

열역학 교과목에 대한 플립러닝 교수법 적용 사례

유경현
군산대학교 기계공학부 교수

A Case Study on the Application of Flipped Learning Methodology to Thermodynamics in Mechanical Engineering

Ryu, Kyunghyun
Professor, School of Mechanical Engineering, Kunsan National University

ABSTRACT

In this study, the application of flipped learning methodology to thermodynamics in mechanical engineering was examined, and how university students view flipped learning and the effects of flipped learning were analyzed. To analyze the effects of flipped learning, pre-class survey, assessment on learning in pre-class, team activities during class, and post-class survey were conducted. The analysis was also conducted on 33 students who took the thermodynamics course in mechanical engineering, and the PARTNER flipped learning model was applied to the class. The results of this study are as follows; In the preliminary survey, the students expected that the flip-learning class with team activities and teaching between team members would be helpful in improving their learning. In addition, students recognized that cooperative learning through a team was helpful for learning. The case reflecting the result of pre-learning evaluation to the subject grades showed higher pre-learning evaluation results than the case not reflecting the result of the pre-learning evaluation to the subject grades, and it was found that the pre-learning evaluation was acting as a factor to promote learning in pre-class. In post-class survey, the satisfaction with the flipped learning class was high, indicating that the effectiveness of the flipped learning class applied to the thermodynamics class was excellent.

Keywords: Flipped learning, Thermodynamics, Pre-class, Team activity, Preparation assessment, Survey

1. 서 론

최근 4차 산업혁명 시대에 맞는 기업의 인재상이 달라짐에 따라 대학에서의 교육 패러다임에도 많은 변화가 일어나고 있다. 대학 교육의 형태가 이론 중심의 교육에서 실전 문제해결 중심으로, 교수자 중심에서 학습자 중심으로, 그리고 강의실 대면 수업 중심에서 온라인 병행 수업 중심으로 빠르게 변화하고 있는 실정이다(김미라, 2022; 신희선, 2021, 이현경, 2021; 임진혁·범수균, 2012). 특히 최근 3년간 COVID19로 인한 비대면 수업이 교육계에 급속하게 활성화되었고, 미디어를 활용한 동영상 매체 학습에 친숙한 MZ세대가 대학에 입학함에 따라 학생들의 대면 수업 실시에 따른 수업 참여도 및 집중도를 높이기 위한 교수학습방법론이 필요한 실정이다.

한편 교과목 특성에 따라, 그리고 배양하고자 하는 학습역량

에 따라 다양한 교수학습방법론이 제시되고 있다(김문수, 2022; 나용수·민혜리, 2019). 비판적사고력과 문제해결능력을 위해 프로젝트 중심 학습(Project Based Learning), 문제중심 학습법(Problem Based Learning), 액션러닝(Action Learning) 등의 교수학습방법론이, 의사소통능력 배양 및 수업 집중도 향상을 위한 플립러닝(Flipped Learning) 등의 교수법이 많은 관심을 받고 있다.

학습자 중심의 교수학습 방법인 플립러닝은 수업에 참석하지 못한 학생들을 위해 동영상을 제작하여 모든 학생들이 수업 전에 학습하게 함으로써 수업 집중도와 학습 성취도를 높이는 효과가 있다고 보고되었다(Sams & Bergmann, 2013).

국내에서도 공학교육에 적용한 다양한 플립러닝 교수법 적용 사례를 통해 학습 효과 측면과 수업 참여도 측면에서 효과가 있다고 보고되었다(유재하, 2017; 이예경·윤순경, 2017; 이은선·임희석, 2020; 장희숙, 2020; 정성희·곽민정, 2017; 한지영, 2021).

대표적으로 이지연(2021)은 공학교육에서의 플립러닝 사례를 기반으로 분석한 결과, 플립러닝이 수업만족도, 학습몰입도,

Received October 21, 2022; Revised November 1, 2022

Accepted November 3, 2022

† Corresponding Author: khryu@kunsan.ac.kr

©2022 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

수업참여도 및 학업성취도 측면에서 효과가 있으나 플립러닝에 대한 교수자의 이해와 준비 부족에 따른 비효율적 수업 운영이 개선해야 할 과제임을 제기하고, 효과적인 플립러닝 수업 운영을 위한 구체적인 제안으로 플립러닝에 대한 교수자와 학습자의 올바른 인식 확립이 필요하며 수업유형과 학습자 특성을 고려하여 수업을 설계할 필요가 있다고 제시하였다.

윤성호(2019)는 고체역학 교과목에 플립러닝을 적용한 수업 사례를 통해 플립러닝이 고체역학 전공 지식을 습득하는데 매우 효과적이고 수업 집중도와 학업 능력을 향상시킬 수 있다고 결과를 도출하고, 학습자의 개인 특성에 따라 효과가 달라질 수 있기 때문에 추가적인 연구가 필요하다고 제안하였다. 한편, 이성혜·김은희(2019)은 플립러닝을 기반으로 진행된 공학수업 운영 사례에 대한 연구를 통해 공학수업에서의 다양한 개선 방안을 제안하였으며, 한지영(2019)은 ‘창의적문제해결방법론’ 수업에 플립러닝 교수학습방법을 적용한 사례 연구를 통해 창의성과 문제해결역량을 강조하는 공과대학 수업에서 플립러닝의 적용성을 조사하고, 플립러닝의 확산을 위해서는 다양한 온라인 동영상 콘텐츠 확보 등의 개선 사항들이 필요하다고 제시하였다.

이러한 다양한 플립러닝에 대한 연구들이 제시되고 있음에도 불구하고 기계공학 분야에서의 플립러닝 적용 사례가 많지 않은 상황임에 따라 플립러닝 수업 방법론과 그에 따른 효과에 관한 다양한 연구가 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 기계공학 분야의 핵심 역학 교과목 중 하나인 열역학 교과목 수업에 플립러닝 교수학습방법론을 적용한 사례를 소개하고, 전공 교과목에서의 플립러닝의 효과를 분석하고 개선 방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 플립러닝의 개념

미국 고등학교 화학교사인 Bergman과 Sams가 처음으로 플립러닝을 시도한 이후 세계적으로 확산되면서 많은 학자들에 의해 플립러닝에 대한 연구가 활성화되었고, 이제는 대학에서의 새로운 교수학습법으로 자리를 잡게 되었다. 플립러닝의 기본 개념은 학생들이 강의실에서 수업을 듣고 집에서 과제 등을 수행하는 전통적인 교육방식을 거꾸로 뒤집어서 집에서 강의 동영상 등의 자료를 통해 미리 학습한 후, 수업 시간에는 교수자와 다양한 질의응답 및 토론, 팀활동 등을 통해 복습하는 수업 방식을 말한다(Bergmann & Sams, 2012).

국내에서도 다양한 학자들에 의해 플립러닝의 개념을 정의하고 플립러닝 사례 연구를 진행하여 왔다. 임진혁·범수균

(2012)은 ‘역전학습’으로 교수의 교실 강의 이후 학생은 응용 문제 영역을 스스로 소화해 내는 전통적인 교실 수업 방식이 뒤바뀐 형태로서, 교실 강의 이전에 객관적인 지식은 학생들이 스스로 학습하여 익히고 교실 수업에서는 교수와 학생이 함께 토론하고 응용문제를 풀어가는 창의적 심화수업이라고 플립러닝을 정의하였으며, 임경화·김태현(2014)은 플립러닝을 “교실 수업에서 이루어지던 교수자의 강의내용을 멀티미디어 형태의 자료로 제작 및 제공하여 이를 통해 학습자가 사전학습을 하고 수업에서는 토론 및 문제해결을 수행하는 수업방식”으로 정의하였다. 한편, 최정빈·김은경(2015)은 플립러닝을 “학습자가 수업 전 자기주도적 학습으로 지식이나 정보를 습득하고, 교실 수업에서는 교수자의 코칭 및 동료학습자들과의 협업 체제를 기반으로 문제해결학습을 통하여 인성과 창의성을 길러내는 교수학습방법”이라고 정의하였다.

플립러닝의 개념이 학자들에 따라 약간씩 다르지만, 기본적으로 플립러닝은 교수자가 제공한 자료를 학습자가 수업 전에 학습하고, 수업 시간에는 교수자와 학습자들과의 소통을 통해 사전 수업에서 이해하지 못한 부분을 재학습하거나 강화하는 형태로 정의되고 있음을 알 수 있다.

2. 플립러닝 교수학습 모형

한지영(2019)은 국내에 소개된 플립러닝의 교수학습 모형을 2개로 구분하여 제시하였다.

첫 번째 모형은 계획(Planning), 활동(Action), 추적(Tracking), 추천(Recommending), 요구(Ordering), 안내(Leading)의 6 단계로 구성된 ‘PATROL’ 모형으로, 학생들의 학습 결과를 추적, 저장, 분석할 수 있는 기능을 가진 교수학습 모형이다(정영식·서진화, 2015).

두 번째 모형은 최정빈·김은경(2015)이 선행 연구들을 바탕으로 플립러닝의 구성요인을 추출하고 분석하여 7단계로 구성된 ‘PARTNER’ 교수학습 모형으로, Fig. 1과 같다. PARTNER 교수학습 모형은 사전단계(Preparation), 사전학습평가(Assessment), 사전 학습연계(Relevance), 협력학습(Team activity), 팀별 강의 평가(Nub lecture Evaluation), 팀별 과제 수행(Reflection)의 7단계로 구성된다.



Fig. 1 Flipped Learning ‘PARTNER’ model

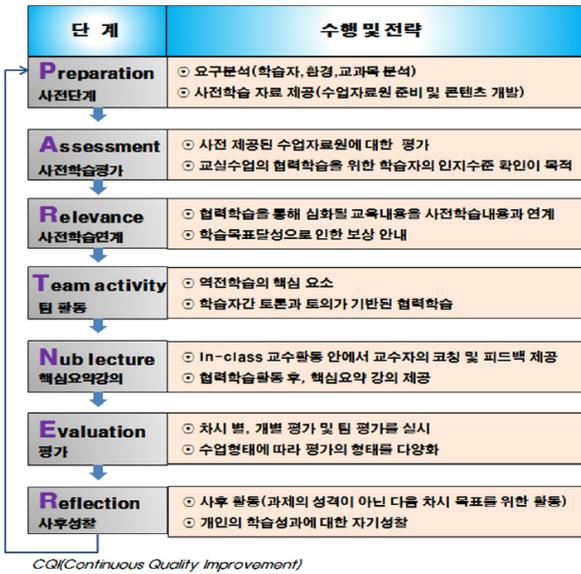


Fig. 2 PARTNER model step

(Nub lecture), 평가(Evaluation), 사후성찰(Reflection)로 구성된 것으로, 각 단계별 수행 및 전략은 Fig. 2와 같다.

III. 연구 대상 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 군산대학교 기계공학부 자동차공학전공에서 2021 학년도 2학기에 개설한 열역학 교과목과 수강생 33명을 대상으로 진행되었다. 수강생은 2학년 29명, 3학년 1명, 4학년 3명이며, 남학생 32명과 여학생 1명으로 구성되었다.

2. 연구 절차

본 연구에서는 열역학이 주로 이론 강의로 진행되고 다양한 문제풀이 중심의 학습으로 이루어지기 때문에 최정빈·김은경(2015)의 PARTNER 모델 중 이론 강의 모듈인 'PARTN' 모듈을 적용하였다. 이론 강의 모듈은 Fig. 3과 같이 사전단계, 사전학습평가, 사전학습연계, 협력학습, 핵심요약강의로 구성된 것으로, 총괄평가와 사후 성찰보다 사전학습평가 단계를 충분히 활용하는데 초점을 두는 모듈이다. 본 연구에서는 PARTN 모듈 중 사전학습평가를 사전학습(Pre-class) 시간에 진행하지 않고, 객관적인 평가를 위해 수업 시간 초반에 진행하는 것으로 수정하였으며, 플립러닝의 수업에 대한 참여도와 만족도를 조사하기 위하여 수업 사전 및 사후에 설문조사를 실시하였고 매주 사전학습평가를 수행하였다.

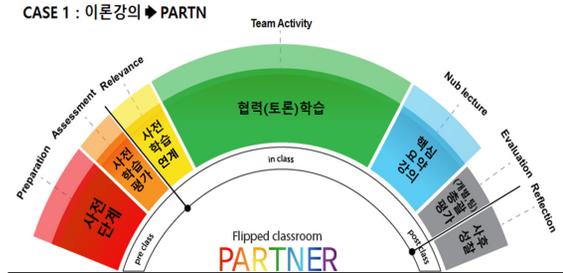


Fig. 3 Theory teaching module

한편 열역학은 일반적으로 열역학의 기본 개념, 에너지, 물질의 상태량, 열역학 제1법칙, 열역학 제2법칙, 엔트로피, 각종 열역학 사이클(기체동력사이클, 증기동력사이클, 복합동력사이클, 냉동사이클), 기체 혼합물, 화학 반응 및 평형 등으로 내용을 구성하고 있으나, 열역학을 1개 학기에 다루기에 한계가 있어 많은 대학에서 2개 학기로 나누어서 수업이 진행된다. 본 연구에서는 열역학의 전반부에 해당하는 부분(열역학 개념에서 열역학 제1법칙까지)만을 고려하여 학습 내용을 설계하였으며, Table 1과 같이 각 주차별 학습내용을 편성하고 PARTN 교수 학습 설계 모형을 구성하였다.

가. 사전 단계(Preparation)

학생들이 사전학습을 진행할 수 있도록 수업계획서에 명시한 내용을 토대로 수업 전에 수업자료와 직접 제작한 동영상상을 온라인 강의지원시스템(e-class system)에 탑재하였고, 학생들이 충분히 학습할 수 있는 시간을 부여하였다. 학습 기간 중에 학습 진도를 매일 확인하고, 학습 진도가 부족한 학생들에게는 SNS를 통해 사전 학습을 기한 내에 마칠 수 있도록 독려했다. 또한, 사전 학습 내용을 이해할 수 있도록 연습문제를 개인별로 2문제씩 부여하고 문제해결 내용을 이클래스시스템에 과제로 제출하도록 하였다. 이때 학생들이 연습문제를 풀 때 해답집을 참고할 수 있도록 하였으며, 동일 문제를 부여받은 다른 팀의 학생과 협의하여 문제를 푸는 것도 장려하였다.

참고로 본 연구에서는 팀은 4인 1팀으로 구성하였으며, 팀원에게 개인 번호(1~4번)를 부여하여 과제 부여 시에 각 번호별로 다른 과제를 부여하도록 하였다.

나. 사전학습평가(Assesment)

사전학습 평가는 사전 학습에서 배운 내용의 이해도를 측정하기 위한 것으로, 본 연구에서는 평가의 객관성을 위해 수업 시간에 실시하였다. 사전학습평가를 실시할 수 없었던 일부 주차(4, 9, 10주차)를 제외하고는 차시 당 10문제를 5지 선다식 객관식과 단답형 주관식을 혼합하여 출제하였으며, 1문제 당

Table 1 Weekly lecture topics and teaching and learning design model of in thermodynamics class

주	사전 단계		사전학습평가	사전학습연계	협력학습	핵심요약 강의
1	수업 안내 및 열역학 서론					
2	수업내용	열역학 개념과 정의 (1)	사전학습평가	• 사전 학습 내용에 관한 질의응답 • 학습 자료 리뷰	<ul style="list-style-type: none"> • (팀내 활동)개인별 문제를 다른 팀원들에게 설명하기 • (전체 활동)개인별 문제를 전체 학습자들에게 설명하기 • (전체 활동)설명하는 학생의 문제 풀이 중 문제점 찾고 개선하기 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 내용에 관한 핵심 내용 요약 • 차시 학습 안내 및 개인별 학습문제 부여
	동영상	열역학 시스템, 물질의 상태량				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
3	수업내용	열역학 개념과 정의 (2)				
	동영상	단위, 과정과 사이클				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
4	수업내용	순수물질의 상태량(1)				
	동영상	순수물질과 열역학 성질표, 상태선도 그리기				
	학습자료	강의 노트, CATT 프로그램				
과제	연습문제 개인별 2문제					
5	수업내용	순수물질의 상태량(2)				
	동영상	열역학 면과 상태방정식				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
6	수업내용	일과 열 (1)				
	동영상	일의 정의, 다양한 조건에서 일 계산 방법				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
7	수업내용	일과 열 (2)				
	동영상	열의 정의, 열전달 과정				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
8	중간고사					
9	수업내용	검사질량에서의 열역학 제1법칙 (1)	사전학습평가	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 학습 내용에 관한 질의응답 • 학습 자료 리뷰 	<ul style="list-style-type: none"> • (팀내 활동)개인별 문제를 다른 팀원들에게 설명하기 • (전체 활동)개인별 문제를 전체 학습자들에게 설명하기 • (전체 활동)설명하는 학생의 문제 풀이 중 문제점 찾고 개선하기 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 내용에 관한 핵심 내용 요약 • 차시 학습 안내 및 개인별 학습문제 부여
	동영상	검사질량에서 정량적 개념의 열역학 제1법칙				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
10	수업내용	검사질량에서의 열역학 제1법칙 (2)				
	동영상	에너지 관계식, 엔탈피				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
11	수업내용	검사질량에서의 열역학 제1법칙 (3)				
	동영상	이상기체에 대한 열역학 제1법칙 적용				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
12	수업내용	검사체적에서의 열역학 제1법칙 해석 (1)				
	동영상	질량 보존과 검사체적				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
13	수업내용	검사체적에서의 열역학 제1법칙 해석 (2)				
	동영상	정상유동과정(터빈, 압축기, 펌프, 보일러 등)				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
14	수업내용	검사체적에서의 열역학 제1법칙 해석 (3)				
	동영상	천이과정에 대한 열역학 제1법칙 해석				
	학습자료	강의 노트				
과제	연습문제 개인별 2문제					
15	기말 평가					

1분의 소요 시간을 책정하였다. 시험 방식은 평가 후 수업 시간에 곧바로 학습 결과 및 이해도를 파악하기 위해 온라인 강의지원시스템을 활용하였으며, 학생 개인이 휴대한 핸드폰을 이용하여 온라인 강의지원시스템에 접속하되 타인과 문제를 공유할 수 없도록 개인마다 문제와 답안 선택지가 다르게 보이도록 시스템을 설정하여 운영하였다.

한편, 학생들의 사전학습에 대한 투자 및 몰입 특성을 파악하기 위해 사전학습평가 결과의 학점 반영 여부를 매 주차마다 학생들에게 미리 공지하고 사전학습평가를 실시하였다.

다. 사전학습연계 (Relevance)

본 단계에서는 사전학습 평가에서 나타난 결과를 가지고 학습 내용의 이해 정도를 파악하여 개인별 학습지도를 실시하고, 사전학습에서 궁금했던 내용을 질의응답을 통해 해결하며, 팀 협력으로 안내하는 형태로 진행되었다.

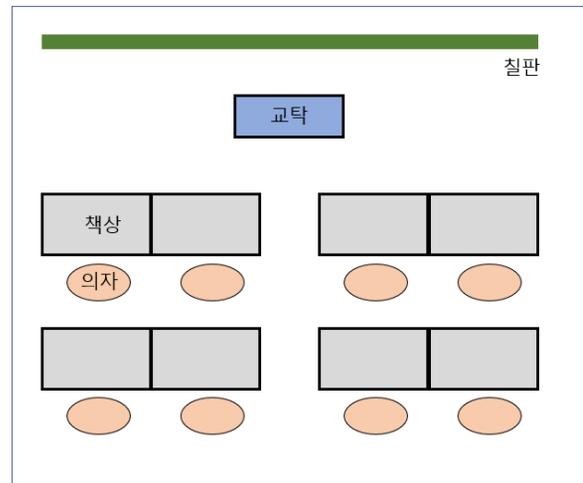
라. 협력학습 (Team activity)

본 연구에서는 매주 설정된 열역학의 각 단원을 이해하고 적용할 수 있도록 개인별로 부여된 연습문제를 다른 팀원에게 설명하고 가르쳐보도록 팀 활동을 운영하였다. 이는 미국 NTL (The National Training Laboratories)에서 제시한 학습피라미드(Learning Pyramid)에 따라 학생들이 '가르치는 것이 배우는 것이다'라는 것을 체험하게 하고자 한 것이다.

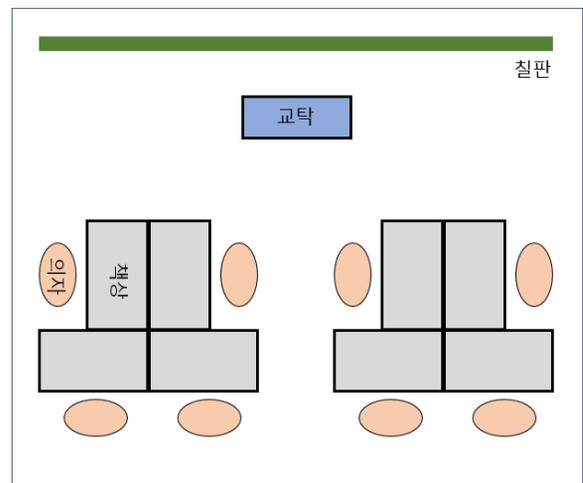
한편, 팀 활동을 위한 전용 강의실이 아닌 전통적인 수업 강의실 구조에서는 팀 활동을 하는데 매우 불편함이 많다. 이에 본 연구에서는 Fig. 4에서와 같이 강의실 앞 쪽을 향하게 책상이 구성된 교실 구조(Fig. 4(a))를 팀 활동을 할 수 있도록 책상 및 의자의 배치를 변경하였다.

팀 구성은 팀 활동이 원활하게 이루어지도록 4명을 한 팀으로 구성하였으며, 수업 첫 시간에 기초 학습능력 평가를 통해 나타난 성적을 바탕으로 각 팀 간에 학습 편차가 발생하지 않도록 팀원들을 배치하였다.

팀 학습에서는 각자 개인별로 부여된 연습문제를 한 명씩 돌아가며 팀원들에게 설명하도록 하였고, 팀원 중에 가장 설명을 잘한 학생을 추천하도록 하고 추천받은 학생이 전체 학생을 대상으로 한 번 더 해당 문제를 설명하도록 하였으며, 질의응답을 통해 해당 문제의 풀이 방법 등을 학생 상호 간에 고찰하도록 지도하였다. 문제풀이 방법이나 내용이 명확하면 학생을 칭찬을 해주고, 학생 간의 이견이나 설명이 부족한 내용에 대해서는 교수자가 중재하여 보완하였으며, 대표로 문제 풀이 학생이나 질문을 하는 학생에게는 보너스 포인트를 부여하여 자신감을 갖도록 협력학습 활동을 지도하였다.



(a) Traditional seating chart



(b) Flipped learning seating chart

Fig. 4 Seating chart for team activity

마. 핵심강의 요약 (Nub lecture)

협력학습을 통해 도출된 결론과 수업의 핵심 내용을 명확하게 전달하기 위하여 강의 내용을 요약하면서 수업을 마무리하였다.

한편, 핵심강의 요약과 더불어 차시 학습에 대한 안내를 실시하였고, 차시 학습 후에 학습자가 연습할 수 있는 문제를 2문제씩 개인별로 부여하였으며, 학습자가 다른 사람에게 설명할 수 있는 수준으로 문제해결 방법을 작성한 후 온라인 강의 지원시스템으로 제출하도록 요구하였다.

IV. 결과 및 분석

1. 사전 설문 결과 및 분석

플립 러닝에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위해 수업 첫

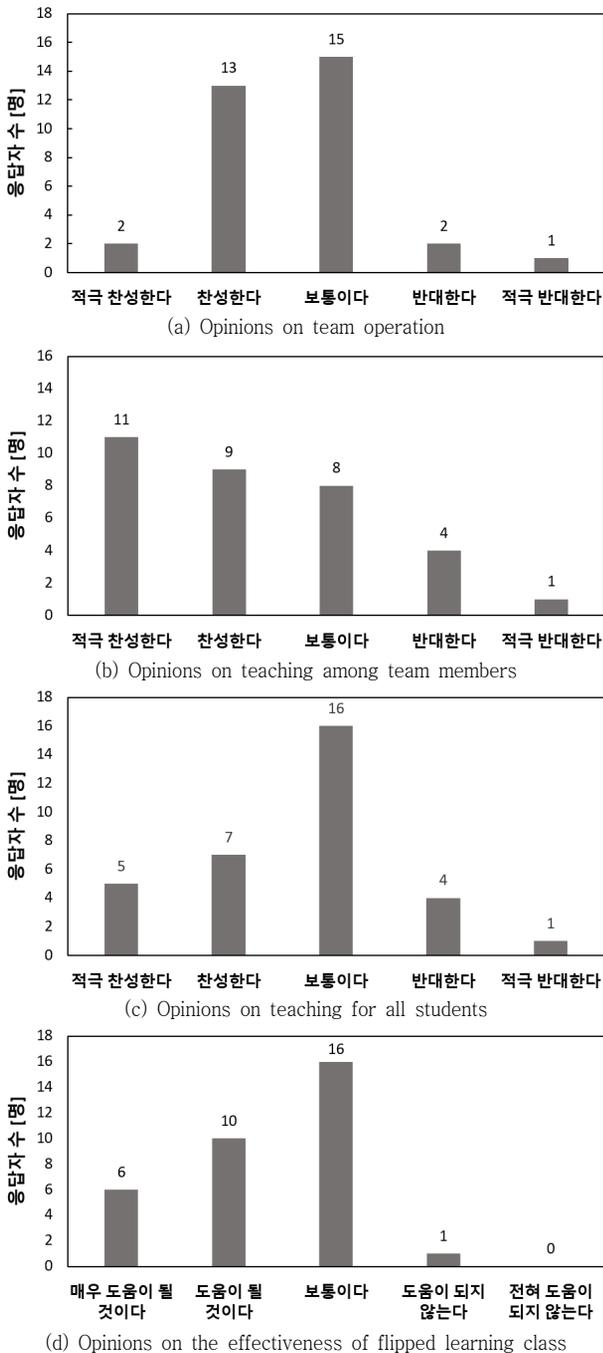


Fig. 5 Pre-class survey results for flipped learning classes

주에 사전 설문도구를 작성하여 설문을 실시하였다. 설문 문항은 “팀별 운영에 대해 어떻게 생각합니까?”, “팀원 간의 티칭에 대해 어떻게 생각합니까?”, “전체 학생 앞에서 발표하는 것은 어떻게 생각합니까?”, “플립 러닝 수업이 학습 증진에 얼마나 도움이 될 것이라고 생각합니까?” 등 4개의 문항으로 구성하였다. 설문은 온라인 강의지원시스템을 통해 실시하였고, 수

업에 참여한 33명의 학생이 답하였으며, 분석 결과는 Fig. 5와 같다.

“팀별 운영에 대해 어떻게 생각합니까?”라는 질문에 대해 긍정적인 답변(45.5%)이 부정적인 답변(0.91%)보다 상대적으로 높게 나타났다. 또한 “팀원 간의 티칭에 대해 어떻게 생각합니까?”라는 질문에 대해서는 긍정적인 답변(60.6%)이 부정적인 답변(15.2%)보다 매우 높게 나타나 수업에 참여한 학생들이 팀별 활동이 학습하는데 도움이 될 것으로 기대하고 있었다. 하지만, “전체 학생 앞에서 발표하는 것은 어떻게 생각합니까?”라는 질문에는 긍정적인 답변(36.4%)이 부정적인 답변(15.2%)보다 높게 나타났음에도, 긍정적인 응답이 다른 문항에 비해 낮은 것을 볼 때 다른 학습자 앞에서 설명하거나 발표하는 것에 학생들이 많은 어려움을 갖고 있다는 것을 알 수 있었다. 한편, “플립 러닝 수업이 학습 증진에 얼마나 도움이 될 것이라고 생각합니까?”라는 질문에 대해서는 긍정적인 답변(48.5%)이 부정적인 답변(0.3%)보다 매우 높게 나타난 것으로 보아 전통적인 학습법에 비해 플립러닝이 효과적일 것이라고 기대하고 있음을 알 수 있다.

2. 사전학습에 대한 평가 및 분석

학생들이 사전학습에서 얼마나 학습했는지를 파악하기 위하여 실시한 사전학습평가는 매 주차 수업시간 초반에 실시하였다. Fig. 6은 수업시간에 개인의 핸드폰을 이용하여 사전학습평가를 실시하고 있는 모습을 나타낸 것이다.

한편 사전학습평가의 결과가 학생들의 학습 집중도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 사전학습 전에 사전학습평가의 성적 반영 여부를 미리 안내하였고, 사전학습평가를 실시하였다.

Fig. 7은 온라인으로 녹화된 수업 내용을 수강하고 처음으로 실시한 사전학습평가의 결과를 개인별로 나타낸 것이다. 미응시자 1명을 포함하여 전체 수강생들의 평균 점수가 100점 만점 기준에서 42.7점으로 나타났으며, 평균 이상의 점수를 취득한 학생들을 기준으로 판단했을 때 약 51.5%의 학생이 사전학습을 어느 정도 적극성을 가지고 참여한 것으로 나타났다.



Fig. 6 Class scenes taking a test at the assessment stage of the flipped learning

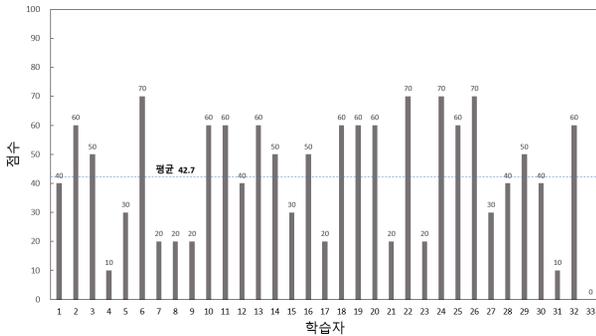


Fig. 7 Individual test result at first assessment

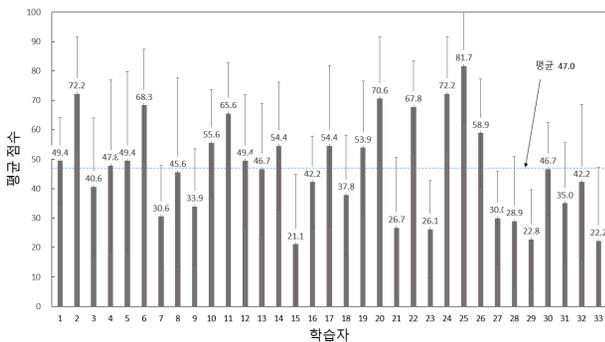


Fig. 8 Individual overall average values for all assessments

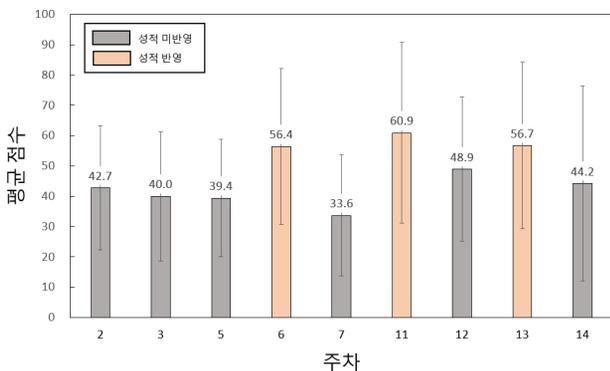


Fig. 9 Overall test result at assessment stage

Fig. 8은 1학기 동안 실시한 9회의 사전학습평가에 대해 수강생들의 평균 점수를 나타낸 것이다. 개인별로 편차가 크게 나타났으며, 전체 평균은 100점 만점 기준에서 47점으로 나타나 첫 평가보다는 높아졌으나 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 매주 진행된 사전학습평가 후 학생들에게 적극성을 갖고 수업에 참여할 것을 권유했음에도 불구하고 큰 진전을 이루지 못한 결과로 판단된다.

Fig. 9는 매 주차별 성적 반영이 사전학습에 얼마나 영향을 미치는지 파악하기 위해 주차별 평균 점수를 나타낸 것이다.

전체적인 평균점수가 47점이고 표준편차가 19.4~32.1점에 달할 정도로 학생 개인차가 매우 크다는 것을 알 수 있었다. 한편, 사전학습평가 시에 성적을 반영한다고 하였을 경우의 평균 점수가 성적을 반영하지 않는다고 하였을 때의 평균 점수보다 월등히 높게 나타나는 결과를 보였다. 이 결과를 토대로 볼 때, 학생들은 성적을 반영할 때 더 적극성을 갖고 사전학습에 임한다는 것을 알 수 있었다.

3. 협력학습에 대한 고찰

사전학습평가를 마친 후, 평가 결과를 가지고 학생들에게 사전학습 후에 과제로 부여한 개인별 문제를 팀원들에게 풀어주고 설명하는 시간을 가졌다. Fig. 10은 사전학습을 위해 부여한 개인별 과제를 팀원들에게 설명하는 모습을 나타낸 것이다. 팀원들끼리 자연스럽게 마주보고 가르칠 수 있도록 수업 시작 전에 강의실의 책상 배치를 미리 변경하고 각 팀원끼리 앉도록 하였다. 협력학습 과정에서 과제를 전혀 하지 않은 학생이나 해당지를 보고 작성한 학생의 경우에는 팀원들에게 설명하는 시간이 너무 짧고 제대로 설명하지 못하는 상황이 종종 발생했으나, 대부분의 학생들이 사전학습 문제를 원활하게 설명하는 것을 볼 수 있었다. 이는 모든 팀의 학습 능력이 비슷하도록 학생들을 배치한 결과로 판단되며, 상대적으로 우수한 학생이 팀의 협력학습을 이끄는 것을 볼 수 있었다.

팀원들이 주어진 20여분의 시간 동안 문제를 설명한 후, 각 팀별로 가장 잘 설명할 수 있는 학생을 추천받거나 자원한 학생이 전체 학생을 대상으로 문제를 앞에서 풀어주고 설명할 수 있도록 지도하였다. Fig. 11은 전체 수강생을 대상으로 열역학 문제를 풀어주며 설명하는 모습을 나타낸 것이다. 학생마다 화이트보드에 문제를 접근하는 방식과 기술하는 형태가 다르다는 것을 인식시키고, 어떤 방식이 가장 적절한지 학생들 스스로 판단할 수 있도록 하였다. 한편 이 과정에서 학생들은 우수 발표자에게 성적에 반영할 수 있는 보너스 포인트를 부여함에 따라 적극적으로 발표자로 나서려는 학생들이 많아졌고 수업에도 열성을 갖고 참여하는 모습을 볼 수 있었다. 발표자의 설명이 끝나면, 학생들로부터 질문이나 코멘트를 하도록 하고 학



Fig. 10 Class scenes explaining problems to each other at the team activity stage of flipped learning



Fig. 11 Class scenes explaining problems to all students at the team activity stage of flipped learning

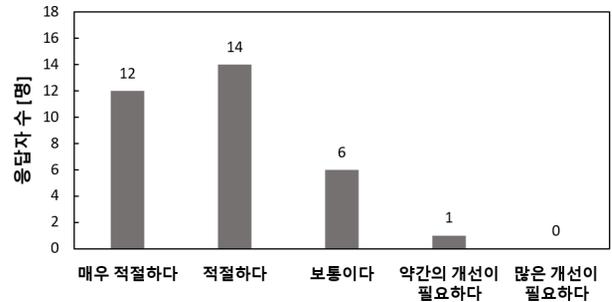
생 상호간에 답변 및 토론을 하도록 하였고, 학생 상호 간에 해결하지 못한 부분은 최종적으로 교수자가 보완 설명하여 애로 사항을 해결해 주었다. 이 과정을 통해 학생들은 3번 정도 반복 학습(1차 자기주도학습, 2차 팀원 설명, 3차 우수 학생 설명)을 하도록 하여 해당 내용을 완벽하게 이해할 수 있는 구조로 협력학습을 지도하였다.

4. 사후 설문 결과 및 고찰

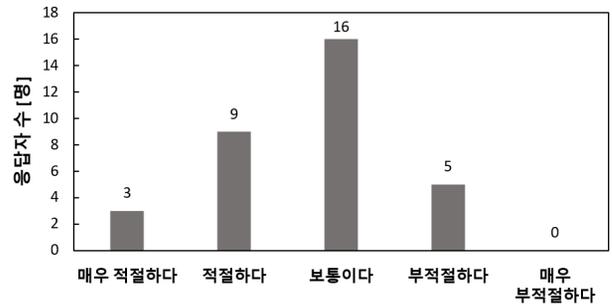
Fig. 12는 플립 러닝 수업 후에 사전 학습에 대한 설문 결과를 나타낸 것이다. Fig. 12(a)는 “온라인 동영상 강좌에서 교수자의 목소리(음량 등) 및 화면(판서 등)은 수강하는데 적절하다고 생각합니까?”라는 질문에 대한 응답을 나타낸 것으로, 78.8%의 학생들이 ‘적절하거나 매우 적절하다’고 답하였고, ‘강좌마다 약간 씩 교수자의 목소리 크기가 다르기 때문에 음성 조정이 필요하다’는 의견으로 약간의 개선이 필요하다는 응답이 1명 정도 있었으나, 전체적으로 제공된 동영상 강좌가 사전학습에 큰 무리가 없는 것으로 나타나 플립러닝 사전학습을 위해 제공된 학습 동영상은 적절했다고 판단된다.

Fig. 12(b)는 “사전학습 과제로 제시한 과제의 분량은 적절했습니까?”라는 질문에 대한 응답을 나타낸 것으로, 36.4%의 학생이 ‘적절하다’는 것으로 응답한 반면, 약 15.2%의 학생들은 ‘부적절하다’고 응답하여 긍정적인 의견이 부정적인 의견보다 높음을 알 수 있어 매 주 2문제를 개인과제로 부여한 사전 학습 과제는 적절했다고 판단된다.

또한, 사전학습 후에 학생들이 과제를 수행하는 방법에 대해 조사한 결과(Fig. 12(c)), ‘스스로 문제를 직접 풀었다’는 학생 비율은 6.1%로 나타났고, ‘동료의 풀이방법을 참조하면서 나만의 방식으로 문제를 풀었다’는 의견이 15.2%, ‘해답지를 참조하면서 직접 풀려고 하였다’는 48.5%로 가장 높게 나타났으며, ‘직접 문제를 푼 후, 맞게 풀었는지 해답지로 확인하였다’는 24.2%, ‘해답지를 보고 작성했다’는 6.1%로 나타났다. 많은 학생들이 해답지를 참조한 비율이 높았으나 그 이유는 “다른 학생들에게 설명해 주기 위해 해답지를 참조해도 된다”고 사전에 공지하였기 때문으로 판단된다.

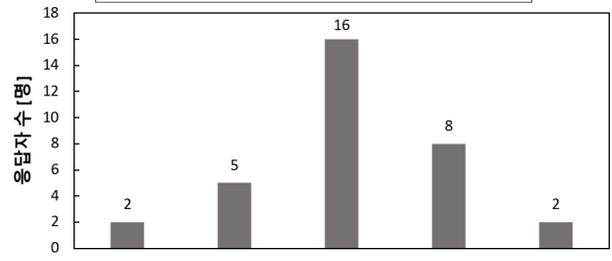


(a) Opinions on the adequacy of pre-learning videos



(b) Opinions on the adequacy of pre-learning task

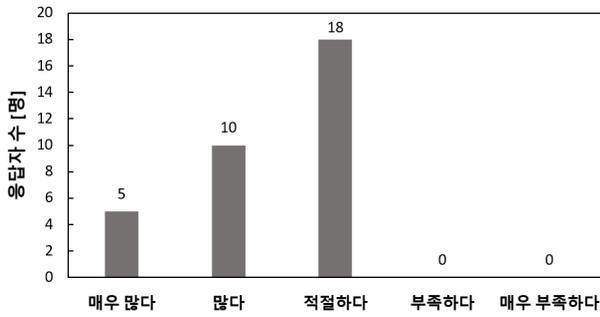
- A: 스스로 문제를 직접 풀었다.
- B: 동료의 풀이 방법을 참조하면서 나만의 방식으로 문제를 풀었다.
- C: 해답지를 참조하면서 직접 풀려고 하였다.
- D: 문제를 직접 푼 후, 맞게 풀었는지 해답지로 확인하였다.
- E: 해답지를 보고 작성했다.



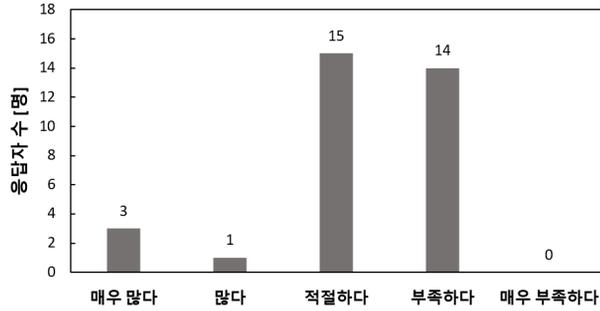
(c) Opinions on the methods of task-performing

Fig. 12 Post-class survey results on the pre-learning for flipped learning classes

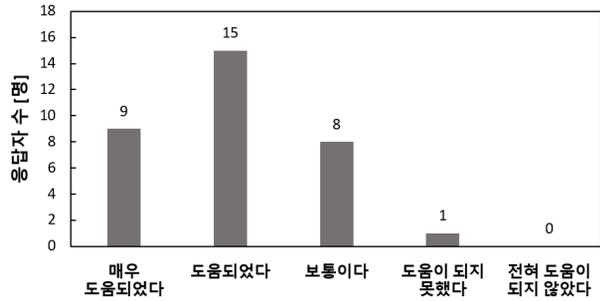
Fig. 13은 사전학습평가에 대한 사후 설문 결과를 나타낸 것이다. “사전학습 동영상 수업에 대한 이해 및 학습 정도를 파악하기 위해 매차 시 10문제를 평가 문항으로 제시하였습니다. 학습정도를 파악하는데 10문제가 적절하다고 생각합니까?”라는 사전학습평가 문항 수의 적절성에 대해 설문한 결과(Fig. 13(a)), ‘부족하다’는 의견은 전혀 없었고 ‘적절하다’는 의견이 54.5%로 나타났으나 ‘문항 수가 많거나 매우 많다’고 생각하는 의견이 45.5%로 나타나 문항 수가 많아 부담스러워하는 학생이 다소 있는 것으로 파악되었다. 한편 “사전학습평가에 소요되는 시간을 약 10분 정도 부여했습니다. 문제를 푸는데 적절했다고 생각합니까?”라는 사전학습평가 소요시간의 적절성을



(a) Opinions on the number of pre-learning assessment questions



(b) Opinions on pre-learning assessment time

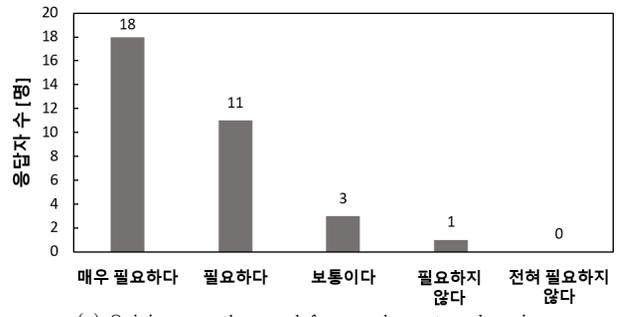


(c) Opinions on the effectiveness of pre-learning assessment

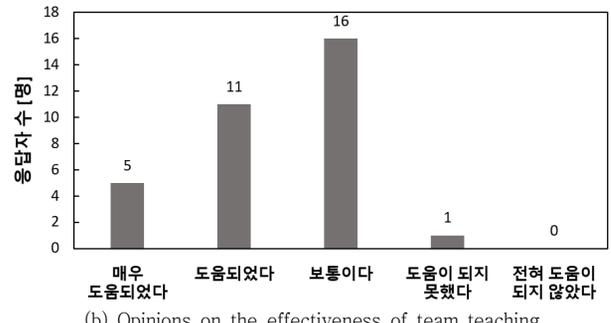
Fig. 13 Post-class survey results on the pre-learning assessment for flipped learning classes

조사한 결과(Fig. 13(b)), ‘적절하다’는 의견이 45.5%로 가장 높게 나타났으나 ‘부족하다’는 의견도 42.4%로 상당히 높게 나타나 사전학습평가 시간을 더 부여할 필요가 있다고 판단된다. 또한 “사전학습 후 학습의 이수 정도를 파악하기 위해 사전학습평가를 실시했습니다. 사전학습평가가 개인의 학습을 촉구하는데 어느 정도 도움이 되었나요?”라는 사전학습평가의 유효성을 조사한 결과(Fig. 13(c)), ‘매우 도움이 되었다’는 응답이 27.3%, ‘도움이 되었다’는 응답은 45.4%인 반면, ‘보통이다’는 24.2%, ‘도움이 되지 못했다’는 3%로 나타났다. 사전학습평가의 유효성에 대한 긍정적인 답변(72.7%)이 부정적인 의견(3%)보다 매우 높게 나타나 사전학습평가가 개인의 학습을 촉진하는데 유의미한 효과가 있는 것으로 판단된다.

Fig. 14는 수업 시간 활동에 대한 사후 설문조사를 나타낸 것



(a) Opinions on the need for supplementary learning



(b) Opinions on the effectiveness of team teaching

Fig. 14 Post-class survey results on the in-class activities for flipped learning

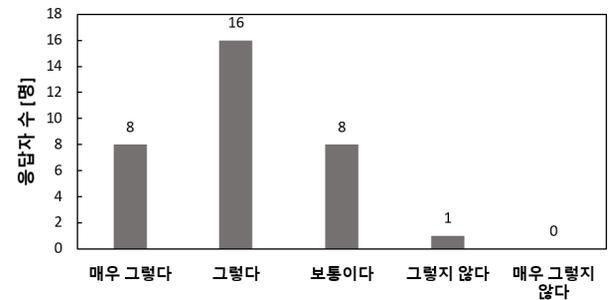


Fig. 15 Post-class survey result on the effectiveness of flipped learning classes

로, “학습 성취도가 낮은 학생들을 대상으로 보충학습 지도가 필요하다고 생각하나요?”라는 보충학습의 필요성에 대한 설문 결과(Fig. 14(a)), ‘매우 필요하다’는 응답이 54.6%, ‘필요하다’는 응답은 33.3%, ‘보통이다’는 9.1%, ‘필요하지 않다’는 3.0%로 나타나 학생들은 학업 성취도가 낮을 경우 별도의 시간을 통해 보충 학습이 필요하다고 인식하고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 14(b)는 “수업시간에 팀을 구성하고, 팀원들에게 부여된 과제(문제)를 풀어주고 설명하도록 하였습니다. 이 방식이 학습에 도움이 되었다고 생각하나요?”라는 협력학습의 효과성에 대해 조사한 것이다. ‘매우 도움이 되었다’는 응답이 15.2%, ‘도움이 되었다’는 응답은 33.3%, ‘보통이다’는 48.5%, ‘도움이 되지 못했다’는 3.0%로 나타나 협력학습의 효과에 대한 긍정

적인 응답 비율(48.5%)이 부정적인 응답 비율(3%)보다 매우 높음을 알 수 있었다. 하지만, 긍정도 부정도 아닌 학생의 비율이 상대적으로 많이 나타나 협력학습의 효과를 증진시키기 위해서는 협력학습에 대한 학생들의 태도 및 운영방식 등의 변화를 줄 필요가 있다고 판단된다.

Fig. 15는 열역학 수업에 적용한 플립러닝 수업의 전체적인 효과성을 설문문을 통해 조사한 것이다. “플립 러닝 방식으로 열역학을 학습하였습니다. 후배들에게 이 강좌를 수강하라고 추천하고 싶나요?”라고 질문에 대해 ‘매우 그렇다’는 응답과 ‘보통이다’는 응답이 각각 24.2%로 나타났고, ‘그렇다’는 응답이 48.5%, ‘그렇지 않다’는 응답은 3.0%로 나타났다. 전반적인 것을 고려할 때 플립러닝 강좌의 만족도에 대한 긍정적인 응답 비율(72.7%)이 부정적인 응답 비율(3.0%)보다 월등히 높아 대부분의 학생이 후배들에게 강좌를 추천할 정도로 플립러닝 강좌에 대해 만족하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 ‘과제까지는 괜찮은데 설명할 때 부담된다’, ‘사전학습 강의를 모두 수강하고, 수업시간에 퀴즈 및 팀별 학습에 참여해야 해서 시간이 많이 소요된다’ 등의 기타 의견들을 제시하는 것으로 보아 일부 학생들은 플립러닝 교수학습법에 부담감을 갖고 있는 것으로 파악된다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 기계공학 전공교과목인 열역학 수업에서 플립러닝 교수학습방법론을 적용한 사례를 소개하고, 설문 및 평가 결과를 분석하여 전공 교과목에서의 플립러닝의 효과를 고찰하였으며, 그 결론은 다음과 같다.

첫째, 사전 설문조사 시 팀별 활동과 팀원 간의 터칭에 대해 긍정적인 답변(각각 45.5%, 60.6%)이 부정적인 답변(각각 0.91%, 15.2%)보다 높게 나타났고, 플립러닝 수업의 효과성에 대해서도 긍정적인 답변(48.5%)이 부정적인 답변(0.3%)보다 매우 높게 나타난 것으로 보아 학생들은 플립러닝 수업이 학습 증진에 도움이 될 것으로 기대함을 알 수 있었다.

둘째, 사전학습의 이해 정도를 측정한 사전학습평가 결과 51.5%의 학생이 사전학습을 어느 정도 적극성을 가지고 참여하는 것으로 나타났으며, 사전학습평가 결과를 성적 반영의 경우가 성적 미반영의 경우보다 더 높은 사전학습평가 결과를 보여 사전학습을 성실하게 수행할 수 있는 교수방안이 필요함을 알 수 있었다.

셋째, 주어진 과제를 타인에게 설명하는 협력학습에서 팀원 모두 설명의 기회를 가졌고 팀원들은 경청하고 질문하는 등 모든 학생들이 성실하게 협력학습에 참여하였으나, 설명하는 내

용이나 시간 등을 고려할 때 효과적인 설명을 위해서는 학생 개인별로 과제를 철저히 준비할 필요가 있음을 알 수 있었다.

넷째, 사전학습 후 학습촉진을 위해 학생들에게 부여한 2문제의 사전학습 과제 분량, 사전학습평가를 위한 문항 수(10개 정도), 그리고 수업 중 사전학습평가 시간(10분 정도)에 대해 학생들은 적절하다고 생각한 것으로 나타났으며, 사전학습평가의 유효성에 대한 의견으로 긍정적인 응답(72.7%)이 부정적인 응답(3%)에 비해 매우 높게 나타나 사전학습평가가 개인의 학습을 촉진하는 인자로 작용하고 있음을 알 수 있었다.

다섯째, 학생들은 학업 성취도가 낮은 경우 대다수(87.9%) 학생이 별도의 시간을 통해 보충학습 지도가 필요하다고 인식하고 있었다.

여섯째, 팀을 통한 협력 학습에 대해 긍정적인 응답 비율(48.5%)이 부정적인 응답 비율(3%)보다 높아 협력학습이 학습에 도움이 된다고 인식하고 있었다.

일곱째, 열역학 수업에 적용한 플립러닝 수업의 효과성에 대한 사후 설문조사 결과, 플립러닝 강좌를 후배들에게 권하겠다는 긍정적인 응답 비율(72.7%)이 부정적인 응답 비율(3%)보다 월등히 높아 플립러닝 강좌에 대한 만족도가 높은 것으로 나타났다.

이러한 긍정적인 연구결과와 더불어 공학 분야의 전공교과목에서 플립러닝 수업에 따른 몇 가지 시사점을 발견했다.

첫째, 효과적인 플립러닝 수업을 위해서는 기본적으로 강의실 환경이 개선되어야 하지만, 일반 강의실에서도 팀 학습이 가능하도록 강의실 책상과 의자를 배치하면 충분히 협력학습이 가능하기 때문에 강의실 환경에 너무 집착할 필요는 없다는 것이다.

둘째, 저학년 학생들은 익숙하지 않은 전공 용어들이 교과목에 처음 등장할 때 학습에 어려움을 겪게 되는데, 플립러닝을 통해 3차(자기주도 학습, 팀원 간의 협력학습, 학생 대표나 교수자의 설명)에 걸쳐 반복 학습을 하게 함으로써 전공 교과목과 쉽게 친숙해질 수 있다는 것이다.

셋째, 사전학습을 촉진하기 위한 과제를 수행할 때 과제를 독자적으로 해결하는 학생 비율이 낮은 것으로 보아 자기주도적으로 문제를 해결하기 위한 수업지도방안이 필요하다는 것이다.

넷째, 본 연구를 통해 학생들의 수업태도를 관찰한 결과, 일반 강의에서 학생들이 수강할 때 지루해하거나 졸면서 수업을 듣는 학생이 플립러닝 수업에서는 전혀 없는 것으로 보아 플립러닝이 수업에 대한 몰입도와 집중력이 일반강의에 비해 높다는 것이다.

한편 열역학 교과목에서의 플립러닝 교수학습법을 적용한 본 연구를 토대로 공학 분야에서 플립러닝을 효과적인 교수법으로 확산하기 위해 다음과 같이 몇 가지를 제언하고자 한다.

첫째, 학습태도가 좋거나 자기주도학습이 잘된 학생의 경우, 일반 강의식 교수법에서 같이 플립러닝 교수학습법에서도 사

전학습과 협력학습에 적극적으로 참여함을 인지하게 되었다. 따라서 플립러닝 수업에서는 학습의욕이 낮거나 학습태도가 좋지 못한 학생들의 학습 역량을 증진시켜 전체 학생들의 학업 성취도를 높이는 방향으로 사전학습, 수업 중 활동 및 학습지도가 세밀하게 이루어져야 할 필요가 있다.

둘째, 수학 및 과학적 문제를 많이 다루는 공학적인 교과목은 교수자에 의한 직접 지도보다 플립러닝 수업 시간에 학생 간의 상호 티칭을 통해 학습에 대한 부담감을 줄이고 다른 학생으로부터 다양한 문제해결 접근 방법을 배울 수 있다고 판단된다. 그러나 학생 간의 팀별학습에 학생들이 적극적인 참여를 할 수 있도록 발표자 등에게 가점을 주는 등의 혜택을 제공하는 것이 필요하다고 판단된다.

셋째, 본 연구의 플립러닝 수업에서는 교재에 있는 공학적인 문제를 이해하고 해결하는데 초점을 두고 상호 티칭 등의 팀별 활동을 실시하였으나, 전공 학습능력을 제고하기 위해서는 문제 이해 및 해결을 넘어 교재에 나와 있지 않은 공학적인 문제를 만들고 정답 안을 만들어보는 팀별활동을 실시할 필요가 있다고 판단된다.

마지막으로 플립러닝 수업을 통해 전체 학생들의 학습역량을 높이기 위해서는 학업 성취도가 낮은 학생들을 대상으로 보충 학습을 실시할 필요가 있다.

본 연구는 기계공학의 핵심 교과목인 열역학 교과목에 플립러닝 수업을 적용하였을 때 플립러닝의 효과를 고찰한 것이다. 그러나 특정 학기와 학생만을 대상으로 실시한 사례에 불과하기 때문에 명확한 플립러닝의 효과를 검증하기 위해서는 다양한 전공 교과목에 대한 플립러닝 수업들에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- 김경아·김지심·안유정(2021). 비대면 환경에서 플립러닝 기반 프로그래밍 수업 설계. *한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집*, 29(1), 301-302.
- 김문수(2022). 온라인 프로젝트기반 학습모형 적용과 효과: 공학회계 사례. *공학교육연구*, 25(2), 13-21.
- 김미라·조영(2020). 팀워크와 동료학습이 전문대학 물리학 수업의 학업성취도에 미치는 영향. *공학교육연구*, 23(6), 68-76.
- 김미라(2022). 온라인 동영상 수업 사례 : 전문대학 '전기자기학' 교과목을 중심으로. *공학교육연구*, 25(5), 94-103.
- 나용수·민혜리(2019). 소그룹 활동을 활용한 학습자중심 교육 사례: '원자핵공학의 미래' 교과목을 중심으로. *공학교육연구*, 22(5), 29-36.
- 신희선(2021). 비대면 환경에서의 비판적 사고와 토론교육 - 공대 신입생 대상 온라인 수업 사례를 중심으로. *공학교육연구*, 24(1), 34-45.
- 유재하(2017). 신호처리 교과목에 대한 플립러닝 적용사례. *실천공학교육논문지*, 9(2), 125-132.
- 윤성호(2019). 공과대학의 고체역학 교과목에 플립러닝의 적용사례. *공학교육연구*, 22(3), 68-77.
- 이성혜·김은희(2019). 플립러닝 기반 공학수업 개선 방안 연구-국내 C대학 공학수업 운영 사례를 중심으로. *공학교육연구*, 22(2), 3-15.
- 이예경·윤순경(2017). 학습자의 경험 분석을 통한 플립 러닝의 재해석. *공학교육연구*, 20(1), 53-62.
- 이은선·임희석(2020). 공과대학 전공기초교과목에서의 플립러닝 수업이 학업성적에 미치는 영향 연구. *컴퓨터교육학회 논문지*, 23(3), 59-64.
- 이지연(2021). 국내 공학교육에서의 플립러닝 연구에 대한 체계적 고찰. *공학교육연구*, 24(3), 21-31.
- 이현경(2021). 공과대학 비대면 온라인 수업의 교수자 평가와 경험 분석. *공학교육연구*, 24(5), 53-64.
- 임진혁·범수균(2012). e-Education을 통한 대학교육 혁신: IT-enabled Active Learning. *정보과학회지*, 30(5), 48-55.
- 장학숙(2020). 플립러닝 교수법을 응용한 수치해석 수업 사례 연구. *인터넷전자상거래연구*, 20(1), 117-130.
- 정성희·곽민정(2017). 이공계형 플립러닝 모델이 학습자 인식, 자율성, 수업 흥미도 향상에 미치는 연구. *학습자중심교과교육연구*, 17(22), 353-376.
- 정영식·서진화(2015). 스마트 교실을 활용한 '뒤집힌 교수학습모형' 개발. *한국정보교육학회논문지*, 19(2), 175-186.
- 최정민·김은경(2015). 공과대학의 Flipped Learning 교수학습모형 개발 및 교과 운영사례. *공학교육연구*, 18(2), 77-88.
- 한지영(2019). '창의적문제해결방법론' 교과목의 플립러닝 수업 설계에 관한 연구. *공학교육연구*, 22(1), 22-28.
- 한지영(2021). 플립러닝 교수법을 통한 공과대학 학생들의 학습양식 및 선호교수법 변화의 가능성 탐색. *공학교육연구*, 24(6), 40-49.
- Bergmann, J. & Sams, A.(2012). *Flip your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Internal Society for Technology in Education.
- Education corner. *The Learning Pyramid*. <https://www.educationcorner.com/the-learning-pyramid.html>
- Sams, A., & Bergmann, J.(2013). Flip your students' learning. *Technology-Rich Learning*, 70(6), 16-20.



유경현 (Ryu, Kyung-hyun)

1995년: 전북대학교 기계공학과 졸업

1997년: 동 대학원 기계공학과 석사

2003년: 동 대학원 기계공학과 박사

2015년: 국립군산대학교 교육개발원장

현재: 국립군산대학교 기계공학부 교수

관심분야: 공학인증, 공학설계, 학습성과

E-mail: khryu@kunsan.ac.kr