

비대면 실험실습 수업 경험과 비대면 상호작용 경험의 현상학적 분석 – 공과대학 신입생의 경험을 중심으로

강유진

부산대학교 양자센서연구센터 전임연구원

Phenomenological Analysis of Non-face-to-face Experiment and Non-face-to-face Interaction – Focusing on the Experiences of Engineering Freshmen

Kang, Eugene

Associate Researcher, Quantum Sensors Research Center, Pusan National University

ABSTRACT

The purpose of this study was in a pandemic situation caused by COVID-19 to explore the online distance experiments and interaction of engineering freshmen, and to identify practical difficulties, resulting in to derive implications. Seven freshmen from engineering college participated in the interview, of which data were analyzed based on phenomenological analysis methods. The types of non-face-to-face experiments experienced by students were complete non-face-to-face experiment, mixed face-to-face experiment, and fusion face-to-face experiment. Students were completely isolated in time and space in complete non-face-to-face experiment. In biweekly mixed face-to-face experiment, isolation was halved. In fusion face-to-face experiment, isolation was removed. Non-face-to-face interactions can be characterized by restrictions on simultaneous activities, on rapport formation, and on observation opportunities. Based on these results, three implications were derived: First, it is necessary to allow students to manage time and space constraints on their own in non-face-to-face experiments. Second, support is needed to solve the difficulty of forming rapport, which is a characteristic of non-face-to-face interaction. Third, an opportunity to observe the interaction between other students and professors should be provided.

Keywords: Engineering education, Online distance learning, Non-face-to-face experiment, Interaction, COVID-19

1. 서 론

COVID-19가 초래한 긴급 상황은 경제적 어려움 뿐만 아니라, 교육 시스템에도 커다란 변화를 몰고 왔다. UNESCO(2021)에 따르면 최소한 165개국의 학교가 COVID-19 팬데믹 기간에 문을 닫았다. 각국의 학교는 현장의 문을 닫은 이후에 대면수업에서 비대면 수업으로 전환하였다(Gulseven et al., 2020; Tarkar, 2020; Guo, 2020). 우리나라에서도 사회적 거리두기 정책에 따라 학교 수업이 온라인 비대면 수업으로 갑작스럽게 전환되었다(교육부, 2020). 준비 없는 비대면 수업 때문에 학교 현장에서 많은 문제가 발생하였고(박성진, 2020), 온라인 비대면 교육과 관련하여 사회적 관심이 폭발적으로 늘어났다(김상미, 2020).

연구자가 근무하는 대학에서도 2020년 1학기부터 모든 수업이 비대면으로 전환되었다. 2020년 1학기의 비대면 수업은 동영상 수업을 위주로 진행되었다. 교수자와 학생 모두 새로운 상황에 적응하고자 노력하였지만 쉽지 않았고, 학생들의 불만이 표출되기도 하였다. 대학은 학생들의 불만을 수용하고 정부의 거리두기 정책에 발맞추기 위해서 2020년 2학기부터 비대면 수업을 세분화해서 운영하였다¹⁾. 그리고 비대면 수업에 대한 교수자와 학생의 인식을 조사하였다. 2021년 3월에 학생 2,599명을 대상으로 조사된 대학 자체보고서를 보면, 학생들은 온라인 비대면 교육이 사회적 요구에 따라 필요하다고 인식하였고, 온라인 비대면 수업을 온전한 수업으로 인식한 반면에

1) 2020년 2학기의 비대면 수업은 수강생의 규모와 강의실의 수용인원에 따라, '전면 비대면 수업'과 '대면과 비대면을 주 단위로 번갈아 진행하는 '혼합 수업', 그리고 일부 학생은 대면으로 다른 학생은 비대면으로 수업에 참여하는 '병행 수업'으로 구분하여 운영하였다. 과목의 특징에 따라 다양한 비대면 수업을 진행할 수 있었다.

Received February 3, 2022; Revised March 26, 2022

Accepted March 28, 2022

† Corresponding Author: eugene@pusan.ac.kr

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

교수자들은 온라인 비대면 수업을 온전한 수업이 아니라고 인식하였다(교수학습지원센터, 2021). 학생들은 온라인 비대면 수업에서 상호작용의 어려움을 호소하면서 과제에 대한 피드백을 요구하였다(교수학습지원센터, 2021).

2020년 1학기과 2학기의 연구자의 경험에 따르면, 실험실습 수업은 원래의 취지에 맞추어 운영이 되지 않았고 그에 대한 학생들의 불만이 적지 않았다. 그러나 자체보고서에 실험실습 과목에 대한 조사 결과는 없었기 때문에, 이 부분에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 생각하였다. 그리고 온라인 비대면 수업에서 학생들의 요구 사항인 상호작용과 피드백을 위해, 상호작용의 구체적인 양태를 알아볼 필요가 있다고 보았다.

II. 선행 연구 검토

대학에서 온라인 비대면 수업에 대한 선행 연구들은 4가지 범주로 나눌 수 있다. 온라인 비대면 수업에 대한 장단점을 조사한 연구(강소연, 2021; 김영희, 2020; 김은경, 2020; 남영옥, 2020; 엄상현·임결, 2017; 이보경, 2020; 정향기, 2020), 온라인 비대면 수업에서 상호작용에 대한 연구(김은경, 2020; 신희선, 2021; 이상수, 2004; 이은철, 2013; 이현경, 2021; 정재원 외, 2020; 한형중, 2020; An et al., 2009; Bouta et al., 2012), 사회적 거리두기 정책으로 고립된 대학생들의 학교생활 적응에 대한 연구(강진호 외, 2020; 송명현·하태인, 2021; 이종만, 2020; 최현실, 2021; Gares et al., 2020), 그리고 실험실습이나 현장학습이 필요한 분야에서 온라인 비대면 실험실습에 대한 연구(장원형 외, 2020; 정재원 외, 2020; Brandon, 2020; Jennifer & Lipin, 2020)로 나눌 수 있다.

비대면 실험실습 수업에 대해서 학생들은 아주 낮은 만족도를 보였다(강소연, 2021). 공과대학생들은 다른 수업과 달리 팀프로젝트는 대면 강의가 더 효율적이라고 답변하였다(김은경, 2020). 비대면 실험실습이 대부분 동영상 강의로 진행되어서 실험실습의 주요 활동인 직접적인 조작이나 제작 활동을 하지 못했기 때문에, 학생들의 만족도가 낮았던 것으로 보인다(Brandon, 2020). 그리고 온라인 실험실습을 경험한 교수자들도 비대면 실험 수업에 대해서 부정적으로 답변하였다(정재원 외, 2020).

이러한 상황에 대한 타개책으로 대학 실험실습 교육에서는 ICT 활용, 가상실험실 활용, 플립 러닝(Flipped Learning) 도입, 논의 활동 강조 등이 제안되었다(Brandon, 2020; Jennifer & Lipin, 2020). 우리나라 대학교육에서도 실험 수업을 보완하기 위해 멀티미디어 학습 설계 원리를 제공한 실험 영상과 학습 보조 자료를 제작하여 직접 수행이 불가능한 화학실험 수

업을 보완하려는 노력이 있었다(장원형 외, 2020). 이러한 연구들은 대면 수업으로만 이루어졌던 실험실습 활동을 비대면 수업에서 적용하려는 시도라 볼 수 있으며, COVID-19 때문에 장기화된 온라인 비대면 실험실습 수업에 시사점을 준다. 그런데 이러한 연구들은 완전 비대면 상황에서 온라인 동영상만 제공하여 실험실습을 진행한 결과이다. 비대면 실험실습에서 동영상 제공 외에 다른 활동이 이루어졌다면 다른 양태를 보일 수도 있다. 실제로 COVID-19가 장기화되면서 2020년 2학기부터 대학에서는 전면 온라인 비대면 수업보다는 대면 수업과 비대면 수업의 혼합 수업이 진행되었고, 실험실습 과목에서도 대면과 비대면 혼합 수업이 이루어졌다. 동영상을 시청하는 실험실습 외에 다른 형태의 비대면 실험실습에 대한 연구가 추가적으로 필요하다고 생각한다.

COVID-19 발생 이후에 온라인 비대면 수업에 대한 선행 연구들에 따르면, 학생들은 비대면 수업에서 가장 어려운 요소와 중요한 요소를 상호작용이라고 답했다(김은경, 2020; 신희선, 2021; 한형중, 2020). 교수자들도 마찬가지로 상호작용이 어렵다고 인식하였다(이현경, 2021). 교수자 자신의 경험을 분석한 신희선(2021)의 연구에서 온라인 비대면 수업은 <비판적 사고와 토론> 같은 토론 수업조차 교수-학생, 학생-학생 사이의 의사소통에 한계가 있다고 지적하였다. 교수자들은 온라인 수업으로 전환하면서 게시판, 이메일, 전화, 직접 상담 등을 통해서 학생들과 상호작용을 시도하였지만 한계를 느꼈다(정재원 외, 2020). 이러한 연구들은 온라인 비대면 수업에서 상호작용의 한계를 지적하였지만, 그 양태에 대한 구체적인 분석에는 미치지 못하였다.

COVID-19로 인한 온라인 비대면 수업에 대한 선행 연구를 분석하면서, 두 가지 측면에서 추가 연구가 필요하다고 판단하였다. 첫째, 비대면 실험실습에 대한 학생들의 구체적인 경험을 연구할 필요가 있다. 비대면 실험실습에 대한 선행 연구들은 주로 동영상과 학습 보조 자료를 제공하는 새로운 프로그램을 개발하고, 그 새로운 프로그램을 수업에 적용하여 효과를 논의하는 연구이었다. 이러한 연구들을 전형적인 비대면 실험실습이라고 보기는 어렵기 때문에, 이를 통해서 비대면 실험실습에 대한 일반적인 학생들의 경험을 이해하는 것은 어렵다. 일반적인 학생 경험을 이해하기 위해, 특별한 제약이나 상황이 아닌 자연적인 상태에서 비대면 실험실습에 대한 학생들의 구체적인 경험을 이해할 필요가 있다. 이를 위해서 현상학적 방법을 사용하여 학생들의 비대면 실험실습 경험을 분석할 것이다.

둘째, 비대면 수업에서 학생들의 상호작용에 대한 구체적인 경험을 연구할 필요가 있다. 온라인 비대면 수업에서 상호작용에 대한 연구는 주로 상호작용이 반드시 필요하다고 여겨지는

토론 수업을 대상으로 이루어졌다. 그리고 온라인 비대면 수업에서 의사소통의 한계를 지적하였다. 그런데 이러한 연구들은 학생 입장에서 비대면 상호작용의 특징을 기술하고 그 양태에 대한 구체적인 분석에는 미치지 못하였다. 학생들의 비대면 상호작용에 대한 구체적인 경험을 편견 없이 이해할 필요가 있다. 이를 위해서 현상학적 방법을 사용하여 학생들의 비대면 상호작용 경험을 분석할 것이다.

III. 연구방법

1. 현상학적 접근

가. 판단 중지

현상학적 연구는 현상을 있는 그대로 보기 위해, 어떤 대상을 바라볼 때 우리의 판단에 영향을 미칠 수 있는 선입견에 대해 판단을 보류할 것을 요구한다(김영천, 2013; 이남인, 2005). 이러한 선입견의 보류 방법을 판단 중지, 에포케, 괄호 치기, 또는 현상학적 환원이라고 한다(김영천, 2013). 현상학적 연구에서 연구자는 자신의 선개념과 선이해를 판단 중지하면서 연구 자료를 수집하고 분석하기 위해서, 연구자 자신의 선개념과 선이해를 미리 명료화한다. 본 연구에서 판단 중지된 선개념과 선이해는 연구자가 대학에서 교수자로 수업하면서 경험한 체험과 선행 연구들의 결과이다.

나. 조직적 기술과 구조적 기술

현상학적 연구 방법에서 연구참여자들이 현상에 대해 경험한 ‘무엇’을 기술하는 것을 조직적 기술(textual description)이라고 하고, 그 경험이 ‘어떻게’ 일어난 것인지 기술한 것을 구조적 기술(structural description)이라고 한다(Creswell, 2015). 조직적 기술과 구조적 기술을 통해서 있는 그대로 경험된 현상과 그 현상의 상황과 맥락을 파악할 수 있다. 본 연구에서 조직적 기술은 연구참여자들의 면담 전사본을 토대로 이루어졌다. 구조적 기술은 연구참여자들의 체험이 이루어진 시간과 공간에 대한 기술로 이루어졌다.

2. 연구과정 및 절차

가. 연구참여자 선정

연구참여자 선정을 위해 질적 연구의 표본 추출 전략 중에서 동질적인 집단에서 전형적인 사례 표집 전략을 선택하였다. 본 연구에서 알고자 하는 것은 대학생이 경험한 비대면 실험실습과 비대면 상호작용이다. 따라서 비대면 실험실습 경험이 유사한 대학생들을 연구참여자로 선정하고자 하였다. 연구자가 재

직하는 대학의 교육과정에 따르면, 공과대학 1학년 신입생들은 모두 일반물리실험I, II와 일반화학실험I, II를 각각 1학기와 2학기에 수강한다. 그리고 각각의 실험 수업은 물리학과와 화학과에서 총괄하여 진행하기 때문에, 공과대학 1학년 신입생들은 비대면 실험실습 경험에서 동질적인 집단을 이루고 전형적인 경험을 하였다고 볼 수 있다.

현상학적 연구의 자료는 주제에 따라 5-25명의 연구참여자들의 면담을 통해서 수집된다(Creswell, 2015). 따라서 본 연구의 연구참여자로서 2020년에 1학년으로 비대면 수업을 경험한 A대학 공과대학생 7명을 선정하였다. 2021년 4월에 인터뷰에 관한 IRB 승인을 받고, 5월에 연구참여자를 모집하였다. 연구참여자 모집은 A대학 학생들이 많이 이용하는 홈페이지에 게시되었고, 모집 공고문을 보고 자발적으로 연락하는 학생들을 대상으로 인터뷰가 진행되었다. 사회적 거리두기 정책에 맞추어서 인터뷰는 개별적으로 Zoom을 통해서 비대면으로 1시간 내외로 진행되었다. 연구참여자에 대한 기본 정보는 Table 1과 같다.

Table 1 Research Participant

참여자	학과	2020년 수강학점 (비대면 수업 학점 및 비대면 실험실습 학점)	
		1학기	2학기
A	재료공학부	휴학	16.5 (13.5, 4)
B	광메카트로닉스공학과	19.5 (19.5, 2)	21.5 (15.5, 2)
C	나노에너지공학과	17.5 (15.5, 2)	17 (15, 2)
D	나노메카트로닉스공학과	20.5 (18.5, 2)	18.5 (14, 2)
E	재료공학부	18.5 (18.5, 2)	21 (14, 4)
F	재료공학부	18.5 (18.5, 2)	19.5 (16.5, 4)
G	재료공학부	18.5 (18.5, 2)	16.5 (9.5, 4)

연구참여자들이 경험한 비대면 실험실습은 2020년 1학기에는 일반물리실험I(1학점)과 일반화학실험I(1학점)이었고, 2학기에는 일반물리실험II(1학점)와 일반화학실험II(1학점)이었다. 연구참여자들 중 재료공학부 학생들은 2020년 2학기에 공학설계 실험실습 (2학점)을 추가로 수강하였다. 연구참여자 모집 초반에는 다양한 학과의 학생들을 모집하려고 하였으나, 재료공학부 학생들이 일반물리실험과 일반화학실험 외에 공학설계 실험실습을 수강하였음을 알게 되어서, 재료공학부 학생을 더 많이 선정하였다.

나. 자료 수집 및 분석

연구참여자의 인터뷰 내용은 모두 녹음하였고, 녹음한 내용은 전부 전사하였다. 자료 분석 방법으로는 Colaizzi(1978; 신경림 외, 2004 재인용)의 현상학적 자료 분석 방법을 사용하였다. 전사 자료에 기술된 내용에서 의미 있는 주제들을 추출하고, 이것을 토대로 일반적인 진술을 만들어서 전환된 의미 단위를 구성하였다. 전환된 의미 단위를 의미군으로 범주화하여 하위 구성요소를 도출하였고, 하위 구성 요소로부터 구성요소를 도출하였다.

분석 과정에서 연구참여자인 학생의 경험에 초점을 맞추기 위해 연구자의 개인적 경험과 편견을 차단하는 괄호치기를 수행하였다. 그리고 전환된 의미 단위가 동등한 가치를 가질 수 있도록 반복되거나 중복되지 않는 진술들을 목록으로 작성하여 자료를 수평화하여 분석하였다.

3. 연구의 신뢰성과 연구 윤리

본 연구에서 질적 연구의 신뢰성을 확보하기 위해 연구참여자들의 진술 중에서 의미가 명확하지 않은 부분은 연구참여자에게 재차 확인 절차를 거쳤다. 연구참여자의 진술 목록을 범주화하는 과정에서 다른 대안이 도출될 가능성을 검토하였고, 과학교육 전공자 세미나에서 자문과 조언을 얻어서 최종적으로 하위 구성 요소와 주제를 도출하였다.

연구자는 연구 윤리를 준수하기 위해, IRB에서 요구하는 제반 사항을 지키고 승인을 받았다. 연구참여자들에게 연구의 목적을 제대로 알리고 자료 제공에 대한 동의를 획득하였다. 연구참여자의 사생활과 개인정보를 보호하기 위해, 개인정보를 익명으로 처리하였다. 연구참여자가 원할 때는 언제든지 그만둘 수 있음을 알리고 이를 보장하였다. 이러한 연구자와 연구참여자의 의무와 연구 윤리를 포함하는 설명서를 보내고 동의를 받았다. 연구 종료까지 중도에 그만둔 연구참여자는 없었다.

IV. 연구결과 및 논의

공과대학 신입생의 비대면 실험실습 경험과 상호작용 경험에 대한 인터뷰 자료를 분석한 결과 24개의 의미 단위와 6개의 하위 구성 요소가 도출되었고, 2개의 구성요소로 통합되었다. 전환된 의미 단위와 구성 요소는 Table 2와 같다.

1. 온라인 비대면 실험실습 경험

사회적 거리두기 정책에 따라서 연구에 참여한 학생들은 2020년 1학기에는 전면 비대면 실험실습을 경험하였고, 2020년 2학기에는 격주로 대면과 비대면을 번갈아 진행하는 대면-

Table 2 Phenomenological components and clearly revealed meaning

구성 요소	하위 구성요소	전환된 의미 단위
온라인 비대면 실험실습 경험	고립된 전면 비대면 실험실습	전혀 배운 것이 없었다, 불만족, 재택실험, 동영상 각자 보기, 보고서 각자 작성
	고립을 반으로 축소시킨 대면-비대면 혼합 실험실습	격주 대면 실험, 비대면 동영상 보기, 조원들과 대면 의사소통, 조교와 대면 의사소통, 보고서 각자 작성
	고립을 제거한 대면-비대면 융합 실험실습	만족스러운 경험, 비대면 설계와 대면 제작, 조원들과 비대면과 대면 의사소통, 교수자와 비대면과 대면 의사소통, 공동 제작물 제출 필요, 실험실습 활동으로 서로 친해짐
온라인 비대면 상호작용 경험	동시 활동의 제약	피드백 어려움, 학생 반응 고려하지 않는 수업, 의사소통 기회 박탈
	레포 형성의 제약	아는 친구들, 모르는 사람들, 개별 질문할 때 심리적 거리감
	관찰 기회의 제약	다른 학생을 관찰할 기회 박탈, 직접 질문만 가능

비대면 혼합 실험실습을 경험하였다. 연구참여자들 중에서 재료공학부 학생들은 2020년 2학기에 공학설계 과목의 실험실습을 경험하였다. 공학설계 과목은 대면 활동과 비대면 활동이 각각 분리되어 이루어지지 않고 상호보완되어 융합되었기 때문에, 본 연구에서 이러한 활동을 ‘대면-비대면 융합 실험실습’이라고 명명하였다.

가. 고립된 전면 비대면 실험실습

2020년 1학기에 신입생들은 모두 ‘일반물리학실험I’과 ‘일반화학실험I’을 수강하였다. 2020년 1학기에는 COVID-19로 인해 갑작스럽게 비대면 수업이 결정되었고, 거리두기 정책에 의해 1학기 동안 대면 수업이 허용되지 않았다. 1학기의 마지막 달인 6월에 실험실습 과목에 한정하여 2주간 대면 수업이 허용되었다.

연구에 참여한 학생들은 비대면 실험실습에 불만이 많았다. 학교 실험실이 아닌 집에서 재택실험을 하거나 동영상을 보고 실험보고서를 작성하였다.

학생 B: 솔직히 1학기에는 비대면 수업이라고는 하지만 거의 실험을 진행하지 않아서 뭘 했다고 하기 어렵습니다. 동영상 같은 것을 올려주면 그거 보고 보고서 쓰고 뭐 이런 거였어요. (중략) 뭔가 실험실에서 하는 것을 생각했는데 그냥 보고서만 작성한거죠... 조원들과 만날 일은 아예 없었죠. (중략) 논의 과정이 없으니까 제 의견을 적어야 하는데, 제가 직접 실험한 것도 아니고, 다른 사람들도 다 같은 데이터를 가지고 보고서를 쓰니까. 그냥 조교님이 실험하면서 말씀해주신 것을 검색해서 찾

아가지고 그럴 것 같다 이렇게 썼죠. 그게 조금 힘든 것 같아요. 처음에 조를 정하기는 했는데 비대면이라서 만날 일이 없었죠. 조원들과 같이 해야 할 일도 없었으니까 만날 일이 없었죠.

학생 F: 1학기에는 한번도 학교에 가서 대면으로 실험한 적이 없어요. 비대면 실험은 집에서 했는데, 예를 들면 지우개에 실을 매달아서 던지면 포물선 운동을 하는.. (중략) 보고서는 조교님이 엑셀파일로 실험 데이터를 주시거든요. 그러면 원래 실험 기구로 측정했으면 나왔을 값과 제가 측정한 것의 차이를, 오차를 구하고 해서 보고서를 작성했어요. 약간 좀. 원래대로였다면 대학에 가서 친구들과 같이 해야 되는 것인데, 지우개 던지고 흔들고 있으니까 이게 뭐 하는거지 그런 생각이 종종 들었어요.

1학기에 진행된 2개의 실험실습은 집이라는 개별적인 공간에서 이루어졌다. 활동은 동영상 시청하거나 집에서 간단한 도구를 이용해서 각자 실험을 하는 것으로 이루어졌기 때문에, 활동 시간은 개별적으로 자유롭게 진행되었다. 따라서 실험실습 활동 시간과 공간의 주체는 학습자 본인이었다.

실험실습 활동은 완전히 고립되었다. 활용한 온라인 수업 도구는 동영상 시청이었다. 실험실습 시간과 공간이 완전히 고립되어 외부 참여자와 소통이 전혀 없는 상태에서 진행되었기 때문에, 토론이나 피드백이 없었고 모든 활동은 개별적으로 이루어졌다. 학생들은 기계적으로 보고서를 작성하였다.

연구에 참여한 학생들은 이러한 경험에 대해서 불만족하였다. 학생들은 2020년 1학기 실험실습에서 전혀 배운 것이 없고, 실험실습 활동에 대한 회의를 느꼈다고 답변하였다.

나. 고립을 반으로 축소시킨 대면-비대면 혼합 실험실습

2020년 2학기에 신입생들은 모두 ‘일반물리학실험II’와 ‘일반화학실험II’를 수강하였다. 2020년 2학기에 거리두기 단계에 따른 수업 방식에 대한 구체적이고 세부적 조정이 발표되었다. 수강생 수, 공간 점유율, 확진자 발생 수에 따라서 수업은 대면 수업과 비대면 수업이 달라졌고, 혼합 수업과 병행 수업이 이루어졌다. 일반물리학실험과 일반화학실험은 격주로 대면 수업과 비대면 수업이 번갈아 이루어졌다.

학생 C: 2학기 실험은 대면으로 2주에 한번씩 했어요. 비대면 주에는 다음 시간 실험에 관련된 동영상을 먼저 보고, 대면 주에 학교에 가서 실험을 직접 했어요. 조원들과 실험하고 나서 토론을 하긴 했는데, 그렇

게 수준 높은 토론을 하지는 않았구요. 실험 결과값이 예상되는 값과 다르면, 그 부분을 조원들과 이야기하고, 그래도 잘 모르겠으면 조교 선생님에게 질문했어요.

학생 D: 2학기는 격주로 대면 실험을 했구요. 학교 안가는 날에는 동영상을 보고... 학교에 가서는 조원들과 실험을 같이 했어요. (중략) 실험하고 나서 따로 만나서 논의는 같이 못 했어요. 조교님들이 보고서에서 결과만 같아야 한다고 해서, 결과만 공유하고 보고서 쓰는 것은 각자 따로 했거든요.

격주로 진행한 혼합 실험실습은 2주에 한 번씩 실험실습을 진행한 것과 같았다. 학생들은 집에서 진행되는 동영상 시청을 실험실습을 준비하는 시간 정도로 생각했고, 실제로 실험실습은 절반 정도만 진행되었다.

학생 A: 화학실험과 물리실험은 2학기에 격주로 학교에 가서 한 주는 동영상으로 실험에 대한 안내 같은 것을 보고 다른 한 주는 실험을 했어요. 그러니까 실제 진행된 실험은 절반 정도였어요. 동영상을 보고 나면 퀴즈를 치고... 실험 조원은 3명이었는데, 따로 만나서 실험 준비를 하거나 토론을 하지는 않고 단톡방에서 사진 같은 것을 공유했습니다.

2학기에 진행된 2개의 실험실습은 집이라는 개별적인 공간과 학교라는 공유 공간에서 번갈아 가면서 이루어졌다. 활동은 집에서 동영상을 시청하고 학교에서 실험을 하는 것으로 진행되었다. 학교 수업이 격주로 진행되었기 때문에, 학생들은 격주로 다른 학생과 조교를 만나서 활동 시간을 공유하였다. 실험실습 활동은 조교의 주도로 이루어졌기 때문에, 실험실습 활동 시간과 공간의 주체는 교수자이었다.

실험실습 활동은 격주로 고립되어서, 전면 비대면 실험실습 활동과 비교할 때 고립이 절반으로 축소되었다. 활용한 온라인 수업 도구는 동영상 시청이었다. 외부 참여자와 소통은 격주로 진행되었기 때문에, 토론이나 피드백을 포함한 모든 활동은 격주로 이루어졌다. 학생들은 격주로 학교에 갔을 때를 제외하고 따로 조원들과 만나거나 조교와 소통하지 않았다. 최종 성과물인 보고서는 각자 작성하였다.

대면-비대면 혼합 실험실습은 대면 실험실습을 절반으로 진행한 것으로 분석된다. 이것은 비대면 실험실습이 초래한 학생의 고립을 완전히 제거하지 못하고 절반으로 줄이는 역할을 하였다. 인터뷰에 참여한 학생들은 이러한 상황에 대해 특별한 소회를 밝히지는 않았다.

다. 고립을 제거한 대면-비대면 융합 실험실습

2020년 2학기에 재료공학부 신입생들은 전공필수 과목으로 ‘어드벤처 디자인’이라는 공학 설계 과목을 수강하였다. 이 수업은 공학 설계 기초과목으로써 이론 수업과 실험실습 수업으로 구성되어 있고, 1학년 학생은 모두 필수적으로 수강해야 하는 과목이었다. 이론 수업은 온라인 비대면 강의로 이루어졌고, 실험실습은 조별로 소규모 단위의 대면 활동으로 이루어졌다. 학생들은 공동으로 제작한 결과물을 기말 과제로 제출하고, 활동 내용을 발표하였다.

학생 A: 전공프로젝트는 일주일에 한번씩 조원들끼리 만나서 진행했어요. 코로나 상황이어도 만날 수밖에 없었는데. 그게 그럴 수밖에 없는 이유가 기말 대체 과제가 중요했어요. 제작 전에는 ZOOM으로 만나서 주제도 정하고 의견을 주고 받고 했는데, 제작은 다 만나서 했어요. 확실히 만나니까 커뮤니케이션이 잘 되고 역할 분배도 깔끔하고, 같이 이렇게 하다 보니까 누구 하나 노는 사람 없이 다 열심히 했죠. 한 팀에 6명이었는데, 다 같이 만나는 시간을 정하기 어려워서, 주말에 주로 만났어요. 만나서 하니 아무래도 밥도 같이 먹고 얼굴도 보고 이야기 하고 하니 비대면보다는 훨씬 더 친해졌죠. 그래서 일이 더 잘 진행된 것도 있어요.

학생 E: 어드벤처 디자인이라고 공학 설계과목이 있는데. (중략) 초반에는 이론 수업을 ZOOM으로 교수님이 강의를 하고, 팀이 결정되면 그 이후부터는 교수님이 자유롭게 팀들과 만나서 피드백 주시고 그런 수업이었어요. 팀원들끼리는 처음에 ZOOM이나 단독으로 의사소통하고 뭘 할 것인지 논의하고 그러다가, 실습과제는 직접 만나서 만들어야 하니까 그런 경우에는 학교에서 만나서 다 같이 만들었어요. (중략) 사실 학교에서 제작 지원비를 줬기 때문에, 학교에 물품을 주문해달라고 요청하거나 학교에 있는 재료를 사용했어요. 그것을 집에 가져가서 각자 해오면 번거로우니까 그냥 학교에 모여서 다 같이 하게 된 것 같아요. 그러다 보니까 토론을 많이 할 수밖에 없었어요. 이렇게 하는 것이 더 좋을 것같다거나 이렇게 바꿔보자 그런 얘기도 하고 그랬어요.

학생 G: 완전한 팀플은 어드벤처 디자인에서만 해봤어요. 공학설계를 해야 되는 거라서 주제도 그 팀원들끼

리 정하고 하는 거라서. (중략) 6명이 ZOOM에서 모여서 회의를 하다가 만들 때가 되면 학교 건물에 모여서 만들자고 하고, 준비물을 사러 가고 결과물을 만들었어요. 같이 모여있을 때 문제가 생기면 같이 해결하고, 아니면 내일 모여서 해결하자 하고 다시 모이고 그랬어요. 카톡으로도 의논을 많이 했는데, 이 부분 수정해야겠다고 하면 같이 수정하고 PPT 발표하기 위해서 서로 의견을 주고 받고, 그러다가 역할 분담도 했어요. (중략) 사실 1학년 수업 중에서 전공을 제대로 배운 수업이 없었는데, 이 수업을 듣고 나서 아... 내가 재료공학부에 왔구나 하는 것을 확 느꼈던 것 같아요.

2020년 2학기에 진행된 공학설계 실험실습 과목은 개별 공간인 집과 공유 공간인 학교에서 번갈아 가며 이루어졌다. 이론 강의는 온라인 실시간 수업으로 진행하였다. 공학 설계 및 논의, 결과물 제작은 대면과 비대면 활동을 통해서 이루어졌다. 학생들이 스스로 주체가 되어 각자의 상황에 맞게 대면 모임과 비대면 모임을 모두 진행하였기 때문에, 실험실습 활동 시간과 공간의 주체는 학습자이었다.

실험실습 활동에서 학생의 고립은 보이지 않았다. 활용한 온라인 수업 도구는 실시간 화상 수업 도구(ZOOM)와 실시간 채팅 도구(카카오톡)이었다. 교수 및 조별 참여자와 소통은 시간과 공간의 제한 없이 이루어졌기 때문에, 학생들은 고립에서 완전히 벗어났다. 최종 성과물인 공동 제작 결과물은 조별로 대면으로 모여서 완성하였다.

연구에 참여한 학생들은 이러한 경험에 대해서 매우 만족하였다. 공학 설계를 수행하면서 전공 학과에 대한 이해가 높아졌고, 소규모 대면 활동을 통해서 공동 활동을 했던 조원들과 친해졌다고 답변하였다. 그리고 교수자가 대면과 비대면으로 수시로 피드백을 해서 과제 수행에 도움이 되었다고 답변하였다.

공과대학 학생들이 경험한 비대면 실험실습은 전면 비대면, 대면-비대면 혼합, 대면-비대면 융합 실험실습으로 분류할 수 있다. 이러한 분류는 시간과 공간이 얼마나 고립되어 있는지, 시간과 공간 운영의 주체가 누구인지에 따라 차이를 보이고 있다. 실험실습 공간과 시간, 운영의 주체를 Table 3에 나타내었다.

실험실습은 수공활동과 협동활동 때문에 다른 형태의 수업보다 공간적 공유가 필수적이다. 그런데 비대면 실험실습은 그 특성상 공간의 공유가 불가능하거나 제한을 받았고 시간의 공유도 제한적이기 때문에, 학습자의 고립은 필수적이라고 할 수 있다. 그런데 시간과 공간의 운영 주체가 학습자일 경우에는 학습자의 고립이 해소되었다.

Table 3 Space and time in non face-to-face experiments

실험실습 유형 (실제 수업)	실험실습 공간	실험실습 시간	운영 주체
전면 비대면 실험실습 (2020년 1학기 일반물리, 화학실험)	개별적 공간을 자율적 운영	개별적 시간을 자율적 운영	학습자
대면-비대면 혼합 실험실습 (2020년 2학기 일반물리, 화학실험)	개별적 공간과 공유된 공간을 격주 운영	개별적 시간과 공유된 시간을 격주 운영	교수자
대면-비대면 융합 실험실습 (2020년 2학기 공학설계실험)	개별적 공간과 공유된 공간을 자율적 운영	개별적 시간과 공유된 시간을 자율적 운영	학습자

2. 온라인 비대면 상호작용 경험

가. 동시 활동의 제약

연구에 참여한 학생들은 온라인 비대면 수업에서 교수자 및 다른 학생들과의 상호작용이 어렵다고 답변하였다. 질문이나 활동에 대한 피드백을 바로 받을 수 없고, 교수자가 학생 반응을 고려하지 않고 수업을 진행한다고 하였다.

학생 A: 실시간 수업에서도 피드백은 잘 안되었던 것 같아요. 아무래도 교수님이 수업에 집중하시다 보면 채팅창이나 쪽지를 안보시니까. 학생들이 쪽지나 채팅으로 질문해도 못 보시고 그냥 넘어가기도 하고, 진도도 나가야 되니까. (중략) 제가 원래 질문을 많이 하는 편인데, 비대면 수업할 때는 질문을 거의 못했어요.

학생 B: 비대면 수업 때는 교수님이 진도만 쫓 나가시거든요. 아무래도 사람들이 듣고 있는지 안듣고 있는지 확인이 잘 안 되고, 대면 수업 때는 즐거나 안듣는 학생이 있으면 다른 이야기도 좀 하셨다가 그러는데, 애들이 잘 이해를 못 하는 것 같으면 진도도 좀 천천히 나가고 이런 점은 확실히 대면이 나은 것 같아요.

동영상 수업의 경우 미리 녹화하기 때문에 시스템적으로 학생의 반응을 고려해서 수업을 진행하는 것이 불가능하다. 비대면 수업에서 교수자와 상호작용이 어렵다는 것은 동영상 수업에서만 일어나는 일은 아니었다. 실시간 수업에서도 쪽지나 채팅을 이용한 소리 없는 질문은 교수자의 주의를 끌지 못하고, 피드백을 받지 못하였다. 이러한 현상은 시간과 공간을 동시에 점유할 수 없는 비대면 수업의 구조상 발생할 수밖에 없는 일이다.

온라인 비대면 수업에서 상호작용은 교수-학생 사이뿐만 아니라 학생-학생 사이에서도 제한된다.

학생 F: 대면 수업이면 수업 중에 모르는 내용이 있으면 옆자리 학생한테 이거 왜 그런 거냐고 물어볼 수 있을 거고, 수업 끝나고도 서로 물어볼 수 있는데, 비대면 수업에서는 그렇게 할 수 없으니까, 꼭 교수님한테 물어봐야 하니까 그게 잘 안되었어요. 비대면 수업에서는 다른 학생과 말할 기회가 원천적으로 안 되는 거죠.

학생들은 시간과 공간을 함께 점유한 대면 수업이라면 다른 학생들과 상호작용을 쉽게 할 수 있지만, 시간과 공간을 공유하지 않는 동영상 수업과 공간을 공유하지 않는 실시간 수업에서는 다른 학생들과 상호작용이 이루어지지 않는다고 답변하였다.

나. 래포 형성의 제약

연구에 참여한 학생들이 반복적으로 언급한 단어는 ‘아는 친구’와 ‘모르는 사람’이었다.

학생 D: 초반에는 아예 모르는 사람이니까 질문하기도 좀 그렇고, 그런거 있잖아요. 수업 시간에 교수님이 말씀하신 것 같은데 잘못 들은 것은 교수님한테 물어보기 좀 그러니까, 다른 학생들한테 물어야 되는데. 그런데 잘 모르니까 물어보기가 좀 그렇죠. (중략) 확실히 대면해서 얼굴 보고 나니까 편하게 친해진 친구가 많아졌어요.

학생 E: 저는 과 동기들과 다 친하지 않은 상태에서 서로 데면데면했거든요. 얼굴만 서로 보고 그랬는데, 교수님은 활발한 소통을, 학생들끼리 소통하기 원하셨어요. 그런데 저의 분반 사람들은 다 처음 보는 사람들이고 서먹서먹해서 질문도 안하고 교수님이 물어보셔도 거의 대답도 없었어요. 그렇게 분위기가 좀 다운되어서...

학생 F: 학생들끼리 수업용 단톡방 같은 것은 없었어요. 따로 만들지 않아서. 모르는 것이 있으면 친한 친구끼리 의논했어요. 같은 학과 친구들은 2월에 오리엔테이션 할 때 알게 되어서, 코로나 전에 알게 되어서, 친한 애들이 있었거든요. 부산에 거주하는 학생들끼리 만나서, 그때 만나서 술도 같이 마시고 하면서 친해졌어요. 그 때 친한 애들이 생겼죠. 그다음에는 코로나 때문에 다른 사람들과는 별로 친해질 기회가 없었으니까.

학생들은 래포 형성 여부에 따라서 아는 친구와 모르는 사람

으로 구분하였고, 그에 따라 상호작용이 크게 차이를 보였다. 모르는 사람과는 상호작용을 시도하지 않았고, 래포 형성이 이루어진 이후에는 비대면 환경에서도 상호작용을 하였다.

학생들끼리 래포 형성은 교수자와 상호작용을 하는데 간접적으로 영향을 미쳤다. 학생이 개별적으로 질문할 때, 다른 학생과 래포 형성이 안 된 상황에서는 심리적 거리감을 느꼈다.

학생 G: ZOOM에서 말을 하면 제가 가운데에 크게 확대가 되잖아요. 화면 중간에. 그게 처음에 너무 부끄럽고 그래서 말을 잘 안 하게 되요. 이게 좀 친해지고 나면 괜찮은데 모르는 사람들이라서 그게 좀 부끄러웠어요... ZOOM 수업에서 질문하면 사람들이 다 나를 쳐다보이는게 딱 보이잖아요. 그게 부담스럽죠. 대면에서도 사람들이 쳐다보지만 그걸 제가 다 보는 것은 아니니까. 그런데 비대면에서는 화면에 전부 다 나를 보는 게 보이니까 아무래도... 교수님이 강의실에서 뭐 이것 모르겠어요 하면 비대면에서는 질문하기 더 어려워요. 대면 때는 그냥 손을 들거나 하면 즉각적으로 질문할 수 있는데, 교수님이 PPT 읽고 계시는데 중간에 모르겠어요 하고 말하기도 그렇고.

래포는 교수-학생, 학생-학생의 상호작용에 많은 영향을 미치는 요소이고, 시간과 공간을 함께 점유할 때 잘 형성된다. 그리고 온라인 비대면 수업은 시스템적으로 교수와 학생이 공간을 공유하지 않고 진행된다. 따라서 온라인 비대면 수업만으로는 래포 형성에 어려움이 발생하였고, 이는 학생들 사이의 상호작용에 부정적으로 영향을 미쳤다.

학생들은 비대면 수업 외에 대면 활동을 통해서 래포가 형성되었다고 답변하였다.

학생 G: 코로나 때문에 비대면 수업을 하기 전에, 그러니까 2월달에 학과에서 OT를 했는데 그 때 알게된 친구들과는 친해졌어요. 서로 공부하는데 도움이 되요.

소규모 대면 활동을 경험할 기회를 제공함으로써 학생들 사이에 래포 형성을 도울 수 있다.

다. 관찰 기회의 제약

학생들은 대면 수업과 달리 비대면 수업에서는 다른 학생들의 상호작용을 관찰할 기회가 없었다고 하였다.

학생 C: 대면 수업에서는 질문을 많이 하는 사람들이 있잖아요. 그런 (다른) 사람들이 질문하는 것을 듣고 아

그렇구나 하고 저는 질문을 안 했는데. 비대면은 그런 것이 없어서 제가 직접 질문해야 하나... 그런 학생이 있으면 제가 안 나서도 되고 그러니까 좋아요.

다른 학생 상호작용의 관찰에 대한 경험은 이 연구에서 드러나는 독특한 결과이다. 온라인 비대면 수업의 상호작용에 대한 선행 연구에서 연구 대상은 교수자-학생, 학생-학생의 상호작용이다(신희선, 2021; 이상수, 2004; 이은철, 2013; 이현경, 2021; 정재원 외, 2020; 한형중, 2020). 다른 학생의 상호작용을 관찰하는 것에 대한 연구는 찾기 힘들었다. 그런데 이 연구에서 참여자들은 다른 학생의 상호작용을 관찰하지 못하는 점을 지적하였다. 이러한 상호작용의 관계를 Fig. 1로 나타내었다.

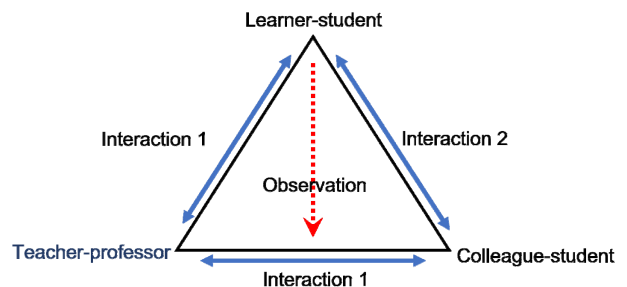


Fig. 1 Interactions among teacher and students

대면 수업의 경우 학습자-교수, 동료 학생-교수 사이의 상호작용 1, 학습자-동료 학생 사이의 상호작용 2, 그리고 교수-동료 학생 상호작용 1의 관찰이 일어난다. 학생들은 상호작용 1과 2 뿐만 아니라 관찰을 통해서도 학습을 한다. 비대면 수업의 경우에는 상호작용 1과 상호작용 2는 부분적으로라도 이루어지지만, 상호작용 1의 관찰은 이루어지기 힘들다.

온라인 비대면 상호작용 경험은 동시 활동의 제약, 래포 형성의 제약, 관찰 기회의 제약으로 특징지어졌다. 비대면 활동은 시스템적으로 학생들이 공간과 시간을 동시에 공유할 수 없다. 이러한 한계는 학생들의 래포 형성에 제약을 초래하였고, 다른 학생을 관찰할 기회를 줄였다.

V. 결 론

이 연구의 목적은 COVID-19로 초래된 팬데믹 상황에서 대 학생들의 비대면 실험실습 경험과 상호작용 경험을 탐색하여, 실질적인 어려움을 파악하고 이에 대한 해결방안을 모색할 수 있는 시사점을 도출하기 위해 수행되었다. 이 연구의 결과를 통한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 비대면 실험실습 활동에서 시간과 공간의 제약을 학습자 스스로 관리할 수 있도록 해야 한다. 학생들은 전면 비대면 실험실습 활동에 매우 불만족하였고 학습이 이루어지지 않았다고 답변하였다. 혼합 비대면 활동에서는 학습이 절반만 이루어졌다고 답변하였다. 융합 비대면 활동에서는 매우 만족하였고 학습이 완전히 이루어졌다고 답변하였다. 혼합 비대면 활동과 융합 비대면 활동은 둘 다 부분적 비대면 활동이었지만, 시간과 공간의 운영 주체가 달랐다. 교수자가 주체인 혼합 실험실습 활동에서 학습자는 피상적으로 활동을 하였기 때문에 교수자가 제공하는 실험실습 활동만 수행하였다. 이것은 시간과 공간의 고립이라는 비대면 활동의 시스템적인 제약을 넘어서지 못했기 때문에 실험실습 활동이 절반만 이루어졌다. 학습자가 주체인 융합 실험실습 활동은 학습자가 적극적으로 활동을 하였기 때문에 비대면 활동의 시스템적 제약을 넘어섰다.

둘째, 비대면 상호작용의 특징인 래포 형성의 어려움을 해결하기 위한 지원이 필요하다. 비대면 상호작용의 다른 특징인 동시 활동의 제약은 시스템적으로 해결이 어렵다. 그런데 래포 형성의 제약은 다른 대안을 통해서 해결할 수 있다. 연구참여자들이 했던 것처럼, 온라인 소모임 활동을 통해서 시간적 제약을 극복하고 신뢰를 쌓을 수 있다. 또는 공동의 목표를 위해서 협업 활동을 하면서 신뢰를 쌓고 래포를 형성할 수 있다.

셋째, 다른 학생들과 교수자의 상호작용을 관찰할 수 있는 기회가 제공되어야 한다. 대면 수업에서 학생들의 학습은 교수자와의 상호작용, 다른 학생과의 상호작용 외에도 다른 학생들과 교수자의 상호작용을 관찰하면서 이루어진다. 그런데 비대면 온라인 수업에서 교수자-학생, 학생-학생의 상호작용이 잘 이루어지지 않을 뿐만 아니라 다른 학생의 상호작용을 관찰할 기회를 가지기 힘들다. 그 결과 학생들은 대면 수업에 비해서 비대면 온라인 수업이 제공하는 정보가 적다고 인식하고, 모든 정보를 스스로 얻어내야 한다는 부담을 가지게 된다. 이러한 부담은 향후 학습에 부정적인 영향을 초래할 것으로 판단된다. 따라서 대면 수업과 마찬가지로 비대면 수업에서도 다른 학생과 교수자의 상호작용을 관찰할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 교수자와 학습자가 함께 참여하고 격식을 차리지 않는 소규모 학습공동체가 대안이 될 수 있다.

본 연구는 비대면 실험실습과 상호작용에 대한 학생들의 경험을 현상 그대로 기술함으로써, 비대면 수업 지원 방안을 마련하기 위한 경험적 자료를 얻었다는데 의의가 있다. 그리고 이 연구의 결과는 실험실습의 수업을 맡은 교수자들이 비대면 수업에서 학생들의 활동을 이해하는데 도움이 될 수 있다. 다만 이 연구의 참여자들은 7명이기 때문에 모든 학생들을 대표할 수는 없고, 학생들의 관점에서 진솔한 경험을 토대로 현상

학적 연구가 이루어졌기 때문에 교수자의 경험과 상치되는 부분이 있을 수 있다. 이에 후속 연구에서는 교수자의 경험을 바탕으로 실험실습 활동, 래포 형성, 상호작용 관찰 등에 대한 연구를 진행할 필요가 있다.

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5B5A07112103)

참고문헌

1. 강소연(2021). 2020년 1학기 공과대학 교수와 학생의 온라인 수업에 관한 인식 연구. *공학교육연구*, 24(2), 20-28.
2. 강진호·박아름·한승태(2020). 코로나-19로 인한 대학생들의 라이프 스타일 변화 경험에 대한 현상학적 연구. *한국엔터테인먼트산업학회논문지*, 14(5), 289-297.
3. 교수학습지원센터(2021). 비대면 온라인 수업의 질 제고를 위한 교수자·학습자 인식 및 요구도 분석. 부산대학교 교수학습지원센터.
4. 교육부(2020). 2020학년도 초등(특수)학교 원격수업 세부운영 지침. (2020.04.02.).
5. 김상미(2020). 코로나 19 관련 온라인 교육에 관한 국내 언론 보도기사 분석. *한국디지털콘텐츠학회논문지*, 21(6), 1091-1100.
6. 김영희(2020). 대학생의 COVID-19 로 인한 온라인 학업 경험. *한국산학기술학회논문지*, 21(12), 278-290.
7. 김영천(2013). *질적연구방법론 II: Methods*. 경기: 아카데미프레스.
8. 김은경(2020). 비대면 수업에서 공학 팀 프로젝트 수행 사례. *실천공학교육논문지*, 12(2), 255-264.
9. 남영옥(2020). 대학의 온라인 수업 질 제고 요인에 대한 대학생의 전공계열별 요구분석. *학습자중심교과교육연구*, 20(22), 975-997.
10. 박성진(2020). [코로나 6개월] 180도 바뀐 학교 풍경...초유의 온라인개학. *연합뉴스*, Retrieved July, 17, 2020, from <https://www.yna.co.kr/view/AKR20200715176400530>.
11. 송명현·하태인(2021). COVID-19 발생 전후 공과대학 학생의 일과시간 활용 실태연구. *공학교육연구*, 24(2), 3-11.
12. 신영립 외(2004). *질적 연구 방법론*. 서울: 이화여자대학교 출판부.
13. 신희선(2021). 비대면 환경에서의 비판적 사고와 토론교육-공대 신입생 대상 온라인 수업 사례를 중심으로. *공학교육연구*, 24(1), 34-45.
14. 엄상현·임결(2017). 대학 이러닝 환경에서 실시간과 비실시간 소셜미디어 활용유형 차이분석. *디지털융복합연구*, 15(4), 27-34.
15. 이남인(2005). 현상학과 질적연구방법. *현상학과 현대철학*, 24,

- 91-121.
16. 이보경(2020). 코로나 19로 인한 비대면 교양영어 수업의 학습자 반응에 관한 연구. *교양교육연구*, 14(4), 97-112.
 17. 이상수(2004). 면대면 학습 환경과 온라인 실시간/비실시간 학습 환경에서의 상호작용 패턴 분석. *교육공학연구*, 20(1), 63-88.
 18. 이은철(2013). 라포 수준에 따른 집단 구성이 온라인 협력학습 환경에서 상호작용에 미치는 영향. *교육학연구*, 51(3), 57-82.
 19. 이종만(2020). 코로나19 원격 교육에서 외로움과 유튜브 과다 사용이 대학생활적응에 미치는 영향에 대한 탐색적 연구. *한국콘텐츠학회논문지*, 20(7), 342-351.
 20. 이현경(2021). 공과대학 비대면 온라인 수업의 교수자 평가와 경험 분석. *공학교육연구*, 24(5), 53-64.
 21. 장원형·최민지·홍훈기(2020). 코로나바이러스감염증-19 대응 행에 따른 대학교 비대면 실험수업 운영에 관한 사례연구. *학습지중심교과교육연구*, 20(17), 937-966.
 22. 정재원·허정은·박효원(2020). 코로나19로 인한 공과대학 교수자의 온라인 수업 경험 탐색. *공학교육연구*, 23(6), 60-67.
 23. 정향기(2020). 코로나19 상황의 대학교육에 있어서 전면적 온라인 수업 실행 및 평가에 대한 학습자 만족도. *Multimedia-Assisted Language Learning*, 23(3), 392-412.
 24. 최현실(2021). 코로나-19로 인한 대학신입생의 비대면 수업 경험에 대한 연구. *교양교육연구*, 15(1), 273-286.
 25. 한형중(2020). 대학 실시간 온라인 교육의 효과적인 운영을 위한 고려요소 및 개선방안 탐색: 학습자 경험과 인식을 중심으로. *디지털융복합연구*, 18(12), 69-79.
 26. An, H., Shin, S., & Lim, K.(2009). The effects of different instructor facilitation approaches on students' interactions during asynchronous online discussions. *Computers & Education*, 53(3), 749-760.
 27. Bouta, H., Retalis, S., & Paraskeva, F.(2012). Utilising a collaborative macro-script to enhance student engagement: A mixed method study in a 3D virtual environment. *Computers & Education*, 58(1), 501-517.
 28. Brandon, D. T.(2020). Unflipping the Flipped Classroom: Balancing for Maximum Effect in Minimum Lead-Time in Online Education. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3301-3305.
 29. Creswell, J. W.(2015). 질적 연구방법론 (조흥식, 정선옥, 김진숙, 권지성 역.). 서울: 학지사. (원저 2013 출판).
 30. Gares, S. L., Kariuki, J. K., & Rempel, B. P.(2020). Community Matters: Student-Instructor Relationships Foster Student Motivation and Engagement in an Emergency Remote Teaching Environment. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3332-3335.
 31. Gulseven, O. et al.(2020). How the COVID-19 Pandemic Will Affect the UN Sustainable Development Goals?. *SSRN Electronic Journal*. DOI: 10.2139/ssrn.3592933.
 32. Guo, S.(2020). Synchronous versus asynchronous online teaching of physics during the COVID-19 pandemic. *Physics Education*, 55(6), 065007.
 33. Jennifer, A., & Lipin, R.(2020). Students' Reflections on Pandemic Impacted Chemistry Learning. *Journal of chemical education*, 97(9), 3327-3331.
 34. Tarkar, P.(2020). Impact of COVID-19 pandemic on education system. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29 (9 Special Issue), 3812-3814.
 35. UNESCO(2021). COVID-19: Education from disruption to recovery. Retrieved August 11, 2021, from <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>,



강유진 (Kang, Eugene)

2013년: 부산대학교 물리교육과 박사
 2014년~2015년: 케임브리지대학 박사후연구원
 2016년~2019년: 부산대학교 과학교수학습센터 전임
 연구원
 2020년~현재: 부산대학교 양자센서연구센터 전임연구원
 관심분야: 물리교육, 과학사, 과학철학
 E-mail: eugene@pusan.ac.kr