

博 士 論 文

漢字単語の意味処理における音韻情報の影響

—脳磁図を用いた非侵襲的脳機能計測—

九州工業大学大学院生命体工学研究科脳情報専攻

魏 強

目次

I.	要旨	1
II.	序論	6
	II-1. 脳科学から見た言語学	
	II-2. 言語の書記体系	
	II-3. 単語の語彙処理へのアクセス	
	II-4. 脳活動計測手法	
	II-5. 脳活動計測による言語処理の知見	
	II-6. プライミング課題	
	II-7. 本研究目的	
III.	予備実験	
	III-1. アンケート調査	21
	III-1-1. 研究背景	
	III-1-2. 単語の抽出	
	III-1-3. 調査対象者	
	III-1-4. 調査項目	
	III-1-5. 評価結果	
	III-1-6. 考察	
	III-2. 予備実験 1 カテゴリー判断	28
	III-2-1. 序論	
	III-2-2. 被験者	
	III-2-3. 実験装置	
	III-2-4. 実験手順	
	III-2-5. 実験結果	
	III-2-6. 考察	
	III-3. 予備実験 2 語彙判断 (漢字)	43
	III-3-1. 序論	
	III-3-2. 実験装置	
	III-3-3. 被験者	
	III-3-4. 実験手順	
	III-3-5. 実験結果	
	III-3-6. 考察	
	III-4. 予備実験 3 語彙判断 (仮名)	54
	III-4-1. 序論	

III-4-2. 実験装置	
III-4-3. 被験者	
III-4-4. 実験手順	
III-4-5. 実験結果	
III-4-6. 考察	
IV. 本実験	
IV-1. 追加アンケート調査	64
IV-1-1. 序論	
IV-1-2. 調査対象者	
IV-1-3. 調査単語の選択および調査内容	
IV-1-4. 評価結果	
IV-1-5. 考察	
IV-2. 行動実験	69
IV-2-1. 実験条件	
IV-2-2. 被験者	
IV-2-3. 実験装置	
IV-2-4. 実験手順	
IV-2-5. 解析方法	
IV-2-6. 実験結果	
IV-2-7. 考察	
IV-3. MEG実験	79
IV-3-1. 序論	
IV-3-2. 被験者	
IV-3-3. 実験装置	
IV-3-3.1 刺激呈示装置	
IV-3-3.2 計測装置	
IV-3-4. 実験条件	
IV-3-5. 実験手順	
IV-3-6. 解析手法	
IV-3-7. 解析結果	
IV-3-7.1 個人解析結果	
IV-3-7.2 被験者間解析結果	
IV-3-8. 考察	
IV-3-8.1 左上側頭後部－頭頂下部の脳活動の条件差	
IV-3-8.2 右上側頭後部－頭頂下部の脳活動の条件差	
IV-3-8.3 左側頭前部の脳活動の条件差	

IV-3-8.4 左下前頭部の脳活動の条件差

V. 総合考察	116
V-1. 実験課題による音韻処理の効果	
V-2. 本研究結果の解釈による正当性	
V-3. 本研究結果による展望	
VI. 結論	121
VII. 引用文献	122
VIII. 謝辞	129
IX. 付録	130

I. 要旨

本研究では漢字単語の認知過程において単語の音韻処理、視覚的文字形態処理、意味処理の関係を調べた。この目的のため、漢字同音異義語を用いて、二つの単語（プライム、ターゲット）を順に呈示し、先行するプライムが後続のターゲットの処理にどのように影響するかを見る音韻プライミング実験を行なった。実験条件として、プライムとターゲットが異なる漢字からなり同じ発音の同音異義語である同音条件（例：起立—規律）、異なる発音である非同音条件（例：辞典—企画）、プライムが音と意味の対応を持たない擬似文字列である擬似条件（例：**蚪**—後期）の三種類を設定した。

このような実験条件間の比較により、プライムとターゲットが同音か非同音かによりターゲット処理への影響（音韻プライミング効果）を見みようとするが、その際被験者に与える課題を検討する必要がある。これを調べるため、どのような実験課題により音韻プライミング効果が得られるかを行動実験（予備実験1-3）により調べた。予備実験1では、ターゲットの単語があらかじめ教示したカテゴリーに属するかどうかを判断する課題を試したが、音韻プライミング効果が見られなかった。この結果は、ターゲット単語の意味処理への影響を見ようという意図でカテゴリー

判断を使ったが、意味表象へのアクセスが強すぎて、音韻処理が少ない可能性が示唆された。

そこで予備実験2では、ターゲットが意味を持つ単語かどうかを判断(語彙判断)する課題に変えたが、やはり音韻プライミング効果は見られなかった。語彙判断課題でも漢字の音韻処理への要求が不十分であることが示唆された。これに関して、先行研究においても語彙判断課題を使った行動実験から音韻プライミング効果が得られたとする報告と得られなかったとする報告があり実験課題など条件の微妙な差が依存する可能性が考えられる。予備実験3では、より音韻処理への要求を強くしようとして、プライムを平仮名に変えて語彙判断課題の行動実験を行った、十分な効果が得られなかった。これら三つの予備実験結果から、音韻プライミング効果を得るためには、音韻処理を強く要求する実験課題を使う必要があることが分かった。そこで、被験者に、内語や音読のような明示的に音韻処理を要求する課題を与えて本実験を行なうことにした。実験タスクにおいて内語の音韻処理では、単語の視覚的文字形態に対応する音韻情報を処理し、こころの中で構音する。音読する場合は、単語の音韻情報を処理してから、唇や舌を動かして発音する。

本実験における行動実験では、被験者にターゲットを音読させる課題を与え、発

声開始時間を計測した。その結果、同音条件が他の2条件に比べて発声開始がより早くなる音韻プライミング効果が得られた。本実験課題遂行時に、視覚的文字形態（以下、形態と略記）処理（単語を構成する線分の組み合わせからなる文字の形状、また文字の並び（つづりに関わる処理）、音韻処理（音素、音節また韻律などの認識の生成に関わる処理）、意味処理（心的辞書内の単語の意味を検索、想起することなどに関わる処理）が脳内のどの部位でいつ行なわれるかについて、脳磁図（MEG）を用いて、脳の神経活動を計測した。

MEG実験では、計測中に頭が動くと誤差になるため、口などを動かさないようにするため、被験者はターゲットが呈示されたからすばやく心の中で内語する課題にした。内語は声を出さず心の中で言う課題であり、音読同様に音韻処理（音素、音節また韻律などの認識の生成に関わる処理）を強く要求すると考えられる。被験者10人の平均脳活動を解析した結果、ターゲットが呈示されてから350–600 msの潜時（刺激呈示からの経過時間）帯に、左上側頭後部ないし頭頂葉下部の活動において、同音条件が他の条件より脳活動が減少し、左側頭前部において350–500 msの潜時帯に、非同音条件が他の条件より脳活動が増大し、左下前頭部では400–500 msの潜時帯に、同音条件が他の条件より脳活動が増大し、右上側頭後部ないし頭頂葉下部で

は、350-450 msの潜時帯において、非同音条件が擬似条件より脳活動が増大し、また400-500msの潜時帯に、非同音条件が同音条件より脳活動が増大したという結果が得られた。

先行研究において、プライミング課題においては、一般に同じ処理が繰り返されると、その脳活動が減ることが知られている。Sekiguchiらは[Sekiguchi et al., 2004]MEGを用いて日本語の音韻処理について先行研究を行なった。その結果、同じ発音（音韻情報）の漢字単語が繰り返された場合に視覚呈示から400-600 msの潜時帯に左上側頭後部での活動が減少していたが、この部位は音韻処理に関わると解釈した。今回の結果においても、内語により同音条件で左上側頭後部ないし頭頂葉下部の脳活動が減少したことは、先行研究と同様の結果であり、これらの領域は音韻処理に関与するとの過去の多くの知見と矛盾しない。本研究では、先行研究とは異なり、他の領域での脳活動での条件差も観測された。右上側頭後部ないし頭頂葉下部は今回の実験において、同じ韻律処理が繰り返されたと考えると同音条件の脳活動の減少が説明できる。ただし非同音と擬似条件間の差の理由は不明である。左側頭前部では、非同音条件では他の条件より活動が強かった、今回この結果は単語の音韻情報から意味表象にアクセスする負荷が、非同音条件が他の条件より大きかつ

たと解釈される。この部位は単語の意味処理に関わるとの報告があり、ここに非同音条件で複数の音韻表象が活動するという説明できる。

一方、左下前頭部では同音条件の活動のほうが強かった。この領域は、競合する意味表象の選択に関わるとの報告があり、今回の結果は同音条件においてプライムとターゲットは異なる意味を持つが、プライム呈示において一旦抑制された意味表象を、ターゲット呈示によって再活性化することになっており、それが脳活動の増大を招いたという解釈が可能である。

過去の研究において、漢字については形態表象から意味表象への拘束が強いと考えられる。なおかつ、漢字単語が呈示される場合に、その音韻表象を介した意味へのアクセスも存在することが議論されてきた。しかしながら脳活動計測による先行研究においては、漢字の音韻表象の意味処理への影響については、これまで知られていなかった。本研究の脳活動計測結果により音韻情報が意味処理に影響を及ぼし得ることが示され、漢字の形態表象が音韻処理を経由して意味表象にアクセスすることを、脳内処理への観点から示し、その活動部位、時間に関する新たな知見を得た。

II. 序論

II-1. 脳科学から見た言語学

ヒトが持つ語彙に関わる（視覚的・文字）形態情報、音韻情報、意味情報は心的辞書という集合体に蓄積・表現されている。各単語が持つ音韻情報、形態情報、意味情報の三者は、心的辞書にあるそれぞれの脳内表象に対応していると考えられる。言語学の意味論では、単語の意味は類義性（同じような意味を持つこと）、反意性（反対の意味を持つこと）、包摂性（語の意味が別の意味に含まれること）などの特徴を持つ。

言語学研究的な目的は、言語の持つ法則や性質を研究することに対して、脳科学分野における言語研究は言語そのものを素材として使い、ヒトの認知処理過程において脳内どのように言語情報を処理するかを調べる。したがって、分野によってその中で使われている概念が異なる部分がある。

文字や単語の処理を行なう際には、形態処理、音韻処理および意味処理がなされる。形態処理は文字の線分からなる文字の認識、文字の並び（つづり）の認識に関わる処理を指す。本論文における形態処理は単語が視覚的に呈示してから単語の視覚映像を知覚し、文字形態認知、心的辞書に蓄積している単語の文字形態情報との照

合の過程を指す。視覚映像知覚は言語文字に特有ではなく、視覚映像として知覚される実在の物体（机、車）などのすべてのものが含まれる。視覚形態認知には、文字形態認知した後、心的辞書に記憶される視覚的文字形態情報の集合にあるアイテムとの照合を行うと考えている。音韻処理とは単語の音素、音節また韻律などの情報処理を指す。また意味処理とは脳内処理において単語の意味を検索、想起することなどに関わる処理を指す。それに対して、言語学分野における語彙処理では単語間の意味的・形態的なパラダイム関係や、語（単語）の内部構造を検討し、単語に含まれる子音や母音などの音声の構成要素（音素）としてどのような働きをするかについて論じ、要するに言語学では主に単語そのものの性質や法則を調べる。

II-2. 言語の書記体系

日本語の書記法は、アルファベットを用いる英語などと異なり、形態素文字（漢字）と表音文字（仮名）を組み合わせた一種の混合システムである。混合書記システムとは、異なる文字法や異なる文字体系を組み合わせて書記する方式のことである。国語は形態素文字である漢字を使い、また日中の間に同じ形の漢字が多く使われている。英語やイタリア語などのアルファベット言語は音素が単位となる表記体

系である。

II-3. 単語の語彙処理へのアクセス

単語を読むときの情報処理について、二つの説がある。一つは、直接ルートであり、アルファベット言語や、仮名などの表音文字を読むときは、必ず音韻情報を使って、単語の意味を理解するが、しかし十分に学習すれば音韻処理を経由せず、形態処理してから直接的に意味処理に影響する [Develaar et al., 1978]。

一方、Perfetti ら [Perfetti et al., 1995] は中国語漢字を使って、行動実験を行なった。被験者は二つの漢字は同じ意味かどうかまた発音が一致するかどうかを判断した。実験課題として、意味と発音の両方が異なる場合（コントロール条件）（清 /qing/ "clear"; 視 /shi/ "see"）、発音が同じ場合（事 /shi/ "matter"; 視 /shi/ "see"）、発音が異なって意味が同じ場合（看 /kan/ "see"; 視 /shi/ "see"）の三つ条件を使った。意味判断課題の結果では、同音条件はコントロール条件より反応が遅くなり、誤答率が高くなった。音韻判断課題の結果では、同音条件がコントロール条件より誤答率が高くなった。要するに表語文字である漢字を意味処理するとき、漢字の音韻処理が意味処理に影響することが分かった。その結果から、

一般的に、形態素文字である漢字の形態情報と意味情報の関連が強い中国語漢字を意味判断する場合でも、漢字の音韻処理が意味処理に影響を及ぼし、どのような表記の言語においても音韻情報の活性化は自動的に起こるという普遍音韻説 [Perfetti et al., 1995] を主張している。

日本語漢字の意味処理において、形態処理の後、音韻処理を通さずに意味処理が行なわれると考えられてきた。例えば、野村[野村, 1978] や井上・斉藤・野村[井上, et al., 1979] は、漢字の音読みと訓読みを比較し、訓読みの場合は音読みの場合より、被験者の反応が早かったため、対応する単語の意味が検索しやすいという結果を得た。このことから、読み手は訓読みによって漢字の意味情報を得た後、音読みに変換すると考えられ、音読みは意味処理を経由して音韻処理を行なう過程と解釈した。

しかし近年、日本語の漢字処理について、音韻処理と意味処理が並行して行なわれているという報告が行なわれている。Sakuma[Sakuma, 1998] (1998) は、プライミング課題を用いて、ターゲットの意味を判断する場合は、プライムの音韻処理がターゲットの意味処理に影響を及ぼすことを報告した。例えば、先行情報「取材する」を呈示した後、被験者が視覚的に呈示されるターゲットが先行情報と意味が一致

するかどうかを判断してボタン押しで答え、同時にターゲットを音読する課題を実施した。その結果、ターゲットが「汽車」の場合が「電灯」の場合より音読速度が遅くなり、ボタン押しの誤答率が高くなる。「汽車」と「電灯」の両方とも先行情報と意味的には無関連だが、「汽車」の場合は先行情報と意味が一致する同音異義語である「記者」の音韻情報からの影響を受けるため、被験者のボタン押しを遅らせたと考えられる。さらに、水野[水野, 1997]は、漢字単語の処理においても音韻処理を経由すると想定し、漢字単語（漢字で表記した単語）と仮名单語（仮名で表記した単語）の統一モデルを提起している。

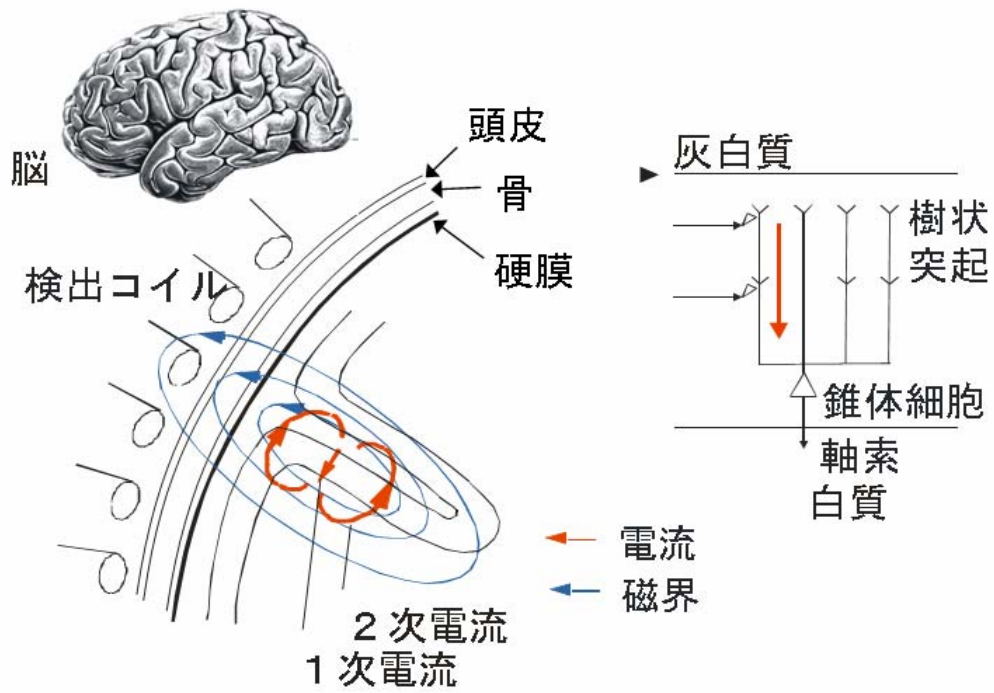
近年、伏見[伏見, 2005]は言語の理解課程においてニューラルネットワークによるトライアングル・モデルを提案した。このモデルは語彙の文字層、音韻層、意味層、および各層間に介在する中間層のユニット群から構成される並列分散処理モデルである。単語の形態表象（語彙の視覚的・文字形態情報の集合の中に、その単語に対応する形態情報の脳内における表現）、音韻表象（語彙の音韻情報の集合の中に、その単語に対応する音素、音節また韻律の情報の脳内における表現）、意味表象（語彙の意味情報の集合の中に、その単語に対応する意味情報の脳内における表現）は各層で分散表現される。形態表象は語彙の視覚的・文字形態情報の集合の中に、その

単語に対応する形態情報の脳内における表現である。この提案は、漢字においても音韻処理が伴うという点で音韻普遍説[Perfetti et al., 1995]と矛盾しないと言える。

II-4. 脳活動計測手法

1980年代の終わりごろから、言語脳機能に関するイメージング研究が行なわれるようになってきた。具体的な手法は、脳波 (ElectroEncephaloGraphy : EEG)、機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging : fMRI)、ポジトロン CT (positron emission tomography : PET)、脳磁図 (magnetoencephalography : MEG) などである。脳の中には多くの神経細胞があり、神経細胞群が電気信号をやりとりすることにより情報処理を行なう。神経活動が起こるとその部位に電流が生じるが、その結果として周りにごく微弱な磁場が形成される。MEG 装置 (図 II. 1) では、多数のセンサーが頭を取り囲んで配置され、時間的に変化する微弱な脳磁場の空間分布を計測する。脳磁場の主要な発生源は、大脳皮質の錐体細胞と呼ばれるタイプの神経細胞が活動するときに、入力部分である尖樹状突起に発生する興奮性シナプス後電位 (excitatory post-synaptic potential : EPSP) に伴う電流と考え

られる。この錐体細胞の尖樹状突起は皮質表面に対して垂直に伸びており、ここに興奮性の電位が発生すると、皮質に垂直方向に細胞内電流が生じる。脳内の局所部分で数万-数十万個程度の細胞が同時に、同じ方向に電流が流れると観測可能な大きさの磁界を生じる。これら多数の神経細胞の電流を合わせて一つの電流ベクトルで表し、これを電流双極子と呼ぶ。MEG 装置により計測された信号に基づいて脳磁場の空間分布から逆問題解法を用い、脳内の神経活動源を推定できる。MEG 装置はこのような神経細胞の電氣的活動に伴う磁界を計測する方法であり、ミリ秒 (ms) の時間分解能と優れる空間分解能を有し、全く非侵襲的であり、神経細胞の活動 (EPSP) を捉えるために使われている。MEG 計測する時に、神経細胞の活動によって同時に広い範囲に渡って活動する神経細胞が多いほど作り出した磁場が大きくなるし、あるいは一定の範囲に細胞内電流が大きいほど作り出した磁場も大きくなる。計測される強い脳磁図信号がどちらによるものかは判別できないが、いずれにしても脳内神経細胞の活動 (数ないしレベル) が大きいほど信号が強くなることが考えられる。



図Ⅱ-1 脳磁図装置の計測原理。脳磁図装置は脳内の電気現象によって起こる微

小な磁界を頭外で計測するものである。

II-5. 脳活動計測による言語処理の知見

ドイツの神経解剖学者ブロードマン (1909) は、ブロードマンの脳地図 において、大脳皮質の表面を 50カ所の領域に区分し、それぞれ番号をつけた。その地図では、言語野は、左半球に局在し、話しことばを産出するブロッカ野(44野45野)、音声言語を理解するウェルニッケ野(22野の後半)として推定されている。乾[乾, 1997]では、音韻のワーキングメモリは40野(縁上回)で、音声の認識が22野(ウェルニッケ野)、連想記憶装置が39野(角回)で処理されているとしている。岩田[岩田, 1996]では、これはウェルニッケ野が、言語理解だけではなく、語音認知の中枢であるからだとしている。単語を読む時に、書き言葉は左右視野から入った後頭葉の視覚野から後頭側頭領域の視覚連合野に伝えられ、文字の視覚パターンを認識する。それが角回に伝えられると文字が音に変換されて意味を持ちウェルニッケ野で理解される。

PET、MEG、fMRI などの研究手法を用いて、語彙の視覚的文字形態処理、音韻処理また意味処理などを含む語彙処理により、後頭部、上側頭部、中側頭部、側頭葉後下部、側頭—頭頂境界部、下前頭部、島など広範囲な脳領域が活動することが示されている[Fujimaki et al., 1999; Price et al., 2000; Dhond et al., 2005;

Sekiguchi et al., 2004]。

Fujimaki [Fujimaki et al., 1999] は fMRI を利用して、日本語単語の意味、形態、音韻処理に関わる脳内メカニズムを報告した。その課題は、実在の文字を変形して読めなくした擬似文字に水平線が含むかどうかの判断（形態処理）、仮名文字が母音[あ]を含むかどうかの判断（形態+音韻処理）、文字列が単語か無意味かの判断（形態+音韻+意味処理）であった。これらの課題間の脳活動の比較から、形態処理は後頭部、側頭葉後下部、後頭—側頭腹部に関与し、音韻処理と意味処理は下前頭部、島、縁上回、側頭後上部に関与することが分かった。言語処理の時間的変化を調べるために、Salmelin ら [Salmelin et al., 1996] は、健常人を対象に絵カードを見せてその名前を言うときの脳活動について MEG を用いて観察した。その結果、絵カードを左視野に提示すると 200ms 以内に後頭部の右視野が活動をはじめ、続いて 200-400 ms で両側の側頭葉—後頭部—頭頂葉境界部（角回近傍）とともに左前頭葉が活動し、400-600 ms 後には補足運動野と両側のブローカ野が活動している。

また、藤巻ら [Fujimaki et al., 1999] は被験者が語彙判断を行う時の脳活動を MEG で計測した。語彙判断課題では、呈示されるターゲットは単語か非単語かについて判断しボタン押しで返答する。その結果、単語の形態処理に関わる活動が他よりも

早く、後頭―側頭下部において 80-220 ms の潜時に生じた。音韻処理に関わる活動は、上側頭溝、縁上回で 190-350 ms の潜時、ブローカ野/島では 310-460 ms の潜時であった。

Damasioらは[Damasio, et al., 1996]脳に限局性の病変がある127名の患者に、視覚的に、有名人の顔、動物、工具の3種類を提示して、その名前を言わせる検査と行なった。その結果は、顔の認知に障害のある患者では左側頭葉の先端部分の障害が多く、動物の名前が言えない患者では側頭葉の下側頭回に病変がみられ、両者の損傷領域間の重複は見られなかった。さらに、工具の命名ができない患者では側頭葉の下側頭回の後方、後頭葉との境界附近に病変が見られた。これらの結果からある対象を表す単語は、対象の種類によって脳の異なる部位に処理され、心的辞書にある語彙知識は異なる部位に保存されている可能性を示された。

II-6. プライミング課題

プライミング効果とは、先行刺激（以下プライムと呼ぶ）の処理がその後に呈示される刺激（以下ターゲットと呼ぶ）の処理に影響を及ぼす現象のことをいう。井上[井上. 1991]は、語彙間の音の類似性が日本語単語の意味処理にどのような影響

を与えるか、プライミング課題を用いて調べた。その課題は語彙判断であったが、例えば、プライム（例：キンコ）を呈示した後、後続ターゲット（例：インコ）が単語か非単語かを判断するというものであった。その結果、プライムとターゲットの発音の内3モーラ（一定の時間的長さをもった音の分節単位であり、単語の発音の長さを反映する。）中連続する2モーラが同じ場合は、先行刺激が後続刺激の意味処理を促進し、反応時間が早くなるプライミング効果が見られた。同様に、形態[Ferrand et al., 1994]、意味処理[Hayakawa et al., 2006]についてもプライミング効果が生じる。

II-7. 本研究の目的

本研究では、漢字単語の認知過程における音韻の影響を調べる。英語の表記体系は表音文字であるアルファベットを用い、日本語の表記体系では形態素文字である漢字と表音文字である仮名が使われている。日本語には、多くの同音異義語が存在する。同音異義語は同じ発音をもつ視覚的文字形態情報と意味情報が異なる単語のことを指す。英語では単語LEAF/li:f/と擬似単語LEEF/li:f/の発音は同じが、四文字のうち三文字が同じため、両者の文字の綴りの類似性が高いのに対して、漢字の

同音異義語間では形態類似性が低い（例：規律と起立）。そのため、漢字同音異義語を使ってプライミング実験を行われれば、形態情報または音韻情報の意味処理への影響をより明確に分離して調べることができる。

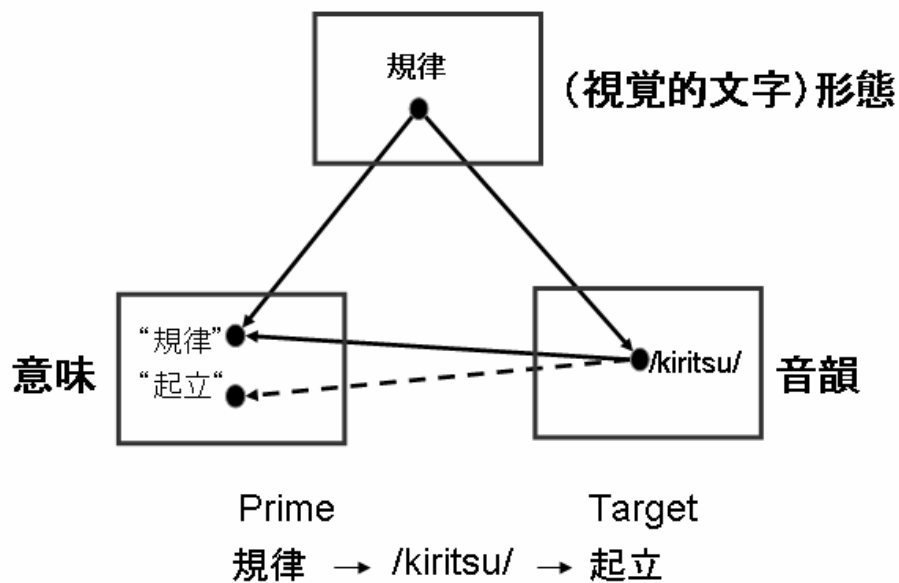
先行研究において、漢字同音異義語を刺激として、プライム・ターゲット間の音韻的関連を制御することにより、プライムの音韻情報がターゲットの認知処理に与える影響が研究された[Sekiguchi et al., 2004]。実験課題として、例えば同音異義語である先行情報” 規律”（プライム）を呈示し、その後同じ発音である” 起立”

（ターゲット）を呈示する時に、プライムの音韻情報がターゲット処理に影響するかどうか検討されてきた。MEG 用いた実験の結果、先行情報の発音が後続単語の音韻処理に影響する点に注目し、後続単語の音韻処理に関わる左上側頭溝附近の脳活動が減少することを報告した。

多くの失読症例研究から、形態素文字である漢字単語が視覚的に呈示される場合、単語の音韻処理をほとんど使用しないで形態情報だけから心的辞書にある漢字単語の意味を検索し、想起するので、形態情報から意味処理への拘束が強いが、Perfetti の普遍音韻説によると、心的辞書にある漢字単語の意味情報を検索する意味アクセスするときに音韻情報も利用することが予想され、意味処理に音韻情報

が影響を及ぼすことが予想される。もしもそうであれば、例えば漢字二文字単語の同音異義語を視覚的に呈示する場合（例：規律）、形態情報から音韻表象と意味表象にアクセスするが、音韻表象（/kiritsu/）から形態が違っても同じ発音である他の意味表象（例：起立、紀律）へもアクセスすることが予想される（図Ⅱ－2）。

このことは、ニューラルネットワークを絵にしたライアングル・モデル[伏見, 2005]の提案に見られるように、形態表象、音韻表象、意味表象間は互いに影響するという立場から見ても、先行情報の後続情報への影響においては、音韻表象への影響のみならず、意味表象への影響の存在が予想できる。先行研究は、行動実験でこれを検証しようとする試みもなされている[藤田 et al., 2003]。本研究ではこの点を脳活動計測実験により研究する。すなわち、MEG 手法を用いて、漢字同音異義語のプライム・ターゲット間の音韻的関連を制御し、先行情報の音韻情報がどのように後続単語の意味処理に影響するかを検討する。



直接ルート： 形態 → 意味

音韻介在ルート： 形態 → 音韻 → 意味

図Ⅱ－２ 心的辞書及び語彙処理のトライアングル・モデル。人間が言語活動を
 する際に、脳内に蓄積・表現されている語彙情報の集合体が心的辞書と呼
 ぶ。心的辞書の中に、単語の音韻情報や形態情報や意味情報の三者が互
 いに対応していると考えられる。同音異義語の場合は、一つの音韻情報
 が複数の意味情報に対応していると仮定する。

Ⅲ. 予備実験

Ⅲ-1. アンケート調査

Ⅲ-1-1. 研究背景

日本語においては、漢字単語では二文字の単語がいちばん多い割合を占める [Iwata, 1984]。本研究は漢字単語の音韻情報の意味処理への影響を調べるために、同音異義語を有する漢字単語を用いた実験を行なった。音韻プライミング課題を使用し、先行呈示される漢字単語（プライム）の音韻情報の後続呈示される漢字単語（ターゲット）の意味処理への影響を調べることにした。被験者が実験課題を遂行する際、反応時間のばらつきが小さく、安定するパフォーマンスな結果を得られるために、実験で使う単語として高い親密度を有する単語を使用することにして、また単語とカテゴリーとの間に高い関連性を持つようにした。そのため公開されたデータベース [Amano, 1999; 国立国語研究所資料集, 2004; 上野 et al., 1995] を使って実験に使用する単語を選んだ。さらに、選んだ単語について、本研究に参加する予定の被験者と同じ年齢層の大学生にアンケート調査を行い、親密度とカテゴリー-関連性の適切さの検証を行なった。

実験課題では先行呈示されるプライム単語と、後続呈示されるターゲット単語が

同じ発音の場合、異なる発音の場合、またプライムが擬似文字の場合の3条件を使用しており、各条件に必要な1200単語（擬似文字を除く計1000単語）を使用した。

Ⅲ-1-2. 単語の抽出

漢字の2文字からなる単語で、2文字とも音読みする語を以下の文献から選出した。

- i 『NTTデータベースシリーズ 日本語の語彙特性』 [Amano, 1999]
- ii 『分類語彙表—増補改訂版—』 [国立国語研究所資料集, 2004]
- iii 『おぼえておきたい日中同形異義語300』

i、iiは日本語漢字に関するデータベースである。本研究は日本人被験者を使った研究であるが、後述（総合考察）するように、将来的に中国人の日本語学習者を被験者とする実験に発展する可能性を考え、使用する漢字が中国人被験者にとっても読めるよう、日中両国で共通に使用する漢字を選出した。具体的には、選出基準として、上記の『おぼえておきたい日中同形異義語300』を参考して日本語と中国語に同形漢字単語、また『NTTデータベースシリーズ 日本語の語彙特性』から文字単語親密度、文字音声単語親密度、音声単語親密度がすべて7段階評価(1：低-7：

高)のうち4以上の1000単語を選出した。さらにカテゴリーに含まれる単語とカテゴリーの関連について、『分類語彙表一増補改訂版一』を参考し19カテゴリー(例: 空間場所、食べ物・食材、職業、日常生活など)に分けた。また、二文字単語を選出した。

Ⅲ-1-3. 調査対象者

調査対象者は、神戸大学国際文化学部1-3年生(18-23歳)25人(男性13人、女性12人)で、調査対象者の全員が日本語母語話者であった。

Ⅲ-1-4. 調査項目

調査対象には、親密度および関連性について、下記の5段階の評価値のどれかを選択してもらった(1:弱い、2:やや弱い、3:どちらとも言えない、4:やや強い、5:強い)。得られた評価値について、対象者間の平均値と標準偏差を得た。

単語リストをカテゴリー別に分けた。調査対象者の評価が偏らないようにするため、親密度が低いフィルター語を10パーセントの割合で入れた。被験者全体の統計結果からばらつきが大きいデータを取り除いた。調査では付録-1,2のようなアンケート

ト用紙を使用した。

Ⅲ-1-5. 調査結果

25人の被験者からデータを集め、条件別に被験者の評価値を集計した。今回の集計した結果から親密度の平均値が4.0以上且つカテゴリー関連性の平均値が2.5以上の単語から単語対を作成した。その結果、調査した1000単語のうち、同音条件用にプライムとターゲットが同じ発音である同音異義語対を200対、非同音条件用に、プライムとターゲットが違う発音の単語対200対、擬似条件用にターゲット語の200単語を得た。

被験者による単語リストへの親密度について、今回のアンケート調査の結果および参考のためデータベース[Amano, 1999]から得た平均値、標準偏差を表した(表Ⅲ-1-1)。アンケート調査の評価値およびデータベースの評価値のそれぞれについて、条件間の差を1元反復測定分散分析により検定を行なった。その結果、同音条件のプライム、ターゲット、非同音条件のプライム、ターゲット、擬似条件のターゲットの5種類について各々単語の親密度には条件間の顕著な違いがなかった[アンケート : $F(4, 796)=4.67, P>0.8$; データベース : $F(4, 796)=3.49, P>0.6$]。単

語とカテゴリーの関連性についてのアンケート調査の集計結果は表Ⅲ-1-2に示した。同音、非同音、擬似の3条件についてターゲット単語とカテゴリーの関連性について分散分析したところ、顕著な条件差はなかった[F(2, 298)=2.36, P>0.8]。

Ⅲ-1-6. 考察

アンケート調査結果とデータベースと評価値の両方について条件毎に顕著な差がなかった。したがって調査対象者にとって今回の予備実験で使う単語リストへの親密度が高く、普段の生活によく使う言葉であることが確認された。また、ターゲット単語リストとカテゴリー間の関連性判断についても、実験条件間の顕著な差がなく、予備実験で使う予定単語リストのカテゴリー分類が適切だと考えられた。以上の結果から、アンケートで得られた単語リストがカテゴリー判断課題で使えると判断した。

表Ⅲ-1-1 アンケート調査による単語リストへの親密度評価値と参考のためデータベース（5段階評価に換算した）の平均値と標準偏差

実験条件名・刺激	アンケート調査結果		データベースの評価値	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
同音・プライム	4.23	0.31	3.95	0.24
同音・ターゲット	4.31	0.27	3.89	0.33
非同音・プライム	4.34	0.26	4.09	0.33
非同音・ターゲット	4.30	0.34	4.13	0.28
擬似・ターゲット	4.24	0.30	4.15	0.34

表Ⅲ-1-2 アンケート調査による単語とカテゴリーの関連性

条件名	平均値	標準偏差
同音条件・ターゲット	3.47	0.49
非同音条件・ターゲット	3.67	0.58
擬似条件・ターゲット	3.58	0.46

III-2. 予備実験 1 カテゴリー判断

III-2-1. 序論

語彙的意味処理や音韻処理を調べるために、プライミング課題が多く利用される。例えば、Hayakawaら [Hayakawa et al., 2006]は、単語間の意味的関連性を調べるために、プライムとターゲットが音韻的関連については統制せず、意味的関連を持つか持たないかを変えて、ターゲットのカテゴリーを判断するカテゴリー判断実験を行なった。その実験課題として、プライミング課題を使い、先行するプライム語の意味が後続の呈示ターゲット語に関するカテゴリー判断に影響する様子を行動実験と脳活動計測により調べた。その結果、プライム語とターゲット語の意味が同じカテゴリーに属する場合、ターゲット語の意味処理に関わるカテゴリー判断のボタン押し反応時間に促進効果が見られ、脳活動に変化を生じた。

予備実験 1 は、Hayakawa [Hayakawa et al., 2006]と同じようにカテゴリー判断の実験課題を使用し、プライムとターゲットの音韻的関連がターゲット語の意味処理に影響するかどうかを行動実験で調べた。予備実験 1 では、アンケート調査で得た単語リストを用いて音韻プライミング課題を行なった。ターゲット単語があらかじめ教示してあるカテゴリーに属するかどうかをボタン押しで答える課題を課し

て、先行するプライム単語により影響されるかを調べた。

プライミング課題を用いる場合、プライムとターゲットの刺激呈示間隔を変えると得られるプライミング効果が変わることが報告されている[藤田 et al., 2003]。

本実験は、5種類の刺激時間間隔（0 ms, 200 ms, 400 ms, 600 ms, 800ms）を試し、どのような条件のほうが妥当かを調べた。

予備実験1では、六つの実験条件を設けた（表Ⅲ-2.1）：

1. プライムとターゲットは同じ発音を有するが、形態と意味が異なり、ターゲット語はカテゴリーに属する場合（同音・カテゴリーに属する条件）
2. プライムとターゲットは発音、形態、意味が異なり、ターゲット語はカテゴリーに属する場合（非同音・カテゴリーに属する条件）
3. プライムが擬似文字であり、ターゲット語はカテゴリーに属する場合（擬似・カテゴリーに属する条件）
4. プライムとターゲットは同じ発音を有するが、形態と意味が異なり、ターゲット語はカテゴリーに属しない場合（同音・カテゴリーに属しない条件）
5. プライムとターゲットは発音、形態、意味が異なり、ターゲット語はカテ

リーに属しない場合（非同音・カテゴリーに属しない条件）

6. プライムが擬似文字であり、ターゲット語はカテゴリーに属しない場合（擬似・カテゴリーに属しない条件）

擬似文字は『認知情報処理における文脈効果と自動的処理・意識的処理』[川口, 1999]の擬似文字を参考にし、常用漢字間のつくりとへんを交換して作成した。例えば、「妹」のへんと「柳」のつくりを混合して、実在しない文字パターンを作成した。

本実験において、擬似文字を呈示するときにはできるだけ心的辞書にある確実な意味と音韻を想起しないよう作った。このような擬似文字の「へん」からあるカテゴリーを検索しても、擬似文字は確定の音韻情報を想起できないと考えられる。なお本実験において、擬似文字が 100 ミリ秒の早い瞬間を呈示してから 900 ミリ秒の短い間隔をおいて後続単語を呈示したが、被験者が擬似文字の形態情報からゆっくり連想する時間の余裕がなく、常用漢字より音韻や意味的理解に影響が少ないと考えられる。擬似文字以外の単語はすべて漢字 2 文字の同音異義語を有する単語である。擬似条件は中立条件に見なす。

被験者はターゲット単語がカテゴリーに属するかどうかの意味的判断をする際、

プライムが同音異義語であっては、ターゲットと同じ音韻情報を持つ同音条件の場合、ターゲットの意味処理を促進し、他の条件と比べて反応が速くなることが予測される。

表Ⅲ-2-1 予備実験1において、プライム（先行刺激）とターゲット（後続刺激）の音韻的関連を操作し、ターゲットの意味がカテゴリーに一致するかどうかを判断する「カテゴリー判断」である。

例： カテゴリー：学校

実験条件		プライム	ターゲット
カテゴリーに属する	同音	規律	起立
	非同音	不敗	幾何
	擬似	惺忪	校歌
カテゴリーに属しない	同音	構想	高層
	非同音	会員	南極
	擬似	溺群	転機

Ⅲ-2-2. 被験者

本実験は19-21歳の日本人母語話者で大学生8人（男女4人ずつ）が参加した。利き手テスト[Oldfield, 1971]により側性係数(LQ)を調べた結果、被験者は全員のLQが70点以上で右利きであった（LQが30以上であれば、右利きと見なす）。

被験者は事前に実験内容について説明した後、同意を得た上で実験を行った。実験内容について情報通信研究機構の倫理審査委員会の承認を得た。なお以下明記していないが、本論文の予備実験および本実験についてこのような同意および承認を受けた。

Ⅲ-2-3. 実験装置

プライム、ターゲットなどの刺激呈示と被験者の反応時間の収集には、パーソナルコンピュータ IBM 社製 ThinkPad T42 上で動作するソフトウェア Presentation ver. 9.20 とパーソナルコンピュータに USB 接続するテンキーを用い、反応時間をミリ秒単位で記録した。テンキーの「0」と「.」キーを Yes ボタンと No ボタンに設定した。また、被験者に刺激を視覚的に呈示するため、ディスプレイモニタは IIYAMA 社製 17 インチ CRT を用いた。

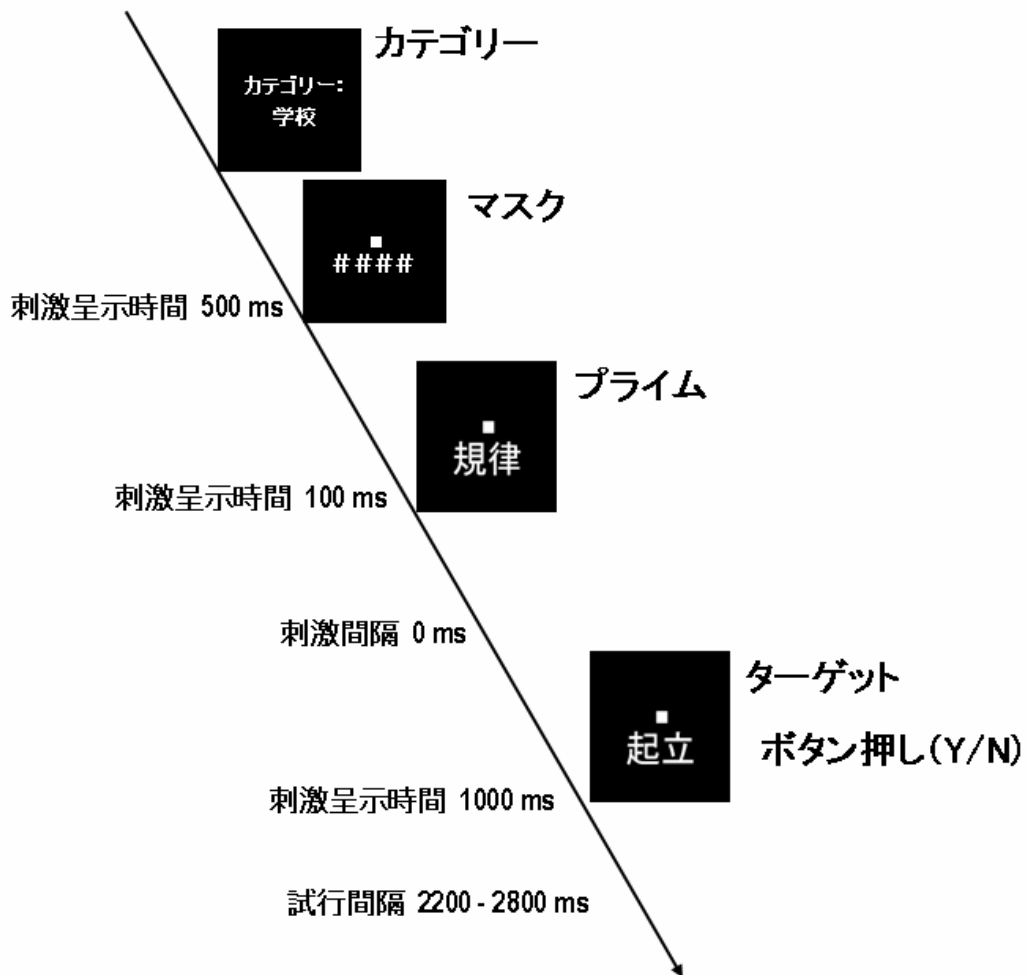
III-2-4. 実験手順

注視点「+」を常にCRTの中央に呈示した。注視点の下方向にプライム、ターゲット語を呈示した。被験者毎に19カテゴリーについて実験した。カテゴリー毎に、最初に、注視点の上方にカテゴリー名を呈示した。被験者にはターゲット単語が呈示されるカテゴリーと関連するかどうかをできるだけ速く判断し、関連すればYesボタンを、関連しなければNoボタンを押すように教示した。実験の前にYesボタン、Noボタンを左手の中指、人差し指でそれぞれ押すように対応関係を被験者に教示した。MEG計測の場合は、もし右手で判断した場合はボタン押しに関連する信号が言語機能を司る左半球の言語処理に関わる脳活動を影響する。そのため、予備実験ではMEG実験と同じように左手で判断を求めた。

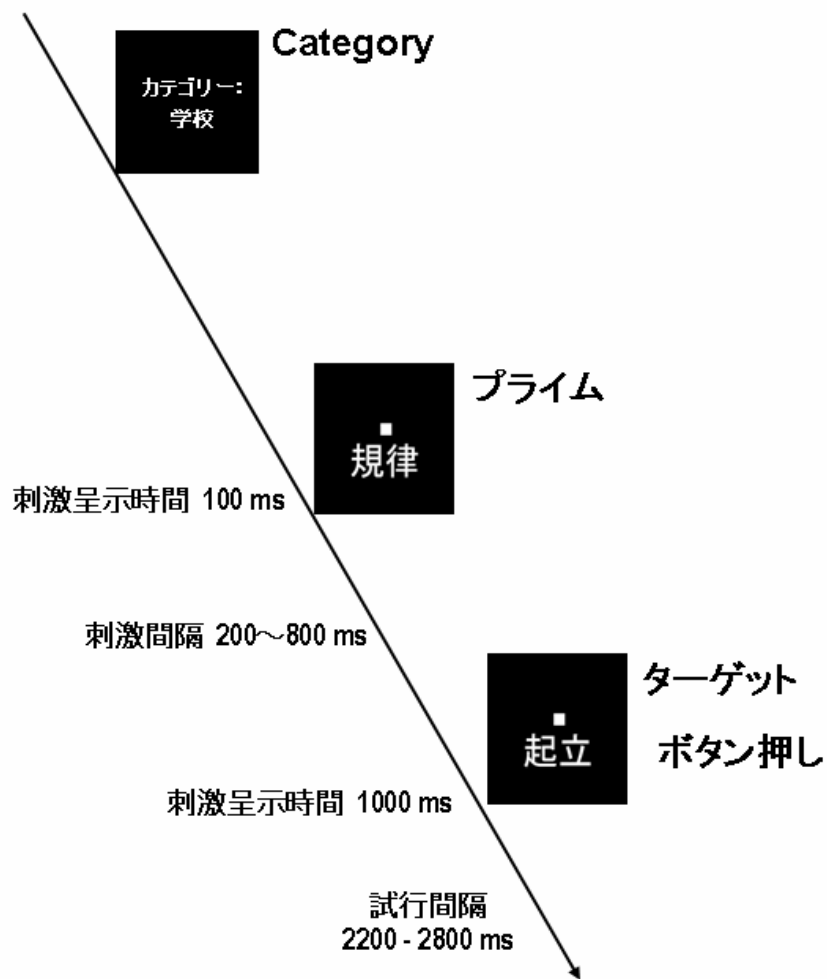
プライムの呈示時間は100 msで、ターゲット単語の呈示時間は1秒であった。プライム単語とターゲット単語のISI (inter stimulus interval 刺激間時間間隔) の最適値を求めるため0、200、400、600、800 msの五種類を試した。(図III-2.1, 図III-2.2) ISIが0 msの場合は、プライム呈示までに500 ms間「####」マスクパターンを追加呈示した。これによって、被験者がプライムを知覚できない条件を設

けた。被験者は、練習のための20試行を行なった後、本試行を600回行なった。この600試行は10ブロックに分け、被験者毎にカテゴリー内の刺激の呈示順およびカテゴリーの試行順もランダムにした。被験者はブロックの間に自由に休憩時間を取れるようにした。

刺激は黒地の背景 (1 cd/cm^2) に白い文字 (80 cd/cm^2) で画面中央に呈示した。フォントはゴシックを用いた。二文字漢字単語の大きさは視角にして横方向3度、縦方向0.75度であり、注視点は横方向1度、縦方向0.75度であった。漢字単語を注視点の下方に隙間を0.5度空けて呈示した。



図Ⅲ-2-1 予備実験1の刺激呈示順 (ISI 0ミリ秒の場合)。実験開始する前にカテゴリーの内容を教示した。その後、マスクパターン、プライム、ターゲットの順に刺激を呈示する。被験者はターゲットの意味がカテゴリーに一致するかどうかを判断する。



図Ⅲ-2-2 予備実験 1 の刺激呈示順 (ISI 200-800ミリ秒の場合)。実験開始する前にカテゴリーの内容を教示した。その後、プライムを視覚的呈示した後、200-800ミリ秒の間隔においてターゲットを呈示する。被験者はターゲットの意味がカテゴリーに一致するかどうかを判断する。

Ⅲ-2-5. 実験結果

行動実験における平均反応時間の3SDを基準に反応時間が1000ms以上の反応、また被験者が単なる視覚刺激に対する単純反応時間（300ms）より早い反応は無効反応と見なした。

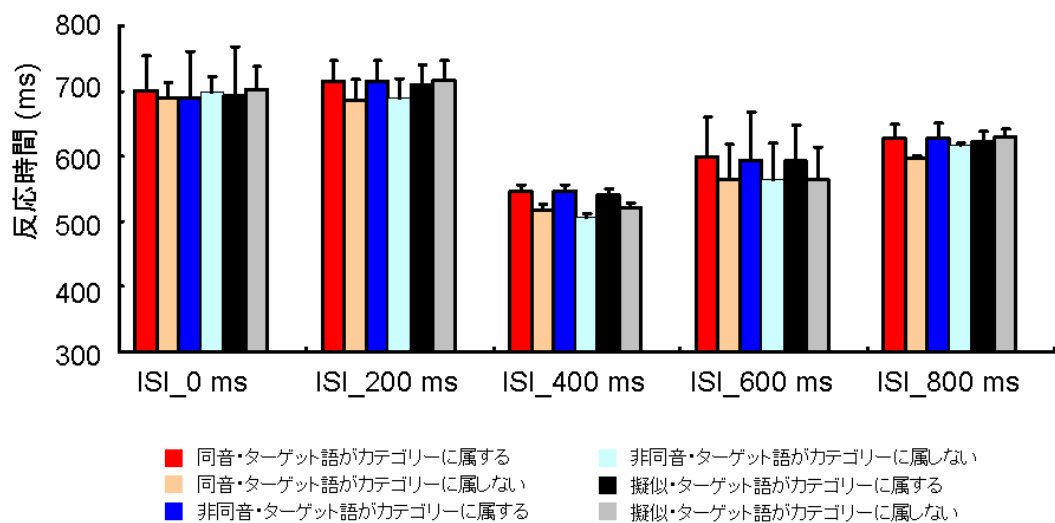
各実験条件において測定された反応時間データのうち、誤答、無反応、300 msより早い場合および1000 msより遅い場合のデータ（外れ値）を除き、残った正答反応について反応時間の分析を行なった。誤答、無反応、外れ値を除いた有効反応の試行数に対する割合は同音条件は92%、非同音条件では94%、擬似条件では95%であった。

ターゲット語がカテゴリーに属する場合、属さない場合について同音、非同音、擬似条件の反応時間について、分散分析を行なったところ、5種類のISIについて、同音条件、非同音条件、擬似条件間での反応時間に有意な差がなかった[F(2, 21) = 1.84, P = 0.19]。

カテゴリー判断課題における被験者間の各条件の反応時間標準誤差を表Ⅲ-2.3に示した。ISI毎に、被験者1と2、被験者3と4、被験者7と8、被験者5、被験者6のデータを合わせて集計した（図Ⅲ-2.2）。

表Ⅲ-2.3 予備実験1、カテゴリー判断課題 ISI別の反応時間差

		S_In	S_Out	D_In	D_Out	P_In	P_Out
被験者1	反応時間	754.2	713.5	760.1	722.2	768.3	736.8
ISI=0 ms	標準偏差	15.3	11.8	17.5	11.6	15.6	13.2
被験者2	反応時間	647.5	664.4	617.5	674.6	619.0	667.7
ISI=0 ms	標準偏差	18.2	14.0	13.8	15.6	14.5	16.1
被験者3	反応時間	681.1	654.8	680.1	658.1	678.2	685.5
ISI=200 ms	標準偏差	16.4	13.7	17.0	12.8	15.0	15.3
被験者4	反応時間	747.3	717.6	747.4	719.3	740.9	746.2
ISI=200 ms	標準偏差	14.0	11.9	15.4	11.9	13.3	12.4
被験者5	反応時間	545.4	517.7	546.6	506.2	540.9	520.7
ISI=400 ms	標準偏差	11.1	8.9	9.9	6.5	9.3	8.0
被験者6	反応時間	598.2	563.3	594.3	564.2	593.0	564.1
ISI=600 ms	標準偏差	61.5	56.0	73.8	55.7	53.8	49.5
被験者7	反応時間	649.2	594.7	650.8	612.8	639.1	616.7
ISI=800 ms	標準偏差	13.5	8.2	10.1	8.8	13.0	10.1
被験者8	反応時間	606.7	600.4	605.0	620.7	604.9	640.8
ISI=800 ms	標準偏差	13.3	10.7	10.2	11.8	14.3	13.0



図Ⅲ2-2 予備実験1において、異なるISIによる被験者間反応時間の平均値及び標

準誤差のまとめ。カテゴリー判断課題を使った予備実験1では、4種類の

ISIともプライミング効果がなかった。

III-2-6. 考察

本実験課題では前もってカテゴリーの情報を被験者に与え、プライム語の音韻を介して意味アクセスがあるならば、同音・カテゴリー条件である場合は、カテゴリーに属するターゲットの意味表象がプライムの音韻情報によって活性化され、その後ターゲット語が呈示された時に、他の実験条件より早くカテゴリー判断できることが期待される。

本予備実験は、最適条件を調べるために5種類（0, 200, 400, 600, 800 ms）のISIを変えて被験者がカテゴリー判断するときの音韻プライミング課題を行なった。プライミング効果の有無を見るための予備的実験であるので、それぞれのISI条件で被験者が一人か二人の少人数で試したが、有意なプライミング効果が得られなかった。

この結果から、被験者はターゲット単語についてカテゴリー判断をする時に、ターゲット単語の意味に多くの注意を払うなどにより、音韻経路の処理があまり行なわれなかった可能性が考えられる。藤田ら[藤田 et al., 2003]は、例えば「毒草—独創」を呈示して、後続のターゲットについて単語かどうかを判断するタスク語彙判断課題を用いた場合、二種類のISI（200, 800 ms）の両方で音韻プライミング

効果が観察できた。音韻プライミングの語彙判断課題では、プライムの音韻情報が
カテゴリー判断課題より強くターゲット単語の意味判断に影響すると考えられる。

本実験の結果から、カテゴリー判断を実験課題にすると、意味処理の負荷が強く、
音韻処理の要求が少なく、音韻プライミング効果が得られないと考えられる。

III-3. 予備実験2 語彙判断 (漢字)

III-3-1. 序論

井上[井上, 1991]は、日本語話者の母語の語彙が、どのように音韻類似性に基づいて構造化されているか調べるため、片仮名の音韻の類似性を使用し、例えば「ヒツギーヒツジ」を呈示して、後続のターゲットについて単語かどうかを判断するタスクを用いた語彙判断課題を用いて音韻プライミング効果を見る実験を行なった。その結果、プライムとターゲットの音韻情報の一致性が高い場合は (3モーラ中連続する2モーラが同じ場合)、プライムの音韻情報がターゲットの意味処理を促進する影響が見られた。

予備実験1ではカテゴリー判断課題を用いると、音韻処理の関与が少なく音韻プライミング効果が得られないことが分かった。予備実験2は、音韻プライミング効果を得るために、予備実験1の課題を改良し、先行研究[井上, 1991 ; 藤田 et al., 2003]で音韻プライミング効果が報告された語彙判断課題を試すことにした。すなわち予備実験2では、ターゲットが意味を持つ単語か無意味な文字列かの判断する際に先行するプライムの音韻情報が影響するかどうかについて実験した。

予備実験2では、六つの実験条件を設けた（表Ⅲ-3.1）。

1. プライムとターゲットは同じ発音を有するが、形態と意味が異なり、ターゲットは単語である場合（同音・単語条件）

2. プライムとターゲットは発音、形態、意味が異なり、ターゲットは単語である場合（非同音・単語条件）

3. プライムが擬似文字であり、ターゲットは単語である場合（擬似・単語条件）

4. プライムとターゲットは同じ発音を有するが、形態と意味が異なり、ターゲットは単語ではない場合（同音・非単語条件）

5. プライムとターゲットは発音、形態、意味が異なり、ターゲットは単語ではない場合（非同音・非単語条件）

6. プライムが擬似文字であり、ターゲットは単語ではない場合（擬似・非単語条件）

非単語は、二文字からなる漢字同音異義語の前一文字を同じ発音の別の文字と入れ替えて作った。従って非単語の発音は元の単語と同じ発音が可能だが実在の単語ではない（例：高層（単語）→香層（非単語））。

表Ⅲ-3.1 予備実験2（語彙判断課題・漢字）の実験条件

実験条件		プライム		ターゲット
	同音	規律	-	起立
単語	非同音	不敗	-	幾何
	擬似	梟脚	-	校歌
	同音	構想	-	高層
非単語	非同音	会員	-	南極
	擬似	淵耕	-	転機

Ⅲ-3-2. 実験装置

予備実験 2 は予備実験 1 と同様の実験装置を用いた。

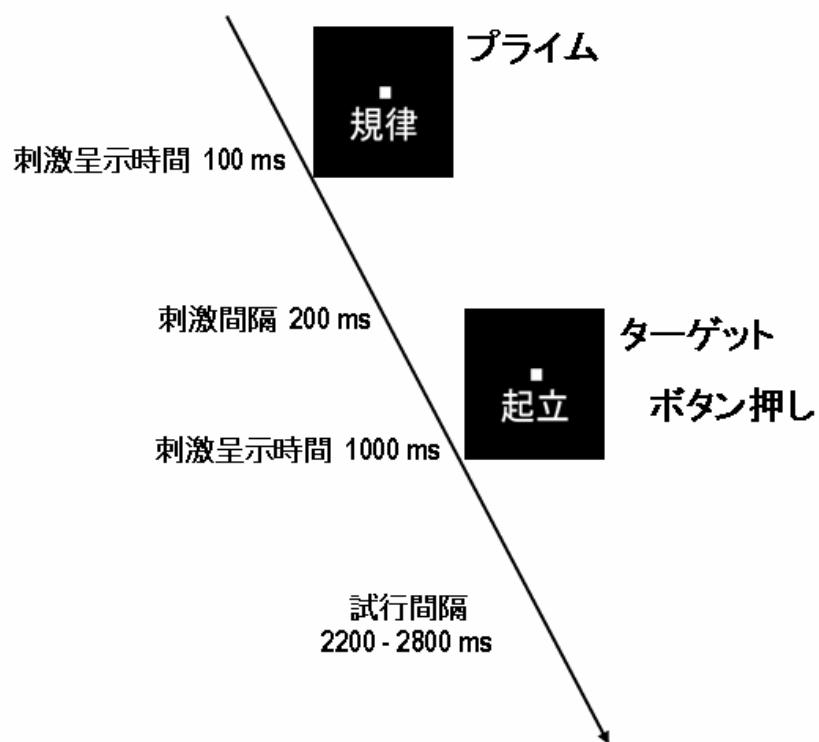
Ⅲ-3-3. 被験者

本実験は23-28歳の日本人母語話者で大学生3人（全員男性）が参加した。利き手テストにより側性係数(LQ)を調べた結果、被験者は全員のLQが80点以上で右利きであった。

Ⅲ-3-4. 実験手順

予備実験 2 の進行中に、注視点「+」を常に CRT の中央に呈示した。注視点の下方向にプライム、ターゲットの順に刺激を呈示した。被験者にはターゲットが有意味か（例：起立）無意味か（例：香層）をできるだけ速く判断した（図Ⅲ-3.1）。

予備実験 1 は5種類の ISI を試したが、予備実験 2 においては、先行研究[藤田 et al., 2003]の実験課題を参考し ISI を 200 ms に設定した。



図Ⅲ-3.1 予備実験2（語彙判断課題）の刺激呈示順。予備実験2では、プライムを100ミリ秒間呈示した後、200ミリ秒間隔をおいて、ターゲットを1秒間呈示し、被験者がすばやくターゲットが単語かどうかをボタン押しで判断する。

Ⅲ-3-5. 実験結果

各実験条件において測定されたデータについて予備実験 1 と同様に反応時間を分析した。ターゲット語が単語である同音、非同音、擬似の三条件の反応時間について、T検定を行なったところ、同音条件と擬似条件、非同音条件と擬似条件、同音条件と非同音条件、の各々の2条件間での反応時間に有意な差がなかった(表Ⅲ-3. 2)。語彙判断課題における被験者毎の各条件の反応時間と標準誤差を表Ⅲ-3. 3 に示した。図Ⅲ-3. 2は被験者全体のデータを合わせて集計した各条件における反応時間と標準誤差を示したものである。

表Ⅲ-3.2 予備実験2における（語彙判断・漢字）被験者毎の2条件間のT検定

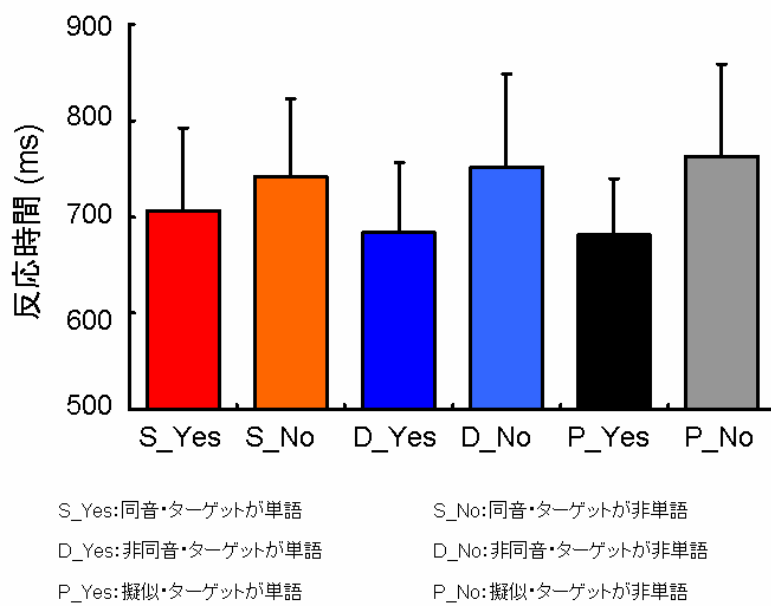
被験者	条件間比較による p 値		
	同音—擬似	非同音—擬似	同音—非同音
被験者 1	0.19	0.38	0.63
被験者 2	0.64	0.83	0.48
被験者 3	0.53	0.67	0.79

表Ⅲ-3.3 予備実験2における各実験条件の反応時間と標準誤差

		S_Yes	S_No	D_Yes	D_No	P_Yes	P_No
被験者 1	反応時間	643.7	707.6	626.9	704.8	641.4	721.2
	標準誤差	18.3	14.9	14.9	17.1	17.7	18.7
被験者 2	反応時間	875.8	897.0	828.7	937.4	797.6	945.7
	標準誤差	20.5	20.4	17.8	21.2	16.7	16.0
被験者 3	反応時間	600.7	622.6	595.8	613.3	604.7	620.7
	標準誤差	11.1	10.5	14.6	10.1	14.9	9.3

S 同音条件 D 非同音条件 P 擬似条件

Yes 単語 No 非単語



図III-3.2 予備実験2において、被験者間反応時間の平均値及び標準誤差のまとめ。

ターゲットについて語彙判断する課題では、プライミング効果がなかった。

III-3-6. 考察

本予備実験2において、語彙判断課題遂行時に、プライムとターゲットの音韻的関連によらず、3人の被験者とも反応時間の条件差が見られなかった。語彙判断課題用いた先行研究[井上, 1991; 藤田, 2003]では、音韻プライミング効果が報告された。井上[井上, 1991]は、プライムを表音文字である片仮名で表記する場合に、プライムの音韻情報がターゲットの意味処理への影響が確認できた。藤田ら[藤田 et al., 2003]は、プライムを形態素文字である漢字単語に変えても、プライムとターゲットが同音異義語対の場合に、プライムの音韻情報がターゲットの意味処理に影響すると報告した。しかしながら、プライムが漢字表記である場合の語彙判断時には音韻プライミング効果が得られないとの矛盾する報告もあった[石井, 2000]。形態素文字である漢字の形態情報は意味表象に比べ音韻表象とのつながりのほうが弱い。失読症例研究では、視覚呈示する場合は、形態素文字である漢字と表音文字である平仮名をどちらも音読できないが、しかし平仮名に比較して漢字の意味に対する理解度が高い。要するに、漢字の場合は音韻処理できなくても、形態処理から意味処理に影響することができる[Yamadori, 1975; Sasanuma, 1994]。プライムが漢字表記である場合は、音韻情報のターゲットの意味処理への影響がより

弱く、先行研究間で矛盾する結果が得られたのではないかと思われる。この点において、井上の先行研究を参考にプライミングの表記として表音文字である片仮名を使うと音韻表象へのつながりが強く、音韻プライミング効果が大きくなる可能性が考えられる。

Ⅲ-4. 予備実験3 語彙判断（仮名）

Ⅲ-4-1. 序論

予備実験2は、漢字表記のプライムを使用して語彙判断課題を試したが、音韻プライミング効果が得られなかった。本実験は予備実験2の課題の改良として、先行研究の実験課題を参考し[井上, 1991]、プライムの音韻情報がターゲットの意味処理に影響しやすいと予想される平仮名表記のプライムを使って、語彙判断課題の実験を行なった。

Ⅲ-4-2. 実験装置

予備実験3は予備実験2と同様の実験装置を用いた。

Ⅲ-4-3. 被験者

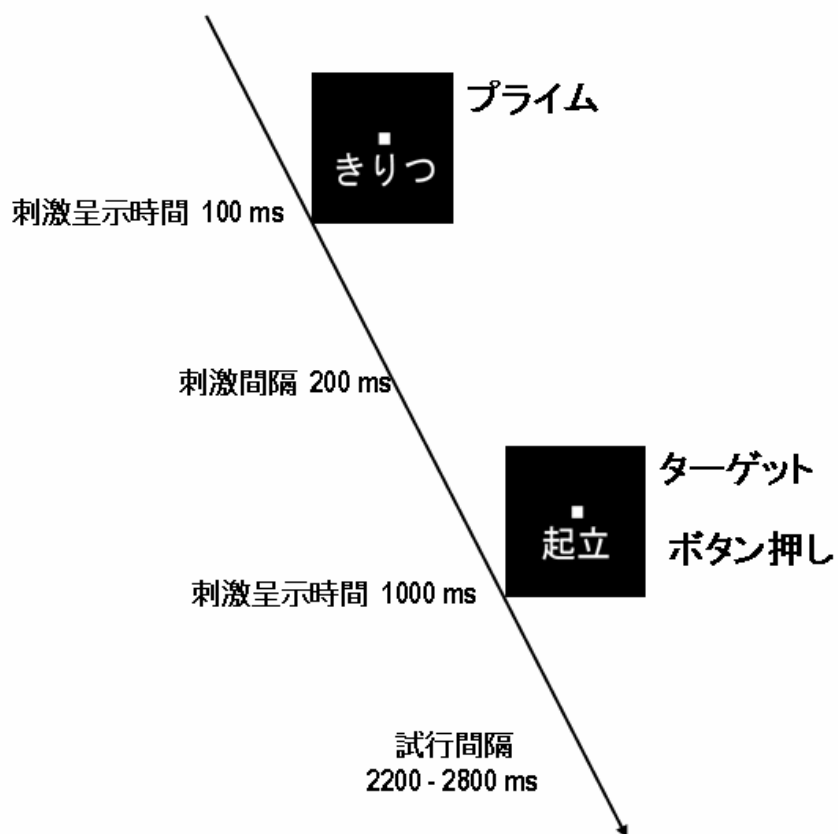
本実験は23-28歳の日本人母語話者で大学生3人（全員男性）が参加した。利き手テストにより側性係数(LQ)を調べた結果、被験者は全員のLQが80点以上で右利きであった。

Ⅲ-4-4. 実験手順

予備実験3では、予備実験2のプライムを平仮名に置き換えて六つの実験条件にした（表Ⅲ-4.1）。擬似条件におけるプライムとして、無意味な平仮名列（3-4 モーラ）を使った。刺激呈示の流れ（図Ⅲ-4.1）は予備実験2と同じであった。被験者は提示されるターゲットは意味か（例：起立）無意味か（例：香層）をできるだけ速く判断した。

表Ⅲ-4.1 予備実験3の（語彙判断課題・仮名）の実験条件

実験条件		プライム		ターゲット
単語	同音	きりつ	-	起立
	非同音	じてん	-	幾何
	擬似	たつてめ	-	校歌
非単語	同音	こうそう	-	高層
	非同音	かいいん	-	南極
	擬似	つてやう	-	転機



図Ⅲ-4.1 予備実験2（語彙判断課題・仮名）の刺激呈示順。予備実験2では、プライムを100ミリ秒間呈示した後、200ミリ秒間隔において、ターゲットを1秒間呈示し、被験者がすばやくターゲットが単語かどうかをボタン押しで判断する。

Ⅲ-4-5. 実験結果

各実験条件において測定されたデータを予備実験 1 と同様に反応時間の分析を行なった。ターゲット語が単語である同音、非同音、擬似の三条件間反応時間について、被験者毎にT検定を行なったところ、3人の被験者ともに同音条件と非同音条件の反応時間の条件差が見られた。同音条件と擬似条件、非同音条件と擬似条件では、3人の被験者のうち二人がおのおの2条件間での反応時間に有意な差があった(表Ⅲ-4. 2)。語彙判断課題における被験者毎の各条件の反応時間と標準誤差を表Ⅲ-4. 3に示した。図Ⅲ-4. 2は被験者全員のデータを合わせて集計した各条件における反応時間と標準誤差を示したものである。

表Ⅲ-4.2 予備実験3における被験者毎の2条件差のT検定

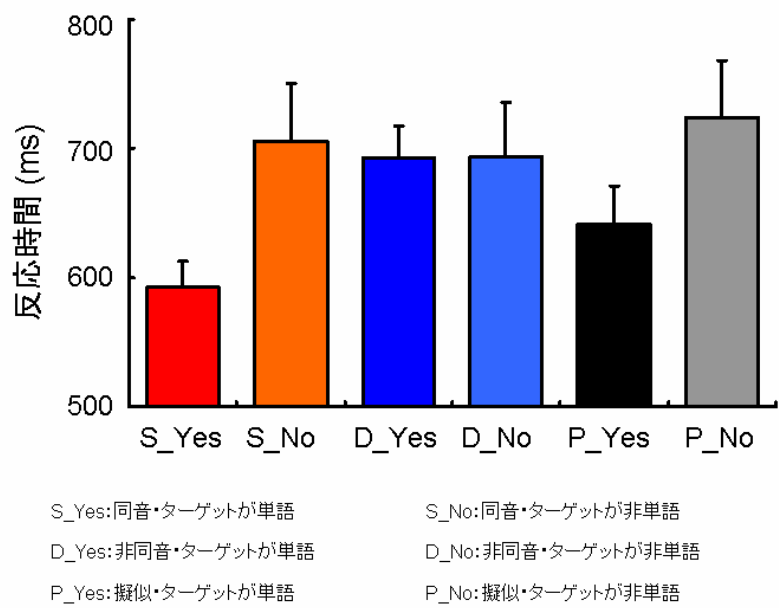
被験者	条件間比較による p 値		
	同音—擬似	非同音—擬似	同音—非同音
被験者 1	<0.001	<0.001	<0.0001
被験者 2	<0.003	0.48	<0.001
被験者 3	0.29	<0.002	<0.001

表Ⅲ-4.3 予備実験3における被験者毎の各条件による反応時間と標準誤差

		S_Yes	S_No	D_Yes	D_No	P_Yes	P_No
被験者1	反応時間(ms)	562.4	685.3	678.4	658.5	818.1	691.7
	標準誤差	12.2	9.4	9.5	8.8	8.6	9.5
被験者2	反応時間(ms)	624.2	753.4	697.8	708.8	684.2	741.7
	標準誤差	17.1	13.2	14.1	15.4	12.8	15.8
被験者3	反応時間(ms)	581.1	633.6	653.8	633.0	598.0	667.2
	標準誤差	11.6	9.4	13.0	12.2	10.7	11.9

S 同音条件 D 非同音条件 P 擬似条件

Yes 単語 No 非単語



図III-4.2 予備実験3、被験者間反応時間の平均値および標準誤差のまとめ。

III-4-6. 考察

予備実験3では、語彙判断課題において、プライムが平仮名である場合は3名の被験者の内1名が擬似条件と同音条件において反応時間の差がなかった。非同音条件に比べて、同音条件が3名の被験者とも反応が早くなった。予備実験1と予備実験2の実験結果からは、意味処理の要求が強く音韻処理の要求が少ない実験課題の場合は音韻プライミング効果が得られにくいと予想され、予備実験3は、音韻処理を強調するために、プライムを音韻と意味表象の関連が近い平仮名に設定し、実際にプライムの音韻情報がターゲットの意味処理に影響することが確認できた。

予備実験3は、プライムが表音文字である平仮名を使用した。この場合はプライムが視覚呈示される時に、その形態と音韻情報が唯一に決まるが、プライムが同音異義語なので、同じ発音の複数意味が活性化されることが予想できる。予備実験3の結果によりターゲットが単語である同音条件では他の条件より早く判断できた。この結果は、プライムの音韻情報が直接にターゲットの意味処理に影響を与えたと考えられる。

以上の3種類の予備実験結果から、音韻プライミング効果を得るためにできるだけ音韻処理を強調する実験課題を使うべきことが分かった。予備実験3ではプライ

ミング効果が見られたが、しかし同音条件と中立条件（擬似条件）と比べて3名の被験者のうち2名が有意な差があり、1名が有意な差がなかった。しかしながら、非同音条件と擬似条件との大小関係が3人とも互いに異なり、実験結果が不安定であった。以上の結果を踏まえて、より音韻処理を要求するターゲット語を内語・発音する課題に変えることにした。その結果は次章本実験に示すように、プライミング効果が明らかになるようになった。

IV. 本実験

IV-1. 追加アンケート調査

IV-1-1. 序論

本研究の目的は、単語の音韻情報が意味処理にどのように影響するかを調べることである。予備実験では、漢字同音異義語を用いたカテゴリー判断や語彙判断課題を行なった結果、漢字の音韻情報による反応時間への明瞭な影響が見られず、その原因はカテゴリーや語彙判断要求する課題では音韻処理の関与が弱いためと考えられた。そこで本実験では、予備実験を改良し、より音韻処理に強く関わる課題を被験者に課すことにした。すなわち、プライムを呈示した後に、語彙判断やカテゴリー判断ではなく、ターゲットを音読若しくは内語するようにして、プライムの音韻情報がターゲットの音韻処理と意味処理に与える影響を調べた。ところで生じる影響が音韻情報によるものであって意味情報によるものではないことを保証するため、プライムとターゲット間は条件間で意味的関連に差がないようにする必要があり、これを調べるため、本実験を行なう前に、プライムとターゲット間の意味的関連について評価するための追加アンケート調査を行なった。

IV-1-2. 調査対象者

調査対象者は、帝京大学心理学科1-3年生（18-22歳）147人（男性72人、女性75人）で、調査対象者の全員が日本語母語話者であった。

IV-1-3. 調査単語の選択および調査内容

MEG 実験では予備実験より条件数が少ないので、予備実験で使った 750 単語リストから 400 対を抽出した。したがって、すべての単語は『NTT データベースシリーズ 日本語の語彙特性』[Amano, 1999]から文字単語親密度、文字音声単語親密度、音声単語親密度がすべて 7 段階評価(1 : 低-7 : 高)のうち 4 以上である。調査単語対は以下の三種類であった: プライムとターゲットが同音異義語対 (同音条件、例: 富豪—符号)、非同音 (非同音条件、例: 辞典—企画)、さらに被験者が正確に答えるため実験に使わないがプライムとターゲット間の意味的関連が強い単語対 (高関連条件、例: 教室—校舎) をフィラーとして混ぜた。同音条件 100 対、非同音条件 100 対、高関連条件 200 対の合計 400 単語対を調べた。調査対象者がすべての単語対について評価を課すると、回答に要する時間が長すぎ、調査対象者の労力負担が高すぎるため、上記の 400 単語対をランダムに並べ、均等に 3 等分に分けた。アン

アンケート調査の目的は、実験用単語リストの単語対の意味的関連を調査することである。三等分のアンケート調査紙は、各条件の単語対の数がリストによってすこし異なるが、それぞれの調査紙の中に意味的関連がある単語対の数と関連がない単語対の数がほぼ同じなので、関連性の判断するのは、同音条件か非同音条件かに影響がないと考えられる。調査対象者毎にその内の一つについて評価させた（付録3, 4）。調査対象者には、単語対の意味的関連性について、5段階（1（弱い）－5（強い））で評価してもらった。追加アンケート調査単語は予備実験の単語リストから選んだので、同様に使用する単語が中国人被験者にとっても読める。

IV-1-4. 調査結果

147人の調査対象者から各単語対について合計46以上の評価結果を収集でき、平均値と標準偏差を集計した（表IV-1）。アンケート調査の評価値について、同音条件と非同音条件の評価値を対応のないT検定した。その結果、同音条件(2.1 ± 0.8)と非同音条件(1.9 ± 0.8)の間で単語対の意味的関連性の顕著な違いはなかった [$P > 0.4$]。

IV-1-5. 考察

追加アンケート調査により、本実験で使う単語対が意味的関連において条件差がないことが確認できた。また実験用単語は漢字を使っており、基本的にプライムとターゲット間の形態の類似性を持たない。したがって本実験課題において、ターゲット単語を音読・内語する時に、同音条件と非同音条件、擬似条件の間で反応時間に有意な差があれば、その原因はプライムの音韻情報がターゲットに影響を与えたと言える。

表IV-1 追加アンケート調査による各条件の評価値の平均と標準偏差

実験条件	平均値	標準偏差
同音	2.1	0.8
非同音	1.9	0.8
高関連（フィラー）	3.9	0.6

IV-2. 行動実験

IV-2-1. 実験条件

行動実験では、予備実験2のうちターゲットが単語である三つの実験条件を用いた(表IV-2.1)。追加アンケート調査で意味関連性に差がないことを確認した同音、非同音単語対および予備実験2で使ったターゲットが単語である擬似条件単語対を用いて、行動実験を実施した。行動実験ではプライムが呈示された後、音韻処理を強く要求するため、ターゲットを音読する課題を遂行した。

IV-2-2. 被験者

本実験は21-42歳の日本人母語話者13人(男性3人、女性10人)が参加した。利き手テストにより側性係数(LQ)を調べた結果、被験者は全員のLQが70点以上で右利きであった。

IV-2-3. 実験装置

刺激呈示には、予備実験と同じ装置を用いた、反応時間の計測には、Roland社製AD変換装置(UA-1EX)を用いた。被験者が音読するときの声とタスクの始まる時点

を示すトリガーの音声情報をAD変換し、刺激呈示とは別のパソコンに二つのチャンネルに分けてそれぞれを記録した（実験様子 図IV-2.2）。

IV-2-4. 実験手順

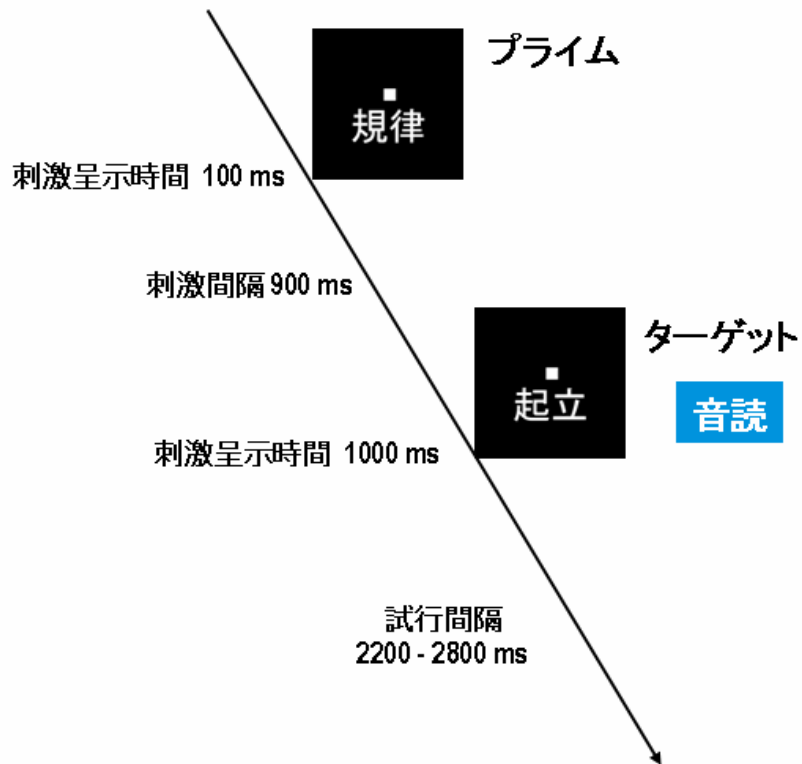
行動実験は、予備実験2と同じ実験環境で行ない、図IV-2.3のように刺激を順番に呈示した。被験者には、ターゲット単語が呈示されてからできるだけ早く正確に大きな声で、ターゲット単語を読み上げるよう教示した。被験者は、20試行を練習した後、本番の300試行を行った。300試行を10ブロック（各30試行）に分け、被験者毎にランダムに呈示した。30試行は続けて行い、間に休憩時間を取った。

表IV-2.1 行動実験の実験条件

実験条件	プライム		ターゲット
同音	規律	-	起立
非同音	辞典	-	企画
擬似	舐柳	-	後期



図IV-2.2 行動実験中の様子。行動実験は防音室で行い、被験者は、ターゲット単語が呈示されてからできるだけ早く正確に大きな声で、ターゲット単語を読み上げる。



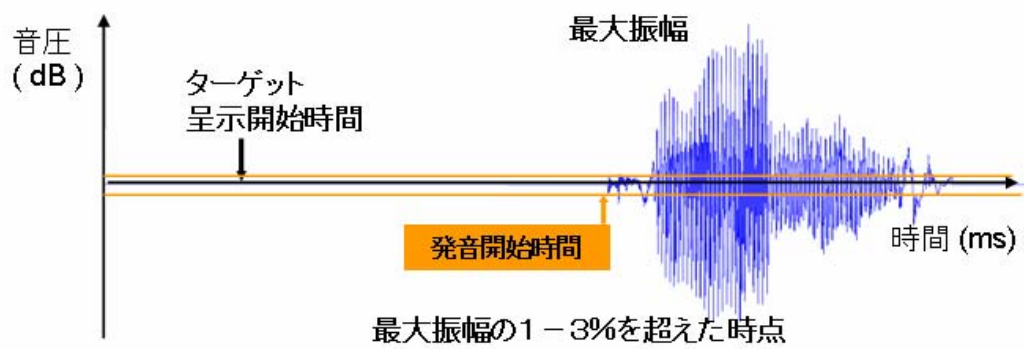
図IV-2.3 行動実験の刺激呈示順。行動実験では、プライムが100ミリ秒間呈示してから900ミリ秒間隔の後に、ターゲットが呈示される。ターゲットが呈示してから被験者がすばやく声を出してターゲットを読み上げる。

IV-2-5. 解析方法

二チャンネルに記録されたトリガーと音声情報をUlead社製ソフトウェア (Media studio Audio Editor 7) を使って以下の処理を行った。被験者によって、発話の大きさが異なるので環境ノイズとの関連で、被験者毎に閾値を決めた。記録された被験者の声の最大振幅の1-3%程度の閾値を設けて、それを越えた時点を反応開始時刻として評価した (図IV-2.4)。

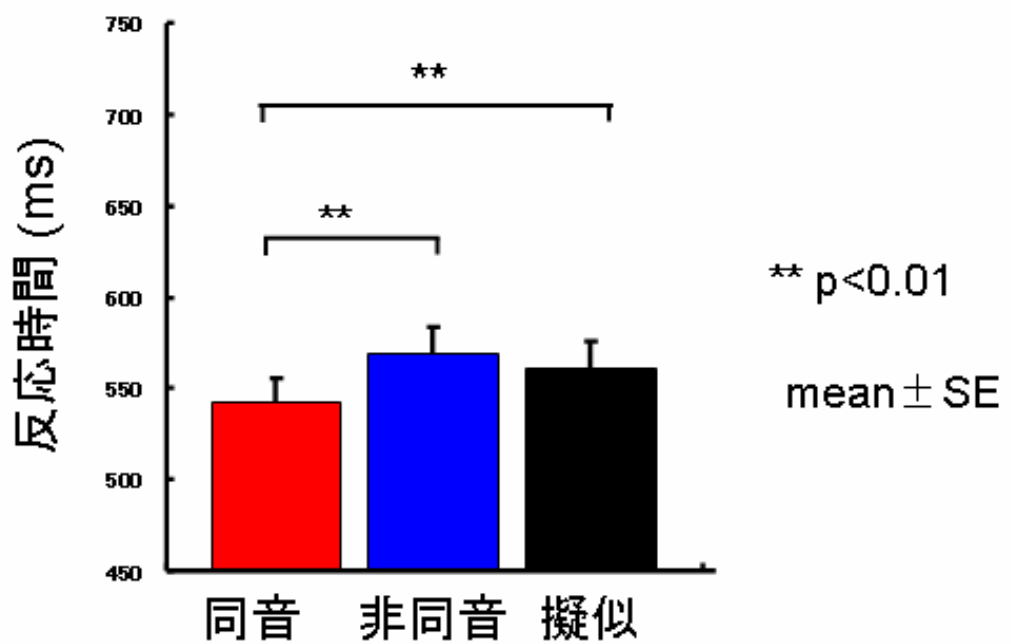
IV-2-6. 実験結果

本実験は被験者が正しく音読できた試行を正解と見なした。音読課題において測定された結果では、無反応と正解でなかった試行を除いた後、各条件の反応時間の平均値から2SDを超えた値を異常値と見なし、分析から除外した。各条件での反応時間の平均値と標準偏差を図IV-2.5に示す。反応時間の平均値を用いて、反復測定の一分散分析を行なった結果、条件の主効果 [$F(2, 36) = 13.99, P < 0.001$] が認められた。Fisher's LSD (最小有意差検定) を用いた下位検定の結果、同音条件(平均±標準誤差: 537 ± 13 ms) が非同音条件(564 ± 15 ms) より有意に早く ($P < 0.01$)、また同音条件が擬似条件(554 ± 15 ms) より有意に早く ($P < 0.01$) 音読が開始した。



図IV-2.4 行動実験の解析手法。ターゲットの呈示から、被験者が声を出すまでの時間を計測する。

日本語母語話者 N=13



図IV-2.5 行動実験結果の条件間比較。プライムがターゲットと同じ発音の場合は、

他の条件よりターゲットを早く読み上げる。

IV-2-7. 考察

行動実験で、プライムの発音がターゲット単語の発音と一致するときに、被験者の反応時間が非同音条件より 27 ms、擬似条件より 17 ms 早くなることが観察できた。藤田ら[藤田 et al., 2003]は、二文字漢字の同音異義語を用いた音読課題のプライミング実験も行っている。その結果、プライムとターゲットの発音が同じ場合は、発音が異なる場合よりおよそ 49 ms 早くターゲットを音読開始し、音韻プライミング効果が示された。

水野研究[水野, 1997]は、2 拍～4 拍の仮名表記語や漢字表記語の穴埋め課題を遂行させ、あわせて行う「同時構音課題(“あいうえお”を定間隔でつぶやく課題)」の妨害効果の度合いから、漢字表記語が呈示された場合にも自動化された音韻処理が関与していることを示した。この研究結果は、どのような表記形態の言語でも単語の意味処理するときに音韻処理が必ず関与すると主張する普遍音韻説に一致する。本実験の課題において、先行する単語と後続単語の音韻処理が自動的に意味処理に影響を及ぼすと考えられる。同音条件では、先行する漢字と後続漢字の発音が同じなので、音韻情報に対応する意味表象が共通であり、両者の音韻情報が連続的に処理された後、同じ意味表象も繰り返し処理されると考えられる。次章では、行

動実験の結果を踏まえて、脳イメージング手法を用いて、先行する漢字の音韻情報が後続漢字の意味処理に関連する部位の脳活動変化を観察した。

IV-3. MEG実験

IV-3-1. 序論

行動実験では先行する漢字単語の音韻情報の影響を受けて、ターゲットの音読に促進効果が観察できた。普遍音韻説によれば、音韻情報が後続単語の音韻的影響以外に、意味表象にも影響があると考えられる。

本実験は先行情報の音韻情報の後続単語への意味処理への影響を見るため、時間的空間的分解能に優れた脳磁図を用いて脳活動計測を行ない、脳のどこでいつ活動の影響が出るかを調べた。

IV-3-2. 被験者

被験者は、21-38歳の日本語母語話者10人（男性2人、女性8人）で、全員とも右利き（全員LQ>88）であった。

IV-3-3. 実験装置

IV-3-3.1 刺激呈示装置

MEG実験ではプロジェクターを使って視覚刺激をスクリーンに投影して被験者に

呈示した。それ以外については、行動実験と同じ呈示装置を使用した。

IV-3-3.2 計測装置

MEG計測は148チャンネル全脳型MEGシステム (Magnes 2500WH, 4-D Neuroimaging) を用いた。被験者は磁気シールドルーム内に設置されているベッドに仰向けになり、頭上に置かれたスクリーン上に投影された刺激を見た (図IV-3.1)。このスクリーンには、磁気シールドルームの外に置かれたプロジェクターから刺激画像を、鏡を使って投影した。本実験で使った計測条件は、DC-200HzのMEG信号を、プライムが呈示される時点 (オンセット) より400 ms前から、ターゲットの呈示後1000 msまでの間、サンプリング周波数678Hzで記録した。

脳活動部位を特定するために、磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging, MRI) を使って被験者毎の脳の構造画像を撮像した。MRI とは、体内に多く存在する水素原子中の原子核の磁気共鳴信号から脳の断面を画像化する方法のことである。本実験で使われたMRI装置は Siemens 社製 MRI system (Magnetom Trio, Siemens A. G.) 3.0T (MRI 装置写真 図IV-3.2) である。

IV-3-4. 実験条件

行動実験では、予備実験と同様の三つの実験条件を用いた（表IV-3.1）。ただし、MEG 実験では頭が動かさないようにするため、音読ではなく内語（言葉を声に出さずこころの中で言う）を課題として課した。MEG 実験中に、被験者は周りが暗い環境の中で、身体が仰向きの状態で、呈示される単語を内語するような身体に負担がほとんど掛からない実験課題を行なった。さらに実験全体はおよそ 40 分間かかり、実験遂行中に被験者の身体がだんだん疲労し眠くなり、そして実験に影響する可能性が考えられる。被験者に返答を求めることにより被験者の集中度を維持するので、ターゲット語を内語した後、被験者が指を動かして平仮名文字列とターゲット語の発音が同じかどうか左手の人差指（Yes）と中指（No）で判断する確認テストを行なった。



MEG実験様子

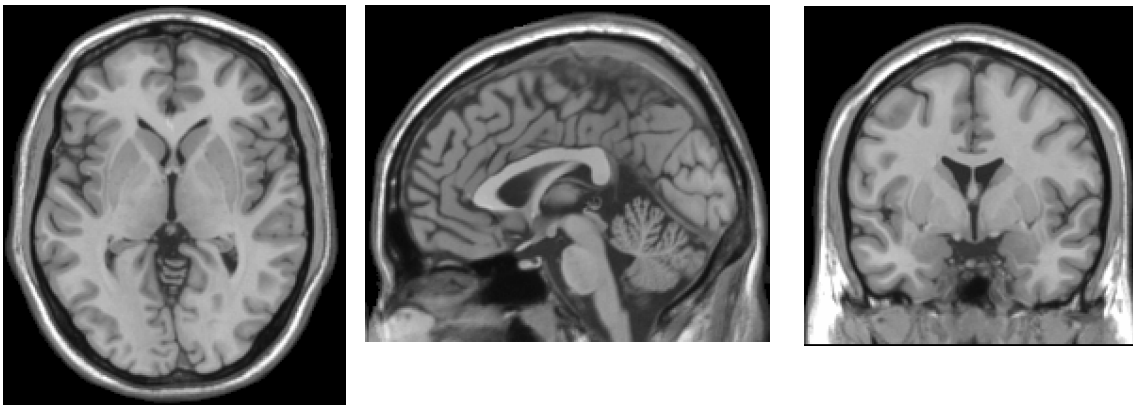


MEGシールドルーム

図IV-3.1 MEG実験時に、被験者は磁気シールドルーム内に設置されているベッドに仰向けになり、頭上に置かれたスクリーン上に投影された刺激を観察する。



MRI装置



MRI構造画像

図IV-3.2 脳活動部位を特定するために、磁気共鳴画像法（MRI）を使って被験者
毎の脳の構造画像を撮像する。

表IV-3.1 MEG実験の実験条件

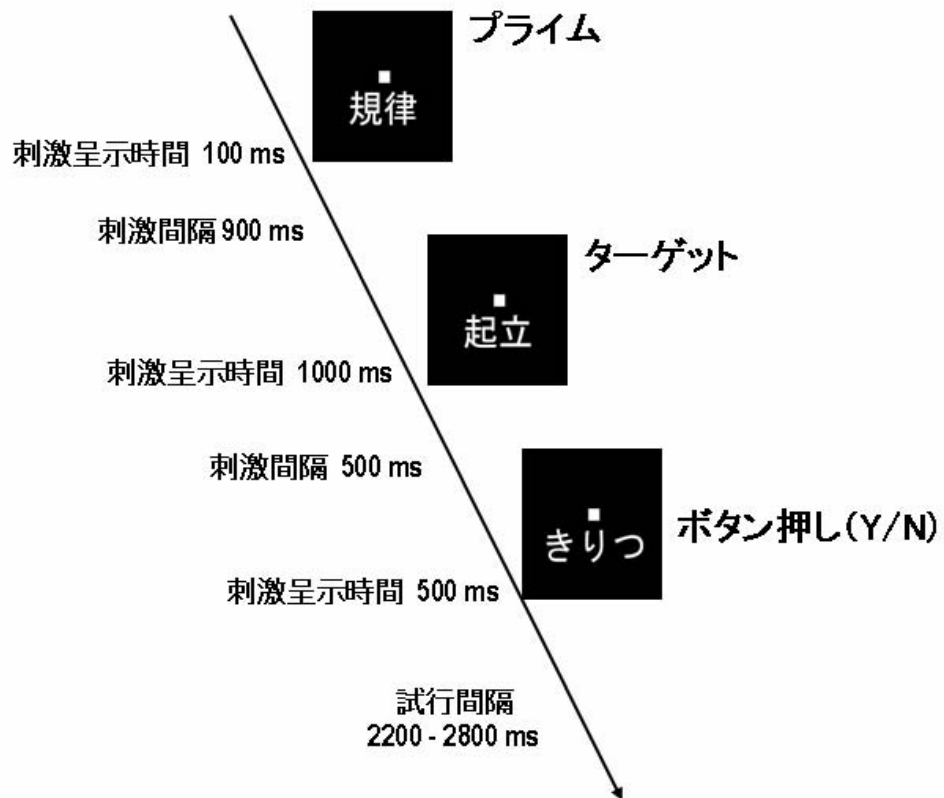
実験条件	プライム	ターゲット	平仮名
同音	規律	起立	きりつ (Yes)/きかく (No)
非同音	辞典	企画	きかく (Yes)/てんき (No)
擬似	叫卿	後期	こうき (Yes)/すいいい (No)

IV-3-5. 実験手順

視覚刺激は被験者の顔の前方45cm に置かれたスクリーンの中心に呈示した。黒い背景に白色注視点「■」が常に呈示される。黒色の背景 (1 cd/cm^2) にゴシックフォントの白色文字 (120 cd/cm^2) を呈示した。刺激大きさは視角にして横方向3度、縦方向0.75度であり、注視点は横方向1度、縦方向0.75度であった。注視点は視覚刺激一番上の部分およそ視角0.5度の上方の場所に呈示した。プライムが100ms間呈示された後、900msの間、注視点のみの状態があり、その後ターゲットが1000msの間呈示され、次に500msの間注視点のみの状態があり、ひらがなが500msの間呈示される。被験者には、プライムを見て、その後ターゲット単語が呈示されたらできるだけ速く内語するよう教示した (図IV-3.3)。各試行の最後に呈示される平仮名とターゲット語の発音であるかどうか左手の人差指 (Yes) と中指 (No) で、ボタン押しで答えるようにした。実験中の眼球運動と瞬きは脳活動の100倍以上の磁場を生じるので、瞬きは記録対象でない平仮名呈示の間に行い、それ以外の時間はできるだけ注視点を見続けるように教示した。

本実験開始前、瞬きのタイミングをよく練習した後、各条件100試行、合計300試行を行なった。300試行は均等に10ブロック (各30試行) に分け、ランダム呈示

した。被験者には各ブロックの間に1-3分間の休憩時間を設けた。



図IV-3.3 MEG実験の刺激呈示順。MEG実験では、プライムが呈示してから900ミリ秒間隔の後に、ターゲットが呈示される。ターゲットが呈示してから被験者がすばやく心の中でターゲットを読み上げる。その後、呈示される平仮名がターゲットの発音と一致するかどうか、ボタン押しで判断する。

IV-3-6. 解析手法

実験中に、被験者の瞬きや筋電によって、磁場強度が高いアーティファクトが発生する。被験者間の違いによって、計測された磁場強度が異なるため、被験者毎に異なる閾値を設け、磁場強度が 3-7 pT 以上の信号を含む試行はアーティファクトと見なし解析から除外した。さらに 0.1-40 Hz のバンドパスフィルタで帯域制限した。プライム呈示前 (300 ms 間) の磁界の平均値をベースラインとし加算平均した。(解析手順 図IV-3.4)

信号源推定においては、Selective Minimum Norm (SMN)法[Matsuura K et al., 1995]を使用してダイポール位置を求めた。SMNは、マルチ・ダイポール逆問題解法であり、頭部内に0.7 cm間隔にメッシュを設け、計測データ数から求め得るダイポール個数分のメッシュ点の組合せの中で、電流ベクトルの各成分の絶対値の和であるL1電流ノルムを最小にする解を求める方法である。今回の解析では、ターゲットの開始時点から700 msの間に6 ms間隔に条件毎にダイポールを推定した。そして、すべて潜時帯で推定されたダイポールについて、モーメントの強度が大きいほうから2 cm以内の他のダイポールは無視するようにした。この結果、典型的には、頭部全体で50-60個程度のダイポール位置が得られる。この方法はシミュレーションに

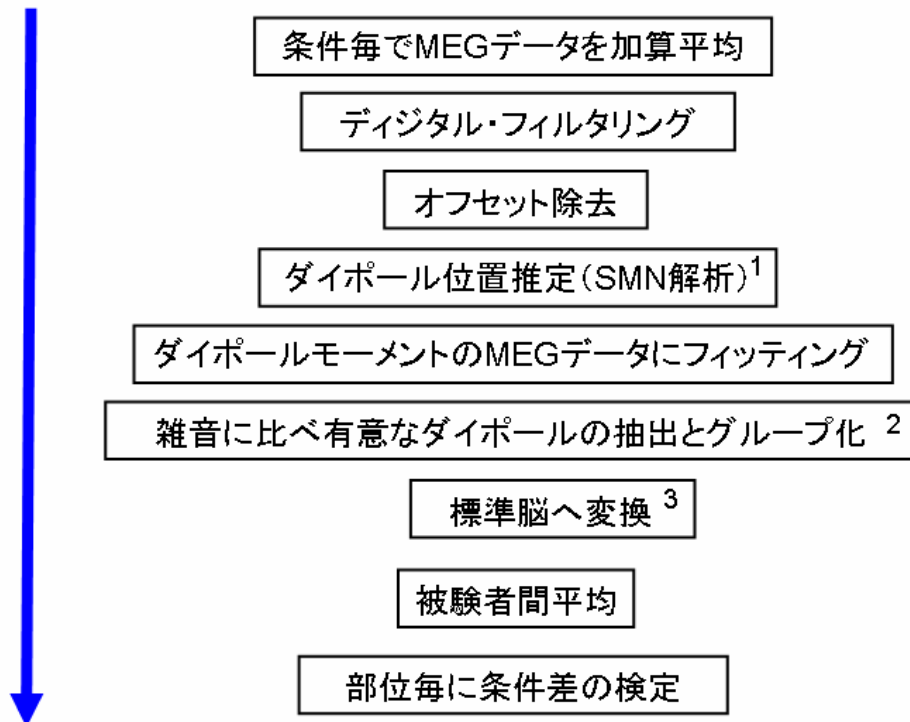
基づいて決められたものである[Fujimaki et al., 2002]。計測した課題を行うときの脳活動信号値はタスク開始前の雑音に比べて振幅の三倍以上であれば、得られたダイポールから計算される磁界と計測磁界とは高い相関(94%以上)が得られる。

なお、ダイポールモーメント(電流の大きさと向き)はASA(ANT software B. V.)を用いて、条件毎にMEG計測磁界にフィットした。ASAでは実形状のヘッドモデルを使い、境界要素法により電流源とそれが作る磁界の関係(リードフィールド行列)を求める。フィッティングにおいては、推定磁界が計測磁界の2乗誤差を最小にするよう、モーメントを求める。空間位置が近いダイポール間のクロストークを受けられる可能性が高いので、距離2 cm及び4 cm(2段階の判定)以内で時間相関が高いダイポールがあれば、それらは区別できないと判断し、モーメントのベクトル和をとるようグループ化した[Fujimaki et al., 1999]。

被験者間共通の活動部位を特定するため、被験者個人解析で得られたダイポールの空間位置をTalairach座標[Talairach et al., 1998]に標準化した。ASAを用いて、被験者ごとに正中縦断面にある前交連、後交連の位置を決めてから、標準脳の空間的位置に合わせて個人脳の形を区分的に線形変換した[Ihara et al., 2007]。標準脳上で近い位置のグループについてモーメント強度(脳内各部位によって推定され

る電流の強さ) と位置座標の被験者平均を得た。

ターゲットの呈示開始後100-800 msの間において50 ms間隔毎に (100-150 ms、150-200 ms、…750-800 ms)、グループ毎にモーメント強度の加算平均値を得て、条件差について統計解析した。それぞれの時間窓において被験者内2元 (部位×条件) 反復測定による分散分析を用いて条件間のモーメント大きさの比較をした。反復測定による分散分析では、Mauchly (モークリー) の球面性の検定をし、球面性が満たされていない場合はHuynh-Feldtによる自由度の補正を行なった。部位と条件間に有意な交互作用($P < 0.05$) が得られた潜時間帯について、一要因の反復測定の分散分析と下位検定としてFisher's LSDを使って、部位ごとに条件差を検定した。



図IV-3.4 MEG実験の解析手順。

1. (Matsuura K et al., 1995)
2. (Fujimaki N et al., 1999)
3. (Ihara A et al., 2007)

IV-3-7. 解析結果

IV-3-7.1 個人解析結果

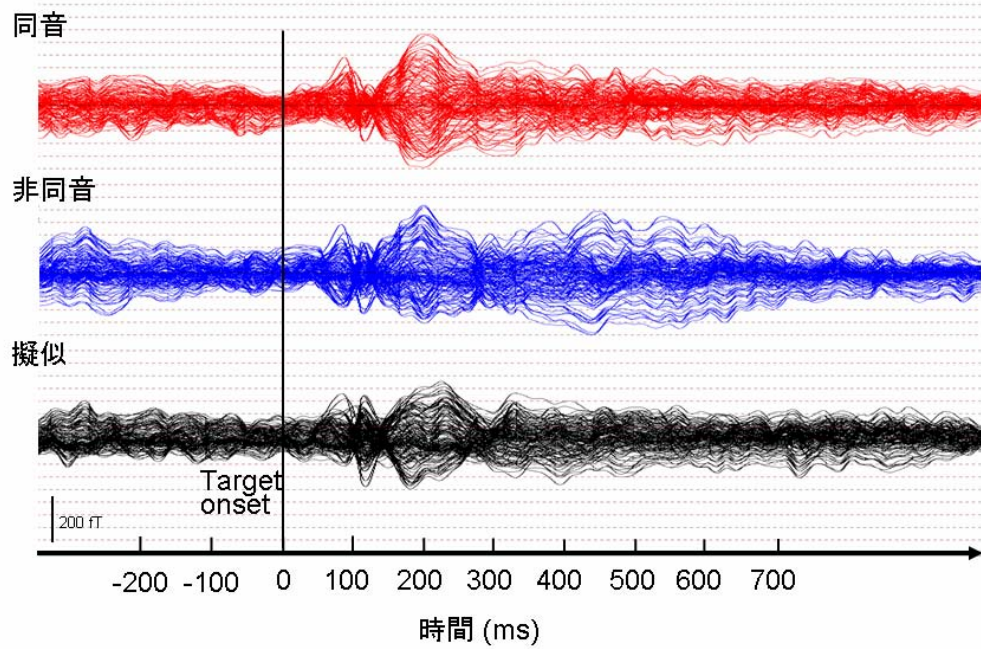
MEGデータを被験者ごとに解析した。典型例として、被験者1のデータを説明する。

計測したMEGデータについて条件毎に加算平均した波形を全チャンネルについて重ねたものを図IV-3.5 に示す。3条件に共通して、ターゲットが呈示されてから、100 ms、150 ms、200 ms附近の潜時においてピークが認められた。その後、200-700 msの潜時帯で条件差を示した。空間的な磁場分布（図IV-3.6）を見ると、3条件とも100-200 msの潜時帯で後頭領域に活動が見られる。200-700 msの潜時帯に両側の側頭領域に条件差が見られ、400-600 msの潜時帯に左前頭領域に活動の条件差が見られる。

各条件のMEGデータをチャンネル毎に比較したところ（図IV-3.7）、頭頂部-後頭部附近のチャンネルについては、すべての潜時帯で条件差が見られないが、両側の側頭前部附近には350-700 msの潜時帯に条件差が見られ、両側の側頭後部-頭頂部附近のチャンネルで350-700 msの潜時帯に条件差が見られた。

信号源推定の結果、100 msの潜時帯附近に後頭部で最初の脳活動がピークを迎え、200 msの潜時帯で後頭-側頭下部にピークを生じ、350-700 msの潜時帯に左上側頭

後部また頭頂葉下部において同音条件の場合は他の条件より活動が弱くなり、両側の側頭前部において非同音条件の場合は他の条件より活動が強かった(図IV-3.8)。

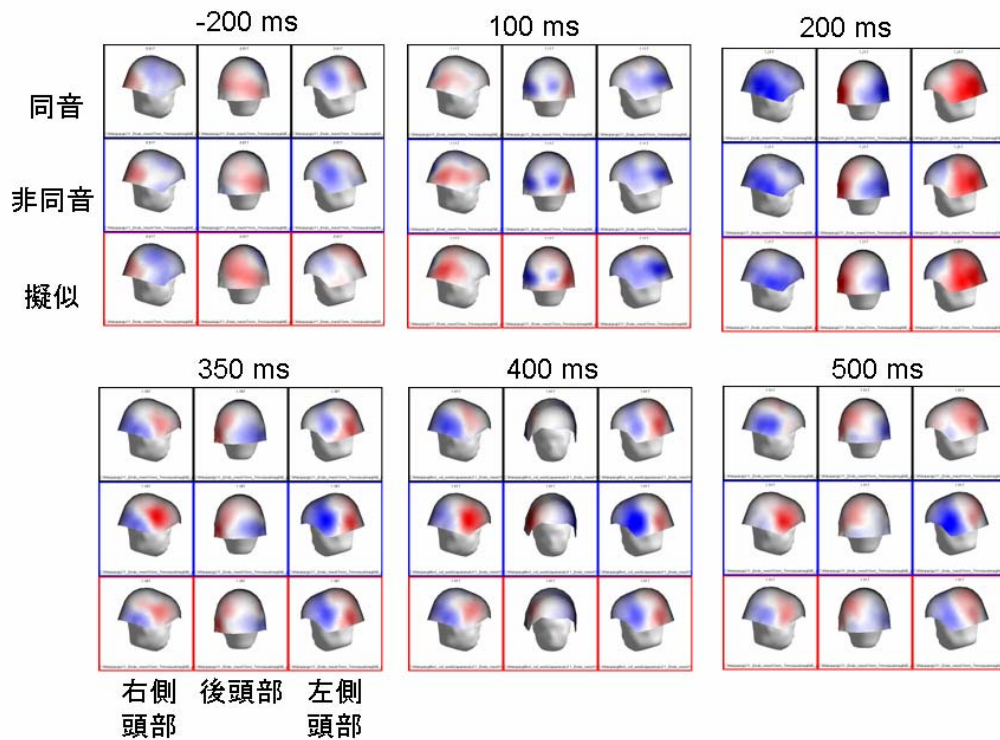


赤線 同音条件

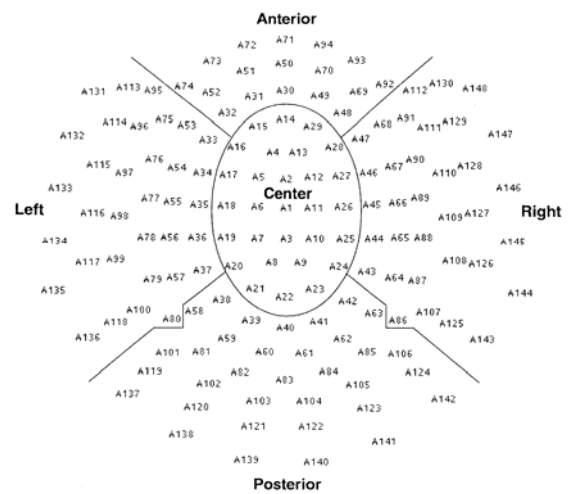
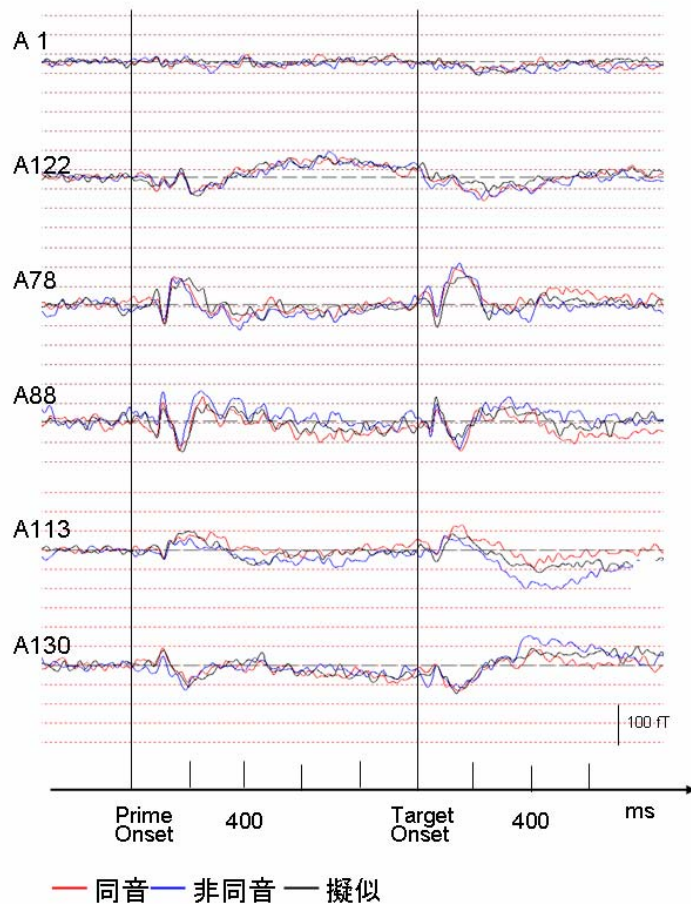
青線 非同音条件

黒線 擬似条件

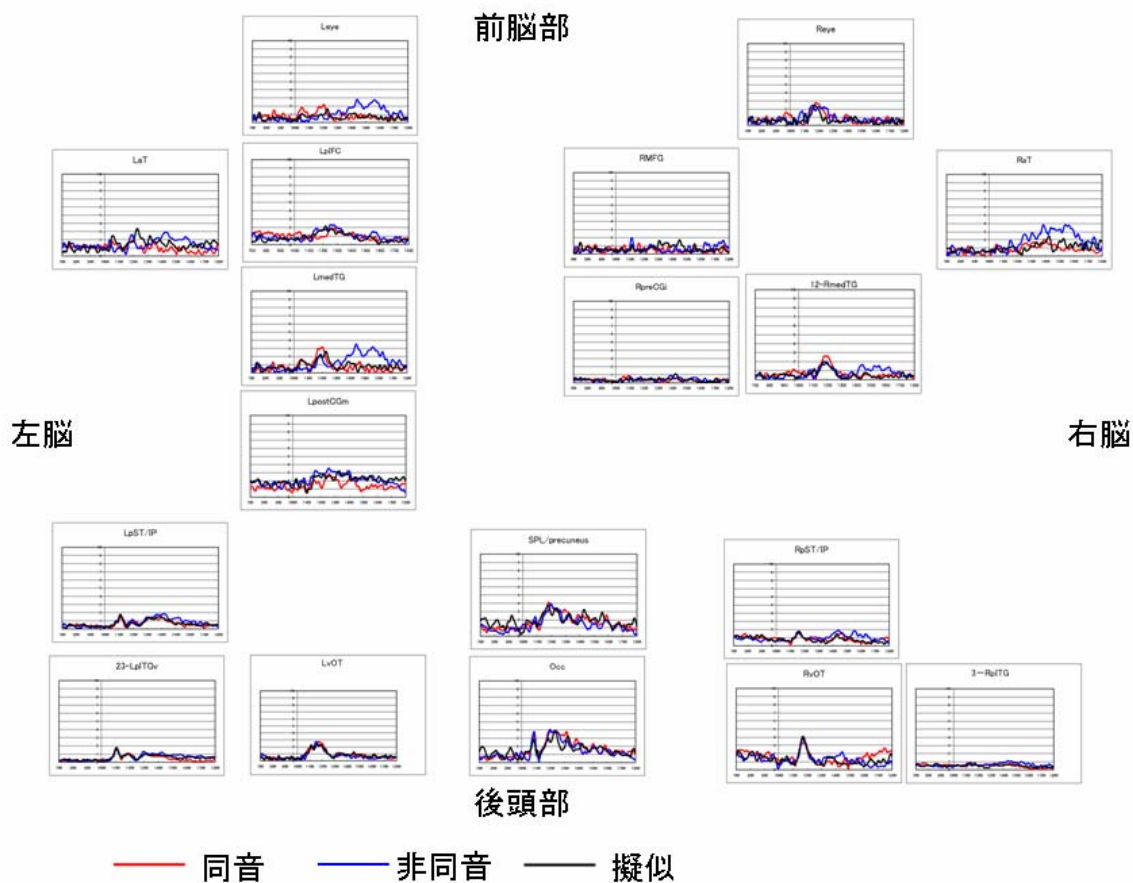
図IV-3.5 MEG実験、条件毎に加算平均した波形。被験者1のMEG実験計測データを、条件毎に加算平均した全チャンネルの波形を重ねて表示したものである。ターゲットが時刻0 msに視覚的に呈示され、被験者ができるだけ早くターゲットの音韻情報を内語した。



図IV-3.6 被験者1の脳磁界データの空間的分布の変化。図IV-3.6は、被験者1の個人データを表したものである。ターゲットが呈示される前200 ms、呈示後100 ms、200 ms、350 ms、400 ms、500 ms時刻に右半球、左半球、後頭部の三方向から見た脳磁界のパターンを表した。赤色と青色は磁力線の向き湧き出しと吸い込みを表したものである。



図IV-3.7 被験者1のMEG計測データ。計測したデータを条件毎に加算平均した後、頭の前、後、頭頂、左側頭、右側頭の6箇所チャンネルに計測した磁界の大きさ、及びMEG装置における各チャンネルの配置図である。上図に示したように、ターゲットの提示開始後400ミリ秒附近、両側頭部位に条件差が見られる。



図IV-3.8 個人データ解析した結果（被験者1）

ターゲットが呈示後、各脳部位における脳活動の時間的变化を示す。

IFC: 下前頭部、aT: 側頭前部、pST/IP: 上側頭後部—頭頂下部、vOT: 後頭—側頭領域

腹部、iPreCG: 中心前回下部、Occ: 後頭部

IV-3-7.2 被験者間解析結果

10人の被験者のうち8人以上共通に活動があった部位は10部位（図IV-3.9、表IV-3.2）：両側半球の下前頭部(IFC)、側頭前部(aT)、縁上回と角回を含む上側頭後部—頭頂下部(pST/IP)、下側頭後部と紡錘状回を含む後頭—側頭領域腹部(vOT)、左半球中心前回下部(iPreCG)と後頭部(occ)である。

被験者間の活動部位におけるモーメントの総加算平均波形から、後頭部、左後頭—側頭領域腹部、左上側頭後部—頭頂下部、右上側頭後部—頭頂下部、左側頭前部、右側頭前部また左下前頭部に条件差が見られる。100-800 msの潜時帯において、部位×条件の2元反復測定分散分析から、これらの部位の条件間の主効果[F(6, 48) > 3.85, P < 0.05]が見られ、また350-600 msの潜時帯において部位×条件間の交互作用 [F(12, 96) > 2.09, P < 0.05]が有意であった。

共通とした活動部位ごとに一元反復測定の分散分析および下位検定により、条件差が有意性を分析した。その結果、左上側頭後部—頭頂下部において、350-400ms [F(2, 18) > 4.67, P < 0.05]、400-450ms [F(2, 18) > 4.54, P < 0.05]、450-500ms [F(2, 18) > 6.23, P < 0.01]、500-550ms [F(2, 18) > 3.71, P < 0.05]、550-600ms [F(2, 18) > 5.83, P < 0.05] の各潜時帯に条件差が見られた。条件間比較に

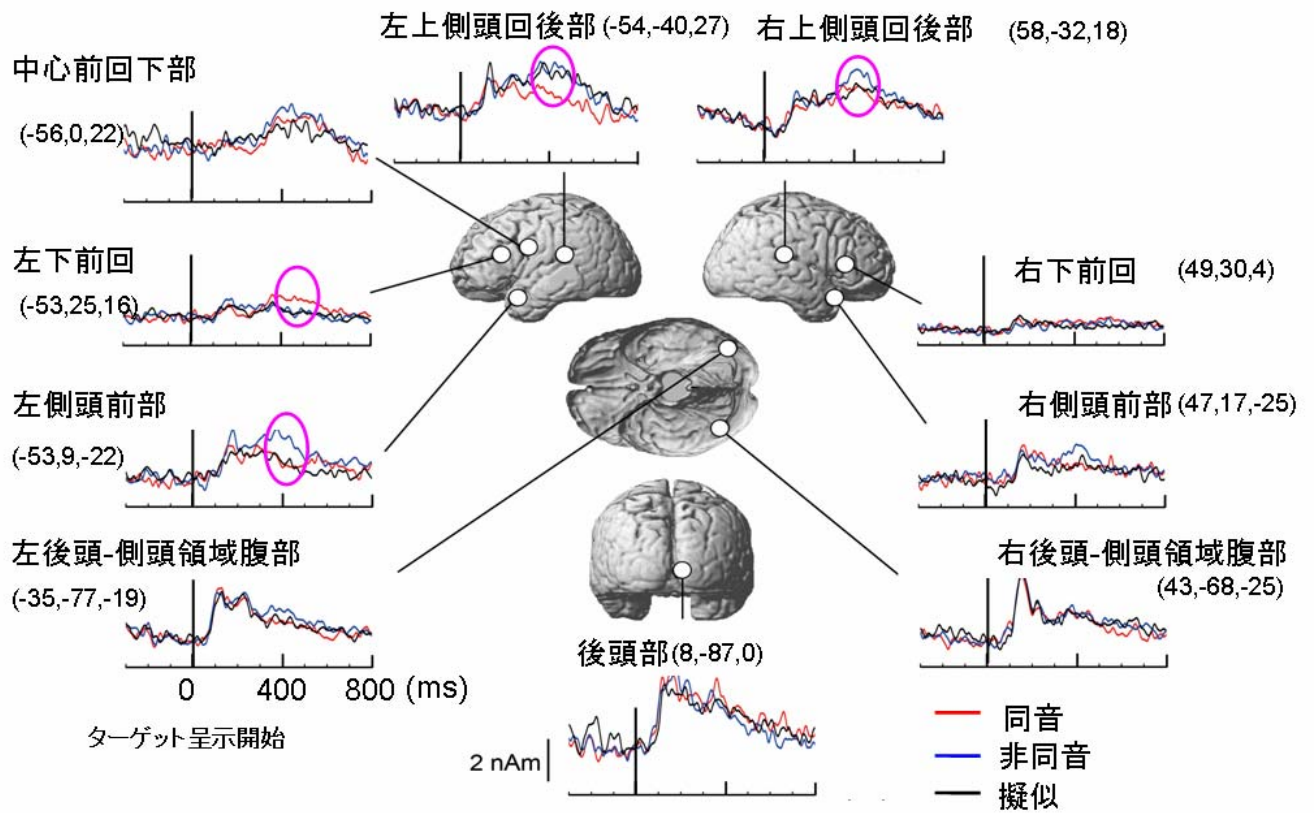
ついて下位検定では、350-600msの潜時帯において、同音条件が非同音条件より活動が弱く ($P < 0.05$)、同音条件が擬似条件より活動が弱くなることが分かった ($P < 0.05$)。

左側頭前部では、350-400ms [$F(2, 18) > 4.88, P < 0.05$]、400-450 ms [$F(2, 18) > 6.73, P < 0.01$]、450-500 ms [$F(2, 18) > 4.08, P < 0.05$]の潜時帯に条件差が見られた。多重比較では、350-500 msの潜時帯において非同音条件が同音条件より活動が強く ($P < 0.05$)、非同音条件が擬似条件より活動が強かった ($P < 0.05$)。

左下前頭部では、450-500 msの潜時帯に条件差が見られ [$F(2, 18) = 4.32, P < 0.05$]、また400-450msの潜時帯に条件差の傾向が見られた [$F(2, 18) = 3.09, P = 0.07$]。多重比較では、同音条件が非同音条件より活動が強く [400-450 ms: ($P < 0.01$)、450-500 ms: ($P = 0.05$)]、同音条件が擬似条件より活動が強かった [400-450 ms: ($P < 0.01$)、450-500 ms: ($P < 0.05$)]。

右上側頭後部-頭頂下部では、350-400 ms [$F(2, 18) > 3.80, P < 0.05$]、400-450 ms [$F(2, 18) > 4.21, P < 0.05$]の潜時帯に条件差が見られた。多重比較では、350-450 msの潜時帯において非同音条件が擬似条件より活動が強く ($P < 0.05$)、400-450 msの潜時帯において非同音条件が他の条件より活動が強かった ($P < 0.05$)。条件差が共通に

生じた400-450 msの潜時における部位毎脳活動とその統計検定の結果を図IV-3.10
に示す。



図IV-3.9 活動部位及び活動強度の時間変化の被験者間平均波形

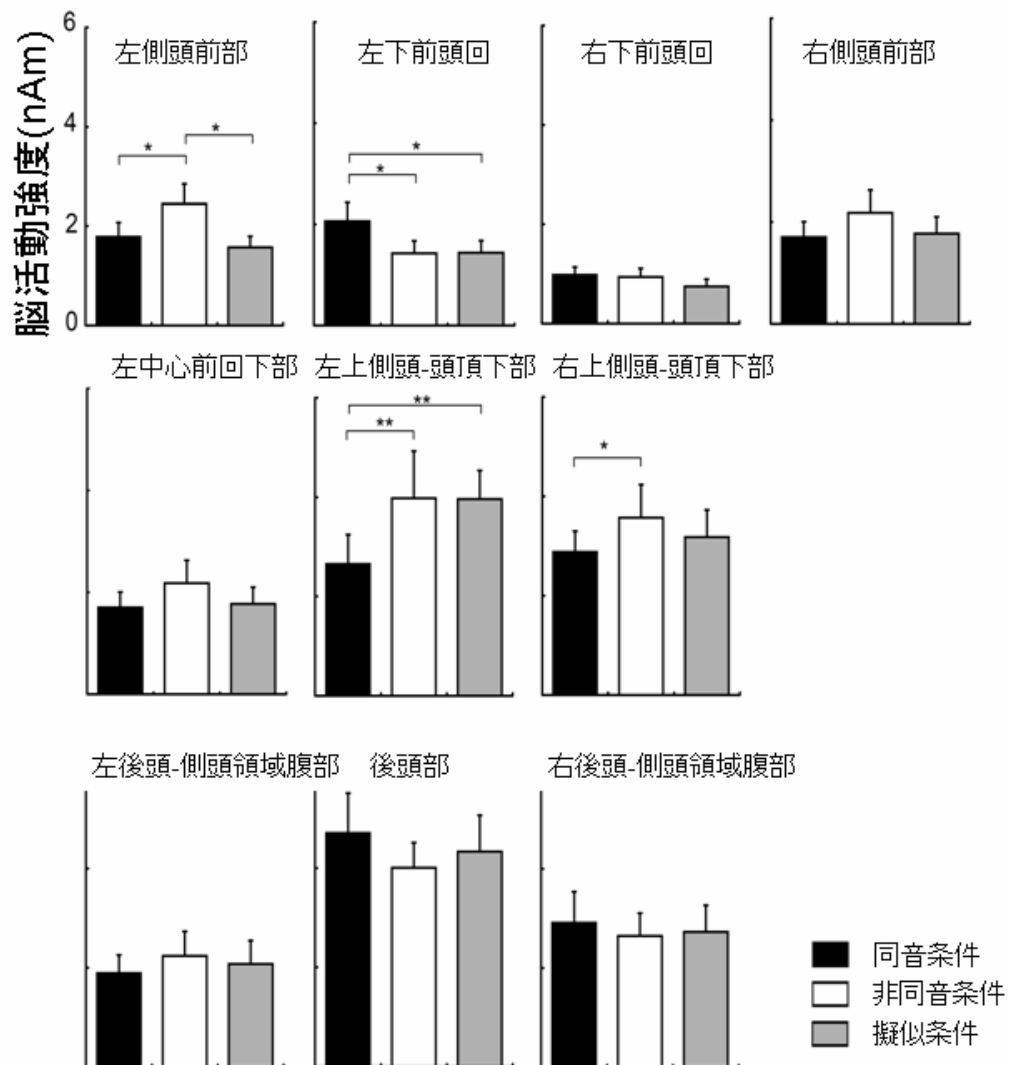
()内は標準脳上の座標 (Tarailach座標) の被験者間平均を示す

表IV-3.2 Talairach座標で表した脳活動の被験者平均位置

部位	BA*	平均座標 (標準誤差)**		
		x	y	z
左下前頭回	45	-53 (3)	25 (2)	16 (3)
左中心前回下部	6	-56 (5)	0 (3)	22 (4)
左側頭前部	21	-53 (4)	9 (4)	-22 (2)
左上側頭-頭頂下部	40/39/22	-54 (2)	-40 (2)	27 (3)
左後頭-側頭領域腹部	19	-35 (4)	-77 (2)	-19 (5)
右下前頭回	45	49 (3)	30 (3)	4 (5)
右側頭前部	38	47 (3)	17 (3)	-25 (2)
右上側頭-頭頂下部	40/42/22	58 (2)	-32 (4)	18 (4)
右後頭-側頭領域腹部	19	43 (3)	-68 (3)	-25 (3)
後頭部	17	8 (4)	-87 (2)	0 (5)

* BA(Brodmann's area)、ブロードマン地図による位置

** 座標の単位はミリメートル



図IV-3.10 被験者共通の活動部位の条件差比較 (400-450 msの時間窓での平均化)。

ターゲットが呈示して400-450ミリ秒後、左側頭前部、左下前頭回、
左上側頭-頭頂下部、右上側頭-頭頂下部に条件差があった。

IV-3-8. 考察

単語の処理過程では、トライアングル・モデルに見られるように、語彙の意味、形態、音韻処理は互いに影響しあうと考えられている。本実験は、漢字同音異義語を用い、発音が同じだが、形態類似性がなく、意味的にも無関連の単語対を用いて、音韻プライミング効果の有無を見ることにより漢字形態情報の強い拘束の下でも、音韻情報の語彙的意味処理への影響を観察することを目的とした。MEG実験の結果では、350-600 msの間に左上側頭後部-頭頂下部附近に同音条件が非同音、擬似条件より活動が減少し、左側頭前部において、350-500 msの潜時帯に非同音条件は他の条件より活動が増大し、左下前頭部において、400-500 msの潜時帯に同音条件は他の条件より増大し、右上側頭後部-頭頂下部において、350-400 msの潜時帯に非同音条件が擬似条件より活動が増大し、400-450 msの潜時帯において非同音条件が他の条件より活動が増大した ($P < 0.05$)。

IV-3-8.1 左上側頭後部-頭頂下部の脳活動の条件差

多くの先行研究[Fujimaki et al., 1999; Sekiguchi et al., 2004]により、左上側頭後部-頭頂下部附近が、単語の音韻処理に関わることが報告されている。

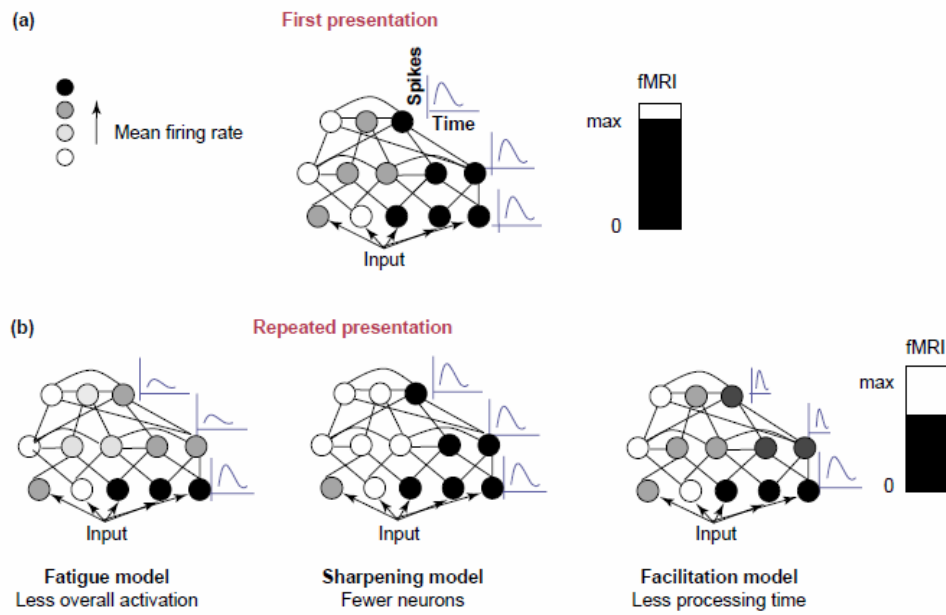
Sekiguchiら[Sekiguchi et al., 2004]は、漢字単語を読む時の神経活動を調べるためにMEG実験を行なった。その実験課題では、漢字同音異義語（例：注射と駐車）を連続して呈示し、二つの刺激に対する脳磁界反応を比較した。その結果、左上側頭部において400-600 msの潜時帯で、同じ音を有する同音異義語が先行呈示される場合に脳活動が減少した。本実験においても、単語を音読するときプライムの音韻情報が反復される場合に、その処理に関わる左上側頭後部-頭頂下部附近の脳活動が減少することが確認されたが、この結果はSekiguchiの結果と同様、音韻処理におけるプライミング効果と考えられる。

同じ刺激が繰り返し呈示される反復プライミング研究により脳活動が減少するという報告があった[Grill-Spector K et al. 2006]。脳活動の減少はFatigue モデル（神経発火が減少する）や sharpening モデル（少ないニューロンが発火する）や Facilitation モデル（発火の持続が短くなる）を用いて、情報処理によって神経細胞の発火の変化によって解釈できるが（図IV-3.11）、しかし3つのモデルの中でどれが正しいのかは断定できない。

また、図IV-3.12は左上側頭後部-頭頂下部附近のプライム時及びターゲット時の脳活動の時間的变化を示す。刺激が呈示する前に脳活動が後続刺激に対する参考

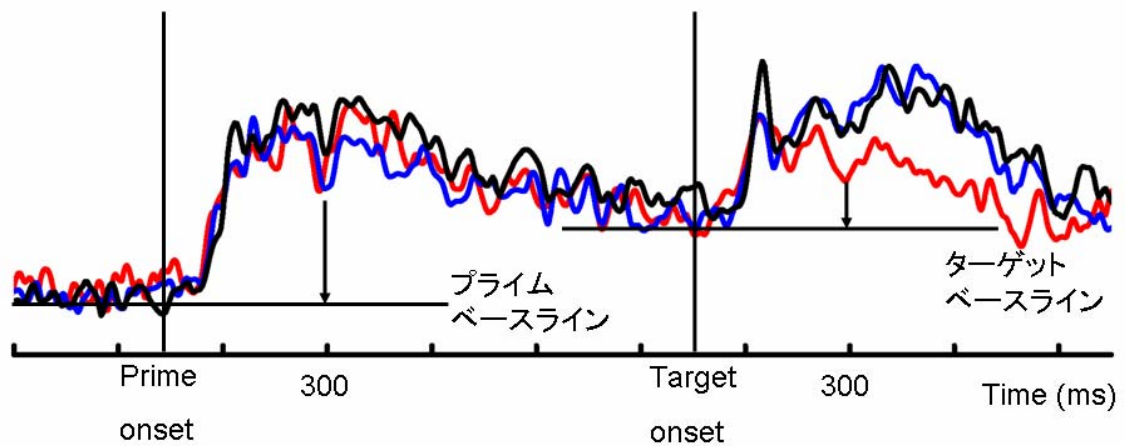
ベースラインと呼ぶ。同音条件（赤い線）の場合、左上側頭後部－頭頂下部の脳活動を示すように、プライムを呈示する前とターゲットを呈示する前のベースラインが異なるが、プライムのときに3条件とも刺激呈示400ms後脳活動が緩やか減少することに対して、ターゲットの場合は、同音条件は非同音条件（青い線）と擬似条件（黒い線）より速く減衰することが分かる。

左上側頭後部－頭頂下部附近の脳活動を、プライム呈示後とターゲット呈示後300-600 ms 時間帯の脳活動を50 ms 時間窓ずつ比較した結果、300-600 ms 時間帯において、同音条件ではプライム時の脳活動に比べターゲット時の脳活動が減少し、非同音条件と擬似条件ではターゲット時の脳活動が増大する傾向がある。ところが、MEG 実験において、プライムとターゲット間の呈示間隔が1秒しかないが、プライム時の脳活動の裾が長く続いて徐々に減衰し、ターゲットの呈示時間帯まで影響を及ぼしているように見える。プライムとターゲット時の脳活動のベースラインが異なり、両者間の脳活動を直接に比較することがむずかしい。



図IV-3.11 信号の反復による活動減衰の説明。

Grill-Spectorの先行研究により、神経細胞が同じ刺激を繰り返して処理する場合は、脳活動が減少する。



図IV-3.12 左上側頭後部-頭頂下部附近におけるプライムとターゲット時の脳活

動変化。同音条件（赤線）の場合は、プライムが呈示 300ms 後の脳活動に比べ、ターゲットが呈示 300 後の脳活動がベースラインより脳活動が減少し、非同音条件（青線）と擬似条件（黒線）の場合はプライムとターゲット時に脳活動変化が明確ではない。

IV-3-8.2 右上側頭後部－頭頂下部の脳活動の条件差

Sekiguchi研究[Sekiguchi et al., 2004]では、右上側頭領域に脳活動の条件差がなかったが、本実験では右半球の上側頭後部－頭頂下部にも条件差が観察できた。この部位の脳活動は350-450msの潜時帯において非同音条件は擬似条件より強く、400-500 msにおいて非同音条件は同音条件より活動が強かった。Fujimakiら[Fujimaki et al., 1999]は語彙判断課題を用いて単語を視覚呈示するときに、単語の形態、音韻、意味処理に関する脳活動を計測した。その結果、語彙判断に関する脳活動は左半球(言語優位半球)側に現れた。一方、Fujimakiら[Fujimaki et al., 2004]は視覚呈示された文字列を短期記憶する課題を使った実験を報告した。その課題においてはリハーサル期間に合図により無意味な音韻を繰り返し内語することを要求するため、単語の音素、音節の処理、意味処理などは含まれず、主に韻律処理が要求されると解釈され、活動は主に右上側頭領域に現れた。他にもピッチ、リズム、音楽など韻律を要求する課題で右半球側の脳活動が観測された報告がある[Perry et al., 1999; Riecker et al., 2002]。

Rieckerら[Riecker et al., 2002]は、韻律処理時に関わる脳活動領域を報告した。その課題においては、例えば/Pa-Pa-Pa/のような無意味の三つ音節列を二種類

のリズム（長—長—短、短—短—長）で繰り返し読むときの脳活動と、単なる受動的に聞くときの脳活動を比較した。その結果、音節を聞くに場合と比べ、リズムをつけて読むときに右上側頭領域に脳活動が増える。本実験の同音条件ではプライムとターゲットの音韻情報が同じ、擬似条件ではプライムが音韻情報を持ちないのでターゲットの音韻情報だけを持ち、それに対して非同音条件では、プライムとターゲットは異なる音韻情報を持ち、ターゲット単語が呈示される時にプライムと違う韻律を内語する必要があり、二種類異なる韻律情報処理によって、右上側頭後部—頭頂下部領域の脳活動が増えると解釈できる。本実験の右上側頭領域の結果は、以上の先行研究と矛盾しない。Sekiguchi [Sekiguchi et al., 2004] の研究課題では、被験者がただ呈示された単語を観察したに対して、本実験の課題では被験者が単語の内語処理を要求した。そのために、本実験は Sekiguchi 研究に比べ、音韻処理の負荷が高く、上記のような音律処理まで含まれた可能性がある。

IV-3-8.3 左側頭前部の脳活動の条件差

EEG、MEG、fMRI、PETなどのイメージング先行研究 [Price et al., 2000; Dhondt et al., 2005; Fujimaki et al., 1999; Halgren et al. 2002; Ihara et al. 2007;

Marinkovic et al., 2003]は、左下前頭部、角回、頭頂部、側頭中部、左側頭前部などの広い部位が意味処理に強く関連すること示唆する。Halgrenら (Halgren et al. 2002) は、MEGを用いて文章を読むときの脳活動を計測した。文章最後の単語の意味が先行される文章の文脈に合う場合と比べて、合わない（意味的逸脱）場合は、左側頭前部、側頭内側、前頭下部の活動が400 msの潜時帯に大きくなる。またDhondら [Dhond et al., 2005]は、単語を記憶する前に左側頭前部の脳活動に比べ、正確に再認した時の脳活動のほうが大きくなることから、この部位は意味処理に関与することを示した。

同音条件では、プライムとターゲット両者の発音が同じであり、プライムとターゲットの同じ音韻情報に対応する意味表象にアクセスし、擬似条件では、プライムが音韻情報を持たず、ターゲットの発音に対応する意味表象のみにアクセスする。これらと異なり、非同音条件では、プライムとターゲットのそれぞれの音韻情報に対応する意味表象にアクセスすると考えられる。そうすると、非同音条件において異なる音韻処理から意味処理に影響し、意味処理の負荷がより高くなると考えられる。その結果、意味表象に関わる左側頭前部の脳活動が増大したと解釈できる。

漢字の形態情報と意味表象とは強く関連すると考えられてきた[Yamadori 1975]。

もし漢字単語の意味が音韻情報の影響を受けず、形態情報のみによって決定されるであれば、例えば図 II-2 (トライアングル・モデル) に示すように、プライムまたはターゲットを呈示する時に、単語の形態から意味への経路だけが動作し、音韻表象の活性化がなく、意味表象だけ活性化される。そして今回の実験課題において、プライムとターゲットの意味表象間の影響しかない。ところで、同音条件、非同音条件、擬似条件、3条件ともプライムの意味表象とターゲットの意味表象には関連がなく、どの条件においても意味表象間の影響が生じないと考えられる。

しかしながら本実験の結果では、ターゲットが呈示されて350-500 msの潜時帯にこの部位に条件差があった。すなわち、本実験の結果は、形態情報から意味表象への強い拘束あるにも関わらず、漢字の形態が呈示されるときに、形態情報で決定される意味表象以外に、音韻処理経路から同音異義語の対応する意味表象へのアクセスを生じたことを示唆する。すなわち、音韻情報が意味処理に影響を与えることを示唆する。

IV-3-8.4 左下前頭部の脳活動の条件差

言語処理過程において、左下前頭部の脳活動が意味処理に関わる研究が報告され

てきた。Badreら[Badre et al., 2005]は、fMRIを用いて二つの単語のどちらがターゲット単語の意味的関連或いは特性の関連が近いかを判断するときの脳活動を調べた。その結果、二つの単語の両方がターゲット単語の意味的関連が近い場合、つまり二つの選択肢から正解を選びにくい場合は左下前頭領域に有意な活動があった。また、Thompson-Schillら[Thompson-Schill et al., 1999]は教示された色あるいは行動に基づいて、質問語に対応する関連単語を想起する課題を行なった。その結果は、教示内容に対する質問語の答えに競合が少ない場合（例：教示は色について答えなさい、質問はタール）の単語想起に比べ、競合が多い場合（例：教示は色について答えなさい、質問語はドル）が出た時に、左下前頭部部位附近の脳活動が強くなった。これらの先行研究により、単語の競合する意味表象を処理する過程において、課題の難しさに増加に対応して、左下前頭部の脳活動が増加することが示唆する。

本実験の結果は、左下前頭部部位に400-500 msの潜時帯において、同音条件の脳活動が非同音、擬似条件より有意に強かった。本研究では、漢字同音異義語であるプライム単語が呈示されると、形態から意味へのアクセス以外に、音韻処理を経て、対応するプライムやターゲットを含む複数の意味表象にアクセスすると予想する。

同音条件では、すでに活性化したプライムの意味とターゲットの意味間に競合が生じ、ターゲットの意味処理ための負荷が他の条件に比べ高くなると考えられる。したがって今回の結果は、先行研究[Badre et al., 2005; Thompson-Schill et al., 1999]による、左下前頭部が競合している意味表象間の選択に関与するとの指摘と矛盾しない。

なお、もう一步踏み込んだ解釈としては、同音条件の場合、プライムが呈示されたときに、同音異義語の発音に対応する複数の意味表象が活性化し、しかし漢字の形態情報によって形態情報に一致する意味表象だけが選択され、一致しない他の意味が抑制される。その後、ターゲットが呈示されると、ターゲットの形態情報に一致する意味が選択され、先ほどプライムの形態情報に選択された意味情報を抑制される。一方、非同音条件では、プライムとターゲットの音韻、意味間の関連性がなく、また擬似条件ではプライムが意味を持たないので、同音条件のようなプライムとターゲットの意味間の選択が行わない。このため同音条件が他の条件より競合する意味表象間の選択に関わる負荷が高い。

本実験は、脳活動計測により、行動実験で得た音韻プライミング効果について、行動実験では観察できない脳活動に立ち入って、先行情報の音韻処理がどのように

後続単語の意味処理に影響するかを調べることができた。漢字単語の処理として、左上側頭後部－頭頂下部附近は音韻処理、左側頭前部が意味処理に関与し、左下前頭部が競争する意味間の選択に関わるという過去の知見をもとに、本研究の漢字の同音異義語の音韻プライミングの脳活動条件差を説明することができる。本実験の結果から、漢字の形態と意味の関連が強い拘束下にあっても音韻情報が意味処理に影響することが判明し、またそのことは行動実験をもとに提案された普遍音韻説を支持する。

V. 総合考察

V-1. 実験課題による音韻処理の効果

Perfetti ら [Perfetti et al., 1995] は、どのような表記形態の言語においても、形態処理と意味処理の間に音韻処理が介在すると主張してきた。また水野 [水野 1997] は、漢字も仮名も、言語処理するプロセスにおいて、音韻処理が自動化されていることを指摘した。日本語の漢字処理について、音韻処理と意味処理が並行して行なわれているという報告 [Sakuma et al., 1998; Wydell et al., 1993] がいくつかあった。しかしながら、本研究において意味処理を要求する予備実験と本実験において実験課題をいろいろ変えて漢字の音韻プライミング効果を調べたが、課題要求によって得られた効果が異なった。

この点において、水野の研究 [水野 1997] では音韻処理が自動的に行われるとの仮説が提案されているが、水野の実験では、二重課題を用いて被験者が語彙判断するときと同時に構音課題も要求した。すなわち、被験者が” あいうえお” を 1 秒間 1 回くらいの速さで繰り返すつづやく構音課題を課した。その結果、構音課題なしに語彙判断するときと比べ、同時に構音課題を行うときの反応時間が遅くなったため語彙判断において音韻処理が関わるとの結論を得ている。水野の実験課題では、

音韻処理を強く要求する課題が課されたために、音韻処理が自動的に行われたと考えられる。一方語彙判断課題を単独に行う行動実験について、藤田 [藤田 et al., 2003] は音韻プライミング効果を報告し、石井 [石井 et al., 2000] では効果がなかった点は、実験条件の微妙な差によって結果が異なることを示唆する。

すなわち、意味処理の要求が強いカテゴリ判断や語彙判断課題では、形態処理から直接意味処理に伝わる処理経路の方が強く、音韻処理を経由した意味活性化の処理経路が観察しにくいと考えられる。これに対し音韻処理を強く要求する音読や内語課題では、音韻プライミング効果が安定に観察でき、音韻処理経路の役割がより大きかったと考えられる。したがって、漢字処理において音韻経路が存在する点について、本研究の結果は先行研究と矛盾しないが、音韻経路の影響の仕方が課題要求に依存することを示唆する。

V-2. 本研究結果の解釈による正当性

本研究のMEG計測により、同音異義語が繰り返される条件において、左下前頭部の活動が強くなった。この結果について、プライムとターゲットが同じ発音の場合に、ターゲットの言語処理する過程に、プライムとターゲットの異なる意味間の競

合とその選択が必要となり、処理の負荷が高くなったためと解釈した。それに対して非同音条件では、プライムとターゲットは形態、音韻、意味が異なり、両者の関連性がなく、同音条件に比べて意味的競合・選択が生じないと考えられる。しかしながら、この脳活動の条件差については、可能性は少ないものの、別の解釈が存在する。この領域は古典的にブローカ野と呼ばれて、発話に関わることが知られ、また脳活動が音読・内語の負荷が依存することが知られている。したがって別の解釈の一つとして、同音条件の場合に、プライムの発音を内語した後、ターゲット呈示により、同じ音を再び内語する場合に、処理負荷が異なったという可能性がある。しかしながら、もしそうであれば、中立条件である擬似条件は、プライムが擬似文字であり内語できないため、例えば擬似条件と非同音条件間にも差が出ることが期待されるが、そのような差が観察されなかった。非同音条件ではプライムとターゲットの音韻も意味が異なり、ターゲットが呈示される場合、プライムの意味がターゲットの意味処理に影響が少ないと考えられる。擬似条件では、プライムが意味も音韻も持たないので、ターゲットが呈示した後プライムからの意味処理の影響を受けないと考えられる。

またもう一つの解釈の可能性として、被験者は同音条件だけ、ターゲット単語を

繰り返し内語するなどによって、他の条件より活動が強くなったという可能性があり得る。しかしながら、課題要求はそのようなことは行っておらず、被験者間で全員に同音条件において特別に多く内語したという可能性は低いと考えられる。

V-3. 本研究結果による展望

先行研究 fMRI の実験[Kim et al., 1997]では、幼いときからバイリンガルで育った被験者 (early bilingual) と、十歳頃から第二言語を習得した被験者 (late bilingual) とを比較して、early bilingual 者は母国語と第二言語で活動の差は無く、late bilingual 者では左下前頭葉の活動において、母国語と第二言語で活動位置がずれることを報告していた。この結果から、バイリンガル者が外国語の能力によって、異なる心的辞書を持つ可能性が示される。

中国語と日本語は同じ形態情報の漢字が多く使われているが、それぞれの言語によって音韻情報が異なり、その意味情報が同じ場合と意味が異なる場合が存在する (例：起立 /kiritsu/(日本語) ; /qili (チリ)/ (中国語))。本研究で用いた漢字単語はすべて日本語と中国語で共通に使われているが、この単語リストを用いて中国人日本語学習者の学習効果を調べることができる。このような実験を行えば、中

国人日本語学習者が日本語を学ぶ前には、日本語の同音異義語の発音が分からないので、音韻プライミング効果はないであろうが、日本語能力レベルが高い中国人ならば、中国語での発音と意味情報以外に、日本語での発音と意味を学習し、音韻プライミング効果が出るのが期待される。この効果は、日本語学習の程度に依存して、日本語能力レベルが高いほど効果が大きくなっていくと予想される。本研究の発展として、本研究の課題を用い、中国人日本語学習者を対象にした研究を行って、本実験の結果と比較し、学習者の言語学習に伴い心内辞書にある意味と音韻の処理がどのように変化するかを調べることは興味あるテーマと考えられる。このような研究により、脳活動計測の手法により、外国語習得のレベルを評価できるようになるかもしれない。

VI. 結論

本研究は、漢字単語の意味処理における漢字の音韻情報の影響を調べた。本研究では漢字同音異義語対を利用し、音韻プライミング課題を設けた。漢字同音異義語対は発音が同じだが、意味と形態の類似性がない。プライムとターゲット間の音韻的関連の有無により音韻プライミング効果を見る実験条件を設計した。予備実験では意味処理要求の強いカテゴリ判断や語彙判断課題を用いたが、漢字の音韻情報の意味処理への影響は観察できなかった。実験課題を変更し、ターゲット語を音読・内語するようにしたら、音韻処理の影響が明確に観察できた。このような音韻処理を強く要求する課題を用いて、脳磁図によって脳内言語処理を調べた。その結果、音韻処理に関わる左上側頭－頭頂下部、韻律処理に関わる右上側頭－頭頂下部、意味処理に関わる左側頭前部、心内辞書の中に競合する意味間の選択に関わる左下前頭部の複数部位において脳活動の条件差が得られた。本研究の結果は、漢字の形態から意味への拘束が強いにもかかわらず、音韻処理が意味処理への影響することを明らかにし、なおかつ脳活動の計測によって、音韻情報が意味処理に対して与える影響の処理部位と時間を特定できた。

VII. 引用文献

1. Amano S, Kondo T. Nihongo no goitokusei [Lexical properties of Japanese].

(Vols. 1-6, NTT database series). Tokyo: Sanseido; 1999.
2. Balota DA. Visual word recognition: The journey from features to meaning.

In M. A. Gernsbacher (Ed.), Handbook of psycholinguistics San Diego,

Academic Press. 303-358, 1994
3. Badre D, Poldrack RA, Pare-Blagojev EJ, Insler RZ, Wagner AD. Dissociable

controlled retrieval and generalized selection mechanisms in ventrolateral

prefrontal cortex. Neuron 2005; 47: 907-918.
4. Collins AM, Loftus EF. A spreading-activation theory of semantic processing.

Psychological Review 1975; 86: 407-428.
5. Coltheart D, Jonasson B, Phonological recording and lexical access. Memory

and cognition 1978; 6: 391-402.
6. Dhond RP, Witzel T, Dale AM, Halgren E. Spatiotemporal brain maps of delayed

word repetition and recognition. Neuroimage 2005; 28: 293-304.
7. Ferrand, L, Grainger J. Effects of orthography are independent of

- phonology in masked form priming. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 1994; 365-382.
8. Fujimaki N, Miyauchi S, Putz B, Sasaki Y, Takino R, Sakai K et al. Functional magnetic resonance imaging of neural activity related to orthographic, phonological, and lexico-semantic judgments of visually presented characters and words. *Hum Brain Mapp* 1999; 8: 44-59.
 9. Fujimaki N, Hayakawa T, Nielsen M, Knosche TR, Miyauchi S. An fMRI-constrained MEG source analysis with procedures for dividing and grouping activation. *Neuroimage* 2002; 17: 324-343.
 10. Geschwind N. Specializations of the human brain. *Scientific American* 1979; 241: 180-199.
 11. Grill-Spector K, Henson R, Martin A. Repetition and the brain: neural models of stimulus-specific effects. *Trends Cogn Sci* 2006;10: 14-23.
 12. Halgren E, Dhond RP, Christensen N, Van Petten C, Marinkovic K, Lewine JD et al. N400-like magnetoencephalography responses modulated by semantic context, word frequency, and lexical class in sentences.

Neuroimage 2002; 17: 1101-1116.

13. Hayakawa T., Fujimaki N., Terazono Y., Matani A. Semantic contextual effects on neural activities related to word processing during a categorical decision task. Society for Neuroscience 2006; 263.4.
14. Ihara A, Hayakawa T, Wei Q, Munetsuna S, Fujimaki N. Lexical access and selection of contextually appropriate meaning for ambiguous words. Neuroimage 2007; 38: 576-588.
15. Iwata M. Kanji versus Kana, Neurophysiological correlates of the Japanese writing system. Trends Neurosci 1984; 7: 290-293.
16. im, K.H.S., N.R. Relkin, K.M. Lee, and J. Hirsch. Distinct cortical areas associated with native and second languages. Nature 1997, 388:171-174
17. Marinkovic K, Dhond RP, Dale AM, Glessner M, Carr V, Halgren E. Spatiotemporal dynamics of modality-specific and supramodal word processing. Neuron 2003; 38: 487-97.
18. Matsuura K, Okabe Y. Selective minimum-norm solution of the biomagnetic inverse problem. IEEE Trans Biomed Eng. 1995; 42: 608-615.

19. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia* 1971; 9: 97-113.
20. PAAP KR, NOEL RW: Dual route models of print to sound: Still a good horse race. *Psychological Research* 1991; 53: 13-24.
21. Perfetti CA, Zhang S. Very early phonological activation in Chinese reading. *J. exper. psychol., Learn., mem., cogn.* 1995; 21: 24-33.
22. Perry DW, Zatorre RJ, Petrides M, Alivisatos B, Meyer E, Evans AC. Localization of cerebral activity during simple singing. *Neuroreport* 1999; 10: 3453-8.
23. Price C. J. The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging. *J. Anat* 2000; 197: 335-359.
24. Riecker A, Wildgruber D, Dogil G, Grodd W, Ackermann H. Hemispheric Lateralization Effects of Rhythm Implementation during Syllable Repetitions: An fMRI Study. *Neuroimage* 2002; 16: 169-176.
25. Sakuma N, Sasanuma S, Tatsumi IF, Masaki S. Orthography and phonology in reading Japanese kanji words: evidence from the semantic decision task

- with homophones. *Mem Cognit* 1998; 26: 75-87.
26. Salmelin R, Hari R, Lounasmaa OV, Sams M. Dynamics of brain activation during picture naming. *Nature* 1994; 368: 463-465.
27. Sasanuma S. Neuropsychology of Reading: Universal and Language-specific Features of Reading Impairment. In: Bertelson P, Eelen P, Ydewalle GD (eds). *International Perspectives On Psychological Science, II: The State of the Art*. East Sussex: Psychology Press; 1994. pp. 105-125.
28. Sekiguchi T, Koyama S, Kakigi R. The effect of phonological repetition on cortical magnetic responses evoked by visually presented words. *J Cogn Neurosci* 2004; 16: 1250-1261.
29. Talairach J, Tournoux P. *Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc. 1998.
30. Van Orden, GC. A ROWS is a ROSE: spelling, sound, and reading. *Mem Cognit*; 1987; 15: 181-198.
31. Wydell, T. K., Patterson, K. E., Humpreys, G.W. Phonologically Mediated Access to Meaning for Kanji: Is a Rows Still a Rose in Japanese Kanji?

- Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition 1993;
19: 491-514.
32. Yamadori A. Ideogram reading in alexia. Brain 1975; 98: 231-238.
33. 井上道雄, 齊藤洋典, 野村幸正. 漢字の特性に関する心理学的 研究—形態・音韻処理と意味の抽出—. 人文論究 1979; 29: 122-138.
34. 井上毅. 意味記憶における語彙的表象と音韻的プライミングの効果. 心理学研究 1991; 62: 244-250.
35. 乾 敏郎. 言語機能の脳内ネットワーク. 心理学評論 1997;40:287-299.
36. 岩田 誠. 脳とことば 言語の神経機構 共立出版 東京 1996.
37. 石井恒生. プライミング法と用いた漢字語の音韻処理の特性の検討. 日本認知科学会第17回大会 2000.
38. 上野恵司, 魯曉琨. おぼえておきない日中同形異 300. 光生館, 東京 1995.
39. 久野雅樹. 単語の読みと心的辞書. 文章理解の心理学 北大路書房 p18-38, 2001.
40. 国立国語研究所資料集 14 『分類語彙表 一増補改訂版一』 大日本図書刊 2004.

41. 川口潤. 認知情報処理における文脈効果と自動的処理・意識的処理. 風間書房 1999.
42. 野村幸正. 漢字の情報処理—音読・訓読と意味の付与. 心理学研究 1978; 49: 190-197.
43. 藤田正・稲垣紀夫. 漢字熟語の意味記憶における語彙的表象と音韻的プライミング効果. 奈良教育大学紀要 2003; 52: 221-228.
44. 伏見 貴夫. 日本語の読みの機構とその障害—漢字・仮名の乖離を超えて— Technical report of IEICE NC 2005; 123: 49-54.
45. 水野りか. 漢字表記語の音韻処理自動化仮説の検証. The Japanese Journal of Psychology 1997; 68: 1-8.

VIII. 謝辞

本研究を遂行するあたり、終始ご指導いただいた九州工業大学大学院生命体工学研究科脳情報専攻の藤巻則夫教授に深く感謝致します。また、九州工業大学大学院生命体工学研究科脳情報専攻の夏目季代久教授、豊島孝之准教授、松本修文教授情報通信研究機構神戸先端研究センター脳情報グループの井原綾先生、村田勉先生、帝京大学文学部心理学科の早川友恵教授、神戸大学国際文学部の松本絵理子助教授には、多くの貴重のご助言を頂きました。ここに厚く感謝致します。MEG 実験にご協力いただいた情報通信研究機構神戸先端研究センター脳情報グループの野界武史様、糸井誠司様、宗網信治様、遠藤直樹様をはじめとするグループの皆様、研究活動のみならず日常生活上でもいろいろご支持を頂きました。また本研究に実験に参加して頂いた被験者の皆様なくしては、本研究の結果が成し得なかったことを記し、感謝致します。

IX. 付録 1. アンケート調査表紙（単語の親密度およびカテゴリーとの関連性）

言語認知実験に用いる単語の予備調査
—単語の親密度と関連性について—

情報通信研究機構関西先端研究センター脳情報グループ
藤巻則夫 魏強
神戸大学国際文化学部 松本絵理子

本調査にご参加頂きありがとうございます。この調査は、言語認知処理実験において、実験に使用する単語リストの適正化ための予備調査です。調査では、単語の親密度（慣れ親しんだ、なじみのある単語かどうか）、および呈示したカテゴリーとの関連性についてお尋ねします。

本調査の結果は言語機能研究にのみ用い、個別の結果を公表するようなことは一切ありません。また成績等を個別に採点するような事ありませんので、どうぞ安心して、ご協力頂けますようお願い申し上げます。

質問・問い合わせ先
〒651-2492
神戸市西区岩岡町岩岡588-2
独立行政法人情報通信研究機構関西先端研究センター
脳情報グループ 藤巻則夫（研究代表）

年齢 _____ 性別 _____

母国語：（線の上に○印をつけてください）

日本語 _____ 英語 _____ 韓国語 _____ 中国語 _____ その他 _____

（アンケート調査の感想をご記入してください）

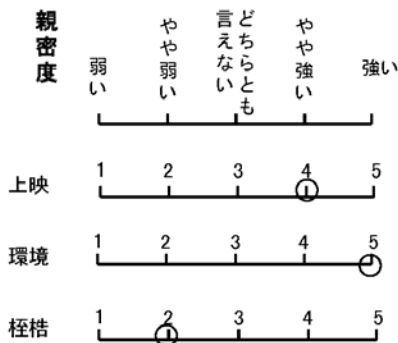
【アンケートのご記入にあたって】

- ① 質問に対して、当てはまる選択肢に○印をつけてください
- ② 各単語において、関連性と親密度についてそれぞれ答えてください
- ③ あまり深く考えずに選んでください

例

この単語になじみがありますか

この単語は**映画**に関連がありますか



IX. 付録2. アンケート調査用紙一部 (単語親密度及びカテゴリーとの関連性)

	この単語になじみがありますか				この単語は 空間・場所 に関連がありますか			
	弱い	言 え な い も	強い		弱い	言 え な い も	強い	
方面	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
八方	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
平行	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
地域	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
話題	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
頂点	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
閉口	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
戦局	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
背後	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
関与	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
雌蕊	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
含有	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
支配	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
長官	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
署名	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
配置	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
所在	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
鬚髯	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
行動	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
酸性	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
南部	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
実地	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
朝刊	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
融解	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
各地	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
球技	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
蘆荻	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
文字	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
分布	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	
原料	┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐		┌──┴──┐	┌──┴──┐	┌──┴──┐	

**空間
場所**

IX. 付録 3. 追加アンケート調査表紙（単語対の意味的関連度）

① 言語認知実験に用いる単語の予備調査
—単語の親密度について—

帝京大学文学部心理学科 早川友恵

本調査にご参加頂きありがとうございます。この調査は、言語認知処理実験において、実験に使用する単語リストの適正化ための予備調査です。調査では、二つ単語の意味の関連度についてお尋ねします。

本調査の結果は言語機能研究にのみ用い、個別の結果を公表するようなことは一切ありません。また成績等を個別に採点するような事ありませんので、どうぞ安心して、ご協力頂けますようお願い申し上げます。

年齢 _____ 性別 _____

母国語: (線の上に○印をつけてください)

日本語 _____ 英語 _____ 韓国語 _____ 中国語 _____ その他 _____

(アンケート調査の感想をご記入してください)

【アンケートのご記入にあたって】

- ① 質問に対して、当てはまる選択肢に○印をつけてください
- ② 各単語対において、意味的な関連度についてそれぞれ答えてください
- ③ あまり深く考えずに選んでください

例

以下二つの単語の意味的な関連がありますか



IX. 付録 4. 追加アンケート調査用紙一部（単語対の意味的関連度）

以下二つの単語の意味的な関連がありますか

以下二つの単語の意味的な関連がありますか

		言 ど ち ら な い も					言 ど ち ら な い も						
		弱 い				強 い			弱 い				強 い
辞退 - 事態													
器官 - 期間													
衣料 - 医療													
感傷 - 鑑賞													
利用 - 理容													
公共 - 交響													
講師 - 公私													
急行 - 休講													
自信 - 地震													
謹慎 - 近親													
盗聴 - 登頂													
忠誠 - 中性													
規律 - 起立													
共用 - 教養													
執行 - 失効													
構想 - 抗争													
中傷 - 抽象													
効果 - 校歌													
凶器 - 狂喜													
氣象 - 起床													
整形 - 生計													
主演 - 酒宴													
禁固 - 金庫													
完敗 - 乾杯													
前進 - 全身													
変色 - 偏食													
近海 - 金塊													
政策 - 制作													
村長 - 尊重													
懐古 - 解雇													
昇進 - 家政													
方向 - 求婚													
内線 - 配線													
前任 - 期限													
頭部 - 転嫁													
静止 - 兄弟													
溶解 - 注射													
難局 - 形成													
工作 - 出航													
用語 - 經理													
損傷 - 光線													
操作 - 解散													
辞典 - 企画													
神父 - 改正													
敗戦 - 減額													
点火 - 感覚													
時刻 - 投球													
歌劇 - 水槽													
火星 - 掃除													
球場 - 事態													
資料 - 発生													
敗戦 - 負傷													
郵政 - 自動													
独創 - 栄養													
歓喜 - 機体													
証明 - 比較													
製菓 - 推薦													
投資 - 氣候													
生産 - 手術													
排除 - 司令													

IX. 付録.5 本実験用単語リスト

同音条件	非同音条件	擬似条件
Prime -Target	Prime -Target	Prime -Target
規律 - 起立	辞典 - 企画	𪗇𪗇 - 後期
部隊 - 舞台	自給 - 晴天	𪗇𪗇 - 児童
停学 - 定額	感知 - 動詞	𪗇𪗇 - 専科
利用 - 理容	頭部 - 転嫁	𪗇𪗇 - 有機
天下 - 添加	恐怖 - 休講	𪗇𪗇 - 致命
洗淨 - 戦場	構想 - 商人	𪗇𪗇 - 高等
下降 - 加工	用事 - 講演	𪗇𪗇 - 防止
家庭 - 課程	内線 - 休止	𪗇𪗇 - 効率
商店 - 焦点	交差 - 保証	𪗇𪗇 - 電動
推移 - 水位	自立 - 成功	𪗇𪗇 - 考查
傾向 - 蛍光	会員 - 南極	𪗇𪗇 - 投資
伝記 - 電気	勇氣 - 議員	𪗇𪗇 - 遺産
前進 - 全身	歡喜 - 機体	𪗇𪗇 - 帽子
信念 - 新年	循環 - 確立	𪗇𪗇 - 軌跡
好感 - 交換	内戦 - 放棄	𪗇𪗇 - 退席
声帯 - 生態	朝刊 - 繁殖	𪗇𪗇 - 等級
裝飾 - 草食	香草 - 分子	𪗇𪗇 - 真相
器官 - 期間	方向 - 求婚	𪗇𪗇 - 損傷
快勝 - 解消	輕装 - 固体	𪗇𪗇 - 方針
承認 - 証人	乾季 - 仮定	𪗇𪗇 - 敬意
近郊 - 均衡	盜難 - 教授	𪗇𪗇 - 果汁
富豪 - 符号	加減 - 波紋	𪗇𪗇 - 経緯
脂肪 - 志望	香料 - 体制	𪗇𪗇 - 教科
驚異 - 胸囲	蒸気 - 合唱	𪗇𪗇 - 耐性
年少 - 燃焼	遺跡 - 垂線	𪗇𪗇 - 鬭争
終止 - 収支	除名 - 緩和	𪗇𪗇 - 普及
講師 - 公私	溶解 - 注射	𪗇𪗇 - 融解

円周 - 演習	發生 - 制裁	惺卿 - 轉機
起動 - 軌道	擁護 - 逃走	舛拵 - 斷崖
確信 - 革新	新郎 - 轉機	拵响 - 志向
整形 - 生計	資料 - 發生	惺燬 - 強化
効果 - 校歌	歌劇 - 水槽	响燬 - 更新
歡喜 - 換氣	分割 - 戰火	响燬 - 加重
公道 - 行動	開閉 - 名詞	埴响 - 自轉
急行 - 休講	難局 - 形成	拵埴 - 効用
変色 - 偏食	証明 - 比較	埴埴 - 海産
点滴 - 天敵	飼料 - 難関	埴埴 - 誓約
懷古 - 解雇	排除 - 司令	舛燬 - 地名
共感 - 教官	過程 - 人称	卿裕 - 救援
气象 - 起床	球場 - 事態	裕舛 - 禁止
政策 - 制作	投資 - 氣候	惺舛 - 認証
感傷 - 鑑賞	前任 - 期限	埴拵 - 瞳孔
禁固 - 金庫	郵政 - 自動	埴惺 - 規制
海草 - 回想	東部 - 登校	埴响 - 更迭
少額 - 小学	当時 - 木星	掛卿 - 減員
執行 - 失効	敗戦 - 減額	裕卿 - 深層
休診 - 急進	食堂 - 集団	埴响 - 哀傷
勝者 - 商社	通称 - 鑑賞	惺响 - 機構
休養 - 急用	肺炎 - 独奏	裕燬 - 修飾
後援 - 公園	動搖 - 専用	舛埴 - 体積
傍聴 - 膨脹	内心 - 真相	埴掛 - 好奇
決闘 - 血統	動向 - 養護	舛掛 - 弾効
気体 - 期待	動搖 - 飛行	舛拵 - 傷心
種子 - 主旨	水洗 - 樂器	响埴 - 弦樂
呼称 - 故障	独創 - 溶解	掛裕 - 就職
講義 - 抗議	進退 - 養成	燬惺 - 人称
結婚 - 血痕	想像 - 荒涼	埴埴 - 享受
信仰 - 進行	開戦 - 同行	掛燬 - 近視
構想 - 抗争	点火 - 感覺	燬埴 - 透視

管弦 - 還元	電動 - 水仙	焮浴 - 胃酸
全長 - 前兆	冬至 - 歌劇	粥塙 - 口頭
容量 - 要領	定期 - 完了	柳拊 - 芳香
交流 - 拘留	快速 - 回想	浴煦 - 會談
協議 - 競技	常用 - 養女	掛粥 - 監視
投入 - 豆乳	形成 - 反戰	焮塙 - 機關
自信 - 地震	工作 - 出航	焮拊 - 思考
酸化 - 參加	反戰 - 人事	塙礪 - 海兵
乾燥 - 感想	手段 - 難航	浴礪 - 贊成
公共 - 交響	靜止 - 兄弟	糝焮 - 酸性
境界 - 協會	存在 - 高層	拊煦 - 修正
公認 - 後任	確率 - 友好	煦掛 - 神話
公開 - 後悔	學生 - 寒氣	拊掛 - 放心
辭退 - 事態	昇進 - 家政	浴掛 - 集團
細菌 - 最近	飛行 - 天氣	浴糝 - 原因
原則 - 減速	処方 - 動向	粥拊 - 交錯
回轉 - 開店	報復 - 計量	掛礪 - 親和
矯正 - 強制	光線 - 完勝	柳惶 - 長官
共用 - 教養	神父 - 改正	掛焮 - 高層
休刊 - 急患	主權 - 回避	粥浴 - 公立
海上 - 會場	演技 - 總量	塙浴 - 氣管
欠陷 - 血管	高齡 - 進攻	煦柳 - 寄生
決勝 - 結晶	通過 - 死亡	掛糝 - 法規
敬稱 - 輕傷	予定 - 鬪志	礪惶 - 誘拐
減少 - 現象	凍死 - 愛稱	拊礪 - 週刊
忠誠 - 中性	操作 - 解散	拊煦 - 尊稱
衣料 - 醫療	內線 - 配線	拊柳 - 皮革
凶器 - 狂喜	火星 - 掃除	焮糝 - 担架
村長 - 尊重	生產 - 手術	煦礪 - 奇蹟
中傷 - 抽象	時刻 - 投球	柳粥 - 不朽
規格 - 企画	健在 - 優勝	柳煦 - 吹奏
完敗 - 乾杯	獨創 - 榮養	粥礪 - 習慣

近海 - 金塊
干涉 - 觀賞
盜聽 - 登頂
謹慎 - 近親
主演 - 酒宴
告示 - 酷似
繁榮 - 反映
景觀 - 警官
改訂 - 海底

製菓 - 推薦
宣言 - 姿勢
損傷 - 光線
用語 - 經理
敗戰 - 負傷
明暗 - 低額
短歌 - 男裝
近親 - 轉化
振興 - 妻子

舛俗 - 相似
浴柳 - 行進
溺俗 - 後退
疇掛 - 集成
溺柳 - 階段
拊疇 - 漢詩
燬俗 - 排煙
掛幌 - 交替
掛溺 - 休演