

神経衰弱ゲームにおける色と形の認知と学習

藤井佑実子, 野村 典子

(武庫川女子大学生生活環境学部・情報メディア学科)

Cognition of Color & Shape and Learning in Concentration Game

Yumiko FUJII, Noriko NOMURA

*Department of Informatics and Mediology, School of Human Environmental Sciences,
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

Abstract

Concentration game on the computer can be utilized for analysis of human information processing using optical sensation and memory, and also for analysis of learning processing in less time. We developed the concentration game program using color cards and character cards consisted of 4 different types of game. They provide us detailed history of game player traceable and time-series data measurable at the micro level. Using this program, we carried out an experiment to test for study of human cognitive process, specifically artifice for game clear, learning effect, cognition of color and shape, Stroop effect. In the result, we have teased out some knowledge inclusive of underlying in human cognitive behavior such as; specify valuable data domain for learning processing, difference of changing pattern in game types, refusal on information, difference of time in cognition of color and shape, and so on.

はじめに

神経衰弱ゲームは、人間の視覚と記憶を用いて行うゲームである。英語名は、Nervous Debility Game ではなくて、Concentration (集中) Game である。裏返しに置かれた何枚かのカードを1度に2枚ずつめくり、同じ絵や数字が表記されたものをできるだけ早く、または、多くを見つけることを競うゲームである。ルールが単純であり、トランプなどを使っても家庭で簡単に楽しむことができるため、世界中で普及している。コンピュータ上のゲームとしても、製作者サイドに人気があるようで、Web 上には様々な趣向を凝らしたフリーソフトの Concentration Game が公開されている。

英語名を「集中」というだけあって、コンピュータ以前のカードを用いるクラシックゲームの時代にも、コンピュータ上のゲームになってからも、

国内外を問わず、幼児や小学校の低学年対象の教材に数多く使用されている。光原らの「RFID カードを用いた2進数の学習」¹⁾や、夏目の「分数神経衰弱ゲームをもとにした分数指導」²⁾の研究も報告されている。

しかし、人間の視覚と記憶の情報処理の解析や、あるいはゲーム攻略に伴う学習の解析など、人間の認知・行動過程を調べるための実験ツールとして用いられる事例は少ない。筆者らの「神経衰弱ゲームにおける視覚と記憶の情報処理」³⁾や、山上の「認知ゲーム実験」⁴⁾が報告されているくらいである。

筆者らは、コンピュータ上でカラーカードと文字カードを組み合わせる神経衰弱ゲームプログラムを作成し、プレイヤーの詳細な行動履歴と、時系列のマイクロデータを採取できるようにした。本研究では、神経衰弱という短い時間でクリアでき

るゲームにおいて、ゲームクリアという1つのタスクを繰り返し行う中で、ゲームクリアのための攻略、学習効果、色と形の認知時間、ストループ効果など、人間の認知・行動の過程を直接調べることを目的に実験を行った。短い時間における行動履歴のマイクロデータを解析することで、潜在的過程と思われる部分の解明にもつながると考えている。

実験方法

1. ゲーム概要

ゲームには、色カード(赤, 青, 灰, 黄, 黒, 緑, 紫, 茶) 8枚と、色名を漢字1字で表記したカード8枚を用いる。これには、色相が離れているために区別し易く、漢字1字で色名を表わすことができる、よく知られた色を選んだ。無彩色の灰色と黒色も加えている。漢字の表記色は、ゲームタイプ毎に異なる。これらのカードを、1回の試行ごとに4×4のマトリクスにランダムに配置して、マウスでクリックすることによりゲームを行う。カード合せが成功すれば、該当するカード2枚を背景色とし、アクセス付加とする。

ゲームタイプは以下の4種類を作成した。

- ①Type1：色カードと色カードを合わせる。
- ②Type2：色カードと文字カード(色名を黒で表記)を合わせる。
- ③Type3：色カードと文字カード(色名を同色で表記)を合わせる。
- ④Type4：色カードと文字カード(色名を異色で表記)を合わせる。

Fig. 1 に、Type2 で使用するカードを例示する。



Fig. 1. Cards using for GameType2

2. ゲームプログラム概要

ゲームプログラムの概要は、以下のとおりである。

- ①コンピュータ OS：Windows Vista
- ②プログラム開発言語：Microsoft VisualBasic2005
- ③ゲーム Window の表示位置：17 インチディスプレイ (画面の解像度 1280 × 1024pixel)の中

央

- ④ゲーム Window の表示サイズ：640×480pixel
- ⑤カードのサイズ：122×83pixel
- ⑥ゲーム開始時のカード配置：ゲーム Window 上の4×4のマトリクスにランダムに配置
- ⑦計測項目：ゲーム回数、ゲームタイプ、日付、開始時間、初期配置のカード位置番号と色番号、クリック回数毎の情報(クリック回数、クリック時間(ms)、カード位置番号、色番号、カード合せフラグ)
 - ・カード位置番号とは、Fig. 2 に示すようにゲーム Window のマトリクスに番号を付けてカード位置を表わしたもの
 - ・色番号とは、Fig. 1 に示した色の順に0~15の番号を付けて色を表わしたもの(色カードのみを使用するゲームでは、同じ色には同じ番号を重複して付ける)
 - ・カード合せフラグは、以下の状態を番号で表わしたもの
 - i) 0 --- カード合せ成功
 - ii) 1 --- カード合せ失敗
 - iii) -2 --- 既にとったカード位置をクリック
 - iv) -4 --- 1枚目と同じカードをクリック

0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15

Fig. 2. Position No. in cards array

- ⑧初期計測：⑦に記したクリック回数毎の情報以外を計測
- ⑨行動履歴計測：初期計測が終了した後、最初のカードをクリックしてから最後のカードをクリックするまで、⑦に記したクリック回数毎の情報を計測
- ⑩表向きカード表示時間：
 - ・1枚目のカード：1枚目のカードをクリックしてから、2枚目のカードをクリックした200ms 後まで
 - ・2枚目のカード：2枚目のカードをクリックしてから、200ms 後まで
- ⑪カード合わせの判定：プログラムで自動的に判定し、以下の処理を行う。

- ・成功：カードを背景と同色にし，アクセス不可にする。
- ・失敗：カードを背景と同色にし，アクセス可にする。

3. 実験概要

実験は，Type1 と Type2 を同日に連続して4回ずつ試行，Type3 と Type4 を1週間後の同日に連続して4回ずつ試行という方法を用いた。

詳細は以下の通りである。

- ①被験者：コンピュータの使用には慣れてはいるが，コンピュータゲームの経験が少なく，本ゲームを初めてプレーする大学2年生女子13名
- ②時間：午前11：00～11：30
- ③場所：ゼミ室
- ④機器：使用コンピュータ等
 - ・コンピュータ：HP dx5150MT
 - OS：Windows Vista
 - CPU：AMD Athlon tm 64 Processor
 - ・ディスプレイ：EIZO FlexScan M1700
17インチディスプレイ
 - ・光学式マウス：HP M/N：M-UV96
- ⑤方法：ゲームタイプ毎に以下を実施
 - ・ゲームの操作方法，ゲームタイプの概要，データの保存方法を説明
 - ・可能な限りゲームクリア時間を短くするよう要請
 - ・ゲーム終了毎に自動的にクリア時間が表示されることを説明
 - ・サーバーから該当ゲームプログラムを配布
 - ・各自適宜休憩を取りながら，4回試行
 - ・実験中の質問は可
 - ・異なるゲームタイプ試行間に5分休憩

結果および考察

1. ゲーム Window とカード表示時間設定の評価

「実験方法」の2.節③ゲーム Window の表示位置と④ゲーム Window の表示サイズは，ゲームプレーヤーとディスプレイの距離が通常70cm前後であるため，ゲームプレー中に全カードが中心視野内に入る Window の表示位置とサイズに設定した。これは，カード位置による視覚認知差をできるだけ少なくするよう配慮したためである。

筆者らは，以前アイカメラを使用して「Flipperゲームによるプレーヤーの行動履歴」^{5,7)}の研究をしていた。その過程で，マウスには加速度があり，画面上で長い距離を移動させるときには速くなることに気付いた。加速度の値は製造メーカー毎に異なり，公開されていない。今回，加速度による影響ができるだけ少なくなるように，Window の表示サイズを設定した。Fig. 3に，ゲーム Window の表示位置とサイズのイメージを示す。

上記を考慮してゲーム Window を設定した結果，得られたデータに極端な偏りは認められず，設定は適切であったと考えられる。

また，「実験方法」の2.節⑩のカード表示時間の値は，2つの刺激が提示される時間間隔が200msより長いときに，2つの刺激として視覚認知されるという Werner の実験結果⁸⁾を基に設定した。これについても，プレーヤーからカード表示時間が短いという指摘は無かった。200msは，適切な値であったと思われる。

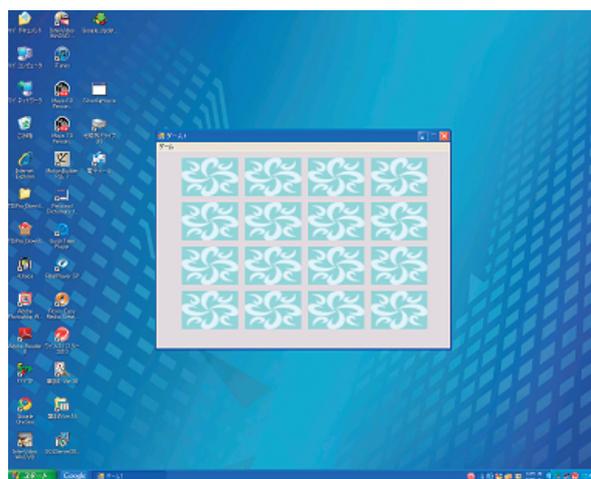


Fig. 3. Location and size of game window

2. 学習履歴データの取得に対する評価

今回の実験に先立ち，予備実験を行った。ゲームプログラムの設定は同じで，実験方法は，Type1～4までの試行を3回ずつ一度に行う方法をとった。しかし，被験者に疲労が生じ，Type3, 4については十分なデータを採取することができなかった。また，予備実験では，一度に被験者30名(大学1年生女子)を集めて実験を行ったが，集中できない被験者も多く，有効な実験データが少なかった。

このため，今回は，実験の主旨を説明して協力

を得ることができた13名を被験者とした。2回に分けて実験を行った結果、欠席者や被験者によるデータ保存ミスもあり、有効な被験者データは11名分となった。また、Type4では数人の被験者から口頭で疲労が伝えられたため、3回の試行に変更した。

被験者のType毎、試行回数毎のゲームクリア時間平均とSDをTable 1に示す。計測データ単位はmsであるが、直感的に理解しやすいように秒に変換して表示している。また、Table 1のType毎のクリア時間平均を試行回数毎に表示したグラフをFig. 4に示す。

Table 1. Average of game clear time and SD

ゲームタイプ	試行回数	1回	2回	3回	4回
Type1	クリア時間平均	22.9	28.7	24.0	22.0
	SD	5.08	7.17	6.77	3.12
Type2	クリア時間平均	26.7	28.2	25.6	25.9
	SD	5.96	8.79	7.07	10.24
Type3	クリア時間平均	22.2	25.2	20.8	24.9
	SD	4.30	4.71	4.41	10.51
Type4	クリア時間平均	37.3	28.3	35.7	
	SD	19.26	11.04	10.92	

game clear time (second)

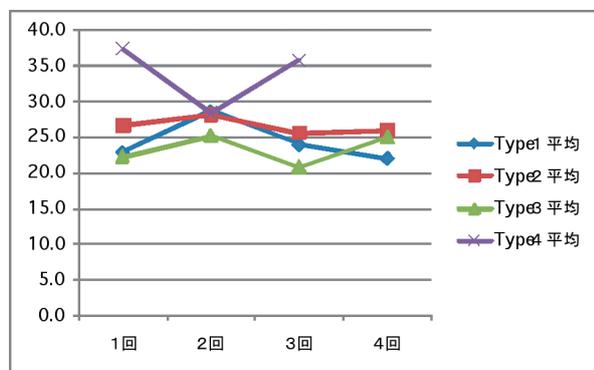


Fig. 4. Average of game clear time

Fig. 4のグラフより、Type4は3回目の試行で2回目のクリア時間平均値を大幅に上回っており、疲労が生じていることを推測させる。4回目の試行を中止したことは適切だったと思われる。Type2と3は、4回目の試行でクリア時間平均値が増加していることがわかり、試行回数の設定は適切と考えられる。Type1については、5回目以降クリア時間が減少するのか増加するのかわからないため、試行回数を増やす必要がある。本研究の目的の1つは、短い時間における学習の解析で

あり、疲労(あるいは集中力の欠如)を含むデータの解析はできるだけ避けたいと考えている。そのため、クリア時間の減少と増加の分岐点のデータは重要である。

一方Type1～Type3において、試行の1回目より2回目のクリア時間平均値が増加し、3回目で減少している。疲労が想定されるまでは、試行回数を重ねる毎にクリア時間は減少すると予想したが、実際のデータは異なっている。1回目は集中しやすいのであろうか。ゲーム終了毎に自動的にクリア時間が表示されるため、1回目と2回目のクリア時間を自ら比較して、3回目は学習によって何らかの攻略方法を用いていると考えられる。

これらの結果から、Type1では2回目～4回目の間で、Type2とType3では2回目～3回目の間で、Type4では1回目と2回目の間で、被験者の時系列データを解析すれば、ゲームクリアのための攻略や学習効果について有用な知見が得られると考えている。詳細な時系列データを得ることができたが、データの分析にはなお多くの時間を要し、今回はこれらの解析までには至っていない。しかし、学習履歴データについては、必要なデータが得られたと考えている。もちろん脳波計やアイカメラなどは用いていないので、解明できる範囲に限界はあるが、解析を続けていきたい。

3. ゲームクリア時間における結果と考察

今回はゲームクリア時間を中心に解析を行った。その結果について報告する。

(1) ゲームタイプと試行回数の分散分析

最初に、「ゲームタイプ」と「試行回数」を被験者内因子、「ゲームタイプ毎の回数」を従属変数とする対応のある因子と対応のある因子の2元配置分散分析を行った。Type1～4については試行回数3回とし、Type1～3については試行回数4回として、それぞれ分散分析を行った。使用したのは、SPSS Advanced Statistics 19.0J for Windowsである。

Type1～4について3回試行の分散分析の結果、Mauchlyの球面性検定において、「試行回数」の有意確率が $0.683 > \alpha = 0.05$ と大きく、球面性の仮説が棄却されなかった。次に、被験者内効果の検定において、「ゲームタイプ×試行回数」の球面性の仮定の有意確率は $0.006 < \alpha = 0.05$ で、『ゲームタイプと試行回数の間に交互作用はない』という仮説が棄却された。これは、試行回数の変化のパターンがゲームタイプによって異なることを示し

ている。

Type1～3について4回試行の分散分析の結果、Mauchlyの球面性検定において、「ゲームタイプ」の有意確率が $0.908 > \alpha = 0.05$ 、「試行回数」の有意確率が $0.153 > \alpha = 0.05$ 、「ゲームタイプ×試行回数」の有意確率が $0.133 > \alpha = 0.05$ と、いずれも有意水準を超えているので、球面性を仮定できることがわかった。次に、被験者内効果の検定において、「ゲームタイプ×試行回数」の球面性の仮定の有意確率は $0.590 > \alpha = 0.05$ となり、『ゲームタイプと試行回数の間に交互作用はない』という仮説が棄却できなかった。これは、試行回数の変化のパターンがゲームタイプによって異なるとは言えないことを示している。

以上の結果から、Type4の試行回数の変化のパターンが、他と異なっていることが推測できる。これらについては、Fig. 4のグラフからも確認することができる。

(2) ゲームタイプ毎のクリア時間

Type1においては、カードをクリックしたときの視覚と記憶の情報処理は、次のように考えられる。

- ①カードを探索
- ②1枚目のカード位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納
- ③1枚目のカードをクリック
- ④色と位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納 → 長期記憶を検索 → 色を認知 → 短期記憶へ格納
- ⑤カードを探索
- ⑥2枚目のカード位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納
- ⑦2枚目のカードをクリック
- ⑧色と位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納 → 長期記憶を検索 → 色を認知 → 短期記憶へ格納

Type2においては、色カードについてはType1の①～④と同様であり、文字カードについては次のように考えられる。

- ①カードを探索
- ②カード位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納
- ③カードをクリック
- ④形と位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納 → 長期記憶を検索 → 文字の形を認知 → 文字の意味を認知 → 文字が表わす色を認知 →

短期記憶へ格納

Type3及びType4においても、色カードについてはType1の①～④と同様であり、文字カードについては以下のように考えられる。なお、色と形の認知速度については、幾つかの異なる研究結果⁹⁻¹⁰が報告されている。以下に記す④における「文字の色の認知」と「文字の形の認知」の順序は便宜上示したもので、逆順でも構わない。

- ①カードを探索
- ②カード位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納
- ③カードをクリック
- ④色と形と位置情報を視覚認知 → 短期記憶へ格納 → 長期記憶を検索 → 文字の色を認知 → 長期記憶を検索 → 文字の形を認知 → 文字の意味を認知 → 文字が表わす色を認知 → 短期記憶へ格納

Fig. 5に、Fig. 4のグラフにSDを加えたものを表記する。Fig. 5のグラフでType1とType2を比較すると、2回目以外は、Type2のクリア時間平均値が大きくなっていることがわかる。Type2では、文字の形を認知 → 文字の意味を認知 → 文字が表わす色を認知 という情報量と、情報処理のための時間が増え、クリア時間が長くなったと推測することができる。

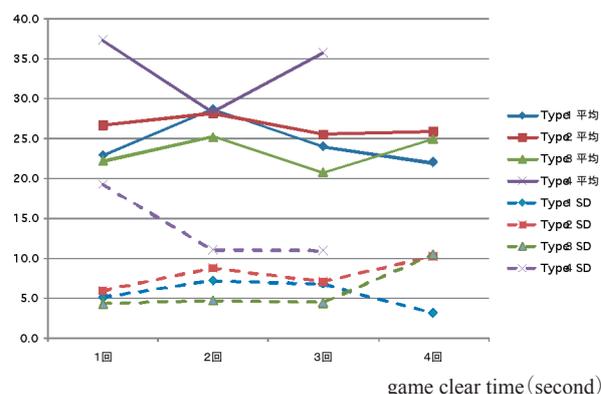


Fig. 5. Average of game clear time and SD in each Game Type

Type1とType2における被験者毎のクリア時間のグラフをFig. 6, Fig. 7に示す。Type1では、Fig. 6より、4回目の試行でクリア時間が最も短くなっている被験者が多いことがわかる。短い時間に、被験者がゲーム操作方法やゲームクリアのための攻略方法を学習し、その結果、クリア時間が短くなっていると推測することができる。Fig. 5

より, Type1 の 4 回目の試行の SD 値が大幅に減少していることがわかる. また, Fig. 6 から, 4 回の試行で, 被験者のゲームクリア時間の値が収束していることも確認できる.

「学習とは, 基本的には知識の獲得を意味する. そして, 様々な知識の獲得を認知行動の変化と考える」と定義されている¹¹⁾. Type1 のような単純なゲームにおいては, 被験者がこれまでに持っている知識と, ゲームクリアに必要な知識の差が少ないため, 数回の試行で, 多くの被験者が必要な知識を獲得できると考えられる. また, 本実験の被験者は, 同質集団に属しているため, ゲーム試行前に持っている知識に大きな差は無い. したがって, 短い時間にゲーム操作方法やゲームクリアのための攻略方法を学習し, その効果が表れると, SD 値が小さくなってくると考えられる.

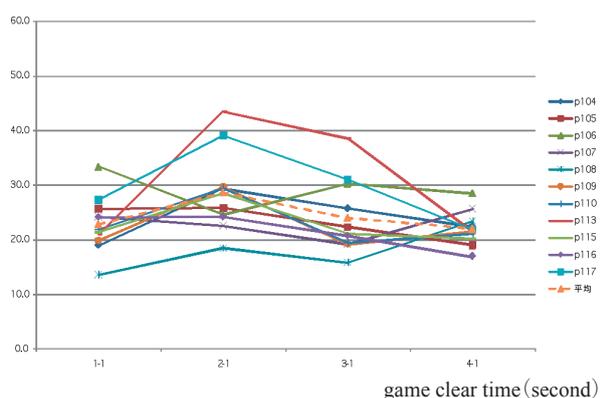


Fig. 6. Game Type1 clear time in each subjects

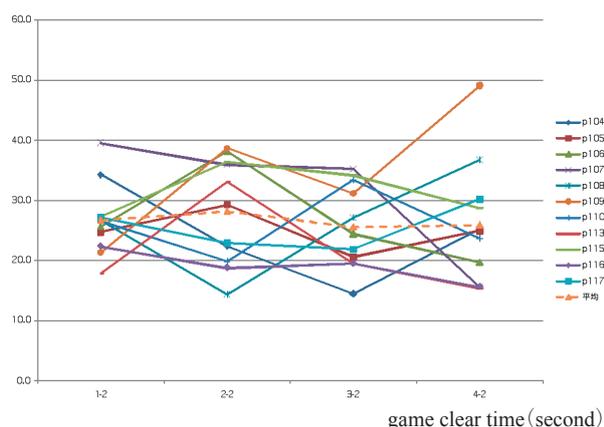


Fig. 7. Game Type2 clear time in each subjects

Type2 では, Fig. 7 より全体に被験者間のバラつきが大きいことがわかる. Fig. 5 から, SD 値は Type1 ~ Type3 で最も大きいことがわかる.

4 回目の試行で SD 値は最も大きくなっている. 処理すべき情報量が増えると, 個人差が大きくなると考えられる. あるいはクリックしたカードの持つ情報量が異なるため, クリックしたカードの順番に依存する部分もあるかもしれない. カードの順番も記録されているので, 今後解析を続けていきたい.

次に, Type3 と Type4 における被験者毎のクリア時間のグラフを Fig. 8, Fig. 9 に示す.

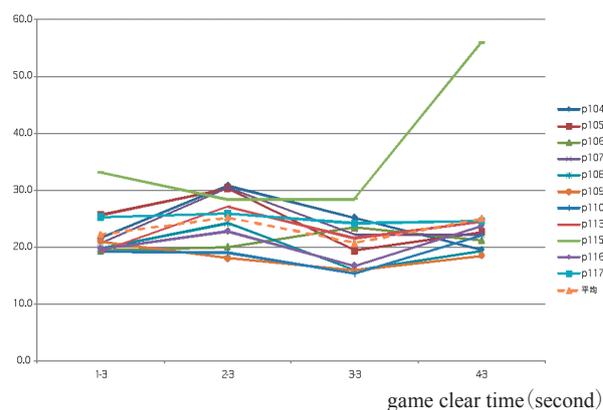


Fig. 8. Game Type3 clear time in each subjects

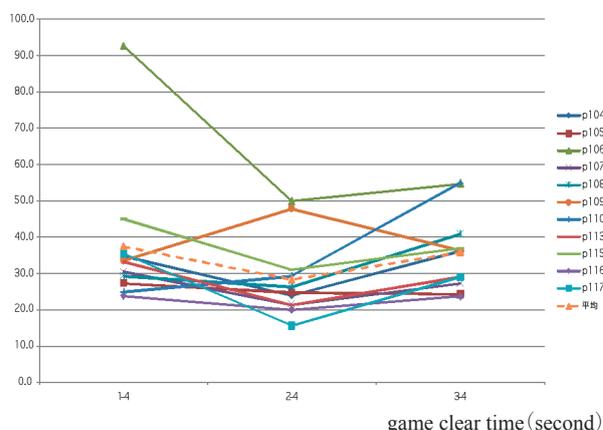


Fig. 9. Game Type4 clear time in each subjects

Type3 には, 色情報と形情報の両方がある. 情報量と情報処理の時間が多くなっているにもかかわらず, Fig. 5 のグラフから, 3 回試行までのクリア時間平均値は, 全てのゲームタイプの中で最も小さいことがわかる. Type2 のクリア時間平均値が Type1 のクリア時間平均値より大きいことから, 漢字のように認知に時間のかかる複雑な形の場合は, 形の情報を捨てて, 時間のかからない色情報のみを用いているのではないかと推測でき

る。つまり、ゲームクリアというタスクのために、短い時間に情報の取捨選択を行い、有効な情報の方を用いるという攻略をとっていると考えられる。しかし、最も易しいとみられる Type1 よりクリア時間平均値が短いことに疑問が残る。

Table 1 と Fig. 5 のグラフより、3 回試行までの Type3 の SD 値が最も小さいことがわかる。Type1 の試行では、4 回目のクリア時間平均値が最も小さいときに、SD 値が最も小さかった。これを基に推測すると、被験者の多くにゲーム操作方法に対する学習効果があったと考えることができる。Type1 の直後に試行した Type2 の方が、操作に対する学習効果が強く表れると思われるが、これを考慮に入れても、短い時間における文字認知(漢字の場合)は色認知よりも難しいことを示していると考えられる。

Type3 における 4 回目のクリア時間平均値が増加しているのは、Fig. 8 より、被験者 1 人の値が極端に大きいためである。しかし、この被験者を除いて 4 回目のクリア時間平均値を求めてみると 21.8 秒となり、Table 1 から、3 回目のクリア時間平均値より増加していることがわかる。疲労のためと思われ、やはり Type3 は Type1 より認知負荷が大きいためと考えられる。

4 回目の SD 値については、この被験者を除いた値は 2.17 となり、大幅に減少している。疲労が加わってクリア時間が増加しても、ゲームクリアのための学習は進んでいると推測することができる。

Type4 は、ストループ効果を入れた難易度の高いゲームであり、クリア時間平均値、SD 値、共に大きいのは予想通りであった。Fig. 9 のグラフから、1 回目に被験者の 1 人が大きく動揺していることがわかる。2 回目の試行では、1 名を除き、クリア時間が大幅に減少している。ゲーム攻略方法を学習している可能性が高い。

これまで本項で述べてきた推測については、今回の実験で採取された時系列のデータを詳細に分析すれば、さらに知見を得られる可能性があると考えている。

(3) クリア時間とクリック回数の比較

次に、被験者の Type 毎、試行回数毎のクリック回数の平均と SD を Table 2 に示す。また、Table 2 の Type 毎のクリック回数平均を試行回数毎に表示したグラフを Fig. 10 に示す。

Table 2. Average of click times and SD in each Game Type

ゲームタイプ	試行回数	1 回	2 回	3 回	4 回
Type1	クリック回数平均	35.8	44.5	38.3	36.6
	SD	9.91	8.05	9.25	6.52
Type2	クリック回数平均	37.3	42.8	40.8	39.9
	SD	10.35	15.32	11.65	16.20
Type3	クリック回数平均	31.9	40.8	33.1	38.5
	SD	3.59	7.86	5.01	9.87
Type4	クリック回数平均	49.1	39.6	52.8	
	SD	19.17	14.00	15.46	

game clear time (second)

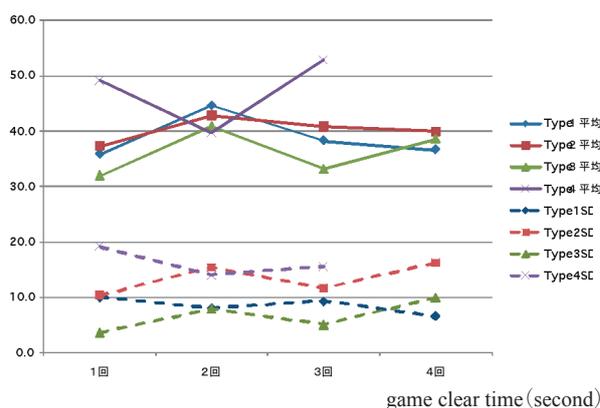


Fig. 10. Average of click times and SD in each Game Type

Fig. 5 と Fig. 10 のグラフを比較すると、SD 値は異なるが、ゲームクリア時間平均とクリック回数平均のグラフはよく似た形状であることがわかる。Fig. 11 に、ゲームクリア時間平均とクリック回数平均を同一グラフに表したものを示す。また、全ての被験者のデータから、ゲーム毎、試行回数毎のゲームクリア時間とクリック回数の相関係数を求めた結果を Table 3 に示す。

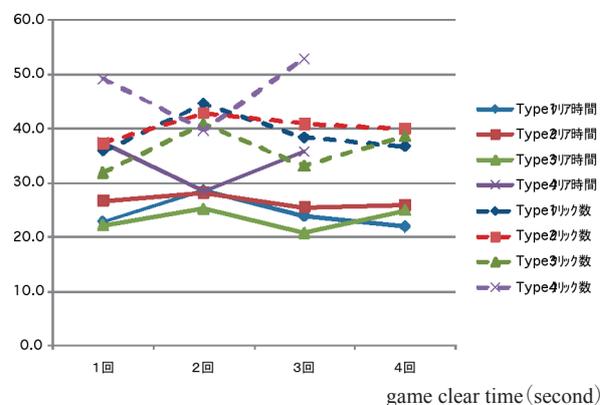


Fig. 11. Game clear time and click times

Table 3. Coefficient of correlation in game clear time and click times

試行回数	1回	2回	3回	4回
Type1	0.843	0.865	0.896	0.851
Type2	0.865	0.895	0.851	0.960
Type3	0.514	0.817	0.861	0.972
Type4	0.950	0.893	0.916	

Table 3. と Fig. 11 より, クリア時間とクリック数の相関は, 極めて高いことがわかる. クリックを1回する毎に, 前項で述べた情報処理のための時間がかかると考えられる. したがって, クリック回数が少なければ, クリア時間が短くなるのは当然と考えられ, 今回の実験でもそのことが証明されたと言える.

クリック回数を減らすために, 被験者はどのような手段を用いているのであろうか. クリック回数毎の情報(クリック回数, クリック時間(ms), カード位置番号, 色番号, カード合せフラグ)を時系列で採取しているため, 今後, これらのデータの解析を進めていきたいと考えている.

(4) クリック間隔

Table 1 に示したクリア時間平均と Table 2 に示したクリック回数平均から, クリック間隔平均を求めた結果を Table 4 に示す.

Table 4. Average of click interval

クリック間隔	1回	2回	3回	4回
Type1 平均	0.638	0.643	0.626	0.600
Type2 平均	0.716	0.658	0.626	0.649
Type3 平均	0.697	0.618	0.627	0.647
Type4 平均	0.760	0.714	0.676	

click interval (second)

学習効果があったと予想される範囲を, カラーで表示している. 最も単純な Type1 については, ゲーム操作についての学習が主と考えられ, 学習が進むに連れてクリック間隔が短くなっていることがわかる. Type2 は 32ms, Type4 は 46ms とクリック間隔が大幅に減少している. Type3 では, 2回目と3回目の間でクリア時間が大幅に減少しているにも関わらず, クリック間隔が増加していて, 攻略方法を学習している可能性が高い. これらについても, 今後の履歴データの分析により, 何らかの知見が得られると考えている.

おわりに

1. まとめ

本研究では, 人間の視覚と記憶の情報処理や短い時間における学習の解析のために, コンピュータ上の神経衰弱ゲームを利用した. コンピュータ上でカラーカードと文字カードを組み合わせる神経衰弱ゲームプログラムを作成し, プレーヤーの詳細な行動履歴と, 時系列のマイクロデータを採取できるようにした. これを用いて, ゲームクリアという1つのタスクを繰り返し行う中で, ゲームクリアのための攻略, 学習効果, 色と形の認知時間, ストループ効果など, 人間の認知・行動の過程を調べることを目的に実験を行った.

その結果, 人間の認知・行動の潜在的過程の解明につながるものも含めて, 以下の知見を得ることができた.

- ①短い時間における学習の解析のために, 有効な学習履歴データを得られる範囲を特定することができた. 本実験においては, Type1 では2回目～4回目の間, Type2 と Type3 では2回目～3回目の間, Type4 では1回目と2回目の間である.
- ② Type1 ～ Type3 までは, 試行回数の変化のパターンがゲームタイプによって異なることがわかった. Type4 のみが, 他と異なっている.
- ③ Type1 は, 試行回数の増加に伴いクリア時間平均値が減少する傾向を示し, 4回目の試行でクリア時間平均値, SD 値共に最小となっている. これは, 学習到達点に近づく傾向を示していると考えられる.
- ④処理すべき情報量が増えると, 個人差が大きくなると考えられる.
- ⑤短い時間に情報の取捨選択を行い, 漢字のように認知に時間のかかる複雑な形の場合は, 形の情報捨て, 時間のかからない色情報のみを用いていると推測できる.
- ⑥3回試行まで Type3 の SD 値が最も小さく, クリア時間平均値も小さい. しかし, 4回目は Type1 よりクリア時間平均値が大きく, Type1 より認知負荷が大きいと考えられる.
- ⑦ Type4 は, ストループ効果を入れた難易度の高いゲームであり, クリア時間平均値, SD 値, 共に最大である. しかし, 短い時間にゲーム攻略方法を学習している可能性は最も高い.

- ⑧クリア時間とクリック数の相関は極めて高い。クリックを1回する毎に、情報処理のための時間がかかることが証明されたと言える。
- ⑨ Type1 については、ゲーム操作についての学習が主で、学習が進むに連れてクリック間隔が短くなることがわかった。

2. 今後の課題と展望

詳細な時系列データを得ることができたので、さらにこれらを分析し、人間の認知・行動過程の解明だけでなく、潜在的過程の解明まで進めたいと考えている。また、ゲームタイプ毎に分けて実験日を設定し、各ゲームの試行回数を増やす実験も考えていきたい。

色と形の認知や短い時間における学習の研究で得られた知見は、瞬時に判断を要求される機器操作パネルのボタンのデザインや配置などに、応用可能と思われる。

また、本研究のために作成した実験ツールは、カードに表示する内容を工夫することにより、人間の認知・行動の潜在的過程を調べるために、有効なツールになると考えている。

参考文献

- 1) 光原弘幸, 平川靖素, 金西計英, 矢野米雄, 日本教育工学会論文(32 Suppl.), pp. 137-140, (2008)
- 2) 夏目忠士, 日本数学教育学会誌. 臨時増刊, 総会特集号(63), pp. 112, (1981)
- 3) 野村典子, 神田由佳里, 笹原優奈, ゲーム学会第6回全国大会論文集, pp. 19-20, (2007)
- 4) 山上暁, 甲南女子大学研究紀要. 人間科学編 43, pp. 1-8, (2007)
- 5) T.Nishiki, A.Tsubokura, M.Ueno, N.Nomura, and K.Tsushima, *Proc. of ED-MEDIA & ED-TELECOM 98*, Vol1. 2, pp. 1034-1039, (1988)
- 6) 野村典子, 大塚喬之, 対馬勝英, 教育システム情報学会第26回全国大会講演論文集, pp. 135-136, (2001)
- 7) 野村典子, 大塚喬之, 対馬勝英, ゲーム学会第2回全国大会講演論文集, pp. 7-10, (2003)
- 8) 福田忠彦, 渡辺利夫: ヒューマンスケープ, 日科技連, pp. 27, (1996)
- 9) 菊池哲平, 原田恵梨子: 自閉症幼児における色と形に対する認知特性, 熊本大学教育学部紀要. 人文科学 58, pp. 175-181, (2009)
- 10) 中川大倫: 形と色の部分内容視について, 教育心理学研究 2, 43-50, (1954)
- 11) 多鹿秀継: デジタル認知科学辞典, 日本認知科学会, 0574. HTML, (2004)