

平成30年度 卒業論文

随意性瞬目による  
電子書籍ページめくりUIの提案

Turn a page of ebook by voluntary blinking



琉球大学工学部情報工学科

135753B 山下亮  
指導教員 山田孝治

# Abstract

This paper attempts to propose, discuss, and evaluate a prototype of a new UI for e-books which enables users to flip pages with longish voluntary blink. The purpose of this study is to invent a generic UI optimized for turning pages of e-books. This report discusses about proposal. We have created an experimental application for an iPad. The usability of the application has been found to be highly promising after conducting the control experiment between standard UI and new UI proposed. The result of our experiment clearly shows the significance of the proposed method.

本論文では「閉瞼をわずかに継続した随意性瞬目を用いた電子書籍ページめくりUI」の提案・考察・デモアプリ作成・検証を行う。目的は様々なユースケースが存在する電子書籍の特性に沿った汎用的なページ送り方法の発明である。現在の電子書籍UIの課題や、本手法の実現可能性、ユースケース、他分野への応用を考察する。デモとしてiPad向けアプリを作成した。そのデモアプリの使い勝手は本提案が想定していた通りのものとなつた。またデモアプリを用いて通常の電子書籍UIとの対照実験を行なつた。実験結果を通して本提案の有用性を確認した。

# 目 次

<b>第 1 章 はじめに</b>	<b>1</b>
<b>第 2 章 本提案</b>	<b>2</b>
2.1 前提 . . . . .	2
2.2 目的 . . . . .	2
2.3 提案内容 . . . . .	3
<b>第 3 章 先行研究・先行事例</b>	<b>4</b>
<b>第 4 章 考察</b>	<b>5</b>
4.1 背景 . . . . .	5
4.1.1 現在の電子書籍 UI:次のページへ進む . . . . .	5
4.1.2 現在の電子書籍 UI:ページ遷移の挙動 . . . . .	5
4.2 瞬目は情報処理の区切り . . . . .	5
4.3 実現可能性 . . . . .	6
4.3.1 技術 . . . . .	6
4.3.2 コスト . . . . .	6
4.4 本研究の本質的な問い合わせ . . . . .	7
<b>第 5 章 デモアプリケーション</b>	<b>8</b>
5.1 概要 . . . . .	8
5.2 考察 . . . . .	9
<b>第 6 章 実験</b>	<b>10</b>
6.1 予備実験 . . . . .	10
6.2 本実験 . . . . .	10
6.2.1 目的 . . . . .	10
6.2.2 概要 . . . . .	10
6.2.3 結果 . . . . .	14
6.2.4 考察 . . . . .	21
<b>第 7 章 結言</b>	<b>23</b>

<b>第8章 付録</b>	<b>29</b>
8.1 公開情報 . . . . .	29
8.2 関連資料 . . . . .	29
8.3 擬似 PC スタンドの詳細 . . . . .	29
8.4 推敲が不十分な考察事項 . . . . .	31
8.4.1 本提案に呼び名を付けるとしたら . . . . .	31
8.4.2 なぜ閉瞼時間を延ばすのか . . . . .	31
8.4.3 卒業研究最終発表で実際にまばたきでスライド送りしてみた . . . . .	31
8.4.4 普段の読書ではページめくり時に瞬目をするのか . . . . .	31
8.4.5 閉瞼時間の閾値の検討 . . . . .	32
8.4.6 後続研究実験するとしたら . . . . .	32
8.4.7 眼の保護になるのか . . . . .	33
8.4.8 眼の疲れになるのか . . . . .	33
8.4.9 身体的動作が制限される場合の利用ケースの検討 . . . . .	33
8.4.10 電子書籍以外での活用 . . . . .	34
8.4.11 先行研究・先行事例が無い理由 . . . . .	35
8.4.12 障害者向けのアクセシビリティとしての検討 . . . . .	36
8.4.13 動作時のフィードバックの有無 . . . . .	36
8.4.14 本提案で懸念される UX . . . . .	37
8.4.15 なぜリフロー型電子書籍は対象外なのか . . . . .	37
8.4.16 発達障害や ADHD に効果的? . . . . .	37
8.4.17 動作後に自発性瞬目が誘発されている? . . . . .	37
8.4.18 瞼をしっかりと閉じることでページの下部を掴み、瞼を開けることで ページを上に持ち上げてページめくりするイメージ . . . . .	38
8.4.19 瞳目以外での表情等による UI の検討 . . . . .	38
8.4.20 瞳目以外のページめくり UI の検討 . . . . .	39
8.4.21 閉瞼時間が長い自発性瞬目は行われるのか . . . . .	39
8.4.22 第三者から見た利用風景 . . . . .	40
8.4.23 映像演出としての瞬目 . . . . .	40
8.4.24 開散性眼球運動によるページめくり . . . . .	40
8.4.25 長く瞼を閉じるという行為についての考察 . . . . .	40
8.4.26 キャリブレーションは必要か . . . . .	40
8.4.27 ベッドでの読書の検討 . . . . .	41
8.4.28 ページを度々戻りながら読む読書習慣について . . . . .	41
8.4.29 前後のページをチラ見せさせる工夫 . . . . .	42
8.4.30 最後に . . . . .	46

# 第1章　はじめに

なかなか普及しない”電子書籍”。この分野は多くの課題を抱えていると言われている。電子書籍のUIにおいては既に普及しているPDFやWEBのUIを転用したものが暫定的に定着した。電子書籍の特性に沿ったUIについて十分に掘り下げられ開拓されたとは言えないだろう。

普段から電子書籍を読む私からすると、今のUIに不満を抱いている。ページめくりを小型リモコンやウインクなど様々な方法を試してみたがどれも満足できるものではなかった。この悩みは電子書籍を頻繁に利用する方々には理解される悩みだと考えている。しかし、一般的な電子書籍のUIに対する定量的な評価は未知である。

今回瞬目に注目した模索案の1つを提案する。

# 第2章 本提案

## 2.1 前提

提案する手法は「固定レイアウト」の電子書籍のみを対象とする。例えば紙本をそのまま転用したものや漫画である。epub を代表とするリフロー式は対象としない。

## 2.2 目的

様々なユースケースが存在する電子書籍の特性に沿った汎用的なページ送り方法の発明とそのシステムの試作を目的とする。またその研究に付随し、本研究の背景を裏付けるために現在の電子書籍 UI に対する一般的な評価の定量化を行う。

## 2.3 提案内容

「閉瞼をわずかに継続させた随意性瞬目をベースとした電子書籍ページめくり UI」を提案する。図に示すように閉瞼を少し長めに行うとページ送りを行い、目を開けた際には次のページに遷移している状態になる UI である。



図 2.1: 提案手法のフローチャート

比較的長時間の瞬目は日常的な動作である故に自然かつ快適に扱えることを期待する。普及している一般的な UI に追加される形で実装する。障害者向けのアクセシビリティという文脈ではなく、広く一般的な UI としての提案である。

次のような電子書籍の多くのユースケースで導入出来る。

- スマホ, タブレット, 電書専用端末
- PC・TV
- VR・AR・HMD
- 演奏中の楽譜読み・ベッドでの読書・身体障害などの身体的動作が制限される場合

## 第3章 先行研究・先行事例

本提案の特性(後述)に沿った先行研究、先行事例は存在しなかった。

先行研究としては随意性瞬目をマウスの左クリックのようなスイッチ入力として検討するものは多くあった。

先行事例としては片目ウインクや視線監視等で書籍ページめくりを行うものがあったが、障害者向けという文脈が強く、また実用には厳しいものだった。

# 第4章 考察

## 4.1 背景

本提案では主に以下に挙げる問題点の解決を課題の一つとする。

### 4.1.1 現在の電子書籍 UI:次のページへ進む

電子書籍の操作のほとんどが次ページ遷移操作であり、その入力は「次のページへ進む」「次のページへ進まない」という1bit入力である。大体連続して行われ、1回1回に少し時間の間が空き、数十分以上の長い時間行われる。多くの場合、タップやキー入力などの接触型操作であり、腕や手を強く拘束するものである。こうしたUIは意外とユーザーにストレスを与える。

本提案だと瞬目を意識的にわずかに変化させるだけという最小限の動作・拘束のみで完結する非接触型操作となるためこの問題を解決できる。

### 4.1.2 現在の電子書籍 UI:ページ遷移の挙動

1ページを移動する際の挙動として、本をめくるようなアニメーションや瞬時にページが切り替わるものがよく用いられる。アニメーションを待つ面倒や瞬時切替による眼への負担等という点で、こうしたUIはあまり洗練されてるとは言えずストレスになる場合が多い。特にe-inkが採用されている電子書籍端末ではページ遷移時に暗転するリフレッシュ動作があるため顕著である。

本提案だと閉瞼している間にページ遷移が行われるため、画面変化によるストレスの軽減やアニメーションの不要化でこの問題は隠蔽される。

## 4.2 瞬目は情報処理の区切り

中野らによると人々は情報に区切りがつくタイミングで自発性瞬目を行っている。そのため情報の区切りでもあるページめくり時に瞬目を行うということは自然に感じるのでないかと推測される。

## 4.3 実現可能性

### 4.3.1 技術

汎用的なカメラで枯れた画像認識技術を用いて実装出来る。既存の顔認識ライブラリでは眼の開け具合の取得を実装されている場合も多い。電子書籍の利用中は基本的にはデバイスに顔が正対している場合が多いためタブレット端末のフロントカメラ等から計測しやすい。

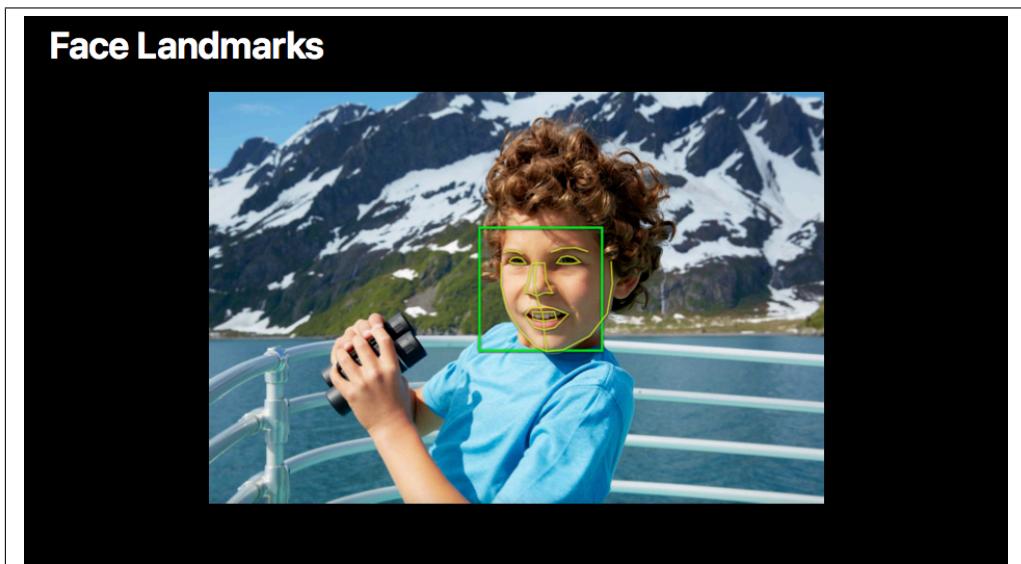


図 4.1: iOS の高性能な画像解析フレームワーク Vision の顔認識

近年のコンピュータでは xR やセキュリティを目的とした高精度な顔識別・表情検出技術が実装されていることが多い。そのため画像認識技術として瞬目の検出を行いやすい環境になってきている。

EOG(Electro-Oculogram 眼球電図) 法を用いて眼電位を計測することで瞬目を検出できる。JINS MEME のような眼電位を測定するメガネ型端末であれば自然に実現できる。

眼の周りの動作筋自体の活動を計測する EMG(Electro-Myogram 筋電図) 法もある。実例としてこめかみスイッチというものがある。

眼球や角膜と皮膚の光反射率の違いから瞬目を検知する光学的測定法もいくつかある。市販品の比較的低価格で提供されている脳波センサを利用して瞬目による筋電位変化を取得できる。

### 4.3.2 コスト

安価な汎用カメラでも実現可能であり、また多くの電子書籍ユースであるタブレットや PC ではフロントカメラがビルトインされているため最低コストはとても低い。



図 4.2: 眼電位と加速度センサーを用いて視線や瞬目、集中度などを測定する JINS MEME

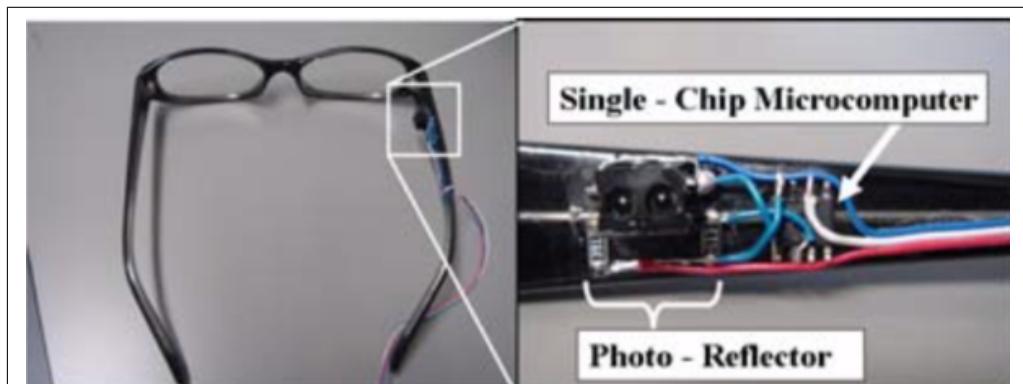


図 4.3: メガネ型こめかみスイッチ

#### 4.4 本研究の本質的な問い合わせ

ここまで考察を整理し、本研究の本質的な問い合わせを示す。わずかに閉瞼を延ばした随意性瞬目 UI は、ユーザーへの身体的制約が少なく、入力のまばたきは検知しやすいものであり、対象において必要な機能が 1bit 入力であり、ポインティングが必要なく、対象が映像かつ遷移時に用いる分野に対する UI として有効な手法ではないかという問い合わせである。その手法が最も効果的に活かせる分野は電子書籍なのではないだろうか。

# 第5章 デモアプリケーション

システム構築や実験を目的とし簡易的なデモアプリケーションを自作した。

## 5.1 概要

赤外線カメラである Truedepth カメラを搭載している iPhoneX や iPad pro(2018) 等といった iOS 端末で利用できる ARkit, Face Tracking, ARFaceAnchor, blendShapes という API を利用しデモアプリを実装した。この API ではリアルタイムで高速かつ高精度で 0 から 1.0 の係数で瞼の閉じ具合を取得できる。簡単なテストの結果、0.8 以上の瞼の閉じ具合を自発性瞬目よりわずかに長い 0.2 秒以上閉瞼を行った際にページめくりを行うようにした。その他の仕様としては「任意の PDF の読み込み」、「タップやキーボードによるページ移動機能」を実装した。音声や振動といったフィードバックは実装しない。実際の開発・テストでは iPad pro(2018) を用いた。

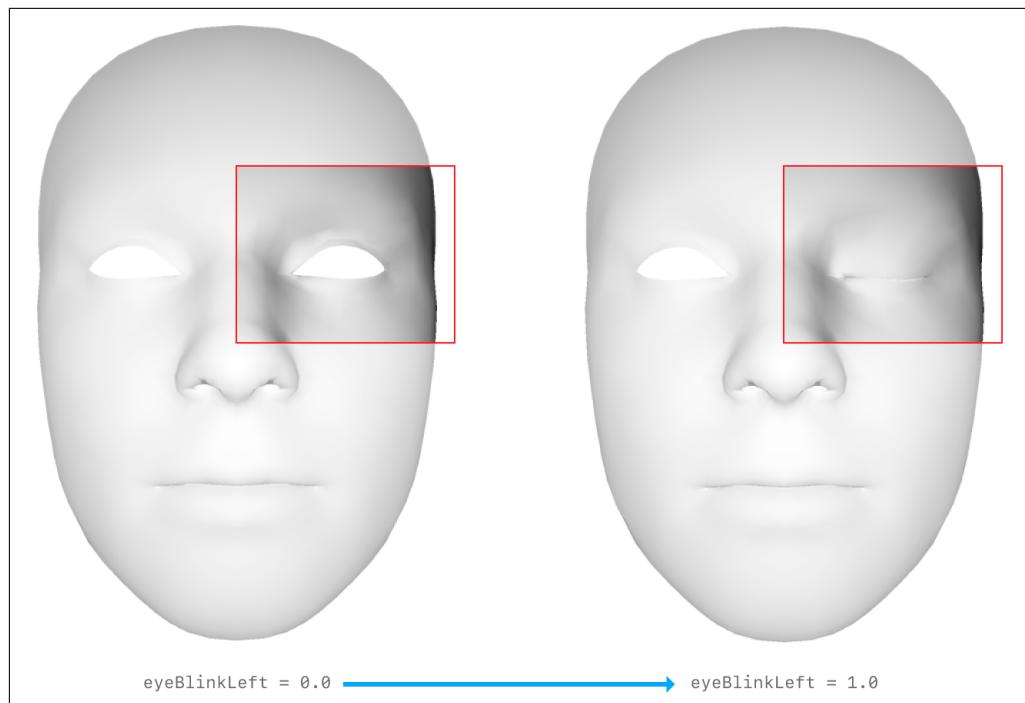


図 5.1: 左瞼の閉じ具合

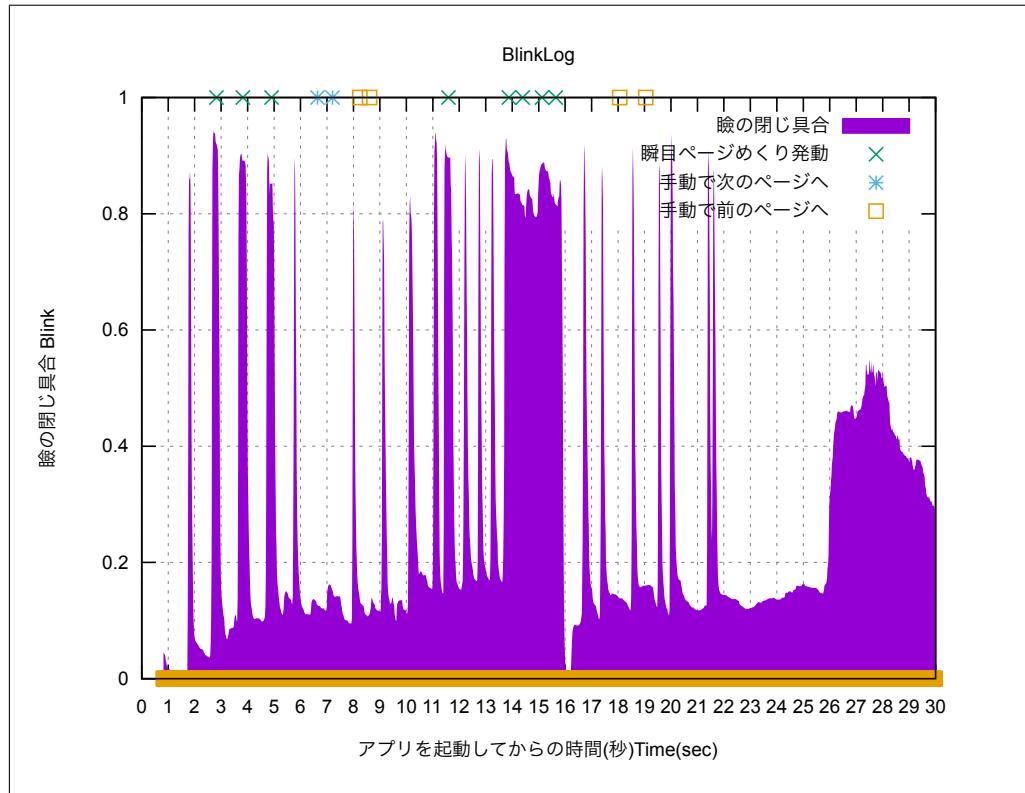


図 5.2: ARkit FaceTracking API の生データをグラフ化

## 5.2 考察

とても快適な操作感が実現された。研究当初から想定していた通りの操作感であった。この時点で本提案が見当違いな目測に則ったものではないことを確認した。高性能である iPad pro(2018) を用いたことや優秀なライブラリである ARkit の API を用いたことも貢献していると考えられる。

閉瞼継続時間の閾値は出来るだけ短く設定した。体感としては”自発性瞬目よりも長く、しかし出来るだけ短く閉瞼して”正確に動作する。また閉瞼する際に力を入れる必要は無く、リラックスした状態で動作する。

# 第6章 実験

## 6.1 予備実験

このデモアプリを用い一般的な電子書籍の使い方と比較する形で4名を対象に予備実験を行った。

タブレットを手で持ち読書するスタイルとPCで読書するスタイルの2形式でそれぞれ一般UIとまばたきUIで漫画を1話ずつ読み、アンケートに回答してもらった。

瞬目によるページめくりUIは概ね好印象を得た。混乱もなく対照実験として問題がないと判断したため、予備実験の内容を下地とし修正・改善を加えたものを本実験として行う。

## 6.2 本実験

### 6.2.1 目的

デモアプリの検証、本提案の有効性の検証、電子書籍の一般UIの評価の定量化を目的とする。検証項目としては「機能を使うことができるか」「一般的なUIとの比較」「UIとして許容できるか」などを設ける。

### 6.2.2 概要

- 環境: 手持ちタブレット or PC
- UI: 一般UI or まばたきUI
- 漫画を各1話ずつ計4パターン
- 評価: アンケート
- 被験者: 16人(20歳前後)

固定レイアウト電子書籍において普及している二大ユースケースである「手持ちタブレットによるタップUI」と「PCにおけるキーボードUI」を比較対象とした。「PCにおけるキーボードUI」においては両UIの差異を明確にするため、ディスプレイがキーボー

ドと分離しており、目線の高さにディスプレイがある「デスクトップPC」スタイルを想定する。

電子書籍を普段利用しない被験者が多いと想定されるため一般UIの利用も実験に組み込んだ。

本来であれば実際の利用実態に近い漫画1冊(200pほど)を対象に実験を行うべきだが、研究リソースの都合上、今回は各パターンにおいて漫画1話ずつ読んでもらった。

まばたきUIは慣れが必要なため、まず最初に漫画1話分の練習を設けた。

一般UI同士の影響を避けるためにタップとキーボードの対象群を分けるべきだったが、失念していたため全ての被験者に両方とも試してもらった。

擬似的なデスクトップPC環境についての詳細は付録に載せた。

手持ちタブレット使用時には、足や腹を使わずに手でのみでタブレットを支えるように指示した。

まばたきUI利用時に1ページ戻りたい際は一般UI(タップやキーボード)を使うように指示した。

PCスタイルでまばたきUI利用時は、姿勢は指定せず自由にするように指示した。

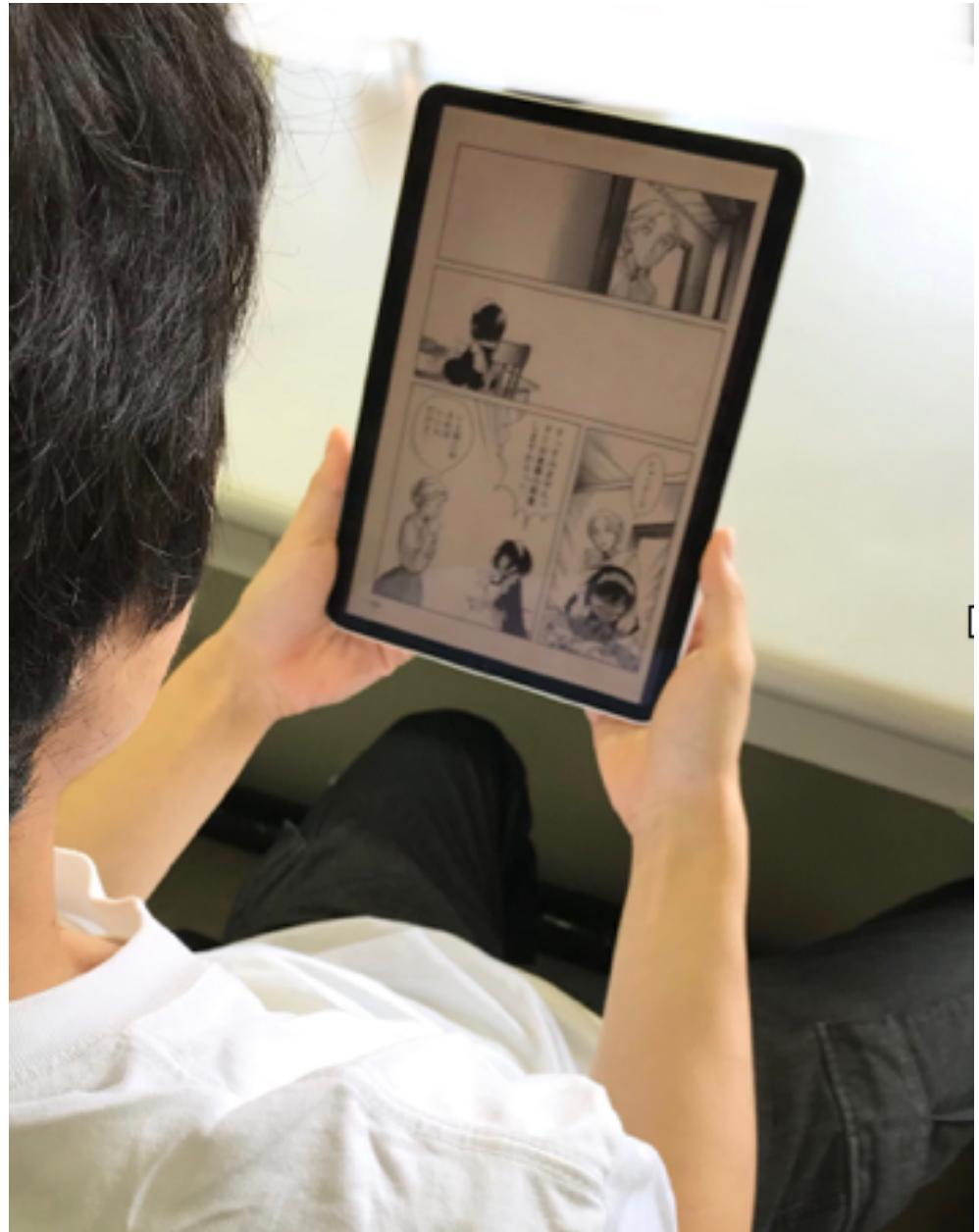


図 6.1: 一般的なタブレット手持ちスタイル



図 6.2: iPad を立て掛けて擬似 PC スタイル

### 6.2.3 結果

#### 一般 UI の評価の定量化

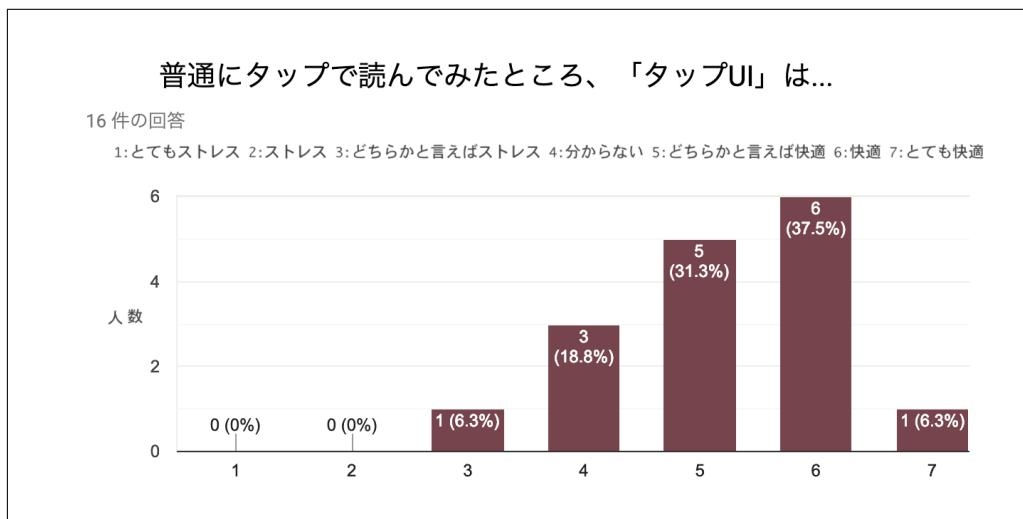


図 6.3: タップ

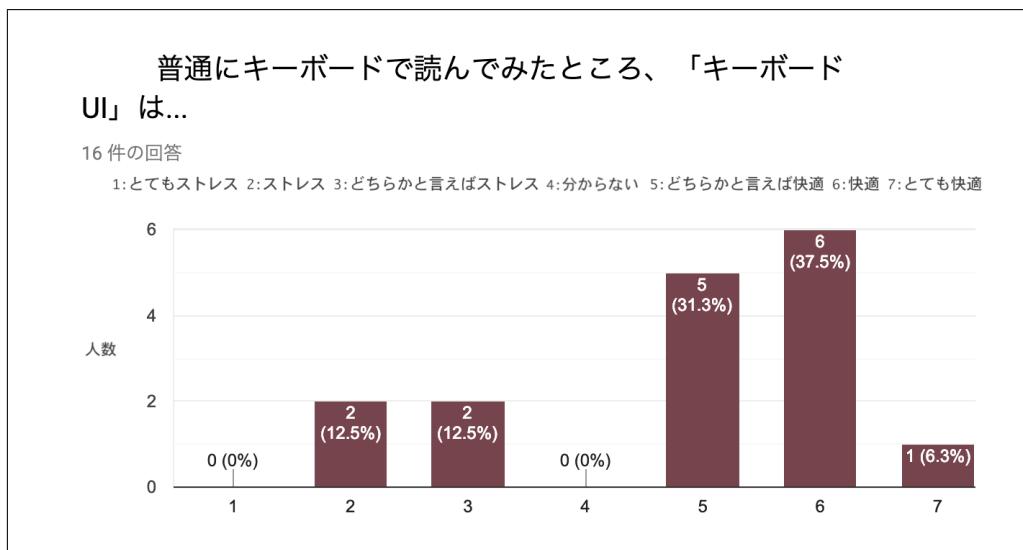


図 6.4: キーボード

## デモアプリの検証

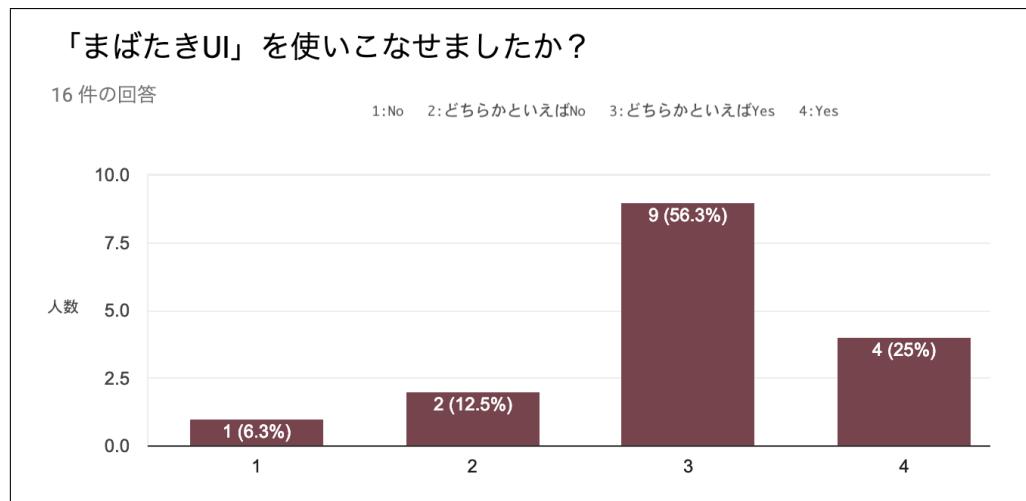


図 6.5: まばたき UI が使えたか

## 本提案の検証

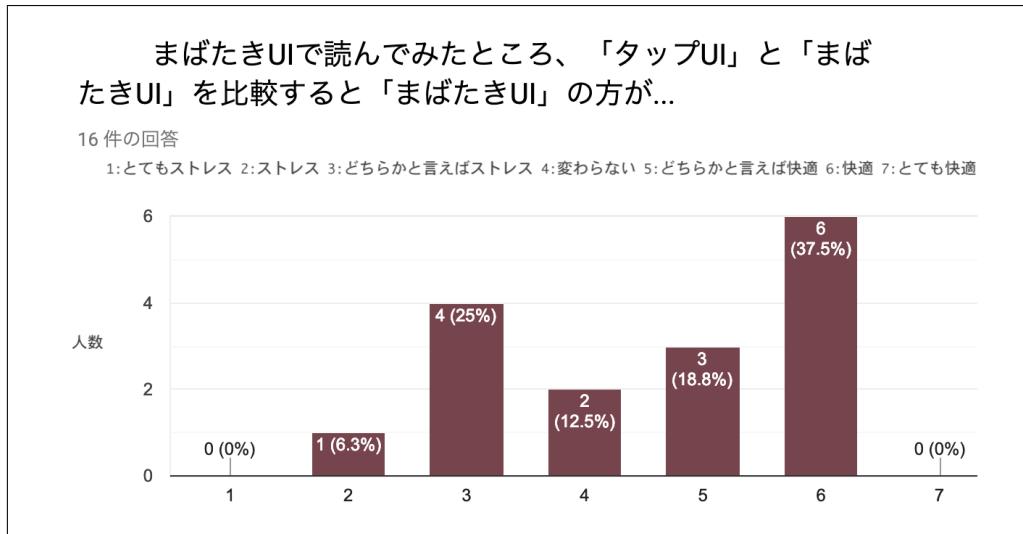


図 6.6: タップとの比較

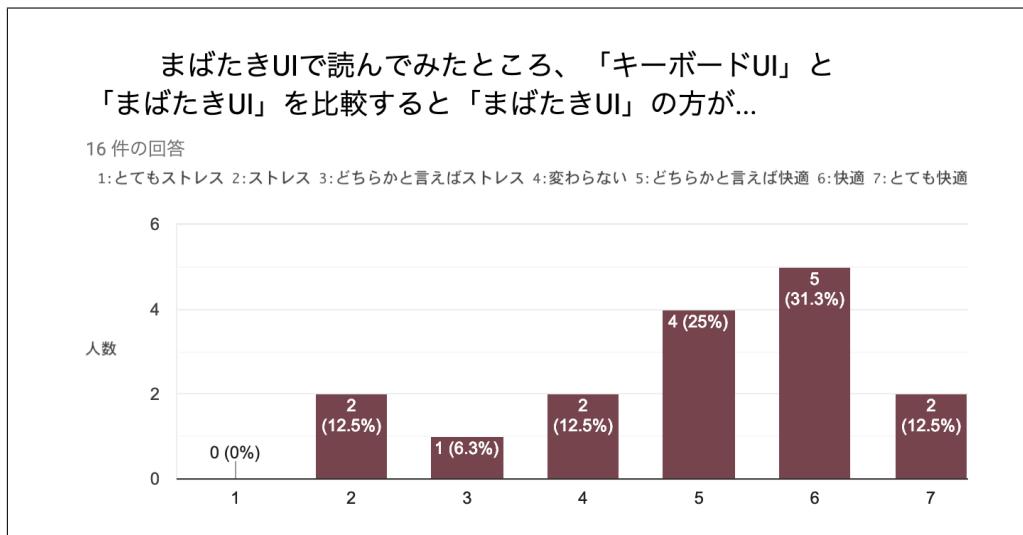


図 6.7: キーボードとの比較

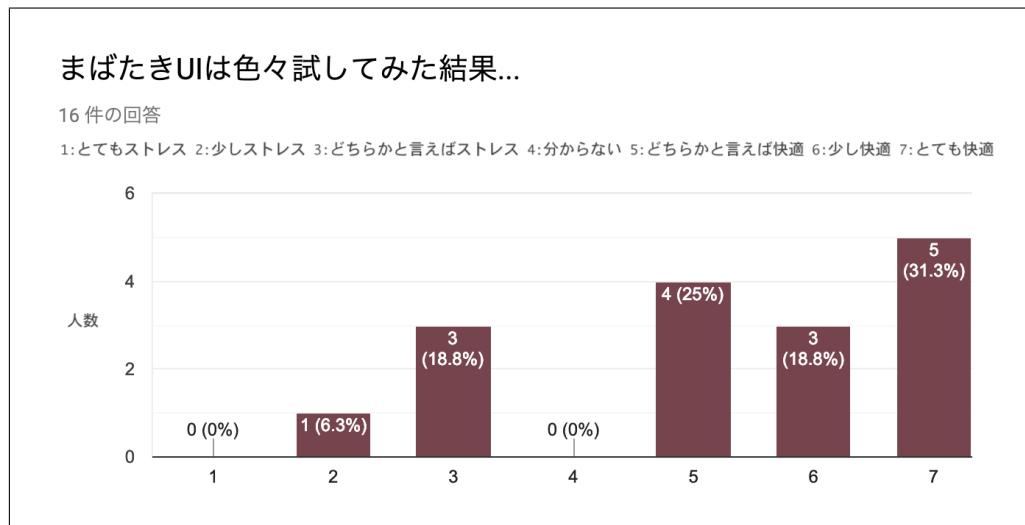


図 6.8: まばたき UI の評価

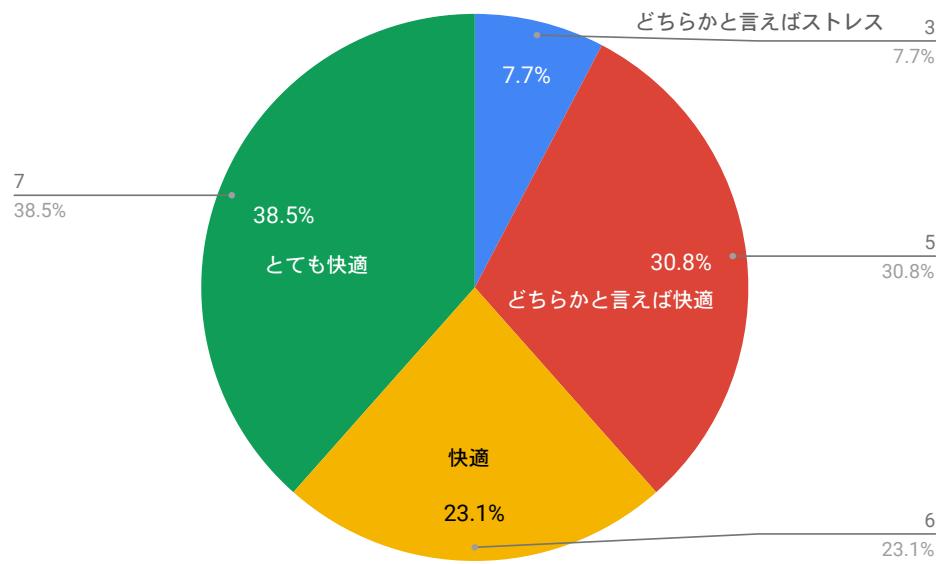


図 6.9: まばたき UI の評価 (まばたき UI を使いこなせた人のみを対象)

「まばたきUI」を実際に"一般的な読書"の一環として私生活で使いたいと思いますか

16件の回答

1:No 2:どちらかといえばNo 3:どちらかといえばYes 4:Yes

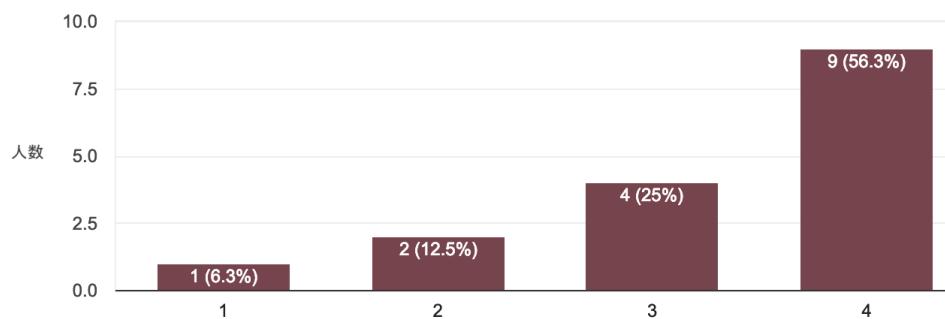


図 6.10: 普段の読書で使いたいか

「まばたきUI」を実際に"演奏時の楽譜読みやベッドでの読書などの特殊な読書"の一環として私生活で使いたいと思いますか

16件の回答

1:No 2:どちらかといえばNo 3:どちらかといえばYes 4:Yes

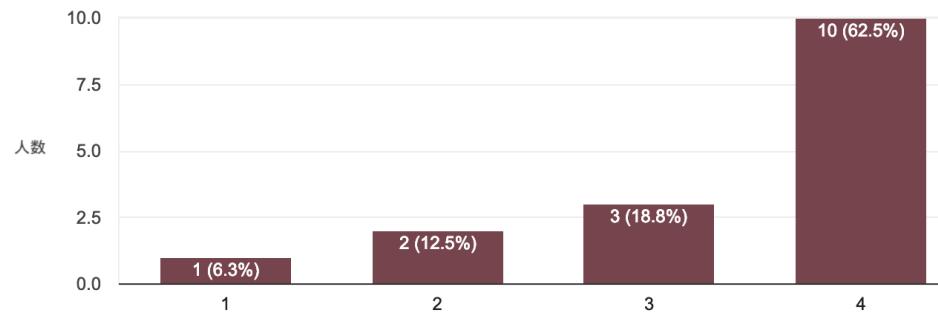


図 6.11: 特殊な読書で使いたいか

今回は「まばたきで電子書籍のページめくり」を試してもらいました。今回のような「まばたきUI」に(電子書籍UIに限らず他分野でのUIも含めて)将来性を

15件の回答

1:全然感じない 2:あまり感じない 3:分からぬ 4:少し感じた 5:とても感じた

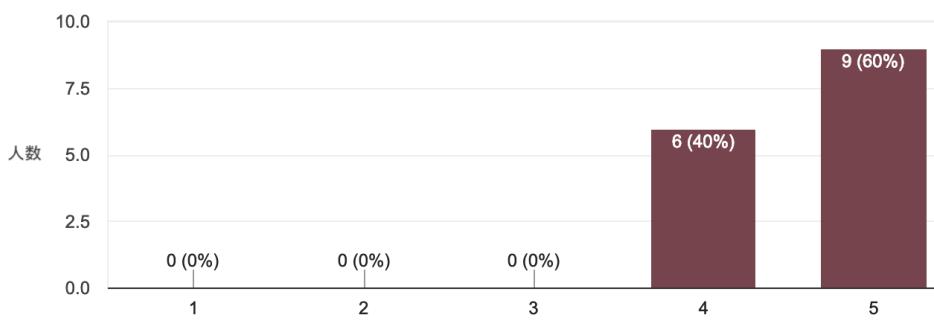


図 6.12: まばたき UI に将来性を感じるか

「まばたきUI」で目の疲れ等を感じましたか

16件の回答

1:No 2:どちらかといえばNo 3:どちらかといえばYes 4:Yes

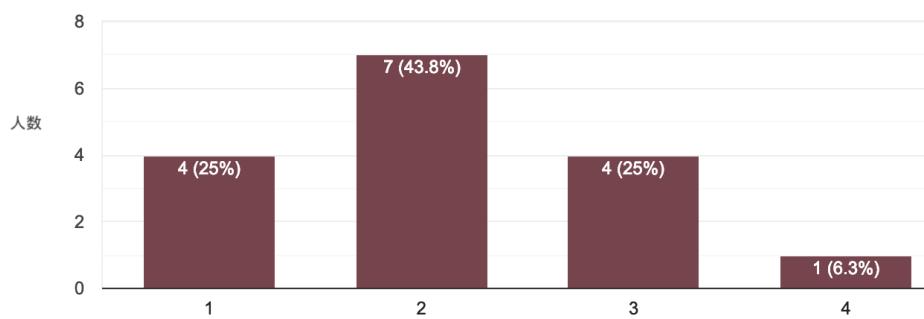


図 6.13: 目の疲れを感じたか

## 実験監督者による観察事項

まず口頭でまばたき UIについて説明しただけの段階だと目を強く閉じたり長時間に渡り目を閉じるケースが多かった。言葉でまばたき UIを理解するのはとても難しいようだ。

## 自由記述回答より抜粋

- コンタクトをつけていると、ちょっとコンタクトが煩わしく感じるかもしれない。以外に目を閉じると乾燥したりずれるため、ちょいちょいなおそうとして、次のページに行ったらした。
- とても使いやすかった。ページがめくられた時に音(紙が擦れる音とか)ががあったら、ページ巡りのタイミングにすぐに慣れそう。
- やはりベッドで寝ながら使ってそのまま寝落ちしてみたい(同様の意見が2つ)
- すごい慣れたら違和感なく操作できたのでまばたき UIでの操作の方が楽でした
- 少し長いまばたきをすると、ピントが合わなくなって、もとに戻るのにほんの少しだけ時間がかかった。
- 手持ちの時、まばたきよりも持っている手でタップする方が確実で素早くページをめくれるので楽だった。ただ、PCの時はキーボードに手を添えてると肩が疲れるので、楽な姿勢でページをめくれるまばたきの方が楽だと感じた。目を細めて読んでいるとまばたきに反応しづらくなる。気軽にあくびができなかった。
- 手を使わないのでお菓子を食べながらとかに良いと思った。

## 6.2.4 考察

### 一般 UI の評価の定量化

タップ、キーボード共に概ね好印象を得ている。

筆者の主張と食い違う理由として、漫画1話分のみで実験を行なっているため、実際の利用環境と乖離していることが推測される。

キーボードに対してわずかにネガティブな評価がある。

### デモアプリの検証

ほぼ全ての方がデモアプリを問題なく利用できた。しかし、自分の技術力不足でたまに機能が動かなくなることがあった。その不具合以外で支障をきたすことはなかった。

「まばたき UI を使いこなせたか」という設問に対して 20%の方が使いこなせなかったと回答した。一般的な身体的動作ではないため一部の方には練習を経ても上手く使うことが難しいようだ。80%の方は使いこなせたと判断し、25%の方は明確に使いこなせたと判断した。

### 本提案の検証

まばたき UI はほぼ全ての項目において高い評価を得た。

一般 UI との比較としては、タップは大きな差はなく、キーボードではまばたき UI の評価が上回った。PC 環境ではまばたき UI を用いることで大きく姿勢が自由になることが理由として推測される。

まばたき UI を使いこなせたと回答した被験者のほぼ全員が「まばたき UI は快適な UI である」と回答した。またその内 61.6%の方が「とても快適」「快適」といったまばたき UI の明確な快適性を実感した。

実際に私生活でまばたき UI を利用したいかという設問では多くの方が利用したいと回答した。

まばたき UI を実際に使いたいかという問い合わせにおいて”普段の読書”と”特殊な読書”で比率が全く変わらないという興味深い結果になった。被験者全員が両設問に対して同じ回答をしていたわけではなく、差を付けた回答も複数あった上での結果である。決してまばたき UI はトリッキーな UI であるため、事前の想定では”特殊な読書”的割合が多くなると漠然と考えていたが、実際は異なっていた。わずかな差だが、「まばたき UI を使いこなせた」と回答した内の数名が”特殊な読書”より”普段の読書”で使いたいと判断しており、また「使いこなせなかった」と回答した数名は”普段の読書”より”特殊な読書”で使いたいと判断している。

目の疲れを感じたかという設問では多くの方が No と答えた。まばたき UI 自体の負担が軽いものであり、また一回一回の入力の間に時間が空くため負荷が蓄積されないので推測する。

誤動作が起きないように注意することがストレスになり改善してほしいという意見があった。

音によるフィードバックが欲しいという意見も散見された。今回のアプリ仕様ではページ遷移後にページ遷移したかどうかを自身で見て判断する必要があるためだろう。

”閉瞼時間をわずかに延ばした随意性瞬目”に対するコメントとして「ピントがズれて負担になる」「コンタクトがズレそうになって気になる」「高齢になると閉瞼時間が普段より長いとその明暗差が負担になる」といったものがあった。

## 第7章 結言

本論文では随意性瞬目による電子書籍ページめくり新規手法を提案した。本提案の概要や考察を通し全体像を整理した。また試作と実験を通し実現性と有用性の確認を行うことに成功した。本提案はすぐに実用化が可能であり、また高い快適性を持つため非常に有意義な研究であったと言えるだろう。本研究はWeb上でパブリックに公開する。付録にてURL等を記載した。しかし本論文では検討が十分ではない考察も多々あり、試作したアプリもあくまで素朴に実装したものであり改良の余地はある。他分野への応用等も含め今後の課題としたい。

# 参考文献

- [1] 田多英興, 山田富美雄, 福田恭介編著 1991.1 “まばたきの心理学：瞬目行動の研究を総括する” 北大路書房  
<https://ci.nii.ac.jp/ncid/BN05853221>
- [2] Tamami Nakano, Makoto Kato, Yusuke Morito, Seishi Itoi, and Shigeru Kitazawa 著 2013 ”Blink-related momentary activation of the default mode network while viewing videos” PNAS January 8, 2013 110 (2) 702-706  
<https://www.pnas.org/content/110/2/702>
- [3] Nobuaki Nakazawa, Shin-nosuke Segawa, Hiroki Murakawa\* and Toshikazu Matsui 2015 ”瞼の形状近似を利用した操作インターフェースの開発” ライフサポート Vol.27 No.4  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/lifesupport/27/4/27\\_124/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/lifesupport/27/4/27_124/_article/-char/ja)
- [4] 向啓志 光永法明 著 ”瞬目時の視覚抑制を利用する瞬目者が知覚できない情報提示に基づくインタラクション” 情報処理学会シンポジウム論文集  
<http://www.interaction-ipsj.org/archives/paper2011/interactive/0173/3DEX-5.pdf>
- [5] 田邊 喜一 著 ”随意性瞬目を入力スイッチとして用いるための基礎的検討” 情報処理学会第 73 回全国大会 5E-6  
<http://id.nii.ac.jp/1001/00108946/>
- [6] Victoria Ivleva 著 ”Redirected Walking in Virtual Reality during eye blinking” Bachelor thesis  
[http://cgvr.cs.uni-bremen.de/theses/finishedtheses/redirected\\_walking/BT\\_Text.pdf](http://cgvr.cs.uni-bremen.de/theses/finishedtheses/redirected_walking/BT_Text.pdf)
- [7] Eike Langbehn, Frank Steinicke, Markus Lappe, Gregory F. Welch, Gerd Bruder 2018 ”In the Blink of an Eye – Leveraging Blink-Induced Suppression for Imperceptible Position and Orientation Redirection in Virtual Reality” ACM Trans. Graph., Vol. 37, No. 4, Article 66
- [8] 星野 聖 著 1996-04-20 ”注意と瞬目” テレビジョン学会誌 00050(00004), 436-442  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej1978/50/4/50\\_4\\_436/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/itej1978/50/4/50_4_436/_article/-char/ja/)

- [9] 福田 恭介, 松永 勝也 著 1983 "changes in blink rate during signal discrimination tasks" "信号弁別課題遂行中における瞬目率の変化(和題)" 25巻3号 p. 140-146  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/psycholres1954/25/3/25\\_3\\_140/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/psycholres1954/25/3/25_3_140/_article/-char/ja/)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/psycholres1954/25/3/25\\_3\\_140/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/psycholres1954/25/3/25_3_140/_article)
- [10] 田中 裕 著 2006 "随意性瞬目実施はストレスになりうるか" 日心第70回大会  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/pacjpa/70/0/70\\_1EV081/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pacjpa/70/0/70_1EV081/_pdf)
- [11] 田辺 喜一 著 2011 "入力インターフェイスのための瞬目に関する基礎的検討" 電子情報通信学会論文誌. D, 情報・システム 94(2), 505-508  
<https://ci.nii.ac.jp/naid/110008440452>
- [12] 阿部 清彦, 佐藤 寛修, 松野 省吾, 大井 尚一, 大山 実 著 2012 "随意性瞬目と自発性瞬目の識別に関する検討" FIT2012(第11回情報技術フォーラム)講演論文集, 9 第3分冊, 23-26  
<https://ci.nii.ac.jp/naid/110009622280>  
[https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=151609&item\\_no=1&attribute\\_id=1&file\\_no=1](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_action_common_download&item_id=151609&item_no=1&attribute_id=1&file_no=1)
- [13] 田中 裕 著 "随意性瞬目の基礎的研究 1" 日心第72回大会  
<https://psych.or.jp/meeting/proceedings/72/poster/pdf/2am083.pdf>
- [14] 向 啓志, 光永 法明 著 "目隠しなしの目隠し: 瞬目時の視覚抑制を利用する瞬目者が知覚できない情報提示に基づくインタラクション"
- [15] 渡邊淳司 著 "視覚情報提示のための時空間統合知覚特性の研究 付録C" 博士論文  
<http://www.junji.org/papers/DoctorThesis.pdf>
- [16] 大里 祐樹, 後藤 敏行, 竹上 健 著 "画像処理を用いた重度障害者のためのテキスト入力インターフェース" 映像情報メディア学会技術報告 / 33.11巻  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/itetr/33.11/0/33.11\\_85/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/itetr/33.11/0/33.11_85/_article/-char/ja)
- [17] 工藤 慎也, 岡部 浩之, 蜂須 拓, 佐藤 未知, 福嶋 政期, 梶本 裕之 著 "開散性眼球運動による奥行き方向への視線入力手法" 研究報告音声言語情報処理 (SLP) 2013-SLP-95  
6  
<http://id.nii.ac.jp/1001/00089466/>

- [18] A. Krolak and P. Strumollo 著 "Eye-blink detection system for human-computer interaction" Univ Access Inf Soc (2012) 11:409–419  
<https://www.springerprofessional.de/en/eye-blink-detection-system-for-human-computer-interaction/11691036>
- [19] A. Krolak and P. Strumollo 著 "Eye-Blink Controlled Human-Computer Interface for the Disabled" Institute of Electronics, Technical University of Technology, Lodz, Poland
- [20] 加藤正樹 関陽海 岡村将志 五百蔵重典 田中博 著 "まばたきによる筋電位変化を用いた 入力インターフェースの実現性の検討" マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム  
<http://id.nii.ac.jp/1001/00079810/>
- [21] "自動ページめくりシステム、大学生が7日間で開発-人民網日本語版-人民日報"  
<http://j.people.com.cn/n3/2018/1115/c95952-9518651.html>
- [22] "タッチ不要！まばたき検知でページがめくれるアプリを製作します（奥村 祐司 2016:07:19 公開） - クラウドファンディング Readyfor（レディーフォー）"  
<https://readyfor.jp/projects/msals>
- [23] 谷口 和弘, 西川 敦, 宮崎 文夫 著 "こめかみスイッチ:瞬きパチパチでスイッチカチカチな常時装用入力装置"  
[www.interaction-ipsj.org/archives/paper2008/interactive/0003/paper0003.pdf](http://www.interaction-ipsj.org/archives/paper2008/interactive/0003/paper0003.pdf)
- [24] 渡邊 恵太 塚田 浩二 著 "EyeWish:目を閉じることを利用したインタラクション手法" 第17回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS 2009)  
<https://www.wiss.org/WISS2009Proceedings/papers/paper0035.pdf>  
<http://www.persistent.org/eyewish.html>
- [25] 内村 裕也 大槻 麻衣 柴田 史久 木村 朝子 著 "身体性を重視した VR 空間操作コマンドとしてのアイジャスチャの試作と考察" ヒューマンインターフェースシンポジウム 2018 論文集  
[http://otsuki.emp.tsukuba.ac.jp/pdf/HIS2018\\_uchimura.pdf](http://otsuki.emp.tsukuba.ac.jp/pdf/HIS2018_uchimura.pdf)
- [26] Jungho Kim, Yadav Sunil Kumar, Jisang Yoo and Soonchul Kwon "Change of Blink Rate in Viewing Virtual Reality with HMD" Symmetry 10(9) 400  
[https://www.researchgate.net/publication/327658658\\_Change\\_of\\_Blink\\_Rate\\_in\\_Viewing\\_Virtual\\_Reality\\_with\\_HMD](https://www.researchgate.net/publication/327658658_Change_of_Blink_Rate_in_Viewing_Virtual_Reality_with_HMD)

- [27] Eike Langbehn, Frank Steinicke, Markus Lappe, Gregory F. Welch, Gerd Bruder 2018  
“In the Blink of an Eye – Leveraging Blink-Induced Suppression for Imperceptible Position and Orientation Redirection in Virtual Reality” ACM Transactions on Graphics (TOG) Volume 37.4 page 66  
<https://basilic.informatik.uni-hamburg.de/Publications/2018/LSLWB18/>
- [28] 田中 裕 著 2003 ”視覚作業休息下における随意性瞬目の効果(3)”川村学園女子大学研究紀要 第14巻 第1号
- [29] 田中 裕 著 ”随意性瞬目の及ぼすストレス効果について” 川村学園女子大学研究紀要 第18巻 第2号 1頁-8頁  
<https://ci.nii.ac.jp/naid/110006392633>
- [30] 竹内尚也 著 ”視線ジェスチャによる携帯デバイスのページ操作支援” 平成25年度修士論文  
[https://uec.repo.nii.ac.jp/?action=repository\\_action\\_common\\_download&item\\_id=4929&item\\_no=1&attribute\\_id=20&file\\_no=1](https://uec.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=4929&item_no=1&attribute_id=20&file_no=1)
- [31] 小澤 尚久, 青竹 雄介, 下田 宏, 福島 省吾, 吉川 榮和 著 ”Eye-Sensing HMD を利用したリアルタイム視点位置・瞬目検出” 計測自動制御学会論文集 Vol.37, No.8, 687/696  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicetr1965/37/8/37\\_8\\_687/\\_article/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicetr1965/37/8/37_8_687/_article/-char/ja)
- [32] Davide Valeriani, Ana Matran-Fernandez ”Towards a Wearable Device for Controlling a Smartphone with Eye Winks” Computer Science and Electronic Engineering Conference (CEEC), 2015 7th  
[https://www.researchgate.net/publication/286453550\\_Towards\\_a\\_Wearable\\_Device\\_for\\_Controlling\\_a\\_Smartphone\\_with\\_Eye\\_Winks](https://www.researchgate.net/publication/286453550_Towards_a_Wearable_Device_for_Controlling_a_Smartphone_with_Eye_Winks)
- [33] 大矢 哲也, 山下 和彦, 小山 裕徳, 川澄 正史 著 ”眼電図を用いた随意性瞬目によるスイッチ操作の研究” 46巻2号 p. 254-260  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmbe/46/2/46\\_2\\_254/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmbe/46/2/46_2_254/_article/-char/ja/)
- [34] 大矢 哲也, 大西 祐哉, 野本 洋平, 小山 裕徳, 川澄 正史 著 ”随意的な群発瞬目を用いた眼電位によるアクセシビリティ機器操作に関する研究” 情報科学技術フォーラム講演論文集 9巻3号  
<http://id.nii.ac.jp/1001/00150232/>

# 謝辞

実験に協力してくださった方々、山田研究室生、山田先生各位ありがとうございました。

2019年2月

=====

20190220 初版 提出〆切日

20190404 大幅に本論文の内容を加筆・修正

細かい推敲や修正ができないので今後もう一度更新するかも

=====

# 第8章 付録

## 8.1 公開情報

本論文や研究資料はオープンアクセス的な感じで以下の URL で公開。

[https://e135753.github.io/document\\_FlipByBlink/](https://e135753.github.io/document_FlipByBlink/)

デモアプリのソースコードはオープンソース的な感じで以下の URL で公開。

[https://github.com/e135753/app\\_FlipByBlink](https://github.com/e135753/app_FlipByBlink)

デモアプリをベースとした iOS アプリを AppStore で公開している (201903 現在)。PDF を読むことが出来る。

<https://itunes.apple.com/jp/app/flipbyblink-%E3%80%80%E3%82%AA%E3%82%BF%E3%82%BF%E3%82%BF%E3%82%BF/id1444571751?mt=8>

## 8.2 関連資料

ARkit facetracking blendshapes eyeblinkleft ドキュメント URL

<https://developer.apple.com/documentation/arkit/arfaceanchor/blendshapelocation/2928261-eyeblinkleft>

## 8.3 擬似 PC スタンドの詳細

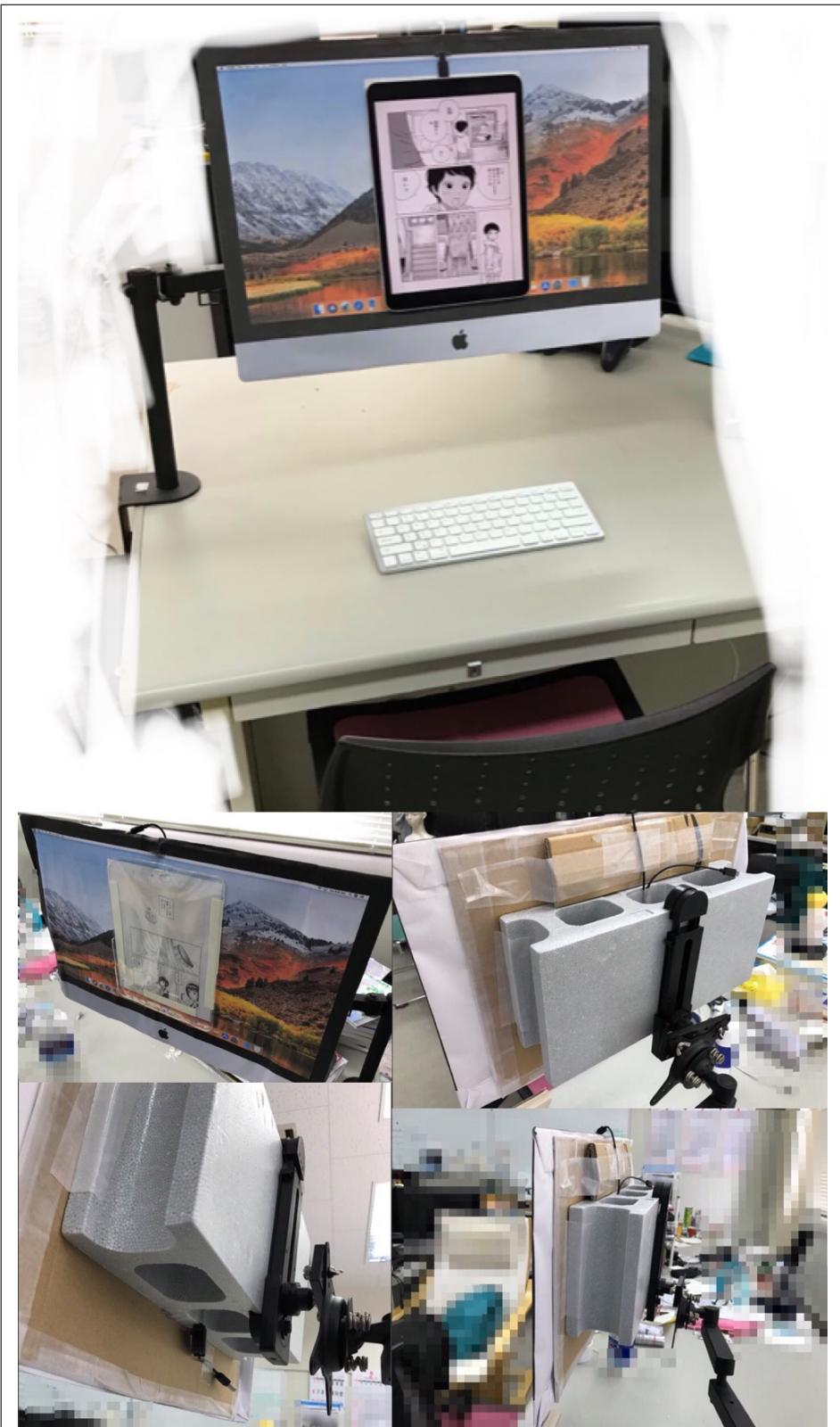


図 8.1: 擬似 PC スタンド

## 8.4 推敲が不十分な考察事項

### 8.4.1 本提案に呼び名を付けるとしたら

本提案は複数の条件を満たすことで高い有用性を持つため、この手法に固有名詞を付けた方がいいかもしれない。以下にいくつかの命名案を列挙する。

- 「FlipByBlink」 (FBB)

AppStoreで後悔してるアプリ名でも利用してるが、本提案手法の名前としても名付ける。

- 「PaperBlink」

新聞でページめくりする際に一度新聞を閉じて改めて大きく開く動作が、瞬きの所作と類似しているので。

- 「まばたくページUI」

- 「鈍読」 UI

「瞬目」と「速読」と「鈍速」の創作合わせ文字・造語

### 8.4.2 なぜ閉瞼時間を延ばすのか

誤動作を極力減らすため。またページ遷移する際に画面の変化を隠蔽するため。

閉瞼時間を延ばさない随意性瞬目でも実現できるか

閉瞼時間を延ばさない随意性瞬目と自発性瞬目を識別する研究はあるが精度やコストの問題がある。

### 8.4.3 卒業研究最終発表で実際にまばたきでスライド送りしてみた

実際にプレゼンテーションで利用してみたが、かなり快適に利用できた。また誤動作は起きず、一度だけ意図に反して動作しなかっただけだった。

### 8.4.4 普段の読書ではページめくり時に瞬目をするのか

先行研究で会話や映像における情報の区切りで瞬目が発生することが知られている。本におけるページというのは情報の区切りと見なせるが、それでは紙本や電子書籍でページめくりする際に瞬目は発生しているのであろうか。

#### 8.4.5 閉瞼時間の閾値の検討

デモアプリケーションでは自発性瞬目と随意性瞬目をはっきりと切り替えられる最も短い閉瞼時間として0.2秒という閾値を設定した。しかし閉瞼時間の閾値の検討の余地は多くある。例えば0.3秒、0.5秒、0.8秒、1.0秒、1.5秒、2秒といった区切りで再検討する価値はあるだろう。ちなみに簡易的なテストによる推測では、0.5秒以上の閉瞼では著しく目や瞼への負荷が大きくなると考えられる。

#### 8.4.6 後続研究実験するとしたら

- 被験者に読んでもらう本のページ数を実際の読書に合わせて1パターン1冊分程度にする
- 手持ちスタイルとPCスタイルの被験者群を分ける
- デモアプリの大幅な品質改善
- 眼の疲労や保護効果の計測
- 普段の読書ではページめくり時に瞬目をするのか実験
- 閉瞼時間の閾値の検討
- 障害者を被験者対象とした実験
- VR分野での転用
- 楽器演奏者の楽譜読みとして実験
- フィードバックの実験
- リフロー型電子書籍での実験
- 普及電子書籍スタイル時と本提案時の瞬目の傾向比較
- 本提案機能時の利用風景についての実験
- 先行研究等に対する十分な考察
- 瞬目以外での表情UIの実験
- 実験時に比較対象として紙の本も読んでもらう？
- 眼電位での実装検討
- 一般的な電子書籍に対する評価実験を改めてしっかり

- 実験で視線監視も検討する
- 実験で用いる本、1ページあたりの平均所要時間の差異でも対照実験(例えば、技術書のような情報密度が高い本と少年向け漫画のような情報密度が低い本での比較)
- 各分野の専門家に批評や意見を貰う
- 日本語論文だけでなく英語論文も
- 一般的に普及しているミドル級タブレットでの本提案機能の実装検討
- e-ink タブレット端末での本提案機能実装の検討
- ヘビー電子書籍ユーザーのみを被験者とした実験

#### 8.4.7 眼の保護になるのか

随意性瞬目が自発性瞬目と同等の保養価値があることは先行研究にて示されている。また、眼や体の疲れ対策として長時間の閉瞼によるリラックス法もよく述べられる。眼や読書にまつわる疲れとして「ドライアイ」「VDT症候群」「眼精疲労」「視力低下」「睡眠抑制」「体を固定し続けることによる体の不調(ex 頸肩腕症候群、肩こり)」などが挙げられる。しかし本提案のようなわずかに閉瞼時間を延ばした随意性瞬目については明確な論拠はない。恐らく眼の保養に繋がると仮定できると思うが先行研究に沿って改めて実験する必要があるだろう。

#### 8.4.8 眼の疲れになるのか

閉瞼時間の延ばす行為は一般的には大きな負担がかかると考えられている。私自身の体験による理解だが、わずかに閉瞼時間を延ばしただけの随意性瞬目は慣れてリラックスした状態で出来るようになると、始めの段階よりはるかに負担が小さくなるように思われる。ページめくりをする際には一度一度の入力時にある程度の時間が空くため、眼の疲れにはならないことも十分に想像できる。

#### 8.4.9 身体的動作が制限される場合の利用ケースの検討

- 料理中のレシピ本のページめくり
- 演奏中の楽譜めくり
- 電子書籍の書き写し作業においてのページめくり。ページめくりのためにキーボードから手を離す必要がなくなるため作業効率の向上。

- ベッドで寝ながらの読書
- 電車内で立ちながらの読書
- 手袋をしている時の読書
- 筋力トレーニング中の読書
- 赤ん坊を抱きながらの読書
- 成人向け性的書籍での読書
- 過酷な工事現場での手順書
- 入浴中の読書

#### 8.4.10 電子書籍以外での活用

電子書籍においては多くの条件や環境が上手くハマっている故に高い快適性を持つのだが、電子書籍以外の分野での本提案手法の転用は可能であろうが十分な快適性を持つかは判断できないといったところだ。実現性は低いかもしれないがいくつか思いついた電子書籍分野外での利用案を下記に列挙する。

##### VR・HMD

VRと瞬目は錯視を利用したリダイレクトウォーキングにまつわる先行研究はいくつかある。また HMD の代表例である Vive の上位モデルとして視線監視機能が採用された。VRにおいて瞬目が重要な要素になることは自明であろう。私の調査不足で VR と瞬目にまつわる先行研究にどういったものがあるか正確には分からぬ。VRにおいて課題として挙げられる要素として「眼の直前にディスプレイがあるためディスプレイの光による刺激が大きい」「VR 空間における位置移動は違和感を抱きやすく VR 酔いも起こしやすい」等がある。位置移動の課題の解決策として瞬間移動が挙げられている。典型的な実装事例としては視線監視によるポインティングを行った上で注視もしくは瞬目による確定入力がある。ポインティングの必要があるケースにおいてはこれでもいいのだが、ポインティングが不要の場合は瞬目のみでの操作も検討していいだろう。特に瞬間移動や場面転換する際の 1bit 入力として本提案のような閉瞼微延長随意性瞬目が活かすことが出来るだろう。HMD では急な明転が如実にストレスになるため閉瞼による隠蔽は大きな恩恵を得られるのではないか。それこそ HMD・VR 内での読書で本提案がそのまま使えるだろう。

##### スマートフォンやタブレット、PC

「ホームボタン」「戻る(上の階層に戻る)」「ウィンドウを閉じる」等の機能として提案手法を転用することは可能だろう。

## フラッシュカード、暗記帳での利用

表示されている暗記項目が既知と判断したら閉瞼微延長随意性瞬目を行い、次の暗記事項に移る。「分からぬ」と判断したら継続して暗記項目の暗記に努める。一定時間経っても次の暗記事項に移らない場合は該当暗記事項の正解を表示する。電子書籍同様に求められる入力はほぼ1bitな上多用されるため本提案が転用しやすいのではないか。しかし1回1回の入力の間が書籍より短いケースも多々あるので実際に利用してみるとあまり快適だと言えないかもしれない。フラッシュカードであれば閉瞼時間の延ばさなくとも自発性瞬目と同様の随意性瞬目でも動作するようにしてもいいかもしれない。この場合、自発性瞬目は行わないように意識的に抑制する必要がある。

## 作業アシスタントのメインUIとして

流れが決まっている複数工程から成り立つ作業において、1工程の終了確認と次工程移行のステップのUIとして本提案機能が使えるのではないか。イメージとしては本提案における料理中のレシピ本のページめくりや楽器演奏における楽譜めくりの類似例である。手や腕は本来の作業のために占有されていることが多いため、特殊なUIの検討が必要になる場合がある。頭や顔はマスクや帽子で隠れていることが多いため、UIとして随意性瞬目が有力候補になると思われる。

### 8.4.11 先行研究・先行事例が無い理由

瞬目による入力の検討は多々前例はあるが本提案と類似したものはなかった。本提案は技術やアイデアとしては20,10年前でも実現できそうなものだ。視線監視を用いて本のページめくりを行う先行研究がいくつかある。次ページめくりが操作の多くを占める読書という行為のために視線監視を利用するにはハイコスト過ぎるし実現性も乏しいように私は思う。こういった先行研究ではALSを対象としていることが多いのだがALS患者は瞬目のコントロールが難しいのだろうか。紙の本でのページめくりでは本提案は活かせない。2019年現在、電子書籍の普及が未だに芳しくないことも大きな要因だと思われる。インターネットを検索調査してみるとアイデアとして「瞬目で電子書籍のページめくり」はいくつか散見されたが、どれも軽く言及するに留まっており実装まで行われたものはなかった。

kindle用ページめくり機を作った—ささいなアイデア <https://ameblo.jp/sasainaidea/entry-12132836921.html>

タッチ不要!まばたき検知でページがめくれるアプリを製作します(奥村祐司 2016/07/19公開) - クラウドファンディング Readyfor(レディーフォー) <https://readyfor.jp/projects/msals>  
<https://mobile.twitter.com/atp78/status/420531098045526016>  
<https://mobile.twitter.com/mamantick/status/737090003344326656>  
<https://mobile.twitter.com/katsuren/status/338137943363428353>  
障害者とスマホ技術 — reliphone <https://reliphone.jp/disabilities-possibilities/>

#### 8.4.12 障害者向けのアクセシビリティとしての検討

瞬目や視線に着目した先行研究では対象として「重肢体不自由者」「筋萎縮性側索硬化症,Amyotrophic lateral sclerosis(ALS)」をよく挙げられている。コミュニケーションが困難にある方々でも瞬目はコントロールできることが着目の理由として述べられる。本提案は特に健常者も障害者も意識していない。日常使いを想定した汎用的なUIとしての提案である。利用ケースとして障害者も想定している。従来の障害者向けUIは大掛かりで野暮ったいものも多い。本提案は既存の類似例が存在しない新規UIとしての手法だが、健常者と障害者の間に溝がないユニバーサルデザインとして捉えることができるだろう。

#### 8.4.13 動作時のフィードバックの有無

動作時に振動や音声のフィードバックを追加すればUXとして改善する余地は多くあるように思う。本実験では極力簡素な仕様を意識してそういったフィードバックは実装しなかった。また本実験の仕様とは違う提案として、フィードバックが動作したら「ページめくりできた」と判断して開瞼するUIも検討できる。ページめくりの特性上、フィードバックは高品質かつ極短時間かつ低刺激であるべきだろう。

##### 振動

タブレット等では近年よく搭載されている高品質なバイブレーションで前述の条件を満たすことが出来るだろう。メガネ等で眼電位を測定し瞬きを検知する場合は、メガネにバイブレーションを搭載することでも実現できそうだ。

##### 音声

既存の電子書籍アプリでは多くが音声フィードバックを実装している。前述の条件を満たす音声フィードバックは容易に実装出来るだろう。

##### 視覚

閉瞼時には視覚的なフィードバックは不可能に思われるかもしれないが、閉瞼時でも光源の極端な変化は認識出来るため、機能動作時に極めて強い光源を一瞬だけ目に向けて照射すれば視覚フィードバックとして成立するかもしれない。また機能動作後の開瞼直後にちょっとしたアニメーションを加えて動作確認を促すUIも検討できるだろう。

#### **8.4.14 本提案で懸念される UX**

- 次のページに進んだか。
- 今のページが正しい次のページなのか(誤動作で2ページ分進む等の懸念)。
- 誤動作起きないように常に瞬目を意識してしまいストレスを与えるのではないか。
- ページの終盤(つまりページ下部)を読んでいる時、視線が下に向かうにつれて瞼が降りてきて細目になることがあり、その時に誤動作が起きるのではないか。
- タブレット等の場合、一般UIと違い指が画面上にオーバーレイしないので、その点では快適になるのでは。
- 現在正しく瞬目を検知し続けているかの判断。
- 普及している一般UIに本提案手法を追加する上でUIの衝突が懸念されるが、一般UIの機能を置き換えたり既存機能の障壁になったりするわけではないので問題ないだろう。

#### **8.4.15 なぜリフロー型電子書籍は対象外なのか**

リフロー型は少しずつスクロールしながら読むのに適したフォーマットであり、画面全体で瞬間遷移を基調としないから。

#### **8.4.16 発達障害や ADHD に効果的?**

閉瞼時に画面遷移が行われるため、ユーザーはアニメーション等を視認することがない。そのため発達障害やADHDの方に顕著な注意散漫を抑えることが出来るのではないか。また本実験で示したようなデスクトップPC形式だと、そのデバイスでキーボード等を通して他の操作(例えば”アプリの終了”や”他のアプリを開く”など)を行うためのコストが高い。そのため注意散漫や多動性による読書中断を抑えることが出来るのではないか。

#### **8.4.17 動作後に自発性瞬目が誘発されている?**

開発者自身の個人体験による主観になるのだが、わずかに閉瞼時間を延ばした随意性瞬目をした直後に自発性瞬目を1,2回誘発している。

#### 8.4.18 瞼をしっかり閉じることでページの下部を掴み、瞼を開けることでページを上に持ち上げてページめくりするイメージ

フリップが紙をめくる動作のメタファとして捉えられているように瞬目もなんらかのメタファに当てはめることはできるのであろうか。まず「シャッターやカーテンを開けたり閉めたりする動作」が当てはまりそう。次に「上綴じルーズリーフパッドで現在のページから次のページに移るためにページの下側を掴んで上に持ち上げる動作」も当てはまりそう。本提案ではこのメタファがしっくりきそうだ。このメタファを意識してフィードバックの設計や解説の工夫を行うといいだろう。

#### 8.4.19 瞬目以外での表情等によるUIの検討

- 視線監視
- 寄り目
- ウィンク
- 高速群発(2,3回)随意性瞬目
- 目を細める
- 開散性眼球運動
- 目を見開く
- 眉を動かす
- 怒り眉
- 口角
- 口を開ける
- 音を出さずに喋るような動作をする
- 頸を左右下前に動かす
- カチカチッと噛む
- 鼻をすぼませる
- 鼻の下を延ばす
- 耳を動かす

- 頭を動かす
- スマイル
- 舌を出す
- 頬を膨らます
- 唇を突き出す
- 唇を丸める

#### 8.4.20 瞬目以外のページめくり UI の検討

- 脳波
- 声による音声検出
- 耳抜き
- 意図的な呼吸。強く息を吐く(止める)。口からか鼻からか。
- 小型リモコン
- 手元に紙本を模したコントローラー
- 指輪型小型リモコン
- スマートウォッチで筋力収縮や加速度計測による入力
- 足?
- 時間
- 高精度モーションジェスチャー(指がデバイスに触れなくても操作できるイメージ)
- 視線監視等からページ読了を推測して自動でページめくり
- 自動スクロール
- 該当ページを読み終わったらリラックスして自発性瞬目が増えることが想定されるのでそれらをトリガーとしてページめくりする。

#### 8.4.21 閉瞼時間が長い自発性瞬目は行われるのか

調査不足で把握できていない。この所作による誤動作が起きれば快適性は大きく低下するだろう。

#### **8.4.22 第三者から見た利用風景**

自然な動作に見えるため、日常風景に馴染むと思われる。ましてや何も知らない第三者が見るとコンピュータに対する入力を行なっていると認知することさえも難しいくらいだろう。環境としては室内や屋外、仕事場、交通機関、公共の場、浴室、ベッドでも利用できる。

#### **8.4.23 映像演出としての瞬目**

場面転換や心情描写、眠りから覚める描写、眠りにつく描写などの目的で暗転を利用して瞼を模して視界を再現する映像演出手法がある。本提案手法のフィードバックの参考事項としてこの手法が活用できるかもしれない。カメラのシャッターのメタファとして似たような演出がある。

#### **8.4.24 開散性眼球運動によるページめくり**

ページ遷移時の隠蔽は、閉瞼による暗転だけではなく他の方法もある。眼の焦点を対象からズラすことでボヤけた視界にすることでもページ遷移時の隠蔽が可能である。開散性眼球運動を検知しページ遷移を行いページ遷移したことをユーザーが認知したら眼の焦点を戻すことで本提案手法とほぼ同等の体験が得られるだろう。

#### **8.4.25 長く瞼を閉じるという行為についての考察**

- 視界内の対象からの拒絶
- 眼の休憩
- 眠るための動作
- 社会性からの孤立
- 思考に集中するために
- 視線をそらす
- 祈る
- チック症

#### **8.4.26 キャリブレーションは必要か**

あまり必要無い気がするが、瞬目における個人差はあるため継続閉瞼時間の閾値を個別に設定出来るようにすればいいのではないか。

#### 8.4.27 ベッドでの読書の検討

モニターアームを使いベッドで寝ながら読書するケースについて考察する。考察すべき点が3つある。まず、寝落ち前提の読書では閉瞼時間が長い自発性瞬目による誤動作が懸念される。また就寝時だと環境光がないために画像認識による瞬目検知が難しくなる。次に、通常時と異なり仰向けになり瞼の筋力や重力のかかり方が異なるため通常時とは異なる調整が必要になるかもしれない。

#### 8.4.28 ページを度々戻りながら読む読書習慣について

一般的な読書では度々1,2ページ戻りながら本を読み進めていく方法がある。この読み方をする場合だと本提案手法は沿わないだろう。ただ電子書籍はソフトウェア上で臨機応変に対応できるため、工夫次第では本提案手法でも許容できる場合もあるだろう。例えば1画面上に現在読んでいるページだけでなく前のページも表示すれば、戻る動作が不要になるため本提案手法でも許容しうる。



図 8.2: 1ページ前を横に小さく表示

#### 8.4.29 前後のページをチラ見せさせる工夫

ページ遷移に伴う UX の改善のために前後のページを見せるることは有用なことが想定される。下記に載せた図を見るとわかりやすいだろう。この手法を採用すると、前のページと次のページが認識できるため本提案機能の動作が正しく行われたかの判断がつきやすくなる。あるページを読み始める際に前のページの終わりの部分が視界に入るので繋がりが理解しやすくなる。またあるページを読み終わる時に次のページの始まりの部分が視界に入るので繋がりが理解しやすくなる。特にページの最後の文章が途中で改ページされている場合だと混乱の抑制にもなるだろう。読書の視線移動の形式が横向きなのか縦向きなのかで表示方法を変える必要がある。

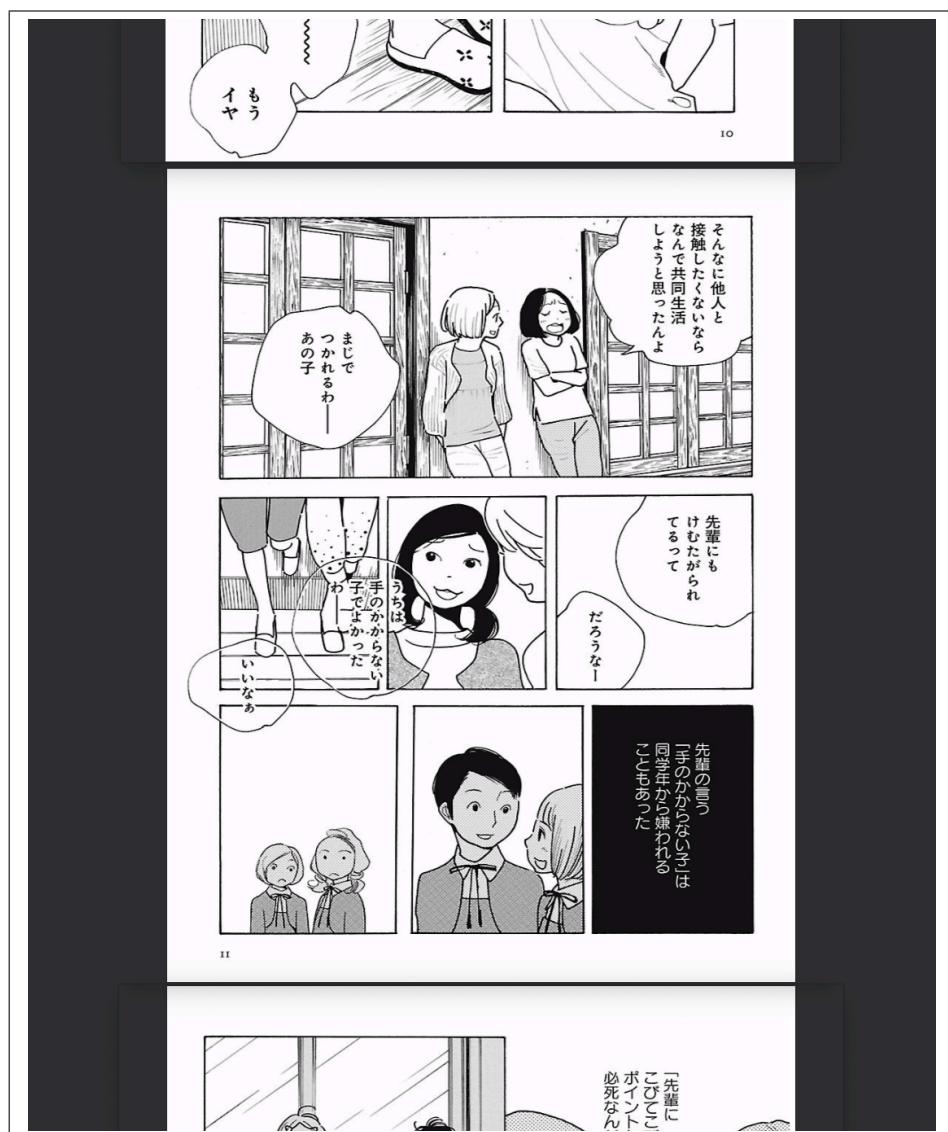


図 8.3: 横読み前後チラ見せ

急斜面の論理  
我々は母親のロパート・ラティマーに同情を覚えることだろう。トレーシーは死んでよかったのだと思いたい気持ちにさえなろう。

(3) むえに、トレーシーは私されてもまじと しゃまくさる  
認めるべきではない。  
同様の「急斜面の論理 Slippery Slope Argument」は他のす

べての種類の事情についても使われてきた。

中絶、体外授精（IVF）、そして最近ではクローン技術などすべてが、こうした技術が行きつゝ果てぬえに反対されたのである。こうした主張は未来に対する推測を含んでいるから、評価を下すのは非常にむずかしい。時には、後から振り返ってみて、心配は無用だったとわかることもあからである。

IVFがそうだ。最初の「試験管ベビー」であるルイーズ・ブライアーン（Louise Brown）が一九七八年に生まれたときに、彼女や彼女の家族として社会全体に何がもたらされるかについてさまざまの議論があった。しかし何を悪いことは起こらず、IVFは何千組も夫婦が子供を持つのを助けるために使われている日常的な方法になっしるのである。

しかし将来のことを考えてみて、こうした「急斜面の論理」がはたして健全なものかどうか決めるのはむずかしい。

トレーリーののような慈悲殺がもし認めらたらどうなるかといつたことについては、この事例以外では理性的な人々においても、意見は一致しないであろう。このことは苟立たしい袋小路の観を呈する。

この「急斜面の論理」の是非をめぐつて生じる不一致は、ひとえにその論者が以前からどういう見方をする傾向の人であつたかに依存しているようだ。父親のラティマー氏を弁護したい人々は、彼が行つた慈悲殺の行きつく結果を予測することなど非現実的だ、と思うであろう。

道徳上の理由つけ

他方、彼の行為を非難しようと思っている人は、慈悲殺の結果は本当に実感できると主張するところだろう。だが我々としては、この論理については二つの一般的な考察をあげておくのがよからう。

第一に、「急斜面の論理」は実は利益の主張の変形なのである。利益の主張の基本的考え方は、人間にとつより良くなるようなることをすべきであるというものである。他方、「急斜面の論理」は、長い目見、何か人間にとつより良いか、あるいはいかの予測に訴えているのである。

第二に、この手の主張は容易に乱用されるということである。仮になんが何かに反対しないが、よい反対理由がないなら、それをしたらやがてどうなるのかどういう予測をいつ使えばいい。そしてあなたの予測がつかないからどうもしない予測をいつ使えばいい。そしてあなたの間違を証明できないのである。この方法はほとんど何に反対するときでも利用できる。このことが、この論理が胡散臭く見える理由である。

道徳の本性についてのこれままでのことから我々は何を学ぶことができるのであろうか？はじめに我々は二つの主な点を指摘しよう。

第一は、道徳的判断は十分な理由「reason」に裏打ちされていなければならない、ということである。

## 第五節 理由と公平性

の様々な主張にも耳を傾けて、自分たちの感情をコントロールするようにしなければならない。道徳とは何よりもまず理由を探求することなのである。どんな場合であれ道徳的に正しいこととは、それをするうえで何が一番よい理由になつていて、かで

図 8.4: 縦読み前後チラ見せ

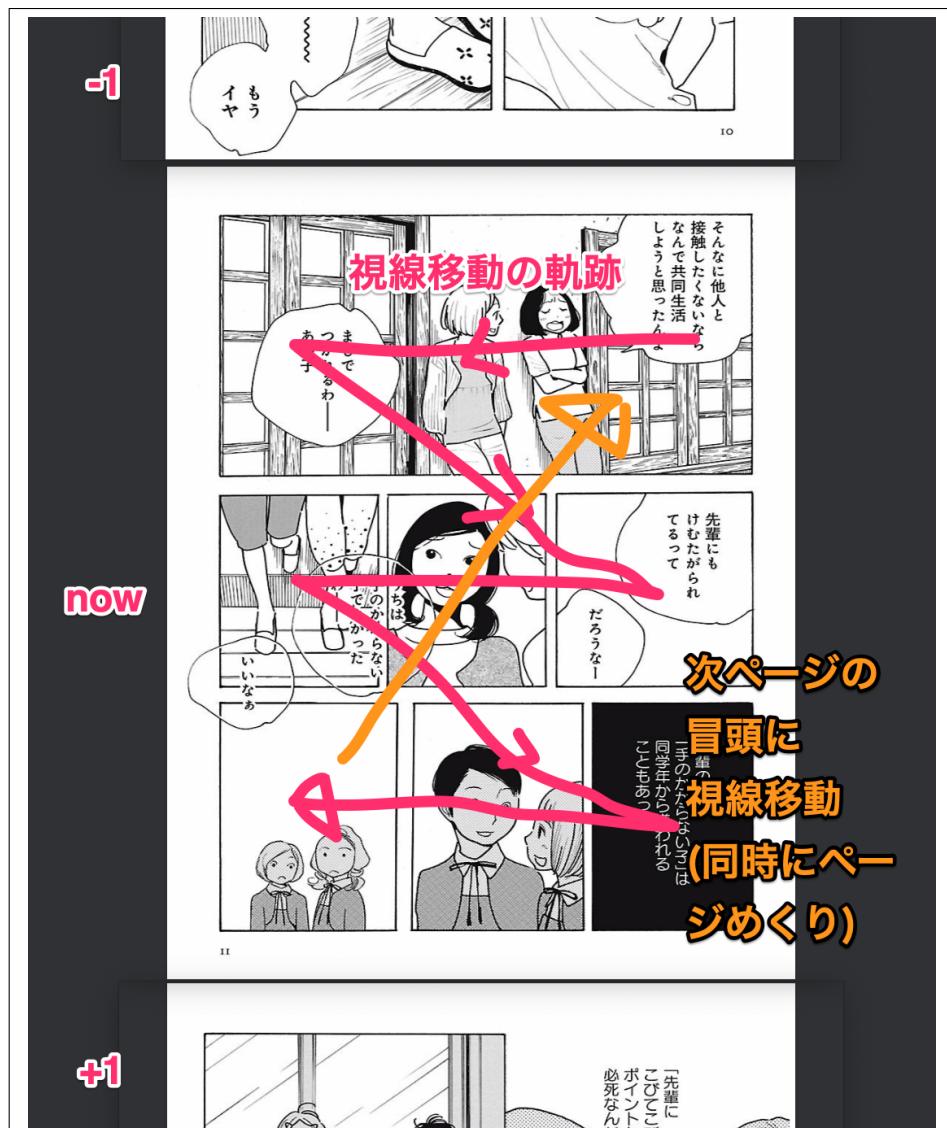


図 8.5: 横読み前後チラ見せ 視線移動 注釈

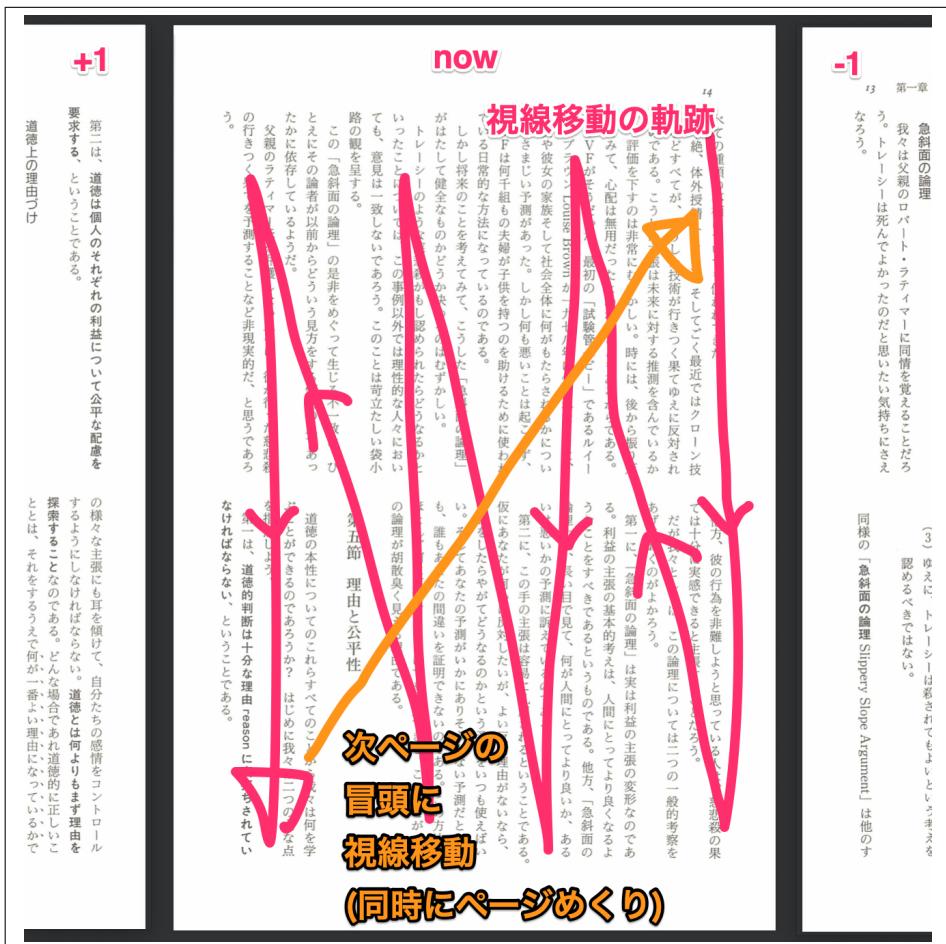


図 8.6: 縦読み前後チラ見せ 視線移動 注釈

#### **8.4.30 最後に**

本提案手法は私個人で占有するつもりは一切なく自由にどんどん活用されて定着してほしいと考えています。賛同される方はよしなにそれぞれの責任とそれぞれの判断とそれぞれの良心で面白い何かに活かしてください。