

ストレス曝露時の認知能力測定指標としてのスト ループ干渉および逆ストループ干渉の応用可能性

景山, 望
九州大学大学院人間環境学府

箱田, 裕司
九州大学人間環境学研究院

<https://doi.org/10.15017/20074>

出版情報：九州大学心理学研究. 12, pp.33-40, 2011-03-31. 九州大学大学院人間環境学研究院
バージョン：
権利関係：

ストレス曝露時の認知能力測定指標としての ストロープ干渉および逆ストロープ干渉の応用可能性

景山 望 九州大学大学院人間環境学府
箱田 裕司 九州大学大学院人間環境学研究院

Stroop interference and reverse Stroop interference as potential measures of cognitive ability during exposure to stress

Nozomu Kageyama (*Graduate School of Human-Environment Studies, Kyushu University*)

Yuji Hakoda (*Faculty of Human-Environment Studies, Kyushu University*)

Stroop interference and reverse-Stroop interference are one of the easiest and most powerful effects to demonstrate in a classroom. Therefore, they have been studied not only through basic research in the laboratory but also through applied research in extreme environments. First, we reviewed studies that investigated Stroop interference and reverse-Stroop interference as hallmark measures of selective attention and conflict resolution. Second, we reviewed studies that examined the effects of exposure to psychological and physical stress on cognitive performance using Stroop and the reverse-Stroop interference tasks. Finally, we argued that future research should focus on the effect of the relative frequency of incongruent and control trials and that of response to stimulus intervals on two Stroop interferences during stress exposure.

Key Words: Stroop interference, reverse-Stroop interference, cognitive control, stress, anterior cingulate cortex

はじめに

赤インクで書かれた“あお”の文字のように、色名を表す文字とインクの実際の色が一致しない語（以後、色・色名不一致語とする）のインクの色を命名する場合、単純な色命名（color naming）よりも反応が遅くなる。この現象はストロープ干渉（Stroop, 1935）と呼ばれ、古典的な実験心理学の研究テーマであると同時に非常に頑健な現象である。一方、色・色名不一致語において、ストロープ干渉のようにインクの色に対して反応するのではなく、色名を表す文字を答える場合（e.g., 赤インクで書かれた“あお”の文字について、「あお」に反応する）場合にも、反応が遅くなることがある。この現象を逆ストロープ干渉と言う（e.g., Durgin, 2000, 2003）。これら2種類のストロープ干渉は、実験心理学において古典的な研究テーマであるが、現象の頑健性や実験手続きの簡便性から、実験室内の基礎的研究から実験環境の統制が困難な特殊環境下での人間の認知メカニズムの解明といった応用研究まで、これまで幅広く研究が行われている。さらに、近年、fMRI (functional magnetic resonance imaging) を用いた脳機能イメージング研究や、事象関連電位 (event-related potential: 以下 ERP とする) の測定による電気生理学的研究から、ストロープ干渉の生起メカニズムの神経基盤についても明らかにされつつある。こうした生理学的知見から、ストロープ干渉課題

は、アルツハイマー患者や、統合失調症患者、そして注意欠陥・多動性障害 (attention deficit hyperactivity disorder) の患者といった複雑な実験手続きによる測定が困難な実験参加者の選択的注意能力の測定指標として、多く研究で用いられている (Amieva, Lafont, Rouch-Leroyer, Rainville, Dartigues, Orgogozo, & Fabrigoule, 2004; 佐々木・箱田・山上, 1993; Song & Hakoda, in press)。

本稿では、まず色・色名不一致語に対する反応時に生じるストロープ干渉が、いかなる認知能力を測定できるのかについて、基礎的研究と脳機能イメージング研究の知見からレビューを行う。続いて、2種類のストロープ干渉（ストロープ干渉・逆ストロープ干渉）の生起メカニズムの違いについて、反応様式と2種類の干渉との関係に関する基礎的研究と、脳機能イメージング研究の知見からレビューを行う。さらに、心理的ストレスや物理的ストレス曝露による認知能力への影響について、ストロープ干渉課題を用いて検討した研究のレビューを行う。最後に、ストレス曝露時の認知能力測定指標としてのストロープ干渉および逆ストロープ干渉の可能性について、色・色名一致語と色・色名不一致語の呈示頻度および間隔の影響についての知見から、展望を述べる。

ストループ干渉の生起メカニズムと神経基盤

ストループ干渉によって測定できる認知能力と神経基盤との関連

ストループ干渉によって測定可能な認知能力 ストループ干渉課題で刺激として用いられる色・色名不一致語は、色名を表す言葉の意味の情報と言葉を印字しているインクの色という知覚的信息が混在している刺激とみなすことができる。こうした色・色名不一致語において、いずれかの情報（文字を印字している色、もしくは色名）に反応した場合に、まず反応しなかった情報への注意を抑制する必要がある、次に反応しなかった情報から生じる認知的葛藤を処理することから、ストループ干渉は選択的注意と認知的葛藤の解消過程を測定する指標としても考えられている (e.g., Kahneman & Treisman, 1984; Dyer, 1973)。

さらに、近年では、ワーキングメモリの個人差によって、ストループ干渉の強さが異なることが報告されている (Kane & Engel, 2003)。Kane & Engel (2003) は、ストループ干渉を引き起こす不一致刺激（色・色名不一致語）と一致刺激（色・色名一致語）の呈示頻度を操作することによって (e.g., 一致刺激の呈示頻度が全体の20パーセントの場合、不一致刺激の呈示頻度は80パーセント)、ワーキングメモリの個人差がストループ干渉に及ぼす影響について検討した。なお、Kane & Engel (2003) は、ワーキングメモリ測定指標の一つであるOspanテスト (operation span test; La Pointe & Engle, 1990) によって、実験参加者をワーキングメモリ高群と低群に分けた。この結果、一致刺激の呈示頻度が高い試行において、ワーキングメモリ低群の不一致刺激の反応時間は、ワーキングメモリ高群に比べて遅かった。さらに、ワーキングメモリ高群は、一致刺激が全く出現しない試行において、一致刺激が出現する試行に比べて、反応時間が速かった。結果から、Kane & Engel (2003) は、ワーキングメモリの容量が大きいくほど、同一課題の反復実施は、刺激の種類に関係なく課題遂行にかかる認知コストを最小限に抑えることができることを主張した。さらに、Kane & Engel (2003) において、ワーキングメモリ高群の不一致刺激の反応時間は、刺激の呈示頻度に関わらず、ワーキングメモリ低群よりも速かった。よって、ストループ干渉はワーキングメモリの容量の個人差も測定できる指標として考えられる。

ストループ干渉の神経基盤 色・色名不一致語に代表されるストループ干渉を引き起こす刺激の処理には、頭前野背外側部 (dorsolateral prefrontal cortex: 以下DLPFCとする) と前部帯状回 (anterior cingulate cortex: 以下ACCとする) を含む帯状回の働きが重要であることが報告されている (Badzakova-Trajikova, Barnett,

Waldie, & Kirk, 2009; MacLeod & MacDonald, 2000; Swick & Jovanovic, 2002)。MacLeod & MacDonald (2000) は、ストループ干渉課題遂行時、色・色名不一致語のいずれかの情報に対する注意の持続をDLPFCで行い、注意を向けなかった情報による認知的葛藤の解消はACCで行われることを提案した。

一方で、Badzakova-Trajikova et al. (2009) は、選択的注意と認知的葛藤の解消は、帯状回の異なる部位によって処理されることを提案した。Badzakova-Trajikova et al. (2009) は、中部帯状皮質において、まず入力された刺激が統制刺激であるか、それとも色・色名刺激であるかの弁別を行うことを提案した。そして、統制刺激との弁別の後、色・色名一致刺激と色・色名不一致刺激との弁別がACCで行われることを報告した。選択的注意と認知的葛藤の解消が、帯状回の異なる部位によって処理されることも示唆されている (Swick & Jovanovic, 2002)。Swick & Jovanovic (2002) は、ACCの損傷部位が異なる2名のストループ干渉課題成績と、健常者のストループ干渉課題とを比較した。その結果、右部損傷の患者においては、一致試行以外は健常者とほぼ同様の結果であった。一方で、左部損傷の患者においては、全ての条件において健常者より成績が劣った。この結果から、Swickらは、ACCの左側がストループ干渉の処理に重要であることを主張した (Swick & Jovanovic, 2002)。

以上の知見に加え、ストループ干渉はワーキングメモリ研究の中央実行系の神経基盤研究に応用がなされている (MacDonald, Cohen, Stenger, & Carter, 2000)。MacDonald et al. (2000) は、DLPFCがワーキングメモリにおける中央実行系の働きの一つである生体にとって適切な情報に対する注意の持続に関与し、ACCは競合する情報や不適切な情報の抑制に関与することを報告した (MacDonald et al., 2000)。よって、選択的注意や認知的葛藤の解消過程、さらにはワーキングメモリの個人差を測定する上で、ストループ干渉は生理学的根拠もある信頼性の高い指標として考えることができる。

ストループ干渉と逆ストループ干渉との生起メカニズム

異なる反応様式の影響による生起メカニズムの差異 ストループ干渉と逆ストループ干渉は、反応様式の違いによって干渉の強さが異なるという特徴を持っている (Durgin, 2000, 2003; 箱田・佐々木, 1990a, 1990b)。一般的に、ストループ干渉は、口頭反応で強い干渉が生じ、逆ストループ干渉は、色・色名不一致語の言葉に該当する色パッチを色パッチ群から選択するマッチング反応を用いた場合に強い干渉が生じるとされている (Durgin, 2000, 2003; 箱田・佐々木, 1990b)。箱田・佐々木 (1990b) は、反応様式にマッチング法を採用した集団式ストループ検査によって、マッチング反応であってもス

トループ干渉を測定できることを示した。しかし、マッチング反応で検査を実施した場合、逆ストループ干渉がストループ干渉よりも干渉が強く検出され、口頭反応で検査を実施した場合は、ストループ干渉は観察されたものの、逆ストループ干渉が観察されなかった(箱田・佐々木, 1990b)。一連の結果について、箱田・佐々木(1990b)は、色・色名不一致語が刺激として呈示された時点で、色についての知覚的コード化と色名についての言語的コード化の二重コード化(Paivio, 1971)が行われることが前提にあると主張した。そして、課題の目的に関係のない刺激入力時にコード化された属性(色に反応するストループ干渉課題であれば色名の言語的コード、色名に反応する逆ストループ干渉課題であれば色の知覚的コード)による干渉の強さが、反応様式によって決定されることから、ストループ干渉と逆ストループ干渉の生起メカニズムは異なることを主張した(箱田・佐々木, 1990b)。

2種類のストループ干渉課題遂行時の脳内の神経基盤による差異 箱田らは、2種類のストループ干渉を測定できるストループ検査と、反応様式の実験的操作によって、ストループ干渉と逆ストループ干渉は異なる生起メカニズムを持つことを主張した。こうしたストループ干渉と逆ストループ干渉が異なる生起メカニズムを持つことについては、ストループ課題遂行時のfMRIによる脳機能イメージングや、事象関連電位(ERP)の測定によっても検討がなされている(Atkinson, Drysdale, & Fulham, 2003; Ruff, Woodward, Laurens, & Liddle, 2001)。Ruff et al. (2001)は、色・色名不一致語を用いて、色に対して反応する場合(ストループ干渉課題)と色名に対して反応する場合(逆ストループ干渉課題)におけるACCの活動をfMRIによって測定することによって検討を行った。その結果、色名に対する反応時間は、色に対する反応時間に比べて遅くなったが、ACCの活動は逆ストループ干渉課題遂行時の方が、ストループ干渉課題遂行時に比べ、活発であることを見いだした。一方で、Atkinson et al. (2003)は、色・色名不一致語を用いて、色に対して反応する場合(ストループ干渉課題)と色名に対して反応する場合(逆ストループ干渉課題)の脳の活動について、ERPの比較によって検討したところ、逆ストループ刺激課題遂行時において、側頭部に色と語間の初期知覚段階の物理的ミスマッチ時に生じる事象関連電位のN100成分(刺激呈示から100ms前後に発生する負の事象関連電位)が観察されたが、ストループ刺激反応時には、N100成分は観察されなかった。Atkinson et al. (2003)の結果は、課題に関係のない刺激入力時にコード化された属性(ストループ干渉課題であれば色名の言語的コード、逆ストループ干渉課題であれば色の知覚的コード)の処理が、異なる脳部位で行われること

を示し、箱田・佐々木(1990b)における2種類のストループ干渉の生起メカニズムの妥当性を支持するものであった。現在、ストループ干渉と逆ストループ干渉は、単一の部位で処理されるのではなく、複数の機構で並列処理され、異なる生起メカニズムを持っていることが、生理学的根拠からも明らかになってきている。

心理的・物理的ストレス曝露と ストループ干渉との関連

ストレス曝露がDLPFCおよびACCの活動に与える影響 これまでストループ干渉課題は、選択的注意と認知的葛藤の解消の2種類の認知能力を測定できる指標として、多くの研究で用いられてきた。ストループ干渉課題遂行に関与するDLPFCを含む前頭前野やACCを含む帯状回の働きは、慢性的かつ急性のストレスと関連があることから、様々な検討がなされている(Lanius, Williamson, Hopper, Densmore, Boksmann, Gupta, Neufeld, & Menon, 2003; Liston, McEwen, & Casey, 2009)。Liston et al. (2009)は、学期末試験を一ヶ月前に控え、慢性的に心理的ストレスが高い状態にある20名について、前頭前野(prefrontal cortex: 以下PFCとする)の活性と相関がある注意反応切り替え課題を試験前と試験後に実施し、その際のPFCの活動をfMRIで測定した。試験前は、統制群(慢性的な心理的ストレスが低い群)に比べ、課題成績は悪く、PFCの活動は低かった。しかし試験後、すなわち心理的ストレス解放後の課題成績およびPFCの活動は、統制群と同等の水準まで上昇した。結果から、慢性的な心理的ストレスは選択的注意の制御に必要な前頭前野の機能を低下させることを報告した。Lanius et al. (2003)は、心的外傷後ストレス障害(posttraumatic stress disorder: 以下PTSDとする)患者と、PTSDは発症していないが心的外傷を受けたことがある実験参加者とのACCの活動について比較を行った。Laniusらは、心的外傷を受けたことがあるがPTSDを発症していない実験参加者に比べて、PTSD患者はACCの活動が低いことを報告した。現在、DLPFCを含む前頭前野やACCを含む帯状回は、慢性的かつ急性のストレスによって機能が低下することが明らかになってきている。

さらに、ACCを含む帯状回は、心拍変動を制御する自律神経系の活動に関与することが報告されている(Critchley, Mathias, Josephs, O'Doherty, Zanini, Dewar, Cipolotti, Shallice, & Dolan, 2003; Matthews, Paulus, Simmons, Nelesen, & Dimsdale, 2004)。これまでの研究において、交感神経系の活動に背側ACCが関与し(Critchley et al., 2003)、副交感神経系の活動には腹側ACCの関与がすること(Matthews et al., 2004)が報告

されている。さらに Critchley et al. (2003) は、ACC を含む脳部位を損傷している患者では、心理的ストレスによる自律神経系由来の心拍数の増大が、健常者に比べて、緩やかであることを報告した。以上から、ACC の機能は、心理的ストレスによる自律神経系の活動を調節することが提案されている。

心理的・物理的ストレス曝露によるストループ干渉への影響 脳機能イメージング研究による生理学的根拠や、現象の頑健性や手続きの簡便性から、ストループ干渉課題は、心理的ストレスが選択的注意や認知的葛藤の解消に及ぼす影響についての研究に用いられている (Axelrod & Milner, 1997; Kofman, Meiran, Greenberg, Balas & Cohen, 2006)。Axelrod & Milner (1997) は、湾岸戦争時における砂漠の嵐作戦に参加した退役軍人の選択的注意能力ならびに問題解決能力の低下について、ペグボードを用いた指の精緻性テストやストループ干渉課題を実施した。退役軍人の指の精緻性テストやストループ課題成績は、健常者の標準値を大きく下回る結果となった。さらに、実験参加者の心理的ストレス尺度であるミネソタ多面人格目録 (Minnesota Multiphasic Personality Inventory; Hathaway & McKinley, 1943) の結果は、専門家の治療が必要な得点であった。これより、Axelrod & Milner (1997) は、慢性的な心理的ストレスによって、選択的注意を含む認知能力が低下することを示した。一方で、Kofman et al. (2006) は、日常生活が慢性的なストレスに曝露されている場合、様々な認知能力は向上しうることを報告した。Kofman et al. (2006) は、定期試験による心理的ストレスが学生に与える影響について、ストループ干渉課題とタスクスイッチング課題の2種類の認知課題と、状態特性不安検査 (State-Trait Anxiety Inventory; Spielberger, 1975) と心拍変動によって検討した。測定は、学期開始時、試験開始2週間前、試験終了後の3点で実施した。試験期間中、タスクスイッチング課題遂行に必要な認知資源は少なく、ストループ干渉は、学期開始時や試験終了後よりも小さかった。一方で、不安得点は、学期開始に比べ試験期間開始2週間前から増加し、試験終了後には減少した。また心拍変動から、試験期間中は交感神経系が優位であったが、試験終了後には副交感神経系が優位になった。この結果から、Kofman et al. (2006) では、選択的注意等の認知能力は、心理的なストレス曝露によって向上すると主張した。

ストレス曝露が認知能力に与える影響と個人差 これまで心理的ストレスとストループ干渉との関連の研究は、特殊環境への長期間滞在や当事者の将来に関わる定期試験に対する不安といった状況や環境に由来するストレスの直接的な影響が中心で、こうしたストレスの影響と個人の特性についての研究は、あまり行われていない。Booth & Sharma (2009) は、心理的ストレスが選択的

注意に及ぼす影響の個人差について、ストループ干渉課題を用いて検討した。Booth & Sharma (2009) は、実験参加者の特性の個人差をワーキングメモリによって定義し、ワーキングメモリ測定指標の一つである Ospan テスト (operation span test) によってワーキングメモリ高群と低群に分けた。また、ストレス状況を音量の異なるホワイトノイズによって定義し、65db を低ストレス条件、85db を高ストレス条件とした。結果、ワーキングメモリ高群において、高ストレス条件のストループ干渉量が低ストレス条件のストループ干渉量に比べ、低くなった。一方で、ワーキングメモリ低群においては、高ストレス条件のストループ干渉量は低ストレス条件よりも大きく、ワーキングメモリ高群に比べても大きくなった。加えて、高ストレス条件においては、Ospan テストの成績とストループ干渉量との間に負の相関があった。しかし、低ストレス条件においては Ospan テストとストループ干渉量との間に有意な相関関係はなかった。これより、Booth & Sharma (2009) は、ワーキングメモリの容量が小さい人間は、ストレス曝露時には注意資源がストレッサーとなる刺激内の中心情報に集中し、非関連情報の処理を抑制することが困難になることを提案した。

長期間のストレス曝露とストループ干渉の経時的変化 ストループ干渉課題は、課題実施の繰り返しによる学習効果が小さく、複数回の反復によっても消滅しないことが報告されている (MacLeod, 1998)。MacLeod (1998) は、ストループ干渉課題の反復実施による学習効果について、実施回数に伴う干渉量の変動によって検討した。MacLeod (1998) は、色・色名不一致語に対する反応時間と色名とは関係ない統制語 (e.g., “LION”, “RABBIT”, などの動物名) の反応時間の差分をストループ干渉量として定義した。1日1セッションとして5日間から10日間、ストループ干渉課題を実施した。ストループ干渉条件において、1回目の課題から2回目の課題実施にかけて反応時間の減少が見られたが、2回目以降の反応時間の減少は見られなかった。しかし、全ての実験を通じて、ストループ干渉条件の反応時間が統制課題の反応時間と同じならなかった。MacLeod (1998) の結果は、反復による学習効果によって、ストループ干渉は消滅しないことを示唆している。

こうした学習効果への耐性を利用して、ストループ干渉は、水深200m以深の深海で潜水作業を行う潜水員の認知能力の測定に応用されている (e.g., 景山・箱田・小沢, 2010)。景山他 (2010) は、水深440m飽和潜水訓練時における潜水作業員の認知能力を2種類のストループ干渉 (ストループ干渉・逆ストループ干渉) が測定できる新ストループ検査 (箱田・渡辺, 2005) によって検討した。

景山他 (2010) が検討を行った水深 440m 飽和潜水訓練は、艦上減圧室 (deck decompression chamber: 以下 DDC とする) という深海訓練シミュレータ内で 30 日間の日程で実施されるものである。訓練参加の潜水員は、訓練期間開始から終了まで DDC 内に隔離されることになる。また、DDC 内は、潜行する海中と同等の環境圧 (潜水員の周辺の水圧または圧力) に設定される。水深 10m ごとに 1 気圧上昇するボイルの法則から計算すると、水深 440m 飽和潜水訓練実施の場合、潜水員は 45 気圧、すなわち地上を 1 気圧 (大気圧) とすると約 45 倍の環境圧といった高圧環境に曝露されることになる。さらに飽和潜水訓練は、目的の深度までの潜行する加圧期 (環境圧の上昇)、目的の深度での滞停する保圧期 (環境圧の保持)、地上に復帰する減圧期 (環境圧の減少) の 3 つのフェイズから構成されるため、訓練参加の潜水員は 30 日間に大気圧 (1 気圧) から最大 45 気圧までの環境変化を経験することになる。また、高圧環境曝露や隔離環境研究において、隔離環境への滞在期間が、4 分の 3 を消化した時点で、抑うつや不安傾向が増加することが報告されている (4 分の 3 半期現象; Sandal, Vaernes, Bergan, Warncke, & Ursin, 1996)。加えて、31 気圧以上の高圧環境下では、不安や抑うつ傾向が高くなることが報告されている (e.g., Abraini, Martines, Lemaire, Bisson, Mendoza, & Therme, 1997)。これより、景山他 (2010) の実験環境は、訓練参加の潜水員に高圧曝露といった物理的ストレスと社会との長期間隔離によるいった心理的ストレスが同時にかかる環境であった。よって、景山他 (2010) は、長期間の高圧曝露中の心理的ストレスを、POMS 質問紙 (The Profile of Mood States; McNair, Lorr, & Droppleman, 1992) の日本語版 POMS 質問紙 (横山, 1994) と、GVA 尺度 (global vigor and affect; Monk, 1989) の 2 種類の心理ストレス質問紙によって検討した。2 種類のストループ干渉は、環境圧が最大 45 気圧になる保圧期に最も高くなった。しかし、環境圧が減少する減圧期以降、2 種類のストループ干渉も減少し終了時には訓練開始前値に戻った。一方で、高圧曝露期間中の心理的ストレスについては、高圧曝露や訓練の経過日数による顕著な悪化や変動はなかった。これより、景山他 (2010) は、高圧環境下における認知能力を規定する要因は、高圧曝露や長期間隔離による不安や抑うつなどの心理的要因ではなく、環境圧の大きさといった物理的要因であると主張した。

また、景山他 (2010) は、対照実験として、大気圧 (1 気圧) 環境下で新ストループ検査 を複数回実施した。実施回数と検査回数は、水深 440 飽和潜水訓練時の実験実施スケジュールに準じた。その結果、大気圧環境下においては、1 回目の課題実施から 2 回目の課題実施にかけてストループ干渉および逆ストループ干渉ともに干渉

は増加したが、2 回目以降の干渉の増加ならびに減少は 2 種類のストループ干渉とも見られなかった。この結果から、景山他 (2010) は、高圧環境下における 2 種類のストループ干渉の変動が、高圧環境曝露による影響であることを強調した。

ストレス曝露時の認知能力測定指標としてのストループ干渉の実用性 景山他 (2010) の結果から、ストループ干渉は、試験ストレスや PTSD といった心理的ストレスだけではなく、高圧環境曝露といった物理的ストレスにも鋭敏に反応することが示された。特に景山他 (2010) の結果は、物理的ストレスには逆ストループ干渉の方が鋭敏に反応することが示すものであった。加えて、景山他 (2010) と Kofman et al. (2006) の結果から、ストレスが除去されることによって、2 種類のストループ干渉がストレス負荷前の水準に復帰することが確認された。これより、ストレスの発生から消失までの認知能力の水準を、ストループ干渉および逆ストループ干渉は鋭敏に測定できることが示された。さらに、景山他 (2010) が用いた新ストループ検査 は、不安障害やうつ病患者と健常者との選択的注意能力の比較研究にも用いられている (渡辺・箱田・松本, 2006)。渡辺他 (2006) は、健常者に比べ、うつ病患者および不安障害患者の 2 種類のストループ干渉は高くなることを報告した。またこの検査は、反復して検査を実施しても、個人の反応特性は維持されることが報告されている (箱田・佐々木, 1990a)。以上、これまでの知見を総合すると、2 種類のストループ干渉課題は、特殊環境や慢性的ストレス曝露事態における認知能力の経時的変化を測定する指標として有効であると言えよう。

ストレス曝露中の認知的葛藤の 解消メカニズムの解明を目指して

日常生活において、人間は常に生命の維持に不必要な情報への注意を抑制し、必要な情報に対して選択的に注意を向けることが求められる。これはすなわち、ストループ干渉課題遂行時に必要な認知メカニズムの働きが、日常生活を円滑に営む上で重要な役割を果たすことを示唆している。加えて、高圧環境下等の危険な状況や緊急事態に陥った場合、なおさらこうしたメカニズムの働きが重要となると考えられる。しかし、ストレス曝露時に生じた不測の事態における認知能力について、ストループ干渉の大きさによる検討がなされていない。一方で、基礎的研究においては、(a) 色・色名一致語と色・色名不一致語の呈示頻度、(b) 色・色名一致語と色・色名不一致語の刺激の呈示間隔、(c) 前の試行との類似性の影響、そして (d) 色・色名不一致語のような矛盾する刺激間の相対的な関係がストループ干渉の強さに影響すること

について、近年盛んに検討が行われている。本稿の最後として、上記で挙げた4点のストループ干渉の基礎的研究についてレビューを行い、今後のストレス曝露とストループ干渉との関連研究についての展望を述べる。

色・色名不一致語の呈示頻度、呈示間隔、および前試行との類似性の影響 これまでのストループ研究において、色・色名一致語と色・色名不一致語の呈示頻度や刺激の呈示間隔、そして前の試行の類似性によって、ストループ干渉の強さが異なることが報告されている (Bryck & Mayr, 2008; Egner & Hirsch, 2004; West & Alain, 2000)。Bryck & Mayr (2008) は、試行間隔の長さやストループ干渉の強さとの関連について検討し、試行間隔が長いほどストループ干渉が強くなることを報告した。West & Alain (2000) においては、ストループ干渉の強さは試行前後の呈示刺激に影響を受けることを示し、さらに試行間隔の長さに比例して、前試行の呈示刺激の情報 (e.g., 色・色名一致語か、それとも色・色名不一致語か) を参照することができなくなることを明らかにした。Egner & Hirsch (2004) は、色・色名一致刺激と色・色名不一致刺激の呈示頻度を操作し、色・色名不一致刺激の呈示頻度が高い場合には、ストループ干渉が小さくなることを報告した。

一方で、通常の色・色名不一致語ではなく、負の情動的な刺激 (e.g., “自殺”, “絶望”) に色づけした刺激を干渉刺激として用いる感情ストループ課題研究 (Williams, Mathews, & MacLeod, 1996) では、RSI (response to stimulus interval) の長さを、心理的ストレス負荷条件としており、RSI が短い場合は、RSI が長い場合に比べ、負の情動語のインクの色に対する反応よりも、情動を喚起しない刺激 (e.g., “写真”, “黒板”) の色反応の処理より遅くなることが報告されている (Sharma & McKenna, 2001)。

色・色名不一致語といった矛盾する刺激間の相対的な関係がストループ干渉の強さに及ぼす影響 色・色名不一致語のような矛盾する刺激間の相対的な関係によって、ストループ干渉の強さが変わることも報告されている (Pavese & Umiltà, 1999; Smithson, Khan, Sharpe, & Stockman, 2006)。Pavese & Umiltà (1999) は、象徴的距離効果 (symbolic distance effect; Mayer & Bayer, 1976) を理論的根拠とし、矛盾する情報間の相対的な距離が、こうした刺激の処理時の干渉の強さに及ぼす影響について、数的ストループ課題によって検討した。Pavese & Umiltà (1999) が理論的根拠とした象徴的距離効果は、類似した刺激の弁別は、類似していない刺激の弁別に比べて困難であるという効果である (e.g., “3と4”の弁別は、“3と10”の弁別に比べて難しい)。また、Pavese & Umiltà (1999) が用いた数的ストループ課題は、数値的な大きさ (e.g., “3>2”または“3<

4”) と数字の物理的大きさ (e.g., “3>3”, “4>3”) を操作し、数字の物理的大きさではなく、意味的に大きい方に対して反応するものであった。その結果、意味的な数字の大きさが近いほど干渉が大きかった。Smithson et al. (2006) は、逆ストループ干渉課題 (色名が印字されている色を無視して、語が表す色の意味を答える) の刺激をディストラクターの色調をターゲットの色調まで規則的に変化させた不一致刺激を用いて検討した。その結果、ディストラクターの色調がターゲットの色調に近づくにつれて、反応時間が速くなった。更に、この反応時間の変動は、同じ色度サンプルから得られる色調の評定によって得られる色の表象と一致した。この結果から、Smithson et al. (2006) は、逆ストループ干渉の大きさを定量化できることを示した。

今後の展望 この項でレビューを行った (a) から (d) のトピックについては、ストレス曝露との関連から検討はなされていない。だが、危機的状況が発生する頻度や次の危機的状況が発生するまでの時間間隔がランダムである現実場面を想定すると、上記の4点のトピックとストレス曝露との関連を検討する必要があると考えられる。また、これまでのストレス曝露とストループ干渉との関連研究では、逆ストループ干渉とストループ干渉の2種類によって検討した研究は非常に少ない。これはすなわち、色といった知覚的な表象の干渉が、ストレス曝露中ではどのように影響するのかについては、ほとんど明らかにされていないことを意味する。以上から、今後、(a) から (d) のトピックと心理的ストレス曝露との関係について、ストループ干渉および逆ストループ干渉の2種類の干渉によって検討することが望まれる。さらに、様々なストレス場面に応用できるように、今後は従来の色・色名不一致語によるストループ干渉課題だけでなく、Pavese & Umiltà (1999) のような数的ストループ課題といった多様なストループ干渉課題によって検討することが望まれる。

引用文献

- Abraïni, J. H., Martines, E., Lemaire, C., Bisson, T., Mendoza, J. L., & Therme, P. (1997). Anxiety, sensorimotor and cognitive performance during a hydrogen-oxygen dive and long-term confinement in a pressure chamber. *Journal of Environmental Psychology*, 17, 157-164.
- Amieva, H., Lafont, S., Rouch-Leroyer, I., Rainville, C., Dartigues, J. F., Orgogozo, J. M., & Fabrigoule, C. (2004). Evidencing inhibitory deficits in Alzheimer's disease through interference effects and shifting disabilities in the Stroop test. *Archives of Clinical*

- Neuropsychology*, **19**, 791-803.
- Atkinson, C. M., Drysdale, K. A., & Fulham, W. R. (2003). Event-related potentials to Stroop and reverse Stroop stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, **47**, 1, 1-21.
- Axelrod, B. N., & Milner, I. B. (1997). Neuropsychological findings in a sample of operation desert storm veterans. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, **9**, 23-28.
- Badzakova-Trajkov, G., Barnett, K. J., Waldie, K. E., & Kirk, I. J. (2009). An ERP investigation of the Stroop task: The role of the cingulate in attentional allocation and conflict resolution. *Brain Research*, **1253**, 139-148.
- Booth, R., & Sharma, D. (2009). Stress reduces attention to irrelevant information: Evidence from the Stroop task. *Motivation and Emotion*, **33**, 412-418.
- Bryck, R. L., & Mayr, U. (2008). Task selection cost asymmetry without task switching. *Psychonomic Bulletin & Review*, **15**, 128-134.
- Critchley, H. D., Mathias, C. J., Josephs, O., O'Doherty, J., Zanini, S., Dewar, B. K., Cipolotti, L., Shallice, T., & Dolan, R. J. (2003). Human cingulate cortex and autonomic control: converging neuroimaging and clinical evidence. *Brain*, **10**, 2139-2152.
- Durgin, F. H. (2000). The reverse Stroop effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, **7**, 121-125.
- Durgin, F. H. (2003). Translation and competition among internal representation in a reverse Stroop effect. *Perception & Psychophysics*, **65**, 367-378.
- Dyer, F. N. (1973). The Stroop phenomenon and its use in the study of perceptual, cognitive and response processes. *Memory & Cognition*, **1**, 106-120.
- Egner, T., & Hirsch, J. (2004). The neural correlates and functional integration of cognitive control in a Stroop task. *Neuroimage*, **24**, 539-547.
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1990a). 集団ストループ・逆ストループ検査 反応様式, 順序, 練習の効果 教育心理学研究, **38**, 389-394. (Hakoda, Y., & Sasaki, M. (1990). Group version of the stroop and reverse-stroop test: The effect of reaction mode, order and practice. *Japanese Journal of Educational Psychology*, **38**, 389-394.)
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1990b). 「新ストループ検査」における二種の干渉と反応様式. カウンセリング学科論集 / 九州大学教養部カウンセリング学科, **5**, 69-81. (Hakoda, Y., & Sasaki, M.)
- 箱田裕司・渡辺めぐみ (2005). 新ストループ検査 トーヨーフィジカル (Hakoda, Y., & Watanabe, M.)
- Hathaway, S. R., & McKinley, J. C. (1943). *The Minnesota multiphasic personality inventory* (2nd ed.). Minneapolis, MN, US: University of Minnesota Press.
- 景山 望・箱田裕司・小沢浩二 (2010). 長期間の高圧環境曝露が認知能力に及ぼす効果 認知心理学研究, **8**, 63-72. (Kageyama, N., Hakoda, Y., & Ozawa, K. (2010). Effect of long-term exposure to hyperbaric environment on cognitive performance. *The Japanese Journal of Cognitive Psychology*, **8**, 63-72.)
- Kahneman, D., & Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman & D.R. Davis (Eds.), *Varieties of attention*. London: Academic Press.
- Kane, M. J., & Engel, R. W. (2003). Working-Memory Capacity and the control of Attention: The Contributions of Goal Neglect, Response Competition, and Task Set to Stroop Interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, **132**, 47-70.
- Kofman, O., Meiran, N., Greenberg, E., Balas, M., & Cohen, H. (2006). Enhanced performance on executive functions associated with examination stress: Evidence from task-switching and Stroop paradigms. *Cognition & Emotion*, **20**, 577-595.
- Lanius, R. A., Williamson, P. C., Hopper, J., Densmore, M., Boksman, K., Gupta, M. A., Neufeld, R. W. J., Gati, J. S., & Menon, R. S. (2003). Recall of emotional states in posttraumatic stress disorder: An fMRI investigation. *Biological Psychiatry*, **53**, 204-210.
- La Pointe, L. B., & Engle, R. W. (1990). Simple and complex word spans as measures of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **16**, 1118-1133.
- Liston, C., McEwen, B. C., & Casey, B. J. (2009). Psychosocial stress reversibly disrupts prefrontal processing and attentional control. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **106**, 912-917.
- MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, **288**, 1835-1838.
- MacLeod, C. M. (1998). Training on integrated versus separated Stroop tasks: The progression of interference and facilitation. *Memory & Cognition*, **26**, 201-211.
- MacLeod, C. M., & MacDonald, P. A. (2000). Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 383-391.

- Matthews, S. C., Paulus, M. P., Simmons, A. N., Nelesen, R. A., & Dimsdale, J. E. (2004). Functional subdivisions within anterior cingulate cortex and their relationship to autonomic nervous system function. *Neuroimage*, **22**, 1151-1156.
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1971). *Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.
- Moyer, R. S., & Bayer, R. H. (1976). Mental comparison and the symbolic distance effect. *Cognitive Psychology*, **8**, 228-246.
- Pavese, A., & Umiltà, C. (1999). Further evidence on the effects of symbolic distance on Stroop-like interference. *Psychological Research*, **62**, 62-71.
- Paivio, A. (1971). *Chronometric explorations of mind*. New York: Oxford University Press.
- Ruff, C. C., Woodward, T. S., Laurens, K. R., & Liddle, P. F., (2001). The role of anterior cingulate cortex in conflict processing: evidence from reverse Stroop interference. *Neuroimage*, **14**, 1150-1158.
- Sandal, G. M., Vaernes, R., Bergan, T., Warncke, M., & Ursin, H. (1996). Psychological reactions during polar expeditions and isolation in hyperbaric chambers. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, **67**, 227-234.
- Sharma, D., & McKenna, F. P. (2001). The role of time pressure on the emotional Stroop task. *British Journal of Psychology*, **92**, 471-481.
- Smithson, H. E., Khan, S. S., Sharpe, L. T., & Stockman, A. (2006). Transitions between color categories mapped with a reverse Stroop task. *Visual Neuroscience*, **23**, 453-460.
- 佐々木めぐみ・箱田裕司・山上龍太郎 (1993). 逆ストロープ干渉と精神分裂病 集団用ストロープ・逆ストロープテストを用いた考察 心理学研究, **64**, 43-50. (Sasaki, M., Hakoda, Y., & Yamagami, R. (1993). Schizophrenia and reverse-Stroop interference in the group version of the Stroop and reverse-Stroop test. *The Japanese Journal of psychology*, **64**, 43-50.)
- Song, Y., & Hakoda, Y. (in press). An Asymmetric Stroop /reverse-Stroop interference phenomenon in ADHD. *Journal of Attention Disorders*.
- Spielberger, C. D. (1975). Validation of the state-trait distinction in anxiety research. *Multivariate Behavioral Research*, **10**, 331-341.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, **18**, 643-662.
- Swick, D., & Jovanovic, J. (2002). Anterior cingulate cortex and the Stroop task: neuropsychological evidence for topographic specificity. *Neuropsychologia*, **40**, 1240-1253.
- 渡辺めぐみ・箱田裕司・松本亜紀 (2006). うつ病患者・不安障害患者の注意特性の比較 新ストロープ検査を用いて 日本心理学会第70回発表論文集, 301. (Watanabe, M., Hakoda, Y., & Matsumoto.)
- West, R., & Alain, C. (2000). Effects of task context and fluctuations of attention on neural activity supporting performance of the Stroop task. *Brain Research*, **873**, 102-111.
- Williams, J. M. G., Mathews, A., & MacLeod, C. (1996). The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychological Bulletin*, **120**, 3-24.
- 横山和仁 (1994). 日本語版 POMS の手引き 金子書房 (Yokoyama, K.)