

RESEARCH ARTICLE

Analysis of Online Peer Feedback on High School Physics Experiment Report

Taek-Kyu Lee¹ · Su-Kyeong Lee^{2,3} · Hyukjoon Choi^{3*}

¹Baegot High School

²Jeonbuk National University

³Korea National University of Education

고등학교 물리학 실험보고서에 대한 온라인 동료 피드백 분석

이택규¹ · 이수경^{2,3} · 최혁준^{3*}

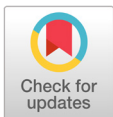
¹배곧고등학교 · ²전북대학교 · ³한국교육대학교

*Corresponding Author: hjchoi@knue.ac.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze online peer feedback provided during high school physics lab classes. A stage of online peer feedback was included, and thirteen high school students participated in the stage to provide online peer feedback on the experiment report written during a physics lab class. The students were asked to add a comment on the reports for feedback. Characteristics of online peer feedback have been analyzed, followed by analysis of responses of students who received feedback depending on addition of comments for feedback. Evaluation standards of experiment reports have been used to compare the reports between before and after receiving online peer feedback, and a survey has been conducted to examine students' perceptions of online peer feedback. The results show that the most feedback was provided on the parts with unclear description, and most the comments included detailed and reasonable feedback criticizing the contents or suggesting more acceptable descriptions. Conclusively, online peer feedback has significantly increased student's final marks of experiment reports at each stage, and students have found to positively perceive online peer feedback taken place during physics lab classes.

Keywords: Peer feedback, experiment report, online feedback



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2021, Vol. 11, No. 2, 355-370.

<https://doi.org/10.31216/BDL20210023>

Received: May 12, 2021

Revised: June 02, 2021

Accepted: June 03, 2021

© 2021. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

과학 교육에서 실험을 통한 교육은 중요하다. 과학과 교육과정에 제시된 탐구 활동의 대부분이 실험형태로 제시되고 있으며(MOE, 2015a; MOEST, 2011), 2015 개정 교육과정(MOE, 2015b)에 공통과목으로 ‘과학탐구실험’ 과목이 신설된 것도 과학 교육에서 실험이 중요하게 여겨지고 있기 때문으로 해석할 수 있다.

실험은 학생들의 과학적 사고, 과학 탐구능력, 과학 태도를 향상시키는데 많은 효과가 있으며, 실험 수업은 다양한 감각경로를 통하여 정보를 얻을 수 있어 언어 위주의 설명식 수업에 비해 과학학습에 더 효과적임으로(Kwon et al., 2012) 실험은 과학 교육의 목적을 달성하기 위한 중요한 수업방법이라고 할 수 있다. 하지만 학교 현장에서 실험 수업을 진행하기에는 과다한 업무 및 수업 진도, 시간 부족 등의 이유로 다소 어려움이 있다(Park, 2013). 실험 수업이 이루어질 때 학생들은 교사가 제공하는 실험 과정을 절차대로 따라 하는 경우가 많으며(Yang et al., 2007), 실험 과정에서 학생들 사이에 상호작용은 거의 이루어지지 않고 수동적으로 자신의 역할만 하는 경우가 많다(Yang et al., 2006).

교사와 학생 사이에 이루어지는 상호작용의 방법으로 피드백이 있다. 과학 수업시간에 진행되는 피드백은 학생들의 학업 성취도 및 과학에 대한 태도를 향상시킨다(Lee et al., 2000). 실험 수업에 진행되는 피드백 역시 학생들의 학업 성취도와 과학탐구능력, 학습의욕, 과학탐구능력에 긍정적인 효과가 있다(Yang & Kim, 2017). 하지만 과학 수업에서 피드백은 수업시간 부족을 이유로 잘 이루어지고 있지 않다(Kim & Koo, 2019).

수업에서 피드백 제공이 어렵다는 문제점에 대응하기 위해 동료 피드백과 온라인 활동을 진행하는 것이 하나의 방법이 될 수 있다. 동료 피드백을 통해 교사 피드백보다 더 많은 빈도의 피드백 제공이 가능하며, 온라인 활동을 통해 수업 시간 및 공간적 제약을 해결할 수 있다.

과학교육 동료 피드백 활동은 학생의 탐구 수행 능력, 과학적 의사소통 능력, 학업 성취도에 긍정적인 영향을 미쳤으며(Kim & Jhun, 2016), 온라인 환경에서 진행된 수업에서도 학업성취도와 과학학습동기, 학습 흥미를 이끌어낼 수 있었다(Jo & Jeong, 2019; Kwak & Shin, 2014). 실험보고서에 대한 동료 피드백은 실험보고서의 ‘실험고안’과 ‘결론 및 평가’ 과정에 큰 영향을 미치며 학생들 사이의 의사소통의 장을 제공하기도 한다(Park et al., 2010).

본 연구에서는 학교 간 공동교육과정 수업에 온라인 활동을 적용하였다. 학교 간 공동교육과정으로 운영되는 수업의 경우 학생의 과목 선택권을 확대하기 위한 좋은 취지를 가지고 있지만, 정규 교육과정 운영 시간 이외에 진행되기에 학생들에게 부담이 되고, 수업을 운영하는 교사들에게도 업무 부담이라는 의견이 있다(Lee, 2018). 학교 간 공동교육과정은 학생들이 방과 후, 주말 또는 방학 시간을 이용하여 수업에 참여해야 하며, 자신의 학교가 아닌 다른 특정 장소에서 수업이 진행되기에 수업을 듣는 학생들은 부담이 더해진다. 하지만 시간과 공간의 제약을 받지 않는 온라인을 활용한다면 수업에 참여하는 학생들의 부담을 줄일 수 있을 것으로 기대한다. 또한 동료 피드백을 적극적으로 활용한다면 교사들의 부담도 어느 정도 줄일 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 고등학교 물리학 실험 수업의 보고서 작성 과정에서 온라인 동료 피드백 단계를 추가하고, 동료 피드백의 유형과 반응 분석 및 동료 피드백 전과 후의 학생들의 물리학 실험보고서 작성에 차이를 확인해보고자 한다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 첫째, 물리학 실험 수업의 보고서 작성 과정에서 이뤄지는 온라인 동료 피드백의 특징은 어떠한가?
 둘째, 온라인 동료 피드백을 받은 학생의 반응은 어떠한가?
 셋째, 온라인 피드백을 받기 전과 후의 물리학 실험보고서의 차이가 있는가?
 넷째, 온라인 동료 피드백에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

Materials and Methods

Participants

본 연구는 물리학 실험 과목을 수강하는 인문계 고등학교 2학년 학생 13명을 대상으로 하였다. 이 수업은 경기도교육청의 교육과정 클러스터 정책에 따라 인근의 3개 고등학교 학생 중 수업을 희망하는 학생을 대상으로 개설된 과목이다. 개별 학교에서 수강 희망 학생이 적은 과목을 개설하기 어렵다. 교육과정 클러스터는 이러한 과목 수업을 희망하는 인근 학교의 학생을 모아 수업을 진행하는 일종의 공동교육과정 정책이다 (Gyeonggi Provincial Office of Education, 2019).

연구 참여자의 구성은 Table 1과 같다. 학생들의 성적은 전반적으로 중상위권에 속했으며, 각 학교에서의 물리학 I 교과 수업은 이 연구가 진행되는 과정과 같은 시기에 이루어졌다.

Table 1. Construction of participants

School	Gender		Total
	Male	Female	
A	4	2	6
B	3	1	4
C	3	0	3
Total	10	3	13

Application Process of Online Peer Feedback in Physics Lab Classes

물리학 실험 수업 진행 전 사전 준비 수업을 진행하였다. 사전 준비 수업은 1차시로 진행되었으며, 실험보고서 작성법, 실험보고서 평가 틀, 피드백의 종류 및 기준, 온라인을 활용한 피드백 작성 방법에 대해 안내하였다. 실험보고서를 ‘가설 설정’, ‘실험 설계 및 절차 고안’, ‘자료수집’, ‘자료변환 및 해석’, ‘결론 및 평가’ 단계로 구분하고, 각 단계에 들어가야 할 내용에 대해 실험보고서 평가틀을 이용해 안내하였다. 여러 형태의 피드백을 예로 들어 피드백의 종류와 기준에 대해 안내하고, 보고서 작성 시 어떤 형태의 피드백이 도움이 될 것인지에 대해 설명하였다. 공유 드라이브를 이용하여 공유된 문서에 직접 주석과 답변을 달아보는 활동을 통해 온라인을 활용하여 피드백을 작성하는 방법을 숙지하도록 하였다.

각 실험은 총 4차시로 진행되었으며 물리학 실험 수업의 진행 과정은 Fig. 1과 같다.

1차시에 실험보고서 양식을 제공한 후 실험과 관련된 이론적 배경을 설명하였다. 학생들에게 제시한 실험보고서 양식은 고등학교 물리학 실험 교과서(Park et al., 2018)를 활용하였으며, 보고서를 최대한 빈칸으로 두어 학생들이 자유롭게 쓸 수 있도록 하였다. 그리고 실험보고서의 ‘가설 설정’ 단계와 ‘실험 설계 및 절차 고안’ 단계를 작성하여 제출하도록 하였다. 이때 보고서는 개인별로 작성하도록 하였다. 1차시에 작성한 ‘가설 설정’ 단계와

‘실험 설계 및 절차 고안’ 단계에 대해 온라인 동료 피드백 활동을 진행하여 피드백을 통해 수정될 수 있도록 하였다. 2차시와 3차시에 실험을 수행하였으며, 실험은 모듈별로 진행하였다. 실험 수행과 더불어 실험보고서의 ‘자료수집’, ‘자료변환 및 해석’, ‘결론 및 평가’ 단계를 작성하도록 하였으며, 필요한 경우 1차시에 작성한 보고서의 내용도 수정할 수 있도록 하였다. 1~3차시 동안 작성된 실험보고서에 대해 온라인 동료 피드백 활동을 진행하여 다른 학생들의 보고서에 피드백을 제시하도록 하였다. 4차시에 학생들은 자신이 받은 피드백이 실험보고서 작성에 도움이 되었는지 평가하도록 하였다. 피드백을 토대로 실험보고서의 수정이 필요한 경우 수정하여 최종 실험보고서를 제출하도록 하였다. 끝으로 해당 실험에 관한 내용 정리를 통해 수업을 마무리하였다.

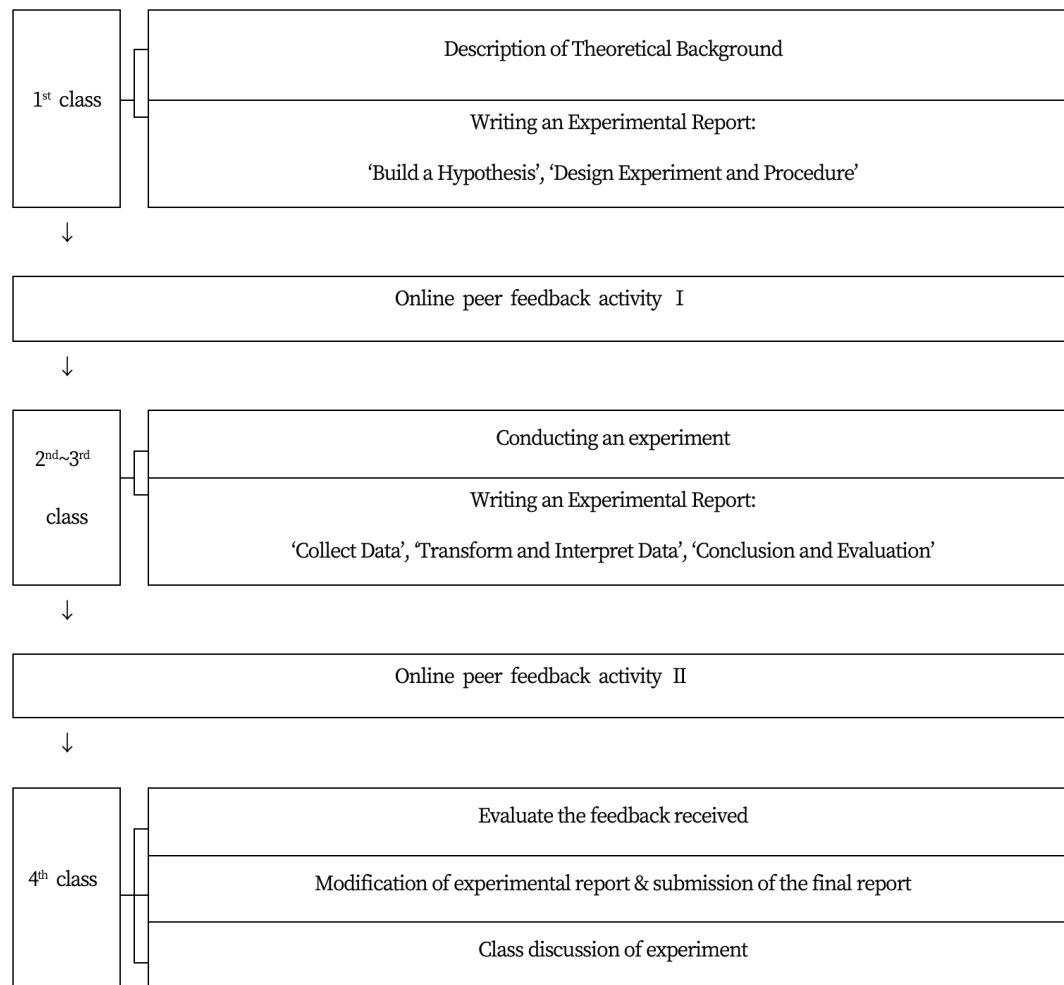


Fig. 1. Flowchart of lab course

온라인 동료 피드백은 구글 드라이브를 이용하였다. 학생들이 제출한 보고서를 pdf로 변환하여 구글 드라이브에 업로드하고, 학생들에게 공유하였다. 특정 보고서에 피드백이 몰리는 상황을 방지하고, 피드백 활동이 학생들에게 과중한 부담이 되지 않도록 한 학생의 실험보고서에 대해 3명의 학생을 지정하여 피드백을 제공하도록 하였다. 또한 각 실험 마다 특정 학생의 실험보고서에 대해 피드백을 제공하는 학생을 변경하였다. 피드백은 공유된 pdf 파일에 주석을 다는 방법을 이용하였으며, 제시된 피드백에 대해 피드백을 받은 학생이 자유롭게 답변할 수 있도록 하였다.

Construction of Experiment and Report

수업으로 진행된 실험은 고등학교 물리학 실험 교과서(Park et al., 2018)에 수록된 실험 중 가설 설정, 실험 설계 및 절차 고안, 자료수집, 자료변환 및 해석, 결론 및 평가의 5단계를 명확하게 구분하여 보고서로 작성할 수 있는 4가지의 실험을 선정하였다. Table 2는 실험주제와 2015 개정 과학과 교육과정의 내용 요소의 관련 여부를 나타낸 것이다.

직선 도선의 전류에 의한 자기장은 중학교 과학 및 고등학교 1학년 통합과학 수업을 통해 학생들이 기본 과학적 개념을 이미 배운 상태였다. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭은 관련 개념이 물리학 I에 정성적으로만 제시되어 학생들이 정량적인 과정을 배우지 않았으며, 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭, 단일 슬릿에 의한 빛의 회절의 경우 물리학 II 교과에 포함된 내용으로 학생들이 관련 개념을 배우지 않은 상태였다. 전기회로 관련 개념은 중학교 과학 수업을 통해 학생들이 학습을 했지만 내부저항 개념은 2015 개정 과학과 교육과정에 언급되지 않았다. 학생들이 실험주제와 관련된 과학 개념을 배우지 않은 경우, 실험을 수행하기 전에 교사가 관련 과학 개념에 대해 설명하여 학생들이 스스로 실험을 구성하여 수행할 수 있도록 하였다.

Table 2. Association between experiment topic and content element of 2015 revised science curriculum

No.	Topic	Contents element		
		Middle School Science	Physics I	Physics II
1	Light interference by double-slit	×	△ (wave interference)	○ (wave interference)
2	Light diffraction by single-slit	×	×	○ (wave diffraction)
3	Magnetic field generated by current flowing straight wire	○ (magnetic attraction of current)	○ (magnetic field generated by current)	○ (magnetic field generated by current)
4	Internal resistance	△	×	×

Data Collection and Analysis

Analysis of Peer Feedback

동료 피드백은 Tseng & Tsai (2007)가 분류한 동료 피드백 유형과 Lee (2019)의 피드백 유형 분석틀을 활용하여 분석하였다. Tseng & Tsai (2007)는 동료 피드백의 유형을 교정(Corrective) 피드백, 제안(Suggestive) 피드백, 설교(Didactic) 피드백, 강화(Reinforcing) 피드백으로 구분하고 있으며, Lee (2019)는 교정 피드백과 제안 피드백을 각각 두 가지의 세부 유형으로 나누어 제시하였다. 즉, 교정 피드백을 단순한 오류를 지적하는 경우와 실험 및 과학적 내용에 대한 오류를 지적하는 경우로 구분하였으며, 제안 피드백을 생각을 직접적으로 제시하는 경우와 암시적으로 제안하는 경우로 구분하였다.

또한 각각의 동료 피드백에 대해 Gielen et al. (2010)이 제안한 좋은 동료 피드백 기준의 충족 여부를 판단하였다. Gielen et al. (2010)이 제안한 좋은 동료 피드백 기준은 적절성(appropriateness), 구체성(specificity), 타당성(justification), 제안성(suggestion), 명료성(clear formulation) 등 4가지이다.

실험보고서 단계별 동료 피드백의 비율과 실험주제별 동료 피드백의 유형의 비율을 비교하여 자료를 분석하였다.

Analysis of Response to Peer Feedback

피드백에 대한 반응은 온라인을 활용한 동료 피드백 내용이 실험보고서의 수정에 반영된 정도를 의미한다. 제시된 동료 피드백마다 ‘위의 피드백이 실험보고서 작성에 도움이 되었다.’라는 문항에 답변하도록 하였다. 답변은 5단계 리커트 척도와 그 이유를 자유 기술하는 형식으로 작성하도록 하였다.

피드백에 대한 반응은 피드백 전과 후의 실험보고서를 비교하여 피드백 내용이 반영된 정도에 따라 Cho (2005)의 4가지 기준으로 분류하였다. Cho (2005)는 피드백에 대한 반응을 수용, 수정 채택, 거부, 삭제의 4가지로 분류하였으며, 제시된 피드백이 그대로 반영된 경우를 수용, 일부 또는 변형되어 반영된 경우를 수정 채택, 반영되지 않은 경우를 거부, 피드백에 언급된 부분을 지워버리는 경우를 삭제라고 하였다.

Comparison of Experiment Reports between Before and After Peer Feedback

동료 피드백 전후의 실험보고서를 ‘문제인식 및 가설설정’, ‘실험 설계 및 실험 절차의 고안’, ‘자료 수집’, ‘자료 변환 및 자료 해석’, ‘결론 및 평가’의 다섯 과정으로 구분하고 각 과정을 Park (2009)이 개발한 실험보고서 평가틀을 이용하여 1~5점으로 평가하였다. 따라서 실험보고서 전체는 5가지 단계의 점수를 합하여 25점 만점으로 평가하였다.

실험보고서에 대한 평가는 2명의 평가자가 개별적으로 평가한 후, 개별 평가 점수에 차이가 있는 경우에 대해 논의를 거쳐 최종 점수를 부여하였다.

온라인 동료 피드백 전과 후의 실험보고서 점수가 유의미한 차이를 보이는지 확인하기 위해 SPSS 프로그램을 사용하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 13명의 학생이 4가지 실험주제에 대해 실험을 하였으므로 평가 대상인 실험보고서는 모두 52개가 되어야 하나, 한 학생은 1개의 실험에 대해 실험보고서를 작성하지 않았고, 또 다른 학생은 1개의 실험에 대해 3차시까지 실험보고서를 작성하였으나 피드백을 받은 후 피드백을 반영한 최종 보고서를 제출하지 않았기 이들 2개의 보고서는 분석 대상에서 제외하였다. 따라서 분석 대상인 보고서는 모두 50개이다.

An Example of Data Analysis

Fig. 2는 동료 피드백의 유형과 이 피드백의 좋은 동료 피드백 기준의 충족 여부, 이 피드백에 대한 보고서 작성자의 반응 유형 및 피드백 전후 보고서 평가에 대한 예시이다. ‘내부 저항’을 주제로 한 학생의 초기 실험 보고서의 ‘자료 변환 및 자료 해석’ 단계의 일부(a)와 이에 대해 다른 한 명의 동료가 제공한 피드백(b), 그리고 피드백을 받은 후 수정한 최종 보고서의 해당 부분(c)을 나타낸 것이다.

동료가 제공한 피드백에는 그래프의 변수와 단위, 조작 변인 작성에 대한 제안을 담고 있다. 보고서를 작성하는 과정에서 더 나은 방법을 직접적으로 제안하였기에 이 피드백은 직접적 제안 피드백으로 분류하였다. 또한 피드백이 보고서 작성에 대한 적절한 내용을 담고 있고, 구체적인 설명으로 이루어졌으며, 방법을 제안하고, 설명 형식으로 제시되어 있어 좋은 동료 피드백의 기준 중 적절성, 구체성, 제안성, 명확성을 충족한 것으로 분류하였다. 보고서 작성자는 이러한 피드백의 내용을 모두 수용하여 보고서를 수정하였으므로 피드백에 대한 반응 유형은 수용으로 분류하였다. 이 부분에 대한 보고서 평가의 경우, 피드백을 받기 전에는 변환된 자료의 변인의 이름이 제시되지 않아 2점을 부여하였으며, 피드백을 받은 후 수정한 최종 보고서에는 부적절한 부분을 모두 올바르게 수정하였기에 5점을 부여하였다.

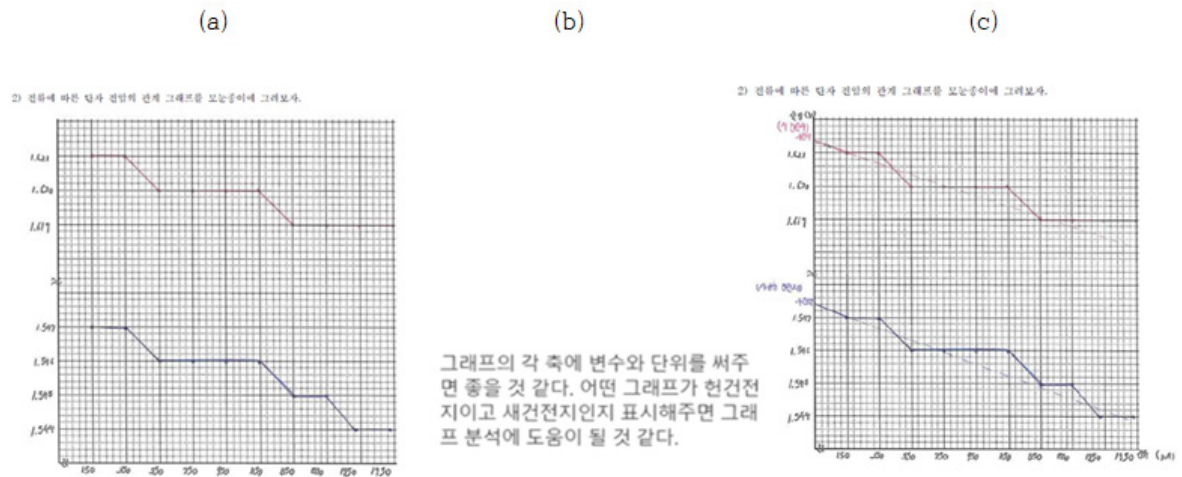


Fig. 2. An example of data analysis; (a) draft report, (b) peer feedback, (c) final report

Survey on Online Peer Feedback

물리학 실험 수업에서 온라인을 활용한 동료 피드백 과정을 마친 후 피드백으로 얻은 효과, 피드백 작성, 어려움, 온라인 활용에 대한 설문조사를 실시하였다. 온라인을 활용한 동료 피드백에 대한 설문지의 구성은 Table 3과 같다.

Table 3. Survey items

Category	Item
Effect of feedback I received	1. The feedback received was helpful to design experiment.
	2. The feedback received was helpful to perform the experiment.
	3. The feedback received was helpful to write the experiment report.
	4. The feedback received was helpful to set my mindset for active participation in experiment.
Effect of feedback I suggested	5. Providing feedback was helpful to design experiment.
	6. Providing feedback was helpful to perform the experiment.
	7. Providing feedback was helpful to write the experiment report.
	8. Providing feedback was helpful to set my mindset for active participation in experiment.
Writing feedback	9. I utilized objective standards to write feedback.
	10. I wrote feedback after thoroughly reading their reports.
	11. I wrote feedback in order to help them write their experiment report.
Difficulty	12. I found it difficult to use online to write feedback.
	13. I found it difficult to decide what kind of feedback I should provide.
	14. I found it difficult to determine which was a good report.
	15. Time was not enough to write feedback.
Use of Online	16. Using online to write feedback improved time/space-related restriction.
	17. I felt more comfortable to suggest my opinion on line.
	18. It was easy to communicate with other students on line.
	19. I searched other online feedback for reference.
Comment	Please suggest any opinion of Online Peer Feedback including advantages, disadvantages, difficulties, improvement points, etc.

설문지는 5개 영역의 19개의 선택형 문항과 3개의 자유 서답형 문항으로 구성하였다. 선택형 문항은 5단계 리커트 척도를 이용하였으며, 자유 서답형 문항은 온라인을 활용한 동료 피드백의 긍정적인 점, 어려운 점, 제안 사항을 자유롭게 작성하도록 하였다. 설문지의 타당도 확보를 위해 과학교육 전문가 1인과 과학교사 2인, 석사과정 대학원생 2인이 참여하여 문항을 검토하여 수정하였다.

Results

Analysis of Online Peer Feedback in Physics Lab Classes

실험보고서는 ‘가설설정’, ‘실험 설계 및 절차 고안’, ‘자료수집’, ‘자료변환 및 해석’, ‘결론 및 평가’의 5단계로 구성하였으며, 4가지 실험주제의 실험보고서 단계별 동료 피드백의 수는 Table 4와 같다.

Table 4. Number of peer feedbacks by stage of experiment report

Stage	Experiment No.				Total
	1	2	3	4	
Build a Hypothesis	15 (12.9)	11 (10.6)	7 (7.7)	9 (10.3)	42 (10.6)
Design Experiment and Procedure	40 (34.5)	34 (32.7)	47 (51.6)	32 (36.8)	153 (38.4)
Collect Data	19 (16.4)	21 (20.2)	11 (12.1)	5 (5.7)	56 (14.1)
Transform and Interpret Data	0 (0.0)	0 (0.0)	10 (11.0)	14 (16.1)	24 (6.0)
Conclusion and Evaluation	42 (36.2)	38 (36.5)	16 (17.6)	27 (31.0)	123 (30.9)
Total	116 (100.0)	104 (100.0)	91 (100.0)	87 (100.0)	398 (100.0)

전체 동료 피드백 수는 398개이며, 이중 실험 설계 및 절차 고안 단계에서 38.4%, 결론 및 평가 단계에서 30.9%로 높은 비율로 동료 피드백이 나타났는데, 이 경우 정답이 존재하기보다는 여러 다양한 의견을 작성할 수 있는 단계이기에 피드백 제공자의 의견이 담긴 동료 피드백이 더 활발하게 제시된 것으로 보인다. 반면에 가설설정 단계는 10.6%, 자료수집 단계는 14.1%, 자료변환 및 해석 단계는 6.0%로 낮은 비율을 차지하였다. 이 세 단계는 맞고 틀림이 명확하여 상대적으로 낮은 비율의 피드백이 제시된 것으로 보인다.

Table 5는 실험주제별 동료 피드백의 유형에 따른 피드백 수를 나타낸 것이다.

하나의 피드백에 대해 피드백 유형이 2가지 이상인 경우가 있다. 이러한 경우 하나의 피드백을 각각의 유형에 중복하여 구하였다. 하지만 피드백 유형별 비율은 중복하여 세지 않은 전체 피드백 수인 398개를 기준을 구하였다.¹

Table 5. Number of peer feedbacks by feedback type

Feedback Type	Experiment No.				Total
	1	2	3	4	
Correction of simple mistake	8 (6.9)	13 (12.5)	3 (3.3)	5 (5.7)	29 (7.3)
Correction of content	30 (25.9)	28 (26.9)	21 (23.1)	22 (25.3)	101 (25.4)
Direct suggestion	17 (14.7)	7 (6.7)	16 (17.6)	17 (19.5)	57 (14.3)
Indirect suggestion	26 (22.4)	26 (25.0)	10 (11.0)	19 (21.8)	81 (20.4)
Instruction	8 (6.9)	5 (4.8)	8 (8.8)	6 (6.9)	27 (6.8)
Reinforcement	34 (29.3)	32 (30.8)	40 (44.0)	28 (32.2)	134 (33.7)
Total*	116 (100.0)	104 (100.0)	91 (100.0)	87 (100.0)	398 (100.0)

*Sum of the number of feedback by type is larger than the actual number of feedbacks, 398 due to duplicate count.

전체 398개의 동료 피드백 중 강화 피드백은 33.7%, 내용 교정 피드백은 25.4%로 25% 이상에서 나타났으며, 직접적 제안 피드백과 암시적 제안 피드백은 각각 14.3%, 20.4%의 비율로 나타났다. 단순 오류 교정 피드백은 7.3%, 설교 피드백은 6.8%로 낮은 비율이었다.

5가지 좋은 동료 피드백 중 각 기준을 충족한 피드백의 수는 Table 6과 같다.

하나의 피드백이 다수의 좋은 피드백 기준을 충족할 수 있으므로 각 기준을 충족한 피드백 수의 합계가 실제 피드백의 수보다 크다. 각 피드백 기준을 충족한 피드백의 비율은 Table 5에서와 같은 방식으로 실제 피드백 수를 기준으로 구하였다.

Table 6. Number of peer feedbacks by fulfilled the criteria for good peer feedback

Standard	Experiment No.				Total
	1	2	3	4	
Adequacy	46 (39.7)	42 (40.4)	38 (41.8)	30 (34.5)	156 (39.2)
Embodiment	40 (34.5)	31 (29.8)	28 (30.8)	30 (34.5)	129 (32.4)
Validity	4 (3.4)	3 (2.9)	7 (7.7)	5 (5.7)	19 (4.8)
Suggestibility	17 (14.7)	7 (6.7)	16 (17.6)	17 (19.5)	57 (14.3)
Clarity	116 (100.0)	103 (99.0)	88 (96.7)	87 (100.0)	394 (99.0)
Total*	116 (100.0)	104 (100.0)	91 (100.0)	87 (100.0)	398 (100.0)

*Sum of the number of feedback by standard is larger than the actual number of feedbacks, 398 due to duplicate count.

전체 398개 피드백 중 명확성을 지닌 피드백은 394개(99.0%)로 대부분의 피드백이 명확한 형태의 문장으로 제시되었다. 적절성은 39.2%, 구체성은 32.4%의 피드백이 가지고 있었다. 반면, 피드백 내용에 대한 근거를 들거나 구체적인 내용을 제안하는 형태의 기준이 되는 타당성과 제안성을 지닌 피드백은 각각 4.8%와 14.3%로 상대적으로 낮은 비율을 보였다.

Analysis of Student Response to Online Peer Feedback

Table 7은 동료 피드백 유형별 피드백에 대한 반응을 나타낸 것이다. 피드백에 대한 반응 유형은 수용, 수정 채택, 거부, 삭제 등 4가지이다.

Table 7. Number of responses to feedback by peer feedback type & response type

Response Type	Feedback Type						Total
	Correction of simple mistake	Correction of content	Direct suggestion	Indirect suggestion	Instruction	Reinforcement	
Correction of simple mistake	20 (69.0)	49 (48.5)	33 (57.9)	9 (11.1)	5 (18.5)	0 (0.0)	116 (27.0)
Correction of content	3 (10.3)	19 (18.8)	10 (17.5)	33 (40.7)	9 (33.3)	1 (0.7)	75 (17.5)
Direct suggestion	5 (17.2)	31 (30.7)	13 (22.8)	35 (43.2)	12 (44.4)	133 (99.3)	229 (53.4)
Indirect suggestion	1 (3.4)	2 (2.0)	1 (1.8)	4 (4.9)	1 (3.7)	0 (0.0)	9 (2.1)
Total	29 (100.0)	101 (100.0)	57 (100.0)	81 (100.0)	27 (100.0)	134 (100.0)	429* (100.0)

*429 is sum of the number of responses by feedback type or by response type which is larger than the actual number of feedbacks, 398 due to duplicate count.

앞의 Table 5에서 하나의 피드백이 두 가지 이상의 피드백 유형을 포함하는 경우 각각의 피드백 유형에 중복하여 포함된 것으로 나타났기 때문에 피드백 유형별 피드백 수의 합계는 429이며, 피드백 유형에 따른 반응 유형별 반응 수의 합계도 429이다.

29개의 단순 오류 교정 피드백 중 69.0%인 20개가 내용 그대로 수용되었으며, 수정 채택과 거부는 각각 10.3%, 17.2%의 비율을 차지하였다. 내용 교정 피드백은 101개 중 수용되는 경우가 48.5%인 49개이며, 수정되어 반영되는 경우가 19개인 18.8%이다. 교정 피드백은 피드백 내용이 실험보고서에 그대로 반영되는 경우와 수정되어 반영되는 경우를 포함하여 약 65% 이상의 높은 비율로 반영되었다.

제안 피드백은 직접적 제안 피드백의 경우 57개의 피드백 중 57.9%인 33개가 수용되고 17.5%인 10개가 수정 채택되어 교정 피드백과 마찬가지로 실험보고서에 반영되는 비율이 높았다. 하지만 암시적 제안 피드백의 경우 81개의 피드백 중 거부의 비율이 43.2%로 상대적으로 높아 직접적 제안 피드백에 비해 반영되는 정도가 낮음을 확인할 수 있다.

암시적 제안 피드백과 설교 피드백의 경우 수정 채택의 비율이 각각 40.7%, 33.3%로 수용의 비율보다 높았다. 이는 피드백 내용이 구체적이지 않아 내용 그대로 실험보고서에 반영되기보다는 내용이 일부 수정되어 반영되었음을 확인할 수 있다. 학생들은 자유 기술 답변을 통해 암시적인 제안 피드백과 설교 피드백이 실험 보고서 작성에 도움이 되지 않는다고 답변하였다.

강화 피드백의 경우 134개의 피드백 중 1개를 제외한 99.3%가 거부 반응을 보였다. 이는 강화 피드백의 특성상 실험보고서 내용의 교정을 담고 있지 않기 때문으로 해석할 수 있다.

좋은 동료 피드백의 5가지 기준 중 각각의 기준을 충족한 피드백에 대한 반응은 Table 8과 같다.

Table 8. Number of responses to feedback by fulfilled the criteria for good peer feedback & response type

Response Type	Standard					Total
	Adequacy	Embodiment	Validity	Suggestibility	Clarity	
Accept	57 (36.5)	53 (41.1)	4 (21.1)	33 (57.9)	99 (25.1)	246 (32.6)
Modify & Accept	29 (18.6)	30 (23.3)	11 (57.9)	10 (17.5)	67 (17.0)	147 (19.5)
Deny	68 (43.6)	44 (34.1)	4 (21.1)	13 (22.8)	221 (56.1)	350 (46.4)
Reject	2 (1.3)	2 (1.6)	0 (0.0)	1 (1.8)	7 (1.8)	12 (1.6)
Total	156 (100.0)	129 (100.0)	19 (100.0)	57 (100.0)	394 (100.0)	755* (100.0)

*The number of feedback by type is larger than the actual number due to duplicate count.

적절성과 명확성의 기준을 충족한 피드백에 대해 거부 반응이 각각 43.6%, 56.1%의 비율로 높게 나타났다. 반면 제안성과 구체성을 지닌 피드백에 대해서는 수용된 경우가 각각 57.9%, 41.1%로 나타났다. 적절성과 구체성, 명확성을 지닌 피드백의 경우 내용 그대로 수용된 경우가 수정되어 반영된 경우보다 높은 비율을 보였으며, 타당성을 지닌 피드백은 수정 채택이 수용보다 높은 비율로 나타났다.

피드백에 대해 수용이나 수정 채택 반응을 보인 비율은 타당성을 지닌 피드백의 경우는 78.9%, 제안성을 지닌 피드백의 경우는 75.4%로 높았다. 나머지 기준을 충족한 피드백의 경우는 40~60%의 비율로 수용이나 수정 채택 반응을 보였다.

학생들은 자신이 받은 피드백마다 피드백이 실험보고서 작성에 도움이 되었는지 5단계 리커트 척도로 답변하였다. 그 결과는 모든 동료 피드백 유형에서 평균 3.5점 이상의 점수가 나타났으며, 강화 피드백, 직접적 제안 피드백, 단순 오류 교정 피드백 순서로 실험보고서 작성에 도움이 된다고 답변하였다. 좋은 동료 피드백의 모든 기준에 대해서도 평균 3.8점 이상으로 피드백이 실험보고서 작성에 도움이 된다고 답변하였다.

Comparison of Experiment Reports Between Before and After Online Peer Feedback

Table 9는 4가지 실험주제에 대한 온라인 동료 피드백 전과 후의 실험보고서에 대한 평가 점수를 비교한 결과이다.

Table 9. Comparison of marks of experiment reports between before and after online peer feedback

Stages of Experiment Report	Report	n	Mean	SD	t	p
Total	Draft	50	20.66	2.07	4.831	0.000
	Final	50	21.54	2.03		
Build a Hypothesis	Draft	50	3.80	0.88	1.999	0.051
	Final	50	3.94	0.71		
Design Experiment and Procedure	Draft	50	4.12	0.85	2.221	0.031
	Final	50	4.28	0.78		
Collect Data	Draft	50	4.48	0.86	3.055	0.004
	Final	50	4.72	0.67		
Transform and Interpret Data	Draft	50	4.36	1.10	1.769	0.083
	Final	50	4.54	0.93		
Conclusion and Evaluation	Draft	50	3.90	0.76	2.221	0.031
	Final	50	4.06	0.77		

온라인 동료 피드백을 받은 후 실험보고서 점수($M=21.54$)가 동료 피드백을 받기 전 실험 보고서 점수($M=20.66$)보다 높은 것으로 나타났으며, 그 차이는 통계적으로 유의미하였다($t=4.831, p=.000$). 또한 5가지 실험 보고서 단계별 점수의 경우도 피드백을 받은 후의 점수가 피드백을 받기 전의 점수보다 높았다. 하지만 ‘가설설정’과 ‘자료변환 및 해석’ 단계의 점수 차이는 통계적으로 유의미하지 않았으며 나머지 ‘실험 설계 및 절차 고안’, ‘자료수집’, ‘결론 및 평가’ 등 3가지 단계의 점수 차이는 통계적으로 유의미하였다.

Student Perception of Online Peer Feedback

Effect of Online Peer Feedback

온라인 활용 동료 피드백의 효과에 대한 설문 결과는 Table 10과 같다.

Table 10. Survey results of effect of online peer feedback

Category	Item No.	Composition	Mean	SD
Effects of feedback received	1	Designing experiment	4.17	0.84
	2	Performing experiment	3.83	1.27
	3	Writing experiment report	4.42	0.79
	4	Attitude	3.92	0.67
Effects of suggesting feedback	5	Designing experiment	4.42	0.90
	6	Performing experiment	3.42	1.17
	7	Writing experiment report	3.75	1.36
	8	Attitude	4.00	1.13

자신이 받은 피드백으로 얻은 효과 영역에서는 실험보고서 작성 영역에서 4.42로 가장 높은 반응이 나타났으며, 실험 수행 영역에서 3.83으로 가장 낮은 반응이 나타났다. 자신이 제시한 피드백으로 얻은 효과 영역에서는 실험 설계 영역에서 4.42로 가장 높은 반응이 나타났으며, 실험 수행에서 3.42로 가장 낮은 반응이 나타났다. 모든 구성요소에서 3점 이상의 반응이 나타난 것을 통해 학생들은 자신이 받은 피드백과 자신이 제시한 피드백 모두 물리학 실험 수업에서 긍정적인 효과가 있다고 인식하였다.

Opinion of Writing Online Peer Feedback

온라인 활용 동료 피드백 작성에 대한 의견 설문 결과는 Table 11과 같다.

Table 11. Survey results of writing online peer feedback

Category	Item No.	Composition	Mean	SD
Writing Feedback	9	Utilizing objective standards	4.08	0.90
	10	Understanding details of experiment report	4.33	0.65
	11	Providing useful feedback	4.33	0.78
Difficulty	12	Difficulty of online use	1.25	0.45
	13	Difficulty of contents of feedback	2.58	1.00
	14	Difficulty to understand standards of good report	2.33	1.30
	15	Shortage of time to write feedback	1.42	0.52
Use of Online	16	Overcoming restriction of time and space	4.75	0.45
	17	Convenience of non-face-to-face method	4.42	0.70
	18	Communication with other students	4.00	1.13
	19	Referring to other feedback	3.83	1.27

피드백을 작성하는 과정에서 객관적 기준 활용은 4.08, 보고서 내용 숙지는 4.33, 유용한 피드백 제공은 4.33으로 대부분의 학생들이 객관적인 기준을 활용하여 유용한 피드백을 제공하였다고 답변하였다.

온라인 활용에 대한 어려움과 피드백 작성 시간 부족 부분은 각각 1.25와 1.42로 대부분의 학생들은 어려움을 느끼지 않았으나, 일부 학생의 경우 생소함으로 인해 온라인 활용에 어려움을 느끼기도 했다. 하지만 수업이 진행되어 온라인 활용이 익숙해질수록 이러한 문제는 자연스럽게 해결되었다.

학생 D: 온라인 공유 드라이브를 한 번도 사용하지 않은 나로서는 수업 초반에 사용이 어려웠다. 그러나 보고서를 작성하고, 제출하면서 선생님의 도움을 받으면서 몇 번 해보니 쉽게 할 수 있게 되었다.

좋은 보고서의 기준과 피드백을 해야 하는 내용을 파악하는 것은 각각 2.33과 2.58로 상대적으로 어려움을 느꼈음을 확인할 수 있었다.

학생 A: 글만 보고서 피드백을 해야 하는데 이게 제대로 쓴 건지 아닌지 잘 모를 때가 있어서 피드백을 달아줄 만한 내용을 선정하기에 곤란할 때가 있었다. 또한, 피드백을 받았을 때 가끔 대처하기 어려운 내용이 이따금 있었다.

학생 E: 밖에 있을 때 데이터를 사용하기 힘들면 하기 힘들었다. 보고서의 기준을 몰라서 정확한 것을 피드백해줄 수 없었다. 피드백 할 것이 없으면 피드백이 도움이 되지 않았다. 칭찬만 써줘서 도움이 되지 않았다.

온라인 활용 영역에 대해서는 시간 및 공간적 제약의 탈피가 4.75, 비대면의 편리함이 4.42, 다른 학생들과의 의사소통의 편리함이 4.00, 다른 피드백의 참고가 3.83으로 온라인 활용에 대해 전반적으로 긍정적인 답변을 확인할 수 있었다.

학생 B: 공간적 시간적인 제약을 줄일 수 있었던 부분이 가장 큰 장점이었다. 만약 수업 시간에 오프라인으로 진행했다면 수업 시간이 길어졌을 것이고 다음날인 화요일 일상에서 더 힘들었을 것이다.

학생 A: 온라인이라는 환경을 고려했을 때, 대면해서 피드백하는 것이 아니라서 눈치를 보며 피드백을 할 필요가 없어 객관적으로 피드백을 할 수 있다기보다 바람직한 피드백을 할 수 있었던 것 같다.

학생 I: 주어진 친구들의 보고서를 한눈에 보고 비교할 수 있어 각 보고서의 차이점과 문제점을 알아내기 쉬웠다. 다른 친구들이 남긴 피드백을 보고 내가 생각하지 못하였던 부분을 알게 되기도 하였고 내 실험에서 부족했던 점을 찾아 스스로 피드백할 기회도 될 수 있었다고 생각한다. 피드백 작성 시간이 넉넉하여 충분히 고민해보고 피드백을 할 수 있었으며 그 시간 동안 실험에 대한 이해도 깊이 할 수 있었다. 실험 이해를 잘못했던 경우에 친구들의 보고서를 보고 실험에 대해 다시 생각해보았던 경험도 있다. 하지만 온라인 공간이라는 특성으로 제대로 된 피드백이 이루어지지 않았다고 답변한 학생도 있었다.

학생 B: 익명성이 보장되기 때문에 누가 이상한 피드백을 작성했는지 알기 힘들고 내용이 이상한 성의 없는 피드백의 수는 점점 더 늘어났다. 컴퓨터를 잘 쓰지 못하는 학생들은 사용하기 불편했다.

수업에 참여한 학생들은 온라인 동료 피드백의 문제점을 해결하는 방안으로 교사 피드백과 동료 피드백의 명확한 기준을 제시하였다. 동료 피드백과 더불어 교사 피드백이 적절하게 제시되고, 동료 피드백의 기준을 명확하게 제시해 준다면 더 나은 형태의 피드백 활동이 될 것이라고 답변하였다.

학생 I: 보고서에 고칠 점이 있음에도 친구들의 피드백에 그 내용이 담기지 않은 경우가 많았다. 친구들과 피드백 외에 부족한 부분을 담당 선생님께서 따로 피드백 해주신다면 조금 더 실험을 이해하는 데 도움이 될 것 같다. 피드백 개수를 채우려고 모든 피드백을 칭찬으로 남기는 친구들이 있었던 것 같다. 의미 있는 피드백을 하려는 방안을 찾는 시간이 있었으면 좋겠다는 생각이 들었다.

학생 C: 피드백 내용이 매주 비슷했던 것 같다. 피드백할 때 내용을 친구들이 대충 읽고 피드백을 하는 것 같았다. 다음에는 피드백 기준을 엄격히 강화했으면 좋겠다. 그리고 피드백이 잘 활용되는 것 같지 않았다. 피드백 작성 시작 전에 보고서 작성에 도움이 될만한 예시를 보여주고 시작하는 것도 좋을 것 같다.

Conclusions and Implications

본 연구는 물리학 실험보고서 작성에 대한 온라인 동료 피드백을 분석하였다. 이를 위해 고등학교 2학년 학생을 대상으로 진행된 물리학 실험 수업에서 작성한 실험보고서에 대한 온라인 동료 피드백 과정을 추가하였다. 수업이 진행되는 과정에서 제시된 온라인 동료 피드백의 특징과 학생들의 반응을 분석하고, 온라인 피드백을 받기 전과 후의 실험보고서의 차이를 비교하였으며, 설문지를 통해 온라인 동료 피드백에 대한 학생들의 인식을 조사하여 분석하였다.

본 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 제시된 동료 피드백의 비율은 강화 피드백, 내용 교정 피드백, 암시적 제안 피드백, 직접적 제안 피드백, 단순 오류 교정 피드백, 설교 피드백의 순서였다. 대부분의 피드백이 좋은 동료 피드백의 기준 중 명확성을 지니고 있었으며, 타당성과 제안성을 지닌 피드백의 비율은 다소 낮았다.

둘째, 동료 피드백 유형 중 교정 피드백과 직접적 제안 피드백을 주로 수용하여 실험보고서에 반영하였으며, 암시적 제안 피드백과 설교 피드백은 피드백 내용을 수정하여 실험보고서에 반영하였다. 좋은 동료 피드백 항목 중 제안성을 지닌 피드백을 실험보고서에 주로 반영하였다.

셋째, 온라인 동료 피드백 활동은 실험보고서에 작성에 도움이 되었다. 온라인 동료 피드백 활동을 진행하기 전보다 진행한 후에 실험보고서의 가설설정, 실험 설계 및 절차 고안, 자료수집, 자료변환 및 해석, 결론 및 평가 등 모든 단계에서 점수가 향상되었다.

넷째, 학생들은 온라인 동료 피드백에 대해 긍정적인 평가를 하였다. 온라인 동료 피드백에 대한 설문 결과, 학생들은 자신이 받은 피드백과 제시한 피드백 모두 물리학 실험 수업에 긍정적인 효과가 있다고 답변했다. 온라인을 활용한 방식에 대해 전반적으로 긍정적인 답변을 하였으나, 좋은 보고서의 기준과 피드백을 해야 하는 내용의 파악에 어려움을 가졌다. 동료 피드백의 명확한 기준을 제시하고, 온라인 동료 피드백과 더불어 교사 피드백이 제공된다면 더 나은 형태의 피드백 활동이 될 것이라고 답변하였다.

이러한 연구 결과를 종합하면 온라인 동료 피드백 활동이 실험보고서 점수를 향상시키며 학생들은 온라인 동료 피드백 활동이 물리학 실험 수업에 긍정적인 효과가 있는 것으로 인식하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 설계한 실험 수업은 온라인으로 진행되는 활동이라는 점에서 수업 진행의 시간 부족 문제를 어느 정도 해소할 수 있었으며, 동료 피드백 활동을 통해 학생 간의 상호작용을 늘릴 수 있었다. 최근 온라인을 활용한 수업이 강조되고 있는 상황에서 온라인 동료 피드백 활동을 수업에 적용한다면 학생이 중심이 되는 유의미한 온라인 활용 수업이 될 것으로 기대한다.

다음으로 본 연구에 대한 후속 연구를 몇 가지 제안한다.

첫째, 큰 규모의 학생을 대상으로 연구를 진행할 필요가 있다. 본 연구에서는 13명의 학생을 대상으로 연구를 진행하였으므로 표본 수가 적어 결과를 일반화하기에 어려움이 있다. 또한 학교 간 공동 교육과정으로 진행된 수업이기에 학생들은 연구에서 진행된 수업을 제외하고는 서로 다른 교육환경의 영향을 받고 있다. 이러한 외부 영향을 줄이기 위해 단일 학교의 학생을 대상으로 일반적인 수업 환경에서의 연구를 진행할 필요가 있다.

둘째, 동료 피드백에 효과적인 온라인 상황에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구에서의 온라인 동료 피드백은 공유 드라이브에 올린 과제에 주석을 다는 방식으로 진행하였다. 하지만 온라인을 이용한 피드백의 방법에는 인터넷 게시판, SNS, 인터넷 채팅, 영상 공유 등 다양한 방법이 가능하다. 피드백에 사용되는 온라인 상황에 따라 동료 피드백의 효과에 차이가 있는지 추가적인 연구를 진행할 필요가 있다.

셋째, 학교 수업에서 동료 피드백의 활용 방안에 대해 고민할 필요가 있다. 동료 피드백이 학생들의 능력 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 것은 여러 선행연구를 통해 이미 알려져 있다. 학생들의 수준, 교과, 수업 형태 등 여러 상황에 따른 효과적인 동료 피드백에 대한 연구를 진행하고, 각 상황에 대한 동료 피드백 활용 수업 모형을 개발하여 학교 현장에 적극적으로 적용할 필요가 있다.

Acknowledgement

This article is a partial revision and supplementation of Lee, Taek-Kyu(2021)'s master's thesis.

Endnotes

- ¹ 예를 들어, 실험주제 1의 피드백 수는 Table 4에서 표시된 116개이나 Table 5에서 실험주제 1의 피드백 유형별 합계는 123로 116에 비해 7만큼 크다. 유형별로 피드백을 셀 때 그 만큼 중복된 것이다. 이때 실험주제 1의 피드백 수는 123개가 아닌 116개로 나타내고 116을 기준으로 피드백 유형별 비율을 구하여, 전체 피드백 중 해당 유형이 나타난 피드백의 비율을 나타내도록 하였다. 4가지 실험에 대한 전체 피드백 수는 398개이나 피드백 유형에 따른 피드백 수의 합계는 429개이다.

References

- Cho, Y. K. (2005). The effectiveness of peer feedback in Korean EFL writing classroom. *English Language Teaching*, 17, 33-59.
- Gielen, S., Peeters, E., Dochy, F., Onghena, P., & Struyven, K. (2010). Improving the effectiveness of peer feedback for learning. *Learning and Instruction*, 20, 304-315.
- Gyeonggi Provincial Office of Education (2019). Curriculum Cluster and Work Guideline.
- Jo, E. H., & Jeong, E. Y. (2019). The effect of flipped learning in 'Photosynthesis' unit of middle school science. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 22, 243-267.
- Kim, H. J., & Koo, N. W. (2019). Analysis of science instruction in Korea based on the results of PISA questionnaire. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 22, 85-104.
- Kim, S. Y., & Jhun, Y. S. (2016). The effect of peer review to the improvement of gifted elementary science students' open inquiry. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36, 969-978.
- Kwak, H. E., & Shin, Y. J. (2014). The effects of formative assessment using mobile applications on interest and self-directedness in science instruction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34, 285-294.
- Kwon, J. S., Kim, B. G., Choi, B. S., Kim, H. N., Paik, S. H., Yang, I. H., ... Jeong, J. W. (2012). Theories of Science Education, Paju: KyoyookKwahakSa.
- Lee, H. J., Choi, K. H., & Nam, J. H. (2000). The Effects of formative assessment with detailed feedback on students' science achievement, attitude, and interaction between teacher and students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20, 479-490.
- Lee, J. S. (2019). The Characteristics of Peer Feedback and Argument Observed from a High School Research Class(Unpublished Doctoral dissertation). Ewha Womans University, Seoul, The Republic of Korea.
- Lee, K. W. (2018). The preliminary discussions on implementation of common curriculum for subject selection right in metropolitan and provincial offices of education. *Asia-Pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8, 461-475.
- Ministry of Education [MOE] (2015a). Science Curriculum (Report No. 2015-74 [Annex 9]). Proclamation of the Ministry of Education.
- Ministry of Education [MOE] (2015b). The National Curriculum for the Primary and Secondary Schools (Report No. 2015-74 [Annex 1]). Proclamation of the Ministry of Education.

- Park, H. J. (2013). A study of middle school science teachers' perceptions on science lessons with experiments. *Journal of Science Education*, 37, 79-86.
- Park, S. H. (2009). The Effect of Peer Review Activities on Laboratory Report(Unpublished Master's Thesis). Korea National University of Education, Chungbuk, The Republic of Korea.
- Park, S. H., Kang, S. J., & Jang, E. K. (2010). The effect of peer review activities on qualitative changes in lab reports. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30, 988-1001.
- Park, S. H., Kim, I. S., Kim, J. Y., Nam, K. S., & Park, J. C. (2018). High School Physics Experiment. Daejeon: Daejeon Metropolitan Office of Education.
- Tseng, S., & Tsai, C. (2007). On-line peer assessment and the role of the peer feedback: A study of high school computer course. *Computers & Education*, 49, 1161-1174.
- Yang, H. S., & Kim, H. S. (2017). The application effect of experimental instruction model based on feedback process in middle school. *School Science Journal*, 11, 246-259.
- Yang, I., Jeong, J. W., Hur, M., & Kim, S. M. (2006). The development of laboratory instruction classification Scheme. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26, 342-355.
- Yang I., Kim, S., & Cho H. (2007). Analysis of the types on laboratory instruction in elementary and secondary school science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27, 235-241.

Authors Information

Lee, Taek-Kyu: Baegot High School, Teacher, First Author

Lee, Su-Kyeong: Jeonbuk National University, Visiting Professor, Co-author

Choi, Hyukjoon: Korea National University of Education, Professor, Corresponding Author