

## Legibility of words in positive and negative contrast revealed in reaction time

MITSUBOSHI Muneo and NOGUCHI Yuria

Keywords: legibility, positive contrast, negative contrast, reaction time, recognition, color universal design, tachistoscope

### Abstract

The speed of recognition of words as an index of legibility was measured using a PC tachistoscope. Five English letters (A, B, C, D, and E), five Japanese letters ("Hiragana", "あ", "い", "う", "え", and "お"), and five other Japanese letters ("Katakana", "ア", "イ", "ウ", "エ", and "オ") in six colors (red, yellow, green, blue, purple, black or white) were presented one by one for 1 sec in the center of a white background (positive contrast) or black background (negative contrast). One experimental run was composed of measurements of the same type of stimuli of six colors in positive and negative contrast. One of five stimuli of any color in each type of stimuli was designated as a target stimulus prior to the session. The target stimulus differed for different participants. Twenty paid participants were recruited. All of them were students of Kanagawa University.

When the participant recognized the stimulus as a target, he/she had to push the right button as soon as possible and had to push the left button for any other stimuli also as soon as possible. If he/she could not respond within 1 sec, the value of -999999 was assigned and discarded. A session was repeated on a separate day.

Three-way-analysis of variance (ANOVA 4) showed no significant difference among the color of the background (white vs. black), stimulus type (English letters, Hiragana, and Katakana) nor among stimulus colors.

Introspective reports of participants, however, clearly showed that a yellow target on a black background was very legible. The discrepancy between apparent legibility of target and reaction time was briefly discussed.



# 正対比文字と逆対比文字の可読性 —反応時間を使って—

三星宗雄・野口由梨亞<sup>1)</sup>

キーワード：正対比文字、逆対比文字、可読性、反応時間、タキストスコープ、カラーユニバーサルデザイン

## はじめに

新聞や雑誌、テレビの情報番組、さらにインターネットなど、我々が情報を得る手段は実に様々である。特に最近ではミニブログ等いわゆるSNSの発達により、我々が情報に触れる機会はますます増えている。

ところでこれらに共通した情報伝達のツールとして、文字が挙げられる。例えばテレビのような音声や動画が情報伝達の主体となるメディアでも、重要な情報はそれらに合わせて字幕で表示されることが多い。この時字幕の表示方法も、文字の色をカラフルにしたり太字にしたりと、伝えたい情報を強調し読みやすくするための工夫、すなわち可読性を高めるための工夫が施される（藤井、2013）。

こうした文字の可読性は視機能が低下した高齢者や色の見え方が他の多くの人と異なる非定型色覚者にとって大変重要である（青木、2000；野口、2013）。

---

1) 神奈川大学大学院人間科学研究科博士後期課程3年

最近ユニバーサルデザインの一環として大活字本が注目されている（三星、2014）。大活字本は一般の書籍で用いられる文字に比べ縦・横ともに2~3倍の大きさの22ポイントが中心で、白黒反転で印刷されることも多い（読売新聞、2014年11月1日記事）。もともとは200万人以上いるとする弱視者向けのものだが、最近では高齢者にも関心が広がっている。NPO法人大活字文化普及協会（2010年設立）によると高齢者を含め、読書に困難を感じている人口は数百万人に上るとされる（読売新聞、同）。

またカラーユニバーサルデザインの1つの手立てとして、野口（2013）は文字にハッチング（線状模様）を施すと、非定型色覚者の文字認知に必要な時間（反応時間）が短縮されることを見出した。非定型色覚者にとっては文字の色と背景の色との組合せによっては文字が見えにくい状況となる。

可読性を高めるための方法の1つに、文字の背景となる色（以下、背景色）を通常とは異なるものにする方法がある。この方法は新聞で使用されることが多く、黒の背景色と白の文字による見出しありは最も多く見かける例である。いわゆる白黒反転文字である。本論文では「文字の明度よりも、背景の明度が高い組合せパターン」（白背景に黒文字）を正対比文字、その逆の組合せ（例 黒背景に白文字）を逆対比文字として定義する。

こうした背景色と文字の可読性との関連性は、特に携帯メディアが普及した現在、研究テーマの1つである。山根（2010）は液晶テレビに映し出された、白、青、紺、黒の4種類の背景色に明度差と色差の異なる5種類の文字色を提示して、その文字の見やすさの許容度を評価させた。その結果、白と青の背景色において明度差と色差が大きいほど文字を読むのに許容できる割合が増加すること、また紺と黒の背景色では、それらと最も明度差と色差が大きくなる色を文字に使用した時よりも、1、2段階明度差と色差が小さい色を使用した時の方が、見やすい文字として評価される傾

向を示した。

また原・野口（2004）は、ディスプレイに映し出された輝度が $65\text{cd}/\text{m}^2$ の白の背景色に、背景色よりも輝度の低い有彩色を使用した6種類の文章の読みやすさを評価させる実験を行った。その結果、背景色と文字色の輝度（明度）の対比が大きくなるほど、色相が可読性に及ぼす影響が小さくなることを示した。

紙媒体の刺激（文書）においても文字と背景との輝度対比が「読みやすさ」の決定因子とする研究結果が多い（難波・原・野口、2002；大島・難波・原・野口、2003）。

一方秋月・井上（2004）によると、ランドルト視力を用いて、白背景でランドルト環の色を変えた場合および背景とランドルト環の色同じにした場合のどちらの場合も、その輝度比が等しい無彩色の結果と等しくなることから、細部識別閾はほぼ文字と背景との輝度比によって決定されるとしている。

しかしこれらの結果は、各文字色の「見やすさ」が、「許容できる」、「ぎりぎり許容できる」、「許容できない」の3段階評価（山根、2010）および「読みやすさ」が「読めない」～「非常に読みやすい」までの6段階評価（難波ら、2002；大島ら、2003；原・野口、2004）から得られたもので、いずれも主観的評価実験である。

そこで本研究では主観的評価実験ではなく、背景色に黒を使用した場合（逆対比条件）と、通常目にすることが多い白を使用した場合（正対比条件）とで可読性に違いがあるかどうかを、より客観的には指標、すなわちターゲットとなる文字を検出するのに要する時間（反応時間）を用いて検討した。

## 1. 本実験の目的と仮説

背景色と文字の色の組み合わせが可読性に及ぼす効果について反応時間を用いて検討することを目的とした。

本実験における仮説は以下のとおりである。

仮説1 背景色に黒を使用した場合（逆対比文字）と白を使用した場合（正対比文字）では可読性に違いが生じ、ターゲット文字検出に要する反応時間は前者でより短いであろう。

仮説2 背景色（黒または白）と文字の色の組み合わせに関しては、その色差（色の違い）ではなく、明暗のコントラストによって可読性に違いが生じ、正負のコントラストが高いパターンにおいてターゲット文字検出に要する反応時間は短くなるであろう。

## 2. 方法

### 2.1 実験装置

本実験では、PC タキストスコープ（ITEM T. K. K 2280b 竹井機器工業株式会社）を使用した（図 2.2）。なお PC タキストスコープは、OS に Windows7 を搭載したパーソナルコンピュータ（OPTIPLEX 990, Dell Inc.）、実験者操作用（以下、メインディスプレイ）の 23 インチ液晶ディスプレイ（RDT233WLM 三菱電機株式会社）、刺激提示用（以下、サブディスプレイ）の 24 インチ液晶ディスプレイ（XL2420T, BenQ Co. Ltd.）、反応取得用の押しボタンスイッチ 2 つで構成されている。またサブディスプレイの画面表示面積は 531×299 mm、リフレッシュレートは 120Hz であった。

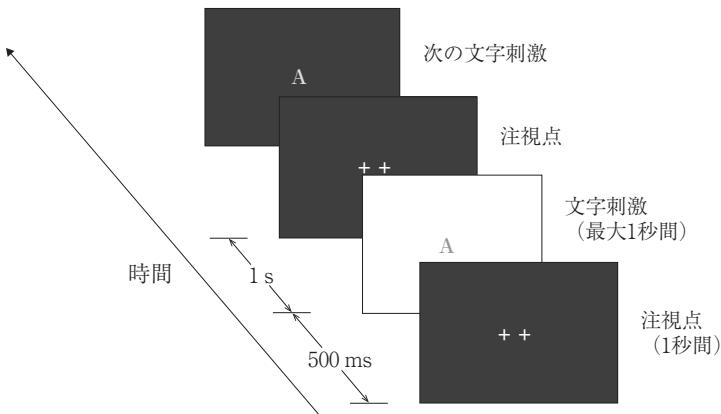


図 2.1 刺激の時間-空間関係

## 2.2 刺激

本実験では黒または白の背景 ( $299 \times 290$  mm) 上に 3 種類の文字（高さの視角  $2^\circ$ ）、ひらがな（あ、い、う、え、お）、カタカナ（ア、イ、ウ、エ、オ）およびアルファベット（A、B、C、D、E）を提示した。文字の種類ごとに 1 セッションとし、各文字の種類の中の 1 文字をターゲット刺激とした。

これらの文字の色には赤、黄、緑、青、紫の有彩色と黒と白の無彩色の計 7 色を設定した。ただし背景色が黒の場合は文字色に黒を使用せず、また背景色が白の場合は文字色に白を使用しなかった。したがって刺激の合計は、1 文字（1 セッション）につき 2 種類の背景色と 6 種類の文字色で 216 個となった。また注視点は背景色を黒に設定した画像に、白色の 2 つの十字図形を記したものとした（持続時間 1 秒）。図 2.1 は文字の種類がアルファベットの場合の、刺激と注視点の時間-空間関係を示したものである。注視点と文字刺激および文字刺激と注視点との間隔時間（ISI）はそれぞれ 500 ms と 1 s であった。また表 2.1 はサブディスプレイに表示

表 2.1 文字色および背景色の輝度、CIE x, y 色度座標  
および背景と文字との輝度コントラスト

	赤	黄	绿	青	紫	黒	白
輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	4.22	37.8	15.8	7.11	3.64	0.48	49.2
x 座標	0.597	0.363	0.263	0.189	0.25	0.317	0.292
y 座標	0.325	0.471	0.481	0.232	0.124	0.362	0.335
黒背景の時の輝度コントラスト	0.796	0.975	0.941	0.874	0.767	-	0.981
白背景の時の輝度コントラスト	0.842	0.131	0.514	0.747	0.862	0.981	-

した際の 7 色の背景と文字の輝度および CIE の x, y 色度座標を示したものである（いずれもミノルタ色彩色差計 CS100 による測定）。

表 2.1 の下段は下の (1) 式によって求められた背景と文字の輝度コントラストである。ただし黒背景の時は黒文字を、白背景の時は白文字を除いたので、黒背景／黒文字と白背景／白文字の時のデータはない（計算上はどちらもコントラスト 0 である）。

$$C = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}} \quad (1)$$

(ここで、C : コントラスト、L<sub>max</sub> : 文字および背景のうちどちらか高い方の輝度、L<sub>min</sub> : 同じくどちらか低い方の輝度)

なお刺激の作成には Az Painter 2、GIMP 2、Microsoft Office Picture Manager、Microsoft Word 2010 を使用し、本実験で用いた 7 色は Microsoft Word 2010 で「標準の色」に登録されたものを基準とした。

### 2.3 実験装置の配置方法

実験装置は、メインディスプレイとサブディスプレイが垂直になるように配置した。またサブディスプレイから実験参加者が着座した時の頭部までの距離は 104 cm とし、サブディスプレイに表示された刺激の文字の高



図 2.2 実験室の風景

さが視角 2 度になるように配置した。なお実験中は実験室の灯りを消し、またメインディスプレイとサブディスプレイの間と窓に暗幕をして、実験参加者にサブディスプレイの光以外の明かりが見えないようにした。図 2.2 は実験室の様子を示したものであり、図の左側のディスプレイがメインディスプレイ、右側のものがサブディスプレイである。

## 2.4 実験参加者

神奈川大学の学生 16 名（男性 4 名、女性 12 名、平均年齢 20.75 歳）が実験に参加した。実験参加者には全員謝礼が支払われた。

## 2.5 実験期間と実験場所

2012 年 11 月 13 日の火曜日から同年 12 月 21 日の金曜日までの期間に、神奈川大学（横浜キャンパス）14 号館の 27 号室で実験を行った。

## 2.6 手続き

はじめに実験者は実験参加者に対し、ターゲットとなる刺激を指定した。この時ターゲット刺激は各文字の種類（ひらがな、カタカナ、アルファ

ベット）の中の1つとし、背景色の違いや文字色の違いは考慮しないものとした。

次に実験参加者はサブディスプレイに表示される注視点に注目し、この注視点が消失して500ミリ秒後に表示される刺激が、先に指定されたターゲットであれば右側のボタンを、それ以外であれば左側のボタンができる限り早く押す作業を行った。ただし刺激が呈示される時間は最大で1秒であり、その間に反応があればその時点で、また反応がなければ1秒経過した時点で注視点の画像に移行するように設定した。

このような作業をひらがなの刺激のみが表示されるセット、カタカナの刺激のみが表示されるセット、アルファベットの刺激のみが表示されるセットの合計3セットを1セッションとして行った。なおターゲットの指定は1セット終了するたびに行つた。最後に実験に関する感想を、実験参加者からヒアリングして終了した。

なお本実験では本試行を行う前に、文字色が黒、もしくは白の刺激を用いた10個程度の練習試行を行つた。またターゲットとなる刺激は実験参加者によってランダムに指定し、さらに先に記した3セットを行う順番も実験参加者ごとに変更した。

以上のセッションを一人の実験参加者に対し、1日以上の間隔をあけて2回行った。ただし2回目の実験では、ターゲットを検出するボタンを左側にした。

### 3. 結果

全ての生データを付録として添付した。表3.1と図3.1に背景の色別の平均反応時間を示す。上述したように各条件における測定は計2回ずつ行ったが、1秒以内に反応できなかった場合は外れ値としてデータから除

表 3.1 各背景色における平均反応時間 (ms)

背景色	黒	白
平均反応時間 (ms)	492.23	485.91
標準偏差	54.00	56.59

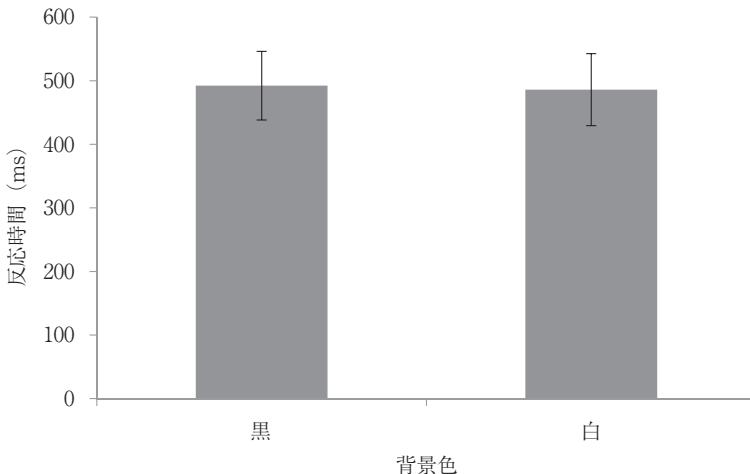


図 3.1 背景色別にみた平均反応時間

外した。そうした外れ値は全体で 38 個であった（全データ数 576 個）。図中たて棒は標準偏差を示す。

表 3.2 と図 3.2 は背景色別に、文字の種類ごとの平均反応時間を見たものである。また表 3.3 と図 3.3 は文字の種類を込みにして、背景色ごとに示した文字の色別の平均反応時間である。

表 3.4 は、ANOVA4 Web 版を用いた、背景の色、文字の種類および文字色の 3 要因からなる被験者内分散分析を行った結果である。入力されたデータは各条件における 2 回の測定値の平均値である。どちらかに外れ値がある条件では、もう 1 つの測定値を入力した。幸い 2 回とも外れ値になった条件はなかったので、欠損値は生じなかった。

表 3.2 各文字種における平均反応時間 (ms)

背景色	黒			白			
	文字の種類	ひらがな	カタカナ	アルファベット	ひらがな	カタカナ	アルファベット
平均反応時間 (ms)		493.89	488.27	495.19	494.30	480.14	484.57
標準偏差		53.99	61.33	69.54	66.91	55.52	62.75

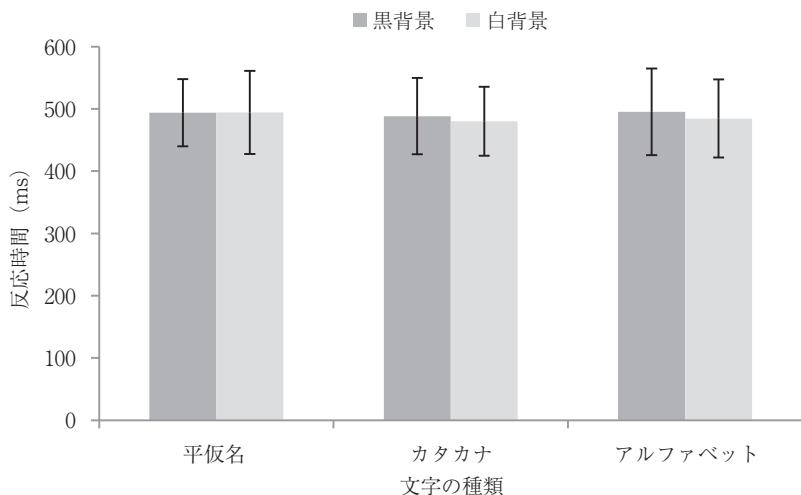


図 3.2 背景色と文字の種類別にみた平均反応時間 (ms)

表から分かるように、全ての要因で 5% 以下の危険率で有意な差は見られなかった。また交互作用もなかった。したがって仮説 1 と 2 のどちらも支持されなかった。

表 3.5 は実験参加者の内観報告である。最も多かった報告は「白背景に黄色文字が見えにくい」であった。ついで「黒背景に黄色文字が見えやすい」、「白背景に黒文字は見えやすい」、「黒背景に白文字は見えやすい」と続く。これらはいわゆる色彩心理学の中の「色の明視性（または可読性）

表 3.3 各文字色における平均反応時間 (ms)

背景色		黒					
文字色		赤	黄色	緑	青	紫	白
平均反応時間(ms)		493.14	493.10	502.76	494.11	493.61	500.50
標準偏差		63.14	63.55	61.49	68.60	58.44	102.65
背景色		白					
文字色		赤	黄色	緑	青	紫	黒
平均反応時間(ms)		460.37	512.96	496.48	486.15	476.11	480.40
標準偏差		51.10	76.89	73.64	63.40	62.08	66.76

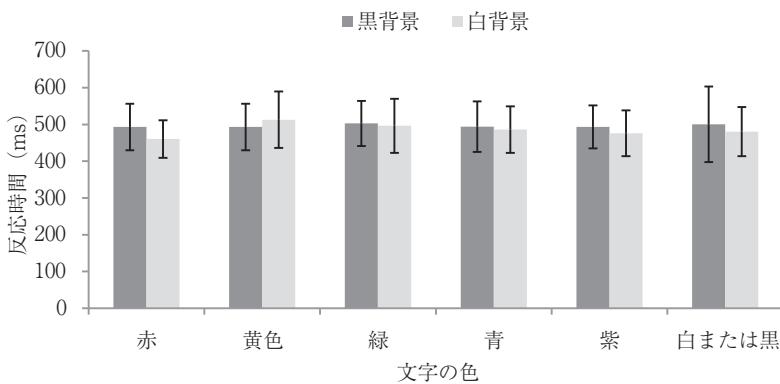


図 3.3 背景色と文字の色別にみた平均反応時間 (ms)

の傾向と一致する。

その中で注目すべき点は、互いに相反する報告が見られることである。「赤文字が見やすい」(2人)に対して「赤文字が見にくい」(2人)、「緑文字が見やすい」(2人)に対して「緑文字が見えにくい」(3人)、「紫文字が見やすい」に対して「紫文字が見えにくい」(2人)などである。

これらはおそらく背景色との関係で得られた文字の色についての印象であると思われるが、白または黒の背景色の違いを考慮しても、矛盾としか

表 3.4 3 要因分散分析表  
Table of Analysis of Variance

source	SS	df	MS	F	p
subject	1624248.3502604	15	108283.2233507		
A : 背景の色	9445.4101562	1	9445.4101562	3.600	0.0772 +
error[AS]	39355.3328993	15	2623.6888600		
B : 文字の種類	9565.2404514	2	4782.6202257	0.512	0.6045
error[BS]	280306.0651042	30	9343.5355035		
C : 文字の色	36523.7938368	5	7304.7587674	1.085	0.3759
error[CS]	505109.8658854	75	6734.7982118		
AB	4799.3151042	2	2399.6575521	0.517	0.6015
error[ABS]	139222.5460069	30	4640.7515336		
AC	16591.6341146	5	3318.3268229	0.906	0.4819
error[ACS]	274712.9978299	75	3662.8399711		
BC	29596.8324653	10	2959.6832465	0.636	0.7809
error[BCS]	697644.6953125	150	4650.9646354		
ABC	29133.2265625	10	2913.3226562	0.725	0.7004
error[ABCS]	603141.9123264	150	4020.9460822		
Total	4299397.2183160	575			

+ p<.10, \* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.005, \*\*\*\* p<.001

表 3.5 実験参加者の内観報告

内容	意見数 (人)	内容	意見数 (人)
黒背景に黄文字が見やすい	6	黒背景に赤文字が見えにくい	1
赤文字が見やすい	2	青文字が見えにくい	3
緑文字が見やすい	2	紫文字が見えにくい	2
白背景に黄文字が見えにくい	7	緑文字が見えにくい	3
黒背景に青文字が見えにくい	2	黒背景が見やすい	4
白背景に黒文字は見やすい	5	紫文字が見やすい	2
黒背景に白文字は見やすい	5	赤文字が見にくい	2
黒背景に紫文字が見えにくい	2	黒背景に赤文字が見やすい	1
白背景が見やすい	3	黄色文字が見えにくい	1
白背景に明るい文字が見えにくい	1	白背景に青文字が見えにくい	1
黒背景に暗い文字が見えにくい	1	白背景に緑文字が見えにくい	2
		青文字が見やすい	1

表 3.6 明視性の高い色の組み合わせ上位 10 組（塚田、1978）

順位	背景色	形の色	順位	背景色	形の色
1	黒	黄	6	青	白
2	黄	黒	6	緑	白
3	黒	白	8	白	黒
4	紫	黄	8	黄	緑
4	紫	白	8	黄	青

思われない報告もある。

また背景色との関係でも、「黒背景に赤文字が見やすい」(1人)に対して「黒背景に赤文字が見えにくい」(1人)という報告が見られる。これらは「見やすい」または「見にくい」という主観的な印象には個人差があることを示唆している。

#### 4. 考察

ターゲット文字の認知に要する反応時間は、白背景上に色文字 (+ 黒文字) が提示される場合 (正対比文字) と黒背景上に色文字 (+ 白文字) が提示される場合 (逆対比文字) で有意な差は見られなかった。

表 3.6 は色の標準的な明視性 (可読性) の順位である (塚田、1978)。塗りつぶした部分は本論文における逆対比文字の組合せである。5 位内に 4 つ、10 位内に 6 つが逆対比文字パターンである。また本実験の実験参加者からの内観報告においてもこの表とほぼ同じ傾向が見られた。

しかしそうした逆対比文字の可読性は反応時間には反映されなかった。すなわち逆対比文字の認知に要する時間は、正対比文字の認知に要する時間よりも短くならなかった。

ただし分散分析によると、背景の色の効果は 10% の危険率で有意であ

り、実験参加者の数を増やすなどすれば 5% レベルで有意な差が見られた可能性はある。

被験者数の問題とは別に、2つの可能性が考えられる。

逆対比文字は確かにイメージとして目立ちやすい。山根（2010）の各文字色の「見やすさ」や原・野口（2004）の「読みやすさ」も主観的イメージであろう。というのは彼らの実験では、実験参加者は実際に文字を読んでいないからである。

しかし本実験の結果は、そうしたイメージ、「見やすさ」（山根、2010；本実験）、「読みやすさ」（原・野口、2004）は、実際の可読性と相関していない可能性があることを示した。

文字の実際の可読性は、ランドル視力を用いた秋月・井上（2004）の細部識別閾が示唆するように、完全に文字と背景とのコントラスト、その正・逆の別なく、によって決定されている可能性がある。

もう1つはそもそも刺激のコントラスト（文字と背景との間の輝度コントラスト）は反応時間に効果を及ぼさない可能性である。最近畠野（2014）は、同じ PC タキストスコープを用いて、無彩色の背景上にさまざまな空間的な密度（空間周波数）の黒の縞パターンを施した白のアルファベット文字（W）および無地の W 字を提示し、その認知に要する反応時間を測定した。その際背景の無彩色の輝度を 4 段階に変え、そのアルファベット文字との間のコントラストの影響を検討した。コントラストは 35.7%、73.7%、86.3%、99.1% の 4 段階であった。

その結果、文字に縞があるかないかは平均反応時間に影響を及ぼさず、また背景と文字とのコントラストにもほとんど依存しないことが明らかになった。しかしこントラストが 0 であれば、当然文字を読むことは不可能なので反応時間は  $+\infty$  になる。したがって反応時間が刺激のコントラストから完全に独立とはなり得ない。おそらくどこかに「閾値」のようなもの

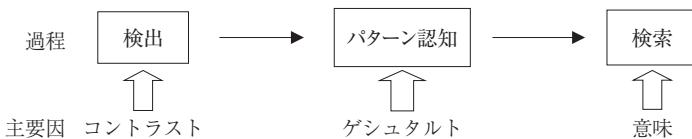


図 4.1 文字認知の段階と反応時間に及ぼす主要因（畠野、2015）

があるではないかと推察される。

これを説明するためには、文字の可読性に関わるメカニズムと反応時間に関わるメカニズムとを区別する必要がある（図 4.1）。可読性は本来可読に必要な最小の観察距離によって定義されるが（塚田、1978）、視機能としては空間分解能に関連している。空間分解能の実行および文字の認知は、ある一定のコントラスト以上であればその可読に必要な反応時間は変わらないと仮定するのが最も自然のようにも思われるが、本実験において最も低いコントラスト（黄色文字／白背景の 13.1%）以下の条件、畠野（2014）の実験では 35.7% 以下のコントラスト条件についてのデータがないので、この仮説を確認することができない。ただ本実験において最も低いコントラスト条件である 13.1% でも、反応時間に劇的な変化は見られなかったので、もしコントラストの閾値のようなものがあるなら、それ以下のコントラストになるであろう。

## 5. 今後の課題

上に述べたコントラストの要因以外に、今後の課題として以下のようなことが考えられる（藤井、2013）。

第 1 に外れ値を出さない刺激条件、第 2 に背景色の種類を増やすことが挙げられる。本実験では黒と白の二つの無彩色を背景色に設定したが、今後は背景色に有彩色を使用した場合の反応時間も検討する必要があるだろ

う。特に誘目性と可読性の関連性については、背景色に誘目性の高い有彩色や反対に誘目性の低い有彩色を使用することで、ターゲット検出にかかる反応時間にどのような変化があるか検討することが必須となるだろう。

第3に刺激を文章化することが挙げられる。本実験では一つの画像に対し、1文字を記載したものを刺激としたが、実生活で背景色が変更される場合の多くは、文章に対してである。また塚田（1978）は背景色を変更したもののが目立つのは、その背景色が周囲とは異質であり、注意を惹きやすいことが関連していると述べている。そのため刺激を文章化し、文章の一部の背景色を変更したものを刺激にして、可読性に変化が生じるかどうかを検討する必要があると考えられる。

## 謝辞

本論文は2012年度三星卒研生の藤井紀代美の卒業論文を著者らの独自の視点に立って、新しくまとめ直したものである。本文中一部は本人の卒業論文からそのまま引用した。その部分はできるだけ分かるようにした。この論文の発表に際し、データの使用を快諾してくれた藤井紀代美氏に心から御礼を申し上げる。

## 引用文献

- 秋月有紀・井上容子（2004）明視性等の、サインが備えるべき機能に対する色彩の影響 明視性評価法における色彩の取り扱いに関する考察、日本建築学会近畿支部研究報告集, 457-480.
- 原 直也・野口太郎（2004）無彩色背景有彩色文書の文字の明度、彩度、色相が読みやすさと等価輝度対比に及ぼす影響、照明学会誌 88, 11, 866-873.
- 畠野翔太（2015）縞バターンはターゲット刺激の認知を妨げるか？、2014年度神奈川大学大学院人間科学研究科修士論文。
- 藤井紀代美（2013）背景色と文字表記の組み合せによる可読性の変化、2012年度神奈川大学人間科学部卒業論文。

- 神作 博・福本純一（1972）安全色彩の誘目性について、日本色彩学会誌, 1, 1, 4-14.
- 難波一郎・原 直也・野口太郎（2002）日本建築学会大会学術講演梗概集, 335-336.
- 三星宗雄（2014）『色彩の快：その心理と倫理』、御茶の水書房。
- 野口由梨亜（2013）色覚障害者の文字認知におけるハッティングの効果-反応時間を用いた予備的実験の報告-, 神奈川大学人間科学部研究年報7, 5-17.
- 大島寛之・難波一郎・原 直也・野口太郎（2003）有彩色文書の明視性に関する研究（その2）-無彩色背景における明視要素と等価輝度対比との関係-, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 93-96.
- 塚田敢（1978）『色彩の美学』、紀伊国屋書店, Pp. 115-117.
- 山根信啓（2010）液晶テレビにおける視認性と可読性、東芝レビュー 65, 2, 11-14.
- 読売新聞 2014 年 11 月 1 日付記事。

## 付録 生データ

\* -999999 は外れ値に相当

参加者番号	黒背景			白背景		
	ひらがな	カタカナ	アルファベット	ひらがな	カタカナ	アルファベット
1	382	442	640	363	430	629
	496	442	638	-999999	398	411
	633	373	453	438	401	-999999
	437	554	477	399	500	436
	424	538	557	519	374	430
	500	387	468	609	416	501
	393	465	607	455	353	460
	400	501	424	520	480	566
	374	422	597	573	492	621
	389	521	584	448	411	677
	433	475	646	648	529	-999999
	726	423	398	470	535	740
2	506	457	686	502	467	730
	461	505	736	-999999	648	773
	426	643	546	504	432	669
	590	574	666	564	426	528
	628	485	717	674	629	560
	568	686	693	799	576	593
	627	683	565	499	484	491
	552	765	567	615	652	528
	570	671	588	526	673	734
	677	675	-999999	590	733	809
	706	722	803	611	612	639
	708	560	526	819	529	616
3	362	496	351	435	377	342
	558	446	530	604	749	395
	354	339	559	442	410	387
	709	483	476	509	557	505
	402	388	618	426	354	408
	550	420	443	418	421	380
	472	342	493	328	365	664

	382	405	419	337	301	435
	550	387	602	374	462	447
	341	364	387	402	530	424
	374	550	-999999	300	356	436
	389	383	565	447	364	502
4	420	514	610	528	411	551
	468	445	513	626	502	573
	463	553	524	570	442	626
	475	521	590	470	490	585
	826	513	513	483	503	534
	488	709	532	678	551	480
	548	626	-999999	643	817	385
	635	558	532	479	512	497
	845	557	592	602	594	431
	537	560	689	690	718	600
	625	634	652	604	534	579
	552	556	603	913	679	598
	472	647	400	466	465	446
5	495	511	-999999	502	555	367
	462	466	486	413	400	362
	459	493	438	398	477	444
	392	496	344	583	453	346
	457	601	564	701	580	511
	468	407	433	390	379	623
	559	348	386	520	550	472
	443	457	392	378	432	538
	604	394	685	559	425	616
	563	352	454	489	376	435
	-999999	398	464	481	466	467
	544	383	329	414	337	382
	793	493	311	389	332	-999999
6	570	347	435	428	480	341
	574	352	424	-999999	463	314
	565	-999999	499	641	411	351
	543	424	378	555	589	566

	452	485	371	415	320	<b>-999999</b>
	460	<b>538</b>	334	<b>446</b>	<b>-999999</b>	<b>440</b>
	<b>589</b>	<b>611</b>	<b>445</b>	<b>459</b>	<b>406</b>	491
	<b>491</b>	<b>792</b>	372	<b>479</b>	<b>477</b>	<b>681</b>
	<b>381</b>	432	<b>508</b>	510	478	490
	<b>496</b>	377	<b>-999999</b>	<b>446</b>	<b>447</b>	<b>522</b>
7	420	363	<b>360</b>	381	468	<b>386</b>
	386	<b>363</b>	451	<b>364</b>	<b>462</b>	<b>387</b>
	<b>413</b>	350	<b>395</b>	<b>403</b>	<b>417</b>	333
	363	<b>388</b>	439	<b>383</b>	<b>380</b>	<b>402</b>
	<b>392</b>	402	<b>369</b>	449	358	338
	<b>395</b>	427	<b>377</b>	<b>480</b>	<b>424</b>	<b>549</b>
	<b>403</b>	<b>472</b>	454	323	<b>405</b>	<b>466</b>
	<b>356</b>	423	<b>461</b>	<b>337</b>	<b>377</b>	493
	365	<b>434</b>	374	330	447	<b>454</b>
	<b>-999999</b>	<b>544</b>	<b>406</b>	<b>531</b>	<b>602</b>	<b>539</b>
	453	545	<b>367</b>	<b>485</b>	<b>526</b>	398
	612	<b>459</b>	367	<b>367</b>	522	400
8	<b>454</b>	<b>428</b>	<b>585</b>	<b>-999999</b>	<b>425</b>	<b>-999999</b>
	<b>457</b>	759	<b>424</b>	<b>378</b>	<b>583</b>	398
	878	<b>583</b>	448	783	655	<b>563</b>
	475	<b>-999999</b>	514	<b>712</b>	<b>523</b>	529
	487	620	<b>756</b>	<b>668</b>	<b>396</b>	453
	<b>444</b>	<b>815</b>	446	<b>512</b>	660	<b>515</b>
	<b>457</b>	<b>443</b>	<b>592</b>	<b>391</b>	<b>467</b>	<b>401</b>
	<b>517</b>	794	<b>969</b>	<b>551</b>	<b>552</b>	598
	481	475	486	<b>489</b>	<b>511</b>	<b>485</b>
	<b>424</b>	<b>605</b>	427	595	<b>484</b>	373
	510	<b>543</b>	<b>507</b>	632	<b>547</b>	<b>-999999</b>
	<b>421</b>	476	690	<b>625</b>	585	<b>482</b>
9	<b>439</b>	<b>513</b>	494	<b>502</b>	<b>396</b>	<b>512</b>
	388	469	<b>448</b>	<b>581</b>	<b>531</b>	430
	472	<b>569</b>	447	<b>395</b>	<b>680</b>	<b>447</b>
	<b>404</b>	<b>573</b>	<b>443</b>	538	<b>461</b>	<b>377</b>
	436	413	<b>510</b>	597	<b>512</b>	431

	430	478	474	501	533	481
	445	550	440	428	548	671
	415	513	462	449	467	430
	445	450	460	517	442	545
	504	461	488	540	534	558
	500	480	567	424	410	396
	436	450	472	397	463	494
10	580	433	549	503	379	570
	508	405	463	537	367	359
	499	456	539	814	369	551
	494	609	478	467	399	487
	453	429	479	377	495	509
	717	515	544	460	498	532
	490	358	473	402	655	506
	688	485	436	431	413	-999999
	541	491	494	-999999	428	461
	546	377	496	545	426	502
	574	517	554	417	418	571
	523	490	435	518	671	563
	612	322	404	370	465	434
11	429	479	395	434	489	534
	498	476	513	-999999	450	419
	427	405	694	379	373	423
	443	369	315	311	358	431
	420	491	510	463	435	429
	484	481	343	477	433	304
	469	447	360	415	478	377
	441	450	424	456	474	371
	371	482	550	462	523	436
	453	470	346	469	388	311
	560	582	471	605	622	474
	457	391	425	482	377	447
12	616	468	438	487	479	453
	535	365	483	477	372	426
	544	517	613	387	532	399

	443	475	490	480	461	415
	416	556	476	416	445	514
	443	482	487	431	394	418
	449	645	-999999	568	434	457
	497	450	590	580	514	486
	606	507	559	542	464	516
	495	518	610	522	617	558
	444	452	582	650	505	510
	-999999	502	400	505	393	347
	405	855	552	-999999	-999999	566
	423	683	518	715	498	580
	474	-999999	619	517	506	670
	401	465	551	471	422	-999999
	542	615	309	500	612	336
	533	325	287	513	657	344
	360	572	521	549	325	-999999
	412	430	346	364	583	365
	564	508	333	451	631	326
	418	469	410	426	428	483
	431	423	546	500	497	595
	651	307	356	359	326	340
	327	445	463	329	374	359
	362	490	334	349	406	529
	503	422	337	356	384	398
	340	499	470	333	359	405
	-999999	358	500	426	346	474
	358	364	379	375	306	368
	354	333	352	369	344	323
	408	471	358	359	316	407
	374	326	467	374	411	333
	467	409	571	336	471	448
	-999999	369	319	482	346	472
	617	404	421	410	444	351
	15	604	399	430	544	450
	539	372	658	385	392	427

	519	<b>579</b>	626	542	<b>455</b>	<b>530</b>
	<b>515</b>	430	<b>447</b>	748	<b>462</b>	436
	514	<b>505</b>	<b>549</b>	<b>744</b>	518	<b>552</b>
	<b>527</b>	500	<b>433</b>	<b>422</b>	<b>563</b>	<b>380</b>
	<b>571</b>	<b>475</b>	<b>465</b>	533	514	<b>535</b>
	534	<b>414</b>	370	<b>441</b>	<b>484</b>	<b>442</b>
	526	420	470	459	<b>478</b>	382
	<b>538</b>	<b>442</b>	<b>-999999</b>	<b>570</b>	455	446
	<b>617</b>	<b>535</b>	488	<b>544</b>	<b>553</b>	<b>456</b>
16		<b>495</b>	520	<b>351</b>	<b>367</b>	<b>530</b>
		<b>510</b>	<b>351</b>	<b>700</b>	361	<b>357</b>
		455	<b>386</b>	526	<b>505</b>	<b>447</b>
		545	386	<b>563</b>	<b>-999999</b>	<b>562</b>
		513	<b>502</b>	<b>523</b>	<b>505</b>	512
		<b>510</b>	<b>393</b>	554	<b>591</b>	<b>739</b>
		<b>-999999</b>	<b>480</b>	<b>-999999</b>	448	555
		536	<b>541</b>	<b>628</b>	<b>850</b>	<b>609</b>
		<b>467</b>	<b>621</b>	484	<b>459</b>	<b>658</b>
		512	<b>714</b>	<b>544</b>	<b>410</b>	<b>505</b>
		<b>-999999</b>	556	<b>586</b>	583	566
		<b>549</b>	584	611	<b>539</b>	<b>672</b>
						<b>-999999</b>
	外れ値の数	7	3	8	8	2
	全データの合計個数			576		
	外れ値を除いた全てのデータの個数			538		
	各背景色における外れ値を除いたデータ数		558		556	