

図学への反転授業の適用とその結果および改善策の提言

森 一俊

帝京大学 理工学部 機械・精密システム工学科

概要

アクティブラーニング(AL: Active Learning)が学生の自発的な学びを喚起し将来の社会を担う人材育成のための授業形態で有ると言われて久しい。宇都宮キャンパスの各学科に於いても AL を推進, 特に反転授業を必修に近い科目で行う事が望ましいとの意向の下, これまでも AL をトライして来た教員自身が手を挙げ, 担当して居る機械科 1 年生の図学に的を絞り, 2016 年度の授業に適用した。その結果, 幾何学的な素養を要し空間認識を育む図学への学生達の理解をビデオ視聴による事前学修のみに頼り, 加えて反転授業を遂行した教員のスキル不足が絡み成果に繋がらなかった。その結果と結果の詳細分析およびその改善案を纏めて提言に繋げ, 次に繋げる。

1. はじめに

プレゼンテーションと Q&A および聴講する学生たち自身による発表内容の評価を行う授業形態や, 毎回の授業の振り返りと学生の記録と記憶に残す大福帳を用いた授業を推進するなど, AL に対し積極的に取り組んで来た[1]が, ビデオを用いて事前学修を強いる反転授業にはどうしても馴染めなかった。しかし, 宇都宮キャンパスでも導入が望まれる中, 山梨大学の森澤先生のご講演[2]を聴講, 「これなら私にも出来る」見通しを得たので, 入学直後の 1 年生のほぼ全員が受講する選択必修の「図学」への導入を決めた[3]。これで成果(定期試験の平均点向上および不合格者数減少)に繋がると共に, 学生達の自主性が育ち, 「学び」を楽しむ大学生が誕生すると考えた。しかし甘過ぎた事を思い知らされた。ビデオ収録から苦労の連続で失敗し続け, 時間を浪費, 「やるんじゃ無かった!」と導入した事を後悔したが後の祭り。途中で気付いた反転授業の課題解決が今回の授業の中では間に合わず, 学生達の事前学修への取り組みの不十分さも含め, 開始前に思ったバラ色の成果とは真逆の結果となった。反転授業適用による期待値が得られなかった原因, およびその改善点を

紹介し, 教員自身の学びと次の授業に繋げつつ, 今後反転授業導入予定の教員への一助としたい。

2. 図学と反転授業の適用について

図学は, 数学の幾何学的な素養を要し空間認識を育み, 機械技術者としての技術の基となる製図を学ぶ時の基礎となる学問である。帝京大学理工学部の機械・精密システム工学科では, 1 年生の選択必修科目と位置付け, 殆ど全員が受講して居る。従って, 専門基礎としての重点科目故, 授業の中で学生達の空間認識を育み, 幾何学的な 3 次元のスケッチを 2 次元の図面に描くスキルを彼らに身に着けさせる事に注力して来た。図 1 にスケッチとそのスケッチを図面化した例を示す[3]。しかし実際の授業では点や線を描く演習を熟すため授業時間が不足し学生達の学びが不十

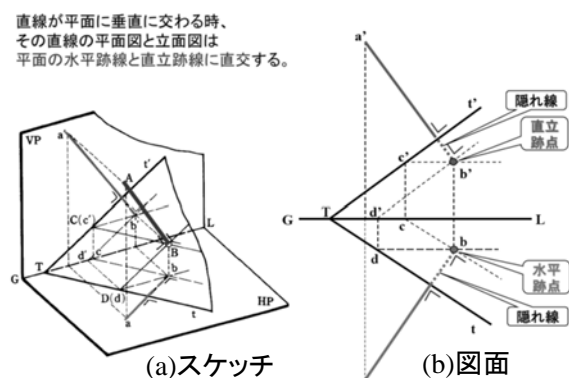


図 1 平面と垂線のスケッチ(a)[3]と 2 次元図面(b)

分になる懸念があった。そこで、ビデオを用いた反転授業を取り入れ、基本的な内容はビデオ画面に流し、学生達にビデオを視聴させ事前学修を行わせる事とした。ビデオのメリットは内容の把握が不十分でも繰り返し視聴する事で理解を深める事が出来る点に有り、効果的と判断した。更には、将来拡大するAL(含む反転授業)に1年生から触れさせ、慣れさせようとの意識も強く働いた。

反転授業を取り入れる事で、学生の自主性が育まれると同時に理解度が向上し、更にグループ討議との組み合わせによりコミュニケーションとチームワーク力が向上する事がゴールとなる。

3. 反転授業の進め方とその結果

3.1 図学への反転授業の進め方

15回実施する図学の授業で学ぶべき基本的な内容を、以前は実際の授業中に説明し理解させて応用演習を行って居たが、反転授業を採用し15~20分のビデオに収録、学生にはスマホやPC(パソコン)で事前学修させた。学生達は事前学修でビデオを視聴しながら、例えば図1(a)の平面と垂線の交わりを表現する3次元スケッチから2次元の図面にする作業を、理屈の説明が付いた作業手順一つずつ理解し、最後に図1(b)に示すような完成図に仕上げる事を学ぶ。

教員は慣れないために、ビデオの録画操作や機器のトラブルで何度も失敗し時間を浪費、その度に反転授業を導入した事を後悔した。何とか熟したもののコンテンツの出来栄は不十分だった。対面授業では、学生が行った事前学修の評価は実施せず、ビデオに録画した基本的内容の説明も行わずに、応用課題の演習を進めた。課題演習はグループ学修を推奨し、学生同士で教え合い理解させる事を狙った。そして課題を解いた学生に黒板で板書させ解答を説明させた。図2にその一例を示す。最後に教員からも課題の模範解答を示し理解を深めさせた。



図2 学生による課題回答と説明の状況

3.2 図学の定期試験とその分析結果

図学の定期試験が終了した。反転授業の導入効果により2015年度以前に比べ、科目平均点の上昇と不合格者数の減少が図れるとの期待を込めた定期試験だったが、結果を見て愕然とした。その結果を図3に示す。科目平均点は2015年度に比べ15点もの大幅な低下となり受験者のほぼ半分が不合格となった。反転授業を開始してほぼ真ん中での中間チェックでは、難しい図学を選択した事、アニメーション主体のビデオ制作に膨大な時間を費やす点、教員の慣れによるコンテンツ品質の不良、事前学修のルーブリック評価が未実施でグループ学修の進め方も満足いかない事などがデメリットと考えられた。しかし大半の学生がビデオを視聴後に対面授業に参加し、グループ内で教え合い課題が解決出来た学生が存在するなど、メリットも見受けられたので反転授業の効果への期待は高まった。ところが蓋を開けてみたら、惨憺たるもので、ショックは大きかった。追・再試験を実施し不合格者数は例年並みに戻ったので一安心したが、やれば出来る彼らがなぜ定期試験では最悪だったのかの原因を詳細に分析・解明しその改善策を立案する事が、今後の反

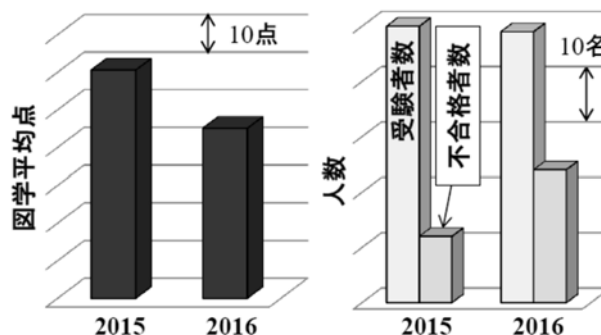


図3 図学の平均点と不合格者数比較

転授業推進のために必須であると考えた。

まずは学生の学力レベルを再度認識すべく、1年生に例年行う入学直後の数学のテスト結果と、図学の定期試験結果とを5年間で比較した。その結果を図4に示す。すると驚くべきことに2011年~2015年度迄は入学時の数学テストと図学の平均点も、その傾向もほぼ同一で有る事が判る。この事は、空間認識を必要とする図学の理解には、幾何学に限らず、数学的な論理的思考能力が必要な事を示唆しているとも解釈出来るが、2016年度はその傾向と乖離し不合格者は

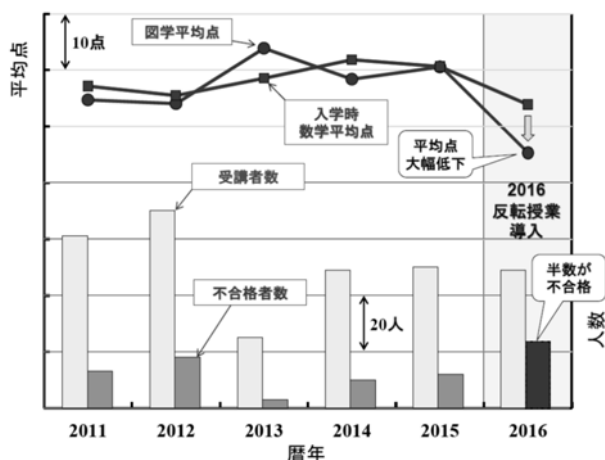


図4 図学と数学の平均点, 不合格者数比較

受講者の半分にも達した。そこで更に定期試験で80点以上を取る成績上位者と図学の平均点および不合格率を例年と比較してみた。図5に示す結果は例年に比し2016年度は、80点以上を獲得する上位者が半減し不合格率も倍増して居る事が判った。従って2016年度の図学の大幅な平均点低下と不合格者の増大の原因は、2016年度入学生の数字の平均点が2015年度よりも5点低下し、不合格者数が多かった2012年

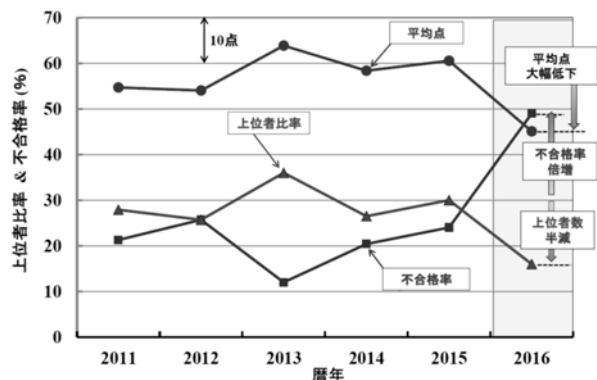


図5 図学の平均点経緯, 上位者&下位者比較

度並みに下がったことだけでは説明出来ない。そこで今回図学に初導入した反転授業の影響を分析した。

3.3 反転授業化の影響分析

反転授業の影響分析として、ビデオ視聴回数を受講者数で割った一人当たりの視聴回数と合格者数を比較してみた。図6にその結果を示す。受講者一人当たりの視聴回数は1.1~1.7回(出席者では1.3~2.0回)なので、データからは、学生達は最低1回は必ず視聴して居る事が判る。また、ビデオの視聴回数が多いほど合格率が高いものの、

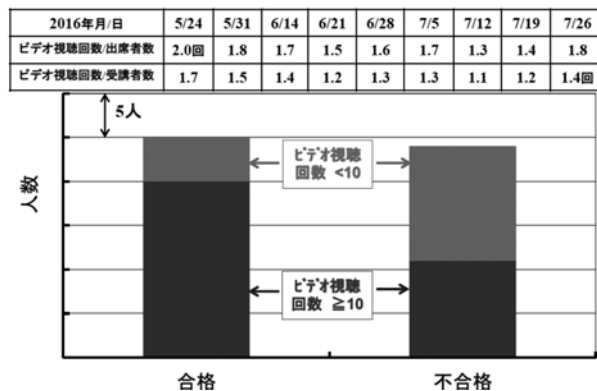


図6 図学のビデオ視聴回数/受講者数と合格者

視聴回数が多い学生でも不合格となり、視聴回数が少なくても合格する学生の存在が明らかとなった。この事は、ビデオを視聴するだけでは効果が少なく、ビデオ視聴数が少なくとも学修を積み合格可能な事を示している。そこで対面授業への出席回数と合格者数を調査した。その結果を図7に示す。すると、皆勤者の合格率が高く、逆に欠席回数が3回以上の欠席者は全員が不合格となって居る事が判った。従って合格するには、追・

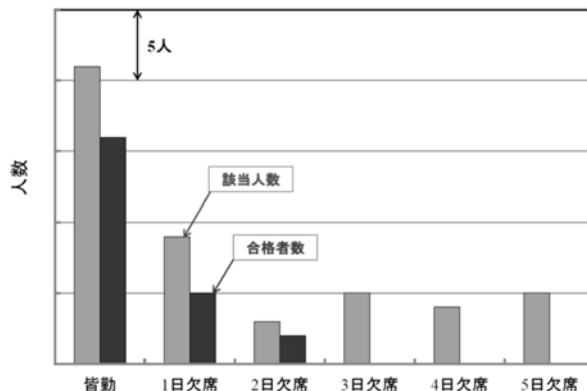


図7 図学の対面授業出席回数と合格者数

再試験結果からも明らかなように、ビデオを漫然と視聴するだけの事前学修では無く、内容を理解し対面授業にもきちんと出席、復習もしっかり熟す必要が有ると言う当然の結論が導かれた。

3.4 学生の学習時間と出席日数および熱意

次に、反転授業を行った 2016 年度の学生達の学習時間や授業への出席日数および授業への熱心さ(熱意)を他の年度と比べた。

まずは学修時間を比較し、図 8 にその結果を示す。図から明らかなように反転授業を導入した 2016 年度の学生達の学習時間が伸びている事が判る。ほとんど学修をしない学生の割合が減少し、1 時間以上学修する学生の割合が増加すると共に、学生一人当たりの平均学習時間が 10

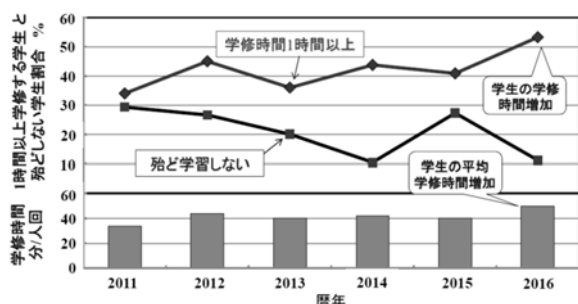


図 8 学生の学習時間の年度比較

分も伸びて居る事が判った。これは反転授業の大きな効果とも言える。次いで出席日数を調査した。その結果を図 9 に示す。その結果は、年々増加し続けて来た皆勤学生の割合が減少した分、5 回以上欠席する学生割合が増加している事が判った。図 7 で明らかなように、3 回以上の欠席者は全員不合格なので、この出席日数の減少が平均点の低下と不合格率の増大に影響

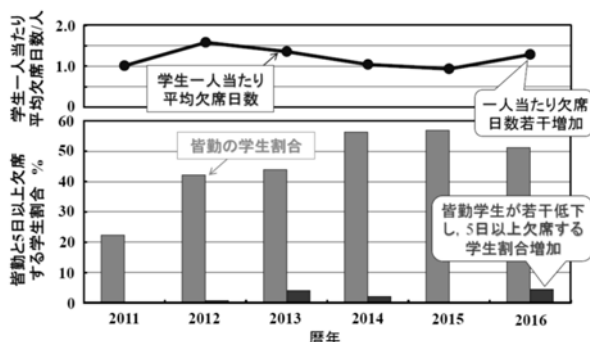


図 9 学生の出席・欠席日数の年度比較

して居る事が推定できる。では何故、出席日数が減少したかを知るべく、学生の授業への熱心さ(熱意)を纏めてみた。授業アンケートの授業への取り組みに対する問「あなたはこの授業に熱心に取り組みましたか？」への回答「そう思う！」と「ややそう思う！」の合計で有る。その結果を図 10 に示す。すると、熱意は 2015 年度よりも向上し、2013 年度と 2014 年度並みの熱心さを示している事が判った。しかし「あまりそう思わない」と答えた学生が増加した事が今回の結果を暗示して居る。



図 10 学生の授業への熱心さの年度比較

これらの事から、学生達は反転授業の導入により、合格した学生は熱心にビデオ視聴をし、その結果、学修時間が伸びた。しかし、ビデオを観るだけとか視聴せぬ学生は、事前学修で理解出来ずに躓き、対面授業はビデオで流した基本的な内容を説明せずに飛ばして応用問題を解く事になるため、対面授業でも内容が理解無い。出席しても理解がおぼつかず、面白く無いので欠席するようになり、結果、平均点が低下し不合格率が増大した事が推定出来た。以上の結果から、改善点が浮き彫りとなったので、課題を抽出し、次年度からの授業の進め方への提言を試みる。

4. 反転授業の課題の抽出と改善策提言

4.1 反転授業の課題の抽出

2016 年度の図学の定期試験における平均点の低下と不合格率の倍増は、数学のテストの平均値の低下による学力低下が原因とは考えられず、反転授業の科目に図学を選んだ妥当性も含め、授業内容やビデオコンテンツのレベルおよび教員のスキルや授業の進め方に課題が有る事が判明した。下記にその課題を挙げ原因を記載する。

・課題(1)図学への反転授業適用の妥当性:

空間認識を身に着けさせ、スケッチや設計・製図の基礎となる図学は、授業の中で教員がジェスチャーを交えて3次元空間に在る点・線・平面・円柱などの物体を2次元の図面に落とし込むやり方で教授して来た。しかし、今回の反転授業では、図1(a)に示すスケッチから2次元図面の(b)を作図する(線を引く)手順をアニメーションを用いてビデオで説明して行く形を取っており、教員が壇上で物を用い板書しつつジェスチャーを駆使して判り易く説明する画は流していない。よって学生はビデオを視聴するだけになるので理解が難しく、空間認識が身に付かない可能性が有る。従って教員のパフォーマンスビデオコンテンツの製作も必要かも知れない。

・課題(2)反転授業を行う教員の能力と経験:

教員は反転授業の経験もスキルが無く、グループ学修の勘所も掴めて居ないため、ビデオ視聴で理解出来ない学生を対面授業でも救えなかった。

・課題(3)事前学修用ビデオコンテンツの内容:

2次元図面作成の手順(図1(b))をアニメーション化してビデオの中で説明して居るが、コンテンツとしてのアニメーションのレベルが低く、教員の作図手順の説明が判り難い事が学生の理解度が低い原因とも考えられる。

【(1)に記した教員のパフォーマンス録画は人手と時間が掛かり過ぎる故今回は未実施】

・課題(4)学生の事前学修内容評価【ビデオ視聴とノート作成をルーブリック評価】:

学生達が事前学修でビデオを視聴、ノートを作成し課題を解いたかどうかを、対面授業の開始時に教員が学生に手を挙げさせてチェックしただけで、教員によるノートを確認しての定量評価は未実施だった。教員が定量評価を実施すると、授業時間が短くなる事を恐れたためだが、結局、学生の理解度を把握出来ていなかった。

・課題(5)教員の対面授業の進め方(含むグループ学修のやり方):

反転授業経験の無い教員のスキルが未熟だったせいで、ビデオ視聴で理解不十分な学生達の手助けも、視聴して来なかった学生達への動機付けやモチベ向上も出来なかった。何とかグループ学修で対応しようとしたものの、グループ学修も不慣れで上手く機能させられず、理解が不十分な学生達は結局、付いて来れず学びが遅れたと考える。

・課題(6)学生の対面授業への出席率とグループ学修や課題回答含む学習態度:

ビデオ視聴はしたが理解不十分で、対面授業でも満足に理解出来ぬまま放置された学生のモチベが低下、欠席すると更に判らなくなり授業に付いて行けなくなる負のスパイラルに入った学生が多かった。出席率が低下した学生(3回以上の欠席者は全員不合格)や、グループ学修に馴染めず課題に一人で向き合うしか無い学生のフォローもままならず、学生の学ぶ意欲を奪ってしまったが、課題を板書し解答してくれた学生には感謝したい。

・課題(7)学生の復習を含めた学修時間と意欲:

授業アンケート結果から纏めた学生の学習時間は図8に示したように、むしろ増加して居た。反転授業導入に伴うビデオ視聴時間の必要性からだが、学修意欲も図10に示したように決して低くはない。この分析結果から、今回の主の原因は教員に有り、事前学修をしっかり熟させ、学生達の理解度を向上させて対面授業に積極的に出席する意欲を喚起する方策を取らねばならないと言う事実が判明した。

・課題(8)ビデオ視聴は一度のみか視聴しない学生の存在:

図6に示す受講者一人当りの視聴回数は1.1~1.7回と期待値を下回り、何人かは繰り返し視聴するものの、総じて1度しか視聴しない学生が多数で、中には視聴しない学生も居る。これらの学生にビデオ視聴を促し理解度を向上させる事が必須と考える。

4.2 反転授業の改善案の提言

4.1 項で述べた課題の解決を図り学生のポテンシャル向上に向けた改善案を提言する。

・課題(1)(6)への改善案:

事前学修内容を、対面授業で復習を兼ねてお渡しし、事前学修の例題や課題を解いた学生を指名し板書させて説明させる。対面授業時間が不足するが、学生達の理解度向上を図るために遂行する。これにより、理解が不十分な学生達は、板書する学生の解き方を見て学び、教員のパフォーマンスを駆使した再度の説明を含め、都合3度同じ内容を学ぶので理解を深める事が可能となる。解けると学びが楽しくなる。ただ、事前授業を熟し課題も解いた学生が飽きぬよう、彼らには対面授業に用意した応用課題を解かせ、課題解答時に指名・板書させ、モチベを維持する。ただし、教員のパフォーマンスビデオの録画は将来の検討課題とする。

・課題(2)(3)への改善案:

教員も1年の経験を積み反転授業を学んだ。その反省を基に、事前学修と対面授業の進め方を見直し、(1)(4)(5)(6)の改善案を提言した。

・課題(4)(5)(6)への改善案:

ルーブリック評価を採用する。そのポイントは①シンプルな4段階評価(例えばノート作成:C, 例題&課題解決:A), と, ②グループ員による相互評価(自己申告は不可), の2点で有る。その結果を、教員自身が例年実施して居る「大福帳(講義の個人記録表)」に新たに設けたチェック欄に記載させる。これは期せずして、課題(5)(6)のグループ学修の進め方改善策にもなり、一石三鳥となる。教員はグループ員による事前学修評価中に班を回り、評価を促すと共に、対面授業での応用問題を解かせる際に、理解度が高い学生に対し理解度が不十分な学生への支援を促し易くなり、グループ学修の効果も発揮出来る。

・課題(7)(8)への改善案:

反転授業導入により心配した学生の意欲も学修時間も問題は無く、逆にビデオ視聴時間分、平均学修時間が増えた結果が出ているし、学修

意欲も例年並みを維持していた。つまり学生達は、反転授業に付いて行こうとはしたが、空間認識が必要な図学の事前学修を図1(b)に示したような作図アニメーションだけでは理解が困難だったと考えられる。漫然と視聴したビデオコンテンツの中味の理解が困難なので繰り返し見る気にならず、理解が不十分なまま対面授業に臨み、講義に付いて行けぬまま定期試験を受けた結果、成績上位者数が半減、平均点が大幅低下し不合格率が倍増したと推定出来る。(1)(4)(5)(6)の改善策の、①対面授業での事前学修内容の復習と教員のパフォーマンスによる授業、②グループ員同士による事前学修のルーブリック評価、③グループ学修遂行による学び合い、を導入する事で2017年度は2016年度のリベンジを図ろうと考えて居る。

5. まとめ

反転授業に初めてトライした2016年度の結果は、定期試験での平均点の大幅低下および不合格者数が受講者の半分と言う惨憺たる結果に終わり、学生達には多大な迷惑を掛けた。学生達も初めての反転授業に戸惑い悩み苦勞したと思う。心からお詫びする。教員の資質も課題の一つと考えるが、今回は教員の未経験さとスキルの不足として扱った。猛省し原因を分析、課題を抽出し4項に改善案を提言した。今回提言した改善策の採用により2017年度は良い成果に繋げたい。

参考文献

- [1] 森一俊, “学生の学びの活性化に向けて ～一教員の小さな努力の軌跡～”, 第41回教育システム情報学会 全国大会 プレカンファレンス, 2016/08/29
- [2] 森澤正之, “付録 第114回LTセミナー「反転授業を組み合わせたアクティブ・ラーニングの取り組み」配布資料”, 帝京大学ラーニングテクノロジー開発室年報, 第13巻, pp113-120, 2016
- [3] 井野 智 他, “基準課程 図学”, 共立出版(株), 2004