



続)東京工業大学電気電子工学科

多人数教室でのアクティブラーニングの試み

〈再び「電気機器学」で実施したところ、新たな課題が・・・〉



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

東京工業大学 電気電子工学科「電気機器学」の授業改善のため、2014年4月より開始した「Handbook」によるアクティブラーニングの試行は、2015年度からは電気電子工学科内の複数教授による複数科目の授業に展開されました。また来年度からは電気電子工学科を超えて東京工業大学全学の教員有志にまで広げていきたいと考えています。

昨年度私が体験した授業改善の試みとその効果については、今後新たに取り組まれる教員にとり、貴重な体験となると考え、「東京工業大学電気電子工学科での 多人数教室でのアクティブラーニングの試み」(2015年1月発行)レポートにまとめましたが、今年度に入り、電気機器学でのアクティブラーニング試行2年目の授業で、更なる施策を行いましたので、この新たな試みも伝達すべく、本稿を執筆しました。

なお、今回は成功例を中心にまとめましたが、よりリアルな試行プロセスをお伝えすることが他の教員に役立つと考え、今回はあえてハプニングやトラブルなども多く記載しています。ぜひ、続編となります本稿につきましても、大学での授業改善の一助としていただければ幸いです。

平成 27 年 11 月

東京工業大学 教授、工学博士、FIEEE

千葉 明

(1) 一部のクイズの出題を学生に委任

昨年度より、学生主体の授業を大教室でも実現できないかと様々な試行をしてきました。中でも、宿題を一番に正解した学生に、次回の授業で解説をしてもらうという施策は、これまで、学生が積極的に前に出てプレゼンをしてくれないという長年の課題を解決することができましたので、今年度も継続して実施することにしました。

しかし、今年度同じやり方を踏襲したところ、新たな問題が発生しました。今回のクラスでは、飛び抜けて優秀な学生が一人いて、一番の学生が毎回同じF君となり、これまでのルール通り運用しようとする、他の学生にプレゼンする機会を与えることができなくなってしまいました。学生からのHandbookアンケートコメントに、「いつも同じ人がプレゼンするのはおかしい」との意見が挙がるようになりました。そこで、他の学生にも機会を作った方がいいと考え、たとえF君が1番でも2、3番の学生に当てるようにしてみました。しかし、それでは、一番の学生F君から見ると不公平な采配となります。

どうしたら良いのか思案した結果、F君には宿題の解答を依頼するのではなく、宿題の出題を依頼することにしようと考えました。1回の宿題は3題ほどの練習問題で構成されますが、その中の一題の作成をF君に依頼してみました。学生が出題までできれば、まさに学生主体のアクティブラーニングとなりますが、誰もが出題までできるわけではありません。昨年度も手をあげた数名の学生に依頼しましたが、うまくいきませんでした。

問題作成を依頼してみると、F君は快く引き受けてくれました。そして提出されたF君の問題案は完成度が高く、そのまま授業で出題しても問題ないレベルでした。さらに、「問題作りは自分の勉強にもなるので、次回もやってみたい」と言ってくれました。大変嬉しかったです。さらに、彼の出題の解説、解答の解説を聞いて、出題してみたいという学生が数名出てきました。アンケートで、「クイズを出題してみたいですか?」と問うと、「出題してみたい」を選択する学生の数も急速に増えてきました。最終的に30名を超える希望者の中から、いつも早く宿題の正解を出す学生を数名ピックアップして宿題の出題を依頼したところ、いずれも完成度が高い問題が多く寄せられました。

講義中その中のひとりに「どうして出題してみようと思ったの?」と聞くと、「問題作りは勉強になりますから」との回答でした。この試みにより、授業への学生参加の度合いをまた一歩進めることができました。

質問 3: 今日は学生が1問クイズを作成してくれました。どうでしたか？

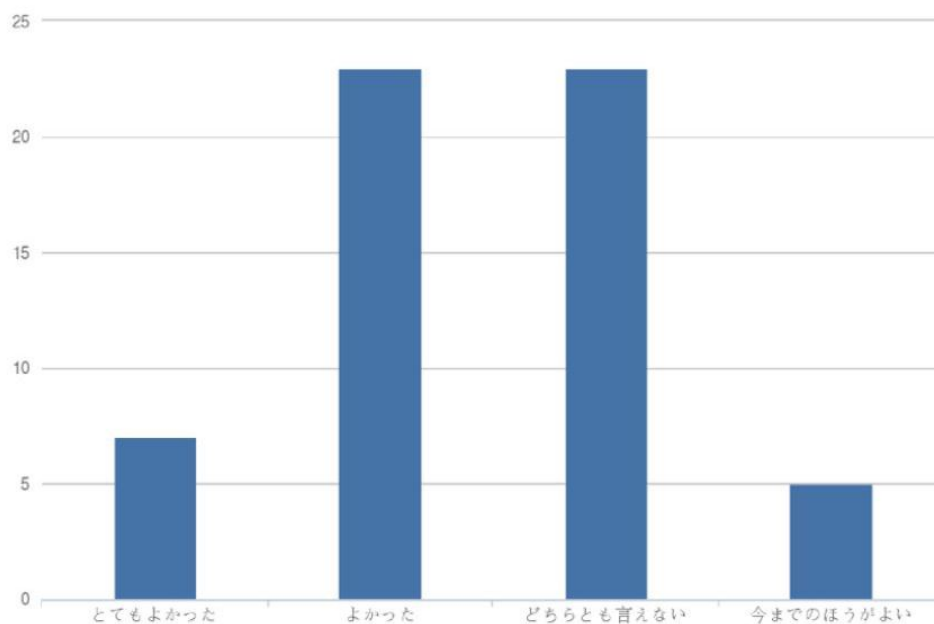


図1 学生が出題するのはどうですか。肯定的意見が多かった

(2) 講義解説の一部を学生に委任

クイズを作成したい学生も増えてきましたので次にF君には講義の説明の一部を担当してもらうことにしました。自ら説明を行うことがもっとも勉強になるだろうと考え、10分間の講義を事前に依頼したところ、快く引き受けてくれました。ところが、いざF君が教壇にたつと学生からは「講義は先生が行うべきだ」とのアンケート結果がでてきました。

やはり講義は教授から聞きたいのかとも悩みましたが、なぜF君に依頼したのかの説明が欠けていたためではないかと思い立ち、何を目的にF君に講義の一部を任せたのかをいったん私から説明した上で、改めてF君に電気機器学全15回の最後の第15回となる授業での講義の1トピックの解説をお願いしてみました。

F君の説明はとてもわかりやすくまとまっており、大教室で後ろの人にも見えるよう文字を大きくするなどの配慮もありました。また、学生が疑問に思う点を的確にとらえたすばらしい解説を行ってくれました。長年教鞭をふるっていると当たり前になってしまっている箇所についても、学生目線で、きちんとフォローしてくれました。

質問4：質問や意見、要望があれば入力してください。

質問	回答
生徒による授業も分かりやすく て良かったです！	【千葉 明】初めての試みでした。彼のプレゼンは確かに良いと思いました。教員では気がつかないが、多くの受講生が疑問に思うところを解決していました。 【 F 】僕なりに重要だと思うポイントを強調するように努めました。今回のプレゼンが比例推移の本質理解の助けになれば(そして試験対策にもなれば！)幸いです。

図2 学生の10分間のトピックス講義はとても良かったとのコメント。教員、講義担当学生からコメントをフィードバックする

15回という講義回数がとても短く感じました。私の場合、制御工学からアクティブラーニングが始まりました。やはり、能動的な学習はとても大事だと感じました。電気電子工学科に入ることができて、本当に良かったです。ありがとうございました。	うれしい意見、ありがとうございます。 アクティブラーニングにより、皆さんの積極性がどんどん増してくれることを期待しています。大学とは受動的ではなく能動的に学習する場であると思います。今後大学院、就職と進む上で非常に大切になってくると思いますので、これからも是非がんばってください。
今回初めてアクティブなラーニングをしました。	今後、他の授業でもますます積極的に学んでいただくきっかけになればよいと思います。
いつもありがとうございます！	こちらこそ、いつも真面目に取り組んでもらえてうれしいです。
ありがとうございました！	最後の授業と思うと寂しいですね。

図3 講義最後のアンケート。アクティブラーニングへの肯定的意見が多かった

(3) 新設「K博士の中身が見える化コーナー」

今年度からはさらに10分間のポスドクによる電磁界解析のプレゼンコーナーも新設しました。

同じ先生がひとりで話しているのを聞くのは辛いですが、途中にポスドクのプレゼンが入ることで声の調子が変わり90分授業の集中力の持続が可能となると考えました。ポスドクは学生に年齢が近いこともあるのか、学生が身を乗り出してスクリーンを見ていました。このコーナーを「K博士の中身が見える化コーナー」と名付け、私が電磁界解析関連の説明をした直後にでてきて解説してもらいました。

動きのない教科書の記述だけでは分かりにくい箇所だったため、動画を自作して解説してくれました。交流、直流、回転子の回転などが可視化され、学生の皆さんの理解が進みました。

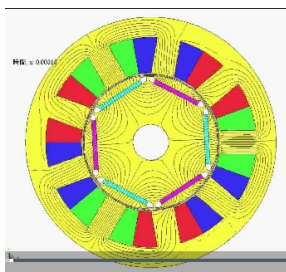


図4 K博士(ポスドク)の動画の例

(4) 新設「英語のコーナー」

本学の大学院教育は学長方針もあり、ほとんどが英語化されつつあります。この「電気機器学」の続きとなる「磁気浮上と磁気支持工学」も昨年より英語で実施しています。しかし、英語の専門用語を勉強したことがない、英語での問題の出題を見たことがないなど、トラブルが発生しています。たとえば、「ケイ素鋼板」は理解できても「silicon steel」が何を指すのかはわからない学生が多い状況です。

たまたま相談に来た3年生のイランからの留学生Kさんが「将来はインターネットを介した教育に携わりたい」と話すのを聞き、「是非、TA (Teaching Assistant) として授業の補助をしてくれないか？」とお願いしました。昨年度、電気機器学を受講しており、クラウドサービスによる教育効果について積極的な考えを持っていました。

Kさんは日本語の専門用語と英語の専門用語の対応問題、英語による出題などを考えてくれました。また、宿題の半分を英語化してくれました。当初学生たちは英語の出題等に驚いていた状況でしたが、次第にKさんの問題の解説に、熱心に耳を傾けるようになりました。Kさんは上手にヒントを入れながら解説するので、聞く人のモチベーションを上げることができました。

起電力	☐	☐	generator
磁化電流	☐	☐	electromotive force
磁束	☐	☐	electric motor
発電機	☐	☐	transformer
電動機	☐	☐	magnetic flux
変圧器	☐	☐	magnetizing current

図5 技術英語つなぎ合わせクイズ

1. Choose the False statement:

①. The voltage regulation percentage (電圧変動率) of the transformer ε is defined as

$$\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2N}}{V_{2N}} \times 100 (\%)$$

where V_{20} is secondary voltage at no-load and V_{2N} is secondary voltage at rated-load.

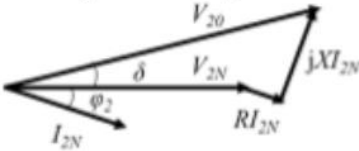
②. Power factor is defined as $\cos\varphi_2$, where the phase angle is defined between voltage and current.

③. If the angle δ is small enough, ε is approximately calculated as

$$\varepsilon = \frac{(R\sin\varphi_2 + X\cos\varphi_2) \times I_{2N}}{V_{2N}} \times 100 (\%)$$

where I_{2N} is secondary current at rated-load.

④. Voltage variation should be ideally as small as possible.



Answer: ③

$$\varepsilon = \frac{(R\cos\varphi_2 + X\sin\varphi_2) \times I_{2N}}{V_{2N}} \times 100 (\%)$$

2. Determine the turns ratio a , the primary current I_1 , and the secondary current I_2 for the following transformers:

20 kVA single-phase transformer with a primary voltage of 2400 V and a secondary voltage of 120 V.

	a	I_1 (A)	I_2 (A)
①	20	8.33	1.67
②	20	8.33	167
③	20	600	6.00

1/2



図6 英語の宿題と解答

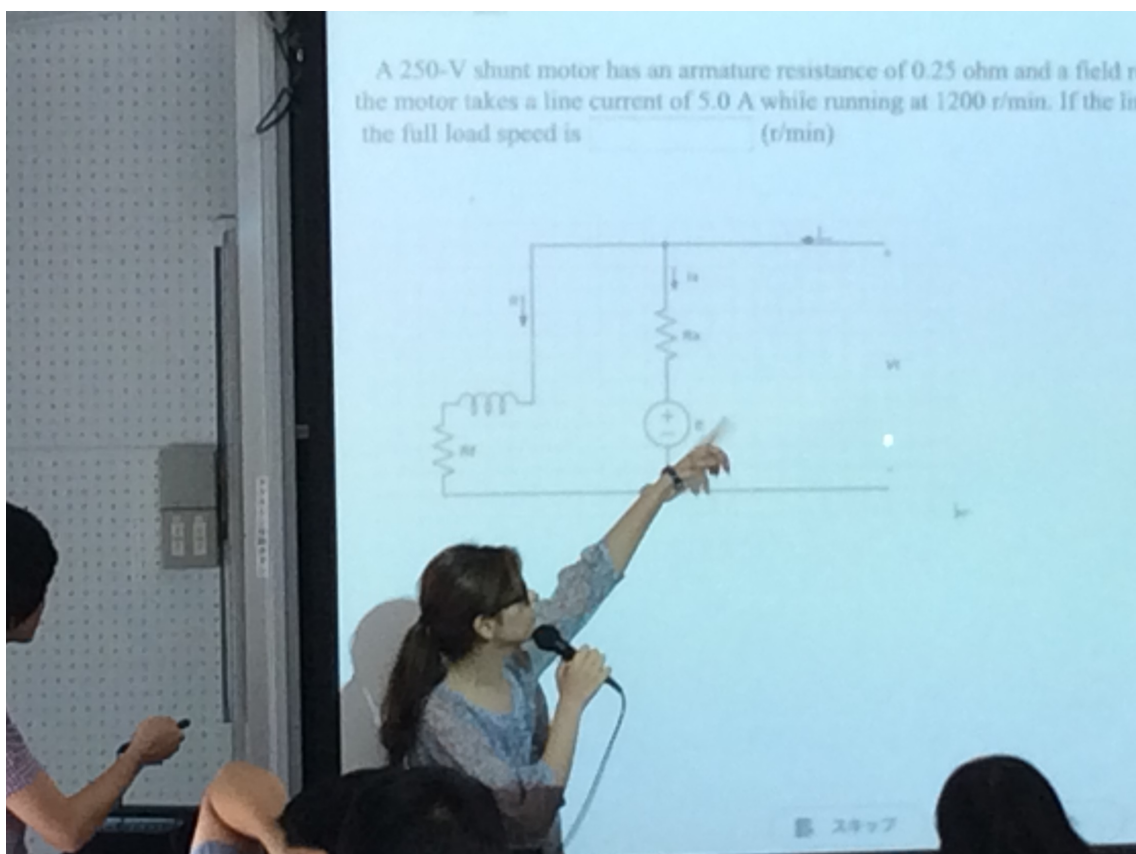


図7 イランからの留学生Kさんが解説をしている様子

(5) 授業直後のスタッフミーティングの開催

研究室以外のKさんが加わったこともあり、今年度からは授業直後に30分間のスタッフミーティングを開き、授業の振り返りと次回授業の施策について話し合いを持ちました。ここからは、このスタッフミーティングで話し合われたトピックスの一部を紹介します。



図8 スタッフミーティングの風景

トピック1 講義時間の時間配分

90分の授業の中に様々な施策を盛り込んだため、時間配分については議論となりました。学生にアンケートを取ったところ、図8のように時間短縮してもよいと思うものの筆頭がアンケートとなりました。

質問 3: 逆に、時間を短縮してもよいと思うものはどれですか？ ※複数選択可です。

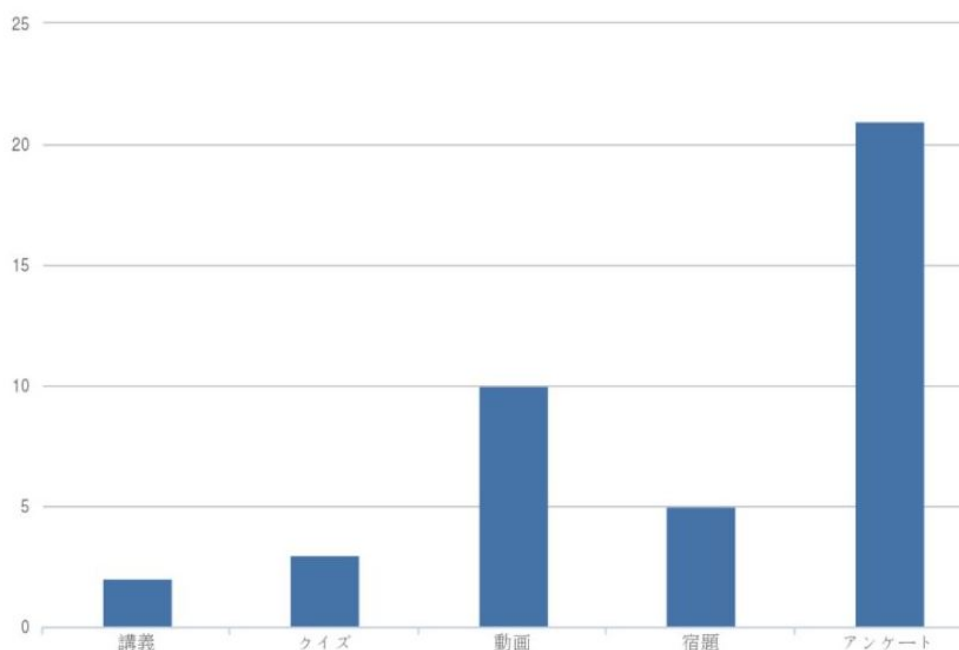


図9 アンケートの時間は短縮して良いとの統計結果

中には「アンケートは不要」という意見を記載する学生もありました。授業改善にかかせないアンケートについてこのような意見が出たことでスタッフ一同気落ちしましたが、どうしたら良いか改善策を考えることにしました。実際アンケートは授業改善に役立っていますし、面と向かって意見を言わない最近の若者も、ネットでは雄弁でいろいろな意見が出てきます。

まず、アンケートの説明、回答時間を10分から数分に短くしてみることにしました。さらに、宿題を出した後にアンケートを行っていたことが、宿題を解き始めた学生にとってアンケートをおっくうに感じさせているのではないかと推察し、順番を変え、アンケートを先に行ない、終了後に宿題を出すようにしました。その結果アンケートの回答率が上がり、意見も良く出るようになりました。

トピック2 トラブル！講義室外からの解答

朝一番の授業であるので、朝遅刻せずに学生が来るようにと、クイズ・試験を昨年度同様に朝一で実施し、いつものように一番に正解になった学生に解説してもらおうと名前を呼びましたが、なぜか返事がありません。どうも教室にいないようでした。クラウドサービスであるので、教室外からも解答できるのです。

当初は、一番に正解するような学生なので、勉強はしているので授業にあえて来なくてもよいことにしようかとも思いました。しかし、授業では、教科書にない動画での解説や、学生による宿題の解説、英語問題のヒント解説などもしています。授業に来なければ得られないものも数多くありますので、やはり出てきてほしいと思いました。スタッフも同じ思いでした。

そこで、どのようにしたら良いか議論した結果、問題を一部不完全にして、当日教室の黒板で追記することによって解答できるようにするようにしました。また、単なる選択問題ではなく、極力数字を算出する問題としました。このような対策により、やはり授業に出たほうがよい印象が定着しました。

トピック3 説明効率の向上

様々な施策を企画した結果、授業は1.クイズと試験、2.先週の宿題の解答、3.私の説明、4.動画、5.アンケート、6.宿題解説と多岐に渡るようになりました。このため、私自身の説明時間が90分授業の中で40分程度しかとれなくなっていました。従来の黒板にチョークで図や文字を書いて説明すると説明時間が不足してしまいます。そこで、短時間に効率よく解説できる方法を考えました。

黒板ではなく、手書きソフト「MetaMoji」を使い、それをスクリーンに映し出せば時間短縮できるのではないかと思います、両方の方式で講義を実施した後、学生アンケートをとりました。

質問 4: 千葉先生の講義ですが、板書だと速度が遅く内容が限られてしまいます。教科書を前提としたスクリーンはより多くの内容を伝えられます。板書とスクリーンとどちらがよいですか。

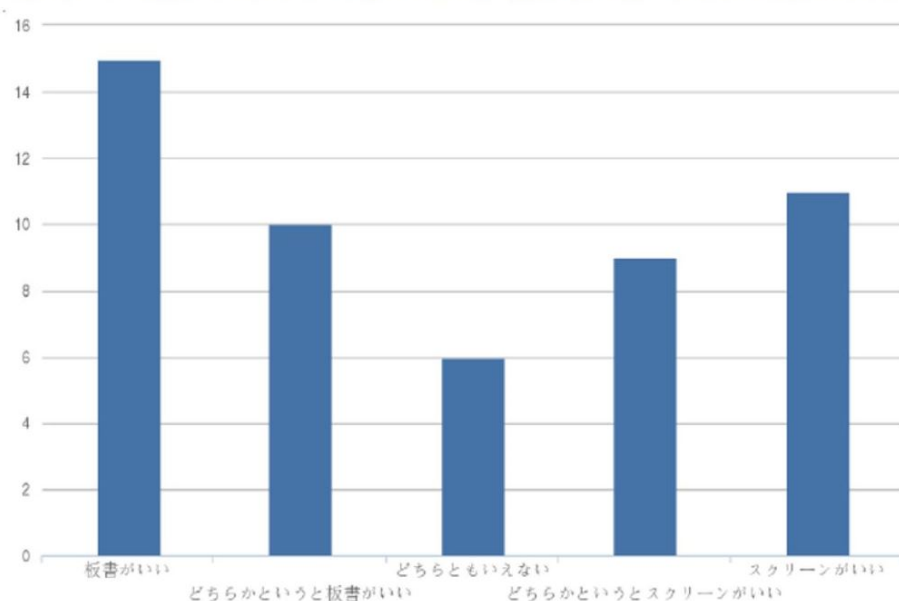


図10 板書とスクリーンとどちらがいいか。半々に分かれる

しかし、アンケートを行ってみると、学生の意見は2つに割れました。アンケートの自由書き込みをよく読んでみると、手書きソフト使用の際には、進捗が早く、学生が追いつけなかったのが大きな問題点であったことがわかりました。スタッフからも、書き込みが終わったらしばらく時間をおいてから解説した方がいいとの意見があり、改善を行ったところ、次回アンケートでは、手書きソフトを支持する意見が多くなりました。

まとめ

昨年度同じ授業で成功した施策も本年度はうまくいかないケースが多々ありました。また、授業を改善しようとして、色々施策を練っても、結果的に改悪になる場合もありました。その際、アンケートによる学生のこまめなフィードバックが非常に役立ちました。ITネイティブの学生の皆さんは、多数の意見、要望、評価をフィードバックしてくれました。これにより講義の方向性を確認できました。

また、今回からはスタッフミーティングで分担を確認しあったこともあり、学生からの質問や意見について、手分けして速やかに解答することができました。大人数のクラスにもかかわらず同じ質問は意外と出てくることなく、皆さん、過去の質問の回答を読んでいるのだと、こちらからのフィードバックの重要性を再認識しました。

さらに、今回、電気機器学15回目の最後の授業となりましたが、学生によるトピックス講義が成功したことも大きな収穫でした。次の講義があれば、学生自身がプレゼンテーションする機会をもっと増やしていきたくったところですが、1科目は15回で終了となるため、次回のクラスでは、また一からアクティブラーニングの試行をスタートすることになります。なるべく早い段階から学生主体の講義を実現するためにはどのようにしたらよいのか、新たな方策をまたスタッフと練っていきたいと思います。そして、今後も、更なるアクティブラーニングの展開を模索していきます。