

視覚障がい者におけるタッチパネル端末使用時のユーザビリティ調査

永井 正太郎^{*1} 岡田 明^{*1}

A usability test for the visually impaired for operating a touch-panel device

Shotaro Nagai^{*1} and Akira Okada^{*1}

Abstract - We conducted interview-based research with visually impaired participants as part of a project on developing an interface design from a somatosensory system perspective. In this research, we devised a usability test for the participants to develop a mental model for using touch-panel devices. It was found that people who use feature phones tend to operate them using a combination of cursor and multi-tap input, similar to when using touch-panel devices. In terms of finger operation, there are separate mental models between text entries and the other operation. In addition, it was found that improving the graphical user interface may enhance operational performance.

Keywords: Tablet Operation, Mental Model, Visually Impaired, Manipulation and Universal Design

1. はじめに

タッチパネルを操作して使用する機器が身の回りで幅広く使われている。スマートフォンやタブレット端末といった持ち歩きが容易な情報機器、ATM や券売機のように公共空間に設置されている設備とその種類も多様である。このようなタッチパネル端末利用拡大の背景には、GUI を直接触ることによって少ない心身の負担で操作を行えることやユーザや用途に応じてカスタマイズが可能であることが挙げられる。一方で、こうした操作方法では操作のフィードバックの多くが視覚情報に頼ることとなり、従来得ることのできた操作時の手ごたえを得ることが難しくなるとされ、こうした問題点を解決するために体性感覚を利用した研究の重要性が叫ばれている[1]。

筆者らはこれまでインタフェース操作を行っている際の体性感覚情報の利用について基礎的な研究を行い、その一環として視覚障がいのある子どもを対象として、タッチパネル端末使用時の手指動作の調査を行った[2][3]。これらの研究では様々な手指動作が観察され、その多くは端末の形状やボタンといったものから操作を行う際に必要な位置情報の手掛かりを得るためのもので、インタフェース周辺や裏面に対する手掛かりの付与が操作パフォーマンスの向上に有効である可能性が示唆された。しかし、これらは事前に課題を設定しない観察調査であったことから、どのような操作場面においてどのような手掛かりが有効であるのか明確にできていなかった。そこで本研究では、予め課題を設定したユーザビリティテストを実施し、視覚に頼れないユーザによるタッチパネル端末使用時のメンタルモデルの把握を試みた。

2. 調査方法

2.1 参加者

「NPO 法人 弱視の子どもたちに絵本を」の協力を得て調査参加者の募集を行った。今回の調査では IT 機器の操作を行うことができることを条件とした。その結果、次の 3 名が参加した (表 1)。

表 1 参加者の属性
Table 1 Participants' Attributes.

実験参加者	見え方	タッチパネル端末使用経験の有無
A	左右とも全盲	あり
B	左:全盲 右:手動弁(中心視野の欠損あり)	あり
C	左右とも全盲	なし

調査の実施にあたっては内容、趣旨について事前にメールにより説明を行い同意を得た。

各参加者の IT 機器の使用歴は以下の通りである。

参加者 A: 中学校在籍時に盲学校の授業で初めてパソコンを利用し、高校在籍時に自分のパソコンを所有し始めた。パソコンの習得は主に盲学校で行われた。現在の主な使用用途は家や大学での文書作成やメール、辞書機能の利用である。タッチパネル端末の使用歴は 2 年数か月になり、iPhone5s を使用している。iPhone5s 使用前は docomo のらくらくホンを使用していた。スマートフォンの習得は PC での操作イメージと携帯電話の操作イメージを流用して自分で操作をしながら覚えた。Voice Over 以外の操作方法や機能の一部について友人による補助を受けながらの習得も行われた。また購入前には他の全盲ユーザにどのように操作を行っているかアドバイスを受

*1: 大阪市立大学大学院 生活科学研究科

*1: Graduate School of Human Life Science, Osaka City University

けた。

参加者 B:音声パソコンを中学校在籍時より使用しており、高校2年生の情報の授業で補助の先生とブラインドタッチを習得した。大学入学後に視覚障がいのある学生向けにカスタマイズされた授業で Word と Excel、インターネット、ファイル管理を習得した。タッチパネル端末は約5年前に iPhone5 を購入した時から使用を開始している。操作方法は操作を行いながら習得し、機能によってはインターネットで検索を行ったりアクセシビリティ設定内にある「Voice Over の操作練習」機能を利用した。これらの方法で解決しない場合には友人による補助を受けた。現在でも文字入力に難しさを感じることもあり、文字入力時にカーソルの位置が不明確な状態で文字入力を行うことがある。iPhone5 使用前は au から発売されていた音声携帯を使用していた。

参加者 C:中学校在籍時よりパソコンの利用を開始した。主に自分で使いながら習得したが、必要に応じて家族や盲学校の先生からのアドバイスを受けた。参加者 B と同様の授業を受講し、Word、Excel 等の操作を習得した。現在よく使う機能は Word、インターネット、メールで、Excel についてはファイルを受け取ることはあるが、自発的に使用することは少ない。タッチパネル端末の利用経験はない。なお、タッチパネル端末を利用しない理由として、とくに必要性を感じないことが挙げられた。

2.2 調査内容

まず最初に情報機器の利用状況を把握するため、前述のパソコンの利用歴とタッチパネル端末利用歴についてインタビュー調査を行った。その後、参加者 A、B には普段利用しているスマートフォン、参加者 C には実験実施者が用意した iPad mini を用いて表2の設問に回答する課題を提示した。各参加者の操作において、約3分にわたり進捗が見られない場合は実験参加者から操作方法について教示を行った。課題回答時の操作方法についてウェブカメラ(Logicoool 製 c920t)を用いて記録した。これらを通してどのような手指動作が行われ、どのような操作場面で困難が生じるのかに着目してメンタルモデルの把握を試みた。参加者 C についてはタッチパネル端末の利用歴がないことから事前準備として、Apple 社が提供している Voice Over 機能の説明ページ[4-8]を事前に読むように依頼した。以上の課題終了後に提示された課題やその操作感についてインタビューを行った。

2.3 調査環境

騒音がなく普段の使用条件が再現できる場所で行うため、ライトハウス情報文化センター内の会議室または大阪市立大学内の教室(いずれも大阪市)で行うこととし、調査参加者が選択できるようにした。その結果、参加者 A と参加者 C はライトハウス情報文化センター、参加者 B は大阪市立大学で調査を行うこととなった。

表2 課題内容

Table 2 Tasks.

課題種別	課題内容
路線検索	指定したアプリ (Yahoo!路線) を使用して次の区間の経路と値段、所要時間を提示する条件に合わせて検索してください。 a)自宅最寄り駅から梅田駅までの経路 条件:7月15日11:00に出発 b)日本橋駅(大阪府)から日本橋駅(東京都)までの経路 条件:新幹線を利用し、7月20日14:00に到着
地図検索	参加者が普段使っている地図サイトまたはアプリを使用して阪急梅田駅から大阪中央郵便局前の経路を検索してください。
天気予報	指定したアプリ (tenki.jp) を使用して次の場所の天気を検索してください。 a)大阪市の明日の天気 b)横浜市の3日後の天気
レシピ検索	自分で作ると想定して、コンソメスープの作り方を検索してください。この課題では使用するサイトやアプリの指定は行いません。

3. 結果

3.1 文字入力

参加者 A: 右手を利用してマルチタップ入力が行われた。第1指は端末左下に触れた状態、第4指は入力位置に応じて端末右側を上下に沿わせた状態で、第2指を用いて入力のためのタップ操作が行われた。ほぼすべての入力において、第2指が最初のタップをする際には目的とするボタン上でタップが行われていた。

参加者 B: 右手を利用してマルチタップ入力が行われた。第3指を入力する平仮名の行の上に置き、主に第2指で入力に必要な回数のタップ動作を行い入力が行われた。文字の入力時には入力に使う指以外は端末に触れていない場合と第1指が端末下部に触れている状態での操作が確認された。

参加者 C:片方の指で入力する文字を探索し、その反対側の指をタップすることで入力する方式と入力する文字をダブルタップする入力方式が混在していた。タッチパネル端末での文字入力をこれまでに行ったことがないため、他の参加者と異なり文字の探索のために指を動かす必要が生じ、時間がかかった。

3.2 画面上の選択操作

各参加者が画面上の読み上げ箇所や選択するボタンの探索を行う際の操作は以下の通りであった。

参加者 A、B:主に画面の上部を左右へフリックすることでカーソルの移動を行う操作が主に行われた。

参加者 C においても画面上で左右へのフリックを使用した操作が主に行われたが、他の参加者のように操作部位について特定の場所でのみ行われるといった特徴は見られなかった。

3.3 各課題ごとに観察された行動パターン

各課題ごとに見られた操作上の特徴は以下の通りであった。ここでは主に操作がスムーズに行われなかった箇所について記す。

A) 路線検索

参加者 A は普段より yahoo! 路線検索のサイトを利用しているが、アプリでの使用経験はない。出発・到着時刻の表記がサイトとアプリで異なり、時刻の選択を行うために表示されるポップアップウィンドウのカーソル操作方法がサイトではカーソルのスクロールと同じく横方向(図 1)であるのに対して、アプリでは縦方向(図 2)となっている。そのため時刻選択を参加者のみで行うことができなかった。また、検索結果の画面では経路の候補が画面の上から順に候補が並べて表示されるが、読み上げカーソルの開始位置が 1 つ目の項目ではない箇所についたため、いくつかの候補が読み上げられなかった。

参加者 B は普段より使用していることから問題なく操作が行われた。

参加者 C は普段よりパソコンで同様のサイトを利用していることから操作は文字入力を除き問題なく行われた。参加者 A と同様に読み上げカーソルの開始位置が 1 つ目の項目でないため読み上げられなかった検索結果がいくつかあった。

B) 地図検索

各参加者とも普段より使用頻度の少ない機能であった。参加者 A については途中読み込みエラーと思われるトラブルが発生したため途中でアプリを変更した。参加者 C は iPad にプリインストールされているマップを開いた後、

画面配置が分からなかったことから、実験実施者が左上に経路ボタンがあることを教示した。それ以外ではほぼ問題なく操作が行われた。

C) 天気予報

天気予報の課題では使用するアプリを指定した。いずれの参加者も使用したことのないアプリであった。このアプリの起動時には位置情報の提供を行わない場合、東京都千代田区の天気予報が表示されるようになっており、ユーザの指定した場所の天気予報を確認するには、起動画面左上にあるメニューボタンまたは設定ボタンをタップしポップアップウィンドウを表示させ、その中から天気予報の項目を選択する必要がある。さらに市町村を指定するには文字や図表が混在した画面の中から地図を探索した上で場所を地方、都道府県、主な市町村を順に選択していく必要がある。日付は場所を選択する前後や間のいずれでも選択することができる(図 3)。

参加者 A、C は設定ボタンから天気予報を選択するという構造が把握できなかったため、実験実施者より教示を行った。参加者 B、C は設定ボタンを開いた後天気予報に関連する項目が並んでいることが把握できたが、読み上げ開始位置のカーソルを端末の把持位置から近い項目に選択したため、天気予報の項目より下部から項目の読み上げを開始した。そのため、探索に当たり読み上げが 2 回繰り返して行われた。3 回目でカーソルの選択を行った位置より上部にも項目があることが気付き、参加者のみで天気予報の項目にたどり着くことができた。

上述のように文字と図が混在しているだけでなく、表示されていない構造を推測する必要があることから、参加者にとって構造の把握が困難であった。そのため全参加者とも実験実施者より構造について教示を行うこととなった。この課題の 2 問目では参加者 B が課題途中で別の地方を誤って選択し、ひとつ前の画面に戻ることができなくなったという申告があったことを除いては問題なく操作ができた。

D) レシピ検索

この課題では、使用するアプリの指定がないことや普段から行われるネット検索と操作が変わらないことから



図 1 サイト上の時刻選択
Fig.1 Setting Time on Web Site



図 2 アプリ上での時刻選択
Fig.2 Setting Time on Application

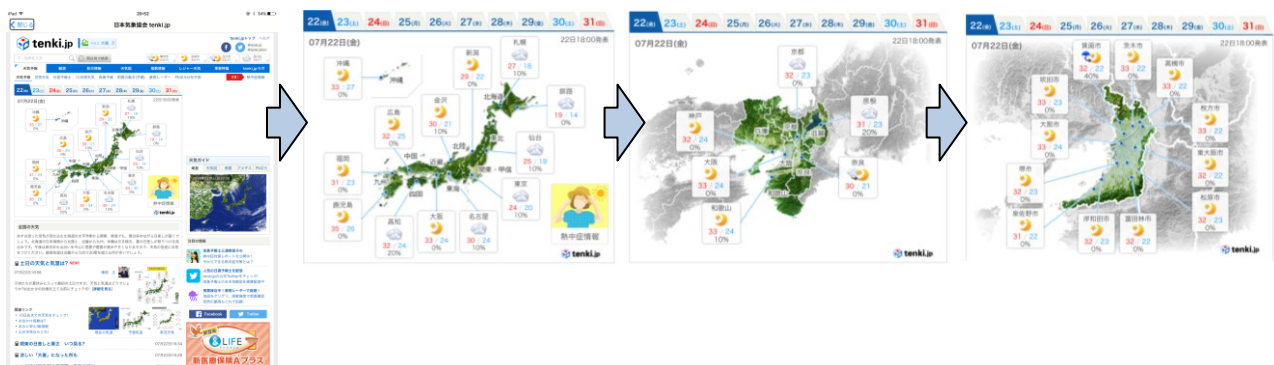


図 3 天気予報の表示都市選択
Fig.3 Selecting a city on application of weather

参加者 A、参加者 B ともに問題なく課題が達成された。参加者 C は yahoo のトップページから検索フィールドを探すために読み上げを開始位置のカーソルを選択する際、目的とする検索フィールドより下部を読み上げ開始位置として選択した。同様の操作が 2 回繰り返されたため、実験実施者より検索フィールドの位置とウェブページ全体の構造について教示した。その後はパソコンでの検索と同様であることから、操作方法については問題なく行われた。一方、画面上の物理的手がかりの少なさから、画面部分とその周辺部の区別が明確にできず、画面でない部分に指を置き読み上げを待つ行為が数回見られた。

4. 考察

今回の参加者では従来型携帯電話の使用歴が長く、特に参加者 A、B については従来型の携帯電話使用経験を経てタッチパネル端末の使用していることからカーソルを利用した操作方法が中心であった。また、文字入力についてもマルチタップ方式を中心とした操作方法が見られた。以上のことからこれらのユーザでは操作方法において、従来型携帯電話の使用方法をタッチパネル端末の操作においても踏襲しているとみられる。

さらにメンタルモデルの観点からも従来型携帯電話と同様にカーソル利用を中心とした階層構造が主に使われているものと考えられる。天気予報の課題において当初アプリの構造が把握できないため課題を進めることができなかった。しかし、画面上の地図の配置や日付と地図の構造について教示を行うことで、地図上のカーソル移動において一部で時間がかかったことを除くと問題なく操作が行われた。また課題の 2 問目においても参加者 B の申告も、実験実施者による教示を行い前の画面に戻ることができた後は課題を遂行することができた。このことは画面上の配置を把握できたということにとどまらず、構造の把握を行うことができたために、参加者 B が途中の選択ミスに気付くことができたものと考えられる。

これまで筆者らは前述の通り、視覚障がいのある子どもを対象にタッチパネル端末利用時の手指動作の調査を行い、インタフェース周辺や裏面に対する手掛かりの付与が有効である可能性が示唆された。今回の参加者 A、B の文字入力においても右手第 1 指が端末左下に触れた状態で操作が行われたり、端末下部に触れたのが確認されるといった動作が見られたことから同様のことが考えられる。

一方、文字入力以外の画面上での探索においては、カーソルと階層構造を主に使用するため、これまで調査対象としてきた子どもユーザと比べて操作に使われる動作の種類は少なくなっている。このことは子どもユーザでは従来型の携帯電話の利用経験がほとんどなく、タッチパネル端末の利用に対して従来型の携帯電話の利用方法の踏襲が行われなかったためと考えられる。そのためこ

れまでの携帯電話等の IT 機器利用経験が画面上の項目選択操作の操作方法に影響することが考えられる。

これまでの参加者と今回の参加者を比較すると、各ユーザの操作部位より上部にある対象を探すといったことや、文章と図表が混在した画面から目的とするものを探索することには困難があると考えられる。これらは GUI の配置と指の使用特性との不適合が生じていることに加え画面内の位置や配置に関する音声案内の不十分さも理由として挙げることができる。

以上より、指の操作特性を定量的に把握し GUI の改善を行うことで、ユーザビリティの改善を行うことができると考えられる。

5. 今後の計画

上記課題に対応するため画面上でどのように指の動作が行われているか定量的に明らかにする必要がある。併せて計測される指動作とユーザがもっている操作イメージと視覚的構造との適合性も把握することで体性感覚の観点より操作性の高いインタフェースの開発につなげていく予定である。

謝辞

調査を実施するにあたり、参加者募集に協力していただいた「NPO 法人 弱視の子どもたちに絵本を」ならびに調査に参加いただいた皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 岡田：機器操作における体性感覚フィードバックの有効性；人間工学, Vol. 48, 特別号, pp.110-111 (2012).
- [2] 永井,岡田：タブレット端末における視覚障がい者の手指動作に関する調査；ヒューマンインタフェースシンポジウム 2015 DVD-ROM 論文集, pp.287-292 (2015).
- [3] 永井,岡田：タブレット端末使用における弱視者の体性感覚利用；シンポジウム モバイル 16, pp.87-88 (2016).
- [4] 「VoiceOver」<<http://help.apple.com/iphone/8/ja.lproj/iph3e2e415f.html>> (2016 年 7 月 8 日閲覧).
- [5] 「VoiceOver の基本」<<http://help.apple.com/iphone/8/ja.lproj/iph3e2e33be.html>> (2016 年 7 月 8 日閲覧).
- [6] 「VoiceOver をオンにして iPhone を使用する」<<http://help.apple.com/iphone/8/ja.lproj/iph3e2e2329.html>> (2016 年 7 月 8 日閲覧).
- [7] 「VoiceOver ジェスチャについて」<<http://help.apple.com/iphone/8/ja.lproj/iph3e2e2281.html>> (2016 年 7 月 8 日閲覧).
- [8] 「オンスクリーンキーボードを使用する」<<http://help.apple.com/iphone/8/ja.lproj/iph3e2e3d1d.html>> (2016 年 7 月 8 日閲覧).