

**Stroop効果による痴呆自動診断のための基礎研究  
—MMSEとStroop効果—**

内山尚志・郭

怡・亀山宏平・福本一朗

# Stroop効果による痴呆自動診断のための基礎研究 - MMSEとStroop効果 -

内山尚志\*・郭怡\*・亀山宏平\*\*・福本一朗\*

Basic study of automatic dementia diagnosis with Stroop effect

Hisashi UCHIYAMA\*, Yi GUO\*, Kouhei KAMEYAMA\*\*, Ichiro FUKUMOTO\*

**Abstract** : The rate of aging has exceeded 17% in Japan. The number of the demented elderly has been increasing with the increment of the rate. Moderate or severe demented elderly can't be treated, but mild demented elderly or the elderly with forgetfulness can be recovered by improvement of their living environment and cognitive rehabilitation. The final aim of this study is to develop the diagnosis system for forgetfulness or mild dementia by the Stroop effect. The aim of this paper is to discuss the correlation between MMSE ( Mini Mental State Examination ) score and the Stroop effect to evaluate the use of the effect for dementia diagnosis. Words consistent with the color facilitate color naming while color words incongruent with the color produce interference. Therefore it takes longer to answer the color of the words. This is called "The Stroop effect" and was discovered in 1935 by J.R.Stroop. 38 elderly subjects were evaluated. In the first place subjects were diagnosed dementia ( cognitive function ) with MMSE. Next they were evaluated on the Stroop effect. In the Stroop effect measurement three cards ( W card, C card, CW card ) were shown to subject in sequence on the display. W card was printed 16 black kanji words and the subjects were instructed to read the words. C card was printed 16 color squares and the subjects were instructed to say the color. CW card was printed 16 color kanji words and the subjects were instructed to not read the words but say the color. The time to answer all the words ( or colors ) on each card ( Tw, Tc, Tcw ) were measured. It was shown that there was close correlation between MMSE score and Tcw and that the Stroop effect didn't depend on age. It was concluded that the Stroop effect was available to diagnose forgetfulness and mild dementia.

**Key words** : forgetfulness, mild dementia, dementia diagnosis, Stroop effect

## 1. 研究の背景

65歳以上の高齢者人口の占める割合を高齢化率という。また国連ではこの高齢化率が7%を超えた社会を高齡化社会、14%を超えた社会を高齡社会、21%を超えた社会を超高齡社会と定義している。

日本では他に類をみない速さで高齡化が進み、高齡化率は現在17%を越え急速な速さで高齡社会に突入した。その結果高齡者数は急増し、厚生労働省の推計では、あと十数年で4人に1人が高齡者になると予想がなされている。そのため、これにともなう痴呆高齡者の急増が現在懸念されている。

痴呆はある程度進行してしまうと、薬物やリハビリテーションによる痴呆改善効果への期待は皆無となるが、痴呆の程度が軽度であれば生活習慣の改善や知的リハビリテーションを行うことにより、症状の改善や進行の遅延が期待できることが最近の研究で示される

ようになった。

こうした流れの中、健忘から軽度痴呆を対象とした認知障害程度を意味するMCI( Mild Cognitive Impairment )、AACD( Aging-associated Cognitive Decline )、AAMI( Age-associated Memory Impairment )という新しい概念が生まれ、彼ら出来るだけ早い段階で発見し、痴呆の予防、また進行の遅延を行おうとする動きが広まりつつある。

痴呆の評価は多々提唱されているが、表1に示すように大きくわけて質問形式による評価法と生理学的データに基づいた評価法にわかれる。しかし質問形式による評価法では、被験者の協力や評価者の経験度により結果が変動する可能性があり客観性に乏しい。一方

表1 痴呆評価法

質問形式による評価	生理指標に基づく評価
HDS-R	画像診断
MMSE	瞳孔散大薬
FAST	脳脊髄液
CDR	視角誘発電位

原稿受付：平成14年5月24日

\*長岡技術科学大学医用生体工学教室

\*\*老人保険施設サンプラザ長岡

生理指標に基づく評価法も現時点では痴呆の重症度を十分に反映しているとはいえ、まだ問題が残されている。

またどちらの評価法も健常から重度痴呆までの被験者を評価することを目的としていることから、健忘、軽度痴呆に限った患者を適格に評価するには十分とはいえない状況にある。

こうした背景のもと知的リハビリにより症状改善や進行遅延が期待できる健忘、軽度痴呆の患者を高感度、高特異度で評価しうる評価法の開発が望まれている。

## 2. 研究の目的

本研究は健忘から軽度痴呆に至るMCI、AACD、AAMIという概念に相当する痴呆予備軍および軽度痴呆群を後述するStroop効果により評価抽出するシステムの構築を最終目的としている。

今回は痴呆評価の際によく用いられる国際的な知能評価法であるMMSE (Mini Mental State Examination) とStroop効果との相関について評価を行い、Stroop効果による健忘、軽度痴呆の評価の有用性について検討する。

## 3. Stroop効果

Stroop効果とは、色を意味する文字が、その意味と異なる色で印刷されていた場合、この文字の印刷色を答えるのに要する時間が、黒色で印刷された文字を読むのに要する時間や、単なる色カードの色を答えるのに要する時間より長くなる現象をいい、1935年にStroop,J.R.により初めて紹介された。

例で説明すると以下ようになる。図1のカードを1枚ずつ順(W card C card CW card)に提示する。その際それぞれのカードを提示する前に、図中各カード下の指示を与え、返答に要する時間を計測する。

計測された時間を比較すると、CW cardの返答に要した時間は、W card、C cardの返答に要した時間より長く

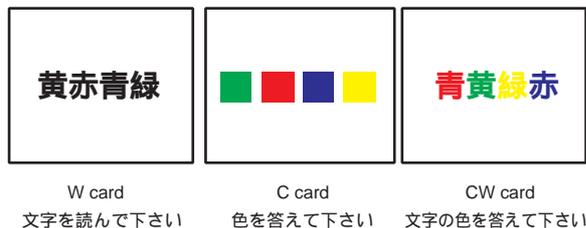


図1 Stroop効果提示カード

なる。この時間延長がStroop効果である。

Stroop効果の理論としては、「知覚コード説」、「反応拮抗説」、「内的活性説」、「大脳半球機能差説」と諸説提唱されているが、現時点では統一されていない。しかし情報処理過程における視覚システムと言語システム、あるいは感覚情報(色)と言語情報(文字)の干渉現象によると考えられており、前頭葉の機能が大きく関わっていると考えられている。

## 4. 被験者

実験には事前の説明によりインフォームドコンセントが得られた新潟県柏崎市にある剣野公民館を利用する健常高齢者16名と、新潟県長岡市にある老人保険施設サンブラザ長岡の入所者22名、合計38名が被験者として参加した。詳細は表2に示す通りであり、年齢は平均年齢に加え最低-最高年齢が示されている

なお計測の前に全被験者に対し、聴覚低下による課題内容の説明の伝達不備がないか、また、視角・色覚低下による提示色返答に対する混乱がないか確認し、その後計測を行った。

表2 被験者

人数	男/女	年齢
38	7 / 31	77.2 (50-99)

## 5. 実験手順

実験は図2に示す手順で行った。被験者はまず既存の知能評価スケールであるMMSE (Mini Mental State Examination、図3)を行った。そしてStroop効果計測の返答方法について説明をうけ、疑似練習を行った後本計測を行った。

MMSEは認知機能検査のなかでも国際的によく用いられているもののひとつである。MMSEは全部で11の質問からなり、見当識、記憶、注意を口頭により解答する能力、文章作成能力、呼称、口頭および文字に従う能力、多角形を模写する能力が評価される。満点は30点であり、20点以下の場合痴呆が疑われる。

Stroop効果計測では、図4に示すカードが採用された。W cardには黒色の文字、C cardにはカラーの四角形、CW cardには文字の意味とは異なるカラーの文字が示されている。

被験者への提示はコンピュータのディスプレイ上

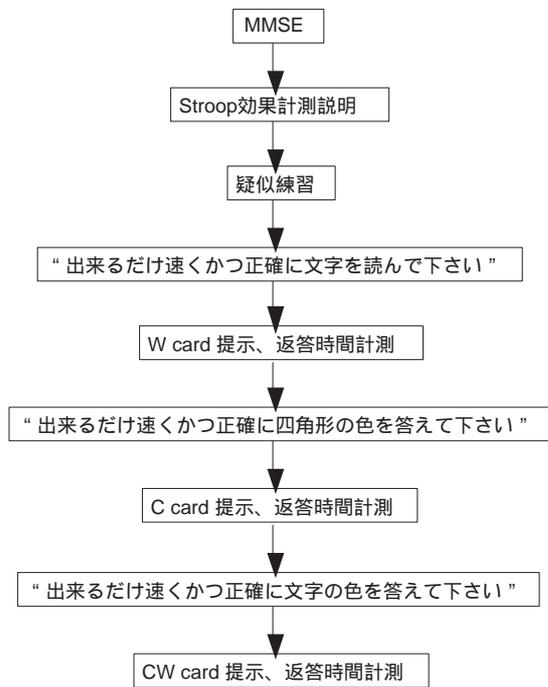


図2 実験手順

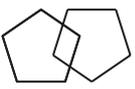
	質問内容	回答	得点
1 (5点)	今年は何年ですか。 今何月何日ですか。 今日は何曜日ですか。 今日は何月何日ですか。	年	
		曜	
		月 日	
2 (5点)	ここは何県ですか。 ここは何市ですか。 ここは何病院ですか。 ここは何階ですか。 ここは何地方ですか。	県	
		市	
		階	
3 (3点)	物品名3個(相互に無関係) 検者は物の名前を1秒間に1個ずついう。 その後被験者に繰返させる。 正答1個につき1点与える。		
4 (5点)	100から順に7を引く。(5回まで)		
5 (3点)	3で提示した物品名を再度復唱させる。		
6 (2点)	(時計を見せながら)これは何ですか。 (鉛筆を見せながら)これは何ですか。		
7 (1点)	次の文章を繰り返す。 「みんなで、力を合わせて綱を引きます」		
8 (3点)	(3段階の命令) 「右手にこの紙を持ってください」 「それを半分に折りたたんでください」 「机の上に置いてください」		
9 (1点)	(次の文章を読み、指示に従ってください) 「眼を閉じなさい」		
10 (1点)	(何か文章を書いてください。)		
11 (1点)	(次の図形を書いてください。)		
			
	得点合計		

図3 MMSE (Mini Mental State Examination)

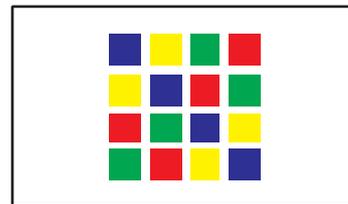
(提示領域14cm×14cm、図5)にて行った。本実験を行う前に、文字等がはっきり見えるか確認し、また赤色や青色が加齢により茶色や紫色に見えないか確認し、本計測同様に簡略化した模擬測定を行い、被験者が理解した上で、本計測を行った。また図4に示すようにそれぞれ正確にかつ出来るだけ速く返答するよう指示を与えた。

Stroop効果評価項目としては、返答に要する時間をストップウォッチにより計測した。図6には計測風景を示す。



指示：速くかつ正確に文字を読んで下さい

図4 - 1 W card



指示：速くかつ正確に色を答えて下さい

図4 - 2 C card



指示：速くかつ正確に文字の色を答えて下さい

図4 - 3 CW card



図5 Card提示



図6 計測風景

## 6. 結果

図7に各カードの返答時間を示す。図7からわかるようにW card、C card、CW cardの順に返答時間が長くなる傾向がみられた。分散分析の結果W cardとCW card、またC cardとCW cardの間に有意な差（共に $p < 0.001$ ）がみられ、CW cardの返答にはW card、C cardの返答より有意に長い時間が必要とされることが示され、Stroopを確認することができた。

図8、9、10にはそれぞれMMSEとW card返答時間、MMSEとC card返答時間、およびCW card返答時間との関係を示す。すべて負の相関がみられ、それぞれの相関係数は順に $r = 0.75$ 、 $0.69$ 、 $0.81$ であった。MMSEとW card返答時間、MMSEとC card返答時間には強い相関が、またMMSEとCW card返答時間には非常に強い相関があることが示された。

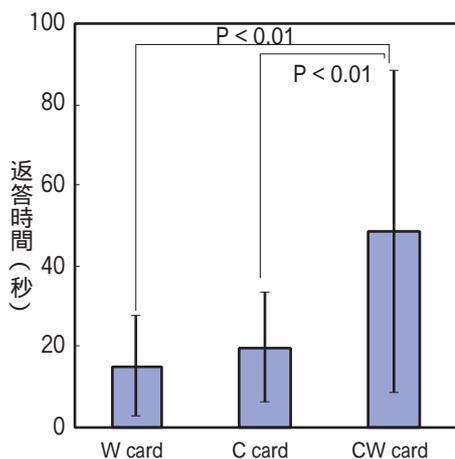


図7 返答時間

今回の被験者には健常高齢者だけでなく、軽度痴呆、中程度痴呆の患者が含まれていたことから、W cardやC cardのような容易な課題にも相関が得られたと考えら

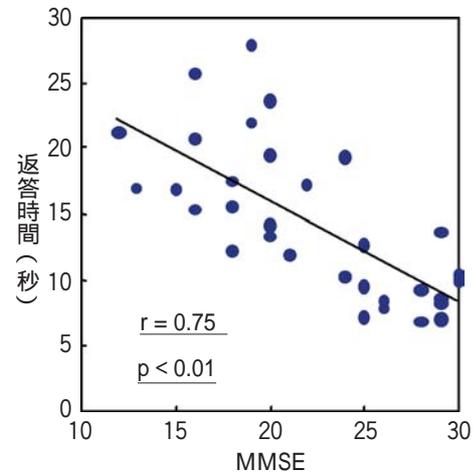


図8 MMSEとWcard返答時間

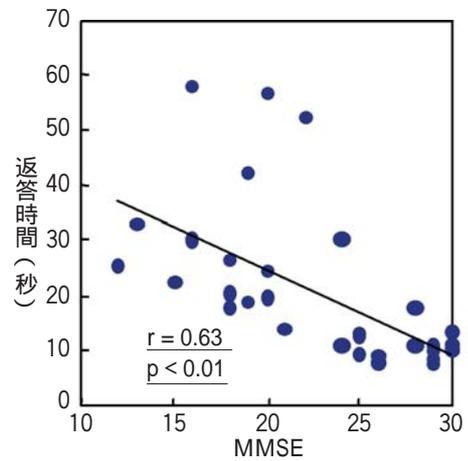


図9 MMSEとCcard返答時間

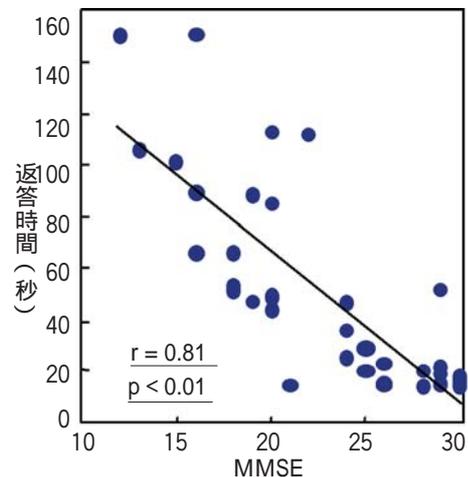


図10 MMSEとCWcard返答時間

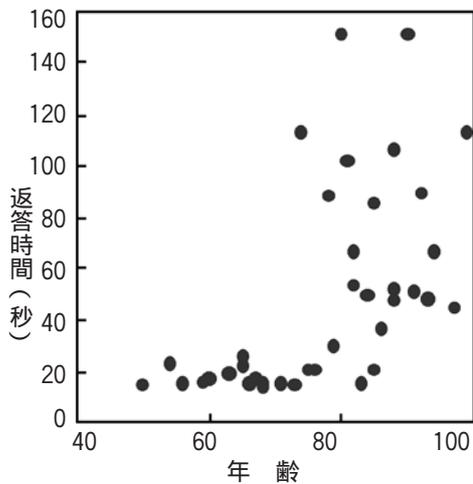


図11 年齢（全被験者）とCWcard返答時間

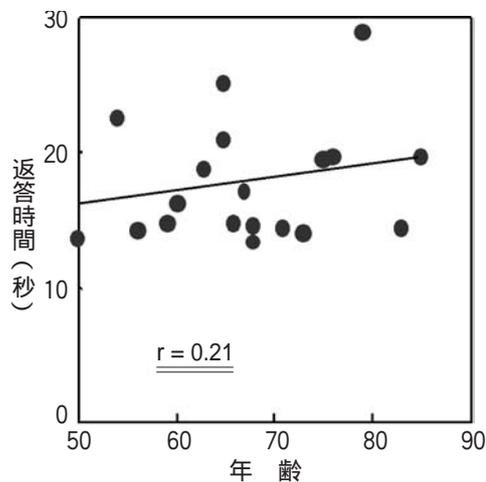


図12 年齢（健常者）とCWcard返答時間

れる。しかし相関の強さを考慮するとMMSEとCW card 返答時間の相関が最も強いことから、CW card返答時間すなわちStroop効果が知的機能レベルを反映していることが示された。

加齢によるStroop効果への影響を考慮するため、被験者の年齢とCW card返答時間との関係を図11に示す。

図11からは、85歳あたりをさかいに大きく返答時間がばらついていることが読み取れる。これは二つの理由によるものと考えられる。一つは図11には全被験者のデータが示されており、知的機能の低下による返答時間の延長が考えられる。またもう一つは特に高齢の被験者にいえることであるが、加齢による知的機能以外の生理的機能の低下による返答時間の延長が考えられる。そこでこれらの影響がないと考えられるMMSE21点以上かつ85歳以下の被験者の関係を図12に示す。

MMSE21点以上かつ85歳以下の被験者においては、年齢とCW card返答時間の相関係数は $r=0.21$ と低く、痴呆がなく85歳を超える加齢による生理機能の低下がなければ、Stroop効果は年齢の影響をほとんど受けないことが示された。

## 7. 考察

今回の研究では健常高齢者38名を被験者とし、Stroop効果の測定を行った。その結果W card、C cardにくらべCW cardの返答には有意に長く時間がかかることが示され、Stroop効果を確認することができた。またこの効果は健常高齢者においては年齢に依存しないことも示された。

既存の痴呆評価スケールであるMMSEとの比較では、W card、C card課題は日常的で非常に容易ではあったが、今回の被験者に痴呆患者が含まれていたことから、MMSEと相関がみられた。しかし相関の強さに着目すると、CW card課題では、 $r=0.81$ とW card、C card課題に比べ非常に高い相関がみられた。これはStroop効果をうみだすこの課題では、日常生活で慣れた文字を読む作業に反し、文字の色を答えるという拮抗的で高次の作業が前頭葉で行われていることから、微妙な知的機能の差が結果に反映され、高い相関が得られたものとする。以上の結果はStroop効果の軽度痴呆評価への有用性を示したものと見えよう。

今回課題は $4 \times 4$ の16の文字（色）であった。今後は、この個数を増やし問題強度を高めることにより健忘、軽度痴呆のより細かな評価を行いたいと考える。また加齢による影響が若干ではあるが示されたことから、健常高齢者のみ対象としたデータ集めをし、必要とあれば加齢による補正を行いたいと考える。そして最終的には音声入力による被験者とコンピュータのみからなる健忘・軽度痴呆自動診断システムを構築する予定である。

## 8. 謝辞

本研究を行うにあたり、被験者として参加していただきました新潟県柏崎市剣野公民館・コミュニティーセンターの皆様、新潟県長岡市老人保険施設サンプラザ長岡の皆様にご感謝の意を表します。

## 文 献

- [ 1 ] Stroop,J.R. Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology, 18, pp643-661, 1935
- [ 2 ] B. Uttl and P. Graf Color-Word Stroop Test Performance Across the Adult Life Span. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 1997, Vol.19, No.3, pp405-420
- [ 3 ] Koss E, Ober BA, Dells DC, Firdland RP. The Stroop color-word test: Indicator of dementia severity. Journal of Neurosci, 1984, Aug;24 (1) :53-61
- [ 4 ] 内山尚志、郭怡、福本一朗、軽度痴呆評価に対するStroop効果の有用性の検討電子情報通信学会MEとサイバネティック研究会技術研究報告MBE2002-1～14,Vol.102, No89, pp17-20, 2002.5
- [ 5 ] 内山尚志、福本一朗、Stroop効果による軽度痴呆評価の検討、日本人間工学会第43回大会講演集pp472-473, 2002.6