

주제기반 설계 모형에 따른 수학-정보 연계·융합 수업 자료 개발 연구

이 동 근 (잠일고등학교, 교사)

김 한 수 (잠일고등학교, 교사)

본 연구는 교과 간 연계·융합 수업자료 개발의 필요성이 높아지고 있음에도 고등학교에서 관련 수업 자료 개발 빈도가 적다는 선행연구의 연구 결과에 근거하여 수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료 개발 과정 및 결과물을 제시한 연구이다. 특히 본 연구는 동일한 교원학습공동체 프로그램에 참여한 6명의 교사들이 수학과 정보 교과 간 연계·융합 수업자료로서의 적합성과 현장 수업 적용 가능성이 높은 자료 개발을 목표로 논의한 과정들에 대한 정보를 담고 있다. 자료 개발 절차에 따라 주제기반 설계 모형을 적용하여 자료를 개발하였으며, 선행연구와 교원학습공동체 구성원의 합의 결과를 반영하여 100분 블록 수업 시간 동안 수학과 정보 과목의 교사가 함께 수업을 진행할 수 있는 수업 자료를 개발하였다. 개발한 자료는 사회적으로 이슈가 되었던 문제상황을 두 과목의 연결고리로 삼아 학생들이 수학적 모델링과 코딩을 통한 문제해결을 경험할 수 있는 자료이다. 개발된 자료는 '개발 자료를 현장에 적용하기에 타당한 자료인지 살펴보고 적용 실천성을 높이기 위하여' 현장 교사를 대상으로 CVR 검증을 통하여 검증을 하였으며, 그 결과를 반영하여 최종 개발된 수업 자료를 지도안 형태로 제시하였다. 또한 자료 개발 과정에서 개발자들의 경험한 시행착오와 고민도 함께 기술하여 현장 연구자들의 관련 연구 수행에 기초가 될 수 있는 정보를 제공하고자 하였다. 이러한 연구 결과는 수업자료 개발 모형이 실제 수업에 적용가능하지 탐색할 수 있는 실증적인 자료로서의 가치를 가지며, 이들 자료의 축적은 이론적인 수업 모형과 실제적인 현장 수업 사이의 선순환적인 관계 구축에 도움이 될 것으로 보인다.

I. 서론

본 연구는 수업자료 개발을 목적으로 동일한 교원학습공동체 프로그램에 참여한 교사들이 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발한 과정을 담고 있다. 특히 본 연구는 이동근, 권혜주(2022)에서 주제기반 설계 모형에 따른 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발하면서 제기한 후속 연구의 필요성에 따라 진행된 연구이다. 이동근, 권혜주(2022)는 초등학교와 중학교에 비하여 고등학교에서 연계·융합 수업자료 개발이 미비하다는 선행연구들에 근거하여 주제기반 설계 모형에 따른 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발하였다. 해당 연구의 연구자들은 학교 현장에서 융합 수업이 강조됨에 따라 교과 간 연계·융합 수업자료 개발이 필요하다고 하면서 그동안 상대적으로 수학과 과목과의 연계·융합 빈도가 적은 과목을 대상으로 연구를 수행하는 것이 현장의 요구에 부합하다고 보았다. 한편 이동근, 권혜주(2022)는 자신들이 개발한 자료에 대하여 '고등학교 현장의 학사 운영에 따른 현실적 제약을 고려하여 각 교과 수업 시간에 담당 과목 교사가 수업을 진행하는 것'으로 개발하였다고 하면서, 이 부분을 연구의 제한점으로 언급하기도 하였다. 특히 해당 연구에서는 개발 자료의 검증 과정에서 '학사 운영에 따른 현실적 제약이 있다고 하더라도, 연계·융합 수업은 동 시간에 연계·융합 자료를 이용하여 서로 다른 과목을 담당한 교사들이 함께 수업을 진행하는 것이 학생-학생 간, 학생-교사 간, 교사-교사 간에 적절할 것으로 보인다.'는 의견들이 제시되었음을 밝히면서 그러한 제한점을 개선한 후속 연구의 필요를 주장하였다. 이러한 점을 반영하여 본

* 접수일(2023년 8월 20일), 심사(수정)일(2023년 9월 14일), 게재확정일(2023년 9월 25일)

* MSC2000분류 : 97C30

* 주제어 : 교원학습공동체, 교과 간 연계·융합, 자료개발, 주제 기반, 코딩

연구에서는 초등학교와 중학교에 비하여 연계·융합 수업자료 개발 빈도가 적은 고등학교에서의 ‘수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료’ 개발에 관심을 가지게 되었으며, 특히 이동근, 권혜주(2022)에서 제기된 바에 따라 비록 학교 학사 운영상의 어려움이 있다하더라도 수학과 정보 교사가 함께 수업을 진행할 수 있는 수업자료를 개발하는 것에 주목하였다. 이는 2023 교원학습공동체의 구성원들과 사전에 공유된 것이었으며, 교원학습공동체 구성 역시 수학과 정보 교사(‘수학 및 정보 교원 자격증 복수 소지’ 교사와 ‘수학 교원 자격증 소지 및 컴퓨터 공학 복수 전공자’를 포함)로 하여 진행하였다.

한편 본 연구에서 수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료 개발을 하기로 한 것은 ‘수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료 개발 빈도가 적다는 것’ 외에도 다음과 같은 세 가지 이유를 고려한 결과이다. 첫째, 최근 사회, 학계 및 현장에서의 관심을 고려하였다. 4차 산업혁명이 이슈가 되면서 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능과 같은 정보 분야의 용어들이 대중화되었다. 이러한 변화에서 소프트웨어의 중요성이 부각됨에 따라 자연스럽게 학교에서 소프트웨어 교육에 대한 관심이 높아졌고, 2015 개정 교육과정의 주요 개정 내용으로 소프트웨어 교육을 강화하는 내용이 포함되었으며 중학교에서 정보 과목이 필수 과목으로 편성되었다(이태욱 외, 2020).

둘째, 교원학습공동체 구성원들의 ‘수학과 정보 과목에서 공통적으로 관심을 갖는 영역이 존재한다는 일차된 견해’를 고려하였다. 사전에 구성원들은 주제기반 설계 모형에 따라 복수 과목에서의 공통 관심 요소를 연결고리로 자료 개발을 하기로 합의하였다. 따라서 구성원들이 수학과 정보 과목의 공통 영역이 존재한다고 보는 견해는 자료 개발에 대한 중요한 동기부여가 되었다. 교원학습공동체 구성원들이 고려한 두 과목의 공통 관심 영역을 주제어로 표현해보면, ‘계산적 사고, 문제해결, 수학적 모델링, 코딩’ 등으로 표현할 수 있다.

셋째, 선행연구들에서도 계산적사고, 문제해결, 수학적 모델링, 코딩이 수학과 정보과목의 공통 관심사가 될 수 있음을 언급하고 있다는 점을 고려하였다. 계산적 사고(Computational Thinking, 이하 CT)를 처음 도입한 Wing(2006)은 초반에는 ‘컴퓨터 과학자처럼 사고하는 것’으로 CT라는 용어를 도입하였지만, 이후 Wing(2017)에서는 “컴퓨터가 효과적으로 수행할 수 있는 방식으로 문제를 공식화하고 해법을 표현하는 것과 관련된 사고 과정”이라 하였다. 그런데 CT와 수학적 사고에는 상호 공통의 관심사가 존재한다는 연구들이 있다. diSessa(2018)는 CT와 수학적 사고 모두 문제해결에 관심을 가지고 있다고 하였으며, Sneider, Stephenson, Schefer, Flick(2014)는 문제해결, 모델링, 데이터 분석과 해석, 확률과 통계에 대한 지식이 CT와 수학적 사고에 공통적으로 포함된다고 하였다. 특히 문제해결은 2015 개정 교육과정에서 뿐만 아니라 2022 개정 교육과정에서도 강조되는 역량인 만큼, 본 연구의 연구자들은 수학과 정보 수업자료 개발에 있어 주요한 연결고리가 될 수 있을 것으로 보았다. 한편 수학과 타과목과의 융합 수업자료를 개발함에 있어 코딩교육과의 연계 필요성을 논한 연구도 있다. 신기철, 서보역(2019)은 이전의 코딩교육이 로고, 베이직, C언어 등을 활용하여 프로그램을 이용한 문제해결능력 신장에 초점을 두었다면, 앞으로는 단순한 문제해결력 신장을 위한 도구로서의 코딩교육을 넘어서는 것이 필요하다고 하였다. 신기철, 서보역(2019)은 수학과 타교과 특히 정보 교과와 융합하는 과정에서 특정 개념을 추상화하여 수학을 학습하는 도구로서의 코딩교육 및 수학적 모델링을 통해 정보 교과의 현안을 해결하는 도구로서의 코딩교육의 필요성을 주장하였다.

이상의 논의에 따라, 본 연구팀은 정보 분야에 대한 사회적 관심과 선행연구 등에서 강조하는 수학적 모델링과 코딩을 도입한 교육의 필요성 및 이에 동의하는 현장 교사들의 경험적 견해를 반영하여, 수학과 정보 교과와의 연계·융합 수업자료를 개발하기로 하였다. 이를 연구문제로 표현하면 다음과 같다.

■ 주제기반 설계 모형에 따른 수학-정보 연계·융합 수업자료는 어떠한 과정을 거쳐 개발할 수 있을까?

■ 주제기반 설계 모형에 따른 수학-정보 연계·융합 수업자료의 실체는 어떠한가?

이러한 연구문제를 통하여 본 연구에서는 이동근, 권혜주(2022)의 연구와 마찬가지로 수학과 정보 교과에서 주제기반 설계 모형에 따라 두 교과의 공통의 연결고리를 생성하는 과정 및 자료개발 과정에 대한 정보를 제시하고자 한다. 또한 본 연구는 수학적 모델링과 코딩을 적용한 연계·융합 수업자료 개발을 목표로 한다. 특히 수

학 교사와 정보 교사가 함께 진행할 수 있는 연계·융합 수업자료를 개발하는 것을 목표로 하며, 단순히 개발한 자료를 제안하는 것으로 그치지 않고, 자료 개발 과정에서의 절차와 그 과정에서의 시행착오 및 고민들을 함께 기술하여 실천적이고 공유 가능한 자료개발 연구로서의 가치를 높이하고자 한다.

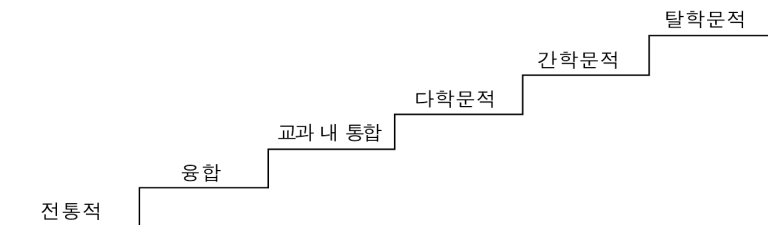
II. 연구의 배경

1. 이론적 배경

가. 주제기반 설계 모형

주제기반 설계 모형은 권점례 외(2017)에서 제시한 교과 간 연계·융합 교육 절차 모형 중 하나이다. 권점례 외(2017)는 연계·융합 교육 절차 모형으로 교육과정 기반 설계 모형과 주제기반 설계 모형을 제시하였는데, 주제기반 설계 모형은 교과를 엄밀하게 구분하기는 하지만 해당 교과들과 관련이 있는 주제나 이슈를 중심으로 교과를 연결하는 방법이다. 이동근, 권혜주(2022)는 서로 다른 두 과목의 연결고리를 찾는 과정에서 어려움을 겪었다고 기술하면서, 서로 다른 교과의 연결고리를 찾아낼 수 있는지의 여부가 연계·융합 수업자료 개발에 있어 중요한 문제임을 드러내었다. 본 연구는 논의의 출발점 단계에서부터 수학적 모델링 적용을 고려하였기 때문에 사회적 이슈에서 수업자료 개발을 시작할 필요가 있었고, 또 그러한 이슈가 연계·융합 대상이 되는 과목들의 공통 이슈가 될 것으로 보았기 때문에, 연구자들은 자연스럽게 주제기반 설계 모형에 대한 이해가 필요하다고 생각하였다.

권점례 외(2017)의 연구에서의 연계·융합은 통합 개념에서 시작하므로, Drake(2012)의 학문 간 통합의 정도에 따른 위계를 살펴볼 필요가 있다. Drake(2012)는 [그림]과 같이 통합의 위계를 6가지 계단 형태의 도식으로 제시하였다.



[그림 II-1] Drake(2012)가 제시한 통합의 위계 도식

이 중에서 주제기반 설계 모형과 관련된 부분은 ‘다학문적’과 ‘탈학문적’이다. Drake(2012)의 학문 간 통합 위계에서 ‘다학문적’이라는 것은 교과를 엄밀하게 구분하기는 하나 해당 교과들과 관련이 있는 주제나 이슈를 중심으로 교과를 연결하는 방법을 뜻한다. Drake(2012)가 제시한 다학문적 접근한 예를 살펴보면, 주제/이슈를 가운데 두고 예술, 영어, 수학, 디자인/공학이라는 교과를 그대로 유지한 채 주제/이슈에서 각각의 교과를 연결하는 것으로 제시하고 있다. 그렇지만 관련된 교과 내용은 여전히 기존의 교과 범주에 속하고, 평가도 해당 교과의 범주에서 일어난다.

한편 Drake(2012)에서의 ‘탈학문적’이라는 것은 교과나 교과 공통의 개념이나 기능이 아닌 실생활 상황에서 시작하는 것으로 이전의 접근들과는 달리 교과가 드러나지 않는다. 다만 권점례 외(2017)는 이에 대하여 탈학문적 접근은 교과를 배제한다는 것을 나타내는 것이 아니라 오히려 교과가 실생활 상황에 녹아들어 융합되었음을

나타낸다고 하였다. 해당 연구에서 연구자들은 주제 기반 설계 모형이 융합 교육을 실시하는 교사나 학교에서 많이 사용하는 모형이라고 하면서, 이 모형에 따라 개발된 융합 교육 프로그램은 간학문적 접근의 성격외에도 다학문적이거나 탈학문적일 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 교과를 구분하기는 하지만 사회적 이슈가 되는 문제를 연결고리로 하여 수학적 모델링을 적용하는 수업자료를 개발하는 것에 관심이 있으므로, 주제기반 설계 모형으로 수업자료를 개발하는 것이 타당하다고 보았다. [그림 II-2]는 권점례 외(2017)에서 제시한 주제기반 설계 모형 도식을 재구성하여 나타낸 그림이다.

단계	주요 내용
[1단계] 주제 선정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 융합·연계 교육을 위한 주제를 선정하는 단계 ○ 교육과정과 직접적인 연관이 있는 주제보다는 실생활 맥락, 사회의 이슈나 쟁점, 학생들의 관심사 등을 고려하여 선정 ○ 주제 선정 시 동료 교사와 협업을 하고, 필요시 학생을 참여시킬 수도 있음
[2단계] 교육과정 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1단계에서 선정한 주제와 관련된 교육과정을 분석하는 단계 ○ 교육과정의 성취기준을 분석하여 선정한 주제와 관련 있는 성취기준을 추출하고, 유목화 함
[3단계] 주제망 작성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주제를 중심으로 각 교과에서 선정한 교과 내용을 맵핑 ○ 주제망의 중심에 선정된 주제를 기록하고, 중심에서 뻗어나간 원에는 선정된 주제와 관련된 교과명, 성취기준이나 교과 내용 등을 기록
[4단계] 내용 선정 및 조직	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설정된 주제의 교육 목표나 의의를 설정하고, 목표 달성을 위한 내용을 선정하고 조직
[5단계] 세부 수업 활동 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구체적인 세부 수업 활동 계획 수립 ○ 세부 수업 내용, 학습 집단 구성, 교수·학습 활동(방법), 교수·학습자료, 수업 시간 계획 등을 고려한 차시별 수업 계획 수립
[6단계] 평가 계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연계·융합 수업 활동에 대한 평가 계획 ○ 수업 목표, 성취기준, 차시별 활동과 내용 등을 고려하여 지필평가, 수행평가 등 학습자의 성취 정도를 평가할 수 있는 다양한 평가 방법 계획

[그림 II-2] 권점례 외(2017)에서 제시한 주제 기반 설계 모형 도식을 재구성한 그림

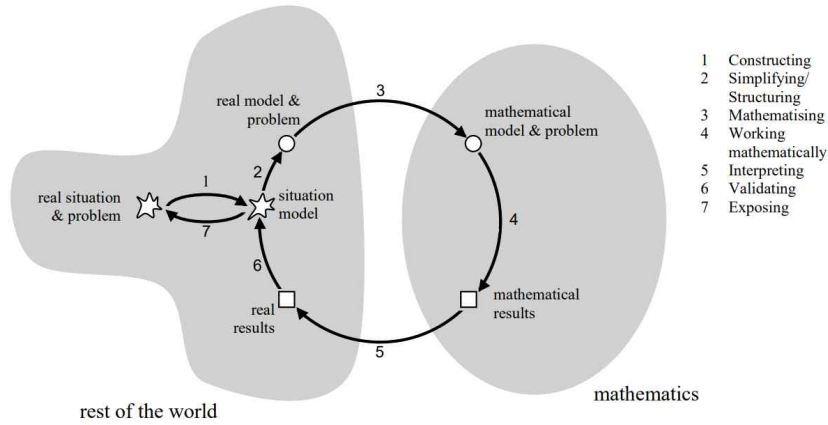
나. 수학적 모델링

Blum, Niss(1991)는 수학적 모델링이란 실세계 문제 상황을 수학적으로 표현하고 수학적 모델을 활용해서 실세계 상황을 설명하는 과정으로 보았다. 국내외 학자들은 공통적으로 수학적 모델링의 과정을 몇 개의 단계를 순환하는 것을 반복하는 것으로 설명하고 있다.

예를 들어 Blum, Ferri(2009)는 수학적 모델링 과정을

1) 상황모델 구성하기(Constructing)-2) 실제 모델로 단순화하기 및 구조화하기(Simplifying/Structuring)-3) 수학적 모델링(Mathematising)-4) 수학적으로 해결하기(Working mathematically)-5) 해석하기(Interpreting)-6) 타당

화하기(Validating)-7) 보고하기(Exposing)으로 설명하였으며, 이 과정에서 2)~5)의 단계를 순환 및 반복적으로 거치는 것으로 설명하였다. [그림 II-3]은 Blum, Ferri(2009)에서 제시한 수학적 모델링 과정을 그림으로 나타낸 것이다.



[그림 II-3] Blum, Ferri(2009)에서 제시한 수학적 모델링 과정

국내에서 고상숙 외(2020)는 Blum, Ferri(2009)의 수학적 모델링 과정을 토대로 실세계와 수학세계라는 두 영역에서 ‘단순화하기, 수학화하기, 수학적으로 해결하기, 해석하기, 타당화하기’의 과정이 순환 및 반복적으로 거치는 모형을 제시하였다. 특히, 고상숙 외(2020)에서 반복 및 순환 구조는 실제 미래형 교과서 개발에 적용될 때, 1차적으로 학생이 수학적 모델링 과정을 거친 후 2차적으로 교사와 함께 수정된 수학적 모델링의 과정을 거치는 것으로 구현되었다. 고상숙 외(2020)는 1차 순환 과정을 초기 수학적 모델링이라 하였고, 2차 순환 과정을 정교화된 수학적 모델링이라 하였으며, 2차 순환 과정은 ‘수학화 하기’ 단계에서 시작하여 순환하는 것을 경험하는 과정이라 하였다. [그림 II-4]는 고상숙 외(2020)에서 제시한 수학적 모델링 과정에 기반하여 미래형 수학교과서의 교재 구성 모형에서의 흐름을 연구자들이 재구성하여 제시한 것이다. 이때 화살표(검정색)은 초기 수학적 모델링과정이며, 또 다른 화살표(파란색)은 정교화된 수학적 모델링을 뜻한다. 순환 과정이라 표현한 것은 정교화된 수학적 모델링에서 타당화하기 이후에 학생들은 다시금 수학화하기로 돌아가서 정교화된 수학적 모델링을 반복 수행하기 때문이다.

초기 수학적 모델링	정교화된 수학적 모델링	단계별 발문
단순화하기		주어진 상황에서 핵심 요인을 찾아 우리가 구하고자 하는 문제를 단순화해보기
수학화하기	수학화하기	단순화하기 단계에서 단순화한 문제를 수학적으로 표현(도표, 그래프, 그림, 수식 등) 해보기
수학적으로 해결하기	수학적으로 해결하기	수학화하기 단계의 내용을 수학적으로 해결해보기
해석하기	해석하기	수학적으로 해결하기 단계에서의 결과를 문제 상황에 적용하기
타당화하기	타당화하기	해결 방법이 적절한지 논의하기

[그림 II-4] 고상숙 외(2020)에서 제시한 미래형 수학교과서의 교재 구성 모형

수학적 모델링과 관련된 선행연구들을 살펴본 결과, 본 연구에서 수학적 모델링을 반영한 수업자료 개발을 진행한다고 하였을 때, 두 가지 시사점을 얻을 수 있었다. 우선 실제 수업 적용까지를 목표로 자료개발을 진행하고 있는 입장에서 볼 때, 고상숙 외(2020)의 연구에 기반하여 개발된 미래형 수학 교과서 모형의 학생 활동지는 본 연구에서 직접적으로 이용할 수 있는 도구로 보였다. 다음으로 수학적 모델링의 시작이 실생활 모델의 상황적 모델로의 전환에서 출발한다는 점에서, 자료 개발 시 콘텐츠는 실생활에서 이슈가 되었거나 관심을 끌었던 내용을 담고 있는 것으로 구성할 필요가 있다는 점이다. 결과적으로 본 연구에서 연구자들은 이러한 점을 고려하여 수학적 모델링을 적용할 수 있는 실생활 소재를 탐색하였으며, 수업 구성 역시 고상숙 외(2020)에서 제시한 수학적 모델링 과정을 따라 진행하는 것으로 개발하였다.

2. 연구 방법 및 절차

가. 연구참여자

본 연구의 참여자는 개발팀, 자문팀, 검증팀의 세 그룹으로 살펴볼 수 있다. 이때 개발팀과 자문팀은 수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료 개발을 목표로 모인 교원학습공동체이고 검증팀은 수학 또는 정보 과목 현장 교사들로 섭외된 그룹이었다. 개발팀은 직접적으로 수업 자료 개발을 담당한 교사들이며 서울 소재 동일교 소속의 교사 2인(수학교사 1인, 정보교사 1인)으로 구성되었다. 수학교사는 교직경력 20년 이상의 박사학위 소지자로서 교과서 개발 경험 및 연계·융합 자료 개발 경험을 가지고 있었으며, 정보교사는 소속교에 초임 발령 받은 교사였다. 자문팀은 수학과 정보 교사 자격을 소지한 교사 1인과 수학교육과 컴퓨터공학을 전공한 수석교사 1인 및 2015 개정 교육과정의 수학 교과서 개발 경험을 소지한 수학교사 1인의 총 세명이었다. 마지막으로 검증팀은 수학교사 3인, 정보교사 3인, 수학과 정보교사 복수 자격소지 교사 4인으로 구성된 그룹이었다. <표 II-1>은 본 연구에 참여한 인원 에 대한 정보를 제시한 것이다.

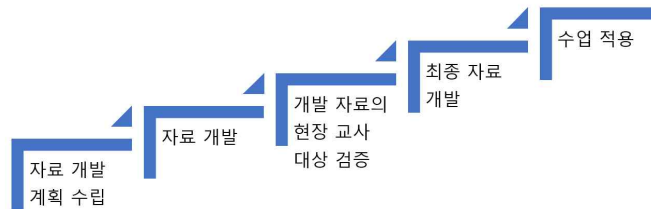
<표 II-1> 연구에 참여한 참여자와 현장 검증단에 대한 정보

역할	소속	교원자격 소지과목	최종학위 (교육경력)	역할	소속	교원자격 소지과목	최종학위 (교육경력)
개발자 (연구책임)	잠OO	수학+과학	박사(20년 이상)	현장 검증	용OO	수학	학사(20년 이상)
개발자	잠OO	정보	학사(5년 미만)		청OO	수학+윤리	석사(20년 이상)
자문	무OOO	수학+정보	석사(20년 이상)		대OO	수학+윤리	석사(20년 이상)
자문	무OOO	수학	석사(20년 이상)		강OOO	수학+정보	석사(20년 이상)
자문	덕OO	수학+정보	석사(20년 이상)		매OOOO	수학+정보	학사(20년 이상)
자문	대OO	수학+윤리	석사(20년 이상)		충OO	수학+정보	석사(20년 이상)
					문OO	수학+정보	석사(20년 이상)
					복OOO	정보+수학	박사(20년 이상)
					진OOOO	정보	석사(5년 미만)
					매OOOO	정보	학사(20년 이상)
				매OOOO	정보	석사(20년 이상)	

나. 연구 방법

본 연구에서의 연구 방법은 ‘개발 자료의 실현 가능성을 고려하여 연계·융합 수업 자료 개발을 시도한 이동근, 권혜주(2022)에서의 연구 방법’에 따라 진행하였다. 이동근, 권혜주(2022)는 현장에서 공유 가능성과 실천성을 높이기 위한 수학-윤리 연계·융합 수업 자료를 개발하면서 자료 개발 계획 수립, 자료 개발, 개발 자료의 검증,

검증 의견을 반영한 최종 자료 개발, 수업 적용과 같은 다섯 가지 단계를 따라 자료를 개발하였다. [그림 II-5]는 이동근, 권혜주(2022)에서 제시한 자료 개발 과정에 대한 도식이다.



[그림 II-5] 연구 방법 도식

본 연구에서는 이와 같은 다섯 단계 중에서 수업 적용 전까지의 네 개의 단계를 따라 자료를 개발하였다. 특히 본 연구에서는 자료 개발 이후 소속교의 ‘융합 자료 개발 동아리’ 학생 4명을 대상으로 파일럿 스터디(개발 자료의 지도안에 따른 수업 시행)를 실시하였으며, 해당 수업 이후 참관 교사와 자문팀의 피드백을 거쳐 개발 자료를 수정하였다. 연구팀은 이렇게 수정 개발한 자료를 가지고 개발 자료의 검증을 실시하였다. 한편 연구 방법으로 제시한 네 개의 단계 중 ‘자료 개발’에서는 권점례 외(2017)에서 제시한 교과 간 연계·융합에서의 주제기반 수업 자료 개발 모형과 고상숙 외(2019)에서의 이중 순환 수학적 모델링을 적용하여 자료를 개발하였다.

다. 연구 절차

본 절에서는 자료 개발을 위해 개발팀과 자문팀이 실시한 여덟 번의 회의 내용에 근거하여 앞서 소개한 연구 방법의 각 단계에 대한 세부 내용을 중심으로 기술할 것이다. 이때 각 단계에 따라 개발된 결과물에 대한 소개는 III장 연구결과 및 논의 장에서 다룰 것이다.

1) 자료 개발 계획 수립 단계

자료 개발 계획 수립 단계에서는 총 네 번의 협의회가 이루어졌다. 1차 협의회에서는 개발팀과 자문팀이 함께 수학과 정보 과목의 교과 간 연결 고리 생성을 어떻게 할 것인지를 중점적으로 논의하였다. 이때 수학과 정보 과목 교과서에서 공통으로 다루는 소재나 교육과정 상의 공통 성취기준 또는 두 과목에서 공통으로 관련된 역사적 인물 등을 연결 소재로 다루는 것을 포함하여 다양한 논의가 이루어졌다. 이 과정에서 수학과 정보 과목 모두에서 ‘문제해결’이라는 용어를 사용하고 있음을 확인하였으며, 이에 연구팀은 선행연구와 2015 개정 교육과정 및 2022 개정 교육과정에 대한 검토를 통하여 두 과목에서의 문제해결이 과목 간 연결고리 역할을 할 수 있는지 점검하는 시간을 가졌다. 이때 협의의 진행은 수학 과목을 담당한 개발자와 정보 과목을 담당한 개발자가 각 과목에서의 문제해결에 대하여 조사한 다음 개발팀과 자문팀이 다시 함께 모여서 논의하는 방식으로 운영되었다. 수학 과목에서의 문제해결을 조사한 결과에 따르면, 최인영, 방정숙(2018)에서 언급된 바와 같이 문제해결이 제4차 교육과정 이후 꾸준히 강조되었으며 2009 개정 교육과정에서는 ‘수학적 과정’으로 강조되다가, 2015 개정 교육과정에서는 6가지 역량 중 하나로 여전히 중요하게 다루어졌다는 것을 확인할 수 있었다. 황혜정(2018)도 2009 개정 수학과 교육과정에서 문제해결, 추론, 의사소통의 세 가지 ‘수학적 과정’을 명시하였고, 2015 개정 수학과 교육과정에는 여기에 창의융합, 정보치리, 태도 및 실천이라는 세 가지 요소를 추가하여 총 6가지의 수학교과역량을 제시하였다는 점에 비추어볼 때, 교육과정에서 문제해결이 꾸준히 주목받아왔음을 확인할 수 있다고 하였다. 또한 2022 개정 교육과정에서는 고등학교 수학의 과목별 교육과정의 목표를 언급하면서 세부 목표로 문

제해결, 추론, 의사소통, 연결, 정보처리라는 5가지 역량을 제시하였는데, 이는 문제해결 역량에 대한 관심이 앞으로도 지속될 것임을 보여준다. 한편 최인영, 방정숙(2018)은 2015 개정 교육과정에서 수학교과역량으로서의 문제해결 역량을 함양하기 위한 방법으로 협력적 문제해결과 수학적 모델링을 새롭게 제하였다고 하였는데, 이는 문제해결과 수학적 모델링을 엮어서 제시하였다는 점에서 본 연구에 의미있는 시사점을 제시해주었다.

한편 연구자들이 소속된 학교의 2015 개정 수학과 교육과정에서 개설된 수학과 5개 과목(수학, 수학 I, 수학 II, 미적분, 확률과통계, 기하)과 이에 대응되는 2022 개정 수학과 교육과정에서의 개설 예정 과목은, 각각 공통수학1,2와 대수, 미적분 I, 미적분 II, 확률과통계, 기하이다. 이때 2022 개정 수학과 교육과정에서의 해당 과목들에 대한 성취기준 중에서 '문제해결'을 포함한 성취기준들을 살펴보면, '~에 대한 문제를 해결할 수 있다.', '~를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.', '~와 관련된 문제를 해결할 수 있다.', '~실생활과 연결하여 문제를 해결할 수 있다.', '~실생활 문제를 해결할 수 있다.' 등으로 표현된 것을 확인할 수 있다. 이에 연구자들은 수학적 모델링과 코딩을 적용하여 문제를 해결할 수 있는 실생활 문제가 두 과목의 주요한 연결고리가 될 수 있다고 보았다.

정보 과목에서 문제해결에 대하여 연구자들은 이태욱 외(2020)에서 언급한 것에 주목하였다. 이태욱 외(2020)에서 언급한 바에 따르면, 초중등학교 정보통신기술(ICT) 교육 운영 지침에서의 정보통신기술 활용의 강조는 특정 교과를 통해 정보 소양을 함양하기보다 일상생활의 문제해결 과정에서 ICT를 효과적으로 활용할 수 있도록 모든 교과에서 자연스럽게 학생들의 정보 소양을 함양시키는데 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 또한 이태욱 외(2020)는 제7차 교육과정 이후부터 정보 교과의 목표는 실생활의 여러 문제를 창의적, 합리적으로 해결하는 능력을 신장하고자 하는 것이라고 하면서, 이와 관련된 개념을 2009 개정 교육과정에서는 '계산적 사고력'으로 명시하다가, 2015 개정 교육과정부터 '컴퓨팅 사고력'으로 표현하고 있다고 하였다. 특히 2015 개정 교육과정에서 정보 교과 역량에는 컴퓨팅 사고력과 협력적 문제해결력, 2022 개정 교육과정에서는 컴퓨팅 사고력과 인공지능 소양 중 인공지능 문제해결력을 포함하며 정보 교과를 통해 학생들이 함양해야 할 역량으로 문제해결 능력이 필수 요소로 자리잡아 가고 있음을 확인할 수 있었다.

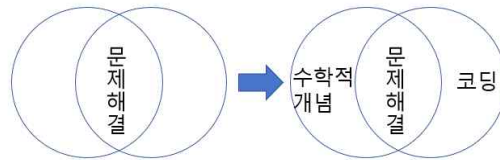
한편 수학 과목에서 살펴본 바와 같이 정보 과목에서도 2022 개정 정보과 교육과정에서의 성취기준을 살펴보면 문제해결과 관련된 성취기준들을 확인할 수 있다. 2022 개정 정보과 교육과정에서 개설 예정 과목(정보, 인공지능 기초, 데이터 과학, 소프트웨어와 생활)에 대한 성취기준 중에서 '문제해결'을 포함한 성취기준들을 살펴보면, '문제해결 목적에 맞는~', '문제해결에 적합한~', '~융합적으로 문제를 해결한다.', '문제해결을 위한~', '문제를 해결하는 ~', '~문제해결 프로그램을 작성한다.', '~문제를 해결하는 프로그램을 작성한다.', '다양한 학문 분야의 문제해결을 위해~', '문제해결에 필요한~', '협력적인 문제해결 자세를 바탕으로~', 등으로 표현한 것이 확인되었다.

이처럼 각 과목 별로 문제해결에 대하여 조사한 다음 연구팀은 문제해결이 과목 간 연결고리가 될 수 있는지에 대하여 고민하였다. 그 결과 선행연구들에 근거하여 수학 교과에서의 문제해결과 정보 교과에서의 문제해결의 공통점을 찾아볼 수 있었다. 정웅열(2018)은 일반적인 Polya의 수학적 사고 방법 중 문제해결 4단계(문제 이해하기 - 문제해결방법 설계하기 - 문제해결방법 수행하기 - 문제해결결과 평가하기)의 세부 전략에 컴퓨팅 사고의 요소가 포함되어 있다고 하였다. 이에 대하여 정웅열(2018)은 예로 '문제해결방법 설계하기' 단계는 '문제 구조화하기'와 '알고리즘 설계하기'로 구성되고, '문제 구조화하기'의 세부 요소에는 '문제 분해', '핵심요소 추출' 등의 추상화 기법이 포함되어 있다고 하였다. 한편 남윤경(2019)은 문제해결 측면의 컴퓨팅 사고 구성 요소 중 디버깅을 대상으로 수학교육과의 연계성을 언급하였다. 남윤경(2019)은 디버깅이 넓은 의미에서 문제해결의 전체 과정이 과연 옳았는지, 문제의 선정방향이 제대로인지, 문제가 제대로 해결되었는지 등 사고적 측면에서 전체를 점검하고 수정하는 과정이라는 면에서 수학의 반성적 사고와 비슷한 면이 존재한다고 하였다. 또한 문제를 해결하기 위해 다양한 변수를 다루고 그들의 관계를 여러 가지 방법으로 나타내고, 자료를 통계적이고 논리적으로 분석한다는 점에서 수학적 사고와 유사하다고 하였다.

이상의 내용에서 연구팀은 문제해결이 수학과 정보 과목의 현 2015 개정 교육과정과 2022 개정 교육과정에서

여전히 중요하게 다루어지고 있음을 확인하였으며, 선행연구 등에서 과목 간 연결고리가 될 수 있을 것으로 보았다. 이에 연구팀은 최종적으로 수학과 정보 과목 모두 ‘문제해결’에 관심을 두고 있다는 것에 주목하여 ‘문제해결’을 연결 고리로 자료 개발을 시도하기로 합의하였다. 1차 협의회에서는 이 외에도 수업 대상과 소재 및 교육 과정 상의 성취기준 등에 대한 논의가 이루어졌지만, 세부적인 것은 2차협의회에서 논의하기로 하였다.

2차 협의회는 개발팀(수학교사, 정보교사) 자체 회의로 이루어졌다. 개발자들은 1차 협의회에 근거하여 연결고리에 대한 구체화 및 수업 대상과 수업 형태에 대하여 논의하였다. 개발자들은 연결고리를 ‘문제해결’로 합의하였기 때문에 두 과목에서 공통으로 다룰 수 있는 문제를 찾기 위하여 고민하였다. 이 과정에서 수학교사가 교집합에 문제해결을 적은 다이어그램을 제시하였고, 한 쪽에 ‘수학적 개념’을 적자 정보교사가 다른 쪽에 ‘코딩’이라는 의견을 제시하였다. [그림 II-6]은 다이어그램을 제시하였던 것을 재구성한 것이다.



[그림 II-6] 다이어그램을 이용한 연결고리 생성과정을 나타낸 그림

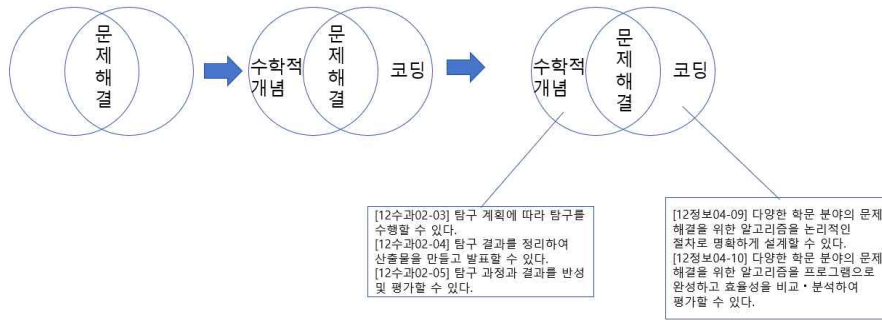
이동근, 권혜주(2022)에서 연계·융합 수업자료 개발 시 두 과목 간의 연결고리 생성에서 어려움을 겪다가 다이어그램을 이용하여 인물을 연결고리로 합의하는 과정이 소개되었는데, 본 연구에서도 두 과목간 연결고리 생성에 다이어그램을 이용하는 것이 도움이 되었다. 개발자들은 ‘수학 개념과 코딩을 통하여 해결할 수 있는 문제’를 찾기로 한 기존 합의가 교육과정 상의 성취기준에도 적합하다고 보았다. 다만, 2015 개정 교육과정에서 개발된 수학 교과서와 정보 교과서에서 공통으로 사용된 문제 상황을 발견하지는 못하였다. 어느 한 과목에서의 소재를 다른 과목에서 다루는 것에는 서로 상대 과목에 대한 이해의 어려움으로 인하여 소재 채택까지로 이어지지 못하는 못하였다.

3차 협의회는 개발팀과 자문팀 교사 1명이 함께 논의를 진행하였으며, 주된 협의 내용은 연결고리에 해당하는 문제를 무엇으로 할 것인지에 대한 것이었다. 2차 협의회에서의 어려움에 대하여 자문팀 교사는 두 과목 밖에서 새로운 소재를 찾아보는 것을 제안하였고, 이 의견에 대하여 개발팀의 논의를 통하여 사회적으로 이슈가 된 문제 상황을 연결고리로 삼아 자료 개발을 시도하는 것으로 합의하였다. 이는 사회적으로 이슈가 된 문제 상황이라는 것 자체가 두 과목에서 문제를 해결해야 할 공통의 필요를 만족하고, 개발자 간 소재 적절성에 대한 의사소통 진행을 원만하게 해줄 것으로 기대하였기 때문이다. 개발자 간 소재 합의 과정에서 ‘탐색한 소재가 수학적으로 해결 가능한지 그리고 코딩으로 구현하여 문제를 해결할 수 있는지를 확인하는 것’으로 진행하게 되면서 그러한 소재가 상대 교과 입장에서도 타당한지를 논의할 때 보다 더 협조적인 상태에서 의사소통을 진행할 수 있었다.

4차 협의회는 개발자 1인(수학교사)과 자문팀 간의 협의로 진행되었으며, 이 과정에서 사회적으로 이슈가 된 문제 상황 중에서 데이터에 근거하여 수학적 모델링을 수립하고 이를 코딩을 통하여 해결할 수 있는 문제 상황을 찾는 것으로 의견이 제시되었다. 이는 3차 협의회에서 개발자들이 논의한 ‘탐색한 소재가 수학적으로 해결 가능한지 그리고 코딩으로 구현하여 문제를 해결할 수 있는지를 확인하는 것’과도 이어지면서 문제해결을 연결고리로 수학과 정보 과목이 연결되는 것에도 적절한 것으로 보였다. 이에 개발자들은 제시된 의견을 중심으로 ‘데이터에 근거하여 수학적 모델링을 수립하고 코딩으로 문제를 해결할 수 있는 사회적으로 이슈가 되었던 문제’를

조사하기로 하였다.

이처럼 자료 개발 계획 수립 단계에서는 개발팀과 자문팀이 협의를 거쳐 연결고리를 찾아가는 과정에 주된 목표를 두고 협의가 진행되었다. 이러한 연결고리가 결과적으로 수업의 주제가 될 수 있다는 점과 탐색 과정에서 개발자들이 상대 과목의 교육과정 상의 성취기준 내용을 공유하였다는 점을 고려하면, 개발팀과 자문팀이 권점례 외(2017)에서 제시한 주제기반 설계 모형의 1단계(주제 선정)와 2단계(교육과정 분석) 및 3단계(주제망 작성)에 해당하는 작업을 진행한 것으로 볼 수 있다. [그림 II-7]은 개발교사들이 다이어그램을 이용하여 교육과정 상의 성취기준을 구성한 결과물을 그림으로 재구성한 것이다.



[그림 II-7] 다이어그램을 이용한 연결고리 생성과정에서 개발자들이 성취기준을 구성한 그림

2) 자료 개발 단계

전효선 외(2005, 진의남, 2009에서 재인용)에서는 교수학습자료의 유형을 분류하면서 활용주체를 기준으로 분류하였을 때 교사용 자료로서 수업 지도안과 참고자료가 이에 해당한다고 하였다. 이에따라 연구자들은 본 연구에서 현장에서 교사의 활용 가능성이 높은 수업자료 개발에 있다는 점을 고려하여, 수업자료 개발 결과물을 수업 지도안 형태로 제시하기로 하였으며, 이러한 수업 지도안의 개괄적 이해에 도움이 될 수 있는 단원 설계서도 결과물로 제시하기로 하였다. 4차 협의회 이후 개발자들은 5차, 6차, 7차 협의회를 진행하면서 ‘성별 이용빈도를 고려한 공중 화장실에서의 좌변기 분배 문제’를 소재로 수업 주제와 평가 기준을 구체화하였다. 또한 실제 수업 적용을 위한 수업 지도안 작성과 수업 실천 계획을 수립하였다. 이는 권점례 외(2017)에서 제시한 주제기반 설계 모형의 4단계(내용 선정 및 조직), 5단계(세부수업 활동계획), 6단계(평가 계획)의 과정을 거친 것으로 볼 수 있다. 각 협의회별로 논의된 바를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

5차 협의회에서는 개발팀에서 선행연구들을 집중 분석하면서 인터넷 검색을 통하여 사회적으로 이슈가 된 소재들을 조사하였다. 또한 이렇게 조사된 목록들을 가지고 개발팀 자체 점검을 통하여 교육과정 내에서 수학적 모델링과 코딩을 이용한 문제해결이 가능한지 점검하는 과정을 거쳤다.

6차 협의회에서는 개발팀과 자문팀의 협의를 거쳐 소재와 수업 실천에 대한 구체적 논의가 진행되었다. 우선 소재는 사회적으로 이슈가 되었던 ‘성비에 따른 공중 화장실 좌변기 분배’로 정하였으며, 수학적 모델링 적용에 대한 선행연구 분석을 통하여 고상숙 외(2020)에서 제시한 이중 순환 수학적 모델링을 적용하여 수업을 구성하기로 협의하였다. 또한 수업 실천에 대하여는 두 과목 교사가 동시에 수업에 참여하여 진행되는 것을 목표로 수업 자료 개발을 시작한 만큼, 개발팀 교사들의 소속과 상황을 적극 고려하기로 하였다. 개발팀 교사들의 소속교는 학년 초에 학기말 1주를 수업량 유연화 수업 주간으로 정하여 해당 주의 특정 요일 하루에 교과 간 융합 수업을 진행할 수 있도록 수업 시간표를 조정해주는 계획이 수립되어있었다. 따라서 개발팀에서는 수학과 정보 과

목 교사가 함께 2시간(100분 블록수업)동안 운영할 수 있는 수업 자료를 구성하기로 하였으며, 대상은 사전에 논의된 바와 같이 교육과정에서 코딩을 학습하는 고등학교 2학년으로 정하였다. 코딩을 적용하는 방식에 대한 논의도 있었다. 처음에는 4색지도 문제(four color theorem)나, 케플러의 추측(Kepler's Conjecture)와 같이 수학에서 컴퓨터를 이용한 문제해결 사례와 같이 수학 문제를 코딩으로만 해결할 수 있는 접근을 고려하였으나 논의를 거치면서 수학적 모델링으로 해결한 문제를 코딩을 이용하여 더 발전시켜나가는 방향으로 수업을 구성하기로 하였다. 이때 코딩 도구는 정보 교사가 이용하고자 하였던 파이선으로 택하였다. 또한 평가의 경우는 관찰평가를 진행하되 수업 결과를 이용하여 새로운 결과물을 학생들이 제시할 수 있는 과제를 제시하여 평가하는 것으로 합의하였다. 제시할 과제는 수업에서 성비에 따른 공중화장실 좌변기 분배에 대한 문제를 해결한 이후 그러한 방식을 실현할 수 있는 공중화장실 설계 아이디어를 정리하여 제출하는 것이었다. 6차 협의회 이후 개발팀은 구체적인 수업 지도안을 개발하였으며, 이를 가지고 7차 협의회를 진행하였다.

7차 협의회에서는 개발된 수업 자료를 수업에 적용한다고 하였을 때 발생할 수 있는 다양한 문제점들에 대하여 고민하는 시간이었다. 7차 협의회를 통하여 개발팀과 자문팀은 두 가지 질문에 대한 답을 찾아가고자 하였는데, 하나는 수학적 모델링에 대한 해결 방식이 '다양한 문제해결 방식 중 하나'임을 어떻게 밝힐 것인지에 대한 것이었다. 자칫 그럴듯한 수학적 모델링을 거쳐 나온 문제해결 방안이 논리적인 사고에 의하여 얻어진 것으로 포장되어 학생들이 해당 방식을 유일한 해결책으로 받아들일 가능성을 우려하였기 때문이다. 이에 개발팀과 자문팀은 수업 시간에 접근하는 문제해결 방안은 여러 방안들 중 하나임을 수업 초반에 학생들에게 밝히기로 하였다. 다른 하나는 개발된 자료를 수학과 정보 과목 이외의 과목에서 바라보았을 때 미처 고려하지 못한 문제가 제기되는 것에 대한 고민이었다. 이는 개발 자료를 가지고 경제 전공자와 협의를 하는 과정에서 제기되었다. 이 과정에서 의견을 제시한 전문가는 개발팀에서 개발한 수업 자료가 여러 분배에 대한 정의 중에서 하나의 방식을 암묵적으로 강요할 수 있는 수업이 될 수 있음을 지적하였다. 이에 대하여 연구팀은 수학과 정보 과목 이외의 교과에서 제기되는 문제는 어디까지 고려하여야 하는지에 대하여 고민하였으며, 개발팀과 자문팀은 연계·융합 수업에서 문제 해결을 경험하는 목적이 '모든 것을 고려한 완벽한 문제 상황을 경험하는 것에 두는 것'이 아니기 때문에 일단 개발은 현 계획대로 진행하되, 다양한 관점에서의 문제 제기나 새로운 고민이 제기되는 것은 수업에서 진행자가 유연하게 받아들이는 것으로 합의하였다.

3) 개발 자료의 검증 단계

7차 협의회 이후 개발팀은 개발 자료를 이용하여 2023년 6월경 개발팀의 수학교사가 담당하는 동아리 소속 고등학교 2학년 학생 4명을 대상으로 파일럿 스터디를 시행하였다. 해당 학생들은 정보과목 수업에서는 정보교사와 수업을 하는 학생들이었다. 수업은 개발된 지도안에 따라 이루어졌으며, 자문팀 교사의 참관하에 진행되었다. 수업 적용 이후에는 개발팀과 자문팀의 8차 협의회가 진행되었으며, 수업 지도안에 없지만 수업 장면에서 문제가 되는 부분을 중심으로 논의가 이루어졌다. 특히 개발된 자료에서 사용했던 용어에서 비롯되는 오해의 소지나 이중 순환 수학적 모델링 과정에서 학생들의 수학적 모델링 시간을 확보하는 문제 및 공학적 도구를 스프레드시트 프로그램으로 사용해야하는지의 여부 등이 논의되었다. 용어와 관련된 문제는 오해의 소지가 없도록 자문팀의 의견을 받아들여 수정하고, 시간을 확보하기 위해서 100분의 수업자료로 개발할 시에는 최초 수학적 모델링 때부터 교사가 직접 개입하여 전개하기로 하였다. 또한 공학적 도구에서 스프레드시트 프로그램을 이용하는 것은 파이선으로 코딩하는 활동과 겹치는 부분이 있으므로 성격이 구분되는 지오지브라로 대체하는 의견을 받아들여기로 하였다. 이러한 점을 수정 반영하여 개발 자료를 수정하였으며, 수정한 자료를 이용하여 현장 검증단에 검증을 의뢰하였다.

개발 자료의 현장 검증단 검증에서는 현장 교사를 대상으로 델파이 기법에 기반한 CVR 검증을 실시하였다. 이동근, 한창훈(2022)은 개발 자료의 검증 단계에서 현장 교사들을 대상으로 CVR 검증을 실시하면서, 개발 자료

의 실천 가능성을 높일 수 있다고 하였는데, 이는 본 연구에서도 주목한 부분이다. 이동근, 한창훈(2022)은 개발된 수업 자료를 실제 수업에 적용하는 주체가 현장 교사라는 점을 고려할 때 그들을 개발된 수업 자료를 활용하는 전문가로 볼 수 있다고 하였고, 이에 델파이 기법에 기반한 CVR 검증을 적용하는 것이 가능하다고 하였다. 또한 이동근, 한창훈(2022)은 검증에 참여한 교사는 자료에 대한 높은 이해도를 가지고 개발 자료를 수업에 적용할 수 있는 실천자라고 하면서, 이러한 점이 개발 자료의 실천 가능성을 높이는데 기여할 수 있다고 보았다. 본 연구에서는 개발된 자료의 검증을 위하여 이동근, 한창훈(2022)에서 수업자료 개발 검증에 사용한 도구를 본 연구 내용에 맞게 변형하여 사용하였다. 이는 ‘개발 목적의 부합성’, ‘개발 자료의 내용 구성 적합성’, ‘현장 적용 가능성’의 세 개 영역에 대하여 8개의 질문으로 구성되어있으며, 수학교육전공 박사 2인에게 검증도구로서 적합한지 타당도를 확인하는 절차를 거친 검사도구이다. 또한 해당 검증도구는 리커트 5단 척도로 조사하여 CVR 검증이 가능한 검증 도구이다.

개발 자료의 현장 교사 검증은 수학 교사 3명과 정보 교사 3명 및 수학과 정보 교과목 교사 자격증을 모두 가지고 있는 교사 6명을 대상으로 진행하였으며, 검증 담당 교사 선정은 현장 교과연구회 활동을 하는 교사들을 대상으로 검증 동의 여부를 확인하여, 동의한 교사들을 대상으로 선정하였다. 특히 각 전공 교사들은 상대 교과목의 내용에 대한 이해도가 낮을 수 있기 때문에 수학과 정보 교과목 교사 자격증을 모두 가지고 있는 교사들을 검증위원에 포함시켜 선정하였다.

<표 II-2> 현장 교사 검증을 위한 검증 도구

개발 목적의 부합성	자료가 교육 과정의 성격과 목표에 부합하는가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
	자료가 연계·융합 수업 자료로서 적합한가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
	자료의 내용이 교사들의 현장 수업에서 연계·융합 수업을 수행하는데 도움이 될 수 있는 자료인가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
개발 자료의 내용 구성 적합성	자료의 내용이 수업 시간에 알맞은 분량으로 제작되었는가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
	자료는 내용과 형식 측면에서 수업 진행에 별다른 무리가 없도록 구성되어있는가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
	자료는 수업 목표와 그 목적에 맞게 제작되었는가?	① 매우그렇다	② 그렇다	③ 보통	④ 아니다	⑤ 매우아니다
	기타의견					
현장 적용 가능성	연계·융합 수업 자료로서 현장 수업에 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					

CVR 검증은 Lawshe(1975)가 델파이 조사에 기반하여 전문가에 의한 타당도를 확인할 수 있는 방법으로 개발한 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 타당성

이 높으며, 이동근(2021), 이동근, 안상진(2021), 이동근, 한창훈(2022), 이동근, 권혜주(2022) 등에서 수업 자료 개발 이후 현장 교사들에게 개발 자료의 현장 적용성을 검증하기 위하여 CVR 검증을 이용한 사례가 있다. 응답자 11명에 대하여 Lawshe(1975)는 타당성을 인정할 수 있는 CVR 기준을 0.59로 제시하였다는 점에서 본 연구에서도 이를 적용하여 현장 검증단의 CVR 계수가 0.59 이상으로 나오면 검증단이 적합한 자료로 판단한 것으로 볼 수 있다. 다만 본 연구에서는 ‘매우 그렇다’만을 긍정적인 답변으로 분류하여 선행연구들보다 더 엄격한 조건하에서 CVR 검증을 진행하였다. 한편 검증을 수락한 교사들에게는 이동근, 권혜주(2022)에서와 마찬가지로 e-mail로 ‘자료 개발 안내서, 개발자료, 검증의견서’등을 송부한 다음, 이후 검증을 수락한 교사들로부터 검사 의견서를 e-mail회신 받거나 출력물로 제출한 검사 의견서를 수합하여 결과를 분석하였다.

4) 개발 자료의 수정 단계

개발 자료의 수정 단계는 현장 검증단의 의견을 중심으로 개발 자료를 수정하여 최종 자료를 개발하는 단계이며, 이때 CVR 검증 결과와 현장 검증단의 의견을 별도로 정리한 자료에 근거하여 개발팀과 자문팀이 반영 여부를 논의하고 합의된 내용을 중심으로 수정 반영하였다. <표 II-3>은 권점례 외(2017)와 이동근, 권혜주(2022)에 근거한 자료 개발 절차를 본 연구에서의 협의회 차수와 연결지어 나타낸 표이다.

<표 II-3> 자료 개발 절차 요약 표

주제기반 설계 모형 절차	연구팀의 협의회 차수	자료개발 절차
1단계, 2단계, 3단계	1차	자료 개발 계획
	2차	
	3차	
	4차	
4단계, 5단계, 6단계	5차	자료 개발
	6차	
	7차	
X	파일럿 스터디 및 현장 교사 검증	개발 자료 검증
	8차	개발 자료의 수정

III. 연구 결과 및 논의

1. 개발 자료 결과물

개발된 자료는 단원설계서와 본시교수-학습지도안의 두 가지이다. 단원설계서에는 관련교과, 수업일시, 지도교사, 대상, 관련개념, 주제, 학습목표, 교수-학습활동 개요, 지도상의 유의점, 준비물 등에 대한 정보를 표로 구성하여 제시한 것으로서, 수업을 실천하는 교사가 수업에 대한 정보를 한 눈에 파악할 수 있도록 구성하고자 하였다. [그림 III-1]은 검토 의견을 반영하여 수정 보완된 단원설계서를 제시한 그림이다.

본시교수-학습지도안은 파일럿 스터디 자료에 기반하여 교사와 학생이 활동을 대화 형태로 구성하여 수업 실천을 목적으로 본 자료를 참고하는 교사들의 수업에 대한 현장감 있는 이해를 도모하고자 하였다. 또한 수학적 모델링의 단계를 표시하여 수업 진행 교사의 이해를 돕고자 하였다. [그림 III-2]은 검토 의견을 반영하여 수정 보완된 본시교수-학습지도안의 일부이며, 교사와 학생의 대화형태로 구성된 것과 수학적 모델링의 단계를 표시

해놓은 부분을 확인할 수 있는 그림이다.

1. 단원설계서

관련 교과	수학+정보	수업일시 (변동가능)	2023.06.02.(금) 5,6교시	지도교사	*** 김한수
		대 상	고등학교 2학년 학생 (혹은 유리함수 단원 학습을 마친 1학년 학생, 단 본교에서는 코딩을 2학년 2학기에 학습하 므로 2학년 대상으로 2학기에 진행하기로 함)		
관련 개념	유리함수, 평균, 절댓값, 최대최소, 코딩				
주 제	남녀 이용 비율에 따른 최적의 공중화장실의 좌변기 분배 비율 찾기				
학습목표	1. 사회적으로 이슈가 되는 현상의 문제점을 인식하고 이에 대한 수학적 문제해결 방법에 관심을 갖는다. 2. 주어진 조건을 이용하여 문제해결에 적합한 수학적 모델을 설계하고, 실제한 수학적 모델로 문제를 해석하면서 수학적 모델을 수정한다. 3. 공학적 도구를 이용하여 수학적 모델의 최적 해를 찾는다. 4. 수학적 모델을 코딩을 통하여 구현하고 코딩을 이해하여 변화한 조건 하에 최적의 해를 찾는다. (정보) 5. 수학적 모델을 통하여 얻어진 결과를 적용하여 문제를 해결한 산출물을 제시한다. (공통)			교수-학습 방 법	학습 자료
교수-학습 활 동	<도입> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 사회 문제(성비에 따른 공중화장실 이용 문제)로 이슈가 된 것에 대한 미디어 자료 소개 <진개> ○ 문제점이 무엇인지 확인하고, 주어진 자료에서 활용할 수 있는 정보와 수학적 개념이 무엇인지 함께 고민한다. ○ 활용할 수 있는 정보와 수학적 개념에 기반하여 최초 수학적 모델을 수립한다. ○ 최초 모델을 이용하여 문제를 해결해보고 수학적 모델을 개선한다. <발전> ○ 개선된 수학적 모델에 기반하여 공학적 도구를 이용하여 문제를 해결하고 결과를 해석한다. ○ 문제 상황을 바꾸어보고 바뀐 문제 상황에 수학적 모델을 적용하여 공학적 도구를 이용하여 문제 해결 및 결과를 해석한다. ○ 코딩을 이용한 문제해결 방법을 경험한다. <정리및평가,다음차시안내> ○ 바뀐 문제 상황에 수학적 모델을 적용하여 코딩을 이용하여 문제해결 및 결과를 해석한다. ○ 얻어진 결과를 이용하여 문제해결에 대한 대안을 산출물로 제출한다.			• 탐구학습	• 제시되는 수업 자료
지도상의 유의 점	○ 주어진 정보를 활용하여 최초 수학적 모델링 수립할 때 교사는 학생들의 활동이 이어질 수 있도록 개입 및 독려한다.				
준 비 물	교사	학습지도안, PPT 자료, 컴퓨터, 활동지, 전자철관			
	학생	필기도구, 컴퓨터, 모바일 기기(개인용)			

[그림 III-1] 개발 자료 중 단원설계서

	<p>https://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=895357 구·군 여성공무원 수 절반 넘었는데 화장실 부족해 '불편'</p> <p>https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148758888 고속도로 휴게소 여성화장실 대폭 늘린다</p> <p>https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019031813447670246 여자 화장실만 10분 넘게 '긴 줄'...남자는 '프리패스' 특권?</p>									
<p>전개</p>	<p>학생 : 교사가 제시한 사이트를 중심으로 인터넷 서칭을 통하여 사회에서 이슈가 된 문제가 무엇인지 글로 표현해본다. (여기까지 수학적 모델링의 구성하기)</p> <hr/> <p>○ 교사는 학생들이 사회적 이슈가 무엇인지에 대하여 표현한 글을 학생들과 함께 공유하고 이를 통하여 해당 수업에서 탐구할 사회적 문제를 명확한 탐구 주제로 표현하도록 한다. 특히 문제를 분명하게 진술하여 젠더 갈등을 포함한 논의 주제로 확장되지 않도록 주의한다.</p> <p>교사 : 사회적 이슈에서 문제가 되는 것이 무엇인지 정리한 글을 밴드에 올려서 공유해 주기 바랍니다. 학생들 : 각자 정리한 글을 밴드에 올린다. 교사 : 주로 여성 화장실 부족 문제로 보았네요. 그런데 반대의 경우도 있지 않을까요? 학생들 : 남성 관객이 많은 공연(예:걸그룹 공연)에서는 반대 현상이 됩니다. 교사 : 그렇다면 이를 종합해서 오늘 우리가 해결해야할 문제를 '이용자의 성비를 고려한 공중화장실의 좌변기 분배 방안'으로 정리해보아도 될까요? (학생들 의견 수렴해서 문제에 대한 진술을 개선 및 확정한다.) 학생들 : (의견 개진을 통하여 탐구 주제 명료화에 참여한다.) (여기까지 수학적 모델링의 단순화하기)</p> <p>교사 : 다 정했지요? 그렇다면 이 문제에 대하여 활용할 수 있는 정보를 제공드리겠습니다. 원래는 우리가 스스로 자료들을 찾아가면서 나에게 필요한 정보들을 찾아가는 것부터 해야하는데 오늘은 그 과정은 생략하고 그 과정을 거친 어느 누군가가 정보속에서 발견한 의미있는 또는 활용을 목적으로 발견한 정보를 제공하도록 하겠습니다. 이것은 어느 고속도로 휴게소에서 명절 때 좌변기를 이용한 각 성별의 좌변기에 평균 이용시간에 대한 정보입니다.</p> <table border="1" data-bbox="507 1525 1139 1653"> <thead> <tr> <th></th> <th>남성</th> <th>여성</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균 변기 이용시간</td> <td>1분 21초</td> <td>2분 31초</td> <td>2009 행안부 실태조사</td> </tr> </tbody> </table>		남성	여성	비고	평균 변기 이용시간	1분 21초	2분 31초	2009 행안부 실태조사	<p>10분</p> <p>• 개별 및 모둠 학습</p>
	남성	여성	비고							
평균 변기 이용시간	1분 21초	2분 31초	2009 행안부 실태조사							

[그림 III-2] 개발 자료 중 본시교수-학습지도안 일부

2. 개발 자료에 대한 현장 교사 검증단 검증 결과

앞서 언급한 바와 같이 Lawshe(1975)에서 전문가 11명을 기준으로 할 때 타당성을 판단할 수 있는 CVR 계수가 0.59이었다. 본 연구는 8개의 질문에 대하여 ‘매우 그렇다’만을 긍정적인 답변으로 분류하여 11명의 응답에 근거한 CVR 계수를 구하였으며, 그 결과 8개의 질문 모두에서 0.59 이상의 값이 나왔다. 따라서 개발된 자료가 각 질문에 대하여 타당하게 개발되었음을 알 수 있다. <표 III-1>은 CVR 검증 결과를 표로 제시한 것이다.

<표 III-1> CVR 검증 결과

문항 번호	내용	mean	standard deviation	CVR
1	자료가 교육 과정의 성격과 목표에 부합하는가?	1.18	0.40	0.82
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
2	자료가 연계·융합 수업 자료로서 적합한가?	1.18	0.40	0.82
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
3	자료의 내용이 교사들의 현장 수업에서 연계·융합 수업을 수행하는데 도움이 될 수 있는 자료인가?	1.18	0.40	0.82
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
4	자료의 내용이 수업 시간에 알맞은 분량으로 제작되었는가?	1.36	0.50	0.64
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
5	자료는 내용과 형식 측면에서 수업 진행에 별다른 무리가 없도록 구성되어있는가?	1.18	0.40	0.82
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
6	자료는 수업 목표와 그 목적에 맞게 제작되었는가?	1	0.00	1
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
7	연계·융합 수업 자료로서 현장 수업에 적용 가능한 수업이라 판단하는가?	1.36	0.50	0.64
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			
8	개발 된 자료를 이용하여 본인도 수업에 적용할 만한 수업이라 판단하는가?	1.36	0.50	0.64
	① 매우그렇다 ② 그렇다 ③ 보통 ④ 아니다 ⑤ 매우아니다 기타의견			

또한 각 문항에 대한 검증 위원들의 서술형 의견들이 제시되었다. 서술형 의견이 많이 제시된 질문 번호는 3번과 7번 및 8번이었으며, 3번 질문에 대하여는 사회에서 이슈가 된 문제 상황에서 수학과 정보 과목에서 문제를 해결해나가는 수업이 인상적이었다는 의견이 주를 이루었고, 7번과 8번에서는 정보 과목 담당 교사를 중심으로 파이선을 이용한 코딩 수업에 도움이 되는 의견을 제시하는 것이 주를 이루었다. <표 III-2>는 검증 위원별 문항에 따른 기타의견을 정리하여 표로 제시한 것이다.

<표 III-2>는 검증 위원별 문항에 따른 기타의견

검증 위원	질문 번호	기타의견
1	3	수학에 대해 단순히 문제풀이식 강의가 아니라 실생활 속 수학적 상황을 분석하여 모델링하여 수학적도구 및 다른 학문과 연계하여 배운 내용을 접목시키는 것에 대해 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 여겨짐.
2	1	사회이슈를 융합으로 잘 적용함.
	3	학교에 있을 수 있는 상황을 논리적 근거를 통하여 해결할 수 있는 수업형태임.
	5	학생 대상 및 내용이 적절하게 운영되어지고 있음.
	7	학생 대상이 정보수업을 듣는 학생일 경우는 가능할 것으로 여겨짐. 모든 학생을 대상으로 하기는 어려운 것으로 여겨짐.
	8	수학적모델을 통한 삶의 적용을 의미있게, 그리고 융합의 의도성이 잘 드러남.
3	-	-
4	-	-
5	7	학생들의 흥미유발(사회현상)도 적절하고, 관련된 수학적 개념과 공학적 도구(파이썬, 지오지브라)를 이용하여 수학적 모델링 하는 방법이 잘 어우러져 수학적 문제해결 방법에 더욱 관심을 갖을 수 있을 것으로 기대됨.
6	8	문제 해석을 통한 수학적 모델링에서 그치지 않고 공학적 도구 및 코딩을 이용하여 문제해결의 방법을 찾아갈 수 있음을 보여준 사례로써 융합수업과정으로 적용해 볼 수 있음.
7	-	-
8	-	-
9	7	정보 교과서의 3단원 문제해결과 프로그래밍에 제시된 단계처럼 수학적 모델링을 만들고 프로그램으로 구현하기 전에 알고리즘을 작성하는 부분이 추가된다면 학생들의 이해도를 높일 수 있을 것 같다.
10	7	수학적 개념과 공학적도구를 사용하여 이용하여 문제해결방법을 찾고, 결과를 도출하고, 해석하는 활동이 잘 설계되어 현장에서 적용해볼 수 있는 수업이라고 생각됨. 정보교과에서 코드를 구현할 때 문제해결을위해 제시된 라이브러리함수의 특징과 활용방법을 학생들이 조사하고 적용하는 활동이 추가된다면 학생들의 프로그래밍 학습에 좀 더 도움이 될 것이라고 생각됨. 수학과 정보교과의 학습 시기를 잘 맞추어 있다면 수업에 적용해볼 수 있다고 생각됨.
	8	수학적모델링을 정보교과에서 코딩을 통해 구현할 수 있는 수준이 되도록 파이썬 학습기간과 학생들의 프로그래밍수준을 고려할 필요가 있음.
11	2	수학 교과, 정보 교과는 학문 성격상 매우 밀접한 관계가 있는 과목으로 동일 주제에 대한 내용을 융합하기에 매우 적합합니다.
	4	파이썬에 대한 이해도가 어느정도 뒷받침되어야 수업시간 내에 문제해결이 가능할 듯 합니다. 파이썬만의 프로그래밍수업이 아닌만큼, 주어진 코드에서의 라이브러리, 자료형, 연산자 등에 대한 사전이해가 필요할 것으로 보입니다. 특히 프로그래밍에서의 연산결과는 자료형에 따른 부동소수점오차로 인해 예상결과와 다를 수있기에 실수형 자료형에 대한 사전이해가 필요합니다.
	7	실생활에서의 문제점을 파악하고 이를 수학적으로 접근하여 결과값을구하기위한 프로그래밍 적용은 매우 매력적입니다.

IV. 결론

본 연구는 주제기반 설계 모형에 따른 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발한 연구이다. 특히 수학과 타 과목의 연계·융합 수업자료를 개발하는 선행연구에서 제기되었던 학사 운영의 제한으로 인해 수학과 타 과목의 구분된 수업 시간에 각각 적용되는 형태의 수업 자료를 개발하였던 제한점에 주목하였다. 이에 본 연구에서는 동일한 수업에 수학과 정보 교사가 함께 수업을 진행할 수 있는 수업 형태로 수업 자료를 개발하였다는 점에서 의

미가 있다. 특히 본 연구는 실생활에서 접할 수 있는 문제와 데이터를 활용하여 수학적 모델링으로 해결한 후 프로그램으로 작성해보는 과정까지 이어 나가는 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발하였다. 또한 블록 수업(100분) 형태의 파일럿 스티디를 통하여 개발된 자료를 실제 적용해보는 과정까지 거쳐서 본 연구에서의 결과물에 대한 현실 수업 적용 가능성을 확인하였다.

1. 주제기반 설계 모형에 따른 수학-정보 연계·융합 수업자료 개발 과정

본 연구에서 자료 개발은 이동근, 권혜주(2022)의 자료 개발 절차와 권점례 외(2017)에서의 주제기반 설계 모형의 단계를 따라 진행하였다. 또한 세부적으로는 교수-학습 상황에서 고상숙 외(2020)에서의 이중 수학적 모델링을 따라 수업이 이루어지는 형태로 자료 개발을 시도하였다. 이러한 자료 개발 과정에서 본 연구는 두 가지 측면에서 후속 연구에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

첫째, 현장에서 교사들이 교과 간 연계·융합 수업자료를 개발하는 절차에서 다이어그램을 이용하여 교과 간 연결고리 생성하는 과정에 대한 실제적인 정보를 제공하였다. 이동근, 권혜주(2022)의 연구에서는 주제기반 설계 모형에 따른 연계·융합 수업자료 개발 과정에서 교사들이 어떠한 어려움을 경험하게 되는지를 기술하면서 연결고리 생성의 어려움을 주요 어려움으로 언급하였다. 이때 다이어그램을 이용하여 인물을 연결고리로 하여 개발 과정의 어려움을 해결해가는 과정을 소개하였는데, 본 연구에서도 자료 개발을 담당한 교사들이 초기 연결고리 생성에 어려움을 겪었다. 이는 주제기반 설계 모형의 특성 상 공통의 주제로 서로 다른 교과의 교사가 함께 수업 자료를 개발하는 것이기에 자연스럽게 마주하게 되는 첫 어려움이라 볼 수 있다. 이때 개발 교사들은 앞서 소개하였던 바와 같이 다이어그램을 이용하여 문제해결을 연결고리로 하여 수업의 형태, 대상, 성취기준 마련 등과 같은 자료 개발 과정들을 원만하게 합의를 통하여 해결해나갈 수 있었으며 본 연구에서는 이 과정에 대한 정보를 상세하게 드러내었다. 다만, 본 연구에서는 선행연구에 이어서 연결고리 생성의 어려움과 이를 다이어그램을 이용하여 해결해 나가는 사례를 제시하였다는 정도의 의미만을 가지며, 연결고리 생성에서 교사들이 어려움을 경험하게 되는 배경이나 이를 다이어그램 혹은 또 다른 방식으로 해결해가는 절차에 대한 것은 후속 연구에서 심도있게 다루어져야할 과제로 보여진다.

둘째, 학교 현장에서 관심은 높아지고 있음에도 개발 빈도가 적은 영역에서 실천 가능한 자료 개발 및 관련 정보를 제공하였다. 시대적 요구에 따라 학교 현장에서 정보 과목에 대한 관심이 높아지고 있다는 점과 2022 개정 교육과정에서 융합 수업에 대한 관심이 높아지고 있다는 점을 고려하면, 수학과 정보 과목의 교과 간 연계·융합 수업자료 개발은 자연스러운 과정이다. 그러나 이동근, 권혜주(2022)가 지적한 바와 같이 고등학교 현장에서 교과 간 연계·융합 수업자료 개발 빈도 자체가 적다 보니 수학과 정보 과목의 연계·융합 수업자료 개발 빈도 역시 적은 상황이었다. 이러한 점에 비추어볼 때, 수학과 정보 교과의 연계·융합 수업자료 개발 과정 및 결과물을 제시하는 것은 관련 후속 연구들에 기초 정보를 제공할 수 있을 것이다. 특히 서보역, 신기철(2019)의 연구에서도 언급한 바와 있듯이 코딩에 대한 사회적 관심이 높아지고 있는 시점에서, 본 연구에서는 수학과 정보 과목의 연계 중, 수학과 코딩을 연계한 융합 수업자료를 개발하여 제시하였기에 현장에서 필요로 하는 연구를 수행하였다는 점에서 의미가 있다. 이 외에도 본 연구에서는 개발팀, 자문팀, 검증팀으로 역할을 나누어 현장에서 자료 개발을 하는 과정에서 교사들이 경험하게 되는 어려움이나 시행착오에 대한 정보를 공유하였다는 점에서 의미가 있다. 수업 모형과 자료 개발은 상호 선순환적인 관계에서 지속적으로 수정 및 보완을 통하여 발전해가는 관계라고 할 때, 현장에서의 활발한 자료 개발이 이루어지도록 지원하는 것이 중요하다고 볼 수 있다. 이때 누군가의 시행착오와 혹시라도 경험하게 될 수 있는 어려움들에 대한 정보는 현장 교사들의 연계·융합 자료 개발 활동을 촉진하는데 기여할 수 있을 것으로 보인다.

2. 주제기반 설계 모형에 따른 수학-정보 연계·융합 수업자료의 실제

본 연구에서는 주제기반 설계 모형에 따라 수업 실천 가능성이 높은 수업 자료 개발을 고려하였기 때문에 개발한 자료를 교사들이 수업에 이용하기 편한 형태로 구성하여 제시하고자 하였다. 이에 진의남(2009)에서 활용 주체가 교사인 교수-학습 자료의 유형으로 수업 지도안과 참고자료로 제시하고 있다는 점을 고려하여, 수업 지도안 형태의 자료와 학생 활동지를 결과물로 제시하였다. 특히 수업 지도안 구성에 있어서 고상숙 외(2020)에서의 이중 수학적 모델링에 따라 운영할 수 있도록 지도안에 해당 단계에 대한 구분을 표시하였으며, 수업 소재 역시 사회에서 이슈가 되었던 문제 상황을 택하여 자연스럽게 수학적 모델링 수업을 운영할 수 있도록 하였다. 수업 지도안의 구성에서는 이를 이용하는 교사들이 수업 장면에 대한 정보를 간접적으로 파악할 수 있도록 본 연구에서 과일잇 스테디를 거치며 수합 되었던 교사와 학생의 대화나 활동을 포함시켜 제시하였다. 또한 개발된 연계·융합 자료는 현장 교사를 통하여 수업 적용이 실천된다는 점을 고려하여 자료 검증 단계에서 두 교과 수업에 담당할 현장 교사들을 대상으로 하여 검증을 진행하였는데, 이는 검증에 참여한 교사들이 개발된 자료에 대한 이해가 높다는 점에서 개발된 자료에 대한 실천자가 될 수 있을 것으로 보았기 때문이다.

이외에도 본 연구는 주제기반 설계 모형에 따른 연계·융합 수업자료 개발에 대한 실제적인 정보를 제공하고 있다는 점에서 의미가 있다. 주제기반 설계 모형은 권점례 외(2017)에서 교과 간 연계·융합 수업자료 개발 모형으로 제시한 두 가지 모형 중 하나이다. 이러한 모형이 실제 교과 간 연계·융합 수업자료 개발에 타당한지 검증하기 위해서는 이를 적용하여 개발된 다양한 사례들이 제시될 필요가 있다. 또한 이러한 실제적인 결과물의 축적은 추후 교과 간 연계·융합 수업자료 개발 모형의 개선에 도움을 줄 수 있다. 본 연구는 이와 같은 주제기반 설계 모형과 실제적인 교과 간 연계·융합 수업자료 개발의 선순환적인 관계에 도움이 될 수 있는 실제적인 정보를 제공하고 있다는 점에서 의미가 있다.

다만, 본 연구의 결과물을 현장에 적용함에 있어서는 현장 여건에 따라 다르게 적용될 수 있다. 특히 확보된 수업 시수, 학생들의 과이선 언어에 대한 선수학습정도, 이해 수준 등에 따라 문제제시나 데이터 수집 형태, 프로그램 작성 과정이 달라질 수 있다. 또한 현장 전문가 검증에서도 제시된 바와 같이 과이선 학습 여부 및 학습 정도가 수업에 영향을 줄 수 있으므로 수업 적용 시기 및 대상 선정에 대한 고민도 필요할 것으로 보인다.

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. Y. (2020). A study on the textbook development based on mathematical modeling. *Journal of Education & Culture*, 26(5), 665-690.
- 교육부 (2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 8]. 교육부.
- Ministry of Education (2015). *The mathematics education curriculum*. 2015-74, [Vol. 8]. Ministry of Education.
- 교육부 (2022). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 8]. 교육부.
- Ministry of Education (2022). *The mathematics education curriculum*. 2022-33, [Vol. 8]. Ministry of Education.
- 교육부 (2022). 정보과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 10]. 교육부.
- Ministry of Education (2022). *The information curriculum*. 2022-33, [Vol. 10]. Ministry of Education.
- 권점례·이광우·신호재·김중윤·김정효 (2017). 2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 교과 간 연계·융합 교육

- 적용 방안 연구, 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2017-8-1.
- Kwon, J. R., Lee, K. W., Shin, H. J., Kim, J. Y., & Kim, J. H. (2017). *Application of curriculum alignment and integration in the 2015 national curriculum for the elementary and secondary schools*, KICE Research RRC 2017-8-1.
- 김준석·김상권·이채영·최용호·곽수빈·황영진 (2021). 수학적 모델링 콘텐츠. 지오북스
- Kim, J. S., Kim, S. K., Lee, C. Y., Choi, Y. H., Kuak, S. B., & Hwang, Y. J. (2021). *Mathematical modeling contents*. Geobooks.
- 남윤경·윤진아·한금주·정주훈 (2019). SEM-CT: 과학(S), 공학(E), 수학(M)적 문제해결과정과 컴퓨팅 사고(CT). 컴퓨터교육학회 논문지, **22(3)**, 37-54.
- Nam, Y.K., Yoon, J. A., Han, K. J., & Jeong, J. H. (2019). SEM-CT: Comparison of problem solving processes in science(S), engineering(E), mathematic(M), and computational thinking(CT). *The Journal of Korean Association of Computer Education*, **22(3)**, 37-54.
- 신기철·서보억 (2019). 수학·정보 융합교육을 위한 코딩과 연계한 교수학습 자료 개발 연구. 과학교육연구지, **43(1)**, 17-42.
- Shin, G. C. & Suh, B. E. (2019). A study on development of teaching & learning materials related to coding for convergence education integrating mathematics and information. *Journal of Science Education*, **43(1)**, 17-42.
- 이동근 (2021). <수학과제 탐구> 과목의 인물 중심 수업 자료 개발 관련 연구. 수학교육논문집, **35(4)**, 475-504.
- Lee, D. G. (2021). A study on the development of person-based class materials in subject <Mathematics Project Inquiry Subject>. *Communications of Mathematical Education*, **35(4)**, 475-504.
- 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.
- 이동근·한창훈 (2022). 고등학교 수학 수업에서 과정 중심 평가 수업을 위한 피드백 중심 수업 자료 개발에 관한 연구. 수학교육논문집, **36(1)**, 107-138.
- Lee, D. G. & Han, C. H. (2022). A study on the development of feedback-based instructional materials for process-focused assessment classes in high school mathematics classes. *Communications of Mathematical Education*, **36(1)**, 107-138.
- 이동근·권혜주 (2022). 주제기반 설계 모형에 따른 수학-윤리 연계-융합 수업 자료 개발 연구. 수학교육 논문집, **36(2)**, 253-286.
- Lee, D. G. & Kwon H. J. (2022). A study on the development of mathematical-ethical linkage-convergence class materials according to the theme-based design model. *Communications of Mathematical Education*, **36(2)**, 253-286.
- 이태욱·최현중·진용주 (2020). 정보교과교육론(2판). 한빛아카데미
- Lee, T. W., Choi, H. J., & Jeon, Y. J. (2020). *Information curriculum and education theory(2nd)*. HanbitAcademy, Inc.
- 정웅열·이영준 (2018). SW·수학·과학 융합형 교수·학습 자료에 나타난 교육과정 성취기준 내용 분석. 컴퓨터교육학회 논문지, **21(5)**, 11-23.
- Jung, U. Y. & Lee, Y. J. (2018). Content analysis on the curriculum achievement standards in the software mathematics:science convergence teaching and learning material. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, **21(5)**, 11-23.
- 진의남 (2009). 2007년 개정 교육과정에 따른 기술·가정과 교수·학습 자료 유형 및 기준 연구. 한국기술교육학회지, **9(1)**, 139-163.
- Jin, E. N. (2009). A study on the development of the type and standard of teaching Materials in technology-home economics class based upon the revised national curriculum in 2007. *The Korean Journal of Technology*

- Education*, 9(1), 139-163.
- 최인영 · 방정숙 (2018). 초등학교 수업에서 수학 교과 역량으로서의 문제해결능력을 함양하기 위한 지도 방안 탐색. *초등수학교육*, **21(3)**, 351-374.
- Choi, I. Y. & Pang, J. S. (2018). Research on the instructional strategies to foster problem solving ability as mathematical subject competency in elementary classrooms. *Education of Primary School Mathematics*, **21(3)**, 351-374.
- 황혜정 (2018). 수학 교과 역량을 반영한 수업평가 기준 탐색- '교수 학습 방법 및 평가' 지식을 중심으로-. *수학 교육논문집*, **32(1)**, 97-111.
- Hwang, H. J. (2018). The investigation of the mathematics teaching evaluation standards focused on mathematical competencies. *Communications of Mathematical Education*, **32(1)**, 97-111.
- Drake, S. M. (2012). *Creating standards-based intergrated curriculum*. A SAGE Company.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, **28(4)**, 563-575.
- Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects-State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, **22**, 37-68.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, **1(1)**, 45-58.
- diSessa, A. A. (2018). Computational literacy and "the big picture" concerning computers in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, **20(1)**, 3-31.
- Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B., & Flick, L. (2014). Computational thinking in high school science classrooms. *The Science Teacher*, **81(5)**, 53.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, **49(3)**, 33-35.
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, **25(2)**, 7-14.

A Study on the Development of Mathematical-Informatics Linkage · Convergence Class Materials according to the Theme-Based Design Model

Lee, Dong Gun

Jamil High School, Republic of Korea

E-mail : jakin7@hanmail.net

Kim, Han Su

Jamil High School, Republic of Korea

E-mail : 31onenumbr@gmail.com

This study presents the process and outcomes of developing mathematical-informatics linkage · convergence class materials, based on previous research findings that indicate a lack of such materials in high schools despite the increasing need for development of interdisciplinary linkage · convergence class materials. In particular, this research provides insights into the discussions of six teachers who participated in the same professional learning community program, aiming to create materials that are suitable for linkage · convergence class materials and highly practical for classroom implementation. Following the material development process, a theme-based design model was applied to create the materials. In alignment with prior research and consensus among teacher learning community members, mathematics and informatics teachers developed instructional materials that can be utilized together during a 100-minute block lesson. The developed materials utilize societal issue contexts to establish links between the two subjects, enabling students to engage in problem-solving through mathematical modeling and coding. To increase the validity and practicality of the developed resources during their field application, CVR verification was conducted involving field teachers. Incorporating the results of the CVR verification, the finalized instructional materials were presented in the form of a teaching guide. Furthermore, we aimed to provide insights into the trial-and-error experiences and deliberations of the developers throughout the material development process, with the intention of offering valuable information that can serve as a foundation for conducting related research by field researchers. These research findings hold value as empirical evidence that can explore the applicability of teaching material development models in fields. The accumulation of such materials is expected to facilitate a cyclical relationship between theoretical teaching models and practical classroom applications.

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C30

* Key words : teacher learning community program at the school, field developed interdisciplinary linkage and convergence, data development, theme-based, coding

[부록]

1. 단원설계서

관련 교과	수학+정보	수업일시 (변동가능)	2023.06.02.(금) 5,6교시	지도교사	*** 김한수
		대 상	고등학교 2학년 학생 (혹은 유리함수 단원 학습을 마친 1학년 학생, 단 본교에서는 코딩을 2학년 2학기에 학습하 므로 2학년 대상으로 2학기에 진행하기로 함)		
관련 개념	유리함수, 평균, 절댓값, 최대최소, 코딩				
주 제	남녀 이용 비율에 따른 최적의 공중화장실의 좌변기 분배 비율 찾기				
학습목표	1. 사회적으로 이슈가 되는 현상의 문제점을 인식하고 이에 대한 수학적 문제해결 방법에 관심을 갖는다. 2. 주어진 조건을 이용하여 문제해결에 적합한 수학적 모델을 설계하고, 설계한 수학적 모델로 문제를 해석하면서 수학적 모델을 수정한다. 3. 공학적 도구를 이용하여 수학적 모델의 최적 해를 찾는다. 4. 수학적 모델을 코딩을 통하여 구현하고 코딩을 이해하여 변화한 조건 하에 최적의 해를 찾는다. (정보) 5. 수학적 모델을 통하여 얻어진 결과를 적용하여 문제를 해결한 산출물을 제시한다. (공동)			교수-학습 방 법	학습 자료
교수-학습 활 동	<도입> ○ 인사 및 출석 확인 ○ 사회 문제(성비에 따른 공중화장실 이용 문제)로 이슈가 된 건에 대한 미디어 자료 소개 <전개> ○ 문제점이 무엇인지 확인하고, 주어진 자료에서 활용할 수 있는 정보와 수학적 개념이 무엇인지 함께 고민한다. ○ 활용할 수 있는 정보와 수학적 개념에 기반하여 최초 수학적 모델을 수립한다. ○ 최초 모델을 이용하여 문제를 해결해보고 수학적 모델을 개선한다. <발전> ○ 개선된 수학적 모델에 기반하여 공학적 도구를 이용하여 문제를 해결하고 결과를 해석한다. ○ 문제 상황을 바꾸어보고 바뀐 문제 상황에 수학적 모델을 적용하여 공학적 도구를 이용하여 문제 해결 및 결과를 해석한다. ○ 코딩을 이용한 문제해결 방법을 경험한다. <정리및평가,다음차시안내> ○ 바뀐 문제 상황에 수학적 모델을 적용하여 코딩을 이용하여 문제해결 및 결과를 해석한다. ○ 얻어낸 결과를 이용하여 문제해결에 대한 대안을 산출물로 제출한다.				
지도상의 유 의 점	○ 주어진 정보를 활용하여 최초 수학적 모델링 수립할 때 교사는 학생들의 활동이 이어질 수 있도록 개입 및 독려한다.				
준 비 물	교사	학습지도안, PPT 자료, 컴퓨터, 활동지, 전자칠판			
	학생	필기도구, 컴퓨터, 모바일 기기(개인용)			

2. 본시교수-학습지도안

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점								
		교사 활동	학생 활동										
도입	수업 준비 단계	<p>○ 인사 및 출석 확인 ○ 학습 준비 상태 확인 ○ 사회적으로 이슈가 된 이용 성비에 따른 공중화장실 문제 관련 미디어 자료 소개</p> <p>교사 : 코틀 로그인을 하시고, 밴드에도 로그인을 합니다. 또 창을 열어서 지오지브라도 준비해주시기 바랍니다. (일정 시간 이후)</p> <p>교사 : 우리는 오늘 함께, 사회에서 이슈가 된 문제들을 소재로 해서 수학과 정보 선생님들과 함께 문제점이 무엇인지 확인하고 활용할 수 있는 정보를 이용해서 문제 해결에 대한 대안을 제시해보려고 합니다. 이때 수학 과목과 정보 과목에서 학습한 내용들을 이용할 것입니다. 다만, 문제를 어떻게 인식하느냐 그리고 어떤 정보를 활용할 것이냐에 따라서 이용할 수학 과목과 정보 과목에서 학습한 내용이 천차만별이겠지요. 그래서 오늘 초반부에는 선생님(수학)이 제시하는 사회적 문제에 대하여 활용할 수 있는 정보를 미리 제시해줄 거예요. 물론 이렇게 되면 어느정도 문제에 대한 대안을 제시하는 것이 방향성이 정해지기는 하겠지요. 그런데 이렇게 연습하고 나면 그 다음에는 여러분들이 직접 방대한 데이터를 속에서 활용할 수 있는 정보를 찾아서 해결하는 것을 할 수 있겠지요. 그러니까 오늘은 함께 경험을 해보는 것이라 생각하고 수업에 참여하면 되겠습니다. 문제가 무엇인지부터 확인해봅시다. 제시하는 몇 개의 기사들을 참고하시고 관련하여 자유롭게 인터넷 서칭을 통하여 오늘 문제가 무엇인지 문제점을 글로 표현해봅시다. (단체 SNS 에 자료를 고지하고, 학생들은 모바일 기기로 링크 주소를 클릭하여 확인한다.)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>https://www.iusm.co.kr/news/articleView.html?idxno=895357 구·군 여성공무원 수 절반 넘었는데 화장실 부족해 '불편'</p> <p>https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148758888 고속도로 휴게소 여성화장실 대폭 늘린다</p> <p>https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2019031813447670246 여자 화장실만 10분 넘게 '긴 줄'...남자는 '프리패스' 특권?</p> </div> <p>학생 : 교사가 제시한 사이트를 중심으로 인터넷 서칭을 통하여 사회에서 이슈가 된 문제가 무엇인지 글로 표현해본다. (여기까지 수학적 모델링의 구성하기)</p>	<p>○ 인사 ○ 제자리에 앉아 학습 준비 ○ 사회적으로 이슈가 된 이용 성비에 따른 공중화장실 문제 관련 미디어 자료를 살펴본다.</p>	5분									
전개	탐구주제 설정 및 탐구문제에 대한 수학적 모델링 수립	<p>○ 교사는 학생들이 사회적 이슈가 무엇인지에 대하여 표현한 글을 학생들과 함께 공유하고 이를 통하여 해당 수업에서 탐구할 사회적 문제를 명확한 탐구 주제로 표현하도록 한다. 특히 문제를 분명하게 진술하여 쟁점 갈등을 포함한 논의 주제로 확장되지 않도록 주의한다.</p> <p>교사 : 사회적 이슈에서 문제가 되는 것이 무엇인지 정리한 글을 밴드에 올려서 공유해 주시기 바랍니다. 학생들 : 각자 정리한 글을 밴드에 올린다. 교사 : 주로 여성 화장실 부족 문제로 보았네요, 그런데 반대의 경우도 있지 않을까요? 학생들 : 남성 관객이 많은 공연(예:결그룹 공연)에서는 반대 현상이 됩니다. 교사 : 그렇다면 이를 종합해서 오늘 우리가 해결해야할 문제를 '이용자의 성비를 고려한 공중화장실의 좌변기 분배 방안'으로 정리해보아도 될까요? (학생들 의견 수렴해서 문제에 대한 진술을 개선 및 확정한다.) 학생들 : (의견 개진을 통하여 탐구 주제 명료화에 참여한다.) (여기까지 수학적 모델링의 단순화하기)</p> <p>교사 : 다 정했지요? 그렇다면 이 문제에 대하여 활용할 수 있는 정보를 제공드리겠습니다. 원래는 우리가 스스로 자료들을 찾아가면서 나에게 필요한 정보들을 찾아가는 것부터 해야하는데 오늘은 그 과정은 생략하고 그 과정을 거친 어느 누군가가 정보속에서 발견한 의미있는 또는 활용을 목적으로 발견한 정보를 제공하도록 하겠습니다. 이것은 어느 고속도로 휴게소에서 명절 때 좌변기를 이용한 각 성별의 좌변기에 평균 이용시간에 대한 정보입니다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>남성</th> <th>여성</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>평균 변기 이용시간</td> <td>1분 21초</td> <td>2분 31초</td> <td>2009 행안부 실태조사</td> </tr> </tbody> </table>		남성	여성	비고	평균 변기 이용시간	1분 21초	2분 31초	2009 행안부 실태조사	<p>○ 교사는 학생들이 사회적 이슈가 무엇인지에 대하여 표현한 글을 학생들과 함께 공유하고 이를 통하여 해당 수업에서 탐구할 사회적 문제를 명확한 탐구 주제로 표현하도록 한다. 특히 문제를 분명하게 진술하여 쟁점 갈등을 포함한 논의 주제로 확장되지 않도록 주의한다.</p>	10분	* 개별 및 모둠 학습
	남성	여성	비고										
평균 변기 이용시간	1분 21초	2분 31초	2009 행안부 실태조사										

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점												
		교사 활동	학생 활동														
		<p>(여기까지 수학적 모델링의 수확화하기)</p> <p>교사 : 그렇다면 위 정보를 이용해서 변기 수가 더 많이 필요해지는 상황을 고려해 볼 수 있을까요?</p> <p>학생들 : 변기 수가 더 많이 필요해지는 상황에 대하여 교사와 대화를 한다.</p> <p>교사 : 네, 좋습니다. 이용자 수가 많아질수록 그리고 이용시간이 길수록 필요한 변기 수는 늘어 나겠지요. 이는 필요한 변기 수와 (이용자수·이용시간)에 비례하여 변한다고 볼 수 있습니다.</p> <p>학생 : (필요하면 적극 자신의 의견을 개진)</p> $\text{교사 : 이제 } \frac{(\text{분당 이용자수}) \times (\text{평균 이용시간})}{\text{변기 수}}$ <p>가 무엇을 의미하는지 생각해봅시다.</p> <p>학생 : 자신들의 의견을 자유롭게 이야기 한다.</p> <p>교사 : 학생들과 합의한 용어를 사용하기로 구성된 전체가 합의한다.</p> <p>교사 : 이제 다시 처음에 제시한 행안부 실태자료를 이용해서 살펴봅시다. 편의상 이용자의 남녀 성비는 9 : 1로 상황을 설정해보겠습니다. 문제 상황을 정리해서 제시하면</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1) 분당 이용자의 남녀 성비가 9 : 1</td> </tr> <tr> <td>2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초</td> </tr> </table> <p>의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은?</p> <p>입니다. 이 문제를 해결할 수 있는 방법에 대하여 각자 혹은 함께 고민해보기 바랍니다. 여러분이 자신의 방법을 발표할 때, 선생님도 고민해서 찾아낸 방법을 제안하겠습니다. 그리고나서 함께 타당한 방법을 만들어가도록 합시다.</p> <p>학생들 : 자신의 문제해결 방식들을 발표한 다음 다른 사람들의 방법을 경청한 다음 전체 팀의 방법을 찾아가는데 적극 참여한다.</p> <p>※ 이 과정은 학생들이 최초 수학적 모델링을 수립하는 과정이며 팀 논의를 통하여 수정된 수학적 모델링으로 개선하는 경험을 하는 과정이다.</p> <p>※ 모의 수업 및 파일럿 스터디 모두에서 분당 변기 한 대가 일을 처리하는 시간들의 방정식으로 학생들의 수학적 모델링이 제시되는 경우가 발견되었음.</p>		1) 분당 이용자의 남녀 성비가 9 : 1	2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초												
1) 분당 이용자의 남녀 성비가 9 : 1																	
2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초																	
				25분													
발전	<p>수학적 모델에 따른 공학용 도구 및 코딩을 이용한 문제해결 경험 (여기 부터는 수학 교사와 정보교사를 구분하여 표기)</p>	<p>○ 교사는 개선된 수학적 모델링에 대하여 공학용 도구(지오지브라)를 이용하여 최적의 분배 비율을 제안한다. 이후 문제 상황을 아래와 같이 바꾸어서 학생들이 필기구를 이용 혹은 공학용 도구를 이용하여 문제를 해결하도록 한다.</p> <p>○ 교사는 학생들이 변형된 문제에서 비율을 제시한 특징이 무엇인지 생각하여 문제해결 결과에 대한 해석을 하도록 안내한다.</p> <p>○ 정보교사는 웹에서 파이썬 프로그램을 수행하는 방법을 안내하고 코딩 소스를 공개한 다음 어떻게 코딩 된 것인지 설명하여, 학생들이 코딩 결과를 능동적으로 활용할 수 있도록 안내한다.</p> <p>수학교사 : 아래 표에서 빈칸을 한 번 채워봅시다. 그리고 이 표가 여러분들이 활동한 결과에 이용되었는지는 스스로 생각해봅시다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>남성</td> <td>여성</td> </tr> <tr> <td>분당 이용자 성비</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>평균 변기 이용시간</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>변기 수</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>※ 이후 분당 변기 한 대가 일을 처리하는데 필요한 시간을 이용하여 학생들의 수학적 모델링을 함께 확인한 다음 지오지브라로 해결한다. 그리고 나서 근삿값으로 답을 하는 방식의 문제점(14.4와 14.49의 차이)을 제기하여 새로운 모델링(절댓값의 최소)로 수정한다.</p> <p>(지오지브라를 이용한 풀이 : 개선된 수학적 모델링에 대하여 공학용 도구(지오지브라)를 이용하여 최적의 분배 비율을 제안한다. (여기까지 수학적 모델링의 수확적으로 해결하기) 이후 문제 상황을 아래와 같이 바꾸어서 학생들이 필기구를 이용 혹은 공학용 도구를 이용하여 문제를 해결하도록 한다. 단, 문제해결 시작 이전에 아래 수학교사의 질문을 통하여 답을 예상하고 문제해</p>			남성	여성	분당 이용자 성비			평균 변기 이용시간			변기 수				<p>• 개별 및 모둠 학습</p>
	남성	여성															
분당 이용자 성비																	
평균 변기 이용시간																	
변기 수																	
				15분													

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
		<p>결을 통하여 확인하는 경험이 될 수 있도록 한다.)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 분당 이용자의 남녀 성비가 5 : 5 2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초 의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은?</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 분당 이용자의 남녀 성비가 1 : 9 2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초 의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은?</p> </div> <p>수학교사 : 학생들에게 질문하나 하겠습니다. 우리가 처음 예로 했던 문제는 남녀 성비가 9 : 1이었습니다. 그런데 새롭게 제시된 두 문제는 남녀 성비가 다르고 선생님들의 의도가 담긴 성비입니다. 선생님들의 의도가 무엇일까요? 더 쉽게 표현하면 왜 새로 제시한 성비를 1 : 9와 5 : 5로 제시하였는지 9 : 1과 관련하여 설명할 수 있을까요?</p> <p>학생들 : 고민하면서 의사소통을 한다(학생-학생간, 학생-교사간)</p> <p>수학교사, 정보교사 : 학생들의 답변이 없을 경우 1 : 9와 9 : 1일 때의 값이 같을 것으로 기대되는지, 그리고 5 : 5에서 남녀 대기시간은 같을 것으로 예상되는지를 직접적으로 묻는다. ※ 1 : 9였을 때 구한 분배비는 9 : 1에서 구한 비를 a : b라 하였을 때 b : a가 될까? ※ 5 : 5였을 때 구한 분배비는 a : a가 나올까?</p> <p>학생들 : 변형된 문제들에 대하여 문제 해결을 수행한다. (여기까지 수학적 모델링의 해석하기)</p> <p>수학교사와 학생들 : 해결 과정과 방법에 대하여 적절한 논의한 다음 피드백 및 반영한다. (여기까지 수학적 모델링의 타당화하기)</p>			
		<p>정보교사 : 텍스트 기반의 프로그래밍 언어인 파이썬(python)을 설명하고, 오늘 사용할 개발환경을 소개한다. 학생들이 실습할 수 있는 환경을 조성한다.</p> <p>정보교사 : 파이썬의 기본 구조 및 연산자와 numpy 라이브러리의 내장함수 설명한 후 다음 과제를 해결할 수 있는 코드를 제시하고 설명한다. 이 때, 최적의 번기수를 구하기 위해 성별 분당 번기 한 대가 일을 처리하는데 필요한 시간 차이의 절댓값을 최소화하는 방법을 이용함을 안내한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 분당 이용자의 남녀 성비가 9 : 1 2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초 의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은?</p> </div> <p>정보교사 : matplotlib 라이브러리를 이용하여 데이터 시각화하는 방법을 설명하고 해당 코드를 실행시키며 시범보인다. 학생들 : 코드를 직접 실행시키며 코드 구조를 이해하고 결과물을 각자 컴퓨터에서 확인한다.</p> <p>정보교사 : 결과물에 해당하는 그래프를 보니까 최적의 번기 수를 한눈에 확인하기에 어렵지 않나요? 우리가 원하는 그래프를 보려면 어떻게 하면 좋을까요?</p> <p>학생들 : 범위에 해당하는 코드를 수정하여 x축 범위를 조절하면 될 거 같아요. 정보교사 : 맞아요. 그렇다면 각자 코드를 수정해볼까요? 학생들 : 코드 구조를 이해하고, 원하는 결과물을 한눈에 볼 수 있는 형태로 코드를 부분적으로 수정한다.</p> <p>정보교사 : 학생들이 코드 중 arange부분을 알맞게 수정하였는지 확인하고 다음 문제 상황을 진행한다. 정보교사 : 다음 문제 상황을 해결하려면 코드 중 어느 부분을 수정하면 될까요? 각각의 문제 상황에 따라 코드를 수정해 볼까요?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1) 분당 이용자의 남녀 성비가 1 : 9 2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초 의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은?</p> </div>		40분	

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
		1) 분당 이용자의 남녀 성비가 5 : 5 2) 평균 이용시간은 남성이 1분 21초, 여성이 2분 31초 의 조건하에서 좌변기 50개를 남녀 공중화장실에 분배하는 방법은? 학생들 : 두 문제 상황을 해결할 수 있도록 코드를 부분적으로 수정하여 최적의 변기 수를 보여주는 그래프를 출력한다. 정보교사 : 순회지도하며 학생들이 알맞은 부분을 수정하고 있는지 피드백을 제공한다. 정보교사 : 두 문제 상황에 해당하는 코드를 보여주며 전체 코드를 정리하고 실습을 마무리한다.			
정리	정리 및 평가	○ 교사는 사회적 이슈를 방대한 데이터들 속에서 활용할 수 있는 정보를 발견하여 수학적 모델을 수립한 다음 이를 다양한 도구를 이용하여 결과를 도출하고 도출한 결과를 해석하는 일련의 활동을 경험하였음을 상기시킨다. ○ 교사는 이용자의 성비가 유동적으로 변할 수 있다는 조건 하에 공중화장실에서 유연하게 50개의 변기를 남녀 공중화장실에서 분배하여 활용할 수 있는 산출물을 작성하여 제출하도록 안내한다.		5분	
	수업 마무리	○ 주변 정리 유도	○ 주변 정리 후 인사		
* 수업에 이용한 파이선 코드 (김준석 외, 2021에서의 내용을 재구성) <pre> #필요한 라이브러리 import하기 import numpy as np #분당 화장실을 찾는 평균 남성의 수 lam_man = 9 #분당 화장실을 찾는 평균 여성의 수 lam_woman = 1 #남자의 평균 변기 이용시간(분) mu_man = 81/60 #여성의 평균 변기 이용시간(분) mu_woman = 151/60 #총 변기수 t=50 #여성 화장실 변기 수 t_woman = np.arange(1,t) #남자 화장실 변기 수 (총 변기수 - 여자 화장실 변기 수) t_man = t-t_woman #분당 변기 한대가 일을 처리하는데 필요한 시간(초) - 남성 WT_man = 60*lam_man*mu_man/t_man #분당 변기 한대가 일을 처리하는데 필요한 시간(초) - 여성 WT_woman = 60*lam_woman*mu_woman/t_woman #필요한 라이브러리 import하기 from matplotlib import pyplot as plt #여자 화장실 변기 수에 따른 #분당 변기 한대가 일을 처리하는 시간 차이를 보여주는 그래프 출력 plt.rc('font',size=15) plt.plot(t_woman,WT_gap, 'ko-',linewidth=2) </pre>					

단계	학습과정	교수-학습 활동		시간 (분)	자료 및 지도상 유의점
		교사 활동	학생 활동		
	<pre>plt.grid(True) plt.xlabel('The number of Woman toilets') plt.ylabel('Average waiting time(s)') plt.title('Difference between man and woman') plt.axis('tight') plt.show() #성별 분당 변기 한대가 일을 처리하는 시간 차이 최소화 (절대값 이용) WT_gap = np.array(abs(WT_woman-WT_man)) #WT_gap 최소값의 인덱스 값 idx = np.where(WT_gap==min(WT_gap)) #최적의 성별 화장실 변기 수 출력 print('The number of Toilet') print('Man = ',t_man[idx], 'Woman = ',t_woman[idx])</pre>				

3. 학생 활동지(고상숙 외, 2020의 자료를 이용)

주어진 문제의 핵심요인을 찾아 우리가 구하고자 하는 문제를 단순화해보기

1 단계

(1)단계에서 단순화 한 문제를 수학적으로 표현(도표, 그래프, 그림, 수식 등) 해보기

2 단계

(2)단계의 내용을 수학적으로 해결해보기

3 단계

(3)단계에서 구한 결과를 문제 상황에 적용하기

4 단계

해결방법이 적절한지 논의하기

5 단계