

Linux の授業における反転授業の展開

内海 太祐^a

^a 湘北短期大学総合ビジネス・情報学科

【抄録】

近年反転授業による試みが増えてきた。2015年度に「Linux 演習」を反転授業で実施したが、その時の問題点に焦点を当てて、2017年度の2年生の必修授業「Linux」を反転授業で運営した。その授業の結果を報告する。

【キーワード】

反転授業 Linux Panopto

I. 授業開発研究の背景

2008年度の文部科学省中央教育審議会の答申「学士課程教育の構築に向けて」^[1]が出されて以降、知識伝達型の教育から、何ができるようになるかを重視するアウトカム志向の教育へ移行する傾向が増しつつある。大学においてはディプロマポリシーを起点とした、アドミッションポリシー、カリキュラムポリシーの策定と公開の義務化に反映されている。背景としてはAIやIoTなどのICTが駆動する知識基盤社会の進展、グローバル化を中心とする人材の流動化、高等教育の大衆化とそれに伴う学生の多様化などが背景にあると考えられる。

これらの変化に合わせて、初等教育から高等教

育すべての範囲において教育改革が望まれるようになってきた。同様の問題を抱えていた米国などでの授業方法を参考として、「対話的で深い学び」(アクティブラーニング)が志向されるようになってきた。一方で日本の大学生の課外学修時間は欧米の大学生と比較して少ないことは再三指摘されている^[2]。この傾向は、10年ほど前から指摘されている^[3]ものの、大きな改善はみられていない。

現在多くの教育機関でアクティブ・ラーニングが試行錯誤されているが、その中で上記のように学修時間が増加しないことや知識習得型の授業とアクティブ・ラーニングの接続をどのようにしていくのかということが問題点として浮上している^[4]。

高等教育においては2012年にスタンフォード大学医学部で一部の授業をオンライン学習に切り替えた。その結果、MOOCの普及は、知識伝達型授業のオンデマンド化をもたらした。授業の評

<連絡先>

内海 太祐 utsumi@shohoku.ac.jp

価や出席率が向上し、大規模オンライン講義システム MOOC が本格的に普及し始めた。

II. 2014 年度「Linux 演習」の反転授業と問題点

Linux は組み込み機器、サーバ、スーパーコンピュータなどで使用される用途の広い OS であるが、学生の目に直接触れない。Linux は、コマンド（命令）を文字列を端末上から入力することで操作することが多い。このようなコンピュータの操作方法は CUI(Character based User Inteface)と呼ばれるが、高校までに経験している学生は少ない。

Linux の使い方に関する授業はその前身である UNIX 演習を含めると 15 年以上の歴史があるが、知識伝達型の授業であること、CUI に不慣れた学生が増えてきたことなどから、Linux の操作方を教える授業は難しくなりつつあった。また、Linux の操作方法自体は結果が目で見えてわかりやすいものでもなく、学生の学修のモチベーションを保つことが難しい。前節のような背景のもと、上記のような問題点を克服すべく 2014 年度に 1 年次必修科目である Linux 演習で、反転授業をすることを試みた。

授業の最初の 2 回で Linux の重要性を学生に伝え、そのうえで次の回に使用するテキストを配布し、次回までにその内容を読んで理解してくることを必須とし、その知識を前提とした課題を授業時間に提示した。協働学習によりその課題を解決するように設定した。

結果としては、回を追うごとに事前に資料を読んできた学生は皆無となり、結局授業の最初に簡単にコマンドの意味を解説する必要があった。解説後の短い時間で課題をやることになったので、通常の講義+演習授業と実態は全く変わらないものとなってしまった。結果としては反転学習とし

ての意味はまったくなくなってしまった。

III. 2015 年度の Linux 演習における反転授業と問題点

3.1 実施内容

2014 年度の反転授業の運営は失敗に終わった。主な問題点は次の 2 つだと考えられる。

1. 授業の事前知識を紙媒体だけで伝達することは難しい
2. 事前知識をチェックする段階がない

事前知識のチェックは反転授業を運営する上では必須であるが、知識伝達方法は紙媒体でもビデオ教材でも大きな違いがないことが示されている¹⁵⁾。ただし、この結果は文書はある程度の確に読み解くことが可能であることが前提になる。学生にとってほぼ未知のオペレーティングシステムの使い方を想像することは難しい。また、学修時間の増大という、学生にとっては不利益な状況を受け入れさせるための動機付けも重要と考えられる。

2014 年度の授業結果を受け、2015 年度では、①反転授業の意義と Linux の重要性について最初の 3 回で伝える②予習教材にテキストとビデオ教材を両方載せる③基礎的な知識を問う小テストを授業の最初の 15 分で実施し、最低限のレベル未達のものについては低評価をつけるなどの対策を立てたうえで授業を運営した¹⁶⁾。

結果としては、初回はすべての学生が 1 回以上ビデオ教材を参照したが、ビデオ教材の参照は漸減した。参照率(教材を参照した学生 / 受講学生)の平均はちょうど 40% であった。また、小テストの平均点が 60 点を超えないことが 3 回あったが、そのすべての回がビデオ教材を配信していない回であった。後半については、Linux のコマンド入力と出力の対応がある程度理解できるようになっているため、ビデオは参照するよりも、添付

のテキストやスライド資料を参照している場合が多かった。
多いと推測された。

3.2 実施結果

2014年度と2015年度のLinux演習の期末試験の結果は表1のようになっている。試験内容はLPICのLevel1程度の問題のうち、講義範囲の内容である。試験問題はまったく同じものであるが、Web試験であり、先輩から後輩への問題流出はない。受講者数が減少しているものの、平均点は大きく伸びている。他の専門科目のGPAの平均値に大きな違いがないことを考えれば、この結果は学年ごとの違いがあるとしても顕著であろう。一方で、2013年度以前は平均で4以上あった教員を評価する項目は2014年で大きく減少し、2015年度はさらに減少している。また、通常の形式で実施している他の演習系授業においては筆者の教員評価項目の平均は4.2程度であることから、この結果が極端に低いことがわかる。通常何らかのスキルを身に付ければ満足度は上がると考えられるのだが、強制的に事前事後の学修時間を増大させること、身に付けたスキルの実用性が実感できないことが授業満足度を下げたと考えられる。

表1 2014年度、2015年度のLinux演習の期末試験結果

年度	平均点	受講者数	授業アンケート
2014年度	70.8点	35	3.74
2015年度	91.9点	23	3.68

アンケートの教員評価項目は次のようなものである。

<ul style="list-style-type: none"> ・授業の進め方は丁寧で、誰にもわかりやすいです ・授業の内容は、興味深いものです ・授業の内容は社会人になっても活用できる有用なものです ・授業の内容は多くの人に意味があり、他の学生にも勧めたいです
--

最後の項目は専門性の高い科目については、高く出ないと思われるが、いずれにせよ満足度は低

3.3 問題点

大学における教育は短期的な有用感だけをみて行うべきではないが、少なくともどのように社会と繋がっているのかは、学生にわかりやすい形で提示しなくてはならない。反転授業は知識習得のために役立っていることは間違いのないにしても、①学生にとっては慣れない形式であること②学修時間の増大を強制されることから、学生が満足感を得るためには動機付けを高めるための仕掛けや、事前学習教材に対する工夫が必要となる。初回にLinux学習の動機づけについてはしてきたが、授業終了時には、その意義を忘れてしまっていると考えられる。

IV. 2017年度の授業「Linux」での反転授業とその結果

4.1 「Linux」の授業における運営のポイント

「Linux」は基本的な授業内容は「Linux演習」と同じではあるが、開講学科の変更があったことと、演習に特化した内容にしないように考えたため名称を変更した。また、それまで1年後期に実施していた開講時期を、2年前期にしたために、実施年度としては1年度空いてしまった。2017年度の対策としては次のような点に留意して授業運営をした。

1. Linuxの有用性を強調することでの動機付け
2. 反転授業の意義の周知
3. 事前資料の質を上げる

4.2 Linuxの有用性の周知

Linuxの有用性の伝達について、今までの授業との違いは、具体的な製品名まで挙げて伝えた。最近の話題であるコグニティブ・コンピュータ

Watson、京をはじめとした世界の TOP500 のスーパーコンピューター、自動運転を車載機器関連のオープンソースプロジェクト (AGL)、Android やテレビの OS などの組み込み機器などをビジュアルを交えながら紹介することで、有用性について印象付けた。また、なぜ Linux がそこまで広く使用されるのかなどを、若干の歴史的な経緯を交えつつオープンソースや著作権との関連から示した。

2017 年度は、組み込み開発の授業で RaspberryPi という小型のシングルボードコンピュータを使うことで、実際に組み込み開発で Linux を使用した。自分たちが普段使用していない OS が、身近な機器の制御にも利用されていることを理解できるようにした。

2015 年度の反省から、授業の前半だけで動機づけをするのではなく、授業の中盤である第 9 回の授業で実際に業務で Linux を使っている SE を、学生の就職実績のある企業から選んで講義してもらった。一見無味乾燥なコマンドを勉強することが、実際の業務と結びついているという印象づけをした。

4.3 反転授業の意義の周知

反転授業は授業初めの小テストの結果を LMS で確認することで、理解の浅いところについての補足はするものの、授業内では知識の伝達をしない。反転授業の趣旨を強く印象付けることができなければ、学生は教員が「教えてくれない」と考えて満足度は低くなると考えられる。そこで、2 回目までは反転授業の練習ととらえ、趣旨の周知を図った。

4.4 事前資料の質の向上

2014 年度は PowerPoint とテキストのみであった事前資料に加え、2015 年度はビデオ教材を追加

した。このビデオ教材は、通常の講義授業で説明用の中間ディスプレイを使って学生に説明する内容をビデオ化したものであり、Youtube にアップロードされている。PowerPoint の説明資料と動画が別々にあるので、対応を取りづらいことが難点である。その弱点を最小化するためにビデオはコマンドごとに分割して作成した。

2017 年度の Linux では、事前学習用の資料として①事前の講義用動画 (動画資料) ②講義に使用するスライド (PowerPoint) ③講義だけでは触れられない内容を含んだテキスト資料 (PDF) を Moodle にアップロードしている。

動画作成には、カーネギーメロン大学からスピンアウトした企業が開発した、Panopto という動画コンテンツ管理システムを使用した。Panopto は PC にインストールする編集機能を含むレコーダーと、レコーダーで録画した動画を管理するクラウドサービスからなるシステムである。このシステムを利用した理由は次のとおりである。

1. 特別なレコーダーが不要で、手軽に操作できる
2. PowerPoint と動画が連動できる
3. 編集した動画をそのままアップロードできる
4. 本学の公式 LMS である Moodle との連携が可能である
5. 多様なログが取れる

今回実施した内容と同じようなことは他の授業収録システムでも可能であるが、レコーダーを PC と別の機器として必要とすることも多い。これらの機器ははポータビリティにかける上に高価であり、スタジオなどかなり環境が整っていないと利用するのは難しい。Panopto のレコーダーは PC にインストール可能であり、PC 内の映像ソースやクラウドサービスと容易に連携できる。

今回の動画の場合、映像ソースはスライドと、それと連動した Linux の操作画面である。学生は参照したい内容と対応するスライドをクリック

するとその内容の説明に移動することができるため、検索性は高い。また、再生速度を 0.5 倍から 2 倍まで変更できるため、説明を飛ばしたいところ、ゆっくり聞きたいところを自分で選択できる。

Linux の操作の様子は RaspberryPi 3 の HDMI 出力からの映像を WEB カメラと同様の動画入力ソースとして入力できる dongle を通じて Panopto に取り込んだ。Panopto の編集ソフトではこの Linux 操作画面と PowerPoint のスライドの連動が自動的にできるので作成は容易である。

学生は Moodle 内で事前学習用の操作動画とスライドを一つの映像として参照できる。また、小テストや課題も Moodle にまとめられている。動画教材が Moodle から参照できないと学生が混乱

するため、連携は必須とした。また学生の視聴行動を確認するために、ログが取れることも重要である。

4.5 授業の実施結果

4.3 節で述べたように、2 日目までは反転学習の周知にあて、実際の課題は第 3 回からとした。また、9 回目は企業の方の講義のため、事前学習はない。13 回目は 14 回目と同じ事前資料を使用している。15 回目は授業の総括と期末試験についての説明をしている。

前節で述べたように、資料は動画、テキスト、スライドの 3 種類用意している。動画資料の参照は必須ではないが、小テストで事前の知識はチェックしている。図 1 は 2015 年度と 2017 年度の授業前の小テストの点数の推移である。2015 年度と 2017 年度は第 2 回の小テストの問題は同じだが、2017 年度は反転授業の練習という位置づけで出している。この回は「Linux が使用されているところ」という内容で出題しているため、コマンド入力はしていない。単純な知識問題である。また、第 3 回からは簡単なコマンドに関する知識を問う問題となっているが、この問題も 2015 年度と 2017 年度では同じものである。第 2 回と第 3 回の平均点がほぼ同じであるためこの 2 学年のレベル差はそれほどないと考えられる。

2017 年度のほうが 2015 年度より技術習得に使う授業回数は 3 回少ない。しかし、授業で扱った範囲は 2015 年度の最終回を除いた程度である。ただし、その他の回についても実用上使用頻度が高くないいくつかのコマンドについては取捨選択して減らし、各回の密度（授業で解説するコマンド数や難易度）はほぼ同じにしてある。したがって、3 回目以降の小テストのレベルは 2015 年度と 2017 年度で同程度の問題であるが、必ずしもまったく同じ問題を使っているわけではない。

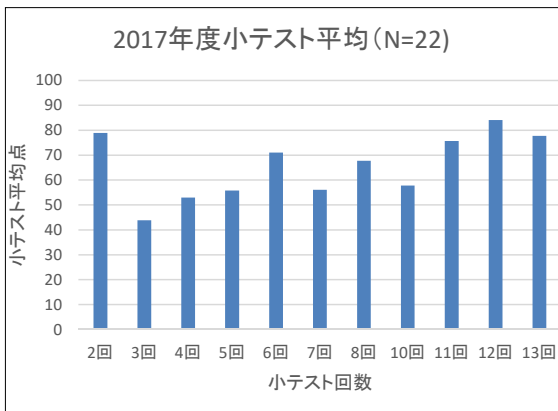
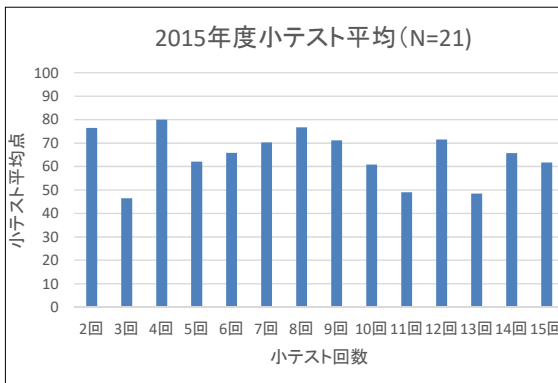


図 1 2015 年度と 2017 年度の小テストの比較

そのため、必ずしも単純な比較ができるわけではないが、授業効果が同じであれば概ねグラフの形は同様になると考えられる。2015 年度も 2017 年度もはじめのうちは Linux への慣れから徐々に小テストの点数に増加がみられるが、2015 年度はいったん頭打ちになった後、コマンドの難易度とともに点数が下がる傾向がみられた。2017 年度も第 6 回で頭打ちになったものの、10 回以降再度小テストの点数に上昇傾向がみられた。

4.6 動画の視聴状況

2017 年度の授業での事前学習用動画教材の視聴状況を図 2 に示す。上述したように、動画コンテンツの視聴は必須ではない。テキストと事前講義で使用したスライドは Moodle 上に公開されている。

受講人数は 22 名なので、初回のみ全員が視聴し、その後漸減する傾向がみられた。最終的な視聴者数は約半数である。この傾向は 2015 年度と変わりが無い。

一人の動画コンテンツの視聴時間は動画コンテンツの長さにもよるが、平均的には 30 分から 40 分程度となっている。後半の授業では技術的にもやや込み入った内容が増え、丁寧に解説しようとするあまり、動画コンテンツが長くなる傾向にあり、10 回目で約 45 分程度となり最長となった。その後長くなりすぎたことの反省から動画コンテンツの長さも短くした。視聴時間の長さもそれを反映して減っている。

一人の視聴回数について見てみると、7 回までは複数回動画を開いて視聴した様子が見える。その点ではわかりにくい箇所を何度も視聴できるようにした効果が出ていることがわかる。6 回目は小テストの最高点数と一致するが、このあたりで概ね Linux コマンドの使い方については理解して慣れてきているものと推測される。第 8 回以降は

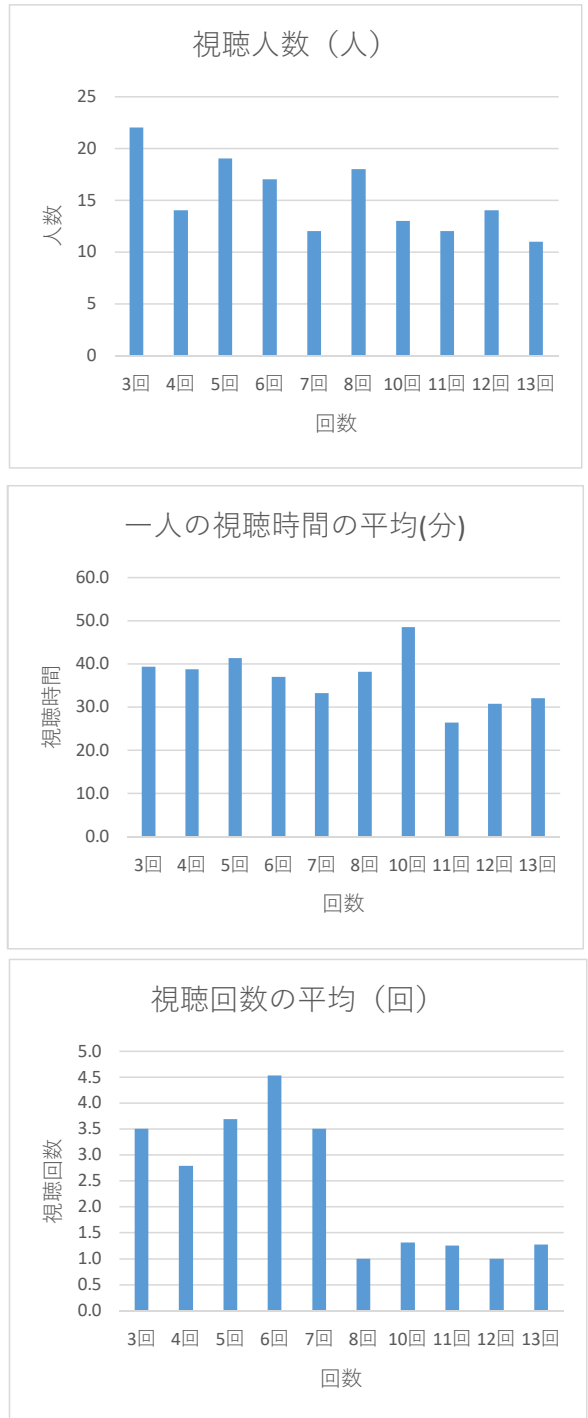


図 2 2017 年度の動画の視聴状況

概ね 1 回程度であり、平均視聴回数がほぼ動画コンテンツの長さとも一致することから、1 回だけ動画を最初から最後まで流していることがわかる。いずれにせよ、視聴人数も半数へと減少しており、動画コンテンツの学生にとっての重要度が下がってきていることが確認できる。

表 2 2017 年度の期末テストの平均点と授業アンケート結果

年度	平均点	受講者数	授業アンケート
2017 年度	66.9 点	22	4.00

4.7 期末テストの点数と授業アンケートの結果

授業範囲が変わったことから試験範囲と問題が変わったので、2015 年度と 2017 年度の試験結果は比較できない。レベル感が同じでも試験対策しにくい問題にしたため点数は下がったが、ほぼ実力で期末試験の問題を解いていたと考えられる。授業範囲においては LPIC Level1 の問題で合格レベル（65% 程度）に達することができたと考えられる。実質的な理解度は 2017 年度のほうが 2015 年度と比較して、後半の小テストの結果などと併せて考えても上がっていると考えてよいのではないと思われる。

また、授業アンケートの項目は 2015 年度と同じであり、学生の満足度は上がっていることがうかがわれる。「他の学生に勧めたいか」という項目のみ 3.76 であり、これは必修の専門科目であればある程度低くなるのは当然と考えられる。

V. 考察

3 年度にわたって反転授業を Linux の授業で実施してきた結果、2014 年度と 2015 年度の結果から、授業の最初に小テストを課し、事前の資料に動画コンテンツを追加することで、反転授業が可能になった。ただし、反転授業が機能した理由は

矢野らの指摘^[5]にもある通り、動画コンテンツを利用したことよりも小テストを授業前に実施したことにあるだろう。

運用上重要な点としては反転授業によって学修時間はある程度強制的に増加させることになり、期末試験の点数は上昇したが、授業の満足度は大きく減少した。これはビデオ教材を使っても改善はしない。

一方で、2017 年度と 2015 年度との比較から、ビデオの視聴を推奨とし、必須でないようにすると、ビデオの受講者は半数で、6 回目を過ぎて後半に近くなるほどビデオを精査して視聴する様子が無くなっていく。これは Linux の授業の性格にもよるかもしれないが、Linux のコマンドの使い方などが概ね理解できて来た時点では、動画閲覧で時間を使うよりも PDF のテキストと PowerPoint のスライドを併用したほうが手っ取り早く内容を理解できるからかもしれない。

ただし、動画コンテンツに意味がないわけではなく、前半の Linux の操作に慣れていない時点では複数回閲覧し、操作方法を理解しようとしている様子がみられる。2017 年度の授業で言えば、第 6 回程度まで動画コンテンツがあれば、概ね Linux の基本的な操作様子が理解でき、それ以降は急速にテキストデータの閲覧へと移行しているようだ。

また、今回は Linux と反転授業の意義に重点を置き、後半でも Linux の意義を思い出してもらうことで授業に対する動機づけはできたと思われる。そのため授業満足度は 2015 年度に比べるとかなり上がったが、それでも通常授業（説明してから演習）のアンケート結果には数字上は及ばない。しかし、2017 年度の期末試験の結果からは、ある程度 Linux を理解していることがわかる。

課外学習時間の強制的な増大は学生の利害とは一致しない。相当のコストをかけて、授業意義を

説き、一定の教育効果が認められることが分かったとしても、授業アンケートで高い結果得ることは難しい。これは例えば海外の先行事例でも指摘されていることで、米国サンノゼ州立大学の「電子回路解析入門」での反転授業の事例で Ghadiri らが指摘している^[7]。この授業も必修授業であったが、例年の合格率が 60% 程度であったものが、反転授業によって 90% まで増加した。しかし、授業アンケートでは過大な負担と判断されたようだ。

反転授業は事前資料の準備コストが人的にも金銭的にも高く、そのコストを払うことが可能な教育環境においては有効に機能する。Linux の授業においては、3 年間の積み重ねで、テキストデータ + スライド資料 + 動画コンテンツという形にすることで、一応教育効果が認められる反転授業が運営できた。また、動画コンテンツは有用な面もあるが、必ずしもすべての回で必要ではないことも示せた。

今後反転授業は学生の理解力の差を埋め、一定の知識を身に付けるため、あるいはアクティブラーニングを実質化するために、コストや授業評価などさまざまな困難がありながらも試みられるだろうと思われる。普及のためには適切なコストや効果を見極めながら、事実に基づいた使用法が望まれるだろう。

VI. 謝辞

本授業研究は平成 29 年度湘北短期大学教育改革推進事業に選定され実施された。また、この授業推進のために、ICT 教育センターの色川氏には、多忙な業務の中大変お世話になった。ここに改めて感謝の意を述べたい。

参考文献

- [1] 文部科学省 中央教育審議会（答申），学士課程教育の構築に向けて 第 3 章，p12, (2008)
- [2] 野田文香、渋井進，「単位制度の実質化」と大学機関別認証評価，大学評価・学位研究 17, pp21-33, (2016)
- [3] 文部科学省，学生の学修時間の現状，pp21-26, (2008)
- [4] 溝上 慎一，アクティブ・ラーニング導入の実践的課題，名古屋高等教育研究 (7), (2007)
- [5] 矢野浩二郎，反転学習にビデオは必要か，日本教育メディア学会 第 24 回年次大会発表論文集，pp83-86, (2017)
- [6] 内海 太祐，Linux 演習における反転授業の試み，湘北紀要 37, pp1-9, (2016)
- [7] Ghadiri, K., Qayoum, M.H., & Junn, E., JUCE Journal, pp.2-15, (2013)

Development of the flipped classroom in Linux Learning

Taisuke UTSUMI

【abstract】

In these days, cases of attempting to teach by the flipped classroom as active learning have increased. "Linux exercise" was developed in the flipped classroom in fiscal year 2015. Focusing on the issues at that time, the second grader compulsory course "Linux" was carried out in as a flipped classroom in the first half of fiscal year 2017. The results of this classroom will be reported.

【key words】

flipped classroom, Linux, Panopto

