

左右一側視野呈示における視覚情報選択性の調整

ー フランカー課題を用いた検討 ー

渡辺友里菜・吉崎一人・北原稔也

Effect of visual hemifield on block-wise conflict adaptation effect in the flanker task

Yurina Watanabe, Kazuhito Yoshizaki and Toshiya Kitahara

要旨

本研究は、パターンや規則性を理解し、それに応じた方略を適用しようとする能力のラテラルリティについて検討することを目的とした。そのために、左右視野に刺激を呈示するフランカー課題を用い、ブロックレベルの一致試行出現確率（Proportion Congruency: PC）による適合性効果の変動、つまりブロックレベルの競合適応効果の視野差に注目した。具体的には、白色あるいは灰色の円で構成するフランカー刺激を、左あるいは右視野に瞬間呈示し、中央円の色の同定を24名の右手利き大学生に行った。ブロックレベルのPCを75%、50%、25%で操作した。実験の結果、視野間でPCによる適合性効果の変動に差はみられず、ブロックレベルの競合適応にラテラルリティはみられなかった。

キー・ワード：大脳半球機能差（ラテラルリティ）、蓋然性方略、ブロックレベルの競合適応、刺激反応適合性パラダイム

問題と目的

ヒトの大脳半球は、左半球と右半球に分かれている。半球間には、大脳最大の線維束である脳梁によって繋がれており、視野中心を凝視した状態で、左視野の視覚情報はまず右半球へ、右視野の視覚情報はまず左半球へ投射される。このような生理学的事実に基づき、視覚情報処理のラテラルリティを推測する方法が視野瞬間呈示法である。つまり、左右一側視野に瞬間呈示し、遂行成績の左右視野差から半球優位性を推測するのである（八田，2003）。この方法を使ってこれまでに、刺激属性（言語／非言語）や処理様式の違いといった様々な観点での大脳半球機能差（ラテラルリティ）が明らかにされてきた（Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2014；永江，2012；吉崎，2002）。本研究は、ある事象がどの程度の確率で生起するか

を推測し、それに対応する能力、つまり蓋然性方略のラテラルリティについて検討することを目的とする。

近年、同じ課題であっても、処理半球によって、生起頻度に偏りがある事象に対する二者択一の選択傾向が異なることが報告されている（Wolford, Miller, & Gazzaniga, 2000）。Wolford et al. (2000) は、脳損傷患者に、刺激が呈示される位置を予想させる蓋然性予想実験を行った。彼らは、動物（最大化：Maximizing）とヒト（頻度整合：Frequency matching）の間で生起確率に対する反応の方略が異なる点と、左半球には、自分の知識を文脈に当てはめて解釈する機能がある点（Gazzaniga, 1989）との2点に着目し、右半球もしくは左半球を損傷した患者を対象に二者択一課題を行った。課題は、画面の上下どちらにターゲットが出現するかを予想することであった。実

験では、一方の選択肢（上の位置あるいは下の位置）が80%や70%の確率で正答になっていた。試行の初めには、プライム刺激として左か右を示す三つの矢印（<<<もしくは>>>）が出現した。この矢印の向きは、後に刺激が呈示される視野（左右）を示すと共に、ターゲットの出現位置を予想するための手がかりとなっていた。例えば、右を示す矢印が出現した場合は、80%の確率で上にターゲットが呈示された。脳損傷患者は、プライム刺激呈示後、上下どちらに刺激が呈示されるかを予想し、キーを押すことによって回答した。実験の結果、左半球（右半球損傷患者）は、選択肢を生起頻度と同程度に選び（e.g., 生起頻度80%のものを80%選択）、右半球（左半球損傷患者）は高い確率で生起する呈示位置の選択を続ける最大化（e.g., 生起頻度80%のものを100%選択）を行う傾向があることが示された。これは、蓋然性方略が左右半球で異なることを示した。

さらに、ヒトにおける蓋然性方略は、年齢とともに、最大化方略から頻度に整合した方略に変化することが報告されている（Derks, & Paclisanu, 1967）。Derks, & Paclisanu (1967) は、蓋然性予想実験において、幼児（3-4歳）の多くは最大化方略をとるが、大学生（18-25歳）の多くは頻度整合の方略をとることを示した。予測の精度を考えれば、頻度整合は、最大化よりも劣る方略である。例えば二者択一課題で、一方の選択肢が80%の確率で生起する場合、最大化の方略では、高確率で生起する選択肢を選び続けるので正答率は約80%（ $=0.8 \times 1$ ）となる。一方、頻度整合の方略では、事前の予想と選択後の正答率を勘案するので、正答率は約67%（ $=(0.8 \times 0.8) + (0.2 \times 0.2)$ ）になる。このように、頻度整合は最大化よりも予測の精度が低い方略であることがわかる。

成人がなぜ、児童よりも劣る方略を選択するのだろうか。Gazzaniga (2011 藤井訳 2014) は、規則性を見だし、文脈に当てはめるヒトに特有の傾向は、左半球が優れているとしている。事象が生起するパターンを探る左半球の性質は、蓋然性予想実験のような特殊な状況においては予測の精度を落とす。しかし、現実世界では、一連の事象がパターンを持たない全くの無秩序で生じるよ

りも、何かしらの原因や規則によって起こることの方が多いため、事象生起パターンを探る左半球の能力は必要だと考えられる。

本研究は、刺激反応適合性パラダイムの一つであるフランカー課題（Eriksen, & Eriksen, 1974）を用いて、ブロックレベルにおける一致試行出現確率（Proportion Congruency; 以下PC）の変化が、反応時間や誤答率といった行動指標に及ぼす影響を半球間で比較する。

フランカー課題は、認知的制御の研究に用いられる刺激反応適合性パラダイムの代表的な課題である。刺激反応適合性パラダイムとは、課題関連情報と課題無関連情報の間に競合が生じる不一致条件と、競合が生じない一致条件とが、混在する課題である。フランカー課題の場合では、実験参加者に、文字列の中心文字の同定を求める。このとき、中心の文字（ターゲット）と周囲の文字（フランカー）が異なり、競合が生じる試行が不一致条件（例えばXXNXX）、一致しており、競合しない試行が一致条件（例えばXXXXX）となる。一般的に遂行成績は、一致条件よりも不一致条件で劣る。本研究では、視覚処理に明瞭なラテラルティがみられない色の同定（永江, 2012）を、着色された円形刺激を十字に配置した十字フランカー課題に応用する。

これまでに、ブロックレベルにおける一致試行出現確率（PC）の適合性効果への影響が、視覚情報選択性の調整の反映であることが明らかにされている（Gratton, Coles, & Donchin, 1992, Exp.2; Logan & Zbrodoff, 1979）。不一致条件から一致条件の遂行成績を差し引いた適合性効果を指標とすると、PCが高いブロックよりも、PCが低いブロックにおいて、適合性効果は小さくなる。このときの適合性効果の差をブロックレベルの競合適応効果という。これは、PCが高いブロックに比べて、不一致試行のような競合が多く生じるPCの低いブロックでは、視覚情報選択性が強められるために生じると考えられている（Abrahamse, Duthoo, Notebaert, & Risko, 2013）。もし左半球が事象生起の規則性を推測し、それに適応する働きを有しているのであれば、競合適応に左半球優位性が認められると考えられる。つまり、フ

ランカー刺激を左右視野に呈示し、PCが変動する事態では、右視野のPCによる適合性効果の変動の方が左視野よりも大きいことが予想される。実際に、アルファベットを刺激とした十字フランカー課題を用いた研究において、左半球（右視野）呈示条件におけるブロックレベルの競合適応は、右半球（左視野）呈示条件に比べて顕著な傾向にあることが示されている (Kuratomi, & Yoshizaki, 2013, Exp.3)。しかし、Kuratomi, & Yoshizaki (2013, Exp.3) は、ブロックレベルの競合適応効果のラテラリティを検討することを目的としていなかったため、画面の左右一側視野だけでなく、中央にもフランカー刺激を呈示し、すべての視野（位置）に同一のPCを設定した。またそのPCの操作も、彼らの実験の目的上、PC条件間の差が小さかった (56.25% vs. 43.75%, あるいは62.5% vs. 37.5%)。これらのことを受けて本研究は、刺激呈示位置を左右一側視野のみとして、PCを75%, 50%, 25%の3条件で操作し、PCによる適合性効果の変動における、左右視野差を検討する。

本研究では、PCの変化に伴う適合性効果の変動、すなわちブロックレベルの競合適応は、頻度整合に優れた左半球で、右半球より顕著になると予想する。つまり、ブロックレベルの競合適応効果は、左視野よりも右視野で大きくなると予想した。

方 法

要因計画 視野（2；左視野，右視野）× 一致試行出現確率（3；一致試行出現確率75%条件 (PC75) 条件，一致試行出現確率50%条件 (PC50)，一致試行出現確率25%条件 (PC25)）× 適合性（2；一致条件，不一致条件）の3要因実験参加者内計画であった。

実験参加者 実験参加への同意書に署名を得た、18歳から24歳までの右手利きの大学生24人 ($M = 20.04$ 歳, $SD = 1.31$, 女性18名) が実験に参加し、実験終了後に500円相当の謝礼を得た。利き手の判定には八田・中塚きき手テストを用いた (八田・中塚, 1975)。すべての実験参加者は、矯正視力を含む正常な視力を有していた。

装置 刺激はパーソナルコンピュータとそれに接続された17インチCRTディスプレイ (Sony社製CPD-E230；リフレッシュレート70 Hz) によって呈示された。反応の採取はCedrus社製反応キー (RB-530) により行われた。刺激呈示の制御、反応の記録には、Cedrus社製SuperLab (Ver. 4.52) を使用した。また、頭部を固定し、画面と目の距離を一定に保つために顔面固定台を使用した。

刺激 刺激は、グレー ($R=153$, $G=153$, $B=153$) もしくは白 ($255, 255, 255$) で塗りつぶされた五つの円で構成され、中心のターゲットを囲む形で、その上下左右計4箇所にノイズとなるフランカーを配置した (Figure 1)。円は、全て黒 ($0, 0, 0$) の実線で輪郭を縁どられていた。円の大きさは、視角にして縦 $0.77^\circ \times$ 横 0.77° 、ターゲットとノイズの間は視角にして 1.16° であった。一致条件と不一致条件は、ターゲットである中心の円の色とフランカーの円の色との適合性によって定められた (Figure 1)。すべての刺激は、白色の背景に呈示された。ターゲットは画面中心に呈示される凝視点“+” (視角にして $0.46^\circ \times 0.46^\circ$) を通る水平線上の左右いずれかに呈示され、凝視点からターゲットの中心までの距離は、視角にして 4.65° であった。

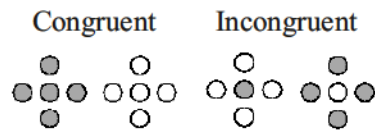


Figure 1. Stimuli used in the present experiment.

手続き 実験は個別に行われた。実験参加者は画面から37 cmの距離に顔面固定台によって頭部を固定され、実験中は画面中心を凝視するように求められた。各試行の流れは以下の通りであった (Figure 2)。まず画面中央にチャイム音と共に凝視点が500 ms呈示された。その後、刺激が150 ms左右2箇所のいずれかに呈示された。実験参加者はターゲットの色が白かグレーかの同定を、できるだけ速く、できるだけ正確に、左右手の人さし指で、左右に配置されたいずれかの反応キー

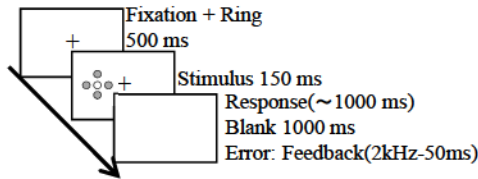


Figure 2. Sequence of events on a trial.

を押すことによって行うことが求められた。実験参加者の反応後、1000 msのブランク画面の後に、次試行が開始された。ターゲット呈示後、反応が1000 msなかった場合、さらに1000 ms後に次試行がスタートした。誤答の場合はフィードバックとしてブザー音（2 kHz）が50 ms呈示された。ターゲット呈示後、1000 msまで反応は1 ms単位で記録された。ブロック間の休憩は20秒であった。

本試行前の練習試行は32試行で、刺激の種類、呈示位置、適合性の条件がいずれも均等であった。本試行には、64試行からなるブロックが3種類用意された。ブロックの種類は一致試行出現確率によって分けられ、一致試行出現確率75%（PC75ブロック）、一致試行出現確率50%（PC50ブロック）、一致試行出現確率25%（PC25ブロック）であった。

PC75ブロック（64試行）の内訳は、左右視野共に一致条件が24試行、不一致条件が8試行であった。各ブロックにおいて、2種類のターゲットの出現頻度は等しかった。

本研究では64試行からなるブロックを12ブロック、計768試行を実施した。実験は4ブロックごとに一致試行出現確率（PC75/50/25）を変動させた。3種類のブロックの並べ方は6パターンであり、1パターンにつき4名の参加者が割り当てられた。また、ターゲット（白、グレー）と反応ボタン（上下）の対応は参加者間でカウンターバランスされた。すべての参加者は右手人さし指

で上ボタン、左手人さし指で下ボタンを押した。

結 果

実験参加者個々に、正答に要した反応時間の平均と誤答率を、実験条件別に算出した。反応時間が150 ms未満の尚早試行はみられなかった。Figure 3, Table 1に、各実験条件での24名の反応時間の平均と標準誤差、誤答率の平均と標準偏差をそれぞれ示す。全実験条件での反応時間と誤答率の間には強い正の相関が確認され、トレードオフはみられなかった（ $r=.88$, $df=10$, $p<.01$ ）。

反応時間 正答に要した反応時間を使って、要因計画に沿った分散分析を行った。その結果、適合性に主効果がみられ（ $F(1, 23)=490.61$, $p<.001$, $\eta_p^2=.96$ ）、不一致条件（453 ms）よりも一致条件（397 ms）の方が速く、適合性効果（55 ms）が得られた。また、一致試行出現確率の主効果に有意傾向がみられ（ $F(2, 46)=2.63$, $p=.083$, $\eta_p^2=.10$ ）、多重比較（TukeyのHSD法）の結果、PC75（420 ms）がPC25（431 ms）よりも速かったが（ $p<.10$ ）、PC50（425 ms）とPC75、PC50とPC25との間に有意な差はみられなかった。視野の主効果はみられなかった（ $F(1, 23)=0.05$, $p=.827$, $\eta_p^2<.01$ ）。一致試行出現確率と適合性の交互作用がみられた（ $F(2, 46)=34.59$, $p<.001$, $\eta_p^2=.60$ ）。Figure 3に示すように、適合性効果は、PC75で最も大きく（74 ms; $F(1, 69)=426.92$, $p<.001$, $\eta_p^2=.86$ ）、次いでPC50（55 ms; $F(1, 69)=229.94$, $p<.001$, $\eta_p^2=.77$ ）、PC25で最も小さかった（37 ms; $F(1, 69)=106.06$, $p<.001$, $\eta_p^2=.46$ ）。また、視野×適合性の交互作用に有意傾向がみられた（ $F(1, 23)=3.14$, $p=.090$, $\eta_p^2=.12$ ）。これは、左視野（53 ms; $F(1, 46)=373.37$, p

Table 1. Mean error rates (%) and SDs (on parentheses) in each experimental condition.

	LVF			RVF		
	PC75	PC50	PC25	PC75	PC50	PC25
Congruent	2.3 (2.0)	2.6 (3.3)	2.3 (3.0)	2.0 (2.6)	1.9 (2.0)	2.5 (3.9)
Incongruent	10.7 (9.3)	7.1 (6.7)	6.7 (6.0)	12.2 (8.4)	7.8 (8.5)	5.7 (4.6)

$<.001$, $\eta_p^2=.89$) よりも右視野 (57 ms; $F(1, 46)=433.52$, $p<.001$, $\eta_p^2=.90$) で、適合性効果が大きいことの反映であった。重要なことに、3 要因の交互作用は認められず、適合性効果の PC による変動に視野差はみられなかった ($F(2, 46)=0.78$, $p=.467$, $\eta_p^2=.03$)。その他の交互作用は有意ではなかった ($F_s<0.78$)。

誤答率 反応時間と同様に要因計画に沿った分散分析を行った。その結果、一致試行出現確率に主効果がみられ ($F(2, 46)=11.24$, $p<.001$, $\eta_p^2=.33$)、多重比較 (Tukey の HSD 法) の結果、PC75 (6.8%) は、PC50 (4.9%) および PC25 (4.3%) よりも誤答率が高かった ($p<.01$)。PC 50 と PC25 との間に、有意な差はみられなかった。また、適合性に主効果がみられ ($F(1, 23)=29.11$, $p<.001$, $\eta_p^2=.56$)、不一致条件 (8.4%) よりも一致条件 (2.3%) の方が誤答率は低く、適合性効果 (6.1%) が得られた。視野の主効果はみられなかった ($F(1, 23)=0.50$, $p=.826$, $\eta_p^2<.01$)。一致試行出現確率と適合性の交互作用がみられた ($F(2, 46)=17.91$, $p<.001$, $\eta_p^2=.44$)。適合性効果は、PC75 で最も大きく (9%; $F(1, 69)=54.66$, $p<.001$, $\eta_p^2=.44$)、次いで PC50 (5%; $F(1, 69)=17.11$, $p<.001$, $\eta_p^2=.20$)、PC25 で最も小さかった (4%; $F(1, 69)=9.10$, $p<.01$, $\eta_p^2=.12$)。これは、反応時間と同様のパターンであった。3 要因の交互作用

は認められず ($F(2, 46)=1.51$, $p=.233$, $\eta_p^2=.06$)、適合性効果の PC による変動に視野差はみられなかった。その他の交互作用は有意ではなかった ($F_s<0.92$)。

考 察

本研究の目的は、ある事象が生起する確率を予想し、それに応じた方略をとる蓋然性方略のラテラルリティを検討することであった。このために、刺激が左右視野に瞬間呈示されるフランカー課題の一致試行出現確率 (PC) を操作し、適合性効果の PC による変動の左右視野差を観察した。脳損傷患者を対象とした Wolford et al. (2000) や、健常成人を対象に視覚情報選択性の調整における視野差を示した Kuratomi & Yoshizaki (2013) に従えば、蓋然性方略は右半球よりも左半球において優れることが予想された。つまり、フランカー刺激を左右視野に呈示する事態では、PC によるブロックレベルの競合適応効果は、左視野よりも右視野の方が大きくなると予想された。

この予想は本研究では支持されず、左右視野で同程度のブロックレベルの競合適応効果を示した。つまり、蓋然性方略の左右半球差はみられなかった。ブロックレベルの競合適応効果にラテラルリティがみられなかった要因としては、以下のことが考えられる。

まず一点目は、刺激反応適合性パラダイムには、蓋然性予想実験と違って「予想をする」という側面がないことである。刺激反応適合性パラダイムは、呈示された刺激に対して同定反応する課題であるため、実験参加者は必ずしも次に呈示される刺激を予測しているわけではない。したがって、左半球において PC の高低が感知されていたとしても、反応に影響しなかったのかもしれない。Wolford et al. (2000) では、ターゲットの呈示位置を予測させるための手がかりが呈示されていたことから、プライム刺激のような先行手がかりを使用することで、実験参加者の予測を導くような手続きを加える必要があるかもしれない。

二点目に、一定ブロックごとに PC が切り替えられたため、方略が学習される前に PC の変化が

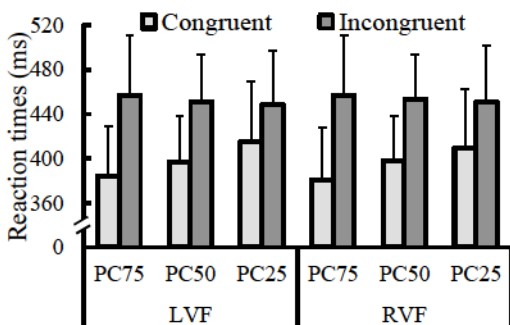


Figure 3. Mean reaction time in each experimental condition. Bars indicate standard error. LVF=Left Visual Field. RVF=Right Visual Field. "PC75", "PC50", and "PC25" indicate the proportion congruency in which congruent trials in the varied stimulus appear frequently (75%/50%/25%), respectively.

生じた可能性があげられる。Wolford et al. (2000, Exp.2) は、実験の最終ブロックにおいて蓋然性方略のラテラリティが最も顕著であることを報告している。Wolford et al. (2000, Exp.2) では、蓋然性が一定の100試行からなるブロックが5回実施され、5ブロック目(400-500試行)でターゲット出現位置の予測の差が最も顕著であった。本研究では、64試行からなるブロックを、4回実施するごとに一致試行出現確率を変動したため、各PCは256試行ごとに変化していた。方略を完成させるためには、試行数が不足していたのかもしれない。PCを参加者間要因にするなどして、PCごとの試行数を増加させた検討が必要といえる。

三点目には、一つの反応に対する刺激の数が2種類であったため、反応を予測するのが困難であった可能性がある。Wolford et al. (2000) は、二者択一課題であったのに対して、本研究は一つの反応が、各ターゲットの一致／不一致刺激の2種類と対応していた。反応と刺激間の対応における複雑性が、実験参加者の予測を難しくしていたとも考えられる。

四点目に、本課題の性質がある。実験課題は、色同定課題であったことや、刺激には、五つの円形刺激で構成された十字フランカー刺激を使用したことから、課題自体の処理の半球優位性が明確でなかったと考えられる。このことが、蓋然性方略の左半球優位性を顕在化させなかったのかもしれない。左半球(右視野)よりも、右半球(左視野)で大きなブロックレベルの競合適応を示したKuratomi, & Yoshizaki (2013, Exp.3) では、左半球優位な言語刺激(アルファベット)のフランカー課題が使用されていた。

さらに注目すべきことに、Miller, & Valsangkar-Smyth (2005) は、分離脳患者に呈示される顔刺激にひげが生えているかどうかを予想させた場合、左半球ではなく右半球で頻度整合が生じることを示した。この結果は、相貌認識のような右半球の優位性が顕著である課題(Rizzolatti, Umiltà, & Berlucchi, 1977) では、右半球の方略が最大化から頻度整合へと変化することを示している。以上のことを総合すると、課

題遂行に優位な半球が、蓋然性方略に優れている可能性がある。

このように改善点、検討すべき点は複数挙げられるが、蓋然性方略のラテラリティは、反応時点での状況が影響している可能性もある。二者択一課題で、選択肢の生起確率が操作されているという点で、本研究とWolford et al. (2000) の研究とは同一である。しかし、Wolford et al. (2000) では、予測を回答する時点で明確な正答が存在しないのに対し、本研究は、教示に沿って呈示刺激に対する反応を行うため、反応時点で正反応と誤反応は明確であった。方略のラテラリティは、回答の段階で、推測や選択における意思決定が必要とされる事態でのみ生じるのかもしれない。

本研究をまとめると、蓋然性方略のラテラリティは、予測を必要とせず、事象生起の確率が実験ブロック内で変動する事態ではみられなかった。蓋然性方略のラテラリティは、事象の生起確率に偏りがある事態で常にみられるのではなく、その生起にはいくつかの要因が関係する可能性がある。今後は、その要因を探る検討が必要となる。

付 記

本研究は、科学研究費用補助金(基盤研究(C) 24530929: 代表者 吉崎一人)の援助を受けた。

引用文献

- Abrahamse, E. L., Duthoo, W., Notebaert, W., & Risko, E. F. (2013). Attention modulation by proportion congruency: The asymmetrical list shifting effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*, 1552-1562.
- Derks, P. L., & Paclisanu, M. I. (1967). Simple strategies in binary prediction by children and adults. *Journal of Experimental Psychology*, *73*, 278-285.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the

- identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, **16**, 143-149.
- Gazzaniga, M. S. (1989). Organization of the human brain. *Science*, **245**, 947-952.
- Gazzaniga, M. S. (2011). *Who's in charge?: Free will and the science of the brain*. New York: Harper Collins Publishers. (ガザニガ M. S. 藤井留美 (訳) (2014). <わたし>はどこにあるのか ガザニガ脳科学講義 紀伊国屋書店)
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2014). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (4th ed.). New York: W. W. Norton.
- Gratton, G., Coles, M. G., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, **121**, 480-506.
- 八田武志 (2003). 脳の働きと行動のしくみ 医歯薬出版株式会社
- 八田武志・中塚善治郎 (1975). きき手テスト政策の試み 大野晋一 (編) 大西憲明教授退任事業論文集 大阪私立大学心理学研究25年のあゆみ pp.224-247.
- Kuratom, K., & Yoshizaki, K. (2013). Block-wise conflict adaptation of visual selectivity: Role of hemisphere-dependent and location - specific mechanisms. *Japanese Psychological Research*, **55**, 315-328.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1979). When it helps to be misled: Facilitative effects of increasing the frequency of conflicting stimuli in a Stroop-like task. *Memory & Cognition*, **7**, 166-174.
- Miller, M. B., & Valsangkar-Smyth, M. (2005). Probability matching in the right hemisphere. *Brain and Cognition*, **57**, 165-167.
- 永江誠司 (2012). 認知と脳ーラテラリティの心理学ー おうふう出版
- Rizzolatti, G., Umiltà, C., & Berlucchi, G. (1971). Opposite superiorities of the right and left cerebral hemispheres in discriminative reaction time to physiognomical and alphabetical material. *Brain: A Journal of Neurology*, **94**, 431-442.
- Wolford, G., Miller, M. B., & Gazzaniga, M. S. (2000). The left hemisphere role in hypothesis formation. *Journal of Neuroscience*, **20**, RC64.
- 吉崎一人 (2002). 学習経験と大脳半球機能差に関する研究 風間書房

謝 辞

本研究の実験実施には、第二著者のゼミ (専門演習 I) を履修した (2014年度) 十名 (飯沼健, 岩田智衣, 大西志保, 佐藤藍, 杉浦あすか, 中村遥, 西田悠海, 松井美里, 一二三菜絵, 廣瀬文香 (五十音順)) の協力を得た。ここに謝意を記す。