

# 反応準備段階における競合処理と競合適応効果の関連

西本美花  
(2016年10月6日受理)

## The Relationship Between Conflict Adaptation Effect and Conflict Processing in Response Preparation

Mika Nishimoto

**Abstract:** Performance in the stimulus-response compatibility task is affected by the compatibility in a previous trial. This conflict adaptation effect was explained by the conflict monitoring theory (Botvinick et al., 2001). Reaction time in an incompatible trial is reduced by cognitive control elicited by conflict processing in the previous trial. It is important feature of the theory that the monitoring system detect conflict at response level. To investigate whether conflict in the response preparation process would predict the amount of conflict adaptation effect, I recorded the lateralized readiness potential (LRP), and tested the relationship between its amplitude and latency and the conflict adaptation effect in the Stroop task. In addition, because it was reported by recent research (Braem et al., 2012) that conflict adaptation effect correlates reward sensitivity, this study aims to reproduce that correlations. Results showed that no conflict adaptation effect was found in response time. The amount of conflict adaptation had a positive correlation with individual reward sensitivity, especially the Fun-Seeking factor, measured by the Behavioral Action System Drive scale. LRP onset latencies were not longer for incompatible trials than for compatible trials. In addition, mean amplitude of stimulus locked LRPs had no difference due to compatibilities, and did not correlate with the amount of conflict adaptation. Thus, this study did not show conflict adaptation effect nor the effect of compatibility in all index of LRPs. Future experiments are necessary using other cognitive tasks which could arise robust conflict adaptation effect in reaction time. As for second aim of this study, correlation between conflict adaptation effect and individual reward sensitivity was reconfirmed. It suggests that the biological reward system is involved in the conflict monitoring system.

Key words: Conflict adaptation effect, Conflict monitoring, Stroop task

キーワード：競合適応効果, コンフリクトモニタリング仮説, ストループ課題

## 1. 背景と目的

行為を適切に遂行するために、目標とは関係のない情報や矛盾する情報が同時に存在する環境のなか

---

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）、森永康子、  
湯澤正道、中尾 敬

で、人は情報を選択し行為を最適化していると考えられており、この能力は認知制御 (cognitive control) と呼ばれる。認知心理学では、このような目標指向的行為における情報処理について研究するため、ストループ課題 (MacLeod, 1991; Stroop, 1935) や、サイモン課題 (Simon & Small, 1969)、フランカー課題 (Eriksen & Eriksen, 1974) といった刺激-反応適合性課題 (stimulus-response compatibility task, SRC 課題) が用いられてきた。SRC 課題には課題目標に関連す

る情報と関連しない情報が含まれ、参加者は課題関連情報と非関連情報の間の競合 (conflict) を解消して正反応を出力することが求められる。例えばストループ課題では、青色で描かれた「あか」という文字について、参加者は文字が描かれたインクの色 (青) を答えるよう求められる。課題関連情報であるインクの色情報に対して目標に非関連な「あか」という文字の意味情報が競合し、反応時間の遅延や誤反応の増加といったパフォーマンスの低下が生じることがわかっており、適合性効果 (compatibility effect) と呼ばれている。

また、人には競合の経験を次に活かすために認知処理の仕方を最適化する適応能力があると考えられており、SRC 課題の遂行時にもそれが観察できる。特に、競合を引き起こす不一致試行の反応時間が、ひとつ前の試行が一致試行であった場合よりも不一致試行であった場合の方が短縮し、さらに、一致試行の反応時間は、そのひとつ前の試行が不一致試行であった場合よりも一致試行であった場合の方が短縮するという現象が Gratton, Coles, & Donchin (1992) によって報告されている。これは、競合に適応するための認知機能のひとつであるという立場から、競合適応効果 (conflict adaptation effect) と呼ばれる (e.g., Botvinick, Braver, & Barch, 2001; Egner & Hirsch, 2005; Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger, & Carter, 2004; Mayr, Awh, & Laurey, 2003)。

Botvinick et al. (2001) は、シミュレーションモデルを用いて、Gratton et al. (1992) における競合適応効果を再現した。このモデルは、現試行の処理をモニタリングし、競合を検出すると次の試行の処理に対するエネルギー配分を調整するコンフリクトモニタリングシステムである。刺激の入力から反応の出力までの一連の情報処理の経路とは別に実装されるシステムであり、反応選択ユニットを常にモニタリングしている。処理中に生じた競合を検出すると、次の試行に対する処理にバイアスをかけて目標関連情報と非関連情報の選択性を高めることによって、正反応の出力を促進する。シミュレーションの結果、Gratton et al. (1992) の実験結果が再現され、妥当性が示されたことから、競合適応効果を説明するモデルとしてコンフリクトモニタリング仮説 (conflict monitoring theory) が提案された。この仮説によるストループ課題遂行時の競合適応効果出現モデルの模式図を Figure 1 に示す。不一致試行において刺激の色と意味がそれぞれ異なる反応を活性化したことが検出されると、色の処理に対する処理資源が増強され、次の試行の反応に影響する。

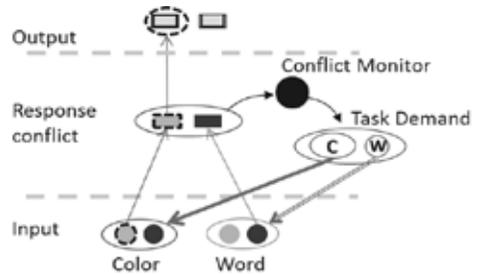


Figure 1. A modified illustration of Botvinick et al. (2001) model of conflict monitoring in the Stroop task.

コンフリクトモニタリング仮説では、競合のモニタリングの段階を反応ユニットに限定しており、他の処理段階についての検討は行われておらず、反応選択よりも前の処理段階においてもモニタリングが行われるのではないかと指摘が存在する (Egner, 2008)。Egner (2008; Egner & Hirsch, 2005) の主張によると、情報処理のいずれの段階の競合も検出され、処理段階ごとに制御が生じる。さらに、複数の競合が異なる処理段階で生じたとき、それぞれコンフリクトモニタリングシステムは独立に駆動するとした。Egner らによる修正モデルの模式図を Figure 2 に示す。この修正モデルは、ストループ課題の文字刺激を画面の左右にランダムに呈示し、異なる色が割り当てられた2つのボタンに対する左右反応との競合を生じさせるよう工夫した課題を使用した研究に基づいている。反応選択時のみでなく刺激の知覚的な処理の段階においても競合情報がモニタリングされ、それぞれの段階で個別に次試行へのバイアスが加えられると考えた。このように、どの段階における競合処理が、次試行へのバイアスを加える信号となっているかという点について、研究者によって意見が異なっており、実証的な検討が必要である。

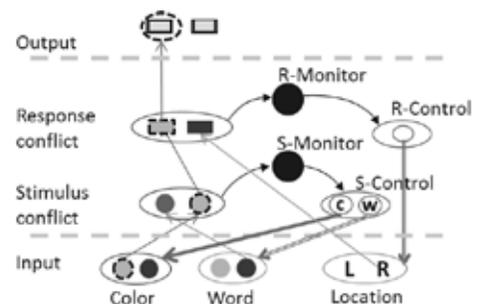


Figure 2. A modified illustration of Egner (2008) model of conflict monitoring in the Stroop task and the Simon task.

競合適応効果がどの段階の競合処理に基づいて生じるかという点を検討するために、刺激呈示から反応の出力に至る過程の脳活動を連続的に記録できる事象関連電位 (event-related potential, ERP) を用いることができると考えられる。反応選択段階の脳活動については、脳内における反応準備を反映する偏側性運動準備電位 (lateralized readiness potential, LRP) による検討が可能である。LRP とは、運動反応の前約200 ms から100 ms の時間帯に、運動側の逆側の運動野から検出される脳電位である。左脳側の電位から右脳側の電位を引き算すると、右手の反応準備はLRPの陰性シフトとして、左手の反応準備は陽性シフトとして出現する (Coles, 1989) ので、左右の反応選択段階で競合が生じて、右手の反応準備の際に左手の反応準備も惹起している状況を、時間軸上に表現することができる。よって、左右選択のマニュアル反応が求められる課題の遂行時に、反応準備段階において競合がある場合には、正反応方向と反対側の準備電位が惹起することによりLRPの振幅抑制や、潜時の遅延がみられる。

Freitas, Banai, & Clark (2009) は、反応準備段階における競合関連処理に競合適応効果と同様の前試行による影響がみられるかどうかを調べるため、矢印を刺激としたフランカー課題を用いて、現試行のLRPにおける前試行の適合性の違いによる差異を調べた。その結果、LRPは一致試行よりも不一致試行の方が潜時の遅延が生じ、振幅についても有意差が生じたものの、前試行が一致であるか不一致であるかによる違いは出現しなかったことを報告した。しかし、反応選択段階における競合検出によって競合適応効果が生じるとするコンフリクトモニタリング仮説を検討するためには、LRPにおける前試行の影響ではなく、LRPの競合に対する反応が競合適応効果出現や大きさに関連することを示すことが必要であると考えられるが、これまでの研究では行われていない。よって、本研究では、SRC課題中の脳波を測定し、競合の有無によるLRPの相違と、その次の試行における競合適応効果の大きさの関連について検討を行う。

また、コンフリクトモニタリング仮説におけるモデルシミュレーションでは検討されていない点として、競合適応効果の生じ方の個人差も挙げられる。個人差について Braem, Vergutsa, Roggemanb, & Notebaerta (2012) は、報酬を付与する試行とそうでない試行を設けて、報酬を付与する試行で競合適応効果が生起することを示した。さらに、報酬に対する応答性の個人差を考慮するため、個人の行動を規定する動機づけシステムを評価する質問紙である Behavioral

Inhibition System/Behavioral Activation System (BIS/BAS) 尺度を使用して、競合適応効果と関連があることを報告した。BIS/BAS尺度はGray (1970) が提唱した罰回避傾向 (behavioral inhibition system, BIS) と報酬接近傾向 (behavioral activation system, BAS) の2つの動機づけシステムを評価する質問紙である。van Steenbergen, Band, & Hommel (2009) は、金銭報酬を希求することにより競合適応効果の出現がキャンセルされることを示唆し、競合適応効果の大きさにBIS/BAS尺度における報酬接近傾向が関連することを示した。これらの先行研究から、競合適応効果が生じるコンフリクトモニタリングシステムの形成や駆動に関わる神経基盤として報酬系の関与が示唆され、競合適応効果に個人差を生じさせる要因のひとつであると考えられる。

本研究では、SRC課題として、典型的なマニュアル反応のストループ課題を使用する。同様のストループ課題を使用した研究 (Lansbergen & Kenemans, 2008) では刺激オンセットに同期して加算したLRP (sLRP) の区間平均振幅において、不一致試行における振幅の減衰が報告されており、反応選択段階における競合関連処理が生じる課題であると考えられる。ただし Lansbergen & Kenemans (2008) では、競合適応効果についての検討は行われていない。よって本研究は、ストループ課題遂行中の脳活動を測定し、LRPと競合適応効果との関連を検討することを第一の目的とする。また、競合適応効果の個人差についてBIS/BAS尺度を用いて報酬に対する感受性との関連の点から検討することを第二の目的とする。

## 2. 方法

**実験参加者** 課題の遂行に支障のない視力または矯正視力を持つ成人19名 (うち女性10名, 年齢  $M \pm SD$ :  $22.1 \pm 1.8$ 歳) が実験に参加した。

**刺激** 刺激の呈示には、パソコン用モニタディスプレイを使用した。灰色の画面中央に赤, 青, 黄, 緑のいずれかの色で描画された色名を示す文字 (あか, あお, きいろ, みどり) を呈示した。観察距離は700 mmとし、文字は垂直方向に $1.3^\circ$ 、水平方向は $5.4^\circ$ に収まるように呈示した。描画色と文字の意味が一致 (C: compatible, それぞれの試行における適合性について言及するときは大文字でCと表記し、その前の試行の適合性について触れるときは小文字でcと表記する) か、不一致 (I: incompatible, Iとiの区別はC, cと同様) かによって適合性を操作した。呈示時間は1200 ms, 刺激と刺激の間 (ISI: inter stimulus

interval) にはブランク画面が呈示され、1700—2200 ms の間でランダムになるよう設定した。誤反応や刺激の呈示時間以内に反応のなかった場合には単音のフィードバックを呈示した。

**手続き** 参加者は、刺激の描面色について、対応する4つのボタンを左右の人差し指と中指で押し分けて反応した。刺激呈示からボタン押しまでの時間を1 ms 単位で測定した。1ブロック72試行を10ブロック、計720試行実施した。一致試行と不一致試行は等確率であった。本試行の前に10回の練習試行を実施した。

**質問紙** BIS/BAS 尺度日本語版 (高橋・山形・木島・繁樹・大野・安藤, 2007) を使用した。罰回避傾向を示す BIS, 報酬接近傾向を示す BAS, BAS の下位因子として、望まれる目標への持続的追及を示す D (drive), 刺激探究を示す FS (fun seeking), 報酬予期に対するポジティブな反応を示す RR (reward responsiveness) からなる計5因子、全20項目で構成された4件法の質問紙であった。

**脳波の記録と分析** 銀・塩化銀電極を用い、国際10-20法による Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4, T5, T6, O1, O2 から脳波を導出した。電極間抵抗は5k  $\Omega$  以下であった。脳波はデジタル脳波計 EEG1100 (日本光電) を用いて増幅した。記録時の基準電極は C3 と C4 の平均電位であり、帯域通過周波数は0.016—200 Hz であった。サンプリング周波数は1000 Hz であった。測定後、オフライン処理で両耳平均を基準とする電位を計算し、さらに0.05—30 Hz のバンドパスフィルターの処理を通したデータを分析した。C3 および C4 の波形から、刺激オンセットおよび反応出力に同期した LRP を算出した。

刺激同期の LRP (sLRP) のベースラインは、刺激呈示前100ms から呈示時とし、反応同期の LRP (rLRP) のベースラインは、反応前800ms から600ms とした。なお、LRP のオンセット潜時の同定に criterion-based methods のジャックナイフ法 (Ulrich & Miller, 2001) を適用した。

### 3. 結果

**行動指標** 分析対象は1200 ms 以内に反応した正反応の反応時間とし、誤反応や同じ刺激が繰り返された試行は除外した。各参加者の平均正反応時間を集計し、前試行適合性 (c, i)  $\times$  現試行適合性 (C, I) の2要因反復測定分散分析を実施した (Figure 3)。その結果、現試行適合性の主効果 ( $F(1,18)=60.1, p<.01, \eta^2_p=.76$ ) が有意で、不一致試行で反応が遅延した。交互作用 ( $F(1,18)=0.2, p=.68, \eta^2_p=.00$ ) は有意でなく、競合適応

効果は得られなかった。また個人ごとの反応傾向は、競合適応効果と同様の傾向を示す者と、そうでない参加者が混在し、個人差が大きいことがわかった。

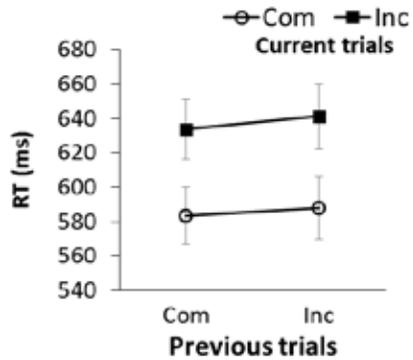


Figure 3. Mean reaction times of current trials for previous trials compatibility. Com: compatible trials, Inc: incompatible trials.

行動指標の個人差について、個人の報酬への感受性との関連を調べるため、前試行が一致のときの現試行の適合性効果 (不一致試行と一致試行の反応時間の差) から前試行が不一致のときの現試行の適合性効果を引いた値  $[(iI - iC) - (cI - cC)]$  を競合適応効果の量 (CAE) として算出した。CAE と BIS/BAS 尺度との相関を調べるため、ピアソンの積率相関係数を算出したところ、CAE は BAS の下位尺度であり刺激探究を示す FS と有意な正の相関があった ( $r=.48, p<.05$ , Figure 4)。また CAE は、BAS 尺度とも弱い正の相関があった ( $r=.39, p<.10$ )。その他の尺度との間に有意な相関はみられなかった。

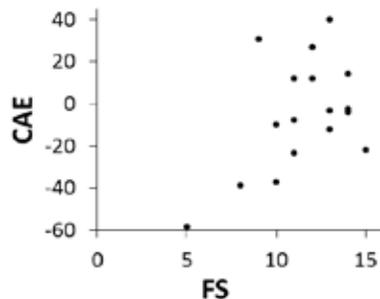


Figure 4. Scatter plot showing the association between CAE and scores on the FS.

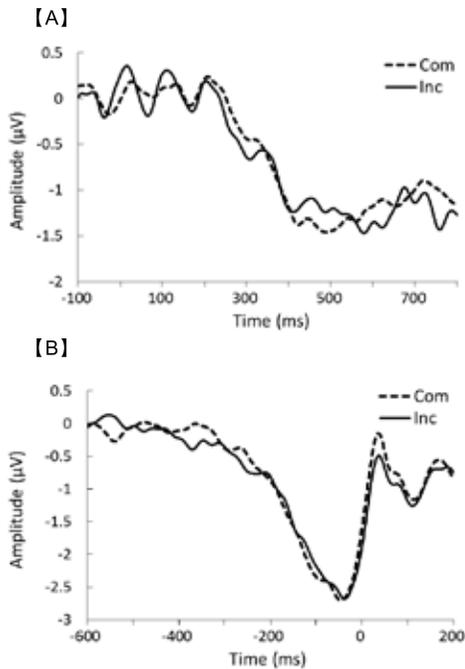
LRP 結果の解析では、バンドパスフィルターの処理により十分な加算回数が得られなかった1名を除外し、18名の正反応試行を対象とした。現試行の

適合性別にLRPの総加算平均を重ね書きした波形をFigure 5に示した。パネルAは刺激呈示時を起点としたsLRP、パネルBはボタン押し反応時を起点としたrLRPである。各LRPのオンセット潜時について、ベースラインの平均振幅となる潜時からピーク潜時の30%と50%時点を算出した結果をTable 1に示した。1要因反復測定分散分析の結果、適合性による違いはいずれも有意でなかった( $p > .10$ )。

**Table 1 Mean onset latencies of sLRPs and rLRPs, and standard deviation (SD).**

		Com	Inc
sLRP	30%	116.1 (75.0)	134.4 (85.1)
	50%	175.7 (62.5)	181.1 (62.4)
rLRP	30%	-221.1 (66.1)	-251.4 (84.9)
	50%	-171.3 (61.4)	-161.6 (97.6)

Note. Com: Compatible trials; Inc: Incompatible trials.



**Figure 5. Grand average waveforms of LRP for current compatible trials (Com) and current incompatible trials (Inc). Panel: A Stimulus-locked LRP. Panel: B Response-locked LRP.**

Lansbergen & Kenemans (2008) の結果から、sLRPの振幅に関して、ストループ課題の適合性による違

いがあると考えられる。そこで、刺激呈示後420 - 520ms区間の平均振幅を算出した。しかし、適合性によるsLRP振幅に有意な違いはなかった( $F(1,17)=.54, p > .10, \eta^2_p=.03$ )。

次に、sLRPの平均振幅と行動指標との相関を調べるため、ピアソンの積率相関係数を算出し、Table 2に相関行列を示した。その結果、現試行の一致試行の反応時間において前試行が不一致のときに一致の場合よりも遅延する量が、一致試行に対するsLRPの振幅が大きいほど大きいという相関( $r = .54$ )があったが、その他の指標においては関連がみられなかった。

#### 4. 考察

本研究の第一の目的は、ストループ課題遂行中の脳活動を測定し、LRPと競合適応効果との関連を示すことであった。この点について、sLRPの区間平均振幅と競合適応効果の量を調べたが、直接的な関連を見出すことができなかった。LRPについては先行研究ではストループ課題におけるsLRPの振幅に不一致試行の振幅の減衰が報告されているのに対し、本研究においてはこれと一致する結果が得られなかった。先行研究との違いとしては、ストループ課題においてLRPの振幅差が報告されたLansbergen & Kenemans (2008)では、不一致試行の比率が20%であったのに対して本研究では50%であり、課題中のISIの変動も大きい。これらの点に原因があるのではないかと考えられる。

**Table 2 Correlation matrix.**

	RT			LRP	
	CAE	cI_iI	cC_iC	Com	Inc
CAE	1.00				
cI_iI	0.77	1.00			
cC_iC	-0.58	-0.43	1.00		
LRP Com	0.06	0.27	<b>0.54 *</b>	1.00	
LRP Inc	0.20	-0.03	0.37	0.33	1.00

Note. RT: Mean reaction times; cI\_iI: Differences between incompatible trials preceded by compatible trials and by incompatible trials; cC\_iC: Differences between compatible trials preceded by compatible trials and by incompatible trials; \* $p < .05$ .

LRPは反応準備段階の競合を調べることができるが、本研究において行動指標では競合による遅延が生じたにも関わらずLRPについて競合の有無による相

違が惹起しなかったことは、競合解消処理が反応選択や準備の段階ではなかったことを示す。この結果に関する重要な可能性として、刺激特徴と反応ボタンとの連合が強く形成されておらず、文字の意味による競合を解消した後に反応ボタンの選択が行われたことが原因であったのではないかという点がある。コンフリクトモニタリング仮説に準ずると、課題中に刺激特徴が反応方向と連合せず、競合解消が刺激特徴の処理段階で行われ、その後の反応の選択段階では行われない場合には、競合の検出が行われず競合適応効果が生じない可能性が考えられる。この推論は、本研究の行動指標に競合適応効果が生じなかった結果と整合する。

一致試行のsLRPの振幅と、行動指標との相関については、競合適応効果における一致試行に対するコスト、すなわち、前試行で競合を経験した場合に、現試行で競合がない一致試行の方が、競合のある不一致試行よりも反応が遅延する程度にLRPが関係したものであった。言い換えると、一致試行に対する反応準備活動が大きい人ほど、前試行の競合の経験による現試行の一致試行におけるコストが大きかったことを示す。不一致試行を経験することによって現試行の不一致試行に対するパフォーマンスが良くなる点は競合適応効果のベネフィットであるが、逆に一致試行では不一致試行を経験することによってパフォーマンスが悪くなる点はコストであると考えられる。後者のコストについてはこれまでの研究で一貫して再現されているとはいえない。本研究の結果は、競合適応効果のコストとベネフィットとの非対称性を示し、それぞれが別の生起機序を持つ可能性を示唆する。

しかし、本研究の目的は、SRC課題において競合解消の必要がある不一致試行の処理に関連するLRPの指標と、競合適応効果との相関を示すことにより、反応準備段階の競合解消処理が競合適応効果を引き起こす信号である可能性を検討することであった。しかし、各指標の間に有意な結果が得られなかった。よって、反応選択段階における競合処理がモニタリングされ、次試行のバイアスを駆動するというコンフリクトモニタリング仮説を支持する直接的な知見を示すことはできなかった。ただし、本研究では反応時間において競合適応効果がロバストに観測されなかったことから、LRPの競合に対する反応が小さかったことから、コンフリクトモニタリング仮説を否定する結果であるとはいえない。

第二の目的である競合適応効果の個人差については、刺激探究を示すFS尺度との相関が見いだされた。新規な刺激や報酬刺激に対して衝動的に思いつきで接近しやすい傾向の高い人ほど、競合適応効果が生じや

すいことを示している。van Steenberg et al. (2009)は、金銭報酬を付与する課題状況では、競合適応効果が減少することを示し、減少の程度にBASの下位尺度であるD(望まれる目標への持続的追及)と相関があることを報告した。競合適応効果を生じさせる認知制御が個人の報酬系と関連しているため、明示的に報酬を付与することにより反対に競合適応効果が減少すると考察している。本研究は報酬を付与しない課題状況であり、競合適応効果の量と報酬系の特性とに正の相関がみられたことから、先行研究の主張と一貫した結果であったといえる。よって本研究の結果は、個人の報酬系の特性が競合適応効果の個人差の原因となることを示し、また、競合適応効果を生じさせるコンフリクトモニタリングシステムの駆動や形成に、報酬系が関連していることを示唆する。

今後の課題としては、競合適応効果がロバストに生じる課題でLRPとの関連を再検討する必要がある。また、LRPについても競合に対する反応が小さかったため、この点を解決するためにも、ストループ課題中の刺激や反応の種類を減らすなど、課題の改良が必要である。また、ストループ課題で生じる競合は刺激の知覚的な段階が大きく関わっているため、必ずしも反応選択段階において競合解消が行われるかどうかについて一貫した見解が得られていない。サイモン課題など、反応に関する競合を操作する別のパラダイムを用いた実験を行うことも有効であると考えられる。

## 【引用文献】

- Botvinick, M., Braver, T., & Barch, D. (2001). Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624-652.
- Braem, S., Vergutsa, T., Roggemanb, C., & Notebaerta, W. (2012). Reward modulates adaptations to conflict. *Cognition*, 125, 324-332.
- Coles, M. G. (1989). Modern mind-brain reading: Psychophysiology, physiology, and cognition. *Psychophysiology*, 26(3), 251-269.
- Egner, T. (2008). Multiple conflict-driven control mechanisms in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 374-380.
- Egner, T., & Hirsch, J. (2005). The neural correlates and functional integration of cognitive control in a Stroop task. *NeuroImage*, 24, 539-547.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effect of noise letters upon identification of a target letter on a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143-

- 149.
- Freitas, A. L., Banai, R., & Clark, S. L. (2009). When cognitive control is calibrated: Event-related potential correlates of adapting to information-processing conflict despite erroneous response preparation. *Psychophysiology*, *46*, 1226–1233.
- Gratton, G., Coles, M., & Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, *121*, 480–506.
- Gray, J. A. (1970). The psychophysiological basis of introversion-extraversion. *Behaviour Research and Therapy*, *8*, 249–266.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, *303*, 1023–1026.
- Lansbergen, M. M., & Kenemans, J. L. (2008). Stroop interference and the timing of selective response activation. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *119*, 2247–2254.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163–203.
- Mayr, U., Awh, E., & Laurey, P. (2003). Conflict adaptation effects in the absence of executive control. *Nature Neuroscience*, *6*, 450–452.
- Simon, J. R., & Small, A. M. (1969). Processing auditory information: Interference from an irrelevant cue. *The Journal of Applied Psychology*, *53*, 433–435.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643–662.
- 高橋雄介・山形伸二・木島伸彦・繁榊算男・大野裕・安藤寿康 (2007). Grayの気質モデル: BIS/BAS尺度日本語版の作成と双生児法による行動遺伝学的検討. *パーソナリティ研究*, *15*, 276–289.
- Ulrich, R., & Miller, J. (2001). Using the jackknife-based scoring method for measuring LRP onset effects in factorial designs. *Psychophysiology*, *38*, 816–827.
- van Steenbergen, H., Band, G. P. H., & Hommel, B. (2009). Reward counteracts conflict adaptation. Evidence for a role of affect in executive control. *Psychological Science*, *20*, 1473–1477.

### 【謝辞】

本研究の実施に当たり、長時間の実験にご協力いただいた参加者の皆さまに心より感謝申し上げます。また、脳波測定の補助をいただいた教育学研究科認知心理学研究室の皆さまに、厚くお礼申し上げます。