Color Science Association of Japan

人工共感覚（数字に対する色イメージ）の記憶力に対する影響の定量的分析
Quantitative Analysis of Effects of “Artificial Synesthesia” on Memory Performance

吉川 花里 Hanari Yoshikawa 早稲田大学人間科学部 WASEDA university
方 思源 Siyuan Fang 早稲田大学大学院人間科学研究科 WASEDA university
松居 辰則 Tatsunori Matsui 早稲田大学人間科学学術院 WASEDA university

Keywords: 共感覚、記憶、人工共感覚、色イメージ

1. はじめに

1.1 背景

世間には文字や数字、音などに、自然と色や匂いを感じる人々が存在する。この現象を心理学用語で共感覚（synesthesia）という。共感覚とは、ある一つの物理的刺激が感覚受容器に与えられたときに、本来起こる感覚だけでなく、それ以外の感覚も引き起こす現象である[1)2)]。共感覚には文字に色を感じる色字共感覚、音に色を感じる色聴共感覚に関する研究は多く行われているが、匂いに色を感じる共感覚、文字に味を感じる共感覚、物に触ると味を感じる共感覚など、様々な共感覚が存在する。

文献3)によれば、共感覚についての研究は約200年前から行われてきたが、感覚部位の間に共感覚特有の神経結合が存在するという仮説や、共感覚保持者は諸感覚を統合するTPj（側頭頭頂接合部）の抑制が少ないという仮説など諸説あるものの、未だに共感覚の発生メカニズムは明確になっていない。

1.2 目的

近来、共感覚に関する研究は多く為されてきた。しかし、その多くは「共感覚とはなにか」を追求する研究であり、共感覚という現象を「利用する」という研究は行われてこなかった。そこで、本研究では、文字や数字に色を知覚する色字共感覚の中でも、数字に色を知覚する共感覚に焦点を当てる。色字共感覚保持者は非共感覚保持者と比べ、記憶力が良いという研究[4)]がある。特に、本研究ではこの共感覚と記憶力のメカニズムを非共感覚保持者への応用を検討した。つまり、共感覚非保持者に共感覚そのものをもたせることは不可能だとしても、人工的に文字に色のイメージをもたせ、“共感覚のようなもの”を身につけさせることの可能性を検討した（以下、この“共感覚のようなもの”を「人工共感覚」と呼ぶ）。そして、この人工共感覚を身につけさせることにより、非共感覚保持者の記憶力の促進の可能性を実験的に検討した。ただし、本研究における記憶力とは、日常的な”記憶する”という行為と同一のストラテジーに人工共感覚を加え、再生課題における成績が上がるということを意図している。以上をまとめると、本研究の目的は、共感覚が記憶力を促進するという仮説を検証し、その成果を応用し、非共感覚保持者に人工共感覚を身につけさせ、記憶力を促進させる可能性を検討することにある。

1.3 先行研究

共感覚と記憶力の関係についての研究として、文献4)は共感覚保持者の記憶力の良さについて脳科学の分野から研究している。この研究によると、共感覚保持者は短期記憶を得意とするという説と長期記憶を得意とするという説が存在するとしている。さらに、共感覚と記憶力に関して大規模な実験を行った文献5)によると、共感覚保持者は短期記憶と長期記憶のどちらを得意とするかに違いはあまり見られないが、有意に非共感覚保持者よりも記憶力が良いことが明らかとなったとしている。

他にも、本研究に関連している研究としてストループ効果の研究がある。ストループ効果とは、文字の意味と文字色など、同時に目に入る二種類の情報が干渉し合う現象である。例えば、色名を答えさせる質問を行った場合、赤色で書かれた「あか」の色名を答えるより、黄色で書かれた「あか」を答える方が難しくなるという現象である。文献6)によると、色字共感覚保持者はストループ効果による影響が非共感覚保持者よりも大きいという知見を報告している。具体的には、共感覚保持者と非共感覚保持者に黒字の文字、共感覚で感じる色をつけた文字、共感覚で感じる色とは一致しない色をつけた文字の3つの刺激を用意し暗記させる実験を行ったところ、非共感覚保持者には違いが見られなかったが、共感覚保持者は共感覚で感じる色とは一致しない色で覚えた際に大幅に覚えられなくなったという結果を報告している。

2. 実験

ここでは、非共感覚保持者の記憶力促進に人工共感覚が有効か否かを検証するための実験について述べる。

2.1 実験の手続き

今回は、数字に色のイメージをつける実験群と何も処理を施さない統制群に被験者を分け、数字列を暗記させ、得られたデータを統計解析し実験群と統制群を比較する実験をおこなった。本実験のフローを図2.1に示す。自作した実験群・統制群それぞれのソフトウェアを用い、その流れに沿って実験を実施した。この実験から得られたデータに統計処理を施し、非共感覚保持者の記憶力促進に人工共感覚が

NII-Electronic Library Service

Color Science Association of Japan

有効であるかの検証をおこなった。

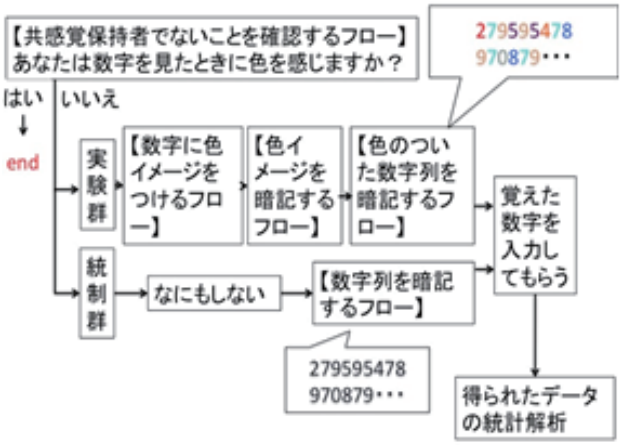

図 2.1 本実験のフロー

2.2 被験者

被験者は正常な色覚を持つ 19〜25 歳の非共感覚保持者 28 名とした。本研究での非共感覚保持者の定義は、非共感覚保持者と共感覚保持者の記憶力の差を検証する実験を行った文献 6)を参考にし、「『あなたは数字を見たときに色を感じますか？』という問いかけに対し「いいえ」と回答した人」とした。実験群と統制群については男女を均等に配分し、実験群 18 名（男 7 名、女 11 名）、統制群 17 名（男 6 名、女 11 名）とした。

2.3 実験刺激

文献 6)を参考とし、0〜9 の数字をランダムに並べた 30 桁、40 桁、50 桁の数字列を実験刺激として用いた。今回は実験群、統制群ともに、下記の数字列を用いた（図 2.2 を参照）。この数字列を黒い背景のディスプレイにそれぞれ 5 行で表示させ、被験者に暗記させた。

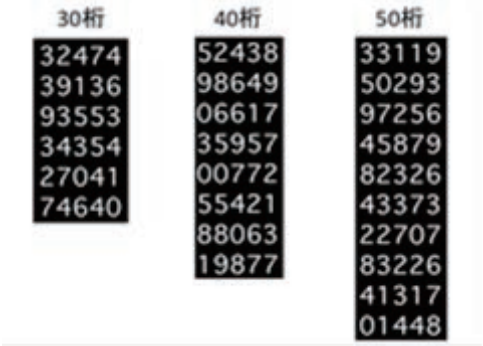

図 2.2 本実験で用いた数字列

2.4 実験設備

以上のような実験を行うにあたり、プログラミング言語の Python と Python のマルチタッチアプリケーション開発のための Kivy で実験ソフトウェアを構築した。

実験群には【数字に色イメージをつけるフロー】、【色イメージを暗記するフロー】、【色のついた数字列を暗記するフロー】を行うソフトウェアを、統制群には【数字列を暗記するフロー】を行うソフトウェアを使い、その流れに沿って実験を実施した。

● 実験群ソフトウェア

【数字に色イメージをつけるフロー】（図 2.3 参照）

数字に色イメージをつけるフローは 0〜9 までの数字に被験者オリジナルの色をつけるフローになっている。最初の画面では数字に色イメージをつけるフロー全体の説明がされている。次へボタンを押すとカラーピッカーの使い方と実験上の注意点を説明する画面に移り変わる。実験上の注意点は、数字ごとに異なる色をつけてもらうこと、どうしても色が浮かばない場合のみイメージなしボタンを押してもらうことの 2 点である。スタートボタンを押すとメニュー画面に切り替わる。なお、上記 2 画面では実験者が被験者に口頭で説明を加える。

メニュー画面には 0〜9 までの数字ボタンがあり、数字ボタンを押すと、各数字に対する色選択画面が表示される。被験者が適切だと思う色をカラーピッカーで選択し、数字に色をつける。数字に対して色イメージが思い浮かばない場合はイメージなしボタンを押すとランダムに色がつく仕様になっている。適切な色を選択し決定ボタンを押すと、メニュー画面が表示され数字ボタンに色がつく。同様に 0〜9 までの数字に色イメージをつけ、すべて色を決め終わったらメニュー画面の決定ボタンを押す。すると確認画面が表示されるので、色を付け直す場合はやりなおすボタン、この色で良い場合は決定ボタンを押す。

図 2.3【実験群】数字に色イメージをつけるフロー

【色イメージを暗記するフロー】（図 2.4 参照）

色イメージを暗記するフローは、数字に対してつけた色を暗記させるためのゲーム形式になっている。数字に色イメージをつけるフローの確認画面の決定ボタンを押すと、色暗記ゲームのスタート画面が表示される。色暗記ゲームについての説明文を読みゲームスタートボタンを押すと、数字に対しての自分がつけた色がどれであったか選ぶ問題画面に移行する。問題の対象となる数字はランダムに表示され、問題ごとにボタンの並びもランダムに入れ替えられる。問題の数字に対して被験者がつけた正しい色ボタンを押すと正解画面が表示され、正しくない色ボタンを押すとはずれ画面が表示される。数字に対する色がわからない場合はわからないボタンを押すとはずれ画面に移行す

NII-Electronic Library Service

Color Science Association of Japan

る。はずれ画面には正解の色が提示されるようになっている。0～9の数字一つに対し3回正解するとゲームクリアとなる。

図 2.4【実験群】色イメージを暗記するフロー

【色のついた数字列を暗記するフロー】（図 2.5 参照）
色のついた数字列を暗記するフローは 30 桁、40 桁、50 桁の数字列をそれぞれ 3 分間で暗記してもらうフローである。色イメージを暗記するフローのクリア画面の次へボタンを押すと、本実験のスタート画面が表示される。実験者に説明を受けながら教示を読みスタートボタンを押すと、まずは被験者の数字に対する色のついた数字列 50 桁が 5 行 10 列で表示されるので、数字列を暗記してもらう。3 分経つと自動的に入力フォームが表示されるので、フォームに暗記した数字列を入力してもらう。また 3 分経つと自動的に 40 桁の数字列の暗記画面に移り変わり、その後 3 分経つと入力画面が表示される。また 3 分経つと自動的に 50 桁の数字列の暗記画面に移り変わり、その後 3 分経つと入力画面が表示される。その後 3 分経つと自動的に実験終了画面に移り変わる仕様になっている。

図 2.5【実験群】色のついた数字列を暗記するフロー

● 統制群ソフトウェア
【数字列を暗記するフロー】（図 2.6 参照）
ソフトウェアを起動すると本実験のスタート画面が表示される。説明文を読みスタートボタンを押すと色のついていない数字列 50 桁が 5 行 10 列で表示される。3 分経つと自動的に入力フォームが表示され、入力フォームに暗記した数字列を入力してもらう。また 3 分経つと自動的に 40 桁の数字列の暗記画面に移り変わり、その後 3 分経つと入力画面が表示される。また 3 分経つと自動的に 50 桁の数字列の暗記画面に移り変わり、その後 3 分経つと入力画面が表示される。その後 3 分経つと自動的に実験終了画面に移り変わる仕様になっている。

図 2.6【統制群】数字列を暗記するフロー

2.5 測定するデータ
被験者が実験中に、実験ソフトウェアによって自動的に以下のデータを取得し、csv ファイルに書き込むようにした。
● 被験者の個人情報
実験前に氏名、年齢、性別、そろばんの経験、好きな色（実験群のみ）を聞き、実験後にどのように数字列を暗記したか口頭で聞くこととした。
● 被験者がつけた 0～9 に対する色
実験群における 0～9 それぞれの数字に対する色を RGBA で表記した。
● 数字に対する色イメージにおける不正解回数
実験群における色イメージを暗記するフローの 0～9 それぞれの数字に対する不正解回数を記録した。
● 被験者の解答
数字を暗記するフローにおける被験者の解答を記録した。

2.6 データ解析方法
実験群と統制群それぞれの解答の正答数を出し、「帰無仮説：実験群・統制群の条件と正答数は独立である」「対立仮説：実験群・統制群の条件と正答数は独立でない」とし、30 桁、40 桁、50 桁それぞれの数字列において一元配置の分散分析を行った。

3. 実験結果
ここでは、実験群・統制群の正答数の結果と実験群の数字に対する色イメージについて述べる。

3.1 実験群・統制群の正答数
30 桁、40 桁、50 桁ごとに、統制群と実験群の正

NII-Electronic Library Service

Color Science Association of Japan

答数を、一元配置の分散分析を用いて検定した結果、30 桁では有意差は見られなかったが（F（1,33）=3.1034 ,p=0.08739>0.05）、40 桁及び 50 桁では有意差が認められた（40 桁は F（1,33）=4.3936 ,p=0.04382<0.05、50 桁は F（1,33）=11.273 ,p=0.001994>0.05）。

3.2 数字に対する色イメージ

実験群の【数字に色イメージをつけるフロー】でつけさせた被験者ごとの数字に対する色イメージを図 3.1 に示した。全体的にばらつきはあるが、0 は白、1 は赤など色の傾向が見られる数字もあった。

図 3.1 実験群の数字に対する色イメージ

4. おわりに

4.1 本実験の成果

実験群・統制群の正答数について、30 桁の数字列では有意差が出なかったものの、40 桁・50 桁の数字列の関しては、「実験群・統制群の条件と正答数は独立である」という帰無仮説を棄却でき、人工共感覚が非共感覚保持者に影響を与える可能性が統計学的に認められた。更に細かく見て行くと、40 桁の数字列に関する実験群・統制群の正答率の差（p=0.04382<0.05）よりも、50 桁の数字列に関する実験群・統制群の正答率の差（p=0.001994>0.01）の方がより明確な差があるという事が解析結果より判明した。以上より、数字桁が増加すればする程、人工共感覚による記憶力への影響がより顕著に見られるということが考えられる。

また、実験群の数字に対する色イメージにおいては、図 3.1 からもわかるように、「0」に白（RGBA = 1.0, 1.0, 1.0, 1.0）、「1」に赤(RGBA = 1.0, 0.1, 0.1, 1.0）という色イメージが比較的多くみられる。文献 7)は共感覚保持者の数字に対する色の傾向を調べているが、この研究において、0 と 1 に対してほとんどの被験者が無彩色を選択したため研究の対象から除外している。本実験では 1 には有色の色イメージが多く選択されたが、0 と 1 については非共感覚保持者においても色のイメージに傾向があるのではないかと考えられる。

4.2 今後の計画

今後は更に被験者を増やし全体で 60 人のデータを集めた上で、再度解析を行う予定である。また、今回は実験群と統制群の正答数についてのみの定量的分析であったが、今後は被験者の数字に対する色イメージ、数字に対する色イメージにおける不正解回数、性別、年齢、好きな色など、測定したデータと併せて分析し、人工共感覚の記憶力への影響を考察していきたい。最終的には、本実験の結果を用いて、人工共感覚による記憶力への影響についての認知モデルを作成する予定である。

4.3 期待される成果

本研究は非共感覚者を対象とした人工共感覚の研究であるため、従来の共感覚者を対象とした研究とは異なる視点で共感覚にアプローチし、新たな発見に寄与できるのではないかと考えられる。

もし本研究の結果により、非共感覚保持者が人工共感覚で記憶力を促進できることが支持されれば、色字共感覚を利用した新しい記憶法・暗記法を提案できるものと考えられる。普通では暗記の難しい単調な数字の列も、人工共感覚を利用して暗記しやすくなる。より具体的には、日本史や世界史などの年号を、人工共感覚を使って暗記することが可能となる。また、日常生活においても、電話番号や友人の誕生日など、数字に関する情報も人工共感覚によって容易に記憶できるようになることが考えられる。

5. 参考文献

1)``共感覚", 日本大百科全書(ニッポニカ), ジャパンナレッジ, 入手先 < http://www.jkn21.com >（参照 2015-03-29）

2)``共感覚", 日本国語大辞典,ジャパンナレッジ, 入手先 ＜http://www.jkn21.com＞(参照 2015-03-29)

3) Nunn, J.A., Gregory, L.J., Brammer, M., Williams, S.C., Parslow, D.M., Morgan, M.J., Morris, R.G., Bullmore, E.T., Baron-Cohen, S., and Gray, J.A: Functional magnetic resonance imaging of synesthesia: activation of V4/V8 by spoken words, Nature Neuroscience, Vol.5, No.4, pp.371--375, (2002)

4) Rothen, N., Meier, B., and, Ward, J.: Enhanced memory ability: Insights from synaesthesia, Neuroscience & Biobehavioral Reviews, Vol.36, No.8, pp.1952--1963, (2012)

5) Rothen, N., Meier, B., and, Ward, J.: Grapheme–colour synaesthesia yields an ordinary rather than extraordinary memory advantage: Evidence from a group study, Memory, Vol.18, No.3, pp.258--264, (2010)

6) Smilek, D., Dixon, M.J., Cudahy, C., and Merikle, P.M.: Synesthetic Color Experiences Influence Memory, Psychological Science, Vol.13, No.6, pp.548--552, (2012)

7) Beeli, G., Esslen, M., and Jancke, L.: Frequency Correlates in Grapheme-Color Synaesthesia, Psychological Science, Vol.18, No.9, pp.788--792, (2007)

NII-Electronic Library Service