

# PDF 貼付ソフトウェアによる大学キャンパス用電子掲示板

東北学院大学大学院 工学研究科 齋藤 優作  
東北学院大学 工学部 木村 敏幸

## 1 はじめに

現在、デジタルサイネージが大学において電子掲示板として活用される事例が増えている。これにより従来の紙を貼り付ける掲示板と比べて、遠隔からの操作や掲示可能なコンテンツの増加等、多くの利点生まれることが期待される。

しかし、掲示を見る人達にとってディスプレイで表示される電子掲示板が見づらいものであったり、掲示を貼る人達の側に立った場合、電子掲示板のコンテンツ作成やデジタルサイネージに表示させる作業自体に不便があるとする。その場合、彼らにとってユーザビリティに欠くシステムとなってしまう、導入コストに見合わないものであると思われる。

この問題を解決するために、我々は PDF 貼付ソフトウェアによる電子掲示板を提案する。PDF がそのままディスプレイに貼り付けられる事で、掲示を見る人達からすれば従来の紙掲示板と同様に視認でき、PC やスマートフォン等のブラウザ上からコンテンツの閲覧が可能となることが期待できる。一方、貼る側の立場ではコンテンツの作成を Web 上で実施することで簡単な操作でのコンテンツ作成や、場所や操作端末を問わない掲示板の更新が可能となることが期待できる。

この掲示板が実用されるにあたり、基本的な動作について掲示を見る者、貼るものの双方におけるユーザビリティを満たすものであるか検討する事が本報告の目的である。

第2章では本報告を行う背景について述べる。第3章では開発した PDF 貼付ソフトウェアについて説明する。第4章では掲示を見る人側の視認性をユーザビリティテストによって評価する。第5章では、掲示を貼る人側の貼付操作性をユーザビリティテストによって評価する。

## 2 研究の背景

### 2.1 デジタルサイネージ

デジタルサイネージとは、屋外・店頭・公共機関・交通機関など、家庭以外のあらゆる場所で、ディスプレイなどの電子的な表示機器を使って情報を発信するシステムである[1]。2016年の国内市場は前年比10.6%増の1,341億円となっており、2025年には市場は2016年比2.8倍の3,708億円が予測される[2]。

そのような中で大学のキャンパス掲示板として利用される状況が見られるようになってきており、一例として宮城教育大学では2011年より広報および学務情報の電子配信を本実施されている[3]。

しかし、これらは既存の紙掲示板と使い勝手が異なる。原因としては以下の2点が挙げられる。第一に作り方が異なる。デジタルサイネージのコンテンツ作成は多岐に渡り、現在主流となっているものが画像や動画をプレイヤーにて再生するものであるが、ヒューマンインタフェース設計原則の合致性[4]の観点から見ると望ましくない。続いて見え方が異なり、我々が提案する方式と類似する製品として、株式会社内田洋行の Board Man[5]が挙げられるが、大画面への対応に難がある。



図 1: Web Based Signage に基づくキャンパス電子掲示板の構想

そこで我々は 3 章にて述べる PDF 貼付型ソフトウェアを用いて改善できると考えている。

一方，現在開発されているデジタルサイネージのコンテンツ再生方式として図 1 に示すような Web Based Signage[6]が挙げられる．これは，ディスプレイ側は，HTML5 に対応するブラウザでコンテンツを表示させ，コンテンツ自体はサーバ側に持たせ，サーバ側には Web サーバがあり，その先にコンテンツ作成システムがある構成となり，通常の PC やスマートフォンで Web サイトを見るのと同じ形態になる。

## 2.2 先行研究

これまでデジタルサイネージによる電子掲示板に関する練習では，石川らが名古屋大学の学内サイネージを調査，活用法を提案を行う等されてきたが[7]，その効果自体を研究された事例はなかった。

紙媒体と電子媒体の視認性と言う点に限ると，これまでの研究では紙とディスプレイの比較として，柴田らが電子書籍の読書[8]，深谷らが校正作業[9]と言ったある程度詳しく内容を読むタスクを与え，そのパフォーマンスの違いを検討するものはあった．しかし掲示板のように短時間で内容を確認するタスクを与える実験は行われていない。

デジタルサイネージを用いた電子掲示板の視認性を検討するにあたり，課題となる点は 2 点あり，第一に情報媒体とユーザが 1 対 1 となる物が既存研究であるが，掲示板では 1 対多であり，ある程度の距離を持って利用する。

次に，これらの場合は被験者は机上の紙媒体を見下ろす形になるが，掲示板の場合は視線は前を向く形になる。

従って本研究では紙掲示板と電子掲示板において瞬時的に情報を得られる状況，同等の姿勢で見ると，これらの条件を満たし，使い易さを測る。

そこで，本章では紙とディスプレイ，2 種類の表示媒体の掲示板を比べ，電子掲示板が紙のものと同様に確認できるか，そのユーザビリティを検証するユーザビリティテストについて考案を行う。

ユーザビリティとは，日本語に訳せば「使いやすさ」「使い勝手」「使用性」などと言う意味が近く，ユーザビリティテストとは，ユーザビリティを評価するためにユーザに機器やシステムを与え，それを利用した課題を行わせる中で，彼らがどのような点で間違いを起こしてしまう等といった問題を発見する手法である[10]。

目標とする掲示板の電子化は、既存の紙掲示板と同じ使い勝手で利用できる必要がある。このためには、掲示を見る人が掲示内容を間違いなく理解できる必要があり、また、掲示を貼る人にとって有用性が高いものである事が望まれる。そこで、今回はこれらの点を考えてユーザビリティテストを行う。

### 3 PDF 貼付ソフトウェア

#### 3.1 開発環境

開発に使用した PC のスペックとソフトウェアを示す。

- OS : Windows 10 Pro
- CPU : Intel Core i5 6600K
- メモリ : 16.0 GB
- ディスプレイ : TOSHIBA 55J20X
- 統合開発環境 : NetBeans IDE 8.1
- 使用言語 : Java
- GUI ツール : JavaFX Scene Builder[11]

このソフトウェアはダイアログから選択された PDF ファイルを PDFBox[12]によってイメージとして取得し、Scene Builder によってイメージをディスプレイ上に表示するという仕組みである。

その際、イメージの周りにウィンドウのフレームが表示されてしまい、紙掲示板と見え方が大きく異なるので、JavaFX における StageStyle の TRANSPARENT を用いて、フレームを非表示にした。

しかし、フレームを非表示にすると、ドラッグ機能と削除機能が使用できなくなったので、ドラッグ機能は JavaFX における MouseEvent の Mouse\_Pressed と Mouse\_Dragged を使用することにより実装を行い、削除機能は ContextMenu クラスを用いて右クリックしたときに表示されるコンテキストメニュー項目の中に追加することで実装した。開発したソフトウェアを用いた電子掲示板を図 2 に示す。

#### 3.2 フローチャート

図 3 に本ソフトウェアのフローチャートを示す。5 章に記述されていない掲示物の消去に関しては 3.1 節と同様にコンテキストメニューから可能である。このように既存の紙掲示板と合致性を同様とする事でコンテンツ制作を誰でも可能とすることができると考える。

### 4 視認性の評価[13]

本章では紙とディスプレイ、2 種類の表示媒体の掲示板を比べ、電子掲示板が紙のものと同様に確認できるか、そのユーザビリティを検証するユーザビリティテストについて考案を行う。

#### 4.1 掲示板

電子掲示板は第 3 章で開発した電子掲示板を用いた。紙掲示板は色画用紙を対角線の長さが 55 インチに繋げたものを壁材として使用し、それをホワイトボード上に貼り付けて用いた。紙掲示板と電子掲示板は表示媒体以外は同様の条件となるよう、床から 1m の高さに画面及び壁材の下端が来るように設置した。

これについて同様の掲示物を図 4 のように貼り付けた。掲示内容は東北学院大学で用いられている掲示物を基に作成した架空の掲示物が主である。



図 2: PDF 貼付ソフトウェアを用いた電子掲示板

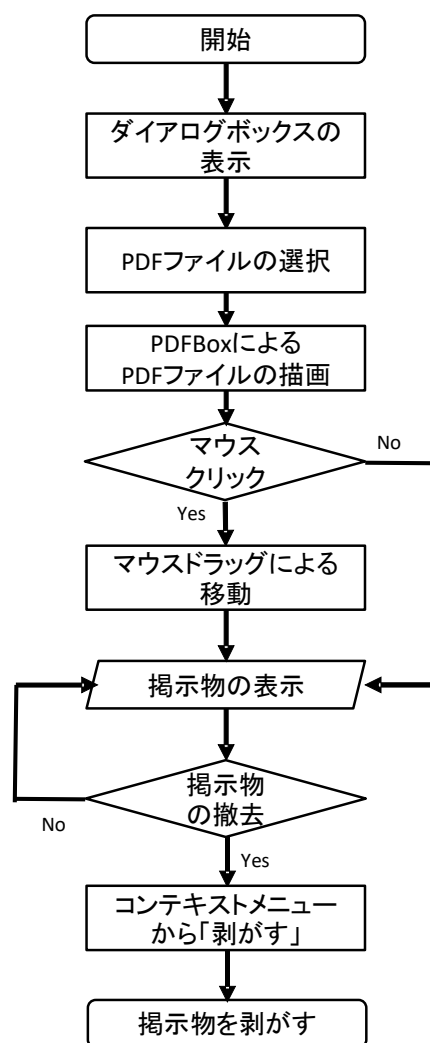


図 3: PDF 貼付型ソフトウェアのフローチャート

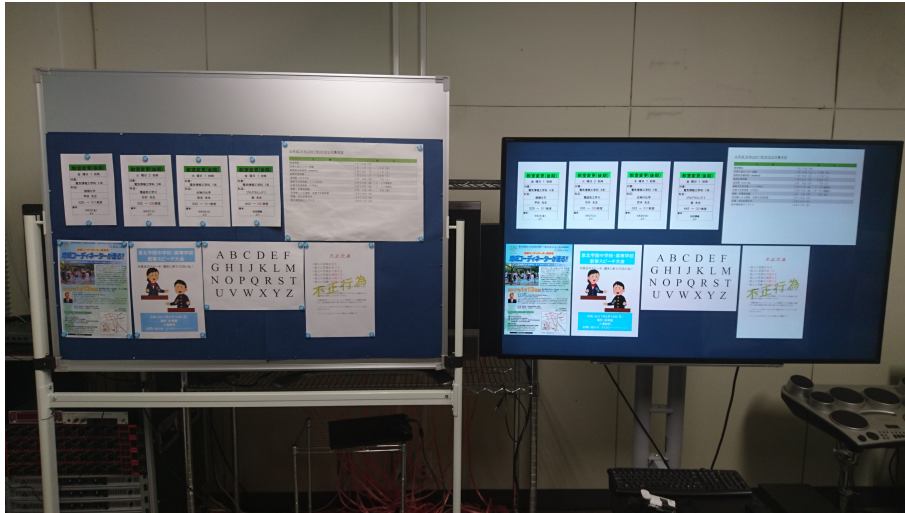


図 4: 紙掲示板(左)と電子掲示板(右)

#### 4.2 手順

本研究は紙掲示板と電子掲示板を比較する物であり、両者に対して同様のタスクを設定する必要があるため、掲示板の中から講義の教室変更と行事予定から行事の日程を口頭にて問うタスクを2種類ずつ用意する。それぞれの掲示板で実験を行うが、先に見る掲示板や質問内容によって差が出ないように、被験者6名を3名ずつグループAとBに分け、図5のように交互に行った。

#### 4.3 評価手法

本実験の目的は掲示を見る人にとって電子掲示板が紙掲示板と同様のユーザビリティを持つ事を検証することである。そこで、各タスクにて実験進行者がタスクを与えた時点から被験者がその内容を答えるまでに掛かった時間を測定し、それについて考察を行うものである。

また、被験者にはレーザーポインタを持たせ、回答を口頭で答えた時点よりポインタで指した時点の方が早かった場合、そちらを掛かった時間として採用する。その際、被験者にレーザーポインタの操作に慣れさせるため、各掲示板の一部に羅列されたアルファベット群から言われた文字を指示する操作を行わせた。

更に、実験終了後にどちらの掲示板の方が見やすかったか、口頭で主観評価を行った。なお、この評価は5段階にて判断する。

#### 4.4 環境

本実験では被験者に掲示板を見て回答を行うが、被験者は掲示板から1m離れた場所に置かれた椅子に座って回答を行う。これにより、被験者の身長に関わらず視線の高さを掲示板の中央に設定した。また、1m離れている点は予備実験より、掲示物のフォントの大きさや掲示物の媒体によらず、掲示板を見る際に1m付近から動かずに見ることから設定した。

#### 4.5 実験結果

表1に実験結果を示す。また、終了後のどちらが見やすいかについての主観評価は電子掲示板が2名、どちらかと言うと電子掲示板が2名、同じくらいが1名、どちらかと言うと紙掲示板が1名であった。電子掲示板の方が短い時間で見つけれられた

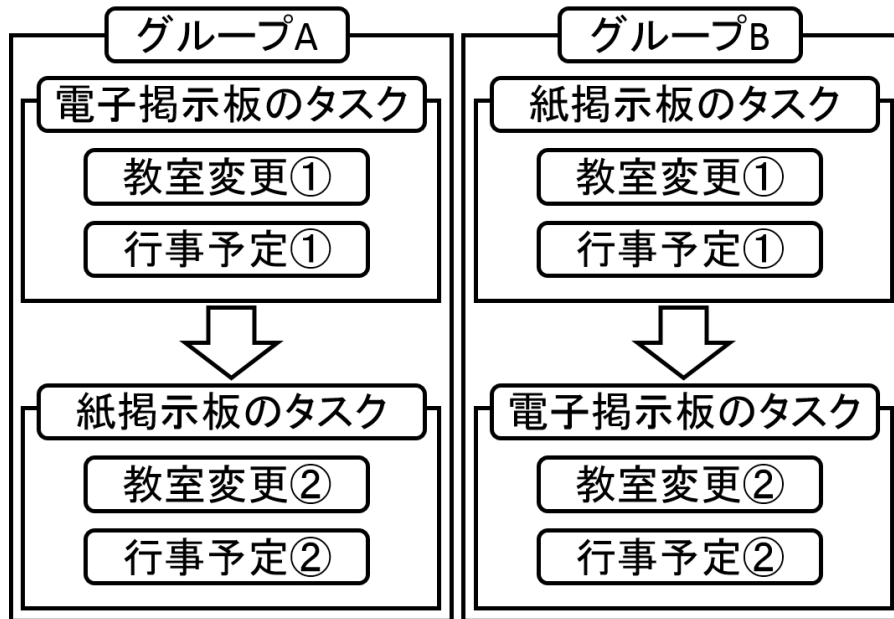


図 5: 各グループの実験手順

表 1: 実験結果  
(単位は秒, CIは信頼区間)

		平均	CI 上側	CI 下側
電子	教室変更	3.26	4.89	1.63
	行事予定	8.41	12.2	4.58
紙	教室変更	4.34	6.13	2.55
	行事予定	9.13	14.8	3.43

が, 実験結果においてタスクごとに t 検定を行った所, どのデータにも有意差は見られなかった.

#### 4.6 考察

両掲示板の間に有意差は無く, 特に行事予定のタスクに関しては信頼区間が甚大になっている. 表 2 に示す通り, 主観の評価では 6 名中 4 名が電子掲示板の方が見やすい評価であるが, 本ソフトウェアの狙いである紙掲示板と同等に見る事ができる事は立証できない.

従ってサンプル数を増やし, この狙いを検証する事が今後の課題となる.

表 2: 主観評価

電子掲示板の方がよい	2 名
どちらかと言うと電子掲示板の方がよい	2 名
同じくらい	1 名
どちらかと言うと紙掲示板の方がよい	1 名
紙掲示板の方がよい	0 名

## 5 貼付操作性の評価

本章では、PDF 貼付ソフトウェアを用いて掲示板コンテンツを作成する操作についてユーザビリティテストを実証するが、その際にリモートデスクトップを用いて検証を行う。これは、図1におけるホスト側の操作をテストするだけであれば、十分であると判断したためである。

ホストの操作端末にはPCとタブレット端末を使用する。これは、先述の構想にて述べた通りであり、また、多くの人にとって使い慣れたPCからの操作の場合と、紙媒体を貼り付ける方式に比較的近いタッチ操作においてPDF貼付ソフトウェアにとってどちらがより使いやすいかを検証するためである。

### 5.1 実験機器と使用ソフトウェア

本報告で使用する機器とソフトウェアは以下の通りである。

#### (1)操作端末(PC)

- OS : Windows 10 Home
- CPU : Intel Celeron CPU 3215U
- メモリ : 4.00 GB

#### (2)操作端末(タブレット)

- OS : Windows 10 Home
- CPU : Intel Atom x5-Z8350 CPU @ 1.44GHz
- メモリ : 2.00 GB

#### (3)デジタルサイネージ(クライアント側)

- OS : Windows 10 Pro
- CPU : Intel Core i5 6600K
- メモリ : 16.0 GB
- ディスプレイ : SONY KJ-55X93500

#### (4)使用ソフトウェア

- Team Viewer 12[14] (全端末共通)

### 5.2 手順

まず、画面右上にあるアイコンからPDF貼付ソフトウェアを起動する。なお、タブレットの場合、ダブルクリックに該当する操作であるダブルタップが不安定であるため、アイコンを右クリックに当てはまる長押しからコンテキストメニューを表示させ、開くを選択する事を推奨した。

次に、表示されたダイアログから任意のPDFを選択する。こちらの場合でも(1)と同様の理由からPDFをタップで選択させ、ダイアログ右下の開くを選択するよう促した。

最後にデスクトップ上にPDFが貼りだされるが、これをドラッグ(タブレットの場合はスワイプ)し、任意の位置に移動する。

上記の操作を同様に行い、与えられたタスクを遂行した。本報告のタスクは表3の通りに5回繰り返し、練習を除いた1番から4番について評価を行った。操作機器については、表4のように練習ではタブレットを用いるが、それ以降はPCとタブレットを交互に使い、練習後の1番でPCを用いる者をグループA、タブレットを用いる者をグループBとした。これは順序効果を避けるためである。

全てのPDFファイルの大きさは同一であり、ダイアログにて表示される順序はWindowsの文字コード順である。

表 3: タスク内容

番号	内容
練習	PDF 貼付 電子掲示板
1	ようこそ！ 木村研究室
2	東北学院大 電気情報工
3	焼肉定食の ライス大盛
4	目指せ優勝 イーグルス

表 4: グループと用いる機器

番号	グループ A	グループ B
練習	タブレット	タブレット
1	PC	タブレット
2	タブレット	PC
3	PC	タブレット
4	タブレット	PC

また、掲示板の見栄えの観点から、位置は自由であるが隣り合う掲示物が平行に並ぶように定規を当てて確認するよう促す。しかし、現在のソフトウェアにおいて 1 ピクセルの誤差も生じずに並べることは不可能であるため、平行に並んだかについては被験者の自己判断に任せ、定規の使用についても任意とした。

本報告で実験を行った被験者 8 名はいずれも学業上 PC の操作には慣れており、タッチ操作については私生活にてスマートフォンに頻繁に触れている者であるため同様に慣れている者である。

### 5.3 評価方法

本実験結果では主に以下の 2 点を評価対象とした。

- タスク遂行に掛かる所要時間
- 口頭での主観評価

前者については、タスクの説明が完了次第、被験者の視線が操作端末に移り、操作が可能になった段階を開始時間とし、視線が操作端末から外れるか、終了の合図を出した時点を終了時間とし、この 2 点から所要時間を求めた。

後者では、タスクを通して各端末での操作について思った点や使いづらい点について発言をしてもらい、不足を感じた場合は終了後にインタビューを行った。

実験中は表 3 で示したタスクを被験者前方に表示することで、常時タスク内容が確認できるようにする。

### 5.5 実験結果

本実験を東北学院大学の学生 8 名に行った結果を表 5, 6 に示す。ただし単位は秒、下線付きはタブレット操作時の結果を表す。



表 5: グループ A の所要時間

		タスク番号			
被験者番号	1	2	3	4	
1	174.27	<u>214.80</u>	147.70	<u>183.63</u>	
2	158.60	<u>232.53</u>	108.80	<u>334.43</u>	
3	111.00	<u>161.57</u>	109.53	<u>155.27</u>	
4	156.87	<u>176.20</u>	124.13	<u>218.13</u>	
平均	150.18	<u>196.28</u>	122.54	<u>150.08</u>	

表 6: グループ B の所要時間

		タスク番号			
被験者番号	1	2	3	4	
5	<u>335.73</u>	274.53	<u>330.07</u>	204.63	
6	<u>213.50</u>	281.03	<u>198.70</u>	132.63	
7	<u>153.67</u>	130.47	<u>255.90</u>	141.40	
8	<u>226.07</u>	163.63	<u>247.67</u>	121.73	
平均	<u>232.24</u>	212.42	<u>258.08</u>	222.98	

表 5, 6 の結果について, PC とタブレットの場合に分けて考えたものが表 7 である. 単に平均の差を見ても 70 秒近い. ここで PC とタブレット間の全データに対し Welch の t 検定を行ったところ, p 値はおおよそ  $2.00 \times 10^{-3}$  となる.

これは有意水準と設定した 5% を下回り, 有意差があると言える.

## 5.6 考察

口頭で PC とタブレットでの操作について, どちらが使いやすいかについて確認した所, 8 名中全員が PC の方が使いやすいと答えた.

t 検定の結果を含め, 本ソフトウェアを用いて掲示板を製作する際, PC からの操作が望ましいと考えられる.

具体的にタブレットの使いづらい点をインタビューした所, 回答の趣旨が重複した点は以下の通りであった.

- 操作にタイムラグを感じる(7名)
- 長押しに慣れない(7名)
- ダイアログ画面での選択がやりにくい(4名)
- 掲示物の微調整がやりにくい(3名)

一方で, タブレットでの操作に肯定的な点があるか尋ねた所, 7 名が回答したため, 以下に記す.

- 定規が当てやすい
- 慣れればアリかもしれない
- PDF を並べる操作はタブレットの方が良かった
- 大雑把な操作はタブレットの方が良さそう
- 操作が新鮮で楽しい
- ラグを改善すればいける

表 7: PC とタブレットの場合

	PC	タブレット
平均	158.81	227.40
標本不偏分散	13.29	15.24
信頼区間(上側)	192.98	266.58
信頼区間(下側)	124.64	188.21

- 外に持ち出せる

全員がPCでの操作の方が使いやすいと回答したのは想定内と言える。今回用いたユーザインタフェースはPCのものであり、例え被験者がスマートフォン等を通しタッチ操作に長けていたとしても、異なる入力機器による操作はユーザに違和感を生じさせると考える。

タブレットの使いづらさについては、ラグを感じたり、長押しして右クリックの動作が必要になった点はリモートデスクトップの接続環境が不安定だった所が大きいと考えるが、そうであるならば、そのような環境下でも不便を感じさせないインタフェースを作る必要がある。

ダイアログの選択や掲示物の微調整についても、それらを補えるようなレイアウトの作成が急務であると言える。

一方で、タブレットでの操作について出た肯定的な意見をまとめると、大雑把な移動操作が有利な点であると考えられ、これらのことから、細かい所は自動で補正できるような補助ができれば効果的ではないかと考える。

例えば、掲示物を並べる際には、既に貼ってあるPDF「A」の右隣に、新しく別のPDF「B」を並べる際、「B」をある程度近くに動かせば既に貼ってある「A」の上辺の座標を取得し、自動的に同じ座標に合わせるといった機能を提案する。また、ダイアログに関しては、既存のタッチ操作を用いる端末等を参考に考えるべきである。

## 6. まとめと今後の課題

本報告では、PDFがそのままディスプレイに貼り付けられる電子掲示板を提案した。紙とディスプレイの掲示板を比較した所、両者に有意差はない

PDF貼付ソフトウェアを操作する端末として、PCとタブレットを用いてユーザビリティテストを行った所、所要時間がPCの方が有意に短く、口頭でもタブレットへの不満が多かった事から、このソフトウェアを操作する端末としてはPCが優れている事が分かった。

今後は、特に視認性に関して被験者数やタスク量を増やしたユーザビリティテストを行い、電子掲示板が紙と同様に見られる事を立証したい。また、今後はソフトウェアに剥がし忘れ防止用自動削除機能等を付加する事で管理者からもユーザビリティに優れたものを目指し、開発と評価を行いたい。更に、電子掲示板の利用形態としては様々な機器からの操作を想定しているため、タブレット操作について有効な操作が可能となるユーザインタフェースも考えていきたい。

## 参考文献

- [1] 一般社団法人デジタルサイネージコンソーシアム マーケティング・ラボ, “デジタルサイネージ2020,” 東急エージェンシー, pp.8-9, Jun. 2016.

- [2] 株式会社富士キメラ, “総研プレスリリース: 『デジタルサイネージ市場総調査 2017』まとまる (2017/8/1 発表 第17071号),”  
<<https://www.fcr.co.jp/pr/17071.htm>>, (参照 2018-1-18).
- [3] 安藤, “宮城教育大学における学生向け電子情報配信システム,” 宮城教育大学  
情報処理センター研究紀要 COMMUE, pp.7-12, Mar. 2011.
- [4] 社団法人 人間生活工学センター, “ワークショップ人間生活工学 第3巻—イ  
ンタラクティブシステムのユーザビリティ—,” Feb. 2005.
- [5] 内田洋行, “導入事例 (大学・研究機関),”  
<<https://office.uchida.co.jp/case/toyama.html>>, (参照 2018-1-18).
- [6] 赤池, “デジタルサイネージの仕組み, 今までとこれから, INSIGHT NOW! プロ  
フェッショナル,”  
<<https://www.insightnow.jp/article/9348>>, (参照 2018-1-18).
- [7] 石川, 他, “大学におけるデジタルサイネージの活用,” 日本デザイン学会 第  
60回研究発表大会, 8B-03, Jun. 2013.
- [8] 柴田, 他, “答えを探す端末における紙の書籍と電子書籍端末の比較,” 情報  
処理学会研究報告, Vol.2011-HCI-141 No.5, Jan. 2011.
- [9] 深谷, 他, “PDFは紙を超えるか?: 電子校正改善へ向けた, 液晶ディスプレイ  
における校正作業ミスの分析,” 情報処理学会研究報告, Vol.2011-HCI-141  
No.3, Jan. 2011.
- [10] 黒須, “ユーザビリティテスト ユーザ中心のものづくりに向けて; 共立  
出版,” May. 2003.
- [11] JavaFX Scene Builder,  
<<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/javafxscenebuilder-info-2157684.html>>, (参照 2018-1-18).
- [12] Apache PDFBox, <<https://pdfbox.apache.org/>>, (参照 2018-1-18).
- [13] 齋藤, 他, “PDF 貼付型電子掲示板のユーザビリティテスト, 東北地区若手研  
究者研究発表会,” No.YS-29-3-3-1, pp. 97-98, Mar. 2017.
- [14] TeamViewer, <<https://www.teamviewer.com/ja/>>, (参照 2018-1-18)