

文章の要旨把握における部分的退色表示の有効性

Effectiveness of Partial Fading of Text on Reading Comprehension

小林 潤平 *1*2

Jumpei Kobayashi

川嶋 稔夫 *2

Toshio Kawashima

*1 大日本印刷株式会社

Dai Nippon Printing Co., Ltd.

*2 公立はこだて未来大学

Future University Hakodate

We propose a new text format to direct attention to the head sentence of paragraphs by varying the darkness of displayed sentences by gradually fading characters. Recognition rates of head sentences were increased by applying the proposed format. The overall comprehension performance was also enhanced by applying the proposed format. These results suggest that the proposed format is an effective technique to increase reading comprehension.

1. はじめに

多くの情報が文字で伝達される現在、もし電子リーダーの工夫によって文章の理解度を向上させることができれば、その効果の大きさは計り知れない。

先行研究において、文章読解の向上に関する様々な提案および効果の有無が検証されてきた。例えば、キーワードやテキストの強調が強調内容の記憶成績を高めること [関 97, 魚崎 03], 読み難い書体が記憶の向上につながる [Diemand-Yauman 11], また、読解に関しては、段落の有無が文章要旨の把握に影響をあたえること [関 96], 文字種や固有名詞に応じた彩色が内容把握の向上につながる結果等が報告されている [内田 97]。しかし、難関試験レベルの正確な文章読解において向上効果をもたらす仕組みについては、検討の余地が残されていた。

そこで本研究では、文章の段落単位やセンテンス順序の顕在化によって文章読解を支援する新たな表示方式を提案するとともに、提案方式が文章の要旨把握にあたえる影響について詳しく検証した。

2. 提案方式

一般的に、文章を執筆する際には、文意をつかみやすくするために、段落の区切りやセンテンスの順序を決めていく。そこで本研究では、段落のまとまりとセンテンスの順序に着目し、自然なかたちでの顕在化を図った。

本研究で提案する「段落先頭から順にセンテンス単位で文字を退色させていく表示方式」を図1に示す。段落先頭センテンスの文字は濃く、段落末尾センテンスの文字は薄く表示することで、段落単位やセンテンス順序を顕在化し、文意をつかみながらメリハリをつけて読める効果を狙った。

まず、文章を段落単位で分割し、さらにセンテンス単位で分割する。次に、分割されたセンテンスごとに退色度を設定する。図1に示すように、段落先頭のセンテンスの退色度を0とし、後に続くセンテンスの退色度をひとつずつ増やしていく。退色度は6段階であり、退色度が増えたと文字色が薄くなるように設定した。文字色の設定は、退色度0を#000000（黒）、退色度1を#545454、退色度2を#888888、退色度3を#B0B0B0、退色度4を#CFCFCF、退色度5を#E0E0E0とした。退色度5のセンテンスの後にも文が続く場合は、それらセンテンスの退色

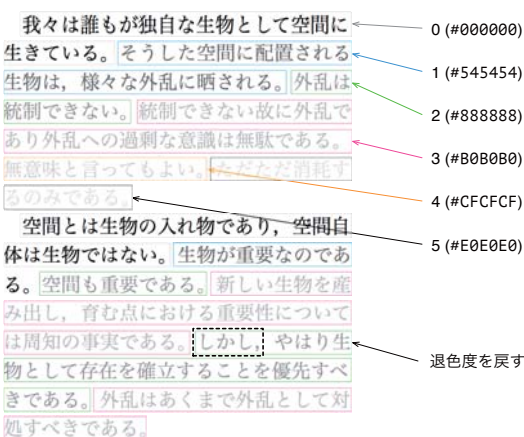
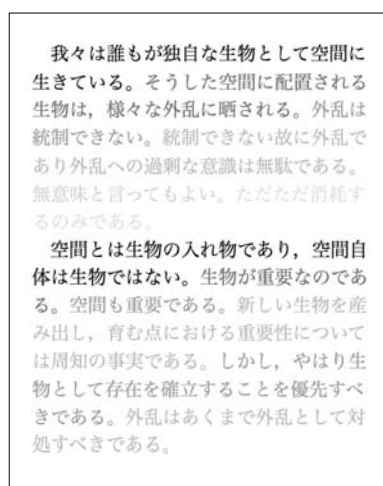


図1: 提案方式による文章表示と退色度設定の例。

度をすべて5とした。なお、最も薄い退色度5の文字色でも、支障なく読むことが可能である。

例外として、「順接（したがって等）」「逆説（しかし等）」「対比（むしろ等）」「総括（すなわち等）」を示す接続詞4種類がセンテンス先頭に存在する場合は、図1の「しかし」を含むセンテンスのように、前センテンスよりも退色度をひとつ戻し、濃く表示することとした。

表 1: 予備実験における実験協力者 3 群の正答率。

	実験協力者群		
	提案方式群 (N = 15)	ランダム退色群 (N = 15)	標準方式群 (N = 15)
標準方式での 平均正答率	47 ± 6 %	47 ± 10 %	60 ± 10 %

3. 実験 I (要旨把握)

まず、提案方式が要旨把握問題の正答率にあたる影響について検証した。

3.1 実験方法

本実験条件に関する予備知識や被験経験のない大学生 45 名が、実験協力者として参加した。

刺激は公務員試験^{*1}で出題された「要旨把握」問題とした。要旨把握問題は本文と 5 つの選択肢文から構成され、実験協力者は本文を読んで「本文の主旨として最も妥当な選択肢」をひとつ選ぶ。たとえ選択肢文と同一の文が本文中に存在した場合でも、選択肢文が本文の主旨でない場合は不正解である。本文と選択肢文あわせて 1000 字程度の 8 題を用いた。

提案方式における退色有無および退色場所の 2 要因を検証するため、すべてのセンテンスに退色度 0 を割り当てた「標準方式」、各センテンスに退色度 0~5 をランダムに割り当てた「ランダム退色方式」の 2 方式をあわせて準備した。

問題は一題ずつ、画面サイズ対角 9.7 inch、画面解像度 264 ppi の Apple 社製タブレット型端末「iPad」上に表示した。

実験協力者は、予備実験および本実験で計 8 題を解答した。まず、実験協力者 45 名をランダムに選んだ 15 名ずつの 3 群にわけ、それぞれ「提案方式群」「ランダム退色方式群」「標準方式群」とした。次に、予備実験として、実験協力者 3 群ともに標準方式で 2 題を解答した。その後、本実験として、提案方式群は「提案方式」で、ランダム退色方式群は「ランダム退色方式」で、標準方式群は「標準方式」で、6 題を解答した。出題順はランダムとした。予備実験と本実験は連続して実施し、実験協力者には予備実験と本実験の区別を教示しなかった。

3.2 結果

3.2.1 予備実験

提案方式の効果を検証する前に、実験協力者 3 群ともに標準方式で表示した場合の正答率を確認した。その結果を表 1 に示す。提案方式群およびランダム退色方式群の平均正答率は、標準方式群よりも低いことがわかった。ただし、分散分析では実験協力者群間で有意差が認められなかった。

3.2.2 本実験

提案方式が要旨把握問題の正答率にあたる影響を分析した。

図 2 は、各表示方式における正答率を示したものである。提案方式における正答率 57% に対して、ランダム退色方式では 37%、標準方式では 34% であった。分散分析の結果、表示方式間で有意な差が認められた ($F_{2,42} = 6.18, p < 0.01$)。また、Dunnett 検定より、提案方式と標準方式 ($p < 0.01$) の間で有意差が認められた。一方、ランダム退色方式と標準方式の間では有意差が認められなかった。

したがって、要旨把握問題を提案方式で表示した場合の正答率は、ランダム退色方式および標準方式で表示した場合より

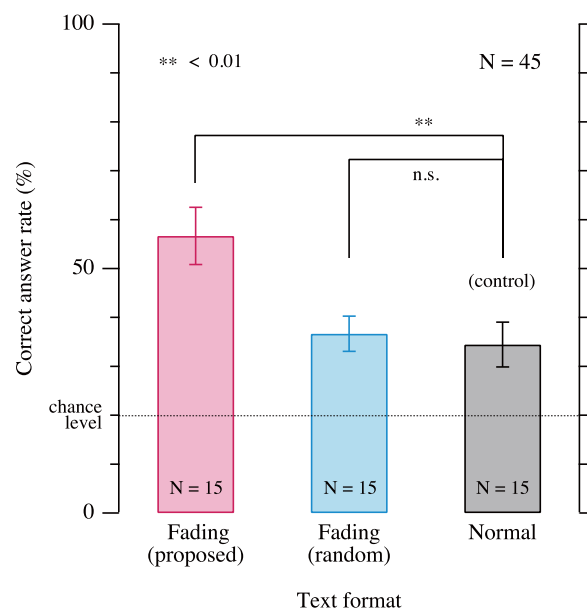


図 2: 各表示方式における要旨把握問題の平均正答率。

も、有意に向上していることがわかった。また、ランダムな場所を退色しても効果をもたないことがわかった。

4. 実験 II (眼球運動)

実験 I より、提案方式では要旨把握問題の正答率が向上することがわかった。その原因を検討すべく、実験 II では、提案方式が眼球運動にあたる影響について検証した。

4.1 実験方法

本実験条件に関する予備知識や被験経験のない大学生 9 名が、実験協力者として参加した。

刺激は、実験 I と同様、公務員試験で出題された要旨把握問題とした。本文と選択肢文あわせて 1000 字程度の 8 題を用いた。問題は一題ずつ、画面サイズ対角 12.9 inch、画面解像度 264 ppi の Apple 社製タブレット型端末「iPad Pro」上に表示した。実験 I と同様に「提案方式」「ランダム退色方式」「標準方式」の 3 方式で検証した。

まず予備実験として、実験協力者は全実験協力者で共通の 2 題を標準方式で解答した。その後、本実験として各表示方式で 2 題ずつ計 6 題を解答した。本実験では、問題と表示方式と出題順の組み合わせはランダムとした。予備実験と本実験は連続して実施し、実験協力者には予備実験と本実験の区別を教示しなかった。実験協力者の目の動きは、nac 社製の視線検出装置 EMR-9 を用いて 1/60 s 間隔で計測した。

4.2 結果

実験協力者は、まず本文を読み、次に選択肢文を読み、必要に応じて本文を再読した後、選択肢を一つ選んだ。本文よりも先に選択肢文を読んだ実験協力者はいなかった。

4.2.1 要旨理解度

まず、各表示方式における要旨把握問題の正答率を確認した。

表 2 は、各表示方式における要旨把握問題の正答率を示したものである。表 2 より、実験 II においても、提案方式で表示した場合の正答率が高くなり、ランダム退色方式および標準方式で表示した場合よりも向上していることがわかった。

*1 特別区職員、国家公務員一般職、裁判所職員

表 2: 各表示方式における要旨把握問題の正答率.

N = 9	表示方式		
	提案方式	ランダム退色	標準方式
平均正答率	56 ± 15 %	17 ± 8 %	33 ± 11 %

表 3: 各表示方式における解答中の再読行動.

N = 9	表示方式		
	提案方式	ランダム退色	標準方式
平均再読発生率	40 ± 1 %	50 ± 1 %	40 ± 1 %
平均再読回数	1.8 ± 0.3	2.4 ± 0.7	1.9 ± 0.4
平均再読時間率	6.3 ± 0.8 %	13 ± 5 %	6.8 ± 1.8 %

表 4: 各表示方式における読み速度.

N = 9	表示方式		
	提案方式	ランダム退色	標準方式
平均読み速度 (文字/分)	707 ± 61	661 ± 57	660 ± 63

したがって、実験 II の実験協力者においても、実験 I の実験協力者と同様に、提案方式による要旨把握問題正答率の向上効果が認められた。

4.2.2 解答中の再読行動

次に、提案方式が本文の再読行動にあたる影響を分析した。表 3 は、各表示方式における本文再読行動を示したものである。本研究では「再読」を「本文を読み終えた後、選択肢文を読んでいる最中に本文をもう一度読むこと」と定義した。表 3 より、各表示方式における再読発生率、再読が発生した場合の再読回数、本文の全閲覧時間に対する再読時間の割合について、提案方式とランダム退色方式および標準方式と間に大きな差異は認められなかった。

したがって、選択肢文を読んでいる間の本文再読に関しては、表示方式間で大きな違いがないことがわかった。

4.2.3 退色度と読み速度

最後に、提案方式が読み速度にあたる影響を分析した。表 4 は、各表示方式における本文の平均読み速度を示したものである。表 4 より、提案方式で表示した場合の本文全体の平均読み速度は、ランダム退色方式および標準方式で表示した場合よりも速いことがわかった。

このとき、センテンス単位の文字退色度と読み速度の関係を図 3 に示す。縦軸はセンテンス単位の平均読み速度の変化率、横軸はセンテンスの文字退色度、誤差範囲は標準誤差である。読み速度変化率の基準値は、予備実験における標準方式の平均読み速度とした。

図 3 より、提案方式で本文を表示した場合、退色度 0 のセンテンスは標準方式と同等の読み速度であったが、退色度 0 以外のセンテンスでは、標準方式よりも速く読んでいることがわかった。一方、ランダム退色方式では、退色度 0 のセンテンスにおいて標準方式よりも速い読み速度であったが、退色度が増加し文字色が薄くなるにつれて読み速度は低下し、最も薄い退色度 5 のセンテンスでは標準方式よりも遅くなる傾向を示した。すべての文字の退色度が 0 である標準方式では、予備実験における標準方式の平均読み速度と同等であった。

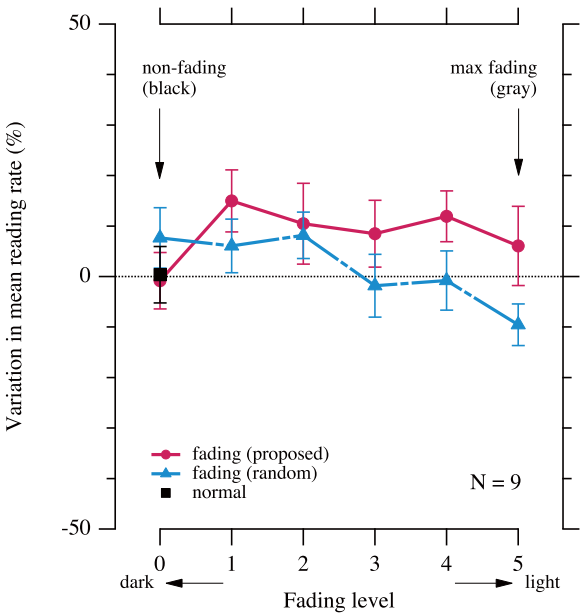


図 3: 各表示方式における文字退色度に対するセンテンス単位の読み速度の変化.

したがって、提案方式では標準方式よりも平均読み速度が向上していることがわかった。また、その原因は、通常よりも薄く表示されるセンテンスを、通常よりも速く読んでいるためであることがわかった。

以上より、本文を読んだ後に選択肢文を読み、必要に応じて本文を再読して回答するという流れについては、各表示方式ともに同様であった。しかし、読み速度については提案方式で特徴的な分布を示しており、段落先頭センテンスは通常速度で読んでいるが、段落先頭以外のセンテンスは通常よりも速く読んでいることがわかった。

5. 実験 III (記憶)

実験 II より、提案方式では段落先頭以外のセンテンスを速く読んでいることがわかった。実験 III ではさらに、提案方式が文章内容の記憶にあたる影響について検証した。

実験は、各表示方式で呈示される文章を読んだあと、次々呈示されるセンテンスに対して「読んだ文章に含まれていたセンテンス (ターゲット刺激)」か「含まれていなかったセンテンス (ディストラクタ刺激)」かを回答する再認テストとした。表示方式による再認成績の変化を検証した。

5.1 実験方法

本実験条件に関する予備知識や被験経験のない大学生 6 名が、実験協力者として参加した。

呈示文章は、実験 I および II と同様に、公務員試験で出題された 15 題の要旨把握問題とした。ただし、実験 III では本文のみ用い、選択肢文は削除した。呈示した本文の文字数は 700 字程度であった。

ターゲット刺激は、上記 15 題の本文中から抽出した。段落先頭センテンス 15 文および段落末尾センテンス 15 文の計 30 文とした。ディストラクタ刺激は、公務員試験で出題された 30 題の現代文問題の本文から抽出した。段落先頭センテンスや段落末尾センテンスを中心に、固有名詞など特徴的な単語を含まない計 60 文を抽出した。

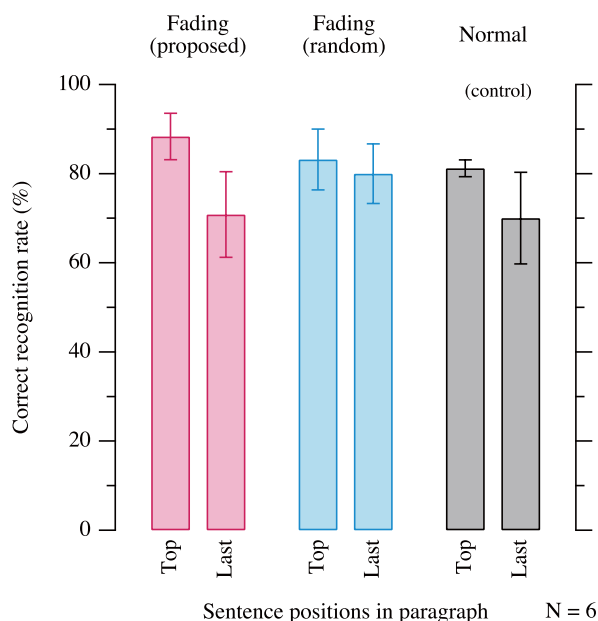


図 4: 各表示方式におけるセンテンス再認率とセンテンス位置の関係。

呈示文章は一文章ずつ、ターゲット刺激およびディストラクタ刺激は一センテンスずつ、画面サイズ対角 12.9 inch、画面解像度 264 ppi の Apple 社製タブレット型端末「iPad Pro」上に表示した。

実験協力者は、「提案方式」「ランダム退色方式」「標準方式」の 3 方式で 5 文章ずつ計 15 文章を読んだあと、次々と呈示されるセンテンスに対して、ターゲット刺激かディストラクタ刺激かを回答した。呈示文章と表示方式と呈示順の組み合わせはランダムとした。ターゲット刺激およびディストラクタ刺激の呈示順もランダムとした。なお、実験協力者には、あらかじめ読後に要旨把握問題を解答することを教示した。ただし、この教示は読みの理解度を一定にするためであり、実際には問題を呈示せず、センテンスに対する再認テストのみ実施した。

5.2 結果

再認成績と表示方式の関係を図 4 に示す。縦軸がターゲット刺激のセンテンスを再認できた割合、横軸がターゲット刺激センテンスの抽出位置（「Top」が段落先頭センテンス、「Last」が段落末尾センテンス）、誤差範囲は標準誤差である。

図 4 より、提案方式では、標準方式と同様に、段落先頭センテンスに対する再認率が高く、段落末尾センテンスに対する再認率は低い傾向をもつことがわかった。また、提案方式では、段落先頭センテンスに対する再認率が標準方式よりも向上していることがわかった。一方で、ランダム退色方式では、段落末尾センテンスに対する再認率が提案方式および標準方式よりも向上しており、段落先頭センテンスおよび段落末尾センテンスに対する再認率は、同程度であることがわかった。

したがって、提案方式では、段落先頭センテンスに対する再認率が向上するとともに、段落先頭センテンスに対する再認率は段落末尾センテンスよりも高い傾向をもつことがわかった。

6. 全体考察

実験 I, II, III の結果をもとに、提案方式が文章の要旨把握にあたえる影響について考察する。

提案方式では、要旨把握問題の正答率が有意に向上していることがわかった（図 2）。このとき提案方式では、段落先頭センテンスを通常の方法で読んでいたが、段落先頭「以外」のセンテンスは、通常よりも速く読んでいたことがわかった（図 3）。さらに、提案方式では、段落先頭センテンスに対する再認率が向上しており、よく記憶されていることがわかった（図 4）。

一方、ランダム退色方式における要旨把握問題の正答率は、標準方式と同程度または低下していることから（図 2、表 2）、ランダムな場所を退色した表示方式は、読解に対する向上効果をもたないことがわかった。

一般的に、段落先頭のセンテンスには重要な情報が書かれていることが多い。提案方式では、段落先頭のセンテンスを相対的にゆっくりと読み、再認率も向上していることから、部分的退色によって段落先頭センテンスへの注意を促し、より正確な要旨把握をもたらした可能性が推察された。

文章の読解においては、ワーキングメモリにおける保持と処理のバランス調整や、不要となった先行情報を抑制する能力が重要とされる [Gernsbacher 90, 荳阪 98, 大塚 03]。提案方式は読みにおけるワーキングメモリの情報処理を支援している可能性が示唆されるが、今後さらなる検証が必要である。

7. おわりに

本研究では、文章読解を支援する電子リーダーを実現すべく、段落先頭から順にセンテンス単位で文字を退色させていく表示方式を提案し、文章の要旨把握にあたえる影響について検証した。提案方式では、段落先頭センテンスに対する再認率が向上し、要旨把握問題の正答率も有意に向上することがわかった。部分的退色によって段落先頭センテンスへの注意を促し、より正確な要旨把握をもたらした可能性が推察された。

謝辞

公立はこだて未来大学 松原 仁 教授に機材の便宜をお借りいただくとともに、公立はこだて未来大学学生の方々に被験者として多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- [Diemand-Yauman 11] Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., and Vaughan, E. B.: Fortune favors the Bold (and the Italicized): Effects of disfluency on educational outcomes, *Cognition*, Vol. 118, No. 1, pp. 111–115 (2011)
- [Gernsbacher 90] Gernsbacher, M. A., Varner, K. R., and Faust, M. E.: Investigating differences in general comprehension skill, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 16, No. 3, pp. 430–445 (1990)
- [魚崎 03] 魚崎 祐子, 伊藤 秀子, 野嶋 栄一郎: テキストへの下線ひき行為が内容把握に及ぼす影響, *日本教育工学雑誌*, Vol. 26, No. 4, pp. 349–359 (2003)
- [内田 97] 内田 友幸, 田中 英彦: 可読性向上を図る対話的文書自動彩色システム, *電子情報通信学会論文誌 D-II*, Vol. 80, No. 12, pp. 3173–3180 (1997)
- [大塚 03] 大塚 結喜, 森下 正修, 近藤 洋史, 荳阪 直行: 読解力とワーキングメモリにおける抑制メカニズムの関係性, *基礎心理学研究*, Vol. 21, No. 2, pp. 131–136 (2003)
- [荳阪 98] 荳阪 満里子: 読みとワーキングメモリ, 荳阪 直行 (編), *読み—脳と心の情報処理*, 第 14 章, pp. 239–262, 朝倉書店 (1998)
- [関 96] 関 友作, 赤堀 侃司: テキストにおける段落表示が内容理解に与える影響, *日本教育工学雑誌*, Vol. 20, No. 2, pp. 97–108 (1996)
- [関 97] 関 友作: テキストの内容把握に対する箇条書とキーワード強調の影響, *日本教育工学雑誌*, Vol. 21, pp. 17–20 (1997)