

<수학과제 탐구> 과목의 인물 중심 수업 자료 개발 관련 연구

이 동 근 (잠일고등학교, 교사)

본 연구는 '<수학과제 탐구> 과목 관련 자료 개발 연구가 현장 지원 연구로서의 가치가 있다는 점'과 '자료 개발에 있어 수학 개념과 관련된 인물들의 지식 구성과 탐구 활동을 중심으로 자료를 구성하는 것이 수업자료 개발에 도움을 줄 수 있다는 점' 및 '그동안의 <수학과제 탐구> 과목 자료 개발이 미비하다는 점' 등을 고려하여, 현장 교사들이 수업에 바로 적용하는 것이 가능한 수업자료를 개발한 연구이다. 이를 위하여 본 연구는 '자료 개발 계획 수립, 자료 개발, 개발 자료에 대한 현장 교사 검증, 개발 자료에 대한 교과 전문가 검증, 검증 의견을 반영한 최종 자료 개발'의 절차를 거쳤다. 이에 과제 탐구 모형을 반영한 1차시 50분을 기준으로 하였을 때 3차시 분량의 수업 자료를 개발할 수 있었다. 본 연구에서는 17주를 기준으로 한 교육과정 계획표와 교사-학생 상호 작용이 제시된 수업 지도안 및 학생들이 수업 때 작성하여 제출하는 과제 개발서 양식을 하나의 세트로 하여 개발 자료를 제시하였다. 본 연구는 개발된 자료를 실제 수업에 적용하는 것을 염두에 두고 개발하였다. 따라서 개발된 자료를 실제 수업에 적용해보고 그 결과를 분석하는 연구를 필요로 한다.

I. 서론

교육부(2021)에 따르면, <수학과제 탐구>는 2015 개정 수학과 교육과정의 진로 선택과목 중 하나로서 고등학교 1학년에서 학습하는 <수학> 과목을 이수한 후에 선택할 수 있는 과목이다. <수학과제 탐구>의 내용 체계는 '과제 탐구의 이해'와 '과제 탐구 실행 및 평가'의 두 가지인데, <수학과제 탐구> 과목의 성취기준도 이 두 가지 내용 체계를 기준으로 총 여덟 개의 성취기준이 제시되고 있다. 이에 따르면 수학과제 탐구의 목적과 절차 및 연구 윤리를 학습하고 이를 토대로 이전에 학습한 수학 내용을 더 깊이 탐구하거나 다른 교과와 수학을 융합한 흥미로운 주제를 선택하여 탐구하는 과목임을 알 수 있다. 다만 현재 <수학과제 탐구> 과목은 보통의 다른 수학 과목들과 달리 교과용 도서가 개발되지 않았다. 정은주(2020)는 교과서가 개발되지 않은 과목의 수업에서는 수업을 진행하는 교사의 재량이 많다는 특징이 있지만, 수업을 진행하는 교사 입장에서 볼 때 '어떤 내용을 어떻게 수업할 것인지'에 대한 부담 역시 큰 과목이라고 하였다. 이를 고려하면, <수학과제 탐구> 과목에 적용 가능한 수업자료 개발은 수업을 담당하는 교사들이 참고할 수 있는 '내용'과 '방법'에 대한 사례를 제시할 수 있다는 점에서, 현장 교사들에게 실질적인 도움이 될 수 있는 현장 지원 연구가 될 수 있다. 또한 서보익(2021)은 수학 탐구 활동이 수학 교사와 학생 모두에게 매우 중요한 활동이라 하면서 학교 현장의 수학 탐구 활동을 지원하기 위한 현장 지원 연구의 필요성을 주장하였는데, 2015 개정 교육과정에서의 <수학과제 탐구>는 수학 교사와 학생들에게 수학 탐구 활동의 기회를 제공할 수 있는 적절한 과목이기 때문에 그러한 과목을 지원할 수 있는 수업자료 개발 역시 현장 지원 연구로서 적합한 연구가 될 수 있을 것으로 보인다.

그러나 정혜윤, 이경화, 백도현, 정진호, 임경석(2018)은 <수학과제 탐구> 과목의 자료 개발 연구가 미비함을 지적하였다. 정혜윤 외(2018)는 <수학과제 탐구> 과목의 학교 현장 도입 이전 시기에 진행된 연구에서, '수업 실

* 접수일(2021년 8월 18일), 심사(수정)일(2021년 9월 24일), 게재확정일(2021년 10월 12일)

* MSC2000분류 : 97C30

* 주제어 : 수학과제 탐구, 자료 개발, 현장 교사의 경험, 이중순환 적용, CVR 검증

행을 위한 자료 개발이 미비하여 해당 과목의 적용 시 교육 현장의 혼란이 예상'된다고 언급하였는데, 이러한 점은 <수학과제 탐구> 과목이 학교 현장에 도입된 현지점에도 크게 바뀌지 않은 것으로 보인다. 2021년 7월 28일 기준으로 한국 학술진흥원에서 제공하는 논문 검색 사이트에서 등재지로 검색 조건을 설정하여 '수학과제 탐구'로 검색을 하였을 때, 자료 개발 관련하여 천선빈, 이종학, 김원경(2018), 정혜윤, 이경화, 백도현, 정진호, 임경석(2018), 황혜정, 김주미(2018)의 연구와 같이 총 세 편의 비교적 적은 수의 연구가 검색이 되고 있고, 그마저도 <수학과제 탐구> 자료 개발과 관련된 세 편의 연구 모두 2018년에 발표된 연구라는 점에서 현재 <수학과제 탐구> 과목 관련 자료 개발 연구가 활발하다고 평가하기에는 어려움이 있어 보이기 때문이다. 이는 <수학과제 탐구> 수업을 위한 자료 개발 연구가 필요한 시점임에도 관련 연구가 미미하다는 것을 뜻하고, 따라서 본 연구에서와 같이 <수학과제 탐구> 수업을 위한 자료 개발 연구는 현장의 필요에 부합하는 시의적절한 연구가 될 수 있다.

한편 <수학과제 탐구> 과목이 학생들의 과제 탐구 활동을 전제하고 있다는 점을 고려할 때, 과제 탐구의 시작을 어떻게 할 것인지에 대한 고민이 필요하다. 이에 본 연구에서는 인물 중심으로 탐구¹⁾ 활동을 전개해나갈 수 있는 자료 개발에 주목하였다. 이원순, 이정인(1987)은 인물 중심 탐구를 학습에 적용하는 것에 대하여 학습자들이 친근감을 느낄 수 있고 사건의 주제적 존재인 인간을 중심으로 한 학습이 가능하다고 하였는데, 수학 개념의 역사 발생 과정 역시 관련된 여러 학자들에 의하여 구성된 지식이라는 점을 고려하면, 수학 학습에서도 인물을 중심으로 탐구를 하는 것이 가능하다. 학생들은 <수학과제 탐구> 수업을 통하여 스스로 탐구할 문제를 설정한 다음, 설정한 문제에 대하여 스스로에게는 물론이고 다른 사람에게도 납득이 될 만한 근거와 논리를 거쳐서, 설정한 문제에 대한 답을 결과로 도출하게 되고 도출한 결과의 의미를 살펴보게 된다. 이러한 점에서 학생들의 과제 탐구 과정은 수학자들의 연구 과정과 매우 유사한 것으로 볼 수 있다. 지식을 인간의 활동에 따른 구성 결과물이라 할 때, 수학적 지식도 결국 수학자 혹은 그와 관련을 맺고 있는 인간들의 구성 결과물이라고 볼 수 있기 때문이다. 따라서 인물을 중심으로 지식 구성의 과정을 살펴보는 것은 자연스러운 지식 발달 과정을 살펴보는 기회를 제공할 뿐만 아니라 학생들에게는 탐구 수행에 본이 되는 하나의 사례가 될 수 있다. 학생들이 인물을 중심으로 지식 구성의 과정을 살펴보는 것을 통하여 '관련 인물들이 왜 그러한 고민을 하게 되었는지와 그러한 고민을 해결하기 위하여 어떠한 노력을 해서 결과를 도출하고 수정해가는지에 대한 일련의 흐름을 살펴볼 수 있기 때문'이다. 즉, 인물을 중심으로 지식 구성의 과정과 그 안에서 드러나는 인물들의 탐구 활동을 살펴보는 것²⁾은 <수학과제 탐구> 수업에 도움을 줄 수 있다. 다만, 이때 주목할 부분은 인물 자체에 대하여 탐구하는 것이 아니라는 점이다. 본 연구에서 관심을 가지고 개발할 소재는 '대상 인물이 탐구 주제를 정한 다음 주변의 다른 인물과의 상호작용이나 선행 연구들에 근거하여 스스로의 질문에 답을 찾아가는 과정'이며, 특히 이 과정이 학생들에게 자신들도 그러한 탐구 활동의 주체가 될 수 있도록 동기를 부여 할 수 있는 사례가 되어야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 '<수학과제 탐구> 과목 관련 자료 개발 연구가 현장 지원 연구로서의 가치가 있다는 점'과 '자료 개발에 있어 수학 개념과 관련된 인물들의 지식 구성과 탐구 활동을 중심으로 자료를 구성하는 것이 수업자료 개발에 도움을 줄 수 있다는 점' 및 '그동안의 <수학과제 탐구> 과목 자료 개발이 미비하다는 점' 등을 고려하여, 현장 교사들이 수업에 바로 적용 가능한 수업자료를 개발하고자 하였다. 이는 <수학과제 탐구> 과목 관련 자료 개발의 다양성 측면에도 이바지하는 바가 있을 것으로 보인다. 더욱이 현지점은 이전 선행 연구들

1) <수학과제 탐구> 과목이 과제를 탐구한다는 측면에서 융합적인 성격을 가지고 있기 때문에, 탐구의 대상이 수학으로 제한되지 않는다는 점에서 본 연구에서는 수학자 중심이라는 표현보다는 인물 중심 탐구라는 표현을 사용하였다.

2) 이는 대상이 되는 인물의 지식 구성 과정에 대하여 관심을 가지는 것이기 때문에 인물 자체에 대하여 탐구하는 것과는 구분된다.

에서 자료 개발 연구를 진행하였던 시기와 달리, <수학과제 탐구> 수업을 이미 경험한 교사들이 존재하기 때문에 이들의 경험을 반영한 자료 개발이 가능하다는 시기적인 장점이 있다. 자료 개발과 관련하여 이론적 논의들이 존재하기는 하지만, <수학과제 탐구>와 같이 도입 초기의 생소한 과목의 경우는 수업을 진행한 교사의 경험 이 그 어떤 이론 못지않게 중요한 자료 개발의 근거가 될 수 있다. 또한 이러한 경험에 근거한 자료 개발은 현장 적용에 있어 더 실제적인 역할을 기대할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 <수학과제 탐구> 수업을 담당하였던 교사의 경험을 반영하여 수업에 바로 적용 가능한 ‘인물 중심 <수학과제 탐구> 수업 자료 개발’을 하고자 하였다.

II. 연구의 배경

1. 2015 개정 수학과 교육과정에서의 <수학과제 탐구>

2015 개정 수학과 교육과정에서는 보통 교과와 전문 교과로 구분을 하며, 이중 보통 교과는 다시 공통 과목과 일반 선택 및 진로 선택의 세 가지로 구분한다. 공통 과목에는 <수학> 과목이 있고, 일반 선택에는 <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계> 과목이 있으며, 진로 선택에는 <기하>, <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>, <기본 수학>, <인공지능 수학> 등의 과목이 있다. 전문 교과에는 <심화 수학 I>, <심화 수학 II>, <고급 수학 I>, <고급 수학 II>와 같은 과목이 있다. 이와 같이 <수학과제 탐구>는 2015 개정 수학과 교육과정의 진로 선택 중 하나로서, 고등학교 1학년에서 학습하는 <수학> 과목 이수 이후에 선택할 수 있는 과목이다.

이화영(2021)의 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학 선택과목 운영 현황 분석에 따르면, 이 과목은 다른 진로 선택의 수학 과목들과 마찬가지로 현장 교육과정 운영에서 고등학교 3학년의 1, 2학기 과목으로 운영되는 비율이 높은 과목이다. 2015 개정 수학과 교육과정이 2018년 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 적용되었기 때문에, 과목 위계를 고려할 때 <수학과제 탐구> 과목은 2019년부터 적용 가능한 과목이며, 이화영(2021)의 연구에서 밝힌 바와 같이 해당 과목이 주로 3학년 과목으로 운영이 되고 있었던 만큼, 대부분의 교사와 학생들은 2020년부터 해당 과목을 접하게 되었다고 볼 수 있다. 즉, 현실점은 실제로 <수학과제 탐구> 과목을 적용한 지 1년이 지난 시점이기 때문에 교과서 없이 교육과정 상 고등학교 3학년에 배치된 <수학과제 탐구> 과목이 어떻게 운영이 되는 지에 대하여 관심을 가질 수 있는 시점이다.

서론에서도 언급한 바와 같이, 현재 <수학과제 탐구> 과목은 보통의 다른 수학 과목들과 달리 교과용 도서가 개발되지 않았기 때문에 과목에 대한 이해를 위해서는 교육부(2021)에서 제시한 <수학과제 탐구>의 목표와 내용 체계에 대하여 관심을 가질 필요가 있다. 우선 <수학과제 탐구> 과목의 목표는

- 수학과제 탐구의 필요성을 이해하고, 탐구 방법을 습득하며, 탐구 능력을 기른다.
- 수학적으로 추론하고 의사소통하며, 창의·융합적 사고와 정보 처리 능력을 바탕으로 사회 및 자연 현상을 수학적으로 이해하고 문제를 합리적이고 창의적으로 해결한다.
- 수학에 대한 흥미와 자신감을 갖고 수학의 역할과 가치를 이해하며 수학 학습자로서 바람직한 태도와 실천 능력을 기른다.

와 같다.

다음으로 교육부(2015)에 따르면, <수학과제 탐구>의 내용 체계는 ‘과제 탐구의 이해’와 ‘과제 탐구 실행 및 평가’의 두 가지로 구분되는데, 내용 체계에 따른 성취기준은 ‘과제 탐구의 이해’와 관련하여

- [12수과01-01] 수학과제 탐구의 의미와 필요성을 이해한다.

- [12수과01-02] 수학과제 탐구의 방법과 절차를 이해한다.
- [12수과01-03] 올바른 연구 윤리를 이해한다.

와 같고, '과제 탐구 실행 및 평가'와 관련해서는

- [12수과02-01] 수학과 관련된 여러 가지 현상에서 탐구 주제를 선정하고 탐구 문제를 구체화할 수 있다.
- [12수과02-02] 선행 연구를 검토하고 적절한 탐구 방법을 찾아 탐구 계획을 수립할 수 있다.
- [12수과02-03] 탐구 계획에 따라 탐구를 수행할 수 있다.
- [12수과02-04] 탐구 결과를 정리하여 산출물을 만들고 발표할 수 있다.
- [12수과02-05] 탐구 과정과 결과를 반성 및 평가할 수 있다.

와 같다. 즉, 수학과제 탐구의 목적과 절차 및 연구 윤리를 학습하고 이를 토대로 이전에 학습한 수학 내용을 더 깊이 탐구하거나 다른 교과와 수학을 융합한 흥미로운 주제를 선택하여 탐구하는 과목임을 알 수 있다.

한편 2025년 도입 예정인 고교학점제에서도 <수학과제 탐구>에 주목할 필요가 있다. 2025년부터 현행 고교 졸업에 필요한 204단위를 192학점을 취득하는 것으로 변경하면서 학생이 과목 내용과 위계를 고려해 선택할 수 있도록 과목 구조를 개편하겠다고 하였는데, 이때 <수학과제 탐구> 과목과 같이 과제 탐구의 성격을 지니는 과목들이 융합적 과목군으로 분류되어 선택 및 운영될 수 있기 때문이다(김화경, 송창근, 이화영, 임혜미, 정종식, 최인용, 이경화, 2021).

2. 국내의 <수학과제 탐구> 과목 자료 개발 연구

<수학과제 탐구> 과목 자료 개발 연구에서 주목할 세 건의 연구가 있다. 하나는 황혜정, 김주미(2018)의 연구로서 해당 연구에서는 '수학적 과제'와 '탐구 학습'으로 구분하여 <수학과제 탐구>에 대한 이론적 배경을 찾은 자 하였다. 해당 연구에서 연구자들은 <수학과제 탐구> 과목의 성취기준 내용 중 '과제 탐구 실행 및 평가' 영역에 관심을 두고 '탐구 주제 선정, 탐구 과제 개발, 과제 수행, 과제 결과와 소감 발표 및 자기평가, 평가 및 피드백'의 절차를 거치는 '과제 탐구의 수업 모형'에 근거하여 자료 개발을 하였다. 황혜정, 김주미(2018)는 3차시의 수업을 구상하였는데, 1차시는 학생들이 과제 탐구에 익숙하지 않다는 점을 고려하여 교사가 과제를 제시하고 탐구하는 수업을 실제 진행하는 방식으로 구성하고, 2차시는 연구 윤리를 설명한 다음 학생들이 모둠별로 과제 탐구를 수행하는 것으로 하였으며, 3차시에는 2차시의 산출물에 대하여 발표한 다음 관련된 수학 내용을 정리하는 것으로 하였다. 연구자는 황혜정, 김주미(2018)의 연구에서 '자료 개발 이후 학생들에게 실제 적용한 결과에 대한 정보를 담고 있다는 점'과 '학생들이 과제 탐구에 익숙하지 않다는 점을 고려한 교사의 시범 및 과제 탐구를 위한 5가지 절차에 대하여 학생들이 익숙해지도록 안내하는 장치를 고려하였다는 점'이 연구자의 자료 개발에도 참고할 부분이라 생각하였다.

또 다른 연구는 천선빈, 이종학, 김원경(2018)의 연구이다. 해당 연구는 '과제 탐구'에 대하여 생활화의 이슈를 과제 또는 주제로 삼아 심층적으로 탐구하면서 관련된 결과물을 산출해내는 교수·학습으로 보면서, '과제 탐구'가 '프로젝트 기반 학습(Project based learning)'이 표현만 다를 뿐 내용상 유사한 것으로 언급하였다. 이에 해당 연구에서는 프로젝트 기반 학습에서 <수학과제 탐구> 과목의 자료 개발에 대한 이론적 배경을 탐구하였으며, '개발 방향 설정, 학습 목표 설정, 주제 및 추진 질문 선정, 탐구 활동 계획 수립, 평가 계획, 산출물 제작'의 단계를 거쳐 대주제 당 10차시의 수업이 가능한 수업자료를 구상하였다. 이때 대주제 당 10차시의 수업자료는 '수업 준비단계'와 '수업 실행단계'로 구분하여 전자는 2차시 후자는 8차시를 할당하였다. 이때 차시별 수업 계획과 교수·학습 자료를 부록으로 제시하였으며, 이들 개발 자료에 대한 적합도 및 타당도를 검사하였다. 이를 본 연구와 관련지어보면 '개발된 과제에 대하여 적합도 및 타당도를 설문을 통하여 확인하는 절차에 대한 정보를 제공하였다는 점'에서 의미가 있다.

정혜윤 외(2018)의 연구는 수학적 모델링이 <수학과제 탐구> 과목의 성격에 적합한 과제 탐구의 기회를 제공할 수 있다는 점을 논거하고 그에 따른 자료 개발을 시도하였다. 정혜윤 외(2018)는 수학적 모델링의 절차에 따라 <수학과제 탐구> 과목에 적용 가능한 한 가지 사례를 제시하였으며, 독자들이 이러한 사례를 근거로 다양한 형태로 반영된 과제를 개발할 수 있을 것이라 하였다. 다만 정혜윤 외(2018)의 연구에서는 개발 자료를 실제 수업에 적용하여 학생들의 반응을 관찰한 결과를 제시하지는 않았다.

이들 자료 개발 연구는 체계적인 절차에 의하여 개발된 자료를 결과물로 제시하였다는 점에서 현장 교사들이 제시된 절차를 따라 자료를 개발하는데 도움을 주거나 수업 적용 때 참고할 수 있는 예시 자료를 제공하였다는 점에서 의미가 있다. 다만 <수학과제 탐구> 과목이 현장에 도입되기 이전 시점에 진행된 자료 개발 연구이기 때문에 현장에서 해당 과목의 수업을 진행한 교사들로부터의 피드백을 반영할 수 없다는 제한이 있었다.

한편 서보익(2021)은 자료 개발에 있어서 실제로 현장에 적용할 수 있는 구체적인 탐구 방법에 대한 고민을 하였으며 그에 대한 자료 개발의 필요성을 언급하였다. 또한 그러한 고민과 필요에 따라 ‘구체적인 수학 탐구활동 사례로부터 자료를 개발하는 것’을 하나의 방법으로 제안하였다. 이에 제시한 원칙에 따라 다양한 소재를 이용한 적용 예시를 제공하고 평가 방법에 대한 제안을 하였으나, 이 역시 현장 교사들로부터 적용 가능한 방식인지에 대하여 확인하는 과정을 제시하지는 않았다.

이상의 논의를 종합해보면, <수학과제 탐구> 자료 개발 관련 연구는 과목의 현장 도입 시기 이전에 <수학과제 탐구>의 성격을 규정하고 그에 따른 이론적 절차를 따라 자료를 개발한 연구(황혜정, 김주미, 2018; 정혜윤 외, 2018; 천선빈, 이종학, 김원경, 2018)를 거쳐서, 과목 도입 이후 현장에 실제 적용 가능한 탐구 방법에 초점을 맞추어 자료 개발에 대한 정보를 제공한 서보익(2021)의 연구가 있지만, 관련된 연구 자체가 적고 현장에서 과목이 교육과정 편성에 따라 운영되기 이전에 개발되거나 자료의 소개에 그치고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 선행 연구들에 대한 분석을 통하여, 연구자는 <수학과제 탐구> 수업을 실제 진행한 경험을 가지고 있는 교사들이 나온 현시점에서 현장에서 수업을 진행한 이후 수업을 경험한 교사로부터의 피드백을 반영한 자료 개발이 의미가 있을 것으로 생각하였다.

3. 인물 중심 <수학과제 탐구> 과목 자료 개발

본 연구에서 언급한 ‘인물 중심 자료 개발’은 타 학문에서 인물에 대하여 중점적으로 탐구하는 것과는 구분된다. 본 연구에서는 ‘수학자도 학생도 모두 지식 구성의 주체라는 것’과 ‘수학적 지식 구성의 중심에는 시대적 배경 아래 그러한 주제에 관심을 가지고 탐구하게 된 수학자가 있다는 것’에서 시작한다. 따라서 본 연구에서는 그러한 인물들이 ‘어떻게 탐구 주제에 대하여 관심을 가지게 되었고 그러한 탐구 주제를 해결하기 위하여 어떠한 노력을 하였는지 그리고 타인과의 상호작용들을 통하여 어떠한 반성 과정을 거쳐 결과를 산출하였는지 살펴보는 것’이 학생들이 과제 탐구를 수행하는 것에 좋은 하나의 사례가 될 수 있다는 점에 주목하였다. 이러한 측면에서 김영관 외(2021)는 본 연구에 중요한 시사점을 제공하여 준다. 김영관 외(2021)는 자유학년제와 고교학점제에서 학생들이 자기주도적으로 과제를 탐구해 나가는 것을 목적으로 개발된 단행본이며, 본 연구에서 전문가 협의에 참여한 수학교사가 <수학과제 탐구> 과목 수업을 진행하면서 참고한 책이다.

이 책은 근대 수학 발달에 기여한 15명의 학자들의 성장 배경과 지역과 역사적 배경에 대한 이해를 중심으로 각 학자들의 삶과 그들의 수학에 대하여 소개하고, 지금의 실제적 상황에 그들의 수학이 어떻게 이용되고 있는지에 대하여 과제 탐구 방식으로 과제 수행을 할 수 있도록 구성되어있다. 연구자는 김영관 외(2021)이 <수학과제 탐구>를 목적으로 개발한 책은 아니지만, 두 가지 관점에서 본 연구의 목적에 부합한다고 생각하였다. 첫 째, 실제 수업에 적용을 해보니 자기 주도적으로 과제 탐구를 진행하는 부분이 소개된 부분을 <수학과제 탐구>의 수업 소재로의 자연스러운 전환이 가능할 것이라는 점이다. 다음으로는, 15명의 학자를 중심으로 구성된 내용이

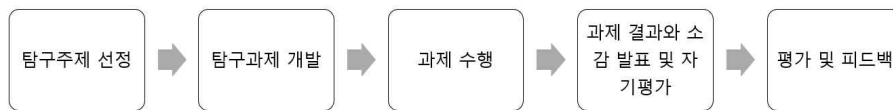
근대 시기의 수학들이 어떻게 상호 어우러져 구성되어가는지에 대한 기준을 가지고 있기 때문에 교과서나 성취 기준 또는 수업의 방향성에 대한 구체적 안내가 명확하게 제시되지 않은 현 상황에서 1학기 수업을 위한 방향성을 가진 자료 개발에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 보았다.

김영관 외(2021)의 자료 구성은 15명의 인물 각각에 대하여 ‘인물의 활동 지역에 대한 탐구, 인물의 호기심과 생애 및 수학, 인물과 관련된 수학 문제(중학교 1문항, 고등학교 1문항), 인물과 관련하여 구성한 수학과제 탐구 예시’와 같은 4가지 틀을 기준으로 구성되어있다. 이 중에서 마지막 네 번째 틀인 ‘인물과 관련하여 구성한 수학과제 탐구 예시’가 본 연구에서의 <수학과제 탐구> 자료 개발에 시사해주는 바가 있다. 김영관 외(2021)의 리만편에서 ‘리만과 함께하는 수학과제 탐구’ 부분의 구성을 사례로 살펴보면, ‘탐구 주제 선정하기, 선행연구 조사 및 검토하기, 탐구 수행하기, 탐구 결과 정리 및 발표하기, 반성 및 평가하기’로 구성되어있는데, 이는 천선빈, 이종학, 김원경(2018)의 자료 개발에서 제시한 ‘수업 실행 단계’와 유사함을 발견할 수 있다. 차이가 있다면 김영관 외(2021)의 구성은 천선빈, 이종학, 김원경(2018)의 세 번째와 네 번째가 하나로 합쳐졌다는 것과, 천선빈, 이종학, 김원경(2018)에는 없는 ‘반성 및 평가하기’가 추가되었다는 정도이다.

다만, 김영관 외(2021)의 자료는 수업에 바로 적용 가능한 형태의 자료는 아니기 때문에, 몇 차시 분량으로 어느 대상에게 어떠한 방식으로 수업을 진행할 것인지에 대한 정보는 제공하지 않았다. 따라서 김영관 외(2021)의 자료를 근거로 학생들이 수학자가 진행한 과제 탐구 과정을 하나의 사례로 하여 자신의 탐구 수행이 가능하도록 지원할 수 있는 수업 자료를 어떻게 개발할 것인지에 대한 고민은 여전히 숙제로 남아있다고 볼 수 있다.

4. 연구 방법

본 연구에서는 황혜정, 김주미(2017)에서 자료 개발을 하면서 연구방법으로 제시한 ‘과제 탐구의 수업모형’을 따라 과제 개발을 진행하였다. ‘과제 탐구의 수업모형’은 <수학과제 탐구> 과목의 성취기준 내용을 근간으로 하며, 특히 과제 탐구 실행 및 평가의 영역에 주목하여 자료를 개발을 진행할 수 있다는 측면에서 본 연구에서도 적용할 수 있는 모형이라 할 수 있다. 다만 본 연구에서는 자료 개발과 관련된 이론적인 틀을 제시하는 것보다는 현장에 바로 적용 가능한 수업 자료를 개발하여 제시하는 것에 목적을 두고 있으므로, 과제 탐구 실행 및 평가의 영역을 천선빈 외(2017)에서 사용한 ‘수업 실행 단계’로 표현할 것이다. 과제 탐구 수업모형은 ‘탐구주제 선정, 탐구과제 개발, 과제 수행, 과제 결과와 소감 발표 및 자기평가, 평가 및 피드백’이라는 일련의 흐름을 따르며, [그림 II-1]은 이를 도식으로 제시한 것이다.



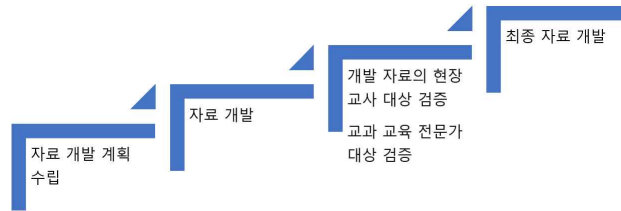
[그림 II-1] 황혜정, 김주미(2017)에서 제시한 과제 탐구 수업모형

이는 천선빈 외(2017)의 수업 실행 단계와 김영관 외(2021)에서 제시한 과제 탐구 모형과 유사하다. 다만 연구자는 황혜정, 김주미(2017) 모형의 ‘탐구과제 개발’은 수업 실행 측면에서 학생들은 탐구과제를 개발하는 상황보다는 자신들이 선정한 주제에 대하여 선행연구들을 검토하고 조사하는 과정을 거치는 것으로 표현하는 것이 적절할 것으로 보았다. 이에 본 연구에서는 이들 선행연구들에서 제시한 구성을 고려하여, 자료 개발 시 ‘탐구 주제 선정하기, 선행연구 조사 및 검토하기, 탐구 수행하기, 탐구 결과 정리 및 발표하기, 반성 및 평가하기’의

구성을 반영하고자 하였다.

5. 연구 절차

본 연구에서는 자료 개발 자체가 연구의 주된 내용이므로 각 절차에 해당하는 개발 과정에 대한 세부 내용은 IV장 결과 및 분석 장에서 살펴볼 것이므로, 여기서는 자료 개발 절차의 전체적인 흐름을 제시하는 것에 목적을 두고 기술하도록 하겠다. 본 연구에서 자료 개발 절차는 ‘문헌탐구 및 전문가 협의에 근거한 자료 개발 계획 수립, 자료 개발, 개발 자료의 수업 적용 가능성 여부에 대한 현장 교사들 대상 검증, 개발된 자료의 수업 적용 가능성에 여부에 대한 교과교육 전문가 검증, 최종 자료 개발’의 다섯 단계를 거쳤다. [그림 II-2]는 본 연구에서의 자료 개발 절차를 도식으로 제시한 것이다. 다만 5단계 중 3단계와 4단계는 검증 단계로 통합하여 도식으로 구성하였다. 큰 틀에서는 자료 개발 계획을 수립한 다음 계획에 따라 자료 개발을 실시한 후 검증 단계를 거쳐서 최종 자료 개발 결과물을 제시하는 4단계의 절차를 거쳤기 때문이다.



[그림 II-2] 자료 개발 절차 도식

우선 문헌탐구는 선행 연구에서 참고하였던 <수학과제 탐구> 과목 자료 개발 관련 연구 4건과 2015 개정 수학과 교육과정 및 수학과제 탐구와 관련된 문헌들을 중심으로 진행하였으며, 이 외에도 2회의 전문가 협의를 진행하였다. 전문가 협의 대상자는 연구자와 전문가 2인으로 구성하였다. 협의에 참여한 전문가는 협의 당시 실제 <수학과제 탐구> 수업을 준비하고 있던 경력 20년 이상의 고등학교 수학 교사 1인과 교과교육 전문가 1인(관련 전공 석사 학위를 소지한 교직 경력 20년의 고등학교 수학교사)이었다. 전문가 협의 구성에 있어서 <수학과제 탐구> 과목 수업을 경험하게 될 현장 교사 1인을 포함한 이유는, 연구자와 교과교육 전문가 1인과의 사전 협의 결과 비록 한 명이라 하더라도 수업을 경험한 교사의 피드백을 반영하는 것이 의미가 있다고 판단하였기 때문이다. 수업을 경험한 교사 한 명의 경험은 일반화할 수도 없고 자료 개발의 근거로 삼기에는 신뢰도를 포함하여 제반 어려움이 있지만, 연구자와 교과교육 전문가의 사전 협의 결과(현재 해당 과목이 2015 개정 수학과 교육과정에서 처음 도입되어 실제 운영된 기간이 1년 밖에 안된 현시점에서 한 명이라 하더라도 그의 경험이 본 연구에서의 자료 개발에 중요한 피드백을 제공할 수 있을 것)를 반영하였다.

협의 방식은 <수학과제 탐구> 수업을 준비 중인 교사와는 우선으로 2회의 협의를 진행하였으며 통화 내용은 녹음을 하였다. 매 우선 통화를 이용한 협의에 대한 녹음 자료에 근거하여 교과교육 전문가와 관련 논의를 진행하였으며, 교과교육 전문가와 논의한 내용을 수업에 준비 중인 교사와 공유하지는 않았다.

문헌탐구를 통해서 자료 개발 절차와 산출물의 형태 등과 같은 자료 개발 계획 수립 관련 정보를 수집할 수 있었다. 총 2차의 전문가 협의에서도 자료 개발 계획 수립 관련 정보를 수집할 수 있었다. 1차 협의는 수업을 준비하는 교사가 2021년 7월 여름 방학 때 공동교육과정의 하나로 <수학과제 탐구> 수업을 준비하는 시기에 진행하였다. 1차 협의회를 통하여 연구자는 수업을 준비하는 교사로부터 <수학과제 탐구> 수업을 준비하는 시기

에 현장 교사가 무슨 고민을 하게 되는지에 대한 정보를 얻을 수 있었다. 연구자는 1차 협의회를 통하여 <수학과제 탐구> 수업을 처음 준비하는 교사가 ‘어떠한 자료를 어떻게 구할 것인지, 교육과정의 재구성 및 교육과정 이외의 내용에 대한 수업 포함 여부, 평가는 어떻게 진행할 것인지’와 같은 수업 설계 전반에 대한 고민을 하게 된다는 점을 알 수 있었다. 2차 협의는 해당 교사가 <수학과제 탐구>의 마지막 1일차 수업을 남겨둔 상태에서 진행하였으며, 수업 운영을 어떻게 하였는지와 학생들의 반응과 교사의 수업 진행 경험에 대한 자체 평가에 대한 전반적인 내용을 중심으로 대화를 나누었다. 특히 2차 협의에서는 연구자가 <수학과제 탐구> 수업 자료 개발 및 개발 자료의 수업 적용하는 것을 전제로 진행하였다. 전문가 협회에 참석한 교사는 본인의 수업 경험에 근거하여, ‘1차시 수업 운영 시간, 대상 학년에 대한 고민, 수업 운영 방법, 교육과정에 포함되지 않는 내용에 대한 고민, 참고 자료 수집 방식’ 등과 같이 수업 설계와 자료 개발에 관련된 조언을 연구자에게 제시하였다.

자료 개발 단계에서는 자료 개발 계획 단계에서 얻은 정보에 근거하여 실제 자료를 개발하는 단계였다. 이 과정에서 문헌탐구와 전문가 협회에 근거하여 수집된 ‘자료 개발 분량, 수업 대상, 학습 목표와 주제, 수업 흐름 및 평가와 같은 정보를 활용하였다. 자료 개발 계획에 따라 연구자는 100분의 블록 수업이 가능한 1차시 분량의 수업 자료를 지도안 형태로 최초 자료를 개발하였다.

개발된 자료의 수업 적용 가능성 여부에 대한 현장 교사를 대상으로 진행한 검증에서는 현지 고등학교 교사 아홉 명을 섭외하여 진행하였다. 그들에게 개발된 자료와 자료 개발 배경에 대한 문서 및 검증 의견서를 e-mail로 송부하여 결과를 분석하였다.

현장 교사를 대상으로 진행한 검증에 대한 의견은 본 검증의 결과 분석 틀에 따라 CVR 검증과 서술형으로 제시된 의견에 대한 긍정과 부정 피드백을 분류하여 정리하였다. CVR 검증은 Lawshe(1975)가 개발한 방법으로 서 델파이 조사에 기반한 것으로 전문가에 의한 타당도를 확인할 수 있는 방법이다. 리커트 5점 척도에서 ‘타당함’과 ‘매우 타당함’에 해당하는 것을 긍정적인 답변으로 분류한 다음 긍정적인 답변의 비율에 근거하여 타당성을 확인하는 방법이다. 이때 CVR이 높을수록 개발된 자료의 타당성이 높으며, 이동근(2019)이 개발된 자료에 대하여 CVR 검증을 이용한 사례가 있다.

다음으로는 개발 자료에 대하여 관련 전공학위를 소지한 교과교육 전문가 3인의 검증을 진행하였다. 현장 교사를 대상으로 진행한 검증에서는 실제 개발된 자료를 이용하여 수업을 진행할 가능성이 있는 대상자들에게 개발 자료의 현장 적용 가능성을 확인하는 것에 목적이 있었다면, 교과교육 전문가를 대상으로 진행한 검증에서는 수업 당사자는 아니지만 교과교육 전문가의 관점이라는 또 다른 관점에서 개발 자료에서 개선해야 할 점에 대한 피드백을 받는 것에 목적을 두었다.

검증에 따른 피드백에 근거하여 연구자는 1개 차시 수업 지도안을 교사와 학생의 상호작용이 드러나는 상태로 1주차 3개 차시(1개 차시 50분 기준) 분량의 수업 지도안으로 수정하여 최종 자료를 개발하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 문헌탐구 및 전문가 협의를 통한 자료 개발 계획 수립

연구자는 문헌탐구를 통하여 어떠한 형태의 자료 개발을 진행할 것인지에 대하여 두 가지 기준을 정하였다.

- 코스 수업 전체에 대한 차시 계획서를 제시하고 그 중에서 하나의 주제에 해당하는 수업의 지도안을 개발한다.

이는 한 개의 수업 지도안을 개발하더라도 전체 차시 계획을 제시(황혜정, 김주미, 2018; 천선빈, 이종학, 김원경, 2018)하여 독자들이 이러한 사례를 근거로 다양한 형태로 반영된 과제를 개발할 수 있다는 점(정혜윤 외,

2018)을 고려하였다.

- ‘과제 탐구의 이해’와 ‘과제 탐구의 실행 및 평가’의 두 가지 성취기준 중에서 ‘과제 탐구의 실행 및 평가’ 과 관련된 수업 자료를 개발하여 제시한다.

이는 선행 연구(황혜정, 김주미, 2018; 천선빈, 이종학, 김원경, 2018; 정혜윤 외, 2018)들과 마찬가지로, 개발 자료는 현장에 바로 적용 가능한 수업 자료 개발이라는 목적에 부합하도록 대표 사례 형태의 수업 자료를 개발하기 위함이다. 현장에서 수업을 운영할 때 전체 차시의 배분 분량에 있어서 ‘과제 탐구의 이해’보다는 ‘과제 탐구의 실행 및 평가’에 할당되는 분량이 더 많을 것이기 때문이다. 전문가 협의에서는 자료 개발 계획 수립과 관련된 실천과 관련된 정보들을 수집할 수 있었다. 특히 수업을 경험한 교사는

- 코스 전체의 윤곽을 한 번에 확인할 수 있는 자료 개발
- 방향성 있는 수업을 위해서 교과서 역할을 할 수 있는 자료 개발
- 학생 수준을 고려하되, 교육과정의 제한에서 자유로운 자료 개발

과 같은 피드백을 제공해주었다.

수업을 경험한 교사는 처음 수업을 담당하게 되면서 2단위 34시간의 수업에 대한 정보의 부재로 막막함을 경험하였으며, 특히 교과서가 없는 상태에서 단편적인 수업 자료들을 모아서 34시간의 수업 계획을 수립하는 것이 만만치 않았다고 하였다. 이에 수업 코스 전체의 윤곽을 한 번에 확인할 수 있는 가이드 자료가 필요함을 주장하였다. 또한 단편적인 수업 자료들을 모아서 수업을 진행할 때 차시별로 수업을 진행하는 것은 가능하지만, 코스 전체로 보았을 때는 학생들의 결과 산출물 구성의 자유도가 높게 나와서 평가나 수업 반성 시점에 다양한 결과물들을 교사가 감당하기 어렵다는 문제가 예상된다고 하였다. 이에 방향성 있는 수업을 위해서 교과서 역할을 할 수 있는 자료 개발의 필요성을 언급하였다. 자신의 경우에는 김영관 외(2021)의 자료들에 근거하여 근대 시기의 15명의 수학자와 과학자들을 중심으로 어떠한 탐구가 이루어졌는지 살펴본 다음 학생들도 그러한 점을 참고하여 자신들의 과제탐구를 수행하도록 하는 방식으로 수업을 운영하였으며, 이러한 점을 본 연구에도 참고할 필요가 있다고 하였다.

다음으로 실제 수업을 경험한 바에 의하면 학생들이 <수학과제 탐구>에서 과제 탐구를 수행하는 절차에 대하여 익숙하지 않아서 이에 적용하는데 시간이 필요하다는 점을 지적하였다. 이는 내용이 쉽고 어렵고의 문제가 아니라 기존 수학 수업과는 다른 형태의 수업을 하는 것에 따른 학생들의 어려움이기에 때문에 이에 적용할 수 있는 과정이 자료 개발에 반영될 필요가 있다고 하였다. 다만, 내용에 대하여는 여차피 학생들의 관심에 따라 다양한 탐구 주제가 설정될 것이고 학생들은 교육과정에 대한 이해가 깊지 않은 상태이기 때문에 굳이 교육과정 범주로 제한하는 것은 바람직하지 않다고 하였다. 오히려 교육과정을 벗어나는 수학적 개념이라 하더라도 자신의 탐구 과제를 수행하는데 필요하다면 교사의 도움이나 스스로의 탐구 활동을 통하여 학습할 수 있도록 교육 과정에 대한 제한은 두지 않는 것이 도움이 될 것이라 하였다.

연구자는 문헌탐구와 전문가 협의에 근거하여 수업을 경험한 교사가 수업에 활용한 김영관 외(2021)의 자료³⁾를 참고하여 1학기 코스 수업에 적용 가능한 형태의 1차시 100분 분량의 수업 지도안을 개발하기로 하였다. 또한 이화영(2021)에서 제시한 바와 같이 학교 현장에서 <수학과제 탐구> 과목이 주로 고등학교 3학년을 대상으

3) 김영관 외(2021)는 인물 중심으로 수학 개념이 구성되어가는 과정을 제시하고 그 가운데 수학자의 탐구 과정을 제시하는 방식의 자료를 담고 있다. 특히 김영관 외(2021)은 이러한 자료에 근거하여 학생들이 탐구 주제를 설정하고 탐구활동을 수행할 수 있도록 구성하였는데, 이 부분이 <수학과제 탐구> 수업에서의 절차에 적용 가능한 형태로 제시되어있다. 다만, 해당 자료는 실제 수업 적용에 대한 부분을 제시하고 있지는 않기 때문에 학생과 교사가 이를 수업에서 어떻게 활용할 수 있는지에 대한 고민이 필요한 자료였다. 따라서 해당 자료를 수업에 적용 가능한 형태의 자료로 재구성하는 것은 수업 자료 개발의 목적에 부합한다고 생각하였다. 다만, 이를 위해서는 ‘해당 교재의 내용으로 코스 전체의 윤곽을 한 번에 확인할 수 있고, 학생 수준을 고려하여 탐구 활동이 실제 이루어질 수 있는 수업 자료로 변환 가능한지의 여부’가 자료 개발 측면에서 중요한 고민거리라 할 수 있다.

로 1, 2학기에 학기별로 3단위씩 운영된다는 점을 고려하여, 1학기 코스 51차시(1차시 기준 50분) 수업에 대한 전체 차시 목록을 개발하기로 하였다. 다음으로 교육부(2021)에 따르면 <수학과제 탐구>의 성취기준 중에서

- [12수과02-04] 탐구 결과를 정리하여 산출물을 만들고 발표할 수 있다.

를 살펴보면, 학생들이 탐구 결과를 정리하여 산출물을 만들어서 발표를 해야하는데, 이러한 활동을 지원할 수 있는 산출물 양식도 개발하여 제시하기로 하였다.

2. 교수·학습 자료 개발

연구자는 김영관 외(2021)의 자료를 이용하여 <수학과제 탐구> 과목의 1학기 코스 수업 자료 개발이 가능한지 여부를 확인할 필요가 있었다. 이에 김영관 외(2021)의 자료를 ‘인물, 시기, 활동 지역, 소개된 수학 내용과 탐구 과제 핵심 문구’를 기준으로 <부록 1>과 같이 정리하였다. 연구자는 <부록 1>에서 ‘소개된 수학 내용과 탐구 과제 핵심 문구’에 주목하였는데, 이를 통하여 고등학교 3학년 학생들이 관심을 가질 수 있는 소재들인지 파악하고 인물 별로 수업 분량이 고르게 구성될 수 있는지를 확인하고자 하였다. 연구자는 <부록 1> 구성 이후 15명의 인물들에 대한 예상 수업 분량이 고르게 구성될 수 있다는 판단을 하였으며, 관련 수학 내용과 탐구 과제 핵심 문구 역시 15명의 인물 관련 자료 모두에서 고등학교 3학년 학생들의 교육과정 상의 수업 내용과의 연결점이 확인된다는 것을 확인할 수 있었다.

이어서 연구자는 <부록 1>을 참고하여 1학기 3단위 수업 전체 차시 구성에 대하여 고민하였다. 1학기 1단위는 17주를 기준으로 하기 때문에, 1학기 3단위 수업은 주당 3차시(1차시 기준 50분)의 수업을 총 17주 진행하는 것으로 볼 수 있다. 이에 연구자는 총 17주 틀에 <부록 1>의 15명의 인물을 배치하여 1학기 3단위 17주차 교육과정 계획서를 <부록 2>와 같이 제시하였다. 이때 1주차 내용에는 황혜정, 김주미(2018)의 연구에서 ‘학생들이 과제 탐구에 익숙하지 않다는 점’을 고려하여 1차시 수업에서 교사의 시범을 통하여 과제 탐구를 위한 5가지 절차에 대하여 학생들이 익숙해지도록 안내하는 장치를 제시하였던 점을 반영하여 구성하였다. 즉, 본 연구에서도 1주차 수업에서는 연구윤리 교육 이후에 코페르니쿠스와 케플러의 두 인물에 대하여 교사가 학생들에게 ‘수업 실행 단계’를 적용하는 것과 이에 근거하여 과제 개발서를 작성하는 시범을 보이는 것으로 구성하였다. 이후 2주차에서 14주차 까지의 기간 동안 나머지 13명의 인물에 대하여 과제 탐구 활동 진행 및 과제 개발서를 작성하는 활동을 거치게 되고, 15주차와 16주차의 기간에 그동안의 과제 개발서 중 하나를 택하여 모둠별로 최종 결과 산출물을 제시한 후, 17주차 수업에서 모둠별 최종 산출물에 대한 상호평가와 교사의 관찰평가를 진행하는 것으로 구성하였다.

연구자는 <부록 2>와 같이 1학기 3단위 17주차 교육과정 계획서를 개발한 이후, 정혜윤 외(2018)에서 대표성 및 확산이 가능한 1개 차시 개발 자료를 제시하였던 것과 같이 대표성과 확산이 가능한 100분 블록수업 형태의 수업 지도안 한 개를 개발하였다. 이때 연구자는 12주차 인물 리만을 선택하여 수업 지도안을 개발하였는데, 이는 전문가 협의에 참석하였던 수업 경험 교사의 피드백을 고려한 결과이다. 수업 경험 교사는 수업 당시 학생들의 활동이 활발하게 진행되었던 인물로 리만, 힐베르트, 오일러 등을 꼽았다고 하였는데, 이에 연구자는 이들 세 명의 인물들 중에서 다른 수학자들과의 관계와 탐구 과제의 소개가 다른 분야와의 관련성이 높은 것을 고려하여 리만으로 선정하였다. 리만의 내용 설명 과정에서 오일러나 힐베르트, 디리클레, 칸토어 등과 같은 다른 인물들과의 연계가 두드러지게 나타나고 현대 물리학과의 관계성도 언급되고 있기 때문이다. 또한 탐구 과제로 제시된 내용은 교육과정에서 소개하고 있지는 않지만 복소수를 평면에 그래프로 나타내는 것과 관련 된 내용을 다루고 있으며, 이는 학생들이 복소수를 시각적으로 나타내는 것에 대한 호기심을 불러일으켜서 탐구 동기를 촉진할 수 있을 것으로 생각하였다.

한 주차 수업이 1차시 기준 50분 분량의 수업 3차시인데, 연구자는 처음 1개 차시는 교사와 학생이 함께 진

행하는 인물 탐구 시간으로 하고, 이후 2개 차시는 학생들의 과제 탐구 활동에 해당하는 ‘수업 실행 단계’를 통하여 과제 개발서를 작성하는 것으로 구성하였다. 이에 연구자는 자료 개발 때 ‘수업 실행 단계’에 해당하는 2개 차시 수업에 대한 지도안을 개발하는 것이 대표성을 고려할 때 적절한 방식으로 보였다. 또한 자료 개발 계획 수립 단계에서 전문가 협의 중 자료 개발은 블록 수업 형태로 개발하는 것이 과목 성격에 적합하다는 의견이 있었는데, 현장에서 3개 차시를 한 번에 블록 수업으로 묶는 것에는 어려움이 있지만 2개 차시를 묶어서 블록 수업으로 운영하는 것은 가능한 형태라는 점을 고려하여 2개 차시를 블록수업으로 구성하여 100분 분량의 수업 지도안을 개발하게 되었다. 개발한 수업 지도안은 <부록 3>으로 제시하였다.

수업 지도안은 현장에서 일반적으로 사용하는 ‘도입, 전개, 발전, 정리’의 4단계를 따르는 형태를 이용하였다. 다만 본 연구에서 개발된 자료에서 주목할 부분은 황혜정, 김주미(2018)에서 학생들이 과제 탐구 절차에 낯설어 한다는 부분을 고려하여, ‘전개’와 ‘발전’ 단계에서 과제 탐구에 대한 ‘수업 실행 단계’를 반복 수행하는 구조로 개발하였다는 점이다. 이때 반복 수행한다는 부분에 대한 의미에 대하여 설명하면, ‘전개’ 부분에서는 교사가 김영관 외(2021)에서 탐구 과제의 예시 자료로 제시한 보고서를 학생들에게 제시하고 ‘수업 실행 단계’의 절차가 예시 보고서에 어떻게 반영되어있는지에 대하여 살펴보는 것으로 진행하고, ‘발전’ 단계에서는 학생들이 스스로 정한 탐구 주제에 대하여 ‘수업 실행 단계’ 절차에 따라 탐구 활동을 수행하여 과제 개발서를 작성하는 것이다.

이러한 접근 방식은 고상숙 외(2020)의 연구에서도 유사하게 언급된 바 있다. 해당 연구에서는 최초 수학적 모델링을 제시하고 제시한 모델을 정교화 해가는 수학적 모델링의 절차 중에서 학생들에게 최초 수학적 모델을 제시하는 단계가 현실적으로 어려움이 크고 이 과정에서 수업 시간이 많이 소요되는 문제도 발생하여 수업에 지장을 주는 현실적 문제가 발생한다고 하였다. 이를 무시하고 자료 개발을 진행할 경우, 개발된 자료는 절차상 문제가 없다 하더라도 현장에서 외면 받을 수 있다. 고상숙 외(2020) 연구는 이러한 점을 고려하여 이중순환적인 수학적 모델링을 적용하면서, 첫 과정에서는 교사의 개입하에 모델을 구축하는 것을 허용하고 다음 모델링 과정에서는 그러한 경험을 바탕으로 학생들이 자기주도적으로 진행하는 방식으로 운영 가능한 수업 자료 개발을 제시한 바 있다. 본 연구에서도 100분 안에 ‘수업 실행 단계’의 절차를 수행하여 과제 개발서를 제시하는 것에 대한 현실적 어려움이 개발 초기 단계부터 논의되었으며, 이에 연구자는 이중순환적용 방식을 이용하여 첫 과정에서는 교사의 안내와 시범 수업에 따라 ‘수업 실행 단계’에 익숙해지는 과정을 제공하고 그 다음 순환과정에서 학생들이 ‘수업 실행 단계’를 스스로 적용해가는 것으로 자료를 구성하였다.

3. 개발된 자료의 수업 적용 가능성에 대한 현장 교사 검증

개발 자료에 대한 수업 적용 가능성에 대한 현장 교사 대상 검증은, 고등학교 교사 9명을 대상으로 진행하였다. 검증 담당 교사 선정은 연구자가 소속된 학교 교사와 인근 학교 소속 교사들을 대상으로 검증 동의 여부를 물은 다음, 이에 동의한 교사를 대상으로 선정하였다.

검증을 위한 검사 도구는 이동근, 안상진(2021)에서 개발된 자료에 대한 수업 적용 가능성을 확인하는 검사 도구를 변형하여 이용하였다. 해당 연구에서는 개발 자료를 수업에 적용한 다음 수업을 참관한 교사들로부터 현장에서 주로 사용하는 수업 참관록 양식에 따른 평가를 받아서 개발 자료의 수업 적용 가능성 여부를 검증하였다. 이때 수업에 대한 평가와 개발 자료의 현장 적용 가능성 여부를 조사하는 것으로 이원화 된 검사도구가 제시되었는데, 본 연구에서는 개발 자료의 세부적인 타당도를 확인하는 것보다는 현장 적용 가능성을 확인하는 것에 주된 목적이 있었기 때문에 이동근, 안상진(2021)의 검사 도구 중에서 현장 적용 가능성 여부를 조사하는 두 개의 문항을 가져와 검사 도구로 활용하였다. 검사 도구를 살펴보면 수업 적용 가능성을 확인하기 위하여 구성된 질문 두 가지에 대하여 각각 리커트 5단 척도로 조사하고 동시에 각 문항마다 의견을 자유롭게 서술하도록 하는 방식이었다. 리커트 5단 척도 결과는 CVR 검증으로 결과를 분석하였고, 자유롭게 서술한 의견은 궁

정적인 의견과 부정적인 의견으로 구분하여 결과를 모두 제시하였다. [그림 III-1]은 검사 도구를 제시한 것이다.

※ 각 문항에 대하여 질문에 대한 의견을 객관식은 해당 번호에 √ 표시하고 기타의견에는 전문가의 견해를 자유롭게 서술해주시시오.

문항	<수학 과제 탐구>과목의 수업 자료로서 적용 가능한 수업이라 판단하는가?
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다
	기타의견
	개발된 자료를 이용하여 본인도 수업에 적용할 만한 수업이라 판단하는가?
① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다	
	기타의견

[그림 III-1] 개발된 자료의 수업 적용 가능성에 대한 현장 교사 검사 도구

검증을 수락한 교사들에게는 e-mail로 '자료 개발 배경서, 17주차 교육과정 계획표, 100분 분량의 블록수업 수업지도안 1개, 과제 개발서 양식, 김영관 외(2021)의 리만편 자료, 검사 의견서'등을 송부하였다. 이후 검증을 수락한 교사들로부터 검사 의견서를 e-mail회신 받거나 출력물로 제출한 검사 의견서를 수합하여 결과를 분석하였다.

검사 의견서를 분석한 결과 CVR은 <표 III-1>과 같이 나왔는데, 응답자 9명에 대하여 Lawshe(1975)는 타당성을 인정할 수 있는 CVR 기준을 0.78로 제시하였다. 따라서 본 연구에서 전문가 검증에 의한 CVR 검증 결과는 두 항목 모두에 대하여 개발된 자료가 수업 적용에 타당함을 보여준다.

<표 III-1> CVR 검증 결과

(N=9)

number	mean		standard deviation	
question 1	1.5		0.68	
question 2	1.8		0.91	

	very unreasonable		unreasonable		neutral		reasonable		Very reasonable		CVR
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
question 1	0	0	0	0	1	11	2	22	6	66	0.99
question 2	0	0	1	11	0	0	4	44	4	44	0.88

즉, 개발된 자료의 수업 자료로서의 타당성을 묻고 있는 질문1에 대하여 CVR이 0.99로 나왔으므로 본 연구에서의 전문가 검토 의견은 타당한 것으로 볼 수 있다. 또한 실제 수업에 적용 가능성 여부에 대한 CVR은 0.88로 조사되었으며, 이 역시 전문가 검토 의견은 '가능하다.'고 판단한 것으로 볼 수 있다.

검증 결과 중 서술형 피드백에 대한 긍정적 의견과 부정적 의견은 <표 III-2>와 같이 정리하였다.

<표 III-2> 개발된 자료의 현장 교사 검증 결과(긍정적 의견과 부정적 의견)

	긍정적 의견	부정적 의견
문항1	<ul style="list-style-type: none"> ● 고교수준의 내용요소도 있어 접근하기 용이하며, 좀 더 깊이있게 생각하며 수학자의 탐구과정의 발자취를 따라 가며 학생들의 흥미를 높일 수 있는 자료로 생각함. ● 수학자의 탐구과정을 살펴보면, 학생들 스스로도 탐구하며 발견해 내는 수학적 사고능력을 키울 수 있고 내재되어 있는 수학적 내용요소가 다양하게 포함되어 있어 다각도로 살펴보면 교과내용과 적용할 수 있는 우수 자료임 ● 수학의 역사 속 발달 과정을 수학자의 생애와 그의 연구물을 살펴보면 간접경험을 할 수 있도록 구성된 부분이 인상적임. ● 수학이 단지 입시로서 완성된 채로 그냥 학생들에게 던져진 것으로 인식되는 것이 아니라, 많은 시간과 여러 사람의 각고의 노력으로 만들어지고 발견되어온 인류 문명의 소산임을 깨닫게 하는 기회를 제공하는 자료임. ● 연구 과정을 모듈별로 직접 설정하고 연구 계획서와 보고서를 작성하고 발표하는 구조가 수학과제 탐구 교과와 본연의 취지와 부합하는 형태로 구성되어 있음. ● 현재 학교 현장에서는 2015 개정 교육과정의 수학과제 탐구 교과가 학생 탐구 중심의 활동을 목표로 하는 교과와 목표와 전혀 상관없이 파행 운영되고 있는 실정이라 여겨짐. 이에 대한 여러 이유가 있겠지만 그중 가장 큰 부분이 교과용 도서 없이 전적으로 교사의 역량으로 수업이 진행되어야 한다는 교사 부담 때문이라고 생각함. 이러한 상황에서 개발된 자료는 수학과제 탐구 교과와 목표에 부합하는 보기 드문 구체적인 수업의 실제 사례라고 생각하기 때문에 이것만으로도 충분히 가치가 있으며 수업에서도 적용이 가능하다고 생각함. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 학생들은 새로운 내용을 학습하면서 동시에 연구에 대한 경험이 없기에 상호 평가만으로는 부족하고 교사의 조언적 피드백이 추가되어야 연구에 대한 방향 설정이 원활히 이루어질 것이라 생각됨. ● 적용은 가능하지만, 운영에 있어서는 모든 인물을 다 하기 보다는 선별적으로 선택해서 일부만 선택하는 방식으로 운영할 것 같음.
문항2	<ul style="list-style-type: none"> ● 입시 위주의 문제풀이식 강의에서 벗어나 학생들이 직접 탐구하며 발견해나가는 수학적 문제해결능력을 높일 수 있을 것으로 여겨짐. ● 특성화고 학생들처럼 수학적 흥미가 없고, 기본 개념이 정립되지 않은 학생들일지라도 수학의 여러 요소들이 복합화되어 적용될 수 있는 과정과, 한 차원씩 높은 단계로의 사고력과 접근성을 보여주는 그 자체만으로도 수학의 유용성과 위계성을 알아갈 수 있어 수학적 흥미를 이끌어낼것으로 기대됨. ● 학생은 물론 교사도 처음 접하는 내용이 많지만, 수학적 명제에 수학자의 인간미와 고민을 함께 흥미롭게 소개하고 있으며, 풍부하고 상세한 설명으로 전반적인 이해가 가능하도록 수준을 적절히 맞추어 제시되어 있음. ● 이를 바탕으로 새로운 내용에 대한 어려움 보다는 탐구에 대한 도전 의식을 불러 일으켜 과제 탐구로서의 목적을 달성하는데 적합한 자료라 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 현재 교육과정계획서 상에 한 주에 한 인물을 다루며 과제 개발서를 작성하고 발표하는 형식이 양적으로 너무 많고, 그에 따라 심도 깊은 내용 이해와 연구 계획을 설정하는데 다소 무리가 있어 보임. 예를 들어 연관성이 있는 인물을 묶어 학습한 후 모듈별로 선택하여 하나의 과제 개발서를 작성하면서 작성 횟수를 줄이고, 오히려 보고서는 중간, 학기말에 각각 한 번씩 작성하여 너무 길어지지 않고 중간에 정리할 수 있는 구조가 어떨지 제안함. 하지만 수학과제 탐구 교과 특성 상 이 자료를 재구성하여 상황에 맞게 내용을 취사 선택하여 운영할 수 있으므로, 내용이 많은 것은 크게 문제가 되지는 않을 수도 있다고 판단됨. ● 기본적인 틀은 매우 양호하여 실제 수업에 적용하고 싶으나, 매번 과제 개발서에 대한 교사 평가를 모듈별로 한다고 하면 교사 업무량이 과중할 것 같고, 조별로 같은 점수가 나가는 것이 아닐 것이므로 개별 평가에 대한 부분이 모듈의 부조장에 의하여 정해진다 는 것에 문제가 있을 수 있음.

	<ul style="list-style-type: none"> • 개발된 자료를 이용하여 실제 수업에 적용한다고 가정하였을 때, 수업 시 학생에게 제시할 예시 보고서 자료 등 교사가 수업에 참고할 만한 자료가 더 있으면 좋겠음. 수학과제 탐구는 수학 내 다른 교과들 보다도 교사의 역량에 따라 수업의 성과에 대한 편차가 매우 크다고 생각함. 따라서 교사가 수업의 방향을 설정하는 것을 돕고, 교사의 수업 준비의 부담을 줄여 줄 수 있는 자료들이 다른 교과들 보다도 특히 필요하다고 생각함. 아울러 개발된 자료와 같이 수학자를 중심으로 접근하는 것 외에도, 역사발생적 과정에 따라 학생들이 탐구할 수 있는 주제 중심의 자료 등 수학과제 탐구에서 구현 가능한 다양한 자료가 있으면 좋겠음.
--	--

4. 개발된 자료의 수업 적용 가능성에 대한 교과전문가 검증

교과전문가 3인을 대상으로 진행한 검증에서는 앞서 언급한 바와 같이 개발 자료의 개선점을 확인하는데 목적을 두고 진행하였다. 교과전문가 3인은 ‘현장 교사 대상 검증 과정까지의 내용을 담은 자료 개발서와 현장 교사 대상 검증 의뢰 시 제공하였던 개발 자료’를 제공하였으며, 개발된 자료에서 개선이 필요한 부분에 대한 의견을 피드백으로 받을 수 있었다. 연구자는 이들로부터 현장에 바로 적용 가능한 수업 자료 개발이라는 목적을 고려하여 1개 차시 수업 지도안을 보다 상세하게 개발할 필요가 있다는 지적을 공통으로 받았다.

5. 개발 자료의 수정

개발된 자료의 현장 교사를 대상으로 진행한 검증에 따르면, 개발 자료의 수업 적용 가능 여부에 대하여는 가능하다고 판단하였으나 개발 자료를 실제 수업 적용한다고 할 때 100분 수업에서 소화하기에는 분량이 많다는 의견이 공통으로 제시되었다.

- 적용은 가능하지만, 운영에 있어서는 모든 인물을 다 하기 보다는 선별적으로 선택해서 일부만 선택하는 방식으로 운영할 것 같음.
- 현재 교육과정 계획서 상에 한 주에 한 인물을 다루며 과제 개발서를 작성하고 발표하는 형식이 양적으로 너무 많고, 그에 따라 심도 깊은 내용 이해와 연구 계획을 설정하는데 다소 무리가 있어 보임.
- 매번 과제 개발서에 대한 교사 평가를 모듈별로 한다고 하면 교사 업무량이 과중할 것 같음.

본 연구에서는 이를 반영하여 최초 100분 수업 지도안을 개발하였던 것에서 150분의 수업 지도안으로 수정하였다. 다만, 최초 개발 자료의 분량에 단순히 150분을 부여하는 것이 아니라, 내용적으로는 교사가 학생들에게 인물에 대하여 소개하고 이후 학생들이 탐구하는 것을 추가하면서 50분을 더 부여하는 방식으로 수정하였다. 교사의 인물에 대한 소개를 추가하는 것은 학생들의 인물에 대한 친숙도와 이해의 정도를 높여서 이후 학생들이 탐구 활동을 지원할 수 있기 때문에 부족할 것으로 보이는 수업 시간을 확보하는데 도움을 줄 것으로 기대하였고, 또한 연구자들은 이러한 수정 방식을 통하여 인물 소개 후 생기는 여유 시간을 교사가 학생들의 탐구 활동 및 평가 시간으로 조정 가능할 것으로 보았다. 또한 전체 차시 계획의 말미에 ‘실제 수업 운영은 선별적으로 선택하여 유연하게 적용 가능함.’이라는 문구를 추가하여 시간 부족을 우려하는 교사의 경우 선별적으로 교육과정 운영이 가능하다는 점을 밝히는 방향으로 수정하였다.

한편 교과전문가 검증에서는 제시한 수업 지도안의 형태로는 수업에 대한 윤곽을 파악하기에 어려움이 있기 때문에 현장에 바로 적용 가능한 수업 자료 개발이라는 목적을 고려하여 상세한 지도안 구성을 제안하는 의견

이 있었다. 이에 연구자는 개발 자료에 대하여 1주차 3차시 분량의 수업 지도안을 교사-학생의 상호작용이 드러나는 것으로 하여 상세한 수업 지도안으로 수정 개발하기로 하였다. 연구자는 교사-학생의 상호활동으로 구성된 상세 수업 지도안 개발 및 제시를 통하여 1주차 3차시 수업으로 적절한 분량의 수업 구성인지에 대한 문제와 현장에 바로 적용 가능한 수업 자료 개발의 취지에 부합하는 방향으로 수정하고자 하였다. 수정 전 개발 자료와 수정 개발한 자료는 각각 <부록 3>과 <부록 4>에 제시하였으며, [그림 III-2]는 교사-학생 상호작용을 반영한 수정 전과 수정 후의 개발 자료를 간단하게 제시한 것이다.

수정 전	'수업 실행 단계'에 대한 관측, 경황	<p>○ 수업 실행 단계 중, 탐구주제 선정, 탐구계획수립, 탐구수행의 세 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어 있는지 모음별로 확인하도록 안내한다.</p> <p>• 탐구, 주제 선정은 무엇으로 결정했는가?</p> <p>• 탐구 계획 수립은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영이 되었는가?</p> <p>• 예시 보고서 내용을 참고할 때 탐구 수행은 어떻게 진행되었고 예시 보고서에 그러한 수립이 어떻게 반영되었는가?</p> <p>○ 교사가 중심이 되어 학생들과 수업 실행 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어 있는지 의견을 나눈다.</p>	<p>○ 교사의 안내를 중심으로 수업 실행 단계 중, 탐구주제 선정, 탐구계획수립, 탐구수행의 세 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어 있는지 모음별로 확인하고 내용을 정리한다.</p>	25 =	• 모음작성
↓					
수정 후	'수업 실행 단계'에 대한 관측, 경황	<p>○ 교사는 학생들이 앞에서 읽은 예시 보고서를 다시, 한 번 빠르게 읽어보도록 안내하고, 교재 p264~p267의 탐구, 주제 선정, 선행연구 조사 및 결론, 탐구, 주제 선정 및 탐구 수행에 해당하는 내용들이 예시 보고서 작성에 어떻게 어느 부분에 반영되었는지에 대하여 모음별로 분석하고 그 결과를 기록으로 남기도록 안내한다.</p> <p>교사 : 지난 시간에 나누어 준 자료 중에 예시 보고서를 읽어오라고 했었는데 기억하세요? 지금 그 자료를 다시 한번 빠르게 보면서 읽었던 기억을 떠올리길 바랍니다.</p> <p>학생들 : (각자 예시 보고서를 다시, 한 번 숙독 한다.)</p> <p>교사 : 그 보고서는 교재의 저자들이 p264~p267의 탐구, 주제 선정, 선행연구 조사 및 결론, 탐구, 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 시범적으로 작성한 글이라고 합니다. 그런데 궁금하지 않아요? 정말 p264~p267의 탐구, 주제 선정, 선행연구 조사 및 결론, 탐구, 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 작성한 글이 맞을까요? 이것을 한 번 우리가, 검증해봅시다. 지금부터 여러분이 검증자가 되어서, p264~p267의 탐구, 주제 선정, 선행연구 조사 및 결론, 탐구, 주제 선정 및 탐구 수행의 안내들이 예시 보고서 작성에 반영되었는지 분석해보는 것입니다. 그런데 이때 유의점이 있습니다. 여러분이 저자들의 편이 되어서 가혹한 공격적으로 반영된 점을 찾아내는 역할을 하라는 것입니다. 즉, '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분을 찾아내는 것이죠. 여러분들이 다윈스쿨, 한다고 했음에도 '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분이 나오면 그 결과를 내가 반드시 저자들에게 전달하여 개선하도록 요구하겠습니다. 진실을 위해서 편비 작업을 하겠습니다. 강, 모음별로 모음 대표와 부대표를 제외한 나머지 세, 영위, 학생들의 번호를 1, 2, 3, 등에서 랜덤으로 정해주세요.</p> <p>학생들 : (모음별로 교사의 안내에 따라 대표와 부대표를 제외한 나머지 세 영의 번호를 1, 2, 3, 등에서 랜덤으로 정한다.)</p> <p>교사 : 다, 정했지요? 이제 각 모음에서 1번 학생은 탐구, 주제 선정의 출품이 예시 보고서 작성에 어떻게 반영 혹은 도움이 되었다고 생각하는지를 중심으로 고민해보길 바랍니다. 마찬가지로 각 모음의 2번 학생은 선행연구 조사 및 결론에 대하여 그리고 각 모음의 3번 학생은 탐구, 주제 선정 및 탐구 수행의 출품들이 예시 보고서 작성에 어떻게 영향을 주었는지를 정당화해보길 바랍니다. 모음 대표와 부대표는 모음내의 역할 담당자들의 의견을 수렴해서 발표할 수 있도록 준비해주시 바랍니다. 시간은 지금부터 20분을 드리도록 하겠습니다. 20분 뒤에 결과에 대하여 함께 대화해봅시다.</p>		25 =	• 모음작성

[그림 III-2] 교사-학생 상호작용을 반영한 수정 전과 수정 후의 개발 자료

IV. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 2015 개정 교육과정의 <수학과제 탐구> 과목의 1개 학기 수업에 적용할 수 있는 자료 개발을 목적으로 일련의 절차에 따라 자료 개발을 진행한 연구이다. <수학과제 탐구> 과목은 2015 개정 교육과정 수학의 다른 과목들과 달리 교과서가 개발되지 않은 과목이다. 현장에서 교사가 교과서가 없는 과목의 수업을 담당한다는 것은 정은주(2020)가 언급한 바와 같이 교사의 수업에 대한 재량이 많은 편이면서 역설적으로 어떠한 내용으로 어떻게 수업할 것인지에 대한 교사의 부담이 매우 큰 과목이 될 수 있음을 뜻한다. 즉, 현장의 교사 입장에서는 다소 생소한 과목에 대한 수업을 담당하게 되었을 때 참고할 만한 교과서가 없다는 점에서 당황스러울 수 있고, 그러한 이유에서 <수학과제 탐구> 과목 관련 수업 자료 개발에 대한 현장 교사들의 요구가 발생할 것으로 예상된다. 그러나 정혜윤 외(2018)이 <수학과제 탐구> 과목의 현장 도입 직전 시기에 현장 교사들이 이용할 수 있는 해당 과목의 자료 개발 관련 연구가 미비하다고 하였는데, <수학과제 탐구> 과목이 현장에서 실제로 도입되지 일년이 지난 현시점에도 자료 개발 관련 연구는 활성화되지 못한 상황이다. 이상의 연구의 필요성에 따라 연구자는 현장에서 <수학과제 탐구> 과목 수업에 바로 적용할 수 있는 수업 자료를 개발하여 제시하였다.

본 연구에서 개발한 자료는 선행연구에서의 <수학과제 탐구> 관련 자료 개발 연구와 마찬가지로, 현장의 교사들의 수업을 지원할 수 있다는 측면에서 실천적인 연구로서의 가치를 갖는다. 또한 인물 중심 탐구를 통한 과제 탐구를 수행할 수 있는 자료 개발을 시도하였다는 점에서 자료 개발의 다양성 측면에서 관련 분야 연구에 기여할 수 있다. 교육과정에서 <수학과제 탐구>의 성취 기준으로 제시한 내용을 고려하면, 학생들은 해당 수업에서 실제 과제 탐구를 수행하고 평가를 받게 된다. 이때 학생들의 과제 탐구 과정은 학자들이 과제 탐구를 수행하는 과정과 별반 다를 것이 없다. 따라서 인물을 중심으로 해당 인물들이 어떠한 호기심을 가지고 탐구 문제를 설정하였는지 그리고 탐구 문제를 해결하기 위하여 지식을 어떻게 구성하여가는지에 대한 과정을 살펴보는 것은, 학생들이 탐구 수행을 함에 있어서 본이 되는 하나의 사례를 경험하는 기회를 제공할 수 있다.

한편 본 연구에서는 <수학과제 탐구> 과목을 2단위 34시간 온전하게 수업을 진행하였던 교직 경력 20년 이상의 고등학교 수학 교사 1인과 3회의 전문가 협의를 진행하고, 그 결과를 자료 개발에 반영하려하였다는 점에서 의미가 있다. 현장에서 필요로 하는 수업 자료 개발을 위해서는 수업을 경험한 현장 교사의 의견이 그 어떤 선행연구 못지 않게 중요한 역할을 할 수 있다. 물론 본 연구에 참여한 현장 경험 교사가 한 명이 해당 수업을 경험한 모든 수학 교사를 대표한다고 할 수는 없고, 이는 본 연구의 제한점이기도 하다. 그러나 <수학과제 탐구> 과목과 같이 새로운 과목임에도 현장에 도입된 지 일년이 채 안된 상황임을 고려하면, 한 명의 교사라 하더라도 해당 교사의 ‘한 코스를 온전히 운영한 수업 경험’을 자료 개발에 반영하였다는 것은 현 시점에서 분명한 의미를 가질 수 있다.

다음으로 본 연구는 1개 학기 3단위 17주차 수업을 기준으로 교육과정 계획서를 제공하고 그 중 한 개 차시의 수업 지도안을 개발하였다는 점에 주목할 필요가 있다. 기존 연구들은 1개 학기 또는 1개 학년도 수업을 고려하고 개발된 자료들은 아니었다. 이렇다 보니 수업을 경험한 교사의 피드백에 의하면 1개 학기 또는 1개 학년도 수업을 운영해야 하는 현장 교사 입장에서는 여러 자료를 수합해야 하는 문제가 발생할 수 있었다. 이렇게 자료들을 수합해서 수업에 적용하는 과정은 현장 교사들에게 있어서 수업 연구에 소비되는 시간상의 문제와 더불어서 수업의 방향성의 문제도 발생하기 때문에 일관된 방향성을 가지고 수업을 운영할 수 있는 방법에 대한 문제 제기가 있었다. 이에 본 연구에서는 이를 자료 개발에 반영하여 1개 학기 수업을 위한 교육과정 계획서를

제시하였다. 또한 일련의 자료 개발 절차에 따라 1개 학기 17주차 교육과정 계획표 상의 한 개 주(한 명의 인물)를 선택하고 대표성과 확장성을 고려하여 ‘교사-학생의 상호작용이 드러나는 형태로 구성된 상세한 수업 지도안’을 제시하였다. 수업 적용 전임에도 수업 지도안에 교사-학생의 상호작용을 구성하여 자료를 개발한 것은, 개발 자료의 검증 과정에서 ‘현장에 바로 적용 가능한 수업 자료로서의 지도안 구성에 대한 고민이 필요’하다는 의견을 반영한 것이다. 특히 본 연구에서는 개발 절차에 따라 검증 절차 이전의 수정 전 자료와 수정 후 자료를 <부록>으로 제시하였는데, 이 역시 연구자의 자료 개발 절차 기록을 제시하는 것을 통하여 현장 교사들이 본 연구를 수업에 적용하는 것 외에도 실제 자료 개발을 할 때 도움이 되기를 기대하였기 때문이다.

연구자는 개발 자료를 실제 수업에 적용하는 것을 염두에 두고 개발하였다. 따라서 본 연구 이후 개발된 자료를 실제 수업에 적용해보고 그 결과를 분석하는 연구와 같이 후속 연구들에 도움이 될 수 있다. 이러한 측면에서 볼 때, 본 연구에서의 자료 개발 결과물은 이 상태로 완성된 결과물이라기 보다는 또 다른 시작점에 해당하는 결과물이라 할 수 있다. 특히 현장 교사들의 도입 초기에 해당 과목에 대한 관심이 <수학과제 탐구>가 현장에서 과목 성격에 맞게 운영되는데 중요한 역할을 할 수 있다는 점에서, 현 시점에서 <수학과제 탐구> 자료 개발 연구는 현장 교사들의 해당 과목에 대한 필요와 관심을 높일 수 있다는 점에서 의미를 갖는다.

2. 제언

연구자는 <수학과제 탐구> 과목에 대한 현장의 초기 관심에 주목하여 본 연구를 수행하게 되었다. 연구자가 과목 도입 초반의 현시점에서 ‘<수학과제 탐구> 과목에 대한 현장 교사들의 관심’에 주목하는 이유는, 도입 초기 해당 과목에 대한 현장 교사들의 관심 저하가 자칫 과목 도입 취지를 무색하게 하고, 이화영(2021)의 지적과 같이 ‘진로 선택과목의 특성상 대입 준비를 위한 과행 운영의 대상’이 될 수도 있기 때문이다.

양성현(2021)에서 언급한 바와 같이, 2015 개정 교육과정이 학생의 과목 선택권을 보장하고 있지만 현실적으로는 학생들이 대학입시를 고려하여 과목 선택을 하고 있다. 이 때문에 이화영(2021)은 학교에서 교육과정 운영 시에 대입 수능 연계 과목들의 경우 1, 2학년이 편성하여 3학년 때 문제 풀이 훈련을 할 수 있는 시간을 확보하려는 경향이 있음을 언급하였다. 해당 연구에서는 실제 구체적인 과목을 언급하여 진술하였는데, 수학 영역에서 진로 선택과목들이 3학년으로 배치되는 상황에서 수능 연계 과목인 ‘기하’ 과목의 3학년 편성에 대한 학생들의 현실적인 부담이 발생하고, 이는 사교육에 의한 선행학습 혹은 학교에서 과목 개설 이후 대입 준비를 위한 과행 운영의 위협성이 우려된다고 지적하였다. 이러한 현상을 고려하면, ‘수능 연계 과목이 아닌 진로 선택과목 중 하나이면서 교과서까지 제공되지 않는 <수학과제 탐구>’의 경우 자칫 대입 준비를 위한 과행 운영 대상이 될 수 있다는 점에서 고민이 필요하다.

그러나 역으로 생각해보면, 현시점에서 활발한 자료 개발 및 수업 적용 장면에 대한 정보 공유를 통하여 해당 과목에 대한 논의를 활성화하는 것은 앞서 언급한 우려를 불식하는 것에 도움이 될 수 있다. <수학과제 탐구> 과목과 같은 교육과정 도입 초기의 과목은 초기 수업 자료의 부재 시기에 ‘교사들이 현장에 바로 적용할 수 있는 수업 자료 개발’과 ‘개발된 자료의 공유’ 여부에 따라 해당 과목에 대한 관심을 높일 수 있을 것으로 보이기 때문이다. 즉, 과목 도입 초기의 풍부한 수업 자료 개발 및 공유 활동은 해당 과목 활성화에 마중물 역할을 하게 될 가능성이 높다.

각 시도는 2025년을 기점으로 고교학점제로의 전환이라는 또 한 번의 변화를 앞두고 있다. 그런데 김화경 외(2021)에 따르면, <수학과제 탐구>를 융합 선택과목군으로 분류하여 고교학점제 전환 이후에도 해당 과목이 하나의 과목으로서 역할을 할 수 있음을 보여주었다. 따라서 2015 개정 교육과정에서의 도입 초기 과목이지만, 이어지는 교육 현장의 변화 속에서 그 가치를 이어갈 수 있는 과목인 만큼 본 연구에서의 작은 결과물이 현장 교사들의 관심에 마중물이 되기를 기대해 본다.

참 고 문 헌

- 고상숙 · 한혜숙 · 김현주 · 이동근 · 신동조 · 이창연 (2020). 수학적 모델링에 기반한 미래형 수학 교재 개발. 교육문화연구, **26(5)**, 665-690.
- Ko, S. S., Han, H. S., Kim, H. J., Lee, D. G., Shin, D. J., & Lee, C. H. (2020). A study on the textbook development based on mathematical modeling. *Journal of Education and Culture*, **26(5)**, 665-690.
- 교육부 (2020). 2015 개정 수학과 교육과정, 세종: 교육부.
- Ministry of Education (2020). *2015 Mathematics Curriculum*. Sejong : Ministry of Education.
- 김영관 · 박병주 · 박종하 · 박진호 · 서보억 · 신현용 · 이동근 (2021). 수학 근대를 빛내다. 서울: 경문사.
- Kim, Y.G., Park, B. J., Park, J. H., Park, J. H., Suh, B. E., Shin, H. Y., & Lee, D. G. (2021). *Mathematics, Brilliant in modern times*. Seoul: Kyungmoonsa.
- 김화경 · 송창근 · 이화영 · 임해미 · 정종식 · 최인용 · 이경화 (2021). 고교학점제 도입에 따른 고등학교 수학과 교육과정 1차 재구조화. 학교수학, **23(2)**, 232-291.
- Kim, H. K., Song, C. G., Lee, H. Y., Rim, H. M., Jung, J. S., Choi, I. Y., & Lee, K. H. (2021). Restructuring High School Mathematics according to the Credit System-Based Curriculum Framework: An Initial Suggestion. *School Mathematics*, **23(2)**, 232-291.
- 서보억 (2021). 구체적 수학탐구활동 사례를 통한 학교현장 수학 탐구방법 탐색. 수학교육논문집, **35(2)**, 193-212.
- Suh, B. E. (2021). A Study on Mathematical Investigation Activity through Using One Mathematical Fact. *Communications of Mathematical Education*, **35(2)**, 193-212.
- 양성현 (2021). 고등학교 수학과 교육과정 편성 실태 분석:수능 수학 영역 출제범위를 중심으로. 학교수학, **23(1)**, 51-75.
- Yang, S. H. (2021). An Analysis of High School Mathematics Curriculum Organization -Focused on the questions range of CSAT mathematics section-. *School Mathematics*, **23(1)**, 51-75.
- 이동근 (2019). 'Mendel(1865)의 연구에서 발견한 수학적 연결고리'를 이용한 통합 수업 자료 개발에 관한 연구. 수학교육, **58(3)**, 383-401.
- Lee, D. G. (2019). A study on the development of integrated class data using the mathematical linkage found in the study of Mendel (1865). *The Mathematical Education*, **58(3)**, 383-401.
- 이동근 · 안상진 (2021). 비대면 원격수업 형태 중 실시간 쌍방향 수업 자료 개발 사례 연구: 고등학교 기하 과목 공간도형 단원의 평면의 결정 요건을 중심으로. 수학교육논문집, **35(2)**, 173-191.
- Lee, D. G. & Ahn, S. J. (2021). A Case Study on the Development of Real-Time Interactive Class Data among Non-face-to-Face Remote Class Types. *Communications of Mathematical Education*, **35(2)**, 173-191.
- 이원순 · 이정인 (1987). 역사교육 이론과 실제. 서울: 정음문화사.
- Lee, W. S. & Lee, J. I. (1987). *History education theory and practice*. Seoul: Jeongeum Munhwasa.
- 이화영 (2021). 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학 현황 분석 연구. 학교수학, **23(1)**, 169-187.
- Lee, H. Y. (2018). A Study on the Operating Status of Elective Subject According to the 2015 Revised High School Mathematics Curriulum. *School Mathematics*, **23(1)**, 169-187.
- 정은주 (2020). 2015 개정교육과정 '고전읽기'를 위한 루소와 밀의 독서방법 고찰. 인문사회21, **11(6)**, 3175-3188.
- Jung, E. J. (2020). A Study on Rousseau and Mill's Reading Education for "Reading Classics" of 2015 Revised Curriculum. *The Journal of Humanities and Social Sciences21*, **11(6)**, 3175-3188.
- 정혜윤 · 이경화 · 백도현 (2018). 수학적 모델링 관점에 의한 <수학과제 탐구> 과목용 과제의 설계. 학교수학, **20(1)**, 149-169.

- Jung, H. Y., Lee, K. H., Baek, D. H. (2018). Design for <Mathematical Task Inquiry> Subject's Task Based on the Mathematical Modeling Perspective. *School Mathematics*, **20(1)**, 149-169.
- 천선빈 · 이종학 · 김원경 (2018). '수학과제 탐구' 과목의 수업을 위한 교수·학습 자료 개발 연구. *수학교육*, **56(3)**, 319-340.
- Cheon, S. B., Lee, J. H., & Kim, W. K. (2018). A Study on Development of Teaching and Learning Materials for 'Mathematics Project Inquiry Subject'. *The Mathematical Education*, **56(3)**, 319-340.
- 황혜정 · 김주미 (2018). 2015 개정 <수학과제 탐구> 신설 과목 운영을 위한 과제 탐구의 수업 모형 및 자료 개발 연구. *수학교육 논문집*, **32(3)**, 363-383.
- Hwang, H. J. & Kim, J. M. (2018). A Study on the Development of Instruction Model on Project inquiry and Materials for the New Subject of 'Mathematical Task Inquiry' in the curriculum revised in 2015. *Communications of Mathematical Education*, **32(3)**, 363-383.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, **28**, 563-575.

A Study on the Development of Person-Based Class Materials in Subject <Mathematics Project Inquiry Subject>

Lee, Dong Gun

Jamil High School, Republic of Korea

E-mail : jakin7@hanmail.net

This study is a study that developed class materials that can be applied directly to classes by field teachers in consideration of '<Mathematics Project Inquiry Subject> research on the development is valuable as a field support study.', 'In material development, organizing data centering on the knowledge composition and inquiry activities of characters related to the mathematics concept can help develop class materials', and 'The fact that the development of subject data for <Mathematics Project Inquiry Subject> has been insufficient'.

To this end, this study went through the procedure of 'establishing a data development plan, data development, verifying field teachers on development data, verifying subject experts on development data, and developing final data reflecting verification opinions.' Therefore, based on the 1st 50 minutes reflecting the task exploration model, it was possible to develop class materials for the 3rd time. In this study, development data were presented with a 17-week curriculum plan, a class guidance plan that presents teacher-student interaction, and a task development form that students fill out and submit in class.

This study was developed with the developed data in mind to be applied to actual classes. Therefore, a follow-up study is needed to apply the developed data to actual classes and analyze the results.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30

* Key words : mathematics project inquiry subject, data development field teacher experience, apply dual circulation, CVR verification

<부록 1> 김영관 외(2021)의 인물, 시기, 활동 지역, 소개된 ‘수학’과 ‘탐구 과제’를 중심으로 정리한 내용

인물	시기	활동 지역	소개된 수학과 탐구과제 핵심 문구
코페르니쿠스	15세기~16세기	폴란드	수학을 이용하여 태양 중심 모델 관측이 과학 이론이 될 수 있음을 보여줌. 탐구과제 핵심 문구 : 연주시차
케플러	16세기~17세기	독일과 오스트리아	수학을 이용한 천문 현상을 입증함. 탐구과제 핵심 문구 : 내접구와 외접구
네이피어	16세기~17세기	영국	로그 개념을 통한 천문학에서의 계측에 일조함. 탐구과제 핵심 문구 : 다양한 곱셈법
페르마	17세기	프랑스	대수학과 해석학 영역의 발전에 기여하였으며, ‘최단 시간의 원리’는 빛의 물리적 성질 입증에도 도움을 줌. 탐구과제 핵심 문구 : 페르마의 마지막 정리
데카르트	16세기~17세기	프랑스와 독일	수학적 사고를 바탕으로 철학적 주제를 논함. 탐구과제 핵심 문구 : 유클리드 원론과 데카르트의 저서들
뉴턴	17세기~18세기	영국	미적분학의 기본정리에 기여함. 탐구과제 핵심 문구 : 운동 법칙
바흐	17세기~18세기	독일	수학의 비율과 대칭을 음악에 적용할 수 있었던 음악 가임. 탐구과제 핵심 문구 : 평균율
오일러	18세기	독일	수학의 전 분야에 능통한 수학자로서, 리만 가설이나 푸앵카레 가설에도 의미있는 시사점을 제공하였으며 천문 관련 연구에도 기여함. 탐구과제 핵심 문구 : 원주율
가우스	18세기~19세기	독일	수학과 과학 영역을 포함하여 다양한 학문 분야에서 대가임. 탐구과제 핵심 문구 : 정규분포 곡선
코시	18세기~19세기	프랑스와 이탈리아	무한소 개념 정립을 통한 현대의 극한 개념을 완성함. 탐구과제 핵심 문구 : 무한소
디리클레	19세기	독일	페르마의 마지막 정리 증명에 기여할 수 있는 연구와 디리클레 함수를 제시한 것으로 유명함. 탐구과제 핵심 문구 : 연속의 정의
갈루아	19세기	프랑스	현대 대수학의 발달에 크게 기여한 인물임. 탐구과제 핵심 문구 : 근의 공식
리만	19세기	독일	리만 가설을 제시한 인물이며 질적으로 매우 우수한 논문들을 발표함. 탐구과제 핵심 문구 : 복소 평면
칸토어	19세기~20세기	독일	무한과 관련한 연구를 수행하였으며, 연속체 가설에 대한 중요한 안목을 제시하였음. 탐구과제 핵심 문구 : 무한
힐베르트	19세기~20세기	프랑스, 독일, 폴란드	1900년 ‘수학의 문제들’을 주제로 발표한 인물임. 탐구과제 핵심 문구 : 힐베르트의 23가지 과제

<부록 2> 1개 학기 3단위 17주차 수업에 대한 교육과정 계획표

주차	인물	수업	수업 형태
1	코페르니쿠스, 케플러	1,2차시-연구윤리 및 코페르니쿠스 과제 개발서 작성 3차시-케플러 과제 개발서 작성	연구윤리 교육 이후, 교사가 과제 개발 작성하는 것에 대하여 시범을 보임
2	나이피어	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
3	페르마	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
4	데카르트	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
5	뉴턴	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
6	바흐	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
7	오일러	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
8	가우스	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
9	코시	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
10	디리클레	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
11	갈루아	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
12	리만	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
13	칸토어	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
14	힐베르트	1차시-인물탐구 및 인물의 과제 탐구 조사 2,3차시-수업 실행 단계 수행을 통한 과제 개발서 작성 및 상호평가	모둠 활동
15	모둠별로 선택한 과제 개발서 1개에 대하여 예시 보고서 형태의 보고서 작성		모둠 활동
16			
17	최종 결과물에 대한 상호평가 및 관찰평가		

※ 실제 수업 운영은 선별적으로 선택하여 유연하게 적용 가능함.

<부록 3> 최초 개발 자료

1) 단위 설계서

관련 교과	수학	교과서	수학, 근대를 빛낸다.	지도교사	이동근
		대상	고3(단, 적용 관련 연구시에는 고1 2학기 후반 학생도 가능)		
관련 단위	리만 편				
주제	리만과 함께하는 수학과제 탐구				
학습목표	1. 리만과 관련된 여러 현상에서 탐구 주제를 선정하고 탐구 문제를 구체화 한다. 2. 선행 연구를 검토하고 적절한 탐구 방법을 찾아 탐구 계획을 수립한다. 3. 탐구 계획에 따라 탐구를 수행하고 결과를 정리하여 산출물을 만든다.			교수 학습 방법	학습 자료
교수 학습 방법	<p><도입 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 첫 시간에 수업한 수학과제 탐구의 방법과 절차 및 연구 윤리에 대하여 상기한다. <p><전개 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 모둠별로 리만 편에 대한 앞 세 파트에 대하여 읽고 자유롭게 의견을 교환한다. ○ 네 번째 파트에 대한 예시 정보가 교사가 제시해준 보고서에 어떻게 반영되어있는지에 대하여 모듬별론 의견을 교환한다. ○ 교사와 함께 예시 보고서에 네 번째 파트에 대한 정보(탐구주제 선정, 탐구계획 수립, 탐구수행, 탐구 결과 정리)가 어떻게 반영되어있는지 모듬활동 결과에 근거하여 살펴본다. <p><발전 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <전개> 활동에 대한 경험에 근거하여 모듬별로 탐구주제 선정, 탐구계획 수립, 탐구수행, 탐구결과 정리 과정을 거친 다음 결과물을 제출한다. <p><정리 및 평가 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 탐구결과를 공유하고 상호 피드백을 제공하여 탐구결과물을 수정한다. ○ 수정한 최종 결과 보고서를 제출하고 이에 대한 결과물에 대하여 교사가 평가 후 피드백을 제공한다. 			탐구 학습	예시 보고서
지도상의 유의점	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모듬별로 결과물을 산출할 때 구성원 개개인의 역할을 명시하도록 하여, 결과 보고서 작성 시 무임 승차하는 학생이 없도록 한다. ○ 상호 피드백 이후 최종 수정 결과물을 작성하여 제출할 때, 피드백 결과를 반영하게 된 판단 근거와 수정한 기록을 정리하여 수정의견 반영서로 제출하게 한다. ○ 매 주 수업은 1차시(50분)의 수업에서 '인물의 활동 지역에 대한 탐구, 인물의 호기심과 생애 및 수학, 인물과 관련된 수학 문제(중학교 1문항, 고등학교 1문항)을 다룬 다음 1차시(00분, 블록수업)을 통해 수업 실행 단계를 수행하여 매 차시별 1쪽짜리 과제 개발서 작성 및 상호 평가로 마무리한다. 				
준비물	교사	참고서적, 예시보고서, 학습지도안, PPT 자료, 컴퓨터			
	학생	참고서적, 필기도구, 컴퓨터			

2) 1개 차시 100분 분량의 블록수업 수업 지도안

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
도입	수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 학습 준비 상태 확인 ○ 첫 시간의 수학과제 탐구와 관련된 필요성, 방법 및 절차, 연구윤리를 간단히 상기시킨다. ○ 예시 보고서를 개인별로 배부하고 참고서적을 모둠별로 배부한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 ○ 제자리에 앉아 학습 준비 ○ 첫 시간의 수학과제 탐구와 관련된 필요성, 방법 및 절차, 연구윤리를 간단히 상기한다. ○ 개인별 예시 보고서와 모둠별 참고서적을 받는다. 	5분	<ul style="list-style-type: none"> • 참고서적 • 예시 보고서
전개	수업 실행 단계에 대한 간접 경험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수업 실행 단계 중, 탐구주제선정, 탐구계획수립, 탐구수행의 세 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어있는지 모둠별로 확인하도록 안내한다. • 탐구 주제 선정은 무엇으로 정해졌는가? • 탐구 계획 수립은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영이 되었는가? • 예시 보고서 내용을 참고할 때 탐구수행은 어떻게 진행되었고 예시 보고서에 그러한 수행이 어떻게 반영되었는가? ○ 교사가 중심이 되어 학생들과 수업 실행 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어있는지 의견을 나눈다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교사의 안내를 중심으로 수업 실행 단계 중, 탐구주제선정, 탐구계획수립, 탐구수행의 세 단계가 예시 보고서에 어떻게 반영되어있는지 모둠별로 확인하고 내용을 정리한다. 	25분	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠학습
발전	수업 실행 단계에 대한 직접 수행	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수업 실행 단계 중, 탐구주제선정, 탐구계획수립, 탐구수행, 탐구결과 정리를 직접 수행하여 1쪽 짜리 과제 개발서를 작성하고 대표 학생이 사전 안내된 교사의 e-mail에 파일로 제출한다. ○ 부대표 학생은 결과 보고서 작성과정까지의 모듬원의 역할을 조사 및 확인하여 정리한 다음 교사의 e-mail에 파일로 제출한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교사의 안내를 중심으로 수업 실행 단계에 따라 직접 탐구과정을 수행하고 과제 개발서 작성 및 모듬활동 역할 기록지를 교사의 e-mail로 파일형태로 제출한다. 	40분	<ul style="list-style-type: none"> • 모듬학습
정리	정리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 모듬별로 제출된 파일을 모듬별로 공유하고, 각 모듬의 결과 보고서를 타 모듬에서 읽고 질문 또는 피드백을 제공하도록 안내한다. ○ 피드백 결과를 반영하여 최종 수정된 과제 개발서와 수정의견 반영서를 모듬별로 제출하도록 안내한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타 모듬의 과제 개발서를 읽고 피드백 의견을 작성하여 공유한다. ○ 타 모듬의 피드백 의견을 반영하여 최종 과제 개발서를 작성하여 제출한다. 	25분	<ul style="list-style-type: none"> • 상호 피드백 결과를 과제 개발서에 반영할 때 판단 근거와 반영 결과를 수정의견 반영서로 정리하여 제출하도록 한다.
	수업 마무리	○ 주변 정리 유도	○ 주변 정리 후 인사	5분	

3) 과제 개발서 샘플 양식

연구 주제	
연구의 필요성 및 목적	
연구 방법 : 해당 항목에 체크 후 내용 기술	문헌연구/사례조사/수학실험/개발연구/기타
함의점	

<부록 4> 개발 자료 중 수정의견을 반영한 최종 수업 지도안

1) 12주차 1차시 수업 지도안

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
도입	수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 학습 준비 상태 확인 ○ 첫 시간의 수학과제 탐구와 관련된 필요성, 방법 및 절차, 연구윤리를 간단히 상기시킨다. ○ 예시 보고서를 개인별로 배부하고 참고서적을 모둠별로 배부한다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 ○ 제자리에 앉아 학습 준비 ○ 첫 시간의 수학과제 탐구와 관련된 필요성, 방법 및 절차, 연구윤리를 간단히 상기한다. ○ 개인별 예시 보고서와 모둠별 참고서적을 받는다. 	5분	• 참고서적
전개	리만에 대하여	<p>○ 교사는 학생들이 리만에 대하여 조사하는 활동을 통하여 리만 이전에 리만에게 영향을 준 인물 또는 사건들과 리만 이후 리만이 영향을 준 인물 또는 사건들을 중심으로 리만에 대한 정보를 수집하도록 한다. 이를 통하여 교사는 학생들이 리만이라는 인물이 어떤 것에 관심을 가지게 되었는지에 대하여 관심을 가질 수 있는 기회를 제공한다.</p> <p>교사 : 모둠별로 인터넷 자료 검색을 통해서 '힐베르트의 23개 문제'를 검색해보고 그 중에서 '리만'이라는 이름이 들어간 문제가 무엇인지 확인해보기 바랍니다.</p> <p>학생들 : (핸드폰 등 모바일 기기 혹은 교실에 비치된 노트북을 이용하여 자료를 검색하고 리만 가설을 확인한다.)</p> <p>교사 : 무엇을 확인할 수 있었나요?</p> <p>학생1 : 리만 가설이라는 문제에 대하여 확인할 수 있었습니다.</p> <p>학생2 : 저도 리만 가설을 확인할 수 있었는데, 리만 가설이 무엇인지 또 찾아봤더니 무슨 말인지 잘 모르겠어요.</p> <p>교사 : 좋습니다. 그렇다면 리만 가설에 대한 호기심은 뒤로 좀 미루어두고 우선 리만이라는 인물에 대하여 모둠별로 조사해보도록 하지요. 조사한 것은 모둠별로 대표가 정리해서 발표할 수 있도록 준비해주세요. 이때 자신들이 자료를 수집한 방식도 함께 제시해주세요. 모든 모둠이 발표를 진행하지는 않고 한 개 모둠만 발표 기회를 주도록 하겠습니다. 그리고 모둠별로 나누어준 책의 p25 이후의 내용을 확인하는 것도 조사에 해당되니까 그 자료도 함께 봐주세요.</p> <p>학생들 : (모둠별로 김영관 외(2021)의 내용을 확인하고 그 외에도 다양한 자신들의 방법을 통해서 리만에 대하여 조사를 진행한다. 이때 자신들이 자료를 조사한 출처에 대한 기록도 함께 남긴다.)</p> <p>교사 : 그러면 3모둠에서 리만에 대한 조사 결과를 정리해서 발표해볼까요?</p> <p>학생들 : (3모둠 대표가 조사한 것과 출처등에 대하여 발표를 진행한다.)</p> <p>교사 : 네. 잘 들었습니다. 다른 모둠들에서도 조사를 통해서 리만이라는 인물에 대한 기본 정보들을 확인하였을 거예요. 그는 수학자이고, 리만 가설이라는 탐구 과제를 스스로 만들어냈습니다. 물론 그가 그러한 탐구 과제를 만들어내기까지 리만 이전에 자료들과 리만 당시의 동료들과의 상호작용의 결과이기도 합니다. 리만은 그것을 해결하기 위하여 탐구 활동을 수행하였지만 해결되지 않았고, 지금까지 그의 탐구 과제가 우리에게 이어져 내려온 것이지요.</p>		15분	• 모둠학습

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
발전	리만의 탐구 과제에 대하여	<p>○ 교사는 '리만이 왜 그러한 문제에 대하여 관심을 가지게 되었는가?'라는 질문을 학생들에게 제시하여, 리만의 과제 탐구 활동에 대하여 학생들이 살펴볼 수 있는 기회를 제공한다.</p> <p>○ 리만에 대한 인물 탐구가 아닌 리만의 과제 탐구 수행 과정에 대한 탐구가 이루어질 수 있도록 안내한다.</p> <p>교사 : 우리는 오늘 리만이라는 인물을 중심으로 그가 '리만 가설'이라는 탐구 과제를 정하게 되는 과정에 대하여 우리의 관점에서 이해해보도록 할 거예요. 구체적으로는 '리만이 왜 그러한 문제에 대하여 관심을 가지게 되었는가?'라는 질문에 대하여 우리의 관점에서 이해해보는 것이지요. 이것은 여러분이 배부 받은 책의 내용을 주된 자료로 해서 살펴보았으면 합니다.</p> <p>학생1 : 우리의 관점에서 리만을 이해한다는 표현이 무슨 뜻인가요?</p> <p>교사 : '리만이 왜 그러한 문제에 대하여 관심을 가지게 되었는가?'라는 질문에 대한 답은 리만이 해줄 수 있지만, 그는 생존하는 인물이 아니기 때문에 그런 답을 들을 수 없어요. 하지만 그도 분명 어떠한 계기에 의해서 그러한 문제에 대해서 관심을 가지게 되었을 것이란 말이죠. 그래서 그가 남긴 업적과 그에 대하여 기록한 자료들에 근거해서 왜 리만이 그러한 문제에 대하여 관심을 가지게 된 것에 대하여 추측을 해볼 수 있어요. 그런데 이러한 추측은 결국 추측을 하는 당사자인 우리의 견해이지요. 그래서 선생님은 '우리의 관점에서 리만을 이해한다.'는 표현을 사용하였습니다.</p> <p>학생2 : 그렇다면 우리의 관점에서 '리만이 왜 그러한 문제에 대하여 관심을 가지게 되었는가?'라는 질문에 대하여 우리가 해야하는 것은 정확하게 무엇인가요?</p> <p>교사 : 모둠별로 해당 질문을 중심으로 다양한 방식으로 조사하여 그 결과를 정리하면 됩니다. 다만 막막한 사람들은 이러한 세 가지 질문으로 다시 구분해서 접근해보는 것을 제안해줍니다. 우리가 관심을 가진 부분은 리만이 어떻게 리만 가설과 같은 탐구 과제를 정하게 되었는지와 그러한 탐구 문제를 해결하기 위하여 리만은 어떠한 노력을 하였는지 그리고 그러한 리만의 노력은 지금 현대에 어떻게 이어지고 있는지에 대한 것입니다. 이러한 세 가지 질문에 대하여 조사를 진행하고 나서 처음 질문에 대한 의견을 정리해보세요.</p> <p>학생들 : (모둠별로 해당 질문에 대한 조사를 진행하고 모둠별로 활동 기록을 정리한다.)</p>	25분	• 모둠학습	
정리	정리	<p>○ 교사는 모둠 대표에게 모둠별로 활동하면서 남긴 결과물을 파일 형태로 저장하여 교사의 e-mail로 제출하도록 안내하고, 이때 부대표 학생에게는 결과물에서 각 모둠원의 역할을 표시하여 제출하도록 안내한다.</p> <p>○ 다음 차시 수업을 위하여 수업 초반에 배부된 예시 보고서 자료를 읽어오도록 안내한다.</p>		5분	
	수업 마무리	○ 주변 정리 유도	○ 주변 정리 후 인사		

2) 12주차 2, 3차시(100분 블록수업) 수업 지도안

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
도입	수업 준비 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 학습 준비 상태 확인 ○ 리만의 과제 탐구 활동에 대하여 간단히 상기시킨다. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인사 ○ 제자리에 앉아 학습 준비 ○ 리만의 과제 탐구 활동에 대하여 간단히 상기한다. ○ 이전 수업에서 받은 개인별 예시 보고서와 모듈별 참고서적을 준비한다. 	5분	· 참고서적
전개	'수업 실행 단계'에 대한 간접 경험	<p>○ 교사는 학생들이 집에서 읽어온 예시 보고서를 다시 한 번 빠르게 읽어보도록 안내하고, 교재 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행에 해당하는 내용들이 예시 보고서 작성에 어떻게 어느 부분에 반영되었을 지에 대하여 모듈별로 분석하고 그 결과를 기록으로 남기도록 안내한다.</p> <p>교사 : 지난 시간에 나누어 준 자료 중에 예시 보고서를 읽어오라고 했었는데 기억나세요? 지금 그 자료를 다시 한번 빠르게 보면서 읽었던 기억을 떠올리기 바랍니다.</p> <p>학생들 : (각자 예시 보고서를 다시 한 번 속독 한다.)</p> <p>교사 : 그 보고서는 교재의 저자들이 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 시범적으로 작성한 글이라고 합니다. 그런데 궁금하지 않아요? 정말 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 작성한 글이 맞을까요? 이것을 한 번 우리가 검증을 해봅시다. 지금부터 여러분이 검증자가 되어서, p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행의 안내들이 예시 보고서 작성에 반영되었는지를 분석해보는 것입니다. 그런데 이때 옵션이 있습니다. 여러분이 저자들의 편이 되어서 가급적 긍정적으로 반영된 점을 찾아내는 역할을 해보는 것입니다. 즉, '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분을 찾아내는 것이지요. 여러분들이 디펜스를 한다고 했음에도 '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분이 나오면 그 결과를 내가 반드시 저자들에게 전달하여 개선하도록 요구하겠습니다. 진행을 위해서 준비 작업을 하겠습니다. 각 모듈별로 모듈 대표와 부대표를 제외한 나머지 세 명의 학생들의 번호를 1, 2, 3 중에서 랜덤으로 정해주세요.</p> <p>학생들 : (모듈별로 교사의 안내에 따라 대표와 부대표를 제외한 나머지 세 명의 번호를 1, 2, 3 중에서 랜덤으로 정한다.)</p> <p>교사 : 다 정했지요? 이제 각 모듈에서 1번 학생은 탐구 주제 선정의 활동이 예시 보고서 작성에 어떻게 반영 혹은 도움이 되었다고 생각하는지를 중심으로 고민해보기 바랍니다. 마찬가지로 각 모듈의 2번 학생은 선행연구</p>	<p>○ 교사는 학생들이 집에서 읽어온 예시 보고서를 다시 한 번 빠르게 읽어보도록 안내하고, 교재 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행에 해당하는 내용들이 예시 보고서 작성에 어떻게 어느 부분에 반영되었을 지에 대하여 모듈별로 분석하고 그 결과를 기록으로 남기도록 안내한다.</p> <p>교사 : 지난 시간에 나누어 준 자료 중에 예시 보고서를 읽어오라고 했었는데 기억나세요? 지금 그 자료를 다시 한번 빠르게 보면서 읽었던 기억을 떠올리기 바랍니다.</p> <p>학생들 : (각자 예시 보고서를 다시 한 번 속독 한다.)</p> <p>교사 : 그 보고서는 교재의 저자들이 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 시범적으로 작성한 글이라고 합니다. 그런데 궁금하지 않아요? 정말 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행을 거쳐서 작성한 글이 맞을까요? 이것을 한 번 우리가 검증을 해봅시다. 지금부터 여러분이 검증자가 되어서, p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행의 안내들이 예시 보고서 작성에 반영되었는지를 분석해보는 것입니다. 그런데 이때 옵션이 있습니다. 여러분이 저자들의 편이 되어서 가급적 긍정적으로 반영된 점을 찾아내는 역할을 해보는 것입니다. 즉, '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분을 찾아내는 것이지요. 여러분들이 디펜스를 한다고 했음에도 '그럼에도 도저히 이 항목은 예시 보고서 작성에 어떻게 반영되었는지 모르겠다.'라는 부분이 나오면 그 결과를 내가 반드시 저자들에게 전달하여 개선하도록 요구하겠습니다. 진행을 위해서 준비 작업을 하겠습니다. 각 모듈별로 모듈 대표와 부대표를 제외한 나머지 세 명의 학생들의 번호를 1, 2, 3 중에서 랜덤으로 정해주세요.</p> <p>학생들 : (모듈별로 교사의 안내에 따라 대표와 부대표를 제외한 나머지 세 명의 번호를 1, 2, 3 중에서 랜덤으로 정한다.)</p> <p>교사 : 다 정했지요? 이제 각 모듈에서 1번 학생은 탐구 주제 선정의 활동이 예시 보고서 작성에 어떻게 반영 혹은 도움이 되었다고 생각하는지를 중심으로 고민해보기 바랍니다. 마찬가지로 각 모듈의 2번 학생은 선행연구</p>	25분	· 모듈학습

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
		<p>조사 및 검토에 대하여 그리고 각 모둠의 3번 학생은 탐구 주제 선정 및 탐구 수행의 활동들이 예시 보고서 작성에 어떻게 영향을 주었는지를 정당화해보기 바랍니다. 모둠 대표와 부대표는 모듬내의 역할 담당자들의 의견을 수렴해서 발표할 수 있도록 준비해주시기 바랍니다. 시간은 지금부터 20분을 드리도록 하겠습니다. 20분 뒤에 결과에 대하여 함께 대화해봅시다.</p> <p>학생들 : (모듬별로 각자 역할을 수행한 다음 대표와 부대표가 모듬 의견을 정리하여 발표 준비를 한다.)</p>			
		<p>교사 : 이제 함께 대화해봅시다. 탐구 주제 선정의 활동이 예시 보고서 작성에 어떻게 반영 혹은 도움이 되었다고 생각하나요?</p> <p>모듬1 대표 : 탐구 주제 선정하기를 보면 탐구하고 싶은 주제나 구체적인 탐구 문제 만들기 활동 등에 보면 제타함수의 그래프와 해석과 관련된 것들이 있어요. 그런 측면에서 볼 때 예시 보고서는 그러한 주제 정하기 활동이 반영되어 주제가 정해진 것으로 볼 수 있다고 생각해요.</p> <p>모듬2 대표 : 내용을 보면 2차원 그래프, 3차원 그래프, 4차원 그래프도 리만 제타함수의 그래프가 4차원 그래프라는 점을 고려할 때 관련이 있다고 생각해요.</p> <p>교사 : 좋습니다. 탐구 주제 선정 활동은 예시 보고서 작성에 적절하게 반영된 것으로 볼 수 있겠네요. 그러면 선행연구 조사 및 검토하기는 예시 보고서에 어떻게 반영이 되었나요? 이번에는 모듬 3 대표가 발표해 볼 수 있을까요?</p> <p>모듬3 대표 : 글썩요. 우리 모듬에서는 해당 활동에서 리만 제타함수나 복소수 관련 용어들을 찾아보고 조사한 것이 예시 보고서 작성에도 사용되니까 반영되었다고 볼 수는 있겠지만, 그런 활동들을 했다고 해서 예시 보고서 같은 글을 쓸 수 있을지에 대해서는 좀 어렵다고 판단했습니다.</p> <p>모듬4 대표 : 그렇게 볼 수도 있지만 그 활동 맨 마지막에 보면 탐구 계획서를 작성해보는 것이 있는데, 그곳에 제시된 활동들은 예시 보고서 작성에 중요한 역할을 했을 것 같아요. 그런 활동을 직접 해본 것은 아니어서 조심스럽습니다만 적힌대로 활동해서 진행한다고 하면 예시 보고서를 작성하는 것도 가능할 것으로 보입니다.</p> <p>교사 : 개인의 견해인가요? 아니면 모듬의 견해인가요?</p> <p>모듬4 대표 : 모듬 내에서 논의되었던 내용에 근거해서 발표한 것이기는 하지만 개인 의견입니다.</p> <p>교사 : 네. 지금처럼 개인 견해를 발표하는 것도 권장하고 싶습니다. 그렇다면 탐구 주제 선정하기와 탐구 수행하기는 예시 보고서 작성에 어떠한 영향을 주었다고 생각하나요?</p> <p>모듬4 대표 : 이 부분은 예시 보고서와 관련을 설명하기가 어려울 것 같습니다. 다만 예시 보고서 작성하기 전에 탐구 주제 선정하기와 탐구 수행하기 절차를 수행하는 것은 필요했을 것이라고 봅니다.</p> <p>교사 : 해당 절차가 필요했을 것이라는 것은 무슨 뜻인가요?</p> <p>모듬4 대표 : 해당 부분에는 조사한 내용을 비판적으로 바라보고 모듬 결정 내용을 합의하는 절차들이 있습니다. 이러한 절차는 조사한 사실들을 저자들 관점에서 구조화하고 개인의 의견들을 조율해서 모듬의 견해를 담아내는 역할을 해줄 것으로 보았습니다.</p> <p>교사 : 지금까지 여러분과 대화한 바에 따르면 p264~p267의 탐구 주제 선정, 선행연구 조사 및 검토, 탐구 주제 선정 및 탐구 수행하기는 예시 보고</p>		15분	

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
		<p>서 같은 글을 작성하는데 적절한 역할을 담당하고 있는 것으로 보아도 될까요?</p> <p>학생들 : (호응하는 반응을 보인다.)</p>			
발전	'수업 실행 단계'에 대한 직접 수행	<p>○ 교사는 학생들이 '수업 실행 단계'에 대한 간접 경험을 마무리한 시점에서 이번에는 학생들이 '수업 실행 단계'를 모둠별로 진행하고 그 결과를 정리하여 과제 개발서를 작성할 수 있도록 안내한다.</p> <p>○ 교사는 학생들이 모둠별로 작성한 과제 개발서는 SNS(수업용 밴드)에 모둠별로 업로드 하도록 안내하고, '수업 실행 단계'를 거친 활동결과물은 교사에게 제출하도록 안내한다.</p> <p>교사 : 지금까지 여러분은 예시 보고서를 작성하는데 '수업 실행 단계'의 각 절차들이 어떠한 역할을 했는지 확인해보았습니다. 그렇다면 이제는 여러분이 직접 '수업 실행 단계'의 절차를 진행하여 예시 보고서 같은 결과물도 산출할 수 있어보입니다. 다만, 이 시간에는 예시 보고서 같은 결과물 대신에 간단하게 1쪽 분량의 과제 개발서를 작성하는 것 까지 진행하려고 합니다. 시간은 35분 제공됩니다. 다만 35분이 종료되기까지 여러분들은 모둠별로 과제 개발서 1개를 작성해서, 작성한 결과물을 수업용 밴드에 모둠명을 밝힌다음 업로드해주시기 바랍니다. 그리고 모둠별 '수업 실행 단계'를 거친 활동 결과물은 교사에게 모둠 대표가 모둠 자료를 모아서 제출하기 바랍니다.</p> <p>학생들 : (모둠별로 수업 실행 단계를 직접 수행하여 모둠별 과제 개발서를 작성한 다음, 수업용 밴드에 작성한 과제 개발서를 업로드 하고 수업 실행 단계에 대한 활동 결과물도 모둠 대표가 수합 및 정리하여 교사에게 제출한다.)</p>		45분	• 모둠학습
정리	정리	<p>○ 교사는 학생들에게 수업용 밴드에 올라온 다른 모둠의 과제 개발서를 보고 의견을 댓글로 남기도록 안내하고, 각 모둠원들은 수시로 자신들의 과제 개발서에 달린 댓글을 확인하여 답글을 남기거나 어떻게 수정 반영할 것인지에 대한 견해를 남기도록 안내한다.</p> <p>교사 : 이제 수업용 밴드에 모든 모둠의 과제 개발서가 업로드 되었습니다. 사전에 안내된 바와 같이 지금부터는 다른 모둠의 과제 개발서를 보면서 의견들을 댓글로 남기기 바라며 모둠 구성원들은 수시로 자기 모둠의 과제 개발서에 달린 댓글들에 대한 답글 또는 수정 반영 의견을 남기기 바랍니다. 이 활동은 10분동안 진행되며 모든 기록은 남기면 임의로 지우는 일이 없도록 주의바랍니다.</p> <p>학생들 : (타 모둠 과제 개발서에 대한 피드백 제공 및 자신들의 모둠 과제 개발서에 대한 피드백 의견 반영에 대한 답글 남기는 활동을 진행한다.)</p>		10분	
	수업 마무리	○ 주변 정리 유도	○ 주변 정리 후 인사		