

# 図学への反転授業の適用とグループワークとの相乗効果

森 一俊

帝京大学理工学部機械・精密システム工学科

## 概要

学生の『学び』への自主性を促す事と成績向上を目指して 2016 年度から図学に反転授業を導入したが、定期試験の科目平均点が前年比 15 点も下がり不合格者数が半分に迫る惨憺たる結果を招いた。そこで 2017 年以降、学生による事前学修への学生同士によるルーブリック評価を追加し、教員による木目細かなレポートチェックを強化、以前から導入中の授業の出欠と振返りを兼ねた個人記録表(大福帳)の交換日誌化との複合を試みた。その結果、科目平均点が下げ止まり不合格者数も減少に転じた。そこで 2019 年度には、望み続けていた GW(グループワーク)を主体とした講義形式を導入、4~6 名程度のグループで、お互いに教え合うよう(協働学修化)に仕向け、全員に課題をホワイトボードに描きプレゼンテーションさせた。その結果不合格者数が激減、平均点も向上した。その詳細な経緯と成果を紹介する。

## 1. はじめに

大学進学率が50%を超え大学の大衆化が進む今日、文科省は大学生の学力や汎用的能力の向上を目指し講義に学生参加型のアクティブ・ラーニング(以降AL)の導入を志向している。その流れを受け帝京大学理工学部もAL化を推進して居るが、成果に辿り着く事は簡単では無い。AL手法には、課題を黒板で解かせたり、プレゼンテーションさせたり、反転授業を導入したり、グループワーク(以降GW)で協働学修させたり---と、先生方が試みて居られる様々な手法が存在する[1][2]。本稿では、2016年度から「図学」に適用した反転授業の惨憺たる結果を紹介し、期待通りの成果が得られなかった原因を述べる[3]。そしてその理由や要因を解析・分析し、改善を加えつつ反転授業を継続し続けた結果を詳細に紹介する[4]。そして最後に2019年度に導入したGWの内容の詳細と反転授業とGW手法との相乗効果を説明、成果に繋がった経緯とその内容を紹介する。本稿は10年間に渡る著者の「図学」の講義の歴史の纏めでも有る。

## 2. 図学への反転授業と GW 導入の狙い

高校を卒業し機械系を志望した新入生は、設計・製図の基礎となる空間認識が不十分で、図学の基礎となる幾何学的素養も身に付いて居らず、学修時間も不足気味である。更には、プレゼンテーション力やディスカッション力およびコミュニケーション力にも欠け、自立型学修や AL には程遠い。そこで当学科の1年生の選択必修科目で、幾何学的要素を含み高学年時に学ぶ設計・製図の基礎学問となり作図のスキル修得と空間認識力が必要な図学は、学生の自立型学修を身に付けるためのトライアル科目として最適と判断、帝京大学の宇都宮キャンパスで活用中の LMS(Learning Management System)を用いて 2016 年度から反転授業を導入することにした。LMS に掲載された内容に基付き事前学修でホームワークを行い、対面授業では講義を無くし応用問題を解かせ理解を深めさせる形式の講義である。本稿は大学の LT(Learning Technology)開発室の支援で遂行した。

2015 年迄は、「図学」でも図 1 に示す大福帳(例:2019 年度版)を用いた、学生自らの講義に対する記録と評価に加え教員が 1 コマ 90 分内で当日予定の講義を行った後に、学生に課題を出し

2019 図学一講義の個人記録表一		2019 図学一講義の個人記録表一	
講義名	図学一講義	講義名	図学一講義
履修者名	大福 帳	履修者名	大福 帳
第1回	図学の基礎	第1回	図学の基礎
第2回	図学の基礎	第2回	図学の基礎
第3回	図学の基礎	第3回	図学の基礎
第4回	図学の基礎	第4回	図学の基礎

図1 個人記録表大福帳(2019年版)

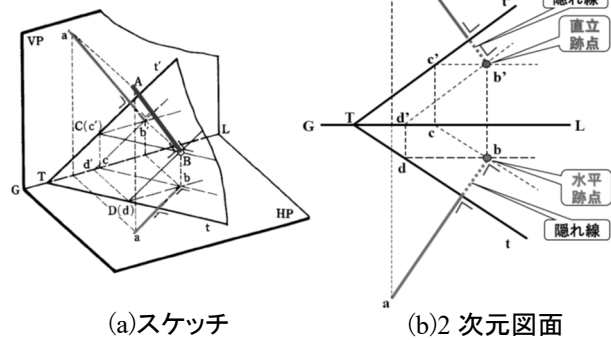
講義時間内に解かせ、出来た個人を指名して解き方を黒板やホワイトボードに描かせて発表させる事で、プレゼンテーション力をも育成する講義を進めて来た。図2にその例を示す。教員が発表の仕方も指導、必要に応じ課題の解き方も教授した。更に応用問題を宿題とし、次回迄に



図2 学生の課題回答と発表の様子

レポートとして提出させて教員が詳細にチェック・返却し学びの最後に定期試験を行って科目の合否を判定して来た。しかし空間認識力が問われる図学は1コマの時間内で理解するには困難を伴い、成績が優秀な学生は自ら成長出来るが、理解出来ずに落ちこぼれる学生達も少なく無かった。反転授業では、物体を投影する幾何学的概念の部分や、図3に示す様な例題解法スキルの部分を、アニメーション付きでLMSに掲載、学生自身が持つタブレットやスマホ、もしくは大学のPC(Personal Computer)を用いて事前学修出来るようにした。そうすれば、不成績な学生達のみならず、優秀な学生の成績も向上し科目平均点が高くなると考えた。

直線が平面に垂直に交わる時、その直線の平面図と立面図は平面の水平跡線と直立跡線に直交する。



(a)スケッチ

(b)2次元図面

図3 平面と垂線のスケッチ[5]と2次元図面

ところが第3項で詳細を記載するが、惨憺たる結果を招き「生兵法は怪我の元」を思い知らされた。そこで改善策を講じ、2017年度からはグループ毎に、事前学修への学生達相互によるルーブリック評価を導入し、2018年度からは学生同士で教え合える雰囲気を作り、協働学修を進めるよう指導した。教員は対面授業時にLMSの事前学修内容を再説明、的確な課題設定と講義の効率設計、多量なレポートへの木目細かなチェックとコメントを記載しての返却、提出された大福帳へのコメントを記載し交換日誌化するなどによる学生達との積極的なコミュニケーションを図った。改善策の効果が見え始めたので、2019年度からは、思い切ってGWを主体とした講義に転換した。学生のGWを積極化し協働学修を推し進め、全員が課題を解き図を描きプレゼンテーションする形とした。課題を解決した学生が、理解が及ばぬ学生に教え合う形態である。

### 3. 図学への反転授業とGWの適用効果

2項で述べた反転授業適用時の課題とその改善策およびGW導入に伴う協働学修の推進による相乗効果に付き以下に詳細を紹介する。

#### 3.1 図学受講者数と定期試験不合格者数

図4に2010年から2019年迄の10年間におよぶ図学の受講者数と定期試験での不合格者数を示す。図から、2015年度迄は受講者数の増大に

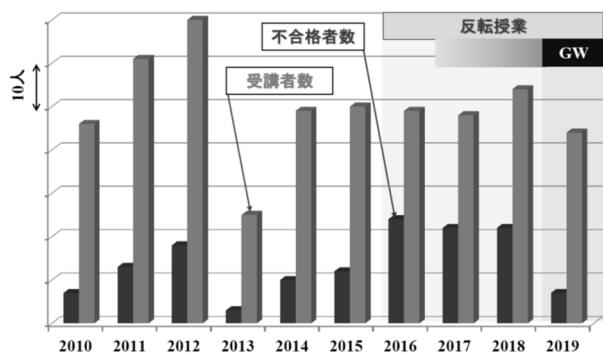


図4 受講者数と不合格者数(定期試験時)

つれ不合格者数も増加して居るが、12~25%程度とそれ程高くはない。しかし反転授業を導入した2016年度は2015年度と同じ受講者数にも関わらず不合格者数が倍増、ほぼ半分が定期試験で不合格となる惨憺たる結果を招いた。この図からだけの判断では、良かれと思って導入した反転授業が学生達には逆に受け入れ難いシステムと捉えられたように見える。その結果を踏まえ2項で紹介した改善策を適用した2017年度、2018年度は、不合格者数に若干の減少が見られた。そして2019年から導入したGW主体の講義形式では不合格者数が激減した。つまりGWの効果が際立っている様に見える。本当にそうなのか？数学と図学の成績を比較して見た。

### 3.2 入学時の数学と図学の成績の関係

図5に、入学時に受けた数学試験の成績(平均値)と図学の定期試験時の成績(平均値)および数学で60点以上の点数を取った学生比率(受験者数に対して)を示す。図を見ると、2015年迄の数学と図学の平均点はほぼ同一(2010年を除く)だったが、2016年度の反転授業導入時に、

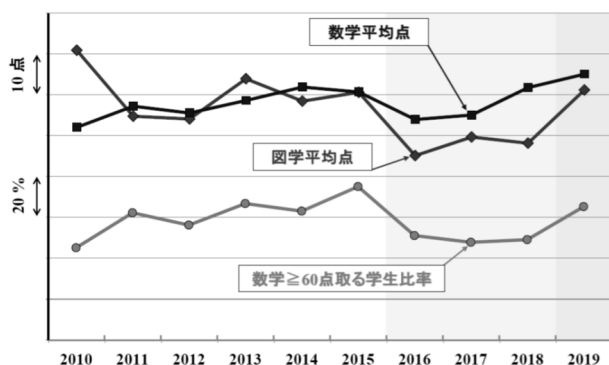


図5 入学時の数学成績と図学の定期試験成績

数学と図学の平均点に乖離が見られた。数学で60点以上の成績を取る学生比率を見ると、その傾向は、何と、図学の成績(平均点)の傾向とほぼ合致する事が判った。この結果は、図学の成績が下がったのは、数学で60点以上を取る学生数が減少した(学生の数学の成績が低下した)事も要因の1つであると推察される。2017年度2018年度もほぼ同じ傾向を示すが、2018年度の数学の平均点が向上して居るのに不合格者数が減って無いのは、数学で60点以上を取る学生数は増加して居らず、更なる高得点者が数学の平均点を引き上げたためであると考えられる。

つまり、2016年度の不合格者数の増加は、反転授業導入のみでは無く、数学の成績が低い学生が増加した結果の反映でもある事が判った。

ところで2019年度の不合格者数の激減は、GW化と協働学修が大きい効果を発揮している事が推察される。しかし数学の成績(平均点)が高く、この10年間での最高値を示して居る事も大きな要因と考えられる。数学で60点以上の得点者も増えたため、図学の成績(平均点)が向上、その結果、不合格者数が減少している事は明らかである。しかし数学の成績の上昇率よりも図学の成績の向上率が格段に高い。2019年度の不合格者数の少なさは、数学の成績が良かった2014年度、2015年度を上回って居り、不合格者数の減少は主として、GW化による協働学修の効果が発揮された結果と見る事が出来る。

### 3.3 図学の成績と不合格率の関係

次に図学の成績と不合格率にはどんな関係があるかを探ってみた。図6に図学の成績(平均点)と80点以上を取った学生(高得点者)比率に対する不合格率を纏めてみた。図学の成績(平均点)は高得点者が支え、平均点が高ければ(高得点者数が増えれば)不合格率が下がり、当然ながら平均点が下がれば不合格率が增大する事が明らかになった。図5の結果と併せて考えると、数学で60点以上取る学生数が減少したため、図学の成績(平均点)が下がり不合格率が増加、それが反

転授業の導入と期を一にした事が明らかとなった。2019年度は2013年度と全く同じ傾向(数学で60点以上を取る学生の増加に伴い図学の成績が上昇し不合格率が減少)を示して居り、その仮説の正しさを示唆している。

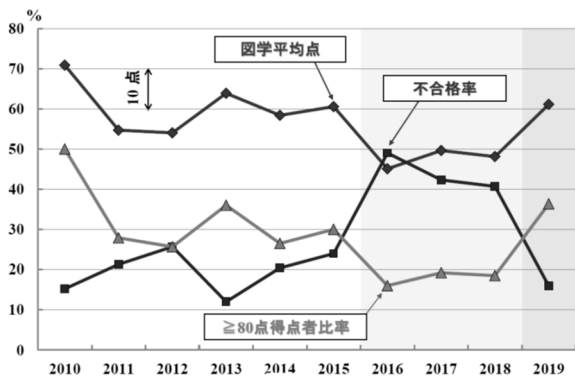


図6 不合格率と図学平均点&高得点者比率

### 3.4 学生の学習時間と欠席率の関係

では、学生達の自主学習時間はどうか？そして講義への出席状況はどうか？---をこの9年間(2010年はデータ無し)で見してみた。図7には1時間以上自主学修を熟す学生比率と、殆ど自主学修をせぬ学生を纏めた。そして図8には、皆勤の学生比率と5回以上欠席した学生比率を示した。

図7から明らかなように、2015年度迄は、自主学修を1時間以上する学生比率は約40%程度、殆ど学修せぬ学生が約10~30%だったのが、反転授業を導入した2016年度は、殆どせぬ学生比率が約10%と2015年度の1/3に減り、逆に1時間以上自主学修を行う学生比率が50%を超えた。そして反転授業の改善を図った2017年度は、1時間以上自主学修を行う学生比率が77%で、殆どせぬ学生比率は2.3%に激減、2018年

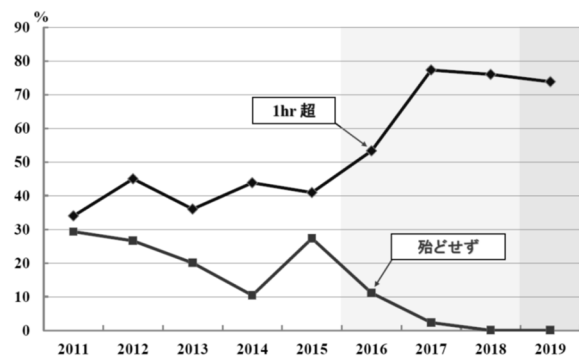


図7 学生の準備学習時間(1hr超&殆どせず)

度はその比率が何とゼロ！---つまり受講者全員が自主学修をすると言う、とても嬉しい結果が得られた。2019年度のGW導入時にも勿論！---この嬉しい結果を維持している。

では皆勤率や5回以上欠席した学生比率で見るとどうだろうか？---図8からは、反転授業導入前後で、出席状況には特段変化が無く、不合格率と皆勤率や5回以上欠席した学生の関係は明確では無い事が判る。2017年度は皆勤率が70%を超え5回以上欠席する学生は皆無だったが、不合格率は2016年度よりは低いものの40%と高かった。ただ、5回以上の欠席者は、定期試験を受験しなかったり受験しても不合格となって居る。

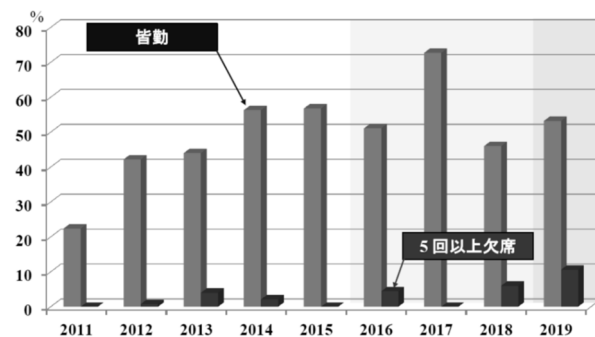


図8 学生の出席状況(皆勤&5回以上欠席率)%

これらの事から、反転授業の導入とレポート課題を出しつつ教員が木目細かなチェックを行う事が、自主学修時間を伸ばす事に繋がる事は間違い無い事が判明した。ただ、不合格率と出席状況に直接的な関係は無さそうである。

### 3.5 教員の教え方と学生の取り組み

それでは教員の教え方や学生達の学びの姿勢はどうだろうか？---図9にその結果を示す。

図からは反転授業や教員の授業設計・遂行への努力およびGWの導入が学生から見た教員の教え方への評価と、学生自身の学びへの取り組み意欲が向上して居る事が見て取れる。GWを導入した2019年度の教員の教え方への評価が少し下がったのが気になるが、学生の学びへの取り組みは向上して居り、やはりGW化に伴う協働学修は学生のモチベーション向上に繋がる事が判った。

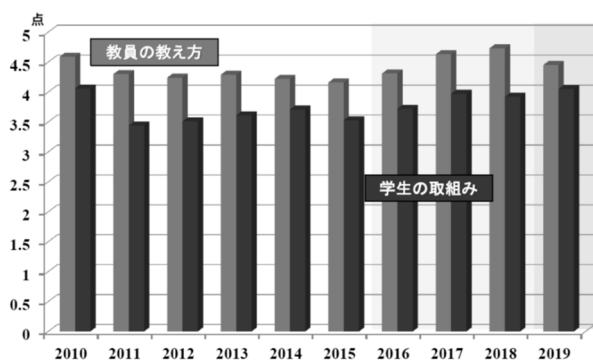


図9 教員の教え方と学生の取り組み  
(授業アンケート結果から)

もう一つ、データは取って無いが、教員から見ると、GW では寝ている学生が皆無で、学生同士が教え合いワイワイ言いながら講義に取り組んでいた。教員の一方的な講義では確実に寝る学生が、生き生きとGWと協働学修に取り組んでいる姿を見るととても嬉しい。

### 3.6 学生同士のルーブリック評価の効果

最後に、学生同士によるルーブリック評価結果を見てみよう。図10にその結果を示す。

ルーブリック評価を導入した2017年度は課題を回答したAグループの学生が約10名で、ノートも作成していないDグループの学生が多かった。しかし2018年度はAの学生数が増大しDの学生数が減少している事が判る。そして2019年度にはAの学生数は倍増しDの学生数が激減している事が判る。3.5節で述べた学生の熱意が現れた結果と考える。学生同士のルーブリック評価がしっかり機能出来れば、不合格者数の減少のみならず、学生の成績向上に非常に効果的だと考える。

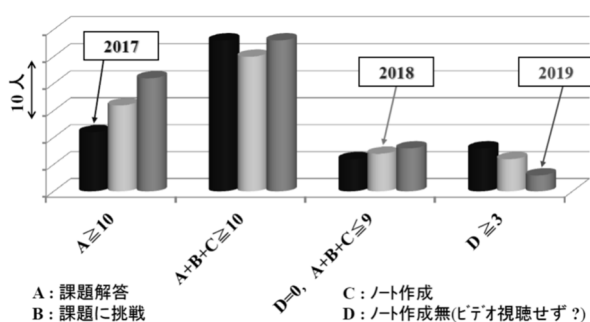


図10 学生同士のルーブリック評価結果

## 4. 反転授業とGWの相乗効果

2016年度に初導入した反転授業は期待した成果を上げられなかったが、原因を分析・解析した結果、受講生の数学の成績も影響している事が判明した。反転授業は、学びへの学生のモチベーション向上と成績アップも、導入の狙いの一つで有るため、2017年度に学生同士のルーブリック評価を導入し2018年度にはGWがやり易い雰囲気を作るなどの改善を行った。教員もレポートの木目細かなチェックと大福帳での交換日誌化による学生との積極的なコミュニケーションを図り、反転授業のやり方や進め方に改善を加え続けた。その結果、図学の成績の向上、不合格率の減少傾向が見て取れた。そこで2019年度は望み続けたGWを完全導入、協働学修によるグループ員全員のホワイトボードでの作図とそれを基にしたプレゼンテーションを行わせた。学生達が主で、教員は準備作業とサポートおよびフォロー作業に徹する事とした。その結果は2019年度の図学成績の大幅向上と不合格者数の大幅減少に繋がった。その結果を総括すると間違い無く、反転授業化は自主学習時間の増加！GW化は居眠り学生の撲滅！に繋がる事が判明した。しかも、GW化に伴う協働学修は学生達の『学び』に対する取り組み！---つまり熱意の向上に繋がる事が、ルーブリック評価の課題を解く学生増加からも見て取れた。反転授業とGWの相乗効果が発揮された結果と思われる。そしてその成果はとて大きい事が実感出来た。

授業アンケート記載の学生の自由記述を示す。「高校では頻繁に発表しなかったもので、経験出来て将来のためになると思った」「話し合い楽しかったので受けて良かった」「グループワークの重大さをこの図学で改めて知る事が出来た」「先生の説明は詳しいのでよく理解できた」「難しい問題が多くやりがいがあった」「グループ活動を一番しっかりやった授業で頭をつかい勉強できた」「毎回先生が学生の声を聞いてくれ、判り易い授業をしようとしてくれて良かった。判ら無いところや難しいとこ

ろには沢山時間を割いてくれて良かった」「説明する事が出来て良かった」「発表するので皆で考えられて良かった」

図 11 に 2019 年度の講義中に撮影した GW 中の学生達の様子, 図 12 にはグループ代表が発表中の様子を示す. 学生達が活発に協働学修を推進し授業が活性化されてる様子が伺える.



図 11 GW 中の学生達の協働学修の様子



図 12 グループ代表発表中の様子

## 5. おわりに

大福帳, プレゼンテーションなどを導入し, AL を志向して来た著者が, 10 年間行った図学の講義を例に, 更なる AL 化の試みとして, 2016 年度に適用した反転授業と2019年度に導入したGWで協働学修化を図った結果の経緯を詳細に述べた. その結果は, 一つの AL 方式の適用効果は少ないか見え難いが, 複数の AL 手法を組み合わせる事で, 大いなる成果に繋がる事が示唆

された. そして最も大切な事は, 学生をサポートする教員のたゆまぬ努力こそが, 学生の『学び』へのモチベーション向上に繋がり, ひいては学生の成績向上を齎す事が判った事である.そして著者自身の大いなる『学び』に繋がった事は, 言うまでも無い. 学生達に感謝したい.

**謝 辞** 本稿は, 著者が 10 年間に渡り担当した図学に於ける講義の進め方と, 苦闘しつつ導入した AL 手法の効果の経緯を詳細に纏めたものである. 図学へ反転授業の導入を示唆下さった帝京大学理事長・学長の沖永佳史先生, サポート下さった帝京大学 LT 開発室の教職員の皆様, そしてこの 10 年間, 拙い教え方しか出来無かった著者の図学の講義を受けてくれた全ての学生諸君に心から感謝したい.

## 参考文献

- [1]森 一俊, “学生の学びの活性化に向けて ～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]森 一俊, “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”, “帝京大学ラーニングテクノロジー開発室年報”, 第 14 巻, pp81-86, 2017
- [4]森 一俊, “図学への反転授業の適用とその効果およびアクティブ・ラーニングに向けた提言”, 2019 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会 B-4, (社)私立大学情報教育協会, pp69-72, 2019
- [5]井野 智 他, “基準課程 図学”, 共立出版(株), 2004