

# 具象単語の意味処理における感覚処理と 運動処理の関与

高村 真 広

(2012年10月2日受理)

Sensory and Motor Processes Involved in Semantic Processing of Concrete Words

Masahiro Takamura

**Abstract:** How a semantic representation is represented in human brain is an important problem in cognitive psychology. Although some previous studies suggested that semantic processing is related to sensory or motor processes, they have not shown clear evidence that the sensory and motor processes contribute to semantic processing per se. In the present study, I examined the effects of visual and motor dual tasks on the semantic processing of animal names, tool names, and abstract words. In order to surely evoke interference effect onto each visual and motor modal system, the dynamic visual noise presentation is used as the visual interference task, and the repetitive tapping task is used as the motor interference task. In Experiment 1, twelve participants performed word semantic judgment task under visual, motor, and no interference (control) conditions. As a result, there was no significant interference effect in any planned comparison. In Experiment 2, six participants completed the same task in which a foot-pedal was used as response device to avoid interference with repetitive tapping task. In latter experiment, a significant visual interference effect on the processing of animal name was found. This result suggests that the low level visual processing may contribute to the semantic processing of animal name.

Key words: concrete word, semantic representation, dual-task procedure

キーワード: 具象語, 意味表象, 二重課題法

## 問 題

われわれは、目の前に存在しない事物について考えをめぐらせたり、その考えを言葉によって他者に伝達したりすることが可能である。このような能力は、様々な事物についての意味表象を脳内に貯蔵することに

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員: 宮谷真人 (主任指導教員), 中條和光,  
湯澤正通

よって可能となる。

意味表象の心理学的研究が始まった当初、その表象には抽象的な性質が仮定されており、感覚システムと、意味表象のシステムは独立したものとして考えられてきた (e.g. Caramazza, Hillis, Rapp, & Romani, 1990)。しかし一方で、意味処理と感覚処理や運動処理との間の強い関連を示す知見が蓄積されてきており、意味表象が感覚システム、運動システムの働きによって生成、貯蔵されているという理論 (e.g. Barsalou, 1999) が提案され、支持を集めている。ただし、そのように意味表象と感覚システムや運動システムの結び

つきを認める理論の中でも、抽象概念を含めた様々な概念が、感覚、運動、内観状態の神経活動の集積として生じると考える理論 (Barsalou, 1999) や、各種の感覚運動モダリティに分散した表象システムと、それらを束ねる非感覚的 (amodal) な表象システムの2種類を仮定する理論 (Lambon Ralph, Sage, Jones, & Mayberry, 2010) が存在するなど、想定される表象システムの全体構造は理論によって異なっている。ただしそれらに共通しているのは、概念処理システムと感覚システムや運動システムとの結びつきが機能的なものであり、感覚モダリティや運動モダリティの表象によっても意味情報が表現されていると考える点である。

意味情報の処理に感覚システムや運動システムが関与しているという仮説を証明するためには、意味処理時に感覚システムや運動システムの活動が生じることを示すのみならず、感覚システムや運動システムにおける処理そのものが概念処理の一端を担うことを示す知見が必要である。そのようなモジュール間の機能的関連を証明するために有効な手段が、二重課題法を用いた研究である。

二重課題法を用いて感覚モダリティ特異的な意味処理の存在を調べた研究として、Vermeulen, Corneille, & Niedenthal (2008) を挙げることができる。彼らは、単語の視覚、聴覚特徴判断課題と、視覚、聴覚の短期記憶保持課題を組み合わせ、感覚的な負荷が対応するモダリティの概念処理に選択的影響をもたらすことを示した。つまり、“LEMON can be yellow”という刺激文の真偽を判断する、単語の視覚特徴判断にかかる時間は、課題と同時に無意味な視覚図形の短期記憶 (遅延見本合わせ) 課題によって延長した。また、“BLENDER can be loud”のような聴覚的特徴判断にかかる時間は、純音の短期記憶保持によって延長した。彼らは、この結果が、概念処理が感覚情報処理に依存することの直接的証拠であると主張している。

また、Van Schie, Wijers, Mars, Benjamins, & Stowe (2005) は、具象語と抽象語を聴取した際の事象関連脳電位 (ERP) が、視覚的、聴覚的短期記憶の保持によって受ける影響を調べた。彼らは、参加者に音声単語の語彙判断課題および、無意味な視覚図形または純音の短期記憶保持課題を課し、短期記憶保持中に音声単語を呈示し、ERPを記録した。その結果、具象語の処理を反映する電位成分が視覚短期記憶の保持によって影響を受けることが示された。しかし、その効果が生じたのが単語呈示後1400—3300msと、意味処理と対応づけるには遅い時間帯であったため、具象語の処理においてはまず非感覚的な情報にもとづく

意味処理が行われ、その後、視覚イメージ形成が行われると考察している。

上記の結果はそれぞれ、具象語の意味処理における感覚情報処理の関与を肯定する結果と否定する結果である。このような結果の食い違いには、意味判断時間とERPという測度の違い、特徴判断課題と語彙判断課題という主課題の違いが影響したことが考えられる。しかし、そもそも彼らが用いた短期記憶保持課題や特徴判断課題は、意味処理における情報処理の感覚的性質を検討するのに、以下の2点で不十分であると考えられる。1点目は、この同時課題が短期記憶保持という能動的な努力を必要とする課題であることから、保持に要する努力の個人差や、個人内においても、試行間での認知処理過程のゆらぎを統制することが困難であるという問題である。2点目の問題は、意味表象と短期的記憶表象の干渉を調べているため、干渉が起こった場合に、それがどのような性質の処理が干渉した結果であるのかを限定することが難しいという問題である。視覚的短期記憶の保持には、視覚野を始め、前頭前野等、複数の脳領域が関わる。そのため、保持する図形自体は無意味な視覚刺激であっても、その刺激を短期記憶に保持した場合、視覚的な性質以外を含む表象となっており、意味処理との干渉がみられた場合にも、それが視覚システムにおける干渉であると主張するのが難しいと考えられる。

そうした問題点を克服するためには、努力を要しない受動的な課題で、かつ、干渉の焦点が明確である同時課題を用いた検討が必要である。そのような同時課題として、経頭蓋磁気刺激法 (transcranial magnetic stimulation, TMS)、および、動的ランダムドットノイズ刺激 (dynamic visual noise, DVN) の呈示が挙げられる。

経頭蓋磁気刺激は、頭皮上に設置したコイルに大電流を流して、頭蓋内に局所的な誘導電流を発生させることで、非侵襲的に脳組織への電気刺激を行う手法である。これまでに、左右側頭部への磁気刺激が、具象語処理と抽象語処理に対して異なる影響をおよぼすことが報告されているが、まだ報告が少なく結果にもばらつきがみられる。Papagno, Fogliata, Catricala, & Miniussi (2009) は、具象語と抽象語の処理にとって重要な脳部位を探索するために、具象語と抽象語を刺激とした語彙判断課題のパフォーマンスに磁気刺激が及ぼす影響を調べた。結果、左側頭への磁気刺激で抽象語の処理が阻害され、右側頭への磁気刺激で具象語の処理が阻害された。Pobric, Lambon Ralph, & Jefferies (2009) は、左右の側頭極に注目し、側頭極が意味処理における感覚情報処理を担っているのか、非感覚的

情報処理を担っているのかを検討した。意味処理課題は、画面上部に呈示されるプローブ単語と同じ意味の単語を画面下部に呈示される3つの選択肢から選ぶ課題であった。刺激には高・中・低3段階の心像喚起性をもつ単語を用いた。結果、側頭極への刺激によって、心像喚起性が中程度および低い刺激語に対してのみ反応時間が遅延し、刺激部位の左右差はなかった。したがって、左右の側頭極は非感覚的情報処理に関与することが示唆された。

このようにTMSを用いた研究は、脳機能についての解剖学的な仮説を検討するのに適したツールであり、意味情報処理過程の研究にさらに広く用いられることが期待できる。ただし、TMSでは干渉効果が脳部位ベースで生じるため、必ずしも、望んだ感覚モダリティに対する干渉効果を生じさせられるとは限らない。意味処理における視覚処理の関与を検討する目的の研究において、視覚システムへの干渉を生じさせたい場合には、単純かつ純粋な視覚モダリティの刺激であるDVNを呈示する手法が有効な干渉技法となると考えられる。

DVNは、動的に変化するランダムドットパターンからなる視覚ノイズ刺激を観察する同時課題であり、視覚性ワーキングメモリへの干渉技法として開発された(Quinn & McConnell, 1996)。DVNはランダムドットパターンであるため、それ自体は意味を含まない視覚刺激である。また、そのランダムドットパターンの視野上の大きさ、変化するドットの量、変化の速度といった視覚的特徴の操作によって干渉効果が増減する。そのことから、DVNは視覚性的情報処理システムに限定した干渉効果をもつと考えられている(McConnell & Quinn, 2000)。高村・宮谷(2010)は、DVNが単語処理時のERPに及ぼす影響を調べ、具象語と抽象語の処理の差が視覚処理に基づくものであるか否かを検討した。実験では、DVNを観察するノイズ群、観察しない統制群に参加者を振り分け、具象語および抽象語の音声単語を聴取したときのERPを記録した。音声単語を聴取する際には、聴取した単語から視覚的イメージを思い浮かべるのがどの程度容易かを評定する、心像喚起性判断を行わせた。実験の結果、DVN呈示による視覚妨害を行わなかった統制群においては、単語呈示後600-900ms、1400-1600msの2つの区間において、具象語条件の波形が抽象語条件の波形に比べて陰性方向にシフトする効果がみられた。一方で、ノイズ群では、具象語条件と抽象語条件の電位の間有意な差が生じなかった。すなわち、具象語と抽象語の処理過程の違いを反映する脳電位差が、視覚妨害を行うことによって消失したのであり、このことは、具

象語と抽象語の処理過程における違いが、視覚処理の関与の度合いであることを示唆する。

以上のように、高村・宮谷(2010)ではDVNによる視覚干渉技法を用いて、Van Schie et al. (2005)と同様に、具象語処理における視覚処理を反映すると考えられる電位成分を見出した。そして、その成分の潜時帯はVan Schie et al. (2005)よりも早期であり、単語呈示後600-900msであった。しかし、この潜時帯は、意味処理過程を反映するといわれるN400の一般的な潜時帯よりも遅く、この結果をもって、具象語の意味処理の開始時点で視覚処理が生じていると主張することは困難である。DVNがもたらした視覚処理の変化が、具象語の意味へのアクセス過程に影響を及ぼしていることを示すには、DVNが具象語の意味アクセスの遂行を阻害すること、また、その阻害の程度が、具象語の意味の違いによって変化することを示すことによって可能であると考えられる。

そこで本研究では、異なるカテゴリの具象語の意味へのアクセスに要する時間が、感覚的同時課題や運動的同時課題によって影響を受けるか否かを調べることで、具象語の意味処理に感覚表象や運動表象が関与しているか否かを検証する。これまでの神経心理学的研究、神経イメージング研究によると、具象概念のうち、動物の概念と道具の概念はそれぞれ、視覚システム、運動システムの活動に依存することが示唆されている(Farah & McClelland, 1991; Martin, 2007)。したがって、動物の概念へのアクセスは、視覚システムの阻害によって、道具の概念へのアクセスは、運動システムの阻害によって困難になると考えられる。また、Barsalou(1999)によると、抽象概念は、内観状態など、具象概念よりも複雑なシミュレーションによって構成されることが提案されている。そのため、視覚的および運動的な妨害は、抽象概念へのアクセスを妨害しないか、その妨害効果は動物、道具におけるものよりも小さいと予想される。

## 実験1

### 方法

**実験参加者** 課題遂行に支障のない視力および聴力を有する大学生の男女12名(男性1名、平均年齢18.6歳)が実験に参加した。全員が右利きであった。

**実験課題** 具象名詞および抽象名詞を音声呈示し、その単語の意味が具体的であるか、抽象的であるかを判断する意味判断課題を実施した。

**実験計画** 意味判断課題で呈示する刺激語のカテゴリ(動物名、道具名、抽象語)と、課題中に実施する二重課題(DVN、タッピング、課題なし(統制条件))

を参加者内で操作した。

**刺激** 動物名（例：ライオン, 72語）、道具名（例：ものさし, 72語）、抽象語（例：本能, 144語）を、天野・近藤（1999）のデータベースから抽出した。刺激は3—5モーラの長さの日本語名詞とし、音声単語親密度のカテゴリ内平均値がカテゴリ間で有意に異ならないようにした。抽象語リストの単語の音声単語心像性は、動物名リストおよび道具名リストのどの単語よりも低くなるように選択した。各単語の音声刺激は、女性の声で録音された、天野・近藤（1999）のデータベースに付属のものを用いた。

**二重課題** DVN 条件では、視覚妨害刺激として、Quinn & McConnell（1996）の DVN に準ずる、動的に変化するランダムドットパターン刺激を用いた。DVN は、正方形の領域に縦80個 × 横80個のドットがランダムに配置された白黒のドットパターンである。1つのドットの状態は白または黒であり、白と黒の割合を50:50に保ったまま、ドットの状態がランダムに変化する。本研究では1秒間につき2000個の割合でドットの状態を変化させた。使用した液晶ディスプレイの更新レートは60Hzであった。タッピング条件および統制条件では、DVN を構成する白黒ドットの間色である灰色で塗りつぶした四角形をディスプレイに呈示した。視覚ノイズおよび灰色の四角形は背景を黒とした液晶ディスプレイに呈示した。両刺激とも画面上の大きさは縦18cm、横17cmであり、観察距離は70cmであった（視角にして縦14.7° × 横13.9°）。参加者は、ディスプレイを注視しながら意味判断課題を実施した。

運動処理を妨害する二重課題条件としてタッピング条件を設けた。タッピング条件では、右手人差し指で消音パッドをタッピングし続ける動作を行わせた。タッピングは課題の間、中断をせず、できるだけ早く、できるだけ一定のペースで行うよう教示した。DVN 条件および統制条件では、右手を動かさないよう、消音パッドの上に置いたままで課題を行うよう教示した。実験中、タッピング動作が適切に行われているかを、机に設置した Web カメラを通じて実験者がオンラインで監視した。

**手続き** 試行の開始時に、純音（440Hz, 200ms）を呈示した。純音呈示の1000ms後に、音声単語を呈示した。参加者は、その単語が具体的対象をもつ具象語であるのか、抽象語であるのかを判断し、対応するキーを押して反応した（Figure 1）。キー押しは左手の中指と人差し指で行い、それぞれの判断のキーへの割り当ては、参加者間でカウンターバランスをとった。

反応許容時間は3000msであり、単語オンセットの

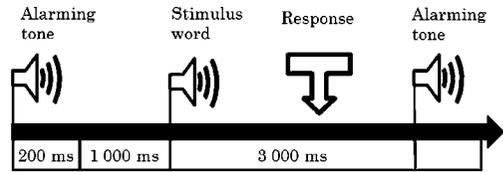


Figure 1. Diagram of one trial in semantic judgment task.

3000ms後に純音（1000Hz, 200ms）を呈示し、試行終了を合図した。試行終了の合図の1000ms後、再び開始の純音を呈示し、連続的に試行を実施した。1ブロックは32試行からなり、3ブロックごとに二重課題条件を切り替えた。DVN 条件では、ディスプレイに動的なノイズパターンを呈示し、課題遂行中、常に観察させた。タッピング条件では、ディスプレイにノイズを呈示せず、灰色の画面上に注視点のみを呈示し、観察させた。また、右手人差し指で連続タッピングを課題実行中に行わせた。統制条件では、ノイズ呈示もタッピングも課さなかった。二重課題条件の順序は参加者間でカウンターバランスをとった。

## 結果

各カテゴリの単語に対する反応のうち、反応が条件に一致したもののみを抽出し、参加者ごとに平均反応時間を算出した（Figure 2）。つまり、抽象語のうち、抽象的であると判断された試行および、動物名、道具名のうち、具体的であると判断された試行のみを分析に用いた。分析では、まず、以下の仮説について検討を行った。a) 動物名の意味判断は、視覚ノイズの呈示によって遅延する。b) 道具名の意味判断は、タッ

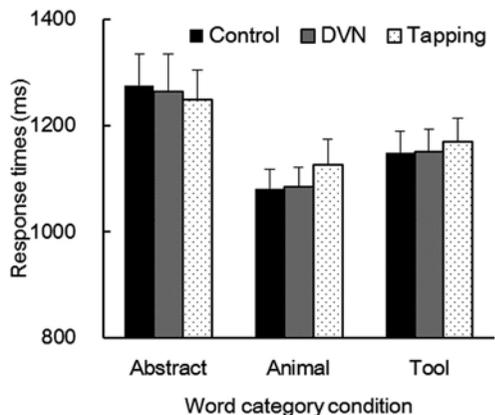


Figure 2. Response times for word stimuli of each category in three dual task conditions in Experiment 1. Vertical bars show standard errors

ピングによって遅延する。

**仮説 a の検討** 動物名に対する判断時間について、統制条件 (1081ms) と視覚ノイズ条件 (1083ms) 間に有意な差はなかった ( $t(11)=0.11, n.s.$ )。

**仮説 b の検討** 道具名に対する判断時間について、統制条件 (1149ms) とタッピング条件 (1168ms) 間に有意な差はなかった ( $t(11)=0.77, n.s.$ )。

## 考察

具象語の意味処理における視覚システムおよび運動システムの働きを検討するために、概念処理時の視覚的同時課題や運動的同時課題が意味判断課題の反応時間にもたらす干渉効果を調べた。その結果、同時課題の種類や単語のカテゴリにかかわらず、干渉効果は生じなかった。したがって、動物名の処理における視覚システムの関与や道具名の処理における運動システムの関与を裏付けることはできなかった。このことは、本実験で用いた同時課題が生じさせる視覚処理や運動処理が、動物名や道具名の意味処理と無関連であることを示唆する。

しかし、DVN やタッピングが意味処理にもたらす妨害効果の有無について結論を出すためには、本実験の手続きを改善した検討が必要であると考えられる。実験後の内省報告において、単語によっては意味判断が困難であったことや、意味判断のボタン押しの動作がタッピングの動作と干渉したことの報告があった。これらの報告は、本実験において、明示的に抽象語判断を行わなければいけないという課題の複雑さの問題、同時課題による意味処理以外の処理への干渉という問題が生じていたことを示唆する。実験1において、これらの問題が、感覚的、運動的同時課題が意味判断課題にもたらす干渉効果の検出を困難にした可能性がある。そのため、実験2において、実験1の手続きを改良した上で仮説の再検討を行う。

## 実験 2

実験2では、意味判断課題の反応方法を、タッピング動作との干渉が小さいフットペダルに変更することで、再度以下の仮説について検討を行った。a) 動物名の意味判断は、視覚ノイズの呈示によって遅延する。b) 道具名の意味判断は、タッピングによって遅延する。

## 方法

**実験参加者** 課題遂行に支障のない視力および聴力を有する大学生または大学院生の男女6名(男性4名、平均年齢20.5歳)が実験に参加した。全員が右利き

であった。

**実験課題** 音声単語の意味判断課題(具象—抽象判断)を実施した。実験1とは異なり、聴取した単語について、その単語がなんらかの具体的な対象物をもつと思われる場合に反応を求める課題であった。聴取した単語が抽象語であるという明示的判断およびその場合の反応は求めなかった。

**刺激** 実験1と同一の刺激を用いた。すなわち、動物名72語、道具名72語、抽象語144語の単語音声を呈示した。

**手続き** 反応方法以外は実験1と同様の手続きで実験を行った。参加者は、音声呈示される単語が具体的な対象をもつ語であると思ったときのみ、フットペダルを踏んで反応した。反応許容時間は3000msであった。

## 結果

動物名および道具名に対してフットペダルを踏んで反応した試行のみを抽出し、条件ごとの平均反応時間を算出した (Figure 3)。

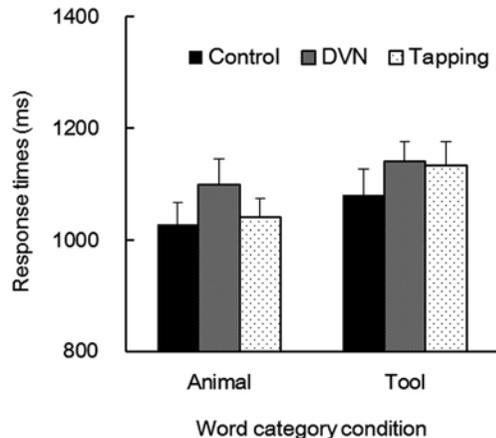


Figure 3. Response times for word stimuli of each category in three dual task conditions in Experiment 2. Vertical bars show standard errors.

**仮説 a の検討** 動物名に対する判断時間は、統制条件 (1028ms) よりも視覚ノイズ条件 (1097ms) で有意に延長していた ( $t(5)=3.28, p<.05$ )。

**仮説 b の検討** 道具名に対する判断時間について、統制条件 (1080ms) とタッピング条件 (1132ms) との間に有意差はなかった ( $t(5)=1.18, n.s.$ )。しかし、タッピング条件においてのみ、道具名に対する判断時間 (1132ms) が動物名に対する判断時間 (1040ms)

よりも延長した ( $t(5)=3.37, p<.05$ )。

## 考察

意味処理における感覚システムや運動システムの働きを検討するために、意味処理時の視覚的・運動的同時課題が意味処理課題にもたらす干渉効果を調べた。課題の反応方法にフットペダルを用い、タッピング動作と反応ボタン押しのための運動干渉といった影響要因を排除することで、仮説を支持する結果を得た。すなわち、DVN 呈示によって動物名の判断のみが遅延した。これは、動物名の意味へのアクセスに視覚処理が関与していることを示唆している。

また、タッピングによる道具名の判断の遅延については、道具名判断における統制条件とタッピング条件の反応時間の間に有意差はみられなかった。しかし、タッピング条件でのみ、道具名の判断時間が動物名の判断時間に比べて有意に長くなるという、間接的に仮説を支持する結果となった。これは、道具名の意味処理が、動物名の意味処理に比べてより強く運動処理に依存しているために、タッピング動作遂行時という、運動処理資源の限られた状態において、動物名と道具名の意味処理の効率に差が生じた結果であると解釈できる。

## 総合考察

本研究では、具象単語の意味処理に、その意味に対応するモダリティの表象が関与するか否かを検討するために、二重課題法を用い、動物名の意味処理に対する視覚妨害、道具名の意味処理に対する運動妨害がそれぞれ効果を持つか否かを検討した。記憶への負荷などの影響を排除して、視覚処理あるいは運動処理そのものの関与を検討するために、視覚妨害課題として、無意味な視覚刺激を受動的に観察する DVN 観察を、運動妨害課題として、単純で無意味な連続タッピング課題を同時課題として用いた。

妨害効果の検出力を高める工夫を行った実験 2 で、視覚妨害課題による動物名処理への有意な妨害効果および、運動妨害課題による道具名処理への妨害効果の存在を示唆する結果が得られた。この結果は、動物名と道具名の意味アクセスに対する視覚妨害、運動妨害それぞれの有効性を支持する、Farah & McClelland (1991) 等の先行研究から導かれる仮説に沿った結果であることから、結果の信頼性は認められると考えられる。したがって、本研究の結果から、視覚処理そのものが動物名の意味処理に関与し、運動処理そのものが道具名の意味処理に関与することが示唆された。

ただし、本研究で示された意味処理に対する視覚処

理、運動処理による妨害効果は量的に大きなものではなく、他の要因の影響を受けやすいことも示唆された。実験 1 においては、意味判断課題において複雑な反応が要求されるなど、妨害効果の検出力が弱まっていたと考えられる。そしてその実験 1 においては、視覚課題や運動課題による有意な妨害効果がみられなかった。このことは、視覚や運動といった単一モダリティにおける妨害によって単語の意味アクセス過程に生じる妨害効果の大きさには限界があることを示唆している。その原因として、意味処理が複数のモダリティのシステムで分散して行われている可能性を挙げることができる。たとえば、ある動物に関する知識は視覚モダリティのみではなく、鳴き声等の聴覚表象、毛並みの肌触り等の触覚表象などによっても表現されていると考えられる (Lambon Ralph et al., 2010)。そのため、呈示された単語の意味を判断する際、視覚的な処理が妨害されていたとしても、聴覚的に呈示される言語表象 (形態、統語情報) によって視覚以外のモダリティの意味表象が活性化するために、具体性の判断という意味処理がある程度遂行可能になると考えられる。このように、複数のモダリティの感覚処理が意味処理に関与することなどにより、視覚処理や運動処理の妨害が意味処理に及ぼす干渉効果の強さは限られたものになると考えられる。そのために、本研究では、課題の複雑性などの要因の影響によって、干渉効果の現れ方が不安定になったと考えられる。

また、本研究において、意味処理が受動的な視覚ノイズ観察による妨害を受けたことは、意味処理に関与する視覚処理が、低次の視覚処理を含んでいる可能性を示唆する。視覚処理を司る神経システムは階層構造をもっており、低次の視覚処理領野から高次の視覚処理領野に向かうにつれて、外界の無意味な視覚的变化に対する反応性が低下する。また、DVN が視覚表象に及ぼす影響を調べた研究では、DVN が意識化された状態にある視覚イメージ表象に干渉することが示されており (Baddeley & Andrade, 2000)、かつ、心的視覚イメージの意識体験を支える視覚領野を調べた研究によると、視覚イメージ体験には、もっとも低次の視覚領野である第一次視覚野が関与することが示唆されている (Cui, Jeter, Yang, Montague, & Eagleman, 2007; Pearson, Clifford, & Tong, 2008)。以上のことから、意味処理において DVN が妨害する視覚処理には第一次視覚野等の低次の視覚領野が関与している可能性がある。第一次視覚野が関与する場合、その役割は、対象の視覚的特徴のうち、視角にして 1 度程度の細かい特徴を表現すること (Kosslyn & Thompson, 2003) であると考えられる。しかし、意味表現にどの程度低

次の視覚領域が関与するかといった正確な局在についてはさらに検討が必要である。また、どのような処理を行うかによって、どの程度低次の領域が関与するかは変化する (Kosslyn & Thompson, 2003) ことが考えられる。今後、意味処理における感覚処理過程について検討する研究では、意味処理に感覚処理が関与するか否かを問う段階から、感覚システムにおけるどのような階層の処理が、どのような役割で関与するかといった問いによる精緻な研究に発展させることが重要であると考えられる。

## 【引用文献】

- 天野成昭・近藤公久 (1999). NTT データベースシリーズ 日本語の語彙特性 第1巻 親密度 三省堂
- Baddeley, A. D., & Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, **129**, 126-145.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol system. *Behavioral and Brain Sciences*, **22**, 577-660.
- Caramazza, A., Hillis, A. E., Rapp, B. C., & Romani, C. (1990). The multiple semantics hypothesis: Multiple confusions? *Cognitive Neuropsychology*, **7**, 161-189.
- Cui, X., Jeter, C. B., Yang, D., Montague, P. R., & Eagleman, D. M. (2007). Vividness of mental imagery: Individual variability can be measured objectively. *Vision Research*, **47**, 474-478.
- Farah, M. J., & McClelland, J. L. (1991). A computational model of semantic memory impairment: Modality specificity and emergent category specificity. *Journal of Experimental Psychology: General*, **120**, 339-357.
- Kosslyn, S. M., & Thompson, W. L. (2003). When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, **129**, 723-746.
- Lambon Ralph, M. A., Sage, K., Jones, R. W., & Mayberry, E. J. (2010). Coherent concepts are computed in the anterior temporal lobes. *PNAS*, **107**, 2717-2722.
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, **58**, 25-45.
- McConnell, J., & Quinn, J. G. (2000). Interference in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **53A**, 53-67.
- Papagno, C., Fogliata, A., Catricala, E., & Miniussi, C. (2009). The lexical processing of abstract and concrete nouns. *Brain Research*, **1263**, 78-86.
- Pearson, J., Clifford, C. W. G., & Tong, F. (2008). The functional impact of mental imagery on conscious perception. *Current Biology*, **18**, 982-986.
- Pobric, G., Lambon Ralph, M. A., & Jefferies, E. (2009). The role of the anterior temporal lobes in the comprehension of concrete and abstract words: rTMS evidence. *Cortex*, **45**, 1104-1110.
- Quinn, J. G., & McConnell, J. (1996). Irrelevant pictures in visual working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **49A**, 200-215.
- 高村真広・宮谷真人 (2010). 動的視覚ノイズが具象語の処理を反映するERP成分に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, **28**, 209-218.
- Van Schie, H. T., Wijers, A. A., Mars, R. B., Benjamins, J. S., & Stowe, L. A. (2005). Processing of visual semantic information to concrete words: Temporal dynamics and neural mechanisms indicated by event-related brain potentials. *Cognitive Neuropsychology*, **22**, 364-386.
- Vermeulen, N., Corneille, O., & Niedenthal, P. M. (2008). Sensory load incurs conceptual processing costs. *Cognition*, **109**, 287-294.

