

語彙処理研究のための実験方法の紹介 —語彙性判断課題, 語彙命名課題, プライミング課題—¹

玉岡 賀津雄²

DOI: 10.18999/stul.36.05

1. はじめに

心理言語学では, 実験によって語彙処理のメカニズムを検討することが多い。ここでは, 語彙性判断課題, 語彙命名課題, プライミング課題の3つの実験手法を紹介する。これらの実験を行うための手続きにはバリエーションがある。研究の目的に応じて, 多様な手法がとられる。ここでは, 3つの実験手法の標準的な課題設定, 手続き, 測定方法, 尺度, 背景理論を解説する。

2. 語彙性判断課題による実験方法

実験を行う人のことを実験者 (experimenter) とよび, 参加する日本語母語話者や日本語学習者を被験者 (subjects) あるいは参加者 (participants) とよぶ。ここでは, 被験者という。また, 判断に使う語彙は刺激項目 (stimulus items, または単に stimuli) あるいは刺激語 (stimulus words) という。ここでは, 言語の課題なので, 刺激語とよぶ。語彙処理の測定でもっとも基本的な実験手法は語彙性判断課題 (lexical decision

1 English Title: Introduction to experimental methods for a lexical processing study: Lexical decision task, naming task, and priming task

2 TAMAOKA, Katsuo (Professor at School of Foreign Languages, Hunan University, China, and Emeritus Professor at Graduate School of Humanities, Nagoya University, Japan). E-mail: ktamaoka@gc4.so-net.ne.jp. Homepage: <http://tamaoka.org/>.

task) である。たとえば、「食事」をコンピュータのモニターの中央に提示して、この語が日本語として正しいかどうかを、正しい場合は「YES」のキー、誤りの場合は「NO」のキーを押すことで、被験者に判断してもらおう。誤った語としては「花外」などの無意味な漢字の組み合わせを使う。

語彙性判断課題のランダムな正誤判断確率を 50%にするために、正しい刺激語と誤りの刺激語を同数にする。たとえば、正しい刺激語が 30 語あれば、誤った刺激語も 30 語にする。これらの刺激語を被験者ごとにランダムに提示する。つまり、被験者が 24 名であれば、個々にランダム化して提示するので、24 種類の異なる刺激提示順序になる。もちろん、実験デザインによってランダム化の方法は異なってくる。これらの設定は、実験用ソフトやコンピュータのプログラムで行うことができる。

語彙性判断課題の実験の刺激語は、必ずしも文字による視覚提示である必要はなく、音声提示であってもよい。音声提示の場合は、語の発音の長さで提示時間が異なるので、測定したい刺激語の音声提示時間を同じになるよう統制する必要がある。ここでいう統制とは、刺激語群の音声提示時間を条件間で違いがないようにするという意味である。刺激語が条件間でペアになっている場合には、ペアマッチで音声提示時間を同じにするのが最適である。統制されていれば、反応時間の測定のオンセット（始まり）は、音声の初めからでも終わりからでもよいが、音声提示の途中で、誤った刺激語であることに気づき、反応ボタンを押すこともありうる。そのため、刺激語を音声提示する場合には、発音の始まりから時間を測定することが多い。これは、論文では「発音のオンセットから反応時間を測定する」と表現する。

時間の流れで語彙性判断のプロセスを説明する。図 1 に描いたように、まず凝視点 (fixation point) として「*」をスクリーンの中央に提示する。そこをよく見ておくように被験者に指示する。凝視点の提示から 600 ミリ秒（決まった時間はないが、500 ミリ秒か 600 ミリ秒であることが多い）の間を空けて、ターゲットの刺激語を提示する。この間隔は、実験者が目的に合わせて適当に決めることができる。実験用の反応ボックス (response box) の「YES」または「NO」のキーを押すことで判断してもらおう。ゲーム機用のコントローラーのキーを使ってもよい。パソコンのキーボードを使う場合には、左右の Shift キーあるいは P と Q を用いて、両手の人差し指を使って反応するように設定することが多い。たとえば、ターゲットの刺激語が日本語の正しい語であれば右の Shift キーの「YES」、正しくなければ左の Shift キーの「NO」を押す。

キーボードの両側の Shift キーに「YES」と「NO」と書いておくとよい。右側を「YES」で左側を「NO」とすることが多いようだが、決まっているわけではない。キーボードのキーの設定は、被験者が反応しやすいように設定すればよく、任意である。

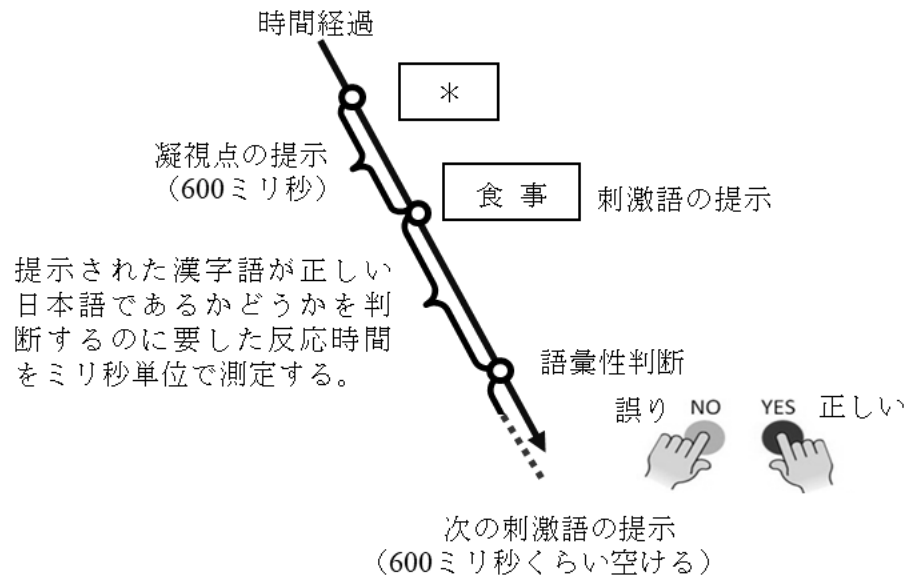


図1 標準的な語彙性判断課題による実験手順

各試行間の間隔は 600 ミリ秒くらいで、次の刺激語を提示する。この間隔も実験者が目的に合わせて決めたものでよい。被験者の反応が単調なるのを避けるために、試行間の間隔を複数設定して、ランダム化するという方法をとる場合もある。たとえば、400 ミリ秒、600 ミリ秒、800 ミリ秒と 3 つの試行間の間隔を設定して、これらをランダムにターゲット刺激に当てるという方法である。これだと、刺激提示が一定のパターンで繰り返されないのが、被験者に緊張感を与えることができる。本番の実験に入る前に、練習を 12 刺激語から 24 刺激語くらい行う。練習実験で、被験者が課題の遂行方法を理解したかどうかをよく確認する。

語彙の正誤判断に要した時間を指標とすることは、言語学、日本語学、日本語教育関係者にとっては馴染みがないと思う。しかし、心理学では伝統的に使われてきた主要な指標である。正答率を高くして、処理時間を比較することで、脳内での課題遂行のための語彙処理のメカニズムを考察する。そのために、実験の遂行においては、被験者が課題をもっとも速く正確に遂行する条件を作ることが重要である。被験者には、課題をできるだけ速く、正確に実施するように口頭で伝える。さらに、コンピュータ

のスクリーンに文字で表示して何度も繰り返し説明する。また、ランダムとはいえ、正しい語あるいは誤りの語が複数回続くと反応が速くなる傾向があるので、2回以上正しいあるいは誤りの刺激語が続かないようにプログラムすることもある。

実験環境としては、被験者だけが入る照明を落とした静かな個室が一般的によく使われる。実験者は、個室の外で実験の様子を観察することが多い。ただし、個室の環境では、被験者が疲れている場合や単純な課題が繰り返される場合、リラックスし過ぎて眠ってしまうことがある。そのため、必ずしも個室で実験を行う必要はないと思う。経験からいえば、実験者が課題遂行を観察していることを被験者に知覚させることで、被験者の集中力を高めることができるようである。要するに、実験者が被験者の課題遂行をちゃんと見守っていることを感じさせることが、集中して課題を継続させるコツであるようだ。

正確さと迅速さを語彙処理の効率性として測定する。語彙性判断の場合、迅速さは刺激語の視覚提示から「YES」または「NO」のキーを押すまでの時間である。これは反応時間 (reaction time) とよばれる。また、語彙性判断の正誤は前もって分かっているので、被験者の判断の正誤を自動的に記録できるようプログラムしておく。語彙性判断課題の実験における正答率とは、正しい日本語の全刺激数に占める正しい判断の割合で、日本語母語話者であれば正誤判断を誤ることはほとんどなく、簡単な語彙処理実験では 95% くらいの正答率になる。そのため、判断の正誤はあくまで語彙処理の参考指標とすることが多い。そして、反応時間を脳内の語彙処理のメカニズムを検討する主要な指標とする。ただし、外国語としての日本語学習者の場合は、正答率も重要な語彙処理の指標として使うのが一般的である。

語彙使用頻度 (word used-frequency) の影響は、語彙処理に影響する主要な要因として多数の言語で観察されている。語彙使用頻度は、以下のような検索ツールで調べることができる。

(1) 1985 年から 1998 年までの朝日新聞のコーパスから計算した天野・近藤 (1999, 2000) のデータベースがある。これは「NTT データベースシリーズ日本語の語彙特性」(天野成昭・近藤公久編著) として三省堂から販売されている。

(2) 書籍、雑誌、新聞、白書、ブログ、ネット掲示板、教科書、法律などのジャンルにまたがって 1 億 430 万語からなる国立国語研究所の『現代日本語書き言葉均衡コーパス (BCCWJ: Balanced Corpus of Contemporary Written Japanese)』がある。このコ

一パスの検索エンジンである『中納言』の使用は無料ではあるが登録が必要である。このコーパスは、書籍（約 6,270 万語）がもっとも多く、全体の約 63%を占める。

(3) 英語版 Web サイトで、漢字および 2 字漢字語に特化した頻度検索エンジン（www.kanjidatabase.com, 2022 年 9 月 9 日にアクセスを確認）がある（Tamaoka, Makioka, Sanders & Verdonshot, 2017）。これは、2000 年から 2010 年までの 11 年間の毎日新聞のコーパスから常用漢字 2,136 字の使用頻度を含む漢字諸特性および漢字 2 字のデータベースの検索エンジンである。この検索エンジンの「Look up Jukugo」から 2 字漢字語彙の使用頻度を含む語彙特性も検索できるようになっている。なお、この漢字データベースは無料で、なおかつ登録なしでアクセスできる。

(4) 毎日新聞の 1998 年から 2015 年までの 18 年間の記事のテキストデータを MeCab 0.996 で解析した結果を使用して、さまざまな語の使用頻度と品詞を検索することができるサイト（tamaoka.org/websearch/の語彙頻度検索エンジン, 2022 年 9 月 9 日にアクセスを確認）がある。この検索エンジンは、著者の企画のもとで、大阪府立大学教授の牧岡省吾がデータを作成し、香港理工大学のポスドク（2022 年 9 月現在）の于劭贇が検索エンジンを構築したものである。コーパステキストが新しいので、近年の頻度をよく反映していると思われる。使用されている新聞コーパスの形態素数（重なり頻度: type frequency）は 663,243、記号を除いた総頻度は 398,406,147 である。MeCab の形態素解析プログラムでいう形態素は、言語学で定義される「意味上の最小単位」とは異なり、たとえば、固有名詞の「愛知時計電機」は、「愛知」「時計」「電機」で 3 語であるが、形態素 1 つとして数えられている。そのため、コーパスの総語数は 3 億 5 千万語くらいであろうと推定される。

この検索エンジンでは、たとえば、平仮名で「さくら」または片仮名で「サクラ」と入力すると、/sakura/という発音の語彙がすべて表示される。もっとも頻度が高いのが、漢字の「桜」で 15,729 回、「さくら」が 6,975 回、「佐倉」が 2,678 回、「サクラ」が 1,582 回、「櫻」が 306 回という検索結果が表示される。文字表記別になっているので、刺激提示条件で使用頻度を限定できる。なお、新聞のコーパスは偏りがあるのではないかという疑問が投げかけられることがある。しかし、新聞記事では、一般大衆に向けて、政治、経済、芸能、スポーツ、事件、法律、クッキング、コンピュータ、ファッションなどの多彩な内容が紹介されている。また、新聞社の基準にしたがって、標準的な日本語表現で書かれており、記者や校閲者の複数の人達の間を介して出版され

ている。そのため、新聞に特徴的な「株価」などの特定の語彙の頻度が高くなることを考慮して使えば、標準的な日本語という点で有効なコーパスであると思う。

それぞれの語の書字、音韻、概念、統語表象にそれぞれ異なる閾値が存在する。反応時間は、語が視覚または音声提示されてから活性値が上がり閾値を超えて表象が意識に登ってくるまでの経過を反映している。ただし、語の正誤の判断とキーを押すまでの時間も含まれており、これは語の種類や条件に関係なく一定であると仮定している。上記の(4)の毎日新聞18年分の記事コーパスの検索エンジンで調べると、「大学」は、103,971回使われているが、「学問」は3,465回、「学識」だと1,446回使われている。使用頻度が語彙処理に強く影響するとすれば、「大学」の方が「学問」より、さらに「学問」の方が「学識」よりも閾値が低いと考えられる。そして、使用頻度が高い漢字語の方がより迅速に書字表象が知覚されるレベルに達するだろうと予想される。

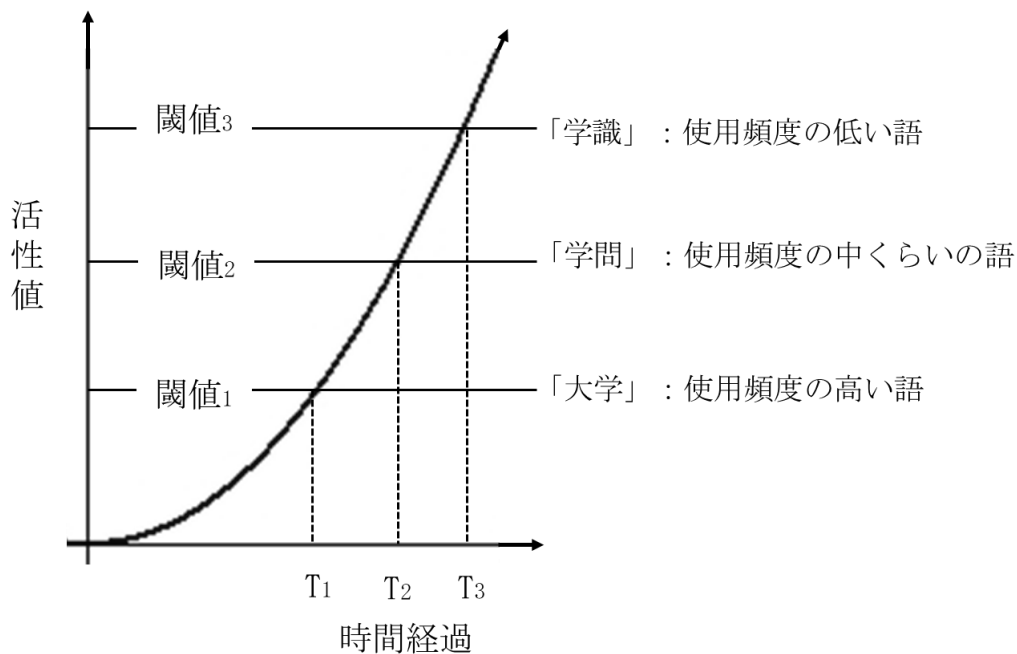


図2 時間経過と活性値の関係からみた語彙使用頻度による反応時間の違い

図2で時間経過と活性値の関係を説明すると、「大学」は語彙使用頻度が高く、頻繁に目にする語なので、書字表象の閾値₁が低く、時間経過ではT₁で示したように短い時間で閾値₁に達する。そして、「大学」という書字が想起され、語彙性判断が行える。「学問」は使用頻度が中くらいなので、「大学」よりも閾値₂が高くなる。そのた

め、 T_2 まで時間をかけて活性値を上げる必要があり、処理時間が「大学」よりも長くなる。「学問」の書字表象が知覚されるまでには、活性値が閾値₂まで上がるのを待たなくてはならない。「学識」だと使用頻度がさらに低いので、閾値₃になるまでにより長い時間を要する。 T_3 まで時間が経過して活性値が上がって、やっつて閾値₃に到達する。そして、書字表象が想起されるレベルになる。ただし、語彙性判断の反応時間には、書字表象が想起されてから、日本語として正しいあるいは誤りであると判断して、指でキーを押すまでの時間も含まれている。しかし、判断のための運動は、どの語であろうと一定であると考えられるので、図2の3つの漢字語の反応時間をそのまま比較することができるものと仮定する。

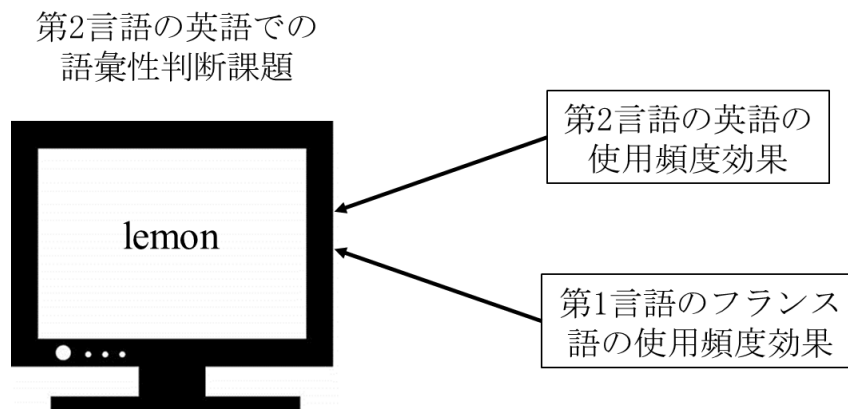


図3 第2言語の語彙性判断課題に影響する使用頻度効果

第1言語と第2言語の間で語彙の表象群が結合しているのであれば、処理対象の言語と関係なく、2つの言語のいずれかの語彙使用頻度が高ければ、いずれかの言語で容易に閾値に達する。それは、処理速度で観察される。Peeters, Dijkstra & Grainger (2013)は、第1言語がフランス語、第2言語が英語の条件で、完全に書字が一致する語彙について、第2言語の英語の語彙性判断課題を実施している。その結果、図3に示したように、課題遂行の対象の言語である英語の使用頻度が高い場合ばかりでなく、課題遂行とは直接に関係のない第1言語のフランス語の使用頻度が高い場合にも、統制条件の語彙使用頻度と比べて、語彙性判断課題が迅速に達成されることを報告している。これは、それぞれの言語の使用頻度が独立して第2言語の英語の語彙性判断課題の遂行を促進するよう機能していることを示している。処理の対象となっている第2言語

の英語とは独立して第 1 言語のフランス語の使用頻度が影響するという事は、両言語間で書字表象が強く結びついており、両言語から活性値の高まりが相互に伝達されることを裏づけている。

2 言語間の独立した語彙使用頻度の効果は、中国語を母語とする日本語学習者にも観察されるはずである。つまり、両言語で書字が同じあるいは類似した語であれば、中国語あるいは日本語のいずれかの使用頻度が高ければ、外国語としての日本語での語彙処理が促進されることになる。日中両言語では、同じあるいは類似した漢字で表記される語彙が多数存在するため、中国語を第 1 言語とする日本語学習者は、日本語の漢字表記の語彙習得において、中国語の漢字知識から多大な恩恵を受けることが予想される。

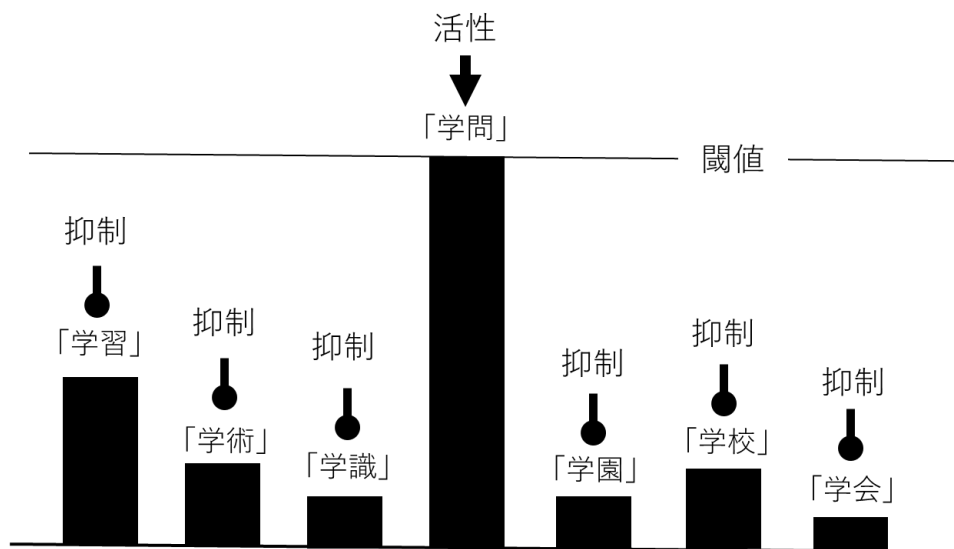


図 4 語彙性判断課題における活性と抑制のメカニズム

神経細胞間の情報伝達には、活性 (activation) だけでなく抑制 (suppression) の機能がある。語彙性判断課題において、2 字漢字語の始まりである左側に来る漢字から語彙処理が始まることが知られている (廣瀬, 1992; 玉岡・初塚, 1995; Tamaoka & Hatsuzuka, 1998)。たとえば、日本語の漢字形態素の「学」は、熟語を構成するという点からみて非常に生産性の高い漢字であり、図 4 のように多様な語彙を作る。ターゲットの刺激語は「学問」であっても、2 字漢字語の左側にくる「学」という形態素の拡散的活性化によって、「学」と結びつく他の 2 字漢字語の「学習」「学術」「学識」「学

園」「学校」「学会」などの活性値も上がってくる。つまり、語彙処理の目的は、「学問」を閾値のレベルまで活性化させて語彙性判断課題を行うことであるが、同時に、活性値が上がってくる他の語彙を抑制して、「学問」だけの活性値を上げることで、間違っただ判断をしないように機能する。言い誤りや書き誤りが起こるのは、このような類似の語彙が活性化されて、想起されるからである。こうした誤りは、文字ばかりでなく、発音が類似していたり、概念が類似性していたりする場合にも起こる。

中国語を母語とする日本語学習者の場合、日中両言語で共に漢字表記を使っているため、書字表象群の多くを両言語間で同時に活性化させることになる。漢字の組み合わせで作られる多くの漢字語彙も活性化されることになり、非常に複雑な活性と抑制の語彙処理が機能することになる。

人間の脳は複雑な神経細胞の結合でできている。多数の神経細胞を繋いでいる樹状突起間をドーパミンという情報伝達物質が行き来して情報を伝える。ドーパミンには活性と抑制の情報があり、両方が伝達される。しかし、こうした生科学 (biochemistry) におけるドーパミンの活性と抑制に関する研究と、図4のような語彙処理における活性と抑制のメカニズムを直接に結びつけて観測する研究にはまだ至っていない。

3. 語彙命名課題による実験方法

音声的な出力までの語彙処理のメカニズムを考察したい場合は、語彙命名課題 (naming task) が使われる。実験の時間の流れで説明すると、図5に示したようになる。まず、凝視点の「*」がコンピュータのモニターの中心に約600ミリ秒間提示される。そこをよく見ておくように被験者に指示しておく。その後、「食事」のようなターゲットの刺激語が提示される。そして、被験者は、その語をできるだけ速く、正確に発音する。/syokuzi/と発音されると、初めの音でタイマーのスイッチが切れるようにプログラムしておく。これは、語彙性判断課題の「YES」と「NO」のキーになぞらえて、ボイスキー (voice key) と呼ばれている。つまり、声によるボタン押しという意味である。刺激語の視覚提示から発音が始まるまでの時間を命名潜時 (naming latency) としてミリ秒単位で測定する。

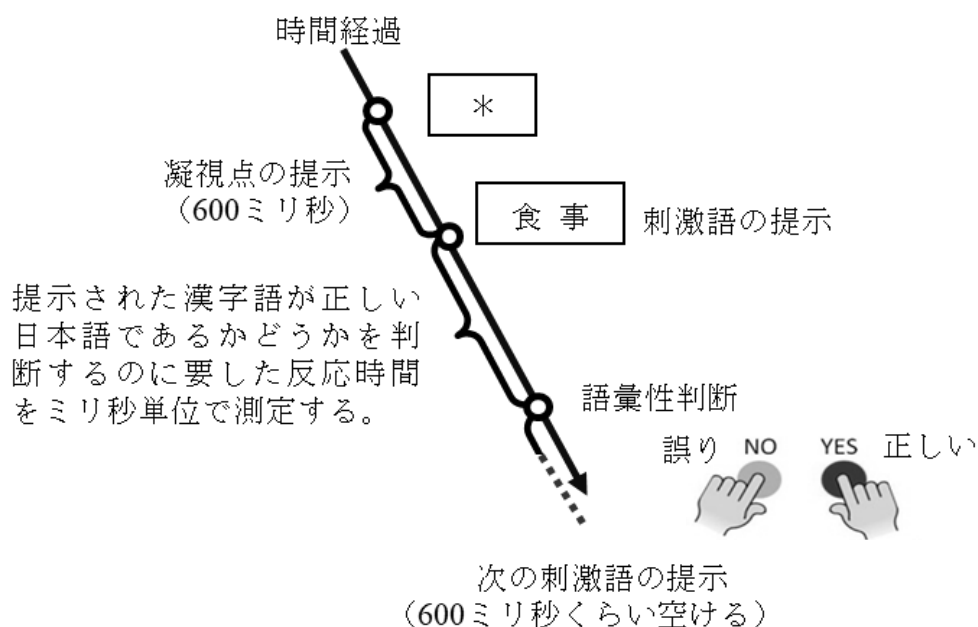


図5 標準的な語彙命名課題による実験手順

正しく発音されたかどうかは、コンピュータでは判断できないので、各刺激語の発音の後で、たとえば、1のキーが正しい発音、3のキーが誤りの発音と決めておいて、試行ごとに実験者が入力する。また、被験者の咳をマイクが拾ってしまいボイスキーが作動することがある。その場合は、2のキーを押して入力する。これで、1、2、3の数字キーを使って発音の結果を入力することになる。正答率は、各条件内で正答した刺激語数が総刺激語数に占める割合である。命名潜時は、正しく発音された語彙のみを分析の対象とするので、1と記録された語彙のデータだけを分析に使用する。命名潜時は、視覚提示された刺激語の書字表象である「食事」を活性化して、さらにその音韻表象である/syokuzi/を活性化し、運動野に信号を送って、語の初めの音が発音されるまでの時間を示す。「食事」の場合は、初めの/s/の音でスイッチが切れることになる。心理言語学では、いったん発音された音声は、音韻表象の/syokuzi/の運動信号が送られた後の発声器官による運動であるとし、研究対象とはしない。むしろ、脳内での音韻処理は、発声運動の前であるとして、命名潜時を考察する。

命名潜時も語の使用頻度の影響を受ける(玉岡・初塚, 1995)。特に、日本語の漢字は複数の読み方があるので、2つの漢字の発音の組み合わせを確定してからでなくては発音できない。したがって、原則として、2つの漢字からなる語全体の音韻的表象の活性化が必須である。たとえば、「画」は/ga/と/kaku/の2種類の発音がある。「像」

と組み合わせて「画像」とすると、/gazoo/（長音は、母音を繰り返すことで示す）という発音になる。これが、「数」と組み合わせて「画数」になると、/kakusuu/と発音される。この例からも2字漢字語を発音するためには、漢字レベルではなく、語レベルの活性化に依存しなくてはならないことが分かる。したがって、漢字の使用頻度ではなく、語の使用頻度が音韻的な処理に影響することが予想される。

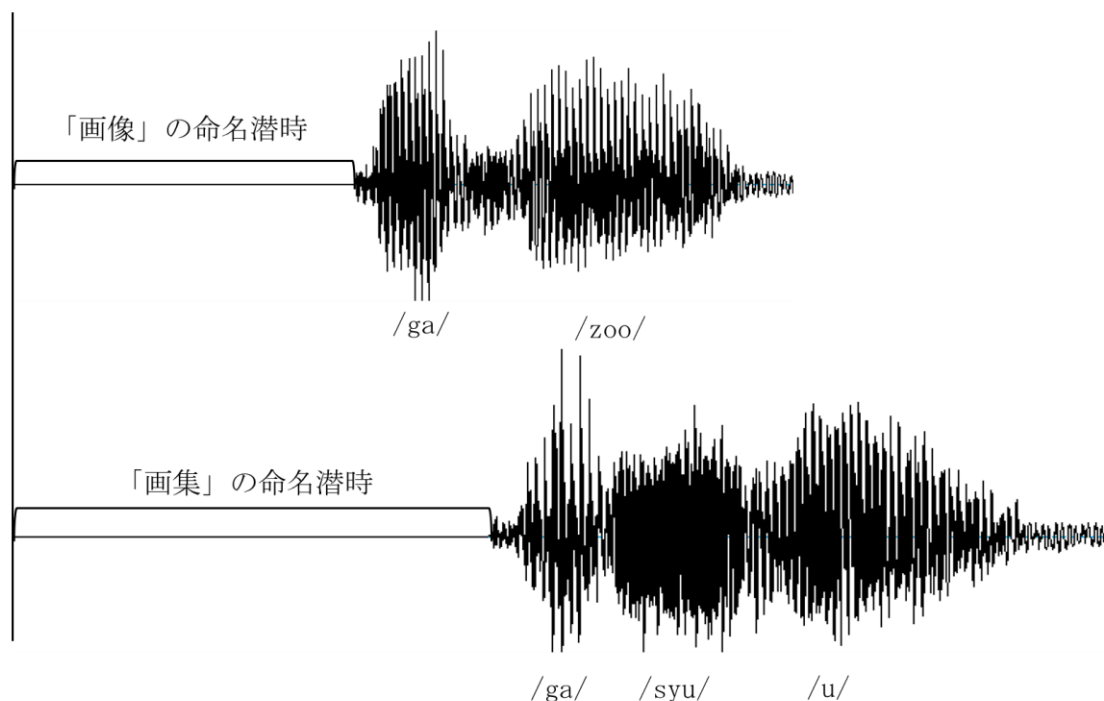


図6 語の使用頻度の違いによる命名潜時の長さの比較

「画」が/ga/と発音される条件での「画像」と「画集」の2つの漢字語を比較してみる。「画像」は、18年間の毎日新聞を検索すると、8,833回出現する。一方、「画集」は522回である。使用頻度の高い「画像」は、視覚提示された刺激語から書字表象を活性化させる段階で、すでに使用頻度の低い「画集」よりも迅速に閾値に達する。そして、さらに音韻表象である/gazoo/を活性化させる。その際、漢字は概念表象との結合関係が強いので、概念表象の活性化も誘発すると思われる。しかし、語彙命名課題の目的は発音であるため、概念表象は必要ではなく、音韻表象の活性化が必須となる。そして、/gazoo/という音韻表象が閾値に達して想起されるだけのレベルに活性化されると、発音が脳の運動野に送られて、口や唇の運動を介して発音される。発音された

音声をマイクで拾うと、電圧が上がり、タイマーのスイッチが切れることになる。ここまで必要とした時間が記録される。「画集」は使用頻度が低いので、書字表象と音韻表象の活性化が「画像」よりも遅れ、命名潜時が長くなる。以上の命名潜時の違いは、図 6 のようになる。

ボイスキーは、マイクで音を拾ってからある一定の電圧レベルに達するとタイマーが切れる仕掛けである。そのため、語彙命名課題では、ボイスキーでタイマーのスイッチが切れるタイミングが、語の初めにくる音（初頭音）の違いで異なることが知られている（玉岡・初塚, 1997）。語の初頭音が有声音の場合には電圧が上がりやすく、無声音の場合には上がり難いという問題がある。玉岡・初塚（1997, p.27 の補記）は、平仮名の命名潜時を提供している。それによると、無声音の「さ /sa/」の命名潜時は 508 ミリ秒であるのに対して有声音の「ざ /za/」の命名潜時は 453 ミリ秒であり、55 ミリ秒の差がある。また、無声音の「た /ta/」は 463 ミリ秒、有声音の「だ /da/」は 425 ミリ秒で、38 ミリ秒の差がある。このように語の初頭音によって、命名潜時に違いが出てくる。そのため、「画像 /gazoo/」と「外国 /gaikoku/」のように比較する対の刺激語の初頭音（/g/）を同じになるよう統制するとよい。これが難しい場合は、条件間の刺激語群全体で初頭音の種類と数が同じになるように統制した刺激語のセットを作成して、実験する必要がある。

4. プライミング課題による実験方法

プライミング手法(priming technique)を使った課題とは、先行提示されたプライム刺激(primed stimulus)が、後行提示されるターゲット刺激(target stimulus)にどのような影響を与えるかを検討するための実験手法である。実験の手順は図7に示した。まず、モニターの中央に「#####」を600ミリ秒間提示する。これは、マスク(mask)とよばれる(Forster & Davis, 1984)。マスクの種類はさまざま、#のハッシュタグを使用することが多い。その後、同じ位置にプライム刺激語として、たとえば「病院」を先行提示する。さらに、ターゲット刺激として、たとえば「医者」を後行提示して、語彙性判断課題を課す。マスクは、被験者の凝視点であると同時に、前回の試行で提示されたターゲット語の視覚的なイメージを消す役割を果たす。プライミング課題では、ターゲット刺激について語彙性判断をしてから次の課題へ進む。その際に、ターゲット刺激の書字表象が強く活性化されているので、その視覚的なイメージが次の課題に影響する可能性がある。それを避けるために、いったんマスクをかけ

て、ターゲット語の視覚的なイメージを消す。

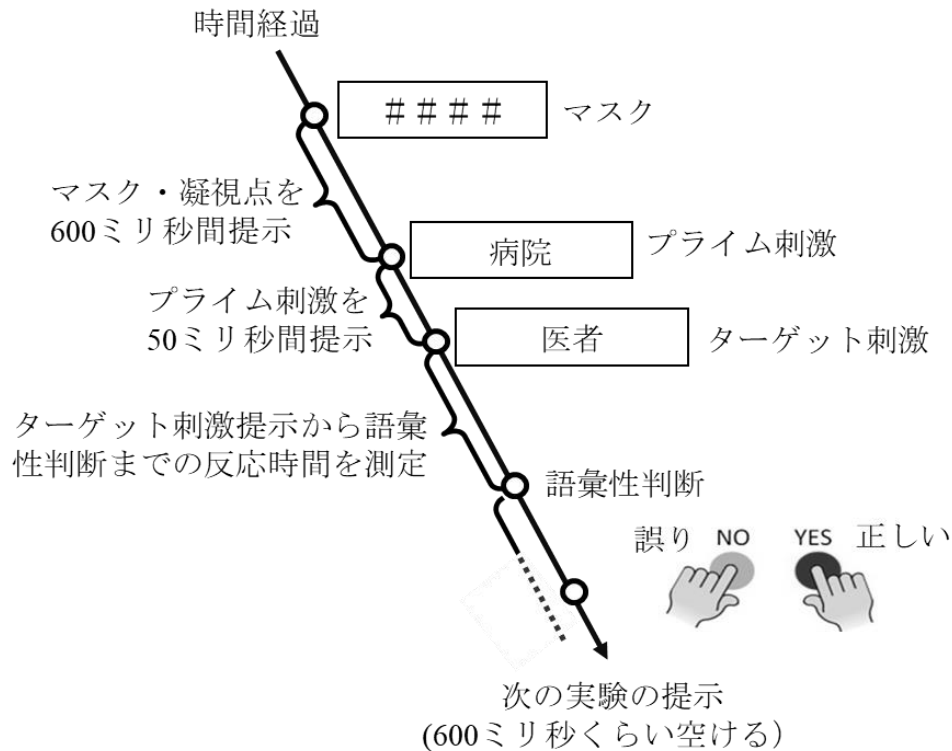


図7 標準的なプライミング課題による実験手順

プライム刺激の提示後に、再度、17 ミリ秒程度「####」のマスクをすることもある (Timmer, Vahid-Gharavia & Schiller, 2012; Timmer, Ceusters, Ganushchak, Ceusters & Schiller, 2014 など)。これは、プライム刺激が想起されるのを、より確実に防ぐためである。統制条件としては、プライム刺激と概念・意味的に無関係である「電車」を先行提示し、ターゲット刺激の「医者」を後行提示して語彙性判断課題を課す。プライム刺激とターゲット刺激の対の選択は、実験の目的によって多様である。また、語彙性判断を課すので、「期免」などの日本語として誤った2字漢字語も、正しい漢字語と同数だけ準備する。そして、「YES」または「NO」のキーを押すことによる語彙性判断課題を行う。

ターゲット刺激が、実験条件と統制条件で同じ被験者に2回当たらないようにカウンターバランス(counter balance)をとる。実験と統制のシンプルな2条件では、図8のようになる。プライム刺激とターゲット刺激の実験条件が 32 対あるとする。ターゲット刺激を「医者」とすれば、「病院」と「医者」の対が実験条件である。概念・意味的に無関係の「電車」をプライム刺

激として、「電車」と「医者」のような統制条件の対を 32 対作成する。そして、同じターゲット刺激が重ならないように 16 対の実験条件と 16 対の統制条件でリスト1を作成する。そして、リスト1の実験条件を統制条件のターゲット刺激とし、統制条件のターゲット刺激を実験条件とした 16 対をリスト2として作成する。それぞれのリストは 32 対になる。

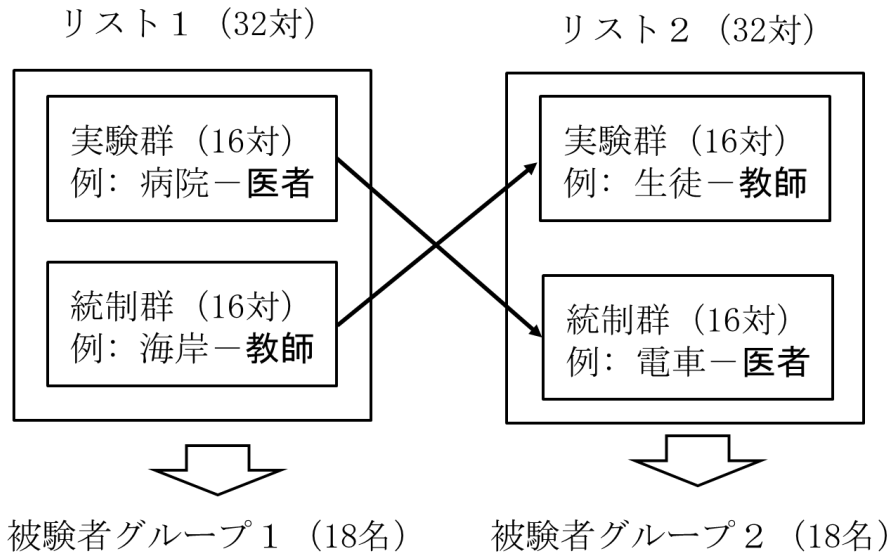


図8 実験と統制の2条件でのプライミング課題におけるカウンターバランス

注: ゴシック体の「医者」と「教師」はターゲット刺激の例。

被験者の日本語母語話者が 36 名いるとすれば、18 名ずつの 2 つのグループに分ける。リスト1の刺激対をグループ1の 18 名に、リスト2の刺激対をグループ2の 18 名に実施して、36 名を合わせて分析する。これにより、同じターゲット刺激が同じ被験者に 2 回提示されることがなく、なおかつ実験と統制の両条件で 1 回ずつ出現させることができる。実験デザインによっては、プライム刺激が同じ場合もある。その場合は、プライム刺激が複数回同じ被験者に当たらないように、カウンターバランスをとることになる。もちろん、実験の意図をできるだけ悟られないようにするために、実験条件と統制条件の刺激対以外に、ダミーの刺激対を適当な数だけ入れて実験を行う。ダミーの刺激対はカウンターバランスをとる必要はないので、両リストで同じ刺激語の対を使う。

プライミング実験では、マスクを 2 回使用することもある。プライム刺激を提示する前のマスクを先行マスク (forward mask) と呼び、プライム刺激を提示した後のマスクを後行マスク

(backward mask)と呼ぶ。図9に示したように、先行マスク(凝視点でもある)を600ミリ秒提示してから、プライム刺激を50ミリ秒提示する。さらに、プライム刺激提示の後で約20ミリ秒間何も提示しない時間を設けることもある。そして、後行マスクを提示する。コンピュータのスクリーンは、非常に速いスピードで画像が映し変えられる。映し変えられる1回のスピードは、リフレッシュレート(refresh rate)とよばれる。それは、一般的な60ヘルツ(Hz)のモニターの場合は、1,000ミリ秒を60で割った値で、16.66ミリ秒になり、1回のリフレッシュレートは約17ミリ秒になる。そのため、後行マスクは、17ミリ秒より長く、切りの良いところで20ミリ秒くらいに設定することが多い。後行マスクは、プライム刺激の視覚的イメージをいったん消して、ターゲット刺激の視覚的イメージと重ならないようにする役割を果たす。特に、プライム刺激とターゲット刺激を共に視覚提示する場合、両者の視覚的イメージが重複してしまうことがある。それを避けるためのマスクである。プライミング課題による実験手順は、刺激の特性や研究の目的によって多様である。図9はあくまで一例だと考えればよい。

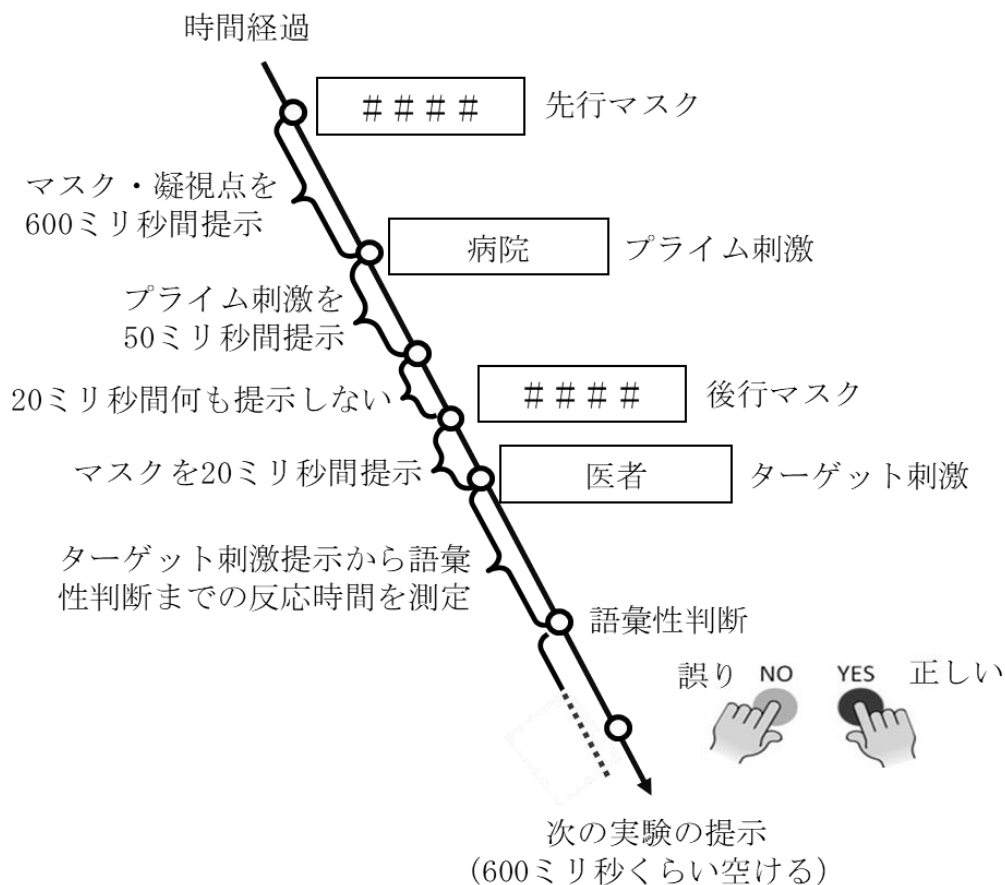


図9 先行および後行マスクを使ったプライミング課題による実験手順

統制条件の反応時間から実験条件の反応時間を引いた時間をプライミングの効果量 (effect size) とする。これをプライミング効果 (priming effect) とよぶ。たとえば、「病院」と「医者」は類似した概念・意味関係を持っているので、正のプライミング効果があると予想される。しかし、「病院」をプライム刺激として先行提示してから、ターゲット刺激として「電車」を提示しても、電車で病院に通勤している人や病院の傍を電車がいつも通っているなどの特定の条件を除いて、概念的な結びつきが弱いので、プライミング効果はゼロに近くなると思われる。プライム刺激の「病院」が、拡散的活性化 (Collins & Loftus, 1975) によって、心的辞書の書字表象間で概念・意味的に強く結びついている語彙の活性化をあらかじめ少し上げている。そのため、プライム刺激の「病院」に関係した語彙であるターゲット刺激の「医者」は、提示後に迅速に語彙性判断がされることになる。しかし、「電車」だと概念・意味的な結びつきが弱く、活性化が上がらないので、統制条件と語彙性判断の時間が大きく変わらない。なお、プライム刺激の提示は、視覚提示である必要はなく、/byooin/ など音声提示であっても、あるいは絵による概念提示であってもよい。プライム刺激とターゲット刺激で異なった知覚感覚の提示になる場合をクロスモーダル・プライミングあるいは異感覚プライミング (cross-modal priming) という。

プライム刺激 (1 番目の刺激提示) の開始からターゲット刺激 (2 番目の刺激提示) の開始までを刺激開始間の間隔 (SOA, stimulus onset asynchrony, 以下 SOA) という。語彙処理では、プライム刺激が提示されてからターゲット刺激が提示されるまでに拡散的活性化が起こると考える。なお、SOA は、刺激間の時間間隔 (ISI, inter stimulus interval, 以下 ISI) とは異なっている。プライム刺激とターゲット刺激が共に視覚提示の場合は、プライム刺激の視覚提示が一瞬であるため、SOA と ISI はほぼ同じくらいの時間間隔になる。しかし、プライム刺激が音声提示で、ターゲット刺激が視覚提示というクロスモーダル・プライミングによる実験では、両者は大きく異なる。

図 10 は、プライム刺激が音声提示、ターゲット刺激が視覚提示されて語彙性判断課題を行う場合のクロスモーダル・プライミング課題の実験デザインにおける SOA と ISI の違いを示している。たとえば、「壊れる」の自動詞と「壊せる」の他動詞可能形の関係を検討したいとする。「壊す」は他動詞であるため、「壊せる」とは派生関係 (derivational relation) がある。しかし、「壊す」の他動詞と「壊れる」の自動詞には派生関係はない。派生関係がある方が活性化されやすいので、「壊せる」のプライム提示から「壊す」のターゲット提示の方が、「壊れる」のプライム提示から「壊す」のターゲット提示よりも迅速に処理されると予想される。つまり、

「壊せる」と「壊れる」をプライム刺激として先行提示して、「壊す」の語彙性判断時間を測定することができる。

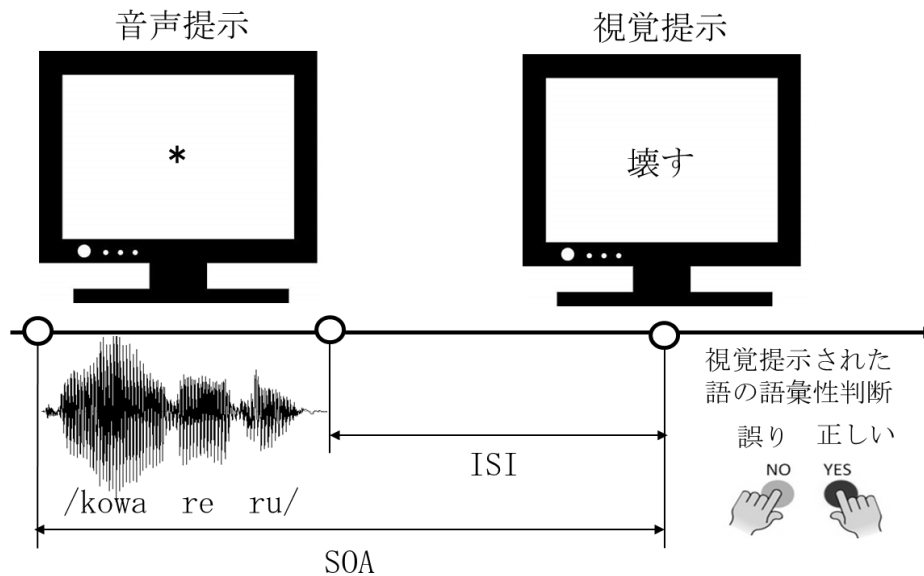


図 10 クロスモーダル・プライミング課題における SOA と ISI

プライム刺激とターゲット刺激を連続して視覚提示すると「壊」の漢字が重複するので、プライム刺激の視覚的な影響を強く受ける。これを避けるために、プライム刺激の/kowareru/を音声提示して、「壊す」を視覚提示し、語彙性判断課題を課す。/kowareru/の音声提示時間が 90 ミリ秒だとする。ISI は、音声提示が終わってから、ターゲット刺激の視覚提示の始まりまでの時間である。仮に、ISI が 50 ミリ秒であるとする。SOA は、/kowareru/の音声提示時間を含んでいるので、音声提示時間の 90 ミリ秒と次の刺激の視覚提示までの時間の 50 ミリ秒を足して 140 ミリ秒になる。

SOA の長さの違いによって拡散的活性化の広がりが異なってくる。そのため、SOA が長過ぎると、予測(anticipation)処理による方略効果(strategic effect)が生じることが指摘されている。たとえば、bread(パン)とbutter(バター)やdoctor(医者)とnurse(看護師)などはbread and butter(バター付きのパン)やa doctor and a nurse(医者と看護師)と続けて言うことが多い。つまり、2つの語が頻繁に1つの表現内に出現するということである。SOA を 500 ミリ秒と長くした場合、プライム刺激として bread が提示されると、次に提示されるのは概念・意味関連語として butter であろうと予測してターゲット語を待つという方略がとられる。結果として、強いプライミング効果が観察される。もちろん、プライミング効果が大きいことは、この種の研究

の意図するところである。しかし、この効果は、拡散的活性化が要因というより、予測による方略効果が主な要因である考えられる。そのため、たとえ結果が目的と一致したとしても、まったく別の要因で引き起こされている可能性が残る。そのため、研究の目的である拡散的活性化の効果を証明したことにはならない。

方略効果を避けるために、Forster(1981, 1987)は、英語母語話者に対して、プライム刺激が想起できない、つまり何が先行提示されたか分からないくらいの 50 ミリ秒という短いプライム刺激の提示時間を設定した。50 ミリ秒の提示時間では、脳内で文字は視覚的に知覚されているものの、何が提示されたかを思い出すことができない。これだと予測という処理方略は使えない。Forsterら(Forster, 1981, 1987; Forster & Davis, 1984, 1991)は、この一瞬の視覚的なプライム刺激の提示で、意識的な予測処理ではなく、自動的な拡散的活性化が始まることを証明した。プライム刺激提示が想起できないくらいの速さなので、Forster らは、これを「純粋な(pure)」プライミング効果であるとした。Forster らの一連の研究以降、プライム刺激の提示時間を 50 ミリ秒に設定することが多くなった。図7と図9は、プライム刺激提示時間を 50 ミリ秒としている。

第2言語や外国語として日本語を学習した条件であっても、プライム刺激が第1言語である場合には、50 ミリ秒の短い提示時間を使うことが多い。提示時間を 50 ミリ秒に設定した日本語と英語の2言語間の翻訳語プライミング実験がある(Hoshino, Midgley, Holcomb & Grainger, 2010)。この実験では、プライム刺激を第1言語(L1)の日本語で提示し、ターゲットの翻訳刺激を第2言語(L2)の英語(たとえば「天使」-「ANGEL」)で提示した場合のプライミング効果を観察している。しかし、逆に、プライム刺激が英語で、ターゲットの翻訳刺激が日本語である場合(L2 から L1, たとえば「angel」-「天使」)の場合には、プライミング効果がみられなかった。プライム刺激がアルファベット表記の英語であり、日本語母語話者には「angel」という表記は見慣れないので、50 ミリ秒という一瞬の視覚的なイメージの提示では書字表象の活性化値を上げるのは難しかったと思われる。

Hoshino et al.(2010)の研究は、第1言語から第2言語へと第2言語から第1言語への非対称性を証明することを意図している。第1言語をプライム刺激として提示するので、50 ミリ秒の短い提示時間で実験している。しかし、第2言語から第1言語への影響をより詳細に検討したい場合には、プライム刺激が十分に活性化されるとされる 200 ミリ秒など、少し長めの提示時間を設定しなくては何も観察されなくなる。そのため、玉岡(2018)では、中国語を母語とする日本語学習者に、ターゲット刺激を母語にない片仮名で提示して、日本語の外

来語の語彙性判断課題を課している。プライム刺激として、第1言語の中国語の漢字、さらに第2言語のアルファベットの英語を使っており、ターゲット刺激には、第3言語の日本語の片仮名表記の外来語を使っている。実験全体で3つの言語について、3つの異なる文字表記が使われている。そのため、アルファベット表記の語の活性化が十分に起こるように、プライム刺激の提示時間を 200 ミリ秒とやや長めに設定している。このように、実験の目的に合わせてプライム刺激の提示時間を変えるのがよいであろう。なお、英語の実験では、プライム刺激を小文字(「angel」)、ターゲット刺激を大文字(「ANGEL」)にして区別して表記する。もちろん逆であってもよいが、習慣的にターゲット刺激を大文字にするようである。

5. おわりに

心理学の分野では、正答率を最大にして、最速の状態では反応時間を測定する。そして、脳内でのさまざまな語彙処理のメカニズムを観察するための指標として使う。語彙処理の効率性は、正確さと速さで定義される。母語話者であれば、正確さは 95%くらいになるので、条件間の速さの違いで語彙処理のメカニズムを検討する。外国人日本語学習者の場合は、正答率と処理速度の両方の指標を使って検討する。本稿では、語彙処理実験で典型的な語彙性判断課題、語彙命名課題、プライミング課題の3つの手法を紹介した。これらの方法は、日本語母語話者や外国人日本語学習者の語彙処理のメカニズムを解明するのに、有効な手法である。PsychoPy, E-prime, DMDX などの実験プログラムを活用して研究を展開してほしい。

[引用文献]

- 天野成昭・近藤公久 編著 (1999) 『日本語の語彙特性 第1期 (第1巻～第6巻) CD-ROM版』 東京: 三省堂
- 天野成昭, 近藤公久 編著 (2000) 『日本語の語彙特性 第2期 (第7巻) CD-ROM版』 東京: 三省堂
- 玉岡賀津雄 (2018) 「3言語間の語彙的結合—中国人日本語学習者によるL3日本語の外来語処理におけるL1中国語とL2英語の影響」 『中国語話者のための日本語教育研究』 9, 17-34.
- 玉岡賀津雄・初塚眞喜子 (1995) 「漢字二字熟語の処理における漢字使用頻度の影響」 『読書科学』 39, 121-137.
- 玉岡賀津雄・初塚眞喜子 (1997) 「平仮名と片仮名の処理における感覚弁別および感覚識

- 別機能』『読書科学』 41, 15-28.
- 廣瀬等 (1992) 「熟語の認知過程に関する研究—プライミング法による検討」 『心理学研究』 63, 303-309.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Forster, K. I. (1981). Priming and the effects of sentence and lexical contexts on naming time: Evidence for autonomous lexical processing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33, 465-495.
- Forster, K. I. (1987). Form-priming with masked primes: The best-match hypothesis. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and Performance XII*. (pp. 127-146). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Forster, K. I., & Davis, C. (1984). Repetition priming and frequency attenuation in lexical access. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10, 680-698.
- Forster, K. I., & Davis, C. (1991). The density constraint on form-priming in the naming task: Interference effects from a masked prime. *Journal of Memory and Language*, 30, 1-25.
- Hoshino, N., Midgley, K. J., Holcomb, P. J. & Grainger, J. (2010). An ERP investigation of masked cross-script translation priming. *Brain Research*, 1344, 159-172.
- Tamaoka, K., & Hatsuzuka, M. (1998). The effects of morphological semantics on the processing of Japanese two-kanji compound words. *Reading and Writing*, 10, 293-322.
- Tamaoka, K., Makioka, S., Sanders, S., & Verdonschot, R. G. (2017). www.kanjidatabase.com: a new interactive online database for psychological and linguistic research on Japanese kanji and their compound words. *Psychological Research*, 81, 696-708.
- Timmer, K., Vahid-Gharavi, N. & Schiller, N. O. (2012). Reading aloud in Persian: ERP evidence for an early locus of the masked onset priming effect. *Brain and Language*, 122, 34-41.
- Timmer, K., Ganushchak, L. Y., Ceusters, I., & Schiller, N. O. (2014). Second language phonology influences your first language. *Brain and Language*, 133, 14-25.
- Peeters, D., Dijkstra, T. & Grainger, J. (2013). The representation and processing of identical cognates by late bilinguals: RT and ERP effects. *Journal of Memory and Language*, 68, 315-332.

玉岡賀津雄

湖南大学・教授, 名古屋大学・名誉教授