

## 集団版新ストループ検査Iにおけるストループ・逆ストループ干渉率の発達的变化

渡辺, めぐみ  
九州大学大学院人間環境学府

箱田, 裕司  
九州大学大学院人間環境学研究院

松本, 亜紀  
福岡大学

<https://doi.org/10.15017/20075>

---

出版情報 : 九州大学心理学研究. 12, pp.41-50, 2011-03-31. 九州大学大学院人間環境学研究院  
バージョン :  
権利関係 :

# 集団版新ストロープ検査 I におけるストロープ・逆ストロープ干渉率の発達的变化<sup>1, 2</sup>

渡辺めぐみ 九州大学大学院人間環境学府  
箱田 裕司 九州大学大学院人間環境学研究院  
松本 亜紀 福岡大学

## Group Version of the Stroop and Reverse-Stroop Test: An Asymmetric developmental trait in two kinds of interference

Megumi Watanabe (*Graduate School of Human-Environment Studies, Kyusyu University*)

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

Aki Matsumoto (*Faculty of Humanities, Fukuoka University*)

A group version of Stroop and reverse-Stroop color-word test, which used matching tasks, was produced by Hakoda and Sasaki (1990). By using the New Stroop Test I, this study examined the developmental changes and gender differences of the Stroop and reverse-Stroop interference. Two-thousand seven-hundred forty five participants (male, 1186, female, 1559) took part in the new Stroop test I. Results were analyzed for 15 different age groups. In two interferences, we did not find a consistent pattern of gender differences through all age groups. For Stroop interference, developmental changes were similar to those obtained in previous studies. In contrast, reverse stroop interference achieved maximum value in groups of 7-8 and 8-9 years of age and decreased with aging disappearing in age group of 70-92. We discussed that the asymmetric trait of two kinds of interference showed that each type of interference was based on a different cognitive mechanism. The new stroop test I might be a valuable tool to the researcher as a measure of individual difference in various aspects of cognitive control.

**Key Words:** group version of the Stroop and reverse-Stroop Test, Stroop and reverse-stroop interference, developmental trait, gender difference.

## 目 次

### はじめに

本研究は、箱田・佐々木 (1990) が開発した新ストロープ検査 から得られる指標の発達の特徴を明らかにすることを目的としている。新ストロープ検査 の特徴は集団で実施でき、小学生から老人までストロープ・逆ストロープ干渉を同時に簡便に測定できる点にある。これらの特徴をもつテストの有用性・必要性を明らかにするため、これまでのストロープ・逆ストロープ研究をふりかえりたい。

### 幅広いストロープ干渉研究

Stroop Color-Word Test (SCWT) (Stroop, 1935) は、

世界的に最もよく知られている選択的注意力の指標の一つである。オリジナルな SCWT は三種類のカードから構成されている。黒インクで書かれた色名単語が 100 個印刷された A カード、色のついた正方形 (色パッチ) が 100 個印刷された B カード、不一致のインクの色で書かれた色名単語が 100 個印刷された C カードである。B カードと C カードでインクの色を読み上げ (色の命名) を求めると、B カードと比べて C カードの反応時間が大きく遅延した。このように色の命名が不一致の単語情報からの干渉を受ける効果はストロープ干渉 (Stroop interference) と呼ばれている。ストロープ干渉とは逆に、単語の読みが不一致の色情報からの干渉を受ける効果は逆ストロープ干渉 (reverse-Stroop interference) と呼ばれている。Stroop (1935) は A カードと C カードで単語の読みを求めると両者の反応時間はほとんど変わらず、干渉効果はみられないことを報告していることから、逆ストロープ干渉は生起しないと考えられてきた。

ストロープ干渉の存在が発表されて以来これまで、反応様式や色文字刺激にバリエーションのあるものを含め

<sup>1</sup> 本研究の結果の一部は日本心理学会第 64 回大会、2000 年 11 月において、発表し討論された。

<sup>2</sup> 謝辞：本研究の小学生への検査実施にあたり、小学校教諭 藤井貞子先生に協力を得た。ここに感謝いたします。中学生・高校生への検査実施にあたり、養護教諭 廣瀬菜々子先生 スクールカウンセラー 木村正治先生に協力を得た。ここに感謝いたします。

ると、ストループ干渉に関わる研究は膨大になされ続けている。それらを大別すると、注意のメカニズムを明らかにするための刺激材料としてストループ課題を用いる研究、個人差の指標としてストループ干渉を用いる研究、そしてストループ干渉そのものを研究する研究の3つに分けられる。注意のメカニズムを研究する領域では、選択的注意のコントロールを妨害刺激への反応を抑制し、適切な反応をする能力として捉えて、次のような分野で研究がなされてきた。事象関連電位との関連を検討するもの (Atkinson, Drysdale & Fulham, 2003; 吉浜・松田・飯盛, 2006), 前頭前野および前帯状皮質 (Anterior cingulate cortex: ACC) との関わりを明らかにするもの (Posner & DiGirolamo, 1998; Pardo, Pardo, Jjaner, & Raichle, 1990; Swick & Jovanovic, 2002; Kerns, Cohen, Angus, MacDonald, & Cho, et al., 2004) などである。

個人差の研究は、臨床、教育、ヒューマンファクターなどの分野でなされている。臨床領域ではストループ検査は日本では保険点数に加算できる認知機能検査として厚生労働省が認可している。神経科では前頭葉機能検査として利用され (鹿島, 1995), 精神科・心療内科では精神疾患における注意機能と前頭葉機能を調べるため、次のような対象に実施されている。統合失調症 (Hhepp, Maier, Hermle, & Spitzer, 1996; Henk & Salo, 2004; Krabbendam, O'Daly, Morley, van Os, & Murray, et al., 2009), うつ病 (Markela-Lerenc, Fiedler, Weisbrod, & Mundtet, 2006), 強迫性障害 (Nakao, Nakagawa, Yoshiura, Nakatani, & Nabeyama, et al., 2005), 社交不安, パニック障害 (Mattia, Heimberg, & Hope, 1993; Rubino, Romeo, & Stracusan, 2003), 認知症 (Amieva, Lafont, Rouch-Leroyer, Rainville, & Dartigues, et al. 2004)。

教育領域では知能検査との関連や (Polderman, deGeus, Hoekstra, Bartels, & van-Leeuwen, et al., 2009) 発達障害の特性をとらえる指標の一つとして利用されている (Lansbergen, Kenemans, & van Engeland, 2007; Adams & Jarrold, 2009)。

また言語機能との関連 (Kareev, 1980; Lee, Wee, Tzeng, & Hung, 1992; Sumiya & Healy, 2008) は1960年代から広く検討されている。その他にも、認知的葛藤を生起させ自律神経の活動の変化を検討するための刺激材料として (Hoshikawa & Yamamoto, 1997), 高圧などの特殊環境下での認知機能の指標として (景山・箱田・小沢, 2010), など様々な応用分野で活用されている。

ストループ課題と干渉そのものを研究する研究は、レビュー論文 (Thurstone & Mellinger, 1953; Jensen & Rohwer, 1966; MacLeod, 1991; 嶋田, 1994) や研究間を比較評価する研究 (Robertson, 2001) などにおいて紹介されている。

## 逆ストループ干渉

ストループ干渉に比較して、逆ストループ干渉に関する先行研究は圧倒的に少ない (MacLeod, 1991)。口頭反応を用いた伝統的な SCWT では逆ストループ干渉は通常生起しないとされてきたためである。しかし Flowers (1975) は課題への反応様式を変更することによって、逆ストループ干渉が生じることが明らかにした。伝統的になされてきたように C カードの単語を口頭で読み上げるのではなく、単語が意味する色を複数の色パッチの中から選択するマッチング反応を用いると、A カードよりも反応時間が大きく遅延し、逆ストループ干渉が生起する。逆ストループ干渉の量は用いる反応様式によって変化するのである (Prichatt, 1968; Compton & Flowers, 1977; Durgin, 2000; Durgin, 2003)。逆ストループ干渉の生起メカニズムの要因の一つには表象の変換 (translation) プロセスが考えられている (Virzi & Egeth, 1985)。マッチング反応では刺激から反応への経路で記憶表象を単語刺激を感覚的な色情報 (sensory color information) に変換する必要があるので干渉が生じると考えられるのである。口頭反応では、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) で反応するので変換は必要ない。

逆ストループ干渉の再発見により、逆ストループ干渉に関する注目は高まりつつある。脳科学領域では逆ストループ干渉が前帯状皮質に関わっていること (Ruff, Woodward, Laurens, & Liddle, 2001) が明らかにされ、臨床・発達障害領域では、逆ストループ干渉が学業成績との関連・精神疾患・発達障害の重要な指標となる可能性が示されている (Abramczyk, Jordan, & Hegel, 1983; 箱田・平井・椎名・柳井, 2002; 佐々木・箱田・山上, 1993; Song & Hakoda, 2010)。

## 発達研究

本研究のテーマである、発達の特性の検討は、ストループ干渉率に関しては既に多くの研究がなされており、ストループ干渉の大きさは年齢によって異なることが明らかになっている。代表的なものとしては Comalli, Wapner, & Werner (1962) が行った 7-80 歳のライフスパン研究があげられる。C カードの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、成人期にかけて減少し、老年期に再び増大する。日本では 6-86 歳を対象にした浜・橋本 (1985) の研究があり、Comalli et al. (1962) とほぼ同じ結果を得ている。

ストループ干渉は言語からの干渉であることから、干渉率を言語機能の発達の指標と考える研究がある。それらの研究では、読み能力の不十分な 6 歳児や就学前児童ではストループ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、読み能力の発

達に伴って青年期にかけて干渉が減少することを示している (Schiller, 1966 ; Kareev, 1980 ; Schadler & Thissen, 1981)。

選択的注意力の観点からストループ・逆ストループ干渉を検討する研究では、脳科学の知見が重要な示唆を与えている。ストループ干渉の発達変化は多くの研究において反応抑制機能の発達と捉えられている (Kramer, Humphrey, Larish, Logan, & Strayer, 1994 ; Kieley, & Hartley, 1997 ; Uttl & Graf, 1997 ; Troyer, Leech, & Strauss, 2006)。思春期には性的成熟に伴って男女とも前頭葉、特に前頭前野が飛躍的に発達することが Giedd (2008) によって示されているが、その発達の仕方には性差があることも分かっている (Lenroot & Giedd, 2010)。思春期における前頭前野の発達は、抑制機能と作業記憶の能力を著しく向上させる。したがって、ストループ課題に必要とされる妨害刺激への反応抑制機能も思春期を過ぎると十分機能するようになるが、加齢と共に前頭前野が老化すると反応抑制機能も低下する可能性がある (Milham, Erickson, Banich, Kramer, & Webb, et al., 2002)。

一方、逆ストループ干渉は口頭反応では、成人の検査参加者には生起しないために、他の領域同様、発達研究は殆どなされてこなかった。読み能力の低い (文字の読みよりも色の命名のほうが速い) 児童では、ストループ干渉はほとんど生起せず、強い逆ストループ干渉が生起するという Corbitt (1978) の研究などに限られている。文字を読む能力を十分に有した7歳以上から成人にかけての逆ストループ干渉の発達変化を検討した研究はない。ストループ干渉と逆ストループ干渉の発達変化には言語機能の発達と前頭葉機能の発達と老化、さらに色刺激の知覚・弁別能力 (Gilbert, 1957 ; Dalderup & Friedrichs, 1969) の3つの要因が密接に関連していることが予想される。もし、両干渉を同じ反応様式で同時にしかも簡便に測定できるテストがあれば、これまで述べた幅広い研究分野において活用できると共に、両干渉の生起メカニズムについても明らかにすることができると期待できる。集団版のストループ検査はこれまでもいくつか作成されているが (Podel, 1963 ; Golden, 1975 ; Hacker, Schwenkmezger, & Utz, 1980)、両干渉を同時に測定できるテストはこれまで考案されてこなかった。

#### 新ストループ検査 I の反応様式と干渉率の算出方法

箱田・佐々木 (1990) はストループ干渉と逆ストループ干渉の両方を、マッチング反応という同じ反応様式で測定する新ストループ検査を開発した。Flowers (1975) の知見に基づき、Cカードの色の命名を、印刷された複数の単語からの選択で行わせることによってマッ

チング反応でストループ干渉も得ようとするものである。本検査は四種類の課題 (逆ストループ統制, 逆ストループ干渉, ストループ統制, ストループ干渉) から構成されている。これまでの SCWT のほとんどは一定数の問題を遂行するためにかかった反応時間を指標とする。しかし、本検査では集団実施を可能にするために各課題40秒間の実施時間内に達成できた課題正答数を指標としている。40秒間のパフォーマンスを指標とする方法は、Golden (1975) と同様である。さらに、個人の情報処理特性を反映する干渉の強さも独自の算出式で表している。SCWT における干渉の強さの算出式には多くの種類があり、Cカードの色の命名 (色干渉課題) の反応時間から、Bカードの色の命名 (色統制課題) の反応時間を差し引く方法、両者の比率をとる方法などが使われている (Jensen & Rohwer, 1966)。しかし、口頭反応ではなくマッチング反応を用いている本検査にはいずれの算出式も適当ではない。嶋田 (1994) は、ストループ干渉の算出方法は数多く存在しており、研究者によって干渉得点が異なるという問題点を指摘している。Comalli et al. (1962) はCカードの反応時間をそのまま用いており、浜・橋本 (1985) は  $(C - B) / A$  という式を用いている。マッチング反応はマッチングを行う運動能力が課題の遂行速度に大きな影響を及ぼすため、個人間の情報処理特性を比較するためには、この運動能力の要因を排除しなければならない。そこで、本検査では、統制課題の正答数から干渉課題の正答数を差し引き、それを統制課題の正答数で割るという新たな干渉の算出式を使用している。新ストループ検査では、マッチング反応で有意なストループ干渉と逆ストループ干渉が測定可能であること、四種類の課題間に実施順序効果はなく一定順序に従って検査を実施することに問題はないことが確認されている (箱田・佐々木, 1990)。

ストループ干渉の強さは年齢によって変化するため、新ストループ検査を様々な研究領域で活用するには年齢群における両干渉の標準データが必要である。本稿では新ストループ検査の発達標準データを提供し、両干渉率の発達変化を明らかにすることを試みる。従来、ストループ干渉率には性差はみられないとされてきたが (MacLeod, 1991 ; Houx, Jolles, & Vreeling, 1993 ; Mekarski, Cutomere, & Suboski, 1996)、新ストループ検査における性差の有無も確認する。

## 方 法

### 刺激材料

集団版新ストループ検査を用いた。この検査には、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, くる) とそれに対応する5色の色パッチが使用

されており、次の4つの課題で構成されたマッチング方式の検査である。次の4つの課題から成っている。各課題条件の内容と通常の実施方法は次のとおりである。課題1(統制条件1):黒インクで書かれた文字が意味する色をその右側の5種の色パッチの中から選び印をつける。課題2(逆ストループ条件):色・色名不一致語の語が意味する色をその右側の色パッチの中から選び印をつける。課題3(統制条件2):色パッチのインクの色に対応する色名語に印をつける。課題4(ストループ条件):色・色名不一致語のインクの色に対応する色名語に印をつける。各課題はそれぞれ、A4用紙1枚に30試行ずつ2列に配置された60試行から構成されている。本試行用とは別紙に練習用問題が各課題10問ずつ印刷されていた。

#### 検査参加者

男性1186名、女性1559名の合計2745名であった。検査参加者は学齢・年齢により、15の年齢群に分けられた。年齢群と各群の検査参加者人数を男性、女性ごとにTable 1に示す。検査参加者の所属は次の通りであった。7~8歳群から11~12歳群:公立小学校2~6年生、12~13歳群から14~15歳群:公立中学校1~3年生、15~18歳群:私立・公立高校1~3年生、18~20歳群:専門学校生、短期大学生、大学生、20歳~29歳群:大学生、大学院生、放送大学学生、民間会社勤務者、30~39歳群から50~69歳群:民間会社勤務者、放送大学学生、70~92歳:私立老人ホーム入園者。

#### 手続き

全ての検査参加者に対して、新ストループ検査を課題1, 2, 3, 4の順で実施した。各課題条件についてまず練習試行、次に本試行という順序で行なう。時間は練習試行10秒、本試行40秒である。但し、小学生の検査参加者については、各課題条件の練習時に、模造紙に各課題条件を図解して説明した。

## 結 果

#### 正答数

新ストループ検査の各課題条件について、40秒間に達成できた達成数から誤答数を引き正答数を求めた。Table 2に各課題の正答数の平均値と標準偏差を年齢と

性別ごとに示した。テストの4つの課題ごとに、正答数について15(年齢群) $\times$ 2(性別)の2要因分散分析を行った。統計ツールはSPSS Ver18を用いた。その結果、4つの課題の正答数全てにおいて年齢群の主効果および年齢群・性別の交互作用が有意であり、性別の主効果は課題2, 3, 4において有意であった(年齢群主効果 課題1 4の順に、 $F(14, 2715) = 330.44$ ;  $F = 364.99$ ;  $F = 219.60$ ;  $F = 323.69$ , 全て $p < .01$ 。性別主効果 課題2, 3, 4の順に、 $F(1, 2715) = 4.95$ ;  $F = 39.34$ ;  $F = 40.89$ , 全て $p < .01$ 。年齢群と性別の交互作用 課題1 4の順に、 $F(14, 2715) = 3.37$ ;  $F = 2.67$ ;  $F = 3.41$ ;  $F = 2.46$ , 全て $p < .01$ )。年齢群と性別の交互作用が有意なため、課題・性別ごとに年齢群要因の単純主効果を検定した。その結果、男女とも全ての課題において、年齢群要因に有意差があった(男性 課題1 4の順で $F(14, 2715) = 125.66$ ;  $F = 143.08$ ;  $F = 86.82$ ;  $F = 132.92$ , 女性 課題1 4の順で $F(14, 2715) = 208.15$ ;  $F = 224.57$ ;  $F = 136.19$ ;  $F = 193.23$ ; 全て $p < .01$ )。さらに課題・性別ごとに、どの年齢群間で有意差が生じているのかを検定するため、Bonferroni's methodで多重比較を行った(男女とも $df = 2715$ ,  $p < 0.05$ )。隣り合う年齢群の比較の結果、全ての課題で男女とも7~8歳群から13~14歳群までは正答数が上昇し、50~69歳群では減少に転じる山形のカーブを描くことが明らかになった。正答数に統計的有意差がない年代を課題・性別ごとに示す。課題1:男性18~49歳、女性15~49歳。課題2:男性18~49歳、女性13~39歳。課題3:男性18~29歳、女性13~49歳。課題4:男性15~29歳、女性13~49歳。全ての課題で正答数の最大値は女性の方が男性より早い年齢群で生じることが分かった。

次に、各課題ごとの正答数において、性別の単純主効果を検定した。その結果、有意差がみられた年齢群には、有意確率を示す記号をTable 2に示す。全課題で性差がみられたのは、10~11歳群、18~19歳群と40~49歳群である。8~9歳群では課題4、9~10歳群では課題3、11~12歳群では課題3, 4、14~15歳群では課題4、20~29歳群では課題3、70~92歳群では課題1で有意差がみられた。10~11歳群では全ての課題で男性より女性の正答数が多かったが、18~19歳群ではそれが逆となり、全ての課題で女性より男性の正答数が多くなった。40~49歳群では、再び全ての課題で女性が男性より正答数が多くなり、その傾向は70~92歳群まで同様

Table 1

Classification of age groups and the number of participants in each age group and gender.

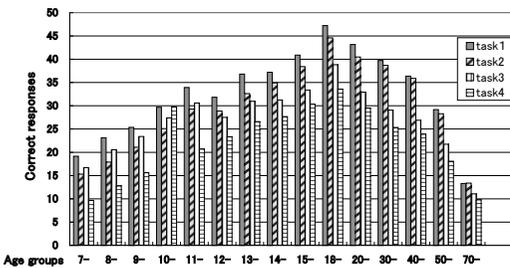
	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-17	18-19	20-29	30-39	40-49	50-69	70-92
male	72	105	120	126	144	82	79	83	148	17	69	56	42	30	13
female	86	97	113	130	134	79	70	108	156	338	76	86	44	13	29

**Table 2**  
Mean of performance by age and sex in group version stroop test I.

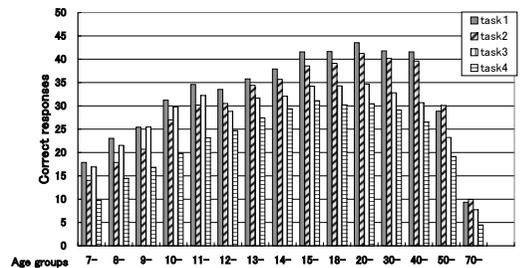
Age group	Gender	N	Number of correct responses							
			Task 1		Task 2		Task 3		Task 4	
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
7-8	male	72	19.17	7.24	15.32	6.88	16.71	5.60	9.67	4.48
	female	86	17.88	5.74	14.04	4.81	16.91	4.94	9.77	4.22
8-9	male	105	23.14	5.90	17.91	5.83	20.54	5.81	12.76	4.83
	female	97	23.04	5.32	17.88	6.28	21.55	7.15	14.46	5.03 *
9-10	male	120	25.35	5.41	21.10	5.40	23.41	5.77	15.62	4.84
	female	113	25.43	5.49	20.71	6.37	25.48	4.96 **	16.83	5.25 +
10-11	male	126	29.69	6.67	25.10	6.41	27.41	6.01	29.76	5.42
	female	130	31.21	6.22 *	27.00	6.22 *	29.76	5.68 **	19.83	5.96 **
11-12	male	144	33.94	6.26	29.29	6.52	30.60	5.68	20.70	6.42
	female	134	34.58	5.86	30.17	5.82	32.24	5.67 **	23.16	6.47 **
12-13	male	82	31.84	5.96	28.89	5.90	27.51	5.07	23.35	5.88
	female	79	33.53	5.47 +	30.51	5.05 +	28.82	3.69 +	24.73	4.44 +
13-14	male	79	36.80	7.41	32.61	6.25	30.98	5.44	26.60	5.42
	female	70	35.77	7.76	34.40	6.55 +	31.67	5.61	27.43	5.48
14-15	male	83	37.22	7.58	34.92	5.93	31.24	5.27	27.66	6.62
	female	108	37.90	5.97	35.68	5.21	32.07	4.13	29.34	5.80 *
15-17	male	148	40.90	7.02	38.42	7.52	33.39	4.82	30.34	5.71
	female	156	41.57	4.80	38.56	5.68	34.22	4.00	31.10	5.00
18-19	male	17	47.24	7.97	44.59	10.00	38.82	7.82	33.59	6.94
	female	338	41.65	5.05 **	39.13	5.95 **	34.27	4.88 **	30.20	4.53 **
20-29	male	69	43.17	6.10	40.48	6.29	32.94	5.11	29.49	5.38
	female	76	43.53	5.47	41.22	6.35	34.67	5.48 *	30.47	5.11
30-39	male	56	39.75	5.56	38.70	4.98	29.07	4.54	25.34	5.49
	female	86	41.77	4.19 *	40.16	6.59	32.80	4.27 **	29.12	4.67 **
40-49	male	42	36.38	5.07	35.90	5.87	26.90	3.78	23.88	4.50
	female	44	41.57	4.87 **	39.59	4.75 **	30.70	3.63 **	26.52	4.02 *
50-69	male	30	29.17	8.82	28.30	10.47	21.73	5.97	18.07	6.24
	female	13	28.85	11.27	30.08	10.58	23.23	6.92	19.15	6.95
70-92	male	13	13.31	6.68	13.38	6.67	11.08	4.57	9.77	4.21
	female	29	9.34	4.22 *	9.93	4.94 +	7.72	3.20 +	4.45	1.76 +
Total	male	1186								
	female	1559								
	Total	2745								

Note. N=The number of participants; M=Mean of performance; SD=standard deviation.

\*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ , +  $p < 0.1$



**Fig.1-1** Developmental changes of performance in group version stroop test (Male)



**Fig.1-2** Developmental changes of performance in group version stroop test (Female)

であった。

干渉率

4つの課題の正答数を基に、以下の式によって干渉率を算出した。

$$\text{ストループ干渉率} = (\text{課題3の正答数} - \text{課題4の正答数}) / \text{課題3の正答数}$$

$$\text{逆ストループ干渉率} = (\text{課題1の正答数} - \text{課題2の正答数}) / \text{課題1の正答数}$$

年齢群ごとの干渉率の平均値、標準偏差を Table 3、年齢群による変化グラフを Fig.2-1、2-2 に示す。2つの干渉率について 15 (年齢群) × 2 (性別) × 2 (干渉率) の 3 要因分散分析 (年齢は被験者間要因、干渉は被験者内要因) を行った。統計ツールは SPSS Ver18 を用いた。その結果、年齢群の主効果 ( $F(14, 2715) = 84.61, p < .01$ ) と干渉の主効果 ( $F(1, 2715) = 590.06, p < .01$ )、年齢群と干渉の交互作用 ( $F(14, 2715) = 20.65, p < .01$ ) が有意であった。性差は主効果、交互作用ともに有意差はなかった。そこで交互作用が有意にみられた年齢群と干渉要因の単純主効果を検定した。干渉別に年齢群の単純主効果を検定した結果、両干渉とも有意であったので (逆ストループ干渉:  $F(14, 2715) = 27.61, p < .01$ ; ストループ干渉:  $F = 83.83, p < .01$ )、各干渉の年齢群間の差異を Bonferroni's method による多重比較によって分析した (両干渉とも、 $df = 2715, p < .05$ )。以下、隣り合う年齢群間の有意差に基づいて両干渉の発達変化について述べる。逆ストループ干渉は、7~10 歳群の間では有意差がなく、その後、10~11 歳群から加齢と共に有意に干渉が小さくなり、12~69 歳群までは干渉に有意差がなかった。70~92 歳群では、50~69 歳群よりも有意に干渉が小さくなり消失した。ストループ干渉は、7~8 歳群と 8~9 歳群の間で有意に増加し、8~12 歳群までは有意差がなかった。次に、11~12 歳群と 12~13 歳群の間で干渉は有意に減少し、15~17 歳群が最低値となった。13~69 歳群までは干渉に統計的に有意差はみられなかったが、70~92 歳群では、再び有意に干渉が増加した。

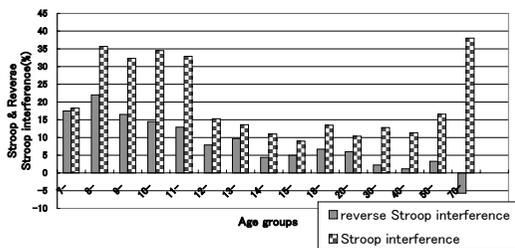


Fig.2-1 Developmental changes of Stroop & reverse stroop interference (Male)

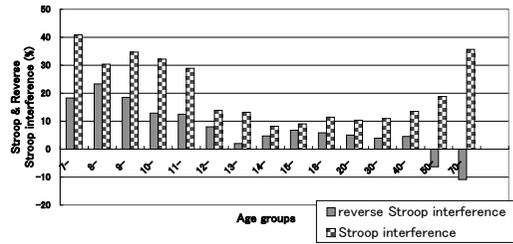


Fig.2-2 Developmental changes of Stroop & reverse stroop interference (female)

Table 3 Mean of interferences by age and gender in group version stroop test I.

Age group	Gender	N	interference(%)			
			Reverse	Stroop	M	SD
7-8	male	72	17.50	30.50	18.30	22.80
	female	86	18.30	23.70	40.90	25.40
8-9	male	105	22.00	18.80	35.70	25.00
	female	97	23.30	17.90	30.40	21.40
9-10	male	120	16.50	14.80	32.30	15.30
	female	113	18.50	20.50	34.70	14.40
10-11	male	126	14.50	17.60	34.50	16.40
	female	130	12.90	14.00	32.20	23.60
11-12	male	144	12.90	16.50	32.90	15.80
	female	134	12.50	12.30	28.90	14.80
12-13	male	82	7.90	19.20	15.30	13.30
	female	79	8.00	14.50	13.90	13.70
13-14	male	79	9.70	16.60	13.60	13.00
	female	70	2.00	17.00	13.20	11.10
14-15	male	83	4.40	15.30	11.00	18.60
	female	108	4.70	14.00	8.20	16.80
15-17	male	148	4.97	17.66	8.97	12.28
	female	156	6.77	12.28	9.03	10.73
18-19	male	17	6.70	10.84	13.47	9.87
	female	338	5.87	10.66	11.44	10.00
20-29	male	69	5.99	9.11	10.36	10.41
	female	76	5.02	11.26	10.36	24.36
30-39	male	56	2.26	7.26	12.81	12.47
	female	86	3.92	12.75	10.97	11.44
40-49	male	42	1.16	10.35	11.36	10.47
	female	44	4.53	7.18	13.48	9.91
50-69	male	30	3.29	20.07	16.59	22.60
	female	13	-6.30	13.39	18.83	23.37
70-92	male	13	-5.70	30.78	38.03	24.03
	female	29	-10.89	49.17	35.70	34.74
Total	male	1186				
	female	1559				
	Total	2745				

Note. N=The number of participants; M=Mean of interference ratio; SD=standard deviation.

## 考 察

本研究では、マッチング反応様式を用いることにより、2つの干渉すなわち逆ストループ干渉とストループ干渉の発達変化を初めて同時に測定し、新ストループ検査の発達標準データを示した。本研究では課題の遂行時間を一定に設定してその間にどれほど遂行できるか、その作業量を測定するという方法（時間制限法）を採用した。伝統的なSCWTのような作業量を一定に設定してその遂行にかかる時間を測定するという方法（作業量制限法）とは異なっていた。また、伝統的なSCWTでは口頭反応が求められるのに対して、本検査では反応様式としてマッチングが採用されている。さらに干渉の算出方法も従来のSCWTとは異なっている。このような大きな違いがあるにもかかわらず、ストループ干渉の加齢にともなう変化は、伝統的な方法を採用している先行研究(Comalli et al., 1962; 浜・橋本, 1985)と基本的には同様であった。このことから本検査で測定されたストループ干渉は従来のSCWTと同じ認知能力の発達を反映しており、干渉の算出方法も妥当なものであると考えられる。新ストループ検査は従来のストループ研究がなされていた幅広い領域において、新たなツールとして活用できると考えられる。

一方、逆ストループ干渉の加齢変化には、新たな発見があった。Fig.2-1, 2-2をみると、概ねストループ干渉が15~20歳の年齢層を底にしたU字型の変化を示すのに対し、逆ストループ干渉は基本的には年齢の増加に従って単調減少を示している。両干渉の加齢による非対称的な変化は、両干渉の生起機序が複数の要因の複雑な交互作用に基づいていることを示唆する。検査参加者が思春期のただ中の13~14歳群から20~29歳群にかけて、ストループ干渉は小さくなり、30~69歳群まで統計的にはそのレベルが概ね維持され、その後の年齢群で増加した。この結果は干渉の大きさが前頭前野・前帯状皮質(ACC)の発達と老化に伴う作業記憶、反応抑制機能、注意制御の能力の変化(Giedd, 2008; Milham et al. 2002.)を反映することを示唆する。前頭前野とACCの発達は平均的に女性の方が男性よりも発達が早いと考えられる。性ホルモンの分泌量が増加する時期に脳の発達も促進されるからである(Lenroot & Giedd, 2010)。本研究での両干渉における性差は、先行研究同様、統計的に有意ではなかった(MacLeod, 1991; Houx, Jolles, & Vreeling, 1993; Mekarski, Cutomore, & Suboski, 1996)。しかし各課題の正答数が最大となるのは、男性が15~17歳群に対して、女性が13~14歳群と若干早い。また20歳前で干渉に男女差が大きくなるのは、13~14歳群の逆ストループ干渉である(Table 3)。このことは、前頭前野の発達が早い女性において、反応抑制のコント

ロール能力が男性より早く秀逸になっていることを示唆する。しかし、反応抑制機能の発達と老化だけでは、逆ストループ干渉が70~92歳の年齢群で消失してしまうことは説明できない。ストループ干渉についても、読みの能力が発達することで読みのコントロール能力が増し、干渉が減少するという解釈がある(Schiller, 1966; Kareev, 1980; Schadler & Thissen, 1981)。2つの干渉の生起メカニズムには、言語機能の発達および色知覚・弁別の老化も関連するであろう。当該刺激が色名単語の読みである逆ストループ条件(課題2)では、読みのコントロール能力が増せば、不適切な色への反応を抑制し、適切に反応しやすくなると考えられる。一方、成人以降、加齢と共に色の弁別能力が衰えることが分かっている(Gilbert, 1957; Dalderup & Friedrichs, 1969)。読みの能力、色弁別力の要因を考慮すると、70~92歳群で逆ストループ干渉が消失するのに対して、ストループ干渉が増加することは次のように考えられる。逆ストループ条件(課題2)の妨害刺激である色は知覚しにくくなるため、色刺激からの干渉が無くなり、統制条件(課題1)とのパフォーマンスの差異がなくなる。一方、ストループ条件(課題4)では、当該刺激である色の認識が困難になる。その結果、妨害刺激の色名単語と反応すべき色名との間での葛藤が強くなり、色の命名反応が困難になる。20~69歳群に比べて、70代以上で反応抑制機能が衰えているとすれば、20~69歳群よりもストループ干渉が大きくなると考えられる。

本研究において、逆ストループ干渉とストループ干渉の発達特性を説明するには、反応抑制機能と作業記憶、言語機能、色知覚・弁別などの複数の要因の発達と老化の交互作用を検討しなければならないことが示唆された。両干渉の生起メカニズムや発達特性を説明するには、様々な領域で2つの干渉を同時に測定する研究の進展が必要である。両干渉を同時に測定できる新ストループ検査は応用分野のみならず認知科学の基礎研究においても有用であると思われる。

## 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.
- Adams, N.C., Jarrold, C. (2009). Inhibition and the validity of the Stroop Task for Children with Autism. *Journal of autism and developmental disorder*, *39*, 1112-1121.
- Amieva, H., Lafont, S., Rouch-Leroyer, I., Rainville, C., Dartigues, J.F., Ocgogozo, J.M., & Fabrigoule, C. (2004). Evidencing inhibitory deficits in Alzheimer's disease through interference effects and shifting

- disabilities in the Stroop test. *Archives of Clinical Neuropsychology*, **19**, 791-803.
- Atkinson, C.M., Drysdale, K.A., Fulham, W.R. (2003). Event-related potentials to Stroop and reverse Stroop stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, **47**, 1-21.
- Cohn, B.N., Dustman, R.E., and Bradford, D., C., (1984). Age-Related Decrements in stroop color test performance. *Journal of Clinical Psychology*, **40**(5), 1244-1250.
- Compton, R.P. & Flowers, J.H. Pictorial interference with geometric shapes and achromatic shades. *Perception & Psychophysics*, **22**, 303-309.
- Comalli, P.E. Jr., Wapner, S., & Werner, H. (1962). Interference effects of Stroop Color-Word test in childhood, adulthood, and aging. *The Journal of Genetic Psychology*, **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.
- Dalderup, L.M., Friedrichs, M.L.C. (1969). Colour Sensitivity in old age *Journal of the American Geriatrics Society*, **17**(4), 388-390.
- Durgin F.H.. (2000). The reverse Stroop effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, **7**(1), 121-125.
- Durgin F.H.. (2003). Translation and competition among internal representations in reverse stroop effect. *Perception & Psychophysics*, **65**(3), 367-378.
- Flowers, J.H. (1975). "Sensory" interference in a word-color matching task. *Perception and Psychophysics*, **18**, 37-43.
- Giedd JN. (2008). The teen brain: insights from neuroimaging. *Journal of adolescent Health.*, Apr; **42** (4): 335-43.
- Gilbert, J.G. (1957). Age changes in color matching. *Journal of gerontology*, **12**(2), 210-215.
- Golden, C.J. (1975). A Group Version of the Stroop Color and Word Test. *Journal of personality assessment*, **39** (4), 386-388.
- Hacker, H., Schwenkmezger, P., & Utz, H. (1980). Report on a group form for the measurement of color-word interference: speed of color discrimination test. *Perceptual and motor skills*, **51**, 735-740.
- 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, **39**, 231-239. (Hakoda, Y., Sasaki, M. (1990). Group version of the stroop and reverse-stroop test -The effect of reaction mode, order, and practice. *Japanese Journal of Educational Psychology*, **39**, 231-239.)
- 箱田裕司・平井洋子・椎名久美子・柳井晴夫 (2002). 学業成績と認知機能の関係について 注意能力, 学力試験, 論述式課題の相互関係を中心として 柳井晴夫 (研究代表者) 大学入学者選抜資料としての総合試験の開発的研究 平成 11 13 年度科学研究費補助金基盤研究 (B) 研究成果報告書, 57-68. (Hakoda, Y., Hirai, Y., Shiina, K., Yanai, H.)
- 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. (Hama, H., & Hashimoto, K. (1985). Stroop. *The Japanese Journal of Psychology*, **56**, 175-179.)
- Henk, A., & Salo, R. (2004). Schizophrenia and the Stroop Effect. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, **3**(1). 42-59.
- Hepp, HH., Maier, S., Hermle, L., & Spitzer, M. (1996). The Stroop effect in schizophrenic patients. *Schizophrenia Research*, **22**, 187-195.
- Hoshikawa, Y., & Yamamoto, Y. (1997). Effects of Stroop color-word conflict test on the autonomic nervous system responses. *American Journal of Physiology*, **272**(3 Pt 2), H1113-1121.
- Houx, P. J., Jolles, J., & Vreeling, F.W. (1993). Stroop Interference: Aging Effects assessed with the Stroop Color-Word Test. *Experimental Aging Research*, **19**, 209-224.
- Jensen, A. R., & Rohwer, W. D. (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及ばす効果 認知心理学研究, **8**(1), 63-72. (Kageyama, N., Hakoda, Y., & Ozawa, K. (2010). The effect of long-term exposure to a hyperbaric environment on cognitive performance. *The Japanese Journal of Cognitive Psychology*, **8**(1), 63-72.
- Kareev, Y. (1980). Developmental changes in the internal encoding of sentences as measured by the Stroop technique. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, **19**, 549-561.
- 鹿島晴雄 (1995) 前頭葉症状と神経心理学的評価 脳と精神の医学, **6**(2), 145-154. (Kashima, H. (1995) Frontal lobe symptoms and neuropsychological assessment. *Japanese Journal of Biological Psychiatry*, **6**(2), 145-154.)
- Kerns, G.J., Cohen, J.D., Angus W., MacDonald, A.W., Cho,

- R.Y., Stenger, V.A., & Carter, C.S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, **13**, 303 (5660), 1023-1026.
- Kieley, J.M., & Hartley, A.A. (1997). Age-Related equivalence of identity suppression in the Stroop color-word task. *Psychology and aging*, **12**(1), 22-29.
- Krabbendam, L., O'Daly, O., Morley, L.A., van Os, J., Murray, R.M., & Shergill, S.S. (2009). Using the Stroop task to investigate the neural correlates of symptom change in schizophrenia. *British journal of psychiatry*, **194** (4), 373-374.
- Kramer, A.F., Humphrey, D.G., Larish, J.F., Logan, G.D., & Strayer, D.L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging*, **9**(4), 491-512.
- Lansbergen, N.M., Kenemans, J.L., & van Engeland, H. (2007). Stroop interference and attention-deficit / hyperactivity disorder: A review and meta-analysis. *Neuropsychology*, **21**(2), 251-262.
- Lee, W.L., Wee, G.C., Tzeng, O.J.L., Hung, D.L. (1992). A study of interlingual and intralingual Stroop effect in three different scripts: Logograph, syllabary, and alphabet. In R.J. Harris (Ed.), *Cognitive processing in bilinguals*. North-Holland: Elsevier science publishers B.V., pp. 427-442.
- Lenroot, R.K., & Giedd, J.N. (2010). Sex differences in the adolescent brain. *Brain and Cognition* **72**(1) : 46-55.
- MacLeod, C.M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological bulletin*, **109**, 163-209.
- Magiste, E. (1984). Stroop Tasks and Dichotic Translation: The Development of Interference Patterns in Bilinguals. *Journal of experimental psychology.. Learning, memory, and cognition*, **10**(2), 304-315.
- Markela-Lerenc, J., Kaiser, S., Fiedler, P., Weisbrod, M., & Mundt, C. (2006). Stroop performance in depressive patients: A preliminary report. *Journal of Affective Disorders*, **94**, 261-267.
- Mattia, J., Heimberg, R.G., & Hope, D. (1993). The revised Stroop color-naming task in social phobics. *Behaviour research and therapy*, **31**(3), 305-313.
- Mekarski, J.E., Cutomora, R.H., & Suboski, W. (1996). Gender Differences during processing of the Stroop task. *Perceptual and Motor Skills*, **83**, 563-568.
- Milham, M.P., Erickson, K.I., Banich, M.T., Kramer, A.F., Webb, A., Wszalek, T., & Cohen, N.J. (2002). Attentional Control in the Aging Brain: Insights from an fMRI Study of the Stroop Task. *Brain and Cognition*, **49**, 277-296.
- Nakao, T., Nakagawa, A., Yoshiura, T., Nakatani, E., Nabeyama, M., Yoshizato, C., Kudoh, A., Tada, K., Yoshioka, K., Kawamoto, M. (2005). A functional MRI comparison of patients with obsessive-compulsive disorder and normal controls during a Chinese character Stroop task. *Psychiatry Research Neuroimaging*, **139**, 101-114.
- Pardo, J.V., Pardo, P.J., Jjaner, K.W., and Raichle, M.E. (1990). The anterior cingulate cortex mediates processing selection in the Stroop attentional conflict paradigm. *Proceedings of the national academy of sciences*, **87**, 256-259.
- Podell, H.A. (1963). Note on successive dimensional analysis applied to affective, cognitive, and personality traits. *Psychological Reports*, **13**, 813-814.
- Polderman, T.J.C., de-Geus, E.J.C., Hoekstra, R.A., Bartels, M., van-Leeuwen, M., Verhulst, F.C., Posthuma, D., & Boomsma, D.I. (2009). Attention problems, inhibitory control, and intelligence index overlapping genetic factors: A study in 9-, 12-, and 18-year-old twins. *Neuropsychology*, **23**(3), 381-391.
- Posner, M.I., & DiGirolamo, G.J. (1998). Executive attention: conflict, target detection, and cognitive control. In R., Parasuraman (Ed.), *Attentive Brain*. A Bradford Book The MIT Press, pp402-423.
- Robertson, L.C. (2001). Interpreting Stroop interference: An analysis of differences between task versions. *Neuropsychology*, **15**(4), 462-471.
- Rubino, A., Romeo, D., & Stracusanu, A. (2003). Styles of adaptation in panic disorder with and without agoraphobia. *Perceptual and Motor Skills*, **97**, 1223-1230.
- Ruff, C.C., Woodward, T.S., Laurens, K.R., & Liddle, P.F. (2001). The role of the anterior cingulate cortex in conflict processing: Evidence from reverse Stroop interference. *NeuroImage*, **14**, 1150-1158.
- 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**(1), 43-50. (Sasaki, M., Hakoda, Y., & Yamagami, R. (1993). Schizophrenia and reverse-Stroop interference in the group version of the Stroop and reverse-stroop test. *The Japanese journal of psychology*, **64**(1), 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.
- 嶋田博行 (1994). ストループ効果 認知心理学からのアプローチ 培風館
- Song, Y., & Hakoda, Y. (in press). An asymmetric Stroop / Reverse-Stroop interference phenomenon in ADHD. *Journal of Attention Disorders*.
- Stroop, J.R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, **18**, 643-662.
- Sumiya, H., & Healy, A.F. (2008). The Stroop effect in English-Japanese bilinguals: the effect of phonological similarity. *Experimental psychology*, **55**(2), 93-101.
- Swick, D., & Jovanovic, J. (2002). Anterior cingulate cortex and the Stroop task: neuropsychological evidence for topographic specificity. *Neuropsychologia*, **40**, 1240-1253.
- Thurstone, L.L., & Mellinger, J.J. (1953). *The Stroop Test*. The Psychometric Laboratory, University of North Carolina, Chapel Hill, N.C., No. 3.
- Troyer, A.K., Leech, L., & Strauss, E. (2006). Aging and Response Inhibition Normative Data for the Victoria Stroop Test. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, **13**, 20-35.
- Uttl, B., & Graf, P. (1997) Color-Word Stroop Test Performance Across the Adult Life Span. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, **19**(3), 405-420.
- Virzi, R. A., & Egeth, H. E. (1985). Toward a translational model of Stroop interference. *Memory & Cognition*, **13**, 304-319.
- West, R. (2004). The Effects of Aging on Controlled Attention and Conflict Processing in the Stroop Task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **16**, 1, 103-113.
- 吉浜 淳・松田ひろし・飯盛横喜雄 (2006) 視覚性事象関連電位とストロープ・テストを用いた視覚認知に関する研究 (第二報) ストループ・テスト, 新ストロープ・テストとの相関, 臨床脳波, **48**(3), 425-429. (Yoshihama, J., Matsuda, H., & Iimori, M. (2006). A study of color cognition using visual event-related potentials and Stroop test; the second report- Correlations VERPs and Stroop, new Stroop tests. *Clinical Electroencephalography*, **48**(7), 425-429.