

‘선형대수학’ 플립드러닝(Flipped Learning) 강의 모델 설계 및 적용

박 경 은 (성균관대학교)

이 상 구 (성균관대학교)†

본 연구에서는 문헌 및 사례 분석을 통해 효과적인 플립드러닝 강의 모델을 모색해 보고, 그간 대학에서의 ‘선형대수학’ 강의를 위하여 시도한 다양한 플립드러닝 강의 경험을 정리하여 ‘선형대수학’ 강의 모델을 개발하고 실제 강의 현장에 적용해 플립드러닝의 효과를 연구자의 입장에서 뿐만 아니라 학습자의 관점에서 그 과정과 결과를 분석하며 검증하였다. 그 결과, 플립드러닝은 학생들이 미리 온라인 동영상 강의를 듣고 수업에 참여하므로 다양한 학습자 중심의 활동으로 구성이 가능하며, 따라서 수학적 지식 습득에 성취감을 고취시킬 뿐 아니라 학생들의 참여도와 자신감 그리고 도전의욕 증가에 유의미한 영향을 준 것을 충분한 데이터와 설문조사를 최신 통계기법을 활용하여 분석함으로써 확인하였다.

I. 서 론

최근 대학 교육의 새로운 교육 방법으로 플립드러닝(Flipped learning)이 주목을 받고 있다. 대학 e-러닝의 진화된 형태인 플립드러닝은 테크놀로지와 교실 수업이 접목된 블렌디드 러닝(blended learning)의 한 형태이다. 즉, 기존 교수자 중심의 강의식 수업이 가정학습(온라인 동영상강의 시청 등)에서 이루어지고 학교에서 배운 내용을 적용하던 ‘과제(토론, 토의, 프로젝트 및 문제해결 활동)’를 교실에서 진행하는 방법이다. 이때, 학습효과를 증진시키기 위해 테크놀로지를 활용한다(엄우용, 2014). 따라서 플립드러닝은 기존의 교육방법에 변화를 주어 학생 중심의 수업을 구현하기 위한 대안으로 관심을 받고 있다. 외국의 경우 다양한 대학에서 플립드러닝을 적용하고 있으며(Bates, Galloway, 2012; Enfield, 2013; Davies, Dean, Ball, 2013), 국내의 경우도 KAIST, 유니스트 등에서 플립드러닝의 적용 사례를 소개하고 있다(김양수, 2012; 임철일 외, 2014; 김백희 외, 2014). 이들 연구들에 의하면 플립드러닝이 학생들의 학업성취도, 만족도, 참여도 등에 있어서 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다.

그러나 최근 소개되는 많은 플립드러닝의 사례들은 수업 전 강의 동영상 자료를 만들어 제시하는 것에 중점을 두며, 강의 동영상 자료를 제공하기만 하면 효과적인 학습이 발생할 것으로 즉, 온라인 동영상 자료와 플립드러닝을 동의어로 오해하는 상황이 발생하고 있다(Hertz, 2012). 플립드러닝의 초기 주창자인 Bergmann과 Sams(2012)에 의하면 플립드러닝에서 가장 중요한 것은 ‘면대면 수업에서 발생하는 상호작용과 유의미한 학습 활동’이며, 단순히 강의 동영상을 제공하는 차원이 아니라 교실 수업을 어떻게 설계하고 운영하느냐에 따라 달라질 수 있다는 것이다. 또한 플립드러닝에서 학생들이 교실 수업에 참여하기 전에 얼마나 열심히 사전 학습에 참여하느냐가 플립드러닝의 성공 요소라고 지적했다. 그러나 수동적인 강의식 수업에 익숙하거나 자기 주도적 학습능력이 부족한 학습자들에게는 플립드러닝이 반영된 수업이 학습 부담을 가중시키는 요소가 되어 거부감을

* 접수일(2015년 9월 15일), 심사(수정)일(1차: 2015년 10월 21일, 2차: 2015년 10월 27일), 게재 확정일(2015년 11월 17일)

* ZDM 분류 : B45, D75, U55

* MSC2000 분류 : 97C80, 97D40, 97U50

* 주제어 : 플립드러닝, 선형대수학, 대학수학교육

† 교신저자 : sglee@skku.edu

증가시킬 수도 있다(김남익 외, 2014).

이에 본 연구에서는 ①문헌 및 사례 분석을 통해 효과적인 플립드러닝 강의 모델을 모색해 보고, 그간 대학에서의 ‘선형대수학’ 강의를 위하여 시도한 다양한 플립드러닝 강의 경험을 정리하여 ②‘선형대수학’ 강의를 위한 플립드러닝 강의 모델을 개발한다. 또한 이를 실제 강의 현장에 ③적용해 교수자의 입장에서 뿐만 아니라 학습자의 관점에서 그 과정과 결과를 분석하여 강의 모델 활용의 가능성을 확인하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 플립드러닝의 개념 및 특징

플립드러닝의 개념은 강의 중심의 교실수업과 가정학습 형태인 숙제 요소의 순서를 바꾼 교육모델을 말한다(EDUCAUSE, 2012). 다시 말해, 수업 전에 교수자는 배울 내용의 동영상 자료 제작, 신뢰성이 높은 인터넷사이트의 활용(예를 들면, Khan Academy 등) 및 교육 자료(ppt 자료)를 미리 준비하여 온라인을 통해 학생들에게 제공하거나 학생들이 직접 웹 사이트 검색을 통해 관련 주제의 자료를 선별할 수 있도록 도와주고, 학생들은 수업 전에 동영상 및 교육 자료를 자신이 편한 시간에 원하는 장소에서 활용하면서 스스로 학습 수준을 조절하여 수업에 참여한다. 그리고 실제 수업시간에는 학생들이 사전에 습득한 지식을 적용해 보는 토론, 토의, 문제 해결, 프로젝트 학습 등과 같은 활동에 참여하고 교수는 학생들의 그 과정을 확인하고 개별화 지원을 제공한다(Davies et al. 2013; Hamdan et al., 2013).

따라서 플립드러닝은 전형적인 교실수업 환경과 비교해 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 학생들이 단순히 수업을 듣는 수동적인 수강자에서 선행학습을 수행하는 활발한 학습자로 바뀐다. 둘째, 배울 내용에 대해 스스로 학습하는 것이 선행되고 실제 수업 시간에는 본인이 학습한 내용 및 수준을 바탕으로 개별화된 수업을 진행할 수 있는 형태로 전환된다. 셋째, 수업시간은 학생들이 고차원적인 문제해결을 위한 활용의 시간으로 된다. 다시 말해, 선행학습이 부족할 경우는 수업시간에 보충학습을 수행할 수 있고 반대로 선행학습 수준이 일반학생들에 비해 뛰어날 경우는 교수의 도움을 받아 심화학습을 수행한다(Bergmann et al. 2012).

더불어 플립드러닝에서 교수는 수업 전 학생들이 개념 획득을 위해 어떤 내용을 학습해야 하며 교실수업의 효과를 최대화하기 위해 어떤 학습 내용을 어떤 교수방법으로 최적화해야 하는지 등을 고려하는 역할을 한다. 따라서 교수가 학습자를 가르치는 수업시간이 사라지는 것이 아니라 오히려 활동의 전 과정에서 잘 훈련되고 전문성을 갖춘 교수자여야 하는 것이다(이지연 외, 2014).

2. 플립드러닝 강의 모델에 대한 선행연구

플립드러닝을 반영한 강의 모델의 형태는 다양하지만, 공통점은 전통적인 수업에서 중심이 되었던 활동과 집에서 했던 과제와 같은 활동이 거꾸로 바뀌었다는 것이다(Herleid et al. 2013; Strayer, 2012). 학생들은 수업 전에 비디오, 학습자료 등을 통해 미리 강의를 듣거나 예습을 하며, 수업시간에는 강의 이외의 다양한 활동을 통해 학습을 한다([그림 II-13]).

3) <http://www.washington.edu/teaching/teaching-resources/flipping-the-classroom>



[그림 II-1] 전통적인 수업과 거꾸로 학습의 특징 비교

함단(Hamdan et al., 2013)에 의하면 플립드러닝의 기본 요소인 학습자료, 수업활동 그리고 테크놀로지(technology)는 전통적인 교수·학습에서의 활용과 구별된다. 즉, 학습 자료는 수업 전에 미리 선행학습 할 수 있도록 제공되어야 하는데, 수업 전에 교수자는 학습자가 배울 내용을 전달하는 강의 내용을 직접 동영상으로 제작하거나 읽기 자료로 제작하여 학습자에게 제공하거나 온라인상의 관련 주제의 자원을 선별하여 학습자에게 제공하며 학습자는 수업 전에 제공된 학습 자료를 미리 자신의 속도에 맞추어 자기 주도적으로 학습한다. 그리고 실제 수업 활동은 학습자가 사전에 선행 학습한 지식을 적용 할 수 있는 토론, 토의, 문제해결 등의 활동으로 구성되며 학습자는 수업활동에 적극적으로 참여하고 교수자는 수업 활동을 계획하여 수행하고 활동 과정을 확인하며 학습자에 대한 심화지도 및 개별화 지도를 한다. 이 때, 테크놀로지는 교육적 내용을 전달하기 위한 도구로서 교육이 학습자 중심으로 바뀌는 중요한 역할을 담당한다. 특히 플립드러닝이 최근 들어 주목받기 시작한 것은 과학의 발달 및 컴퓨터나 모바일 디바이스를 활용한 웹에 대한 접속이 원활해 졌기 때문이며(김백희 외, 2014) 따라서 플립드러닝에서는 선행학습과 수업활동을 지원할 수 있는 교육적 환경으로서의 교수매체인 테크놀로지가 필수적 요소이다.

플립드러닝에 이러한 기본 요소가 포함된다면 고정된 단일한 수업 모델로 정해질 필요는 없으며(EDUCAUSE, 2012) 수업의 성격과 목표에 따라 다양한 수업 모델이 존재할 수 있다. 그러나 미국 텍사스 대학의 교수학습센터⁴⁾에서는 플립드러닝 수업의 공통된 흐름을 수업 전, 수업 중, 수업 후로 나누어 설명하고 있다. 즉, 수업 전에 학습자는 상호작용적인 학습 모듈을 통해 학습하고, 수업 중에는 핵심 개념을 적용해 보고, 피드백을 받으며, 수업 후에는 자신의 이해도를 점검하고 더 복잡한 과제로 학습 영역을 확장하게 된다. 특히 수업 중에는 퀴즈, 문제중심학습, 사례연구, 실험, 게임, 시뮬레이션 등 다양한 형태의 활동이 진행될 수 있다(Herredt et al., 2013).

III. 플립드러닝 강의 모델 설계 및 적용

1. 연구 대상과 환경적 특성

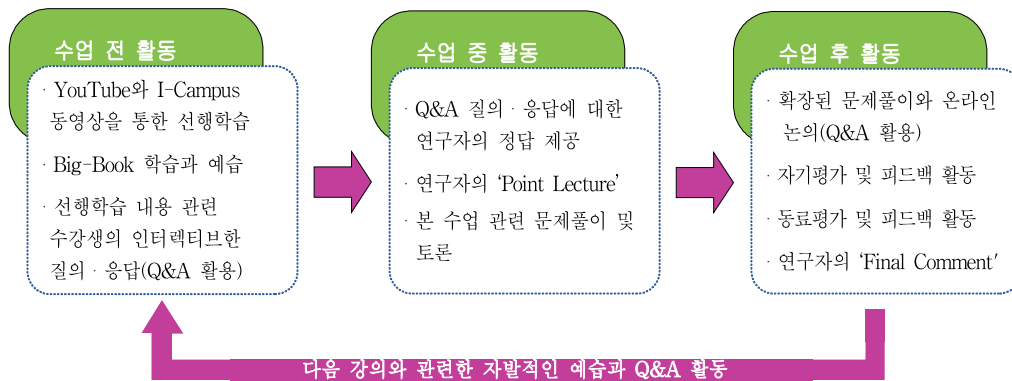
본 연구의 대상자는 S대학교 교양기초(BSM: Basic Science and Mathematics) 과목인 '선형대수학'을 수강한 1~4학년 학생 305명이다. 연구는 2014년 선형대수학 강의 시간에 자체 제작한 동영상을 2015년 선형대수학 강의 시간에 Online 강의로 활용하여 플립드러닝 강의를 진행하였다. 동시에 2015년 강좌를 운영하면서 추가로 동영상을 개발하여 활용하였다. 선형대수학 강좌를 선택하여 참여한 학생들은 교수의 설명식 수업에 익숙해 있었고 이전에 플립드러닝 방식의 강의에 참여한 경험이 없었다. 이 강의에 참여한 모든 학생들은 노트북이나 스마트폰을 소지하고 있으며, 동영상 강의나 유튜브(YouTube)를 사용해 본 경험이 있었다.

⁴⁾ <http://ctl.utexas.edu>

⁵⁾ 초기 수강인원은 35명이었으나 수강 변경 후 마지막 설문에 참여한 인원은 30명이다.

2. 강의 모델 설계

단순히 수업 활동을 거꾸로 돌린다고 해서 학습자의 능동적인 참여를 보장할 수는 없다. 더욱이 플립드러닝의 핵심적인 요소는 학습자들의 자발적이고 능동적인 참여인데, 이를 보장하기 위해서는 좀 더 체계적인 플립드러닝 강의 설계가 필요하다. 그래서 본 연구에서는 미국 텍사스 대학의 교수학습센터의 플립드러닝 강의안을 기초로 하고 20여 년간 ‘선형대수학’을 강의해온 전문가의 수업 전개관련 다양한 방법⁶⁾을 포함하여 [그림 III-1]와 같이 수업 전-수업 중-수업 후 3단계에 따른 강의 모델을 설계하였다.



[그림 III-1] 플립드러닝 강의 모델 3단계

특히 수업 전 활동에 활용할 선행학습 자료는 2014년 1학기 ‘선형대수학’ 강의를 통해 자체 제작된 동영상에 한국방송통신대학교 프라임칼리지 사이버 랩⁷⁾의 자료를 포함한 연구자의 다수 선행연구(박경은·이상구, 2015; 이상구·김경원·이재화, 2013; 이상구·김경원, 2013; 이상구·장지은·김경원, 2013; 이상구·이재화·함윤미, 2012; 이상구 외, 2009; Lee·Kim, 2009)에서 개발된 내용을 포함하여 준비했다.

이 때, 강의 모델 설계에서 초점을 둔 사항은 다음과 같다.

첫째, 플립드러닝 강의 모델은 학습자가 선형대수학적 지식과 이를 활용할 수 있는 능력을 효과적으로 향상시킬 수 있는 수업 모형 설계가 되어야 한다.

둘째, 플립드러닝 강의 모델은 선형대수학과 관련하여 학습자에게 다양한 경험을 제공할 수 있어야 한다.

셋째, 플립드러닝 강의 모델은 학습자가 흥미를 가지고 적극적으로 교육 프로그램에 참여할 수 있도록 한다.

⁶⁾ Linear Algebra (선형대수학) 콘텐츠 1 :

<http://matrix.skku.ac.kr/CLAMC/index.html>

Linear Algebra (선형대수학) 콘텐츠 2 :

<http://matrix.skku.ac.kr/LinearAlgebra.htm>

Credu-선형대수학 : <http://matrix.skku.ac.kr/Credu-CLA/index.htm>

선형대수학 동영상 강의 시리즈 1 : <http://matrix.skku.ac.kr/SOCW-sglee.htm>

선형대수학 실습실 : <http://matrix.skku.ac.kr/LA-Lab/>

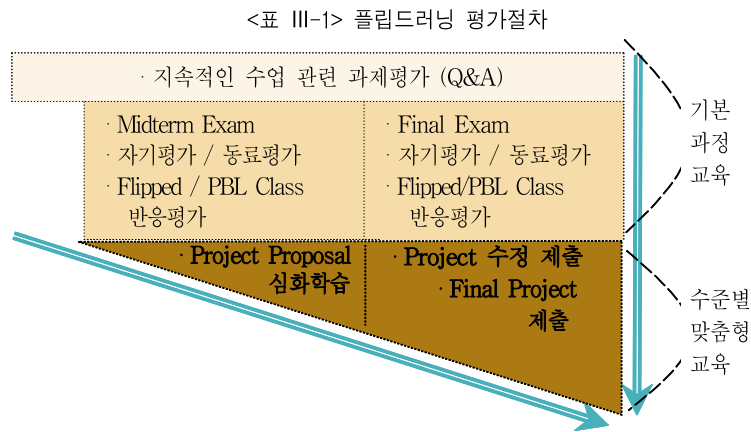
이차형식 실습실 : <http://matrix.skku.ac.kr/2014-Album/Quadratic-form>

선형대수학 Q&A :

<http://matrix.skku.ac.kr/2008-Album/CLA-Q&A-YHLee.htm>

⁷⁾ <http://mathlab.knou.ac.kr>

따라서 본 연구에서 설계한 플립드러닝 강의 모델은 일반적인 플립드러닝 강의 모델을 유지하면서 온라인을 통해 연구자와 학생 간 그리고 학생들 간의 지속적인 피드백을 통해 서로 알고 있는 부분을 더욱 심화하여 학습할 수 있는 쌍방향 자기 주도적 학습이 가능하도록 설계되었다. 특히 수업 후 활동이 본 강의의 마무리가 아닌 다음 강의에 대한 연장이 되며, 따라서 수강생들은 모든 강의마다 이전 강의와 다음 강의를 자기 주도적으로 연결하여 학습을 연장할 수 있도록 설계되었다. 더불어 수강생의 쌍방향 자기 주도적 학습을 객관적으로 평가하면서 동시에 선형대수학에 대한 지식의 발전 과정을 함께 평가하기 위하여 <표 III-1>의 평가절차에 따라 지속적으로 평가하는 방안도 함께 모색되었다.



3. 플립드러닝 강의 모델 적용

(1) 강의 진행 과정 및 핵심역량

본 연구에서는 S대학교 2015년 1학기 ‘선형대수학’ 강좌에 플립드러닝 강의 모델을 적용하였다. <표 III-2>는 강의 진행 내용의 일부이다.

<표 III-2> 2015년 1학기 선형대수학 강의 진행 (일부)

년도/학기	2015-1학기	학수번호	**** / **
교과목명	선형대수학	교강사명	***
개요/진행	학생들은 미리 탑재된 모든 수업 관련 동영상은 http://matrix.skku.ac.kr/LinearAlgebra.htm 과 http://matrix.skku.ac.kr/Cedu-CLA/index.htm 를 통해 그리고 사이버 실습실 http://matrix.skku.ac.kr/LA-Lab/ 및 무료 모바일 CAS 도구 http://matrix.skku.ac.kr/knou-knowls/ 를 통하여 수업 전에 검토하고 오프라인 수업에서 만나 토론을 통한 개념이해와 계산능력 및 응용의 전 과정을 학습한다. 마지막으로 학습자가 이해한 개념을 스스로 정리하여 발표하고 자신의 전공분야에 활용하는 주제로 프로젝트를 수행하는 연구 경험을 통하여 창의적인 가치를 창출할 수 있는 능력을 증가시킨다. (생략)		

‘선형대수학’ 강좌는 1학기 총 15주 수업으로 진행되며, 매 주 2회 총 3시간동안 진행된다. 수업 전에 수강생

의 선행학습을 위해 연구자⁸⁾는 이미 준비된 국문⁹⁾과 영문 전자책¹⁰⁾ 교재와 동영상 강의를 포함한 학습 콘텐츠를 사이버 강의실(I-Campus)과 유튜브(YouTube)¹¹⁾를 통하여 탑재하였으며, 수강생은 탑재한 콘텐츠를 I-Campus나 YouTube를 통하여 온라인으로 학습 할 수 있을 뿐만 아니라 모바일 디바이스를 이용해서도 학습 할 수 있다. 또한 연구자와 수강생 모두 강의 자료와 수업에 필요한 기타 자료들을 I-Campus에 탑재 및 다운로드 할 수 있다. 수업시간 이외에 이루어지는 연구자와 수강생의 소통 및 수강생간의 소통은 I-Campus에 준비된 1:1 문의, 공개토론, Q&A 자유게시판 등을 통해 이루어졌다. 이러한 환경은 수강생이 시간과 장소에 구애받지 않고 동영상 자료를 시청할 수 있으며, 수업 시간에 필요한 내용을 선행학습 할 수 있고 상호작용을 할 수 있도록 하기 위함이다. 이 수업의 장점은 그 주에 학습하는 내용을 연구자가 수업 전에 강의로 올려주어 미리 예습을 하고 수업에 참여하여, 좀 더 집중력 있게 학습에 참여할 수 있도록 돕고 학습 이해도를 높일 수 있다는 것이다. 또 Q&A 게시판을 통해 지속적으로 피드백을 하여 연구자와 학생 간에 그리고 학생들 간의 피드백을 통해 서로 알고 있는 부분을 더욱 심화하여 학습할 수 있다는 것이다.

(2) 강의 모델 실행 및 과정

플립드러닝 강의는 「수업 전-수업 중-수업 후」로 구분되어 설계 및 실행되었고 <표 III-3>은 본 강의 전에 선행학습 가능한 동영상과 연구자의 본 강의 'Point Lecture'을 녹화한 동영상 목록¹²⁾의 일부이다.

<표 III-3> 2015년 1학기 플립드러닝 강의 동영상 목록 (일부)

주제	동영상	
	I-Campus	Point Lecture
Lecture 1 도입	http://youtu.be/Mxp1e2Zzg-A	http://youtu.be/w7IzR4nGa3Q
...		
Section 6.3 핵과 치역	http://youtu.be/9YciT9Bb2B0	http://youtu.be/H-P4IDgruCc
...		
Section 10.3 Jordan Canonical Form with Sage	http://youtu.be/NBLZPcWRHYI	http://youtu.be/LxY6RcNTEE0
...		

가. 수업 전

강좌가 시작되기 1주 전 초기 선형대수학의 역사에 대한 자료(이상구 · 이재화 · 함윤미, 2012)를 읽고 보고서를 1주차에 제출하도록 하여 강좌와 관련된 전반적인 배경과 강좌의 목표를 이해하는데 필요한 구체적인 동기를 제공하였다. 수업 전 단계는 본 연구자가 제작한 동영상과 교재(무료 전자교재 포함)인 Big-Book([그림 III-2])을 학습자가 학습 모듈에 따라 스스로 학습을 하는 선행학습 단계이다.

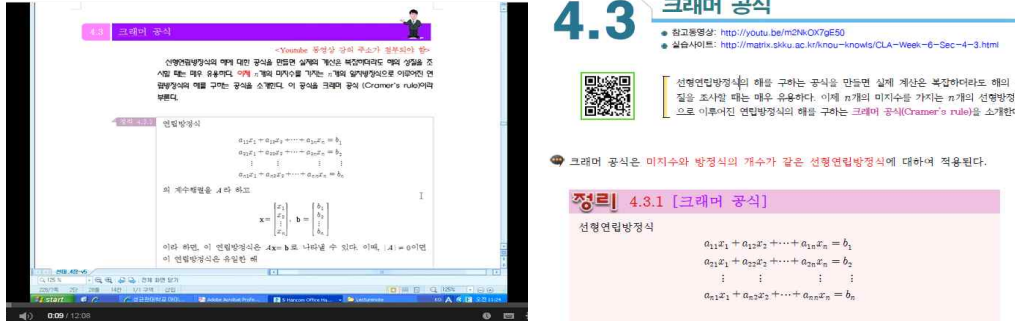
8) 본 연구의 '연구자'는 강좌를 운영한 '교수자'이므로 원고에서는 '교수자'와 '연구자' 명칭을 '연구자'로 통일한다.

9) <http://matrix.skku.ac.kr/2015-Album/BigBook-LinearAlgebra-SGLee-New-2015.pdf>

10) <http://matrix.skku.ac.kr/2015-Album/Big-Book-LinearAlgebra-Eng-2015.pdf>

11) YouTube는 모바일 기기에서 동영상 활용이 가장 자유로운 도구로 자기 주도적 학습에서 세계적으로 그 활용이 확대되고 있다. 따라서 본 연구에서도 '선형대수학'에 참여한 수강생들이 소지하고 있는 도구에 구애받지 않고 언제 어디서나 자기 주도적으로 학습할 수 있는 환경을 조성하였다.

12) 'Point Lecture'는 본 수업시간에 연구자에 의해 진행된 것이며 이후 수강생들의 학습에 활용하기 위하여 녹화한 것이다.



[그림 III-2] 동영상과 e-Book 자료

그리고 [그림 III-3]는 선형학습과 관련해 수강생의 자기 주도적 활동이 활발히 진행되고 있는 Q&A이며, 수강생들은 쌍방향으로 질의와 응답을 지속적으로 주고받으면서 본 수업 전에 충분히 강의와 관련한 내용을 숙지하고 스스로 지식을 어느 정도 완성해 준비도를 높였다.

Q/A	이름	교수	2015.03.08	10	
86	크래머의 방벳이 무엇인가요??	박민	2015.03.08	27	N
85	ReFinal : 크래머의 공식	손성민	2015.04.29	2	
84	답변드립니다.	손성민	2015.03.08	29	N
83	답변드립니다.	길병찬	2015.03.08	29	N
82	Final: re : 답: 선형대수학에서, Cramer 공식은 몇가지 조건을 만족하는 선형연립방정식의 경우 그 해를 쉽게 행렬식을 이용하여 구하는 방법입니다.	신홍철	2015.03.08	24	N

[그림 III-3] 선형학습과 관련한 Q&A 활동

나. 수업 중

수업 중 단계는 선형학습에 대한 질문과 피드백을 통한 학습 확인과 연구자의 'Point Lecture'가 진행되며, 학습자의 모둠별 문제풀이 및 발표와 질의·응답이 전개되는 교실수업 단계이다. 이때, 일반적인 플립드러닝 강의는 학습자들이 문제를 풀고 발표하는 등 학습자 중심으로만 전개되어 본 수업의 핵심을 놓치는 사례 및 문제를 보완하기 위하여 연구자는 미리 충분한 논의가 있었던 Q&A 질의·응답에 대하여 피드백을 하면서 올바른 지식의 유무를 확인하고 부족한 부분을 채우면서 정답을 제공하며 이후 수강생이 자기 주도적으로 선형학습 한 주제에 대하여 'Point Lecture'를 진행하면서 최종적으로 수강생이 강의 내용을 정리하고 명확히 하며 더욱 발전된 내용으로 지식을 확장할 수 있도록 길잡이 역할을 하였다([그림 III-4]).



[그림 III-4] Point-Lecture

다. 수업 후

수업 후 단계는 수강생들이 수업 전과 수업 중 단계를 통하여 학습한 내용을 적용할 수 있는 과제가 제공되고 온라인(Q&A)에서 더욱 쌍방향의 상호작용 활동을 하는 단계이다. 수업 후 단계는 시간에 구애 없이 학습과 관련하여 연구자와 수강생 간의 지속적인 상호작용이 가능하다. 특히 매 수업내용과 관련한 과제의 해결 과정과 결과를 공유하고 수정하며, 수강생들 서로가 또는 연구자 및 튜터에 의한 'Final Comment'가 주어졌다([그림 III-5]).

1894	bigbook P235 기저에 관한질문	이	2015.06.06
1893	이: 군, Re: bigbook P235 기저에 관한질문 답. 기저가 되려면, 정의, 정리, 성질로부터 자연스럽게 $s=n$ 이 되어야 합니다.	(교수)	2015.06.06
1892	P230 문제8 변형	이	2015.06.06
1891	p230 문제 8번 변형 Finalize	이	2015.06.06
1890	Final OK by 김 p230 문제 8번 변형 Finalize	김 (튜터)	2015.06.07
1889	P209 예제2번 변형	이	2015.06.05
1888	finalize. p209 예제2	김	2015.06.06
1887	Final OK by 김 finalize. p209 예제2	김 (튜터)	2015.06.07
1886	Flipped class가 꼭 수학교육에만 국한되지 않는다는 걸 보여주는 기사입니다.	이	2015.06.05
1885	385p 문제 3 Refinalized by 오	오	2015.06.05
1884	Final OK by 김 385p 문제 3 Refinalized by 오	김 (튜터)	2015.06.07
1883	다음 행렬의 Jordan 표준형을 구하여라. 401p 문제 4번 Solved by 오경원	오	2015.06.05

[그림 III-5] 수업 후 'Final Comment' 활동

IV. 플립드러닝 강의의 교육적 효과 결과 분석

1. 조사 방법

본 연구는 대학에서 이루어지는 교양 및 전공 수학교육의 효과성을 알아보기 위한 목적으로 실시되었다. 따라서 본 연구의 대상은 연구자의 주관적 판단 기준에 의거하므로 비확률표본추출법인 유의표본추출법으로 표본을 선정하였다. 그리고 플립드러닝 강의에 대한 효과성 검증의 신뢰도를 높이기 위해 대안법(Alternate-Form Method) 척도를 수정하여 '자기평가'와 '동료평가'를 서로 비교하여 측정하였으며, 수업 후 실시한 'Flipped/PBL Class 반응평가(학생용)' 척도는 내용타당도(Content Validity)를 확보하기 위해 수학교육 박사 2명과 박사과정 1명의 검증을 거쳤다. 다음은 플립드러닝 강의 효과를 측정하기 위한 구체적인 조사 대상 및 설문 조사의 주요 내용이다.

1) 연구 대상

<표 IV-1>에서와 같이 플립드러닝 강의에 참여한 수강생은 모두 30명이며, 1학년부터 4학년까지 고른 분포를 보였다. 그리고 1학년 %는 전공 선택 전이므로 자연과학계열, 공학계열, 자연과학대학 소속이며 공과대학이 % 그리고 정보통신대학이 %이다. 이들은 모두 플립드러닝 강의를 처음 경험해보았으며, 본 강의 수강인원 35명 중 30명이 자발적으로 설문에 참여하였다.

<표 IV-1> 응답자의 인적사항

	인적사항	응답자수(명)	구성비
학년	1	9	30%
	2	8	27%
	3	7	23%
	4	6	20%
	총	30	100%
성별	남	28	93.3%
	여	2	6.7%
	총	30	100%

	인적사항	응답자수(명)	구성비
소속 전공	자연과학계열	6	20%
	공학계열	2	7%
	자연과학대학	1	3%
	공과대학(기계공학부, 시스템경영공학과, 건축토목공학부, 사회환경시스템공학과)	12	40%
	정보통신대학(전자전기공학부, 컴퓨터공학과)	9	30%
	총	30	100%

2) 설문조사의 주요 내용

본 연구에서 사용된 설문지는 ‘자기평가’와 ‘동료평가’ 그리고 ‘Flipped/PBL Class 반응평가’ 3가지 유형이며, 각각에는 양적측면의 평정척도를 이용한 문항과 질적 측면의 주관식 설명문항을 동시에 포함시켜 평정척도 문항의 내적타당도를 직접 확인하도록 구성하였다.

‘자기평가’와 ‘동료평가’(부록1)에 대한 동시적인 분석은 플립드러닝 강의에 대한 효과성 검증의 신뢰도를 측정하기 위해서이며, 수강생 스스로 그리고 동료에 대한 온라인-오프라인 수업 참여도, Q&A 참여와 기여도 그리고 동료와의 협동과 동료의 의견 존중을 포함시켰다. 내용타당도 검사를 통해 정리된 ‘Flipped/ PBL Class 반응평가(부록2)’ 설문지는 플립드러닝 강의를 통해 수화에 대한 수강생의 인지적 측면, 정의적 측면 그리고 연구자의 프로그램을 동시에 평가하기 위하여 다음의 3개 영역으로 구성되어 있다(<표 IV-2>).

<표 IV-2> 설문조사 주요 내용

영역		평가내용 (번호)
수강생	인지적 측면	- 새로운 지식의 획득과 지식수준의 향상 (3번) - 추론, 의사소통, 문제해결기술의 습득과 향상 (4번, 6번, 11번, 12번) - 수학적 전문성의 향상 (8번)
	정의적 측면	- 수업 참여의 적극성 (1번) - 자기 주도적 학습기술 습득의 필요성 인식 (5번) - 문제해결절차를 통한 학습의 중요성 인식 (13번)
교수자	프로그램	- 학생들이 자신의 능력을 발휘하는 강의 (2번) - 학습과정에 대한 합리적인 평가 방법이 이루어진 강의 (10번) - 수업이 효과적으로 전개된 강의 (14번) - 다시 참여하고 싶은 강의 (15번)

그리고 인지적 측면과 정의적 측면, 프로그램 각각을 심층적으로 분석하기 위하여 연결문항을 각각 추가하였다. 더불어 플립드러닝 강의의 일부인 ‘Online’ 수강에 대한 수강생 참여 분포를 분석하기 위하여 이후 5문항을 더 추가하였다.

2. 설문 조사 분석 결과

1) 자기평가와 동료평가

표본의 크기가 30이므로, 자기평가와 동료평가 사이에 서로 연관성이 있음을 검증하기 위하여 t-검증을 시행한 결과는 <표 IV-3>과 같다.

분석 결과, 문항 1(온라인-오프라인 출석을 규칙적으로 하였다), 5(다른 동료의 의견을 존중하였다) 그리고 7(이번 강좌의 동료와 다른 수업도 듣고 싶다)에서 자기평가와 동료평가의 평균점수가 유의미 수준에서 관련성이 있음이 확인되었다. 그러나 문항 2(Q&A에 적극적으로 참여하였다), 3(Q&A 내용에 적합한 질문과 응답을 하였다), 4(동료에게 도움이 되는 지식과 정보를 제공하였다) 그리고 6(Q&A 운영 및 의견수렴과정에 긍정적으로 기여하였다)에서는 자기평가의 평균점수가 동료평가의 평균점수보다 낮게 나와 둘 사이의 유의미 수준이 다르게 나왔다. 이는 수강생 자신에 대한 평가를 동료에 대한 평가보다 엄격하게 다루었기 때문인 것으로 볼 수 있다. 다음 <표 IV-4>의 학생들 반응을 통해 이를 확인할 수 있다.

<표 IV-3> t-검증 결과

자기/동료평가	평균	표준편차	평균의 표준오차	t	자유도	유의확률 (양측)
문항1 자기평가	4.17	.913	.167	-1.220	58	.227
동료평가	4.43	.774	.141	-1.220	56.486	.227
문항2 자기평가	3.07	1.617	.295	-4.423	58	.000
동료평가	4.50	.731	.133	-4.423	40.375	.000
문항3 자기평가	3.47	1.479	.270	-3.497	58	.001
동료평가	4.53	.776	.142	-3.497	43.838	.001
문항4 자기평가	3.23	1.382	.252	-3.826	58	.000
동료평가	4.37	.850	.155	-3.826	48.209	.000
문항5 자기평가	4.00	1.145	.209	-1.618	58	.111
동료평가	4.40	.724	.132	-1.618	49.000	.112
문항6 자기평가	3.27	1.311	.239	-4.144	58	.000
동료평가	4.40	.724	.132	-4.144	45.176	.000
문항7 자기평가	4.00	1.017	.186	-1.546	58	.128
동료평가	4.37	.809	.148	-1.546	55.198	.128

<표 IV-4> 자기평가와 동료평가에 대한 의견

	자기 평가에 대한 의견	동료 평가에 대한 의견
학생 A	<p>▶자체평가에 따른 잘한 점</p> <p>수업에 특별한 사유가 아닌 이상 잘 참여한 것이 긍정적입니다.</p> <p>▶자체평가에 따른 아쉬운 점</p> <p>수업 외 활동이 부족했습니다.</p>	<p>▶자체평가 중 잘한 점</p> <p>선형대수학의 여러 개념에 대해 동료학생들이 이해하기 쉽게 설명했고 또 다른 학생들이 궁금해 할 수 있는 점을 자신이 이해한 것을 예로 질문하여 서로 토론에 참여할 수 있게 한 게 좋았습니다.</p> <p>▶자체평가 중 미비점</p> <p>없습니다.</p>
학생 B	<p>▶자체평가에 따른 잘한 점</p> <p>그나마 문제 풀이 세션에 참여하는 비중이 증가하였고, 제가 수행하는 문제풀이의 질이 증가하는 것입니다.</p> <p>▶자체평가에 따른 아쉬운 점</p> <p>Q&A 세션에 참여하기에 앞서, 먼저 저의 질문 사항이 특별히 없었기 때문에, 질문을 딱히 올리지 않았습니다. 그리고 타인의 질문 사항에 이미 적절한 수준의 답변이 달려 있어서 제가 딱히 답변을 달 이유가 없었습니다. 따라서 Q&A 세션에서의 참여는 어느</p>	<p>▶자체평가 중 잘한 점</p> <p>열성적인 학생처럼 매일매일 참여한 건 아니지만, 성실하게 Q&A 세션, 그리고 문제 풀이 세션에 참여한 점이 장점이었습니다.</p> <p>그리고 Q&A 세션에 여러 번 의견을 제시하고 동료의 질문에 성실하게 답하려고 노력한 점이 강점인 것 같습니다.</p> <p>▶자체평가 중 미비점</p>

	<p>정도 저조하였습니다. 그리고 5월 후반부에 참여가 저조한 것도 아쉬운 부분 중 하나입니다.</p>	<p>이 학생에게서 딱히 미비한 점은 발견하지 못하였습니다.</p>
학생 C	<p>▶자제평가에 따른 잘한 점</p> <p>일주일동안 꾸준히 최소 2개 이상의 문제풀이를 하였습니다. 문제 풀이를 해서 Q&A와 Sage notebook에 올리고 교수님께서 지적해주신 부분을 다시 refinalized 했습니다.</p> <p>▶자제평가에 따른 아쉬운 점</p> <p>수업 내용이 점차 어려워짐에 따라 진도 따라가기에 바빠 추가적인 내용들을 찾아보는 것을 하지 못했습니다. 그리고 온라인 출석 시기를 놓쳐 온라인출석 횟수를 채우지 못했습니다. 그리고 그동안 Q&A 활동에서 제 문제만 풀고 refinalized 했는데, 스스로 제 실력이 부족하다고 생각해 다른 학우들이 푼 문제를 제가 refinalized 하거나 질문에 답변해줄 생각을 하지 못했던 점이 아쉽습니다.</p>	<p>▶자제평가 중 잘한 점</p> <p>얼굴은 모르지만 이름은 알 정도로 Q&A 활동을 활발하게 하였습니다. 동료들이 푼 문제들을 refinalized 해주는 것은 물론 질문에 답변을 해주기도 했고, 따로 학습 자료를 정리해서 올려주기도 했습니다. 그리고 최근 project 발표에 있어서도 flipped class 소개라는 주제로 성실하게 임하여 다른 동료들에게도 모범이 되었던 것 같습니다.</p> <p>▶자제평가 중 미비점</p> <p>없습니다.</p>

2) 수강생의 인지적 측면, 정의적 측면

수강생의 수학에 대한 인지적 측면을 반영한 문항(3, 4, 6, 8, 11, 12)에 대해서는 <표 IV-5> 과 같이 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다.

<표 IV-5> 수학에 대한 인지적 측면

	문항3	문항4	문항6	문항8	문항11	문항12
평균	4.47	4.07	4.23	4.03	4.33	4.20
표준편차	.681	.691	.679	.718	.802	1.215

특히 문항 3, 문항 11 그리고 문항 12는 매우 긍정이 53.3%가 되어 수강생 스스로 플립드러닝 강의를 통해 새로운 지식을 획득하고 지식수준이 향상되었으며, 문제를 해결하면서 학습주제를 더 잘 알고 특히 학습과정에서 학습주제와 관련한 활발한 의사소통이 이루어졌음에 만족한 것으로 보인다. 다음은 인지적 측면에 대하여 학생들이 스스로 답한 의견의 일부이다.

- 다른 학우들의 의견을 보고 이해를 하고 좀 더 나은 생각이 있는 것 같으면 얘기를 하였습니다.
- Q&A 게시판에 문제 풀이 (및 Sage Worksheet 링크)를 올리고 다른 학생의 문제 풀이를 검토 및 수정하고 충분하다고 여겨지는 경우 Final로 선언하였습니다.
- 솔직히 Q&A 게시판을 이용하여 다른 동료들과 의사소통하는 수업은 처음이었다. 한 학기 전체 게시글 수가 1700개 가량 될 만큼 엄청난 의사소통이 이루어졌다고 생각한다.
- Q&A 게시판을 통해 의사소통을 하였습니다. 주로 답변을 통해 제가 이해한 내용을 전달하였고, 만약 제가 잘못 이해하고 있었다면 다른 학우 분들이 다시 답변을 달아 줬 좀 더 심도있게 개념을 이해하도록 했습니다. 또 수업 중에 교수님이 수정하신 내용이나 전달사항을 게시판을 통해 전달하였습니다.
- 수업내용을 바탕으로 질문이 올라왔을 때 제가 알고 있는 내용이면 이해하기 쉽게 정리해서 답을 달아주려 노력하였습니다. 또한 제가 모르는 부분이 있을 때는 망설이지 않고 바로 Q&A 게시판을 이용함으로써 쉽게 답을 얻을 수 있었습니다. 수업이외의 내용에 대하여 교수님께서 참고자료로 올려주셨을 때는 열심히 읽어보고 수업에서 배운 내용을 바탕으로 이해를 해보기도 하였습니다.
- Q&A를 통한 의사소통을 진행하였습니다. 제가 생각하는 활발했던 의사소통은 Q&A의 Refinal과정에서의 의사소통이었습니다. 누군가가 Finalize를 선언한 문제에 대해서 제가 Refinalize 시키는 데에 있어서 충분한 의사소통 및 확신을 가지고 수행해야 했기에 이것이 가장 활발했던 의사소통이라고 생각합니다.

수강생의 수학에 대한 정의적 측면을 반영한 문항(1, 5, 13)에 대해서도 <표 IV-6>과 같이 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다. 이 때, 문항 5과 문항 13은 매우 긍정이 각각 53.3%, 50%로 수강자의 50% 이상이 만족한 것으로 보였다. 즉, 플립드러닝 강의에서 다른 강의법보다 적극적으로 참여하는 태도를 가졌으며 자기 주도적 학습기술을 스스로 습득할 수 있었고 학습결과는 문제해결절차를 끝까지 마무리하고 완성함으로써 산출되어야 한다는 인식의 변화를 보였다.

<표 IV-6> 수학에 대한 정의적 측면

	문항1	문항5	문항13
평균	3.93	4.47	4.43
표준편차	1.081	.629	.626

특히 플립드러닝 강의를 통한 자기 주도적 학습 능력신장에 대하여 학생들은 다음과 같은 긍정적인 의견을 추가하였다.

- 수업에 있어서 먼저 예습을 하고 수업에 참여하는 것은 매우 중요하다는 사실을 알았습니다.
- 지난달과 비슷하게, Q&A에 참여하고, 문제풀이 세션에 참여하는 학습 기술을 연마하는 것 외에도 문제 풀이 및 Finalization을 증점적으로 수행하였습니다. 이를 통해 문제풀이를 정리하고 오류를 찾아내는 기술을 증점적으로 연마하였습니다.
- 사실 고등학교에 다닐 때 까지만 해도 내가 하고 싶어서 하는 공부라 아닌 누군가 시켜서 하는 수동적인 학습을 했다. 그런 방법으로 공부를 해왔었는데, 포항공대에 재학 중인 친구의 추천으로 듣게 된 선형대수학이란 과목은 그렇지 않았다. 선형대수학은 스스로 공부하고 싶은 과목이었고, 그 누구도 시키지 않는 대학에서 공부하는 습관을 기를 수 있게 해 준 수업이었다.
- 일단 무엇이든지 간에 먼저 질문거리를 찾게 되는 습관이 생겼습니다. 이전까지는 그냥 책에서 말하는 대로 그냥 그렇구나, 하고 받아들였는데 이제는 내가 제대로 이해하고 있는 건가 계속 생각하면서 공부하게 됩니다. 그리고 뭔가 궁금증이 있으면 그냥 모르는 대로 묵혀두는 성격인데, 이제는 바로 Q&A에 올라서 질문을 하게 되었습니다. 그리고 문제를 풀 때 좀 그 문제 그대로 푸는 게 아니라 변형시켜서 혼자 힘으로써 혼자서도 다양하게 문제응용을 할 수 있게 된 것 같습니다.
- youtube 영상과 Bigbook을 보고 예습 복습을 진행하였습니다. 이 때 모르는 부분이나 고등학교 시절 배웠던 개념에 대해선 구글 검색을 통해 위키피디아 페이지로 이어져 정의에 대해 더욱 자세히 알 수 있었고, Sage를 통해 문제 풀이를 진행하였습니다. 손으로도 직접 풀어보며 더욱 확실히 익힐 수 있었고 헛갈리는 부분은 Q&A 게시판을 통해 다른 학생들과 토론하며 알아갈 수 있었습니다. 또한 다른 학생들이 풀어놓은 문제를 보며 직접 비교해가며 더욱 심화된 학습을 할 수 있었습니다.
- 수업시간에 들은 내용을 책으로 만들기 위해 직접 자필로 정의들과 정리들, 그리고 그 정리들의 증명들까지 공책에 필기를 합니다. 그리고 해당 단원의 필기가 끝나면 문제도 풀어봅니다.
- 우선, 제공된 온라인 강의를 통해 학습을 하고, 오프라인 강의를 듣습니다. 그리고 모르는 부분이 있으면 교수님께 수업이 끝난 뒤 바로 질문하거나, Q&A 게시판에 올립니다. 그 후 다른 학우들의 질문과 답변들을 통해 제가 제대로 잘 이해하고 있는지 피드백을 받습니다.
- 책을 통해 미리 학습해가고 수업을 들은 후 책에 있는 문제를 변형하여 풀이하거나, 다른 학생이 풀어놓은 문제를 보고 이해한 후 잘못된 점이 있으면 고치고, 부족한 점이 있으면 추가해서 풀이를 완성해나갔다. 이상이 없는 경우에도 풀이를 정리하여 직관성을 높이는 식으로 바꾸어 풀이에 참여하였다.

3) 프로그램 측면

프로그램에 대한 측면을 반영한 문항(2, 10, 14, 15)에 대해서도 <표 IV-7>과 같이 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다. 이 때, 문항 2와 문항 14는 긍정 이상이 각각 66.7%, 46.7%로 프로그램이 수강자의 능력을 발휘하도록 자극을 주었으며, 플립드러닝 강의를 다른 방식의 수업보다 프로그램이 체계적이고 효과적이었음을 확인하였다.

<표 IV-7> 프로그램 측면

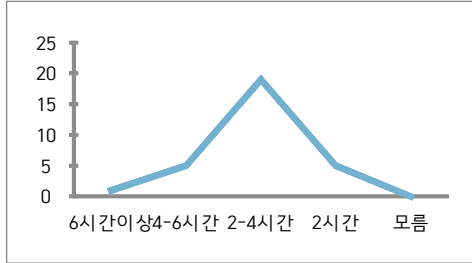
	문항2	문항10	문항14	문항15
평균	4.64	3.97	4.20	3.97
표준편차	.556	.850	.997	1.066

특히 Flipped/PBL 방식의 강의에 대한 효과성에 대한 학생들의 의견은 다음과 같았다.

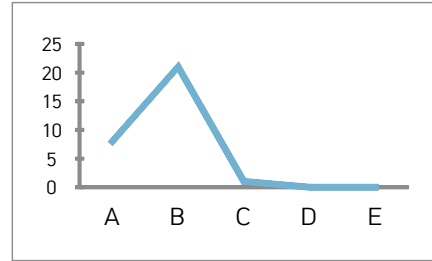
- ‘동영상 강의-오프라인 강의-아이캡스 강의-Q&A’ 로 이뤄지는 여러 번의 학습덕분에 개념이 이해가지 않는다면 다시 복습해가면서, 그래도 안 된다면 Q&A 게시판을 이용해서 질문을 올리고 답변을 받음으로써, 학습한 내용을 오래 기억할 수 있었고 확실하게 이해할 수 있었습니다. 그리고 스스로 공부하는 방법 때문에 일방적인 수업과는 다르게 학습과정 중에 상당히 많은 질문들이 있었고 이를 스스로 해결해 가는 과정에서 지식이 발전되는 것을 느꼈습니다.
- 무엇보다도 학생들이 질문답변을 공유하고 의사소통을 할 수 있었던 것이 가장 큰 장점이었다고 생각합니다. 그것이 효과적이었다고 말할 수 있는 것은 혼자 고민하기에 시간이 오래 걸렸을 것을 단축해주었을 뿐만 아니라 만약 모든 질문이 교수님을 통해서만 이루어진다면 이처럼 자유롭고 활발한 Q&A가 이루어지지 않았을 것이고 교수님의 시간을 더 많이 뺏어야 했었을 것입니다. 결론적으로 시간적인 부분에서 효과적이었을 뿐만 아니라 접근성에 있어서도 망설임 없이 다가갈 수 있었던 것이 최대의 장점이라고 생각합니다.
- 학습량에서 기존 수업보다 확실히 효과적이었던 것 같습니다. 그리고 현재 대학생들의 공부 패턴을 보면 대부분의 학생들이 시험기간 2주전 언저리부터 처음부터 배웠던 부분부터 물어치기 식으로 공부를 하는데, flipped class의 장점은 각 단원을 틀들이 공부할 수 있게 해주어 시험기간에 학생들의 부담을 줄여주는 것 같습니다. 그 외 수업시간이 교수님의 일방적인 수업이 아니라 모두가 참여할 수 있는 형태의 수업이기 때문에 즐리지 않고 좋습니다.
- 강의시간이 아니라도 학습이 가능하고, 특히 공부하면서 궁금한 부분을 빠르게 해결할 수 있었다. 또한 강의시간 외의 평시에도 스스로 공부하는 태도를 기를 수 있었다. 한편으로는 다른 학우들에게 이해한 내용을 설명해주면서, 스스로도 더 탄탄하게 개념을 이해할 수 있게 되는 점이 효과적이었던 것 같다.
- 나 혼자 책을 통해 공부하는 것이 아니라 여러 가지 자료와 다른 사람들과 의견을 공유하면서 단순한 책의 내용이 아닌 더 크게 생각해보고 배울 수 있는 것 같습니다. 또한 매달 수업관련 보고서를 작성하면서 그동안 배운 것을 한번 정리해보고 나 자신을 반성하고 앞으로는 더 열심히 해야겠다는 마음을 딱게 되는 것 같습니다.
- Q&A게시판에 자신이 문제를 변형시켜서 업로드하고, 다른 학우들이 final하거나 다르게 풀어내는 방식이 무척 효과적이었다고 생각한다. Quiz를 대신하여 매주는 이 활동들이 점수화되었는데, 이 문제풀이 활동들을 통해서 단순히 교재에 있는 문제 풀이법을 외우거나 암기하기보다는 좀 더 원론적으로 생각하고 문제에 접근하면서 더 깊고 폭넓게 배울 수 있는 기회가 되었다.
- 교수님과 학생간의 의사소통이 기존 수업들보다 활발한 느낌을 받아 좋았습니다. 매달 수업관련 보고서를 작성하면서 수업에서 개선이 필요한 사항이나 만족스러운 부분을 적는 것을 통해 이런 느낌을 많이 받은 것 같습니다. 또 적어서 제출하는 것으로 끝나는 것이 아니라 관련된 사항을 수업시간에 교수님이 이야기해주고 함께 개선책을 찾는 부분도 매우 효과적인 부분이라고 생각합니다. 물론 대부분의 건의 사항이 단기간에 해결되기에는 무리가 많아서 이번 학기 중에 큰 개선은 없었지만 학기가 거듭될수록 후배들이 더 발전된 수업을 들을 수 있을 것이라고 생각합니다.
- 이 방식의 수업에서 효과적이었던 것은 개개인의 실력에 맞게 학습을 할 수 있다는 점이었습니다. 중간에 포기하지 않는 사람의 비율이 높은 것 같으며 개인이 모르는 것을 같이 학습하는 동료들과 토론하고 방대한 수업자료를 통해서 학습할 수 있으니 중도에 포기하는 학생들이 적은 것 같습니다.

4) Online 수강에 대한 학생 참여 분포

온라인 강의에 대해서는 일주일에 학습하는데 할애한 시간, 온라인 강의의 이해 수준 그리고 온라인 강의 학습 방법에 대해 설문하였다. 그에 대한 결과는 [그림 IV-1], [그림 IV-2] 그리고 [그림 IV-3]과 같다.

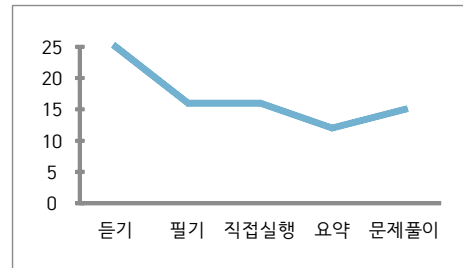


[그림 IV-1] 온라인 학습 시간(주)



[그림 IV-2] 온라인 강의 수준

수강생들의 64%가 일주일에 온라인 강의를 2-4시간동안 학습하였으며, 6시간 이상을 할애한 학생도 4%였다. 일반적으로 3차시 대학 강의는 교실수업 강의만을 3시간 정도 진행하는데 반해 플립드러닝 강의는 그의 두 배 정도 학습 시간이 소요된 것으로 본다. 그리고 본 수업에 대한 온라인 강의는 어느 정도 내용이 명확하며 이해하기 쉬웠다는 의견이 68%¹³⁾로 수강생이 스스로 동영상을 통해 미리 학습하기에 적절한 수준이었음을 확인했다. 특히 온라인 강의를 통해 선행학습뿐 아니라 다양한 경험과 체험(읽을 자료, 직접 실행해보기 등)이 함께 이루어져 문제풀이에 많은 도움을 받았다는 의견이 많았다. 그러나 가끔 책에 없는 부분들이 온라인 강의에서도 없어 다소 이해하기 힘들었다는 의견도 있었으나 이러한 것들은 Q&A를 통해 질문하여 확장된 정의들로서 이해 할 수 있었다고 했다.



[그림 IV-3] 온라인 강의 학습 방법

온라인 강의를 어떻게 학습하였는지에 대한 중복 선택과 관련해서는 듣기가 약 30%정도로 가장 많았으며 그 외에는 고루 분포가 되어 있었다. 단, 2가지 방법(36%)으로 온라인 강의를 학습한 수강생이 가장 많았으며 1가지 방법만으로 온라인 강의를 학습한 수강생도 8%였다. 듣기만을 이용한 수강생에 의하면 동영상강의에 의존하기보다 교재를 통해 스스로 연습을 한 후 이해가 부족했던 부분이나 정리나 증명을 확인하기 위해 온라인 강의를 활용하였다고 의견을 제시했다. 이는 동영상이 플립드러닝 강의에서 자기 주도적으로 학습하는데 보조도구가 되어야 한다는 연구자의 의견을 바르게 이해한 수강생의 모습이라 할 수 있다. 더불어 5가지 방법 모두를 이용한 수강생도 12%¹⁴⁾였다. 이는 수강생들마다 동영상을 통해 학습하는 방법이 다양함을 알 수 있다.

5) 플립드러닝 강의의 장점과 단점에 대한 반응

“Flipped/PBL Class 반응평가”에는 플립드러닝 강의에 대한 만족도를 확인하기 위한 열린 형식의 문제가 주어졌다. 그 결과, 오프라인 교수중심의 강의에서 온라인과 오프라인 그리고 자기주도적 학습이 병행된 플립드러닝 강의는 학생들에게 신선한 도전인 반면 다양한 장단점을 확인할 수 있었다.

13) A. very clear and easy to understand B. somewhat clear and understandable
 C. somewhat confusing and unclear D. very confusing and unclear E. 모름
 14) 1가지 3명, 2가지 11명, 3가지 8명, 4가지 5명 그리고 5가지 방법을 모두 쓴 학생은 3명이었다.

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> · 온라인상에서 교수님이 학생들의 Q&A 활동을 적극 장려하고, 질문에 답변을 빠르게 해 주고 생각할 자료를 지속적으로 제공하여 준다는 것이다. 따라서 학생들의 사고방식이 “선형대수학”에 갇혀 있지 않도록 하는 수업이다. · 학생들로 하여금 자기 주도적으로 공부할 수 있도록 한다는 것이다. 그리고 PBL 보고서를 만들면서 자기성찰과 복습을 할 수 있도록 하는 학습시스템이었다고 생각합니다. · 학생 스스로가 공부를 하고자하면 언제든 시도할 수 있는 오픈된 수업이라는 생각이 들었다. 오프라인뿐 아니라 온라인을 통해 학생들과 이루어지는 소통은 좋은 방법이고 모두에게 이익을 준다고 생각한다. · 온라인 학습에서 동영상 강의와 자료로 충분히 이해하지 못했음지라도, 본 수업에서 진행되는 교수님의 Point Lecture는 학습의 연장선 상에서 네 지식을 반성하고 확인하는 좋은 시간이었다. · 별도의 구매 없이 언제든 교재 파일이 제공된다는 점, 온라인 강의를 제공되어 예습이 가능하고 언제든 다시 강의를 들을 수 있다는 점, QnA 게시판을 통해 궁금한 부분은 언제든 질문을 올려 답변을 받을 수 있다는 점 그리고 QnA 게시판에서 다른 학우들의 질문과 답변을 통해 피드백을 받을 수 있다는 점 등이 좋았다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 인터넷 강의를 처음 들을 때, 이해하지 못하는 부분이 많았다. 내용이 어려운 것인지 아니면 내 기초가 부족한 것인지는 모르겠지 만, 인터넷 강의를 쉬웠으면 한다. · 이 수업에서 가장 중요한 단점은 학생 스스로 나태해질 수 있다는 것이다. Q&A 게시판 활동에 적극 참여하는 학생들은 계속 참여하게 되지만 그렇지 않은 학생들은 빨리 포기하게 되는 것 같다. · ... 자기 주도적 학습을 꾸준히 하고 있는 학생에게 보상이 있었으면 하며, Q&A 게시판에 올린 개수로 평가하는 것은 시간이 부족한 학우들에게 불편했던 것 같다. · 다른 수업에서 문제를 지정해서 내주는 것을 이 수업에서는 그냥 자율적으로 문제를 풀고 Q&A에 올려 나중에 PBL 보고서로 정리하고 그걸 공유했다 시험 대비를 하는데 그 과정이 좀 복잡하고 알아보기 힘든 경우가 많았다. · 3, 4학년 입장에서, 교양수업임에도 할애해야하는 시간이 많았다. 일단 매주 오프라인과 온라인 강의를 둘 다 수강해야 하고, QnA 게시판에 질문/답변/문제풀이 등을 올려야 하는데 이 작업이 컴퓨터로 이루어지다 보니 시간이 오래 걸린다. · ... 목적을 달성하며 학생들도 수업에 잘 적응하려면 기존에 하던 설명식 방식의 수업과 Flipped/PBL 수업을 동시에 활용하는 것이 중요할 것 같다.

특히 본 수업은 ‘시간이 많이 걸린다’, ‘참여하는 학생들만 계속 참여하게 되어 포기하려는 경향도 생긴다’, ‘온라인 강의를 어렵다’는 등 교수의 일방적인 설명식 방식에 익숙해져있는 대학생의 외부 환경에 대한 입장이 대부분 단점으로 들어났다.

III. 결론

본 연구는 대학교 수학과 선형대수학 강의를 위한 플립드러닝 강의 모델을 설계하고 직접 적용한 사례에 대하여 논하였다. 즉, 선형대수학을 대학에서 20여년간 수업 현장에서 강의해온 연구자만의 여러 방법과 기법이 반영된 동영상과 유튜브 등의 자료와 학생의 참여, 상호 작용의 결과물 그리고 경험한 내용에 근거한 발전적 프로젝트 등을 포함하여 연구자와 수강생들의 역동적인 수업전-수업중-수업후의 플립드러닝 강의법을 개발하였다. 그리고 비확률표본추출법인 유의표본추출법으로 표본을 선정하여 강의법에 대한 효과성 검증의 신뢰도를 높이기 위해 대안법(Alternate-Form Method) 척도를 수정하여 ‘자기평가’와 ‘동료평가’를 서로 비교하여 측정하였으며, 수업 후 실시한 ‘Flipped/PBL Class 반응평가(학생용)’ 척도는 내용타당도(Content Validity)를 검증을 거쳤다. 이를 통하여 얻은 몇 가지 유의미한 결론은 다음과 같다.

t-검증을 시행한 결과, ‘자기평가’와 ‘동료평가’의 평균점수가 유의미 수준에서 관련성이 있음이 확인되었다. 수강생의 수학에 대한 인지적 측면을 반영한 문항에 대해서는 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다. 수강생의 수학에 대한 정의적 측면을 반영한 문항에 대해서도 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다. 그리고 프로그램에 대한 측면을 반영한 문항들에 대해서도 평균적으로 ‘긍정’ 이상이였다. 따라서 플립드러닝 방식의 수업이 다른 방식의 수업보다 프로그램이 체계적이고 효과적이었음을 확인하였다. 그리고 ACE 프로젝트와 관련하여 개발된 대학의 선형대수학 강좌 플립드러닝 모델은 연구자가 기존의 설명식 강의에서 가졌던 강의 이해와 실습 및 과제 풀이에서의 시

간적인 부담을 줄이고 교과와 내용을 시각적으로 또는 직관적으로 깊이 이해할 수 있도록 설계되었다. 그 결과, 수강생들은 선형대수학에 대한 실질적인 학습 능력 향상에 집중할 수 있었고, 특히 이전의 강의 모델에서는 적용하여 쉽게 유효한 성과를 보기 어려웠던 수학기초에서의 공학적도구의 자연스러운 적용이 가능하였다. 이를 통하여 학습자들은 시간과 장소의 제약 없이 자기 주도적으로 복잡한 반복계산을 처리하는 능력을 얻고 크게 만족하였다.

그러나 기존의 설명식 방식의 수업과 비교하여 ‘시간이 많이 걸린다’, ‘참여하는 학생들만 계속 참여하게 되어 포기하려는 경향도 생긴다’, ‘온라인 강의가 어렵다’는 등 새로운 플립드러닝 강좌와 관련한 외부 환경에 대해 어려움을 나타내었다.

본 강의와 관련된 교재 및 모든 동영상 등 그리고 평가지와 평가 결과는 아래 주소에서 확인할 수 있다.

<http://matrix.skku.ac.kr/SKKU-LA-FL-Model/SKKU-LA-FL-Model.htm>

본 연구에서는 문헌 및 사례 분석을 통해 효과적인 플립드러닝 강의 모델을 모색해 보고, 그간 대학에서의 ‘선형대수학’ 강좌를 위하여 시도한 다양한 플립드러닝 강의 경험을 정리하여 ‘선형대수학’ 강의 모델을 개발하고 실제 강의 현장에 적용해 플립드러닝의 효과를 연구자의 입장에서 뿐만 아니라 학습자의 관점에서도 그 과정과 결과를 분석하며 검증하였다. 그 결과, 플립드러닝은 학생들이 미리 온라인 동영상 강의를 듣고 수업에 참여하므로 다양한 학습자 중심의 활동으로 구성이 가능하며, 따라서 수학적 지식 습득에 성취감을 고취시킬 뿐 아니라 학생들의 참여도와 자신감 그리고 도전의욕 증가에 유의미한 영향을 준 것을 충분한 데이터와 설문조사를 최신 통계기법을 활용하여 분석함으로써 확인하였다.

참 고 문 헌

- 김남익 · 전보애 · 최정임 (2014). 대학에서의 거꾸로 학습(Flipped learning) 사례 설계 및 효과성 연구 : 학습동기와 자아효능감을 중심으로. 교육공학연구, **30(3)**, 467-492.
- Kim, N.I., Chun, B.E. & Choi, J.I. (2014). A case study of Flipped Learning at College : Focused on Effects of Motivation and Self-efficacy. Journal of Educational Technology, **30(3)**, 467-492.
- 김백희 · 김병홍 (2014). 플립드러닝(Flipped Learning)을 기반으로 한 역할 교체식 토의 수업 방안 연구. 우리말 연구, **37**, 141-166.
- Kim, B.H. & Kim, B.H. (2014). Korean language culture and discussion class-‘Role-exchange discussion class based on flipped learning’. Korean Language Research, **37**, 141-166.
- 김양수 (2012.02.13). “KAIST 개혁 지속 ... 온라인 수업 ‘에듀케이션 3.0’ 도입”. 뉴시스 http://www.newsis.com/article/view.htm?cID=&ar_id=NISX20120213_0010461836.
- Kim, Y.S. (2012.02.13.). *KAIST continues renovation...Introduction of Online courses ‘Education 3.0’*. Retrieved from Newsis.
- 엄우용 (2014). 플립드 클래스룸이란 무엇인가?. 서울과학교육, **12**, 28-31.
- Eom, W.Y. (2014). *What is flipped classroom?*, Journal of Seoul Science Education, **12**, 28-31.
- 이상구 · 김덕선 · 고래영 · 박지영 (2009). 모바일 환경에서의 Sage-Math의 개발과 선형대수학에서의 활용. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **23(4)**, 483-506.
- Lee, S.-G., Kim, D.S., Ko, R.Y. & Bak, J.Y. (2009). Development of Mobile Sage-math and its use in Linear Algebra. Communications of Mathematical Education, **23(4)**, 483-506.

- 이상구 · 이재화 · 함윤미 (2012). 초기 선형대수학의 역사. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **26(4)**, 351-362.
- Lee, S.-G., Lee, J.H. & Ham, Y. (2012). Early History of Linear algebra. *Communications of Mathematical Education*, **26(4)**, 351-362.
- 이상구 · 김경원 (2013). 모바일 선형대수학 스마트폰 콘텐츠 개발과 활용. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **27(2)**, 121-134.
- Lee, S.-G. & Kim, K.W. (2013). Development of smart-phone contents for mobile linear algebra. *Communications of Mathematical Education*, **27(2)**, 121-134.
- 이상구 · 김경원 · 이재화 (2013). 행렬계산기와 선형대수학 Sage 콘텐츠. <한국수학 논문집>, **20(4)**, 503-521.
- Lee, S.-G., Kim, K.W. & Lee, J.H. (2013). Sage matrix calculator and full Sage contents for linear algebra. *Korean Journal of Mathematics*, **20(4)**, 503-521.
- 이상구 · 김경원 · 장지은 (2013). Sage와 GeoGebra를 이용한 선형대수학 개념의 Visual-Dynamic 자료 개발과 활용. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **27(1)**, 1-17.
- Lee, S.-G., Jang, J.E. & Kim, K.W. (2013). Visualization of Linear Algebra concepts with Sage and GeoGebra. *Communications of Mathematical Education*, **27(1)**, 1-17.
- 이상구 · 박경은 (2015). ‘컴퓨팅 사고력 (Computational thinking)’ 향상과 Sage 도구를 이용한 수학교육. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **29(1)**, 19-33.
- Lee, S.-G. & Park, K.E. (2015). ‘Improving Computational Thinking Abilities Through the Teaching of Mathematics with Sage’. *Communications of Mathematical Education*, **29(1)**, 19-33.
- 이지연 · 김영환 · 김영배 (2014). 학습자 중심 플립드러닝(Flipped Learning) 수업의 적용 사례. 교육공학연구, **30(2)**, 163-191.
- Lee, J.Y., Kim, Y.H. & Kim, Y.B. (2014). A study on application of learner-centered flipped learning model. *Journal of Educational Technology*, **30(2)**, 163-191.
- 임철일 · 김선영 · 이지현 · 김현수 · 한형중 (2014). 대학에서의 역전학습 설계 및 적용 사례 비교 연구. 2014 한국 교육공학회 춘계학술대회 자료집, 396-406.
- Lim, C.I., Kim, S.Y., Lee, J.H., Kim, H.S., & Han, H.J. (2004). *A comparison study of development and application of inverted learning in collegiate courses*. Proceedings of the 2014 Spring Conference of Korean Society Of Educational Technology, Seoul, Korea, 396-406.
- Bates, S. & Galloway, R. (2012). *The inverted classroom in a large enrolment introductory physics course: A case study*. In proceedings of the Higher Education Academy STEM conference, London: UK. Retrieved from http://www.heacademy.ac.uk/assets/documents/stem-conference/PhysicalSciences/Simon_Bates_Ross_Galloway.pdf
- Bergmann, J., Overmyer, J., & Wilie, B. (2012). *The flipped class: Myths versus reality*. The Daily Riff-Be Smarter. About Education.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Oregon: ISTE.
- Davies, R.S., Dean, D.L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research & Development*, **61**, 563-580.
- EDUCAUSE (2012). *Things you should know about flipped classrooms*. <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7081.pdf>

- Enfield, J. (2013). Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. *TechTrends*, **5(6)**, 14-27.
- Hamdan, N., Mcknight, P., Mcknight, K., & Arfstrom, K.M. (2013). *The flipped learning model: A white paper based on the literature review titled a review of flipped learning*. Retrieved October 2, 2014 from http://researchnetwork.pearson.com/wp-content/uploads/WhitePaper_FlippedLearning.pdf.
- Herreid, C.F. & Schiller, N.A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, **42(5)**, 62-66.
- Hertz, M. (2012). *The flipped classroom: Pro and con*. Retrieved July, 4, 2014, from <http://www.edutopia.org/blog/flipped-classroom-pro-and-con-mary-beth-hertz>.
- Lee, S.-G. & Kim, D.S. (2009). MathML and JAVA Implementation in Linear Algebra. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, **3(1)**, 1-11.
- Strayer, J.F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation, and task orientation. *Learning Environment Research*, **15**, 171-193.

Flipped Learning teaching model design and application for the University's "Linear Algebra"

Kyung-Eun Park

Department of Mathematics Education, Sungkyunkwan University, Sungkyunkwan-ro 25-2, Jongno-gu, Seoul 110-745, Korea

E-mail : postmedu@skku.edu

Sang-Gu Lee[†]

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

E-mail : sglee@skku.edu

We had a full scale of literature survey and case survey of mathematics Flipped Learning class models. The purpose of this study is to design and adopt a Flipped Learning ‘Linear Algebra’ class model that fits our need. We applied our new model to 30 students at S University. Then we analyzed the activities and performance of students in this course.

Our Flipped Learning ‘Linear Algebra’ teaching model is followed in 3 stages : The first stage involved the students viewing an online lecture as homework and participating free question-answer by themselves on Q&A before class, the second stage involved in-class learning which researcher solved the students' Q&A and highlighted the main ideas through the Point-Lecture, the third stage involved the students participating more advanced topic by themselves on Q&A and researcher (or peers) finalizing students' Q&A. According to the survey, the teaching model made a certain contribution not only to increase students' participation and interest, but also to improve their communication skill and self-directed learning skill in all classes and online. We used the Purposive Sampling from the obtained data. For the research's validity and reliability, we used the Content Validity and the Alternate-Form Method. We found several meaningful output from this analysis.

* ZDM Classification : B45, D75, U55

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C80, 97D40, 97U50

* Key Words : Flipped learning, Linear Algebra, Collage mathematics education

[†] Corresponding author

<부록1> 개인 성찰 노트, 자기평가, 동료평가

I) 자기평가

과목명	선형대수학		전공					
이름			학년		학년			
평가항목			전혀 아니다	아니다	약간 아니다	약간 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1.	온라인-오프라인 출석을 규칙적으로 하였다.							
2.	QnA에 적극적으로 참여하였다.							
3.	QnA 내용에 적합한 질문과 응답을 하였다.							
4.	동료에게 도움이 되는 지식과 정보를 제공하였다.							
5.	다른 강의에 비해 동료의 의견을 존중하였다.							
6.	QnA 운영 및 의견수렴과정에 긍정적으로 기여하였다.							
7.	이번 강좌의 동료와 다른 수업도 듣고 싶다.							

[의견]

- ▶ 자체평가에 따른 잘한 점
- ▶ 자체평가에 따른 아쉬운 점

II) 동료평가

과목명	선형대수학							
피평가자(동료) 이름								
평가자(작성자) 이름								
평가항목			전혀 아니다	아니다	약간 아니다	약간 그렇다	그렇다	매우 그렇다
1.	온라인-오프라인 출석을 규칙적으로 하였다.							
2.	QnA에 적극적으로 참여하였다.							
3.	QnA 내용에 적합한 질문과 응답을 하였다.							
4.	동료에게 도움이 되는 지식과 정보를 제공하였다.							
5.	다른 강의에 비해 동료의 의견을 존중하였다.							
6.	QnA 운영 및 의견수렴과정에 긍정적으로 기여하였다.							
7.	이번 강좌의 동료와 다른 수업도 듣고 싶다.							

[의견]

- ▶ 자체평가 중 잘한 점
- ▶ 자체평가 중 미비점

III) Flipped/PBL Class 반응평가(학생용)

* 1~16 평가내용을 읽고 「매우긍정~매우부정」 중 하나에 V 표시하시오. 그리고 5, 12, 14번은 연결문항에 답하시오.

평가내용	평가				
	매우 긍정	긍정	보통	부정	매우 부정
1. Flipped/PBL 방식의 수업에 적극적으로 참여하였다.					
2. 교수는 학생들의 능력을 발휘하도록 도와주었다.					
3. Flipped/PBL 방식의 학습 과정을 통해서 새로운 지식을 획득하였고 지식수준이 향상되었다.					
4. 이 과정을 통하여 토론기술이 향상되었다.					
5. 이 과정을 통하여 자기 주도적 학습기술을 습득하였다.					
6. 이 과정을 통하여 문제해결기술을 습득하였다.					
7. 이 과정을 통하여 학습운영기술을 습득하였다.					
8. 이 과정을 통하여 전문성이 향상되었다.					
9. 이 과정은 실제 연구 상황과 유사하였다.					
10. 학습과정에 대한 평가 방법이 합리적이었다.					
11. 문제해결을 하면서 학습주제를 더 잘 알게 되었다.					
12. 학습과정에서 학습주제와 관련한 활발한 의사소통이 이루어졌다.					
13. 학습결과는 문제해결절차를 통해서 산출되었다.					
14. 전반적으로 Flipped/PBL 방식의 수업이 효과적이라고 생각한다.					
15. Flipped/PBL 방식의 수업에 다시 참여하고 싶다.					
<p>* 5, 12, 14 연결문항</p> <p>5-1. 본 수업을 통해 자신이 습득한 자기 주도적 학습 기술을 구체적으로 설명하시오.</p> <p>12-1. 본 수업과정에서 자신이 참여한 활발한 의사소통을 구체적으로 설명하시오.</p> <p>14-1. Flipped/PBL 방식의 수업에서 효과적이었다고 생각되는 부분을 구체적으로 설명하시오.</p> <p>* 16~18 평가문항을 읽고 가장 적절한 번호에 V 표시하시오.</p> <p>16. 본 수업에 대한 Online 강의를 학습하는데 일주일에 몇 시간이 걸립니까?</p> <p>① 6시간 이상 ② 4-6시간 ③ 2-4시간 ④ 2시간 이하 ⑤ 모름</p>					

17. 본 수업에 대한 Online 강의는

- ① very clear and easy to understand
- ② somewhat clear and understandable
- ③ somewhat confusing and unclear
- ④ very confusing and unclear
- ⑤ 모름

17-1. Online 강의에 대한 자신의 선택을 구체적으로 설명하시오.

18. 본 수업에 대한 Online 강의를 학습하는 방법을 모두 선택하시오.

- ① 듣기 ② 필기(옮겨적기) ③ 직접실행 ④ 요약 ⑤ 문제풀이

18-1. 자신이 선택한 Online 강의를 학습하는 방법을 구체적으로 설명하시오.

Open Feedback : Please leave any general comments and suggestions that will help improve this class in the future, including what you liked and did not like about this class. [FREE RESPONSE BOX]

19. 이 수업의 장점은 무엇이라고 생각합니까?

20. 이 수업에서 보완해야 할 점은 무엇이라고 생각합니까?