である。

Klaver, Talsma, Wijers, Heinze, & Mulder (1999) は各試行の最初に画面の左側と右側に手がかり刺激を呈示した。これはどちらか一方が赤色、もう一方が緑色である場合と両側とも赤色である場合とが設定されていた。続いて先行刺激となる図形が左右視野に呈示された。実験参加者には赤色の手がかり刺激が呈示された側の図形を記憶し、後続刺激とのマッチングが要求された。課題遂行中の ERP は記憶すべき先行刺激が左視野に呈示された場合は右半球で、右視野に呈示された場合は左半球で、刺激呈示後 300 ms あたりから緩やかに陰性電位 (contralateral negative slow wave : CNSW) の発達を示した。興

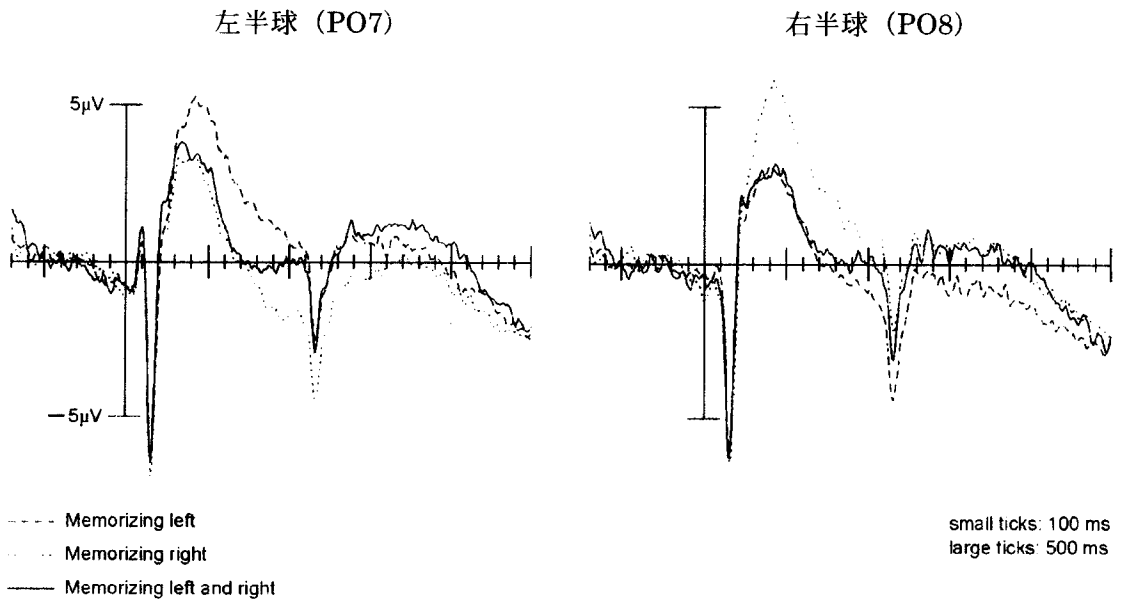
味深いことに、この電位は記憶すべき刺激の呈示視野と同側半球では発達しなかった。さらに、左右視野とも記憶しなければならない事態の陰性電位は、左あるいは右視野刺激のいずれかを記憶した場合に対側半球で見られる電位より早く陰性シフトが終了し、逆に陽性シフトが観察された。図 1-5a に示したようなこの結果を受け、Klaver et al. (1999) は視覚情報が呈示視野と対側半球で貯蔵されること、この貯蔵は高記憶負荷よりも低記憶負荷で長く維持されることを示唆した。

Klaver et al. (1999) と同様に先行刺激呈示後に惹起する陰性電位を指標として意味情報貯蔵を説明した研究 (Barrett & Rugg, 1989; Huddy, Schweinberger, Jentsch, & Burton, 2003) もある。これらの研究では継時的に画面中央に呈示される顔写真から各人物の職業を思い起こし、2 人の職業マッチングを実験参加者に要求した。両研究とも 2 刺激間に惹起する陰性電位が左半球よりも右半球で増大することを示した。Barrett & Rugg (1989) はこの陰性電位を、後続刺激に備えた先行刺激の表象維持に必要な短期記憶処理と関係する活性化を反映したものと考えた。

Huddy et al. (2003) は職業マッチングと併せファーストネームの音節マッチングも行い、右半球優位な陰性電位発達を示した (図 1-5b)。Rugg (1984) が行った単語の音韻マッチングで左半球優位な陰性電位が確認されたことと対比させ、Huddy et al. (2003) は陰性電位が課題関連音韻情報のリハーサルではなく、2 つ目の顔に関わる刺激依存型の準備処理を反映すると示唆した。もしこの示唆が正しければ Klaver et al. (1999) でも右半球優位が観察されるはずであるが、そうした結果は得られなかった。これらの結果を総合すると、陰性電位が反映する情報貯蔵は後続刺激属性に依存するのではなく、先行刺激属性に依存するという可能性も考えられる。この考えは Barrett & Rugg (1989) の陰性電位が先行刺激表象維持のための活性化と関係があるとする知見とも合致する。

もうひとつ、陰性電位は課題の影響により変動するとの可能性もある。図形マッチング課題は形態イメージそのものを貯蔵する必要がある、意味マッチング課題は呈示刺激に関わる意味活性化情報を貯蔵する必要がある。こう考えれば Klaver et al. (1999) と Barrett

(a)



(b)

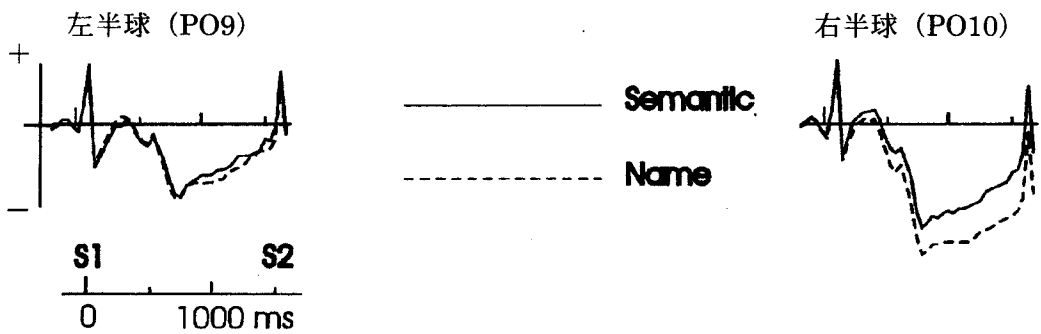


図 1-5 (a) : Klaver et al. (1999) で記録された CNSW。記憶すべき刺激の呈示視野 (左視野—破線, 右視野—点線, 両視野—実線) 別に波形が描かれている。(b) : Huddy et al. (2003) で記録された刺激間 (S1-S2) 陰性電位。意味 (職業) マッチング課題 (実線), 音節マッチング課題 (破線) 別に波形が描かれている。

& Rugg (1989) および Huddy et al. (2003) との結果の相違は了解できる。

陰性電位が反映するものは先行刺激属性に依存した情報貯蔵であるのか、それとも課題に依存した情報貯蔵であるのか。これを解明するために、言語刺激対を継時呈示する事態と異なる属性をもつ刺激対を継時呈示する事態とが必要となる。

半球間情報転送に話を戻す。上で触れたように、本研究は先行刺激と後続刺激の間に惹起する緩徐な陰性電位を半球間情報転送の指標として使用する。本研究ではこの電位を後頭緩徐陰性電位 (posterior slow negativity : SNp) と呼ぶことにする。SNp は刺激呈示視野と対側半球で必ずしも陰性電位が発達するとは想定していないが、CNSW と同様に刺激呈示後 300 ms 以降、緩やかに発達する後頭優位な陰性電位であると定義する。N1 に比べて遅い成分である SNp からみる半球間情報転送は認知的処理に関わる情報を扱うこととなり、半球間の転送速度ではなく、転送によってもたらされる情報活性および貯蔵に注目できる。左半球から右半球への転送と右半球から左半球への転送ではどちらがより活発な情報活性を促し、貯蔵されるのか。この解は一側視野瞬間呈示法で得られるだろう。図 1-6 は半球間情報転送を伴った左右半球の SNp 予測を示す。半球間情報転送が先行刺激に依存するのであれば、言語処理の左半球優位、非言語処理の右半球優位に基づき、図上段のように単語刺激では左半球、顔刺激では右半球で SNp の増大が認められるだろう。そうではなく、半球間情報転送が課題に依存するのであれば、意味マッチング課題においては意味処理の左半球優位に基づいて図下段のように刺激に関係なく左半球優位な SNp の増大が認められるだろう。

処理効率向上のために半球間情報転送がどのような役割を果たしているのか。呈示視野と同側半球の情報貯蔵からこれを探求することが脳機能メカニズムの解明に繋がると期待する。

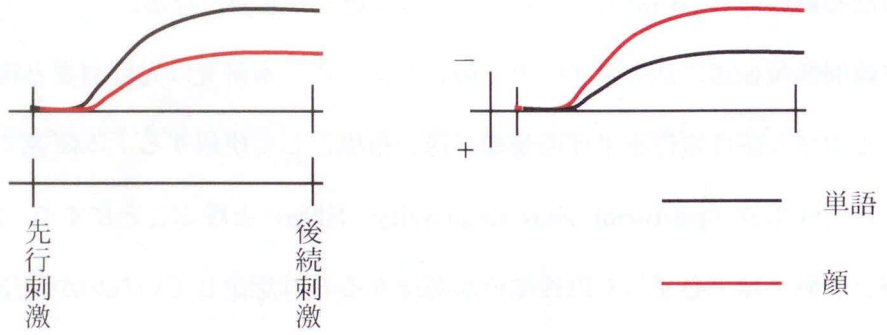
#### 1.3.4 N400 プライミング効果

ERP の N400 成分が意味処理に関わって誘発されることは Kutas & Hillyard (1980)

左視野呈示の左半球  
(右半球から左半球への転送)

右視野呈示の右半球  
(左半球から右半球への転送)

刺激依存



課題依存 (意味マッチング)

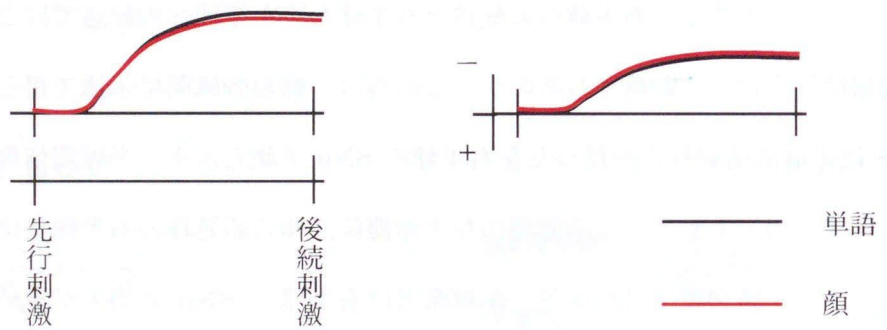


図 1-6 半球間情報転送を伴う SNp 予測

により明らかになった。彼らの実験は参加者に 7 つの単語から構成される文章を呈示し、その文章の最終単語（ターゲット）を操作して行われた。実験 1 では先行する 6 つの単語から作られる文脈とターゲットに中程度の意味逸脱をもたせ（例えば、He took a sip from the waterfall：彼は滝から一口飲んだ）、実験 2 では文脈とターゲットに強い意味逸脱をもたせた（例えば、He took a sip from the transmitter：彼は送信器から一口飲んだ）。実験 3 は文脈とターゲットに意味の逸脱はないが、他の単語に比べて大きいフォントで描いたターゲットを用いた。参加者には後の質問に答えられるよう、呈示された文章を声に出さないで読むことが課題として与えられた。

黙読時の ERP を記録したところ、意味逸脱をもつ実験 1, 2 ではターゲット呈示後約 250 ms で始まり 400 ms あたりで頂点を迎える陰性電位を誘発した。これが N400 である。他方、物理的な逸脱をもつ実験 3 では N400 は認められず、後期陽性成分（P560）が大きく出現した。図 1-7 は一連の文章呈示により惹起された波形を示す。この図では文章の最終単語により惹起された波形は意味逸脱からは陰性電位（N400）が、物理的逸脱からは陽性電位（P560）が見られる。さらに N400 の大きさは意味逸脱の強度によって異なり、中程度の逸脱（実験 1）よりも強い逸脱（実験 2）でより大きくなることが示された。図 1-8 にはターゲット呈示後の波形を示す。意味および物理的逸脱をもたない成立文と比較して、意味逸脱が中程度である単語（上段）と強く逸脱する単語（中段）では N400 の大きさに違いがあることが認められる。また、物理的逸脱（下段）では陽性電位が見られる。

こうした実験から Kutas & Hillyard (1980) は N400 が意味処理に特化して出現する成分であること、さらにその大きさは意味逸脱の程度に応じて変動することを見出したのである。この発見により近年では N400 が意味理解における脳活動を反映する成分として広く知られるところとなった。

ここで N400 プライミング効果を改めて明記しておく。反応時間のプライミング効果と同様に、意味関連と意味無関連との差を N400 プライミング効果という。図 1-8 をみると、文脈に意味的に適合する単語では N400 減衰が生じ、意味的に逸脱する単語では N400

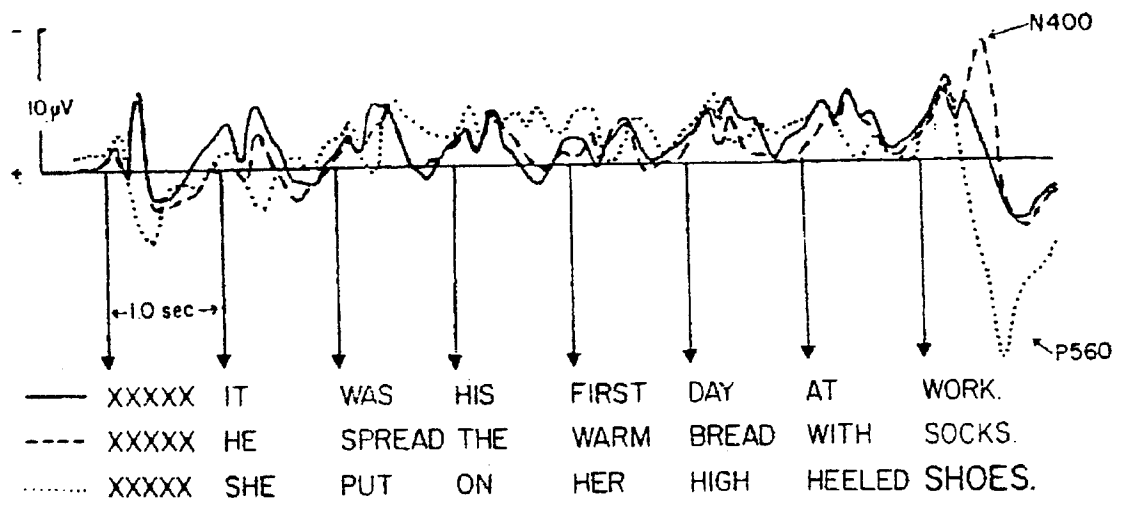
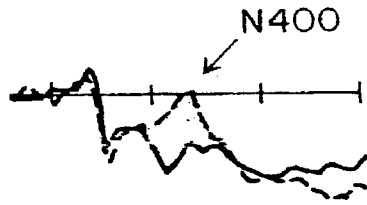
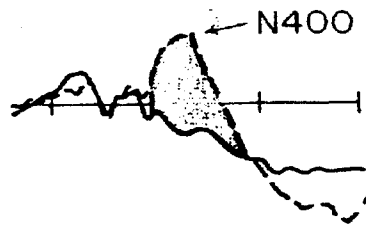


図 1-7 Kutas & Hillyard (1980) で観察された文章呈示にともない惹起された波形

中程度意味逸脱



強い意味逸脱



物理的逸脱

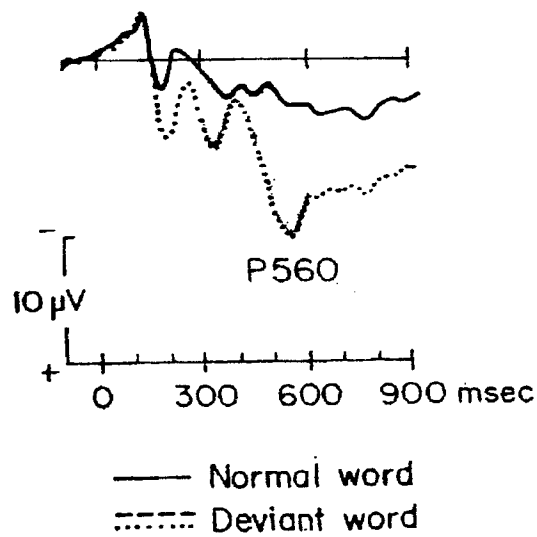


図 1-8 Kutas & Hillyard (1980) によるターゲット呈示後の波形

文脈適合ターゲット (Normal word) と中程度意味逸脱 (上段), 強い意味逸脱 (中段) および物理的逸脱 (下段) ターゲットとの比較。

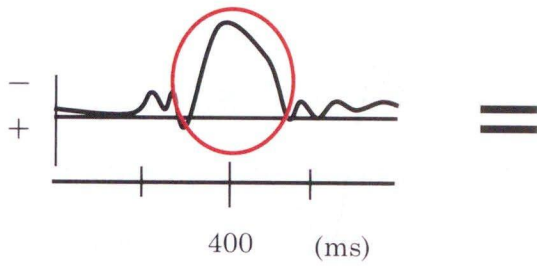


の増大が認められる。意味逸脱単語における N400 から意味適合単語における N400 を引き算することで N400 プライミング効果を明瞭に特定することができる。図 1-9 に N400 プライミング効果算出方法を示す。

### 1.3.5 N400 プライミング効果からみた半球非対称性

Kutas & Hillyard (1980) と同様の方法を用いて Federmeier & Kutas (1999) は意味処理における半球差を説明した。2つの文章を呈示し、そのうち2つ目の文章における最終単語（ターゲット）の意味関連性を操作した。例えば「“Checkmate,” Rosaline announced with glee. She was getting to be really good at \_\_\_\_\_. : “チェックメイト” ロザラインは大喜びで告げた。彼女は本当にうまく\_\_\_\_\_をするようになった。」という文章に対して、予測単語（chess : チェス）、予測される単語とカテゴリは同一であるが文章の意味からは逸脱したカテゴリ内逸脱単語（monopoly : モノポリー）、予測された単語とカテゴリが異なり、さらに文章の意味とも逸脱したカテゴリ間逸脱単語（football : フットボール）の3種類を用意した。ターゲットに対する N400 は、予測単語に対しては左右視野呈示ともに他の意味関連性条件に比べ最も大きな N400 減衰を示した。興味深いことは左右視野呈示のカテゴリ内逸脱ターゲットに対する N400 の様相である。これを図 1-10 に示す。右視野にターゲットが呈示された事態ではカテゴリ内逸脱はカテゴリ間逸脱よりも N400 減衰が起こっているのに対し、左視野にターゲットが呈示された事態ではこれら2条件間に差が認められなかった。この結果から Federmeier & Kutas (1999) は文章処理における2つの異なる方略を説明した。1つはターゲットとなる単語と文脈を直接比較して両者の“統合”に基づいて文章を理解する。具体例を挙げれば、上記文章中では「チェックメイト」が代表的な文脈特徴として抽出されると、それと「モノポリー」あるいは「フットボール」がそれぞれ比較される。いずれの単語も文脈と合致しないことからカテゴリ内逸脱とカテゴリ間逸脱は同等の反応すなわち同程度の N400 が惹起される。もう1つの方略は“予期”である。これは文脈に最適な項目の意味を活性化すると仮定している。

N400 プライミング効果



意味逸脱

意味適合

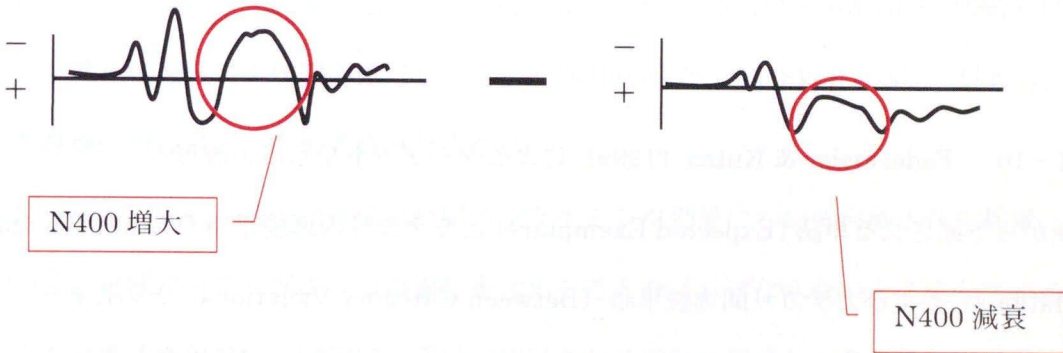


図1-9 N400 プライミング効果算出方法

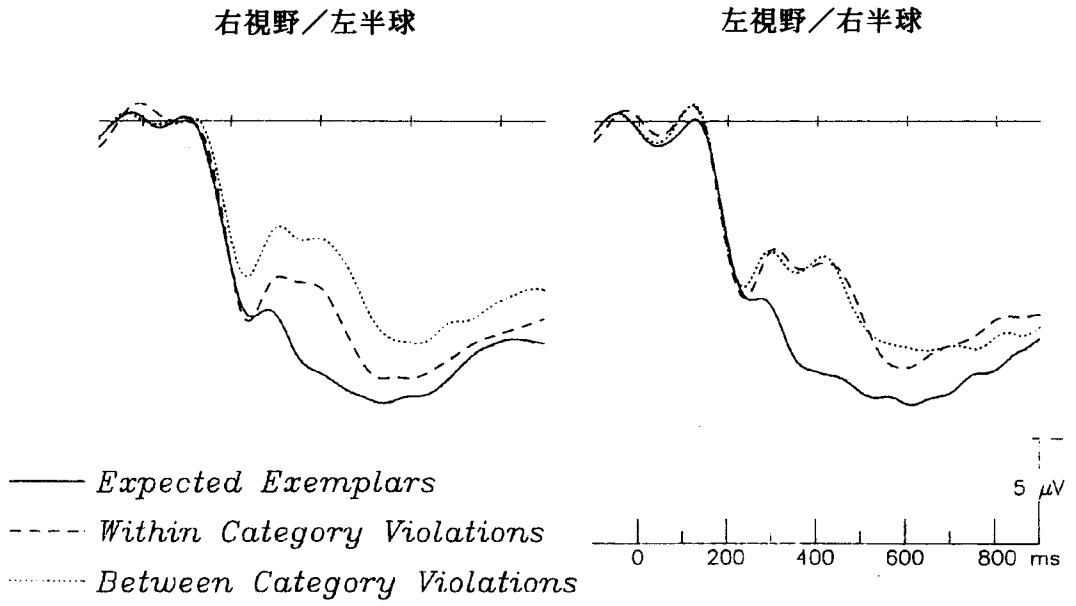


図 1-10 Federmeier & Kutas (1999) によるターゲット呈示後の波形  
 文脈から予測される単語 (Expected Exemplars) とカテゴリ内逸脱単語 (Within Category Violations) およびカテゴリ間逸脱単語 (Between Category Violations) との比較。

次にくる単語は文脈からの予期により活性化している単語と比較されるため、両者の意味の重畳により N400 の大きさが異なる。すなわち、カテゴリ内逸脱の N400 はカテゴリ間逸脱の N400 よりも小さくなる。左右半球の結果の相違を 2 つの意味処理方略から説明すると、左半球は文脈から次の単語を予期することが得意であり、入力情報を予期的な単語と比較する。一方、右半球は情報の統合を得意とし、入力情報は文脈情報と直接比較する (Federmeier & Kutas, 1999 ; Kutas & Federmeier, 2000)。

### 1.3.6 プライミング研究における行動測度と ERP 測度の相違

SOA の操作やプライムとターゲットの意味関連性の操作により、左右半球の活性化速度及び活性化範囲に関して反応時間だけでなく N400 成分による検討も行われているが、反応時間による研究と N400 による研究とは意見の相違がある。例えば意味活性速度が右半球よりも左半球で速いと主張する反応時間研究 (Collins, 1999; Koivisto, 1997) に対して、意味活性速度に半球間の差はないとした N400 研究 (Frishkoff, 2007) がある。こうした見解の相違は何に由来するのだろうか。

Neely & Keefe (1989) は反応時間のプライミング効果について自動活性化拡散、制御的予期、意味マッチングの 3 つの過程を含めて考えなければならないと主張している。このうち自動活性化拡散と制御的予期は語彙アクセス以前に機能し、これらの過程によりターゲットの語彙アクセスを促進する (Koivisto, 1998)。意味マッチングは語彙アクセス後に生じ、プライムとターゲット間の意味的関連性を実験参加者がチェックする過程である (Neely, 1991)。これらの知見を総合すると反応時間のプライミング効果は語彙アクセス以前、以後にまたがる 3 つの処理過程の累積効果と考えられる。

反応時間に比べて ERP は刺激入力から反応出力まで時系列に沿って処理過程を詳細に予測することが可能となる。特に、ここで問題とされている意味処理は N400 に反映されることが Kutas & Hillyard (1980) により明らかにされている。これまで反応時間から意味プライミング効果は頑健に見出されているものの、脳内における情報処理は複雑であ

り、上述のような3つの処理過程の累積結果といえる反応時間のみを使って左右半球の情報処理様相を検討するには限界がある。反応時間と脳波の両指標を併用することは左右半球機能の研究にとって有効である（Federmeier, 2007）との示唆があるように、反応時間に加えてN400も記録し、両指標から得られる結果を分析することは、これまで明らかになっていなかった左右半球意味情報処理を解明する一助になり得る。

N400を指標として用いる上で明白にしておくべきことがある。意味処理をN400により検討することは有益なことではあるが、N400は自動活性化拡散を反映する（Deacon, Hewitt, Yang, & Nagata, 2000 ; Kiefe & Brendel, 2006）との意見や、N400は制御的処理に関わる意味マッチングに付随して惹起する（Brown, Hagoort, & Chwilla, 2000）との知見がある。このように現在のところ Neely & Keefe (1989)が示唆した反応時間プライミング効果に累積する自動活性化拡散、制御的予期、意味マッチングのうち、N400がどの過程を反映しているのかについては意見が分かれている。反応時間研究では Collins (1999)のようにSOAを操作して処理過程を特定し、プライミング効果がどの過程に付随してもたらされたかを推測する。ERP研究でも同様の手続きをとることは可能であるが、最近の研究でN400プライミング効果はSOAに関係なく惹起する（Smith, Chenery, Angwin, & Copland, 2009）ことが示され、N400ではSOAを操作してもそこに反映される処理過程を特定できないようである。したがって本研究は処理過程とN400との関係には言及せず、N400はあくまでも意味処理に伴って惹起する成分であると認識する。つまり、本研究ではN400を課題に応じた意味処理の総合として生じる負荷を反映したものと位置づける。

#### 1.4 本研究の目的

本研究は意味処理の左右大脳半球非対称性を行動測度とERP測度から探るものである。その目的は次の3点に大きく絞ることができる。

第1の目的は、プライムによる意味情報活性と貯蔵をプライムターゲット刺激間に惹

起される ERP の SNp 成分から検討することである。先に述べたように、行動測度を使用した研究では、プライム意味情報活性をターゲットに対するプライミング効果から推測する。また、従来の ERP 測度を用いた研究もターゲットに対する N400 のプライミング効果を主な指標としており、ターゲット呈示前の活性状態自体に関わる SNp に目を向けていない。プライムを左右いずれか一側視野に呈示し、左右各半球で SNp を記録すれば、プライム情報の直接入力半球（プライム呈示視野の対側半球）と脳梁を介した間接入力半球（プライム呈示視野の同側半球）におけるプライム活性を比較できる。本研究で特に注目する点は、脳梁を介した情報転送を必要とする間接入力半球における SNp である。プライム情報の転送は、左半球から右半球と右半球から左半球で、どちらが転送先の半球でより活発な意味活性を促し、貯蔵されるのか。この非対称性の問題に対しては、間接入力半球における SNp を右視野呈示プライムと左視野呈示プライムの条件間で比較すれば、ひとつの解が得られるであろう。

第 2 の目的は、上述の SNp の発達と関連づけて、N400 プライミング効果を理解することである。意味マッチング課題遂行にプライムの意味情報貯蔵が関係するならば、SNp が大きく現れた半球では N400 プライミング効果も増大すると予測できる。先に述べたように、行動測度や N400 測度ではターゲットに対するプライミング効果から意味活性状態を推測してきたが、本研究はこれと逆の見方で、SNp で捉えた意味活性状態から N400 プライミング効果を説明する。これはプライムターゲットの継時呈示単語に対する一連の処理を時系列に沿って順方向で把握する試みである。

第 3 の目的は、ERP 測度の時間分解能を活かすことである。ERP の特長が高い時間分解能にありながら、従来の研究では N400 振幅が主に分析対象となってきた。反応時間で推測される処理速度を問題として扱う場合、ERP 測度もまた時間軸を利用すべきであろう。Collins (1999) の反応時間研究で得られたような意味活性速度の左右半球差は、N400 プライミング効果の開始潜時でも認められるのか。意味活性速度に半球非対称性があるならば、左半球と右半球で開始潜時に差が認められるにちがいない。

## 第 2 章

### 言語刺激の左右半球情報貯蔵と意味プライミング効果

第 2 章は言語刺激を用いた意味プライミング実験（実験 1～実験 3）を報告する。先行刺激が後続刺激に与える影響を左右半球非対称性の観点で探るには、先行刺激の意味情報貯蔵から検討する必要がある。またこの貯蔵には脳梁を介した情報転送も必然的に関与するため、これも確認する。さらに情報転送という複雑な機構を排除した継時入力情報処理を検討する必要性もある。本章ではこれらの課題を N1, SNp, N400 を主な指標としてみていく。

#### 2.1 問題提起

プライムとターゲットの意味関連性を判断する課題では両者の意味的關係を意識的に把握する必要がある。この課題を遂行するにあたり、プライムの意味情報貯蔵がターゲット処理に対する構えとして有用となってくるだろう。先にも触れたように、プライミング事態のような継時的処理ではこの構えに通じる先行刺激処理が後続刺激処理に影響を与えている。しかしながら、一連の処理過程を時間軸に沿って追った報告はこれまでほとんどなされていない。本章ではこうした未だ明らかにされていない処理過程に注目し、意味情報の半球間転送および貯蔵を間接的に捉えることを第一の目的とする。

第二の目的は意味活性速度の半球差を探ることである。意味処理の半球非対称性を厳密に考えるには半球間情報転送を考慮しなければならないが、考慮すれば問題が複雑になる。この矛盾を解決するためには、少なくとも刺激呈示直後には左右半球が別々の刺激に対して意味処理をするような刺激呈示方法を用いるべきである。

ERP を測度とした意味プライミング実験では N400 の振幅を分析対象とすることが多い。しかしながら、本研究が取り上げる意味活性速度の直接的な指標は時間であることから、

振幅だけでなく時間を単位とした測度も併せて検討することが必要である。ERP で時間を測定する場合、通常は頂点潜時を記録するが、N400 成分で明瞭な頂点を検出することは困難である。そこで本研究はこれまでの意味プライミング研究では使用されていなかった N400 立ち上がり潜時を同定し、そこから左右半球の意味処理活性速度を検討した。

本章の検討課題は以下の通りである。第一に刺激呈示後 N1 頂点潜時から左右半球間情報転送速度の非対称性を確認する。第二にプライム呈示後に惹起する SNp より、左右半球におけるプライム意味情報貯蔵の呈示視野差を観察する。さらにそこから半球間情報転送についても考察を深める。第三にプライム意味情報貯蔵の半球差と N400 意味プライミング効果の大きさとの関係を探る。第四に意味活性速度の半球非対称性をみる。この点については反応時間研究による Collins (1999) の仮説を追試し、さらに N400 振幅と N400 プライミング効果開始潜時を併せて多角的に検討する。



## 2.2 実験 1<sup>1</sup>

### 視野内・視野間意味プライミング

近年、脳梁を介した左右半球の協応的な働きについて関心が集まり始めている (Banich, 1998)。本研究はそうした半球間相互作用の主要な問題の 1 つを取り上げ、脳梁を介した情報の流れについて ERP を使用して検討するものである。

半球間情報転送の研究は特に半球間相互作用や半球側性化に関わる転送速度の非対称性に焦点が当てられている (Larson & Brown, 1997)。行動指標で推定された転送時間は右半球から左半球がその逆よりも速いという知見 (Marzi, Bisiacchi, & Nicoletti, 1991) や課題処理に対する半球優位性によって影響されるという知見がある (Braun & Daigneault, 1994)。

Nowicka et al. (1996) は、この転送時間を生理学的指標で記録し、左右大脳半球の機能的非対称性と半球間転送との関係を検討した。この研究では刺激として左半球優位性を示す言語刺激と右半球優位性を示す非言語刺激を使用し、ERP の N170 (N1) 潜時から転送時間を算出した。その結果、言語刺激に対する転送時間は右半球から左半球への転送が速く、非言語刺激では逆に左半球から右半球に速いことを見出した。一方、Larson & Brown (1997) は文字マッチング課題と図形マッチング課題中の ERP を測定し、N1 潜時から転送時間の半球非対称性を検討したが、課題による半球優位性と転送速度の方向性に関係を見出せなかった。

上記のように情報転送時間に関する研究はこれまで一貫した知見は得られていないが、一方で語彙・意味情報の半球間転送に関して非対称性を示す興味ある報告がある。Khateb, Michel, Pegna, Thut, Landis, & Annoni (2001) は 2 つの意味カテゴリが同じ単語 (プライムとターゲット) を継時的に (SOA : 850 ms) それぞれ左右半側視野に呈示し、意味カテ

---

<sup>1</sup> 加藤公子・沖田庸嵩 (2008). 視野内視野間意味プライミング—事象関連脳電位を用いた研究— 心理学研究, 79, 143-149.

ゴリ判断課題遂行中の ERP を記録した。ターゲット惹起 ERP に対し発生源局在化 (source localization) 分析を時系列に沿って施行したところ、単語の呈示視野と反対側半球の視覚領域に賦活が生じた後、左右視野呈示とも左半球の前頭領域と後頭領域に賦活が生じることを示した。すなわち、単語が左視野に呈示された場合でも早い時点 (刺激後 150 ms 以内) でその情報が左半球に転送され、右視野呈示と同じ言語ネットワークが使用され処理されることを示唆した。さらに、右視野呈示ではそうした反対側半球への情報転送が観察されなかったことから脳梁中継 (callosal relay) モデル (Moscovitch, 1976) を支持する知見として解釈された。脳梁中継モデルによれば、言語情報は右半球から言語優位な左半球に一方向的に転送され、左視野呈示時の遂行成績低下は左半球への半球間転送によって生じる時間と情報損失によるものと説明される。

言語情報の半球間転送に関わる左右大脳半球の処理能力は、ERP 研究ではむしろ N400 成分の意味プライミング効果で検討されてきた。N400 は刺激呈示後 400 ms あたりに頂点を持ち、頭頂部位において大きく出現する比較的緩徐な陰性電位であり、意味情報の処理にともなって組織的に変化する。すでに多くの研究が示すように、意味プライミングは N400 振幅の減衰をもたらす。Kutas & Federmeier (2000) によれば、実験参加者が遂行する課題に応じて、N400 はプライミングの自動的過程とみなされる活性化拡散、あるいは制御的 (方略的) 過程と仮定される期待の生成や意味の照合を反映する。この N400 を指標とした近年の半球側性化の研究では、従来の多くの行動研究と同様に視野瞬間呈示法を使用している。その主要な論点は行動研究から提出された仮説をめぐるものである。左半球でプライミング効果の開始が早いのはどのような半球間機能差によるものか。左半球では右半球より単語処理が自動化されていることによるものか (Koivisto, 1998)、意味活性化が限局され単語の意味アクセスの選択性が優れていることによるものか (Beeman & Chiarello, 1998)、行動研究と同様、プライムターゲットの SOA (短・長) と意味関連性 (連想・カテゴリ) が操作され検討されてきた。

Deacon, Grose-Fifer, Yang, Stanick, Hewitt, & Dynowska (2004) は意味カテゴリが異

なる連想語対を短い SOA (250 ms) で呈示し、右視野呈示にのみ N400 プライミング効果を見出した。意味特徴を共有するが連想関係でもなく同一カテゴリにも属さない単語では左視野呈示にのみプライミング効果が生じた。こうした結果は、左半球では意味表象が活性化拡散系内で局所的に連想リンクによって結合されているのに対し、右半球では個々の意味特徴に基づいて分散して存在するという仮説を支持した。Grose-Fifer & Deacon (2004)も同様に支持する知見を得たが、Bouaffre & Faïta-Ainseba (2007)は、150 ms の SOA で呈示した意味関連 (連想・カテゴリ) 語対に対し N400 プライミング効果を右視野呈示でのみ認め、左視野呈示では遅延して P600 でプライミング効果が生じた。これと同様のプライミング効果の出現時間帯の違いを、Coulson, Federmeier, Van Petten, & Kutas (2005)はプライムを中央に呈示し少し長い SOA (500 ms) を用いた研究で見出している。このように、N400 プライミング効果が示す半球特性は研究間で必ずしも一致していないが、右視野に連想関連語対をプライムとターゲットとして呈示した研究では左半球で一貫したプライミング効果を観察している。

上記の ERP 研究を踏まえ、本研究ではプライミングを強める連想関連語対をプライムとターゲットに使用し (Neely, 1991), 1s の SOA で左右いずれかの視野に呈示した。しかも、これまで一貫して観察されてきた N400 の意味期待への鋭敏性を活かすため (たとえば, Brown & Hagoort, 1993; Holcomb, 1988), ここではむしろ長い SOA を使用し期待方略を促進しようと考えた (Neely, 1991)。さらに、長い SOA によりプライム情報の半球間転送に十分な時間を与えることで、半球間の情報の流れが探りやすくなるだろうと考えた。こうした実験設定により、先述の初期処理段階における情報転送を N1 成分で探るとともに、従来の研究ではほとんど注目されてこなかったプライムとターゲットの異なる視野への呈示に焦点を当て、プライミング効果を検討する。すなわち、脳梁を介した言語情報の半球間転送について、次の 3 つの疑問から探求を試みる。

まず、先に述べた Nowicka et al. (1996) が示すように、言語刺激 (単語) では右半球から左半球への転送時間がその逆よりも速いのか。この疑問に対し、刺激後 200 ms 以内

に惹起される N1 の潜時を測定して検討する。

第二に、プライムはその呈示視野によって半球間に異なる電位変化をもたらすであろうか。もしプライム呈示視野により半球間で異なる電位変化が生じた場合に、ターゲットに惹起された N400 プライミング効果の発達様相と何らかの関係がみられるのか。これまでこうした検討は報告されていないが、ターゲット呈示に先行して惹起する緩徐な陰性電位、すなわち SNp が発達すると予測できるので、この電位を測定して検討を試みる。

第三の疑問が本研究の主題であるが、プライムとターゲットの呈示視野が異なる条件では同じ視野に呈示される条件と比較して、N400 意味プライミング効果に違いはあるのか。上記の疑問で述べたように、もしプライムの呈示視野によって左右半球間でターゲットに対して異なるプライミング状態が生み出されるとすれば、プライミング効果への影響があるかもしれない。

## 方法

**実験参加者** 21 歳から 27 歳（平均 22.8 歳）の右手利き大学生と大学院生 12 名（男性 2 名、女性 10 名）が実験に参加した。利き手の判定は八田・中塚（1975）の利き手テストを使用した。いずれの参加者も視覚機能に異常は認められなかった。実験開始前に参加者全員に実験について説明をしたうえで了解を得た。

**刺激材料** プライムとターゲットには意味関連語対として連想性の高い名詞 80 対と意味的に無関連な名詞 80 対（たとえば、園芸－反対）、計 160 対を使用した。刺激は大学生 21 名を対象に行った単語対の連想強度評定をもとに選定した。関連語対の連想強度は“弱”（1）から“強”（5）の尺度上で平均 4.5（範囲 3.3－5.0）であり、全体の 52 % は抽象語対（たとえば、勝利－敗北）、25 % は抽象語と具体語の対（たとえば、水泳－水着）、残り 23 % の具体語対のうち同一カテゴリ（たとえば、耳－鼻）が 14 %、異なるカテゴリ（たとえば、仏像－寺）が 9 % であった。各単語はひらがな、カタカナ、漢字により 1 文字から 4 文字で表記し、いずれも黒色インク、MS UI ゴシック体で縦書きにモニター画面上に呈示

した。単語刺激の大きさは、視角にして、1文字で縦 1.6°×横 1.7°、4文字で縦 7.1°×横 1.7°であった。画面の背景は白色で、プライムとターゲットの単語は画面中央から左右水平方向に 2.7°の位置、凝視点は画面中央に呈示した。

**実験装置** 刺激はPC/AT互換機とそれに接続された17インチCRTディスプレイによって呈示した。反応の採取には反応ボックスを使用した。刺激呈示の制御、トリガー信号の制御、および反応時間の記録には Cedrus 社製 SuperLab Pro for Windows (Ver. 2.04) を使用した。

**条件と課題** 意味的関連性により、関連条件と無関連条件を設定した。さらにプライムとターゲットの呈示視野により、プライム・ターゲットとも左視野 (LL) 条件、プライム左視野・ターゲット右視野 (LR) 条件、プライム右視野・ターゲット左視野 (RL) 条件、プライム・ターゲットとも右視野 (RR) 条件の計 4 条件を設けた。図 2-1-1 に刺激呈示例を示す。

実験参加者の課題はプライムとターゲットの意味関連性判断であり、ターゲットが呈示されたらできるだけ速くかつ正確に判断し、反応ボタンを押すように求めた。

**手続き** 各実験参加者は顔面固定台に頭部を固定し、目からモニターまでの距離を 60 cm に保つようにした。

練習 24 試行後、本試行 8 ブロックを施行した。1 ブロックは 20 試行から成り、LL・LR・RL・RR 各 5 試行、意味関連・無関連条件を均等にランダムな順序で呈示した。

各試行では画面中央に凝視点が 500 ms 間、次にプライムが 100 ms 間呈示された。続いて凝視点が 900 ms 間、その後ターゲットが 100 ms 間呈示された。ターゲット呈示後 1.5 s の空白をおいて次の試行が始まった (図 2-1-2)。

反応ボックスは体の正面に置き、左ボタンは左手人差し指で、右ボタンは右手人差し指で押すように要請した。実験参加者の半数 6 名には関連判断に左ボタンを、無関連判断に右ボタンを押すように、残り 6 名にはその逆で反応するように指示した。また実験参加者には課題遂行中は画面中央を凝視するように教示した。

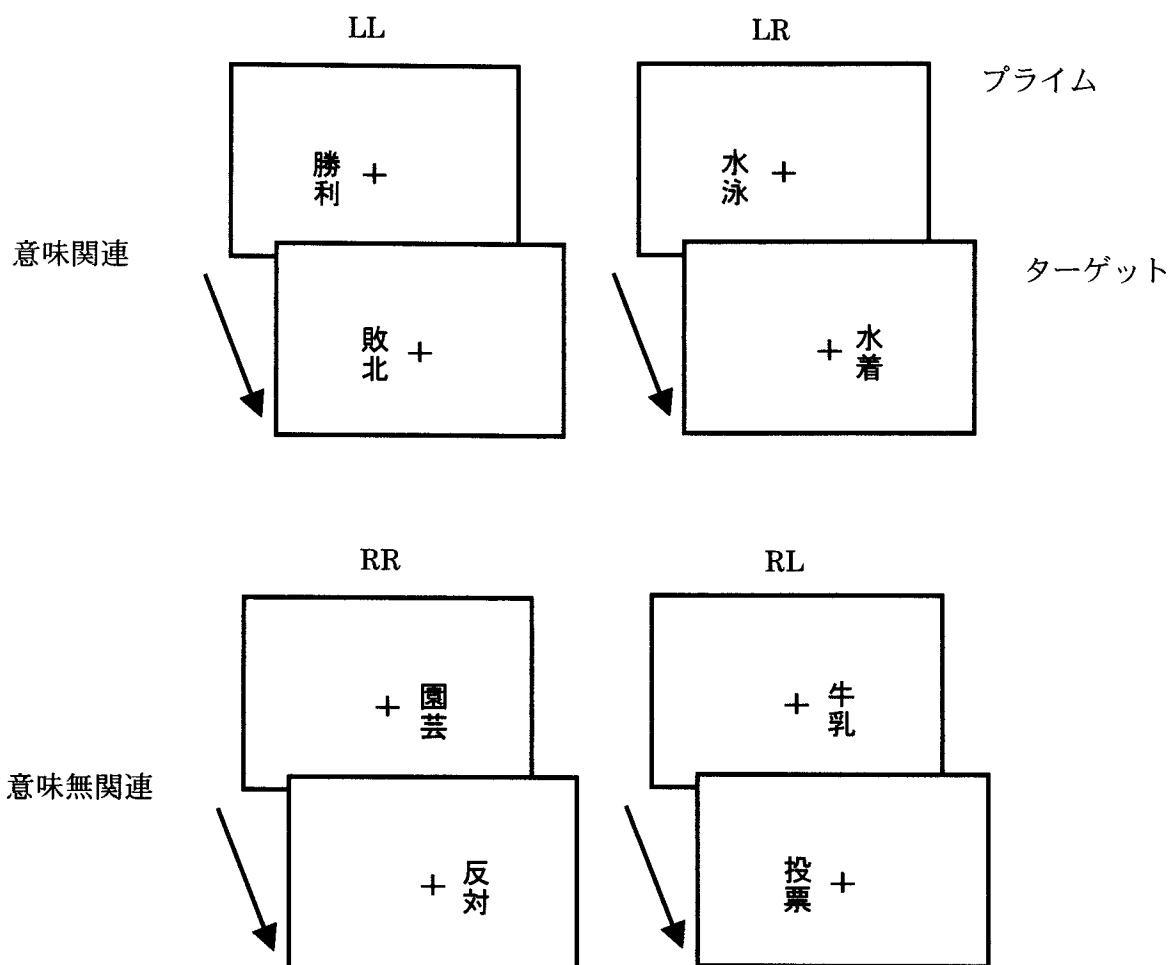


図 2-1-1 刺激呈示例

上段はプライムとターゲットに意味関連がある単語対, 下段は意味無関連な単語対を示す。左上段はプライム・ターゲットとも左視野呈示 (LL), 左下段はプライム・ターゲットとも右視野呈示 (RR) を示す。右上段はプライム左視野, ターゲット右視野呈示 (LR) を表し, 右下段はプライム右視野, ターゲット左視野呈示 (RL) を示す。

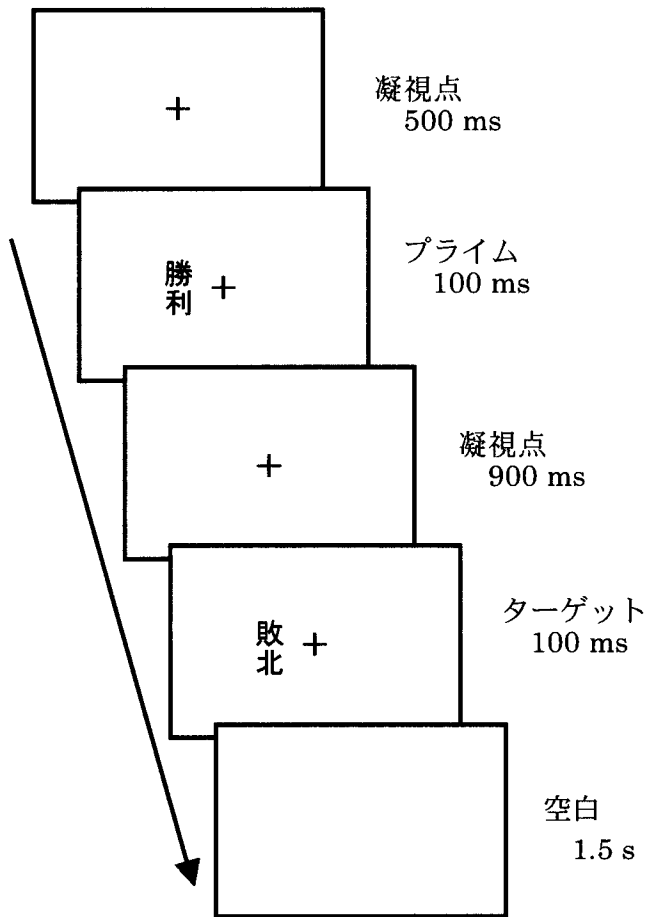


図 2-1-2 試行スケジュール

プライムとターゲットに意味関連性をもつ単語対をいずれも左視野に呈示した例を示す。

**記録及び分析** 脳波は銀・塩化銀電極を国際 10-20 法による Fz・Fp1・Fp2・F3・F4・F7・F8・Cz・C3・C4・Pz・P3・P4・T3・T4・T5・T6・O1・O2 の 19 部位に装着し、左右両耳朶を基準として導出し、MA1132（デジテックス研究所製多チャンネル生体アンプ）により増幅後（帯域通過周波数 0.05 - 30 Hz）、KCR-000（キッセイコムテック社製）に 500 Hz でサンプル記録した。また右眼窩下縁部より垂直眼球電図、左右外眼角側方 1 cm より水平眼球電図も同時に記録した。電極インピーダンスは 5 k $\Omega$  以下とした。

ERP 加算平均処理の分析区間はプライムに対して呈示前 200 ms から呈示後 1000 ms までの 1200 ms 間、ターゲットに対しては呈示前 200 ms から呈示後 800 ms までの 1000 ms 間とした。基線はいずれも刺激呈示前 200 ms 間の平均電位とした。誤答および反応時間が 200 ms 以下、1500 ms 以上の試行、さらに脳波・眼球電図に 70  $\mu$ V 以上の変化が生じた試行は加算平均処理から除外した。加算回数はプライムでは平均 66（範囲 50-78）回、ターゲットでは平均 18（範囲 15-20）回であった。

N1 は後頭部（O1・O2）優勢にターゲット呈示後 130-230 ms 間に発達する最大陰性電位として同定し、その潜時を測定した。SNp を検討するため、プライム呈示後 600-1000 ms 間の後側頭部（T5・T6）における平均電位を求めた。N400 はターゲット呈示後 200-600 ms 間の平均電位として頭頂部（Pz・P3・P4）で測定した。

反応時間は 200 ms 以下、1500 ms 以上の試行を除いたデータに基づき分析した。

統計分析は反復測定分散分析を用い、多重比較については Bonferroni 法を用いた。有意水準は .05 に設定した。また、すべての分散分析において 3 水準以上の要因については、自由度補正として Huynh-Feldt の  $\epsilon$  を適用した。

## 結果

**反応時間** 意味無関連の反応時間から意味関連の反応時間を引算してプライミング効果を求めた。その結果、プライミング効果は LR 条件（90.2 ms）が最大で、次に LL（68.7 ms）、RR（64.5 ms）、RL 条件（38.2 ms）と減少した。しかし、視野（LL・LR・RL・



RR) × 関連性 (関連・無関連) の分散分析を行ったところ、プライミング効果を示す関連性 ( $F(1,11) = 22.25, p < .001$ ) の主効果のみが有意で (関連: 594.4 ms ; 無関連: 659.8 ms), 視野と関連性の交互作用は認められなかった。表 2-1-1 に反応時間の平均と標準偏差および誤答率を示す。

**誤答率** 条件別の平均値を用いて分散分析を行った。視野 ( $F(3,33) = 2.66, p < .10$ ), 関連性 ( $F(1,11) < 1, ns$ ) の主効果および交互作用 ( $F(3,33) < 1, ns$ ) はいずれも有意でなかった。

**01・02 部位の N1 潜時** 図 2-1-3 に示されるように、プライム後、ターゲット後とも 170 ms 前後に惹起された N1 は刺激視野と同側の記録部位に比べ反対側で潜時の短縮と振幅の増大を示した。プライムに惹起された N1 潜時に視野×部位の交互作用が見出された ( $F(1,11) = 40.73, p < .001$ )。単純主効果検定から左視野呈示では O2 の潜時 (158 ms) が O1 (198 ms) より短く ( $F(1,22) = 29.82, p < .001$ ), 右視野では逆に O1 (178 ms) が O2 (198 ms) より短いことが示された ( $F(1,22) = 6.67, p < .02$ )。さらに、左右半球間の転送時間を検討するため、左半球から右半球への転送時間 (O2-O1 : 22 ms) と右半球から左半球への転送時間 (O1-O2 : 24 ms) を算出し  $t$  検定を行ったが、両転送時間に有意な差は見出されなかった (両側検定 :  $t(11) = 1.80, ns$ )。

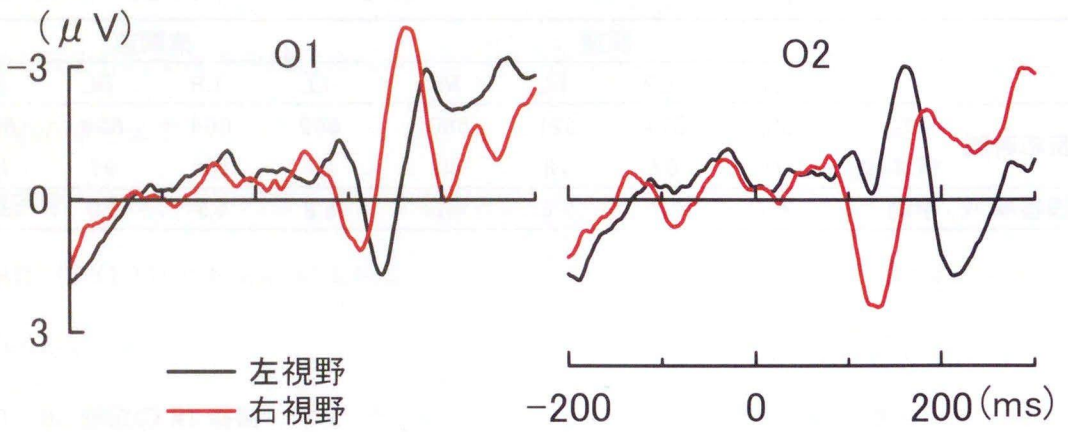
ターゲットに惹起された N1 潜時にも交互作用が認められ ( $F(1,11) = 35.56, p < .001$ ), 左視野呈示では O2 における潜時 (158 ms) が O1 (182 ms) より短く ( $F(1,22) = 22.83, p < .001$ ), 右視野呈示では逆に O1 (163 ms) が O2 (185 ms) より短いことが示された ( $F(1,22) = 20.53, p < .001$ )。左右半球間の転送時間にも方向性に有意な差は見出されなかった (両側検定 :  $t(11) = 0.20, ns$ )。

**T5・T6 部位の SNp** プライム呈示後約 600 ms から 1000 ms にかけて発達する SNp は後側頭部で呈示視野による半球間の相違が最大に観察された (図 2-1-4)。この平均電位についてプライム視野 (左視野・右視野) × 部位 (T5・T6) の分析を行ったところ交互作用が有意であった ( $F(1,11) = 24.86, p < .001$ )。単純主効果検定の結果、T6 ではプライム

表 2-1-1 条件別平均反応時間(ms)と標準偏差および誤答率(%)

		関連				無関連			
		LL	LR	RL	RR	LL	LR	RL	RR
反応時間	平均	593	574	621	590	662	664	659	654
	標準偏差	71	67	78	80	87	101	91	80
誤答率	平均	4.7	2.7	2.6	4.1	5.8	1.3	3.0	3.1

(a)



(b)

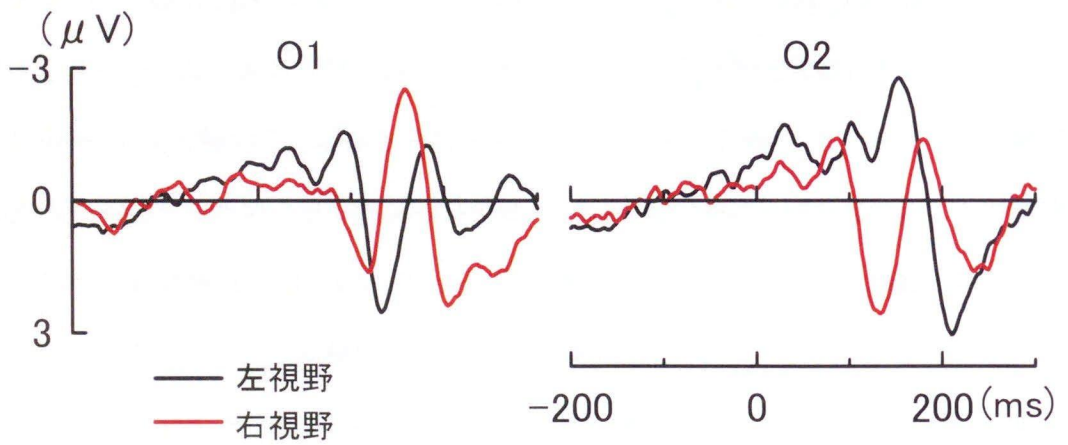


図 2-1-3 左右後頭部位 (O1・O2) における平均加算波形 (N = 12)

(a)はプライム後, (b)はターゲット後の波形を示す。左視野呈示 (黒色) と右視野呈示 (赤色) の波形が重ねて描いてある。

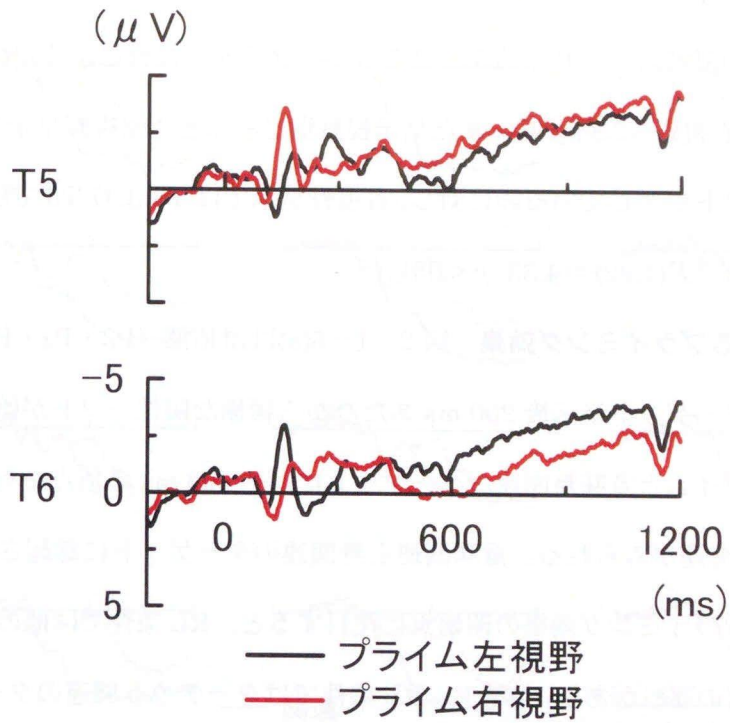
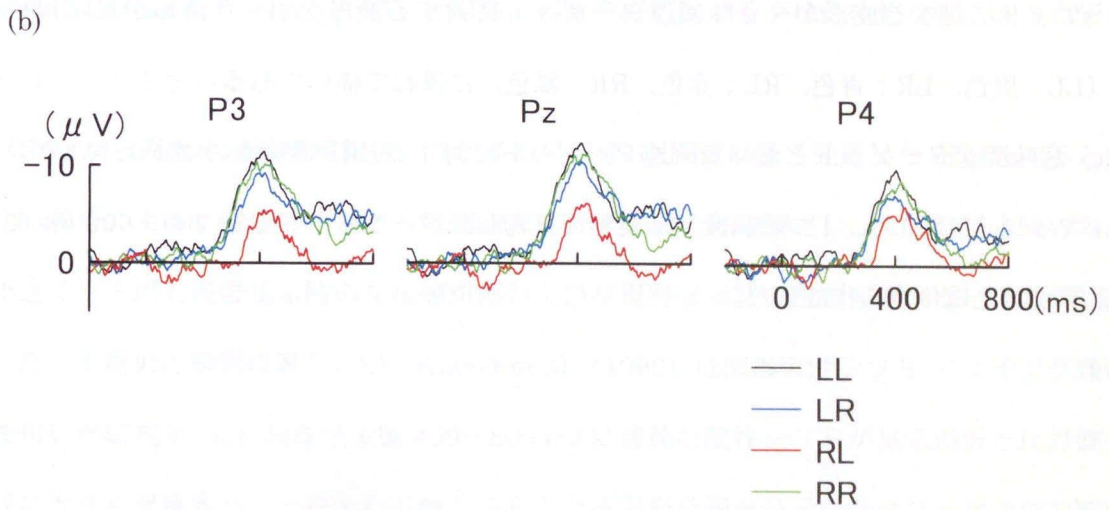
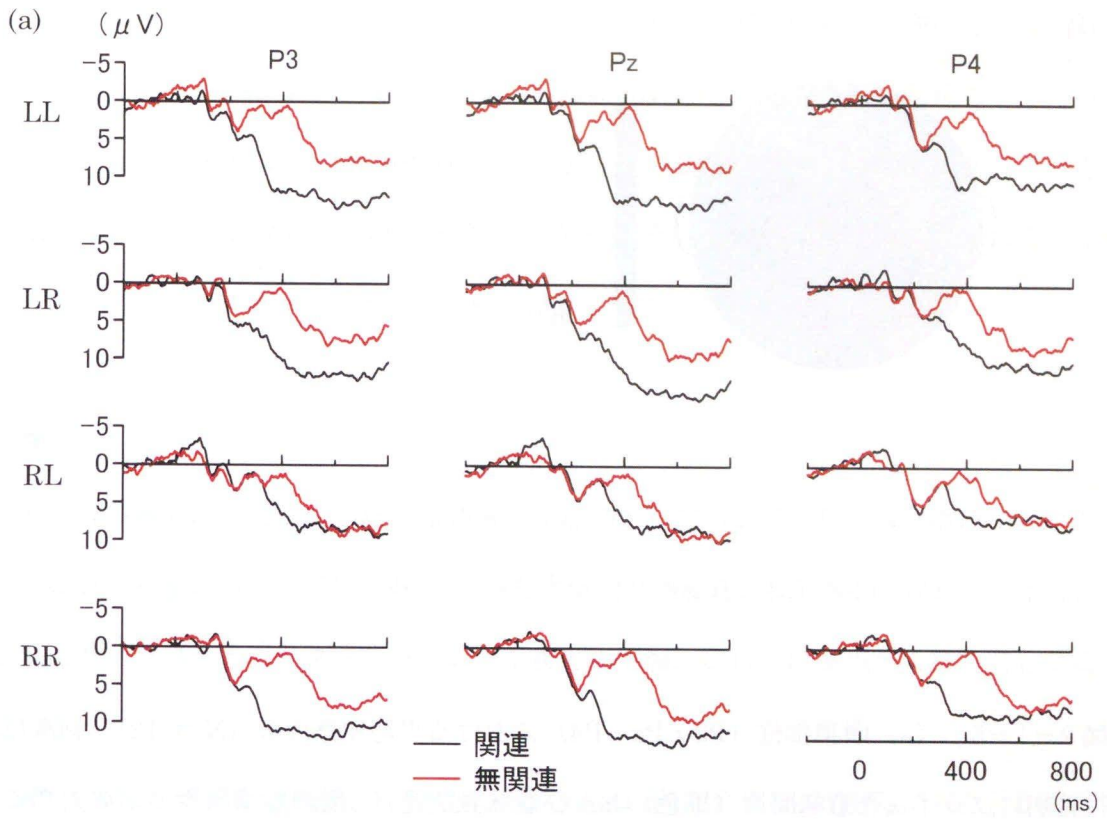


図 2-1-4 プライム呈示後の左右後側頭部位 (T5・T6) における平均加算波形 (N = 12)  
 プライム左視野呈示 (黒色) 後の波形とプライム右視野呈示 (赤色) 後の波形が重ねて描  
 いてある。

が左視野 (-2.73  $\mu\text{V}$ ) に呈示されると右視野 (-1.29  $\mu\text{V}$ ) よりも陰性に大きくシフトするが ( $F(1,22) = 17.27, p < .001$ ), T5 ではそうしたプライム視野による差はなかった (左視野: -2.30  $\mu\text{V}$ ; 右視野: -2.84  $\mu\text{V}$ )。また呈示視野別にみると, 左視野呈示では T5 と T6 部位で同等にシフトが生じているのに対し, 右視野呈示では T6 より T5 で陰性シフトが大きいことを示した ( $F(1,22) = 4.33, p < .05$ )。

**N400 におけるプライミング効果** 図 2-1-5(a)は頭頂部 (P3・Pz・P4) 記録の ERP 波形である。ターゲット呈示後 200 ms あたりから緩徐な陽性シフトが始まり, それに重畳する形でプライムと意味無関連なターゲットには約 400 ms に頂点をもつ顕著な陰性電位 (N400) の発達が見られる。意味関連と無関連のターゲットに惹起された ERP の分岐点, すなわちプライミング効果の開始点に注目すると, RL 条件では他の視野条件に比べて 100 ms 程度の遅れがある。さらに, RL 条件ではターゲット関連のターゲットに対する ERP の減弱が他の条件に比べて少ない。この RL 条件におけるプライミング効果の遅延と減弱が図 2-1-5(b)に示す無関連語 ERP から関連語 ERP を引算して得られた波形でも明らかである。この N400 発達期間で計測した 4 つの視野条件の総平均電位のマップを図 2-1-5(c)に示す。最大のプライミング効果が観察された頭頂部で左半球に若干優勢が生じていることが確認できる。

ターゲット後 200-600 ms 区間の平均電位について視野×関連性×部位 (P3・P4・Pz) の分散分析を行ったところ, 視野 ( $F(3,33) = 4.49, p < .01, \epsilon = 0.992$ ), 関連性 ( $F(1,11) = 58.17, p < .001$ ), 部位 ( $F(2,22) = 5.55, p < .05, \epsilon = 1$ ) の主効果が認められた。また視野×関連性 ( $F(3,33) = 5.78, p < .01, \epsilon = 0.830$ ) の交互作用が認められた。単純主効果検定では無関連語に視野効果がなく (LL: 3.89  $\mu\text{V}$ ; LR: 4.23  $\mu\text{V}$ ; RL: 3.64  $\mu\text{V}$ ; RR: 3.38  $\mu\text{V}$ ), 関連語のみ有意であり ( $F(3,66) = 9.57, p < .001$ ), 多重比較は RL 視野 (5.77  $\mu\text{V}$ ) と他の 3 視野条件 (LL: 9.81  $\mu\text{V}$ ; LR: 9.33  $\mu\text{V}$ ; RR: 9.08  $\mu\text{V}$ ) 間に有意差を示した。つまり, RL は他の視野に比べて関連条件における N400 減衰の程度が小さいことを示した。また呈示視野別にみると, N400 プライミング効果を反映して, いずれの視野においても



(c)

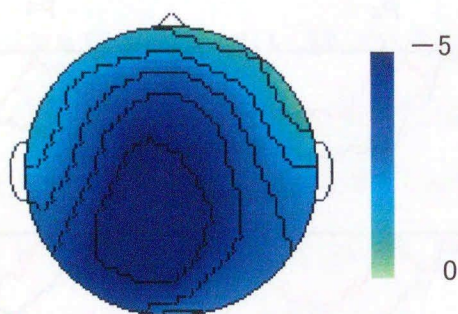


図 2-1-5 (a) 頭頂部位 (P3・Pz・P4) における平均加算波形 (N = 12)。刺激呈示視野別にプライムと意味関連 (黒色) および意味無関連 (赤色) なターゲットに対する波形が重ねて描いてある。

(b) 頭頂部位における N400 プライミング効果を示す平均差波形 (N = 12)。意味無関連ターゲットに対する波形から意味関連ターゲットに対する波形を引いた波形が呈示視野別 (LL : 黒色, LR : 青色, RL : 赤色, RR : 緑色) に重ねて描いてある。

(c) 意味関連ターゲットと意味無関連ターゲットに対する ERP 電位差の頭皮上トポグラフィマップ (N = 12)。4つの刺激呈示視野を平均し, ターゲット呈示後 200-600 ms 間で計算された電位から作成した。

関連条件よりも無関連条件で大きな N400 が認められた ( $F_s(1,44) = 5.86 - 44.93$ , RL 試行のみ  $p < .05$ , LL · LR · RR 試行はいずれも  $p < .001$ )。さらに関連性 × 部位の交互作用も認められた ( $F(2,22) = 11.26$ ,  $p < .01$ ,  $\epsilon = 0.969$ )。単純主効果検定は関連条件にのみ部位効果を示した ( $F(2,44) = 12.21$ ,  $p < .001$ )。多重比較より P3 と P4, Pz と P4 に有意差があり, P4 は P3 と Pz に比べ N400 減衰の程度が小さいことを示した。

## 考察

本研究の目的は脳梁を介した言語情報の半球間転送について, (1) N1 潜時でみた初期段階における転送時間, (2) SNp からみた半球間情報転送, (3) N400 意味プライミング効果におけるプライムとターゲットの呈示視野の影響, これらの 3 点から探ることであった。

**N1 でみた半球間転送時間** 単語呈示後 200 ms 以内に生じる N1 潜時でみた言語関連情報の半球間転送時間には左から右と右から左で差がなく, これは顔刺激を用いた Terasaki & Okazaki (2002) と一致した。つまり, Nowicka et al. (1996) の知見に反し, 本実験結果は Larson & Brown (1997) と同様, 刺激や課題による半球優位性が転送速度に影響しないことを示した。

**SNp からみた半球間情報転送** プライム呈示後 600 ms 以降に発達した SNp をみると, 呈示視野による半球間の相違が右後側頭部 (T6) で最大に観察され, 右視野呈示時のみが小さく, その右視野呈示時の左後側頭部および左視野呈示時の左右後側頭部には差がなかった。本結果の解釈は難しいが, Klaver et al. (1999) は図形のサンプル-マッチング課題を用いた研究で, 先行刺激呈示後 400–800 ms に緩徐な陰性シフトが呈示視野と反対側半球に大きく発達することを示し, サンプルとなる図形情報が呈示視野の反対側半球で貯蔵されることを示唆した。刺激材料は異なるが, 本研究で観察された SNp の発達がターゲット呈示に備えたプライム情報の貯蔵に関わるものと推定できるかもしれない。単語を刺激とした本研究で観察された右視野呈示の反対側優位は Klaver et al. (1999) と一致するが,



左視野呈示では異なっている。後述するように、右視野（左半球）プライム情報の右半球への転送が減衰したため、左視野呈示のようなプライミング状態を生み出すことができなかったように考えられる。プライム左視野（右半球）呈示では左右後側頭部に同等の陰性シフトが生じたことから、言語情報の右半球から左半球への半球間転送の優位性を示している。

**左右頭頂部位における N400 プライミング効果** ターゲット呈示視野にかかわらず、頭頂部に最大に観察された N400 プライミング効果は右半球に比べ左半球で大きく生じた。N400 プライミング効果が右視野呈示の連想語に比較的安定して左半球で観察された従来の報告（Bouaffre & Faïta-Ainseba, 2007; Deacon et al., 2004; Grose-Fifer & Deacon, 2004）と一致するが、比較的長い 500 ms の SOA を使用した Coulson et al. (2005) ではむしろ右半球で大きかった。これまでも単語を中央に呈示した研究では右半球に優勢なプライミング効果が報告されており（Kutas, Federmeier, Coulson, King, & Munte, 2000）、本結果との相違は Coulson et al. (2005) がプライムを中央に呈示したことによるものかもしれない。

**N400 プライミング効果における刺激視野の影響** RL 条件でプライムとターゲットが右視野から左視野へと交差して呈示されると、他の LL・LR・RR 条件に比べてプライム意味関連のターゲットに対してプライミング効果の全体的な減弱が生じた。この N400 プライミング効果の減弱で最も興味ある点は、単にターゲットの左視野呈示で生じたのではなく、プライムが右視野に呈示された時にのみ生じたことである。RL・LL 条件とも右半球がターゲットを直接受容するが、LL 条件ではプライム情報が左半球から転送される RL 条件のようなプライミング効果の減弱はなかった。LR 条件ではプライム情報が右半球から左半球に転送されるが、RR 条件と N400 プライミング効果に相違は認められなかった。LR 条件と異なり RL 条件ではプライミング効果をもたらすプライム情報が転送されにくいと推測できる。すなわち、長い SOA を使用して半球間転送に 1 s の時間があったにもかかわらず、右視野（左半球）に呈示されたプライムは、SNp で先に注目したように、左視

野（右半球）呈示と同等のターゲットに対するプライミング状態を右半球で生み出すことができなかったようである。

直接アクセス（direct access）モデル（Zaidel, 1983）によれば、各半球は直接受容する刺激視野の情報を処理する。たとえば、左視野に呈示された単語は右半球で処理される。このモデルに従えば、RL 条件の N400 プライミング効果減弱は、上述した言語情報の半球間転送の非対称性によって、右半球のターゲットに対する課題処理負荷が他の視野条件よりも大きかったことを示している。この解釈は左視野（右半球）に呈示された連想関連語対では N400 プライミング効果が生じなかったという報告(Bouaffre & Faïta-Ainseba, 2007; Deacon et al., 2004; Grose-Fifer & Deacon, 2004) と整合性を欠く面があるが、他方でそうした研究よりも長い SOA を使用した Coulson et al. (2005) は左視野のターゲットに N400 プライミング効果を右半球で認めている。

他方、脳梁中継モデルを支持する Khateb et al. (2001) の示唆によれば、左視野呈示のターゲットは右半球に到達した後、直ちに（刺激後 150 ms 以内）その情報は脳梁を介して転送され、左半球でプライミング効果をもたらす言語処理を受けることとなる。刺激後 150 ms 以内の転送となると、右半球での処理は限られてくる。単語のもつ情報は視覚的符号、音韻的符号、そして意味的符号に分けることができる（御領, 1987）。多くの研究が N170 と視覚的符号化を関連づけており、音韻的符号化（N320）、意味処理（N400）はそれ以降となる（たとえば、Bentin, Mouchetant-Rostaing, Giard, Echallier, & Pernier, 1999）。しかし、Khateb et al. (2001) は、プライムとターゲットを左視野に呈示した結果から、刺激後 150 ms にはすでに後頭部と後側頭部領域で言語ネットワークの語彙処理が働き始めていることを示唆している。こうした示唆を踏まえると、本研究の RL 条件のように左半球から転送されてきたプライム情報ではそうした右半球における初期の言語処理を促進するだけのプライミング状態を生み出せなかったように考えられる。

上記のいずれの解釈も言語情報の半球間転送における非対称性を前提としている。この非対称性について、今後は刺激材料や SOA を操作して各半球の言語処理特性と関連付け

ながら分析的に検討していくことが望まれる。

**まとめ** プライムが右視野にターゲットが左視野に呈示されると (RL), 他の呈示視野条件に比べ N400 プライミング効果が有意に減弱した。また, ターゲットに先行する ERP 変化をみると, N400 プライミング効果の減弱と関係して RL 視野条件の右後側頭部でのみ SNp が小さいことが観察された。これらの知見は言語情報が左半球から右半球へ流れにくいことを示唆している。しかし, そうした半球間転送の非対称性は, 刺激後 200 ms 以内に惹起される N1 潜時では確認できなかった。こうした知見を踏まえると, 少なくとも今回の課題では, プライミング効果でみられた半球間転送の非対称性は N1 に反映される処理段階以降で生じたと考えられる。従来の研究では左右各半球における言語処理特性を検討することに主眼が置かれており, プライムとターゲットの呈示視野が異なる条件は注目されてこなかった。本研究はそうした交差条件の使用で言語情報の半球間転送の問題に有効にアプローチしうる方法を示している。

## 2.3 実験 2<sup>2</sup>

### 半球内・半球間意味プライミング効果

左右大脳半球の機能的差異について多くのことが明らかになってきた。中でも言語処理が左半球優位であることはよく知られている。しかし、条件によっては優位性が変化することも報告されている。例えば、Koivisto (1997) は意味プライミング実験でプライムとターゲットの SOA を操作し、SOA が短いと左半球優位であり、SOA が長いと右半球優位であることを示した。Collins (1999) も同様の見解を示しており、意味カテゴリの活性化は左半球が右半球よりも早いと考えている。

こうした半球優位性はあるものの、左右の半球は脳梁でつながっており、情報は脳梁を介して伝達される。そこで、半球間の機能的差異については半球間情報転送の問題も含めて、プライムとターゲットを異なる視野に交差的に呈示する意味プライミング効果から検討されてきた (Abernethy & Coney, 1996 ; Collins, 1999 ; Hutchinson, Whitman, Abeare, & Raiter, 2003)。同じカテゴリに属するが連想性のない単語対を刺激とした実験でのプライミング効果は、ターゲットの視野に関わらず、短い SOA (250–450 ms) では右視野プライムにより生じ (Abernethy & Coney, 1996 ; Collins, 1999)、長い SOA (750 ms) では左視野プライムにより生まれる (Collins, 1999) ことを示した。これらの研究はまさに上記の意味カテゴリ活性化速度の半球非対称性を示すものである。Collins (1999) は Koivisto (1997) の知見を統合した見解を示した。まず、左半球における意味情報の自動的活性化はプライム呈示後 165 ms 以内に始まり 500 ms あたりまで持続する。それ以降は制御的過程が始まり、より密接な意味関連情報に注意が焦点化され、関連性が低い意味情報は抑制される。他方、右半球の自動的活性化はプライム呈示後 500 ms あたりから始まり、少なくとも 750 ms は持続する、と提唱した。

<sup>2</sup> 加藤公子・沖田庸嵩 (2010) 事象関連電位の N400 における半球内・半球間意味プライミング効果 愛知淑徳大学論集—コミュニケーション学部篇—, 10, 29-34.

こうした右半球の活性化速度の遅れを示す研究がある一方で、これとは対照的な見解を示した報告がある。Hutchinson et al. (2003) は、短い SOA (50 ms) では左視野プライムで意味関連性の強弱とターゲット視野に関わらずプライミング効果を認め、右視野プライムでは意味関連性が高いときにのみプライミング効果を観察した。長い SOA (750 ms) では、意味関連性が弱い場合にいずれの視野条件においてもプライミング効果はなかったが、意味関連性が強い場合にプライムとターゲットが同側の右視野に呈示される条件を除き、プライムとターゲットとも左視野同側、それぞれの呈示視野が交差する条件でプライミング効果を認めた。この研究により、左半球のプライムでは意味活性化範囲が左右半球ともに狭く、右半球プライムは 50 ms 以内で左右半球ともに広い活性化拡散が生じることを示唆した。またプライムによって生じた活性化拡散は 750 ms の段階で左半球では減衰もしくは抑制されているが、右半球の活性化は持続していると示唆した。先に述べた Collins (1999) の見解に従えば、Hutchinson et al. (2003) の SOA750 ms における関連性の弱い単語対の結果はこうした左半球の制御的処理が強く影響したものではないかと考えられる。

意味プライミングでの半球間非対称性は上記の行動測度と同様、ERP、特に刺激呈示後 400 ms あたりに頂点をもつ陰性電位の N400 成分を用いて検討されてきた。そうした研究の多くはプライムとターゲットを同側の視野に呈示する事態で行われ、Deacon et al. (2004) は短い SOA (250 ms) で連想性のみを有する刺激対では右視野呈示に、意味特徴のみ共有する刺激対では左視野呈示にのみ N400 プライミング効果を見出した。Bouaffre & Faïta-Ainseba (2007) も連想関係をもつ単語対 (SOA150 ms) により同様の結果を示し、さらに Grose-Fifer & Deacon (2004) は同じカテゴリに属し意味特徴を共有する単語対において SOA250 ms で左視野呈示に N400 プライミング効果を見出している。これらの結果は左半球では意味表象が局所的に連想リンクによって結合されているのに対し、右半球では個々の意味特徴に基づいて分散して存在するという Deacon et al. (2004) の主張を支持するものである。

加藤・沖田（2008）はプライムとターゲットの呈示視野を同側とともに交差条件も加えた4条件でN400プライミング効果を検討した。長いSOA（1000 ms）を用い、高い連想関連語対のプライムとターゲットを右視野と左視野に交差して呈示する条件で、N400プライミング効果の減弱を特に右半球で大きく認めた。この結果を加藤・沖田（2008）は半球間転送によるプライム意味情報の損失から説明した。すなわち、ターゲットに先行する陰性電位の発達から推測してプライム意味情報の損失は右半球から左半球への転送よりも左半球から右半球への転送で大きくなる。したがって転送情報の貯蔵は右半球が左半球よりも低減し、これがターゲット意味処理に影響を与えたと考えた。しかし、加藤・沖田（2008）がプライムとターゲットに使用した連想関連語対は具体名詞と抽象名詞が混在しており、カテゴリが一致する単語対もあれば連想関係のみを有する単語対も含まれていた。Shibahara & Lucero-Wagoner（2002）の反応時間実験によれば、プライミング効果は具体名詞では右半球に比べ左半球で大きく、抽象名詞では左右半球差がみられない。意味特徴の共有によっても左右半球の意味処理優位性が変わる（Grose-Fifer & Deacon, 2004）。こうした知見を考慮すると、意味処理の左右半球非対称性をさらに分析的に検討するためには単語対の統制が重要であろう。そこで、本研究ではプライムとターゲットに使用する単語対を同一カテゴリに属す連想性の高い具体名詞対に統一し、加藤・沖田（2008）と同様の事態で再検討を加えることとした。

## 方法

**実験参加者** 21歳から22歳（平均21.0歳）の右手利き女子大学生12名が実験に参加した。利き手の判定は参加者の自己申告とした。いずれの参加者も視覚機能に異常は認められなかった。実験開始前に参加者全員に実験について説明をしたうえで了解を得た。

**刺激材料** プライムとターゲットには意味関連語対として名詞40対（例えば、バイクー自転車）の繰り返し4回、と意味無関連対として名詞40対（例えば、ジャズスケート）の繰り返し4回、計320対を使用した。刺激は大学生20名を対象とした単語対の意

意味関連性評定から選定した。意味関連語対の意味関連性程度は“全く関連がない”(1)から“非常に関連がある”(5)の尺度上で平均 4.7 (範囲 4.3–4.9) であった。各単語はひらがな、カタカナ、漢字により 1 文字から 4 文字で表記し、いずれも黒色インク、MS UI ゴシック体で縦書きにモニター画面上に呈示した。単語刺激の大きさは、視角にして、1 文字で縦 1.6°×横 1.7°、4 文字で縦 7.1°×横 1.7°であった。画面の背景は白色で、プライムとターゲットは画面中央から左右水平方向に 2.7°の位置、凝視点は画面中央に呈示した。

**実験装置** 刺激は PC/AT 互換機とそれに接続された 17 インチ CRT ディスプレイによって呈示した。反応の採取には Cedrus 社製反応ボックスを使用した。刺激呈示の制御とトリガー信号の制御、および反応時間の記録には Cedrus 社製 SuperLab Pro for Windows (Ver. 2.04) を使用した。

**条件と課題** 意味的関連性により、関連条件と無関連条件を設定した。さらにプライムとターゲットの呈示視野により、いずれも左視野 (LL) 条件、右視野 (RR) 条件、プライム左視野、ターゲット右視野 (LR) 条件、プライム右視野、ターゲット左視野 (RL) 条件の計 4 条件を設けた。

実験参加者の課題はプライムとターゲットの意味関連性判断であり、ターゲットが呈示されたらできるだけ速くかつ正確に判断し、指定された反応ボタンを押すことであった。

**手続き** 実験は個別に行われた。実験参加者はシールド室内に入り、刺激呈示用モニターの前に置かれた椅子に座り、測定用電極の装着を受けた。実験参加者は顔面固定台に頭部を固定し、目からモニターまでの距離を 60 cm に保つようにした。

練習 16 試行後、本試行 10 ブロックを施行した。1 ブロックは 32 試行から成り、意味関連条件、無関連条件は 16 試行ずつ、そのうち視野条件 LL, LR, RL, RR は各 8 試行であった。これらの試行はランダムな順序で呈示した。

各試行では画面中央に凝視点を 500 ms 間、次にプライムを 100 ms 間呈示した。続いて凝視点が 700 ms 間、その後ターゲットを 100 ms 間呈示した。ターゲット呈示後 1.5 s の空白をおいて次の試行が始まった。図 2-2-1 は 1 試行の流れを示す。

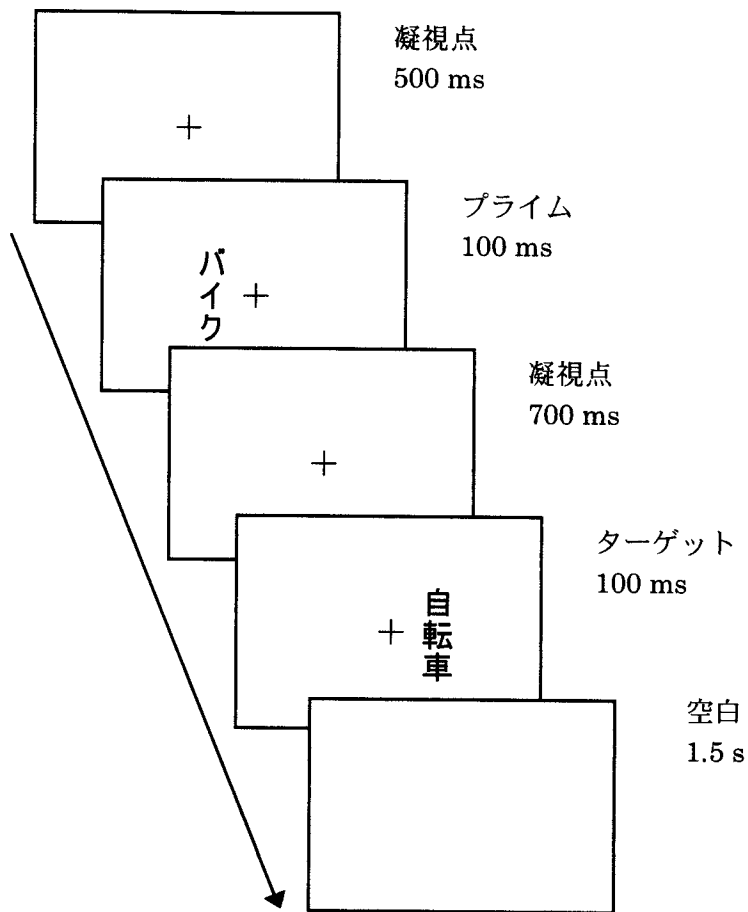


図 2-2-1 試行スケジュール

プライムとターゲットに意味関連性をもつ単語対をプライム左視野，ターゲット右視野に呈示した例を示す。



反応ボックスは実験参加者の体の正面に置き、左ボタンは左手人差し指で、右ボタンは右手人差し指で押すように要請した。実験参加者の半数 6 名には関連判断に左ボタンを、無関連判断に右ボタンを押すように、残り 6 名にはその逆で反応するように指示した。また実験参加者には課題遂行中は画面中央を凝視するよう教示した。

**記録及び分析** 脳波は銀・塩化銀電極を国際 10-20 法による Fz・Cz・Pz・C3・C4・P3・P4・O1・O2 の 9 部位に装着し、左右両耳朶を基準として導出し、MA1132 (デジテックス研究所製多チャンネル生体アンプ) により増幅後(帯域通過周波数 0.5 - 30 Hz), G1-ERP Analyzer (G1 システム社製) に 500 Hz でサンプル記録した。また右眼窩上縁部より垂直眼球電図, 左右外眼角側方 1 cm より水平眼球電図も同時に記録した。電極インピーダンスは 5 k $\Omega$  以下とした。

ERP 加算平均処理の分析区間はプライムに対して呈示前 100 ms から呈示後 1000 ms までの 1100 ms, ターゲットに対して呈示前 100 ms から呈示後 800 ms までの 900 ms 間とした。基線はいずれも刺激呈示前 100 ms 間の平均電位とした。誤答および反応時間が 200 ms 以下の試行, さらに脳波・眼球電図に 100  $\mu$ V 以上の変化が生じた試行は加算平均処理から除外した。加算回数はプライムでは平均 136 (範囲 95-158) 回, ターゲットでは平均 30 (範囲 15-40) 回であった。

N1 は後頭部 (O1・O2) でプライム呈示後 130-230 ms 間に発達した最大陰性電位として同定し, その潜時を測定した。ターゲットに先行する陰性電位 (SN<sub>p</sub>) は, プライム呈示後 300-700 ms 間の後頭部 (O1・O2) における平均電位を求めた。N400 はターゲット呈示後 200-500 ms 間の平均電位として頭頂部 (P3・P4) で測定した。反応時間は誤答および 200 ms 以下の試行を除いたデータに基づき分析した。

統計分析は反復測定分散分析を用い, 有意水準は.05 に設定した。すべての分散分析において 3 水準以上の要因については, 自由度補正として Huynh-Feldt の  $\epsilon$  を適用した。

## 結果

**反応時間** 表 2-2-1 に反応時間の平均値と標準偏差および誤答率を示す。関連性（関連・無関連）×視野（LL・LR・RL・RR）の分散分析を行ったところ、プライミング効果を示す関連性の主効果が有意傾向で（ $F(1,11) = 3.32, p < .10$ ）、関連条件（553 ms）が無関連条件（571 ms）に比べ短縮することを示した。

**誤答率** 条件別の平均値を用いて分散分析を行った。視野の主効果（ $F(3,33) = 1.72, ns$ ）および交互作用（ $F(3,33) < 1, ns$ ）は有意でなかったが、関連性の主効果は無関連条件（2.9%）が関連条件（5.2%）よりも誤答率が低いとする有意傾向（ $F(1,11) = 4.81, p < .10$ ）を示した。しかし、このように誤答率が 10%以下であったため、誤答率の結果をもとにした議論は行わなかった。

**N1 による転送時間** 図 2-2-2 で示すようにプライム呈示後 170 ms 前後に N1 が惹起し、これは右後頭部（O2）でより明確に認められた。左半球から右半球への転送時間（O2-O1 : 25 ms）と右半球から左半球への転送時間（O1-O2 : 38 ms）を算出し  $t$  検定を行ったが、有意な差は認められなかった（両側検定 :  $t(11) = 0.75, ns$ ）。

**SNp** プライム呈示後 300 ms から 700 ms あたりまで緩やかな陰性電位シフトが認められた（図 2-2-2）。この区間の平均電位を視野（左視野・右視野）×部位（O1・O2）で分散分析を行ったところ、交互作用が有意であった（ $F(1,11) = 29.48, p < .001$ ）。単純主効果検定は O2 ではプライム左視野呈示（ $-2.34 \mu V$ ）が右視野呈示（ $-1.08 \mu V$ ）よりも陰性シフトが増大するが（ $F(1,22) = 15.44, p < .001$ ）、O1 ではそうした差が認められなかった（左視野 :  $-1.93 \mu V$  ; 右視野 :  $-2.28 \mu V$ ）。呈示視野別にみても、右視野呈示では O1 が O2 よりも大きな陰性シフトを示したが（ $F(1,22) = 5.98, p < .05$ ）、左視野呈示では両部位間で差を認めなかった。

**N400 プライミング効果** 図 2-2-3 はターゲット呈示で得られた P3・P4 部位記録の ERP 波形である。(a) は関連性条件別に描いたもので、200 ms あたりから N400 と見なせる陰性電位が始まり、条件間の差が認められる。(b) はプライミング効果を表す無関連

表 2-2-1 条件別平均反応時間(ms)と標準偏差および誤答率(%)

		関連				無関連			
		LL	LR	RL	RR	LL	LR	RL	RR
反応時間	平均	555	546	549	563	572	576	562	572
	標準偏差	105	104	104	106	110	105	97	99
誤答率	平均	5.0	6.3	5.6	4.0	1.7	4.0	3.1	2.9

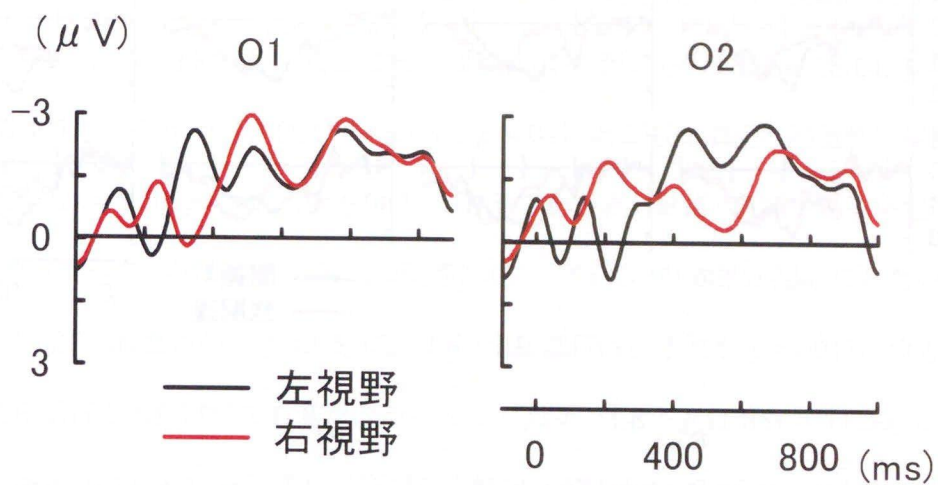


図 2-2-2 左右後頭部位 (O1・O2) における平均加算波形 (N = 12)

左視野呈示 (黒色) と右視野呈示 (赤色) の波形が重ねて描いてある。

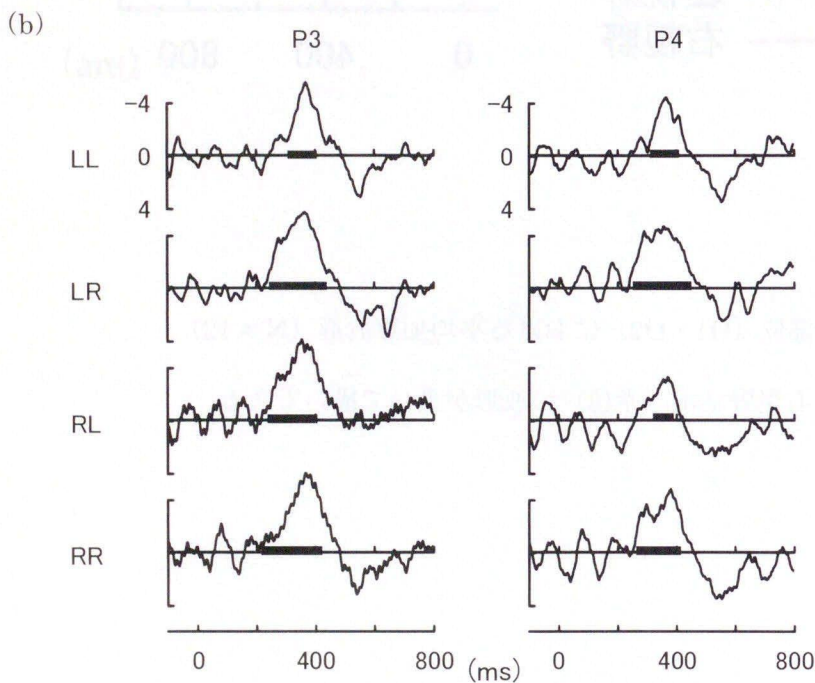
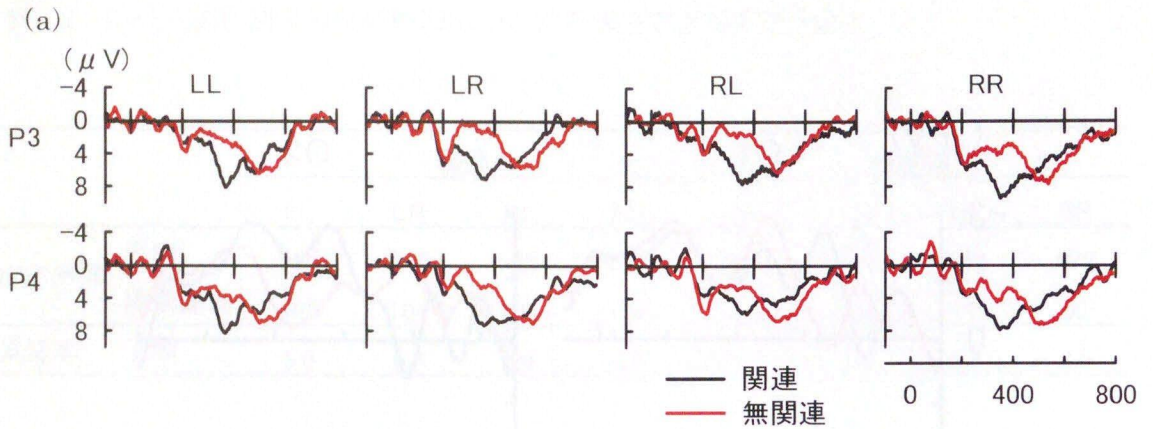


図 2-2-3 左右頭頂部位 (P3・P4) におけるターゲット呈示後の平均加算波形 (N = 12)

(a) 刺激呈示視野別にプライムと意味関連 (黒色), 意味無関連 (赤色) なターゲットに対する波形が重ねて描いてある。

(b) 意味無関連 ERP から意味関連 ERP を引き算したプライミング効果を刺激呈示視野別に示す。時間軸上の帯は  $t$  検定により関連と無関連の差が認められた潜時帯を表す。

条件と関連条件間の引算波形を示す。プライミング効果は全般に P4 より P3 で大きいことが観察できる。ターゲット呈示後 200–500 ms 間の平均電位について部位 (P3・P4) × 関連性 × 視野の分散分析を行ったところ、関連性の主効果 ( $F(1,11) = 28.54, p < .001$ ), 部位 × 関連性の交互作用 ( $F(1,11) = 11.38, p < .01$ ) とともに部位 × 関連性 × 視野の交互作用 ( $F(3,32) = 3.56, p < .05, \eta^2 = 0.967$ ) が有意であった。単純・単純主効果検定の結果、P3 部位ではすべての視野条件で有意な関連性(プライミング)効果が認められた ( $F_s(1,88) = 5.93 - 15.27$ , LL 試行のみ  $p < .05$ , LL・LR・RR 試行はいずれも  $p < .001$ )。他方、P4 部位では LR 試行と RR 試行で有意なプライミング効果 (LR:  $F(1,88) = 11.60, p < .001$ ; RR:  $F(1,88) = 6.14, p < .05$ ), LL 試行で有意傾向 ( $F(1,88) = 2.80, p < 0.10$ ) が得られたが、RL 試行では認められなかった。

また、図 2-2-3(b)をみると視野条件間でプライミング効果の開始時点に違いがある。この開始時点の差異を検討するため、ターゲット呈示後 200–600 ms 間で 2 ms 間隔ごとに関連条件と無関連条件の波形間で  $t$  検定を行い、3 区間連続して有意差が認められた最初の時点をプライミング効果の開始時点として測定した。P3 部位では LL, LR, RL, RR の順に 322 ms, 258 ms, 252 ms, 244 ms, P4 部位では 324 ms, 274 ms, 336 ms, 264 ms で、P3 と P4 部位とも RR 条件がもっとも早くプライミング効果が出現したことを示した。RL 条件は他の条件に比べて P3 部位と P4 部位の差が大きく、プライミング効果開始は P4 部位が P3 部位よりも 84 ms 遅延した。

## 考察

本研究では同一カテゴリに属する連想性の高い単語対を使用して N400 意味プライミング効果から左右大脳半球の機能的差異と半球間情報転送について検討を試みた。その際に得られた反応時間は有意傾向ながら意味プライミング効果を示したが、視野に関わる有意な効果は認められなかった。

ERP は、まず、具体名詞に関わる処理の左半球優位性を示した Shibahara &

Lucero-Wagoner (2002) と一致して、プライムとターゲットの呈示視野に関わらず N400 プライミング効果は右頭頂部 (P4) に比較して左頭頂部 (P3) で大きく、すべての視野条件において有意な効果が見出された。右頭頂部で記録した ERP では、ターゲットが右視野に呈示される RR と LR 条件でのみ有意な N400 プライミング効果が観察され、ターゲットが左視野に呈示される LL 条件では有意傾向、RL 条件では有意なプライミング効果は認められなかった。こうした RL と LL における右半球に限定されたプライミング効果の減衰は、抽象名詞も含めた刺激を用い類似の事態で行った実験では左右半球に観察された (加藤・沖田, 2008)。加藤・沖田 (2008) の考えでは、RL 条件でのプライミング効果減衰は左半球が直接受容したプライム情報が右半球に転送されにくいことによって生じる。本研究で測定した SNp は加藤・沖田 (2008) と同様に右視野呈示時の右半球のみでプライム意味情報貯蔵が低減したことを示しており、プライム情報の右半球への転送はその逆よりも意味情報活性の減弱を引き起こすと考えられた。この考えに従えば、本実験の RL 条件の結果は理解できるが、RR 条件でも同様の右半球でプライミング効果の減衰が予測できるにもかかわらず、逆に大きなプライミング効果が観察された。この矛盾を本研究から説明することは難しいが、プライム意味処理がターゲット処理に影響を与えるのは両刺激が異なる半球に入力される事態、すなわち意味マッチングに転送が必要となる事態に顕著に認められるものなのかもしれない。

プライミング効果の開始時点をもみてもターゲット右視野呈示の RR は LR 条件とともに左右半球に差はなく他の条件に比べ早く始まった。

Collins (1999) によれば、ターゲット呈示後 500 ms 以降では、観察されたプライミング効果は左半球では制御処理に基づき、右半球では自動処理によって生じたと解釈でき、左半球の意味関連情報の制御処理と右半球の自動処理は並列して進行していると推測できる。いずれかの半球で意味関連処理が早く終わると対側半球に信号を送って処理を打ち切らせると仮定すると、ターゲット右視野呈示では左半球で関連条件の処理が早く終わり、右半球の自動処理を打ち切らせる。これにより RR と LR 条件の N400 プライミング効果

の開始時点は左右半球ともに早くなり、さらに左右半球とも同程度のプライミング効果を生んだと考えられる。一方、LL 条件は左右半球で開始時点に差はないが、RL 条件は左頭頂部で RR と LR にほぼ変わらない時点で意味関連と無関連の分岐（プライミング効果）が始まったにも関わらず、右頭頂部では最も遅い開始となった。ターゲットが右半球に直接入力される RL と LL 条件では、左半球での制御処理が早く終わったとしても右半球への打ち切り信号が送られない可能性がある。この信号は RL と LL 条件で左半球での分岐時間に関わらず、右半球での類似した時点の分岐は左半球とは独立した右半球での自動処理が終了したことを示唆する。

本研究は長い SOA のみでこうした左右半球の意味処理過程を推測した。しかしながら、この点については Koivisto (1997) のような細かい SOA 設定とまではいかないにしろ、少なくとも長短 2 種類の SOA から検討する必要があるだろう。この問題は次に記述する実験 3 で扱う。



## 2.4 実験 3<sup>3</sup>

### 意味活性の時間経過における半球差

心的辞書における意味関連ノードの活性化の広がりや速さに関して、従来の意味プライミング研究は左右大脳半球の非対称性を明らかにしてきた。活性化速度に関して Koivisto (1997) はプライム-ターゲット間の SOA を操作し、意味プライミング課題遂行に要する反応時間から言語情報の処理速度は左半球が右半球よりも速いことを示した。さらに Collins (1999) は SOA が 500 ms 以下では左半球にのみ自動的活性化拡散が生じるのに対し、500 ms 以上になると左半球は意味関連情報の制御処理が始まり、右半球ではこの時間帯から自動的活性化が進行すると主張した。たとえば、250 ms と 450 ms の SOA を用いた反応時間実験 (Abernethy & Coney, 1996) で連想関連をもつプライムとターゲットがともに右視野に呈示された時にのみプライミング効果が認められたが、これは Collins (1999) の考えによって理解できる。

近年、こうした左右各半球における意味処理の時間経過を ERP で検討した研究が報告されているが (Atchley & Kwasny, 2003; Bouaffre & Faïta-Ainseba, 2007; Coulson et al., 2005; Deacon et al., 2004; Kandhadai & Federmeier, 2008), そうした結果は Collins (1999) の考えを必ずしも支持していない。Bouaffre & Faïta-Ainseba (2007) は連想関係をもつプライムとターゲットを SOA 150 ms で同視野に呈示した。ターゲットに対する語彙判断課題に対して右視野呈示では N400 プライミング効果を、左視野呈示では少し遅れて P600 でプライミング効果を見いだした。Deacon et al. (2004) は、連想単語対 (実験 1) または意味特徴が重複する単語対 (実験 2) を同側視野に短い SOA (250 ms) で呈示し、意味関連性判断課題を行なわせた。N400 プライミング効果は実験 1 では右視野呈示にのみ、実験 2 では左視野呈示にのみ観察された。また連想関係をもつ単語対を

---

<sup>3</sup> 加藤公子・沖田庸嵩 (印刷中)。意味活性の時間経過における半球差—事象関連電位による検討— 心理学研究, 81, (3).

SOA750 ms で呈示した意味関連性判断課題 (Atchley & Kwasny, 2003), 同様の単語対を SOA500 ms で呈示した命名課題 (Coulson et al., 2005) でいずれも右視野ターゲットに有意な N400 プライミング効果を認めた報告もある。

こうした一貫性を欠く原因の特定はプライムとターゲットの単語間意味関連特性や課題が絡んで難しいが、その一つの原因として反応時間と N400 測度が異なる処理側面を反映することをあげられるだろう。Neely & Keefe (1989)によれば、反応時間のプライミング効果は (a)自動的活性化拡散, (b)制御的予期, (c)意味マッチングを含む過程と考えている。自動的活性化拡散は心的辞書におけるプライムの処理が結果として意味関連語の表象を活性化し、後続のターゲットに対する処理時間を短縮する。方略的な制御的予期はプライム情報に基づき実験参加者が産出する予期セットであり、予期されたターゲットは処理が促進され、予期セット外のターゲット処理は抑制される。この予期プライミングは Collins (1999) の制御的処理と対応づけることができる。これらの自動的活性化拡散と制御的予期が語彙アクセス自体に関わっているのに対し、意味マッチングは語彙アクセス後に生じ、プライムとターゲット間の意味的重複を実験参加者がチェックする過程である。反応時間プライミング効果は、Kandhadai & Federmeier (2008)も指摘するように、これらの複数の処理における累積的效果とみなせる。

他方、N400 が反映する過程についてはまだ論争が続いているが、従来の研究は語彙アクセスとアクセス後の両過程を反映することを示している。近年の研究ではプライムがマスクされた場合にも N400 プライミング効果を見だし、N400 が自動的活性化拡散を反映することが示された (Deacon et al., 2000; Kiefer & Brendel, 2006)。Brown et al. (2000) は刺激系列中に占めるプライムとターゲットの意味関連語対と非関連語対の呈示率を操作し、語彙判断課題では関連語の呈示率が高い条件で予期が N400 に作用することを示した。さらに、黙読時には N400 プライミング効果に意味関連語対の呈示率効果はなく、こうした事態で標準的に働くプライムとターゲットの意味マッチングを反映するプライミング効果と報告した。

しかし、課題無関連な刺激として単語を無視すると N400 自体が惹起されず、当然ながら N400 プライミング効果も観察できなくなる (McCarthy & Nobre, 1993; Okita & Jibu, 1998; 沖田・治部, 2002)。こうした注意方向に鋭敏に応答する N400 から推定すると、自動的活性化拡散、制御的予期、および意味マッチングはそれぞれ課題要求に応じた処理負荷に影響することで N400 に反映されるが、それぞれの過程は直接的には N400 に反映されないものと推察できる。さらに、こうした課題関連意味処理が先行する語彙処理の進行に依存して始まるとすれば、その課題処理の始まりは N400 プライミング効果の開始潜時として測定され、この潜時は特に反応時間の条件差をもたらす情報処理過程の検索に有効な測度になると期待できる。

こうした測度の問題、さらに先にあげた刺激特性と課題に加えて、意味情報処理の左右半球差について検討する場合、左右半球間の情報転送が問題を複雑にする。刺激を左右どちらか一方の視野に呈示した場合、呈示視野と対側半球には直接、同側半球には脳梁を介した情報転送により間接的に刺激が入力されることになり、一つの刺激に対して左右半球が協同で処理する構図をとる。プライムとターゲットの一侧視野呈示により意味処理における左右半球の相互作用を見いだした研究 (加藤・沖田, 2008) があることから、一侧視野呈示は単語処理における半球間の相互作用に関して検討するには有用であるが、各半球の特性を独立させて検討するには適さないように思える。

そこで、本研究はプライムとターゲットのいずれにも意味的に無関連な単語を別の対側視野に呈示し、プライムとターゲットの呈示時に同時に課題無関連語が別の半球に入力されるよう設定した。この無関連語との左右視野同時対呈示により、それぞれの半球では直接入力された単語が (少なくとも、自動処理段階では) 優先的に処理され、対側半球からの影響が減弱されることによって、各半球に直接入力された単語の処理特性がより独立的に分析できると期待した。

実験参加者には左右各視野に同時呈示される単語対のうち一方の単語に選択的に注意を払わせ、意味関連性判断を要求した。すなわち、継時的に呈示される課題関連語のプラ

イムとターゲットに選択的に注意を払わせ、両単語間の意味関連性を判断させた。先に引用した先行研究によれば、このように同時に単語を呈示した場合でも、無視された単語には N400 が惹起されず、選択的に注意が払われた単語にのみ意味処理に応じた N400 振幅の増減が生ずる (Okita & Jibu, 1998; 沖田・治部, 2002)。

こうした両視野同時対呈示のもとで、本研究では、プライムとターゲットの呈示視野条件を設けた。すなわち、実験参加者には左右いずれか一方の視野に選択的に注意を払わせ、その注意視野にプライムとターゲットの意味関連語対が呈示される条件 (左視野関連, 右視野関連), その意味関連語対が異なる視野に呈示され、プライムのみが注意の対象となる条件 (対側関連), 意味関連語対がいずれの視野にも呈示されない条件 (無関連) の計 4 条件を設定した。さらに、こうした呈示視野条件に加えて SOA を操作し、SOA が 200 ms と 800 ms の 2 条件を設けた。

先に述べた Collins (1999) が主張するように、プライム呈示後 500 ms 以内では左半球においてのみ自動的活性化拡散が生じるとすれば、SOA200 ms 条件では左視野関連条件に比べ右視野関連条件でターゲットに対する意味処理が促進され、N400 振幅減衰のプライミング効果が観察されるだろう。プライム呈示後 500 ms 以上になると、左半球では制御的予期プライミング、右半球では自動的活性化拡散が始まるならば、SOA800 ms 条件では左右各視野条件で同等の N400 減衰プライミング効果が認められるだろう。加えて、もし本研究で採用した両視野同時対呈示における上記の期待に反し、非注意視野に呈示された課題無関連語が結果に影響するならば、対側関連条件で多少ともプライミング効果が生ずると予測できる。

本研究の第一の目的は、上記の実験仮説を検証することにより、Collins (1999) が主張する左右大脳半球における意味活性過程の時間的相違を究明することであった。第二に、本研究では N400 振幅とともに N400 潜時も分析し、反応時間と対応づけたプライミング効果の時間的な面からも検討することを目的とした。ERP は脳内情報処理過程の時間的推移を分析する優れた測度として使用されてきたが、N400 についてはその時間特性を活か

した潜時分析がほとんど行われてこなかった。先に述べたように、N400 振幅におけるプライミング効果は一致した結果が得られていないが、新たに N400 潜時の分析を加えることで、N400 プライミング効果の統一的な見解に近づけるものと期待した。

## 方法

**実験参加者** 19 歳から 31 歳（平均 22.8 歳）の右手利き大学生および大学院生 12 名（男性 3 名，女性 9 名）が実験に参加した。利き手の判定は八田・中塚（1975）の利き手テストを使用した。いずれの参加者も視覚機能に異常は認められなかった。実験開始前に参加者全員に実験について説明をしたうえで了解を得た。

**刺激材料** プライムとターゲットには意味関連語対として同一カテゴリに属し、連想関係をもつ具体名詞 50 対（例えば、バスー電車）と意味無関連対として具体名詞 25 対（例えば、スキーー電車）を使用した。刺激は大学生 20 名を対象とした単語対の意味関連性評定から選定した。意味関連語対の意味関連性程度は“全く関連がない” (1) から“非常に関連がある” (5) の尺度上で平均 4.6（範囲 4.2–5.0）であった。プライム画面とターゲット画面には左右視野同時に単語が呈示されるがそれら両側の単語間には意味的関連性はなかった。各単語はひらがな，カタカナ，漢字により 1 文字から 4 文字で表記し，いずれも黒色インク，MS UI ゴシック体で縦書きにモニター画面上に呈示した。単語刺激の大きさは，視角にして，1 文字で縦 1.6°×横 1.7°，4 文字で縦 7.1°×横 1.7°であった。凝視点にはプラス記号に左右どちらかを示す矢印を付けたものを用意した。この大きさは縦 1.1°×横 1.1°であった。画面の背景は白色で，プライムとターゲットは画面中央から左右水平方向に 2.8°の位置，凝視点は画面中央に呈示した。刺激呈示の例を図 2-3-1 に示す。

**実験装置** 刺激は PC/AT 互換機とそれに接続した 17 インチ CRT ディスプレイによって呈示した。反応の採取には Cedrus 社製反応ボックスを使用した。刺激呈示の制御，トリガー信号の制御，および反応時間の記録には Cedrus 社製 SuperLab Pro for Windows (Ver. 2.04) を使用した。

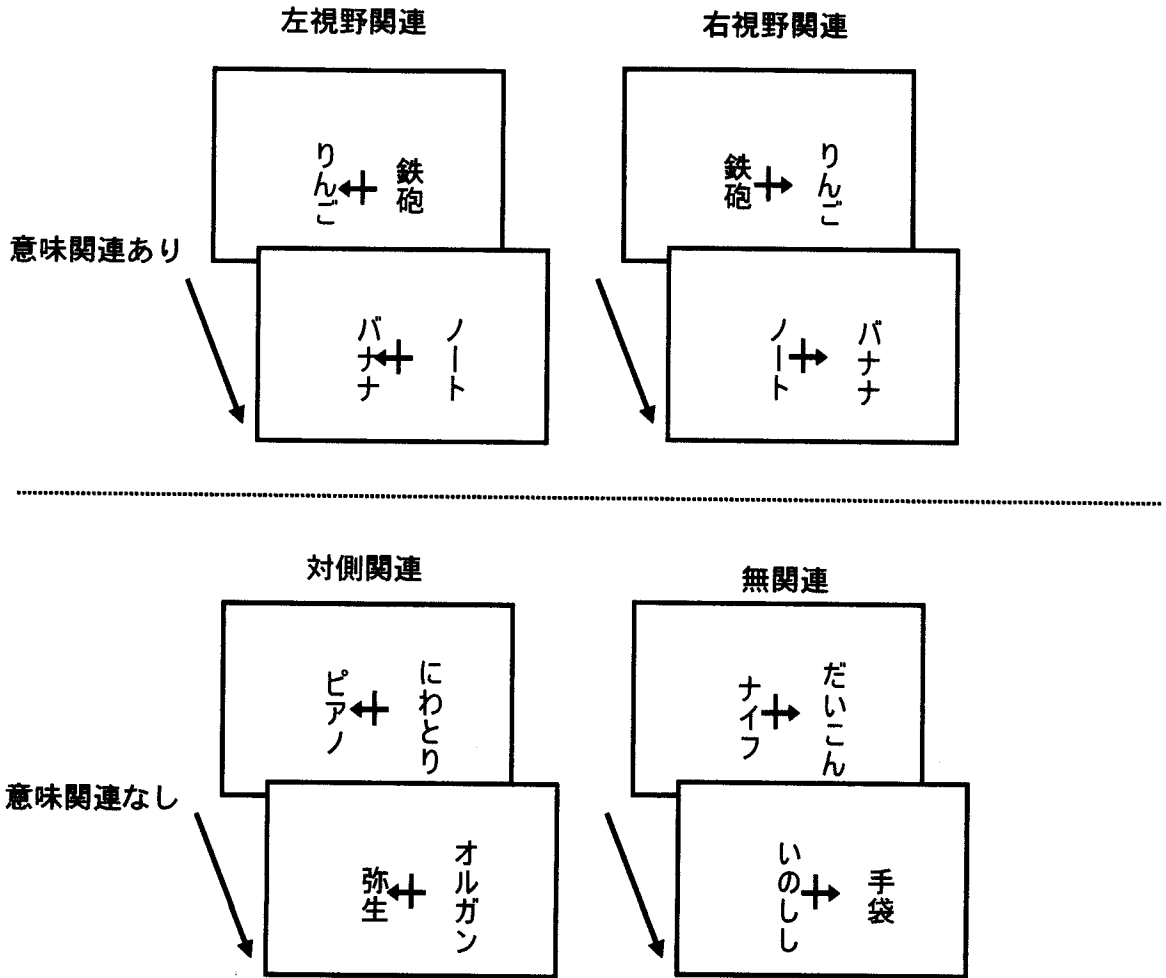


図 2-3-1 刺激呈示例

上段は「意味関連あり」と判断することが正解の例である。左側はプライム・ターゲットとも左視野の単語対が意味関連をもつ事例，右側はプライム・ターゲットとも右視野の単語対が意味関連をもつ事例を示す。下段は「意味関連なし」と判断することが正解の例である。左側は左視野プライム，右視野ターゲットに意味関連をもつ事例，右側はいずれの単語間にも意味関連をもたない事例を示す。

**条件と課題** 意味的関連性により、左視野関連条件、右視野関連条件、対側関連条件、無関連条件を設定した。さらに SOA200 ms 条件と SOA800 ms 条件を設けた。実験参加者の課題は矢印で示された側のプライムとターゲットの意味関連性判断であり、ターゲットが呈示されたらできるだけ速くかつ正確に判断し、指定された反応ボタンを押すことであった。

**手続き** 実験は個別に行われた。参加者はシールド室内に入り、刺激呈示用モニターの前に置かれた椅子に座り、測定用電極の装着を受けた。参加者は顔面固定台に頭部を固定し、目からモニターまでの距離を 60 cm に保つようにした。

2つの SOA 条件別にそれぞれ 12 試行の練習を行った後、本試行 10 ブロックを施行した。そのうち SOA200 ms 条件と SOA800 ms 条件はそれぞれ 5 ブロックずつであり、ブロック間で交互に実施した。1 ブロックは 40 試行から成り、左視野関連条件、右視野関連条件、対側関連条件、無関連条件とも 10 試行ずつであった。これらの試行はランダムな順序で施行した。

各試行では画面中央に凝視点を 500 ms、次にプライムを 100 ms 呈示した。続いて凝視点を SOA200 ms 条件では 100 ms、SOA800 ms 条件では 700 ms 呈示した後、ターゲットを 100 ms 呈示した。ターゲット呈示後 1.5 s の間隔をおいて次の試行が始まった。図 2-3-2 に 1 試行のスケジュールを示す。

反応ボックスは参加者の体の正面に置き、上ボタンは左手人差し指で、下ボタンは右手人差し指で押すように要請した。参加者の半数 6 名には関連判断に上ボタンを、無関連判断に下ボタンを押すように、残り 6 名にはその逆で反応するように指示した。また参加者には課題遂行中は画面中央を凝視するよう教示した。

**記録及び分析** 脳波は銀・塩化銀電極を国際 10-20 法による Fz・Fp1・Fp2・F3・F4・F7・F8・Cz・C3・C4・Pz・P3・P4・T3・T4・T5・T6・O1・O2 の 19 部位に装着し、左右両耳朶を基準として導出し、MA1132 (デジテックス研究所製多チャンネル生体アンブ) により増幅後(帯域通過周波数 0.05 - 30 Hz)、G1-ERP Analyzer (G1 システム社製)

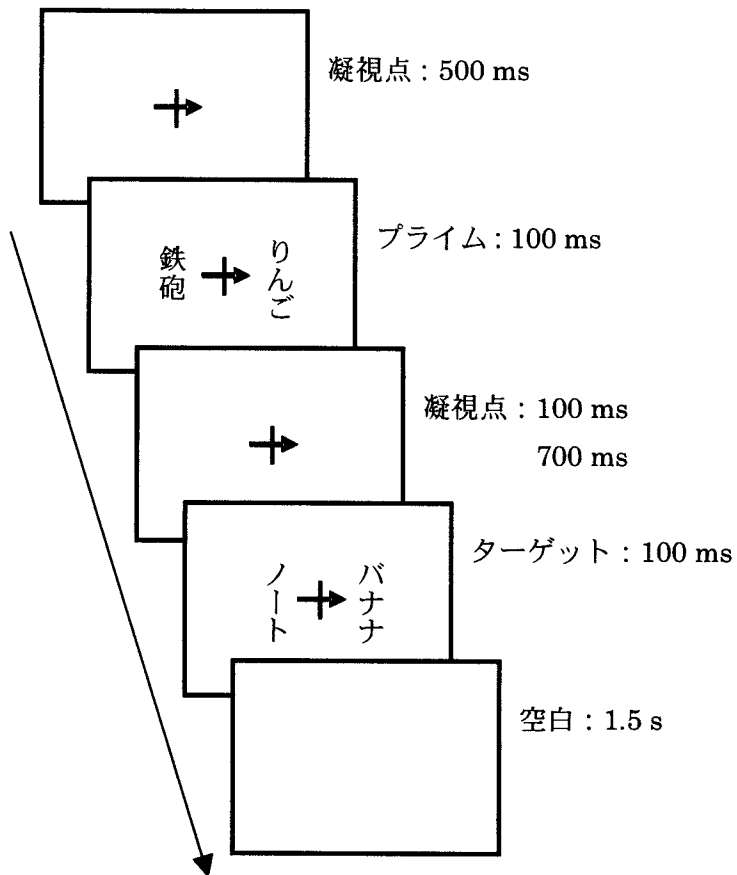


図 2-3-2 試行スケジュール

右視野関連条件を示す。



に 500 Hz でサンプル記録した。また右眼窩上縁部より垂直眼球電図, 左右外眼角側方 1 cm より水平眼球電図も同時に記録した。電極インピーダンスは 5 k $\Omega$  以下とした。ERP 加算平均処理の分析区間はターゲットに対して呈示前 100 ms から呈示後 800 ms までの 900 ms 間とした。基線はいずれも刺激呈示前 100 ms 間から呈示後 100 ms 間の平均電位とした。誤答および反応時間が 200 ms 以下の試行, さらに脳波・眼球電図に 100  $\mu$ V 以上の変化が生じた試行は加算平均処理から除外した。加算回数は平均 35 回であった。

N400 はターゲット呈示後 300–600 ms 間の平均電位として正中部 (Fz・Cz・Pz), 頭頂部 (P3・P4) で測定した。

N400 プライミング効果開始時点の同定は左視野関連条件および右視野関連条件をそれぞれ無関連条件から減じたプライミング効果を示す波形についてジャックナイフ法 (Kiesel, Miller, Jolicœur, & Brisson, 2008) を用いて行った。参加者を 1 名ずつ除いた下位総加算平均波形を条件ごとに算出し, 各波形においてターゲット後 300 ms から 600 ms 間で -2  $\mu$ V 以下の値による N400 総面積を算出し, その 30 % に達した時点をプライミング効果開始潜時として同定した。このジャックナイフ法で得られた潜時は分散分析にかけられ, そこで算出された  $F$  値は修正 ( $F_c = F / (n-1)^2$ , ただし,  $n$  は各セルにおける測定値の数) がなされた。

反応時間は誤答および 200 ms 以下の試行を除いたデータに基づき分析した。

統計分析は反復測定分散分析を用い, 多重比較については Holm 法を用い, 有意水準は .05 に設定した。すべての分散分析において 3 水準以上の要因については, 自由度補正として Huynh-Feldt の  $\epsilon$  を適用した。

## 結果

**反応時間** 表 2-3-1 に条件別の平均反応時間と標準偏差および誤答率を示す。SOA (200・800)  $\times$  関連性 (左視野関連・右視野関連・対側関連・無関連) の分散分析を行ったところ, 関連性の主効果 ( $F(2,17) = 11.99, p < .001, \epsilon = 0.520$ ), SOA  $\times$  関連性の交互

表 2-3-1 条件別平均反応時間(ms)と標準偏差および誤答率(%)

		SOA 200				SOA 800			
		左視野 関連	右視野 関連	対側関連	無関連	左視野 関連	右視野 関連	対側関連	無関連
反応時間	平均	580	563	592	593	613	606	653	663
	標準偏差	67	67	65	61	118	110	98	97
誤答率	平均	10.0	10.5	7.5	4.0	5.5	6.3	3.3	2.8

作用 ( $F(2,27) = 4.99, p < .05, \epsilon = 0.805$ ) が有意であった。単純主効果検定は SOA200 ms 条件 ( $F(3,66) = 3.86, p < .05$ ), SOA800 ms 条件 ( $F(3,66) = 16.13, p < .001$ ) とともに 4 つの関連性条件間に差を認めた。多重比較は SOA200 ms 条件の右視野関連条件は無関連条件よりも反応時間が短縮したが, 左視野関連条件ではそうした結果は認められなかった。また左右視野関連条件ともに対側関連条件との差は認められなかった。SOA800 ms 条件では左右視野関連条件ともに対側関連, 無関連条件よりも反応時間が短縮した。両 SOA 条件とも右視野関連条件と左視野関連条件間, 対側関連条件と無関連条件間には差がなかった。また, SOA の主効果は有意とはならなかった。

**誤答率** 条件別の平均値を用いて分散分析を行った。SOA の主効果 ( $F(1,11) = 17.29, p < .005$ ) が有意で, SOA800 ms 条件 (4.5 %) が SOA200 ms 条件 (8.0 %) よりも誤答率が低いことを示した。また, 関連性の主効果 ( $F(3,31) = 6.77, p < .005, \epsilon = 0.954$ ) も有意であった。多重比較は左視野関連条件 (7.8 %) と右視野関連条件 (8.4 %) は無関連条件 (3.4 %) に比べ誤答率が高くなることを示し, それら 3 条件と対側関連条件 (5.4 %) には差を認めなかった。一方, 交互作用 ( $F(3,33) = 1.43, ns$ ) は有意でなかった。このように条件間の差が認められたものの, 誤答率が 10 % 以下であったことから誤答率の結果をもとにした議論は行わなかった。

**N400 平均電位** 図 2-3-3 はターゲット呈示後の SOA 条件別に描いた P3・P4 部位における波形を示す。200 ms あたりから関連性条件間で分岐が生じ, 左右視野関連条件は陽性方向へシフトしていくのに対し, 対側関連条件, 無関連条件は逆に陰性方向へシフトし, この分岐は 600 ms 辺りで収束した。この傾向に SOA や部位による差はみられない。

ターゲット呈示後 300-600 ms 間の平均電位について SOA×関連性×正中部位 (Fz・Cz・Pz) の分散分析を行ったところ関連性の主効果 ( $F(2,18) = 35.76, p < .001, \epsilon = 0.556$ ) が有意であり, 多重比較は左視野関連条件 (8.52  $\mu\text{V}$ ) と右視野関連条件 (8.27  $\mu\text{V}$ ) は対側関連条件 (2.98  $\mu\text{V}$ ), 無関連条件 (2.36  $\mu\text{V}$ ) よりも N400 が低減したことを示した。さらに 3 要因の交互作用も認められた ( $F(6,66) = 2.51, p < .05, \epsilon = 1$ ) が, 下位検

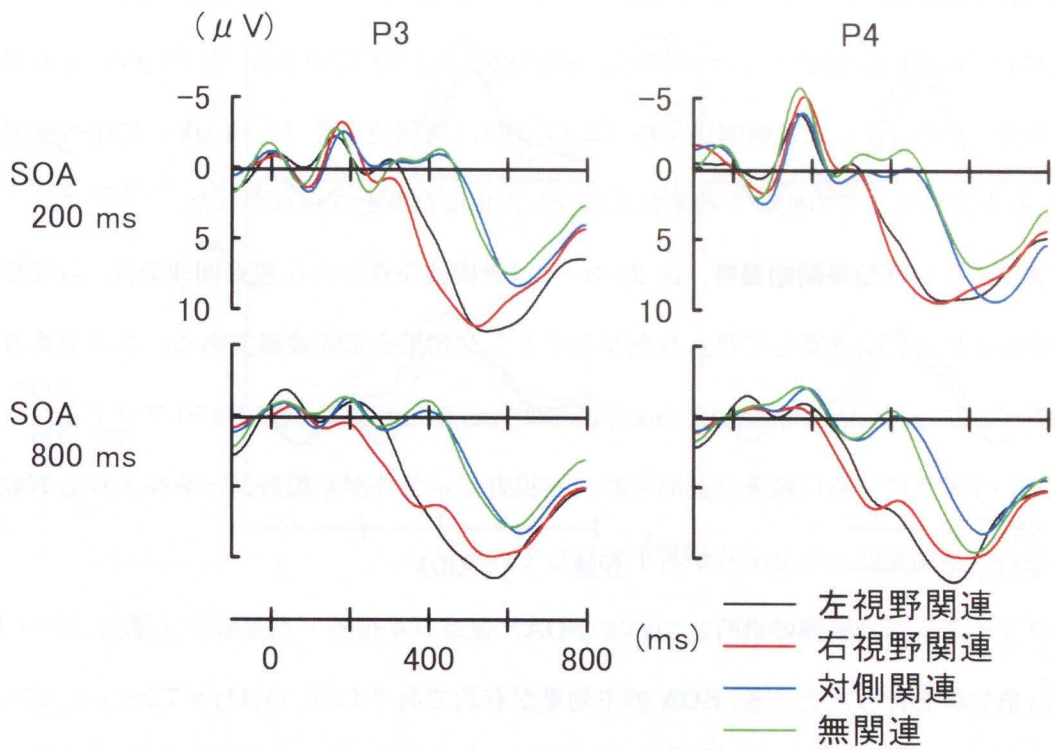


図 2-3-3 左右頭頂部位 (P3・P4) における平均加算波形 (N = 12)

SOA 条件別に左視野関連 (黒色), 右視野関連 (赤色), 対側関連 (青色), 無関連 (緑色) に対する波形が重ねて描いてある。

定はいずれの部位も関連性に関し主効果と同様の結果を示すものであった。SOA×関連性×左右頭頂部位 (P3・P4) の分散分析を行ったところ関連性の主効果が有意であった ( $F(1,17) = 36.54, p < .001, \epsilon = 0.502$ )。多重比較は左視野関連条件 (8.05  $\mu\text{V}$ ) と右視野関連条件 (8.08  $\mu\text{V}$ ) は対側関連条件 (2.39  $\mu\text{V}$ )、無関連条件 (2.43  $\mu\text{V}$ ) に比べ減弱した N400 を認めた。その他の主効果および交互作用は有意とならなかった。

**プライミング効果開始潜時** 図 2-3-4 は無関連条件から左視野関連条件、右視野関連条件をそれぞれ引き算して得られたプライミング効果を示す波形である。この引算波形をみると、ターゲット呈示後 400 ms から 500 ms 間に頂点をもつ N400 プライミング効果が P3・P4 部位ともに顕著に認められ、右視野呈示条件が左視野呈示条件よりも N400 プライミング効果の立ち上がりが若干先行している。

プライミング効果開始潜時について SOA×視野 (左視野・右視野) × 部位 (P3・P4) の分散分析を行ったところ、SOA の主効果が有意であり ( $F_c(1,11) = 7.08, p < .05$ )、200 ms 条件 (430 ms) が 800 ms 条件 (390 ms) よりもプライミング効果開始時点が遅れることを示した。また視野の主効果も有意であり ( $F_c(1,11) = 4.60, p < .05$ )、左視野条件 (420 ms) が右視野条件 (400 ms) よりも遅延することを認めた。部位の主効果およびいずれの交互作用も有意とならなかった。

## 考察

本研究の目的は Collins (1999) が仮定する左右大脳半球における意味活性過程の時間的相違を検討することであった。

反応時間の結果は SOA200 ms 条件では右視野関連条件のみで、SOA800 ms 条件では左右視野関連条件ともにプライミング効果を認めた。これは SOA500 ms 以下では左半球にのみ自動的活性化拡散、500 ms 以上になると左半球は制御的予期、右半球では自動的活性化が進行すると仮定する Collins (1999) の見解を支持する。

N400 振幅は意味関連条件と無関連条件との差を顕著に現したが、対側関連条件と無関

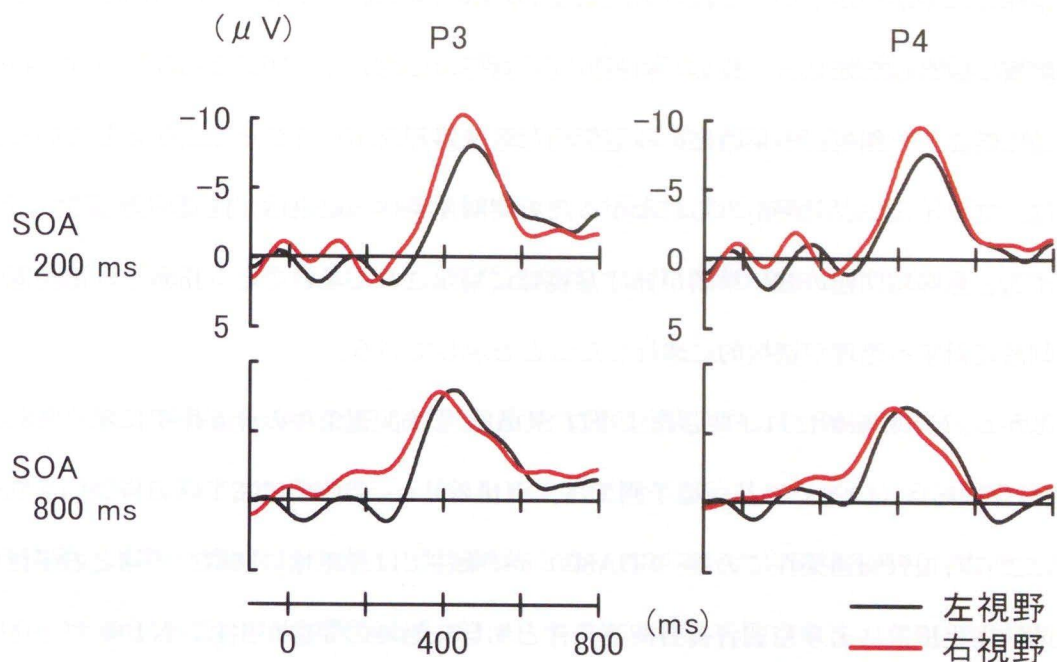


図 2-3-4 左右頭頂部位 (P3・P4) における N400 プライミング効果平均波形 (N = 12) 無関連条件 ERP から左視野関連条件 ERP を引いた波形を左視野条件 (黒色), 無関連条件 ERP から右視野関連条件 ERP を引いた波形を右視野条件 (赤色) とし, SOA 条件別にそれらを重ねて描いた。

連条件には差がなかった。これらの結果は Okita & Jibu (1998)と沖田・治部 (2002)が聴覚刺激で観察した知見と一致し、両視野同時対呈示において矢印による注意方向の指示が有効に働き、一側視野の単語にのみ選択的な意味処理を実行させたことを示している。さらに、プライミング効果がみられなかった対側関連条件の結果は、注意の対象となったプライムと意味的関連の強い単語が非注意視野に呈示された場合でも、指示された注意方向の刺激に対する処理が選択的に進行したことを示している。

しかし、N400 振幅には予測したような SOA と意味関連条件の交互作用は認められなかった。Collins (1999) に基づく予測では、SOA200 ms 条件では左半球の自動的活性化拡散により右視野関連条件でのみ、SOA800 ms 条件では左半球の制御的予期と右半球の自動的活性化拡散により左右各視野関連条件とも意味処理の促進が生じ、N400 プライミング効果が生じるはずである。本結果は、SOA に関わらず、左右の視野関連条件ともプライミング効果が有意で、SOA200 ms の左視野関連条件でも N400 減衰のプライミング効果が認められた。こうした結果は Deacon et al. (2004)とは一致するところがあるものの、プライムとターゲットを左右各視野に呈示した研究(Bouaffre & Faïta-Ainseba, 2007)およびターゲットのみ左右視野に呈示した研究(Atchley & Kwasny, 2003; Coulson et al., 2005)とは異なる。反応時間と N400 プライミング効果の開始潜時に共通して SOA200 ms 条件では左右の視野関連条件間に相違が認められた点を考慮すると、左右視野関連条件間に差異がなかった N400 振幅の結果はむしろ振幅測度のもつ特異性によるものと捉えたほうがよいように思われる。本実験ではプライムとターゲット間の意味関連性判断を参加者に課した。この意味関連性判断は、プライムとターゲットの個々の語彙決定とは異なり、語彙アクセス後の意味マッチングを課題関連処理として要請する。この意味マッチングが強調された課題処理において、ターゲット呈示視野、さらに SOA に関わりなく、意味関連「あり」試行（左右各視野関連条件）と「なし」試行（対側関連と無関連条件）で反応決定後に違いが生じた可能性がある。N400 を最初に報告した Kutas & Hillyard (1980) は N400 を先行文脈に照らした意味の再解釈処理に関連づけたが、ここで観察された N400

振幅のプライミング効果も意味関連「なし」試行におけるプライム - ターゲット意味関連性の再チェックを反映した結果のように考えられる。すなわち、SOA と視野関連条件に関わりなく、意味関連「あり」試行で N400 を惹起する課題処理が終了した後も、「なし」試行では意味関連性の再チェックが持続し N400 が持続したと推定できる。したがって、N400 振幅に予測したような SOA と意味関連条件の交互作用が観察されなかったのであろう。

N400 振幅で得られなかった左右視野関連条件間の相違、および SOA200 ms と 800 ms 条件間の相違は、N400 プライミング効果の開始潜時で認められたが、この開始潜時における結果の詳細な考察を行う前に、開始潜時と意味処理過程との関係を考えておきたい。N400 プライミング効果は無関連条件の ERP から左右各視野関連条件の ERP を減算して求めたので、その開始潜時は無関連 ERP と各視野関連 ERP の分岐に応じた時点を示している (図 2-3-3)。この時点以降、上記のように、無関連条件では持続する意味処理を反映して N400 が持続するのに対して、左右各視野関連条件では意味処理を終了し N400 が減衰する。したがって、N400 プライミング効果の開始潜時はプライミングによって意味処理負荷が軽減されて早く終了するとそれだけ短くなる。Okita & Jibu (1998) と沖田・治部 (2002)、そして本実験でも示されたように、その N400 プライミング効果をもたらす処理は明らかに課題関連刺激に選択的に生じており、課題関連処理を反映した効果であることが分かる。序論で述べたように、自動的活性化拡散、制御的予期、および意味マッチングはそれぞれ課題処理を介して N400 に反映されるが、それぞれの過程は直接的には N400 に反映されないといえるだろう。N400 プライミング効果の開始潜時は左右各視野関連条件における課題関連意味処理が終了した時点に応じる測度とみなせる。

右視野関連条件のプライミング効果は、SOA に関わらず、左視野に比べ平均 24 ms 早く開始した。この左半球の促進効果は上記の考えに基づいて次のように解釈できる。すなわち、Collins (1999) の仮説に沿って最も単純に考えれば、まず、SOA200 ms では右半球に生じなかった自動的活性化拡散が左半球で生じ、左半球では右半球よりも意味処理が



早まった結果として解釈できる。また、SOA800 ms については、Kutas & Federmeier (2000) も示唆するように、左半球では制御的予期が右半球の自動的活性化拡散よりも焦点化されたノードを活性化し、効率的で早い意味処理が実行された結果として解釈できる。また、SOA800 ms 条件のプライミング効果は、ターゲット呈示視野に関わらず、SOA200 ms よりも平均 45 ms 早く開始した。この効果についても、上記の考察から同様に解釈できる。すなわち、SOA800 ms では右視野関連条件で左半球に制御的予期、左視野関連条件で右半球に自動活性化拡散が生じるが、SOA200 ms では右視野関連条件で左半球に自動活性化拡散が生じるのみである。いずれの視野条件においても SOA200 ms に比べ SOA800 ms 時にプライミングによる促進効果は大きかったと解釈できる。

反応時間と N400 プライミング効果の開始潜時では、いくつかの異なる結果を得た。SOA800 ms 条件の N400 潜時に認められた視野条件差が反応時間に反映されず、反応時間では交互作用がみられた。また、N400 潜時では SOA200 ms 条件よりも SOA800 ms 条件のほうが早いのにに対し、反応時間には有意差はなく、むしろ全体的に SOA800 ms が遅いという結果が得られた。こうした相違の解釈は難しいが、おそらく、反応時間が刺激入力から反応出力に至る処理諸段階の累積的な効果を含む測度であることに由来するのであろう。先述のように、N400 プライミング効果の開始潜時は左右各視野関連条件における課題関連意味処理が終了した時点を示す測度であるのに対して、反応時間は課題関連意味処理以降の反応選択や反応実行といった反応過程も含んでいる。N400 潜時には含まれない処理過程に要する時間により、測度間に異なる結果が生まれたと考えられる。

まとめ 左半球の意味処理活性が右半球よりも早いと仮定する Collins (1999) の主張を検討するため、反応時間と ERP を測定した。両視野同時対呈示のもとで、実験参加者には左右いずれか一方の視野に選択的に注意を払わせ、その注意視野に呈示されるプライムとターゲットの両単語間の意味関連性を判断させた。反応時間の結果は SOA200 ms 条件では右視野関連条件のみで、SOA800 ms 条件では左右視野関連条件ともにプライミング効果を認め、Collins (1999) を支持した。しかし、意味処理負荷に応答する N400 成分

の振幅は左右視野関連条件とも減衰し、プライミング効果を示した。N400 プライミング効果の開始潜時は右視野が左視野関連条件より早く、また SOA800 ms 条件が SOA200 ms 条件より早かった。N400 プライミング効果は課題に応じて実行される意味処理と関連づけて解釈し、反応時間とは異なる側面を反映したものと考えた。特に、従来ほとんど使用されてこなかった N400 プライミング効果の開始潜時は、自動的活性化拡散、制御的予期、および意味マッチングによるプライミング効果を課題関連意味処理に要した時間から捉える有用な測度と考えた。今後はこの研究で用いた意味関連性判断課題と語彙判断課題との比較が必要であろう。さらに、この研究で設けた対側視野関連条件とは異なり、プライムを非注意視野に、ターゲットを注意視野に呈示する条件は、非注意視野に呈示された意味関連プライムがターゲットの処理に影響するかを検討するうえで興味がある。

## 2.5 実験 1～3 で得られた知見

実験 1～3 は言語刺激を用いた意味プライミングパラダイムによりプライム意味情報の半球間転送および貯蔵、意味情報貯蔵とプライミング効果の大きさとの関係について、また特に実験 3 では意味活性速度の半球非対称性を調べることを目的として行った。

これまで半球間情報転送は反応時間あるいは N1 潜時による転送時間により検討されてきた。しかしながら、実験 1、実験 2 からは Larson & Brown (1997) と同様に半球間転送速度の方向性に左右差を認めなかった。半球間情報転送を捉えるこの測度の代替としてプライム呈示後に惹起する SN<sub>p</sub> を提案できる。SN<sub>p</sub> は転送速度について解釈することはできないが、その大きさから転送方向の優位性およびそれに伴う情報貯蔵の半球優位性を把握することが可能となった。実験 1、実験 2 とも SN<sub>p</sub> の大きさはプライム呈示視野により半球差を認め、プライム右視野呈示の右半球は左視野呈示の左半球よりも SN<sub>p</sub> が低減した。これらの知見は、言語情報の右半球から左半球への半球間転送がその逆よりも優位であり、それに伴って言語情報貯蔵も左半球優位であることを示している。

実験 1、2 において明瞭になったプライム右、ターゲット左視野呈示条件が他の視野条件に比べ N400 プライミング効果の減弱をもたらしたこと、N400 プライミング効果に左半球優位性が観察されたことから情報転送方向の優位性、情報貯蔵の半球優位性を間接的に立証できる。N400 意味プライミング効果の右半球減弱はプライム情報の左半球から右半球への転送が意味情報の活性化を低減、意味情報貯蔵の縮小をもたらしたために生じたと示唆される。特に実験 1 におけるプライム右、ターゲット左視野の事態で意味関連条件における N400 減衰の低減が認められたことから推察すると、左半球から転送されたプライム情報に対して右半球は十分なプライミング状態を生み出すことができなかったのであろう。

意味活性速度の半球非対称性は実験 3 で詳細に検討した。この実験では各半球の独立した意味処理を期待して、刺激を両視野に呈示した。反応時間では SOA による違いが認め

られ、Collins (1999) の主張に基づき予測したように、プライミング効果は短い SOA (200 ms) では右視野呈示でのみ、長い SOA (800 ms) では左右視野呈示で認められた。これに対して N400 振幅からはプライミング効果は頑健に認められるものの SOA による差は確認できなかった。しかしながら N400 プライミング効果の開始潜時をみると、視野や半球に関わらず SOA200 ms よりも SOA800 ms で、また SOA や半球に関わらず意味関連対の左視野呈示よりも右視野呈示で早く生じることが認められた。つまり、N400 プライミング効果開始潜時から制御的処理または左半球処理が効率的な意味処理を生む十分条件になることが見出された。

## 第 3 章

### 顔写真プライムと単語ターゲットによる意味プライミング効果

第 3 章はプライムとターゲットの刺激属性が異なる意味プライミング実験を報告する。第 2 章で報告した言語刺激対による意味マッチング課題において半球間情報転送は右半球から左半球が優位であること、意味情報貯蔵は左半球優位であることが確認できた。この結果は顔刺激を用いた Barrett & Rugg (1989), Huddy et al. (2003) とは異なる。この相違に基づいて次に検討すべきは、半球間情報転送ならびに貯蔵の優位性はプライムの刺激属性に依存するののかとの問いである。この問題に対して第 3 章では顔写真を使用し、後に続く言語刺激に向けた意味情報貯蔵を SNp から、意味処理に対する貯蔵情報の利用効果を N400 から検討する。

#### 3.1 問題提起

意味を持つ刺激は言語に限ったことではない。非言語刺激、中でも人の顔は性別や人種といった情報を持ち、職業や名前といった個人情報を想起させる刺激である (Bruce & Young, 1986) ことから、顔は単語と同様に意味を含有する刺激といえる。顔写真を使用し N400 プライミング効果を記録した最近の研究 (Vladeanu & Bourne, 2009) は顔に関連した意味情報は右半球に貯蔵されていると示唆した。しかし、ターゲットの既知性判断を要求する課題を右半球に偏った課題であったと自ら指摘し、この結果が真の意味効果を反映したものではないかもしれないとも述べており明解は得られていない。

本章は顔の持つ意味に言及し、顔写真プライムが単語ターゲットに与える影響を以下の 2 点に着目して探求する。1 つは言語プライムで観察した半球間情報転送および貯蔵が顔写真プライムでも同様に認められるのか。2 つ目は実験 1・2 で認めた N400 意味プライミング効果の半球非対称性がプライムとターゲットの属性が異なる場合であっても確認でき

るのか。

これらの事案を明らかにするために、まず実験 4 では刺激属性が異なる単語対であっても N400 意味プライミング効果が出現するのかどうかを観察した。実験 5 は実験 1, 2 と同様の手続きで顔写真がもたらす意味情報の半球間転送および貯蔵を SNp からみた。加えて言語刺激で行ったのと同様に N1 頂点潜時も同定し、従来の転送時間についても確認した。さらに顔写真プライムに続く単語ターゲットから惹起される N400 を同定し、半球間情報貯蔵と意味プライミング効果との関係について検討した。これらの実験からより詳細な半球間情報転送ならびに貯蔵の検討ができると期待する。

## 3.2 実験 4<sup>4</sup>

### 他者視線が観察者の性ステレオタイプ活性に及ぼす影響

対人場面でヒトが使用する多種多様な知識は、社会的スキーマと呼ばれる。他者の情報を理解しようとするとき、このスキーマを最大限利用することは、情報処理の効率を上げるだけでなく、的確な現象理解を可能にする。対人認知場面でヒトが働かせる知識の代表的なものがステレオタイプである。

潮村(2004)によれば、ステレオタイプとは、社会的カテゴリを基礎として形成されていた認識枠組みとその内容のことを指す。性別、年齢、職業、国籍などの社会的カテゴリと結びついた知識は非常に多い。ステレオタイプは、社会的に望ましくない認知傾向と結びつくことも多いが、ステレオタイプを使用することで予測可能性を高め、認知的経済性を高めるという意味で適応的なものであるといえる。一方、認知心理学的アプローチを使った対人認知の最近の研究においては、社会的スキーマ(知識)が社会的認知過程において自動的に活性化することも注目されている(Bargh, 1999)。

以上のことをうけ、本研究では他者を認識した際の観察者の性ステレオタイプ活性を取りあげる。他人と接触した際に性、人種等を判断し、さらにそのステレオタイプが自動的に活性化していることは容易に想像できる。しかし、我々が日常的に出会う他者全てに対してそのような活性化が生じているとは考えがたい。こちらに働きかけている、つまりこちらに視線を向けている場合に、ステレオタイプ活性が優勢であると考えられる。なぜなら、他者がこちらを見つめていること自体が、他者がコミュニケーションを取りたい、あるいは観察者に興味を持っている、という社会的シグナルといえるためである(Baron-Cohen, 1995)。近年、観察者が他者と視線をあわせることが、他者情報の処理の認知的経済性を高めていることを示唆する実験的証拠も増加している。

---

<sup>4</sup> 加藤公子・吉崎一人・西村律子・沖田庸嵩(2008)．他者視線が観察者の性ステレオタイプ活性に及ぼす影響－事象関連電位を用いた検討－人間環境学研究, 6, (2), 1-6.

例えば Macrae, Hood, Milne, & Rowe (2002) は、健常成人を対象に、間接プライミング技法を応用した実験によって他者とのアイコンタクトがその他者の社会的な情報の活性化を引き起こすことを確認している。彼らはプライムとして直視している顔写真、左右に目を向けている（目を逸らした）顔写真、並びに閉眼の顔写真を呈示して、後続の文字列（SOA は 250 ms）の語彙判断を実験参加者に求めた。プライムの性と語の性ステレオタイプ（例：男性らしい語「ジープ」、女性らしい語「花」）の関連性を操作した。プライムの性と単語の性ステレオタイプが不一致であるときの反応時間から一致時の反応時間を引いたものをプライミング量とし、性ステレオタイプ活性の量とした。その結果、プライムの顔が観察者側に直視している条件でのプライミング量が他の 2 条件よりも大きいことが明らかとなった。これは、直視している他者の呈示が観察者の性ステレオタイプを活性化させることを示唆している。

しかしながら、この説明にはいくつかの疑問点も残されている。目を逸らした顔や閉眼の顔（プライム）からの性の弁別が、直視顔よりも難しかったとも考えられた。したがって、他者の観察者への直視自体が性ステレオタイプの活性化をもたらしたというよりも、男女の弁別が容易な顔が性ステレオタイプ活性をもたらし、性別判断が難しい顔では性ステレオタイプ活性が生じなかったとも考えられた。もう 1 つの疑問点は、逸視顔によって観察者の視覚的注意が視線方向へ移動したことにある。これまで多くの研究で、他者の視線の方向が観察者の視覚的注意を移動させることが明らかになっている（Friesen & Kingstone, 1998; Frischen, Bayliss, & Tipper, 2007; 吉崎・吉田・杉本・佐々木, 2004）。逸視条件では、ターゲットが呈示された時点で視線方向に注意が定位し、中央に呈示されるターゲットへの処理が遅れたとも考えられる。したがって、実際は性ステレオタイプ活性が起きていたにも関わらず、ターゲットの同定が遅れたことで、性ステレオタイプ活性のレベルが低下していたため、プライミング効果量が小さくなったとも考えられた。

このような問題点を受けて、本研究では行動指標に加え ERP を使って、他者視線による観察者の性ステレオタイプ活性について検討する。



ERP 研究では Kutas & Hillyard (1980) の報告以来、刺激呈示後 400 ms あたりに意味処理にともなって出現する陰性波を N400 成分として意味プライミングの指標に広く用いている。Kutas & Hillyard (1980) は文脈から意味的に逸脱した単語が呈示されるとその逸脱の程度が大きいほど N400 が増大することを示した。このように N400 は意味情報の処理にともなって組織的に変化する (Kutas & Federmeier, 2000)。本研究では、反応時間とともに、ターゲット呈示後の N400 成分を分析することで、先行して呈示される他者視線による性ステレオタイプ活性をより詳細に検討できると考える。

ターゲット処理後の処理過程の分析に加え、プライムの処理についても注目する。時間軸に沿った複数の測度が入手できるのは ERP を使うメリットの 1 つである (Luck, 2005)。プライム刺激に対する処理の ERP による測定は、先に指摘した逸視顔と直視顔の性別の弁別に差異があるかを推定できる。

以上のことを考慮して、課題は Macrae et al. (2002) が用いたパラダイムを修正して用いる。プライム刺激として逸視顔 (逸視条件) と直視顔 (直視条件) を用意し、プライムの人物の性とターゲット語の性ステレオタイプの一致性判断を求める。Macrae et al. (2002) の課題と違って、この課題を遂行するためには、プライム刺激の性判断を行う必要がある。こうすることで、直視顔と逸視顔に対する処理の差異を推定することができる。また、プライムとターゲットの SOA (400 ms) を長くすることは、逸視顔によって生じる注意の定位を中央に戻すことを可能にする。吉崎他(2004)では、他者視線とターゲットの間隔 (SOA) が短い (100 ms) 時には、視線方向に観察者の視覚的注意が移動するが、長くなると徐々に中央に戻ることを示唆している。

そこで本研究の仮説は次のようである。プライム-ターゲット間の ERP 成分に、逸視条件と直視条件間で差は認められないだろう。一方、ターゲット呈示後の N400 成分においては、直視条件と逸視条件で変化が見られるだろう。つまり Macrae et al. (2002) の主張が正しければ、顔の性とターゲット語の性ステレオタイプが一致しているときに生じる N400 減衰は、直視条件の方が逸視条件よりも大きいことが予想される。

## 方法

**実験参加者** 20歳から29歳(平均22.5歳)の右手利き大学生および大学院生12名(男性6名,女性6名)が実験に参加した。利き手の判定には八田・中塚(1975)の利き手テストを使用した。いずれの参加者も視覚機能に異常は認められなかった。実験開始前に参加者全員に実験について説明をしたうえで了解を得た。

**刺激材料** 顔刺激(図3-4-1参照)には顔の方向が正面向きである男女各4名の白黒写真を使用し,本試行の刺激として用いた写真は合計16パターンであった。各モデルの視線が正面を向いているもの,つまり直視が8枚と,左右いずれかを向いているもの,つまり逸視が8枚あり,そのうち男女とも2名は左向き,残り2名は右向きであった。

単語刺激は調査を行い選定した。天野・近藤(1999)の「日本語の語彙特性」の親密度得点が6.5点以上である単語の中から178語を選び,それらの単語に対して大学生34名に単語の性別評定を実施した。“非常に男らしい”を1,“非常に女らしい”を7として評定し,男性語として使用した6単語(ボクシング,プラモデル,パイロット,トランクス,ラグビー,ネクタイ)の平均評定値は1.7,標準偏差は0.3,女性語として使用した6単語(イヤリング,ハイヒール,ネックレス,マニキュア,スカート,エプロン)の平均評定値は6.4,標準偏差は0.3であった。各単語刺激はいずれも黒色インクで縦書きであった。

顔刺激の大きさは視角にして縦 $8.9^{\circ}$ ×横 $8.5^{\circ}$ ,単語刺激の大きさは縦 $8.7^{\circ}$ ×横 $1.5^{\circ}$ であった。画面の背景は白色で,各刺激は画面中央に呈示した。

**実験装置** 刺激はPC/AT互換機とそれに接続された17インチCRTディスプレイによって呈示した。反応の採取にはCedrus社製反応ボックスを使用した。刺激呈示の制御,トリガー信号の制御,および反応時間の記録にはCedrus社製SuperLab Pro for Windows(Ver. 2.04)を使用した。

**条件と課題** 顔写真の性と語の性ステレオタイプの一致性により一致条件と不一致条件の2条件,視線方向により直視条件と逸視条件の2条件を設定した。

実験参加者の課題は顔写真の性と語の性ステレオタイプが一致するか一致しないかを

できるだけ速くかつ正確に判断し、反応ボタンを押すことであった。

**手続き** 各実験参加者は顔面固定台に頭部を固定し、目からモニターまでの距離を 37 cm に保つようにした。

練習 16 試行後、本試行 8 ブロックを施行した。1 ブロックは 24 試行から成り、一致条件、不一致条件は各 12 試行であった。そのうち直視条件、逸視条件とも各 6 試行、さらに逸視条件における左右の向きは各 3 試行であった。刺激の呈示順序は実験参加者間でランダムであった。

実験参加者には課題遂行中は画面中央を凝視するように教示した。各試行では画面中央に顔写真を 200 ms 間、続いて空白を 200 ms 間呈示し、その後単語を 200 ms 間呈示した。実験参加者はここで課題を遂行し、参加者の反応後あるいは単語呈示から 1500 ms 経過後、1300 ms の間隔をおいて次の試行が始まった。1 試行の流れは図 3-4-1 に示されている。

反応ボックスは体の正面に置いた。課題遂行に使用する手は参加者間でカウンターバランスをとり、参加者の半数 6 名は左手を、残り 6 名は右手を用いた。さらに一致条件には人差し指で、不一致条件は中指で反応ボタンを押す参加者とその逆で反応ボタンを押す参加者を設定した。

**記録及び分析** 脳波は銀・塩化銀電極を国際 10-20 法による Fz・Cz・Pz・P3・P4・T5・T6・O1・O2 の 9 部位に装着し、左右両耳朶を基準として導出し、MA1132 (デジテック研究所製多チャンネル生体アンプ) により増幅後(帯域通過周波数 0.05 - 30 Hz)、G1-ERP Analyzer (G1 システム社製) に 500 Hz でサンプル記録した。また右眼窩上縁部より垂直眼球電図、左右外眼角側方 1 cm より水平眼球電図も同時に記録した。電極インピーダンスは 5 k $\Omega$  以下とした。

ERP 加算平均処理の分析区間は顔写真に対して呈示前 100 ms から呈示後 400 ms までの 500 ms 間、単語刺激に対して呈示前 100 ms から呈示後 700 ms までの 800 ms 間とした。基線は顔写真、単語刺激それぞれ呈示前 100 ms 間の平均電位とした。誤答および反応時間が 200 ms 以下、1500 ms 以上の試行、さらに脳波・眼球電図に 100  $\mu$ V 以上の変

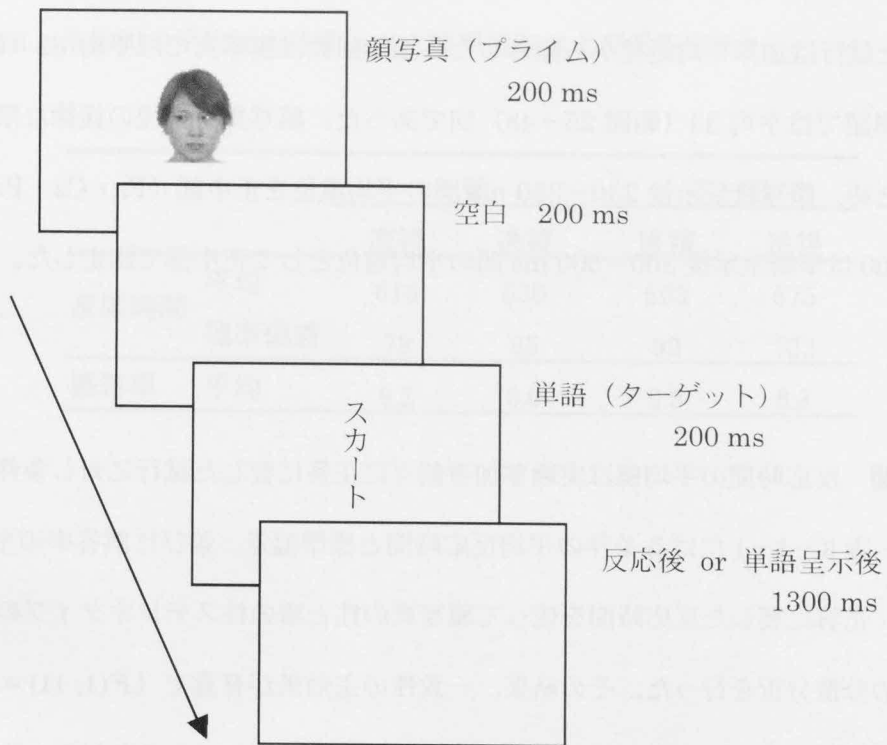


図 3-4-1 試行スケジュール

逸視の女性顔写真プライムと女性語ターゲットを例に示す。

化が生じた試行は加算平均処理から除外した。加算回数は顔写真では平均 82 (範囲 62-94) 回、単語では平均 33 (範囲 25-48) 回であった。顔写真呈示後の緩徐な陰性電位を検討するため、顔写真呈示後 230-350 ms 間の平均電位を正中部 (Fz・Cz・Pz) で測定した。N400 は単語呈示後 300-500 ms 間の平均電位として正中部で測定した。

## 結果

**反応時間** 反応時間の平均値は実験参加者個々に正答に要した試行に対し条件ごとに算出した。表 3-4-1 には各条件の平均反応時間と標準偏差、並びに誤答率の平均が示されている。正答に要した反応時間を使って顔写真の性と語の性ステレオタイプの一致性×視線方向の分散分析を行った。その結果、一致性の主効果が有意で ( $F(1, 11) = 26.46, p < .001$ )、顔写真の性と語の性ステレオタイプの一致条件 (623 ms) の方が不一致条件 (669 ms) よりも反応時間が短いことが明らかとなった。

また、視線方向の主効果が有意傾向であり ( $F(1, 11) = 4.75, p < .10$ )、直視条件 (639 ms) の方が逸視条件 (652 ms) よりも反応時間が短くなることを示した。一方、一致性と視線方向の交互作用は有意ではなかった ( $F(1, 11) < 1, ns$ )。

**誤答率** 条件別の平均値を用いて分散分析を行った。一致性 ( $F(1, 11) < 1, ns$ )、視線方向 ( $F(1, 11) = 1.30, ns$ ) の主効果および交互作用 ( $F(1, 11) = 1.00, ns$ ) はいずれも有意でなかった。

**顔写真呈示後の陰性電位** 図 3-4-2 は顔写真呈示後の Fz, Cz, Pz における ERP 波形である。顔写真呈示後約 150 ms から 200 ms までは直視と逸視に電位差は認められないが、200 ms あたりから直視と逸視で分岐が生じ 350 ms あたりでの収束が確認できた。

顔写真呈示後 230-350 ms 区間の平均電位について各部位に対し直視条件と逸視条件の  $t$  検定を行ったところ、Fz ( $t(11) < 1, ns$ )、Cz ( $t(11) < 1, ns$ )、Pz ( $t(11) < 1, ns$ ) のいずれの部位においても有意となる結果は認められなかった。つまり、直視顔と逸視顔のブライム刺激処理過程には、大きな差異が無いことが示された。

表 3-4-1 条件別の平均反応時間(ms)と標準偏差および誤答率(%)

		一致		不一致	
		直視	逸視	直視	逸視
反応時間	平均	616	630	663	675
	標準偏差	79	85	99	103
誤答率	平均	9.2	6.6	6.8	6.8

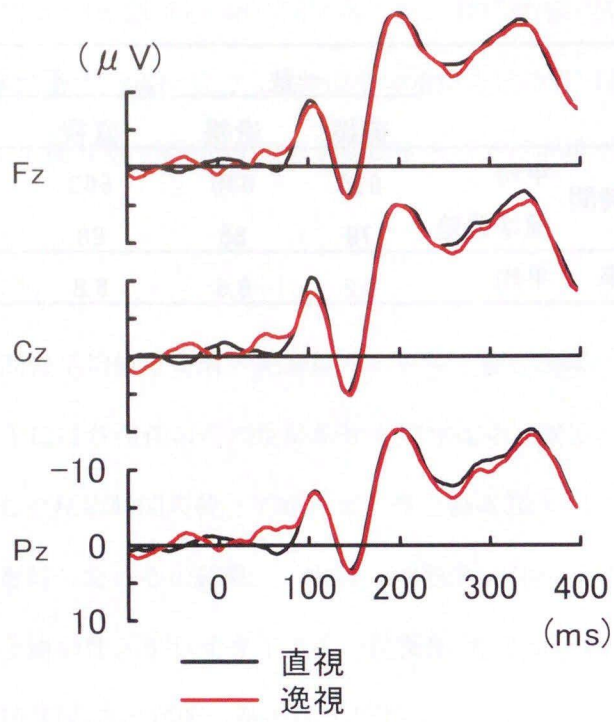


図 3-4-2 正中部 (Fz・Cz・Pz) におけるプライム呈示後の平均加算波形 (N = 12)  
 顔写真の視線が直視 (黒色) の ERP と逸視 (赤色) の ERP を重ねて描いてある。

**単語呈示後 N400** 図 3-4-3 は視線方向条件別の Fz, Cz, Pz における ERP 波形である。単語呈示後 200 ms あたりから陰性シフトが始まり、約 300-400 ms 間に頂点をもつ陰性電位 (N400) の発達がみられた。直視条件では 300 ms あたりから顔写真の性と語の性ステレオタイプとの一致、不一致で明瞭な分岐が生じ 500 ms あたりで収束した。

単語呈示後 300-500 ms 区間の平均電位について、顔写真の性と語の性ステレオタイプの一致性×視線方向の分散分析を Fz, Cz, Pz 部位でそれぞれ行った。Fz 部位では一致性の主効果 ( $F(1, 11) = 1.80, ns$ )、および視線方向の主効果 ( $F(1, 11) < 1, ns$ ) はいずれも有意ではなかった。しかし、交互作用が有意傾向を示した ( $F(1, 11) = 3.85, p < .10$ )。単純主効果検定は直視条件において一致条件が不一致条件よりも N400 振幅が小さいが ( $F(1, 22) = 5.12, p < .05$ )、逸視条件においてはそのような差は認められなかった ( $F(1, 22) < 1, ns$ )。このことから、直視条件でのみプライミング効果がみられることが明らかとなった。

Cz 部位では一致性の主効果 ( $F(1, 11) = 2.00, ns$ )、視線方向の主効果 ( $F(1, 11) < 1, ns$ ) が有意ではなかった。交互作用 ( $F(1, 11) = 10.11, p < .01$ ) が認められ、単純主効果検定は直視条件では不一致条件よりも一致条件で N400 減衰の程度が大きいのに対し ( $F(1, 22) = 9.00, p < .01$ )、逸視条件では差のないことを示した ( $F(1, 22) < 1, ns$ )。Fz 同様、直視条件でのみプライミング効果が見られた。

また、Pz 部位では一致性の主効果が認められ ( $F(1, 11) = 5.77, p < .05$ )、性ステレオタイプが不一致である条件 ( $7.11 \mu V$ ) の方が一致である条件 ( $9.97 \mu V$ ) よりも N400 振幅が大きくなることが認められた。視線方向 ( $F(1, 11) < 1, ns$ ) の主効果、交互作用 ( $F(1, 11) = 1.47, ns$ ) とも有意ではなかった。

**単語呈示後の緩徐な陽性電位 (Late Positive Component : LPC)** 図 3-4-3 の 470 ms あたりから逸視条件において一致性条件間に分岐が認められた。単語呈示後 500-600 ms 区間の平均電位について、顔写真の性と語の性ステレオタイプ一致性×視線方向の分散分析を Fz, Cz, Pz 部位で行った。



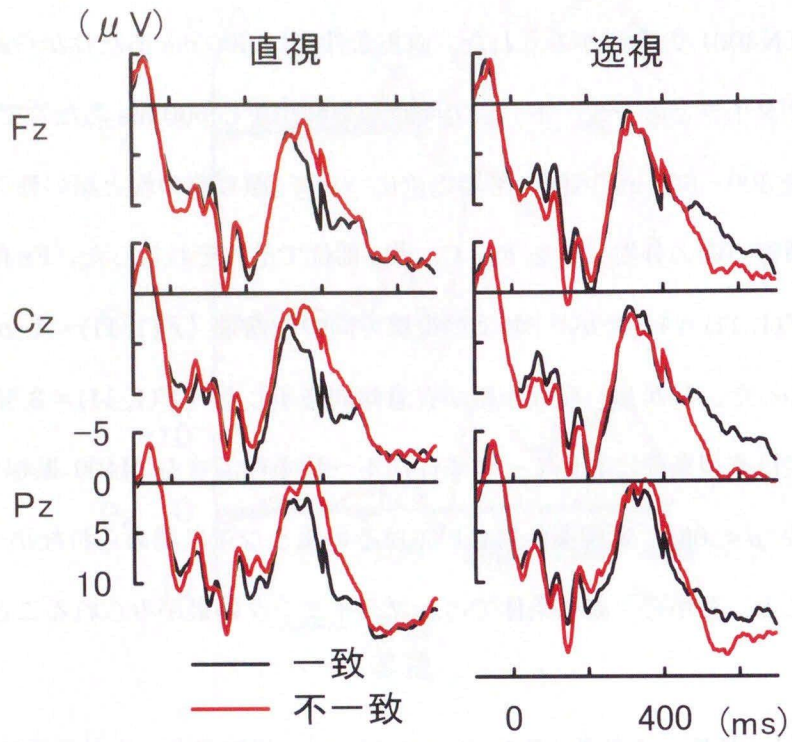


図 3-4-3 正中部 (Fz・Cz・Pz) におけるターゲット呈示後の平均加算波形 (N = 12) 視線条件ごとに顔写真の性と語の性ステレオタイプとが一致 (黒色) する条件での ERP と不一致 (赤色) な条件での ERP が重ねて描いてある。

Fz 部位では一致性の主効果 ( $F(1,11) = 2.91, ns$ ), 視線方向の主効果 ( $F(1, 11) < 1, ns$ ) はいずれも有意とならなかった。交互作用は有意傾向を示した ( $F(1, 11) = 4.32, p < .10$ )。単純主効果検定は逸視条件では不一致条件が一致条件よりも LPC が大きい ( $F(1, 22) = 7.08, p < .05$ ), 直視条件ではこのような差のないことを示した ( $F(1, 22) < 1, ns$ )。

Cz 部位は一致性の主効果が有意となり ( $F(1, 11) = 7.59, p < .05$ ), 不一致条件 ( $16.3 \mu V$ ) は一致条件 ( $14.1 \mu V$ ) よりも LPC が大きいことを示した。視線方向の主効果は有意とならなかった ( $F(1, 11) < 1, ns$ )。また交互作用が有意となり ( $F(1, 11) = 7.43, p < .05$ ), 単純主効果検定は逸視条件において不一致条件が一致条件よりも大きな LPC であるのに対し ( $F(1, 22) = 15.0, p < .001$ ), 直視条件では差がないことを示した ( $F(1, 22) < 1$ )。

Pz 部位では一致性 ( $F(1, 11) = 2.63, ns$ ), 視線方向 ( $F(1, 11) < 1, ns$ ) の主効果, 交互作用 ( $F(1, 11) = 3.14, ns$ ) のいずれも有意とはならなかった。

## 考察

本研究の目的は、他者視線による観察者の性ステレオタイプ活性について、行動指標に加え、ERP を使って検討することであった。

反応時間の結果からは、ジェンダープライミング効果は認められたものの、他者視線がジェンダープライミング効果に及ぼす影響は認められず、Macrae et al. (2002) を支持しなかった。この理由については LPC の結果とともに後で議論する。

重要なことは、N400 成分の結果から Macrae et al. (2002) を支持したことであった。直視条件では不一致条件に比べ一致条件で N400 減衰が認められたが、逸視条件では見られなかった。つまり、ジェンダープライミング効果が直視条件だけで認められたことを示唆している。この結果は、顔の性別判断処理の条件間（直視、逸視条件）における容易性の反映とは言えないと考える。なぜなら、顔（プライム）刺激呈示後の陰性成分では、直視条件と逸視条件に大きな差はなかったことから、性別判断処理での条件間の差異がないと推測できるからである。以上のことから、観察者は他者とのアイコンタクトで、性ステ

レオタイプ活性が生じることが推察された。

今回得られたこのような結果は、他者とのアイコンタクトの認知機能への影響を調べた研究とも整合的である。例えば、直視と逸視を観察している最中の自発脳波を測定したところ、直視の場合の覚醒水準は逸視に比べ高いことが明らかとなっている(Gale, Spratt, Chapman, & Smallbone, 1975)。さらに、Senju & Hasegawa (2005) は、直視顔、逸視顔、閉眼顔の周辺呈示されるターゲットの検出を要求し、直視顔の条件において、他の2条件に比べターゲットの検出が遅延することを明らかにしている。このことは、観察者側を見ている顔に対して注意がより捕捉されることを意味している。このことを本研究にあてはめると、直視顔への注意捕捉が性ステレオタイプ活性につながったと考えられる。さらに直視した顔の記憶成績が逸視顔よりも高いことも確認されている (Mason, Hood, & Macrae, 2004; Vuilleumier, George, Lister, Armony, & Driver, 2005)。この知見も、直視顔から性ステレオタイプなどの社会的スキーマの活性化が情報の精緻化を高めたと考えれば整合的に解釈できる。以上のように、他者と視線をあわせることが、その後の様々な認知処理における経済性を高めることにつながると推察される。

最後に、LPC について考察する。ターゲット呈示後 500–600 ms の陽性成分では、逸視条件でのみ一致条件が不一致条件よりも大きな陰性シフトを示した。Bouaffre & Faïta-Ainseba (2007) は単語を用いた意味プライミング実験で N400 および N400 より遅れて意味的関連が無関連よりも陰性シフト低減を示す LPC を認め、LPC が関連性検出処理を反映するものであると示唆した。しかし、この結果は本結果とは異なるものであり、LPC は関連性の検出に関わるだけでなく、他の要因が寄与したものではないかと推測できる。視線方向によりステレオタイプ活性に時間差が生まれたのであれば、Bouaffre & Faïta-Ainseba (2007) の示唆に基づくと、N400 では一致条件間に差の認められなかった逸視条件の LPC に不一致条件に対する負荷に伴った陰性シフトが大きく生じるはずである。しかし結果はそうではなかったことから LPC が単に視線方向によるステレオタイプ活性の時間差によって誘発されたものではないことが伺える。N400 と反応時間で認めな

かった逸視条件の性ステレオタイプ活性について LPC がなんらかの示唆を与えているとも考えられるが、本研究からはこの点についての推測が難しい。

他者視線がジェンダープライミング効果に及ぼす影響について N400 ではその影響がみられたが、反応時間からはみられなかった。この結果の相違は N400 が反映する単語の性ステレオタイプ処理以降で生じるものと推測できる。すなわち、反応時間は単語の性ステレオタイプ処理後に実行される、写真の性と語の性ステレオタイプの一致性判断、その判断結果に応じた反応決定、そして最終的な反応実行に要する処理時間も含み、こうした諸過程に他者視線が影響したことが考えられる。LPC は刺激呈示後 600 ms あたりの後期成分であり、他者視線の影響を反映している可能性もある。上記の疑問点と併せ、他者視線が単語の性ステレオタイプ処理以降にどのような影響を与えるのか、さらなる検討が必要となるだろう。

### 3.3 実験 5<sup>5</sup>

#### 顔と名前の意味一致性判断における視野効果

顔は他者とのコミュニケーションをはかる上で多様な情報源となる。例えば、既知の顔からは職業や名前といった個人を同定でき、未知の顔であっても性別、年齢といったカテゴリに分けることができる。こうしたことは入力された顔情報に対してその顔が持つ意味処理が脳内で行われるためである。本研究は顔がもつ意味に着目し、顔処理に関わる左右大脳半球間の情報転送に焦点を当てる。

左右半球は脳梁でつながっており、一方の半球で処理された情報は対側半球へ伝達される。さらにその情報を後続の刺激処理に活用するためには左右半球では先行刺激（以下、プライム）の処理情報を貯蔵しておく必要がある。こうしたプライム処理に対する脳内活動を様々な刺激材料を用いて ERP により検討した研究がいくつかある。例えば Barrett & Rugg (1989) は画面中央に著名人 2 人の顔写真を 1 つずつ継時的に呈示し、この 2 人が同じ職業であるかどうかという顔の意味マッチング課題を行った。この場合、顔（プライム）から連想される職業は後続刺激（ターゲット）の顔が呈示され、その顔から職業を連想し両者をマッチングするまでの間貯蔵しておかなければならない。Barrett & Rugg (1989) はプライムの顔写真呈示直後 300 ms あたりから発達する緩徐な陰性電位が側頭部および頭頂部において左半球よりも右半球で増大することを示した。同様の顔継時マッチング課題を行い、同様の半球非対称性の結果を後側頭部で見出した Huddy et al. (2003) はこの左右半球非対称性は 2 つ目の顔に対する準備処理を反映したものであると示唆している。他にも図形材料を一側視野に継時的に呈示した研究がある (Klaver et al., 1999)。Klaver et al. (1999) は図形マッチング課題においてプライム後からターゲット呈示までの電位を測定し、刺激呈示視野と対側半球で陰性シフトの増大を認め、この陰性電位の発

<sup>5</sup> 加藤公子・吉崎一人・沖田庸嵩 (2009) . 顔と名前の意味一致性判断における視野効果—ERP による検討— 生理心理学と精神生理学, 27, 207-213.

達はプライムの貯蔵を反映したものと示唆した。また、言語材料を左右視野に呈示し意味プライミング実験を行った加藤・沖田（2008）はプライムの左視野呈示における左右半球および右視野呈示における左半球の陰性電位の大きさは右視野呈示時の右半球よりも大きいことを見出した。彼女らはこの結果を左半球に直接入力された情報は右半球では十分な意味処理情報活性を生まないことの反映であると主張している。つまり、言語情報の左右半球間転送において左半球から右半球へは情報の減弱が起こるのではないかと考えている。

以上の研究をまとめるとプライム呈示後に誘発される陰性電位の増減は刺激材料に帰属した半球優位性が関わっていると考えられる。刺激材料が言語である場合は左半球優位、非言語材料である図形や顔写真の場合は左半球優位性を示さず、右半球優位あるいは半球優位性なしとなっている。言語処理の左半球優位性ほど顕著ではないにしても、顔の認知、特に性の弁別に右半球が重要な関わりを持つことを報告した研究（Sergent, Ohta, & MacDonald, 1992）があることも勘案すると、顔写真では顔処理優位な右半球、言語では言語処理優位な左半球でプライム情報の貯蔵がなされていると推測できる。しかしこの主張には問題点も残されている。

その1つは、顔写真を用いた Barrett & Rugg（1989）や Huddy et al.（2003）は刺激を画面中央に呈示しているためその情報は左右半球に同時に入力されている点である。情報が最初に入力された半球で処理が行われるとする直接アクセスモデル（direct access model）に依拠すれば、この事態では半球間情報転送がなかったとしても課題遂行可能であると考えられる。したがって、プライム情報の半球間転送、それに伴う情報の貯蔵における半球優位性を議論するためには両半球同時に刺激が入力されるのではなく、プライムが最初に入力される半球を統制した事態を設定するべきである。

もう1つの問題は課題である。意味処理を要求した課題を行った研究（Barrett & Rugg, 1989；Huddy et al., 2003；加藤・沖田, 2008）では陰性電位の半球差が明瞭に認められ、形態マッチング課題（Klaver et al., 1999）では認められなかった。結果の異なる両者の課題においては、課題要求が大きく異なる。左右半球間情報転送の機構は課題要求に伴う

プライムやターゲットの処理レベルによって変化し、より高次のレベルで半球優位性が明確になるとも考えられる。

以上の点を考慮して本研究では、連続した刺激を一側半球に投入し、両者の意味的マッチングを行う事態での情報貯蔵や半球間転送について検討する。特に今回は、プライム情報として右半球優位性を示す顔刺激を用い、ターゲットには男性あるいは女性に典型的な名前を呈示し、両者の性一致性判断を参加者に要求する。この実験事態で2つの点を検討する。

1つは刺激間の緩徐な陰性電位 (SNp) の増大は何によるものかである。刺激材料に基づく顔形態情報の貯蔵に依存して惹起されたものならば、顔をプライムとする事態では言語刺激を使用した加藤・沖田 (2008) と異なり、顔処理優位な右半球から左半球への転送が不十分となると考えられる。したがって、SNp は左視野呈示後左半球でのみ小さくなると予測できる。あるいは、加藤・沖田 (2008) と同様に、意味情報の貯蔵に依存して惹起されたものであるならば、右視野呈示後右半球で SNp の減弱が認められると予測できる。また半球間情報転送の非対称性は、N1 潜時から推定した転送速度によって、刺激材料の優位性に依存すると報告している研究もあるため (Nowicka et al., 1996), SNp と併せて転送時間も検討し、両者の関連も考察する。

もう1つは、SNp と N400 成分から見られるプライミング効果との関係である。プライムとターゲットの間に意味的関連性があると N400 減衰が生じる。加藤・沖田 (2008) が示したようにプライム処理による意味情報の活性化がターゲット処理に影響するのであれば、プライム呈示視野で異なる意味情報活性の状態に応じてターゲット呈示視野によってプライミング効果の大きさが変化すると予測できる。上述の SNp の予測に基づくところでは2つの仮説が立てられる。もし、左視野プライムで左半球の SNp が小さければ右視野ターゲット時のプライミング効果は小さくなるだろう。あるいは、もし右視野プライムで右半球の SNp が小さければ左視野ターゲット時のプライミング効果が小さくなるだろう。

## 方法

**実験参加者** 19歳から30歳（平均22.6歳）の右手利き大学生と大学院生12名（男性6名，女性6名）が実験に参加した。いずれの参加者も視覚機能に異常は認められなかった。実験開始前に参加者全員に実験について説明をしたうえで了解を得た。

**刺激材料** プライムとして Matsumoto & Ekman（1988）から男女各13の顔を選出し使用した。ターゲットとして男女各26の名前を使用した。ターゲットはいずれもひらがな3文字で表記し，黒色インクで MS UI ゴシック体の縦書きにモニター画面上に呈示した。プライムの大きさは，視角にして縦  $4.3^\circ \times$  横  $4.3^\circ$ ，ターゲットの大きさは縦  $5.7^\circ \times$  横  $1.7^\circ$ であった。画面の背景は白色で，プライムとターゲットは画面中央から左右水平方向に  $3.6^\circ$ の位置，凝視点は画面中央に呈示した。

**実験装置** 刺激はPC/AT互換機とそれに接続された17インチCRTディスプレイによって呈示した。反応の採取には Cedrus 社製反応ボックス（型番 RB-530）を使用した。刺激呈示の制御，トリガー信号の制御，および反応時間の記録には Cedrus 社製 SuperLab Pro for Windows（Ver. 2.04）を使用した。

**条件と課題** プライム呈示視野により左視野条件，右視野条件を，プライムとターゲットの性一貫性により一致条件と不一致条件を設定した。さらにプライムとターゲットの呈示視野により，プライム・ターゲットとも左視野（LL）条件，プライム左視野・ターゲット右視野（LR）条件，プライム右視野・ターゲット左視野（RL）条件，プライム・ターゲットとも右視野（RR）条件の計4条件を設けた。呈示刺激の例を図3-5-1に示す。

実験参加者の課題はプライムである顔の性とターゲットである名前の性（例えば男性：“なおき”，女性：“めぐみ”）との一貫性判断であり，ターゲットが呈示されたらできるだけ速くかつ正確に判断し，反応ボタンを押すように求めた。

**手続き** 各実験参加者は顔面固定台に頭部を固定し，目からモニターまでの距離を60cmに保つようにした。

練習16試行後，本試行13ブロックを施行した。1ブロックは32試行から成り，LL・



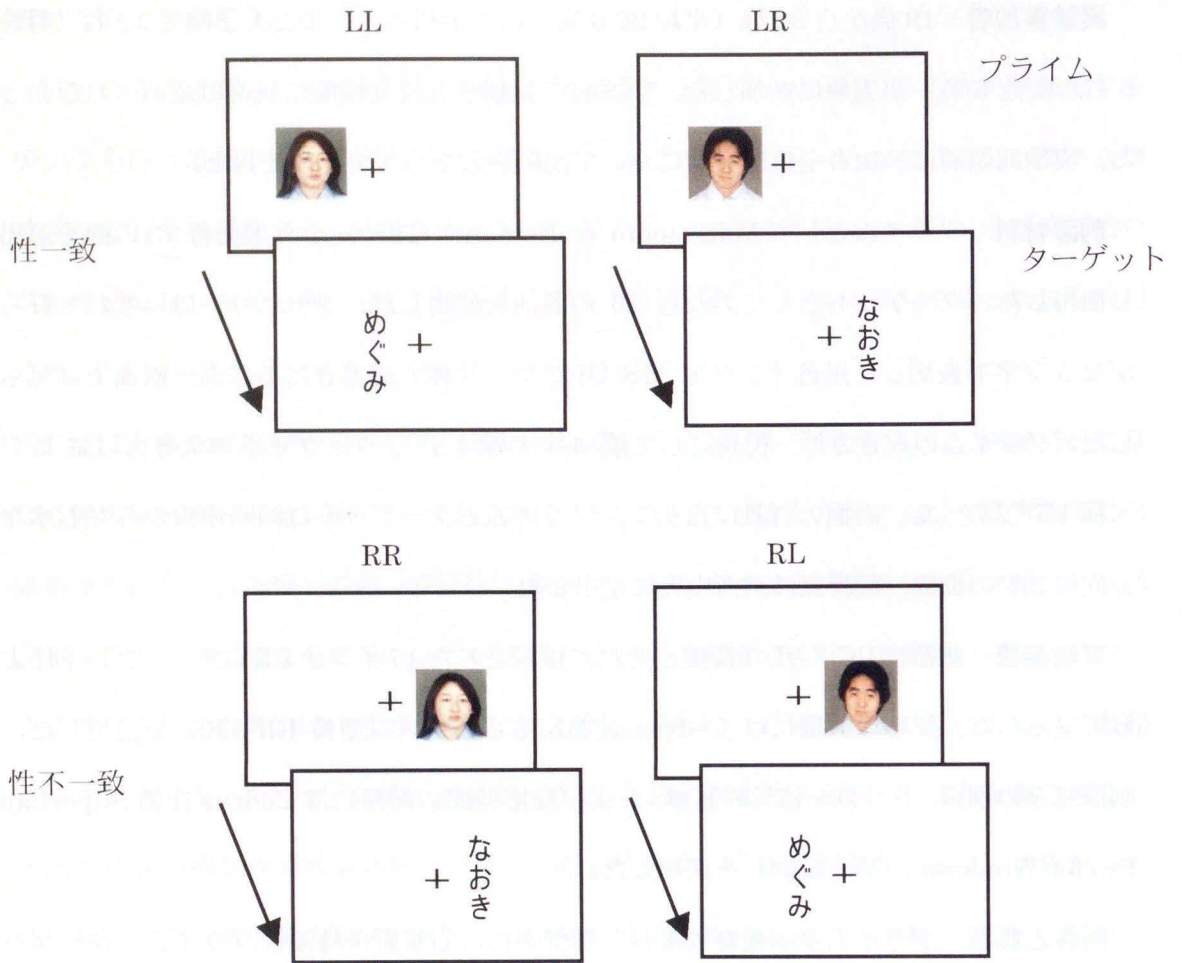


図 3-5-1 刺激呈示例

上段はプライムとターゲットの性が一致している刺激対、下段は不一致な刺激対を示す。左上段はプライム・ターゲットとも左視野呈示、左下段は右視野呈示を示す。右上段はプライム左視野、ターゲット右視野呈示を表し、右下段はプライム右視野、ターゲット左視野呈示を示す。

LR・RL・RR 各 8 試行，一致条件・不一致条件を均等にランダムな順序で呈示した。また，各条件で呈示される顔，名前の男女の割合は同じであった。

各試行では画面中央に凝視点が 500 ms 間，次にプライムが 150 ms 間呈示された。続いて凝視点が 750 ms 間，その後ターゲットが 150 ms 間呈示された。ターゲット呈示後 1.5 s の空白をおいて次の試行が始まった（図 3-5-2）。

反応ボックスは体の正面に置き，上のボタンは一致判断，下のボタンは不一致判断と規定した。実験参加者の半数 6 名には一致判断に左手で，不一致判断に右手でボタンを押すように，残り 6 名にはその逆で反応するように指示した。また実験参加者には課題遂行中は画面中央を凝視するように教示した。

**記録及び分析** 脳波は銀・塩化銀電極を国際 10-20 法による Fz・Fp1・Fp2・F3・F4・F7・F8・Cz・C3・C4・Pz・P3・P4・T3・T4・T5・T6・O1・O2 の 19 部位に装着し，左右両耳朶を基準として導出し，MA1132（デジテックス研究所製多チャンネル生体アンブ）により増幅後（帯域通過周波数 0.05 - 30 Hz），G1-ERP Analyzer（G1 システム社製）に 500 Hz でサンプル記録した。また右眼窩上縁部より垂直眼球電図，左右外眼角側方 1 cm より水平眼球電図も同時に記録した。電極インピーダンスは 5 k $\Omega$  以下とした。ERP 加算平均処理の分析区間はプライムに対して呈示前 100 ms から呈示後 1000 ms までの 1100 ms 間，ターゲットに対しては呈示前 100 ms から呈示後 800 ms までの 900 ms 間とした。基線はいずれも刺激呈示前 100 ms 間の平均電位とした。誤答および反応時間が 200 ms 以下の試行，さらに脳波・眼球電図に 100  $\mu$ V 以上の変化が生じた試行は加算平均処理から除外した。加算回数はプライムでは平均 144 回，ターゲットでは平均 35 回であった。

N1 は後頭部（O1・O2）優勢にプライム呈示後 100-250 ms 間に発達する最大陰性電位として同定し，その頂点潜時を測定した。SNp はプライム呈示後 500-800 ms 間の後頭部における平均電位から求めた。N400 はターゲット呈示後 350-450 ms 間の平均電位として頭頂部（P3・P4）で測定した。

反応時間は 200 ms 以下の試行および誤答を除いたデータに基づき分析した。

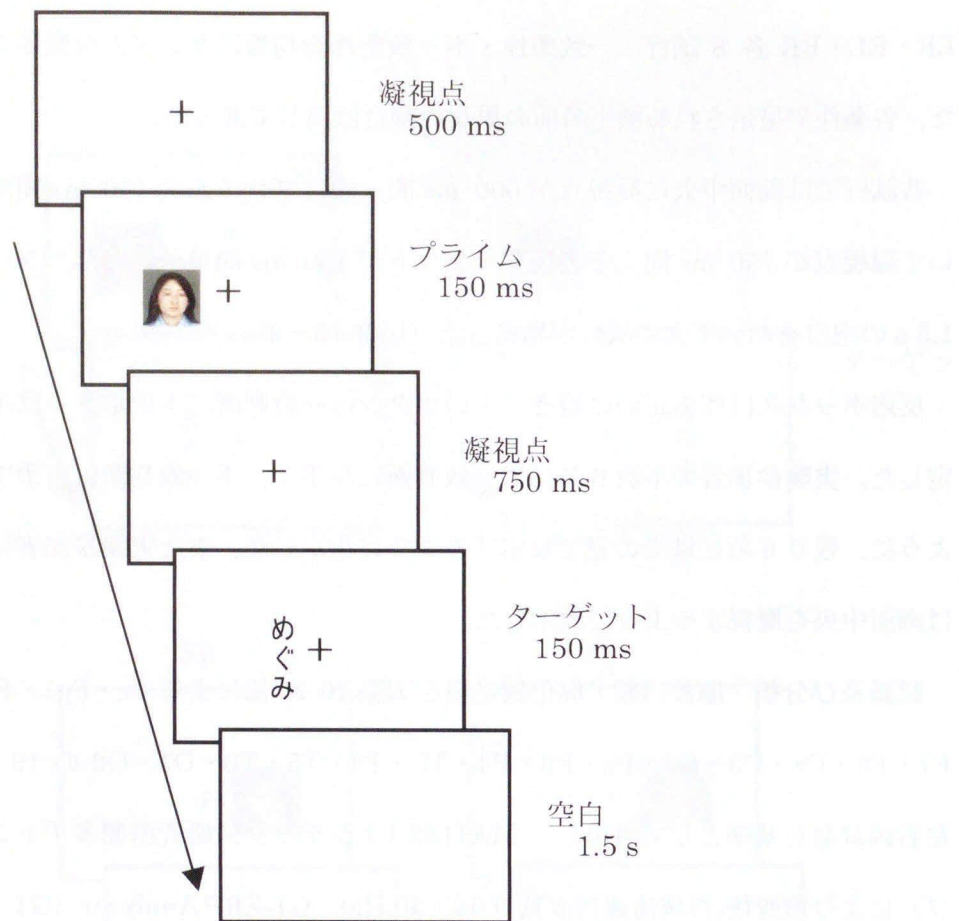


図 3-5-2 試行スケジュール

プライムとターゲットに性一貫性をもつ刺激対を左視野に呈示した例を示す。

統計分析は反復測度分散分析を用い、多重比較については Tukey の *HSD* 検定を用いた。また、3 水準以上の要因については自由度補正として Huynh-Feldt の  $\epsilon$  を適用した。

## 結果

**反応時間** 表 3-5-1 に条件別の平均反応時間と標準偏差および誤答率を示す。

性一貫性（一致・不一致）×視野（LL・LR・RL・RR）の分散分析を行ったところ、性一貫性の主効果が有意で ( $F(1,11) = 18.33, p < .005$ )、一致条件 (651 ms) が不一致条件 (679 ms) よりも反応時間が短かった。視野の主効果も有意で ( $F(3,33) = 9.27, p < .001$ )、Tukey の *HSD* 検定 ( $\alpha = .05$ ) による多重比較より LL 条件 (691 ms) は LR 条件 (654 ms)、RL 条件 (663 ms)、RR 条件 (653 ms) よりも、反応時間が延長したが、その他の条件間には差がなかった。性一貫性と視野の交互作用は認められなかった。

**誤答率** 条件別の平均値を用いて分散分析を行った。性一貫性 ( $F(1,11) < 1, ns$ )、視野 ( $F(3,33) < 1, ns$ ) の主効果、交互作用 ( $F(3,33) < 1, ns$ ) といずれも有意でなかった。

**N1 転送時間** プライム呈示後 150 ms 前後に惹起された N1 は刺激呈示視野と対側半球で同側半球よりも早い頂点を認めた (図 3-5-3)。

左半球から右半球への転送時間 (O2-O1 : 28.8 ms) と右半球から左半球への転送時間 (O1-O2 : 22.2 ms) を算出し半球間転送時間の *t* 検定を行ったが、両転送時間に有意な差は見られなかった (両側検定 :  $t(11) = .428, ns$ )。

**SNp** プライム呈示後 500 ms あたりから約 1000 ms までに緩やかな陰性方向への電位シフトが見られた (図 3-5-3)。この平均電位について部位 (O1・O2) × プライム視野 (左視野・右視野) の分散分析を行ったところ、交互作用が有意であった ( $F(1,11) = 7.17, p < .05$ )。単純主効果検定の結果、プライム右視野呈示では O1 (-3.55  $\mu$ V) が O2 (-0.06  $\mu$ V) よりも大きな陰性シフトを示すのに対し ( $F(1,22) = 11.11, p < .005$ )、プライム左視野呈示では半球間で陰性シフトの大きさ (O1 : -1.60  $\mu$ V ; O2 : -1.82  $\mu$ V) に差のないことを示した ( $F(1,22) < 1, ns$ )。また部位別にみると、O1 部位では右視野呈示が左視野

表 3-5-1 条件別の平均反応時間 (ms) と標準偏差および誤答率 (%)

		一致				不一致			
		LL	LR	RL	RR	LL	LR	RL	RR
反応時間	平均	681	638	650	636	700	670	676	670
	標準偏差	125	136	127	121	124	137	133	123
誤答率	平均	10.3	9.0	11.1	10.9	9.8	8.7	9.5	10.3

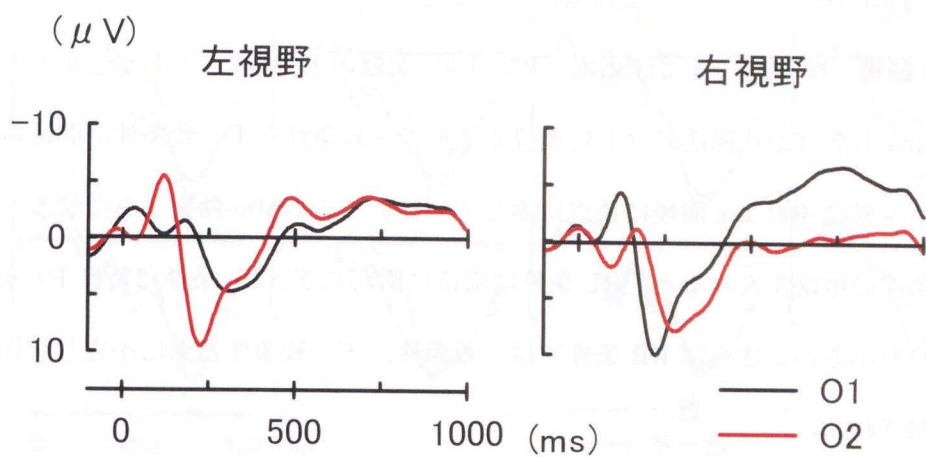


図 3-5-3 左右頭頂部位 (O1・O2) における加算平均波形 (N = 12)

ブライム呈示視野条件別に、O1 (黒色) ERP と O2 (赤色) ERP が重ねて描いてある。

呈示よりも ( $F(1,22) = 5.39, p < .05$ ), O2 部位では左視野呈示が右視野呈示よりも ( $F(1,22) = 4.43, p < .05$ ) 大きな陰性電位を示した。

**N400 振幅** 図 3-5-4 は頭頂部 (P3・P4) 記録の ERP 波形である。ターゲット呈示後 200 ms あたりから陽性シフトに重畳する形で一致条件と不一致条件の間に電位差が生じ、その差異は 400 ms 前後に頂点に達している。この N400 効果とみなせる一致条件と不一致条件の電位差をみると、RL 条件は部位に関わらず、LL 条件は特に P4 部位で他の条件よりも小さい。さらに RR 条件では一致条件、不一致条件ともに小さな陰性方向シフトが観察される。

ターゲット後 350 ms から 450 ms 区間の平均電位について、部位 (P3・P4) × 性一致性 (一致・不一致) × 視野 (LL・LR・RL・RR) の分散分析を行った。性一致性の主効果が認められ ( $F(1,11) = 6.17, p < .05$ ), 不一致条件 (4.80  $\mu\text{V}$ ) に対し一致条件 (7.12  $\mu\text{V}$ ) は N400 減衰を示した。視野の主効果も認められ ( $F(3,33) = 3.59, p < .05, \epsilon = 1$ ), Tukey の *HSD* 検定 ( $\alpha = .05$ ) による多重比較を行ったところ、RR 条件 (7.44  $\mu\text{V}$ ) は LL 条件 (4.72  $\mu\text{V}$ ) よりも陽性に振れ、N400 の発達が小さいことを示した。他の条件 (LR 条件: 6.02  $\mu\text{V}$ ; RL 条件: 5.66  $\mu\text{V}$ ) 間に差は認められなかった。2 要因、3 要因の交互作用はいずれも認められなかった。

## 考察

本研究の目的は脳梁を介した半球間情報転送について、継時的に呈示される刺激間に惹起する SNp は何の影響によってもたらされるものなのかを探ること、SNp と N400 プライミング効果との関係を検討することの 2 点であった。この目的のために刺激を左右いずれか一方に呈示することで刺激の入力半球を統制し、さらに SNp の半球左右差が明瞭に見られることが予測されるプライムとターゲットの意味的マッチング課題を用いた。

**プライム情報の半球間転送** 顔刺激呈示後に惹起された N1 潜時からみた半球間転送時間に左右差はなく、Nowicka et al. (1996) が示した半球間転送の刺激材料による半球優

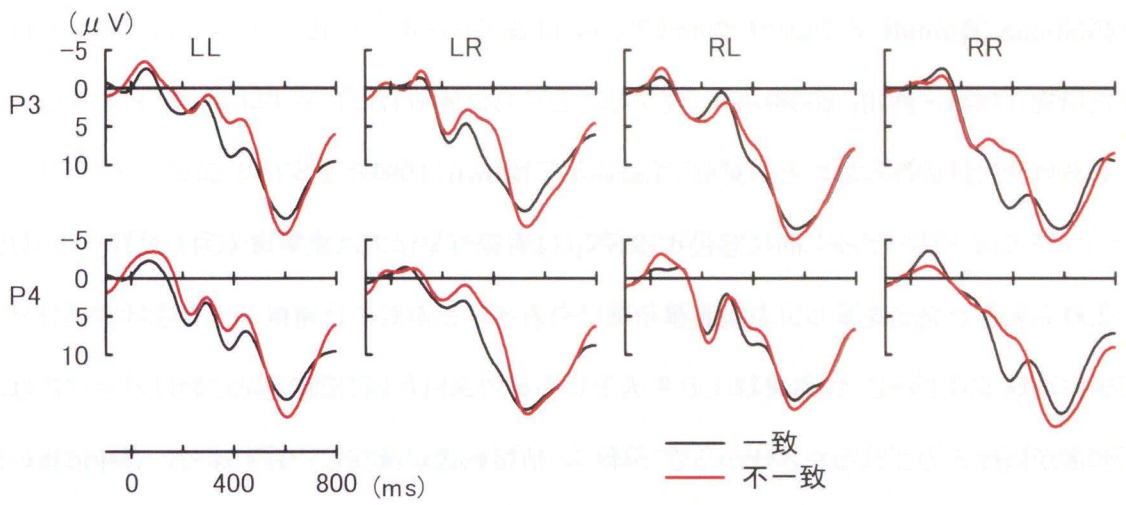


図 3-5-4 左右頭頂部 (P3・P4) における平均加算波形 (N = 12)

視野条件別に顔写真の性と名前の性が一致する事態の ERP (黒色) と不一致な事態の ERP (赤色) とが重ねて描いてある。



位性は検証されなかった。この結果は顔刺激を用いた研究 (Compton, Carp, Chaddock, Fineman, Quandt, & Ratliff, 2008; Terasaki & Okazaki, 2002), さらに言語刺激を用いた研究 (加藤・沖田, 2008) と一致することから, 本研究は左右半球間の情報転送速度は刺激属性には依存しないとの見解 (Larson & Brown, 1997) を支持する。

プライムターゲット間に惹起する SNp は右視野呈示では左半球 (O1) が右半球 (O2) よりも大きな発達を示し, 左視野呈示では左右半球差がなく, 電位の大きさは右視野呈示の左半球よりも小さく, 右半球よりも大きいものであった。右視野呈示における半球差は, 刺激が直接入力される左半球から右半球への情報転送が減衰し, 右半球での意味情報の活性化が不十分であることを反映したと考えられる。N1 潜時に基づく転送速度では認めなかった半球優位性を, SNp では認めたという結果は加藤・沖田 (2008) とも合致し, 情報伝達に伴う半球間転送速度に半球非対称性はないとしても, 次の情報処理に対する左右半球の準備処理すなわち意味情報活性には半球優位性が存在する可能性があると考えられる。また, 左視野呈示の結果は Klaver et al. (1999) から説明できるだろう。彼らは両視野注意条件において一側視野注意条件の対側半球よりは小さいが, 左右半球ともに SNp を見出している。つまり, 両視野注意条件における左右半球同等の SNp は刺激の貯蔵を反映したと考えられる。この結果と併せて本結果を見ると, 左視野呈示ではプライム情報が左右半球同程度に貯蔵されていると推測できる。

プライムに顔写真を用いた本実験と, 単語を用いた加藤・沖田 (2008) の結果に一貫性があることから, 情報転送にともなう SNp は先行刺激の顔形態情報の貯蔵によるものではなく, 刺激の意味情報の貯蔵に伴って惹起されたものと推測できる。では, 本研究と同様に顔写真を用いて右半球に陰性電位 (本研究の SNp に相当する) の増大を認めた Barrett & Rugg (1989) や Huddy et al. (2003) との結果の相違は何に由来するのだろうか。Barrett & Rugg (1989), Huddy et al. (2003) と本研究とは顔から連想される意味情報を貯蔵するという点では同じであるため, SNp の半球差が意味情報の貯蔵にのみ帰属して惹起されるのであれば両研究は同様の結果が得られただろう。しかし結果がそうならなかったこと

から推測すると、研究間の相違はターゲットに対して顔の形態処理を行うか語の意味処理を行うかという違いにより生じたと考えられる。つまり SNp は後続刺激に備えた準備処理として、プライム処理の後に行われるのが顔処理である場合は顔処理優位な右半球、言語処理である場合は言語処理優位な左半球で増大したのではないかと推察できる。

**N400 プライミング効果** 視野条件に関わらず頭頂部において左右半球同等にプライミング効果が認められ、顔写真の性別により各性の意味情報活性化が起こったと考えられる。このことはターゲットに男性語（例えばネクタイ）あるいは女性語（例えばエプロン）を用いた加藤・吉崎・西村・沖田（2008）からも確認されており、顔写真が呈示されるとその顔写真の性に対する意味的関連情報が活性化すると示唆される。しかし、本研究は性一貫性条件と視野条件に有意な交互作用は認められず、加藤・沖田（2008）と合致しなかった。したがって加藤・沖田（2008）で明らかにされた結果はプライムとターゲットの刺激材料が同種である場合に認められるものかもしれない。この推測に合致するように、プライムとターゲットにいずれも単語を用いた研究はターゲット右視野呈示に顕著な N400 プライミング効果を見出し（Atchley & Kwasny, 2003）、さらに N400 プライミング効果はターゲット右視野呈示で左半球優位に出現する（Bouaffre & Faïta-Ainseba, 2007）といった呈示視野と半球優位性との関係を示す見解を報告している。本実験では顔刺激の処理の後に言語刺激を扱っている。このことがある種の課題切り替えとなり、そのコストがプライム処理による意味情報の活性化とプライミング効果との対応関係を隠しているのかもしれない。この対応関係を明確に示すにはプライムとターゲットに同じ刺激属性を用いるべきなのかもしれない。

本研究で興味深いのはプライミング効果には視野差を認めなかったものの、RR 条件が LL 条件よりも小さな N400 を示したことである。RR 条件ではプライムとターゲットがともに左半球へ直接入力されたことで意味処理負荷が低減し、それを反映して N400 減衰が起こったと推定できる。LL 条件の反応時間が RR 条件よりも遅延したことからも LL 条件の意味処理負荷は RR 条件と比べて高かったのではないかと推測される。さらにプライム

とターゲットをいずれも右視野に呈示した場合にプライミング効果を認め、左視野呈示では認めなかった反応時間研究 (Abernethy & Coney, 1996; Weems & Zaidel, 2005) があることから、左半球は意味処理において右半球よりも優位であると推察できる。

**まとめ** 本研究はプライム-ターゲット間に発達する SNp がプライム右視野呈示では左半球が右半球よりも増大すること、左視野呈示ではそうした差のないことを示した。これは顔刺激に対する処理情報の左半球から右半球への転送がその逆と比べて減弱であることを示唆している。SNp は後に続くターゲット処理を円滑に進めるための準備処理として考えられるものの、プライミング効果との対応は認められなかった。しかし、プライムとターゲットが同じ視野に呈示される事態では意味処理負荷との関連が推測でき、左半球が意味情報の処理に関して優位であることが示唆される。

### 3.4 実験 4・5 で得られた知見

顔刺激をプライムに用いた意味プライミング実験による半球間情報転送と貯蔵、意味プライミング効果をみるために実験 4・5 が行われた。実験 4 で顔写真が N400 意味プライミング効果をもたらすかどうかを確認したところ明瞭に観察された。この結果を受けて、実験 5 で本題に入った。

まず N1 頂点潜時による半球間情報転送時間であるが、言語刺激を用いた実験 1・2 と同様に左右差は認められなかった。こうした結果は刺激属性による転送時間の半球差を主張した Nowicka et al. (1996) ではなく、左右差を否定した Larson & Brown (1997) を支持するものである。

次に SNp による半球間情報転送と情報貯蔵であるが、実験 1・2 と同様の結果を得た。つまり、右視野呈示の右半球よりも左視野呈示の左半球で SNp の増大を認め、情報貯蔵の左半球優位が伺えた。本研究で得られた知見と課題に応じて顔処理の半球非対称性が生じる (Vladeanu & Bourne, 2009) との見解とを併せて考えると、SNp が反映する情報貯蔵はプライム刺激の属性に依存しないと示唆される。さらに Barrett & Rugg (1989) や Huddy et al. (2003), Klaver et al. (1999) の見解も併せると、意味処理課題を要求した場合は情報貯蔵の半球非対称性が生まれ、またその非対称は後続刺激属性に依拠する可能性をも示唆できる。

しかしながら、SNp の半球差は N400 プライミング効果に反映されなかった。この原因は考察で触れたように刺激対が異なる属性であったことに帰属できる。そしてもしそうであるならば、これは半球間相互作用の繊細さを表した結果としても受け取ることができる。

## 第4章 総合考察

### 4.1 半球間情報転送

Braun & Daigneault (1994) の反応時間研究や Nowicka et al. (1996) の ERP 研究から、半球間転送時間は課題に依存して転送方向の優位性が生じると示唆された。しかし、本実験 1, 実験 2, そして実験 5 で確認したように、刺激属性に関わらず、N1 潜時は左半球から右半球への転送と右半球から左半球への転送には時間差のないことが明らかになった。したがって、後続刺激処理に備えた半球機能差を転送時間で把握することは難しいというのが本研究の見解である。以下は SNp を指標として半球間情報転送機能に関する検討を深める。

継時的に呈示される図形のマッチング (Klaver et al., 1999), 顔の意味マッチング (Barrett & Rugg, 1989; Huddy et al., 2003) からも認められている SNp は、いずれも後続刺激処理に対する準備状態を示すものである。単語刺激を用いた本研究の実験 1 と実験 2 では、左視野呈示の左半球と右半球および右視野呈示の左半球における SNp は同程度の大きさであるのに対し、右視野呈示の右半球における SNp はそれらに比べ低減した。呈示視野と同側半球は脳梁を介した情報転送を経て情報が入力される。右視野呈示の右半球における SNp は転送による情報の減弱がもたらした結果であると考えられる。一方、左視野呈示の左半球と右半球に SNp 差がないことから推測すると、左視野呈示の左半球は転送を必要としたにも関わらず情報の減弱が起こっていないようである。この転送の非対称性はプライム刺激に由来するののかという問いが浮上するが、これを明らかにするために実験 5 では顔刺激を用いて検討した。その結果は単語刺激と同様に左半球から右半球への転送における情報の減弱が伺えた。

これらの実験を総合すると、第 1 の目的として掲げた検討課題、プライム情報の転送は左半球から右半球と右半球から左半球で、どちらが転送先の半球でより活発な意味活性を促し、貯蔵されるのか、に対する答えが導かれる。本研究で得られた結論は、プライム情

報は右半球から左半球への転送により左半球において十分な意味活性がなされ、貯蔵されるとまとめられる。さらに言及すれば、これはプライム刺激ではなくターゲット刺激の属性に依存し、加えて意味処理が要求される事態で引き起こされる現象であると示唆される。

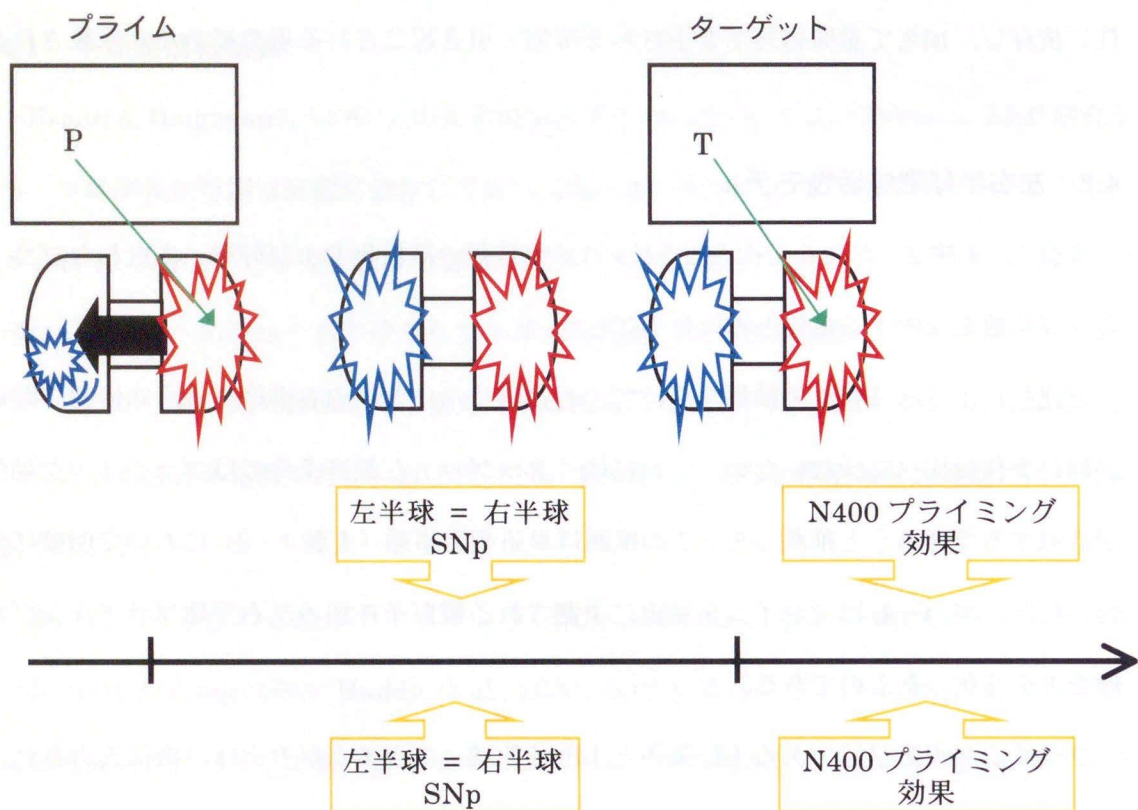
## 4.2 左右半球意味活性モデル

実験 1, 実験 2, 実験 5 で捉えた SNp は意味情報の活性化および貯蔵、すなわちプライミング状態を反映する電位とみなせるだろう。

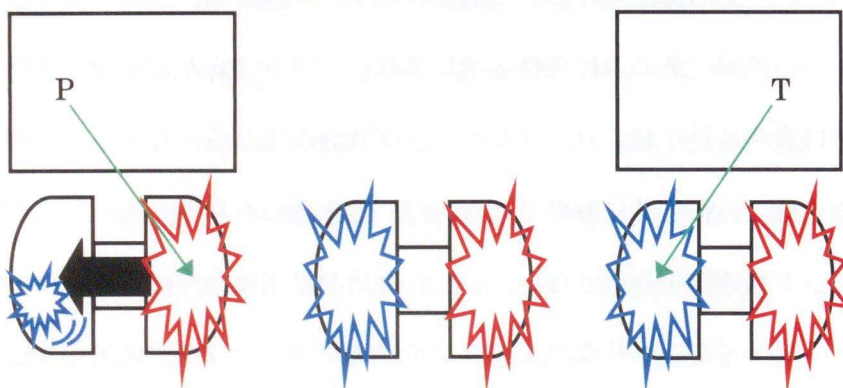
上述したような SNp の結果を受けて、右視野呈示における右半球では意味情報の貯蔵が他の条件に比べて少ないため、これに続くターゲット左視野条件ではプライミング効果が低減するであろうと推測した。この推測は単語刺激事態(実験 1・2)において明確に支持された。図 4-1 はプライム呈示後に予測される視野条件別の左右半球プライミング状態をモデル化したものである。

プライム左視野呈示である LL 条件と LR 条件は、プライムが右半球に直接入力され、右半球から左半球への転送が円滑に生じ、左右半球同等の十分なプライミング状態をもつ。このプライミング状態が SNp に反映される。LL 条件は右半球へ、LR 条件は左半球へターゲットが直接入力され、意味関連対において大きく N400 が減衰し、プライミング効果が増大する。プライム右視野である RR 条件と RL 条件は、プライムが左半球へ直接入力されると、左半球では意味活性が起こり、プライミング状態が生じる。しかし、そうした情報が左半球から右半球への転送時に減衰(あるいは、劣化)し右半球へ送られ、右半球では十分なプライミング状態が生み出せない。こうした状況に RR 条件はターゲットが直接左半球へ入力され、プライミング状態が十分な左半球ではプライミング効果が生じる。一方、RL 条件はターゲットが右半球へ直接入力される。不十分なプライミング状態である右半球ではプライムと意味関連のあるターゲットが入力されても、意味処理に負荷がかかり、N400 減衰が起こらず、結果としてプライミング効果が生まれにくい。

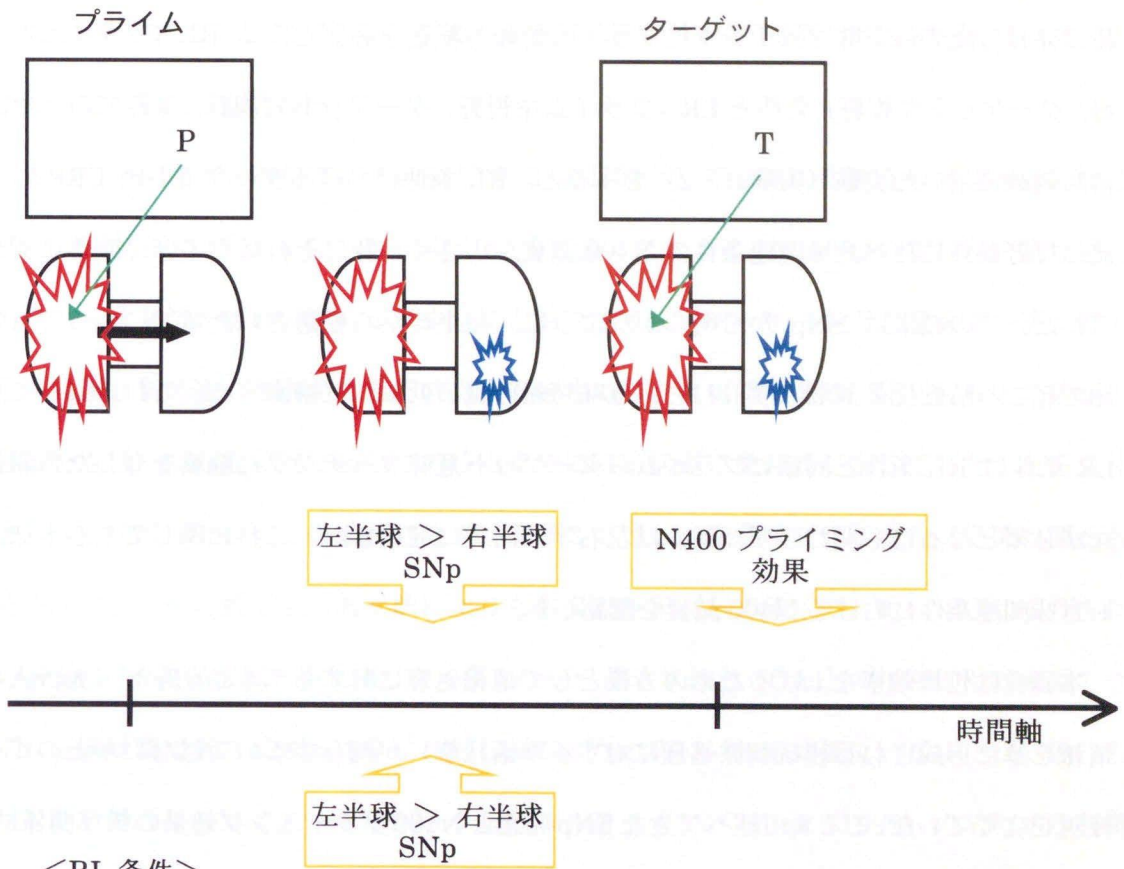
<LL 条件>



<LR 条件>



<RR 条件>



<RL 条件>

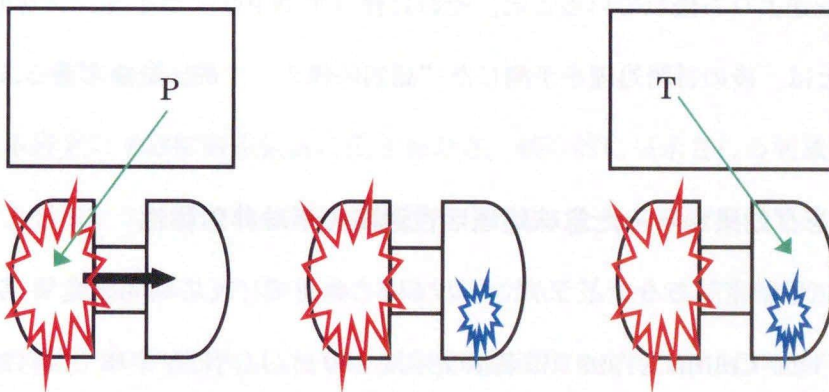


図 4-1 左右半球意味活性モデル 緑色の矢印は刺激が直接入力される半球を指す。赤色の図形はプライムが直接入力された半球での活性状態を、青色の図形はプライムが転送により入力された半球での活性状態を示す。矢印の太さはプライム情報の転送量を表す。



### 4.3 左右半球意味活性モデルの検証

本研究第2の目的は、SNp 発達と N400 プライミング効果の関係を探ることであったが、特に注目したのは意味マッチングにプライム情報の転送を必要とする RL（プライム右視野、ターゲット左視野）条件と LR（プライム左視野、ターゲット右視野）条件であった。言語刺激を用いた実験（実験 1・2）をみると、RL 条件におけるターゲット後 ERP は、他の視野条件に比べ意味関連条件の N400 減衰が小さく、特にそれは右半球に顕著に認められた。この結果は SNp から明らかのように、左半球から転送された情報によって右半球で起こる活性化の減弱（すなわち、意味情報貯蔵の低減）に由来する。これに対して、LR 条件は RL 条件と同様にプライムターゲット意味マッチングに脳梁を介した情報転送が必須となるにも関わらず SNp は左右半球同等に発達した。これに準じて左右半球とも意味関連条件における N400 減衰を確認した。

本研究は処理効率を上げるための方策として情報処理に対する“認知的構え”（先行入力情報を基に形成される後続刺激処理に対する準備状態）が関与するのではないかとの作業仮説を立てていた。ここまで述べてきた SNp 発達と N400 プライミング効果の相互関係は、“認知的構え”が SNp で捉えられたことを示す。つまり右半球から左半球への転送が左半球から右半球への転送よりも優れていること、それに伴って N400 プライミング効果の大きさが異なったことは、後の言語処理を予測した“認知的構え”が働いた証である。

### 4.4 N400 プライミング効果からみた意味処理活性速度の半球非対称性

意味処理活性速度に半球差があるかどうかについてはこれまでに反応時間研究や ERP 研究から議論されている。Collins (1999) は刺激呈示後 200 ms 以内に左半球では自動活性化が始まり 500 ms 以降で制御的処理へ移行するのに対して、右半球は 500 ms 以降に自動活性化が始まると主張している。本研究の実験 3 では左右半球に意味処理活性速度の半球非対称性があることを反応時間で確認し、Collins (1999) の主張を支持する結果を得たが、このような半球差を N400 振幅では検証できなかった。序論で明記したように、本

研究は N400 を課題に応じた意味処理の総合として生じた負荷の反映とみなしている。したがって、プライムとターゲットとの意味マッチングを含み反応実行に至るまでの累積時間（反応時間）と、意味マッチングにおける意味関連性有無判断にかかる負荷（N400）とはみている内容が異なる。

こうした問題点を受けて、本研究は第 3 の目的として意味活性速度の半球非対称性を N400 開始潜時で探求することを掲げた。先に論じたように、N400 がいずれかの処理過程のみを反映するとは言い難いが、少なくともプライムとターゲットとの意味マッチングで意味関連と無関連の区別ができた時点を同定することは可能である。ERP 波形上で差が生じる時点は、どんなに遅くともその時点までには脳活動に条件差が生じていたことを意味する（入戸野, 2005）。この前提に立ち、実験 3 では N400 意味プライミング効果の開始潜時を同定し、左視野呈示（右半球）よりも右視野呈示（左半球）で、短い SOA よりも長い SOA で短縮することを見出した。残念ながら左右半球と SOA との相互作用は確認できず、反応時間で得た結果と完全に一致しなかったものの、左半球優位、長い SOA 優位となった結果は、プライム-ターゲット意味マッチングが Collins (1999) の示唆する制御的な予測に基づく限局した意味処理であったと解釈できる。

#### 4.5 今後の展望

本研究は半球間情報転送に重きをおき、継時的に呈示される刺激対の処理にとってプライム処理がターゲットの処理に影響を与えることを、刺激間に惹起する陰性電位 (SNp) から捉えた。また、左右半球の意味処理活性をプライミング効果から検討を加えた。今後はこのプライム処理と左右半球の意味活性速度を併せた検討が必要であると考えられる。プライミング効果が、左視野プライムと右視野プライムのどちらから影響を強く受けるのかをみることによって、意味活性速度の左右半球差についての知見が得られると期待する。この検討課題には従来の N400 振幅ではなく、本研究において実用性を示すことのできた N400 プライミング効果開始時点を測度に用いるべきであろう。

ERP 研究は、特定の成分が出現するとわかっている実験パラダイムを用いることが多く（沖田, 1992）、本研究もまたこうした研究の 1 つである。しかし、本研究では SNp と名付けたプライミング実験において注目されていなかった電位や、N400 成分を新たな視点で見直し、立ち上がり潜時を測度として採用した。これは高い時間分解能を有効に利用し、時間軸に沿った検討をより詳細に行うことを可能にした。複数の成分で構成されている ERP にはさまざまな認知処理が反映されているはずである。特定の成分だけに限定するのではなく、その成分を柔軟に見てみると、目的に合致した意味合いをそこから見つけることができるかもしれない。このように ERP を利用すれば未だ解明されていない認知情報処理における大脳半球の謎を解き明かすことができるだろう。

## 引用文献

- Abernethy, M., & Coney, J. (1993). Associative priming in the hemispheres as a function of SOA. *Neuropsychologia*, *31*, 1397-1409.
- Abernethy, M., & Coney, J. (1996). Semantic category priming in the left cerebral hemisphere. *Neuropsychologia*, *34*, 339-350.
- 天野成昭・近藤公久（編） NTT コミュニケーション科学基礎研究所監修（1999）. 日本語の語彙特性（データベースシリーズ） 三省堂.
- Atchley, R. A., & Kwasny, K. M. (2003). Using event-related potentials to examine hemispheric differences in semantic processing. *Brain and Cognition*, *53*, 133-138.
- Banich, M. T. (1998). The missing link: The role of interhemispheric interaction in attentional processing. *Brain and Cognition*, *36*, 128-157.
- Bargh, J. A. (1999). The cognitive monster: The case against the controllability of automatic stereo-type effects. In S. Chaikaen, & Y. Trope (Eds.), *Dual-process theories in social psychology*. New York: Guilford Press, pp. 361-382.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Barrett, S. E., & Rugg, M. D. (1989). Event-related potentials and the semantic matching of faces. *Neuropsychologia*, *27*, 913-922.
- Beeman, M. J. (1988). Coarse semantic coding and discourse comprehension. In M. Beeman, & C. Chiarello (Eds.), *Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience*. Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 255-284.
- Beeman, M. J., & Chiarello, C. (1998). Complementary right- and left-hemisphere

- language comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, 7, 2-8.
- Beeman, M., Friedman, R. B., Grafman, J., Perez, E., Diamond, S., & Lindsay, M. B. (1994). Summation priming and coarse semantic coding in the right hemisphere. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6, 26-45.
- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: Time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 235-260.
- Bouaffre, S., & Faïta-Ainseba, F. (2007). Hemispheric differences in the time-course of semantic priming processes: Evidence from event-related potentials (ERPs). *Brain and Cognition*, 63, 123-135.
- Braun, W. S., & Daigneault, S. (1994). Effects of a right hemifield advantage on crossed-uncrossed difference in simple reaction time: Toward a new model of interhemispheric relay. *Acta Psychologica*, 85, 91-98.
- Brown, C. M., & Hagoort, P. (1993). The processing nature of the N400: Evidence from masked priming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5, 34-44.
- Brown, C. M., Hagoort, P., & Chwilla, D. J. (2000). An event-related brain potential analysis of visual word priming effects. *Brain and Language*, 72, 158-190.
- Bruce, V., & Young, A. W. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77, 305-327.
- Burgess, C., & Simpson, G. (1988). Cerebral hemispheric mechanisms in the retrieval of ambiguous word meanings. *Brain and Language*, 33, 86-103.
- Cohen, G. (1983). *The psychology of cognition*. 2nd ed. London: Academic Press.
- Collins, M. (1999). Differences in semantic category priming in the left and right cerebral hemispheres under automatic and controlled processing conditions.

*Neuropsychologia*, 37, 1071-1085.

- Collins, M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Compton, R. J., Carp, J., Chaddock, L., Fineman, S. L., Quandt, L. C., & Ratliff, J. B. (2008). Trouble crossing the bridge: Altered interhemispheric communication of emotional images in anxiety. *Emotion*, 8, 684-692.
- Coney, J. (2002). The effect of associative strength on priming in the cerebral hemispheres. *Brain and Cognition*, 50, 234-242.
- Coulson, S., Federmeier, K. D., Van Petten, C., & Kutas, M. (2005). Right hemisphere sensitivity to word- and sentence-level context: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 129-147.
- Deacon, D., Grose-Fifer, J., Yang, C. M., Stanick, V., Hewitt, S., & Dynowska, A. (2004). Evidence for a new conceptualization of semantic representation in the left and right cerebral hemispheres. *Cortex*, 40, 467-478.
- Deacon, D., Hewitt, S., Yang, C., & Nagata, M. (2000). Event-related potential indices of semantic priming using masked and unmasked words: Evidence that the N400 does not reflect a post-lexical process. *Cognitive Brain Research*, 9, 137-146.
- Donchin, E., Ritter, W., & McCallum, W. C. (1978). Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting, & S. H. Koslow (Eds.), *Event-related brain potentials in man*. New York: Academic Press. pp. 349-411.
- Federmeier, K. D. (2007). Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension. *Psychophysiology*, 44, 491-505.

- Federmeier, K. D., & Kutas, M. (1999). Right words and left words: Electrophysiological evidence for hemispheric differences in meaning processing. *Cognitive Brain Research*, *8*, 373-392.
- Fernandino, L., Iacoboni, M., & Zaidel, E. (2007). The effects of bilateral presentations on lateralized lexical decision. *Brain and Cognition*, *64*, 60-67.
- Friesen, K. C., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it! : Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, *5*, 490-495.
- Frischen, A., Bayliss, A. P., & Tipper, S. P. (2007). Gaze cueing of attention: Visual attention, social cognition, and individual differences. *Psychological Bulletin*, *133*, 694-724.
- Frishkoff, G. A. (2007). Hemispheric differences in strong versus weak semantic priming: Evidence from event-related brain potentials. *Brain and Language*, *100*, 23-43.
- Gale, A., Spratt, G., Chapman, A. J., & Smallbone, A. (1975). EEG correlates of eye contact and interpersonal distance. *Biological Psychology*, *3*, 237-245.
- Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E., & Sperry, R. W. (1965). Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man. *Brain*, *88*, 221-236.
- Gazzaniga, M. S., & Sperry, R. W. (1967). Language after section of the cerebral commissures. *Brain*, *90*, 131-148.
- 御領謙 (1987). 読むということ 東京大学出版会
- Grose-Fifer, J., & Deacon, D. (2004). Priming by natural category membership in the left and right cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, *42*, 1948-1960.
- Handy, T. C., & Mangun, G. R. (2000). Attention and spatial selection: Electrophysiological evidence for modulation by perceptual load. *Perception*

& *Psychophysics*, 62, 175-186.

- 八田 武志・中塚 善次郎 (1975) . きき手テスト作成の試み 大野晋一 (編) 大西憲明教授退任事業論文集—大阪市立大学心理学研究室 25 年のあゆみ— 大阪市立大学 pp.224-247.
- Holcomb, P. J. (1988). Automatic and attentional processing: An event-related brain potential analysis of semantic priming. *Brain and Language*, 35, 66-85.
- Huddy, V., Schweinberger, S. R., Jentsch, I., & Burton, A. M. (2003). Matching faces for semantic information and names: An event-related brain potentials study. *Cognitive Brain Research*, 17, 314-326.
- Hutchinson, A., Whitman, D., Abeare, C., & Raiter, J. (2003). The unification of mind: Integration of hemispheric semantic processing. *Brain and Language*, 87, 361-368.
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 512-518.
- Kahlaoui, K., Scherer, L. C., & Joannette, Y. (2008). The right hemisphere's contribution to the processing of semantic relationships between words. *Language and Linguistics Compass*, 2, 550-568.
- Kandhadai, P., & Federmeier, K. D. (2008). Summing it up: Semantic activation processes in the two hemispheres as revealed by event-related potentials. *Brain Research*, 1233, 146-159.
- 加藤公子・沖田庸嵩 (2008). 視野内視野間意味プライミング—事象関連脳電位を用いた研究— 心理学研究, 79, 143-149.
- 加藤公子・吉崎一人・西村律子・沖田庸嵩 (2008) . 他者視線が観察者の性ステレオタイプ活性に及ぼす影響 —事象関連電位を用いた検討— 人間環境学研究, 6(2), 1-6.
- Khateb, A., Michel, C. M., Pegna, A. J., Thut, G., Landis, T., & Annoni, J. M. (2001).



The time course of semantic category processing in the cerebral hemispheres:  
An electrophysiological study. *Cognitive Brain Research*, 10, 251-264.

Kiefer, M., & Brendel, D. (2006). Attentional modulation of unconscious “automatic” processes: Evidence from event-related potentials in a masked priming paradigm. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 184-198.

Kiesel, A., Miller, J., Jolicœur, P., & Brisson, B. (2008). Measurement of ERP latency differences: A comparison of single-participant and jackknife-based scoring methods. *Psychophysiology*, 45, 250-274.

Klaver, P., Talsma, D., Wijers, A. A., Heinze, H., & Mulder, G. (1999). An event-related potential correlate of visual short-term memory. *Neuroreport*, 10, 2001-2005.

Koivisto, M. (1997). Time course of semantic activation in the cerebral hemispheres. *Neuropsychologia*, 35, 497-504.

Koivisto, M. (1998). Categorical priming in the cerebral hemispheres: Automatic in the left hemisphere, postlexical in the right hemisphere? *Neuropsychologia*, 36, 661-668.

Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 463-470.

Kutas, M., Federmeier, K. D., Coulson, S., King, J., & Munte, T. F. (2000). Language. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 576-601.

Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207, 203-205.

Larson, E., & Brown, W. (1997). Bilateral field interactions, hemispheric specialization and evoked potential interhemispheric transmission time. *Neuropsychologia*,

35, 573-581.

Livesay, K., & Burgess, C. (2003). Mediated priming in the cerebral hemispheres.

*Brain and Cognition*, 53, 283-286.

Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*.

Cambridge, MA: MIT Press.

Macrae, C. N., Hood, B. M., Milne, A. B., & Rowe, A. C. (2002). Are you looking at me?

Eye gaze and person perception. *Psychological Science*, 13, 460-464.

Marzi, C. A., Bisiacchi, P., & Nicoletti, R. (1991). Is interhemispheric transfer of

visuomotor information asymmetric? Evidence from a meta-analysis.

*Neuropsychologia*, 29, 1163-1177.

Mason, M. F., Hood, B. M., & Macrae, C. N. (2004). Look into my eyes: Gaze direction

and person memory. *Memory*, 12, 637-643.

Matsumoto, D., & Ekman, P. (1988). *Japanese and Caucasian facial expression of*

*emotion(JSCFEE) and neutral face(JACNeuF)*. [Slides]. San Francisco, CA:

Department of Psychology, San Francisco State University.

McCarthy, G., & Nobre, A. C. (1993). Modulation of semantic processing by spatial

selective attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 88,

210-219.

Meyer, D. E., Schvaneveldt, R. W., & Ruddy, M. G. (1975). Loci of contextual effects on

visual word recognition. In P. M. A. Rabbitt, & S. Dornic (Eds.), *Attention and*

*performance*. Vol.5. New York: Academic Press. pp. 98-118.

Moscovitch, M. (1976). On the representation of language in the right hemisphere of

right-hand people. *Brain and Language*. 3, 47-71.

永江誠司 (1999). 脳と認知の心理学－左脳と右脳の世界－ ブレーン出版

Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective

- review of current findings and theories. In D. Besner, & G. W. Humphreys (Eds.), *Basic processes in reading: Visual word recognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp. 264-336.
- Neely, J. H., & Keefe, D. E. (1989). Semantic context effects on visual word processing: A hybrid prospective / retrospective processing theory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. Vol. 24. New York: Academic Press. pp. 207-248.
- 入戸野宏 (2005). 心理学のための事象関連電位ガイドブック 北大路書房
- Nowicka, A., Grabowski, A., & Fersten, E. (1996). Interhemispheric transmission of information and functional asymmetry of the human brain. *Neuropsychologia*, 34, 147-151.
- 沖田庸嵩 (1992). ERP 研究に役立つ心理実験パラダイム(I) 臨床脳波, 34, 269-275.
- 沖田庸嵩 (1993). 聴覚の選択的注意 —事象関連脳電位を用いた生理心理学的分析— 二瓶社
- Okita, T., & Jibu, T. (1998). Selective attention and N400 attenuation with spoken word repetition. *Psychophysiology*, 35, 260-271.
- 沖田庸嵩・治部哲也 (2002). 注意の両耳間切り換えと作動記憶—事象関連脳電位による検討— 心理学研究, 73, 399-404.
- Poffenberger, A. T. (1912) Reaction time to retinal stimulation with special reference to the time lost in conduction through nerve centers. *Archives of Psychology*, 23, 1-73.
- Rugg, M. D. (1984). Event-related potentials in phonological matching tasks. *Brain and language*, 23, 225-240.
- Senju, A., & Hasegawa, T. (2005). Direct gaze captures visuospatial attention. *Visual Cognition*, 12, 127-144.

- Sergent, J., Ohta, S., & MacDonald, B. (1992). Functional neuroanatomy of face and object processing. A positron emission tomography study. *Brain*, **115**, 15-36.
- Shibahara, N., & Lucero-Wagoner, B. (2002). Hemispheric asymmetry in accessing word meanings: Concrete and abstract nouns. *Perceptual and Motor Skills*, **94**, 1292-1300.
- 潮村公弘 (2004). ステレオタイプと偏見 岡隆 (編) 社会的認知研究のパースペクティブ 培風館 (pp. 85-100).
- Smith, E. R., Chenery, H. J., Angwin, A. J., & Copland, D. A. (2009). Hemispheric contributions to semantic activation: a divided visual field and event-related potential investigation of time-course. *Brain Research*, **1284**, 125-144.
- Terasaki, O., & Okazaki, M. (2002). Transcallosal conduction time measured by visual hemifield stimulation with face images. *Neuroreport*, **13**, 97-99.
- Van Boxtel, G. J. M., & Böcker, K. B. E. (2004). Cortical measures of anticipation. *Journal of Psychophysiology*, **18**, 61-76.
- Vladeanu, M., & Bourne, V. J. (2009). Examining the hemispheric distribution of semantic information using lateralised priming of familiar faces. *Brain and Cognition*, **69**, 420-425.
- Vuilleumier, P., George, N., Lister, V., Armony, J., & Driver, J. (2005). Effects of perceived mutual gaze and gender on face processing and recognition memory. *Visual Cognition*, **12**, 85-101.
- Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C., & Winter, A. L. (1964). Contingent negative variation: An electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature*, **203**, 380-384.
- Weems, S. A., & Zaidel, E. (2005). Repetition priming within and between the two cerebral hemispheres. *Brain and Language*, **93**, 298-307.

吉崎一人・吉田佳介・杉本助男・佐々木洋 (2004). 生物的並びに非生物的手がかりが注意の空間方向定位に与える影響 人間環境学研究, 2, 41-49.

Young, A. W. (1982). Methodological theoretical bases. In J. G. Beaumont (Ed.), *Divided visual field studies of cerebral organization*. London: Academic Press. pp.11-27.

Zaidel, E. (1983). Disconnection syndrome as a model for laterality effects in the normal brain. In J. B. Hellige (Ed.), *Cerebral hemisphere asymmetry: Method, theory, and application*. New York: Praeger. pp. 95-151.

Zaidel, E. (2001). Brain asymmetry. In N. J. Smelser, & P. B. Baltes (Series Eds.) & R. F. Thompson (Vol. Ed.), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences: Vol. 2. Behavioral and cognitive neuroscience*. New York: Elsevier, pp. 1321-1329.

付表1 : 実験1で使用した単語刺激

■ 意味関連単語対

	プライム		ターゲット		プライム		ターゲット
1	月給	—	所得	41	雨	—	風
2	雲	—	雨	42	重要	—	大切
3	練習	—	試合	43	役割	—	分担
4	強制	—	捜査	44	成績	—	試験
5	農業	—	田舎	45	入学	—	卒業
6	天気	—	空	46	土地	—	建物
7	芸名	—	役者	47	睡眠	—	覚醒
8	あおむけ	—	うつぶせ	48	水泳	—	水着
9	記念	—	写真	49	独裁	—	政治
10	勝利	—	敗北	50	漫才	—	笑い
11	拒絶	—	承諾	51	旅館	—	観光
12	耳	—	鼻	52	浴衣	—	風呂
13	和服	—	洋服	53	自殺	—	命
14	編物	—	毛糸	54	作家	—	小説
15	仏像	—	寺	55	朗読	—	本
16	借用	—	返却	56	往復	—	運賃
17	競争	—	勝敗	57	無言	—	電話
18	頂上	—	山	58	妊娠	—	子供
19	犯人	—	逮捕	59	授業	—	学校
20	山	—	海	60	発掘	—	遺跡
21	長男	—	跡継ぎ	61	親切	—	丁寧
22	積立	—	貯金	62	服従	—	反抗
23	正義	—	悪	63	質問	—	答え
24	苦手	—	得意	64	天皇	—	皇后
25	姉	—	妹	65	駅	—	電車
26	自分	—	他人	66	準備	—	用意
27	石油	—	資源	67	促進	—	抑制
28	正解	—	間違い	68	楽譜	—	音楽
29	亭主	—	女房	69	便利	—	不便
30	葉巻	—	たばこ	70	裏	—	表
31	抽象	—	具体	71	近所	—	隣
32	御飯	—	おかず	72	世界	—	地図
33	豊作	—	お米	73	楽器	—	演奏
34	掃除	—	洗濯	74	国内	—	海外
35	兄	—	弟	75	坊主	—	お寺
36	最後	—	結末	76	空襲	—	飛行機
37	冷凍	—	保存	77	酪農	—	牛
38	環境	—	破壊	78	離婚	—	別れ
39	宣伝	—	広告	79	拡大	—	縮小
40	故郷	—	ふるさと	80	前後	—	左右

■ 意味無関連単語対

	プライム	ターゲット		プライム	ターゲット		
1	牛乳	—	投票	41	意義	—	煙突
2	奇抜	—	忍耐	42	欠点	—	地位
3	野心	—	指輪	43	所属	—	支出
4	統制	—	ベッド	44	応援	—	輸入
5	民間	—	成功	45	周囲	—	結果
6	価格	—	守備	46	斜面	—	顔
7	苦悩	—	軽蔑	47	分配	—	発展
8	発電	—	看病	48	設計	—	服従
9	管理	—	姑	49	没収	—	お化け
10	園芸	—	反対	50	業務	—	女
11	順序	—	旅館	51	達成	—	出版
12	計算	—	ラジオ	52	製品	—	肺
13	砂	—	友達	53	株主	—	散歩
14	劇場	—	生徒	54	画面	—	需要
15	逆転	—	お酒	55	断定	—	勉強
16	課税	—	景色	56	政治	—	販売
17	通信	—	靴	57	武士	—	料理
18	大根	—	保険	58	夏	—	賠償
19	失望	—	机	59	視線	—	外国
20	保安	—	到着	60	着手	—	冬
21	職員	—	衰退	61	負担	—	平易
22	拍手	—	名字	62	緻密	—	学生
23	連絡	—	利益	63	威力	—	芸人
24	空虚	—	預金	64	条約	—	家
25	報酬	—	前	65	日和	—	個人
26	座敷	—	沈静	66	自治	—	客
27	通学	—	惨敗	67	想像	—	野菜
28	役所	—	砂糖	68	撤去	—	収縮
29	玄関	—	鳩	69	調査	—	わたし
30	瞬間	—	判決	70	金融	—	足
31	献立	—	疑惑	71	油絵	—	実行
32	成長	—	破損	72	案内	—	麻酔
33	民族	—	ガス	73	予備	—	虚構
34	思想	—	村	74	膝	—	終了
35	巡查	—	過去	75	取引	—	攻撃
36	水	—	楽屋	76	訓練	—	周辺
37	日記	—	不足	77	円滑	—	高校
38	着色	—	国会	78	記録	—	駐車
39	皮肉	—	船	79	題名	—	掃除
40	運輸	—	医者	80	蓄積	—	部下

## 付表2：実験2で使用した単語刺激

### ■ 意味関連単語対

	プライム	ターゲット
1	ピアノ	オルガン
2	うぐいす	カナリア
3	キャベツ	きゅうり
4	ケーキ	クッキー
5	スキー	スケート
6	テーブル	ソファー
7	ライオン	チーター
8	プリン	ドーナツ
9	へび	とかげ
10	りんご	バナナ
11	ナイフ	フォーク
12	羊	やぎ
13	テレビ	ラジオ
14	机	椅子
15	学生	教師
16	宇宙	銀河
17	ブーツ	靴
18	本棚	戸棚
19	弁護士	裁判官
20	国語	算数
21	バイク	自転車
22	気温	湿度
23	マフラー	手袋
24	鉛筆	消しゴム
25	わさび	辛子
26	大根	人参
27	石油	石炭
28	嵐	台風
29	太平洋	大西洋
30	鉄砲	大砲
31	きつね	狸
32	豚	猪
33	のこぎり	釘
34	バス	電車
35	弥生	縄文
36	犬	猫
37	牛	馬
38	雀	鳩
39	まな板	包丁
40	サッカー	野球

### ■ 意味無関連単語対

	プライム	ターゲット
1	へび	オルガン
2	本棚	カナリア
3	音楽	きゅうり
4	弥生	クッキー
5	ジャズ	スケート
6	ひまわり	ソファー
7	サンダル	チーター
8	だちょう	ドーナツ
9	弁護士	とかげ
10	スキー	バナナ
11	バス	フォーク
12	学生	やぎ
13	太平洋	ラジオ
14	雀	椅子
15	しょう油	教師
16	にわとり	銀河
17	まな板	靴
18	船	戸棚
19	人形	裁判官
20	犬	算数
21	プリン	自転車
22	かまきり	湿度
23	りんご	手袋
24	きつね	消しゴム
25	ビーカー	辛子
26	机	人参
27	江戸	石炭
28	クレヨン	台風
29	酸素	大西洋
30	きりん	大砲
31	ケーキ	狸
32	テニス	猪
33	うぐいす	釘
34	ルビー	電車
35	キャベツ	縄文
36	ギター	猫
37	ウクレレ	馬
38	ノート	鳩
39	ロバ	包丁
40	マフラー	野球



付表3 : 実験3で使用した単語刺激

■ 意味関連単語対(左視野関連条件)

	プライム		ターゲット	
	左視野呈示	右視野呈示	左視野呈示	右視野呈示
1	ひまわり	本棚	あじさい	きりん
2	ピアノ	にわとり	オルガン	弥生
3	うぐいす	ロック	カナリア	バス
4	ぶた	りんご	いのしし	ナイフ
5	キャベツ	うぐいす	きゅうり	マフラー
6	ケーキ	キャベツ	クッキー	きんぎょ
7	プリン	きつね	ドーナツ	嵐
8	医者	わさび	看護師	ピーマン
9	きりん	プリン	くま	鉛筆
10	国語	ひまわり	算数	石油
11	スキー	テレビ	スケート	ぶた
12	テレビ	気温	ラジオ	太平洋
13	ライオン	スキー	チーター	ケーキ
14	テーブル	弁護士	ソファ	のこぎり
15	自動車	サンダル	トラック	ピアノ
16	ノート	すずめ	したじき	医者
17	りんご	鉄砲	バナナ	ノート
18	ナイフ	国語	フォーク	バイク
19	ロック	うし	ポップス	ライオン
20	ひつじ	つくえ	やぎ	絵の具
21	つくえ	サッカー	いす	ロバ
22	絵の具	だいこん	画用紙	いぬ
23	学生	まな板	教師	テーブル
24	ロバ	学生	らくだ	自動車
25	にわとり	かまきり	アヒル	学生
26	サンダル	ひつじ	スリッパ	かまきり
27	弁護士	自動車	裁判官	ひつじ
28	気温	テーブル	湿度	まな板
29	マフラー	いぬ	手袋	だいこん
30	鉛筆	ロバ	消しゴム	サッカー
31	バイク	絵の具	自転車	うし
32	だいこん	ライオン	にんじん	つくえ
33	石油	バイク	石炭	国語
34	嵐	ノート	台風	鉄砲
35	太平洋	医者	大西洋	すずめ
36	鉄砲	ピアノ	大砲	サンダル
37	きつね	のこぎり	たぬき	弁護士
38	バス	ケーキ	電車	スキー
39	かまきり	太平洋	バッタ	気温
40	弥生	ぶた	縄文	テレビ

プライム		ターゲット	
左視野呈示	右視野呈示	左視野呈示	右視野呈示
41	いぬ	石油	ねこ
42	うし	鉛筆	うま
43	すずめ	ピーマン	はと
44	まな板	嵐	包丁
45	サッカー	きんぎょ	野球
46	わさび	マフラー	からし
47	のこぎり	ナイフ	くぎ
48	ピーマン	バス	レタス
49	本棚	弥生	戸棚
50	きんぎょ	きりん	めだか

※ 右視野関連条件, 対側関連条件は呈示視野を変えて使用。

■ 意味無関連単語対

プライム		ターゲット	
左視野呈示	右視野呈示	左視野呈示	右視野呈示
1	きりん	かまきり	あじさい
2	弥生	ひつじ	オルガン
3	バス	まな板	カナリア
4	ナイフ	だいこん	いのしし
5	マフラー	サッカー	きゅうり
6	きんぎょ	うし	クッキー
7	嵐	つくえ	ドーナツ
8	ピーマン	国語	看護師
9	鉛筆	鉄砲	くま
10	石油	すずめ	算数
11	ふた	サンダル	スケート
12	太平洋	弁護士	ラジオ
13	ケーキ	スキー	チーター
14	のこぎり	気温	ソファー
15	ピアノ	きつね	トラック
16	医者	ひまわり	したじき
17	ノート	プリン	バナナ
18	バイク	わさび	フォーク
19	ライオン	テレビ	ポップス
20	絵の具	キャベツ	やぎ
21	ロバ	うぐいす	いす
22	いぬ	りんご	画用紙
23	テーブル	ロック	教師
24	自動車	にわとり	らくだ
25	学生	本棚	アヒル

## 本論文を構成する発表された研究論文

### ■査読あり

加藤公子・沖田庸嵩 (2008). 視野内視野間意味プライミング 一事象関連脳電位を用いた研究— 心理学研究, **79**, 143-149.

加藤公子・吉崎一人・西村律子・沖田庸嵩 (2008). 他者視線が観察者の性ステレオタイプ活性に及ぼす影響 一事象関連電位を用いた検討— 人間環境学研究, **6**, (2), 1-6.

加藤公子・吉崎一人・沖田庸嵩 (2009). 顔と名前の意味一致性判断における視野効果—ERPによる検討— 生理心理学と精神生理学, **27**, 207-213.

加藤公子・沖田庸嵩 (印刷中). 意味活性の時間経過における半球差 一事象関連電位による検討— 心理学研究, **81**, (3).

### ■査読なし

加藤公子・沖田庸嵩 (2010) 事象関連電位の N400 における半球内・半球間意味プライミング効果 愛知淑徳大学論集—コミュニケーション学部篇—, **10**, 29-34.

## 謝辞

本論文をまとめるにあたり、ご指導、ご鞭撻そして暖かい激励を賜りました愛知淑徳大学コミュニケーション学部コミュニケーション心理学科教授沖田庸嵩先生に感謝申し上げます。沖田先生は ERP の基本から教えてくださり、また論文執筆においても熱心にご指導いただきました。沖田先生のご指導を受けるうちに、私自身の研究に対する姿勢も変わってきたと思います。

修士課程で初めて ERP を使って実験がしたいという希望を叶えて下さいました、愛知淑徳大学コミュニケーション学部コミュニケーション心理学科教授清水遵先生に感謝申し上げます。ERP 研究をずっと続けられたのは清水先生のお力添えがあったからです。また清水先生は公私ともに迷った時には前に進むことを勧めてくださるなど、ずっと暖かく見守っていただきました。

本研究テーマである半球間情報転送に興味をもったのは学部ゼミからです。この興味を与えて下さった愛知淑徳大学コミュニケーション学部コミュニケーション心理学科教授吉崎一人先生に感謝申し上げます。吉崎先生には卒業論文、修士論文、そして本論文に至るまでご指導いただき、また行き詰まった時には励ましていただきました。卒業研究を始めた頃に抱いた実験・認知心理学が好きだという気持ちを持ち続けてきたからこそ、これまで研究を続けてこられたのだと思います。

同期の梅林薫さんをはじめとする心理学研究科の皆様、コミュニケーション心理学科卒業生の皆様の存在が研究を進める上で大きな励みとなりました。心より感謝申し上げます。

最後になりましたが、本論文をまとめることができたのは、なにより実験に参加して下さった参加者の皆様のおかげです。脳波を記録するというので、他の心理学実験よりもはるかに実験時間が長いにも関わらず、ご多忙の中時間を割いて実験に参加していただきましたことに心より感謝申し上げます。