

プログラミング言語「えもぷろ」による PC・携帯電話による学習理解度の比較

Comparison of the Learning Understanding with PC and Mobile Phone By Programming Language “emopro”

慶應義塾大学大学院 政策メディア研究科 2 年 志田 知優

Keio University graduate school of Media and Governance

Tomomasa Shida

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤 5322

Email: shida@sfc.keio.ac.jp

現在のプログラミング言語はほぼ全て PC を開発環境にしている。しかし、携帯電話からでも開発が出来る言語があれば、プログラマーの若年齢化・人口母体数の拡大が起こる。私はこの考えを基に「えもぷろ」というプログラミング言語を開発している。えもぷろのターゲットはプログラム初心者（中高生）に絞りたい。若年層のプログラミング開発環境は整っておらず、プログラムに詳しい大人の開発環境でプログラムを構築しなければならない。現存するプログラミング言語で自ら自発的にプログラムを書き、制作する事は若年層にとってはあまりに難しい環境だ。

えもぷろはハードを PC から携帯に移すことにより、問題点の解決を目指す。まず、プログラミング開発環境構築の出来ないメール機能を開発環境にし、ユーザーはプログラムを記述する。携帯電話からソースが書けることから、いつでもどこでもプログラムを構築できる環境を提供する事が出来る。今回は PC ユーザー・携帯ユーザー全 30 人に対してえもぷろを学習してもらいハードによる学習理解の比較を行った。この結果から若年層が携帯電話で学習するのに適したコンテンツに関する知見が得られることを期待する。

It is a PC that the development environment of the current programming language approximately. But If the language which enables mobile phone to development environment exists, the expansion of the number of the programmer and the young age of the programmer occurs. I'm developing the programming language "emopro" based on this notion. The target user of the emopro is a young group (especially junior and high school students). The development environment of the young group is not prepared well and they must build a program in the development environment of an adult knowing a lot about a program. Few young groups are able to struggle with programming language voluntarily because of its environment.

emopro aimed at this solution of the problem by moving the development environment from PC to mobile phone. At first, emopro enables mail functions to development environment. This time I had a lecture about emopro and 30 students learned by PC and mobile phone to compare the learning understanding. I hope the knowledge about suitable contents for the young group learning by mobile phone is provided though the experiment results.

1. 研究背景

現在、高校生の携帯電話所持率が96.5%であるのに対してパソコンの所持率はわずかに21.5%にすぎない。[8]情報の科目が義務化され、学生がITに関する知識を学習する中で、他科目と異なることは学習の場所を限定させられている点である。

高校生がプログラミングを学習する際、ある高校では高校の情報の教室のパソコンを使用しプログラムを学習しているが、生徒が家に帰宅し自主学習でプログラミングする割合は0%だった。学習者が日々学習する為には開発環境をPCから携帯電話に移す事で、生徒は場所の制約を解消できるのではないかと考えた。携帯電話ならば高校生の96%は所持しており、さらに場所的制約もない。現在バケット通信定額制が進み、携帯メール機能の使用であれば金銭的な負担も非常に少ない。また、携帯電話での学習に関してはコスト面、場所の可動性からも優位性がある事が現場から、また「小学校におけるICT利活用に関する研究—携帯電話のこう行く利用の可能性について—」田代久美[1]からも指摘されている。

ここで、携帯電話で学生が学習出来るのであれば、環境的優位性は保てると考えたが、問題は学習理解度の違いにある可能性がある。本研究は学習者が学習物に対してPCで学習する事と携帯電話で学習する事の違いに関してそれぞれのハードで学生を学習させることにより知見が得られると考えている。

2. えもぶろの仕組み

上記の問題点を克服する仕組みとして、携帯電話で開発を可能にさせる言語「えもぶろ」を開発した。ここでは、えもぶろによるプログラミング作成手順を説明する事で3-6にまたがる実験の理解を促進する。

ユーザーの携帯電話（もしくはPC）からメール機能を選択し、メール本文にえもぶろのソースを書いてもらう。件名は任意でソースの内容に適した件名を入れてもらう。

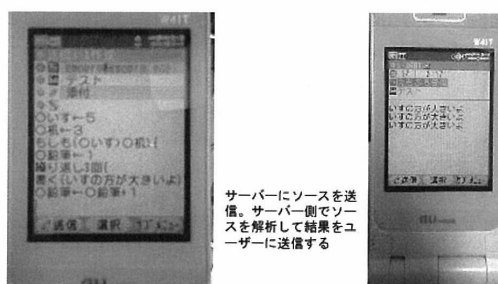
ソースが書き終わったら、えもぶろサーバーのメールアドレス(emopro@emopro.mobi)に送信する。

えもぶろのインタプリタをサーバー側に設定してあるので、サーバーでソースを解析し、結果をメールでユーザーに送信するという仕組みをとっている。従来のようにユーザー側の端末にコンパイラを設置することはしないので、ダウンロードやインストール、環境設定といった事をせずに済むため、学生の場合授業で学習した内容を新しい環境に移行させる必要なく、常時学習を進めることが出来る。

る。返信時間も以前は1分以上の遅延が生じていたが、現在は30秒以内には必ず返信される仕組みになっている。



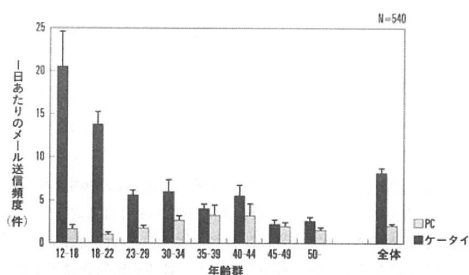
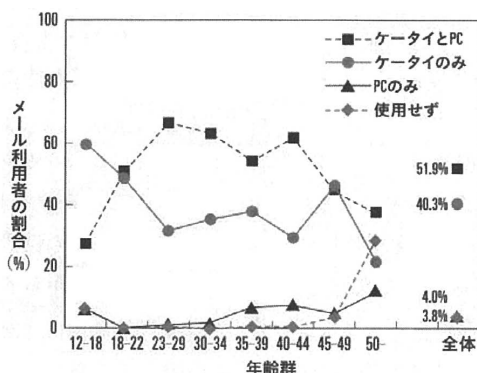
[図1: えもぶろのソース受け渡し]



[図2: 左は送信前（インタプリタ前）右はインタプリタ後の結果]

3. 仮説

えもぶろの開発環境になっているメールの若年層の状況は極端なデータを示している。中高生のほぼ全員がメール機能を使用しているが、携帯のみでしかメールを使用しない人、つまり、PCではメールを使用しない人は59.4%、全体の約6割が携帯電話からしかメールを使用しないという調査が発表されている。また、一日当たりのメール送信頻度においても携帯電話が20通を超えているのに対して、PCはわずかに1通前後だ。[2][図参照]。



このことからメールは非常に若年層の日常生活に密着した存在であり、さらに、携帯メールこそが最も身近な存在であることが分かる。

プログラミングを学習するならば、所持していない PC で学習するよりも所持しており、かつ、最も身近で使い方も熟知している携帯電話のメール機能で学習した方がいつでも学習物にアクセス可能で効率が良い、というのが私の仮説だ。

4. 実験手法

今回実験に協力してもらったのは高校生（8 名）と大学 1 年生 22 名の合計 30 名で、プログラムを一度も触れたことのない学生にのみ協力していただいた。

PC・携帯電話にまずグループを別けた。それぞれ 15 名ずつに別けて、その後全体で同じ講義を行った。講義時間は約 1 時間 30 分であった。実験は高校生への講義を 2008 年 9 月 24 日に行い、大学生に対しては 2008 年 9 月 28 日 - 11 月 20 日に行った。PC・携帯のグループ分けに関しては当日携帯電話を所持していない、もしくは携帯電話の残

り電池が少なかった学生をまず PC グループにて学習させ、それ以外の生徒に関しては席順にランダムで分けた。学習者に対しては私が講義を行うことによって 2 度行った講義に関して差異が出ないようにした。学習内容に関しては、IF 文・WHILE 文を学習してもらいその後簡単なクイズをウェブ上で行った。この時クイズ回答に関しても学習したハードウェアで解答してもらった。

このクイズによる回答を学習理解度の比較として使用し、また、異なった問題をその 1 月後に行うことで学習者が 1 月間経過した後どの程度記憶しているか、また、学習者が 1 月間でどの程度学習物に対してアクセスするかを分析する予定だ（現在 11 月 25 日段階ではデータが出ていないが 12 月発表時にはデータを使用する）また、クイズの内容に関してはそれぞれ特色が出るように設計を行った。問い 1・2 が計算問題で容易な内容ではあるがプログラムの内容を一行ずつ確認する作業が必要なものにした。これは学習者がプログラムの問題を初めて見るため、プログラムの問題に慣れてもらうためと、問題解答に慣れてもらうためである。また、問い 1、問い 2 に対して、問い 3 に関しては長い問題を作成した。これは携帯電話のインターフェースの特性と学習コンテンツの関連性を調べるのが主な目的だ。携帯電話の画面は非常に小さく設計されているため、携帯電話と PC で学習した生徒に差異が生じると考えられる。

また、学習者には事前に会員登録をもらい、DB から学習者の学習軌跡を辿れる様設計した。学習用教材に関しても高校生の目線を意識し、出来る限り難解な語句は避け、口語体を意識した。以下教材の一部である。

[教材（一部抜粋）]

1. 変数の代入

では早速、プログラムを書いてみよう。あなたの携帯電話のメール機能を選択し、本文に下記を書き、あて先に emopro@emopro.mobi を入力し送信してみよう
返事が返ってくる仕組みになっている。

<本文>

○こんにちは←helloemopro

○こんにちはと書く

返信されてくるメールには

helloemopro

と表示されていれば成功です

○ は変数を表します。変数は箱のことです。こんにちは、という箱の中に hello emopro という文字を入れます。そして、と書くという関数は表示することを意味しますゆえに、○こんにちはと書く

という一文はこんにちは、という箱の中に入っているものを表示してくださいという命令をあらわします

4

と返ってくれば成功です！

では下記はどうなるでしょうか？
こんにちはと書く

3,IF 文

今回は○がありません。ですので、そのまま「こんにちは」という文章が返信されてくるはずですが、下記はどうでしょうか？

世の中もしもこうだったらなあ、と思うことだらけだと思いますが、プログラミング言語においてはそのもしもを叶えることが出来ます。それがこの IF 文というものです。

たとえば以下のように使用します

○こんにちは←10
○こんにちわと書く

(※1) もしも、3 が 2 よりも大きかったら、3 は 2 より大きいですと書いてください
といった感じです。
では実際の構文に当てはめてみましょう

今回は「○こんにちは」と「○こんにちわ」では最後の文字の「は」が「わ」になっています。ですから、このような変数はありません、というエラーが出るはずです。

○変数その 1←3
○変数その 2←5

簡単でしょ！
というわけでどんどんいきましょ

もしも ○変数その 1<=○変数その 2
変数その 2 のほうが大きいみたいだよと書く
終わり

2、四則演算

今回は四則演算を行ってみましょう。ちょっと頭が良くなってきましたね。プログラミング言語の特徴で普通の四則演算とは少し違う文字を使うことがありますが、これは仕方がないので覚えてください。

かける (×) は「*」に 割る (÷) は「/」になります。
たとえば、 3×4 という計算は $3*4$ に
 $9 \div 3$ という計算は $9/3$ になります

IF 文の判定には下記のような要素を用います

- (1) $A \leq B$ B が A 以上の大きさ
- (2) $A < B$ B が A より大きい
- (3) $A \geq B$ A が B 以上の大きさ
- (4) $A > B$ A が B より大きい
- (5) $A \neq B$ A と B は違う
- (6) $A = B$ A と B は同じ

では実際にやってみましょう！本文に下記を書いてみてください

(※2) ちょっと難しい IF 文に入っていきます。

○計算足し算←3+5
○計算引き算←5-3
○計算掛け算←3*5
○計算割り算←20/5

もしも 3 が 2 よりも大きかったら 3 が 2 よりも大きいと表示しますが、そうでなければ (つまり 3 が 2 よりも大きくなかったら) 3 は 2 よりも小さいと表示してくださいという文章を作りたい場合もあると思います
そういう場合は下記のような構文を書きます

○計算足し算と書く
○計算引き算と書く
○計算掛け算と書く
○計算割り算と書く

○変数その 1←5
○変数その 2←3
もしも $\text{○変数その 1} \leq \text{○変数その 2}$
変数その 2 のほうが大きいみたいですと書く
ではなく
変数その 1 のほうが大きいみたいですと書く
終わり

結果が
8
2
15

(※3) 最後にもう一発 IF 文です。これが最後のステージですので、気合入れていきましょう！

もしも3が5より大きかったら、3が5より大きいよ、と書いてください、もしも4が2より大きかったら4は2より大きいよ、と書いてください、いずれでもない場合は全部はずれと書いてください、という文章を書きたいときがあると思います
要するに条件がたくさんある場合とっていただいて結構です。その場合は下記のように記述します

```
○変数その1←5
○変数その2←3
もしも○変数その1<=○変数その2
    変数その2のほうが大きいと一緒に書いて
書く
ではなくもしも○変数その1=○変数その2
    変数1と2は一緒に書いて書く
ではなくもしも○変数その1<○変数その2
    変数2の方が大きいみたいよと書く
ではなく
    全部違うみたいだね
終わり
```

4.WHILE 文

大分来ましたね。大きな構文はこの WHILE 文をもって終わりにします。実はプログラミング言語にはまだまだ多くの構文が存在するのですが、えもぶろではとにかくシンプルに、必要ないと思う構文は極力実装しないようにしています。興味があれば違う言語で勉強してみてください。

今回の WHILE 文と呼ばれるこの構文は繰り返し構文と呼ぶこともあります。プログラマーは大量のコードを書かないといけないので同じ事を何度も書きたくないという考えがあります。ですから同じ事を3回書くのではなく、3回同じ事を書け、と命令することがあります。それがこの WHILE 文、繰り返し構文です。

たとえば、3回私の名前は鈴木一郎です、と書きたい場合

```
繰り返し3回
    鈴木一郎と書く
終わり
```

と書くと 鈴木一郎 鈴木一郎 鈴木一郎 という文章が帰ってくると思います
これが繰り返しです

では繰り返しの中に繰り返しがあるとどうなるのでしょうか？

```
繰り返し5回
    繰り返し3回
        私は鈴木一郎ですと書く
    終わり
    私は鈴木一郎ですと書く
    終わり
```

この場合何回鈴木一郎が表示されるか分かりますか？

では次の場合はどうでしょうか？

```
○名前←1
繰り返し3回
    ○名前←○名前+1
    もしも○名前=4
        到着しましたと書く
    終わり
    終わり
```

この場合、到着しましたは何回書かれることになるのでしょうか？

それぞれの場合を考えてみてください

クイズ

[問い1]

```
○中国 ← 20
○日本 ← 50
○アメリカ ← 5
○アイルランド ← [空欄]
```

```
○合計 ← ○中国 + ○日本 + ○アメリカ + ○アイルランド
```

```
○合計と書く
```

=====

表示結果が 100 になるようにしてください

[問い2]

```
○やまちゃん ← 最高
```

```
もしも ○やまちゃん=[空欄]
```

```
    やまちゃんは最高ですと書く
```

ではなく

```
    あなたは人間ではありませんと書く
```

終わり

=====

やまちゃんは最高です と表示されるようにするには[空欄]に何を入れたらよいでしょうか？

[問い3]

○ぐう←5

○ちよき←10

○ばあ←15

もしも○ぐう<=2

○ぐうは2より小さいと書く
ではなく

もしも○ぐう=8

○ぐう←○ぐう/○ばあ

ではなくもしも○ぐう=5

○ぐう←○ぐう * 5

ではなく

○ぐう←○ちよき * 3 / 1

終わり

終わり

○ぐう←○ばあ * ○ちよき + ○ぐう

○ぐう←○ばあ - ○ぐう

○ぐうと書く

何が返信されるでしょうか

6,その他必要な関数

もうここまでくるとあなたは立派なプログラマーですね。
一般的にプログラマー育成には半年~1年はかかりますが、
えもぷろでは効率的に2時間程度でプログラマーになります。

もっと細かく勉強したい人はきっと、えもぷろを学習した後参考書を読まれると理解度が全然違うでしょう。

その他必要な関数です

* ランダムな値をもらいたい

○ランダム←ランダム1~15

1~15までのランダムな値を○ランダムに代

入

* 現在時間を表示させたい

○時間←現在時間

書く○時間

200807011010 と表示されれば成功です(2008年07月01日10時10分という意味)

さらに細かく

○時間←現在時間年 =>(結果はこうなります2008)

○時間←現在時間月 =>(結果はこうなります07)

○時間←現在時間日 =>(結果はこうなります11)

○時間←現在時間時間 =>(結果はこうなります10)

○時間←現在時間分 =>(結果はこうなります10)

○時間←現在時間秒 =>(結果はこうなります15)

5. 実験結果

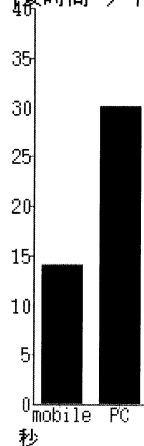
結果を図に示した。結果は1月後に観測したものである。

プログラム率/一日



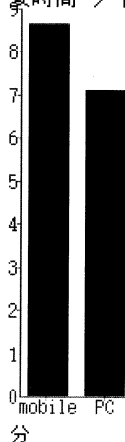
[図4-1]プログラムを一日当たり何回通送信しているか
携帯電話が0.22回に対してPCでは0.12回

所要時間-クイズその1



携帯では14秒に対してPCでは30秒

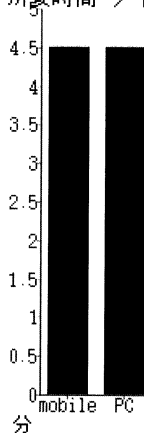
所要時間-クイズその3



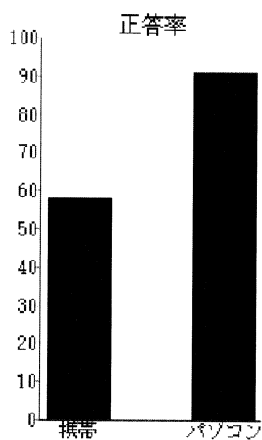
携帯が8分42秒に対しPCは7分12秒

[図4-2]クイズに対する解答所要時間

所要時間-クイズその2



携帯・PCともに4分29秒



[図4-3 クイズ全体の正答率]

6. 考察

今回のこの結果から携帯電話・PC ハードにおける学習効果の違いについてここで考察する。まず、[図4-1]から、携帯電話の特性でもある場所的制限に縛られない事の優位性が示された。携帯電話で学習した生徒は一日に0.22回のアクセス頻度があるのに対して、PCでの学習者は0.12回となった。携帯電話のほうが約2倍のアクセス数が

あった。この事は携帯電話のメールをいかに若年層が使用しているかを示したデータからも裏づけられる[2]

次に[図 4-2]のクイズに関する結果を考察したい。問い 1 に関して携帯電話が 14 秒だったのに対して PC は 30 秒時間がかかっており、携帯電話の約 2 倍の長さがかかっている。問い 1 は易しめの問題であり、それほど解答までに時間がかからないように設計されている為、両ハードとも高い正答率を示していた。時間もお互いがかかっていないが、PC での学習者のほうが問題をやや熟考した形跡が残されている。この事はまた後の問いに関しても言及したい。

問い 2 が共に携帯電話・PC とそれほど差がないのに対して問い 3 に関しては携帯電話の方が解答に至るまでに時間がかかっている。このことは、問いの特性に関連がある。問い 1、問い 2 は携帯の画面でも収まる文量であるのに対して、問い 3 は携帯の画面には収まりきらず、スクロールする必要があった。一方 PC で解答した生徒はスクロールする必要がなく、一画面でソースを読むことが出来た。このことから、1 分 40 秒の差が出たのではないかと考えられる。つまり、携帯電話で学習する際は学習コンテンツの量が非常に重要な要素になることが考えられる。携帯電話のインターフェースは非常に小さく、問題を一度に表示させることが困難だ。故に長い文章や、その読解には時間がかかる。

[図 4-3]の正答率からは携帯電話の利便性が示唆される。PC ユーザーが 9 割の正答率を保っているのに対して携帯は 57 パーセントの正答率だった。携帯電話で解答を行った生徒は PC で行った生徒よりも回答する回数が多かった事が示されている。この事は携帯電話から解答する際には深く熟考する事は少なく、直感的に回答する傾向があるのに対して、PC で学習した生徒はプログラムの処理を一つ一つ熟考している傾向がある。携帯での学習には直感的な要素が必要なに対して PC での学習には時間をかけた学習コンテンツが適していると考ええる。

7. 今後

1、研究に関して

今回の実験で、携帯電話・PC におけるハードの違いから学習に関してそれぞれに適したコンテンツが存在する事が確認された。今後はこれらの結果を踏まえて携帯電話の方が学習に適しているかどうかという視点で、ケースに分けてより細かい場面を想定した実験を行いたい。また、今回は一点の時間で計測に終わったが、私の考えはこの数ヵ月後に真の結果が出るのではないかと考えている。携帯電話のメリットはいつでもどこでもアクセス出来るユビキタス性にある。故に、学習者は一点の時間では効果が出ないが、期間を延ばせば伸ばすほど学習物へのアクセス

頻度は増え、学習理解が深まるのではないかと考えている。今後はこの仮説の真偽を確かめるべく、既学習者に対して新たなクイズを用意し解答してもらいたいと考えている。

8. 終わりに

プログラミング言語は 70 年代をもって進化が著しく止まっている、とよく言われる。中にはもうこれ以上は進化することは無いと言う人もいる。だが、教育分野に関してのプログラミング言語の進化はまさに今起きようとしている。さらに、電気通信分野の発達著しいため、言語を取り巻く環境の変化により言語が対応して行く事は大いに起こることだと思っている。えもぶろはその言語を取り巻く環境の変化に対応したプログラミングの形であり、今後その効果の検証を行っていくことにより学習者はもちろんのこと、プログラミングにかかわる人たちに貢献できる成果を出していきたいと思っている。

文献リストはスタイル「参考文献」

- [1] 「小学校における ICT 利活用に関する研究－携帯電話のこう行く利用の可能性について」 田代久美
- [2] モバイル社会の現状と行方 利用実態にもとづく光と影 小林哲生 天野成昭 高正信夫
- [3] パソコンと携帯メールで作成されたレポート文章の比較 佐々木真理 石川久美子
- [4] 独自 e ラーニング教材への学生の評価 吉田国子 後藤正幸 プレンダブッシュル
- [5] 携帯電話を活用した E-LEARNING 安西弥生
- [6] コンパイラ構成論：Pascal を用いた設計と構築 R. ハンター著；安村通晃訳
- [7] ケータイ進化論 小檜山賢二
- [8] 日本青少年研究所 <http://www1.odn.ne.jp/youth-study/>
- [9] えもぶろ公式ホームページ <http://emopro.net> <http://emopro.mobi/>