

## 構造系科目における「アクティブラーニング」実施に関する試み

Experimentantize on implementation of "Active Learning" in structural system subjects

北海道内大 正員 小幡 卓司(Takashi Obata), 苫小牧高専 正員 松尾 優子(Yuko Matsuo), 室蘭工大 正員 小室 雅人(Masato Komuro), 北見工大 正員 宮森 保紀(Yasunori Miyamori), 北海道大 正員 佐藤 太裕(Motohiro Sato), 函館高専 正員 平沢 秀之(Hideyuki Hirasawa) 北見工大 正員 齊藤 剛彦(Takehiko Saito), 北見工大 正員 三上 修一(Shuichi Mikami), 函館高専 正員 渡辺 力(Chikara Watanabe), 室蘭工大 正員 栗橋 祐介(Yusuke Kurihashi), 北海道大 正員 松本 高志(Takashi Matsumoto)

### 1. はじめに

北海道内の大学・高専における土木系学科での鋼構造・構造力学などの教育・研究に携わる著者らは、次世代の構造系技術者の資質向上を図るため、一般社団法人日本鉄鋼連盟の支援を受けながら 2009 年度より大学・高専における構造系教育の実態について調査・検討を行ってきた。これまで、全国の大学カリキュラム実態調査、企業や行政など人材受け入れ側のニーズ調査、大学生・高専生の鋼構造に関する関心度・理解度などに関する調査などを継続的に行っており、相応の成果が得られている。また、近年においては、JABEE などの時代の要請にあわせて、改組やカリキュラム改正が多数の大学で行われ、講義数などの見直しが行われた結果、構造力学、鋼構造、橋梁工学などの構造系科目の講義時間数は減少傾向にあるため、以前と同様の学習教育目標を達成する方法として、授業形態も「情報通信教育(ICT)」や「アクティブラーニング(AL)」の導入などが推奨されている。しかしながら、鋼構造科目の内容は道路工学やコンクリート工学などと異なり、材料を手にする機会はほとんどなく、鋼部材に発生する座屈などの現象も実際に見る機会が少ないことから、学生にとってはこのような現象をイメージしにくく、理解し難い部分がある。これらの学生の理解度を高めるために、講義において動画コンテンツなどの活用を試みてはいるものの、その数は少なく、どのようなコンテンツがあれば有益であるかの検討も行っている<sup>1-9)</sup>。

このような現状から、昨年度においては AL を構造系科目に取り入れた講義およびその効果について調査を行ったが、著者らの 1 人がその担当科目において、この数年間において様々な形態で AL を試行錯誤的に実施していることが判明した。この教員は、担当する科目の中で、AL の 3 本柱とも言える、「事前学習」、「ディスカッション」、「事後学習」を行うことによって、学生が能動的に学習する授業展開となるような工夫を、近々の 3 年間改良を重ねた講義を行っている。本稿は、この数年間にわたる「アクティブラーニング」の授業に関して、様々な授業形態の工夫や学生の反応、反省点や今後の展望などについてまとめたものである。

### 2. アクティブラーニング(AL)の定義

アクティブラーニングに関する資料や書籍は、近年非常に多く公開・出版されている<sup>10)</sup>。しかしながら、具体的な授業展開は様ではなく、授業のやり方に様々な工夫を加えて学生自身の興味を向上させ、学生が主体的に学ぶ学習形態を作り出すことが重要視されている。従来型の、教員が一方向的に講義を行い、そこで一部の学生が大きな興味を抱いたとしても、このような授業形態では学生に対して積極的に興味や理解を促す工夫を加え

ない限り AL とは言い難い。ただし、AL を実践している著者の 1 人(以下、筆者と称す)が調査した範囲では、ある程度、授業展開方法は決まりつつあるようである。以下にその方法を紹介する。

- 1) 事前学習として、学生に事前学習用教材を提供し、事前学習レポートを提出させる。
- 2) 事前学習を補完するための講義を行う。
- 3) 学生による発表と質疑応答や、ディスカッションを行わせ、学生同士で理解を深める時間を設ける。
- 4) 理解度を確認するために、事後学習として演習問題を出题する。
- 5) 教員による事後学習の演習問題の解説を行う。

筆者においてはこれらの情報に基づき、本学の ICT システムを活用した事前学習資料の提供や事前学習レポート問題の配信を行い、担当科目において AL 授業展開を試行的に行うこととした。

### 3. AL の実施形態と対象科目

筆者は、その所属する大学で、2 年生対象の統計学や構造力学などの工学基礎科目から、鋼構造工学や橋梁工学など 3 年生対象の応用科目まで幅広い科目を担当している。また、その中で演習を伴う科目や、半期における授業回数 15 回の中で 6 回から 7 回程度の事後学習レポートを課す科目があるため、全く同様な AL 授業展開は不可能であった。さらに、様々な授業展開を行って AL の効果を確認するため、作為的にそれぞれの科目で対比が可能になるように若干の違いを設けている。表-1 に AL を実施した主な科目と、具体的な内容を示す。なお、表-1 に示す授業分類は、必修科目、選択科目などの分類、実施回数は、その科目において「反転授業」を実施した年数と回数、「ノート」は事前学習レポートの有無、学生数は履修登録をした学生ではなく、実際に講義に出席する平均的な人数であり(年度毎に異なる)、発表は、学生による前回の講義の復習発表と演習問題解説、演習を伴う科目では授業時間内に事後学習の演習を実施、それ以外の科目の演習は講義時間外にレポートとして行う演習問題を課していることを意味している。演習解説は授業時間中にその解説を行うか、ICT に解答を掲示するだけかを示している。加えて、本学では学科において「社会環境コース」と「情報環境コース」の 2 コース制となっており、鋼構造工学は社会環境では必修、情報環境では選択科目となっている。

### 4. AL の実践と考察

筆者においては、表-1 に示したように 2016 年から反転授業を主体とした AL を行ってきた。授業展開は授業アンケートや学生への聴き取り調査を行い、その都度改良を加えながら現在も実施中である。

表-1 ALの実践方法と実施科目の関係

科目名	環境統計学・演習	構造力学Ⅰ・演習	構造力学Ⅱ・演習	鋼構造工学	橋梁工学
授業種別	選択必修	必修	必修	必修・選択	選択
実施年数	3年(3回)	1年(1回)	3年(3回)	3年(3回)	3年(3回)
開講時期	2年前期	2年前期	2年後期	3年前期	3年後期
授業回数	15回	15回	15回	15回	15回
授業時間	90分 (講義+演習)	180分 (講義+演習)	180分 (講義+演習)	90分 (講義のみ)	90分 (講義のみ)
演習回数	14回	14回	14回	7回	7回
学生実数	45~65名	60名	60~80名	65~90名	55~70名
ノート	有り	有り	有り	有り	有り
ディスカッション	有り	有り	有り	有り	有り
発表	有り	無し	有り (2017年は無し)	無し	無し
演習解説	解答揭示	有り	2017年から有り	解答揭示	解答揭示

ここでは、現在までの実践方法の変遷や学生の能動的学習の程度、問題点などについての考察を行う。なお、成績評価方法はノートなどの提出物 40%、定期試験 60%で 100 点換算し、秀 (90 点以上)、優 (80 点~89 点)、良 (70~79 点)、可 (60 点~69 点)、不可 (59 点以下) の 5 段階となっている。

まず、著者が驚いた事実として、年度毎の学生の気質によって、反転授業に対する抵抗感のような感覚が全く異なることである。2015 年度と 2017 年度の 2 年生は、ほとんど抵抗感がなく、特に 2017 年度は高校などで同様の授業展開を経験済みの様子であった。2016 年度の 2 年生は、反転授業を嫌う風潮があり、授業アンケートの結果でも批判的な意見が多数あった。この年度の学生は、事前学習などの「やらされ感」が強かったものと考えられる。しかしながら、3 年生になってからはかなり受け入れられる状況に変化しているが、それでも鋼構造工学において、未だに「演習問題が多すぎる」という意見を述べる学生もいた。このような問題の理由として、講義を行う教員への距離感、親近感が挙げられる。この教訓に対して、2017 年度の 2 年生には教員側から学生への質問や問いかけを可能な限り実施することや、構力Ⅰのような演習を伴う 180 分授業で、講義 90 分、演習 90 分のように厳密に授業時間を区切らず、学生の要望に応じて講義 60 分、演習 120 分にするなど、学生のニーズに応える授業展開を行った。さらに、演習時間には単に質問に答えるだけでなく、雑談も含めた声かけを行い学生と教員間の親近感を高める努力を行った。その結果、構力Ⅱでは筆者が当初考えていた最低限の AL が実施可能となり、その効果も実感出来る状況になっている。

次に、AL における最大の難関である事前学習に関しては、教員側が提供する学習資料として、当初は授業に用いるスライドのみであったが、それに加えて授業内容の解説資料を配布し、事前学習で課す設問を若干平易にしたところ、学生の自習率はかなり高まった。一般論として事前学習資料は 15 分程度のビデオが良いとされているが、筆者のこれまでの経験から、授業用スライドに解説のための音声を加え、さらに授業の理解に必要な数学や物理学の基礎を網羅した解説文書を用いるのが高い効果をもたらすと考えている。その理由として、スライドに解説音声を加えれば結果的に学生は 2 回講義を受ける形になり、必要な数学的知識も学習出来るため、実際の授業時間において教員への質問なども準備可能になり、

結果として従来より高い学生の理解度が期待出来る。

最後に、反転授業における問題点について述べる。筆者は、ノートの提出をもって出席と認定しているため、「幽霊学生」が出現することである。これは、作成した事前学習ノートを友人に預け、提出してもらう行為である。抜本的な対策としては履修学生全員の顔と名前を一致させることであるが、2 学年全員の把握は不可能に近い。ただし、事前学習ノートと事後学習の演習を提出すれば、たとえ授業に参加していなくてもかなりの学習量となることから、原状では追及はせず、授業中に「幽霊学生が結構いるな」などと呟く程度で済ませている。

## 5. おわりに

以上のように、筆者が 3 年間行ってきた、反転授業による AL について紹介してきた。このような授業形態は、準備に多大な時間を必要とするが、1 度資料などの準備を行えば、後は学生の要望に応える改良を行えば次第に上手に出来るようになるので、筆者は現在においてそれほど大きな負担は感じていない。1 番の秘訣は、学生の信頼度を増すことである。本稿が、今後 AL を行おうと考えている人々の一助となれば幸いである。

なお、本研究の一部は 2017 年度日本鉄鋼連盟「鋼構造研究・教育助成事業」の援助を受けた。ここに記して深い謝意を示すものである。

### 【参考文献】

- 1) 松尾優子, 外 10 名: 道内大学の鋼構造科目の学習内容と実務者ニーズの比較, 土木学会北海道支部論文報告集第 73 号, A-41, 2017.
- 2) 齊藤剛彦, 外 10 名: 構造系教育におけるアクティブラーニングと評価法に関する検討, 土木学会北海道支部論文報告集第 72 号, A-49, 2016.
- 3) 平沢秀之, 外 9 名: 土木系学科の鋼構造教育と実務者ニーズについて, 土木学会北海道支部論文報告集第 71 号, A-07, 2015.
- 4) 松本高志, 外 9 名: 鋼構造教育における見学会と学習の関係性に関するアンケート分析, 土木学会北海道支部論文報告集第 70 号, A-08, 2014.
- 5) 小室雅人, 外 9 名: シラバスによる構造系科目の開講状況による実態調査, 土木学会北海道支部論文報告集第 67 号, A-31, 2013.
- 6) 小室雅人, 外 9 名: シラバスによる構造系科目の開講状況による実態調査, 土木学会北海道支部論文報告集第 69 号, A-16, 2013.
- 7) 宮森保紀, 外 8 名: 大学・高専における鋼構造関連の学習項目に対する技術者ニーズ調査, 土木学会北海道支部論文報告集第 68 号, A-18, 2012.
- 8) 平沢秀之, 外 6 名: 大学・高専の鋼構造関連科目に対する企業ニーズ調査について, 土木学会北海道支部論文報告集第 67 号, A-31, 2013.
- 9) 佐藤太裕, 外 5 名: 全国主要大学と道内国立大学のシラバス調査による構造系科目開講状況の現状分析, 土木学会北海道支部論文報告集第 66 号, A-08, 2010.
- 10) 例えば, 小林 昭文: アクティブラーニング入門—アクティブラーニングが授業と生徒を変える—, 産業能率大学出版部, 2015.4.