



電気電子工学科 電気機器学での
多人数教室でのアクティブラーニングの試み



東京工業大学
電気電子工学科長
大学院理工学研究科
教授、工学博士、FIEEE
千葉 明

はじめに

教員に課される使命は社会に貢献できる研究成果を出すことに集約されがちですが、単に研究成果をあげるだけでなく、日本の未来を創る「人財育成」も大きな使命です。

かつて大学において、教授の仕事は「教育」よりも「研究」に主眼がおかれていました。しかし、現在では、学内に教育改善委員会が設置され、教育改革に取り組んでいます。2030 年までには世界トップ 10 に入る理工系大学になることを目指し、日々「教育改善」を行っています。

今年度、私の担当する学部 3 年生の講義「電気機器学」について授業改善を試みました。電気電子工学科は教育改善に協力的であり、6 つの授業が改善候補になりました。その中の 2 つが私の担当する授業でした。

「電気機器学」は電気工学設立時から、電気電子工学科で毎年実施されている重要科目であり、履修内容が広く、難易度も高い科目です。学生の口コミ誌では「電気機器学」を上手にもじって「単位危機学」との異名も生まれており、以前から抜本的な授業の改革が必要と考えていました。

学長プランなどには「ITC 機器の利用」、「e ラーニング」、「アクティブラーニング」などのキーワードがあり、実現できればいいなと思いました。どうしたらうまくいくのかと思いつつ試行錯誤しながら本稿記載の新たな取り組みにチャレンジしたところ、結果的には例年のような落ちこぼれをほぼなくすることができ、学生の理解度、満足度も大幅に向上することができました。

この体験は大学の授業改善を志す教員にとって大変貴重なものであると考え、他の先生方にもお伝えすべく、本稿の筆をとりました。ぜひ本稿をお読みいただき、大学での授業改善の一助としていただければ幸甚です。

平成 27 年 1 月

東京工業大学 教授、工学博士、FIEEE

千葉 明

(1) 参加型学習導入の背景

「電気機器学」は定員 120 名の大教室での講義スタイルをとる授業です。内容量が多い上、難易度も高く、また大人数の教室です。さらに、朝一番の講義であるため、一所懸命わかりやすく板書して丁寧に解説しても、遅刻する学生はそれなりにいる状況でした。今振り返ると学生からしてみれば、一方向の教育ビデオに似た環境だったように思います。

一方向の授業にならないようにと授業中に問題を出題して、特定の学籍番号の人にでてきて解答してもらうことも試行しました。すなわち、たとえば 15 日であれば、学籍番号の末尾が 5 で終わる学生を当てました。当たった学生はアンラッキーという感じで、嫌そうに前にでて自信なさげに解答をします。解答内容に誤りがあり恥をかうしてしまう学生も出て、逆効果でした。

一方、学長プランでは e ラーニング、アクティブラーニングなどの構想が記載されていましたが、現場の教員としては、何から始めたらいいのかわかりませんでした。教務 Web システムはあるのですが、シラバスのアップロード、成績入力、メールの配信ができるくらいでした。そこで、もっと学生の参加意識を向上する、学生自身のプレゼンテーションや意見交換などを取り入れ、学生が能動的に参加する学習形式「アクティブラーニング」を授業に取り入れられないかを検討しました。

ちょうど東京工業大学では「アクティブラーニング専用教室」を建設中でした。しかし、学生の少ない授業であればよいのですが、100 名程度の学生では対応できません。私立大学の電気工学科では 200 名近い学生がいましたので、大人数でもアクティブラーニングの仕組み作りがあればと思いました。

大人数教室で学生がアクティブに参加できるようになるためには、従来と違う発想の転換が必要だと思いました。そのような状況下で、スマートフォンなどを活用することで、参加型学習が実現できるインフォテリア社の「Handbook」というモバイルラーニングを使って「アクティブラーニング」の実現を検討しました。

(2) Handbook

「Handbook」は学生のスマートフォン、タブレット、PC に練習問題やアンケート、補助資料などを簡単に配信できるクラウドサービスです。クラウドサービスなので、私がサーバーを立ち上げる必要はありませんでした。アプリの案内などは用意されたものを学生のメールに転送すればOKでした。学生の数がほぼアカウント数になり、アカウント数と月数にチャージするシステムでした。とりあえず4月から7月まで学生 100 名弱と授業関係者のアカウント契約を依頼しました。学科内の予算で支払える金額でした。

なんども反復練習ができる「クイズ」を毎回数問作り、授業の初めに行いました。さらに、類似の問題ひとつを「試験」で作りました。「試験」は解答内容、解答時刻、正解/不正解が管理者アカウントに届きます。図1の画面は一例です。



図1 クイズの出題例

また、Handbook はアンケートを簡単に作成、配信できました。アンケート結果は自動的に集計、グラフ化され、PDF 形式で出力されますので、集計の手間を省けます。図2はその例ですが、出題者としては難易度に悩むのですが、適切であるとのコメントをみると、うれしいもので、次回出題のエネルギー源になります。



図 2 アンケートの出題例

民間のクラウドサービスのため、インフォテリア社のハンドブック教え隊の皆さんが使い方を授業スタッフに教えに来てくれたので、IT に詳しくなくてもすぐに利用が開始できました。

（３） 授業チーム結成

今回の取り組みは、助教の杉元先生、TA の三好君、秘書の時岡さんとチームを組み実施しました。講義は私が担当しましたが、Handbook で配信する練習問題やその解説の作成は杉元先生と三好君に担当いただきました。時岡さんにはユーザアカウントの登録や、授業中にうまく操作できない学生のフォローなどをしてもらいました。どうしたらより良い授業になるのか、チーム内でお互いに意見を出し合い工夫を重ねました。最初は試行錯誤の連続で苦しい時期もありましたが、様々な改善が功を奏し、次第に息のあったチームで活力ある講義が実施できるようになり

ました。このチームワークがなかったらここまでの成功はなかったでしょう。

授業の約一週間前に次回の宿題、クイズ案が杉元先生、三好君から届きます。届いたらすぐチェックするようにしました。これにより、次回の講義のポイントがどこかを改めて確認することもできました。この宿題を学生が解けるようになるのが講義の役割であることを再認識しました。

（４） 学生個人の情報機器を利用

今回 Handbook を採用するにあたり懸念したのは、学生がスマートフォンやタブレットを持っているのかという点です。私自身はガラケー（携帯電話）を使っているので、その時点では Handbook が使えませんでした。スマートフォン（iPhone など）やタブレットを持っていない学生がたくさんいたらどうしようと心配しました。

そこで、初回の講義に、iPhone、スマートフォン、パソコンを持って来ることのできない人がいたら手を上げてほしいと連絡したところ、誰も手を上げませんでした。さらに、実際にアンケート調査したところ、図 3 の結果となりました。70%の学生がスマートフォン、タブレット、iPhone のいずれかを保持しており、残りの 30%も PC を所有していたため、懸念には及びませんでした。非常時の貸し出しとして演習用のノートパソコンを 20 台借りることができそうとの申し出を演習担当の先生から聞いていました。しかし、貸し出しを希望する学生はいませんでした。なお、当日、情報端末を忘れて来る学生もいますので、授業の際には、今でも練習問題のプリントを 10 枚程度は持参していくようにしています。

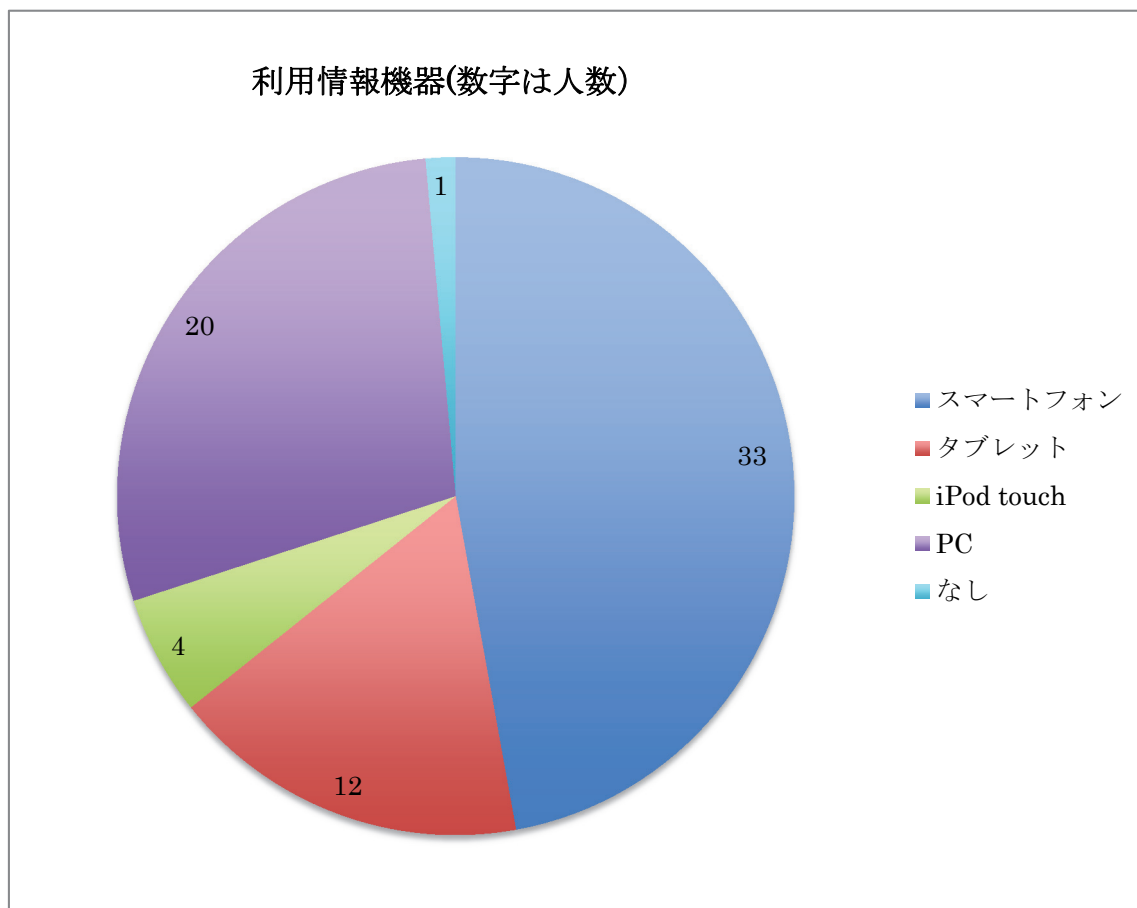


図 3 電気機器学での利用情報機器の割合（2014 年 5 月実施学生アンケート）

（５） 遅刻をなくすことからスタート

『電気機器学』は朝一番の授業であるため、他の授業に比べ遅刻者が目立ちました。そこで Handbook で授業開始時にクイズを出す試みを実施しました。図 4 はその一例です。



図 4 復習クイズの例

前回の講義の内容に基づき作成しています。よく復習している学生であればそれなりに解ける問題です。

遅刻者は激減しました。復習クイズがどこにあるのか、機種によって問題の表示が違い、解説を聞かないとよくわからないので、授業に出ないととても対応できないからです。教科書を持参するようになり、復習を行うようになりました。また最初にクイズを解くことで全員が前向きに授業に望むようになりました。

（６）宿題正解者によるプレゼンテーションの試み

次に Handbook で図 5 のような宿題を出し始めました。Handbook で宿題を出し、次の授業で私が解き方を解説しました。しばらくはこれを繰り返していたのですが、この方式は学生にとってはこれまでプリントで出していた宿題との差違がそれほどなく、或る学生から「先生が採点の手間やプリントアウトの手間を省きたいから Handbook を使っているのですか」という質問がありました。

たしかにそのときの現状は指摘通りだと思いました。E ラーニングは実現できたが、アクティブ

ラーニングには進んでいないと思いました。そこで、さらに工夫をしました。宿題の解答状況は Handbook 管理画面で把握できるため、一番最初に正解した学生がわかります。この学生に「君は一番に正解したので、次の授業でこの問題の解き方の解説をして欲しい」という依頼メールを送るようにしました。

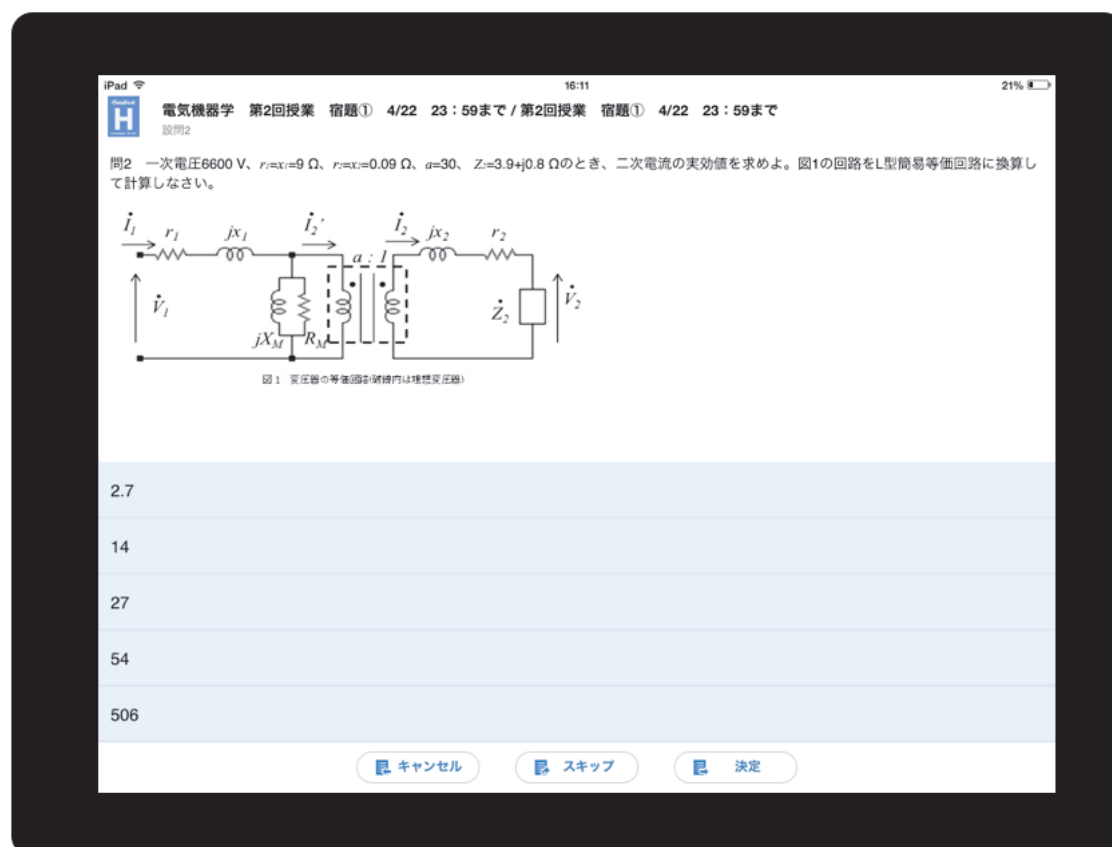


図 5 宿題例

当初は解説は口頭でしたが、予め投影するプレゼンテーションを準備してくれるようになりました。また、一番最初に正解した学生なので、積極的にすぐに出て来て来てくれて素晴らしい解説をしてくれます。すると、他の学生の緊張感も高まっていきました。図 6 は学生が前に出てきて、解説をプレゼンしている様子です。

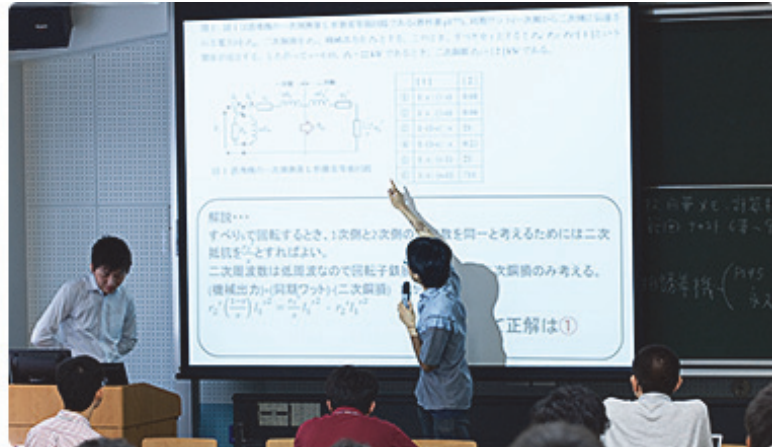


図 6 授業風景写真

(7) 学生の声を翌週の授業にフィードバック

Handbook で宿題を出す際、アンケートも付けるようにしました。

図 2 のように宿題の難易度が適切だったかを確認したり、また、意見や質問を自由に記述できる欄も設けました。後期の授業「制御工学」での話になりますが、「授業中寝ないようにするために学生はなにをすべきでしょうか」「授業中寝ないようにするために先生はなにをすべきでしょうか」などのアンケートも取るような試みもしています。アンケートの回答は授業終了後グラフ形式で出力して確認し、授業にフィードバックするようにしました。

さらにアンケートの回答一覧 PDF も Handbook で配信し、他の学生がどのような回答をしているのかも閲覧できるようにしました。

質問 1: 今回の宿題は授業の理解の役に立ちましたか。

Total Vote : 41
 まったくない。 : 0
 どちらかというたない。 : 3
 どちらかというとある。 : 23
 おおいいある。 : 15

第1回～3回授業と宿題①～②に関する質問やコメントを書き込んでください。質問とその回答を後日アップし、みなさんに共有してもらいたいと思います。

質問	回答
宿題の良し悪しは点数に影響してくるでしょうか。	去年までは中間試験50点、期末試験50点に出席点を加算していましたが、今年はさらに宿題の成績も加算します。宿題の良し悪しは影響しますが、宿題をしたかどうかを重要視します。
ハンドブックは今年から始めたのですか？	そのとおりです。電気機器学についての理解度や関心の向上のため今年採用しました。
宿題①の答えの解説をお願いします。	「電気機器学 宿題 解答」のフォルダに解答を随時アップしています。不明な点があればアンケートに記入もしくはメールをください。 miyoshi.m@belm.ee.titech.ac.jp
スキップを押すと、不正解扱いになった。	今後は問2/2のように問題番号と全問題数を表示するので、最後の問題でスキップを押さないように注意してください。
試験は演習に似た問題が出題されるのでしょうか	過去問をアレンジして宿題を作成しています。教科書・ノート・クイズ・宿題を復習すれば試験で良い点数が取れると思います。
今回の宿題の2問目で、全負荷の3/4の負荷とは二次側電流が3/4になるという意味になるのでしょうか？	そのとおりです。二次電圧一定で二次側電流が3/4になる結果、皮相電力が3/4倍となります。電流が3/4になると銅損は(3/4) ² 倍となります。全負荷時には定格電流が流れること、また無負荷時とは二次側が開放された状態であることを覚えておきましょう。
宿題をやっている途中で、時間が多くかかってしまったためか強制終了してしまったことがあった。システム面はもう少しどうかならなかったのだろうか。	強制終了してしまった場合は、ログインをしてからもう一度宿題を開始してください。
コメント	
授業中に具体的な問題(教科書の例題など)を解いていただけると理解がより進むと思います	
授業中に理論の説明だけでなく、例題も扱っていただけるとさらに理解が深まると思います。宿題に関しても今よりも発展的な内容を扱えるようになるのではないのでしょうか？	
東洋電機のお話詳しく聞きたいです。	
宿題の難易度が適切で、いい勉強になっています。 2問という少ない問題数のため短時間で終わられることも嬉しいです。	
演習は理解度を高めるために重要な役割を果たしていると思います。	

アンケート記入ありがとうございました。

図 7 アンケートで出た質問の回答配信

(8) 寝る子が起きる授業

後期の授業「制御工学」での話になりますが、「制御工学」の履修者数は、「電気機器学」よりさらに多く、また、ちょうど昼食を食べ終わった 13:20 からの講義だったこともあり「寝てしまう学生」が何人かいます。

寝ている学生がいるときにどのように対応するかは先生によって意見が分かれます。いびきをかいてうるさくない限り放っておく先生が私の学生時代は多かったです。しかし、私は息子が学校に通うようになり、この子が寝ていたら起こして勉強させてほしいと思うようになりました。たぶん、寝ている学生の親も同じ考えだろうと思いました。そこで、授業中に起こして回っていました。

よく見ると、寝ているのは日本人の男子学生ばかりです。人数が少ない女子学生、留学生は寝ていません。どうして日本の男子学生は寝るのだろうと思いました。たぶん、日本の男子学生は多くのなかに埋もれているため寝てしまうのです。彼らが授業中に積極的に参加できる方法があれば埋没感も無くなると思いました。

そこで、始めたのが授業中に 15 分に 1 度ずつ実施するチェックポイント試験です。試験とは言っても聞いてさえいれば簡単に解答できる設問で、これを出席代わりにしました。この方法は「たとえ出席していても、授業中ずっと寝ていた学生は出席とみなさない」という学生にとってはやや厳しいものとなりますが、本来寝ていても出席扱いになったほうがおかしいとも言えますので、本当の意味の平常点が付けられるようになったのではないかと思います。チェックポイント試験の効果はてきめんに現れ、ほとんど寝たままの学生は見当たらなくなりました。

さらに、私だけが講義するのでは無く、杉元君、三好君にもクイズ、試験、宿題、アンケートの解説をお願いしました。一人が延々と話していると眠くなります。3人で交代しつつ授業を進めるようにしました。テレビのニュースでアナウンサーが切り替わっていくイメージです。



図 8 チェックポイント試験、解説した直後にアップロードして解いてもらう。

（９） 効果測定

東京工業大学では授業で共通のアンケートを毎年実施するのですが、「電気機器学」授業の評価を前年度と比較したのが、図 9 になります。

これ以外にも、満足度、理解度などすべての項目で大幅にアンケート結果を向上させることができました。

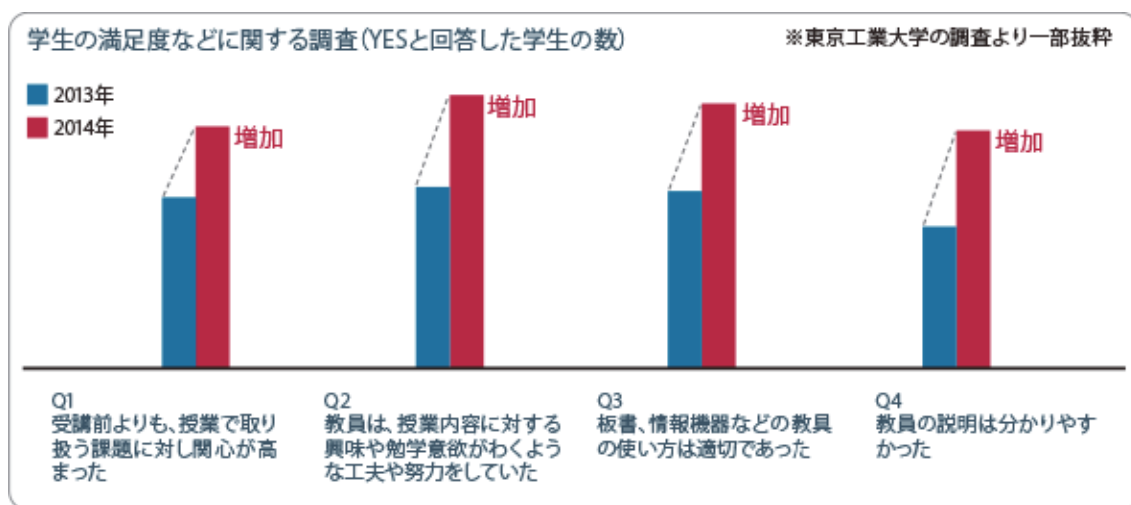


図 9 授業評価の比較

また、前年度の中間と期末試験のヒストグラムは図 10 のようになっています。中間を終えた頃から授業の内容について来ない学生が出始め、期末試験では図のように山が 2 つになってしまっています。

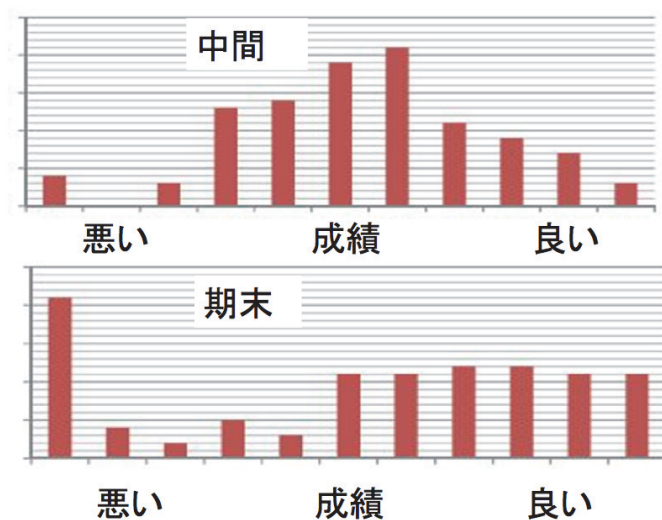


図 10 2013 年度「電気機器学」中間試験と期末試験のヒストグラム

これに対し、今年度は中間と期末試験のヒストグラムが図 11 のように変化しました。昨年のように中間で 2 つの山に分かれていましたが、中間以降に e ラーニングだけでなく、参加型授業を試みた結果、期末試験では山はひとつとなり、ほぼ全員が最後まで積極的に参加するようになったことが伺えます。実際、友人が前に出てプレゼンするのを見て、「私もこの授業がんばります」と連絡してきた学生がいました。

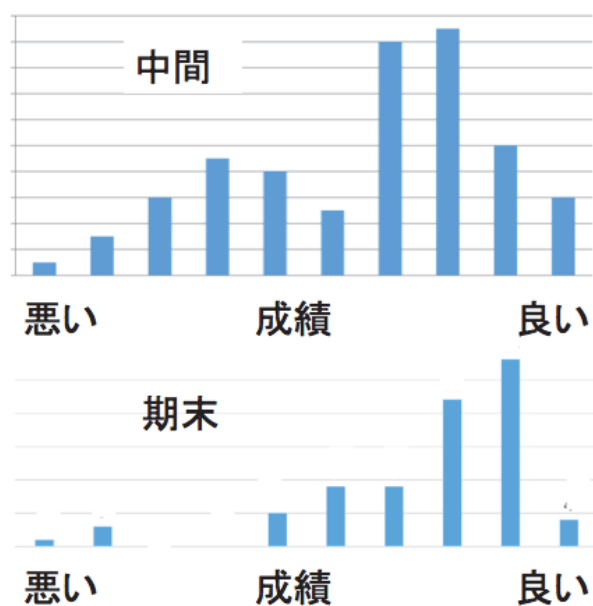


図 11 2014 年度「電気機器学」中間試験と期末試験のヒストグラム

(10) 最後に

今回、様々な施策を実施しましたが、実はお伝えしたかったのは私がどのような施策を実施し成功したかよりも、毎授業ごとにアンケートや試験の結果などを確認し、前回の結果を踏まえて新たな試みにチャレンジをしたことが成功につながったということです。

いくつか試みた施策には失敗した施策もありました。しかしながら、成功したのか、失敗したのかアンケートでその日のうちに確認できたことで、次の授業の組み立てに大きく役立ちました。

前期3年生の「電気機器学」授業と後期2年生の「制御工学」授業でも最適な施策が若干異なりました。授業の規模や参加している学生によって有効な策は変わります。

授業毎に必要なアンケート結果、試験結果を確認し、学生の意見を汲取り、最適なアクティブラーニングの手法を見いだしていくことが今後とも必要であると実感しています。