

3年間に渡る Raspberry Pi を使った情報工学科の 学部学生向けの英語の授業とその改善

山之上 卓^{†1}

概要: 情報工学科の学生が興味を持ちそうな教材を利用することにより、英語に少しでも馴染んでもらうことを目指し、Raspberry Pi を使った情報工学科の学部学生対象の英語の授業を3年間に渡って行っている。教科書は Raspberry Pi 上の Python プログラミングに関するものを使っている。英文の教科書を読みながら、グループで協力しながら、Raspberry Pi 上で実際にプログラミングを行うことにより、英語を身につけさせようとしている。初年度、グループで教科書の概要を CMS に書き込むことでグループ間の情報交換を推奨し、助け合って英語を学ぶ雰囲気を作ろうとしたが、グループ活動に参加しない学生が多かった。2年目からは、教員は毎時限、授業開始直後に、小テストの問題を学生に周知し、学生はグループ活動時間内に、その答えを得るために教科書を読み、協力して Raspberry Pi を操作しながら正解を探ることを行った。グループ内の情報交換も奨励し、グループ活動後に、CMS を使って小テストを実施し、その直後に正解例の提示と共に説明を行った。このように、毎回、教員が、小さく、かつ明確な目標を学生に与え、活動後の出来具合をすぐに学生にフィードバックすることにより、学生の活動が活発化することを狙った。ところが2年目の学生のアンケートの回答の中に、「もっと教えてほしい」という要望があり、また、グループ活動に参加できていない学生もいた。授業評価アンケート結果も、1年目と比べて下がってしまった。3年目は基本的には2年目のやりかたを踏襲するが、2年目の不備を修正したり、一部の小テストについては実施後に説明資料を CMS で閲覧可能にしたり、学生に教科書の内容を何度も見直してもらう為に、小テストだけでなく期末テストも実施したりする予定である。

キーワード: English class, Active learning, Raspberry Pi, Python, CMS

Three Years Practice of an English Class and its Improvement For Computer Science Students using Raspberry Pi-s

TAKASHI YAMANOUE^{†1}

Abstract: We have tried several ways to make students enjoy English class for three years, even if students disliked English in an English class. The ways were active learning, group learning, using Raspberry Pi-s, using a text book for Raspberry Pi programming with Python and ICT tools such like a CMS and a Screen Sharing system. In the first year, students read a part of the text book, estimated the contents of the part, operated the Raspberry Pi in each group, confirmed that the Raspberry Pi worked as the students have estimated, every time in the class. Students could confirm their estimation was correct or not just after their operation. However, there were many students who did not participate the group activity. So at the end of the first year and the second year, we have quizzes on the text book every time of the class. In the second year, students were told the questions of the quiz at the beginning of the each class. After their group work, students answer the questions of the quiz. Students were told their mark, correct answers and their explanation just after they answered all of the questions. Averages of feedbacks of second year's class from students were not improved from the feed backs of the first year's class. We are continuing almost same teaching ways of second year's class at the third year's class. We added explanation materials to the CMS for explaining the correct answer of quizzes and we are planning to have the term-end exam, in order to improve the sense of achievement of students.

Keywords: Wiki, bot, parallel programming, dynamic programming

1. はじめに

授業などで教師が学生に物事を教えるのは簡単ではない。人間は、基本的には、自分の苦手なものごとは避けたい。従って、学生が大学で苦手な科目を受講する場合、積極的にその授業に参加する動機は薄れてしまう。

工学部の学生は英語が苦手な場合が多い[1][2]。しかしながら工学部の多くでは、最新の技術や理論を修得するためには英語で記載されたマニュアルや論文を読む必要が生じる。これを可能にするためには英語の能力が重要になる。

情報工学科の学生も工学部の学生であるので、英語の苦手な学生が多い。特に地方私立大学の情報工学科の場合は英語が苦手な学生が多い。それでも英語は必要になるため、いやいやながら必須の英語の授業を受講している学生が多いように思われる。

筆者は3年間に渡って専門英語の授業を実施している。初年度には、英語が苦手な学生が退屈せずに英語を学習する手段をいくつか考えてみて、実際にそれを授業に取り入れて実施した。2年目には、初年度の授業で明らかになった欠点を補う為の工夫を行った。3年目は基本的には2年目の

^{†1} 福山大学
Fukuyama University

授業を継続したが、2年目の学生からの指摘を参考に授業や試験の修正を行った。

2. 1年目の授業

2.1 教科書

学生に退屈させないため、英文を読んで手を動かしながら動作確認をさせることを行った。また、話題になっている機器やソフトウェアを利用することで学生に興味を持たせることを考えた。これらを実現するため、Raspberry Pi における Python のプログラミングを扱っている Simon Monk の Programming the Raspberry Pi [8]を教科書として利用した。First Edition と Second Edition の違いで一部問題発生した。

2.2 ツール

CMS として朝日ネットの Manaba を利用した。Raspberry Pi を利用するため、工学部の実験工房を教室として利用した。教師側画面を学生が持参しているスマートホン等に表示するため、筆者の研究室で開発している Portable Cloud [9]とその画面共有機能を利用した。

2.3 授業計画

本授業の実施にあたり、以下の計画を立て、シラバスで学生に示した。

- **ねらい、概要**

学生が興味を持ちそうな、簡単な技術英語を用いた教科書を用い、そこに書いてあることをグループで実際に手を動かしてやってみる。このことにより、英語への恐怖感をやわらげ、英語を実用的に利用できるようにする。

- **到達目標**

情報技術関連の英文のマニュアルや書籍の中で自分に必要な情報を探し出し、内容を理解できるようになることで、今後の大学での学習に役立てたり、就職後の業務に役立てたりできるようになることを目標とする。

- **履修しておくことがのぞましい科目など**

英語の文法の基礎および、基本的な英単語を覚えておくこと。

- **準備学習**

毎回の授業の、教科書の範囲でわからない単語の意味を事前に調べておくこと。英和辞典を持参すること。

2.4 1回の授業内容

1年目の授業では、第11回までは、以下を行った。CMS を使ってレポートの提出・受け取りを行い、Portable Cloud の画面共有システムを使って授業中の説明を行っている。

- (1) 事前の単語調べ

- (2) グループで教科書をみながらプログラムを作成・実行
- (3) その日の範囲の概要を提出
- (4) 感想等、その日の授業の報告。

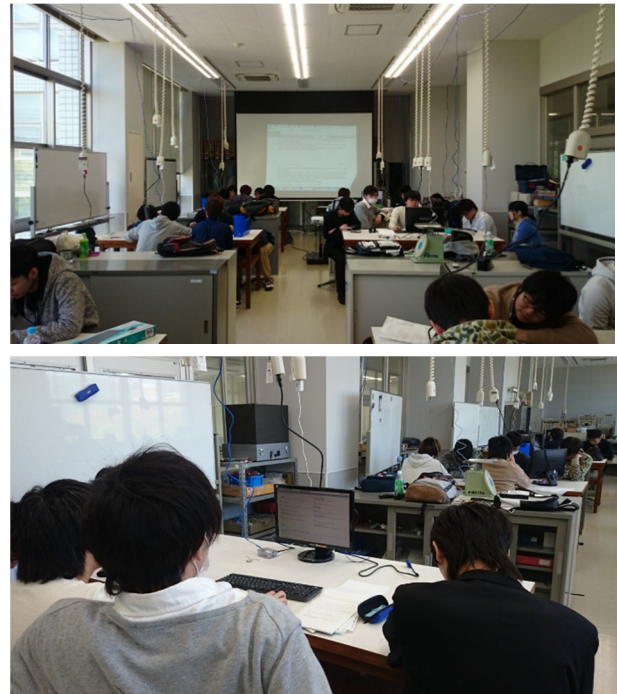


図1. 授業の様子

2.5 授業の様子

図1に授業の様子を示す。これらの図で示すように実験室を使って授業を行った。学生はグループに分かれ各グループで協力して Raspberry Pi を操作しながら授業を受講している。

2.6 学生の提出物

- **概要**

毎回の授業で、グループごとに、概要を提出させていた。教員の意図に沿っていない例としては、和訳したそのままの提出、Google 翻訳の結果を提出、なにも書かない、などがあった。グループで一つのものを提出するのは、グループ内での共同作業や役割分担などの機能が働いている場合は有効であるが、グループ内でそのような機能が働いていない場合が多く、一部の学生だけが活動する状況が発生した。

- **授業終了前報告**

毎回、授業の終わりに、「授業終了前報告」を書くことによる振り返りを学生に行ってもらった。これは2年目と3年目も続けている。

2.7 授業中の質疑応答

授業中に行われた質疑応答の例を示す。

● 質問の例その1

第5章「Modules, Classes and Method」の Object Orientation の節の

```
>>>abc.__class__
```

が動かないとの質問があった。この問題の直接の原因は、class の前後の _ は double _ であったが、single _ を入力していたことによるものであった。教科書には、そのことを注意するように、との文が書いてあったが、学生はその部分を読み飛ばしていた。質問した学生に対して、このことを説明の上、ちゃんと読むようにと指示した。また受講者全員に、動かなかつたら細かいところまで読むように、と指示した。

● 質問の例その2

第6章「Files and the Internet」の Pickling の節の

```
>>> mylist = [ 'a' , 123, [4, 5, True]]
```

```
>>> mylist
```

```
[ 'a' , 123, [4, 5, True]]
```

```
>>> f = open( 'mylist.pickle' , 'w' )
```

```
>>> pickle.dump(mylist, f)
```

の、データ構造をファイルに出力する部分と、これに対応して、ファイルに書かれたデータ構造を入力する部分でエラーが発生する、との質問があった。教員もその場では原因がわからず、持ち帰って調べることにした。エラーメッセージを確認し、Web を検索するなどして調査したところ、どうも、f=open(<ファイル名>, 'w')の'w'は教科書で扱っているはずのPython 3 では、'wb'を使うようであり、実際に'wb'を'w'の代わりに使ってみたらエラーが消えて、実行できた。

この間違いを著者に問い合わせたところ、著者の側でも間違いが確認され、このことが教科書の Web ページの errata に掲載された。学生にもこのことを CMS に掲載すると共に、口頭でも伝えた。

2.8 L チカの実験

教科書の第9章は Raspberry Pi の GPIO の使い方について述べている。授業では教科書に従って、L チカ(LED の点滅)の実験等を行った。この実験を行う為、各グループに必要な部品を配布した。

2.9 小テストの実施

すべての受講者が真剣に教科書を読むことになるような仕組みの必要性を感じ、第12回から小テストを実施することにした。小テストでは、グループ内での相談や Yahoo 知恵袋や LINE などでの実時間の相談は禁止としたが、Web を検索しても良いし、教科書を見ても良いことにした。小テスト実施後に、すぐに、正解を示し、説明を行った。8割以上正解した学生数の割合は第12回目で18%、第13回目で35%、第14回目で13%であった。

2.10 学生の感想の例

授業の終わりに、毎回、感想を提出させている。以下に1年目の好意的な感想の例を示す。なおグループ分けや教科書の内容について好意的でない感想も一部あった。

● 第13回

- (自分が興味を持っている分野に関する)英文で書かれたサイトを見たが大体内容が理解できた。なんだかんだで英語力がついていることを知った。

- 今回は全てがかなり上手いき、チームでの連携も良かった。次回もこの調子で頑張っていきたい。

● 最後の回(第15回)

- 実験など実際に自分たちで教科書を読み取り、ラズベリーパイを動かすことができ、とても楽しかった。また機会があればラズベリーパイでプログラムを組んでみたいと思う。

- 第1回目の講義で英語の教科書を使って講義を進めていくと聞いたときは、講義に着いて行けるか心配だったけれど実際に Raspberry Pi を動かしながら教科書をなぞって行くことで、ここはこういうことを記述しているなど、文のすべてが分からなくてもスムーズに進めることができた。

3. 2年目の授業の概要

1年目の授業の反省から、毎回各班で概要を書いて誰かが upload をすることをやめる代わりに、原則、毎回、小テストを実施することにした。また、第8週目にグループ替えを行った。

3.1 1回の授業内容

2年目の授業では、原則、毎回、以下を繰り返した。1年目と同様に、CMS を使ってレポートの提出・受け取りと小テストの実施を行い、Portable Cloud の画面共有システムを使って授業中の説明を行っている。

- (1) 事前の単語調べ
- (2) 小テストの問題を提示
- (3) グループで教科書をみながらプログラムを作成・実行
- (4) 小テストの実施
- (5) 小テストの自動採点、解答例の提示、説明
- (6) 感想等、その日の授業の報告。

図2に授業の例として、第5回の授業の内容を示す。

3.2 学生の感想の例

以下に2年目の授業の学生の感想の例を示す。

- 第5回 4. Strings, Lists, and Dictionaries, String Theory-Hangman
 - 準備学習 4. Strings, Lists, and Dictionaries の Hangman までを一通り眺めてわからない英単語の意味を調べておくこと。
 - 教科書に書いてあることを、各班で協力して、すべてやってみる。
 - レポートの「第6回 Hangman の修正」に、Hangman の最後のパラグラフの、「As an exercise, ...」に書いてあるプログラムの修正を行い、その実行結果と共に書き込む。
 - 今日の小テスト
 - ◇ - 文字列(String)を代入した変数の中身を表示するとき、プロンプトで変数名だけを入力したときと、print(変数名)を入力したときの違いは何か?
 - ◇ - 'Programming Raspberry Pi' が代入された変数名 book_name から 'Raspberry'だけを取り出して表示するにはどうすれば良いか?
 - ◇ - [1, 2, 3, 4, 5] が代入された変数名 numbers の中身を、pop と insert を使って [1, 2, 10, 4, 5] に変更するにはどうすれば良いか?
 - ◇ - 以下を実行したら何が出力されるか?


```
>>> def sum(n):
...     s=0
...     for i in range(1,n+1):
...         s=s+i
...     return s
...
>>> print(sum(10))
```
 - ◇ - Hangman の説明の中で、stabs ほどのような意味で使われているか?
 - 次回の準備学習 5. 4. Strings, Lists, and Dictionaries Dictionaries を一通り眺めて、わからない英単語の意味を調べておくこと。

図 2. 2 年目第 5 回の授業の内容

- 第3回
 - 操作が加わる授業は面白かった。
 - まだまだ読めない単語がたくさんありますが、頑張ります
 - 英語の力がどんどん身につくそう
 - 毎週小テストなら、勉強癖がつくのでいい授業だと思った。
- 第4回
 - 手探りだが少しずつできるようになっている気がする
 - 難しいから対策プリントとか用意してほしい
 - あまり話したことの無い人と話すことができ、コミュニケーションの輪が広がったと思う。
 - 思った以上にうまくいっているのでものまま頑張りたいと思います。
 - わからなかった単語をいくつか覚えることができたので良かった

- 英語ばかりの文書で難しいけどいろんな単語を知れてなんとなくでも読める力がついてきている気がするので頑張りたいと思う。
- 第5回
 - 今日英語の文章を長々と読んで理解してプログラムをやるのはしんどかったけど何とか達成することができた。
 - なんとなく流して読むことで理解できるようになってきた
- 第6回
 - 前回よりも小テストが解けて良かった。
 - 皆で考えられてよかった
 - 難しかったが楽しかった。もっと難しくなると思うと嫌気が差す。
 - 課題のやり方をもう少し具体的に教えてくれたら良いと思います
 - だんだんプログラム内容がおもしろくなってきました。
- 第7回
 - 他の班の人に助けてもらえた自分たちでできるようになるべきだと感じた

4. 3年目の授業の概要

3年目の授業は基本的には2年目と同じ方法で実施しているが、講義の満足度を向上させるため、学生から指摘のあった以下の部分の改良を行っている。

- 小テストの修正
 - マイクとスピーカーの利用
 - 調べてくる単語の最低数を増やす
 - 活動中の見回りを増やす
 - 小テストの一部について小テスト実施後に説明資料をCMSで公開
- 学生に授業終了時の能力向上を実感させるために、期末テストも実施する予定である。

4.1 学生の感想の例

以下に3年目の授業の学生の感想の例を示す。

- 第3回
 - 和気あいあいと話し合うことができて良かった!
 - 小テストは前回よりも上がったけどまだまだ間違えている問題がいっぱいあるので事前準備をしっかりしてちゃんと理解した上で次は小テストで満点を取れるようにがんばりたいです。
 - わからない単語を調べることによって知識が深まった
- 第4回
 - まさかスパイダーマンが出てくるとは予想だにしないかった。よりこの教科書を読みたくなった

- 教科書に載っているコマンドを実行し動作を確認できて楽しかった。
- 人数が少なかったけどそれなりに頑張りました。点数も今回は満点でした
- 第5回
- Pythonをいままで使ったことがなかったので使うときに戸惑ったが、うまく操作していくことができた。
- 今日の授業ではPython3を使ってプログラムを実行してどのような実行結果が出るのかなどについてわかりました。Python3とPython2で計算結果が変わるといこともわかりました。
- 事前学習として、わからない単語を調べました。conventionalなど、今まで知らなかったこともしれました。テストで良い点を取れました。
- 第6回
- 今回のプログラムの内容を理解することができた。確認テストが満点で嬉しい!
- 今日はみんなで話し合い、小テストも満点がとれたので次回からも頑張りたい。

5. 小テスト成績の変遷と学生評価

5.1 小テストの成績の遷移

授業回数が増えるたびにクラス全体の小テストの成績が向上していくことを想定していた。クラス全体の成績を8割以上正解した学生の割合としたところ、2年目は第3回から第6回までは単調増加したがそれ以降は上下した。3年目の成績は、最初から上下し、2回目から10回目までの、回数と成績の関係を線形近似すると負の相関があり、 $R^2=0.19$ となった。しかしながら、2年目と3年目の成績の線形の関係(2回目から10回目まで)を線形近似すると正の相関があり、 $R^2=0.28$ となり、多くの問題について、2年目で成績がわるい回は3年目でも成績が悪く、2年目で成績が良い回は3年目でも良いことがわかった。各回の問題の数と成績の関係を線形近似したところ、2年目(第2回から第14回)まではあまり相関がなく、 $R^2=0.01$ であった。3年目(第2回から第10回)については負の相関があり、 $R^2=0.63$ であった。

5.2 授業評価アンケート

毎年、大学全体で一部の科目の授業評価アンケートが実施されている。このアンケートは学生が、様々な項目について5段階評価で授業の評価を行うものである。

この結果によると1年目の「難易の適切性」は4.63(回答した学生の平均、以下同様)(学科平均3.92, 学部平均4.09, 全学平均4.11), 「講義の満足度」は3.57(学科平均3.88, 学部平均3.97, 全学平均4.04),

「学修の成果」は3.37(学科平均3.71, 学部平均3.87, 全学平均3.93)であった。

アンケート結果により、期待したほど、学生は自分の学習成果が上がっているとは感じていなかった。グループ活動がうまくいかない、との感想もあった。授業の様子を見ていても、盛り上がっているグループと、そうでないグループの差が激しかった。1つのグループ内でも、活動している学生とそうでない学生が固定化していた。

このアンケート結果を改善するため2年目の授業の改善を行ったのであるが、2年目は「難易の適切性」は3.27(学科平均4.25, 学部平均4.24, 全学平均4.16), 「講義の満足度」は3.32(学科平均4.13, 学部平均4.12, 全学平均4.12), 「学修の成果」は3.27(学科平均4.07, 学部平均3.06, 全学平均4.01)となり、1年目より悪い結果になってしまった。この授業は学生同士で協力して互いに英語の能力を伸ばしていくことを目論んでいたが、2年目の感想にもあるように、学生は教員から知識を教えてほしいという希望が強いのに対して、この授業は学生を教員が突き放しているように感じている可能性がある。そこで3年目は、第2回目と第7回目以降の毎回、小テスト実施後に説明のページを公開している。グループへの参加を促すため、第9回からは学生全員に、各グループの操作記録を提出させている。

5.3 考察

小テストの結果や授業評価アンケートからは、「Raspberry Piの利用が良かったかどうか?」と「グループ学習が授業に良い影響を与えたかどうか?」については明確な証拠は見つからなかった。しかしながら感想からは、これらの方針が有効であると考えている学生は存在することがわかった。小テストの利用については、1年目と比べて2年目の学生アンケートの「難易度の適切性」が大幅に下がっていることから、学生は小テストが授業を難しくしていると考えている可能性がある。

6. 関連研究

6.1 東京電機大学情報環境学部の英語教育

田中の東京電機大学情報環境学部の英語教育に関する報告[10]では、「TOEIC IP テスト結果を用いたレベル別クラス分け」、「TOEICのスコアの向上を目標に据える」、「短期留学生SAによるモチベーションの向上」、「北米からの招聘教授の英語による授業の開講」、「上級クラスにおけるPresentation, Discussion能力の養成」、を試みたことと中上級レベルにおいては目覚ましいScore upがあったことについて述べている。しかしながら、アクティブラーニ

ング・グループ学習の導入や、情報工学科の学生に特化した教科書の導入については述べていない。

6.2 東洋大学工学部英語教育の試み

吉田の東洋大学工学部の英語教育の試みに関する報告[11]では、ESP (English for Special Purpose) の実践として、Technical writing において、学科ごとに、学科に見合った題材を用いた教育が行われたことについて述べられている。期間中に3回行われたテストが好評だったことも述べている。しかしながらアクティブラーニング・グループ学習の導入については述べていない。

6.3 Academic Writing Space

Fouser らは Academic Writing のための CALL courseware の開発について述べている[12]。これは専門英語のための courseware であるが、学術論文執筆の教育に特化したものであり高度な教材である、情報工学科の学部学生の専門英語で利用するには相応しくない。

6.4 Meticulous Learning Follow-up Systems

Hirose は大学新入生に対する follow up 学修において、受講者が自分の学力の向上を実感させるための Item Response Theory を使った頻繁な小テストの実施について述べている[13]。本論文で述べている授業は、Hirose の手法を参考にしている。

7. おわりに

3年間に渡り、Raspberry Pi と Raspberry Pi 上の Python プログラミングの教科書と、CMS(Manaba)と、Portable Cloud と、グループ学習による Active Learning を使って、英語の授業を行ったこと、およびその改善について述べた。

3.2の1年目の感想によると、目的意識を持って大学に来ている学生にとっては、この授業は役に立ったようである。但し、授業アンケート結果から、1年目の授業ではこの授業が役に立ったと思わなかった受講生が多くいたことがわかり、1年目の終わりころから2年目にかけて小テストを実施した。

2年目の授業アンケート結果は1年目より悪くなった。5章で述べているように学生は教員が教えてくれる(かまってくれる)ことを期待しているのに対して、この授業はその期待に背いている可能性がある。学生の期待に応じて、教える授業をある程度加えることも必要かもしれない。

アクティブラーニングにおいて、グループ活動を活発にさせたいが、そのためにはグループ活動がどのくらい活発か否かを定量的に、リアルタイムで示してくれる仕組みがあると便利である。それを実現する試みも始めている[14]。

謝辞

本授業の受講学生諸君および教科書に関する質問に答えていただいた著者の Simon Monk 博士に感謝します。

参考文献

- [1] 長井克己 "香川大学における TOEIC テストの分析(2005-2006 年度)", 香川大学教育研究, Vol. 4, pp.40-52, 2007.
- [2] 株式会社野村総合研究所, "「工学離れ」の検証及び我が国の工学系教育を取り巻く現状と課題に関する調査研究報告書", 先端的大学改革推進委託事業調査研究報告書, 文部科学省高等教育局大学振興課大学改革推進室, 2010.
- [3] Takashi Yamanoue, Toshiro Minami, Ian Ruxton, Wataru Sakurai, "Learning Usage of English KWICly with WebLEAP/DSR", Proceedings of the 2nd International Conference on Information Technology and Applications (ICITA-2004), 14-6, Harbin, China, January. 8-11, 2004.
- [4] Takashi Yamanoue, Toshiro Minami, Ian Ruxton, "Web-Based Concordancer to Learn Usage of English Expressions", Proceedings of the 1st International Conference on Information Technology and Applications (ICITA-2002), Bathurst, Australia, Nov. 25-29, 2002.
- [5] Takashi Yamanoue, Toshiro Minami and Ian Ruxton, "A WWW Concordancer to Assist in the Writing of Documents", Proc. Foundation of Software Engineering Workshop (FOSE 2000), Kindai Kagakusha, pp213-220, Jan. 2001.
- [6] Takashi Yamanoue, Toshiro Minami and Ian Ruxton, "Using the WebLEAP(Web Language Evaluation Assistant Program) to Write English Composition", FLEAT IV, The Fourth Conference on Foreign Language Education and Technology-July 28 to August 1, 2000,
- [7] Takashi Yamanoue, Toshiro Minami and Ian Ruxton, "A Writer's Assistant based on the World Wide Web-Knowledge", Proceedings of the Fourth Australian Knowledge Acquisition Workshop, in conjunction with the Twelfth Joint Conference on Artificial Intelligence, AI'99, pp.1-12, Sydney, Australia-December 5-6 1999
- [8] Simon Monk, "Programming the Raspberry Pi - Getting Started with Python, Second Edition", McGraw-Hill Education, 2015.
- [9] Takashi Yamanoue, Soshi Tetaka, Kentaro Oda, Kochi Shimozone, "Portable Cloud Computing System - A System which Makes Everywhere an ICT Enhanced Classroom", Proceedings of the 42th annual ACM SIGUCCS conference on User services, Salt Lake City, Utah, US, 4-7 Nov., 2014 .
- [10] 田中雅子, "情報工学系新学部における実践的技術英語教育の試み: 初年度の成果と今後の課題", JACET 全国大会要綱 41, pp.119-120, 2002-09-05
- [11] 吉田 宏予, "東洋大学工学部英語教育の試み -学習者のニーズに合った言語教育を目指して-", 東洋大学人間科学総合研究所紀要第3号 pp.3-11, 2005.
- [12] Robert J. Fouser, Shiina Kikuko, Yamanoue Takashi, "Metacognitively Enhanced Writing Courseware: "Kagoshima Academic Writing Space"", Proceedings of the WorldCALL 2008 Conference, pp.48-50, 2008.
- [13] Hideo Hirose, "Meticulous Learning Follow-up Systems for Undergraduate Students Using the Online Item Response Theory", Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), 2016 5th IIAI International Congress on, pp.427- 432, , Kumamoto, Japan, 10-14 July 2016.
- [14] 横山大知, 梅田凌弥, 山之上 卓, 森田翔太, 尾関孝史, 中道上, "IoT システムを利用したグループ学習の活発度の計測実験", 信学技報, vol. 117, no. 209, ET2017-37, pp. 35-40, 2017-09.