

卒業研究報告題目

タッチ操作による教育用コンテンツにおける  
ユーザビリティに関する基礎的研究

Fundamental Study on Usability  
of Educational Contents with Touch Operation

指導教員 出口利憲 教授

岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科

2013E26 竹中 一生

---

平成30年(2018年) 2月16日提出

# Abstract

Recently the use of smartphones has increased, and people's personal computer departing has begun. Thereby, many interfaces on smartphones have appeared. Now, developers are required to develop more user-friendly applications.

The purpose of this study is to investigate which interface in interactive contents on smartphones has higher usability and to compare touch operation with mouse operation. We built an interactive content of ios application with xCode. And we prepared multiple interfaces for it.

The usability of interfaces was evaluated from the viewpoints which are Learnability and Efficiency, Ease of memory, Error, and Subjective satisfaction of usability defined by Jakob Nielsen in "Usability Engineering Principle".

As a result, we found that the interface which has slider has higher usability in touch operation. And we found that usability can be different by touch operation and mouse operation even in similar operation.

Therefore, in order to obtain high usability, it is necessary to adopt interfaces suitable for device.

# 目次

## Abstract

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
<b>第2章 ユーザビリティ</b>	<b>3</b>
2.1 ユーザビリティとは	3
2.2 ユーザビリティの定義	3
2.2.1 ISOにおける定義	3
2.2.2 Jakob Nielsenによる定義	5
2.2.3 ユーザ工学における定義	6
2.3 ユーザビリティの評価方法	7
2.3.1 アンケート調査	8
2.3.2 ヒューリスティック評価	9
<b>第3章 iOS アプリの概要</b>	<b>12</b>
3.1 iOS アプリのUI	12
3.1.1 iPhone 操作の名称	12
3.1.2 UIControl	13
3.1.3 UIGestureRecognizer	16
<b>第4章 教育用コンテンツの作成</b>	<b>17</b>
4.1 操作方法	17
4.1.1 タップ操作 (Tap operation)	17
4.1.2 ボタン操作 1 (Button operation 1)	17
4.1.3 ボタン操作 2 (Button operation 2)	17
4.1.4 ドラッグ操作 (Drag operation)	18
4.1.5 ボタン操作 3 (Button operation 3)	18
4.1.6 スライダー操作 (Slider operation)	18
4.1.7 Flashでの操作	18
4.2 特徴と予想される問題点	18
4.2.1 タップ操作 (Tap operation)	18
4.2.2 ボタン操作 1 (Button operation 1)	19

4.2.3	ボタン操作 2 (Button operation 2)	19
4.2.4	ドラッグ操作 (Drag operation)	20
4.2.5	ボタン操作 3 (Button operation 3)	20
4.2.6	スライダー操作 (Slider operation)	20
<b>第 5 章</b>	<b>アンケート調査</b>	<b>23</b>
5.1	調査の内容と目的	23
5.2	調査対象	23
5.3	アンケート内容	23
5.4	Flash コンテンツでの結果	24
5.5	結果と考察	24
5.5.1	学習のしやすさの結果と考察	24
5.5.2	効率性の結果と考察	26
5.5.3	記憶のしやすさの結果と考察	28
5.5.4	エラー発生率の結果と考察	28
5.5.5	主観的満足度の結果と考察	28
5.6	まとめ	28
<b>第 6 章</b>	<b>結論</b>	<b>30</b>
	<b>参考文献</b>	<b>32</b>

## 第1章 序論

現在、スマートフォンの普及率は71.8%<sup>1)</sup>と多くの人にとって身近なものになっている。今までインターネットで調べ物をする時パーソナルコンピュータを使っていたのがスマートフォンやタブレットに変化している。それと同時に画面を操作する際、マウス操作からタッチ操作へと変化した。他にもスマートフォンはタッチ操作を活かしたたくさん機能を有している。しかし、その機能を十分に使いこなせない人は少なくない。さらに、スマートフォンはアップグレードをする事により全く変わった使い方を強いられる事もある。アップグレードは頻繁に行われている。よって、さらに機能を使いきれ人というのは減って行くだろう。

また、ユニーク性を求めて、日常的に使う操作が使いにくくなってしまっているものもある。例えば、ボイスアシスト機能である。その機能はスマートフォン所有者の音声を登録しておくことで、画面操作を一切せずにスマートフォンを呼び出し、操作できるものである。しかし、完全に音声を識別できず、なかなか反応してくれなかったり、他の人や雑音で反応してしまったりする。そのため十分な機能を発揮できずにその機能を使っている人は少ない。

この様に、開発者が製品を売り出すためにインパクトの強いものを開発しているものがある。しかし、それらは利用者に混乱を与えていることも事実である。本来、道具は人に合わせて作られる物であって、人が道具に合わせる必要はない。決して、道具を道具として使いこなせない人が悪いのではない。

この様な考え方から、製品の性能や機能を表すユーティリティよりも、使いやすさや判りやすさを表すユーザビリティという考えが重視されるようになってきた。

ユーザビリティという概念が体系化されてきたのは1980年代頃で、当時のユーザビリティの考え方は使いにくさ、分かりにくさという問題を無くすこととして位置付けられていた。Jakob Nielsen氏の概念体系によるユーザビリティというのが代表的例である。しかし、この時期はいくら製品やシステムを評価する事によって問題点を見つけても直接企業に利益をもたらすものではないとして、消極的にしか受け取られていなかった。

しかし1990年代の後半になり、ユーザビリティに積極的な意味が見いだされるようになった。製品やシステムをより有効に、より効率的に、使う人に満足を与えられるものであると考えられるようになってきたのである。そしてちょうどその頃ISO13407でユー

ザビリティが定義されユーザビリティはさらに注目されるようになってきた。

しかし、ただ機能を分かりやすく一つ一つのボタンに配置するのが一番良いわけではなく、また、むやみにまとめるのが良いわけでもない。そこで本研究では、このユーザビリティという言葉キーワードに、人が感じる使いやすさ、理解しやすさについてどのような法則や傾向があるのかを調べる。

調査にあたり、教育用アプリケーションを作成し、何人かに対してアンケートを実施する。また、平成 20 年度に西川久美子氏が行った実験<sup>2)</sup>と比較しマウス操作とタッチ操作でのユーザビリティにおける違いを考察する。実験には Apple 社製の iPhone6s を用いる。

## 第2章 ユーザビリティ

### 2.1 ユーザビリティとは

ユーザビリティ(Usability)とは、use + able から来ており「使えること」が元々の意味である。日本語では「使いやすさ」や「使い勝手」といった意味合いで使われることが多い。特に工学の分野では、アプリケーション・ソフトウェアやハードウェアにおける使い勝手を指す。ユーザビリティに類する日本語は、使い勝手、使いやすさ、利用性、使用性、可用性、利用品質、などである。この言葉と対比してユーティリティ(Utility)という言葉がある。これは機能、性能を表す言葉として定義されてきた。これまで現代社会におけるの新製品開発は一般的にいかに高いユーティリティを持つかに多くの力が注がれてきた。その競争の結果、ユーティリティは非常に高いが、その機能、性能を使えない、使い切れない製品があふれることになった。そこで今、ユーティリティの高さと共に、高いユーザビリティを持つ製品が求められている。<sup>3)</sup>

### 2.2 ユーザビリティの定義

様々な視点からユーザビリティという単語の定義を紹介する。

#### 2.2.1 ISO における定義

ユーザビリティに関する国際規格としてはISO9126、ISO9241、ISO13407が挙げられる。ここではこれら三規格について説明する。

#### ISO9126

ISO9126は、ソフトウェアの品質に関する規格であり、品質特性を機能性(functionality)、信頼性(reliability)、使用性(usability)、保守性(maintainability)、移植性(portability)に分けている。その中でユーザビリティは使用性として、理解のしやすさ(Understandability)、学習のしやすさ(Learnability)、操作のしやすさ(Operability)から構成される概念となっている。品質特性は定量的に把握できることを重視されるため、ここでのユーザビリティは概念定義として十分なものにはなっていない。よって現在国際規格としては次に述べるISO9241第11章の定義の方が一般的に利用されている。<sup>4)</sup>

## ISO9241-11

ISO9241-11は、ユーザビリティの定義を行い、ユーザの行動を満足度の尺度によって、ユーザビリティを規定又は評価する場合に、考慮しなければならない情報を、どの様に認識するかを説明している。その中では以下のように定義されている。<sup>4)</sup>

Extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.

- Effectiveness (有効さ)

Accuracy and completeness with which users achieve specified goals

ユーザが指定された目標を達成する上での正確さ、完全性

- Efficiency (効率)

Resources expended in relation to the accuracy and completeness with which users achieve goals

ユーザが目標を達成する際に、正確さと完全性に費やした資源

- Satisfaction (満足度)

Freedom from discomfort, and positive attitudes towards the use of the product

製品を使用する際の、不快感のなさ、及び肯定的な態度

- Context of use(利用状況)

Users, tasks, equipment(hardware, software and materials), and the physical and social environments in which a product is used

ユーザ、仕事、装置(ハードウェア、ソフトウェア及び資材)、並びに製品が使用される物理的及び社会的環境

## ISO13407

ISO13407は、コンピュータを応用したインタラクティブシステムに対する人間中心設計活動の指針が記述されているものである。人間(ユーザ)の視点にたつて、人間が使いやすい製品を作るために、一貫したインタラクティブシステムの開発を行うとはどういうことなのか、何をすべきなのかということが書いてある。この規格では、ユーザビリティという概念を、有効さ(effectiveness)と効率(efficiency)、それに満足度(satisfaction)という要素から構成されるものとして定義している。基本的な概念の定義についてはISO9241-11に準拠している。2010年の改定により、現在は「ISO9241-210」となってい



る。<sup>4)</sup>

## 2.2.2 Jakob Nielsen による定義

インターフェース工学分野での権威であり、Webにおけるインターフェースやユーザビリティに関する研究の第一人者である Jakob Nielsen 博士が著書の「Usability Engineering」の中で語っているユーザビリティの定義をここで紹介する。<sup>5)</sup>

著書によれば、コンピュータシステムの受容性を最上位概念とし、その下位概念の中の有用性 (usefulness) という項目の中にユーザビリティが存在するとしている。ここで言うシステムの受容性とは、システムがユーザ及びそのクライアントや管理者すべての要求を満たしているかという事である。図 2.1 にシステムの受容性を簡単に図式化したものを示す。

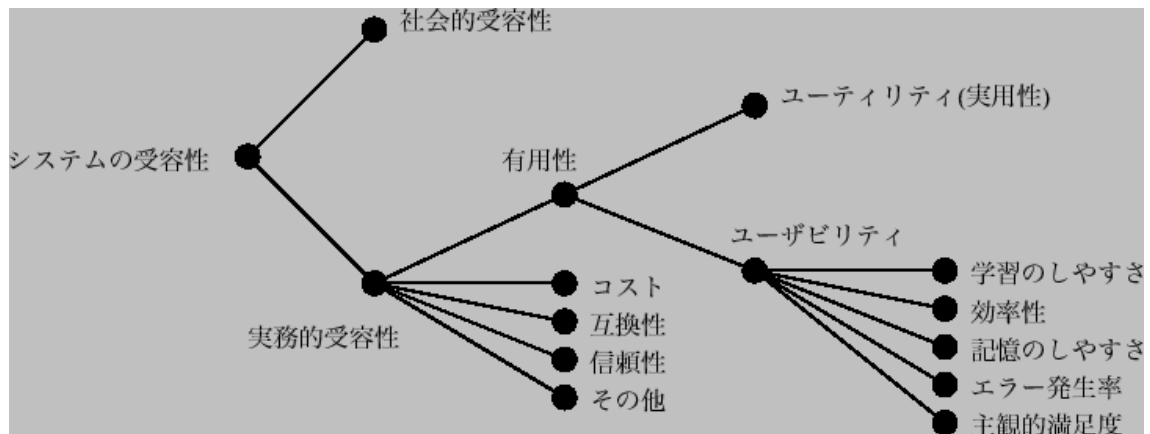


Figure 2.1 システムの受容性の構成

また、有用性の項目ではそのシステムで一定の目標が達成できるかどうかという点に着目しており、その中でさらにユーティリティ (utility) とユーザビリティの二つに分けて分析を行っている。ユーティリティは原則としてシステムの機能性が要求を満たしているかという問題を扱い、一方のユーザビリティはその機能をユーザがどのくらい便利に使いえるかという問題を扱う。

ユーザビリティは次の五つの項目から構成される。

- 学習のしやすさ

システムは、ユーザがそれを使って作業をすぐ始められるよう、簡単に学習できるようにしなければならない。

- 効率性

システムは、一度ユーザがそれについて学習すれば、あとは高い生産性を上げられるよう、効率的な使用を可能にすべきである。

- 記憶のしやすさ

システムは、不定期利用のユーザがしばらく使わなくても、再び使うときに覚え直さないうで使えるよう、覚えやすくしなければならない。

- エラー発生率

システムはエラーの発生率を低くし、ユーザがシステム使用中にエラーを起こしにくく、もしエラーが発生しても簡単に回復できるようにしなければならない。また、致命的なエラーが起こってはいけない。

- 主観的満足度

システムは、ユーザが個人的に満足できるよう、また好きになるよう、楽しく利用できるようにしなければならない。

これらの定義は必ずしも網羅的、かつ相互排他的になっておらず、概念定義としては十分なものではない。また、それぞれの品質要素は、学習のしやすさや効率などの諸側面において問題がないようにと考えられており、いわば non-negative な特性の集合となっている。言い換えれば、Nielsen 氏におけるユーザビリティは、そのような問題点がないことを意味しており、ネガティブな側面を 0 レベルまで向上させるという意味合いを持っている。それに対しユーティリティは、機能や性能のように製品やシステムのポジティブな側面を示す。言い換えれば、0 レベルからプラスの方向に製品の魅力を増してゆくものである

### 2.2.3 ユーザ工学における定義

ユーザ工学とは、マーケティング、品質管理と並んで、製品の魅力を高める為の「使い勝手」を考えた製品開発を提供するものであり、メディア教育開発センター教授の黒須正明氏が代表的提唱者である<sup>4)</sup>

ユーザ工学は、実用的な受容可能性の中の有用性 (usefulness) を目標としている。これは、日本語の「使い勝手」という言葉に対応するとされており、この有用性の中に含まれている特性の内のひとつがユーザビリティなのである。有用性を構成するもうひ

とつの要素はユーティリティであり、これは、製品の機能や性能に対応している。これは上記で紹介している Nielsen 氏の考え方がベースになっている。ユーザビリティには、ユーティリティに加え、操作性(取り扱いのしやすさ)、認知性(分かりやすさ)、快適性(心地よさ)といった下位概念が含まれている。

黒須氏によれば、ユーザビリティ問題には以下の3つの側面がある。

- 操作性 (取り扱いのしやすさ)  
機器の操作、すなわち人間の出力系に関係した側面
- 認知性 (わかりやすさ)  
もう一つは機器の認識、すなわち人間の入力系に関係した側面
- 快適性 (心地よさ)  
機器操作にまつわる人間の内部状態に関係した側面

## 2.3 ユーザビリティの評価方法

ユーザビリティの評価方法は定量的手法と定性的手法に大きく分けることができる。

- 定量的手法
  - － アンケート調査
- 定性的手法
  - － ヒューリスティック評価
  - － ユーザテスト

定量的手法は複数のインターフェースを比較する場合に用いられる。定性的手法は個々のインターフェースの具体的な問題点を発見するために用いられる。ユーザインターフェース開発プロセスでは、問題点の発見と改善を重視するので、定性的手法を多く用いる。代表的な定性的手法としては「ヒューリスティック評価法」「ユーザテスト」が挙げられる。

複数のプロトタイプを作成して、その中から1つを選択する場合や、インターフェースを再設計した効果測定を行う場合には定量的手法を用いる。定量的手法を行うには多くの被験者を必要とする。そのため、Nielsen氏は「定量的ユーザビリティ調査の実施には、定性的調査の約4倍の費用がかかる」ので、限られた資源を有効に利用するためには定性的調査を行うべきであるとしている。

### 2.3.1 アンケート調査

#### WAMMI

WAMMI<sup>6)</sup>とは、Web site Analysis and MeasureMent Inventoryの頭文字であり、ウェブサイトに対するユーザの主観的評価を測定することを目的に、Jurek KirakowskiとNigel Claridgeによって開発された。WAMMIでは以下の五つの尺度(WAMMI SCALES)でウェブサイトのユーザビリティを測定し、それぞれにウェイトを付けて総合的にユーザビリティを算出する。具体的な質問紙や尺度の計算ロジックは非公開となっている。WAMMI SCALESを以下に記す。

- Attractiveness (魅力度)
- Controllability (操作性)
- Efficiency (効率性)
- Helpfulness (保証性)
- Learnability (習得性)
- Global Usability (グローバルユーザビリティ)

#### ウェブユーザビリティ評価スケール (WUS)

WUS<sup>7)</sup>とは、富士通とイードが共同開発したウェブユーザビリティを定量的に評価するためのアンケート評価手法である。ウェブユーザビリティに関する21項目の5段階評価質問を行い、その21項目の質問から生成される7つの評価因子でウェブサイトのユーザビリティを評価している。WUS評価因子を以下に示す。

- 操作の分かりやすさ
- 構成の分かりやすさ
- 見やすさ
- 反応のよさ
- 好感度
- 内容の信頼性
- 役立ち感

## 2.3.2 ヒューリスティック評価

ヒューリスティックとは「経験則」という意味である。ユーザビリティエンジニアやユーザインターフェースデザイナーが、既知の経験則に照らし合わせてインターフェースを評価し、ユーザビリティ問題を明らかにする評価手法である。被験者を必要としないので短期間で実施できる。また、初期のプロトタイプや、場合によっては仕様書レベルでも評価が行えることから、インターフェース開発の多くの場面で活用できる。評価手順は以下の通りである。<sup>4)</sup>

1. 使用するヒューリスティックを決める。
2. 複数の評価者が個別に、ユーザインターフェースを評価し、問題点をリストアップする。
3. ヒューリスティック評価者ミーティングを開き、互いに評価結果を報告し合い、問題点を整理する。

ヒューリスティックとして使用されるものは、Nielsen 氏と Rolf Molich 氏によって提唱された以下の「ユーザビリティ10原則」が有名である。

- シンプルで自然な対話を提供する  
不適切な情報や減多に必要としない情報を入れない。すべての情報は自然で必然的な順序にする。
- ユーザの言葉を使う  
システム中心の用語ではなく、ユーザになじみのある言葉、言い回し、コンセプトを使ってはっきりと表現する。
- ユーザの記憶負荷を最小限にとどめる  
ユーザがある部分からほかの部分へ移ったとき、その中の情報を覚えていなくても操作できるようにする。
- 一貫性を保つ  
異なる言葉、状態、行動が同じ意味を表しているのかどうか、ユーザが迷わないようにする。
- フィードバックを提供する  
妥当な時間内にシステムからの適切なフィードバックを提供し、今、何を実行しているのかを常にユーザに知らせるようにする。
- 出口を明らかにする

ユーザはシステムの機能を間違っで選んでしまうことがあるので、はっきりとわかる「非常出口」を示し、すぐに元に戻れるようにする。

- ショートカットを提供する

アクセラレータ (初心者には見えない) があれば、経験者はインタラクションを早く実行できるので、システムを初心者と熟練者の両方に対応させられる。

- 適切なエラーメッセージを使う

エラーメッセージは平易な用語を使って表現し、問題点を詳しく示し、建設的な解決策を提案する。

- エラーを防ぐ

最初の段階でエラーが起こらないように注意深くデザインする。

- ヘルプとドキュメンテーションを提供する

情報が探しやすく、ユーザの作業を重視してヘルプとドキュメンテーションを作成する。

## ユーザテスト

ユーザテストとは、被験者がタスク (課題) を実行する過程を観察し、被験者の行動、発言からユーザインターフェース上の問題点を発見する評価手法であり、ユーザビリティテストとも言う。ユーザテストでは、5人の被験者でユーザビリティの問題の85%を発見できることが明らかになっている。ユーザビリティを向上させるには、何十人も一度にテストするよりも、5人程度の小規模なユーザテストを繰り返した方が効果があるとされている。ユーザテストを実施するには、以下の三つが必要である。<sup>8)</sup>

- ユーザビリティ・ラボ

マジックミラーで仕切られ、防音を施された専用室。マジックミラーを通して被験者の行動や発言を観察することができる。また、被験者の行動や発言を撮影・記録するためのビデオ設備も完備している。なお、ウェブユーザビリティのテストでは、インターネット環境も必要となる。

- モニタ

テストに協力してくれる被験者のデータベース。ユーザテストでは、想定ユーザと同じ属性 (性・年代・パソコン熟練度など) を持った被験者に協力してもらわなければならない。適切な被験者を抽出するには、かなりの数のモニタを管理する

必要がある。

- ユーザビリティ・エンジニア

ユーザビリティ・エンジニアはテストを設計し、インタビューを行い、データを分析する。ユーザビリティ・エンジニアは単にテストを担当するだけでなく、ほかの技術者やデザイナーと協力して、ユーザインターフェースの改良にあたる。

正規のユーザテストではなく、簡易型のユーザテストでも、おおよその問題点は発見できる。ユーザビリティ・ラボの代わりに会議室を、モニタの代わりに知人や同僚を、ユーザビリティ・エンジニアの代わりに開発チームメンバーを用いれば、コストを大幅に削減できる。

## 第3章 iOS アプリの概要

iOS とはアップルのスマートフォンである iPhone や、PDA 機能を持つデジタルメディアプレーヤーの iPod touch、タブレット端末の iPad・iPad mini に搭載されているオペレーティングシステムである。

基本的に Mac OS X (現: macOS) をタッチパネルの携帯機器に最適化した形で再構成したもので、ユーザインターフェースは全く異なるものの、Darwin カーネル (XNU) の上に、Cocoa ベースのアプリケーションフレームワークが載っている構成は macOS と共通する。ただし、macOS の根幹技術の一つである Carbon や UNIX 関連の機能の多くを欠いており、開発者は Cocoa Touch、Media、Core Services、そして Core OS という4つのレイヤを通じて OS にアクセスする [4]。マルチタッチパネル、加速度センサなどを生かした、従来にはない特徴的なユーザインターフェイスで注目を集めた。<sup>9)</sup>

ここでは、「iOS アプリの UI」について説明する。

### 3.1 iOS アプリの UI

iOS アプリの UI は多々あるが、ここでは研究テーマであるタッチ操作に関連するものを説明する。<sup>10)</sup>

#### 3.1.1 iPhone 操作の名称

iPhone や iPad などのモバイル型端末はタッチスクリーンを使用しているため、一般的なパソコンの操作とは異なる。以下で説明するのはそのタッチスクリーン上での操作である。

- タップ (tap)

画面を指で軽くたたき操作。何かを選択するときなどに使われる。(マウス操作のクリックに相当する。)

- ダブルタップ (double tap)

2回タップする操作。何かを選択するときなどに使われる。(マウス操作のダブルクリックに相当する。)

- ドラッグ (drag)

操作対象を指で触った状態で指を移動する操作。(マウス操作のドラッグに相当。)



- フリック (flick)  
指で画面を弾く操作。電子書籍のページをめくったり地図を送ったりするときに使われる。(マウスでこの操作に相当するものはない。)
- ダブルスライド (double slide)  
2本指で画面をなぞる操作。(マウスでこの操作に相当するものはない。)
- ピンチイン (pinch in)  
2本指を大きく広げて触った状態から指の間隔を狭めていく操作。地図や写真などを縮小するときなどに使われる。(マウスでこの操作に相当するものはない。)
- ピンチアウト (pinch out)  
2本指を狭めて触った状態から指の間隔を広げていく操作。地図や写真などを拡大するときなどに使われる。(マウスでこの操作に相当するものはない。)
- シェイク (shake)  
iPhone 本体を振る動作。
- 3D タッチ  
画面を押す強さが強ければタップではなく 3D タッチという操作になる。主にアプリ選択時にショートカットなどに使われる。(マウスでこの操作に相当するものはない。)
- 回転 (rotation)  
2本指で押したまま回転させること。(マウスでこの操作に相当するものはない。)

### 3.1.2 UIControl

UIControl はユーザのアクションを管理するクラスである。後に記述する UI 部品全てはこの UIControl によって管理されるため、以下のイベントが拾える。

- TouchDown: タッチダウン
- TouchDownRepeat: 複数回のタッチダウン
- TouchUpInside: コントロール内でのタッチアップ
- TouchUpOutside: コントロール外でのタッチアップ
- TouchDragInside: コントロール内でのドラッグ
- TouchDragOutside: コントロール内から外へのドラッグ
- DragEnter: コントロール外から内へのドラッグ

- ValueChanged: コントロールの value 値が変化した
- EditingDidBegin: 編集開始
- EditingChanged: 編集により値が変化した
- EditingDidEnd: 編集終了
- EditingDidEndOnExit: 編集終了後フォーカスが外れた
- AllTouchEvent: タッチイベント発生時 (種類問わず)
- AllEditingEvents: 編集イベント発生時 (種類問わず)
- AllEvents: イベント発生時 (種類問わず)

## UIButton

主にボタンをタップした際に何かアクションを起こすためのパーツ。タップした時、タップしている間、ボタンを離れた時など様々な時にアクションを起こせる。

### Button

Figure 3.1 UIButton

## UISegmentedControl

いくつかの選択の中から一つだけ選択させたいときに使う。選択されたボタンが押されているのか押されていないのかブール関数で扱う。



Figure 3.2 UISegumentedControl

## UISlider

スライダーはユーザに一定の範囲内で値を視覚的に指定させたい場合などに使用される。最小値、最大値を設定してその間の値を数字 (float) で扱う。



Figure 3.3 UISlider

## UISwitch

スイッチコントロールはユーザから ON/OFF の指定を受けたい場合に使われる。スイッチが ON の状態か否かを Bool 関数で扱う。



Figure 3.4 UISwitch

## UIStepper

「-」「+」ボタンから構成されており、UIStepper 自身が値を保持します。主に一定間隔で値を変化させたい場合に使用される。



Figure 3.5 UIStepper

## UIPicker

UISegmentedControl と同じでいくつかの選択の中から一つだけ選択させたい時に使う。選択肢に対して配列で管理する。二次元配列、三次元配列を使えば、選択肢の組み合わせができる。



Figure 3.6 UIPickerView

## UITextField

テキストフィールドコントロールはユーザから文字や数字の入力を受け付けたい時に使用します。

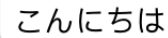
A screenshot of a UITextField containing the text "こんにちは" (Hello).

Figure 3.7 UITextField

### 3.1.3 UIGestureRecognizer

iOS アプリにおけるスクリーン画面でタッチなどは全てイベントが発生したと捉えられて、オペレーティングシステムを介して、UIKit で設定されたポートからイベント列(キュー)に蓄積される。送られてきたイベント順に UIApplication オブジェクトで設定された実行ループで初めてキャッチされて、UIWindow に送られて、ジェスチャー認識されることになる。そのジェスチャー認識に使用するクラスが UIGestureRecognizer である。

UIGestureRecognizer クラスは以下 6 種類のサブクラスを使って、ジェスチャー認識をターゲット・アクション方式でイベント処理をする。

- UITapGestureRecognizer: タップ
- UIPanGestureRecognizer: ドラッグ
- UISwipeGestureRecognizer: スワイプ
- UILongPressGestureRecognizer: 長押し
- UIPinchGestureRecognizer: ピンチイン/アウト
- UIRotationGestureRecognizer: 回転

## 第4章 教育用コンテンツの作成

この章では、本研究の実験用に作成したiOSによる教育用コンテンツの内容についてのべる。本研究ではiOSによる教育用コンテンツの作成により、各操作方法に対するユーザビリティの違いについて調査することを目的とする。調査の対象は本学科5学年とし、コンテンツの内容についてすでに被験者が学習していると想定した。

今回の実験用に作成したコンテンツは1種類であり、それについて6つの操作方法を用意した。実験に使用したコンテンツは平成20年度に西川久美子氏が使用したテーマ2「スネルの法則」に準拠し作成した。<sup>2)</sup>

スネルの法則は、光の屈折角は物質の入射角と屈折率に依存するという法則である。今回は半円状の水（屈折率1.33）と空気（屈折率1）を円形に接着した透明な物質を表現し、それに光を入射することを想定してコンテンツを作成した。

ユーザからの入力が入射角のみである。入力対象を一つにするため、屈折率は固定とした。入力された入射角に対して、リアルタイムで屈折光が表示される。

### 4.1 操作方法

以下にこのコンテンツに対して用意した6つの操作方法を示す。

#### 4.1.1 タップ操作 (Tap operation)

タップした時の座標から円の中心への角度を算出し、それを入射角とする。画面をタップすることで停止と移動を操作できる。図4.1に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.2 ボタン操作1 (Button operation 1)

円の下左右に設置したボタンをタップして1度ずつ入射角を変化させる。図4.2に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.3 ボタン操作2 (Button operation 2)

円の下左右に設置したボタンをタップすることで入射角を変化させる。変化させる角度の幅は真ん中のピッカーを使って変更する。図4.3に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.4 ドラッグ操作 (Drag operation)

入射光の図形を直接ドラッグすることで入射角を決定する。図 4.4 に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.5 ボタン操作 3 (Button operation 3)

円の下に 8 個のボタンを設置し、クリックしたボタンの角度から光が入射される。また、入射する角度は第一象限のみとした。図 4.5 に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.6 スライダー操作 (Slider operation)

円の下にあるスライダーによって入射角を変更する。また、入射角派  $-90$  度から  $90$  度とした。図 4.6 に実際の操作画面を示す。

#### 4.1.7 Flash での操作

以下に西川氏が作成した Flash コンテンツに対して用意された 4 つの操作方法を示す。<sup>2)</sup>

- 図 4.7 に実際の操作画面を示す。  
これはマウスカーソルの座標から円の中心への角度を算出し、それを入射角とする。画面をクリックすることで停止と移動を操作できる。
- 図 4.8 に実際の操作画面を示す。  
これは入射角の初期値を  $0$  度とし、円の左右に設置したボタンをクリックして  $1$  度ずつ入射角を変化させる。また、ボタンを押し続けるとその間変化し続ける。
- 図 4.9 に実際の操作画面を示す。  
これは入射光の図形を直接ドラッグ&ドロップすることで入射角を決定する。
- 図 4.10 に実際の操作画面を示す。  
これは円の周囲に  $13$  個のボタンを設置し、クリックしたボタンの位置から光が入射される。ボタンは  $-90$  度から  $90$  度の間に  $15$  度の間隔で設置されている。

## 4.2 特徴と予想される問題点

### 4.2.1 タップ操作 (Tap operation)

タップした座標を読み取るタイプである。ユーザの操作がすぐに反映されることが特徴であるが、マウス以上に微調整が難しいため希望する角度にしづらいという問題点がある。

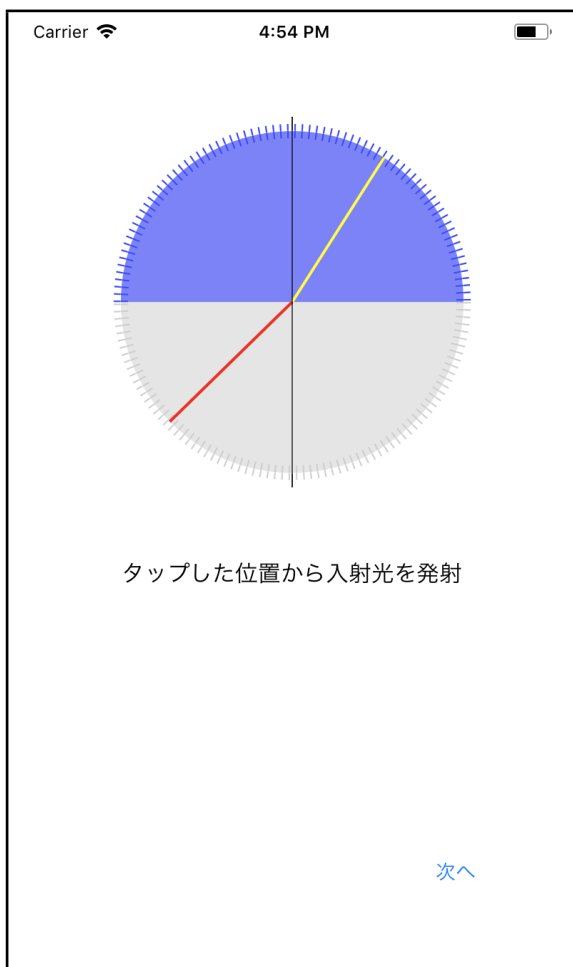


Figure 4.1 Tap operation

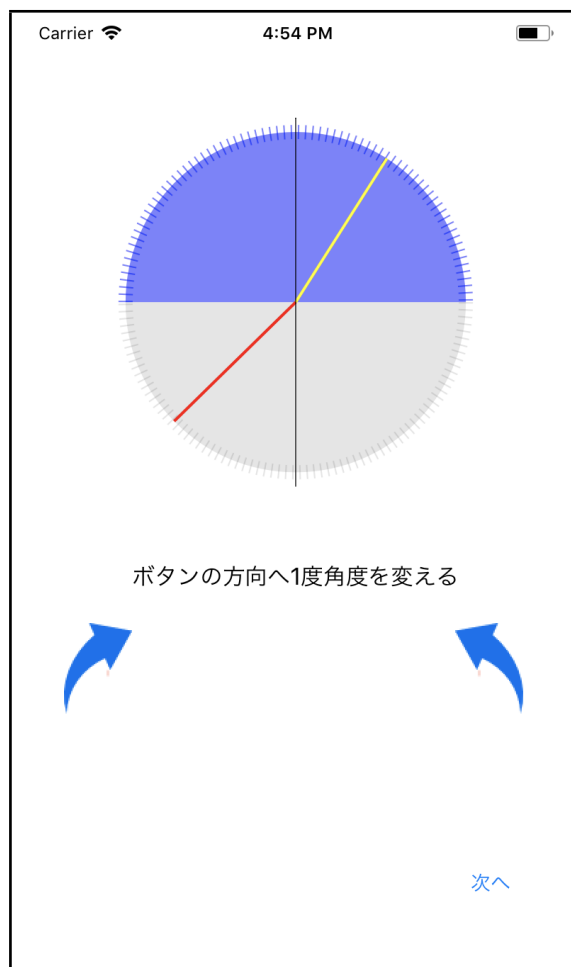


Figure 4.2 Button operation 1

予想される。

#### 4.2.2 ボタン操作 1 (Button operation 1)

入射角増減のボタンをタップするタイプである。マウス操作同様、シンプルなボタンのため、操作方法がわかりやすく微調整もしやすいのが特徴である。しかし、入射角を大きく変化したい場合に時間がかかるという問題点が予想される。

#### 4.2.3 ボタン操作 2 (Button operation 2)

ボタン操作 1 に加え、変更する角度を選べるタイプである。Picker を使って大きな角度、小さな角度の変更できるのが特徴である。しかし、Picker はマウスにはない全く新しい部品なので馴染みのない人にとって操作を理解するのに時間がかかる可能性があるのが問題点として予想される。

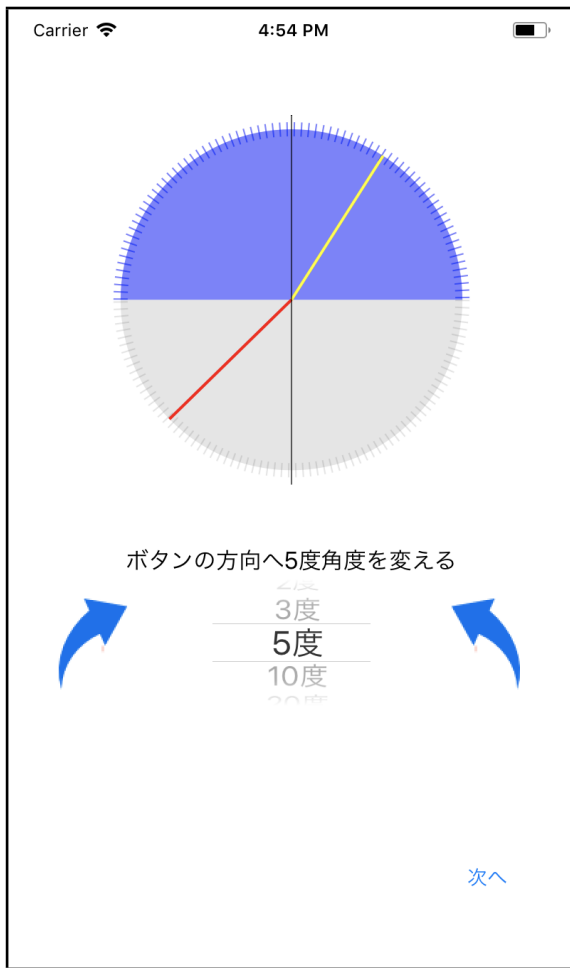


Figure 4.3 Button operation 2

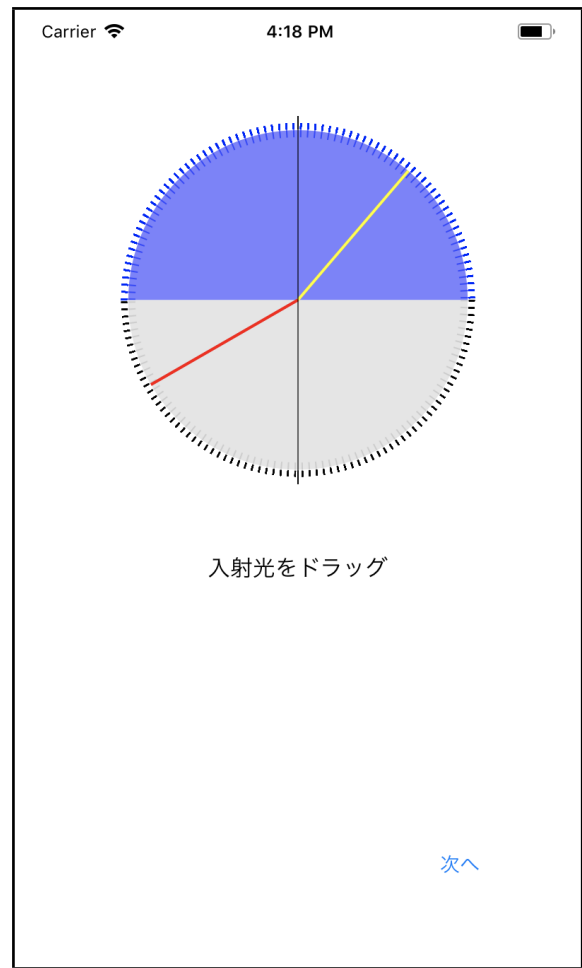


Figure 4.4 Drag operation

#### 4.2.4 ドラッグ操作 (Drag operation)

ドラッグを行うタイプである。比較的微調整もしやすいが、操作方法がわかりにくいことが問題点として予想される。

#### 4.2.5 ボタン操作3 (Button operation 3)

いくつかの角度に対応したボタンをクリックして入射角を変化させるタイプである。大まかな変化はさせやすいが10度ずつしか角度が指定できないため、希望の角度にできない可能性があるという問題点が予想される。

#### 4.2.6 スライダー操作 (Slider operation)

スライダーのつまみをドラッグしてスライダーの値を読み取るタイプである。素早く角度を変更することができ、さらに比較的微調整もしやすい。-90度から90度までしか変更ができないということを不満に思う人がいる可能性があるという問題点が予想さ



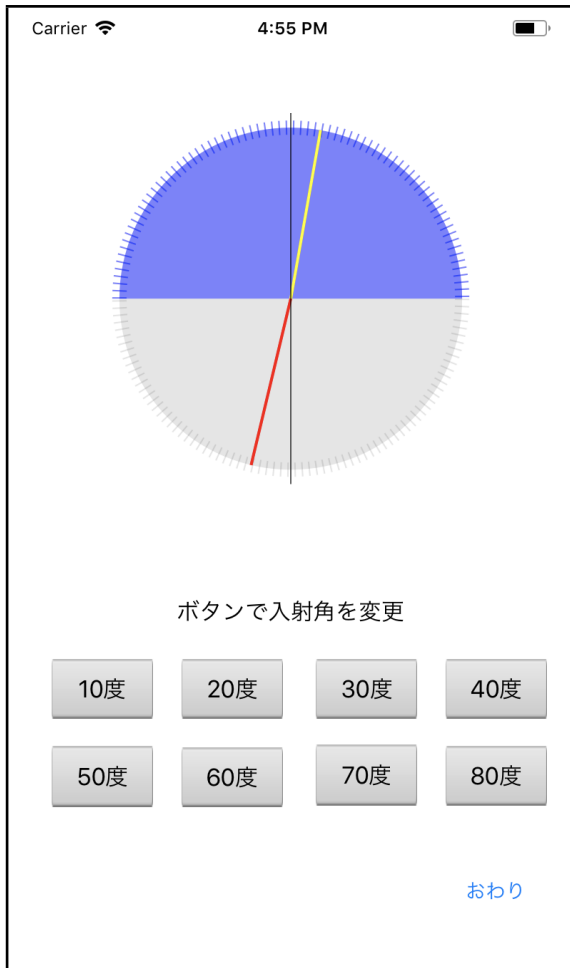


Figure 4.5 Button operation 3

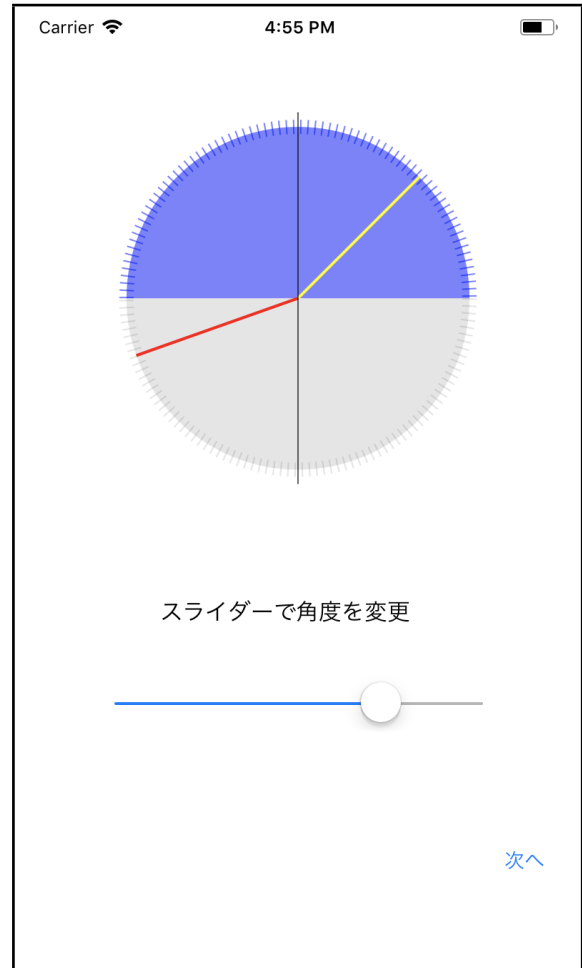


Figure 4.6 Slider operation

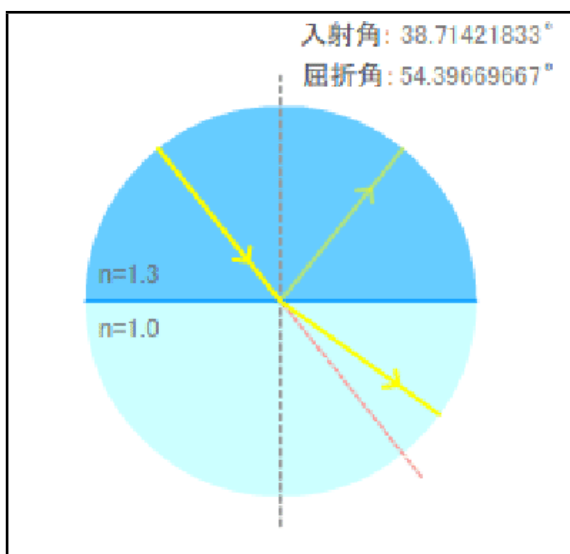


Figure 4.7 Flash contents 1

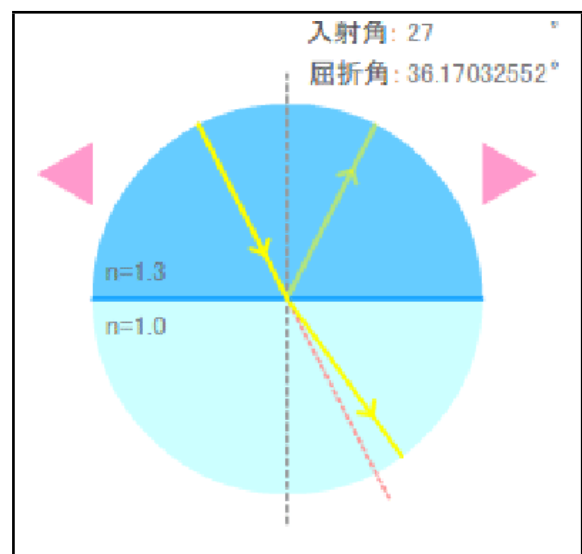


Figure 4.8 Flash contents 2

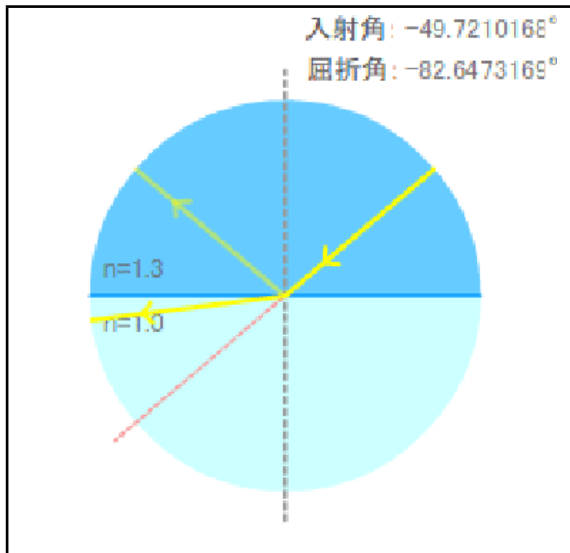


Figure 4.9 Flash contents 3

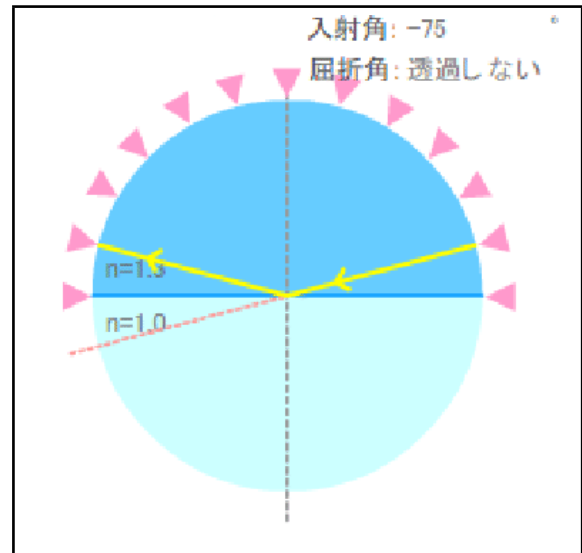


Figure 4.10 Flash contents 4

れる。

## 第5章 アンケート調査

この章ではアンケートの目的、内容及び結果について述べる。

### 5.1 調査の内容と目的

本研究の目的はコンテンツに対してどのような操作方法がユーザビリティの高いものになるかを調査することである。そこで、第4章で作成したiOSアプリを何人かに実際に操作してもらい、その感想をアンケート形式で回答してもらおう。アンケートの集計結果をもとに、操作方法とコンテンツの内容との間にどのような関係性や法則があるのかを考察する。さらにマウスでの操作とタッチ操作の違いも考察する。

### 5.2 調査対象

今回のアンケートでは本校の電気情報工学科5年生10人に実験に協力してもらった。第4章でも述べたように、今回は本校で学習する内容の教育用コンテンツを作成した。これはある程度その内容について知っている人が理解を深める目的のものとして作成したので、アンケートの対象は内容について学習済みの本科生とした。そのため、結果的に被験者は全員がスマートフォンを所持しており、その操作にも詳しい人が集まった。しかしスマートフォンでもiPhoneを所持している、または、していた人は内4人であった。また、被験者には事前に操作方法やコンテンツ内容の詳しい説明は与えていない。

### 5.3 アンケート内容

今回は2.2.2で述べたNielsen氏によるユーザビリティの定義をアンケート項目として使用した。評価項目は下の5項目である。

- 学習のしやすさ

事前に何も知らない状態から、コンテンツの操作方法を理解するまでにかかる時間。操作の理解にかかった時間が短かった場合高い点数を、時間が長くかかり、理解するのが難しかったと感じた場合低い点数を記入する。

- 効率性

1度理解した操作方法について、単純に使いやすいかどうかを評価する。使いやすければ高い点数を、使いにくければ低い点数を記入する。

- 記憶のしやすさ

次に使うときに操作方法を思い出しやすいかどうか、定着したかどうかを評価する。記憶しやすければ高い点数を、記憶しにくければ低い点数を記入する。

- エラー発生率

操作ミスをしやすいかどうかを評価する。システムのエラーよりもヒューマンエラーを評価する。ヒューマンエラーが起こりにくければ高い点数を、起こりやすければ低い点数をつける。

- 主観的満足度

操作方法を個人的に気に入ったかどうかを評価する。好きであれば高い点数を、嫌いであれば低い点数を記入する。

それぞれについて、1から5の5段階評価をしていただいた。また、アンケートは個々に行い、直接意見を聴きながら評価していただいた。

## 5.4 Flash コンテンツでの結果

平成20年度に西川氏が行ったアンケート調査の結果を図5.1に示す。<sup>2)</sup> なお、図中の2-1は4.1.7項で示した図4.7、2-2は図4.8、2-3は図4.9、2-4は図4.10に対応している。

## 5.5 結果と考察

アンケートを集計した結果から、それぞれのコンテンツの操作方法に関する特徴を以下にまとめる。アンケート集計結果を図5.2から図5.6に示す。また、それぞれの操作に対して各評価項目の平均点をレーダーに表したものを図5.7から図5.12に示す。このグラフは、各項目ごとにそれぞれの操作方法に対する評価の内訳を百分率で示したものである。

### 5.5.1 学習のしやすさの結果と考察

図5.2よりスライダー操作とボタン操作3が高い評価を得た。学習のしやすさは初見でどれだけその操作方法を把握できるかを表すので、既に角度の書かれたボタンとスライダーはユーザに定着していたことがわかった。

次に、タップ操作とドラッグ操作の相互関係について考える。タップ操作とドラッグ操作ではドラッグ操作の方が高い評価を得ている。しかし図5.1より、マウスのクリック

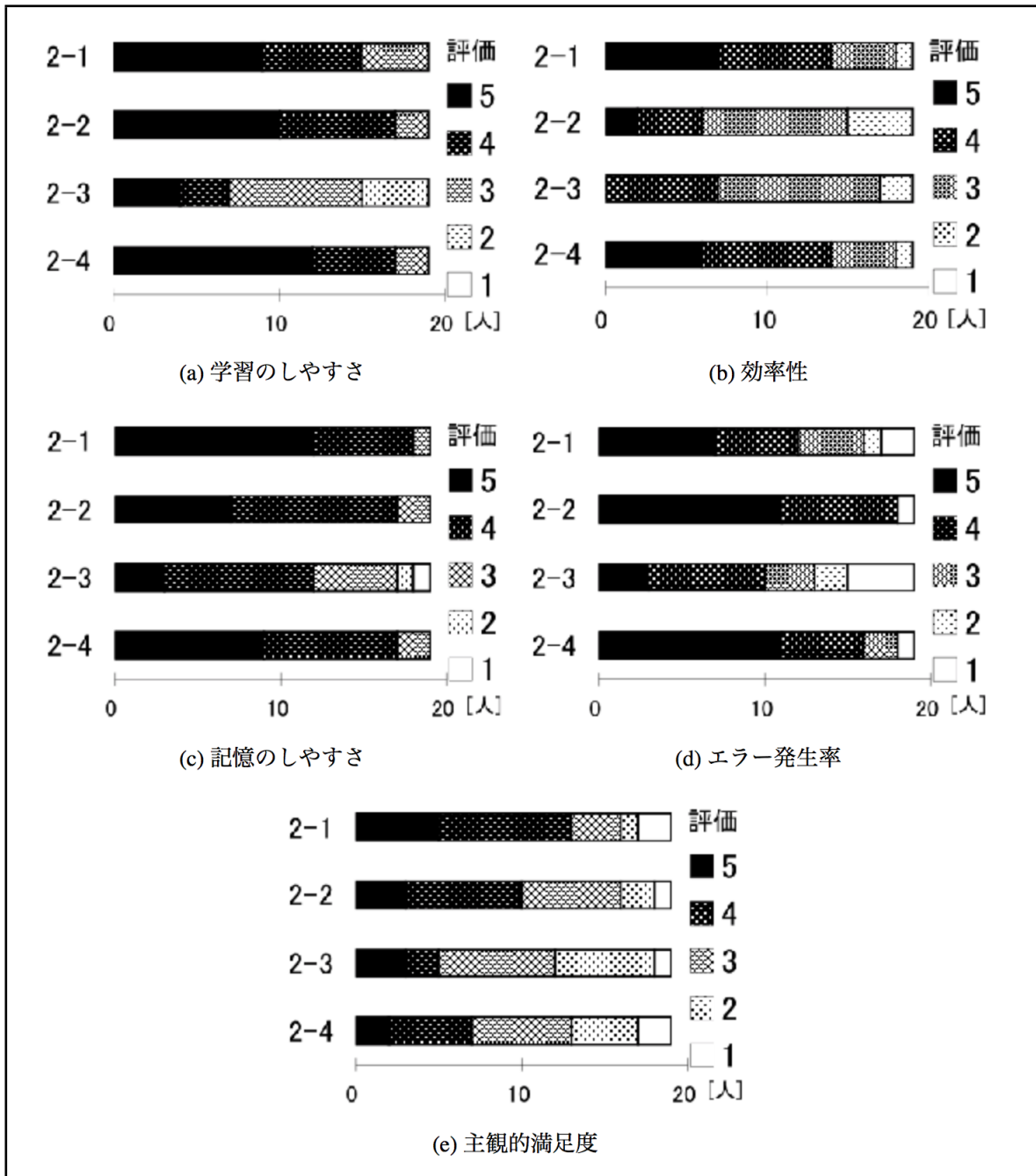


Figure 5.1 Result on Flash contents

操作とドラッグ操作ではドラッグ操作の方が高い評価を得ている。ここから、このコンテンツのタッチ操作においてはドラッグ操作の方が、マウス操作においてはクリック操作の方がよりユーザにとって親しみやすい操作であることがわかった。

最後にボタン操作2では評価1をつけた人が一番多い。ボタン操作2はボタン操作1からピッカーを付け加え、効率性を上げることを目的としたインターフェースである。しかし、効率性を求めるあまり、結果的にユーザが操作を理解するまでに時間がかかる操作になってしまったことがわかった。

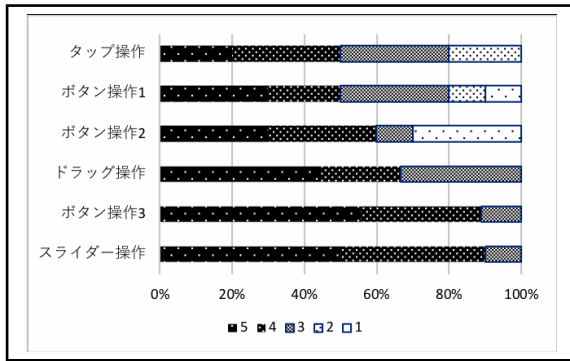


Figure 5.2 Learnability

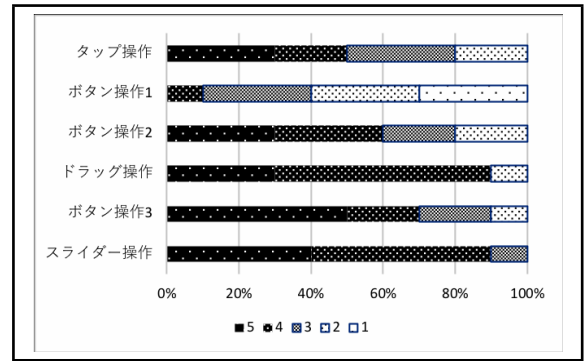


Figure 5.3 Efficiency

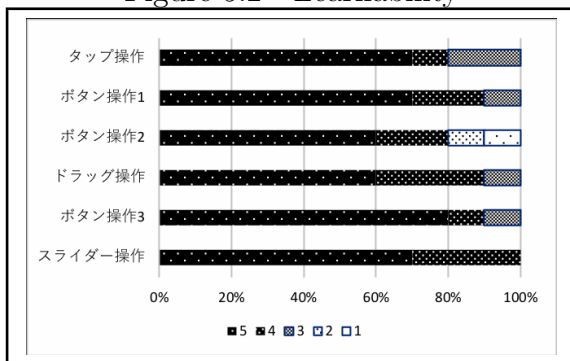


Figure 5.4 Ease of memory

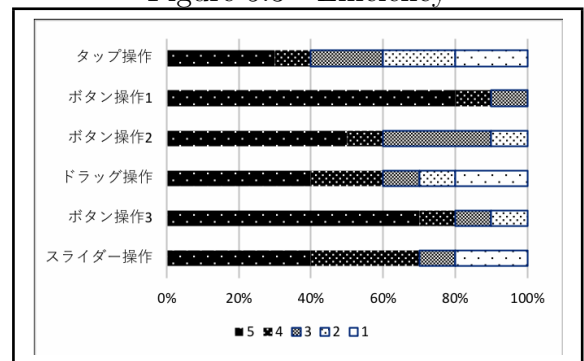


Figure 5.5 Error

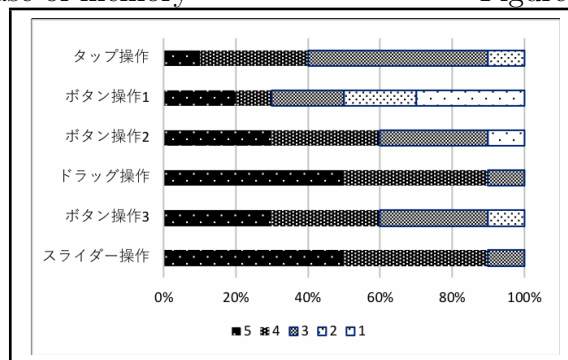


Figure 5.6 Subjective satisfaction

### 5.5.2 効率性の結果と考察

図5.3より、スライダー操作とドラッグ操作が高い評価を得た。効率性は希望の角度に素早くできるかどうかである。スライダー操作とドラッグ操作の共通点は指で触りながら調整し完了したら離すという操作であることである。よってこのような操作の方がこのコンテンツを扱うにあって効率性の高い操作であることがわかった。また、マウスでのドラッグ操作も似たような操作であるが高い評価は得られていない。よってこのような操作はタッチ操作の時のみ通用するものであることがわかった。

次に、ボタン操作1とボタン操作2を比べるとボタン2の方が高い評価を得た。4.2節で予想した問題点通り、ボタン操作1は1度づつしか変えられないためマウス操作の時

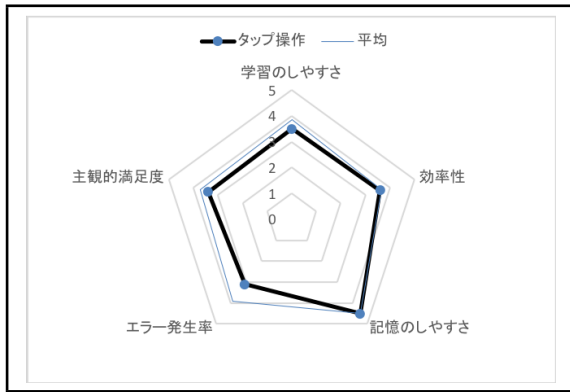


Figure 5.7 Tap operation

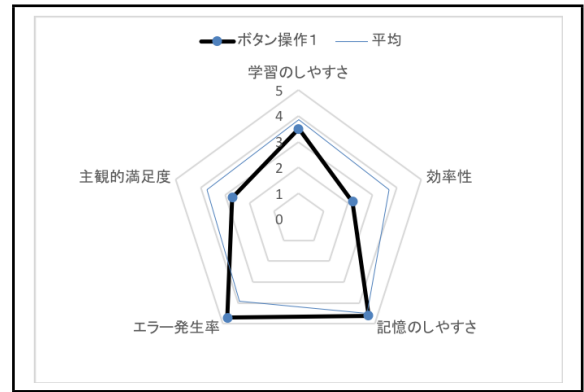


Figure 5.8 Button operation 1

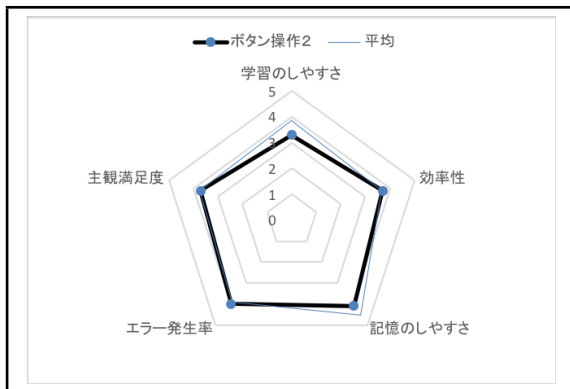


Figure 5.9 Button operation 2

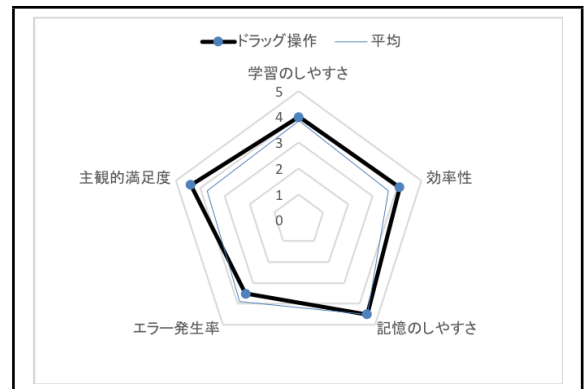


Figure 5.10 Drag operation

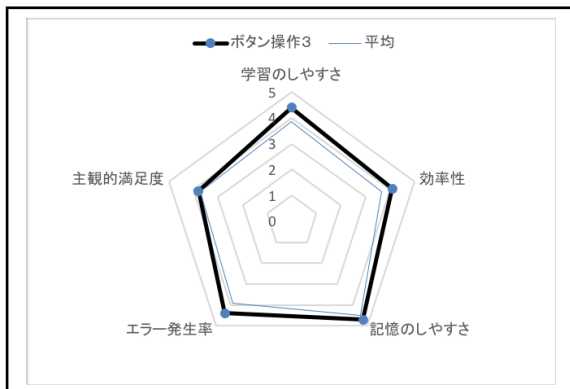


Figure 5.11 Button operation 3

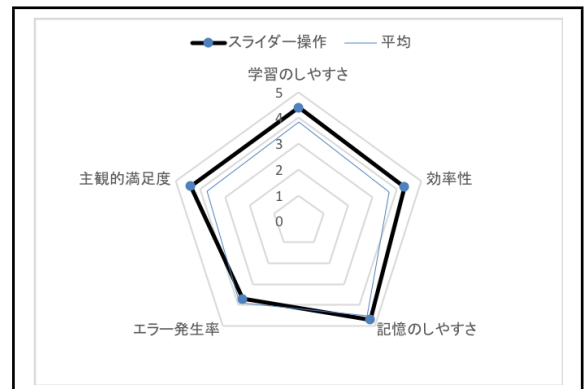


Figure 5.12 Slider operation

と同じように効率性の低いUIとなってしまった。ボタン操作2ではそのような問題点を解決するために変更角度の幅を変えられるようにしたため、ボタン操作1よりも高い評価を得られたのだと考えられる。しかし、スライダー操作やドラッグ操作と比べるとあまり良くない評価であった。これは操作1に対して、操作手順を1つ増やしてしまったことが評価の点数が伸びなかった原因であると考えられる。

最後にボタン操作3は意外にも低い評価を得なかった。これは選択できない角度はあ

るが、それを除けば効率性の高い操作であったことがわかった。

### 5.5.3 記憶のしやすさの結果と考察

図5.4より、全ての項目において高い評価をつける人が多かった。ここから今回のようなシンプルな操作はユーザに覚えてもらいやすいものであることがわかった。しかし、ボタン操作2では低い評価をつける人が2人いた。学習のしやすさ同様ピッカーを追加したことで分かりづらいインターフェースになってしまったことがわかった。

### 5.5.4 エラー発生率の結果と考察

図5.5より、ボタン操作ぜんぶにおいて比較的高い評価を得た。エラー発生率はユーザがこの角度にしようと思ってから操作し、指定した角度になったかどうかを図られるため、ボタン操作の場合はエラーが発生しにくいことがわかった。

この項目は他の項目に比べ圧倒的にスライダー操作とドラッグ操作、タップ操作で低い評価をつける人が目立った。しかしマウスでのクリック操作、ドラッグ操作ではエラー発生率の評価は低くない。このことから指での微調整はマウスに比べて難しいことがわかった。

また、ボタン1の評価が高いことから効率性とエラー発生率はトレードオフの関係にあることがわかった。

### 5.5.5 主観的満足度の結果と考察

図5.6よりスライダー操作とドラッグ操作が高い評価を得た。今回の実験の調査対象がスマートフォン所持者であることからスライダーやドラッグ操作はスマートフォン所持者にとって満足度の高いものであることがわかった。マウス操作ではドラッグ操作の評価は低かったのでこちらでもタッチ操作のみドラッグ操作が評価が高いことがわかった。

## 5.6 まとめ

図5.7から図5.12よりスライダー操作が一番バランスよく高い評価を得たことがわかった。よって、このスネルの法則を勉強するための教育用コンテンツにおいてスライダー操作がユーザビリティの高い操作であることがわかった。

本来スライダーは明るさ調整や音量調整など低い値から高い値の間を調整するために



使われるインターフェースである。よってスマートフォンに慣れ親しんだ人にとって、スライダーの左側は低い位置、右側は高い位置というイメージがあるはずである。しかし今回のコンテンツには値を調整するというより、場所を指定するものである。しかしスライダー操作が高い評価を得たということは、スライダーの左側はそのまま左、右側は右というイメージをユーザが瞬時に理解したことが考えられる。よってユーザビリティの高さはそのインターフェースが決めるものではなくユーザが使って初めて決まるものであることがわかる。

また、タッチ操作、マウス操作同様に効率性が高いものは主観的満足度も高く、効率性が低いものは主観的満足度も低かったため、効率性と主観的満足度には正の相関があることがわかった。

次にマウス操作とタッチ操作の違いについて考える。マウス操作ではドラッグ操作よりクリック操作の方が、タッチ操作ではタップ操作よりドラッグ操作の方がユーザビリティ全体の評価が高かった。よって物体を移動させるような操作の場合はマウスの時はクリックして位置を指定、タッチ操作の方はドラッグして動かした方がユーザビリティの高い操作になることがわかった。また、ボタンを配置した場合はマウス操作とタッチ操作で同じような結果が出たため、ボタンを押す操作ではタッチ操作はマウス操作同様のユーザビリティの特徴を得ることがわかった。

今回の実験においてユーザビリティの項目すべてに正の相関があったわけではなかったためユーザビリティの高いインターフェースを考える時は全ての項目においてバランスのよくなるように考え配置しなければならないことがわかった。

## 第6章 結論

本研究ではタッチ操作における教育用コンテンツのユーザビリティに関する基礎的研究として、まずユーザビリティとは具体的に何かというところから研究を始めた。次にXcodeを用いたiOSアプリケーションの作り方を学び、実験用のコンテンツを作成した。ユーザビリティを調査するに当たって、本研究では1つのコンテンツに対して複数のインターフェースを用意した。今回の実験は対象者をスマートフォンを所持している人にしたアンケート調査を行い考察した。

本研究ではスライダー操作が一番高いユーザビリティの評価を得て、次にドラッグを操作が高い評価をえた。特に主観的満足度の評価が高い結果となった。

また、ボタンをタップするという操作方法は3つ用意したがFlashコンテンツにおいてのアンケート調査と同じような結果が出たためマウス操作と同じユーザビリティを得ることがわかった。

さらに、全体の評価から学習のしやすさ、主観的満足度、効率性が高いものがユーザビリティが高いということがわかったのでユーザが思った通りに素早くできるものがユーザビリティの観点から求められていると考えられる。

今回の調査では調査対象がスマートフォンを所持し日常的にそれを使用している人であったため、利用者が変わると、調査結果は違ったものになったであろうと考えられる。コンテンツの内容が違った場合にはコンテンツの利用者の性別や年齢も変わってくるのが予想されるので、今回の調査結果が一般的に通用するわけではない。

最後に今回の調査結果をもとにフィードバックしユーザビリティの向上に繋がるよう、工夫をして再調査することが今後の課題である。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、実験のアンケートに協力していただいた本科5年生の方々に心から感謝します。また、御多忙中にも関わらず多大なご指導を賜りました出口利憲先生に深く感謝するとともに、同研究で共に勉学に励んだ稲垣天斗氏、久保田勘太郎氏、船橋聡太氏に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 総務省: 「ICT サービス利用動向」, <http://www.soumu.go.jp/>
- 2) 西川久美子: 「教育用コンテンツにおけるユーザビリティに関する基礎的研究」, 平成 21 年 2 月
- 3) D・A・ノーマン, 野島久雄訳: 誰のためのデザイン?, 新曜社 (1990).
- 4) IID, Inc.: U-site, <http://www.usability.gr.jp/>
- 5) Jakob Nielsen: ユーザビリティエンジニアリング原論, 東京電機大学出版社 (2000).
- 6) WAMML.COM: WAMMI ウェブサイト, <http://www.wammi.com/>
- 7) 仲川 薫, 須田 亭, 善方 日出夫, 松本 啓太: “ウェブユーザビリティアンケート評価手法の開”, ヒューマンインタフェースシンポジウム, (2001)
- 8) J.M. スプール: Web サイトユーザビリティ入門: ユーザテストから発見された「使いやすさ」の秘密, 東京電機大学出版局 (2002)
- 9) wikipedia: iOS(アップル), <https://ja.wikipedia.org/>
- 10) 中山 茂: Swift アプリ開発入門, 株式会社カットシステム (2015)