

통계학 개론 대면과 실시간 비대면수업에서 공학전공 학생들의 학습 성취도에 대한 비교 연구

최경미
홍익대학교 과학기술대학 교수

A Comparison of Engineering Students' Learning Performance in Introductory Statistics of Traditional and Real-time Online Class Types

Choi, Kyungmee
Professor, College of Science and Technology, Hongik University

ABSTRACT

We compare engineering students' learning performance in introductory Statistics classes of the two class types, traditional in-classroom classes with a few reports and real-time online classes with quizzes. Rates of missing classes and turning in homeworks are also included to explain learning attitude. Scores of quizzes, midterm test and final test are used to assess performance. Upto the midterm, the class type is not significant, but rates of missing classes and turning in homeworks are significant. Since the midterm, in-classroom class type reveals better final performance than real-time online class type, rate of turning in homeworks is significant, but rate of missing classes is not significant.

Keywords: Statistics education, Missing rate, Homework, Performance

1. 서 론

빅데이터 시대에 자료분석이 중요하지만, 대부분 공학도들은 통계학을 MSC 한 과목만 수강한다. 통계학 개론은 수학, 확률 및 통계, 자료분석을 위한 소프트웨어 실습으로 이루어지며, 구성이 복잡하다. 뿐만 아니라, 자료와 관련된 여러 분야의 다양한 언어가 사용되기 때문에, 주로 수학이나 공학적 기호에 익숙한 공학도들의 어려움이 크다. 2020년 대규모 COVID-19 발생으로 인하여 실시간 비대면수업이 4학기 이상 지속되었고, 공학전공 학생 대상의 통계학 개론 수업에도 의도하지 않은 큰 변화가 찾아왔다. 본 연구는 지방소재 대학에서 외부 상황의 변화로 진행된 실시간 비대면 강의환경과 대면 강의환경을 비교하고, 두 수업 형식에서 공학도들의 통계학 학습 성취도를 비교 연구한다.

지금까지 주로 대학수학에서 다양한 성취도 분석이 이루어졌고(김태수·김병수, 2008; 이춘호, 2003; 최경미 외, 2007; 최경미, 2014; 서보억, 2021), 대면수업 성취도가 비대면수업

성취도 보다 높았다(서보억, 2021). 수학 이외의 비대면수업에서도 많은 연구를 찾아볼 수 있다(박승빈 외, 1999; 서보억, 2021; 이한샘·서은희, 2021; 황혜연, 2021; 최윤희 외, 2022). 이한샘·서은희(2021)는 2019-2021년 수도권 8707 강좌를 비교했고, 이 연구에서 비대면수업의 만족도가 대면수업의 만족도보다 높았다.

인터넷의 발달로 어느 분야에서나 자료가 대량으로 축적되고, 자료분석 능력이 필수가 되었지만, 국내에서 통계학 수업에 대한 관심과 연구가 별로 없다. 반면, 해외에서는 Mills & Raju(2011)가 1999년 이후 초기 온라인 통계학 교육에 관한 연구들을 분석했다. 온라인 수업에서 학생들의 만족도가 낮았다(Kartha, 2006). 최근 Lin(2022)의 연구에 따르면, 대면과 비대면 통계학 강의에서 학생들의 성취도에 차이가 없었지만, 학생들은 전통적인 대면수업을 더 선호했다. 기존 연구들에서 대면/비대면에 따른 성취도나 만족도는 과목이나 기타 변인들에 따라서 달라졌다.

본 연구에서는 통계학 개론을 수강한 공학도들의 중간 성취도와 최종 성취도를 비교분석하기 위해서, 대면/비대면 수업형식과 함께, 학생들의 학습태도를 설명하는 요인으로 결석률(%)과 과제제출률(%)을 사용했다. 이 자료는 실험계획에 따라서 얻어지지 않았고, 인위적으로 얻어지기 어려운 현장

Received February 22, 2023; Revised March 31, 2023

Accepted April 10, 2023

† Corresponding Author: kmchoi@hongik.ac.kr

©2023 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

자료이므로, 보고 자체로도 중요한 의미가 있다.

II. 이론적 배경

성취도에 영향을 미치는 요인에 대한 최근 연구 중에서 최윤희 외(2022)는 비대면 강의의 역사를 자세히 서술했고, 여러 단과대학의 비대면 강의에서 설문조사를 실시했으며, 이를 토대로 구분한 학생들의 다섯 가지 학습 양식이 학업 GPA에 미치는 영향을 분석했다. 신정철 외(2008)와 최윤희 외(2022)는 학습과정에서 강의를 수강하는 학생들의 출석, 과제 등의 강의태도가 성취도에 가장 중요한 영향을 미친다고 밝혔다.

Mills & Raju(2011)가 통계학 수업에서 온라인 수업이 어떻게 발달되어 왔는지 시기별로 서술했고, 대면수업과 비대면수업에서의 성취도와 만족도를 분석했다. 1999-2002년, 통계학 수업은 주로 video clip이나 짧은 동영상을 사용했고, 이론과 함께 SAS, SPSS, MINITAB를 이용해서 자료분석 실습을 가르쳤으며, email이나 chat으로 소통했다(Speed & Hardin, 2001; Zhang, 2002). 당시 큰 어려움은 스트리밍에 사용된 큰 파일로 인한 느린 속도, 인터넷 부재 등이었다(Zhang, 2002). 곧, 통계학 개론 사이버 강의가 등장했고, 대면 강의와 비대면 강의에서 GPA나 성별 선호도 차이가 없었으며(Utts et al., 2003), 경영통계 일부에서는 학생들이 비대면 강의에서 더 긍정적인 수업태도를 보였다(Suanpang et al., 2004). 이 시기에 대면과 비대면을 섞은 수업이 등장했고, 인터넷 면담시간이 등장했으며, 개론, 중간 수준, 대학원 수준에서 대면수업과 비대면수업의 만족도 차이가 없었다(Brown & Kulikowich, 2004; Ward, 2004).

이후, 다양한 기술을 이용한 비대면수업이 병행되었고, 대면과 비대면 수업에서 성취도 차이는 없었지만, 비대면수업에서 개별 학생에게 관심을 갖지 않는 교수자의 태도에 대한 학생들의 불만이 보고됐다(Summers et al., 2005). 학생들이 온라인을 통해서 조별로 소통했지만(Flanklin & Garfiled, 2006), 기간이 길어질수록 학생들의 비대면수업 선호도가 떨어졌고, 궁극적으로 학생들은 대면수업을 선호했다(Johnson et al., 2009). COVID-19 발생으로 인해, 전면 비대면수업이 시행되면서, 다시 등장한 대면/비대면 수업의 비교 연구(Wu & Nian, 2021)에서는 강의내용이나 퀴즈 등에 대한 밀접한 도움의 정도가 성취도에 유의한 영향을 미친다는 결과가 나왔다. Lin(2022)의 연구에 따르면, 대면과 비대면 통계학 강의에서 학생들의 성취도에 차이가 없었지만, 학생들은 전통적인 대면수업을 선호했다.

다양한 과목들에서 성별이나 학년별 대면/비대면 만족도에 대한 연구들도 있다. 설문조사를 이용한 황혜연(2021)의 연구에서, 남학생이 대면수업에서 더 높은 만족도를 보였고, 학년별로 대면수업의 만족도에는 차이가 존재했지만, 학년별로 비대면수업의 만족도에는 차이가 없었다. 반면, 송수연과 김한경(2020) 연구에서는 비대면수업에서 학년별 만족도 차이가 존재했다. 남학생이 인터넷 수업을 더 선호한다는 결과를 얻은 연구도 있지만(Johnson et al., 2009), 이는 황혜연(2021)의 설문조사 결과와 다르다.

본 연구에서는 대면/비대면으로 구분되는 수업형식, 결석률과 과제제출률로 측정된 학습태도를 이용하여, 공학도들의 통계학 학습성취도를 분석한다.

III. 연구방법

1. 연구대상 및 변수 정의

분석 대상 과목은 2022년 1학기과 2학기에 지방소재 대학에서 개설된 통계학 입문에 해당하는 컴퓨터 응용통계이다. 이 과목은 이론 2시간 실습 1시간으로 구성된 과목이며, 한 명의 교수가 가르쳤다. 이 통계학 과목은 공학전공 학생들을 대상으로 개설된 MSC 과목이며, 연구대상 단과대학의 모든 학과 모든 학년에 해당하는 다양한 학생들이 수강하였다. 강의내용은 크게 세 부분으로 나누어 진행되었다. 첫 번째 부분은 소프트웨어 R을 이용한 기술통계(summary statistics) 실습이며, 두 번째 부분은 확률, 기댓값, 분산과 분포이론 등에 대한 이론이다. 마지막 세 번째 부분은 다양한 통계분석 방법에 대한 이론과 R을 이용한 실습이다.

본 연구에서 성취도를 설명하기 위해서 사용되는 가장 중요한 요인은 대면/비대면으로 진행된 수업형식이다. Table 1은 두 가지 수업형식의 특징을 나타낸다. 1학기에는 비대면 수업이 진행되었고, 2학기에는 대면수업이 진행되었다. 1학기 비대면수업 기간에는 실시간 온라인 강의를 진행되었고, 모든 강의는 녹화되었으며, 학생들에게 녹화본이 제공되었다. 2학기 대면수업 기간에는 1학기과 거의 동일한 ppt로 강의실에서 수업이 진행되었고, 녹화는 진행되지 않았으며, 이전 학기의 녹화본이 일부 제공되었다. 1학기 비대면수업 기간에는 학생들이 본인 컴퓨터에서 실습했고, 2학기 대면수업 기간에는 학생들이 모두 노트북을 강의실로 가지고 와서 개인 노트북으로 실습했다. 일부 학생들은 학교 도서관에서 노트북을 대여받을 수 있었다. 두 종류 수업 모두, ppt 강의자료가 미리 제공되었다.

학생들의 학습태도 또는 강의태도는 성취도를 설명하는 중

요한 요인이다. 학습태도를 표현하는 첫 번째 요인으로 결석률(%)이 사용되었다. 수강생 수는 휴학 등의 이유로 수업에 1/3 이상 출석하지 않은 학생 2명을 제외하여, 분석자료의 크기는 각각 70명과 54명이다. 한 학기 동안 전자출결 방식이 사용되었다. 3번까지 결석에 대해서는 감점이 없었고, 4번째부터 결석마다 1점씩 감점하였다. 분석에는 총 결석횟수를 백분율로 바꾼 결석률이 사용된다.

Table 1 Characteristics of statistics classes in the 1st semester and the 2nd semester

	1st semester	2nd semester
Type	Real-time Online	In Classroom
Recording	Yes	No
No. Classes	2	3
Students	70	54
HW	12 with no reports	12 including 4 reports
Quiz	4	0
Midterm Score	quiz 1 (5 items) quiz 2 (4 items) quiz 3 (13 items) final test (11 items)	midterm test (20 items)
Final Score	quiz 4 (8 items) final test (9 items)	final test (20 items)

학생들의 학습태도를 표현하는 두 번째 요인으로 과제제출률이 사용되었다. 15주 동안 12개 과제가 주어졌고, 강의계획서에 과제 3회 이상 미제출 시 F 학점을 받는 기준이 제시되어 있었으며, 학기 중 여러 차례 재공기되었다. 낮은 과제에 감점이 적용되었다.

학생들의 성취도를 측정하기 위해서, 1학기에는 4번의 퀴즈와 기말고사가 실시되었고, 2학기에는 중간고사와 기말고사가 실시되었다. 퀴즈와 시험 형식은 객관식이었고, 모든 문항에 대해서 R 코드와 손풀이를 같이 제출하도록 출제되었다. 학생들에게 기출문제가 제공되었다. 퀴즈와 시험 형식은 학생들이 원하는 모든 자료를 볼 수 있는 오픈북 형식이었다.

문항은 기출문제에서 자료만 바꾸어 출제되었다. 예를 들어, 자동차 자료를 이용하여, 수업 중 예제로 마력의 평균을 실습했고, 과제로 연비의 평균을 구했으며, 기출문제로 다시 속도의 평균을 구했다. 마지막 퀴즈 또는 시험문제에서 무게의 평균을 구하도록 출제하여, 통계 개념을 반복적으로 연습하도록 문제가 출제됐다.

한 학기를 크게 둘로 나누고, 전반 내용에 대한 평가점수를 중간성취도(midterm), 후반 내용에 대한 평가점수를 최종성취도(final)라고 정의하자. 1학기 실시간 비대면 수업에서 중간고사 없이 4번의 퀴즈가 일정한 간격으로 실시되었고, 기

말고사의 범위는 전체였다. 1학기 비대면수업에서 중간성취도점수(midterm)는 전반 부 수업내용에 해당하는 퀴즈 1, 2, 3과 기말고사 중 11개 문항들의 점수 합이다. 1학기 최종성취도점수(final)는 퀴즈 4와 기말고사 중 9문항 점수의 합이다. 2학기 대면수업에서는 중간고사점수가 중간성취도(midterm)이고, 기말고사점수가 최종성취도(final)이다.

2. 기술통계

Table 2는 변수들의 평균과 표준편차를 나타낸다. 결석률(%)의 평균과 표준편차는 1학기에 3.65% (4.49%)이며, 2학기에 5.64% (4.82%)이다. 과제점수(%)의 평균과 표준편차(%)는 1학기에 93.99% (9.06%)이고, 2학기에 94.45% (8.94%)이다. 중간성취도(midterm%)의 평균과 표준편차는 1학기에 75.15% (17.07%)이며, 2학기에 72.04% (16.64%)이다. 최종성취도(final %)의 평균과 표준편차는 1학기에 63.55% (23.12%)이며, 2학기에 77.12% (18.28%)이다.

Table 2 Mean and standard deviation of the missing rate, homework, and test scores

	1st semester	2nd semester
missing	3.65 (4.49)%	5.64 (4.82)%
hw	93.99 (9.06)%	94.45 (8.94)%
midterm	75.15 (17.07)%	72.04 (16.64)%
final	63.55 (23.12)%	77.12 (18.28)%

3. 통계분석방법

중간성취도와 최종성취도가 학습태도와 대면/비대면 수업 형식에 따라서 유의하게 달라지는지 알아본다. 평균을 비교하기 위해서 윌콕슨 검정, 분포를 표현하기 위해서 상자도표, 분포를 비교하기 위해서 Kolmogorov-Smirnov 검정, 집단으로 묶기 위해서 던컨의 다중비교법, 그리고 성취도에 유의한 영향을 미치는 요인을 찾기 위해서 회귀분석을 사용한다 (Rice et al., 2001; Hogg & Tanis, 1988; Hastie et al., 2017; James et al. 2021; Rice, 2007). 자료분석을 위해서 R을 이용한다(R core team, 2020). 유의확률이 유의수준 0.05보다 작을 때, 유의하다고 결론짓는다.

IV. 연구 결과 및 해석

1. 수업형식에 따른 성취도 분포비교

상자도표는 자료의 분포를 보여주는 통계 방법이다. 상자 아래 가로선은 25%, 중앙선은 50%, 위 가로선은 75% 분위

수를 나타낸다. 세로로 그려진 수업의 아래 끝은 최솟값에 해당하고, 위 끝은 최댓값에 해당한다. 상자도표는 다른 자료와 크게 떨어진 이상치(outlier)를 별도의 동그라미로 표시한다. Fig. 1은 대면/비대면 수업형식별로 중간성취도 (midterm), 최종성취도(final)를 상자도표로 나타내며, 이외에도 학습태도에 해당하는 결석률(missing), 과제(hw)를 상자도표로 나타낸다.

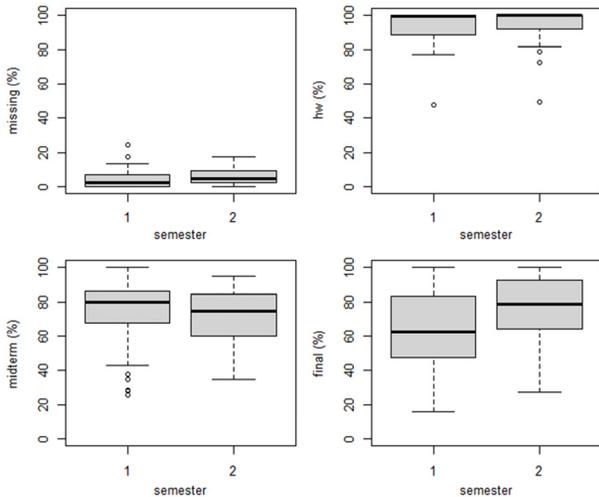


Fig. 1 Boxplots of missing rate(%), homework(%), midterm score(%), and final score(%) for each semester

대면/비대면에 따른 학습태도와 성취도 평균과 분포가 동일하지 않음을 이표본 검정법과 Kolmogorov-Smirnov 검정법으로 검정했다. Table 3은 검정에 대한 유의확률 p-값이다. 1학기 비대면수업의 결석률이 2학기 대면수업의 결석률보다 유의하게 낮으며($p=0.0087$), 둘의 분포는 유의하게 다르다($p=0.0118$). 주관식 강의평가에 따르면, 퀴즈가 수업 참여도와 집중도를 높이는 데 도움이 되었을 것으로 짐작된다.

Table 3에서 비대면수업과 대면수업에서의 과제 성취도는 평균이 동일하고($p=0.3915$), 분포도 동일하다($p=0.2410$). 과제 3회 이상 미제출 시에 F 학점을 부여하는 제약조건이 있고, 늦은 과제를 감점 후 받아주었기 때문에, 일부 학생들이 시험 직전에 밀린 과제를 제출했다. 과제의 효과를 더 깊이 연구하려면, 학생들의 과제 제출시기를 변수로 측정해야 하지만, 현재 이 자료는 없다.

Table 3에서 두 수업 형식으로 인한 중간성취도의 평균 차이가 유의하지 않고($p=0.2157$), 분포 차이도 유의하지 않다($p=0.1211$). Fig. 1에서 보면, 1학기 비대면 형식 수업은 비대칭 분포이고, 아래로 긴 꼬리를 가지며, 낮은 성취도를 보이는 학생들이 일부 존재한다. 2학기 대면 형식 수업에서는

평균은 조금 더 낮지만, 비교적 대칭이며 표준편차가 좀 더 작은 걸 볼 수 있다.

Table 3 Wilcoxon test of equal mean and Kolmogorov - Smirnov test of equal distribution of the two class types in the missing rate, homework, midterm, and final. The p less than 0.05 is significant

	Wilcoxon test	KS test
missing	0.0087	0.0118
hw	0.3915	0.2410
midterm	0.2157	0.1211
final	0.0013	0.0051

Table 3에서 최종성취도 평균의 동일성에 대한 유의확률은 $p=0.0013$ 이므로, 1학기 비대면 형식 수업의 평균이 유의하게 낮다. 두 분포의 동일성에 대한 유의확률은 $p=0.0051$ 이므로, 두 수업형식에 따른 최종성취도의 분포가 유의하게 다르다. 1학기 비대면 형식 수업에서는 분포가 비교적 대칭이지만, 2학기 대면 형식 수업에서는 최종성취도가 아래쪽으로 긴 꼬리를 가지고 있다.

2. 학습태도에 따른 성취도 분류분석

학기별 평점은 A+ 과 A 30%, B+ 와 B 40%의 기준으로 계산되었다. 1학기 비대면 기간에 실제로 이보다 높은 기준이 적용되었지만, 분석을 위해서 두 학기 동일한 비율이 되도록 평점을 재계산한 후, 전체 자료를 하나로 합쳤다. 평점별 학생들의 성취도 특징을 살펴보기 위해서, 던컨의 다중비교법을 사용해서 평균이 동일한 집단을 Fig. 2의 상자도표에서 동그라미 등으로 묶어서 표시했다. 같이 묶인 집단은 유의수준 0.05에서 평균이 동일하다고 판단한다.

결석률과 과제제출률을 종합해볼 때, 결석률보다 과제에 따른 학점의 영향이 더 커보인다. A+, A, B+ 사이에는 과제와 평점 사이의 관계가 보이지 않고, B, C+, C에서는 과제와

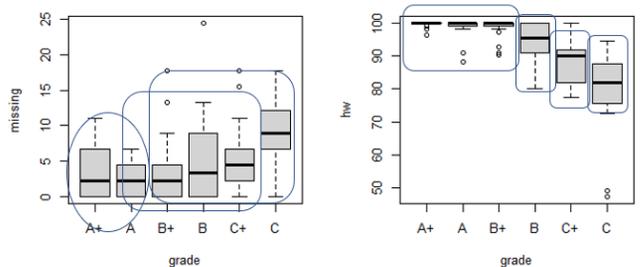


Fig. 2 Boxplots of missing rate(%) and homework(%) for each grade with the pooled data

평점 사이에 뚜렷한 선형관계가 보인다. 통계학의 과목 특성상, 진도 후반으로 갈수록, R을 이용한 자료분석 문제나 보고서 형식의 종합적인 과제가 많아지면서, 과제를 늦게 제출하는 사례가 늘었고, 과제제출률이 크게 떨어진다.

3. 수업형식 및 학습태도에 따른 성취도 분석

우선 산점도를 이용해서 결석률과 과제가 중간성취도와 최종성취도의 관계를 살펴보고, 이상치가 있는지 살펴보자. 일반적으로, 중간성취도는 결석률에 따라서 감소하고, 과제에 따라서 증가하는 경향이 보인다. Fig. 3에서 1학과 2학기에 중간성취도 경향은 비슷하다. Fig. 4 최종성취도는 1학과 2학기의 모양이 달라 보인다. 통계학 수업에서 결석률과 과제, 수업형식이 학생들의 성취도에 유의한 영향을 미치는지 알아보기 위해서, 회귀분석을 실시한다. Fig. 3과 Fig. 4에서 결석률이 20% 이상으로 매우 높은 학생과 과제가 70% 이하로 매우 저조한 자료를 제거한 후, 회귀분석을 실시했다.

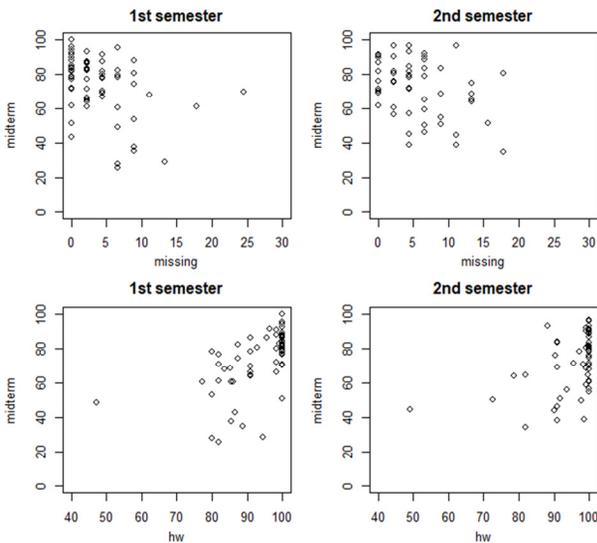


Fig. 3 Scatter Plots of missing rate(%), homework(%) vs midterm score(%) for each semester

Table 4의 중간성취도에 대한 회귀계수검정에서 결석률($p=0.0030$)과 과제($p<0.0001$)는 유의하며, 대면/비대면 수업형식은 유의하지 않았다($p=0.3160$). 결석률이 높을수록 중간성취도가 떨어지며, 과제 제출률이 높을수록 중간성취도가 높아진다. 결정계수는 $R^2=0.3576$ 이다.

Table 4의 최종성취도에 대한 회귀계수검정에서 결석률은 유의하지 않으며($p=0.1599$), 과제($p<0.01$)와 대면/비대면 수업형식($p=0.0003$)은 유의하다. 과제 제출률이 높을수록 최종

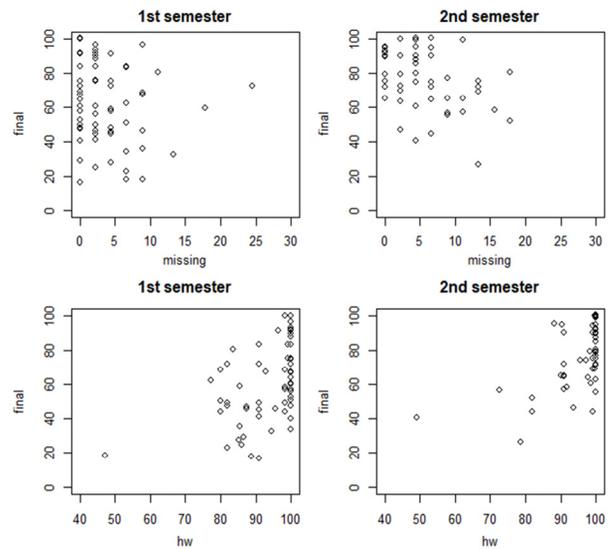


Fig. 4 Scatter Plots of missing rate(%), homework(%) vs final score(%) for each semester

성취도가 높아지며, 비대면보다 대면수업형식의 최종성취도가 높다. 결정계수는 $R^2=0.3507$ 이다.

결석률은 중간성취도에 유의한 영향을 미치지만, 최종성취도에 유의하게 영향을 미치지 않는다. Fig. 3에서 1학기에는 결석률에 따라서 최종성취도가 크게 달라지지 않지만, 2학기에는 결석률이 증가할수록 최종성취도가 더 떨어지는 경향이 보인다. 이는 1학기 실시간 비대면수업에서 녹화강의를 지속적으로 제공했기 때문에, 결석으로 인한 수업 손실이 크지 않았을 수 있다. 과제제출률은 중간성취도와 최종성취도에 모두 유의한 영향을 미친다. 대면/비대면의 수업형식은 중간성취도에서는 유의한 차이가 없지만, 최종성취도에서는 유의한 차이가 있다.

Table 4 Regression analysis on midterm and final performances

	midterm		final	
	Estimate	p-value	Estimate	p-value
Intercept	-29.068	0.1305	-70.955	0.0052
missing	-0.948	0.0030	-0.576	0.1599
hw	1.138	<0.01	1.446	<0.01
semester	-2.664	0.3160	12.775	0.0003

추가적인 분석으로, 최종성취도만 종속변수로 두고, 결석률, 과제제출률, 대면/비대면 수업형식, 중간성취도를 설명변수로 두고 회귀분석을 실시해보았다. 결석률($p=0.7749$)은 유의하지 않고, 과제($p=0.0111$)와 수업형식($p=0.0002$)과 중간

성취도($p < 0.0001$)는 유의하다. 이때, 결정계수 $R^2 = 0.5204$ 이다.

V. 결 론

본 연구에서는 지방소재 대학에 재학 중인 공학전공 학생들을 대상으로 개설된 통계학개론 강의에서, 대면/비대면 수업 형식이 학생들의 중간성취도와 최종성취도에 미치는 영향을 분석했다. 중요한 공변량(covariate)으로, 결석률과 과제제출률을 고려했다. 결석률은 중간성취도에만 유의한 영향을 미쳤고, 최종성취도에는 영향을 미치지 않았다. 과제제출률은 중간성취도와 최종성취도에 모두 유의한 영향을 미쳤다. 대면/비대면 수업형식은 중간성취도에서는 유의한 차이가 없었지만, 최종성취도에서는 대면수업에서의 성취도가 비대면 수업보다 유의하게 높았다.

본 논문의 성취도에 대한 분석 결과는 통계 수업이 길어질 수록 학생들의 비대면수업 선호도가 떨어지고, 대면수업에 대한 선호도가 높아진다는 Johnson et al.(2009)과 Lin(2022)의 연구결과와 대체로 일치하지만, 성취도에 대해서는 기존 연구들과 다소 차이가 있다. Lin(2022)은 통계학 대면/비대면에서 성취도 차이가 없다고 했고, 서보억(2021)은 수학 대면수업의 성취도가 비대면 수업의 성취도보다 높다고 했다. 이 차이의 첫 번째 이유는 본 연구가 중간성취도와 최종성취도를 구분하여 분석한 반면, 기존 연구들은 최종성취도만 연구했기 때문이다. 두 번째 이유는 공학전공 학생들의 통계학 수강 환경에 있어 보인다. 대부분 공학전공 학생들이 통계학 개론 한 과목만 수강한다. 과목의 구성은 수학, 확률 및 통계, 소프트웨어를 이용한 자료 분석, 다양한 전공 언어를 사용한 보고서 작성 등으로 매우 통합적이다. 강의후반으로 갈수록 현재 기술력으로 구축된 비대면수업이 사람의 직접적인 상호작용으로 이루어지는 복잡한 통계 대면강의를 대체되기 어려워 보인다.

본 연구에 사용된 자료는 계획적으로 얻어지기 어려운 귀한 자료이므로, Case Study로서의 충분한 가치가 있다. 또한, 이 논문을 통해서 통계학의 중요성에 대한 공학자들의 관심이 기대된다.

이 논문은 2022학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

참고문헌

1. 김태수·김병수(2008). 대학수학의 수준별 수업에 따른 학업 성취도 분석. *수학교육논문지*, 22(3), 369-383.
2. 박승빈·서혜영·문원석(1999). 공학교육에서의 웹 기반 학습과 교수방법. *공학교육과 기술*, 6(1), 9-12.
3. 서보억(2021). 수학교과교육학 및 교과내용학 강좌의 대면 및 비대면 운영 결과 비교 분석. *과학교육연구지*, 45(2), 257-273.
4. 송수연·김한경(2020). 언택트 시대의 대학교육: 코로나19에 따른 비대면 강의 만족도와 수강지속 의사에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. *아시아교육연구*, 21(4), 1099-1126.
5. 신정철·정지선·신택수(2008). 대학생의 학업성취도와 그 영향 요인들 간의 인과관계 분석. *교육행정학연구*, 26(1), 7-313.
6. 이춘호(2003). 공학교육에서의 수학에 관하여. *한국수학교육학회지 시리즈 E. 수학교육논문집*, 223-234.
7. 이한샘·서은희(2021). 대학의 원격화상수업과 대면수업의 만족도 비교 연구. *한국콘텐츠학회논문지*, 21(7), 440-447.
8. 최경미 외(2007). 중위권 대학 신입생의 수학적 배경과 대학 수학 성취도 사이의 관계. *한국수학교육학회지 시리즈 A. 수학교육*, 46(1), 53-67.
9. 최경미(2014). 미적분학 복습시험을 포함하는 공업수학 수업 모형 연구. *공학교육연구*, 17(2), 3-10.
10. 최윤희 외(2022). 비대면 강의에서 학습양식유형과 강의태도가 학업성취도에 미치는 영향. *공학교육연구*, 25(2), 22-31.
11. 황혜연(2021). 대면수업과 비대면수업에서 만족도에 영향을 미치는 요인. *교육종합연구*, 19(2), 59-80.
12. Casella G, & Berger R. B.(2001). *Statistical Inference*. 2nd ed. Duxbury Press; 2001.
13. Brown, S. W. & Kulikowich, J. M.(2004). Teaching Statistics From a Distance: What Have We Learned? *International Journal of Instructional Media*, 31, 19-37.
14. Franklin, C. & Garfield, J.(2006). "The GAISE Project: Developing Statistics Education Guidelines for Pre-K-12 and College Courses," in *Thinking and Reasoning with Data and Chance: 2006 NCTM Yearbook*, ed. G. Burrill, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, p. 435-475.
15. Hastie T, Tibshirani R, & Friedman J.(2017). *The Elements of Statistical Learning*, 2nd ed. Springer.
16. Hogg, R. & Tanis, E.(1988). *Probability and Statistical Inference*, 3rd ed. Macmillan Publishing Company.
17. James G. et al.(2021). *An Introduction to Statistical Learning with Application in R*, 2nd ed. Springer.
18. Johnson, H.D. et al.(2009). Internet Approach versus Lecture and Lab-Based Approach for Teaching an

- Introductory Statistical Methods Course: Students' Opinions. *Teaching Statistics*, 31, 21-26.
19. Kartha, C. P.(2006). Learning Business Statistics: Online vs Traditional. *The Business Review*, 5, 27-32.
 20. Lin, T.C.(2022). Student learnig performance and satisfaction with traditional face-to-face classroom versus online learning: Evidence from teaching statistics for Business. *E-Learning and Digital Media*, 19(3). <https://doi.org/10.1177/2042753021110596>
 21. Mills, J. D. & Raju D.(2011). Teaching Statistics Online: A Decade's Review of the Literature About What Works. *Journal of Statistics Education*, 19(2). DOI:10.1080/10691898.2011.11889613
 22. Rice J. A.(2007). *Mathematical Statistics and Data Analysis*. Cengage Learning.
 23. R Core Team(2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org>
 24. Speed, M. F. & Hardin, J.(2001). Teaching Statistics Via Distance: Duplicating the Classroom Experience. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 30, 391-402.
 25. Suanpang, P., Petocz, P., & Kalceff, W.(2004). Students Attitudes to Learning Business Statistics: Comparison of Online and Traditional Methods. *Educational Technology & Society*, 7(3), 9-20.
 26. Summers, J.J., Waigandt, A., & Whittaker, T. A.(2005). A Comparison of Student Achievement and Satisfaction in an Online Versus a Traditional Face-to-Face Statistics Class. *Innovative Higher Education*, 29, 233-250.
 27. Utts, J. et al.(2003). A Study Comparing Traditional and Hybrid Internet-Based Instruction in Introductory Statistics Classes. *Journal of Statistics Education* [online], 11, 3.
 28. Ward, B.(2004). The Best of Both Worlds: A Hybrid Statistics Course. *Journal of Statistics Education* [online], 12, 3.
 29. Wu, J. Y. & Nian M. W.(2021). The dynamics of an online learning community in a hybrid statistics classroom over time: Implications for the question-oriented problem-solving course design with the social network analysis approach. *Computers & Education*, 166, 104120.
 30. Zhang, J.(2002). Teaching Statistics On-line: Our Experiences and Thoughts. *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.



최경미 (Choi, Kyungmee)

1987년: 서울대학교 계산통계학과 졸업
 1989년: KAIST 산업공학과 석사
 1989-1990년: 한국전기통신공사 (현KT) 연구소 트래픽실 전임연구원
 1990-1995년: UIUC 통계학 박사
 1995-현재: 홍익대학교 과학기술대학 교수
 관심분야: 다변량 비모수 통계, 임상약리학, 경제학, 영어교육, 수학교육 등
 E-mail: kmchoi@hongik.ac.kr