Journal of Engineering Education Research
Vol. 24, No. 3, pp. 21~31 May 2021

pISSN: 1738-6454 / eISSN: 2713-8283 / THESIS-21-025
https://doi.org/10.18108/jeer.2021.24.3.21

국내 공학교육에서의 플립러닝 연구에 대한 체계적 고찰

이지연
명지대학교 방목기초교육대학 교수

A Systematic Review of Flipped Learning Research in Domestic Engineering Education

Lee, Jiyeon
Professor, Bangmok College of General Education, Myongji University

ABSTRACT

Flipped learning, which involves listening to lectures at home and performing dynamic group-based problem-solving activities in the classroom, is recently evaluated as a learner-centered teaching method, and interest and applications in engineering education are increasing. Therefore, this study aims to provide practical guidelines for successful application through empirical research analysis on the use of flipped learning in domestic engineering education. Through the selection criteria and keyword search, a systematic review of 36 articles was conducted. As a result of the analysis, flipped learning research in engineering education has increased sharply since 2016, focusing on academic journals and reporting its application cases and effects. Most of the research supported that flipped learning was effective not only for learners' learning activities(e.g., academic achievement, satisfaction, engagement, learning-flow, interaction), but also for individualized learning and securing sufficient practice time. It was often used in major classes with 15 to less than 50 students, especially in computer-related major courses. Most of them consisted of watching lecture videos, active learning activities, and lectures by instructors, and showed differences in management strategies for each class type. Based on the analysis results, suggestions for effective flipped learning management in future engineering education were presented.

Keywords: Flipped learning, Engineering education, Systematic review, Learner-centered education, Research trend

I. 서 론

4차 산업혁명 시대의 도래로 4C(의사소통능력, 협업능력, 창의력, 비판적 사고력)를 갖춘 미래인재의 역량함양을 위해 전통적인 교수자중심의 강의중심 수업에서 벗어나 학습자중심의 참여와 소통중심의 수업이 강조되고 있다. 전통적인 교실에서의 활동과 교실 밖에서의 활동의 순서를 뒤집는 플립러닝(Bergmann & Sams, 2012)은 '거꾸로 교실', '역전(逆轉) 학습'으로 불리면서 최근 혁신적 교수-학습방법으로 평가되며 국내 대학에서의 도입이 증가하고 있다. Bishop & Verleger(2013)는 플립러닝을 '교실에서의 상호작용적 집단학습 활동과 교실 밖에서의 직접적인 컴퓨터 기반 개인교수 활동으로 구성된 교육적 기술'(p. 5)로 정의한다. 그러나 플립러닝은 교실 내에서의 면대면 학습과 교실 밖에서의 온라인 학습을 혼합해 각각의 단점을 보완하고자 하는 기존의 블랜디드러닝과 달리 교실 안 학습활동과 교실 밖 학습활동을 구분 및 분리하고 두 학습활동의 연계에 주의를 기한다는 점에서 차이를 갖는다(김보경, 2014).

특히, 플립러닝은 행동주의를 기반으로 한 교수자의 직접적 강의내용 전달중심 교수활동과 구성주의를 토대로 한 학습자의 능동적 문제중심 학습활동을 동시에 포함한다는 점에서(Bishop & Verleger, 2013, p. 1) 공학문제해결을 위해 이론 및 원리에 대한 이해와 실제 적용을 경험하는 실습을 동시에 요구하는 공학교육에 매우 적합한 교수방법으로 평가할 수 있다(임지영·김세영, 2019; Karabulut-Ilgu et al., 2018). 실제로 상당한 양의 이론 수업과 실험·실기 수업의 병행이 많은 국내 공과대학에서는 KAIST를 시작으로 서울대학교, 울산과학기술대학교(UNIST) 등 많은 대학에서 교수자들의 적용사례가 증가하고 있다(임경화·김태현, 2014).

공학교육에서 플립러닝을 적용한 실증 연구들(예를 들면, 김옥분 외, 2020; 윤성호, 2019; 이은선·임희석, 2020; 한지영, 2019; Elliott, 2014; Enfield, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012)은 학업성취도(김연·안창선, 2016; 김은경, 2016; 이은

Received May 3, 2021; Revised May 21, 2021
Accepted May 24, 2021
† Corresponding Author: jiyeonlee@mju.ac.kr
©2021 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

선·임희석, 2020), 문제해결능력(임경화·안정현, 2016), 플립러닝 선호도, 수업 참여도, 흥미도, 만족도 및 이해도(정성희·곽민정, 2017; Bates & Galloway, 2012; Elliott, 2014; Enfield, 2013; Warter-Perez & Dong, 2012) 등의 향상을 플립러닝 활용의 이점으로 확인하였다. 그러나 학업성취도가 향상되지 못하고(허준영·한수민, 2016), 플립러닝 자체에 대한 학생들의 부정적 반응(유재하, 2017) 및 선행학습에 대한 부담으로 인한 심적 거부감(송창용, 2016) 등 부정적 결과도 보고되어 플립러닝 활용을 계획하는 교수자를 주저하게 하고 있다.

따라서 공학교육에서의 플립러닝 적용사례와 성과에 대한 다각적이고 종합적인 분석과 이해를 위한 연구의 필요성이 제기된다. 그러나 국내외적으로 공학교육에서 플립러닝 관련 연구를 전반적으로 검토한 선행연구는 매우 찾아보기 어렵다. Karabulut-Ilgu et al.(2018)은 2000년부터 2015년 5월까지의 공학교육에서 플립러닝 관련 62편 논문에 대한 체계적 고찰 결과 2013년 이후 공학교육에서의 플립러닝에 대한 높은 관심과 다양한 전공 분야에서의 연구를 확인하였다. 66%가 학술대회 논문이며, 연구수행 관련 기저 이론 제시는 부족하다고 보고하였다. 또한, 융통성, 상호작용, 전문기술, 학생참여 증진을 장점으로, 교수자의 업무부담 증가, 학생들의 반감, 적시 질문에 대한 응답 기회 부족, 기술적 문제, 수업에 관한 관심 감소, 수업자료에 대한 경시를 도전과제로 제시하였다.

따라서 본 연구에서는 국내 공학교육에서의 플립러닝 연구의 주요 특징 및 결과를 구체적인 활용사례를 중심으로 체계적으로 정리하여 플립러닝을 활용하거나 활용계획을 가진 공학계열 교수자에게 실제적인 지침을 제공하는 것을 목적으로 한다. 플립러닝이 대학교육 전반뿐만 아니라 공학수업에 있어 효과적인 교육방법으로 인식되고 있는 시점에서 이러한 논의는 공학교육에서 플립러닝의 성공적인 정착과 운영에 시사점을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

II. 연구방법

1. 분석대상 선정

본 연구는 체계적 고찰(systematic review) 방법을 통해 국내 공학교육에서의 플립러닝 연구를 체계적으로 검토하였다. 분석대상 논문 도출 과정에서 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) 그룹이 제시한 체계적 문헌고찰 가이드라인(Liberati et al., 2009)을 수정한 Karabulut-Ilgu et al.(2018)의 분석대상 선정과정을 참고하였다. 분석대상 연구물은 대학교육에서 공학교육에 한정한 실증적 연구, 공학계열 대학생이나 교수를 대상으로 한 연구, 국내 학술지와 학술대회 자료집에 게재된 연구에 한정해 선정하였다.

이러한 선정기준에 따라 한국교육학술정보원의 RISS, 국내학술지인용색인 KCI를 활용하여 키워드 검색을 하였다. 2021년 5월 14일 RISS와 KCI에서 “플립러닝과 공학”, “플립러닝과 공학교육”, “거꾸로 교실과 공학”, “거꾸로 교실과 공학교육”, “flipped” and “engineering”, “flipped learning” and “engineering”, “flipped” and “engineering education”, “flipped learning” and “engineering education”, “inverted classroom” and “engineering”, “flipped classroom” and “engineering”, “inverted classroom” and “engineering education”, “flipped classroom” and “engineering education”으로 키워드 검색을 하였다. 이때 COVID-19의 급속한 국내 유입과 확산으로 2020년 1학기부터 대부분 대학이 비대면 수업으로 운영된 점을 고려해 “비대면 플립러닝”을 추가 검색하여 총 590편이 도출되었다. Fig. 1이 보여주는 바와 같이 선정기준에 따라 36편의 논문을 최종 분석대상으로 선정하였다.

선정된 논문에 대한 분석 틀은 국내외 공학교육에서의 플립러닝 연구 특징의 비교를 위해 Karabulut-Ilgu et al.(2018)의 연구를 토대로 하였다. Karabulut-Ilgu et al.(2018)은 공학교육에서의 플립러닝 연구를 발행연도 및 연구물 형태, 기저 이론 및 효과성 평가방법, 전통적 강의 대비 플립러닝의 효과성, 플립러닝의 이점 및 도전과제를 중심으로 분석하였다. 본 연구에서는 국내 공학교육에서의 플립러닝 적용에 대한 이해를 위해 플립러닝 적용사례의 특징 및 수업단계별 운영전략을 추가하여 분석하고, 이를 토대로 강좌유형별 운영전략을 구체적으로 제시함으로써 차별화를 하였다.

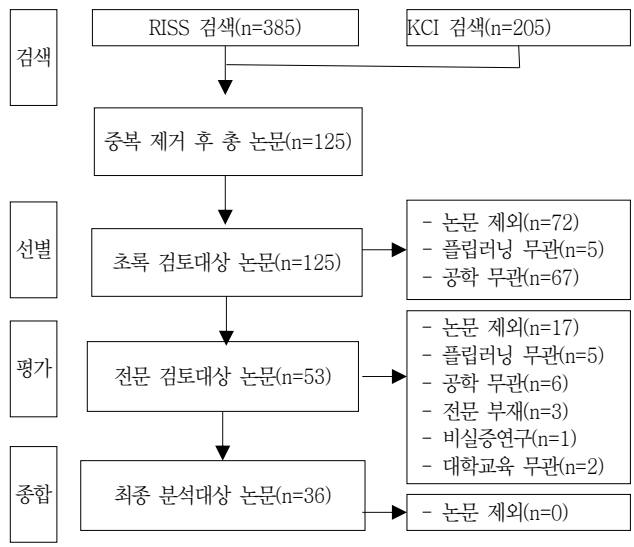

Fig. 1 Flowchart for article selection process(adapted from Karabulut-Ilgu et al., 2018)

III. 연구결과

1. 발행연도, 연구물 형태

연도에 제한을 두지 않고 검색을 했으나 발행연도는 2014년부터 2021년에 한정해 나타났다. 연도별로 살펴보면, 2014년(1편), 2015년(1편), 2016년(6편), 2017년(6편), 2018년(6편), 2019년(7편), 2020년(6편), 2021년(3편)으로 2016년부터 급증하는 추세이다. 연구물 형태는 Table 1이 보여주는 바와 같이 학술대회논문집은 5편에 불과하고 31편이 학술지 논문으로, 66%가 학술대회논문집인 국외 결과(Karabulut-Ilgu et al., 2018)와 차이를 나타냈다. 이러한 결과는 일반적으로 국내 학술대회논문집의 경우 초록만 제출하는 경우가 많으며, 국내 논문검색엔진에서 빠지는 경우가 다수인 점에 대한 고려가 필요하다. 학술지의 경우 공학교육연구 게재논문이 가장 많았고, 최근 들어 교육학 분야 학술지 게재논문이 증가하고 있다.

Table 1 The type of publication

연구물 형태	학술지/학술대회논문집명	논문 수
학술지	공학교육연구	8
	실천공학교육논문지	6
	학습자중심교과교육연구	3
	한국정보통신학회논문지	3
	컴퓨터교육학회논문지	1
	교사교육연구	1
	교육문화연구	1
	교육정보미디어연구	1
	교육연구	1
	대한건축학회연합논문집	1
	대한기계학회논문집	1
	수학교육논문집	1
	인터넷전자상거래연구	1
	지식경영연구	1
	한국융합학회논문지	1
학술대회 논문집	한국건축시공학회 학술발표대회논문집	2
	대한기계학회 춘추학술대회	1
	한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집	1
	International Conference on Future Information & Communication Engineering	1
합계		36

2. 기저 이론/모델 및 효과성 평가방법

공학교육에서 플립러닝 활용 연구는 적용사례기반 효과를 논의하는 연구가 27편이었다. 이외에도 이공계 학생 대상 글쓰기 수업설계에서의 플립러닝과 전략적 텍스트 활용 제안(김경애, 2016), 팀 기반 학습과 플립러닝을 적용한 건축시공 학습모형 개발(노주성 외, 2018), 플립러닝과 팀기반학습을 적용한 애플리케이션 개발(김성빈 외, 2020), 플립러닝 중 사전학습에서 챗봇 사용 제안(김옥분·조영복, 2018), Merrill의 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝 모델 및 교수전략 제시(임지영·김세영, 2019), 플립러닝과 디자인 씽킹 이론을 도입한 건축공학 종합설계 교육과정 개발(김재엽, 2019), 플립러닝에서 학습자의 곤란도 분석 및 해결방안 모색(정성희·곽민정, 2018), 플립러닝 공학수업 사례기반 개선방안 탐색(이성혜·김은희, 2019), 학습구동력을 고려한 플립러닝 수업설계 지침 제시(한수민, 2020) 연구가 수행되었다.

36편의 논문 중 15편의 논문이 전체적인 연구방향의 기초가 되는 기저 이론/모델을 포함하였다. 논문 대부분은 플립러닝의 개념, 구조, 효과, 운영사례에 초점을 두고 있어 공학교육에서 플립러닝 관련 연구의 기저 이론/모델의 부족을 지적한 Karabulut-Ilgu et al.(2018) 연구와 같은 결과를 나타냈다. 15편의 연구는 Table 2가 보여주는 바와 같이 PARTNER 모델(3편), KOREATECH 플립러닝 기본모형(2편), AI 기반 학습(1편), 메이커교육(1편), 플립 PBL(1편), 팀 프로젝트 학습(1편), 디자인 씽킹(1편), 질문중심 교수법(1편), 학습자 자율성 향상 모델(1편), TRIZ(1편), 교수 으뜸원리(1편), ADDIE 모형(1편)을 기저

Table 2. Theoretical frameworks included in the studies

기저 이론/모델	연구
교수 으뜸원리 (First Principles of Instruction)	임지영·김세영(2019)
디자인 씽킹	김재엽(2019)
메이커교육(Maker Education)	허지훈·한승연(2021)
질문중심 교수법	임경화·안정현(2016)
코리아텍(KOREATECH: 한국기술교육대학교) 플립러닝 기본모형	한수민 외(2021); 허준영·한수민(2016)
트리즈(TRIZ)	송창용(2016)
팀 프로젝트 학습	민숙(2019)
플립 PBL (Flipped Problem Based Learning)	김동률(2018)
학습자 자율성 향상 모델	정성희·김주연(2018)
ADDIE 모형	임경화·김태현(2014)
AI 기반 학습	김옥분·조영복(2018)
PARTNER 모델	김옥분 외(2020); 유재하(2017); 한지영(2019)

이론/모델로 활용하여 수업설계와 교수방법에 대한 관심을 나타냈다.

27편이 플립러닝의 효과성에 대해 양적, 질적, 혼합연구 방법을 사용하여 논의하였다. 양적연구방법 활용은 11편으로 중간 및 기말시험 성적 등 학습성과점수 및 강의평가 비교, 설문조사, 검사도구 측정을 통해 자료수집을 하였다. 질적연구방법 활용은 5편으로 포커스그룹 인터뷰, 면담, 성찰일지 및 수업후기, 관찰 및 수업 녹화, 수업활동지, 교사나 학생의 주관적 평가, 내용분석을 활용하였다. 혼합연구방법 활용은 11편이었다.

3. 플립러닝의 효과성(플립러닝의 이점과 개선과제)

효과성 관련 연구 27편 중 Table 3이 보여주는 바와 같이 20편이 효과를 보고하였다. 6편이 효과와 차이 없음을 동시에 언급하였고, 1편이 차이 없음을 보고하였다. 또한, 기존강의식 수업과 비교하여 효과성을 논의한 연구 12편 중 8편은 학업성취도(김연·안창선, 2016; 이은선·임희석, 2020; 임경화·김태현, 2014; 장성진, 2017; 허지훈·한승연, 2021), 수업만족도(김은경, 2016; 송창용, 2016; 장성진, 2017; 최정빈·김은경, 2015), 수업내용, 교육방식, 평가의 공정성, 수업의 효과성(송창용, 2016), 흥미도(허지훈·한승연, 2021) 측면에서 효과를 입증하였다.

분석결과 장점은 국외 공학교육에서 플립러닝 활용의 이점으로 제시된(Karabulut-Ilgu et al., 2018) 융통성, 상호작용, 전문적 기술 및 학생참여 개선을 포함하였다. 학생들은 시공간 제약 없이 자유롭고 편리하게 온라인 사전학습을 통해 학습자료를 시청함으로써 자기주도학습능력 증진의 기회를 얻었다(김옥분 외, 2020; 김은경, 2016). 학생들은 사전학습을 통해 학습내용에 대해 충분히 숙지하고(임경화·안정현, 2016), 질문목록 작성을 기반으로 수업 중 문제해결 과정을 통해 심화학습을 수행하였다. 이로 인해 학생들은 학습 몰입도가 증가하고, 팀 학습활동을 통해 문제해결능력, 비판적 사고력 등 고차원적 인지능력을 증진하여(이은선·임희석, 2020; 임경화·김태현, 2014; 임경화·안정현, 2016; 한수민 외, 2021) 학업성취도 신장을 하였다(김은경, 2016; 이은선·임희석, 2020; 임경화·김태현, 2014). 플립러닝은 교수자와 학습자 간 1:1 상호작용과 동료 학습자 간 협력활동의 기회 증가로 학생들의 동기유발, 수업 만족도(임경화·김태현, 2014), 수업 흥미도, 자신감(황인아, 2017), 문제해결능력(최정빈·김은경, 2015) 증진을 도모하였다. 특히 중하위권 학습자(김은경, 2016; 임경화·김태현, 2014; 황인아, 2017) 대상 학습자간, 학습자와 교수자간 상호작용은 동기유발, 자신감 형성, 수준별 학습에 기여하는 것으로 나타났다. 또한, 온라인 사전학습을 통한 학습내용 이해로 수업 중 실습이 바로 진행될 수 있어 충분한 실습시간 확보(김은경, 2016)와 사후학습에서 심화학습을 위한 응용실습이 가능한 점(허준영·한수민, 2016)도 추가적인 장점으로 평가되었다.

개선과제는 국외 공학교육에서 플립러닝 활용의 단점으로 제시된(Karabulut-Ilgu et al., 2018) 교수자의 업무부담 증가, 학생들의 반감, 기술적 문제를 포함하였다. 사전학습 자료개발, 동영상 제작, 다양한 팀 활동 개발 등 플립러닝의 수업설계(김은경, 2016; 송창용, 2016; 정성희·곽민정, 2018; 한지영, 2019)와 개별 피드백 제공, 학습자간, 교수자와 학습자간 상호작용 유도 등 수업운영(김은경, 2016; 한지영, 2019)에 많은 시간과 노력을 투자해야 하는 교수자의 부담이 제기되었다. 사전학습 동영상 시청을 위한 시스템 접속과정에 많은 불편함과 시스템 에러 등 기술적 문제를 경험하면서 학생들은 플립러닝을 '비효율적'으로 인식하기도 하였다(김옥분 외, 2020). 학습자중심 수업에 대한 이해 부족 및 거부감(이성혜·김은혜, 2019; 정성희·곽민정, 2018), 팀 구성에 대한 학생의 불만은 플립러닝의 만족도를 저해하였다(송창용, 2016). 특히 학습량 부담과 교수자의 플립러닝에 대한 이해와 준비도 부족으로 인한 미숙한 수업 운영이 추가로 제기되었다. 학습량이 높은 공학계열 학생들은 동영상 사전학습에 대해 부담감을 가졌고(김은경, 2016; 유재하, 2017; 이성혜·김은혜, 2019; 이예경·윤순경, 2017; 임경화·안정현, 2016; 정성희·곽민정, 2018; 한지영, 2019), 특히 중하위권 학생이나 자기주도학습능력이 부족한 학생들의 부담감은 더욱 크게 나타났다(김은경, 2016). 또한, 학습량을 고려하지 않은 동일 학점과 평점 비율은 학생들의 불만을 가중하였다(임경화·안정현, 2016). 교수자의 플립러닝에 대한 이해와 준비도 부족으로 진도가 지체되고 이로 인해 교수자가 다소 빠르게 수업을 진행하는 문제도 발생하였다(장희숙, 2020). 사전학습에 대한 점검 미흡과 학생들의 참여 전략 부재로 사전학습을 추가한 교수자중심 강의수업으로 플립러닝을 운영한 점도 개선사항으로 나타났다(이성혜·김은혜, 2019).

한편 COVID-19로 인해 이루어진 비대면 플립러닝은 플립러닝의 일반적 효과에 이러닝 기반의 효과까지 보여주었다. 즉, 비대면 플립러닝만이 갖는 효과성으로 효율적 시간관리로 인한 학습의 질 향상, 반복학습 가능, 본 학습에서의 실시간 동영상 콘텐츠 활용에 따른 학습의 효율성 향상, 활발한 발표 및 의견제시, 깊이 있는 토의 진행, 교수자의 상시 피드백 제공을 통한 만족도 증대(한수민 외, 2021; 한수민·임경화, 2020), Zoom의 소회의실 기능 활용을 통한 1:1 질의응답 및 팀별 활동 등의 다양한 활동 결과로 인한 수업 이해도 향상(김경아 외,

2021)을 확인하였다. 이로 인해 비대면 플립러닝을 갑작스럽게 이루어진 대면 플립러닝의 대체가 아닌 포스트 코로나 시대에도 활용 가능한 학습자중심 교수방법의 하나로 제시하였다. 그러나 개선과제로 학습자의 수업집중도 저하, 팀 활동 및 실습 진행의 어려움, 사전학습과 본 학습의 구분 모호, 실시간 온라인 실습의 의미 부족(한수민·임경화, 2020), 대학 내 LMS의 기능 개선, 학습자대상 원격 수업시설 및 장비 지원, 대학 내 원격 실험·실습 장비 개선, 비대면 수업의 운영규정 마련, 학점상향, 인정기준 완화 등(한수민 외, 2021) 대학 차원의 지원 요구를 강조하였다.

4. 공학교육에서의 플립러닝 수업사례 특징 및 운영전략

공학교육에서 플립러닝 수업사례 특징 및 운영전략은 교과목(강좌유형), 수강인원, 수업단계별로 구분할 수 있다. Table 3이 보여주는 바와 같이 27편 중 교과목이 미기재된 2편(한수민 외, 2021; 한수민·임경화, 2020)을 제외하고, 2개 교과목(김옥분 외, 2020; 유재하, 2017)대상 연구를 포함해 총 27개 교과목을 대상으로 하였다. 이 중 전공(21), 교양(4), 비교과(2) 순으로 나타났고, 전공은 컴퓨터(8), 기계(3), 메카트로닉스(3), 산업공학(2), 전기전자제어(2), 건축(1), 신소재(1), 융합(1) 전공과목 순으로 나타났다. 특히 컴퓨터 전공에서의 높은 활용을 보였고, 데이터베이스 및 실습, 알고리즘, 프로그래밍 언어실습, 수치해석, 자바프로그래밍 및 실습, C언어 기반 자료구조, C++언어 과목에서 플립러닝이 이루어졌다. 전공 21개 과목 중 이론과목은 13개, 이론과 실습 병행과목은 8개로 나타났으며, 이 중 비대면 플립러닝이 1개 포함되었다. 수강인원별로 살펴보면, 15명~50명 미만(19), 50명 이상(6), 15명 이하(2) 순으로 나타났다. 15명~50명 미만은 전공(17), 교양(2), 50명 이상 경우는 전공(3), 교양(2). 비교과(1), 15명 이하는 전공(1), 비교과(1) 순으로 나타났다.

수업단계별 운영전략을 제시하지 않은 3편(한수민 외, 2021; 한수민·임경화, 2020; Kim et al., 2019)을 제외하고 강좌유형에 따라 다르게 운영한 장성진(2017)을 2편으로 간주하여 총 25편의 수업단계별 주요 운영전략을 정리하면 다음과 같다(Table 4 참조). 일반적으로 플립러닝은 사전학습, 본 학습, 사후학습의 3단계로 구성되는데 14편이 3단계로 운영되었다. 그러나 10편은 사후학습 없이 사전학습과 본 학습으로만 운영되었고, 1편은 학습자 자율성 향상에 초점을 두고 사전학습과 사후학습 없이 본 학습만 제시되었다.

사전학습 단계에서의 학습활동은 기본 학습내용에 대한 사전학습인 동영상 강의 및 강의자료 학습(24), 실습/온라인 학습에

Table 3. Key features of flipped learning engineering classes

연구자 (년도)	수강 인원	과목 (강좌유형)	효과
강철구 (2018)	27명	제어공학 (전공이론)	플립러닝 이러닝 수업 간 학습성과 큰 차이 없음
김경아 외 (2021)	96명 (3개 분반)	프로그래밍언어 실습II (전공이론 + 실습/비대면 플립러닝)	대면수업 같은 수업실재감, 교수자-학습자간, 학습자간 상호작용 원활, 수업만족도 높음
김동률 (2018)	50명	대학 교양수학 (교양이론)	플립 PBL 수업 기존 플립러닝 수업 대비 흥미도 및 학업성취도 높음
김연·안창선 (2016)	46명	시스템 모델링 및 제어 (전공이론)	강의식 수업 대비 학업성취도 향상
김옥분 외 (2020)	68명 (2개 과목 중 1개 과목 이상 수강자)	자바프로그래밍 및 실습 / C언어기반의 자료구조 (전공이론 + 실습)	사고, 창의성, 문제해결능력 일부 향상, 플립러닝 강점과 전통적 수업방식과의 차이점 인식
김은경 (2016)	45명/ 24명/ 35명	데이터베이스 (전공이론 + 실습: 3개 학기)	학업성취도, 수업만족도 (중하위권, 학생 수 반비례), 자기주도 학습역량 향상, 학습자 교수자간, 학습자간 의사소통 원활
민숙 (2019)	120명 (3개 분반)	미적분학1 (교양이론)	팀 프로젝트 활용 팀 활동 참여, 심층적 학습성취, 의사소통, 협력학습에 효과적
송창용 (2016)	19명	응용수학 (전공이론)	강의식 수업 대비 수업내용, 교육방식, 평가 공정성, 수업효과, 수업만족도 향상/ 자기주도학습능력, 학습동기부여 큰 영향 주지 못함
유재하 (2017)	32명/ 49명	디지털신호 처리, 신호 및 시스템 (전공이론)	강의식 수업 대비 학업성취, 강의평가 유의미한 향상 없음/수업집중도 향상, 전반적 만족도 긍정적
윤성호 (2019)	32명	고체역학 (전공이론)	수업집중도, 학업능력 향상
이승민· 이지연 (2017)	65명	재료과학II (전공이론)	수업 만족도 높음, 개별학습, 수업참여, 학생간 상호작용 촉진
이예경· 윤순경 (2017)	16명	컴퓨터그래픽스 (전공이론 + 실습)	팀 학습, 학습자 교수자간 활발한 소통, 피드백, 적용능력 향상, 완전학습 가능
이은선· 임희석 (2020)	177명 (3개 분반)	플립러닝 학습프로그램 (비교과)	강의식 수업 대비 학업성적 높음
임경화· 김태현 (2014)	3명	기계진동학 (전공이론)	교수자 학습자간 상호작용 증가, 학습동기 유발 (학습수준 낮은 학습자), 수업만족도 높음, 기존 수업방식보다 학습수준, 성취도 신장

연구자 (년도)	수강 인원	과목 (강좌유형)	효과
임경화· 안정현 (2016)	18명/38명 (2개 분반)	기계진동학 (전공이론)	학업성적 향상(중하위권), 수업몰입도, 질문생성능력, 문제해결능력 향상/수업 만족도 크게 변화하지 않았거나 오히려 낮아짐
장성진 (2017)	26명/47명	알고리즘 (전공이론/이론 + 실습)	강의식 수업 대비 학업성취도, 학업만족도 높음, 특히 플립러닝 적용 이론+ 실습 수업 학업성취도와 학습만족도 높음
장희숙 (2020)	65명	수치해석 (전공이론)	강의식 수업 대비 학습만족도, 참여율 높음/학업성적 큰 차이 없음
정성희· 곽민정 (2017)	106명 (2개 분반)	공학설계입문 (전공이론)	플립러닝에 대한 인식, 선호도, 수업참여도, 흥미도, 자율적 참여의지 향상
정성희· 김주연 (2018)	23명	실내건축 재료학 (전공이론 + 실습)	수업참여 인식, 선호도, 수업참여 의지, 학습자 자율성 향상
최정빈· 김은경 (2015)	22명	데이터베이스 및 실습 (전공이론 + 실습)	수업 만족도, 학업성취도 향상
한수민 외 (2021)	미기재	비대면 플립러닝 112개 강좌	학습이해도, 참여도, 수업 효율성, 문제해결능력, 학습의 질 및 효율성 향상, 활발한 발표 및 의견제시, 반복학습 및 심도 있는 토의 가능
한수민· 임경화 (2020)	미기재	비대면 플립러닝 55개 강좌	온라인 강의콘텐츠의 반복 활용, 사전학습기반 본 학습의 효과적 활용, 협동적 문제해결능력 향상, 본 학습 실시간 영상 콘텐츠 활용, 실시간 S/W 활용 통한 발표의 활발성, 심도 있는 토의 가능, 상시 피드백 실시 통한 만족도 향상
한지영 (2019)	16명	창의적 문제해결방법론 (교양이론)	창의성, 문제해결역량 증진
허준영· 한수민 (2016)	114명 (3개 분반)	유공압기초실습 (전공이론 + 실습)	강의 만족도 향상, 충분한 실습시간 확보/기존 오프라인 수업 대비 평균 성적 크게 향상되지 않음(성적의 양극화 발생)
허지훈· 한승연 (2021)	50명	확률과 통계 (교양이론)	기존강의식 수업 대비 학업성취도, 흥미도 향상(학업성취도 낮은 학습자)
황인아 (2017)	8명	대학수학 클리닉 프로그램 (비교과)	학습동기, 자기주도적 학습능력, 수업참여, 교수자 학생간, 학생간 상호작용, 수업 흥미, 자신감, 집중도 향상
Kim et al. (2019)	26명	C ++ language (전공이론)	플립러닝 전후 학습몰입 향상/사고, 창의성 유의미한 변화 없음

대한 개인별 요약서 제출인 실습 및 사전과제 작성제출(6), 이해도 점검을 위한 퀴즈풀기(6), 심화학습에 대한 준비로서의 질문제출(4) 순으로 나타나 사전학습 단계에서 동영상 강의 및 강의자료 학습의 높은 활용을 보여주었다. 본 학습 단계에서의 학습활동은 문제풀이, 토론, 발표, 실험(실습), 조별 활동, 사례연구, 활동지 등 다양한 활동을 포함하는 능동적 학습활동(24), 개인/그룹별 모니터링/피드백/동료평가를 포함하는 코칭 및 평가(18), 전체 내용에 대한 디브리핑(혼란스러워하거나 명확화가 필요한 부분)인 미니강의 2(18), 이해도 점검을 위한 퀴즈풀기 및 지필고사(13), 많이 틀린 문제나 수업 전 질문에 대한 피드백 제공인 사전학습에 대한 질의 및 응답(12), 강의내용에 대한 디브리핑/강의자료에 대한 설명인 미니강의 1(6), 학생활동 가이드라인/학습 목표 제시인 수업안내(4), 다음 차시 관련 사전지식 제공(2), 추가 동영상 시청(1) 순으로 구성되었다. 본 학습 단계에서는 대부분 능동적 학습활동과 코칭 및 평가 활동을 포함하여 플립러닝이 학습자중심 수업임을 확인하였다.

또한, 사전학습 동영상의 내용을 보충 설명하는 미니강의 1보다는 학생들의 이해를 명확히 할 수 있는 내용을 설명하는 미니강의 2의 활용이 두드러졌고, 사전학습 점검 및 연계를 위한 퀴즈나 시험, 질의 및 응답이 활용되었다. 사후학습 단계에서의 학습활동은 성찰일지/활동지/실험(실습) 보고서 작성/과제 수정 및 최종본 제출을 하는 수업내용 정리 및 성찰(9), 개별복습/개별실습, 추가질의, 심화학습(6), 평가 및 피드백(6) 순으로 구성되었다.

강좌유형별로 살펴보면, 전공이론 강좌의 경우 11편 중 3단계 운영은 4편에 불과하였고, 사후학습 없는 2단계 운영이 다수였다. 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습이 모두 이루어졌고, 사전과제 작성 및 질문제출(3)이 일부 포함되었다. 본 학습 단계에서는 능동적 학습활동(10), 코칭 및 평가(10), 미니강의 2(10), 퀴즈풀기 및 지필고사(7), 사전학습에 대한 질의응답(6) 순으로 활용되었다. 사후학습 단계에서는 복습, 추가질의 및 심화학습(3)이 일부 나타났다. 전공이론과 실습 병행강좌의 경우 8편 중 3단계 운영은 5편이었다. 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습이 대부분(7) 이루어졌고, 퀴즈풀기(4)가 활용되었다. 본 학습 단계에서는 능동적 학습활동이 모두 이루어졌고, 코칭 및 평가(5), 미니강의 1(4), 미니강의 2(4), 퀴즈풀기 및 지필고사(4) 순으로 활용되었다. 사후학습 단계에서는 수업내용 정리 및 성찰(4), 평가 및 피드백(3), 복습, 추가질의 및 심화학습(2) 순으로 나타났다. 교양이론과 비교과의 경우 6편 중 3단계 운영은 5편이었다. 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습이 모두 이루어졌고, 실습 및 사전과제 작성제출(2)이 일부 이루어졌다. 본 학습

Table 4 Management strategies for each instructional stage in flipped learning engineering classes

수업 단계 / 연구자	사전학습				본 학습									사후학습		
	동영상 강의 및 강의자료 학습	실습 및 사전과제 작성제출	퀴즈 풀기	질문 제출	수업 안내	미니 강의 1	퀴즈풀기 및 지필고사	사전학습에 대한 질의 및 응답	동영상 시청	능동적 학습 활동	코칭 및 평가	미니 강의 2	다음 차시 관련 지식제공	수업 내용 정리 및 성찰	복습, 추가 질의 및 심화학습	평가 및 피드백
강철구(2018)	o						o	o								
김경아 외(2021)	o						o			o	o	o		o	o	
김동률(2018)	o						o	o		o					o	
김연·안창선 (2016)	o						o	o		o	o	o				
김옥분 외(2020)	o	o	o				o			o	o	o		o		o
김은경(2016)	o		o		o		o	o		o	o	o		o		o
민숙(2019)	o	o				o	o	o		o	o	o		o		o
송창용(2016)	o	o		o						o	o	o				
유재하(2017)	o	o		o			o	o		o		o				
윤성호(2019)	o									o	o	o				
이승민·이지연 (2017)	o				o		o	o	o	o	o	o			o	
이예경·윤순경 (2017)	o		o			o				o						
이은선·임희석 (2020)	o		o							o	o			o		
임경화·김태현 (2014)	o			o			o	o		o		o	o		o	
임경화·안정현 (2016)	o							o		o	o	o				
장성진(2017) 이론	o		o			o	o			o	o	o		o	o	o
장성진(2017) 이론+ 실습	o		o			o	o			o	o	o		o		o
장희숙(2020)	o	o				o	o			o	o	o				
정성희·곽민정 (2017)	o				o					o	o	o				o
정성희·김주연 (2018)						o		o		o	o	o				
최정빈·김은경 (2015)	o									o						
한지영(2019)	o	o		o				o		o	o	o	o	o		
허준영·한승연 (2016)	o									o					o	
허지훈·한승연 (2021)	o				o					o	o			o		
황인아(2017)	o							o		o	o	o				

단계에서는 능동적 학습활동이 모두 이루어졌고, 코칭 및 평가(5), 사전학습에 대한 질의응답(4), 미니강의 2(3) 순으로 활용되었다. 사후학습 단계에서는 수업내용 정리 및 성찰(4)이 주로 이루어졌다.

강좌규모로 살펴보면, 15명～50명 미만 17편에서는 3단계 운영은 9편이었고, 본 학습만 이루어진 경우가 1편이었다. 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습(16)이 대부분 이루어졌고, 퀴즈풀기(5), 실습 및 사전과제 작성 제출(5)이 활용되었다. 본 학습 단계에서는 능동적 학습활동(16), 코칭 및 평가(12), 미니강의 2(12), 퀴즈풀기 및 지필고사(9), 사전학습

에 대한 질의응답(8), 미니강의 1(6) 순으로 활용되었다. 사후학습 단계에서는 수업내용 정리 및 성찰(4), 평가 및 피드백(3) 순으로 나타났다. 50명 이상 6편 중 3단계 운영은 5편이었다. 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습이 모두 이루어졌다. 본 학습 단계에서는 능동적 학습활동이 모두 이루어졌고, 코칭 및 평가(5), 수업안내(3), 퀴즈풀기 및 지필고사(3), 미니강의 2(3) 순으로 활용되었다. 사후학습 단계에서는 수업내용 정리 및 성찰(4), 평가 및 피드백(2), 복습, 추가질의 및 심화학습(2)이 주로 이루어졌다. 15명 이하 2편 중 3단계 운영은 1편이었다.

Ⅳ. 결론 및 제언

학습자중심의 대표적 교육패러다임으로 평가되는 플립러닝은 전공계열에 따른 대표적 수업활동의 차이(도현미·김민정, 2019)를 갖는다. 따라서 공학교육에서의 성공적인 플립러닝 활용을 위해서는 구체적인 플립러닝 사례기반의 체계적 분석을 통한 이해가 필요하다. 따라서 본 연구는 공학교육에서의 플립러닝 연구 36편을 대상으로 발행연도, 연구물 형태, 기저 이론/모델 및 효과성 평가방법, 효과성/이점과 개선과제, 수업사례 특징 및 운영전략을 중심으로 체계적 고찰을 하였고, 공학교육에서 플립러닝 연구의 특징은 다음과 같다.

첫째, 공학교육에서 플립러닝 연구는 2016년부터 학술지 중심의 연구가 급증하고 있으며 최근 들어 교육학 기반 학술지 게재가 증가하고 있다. 둘째, 공학수업에서 플립러닝 활용사례 중심의 효과성 논의가 다수였고, 플립러닝의 특징 및 관련 연구 소개에 초점을 맞출 뿐 기저 이론/모델 제시는 미흡한 것으로 나타났다. 플립러닝의 효과성 평가는 주로 양적과 혼합연구방법을 활용하여 이루어졌다. 셋째, 대부분의 연구가 플립러닝의 효과를 확인하였고, 자기주도학습능력 및 고차원적 인지능력 발달, 수업만족도, 학습몰입도, 수업참여도 및 학업성취도 향상, 교수자와 학습자간, 학습자간 상호작용 증진, 수준별 학습, 충분한 실습시간 확보를 주요 효과로 제시하였다. 그러나 학습량에 대한 학습자의 부담감, 교수자의 업부무담 증가, 기술적 문제, 능동적 학습활동에 대한 학습자 인식과 수행능력에서의 개인차 및 교수자의 플립러닝에 대한 이해와 준비도 부족으로 인한 비효율적 수업운영이 플립러닝의 개선과제로 제기되었다. 넷째, 15명～50명 미만 전공강좌 특히 컴퓨터 관련 전공강좌에서의 활용이 많았다. 일반적인 플립러닝 수업과 달리 사전학습과 본 수업만 운영되는 경우가 많았으며, 사전학습 단계에서는 동영상 강의 및 강의자료 학습, 본 학습 단계에서는 능동적 학습활동, 코칭 및 평가, 교수자 강의가 주로 이루어졌다. 또한, 강좌유형별 플립러닝 운영전략에 차이를 나타냈다.

분석결과를 기반으로 향후 공학교육에서의 효과적인 플립러닝 수업운영을 위한 구체적 제안을 다음과 같이 제시하고자 한다. 첫째, 플립러닝에 대한 교수자와 학습자의 올바른 인식 확립을 위한 오리엔테이션 제공이다. 공학교육에서 플립러닝은 대부분 동영상 강의 시청, 팀 프로젝트, 토론, 발표 등 학습자중심 학습활동과 코칭 및 평가, 전체 내용 중 혼란스러워하거나 명확화가 필요한 부분에 대한 강의중심으로 운영되었다. 이로 인해 학습자는 기존 수업에 동영상 사전학습까지 추가되어 학습량에 부담을 느꼈고, 학습자중심 수업에 대한 이해 부족과 자기주도학습능력 차이로 사전학습과 팀 활동이 제대로 이루어지지 못하기도 하였다. 교수자도 플립러닝을 수업 전에 학습자가 강의 동영상이나 온라인 자료를 학습하고, 수업 중에는 요약 강의나 질의응답식 강의를 운영하는 것으로 인식(이예경·윤순경, 2017)함으로써 학생들의 질의에 대한 적절한 응답 제공이나 상호작용 활성화가 다소 미흡한 강의중심 수업으로 운영하기도 하였다(이성혜·김은희, 2019). 이로 인해 플립러닝은 블랜디드러닝과 구분되지 못하고 강의식 수업에 사전 동영상 수업과 팀 프로젝트중심의 학습자 활동이 추가된 형태로 나타났다. 따라서 플립러닝 활용 수업을 계획하는 교수자 대상으로 플립러닝의 특성, 수업단계별 사용 가능한 운영전략, 지원도구 및 유의사항, 협동학습 및 토의수업의 유형 및 평가방법, 교수자 역할 등에 대한 워크숍을 제공하는 것이 필요하다. 특히 팀 활동 중 교수자의 적절한 개입은 학생들의 팀 활동 참여와 학생 간 상호작용에 긍정적 영향을 미쳐 높은 학습성취로 연계된다는 점을 고려해(민숙, 2019), 교수자는 촉진자, 협력자, 가이드 등 다양한 역할 수행자로서 적극적인 수업참여 의지를 갖도록 해야 한다. 또한, 교수자도 수업계획서에 플립러닝을 명시하고, 학기 초 학습자에게 수업에 대한 가이드라인과 평가기준을 명확히 안내하여 이해와 참여를 증진하도록 하는 것이 바람직하다.

둘째, 수업유형과 학습자 특성을 고려한 수업설계이다. 분석결과 전공이론 강좌는 사전학습과 본 학습의 형태로 주로 이루어졌으며, 동영상 강의 및 강의자료 학습, 능동적 학습활동, 코칭 및 평가, 미니강의 2, 퀴즈풀기 및 지필고사, 사전학습에 대한 질의응답으로 주로 운영되었다. 이에 반해 이론과 실습 병행강좌는 사전학습, 본 학습, 사후학습으로 운영되는 경우가 상대적으로 많이 나타났다. 또한, 동영상 강의 및 강의자료 학습, 퀴즈풀기, 능동적 학습활동, 코칭 및 평가, 미니강의 1, 미니강의 2, 퀴즈풀기 및 지필고사, 수업내용 정리 및 성찰로 주로 구성되어 차이를 나타냈다. 따라서 동영상 학습 의존도가 높은 전공이론 강좌의 사전학습에서는 동영상 및 학습자료의

본 학습 관련 적절성, 이해 용이성, 집중도 및 학습량을 고려해 제공해야 하며, 동영상 외에도 텍스트 기반 읽기자료, 다양한 예시 및 배경지식 자료, 심화자료 등 다양한 형태의 추가 학습자료를 제공하는 것이 필요하다. 이때 자기주도학습역량, 흥미도, 학습유형, 학업성취도, 사회문화적 요인 등 학습자 특성과 수준을 고려해 학습자료의 수준을 다양화하여 자료 리스트(playlist)를 제공하고 학습자가 선택하여 읽게 하는 것도 효과적이다(Alamri et al., 2020; Walkington & Bernacki, 2018). 전공이론 강좌의 본 학습에서는 사전학습의 연계로 질의응답, 퀴즈 및 지필고사를 활용하고 있으나 강의자료에 대한 설명인 미니강의 1의 제공은 미흡하였다. 따라서 학습격차 발생을 최소화하기 위해 사전학습 과정에서 SNS 등을 활용한 실시간 질의응답 시스템 구축, 질문목록 작성, 본 수업에서의 질의제기 등에 대한 가산점 부여 등을 마련하고, 본 수업에서 또래 교수의 활용도 고려할 수 있다. 능동적 학습활동과 관련해서는 하브루타 방법, 프로젝트 활동, 팀 중심의 시각화 활동, 스피드 퀴즈 등 다양한 교수전략들의 시도가 필요하다(임정훈, 2016). 특히 플립러닝에서 팀 활동의 적극적 활용을 고려할 때 학습자 특성을 고려한 팀 구성을 통해 학습에 대한 개별책무성과 팀원 간의 긍정적 상호의존성을 촉진할 수 있도록 한다. 또한, 협동학습에서 발생할 수 있는 무임승차효과, 봉효과, 링겔만효과를 예방하기 위해 평가방법에서 개별점수, 집단점수, 발전점수(신명희 외, 2018)를 활용하는 것도 효과적이다. 본 수업에서 실습을 병행하는 경우 개인별 실습 수행 속도 차이를 고려해 실습 진행과정의 사전녹화 파일을 활용해 볼 수 있다. 비대면 플립러닝에서 본 수업을 녹화해 제공하는 것이 반복학습에 효과적인 점을 고려해(한수민 외, 2021) 대면 플립러닝에서도 이를 시도해 볼 필요가 있다. 전공이론 강좌는 이론과 실습 병행강좌와 달리 사후학습이 생략된 경우가 다수였다. 그러나 사후학습은 완전학습을 위해 필요하므로 학습자가 학습과정과 결과를 지속해서 평가할 수 있도록 학습데이터를 구축하고, 루브릭을 활용한 자가평가 및 Google Meet, Webex Meeting, GoToMeeting, Zoom, UberConference, RemoteMeeting, Gooroomee, VideoOffice 등 원격화상회의 도구를 활용한 성찰 및 심화학습의 기회를 제공하도록 한다.

셋째, 성공적인 플립러닝을 위한 대학 차원의 제도적·물질적 지원이다. 사전학습을 위한 동영상 제작에 대해 교수자는 심리적 부담감이 크다. 교수자가 직접 강의하는 형태의 동영상에 대한 학습자의 선호도(임경화·안정현, 2016)를 고려하되 차시별 특성에 적합한 동영상 자료, 오픈소스웨어, 읽기 및 토론자료 등을 활용하는 것도 교수자의 수업 부담감 경감에 효과적이다. 사전학습을 위한 동영상 제작 및 피드백 제공 등이 공식적 수업활동으로 인정되지 않은 상황에서 교수자는 플립러닝 강좌운영에 대한 부담감을 느낀다. 학습자도 사전학습의 학습량에 대한 수업 부담감을 느끼고 있어 대학 차원에서 플립러닝 운영관련 수업시간 인정이나 학점 배정을 달리하는 등 제도적 개선이 요청된다. 또한, 공학교육에서 플립러닝은 15명～50명 미만 전공강좌에서 주로 이루어져 플립러닝 운영과정에서 제한적인 강좌규모를 시사하였다. 따라서 대학 차원에서 수업설계 과정에서 교수법 전문가와의 협력 및 자문 지원, 참여 과정 중 발생하는 기술적 문제해결, 동영상 자료 제작 지원, 이동이 자유로운 강의실 배정, 플립러닝 관련 지식과 사례 공유를 위한 교수법 연구모임 지원 등으로 공학교육에서 플립러닝의 확산을 도모해야 할 것이다.

마지막으로, 본 연구는 RISS와 KCI에서 제공되는 학술논문과 학술대회 자료집 중 선정기준과 제한된 키워드 검색을 통해 선정된 논문만을 대상으로 하여 추후 연구를 통한 보완을 기대한다.

참고문헌

1. 강철구(2018). 제어공학의 플립드러닝 및 이러닝 강좌를 통한 공학교육 사례 연구. **대한기계학회 논문집,** 6(1), 17-25.
2. 김경아·김지심·안유정(2021). 비대면 환경에서 플립러닝 기반 프로그래밍 수업 설계. **한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집,** 29(1), 301-302.
3. 김경애(2016). 플립러닝과 전략적 텍스트를 활용한 이공계 글쓰기 교육 방법모색. **공학교육연구,** 19(1), 21-30.
4. 김동률(2018). 대학교양수학의 플립러닝과 플립PBL 효과성연구. **한국융합학회논문지,** 9(6), 209-215.
5. 김보경(2014). 교직수업을 위한 역진행 수업모형 개발. **교육종합연구,** 12(2), 25-56.
6. 김성빈·조민진·김재엽(2020). 혁신 교수법을 적용한 건축시공학습용 애플리케이션 개발 방안. **한국건축시공학회 학술발표대회 논문집,** 20(2), 293-299.
7. 김연·안창선(2016). 시스템 모델링 및 제어 수업의 플립드 러닝(Flipped Learning)의 적용 및 그 효과에 관한 연구. **공학교육연구,** 19(5), 72-77.
8. 김옥분 외(2020). 공과대학 플립드러닝 수업 적용 사례: 사고, 창의성 및 문제해결능력 중심으로. **교육문화연구,** 26(4), 187-212.
9. 김옥분·조영복(2018). AI 챗봇을 활용한 플립러닝 기반의 대학교육의 변화. **한국정보통신학회논문지,** 22(12), 1618-1624.
10. 김은경(2016). 데이터베이스 교과목에서 플립러닝 적용 사례. **한국정보통신학회논문지,** 20(4), 847-856.
11. 김재엽(2019). 플립러닝과 디자인씽킹을 적용한 건축공학종합

설계 교육과정 개발. **대한건축학회연합논문집, 21**(1), 89-95.
12. 노주성·임형은·김재엽(2018). 팀기반학습과 플립러닝을 적용한 건축시공 학습모형. **한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 18**(2), 69-70.
13. 도현미·김민정(2019). 대학 전공 영역별 플립러닝의 교실수업 활동 유형 분석. **학습자중심교과교육연구, 19**(14), 1061-1085.
14. 민숙(2019). 대학 미적분학 플립드 수업에서 팀프로젝트 탐구. **수학교육논문집, 33**(2), 47-66.
15. 송창용(2016). 플립드 러닝 적용을 위한 트리즈 분석과 공학수업에서 적용사례 연구. **지식경영연구, 17**(3), 207-225.
16. 신명희 외(2018). **교육심리학(4판)**. 학지사.
17. 유재하(2017). 신호처리 교과목에 대한 플립러닝 적용사례. **실천공학교육논문지, 9**(2), 125-132.
18. 윤성호(2019). 공과대학의 고체역학 교과목에 플립러닝의 적용사례. **공학교육연구, 22**(3), 68-77.
19. 이성혜·김은희(2019). 플립러닝 기반 공학수업 개선 방안 연구 - 국내 C대학 공학수업 운영 사례를 중심으로. **공학교육연구, 22**(2), 3-15.
20. 이승민·이지연(2017). 퀴즈를 활용한 이공계열의 플립드러닝 수업사례 연구. **교육정보미디어연구, 23**(3), 397-431.
21. 이예경·윤순경(2017). 학습자의 경험을 통한 플립 러닝의 재해석. **공학교육연구, 20**(1), 53-62.
22. 이은선·임희석(2020). 공과대학 전공기초과목에서의 플립러닝 수업이 학업성적에 미치는 영향 연구. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(3), 59-64.
23. 임경화, 김태현(2014). 공학전공수업에서 플립드 러닝(Flipped Learning) 적용을 위한 설계모형 탐색. **실천공학교육논문지, 6**(2), 77-84.
24. 임경화·안정현(2016). 공학생의 문제해결력 향상을 위한 질문생성 전략 활용 플립러닝 수업 설계. **실천공학교육논문지, 8**(2), 75-81.
25. 임정훈(2016). 대학교육에서 플립러닝(Flipped Learning)의 효과적 활용을 위한 교수학습 전략 탐색: 사례연구. **교육공학연구, 32**(1), 165-199.
26. 임지영·김세영(2019). 공학교육에서 교수 으뜸원리를 적용한 플립러닝 모델 및 교수전략에 관한 연구. **공학교육연구, 22**(1), 39-47.
27. 장성진(2017). 플립러닝을 적용한 알고리즘 이론교과목의 효과적인 교수학습방법 설계. **한국정보통신학회논문지, 21**(5), 1042-1048.
28. 장희숙(2020). 플립러닝 교수법을 응용한 수치해석 수업 사례 연구. **인터넷전자상거래연구, 20**(1), 117-130.
29. 정성희·곽민정(2017). 이공계형 플립러닝 모델이 학습자 인식, 자율성, 수업 흥미도 향상에 미치는 연구. **학습자중심교과교육연구, 17**(22), 353-376.
30. 정성희·곽민정(2018). 학습자 중심에서 본 이공계형 플립러닝 수업 곤란도 해결방안 연구. **학습자중심교과교육연구, 18**(10), 519-541.
31. 정성희·김주연(2018). 학습자 자율성 향상 건축 전공 수업 모델 연구. **학습자중심교과교육연구, 18**(18), 767-792.
32. 최정빈·김은경(2015). 공과대학의 Flipped Learning 교수학습 모형 개발 및 교과 운영사례. **공학교육연구, 18**(2), 77-88.
33. 한수민(2020). 학습자 중심 교육을 위한 플립러닝에서의 학습 구동력에 관한 연구. **실천공학교육논문지, 12**(2), 293-299.
34. 한수민·임경화(2020). 비대면 플립러닝 수업 방안에 관한 연구. **대한기계학회 춘추학술대회**, 1281-1284.
35. 한수민·임경화·성상만(2021). 대학의 비대면 플립러닝 수업 설계 및 적용 방안. **실천공학교육논문지, 13**(1), 19-27.
36. 한지영(2019). '창의적문제해결방법론' 교과목의 플립러닝 수업 설계에 관한 연구. **공학교육연구, 22**(1), 22-28.
37. 허준영·한수민(2016). 공학전공기초실습에 플립러닝 적용사례. **실천공학교육논문지, 8**(2), 83-89.
38. 허지훈·한승연(2021). 플립러닝과 메이커교육을 연계한 확률과 통계 수업 효과성 연구. **교육연구, 43**(1), 23-44.
39. 황인아(2017). 플립드 러닝을 기반으로 한 대학수학 클리닉 수업의 효과 분석. **교사교육연구, 56**(3), 227-246.
40. Alamri, H. et al.(2020). Using personalized learning as an instructional approach to motivate learners in online higher education: Learner self-determination and intrinsic motivation. *Journal of Research on Technology in Education,* 52(3), 322-352.
41. Bates, S., & Galloway, R.(2012). The inverted classroom in a large enrolment introductory physics course: A case study. Paper presented at HEA STEM Conference, London, United Kingdom. Apr 12-13.
42. Bergmann, J., & Sams, A.(2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day.* Washington, DC: Internal Society for Technology in Education.
43. Bishop, J. L., & Verleger, M.(2013). The flipped classroom: A survey of the research. Paper presented at *Proceedings of 120th ASEE Annual Conference & Exposition*, 30, 1-17. Atlanta, GA. June 23-26.
44. Elliott, R.(2014). Do students like the flipped classroom? An investigation of student reaction to a flipped undergraduate IT course. Paper presented at the *Proceedings of 2014 IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-7. Madrid, Spain, Oct. 22-25.
45. Enfield, J.(2013). Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. *Tech Trends*, 57(6), 14-27.
46. Karabulut-Ilgu, A., Cherrez, N. J., & Jahren, C. T.(2018). A systematic review of research on the flipped learning method

in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 398-411.

47. Kim, O., Cho, Y., & Yoo, H.(2019). Analysis of differences in learning flow, thinking, and creativity before and after participating in flipped learning classes for engineering. *International Conference on Future Information & Communication, Engineering*, 11(1), 361-364.
48. Liberati, A. et al.(2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ*, 339: b2700.
49. Walkington, C., & Bernacki, M.(2018). Personalizing algebra to students' interests: How student funds of knowledge moderate outcomes. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29(1), 58-88.
50. Warter-Perez, N., & Dong, J.(2012), Flipping the classroom: How to embed inquiry and design projects into a digital engineering lecture. In *Proceedings of 2012 ASEE/PSW Section Conference*, Califonia, Polytechnic State University, San Luis Obispo.

이지연 (Lee, Jiyeon)
1992년: 이화여자대학교 과학교육학과 졸업
1994년: 서울대학교 대학원 교육학과 석사
2001년: University of Wisconsin-Madison Continuing & Vocational Education, Ph.D.
2003년~현재: 명지대학교 방목기초교육대학 교수
관심분야: 수업컨설팅, 협력학습, 강의평가, 원격교육, HRD
E-mail: jiyeonlee@mju.ac.kr