

Apache Cordova を用いたハイブリッドアプリケーション開発教材 Educational Material for Development of Hybrid Application using Apache Cordova

幸谷智紀*
Tomonori KOUYA

Abstract: Hybrid application is a kind of single page applications built with HTML5 technique and rendering engine used in Web browsers, which has a benefit that is possible to run on any OS environment such as Windows, macOS, iOS and Android. Although it is almost slower than a native application developed by compiler languages such as C/C++, it is not necessary to rebuild its source codes written in HTML and JavaScript in order to be applied to various OSs. In this paper, we describe our educational material to develop hybrid application using Apache Cordova, one of development framework to build hybrid application.

1. 初めに

ハイブリッドアプリケーションとは、HTML5 技術を用いて構築された Single Page application の一種で、ブラウザに内包されているレンダリングエンジンと組み合わせてパッケージングすることで、どんな OS 環境でも動作するという特徴がある。コンパイラ言語で作るネイティブアプリケーションに比べると動作は遅いが、HTML と JavaScript だけで構築できるハイブリッドアプリケーションは OS ごとに作り替える必要がなく、メンテナンス性に優れている。

本稿では、Apache Cordova を用いて、主として Android の環境下で動作するハイブリッドアプリケーションを構築する学生実験について述べる。

2. Web アプリケーションとハイブリッドアプリケーション

幸谷研究室では、卒業研究の一環として Web アプリケーション開発を行ってきた。既に 10 年以上の歴史があり、代々の卒業研究制作物の一部は、本研究室の Web サーバ (<https://cs-tklab.na-inet.jp/>) もしくは <https://cs-tklab.sist.ac.jp/>) で閲覧することができる。担当教員は本来、科学技術シミュレーションにおける高性能計算法を研究テーマとしているが、過去に Ethernet を用いた分散メモリ型の PC クラスタを構築してきた経験から、ネットワーク技法を卒研テーマの一つにしてきた時期があり、その延長上で Web アプリケーションの開発を主テーマの一つとするに至った。

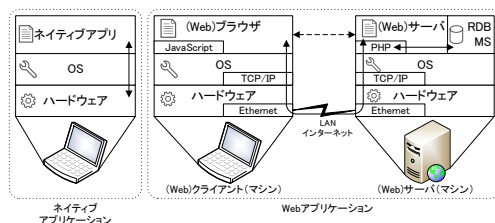


Fig. 1: ネイティブアプリケーションと Web アプリケーションのソフトウェア階層

は、クライアント側 (ブラウザ) のインターフェースを担当する HTML, CSS, JavaScript を学び、サーバ側ではデータを保持するためのデータベースとのやり取りを行う PHP 等の言語を学ぶ必要がある。これらを網羅的に学習することは現実的ではないため、本研究室では卒業研究の前哨戦に当たる 3 年生後期の「コンピュータシステム実践演習 2」(旧「情報セミナー 2」) で独自の教材「Web アプリケーション開発入門」¹⁾ を使用している。詳細については紀要論文²⁾ を参照されたい。これはサーバ側の PHP にも HTML や CSS を埋め込み、サーバ側とクライアント側とでネットを介した協調動作を行うアプリケーションの開発を主眼としている。

それに対し、近年はクライアント側はもっぱら HTML+CSS で静的インターフェースを固め、JavaScript でユーザの要求に応じた画面更新やデータのやり取りを極力単独の HTML ファイルだけで完結させる SPA (Single Page Application) が主流となっている。SPA のための JavaScript フレームワークとしては、Angular⁸⁾, React⁹⁾, Vue¹⁰⁾ などがあり、Node.js⁶⁾ が提供するブラウザのレンダリングエンジンと組み合わせることで、単独のネイティブアプリケーションとしても利用できるようなっている。Atom¹¹⁾ のように、Electron¹²⁾ というフレームワークで構築されたネイティブアプリケーションは、動作的に重たく感じることもあるものの、広く利用されている。

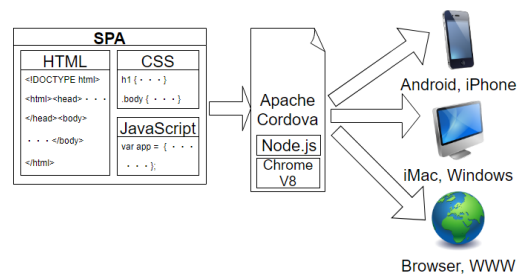


Fig. 2: Apache Cordova によるハイブリッドアプリケーション生成

Apache Cordova も、SPA によるアプリケーション開発環境の一つで、商用の開発フレームワークがオープンソースされたものである。現在はその上に iOS アプリケーションを構築できる有償の開発環境¹⁴⁾ や、Onsen インターフェース¹³⁾ なども提供

Fig.1 に示すように、Web アプリケーション開発のために

2019 年 6 月 28 日 受理

*情報学部 コンピュータシステム学科

されるようになっている。2018年度のコンピュータシステム実験で利用したのは Apache Cordova 8.0 であるが、Windows 環境下であろうと、Linux 環境下であろうと、macOS 環境下であろうと、Fig.2 に示すように、Web 上の SPA(WWW)、Android、Windows、iOS(エミュレータは macOS でのみ実行可)で動作する SPA に基づくネイティブアプリケーションが構築できる。

本実験を行うにあたり、当初は Linux 環境下での実験環境構築を目指したが、Android エミュレータの動作が不安定であるため断念し、Windows 環境下で実施することとした。iOS アプリケーションを作成したい学生向けに、iMac の開発環境も構築しなかったが、予算執行時期が間に合わず、今回は iMac 環境下で Windows 同様の Apache Cordova 開発環境が構築できることのみ確認した。

3. Apache Cordova 開発教材について

Apache Cordova は Node.js 上で動作する開発フレームワークである。Android で動作する実行ファイルの動作確認のためには、Java で開発を行うための Android Studio と、エミュレータが必要となる。今回使用する開発環境では、少なくとも Android アプリケーション開発ができることを受講生に体感して欲しいと考え、Fig.3 のように必要となる環境をあらかじめ用意し、その上で Apache Cordova を組み込んだ。

加えて、ソースコードの編集には Microsoft Visual Studio Code、ブラウザは Node.js と共通のレンダリングエンジンを持つ Google Chrome を使用した。

既存の Web テキスト²⁾に、第6章として「Apache Cordova を用いたハイブリッドアプリケーションの開発」を設け、下記の5節の中に、作成課題6件を埋め込んだ。最初の節では、既存の Web テキストの HTML、CSS、JavaScript の解説ページにリンクを張り、Web ページ作成の未経験者への配慮を行っている。

1. ハイブリッドアプリケーションと Apache Cordova … 課題 1
2. 計算アプリの作成 … 課題 2, 課題 3, 課題 4
3. Indexed DB を用いた住所録 … 課題 5
4. じゃんけんアプリの作成 … 課題 6
5. 課題レポート

2018年度は51名の受講生がこの実験を2週間、計6コマで体験した。最後の課題5と6は重量級の内容であるため、どちらか片方だけで良いとしたが、最終的に課題1~4+課題5 or 課題6まで、時間内に完遂できたのは1名だけであった。おおかたの受講生は課題4までで時間切れとなっていた。

以下、各課題について概説する。

3.1 課題 1: SPA の作成

HTMLによるWebページ作成の経験はあっても、DOM(Document Object Model)の概念については全く知らないというのが、本学の平均的なコンピュータシステム学科3年生である。JavaScriptで自在にHTMLのタグの内容を書き換えたり、タグそのものを生成したり消去したりするためには、DOMについて、ある程度の理解は必要不可欠である。

そこで、簡単なテキストボックスを使ったDOMの内容変更を行うSPAを最初に作成してもらった。雛形としては23行のHTMLを用意し、そこに穴埋め形式でJavaScriptを完成させてもらい(Fig.4)、各タグについたidで要素を指定すること

ができ、その内容についても変更が可能であることを理解してもらったようにした。

Fig.5に示すように、このやり方で順次テキストボックスに入力された文字列をメッセージボックスに出力したり、他のHTML要素に埋め込んだりできることを理解してもらったのが、課題1の目的である。

この段階で躓く学生はごく少ない。概ね20分ほどで完了していた。

3.2 課題 2: Apache Cordova の使用方法

SPAの初歩が理解できたところで、Apache Cordovaによるアプリケーション構築体験を行う。

Fig.6に示すように、最初はコマンドラインからcordovaコマンドが動作することを、バージョン番号と共に確認させ、しかる後に、

- (1) “firstapp”という名前で最初の Apache Cordova アプリの雛形を自動生成させる
- (2) “firstapp”フォルダに移動
- (3) Apache Cordova で制作できるアプリケーション環境の確認
- (4) ここでは、Android(android)、ブラウザ(クライアント側)(browser)、iOS(ios)、macOS(osx)、Windows(windows)、サーバ側設置(www)のプラットフォーム(環境)で動作するアプリケーションの開発が可能と分かる

を確認する。

コマンドラインによる最初のアプリケーション雛形ができたら、生成したファイルの一覧を確認してもらう(Fig.7)。

開発する際には、wwwフォルダにあるHTMLファイル、CSSファイル、JavaScriptファイルを編集する。browserやwwwは通常のSPAなのでそのままが良いが、他のプラットフォーム上で動作するネイティブアプリケーションとするには、実行ファイルを生成する必要がある。そのために、各プラットフォーム用のフォルダが用意されており、コンパイルするとここに必要なファイルが生成される。

例として、Androidアプリケーションを生成するケースをFig.8に示す。手順としては

1. Android用にビルドする(ここが一番時間がかかる)
2. 生成したAndroidアプリをエミュレータで起動する
3. Androidエミュレータ上でアプリケーションが起動して表示される

となる(Fig.8)。

Linux環境化(Ubuntu 16.04)では、このAndroidエミュレータの安定動作が難しかった。Windows上でもたまにハングアップすることがあり、強制終了してやり直すということを何度か経験した。

この段階まで解説した後、課題2としては最下行に自分の名前を入れるというものを提示した。あらかじめHTMLファイルに記述してあるaddressタグの中に入力するだけなので、ここでまごつく受講生は皆無であった。

3.3 課題 3: 数式計算機の作成

課題3は、式パーサ機能を使った数式計算機の機能を追加するというものである。HTMLにテキストボックスを作り、ボタンをクリックしたタイミングで、数式として解釈できる入

```

コマンドプロンプト
Microsoft Windows [Version 10.0.16299.309]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\tkouya>node -v
v8.11.1
Node.jsの動作とバージョンチェック

C:\Users\tkouya>npm -v
5.6.0
npmの動作とバージョンチェック

C:\Users\tkouya>java -version
java version "1.8.0_162"
Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.8.0_162-b12)
Java HotSpot(TM) 64-Bit Server VM (build 25.162-b12, mixed mode)
Java環境の動作とバージョンチェック

C:\Users\tkouya>javac -version
javac 1.8.0_162
Javaコンパイラの動作とバージョンチェック

C:\Users\tkouya>ant -version
Apache Ant(TM) version 1.10.3 compiled on March 24 2018
Apache ANTの動作とバージョンチェック

C:\Users\tkouya>

```

Fig. 3: Apache Cordova に必要なソフトとコマンド

```

9 | <p>↓
10 | <input type="text" name="input" id="input" /> ↓
11 | <input type="button" name="input_button" id="input_button" value="メッセージ表示" /> ↓
12 | </p>↓
13 | <hr />↓
14 | <address>Copyright (c) 20xx 999999 幸谷 智紀</address>
15 | <script type="text/javascript">
16 | ↓
17 | // テキストボックス↓
18 | input_id = document.getElementById( ); ↓
19 | ↓
20 | // ボタン↓
21 | input_button_id = document.getElementById( ); ↓
22 | ↓
23 | // ボタンクリック時の動作↓
24 | input_button_id.addEventListener(
25 |   click, // イベント名↓
26 |   function() { window.alert(input_id.value); 1; // 処理内容↓
27 |   false // オプション↓
28 | ); ↓
29 | </script>↓

```

Fig. 4: HTML の雛形に埋め込んだ JavaScript

テキストボックス→メッセージボックス

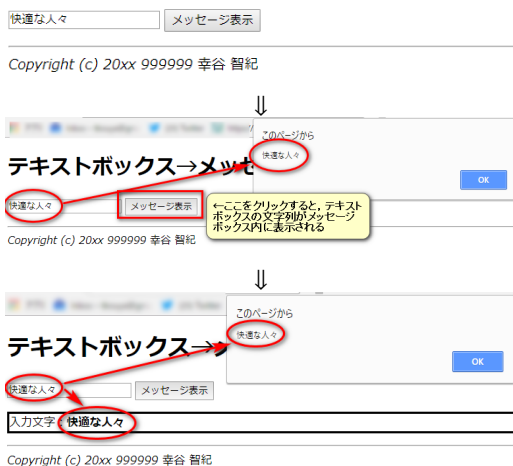


Fig. 5: 最初の SPA

```

コマンドプロンプト
Microsoft Windows [Version 10.0.16299.334]
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\tkouya>cordova -v
8.0.0
Apache Cordovaの起動とバージョン確認

C:\Users\tkouya>

```

```

↓
C:\Users\tkouya>cordova create firstapp
Creating a new cordova project. (1)

C:\Users\tkouya>cd firstapp (2)

C:\Users\tkouya>cordova platform
Installed platforms: (3)

Available platforms:
android ~7.0.0
browser ~5.0.1
ios ~4.5.4
osx ~4.0.1
windows ~5.0.0
www ^3.12.0 (4)

```

Fig. 6: 最初の Apache Cordova アプリ作成

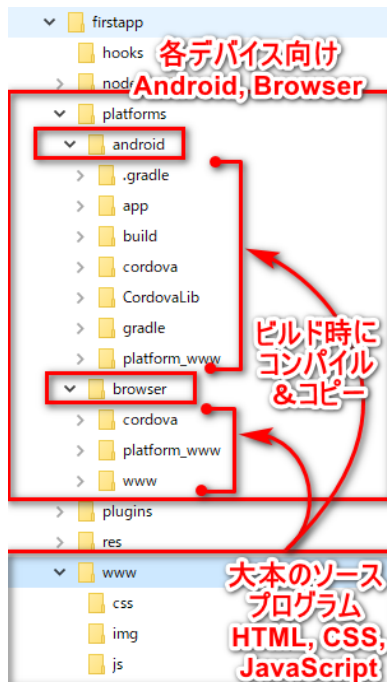


Fig. 7: Apache Cordova アプリのディレクトリ構造

1. Android用にビルド

```
C:\Users\tkouda\firstapp>cordova build android
Android Studio project detected
ANDROID_HOME=C:\Users\tkouda\AppData\Local\Android\sdk
JAVA_HOME=C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_162
studio
Starting a Gradle Daemon (subsequent builds will be faster)
BUILD SUCCESSFUL in 8s
```



2. 生成した Android アプリをエミュレータで起動

```
C:\Users\tkouda\firstapp>cordova emulate android
Android Studio project detected
ANDROID_HOME=C:\Users\tkouda\AppData\Local\Android\sdk
JAVA_HOME=C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_162
studio
Subproject Path: CordovaLib
```



3. Android エミュレータ上でアプリケーションが起動

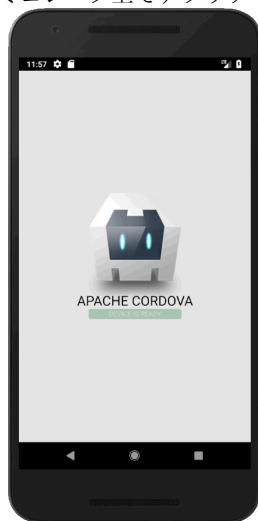


Fig. 8: Android エミュレータによる動作確認

力文字列を JavaScript で受け取り、計算結果を表示するというものである。ここで初めて指定 ID を持つフッタ HTML 要素を作成し、そこから文字列を受け取って処理を行うというハイブリッドアプリケーションを一から作成することになる。

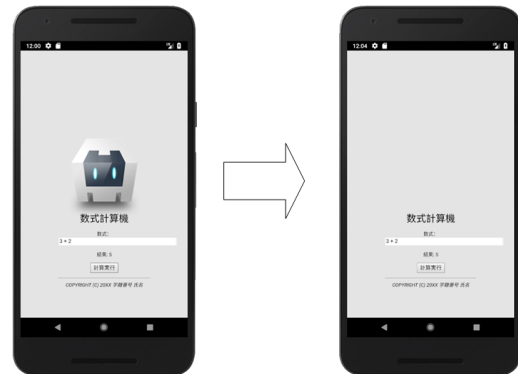


Fig. 9: 数式計算機

Fig.9 にその実行画面を示す。中央のロゴは不要なのでカットし、数式計算機として必要なものだけを画面に残してもらうようにした。この場合は「3+2」という数式が入力されているので、テキストボックスの下に「結果: 5」と表示されている。

教材には HTML の変更箇所や JavaScript の例まで張り付けてあり、どちらも 30 行未満の修正で済むことから、ここでもまごつく受講生は殆どいなかった。

3.4 課題 4: 2 次方程式の解計算

思考力を試すため、初めて JavaScript のコードを自力で穴埋めしてもらうよう、課題 4 を設定した。2 次方程式 $ax^2+bx+c=0$ の係数 a, b, c をテキストボックスから入力し、解を公式に基づいて計算して表示するというものである (Fig.10)。

2次方程式

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$$

$$a = 1$$

$$b = -2$$

$$c = -3$$

$$x_1 = 3$$

$$x_2 = -1$$

計算実行

Copyright (c) 20xx 学籍番号 氏名

Fig. 10: 2 次方程式の解計算

2次方程式を解くことができることを確認した後は、 $a = 0$ のケースにも対応できるように、一次方程式 $bx + c = 0$ を解く部分を穴埋め式に記述してもらうこととした。

さほど難しくないと考えたが、まず最初の2次方程式の解を解くJavaScriptの作成で手間取り、ソースコードは全て教材に提示してあるにも関わらず、正しく動作させるまでに手間取る受講生が少数ながら見受けられた。入力コードにミスがあっても、どこがおかしいかを特定するまでに時間かかったようで、まずブラウザから実行を確認させ、「デベロッパーツール」からコンソールの表示と、JavaScriptのエラーが確認できることを教える必要があった。

また、2次方程式は解けるようになっても、1次方程式を解く処理を記述できずに時間切れになる受講生も多かった。JavaScriptの文法に慣れていないことを考慮しても、頭を使ってアルゴリズムを考え、それに従ってコーディングするという、平均的なプログラマなら常に行っている筈の作業に習熟していないと、筆者には感じられた。また、実験時間の終わりが近づいており、焦って余裕がなくなっているせいであるとも考えられる。この課題の前に、もう少し易しめの課題を追加することが望ましいのかもしれない。

3.5 課題 5: Indexed Database を用いた住所録

前述した通り、課題5と課題6は選択制とし、それぞれ各ステップを踏んで徐々に完成形に近づけていく内容とした。

課題5は、データを保持するためのデータベースを作り、住所録として動作させるというものである (Fig.11)。ブラウザ側でデータベースを扱うための仕組みは幾つか存在しているが、今回は最新のレンダリングエンジンのみを使うことを想定しているため、indexed database を使うことにした。

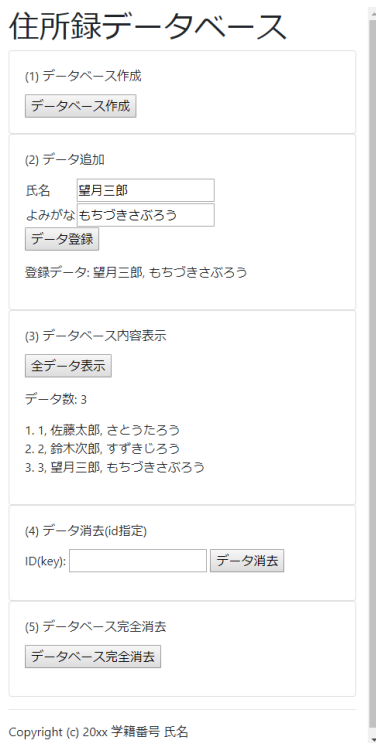


Fig. 11: Indexed Database を用いた住所録アプリ

作成手順は下記の (1)~(5) の 5 ステップである。

- (1) データベースの作成
- (2) データ追加
- (3) データベース内容表示
- (4) データ消去 (id 指定)
- (5) データベース完全消去

データベースを作成した後は、データの追記、内容表示、消去、データベースの完全消去を行うようにしてある。CRUD (Create, Read, Update, Delete) のうち、Update に相当する更新処理がないのは、他の処理に比べて手間がかかるため、実験時間内に終了しないのではという危惧があったからである。たとえ完遂しないとしても、やり方ぐらいは書いておいても良かったかもしれない。

ここまでたどり着く学生は少数派で、時間内に完成に至った学生は数人に留まった。じっくり内容確認する時間もないため、もう少しゆとりのある所で実施すべきテーマだったかもしれない。フォームと画面推移を制御する JavaScript コードを主とした index.html が 192 行で、データベースを制御する純粋 JavaScript コードが 230 行というものであったが、大学の平均レベルの学生には荷の思い内容であった。

3.6 課題 6: じゃんけんアプリ

課題5で実用的なアプリを作成する内容を提示したので、課題6はじゃんけんをするだけの簡単なゲームを作成することとした。

Fig.12 に示すように、まずテキスト表示だけでじゃんけんを行う骨組みを作り、これが動いたことを確認した後、それぞれの手の画像ファイルと勝敗画像ファイルをテキスト版のアプリにはめ込むという手順で作成するようにした (Fig.13)。



Fig. 12: じゃんけんアプリ : テキスト版

グラフィックス版の画面は Fig.14 にあるようなものになる。テキスト表示とは異なり、画像があるだけで印象が全く変わることを体感的に理解してもらうことを目的とした。

とはいえ、本テーマにチャレンジする学生はごく少数で、最後のグラフィックス版まで完成させた学生は一人だけであった。

4. まとめと今後の展開

本研究室が作成してきた Web アプリケーション作成教材に追記する形で構築した Apache Cordova アプリケーション開発教材は、粗削りながら、学生の能力に応じたところまで進める内容になっていることが確認できた。

時間の関係上、Android アプリケーションはエミュレータの動作確認を行うだけにとどまったが、もう少し時間の余裕が

```

41 <!-- JavaScript -->
42 <script type="text/javascript">
43
44 // 結果表示枠
45 show_result_id = document.getElementById("show_result");
46
47 // 選択肢クラス配列
48 var button_janken_class = document.getElementsByClassName("button_janken");
49
50 // Debug用コンソール出力
51 Array.prototype.forEach.call(button_janken_class, function(value, index, array) {
52   console.log('array[' + index + '] = ' + value.id);
53 });
54
55 // rand(n) ... https://aita.com/vang_orz/items/639233eaf19e9a0ccc374
56 function rand(n) { return Math.floor(Math.random() * n); };
57
58 // 手の画像をimgタグとして表示
59 // ガー : index = 0 -> ga.jpg
60 // チョキ : index = 1 -> choki.jpg
61 // パー : index = 2 -> pa.jpg
62 function show_hand_img(index) {
63   // 画像の置き場所 + 画像ファイル名
64   var img_src_array = ["img/ga.jpg", "img/choki.jpg", "img/pa.jpg"];
65   return '';
66 }
67
68 // 勝負をimgタグとして表示
69 // あいこ : flag = 0
70 // あなたの負け : flag = 1
71 // あなたの勝ち : flag = 2
72 function show_result_img(flag) {
73   var img_src_array = ["img/evens.png", "img/you_lose.png", "img/you_win.png"];
74   return '';
75 }
76
77 // ボタンクリック時の挙動
78 Array.prototype.forEach.call(button_janken_class, function(value, index, array) {
79   function() {
80     // クリックしたボタンの確認
81     // show_result_id.innerHTML = "あなたは" + array[index].value + "をクリックしまし
82     た。<br />";
83
84     // 相手の手を自動生成
85     var opponent_index = rand(3); // 0(ゲーム), 1(チョキ), 2(パー)を返す
86     // show_result_id.innerHTML += "相手は" + array[opponent_index].value + "を出しま
87     した。<br />";
88
89     // 手の画像表示
90     show_hand_img(index);
91     show_hand_img(opponent_index);
92     // 勝負判定
93     // index == opponent_index -> あいこ
94     if(index == opponent_index) {
95       // show_result_id.innerHTML += "あいこです。<br />";
96       show_result_id.innerHTML += "<div class='row'><div class='col'>"+ show_resul
97       t_img(0) + "</div></div>";
98     }
99     // index = 0 (ゲーム)の時
100     else if(index == 0) {
101       // 手チョキ→勝ち
102       // if(opponent_index == 1) show_result_id.innerHTML += "あなたの勝ちです。<br />";
103       if(opponent_index == 1) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
104       ass="col"> + show_result_img(2) + "</div></div>';
105       // パー→負け
106       // else if(opponent_index == 2) show_result_id.innerHTML += "あなたの負けで
107       した。<br />";
108       else if(opponent_index == 2) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
109       ass="col"> + show_result_img(1) + "</div></div>';
110     }
111     // index = 1 (チョキ)の時
112     else if(index == 1) {
113       // パー→勝ち
114       // if(opponent_index == 2) show_result_id.innerHTML += "あなたの勝ちです。<br />";
115       if(opponent_index == 2) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
116       ass="col"> + show_result_img(2) + "</div></div>';
117       // ガー→負け
118       // else if(opponent_index == 0) show_result_id.innerHTML += "あなたの負けで
119       した。<br />";
120       else if(opponent_index == 0) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
121       ass="col"> + show_result_img(1) + "</div></div>';
122     }
123     // index = 2 (パー)の時
124     else if(index == 2) {
125       // ガー→勝ち
126       // if(opponent_index == 0) show_result_id.innerHTML += "あなたの勝ちです。<br />";
127       if(opponent_index == 0) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
128       ass="col"> + show_result_img(2) + "</div></div>';
129       // パー→負け
130       // else if(opponent_index == 1) show_result_id.innerHTML += "あなたの負けで
131       した。<br />";
132       else if(opponent_index == 1) show_result_id.innerHTML += '<div class="row"><div cl
133       ass="col"> + show_result_img(1) + "</div></div>';
134     }
135   };
136   value.addEventListener('click', function() {
137     this.value = " ";
138     this.innerHTML = show_hand_img(index);
139     this.innerHTML += show_result_img(flag);
140   });
141 }
142 </script>

```

Fig. 13: テキスト版からグラフィックス版への作成手順の解説



Fig. 14: じゃんけんアプリ:グラフィックス版

あるところで、実機による動作確認と、iOS によるアプリケーション作成までを確認できるように、本教材をブラッシュアップしていきたいと考えている。

謝辞

本教材作成は静岡理科大学教育プロジェクト (B) の助成を受けて実施されたものである。関係各位に感謝する。また、2018 年度実験では SA として小澤皇太君と、松下孟樹君が、懇切丁寧な指導を行ってくれた。両人の献身にも感謝したい。丁寧な査読を行って頂いた未知の査読者にも感謝する。

参考文献

- 1) Web 教材「Web アプリケーション開発入門」, <https://cs-tklab.na-inet.jp/phpdb/>
- 2) 幸谷智紀, 学生による学生のための Web プログラミング教材開発, 静岡理科大学紀要, Vol.25, pp.169-174, 2018.
- 3) W3C, HTML5, <https://www.w3.org/TR/html5/>
- 4) W3C, CSS 2.x, <https://www.w3.org/TR/CSS2/>
- 5) Apache Foundation, Apache, <https://www.apache.org/>
- 6) Node.js, <https://nodejs.org/>
- 7) Apache Cordova, <https://cordova.apache.org/>
- 8) Angular, <https://angular.io/>
- 9) React, <https://reactjs.org/>
- 10) Vue.js, <https://vuejs.org/>
- 11) Atom, <https://electronjs.org/apps/atom>
- 12) Electron, <https://electronjs.org/>
- 13) Onsen UI, <https://onsen.io/>
- 14) IONIC, <https://ionicframework.com/>