

テキストタッチが読みに与える影響：タブレット端末の利用がアクティブリーディングにもたらす影響の分析

柴田 博仁^{1,a)} 高野 健太郎¹ 田野 俊一²

受付日 2015年11月25日, 採録日 2016年6月2日

概要：本稿では、タッチ操作可能なタブレット端末での読みの評価をとおして、テキストをポインティングしたりなぞったりする行為（テキストタッチと呼ぶ）が、読みに与える影響を分析する。特に、文書内容を批判的に考察するアクティブリーディングにおけるテキストタッチの効果を検討する。最初の実験では、紙文書とタブレット端末での校正読みのパフォーマンスを比較する。結果として、タブレット端末よりも紙文書で読むほうが多くの誤りが検出された。ビデオ分析の結果、参加者は紙で読む際に頻繁にテキストタッチを行っており、テキストタッチの頻度と誤り検出率に正の相関が観察された。このことから、テキストタッチは校正読みを効果的に支援しており、タブレット端末ではテキストタッチが促進されないために誤り検出率が低下したことが考えられる。この仮説を検証するため、第2の実験では、紙文書へのインタラクションを制限して文書校正を行う実験を行った。結果として、文書に自由に触りながら読むことが許される条件に比べて、文書に触らずに読む条件で有意に誤り検出率が低下し、テキストタッチは読みのパフォーマンスに影響を与える重要な要因であることが分かった。この結果をふまえて、タッチ操作可能なタブレット端末でのアクティブリーディングの支援方法を議論する。

キーワード：タブレット端末, アクティブリーディング, テキストタッチ, なぞり, ポインティング

Text Touching Effects: The Impact of the Use of a Touch-based Tablet Device in Active Reading

HIROHITO SHIBATA^{1,a)} KENTARO TAKANO¹ SHUN'ICHI TANO²

Received: November 25, 2015, Accepted: June 2, 2016

Abstract: This paper describes experiments investigating the effect of touching interaction with text such as pointing and tracing text (we call this *text touching*) in reading through evaluating the impact of the use of a touch-based tablet device. In especial, we examine how touching interaction with text affect active reading in which readers consider the contents of documents critically. The first experiment compared the performance of proofreading when using paper and when using a touch-based tablet device. Results showed that participants detected more errors when reading from paper than when reading from the tablet device. During reading, when using paper, participants frequently performed the interaction of text touching, such as pointing to words and sliding their fingers or pens along sentences. This fact suggests that touching interaction with text plays an important role in proofreading tasks. To verify this hypothesis, we conducted a second experiment in which participants proofread documents with constrained interaction with paper. Results showed that they detected more errors when they were allowed to interact with text freely than when they were not allowed to interact with text. We found that text touching is an important factor that affects reading performance. Considering these results, we discuss practical implications to effectively support active reading with a tablet device.

Keywords: tablet PC, active reading, text touch, sliding a finger along text, pointing to text

1. はじめに

近年、業務でのタブレット端末の利用が急速に普及している。電子メールをチェックしたり、Web 情報を検索したり、プレゼンテーションを行ったりするなど、人々は業務のさまざまなシーンでタブレット端末を利用している [1]。しかし、学術論文を批判的に読んだり、長文の報告書を校正したりする読みでは、タブレット端末は頻繁には利用されていない。Muller ら [2] の日誌調査によれば、タブレット端末の利用時間全体のうち、文書を読む時間は 1.3% にすぎず、多くはメールやインターネットの閲覧に時間が費やされていた。

文書内容を受動的に受け取るだけでなく、業務で頻繁に見られるように文書を批判的に読んだり、学習目的で読むなど、文書内容に積極的に介入して咀嚼する読みはアクティブリーディングとして知られる [3]。アクティブリーディングは文書を逐次的に読み進めるだけでなく、異なるページを行き来したり、文章にアンダーラインを引いたり、書き込みをしたり、情報を素早く探したり、要約したりするなどの行為をとる。現状のタブレット端末はアクティブリーディングでは頻繁に利用されていないのが実情であるが、実際のところタブレット端末の利用はアクティブリーディングにどのような影響を与えるのだろうか。

研究の動機を明らかにするため、まずは著者自身の体験談を述べる。iPad の最初のバージョンが発売されてすぐ、著者の 1 人は日常的に論文を iPad で読み始めた。さまざまな局面でタブレット端末の便利さを感じたが、論文をじっくり読む際、文書に触れると意図せずに文書が横にずれたり、拡大・縮小したり、ページがめくれたりすることがあり、読みへの集中が妨げられることがあった。そして、読む際には画面に触らないように注意する必要がある。

この経験を通して、論文を読む際には、単語をポインティングしたり、文をなぞったりする行為が頻繁に行われており、これができなくなると読みが阻害されるのだと感じた。そして、普段、ほとんど無意識的に行っている文書に「触る」という行為が文書を理解するうえで重要な役割を担っているのではないかと考えるようになった。

たとえば、単語をポインティングすることで、読み手は単語を記憶に強く印象付けることができる [4]。また、ポインティングした指やペンの視線のガイドとして機能して、離れた箇所にある単語を比較しやすくなる。さらには、テキストを指でなぞることにより、単語や文の読み飛ばしが

発生しないよう、読みのスピードを制御できる。タッチ操作が可能なタブレット端末はテキストに対するこうしたインタラクションを促進せず、これが読みのパフォーマンスを低下させる可能性がある。

同種の見解として Genken ら [5] は、テーブルトップディスプレイを用いた協調作業でのタッチ操作の弊害を報告している。議論対象のオブジェクトをポインティングする行為は複数人での円滑な情報伝達に不可欠である。しかし、タッチ操作可能なテーブルトップでの議論ではタッチが意図しないオブジェクト操作を導くことがあり、ユーザはこれを避けるため、まったくポインティングをしなくなったり、画面に触らないよう空中でポインティングするようになったりしたという。我々の懸念は、文書を読むという個人作業においても、文書に触る行為が促進されないと、読みが阻害される可能性があるというものである。

本稿で取り扱う問題を明確にするため、読みの最中になされる行為を本稿では以下のように分類する。紙の文書に対するインタラクションは「文書操作」と「コンテンツインタラクション」の 2 種類に大別される。前者は、物理的な紙のシートに対するインタラクションであり、文書を移動したり、並べたり、ページをめくったりという行為である。後者は、シートに記述された文書内容に対するインタラクションであり、さらに 2 つに分類される。1 つは文書に書き込みを行う「注釈付け」であり、アンダーラインを引いたり、丸や星印などの記号を記入したり、テキストや絵を記述したりする行為を含む。もう一方は、テキストをポインティングしたりなぞったりという文書の記述内容に触る行為であり、本稿ではこれを「テキストタッチ」と呼ぶ。注釈付けが文書に対して永続的な情報を付与する行為であるのに対して、テキストタッチは文書に一時的な目印を与える行為であるともいえる。

先の経験談で述べた、読みの最中に意図せずに画面が切り替わる問題は、テキストタッチによって生じる。しかし、テキストタッチが読みにどのような影響を与えるのかは、これまでほとんど調べられることがなかった。そこで我々は、テキストタッチが頻繁に生じると考えられるアクティブリーディングにおいて、テキストタッチが読みに与える影響を実験的に検討してきた*1。本稿では、その一連の実験の結果を報告し、読みに対するテキストタッチの重要性を述べるとともに、テキストタッチを考慮した読むためのデバイスの設計方針を議論する。

2. 関連研究

紙での読みとコンピュータディスプレイでの読みを比較する従来研究では、後戻りすることなく読み進める逐次的

¹ 富士ゼロックス株式会社研究技術開発本部
Research and Technology Group, Fuji Xerox Co. Ltd.,
Ashigarakami-gun, Kanagawa 259-0157, Japan

² 電気通信大学大学院情報システム学研究所
Graduate School of Information Systems, The University of
Electro-Communications, Chofu, Tokyo 182-8585, Japan

a) hirohito.shibata@fujixerox.co.jp

*1 本稿は文献 [6]、文献 [7] に記載の実験に実験参加者を追加し、本稿の実験 2 の結果を精査し、書き直したものである。また、本稿は文献 [8] を日本語化し、一部修正を加えたものである。

な読みについて主に調べられてきた [9], [10], [11], [12]. しかし, 業務の読みで代表されるアクティブリーディングでは, 文書を素早くスキミングしたり, 異なるページ間を行き来したり, 複数の文書を空間に並べて整理したりするなどの行為が頻繁に行われる [13], [14], [15], [16]. 以降では, 業務での読みを対象にした研究を概観し, 文書に対するインタラクションが読みにどのような影響を与えるのかを議論する.

文書操作に関して, O'Hara ら [13], [17] は, 複数の文書を読んで内容をまとめたり, 文章を執筆したりする作業の観察を通して, 紙文書は文書の移動や整理に優れており, これが読みを効果的に支援していることを報告している. そして, 紙は操作性に優れており, 逆に電子メディアの操作性のまずさが読みのパフォーマンスを低下させる可能性があることが指摘されている [18]. 実際, 学習のための読み [4], 関連文書を整理する読み [19], 複数文書に対する相互参照読み [20], 異なるページを行き来する読み [21], 議論のための読み [22] など, 文書操作が頻繁に生じる読みにおいて, 電子メディアに対する紙の優位性が示されている.

注釈付けに関して, Marshall ら [23], [24] は, 注釈付けがどのように利用されているのかを調査し, 注釈付けが読みを効果的に支援する多様なシーンを報告している. O'Hara ら [13], [17] は, 電子的な注釈付けと異なり, 紙での注釈付けは読みと統合されており, 読みを阻害しないことを報告している. Johnson ら [25] は, 文書をディスプレイで読むときよりも, 紙で読むときのほうが注釈付けが頻繁になされ, さらに注釈付けした箇所もよく覚えていることを実験的に示した. これらの調査や実験に加え, 注釈付けの効果は一般に広く認知されている. 実際, アクティブリーディングを支援する多くのシステムでは, 注釈付けの支援を重視しているものが多い [3], [26], [27], [28], [29]. これらの多くは紙とペンのように自由な形式で書き込みできる. Morris ら [18] はまた, タブレット PC も含めた現在の市販のコンピュータ環境では, 紙と鉛筆のような簡単でスムーズな書き込みが支援されないことを指摘している.

これに対して, 読みに対するテキストタッチの効果は, これまでほとんど議論されることがなかった. 業務シーンでの現実の読みの最中になされる行為の分析によると, 人は読みの最中に頻繁にテキストのポインティングを行っている [30], [31], [32]. さらに, Kirsh [4] は読みの観察に基づいて, 読んでいる最中に人はテキストを指でポインティングすることで特定の箇所に明示的に注意を向けていることを指摘している. こうした事実をもとに, テキストのポインティングの有無は読みのパフォーマンスに影響を与えるのではないかという洞察が得られる. しかし, 読みに対するポインティングの効果を定量的に調べた研究は, 我々が知る限り見当たらない. さらに, 指やペンでテキストをなぞる行為については, その価値や頻度についてもほとん

ど言及されてこなかったように思われる.

こうした点をふまえ, 本稿では, アクティブリーディングにおけるテキストタッチの効果を実験的に検討する. 読みにおけるテキストタッチの役割を理解できれば, タブレット端末でアクティブリーディングを支援する有効な改善策を得ることができると考える.

3. テキストタッチの効果

先に述べたように, 読みに対するテキストタッチの効果は, これまであまり議論されることがなかった. しかし, テキストタッチには, 読みを支援する以下のような認知的効果がある.

- **特定の部分に注意を向ける** 単語や文をポインティングすることにより, 読み手はその箇所に明示的に注意を向けることができる [4]. これにより, その箇所への読み手の体験や記憶が強化される [33].
- **読んでいる位置を保持する** 読み手はしばしば, 読んでいる行や段落の先頭に指を置いて読む [4], [31]. これにより, 読み手は簡単に行や段落の先頭に戻ることができる. さらに, 次の行や段落に移る際, 読んでいる箇所を見失ったり, 間違えて別の行を読み始めたりのを防ぐことができる.
- **異なる箇所を比較する** 離れた箇所の単語や文に指やペンを置くことにより, 指やペンを視線のガイドとして利用し, 読み手は離れた箇所の記述を簡単に比較できるようになる.

さらに, 指やペンでテキストをなぞることには, 以下のような認知的効果が考えられる.

- **個々の語に注意を払いながら読む** テキストを指やペンでなぞることにより, 読み手は語1つ1つを注意深くチェックし, 特定の箇所に明示的に注意を向けながら読むことができる. 実際, なぞり操作を導入することで, メールの誤送信を減らす試みもなされている [34].
- **読みのスピードを制御する** 読む際, 人は無意識的に急いでしまうことがある. 特に, 自分が書いた文章や以前に読んで内容を知っている場合はなおさらである. 指やペンでテキストをなぞることにより, 読みのスピードが指やペンの移動速度として視覚化され, 単語や文をスキップして読むことを防げる.

また, テキストに触りながら読むことで, 読み手が集中して読み続けられるようになることも期待できる [33]. テキストタッチのこうした認知的効果は, 文書を注意深く読む際に特に効果的だと思われる. テキストタッチが制限されると, 読み手はこうした効果を活用できず, 結果として読みのパフォーマンス (読みのスピードや理解度, 校正読みでのエラー検出率など) の低下につながる可能性がある.

タッチ操作可能なタブレット端末で文書を読んでいる

と、テキストタッチにより文書が意図せずに拡大したり、ページがめくれたりすることがある。したがって、読み手はパネルに触らないように注意して読むことになる。さらには、読んでいる画面に指紋を残したくないという心理から、パネルに触るのを控える可能性もある。いずれにしても、こうした端末はテキストタッチを抑制し、読みのパフォーマンスを低下させる可能性がある。

この初期仮説を検証するため、本稿の最初の実験では紙での読みとタブレット端末での読みを比較する。読みのパフォーマンスを比較すると同時に、読みの最中になされたテキストタッチの頻度を比較する。第2の実験では、テキストタッチの効果を検証するため、紙文書へのテキストタッチを制限させ、読みのパフォーマンスへの影響を調べる。

4. 実験の枠組み

アクティブリーディングにおけるテキストタッチの効果を調べる最初のステップとして、本実験では認知負荷の高い読みを取り上げる。予備実験から、技術文書や外国語の文書を読むなどの認知負荷が高い読みにおいて、読み手は頻繁にテキストタッチを行っていた。象徴的なシーンとして、文書から誤りを検出する課題で、1つも誤りを検出することなく文書を読み終えた後、それまで遠目で文書を眺めていた人が文書をぐっと顔に近づけて、テキストに指を添えながら再び読み始めるシーンが見られた。

文書メディア間での読みのパフォーマンスを比較する従来の実験ではしばしば、単語の綴り間違いを検出する課題が用いられてきた [9], [10]。しかし、極端に言えば、誤字脱字は文書内容を理解しなくても、表層的な字面のチェックだけで検出できる。これに対して本稿の実験では、文脈から「猫」であるべきところが「犬」になっていたり、「減少した」はずの箇所が「増加した」と記述されているなどの文脈的な誤りの検出を課題とする。文書の記述内容の意味的な矛盾点の検出を求めため、文書内容を正しく理解したうえで、前後関係の整合性を確認しないと誤りを検出できない。したがって、この課題は従来の誤字脱字を検出する読みに比べて認知負荷が高い読みとなっている。さらに、読み手に高い集中力で読みに取り組んでもらうため、課題の実施に制限時間を設定し、制限時間内にどれだけ多くの誤りを検出できるかを調べる。

実験では、参加者に文脈的な誤りを埋め込んだ文書を読ませ、できるだけ多くの誤りを検出してもらう。独立変数は読む際の文書メディア（紙、タブレット端末）、もしくは読みの作業条件である。従属変数は検出された誤りの割合を示す「誤り検出率」と課題遂行の「作業時間」である。

5. 実験1：紙 vs. タブレット端末

最初の実験では、文脈的な誤りを検出する校正課題にお

いて、紙での読みとタブレット端末での読みを比較する。

実験では、タブレット端末での読みは、紙での読みに比べて読みのパフォーマンスが低いと予想する。画面へのタッチによって文書の表示状態が意図せずに変更される問題は、読みのパフォーマンスを低下させる要因になる。また、この問題を回避するため画面に触らないように注意すると、そのことに注意がとられ、読みに集中できなくなる可能性がある。また、つやのあるガラスのパネルへのタッチをためらったり、読む画面に指紋を残すのを嫌がる人もいるかもしれない。いずれにしても、画面に触れるのを避けるようになれば、単語に注意を向けたり、読みのスピードを制御したりなどのテキストタッチがもたらす認知的効果を活用できなくなる。こうしたことが、タブレット端末での読みのパフォーマンスの低下に寄与すると考える。

5.1 実験方法

実験デザイン 実験のデザインは文書メディアの種類（紙、タブレット端末）を要因とする参加者内要因計画である。すべての参加者が2種類のメディアで2回ずつ課題を行った。メディアと文書の組合せ、またこれらの各参加者内での試行順の影響が実験全体で相殺されるようカウンターバランスをとった。

参加者 実験参加者は日本語を母国語とする23~40歳（平均は31.3歳）の男女同数の24名である。全員がPC利用歴3年以上（3~17年、平均は9.4年）、矯正視力が0.7以上であった。24名中、12名がタッチ操作可能な端末（スマートフォンを含む）を所有しており、3名が業務で日常的にタブレット端末を利用していた。

材料 実験で利用する文書は、朝日新聞の天声人語をもとに作成した。文書の選択では、背景知識の有無が理解度に大きく影響する時事的なものや散文のように読み手によって解釈が異なる可能性のあるものを排除した。

各文書に意図的に5つの誤りを埋め込んだ。いずれも文脈的な矛盾を含んだ意味的な誤りである。

実験で利用した文書は4種類であり、文字数は621~757文字（平均は660.0文字）であった。

課題 課題は文章を読んで、誤りを速くかつ正確に見つけることである。予備実験での課題遂行時間が3分半ほどだったため、本実験では制限時間を4分に定めた。制限時間を厳しめに定めることで、参加者が高い集中力をもって課題に取り組むことを意図した。誤りは口頭で報告してもらった。誤りの修正は不要であり、誤りのある箇所のみを報告（前後の最低5文字を口頭で読みあげ）してもらった。

参加者の達成意識を高めるため、参加者には誤りが5個であることを伝え、4分以内にすべての誤りを報告することを求めた。参加者がすべての誤りを報告した場合、あるいは開始から4分経過した場合、課題の実施を終了した。

環境 作業環境として次の2種類の文書メディアを用い

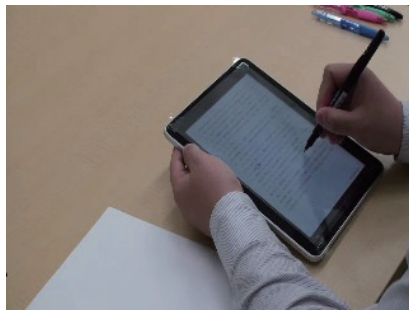


図 1 タブレット端末での画面への書き込み

Fig. 1 Annotating on the panel of a tablet PC.

た。タブレット端末としては、現在、広く利用されている iPad (WiFi 16 G モデル) を採用した。

- **Paper** : A5 サイズの PPC 用紙 (コピー用紙) に片面・モノクロで印刷した。文書は横書きで、フォントは「MS 明朝」の 14 ポイントであった。余白は左右が 2.8 mm, 上が 2.1 mm, 下が 2.4 mm であり、ページ内の行数は 26 行であった。
- **Tablet PC** : Paper 条件と同じ内容の文書を PDF に変換し、iPad 上の日本語電子書籍アプリケーションとして広く利用されている「i 文庫 HD (バージョンは 1.07)」を用いて表示した。文字の大きさが Paper 条件で紙に印刷されたものと物理的に同じになるよう表示サイズを制御した。

校正作業はペンを持って行うことが多いため、いずれの作業環境でも、紙またはタブレット端末への書き込みを可能にした。条件間で書き込みの作法が異なるのを避けるため、両条件で同じ油性ペンを使って書き込みを行ってもらった。Tablet PC 条件では、タブレット端末の画面の上に透明なフィルムを張り付けて油性ペンで書き込みを行えるようにした (作業風景を図 1 に示す)。そして、試行ごとにタブレット端末上のフィルムを張り替えた。ペンは油性であるため、フィルムに書いた文字のインクが手に移ることはない。

「i 文庫 HD」で可能なタッチ操作は、ピンチ操作による文書の拡大・縮小、拡大表示した状態での文書ドラッグによる表示領域の移動、指を左右にすべらせるスワイプ操作あるいは文書の左右のタップ操作によるページめくり、画面下のタップによるメニューやスライドの表示である。いずれのインタラクションもタブレット端末やスマートフォンでは一般的なものである。ただし、実験で利用した文書はいずれも 1 ページであり、課題遂行においてページめくりの操作が発生することはない。

手続き 実験に先立ち、各々の作業環境で課題の練習を行った。練習では、文脈的な間違いを見つける校正読み、タブレット端末の画面への書き込みに慣れてもらった。

課題の遂行では、紙文書あるいはタブレット端末を自由に手に持って読むことを許した。また、油性ペンでの文書

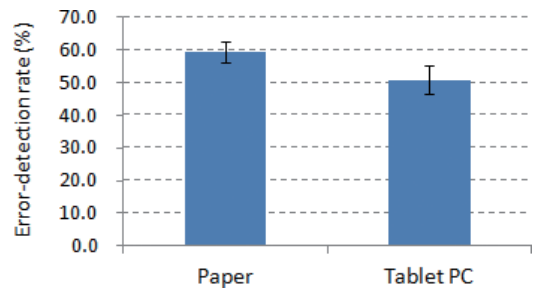


図 2 文書メディアごとの誤り検出率

Fig. 2 Error-detection rate in each medium.

への書き込みを可能にした。課題の遂行中、参加者が誤りを何個見つけたのかが参加者にも分かるよう、数字を書いたカードを用意し、参加者から誤りの報告があるたびにカードを 1 枚ずつ実験者がめくった。誤りの報告が正解かどうかは参加者にフィードバックしなかった。

実験後、各環境での作業のしやすさや疲労度について質問紙への回答を求めた。また、質問紙への回答の詳細な理由や具体例の報告を求めるインタビューを行った。

5.2 結果と考察

図 2 は、誤り検出率 (すべての誤りに対して参加者が正しく検出したものの割合) を文書メディアごとに比較したものである。グラフにおける縦方向のバーは標準誤差を示している (以降のグラフにおいても同じ)。

文書メディア間で t 検定を行ったところ、有意差が確認された [$t(23) = 2.51, p < .05$]。Paper での校正は Tablet PC での校正に比べて 17.2% 誤り検出率が高くなっている。作業時間は Paper で 218.5 秒、Tablet PC で 225.4 秒であり、メディア間で有意差は見られなかった [$t(23) = 1.96, p > .1$]。また、文書間で誤り検出率に有意差は認められず [$F(3, 43) = 0.50, p > .1$]、実験材料の妥当性が確認された。

同じ作業をするにしても、紙はタブレット端末に比べて同じ作業時間で高い達成度を実現できている。意味的な誤りを検出する校正読みにおいて、タブレット端末での読みは紙での読みと比べて読みのパフォーマンスが低いとする第 1 の仮説が支持された。

実験後のアンケートでは、4 つの問い (問 1 校正作業に集中できたか、問 2 数多く誤りを見つけることができたか、問 3 校正作業を速く行うことができたか、問 4 疲れが少なかったか) について、文書メディアごとに 5 件法 (1 まったくあてはまらない、2 あまりあてはまらない、3 どちらともいえない、4 あてはまる、5 非常によくあてはまる) で回答を求めた。図 3 は、各項目のメディア間での 5 段階評価の平均を示している。

質問項目ごとに文書メディア間で t 検定を行った。問 1 [$t(23) = 4.05, p < .01$]、問 3 [$t(23) = 2.50, p < .05$]、問 4 [$t(23) = 3.38, p < .01$] で有意差が見られた。参加

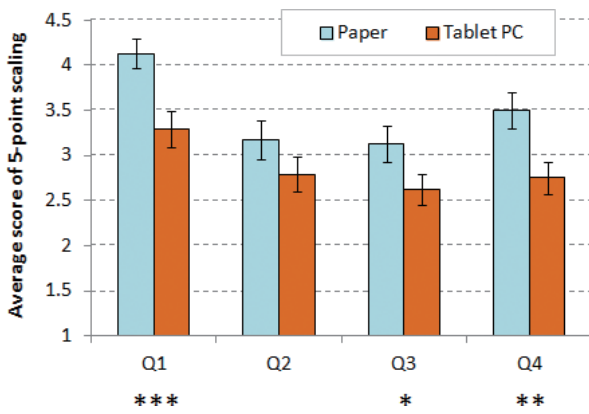


図3 文書メディアに対する主観的評価

Fig. 3 Subjective evaluation (***, **, and * denotes significance at 0.1%, 1%, and 5% level respectively).

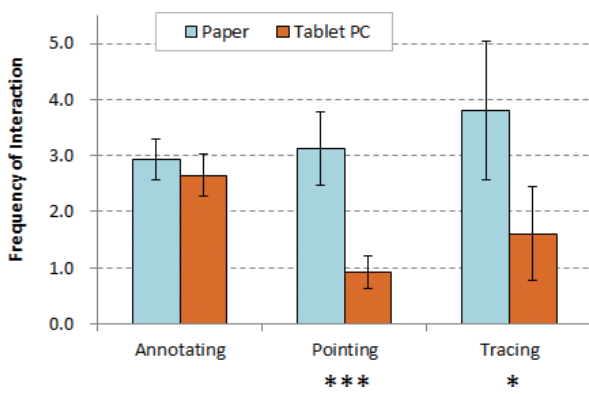


図4 インタラクションの頻度

Fig. 4 Frequency of interaction with text (***, and * denotes significance at 0.1% and 5% level respectively).

者は、タブレット端末の利用に比べて、紙で作業するほうが、読みに集中でき、速く作業でき、疲れが少ないと感じていることが分かる。

次に、タブレット端末での読みがなぜ紙での読みに劣ったのかを考える。最初に表示品質の要因が考えられるが、高性能なディスプレイを利用すれば、紙とコンピュータディスプレイの読みのパフォーマンスに違いがないことは、古くから確認されてきた [9], [10]。今回の実験で利用したタブレット端末ではこれらの実験で利用されたコンピュータディスプレイよりも高品質な文書表示が可能であり、文書の表示品質が校正読みでの誤り検出率に影響を与えた主要な要因だとは考えにくい。

次に考えられる要因は、文書操作やコンテンツインタラクションの操作性の要因である。しかし、本実験では、実験材料として単一ページの単一文書を用いているため、文書を移動したり、ページをめくったりするなどの文書操作は発生しない。したがって、読みの最中になされたコンテンツインタラクションに焦点を当てて追加の分析を行う。

図4は、課題遂行でのコンテンツインタラクション数を集計したものである。インタラクションの種類は、文書

に書き込みを行う注釈付け (Annotating)、単語や文を指やペンで指し示すポインティング (Pointing)、指やペンで文をなぞりながら読むなぞり (Tracing) の3種類である。ポインティングとなぞりがテキストタッチに相当する。

インタラクションの種類判定は実験中に撮影したビデオデータをもとに実験者が行った。ポインティングとなぞりの違いは、文書に指やペンを接触させた状態でスライドさせたか否かである。インタラクション数のカウントでは、手の接触の開始ごとに新たなテキストタッチが発生したものと見なした。実験では、文書画面に触れることなく、指やペンを空中で止めたり移動させたりする行為が見られた。しかし、こうした行為は種類の判定、さらには行為の開始と終了の特定が困難なため、本実験での分析から除外した。

テキストタッチの種類ごとに文書メディア間で *t* 検定を行った。注釈付けの回数について、文書メディア間で有意差は見られなかった [$t(23) = 1.40, p > .1$]。テキストタッチに関して、ポインティング [$t(23) = 4.00, p < .001$]、なぞり [$t(23) = 2.17, p < .05$] の両方において、有意差が認められた。すなわち、参加者はタブレット端末よりも紙で読むほうが、頻繁にポインティングやなぞりを行ったことが分かる。

この結果から、次に述べる2点がいえる。第1に、タブレット端末の利用でテキストタッチの頻度が少なかったことから、タブレット端末はテキストタッチを促進しないことが分かった。実験後のインタビューで、ある参加者は「練習の際にパネルに手を置いて文書が拡大してしまった。以降はパネルに触らないように注意した」ことを報告した。また別の参加者は「画面がつやつやしているので、画面に触るのをためらった」と報告した。我々は、タブレット端末でテキストタッチが促進されなかった理由は、こうした要因によるものと考えている。

第2に、注釈付けの数に有意差が見られなかった。従来研究では、人は電子メディアよりも紙を利用するほうが頻繁に注釈付けすることが報告されている [18], [25]。本実験で注釈付けの頻度に文書メディア間で有意差が見られなかったのは、課題の性質によるもの、すなわち注釈付けが有効に機能する課題になっていなかったためと考えている。具体的には、本実験の課題は決められた時間内での作業であり、参加者は後での読み直しのために注釈付けする必要がなかった。実際、実験で書き込まれた注釈のほとんどは、誤り箇所に対するマーキングだった。また、実験で利用した文書はいずれも単一ページの単一文書であり、参加者は一日で文書全体を概観でき、異なるページや異なる文書の情報を比較するための注釈は不要であった。

以上の分析をもとに、タブレット端末ではテキストタッチが制限され、これにより読みのパフォーマンスが低下したことが考えられる。そこで「テキストタッチは読みのパ

パフォーマンスに影響を与える」という新たな仮説が導かれる。実際、今回の実験では、テキストタッチの頻度と誤り検出率とに正の相関が観察され、ピアソンの積率相関係数は0.451 [$p < .05$]であった。すなわち、本実験でテキストタッチを頻繁に行った人は誤り検出率も高くなっており、上記の仮説を支持する。この新たな仮説を検証するため、我々は次章で述べる別の実験を実施した。

6. 実験2：紙での操作を制限する条件での比較

第2の実験では、テキストタッチが読みのパフォーマンスにどう影響するのかを調べる。そこで、紙での読みに対して、文書へのインタラクションを段階的に制御し、これにより読みのパフォーマンスがどう変化するのかを調べる。実験では、紙を用いた読みでも、テキストタッチが制限されると読みのパフォーマンスが低下すると予想する。

6.1 実験方法

実験デザイン 実験デザインは作業条件（接触不可、接触可、書き込み可）を要因とする参加者内要因計画である。すべての参加者が各々の条件で2回ずつ課題を行った。作業条件と文書の組合せ、またこれらの各参加者内での試行順の影響が実験全体で相殺されるようカウンターバランスをとった。

参加者 参加者は実験1の参加者と同じ24名である。

材料 実験で利用する文書は、実験1と同じ方法で作成した。実験1で使用した文書は実験2では利用しなかった。実験2で使用した文書は6つであり、長さは650～756文字（平均は661.0文字）であった。

課題 課題は実験1と同じである。参加者は、4分以内にできるだけ多くの誤りを見つけることが求められた。

作業条件 作業環境は実験1のPaper条件と同じである。文書はいずれも、A5のPPC用紙に片面・モノクロで印刷した。課題の作業条件として下の3種類を設定した。

- **接触不可 (Untouchable)**：読み始めの際の紙文書の最初の位置決め以外、参加者は文書にいっさい触ることができない。
- **接触可 (Touchable)**：読みの最中、参加者は文書に自由に触ることができるが、書き込みはできない。
- **書き込み可 (Writable)**：読みの最中、参加者は文書に自由に触れるし、書き込みもできる。

手続き 実験に先立ち、参加者は各々の環境で課題の練習を行った。実験後、各作業条件での作業のしやすさについてインタビューを実施した。

6.2 結果と考察

図5は条件間での誤り検出率を比較したものである。1要因分散分析の結果、作業条件の主効果に有意差が見られた [$F(2, 46) = 5.38, p < .01$]。LSD法による下位検定の

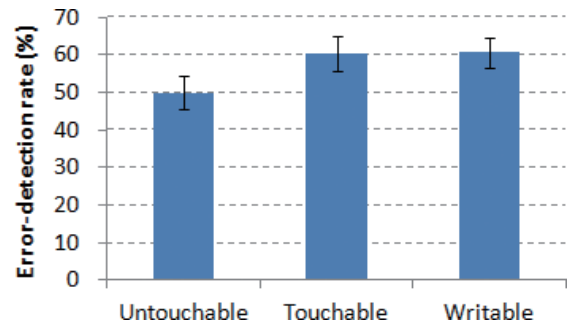


図5 条件ごとの誤り検出率

Fig. 5 Error-detection rate in each condition.

結果、「接触不可」条件と「接触可」条件、「接触不可」条件と「書き込み可」条件の間に有意差が見られた [$p < .05$]。「接触可」条件と「書き込み可」条件の間に有意差は見られなかった [$p > .1$]。また、文書間で誤り検出率に有意差は認められず [$F(5, 58) = 1.53, p > .1$]、実験材料の妥当性が確認された。

「接触可」条件と「書き込み可」条件の誤り検出率に有意差がなかったことから、本実験では注釈付けは読みのパフォーマンスを向上させなかった。しかし、一般には、テキスト文書を再読したり、理解したりするのに注釈付けが重要な役割を果たしていることが多くの研究で指摘されている [13], [17], [23]。実験1でも述べたように、これは本実験で利用した材料が単一ページの単一文書であり、後で再読の必要もなかったため、注釈付けしなくても問題なく課題を遂行できたことによると考えている。

「接触不可」条件は「接触可」条件に比べて有意に誤り検出率が低かったことから、文書へのインタラクションが制限されると読みのパフォーマンスが低下することが分かる。「接触不可」条件では、文書の最初の位置決め以外、文書に触ることができないため、手に持って読むことができなかった。手に持って読むことには、自由な姿勢で、文書の角度を微調整しながら読めるという利点がある。しかし、紙の文書を水平に置いて垂直に置いて読みのパフォーマンスに違いがないことが知られている [9]。さらに、水平面に紙文書を回転させて置いて読みのパフォーマンスを調べる実験で、文書を極端に（40度以上）回転させない限り、読みのパフォーマンスに有意な変化は生じないとする実験結果もある [35]。手に持って読むことが読みの快適さをもたらすことは容易に想像できるが、こうした研究をふまえると、手に持たずに読むことがパフォーマンスを低下させるとは考えにくい。したがって、テキストタッチの有無が読みのパフォーマンスに寄与したものと考えられる。

ポインティングに関して、多くの参加者が特定の場所に明示的に注意を向けるのに効果的だと主張した。ある参加者は「間違いを指さすことにより、その位置を記憶することができた。2度目の読みの際に同じ箇所をチェックする必要がなかった」とコメントした。ポインティングはペー

ジ内の特定の箇所に対する位置記憶を強化することが示唆される。また、別の参加者は単語をポインティングすることで、位置的に離れた箇所の比較が容易になることを指摘した。実験後のインタビューで、実験で利用した文書を指さしながら「ここは中国に関する記述だが、こちらは日本になっている。この対応が正しいのかという具合にチェックした」などの報告がなされた。

テキストを指やペンでなぞる行為について、2名の参加者が、そうすることで意図的にテキストをゆっくり読むことができることを指摘した。「どうしても急いで読んでしまう。指でなぞることで1語1語に注意を払いながら読める」という報告がなされた。すでに内容が分かっている文章を読む際、読み手はどうしても飛ばし読みをしてしまいがちである。こうした状況では特に、テキストをなぞることで、飛ばし読みすることなく、意図的にゆっくりとテキストを読み、誤りを見つける助けとなることが期待できる。

多くの参加者が、テキストに触らずに読む場合よりも、テキストに触りながら読むほうが読みに集中できると述べた。ある参加者は「(接触不可条件で)文書に触れないことにフラストレーションを感じた。文書との間に距離を感じた。掲示板を見ているような感じだった」と報告した。テキストに触らずに読む行為が、文書を遠くから眺めているような感覚をもたらしたと思われる。テキストタッチは、読み手と文書との境界を取り除く心理的効果をもたらし、読みの集中を促す可能性がある。

実験後、2名の参加者が、ポインティングやなぞりを普段意識せずに行っていることを指摘した。ある参加者は「文書に触らずに読むことがこんなにも難しいことだと、今日初めて実感した」と報告した。別の参加者は「読んでいる最中に、普段からテキストに頻繁に触っていることを実感した。これまで、そのことを意識したことはなかった」と報告した。こうした報告から、テキストタッチはほとんど無意識的に行われていることが示唆される。

7. 総合考察

本章では、本研究での実験結果の一般性を議論し、今後の課題を考察する。次に、アクティブリーディングを支援するタブレット端末について、現段階で考えられる対応策について議論する。

7.1 実験の一般性と今後の課題

最初に、実験で取り上げた課題の特殊性を議論する。本研究では、制限時間内にできるだけ多くの文脈的な誤りを見つけるといった課題を取り上げた。これは、この種の読みにテキストタッチが頻繁に発生すると見込んでのことである。実験では、このような読みに対して、テキストタッチが制限されると読みのパフォーマンスが低下することが分かった。他の種類の読みにテキストタッチがどれくらい生

表 1 業務での読みの最中に行われる 1 分あたりのテキストタッチの頻度

Table 1 Frequency of text touching per minute while work-related reading.

読みの種類			テキストタッチ	
読みの種類	ページ数	文書数	ポインティング	なぞり
校正読み	1	1	* 2.72	* 2.70
推敲読み	1	1	* 1.89	* 1.16
スキミング	複数	1	0.12	0.00
複数文書の相互参照を伴う読み	複数	複数	* 2.28	0.16
ページ間の相互参照を伴う読み	複数	1	* 2.15	0.73
答えを探す読み	複数	1	* 2.89	0.91
議論の準備のための読み	複数	1	0.91	0.22
議論の最中の読み	複数	1	* 3.08	0.06
学習のための読み	1	1	* 2.35	0.20
複数の文書の整理・分類	複数	複数	* 1.13	* 1.38

じるのか、また他の種類の読みにテキストタッチの制限が読みのパフォーマンスにどう影響するかは、興味ある事柄である。

別の実験で我々は、さまざまな読みを対象に、そこで生じる行為をマイクロに分析した [32]。この分析では、紙文書に対する行為を 60 種類以上に分類し、読みの最中の行為がどの類型に属するのかを特定した。表 1 はこの分析を再集計したものであり、ポインティングとなぞりの 1 分あたりの発生頻度を示している。実験 1 の Paper 条件で、参加者は 1 分あたりにポインティングを 0.92 回、なぞりを 1.04 回行っていた。表では、これらの値より大きな項目の先頭にアスタリスクをつけている。

表 1 の結果を見ると、業務のシーンでは、スキミングと議論の準備のための読みを除いた多くの読みにテキストタッチが頻繁に行われている。この事実をふまえ、本実験で選んだ課題はテキストタッチの発生頻度の観点から特殊なものではないと考えられる。実際のところは追試により確認が必要だが、本稿の実験結果をふまえると、表 1 でアスタリスクが付与された読みに対してもテキストタッチを制限すると、読みのパフォーマンスが低下する可能性がある。

テキストタッチの主要な行為はポインティングとなぞりの 2 種類である。本研究では、これらの行為を分離せずに統合的な効果を調べた。しかし、ポインティングとなぞりは読みに対して異なる効果をもたらすと考えられる。各々の行為が読みに与える影響を知ることができれば、テキストタッチの制限が多様な読みにどのような影響を与えるのかを読みの種類ごとに推測できるようになる。したがって、今後の方向性として、読みに対するポインティングとなぞりを分離して評価することが望ましい。

次に、テキストタッチの頻度は人によって異なることが

予想される。この点について、2つの疑問がある。1つは、どのような人がテキストタッチを頻繁に行うのかという疑問である。もう1つは、普段、テキストタッチをしないで文書を読む人でも、テキストタッチを頻繁に行えば読みのパフォーマンスが向上するのかという点である。

最初の疑問に答えるため、人の属性とテキストタッチの発生頻度の関係を調べた。実験1の結果について、性別(男女)、年代(20代、30代)、タッチ操作可能なデバイスを所有しているか否かでテキストタッチの発生頻度に違いがあるのか、事後的な分析を行った。 t 検定の結果、年代についてのみ有意差が認められ [$t(22) = 2.25, p < .05$], 30代は20代よりもテキストタッチの頻度が有意に高かった(20代の3.59に対して、30代は9.77)。文章の読み書きの経験がテキストタッチの頻度に影響を与えている可能性もあり、今後はこの点も含めて詳細な分析が必要と考える。

後者の疑問について、実験1でテキストタッチの頻度と誤り検出率に正の相関が見られたことから、普段テキストタッチをしない人が意図的にテキストタッチを心がけて読めば、読みのパフォーマンスが向上する可能性もある。少なくとも注意を制御したり、意図的にゆっくり読んだりすることを促進するテキストタッチの認知的な効果は得られるはずである。読みのパフォーマンスを向上させるノウハウとして、今後検証が必要な興味深いアプローチと考える。

最後に、今後、他のデバイスを用いた実験も必要である。実験1では、タッチジェスチャで文書操作が可能なタブレット端末を用いて実験を行った。しかし、ユーザはタッチジェスチャによる文書操作の機能を一時的に無効にすることもでき、これによりテキストタッチによって予期せぬ振舞いが生じるという問題を回避できる。しかし、デバイスの重さやつやのある表面がテキストタッチを抑制する可能性は依然としてあるため、タッチジェスチャによる文書操作の機能を無効にした状態での読みのパフォーマンスへの影響を調べる必要がある。また、電子ペーパーを用いた電子書籍専用端末(Amazon社のKindleなど)は、液晶ディスプレイを備えたタブレット端末に比べて軽く、パネルの表面がプラスチック素材である。これらのデバイスでテキストタッチが抑制されるのかどうかを調べることも必要であろう。

7.2 読みを支援するデバイスの改善の示唆

テキストタッチの効果について、前節で述べたとおり、今後さらに追及すべき点が多くある。本稿では、テキストタッチの効果の解明に向けた第1ステップとして、テキストタッチがある種の読みにおいて重要な役割を果たしていることを確認した。テキストタッチがどのような読みでパフォーマンスに影響を与えるのかを明らかにするには、今後、さまざまな種類の読みやデバイスを対象に追加の実験を行う必要がある。しかしながら本節では、タッチ操作

可能なデバイスでアクティブリーディングを支援するため、現段階で指摘可能な改善の方向性を述べることを試みる。

本稿での実験から得られた主要な知見として、以下の3つがある。第1の知見は、ある種の読みでは人はテキストに触りながら読むというものである。第2に、そうした読みの最中、テキストタッチが制限されると、読みのパフォーマンスが低下することがある。第3に、タブレット端末はテキストタッチを抑制することがある。

タブレット端末でアクティブリーディングを支援するならば、上記の点を考慮してシステム構築する必要がある。現在の市販のタブレット端末では、タッチによるジェスチャがページの拡大・縮小、ページの表示エリアの移動、表示ページの切替え(ページめくり)などの機能に割り当てられている。したがって、テキストをポインティングしたり、なぞったりする行為により、意図しない画面表示の変化が生じる可能性がある。これは読み手に不快感を与えるだけでなく、読みの最中のテキストタッチを抑制し、読みのパフォーマンスを低下させる危険性がある。

したがって、アクティブリーディングを支援するには、読みの最中に無意識的になされるテキストタッチを阻害しないよう配慮する必要がある。そこで、通常の読みでは生じないジェスチャを文書操作の機能に割り当てることが望ましい。読みの最中に行われる紙文書に対する行為を把握したうえで[32]、タッチジェスチャを文書操作の機能に割り当てることがある。

最後に、電子機器では、文書の表示状態を変えたり、ユーザの読み方をガイドしたりするなどの工夫を盛り込むことができる。実験1でテキストタッチの頻度と誤り検出率に正の相関が見られたことをふまえ、電子的な読書端末の設計においてはテキストタッチを阻害しないだけでなく、積極的に促進させる方法について検討していくことが望ましいと考える。

8. おわりに

テキストをポインティングしたり、なぞったりするテキストタッチが文書を理解するうえで重要な役割を果たしているという仮定のもと、本稿では2つの実験を行った。最初の実験では、校正読みにおいて、紙での読みとタブレット端末での読みを比較した。結果として、紙で読む場合に比べて、タブレット端末で読む場合、誤り検出率は有意に低かった。タブレット端末での読みの最中、テキストタッチの頻度が少なかったことから、タブレット端末ではテキストタッチが促進されず、これが読みのパフォーマンスの低下につながったものと考えた。この仮説を検証するため、第2の実験では、紙文書での校正読みに際して表面へのタッチを制約して誤りを検出させた。結果として、タッチを制限すると読みのパフォーマンスが低下した。ある種の読みではテキストタッチは読みのパフォーマンスに影響

を与える重要な行為であることが分かった。この結果をふまえて、テキストタッチが頻繁に行われると考えられるアクティブリーディングを支援する端末では、テキストタッチを阻害しないよう配慮したデザインにすべきであることが示唆される。

現在、我々は読みの最中に行われる行為を詳細に調べている最中である。この枠組みのなかで、テキストタッチの効果と現象について、より踏み込んだ分析を行っていく予定である。さらに、本稿で述べた改善の方向性に基づくシステムを読みの支援環境の構築を進めている。

登録商標について

- Apple, iPad は Apple Inc. の商標です。
- Kindle は Amazon Inc. の商標です。
- その他、掲載されている社名、製品名は各社の登録商標または商標です。

参考文献

- [1] Hess, S. and Jessica, J.: Does the iPad add value to business environments? *Proc. CHI '12 Extended Abstracts*, pp.335-350, ACM Press (2012).
- [2] Muller, H., Gove, J. and Webb, J.: Understanding tablet use: A multi-method exploration, *Proc. Mobile HCI '12*, pp.1-10, ACM Press (2012).
- [3] Schilit, B.N., Golovchinsky, G. and Price, M.N.: Beyond paper: Supporting active reading with free form digital ink annotations, *Proc. CHI '98*, pp.249-256, ACM Press (1998).
- [4] Kirsh, D.: Complementary strategies: Why we use our hands when we think, *Proc. 7th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp.212-217 (1995).
- [5] Gerken, J., Jetter, H.C., Schmidt, T. and Reiterer, H.: Can "touch" get annoying? *Proc. ITS '10*, pp.257-258, ACM Press (2010).
- [6] 柴田博仁, 高野健太郎, 大村賢悟: 文書タッチが読みに与える影響: 校正作業での紙と iPad の比較, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011, pp.139-146 (2011).
- [7] 柴田博仁, 高野健太郎, 大村賢悟: 電子書籍端末は紙を代替できるか? 電子書籍端末の評価実験にもとづく考察, 富士ゼロックス・テクニカルレポート, No.21, pp.98-109 (2012).
- [8] Shibata, H., Takano, K. and Tano, S.: Text touching effects in active reading: The impact of the use of a touch-based tablet device, *Proc. INTERACT '15, LNCS*, Vol.9296, Springer-Verlag (2015).
- [9] Gould, J.D., Alfaro, L., Barnes, V., Finn, R., Haupt, B. and Minuto, A.: Reading from CRT displays can be as fast as reading from paper, *Human Factors*, Vol.29, No.5, pp.497-517 (1987).
- [10] Dillon, A.: Reading from paper versus screens: A critical review of the empirical literature, *Ergonomics*, Vol.35, No.10, pp.1297-1326, Taylor & Francis (1992).
- [11] Dyson, M.C.: How physical text layout affects reading from screen, *Behaviour and Information Technology*, Vol.23, No.6, pp.377-393, Taylor & Francis (2004).
- [12] Nielsen, J.: iPad and Kindle reading speeds, available from (<http://www.useit.com/alertbox/ipad-kindle-reading.html>) (accessed 2010-07-02).
- [13] O'Hara, K. and Sellen, A.J.: A comparison of reading paper and on-line documents, *Proc. CHI '97*, pp.335-342, ACM Press (1997).
- [14] Adler, A., Gujar, A., Harrison, B., O'Hara, K. and Sellen, A.J.: A diary study of work-related reading: Design implications for digital reading devices, *Proc. CHI '98*, pp.241-248, ACM Press (1998).
- [15] Marshall, C. and Bly, S.: Turning the page on navigation, *Proc. JCDL '05*, pp.225-234, ACM Press (2005).
- [16] Sellen, A.J. and Harper, R.H.: *The myth of the paperless office*, The MIT Press (2001).
- [17] O'Hara, K.P., Taylor, A., Newman, W. and Sellen, A.J.: Understanding the materiality of writing from multiple sources, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.56, No.4, pp.269-305, Elsevier (2002).
- [18] Morris, M.R., Brush, A.J. and Meyers, B.: Reading revisited: Evaluating the usability of digital display surfaces for active reading tasks, *Proc. TABLETOP '07*, pp.79-86, ACM Press (2007).
- [19] Buchanan, G. and Loizides, F.: Investigating document triage on paper and electronic media, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.4675, pp.416-427, Springer (2007).
- [20] 柴田博仁, 大村賢悟: 文書の移動・配置における紙の効果: 複数文書を用いた相互参照の読みにおける紙と電子メディアの比較, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.301-311 (2010).
- [21] 柴田博仁, 大村賢悟: ページ間の行き来を伴う読みにおける紙と電子メディアの比較, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.13, No.4, pp.345-356 (2011).
- [22] Takano, K., Shibata, H., Omura, K., Ichino, J., Hashiyama, T. and Tano, S.: Do tablets really support discussion? Comparison between paper, a tablet, and a laptop PC used as discussion tools, *Proc. OZCHI '12*, pp.562-571, ACM Press (2012).
- [23] Marshall, C.: Annotation: From paper books to the digital library, *Proc. JCDL '97*, pp.131-140, ACM Press (1997).
- [24] Marshall, C. and Brush, A.J.: Exploring the relationship between personal and public annotations, *Proc. JCDL '04*, pp.349-357, ACM Press (2004).
- [25] Johnson, M. and Nadasa, R.: Marginalised behaviour: Digital annotations, spatial encoding and the implications for reading comprehension, *Learning, Media and Technology*, Vol.34, No.4, pp.323-336, Taylor & Francis (2009).
- [26] Chen, N., Guimbretiere, F. and Sellen, A.: Designing a multi-slate reading environment to support active reading activities, *ACM Trans. Computer-Human Interaction*, Vol.19, No.3, pp.1-35, ACM Press (2012).
- [27] Golovchinsky, G., Carter, S. and Dunnigan, A.: ARA: The active reading application, *Proc. Multimedia '11*, ACM Press (2011).
- [28] Hinckley, K., Zhao, S., Sarin, R., Baudisch, P., Cutrell, E., Shilman, M. and Tan, D.: InkSeine: In Situ search for active note taking, *Proc. CHI '07*, pp.251-260, ACM Press (2007).
- [29] Matulic, F. and Norrie, M.C.: Supporting active reading on pen and touch-operated tabletops, *Proc. AVI '12*, pp.612-619, ACM Press (2012).
- [30] 高野健太郎, 柴田博仁, 大村賢悟: 複数文書を相互に参照する読みでの文書操作のミクロな分析の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.14, No.4, pp.487-496 (2012).
- [31] Hong, M.K., Piper, A.M., Weibel, N., Olberding, S. and

- Hollan, J.D.: Microanalysis of active reading behavior to inform design of interactive desktop workspaces, *Proc. ITS '12*, pp.215-224, ACM Press (2012).
- [32] Takano, K., Shibata, H., Ichino, J., Hashiyama, T. and Tano, S.: Microscopic analysis of document handling while reading paper documents to improve digital reading device, *Proc. OZCHI '14*, ACM Press (2014).
- [33] Minogue, J. and Jones, M.G.: Haptics in education: Exploring an untapped sensory modality, *Review of Educational Research*, Vol.76, No.3, pp.317-348 (2006).
- [34] 中村麻奈美, 渡邊 英, 大木朱美, 井戸上彰, 宇都宮栄二: なぞり操作インタフェースの提案, 情報処理学会インタラクション 2014 予稿集, pp.691-693 (2014).
- [35] 柴田博仁, 高野健太郎, 大村賢悟: 読みやすい文書の傾き・書きやすい文書の傾き, ヒューマンインタフェース・シンポジウム 2013, pp.133-142 (2013).



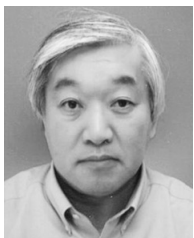
柴田 博仁 (正会員)

2003年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。博士(工学)。現在、富士ゼロックス(株)に勤務。東京工科大学兼任講師。HCI, 知的活動支援, 認知科学の研究に興味を持つ。近年は人間と紙とのインタラクションの研究に従事。ACM, 人工知能学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本画像学会の各会員。



高野 健太郎

2014年電気通信大学大学院情報システム学研究科博士課程修了。博士(工学)。現在、富士ゼロックス(株)に勤務。人間と紙とのインタラクションの研究に従事。インタラクションデザイン, 認知科学に関心を持つ。



田野 俊一 (正会員)

1983年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。同年(株)日立製作所システム開発研究所。1990~1991年カーネギメロン大学客員研究員。1991~1994年国際ファジィ工学研究所。1994年より電気通信大学大学院情報システム学研究科助教授。2002年より教授。2000~2001年マサチューセッツ工科大学客員科学者。知的インタフェースの研究に従事。人工知能学会, 日本ファジィ学会, 言語処理学会, AAAI, IEEE, ACM 各会員。博士(工学)。