

新ストループ検査Ⅱで測定したストループ・逆ストループ干渉の特徴

松本, 亜紀

<https://doi.org/10.15017/1931991>

出版情報 : 九州大学, 2017, 博士 (心理学), 論文博士
バージョン :
権利関係 :

新ストロープ検査 II で測定した
ストロープ・逆ストロープ干渉の特徴

松本亜紀

目次

序	1
第一章 課題条件がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響	7
第1節 ストループ・逆ストループ干渉の測定方法	7
1. Stroop (1935)の実験	7
2. 刺激の種類	8
3. 刺激の呈示方法	10
4. 干渉の得点化	11
5. 反応方法	13
第2節 ストループ・逆ストループ干渉の説明理論	18
1. 刺激—反応の連合強度説	18
2. 知覚コード化説	19
3. 反応競合説	21
4. 変換説	24
5. 干渉の説明理論のまとめ	27
第3節 実験1：課題実施順序がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響	28
第4節 実験2：反応様式がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響	36
第二章 ストループ・逆ストループ干渉の発達・加齢研究	49
第1節 ストループ・逆ストループ干渉の発達・加齢研究	49
1. 発達・加齢に伴う干渉変化の特徴	49
2. 読み能力との関わり	50
3. 色覚との関わり	52
第2節 実験3：ストループ・逆ストループ干渉の生涯発達変化 ...	53

第 3 節 実験 4：言語習熟度の違いが両干渉に及ぼす影響	69
第 4 節 実験 5：色覚の低下が両干渉に及ぼす影響	78
第三章 ストレス・覚醒度がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影 響	89
第 1 節 ストレス・覚醒度の変化とストループ・逆ストループ干渉	89
第 2 節 実験 6：激しい運動が両干渉に及ぼす影響	92
第 3 節 実験 7：長時間の運動が両干渉に及ぼす影響	101
第四章 全体的考察	118
第 1 節 実験結果のまとめ	118
第 2 節 ストループ・逆ストループ干渉のメカニズム	121
1. 表象変換とストループ・逆ストループ干渉	121
2. ストループ干渉と逆ストループ干渉の違い	122
第 3 節 本研究のまとめ	124
第 4 節 新ストループ検査 II の応用可能性	125
引用文献	129
謝辞	140

序

人間は、目や耳などの感覚器官を通して多くの情報を同時に受け取っている。例えば、車を運転しているときは、周囲の車や道路付近の歩行者の動き、信号や道路標識といった視覚情報と同時に緊急車両のサイレン音やカーオーディオの音、同乗者の話声といった聴覚情報も同時に受け取っている。人間はこのように多くの情報を同時に受け取り、それらを統合して環境の認知を行っている。そのため、受け取った複数の情報が一致する内容であれば認知が促進されるが、一致しない内容を受け取った場合は認知に葛藤が生じ反応が遅れる。

例えば、カーナビは、地図上の矢印と音声の両方で進行方向をガイドしてくれるものである。右折する際、カーナビは地図上の“→”で視覚的に右折を指示すると同時に、音声でも“右に曲がってください”と一致した情報を聴覚的に指示するため、運転者はスムーズに“右折”という反応を行うことができる。それでは、“このカーナビの地図上の矢印は時々間違った情報を示すので、矢印は気にせずに音声案内の指示に従ってください”と言われたらどうだろうか。音声案内の“右に曲がってください”という指示に反して地図上に“←”が表示されていると、矢印の情報に惑わされて“右折する”という反応が遅れてしまうだろう。これは、人間は受け取った不必要な情報を無視しようとしても完全に無視することは難しく、意図に反して情報を自動的に処理してしまう側面を持っているということを示している。

このような認知的葛藤が生じる現象を取り扱った研究の一つに Stroop (1935) の実験がある。Stroop (1935) は、単語の意味とは一致しないインク色で印字された色名单語（以下、不一致刺激と呼ぶ）に対して、口頭でインクの色を答えるように求めると、単なる色パッチ（以

下、色統制刺激と呼ぶ)のインクの色を答える時よりも反応時間が遅くなることを報告した。例えば、赤いインクで印字された色名单語“みどり”に対して、インク色の“あか”を答える反応時間は、赤い色パッチに対して“あか”と答える反応時間よりも遅くなる。この色命名(インク色を答えること)が不一致の文字情報から干渉を受ける現象は、研究者の名前をとってストループ干渉(Figure 1)と呼ばれ、これまで心理学の様々な領域において膨大な数の研究がなされてきた。それは、ストループ干渉という現象自体が非常に興味深い研究対象であると同時に、注意機能や言語機能など、認知の個人差を測定するためのツールとしても広く利用されているからである。

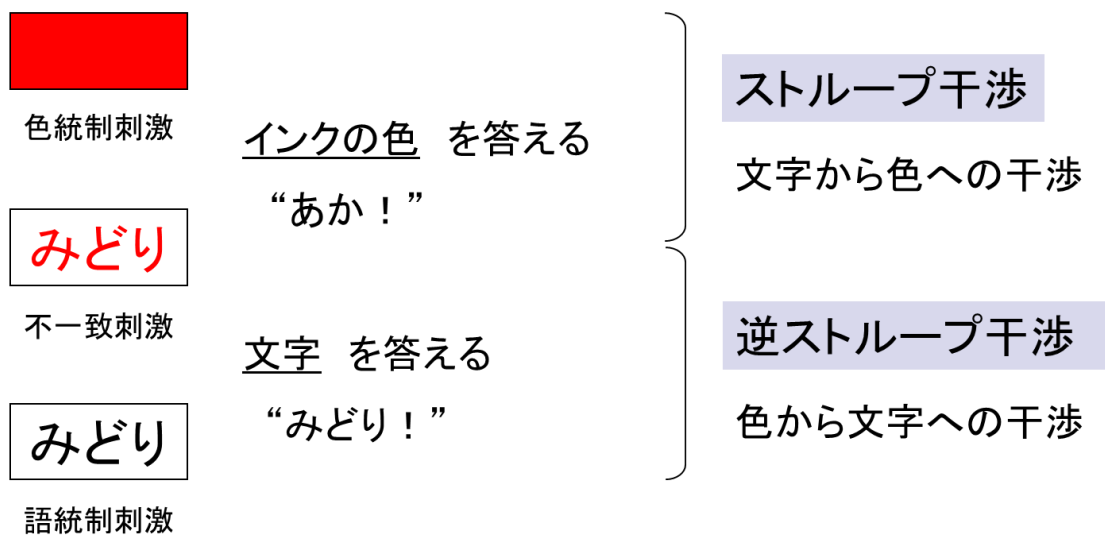


Figure 1. ストループ干渉と逆ストループ干渉の刺激と課題

ストロープ干渉とは反対に、単語の読みが不一致の色情報から受ける干渉は逆ストロープ干渉 (Figure 1) と呼ばれている。Stroop (1935) は、この逆ストロープ干渉についても実験を行っており、不一致刺激の色名单語の読みの反応時間は、黒インクで印字された色名单語(以下、語統制刺激)の読みの反応時間とほとんど変わらず、口頭反応では逆ストロープ干渉は生起しない(干渉が非常に小さい)ことを報告している。文字読みや色弁別ができる者であればどのような対象者でも全般的に干渉が生じるストロープ干渉とは異なり、逆ストロープ干渉で干渉が生起する事例は統合失調症患者 (Abramczyk, Jordan & Hegel, 1983) や言語学習が未熟な幼児 (Corbitt, 1978) といった特殊な対象者に限られている。逆ストロープ干渉は健常者では基本的に生起しないため、逆ストロープ干渉が認知の個人差を測定するためのツールとして用いられることはストロープ干渉と比べると圧倒的に少なかった。

ストロープ研究の標準的な反応方法は Stroop (1935) が用いた口頭反応であるが、後に続くストロープ研究では口頭反応以外にも様々な種類の反応方法が生み出された (MacLeod, 1991)。逆ストロープ干渉は口頭反応では生起しないが、反応をキー押し (Flowers, 1975; Pritchatt, 1968) やカードソーティング (Virzi & Egeth, 1985) など手を使って行うマニュアル反応では逆ストロープ干渉が生起することが報告されている。これは反応方法としてマニュアル反応を用いると逆ストロープ干渉も認知の個人差を測定するためのツールとして利用ができるということであり、近年、マニュアル反応の逆ストロープ干渉を用いて認知の個人差を測定する研究が行われるようになってきた。それらの研究の中では、ストロープ干渉では検出されない認知の個人差が逆ストロープ干渉では検出できる事例が報告されており (例えば, Song & Hakoda, 2011), ス

トループ干渉に加えて逆ストループ干渉を測定することで認知の個人差をより詳細に把握できることが期待できる。

しかし、マニュアル反応でしか生起しない逆ストループ干渉は、口頭反応を用いた知見が多く蓄積されているストループ干渉とは課題条件が異なるため、両干渉を比較することが難しいという問題点が指摘されている (MacLeod, 1991)。ストループ干渉と逆ストループ干渉を比較するためには、同じ課題条件で両干渉を測定する必要がある。

そこで両干渉を同じマニュアル反応で測定できるように開発されたのが新ストループ検査 (箱田・佐々木, 1990) である。新ストループ検査は 4 種類の課題で構成されており、ストループ統制・干渉課題では刺激のインク色が意味する色名单語を反応選択肢から選んでペンでチェックし、逆ストループ統制・干渉課題では刺激の色名单語が意味する色パッチを反応選択肢から選んでペンでチェックをして反応する (Figure 2)。

1 (逆ストループ統制課題)

左の言葉が表すインクの色の下
の空欄にチェックしてください

あお					
			✓		

3 (ストループ統制課題)

左のインクの色に当たる言葉を選
んでその上にチェックしてください

	きいろ	あお	みどり	くろ	あか
	✓				

2 (逆ストループ干渉課題)

言葉とインクの色組み合わせがちぐはぐ
ですが、インクの色に惑わされないよう
にして、言葉が表すインクの色の下
の空欄にチェックしてください

くろ				
		✓		

4 (ストループ干渉課題)

言葉とインクの色組み合わせがちぐはぐ
ですが、言葉に惑わされないように
して、インクの色に当たる言葉を選
んでその上にチェックしてください

あか	みどり	くろ	あか	あお	きいろ
			✓		

Figure 2 新ストループ検査 (箱田・佐々木, 1990) の 4 種類の課題

一般的なストループ課題では刺激が呈示されてから反応するまでにかかる反応時間が指標となるが，新ストループ検査は，各課題において一定時間内(40秒間)に正しく反応できた数(正答数)を指標としている。また，干渉の大きさは統制課題と干渉課題の反応時間差で表されることが一般的であるが，新ストループ検査では統制課題と干渉課題の正答数の差をとり，それを統制課題の正答数で割ること(式(1)，式(2))によって算出される(以下，新ストループ検査で用いられる干渉の大きさを“干渉率”と呼ぶ)。これは干渉の大きさが実験参加者の作業量水準の影響を受けにくくするためである。たとえば二つの実験群間で統制課題と干渉課題の正答数の差が同じであったとしても，両群の統制課題の成績に大きな違いがあれば，統制課題と干渉課題の正答数の差が持つ重みが異なるためである(箱田・佐々木，1990)。

逆ストループ干渉率

$$= \frac{\text{“課題 1 の正答数”} - \text{“課題 2 の正答数”}}{\text{“課題 1 の正答数”}} \times 100 \quad \dots(1)$$

ストループ干渉率

$$= \frac{\text{“課題 3 の正答数”} - \text{“課題 4 の正答数”}}{\text{“課題 3 の正答数”}} \times 100 \quad \dots(2)$$

箱田・佐々木（1990）の新ストループ検査（以下，検査 I と呼ぶ）は，各課題の実施時間が 40 秒間という短い時間であり，課題成績のわずかな変動によって干渉率は大きく影響を受ける。そこで，課題の試行数を増やすことによって検査の精度を上げるために，実施時間を 40 秒間から 60 秒間にした新ストループ検査 II（以下，検査 II；箱田・渡辺，2005）が作成されている。

ストループ干渉と逆ストループ干渉を同じマニュアル反応で測定できる新ストループ検査は認知の個人差をより詳細に把握するためのツールとしての活用が期待できる。しかし，新ストループ検査が用いている指標（正答数，干渉率）は，現在のストループ研究で主に用いられる指標と異なるため，他の研究との比較を行う場合に新ストループ検査で測定された両干渉がどのような意味を持つのかを明らかにする必要がある。

そこで本稿は，新ストループ検査 II で測定されるストループ干渉と逆ストループ干渉の特徴を明らかにし，両干渉の違いを検討することを目的とする。まず，第一章では，新ストループ検査 II の課題条件が両干渉に及ぼす影響を検討するために，実施順序（実験 1），反応様式（実験 2）についての実験を行う。第二章では，まだ明らかにされていないマニュアル反応による逆ストループ干渉の発達・加齢変化を検討するために，生涯発達変化（実験 3），言語習熟度の影響（実験 4），色覚の影響（実験 5）についての実験を行う。第三章では，新ストループ検査 II を用いた応用的研究例として，一過性の覚醒度の変化の影響を検討するために，激しい運動の影響（実験 6），長時間の運動の影響（実験 7）についての実験を行う。最後に第四章では，本研究の実験結果を総合的に考察し，ストループ干渉と逆ストループ干渉の違いを検討する。

第一章 課題条件がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

第1節 ストループ・逆ストループ干渉の測定方法

ストループ干渉と逆ストループ干渉は，テストの実施方法によってその干渉の大きさが変化する。本節ではテストのバリエーション（測定方法）と測定方法による課題条件の違いがストループ干渉と逆ストループ干渉に及ぼす影響についてレビューする。

1. Stroop (1935)の実験

ストループテストは **Stroop (1935)** が行った実験から様々なバリエーションに発展してきた。まず，ストループ研究の原点となった **Stroop (1935)** の実験について紹介する。この実験では，1枚につき100個の刺激が印刷された3種類のカード（語統制刺激カード，色統制刺激カード，不一致刺激カード）が使用された。語統制刺激カードは，5種類の色名单語（赤，青，緑，茶，紫）が黒インクで100個印刷され，色統制刺激カードは，語統制刺激カードに使用された5種類の色の色パッチが100個印刷されていた。そして，不一致刺激カードは，単語の意味とは一致しないインク色で印字された色名单語が100個印刷されていた。実験参加者は，カードに印刷された刺激について，単語もしくはインクの色名をできるだけ早く正確に，声に出して読み上げることが求められ，100個全ての刺激を読み終わるまでにかかった時間が計測された。

色統制刺激（色パッチ）カードと不一致刺激カードのカード1枚あたり，つまり，100個の刺激のインクの色命名にかかった時間を比較すると，色統制刺激カードが平均63.3秒に対して，不一致刺激カードは平均110.3秒であり，色パッチよりも不一致の色名单語の色命名が有意に遅くなった。このように，不一致の単語から色の処理が受ける干渉がスト

ループ干渉である。

次に、語統制刺激カードと不一致刺激カードのカード 1 枚当たりの単語読みにかかった時間を比較すると、語統制刺激（黒インクで印字された色名单語）が平均 41.0 秒に対し、不一致刺激カードは平均 43.3 秒であり、黒インクの色名单語と不一致の色名单語の単語読みの反応時間に有意差はなかった。ストループ干渉とは反対に不一致の色から単語の処理が受ける干渉が逆ストループであるが、この実験結果が示すように、ストループ干渉は大きな干渉を示す一方で逆ストループ干渉は干渉が非常に小さく、両干渉には干渉の大きさに非対称性があることが大きな特徴である。

2. 刺激の種類

ストループテストで使用される刺激条件は、Stroop (1935) で用いられた 3 条件 (Figure 3 の (a)色統制刺激, (d)語統制刺激, (f)不一致刺激) の他に、単語の意味とインク色が一致している一致刺激が存在する (Figure 3 の (g))。一般的に、一致刺激の色命名は色統制刺激の色命名よりも反応時間が速く、一致刺激には色命名を促進する効果がある。しかし、一致刺激の促進効果は不一致刺激の干渉効果と比べると小さいことが報告されている (MacLeod, 1991)。

また、色や語の統制刺激は、Stroop (1935) が使用したものとは異なるバージョンが存在する。まず、色統制刺激については色パッチ (Figure 3(a)) 以外にも、色とは関係のない単語 (Figure 3(c)) や無意味つづり、複数の X (Figure 3(b)) が用いられることがある。色命名は、複数の X よりも色とは関係のない単語に対して色命名する時間が長くなる。つまり、刺激に言語的な意味合いが増すほど、色命名が遅くなる。ストループ干渉の大きさは不一致刺激と統制刺激の比較によって決められるため、

色統制刺激に何が用いられるかによって干渉の大きさが変わる。色統制刺激に言語的な意味合いが増すほど、不一致刺激と統制刺激の差が小さくなるため、干渉の大きさが減少するということである。次に、語統制刺激については、白い背景に黒インクで色名单語が呈示される（Figure 3(d)）以外に、ネガティブ配色（背景が黒）の実験の場合、語統制刺激が白い文字（Figure 3(e)）や灰色の文字で呈示されることがある。新ストロープ検査は、Stroop（1935）と同じ(a)色統制刺激、(d)語統制刺激、(f)不一致刺激を使用しており、(g)一致刺激は使用していない。

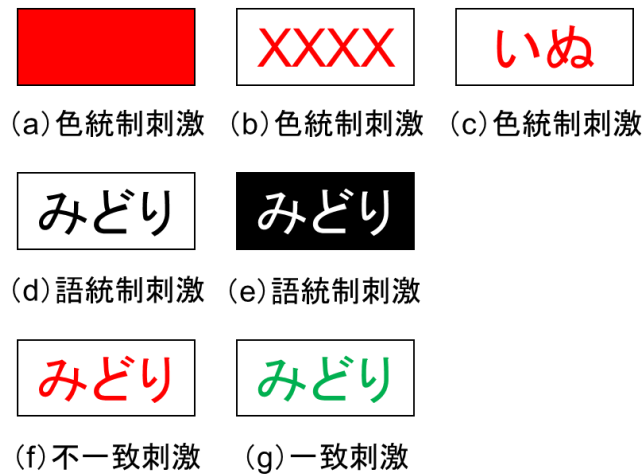


Figure 3 ストロープテストの刺激の種類と例

3. 刺激の呈示方法

刺激の呈示方法には 1 枚のカードに印刷された刺激リストに連続して反応させて総反応時間を計測するリスト刺激呈示と、刺激を 1 個ずつ呈示して、刺激ごとに反応時間を計測する単一刺激呈示がある。Stroop (1935) が用いたのは、リスト刺激呈示である。カードに印刷された 100 個の刺激を全て読み終わるまでにかかった総反応時間が計測され、総反応時間を刺激数で割って刺激 1 個あたりの平均反応時間が推定される。しかし、総反応時間には、誤反応や誤反応を修正した時間が含まれるため、リスト刺激呈示では刺激 1 個あたりの正確な反応時間を測定することはできない。

そこで、タキストスコープや CRT などの刺激呈示装置を用いて刺激を 1 個ずつ呈示し、ボイスキーやボタン押しなどで反応させ、刺激ごとの正確な反応時間を計測する単一刺激呈示が用いられるようになった。リスト刺激呈示が主流であった時代に、タキストスコープによる単一刺激呈示を行い、単一刺激呈示でストループ干渉が生起することを確認したのが Dalrymple-Alford & Budayr (1966) である。単一刺激呈示では、刺激 1 個あたりの平均反応時間は誤反応を除外した正反応の反応時間のみを用いて算出される。現在は、この単一刺激呈示がストループテストの主流となっている。

新ストループ検査は、集団での実施を可能とするため、リスト刺激呈示を用いている。リスト刺激呈示と単一刺激呈示を比較すると、同じ刺激を用いていても単一刺激呈示よりもリスト刺激呈示のストループ干渉が大きくなる (Salo, Henik & Robertson, 2001)。また、リスト刺激呈示では個々の刺激特性による干渉に加え、リストの構造による干渉効果が生じるといわれている (Dalrymple-Alford & Budayr, 1966)。このよう

に、リスト刺激呈示と単一刺激呈示では、誤反応の扱いやリスト構造から受ける影響の違いがあるため、同じ刺激と反応方法を用いたとしても、得られた反応時間の意味に差があることに注意が必要である。

4. 干渉の得点化

干渉の大きさのとらえ方、つまり、干渉の得点化には多くの方法が存在する。Jensen & Rohwer (1966)のレビューではストループ干渉について16種類もの得点計算式が紹介されている (Table 1)。干渉の得点として最も用いられているのは、Stroop (1935)が用いた干渉課題 (不一致刺激) と統制課題 (語統制刺激や色統制刺激) の反応時間差 (Table 1 の J) であるが (MacLeod, 1991), 他にも、不一致刺激の反応時間そのものを干渉の得点とするもの (Comalli, Wapner & Werner, 1962) もある。

得点計算には反応時間が用いられるのが一般的であるが、新ストループ検査は決められた制限時間内に遂行することができた課題正答数を用いる (箱田・佐々木, 1990)。新ストループ検査では、統制課題の正答数から干渉課題の正答数を引き、それを統制課題の正答数で除した“干渉率” (式(1), 式(2))を干渉の得点として用いている。このように干渉の得点化には多くの方法が存在し、研究者によって用いるものが異なるため、研究結果間を比較する際には干渉得点の持つ意味を考慮する必要がある (嶋田, 1994)。

箱田・佐々木 (1990)は、新ストループ検査で用いられる“干渉率”と従来の研究で用いられる干渉の得点計算式の相関を検討しており、“干渉率”は、Table 1 の Jensen & Rohwer (1966)にある得点計算式 H, J, K, N, O と強い相関があることが確認されている。これは、“干渉率”が上記の得点計算式で算出された研究と比較可能であることを示している。

Table 1

ストループの基本得点と得点計算式 (Jensen & Rohwer, 1966 による)

基本得点	時間測度(秒)
W	Word カード (語統制刺激)
C	Color カード (色統制刺激)
CW	Color-Word カード (不一致刺激)
算出された得点	得点計算式
A	C/W
B	W/C
C	$(C+W)$
D	$(C-W)/(C+W)$
E	$(C-W)/W$
F	$C-W$
G	$C-C_p^*$
H	C/CW
I	$(mW-C)/C$
J	$CW-C$
K	$(CW-C)/W$
L	$CW-CW_p^{**}$
M	$CW_z-2Cz+10^{***}$
N	$W \times (CW-C)/C$
O	$W \times (CW-C)/(C \times CW)$
P	$C+CW$

*) $C_p = W$ に対する C の回帰に基づく C の予測値。

**) $CW_p = C$ に対する CW の回帰に基づく CW の予測値。

***) CW および C の粗点は、この数式で z 得点に変換される。

5. 反応方法

刺激への反応方法は，声に出して反応する口頭反応と，声に出す以外の方法で反応するマニュアル反応の二つに大別できる。口頭反応は1種類のみであるが，マニュアル反応には多くの種類が存在する。新ストループ検査の反応方法もマニュアル反応であり，紙面に印刷された反応選択肢をペンでチェックして反応する（以下，新ストループ検査の反応方法を紙面マッチング反応と呼ぶ）。マニュアル反応には他にも，色や単語が書かれたキーや，色や単語を割り当てられたキー（例えば，赤への反応は“1”，緑への反応は“2”のキー）を押して反応するキー押し反応の他，色や単語がラベルされた箱にカードを入れたり，色や単語ごとに分けてカードの山を作って反応するカードソーティング反応，色名单語をキーボードでタイプして反応するタイピング反応，ディスプレイ上の反応選択肢を直接指で押して反応するタッチパネル反応，反応選択肢をマウスカーソルでクリックして反応するクリック反応，反応選択肢を注視することによって反応する注視ポインティング反応などがある。これらの反応方法を用いて測定されたストループ・逆ストループ干渉得点の一覧を Table 2 に示す。

ストループ干渉と逆ストループ干渉は，口頭反応とマニュアル反応で干渉の量が大きく変化する。口頭反応では，ストループ干渉は生起するが，逆ストループ干渉は生起しない。一方で，マニュアル反応では，一部の実験を除いて，ストループ干渉と逆ストループ干渉の両方が生起する。また，ストループ干渉は口頭反応とマニュアル反応の両方で生じるが，マニュアル反応よりも口頭反応において干渉が大きくなるといわれている（MacLeod, 1991）。

ストループ干渉や逆ストループ干渉が生起しなかった実験にはある

共通点がみられる。ストループ干渉が生起しなかった実験では宋・箱田 (2011) を除いて、色属性のターゲット刺激に対して反応も色属性で行っている。また、逆ストループ干渉が生起しなかった実験では Magen & Cohen (2007) を除いて、言語属性のターゲット刺激に対して反応も単語属性で行っている。このように、刺激と反応の情報属性（単語であるか色であるか）が一致しているときは干渉が生じにくい。この刺激と反応の情報属性の影響については第 2 節ストループ・逆ストループ干渉の説明理論の“刺激－反応の連合強度説”と“変換説”で詳しく論じる。

Table 2
反応方法の違いによるストループ・逆ストループ干渉の生起 (その1)

著者	呈示方法	反応方法	ターゲット	反応	ベースライン	ストループ ^a	逆ストループ ^a
口頭反応							
Stroop (1935)							
Exp. 1	リスト	口頭	単語	単語を発音	語統制刺激		2.3 s ^b
Exp. 2	リスト	口頭	色	単語を発音	色統制刺激	47 s ^{b*}	
Pritchatt (1968)							
Exp. 1	リスト	口頭	単語	単語を発音	語統制刺激		0.8 s ^b
	リスト	口頭	色	単語を発音	色統制刺激	14.8 s ^{b*}	
Logan & Zbrodoff (1998)							
Exp. 1	単一	口頭	色	単語を発声	色統制刺激	180 ms ^{c*}	
Exp. 2	単一	口頭	単語	単語を発声	一致刺激		11.0 ms ^c
	単一	口頭	色	単語を発声	一致刺激	124 ms ^{c*}	
Blais & Besner (2006)							
Exp. 1	単一	口頭	単語	単語を発声	一致刺激		2.0 ms ^c
マニュアル反応							
Pritchatt (1968)							
Exp. 2	リスト	キー押し	単語	単語ラベルのキー	語統制刺激		3.0 s ^b
	リスト	キー押し	単語	色ラベルのキー	語統制刺激		3.7 s ^{b*}
	リスト	キー押し	色	単語ラベルのキー	色統制刺激	16.1 s ^{b*}	
	リスト	キー押し	色	色ラベルのキー	色統制刺激	10.4 s ^{b*}	
Martin (1981)							
	単一	カードソーティング	単語	単語ごとに山を作る	語統制刺激		3.4 s [*]

Table 2
 反応方法の違いによるストループ・逆ストループ干渉の生起 (その2)

著者	呈示方法	反応方法	ターゲット	反応	ベースライン	ストループ ^a	逆ストループ ^a
Virzi & Egeth (1985)							
Exp. 1	単一	カードソーティング	単語	単語ラベルの箱	語統制刺激		1.7 s ^b
	単一	カードソーティング	色	単語ラベルの箱	色統制刺激	9.8 s ^{b*}	
	単一	カードソーティング	単語	色ラベルの箱	語統制刺激		6.8 s [*]
	単一	カードソーティング	色	色ラベルの箱	色統制刺激	1.8 s ^b	
Sugg & McDonald (1994)							
Exp. 1	単一	タッチパネル	色	単語タッチ	色統制刺激	124 ms ^{ce*}	
	単一	タッチパネル	単語	単語タッチ	語統制刺激		17 ms ^{ce}
	単一	タッチパネル	単語	色タッチ	語統制刺激		57 ms ^{ce*}
	単一	タッチパネル	色	色タッチ	色統制刺激	8 ms ^{ce}	
Logan & Zbrodoff (1998)							
Exp. 1	単一	キー押し	色	割り当てられたキー	色統制刺激	93 ms ^{c*}	
	単一	タイピング	色	単語をタイピング	色統制刺激	176 ms ^{c*}	
Exp. 2	単一	タイピング	色	単語をタイピング	一致刺激	255 ms ^{c*}	
	単一	タイピング	単語	単語をタイピング	一致刺激		7.0 ms ^c
Durgin (2000)							
	単一	マウスクリック	単語	色をクリック	語統制刺激		69.0 ms ^{c*}
	単一	マウスクリック	色	色をクリック	色統制刺激	9 ms ^{c*}	
Blais & Besner (2006)							
Exp. 1	単一	キー押し	単語	単語ラベルのキー	一致刺激		35.0 ms ^{c*}
Exp. 2	単一	キー押し	単語	単語ラベルのキー	一致刺激		24.0 ms ^{c*}
Magen & Cohen (2007)							
Exp. 5	単一	キー押し	単語	割り当てられたキー	一致刺激		2.0 ms ^{c*}

Table 2
 反応方法の違いによるストループ・逆ストループ干渉の生起（その3）

著者	呈示方法	反応方法	ターゲット	反応	ベースライン	ストループ ^a	逆ストループ ^a
宋・箱田（2011）	リスト	紙面マッチング	単語	色に印	語統制刺激		7.7 個 ^{d*}
	リスト	紙面マッチング	色	単語に印	色統制刺激	0.8 個 ^d	
	単一	マウスクリック	単語	色をクリック	語統制刺激		5.8 個 ^{d*}
	単一	マウスクリック	色	単語をクリック	色統制刺激	4.1 個 ^{d*}	

^a ストループ干渉と逆ストループ干渉の得点は、不一致刺激とベースラインの差をとったものである。干渉の有無を示す有意性検定は、"e"を除き、不一致刺激とベースライン間で行われている。

^b 単位は秒である。これは一つのブロックに対する誤反応分も含んだ総反応時間の平均差である。

^c 単位はミリ秒である。これは正反応一つに対する反応時間の平均差である。

^d 単位は反応個数である。これは一定時間内の反応個数のうち、正反応のみの個数である。個数が多いほど反応が速い。

^e 干渉の有意性検定は、干渉得点と母平均 0 との間で行われている。

* $p < .05$.

第2節 ストループ・逆ストロープ干渉の説明理論

本節では、ストロープ・逆ストロープ干渉がなぜ生じるのかという干渉の説明理論について述べる。Stroop (1935) は、自身の実験結果に対して訓練による刺激—反応の連合強度の差異という行動理論の観点から両干渉を説明した。Stroop (1935) の研究の後、認知心理学の黎明期である 1970 年代からは、刺激—反応間の認知過程における干渉の生起の仕方が議論されるようになり、知覚コード化説、反応競合説、変換説が提案された。まず、刺激—反応の連合強度説から紹介する。

1. 刺激—反応の連合強度説

この説は訓練によって形成される刺激—反応の連合強度の差異という観点からストロープ・逆ストロープ干渉の生起を説明するものである。刺激に対して、強い連合強度の反応がより弱い連合強度の反応に対して干渉する。Stroop (1935) によると、単語刺激は“読む”という特定の反応と結びついているが、色刺激は“眺める”、“色命名をする”、“手を伸ばす”、“避ける”といった様々な反応と結びついている。そのため、単語刺激に対して単語読みという反応が行われる(訓練される)頻度は、色刺激に対して色命名が行われる頻度よりも多く、前者の方が後者よりも刺激—反応の間の連合強度が強くなる。色命名よりも単語読みの反応時間が速いのはこの連合強度の違いによるものであり、そのため強い連合強度の単語読みから弱い連合強度の色命名への干渉、つまりストロープ干渉が生じるのである。反対に、色命名から単語読みへの干渉である逆ストロープ干渉は生じない。

また、Uleman & Reeves (1971) は、ストロープ刺激の走査課題を用いた実験を行い、強い習慣が弱い習慣に対して干渉すると述べている。

Uleman & Reeves (1971) は、カードに印刷された刺激リスト上から指

定された色（指定される色は1色のみ）の色パッチや色名单語を見つけて、その色名を言いながら素早く印をつけるというストループ課題を実施した。この走査課題では通常のストループ課題とは反対に、語統制刺激よりも色統制刺激に対する反応時間の方が短く、習慣強度は単語探索よりも色探索の方が強いため、色から単語への干渉である逆ストループ干渉が生じることが予測された。実験の結果、予測通り、ストループ干渉（不一致刺激と色統制刺激の色走査反応時間差）はゼロからマイナスとなり、逆ストループ干渉（不一致刺激と語統制刺激の単語走査反応時間差）が生じた。

刺激—反応の連合強度は刺激—反応の適合性（compatibility）としても論じられる。逆ストループ干渉課題である単語読みは、単語刺激に対して単語反応をするため刺激—反応に適合性がある（連合強度が強い）。しかし、ストループ干渉課題である色命名は色刺激に対して単語反応をしなければならないため刺激—反応の適合性がない（連合強度が弱い）。ストループ干渉は刺激—反応の適合性がないために生じるとされている。第1節の“5. 反応方法”では、言語属性の刺激に対して言語属性の反応、色属性の刺激に対して色属性の反応というように、刺激—反応の適合性があるときは干渉が生じにくいことを示した（Table 2）。この結果は、刺激—反応の連合強度説に合致するものである。

2. 知覚コード化説

知覚コード化説は、干渉が刺激—反応間の認知過程の初期、つまり刺激のコード化段階で生じるというものである。Hock & Egeth (1970) は、知覚段階における色のコード化に必要な時間が長くなると言語情報に注意を引き付けられてしまうため、ストループ干渉が大きくなると述べている。リスト呈示の不一致刺激のインク色に対して、指定された一色の

個数を数える，走査を行うといった低次の知覚課題であれば色のコード化が速いため言語情報への注意の引き付けを除去でき色命名への干渉は生じない。しかし，ストループ課題や記憶検索課題のように高次の認知を必要とする課題では色のコード化に時間がかかるため，言語情報へ注意が引き付けられて色命名への干渉（ストループ干渉）が生じる。反対に，十分な注意量を配分された単語読みへの干渉（逆ストループ干渉）は生じない。

また，Williams (1977) も干渉はコード化段階にあるという立場をとっており，課題関連情報（色）か非課題関連情報（言語）かに関わらず，コード化しなければならない刺激の情報量が増えると知覚段階におけるコード化に要する負荷が大きくなるため，ストループ干渉が増大すると述べている。

知覚コード化説への反証 これらの知覚コード化説では説明できない現象がある。まず，一致刺激が色統制刺激や不一致刺激よりも反応時間が速くなるという促進効果が説明できない(Hintzman, Carre, Eskridge, Owens, Shaff & Sparks, 1972)。一致刺激は色情報に加え言語情報があり，色情報のみの色統制刺激よりも情報量が多い。そのため，Williams (1977) の説に従えば一致刺激は統制刺激に比べて色命名が遅くなるはずである。さらに，Hock & Egeth (1970) の説に従えば，一致刺激においても言語情報へ注意が引き付けられるため言語情報のない色統制刺激と比較して色命名が遅れるはずであるからである。

また，知覚コード化説では逆ストループ干渉が口頭反応では生じない一方でマニュアル反応では生じることが説明できない。不一致刺激で言語情報への注意が引き付けられるのであれば，言語処理が促進されて色情報からの干渉である逆ストループ干渉はどのような場合でも生じない

はずである。同様に，知覚段階における情報量が増えることが原因であれば，どのような場合でも逆ストループ干渉が生じないはずであるからである。

3. 反応競合説

反応競合説は，干渉が刺激—反応間の認知過程の後期，つまり反応段階で生じるというものである。この説の一つに相対的処理速度説がある。Morton & Chambers (1973) は，色情報と言語情報の処理は同時並行で進み，それぞれの情報に対応する反応は一つの出口への到達を巡って競争すると述べている。相対的な処理速度は色よりも言語の方が速いため，色刺激への反応が求められるストループ干渉課題では，先に出口へ到着した言語刺激に対する反応を抑制しなければならず干渉が生じる。一方，逆ストループ干渉課題の場合は，先に出口に到達する言語刺激に対して反応すればよいため，色刺激から干渉を受けることはないという考えである。

Posner & Snyder (1975) も同様に，色と言語の相対的な処理速度の違いに着目した説明を行っており，言語情報は自動的に処理されるため，非自動的な処理である色情報よりも先に出口に到達して，遅れて到達する色情報への反応に干渉すると述べている。

これらの反応競合説は，色と言語の相対的な処理速度や処理の自動化の程度を変化させることによって検証されている。色処理よりも言語処理が速いために言語から色への干渉であるストループ干渉が生じるのであれば，言語処理が遅くなればストループ干渉が減少し，逆ストループ干渉が増大するはずである。色名単語にマスクをかけて読みやすさを低下させた実験では，マスクがない条件と比べてストループ干渉が減少し，口頭反応で逆ストループ干渉が生じた (Dyer & Severance, 1972;

Gumenik & Glass, 1970)。また、色名单語を鏡文字や上下さかさまにした場合も同様に、ストループ干渉が減少し、口頭反応で逆ストループ干渉が生じたことが報告されており (Dunbar & Macleod, 1984)、反応競合説を支持する結果となっている。

また、相対的に速い処理である言語処理速度を遅らせた上記の実験とは反対に、通常遅い処理である色処理を訓練によって速めた実験でも反応競合説を支持する結果が得られている。最初にこの試みを行ったのは Stroop (1935) である。Stroop (1935) は、実験参加者に不一致刺激に対して色命名だけを 8 日間学習させた。色命名学習の前後で不一致刺激に対する色命名の反応時間を比較すると学習前よりも学習後の反応時間が短くなり、色命名が不一致の言語情報から受ける干渉(ストループ干渉)が減少した。一方、不一致刺激の単語読みの反応時間を比較すると、学習前よりも学習後の反応時間が長くなり、単語読みが不一致の色から受ける干渉(逆ストループ干渉)が増大した。

Stroop (1935) の他にも、刺激と反応の対連合を新たに学習させて、色処理と言語処理の相対的な処理速度を操作した実験がある。Glaser & Dolt (1977) は、赤い色パッチは“NAF”と命名し、“RED”という色名单語は“DUZ”と読むというように、色命名と色名单語読みをそれぞれ新しく無意味綴りと対連合学習させた。無意味綴りを使った新たな色命名と色名单語の読みの練習を続けた結果、色統制刺激と語統制刺激への反応時間が同じ程度になったとき、不一致刺激に対する色命名と単語読みの速度も同程度になった。つまり、逆ストループ干渉がストループ干渉と同程度生じたことが示されている。

処理速度説への反証 上記の結果は、色と言語の相対的な処理速度が干渉生起を決定づけるものであることを示している。しかし、相対的な

処理速度では説明できない結果もある。Glaser & Glaser (1982) は、不一致刺激の色情報（色パッチ）と言語情報（黒インクで書かれた色名単語）を別々に呈示し、両刺激の呈示開始時間差（Stimulus Onset Asynchrony: SOA）を操作した。速く処理された刺激属性が遅い刺激属性に対して干渉するのであれば、先行呈示された刺激が後続の刺激に対して干渉するはずである。しかし結果は、色名単語が色パッチよりも 100ms 先行呈示されても遅延呈示されてもストループ干渉は生じ、その干渉量は両刺激が同時に呈示されたとき最大になった。さらに、逆ストループ干渉は色パッチを色名単語よりも 400ms 先行呈示しても生じなかった。この結果は、色と文字の処理速度の違いが干渉生起を決定付けるものではないことを示している。

自動的処理説への反証 MacLeod & Dunbar (1988) は、形に対して決められた色名で答える（以下、形一色命名と呼ぶ）対連合学習を行わせ、形一色命名の自動化に伴う、形と色の干渉効果を検討した。学習初期では元々よく学習されている色命名のほうが形一色命名よりも反応時間が速く、干渉は不一致の色から形一色命名への干渉（逆ストループ干渉）のみが生じた。しかし、形一色命名の学習がさらに進むと、反応時間は依然として色命名よりも形一色命名のほうが遅いにも関わらず、逆ストループ干渉だけでなく、不一致の形から色命名に対する干渉も生じるようになった。

さらに形一色命名の学習が進み、形一色命名と色命名の反応時間が同程度になると、逆ストループ干渉は消失し、不一致の形から色命名に対する干渉のみが生じるようになった。この結果は、色と文字の処理速度の違いが干渉生起を決定付けるものではないことを示すものである。MacLeod & Dunbar (1988) は、より自動性の高い刺激一反応セットが、

自動性の低い刺激—反応セットに対して干渉すると説明しており，相対的な処理速度や処理の自動性の有無ではなく，刺激—反応の連合強度を強調した立場をとっている。

4. 変換説

変換説は，刺激—反応間の認知過程で記憶表象を変換する必要があるときに干渉が生じるというものである。この説は，口頭反応では生起しない逆ストループ干渉が，キー押しやカードソーティングなどのマニュアル反応では生起するという現象を説明できる。つまり，口頭反応において逆ストループ課題は単語刺激に対して語彙的な情報（lexical information）で反応するので表象変換の必要はなく干渉は生じない。一方，マニュアル反応では単語刺激を視覚的な色情報（sensory color information）に変換する必要があるので干渉が生じるのである。

Virzi & Egeth (1985) は，カードソーティング課題を用いて変換の効果を検証した。その結果，刺激が書かれたカードを色名单語のラベルがついた箱の中に分類する条件では，色統制刺激よりも不一致刺激の色への反応時間が遅くなりストループ干渉が生じたが，語統制刺激と不一致刺激の色名单語への反応時間には有意差がなく，逆ストループ干渉は生起しなかった。一方で，色パッチがついた箱の中に分類する条件では，逆ストループ干渉のみが生じ，有意なストループ干渉は生起しなかった。マニュアル反応であっても言語から色への変換がなければ口頭反応と同様に逆ストループ干渉が生起しないという結果は，変換が干渉生起を決定づけていることを示している。

不一致刺激の色名单語（言語情報）に対して色情報で反応すると逆ストループ干渉が生起することは，ディスプレイ上の反応選択肢を直接指で押して反応するタッチパネル反応（Sugg & McDonald, 1994）や，マ

ウスカーソルでのクリック反応 (Durgin, 2000, 2003; 宋・箱田, 2011), 注視によるポインティング反応 (Durgin, Doyle & Egan, 2008) でも示されている。また, 新ストループ検査の反応方法である紙面に印刷された反応選択肢をペンでチェックして反応する紙面マッチング反応 (Ikeda, Hirata, Okuzumi & Kokubun, 2010; 箱田・佐々木, 1990, 1991) でも逆ストループ干渉が生起することが示されている。さらに, 不一致刺激の色名单語に対して言語情報で反応すると逆ストループ干渉が生起しないことは, 語のタイピング反応 (Logan & Zbrodoff, 1998), 文字ラベルのついたキー押し反応 (Pritchatt, 1968), タッチパネル反応 (Sugg & McDonald, 1994) でも確かめられている。このように, 変換の効果は実験方法が変わっても普遍的にみられる現象である。

変換説への反証 変換説に反して, 表象変換が行われなくてもストループ干渉や逆ストループ干渉が生じることを示した研究がある。Pritchatt (1968) の実験では, 不一致刺激の色情報に対して色ラベルの付いたキーで反応してもストループ干渉が生起したことが報告されている。また, 逆ストループ干渉の生起については, 不一致刺激が書かれたカードを色名单語ごとに積み重ねていくカードソーティング反応 (Martin, 1981) や, 不一致刺激の言語情報に対して選択肢から該当する色名单語をチェックする新ストループ検査 I で報告されている (箱田・佐々木, 1991)。

上記の実験では, 一定量の課題遂行にかかった時間 (Martin, 1981; Pritchatt, 1968) や一定時間内の課題正答数 (箱田・佐々木, 1991) を指標としているため, 反応時間に誤反応や誤反応を修正する時間が含まれているという問題点がある。そこで Blais & Besner (2006) は, 不一致刺激の色名单語に対して, 色名单語のラベルをつけたキー押しで反応を

させ、正反応 1 試行ごとの純粋な反応時間を測定した。その結果、不一致刺激への反応は一致刺激よりも有意に反応時間が遅れた（逆ストループ干渉が生じた）ことを報告している。

しかし、この実験では、キーを押す際に指で色名单語のラベルが隠れてしまうため、実験参加者が色名单語（言語情報）ではなく色情報でキーを覚え、変換して反応したために逆ストループ干渉が生じた可能性がある。明確に言語情報で反応していることを確認するため、Blais & Besner (2007) は、刺激と同時に色名单語の反応選択肢をディスプレイ上に呈示し、マウスカーソルでポインティングさせた。その結果、語統制刺激よりも不一致刺激への反応が有意に遅れ、変換がなくても逆ストループ干渉が生起することが追認された。

Blais & Besner (2006, 2007) は、干渉の生起に変換は必ずしも必要ではなく、刺激—反応の連合強度が重要であると述べている。単語刺激に対する読み反応は日常よく行われることであり刺激—反応の連合強度が強いが、色刺激に対する読み反応は単語読みと比較してそれほど頻繁に行われないため、刺激—反応の連合強度が相対的に弱い。そのため、連合強度が強い単語読みが求められる口頭反応では連合強度が弱い色命名から干渉を受けず、逆ストループ干渉が生じない。逆ストループ干渉がマニュアル反応で生じるのは、マニュアル反応は単語刺激に対して日常あまり行わない反応であり、刺激—反応の連合強度が弱いためであると説明されている。しかし、Blais & Besner (2006, 2007) は、変換は干渉生起に必須ではないが、変換がある条件のほうがない条件よりも大きな干渉を生じることから、変換が干渉に関わる要因であることを否定するものではないと述べている。

5. 干渉の説明理論のまとめ

本節では、行動理論の観点からの説明である刺激—反応の連合強度説と、刺激—反応間の認知過程の説明である知覚コード化説、反応競合説、変換説を紹介した。認知過程の説明である三つの説明理論はどの説も単独ではストロープ干渉・逆ストロープ干渉の全てを説明することはできない。しかし、これらの説は相互に矛盾するものではない。これらの説明理論をまとめると干渉を及ぼす条件は、よく学習された刺激—反応セットであること、その刺激—反応セットは自動化されている、または処理速度が速いことである。また、言語情報と色情報間で表象変換を必要としない条件では、処理速度が速いため干渉を受けず、表象変換が必要とされる条件では処理速度が遅くなり干渉を受けると考えられる。

以上、本章第1節では課題条件がストロープ・逆ストロープ干渉に及ぼす影響について、第2節では干渉の説明理論についてまとめた。本研究で用いる新ストロープ検査 II は言語情報と色情報間で表象の変換を必要とするマッチング反応を用いてストロープ干渉と逆ストロープ干渉の両干渉を生起させようとするものであり、4種類の課題（課題1：逆ストロープ統制条件，課題2：逆ストロープ干渉条件，課題3：ストロープ統制条件，課題4：ストロープ干渉条件）で構成されている。次の実験1と実験2では新ストロープ検査 II の課題実施条件から新ストロープ検査 II で測定されるストロープ・逆ストロープ干渉の特徴を検討する。

まず、実験1では、新ストロープ検査 II を構成する4種類の課題の実施順序効果について検討する。ストロープ・逆ストロープ干渉は、学習により刺激—反応の連合強度を高める、もしくは処理速度を速めることで干渉の大きさが変化することが示されている (Glaser & Dolt, 1977; MacLeod & Dunbar, 1988; Stroop, 1935)。ストロープ・逆ストロープ

干渉の大きさには課題間における学習効果が影響する可能性があるため、一般的にストループ研究ではグループ間の比較をする際、課題実施順序を実験参加者間で入れ替えて課題の順序効果を相殺する。しかし、個人間を比較する場合は同じ順序で課題を実施しなければ比較ができない。そのため、新ストループ検査 II（検査 II：箱田・渡辺，2005）の 4 種類の課題に順序効果があるか否か、あるとすればどのような順序効果があるのかを検討する必要がある。また、どのような順序で実施しても表象の変換を必要とするマッチング反応でストループ・逆ストループ干渉が生起するのかを確認する。

次に、実験 2 では、新ストループ検査 II の反応様式であるマッチング反応と、ストループテストの一般的な反応様式である口頭反応を比較し、反応様式の違いがストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討する。MacLeod (1991) は、マニュアル反応でしか生起しない逆ストループ干渉は、口頭反応を用いた知見が多く蓄積されているストループ干渉とは課題条件が異なるため、両干渉を比較することが難しいという問題点を指摘している。そこで、マニュアル（マッチング）反応の結果と従来の口頭反応による知見との比較の一助とするために、新ストループ検査 II の刺激を用いて、反応様式によって両干渉の大きさがどのように変化するのかを検討する。

第 3 節 実験 1：課題実施順序がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

目的

箱田・佐々木（1990）は、検査 I の 4 種類の課題を釣合のとれたラテン方格法による 4 通りの順序で実施し、検査 I の 4 種類の課題に順序効

果がないことを確認している。しかし、検査 I は課題実施時間が 40 秒間であり、検査 I よりも長い実施時間である検査 II でも順序効果がないのかは明らかではない。また、箱田・佐々木（1990）では 4 通りの順序でしか検討されていないため、他の実施順序では順序効果が生じる可能性がある。そこで、実験 1 では、検査 II の 4 種類の課題を全ての組み合わせ（24 通り）で実施し、検査 II の課題実施順序の効果を検討することを目的とする。また、どの順序で実施しても表象の変換を必要とするマッチング反応でストループ・逆ストループ干渉が生起するのかどうかを確認する。

方法

実験参加者 正常な視力（矯正含む）と色覚を有する大学生 272 名（男性 57 名，女性 215 名，平均年齢 19.14 歳， $SD = 0.96$ ）が実験に参加した。

検査 新ストループ検査 II（箱田・渡辺，2005）を用いた。平仮名で書かれた 5 種類の色名語（あか，あお，きいろ，みどり，くろ）とそれに対応する 5 色の色パッチが使用されており，以下の 4 種類の課題で構成されている。課題 1（逆ストループ統制課題）：黒インクで書かれた色名語が表す色を色パッチ群の中から選択する。課題 2（逆ストループ干渉課題）：不一致刺激の語が表す色を色パッチ群の中から選択する。課題 3（ストループ統制課題）：色パッチのインクの色を黒インクで書かれた色名語群の中から選択する。課題 4（ストループ干渉課題）：不一致刺激のインクの色に該当する色名を黒インクで書かれた色名語群の中から選択する。4 種類の課題はそれぞれ A3 用紙に 100 問（25 行×4 列）ずつ印刷されている。各課題において，刺激項目，選択肢の配列はランダム化されている。本試行用とは別紙に練習用課題が各 10 問ずつ印刷さ

れている。

手続き 四つの課題の実施順序は $4 \times 3 \times 2$ の 24 通りであった。各順序条件に 10-13 人の実験参加者を割り当てた。各課題の説明は、それぞれの課題実施直前に行った。実験参加者は“できるだけ早く正確に”該当する選択肢をボールペンでチェックするように求められた。また、誤りに気付いた場合は、すぐに訂正して次に進むように教示された。各課題の本試行を実施する前に 10 秒間の練習試行を行い、実験参加者が課題を理解したことを確認してから本試行を行った。本試行の実施時間は 60 秒間であった。

結果と考察

実験参加者ごとに各課題の達成数から誤答数を引き、正答数を求めた。さらに、各課題の正答数から式(1)と式(2)を用いて逆ストループ干渉率(RSI)、ストループ干渉率(SI)を算出した (Table 3)。

正答数の分析 24 (実施順序) \times 4 (課題の種類) の 2 要因分散分析を行った (実施順序は実験参加者間要因、課題の種類は実験参加者内要因である)。その結果、実施順序の主効果は有意ではなく ($F(23,248) = 0.56, p = .95, \eta_p^2 = .05$)、課題の種類の主効果 ($F(3,744) = 1444.28, p < .001, \eta_p^2 = .85$) と、実施順序 \times 課題の種類の交互作用 ($F(69,744) = 1.71, p < .001, \eta_p^2 = .14$) が有意であった。課題の種類別に実施順序の単純主効果を検定したところ、全ての課題の種類で有意ではなかった (課題 1: $F(23,992) = 1.02, p = .41, \eta_p^2 = .02$; 課題 2: $F(23,992) = 0.62, p = .98, \eta_p^2 = .01$; 課題 3: $F(23,992) = 0.72, p = .53, \eta_p^2 = .02$; 課題 4: $F(23,992) = 1.04, p = .30, \eta_p^2 = .02$)。これらの結果から、4 種類の課題をどのような順番で実施しても、それぞれの課題の正答数は変化しないといえる。

次に、実施順序別に課題の種類の種類単純主効果を検定したところ、全ての実施順序において0.1%水準で有意であった。Ryan法による多重比較を行ったところ、全ての実施順序において、課題1、課題2、課題3、課題4の順で正答数が多く、ほとんどの順序条件の課題間に有意差がみられたが、課題2と課題3の間、課題3と課題4の間に有意差のない順序条件があった（Table 3 参照）。どのような順番で課題を実施してもそれぞれの課題の正答数が大きく変動することはないが、実施順序によって課題間の差は影響を受けることがあることが示された。

Table 3

4 種類の課題実施順序による課題正答数と干渉率の平均値

実施順序	N ^{a)}	課題正答数				干渉率 (%)			
		課題 1	課題 2	課題 3	課題 4	RSI	SI		
1.	1-2-3-4	11	68.82	57.46	51.18	46.36	16.47	9.61	* ^{b)}
2.	1-2-4-3	10	66.30	56.20	49.80	40.60	15.12	18.40	
3.	1-3-2-4	13	64.54	57.39	50.92	43.00	10.79	15.36	
4.	1-3-4-2	13	63.62	56.92	47.46 _a	45.53 _a	10.59	3.85	*
5.	1-4-2-3	10	67.60	56.70	51.40	45.40	16.23	11.88	
6.	1-4-3-2	13	63.69	55.08	49.92	45.77	13.47	8.27	
7.	2-1-3-4	12	69.33	56.25	51.33 _a	48.25 _a	18.64	5.84	**
8.	2-1-4-3	12	70.17	55.50 _a	53.33 _a	46.33	20.66	13.24	*
9.	2-3-1-4	13	68.15	56.62	50.15	46.15	17.29	8.12	**
10.	2-3-4-1	12	71.75	59.33	50.67	44.58	17.51	11.82	+
11.	2-4-1-3	12	70.00	56.83	51.83	43.42	18.56	16.45	
12.	2-4-3-1	10	70.10	53.70 _a	50.10 _a	43.20	23.70	13.57	**
13.	3-1-2-4	11	67.73	56.64	51.27	47.09	16.70	8.28	*
14.	3-1-4-2	11	68.91	59.55	49.27 _a	47.00 _a	13.44	3.87	**
15.	3-2-1-4	12	70.92	58.67	52.92	48.83	17.34	7.64	**
16.	3-2-4-1	11	67.27	54.00	46.09 _a	42.55 _a	19.80	6.78	**
17.	3-4-1-2	10	70.10	55.80	51.20 _a	47.40 _a	20.06	7.07	**
18.	3-4-2-1	12	69.08	54.75	49.92	44.33	20.25	10.61	**
19.	4-1-2-3	11	68.64	57.55 _a	55.00 _a	47.82	16.68	13.47	
20.	4-1-3-2	11	68.09	56.91 _a	53.18 _a	44.46	16.03	16.64	
21.	4-2-1-3	11	68.64	56.55	52.09	41.55	17.87	20.21	
22.	4-2-3-1	11	68.36	55.82	50.64	45.73	18.33	9.71	*
23.	4-3-1-2	10	68.00	59.50	51.60	42.30	12.70	18.07	
24.	4-3-2-1	10	72.00	60.40	52.00	47.40	15.82	8.64	*

注. 課題正答数の平均値において同じ列で下付き文字 "a" がついているもの同士は有意差がない。RSI は逆ストループ干渉率, SI はストループ干渉率を表す。

^{a)} 実験参加者数。

^{b)} RSI と SI の有意差を示している。

+ $p < .10$. * $p < .05$. ** $p < .01$.

干渉率の分析 24（実施順序）×2（干渉の種類）の2要因分散分析を行った（実施順序は実験参加者間要因，干渉の種類は実験参加者内要因である）。その結果，実施順序の主効果（ $F(23,248) = 2.18, p < .005, \eta_p^2 = .17$ ），干渉の種類の主効果（ $F(1,248) = 67.54, p < .001, \eta_p^2 = .21$ ），交互作用（ $F(23,248) = 2.61, p < .001, \eta_p^2 = .19$ ）が有意であった。交互作用が有意であったので，実施順序別に干渉の種類単主効果を検定したところ，有意差がみられた実施順序では全てストループ干渉率よりも逆ストループ干渉率のほうが高かった（Table 3）。

次に，干渉の種類別に実施順序単主効果を検定したところ，逆ストループ干渉では有意傾向（ $F(23,496) = 1.48, p = 0.07, \eta_p^2 = .06$ ），ストループ干渉では0.1%水準で有意（ $F(23,496) = 3.26, p < .001, \eta_p^2 = .13$ ）であった。Ryan法による多重比較を行ったところ，ストループ干渉率は実施順序21, 2, 23で大きく，干渉率の低い実施順序4, 14のストループ干渉率との間に有意差がみられた。ストループ干渉率の大きな実施順序では課題3より先に課題4が行われ，干渉率の小さな実施順序では逆に課題4より先に課題3が行われている。ストループ干渉課題（課題4）を先に行うことによりストループ統制課題（課題3）の正答数が増え，ストループ干渉率が大きくなる一方，ストループ統制課題を先に行うとストループ干渉課題の正答数が増え，ストループ干渉率が小さくなっている可能性がある。そこで，統制課題と干渉課題の順序効果を検討するために次の分析を行った。

統制課題と干渉課題の順序効果の分析 逆ストループ課題（課題1と課題2）とストループ課題（課題3と課題4）のそれぞれの正答数において，統制課題と干渉課題の2者間の順序効果を検討するために3要因の分散分析を行った。第1の要因は実施順序であり，4種類の課題の中

で対応する統制課題と干渉課題のどちらが先に提示されるかの2条件であった。第2の要因は実施の連続性であり、4種類の課題の中で対応する統制課題と干渉課題が連続して提示されたか、間に別の種類の課題が挿入されたかの2条件であった。第3の要因は課題の種類であり、統制課題と干渉課題の2条件であった。

逆ストロープ課題の正答数について分散分析を行った結果、実施順序と課題の種類の交互作用 ($F(1,268) = 19.61, p < .001, \eta_p^2 = .07$) が有意であった。実施の連続性の主効果はみられなかった ($F(1,268) = 1.33, p = .25, \eta_p^2 = .0009$)。課題の種類別に実施順序の単純主効果を検定したところ、統制課題(課題1)のみ有意であり ($F(1,536) = 7.37, p < .01, \eta_p^2 = .01$)、統制課題を先に行うよりも干渉課題(課題2)を先に行ったほうが、統制課題の正答数が多かった。また、実施順序別に課題の種類の単純主効果を検定したところ、どちらの順序でも有意に干渉課題よりも統制課題の正答数が多かった(統制が先: $F(1,268) = 396.25, p < .001, \eta_p^2 = .60$; 干渉が先: $F(1,268) = 684.78, p < .001, \eta_p^2 = .72$)。同様に、ストロープ課題の正答数について分散分析を行った結果、実施順序と課題の種類の交互作用 ($F(1,268) = 25.04, p < .001, \eta_p^2 = .09$) が有意であった。実施の連続性の主効果はみられなかった ($F(1,268) = 0.16, p = .69, \eta_p^2 = .0005$)。課題の種類別に実施順序の単純主効果を検定したところ、どちらの課題でも有意傾向であり(課題1: $F(1,536) = 3.72, p = .05, \eta_p^2 = .007$; 課題2: $F(1,536) = 2.74, p = .09, \eta_p^2 = .005$)、先に行うよりも後に行う条件のほうが多かった。また、実施順序別に課題の種類の単純主効果を検定したところ、どちらの順序でも有意に干渉課題(課題4)よりも統制課題(課題3)の正答数が多かった(統制が先: $F(1,268) = 110.44, p < .001, \eta_p^2 = .29$; 干渉が先: $F(1,268) = 309.27, p < .001,$

$\eta_p^2 = .53$)。

次に、それぞれの干渉率について、実施順序(2)×実施の連続性(2)の2要因分散分析を行った。逆ストループ課題の干渉率については、実施順序の主効果が有意であり($F(1,268)=16.04$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .06$)、統制課題を先に行うよりも干渉課題を先に行ったほうが高かった。交互作用は有意傾向であった($F(1,268)=3.23$, $p = .07$, $\eta_p^2 = .01$)。ストループ課題の干渉率についても、実施順序の主効果が有意であり($F(1,268)=25.41$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .09$)、ストループ干渉率は統制課題を先に行うよりも干渉課題を先に行ったほうが高かった。交互作用は有意ではなかった($F(1,268)=0.30$, $p = .58$, $\eta_p^2 = .001$)。

実験1では、4種類の課題の実施順序が課題正答数とストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討した。正答数の分析から、4種類の課題をどのような順序で行ってもそれぞれの課題の正答数の大小関係(課題1>課題2>課題3>課題4)には影響しないことがわかった。しかし、課題間の正答数の差は実施順序による影響を受けており、干渉の種類別に分析してみると、対応する統制課題と干渉課題間に練習効果がみられた。この練習効果は、統制課題と干渉課題の間に他の種類の課題が挿入されても維持されるものであるが、両者の大小関係を逆転させて干渉を消失させるほど大きなものではない。また、課題正答数が、対応する統制課題と干渉課題の練習効果によって影響を受けるため、それは干渉率にも影響を与える。しかし、課題実施順序によって両干渉率の大きさに変化はあるものの、いずれの順序で実施しても両干渉が生起することは両干渉の頑健さを示している。

いずれの順序で実施しても表象の変換を必要とするマッチング反応で両干渉が生起するという結果は変換説に合致する。しかし、対応する

統制課題と干渉課題の課題正答数に課題実施順序による小さな練習効果があり、それによって両干渉率の大きさに変化がみられるという結果は変換説のみでは説明できない。新ストループ検査 II で測定されたストループ・逆ストループ干渉の生起には、表象変換の他に学習による刺激—反応の連合強度や処理速度の変化の影響があると考えられる。

実験 1 では、干渉率に課題実施順序の効果はあるものの、正答数に大きな影響を与えないこと、いずれの実施順序でも両干渉が生じることが示されたことから、新ストループ検査 II で測定されたストループ・逆ストループ干渉の生起は 4 種類の課題実施順序によるアーティファクトではないことが確認された。以降の研究では、課題実施順序を課題 1、課題 2、課題 3、課題 4 の順序で常に実施することとする。

第 4 節 実験 2：反応様式がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

実験 1 では、新ストループ検査 II で測定されたストループ・逆ストループ干渉の生起は、4 種類の課題の実施順序によるアーティファクトではないことが確認された。先行研究では、①マニュアル反応では両干渉が生起する。②ストループ干渉はマニュアル反応よりも口頭反応で干渉が大きいといわれている。実験 2 では、新ストループ検査 II の反応様式であるマッチング（マニュアル）反応と、ストループテストの一般的な反応様式である口頭反応を比較し、反応様式の違いがストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討することを目的とする。

検査 I については、マッチング反応と口頭反応を比較した実験が既に実施されている。箱田・佐々木（1990, 1991）は、マッチング反応と口頭反応の達成数をほぼ等しくするために、マッチング反応は 30 秒間、

口頭反応は 15 秒間実施し、反応様式の効果を検討した。その結果、マッチング反応でストループ・逆ストループ干渉が生じること、ストループ干渉はマッチング反応よりも口頭反応で大きな干渉が生じるという先行研究(MacLeod, 1991)に合致した結果が得られたことが確認されている。

しかし、新ストループ検査 II の実施時間は 60 秒間であり、マッチング反応を 60 秒間実施した条件と口頭反応との干渉率の比較実験はまだ行われていない。また、マッチング反応と口頭反応を同じ時間実施したときの両干渉への反応様式の効果についても明らかになっていない。そこで、実験 2 では、課題遂行量をほぼ一定にしたときの反応様式の効果（実験 2a：マッチング反応 60 秒間、口頭反応 30 秒間）と、課題実施時間を一定にしたときの反応様式の効果（実験 2b：マッチング反応 30 秒間、口頭反応 30 秒間）を検討する。

実験 2a：目的

新ストループ検査 II の実施時間であるマッチング反応 60 秒間実施条件と口頭反応 30 秒間実施条件を比較し、課題達成数をほぼ一定にしたときの反応様式がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討する。

実験 2a：方法

実験参加者 正常な視力（矯正含む）と色覚を有する成人 40 名が実験に参加した。そのうち、口頭反応を行った後、マッチング反応を行う条件（以下、順序 1）に 20 名（男性 5 名、女性 15 名、平均年齢 32.6 歳、 $SD = 4.1$ ）、マッチング反応を行った後、口頭反応を行う条件（以下、順序 2）に 20 名（男性 10 名、女性 10 名、平均年齢 29.2 歳、 $SD = 3.9$ ）を割り当てた。

検査 新ストループ検査 II (箱田・渡辺, 2005) を用いた。新ストループ検査 II はマッチング反应用であるため、口頭反応を行う際は選択肢部分を白紙で覆い、刺激項目部分のみが見えるようにした。

手続き 4 種類の課題は課題番号順に実施された。各課題の説明は、それぞれの課題実施直前に行われた。実験参加者はできるだけ早く正確に行うように教示を受け、マッチング反応条件では各課題の教示に従って該当する選択肢をボールペンでチェックし、口頭反応条件では該当する色名を声に出して読み上げるように求められた。口頭反応は IC レコーダーで録音された。それぞれの課題の本試行を行う前にマッチング反応は 10 秒間、口頭反応は 5 秒間の練習試行を行った。参加者が課題を理解したことを確認した後、マッチング反応条件は各課題 60 秒間、口頭反応条件は各課題 30 秒間の本試行を行った。両条件の課題実施時間は、箱田・佐々木(1990)の実験結果に基づいて設定されたものであり、この時間設定では統制課題の正答数が一致することが予想された。一方の反応様式で課題 1 から課題 4 まで連続して行った。もう一方の反応様式を実施する際も、各課題の説明、練習試行を行ってから本試行を行った。

実験 2a : 結果と考察

実験参加者ごとに各課題の達成数から誤答数を引き、正答数を求めた。さらに、各課題の正答数から式(1)と式(2)を用いて逆ストループ干渉率(RSI)、ストループ干渉率(SI)を算出した (Table 4)。

正答数の分析 箱田・佐々木(1990)の実験結果に基づいて反応様式間で統制課題 (課題 1, 課題 3) の課題正答数がほぼ一定になるように課題実施時間を設定したが、2 (実施順序) × 2 (反応様式) × 4 (課題の種類) の 3 要因分散分析 (実施順序は実験参加者間要因、反応様式と課題

の種類は実験参加者内要因)の結果, 反応様式×課題の種類 of 交互作用が有意であり ($F(3,114)=47.70$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .56$), 課題 1, 課題 3 ともマッチング反応よりも口頭反応の正答数が多かった (それぞれ, $F(1,152)=33.94$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .18$; $F(1,152)=67.66$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .31$)。本研究の課題実施時間は箱田・佐々木(1990)の 2 倍であったため, 反応様式間の正答数の差が大きくなったと考えられる。より精密に反応様式間で統制課題の正答数を一定にするには, マッチング反応の実施時間 60 秒間に対して口頭反応を 30 秒間よりも減らす必要がある。

Table 4

反応様式間で課題達成数をほぼ一定にしたときの
課題正答数と干渉率の平均値と標準偏差

反応様式	N ^{a)}	課題正答数				干渉率 (%)	
		課題 1	課題 2	課題 3	課題 4	RSI	SI
順序 1 ^{b)}	20						
マッチング		65.70 (8.30)	56.70 (7.38)	45.15 (7.43)	42.65 (7.00)	12.80 (11.59)	5.05 (8.65)
口頭		69.20 (12.36)	68.80 (10.10)	52.80 (10.47)	38.60 (6.87)	-0.22 (7.02)	26.15 (8.36)
順序 2 ^{c)}	20						
マッチング		61.20 (8.21)	55.45 (8.00)	43.35 (6.65)	41.35 (5.83)	9.22 (8.19)	3.87 (10.26)
口頭		71.05 (9.38)	68.75 (9.73)	54.55 (10.74)	39.00 (7.02)	3.21 (6.04)	27.60 (9.94)

注. RSI は逆ストループ干渉, SI はストループ干渉を表す。 () 内は標準偏差を示す。

a) 実験参加者数。

b) 最初に口頭反応条件を行い, その後マッチング反応条件を行った。

c) 最初にマッチング反応条件を行い, その後口頭反応条件を行った。

干渉率の分析 2（実施順序）×2（反応様式）×2（干渉の種類）の3要因分散分析（実施順序は実験参加者間要因，反応様式と干渉の種類は実験参加者内要因）を行った。その結果，実施順序の主効果は有意ではなかったが（ $F(1,38) = 0.00$, $p = .98$, $\eta_p^2 = .00$ ），反応様式の主効果（ $F(1,38) = 31.80$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .46$ ）と干渉の種類の主効果（ $F(1,38) = 42.85$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .53$ ）は有意であった。また，交互作用については，順序×反応様式（ $F(1,38) = 4.45$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .10$ ）と反応様式×干渉の種類（ $F(1,38) = 135.61$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .78$ ）が有意であった。実施順序×干渉の種類（ $F(1,38) = 0.01$, $p = .94$, $\eta_p^2 = .0001$ ）と実施順序×反応様式×干渉の種類（ $F(1,38) = 0.64$, $p = .42$, $\eta_p^2 = .02$ ）の交互作用は有意ではなかった。順序×反応様式の交互作用について，反応様式別に順序の単純主効果を検定した結果，マッチング反応条件，口頭反応条件，いずれの反応様式条件においても反応様式の実施順序で干渉率に違いはみられなかった（それぞれ， $F(1,76) = 1.28$, $p = .26$, $\eta_p^2 = .02$; $F(1,76) = 1.35$, $p = .25$, $\eta_p^2 = .02$ ）。これらの結果から，異なる反応様式間では干渉率に練習効果はないといえる。

反応様式×干渉の種類の交互作用について，干渉の種類別に反応様式の単純主効果を検定した。その結果，逆ストロープ干渉は口頭反応条件よりもマッチング反応条件の干渉率が大きく（ $F(1,76) = 28.40$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .27$ ），ストロープ干渉は逆ストロープ干渉とは反対に，マッチング反応条件よりも口頭反応条件の干渉率が大きかった（ $F(1,76) = 157.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .77$ ）。次に，反応様式別に干渉の種類の単純主効果を検定した。その結果，マッチング反応条件ではストロープ干渉よりも逆ストロープ干渉の干渉率が大きく（ $F(1,76) = 10.88$, $p < .005$, $\eta_p^2 = .13$ ），口頭反応条件ではマッチング反応とは反対に逆ストロープ干渉よりもス

ストループ干渉の干渉率が大きかった ($F(1,76) = 163.18, p < .001, \eta_p^2 = .68$)。

それぞれの条件において、干渉が生起しているのかどうかを検討するため、母平均 0 との間に差があるかを検定した (対応のある両側検定)。その結果、マッチング反応条件では、逆ストループ干渉率 (平均 = 11.01%)、ストループ干渉率 (平均 = 4.46%) とともに母平均 0 との間に有意差がみられ (それぞれ, $t(39) = 6.74, p < .01, r = .73$; $t(39) = 2.93, p < .01, r = .43$)、課題実施時間を 60 秒間に拡大した検査 II でも検査 I と同様に有意な両干渉を測定できることが示された。口頭反応では、母平均 0 との差が逆ストループ干渉率 (平均 = 1.50%) は有意ではなく ($t(39) = 1.38, p = .18, r = .22$)、ストループ干渉率 (平均 = 26.87%) は有意であった ($t(39) = 18.22, p < .01, r = .95$)。この結果は、両反応様式において課題遂行量をほぼ一定に保った場合、検査 I を用いた従来の研究 (箱田・佐々木, 1990) と同様に、ストループ干渉は口頭反応において、逆ストループ干渉はマッチング反応において生起しやすいということ、すなわち両干渉は反応様式に依存することを示すものである。

実験 2b : 目的

実験 2a ではマッチング反応と口頭反応の両反応様式の課題遂行量をほぼ一定に保った場合のストループ、逆ストループ両干渉の変化を明らかにした。しかし、実験 2a では反応様式によって課題実施時間が異なるため、各課題における課題遂行量の直接比較ができない。そこで、実験 2b では課題実施時間を両反応様式とも 30 秒間として一定に保ち、反応様式がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討する。

実験 2b：方法

実験参加者 正常な視力（矯正含む）と色覚を有する成人 18 名（これらの参加者は実験 2a には参加していない）が実験に参加した。そのうち、口頭反応を行った後、マッチング反応を行う条件（順序 1）に 9 名（男性 2 名，女性 7 名，平均年齢 25.80 歳， $SD = 4.8$ ），マッチング反応を行った後，口頭反応を行う条件（順序 2）に 9 名（男性 1 名，女性 8 名，平均年齢 29.56 歳， $SD = 8.2$ ）を割り当てた。

検査 実験 2a と同様の新ストループ検査 II（箱田・渡辺，2005）を使用した。

手続き 本試行の課題実施時間がマッチング反応条件，口頭反応条件とも 30 秒間であることを除いて実験 2a と同じ手続きであった。

実験 2b：結果と考察

条件ごとに各課題の達成数から誤答数を引き，正答数を求めた。さらに，各課題の正答数から式(1)(2)を用いて逆ストループ干渉率(RSI)，ストループ干渉率(SI)を算出した（Table 5）。

Table 5

反応様式間で実施時間を一定にしたときの
課題正答数と干渉率の平均値と標準偏差

反応様式	N ^{a)}	課題正答数				干渉率 (%)	
		課題 1	課題 2	課題 3	課題 4	RSI	SI
順序 1 ^{b)}	9						
マッチング		32.89 (3.21)	28.33 (4.74)	24.00 (2.83)	21.33 (3.68)	14.22 (8.85)	11.28 (11.56)
口頭		67.44 (9.41)	69.56 (10.91)	54.56 (7.65)	38.00 (4.85)	-3.17 (7.26)	29.66 (8.92)
順序 2 ^{c)}	9						
マッチング		33.11 (5.65)	29.22 (6.36)	25.44 (3.02)	22.22 (4.66)	11.75 (14.48)	13.44 (9.59)
口頭		71.78 (12.35)	70.89 (11.35)	58.56 (8.22)	39.89 (10.33)	0.84 (5.36)	32.58 (11.90)

注. RSI は逆ストループ干渉, SI はストループ干渉を表す。()内は標準偏差を示す。

a) 実験参加者数。

b) 最初に口頭反応条件を行い, その後マッチング反応条件を行った。

c) 最初にマッチング反応条件を行い, その後口頭反応条件を行った。

正答数の分析 2（実施順序）×2（反応様式）×4（課題の種類）の3要因分散分析（実施順序は実験参加者間要因，反応様式と課題の種類は実験参加者内要因）を行った。その結果，実施順序の主効果は有意ではなく（ $F(1,16) = 0.40$, $p = .54$, $\eta_p^2 = .02$ ），反応様式の主効果（ $F(1,16) = 392.44$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .96$ ）と課題の種類の主効果（ $F(3,48) = 178.80$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .92$ ）は有意であった。また，交互作用については，反応様式×課題の種類のみが有意であった（ $F(3,48) = 73.79$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .82$ ）。実施順序の効果は主効果にも交互作用（実施順序×反応様式： $F(1,16) = 0.40$, $p = .54$, $\eta_p^2 = .02$ ；実施順序×課題の種類： $F(3,48) = 0.28$, $p = .84$, $\eta_p^2 = .02$ ；実施順序×反応様式×課題の種類： $F(3,48) = 0.46$, $p = .71$, $\eta_p^2 = .03$ ）にもみられないため，異なる反応様式間では正答数に練習効果はないといえる。

反応様式×課題の種類の交互作用について，課題の種類別に反応様式の単純主効果を検定した結果，全ての課題においてマッチング反応よりも口頭反応の正答数が多かった（課題1： $F(1,64) = 363.24$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .85$ ；課題2： $F(1,64) = 465.49$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .88$ ；課題3： $F(1,64) = 274.62$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .81$ ；課題4： $F(1,64) = 79.86$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .56$ ）。口頭反応は回答をそのまま発声すればよいが，マッチング反応では回答を五つの選択肢の中から選び出す作業が必要であり，この過程に要する時間を反映した結果であると考えられる。

次に，反応様式別に課題の種類の単純主効果を検定した。その結果，マッチング反応において課題の種類の単純主効果は有意であり（ $F(3,96) = 26.86$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .46$ ），Ryan法による多重比較によれば，課題1の正答数が最も多く，以下，課題2，課題3の順番で有意に正答数が減少した。課題3よりも課題4の正答数が少ないが，両者に有意差はなか

った。また、口頭反応においても課題の種類単純主効果は有意であり ($F(3,96) = 242.56, p < .001, \eta_p^2 = .88$)、多重比較によると、正答数が最も多い課題2と次に多い課題1との間には有意差はなく、以下、課題3、課題4の順で有意に正答数は減少した。

干渉率の分析 2(実施順序) × 2(反応様式) × 2(干渉の種類) の3要因分散分析(実施順序は実験参加者間要因、反応様式と干渉の種類は実験参加者内要因)を行った。その結果、主効果については干渉の種類主効果のみが有意であり ($F(1,16) = 46.56, p < .001, \eta_p^2 = .74$)、交互作用については反応様式 × 干渉の種類交互作用のみが有意であった ($F(1,16) = 52.23, p < .001, \eta_p^2 = .77$)。実施順序の効果は主効果 ($F(1,16) = 0.29, p = .59, \eta_p^2 = .02$) にも交互作用(実施順序 × 反応様式: $F(1,16) = 0.61, p = .44, \eta_p^2 = .03$; 実施順序 × 干渉の種類: $F(1,16) = 0.15, p = .71, \eta_p^2 = .01$; 実施順序 × 反応様式 × 干渉の種類: $F(1,16) = 0.39, p = .54, \eta_p^2 = .02$) にもみられないため、実験2a同様に、異なる反応様式間では干渉率に練習効果はないといえる。

反応様式 × 干渉の種類交互作用について、干渉の種類別に反応様式の単純主効果を検定した結果、逆ストループ干渉においては口頭反応条件よりもマッチング反応条件の干渉率が高く ($F(1,32) = 18.92, p < .001, \eta_p^2 = .37$)、ストループ干渉においては逆ストループ干渉とは反対に、マッチング反応条件よりも口頭反応条件の干渉率が高かった ($F(1,32) = 33.25, p < .001, \eta_p^2 = .51$)。次に、反応様式別に干渉の種類単純主効果を検定した。その結果、マッチング反応条件では干渉の種類単純主効果は有意ではなく ($F(1,32) = 0.04, p = .84, \eta_p^2 = .001$)、逆ストループ干渉とストループ干渉は同程度の干渉率であったが、口頭反応条件では干渉の種類単純主効果が有意であり ($F(1,32) = 98.65, p < .001,$

$\eta_p^2 = .76$)、逆ストループ干渉よりもストループ干渉の干渉率が高かった。

それぞれの条件において、干渉が生起しているのかどうかを検討するため、母平均 0 との間に差があるかを検定した（対応のある両側検定）。その結果、マッチング反応条件では、逆ストループ干渉率（平均 = 13.0%）、ストループ干渉率（平均 = 12.4%）ともに母平均 0 との間に有意差がみられた（それぞれ、 $t(17) = 4.44$, $p < .01$, $r = .73$; $t(17) = 4.77$, $p < .01$, $r = .76$ ）。口頭反応条件では、母平均 0 との間の差が逆ストループ干渉率（平均 = -1.2%）は有意でなく（ $t(17) = -0.72$, $p = .48$, $r = .17$ ）、ストループ干渉率（平均 = 31.1%）のみ有意であった（ $t(17) = 12.09$, $p < .01$, $r = .95$ ）。

口頭反応ではストループ干渉のみが生起するという結果は、Stroop (1935) を始めとする先行研究と一致するものである。一方、マッチング反応では、両干渉とも母平均 0 との間に有意な差がみられた。実験 2b は、反応様式間の実施時間を一定にした実験であったが、この実験 2b でみられたストループ・逆ストループ干渉の反応様式に対する依存性は、反応様式間の統制課題の正答数がほぼ等しくなるように反応様式間で実施時間を変化させた実験 2a や箱田・佐々木 (1990) においてもみられている。これらの結果から考えると、両干渉の反応様式に対する依存性が安定した頑健な現象であることがわかる。色情報と文字情報間で表象変換を必要とする条件（口頭反応のストループ干渉、マッチング反応のストループ干渉、マッチング反応の逆ストループ干渉）では有意な干渉が生起し、色情報と文字情報間で表象変換を必要としない条件（口頭反応の逆ストループ干渉）では有意な干渉が生起しないという結果は、変換説に合致する。しかし、ストループ干渉において、マッチング反応と口頭反応は表象変換を必要とするという同じ条件でありながら、干渉の大

きさがマッチング反応よりも口頭反応で大きくなるという結果は変換説のみでは説明ができない。

ストループ干渉における反応様式の効果については、刺激－反応の連合強度の影響があると考えられる。Blais & Besner (2006, 2007) は、単語刺激に対する読み反応は日常よく行われることであり刺激－反応の連合強度が強いが、単語刺激に対してボタン押しで反応するなどのマニュアル反応は日常あまり行わない反応であり、刺激－反応の連合強度が弱いと述べている。ストループ干渉においてマッチング反応よりも口頭反応で干渉が大きくなるのは、言語刺激に対する反応の連合強度がマッチング反応よりも口頭反応の方で強いため、色命名が不一致の言語情報からの干渉を受けやすくなるためであると考えられる。

第二章 ストループ・逆ストロープ干渉の発達・加齢研究

ストロープ干渉と逆ストロープ干渉は、年齢によって干渉の大きさが変化することが知られている (MacLeod, 1991)。本章では、ストロープ干渉と逆ストロープ干渉の年齢による違いと、干渉の大きさに影響を与える年齢要因について検討する。

第1節 ストループ・逆ストロープ干渉の発達・加齢研究

1. 発達・加齢に伴う干渉変化の特徴

ストロープ干渉については既に様々な年齢を対象にした多くの発達・加齢研究がなされており、文字を読む能力のある者ならどの年齢でもストロープ干渉を示すことがわかっている (MacLeod, 1991)。ストロープ干渉の発達・加齢研究の代表的なものとしては Comalli et al.(1962)が行った 7—80 歳のライフスパン研究があげられる。この実験は口頭反応によるもので、不一致刺激のインク色の命名にかかる反応時間は、幼い子どもで最も大きく、青年期にかけて減少し、老年期に再び増大するという U 字型の発達変化を示すことが報告されている。日本では 6—86 歳を対象にした浜・橋本(1985)の口頭反応の研究があり、Comalli et al.(1962) とほぼ同じ結果を得ている。

ストロープ干渉の発達・加齢変化は認知機能の様々な側面を測定する指標として解釈されてきた。例えば、ストロープ干渉を抑制機能の指標としている研究では、若い成人と比較して幼い子どもや高齢者でストロープ干渉が強く現れるのは、抑制機能の未発達 (La Heij & Boelens, 2011) や加齢による低下 (Mathis, Schunck, Erb, Namer & Luthringer, 2009; Taylor, Kornblum & Tandon, 1996) を反映しているとしている。また、ストロープ干渉を言語機能発達の指標とする研究では、ストロープ干渉は読み能力の低い就学前後の児童では文字からの干渉を受けない

ため干渉がほとんどみられず，読み能力が発達し始める 7，8 歳で干渉が最大になり，以降，読み能力が発達するにつれて言語のコントロール力が向上しストループ干渉が弱くなると説明されている (Schadler & Thissen, 1981; Schiller, 1966)。

このように，ストループ干渉について多くの発達・加齢研究がなされている一方で，逆ストループ干渉の発達・加齢研究は，読み能力の低い児童において逆ストループ干渉が生起することを確認した研究 (Corbitt, 1978; 石王・梅本, 1991) に限られている。読み能力を十分に有した 7 歳以上から成人，老年期にかけた逆ストループ干渉の生涯発達変化は明らかになっていない。

2. 読み能力との関わり

読み能力を十分に有した対象者に口頭反応を求めるとストループ干渉は生起するが逆ストループ干渉は生起しない。これは，両干渉の生起と読み能力に深い関わりがあることを示している。以下では，読み能力と両干渉との関わりについて詳しくみていく。

逆ストループ干渉は口頭反応や表象の変換を必要としないマニユアル反応であっても実験参加者の読み能力（読みの速度）が低いと生起する。6 歳の未就学児を対象に口頭反応を求めると，読み能力が十分な者（色命名よりも単語読みが速い者）はストループ干渉が生起するが，不十分な者は逆ストループ干渉が生起することが示されている (Corbitt, 1978)。また，石王・梅本(1991) は，6 歳児を対象にカードソーティング課題を実施した。反応には全て文字ラベルがついた箱を使用した。そのため，口頭反応と同様に，ストループ干渉課題では色情報から文字情報への変換の必要があり，逆ストループ干渉課題では文字刺激に対して文字情報で反応するため変換の必要がない課題条件であった。その結果，

逆ストループ干渉とストループ干渉が両方生起した。読みの速い群と遅い群に分けて分析すると、読みの遅い群ではストループ干渉量よりも逆ストループ干渉量が大きかった。読みの速い群では両干渉が同程度生起しており、大人のようなストループ干渉優位の非対称性はみられなかった。大人（大学生）の場合でも、よく習熟した第一言語（日本語）と習熟度の低い第二言語（英語）のいずれか一方を色名单語として呈示し、単語の意味をもう一方の言語で翻訳して反応させると口頭反応で逆ストループ干渉が生起した。また、ストループ干渉は色名单語が第二言語よりも第一言語のときに干渉が大きくなった（池田・松見・森, 1994）。

上記の結果から、口頭反応や変換を必要としないマニュアル反応において、文字読みに習熟すると色からの干渉を受けにくくなるため逆ストループ干渉が小さくなる一方、言語からの干渉を受けやすくなるためストループ干渉が増大すると考えられる。

しかし、ストループ干渉については、読み能力の低い者の方が大きな干渉を示した研究がある。読み書きの学習に困難さがある発達性失読症患者を対象にした研究では、口頭反応を求めると語統制刺激や色統制刺激に対する反応時間は健常者と差がなかったが、不一致刺激に対する反応は単語読み（逆ストループ干渉）も色命名（ストループ干渉）も健常者より反応時間が遅れた（Everatt, 1997）。また、小学生におけるストループ干渉の発達変化を口頭反応で検証した実験では、小学校 2, 3 年生でストループ干渉が最も大きく、就学年数が増えるにつれて干渉が減少することが示されている（Schadler & Thissen, 1981; Schiller, 1966）。これは、文字学習を始めたことによって言語からの干渉を受けるようになったため小学校 2, 3 年生の干渉が大きく、就学年数が増え言語学習に習熟するにつれて言語のコントロール（不必要な言語情報処理の抑制）

ができるようになったため、干渉が減少すると説明されている。これらの結果から、読み能力と言語抑制には関わりがあることが示唆される。

3. 色覚との関わり

ストループ・逆ストループ干渉に及ぼす属性は読み能力だけではなく、色命名が関係する。高齢者は水晶体の加齢に伴い色覚が低下することが知られている（例えば、Nguyen-Tri, Overbury, & Faubert, 2003; Pokorny, Smith, & Lutze, 1987）。水晶体が濁り、色覚が低下すると色命名が困難になるため、不一致の言語情報からの干渉を受けやすくなる。若者に比べて高齢者でストループ干渉が大きくなるのは、抑制機能以外にも色覚の低下が影響しているといわれている（Anstey, Dain, Andrews & Drobny, 2002; Ben-David & Schneider, 2009; 2010）。高齢者を対象に色覚検査を実施しストループ干渉課題の反応時間との相関を検討した研究では、色覚が低下するほどストループ干渉課題の反応時間が遅くなることが報告されている（Anstey ら, 2002）。Ben-David & Schneider (2010)は、若者を対象に色の彩度を変化させたストループ課題を実施した。その結果、高彩度条件よりも低彩度条件でストループ干渉が大きくなった。このように、色覚がストループ干渉に影響を及ぼすことが示されているが、色覚が逆ストループ干渉に及ぼす影響についてはまだ明らかにされていない。

以上、ストループ干渉と逆ストループ干渉の発達・加齢変化についてまとめた。ストループ干渉については、若者と比べて幼い子供（小学 2, 3 年生）や高齢者で干渉が大きくなる。これには抑制機能の発達・加齢変化や読み能力の発達変化、色覚の加齢変化が影響を及ぼしていると考えられる。一方で、逆ストループ干渉の発達・加齢変化については明らかになっていない部分が多い。そこで本章では逆ストループ干渉の発

達・加齢変化（実験 3）、逆ストループ干渉に及ぼす読み能力（言語習熟度）の影響（実験 4）、逆ストループ干渉に及ぼす色覚の影響（実験 5）を検討する。

第2節 実験 3：ストループ・逆ストループ干渉の生涯発達変化

目的

ストループ干渉については既に様々な年齢を対象にした多くの発達研究がなされており、文字を読む能力のある者ならどの年齢でもストループ干渉を示すこと、干渉の大きさは年齢によって異なることがわかっている (MacLeod, 1991)。口頭反応を用いたライフスパン研究では、不一致刺激のインク色の命名にかかる反応時間は、小学校の低学年で最も大きく、青年期にかけて減少し、老年期に再び増大するという U 字型の発達変化を示すことが報告されている (Comalli et al., 1962; 浜・橋本, 1985)。一方で、逆ストループ干渉の発達・加齢研究は、読み能力の低い児童において逆ストループ干渉が生起することを確認した研究 (Corbitt, 1978; 石王・梅本, 1991) に限られている。読み能力を十分に有した 7 歳以上から成人、老年期にかけた逆ストループ干渉の生涯発達変化は明らかになっていない。

そこで、実験 3 では、マッチング反応で測定した逆ストループ干渉の生涯発達変化を検討することを目的とする。また、ストループ干渉と逆ストループ干渉は異なる課題条件で実施されるため直接比較することが困難であるという問題点 (MacLeod, 1991) に対応するため、逆ストループ干渉に加え、ストループ干渉もマッチング反応で測定し、ストループ干渉と逆ストループ干渉の生涯発達変化の比較を行う。

方法

実験参加者 九州地方に所在する小学校（公立），中学校（公立），高等学校（公立，私立），大学（国公立，私立，通信制），専門学校，民間スポーツサークル，健康教室，民間企業，市町村役場，老人会に所属する 7—89 歳の男女 2146 名が実験に参加した。

全ての検査課題のうち 1 種類でも無回答，または正答率がチャンスレベル（20%）以下であった 99 名のデータを回答不備として除外したところ（全体の 5%），7—86 歳まで 2047 名のデータが使用可能であった。このデータを 16 の年齢群に分け，全ての検査課題の正答数のうち 1 種類でも外れ値（それぞれの年齢群において平均正答数の $2.5SD$ 外）があった 102 名の参加者データを除外し，1945 名のデータを分析対象とした。16 の年齢群それぞれにおける年齢範囲，実験参加者数，性別の割合，年齢平均値と標準偏差を Table 6 に示す。年齢群 7—8 歳群から 11—12 歳群はそれぞれ小学校 2 年生から小学校 6 年生，年齢群 12—13 歳群から 14—15 歳群は中学校 1 年生から中学校 3 年生に対応する。年齢範囲に重複があるのは中学生までは年齢ではなく学年で分類しているためである。

検査 新ストループ検査 II（箱田・渡辺，2005）を用いた。

手続き 検査は集団で実施された。実験参加者は“できるだけ早く正確に行うこと”と“誤りに気づいた時はすぐに修正して続けること”を教示された。4 種類の課題は全ての実験参加者に課題 1，2，3，4 の順番で実施された。それぞれの課題において，本試行を実施する前に練習試行が行われ，実験参加者がこれから行う課題を十分に理解してから本試行が行われた。各課題の実施時間は，練習試行 10 秒間，本試行 60 秒間であった。

Table 6

年齢群ごとの実験参加者情報

年齢	実験参加者数					N_5 'の年齢		
	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_5 'の女性 比率(%)	M	SD
7-8	79	6	73	5	68	59	7.15	.36
8-9	90	6	84	5	79	49	8.16	.37
9-10	78	5	73	1	72	56	9.15	.36
10-11	94	5	89	3	86	50	10.26	.44
11-12	75	4	71	2	69	38	11.18	.38
12-13	159	16	143	10	133	52	12.56	.50
13-14	160	20	140	11	129	50	13.52	.50
14-15	156	7	149	9	140	50	14.58	.50
15-17	140	7	133	7	126	89	16.40	.61
18-19	384	5	379	13	366	68	18.59	.49
20-29	265	1	264	15	249	51	22.37	2.95
30-39	146	1	145	8	137	68	34.69	3.07
40-49	123	2	121	7	114	79	44.16	2.74
50-59	82	2	80	3	77	87	54.35	2.84
60-69	55	2	53	2	51	69	64.39	2.69
70-89	70	20	50	1	49	51	75.41	4.12
合計	2156	109	2047	102	1945	64	25.18	17.10

注: N_1 = 実験に参加した総人数, N_2 = 回答不備があった人数, $N_3 = N_1 - N_2$,
 $N_4 = N_3$ において外れ値があった人数, N_5 = 本研究の分析対象とした人数 ($N_3 - N_4$),
 M = 平均値, SD = 標準偏差。

結果

正答数 実験参加者ごとに4種類の課題それぞれにおいて、達成数(60秒以内に印をつけた総数)から誤答数(誤りを修正している場合は誤答数に含まない)を引いて正答数を求めた。4種類の課題条件における年齢群別の平均値と標準偏差をTable 7に示す。

正答数について、16(年齢群:実験参加者間要因)×4(課題条件:実験参加者内要因)の二要因混合計画分散分析を行った。Mendozaの検定で球面性が仮定できなかったため、Greenhouse-Geisser法により自由度を修正して検定した。その結果、年齢群の主効果($F(15, 1929)=343.50, p<.001, \eta_p^2 = .72$)、課題条件の主効果($F(2.64, 5089.94)=3957.49, p<.001, \eta_p^2 = .67$)、年齢群×課題条件の交互作用($F(39.58, 5089.94)=51.57, p<.001, \eta_p^2 = .29$)が有意であった。

年齢群別に課題条件の単純主効果を検定したところ、全ての年齢群において有意であった(7—8歳群: $F(2.55, 171.13) = 69.51, p<.001, \eta_p^2 = .51$; 8—9歳群: $F(2.57, 200.43) = 51.69, p<.001, \eta_p^2 = .40$; 9—10歳群: $F(2.53, 179.64) = 45.23, p<.001, \eta_p^2 = .40$; 10—11歳群: $F(2.54, 215.52) = 93.87, p<.001, \eta_p^2 = .52$; 11—12歳群: $F(2.75, 187.31) = 237.92, p<.001, \eta_p^2 = .77$; 12—13歳群: $F(2.35, 310.63) = 195.31, p<.001, \eta_p^2 = .60$; 13—14歳群: $F(2.44, 312.42) = 186.58, p<.001, \eta_p^2 = .59$; 14—15歳群: $F(2.67, 371.72) = 324.28, p<.001, \eta_p^2 = .70$; 15—17歳群: $F(2.37, 296.3) = 668.12, p<.001, \eta_p^2 = .84$; 18—19歳群: $F(2.58, 940.3) = 1685.33, p<.001, \eta_p^2 = .82$; 20—29歳群: $F(2.67, 661.26) = 1180.13, p<.001, \eta_p^2 = .82$; 30—39歳群: $F(2.67, 363.64) = 662.16, p<.001, \eta_p^2 = .83$; 40—49歳群: $F(2.55, 288.33) = 756.92, p<.001, \eta_p^2 = .87$; 50—59歳群: $F(2.43, 184.66) = 556.21, p<.001, \eta_p^2 = .88$; 60—

69 歳群 : $F(2.65, 132.46) = 217.56, p < .001, \eta_p^2 = .81$; 70—86 歳群 : $F(2.39, 114.7) = 130.90, p < .001, \eta_p^2 = .73$) 。 Shaffer 法による多重比較 ($p < .05$) の結果, 10—11 歳群以上の年齢群では全ての課題条件の組み合わせ間に有意差があり, 正答数の多い課題条件から並べると, 課題 1, 課題 2, 課題 3, 課題 4 であった。7—8 歳群, 8—9 歳群では, 課題 1, 課題 2, 課題 3 の間に有意差がなく, これら 3 条件と比較して, 課題 4 の正答数が有意に少なかった。9—10 歳群では, 課題 1 と課題 2 の間に有意差がなく, これら 2 条件よりも課題 3, 課題 3 よりも課題 4 の正答数が有意に少なかった。

Table 7

年齢群ごとの課題正答数の平均値と標準偏差

年齢群		課題正答数							
年齢	<i>N</i>	課題 1		課題 2		課題 3		課題 4	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
7-8	68	23.91	3.93	24.13	4.20	23.16	3.41	17.53	4.56
8-9	79	28.03	4.94	28.18	5.36	27.11	3.55	22.72	4.45
9-10	72	33.47	6.73	31.71	5.78	29.74	3.87	26.78	5.80
10-11	86	41.35	7.84	37.38	7.26	34.40	5.39	30.12	5.71
11-12	69	47.78	6.45	39.70	7.15	36.80	4.62	31.80	6.99
12-13	133	51.09	9.68	44.05	7.44	41.51	6.35	37.35	7.48
13-14	129	52.92	10.02	44.42	8.48	42.37	6.25	38.12	6.99
14-15	140	59.86	8.19	52.02	7.91	48.32	6.86	44.01	7.87
15-17	126	66.28	6.16	55.31	7.48	47.93	6.46	44.63	7.15
18-19	366	67.17	7.49	58.41	7.45	50.35	6.28	47.39	7.20
20-29	249	66.43	7.25	57.28	7.72	48.16	7.02	44.67	7.77
30-39	137	65.12	8.19	57.88	7.43	47.14	5.62	44.36	7.31
40-49	114	63.63	6.50	57.17	6.45	45.03	5.40	42.24	5.96
50-59	77	60.88	7.08	54.23	7.39	42.19	6.04	39.36	7.17
60-69	51	52.57	7.88	47.78	8.14	36.90	7.08	32.33	8.52
70-86	49	38.65	11.47	33.24	9.44	25.22	7.30	20.12	7.85
合計	1945	57.04	15.92	50.16	13.48	42.63	10.56	39.11	11.66

注: *N* = 実験参加者数, *M* = 平均値, *SD* = 標準偏差。

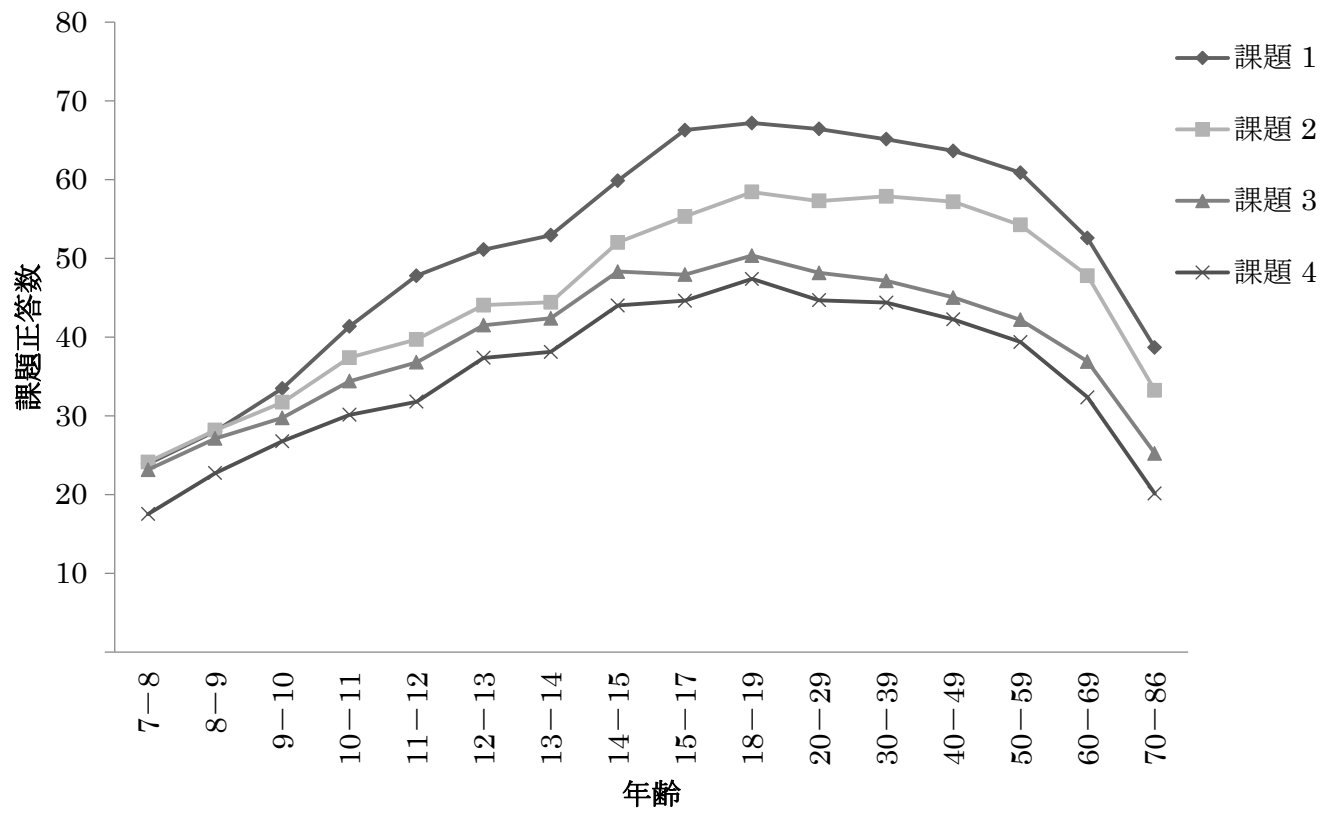


Figure 4 年齢群ごとの課題正答数の平均値

次に、課題条件別に年齢群の単純主効果を検定したところ、全ての課題条件において有意であった（課題 1 から課題 4 まで順に、 $F(15, 1929) = 358.90, p < .001, \eta_p^2 = .73$; $F = 256.67, p < .001, \eta_p^2 = .67$; $F = 222.15, p < .001, \eta_p^2 = .63$; $F = 187.92, p < .001, \eta_p^2 = .59$ ）。正答数が最も高い年齢群は全ての課題条件に共通して 18—19 歳群であった。Shaffer 法による多重比較 ($p < .05$) で、隣り合う年齢群間の有意差を検定したところ、7—8 歳群から 18—19 歳群までの年齢群では課題条件ごとに有意差のある年齢群のペアが異なっていたが（課題 1：7—8 歳群から 11—12 歳群までの各年齢群間、13—14 歳群から 15—17 歳群までの各年齢群間；課題 2：9—10 歳群と 10—11 群間、11—12 歳群と 12—13 歳群間、13—14 歳群から 18—19 歳群までの各年齢群間；課題 3：7—8 歳群と 8—9 歳群間、9—10 歳群と 10—11 群間、11—12 歳群と 12—13 歳群間、13—14 歳群と 14—15 歳群間、15—17 歳群と 18—19 歳群間；課題 4：7—8 歳群から 9—10 歳群間、11—12 歳群と 12—13 歳群間、13—14 歳群と 14—15 歳群間、15—17 歳群と 18—19 歳群間に有意差あり）、正答数は 7—8 歳群で最も少なく、18—19 歳群のピークに向けて増加し続ける点は全ての課題条件に共通していた。20—29 歳群以上の年齢群では全ての課題条件に共通した正答数の増減パターンがみられた。すなわち、20—29 歳群から 50—59 歳群まで（課題 3 は 40—49 歳群まで）の隣り合う年齢群間に有意差はなく、50—59 歳群よりも 60—69 歳群、60—69 歳群よりも 70—86 歳群の正答数が有意に少なかった。

干渉率 4 種類の課題の正答数から逆ストループ干渉率を式(1)、ストループ干渉率を式(2)により算出した。2 種類の干渉条件における年齢群別の平均値と標準偏差を Table 8 に示す。

Table 8

年齢群ごとの干渉率の平均値と標準偏差

年齢群		干渉率 (%)			
		逆ストループ干渉		ストループ干渉	
年齢	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
7-8	68	-2.09	17.09	24.12	18.98
8-9	79	-2.25	19.80	16.04	14.02
9-10	72	4.00	13.82	10.03	15.30
10-11	86	8.00	17.42	12.17	11.72
11-12	69	16.70	12.04	14.20	11.55
12-13	133	12.46	12.48	9.89	13.05
13-14	129	14.92	13.80	9.92	11.04
14-15	140	12.70	10.05	8.93	10.47
15-17	126	16.53	8.54	6.73	9.39
18-19	366	12.79	8.37	5.86	8.67
20-29	249	13.58	8.86	7.05	11.29
30-39	137	10.74	8.71	5.81	11.79
40-49	114	9.96	7.21	5.91	10.13
50-59	77	10.79	7.80	6.64	11.97
60-69	51	8.73	10.53	12.44	15.37
70-86	49	11.97	18.14	19.28	21.72
合計	1945	10.65	12.34	9.05	12.96

注: *N* = 実験参加者数, *M* = 平均値, *SD* = 標準偏差。

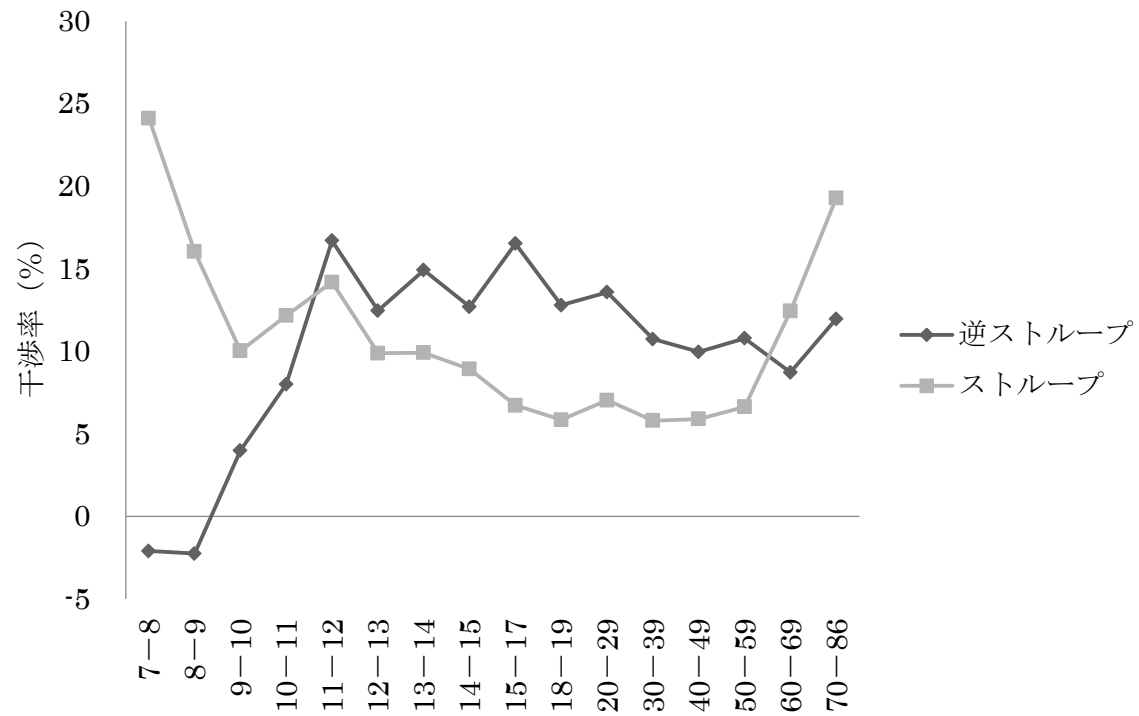


Figure 5 年齢群ごとの干渉率の平均値

干渉率について、16（年齢群：実験参加者間要因）×2（干渉条件：実験参加者内要因）の二要因混合計画分散分析を行った。その結果、年齢群の主効果 ($F(15, 1929)=6.68, p<.001, \eta_p^2 = .05$)、干渉条件の主効果 ($F(1, 1929)=5.58, p<.05, \eta_p^2 = .003$)、年齢群×干渉条件の交互作用 ($F(15, 1929)=34.00, p<.001, \eta_p^2 = .21$)が有意であった。

年齢群別に干渉条件の単純主効果を検定した。7—8歳群から10—11歳群までは逆ストループ干渉率よりもストループ干渉率が高かった（7—8歳群： $F(1, 67) = 87.96, p<.001, \eta_p^2 = .57$ ；8—9歳群： $F(1, 78) = 44.08, p<.001, \eta_p^2 = .36$ ；9—10歳群： $F(1, 71) = 5.85, p<.05, \eta_p^2 = .08$ ；10—11歳群： $F(1, 85) = 3.50, p<.10, \eta_p^2 = .03$ ）。両干渉の平均値の差は7—8歳群で最も大きく、年齢が高くなるに従って両干渉の差が小さくなり、11—12歳群で有意差がなくなった（ $F(1, 68) = 1.99, p = .16, \eta_p^2 = .03$ ）。12—13歳群からは両干渉の大小関係が逆転し（ $F(1, 132) = 2.91, p<.10, \eta_p^2 = .02$ ）、50—59歳群までストループ干渉率よりも逆ストループ干渉率が高かった（13—14歳群： $F(1, 128) = 10.53, p<.005, \eta_p^2 = .08$ ；14—15歳群： $F(1, 139) = 11.77, p<.001, \eta_p^2 = .058$ ；15—17歳群： $F(1, 125) = 76.88, p<.001, \eta_p^2 = .38$ ；18—19歳群： $F(1, 365) = 149.60, p<.001, \eta_p^2 = .29$ ；20—29歳群： $F(1, 248) = 53.86, p<.001, \eta_p^2 = .18$ ；30—39歳群： $F(1, 136) = 17.32, p<.001, \eta_p^2 = .11$ ；40—49歳群： $F(1, 113) = 13.76, p<.001, \eta_p^2 = .11$ ；50—59歳群： $F(1, 76) = 8.17, p<.005, \eta_p^2 = .10$ ）。60—69歳群から、再び両干渉の大小関係が逆転し、逆ストループ干渉率よりもストループ干渉率が高い傾向があった（ $F(1, 50) = 2.94, p<.10, \eta_p^2 = .06$ ）。70—86歳群ではストループ干渉率が有意に高かった（ $F(1, 48) = 4.10, p<.05, \eta_p^2 = .08$ ）。

干渉条件別に年齢群の単純主効果を検定したところ、逆ストループ干

渉条件 ($F(15, 1929) = 21.11, p < .001, \eta_p^2 = .14$) とストループ干渉条件 ($F(15, 1929) = 16.93, p < .001, \eta_p^2 = .12$) で有意であった。まず、逆ストループ干渉条件の 7—8 歳群と 8—9 歳群において逆ストループ干渉率の年齢群平均と母平均 0 との差を検定したところ (両側検定), 有意差はなかった (7—8 歳群: $t(67) = 1.01, p = .31, d = .12$; 8—9 歳群: $t(78) = 1.01, p = .32, d = .11$)。9—10 歳群では母平均 0 との間に有意差があった ($t(71) = 2.45, p < .05, d = .28$)。逆ストループ干渉条件において Shaffer 法による多重比較 ($p < .05$) を行った。その結果, 隣り合う年齢群間に有意差があったのは, 10—11 歳群と 11—12 歳群の間のみであった。逆ストループ干渉は 9—10 歳群から有意に生起し, 11—12 歳群まで増加し, 20—29 歳群までほぼ同じ水準を保った後, 60—69 歳群にかけて緩やかに減少した。70—86 歳群で逆ストループ干渉率の平均値に増加がみられるが, 統計的には 10—11 歳群から 60—69 歳群までとの間に有意差はなかった。

次に, ストループ干渉条件において Shaffer 法による多重比較 ($p < .05$) を行った。その結果, 隣り合う年齢群間に有意差があったのは 7—8 歳群と 8—9 歳群間のみであった。ストループ干渉率は 7—8 歳群で最も高く, 9—10 歳群にかけて急激に減少した。9—10 歳群から 11—12 歳群にかけてストループ干渉率の平均値に増加がみられるが, 統計的には両群間に有意差はなかった。12—13 歳群から再び緩やかな減少が始まり, 50—59 歳群までストループ干渉率は低い値を保ち続けた。60—69 歳群からストループ干渉率の平均値に増加がみられるが, 統計的には 20—29 歳群から 50—59 歳群までとの間に有意差はなかった。70—86 歳ではストループ干渉率の平均値がさらに高くなり (ただし, 60—69 歳群との間に有意差はない), 12—13 歳群から 50—59 歳群までとの間に有意差が

あった。

ストループ干渉率と逆ストループ干渉率間の相関係数は $r(1945) = .01(p = 0.62, ns)$ であり，両者に相関はみられなかった。

考察

実験 3 では，新ストループ検査 II を 7—89 歳の男女に実施し，7—86 歳の男女から得られた有効データを対象に，本検査を構成する 4 種類の課題の正答数と，その正答数から算出したストループ干渉率，逆ストループ干渉率の年齢別平均値と標準偏差を明らかにした。その結果，正答数は 4 種類の課題全てに共通して小学生から青年期にかけて正答数が増加し，老年期にかけて減少するという逆 U 字型の生涯発達変化がみられた。正答数から算出したストループ干渉率は正答数の生涯発達変化と対称的な U 字型の発達変化がみられた一方，逆ストループ干渉率は 9—10 歳群から生起して 11—12 歳群まで直線的に上昇し，青年期までほぼ同じ水準を保った後，老年期にかけて緩やかに減少するというストループ干渉とは異なる生涯発達変化のパターンを示し，両干渉間に相関はみられなかった。両干渉が異なる生涯発達変化を示したことから，両干渉は異なる認知機能を反映していることを示唆していると考えられる。

新ストループ検査 II で測定されたストループ干渉が U 字型の生涯発達変化を示したことは，ストループ干渉の代表的な発達研究 (Comalli et al., 1962; 浜・橋本, 1985) の結果と一致する。新ストループ検査 II は反応様式にマッチング反応を用いている点で従来のストループ干渉に関する先行研究と大きな違いがある。逆ストループ干渉の場合，マッチング反応では干渉が生起するが口頭反応では干渉が生起しないため，反応様式の違いは干渉の生起に影響を与える重要な要因である。そのため，ストループ干渉においても反応様式が異なると必要とされる認知処理過程

が異なり、生涯発達変化も異なる可能性があった。しかし、本研究ではマッチング反応であっても従来の口頭反応と同じ生涯発達変化が得られたことから、新ストループ検査 II のストループ干渉率は口頭反応で測定されたストループ干渉と同じ認知機能を反映していると考えられる。ただし、新ストループ検査 II のストループ干渉は、口頭反応と比較すると干渉量が小さくなると考えられる。

新ストループ検査 II はストループ干渉課題、逆ストループ干渉課題ともに変換を必要とする課題であるため、変換説 (Virzi & Egeth, 1985) に従えば全ての年齢群で両干渉が生起するはずである。しかし、本研究においては 9—10 歳群以上は両干渉が生起しており変換説に合致するが、7—8 歳、8—9 歳群では言語情報から色情報への変換が必要とされる課題であるにも関わらず逆ストループ干渉が生起しておらず、生涯発達データを一貫して変換説で説明することはできない。変換を必要としない課題でも逆ストループ干渉が生起することを示した Blais & Besner (2006) は、変換説は他のメカニズムを排除するものではないと述べている。つまり、変換は干渉を生じさせるメカニズムの一つではあるが不可欠の要因ではなく、変換の他にも干渉を生起させるメカニズムが複数存在するということである。変換を必要としない口頭反応では生起しない逆ストループ干渉が、変換を必要とする本研究の 9—10 歳群以上で生起したことは変換説を支持するものであり、変換が干渉を生じさせる一因であることを示している。しかし、7—8 歳、8—9 歳群では逆ストループ干渉が生起しないこと、また、年齢によって干渉率が異なることは変換説だけでは説明ができない。そこで、以下は変換以外の要因から両干渉率について考察を行う。

ストループ干渉の発達変化は抑制機能の発達 (La Heij & Boelens,

2011; Mathis, et al., 2009; Troyer, et al., 2006)や児童の言語発達 (Schadler & Thissen, 1981; Schiller, 1966)を反映しているとされている。ストループ干渉において最も干渉が大きい時期は 7—8 歳, 8—9 歳群 (小学校 2, 3 年生) である一方, 新ストループ検査 II で測定された逆ストループ干渉率の生涯発達変化をみると, 小学校 2, 3 年生では干渉が生起しておらず, 11—12 歳群 (小学校 6 年生) にかけて直線的に干渉が増加している。また, 老年期ではストループ干渉率は急激に増加することに対し, 逆ストループ干渉率は 18 歳以上の年齢群とほぼ変わらない水準を保っている。この結果から, ストループ干渉率が反映する抑制機能は, 逆ストループ干渉率が反映する抑制機能とは異なることが示された。

一方, 逆ストループ干渉率は, 課題に無関係の色情報を抑制するという認知処理過程を含んではいるが, 思春期までの年齢増加に伴う逆ストループ干渉率の上昇を, 発達に伴って無関係の色情報への抑制機能が低下しているとは解釈しにくい。小学校 2, 3 年生で逆ストループ干渉が生起していないという現象は, 無関係の色情報への抑制が非常に強いのではなく, 小学校 2, 3 年生では成人とは異なり, 無関係の色情報が自動的に処理されていないと考えた方が妥当であろう。

Blais & Besner (2006) は, 刺激と反応の連合強度でストループ干渉を説明している。刺激が単語の場合, それを読むという反応は日常よく行われることであり, 刺激と反応の連合強度が強い。それに対して, 刺激が色の場合, 色の名前を読むという反応は単語の読みと比較してそれほど頻繁に行われないため, 刺激と反応の連合強度が相対的に弱い。刺激と反応の連合強度が弱い処理は連合強度の強い処理から干渉を受けるという考えである。口頭反応において逆ストループ干渉が生起しないの

は、色と色命名の連合強度よりも、単語と読みの連合強度のほうが強い
ためである。マッチング反応は単語刺激に対する反応を単語の読みの代
わりに単語が表す色のポインティングにしているため、刺激と反応の連
合強度が単語の読みよりも弱められて色情報からの干渉を受け、逆スト
ループ干渉が生起すると説明されている。この Blais & Besner (2006)
の説に沿うと、小学校 2, 3 年生は色と色命名の連合強度が非常に弱い
ために、単語が表す色へのポインティングに干渉しない可能性がある。
発達に伴って色と色命名の連合強度が強くなるにつれて色情報からの干
渉が増大すると考えられる。

また、老年期の逆ストループ干渉率については、加齢に伴う色覚の低
下(Nguyen-Tri, Overbury & Faubert, 2003; Pokorny, Smith & Lutze,
1987)が影響している可能性がある。色覚の低下はストループ干渉に影
響し、色覚の低下によってストループ干渉量が大きくなることが報告さ
れている(Ben-David & Schneider, 2010)。色情報は逆ストループ干渉課
題においては非課題関連情報であるため、老年期では色覚の低下によっ
て干渉を受けにくくなり、逆ストループ干渉量が若者とほぼ変わらない
結果になった可能性がある。

実験 3 では、マッチング反応で測定したストループ干渉と逆ストルー
プ干渉が異なる生涯発達変化を示すことが明らかになった。この結果か
ら、それぞれの干渉の大きさに影響を与えている要因は異なると考えら
れる。また、ストループ干渉については、マッチング反応と口頭反応で
同じ生涯発達変化のパターンを示したことから、ストループ干渉は反応
様式が異なっても同じ認知機能を反映していることが示唆された。

第3節 実験4：言語習熟度の違いが両干渉に及ぼす影響

目的

口頭反応や変換を必要としないマッチング反応については、言語情報処理の低下が両干渉に及ぼす効果について検討した研究がある。文字にマスクをかけるなどして文字を読みにくくすると口頭反応においてストロープ干渉が減少し、逆ストロープ干渉が増加することが示されている (Dunbar & Macleod, 1984; Dyer & Severance, 1972; Gumenik & Glass, 1970)。また、読み能力が低い就学前児童では口頭反応 (Corbitt, 1978) や変換を必要としないマッチング反応 (石王・梅本, 1991) で逆ストロープ干渉が生起 (干渉が増加) することが示されている。大人 (大学生) の場合でも、よく習熟した第一言語 (日本語) と習熟度の低い第二言語 (英語) のいずれか一方を色名单語として呈示し、単語の意味をもう一方の言語で翻訳して反応させると口頭反応で逆ストロープ干渉が生起した。また、ストロープ干渉は色名单語が第二言語よりも第一言語のときに干渉が大きくなった (池田ら, 1994)。これらの研究から、言語情報処理が低下すると逆ストロープ干渉が増加することが示唆される。

ストロープ干渉については、言語情報処理が低下すると干渉が減少する結果 (Dunbar & Macleod, 1984; Dyer & Severance, 1972; Gumenik & Glass, 1970) がある一方で、反対に言語情報処理能力が低いとストロープ干渉が増加することを示す結果がある。読み書きの学習に困難さがある発達性失読症患者を対象にした研究では、口頭反応を求めると語統制刺激や色統制刺激に対する反応時間は健常者と差がなかったが、不一致刺激に対する反応は単語読み (逆ストロープ干渉) も色命名 (ストロープ干渉) も健常者より反応時間が長くなった (Everatt, 1997)。また、小学生におけるストロープ干渉の発達変化を口頭反応で検証した実験で

は、小学校 2, 3 年生でストループ干渉が最も大きく、就学年数が増えるにつれて干渉が減少することが示されている (Schadler & Thissen, 1981; Schiller, 1966)。ただし、発達性失読症患者や小学校 2, 3 年生は、健常成人と比べて言語情報処理能力に加え抑制機能が低いため、ストループ干渉が大きくなった可能性がある。

以上の研究は、口頭反応や変換を必要としないマッチング反応によるストループ・逆ストループ干渉の結果であり、変換を必要とするマッチング反応における言語情報処理低下に関する研究はまだない。本研究では、変換を必要とするマッチング反応で測定した両干渉に言語情報処理が及ぼす影響を検討するため、同一実験参加者に習熟度の異なる言語で単語（第一言語の日本語と第二言語の英語）を呈示し、言語習熟度（言語情報処理）の違いによる干渉率を比較する。

また、ストループ干渉はこれまで言語習熟度を測定するための課題として使用されている。本研究のように同一実験参加者に異なる言語条件を割り当てる場合、検査を繰り返すことになる。新ストループ検査 II は安静時に反復実施（5 日間隔で 5 回）すると干渉率には練習効果がないが、正答数は反復するたびに増加し、練習効果あることが確認されている（景山・箱田・小沢，2010）。そこで、本研究では異なる言語間で検査を繰り返した場合、練習効果が生じるのかも検討する。

方法

実験参加者 学校教育以外の特別な英語学習経験のない 18—21 歳 ($M=19.1$, $SD=1.1$) の女子大学生 82 名が実験に参加した。

検査 新ストループ検査 II (箱田・渡辺, 2005) と英語版新ストループ検査 (Hakoda, Watanabe, & Matsumoto, 2007) を用いた。英語版新ストループ検査 II は、日本語版の新ストループ検査の色名单語を刺激部

分、反応選択肢部分ともにすべて英語に置き換えたものである。不一致刺激の単語とインク色の組み合わせや刺激や反応選択肢の呈示順番は、日本語版と英語版ですべて同一である。

検査 各課題の実施時間は、練習試行 10 秒間、本試行 60 秒間であった。実験参加者は“制限時間内にできるだけ早く正確に行うこと”と“誤りに気づいたときはすぐに修正して課題を続けること”を教示された。半数の実験参加者は、最初に日本語版の新ストループ検査 II の 4 種類の課題を課題番号順に行い（以下、日本語条件と呼ぶ）、次に英語版の新ストループ検査 II の 4 種類の課題を課題番号順に行った（以下、英語条件と呼ぶ）。残り半数の実験参加者は、反対に、英語条件を最初に行い、次に日本語条件を行った。

結果

実験参加者ごとに各課題の達成数から誤答数を引き、正答数を求めた。さらに、各課題の正答数から式(1)と式(2)を用いて逆ストループ干渉率(RSI)、ストループ干渉率(SI)を算出した。

正答数 日本語条件と英語条件間に練習効果が生じるのかを検討するため、言語(2)×課題(4)に実施順序(2)を加えた 3 要因分散分析（実施順序は実験参加者間要因、言語条件と課題条件は実験参加者内要因）を行った。まず、練習効果については、実施順序×言語の交互作用が有意であった($F(1, 80) = 97.4, p < .001, \eta_p^2 = .55$)。言語条件別に実施順序の単純主効果を検定したところ、日本語条件の正答数は英語条件の次に日本語条件を実施($F(1, 160) = 3.07, p < .10, \eta_p^2 = .02$)、英語条件の正答数は日本語条件の次に英語条件を実施した条件で多かった($F(1, 160) = 14.8, p < .001, \eta_p^2 = .08$)。この結果から、異なる言語間であっても検査の繰り返しによる練習効果があるといえる。

次に言語条件の効果については，言語×課題の交互作用が有意であった ($F(3, 240) = 4.1, p < .01, \eta_p^2 = .05$)。言語×課題の正答数を Figure 6 に示す。課題別に言語条件の単純主効果を検定したところ，全ての課題で英語条件よりも日本語条件の正答数が多かった（課題 1—4 の順で， $F(1, 320) = 12.6, \eta_p^2 = .04$; $F = 31.7, \eta_p^2 = .09$; $F = 22.0, \eta_p^2 = .06$; $F = 62.3, \eta_p^2 = .16$ ，全て $p < .001$ ）。また，言語条件別に課題の単純主効果を検定したところ，日本語条件 ($F(3, 480) = 480.4, p < .001, \eta_p^2 = .75$)，英語条件 ($F(3, 480) = 558.4, p < .001, \eta_p^2 = .78$)，ともに有意であった。いずれの言語条件でも正答数は多い順に並べると課題 1，課題 2，課題 3，課題 4 であった。Ryan 法による多重比較の結果，両課題条件とも全ての課題の組み合わせの間に有意差があった。

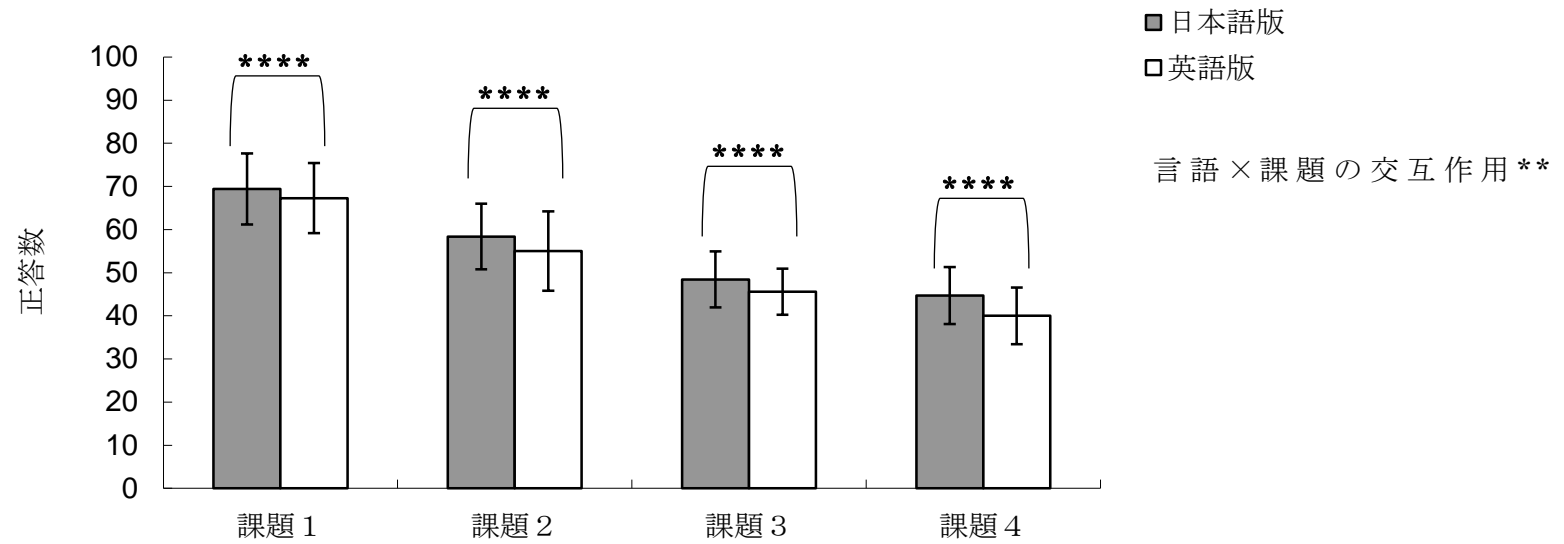


Figure 6 言語条件ごとの課題正答数の平均値と標準偏差

注1) エラーバーは標準偏差を示す。

注2) ** $p < .01$, **** $p < .001$

干渉率 4種類の課題の正答数から逆ストループ干渉率を式(1)、ストループ干渉率を式(2)により算出した。

日本語条件と英語条件間に練習効果が生じるのかを検討するため、言語(2)×干渉(2)に実施順序(2)を加えた3要因分散分析(実施順序は実験参加者間要因、言語条件と課題条件は実験参加者内要因)を行った。まず、練習効果については、実施順序の主効果($F(1, 80) = 0.00, p = .99, \eta_p^2 = .00$)、実施順序×言語($F(1, 80) = 0.93, p = .33, \eta_p^2 = .004$)、実施順序×干渉($F(1, 80) = 0.06, p = .80, \eta_p^2 = .000$)、実施順序×言語×干渉($F(1, 80) = 2.23, p = .14, \eta_p^2 = .03$)の交互作用に有意差はなかった。この結果から、異なる言語間で検査を繰り返しても、干渉率に練習の効果はないといえる。

次に、言語条件別のストループ・逆ストループ干渉率を Figure 7 に示す。言語の主効果が有意であり、日本語条件よりも英語条件の干渉率が大きかった($F(1, 80) = 18.9, p < .001, \eta_p^2 = .19$)。また、干渉の主効果($F(1, 80) = 39.6, p < .001, \eta_p^2 = .33$)が有意であり、ストループ干渉よりも逆ストループ干渉の干渉率が大きかった。言語×干渉の交互作用は有意ではなかった($F(1, 80) = 1.67, p = .20, \eta_p^2 = .02$)。

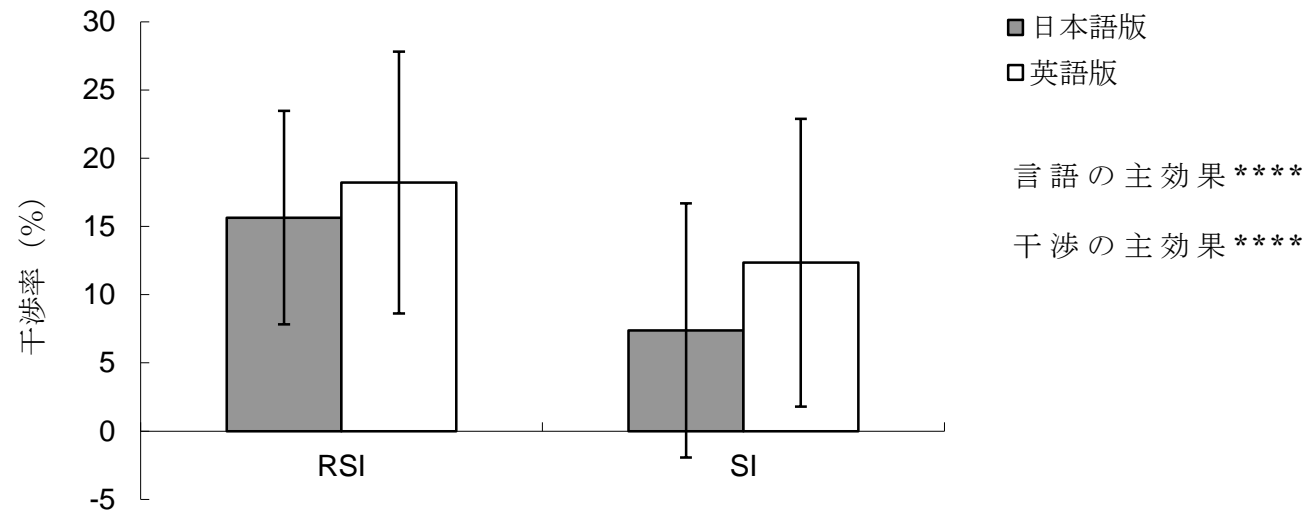


Figure 7 言語条件別の干渉率の平均値と標準偏差

注1) RSI は逆ストループ干渉率， SI はストループ干渉率を示す。

注2) エラーバーは標準偏差を示す。

注3) **** $p < .001$

考察

本研究は、特別な英語学習経験のない若者を対象にして、言語習熟度が高い日本語条件と言語習熟度が低い英語条件で4種類のストループ課題を実施し、マッチング方式で測定されるストループ干渉と逆ストループ干渉に言語情報処理の低下がどのように影響を及ぼすのかを検討した。

まず、日本語条件と英語条件の繰り返しによる練習効果については、日本語版の繰り返しを検討した景山ら(2010)の結果と同様に、検査の繰り返しによって正答数は増加するが、干渉率には影響しなかった。この結果から、言語が異なっても文字属性と色属性間の変換や干渉抑制という認知的な課題形態の学習は転移することが示された。今後、言語習熟度に関する研究のために検査を繰り返す場合は、実験参加者間で課題実施順序のカウンターバランスが必要であるといえる。

次に、課題正答数については、英語条件よりも日本語条件が多かったことから、本研究の実験参加者の言語処理速度は日本語よりも英語の方が遅いということが示された。干渉率については、言語処理速度が遅い英語の方が日本語よりも両干渉とも大きかった。この結果は、マッチング反応において、言語と色どちらか一方の属性の処理が低下すると、それが課題関連情報でも課題非関連情報でも両干渉が増加するというを示している。課題関連課題の刺激認知から反応までの処理時間が長くなると課題非関連情報からの干渉が強くなるという結果は、反応競合説に合致するものである。

この反応競合説に従って、口頭反応や変換を必要としないマッチング反応において言語情報処理がストループ干渉に及ぼす影響を検討した先行研究の結果を考察する。口頭反応において文字の読みやすさを低下させた実験では(Dunbar & Macleod, 1984; Dyer & Severance, 1972;

Gumenik & Glass, 1970) , 不一致刺激の課題非関連情報である言語情報処理のみが低下し, 課題関連情報である色命名の処理速度は変化しないため, 言語情報からの干渉を受けにくくなりストループ干渉が減少したと考えられる。また, 第一言語と第二言語間で翻訳を行う課題(池田ら, 1994)では, 不一致刺激の単語が第一言語の場合, 色命名を第二言語で行わなければならない。このとき, 課題非関連情報は第一言語であるので処理が速くなる。一方で, 課題関連情報である色命名は第二言語で行うので処理が遅くなる。そのため, 第二言語で呈示された不一致刺激に対して色命名を第一言語で行う条件よりも第一言語で呈示された不一致刺激に対して色命名を第二言語で行う条件のストループ干渉が大きくなる。

しかし, 口頭反応において, 読み書きの学習に困難さがある発達性失読症患者が健常者よりもストループ干渉が大きいことや, 上位学年と比べて読み書きの能力が低い小学校 2,3 年生でストループ干渉が大きいことは言語情報処理能力の低さだけでは説明ができない。口頭反応において言語情報処理が低下するとストループ干渉が減少する実験は, 同一の実験参加者に対して, 文字の読みやすさの異なる条件で実験を実施してストループ干渉率に対する言語情報処理速度の影響を検討している。そのため, 条件間で言語情報処理速度以外の要因は統制されている。一方で, ストループ干渉が増加する実験では, 言語情報処理速度の異なる実験参加者群間の比較が行われている。そのため, 実験参加者群間のストループ干渉率の違いには, 言語情報処理速度以外にも色情報処理速度や抑制機能などの違いが干渉の大きさに影響していると考えられる。

第4節 実験5：色覚の低下が両干渉に及ぼす影響

目的

実験3では、マッチング反応を用いてストループ干渉と逆ストループ干渉の生涯発達変化を検討し、両干渉が異なる生涯発達変化を示す事が明らかになった。ストループ干渉は若者よりも高齢者で干渉が大きい、逆ストループ干渉は若者と高齢者で干渉の大きさがほとんど変わらないことが示された。この結果は、逆ストループ干渉の加齢変化には、抑制機能の低下以外の加齢要因が影響していることを示唆している。

高齢者のストループ干渉については、抑制機能の他にも、水晶体の加齢に伴う色覚の低下が影響していることが報告されている (Anstey, Dain, Andrews & Drobny, 2002; Ben-David & Schneider, 2009; 2010)。加齢による色覚の低下は逆ストループ干渉にも影響している可能性があるが、まだ明らかではない。そこで実験4では、ストループ干渉・逆ストループ干渉に影響を及ぼす発達・加齢要因を明らかにするために、若者と高齢者におけるストループ干渉と逆ストループ干渉の違いを色覚の要因から検討することを目的とする。

水晶体の光の透過率は加齢に伴って減少する。高齢者では若者と比較して特に短波長（青）の透過率に大きな低下がみられ（例えば、Nguyen-Tri, Overbury, & Faubert, 2003; Pokorny, Smith, & Lutze, 1987）、色覚の低下が生じる。60—87歳の高齢者を対象に Farnsworth-Munsell Panel Test(D15, Farnsworth, 1943)などの色覚検査を実施し、年齢、色覚、およびストループ干渉課題（不一致刺激に対する色命名）の反応時間の関係を構造方程式モデリングで検討した研究では、高齢者の年齢とストループ干渉課題の反応時間との間には色覚が介在しており、年齢に伴う色覚の低下がストループ干渉課題の反応時間

増加につながっていることが報告されている (Anstey ら, 2002)。

加齢に伴う色覚の低下は、高齢者の色命名を困難にすると考えられる (Ben-David & Schneider, 2010)。一方で、色覚が低下しても、文字サイズやコントラストが適度であれば、高齢者は若者とほぼ同じ速さで単語読みを行うことができるという報告があり (Akutsu, Legge, Ross, & Schuebel, 1991)、単語読みは色命名よりも加齢の影響が小さい。ストループ干渉の加齢研究を対象にしたメタ分析によると、加齢に伴う反応時間の増加勾配は、色統制刺激に対する色命名よりも語統制刺激に対する単語読みで小さく、結果として色命名と単語読みの反応時間差は加齢に伴って増加することが示されている (Ben-David & Schneider, 2009)。ストループ干渉課題において、語彙情報は色情報よりもアクセスが速い。反応競合説によると、語彙情報から色情報への干渉が生じるのは、課題関連情報である色情報への反応 (色命名) が終わるまで課題非関連情報である語彙情報を抑制しなければならないためである (Posner & Snyder, 1975)。統制刺激に対する色命名と単語読みの反応時間差は Dimensional Imbalance (以下、DI と呼ぶ) と呼ばれており、DI が大きいほど語彙情報の抑制が困難になり、ストループ干渉 (不一致刺激と色統制刺激に対する色命名の反応時間差) が大きくなることがメタ分析によって明らかにされている (Melara & Algom, 2003; Ben-David & Schneider, 2009)。高齢者は色覚の低下によって語彙情報処理よりも色情報処理が大きく低下し、DI が大きくなるため、若者と比べてストループ干渉が大きくなると考えられている (Ben-David & Schneider, 2009; 2010)。

Ben-David & Schneider (2010) は、色覚の低下がストループ干渉を増大させる要因であるのかどうかを検討するために、若者を対象に、刺激

の彩度を低下させて色情報処理を困難にしたストループ課題を実施した。色は“RED”，“BLUE”，“GREEN”の3色が使用された。刺激の彩度は，コントラストの高い高彩度条件と，高彩度条件から彩度を低下させた低彩度条件の2条件が設定された。彩度条件は実験参加者内変数であった。語統制刺激には，色とは無関係の単語（“SIX”，“FOUR”，“EIGHT”）が使用され，色統制刺激には“XXXXX”が使用された。語統制刺激，色統制刺激，不一致刺激の全てが高彩度と低彩度の2条件で実施された。反応様式は口頭反応であった。その結果，語統制刺激に対する単語読みの反応時間は高彩度条件と低彩度条件で有意差がなかった。色統制刺激と不一致刺激に対する色命名の反応時間は，高彩度条件よりも低彩度条件のほうが長かった。DIとストループ干渉の大きさも，高彩度条件より低彩度条件のほうが大きかった。若者を対象に彩度を低下させて色情報処理の難易度を操作したこの実験の結果が，高齢者のストループ干渉の特徴と一致したことから，高齢者のストループ干渉が若者と比べて大きいのは，色覚の低下によるDIの増加が原因であると述べられている。

本研究では，Ben-David & Schneider (2010)の実験方法と同様に，若者を対象にして色覚要因を操作し，色覚の低下がマッチング反応で測定したストループ干渉と逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討する。色覚が低下すると色属性が課題関連情報であるストループ干渉は色命名が困難になるため干渉が増加し，色属性が課題非関連情報である逆ストループ干渉は色処理が遅れるため課題関連情報である言語情報処理への干渉が減少することが予測される。

方法

実験参加者 実験参加者は，18—28歳（ $M=21.1$ ， $SD=2.51$ ）の大学生

と大学院生 40 名（男性 11 名，女性 29 名）であった。

器具 高齢者水晶体疑似メガネ（ジオマテック社製）を使用した。このメガネは，Pokorny ら(1987)が提唱した水晶体加齢モデル（Two-Factor model）に基づいて作成されたレンズ（岡嶋・吉田・氏原，2000）を使用しており，32 歳の若者が装着すると，擬似的に 75 歳の水晶体とほぼ同じ分光透過率を有する状態となる。32 歳以外の年齢の観察者については，高齢者の年齢を Y，若年者の年齢を X とすると，X と Y の対応関係は，式(3)となる（式中の関数“Int”は，小数点以下の切り捨てを表す）。ただし，式(3)は $20 \leq X \leq 48, 72 \leq Y \leq 80$ の範囲内で適用可能である（岡嶋，2007）。

$$Y = \text{Int} (0.3X + 66) \cdot \cdot \cdot (3)$$

本研究の実験参加者の平均年齢は 21.1 歳であるため，本メガネを装着することによって，平均 72 歳の水晶体分光透過率をシミュレートすることになる。ただし，高齢者では，瞳孔径が加齢と共に小さくなる老人性縮瞳や，光学的散乱（不快グレア）の影響があるため，このメガネで完全に高齢者の見え方を完全にシミュレートすることはできない。しかし，色が付いた形に対する視認性や反応時間，事象関連電位を検討した実験では，若者がメガネを装着することにより，高齢者の知覚パターンをシミュレートできることが示されている。

検査 新ストループ検査 II（箱田・渡辺，2005）を用いた。

手続き 各課題の実施時間は，練習試行 10 秒間，本試行 60 秒間であった。実験参加者は“制限時間内にできるだけ早く正確に行うこと”と“誤りに気づいたときはすぐに修正して課題を続けること”を教示され

た。半数の実験参加者は、最初に高齢者水晶体疑似メガネを着用した状態で 4 種類の課題を課題番号順に行い（以下、低色覚条件と呼ぶ）、次に同メガネを着用しない状態で 4 種類の課題を課題番号順に行った（以下、高色覚条件と呼ぶ）。残り半数の実験参加者は、反対に、高色覚条件を最初に行い、次に低色覚条件を行った。各色覚条件を開始する前に、実験参加者は高齢者水晶体疑似メガネを着用、もしくは着用しない状態で約 5 分間待機し、各色覚条件の見え方に慣れてから課題を開始した。

結果

実験参加者ごとに各課題について、達成数（60 秒以内に印をつけた総数）から誤答数（誤りを修正している場合は誤答数に含まない）を引き、正答数を求めた。

課題の正確さ 実験参加者ごとに正答数を達成数で除し、各課題の正答率を求めた。いずれの色覚条件（低色覚、高色覚）、課題（課題 1、課題 2、課題 3、課題 4）においても正答率は非常に高く、全体の平均正答率は 99.89%であった。正答率について、色覚(2)×課題(4)の 2 要因実験参加者内分散分析を行ったところ、課題の主効果が有意であった($F(3, 117) = 11.16, p < .001, \eta_p^2 = .22$)。色覚の主効果($F(1, 39) = 0.05, p = .05, \eta_p^2 = .22$)と色覚×課題の交互作用($F(3, 117) = 0.29, p = .83, \eta_p^2 = .007$)は有意ではなかった。この結果から、色覚の高低は課題の正確さに影響しないことが示された。

課題の主効果について、Ryan 法による多重比較を行ったところ、課題 3(平均 = 99.98%)、課題 4(平均 = 99.98%)、課題 1(平均 = 99.97%)の間に有意差はなく、課題 2(平均 = 99.64%)のみが他の課題よりも有意に正答率が低かった。

正答数 正答数について色覚(低色覚、高色覚)×課題(課題 1、課題 2、

課題 3, 課題 4)の平均値と標準偏差を Figure 8 に示す。色覚(2)×課題(4)の 2 要因実験参加者内分散分析を行ったところ, 色覚の主効果($F(1, 39) = 3.26, p < .10, \eta_p^2 = .08$), が有意傾向, 課題の主効果($F(3, 117) = 252.06, p < .001, \eta_p^2 = .87$), 色覚×課題の交互作用($F(3, 117) = 3.64, p < .05, \eta_p^2 = .09$)が有意であった。

交互作用について, 課題別に色覚の単純主効果を検定したところ, 統制課題である課題 1($F(1, 156) = 0.60, p = .44, \eta_p^2 = .004$)と課題 3($F(1, 156) = 0.14, p = .71, \eta_p^2 = .0009$)では, 色覚による有意差はみられなかった。一方, 干渉課題である課題 2($F(1, 156) = 8.00, p < .01, \eta_p^2 = .05$)と課題 4($F(1, 156) = 4.72, p < .05, \eta_p^2 = .03$)では, 高色覚条件より低色覚条件の正答数が有意に少なかった。

次に, 色覚別に課題の単純主効果を検定したところ, 低色覚条件($F(3, 234) = 219.10, p < .001, \eta_p^2 = .74$), 高色覚条件($F(3, 234) = 206.80, p < .001, \eta_p^2 = .73$), とともに有意であった。いずれの色覚条件でも正答数は多い順に並べると課題 1, 課題 2, 課題 3, 課題 4 であった。Ryan 法による多重比較の結果, 低色覚条件, 高色覚条件ともに全ての組み合わせの間に有意差があった。

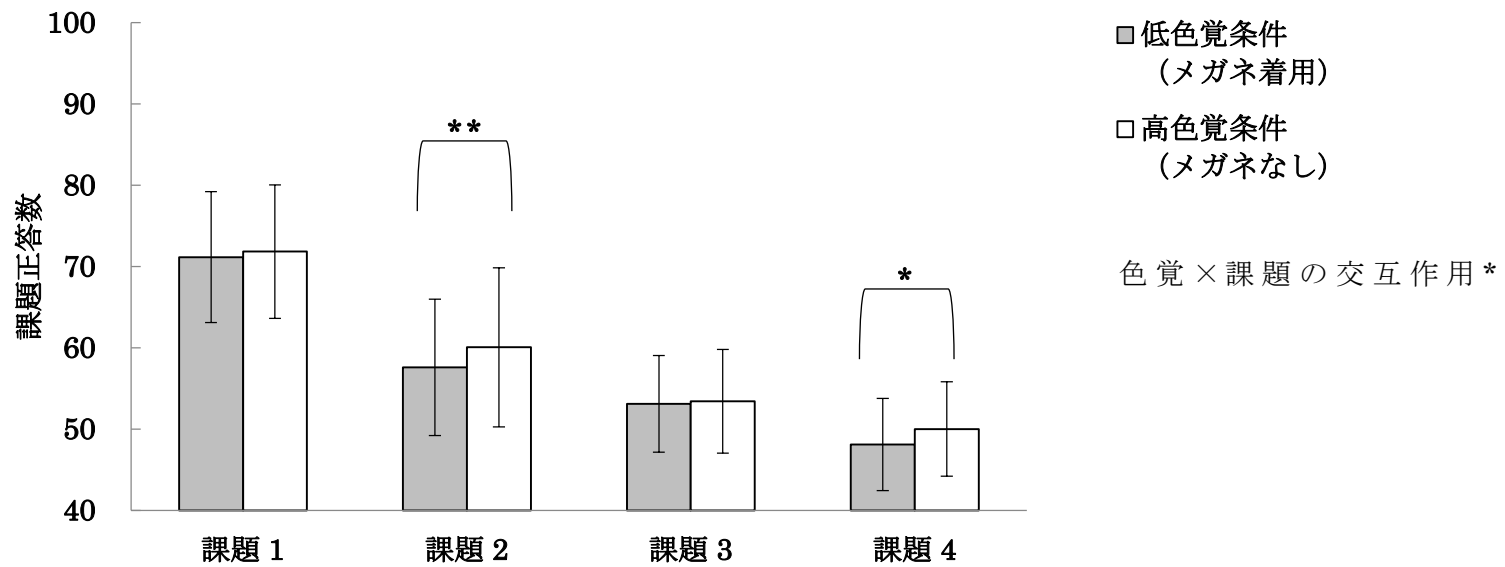


Figure 8 色覚条件ごとの課題正答数の平均値と標準偏差

注1) エラーバーは標準偏差を示す。

注2) * $p < .05$, ** $p < .01$

干渉率 4種類の課題の正答数から逆ストループ干渉率を式(1), スト
ループ干渉率を式(2)により算出した。

干渉率について色覚（低色覚, 高色覚）×干渉（逆ストループ干渉,
ストループ干渉）の平均値と標準偏差を **Figure 9** に示す。色覚（2）×
干渉（2）の2要因実験参加者内分散分析を行ったところ, 色覚の主効
果($F(1, 39)=12.71, p<.001, \eta_p^2 = .25$)が有意であり, 高色覚条件より低
色覚条件の干渉率が高かった。また, 干渉の主効果($F(1, 39)=37.92,$
 $p<.001, \eta_p^2 = .49$)が有意であり, ストループ干渉よりも逆ストループ干
渉の干渉率が高かった。色覚×干渉の交互作用($F(1, 39)=0.17, p = .68,$
 $\eta_p^2 = .004$)は有意ではなかった。

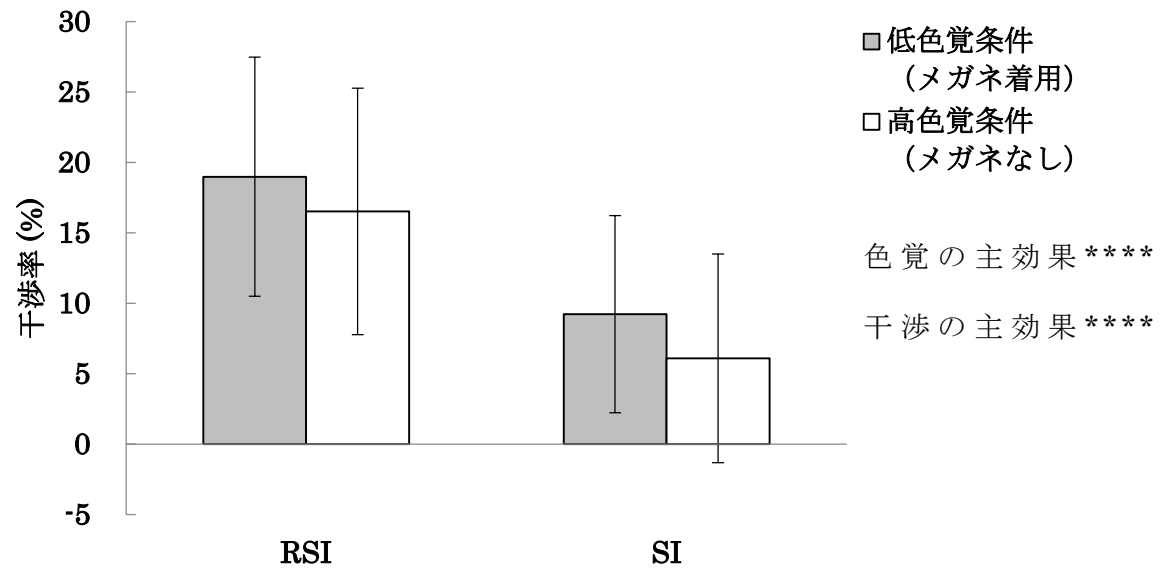


Figure 9 色覚条件ごとの干渉率の平均値と標準偏差

注1) RSI は逆ストループ干渉率, SI はストループ干渉率を示す。

注2) エラーバーは標準偏差を示す。

注3) **** $p < .001$

考察

本研究は、若者を対象にして、高齢者水晶体疑似メガネで色覚を低下させた条件（低色覚条件）と、同メガネを装着しない通常の条件（高色覚条件）で4種類のストループ課題を実施し、マッチング方式で測定されるストループ干渉と逆ストループ干渉に色覚の低下がどのように影響を及ぼすのか、また、色覚の低下によって高齢者の両干渉の特徴を再現できるのかを検討した。

まずストループ干渉率については、若者を対象に刺激の彩度を低下させて口頭反応を行った Ben-David & Schneider(2010)の結果と同様に、高色覚条件よりも低色覚条件で干渉率が増加した。この結果は、色覚が低下しても課題非関連情報である言語情報処理は影響されないが (Ben-David & Schneider, 2010)、課題関連情報である色情報処理は色覚の低下によって困難になったため、課題非関連情報である言語情報をより長い時間抑制しなければならなくなったためであると考えられる。

次に、逆ストループ干渉率については、色覚が低下しても課題関連情報である単語読みは影響されない一方、色覚の低下によって課題非関連情報である色情報処理が困難になるため色情報からの干渉を受けにくくなり、高色覚条件よりも低色覚条件の干渉率が減少するという結果が予測されていた。しかし、結果は、逆ストループ干渉率はストループ干渉率と同様に低色覚条件で干渉率が増加した。実験3の加齢研究では、高齢者は若者と比べてストループ干渉率が増加するが、逆ストループ干渉率は若者と変わらない水準であった。高齢者の色覚の低下が原因であると予測していたが、本研究の結果から、高齢者の逆ストループ干渉率が若者と変わらない原因は色覚の低下ではないことが示された。これらの結果は、単語読みと色命名の処理速度の違い (Melara & Algom, 2003;

Ben-David & Schneider, 2009)だけでは説明ができない。

逆ストループ干渉率において予測と異なる結果になった原因について考察する。Ben-David & Schneider(2010)と本研究の違いは反応様式にある。Ben-David & Schneider(2010)が用いた口頭反応では、刺激—反応間の認知過程において、文字や色の知覚しやすさが影響するのは刺激の知覚段階にのみである。一方、本研究が用いたマッチング反応は、文字や色の知覚しやすさが刺激の知覚段階に加えて反応段階にも影響する。本研究の逆ストループ干渉課題（課題 2）において色覚の低下は不一致刺激の色情報（課題非関連情報）の知覚を困難にし、妨害情報の処理を遅らせる。一方で、色覚の低下は課題関連情報である言語情報の知覚には影響しないが、反応段階において反応選択肢である色パッチ群の知覚を困難にするため、課題関連情報である言語情報の出力も遅れることになる。色覚の低下の影響は、不一致刺激の課題非関連情報処理（知覚段階）よりも課題関連情報処理（反応段階）に大きな影響を及ぼすため、逆ストループ干渉が増加したと考えられる。

本研究の結果より、マッチング反応において色覚が低下すると色情報が課題関連情報であるストループ干渉率だけでなく、色情報が課題非関連情報である逆ストループ干渉率も増加することが明らかになった。実験 4 でも同様に、読み能力が低下すると言語情報が課題関連情報である逆ストループ干渉率だけでなく、言語情報が課題非関連情報であるストループ干渉率も増加した。これはマッチング反応では、ストループ・逆ストループ干渉の生起に関わる色と言語二つの属性のうちいずれか一方の属性の処理が低下すると、それが課題関連情報でも課題非関連情報であっても、課題関連情報の出力が遅れるため、両干渉が増加することを示している。

第三章 ストレス・覚醒度がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

第1節 ストレス・覚醒度の変化とストループ・逆ストループ干渉

ストループ干渉と逆ストループ干渉の大きさは、同一実験参加者内でも、ストレスや身体的・心理的覚醒度の影響によって変化する。景山ら(2010)は深海潜水シミュレーターを用いて高圧環境が両干渉に及ぼす影響について検討した。この実験は、6名の海上自衛隊員を対象に1ヵ月実施された。深海潜水シミュレーター内部の環境圧は実験開始2日後に最大水深440m(45気圧)に達し、残りの28日間で徐々に1気圧まで減圧された。この実験期間中に、変換を必要とする紙面マッチング反応を用いた検査が計8回実施された。その結果、両干渉とも最大水深時に干渉率が最大になり、減圧が進むにつれて干渉量が減少した。日本語版POMS質問紙(横山, 1994)やGVA尺度(Monk, 1989)といった心理ストレス尺度には実験期間中に変動がみられなかった。これらの結果、心理的ストレスは影響しないが、高圧環境(物理的ストレス)は両干渉を増大させることが示唆されている。

物理的ストレスによって両干渉が大きくなることを示す研究がある一方、運動をすることによって変化した覚醒度は、ストループ干渉を小さくすることが報告されている(Hogervorst, Riedel, Jeukendrup & Jolles, 1996; Lichtman & Poser; Sibley, Etnier & Le Masurier, 2006)。例えば、Hogervorst et al. (1996)は、自転車エルゴメーターを用いて激しい運動(約1時間のサイクリングに相当)を実験参加者に行わせ、その前後で様々な認知課題を行わせた。認知課題は3種類の反応時間課題(単純反応時間課題, 3-選択反応時間課題, 非対応3-選択反応時間課題)とフィンガータッピングテスト, 3種類の口頭反応ストループ課題

(語統制課題, 色統制課題, ストループ干渉課題) で構成されていた。その結果, 激しい運動は, 単純反応時間課題の反応時間を短縮させたが, 選択反応課題やフィンガータッピングには影響しなかった。ストループ課題については, 語統制課題と色統制課題には影響しなかったが, ストループ干渉課題のみ反応時間が短くなった。この結果から, 激しい運動の後には認知機能が低下するとした予想に反し, ストループ干渉課題の成績はむしろ運動後に向上することが示された。

運動後にみられるストループ干渉課題の促進効果は, 運動以外の活動(例えば文科系の趣味活動)ではみられないことが報告されている。Lichtman & Poser (1983) は運動群(ジョギングや他のスポーツを含む45分の運動)と趣味活動群(1時間ほどのペインティングや写真, タイピングなどの活動)において, 活動前後のストループ課題の成績を比較した。その結果, 趣味活動群では3種類の課題(語統制課題, 色統制課題, ストループ干渉課題)の成績に変化が認められなかったのに対し, 運動群ではいずれの課題の成績も向上した。

運動後にみられる認知機能の変化には運動による覚醒水準の変化が寄与しているといわれている(例えば, Lambourne & Tomporowski, 2010; Tomporowski, 2003)。Yanagisawa, Dan, Tsuzuki, Kato, Okamoto, Kyutoku & Soya (2010)は, 自転車エルゴメーターを用いて10分間の中強度の運動をした前後と安静前後でストループ課題を実施し, ストループ干渉(不一致刺激と色統制刺激の反応時間の差)の変化量を比較した。その結果, 安静後よりも運動後のストループ干渉量が有意に減少した。このときの脳活動を機能的近赤外線分光法(fNIRS)を用いて調べると, ストループ課題遂行時には両側の前頭前野で活動がみられたが, 運動後では安静時と比べて左脳の前頭前野背外側部(DLPFC)と前頭極(FP)の

活動が高まっていた。これらの結果から、運動による左脳前頭前野の脳活動の亢進がストループ課題の成績向上に寄与しているといわれている。同様の結果は 10 分程度の軽い運動でも確認されている (Byun, Hyodo, Suwabe, Ochi, Sakairi, Kato, Dan & Soya, 2014)。

ストループ干渉課題はインクの色命名の遂行において、色属性への注意集中と、当該課題の処理に無関係な言語的属性の抑制という二つの側面を持っている。Sibley et al. (2006) は、ストループ課題で測定される選択的注意のどの側面が運動によって影響を受けるのかを調べるために、通常のストループ課題に加えて、ストループ課題をもとにネガティブプライミング課題を設定し、実験を行った。ネガティブプライミング課題とは、例えば、青色表示の Green を呈示する直前に、赤色表示の Blue を呈示するものである。課題はインクの色を答えなければならないので、直前に呈示される Blue に対しては、“Blue!” という反応を抑制して “Red!” と答えなければならないが、その後呈示される Green には、先ほど抑制していた “Blue!” と答えなければならない。すなわち、この課題では直前の刺激への抑制が強いほど現在の刺激への反応が遅れる。このネガティブプライミング課題とストループ干渉課題、色の命名課題の成績がトレッドミルでの運動（個人ペースで 20 分間）の前後でどのように変化するかを調べた結果、ストループ干渉課題でのみ運動による課題成績の向上が認められ、ネガティブプライミング課題の成績には変化がなかった。このことは、運動の効果は抑制効果に及ぶのではなく、言語的属性から色の命名が受ける干渉の低減のみに限定されることを意味する。

以上の先行研究から運動がストループ干渉課題において、言語的属性から色の命名が受ける干渉を低減させることは明らかにされたが、この

ことが他のタイプの干渉にも当てはまるのかどうかは不明である。そこで、実験 6 と実験 7 では、一過性の運動が逆ストループ干渉に及ぼす影響について検討する。

第 2 節 実験 6：激しい運動が両干渉に及ぼす影響

目的

本実験では、ジョギングや自転車、そしてオリエンテーリングといった個人で行う運動ではなく、ラグビーという集団でおこなう運動を取り上げた。ラグビーでは、自分の周囲にいる敵味方の動きといったローカルな情報だけでなく、広く敵味方のチーム全体の動きというグローバルな情報にも注意を向けなければならない。つまり、ローカル情報からグローバル情報への注意の切り替え、あるいはその逆へと頻繁な切り替えが求められる運動の一つであり、しかも 1 時間半にわたる激しい運動でもある。Tomporowski (2003) は、運動の種類を激しさや持続時間に分けて分類し、運動が様々な認知課題（例えば、短期記憶、長期記憶、単純反応時間、選択反応時間、視覚探索、文字マッチング、計算、タッピング、ストループなど）に及ぼす影響をレビューしている。その結果、60 分までの最大下有酸素運動は認知機能の一部の側面を促進させるが、脱水が生じるような長時間の運動は情報処理過程や記憶機能を低下させるとしている。Cian, Barraud, Melin & Raphel (2001) は、実験参加者にトレッドミルでの運動を 2 時間行わせることで脱水(2.8%の体重減少)を生じさせ、認知検査バッテリー（長期記憶、知覚弁別、反応時間、短期記憶、物体追視）を実施した。その結果、統制条件（2 時間の着座）と比較して脱水条件では、知覚弁別と短期記憶の課題成績が低下したことを報告している。

はたしてラグビーという長時間の激しい運動の後ではストループ・逆ストループ干渉の大きさは低減するのか、それとも増大するのか、その効果がストループ干渉に限定的なのか、それとも逆ストループ干渉でも認められるのかを明らかにするのが本研究の目的である。

方法

実験参加者 男子大学生 53 名が実験に参加した。そのうちラグビー条件はラグビー部の学生 12 名（18–22 歳， $M=20.33$ ， $SD=1.03$ ）であり，本実験までに新ストループ検査を受けた経験が 2–3 回あった。統制条件は学生 41 名（18–20 歳， $M=18.68$ ， $SD=0.69$ ）であり，本実験までに新ストループ検査を受けた経験が 2 回あった。

検査 新ストループ検査 II（箱田・渡辺，2005）を用いた。

手続き ラグビー条件では，試合開始 15 分前に新ストループ検査 II を実施し，試合終了 10 分後に再び検査を実施した。この実験は学生ラグビーフットボールリーグ順位決定戦の試合時に実施された。試合は前半 40 分，休憩 10 分，後半 40 分で行われた。統制条件では座学の講義前後で新ストループ検査 II が実施された。検査間の時間間隔は約 1 時間であった。

結果

実験参加者ごとに各課題の達成数から誤答数を引き，正答数を求めた。さらに，各課題の正答数から式(1)と式(2)を用いて逆ストループ干渉率 (RSI)，ストループ干渉率 (SI) を算出した。

正答数 4 種類の課題それぞれにおいて，活動条件(ラグビー条件，統制条件)×活動前後(活動前，活動後)の 2 要因分散分析を行った（活動条件は実験参加者間変数，活動前後は参加者内変数）。活動条件×活動前後の正答数の平均値を Figure 10 に示す。

課題 1 (逆ストロープ統制課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動条件の主効果 ($F(1,51) = 18.55, p < .001, \eta_p^2 = .27$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,51) = 26.03, p < .001, \eta_p^2 = .34$) が有意であり, 活動前後の主効果は有意傾向 ($F(1,51) = 3.64, p < .10, \eta_p^2 = .07$) であった。交互作用が有意であったので, 活動条件の下位検定を行ったところ, 活動前ではラグビー条件よりも統制条件の課題 1 正答数が有意に多く ($F(1,102) = 6.62, p < .05, \eta_p^2 = .06$), 活動後でも有意差がみられた ($F(1,102) = 31.8, p < .001, \eta_p^2 = .24$)。次に, 活動前後の下位検定を行ったところ, ラグビー条件では課題 1 正答数が試合後に有意に減少した一方 ($F(1,51) = 5.10, p < .05, \eta_p^2 = .09$), 統制条件では講義後に有意に上昇していた ($F(1,51) = 24.57, p < .001, \eta_p^2 = .33$)。

課題 2 (逆ストロープ干渉課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動条件の主効果 ($F(1,51) = 6.43, p < .05, \eta_p^2 = .11$), 活動前後の主効果 ($F(1,51) = 4.13, p < .05, \eta_p^2 = .07$), 活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,51) = 5.36, p < .05, \eta_p^2 = .10$) が有意であった。交互作用が有意であったので, 活動条件の下位検定を行ったところ, 活動前では課題 2 正答数に活動条件による有意差はなかったが ($F(1,102) = 2.04, p = .16, \eta_p^2 = .02$), 活動後ではラグビー条件よりも統制条件の方が有意に多かった ($F(1,102) = 10.5, p < .005, \eta_p^2 = .09$)。次に, 活動前後の下位検定を行ったところ, ラグビー条件では課題 2 正答数に試合前後で有意差はなかったが ($F(1,51) = 0.04, p = .84, \eta_p^2 = .0008$), 統制条件では講義後に有意に上昇した ($F(1,51) = 9.45, p < .005, \eta_p^2 = .16$)。

課題 3 (ストロープ統制課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動条件の主効果 ($F(1,51) = 8.54, p < .01, \eta_p^2 = .14$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,51) = 9.22, p < .005, \eta_p^2 = .15$) が有意であり,

活動前後の主効果は有意ではなかった ($F(1,51) = 0.14, p = .71, \eta_p^2 = .003$)。交互作用が有意であったので、活動条件の下位検定を行ったところ、活動前ではラグビー条件よりも統制条件の課題 3 正答数が多い傾向があり ($F(1,102) = 3.13, p < .10, \eta_p^2 = .03$)、活動後では有意差がみられた ($F(1,102) = 14.1, p < .001, \eta_p^2 = .12$)。次に、活動前後の下位検定を行ったところ、ラグビー条件では課題 3 正答数が試合後に減少傾向であり ($F(1,51) = 3.56, p < .10, \eta_p^2 = .07$)、統制条件では講義後に有意に上昇した ($F(1,51) = 5.80, p < .05, \eta_p^2 = .10$)。

課題 4(ストループ干渉課題)の正答数において 2 要因分散分析の結果、活動条件の主効果 ($F(1,51) = 8.21, p < .01, \eta_p^2 = .14$)、活動前後の主効果 ($F(1,51) = 6.02, p < .05, \eta_p^2 = .11$) が有意であったが、活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,51) = 0.14, p = .71, \eta_p^2 = .003$) は有意ではなかった。ラグビー条件、統制条件とも、試合後、講義後に課題 4 正答数の増加がみられた。

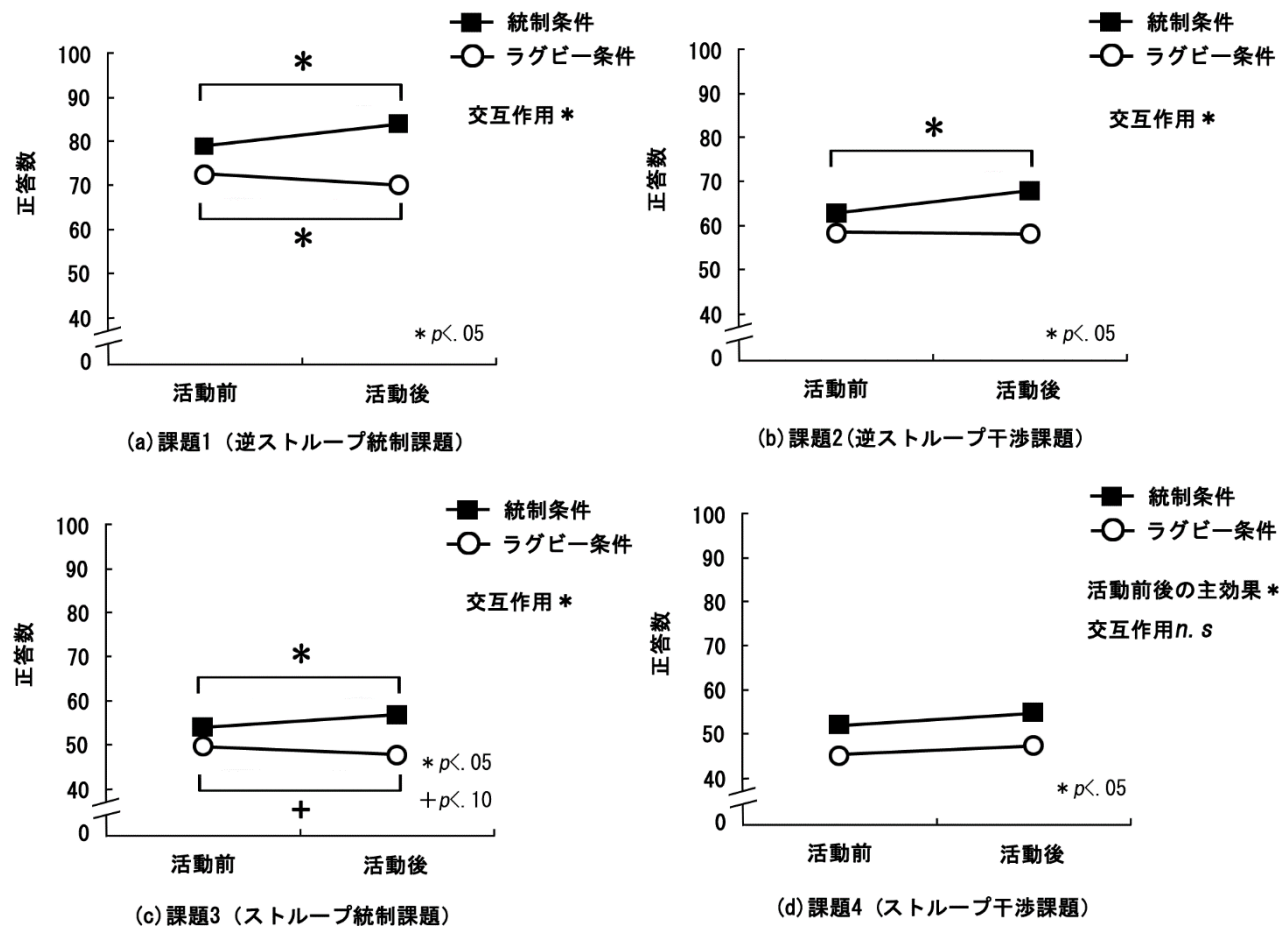


Figure 10 課題正答数における活動条件×活動前後の平均値

干渉率 2種類の干渉率それぞれにおいて、活動条件(ラグビー条件、統制条件)×活動前後(活動前、活動後)の2要因分散分析を行った(活動条件は実験参加者間変数、活動前後は参加者内変数)。活動条件×活動前後の干渉率の平均値を Figure 11 に示す。

逆ストループ干渉率において2要因分散分析の結果、活動条件の主効果 ($F(1,51) = 0.30, p = .58, \eta_p^2 = .005$)、活動前後の主効果 ($F(1,51) = 1.57, p = .22, \eta_p^2 = .03$)、活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,51) = 0.08, p = .77, \eta_p^2 = .002$) のいずれも有意ではなかった。

ストループ干渉率において2要因分散分析の結果、活動条件の主効果は有意でなく ($F(1,51) = 0.41, p = .52, \eta_p^2 = .008$)、活動前後の主効果は有意であった ($F(1,51) = 5.33, p < .05, \eta_p^2 = .09$)。活動条件×活動前後の交互作用は有意傾向であった ($F(1,51) = 3.56, p < .10, \eta_p^2 = .07$)。ラグビー条件、統制条件とも、試合後、講義後にストループ干渉率が減少しているが、その落差は特にラグビー条件で大きかった。

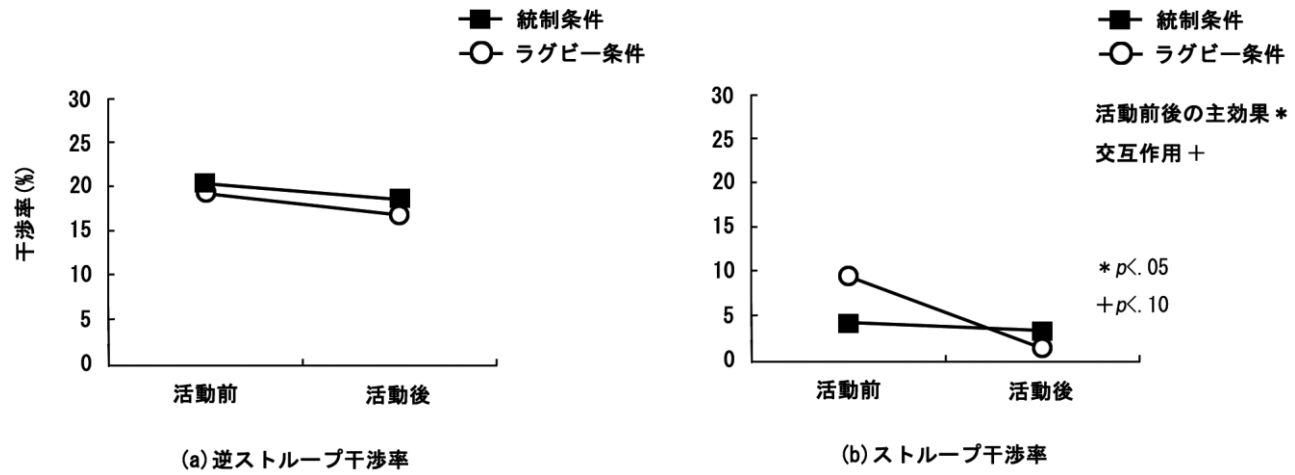


Figure 11 干渉率における活動条件×活動前後の平均値

考察

本研究では、激しい運動の後ではストループ・逆ストループ干渉の大きさが低減するのか、低減するとすればその効果はストループ干渉に限定的なのか、それとも逆ストループ干渉でも認められるのかを検討することを目的にラグビーを例として実験を行った。以下、統制条件（座学での講義）との比較を通して考察する。

ラグビーによる課題成績の低下

統制条件での正答数の変化をみると全ての課題において講義後に増加がみられた。新ストループ検査 II は安静時に反復実施（5日間隔で5回）すると全ての課題において反復回数を重ねるごとに正答数が増加するが、干渉率には反復効果がないことが確認されている（景山ら, 2010）。本研究の統制条件の参加者は、検査経験1回目と2回目から本実験である検査経験3回目と4回目までの検査間隔が約2ヶ月間あったが、先行研究と同様に課題正答数に反復効果がみられたことが示された。

統制条件で全ての課題の正答数に反復効果がみられた一方、ラグビー条件では、逆ストループ干渉課題（課題2）では変化なし、逆ストループ統制課題（課題1）やストループ統制課題（課題3）ではむしろ減少であり、正答数に反復効果のみられない課題が多かった。安静時にはみられる反復効果がラグビー試合後ではみられないという結果から、ラグビー試合には課題成績を低下させる効果があると考えられる。Cohen, Mitchell, Seider, Kahn & Phillips (1981) の実験ではラグビー試合後に2.5%の脱水が生じることが報告されている。運動によって脱水が生じると一部の認知機能（知覚弁別や短期記憶）が低下することから(Cian et al., 2001), 本研究で用いたラグビー試合でも脱水が生じ、それによって課題成績が低下した可能性が考えられる。

ラグビーによる干渉制御への影響

課題成績が全般的に低下したラグビー条件において、唯一正答数に増加がみられたのがストループ干渉課題（課題 4）であった。ラグビー試合後にストループ干渉課題の成績が向上したという結果は、運動後にストループ干渉課題の成績が向上するという先行研究（Hogervorst, et al., 1996; Lichtman & Poser, 1983; Sibley et al., 2006）を追認するものである。ストループ干渉率については、活動条件×活動前後の交互作用が有意傾向であった。景山ら（2010）では、安静時の干渉率に反復実施の影響はないことが報告されている。本研究の統制条件においても課題正答数をみると、ストループ統制課題（課題 3）、ストループ干渉課題ともに増加しており、活動前後での干渉の程度（統制課題と干渉課題の正答数の差）の変化量は小さい。一方、ラグビー条件ではストループ統制課題の正答数が減少し、ストループ干渉課題の正答数のみが増加しているため、活動前と比較して活動後の干渉の程度は減少している。この結果は、ラグビー試合によって新ストループ検査 II の課題成績は全般的に低下するが、言語的属性から受ける干渉に対する制御機能は向上していることを示していると考えられる。

一方、逆ストループ干渉課題（課題 2）の正答数や、逆ストループ干渉率には、ラグビー試合前後で有意な変化はみられなかったことから、色属性から受ける干渉に対する制御機能の向上はないことが示された。これらの結果から、ラグビー試合においてみられる干渉制御機能の向上は、干渉全般に及ぶものではなく、言語的属性からの干渉の制御に限定されることが示唆された。

第 3 節 実験 7：長時間の運動が両干渉に及ぼす影響

目的

実験 6 では、統制群ではみられる練習効果がラグビー群ではストループ干渉課題以外にみられなかったことから、ラグビーはストループ干渉の制御以外の課題成績を低下させる効果があることが示された。運動の種類を激しさや持続時間に分けて分類し、運動が様々な認知課題に及ぼす影響を分析した Tomporowski (2003) のレビューにおいても、60 分以上の脱水を生じるような長時間の運動は情報処理過程や記憶機能を低下させるとしている。

それでは、60 分を超える長時間の運動であればどのような種類の運動であってもストループ干渉の制御以外の課題成績は低下するのであろうか。本研究では長時間の運動として登山をとりあげてストループ・逆ストループ干渉への影響を検討する。登山は大分県九重町にある久住山(標高 1787m)で行った。登山口の牧ノ戸峠(標高 1330m)から山頂までの往復約 9.2km, 所要時間約 4 時間のコースを、脱水を生じにくくするため十分な水分補給と休憩をとりながら無理のないペースで登山する。ラグビー試合ではストループ干渉課題以外で低下がみられた課題成績が、登山ではどのように影響を受けるのかを検討することが本研究の第一の目的である。

また、本研究ではストループ・逆ストループ干渉に加えて、登山が気分にも及ぼす影響についても検討する。運動は快感情の向上や否定的感情の減少など、気分にもポジティブな影響を及ぼすことが多くの研究から示されており(荒井・竹中・岡・堤, 2002; Cha, Hakoda, Matsumoto, Kim, Kim & Takushima, 2008; 松本・宅島・箱田, 2008), 登山についても下山後に行ったアンケート調査では 9 割の登山者が“充実感がある”, “リ

フレッシュされた感じがする”に当てはまると回答しており，下山後，快な感情状態にあったことが報告されている（瀧ヶ崎，2009）。これらの結果は，運動によって気分状態が変化することを示しているが，この気分状態の変化は運動後の認知機能に影響しないのだろうか。運動後にみられる認知機能の変化には運動による覚醒水準の変化が寄与しているといわれている（例えば，Lambourne & Tomporowski, 2010; Tomporowski, 2003）。ここでいうところの覚醒水準とは身体的覚醒水準のことであり，認知機能と覚醒水準に関係があることは Yerkes & Dodson (1908) の逆 U 字関係をはじめとして古くから指摘されていることである。それでは，運動による心理的覚醒水準の変化は認知機能に影響しないのだろうか。

白澤・石田・箱田・原口（1999）は，心理的覚醒水準と認知機能に関連があることを報告している。エネルギー覚醒と緊張覚醒の二つの心理的覚醒水準を測定できる日本語版 UWIST 気分チェックリスト（以下，JUMACL: Japanese UWIST mood checklist）を用いて気分状態と記憶検索の関係を回帰分析で検討したところ，課題実施前のエネルギー覚醒が高い実験参加者ほど記憶検索課題の成績が高いことが示された。エネルギー覚醒とは“活動的である”などの 10 項目から構成された尺度であり，緊張覚醒は“緊張している”などの 10 項目から構成された尺度である。この JUMACL（白澤ら，1999）を用いて運動前後の気分変化を測定すると，卓球ダブルス試合では，試合に負けたダブルスペアの技量が低い方のプレイヤーは試合後に緊張覚醒が上昇する傾向があったが，エネルギー覚醒は試合の勝敗やプレイヤーの技量に関わらず上昇した（松本ら，2008）。また，韓国伝統舞踊の稽古後では舞踊者の熟達度に関わらずエネルギー覚醒の上昇がみられ，緊張覚醒は変化しなかった（Cha

et al., 2008)。これらの結果をみると、緊張覚醒への影響は運動条件によって異なるが、運動は運動条件に関わらずエネルギー覚醒を上昇させる効果があると考えられる。はたして、登山もエネルギー覚醒を上昇させる効果があるのだろうか。また、エネルギー覚醒はストループ・逆ストループ干渉へ影響を及ぼすのであろうか。登山前後で新ストループ検査 II に加え JUMACL を実施し、登山による気分変化と気分が両干渉へ及ぼす影響を検討することを本研究の第二の目的とする。

方法

実験参加者 実験参加者は大学生、大学院生および大学教職員 39 名であった。そのうち登山条件は心理学研究室の研究合宿において登山に参加した 10 名（男性 6 名，女性 4 名，平均年齢±SD：24.5±5.5 歳）であり，対照条件は心理学の授業を受講している 29 名（男性 12 名，女性 17 名，平均年齢±SD：18.2±0.5）であった。いずれの実験参加者も特別な日常的運動経験はなく，新ストループ検査 II と JUMACL の検査経験もなかった。

検査 新ストループ検査 II を用いた。また，心理的覚醒水準の測定には JUMACL（白澤ら，1999）を用いた。JUMACL は，20 項目の質問に対して，“現在”の気分が“あてはまる（1 点）”，“ややあてはまる（2 点）”，“ややあてはまらない（3 点）”，“あてはまらない（4 点）”の 4 段階で評定される。各項目の合計点から，エネルギー覚醒と緊張覚醒の尺度得点（10—40 点）が得られる。

手続き 実験環境は登山条件，対照条件とも十分に明るく，静かであった。実験参加者は，検査の実施に支障がない程度に隣の実験参加者との距離をとって着座した。両条件とも活動前と活動後の 2 回検査を行った。新ストループ検査 II の実施は気分に影響するため（松本・箱田・渡

辺, 2010), 検査は JUMACL, 新ストループ検査 II の順番で実施した。

各条件の実験スケジュールは下記の通りである。

① **登山条件** 登山した山は久住山 (標高 1787m) であり, 登山口は牧ノ戸峠 (標高 1333m) であった。事前検査は登山開始の約 30 分前に実施した。登山開始から下山終了までの時間は約 4 時間であった。登山中は 1 回 5 分程度の小休憩 3 回と 20 分程度の昼食休憩をとり, 十分な水分補給を行った。下山後, 水分補給のための小休憩を約 10 分間とった後, 事後検査を実施した。

② **対照条件** 大学の講義時間開始直後に事前検査を実施した。その後, 実験内容とは関係のない内容の心理学の座学講義が約 1 時間行われた。講義では, 受講生 (実験参加者) が過度のストレスや認知的負荷を体験するような行為 (発表やレポート作成など) を行うことはなかった。講義終了直後に事後検査を実施した。

結果

実験参加者ごとに各課題の達成数から誤答数を引き, 正答数を求めた。さらに, 各課題の正答数から式(1)と式(2)を用いて逆ストループ干渉率 (RSI), ストループ干渉率 (SI) を算出した。

正答数 4 種類の課題それぞれにおいて, 活動条件 (ラグビー条件, 統制条件) × 活動前後 (活動前, 活動後) の 2 要因分散分析を行った (活動条件は実験参加者間変数, 活動前後は参加者内変数)。活動条件 × 活動前後の正答数の平均値を Figure 12 に示す。

課題 1 (逆ストループ統制課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動前後の主効果が有意であり ($F(1,37) = 62.40, p < .001, \eta_p^2 = .63$), 課題 1 の正答数は活動条件に関わらず活動前よりも活動後の方が多かった。活動条件の主効果 ($F(1,37) = 1.43, p = .24, \eta_p^2 = .04$) と

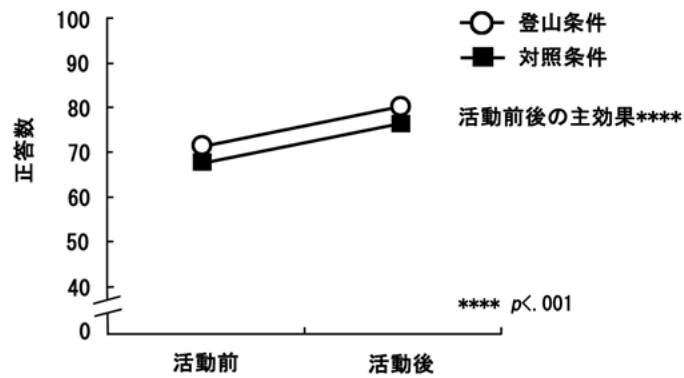
活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 0.02, p = .88, \eta_p^2 = .0006$) は有意ではなかった。

課題 2 (逆ストループ干渉課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動前後の主効果が有意であり ($F(1,37) = 14.14, p < .001, \eta_p^2 = .28$), 課題 2 の正答数は活動条件に関わらず活動前よりも活動後の方が多かった。活動条件の主効果 ($F(1,37) = 0.14, p = .71, \eta_p^2 = .004$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 0.03, p = .87, \eta_p^2 = .0008$) は有意ではなかった。

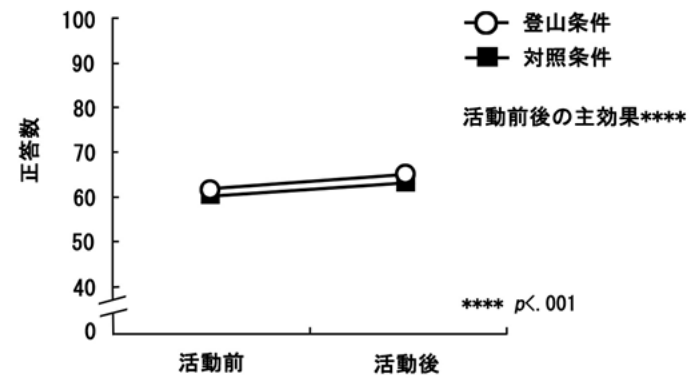
課題 3 (ストループ統制課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動前後の主効果 ($F(1,37) = 50.39, p < .001, \eta_p^2 = .58$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 4.53, p < .05, \eta_p^2 = .11$) が有意であり, 活動条件の主効果は有意ではなかった ($F(1,37) = 0.14, p = .71, \eta_p^2 = .004$)。交互作用が有意であったので, 活動条件の下位検定を行ったところ, 活動前 ($F(1,74) = 0.03, p = .87, \eta_p^2 = .004$), 活動後 ($F(1,74) = 0.77, p = .38, \eta_p^2 = .01$) とともに活動条件による差はなかった。次に, 活動前後の下位検定を行ったところ, 課題 3 の正答数は登山条件 ($F(1,37) = 42.56, p < .001, \eta_p^2 = .54$), 対照条件 ($F(1,37) = 12.36, p < .005, \eta_p^2 = .25$) とともに活動前よりも活動後の方が多かった。

課題 4 (ストループ干渉課題) の正答数において 2 要因分散分析の結果, 活動前後の主効果 ($F(1,37) = 40.98, p < .001, \eta_p^2 = .53$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 5.30, p < .05, \eta_p^2 = .13$) が有意であり, 活動条件の主効果は有意ではなかった ($F(1,37) = 0.07, p = .79, \eta_p^2 = .002$)。交互作用が有意であったので, 活動条件の下位検定を行ったところ, 活動前 ($F(1,74) = 0.03, p = .86, \eta_p^2 = .004$), 活動後 ($F(1,74) = 0.47, p = .50, \eta_p^2 = .006$) とともに活動条件による差はなかった。次に, 活動前

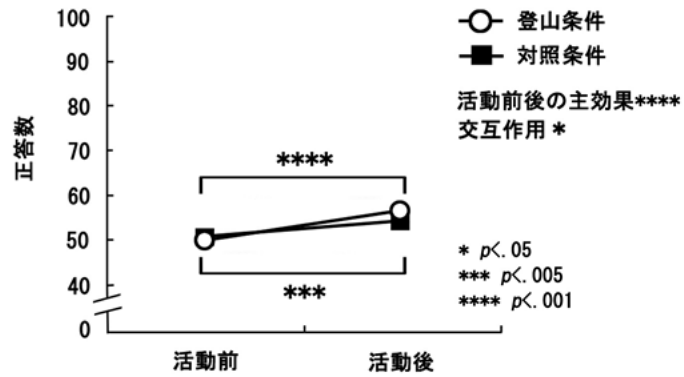
後の下位検定を行ったところ、課題 4 の正答数は登山条件($F(1,37) = 37.88, p < .001, \eta_p^2 = .51$), 対照条件($F(1,37) = 8.40, p < .01, \eta_p^2 = .19$)ともに活動前よりも活動後の方が多かった。



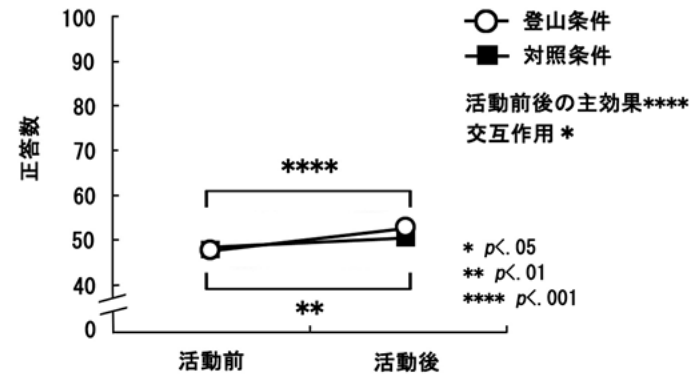
(a) 課題1 (逆ストループ統制課題)



(b) 課題2 (逆ストループ干渉課題)



(c) 課題3 (ストループ統制課題)



(d) 課題4 (ストループ干渉課題)

Figure 12 課題正答数における活動条件 × 活動前後の平均値

(2) 干渉率の変化

2 種類の干渉率における，活動条件×活動前後の平均値を Figure 13 に示す。

逆ストループ干渉率において分散分析の結果，活動前後の主効果が有意であり ($F(1,37) = 18.99, p < .001, \eta_p^2 = .34$) であり，逆ストループ干渉率は活動条件に関わらず活動前よりも活動後の方が高かった。活動条件の主効果 ($F(1,37) = 0.76, p = .39, \eta_p^2 = .02$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 0.06, p = .80, \eta_p^2 = .001$) は有意ではなかった。

ストループ干渉率において分散分析の結果，活動条件の主効果 ($F(1,37) = 0.00, p = .99, \eta_p^2 = .000$)，活動前後の主効果 ($F(1,37) = 0.88, p = .35, \eta_p^2 = .02$)，活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 0.00, p = .97, \eta_p^2 = .000$) のいずれも有意ではなかった。

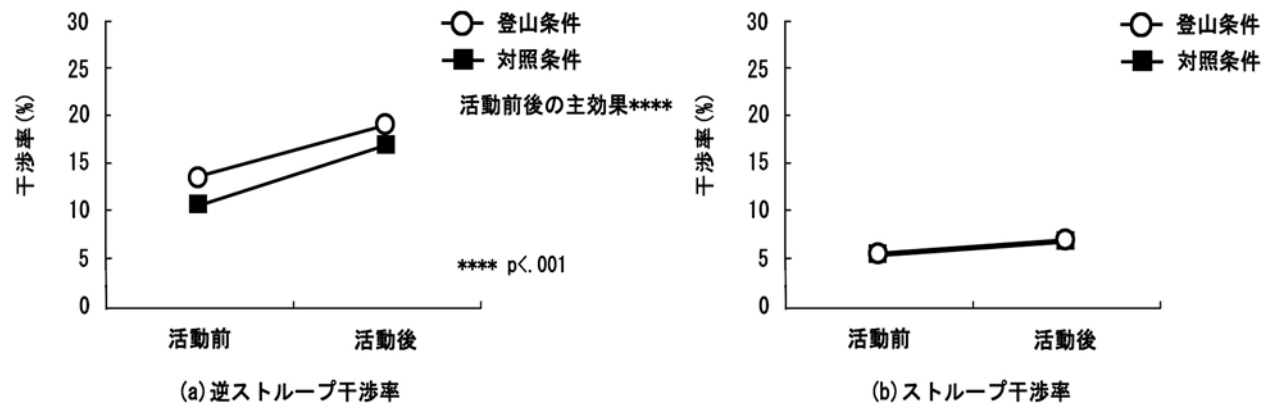


Figure 13 干渉率における活動条件×活動前後の平均値

(3) 心理的覚醒水準の変化

各項目の合計点からエネルギー覚醒と緊張覚醒の尺度得点を算出した。JUMACLの2種類の覚醒水準における、活動条件×活動前後の平均値を Figure 14 に示す。

エネルギー覚醒において分散分析の結果、活動条件の主効果 ($F(1,37) = 16.78, p < .001, \eta_p^2 = .31$)、活動前後の主効果 ($F(1,37) = 5.61, p < .05, \eta_p^2 = .13$)、活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 4.87, p < .05, \eta_p^2 = .12$) が有意であった。交互作用が有意であったので、活動条件の下位検定を行ったところ、活動前では対照条件よりも登山条件のエネルギー覚醒が高い傾向があり ($F(1,74) = 3.86, p < .10, \eta_p^2 = .05$)、活動後では登山条件の方が有意に高かった ($F(1,74) = 21.19, p < .001, \eta_p^2 = .22$)。次に、活動前後の下位検定を行ったところ、登山条件では活動前後でエネルギー覚醒に差がなかった一方 ($F(1,37) = 0.01, p = .91, \eta_p^2 = .0003$)、対照条件では講義前よりも講義後の方が有意に低かった ($F(1,37) = 10.47, p < .005, \eta_p^2 = .22$)。

緊張覚醒において分散分析の結果、活動条件の主効果 ($F(1,37) = 4.82, p < .05, \eta_p^2 = .12$) と活動条件×活動前後の交互作用 ($F(1,37) = 5.06, p < .05, \eta_p^2 = .12$) が有意であった。活動前後の主効果は有意ではなかった ($F(1,37) = 0.17, p = .69, \eta_p^2 = .004$)。交互作用が有意であったので、活動条件の下位検定を行ったところ、活動前では活動条件で緊張覚醒に差がなかった一方 ($F(1,74) = 0.26, p = .62, \eta_p^2 = .0003$)、活動後では対照条件よりも登山条件の方が有意に高かった ($F(1,74) = 9.54, p < .005, \eta_p^2 = .11$)。次に、活動前後の下位検定を行ったところ、登山条件では活動前後で緊張覚醒に差がなかった一方 ($F(1,37) = 1.70, p = .20, \eta_p^2 = .04$)、対照条件では講義前よりも講義後の方が低い傾向があった (F

(1,37) = 3.53, $p < .10$, $\eta_p^2 = .08$)。

(4) 心理的覚醒水準と新ストループ検査 II の相関

新ストループ検査 II のそれぞれの指標において、活動後から活動前の値を引き、活動前後の変化量を算出した。算出した変化量を用いて、心理的覚醒水準と新ストループ検査 II の相関分析 (Pearson の相関係数) を行った。エネルギー覚醒の変化量と新ストループ検査 II (課題 1, 課題 2, 課題 3, 課題 4, 逆ストループ干渉率, ストループ干渉率) の変化量との間に有意な相関はみられなかった (順に, $r = -.25$; $r = -.21$; $r = .14$; $r = .01$; $r = -.11$; $r = .14$)。また、緊張覚醒の変化量と新ストループ検査 II の変化量との間にも有意な相関はみられなかった (順に, $r = .09$; $r = .15$; $r = .27$; $r = .10$; $r = -.05$; $r = .16$)。

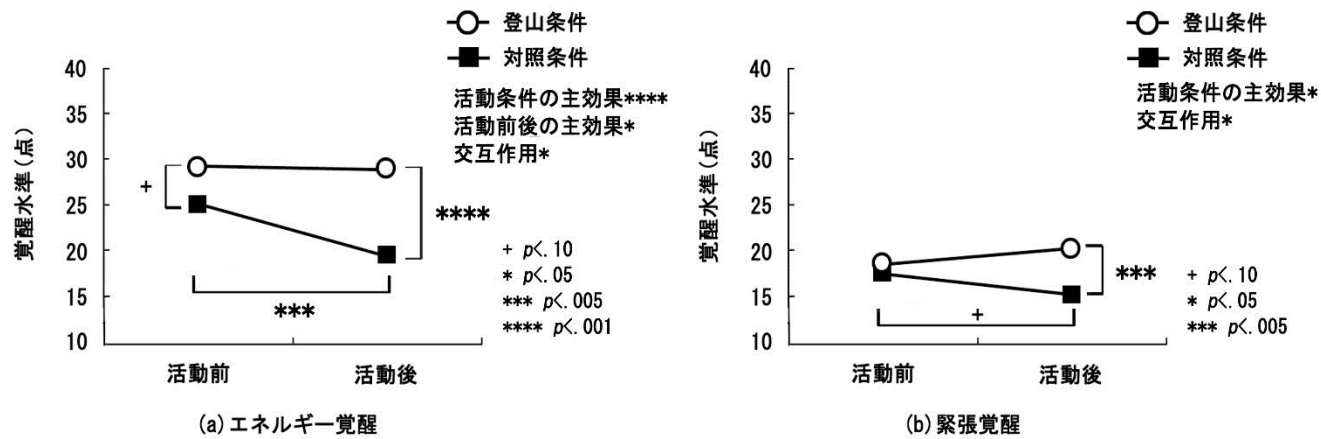


Figure 14 心理的覚醒水準における活動条件 × 活動前後の平均値

考察

本研究では、長時間の運動がストループ・逆ストループ干渉に対してどのように影響を及ぼすのかを検討することを目的に、登山を例として実験を行った。また、本研究では心理的覚醒水準の指標として JUMACL (白澤ら, 1999) を実施し、登山が心理的覚醒水準に及ぼす効果を測定すると同時に、心理的覚醒水準がストループ・逆ストループ干渉に影響を与えるのかも検討した。以下、対照条件 (座学講義) と比較しながら結果を考察する。

(1) 登山がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

登山条件では 4 種類の課題全てにおいて登山後に正答数の増加がみられた。この結果は、運動後に認知機能が向上することを示した先行研究に一致する (Hogervorst et al. 1996; Lichtman & Poser, 1983; Sibley et al., 2006)。しかし、本研究では運動を行っていない対照条件でも講義後に登山条件と同様の正答数の増加がみられ、活動前、活動後ともに両条件間に有意な差はなかった。本研究と同様に、実験参加者間で運動群 (ジョギングや他のスポーツを含む 45 分の運動) と趣味活動群 (1 時間ほどのペインティングや写真, タイピングなどの活動) の活動前後のストループ課題の成績を比較した Lichtman & Poser (1983) では、趣味活動群には 3 種類の課題 (語の読み課題, 色の命名課題, ストループ干渉課題) の成績に変化が認められず、運動群のみ全ての課題成績が向上したことが示されている。新ストループ検査 II は安静時に反復実施 (5 日間隔で 5 回) すると干渉率は変化しないが、全ての課題において反復回数を重ねるごとに正答数が増加する練習効果があることが確認されている (景山ら, 2010)。本研究では活動前、活動後ともに活動条件による差がなかったことから、登山条件でみられた課題正答数

の増加は運動による認知機能の向上ではなく、検査の繰り返しによる練習効果によるものであると考えられる。これらの結果から、登山は新ストロープ検査 II の 4 種類の課題に影響を与えないことが示された。

また、干渉率についても活動条件による差はなく、両条件とも逆ストロープ干渉率は活動後に上昇し、ストロープ干渉率は活動前後で変化がなかった。本研究において反復実施の結果、逆ストロープ干渉率が増加した（色属性からの干渉制御が低下した）ことは、干渉率に練習効果はないことを示した景山ら（2010）の結果と矛盾するが、本研究の反復間隔は最大で 4 時間であり、景山ら（2010）の 5 日間隔よりもはるかに短い点が異なっている。

また、ラグビー試合について検討した実験 6 でも干渉率に練習効果はみられなかったが、実験 6 の実験参加者は本実験までに 2 回以上の検査経験があり、本実験が初めての実施であった本研究の参加者とは検査経験が異なっている。これは、初回実施でかつ、短い時間間隔で検査を反復実施すると干渉率が増加する可能性を示唆している。本研究において活動後に逆ストロープ干渉率に上昇がみられたが、活動条件による差がなかったことから登山は新ストロープ検査 II の 2 種類の干渉率にも影響を与えないことが示された。

実験 6 において 90 分に及ぶ激しい運動であるラグビー試合前後ではストロープ干渉課題（課題 4）のみ統制条件と同程度の練習効果がみられたが、その他の課題では練習効果がみられず課題成績の低下が示されている。その一方で、本研究でとりあげた登山はラグビー試合以上の長時間の運動であるが、いずれの課題にも成績の低下はみられなかった。これらの結果から、すべての 60 分を超える長時間の運動が課題成績を低下させるわけではないことが示された。

(2) 登山が心理的覚醒水準に及ぼす影響

卓球ダブルス（松本ら，2008）や韓国伝統舞踊（Cha et al., 2008）では，共通して活動後にエネルギー覚醒が上昇したが，本研究の登山条件ではエネルギー覚醒に活動前後で変化がみられなかった。これには，活動前の覚醒水準の高さが影響していると考えられる。活動前の登山条件のエネルギー覚醒は対照条件よりも高い傾向があった。これは登山条件のエネルギー覚醒が通常よりも高い水準であったことを示している。このため登山を行ってもそれ以上上昇しなかったと考えられる。活動後では対照条件のエネルギー覚醒が低下した一方，登山条件では変化がなく，高い水準が維持されている。この結果は，運動にはエネルギー覚醒を高い水準に維持する効果があることを示唆している。また，緊張覚醒については活動前に活動条件による差はなく，活動後では対照条件において緊張覚醒が低下する傾向があった一方，登山条件では変化がなく，統制条件よりも登山条件の緊張覚醒が高かった。この結果は，登山には緊張覚醒を低下させる効果はないことを示している。

(3) 心理的覚醒水準がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響

認知機能と特に関わりが深いと考えられるエネルギー覚醒は，活動前，活動後とも対照条件よりも登山条件の方が高く，白澤ら（1999）の結果から考えると，エネルギー覚醒の高い登山条件の方が対照条件よりも認知課題の成績が高くなることが予想される。しかし，新ストループ検査 II の 4 種類の課題と 2 種類の干渉率に活動条件による差はみられなかった。また，活動前後で心理的覚醒水準が変化することが新ストループ検査 II の課題成績に影響を及ぼすことも予測されたが，心理的覚醒水準の変化量と新ストループ検査 II の変化量の間には有意な相関はみられなかった。これらの結果から，心理的覚醒水準（エネルギー覚醒，緊張覚醒）

は新ストループ検査 II で測定される選択的注意（課題 2，課題 4，逆ストループ干渉率，ストループ干渉率）や情報の変換（課題 1，課題 3）といった認知機能に影響を及ぼさないことが示された。

(4) 生理的状態が認知機能に及ぼす影響

本研究において、すべての長時間の運動が課題成績を低下させるわけではないことが示された。しかし、先行研究で示された促進効果もみられず、また、実験 6 のラグビー試合前後で示されたストループ干渉制御の優位性もみられなかった。これには、運動が終了してから認知課題を実施するまでの遅延時間中に生じた生理的状態の変化が影響している可能性がある。Tomprowski (2003) は、激しい運動である無酸素運動でも認知機能が低下しないのは、運動後、身体的疲労から急速に回復しているからではないかと指摘している。また、運動と認知機能に関する文献をメタ分析した Chang, Labban, Gapin, & Etnier (2012) では、遅延時間と運動強度の組み合わせによって運動が認知機能に及ぼす効果が異なることが示されている。本研究では、下山して約 10 分の休憩をとった後、約 5 分程度質問紙に回答してから認知課題を行っているため、その間に身体的疲労からの回復、もしくは登山で上昇していた身体的覚醒水準の低下が起これば、課題成績に変化がなかった可能性がある。

実験 6 で実施したラグビー試合を対象にした実験も、運動が終了してから認知課題を実施するまでの遅延時間は本研究と同じ約 15 分であるが、本研究の登山とは異なり、課題成績の低下がみられた。脱水によって認知機能が低下することを示した Cian et al. (2001) は、脱水状態になるとストレスホルモンのコルチゾールが分泌され、それが短期記憶課題の成績を低下させた可能性を指摘している。本研究の登山においては、測定はしていないものの、脱水が生じにくいように十分な水分補給を行

っていた。実験 6 では，ラグビー試合中の脱水によってコルチゾールが分泌されており，試合終了後約 15 分の遅延時間ではコルチゾール量が低下しなかったために課題成績が低下した可能性が考えられる。

第四章 全体的考察

第1節 実験結果のまとめ

本研究ではストループ干渉と逆ストループ干渉をマッチング反応という同じ反応様式で測定できる新ストループ検査 II を用いて、ストループ干渉と逆ストループ干渉の特徴を明らかにした。

第一章では、新ストループ検査 II の課題条件がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討した。実験 1 では、新ストループ検査 II を構成する 4 種類の課題（課題 1：逆ストループ統制課題，課題 2：逆ストループ干渉課題，課題 3：ストループ統制課題，課題 4：ストループ干渉課題）の実施順序効果について検討した。その結果，どの順序で実施しても 4 種類の課題の正答数に大きな順序効果はなく，有意なストループ干渉と逆ストループ干渉が生起した。この結果は，言語情報から色情報への変換（課題 1 と課題 2），色情報から言語情報への変換（課題 3 と課題 4）が必要となる課題条件では干渉が生起するということであり，新ストループ検査 II におけるストループ・逆ストループ干渉の生起は，課題実施順序効果によるアーティファクトではないことが示された。しかし，正答数における課題実施順序効果は小さいものの，対応する統制課題と干渉課題（課題 1 と課題 2，課題 3 と課題 4）の間には小さな練習効果があり，課題実施順序によってストループ・逆ストループ干渉の大きさが変化することが示された。

実験 2 では，新ストループ検査 II の反応様式であるマッチング反応と，伝統的な反応様式である口頭反応を比較し，反応様式がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす効果を検討した。その結果，反応様式間で課題達成数をほぼ同じにした条件（実験 2a）でも，反応様式間で課題実施時間を同じにした条件（実験 2b）でも，先行研究（MacLeod, 1991）で示

されている反応様式に依存した両干渉の生起パターンが追認できた。つまり、口頭反応では、ストループ干渉のみが生起し、逆ストループ干渉は生起しない。マッチング反応では、両干渉が生起する。ストループ干渉はマッチング反応よりも口頭反応において干渉が大きかった。

第二章では、ストループ干渉・逆ストループ干渉に及ぼす発達・加齢の影響を検討した。実験 3 では、まだ明らかにされていなかった逆ストループ干渉の生涯発達変化を検討した。新ストループ検査 II を 7—89 歳に実施して分析したところ（分析対象は 7—86 歳）、マッチング反応で測定したストループ干渉と逆ストループ干渉は異なる生涯発達変化パターンを示すことが明らかになった。ストループ干渉は、口頭反応を用いて測定された先行研究 (Comalli et al., 1962; 浜・橋本, 1985) の生涯発達変化パターンと一致し、小学校の低学年で最も大きく、青年期にかけて減少し、老年期に再び増大した。一方で、逆ストループ干渉は小学校 2,3 年生では生起せず、青年期にかけて増大し、老年期になっても干渉は増大せず、青年期とほぼ変わらない水準を示すことが明らかになった。

実験 4 では、語の読み能力がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討するため、日本語を母語とする大学生を対象に日本語（読み能力が高い条件）と英語（読み能力が低い条件）で新ストループ検査 II を実施した。その結果、課題正答数は全ての課題において英語条件よりも日本語条件の方が多かった。つまり、読み能力が低くなると言語情報から色情報への変換も色情報から言語情報への変換も両方が遅くなることを示している。また、干渉の大きさについては、読み能力が低くなると言語情報が課題関連情報である逆ストループ干渉だけでなく、言語情報が課題非関連情報であるストループ干渉も干渉が増大すること

が明らかになった。

実験 5 では、色覚の低下がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討するため、大学生を対象に低色覚条件（高齢者水晶体疑似メガネ着用）と高色覚条件（メガネなし）で新ストループ検査 II を実施した。その結果、課題正答数は統制課題（課題 1 と課題 3）では差がなく、干渉課題（課題 2 と課題 4）のみ色覚の影響があり、低色覚条件よりも高色覚条件の正答数が多かった。言語情報と色情報間の変換過程に対する色覚低下の影響は干渉課題において課題負荷が増加したときのみ現れるため、実験 4 でみられた言語情報処理の低下ほど大きな影響はないと考えられる。また、干渉の大きさについては、色覚が低下すると色情報が課題関連情報であるストループ干渉だけでなく、色情報が課題非関連情報である逆ストループ干渉も干渉が増大することが明らかになった。実験 4 と実験 5 の結果から、マッチング反応において言語情報と色情報いずれか一方の情報処理が低下すると、それが課題関連情報であっても課題非関連情報であってもストループ干渉と逆ストループ干渉の両干渉が増大することが示された。

第三章では、同一実験参加者内で変化する身体的・心理的覚醒度がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討した。実験 6 では激しい運動がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討するため、ラグビー試合（ラグビー群）前後と座学講義（統制群）前後で新ストループ検査 II を実施した。その結果、統制群では全ての課題で活動前よりも活動後の正答数が多く、検査の繰り返しによる練習効果がみられた。一方、ラグビー群の課題正答数は、課題 1-3 では活動前後で正答数の増加はみられず、課題 4（ストループ干渉課題）のみ活動後に正答数が増加した。この結果から、激しい運動であっても、運動はストループ干

渉課題を促進することが示された。また，運動によって向上した干渉制御効果はストループ干渉に限定され，逆ストループ干渉には影響しないことが示された。しかし，ラグビー群では課題 1—3 に練習効果がみられなかったことから，ラグビーのような激しい運動はストループ干渉制御以外の課題成績を低下させる可能性が示唆された。

実験 7 では，長時間の運動がストループ・逆ストループ干渉に及ぼす影響を検討するため，約 4 時間の登山前後で新ストループ検査 II を実施した。登山は十分に水分補給と休憩を行い，無理のないペースで行った。その結果，登山後では全ての課題の正答数が増加した。登山後でみられた正答数の増加は，1 時間の座学講義後の増加量と変わらなかった。この結果から，すべての長時間の運動が課題成績を低下させるわけではないことが示された。また，心理的覚醒度の違いは新ストループ検査 II の課題成績や干渉率に影響を及ぼさないことが示された。登山後ではラグビー後でみられたストループ干渉課題の促進効果もみられなかった。これには運動強度や運動終了から認知課題実施までの遅延時間の効果が影響していると考えられる。

第2節 ストループ・逆ストループ干渉のメカニズム

以下では，本研究の結果に基づいてストループ・逆ストループ干渉のメカニズムについて考察する。

1. 表象変換とストループ・逆ストループ干渉

新ストループ検査 II は，ストループ干渉では色情報から言語情報，逆ストループ干渉では言語情報から色情報への表象変換が行われることによって干渉を生起するという変換説に基づいて作成された検査である。しかし，課題実施順序（実験 1），反応様式（実験 2），言語習熟度（実

験 4)、色覚 (実験 5) の実験結果は変換説のみでは説明ができないことが示された。また、生涯発達変化 (実験 3) では、変換を必要とする条件であるにも関わらず、小学校 2,3 年生では逆ストループ干渉が生じないという変換説に矛盾する結果が示された。変換を必要とする条件であっても逆ストループ干渉が生起しない結果や (実験 3)、変換を必要としない条件であっても逆ストループ干渉が生起する結果 (Blais & Besner, 2006; 2007) があることから、文字情報と色情報間の表象の変換自体が干渉の生起を決定づけているのではないことが示唆される。変換を必要としない条件よりも変換を必要とする条件で干渉が大きくなるのは、変換を必要とする条件では変換を必要としない条件よりも刺激—反応間の連合強度が弱くなる、もしくは、処理速度が遅くなることが影響していると考えられる。

2. ストループ干渉と逆ストループ干渉の違い

ストループ干渉と逆ストループ干渉は、課題非関連情報を抑制しながら課題関連情報の処理を遂行するという点は同じである。しかし、ストループ干渉と逆ストループ干渉は異なる生涯発達変化を示すこと (実験 3)、また、激しい運動の効果はストループ干渉に影響するが逆ストループ干渉には影響しないこと (実験 6) が示されたことから、両干渉は異なる認知機能を反映していることが示唆される。

ストループ干渉は、若い成人と比較して幼い子どもや高齢者で干渉が大きくなることから、抑制機能の未発達 (La Heij & Boelens, 2011) や加齢による低下 (Mathis, et al., 2009; Taylor, et al., 1996) を反映しているといわれている。逆ストループ干渉も、課題非関連情報を抑制しながら課題関連情報の処理を遂行するという点ではストループ干渉と同様に抑制機能が関わっていると考えられる。しかし、本研究の実験 3 では、

成人と比較して抑制機能が低いはずの小学校 2,3 年生で逆ストループ干渉が生起せず，若い成人と比較して抑制機能が低いはずの高齢者でも逆ストループ干渉の大きさは若い成人と変わらなかった。

抑制機能とは別に，若い成人と比較して小学校 2,3 年生では読み能力が低いこと，高齢者では色覚が低いことが逆ストループ干渉を小さくしている可能性が考えられたが，言語情報と色情報のいずれか一方の情報処理が低下すると両干渉とも干渉が大きくなることが示された（実験 4 と実験 5）。そのため，読み能力や色覚の要因からは，抑制機能が低いはずの小学校 2,3 年生や高齢者で逆ストループ干渉が生起しない，もしくは若い成人と変わらない水準であるという現象（実験 3）を説明できない。これらの結果は，ストループ干渉が抑制機能と強い関わりを持っている一方で，逆ストループ干渉は抑制機能以外の他の認知機能を反映している可能性がある。

また，激しい運動はストループ干渉には影響するが，逆ストループ干渉には影響しないという結果（実験 6）からも両干渉が異なる認知機能を反映していることが示唆される。運動は左脳の前頭前野背外側部（DLPFC）と前頭極（FP）の活動を亢進させる効果があり，これがストループ課題の成績向上に寄与しているといわれている（Byun et al, 2014; Yanagisawa et al., 2010）。新ストループ検査 II と同じ変換を必要とするマッチング反応遂行中の脳活動を fMRI で調べた研究では（Song & Hakoda, 2015），ストループ干渉に関わる脳部位は両側の中前頭回（BA9）と左下前頭回（BA9）であった一方，逆ストループ干渉では，両側の中前頭回（BA6, BA9, BA10），右内側前頭回（BA6, BA8, BA32），両側の下前頭回（BA9, BA45），両側の上前頭回（BA9, BA11），そして右帯状回（BA6, BA32）が関わっていることが報告されている。逆ストループ

干渉にはストループ干渉よりも広い範囲の脳活動が関わっており、さらに逆ストループ干渉は右脳のみ活性化がみられる部位があるため、左脳の前頭前野の活動を亢進する効果のある運動の影響が逆ストループ干渉にはみられなかったと考えられる。新ストループ検査 II で測定したストループ干渉と逆ストループ干渉の違いは、このような両干渉の神経生理学的基盤の違いを反映していると考えられる。

第3節 本研究のまとめ

本研究は、新ストループ検査 II で測定されるストループ干渉と逆ストループ干渉の特徴を明らかにし、両干渉の違いを検討することを目的とした。そのために、第一章では課題条件の影響（実験 1, 実験 2）について検討し、新ストループ検査 II で有意なストループ・逆ストループ干渉が生起することを確認した。第二章では発達・加齢の影響（実験 3, 実験 4, 実験 5）を検討し、マッチング反応で測定したストループ・逆ストループ干渉の生涯発達変化を明らかにした。第三章では、新ストループ検査 II を用いた応用的研究例として、一過性の運動が両干渉に及ぼす影響を検討し（実験 6, 実験 7）、激しい運動はストループ干渉のみに影響することを示した。

本研究で得られた主な結果は以下のものである。①言語情報と色情報との間で表象変換を行う課題でも、小学校 2, 3 年生では逆ストループ干渉が生じなかったことから、表象の変換自体は干渉生起を決定づけるものではない。②逆ストループ干渉の生涯発達変化はストループ干渉とは異なる、一過性の運動は逆ストループ干渉には影響せず、ストループ干渉課題のみ課題成績を向上させるという結果から、ストループ干渉と逆ストループ干渉は異なる認知機能を反映していることが示唆された。

第4節 新ストループ検査 II の応用可能性

本研究では健常者を対象に研究を行い、両干渉に違いがみられることを明らかにした。両干渉には違いがあることから、ストループ干渉に加えて逆ストループ干渉も同時に測定することで、認知の個人差をより多角的に把握することができると考えられる。本研究は健常者のみを対象としたが、この新ストループ検査 II は臨床場面でのアセスメントにも応用可能であると考えられる。

ストループ干渉は臨床場面において前頭葉の注意や干渉の抑制機能の測定に用いられており(小海, 2015), 健常群よりも神経変異性疾患や精神疾患などに罹患した臨床群の方が大きい干渉を示すことが知られている。一方で逆ストループ干渉は、ストループ干渉のように主要な測定ツールとして用いられてはいないものの、臨床場面においては逆ストループ干渉もストループ干渉と同様に、健常群よりも臨床群の方が大きい干渉を示すことが報告されている(例えば, アルツハイマー型認知症: Amieva, Lafont, Rouch-Leroyer, Rainville, Dartigues, Orgogozo & Fabrigoule, 2004; 統合失調症: 佐々木・箱田・山上, 1993)。

これらの両干渉を測定した研究では、ストループ干渉と逆ストループ干渉のどちらか一方のみで健常群と臨床群の違いがみられる結果がある。まず、ストループ干渉のみに違いがみられた結果について述べる。統合失調症患者に口頭反応を求めるとストループ干渉率が健常者よりも高かった(Hepp, Maier, Hermle & Spitzer, 1996)。また、統合失調症患者にキー押し反応を求めると、ストループ干渉率に差はなかったが、ストループ干渉課題のエラー率は健常者よりも高かった(Chen, Wong, Chen & Au, 2001)。

パーキンソン病患者を対象に口頭反応でスイッチ課題を実施した実験では、逆ストループ干渉課題の反応時間にはスイッチの主効果しかみられず健常者との間に差はなかったが、ストループ干渉課題では、健常者と比べて患者群でスイッチによる干渉が増大していた。スイッチの効果が認知負荷の高いストループ干渉のみでみられたことから、パーキンソン病患者は内的コントロールが障害されているのではなく、注意容量が減少していると述べられている (Woodward, Bub & Hunter, 2002)。

Ikeda, Okuzumi & Kokubun (2013) は、健常児 (76—164 ヶ月) を対象として、ADHD 評価スケール IV (DuPaul, Power, Anastopoulos, & Reid, 1998 市川・田中訳 2008) と変換を必要とするマッチング反応で測定した両干渉との相関を検討した。ADHD 評価スケール IV は DSM-IV を基にして作成された ADHD の診断尺度であり、ADHD の総合得点と二つの下位尺度 (不注意症状, 多動性—衝動性症状) が算出される。学校生活における過去 6 ヶ月の児童の行動を担当教師が評価した。その結果、ADHD 評価スケール IV の得点と逆ストループ干渉率には有意な相関がみられなかったが、ストループ干渉率には有意な正の相関がみられた。

次に、逆ストループ干渉のみに違いがみられた研究について述べる。統合失調症患者に口頭反応を求めると、干渉量は両干渉とも患者群で大きかったが、干渉率 (この研究では、不一致刺激の反応時間を統制課題の反応時間で割ったもの) は逆ストループ干渉のみにグループ間の差がみられた (Abramczyk et al., 1983)。

ADHD の中でも不注意型の児童を対象にした実験では、変換を必要とするマッチング反応で逆ストループ干渉率は健常児よりも ADHD 児で大きかった (Song & Hakoda, 2011)。また、Yasumura, Kokubo,

Yamamoto, Yasumura, Nakagawa, Kaga, Hiraki & Inagaki (2014) は ADHD 児と健常児に加えて自閉症児にも変換を必要とするタッチパネル反応を実施した。その結果、グループ間で差がみられたのは逆ストロープ干渉のみで ADHD 児が健常児や自閉症児よりも大きかった。

これらの研究から、臨床場面でもストロープ干渉と逆ストロープ干渉には違いがあることが示唆される。しかし、これらの研究は、それぞれ反応様式や変換の必要の有無など、干渉の大きさに影響を及ぼす検査の課題条件が異なっているため、研究間の結果を単純に比較することはできない。ストロープ干渉のみに健常群との違いが見られた研究は口頭反応であり (Hepp et al., 1996; Woodward et al., 2002), 逆ストロープ干渉課題では変換を必要としない。また、キー押し反応を使用した Chen et al. (2001) では、キーにラベルがついていないため、実験参加者は反応キーを色名单語で覚えており、変換を必要としなかった可能性がある。唯一、口頭反応で逆ストロープ干渉に健常者との差がみられた Abramczyk et al. (1983) の研究では、4種類の課題を2回ずつ行うという通常とは異なる手続きをとっており、健常者でも口頭反応で逆ストロープ干渉が生起していた。これは、課題を繰り返すことによる練習効果が結果に影響を与えていることを示しており、通常の手続きで得られた結果とは分けて考える必要がある。

ストロープ干渉のみに違いがみられた研究では、逆ストロープ干渉が生じにくい条件であったため床効果が起こり、健常群と臨床群との差が検出しにくくなっている可能性がある。そのため、これらの研究で得られた臨床群と健常群の差がストロープ干渉に特有なものであるかは不明である。一方、逆ストロープ干渉のみに健常群と臨床群との違いがみられた研究では (Song & Hakoda, 2011; Yasumura et al., 2014), 両干渉

とも変換を必要とする課題で測定されている。そのため、ADHD児で健常児や自閉症児よりも高い干渉がみられたという結果は、逆ストループ干渉に特有の結果であると考えられる。

また、逆ストループ干渉のみがADHDと関連を示したという結果は、ADHD得点と相関があるのはストループ干渉のみであったという Ikeda et al. (2013) の結果と矛盾する。しかし、Ikeda et al. (2013) が対象としたのは健常児であるため、この研究間の矛盾は実験参加者の脳機能に依存する質的な差を反映したものであることが示唆される。これらの結果から、ストループ干渉よりも逆ストループ干渉のほうが健常群と臨床群の差異の検出に適していることが示唆される。

これらの知見から、臨床場面のアセスメントにおいて、①ストループ干渉と同時に逆ストループ干渉も同じ方法で測定すること、及び②逆ストループ干渉は、干渉が生起しやすい変換のあるマッチング反応で測定することが重要であるといえる。今後、新ストループ検査 II を臨床場面のアセスメントに応用するためには、これらの条件を満たした検査データを蓄積する必要があるだろう。

引用文献

- Abramczyk, R. R., Jordan, D. E., & Hegel, M. (1983). "Reverse" Stroop effect in the performance of schizophrenics. *Perceptual and Motor Skills, 56*, 99-106.
- 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.
- Akutsu, H., Legge, G. E., Ross, J. A., & Schuebel, K. J. (1991). Psychophysics of reading -X. Effects of age-related-changes in vision. *Journals of Gerontology, 46*, 325-331.
- Anstey, K. J., Dain, S., Andrews, S., & Drobny, J. (2002). Visual abilities in older adults explain age-differences in Stroop and fluid intelligence but not face recognition: Implications for the vision-cognition connection. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 9*, 253-265.
- 荒井弘和・竹中晃二・岡浩一朗・堤敏彦(2002). 一過性のストレングス・エクササイズが感情に与える影響——サイクリングに伴う経時変化との比較—— *スポーツ心理学研究, 29*, 21-29.
- Ben-David, B. M., & Schneider, B. A. (2009). A sensory origin for color-word Stroop effects in aging: A meta-analysis. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 16*, 505-534.
- Ben-David, B. M., & Schneider, B. A. (2010). A sensory origin for color-word stroop effects in aging: simulating age-related

- changes in color-vision mimics age-related changes in Stroop. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *17*, 730-746.
- Blais, C., & Besner, D. (2006). Reverse stroop effects with untranslated responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *32*, 1345-1353.
- Blais, C., & Besner, D. (2007). A reverse Stroop effect without translation or reading difficulty. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 466-469.
- Byun, K., Hyodo, K., Suwabe, K., Ochi, G., Sakairi, Y., Kato, M., Dan, I., & Soya, H. (2014). Positive effect of acute mild exercise on executive function via arousal-related prefrontal activations: An fNIRS study. *NeuroImage*, *98*, 336-345.
- Cha, O., Hakoda, Y., Matsumoto, A., Kim, J., Kim, S., & Takushima, A. (2008). The effects of Korean folk dance exercise on psychological mood and α -amylase activity. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women*, *22*, 133-139.
- Chen, E. Y. H., Wong, A. W. S., Chen, R. Y. L., & Au, J. W. Y. (2001). Stroop interference and facilitation effects in first-episode schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *48*, 29-44.
- Cian, C., Barraud, P.A., Melin, B., & Raphel, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology*, *42*, 243-251.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The

- effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101.
- Cohen, I., Mitchell, D., Seider, R., Kahn, A., & Phillips, F. (1981). The effect of water deficit on body temperature during rugby. *South African Medical Journal*, 60, 11-14.
- Comalli, P. E. J., Wapner, S., & Werner, H. (1962). Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood, and aging. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 100, 47-53.
- Corbitt, J. R. (1978). Cognitive organization for words and colors as related to reading ability level: A developmental approach. (Doctoral dissertation, University of Wyoming, 1977). *Dissertation Abstracts International*, 38, 4501-B.
- Dalrymple-Alford, E. C., & Budayr, B. (1966). Examination of some aspects of the Stroop Color-Word Test. *Perceptual and motor skills*, 23, 1211-1214.
- Dunbar, K., & Macleod, C. M. (1984). A horse race of a different color: Stroop interference patterns with transformed words. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 10, 622-639.
- DuPaul, G. J., Power, T. J., Anastopoulos, A., & Reid, R. (1998). ADHD Rating Scale-IV: Checklists, norms, and clinical interpretation. New York: Guilford.
- (デュポール, G. J., パワー, T. J., アナストポウロス, A., & リード, R. 市川宏伸・田中康雄 (監修) (2008). 診断・対応のための

ADHD 評価スケール ADHD-RS (DSM 準拠) ——チェックリスト, 標準値とその臨床的解釈—— 明石書店)

Durgin, F. H. (2000). The reverse Stroop effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 121-125.

Durgin, F. H. (2003). Translation and competition among internal representations in a reverse Stroop effect. *Perception & Psychophysics*, 65, 367-378.

Durgin, F. H., Doyle, E., & Egan, L. (2008). Upper-left gaze bias reveals competing search strategies in a reverse Stroop task. *Acta Psychologica*, 127, 428-448.

Dyer, F. N., & Severance, L. J. (1972). Effects of irrelevant colors on reading of color names: A controlled replication of the "reversed Stroop" effect. *Psychonomic Science*, 28, 336-338.

Everatt, J. (1997). The abilities and disabilities associated with adult developmental dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 20, 13-21.

Farnsworth, D. (1943). The Farnsworth-Munsell 100-Hue and Dichotomous Tests for Color Vision. *Journal of the Optical Society of America*, 33, 568-578.

Flowers, J. H. (1975). "Sensory" interference in a word-color matching task. *Perception & Psychophysics*, 18, 37-43.

Glaser, M. O., & Glaser, W. R. (1982). Time course analysis of the Stroop phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 875-894.

Glaser, W. R., & Dolt, M. O. (1977). A functional model to localize the

- conflict underlying the stroop phenomenon. *Psychological Research*, *39*, 287-310.
- Gumenik, W. E., & Glass, R. (1970). Effects of reducing the readability of the words in the Stroop Color-Word Test. *Psychonomic Science*, *20*, 247-248.
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1990). 集団用ストロープ・逆ストロープテスト——反応様式, 順序, 練習の効果——教育心理学研究, *38*, 389-394.
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1991). 「新ストロープ検査」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, *5*, 69-81.
- 箱田裕司・渡辺めぐみ(2005). 新ストロープ検査 II. トーヨーフィジカル
- Hakoda, Y., Watanabe, M., & Matsumoto, A. (2007). The English version of Stroop and Reverse-Stroop Test II. Fukuoka: Toyo Physical.
- 浜 治世・橋本 恵以子 (1985). Stroop Color-Word Test によるコンフリクトの発達的研究 心理学研究, *56*, 175-179.
- Hepp, H. H., Maier, S., Hermle, L., & Spitzer, M. (1996). The Stroop effect in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, *22*, 187-195.
- Hintzman, D. L., Carre, F. A., Eskridge, V. L., Owens, A. M., Shaff, S. S., & Sparks, M. E. (1972). " Stroop" effect: Input or output phenomenon? *Journal of Experimental Psychology*, *95*, 458.
- Hock, H. S., & Egeth, H. (1970). Verbal interference with encoding in a perceptual classification task. *Journal of Experimental*

Psychology, 83, 299.

Hogervorst, E., Riedel, W., Jeukendrup, A., & Jolles J. (1996). Cognitive performance after strenuous physical exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 83, 479-488.

池田智子・松見法男・森敏昭 (1994). 英語-日本語間で生じる言語内・言語間ストロープ効果の検討 ―― 大学生と中学生の比較 ―― 発達心理学研究, 5, 31-40.

Ikeda, Y., Hirata, S., Okuzumi, H., & Kokubun, M. (2010). Features of Stroop and Reverse-Stroop interference: Analysis by response modality and evaluation. *Perceptual and motor skills*, 110, 654-660.

Ikeda, Y., Okuzumi, H., & Kokubun, M. (2013). Stroop/reverse-Stroop interference in typical development and its relation to symptoms of ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 2391-2398.

石王敦子・梅本堯夫 (1991). 幼児における単語の認知過程 ―― ストロープ課題による検討 ―― 発達研究, 7, 135-143.

Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. J. (1966). The Stroop Color-Word Test: A review. *Acta Psychologica*, 25, 36-93.

景山望・箱田裕司・小沢浩二 (2010). 長期間の高圧環境暴露が認知能力に及ぼす影響 認知心理学研究, 8, 63-72.

小海宏之 (2015). 神経心理学的アセスメント・ハンドブック 金剛出版

La Heij, W., & Boelens, H. (2011). Color-object interference: Further tests of an executive control account. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 156-169.

- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: A meta-regression analysis. *Brain Research, 1341*, 12-24.
- Lichtman, S., & Poser, E. G. (1983). The effects of exercise on mood and cognitive functioning. *Journal of Psychosomatic Research, 27*, 43-52.
- Logan, G. D., & Zbrodoff, N. J. (1998). Stroop-type interference: Congruity effects in color naming with typewritten responses. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24*, 978-992.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological bulletin, 109*, 163-203.
- MacLeod, C. M., & Dunbar, K. (1988). Training and Stroop-like interference: evidence for a continuum of automaticity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 14*, 126-135.
- Magen, H., & Cohen, A. (2007). Modularity beyond perception: Evidence from single task interference paradigms. *Cognitive Psychology, 55*, 1-36.
- Martin, M. (1981). Reverse Stroop effect with concurrent tasks. *Bulletin of the Psychonomic Society, 17*, 8-9.
- Mathis, A., Schunck, T., Erb, G., Namer, I., & Luthringer, R. (2009). The effect of aging on the inhibitory function in middle-aged subjects: a functional MRI study coupled with a color-matched

- Stroop task. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 24, 1062-1071.
- 松本亜紀・宅島章・箱田裕司 (2008). 日本語版 UWIST 気分チェックリスト (JUMACL) の緊張覚醒, エネルギー覚醒に及ぼすスポーツの効果——卓球ダブルスを例として——九州大学心理学研究, 9, 1-7.
- 松本亜紀・箱田裕司・渡辺めぐみ(2010). 心理検査が気分の変化に及ぼす効果 第14回日本情報ディレクトリ学会全国大会研究報告予稿集, 35-38.
- Melara, R. D., & Algom, D. (2003). Driven by information: A tectonic theory of Stroop effects. *Psychological Review*, 110, 422-471.
- Monk, T. H. (1989). A visual analog scale technique to measure global vigor and affect. *Psychiatry Research*, 27, 89-99.
- Morton, J., & Chambers, S. M. (1973). Selective attention to words and colours. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 387-397.
- Nguyen-Tri, D., Overbury, O., & Faubert, A. (2003). The role of lenticular senescence in age-related color vision changes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 44, 3698-3704.
- Pokorny, J., Smith, V. C., & Lutze, M. (1987). Aging of the human lens. *Applied Optics*, 26, 1437-1440.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In Solso RL (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium* (pp.55-85). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Pritchatt, D. (1968). An investigation into some of the underlying associative verbal processes of the Stroop colour effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *20*, 351-359.
- Salo, R., Henik, A., & Robertson, L. C. (2001). Interpreting Stroop interference: An analysis of differences between task versions. *Neuropsychology*, *15*, 462-471.
- 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.
- Schadler, M., & Thissen, D. M. (1981). The development of automatic word recognition and reading skill. *Memory & Cognition*, *9*, 132-141.
- Schiller, P. H. (1966). Developmental study of color-word interference. *Journal of Experimental Psychology*, *72*, 105-108.
- 白澤早苗・石田多由美・箱田裕司・原口雅浩 (1999). 記憶検索に及ぼすエネルギー覚醒の効果 基礎心理学研究, *17*, 93-99.
- Sibley, B. A., Etnier, J. L., & Le Masurier, G. C. (2006). Effects of an acute bout of exercise on cognitive aspects of Stroop performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *28*, 285-299.
- 嶋田博行(1994). ストロープ効果——認知心理学からのアプローチ—— 培風館
- 宋永寧・箱田裕司 (2011). パソコンを用いた新ストロープ・逆ストロープテストの作成および実施効果 認知心理学研究, *9*, 19-26.
- Song, Y., & Hakoda, Y. (2011). An asymmetric Stroop/reverse-Stroop

- interference phenomenon in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, *15*, 499-505.
- Song, Y., & Hakoda, Y. (2015). An fMRI study of the functional mechanisms of Stroop/reverse-Stroop effects. *Behavioural Brain Research*, *290*, 187-196.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662.
- Sugg, M. J., & McDonald, J. E. (1994). Time course of inhibition in color-response and word-response versions of the Stroop task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *20*, 647-675.
- 瀧ヶ崎隆司(2009). 登山中及び下山後の登山者の心理状態に関する研究 日本工業大学研究報告, *39*, 827-833.
- Taylor, S. F., Kornblum, S., & Tandon, R. (1996). Facilitation and interference of selective attention in schizophrenia. *Journal of Psychiatric Research*, *30*, 251-259.
- Tomporowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, *122*, 297-324.
- Uleman, J. S., & Reeves, J. (1971). A reversal of the Stroop interference effect, through scanning. *Perception & Psychophysics*, *9*, 293-295.
- Virzi, R. A, & Egeth, H. E. (1985). Toward a translational model of Stroop interference. *Memory & Cognition*, *13*, 304-319.
- Williams, E. (1977). The effects of amount of information in the Stroop color word test. *Perception & Psychophysics*, *22*,

463-470.

Woodward, T. S., Bub, D. N., & Hunter, M. A. (2002). Task switching deficits associated with Parkinson's disease reflect depleted attentional resources. *Neuropsychologia*, *40*, 1948-1955.

Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y., & Soya, H. (2010). Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *NeuroImage*, *50*, 1702-1710.

Yasumura, A., Kokubo, N., Yamamoto, H., Yasumura, Y., Nakagawa, E., Kaga, M., Hiraki, K., & Inagaki, M. (2014). Neurobehavioral and hemodynamic evaluation of Stroop and reverse Stroop interference in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Brain and Development*, *36*, 97-106.

Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, *18*, 459-482.

横山和仁 (1994). 日本語版 POMS の手引き 金子書房

謝辞

たくさんの方々のご指導，ご支援により，本論文の作成を行うことができました。まず，学位論文審査の主査をお引き受けくださり，ご指導くださった九州大学教授 中村知靖先生に心より感謝申し上げます。中村先生には折に触れ気にかけていただき，ご指導と励ましをいただきました。

京都女子大学教授 箱田裕司先生には，私が修士課程に入学し，博士後期課程を単位取得退学するまで指導教員としてご指導をいただきました。その後も箱田先生には今日に至るまでたくさんの温かいご指導と励ましをいただきました。本論文の作成にあたっては，ご多忙中にもかかわらず，丁寧にご指導をいただき，副査をお引き受けくださいました。心より感謝申し上げます。

九州大学教授 黒木俊秀先生，准教授 光藤宏行先生は，お忙しい中，副査をお引き受けくださり，本論文に貴重なご意見をくださいました。心より感謝申し上げます。

九州大学大学院学術共同研究員 渡辺めぐみ先生，筑紫女学園大学准教授 榊祐子先生には，研究への示唆をいただくとともに，論文執筆の後押しをしていただきました。ありがとうございます。九州共立大学の先生方には，私が学位論文の執筆に専念できるようご配慮くださるとともに励ましをいただきました。心より感謝申し上げます。

また，これまでご指導いただいた先生方，研究室の皆さま，実験にご協力くださった皆様に心より感謝申し上げます。

最後になりましたが，私の研究生活を自分のことのように心配し，また喜んでくれた家族，親族，友人たちに心から感謝致します。