

비대면 원격수업 형태 중 실시간 쌍방향 수업 자료 개발 사례 연구: 고등학교 기하 과목 공간도형 단원의 평면의 결정 요건을 중심으로

이 동 근 (잠일고등학교, 교사)

안 상 진 (무학여자고등학교, 교사)

본 연구는 국내 선행 연구에서 '팬데믹(pandemic)시기에 교사들을 대상으로 진행된 설문 조사 결과 원격수업 형식 중 '실시간 쌍방향 형' 수업이 차지하는 비중이 현저하게 적다는 점'을 지적한 것에 주목하여, 고등학교 수학 교과 기하 과목의 '평면의 결정 요건'을 중심으로 '실시간 쌍방향 형' 비대면 수업 자료를 개발하여 수업에 적용한 사례를 보고한 연구이다. 개발에 참여한 교사는 고등학교 교직 경력 28년차의 서울 소재 고등학교에 근무하는 수학 교사(수석교사) 1인이며, 2020년에 수학 교과 기하 과목을 담당한 교사이다. 개발 교사는 실시간 쌍방향 형 비대면 수업을 개발하기로 한 이후, 수업 내용의 선정과 온라인 수업 도구를 선정하는 과정을 거친 다음 '만남 및 수업 안내', '동기 부여', '과제 제시', '개별 탐구 활동 및 교사 피드백', '성찰 및 평가'의 네 단계로 수업 지도안을 구성하여 자료를 개발하였다. 특히 '동기 부여' 과정에서는 개발 교사가 화이트보드 애니메이션 제작 프로그램인 Videoscribe를 이용해서 5분 정도의 영상 자료를 제작하여 제시하였으며, '과제제시'에서 과제 8번의 경우에는 학생들의 수업 종료 이후 자유로운 소감을 기록하는 것으로 구성하였는데, 이는 학생 스스로의 평가 장치임과 동시에 학생의 교사에 대한 피드백 제공 역할을 하였다. 본 연구는 현장 교사가 수업 자료를 개발하는 일련의 과정을 소개한 사례 연구로서, 수업에 바로 적용 가능한 수업 자료 제시와 더불어서 이후 수업 자료 개발에 대한 샘플 제시 역할에 목표를 두고 진행된 연구 결과물이다. 개발한 자료는 수업에 참여한 학생들의 의견 수렴 및 수학교사 3인에게 의뢰한 평가 결과를 바탕으로 수업 자료로서의 적합성 검증을 거쳤다.

I. 서론

최근 팬데믹(pandemic)에 따라 우리나라는 감염병 확산 양상을 고려하여 등교 수업을 중단하거나 제한하는 방식으로 운영하고 있다. 우리나라는 보통 3월 2일에 등교 수업을 통하여 새 학기를 맞이하는 것이 일반적이었으나, 2020년은 고등학교 3학년 학생을 기준으로 할 때 4월 8일까지 등교 수업을 중단하였다. 그러나 이 기간 동안 학교 현장에서는 온라인상에서 수업을 운영할 수 있는 온라인상의 공간을 마련하여 학생들이 해당 온라인 공간에서 수업을 진행할 수 있는 여건을 마련하였다. 그 결과 4월 9일 고등학교 3학년 학생들의 온라인 개학을 시작으로 전국의 학생들이 순차적으로 온라인 개학을 하였다. <표 I-1>은 학년별로 순차적으로 진행된 온라인 개학 일정을 표로 제시한 것이다.

* 접수일(2021년 4월 21일), 심사(수정)일(2021년 6월 10일), 게재확정일(2021년 6월 10일)

* MSC2000분류 : 97C30

* 주제어 : 팬데믹, 원격수업, 실시간 쌍방향, 지오지브라 클래스, 평면의 결정 요건

<표 1-1> 학년별 순차적 온라인 개학 일정

| 학년 | | 4.9 ~ 4.10 | 4.13 ~ 4.15 | 4.16 ~ 4.17 | 4.20~ |
|----|---------|------------|-------------|-------------|--------|
| 고 | 3 | 적응기간 | 온라인 개학 | | |
| | 1, 2 | | | 적응기간 | 온라인 개학 |
| 중 | 3 | 적응기간 | 온라인 개학 | | |
| | 1, 2 | | | 적응기간 | 온라인 개학 |
| 초 | 4, 5, 6 | | | 적응기간 | 온라인 개학 |
| | 1, 2, 3 | | | | 온라인 개학 |

원격수업이라는 용어가 팬데믹 시기에 주목받기 시작하기는 하였지만, 우리나라에서 원격수업 개념은 이미 이전부터 원격교육이라는 용어로 지칭되어 꾸준히 연구되어왔고 일부 현장에 적용되어왔다. 신나민, 임정훈, 이해정(2005)은 국내 원격교육을 방송통신 교육기(1970년대에 우편이나 라디오를 이용한 교육 시기), 원격교육 정착기(1984년에서 1994년까지의 원격교육 개념이 도입되어 연구가 본격적으로 이루어진 시기), 컴퓨터와 인터넷 주도의 원격교육기(1995년에서 현재까지의 원격교육 시기)의 세 단계로 구분하였고, 강미애, 남성욱(2020)은 선행연구 분석을 통하여 세 번째 시기의 원격교육에서 인터넷에 기반하여 교사와 학생이 동시에 접속하여 동시적 교육 지원이 가능한 원격 화상 교육을 언급한 바 있다.

실제 현장 적용에 있어서는 1995년 강원도 홍천군 소재 5개교에서 상호작용이 가능한 원격 화상 교육을 시범 운영한 것을 시작으로, 2011년부터는 이동이 불편한 지리적 제약을 고려하여 강원도교육청에서 온라인 교육을 도입한 사례들이 있다(이준, 정순원, 2012). 또한 팬데믹 이전에 대학에서는 원격수업 학점 상환을 두었다는 점을 고려하면 이미 대학교육에서도 원격교육이 자리매김을 하고 있었다는 점을 확인할 수 있다.

다만, 앞서 언급한 바 있듯이 팬데믹 이전의 원격교육은 대학이나 일부 학교에서 제한점을 극복하기 위한 대체적인 방법 혹은 연구를 목적으로 운영되어왔으나(강미애, 남성욱, 2020), 현재 논의되는 원격수업은 외부요인에 의하여 그동안 학교 현장에서 대면 수업의 틀에서 수업을 진행하는 것이 당연시되던 상황에서 갑자기 전국의 모든 학교에서 교사들이 온라인 원격수업을 준비하고 이를 적용하는 경험을 하게 되는 실험적 상황이 조성되었다는 점에서 주목할 필요가 있다.

이준, 정순원(2012)은 원격수업을 ‘실시간 또는 비실시간으로 이루어지며, 정보·통신매체에 의해 교사의 주도 하에 이루어지는 교수-학습 활동’으로 정의하고 있는데, 원격수업의 형태를 실시간 쌍방향 수업, 강의 활동형 수업, 과제 수행 중심 수업의 3가지로 제시하였다. 각 방식에 대한 안내를 세부적으로 살펴보면, 다음과 같다.

첫째, 실시간 원격교육 플랫폼을 활용하여 교사·학생 간 화상 수업을 실시하며, 실시간 토론 및 소통 등 즉각적 피드백이 이루어지는 수업을 실시간 쌍방향 수업이라 한다.

둘째, 학생은 지정된 녹화 강의 혹은 학습콘텐츠를 시청하고, 교사는 학습내용 확인 및 피드백하는 강의형과 학습콘텐츠 시청 후 댓글 등 원격 토론을 실시하는 강의 활동형 수업 형태가 있다.

셋째, 교사가 온라인으로 교과별 성취기준에 따라 학생의 자기주도적 학습내용을 맥락적으로 확인 가능한 과제 제시 및 피드백이 이루어지는 과제 수행 중심 수업이 있다.

그런데 강미애, 남성욱(2020)은 교육부가 2020년 4월 27~29일 교육행정정보시스템(NEIS·나이스)을 통해 교사 22만 4천 894명을 설문 조사한 결과를 분석한 결과에 근거하여 ‘실시간 쌍방향 형’ 수업의 비중이 현저하게 적은

것을 지적하였다. 해당 설문 조사 결과를 보면 '실시간 쌍방향 형' 원격수업을 운영한 교사는 5.2%에 불과한 것으로 나타났으며, '과제 제공형' 수업을 한 교사가 10.6%, '콘텐츠 활용형' 수업을 한 교사가 40.9%, '두 가지 이상을 병행했다'는 교사가 43.3%라고 하였는데, 두 가지 이상의 유형을 병행한 교사 중에서도 실시간 쌍방향 형 수업을 활용했다는 비율은 11.0%에 그쳤고 82.1%는 과제형과 콘텐츠 활용형을 택했다고 답했다. 이는 교육 당국과 학생 또는 학부모들이 '실시간 쌍방향 형' 수업 확대 요구가 증대하는 분위기라 하더라도, 수업을 담당하는 교사 입장에서는 세 가지 유형의 원격수업 형태 중에서 '실시간 쌍방향 형' 수업을 상대적으로 덜 선호하는 방식일 수 있다는 점에 주목할 필요가 있다.

현재 교육 현장은 2020년 5월 13일 고등학교 3학년을 시작으로 순차적으로 등교 개학이 진행되어 대면 수업이 이루어지기 시작하였지만, 2021년에도 여전히 감염병의 확산 여부에 따라 유동적으로 등교 인원이 2/3 또는 1/3로 제한되어 등교 수업과 온라인 상의 수업이 탄력적으로 운영되고 있는 상황이다. 따라서 다양한 원격수업 형식의 자료들을 개발하여 공유하는 것이 필요할 것으로 보이며, 이때 상대적으로 교사들의 선호도가 낮은 원격수업 형식에 대한 수업 자료 개발에 관심을 가질 필요가 있을 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 2020년에 서울 소재 고등학교의 한 수석교사가 원격수업 형식 중 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있는 '실시간 쌍방향 형' 방식을 택하여 고등학교 수학 교과 중 기하 과목의 공간도형 단원을 소재로 수업 자료를 개발한 사례를 제시하고자 한다. 특히 본 연구에서는 '수업 자료를 개발한 교사'가 수업 자료를 개발하게 된 과정과 개발된 결과물 및 수업에 적용 및 수업에 대한 학생들의 반응을 포함한 일련의 자료를 정리하여 제시할 것이다. 이는 개발된 자료에 대한 현장 교사들의 이해를 높이고 바로 수업에 투입 가능한 수업 자료 형태를 제안하는 것을 통하여 현장 수업을 지원할 수 있는 실제적인 연구 결과물을 제시하였다는 점에서 의미를 갖는다.

II. 연구의 배경 및 절차

1. 연구의 배경

수업 자료를 개발한 교사¹⁾는 2020년 당시 서울 소재 일반계 고등학교 2학년 담임 교사로서 수학 교과의 기하 과목을 담당한 교사이며 2021년 현재는 수석교사로 재직 중이다. 해당 교사는 29년 차의 교직 경력을 가진 고등학교 수석교사(수학)로서 2009년 과학전시관에서 주최한 우수 수학 수업 동영상 자료 개발자로 선정되었으며, 그 외에도 다수의 수업 콘텐츠를 개발한 이력을 가지고 있다.

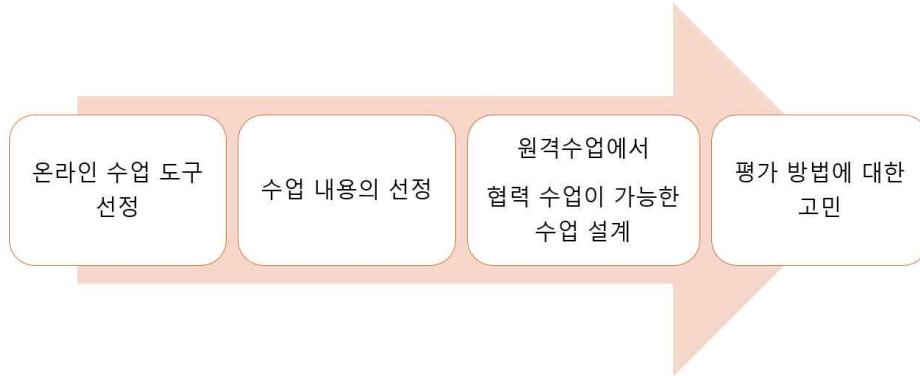
이번에 개발한 자료는 2020년 팬데믹에 따른 국내 감염자 수가 폭증한 3차 대확산기에 고등학교에서 전면적인 온라인 수업이 시행되는 시점에서 개발되었으며, 개발 교사가 실시간 쌍방향 형 수업에 적용할 목적으로 개발한 자료이다. 학교 현장에서 실시간 쌍방향 형 수업 자료가 필요한 형식상의 이유를 살펴보면, 2020년 자료를 개발할 당시 '소속 교육청에서의 일주일에 한 번 이상의 실시간 쌍방향 형 수업을 권장하고 있다는 점'과 '학생들의 관찰 결과를 학교 생활기록부의 교과 세부능력 및 특기 사항에 기록하기 위해서는 학생을 직접 관찰할 필요가 있다는 점' 그리고 '수행평가를 실시하기 위해서라는 점'들을 들 수 있다. 그러나 개발 교사는 사전 인터뷰에서 이러한 형식적인 이유 외에도 실시간 쌍방향 형 수업 자료 개발 빈도가 적다는 인식을 가지고 있었으며, 점차적으로 실시간 쌍방향 형 수업의 비중이 늘어날 것으로 보인다는 견해를 가지고 있었다.

수업 자료를 개발한 교사는 실시간 쌍방향 형 원격수업 방식의 수업 자료를 개발하기로 한 다음, 일련의 수업 설계 과정을 거쳤다. 자료를 개발한 교사가 거친 수업 설계 과정은,

1) 본 연구에서 '연구자'는 제 1저자이며, 공동연구자(개발교사)는 '개발 교사' 혹은 '자료를 개발한 교사'로 기술하였다.

온라인 수업 도구 선정→수업 내용의 선정→원격수업에서 협력 수업이 가능한 수업 설계→평가 방법에 대한 고민

과 같은 네 가지 과정이었다. [그림 II-1]은 수업 자료 개발 교사가 수업 설계 과정의 네 가지 요소를 그림으로 나타낸 것이다.



[그림 II-1] 수업 자료 개발 교사가 수업 설계 과정에서 고민한 네 가지 과정

- 온라인 수업 도구 선정

수업 설계 과정에서 개발 교사가 먼저 고려한 것은 어떠한 온라인 수업 도구를 사용할 것인지에 대한 고민이었다. 윤태성, 류수연, 임경원(2020)은 교육부가 제시한 실시간 쌍방향 형 원격수업 지원이 가능한 온라인 수업 도구의 예로 구글 행아웃, MS 팀즈, Zoom, 시스코, Webex 등을 제시하였는데, 개발 교사는 이들 온라인 수업 도구들에 대한 사전 사용 경험을 가지고 있는 상태였다. 개발 교사가 소속된 학교에서는 주로 Zoom을 선택하는 교사가 많았는데, Zoom은 학생들의 얼굴을 보면서 동시에 의사소통을 하는 것이 가능하며 교사(호스트)의 설정에 따라서 컴퓨터 화면에 있는 문서창 등을 공유 기능을 이용하여 함께 살펴보는 것이 가능한 온라인 수업 도구이다. 또한 수업 내용을 녹화할 수 있는 기능을 가지고 있다. 개발 교사 역시 Zoom을 사용하여 수업을 진행한 경험을 가지고 있으나, 개인적인 선호도에 따라 Google Meet를 온라인 수업 도구로 선택하였다. 개발 교사가 온라인 수업 도구로서 Google Meet를 선택한 이유는 Google Meet가 초기에 G-suite 계정으로 초대해서 접근하는데 있어서 Zoom 보다 상대적으로 번거롭기는 하지만, 초기 세팅만 이루어지면 이후의 관리나 진행 측면에서는 Zoom 보다 낫다고 판단하였기 때문이다. 또한 Zoom에서 사용 가능한 기능들 모두에 대하여 Google Meet 역시 이용이 가능하다는 점도 고려하였다. 한편 개발 교사는 지오지브라 클래스룸이라는 3D 소프트웨어에 대한 것도 고려하였는데, 이는 수업 내용 선정 과정과 연계하여 선택한 온라인 수업 도구였기 때문에 내용 선정 고민 단계에서 상세히 기술할 것이다.

- 수업 내용 선정

온라인 도구 선정 다음으로 개발 교사는 수업 내용 선정에 대한 고민을 하였다. 2015 개정 수학과 교육과정에서 개발된 기하 교과서의 2학기 수업 내용은 벡터의 성분과 내적, 공간도형, 공간좌표의 세 가지로 구성되어있는데, 개발 교사는 각 내용에 적절한 수업 방식에 대하여 살펴보았다고 하였다. 그 결과 개발 교사는 자신의 교육 현장에서의 경험에 근거하여 벡터의 성분과 내적의 경우 대면 수업이나 ‘비 실시간’ 원격수업이 적절하다고

판단하였으며, 그 이유에 대하여는 2015 개정 수학과 교육과정에서 공간벡터가 삭제되면서 평면벡터의 대수적 계산이 주를 이루는 내용인데, 실시간 쌍방향 형태의 수업에서는 이러한 부분을 교사가 확인하여 피드백을 제공하기가 쉽지 않기 때문이라고 하였다. 또한 공간좌표 내용에 대하여도 유사한 판단을 하였는데, 해당 내용 역시 대수적 계산이 주를 이루기 때문이었다.

한편 공간도형의 경우에는 공간도형을 직접 만들어 보고 관찰하며 의견을 나누는 활동이 필요하다고 판단하였으며, 대면 수업 시 간단한 공간도형 모델은 직접 만들어 보는 것으로 진행하고, '만들고 자르고 재는 활동이 곤란한 것'은 3D 소프트웨어를 사용하는 실시간 쌍방향 원격수업으로 진행할 필요가 있다고 판단하였다. 이는 개발 교사가 공간도형을 탐구할 수 있는 3D 소프트웨어 중 지오지브라 클래스룸에 대한 사전 지식이 있기 때문으로 보인다. 해당 프로그램은 간단한 설치 과정을 거쳐서 학생들의 온라인 수업 기기(핸드폰, 패드, PC)에서도 사용이 가능한 프로그램으로서, 학생들이 온라인 수업 기기의 화면에 나타난 창에 공간도형을 그린 다음 자르거나 재는 활동이 가능한 프로그램이다. 특히 지오지브라 클래스룸은 교사가 제시한 과제에 대하여 학생들이 활동하는 '각 학생들의 작업 창'이 교사에게 한 번에 보여지는 것이 가능하고 상황에 따라 교사가 그중 하나의 화면을 선택하면 해당 학생의 작업 창만 확대하여 볼 수 있는 기능을 지원한다. 물론 이는 교사에게만 부여된 기능이 아니라 참여하는 학생들도 서로의 활동을 관찰하는 것이 가능하다. 이는 Zoom에서 모든 학생들의 얼굴 보며 수업을 할 수 있는 기능과는 차이가 있다. Zoom은 학생들의 얼굴은 보지만 학생들이 과제를 수행하면서 보이는 활동들을 보여주지는 않는다. 공유 기능을 이용하여 작업 화면을 볼 수 있기는 하지만, 이것은 호스트에게 권한을 부여받은 하나의 화면을 다른 모든 학생들이 함께 보는 기능이다. 반면에 지오지브라 클래스룸에서는 학생들 각각의 얼굴 대신 학생들의 과제 수행 창이 보여지는 것이며, 개별 학생의 작업 화면을 보는 것도 가능하다는 점에서 교사가 학생들의 활동 과정을 관찰할 수 있기 때문에 Zoom과는 구분되는 프로그램이라 할 수 있다. 이는 학생들이 기하 관련 개념을 구성해가는 과정이나 탐구 및 조작 과정 전반을 교사가 관찰할 수 있는 정보를 제공하여준다는 점에서 공간도형을 소재로 실시간 쌍방향 형 수업을 진행하는데 적절한 수업 도구를 선택한 것으로 볼 수 있다. <표 II-1>은 개발 교사가 실시간 쌍방향 형 수업 내용 선정을 위해서 작성한 내용을 제시한 것이다. 개발 교사는 이러한 과정을 거쳐서 2015 개정 수학과 교육과정에서 기하 과목의 공간도형 단원 중 평면의 결정 요건을 수업 내용으로 선정하였다.

<표 II-1> 개발 교사가 실시간 쌍방향 형 수업 내용 선정을 위해서 작성한 표

| 2학기 기하 내용 요소 | 수업 방식 |
|--------------|--|
| 벡터의 성분과 내적 | 공간벡터가 없고 평면벡터의 대수적 계산이 주 내용이므로 대면 수업이나 '비 실시간' 원격수업에 더 적합하다. |
| 공간도형 | 공간도형을 직접 만들어 보고 관찰하며 의견을 나누는 활동이 필요함. 대면 수업 시 간단한 공간도형 모델은 직접 만들어 보고, 만들고 자르고 재는 활동이 곤란한 것은 3D 소프트웨어를 사용하는 실시간 쌍방향 원격수업으로 진행하는 것을 고려할 수 있다. |
| 공간좌표 | 공간좌표를 이용한 대수적 계산이 주 내용이므로 대면 수업이나 '비 실시간' 원격수업에 더 적합하다. |

- 실시간 쌍방향 형 원격수업에서 협력 수업이 가능한 수업 설계

개발 교사는 협력학습을 고려하여 수업 모형을 구안하고자 하였으나, 실시간 쌍방향 형 원격수업에서 온라인 수업 도구를 선택한 이후 자신이 선택한 온라인 수업 도구를 이용하여 협력학습이 가능한지에 대한 고민을 하

게 되었다. 개발 교사는 수업 내용과 방식을 결정한 이후 해당 내용에 대하여 실시간 쌍방향 원격수업에서도 협력수업이 가능할 것이라고 생각하였다. 개발 교사는

“온라인 수업에서도 협력수업은 가능하다. 공간도형을 만들어 내는 현 수업 내용에서도 협력은 필요하다. 예를 들어 하나의 3D 공간을 공유해서 집 모양을 만든다고 할 때 적절한 협력과 분업을 통해 누구는 기둥을 세우고, 누구는 지붕을 계산하고 함께 올린다면 가치 있는 활동이 될 수 있다.”

라고 답을 하면서, 협력수업의 방식을 모색하였다. 그러나 개발 교사는

“현재 학생들이 다룰 수 있는 소프트웨어에서는 아쉽게도 이런 기능을 찾을 수 없다. 이러한 협력수업은 대면 수업 상황으로 넘기고, 이번 실시간 원격수업에서는 제한된 상황에서 가능한 범위 내의 협력을 구현할 계획이다.”

라고 답을 하였는데, 이는 지오지브라 클래스룸을 수업 도구로 선정하였기 때문이기도 하지만 지오지브라 클래스룸이 아닌 다른 수업 도구 중 개발 교사가 의도한 협력수업을 지원할 수 있는 수업 도구를 찾지 못하였기 때문이기도 하였다.

여기서 개발 교사가 언급한 ‘제한된 상황에서 가능한 범위 내의 협력을 구현’한다는 표현은 지오지브라 클래스룸을 이용하는 수업 활동에서 학생이 자신의 개인 작업 창에서 작업을 하면서 다른 학생들의 반응을 참고하여 자신의 구성 혹은 조작 활동에 대하여 반성을 하고 수정해가는 과정을 협력과정으로 보겠다는 것을 뜻한다. 이는 타인들 속에서 개인이 의견을 제시하여 함께 공동의 결과물을 구성해가는 방식은 아니지만, 개인이 주체가 되어 타인의 반응을 받아들여서 개인의 조작 활동을 수정해가는 것으로 볼 수 있고 그러한 개인의 수정 과정은 또다시 누군가의 개념 구성 과정이나 탐구 과정에 반성적 사고의 기회를 제공할 수 있기 때문에, 수업을 개발 교사가 지오지브라 클래스룸을 이용한 자신의 수업을 ‘제한된 상황에서 가능한 범위 내의 협력’이 가능한 수업이라고 표현한 것으로 볼 수 있다.

한편 수업 모형 선택에 있어서는 개발 교사가 제한된 상황이라는 단서가 붙기는 하지만 협력학습을 고려하였기 때문에 협동학습 모형을 참고할 필요가 있었으며, 수업 내용 선정에 있어서는 ‘평면의 결정 요소’를 선정하였기 때문에 평면의 결정 요소들을 탐구활동을 통하여 찾아가는 것이 필요하다는 점에서 개념 획득 모형을 참고할 필요가 있었다. 다만, 개발 교사는 수업 자료 개발 초기에 수업 모형을 고려하여 수업을 개발한 것은 아니며, 협력학습과 수업 내용 선정 이후 수업 자료 지도안을 개발하는 과정에서 개발하고자 하는 수업 자료에 적절한 수업 모형에 어떠한 것이 있는지를 살펴보았다. 이는 자료 개발 연구에서 수업 모형 선정 이후 수업 자료를 개발하는 순서와는 역순이지만, 수업 경험이 풍부한 현장 교사들의 경우 수업 자료를 개발한 이후 자신이 개발한 수업 자료가 어떠한 수업 모형으로 설명 가능한지 찾아보는 방식으로 진행되는 경우도 있다는 점에서 현장 자료 개발 방식의 한 방법으로 고려할 필요가 있어 보인다. Gunter, Estes, Mintz(2007)는 협동학습 모형의 실행 단계로 과제설명, 집단 성공에 필요한 사회적 기능 고지, 집단 구성원들이 작업하고 있을 때 개별 집단들에게 피드백 제공 및 조정, 집단 요약, 평가 기준을 통하여 학생 과업 평가, 집단 과정 평가의 단계를 제시하고 있는데, 개발 교사는 이러한 협동학습 모형 실행 단계 중에서 ‘집단 구성원들이 작업하고 있을 때 개별 집단들에게 피드백 제공 및 조정’을 수업에 반영하고자 하였다. 또한 Gunter, Estes, Mintz(2007)에서는 개념 획득 모형 단계를 8가지 단계로 요약하여 제시하였는데, 개념 선정 후 정의하고 속성 선정, 긍정적 또는 부정적 본보기 개발, 학생들에게 과정 도입, 본보기를 제시하고 그 속성 열거, 개념 전이를 개발, 추가 검사 본보기를 제시, 과정을 학생들과 논의, 평가의 8단계가 그것이다. 개발 교사는 연구자와의 논의 과정에서 ‘긍정적 또는 부정적 본보기 개발’에 주목하였으며, 특히 기하 단원의 특성에서 탐구 및 조작 활동이 중요하게 고려되어야 할 필요가 있다는 점에서 교사가 부정적 본보기를 개발하여 제공한 이후 학생들이 탐구 및 조작 활동과 의사소통을 통하여 부정적 본보기에서 개선하여 평면의 결정 요소에 대한 개념을 획득해가는 최종 수업 자료를 개발하는 것으로 진행하였다.

• 평가 방법에 대한 고민

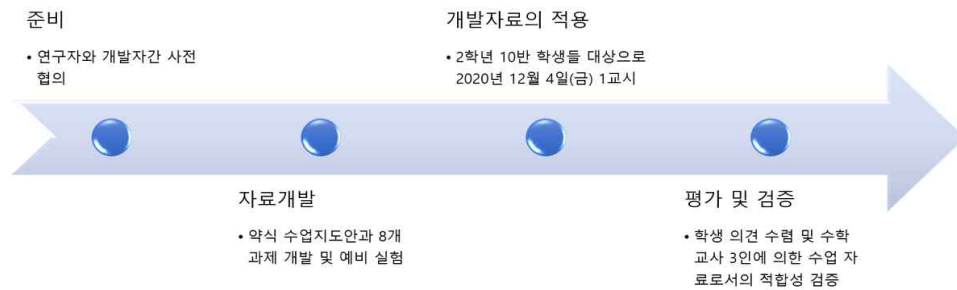
개발 교사는 온라인 수업 도구 선정 및 수업 내용과 방식을 결정한 다음 개발하여 적용하게 될 수업에 대한 평가 방법을 고민하였다. 이 과정에서 개발 교사는

“이 수업은 정량평가가 아니라 관찰을 통한 정성평가를 실시한다. 학생들이 사용하는 온라인 환경은 다양하다. 기기도 다르고 네트워크 상태도 다양하다. 이에 따라 유불리가 발생하여 한 곳에 모여서 동일 환경의 컴퓨터실에서 동시에 진행하지 않는 경우 맞고 틀리고 개수를 세는 정량평가를 진행하는 것은 어려움이 따른다. 이 수업에서는 관찰을 통해 학생들의 활동의 특징을 파악하는 평가를 수행한다. 수업 과정의 녹화를 통해 수업 후 필요 시 세밀한 관찰을 하고, 피드백을 할 계획이다.”

라고 하였는데, 연구자의 입장에서 볼 때도 이는 해당 수업에서 학생들이 지오지브라 클래스룸을 이용한 탐구 및 조작 활동을 녹화하는 것이 가능하고, 이는 해당 자료를 분석하여 학생의 지식 구성과정을 관찰하는 것이 가능하다는 점에서 적절한 평가 방법이라 판단되었다.

2. 연구 절차

본 연구는 크게 준비 단계, 자료 개발 단계, 개발 자료의 적용 단계, 평가 및 검증 단계와 같이 네 단계의 절차를 거쳐 진행되었다. [그림 II-2]는 연구 절차를 개괄적인 도식으로 나타낸 것이다.



[그림 II-2] 연구 절차를 개괄적인 도식

우선 준비 단계에서는 개발 목적과 방향 및 자료 개발의 가능성 여부를 판단하기 위하여 연구자와 개발자가 사전 협의를 진행하였다. 사전 협의회는 학교 일정에 따라 수업을 공개해야 하는 개발 교사가 연구자에게 자료 개발 관련 협의를 요청하면서 시작되었으며, 1회의 유선 통화(통화 시간 60분 정도)를 통하여 논의를 하였다. 이때 논의한 내용과 추가로 상호 의견 확인이 필요한 내용을 연구자가 정리하여 e-mail로 개발자와 공유하였다. 사전 협의에서는 개발자가 자료 개발의 필요성과 개발 방향에 대한 의견을 먼저 제시하고 이에 대하여 연구자가 목적에 부합하는 자료 개발 가능성을 중심으로 의견 제시 및 질문을 하는 형태로 진행되었다. 이 과정에서 연구자와 개발자는, 교사의 실시간 쌍방향 형 수업의 선호도가 적지만 앞으로 실시간 쌍방향 형 수업에 대한 실제적인 요구와 필요성이 증대될 것으로 예상되기 때문에, 해당 유형의 자료를 개발하여 공유하는 것이 교육 현장에서 관련 논의를 활성화하는 것에 도움이 될 것이라 보았다.

사전 협의회 이후 개발 교사는 앞서 연구 배경에서 언급한 바와 같이,

온라인 수업 도구 선정→수업 내용의 선정→원격수업에서 협력 수업이 가능한 수업 설계→평가 방법에 대한 고민

과 같은 일련의 과정을 거쳐 수업을 설계하였다. 개발 교사의 수업 설계 과정은 사전에 연구자와 논의를 거쳤으며 이 과정을 통하여 개발자와 연구자 사이의 의견이 공유되었다. 수업 설계 과정을 거쳐 개발 교사는 온라인 수업 도구와 수업 내용을 선정하였으며, 특히 원격수업에서 협력 수업이 가능한 수업과 그에 대한 평가 방법에 대한 고민을 거쳐 1차시 분량의 수업 지도안을 개발하였다.

이렇게 개발된 수업 지도안은 개발자가 연구자에게 e-mail로 공유하였으며, 공유된 수업 지도안에 대하여 연구자가 1차시 수업 분량으로 적절한지와 개발 목적에 부합하는지를 중심으로 논의를 진행하였다. 논의 과정에서 연구자는 개발자에게 약식 수업 지도안만으로는 실제 수업 장면을 예상하기 어렵다는 점을 언급하면서 해당 수업 지도안이 어떻게 구현되는지 가능할 수 있는 사전 적용이 필요하다는 의견을 제시하였다. 이에 개발자는 해당 수업 지도안으로 논의 이전에 한 개 반에서 적용을 마친 상태였다고 하였으며, 약식 수업 지도안 형태이지만 교사의 활동을 중심으로 수업이 어떻게 진행될 것인지에 대한 흐름 파악이 가능할 것으로 보인다고 하였다. 또한 사전 적용 과정을 통하여 학생들의 반응을 정리하여 최종적으로 8개의 과제를 준비할 수 있었다고 하였다. 개발자는 이러한 판단의 근거가 되는 사전 적용 수업 동영상 1편을 연구자에게 제시하였으며, 연구자는 개발 교사가 제공한 사전 적용 수업 동영상을 통하여 약식 수업 지도안과 8개의 과제가 수업에서 어떻게 구현되는지 확인할 수 있었다.

개발 교사와 연구자는 이러한 과정을 거쳐 개발된 수업 자료를 2학년 10만 학생들을 대상으로 2020년 12월 4일(금) 1교시에 적용하였다. 한편 개발 교사는 개발 자료가 적용되는 수업을 녹화하였으며 이를 연구자와 공유하였다. 연구자는 개발 교사로부터 전달받은 수업 영상을 확인하면서 약식 수업 지도안의 내용이 구현된 수업인지를 중심으로 검증하였고, 그 결과 수업 지도안에 제시된 내용들이 수업 영상에서 구현되고 있음을 확인할 수 있었다.

적용된 개발 자료에 대한 평가 및 검증 단계에서는 학생 평가와 전문가 평가를 통하여 진행하였다. 우선 학생 평가는 연구자가 8번 과제에 대한 학생들의 반응을 수합하여 이를 정리하는 방식으로 진행하였고, 전문가 평가는 2021년 4월에 진행하였으며, 개발 교사로부터 전달받은 수업 동영상을 약식 지도안과 함께 고등학교 기하(혹은 2009 개정 교육과정에서의 기하와 벡터) 수업을 담당할 경험을 가진 수학교사 3²⁾인에게 제공하여 평가를 의뢰하여 진행하였다. 수학교사 3인에게 의뢰한 것은 각 평가 항목에 대하여 3인 중 2명 이상이 '긍정' 이상의 답변을 보이는 것을 '긍정'에 해당하는 평가로 분류할 목적 때문이었다. 이때 평가는 연구자가 소속된 학교에서 공개 수업에서 수업 참관 교사들이 평가 시에 활용하는 수업 참관록을 변형하여 진행하였는데, 기본적인 형태는 동일하고 마지막 자유로운 의견을 서술하는 부분이다가

- '실시간 쌍방향 형' 수업 자료로서 적용 가능한 수업이라 판단하는가?
- 개발 된 자료를 이용하여 본인도 수업에 적용할 만한 수업이라 판단하는가?

와 같은 두 가지 질문에 대한 답을 각각 서술해달라는 내용을 추가하였다. 마지막 부분의 두 질문에 대하여도 앞서 언급한 바와 동일하게 평가자 3인 중 2명 이상이 '긍정' 이상의 답변을 보이는 것을 '긍정'에 해당하는 평가로 분류하여 진행하였다. 전문가 평가를 위한 수업 참관록은 <부록>에 제시하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 수업 자료 개발

개발 교사는 실시간 쌍방향 형 원격수업 1차시 45분 분량의 수업 자료 개발을 위하여, 동기 유발을 위한 동

2) 평가를 의뢰한 세 명의 수학교사는 모두 석사학위(수학교육)를 소지한 경력 15년 이상의 교사들이다.

영상 자료를 제작해서 학생들의 수업에 대한 동기를 부여하고, 동기 부여 이후 개발 교사가 제시한 과제를 가지고 학생들이 지오지브라 클래스룸에서 ‘교사-학생’, ‘학생-학생’ 간의 의사소통이나 개인의 조작 활동에 대한 반응 과정을 통하여 ‘평면의 결정 요건’에 대하여 학습하는 수업 자료를 개발하였다. 특히 앞서 언급한 바 있듯이 교사가 제시하고자 하는 과제는 개념 획득 모형 단계 중에서 ‘부정적 본보기’에 해당하는 자료로 구성할 것이며, 학생들은 지오지브라 클래스룸에서 탐구 및 조작 활동을 거치며 ‘교사-학생’ 및 ‘학생-학생’ 간의 상호작용을 통하여 제시된 ‘부정적 본보기’를 개선해가면서 귀납적으로 평면의 결정 요소에 대한 개념을 획득해가는 것으로 개발하였다. 또한 과제를 제시한 이후에는 협동학습 모형 중 ‘집단 구성원들이 작업하고 있을 때 개별 집단들에게 피드백 제공 및 조정’을 고려하여 교사는 학생들의 집단 활동 시간을 제공함과 동시에 이 시간 동안에 학생 개인에게 피드백을 제공 및 조정하는 활동이 이루어지도록 수업 자료를 개발하였다. <표 III-1>은 이러한 과정을 거쳐 개발한 약식 수업 지도안을 제시한 것이며, <표 III-2>는 개발 교사가 개발한 8개의 과제를 제시한 것이다.

<표 III-1> 약식 수업 지도안

| 단계 | 내용 | 시간(분) |
|-------------------|--|-------|
| 사전 수업 공지 | 구글캘린더에 수업 계획을 세팅하여 학생 개인의 구글캘린더에 푸시될 수 있도록 한다. 학생 개인의 캘린더에 연동이 되지 않을 경우에 대비하여 리로스쿨로 알림메시지를 보내고, EBS 온라인클래스 기하 수업방에 공지한다. G-Suite 계정으로 입장할 것을 강조한다. | - |
| 만남 및 수업 안내 | 인사 및 출석 체크 ● 멘트 : 사용자 목록에서 자기 앞 뒤 번호 보세요. 반장, 연락을 부탁드립니다. | 3 |
| 동기 부여 | 개발 영상 시청 ● 제작 도구 : Videoscribe(화이트보드 애니메이션 제작 프로그램) ● 핵심 내용 : 삼발이 상과 네발이 상 중에서 발 개수가 많은 네발이 상이 털그덕 거리던 것에 대한 호기심 ● 활동 : 손가락을 펴서 책을 올려보자(책이 없으면 책상을 짚어봐도 된다). | 7 |
| 과제 제시 | 교사가 사전에 준비한 과제를 제시 ● 멘트 : (부정적 본보기가 섞인 7개의 과제를 제시하고) 제시한 과제에 대해서 지오지브라 클래스룸을 이용해서 각 과제에 대한 개개인별로 탐구 및 조작 활동을 진행하도록 하세요. 언제든지 필요한 것은 도움을 청하면 되고, 다른 학생들이 하는 것을 보면서 자신의 활동을 수정해도 됩니다. 수업이 끝나고 나서도 과제를 할 수 있는 시간은 추가로 줄테니 급하게 하지 말고 자기 속도에 맞추어 하고, 이리저리 돌려보며 관찰을 많이 하는 것을 추천합니다. 8번 과제(자기성찰)는 끝나기 5분 전에 쓸 시간을 줄테니 그때 하렴. | 30 |
| 개별 탐구 활동 및 교사 피드백 | 집단 활동 시간 속에서 교사는 학생 개인의 활동을 관찰하여 피드백을 제공 | |
| 성찰 및 평가 | 8번 과제로 제시한 활동을 통하여 학생이 스스로의 활동에 대하여 평가하는 시간을 제공하고, 교사가 피드백을 줄 수 있는 의사소통 창구를 제공한다. 또한 다음 차시 예고도 한다. ● 멘트 : 오늘 학습을 스스로 돌아보며 무엇을 배웠는지, 무엇을 느꼈는지, 하고 싶은 말을 진솔하게 적어보세요. 질문이나 건의사항, 기타 자신이 누구인지 알리고 싶지 않는 글은 2020 000고 기하 패들릿 000에 적어 함께 소통합니다. | 5 |

<표 III-2> 수업에 적용한 8개의 과제

| 과제 | 내용 | 질문/예상 상황 |
|--------------|---|---|
| 1 | 평면의 결정 조건에 체크하시오. <input type="checkbox"/> 서로 다른 세 점 <input type="checkbox"/> 서로 다른 네 점 <input type="checkbox"/> 한 직선과 한 점 <input type="checkbox"/> 한 점에서 만나는 두 직선 <input type="checkbox"/> 평행한 두 직선 | - 조건에 빠진 것은 없는지 세밀하게 보세요. - 생각이 바뀌었다면 답안을 바꾸셔도 됩니다. - 평행한 두 직선이 포개어져 일치한다? |
| 2 | 세 점을 찍고 지나는 평면을 그리시오. | - xy 평면을 만든 경우 (과제를 잘 해결했습니다. 점을 위 아래로 움직이며 평면이 따라 움직이는지 관찰하세요.) - 일직선 위에 세 점을 찍으면? |
| 3 | 한 직선과 그 위에 있지 않은 한 점을 찍고 지나는 평면을 그리시오. | - 과제2와 어떤 관련이 있는지? (직선을 긋기 위해서는 두 점을 찍어야 하므로 과제2와 같은 상황입니다.) |
| 4 | 한 점에서 만나는 두 직선을 긋고 그를 포함하는 평면을 그리시오. | - xy 평면을 만든 경우 (과제를 잘 해결했습니다. 직선을 위 아래로 움직이며 평면이 따라 움직인다면 평면의 결정조건을 더 확실히 확인할 수 있을겁니다. 그렇게 개선해 볼까요?) |
| 5 | 평행한 두 직선을 긋고 그를 포함하는 평면을 그리시오. | - 네 점을 찍어 평행선과 평면을 만든 경우 (과제를 잘 해결했습니다. 직선이 움직이며 평행선과 평면도 같이 움직일 수 있다면 평면의 결정조건을 더 확실히 확인할 수 있을겁니다. 그렇게 개선해 볼까요?) |
| 6 | 꼬인 위치에 있는 두 직선을 긋고, 그를 포함하는 하나의 평면이 존재하는지 확인하시오. | - 존재하지 않기에 평면을 그리지 않은 경우 (과제를 잘 해결했습니다. 한 직선을 포함하고 다른 직선 위의 한 점을 지나는 평면을 만들고 그 점을 움직이면 다른 직선을 포함하는 평면이 없다는 것을 확인할 수 있겠죠. 그렇게 확인해 보시겠습니까?) |
| 7 | 세 평면 a, b, c에 대하여 a와 b가 수직이고, b와 c가 수직이면 a // c인지 그러서 확인하시오. | - 명제가 맞다고 그린 경우 (책상 면이 b라 하고 양 손바닥이 각각 a, c라 가정하고 참인지 거짓인지 먼저 판단해 보시고, 그 다음에 지오지브라에 표현해 보세요.) |
| 8 + 정리 | 스스로 돌아보기 오늘 학습을 스스로 돌아보며 1. 무엇을 배웠는지 2. 무엇을 느꼈는지 3. 하고 싶은 말을 진솔하게 적어보세요~ | - 이것은 다른 이에게 공개하지 않으니 안심하세요. - 질문이나 건의사항, 기타 자신이 누구인지 알리고 싶지 않은 글은 2020 000고 기하 패들릿 담벼락에 적어 함께 소통합니다. - 차시 예고: 다음에는 공간도형의 위치 관계에 대하여 살펴봅시다. |

2. 개발 자료의 수업 적용

개발 된 수업 자료는 2학년 10만 학생들을 대상으로 2020년 12월 4일(금) 1교시에 적용되었다. 해당 수업 이전에 학생들은 사전에 1차시 분량의 수업을 통하여 평면의 결정 요건에 대하여 교과서의 정의를 익히고 그와 관련된 문제 풀이를 경험한 상태였다. 다만 개발 교사의 설명에 의하면 사전에 학생들이 경험한 수업은 교과서에서 기술한 정의를 전달받는 수준으로서 문제 풀이 역시 관련 정의를 적용하는 정도의 경험이라고 하였다. 수업 일주일 전에 사전 수업 공지를 하였으며, 수업 당일 학생 전원이 참석하였다. 특히 개발 교사는 사전 수업 공지 과정에서 학생들에게 수업 참여시 모바일 기기보다는 PC를 이용한 참여를 권장하였는데, 이에 대하여 개발 교사는 “학생들도 학년 초부터 개발 교사가 수업에서 지오지브라 클래스룸을 이용한 수업을 경험하면서 모바일 기기를 이용할 경우 활동에 제약이 있다는 점을 경험한 적이 있기 때문에 실제 학생들이 대부분 PC를 이용하여 수업에 참여하였을 것으로 보인다.”고 하였다. 진행된 수업은 녹화되어 연구자에게 영상 자료가 전달되었고 본 연구에서는 연구자와 개발자가 각각 영상 자료를 분석한 다음 함께 논의하는 과정을 거쳤다. 또한 본 연구에서는 서로 논의의 과정을 통하여 합의된 내용을 중심으로 분석 결과를 기술하였다. 수업은 수업 지도안에 따라 진행되었으며, 단계별로 수업 장면을 제시하면 다음과 같다.

‘만남 및 수업 안내’에서는 교사와 학생들이 서로 얼굴을 확인하면서 출석 확인을 하였고, 온라인 수업 진행 가능 여부를 확인하였다. ‘동기 부여’에서는 교사가 준비한 동영상 자료를 제공하였으며 학생 모두 자신의 온라인 기기에서 정상적으로 동영상 자료를 시청하였다. 또한 동영상 시청 후에는 준비한 활동을 통하여 손가락 세 개가 한 평면(책상 혹은 책) 위에 동시에 올라가는 것이 가능하다는 것을 확인하였다. ‘과제 제시’ 단계에서는 교사가 준비한 8개의 과제 중에서 7개의 과제를 지오지브라 클래스룸에서 개인별로 탐구 및 조작하여 해결하도록 안내 하였으며, 이 과정에서 다른 학생들의 활동 장면을 관찰해볼 것을 적극 추천하였다. 또한 질문 사항에 대하여는 교사와 다른 학생들에게 언제든지 질문할 수 있도록 안내하였다. ‘개별 탐구 활동 및 교사 피드백’ 과정에서 교사는 학생들의 활동 창을 면밀하게 관찰하면서 개인별 피드백을 제공하였으며, 집단에 필요한 피드백이 있을 경우 전체에게 제공하기도 하였다. ‘성찰 및 평가’에서는 8번 과제를 통하여 진행하였으며, 공개적으로 하기 힘든 의견을 받아들일 수 있는 창구 안내 및 다음 차시 안내를 진행하였다. <표 III-3>은 수업 적용 과정에서의 주요 장면을 표로 제시하여 정리한 것이다.

<표 III-3> 수업 주요 장면 제시

| 과정 명 | 내용 | 비고 |
|------------|----|------------------------------|
| 만남 및 수업 안내 | | 학생들이 확인해야할 사항들을 띄워놓은 초기 화면 |
| | | 수업 초반에 출석 체크를 위하여 들어오는 초기 화면 |

| | | |
|---|--|--|
| <p>동기 부여</p> |  | <p>동기 부여 내용 중 교사가 Videoscribe(화이트보드 애니메이션 제작 툴)를 이용하여 제작한 동영상 화면</p> |
| <p>동기 부여</p> |  | <p>동기 부여 내용 중 학생의 활동 내용(손가락 세 개가 한 평면 위에 놓이는 활동)에 대한 반응을 캡처한 장면</p> |
| <p>교사의 과제 제시 및 학생의 개별 탐구 활동 그리고 교사의 피드백</p> |  | <p>과제 1에서 학생들의 설문 반응을 종합하여 확인할 수 있는 교사의 창</p> |
| <p>교사의 과제 제시 및 학생의 개별 탐구 활동 그리고 교사의 피드백</p> |  | <p>학생 전체 활동 장면으로서 교사에게도 학생에게도 모두 보이는 창</p> |
| <p>교사의 과제 제시 및 학생의 개별 탐구 활동 그리고 교사의 피드백</p> |  | <p>특정 학생 활동 장면으로서 교사가 특정 학생의 반응을 면밀히 관찰하기 위하여 한 학생의 작업 창만 선택하여 확인하는 장면</p> |

3. 개발되어 적용된 수업에 대한 수업 참여 학생들의 의견

<표 III-4> 패들렛(padlet)을 이용하여 수합한 수업에 참여한 학생들 16명의 의견(과제 8번)

| 학생 | 의견 |
|------|---|
| 학생1 | 지오지브라를 좀 더 잘 다룰 수 있게 된 것 같다. 내가 생각하기 힘든 3차원을 지오지브라를 이용하니 내 눈에 잘 보여서 편리함을 느낄 수 있었다. 저번에 수업 할 때는 평행한 직선을 x축과 y축을 이용해서 만들었는데, 이번에는 x축, y축, z축을 이용하여 만들어서 내가 조금 더 성장한 것 같았다. 다음 수업 시간에도 지오지브라를 학생들도 함께 만들면서 수업을 진행할 것인지 궁금합니다. |
| 학생2 | 평면의 결정조건에 대해 알게 되었다. 그래도 전에 한 번 해봐서 그런지 저번 주보다는 수월하게 했던 것 같다. 그럼에도 불구하고 여전히 지오지브라는 어렵다. |
| 학생3 | 지오지브라로 이것저것 조작하고 만드는 방법을 배웠습니다. 자칫 어려울 수 있는 공간도형을 지오지브라로 만들어보면서 공간에 대한 이해를 높일 수 있었습니다. 재미있었고, 뭔가 많이 느꼈는데 제 문과적 소양이 부족해서 더 이상의 말은 못 적겠습니다. 이렇게 다양한 자료들을 활용한 수업이 더 쉽고 더 잘 이해할 수 있는 것 같습니다!! 항상 감사드립니다!! |
| 학생4 | 지난 시간과 같이 평면의 결정 조건에 대해서 수업하였습니다. 저번에는 지오지브라를 다루는 것이 좀 서툴어서 제대로 못 만들고 끝내기도 했는데 오늘은 나름 잘 한 것 같습니다!!! 수업 시간에는 네트워크 문제 등으로 인해서 지오지브라를 학생들이 직접 사용하는 수업은 진행하기 힘들데, 원격 수업은 각자 인터넷이 잘 되는 곳에서 진행하기 때문에 큰 불편함 없이 수업을 들을 수 있었습니다. 다같이 직접 평면을 만들어보고 선생님께서 그 화면을 공유해주시면서 다른 친구들 것을 참고하여 만들 수도 있고, 원격임에도 실시간으로 선생님과 문답을 주고 받을 수 있다는 점이 좋았습니다. 감사합니다!!! |
| 학생5 | 평면을 결정하는 조건 그 조건을 상상으로 그려보는 것보다 지오지브라를 활용하여 구조화하는 것이 이해하는 데 더 도움이 된다는 것을 느꼈습니다. 지오지브라를 활용하는 수업이 많아서 좋습니다! |
| 학생6 | 듣기만 하는 것보다 지오지브라를 통해 직접 활동을 하는 것이 더 흥미로웠고 선생님과 소통을 통해 기하에 대해 자세히 배울 수 있는 시간이었다. |
| 학생7 | 평면의 결정조건에 대해 직접 활동해보며 자세히 더 쉽게 배울 수 있었다. 직접 활동을 하면서 수업을 하다보니 더 집중이 잘 되고 어떻게 평면이 만들어지는지 직접 만들어 볼 수 있어서 유익한 시간이었다. 말로만 듣는 것보다 직접 하니 더 재밌어요. 감사합니다. 수고하셨어요!! |
| 학생8 | 책으로 배우는 것보다 이렇게 직접 지오지브라로 직접 만들어서 보니까 더 이해하기 쉽고 기억에 잘 남는 것 같다. 처음에 평행선 그리는 도구를 몰랐을 때는 만들기 힘들었는데 알고 나니 쉬웠다. |
| 학생9 | 평면의 결정조건을 교과서로만 배우던 걸 직접 해보니 재밌었다. |
| 학생10 | 지오지브라 사용하는 법을 눈으로만 봐서 쉬울줄 알았지만 직접 다뤄보니 힘들었다. 여태까지 2차원에서만 직선, 평면 등을 다뤘는데 z축까지 생겨 3차원이라는 익숙하지 않은 공간에서 내 마음대로 선, 평면을 그리려고 하니 더 힘들었다. 하지만 등교수업에서는 모두가 참여하지 못하는 것을 모두가 참여해 서로의 생각을 나눌 수 있는 시간이었고 직접 지오지브라를 통해 그려서 평면에 관한 증명과 평면의 결정조건을 더 생생하게 배울 수 있었다. |
| 학생11 | 일어난 지 오분만에 수업을 해서 피곤하였지만 아침부터 머리가 돌아가는 느낌이라서 좋았다. 선생님이 나에게 발표를 두 번이나 시키셔서 수업에 더 집중할 수 있었던 것 같다. |
| 학생12 | 평면의 결정 조건에 대해서 이론적으로만 배웠던 것을 실제로 지오지브라로 함으로써 무엇이 맞는지 직접 확인할 수 있어서 좋았다. 선생님 열심히 수업 준비해주셔서 감사합니다 !! |
| 학생13 | 평면의 결정조건을 알고 평면을 되지 않는 경우도 알 수 있었다. 지오지브라를 통해 공간을 좀 더 쉽고 직관적으로 이해할 수 있어 좋았다. 그리고 문제를 잘 읽어야겠다!! |
| 학생14 | 이론설명만 듣다가 직접 내가 그려보고 다른 친구들의 작품과 비교하면서 배워보니 좀 더 깊은 수업이었다. 나랑 같은 방법으로 그린 친구도 있었고 아예 다른 방식으로 그린 친구들도 있어서 흥미로웠다. 선생님 너무 재밌었어요!!! 앞으로도 이런 수업 많이 해요!!!! |
| 학생15 | 위치 관계에 대해서 지오지브라를 실행하여 직접 만들었고 이해하기가 수업에서 듣기만 하는 것보다 훨씬 편했다. 그리고 재밌었다. |
| 학생16 | 혼자서만 수행했다면 몰랐을 다양한 의견이나 새로운 방법들을 배울 수 있었다. 더 다양한 방법들을 접하니 더 흥미로웠다. |

8번 과제는 학생들이 수업 종료 이후 수업을 통하여 무엇을 배웠는지, 무엇을 느꼈는지, 하고 싶은 말은 무엇인지에 대하여 자유롭게 의견을 제시하는 것이었다. 미리 마련된 온라인 공간에서 학생들이 과제 8번에 대한 의견을 남기면 그 기록이 수업이 종료된 이후 교사에게 수합되어 교사가 자신의 수업에 대하여 반성할 수 있는 학생들의 수업 피드백이 제공되는 장치로 볼 수 있다. 이번에 개발되어 적용된 수업 자료의 경우에는 수업 종료 이후 총 16명의 학생들이 의견을 남겼는데, 대다수의 학생들은 지오지브라를 통하여 공간상의 평면이나 직선을 그려서 관찰 및 조작을 하는 활동에 대하여 긍정적인 반응을 보여주었으며, 수업 과정에서 교사와의 의사소통을 거치면서 자신의 조작 활동을 진행한 것에 대하여 만족하는 표현들이 관찰되었다. 의견을 남긴 16명 학생들의 의견을 제시하면 <표 III-4>와 같다.

4. 개발되어 적용된 수업에 대한 전문가 평가

수학교사 3인은 약식 지도안과 수업 녹화 영상(혹은 수업 주요장면 캡처 자료)을 확인하여 제공된 수업 참관록에 평가 결과를 작성하여 연구자에게 제출하였다. 수업 참관록은 4개 영역(수업 준비, 수업 전개, 수업 마무리, 서술형)으로 구성되어있으며, 3개의 영역에 대하여는 각 영역별로 5단 척도로 평가하는 하위 평가문항이 있고, 서술형 영역은 평가자가 의견을 자유롭게 서술하는 두 개의 하위 평가문항으로 구성되어있다. 평가에 참여한 수학교사 3인은 모든 하위 영역에서 '긍정' 이상의 평가를 하였으며, 서술형 영역에서는 <표 III-5>와 같이 답변을 제시해주었는데 연구자는 세 명의 평가자 모두 긍정적인 평가를 한 것으로 판단하였다.

<표 III-5> 전문가 평가 결과 중 서술형 의견

| | 하위 문항 | 의견 |
|-------|-------|--|
| 평가교사1 | 서술형1 | - 실험과 관찰, 활동을 통한 수업 전개와 학생들의 흥미 유발이 가능. - 이론적 이해가 아닌 활동과 의사소통을 통한 개념 확립에 도움이 됨. - 실시간 수업시 지루함이나 피곤함을 억제하고 학습에 동기유발이 가능한 수업임. |
| | 서술형2 | - 적용할 만한 수업으로 판단됨. - 직관적으로 어려운 부분을 아이들의 활동을 통한 이해력 증진에 도움이 될 것으로 보임. - 상호 의사소통과 지오지브라의 조작을 통한 흥미와 동기유발이 가능. |
| 평가교사2 | 서술형1 | - 적용 가능한 수업이라고 생각함. - 개발된 동영상상 시청하며 수업에 대한 동기부여 가능함. - 학생들이 지오지브라 클래스룸의 과제를 해결하면서 활동을 통해 평면의 결정 조건에 대해 탐구할 수 있음. - 교사는 직접 학생의 탐구활동을 관찰하면서 학생의 활동에 대해 피드백할 수 있음. - 모둠원들이 과제 해결을 위해 협동하는 과정에서도 원격공간에서 상호작용이 이루어질 수 있음. - 학생들이 모둠별 과제 해결, 개별 탐구 활동 등의 과정 속에서 언제든지 궁금한 점이 있을 때마다 교사에게 질문하는 등 상호작용이 활발한 수업임. |
| | 서술형2 | - 기하과목을 담당하게 된다면 본 자료를 수업에 활용하고 싶음. - 지오지브라 클래스룸, 패들렛, 줌 등을 사용하는데 어려움은 없으므로 본 수업 자료를 이용하여 학생과의 소통이 활발한 활동중심, 탐구중심의 수업을 하고 싶음. |
| 평가교사3 | 서술형1 | - 부정적 본보기가 섞인 과제를 제시하여 학생들이 개인별로 탐구와 조작할 수 있게 하였고, 교사는 전체뿐만 아니라 개별 학생의 활동 장면을 관찰하고 즉각적인 피드백을 제공할 수 있어서 실시간 쌍방향 형 수업 자료로서 적용 가능하다고 판단함. |
| | 서술형2 | - 수업에서 활용한 프로그램을 비롯한 각종 도구의 이해 및 활용의 장벽이 그다지 높지 않다고 여겨서 충분히 수업에 활용할 수 있는 자료라고 판단함. |

IV. 결론 및 제언

본 연구는 팬데믹 시기에 국내 선행 연구에서 교사들을 대상으로 진행한 설문 조사 결과 원격수업 형식 중 ‘실시간 쌍방향 형’ 수업이 차지하는 비중이 현저하게 적다는 점을 지적한 것에 주목하여, 고등학교 수학 교과 기하 과목의 ‘평면의 결정 요건’을 중심으로 ‘실시간 쌍방향 형’ 수업 자료를 개발하여 수업에 적용한 사례를 보고한 연구이다.

수업 자료를 개발한 교사는 원격수업 플랫폼으로 Google Meet를 택하였고, 이후 수업 자료 개발 과정에서 몇 가지 고민들을 한 것이 관찰되었다. 우선 개발 교사는 기하 과목의 내용 요소를 분석하여 ‘실시간 쌍방향 형’ 수업에 적절한 내용 요소가 무엇인지 고민하는 과정을 거쳤다. 그 결과 ‘평면의 결정 요소’를 수업 소재로 정하였으며, 선정된 내용으로 수업을 진행하는데 유용한 온라인 수업 도구가 무엇인지를 고민하였다. 이 부분은 본 연구에서 주목할 부분인데, 보통 현장 교사들은 온라인 수업 도구를 먼저 선택한 이후 그러한 수업 도구로 구현 가능한 수업 자료를 개발하거나, 이번 개발 교사와 같이 내용 요소를 먼저 선택한 다음 그에 적절한 온라인 수업 도구를 선정하는 두 가지 방식 중 한 가지를 선택할 것이다. 이때 전자의 경우는 온라인 도구에 수업을 맞추는 방식이라면 후자의 방식은 교사가 전달하고자 하는 내용을 중심으로 도구를 선정하는 것이기 때문에 후자의 측면이 수업 자료를 개발하는 교사 입장에서 더 능동적인 입장에서 자료 개발을 할 수 있을 것으로 보인다. 특히 본 연구에서는 개발 교사가 초반에 구상했던 협동학습을 구현할 수 있는 온라인 도구를 찾지 못했다고 표현하는 것이 관찰되었는데, 이는 수업을 위해 필요한 도구가 무엇인지에 대한 교사의 요구사항을 드러낸 것으로 볼 수 있으며, 추후 연관된 도구 개발에도 피드백을 제공한 것으로 볼 수 있다.

한편 개발 자료에서는 동기 부여를 위해서 교사가 개발한 동영상 자료를 학생들에게 제공하고 있다. 화이트보드 애니메이션 영상 제작 프로그램인 Videoscribe를 이용한 자료로서 주로 유튜버들이 자료 제작에 이용하는 프로그램이다. 교사가 이를 이용하여 5분 정도의 자료를 제작하기 위해서는 시간과 금전적 비용이 소요되는데, 이는 전문적인 지원을 받아서 콘텐츠를 제작하는 것과 비교해 볼 때, 모든 것을 혼자 해결해야하는 현장 교사들 입장에서는 부담이 될 수 있다. 따라서 자료 개발 과정에서 교사의 아이디어가 실현될 수 있는 제작 과정에서의 지원 방식에 대한 고민이 필요할 것으로 보인다.

또한 교사는 수업 자료 개발 과정에서 제한된 환경에서 실행할 수 있는 협동학습에 대한 고민과 선정한 내용 요소에 적합한 과제 형태로서 개념획득 모형에서의 부정적 본보기 개발을 고려하였는데, 여기서 주목할 부분은 개발 교사가 수업 모형을 정한 다음 수업 자료를 개발하였다기 보다는 경험에 근거하여 수업 자료를 먼저 구상한 다음 그러한 방식의 정당성을 확인하는 과정에서 역으로 협동학습 모형과 개념획득 모형을 가지고 수업 자료 개발을 설명하였다는 점이다. 본 연구에서는 이러한 방식이 옳은 것인지에 대한 가치 판단의 문제를 언급하려는 것이라기보다는 본 연구에서 자료 개발을 한 교사가 자료 개발 과정에서 수업 모형에 제한을 받기 보다는 자신이 구상한 수업을 구현한 다음 거꾸로 자신이 개발한 수업 자료를 설명할 수 있는 수업 모형을 조사하여 개발된 자료를 설명하는 방식으로 접근했다는 사례를 제시하는 것에 있다.

다음으로 개발 교사는 지오지브라 클래스룸을 이용하여 한 시간의 수업을 녹화한 다음 수합된 영상 자료를 분석하여 학생들이 지오지브라 클래스룸을 작업장에서 수업 시간동안 어떻게 조작을 하고 수정을 하였는지 그리고 교사와의 어떠한 대화를 통하여 자신의 작업장에 반응을 해나가는지에 대한 관찰을 하였고, 이러한 관찰 결과에 근거하여 학생에게 수업 관련 피드백을 제공하는 방식으로 평가를 운영하였다는 점을 살펴볼 필요가 있다. 이러한 교사의 평가 방식은 학생들 개개인이 주체가 되어 지식을 어떻게 구성해가는지를 관찰할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 또한 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이의 면대면 대화를 하는 방식으로 의사소통이 이루어진 것은 아니지만, 학생이 조작 과정에서 다른 학생의 활동을 보고 자신의 조작 결과를 반성하는 것 역시 온라인 상에서의 새로운 방식의 의사소통이 이루어진 것으로 보였다.

마지막으로 본 연구에서 개발 교사는 개발한 8개의 과제 중 마지막 과제를 학생들의 수업에 대한 소감을 교사에게 피드백으로 제공해줄 수 있는 방식으로 구성된 것에 주목할 필요가 있다. 이는 교사가 학생들의 반응을 관찰하여 학생들에게 피드백을 제공하는 것과는 또 다른 관점에서 의미가 있다. 수업 종료 이후 학생의 의견을 수렴하여 교사 스스로의 수업에 대한 평가가 이루어질 수 있는 것이기 때문이다. 이동근(2019)에서는 고등학교 수학교사를 대상으로 한 질적연구에서 최근 학교 현장에서 평가에 대한 지나친 교사의 부담과 학생들의 교사에 대한 민원 제기로 인하여 '수업에서는 다루고 평가에서는 다루지 않는 수업과 평가의 괴리 현상'을 지적한 바 있는데, 이번 연구에서 개발 교사는 학생의 반응을 관찰하여 피드백 의견을 제시하는 평가 수행과 학생의 수업 소감에 대한 의견을 받아들여 교사의 수업 개선에 반영하는 방식으로 수업이 개발되었다는 점에서 수업과 평가의 상호 피드백이 이루어진 점이 의미가 있어 보인다.

지금까지의 논의한 바에 따르면, 서론에서도 언급한 바 있듯이 본 연구는 다양한 수업 자료 개발 경험을 가진 고등학교 수학교사 1인이 실시간 쌍방향 형 수업 자료를 개발해가는 일련의 과정을 관찰하여 보고한 사례 연구로서, 본 연구의 결과를 통하여 본 고에서 개발 된 자료에 대한 현장 교사들의 이해를 높이고 바로 수업에 투입 가능한 수업 자료 형태를 제안하여 현장 수업을 지원할 수 있는 연구 결과물을 제시하였다는 점에서 의미가 있다. 개발 교사가 수업 자료를 개발한 이후 수업 모형을 조사하여 개발한 자료가 어떠한 수업 모형을 따르는지를 조사하는 모습은 일반적인 자료 개발 연구와 다른 점이 분명 존재한다. 그러나 오랜 기간 동안 실제 현장에서 수업을 담당하는 현장 교사가 자신의 경험에 근거하여 수업에 적용 가능하고 공유 가능한 실천적인 수업 자료를 개발하였다는 점에서 이론적 가치와는 또 다른 측면에서 연구로서의 가치를 지닌다고 볼 수 있다. 이러한 연구 결과물의 축적은 또 다시 이론적인 분석 틀의 필요성이 제기되어 연계된 분야의 연구를 촉진할 수 있을 것으로 기대되기 때문이다. 본 연구 결과물은 이러한 관점에서 촉진 역할을 할 수 있는 사례 연구가 될 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 강미애 · 남성욱 (2020). 코로나19로 인한 쌍방향 원격수업에 관한 연구-세종시 초등학교 교사들과 FGI 질적연구 방법을 중심으로, 학습자중심교과교육연구, **20(21)**, 89-116.
- Kang, M. A. & Nam, S. U. (2020). An exploratory study On-line class, a future education method-Based on FGI study on elementary school teachers in Seong-Si, *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **20(21)**, 89-116.
- 윤태성 · 류수연 · 임경원 (2020). 충남지역 특수학교 교사의 원격수업 운영 경험과 그 의미, 특수교과교육연구, **13(3)**, 179-209.
- Yoon, T. S., Ryu, S. Y., & Lim, K. W. (2020). A Study of Special Education Teachers Experience on Distance Class in Special School in Chung-nam Province, *Journal of Special Education for Curriculum and Instruction*, **13(3)**, 179-209.
- 신나민 · 임정훈 · 이혜정 (2005). 한국 원격교육 연구의 동향과 전망, 교육공학연구, **21(4)**, 195-227.
- Shin, N. M., Lim, J. H., & Lee, H. J. (2005). A Review of Distance Education Research in Korea, *Journal of Educational Technology*, **21(4)**, 195-227.
- 이동근 (2019). 수학과 교육과정 재구성에 대한 고등학교 교사들의 인식과 경험에 관한 연구, 수학교육, **58(4)**, 567-588.
- Lee, D. G. (2019). A study on the high school teachers' perceptions and experiences of mathematics curriculum reconstruction, *The Mathematical Education*, **58(4)**, 567-588.
- 이상구 · 함윤미 · 이재화 · 박경은 (2020). 언택트(Untact) 디지털 전환(DT) 시대의 대학수학교육 사례, 수학교육 논문집, **34(3)**, 201-214.
- Lee, S. G., Ham, Y. M., Lee, J. H., & Park, K. E. (2020) A Case Study on College Mathematics Education in Untact DT Era, *Communications of Mathematical Education*, **34(3)**, 201-214.
- 이준 · 정순원 (2012). 초중등학교 온라인 수업 도입을 위한 법제도적 과제, 교육법학연구, **24(3)**, 125-146.
- Lee, J. & Jeong, S. W. (2012). A Study on the Legal Tasks on the K-12 Online Instruction, *The Journal of Law of Education*, **24(3)**, 125-146.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Mintz, S. L. (2007). *Instruction: A Models Approach*. London: Pearson Education.

A Case Study on the Development of Real-Time Interactive Class Data among Non-face-to-Face Remote Class Types

Lee, Dong Gun

Jamil High School, Republic of Korea

E-mail : jakin7@hanmail.net

Ahn, Sang Jin

MuHak Girls' High School, Republic of Korea

E-mail : sjia0216@hanmail.net

This study noted that a survey of teachers in a leading study conducted in Korea during the Pandemics period pointed out that the "real-time interactive" classes account for a significantly small portion of the remote class format. Contentually, the study reported cases of developing and applying "real-time interactive" class materials based on "planar decision requirements" of high school mathematics subject geometry. The teacher who participated in the development was a math teacher who worked at a Seoul-based high school with 28 years of high school teaching experience, and a teacher who was in charge of geometry in the math department in 2020. The development teacher decided to develop real-time interactive classes. In particular, the materials were developed by organizing the class guidance plan in four stages: 'Meeting and Class Guidance', 'Giving motivation', 'Suggesting tasks', 'Individual Investigative Activities and Teacher Feedback' and 'Reflection and Evaluation' which were selected through the process of selecting the class contents and selecting online class tools. At this time, the development teacher produced and presented about five minutes of video material using the videoscribe, a whiteboard animation program. And in case of task number 8, it consisted of recording the students' free thoughts after class, which served as a role of assessment by students themselves and providing feedback to their teachers. This study is a case study that introduces a series of courses in which field teachers develop class materials, and in addition to presenting class materials that can be applied directly to classes, is a result of a study that focuses on the role of presenting samples for future class data development. The materials developed were verified as class materials based on the opinions of the students who participated in the class and the results of the evaluation commissioned by the three math teachers.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30

* Key words : pandemic, remote classes, real-time interactive, geogebra class, plane decision requirements

<부록>

| 수업참관록 | | | | | | | |
|-------|--|---|------|----|-----------------|-----|------|
| 일시 | 년 | 월 | 일 | 교시 | 참관자 | | |
| 지도교사 | 지도대상 | | 학년 반 | | 과목 | | |
| 영역 | 참관관점 | | | | 평가 | | |
| | | | | | 매우 그렇다 | 그렇다 | 보통이다 |
| 수업준비 | 1. 학습 환경 및 학습 자료 준비는 잘 되어 있는가? | | | | | | |
| | 2. 학습 목표는 명확하며 내용이 정선되어 있는가? | | | | | | |
| 수업전개 | 3. 학습 분위기는 차분하며 의욕적인가? | | | | | | |
| | 4. 교사의 수업 진행 자세와 말씨는 적절한가? | | | | | | |
| | 5. 학습 내용에 알맞은 교수 학습 방법을 택하였는가? | | | | | | |
| | 6. 학습 내용과 자료가 목표 수준에 부합하는가? | | | | | | |
| | 7. 동기 유발이 바람직한가? | | | | | | |
| | 8. 교사의 발문이 학생의 사고와 활동을 자극하는가? | | | | | | |
| | 9. 교사와 학생의 상호 작용이 역동적인가? | | | | | | |
| | 10. 판서는 구조적이고 깔끔한가? | | | | 생략(Pass) | | |
| | 11. 학생들이 자기 주도적으로 학습하는가? | | | | | | |
| | 12. 차이를 고려한 수준별 지도를 하는가? | | | | | | |
| 수업마무리 | 13. 학습 내용 정리를 깔끔하게 하는가? | | | | | | |
| | 14. 목표 도달 여부를 제대로 평가하는가? | | | | | | |
| 서술형 | '실시간 쌍방향 형' 수업 자료로서 적용 가능한 수업이라 판단하는가? | | | | | | |
| | 개발 된 자료를 이용하여 본인도 수업에 적용할 만한 수업이라 판단하는가? | | | | | | |