

令和元年6月10日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K04198

研究課題名(和文) 視覚情報選択性の調整に左右半球独立性並びに半球優位性が及ぼす影響

研究課題名(英文) Effect of hemispheric difference and independence on the modulation of visual selectivity

研究代表者

吉崎 一人 (Yoshizaki, Kazuhito)

愛知淑徳大学・心理学部・教授

研究者番号：80220614

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：課題達成のために、重要な視覚情報だけを取り出す働き(視覚情報選択性)は文脈によって変動する。この変動が、重要な情報とそうでないものへの注意の比重変化によって生じるのか、刺激と反応の連合を経験することに生じるのかを明らかにした。その結果、課題が持つ競合(刺激-刺激/刺激-反応)によって異なることが明らかとなった。つまり、刺激-反応競合課題(サイモン課題)では、刺激と反応の連合頻度によって、刺激-刺激競合課題(フランカー課題など)では、注意の比重変化によって視覚情報選択性の調整が生じることが明らかとなった。また、刺激-反応競合課題における視覚情報選択性には、脳の左右差があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

目標となる視覚刺激を選択する際の競合検出、解消という過程(視覚情報選択性)が、これまで当然のように視覚的注意によってもたらされるとされてきた。しかし本研究は、特定の刺激とそれに対応した反応の経験、つまり学習も大きく関与しているということを示した。特に課題の種類によって、「注意」と「学習」の寄与が異なることを明らかにした点に意味がある。さらに、視覚情報を選択するといった行為に、左右半球の非対称性があることを示唆した点は、この特性についての心理学的、生物学的、並びに進化的視点からの研究を発展させる。

研究成果の概要(英文)：The effectiveness of attentional selection (i.e., visual selectivity) inferred from congruency effects appears to be sensitive to task context, as established on prior trials and the proportion of the congruent trials within a given block. The present study demonstrated that the occurrence mechanisms of the modulation of visual selectivity is different between the Simon task which involves automatic stimulus-response links (S-R compatibility), and the Flanker task which involves stimulus-stimulus links (S-S compatibility). While the modulation of Simon effect depends on the frequency of stimulus-response association, which supports a view of contingent learning, the modulation of Flanker effect is associated with the proportion of the congruent trials, which supports an attentional view as well as the contingent learning. Furthermore, this study provided the evidence that the lateral hemispheric difference exists in the visual selectivity observed in the Simon task.

研究分野：視覚的注意

キーワード：認知的制御 視覚的注意 ラテラルリティ

1. 研究開始当初の背景

我々は、適応的に、そしてより効率的に課題目標を遂行するために、ボトムアップ的処理と同時に、文脈や環境によってトップダウン的にも認知処理を行っている。「視覚的注意」においても同様である。視覚的注意の認知的制御については、認知心理学、神経科学からのアプローチが近年盛んに行われている(Bugg & Crump, 2012)。中でも特に多いのが、課題に無関連な情報を排除して課題に関連する重要な情報を優先的に処理する「視覚情報選択性」が、課題文脈によって変動する程度に注目するものである。これを認知的制御の指標として、視覚的注意の認知的制御機構にアプローチするのである。具体的には、視覚情報選択性の測定に、ストループ課題、フランカー課題、サイモン課題に代表される刺激 - 反応競合パラダイムが使用され、これによって測定される適合性効果(一致条件と不一致条件の遂行成績差)を視覚情報選択性の程度としてとらえる。

注目すべき点は、この適合性効果(視覚情報選択性)が課題文脈によって変動する(視覚情報選択性の調整)ことにある(例、Gratton et al., 1992)。前(n-1)試行の競合の有無(一致/不一致)によって現(n)試行の適合性効果が変動したり、実験ブロック中の一致試行の出現頻度(競合の多寡)によって適合性効果は変動したりする。前者の試行間変動をGratton効果、ブロックの競合頻度による変動を比率一致性(Proportion Congruency)効果と呼ぶ。これらの効果は主に、「競合モニタリングモデル」(Botvinick et al., 2001)によって説明される。このモデルでは課題遂行において、トップダウン制御、出力、競合モニタリングの3成分を想定し、競合モニタリング成分によって検出される競合の量が、トップダウン制御成分に活性値として伝えられ、適切な出力として反応が行われる。したがって、競合が多いときには、競合を解消する経験が多くなり、トップダウン制御成分の活性値も高くなる。この結果、適合性効果は減少するのである。この機構の脳内機構も明らかになってきている。つまり、競合の検出を背外前帯状皮質(dACC)が担い、その量によって中前頭回(MFG)の一部である背外側前頭野(DLPFC)が課題に関連した処理の調整を行う。

以上の背景から視覚情報選択性の調整の反映となるGratton効果、比率一致性効果の機序について、以下の2つの視点からの検討を試みた。

(1) 注意なのか、学習なのか

申請者を含め多くの研究者が、Gratton効果並びに比率一致性効果の生起機序について「注意」の視点から検討している(以下、注意説)。つまり、競合解消経験頻度(一致試行の出現確率)によってもたらされる、課題関連情報/無関連情報に対する注意のウエイトの変動によって説明する考え方が主流であった。しかしながら、本研究を計画スタート以降、特定刺激と反応の連合強度(「刺激-反応」頻度)いわゆる「学習」の視点での説明モデルも注目されてきた(Schmidt, 2013)。この両者の視点は、対立する考え方ではなく、それぞれの考え方がどのような状況で効率的に働くのかを検証する必要がある。

(2) ラテラリティと視覚情報選択性の調整との関連性

Gratton効果、比率一致性効果の機序について、接近回避動機づけの視点からの検討も行われていない。左右各半球が独立した注意資源を有するとする知見に基づく(例、Banich & Belger, 1990)視覚情報選択性の調整も各半球で独立に働くことが考えられる。このことを検証するために、左右各視野に呈示される刺激の一致試行出現確率を操作して視覚情報選択性の調整の変動を観察する。また接近動機づけが左半球の活性化をもたらすとする考え方に基づいて、接近動機づけを高める課題事態を設定し、視覚情報選択性、並びにその調整にラテラリティが及ぼす影響を検討する。

2. 研究の目的

(1) 比率一致性効果の発生機序について

従来いわれてきた「注意説」の妥当性を検討するため、刺激-刺激競合を伴うストループ課題を用いて、一致試行/不一致試行の割合を操作したブロックの実施順序が比率一致性効果の大きさに影響するかを検討した。具体的には、一致試行が優勢なフェーズ(Most Congruent: MC)を最初に実施し、その後不一致試行が優勢なフェーズ(Most Incongruent)を実施する事態(MC-MI)の比率一致性効果とその逆で実施した場合(MI-MC)の比率一致性効果を比較する。もし注意説が正しければ、MC-MI条件では、MCフェーズにおいて課題無関連情報への注意が向けられる可能性が高いため、MIフェーズにシフトしたことに気づきやすいことが考えられる。したがって、比率一致性効果はMI-MC条件に比べて大きくなることが予想された。このような傾向は、学習説では考えにくい。つまり、刺激と反応の連合頻度が影響すると考えれば、MC-MI、MI-MC両条件間に比率一致性効果の差異は認められないことが予想された(土井・吉崎, 2016)。

「注意説 vs 学習説」の論争は、二者択一的ではなく、課題の性質によるとも考えられる。刺激反応適合性パラダイムにおいて、競合の種類が異なる課題間で、比率一致性効果が異なるかどうかを検討した。この問いに取り組むために、般化の手続きを用いた。つまり、一方の課題の比率一致性が他方の課題(比率一致性が50%)の適合性効果の変動に影響するのであれば、比率一致性効果の発生機序は共通であると推察され、影響しなければ異なる発生機序であると推察された。具体的には刺激-反応競合(SR競合)を伴うサイモン課題と、刺激-刺激競合を伴

うストロブ様課題が併存する実験課題を作成し、SR 競合の視点からの分析と、SS 競合から分析を実施し、般化の有無を検討する。これまでの主張が正しければ、般化は生じないと考えられた。

では、SR 競合課題と SS 競合課題では比率一致性効果の機序が異なることが明らかになった。競合課題ごとに、比率一致性効果が注意説、あるいは学習説で説明可能かを検討した。そのことを実現するために、左右各視野に上下 2 カ所の位置（合計 4 カ所）に刺激を呈示し、各位置の一致試行出現確率を操作した。また反応ボタンの位置は左右水平方向や、上下垂直方向に配置した。このことによって、各視野や各呈示位置の一致試行出現確率を操作するだけでなく（注意説の確認）「刺激-反応」頻度を操作することができた（学習説の確認）。SR 競合課題（サイモン課題）では、比率一致性よりも「刺激-反応」頻度が比率一致性効果を強く規定し、SS 競合課題ではその逆の結果になることが想定された。

(2) ラテラルリティと視覚情報選択性について

Takio et al. (2014)の理論によれば、性急な反応を迫られる事態、あるいはワーキングメモリに負荷のかかる事態では、右側へのバイアスが強く現れる。視空間注意のラテラルリティは右半球が優勢である。つまり、右半球は左右両空間を、左半球は右空間をそれぞれ支配していることから、右空間へのバイアスが大きいのである。前頭葉機能が成熟している健常成人においては、前頭葉機能がそのバイアスを制御し、左右視野空間に均等に注意を配分していると考えられる。これに対して、前頭葉機能が未熟な子どもや、前頭葉機能低下した高齢者では右空間へのバイアスが顕著に見られる。

このような知見をうけて、健常成人を対象に、性急な事態で、前頭葉機能に負荷をかけた事態をサイモン課題を使って作り、そのときのサイモン効果の左右視野差を検討した。具体的には、試行間隔を操作し、短い間隔で反応すべき事態におけるサイモン効果は、右視野優位性を示すことが予想された。さらに、一致試行出現確率を操作し、これとサイモン効果の左右視野との関連性を観察することによって、視覚情報選択性の調整のラテラルリティを検討する。また、このことが大脳半球機能差と関連していることを確認するために、右手利きだけでなく左手利きの健常者にも実施した。右手利きの健常成人の場合は、サイモン効果は右視野優位が顕著であることが予想される。またこのことが半球優位性を反映しているのであれば、左手利き健常成人ではこの左右差は見られないことが予想された。

3. 研究の方法

(1) 実験(1) [実験参加者] 実験参加への同意書に署名した大学生並びに大学院生 20 名(男性 8 名、女性 12 名)。[要因計画] 順序(2: MC-MI、MI-MC) × フェーズ(2: 前半、後半) × 適合性(2: 一致、不一致)の 3 要因混合計画。順序要因のみ実験参加者間要因。[刺激] 刺激として用いた色名単語は、「あか」、「あお」、「みどり」、「きいろ」の 4 種類。[装置] 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。刺激呈示のタイミング、並びに反応の記録は、SuperLab Version 4.52 (Cedrus 社)を使用。反応キーにはキーボードの“A”、“S”、“K”、“L”を使用。[手続き] 実験は個別に行われた。各試行の流れは以下の通りであった。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。実験参加者は刺激のインク色が何色であるかの同定を、できるだけ速く、できるだけ正確に反応することが求められた。反応は、刺激のインク色が赤色の場合“A”キーを、青色の場合“S”キーを、緑色の場合“K”キーを、黄色の場合“L”キーを押すことによって行われた。本試行は、MC-MI 条件、MI-MC 条件ともに 1 ブロック 144 試行からなり、ブロックの前半フェーズ 72 試行、後半フェーズ 72 試行で一致試行出現確率が操作された。MC-MI 条件は、前半の一致試行出現確率が 83.3% (不一致試行出現確率が 16.7%)、後半の一致試行出現確率が 16.7%であった。MI-MC 条件は、前半の一致試行出現確率が 16.7%、後半の一致試行出現確率が 83.3%であった。本実験では、144 試行からなるブロックを 4 ブロック、計 576 試行を実施した。実験参加者 20 名のうち、半数は MC-MI 条件を行い、残りの半数は MI-MC 条件を行った。

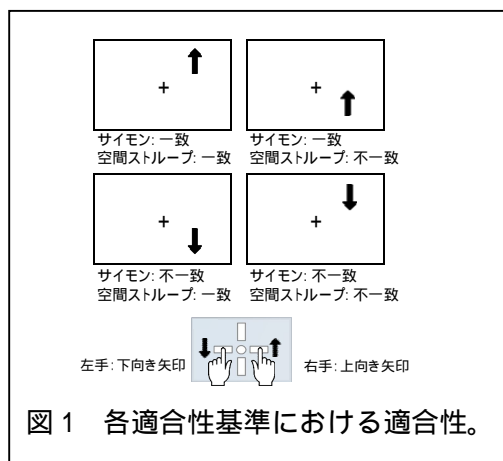


図 1 各適合性基準における適合性。

(2) 実験(2) [実験参加者] 右手利き大学生また大学院生 16 名。[要因計画] 適合性基準(2; 空間ストロブ、サイモン) × 一致試行出現確率変動性(2; 変動、固定) × 一致試行出現確率(2; 75%、25%) × 適合性(2; 一致、不一致)の 4 要因実験参加者内計画。[装置] 反応キーを Cedrus 社製 (RB-530) としたこと以外は実験(1)と同じ。[刺激] 「あか」、「あお」の 2 種類。[手続き] 実験は個別に行われた。まず、チャイム音と共に凝視点が 500 ms 呈示された後、刺激が 150 ms 呈示された。実験参加者の課題は、矢印の向きが上か下かをできるだけ速く、できるだけ正確に同定し、左右手第二指で矢印方向と関連付けられた左右配置のキーを押すことであった(図 1 参照)。ブロックの種類は、5 種類で、一つは両課題共に一致試

行出現確率が 50%の中立ブロックであった。空間ストループ課題の一致試行出現確率が変動した二つの条件は、75%条件と 25%条件のブロックであった。このとき、サイモン課題の一致試行出現確率は 50%であった。同様に残り二つのブロックは、サイモン課題の一致試行出現確率が変動した条件で、空間ストループ課題の一致試行出現確率は 50%の固定条件であった。本試行では 64 試行からなるブロックを 10 ブロック、計 640 試行を実施した。

(3) 実験 (3) SR 競合課題のサイモン課題を応用して、3 つの実験を行った。図 2 に示すように 4 つの刺激呈示布面でターゲットを呈示し、一致試行出現確率の操作を行った。実験 (3) -1 では特定の「刺激-反応」の偏りのない事態を設定した。実験 (3) -2 では左右視野の一致試行出現確率を同等 (50%) にし、「刺激-反応」の偏りをもたらず事態を設定した。さらに実験 (3) -3 では、実験 1、2 から得た結果を確認するために、刺激呈示位置、「刺激-反応」頻度の偏りに加え、左右視野間で一致試行出現確率に差がある事態を設定した。[実験参加者] 右手利きの大学生あるいは大学院生が 48 名。各実験に 16 名ずつ振り分けられた。[装置・刺激] 実験 (1)(2) で使用した実験装置を使用。緑色または赤色円を刺激として使用。[手続き] 実験参加者の課題は、刺激の色が緑色か赤色かをできるだけ速く、できるだけ正確に同定し、左右手第二指で刺激色と関連付けられた左右配置のキーを押すことであった。その他の手続きは実験 (2) と同様であった。

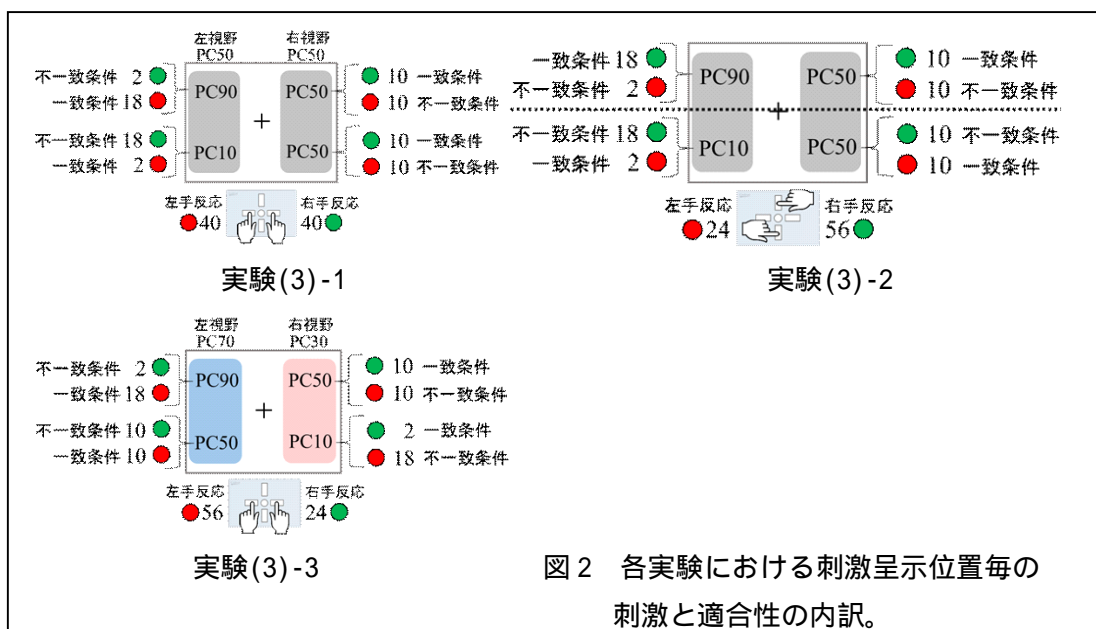


図 2 各実験における刺激呈示位置毎の刺激と適合性の内訳。

実験 (3) -1、-2 と同じ刺激呈示布置と適合性の関係で、SS 競合課題であるフランク課題を実施した (実験 (3) -4、-5)。フランク刺激は水平線上に並んだ 3 つの円で構成され、灰色あるいは白色であった。参加者は 3 つの円の中心の色の同定を行った。

(4) (2) で使用したサイモン課題の以下の点を変えて実施した。呈示位置の一致試行出現確率はすべて 50%、ターゲットが消失してから次の試行が始まるまでの間隔を 500 ms から 800 ms までの (fast block) 条件、800 ms から 1100 ms までの (slow block) 条件を用意した。右手利きの大学生 24 名が実験に参加した (実験 (4) -1)。

実験 (4) -2 では、右手利き 24 名、左手利き 24 名を対象に、サイモン課題を実施し、サイモン効果の視野差に、利き手、並びに一致試行出現確率が及ぼす影響を検討した。ターゲットは青色、黄色、緑色、赤色の 4 種類の円を用いて、2 色ずつを左右各手に割り当てた。

4. 研究成果

(1) 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。3 要因の交互作用

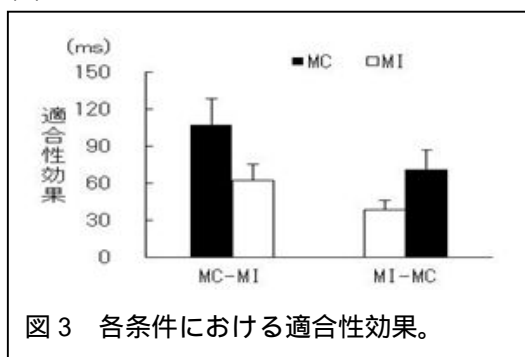
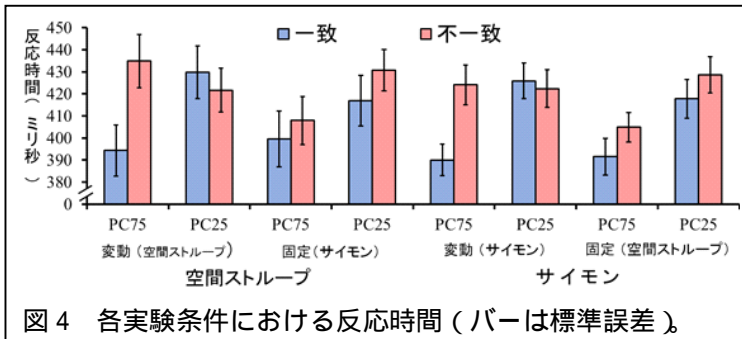


図 3 各条件における適合性効果。

が認められた。これは図 3 に示すように、MC - MI 条件の比率一致性効果が MI - MC 条件のそれよりも大きいことの反映であった。つまり、最初に一致試行が多いフェーズを実施した場合 (MC-MI 条件) ではその後の一致試行の少ないフェーズで適合性効果が比較的顕著に減少するのに対して、最初に一致試行が少ない MI フェーズを実施した場合には、その後 MC フェーズでの適合性効果の増大は、それほど増大しなかったのである。これは Abrahamse et al. (2013) の知見を支持するもので、比率一致性効果は、注意の調整によって生起することを示唆している。

(2) 中立ブロックを除いた本試行ブロックにおいて、正答に要した反応時間を用いて、要因計画に沿った分散分析を行った。4 要因の交互作用はみられなかったが、一致試行出現確率変動性 × 一致試行出現確率 × 適合性の 3 要因の交互作用が有意となった。これは、図 4 に示すように、比率一致性効果が、空間ストループ課題とサイモン課題の双方の適合性基準において、変動条件だけでみられ、固定条件ではみられないことの反映であった。競合の併存事態に、両課題で比率一致性効果が得られたことは、SR 競合課題(サイモン課題)と SS 競合課題(空間ストループ課題)の視覚情報選択性の調整は、独立して駆動することを示唆した。つまり、競合の種類が異なると、呈示位置が同一でも、視覚情報選択性の調整は汎用的に働かない可能性を示した。

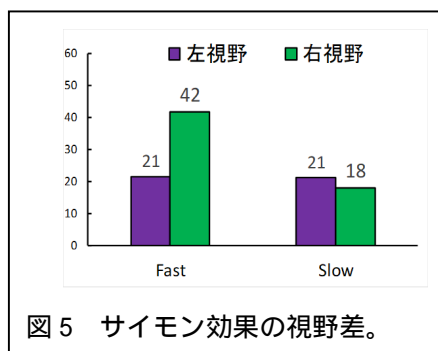


(3) SR 競合をもつサイモン課題では、特定の「刺激-反応」頻度が比率一致性効果を規定することが明らかとなった。一致試行出現確率を左右両視野とも 50% とし、「刺激-反応」の頻度の偏りをなくした実験 (3) -1 の結果から、各呈示位置のサイモン効果に差異はみられなかった。このことは、SR 競合課題の場合は、比率一致性効果が視覚的注意によって規定されるのではなく、特定の刺激と反応の連合頻度によるものであることを示唆した。「刺激-反応」頻度の偏りをつくり、呈示位置の一致試行出現確率を操作した実験 (3) -2 でも、実験 (3) -1 を支持する結果となった。さらに実験 (3) -3 の実験結果は、実験 (3) -1 の結果が左右各視野の一致試行出現確率の反映であるとはいえないことを明らかにした。

SS 競合をもつフランカー課題は、サイモン課題とは違って、比率一致性効果は視覚的注意と「刺激-反応」頻度の両方が影響していることを明らかにした。実験 (3) -1 と同じデザインであった実験 (3) -4 では、呈示位置の一致試行出現確率によって適合性効果の変動した。実験 (3) -2 と同じデザインであった実験 (3) -5 でも、同様呈示位置の出現確率によって適合性効果の変動した。さらに両実験を比較したところ、実験 (3) -5 の方が比率一致性効果は大きく、このことから、SS 競合課題においては、視覚的注意だけでなく「刺激-反応」頻度が比率一致性効果に寄与することが示唆された。

SS 競合、SR 競合両課題において、左右各視野の一致試行出現確率が適合性効果の変動を規定するような証拠は得られなかった。

(4) 2 つの実験から、接近動機づけを高めると考えられる、性急な事態では視覚情報選択性にラテラルリティがあることが示唆された。つまり、サイモン効果は右手利きでは右視野で大きく、左手利きでは視野差がないことが示された。右手利きを対象とした実験 (4) -1 では、図 5 に示すように、サイモン効果は試行間隔が短い条件 (fast 条件) で、slow 条件よりも大きいことが示された。



実験 (4) -2 では、利き手にかかわらず比率一致性効果は認められるが、右手利きでは右視野のサイモン効果が左視野に比べて大きかった。これは、実験 (4) -1 を支持するものであった。さらに左手利きでは、そのような視野差はみられなかった。比率一致性効果と視野差の関係についてはみられず、文脈 (一致試行出現確率) による視覚情報選択性の調整については、ラテラルリティがみられないことが示唆された。

以上のことから、性急な反応を求められる事態では、左半球が強く関与するとする、「接近回避動機づけとラテラルリティの理論」を支持するとともに、SR 競合課題で観察される視覚情報選択性にはラテラルリティがある可能性を示す証拠を提供した。

< 引用文献 >

Abrahamse, E. L., Braem, S., Notebaert, W., & Verguts, T. (2016). Grounding cognitive control in associative learning. *Psychological Bulletin & Review*, 142, 693-728.

Banich, M. T., & Belger, A. (1990). Interhemispheric interaction: How do the hemispheres divide and conquer a task? *Cortex*, 26, 77-94.

Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624-652.

Bugg, J. M., & Crump, M. J. C. (2012). In support of a distinction between voluntary and stimulus-driven control: A review of the literature on proportion congruent effects. *Frontiers in Psychology: Cognition*, 3, 1-16.

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.

Takio, F., Koivisto, M., & Hämaläinen, H. (2014). The influence of executive functions on spatial biases varies during the lifespan. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 170-180.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

渡辺友里菜、吉崎一人、サイモン課題並びにストループ様課題における反応キー間の距離が競合解消に及ぼす影響、愛知淑徳大学論集 心理学部篇、査読無、8、2018、19-25
<https://hdl.handle.net/10638/00007919>

渡辺友里菜、吉崎一人、ターゲットに対する反応回数は遂行成績並びに視覚的注意に影響するのか、人間環境学研究、査読有、15、2017、3-7 <https://doi.org/10.4189/shes.15.3>

渡辺友里菜、吉崎一人、異なる競合が併存する事態における視覚情報選択の調整、心理学研究、査読有、88、3、2017、267-273 <https://doi.org/10.4992/jjpsy.88.16317>

Kuratomi, K., & Yoshizaki, K. Viewers prefer predictive cues. *Consciousness and Cognition*, 査読有, 44, 2016, 179-185 <https://doi.org/10.1016/j.concog.2016.07.006>

土井章楠、吉崎一人、ストループ課題における表記の差異が比率一致性効果に及ぼす影響、愛知淑徳大学論集 心理学部篇、査読無、6、2016、63-71
<https://hdl.handle.net/10638/5771>

北原稔也、吉崎一人、渡辺友里菜、ヒトの随伴性学習における視野差の検討、愛知淑徳大学論集 心理学部篇、査読無、6、2016、73-79 <https://hdl.handle.net/10638/5772>

渡辺友里菜、吉崎一人、実行制御の負荷がサイモン効果の視野差に及ぼす影響、愛知淑徳大学論集 心理学部篇、査読無、6、2016、55-62 <https://hdl.handle.net/10638/5767>

Kuratomi, K., & Yoshizaki, K. Flexible adjustments of visual selectivity in a Flanker task. *Journal of Cognitive Psychology*, 査読有, 28, 2016, 462-473

<https://doi.org/10.1080/20445911.2015.1135157>

〔学会発表〕(計 14 件)

渡辺 友里菜、吉崎 一人、課題関連情報に対する反応頻度の偏りが遂行成績を変化させる、日本心理学会第 81 回大会、2017

Watanabe, Y., & Yoshizaki, K. Response speed in a Simon task depends on response frequency rather than on a specific stimulus-response contingency, 2nd International Convention of Psychological Science, 2017

Kimura, Y., & Yoshizaki, K. Effects of task relevancy in the social context on cognitive control, 2nd International Convention of Psychological Science, 2017

Yoshizaki, K., Watanabe, Y., & Kato, K. Response motor actions affect attentional control, International Meeting of the Psychonomic Society, 2016

蔵富恵、吉崎一人、藤田知加子、知覚的变化による認知制御の持続性、日本認知心理学会第 14 回大会、2016

Kimura, Y., & Yoshizaki, K. The existence of a partner modulates cognitive control, Cognitive Neuroscience Society Annual Meeting, 2016

Watanabe, Y., & Yoshizaki, K. Lateral visual field difference of the Simon effect and its proportion congruency effect, The 31st International Congress of Psychology, 2016

北原稔也、吉崎一人、単語とインク色の呈示比率が随伴性効果と呈示対の尤度評定に及ぼす影響、日本認知心理学会第 13 回大会、2015

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ <https://kazu01.sakura.ne.jp/cogneuro/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者 なし