

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科修士論文

文字の視覚属性を利用した
強調表現に関する研究

大久保心織

修士（工学）

（コンピュータサイエンス専攻）

指導教員 三末和男

2015年3月

概要

太字や下線などの文字書式が持つ視覚的な特性に着目し、それらを用いた強調表現に関する知見を探究した。文字書式を用いることで表現するにあたってふさわしいと考えられる強調の目的として、「目立たせる」「理解しやすくする」の2つを対象とした。各目的に対して、人間の認知特性に沿ったよりよい強調表現を行うにはどの文字書式を用いればよいかということ、被験者実験によって検証した。ここで提案した被験者実験の手法および考察は、さらに詳しい文字書式の適性についての検証を可能にする。

1つ目の実験では、文章の1箇所を文字書式で強調した文書を表示し、2つの異なるタスクを与えた。強調箇所を発見すること、あるいは強調箇所を発見し、その箇所の言語的な意味を判別することをタスクとした。2つ目に、より現実的な環境において文字書式の認知特性を調査する実験を行った。被験者には、複数の箇所にそれぞれ異なる文字書式を1つずつ用いた文書を短時間提示し、表示された文字列の一部を記憶してもらった。また文章の1箇所を強調表示した文書と、その内容に関する正誤問題を同時に見せ、問題に解答してもらうことも行わせた。最後に3つ目の実験として、実験2で行った、短時間提示された文書中の文字列を記憶するというタスクに、画面上のランダムな位置に文書を表示するという条件を加えたものを被験者に課した。

結果、色を利用した文字書式は目立ちやすいこと・文字そのものに装飾を加えるよりも周辺に装飾を加えるほうが目立つこと・装飾で変化させる面積が多いほうが目立つこと・カッコ(「」や())などにも目立たせる効果があること・囲みを用いると記憶される文字列長に影響が生じること・色背景は双方の目的に適していること・下線は理解度を高める場合があることが示唆された。得られたこれらの知見は電子書籍・電子教材やヒューマンインタフェースなどに応用することが可能である。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	文字書式とその利用	1
1.3	文字の視覚属性	2
1.4	本研究の目的とアプローチ	2
1.5	貢献	3
第2章	関連研究	4
2.1	文字書式の効果に関する研究	4
2.1.1	色に関する研究	5
2.1.2	書体に関する研究	5
2.2	文字組による影響に関する研究	6
2.3	文字書式を利用したアプリケーション	6
第3章	文字書式による強調	8
第4章	考察対象とする文字書式の選定	9
第5章	被験者実験1	13
5.1	実験の概要	13
5.1.1	利用した文字書式	13
5.1.2	内容	13
5.1.3	手順	14
5.1.4	実験の実施環境	16
5.2	結果	16
5.2.1	実験 1-a：書式を用いた箇所を発見する	16
5.2.2	実験 1-b：書式を用いた箇所を発見し意味を判別する	17
5.3	不足点・問題点	17
第6章	被験者実験2	19
6.1	実験の概要	19
6.2	手順	19
6.2.1	実験の実施環境	22

6.3	結果	22
6.3.1	実験 2-a	22
	強調箇所と入力文字列の一致数および入力文字列長について	22
	入力文字列の画面上の位置について	25
	同時に用いられた書式による目立ちやすさへの影響について	25
6.3.2	実験 2-b	27
	解答時間について	27
	正答率について	28
6.4	不足点・問題点	29
第 7 章	被験者実験 3	30
7.1	概要	30
7.1.1	手順	30
7.1.2	環境	31
7.2	結果	31
	強調箇所と入力文字列の一致数および入力文字列長について	31
	入力文字列の画面上の位置について	33
	同時に用いられた書式による目立ちやすさへの影響について	33
第 8 章	議論・考察	37
8.1	実験の設計に関する考察	37
8.1.1	実験全体について	37
8.1.2	目立たせるための強調に適する書式を調べる実験について	38
8.1.3	理解を促すための強調に適する書式を調べる実験について	38
8.2	得られた知見に関する考察	39
8.2.1	目立たせるための強調に適した書式に関する知見	39
8.2.2	理解を促すための強調に適した書式に関する知見	40
8.2.3	実験を通じて得られたその他の知見	40
第 9 章	応用例	42
9.1	電子教材への応用	42
9.2	文章精読環境への応用	42
9.3	自動文書整形への応用	43
9.4	HCI 設計への応用	43
第 10 章	まとめ	44
	謝辞	45
	参考文献	46

付録		50
A	実験 1, 2 で利用した同意書とアンケート	50
B	実験 2 で利用した実験内容の説明のための文書	53
C	実験 3 で利用した同意書とアンケート	55
D	実験 3 で利用した実験内容の説明のための文書	57

目 次

4.1	文字書式の利用についての調査対象（脚注 2 より取得）	10
5.1	実験 1 で利用した文字書式	14
5.2	実験 1 の画面例	15
6.1	実験 2-a の表示の一例	21
6.2	実験 2-b の表示の一例	23
6.3	実験 2-a で被験者が入力した文字列と一致した被験者別での画面上の文字列の分布の例（枠内が実際に文章が表示されていた領域）	25
7.1	実験 3 で被験者が入力した文字列と一致した書式別での画面上の文字列の分布の例（黒線は画面を 3×3 分割したことを示す）	35

表 目 次

4.1	筑波大学・大学院学生向け掲示物 PDF ファイルでの書式の利用についての調査結果	11
5.1	実験 1-a における反応時間の平均値・中央値・標準偏差 [sec]	16
5.2	実験 1-b における反応時間と、そこから実験 1-a の中央値を引いた場合の平均値・中央値および標準偏差 [sec]	17
6.1	実験 2-a で被験者の入力した文字列と表示されていた文章の強調箇所が一致した数・その平均長・強調表示されていた文字列の実験全体での数	22
6.2	実験 2-a における被験者の入力文字列長についての統計情報	24
6.3	実験 2-a における各書式と書式なしについて的一致文字列長の Steel 検定結果	24
6.4	実験 2-a において、書式 A (列) と書式 B (行) が同時に表示されていた場合、被験者の入力した文字列が書式 A で強調されていた箇所と一致した数	26
6.5	実験 2-a において、書式 A と書式 B が同時に表示されていた場合で、書式 A の箇所を答えた数から書式 B の箇所を答えた数を引いた結果	26
6.6	実験 2-b において、問題に答えるのにかかった時間 (絶対的および相対的な値)	27
6.7	実験 2-b での各書式における解答時間 (相対) について、書式なしを対照群とした場合の Steel 検定の結果	28
6.8	実験 2-b における強調表示に用いた書式ごとの正答率	28
7.1	実験 3 の各グループについて得られた一致文字列長の統計情報	31
7.2	実験 3 において各書式で強調された箇所を被験者が入力した回数	31
7.3	実験 3 において各文字書式で強調された箇所と一致した被験者の入力文字列の平均値および中央値	32
7.4	実験 3 において表 7.2 から解答が文頭に集中した被験者のデータを除いたもの	32
7.5	実験 3 における各書式と書式なしについて的一致文字列長の Steel 検定結果	33
7.6	実験 3 における環境による文字書式の目立ちやすさに関する表 ¹	33
8.1	実験 2-b における被験者別の解答時間 [sec] と正答率 (一部)	41

第1章 はじめに

1.1 背景

文字は情報を伝達するためのもっとも基本的な記号である。また近年の情報社会化に伴い、人々が生産・享受する情報は莫大な量になっている。したがって文章を読み書きする上で、効率的に情報を読み取ること、あるいは伝えることは非常に重要である。

ここで、文章の重要な箇所に対して、太字や下線のような文字書式（文字装飾）を利用して強調することが考えられる。文字書式はワープロソフトに限らず、手書きの文書やHTMLといった、さまざまな媒体における文書作成の現場で日常的に用いられている。さらに、従来の紙とインクによる印刷物ではなく、電子的な文書では、印刷物よりも高い自由度で文字書式が利用可能であるうえに、環境や読み手の好みに応じて文字書式を変更することもできる [1]。自由度が高いということは、それだけ選択肢が多いということであり、つまりは従来以上に適切な文字書式を選択する必要があるということである。こうした状況から、文字書式に関する研究は、従来の紙媒体である印刷物におけるものだけでなく、ディスプレイ上あるいはインタフェース上におけるものについても重要であるといえる。

1.2 文字書式とその利用

文字書式は活版印刷の発明とともに発達し、今日でも広く一般的に文章中の強調に利用されている。これは人間の知覚を利用しており、周囲の標準的な字体と何かしらの視覚的な区別をすることで、他の箇所との視覚的なコントラストによって強調の意を表現するものである。以下にいくつかの書式の代表例を示す。

太字 何も装飾をしていない字よりも太い線で字を描くことで強調を表す手法である。ひとつの書体セットには、複数の線幅（ウェイト）で文字を構成したものがそれぞれ別のセットとして含まれていることがある。この場合、相対的な太さの差を活用して、強調の度合いを表現するということが考えられる。

斜体 文字の垂直線成分を、右あるいは左方向に傾けた字体のことを指す。欧文書体では単に傾けただけのものをオブリーク体 (*Oblique*)、そこからさらに筆記体に近くなるよう字形を整えたものをイタリック体 (*Italic*) と呼ぶ。欧文では強調に限らず、特定の固有名詞や引用箇所などをイタリック体で表現する [1,2]。日本語文でも似たような使い方をするが、日本

語においてはそもそも斜体を慣習的に用いる場面がないという見方も存在する [3]。これは、イタリック体が欧文の筆記体に端を発するため欧文環境で非常によく用いられているのであり、日本語ではその限りではないという理由からである。なお、欧文独特の強調表現としては他に文字列をすべて大文字で表現するオールキャプス (ALL CAPS) という手法がある¹。

下線 文字の下に線を引くことで強調を表す手法である。この線は一本線に限らず、破線や波線、二重線なども用いられる。ウェブ上の文書において使用した場合は、ハイパーリンクの存在という印刷物とは異なった受け取り方をされる場合がある [4]。

文字色・背景色 文字そのものの色、もしくは任意の文字列がある部分の背景色を変更し、周囲との色差によって強調する。色自体が持つイメージを利用することで、強調のみならず付加的な情報を表現することが可能である。デジタル環境で文書を作成できるようになってからは色の選択肢が飛躍的に増加し、表現の幅が広がった。

書体 書体 (フォント) を変えることで強調を行う。日本語書体は明朝体・ゴシック体・ポップ体などに、欧文書体はセリフ体・サンセリフ体・スクリプト体などに大きく分けることができる。色を用いた表現と同様に、それぞれの書体が持つイメージを利用した表現が可能である。また、日本語の文書においては、明朝体の太字の代わりにゴシック体を用いることが一般的に行われている [5]。これは、明朝体の太字という書体が読みづらいことや、強弱の差があまり目立たないため、明朝体よりも太い線で全体を描いたゴシック体で代わりに太字を表現するなどという理由による。

1.3 文字の視覚属性

文字書式は文字の視覚的な特徴である。ここで、図形における大きさや色・形などの視覚的な特徴のことを視覚属性 (視覚変数) という [6] ことから、文字書式は文字の視覚属性であると考えることができる [7]。さらに、視覚的な表現をするうえで、表すべき値の種類それぞれについて適している視覚属性があることが知られている [8,9]。これは人の認知的な特性に基づくもので、人が見てよりそれらしいと感じる視覚的な表現があるということを示す。たとえば ID のような名義尺度の値は、色相で違いを表現すると分かりやすいが、図形の長さや大きさで表現することはあまり適切ではない。これを文字書式に当てはめると、表したい情報、つまり強調の種類ごとに適切な視覚属性が存在するといえる。

1.4 本研究の目的とアプローチ

本研究は、文章中の強調のためにどの文字書式を利用することが適しているかということを探ることが目的である。そのために視覚的な観点を導入し、人間の認知特性に沿った表現

¹反対に、日本語文特有の強調表現としては傍点などがある。

の調査を行う。強調の種類としては、文字の視覚的な性質を用いて表現をすることが合理的であるようなものを設定する。また複数の被験者実験を通じ、それぞれの強調目的にふさわしい文字書式を調べ、得られた知見をまとめる。さらに、そのような知見の応用例を提案することで、本研究の有用性を示す。

1.5 貢献

本研究の貢献として期待される点は次のとおりである。

1. 文書作成・文章精読のためのアプリケーションやHCIデザインに利用できるような、文字書式に関する知見を提示したこと
2. 文字書式と人間の認知特性の関係を明らかにするための被験者実験手法を提案し、それについて考察したこと

1について、電子文書では文字書式を自由に変更できるため、読者の好みに応じた強調方法を用いた文書を簡単に作成することが可能である。このような利用法に対して、研究で得られた知見を導入することで、読者の好みだけでなく、個々人の認知特性に沿った文書の提供ができるようになる。あるいは、文書の作成者側としても、強調の目的別に適した表現手法についてのルールを参照することでよりよい文書を作成できる。これを発展させ、指定した強調箇所に適切な文字書式を付加させることで、自動で文書を整形できるようなシステムの開発も考えられる。また普遍的なHCI上のテキストについてのデザインにも、本研究で得られる知見を活用することができる。

2に関しては、実際に行った被験者実験をもって文字書式に関する視覚実験の手法を提示しただけではなく、その設計にあたり困難であった点についても考察をした。そうした考察が、文字書式に関する被験者実験を設計するうえでの指針となるはずである。

第2章 関連研究

1.1 節でも述べたとおり、文字書式の利用は古くからなされており、それらに関する研究もまた長い歴史を持つ [10, 11]。この章では書式の利用に関する研究や、それをういた応用、とくにコンピュータ上での活用についての研究を紹介する。

2.1 文字書式の効果に関する研究

McAteer は英語の文章において斜体と太文字がどのような強調に適しているかを調査した [12]。ここでの強調は相対的な強調 (Constrastive) および絶対的な強調 (Modulatory) という、Dik が提唱した言語的な側面から見た分類 [13] に従っている。実験の結果、前者には大文字による強調が、後者には斜体による強調が適するということを示した。Chandler は書体・文字の大きさ・レンダリング方法 (アンチエイリアスの有無) の差による読みやすさと理解度の違いに関して、被験者に Chapman-Cook Speed of Reading Test および Graduate Record Exam を課することで調査した [14]。ここでは読了時間に関して特定の条件における有意差が確認できたものの、理解度においては有意差が得られなかったとしている。また Beymer らはアイトラッカーを用い、書体や文字の大きさが異なる画面上の文章を被験者に読ませ、目の動きや読了時間などを調べた [15]。結果として、文字の大きさは読む速度などの結果に有意差をもたらしたが、書体による差は確認できなかったことを彼らは述べている。これらの研究はごく一部の書式しか対象としていなかったり、複数の箇所に対する書式の併用については調査をしていなかったりする。本研究では、より多くの文字書式を扱い、1つの書式のバリエーションというよりもむしろさまざまな文字書式の視覚的效果についてを調べることを試みる。

本研究とは異なる視点として、書式が与える印象という側面から心理実験を行った研究も存在する。Lewis らはさまざまな書体や書式で記した動物の名前を被験者に提示し、その動物の性質 (重いか軽いか・速いか遅いか) を判断させる実験を行った [16]。結論として、単語の持つセマンティックな意味に対して、文字のタイポグラフィック的要素が影響を及ぼすということを示している。Doyle らは、単語として特定の感情的な意味を含まない人名や製品名・サービス名などを利用し、書体や書式の持つ印象が単語の持つ本来の意味にどう影響するかを調査した [17]。彼らは Evaluation, Potency, Activity の3つの直交軸で印象を表現する手法を採用し、セリフ体・サンセリフ体の両方で太字にした場合は単語の持つ印象をより強調するという結果を得た。Tsonos らの研究では文字書式が与える印象について評価を行うため、文字の色・大きさ・書体・書式の異なる組み合わせを提示し、被験者に Self-Assessment Manikin

Test という方式で評価を行わせた [18,19]。一方で、Wehr らによる実験はそれらの実験とは別の手法で行われた [20]。まず名詞をさまざまな書体や色で表現して被験者に提示し、その色をした名詞の物体を想像させる。しばらく間を空けたあとで単語と表現の組み合わせに見覚えがあるかどうかを尋ねることで、文字書式の再現性を調査した。得られたデータによると、単語に対して見慣れない書体や色であった場合記憶に残りやすいという結果となった。たとえば cat という単語を黒い文字で表現した場合、「黒い猫」はごく普通であるが、青い文字であった場合「青い猫」は通常存在し得ない、見慣れないものである。この場合、後者のほうがより記憶に残りやすいといった具合である。

2.1.1 色に関する研究

文字書式のひとつとして背景色または文字色が存在するが、その組み合わせは無数に存在するため、色の選択には慎重になる必要がある。とくにディスプレイ上ではコストをかけずに色を用いて文書を作成できるため、従来の印刷物よりも幅広い色彩の利用が行われている。したがって文書中での色の選択に関するガイドラインの検討や研究もまた盛んである。

Carter はコンピュータ上での文字色・背景色の組み合わせについて、デザイナーの視点からまとめている [21]。Hall らは4種類の文字色・背景色の組み合わせで表示した2つのタイプのウェブページを被験者に見せ、記憶および可読性の面に関する調査を行った [22]。結果、記憶の想起性や可読性に関すること以外にも、内容が専門的だと見なされるためには、見た目の美しさよりも読みやすさにより重点を置くべきだといった知見を得ている。Humar らが行った実験は、視力検査に利用される Snellen Chart を用いたものである [23]。彼らは文字のほうが暗い場合（正の極性）と背景のほうが暗い場合（負の極性）を分け、異なる照明条件における色の組み合わせの違いでの可読性の差を検証した。得られた結果は、明度のコントラスト差が大きいものがよい可読性を提供するということに加え、補色に近いような特定の色の組み合わせでは可読性が低下するというを示すものであった。また、任意の有彩色背景・有彩色文字の組み合わせでの可読性の評価式を原口らが考案している [24]。

本研究では色の組み合わせについて詳細な探究を行うものではないが、これらの研究成果をあわせて用いることで、より広域への応用が期待できると考えられる。

2.1.2 書体に関する研究

書体は文字そのものの形を変えることによって見る人に異なる印象を与えることができる。そのため、さまざまな書体が持つ印象や性格、あるいは文章の読みやすさへの影響を被験者実験によって調査した研究は数多い。

Gump は被験者にある書体で記した文章を見せ、それに対する印象としてふさわしい雰囲気などを選択させることで得られた評価を元に、書体の雰囲気や印象を調査した [25]。Brumberger は形容詞対を用いて被験者に書体の印象の評価を行わせ、各書体間で相関をとり似たものどうしをグループ分けした [26]。Li らの研究では書体のもつタイポグラフィック的な特徴を書

体の個性（印象）で分類するための被験者実験を行っている [27]。日本語書体の印象について評価した研究としては木村らのものがある [28]。このような印象についての評価は、形容詞対などを用いて被験者に主観的な評価を行わせることが一般的である。

一方、書体が読みやすさに与える影響では有意な差はもたらされないということが複数の文献で示されている [15, 29, 30]。Gump の研究 [25] でも、読みやすい・読みづらいフォントが被験者の間で一致することはないということが実証された。本研究は書体もひとつの書式としたうえで、被験者実験によって得られた定量的な値から、書式を用いた際の認知的・視覚的な影響を調査する。

2.2 文字組による影響に関する研究

文書の印象を決める重要な要素としては、文字書式の他にも文字組（レイアウト）というものがある。文字間あるいは行間、1行あたりの長さ、日本語になると縦書き・横書きといったような紙面の構成のデザインは、可読性にも影響を及ぼす。出版物などにおいて、これらの要素を統一する目的で定められた様式をまとめたものをスタイルガイドと呼び、印刷物に関するものは The Chicago Manual of Style [31] や The Oxford Style Manual [32] が、Web 上におけるものは Web Style Guide [4] などが有名である。それらの中でも文字書式の視覚的な特性に関することが挙げられている。たとえば太字はウェイト、イタリック体は形によって本文に対するコントラストがついており、強調として用いることができるが、あまり長い箇所を用いるとコントラストが低下してしまうといったことなどである。

以上のような要素が読みやすさや理解度にどう影響を与えるかを、被験者実験を行って調べた結果、Ling らは情報探索において行長は影響を及ぼすが、書体は影響を与えないと結論付けた [29]。また Dyson らは行の長さ、そして文章を読む速度が理解度および読み方にどう作用するかを調べた [33]。

本研究に関して、行間や文字どうしの間などといった文字の配置やレイアウトに関わるものについては、今回は対象外とする。文字やその周辺に何かしらの視覚的表現を加えたものを「文字の視覚属性」とであるとするため、紙面レイアウトはこれらの特徴からはやや外れたものとなるからである。しかし文字組は文書全体の外見を大きく左右するものであり、そのデザインを熟考することは優れた視覚的表現を持つ文書を作成する上では非常に重要であることも忘れてはならない。

2.3 文字書式を利用したアプリケーション

電子文書では文字書式を自由に変化させることができるという利点から、文字書式を利用して文章の精読あるいは文書の作成を支援するためのアプリケーションが開発されている。本研究はこのようなアプリケーション、さらには一般的なユーザインタフェース上で文字を用いる際のガイドラインとなるような知見を提供することを目標とする。

内田らは、文章中の特定の文字列に対して彩色をすることで、文章の精読を支援するアプリケーションを作成した [34]。単語の種類や文字の種類といった言語上の一般的特徴に基づいた色分けだけでなく、ユーザが自由に色付けのルールを指定できるようにすることで柔軟な利用が可能になっている。彼らはまた、文字に対する彩色が文章精読をするうえで有益であることを検証するための被験者実験も行った。こうした文字列に色を付けて文章を分かりやすくしようとする試みは、NHK が公開している、平易な日本語を用いた小中学生・日本語学習者向けのニュースサイト **NHK NEWS WEB EASY** でも実施されている¹。一方、文字そのものの色ではなく、文字が配置された箇所の背景色を用いて、その文が本文のテーマとどの程度関係するかを表現するシステムが西原らによって開発されている [35]。さらに **Stoffel** らは背景色と文字の大きさを組み合わせ、検索語とその周囲の単語をハイライト表示したものをサムネイル化することにより、文章中のキーワード分布を可視化するシステムを作成した [36]。

書体ももたらす印象を利用するものとしては、**Kalra** らの作成した文字書式によって書き手の感情を表現するシステム **TextTone** が挙げられる [37]。そこでは読者側があらかじめ設定された感情カテゴリに対して、それらを表現するのに適すると思う書式を自由に指定できるようになっている。別の応用として、**Kouroupetroglou** らは被験者実験によって得られた文字書式とそれが与える印象の関係を利用し、文字書式を用いて文書中で感情表現を行うことができるアプリケーションを提供した [38]。既存の表現を用いるという枠を外れたアプローチとしては、村山らが開発した、印象や感性から書体そのものをデザインすることができるシステムがある [39]。

¹<http://www3.nhk.or.jp/news/easy/>

第3章 文字書式による強調

文字書式で表現可能な強調の種類には一体どのようなものがあるかということを考えるために、文字そのものが言語情報を伝えるための視覚記号であるという視点に立つ。視覚記号の例としては他にピクトグラムや標識などがある。これらの視覚記号は、用いられる色やデザインによって発見しやすさや見やすさといった視覚的な性質が大きく変化する。こうした性質には以下のようなものがある [40,41]。

誘目性 注意を向けていない場合の目の引きやすさ

視認性 注意を向けている場合での発見しやすさ

明視性 図形の細かい部分の見やすさ

可読性 文字や数字の読みやすさ

識別性 複数の対象があった場合の区別しやすさ

また、文字そのものにも読みやすさについての特性が備わっており、これには上記の可読性に加え、識別性を文字の場合について言い換えた判読性がある [1,41]。このことから、視覚的な観点から見た場合において、文字書式を利用した強調は以下の2つの目的について行うことが理にかなっているといえる。

目立たせるため 書式を用いた箇所を発見しやすくする

理解を促すため 書式を用いた箇所について理解しやすくする

本研究は、文字書式を利用して文中の重要な部分を効率よく強調することに対し、人の認知特性に沿った表現を行うというアプローチのための知見を得ることを目的とする。そのような認知的な知見を得るために、被験者実験を通じて文字書式に関する人間の認知特性を調査することを試みる。

第4章 考察対象とする文字書式の選定

1.2 節で述べたとおり、一口に文字書式といってもその数は莫大である。この研究で扱う対象を、普及している文書作成アプリケーションで利用できる書式や、人々がよく用いるような書式を中心とすることで、研究を通じて得られる知見がより有用なものになると考えられる。したがって、一般的に用いられている書式がどのようなものであるかを調べるための予備調査を行った。調査の対象は筑波大学および大学院の学生向け掲示用の PDF ファイル 30 部^{1,2}とし、どのような書式が・どのような箇所に対して使用されているかを集計した。調査した文書の例を図 4.1 に、また結果を表 4.1 に示す。

¹在学生へのお知らせ一覧: <http://www.tsukuba.ac.jp/students/news/>

²システム情報工学研究科 大学院教務関係: <http://private.sie.tsukuba.ac.jp/pub-student/kyomu-news.html>

システム情報工学研究科
博士前期課程2年次生（平成24年3月修了予定者）各位
※経営・政策科学専攻を除く

システム情報工学等支援室
大学院教務

修了要件・科目区分の確認について

平成24年3月修了予定の博士前期課程大学院学生（経営・政策科学専攻を除く）は、下記の要領のとおり、各自の修了要件および単位取得状況、並びに、各履修科目の科目区分を確認してください。

記

【システム情報工学研究科 科目区分（経営・政策科学専攻を除く）】

- | | | |
|---------|-----------------------------------|--|
| C1：共通科目 | 自専攻の共通科目（特別研究など） | } 30単位以上
(社シスは32単位)
(CS専修Pは50単位) |
| D1：専門科目 | ・自専攻の専門科目
・その他修了要件に含めることができる科目 | |
| W1：その他 | 修了要件に含めない科目 | |

上記以外の科目区分で登録している場合は、次の要領に従ってTWINS上で修正してください。

TWINS上での修正可能期間：平成23年9月12日(月)～平成23年9月30日(金)

TWINSにログイン後、「履修管理」→「科目区分参照・変更」メニューで変更することができます。

- ※ 「共通科目」「専門科目」の区別は、「大学院博士課程便覧」の科目表に記載してあります（科目表の枠外の冒頭に①共通科目、②専門科目などと記載）。
- ※ 大学院共通科目・研究科共通を履修し、修了要件に含める場合は、「専門科目」（D1）の区分にしてください。
- ※ 社会システム工学専攻の「専門自由科目」は「専門科目」（D1）で登録してください。
- ※ 経営・政策科学専攻の学生は、経営・政策科学専攻事務室の指示に従ってください。

不明な点は、システム情報工学等支援室 大学院教務にお問い合わせ下さい。

図 4.1: 文字書式の利用についての調査対象（脚注2より取得）

表 4.1: 筑波大学・大学院学生向け掲示物 PDF ファイルでの書式の利用についての調査結果

	大きさ										色文字			文字列揃え		
	太字	下線	斜体	書体	大	小	色背景	囲み	全て		赤	全て		中央		
									大	小		赤	中央			
タイトル	10	6	0	6	19	0	7	5	10	6	6	24	24	24		
見出し	1	0	0	1	3	1	0	1	2	0	0	2	2	2		
箇条書き	5	2	0	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0		
日時	3	3	0	2	3	0	3	0	13	12	12	2	2	2		
場所	2	0	0	2	2	1	3	0	5	4	4	0	0	0		
人名・肩書き	2	3	0	0	1	0	0	1	5	3	3	0	0	0		
事物	2	2	0	1	3	0	0	0	4	3	3	0	0	0		
手段	1	3	0	0	2	0	1	1	4	2	2	0	0	0		
注意書き	10	8	0	3	13	3	4	8	19	15	15	6	6	6		
条件	2	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0		
注釈	0	0	0	1	0	2	0	1	1	0	0	1	1	1		
宛先	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7	3	3		
差出人	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2		
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
合計	42	27	0	17	50	8	18	17	66	47	47	48	48	40		

この結果、用いられていた書式は色文字（主に赤）・大きさ（主に大きくする）・文字列揃え（主に中央）・太字・下線・色背景・書体・囲みであった。また斜体による強調は見受けられず、文献 [3] で述べられた慣習がここで改めて明らかになった。しかし一方で、Microsoft Office や HTML といった主要な文書作成のための環境では、斜体が基本的な使用可能オプションとなっていることも事実である。したがって、予備調査の結果に加え、現在一般に普及しているアプリケーションや記述言語も考慮したうえで、以下で行う被験者実験において考察の対象とする書式を以下のように選定した。また通常の何も書式による強調がない部分は黒のゴシック体とし、背景の色は白とする。

- 太字
- 下線
- 斜体
- 書体（明朝体・ゴシック体）
- 大きさ（大）
- 色文字（赤）
- 色背景（黄）
- 囲み

ここで色文字の赤は予備調査で多く見られた色の付け方であり、色背景の黄は Adobe Reader³のハイライト表示機能に基づく。加えて、白を背景色とした場合において、赤と黄はもっとも誘目性の高い色であり [21,40]、強調にも適した色使いであることも選定の理由として挙げられる。

³<http://www.adobe.com/jp/products/reader.html>

第5章 被験者実験1

それぞれの文字書式が、各強調の目的に対してどれだけ適しているかを調査するために、内田らの論文 [34] を参考に被験者実験を設計および実施した。

5.1 実験の概要

5.1.1 利用した文字書式

背景の色は白 (#FFFFFF)、通常の強調されていない文字は黒 (#000000) のメイリオ 20px とした。利用した書式は4章で選定したもので、具体的には以下の設定のものである。各書式の画面表示例を図 5.1 に示す。

- 色文字 : #FF0000 (赤)
- 色背景 : #FFFF00 (黄)
- 下線 : 1px の黒の直線
- 太字 : メイリオボールド
- 斜体 : 元の文字を $12/\pi$ にスキューした書体¹
- 書体 : 20px の HGP 明朝 E (明朝体)
- 大きさ : 通常の 1.1 倍の文字サイズ (大)
- 囲み : 1px の黒の直線で文字列の四方を囲む²

5.1.2 内容

文章中の1箇所(1単語、漢字2文字)に文字書式が用いられた文書を提示し、次の2つのタスクを被験者に行わせる。

¹メイリオ日本語フォントには斜体が用意されていないため独自に描画する。

²なお途中で改行した場合は四方を閉じず、改行した箇所の行末および新しい行の行頭には線を引かない。

書式なし / Plain	
色文字 (赤) / Colored text	斜体 / <i>Italic</i>
色背景 (黄) / Colored background	書体(明朝体) / Typeface
下線 / Underline	大きさ (大) / Size
太字 / Bold	囲み / Enclosed

図 5.1: 実験 1 で利用した文字書式

1-a 文字書式が用いられた箇所を発見する

1-b 文字書式が用いられた箇所を発見し、その単語の言語的意味を判別する

タスク 1-b の「言語的意味の判別」とは、この実験においては、その単語が動詞性名詞であるかどうか（「〇〇する」といえるかどうか）を判断させるという課題とした。単語は手動で選択し、言語的意味の判別に影響がないよう、サ変動詞になっているもの以外の動詞性名詞と、非動詞性名詞が各タスク全体で半数ずつになるように設定した。タスク 1-a が目立たせるための文字書式を、タスク 1-b が理解を促すための文字書式を調べることにそれぞれ対応しており、反応時間を計測すること文字で書式ごとの目的別適性度を算出できる。

5.1.3 手順

まず実験の開始画面（図 5.2a などを中央に表示したもの）を被験者に見せる。ここで発見する対象の文字書式をあらかじめ提示しておき、任意のタイミングでキーを押させることで実験を開始する。1 秒の空白画面ののち、視線の条件をリセットするため画面中央に×印を 1 秒間表示し、再び 1 秒の空白画面を表示する。続いて 600 文字程度の横書き文書³を画面の中央上部に提示する（例：図 5.2b）。ここで与えられたタスクを実行すると 1 回分の試行が終了し、再度空白画面・×印・空白画面が順に表示されて新たな文書が画面上に出現する。1 つの文字書式について 10 回の試行を完了させたところで利用される文字書式が別のものに切り替わり、再び開始画面が表示される。8 つの文字書式で 10 回ずつ、計 80 回の試行をそれぞれ 2 つのタスクで実行させた。書式を提示する順番はラテン方格法によって定め、タスク 1-a を先に行う者と、タスク 1-b を先に行う者とでカウンターバランスをとった。また、各実験の前に練習問題として、タスクごとに本番と同じ形式の試行を 10 回ほど被験者に課した。

³朝日新聞『天声人語』2013 年 1 月 3 日-6 月 14 日の文章を利用。

Press any key to start.

Colored Background

Type SPACE Bar

(a) 開始画面の一例

小学5年、いや6年か、小遣い銭で初めて買ったレコードがザ・タイガースの「銀河のロマンス／花の首飾り」だった。聴き込んだので、今も詞が出てくる。その何倍も夢中になった元少女たちは、吉報にときめいたことだろう。昭和40年代前半、グループサウンズ人気の頂点にいたこの5人組が、デビュー時の顔ぶれで再結成されるそうだ。ジュリーこと沢田研二さん（64）が、ソロの舞台で「全員の気持ちがやっとなりました」と発表した。12月に東京などで公演する。日本武道館での解散コンサートから42年、芸能界から最も遠くにいたのが、ドラマ担当のピーこと瞳みのるさん（66）だ。故郷の京都で定時制高校に復学、慶大に進んで中国文学を学び、慶応高で漢文などを教えた。復帰の誘いには背を向けてきた。「かつての名前に頼った再結成では意味がない。メンバーのその後を加えて未来に発信すべきだ」と自著にある。同世代に元気を、上下には刺激を届けたいと、日中両語で「老虎再来」なる歌も作った。「シーサイド・バウンド」「モナリザの微笑（ほほえみ）」「君だけに愛を」。ヒット曲を聴き直せば、日本が若かった頃の息吹が耳元に満ちる。こちらも青かった。ホテルなどで団塊世代の同窓会が盛んと聞く。学年名簿に故の字が交じる60代である。戦後の起伏を越えてきた身を労（ねぎら）い合い、倒れた友をしのぶ時か。振り返って、また前を向く。この世代の青春は、幸いにも和洋ポップスの黄金期。応援歌には事欠かない。

(b) 文章表示例

図 5.2: 実験 1 の画面例

表 5.1: 実験 1-a における反応時間の平均値・中央値・標準偏差 [sec]

	平均値	中央値	標準偏差
色文字	0.70	0.68	0.24
色背景	0.58	0.54	0.13
下線	1.31	1.16	0.62
太字	0.70	0.63	0.20
斜体	9.24	6.42	8.42
囲み	1.09	0.98	0.39
書体	1.28	1.17	0.47
大きさ	1.27	0.96	0.78

5.1.4 実験の実施環境

被験者は 21–24 歳の日本人大学生・大学院生 8 名であり、うち 1 名が色覚異常者であることを自己申告によって確認している⁴。実験に用いた計算機は ThinkPad X220i (メモリ 2GB, 12.5 インチディスプレイ) とし、室内蛍光灯の下で実験を行った。また実験用のプログラムは Processing⁵で記述した。

5.2 結果

2 つのタスクに共通して、反応時間が短く、かつ標準偏差が小さい書式が、該当する強調の目的に対して適切であると考えられる。以下にタスクごとの結果を記述する。

5.2.1 実験 1-a : 書式を用いた箇所を発見する

実験 1-a について反応時間の平均値・中央値・標準偏差を集計したものを表 5.1 に示す。表を見ると、色文字 (赤)、色背景 (黄)、太字は平均値・中央値と標準偏差のいずれも小さく、目立って見えたことがうかがえる。それらに準じて目立ったような結果を示しているのが囲みであり、これらの書式は目立たせるための強調に用いることが適していると考えられる。一方で、いずれの項目においても斜体が他と比べ極めて高い値を示している。これは発見するという点において斜体が非常に目立ちづらく、目立たせようとする場合に用いる書式としては不適切であるということを表している。

⁴この実験も含めた本論文における全ての実験結果の分析では、色文字 (赤) については色覚異常者のデータを除いている。

⁵<http://processing.org/>

表 5.2: 実験 1-b における反応時間と、そこから実験 1-a の中央値を引いた場合の平均値・中央値および標準偏差 [sec]

	標準偏差	反応時間		中央値を引いたもの	
		平均値	中央値	平均値	中央値
色文字	0.48	1.41	1.23	0.73	0.55
色背景	0.74	1.39	1.21	0.86	0.68
下線	0.92	2.02	1.84	0.88	0.69
太字	0.39	1.37	1.27	0.74	0.64
斜体	10.46	10.90	6.88	4.59	0.50
囲み	0.54	1.70	1.57	0.72	0.60
書体	1.19	2.21	1.83	1.04	0.65
大きさ	0.88	1.97	1.71	1.02	0.76

5.2.2 実験 1-b : 書式を用いた箇所を発見し意味を判別する

実験 1-b で得られた反応時間は、被験者が発見にかかった時間と判別にかかった時間の合計である。この実験から得たい知見は「理解を促すための強調をすることに向いている書式は何か」ということであるため、後者の「判別にかかった時間」のみを参照しなければならない。ここで「発見にかかった時間」は実験 1-a で測定をしているため、その結果を利用して得たい時間を算出することを試みる。実験 1-a の反応時間は標準偏差が大きかったため、かかった時間の目安として平均値ではなく中央値を用いることにした。表 5.2 は実験 1-b で測定された反応時間、およびその値からそれぞれ実験 1-a で測定された書式ごとの中央値を引いた値について、平均値・中央値・標準偏差（共通）を求めたものである。

基本的な傾向としては、5.2.1 節にある実験 1-a から導き出された見つけやすさの適性度と同様である。中央値を引いたほうの値を参照すると、実験 1-a に比べ、色背景（黄）の計測時間が他の書式よりも長く、囲みの計測時間が短くなっているといった変化が見られる。ここから、色背景は目立たせるための強調には適するが理解させるための強調には向かないということ、あるいはその逆で囲みは目立たないが理解させるのには向いている、といった効果が推測される。同じような傾向が下線にも見られる。また、斜体のような発見に時間がかかる書式では、中央値を引くという操作をもってしても純粋な「判断にかかった時間」を推定することは困難である。

5.3 不足点・問題点

実験 1 にて不十分であった点・問題であった点を列挙する。これらを踏まえ、実験 2 を設計および実施することとした。

書式の併用が行われていなかった点 1つの文書内、つまり1枚の画面上において、用いる書式の種類が1種類であった。この文書環境は現実的とはいえ不適切である。また文字書式が持つ視覚的な影響を調べる上で、他の書式が及ぼす視覚的な影響を考慮に入れることは極めて重要である。なお、「書式の併用」には、1つの文書内で複数の書式を用いるほかに、1つの文字列に対して書式を重ねがけするという事例も挙げられる。これについては、視覚的な強調としては冗長であることが既に知られている [30,42] ため、この研究では対象外とした。

強調する文字列の長さが固定されていた点 1点目と同様に、漢字の単語2文字分に固定された強調という利用は現実的な書式環境からはかけ離れている。

「理解しやすいか」を測れたタスクであったかが不明であった点 今回、理解を促したかどうかを調べるために設定した言語的意味を判別するというタスクは、「動詞性名詞であるか否かを判断させる」というごく簡単なものであった。これは、実際に文章を精読し、内容を理解するということと同程度の理解力が求められたとは言い切れない。

第6章 被験者実験2

再度内田らの論文 [34] を参照すると同時に、5.3 節で挙げた不足点・問題点を考慮した上で、新たに被験者実験を設計した。

6.1 実験の概要

実験1を受けて、考察の対象とする書式を以下に絞り込んだ。詳細な設定については、文字サイズを16pxにした以外は実験1のもの(図5.1)と同じである。

- 色文字 (赤)
- 色背景 (黄)
- 下線
- 太字
- 囲み

6.2 手順

実験1と同様に、2つの強調目的にそれぞれ適した書式を調べるため、それぞれ異なる被験者に以下の2種類のタスクを与える。

2-a 画面上に短時間表示される文字列を記憶する

2-b 画面上に表示されている文章についての正誤問題を解く

いずれのタスクにおいても、開始画面(図6.1a, 6.2a)において被験者自身がキーを押すことで任意のタイミングで実験を開始し、試行間に空白・×印・空白の画面表示を挟んでいる。実験に先立ち、被験者に実験の内容を示すために用いた資料は付録Bを参照されたい。

実験 2-a：複数の書式を用いた場合での書式による見つけやすさの違いの調査 実験 1 で用いた文章と同程度の長さである横書き文書¹のうち一部を書式によって強調し、被験者に 1 秒間提示する。文章の表示位置は画面の中央上部とする。強調に用いる書式は、6.1 節で挙げたものから 2-5 個をランダムで選択する。また強調の対象とする文字列は、2 文字以上の単語もしくは 1 文全体のどちらかをランダムに設定した。表示した文書の例を図 6.1b に示す。この画面が表示されている間、画面上の文字列を 1 つ以上覚えるようにあらかじめ被験者に指示を与える。時間が経過し文章画面が消えるとテキストフォーム（図 6.1c）が現れ、被験者に覚えた単語をそこに入力させる。被験者 1 人あたりに課した試行回数は 100 回であり、実験 1 と同様、実験前に 10 回程度の練習問題を課した。

実験 2-b：書式別での理解しやすさの調査 文中の 1 単語もしくは 1 文を 1 つの書式で強調した 300-700 文字程度の文章とそれに関する正誤問題、および解答の入力フォームを同時に画面上に提示する。単語もしくは文全体のどちらを強調するかどうかはランダムに決定する。被験者に正誤問題を解かせて、解答までにかかった時間や正答率などを取得する。被験者には「文章をすべて読む必要はない」という指示を前もって与えておく。文章に関する読解問題を作成するにあたり、説明的な文章としてブリタニカ国際大百科事典（日本語・オンライン版）²の小項目事典にある『世界遺産』トピックスに含まれる項目の説明文を利用した [43]。被験者には各文章で題材とされている事柄についての予備知識が無いことを確認している。

これらの文章それぞれに対して、文章中のある 1 文についての正誤問題を手動で設定し、読解問題とした。また、画面上で強調表示する 1 単語ないし 1 文は、正誤問題を作る際に参照した文に含まれる単語、もしくは文そのものに限る。この情報は被験者にはあらかじめ知らせてはいない。さらに、問題の性質の偏りをなるべく減らすために、このタスクでは以下の 2 タイプの正誤問題を用意し、同数ずつ提示した。

後方参照が必要 強調箇所を含む文だけでなく、既に読み終えた文からも情報を得ないと解答ができないもの

後方参照が不要 強調箇所を含む文だけを読めば解答ができるもの

このタスクにおいて、1 つの文章について 1 箇所・1 種類の書式しか用いなかった理由は次のとおりである。文章を理解しようと精読する場合、文章全体を見るというより、任意の 1 箇所を注視するように読むことがほとんどである。その際、注視している箇所に書式が適用されているかどうかだけが読者に影響を与えるのであり、他のさまざまな場所にさまざまな書式を用いて強調を行うことは無意味であると考えられる。さらに、本研究では 1 箇所に対して複数の書式を重ねがけしないという前提があるため、このタスクでは実験 2-a とは異なり、1 つの文章に対し 1 つの書式のみを用いて強調表現を行った。表示した画面の例を図 6.2b に示す。なお、書式の効果を測定するために「書式なし」、つまり何も強調をしていない場合の画面表示も存在する。1 人の被験者に対して、6.1 節で挙げた書式に「書式なし」を加え、各

¹朝日新聞「天声人語」2013 年 3 月 12 日-9 月 12 日の文章を利用。

²<http://japan.eb.com/>

実験1: 表示される文章中の語句をなるべく多く記憶してください

(a) 開始画面の表示

議論は広がってきているが、深まってははいない。大切な問題に触れているのに、その先を掘り下げられない。参院選での憲法改正をめぐる論戦である。隔靴搔痒（かっかそうよう）とはまさにこのことだろう。先日の日本記者クラブの党首討論会で、自民党の憲法改正草案をいくつかの側面から狙上（そじょう）に載せたのはよかった。生活の党の小沢代表は安倍首相に質（ただ）した。基本的人権は永久不可侵と宣言している97条を削るといふが、どういふ考えからか、と。憲法はなぜ最高法規なのか。その肝心要の理由を説明するのが97条だとされる。極めて重い条項であり、小沢氏の問いは一つの核心を突く。首相は「逐条的に聞かれても……」。これで済む話ではない。みどりの風の谷阿代表が前文に注目したのも鋭かった。憲法では「日本国民は」と始まるどころ、草案で「日本国は」としたのはなぜか。国民が憲法という約束事を取り交わして初めて国家が立ち現れる。自民党案は順番が逆さだという指摘だ。ここでも正面からの答えはなかった。立憲主義について首相が語る場面があった。憲法は権力を縛るものと認めつつ、しかし今は「王権の時代、専制主義的な政府」ではなく、民主主義の国家だと述べた。言いたいことがどうも呑（の）み込みにくい。多数決でものを決める民主主義。それでも優ることのできない人権を守る立憲主義。両者は時に対立する。その張りつめた関係についての認識があるのかどうか。疑問と、もどかしさが募る。さらなる論戦を待つ。

(b) 文書の例

表示されていた文章中にあった語句を思い出せる限り入力してください（スペースで区切る、無い場合は#）

(c) 入力フォーム

図 6.1: 実験 2-a の表示の一例

表 6.1: 実験 2-a で被験者の入力した文字列と表示されていた文章の強調箇所が一致した数・その平均長・強調表示されていた文字列の実験全体での数

	一致数	文字列長平均	強調表示数
色文字	151	3.50	570
色背景	327	3.98	636
下線	13	3.88	609
太字	185	3.57	614
囲み	45	6.05	624
書式なし	355	3.67	–

書式で 5 回ずつ強調表示を行い、計 30 回分の解答を得た。また本番前に解かせた練習問題は 5 問である。

6.2.1 実験の実施環境

被験者は 21–24 歳の日本人大学生・大学院生 9 名であり、うち 1 名が色覚異常者であることを自己申告によって確認している。実験に用いた計算機は DELL Vostro 260 (メモリ 4GB, Intel Core i5-2400 3.10GHz)、ディスプレイは EIZO CG227 である。これは色管理が厳密に行えるディスプレイで、輝度 70cd/m²、色温度 5500K、ガンマ値 2.20 に設定し、実験前に毎回キャリブレーションを行った。また、このディスプレイにフードを被せ、なるべく環境光の影響を受けないようにしたうえで、室内蛍光灯の下で実験を行った。実験用のプログラムは Processing および Java³で記述した。

6.3 結果

6.3.1 実験 2-a

強調箇所と入力文字列の一致数および入力文字列長について

被験者が入力した文字列が、画面上に表示していた文章の一部と一致していた場合の数をカウントした。このとき、該当部分が強調表示されていたかどうかも参照した (強調されていない場合は「書式なし」とした)。表 6.1 にはその結果、および入力された文字列の平均長、実際にその書式を用いて画面上に強調表示されていた数を示している。

一致数を見ると、実験 1 の結果とは異なり、書式の中では色背景が最も目立ち、次に太字、色文字、という順になっているが、もっとも一致数が多いものは書式なしである。これは、短時間提示される文章中の文字列を覚えるということを課せられている状況においては、まず

³<https://java.com/>

実験2: 表示される文章を読み、それに関する質問に答えてください

(a) 開始画面の表示

ジンバブエ遺跡

ジンバブエ、マジンゴ市郊外にある大石造都市遺跡。バンツ語系の部族（→バンツ語系諸族）の建てた王国で、11～16世紀までにジンバブエ式土器を伴う文化を発展させ、13～15世紀に最盛期を迎えた。この国は莫大な金山を支配して強大となり、東アフリカ海岸（ザンベジ河口）のソファアラ経由の通商で富を得た。丘の上の石造建築群アクロポリス、石のテラスと呼ばれる庭園、石の牛小屋、城、王族の住居群、市民居住地などの遺跡群からは、多数の金製品、タカに似た鳥の彫られた石柱、ジンバブエ式土器などとともに、ペルシア陶器、中国陶器も発見されている。この遺跡は1868年、あるハンターによって発見され、1905年以来発掘調査が行なわれた。この都市の研究は、アフリカ内陸部の文化の存在を証明するとともに、南アフリカ文化の一典型を提示している。1986年世界遺産の文化遺産に登録。

Q: ジンバブエはソファアラを経由して西アフリカ海岸で貿易を行った。
(はい = y / いいえ = n / 既知 = #)

Next

(b) 文書と問題の例

図 6.2: 実験 2-b の表示の一例

表 6.2: 実験 2-a における被験者の入力文字列長についての統計情報

	標準偏差	尖度	歪度
色文字 *	2.40	3.57	1.88
色背景 *	2.78	2.64	1.75
下線	2.85	0.92	1.31
太字 *	2.15	4.50	1.97
囲み	3.86	-0.34	0.81
書式なし *	2.43	6.22	2.15

表 6.3: 実験 2-a における各書式と書式なしについての一致文字列長の Steel 検定結果

	検定統計量	検定結果
色文字	1.651	$p > 0.05$
色背景	-0.959	$p > 0.05$
下線	0.091	$p > 0.05$
太字	0.163	$p > 0.05$
囲み	-4.795	$p < 0.05$

目についたものを覚えようとし、もし視界の中に書式等によって目立っている文字があれば、そこへ視線が移動するのではないかと考えられる。

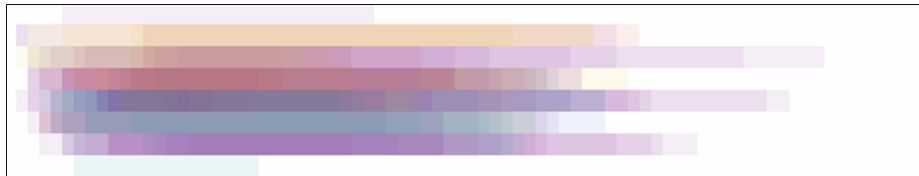
入力文字列の長さについていえば、長いほどその書式によって強調された文字列が見た人の記憶に残りやすいということになる。平均値を見ると囲みが最も大きく、その他についてはあまり差が見受けられない。そこでより詳細に観察するために多重比較検定を行うことにした。まず各書式での一致文字列長に関する統計値を計算し、正規分布に従っているかを確認した (表 6.2)。ここで In'nami [44] によれば、尖度と歪度が ± 2 に収まっているならば正規分布からは外れていないとみなすことができる。つまり表 6.2 で*が付与されている書式は、正規分布に従っていないといえる。

そこで、非正規分布を示すデータに対して有効であるノンパラメトリック検定を用いることにした⁴。ノンパラメトリック多重比較検定手法である Steel 検定 [45] を用いて、書式なしで表示された箇所一致した入力文字列の平均長に対し、他の書式で表示された箇所一致した入力文字列の平均長がそれぞれ異なるかどうかの検定を行った (表 6.3)。結果、囲みは書式なしと比べて平均長に有意差があることが分かったが、それ以外の書式では有意な差が得られなかった。

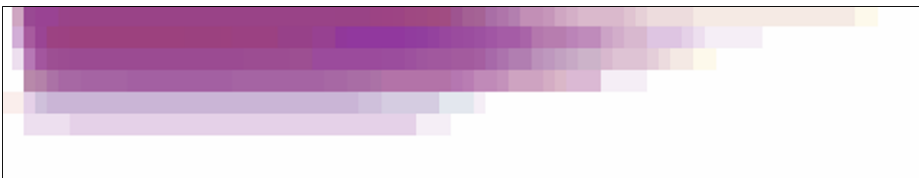
⁴以下、本論文中でとくに言及がない限り、実験で得られたデータに対する検定はノンパラメトリック手法を用いる。



(a)



(b)



(c)

図 6.3: 実験 2-a で被験者が入力した文字列と一致した被験者別での画面上の文字列の分布の例（枠内が実際に文章が表示されていた領域）

入力文字列の画面上の位置について

表示文章と一致した入力文字列が画面上のどのあたりにあったかを計算し、被験者ごとの全解答の位置をマッピングした。いくつかの例を図 6.3 に示す。入力と一致した文字列が存在していた場所を、その箇所に付加されていた文字書式ごとに色分けし（赤：色文字・黄：色背景・下線：黄緑・太字：緑・囲み：青・書式なし：紫）半透明で塗りつぶしている。とくに図 6.3c の被験者については左上に解答が集中しており、そのほとんどが書式なしである様子がうかがえる。これは文章の出現する位置を予測して、画面表示が切り替わるにもかかわらず特定の一箇所を注視していたことを表す。

同時に用いられた書式による目立ちやすさへの影響について

この実験において、一度に複数の書式を同時に用いて強調表示を行っていたことを受けて、環境による書式の影響の違いを調べた。2つの書式 A と B が同時に表示されていた場合で、被験者の解答した文字列が、片方の書式 A で強調されていた箇所に一致したとすると、この条件において書式 A はもう片方の書式 B よりも目立ちやすいということになる。これについて集計した結果を表 6.4 に示す。たとえば、色文字と色背景が同時に表示されていた場合において、被験者が色文字で強調されていた箇所を解答した回数が 96 回であるのに対し、色背景

表 6.4: 実験 2-a において、書式 A (列) と書式 B (行) が同時に表示されていた場合、被験者の入力した文字列が書式 A で強調されていた箇所と一致した数

		B					
		色文字	色背景	下線	太字	囲み	書式なし
A	色文字		96	104	103	113	163
	色背景	219		213	212	219	314
	下線	11	9		13	11	15
	太字	99	97	114		100	160
	囲み	28	20	30	31		52
	書式なし	17	21	24	18	17	

表 6.5: 実験 2-a において、書式 A と書式 B が同時に表示されていた場合で、書式 A の箇所を答えた数から書式 B の箇所を答えた数を引いた結果

		B					
		色背景	色文字	太字	囲み	書式なし	下線
A	色背景		123	115	199	293	204
	色文字	-123		4	85	146	93
	太字	-115	-4		69	142	101
	囲み	-199	-85	-69		35	19
	書式なし	-293	-146	-142	-35		9
	下線	-204	-93	-101	-19	-9	

表 6.6: 実験 2-b において、問題に答えるのにかかった時間（絶対的および相対的な値）

	標本数	標準偏差	絶対 [sec]		相対	
			平均値	中央値	平均値	中央値
色文字	40	4.18	32.33	15.59	1.61	0.86
色背景	36	1.44	20.97	13.12	1.01	0.64
下線	57	4.46	41.77	15.21	2.13	0.89
太字	45	2.70	29.49	14.15	1.30	0.73
囲み	38	1.33	21.79	14.40	1.13	0.96
書式なし	44	0.56	23.18	20.28	1.09	0.99

で強調されていた箇所を解答した回数は 219 回である。したがってこの実験の条件において、色文字と色背景が同時に示されていた場合では、色背景のほうがより目立ちやすかったと考えることができる。

さらにこの表 6.4 を元に、書式 A と書式 B が同時に表示されていた場合で、（書式 A の箇所を答えた数）－（書式 B の箇所を答えた数）を計算した結果を表 6.5 にまとめた。この表では、指定の条件下における書式の見やすさについて、交差した位置にあるセルの値が正の値だと書式 A のほうが、負の値だと書式 B のほうがより目立つということになる。多くの組み合わせにおいて正の数になる書式 A は、画面上で他に用いられている書式に影響されることなく目立つといえる。この表で示されている数値に従うと、目立ちやすい書式は順に色背景 > 色文字 ≥ 太字 > 囲み > （書式なし ≥）下線となり、いわゆる三すくみのような構造⁵は存在しなかった。

6.3.2 実験 2-b

解答時間について

定量的な値として、問題を解くことにかかった時間について分析を行う。文章の読解問題を解くということは、必要とされる能力にかなりの個人差があることが想定される。したがって、実際に計測した時間（絶対的な値）とともに、相対的な時間についても検討することにした。具体的には、被験者ごとに、書式による強調を行わなかった試行（書式なし）での解答時間の中央値を基準値とし、それに対する相対的な値を利用した。

計測された正誤問題に答えるまでの時間の平均値および中央値を表 6.6 に示す。また、実験 2-a と同様に、書式なしを対照群とした場合の Steel 検定を行った結果を表 6.7 に示す。解答時間に有意差があり、書式なしよりも短いことが確認できたのは色背景のみであった。なお、色背景は実験 2-a でも目立たせるための強調に有益であることが分かっている。ここで各

⁵たとえば色背景よりも色文字が目立ち、色文字よりも太字が目立つが、太字よりも色背景が目立つといったような状況のこと。

表 6.7: 実験 2-b での各書式における解答時間（相対）について、書式なしを対照群とした場合の Steel 検定の結果

	検定結果	検定統計量
色文字	$p > 0.05$	1.039
色背景	$p < 0.05$	3.201
下線	$p > 0.05$	0.808
太字	$p > 0.05$	1.764
囲み	$p > 0.05$	1.014

表 6.8: 実験 2-b における強調表示に用いた書式ごとの正答率

	標本数	正答率
色文字	40	92.5%
色背景	36	91.7%
下線	57	100.0%
太字	45	88.9%
囲み	38	89.5%
書式なし	44	90.9%

書式での解答時間の標準偏差を見ると（表 6.6）、色文字と下線の標準偏差が他の書式に比べ大きいことが分かる。また平均値に関しては下線のほうが大きい。これはつまり、色文字や下線は理解を促すという目的において、その影響力が安定性を欠いているということである。

正答率について

解答時間とは異なる定量的な値として、正答率についても算出を行った。全被験者のデータにおいて、各書式で文章中の一部を強調表示した問題について、書式ごとに正答率をまとめたものが表 6.8 である。この表を見ると、下線の正答率が 100% であることが際立っている。表 6.6 からは、下線で強調をした文章については、解答時間により影響を与えないという結果が出ていたが、その一方で文章についての読者の理解を促す効果があるのではないかと思われる。これは読者本人および他人が引いた下線のある箇所において注意して読むことで、文章の理解へとつながるとする魚崎らの研究結果 [46] とも合致する点がある。また下線についての解答時間の分散が大きくなっているということは、下線を引くことで時間をかけて読むような場合があったということが示唆される。

6.4 不足点・問題点

実験 2-a で得られたデータを分析した結果、以下のような問題点が見つかった。これらの不足点および問題点について再び修正を加え、新たに実験 3 を設計・実施することにした。

用いた実験プログラムにバグが存在した点 2-5 個の書式をランダムに選択する際に、特定の順番でそれらを提示してしまうようになっていたことが分かった。たとえば、色文字・下線・太字を 1 つの文章に対して同時に用いる場合、3 つの強調すべき箇所に対して $3! = 6$ 通りの表現が考えられる。しかし、用いたプログラムでは必ず「色文字・下線・太字」の順番という、1 通りの表現しか生成しないようになっていた。

被験者に対してあいまいなディレクションを与えていた点 「画面上に表示されている文章の一部を覚えて下さい」ということのみを伝え、「なるべくたくさん」「なるべく長く」「なるべく正確に」などの条件を与えていなかった。もしこのような条件について、被験者個々人が別のことを重視していたとするならば、結果に大きく影響を及ぼしたであろう。

文章を表示する箇所を固定していた点 結果を分析して分かったことだが、6.3.1 節で述べたように、文章の出る位置を予測し、視線がほとんど書式に左右されない被験者もいた。これは、文頭にあたる部分には文章の長さに関係なく必ず文字が出現するようになっていたことが原因と考えられる。

書式を併用した場合の詳細なデータが不足していた点 データを分析する中で、書式を併用した場合について更に厳密な調査を行うことの有用性が明らかになった。過去に書式による視覚的影響を調べた研究は存在するが、書式の組み合わせで用いた場合について検証を行ったものは存在していない。それにも関わらず、6.4 節で述べたとおり、1 つの文書中で複数の書式を用いることは非常に一般的に行われている。今回は 2 つの書式の組み合わせについて調査の対象を絞ることにしたが、今後さらに多くの数の書式を併用した場合はどうなるかということについても調べていく必要がある。

第7章 被験者実験3

7.1 概要

実験3は実験2-aとほぼ同様の手順を踏むが、いくつかの変更・修正箇所がある。

実験プログラムの修正 プログラムに存在していたバグを修正し、書式によって強調される箇所の出現条件を完全にランダムにした。

覚える文字列に対する指示の追加 被験者を2つのグループに分け、異なるディレクションを与えることにした。文字列を覚えることについて、「なるべく長く・正確に」という指示は共通して与えたが、グループ1の被験者には「なるべくたくさん」という条件を、グループ2の被験者には「文字列を1つだけ」という条件をそれぞれ与えた。

文章を表示する位置の変更 画面を3×3に9分割し、そこから文章の表示位置をランダムに選択するようにした。表示する文書は実験2-aと同じ(図6.1b)である¹。

一度に利用する書式の変更 複数の書式を1つの画面上で用いた場合について詳細に調べるため、1回の画面表示に用いる書式を2つに限定した。なお、書式による影響、あるいは併用することで生じる影響を調べるために、「書式なし」で強調された文字列を1つまたは2つ含む画面も存在することとした。つまり、全く書式を用いないもの(1通り)・1つだけ書式を用いたもの(5通り)・2つの書式を用いたもの(10通り)の計16通りが存在するということである。

7.1.1 手順

実験2-aと同様に、被験者の任意のタイミングで実験を開始する。空白・×印・空白・文章提示・入力画面のサイクルを1セットとし、1人あたり96回の試行を行わせた(16通り×6回ずつ)。被験者はあらかじめ2グループに分けられており、7.1節のとおり異なるディレクションを実験前に与えた。それ以外の実験条件は等しく、本番前に課した練習問題は両グループともにおよそ10回である。

¹表示する内容については朝日新聞『天声人語』2014年4月1日-8月2日の文章を利用。

表 7.1: 実験 3 の各グループについて得られた一致文字列長の統計情報

	尖度	歪度
グループ 1	0.586	0.933
グループ 2	0.006	0.565

表 7.2: 実験 3 において各書式で強調された箇所を被験者が入力した回数

	グループ 1	グループ 2	計
色文字	79	44	123
色背景	102	50	152
下線	18	5	23
太字	50	20	70
囲み	26	16	42
書式なし	561	421	982

7.1.2 環境

被験者は 21–24 歳の日本人大学生・大学院生 18 人で、うち 1 名が色覚異常者であることを自己申告によって確認している。計算機、ディスプレイおよび色環境と照明条件は実験 2 と同様である。また実験 2 と同じように、実験前に毎回ディスプレイの色調整を実施した。実験に用いたプログラムは Processing と Java で記述した。

7.2 結果

強調箇所と入力文字列の一致数および入力文字列長について

グループ 1 とグループ 2 で被験者が入力した文字列のうち、画面上に表示されていた文章の一部と一致したものについて、文字列長に有意差があるかどうかを調査した。ここで各グループで得られた一致文字列長データの尖度・歪度がいずれも ± 2 以内に収まったため (表 7.1)、t 検定によって 2 グループ間の平均の差を検定した。その結果、有意差が確認でき ($p = 9.10 \times 10^{-20} \ll 0.01$)、与える指示によって記憶できる文字列の長さに差が生じたことが分かった。

被験者が入力した文字列のうち、画面上の文章と一致したものがどの書式で強調されていたかをカウントし (表 7.2)、入力文字列長の平均値と中央値を算出した (表 7.3)。表 7.2 を見ると書式なしの数が極端に多い。理由のひとつとして考えられることは、表示する位置をランダムにしても解答の場所に偏りが見られたことである。とくにグループ 2 のほうにその

表 7.3: 実験 3 において各文字書式で強調された箇所と一致した被験者の入力文字列の平均値および中央値

	平均値	中央値
色文字	6.02	6
色背景	7.02	7
下線	6.57	6
太字	7.34	7
囲み	4.61	4
書式なし	5.88	5

表 7.4: 実験 3 において表 7.2 から解答が文頭に集中した被験者のデータを除いたもの

	グループ 1	グループ 2	計
色文字	75	40	115
色背景	98	45	143
下線	18	5	23
太字	48	17	65
囲み	25	16	41
書式なし	483	319	802

傾向を示す被験者が多かったが、ディレクションの違いというよりも個人の性質の差によるところが大きいと思われる²。

このように文頭に解答が偏ったデータを取り除くため、解答が 1 行目にあった確率が 80% 以上であった被験者のデータを除外したデータを用意した。これを用いて再度集計した結果が表 7.4 であるが、それでもなお書式なしの箇所を答える回数が圧倒的に多い。これは文章の表示の位置をランダムにしたためだと考えられる。文章が現れた場所に目線を移動させるという行程が加わることで、文字列の記憶にかけられる時間がより短くなり、とっさに目に入った文字列を覚えなければいけなくなるということである。

実験 2-a に従って、文字書式ごとに文字列長の差があるかどうかの検定を Steel 検定によって行った結果を表 7.5 に示す。文頭に解答が偏った被験者のデータを除外したもの・していないものについてそれぞれ検定処理を行ったが、どちらの場合においても有意差が確認できたのは囲みだけであり、入力文字列長が短かったといえる。囲みについては実験 2-a で記憶される文字列長が長かったが (表 6.3)、今回の実験においては逆に短くなった。これについて、囲みは視覚的に区切り線による「塊」を作り出すことで強調効果を生むが、記憶される文字

²実験後実施したアンケートにそのようだと答える人がいた、つまり本人で自覚しているということは、被験者自身に分かる程度には個々の影響が大きいということである。

表 7.5: 実験 3 における各書式と書式なしについての一致文字列長の Steel 検定結果

	偏り含む		偏り除外	
	検定統計量	検定結果	検定統計量	検定結果
色文字	2.315	$p > 0.05$	1.554	$p > 0.05$
色背景	-0.117	$p > 0.05$	-1.238	$p > 0.05$
下線	-0.220	$p > 0.05$	-0.445	$p > 0.05$
太字	-0.982	$p > 0.05$	-1.556	$p > 0.05$
囲み	2.897	$p < 0.05$	2.750	$p < 0.05$

列の長さはその塊の長さ、すなわち強調する箇所長さに大きく影響するということが考えられる。

入力文字列の画面上の位置について

入力文字列の画面上での位置を算出し、書式ごとに図にしたところ（図 7.1）、書式なしは画面の中央あるいは文頭に集中していることが分かった（図 7.1a）。文頭に集中していたものは、先述のとおりある特定の被験者がとった「作戦」の産物である。したがって、文頭以外に位置する書式のない文字列を被験者が解答した場合については、画面の中央、すなわち×印によって引きつけられていた目線の初期位置付近で目に入ったものを解答した、ということになる。反対に、解答数の多い、つまり目立ちやすい色文字や色背景（図 7.1b, 7.1c）は、画面の特定の位置に集中せずバラバラに存在している。これは文字書式が通常目の行かないような場所へと目線を誘導したということの裏付けとなる。あるいは、被験者別にこのような画像を生成した際に、位置のばらつきが大きい被験者ほど書式による影響を受けやすいということになる。

同時に用いられた書式による目立ちやすさへの影響について

実験 2-a と同じ方法で、環境による目立ち方の差を集計することを考える。今回の実験では一度に用いる書式を 2 つまでと限定したため、周囲の条件についてより正確な場合分けが行える。たとえば実験 2-a の表 6.5 で、「書式 A と書式 B が同時に表示されていたとき」は、少なくとも書式 A と書式 B が同時に存在していたときであり、そのほかにも使われている書式が存在していた可能性がある。したがって実験 3 では、「書式 A と書式 B が同時に表示されていたとき」のみについて、被験者が書式 A で強調された箇所を入力した数を数えた（表 7.6）。列の書式（A）と行の書式（B）が同時に表示されていた場合において、（被験者が書式 A で強調された箇所を解答した数）－（被験者が書式 B で強調された箇所を解答した数）を計算

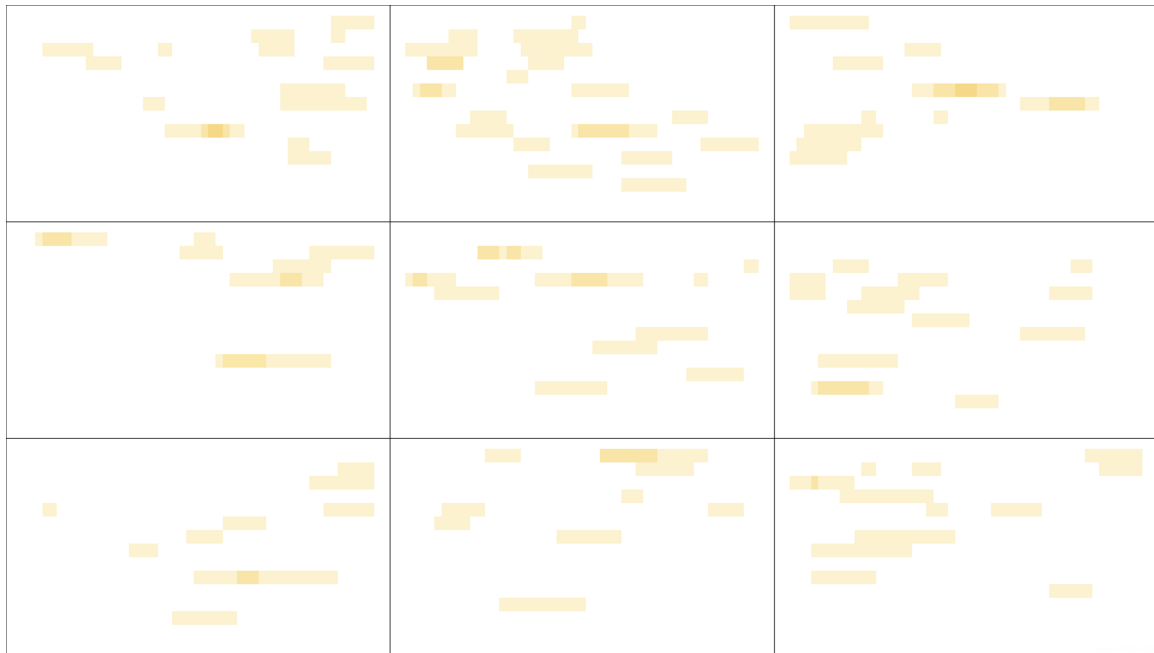
³表 6.5 と同様の処理を実験 3 のデータに対しても行った。



(a) 書式なし



(b) 色文字 (赤)



(c) 色背景 (黄)

図 7.1: 実験 3 で被験者が入力した文字列と一致した書式別での画面上の文字列の分布の例 (黒線は画面を 3×3 分割したことを示す)

表 7.6: 実験 3 における環境による文字書式の目立ちやすさに関する表³

		B					
		書式なし	色背景	色文字	太字	囲み	下線
A	書式なし		3	17	33 ^{*1}	25 ^{*1}	54
	色背景	-3		9	23	34	36
	色文字	-17	-9		18 ^{*2}	8 ^{*3}	24
	太字	-33 ^{*1}	-23	-18 ^{*2}		12	10
	囲み	-25 ^{*1}	-34	-8 ^{*3}	-12		3
	下線	-54	-36	-24	-10	-3	

した結果をまとめている。実験 2-a で導き出された目立ちやすさの順がこの場合でも当てはまることが分かるものの、もっとも被験者の目に入ったのはこの実験では書式なしという結果であった。また色相を利用している書式が目立ちやすいことが今回の実験を通じて明らかになったが、色相が目立ちやすい、いわゆる前注意的な視覚属性であることは既知のとおりである [47]。つまり本研究は、色相のポップアウト効果が文字書式においてもそのとおりであるということを改めて検証したということになる。

さらに、色文字や太字よりも囲みのほうがより目立ちやすい状況があることが分かる。例として*1の付いた箇所を見ると、太字・書式なしが表示されている状況と、囲み・書式なしが表示されている状況では、囲みの箇所に一致した解答数のほうが多い（差がより少ない）。また*2, *3の付いた箇所は、色文字・太字が表示されている場合と、色文字・囲みが表示されている場合において、囲みの箇所に一致した解答数が多いことが分かる。これとは別に*3から、色文字と囲みを同時に用いた場合では、色文字の効果が囲みによって薄くなってしまいうことがうかがえる。これらに加えて、色文字よりも色背景が目立つことを考えると、文字そのものよりも文字の周囲に変化を加えるほうが目立つということ、また装飾に用いる面積が多いほうが目立つということが明らかとなった。

第8章 議論・考察

実験の設計をするにあたり考慮した点、および実験を通じて得られた知見についての議論を述べる。

8.1 実験の設計に関する考察

8.1.1 実験全体について

それぞれの強調表現の目的に適した文字書式は何かを調査するためにもっとも好ましいと考えられる手法は、実験実施者のみが本当の実験内容を知っているというシングルブラインドテストである。これは実験を通して得たいデータを得るためのタスク以外にも、さまざまなダミーのタスクを被験者に課するという手法である。これにより、被験者に真の実験の目的を知られないようにすることができ、被験者が持つ先入観や思い込みなどのバイアスを排除した実験データを得ることが可能となる。本研究で考察の対象としている事象についていうと、たとえば複数の文字書式を数箇所に付加させた文面を被験者に見せ、何らかの質問や課題を与えるとする。この状況では被験者に「文書を見ること」を強要していることになり、実際の文書閲覧環境とは異なる。言い換えると、現実環境においては人々がプレゼンテーションや掲示物などの文書を能動的に見るが、今回行った実験のような「強制的に閲覧させられる」状況はそのような環境と大きく異なる。そうした実験を通じて得られた知見が、果たして現実環境にも適用できるのかという問題が浮上するのである。つまり文字書式の認知的な効果を調べるためには、どれだけ「見ることを強要しない」環境を作り出し、データを得ることができるかということが鍵となる。したがっていくつかのダミーのタスクを混ぜて、極力文書を強制的に見せないような状況をブラインドテストによって設定することが理想であるが、被験者を多数用意する必要がある。たとえば、ある程度の環境の差は割りきって、インターネット上で被験者を募り実験を行うということができれば、この問題は解消できる。

「文章を読む」という、個人の能力に大きく影響を受ける課題を与えることで、得られるデータでの個人差が大きくなることは、実験の設計またはデータ分析における障害となる。文字書式の違いによって生じる差を調べようとする、そのような設定した条件以外で発生する差が悪目立ちしてしまい、得たい情報を得られない可能性も存在する。考察の対象とする条件以外を出来る限り統一しておくことは、一般に被験者実験をするうえで重要なことではあるが、この研究で扱うような分野においてはより慎重になるべきである。また、たとえば実験 2-a や実験 3 では、被験者が記憶し入力した文字列について、書式なしよりも有意差を伴って長かったこと・短かったことが確認できたのは囲みだけであった（表 6.3 および表 7.5）。

もちろん事実として有意差がないということもありえるが、傾向程度ではなく有意差が確認できる結果を得ることができるような実験に改善する必要があるともいえる。

8.1.2 目立たせるための強調に適する書式を調べる実験について

今回の実験 2-a や実験 3 で課した「短時間提示された文章中の文字列を覚えて入力する」というタスクは、得たいデータ（文字書式による効果）が得られなくなってしまう恐れもある。これは、「文字列を覚える」ということを優先させようとして、文頭などの文字列が必ず出現する位置に視線を固定させるような被験者が存在するということである。6.3.1 節や 7.2 節で観測された事例がこれに当てはまる。そのような被験者は、どの文字列にどのような文字書式が付加されていようが関係なく、自分で決めた位置に出現する文字列を記憶しようとする。よって、本来得たい情報である「文字書式がもたらすその被験者への効果」を測定できなくなってしまう。これについては、視線が検出できるアイトラッカーのような装置があれば、画面を見せられてはじめて目を向けた箇所の厳密な測定ができるため、若干の軽減ができるのではないかと考えられる。しかし依然として、与えたタスクによる被験者への心理的な強制を取り払うことは不可能である。8.1.1 節で挙げたブラインドテストが行えるのであればそれに越したことはないが、そのような実験を設計し、十分な被験者を確保することは大きな今後の課題として挙げられる。

別の問題として、実験 2-a や実験 3 のようなタスクは、文字列の発見に加え、「覚えた文字列を入力する」という、記憶と再現も同時に課している。厳密に言えば記憶や再現は「見つけやすさ」に関わるものではないため、このタスクで純粋な「発見のされやすさ」の差を測ることは難しいといえる。したがってそのような「発見のされやすさ」を測定したい場合は、アイトラッカーなどを用いる必要がある。他方で、現実的な文字書式の利用シーンにおいてただ単に「見つける」だけでとどまる状況は考えづらい。つまり文字列を目にしたあとは必ず何らかの形でその文字列を記憶・再現せざるを得ないということである。よって今回の実験では上記の「短時間提示された文章中の文字列を覚えて入力する」タスクも妥当であると判断し採用したが、今後アイトラッカーによるより精密な被験者実験も行う必要があるといえる。あるいは、より現実的な利用場面を考えれば、短期記憶ではなく長期記憶で結果が異なるかどうかということについても調べることは重要である。

8.1.3 理解を促すための強調に適する書式を調べる実験について

当初、理解を促進するための強調に適した書式を調べるために、まず文章を提示し、次に画面を切り替えて問題文を出す、という方式の実験を内田らの論文 [34] を参考に設計していた。しかしこの方法では、どのようなことを質問されるか分からないというプレッシャーから、被験者に与える心理的負担がかなり大きいことが分かった。これに対し、「文章と質問文を同時に表示する」というものを実際に採用したが、より簡潔な文章にするなどの選択肢も考えられる。実際に、案としては三段論法的な文章を用い、結論についての正誤問題を問う

というものもあった。いずれにせよ、理路整然とした、同じくらいの難易度の、ある程度の文量を要する文章を用意することは簡単なことではないため、題材の選定には十分注意しなくてはならない。

実験 2-b では、文字書式を用いて強調する箇所を「問題文に關係する箇所のみ」と限定していたが、これについて、「問題文とはまったく關係のない箇所を強調した場合との比較」を行うということも初期の段階では考えていた。この条件で被験者にタスクを行ってもらった場合、いわゆる「ひっかけ問題」のようになる。だがこの状況は現実味に欠けているため、データを得たところで有益な結果が得られないと判断し、「問題文に關係する箇所を強調した場合・しなかった場合」の比較をすることにした。

8.2 得られた知見に関する考察

8.2.1 目立たせるための強調に適した書式に関する知見

実験 1 から実験 3 までを通じて、色背景は安定して目立っていたといえる。次点で色文字が目立っており、それより少し下か同程度の位置に太字が存在することが実験 2-a と実験 3 の結果から分かる。したがって 7.2 節で記したとおり、色相のポップアウト効果が文字書式においても存在するということになる。

今回の実験環境においては色背景 > 色文字 > 太字 > 囲み > 下線の順に目立つということが分かった。一方で、囲みのほうが太字よりも目立った場合があること、色文字と囲みを同時に用いると色文字が目立ちにくくなったことも事実である（表 7.6）。また色を用いた書式でも、色文字よりも色背景が目立つということが分かる。

さらに囲みについていえば、記憶される文字列の長さには有意差があったことも特筆すべき特徴である（表 6.3 および表 7.5）。これは、文字列を囲むことで、横書きの場合垂直な線が挿入され、「ここからここまで」という区分が明らかになることが影響していると推測できる。実験 2-a では長く、実験 3 で短くなっていたことについては、その塊が長いかわりに短いかによって、記憶される文字列の長さが大きく変化するということである。このことについて、被験者に対して行った実験後アンケートにおいて、「カッコのついた文字列が目立った」と答えた被験者が数名いた。これも囲みと似たような効果をカッコ（「」や（）など）がもたらしたのではないかと考えられる。加えて、今回実験で用いたフォント（メイリオ）は全角文字において等幅フォントであるため、カッコ周辺でよりスペースが広がって表示されていたこともこの作用を強めていると推測できる。

以上の事柄をまとめると、文字書式を用いた目立たせるための強調においては次のことがいえる。

1. この研究の実験の条件下では色背景 > 色文字 > 太字 > 囲み > 下線の順に目立つ
2. 色を用いた書式のほうが色を用いていない書式よりも目立つ
3. 文字の周辺を変化させる書式のほうが文字そのものを変化させる書式よりも目立つ

4. 変化させる面積が多い書式のほうが変化させる面積が少ない書式よりも目立つ
5. 囲みを用いるとあまり目立たないが記憶される文字列が長くなる
6. カッコを用いることで囲みに似た効果が得られる

これらについてはさらに今後検証することが課題として挙げられる。たとえば4については、恐らく変化させる面積が多ければ多いほどよいということではなく、どこかに最適値のようなものが存在すると推測される。

8.2.2 理解を促すための強調に適した書式に関する知見

実験 2-b の結果より、色背景は目立ちやすいと同時に、理解を促すことを目的として用いた場合においても、読者の理解速度を上げることが分かった（表 6.7）。これに対して、与えたタスクにおいて文字書式で強調された箇所を探すという過程があり、そこに対して色背景が作用したということも考えられる。しかし色背景の次に目立つ色文字を用いた場合には、解答時間にばらつきがあり（表 6.6）、そのような効果は得られなかったことが分かる。このことを考えると、色背景が理解を促す場合においても理解速度を向上させるのに適していると結論づけることができる。

また、本文中に下線を引いた場合の説問では、解答時間にばらつきがあるものの正答率が高くなるということが分かった。これは、下線を引くことによって、被験者が時間をかけて文章を読み、内容をよく理解することができた場合もあった、ということが考えられる。この理由としては、下線が試験問題を想定させるため、より「慎重に読まなければいけない」という心理が働いたという、慣習的なものがあるとも考えられる。あるいは、下線がもっとも目立ちにくい書式であるということは 8.2.1 節で述べたとおりであるため、下線が引かれた箇所を探そうとして時間がかかったという可能性もある。つまり適切な状況、たとえば文量が少ないような、下線が比較的目立つ状況で、読者に理解してほしい箇所に下線を引くと、期待される効果が得られるということが出来る。

これらをまとめると、文字書式を用いた理解を促すための強調においては次のことがいえる。

1. 色背景は理解速度を向上させる
2. 下線は適切な状況で用いることで理解度を向上させる

8.2.3 実験を通じて得られたその他の知見

実験 2-b で得られたデータを被験者別に見ると、個人によって異なる傾向があることが分かった。いくつかの例を表 8.1 に示す。ここでは、たとえば被験者 A は解答に時間がかかる場合もあるが正答率が高く、被験者 B も同様に解答に時間を要する場合があるが正答率はそれほど高くはない。一方で被験者 C は問題の解答時間も安定して短く、正答率も比較的良い。

表 8.1: 実験 2-b における被験者別の解答時間 [sec] と正答率 (一部)

	平均値	中央値	標準偏差	正答率
被験者 A	42.87	21.51	117.94	100.0%
被験者 B	29.69	20.45	35.64	80.0%
被験者 C	9.38	8.29	4.45	93.3%

このようにデータを見ていくと、被験者を以下のような傾向別にグループ分けすることができた。

- A 解答時間が短く正答率が高い
- B 解答時間が長く正答率が高い
- C 解答時間が短く正答率が低い
- D 解答時間が長く正答率が低い

ここから、それぞれのグループに属する人に対して最適化された文書を提供することができることが示唆される。例を挙げると、解答に時間がかかる、あるいは読むことに時間がかかるようなグループ B, Dの人については、より速く読めるような効果を持つ書式（色背景など）を利用することが考えられる。あるいは、正答率が低い、すなわち読み取る能力が低いようなグループ Cの人については、より正確に内容を読み取れるような効果を持つ書式（下線など）を用いた文書を与えると、その人の弱点が補える。このように、個人あるいはグループに対して最適な文書・文章精読のための環境を構築することができる。

第9章 応用例

実験を通じて得られた知見、また本研究が貢献した分野における知見は、とくに電子文書において、個人の特性に応じた文書あるいは文章精読環境が提供できるという点で有用である。電子文書で可能なことは、従来のような印刷物では実現し得なかった、コンテンツを個人に合ったものに置き換えたり、インタラクティブなものを導入したりということだけではない。文字書式や紙面のレイアウトを変更することもまた可能である。それらを柔軟に変更できるようにすることで、個人の好みで文書の見た目を変更することのみならず、本研究で得られたような知見を利用して、個人の認知特性に最適化された文書を提供することが可能となる。

9.1 電子教材への応用

実験 2-b から得られたデータで個人別に異なる傾向が見られたこと、およびその傾向別に適した文書の提供に得られた知見が活用できることは 8.2.3 節で述べたとおりである。このような個人に最適化された文書・文章の精読環境の提供は、たとえばデジタル教材において有用であると考えられる。

はじめに対象となる生徒に対してプレースメントテストを実施するなどして、8.2.3 節で挙げたようなグループに分ける。また同時に、文字書式の認知に関するキャリブレーションとして、本研究で行ったような実験を課することで、個人別の認知特性を得ることができる。これらによって取得された生徒個人の特性・性質に基づいて、「読解速度が遅い」などの個人の弱点を補完するように、それを改善する効果がある書式を用いた教材を作成することが可能である。そのような教材を用いて繰り返しトレーニングを行うことで、生徒の弱点が改善されていくことにあわせ、書式による強調の分量を減らすなどの操作でレベルの調節を行うといったような応用も考えられる。

9.2 文章精読環境への応用

9.1 節で挙げたような文書の読解は、学習以外でも日常のさまざまな場面で必要とされている。新聞記事を素早く読んで概要をつかみたい、時間をかけてもいいので論文の内容を詳しく知りたい、などが例として挙げられる。こうした需要に対しても、文字書式を用いた強調は有効である。これはあらかじめデータとして存在するプレーンテキストに対して、個人の特性や要求に応じた書式を付加させて表示するという非常に簡単な手段で達成することが

できる。図などの追加データを必要としないため利便性が高く、また一度に大量の情報を処理できるという利点もある。

9.3 自動文書整形への応用

文字書式を用いてプレーンテキストを装飾することは、読み手の立場に立ったときだけでなく、書き手の立場からしても有益である。これは個人別の特性に応じた表現というよりも、人間の認知特性にとってどの文字書式が有効であるかという知見が利用できる。仕組みとしては、文書作成者がテキストを用意し、強調したい箇所とその強調の目的および強調の優先順を設定すると、自動で各箇所に対して目的にと優先度に応じた適切な書式を割り振ってくれるというものである。ここでいう強調の目的とは、この研究で扱っている「目立たせたい」「理解を促したい」であることを想定している。あるいはその他の強調目的と文字書式の適性度についての関係が明らかになれば、それを利用することもできる。

9.4 HCI設計への応用

コンピュータ上のアプリケーションにおいて、インタフェースで文字を用いることはごく一般的である。込み入った操作を必要とせず直感的に扱えるようなもの、目的とする項目までに邪魔されることなく辿り着けるようなものがインタフェースとしては適切であることも事実である。つまり「欲しい情報を即座に得ることができ、その内容を瞬時に理解する」ことはHCIにおいても必要とされている。このことについて、レイアウトやデザインの他にも、インタフェース上にあるテキストの装飾を考えることは、よりユーザフレンドリーなアプリケーションを作ることへの近道となりうる。たとえばもっとも頻繁に利用するような項目のテキストラベルには色を用いたり、注意して読んでほしいような箇所には下線を引いたりするなどの設計が考えられる。

一方で文字書式以外の側面であるデザインなどは、文字書式以上にインタフェースの使い勝手に大きく影響することを念頭に置かなければいけない。適用しようとする文字書式と、適切なデザインとの兼ね合いもまた十分に検討するべきである。

第10章 まとめ

本研究は、太字や下線などの文字書式が持つ視覚的な特性に着目し、人間の認知特性に沿った適切な強調表現を探ることを目的としている。強調の種類として、文字を視覚記号として考えたときの特徴に基づいた「目立たせたい」「理解を促したい」という2種類を対象とした。それに従って、各目的に対して認知的に適した表現はどの文字書式であるかを被験者実験によって検証した。

1つ目の実験は内田らの論文 [34] を参考に設計したものである。文章の一箇所を文字書式で強調した文書を表示し、a) その箇所を発見した瞬間にキーを押す b) その箇所を発見して単語の言語的意味を判別し、対応するキーを押す という2つのタスクを被験者に与えた。実験1の問題点を改善し、さらに2つ目の実験を行った。ここでは2つのタスク a) 複数の箇所にそれぞれ異なる文字書式を1つずつ用いた文書を短時間見たのち、表示された文字列の一部を記憶する、b) 文章の1箇所を強調表示した文書と、それに関する正誤問題を同時に見ながら問題に解答する を被験者に課した。最後に実験2-aにおける問題点を改良し、表示する文書の位置を画面上のランダムな場所にするという条件で実験3を実施した。

得られたデータを分析し、目立たせる・理解させることに適した書式に関する知見を得た。結果として色背景が双方の目的に適しているということとなったが、目立たせるための書式についてはさらに色文字や太字も適しているといえる。さらに下線そのものは目立ちにくい、それをを用いた箇所が比較的目立つような状況など、利用シーンを選べば理解を高める効果があることも分かった。こうした知見は文書の自動生成や読者に応じた文章精読環境を提供するだけでなく、HCIへの応用も可能である。加えて本研究で行った被験者実験、およびその設計に関する考察は、文字書式を用いた強調についての調査のための指針となるであろう。

今後の課題としてまず挙げられるのは、文章全体に対してどの程度の分量に文字書式を用いた強調を行うのが適切であるかを調査することである。Lidwellらは著書 [30] で「文章のハイライトは全体の10%以下に留めることが望ましい」と記しているが、書式別でこの限度は異なるはずであり、それを詳細に探究することは新たな知見へとつながる。また、文字書式の視覚的特性を調べるための被験者実験の手法をさらに良くするために検討することも重要な課題である。

謝辞

本研究を進めるうえで、インタラクティブプログラミング研究室の先生方にたくさんのご助言を賜りましたことを深く感謝いたします。とくに三末和男先生には、指導教員として、日頃の研究活動から論文執筆に至るまで、数えきれないほどのご指導にあずかりました。研究に行き詰まるたびに私が相談へ伺うと、常に真摯な姿勢で向き合ってください、的確なご助言をくださいました。また、所属するチームは異なりますが、田中二郎先生、志築文太郎先生、高橋伸先生、嵯峨智先生、**Simona Vasilache** 先生にも、研究発表の際において多数のアドバイスをいただきました。本当にありがとうございました。

先生方のみならず、研究室の学生の皆様、とりわけ NAIS チームの皆様には、研究だけでなく、さまざまな事柄に関する相談にのっていただきました。苦楽を共にできたメンバーが皆様であったことが、私の3年に及ぶ研究室生活を非常に有意義なものにしたことは言うまでもありません。さらに、3回にわたる被験者実験を無事取り行うことができたのも、研究室の皆様のご協力のおかげです。被験者実験なくしてはこの研究を成立させることはできませんでした。お忙しい中にも関わらず、複数回・長時間に及ぶタスクを行っていただいたこと、また実験を通じて意見や感想をくださったことに、心より感謝いたします。

最後に、この研究テーマでこうして論文を完成させることができたのは、研究に携わってくださった皆様のおかげであることに改めて感謝申し上げます。皆様からいただいた意見は、どれも自分では思いもよらないような、異なる切り口から得られたものばかりでした。コメントをうけて研究内容の再考をするごとに、自分の至らなさと、皆様への感謝を身にしみて感じた次第です。本論文が皆様のお力添えに応えられたものになったことを願っております。筆舌に尽くしがたくはありますが、この謝辞をもってお礼の言葉に代えさせていただきます。

参考文献

- [1] 小泉均. タイポグラフィ・ハンドブック. 研究社, 2012.
- [2] 小林章. 欧文書体 その背景と使い方. 美術出版社, 2005.
- [3] 河野英一. タイポグラフィック・デザインの現状: フォントの可読性, 視認性, 判読性 (<特集> タイポグラフィ研究の現在). デザイン学研究. 特集号, Vol. 17, No. 2, pp. 2–7, 2010.
- [4] Patrick J. Lynch and Sarah Horton. *Web Style Guide: Basic Design Principles for Creating Web Sites*. Yale University Press, 2008.
- [5] Wikipedia. 太字 — Wikipedia. <http://ja.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%A4%AA%E5%AD%97&oldid=53689898>, 2014. [Online; accessed 11-December-2014].
- [6] Jacques Bertin. *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. University of Wisconsin Press, 1983.
- [7] Rasha Deeb, Kristien Ooms, and Philippe De Maeyer. Typography in the eyes of Bertin, gender and expertise variation. *The Cartographic Journal*, Vol. 49, No. 2, pp. 176–185, 2012.
- [8] Jock Mackinlay. Automating the design of graphical presentations of relational information. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 5, No. 2, pp. 110–141, 1986.
- [9] Łukasz Halik. The analysis of visual variables for use in the cartographic design of point symbols for mobile augmented reality applications. *Geodesy and Cartography*, Vol. 61, No. 1, pp. 19–30, 2012.
- [10] Miles A. Tinker. Experimental studies on the legibility of print: An annotated bibliography. *Reading Research Quarterly*, Vol. 1, No. 4, pp. 67–118, 1966.
- [11] Cyril L. Burt. *A Psychological Study of Typography*. University Press, 1959.
- [12] Erica McAteer. Typeface emphasis and information focus in written language. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 6, No. 4, pp. 345–359, 1992.
- [13] Simon Dik. On the typology of focus phenomena in perspectives on functional grammar. *Glott. Leids Taalkundig Bulletin Voorschoten*, Vol. 3, No. 3-4, pp. 41–74, 1980.

- [14] Scott B. Chandler. *Comparing the legibility and comprehension of type size, font selection and rendering technology of onscreen type*. PhD thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
- [15] David Beymer, Daniel Russell, and Peter Orton. An eye tracking study of how font size and type influence online reading. In *Proceedings of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 2*, pp. 15–18. British Computer Society, 2008.
- [16] Clive Lewis and Peter Walker. Typographic influences on reading. *British Journal of Psychology*, Vol. 80, No. 2, pp. 241–257, 1989.
- [17] John R. Doyle and Paul A. Bottomley. The message in the medium: Transfer of connotative meaning from typeface to names and products. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 23, No. 3, pp. 396–409, 2009.
- [18] Dimitrios Tsonos, Kalliopi Ikospentaki, and Georgios Kouroupetroglou. Towards modeling of readers’ emotional state response for the automated annotation of documents. In *Neural Networks, 2008. IJCNN 2008.(IEEE World Congress on Computational Intelligence). IEEE International Joint Conference on*, pp. 3253–3260. IEEE, 2008.
- [19] Dimitrios Tsonos and Georgios Kouroupetroglou. Modeling reader’s emotional state response on document’s typographic elements. *Advances in Human-Computer Interaction*, Vol. 2011, pp. 1–18, 2011.
- [20] Thomas Wehr and Werner Wippich. Typography and color: Effects of salience and fluency on conscious recollective experience. *Psychological research*, Vol. 69, No. 1-2, pp. 138–146, 2004.
- [21] Rob Carter. *Working With Computer Type: Color & Type*. Rotovision, 1997.
- [22] Richard Hall and Patrick Hanna. The effect of web page text-background color combinations on retention and perceived readability, aesthetics and behavioral intention. In *AMCIS 2003 Proceedings*, pp. 2149–2156, 2003.
- [23] Iztok Humar, Mirko Gradišar, and Tomaž Turk. The impact of color combinations on the legibility of a web page text presented on CRT displays. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 38, No. 11, pp. 885–899, 2008.
- [24] 原口健, 岡嶋克典, 鈴木敬明. 有彩色背景上に表示された有彩色文章の可読性の定量化. 映像情報メディア学会誌: 映像情報メディア, Vol. 63, No. 3, pp. 323–330, 2009.
- [25] John E. Gump. The readability of typefaces and the subsequent mood or emotion created in the reader. *Journal of education for business*, Vol. 76, No. 5, pp. 270–273, 2001.

- [26] Eva Brumberger. The rhetoric of typography: The persona of typeface and text. *Technical Communication*, Vol. 50, No. 2, pp. 206–223, 2003.
- [27] Ying Li and Ching Y. Suen. Typeface personality traits and their design characteristics. In *Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems*, pp. 231–238. ACM, 2010.
- [28] 木村昌司, 田口友康. 印刷文書における仮名書体の印象. 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 11, pp. 2209–2216, 1997.
- [29] Jonathan Ling and Paul Van Schaik. The influence of font type and line length on visual search and information retrieval in web pages. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 64, No. 5, pp. 395–404, 2006.
- [30] William Lidwell, Kritina Holden, and Jill Butler. *Universal Principles of Design, Revised and Updated: 125 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach Through Design*. Rockport Publishers, 2010.
- [31] University of Chicago, editor. *The Chicago Manual of Style*. University of Chicago Press, 16th edition, 2011.
- [32] Oxford University Press, editor. *New Oxford Style Manual*. Oxford University Press, 2nd edition, 2012.
- [33] Mary C. Dyson and Mark Haselgrove. The influence of reading speed and line length on the effectiveness of reading from screen. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 54, No. 4, pp. 585–612, 2001.
- [34] 内田友幸, 田中英彦. 可読性向上のための文書自動彩色システム. 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, Vol. 96, No. 602, pp. 25–30, 1997.
- [35] 西原陽子, 佐藤圭太, 砂山渡. 光と影を用いたテキストのテーマ関連度の可視化. 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp. 479–487, 2009.
- [36] Andreas Stoffel, Hendrik Strobelt, Oliver Deussen, and Daniel A. Keim. Document thumbnails with variable text scaling. *Computer Graphics Forum*, Vol. 31, No. 3, pp. 1165–1173, 2012.
- [37] Ankur Kalra and Karrie Karahalios. Texttone: Expressing emotion through text. In *Human-Computer Interaction-INTERACT 2005*, pp. 966–969. Springer, 2005.
- [38] Georgios Kouroupetroglou, Dimitrios Tsonos, and Eugenios Vlahos. DocEmoX: A system for the typography-derived emotional annotation of documents. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services*, pp. 550–558. Springer, 2009.

- [39] 村山浩之, 萩原将文. 感性を反映できるフォント自動作成システム. 感性工学研究論文集, Vol. 2, No. 1, pp. 73–78, 2002.
- [40] A・F・T 対策テキスト編集委員会 (編). A・F・T 色彩検定公式テキスト 2 級編. A・F・T 企画, 2010.
- [41] 高橋佑磨, 片山なつ. 伝わるデザイン 研究発表のユニバーサルデザイン. <http://tsutawarudesign.web.fc2.com/index.html>, 2010. [Online; accessed 9-December-2014].
- [42] James Hartley. Designing electronic text: The role of print-based research. *ECTJ*, Vol. 35, No. 1, pp. 3–17, 1987.
- [43] 清原一暁, 中山実, 木村博茂, 清水英夫, 清水康敬. 文章の表示メディアと表示形式が文章理解に与える影響. 日本教育工学雑誌, Vol. 27, No. 2, pp. 117–126, 2003.
- [44] Yo In'nami. The effects of test anxiety on listening test performance. *System*, Vol. 34, No. 3, pp. 317–340, 2006.
- [45] Robert G. D. Steel. A multiple comparison rank sum test: Treatments versus control. *Biometrics*, pp. 560–572, 1959.
- [46] 魚崎祐子, 野嶋栄一郎. 下線ひき行為が文章理解に及ぼす影響. 日本教育工学雑誌, Vol. 24, pp. 165–170, 2000.
- [47] Colin Ware. *Information Visualization: Perception for Design*. Elsevier, 2013.

付録

A 実験 1, 2 で利用した同意書とアンケート

文字書式が表す付加的情報に関する実験協力をお願い

システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻
大久保 心織

研究の概要について

この研究は、文字の書式（下線、太字など）が、それが付加された文字列の言語的意味とは別に、どのような情報を表現することができるかを調べることを目的としています。今回使用される書式は色付き文字、色付き背景、下線、太字、斜体、囲み、異なるフォント、文字の大きさの8種類です。

被験者実験の必要性とその方法について

この研究は、人の知覚に関する研究ですので、人を実験参加者とした実験が必要になります。実験では、提示される文書を見て、書式による強調がなされた箇所を発見する、もしくはその箇所が言語的にどのような特性を持つかを判別する、といった作業のいずれかを行ってまいります。なお、強調される箇所は漢字2字の熟語であり、言語的特性の判別とは、その単語が動詞性名詞であるか（「〇〇する」と言うことができるか）否かを判別することを意味します。万が一、実験中に気分が悪くなったり、頭が痛くなったりした場合は、直ちに実験を止めて、実験実施者に声をかけてください。

個人情報の保護について

学会・論文などでデータを発表する際は、データおよびそれを統計的に処理したものをのみを用います。実験参加者を表現するためには、記号・数字を用います。個人を特定できる情報は公表しません。ただし、実験参加者全体については、性別の実験参加者数、年齢の範囲、所属を公表することがあります。

同意書

私は、文字書式が表す付加的情報に関する研究について、研究の概要、被験者実験の必要性とその方法、危険の回避、および個人情報の保護について十分な説明を受けました。

説明の際、本研究に協力することに同意しなくても何ら不利益を受けないこと、さらに、同意後も私自身の自由意思により不利益を受けず、いつでも撤回できることを聞きました。私は、このことを理解した上で被験者になることに同意します。

年 月 日

所属 _____

署名 _____

アンケート

1. ご自身についてお答えください。

所属	
性別	<input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女
年齢	才

2. 普段文書を作成するときに、文字書式を使用することについて自分なりのルールがあれば教えてください（例：見出しは太字にする）。

--

3. 何かお気づきの点があればお書きください。

--

ご協力いただき、ありがとうございました。

B 実験2で利用した実験内容の説明のための文書

実験1

1. 画面上に文章が短時間表示されます
 - できるだけたくさんの語句を覚えてください
2. 画面が切り替わったのち、覚えた語句をフォームに入力してください
 - 語句同士をスペースで区切ってください

オレンジ色と青の取り合ひは互いに引き直して、このした関係の色相で青色（赤い）と青がそつた。青空へ噴き出し、海面に舞えるその姿は、なるほど爽快の上になつた。日本の海軍艦隊が「艦隊にたり、艦隊の「艦隊を」から天然ガスを取り出した。水産キートン。その地下30メートルほどに広がる層。水とメタンの「シャープベツト」までストローよしく井戸を掘り、ガスを船に導いた。海軍からの採掘は例がない。「ガス田」は静岡から紀伊半島、九州沖に横たわる。日本産製を求め、近海には世界屈指の埋蔵層があり、うまくやれば天然ガス消費の100年分を換えるという。いよいよ最先に埋まる大金だ。何より、隣国にお構いなく掘り出せるのがいい。日本のエネルギー自給率は水力中心に3%足らず。原発事故による電力不足を火力で補つた。国産エネルギーへの期待は募る。生産コストや回収コストは高いが、米国の産出のよつた、普及で実用化を急いでほしい。太平洋のガス田は巨大地層の塊と量なる。その南端が舞れば、歳入2.0兆円の経済効果を得られる。思ひの塊が、たちまち島の海にわたればは2年前に比べて2倍の増産が期待される。あらゆる地層にガス田を掘り出すには、自然を畏（おそ）れつつ、正当な懸念は言い手めたい。

表示されていた文章中にあった語句を思い出せる限り入力してください（スペースで区切る。無い場合は#）

実験2

1. 画面上に文章とそれに関する問題・回答フォームが表示されます
 - 画面上の文章には書式が適用されていない場合もあります
 - 質問は正誤問題です
 - 問題の答えが「正しい」と思うならばyを、「正しくない」と思うならばnを入力してください
 - 質問の答えが既知である場合は#を入力してください

ハンプティ・ダンプティ (英: Humpty Dumpty) は、英語の童話 (マザーグース) のひとつであり、またその童話に登場するキャラクターの名前である。童話のなかではっきり明示されているわけではないが、このキャラクターは一般に擬人化された卵の姿で親しまれており、英語圏では童話自体とともに非常にポピュラーな存在である。…

Q.ハンプティ・ダンプティは仏語の童話である。

A.

注意事項

- 各実験の前に練習問題が課されます
- タスクとタスクの間では、被験者の視線に関する条件をなるべく揃えるために、「×」が中央に表示された後、何も無い空白の画面が表示されます
- 開始画面で任意のキーを押すと実験が始まります
- 入力フォームでEnterキーを押すと次のタスクに移ります
 - マウスで“Next”をクリックする必要はありません

C 実験3で利用した同意書とアンケート

同 意 書	
筑波大学システム情報系長 殿	
私は、文字書式の視覚的特性を利用した強調表現に関する研究について、研究の概要、被験者の必要性、方法、その成果、危険の回避、個人情報の保護について十分な説明を受けました。	
説明の際、本研究に協力することに同意しなくても何ら不利益を受けないこと、さらに、同意後も私自身の自由意思により不利益を受けず、いつでも撤回できることも聞きました。私は、このことを理解した上で被験者になることに同意します。	
平成 年 月 日	氏 名 _____ (才) (保護者等：被験者が未成年の場合)
	氏 名 _____ (本人との続柄)
文字書式の視覚的特性を利用した強調表現に関する研究について、次の内容について平成 年 月 日に説明を行い、上記のとおり同意を得ました。	
	説明者 所 属 _____ 氏 名 _____
① 研究の概要について	この研究の目的は様々な文字書式を持つ視覚的特性が表現する情報を評価することです。この実験では、設計・開発中の視覚的表現の特性および効果を計測します。
② 被験者の必要性、方法、その成果について	視覚的表現の特性および効果は人間が実際に見て計測する必要があるため、評価において被験者実験が必要となります。実験では、提示された視覚的な表現を見て、簡単なタスクを行ってもらいます。具体的なタスクについては別紙にて説明します。タスク毎に達成時間および回答を記録し、後でそれらを分析します。
③ 個人情報の保護について	学会・論文などでデータを発表する際は、データおよびそれを統計的に処理したものだけをを用います。実験参加者を表現するためには、記号・数字を用います。個人を特定できる情報は公表しません。ただし、実験参加者全体については、性別の実験参加者数、年齢の範囲、所属を公表することがあります。

(注) 同意書は2通作成し1通は本人の控えとして手渡すこと。(コピー可)

未成年の場合には保護者と一緒に説明して保護者からの同意を得ること。

研究や実験に協力した結果、不都合があった場合の連絡先

実施分担者 (所属：システム情報工学研究科 氏名：大久保心織 TEL：080-1780-5523)

実施責任者 (所属：システム情報系 氏名：三末和男 TEL：029-853-5802)

事務担当者 (筑波大学システム情報系研究倫理委員会事務局

・システム情報エリア支援室 TEL：029-853-4989)

アンケート

1. ご自身についてお答えください。

所属	
性別 <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	色覚異常 <input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> なし

2. 普段文書を作成するときに、文字書式を使用することについて自分なりのルールがあれば教えてください(例:見出しは太字にする)。

--

3. 文章をマーキングするときによく使う色があれば教えて下さい。

--

4. 何かお気づきの点があればお書きください。

--

ご協力ありがとうございました。

D 実験3で利用した実験内容の説明のための文書

実験の概要

1. 画面中央に×印が表示されます
2. 画面上のどこかに文章が短時間表示されます
 - できるだけたくさんの語句を覚えてください
 - つながった文を複数に区切って入力することはしないで下さい
3. 画面が切り替わったのち、覚えた語句をフォームに入力してください
 - 語句同士をスペースで区切ってください
 - Enterキーで次の問題に進みます

実験の概要

1. 画面中央に×印が表示されます
2. 画面上のどこかに文章が短時間表示されます
 - 語句を1つだけ覚えてください
3. 画面が切り替わったのち、覚えた語句をフォームに入力してください
 - Enterキーで次の問題に進みます

オレンジ色と青の取り合わせは互いを引き立てる。こうした関係を色彩学で補色（ほし）と呼ぶそうだ。青空へ横き出し、海面に映えるその姿は、なるほど興味この上なかった。日本の技術陣が1週間ばかり、豊知沖の「燃える氷」から天然ガスを取り出した。水深千メートル、その地下300メートルほどに広がるの層。水とメタンの「シャーベット」までストローよるしく井戸を掘り、ガスを船に導いた。海底からの採取は例がない。「カス田」は静岡から紀伊半島、九州沖に横たわる。日本産物を含め、近海には世界屈指の埋蔵量があり、うまくやれば天然ガス消費の100年分を賄えるという。しかも産先に埋まる大金だ。何より、隣国にお構いなく掘り出せるのがいい。日本のエネルギー自給率は水力中心に5%足らず。原発事故による電力不足を火力で補う今、国産エネルギーへの期待は募る。生産コストや回収など壁は高いが、米国が高くなるように、資材で楽くのように、市民で実用化を急いでほしい。太平洋のカス田は巨大地震の源と疑われる。その海層が崩れれば、震度2.0以上の経済被害を伴うという。昨夏の「死者32万」に続く怖い嵐である。嵐の海が、たちまち現れの海に化けたのは2年前だった。不毛の砂漠に石油が降り、韓国と韓流のアフリカにはダイヤモンドや金が埋まる。をらゆる地にバランシートがあるのなら、日本は太平洋に無限の寶がある。自然を畏（おそ）れつつ、正当な豊みは追い求めたい。



表示されていた文章中にあった語句を思い出す限り入力してください（スペースで区切る、無の場合*）

注意事項

- 語句はなるべく長く・正確に入力してください
- 各実験の前に練習問題が課されます
- タスクとタスクの間では、被験者の視線に関する条件をなるべく揃えるために、×が中央に表示された後、何もない空白の画面が表示されます
- 開始画面で任意のキーを押すと実験が始まります
- 実験中もしくは実験後に写真を撮影しますのでご了承ください