

## スマートフォン向け Web アプリケーション開発環境の提案

橋浦研究室

1165241 佐藤 大河

## 1. はじめに

現在、Web アプリケーション（以下、Web アプリ）の開発は PC で行われ、エミュレータもしくは実機に必要なデータを送りデバッグする方法が主流である。本研究では、スマホ向け Web アプリの設計・開発を一台のスマートフォン端末上で実現可能な環境の提案を目指す。これに先駆けて、スマートフォン端末上で Web アプリの開発作業を行うことが時間対効果の側面からみて現実的であることを確かめる。

## 2. 研究目的

本研究の最終目的は、スマホ端末一台で Web アプリが開発できるようになることにより、開発者の時間や保守コストを減らしつつ、顧客の要求確認の精度を向上させることである。最終目的を実現するため、最初に Web アプリのプロトタイプ開発環境の提案を行い、次に Web アプリのプロダクト開発環境を提案するという2つのステップに分けて最終目的を実現させる。本研究では、始めのステップであるプロトタイプ開発環境の提案に焦点を当てる。

## 3. 提案手法

プロトタイピング手法は主に顧客の要求確認のために取り入れられ、プロトタイプを作成するプロトタイピングツールに必要な機能は「レイアウト」「配色」「画面遷移」であると考えた。それぞれ、「データの入出力やフローが適切か確かめる」「よりユーザー視点に近い実物を顧客に見せてレビューを獲得する」「フローを動的に再現して、想定通りに実現できていることを確認する」という目的の利用を想定した。

## 4. 実現手法

前述の提案手法を実現するツールを開発した。本ツールには、前述の「レイアウト」に対応する「ワイヤーフレーム」、前述の「配色」に対応する「モックアップ」、前述の「画面遷移」に対応する「トランジション」という3つの主要な機能が含まれている。本研究の最終目的である Web アプリのプロダクト開発環境の提案へと発展させるため、本ツールは JavaScript 言語を用いて開発し、Web ブラウザベースで動作するツールとなっている。

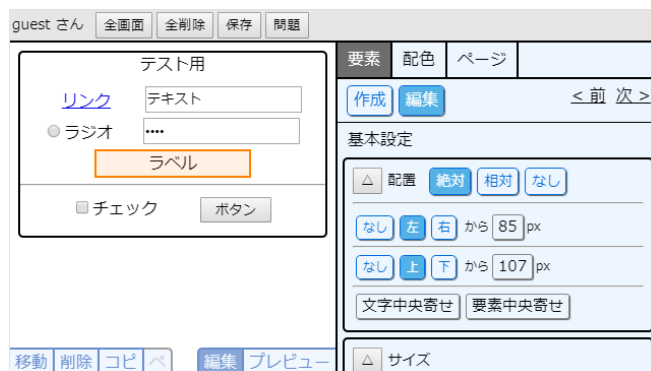


図 1 ワイヤーフレーム機能の画面

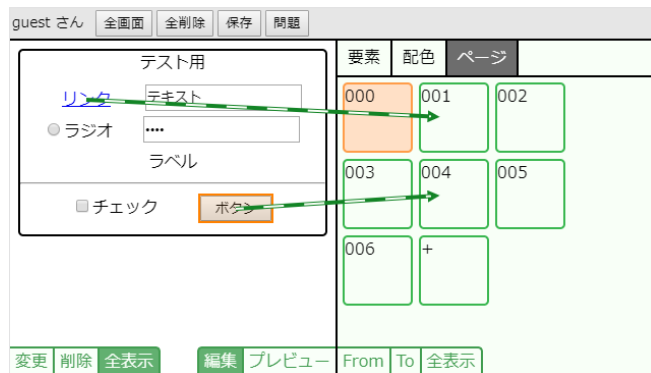


図 2 トランジション機能の画面

## 5. 実験

本研究の目的は顧客の要求確認の精度向上にあるが、これを実現するためにはプロトタイプを素早く正確に作ることができる使い易さが必要であると考え、これを明らかにする実験を行った。

実験は、本ツールと同様に Web アプリのプロトタイピング目的で利用可能な開発環境である PowerApps[1]との比較実験を行った。PowerApps はパソコン上で動作する Microsoft 社製のビジネスアプリ開発環境である。本実験では、PowerApps と本ツールでそれぞれ外見が同じ架空の Web アプリを用意し、新たにページを追加する課題と既存のページを修正するという2つの課題を9名の被験者に行ってもらった。実験の流れは以下の通りである。

1. 被験者の端末で本ツールが正常に動作することを確認する（10分）
2. 片方のツールを先に使用して、課題2つを解く（40分×2問）
3. もう片方のツールで同様に2つの課題を解く（40分×2問）

## 6. 評価方法

本実験の目的は、前述の通り本ツールの使い易さを明らかにすることだが、これを定量的に評価する指標として以下の3つを用いた。

1. 要素から算出した正答率
2. 所要時間
3. 画面遷移数

1は被験者が課題で作成したページに含まれる要素についての評価である。各要素を7つの観点（要素の横方向と縦方向の位置、文字の中央寄せor左寄せ、要素の横幅と縦幅、文字の大きさ、文字の太字設定）から評価し、1つの要素あたり7点満点で評価した。課題ごとに合計何点取れたかを正解数として、本ツールとPowerAppsの正答率の違いを比較することで正確さを評価した。

2は被験者が課題を作成するのに要した時間を計測して、本ツールとPowerAppsの所要時間を比較することで評価した。

3は課題に含まれる画面遷移（課題1で4つ、課題2で2つ）を合計何個作成することができたかをツール間で比較して評価した。

## 7. 実験結果と考察

### 7.1. 要素から算出した正答率

要素から算出した正答率は表1の通りとなった。縦軸は評価項目で、横軸がツールの種類である。セルの数値は、課題に含まれていた要素全体のうち何%が仕様書通りに出来ていたかを示す。

表 1 正答率の実験結果

要素の正答率 (%)	本ツール	PowerApps
要素の横方向の位置	85.85	92.68
要素の縦方向の位置	96.59	96.1
ラベルの位置	97.07	99.51
要素の横幅	95.61	98.05
要素の縦幅	96.59	99.51
ラベルの大きさ	95.12	98.05
ラベルの太さ	93.66	98.05
平均	94.36	97.42

表1の結果に対してF検定を行い、等分散であることを確かめた。帰無仮説 $H_0$ を「ツールによる正答率の分散の差は無い(=等分散である)」とし、対立仮説 $H_1$ を「ツールにより正答率の分散に差がある」として検定を行った結果、表2の通りP値は0.05以上となり、等分散であると判断した。

表 2 正答率のF検定の結果

正答率 (%)	本ツール	PowerApps
平均	94.3557143	97.4214286
分散	15.3899952	5.68948095
観測数	7	7
自由度	6	6
観測された分散比	2.70499108	
P(F<=f) 片側	0.12561388	
F境界値 片側	4.28386571	

続いて表1の結果にt検定を行った。帰無仮説 $H_0$ を「ツールによる正答率の平均値の差は無い」とし、対立仮説 $H_1$ を「PowerAppsの正答率は本ツールの正答率より低い」としてt検定を行った結果、表3の通り片側のP値は0.05以上となり、ツールによる差は認められないと判断した。

表 3 正答率のt検定の結果

正答率 (%)	本ツール	PowerApps
平均	94.3557143	97.4214286
分散	15.3899952	5.68948095
観測数	7	7
プールされた分散	10.5397381	
仮説平均との差異	0	
自由度	12	
t	-1.7666511	
P(T<=t) 片側	0.05134354	
t境界値 片側	1.78228756	
P(T<=t) 両側	0.10268707	
t境界値 両側	2.17881283	

以上の結果を踏まえ、不正解となった項目の傾向を把握するために、間違え方の種類を分類して個別に分析した。操作不要な設定項目を操作している、または操作した結果仕様書と異なる値になったと考えられる誤りを「ミス」と定義し、仕様書で定めた値とツールのデフォルト値が同じである等、設定を操作していないだけと考えられる誤りを「忘れ」と定義した。評価項目ごとに $\chi^2$ 検定を行った結果を表4に示す。

表 4 評価項目別の誤りの $\chi^2$ 検定の結果

項目別の $\chi^2$ 検定	本ツール		PowerApps		$\chi^2$ 検定 (Yatesの補正)	
	ミス	忘れ	ミス	忘れ	$\chi^2$ 値	p値
横方向の位置	4	19	12	2	13.88534503	0.000194308
縦方向の位置	1	0	6	0	#DIV/0!	#DIV/0!
ラベルの位置	0	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
要素の横幅	3	0	3	0	#DIV/0!	#DIV/0!
要素の縦幅	1	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
ラベルの大きさ	4	0	0	3	3.512152778	0.060920248
ラベルの太さ	1	6	1	2	0.029761905	0.863031577

一見すると「横方向の位置」に有意差があるように見えたが、表 4 の値は被験者全員の合計値であるため、被験者全員の間違え方の平均値に t 検定をかけたところ有意差は認められなかった。

### 7.2. 所要時間

正答率に続いて、課題 1 と課題 2 の所要時間の合計値は表 5 の通りとなった。縦軸はツールの種類で、横軸は被験者である。こちらにも同様に検定を行った結果、表 6 の通りとなった。なお、課題 1 のみ受けた被験者 A のデータは含めていない。

表 5 所要時間の実験結果

所要時間(分)	B	C	D	E	F	G	H	I	平均
本ツール	52	60	25	45	56	40	76	29	47.88
PowerApps	64	67	49	40	40	47	45	51	50.38

表 6 所要時間の検定結果

F検定	帰無仮説	ツールによる所要時間の分散の差は無い
	対立仮説	ツールにより所要時間の分散に差がある
	検定結果	有意差がなかった (= 等分散である)
t検定	帰無仮説	ツールによる所要時間の差は無い
	対立仮説	PowerAppsの所要時間は本ツールより長い
	検定結果	有意差がなかった
	結論	ツールによる所要時間の差は認められない

これらの結果より、本ツールと PowerApps のどちらを使用しても所要時間に大きな差はないと言えるため、スマホ上のツールでも PC 上のツールに劣らない性能を発揮することができたと言える。

### 7.3. 画面遷移数

最後に、画面遷移数は表 7 の通りとなった。縦軸はツールの種類で横軸は被験者である。セルの数値は計 6 つある画面遷移を何個作成できたかを示す。こちらにも同様に検定を行った結果、表 8 の通りとなった。

表 7 画面遷移数の実験結果

画面遷移数	B	C	D	E	F	G	H	I	平均
本ツール	6	1	6	6	6	6	6	6	5.38
PowerApps	1	5	5	5	6	5	6	6	4.88

表 8 画面遷移数の検定結果

F検定	帰無仮説	ツールによる画面遷移数の分散の差は無い
	対立仮説	ツールにより画面遷移数の分散に差がある
	検定結果	有意差がなかった (= 等分散である)
t検定	帰無仮説	ツールによる画面遷移数の差は無い
	対立仮説	PowerAppsの画面遷移数は本ツールより低い
	検定結果	有意差がなかった
	結論	ツールによる画面遷移数の差は認められない

これらの結果より、両ツールの画面遷移機能の

使い易さに大きな差はないと言えるが、PowerApps では 8 人中 3 人が満点を取ったのに対し、本ツールでは 8 人中 7 人が満点を取っていた。このことから、画面遷移のビジュアルには何かしらの有効性があったと考えたが、被験者数が少なかったためか  $\chi^2$  検定を行った結果有意差は認められなかった。

### 8. まとめと今後の課題

実験により、スマホでも PC とほぼ同じ速度かつ精度で Web アプリのプロトタイプを作成できることが確認できた。今後は現状のプロトタイプピンングツールから最終目的であるプロダクト開発ツールへと改良していくことに加え、既存機能の調整や実験問題に含まれていた曖昧性の排除など細部のブラッシュアップが今後の課題となる。

### 文 献

- [1] Microsoft, "カスタム ビジネス アプリケーションの構築 | Microsoft PowerApps," <<https://powerapps.microsoft.com/ja-jp/>>, (accessed: 2019/06/20).
- [2] 三部良太, 河合克己, 竹内拓也, 石川貞裕, 富士有二, "Web アプリケーションのユースケース駆動プロトタイプによる要求獲得方法," 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.4, pp.1669-1679, 2008/04.
- [3] 小形 真平, 松浦 佐江子, "UML の要求分析モデルからの Web アプリケーションプロトタイプ自動生成," 情報処理学会研究報告ソフトウェア工学 (SE), 第 70 回, ソフトウェア科学・工学, pp.9-16, 2008/03/17.