

# 視覚障害者からみた iOS デバイスの アクセシビリティについて

—特にジェスチャーによるインタラクションに注目して—

鶴岡和幸\* 栗川隆宏\*

Accessibility Issues of iOS Devices for People with Visual Impairments: Especially  
Focusing on Interaction with Gestures.

Kazuyuki TSURUOKA \* Takahiro KURIKAWA\*\*

iPhone や iPad などの iOS デバイスは VoiceOver という強力なスクリーンリーダーを内蔵していることから、日常生活の視覚代行デバイスや歩行支援デバイスとして大きな期待が寄せられている。しかし、iOS デバイスなどタッチスクリーンのアクセシビリティに関する研究は数多く報告されているが、ジェスチャーによるインタラクションを評価対象とした研究は少なく、不十分である。そこで、ジェスチャーによるインタラクションに注目して、20 本のアプリのアクセシビリティについて、7 つの評価視点を用いて検証を行った。その結果、VoiceOver は、多くの部分でアクセシブルであるが、一部実行できないステップがあるなど重大なアクセシビリティ問題を有することが分かった。

キーワード：視覚障害、アクセシビリティ、iOS デバイス、ジェスチャー、インタラクション

## 1 はじめに

iPhone や iPad などは、デバイスの種類が異なっても iOS と呼ばれる共通の OS 上で稼働する。iOS は数種類のジェスチャーによって操作を行う VoiceOver と呼ばれる強力なスクリーンリーダーを内蔵していることが特徴である。そのため、近年、視覚障害者の間においても iPhone や iPad が急速に普及した。また、物品の認識や環境の中の文字を認識するアプリが開発され、また、定位(Orientation)を支援するアプリや目的地までの経路を誘導する移動(Mobility)を支援するアプリなども開発されている。iOS デバイスを始めとするスマートフォンには、日常生活の視覚代行デバイスとして、また、歩行の支援デバイスとして大きな期待が寄せられている。

---

\*広島文化学園大学 社会情報学部

Faculty of Social information Science、Hiroshima Bunka Gakuen University

このようなタッチスクリーンのアクセシビリティの問題は、次の2つに大別できる。①スクリーンの不触知に起因するアクセシビリティ問題：物理的なキーボードと異なり、ボタン等を触知できないためにコントロールアイテムを認識しにくい、②インタラクション過程で生じるアクセシビリティ問題：VoiceOverによってコントロールアイテムや内容が十分に読み上げない、また、コントロールアイテムを活性化できないなど、何らかの原因によってジェスチャーとそのフィードバックのインタラクションがうまく進まない。いずれの問題も重要であるが、インタラクション過程で生じるアクセシビリティ問題を扱った研究は少ない。そこで、20のアプリのアクセシビリティ問題について特にジェスチャーによるインタラクション過程に注目して、7つの評価視点から検証を行った。

## 2 関連研究

### 2-1 VoiceOver(スクリーン・リーダー)の特徴

AFB (American Foundation for the Blind) では、iPhone を革命的なデバイスと高く評価している<sup>1)</sup>。その理由は、OS の中に VoiceOver を組み込んだことにあり、その意義として次の2つのことが挙げられる。

① Blindness Tax Free: パソコンの場合、視覚障害が使用するためには有料のスクリーンリーダーを購入しなければならない。一方、iPhone や iPad は、標準で VoiceOver が組み込まれているため、視覚障害者も晴眼者と同じ金額で同等の動作環境を利用することができる。このことを AFB では、Blindness Tax Free と呼んでいる<sup>1)</sup>。

② 多くのアプリがアクセシブル

図-1 に示すように、Windows の場合、スクリーンリーダーの開発者がそ

れぞれのアプリケーションに対応させるのに対して、iOS ではアプリの開発者がそのアプリを VoiceOver に対応させることになる。iOS の仕様書に従って作成したアプリは、基本的に視覚障害者にとってアクセシブルと考えられ、その結果、多くのアプリがアクセシブルになるものと期待される。

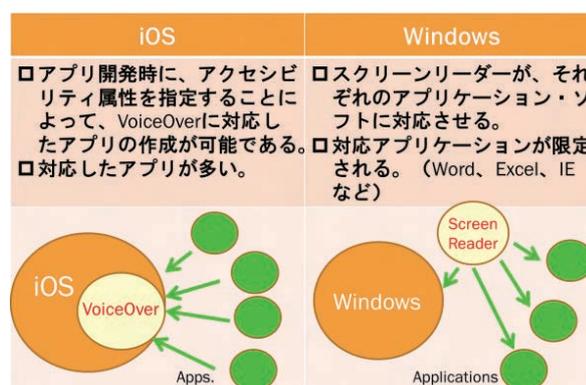


図-1 iOS と Windows のアクセシブル化における比較

Windows では、スクリーンリーダー開発者が Windows 及びそれぞれのアプリケーションにスクリーンリーダーを対応させる必要があるため、対応できるアプリケーションの数は限定される。

### 2-2 スマートフォンのアクセシビリティに関する研究

スマートフォンやタッチスクリーンのアクセシビリティについては、①スクリーンの不触知に起因するアクセシビリティ問題、②インタラクション過程で生じるアクセシビリティ問題に大別できる。

(1) タッチスクリーン・デバイスの不触知に起因するアクセシビリティ問題

タッチスクリーン・デバイスの不触知に起因するアクセシビリティ問題とその解決策については、数多くの研究<sup>6,7,8,9)</sup>がなされている。タッチスクリーンの画面上のボタンやコントロールアイテムが手指によって知覚することができないため、それらを認識することが困難であると指摘している。

ジェスチャーそのものも研究の対象となっている。Kaneら<sup>7)</sup>は、①ジェスチャーの好みにおいて、視覚障害者と晴眼者との間に差があるか ②同じジェスチャーを実行する場合、視覚障害と晴眼者との間にどのような違いがあるか を調べた。その結果、スクリーンのコーナーやエッジが有益なランドマークとして利用すること、また、位置の正確性の要求を下げることなどを提案した。また、Ohら<sup>6)</sup>は、視覚障害者自身で正確で正しいジェスチャーに修正できるよう、2種類のオーディオ・フィードバックを考案した。

視覚障害者にとってスクリーン・キーボードの入力が非常に困難であることは、多くの研究で共通して指摘されている<sup>8)</sup>。

## (2) インタラクシオン過程で生じるアクセシビリティ問題

視覚障害児・者に iOS の使い方を教えるための教員向けの書籍<sup>2)</sup>が出版されている。そこでは、その設定の方法からワープロアプリやカメラ・GPS アプリの使い方まで具体的に説明をしているが、アクセシビリティ問題に関することはほとんど触れていない。

Miら<sup>3)</sup>は、スマートフォンのインタフェースについて視覚障害者を対象とするユーザリストニック・チェックリストを作成しているが、それは全般的な内容になっており、アクセシビリティを確保するためには、チェックリストの内容が不十分と思われる。

Leporiniら<sup>4)</sup>は、視覚障害者が VoiceOver を介してインタラクティブな操作を行う際に遭遇するアクセシビリティ問題についてインスペクション法を用いて明らかにした。検査に使用したアプリは3種類でいずれも Apple が提供する内蔵標準アプリであった。その結果、VoiceOver は基本的にアクセシブルであるが、3種類のユーザビリティ問題（①ユーザインタフェースやインタラクシオン要素の明確性の不足、②論理性のないナビゲーションの順序。③フォーカスの不適切な処理）があると結論づけている。

橋本ら<sup>5)</sup>は、iPhone を用いて視覚障害者が操作時に直面する障壁とそれを解決していく過程を調べたものである。この研究ではアクセシビリティ問題を抽出することにより、障壁に対してどのように操作を工夫すべきであるかということに注目したものである。

## (3) スマートフォンを用いた視覚代行支援や歩行支援に関する研究

iOS アプリには、物品を認識するアプリや貨幣・紙幣を認識するアプリ、色を判別するアプリ<sup>10)</sup>などがある。また、インターネットを介した同様の人的サービス<sup>11)</sup>もある。これらのアプリ・サービスを利用するためには、高品質の写真を撮る必要がある。

Dixon<sup>10)</sup>は、視覚障害者がさまざまなアプリを活用して一人でうまく写真を撮る方法について著している。また、Jayant<sup>11)</sup>は、視覚障害者が一人で写真を撮るときに、画面上の情報をユーザに音声によりフィードバックすることによって支援するアプリの開発を行っている。

歩行支援においても、アウトドアの定位や移動を支援する研究やインドアの歩行誘導支

援に関する研究が多数行われている (14, 15, 16, 17)。

### 3 本研究の目的

視覚障害者が所持するスマートフォンは、アクセシビリティのレベルが高い iOS デバイスが大多数を占めているのが実態である。そのため、本研究では、評価対象として iPhone や iPad などの iOS デバイスに絞ることとした。

先の関連研究で述べたように、スマートフォンに日常生活の視覚代行デバイスとして、また、歩行の支援デバイスとして大きな期待が寄せられているが、それにはスマートフォンがアクセシブルであることが大前提となる。アクセシビリティの研究については、特にインタラクション過程でのアクセシビリティ問題の解明が不十分であると思われることから、この問題を明らかにすることを本研究の目的とした。また、具体的なリサーチクエスションは次の 2 点である。

#### ① 重大なアクセシビリティ問題はないか？

Leporini らの研究<sup>4)</sup>によると、iOS は基本的にアクセシブルであるとしているが、調査を行ったアプリは 3 個と少ない。そこで、調査対象アプリを増やして、アクセシビリティ評価を行うこととした。

#### ② 標準アプリと一般アプリにおいてアクセシビリティ問題に差はあるのか？

アプリは、その制作者によって分類することができ、Apple 社が制作した OS 標準添付のアプリと一般のソフト開発会社や個人が制作した一般アプリに分けられる。標準アプリは、VoiceOver を開発した Apple 社が行ったものであるため、VoiceOver との親和性が高いと思われる。一方、一般アプリは、不特定多数の開発者によって開発されるため、開発時に VoiceOver の特性やアクセシビリティに関する知識を持たずに行われることも少なくないと予想される。

## 4 調査・評価方法

### 4-1 予備調査 (アプリ利用実態調査)

2013 年、広島文化学園大学社会情報学部在籍し、iPhone、iPad を所持している学生を対象者として iPhone のアプリ使用実態について調査を行った。なお、対象学生は晴眼者であった。その結果は表-1 のとおりであり、一般アプリでは、「Line」の使用率が 90.3% と特に高く、次いで「Youtube」「Facebook」「電卓+」の順であった。

### 4-2 アクセシビリティ評価方法

#### (1) 評価方法の概要

現在、タブレットやスマートフォンにおけるアクセシビリティ・ガイドラインや技術基

表-1 アプリの利用実態調査

回収数: 74人

標準アプリ	利用者数	
連絡先	63	85.1%
カメラ	60	81.1%
App store	60	81.1%
safari	59	79.7%
カレンダー	54	73.0%
メール	49	66.2%
メモ	47	63.5%
face Time	37	50.0%

一般アプリ	利用者数	
line	67	90.3%
Youtube	40	52.0%
Facebook	42	44.9%
電卓+	32	35.6%
乗換案内	23	35.9%
google検索	26	28.9%
skype	27	21.9%

準がないため、アクセシビリティを評価する方法を独自に創案した。階層的タスク分析法を用いて、課題タスクをジェスチャーレベルまで分解し、ジェスチャーステップごとにアクセシビリティの評価を行った。なお、対象ユーザとしてノビスユーザを想定した。

評価は、アクセシビリティ、ユーザビリティを専門分野とする3名が担当した。評価者は、7つの評価視点を用いて独立して評価を行い、3人の評価者が各自のデータを持ち寄り、最終評価を決定した。

(2) 評価実施時期および使用機器

評価実験は、2014年11月にiPad Air(iOS7.1)を用いて実施した。

(3) 評価対象アプリと課題タスク

評価対象は標準アプリ（製品に搭載されているアプリ）と一般アプリ（ダウンロードしたアプリ）とし、使用率の高いアプリを標準系から6アプリ、一般系から14アプリの計20アプリを選択した。なお、カメラなど一般の視覚障害者が使用しないと思われるアプリは、除外した。

評価のために必要となる課題タスクは、それぞれのアプリに対して1から2項目準備した。対象アプリと課題タスクは表-2のとおりである。

表-2 評価対象アプリと課題タスク

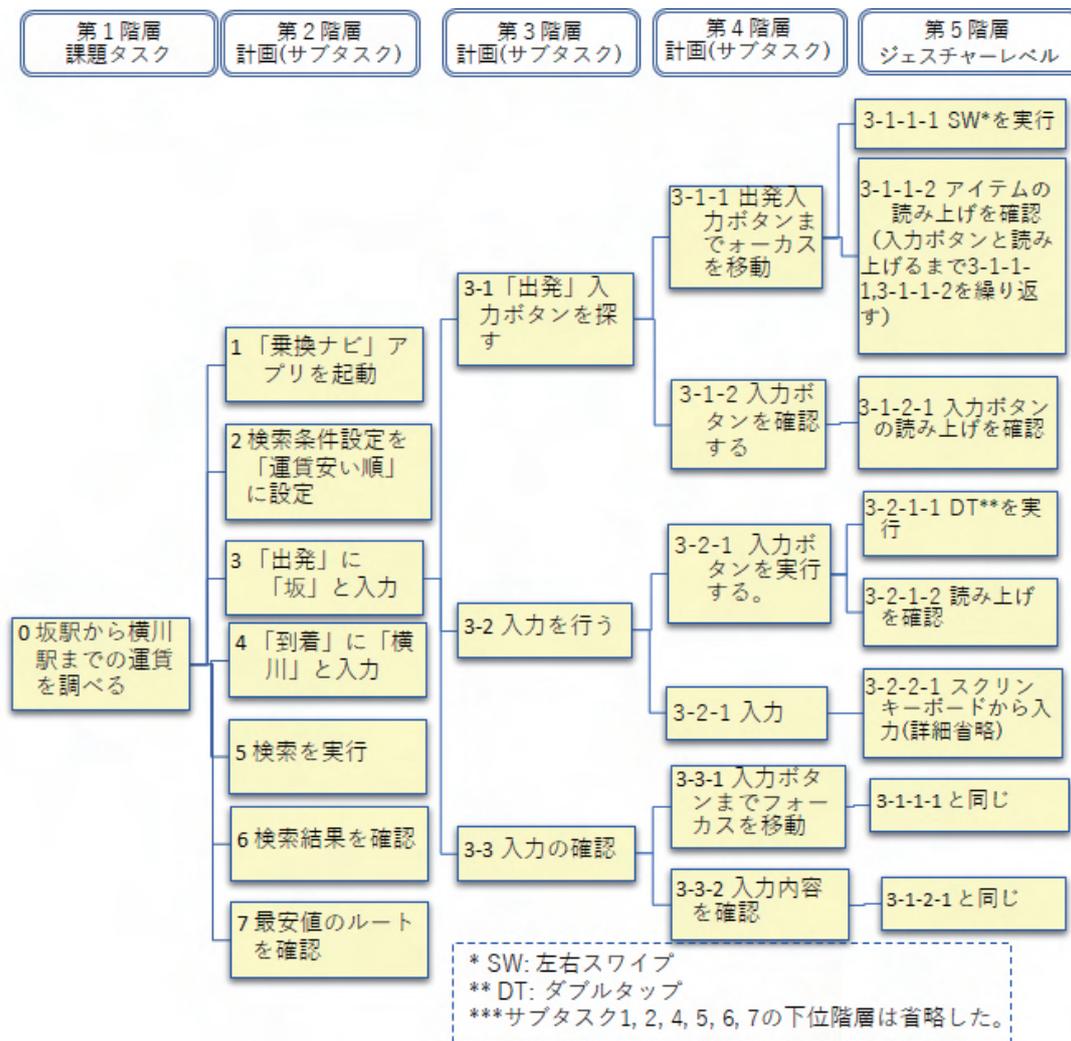
評価対象アプリ	課題タスク		
I 標準アプリ			
1. safari	ネットショッピングで注文。	5. Calendars	①特定の日の曜日を調べる。 ②特定の日に予定を書き込み、予定を確認。
2. 連絡先	電話番号とメールアドレス登録。	6. Gメール	①写真を添付し近況を報告。 ②受信メールを読み返信。
3. メール	①写真を添付し近況を報告。 ②受信メールを読み返信。	7. 電卓+	8×6の合計を求める。
4. カレンダー	①特定の日の曜日を調べる。 ②特定日に予定を書き込み、確認。	8. BB2C	メニュー欄にニュースを選択する。
5. App Store	Youtube アプリのレビューを読み、ダウンロード。	9. emoty	喜ぶ顔をメールに添付し、コピーする。
6. 設定	通知センターでカレンダーの通知音をコンプリートに設定。	10. じしょ君	「こんにちは」を英語に翻訳し、言葉の意味を調べる。
II 一般アプリ			
1. Line	①無料通話を利用し発着信を行う。 ②トークでメッセージとスタンプ、写真を送信。	11. Youtube	①綾瀬はるかを検索し、八木のさくらを再生する。一時停止、指定の時間から再生する。 ②「Youtube で人気」から検索し再生する。
2. Face book	①記事を投稿し訂正を行う。 ②写真のアップロード。	12. マクドナルド公式ページ	クーポンを利用するため、新規会員登録をする。
3. 乗換ナビ	①検索条件を運賃安い順に設定し、坂駅から横川駅までを検索。 ②時間のかかるルートを検索し各ルートをチェック。	13. google	Ipad air を調べる。
4. 日本のNews	①NHK ニュースの「政治」の上から4番目のニュースを検索し読む。 ②NHK ニュースの「政治」をブックマークに登録する。	14. Skype	①最近の通話相手別履歴を利用して相手に発信する。 ②コンタクトから相手を選び通話をする。 ③検索からコンタクトに通話相手を登録する。

(4) 階層的タスク分析

今回の評価では、ジェスチャーレベルの操作を漏れることなく抽出することが重要であることから、ジェスチャーレベルの操作を組織的に抽出する方法として階層的タスク分析 (HTA) を採用した。HTA<sup>18)</sup> では、ユーザが実行しなければならないタスクを達成するための計画 (サブタスク) に分解し、さらに、これらの計画を実行するためのジェスチャー操作ステップにまで分解を繰り返した。乗換ナビアプリの課題タスクについて階層的タスク分析を行った結果を図-2 に示す。

図-2 階層的タスク分析図

アプリ：乗換ナビ、課題タスク：出発地と到着地を入力し、交通ルートを確認。



階層的タスク分析図をもとに、ジェスチャーによるインタラクションをチェックできるように、表-3 に示すアクセシビリティ評価表を作成した。

ノーマンの「行為の7段階モデル」<sup>19)</sup> における実行系の「操作の実行」、および、評価系の「結果の解釈」が重要なプロセスと考えられた。そこで、タスク分析表にも「・・・確認」というステップを設けた。「評価」欄は後述する評価視点に従って評価をし、評価結

果は「○(問題なし)」「△(問題あり)」「×(重篤な問題)」に分類し、問題がある場合は併せて評価視点番号を記載した。

表-3 アクセシビリティチェック表 (タスク分析表の一部を抜粋)

アプリ：乗換ナビ

目標：出発地と到着地入力、そして、交通ルートを確認。

	目標—計画	ジェスチャー	インタラクティブ要素	フィードバック	評価
	アプリ起動			「Myルートボタン」	
3	坂駅出発横川駅到着検索する。(サブゴール)				
3-1	出発入力欄を探す。				
3-1-1	出発ボタンを探す	左右スワイプ	ボタン	「乗換案内見出し」	○
3-1-2		左右スワイプ	見出し	「出発」	○
3-1-3	出発ボタンを確認				×1.2*)
3-2	「坂(駅)」を出発入力欄に入力。				
3-2-1	編集開始。	ダブルタップ	テキストフィールド	「検索、駅名を入力」	○
3-2-2	編集開始を確認。				
3-2-3	「坂」を入力。	左右スワイプ	スクリーンキーボード	「さか」	
3-2-4	入力確認。				

\*) インタラクティブ要素を読み上げない、また、操作方法の読み上げがないなどの問題が指摘され、視点1, 2に抵触する。

#### (5) アクセシビリティ評価視点

現在のところ、タブレットやスマートフォンにおけるアクセシビリティ・ガイドラインの基準がない。そこで、Leporiniらの先行研究<sup>4)</sup>やWebアクセシビリティ・ガイドライン、予備調査などを参考にして、評価視点の抽出を行った。Normanの行為の7段階モデル<sup>19)</sup>に従って、「実行系」と「評価系」の2つに分類し、表4のように整理した。

表-4 アクセシビリティ評価視点

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. インタラクティブ要素と明確に確認できるか。または、操作方法を明確に指示しているか。</li> <li>2. インタラクティブ要素を確実に実行できるか。</li> <li>3. ダイレクト操作を使用しなくてもシリアル操作だけで実行できるか。</li> <li>4. 次の計画に進むために実行すべきステップ数が適切か。</li> </ol>
<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 実行結果が適切にフィードバックされているか。そのフィードバックは理解できるか。</li> <li>6. 内容や要素を読み上げたとき、論理的な順序で読み上げているか。</li> <li>7. イメージを音声で説明しているか。</li> </ol>

関連研究でも述べたとおり、スクリーン・キーボードからの入力は使いにくく、実用的でないと言われているため、入力操作については評価対象から除いた。

本研究では、対象ユーザとしてノビスユーザを想定したため、ボタンやリンクなどのインタラクション要素の名称の読み上げやアイテムの活性化などの方法についても通知が必

要と考え、評価視点 1 を設けた。なお、行為の 7 段階モデルの「操作系列の生成」においては、ノビスユーザでは操作系列を想起するのは困難であると思われるが、ここでは、正しい操作系列を想起し、エラーをしないという前提条件を設けた。

また、操作方法にはダイレクト操作とシリアル操作がある。目的のアイテムの位置をすでに知っていればダイレクト操作の方が有利であるが、習熟が必要である。そのため、ノビスユーザにとってはアイテムを順に移動するシリアル操作で目的のアイテムに移動できない場合は、評価視点 3 を満たしていないと評価した。

## 5 評価結果

評価は晴眼者の 3 名が行い、すべての評価が終わって時点で、各自のデータを持ち寄り、再度検証を行い、最終評価を決定した。

### (1) 評価視点別の結果

#### A 実行系

評価視点 1 に関しては、「メール」「カレンダー」「乗換ナビ」「日本のニュース」など計 7 アプリにおいて、インタラクティブ要素（ボタン、見出しなど）を読み上げず、操作方法指示（「開くには、ダブルタップします」など）が無いことが確認された。視覚に障害のあるノビスユーザにとっては、この要素名と操作方法指示を読み上げることは必須条件となる。

評価視点 2 に関しては、「メール」「Calendars」「line」ではインタラクティブ要素を実行することができなかった。これは、Xcode 以外の独自開発ツールを使用してアプリを開発したため、VoiceOver に対応していない部分があったものと思われる。

評価視点 3 に関しては、ほとんどのアプリでシリアル操作により実行できたが、「設定」のフレームでフォーカスを目的のアイテムに移動できなかった。

評価視点 4 に関しては、フォーカスの移動が適切でないアプリが複数確認された。例えば、標準アプリの「設定」や「連絡先」では、入力終了後にキーボードを格納すると不適切な場所にフォーカスが移動、目的のアイテムに移動するためには、数 10 回のジェスチャーを必要とした。また、乗換ナビでも同様の現象が確認された。

#### B 評価系

評価視点 5 に関しては、通常は、検索した後、フォーカスが検索結果に移動し、読み上げ、実行結果がフィードバックされるが、「AppStore」を利用して「Youtube」をダウンロードする際や「メール」「電卓+」において、実行後のフォーカスが不適切なアイテムに移動するため、その読み上げ内容はユーザには理解しにくいものと思われた。

また、「Line」では、フィードバックが言語でなく、音響音だけであったり、読み上げたアイテムが理解しにくいものであった。

評価視点 6 に関しては、「Gmail」で添付した写真を確認しようとした場合、ラベルが「レビューイメージ」→「削除」→「ファイル名」→「バイト数」→「添付済」という順番で読み上げており、論理的な順で読み上げておらず、ユーザに理解しにくいと思われた。

評価視点7に関しては、「Facebook」では、タイムライン上などにアップされている写真の内容が、「乗換ナビ」では検索結果の天気イメージを読上げなかった。

評価結果で指摘された問題箇所数と問題のあったアプリ数を集計したものを表-5に示す。

表-5 標準アプリと一般アプリにおいて指摘されたアクセシビリティ問題

評価視点		標準アプリ(計6)			一般アプリ(計14)		
		問題のあったアプリ数	問題箇所数	重篤な問題箇所数	問題のあったアプリ数	問題箇所数	重篤な問題箇所数
実行系	視点1	3(50%)	3<0.50>	5<0.83>	7(50%)	1<0.07>	19<1.36>
	視点2	1(16.7%)	0<0.>	1<0.17>	5(35.7)	0<0>	6<0.43>
	視点3	3(50%)	1<0.17>	2<0.33>	7(50%)	1<0.07>	7<0.50>
	視点4	1(16.7%)	0<0>	1<0.17>	4(28.6%)	1<0.07>	5<0.36>
評価系	視点5	3(50%)	3<0.50>	2<0.33>	10(71.4%)	9<0.64>	5<0.36>
	視点6	0(0%)	0<0>	0<0>	3(21.4%)	2<0.14>	1<0.07>
	視点7	0(0%)	0<0>	0<0>	1(7.1%)	0<0>	2<0.14>

\*()内は、評価アプリのうち、問題が指摘されたアプリの占める割合

\*\*<>内は、1アプリ当たり問題があった平均問題箇所数

## 6 考察

### (1) リサーチクエスチョンについて

リサーチクエスチョンに設定した「重大なアクセシビリティ問題はないか？」から検討を進める。指摘される問題点数に差はあるが、すべてのアプリにおいて、何らかのアクセシビリティ問題を有していた。違反した基準の種類数で見ると、Gmailが5種類（視点1, 3, 4, 5, 6）と多く、次いで、メールが4種類（基準1, 2, 3, 5）およびFacebookが4種類（基準1, 2, 4, 5）と多かった。

指摘された問題では、視点1のインタラクティブ要素や操作方法指示の読み上げがないことはノビスユーザにとって非常に重要なことである。また、視点2では、VoiceOverを介したジェスチャーで活性化できない、また、操作ができないという重篤な問題が発見された。

Leporiniら<sup>4)</sup>は、基本的にアクセシブルであるが、3項目のユーザビリティ問題を有していると指摘した。本研究においても、この3項目の問題点が発見したが、先に述べたような状況を考えると、VoiceOverを介したインタラクションの過程において重大なアクセシビリティ問題があると判断すべきと考える。

次に「標準アプリと一般アプリにおいてアクセシビリティ問題に差はあるのか」について検討を行う。アプリに対するアクセシビリティの尺度は、数種類ある<sup>20)</sup>。まず、尺度

として指摘された問題箇所数が挙げられるが、これはユーザが操作時に遭遇するバリアの数であるので、問題箇所数が多いほどユーザの困難度が高い。一方、問題を有するアプリの割合は、設計者・開発者のアクセシビリティに対する知識・意識を示すものと思われるため、ここでは、尺度として問題を有するアプリの割合を用いて検討する。

表-5の問題のあったアプリの割合をみると、標準アプリに比べて、一般アプリの割合がどの評価視点においても高い。例えば、視点5では、標準アプリの50%に対して、一般アプリが71.4%と高い。視点6、7に関しては、標準アプリではすべて問題がない。このように、標準アプリの方が一般アプリに比べ、アクセシビリティ問題が少ないように見えるが、標準アプリと一般アプリの間に有意な差があると断定する根拠が乏しい。ここでは、両者に差があるかどうか断定できないものの、標準アプリも重大なアクセシビリティ問題を有していたとすることができる。

## (2) 評価視点について

評価視点別にみると、視点1と視点3において問題を有したアプリがそれぞれ10と多かった。次いで、視点5が8、視点2が6と多かった。一方、視点6、7は少なかった。Webアクセシビリティにおける問題では、論理的な順序での読み上げやイメージの読み上げの問題が多かった。iOSのアプリのアクセシビリティ問題は、Webの問題とは少し異なっているようである。特に、操作方法の読み上げの問題やシリアル操作の問題はiOS特有の問題と思われる。

今回の評価者3名とも晴眼者であったが、視覚障害者が評価者に加われれば、新たなアクセシビリティ問題を発見できたかも知れない。今後、視覚障害者にアクセシビリティ評価を実施してもらう必要がある。

## (3) アクセシビリティ問題の原因

今回の評価では標準アプリにおいても重大な問題が指摘された。iOS系アプリ開発指示書どおりに作成したアプリにおいては、必ず確実にアクセシブルなアプリが作成できるかどうかという疑問が残る。また、一般アプリで問題を有するアプリは、Xcode以外の開発環境で作成したものかも確認する必要がある。

今回のアクセシビリティ問題の原因を詳細に探るため、アプリ開発者に対して、VoiceOverの知識やアクセシビリティに対する意識について調査を行う必要がある。

## 参考文献

- 1) Burton, D.(2009):The Revolutionary New iPhone, AFB AccessWorld Magazine, 10(5).
- 2) Lewis, L. L.(2015): iOS in the Classroom, A Guide for Teaching Students with Visual Impairments, AFB Press, New York.
- 3) Mi, N., Lora A. Cavuoto, L. A., Benson, K., Smith-Jackson, T., Nussbaum, M. A.(2014): A heuristic Checklist for an Accessible Smartphone Interface Design, Univ. Access in Information. Society, 13,pp.351-365.
- 4) Leporini,B., Maria Claudia Buzzi, M. C., Buzzi, M.(2012):Interacting with Mobile Devices via VoiceOver: Usability and Accessibility Issues, November 2012 OZCHI

- '12: Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, ACM, New York, NY, 339–348.
- 5) 橋本遼, 渡辺昌洋, 浅野 陽子(2012): タッチパネル式インタフェースを持つ情報端末のアクセシビリティ, 信学技報, HCS12-15, pp.109-114.
  - 6) Oh U., Branham, S., Findlater, L., Kane, S. K.(2015) Audio-Based Feedback Techniques for Teaching Touchscreen Gestures, ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS), 7(3), pp.9:1-29.
  - 7) Kane, S. K., Wobbrock, J. O., Ladner, R. E.(2011): Usable gestures for blind people: understanding preference and performance, HI '11 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.413-422.
  - 8) Azenkot, S., Lee, N. B.(2013): Exploring the use of speech input by blind people on mobile devices, ASSETS '13 Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility.
  - 9) Ernst, M., Girouard, A.(2016): Bending Blindly: Exploring Bend Gestures for the Blind, Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp.2088-2096.
  - 10) Dixon, J. M.(2013): Get the Picture! Viewing the World with the iPhone Camera, National Braille Press. Boston. MA.
  - 11) Jayant, C., Ji, H., White, S., Bigham, J. p.(2011): Supporting blind photography, ASSETS '11: The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, pp.203-210.
  - 12) Adams, D., Gallagher, T., Ambard, A., Kurniawan, S.(2013): Interviewing Blind Photographers: Design Insights for a Smartphone Application, Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Bellevue, Washington.
  - 13) Brady, E., Morris, M. R., Zhong, Y., White, S., Jeffrey P., Bigham, S. J.(2013): Visual challenges in the everyday lives of blind people, CHI '13: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.2117-2126.
  - 14) Roentgen, U. R., Gelderblom, G. J., and Witte, L. P. (2011): Users' Evaluations of Four Electronic Travel Aids Aimed at Navigation for Persons Who Are Visually Impaired, Journal of Visual Impairment & Blindness, 105(10), pp.612-623.
  - 15) Kalia, A. A., Legge, G. E., Roy, R., Ogale A.(2010): Assessment of Indoor Route-finding Technology for People with Visual Impairment, Journal of Visual Impairment & Blind, 104(3), pp.135–147.
  - 16) 池田真桜、石原加保子、大下久瑠実、鶴岡和幸、栗川隆宏(2016): TICによる視覚障がい者の歩行支援関す普及活動報告、福祉のまちづくり研究講演集1（日本福祉のまちづくり学会中国四国支部）、pp.13-16.
  - 17) 菅沼 克哉 , 岩本 健嗣 , 松本 三千人(2010): 視覚障害者のための音声地図上の最適経路探索, 電子情報通信学会技術研究報告 110(40), pp.61-67.
  - 18) Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Sara J. Czaja, S. J., Sharit, J.(2009): Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches, 2nd Ed., CRC Press, pp.203-215.
  - 19) 加藤隆(2002): 認知インタフェース : オーム社, pp.19-21.
  - 20) 栗川隆宏、馮璋; インターネット通信販売のウェブ・アクセシビリティの実態 (その2) - 評価尺度の検討 -, 日本福祉のまちづくり学会第 10 回全国大会概要集, 2007, pp.436-466.