

수학적 모델링 관점에서의 고등학교 수학교과서 정보처리 역량 과제 분석

오 세 준 (홍익대학교, 조교수)

본 연구는 현재 고등학교에서 사용 중인 수학 교과서를 대상으로, 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석하였다. 정보처리 역량은 현대 수학교육에서 중요한 요소로 자리잡고 있으며, 이를 효과적으로 활용할 수 있는 능력은 디지털 대전환 시대에 더욱 강조되고 있다. 연구 결과, 대부분의 수학교과서에서 정보처리 역량 과제가 실생활 맥락을 반영하지 않은 상태로 제시되었으며, 위장된 맥락의 과제와 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함한 과제는 전체 과제 중 소수에 그쳤다. 이러한 결과는 2022 교육과정에서 강조되는 수학적 모델링의 목표와는 상반되는 부분이 있음을 시사한다. 본 연구는 향후 고등학교 수학교과서에서 수학적 모델링을 효과적으로 반영하기 위해 상황과 관련된 본질적 맥락을 강화할 필요가 있음을 제안한다. 특히, 정보처리 역량 과제가 학생들의 수학적 사고력과 문제 해결 능력을 증진시키기 위해서는 교과서 내의 과제가 상황과 관련된 본질적 맥락을 충분히 반영하고, 수학적 모델링을 통해 정보처리 역량의 하위 요소들을 균형 있게 다룰 수 있도록 개선되어야 한다.

I. 서론

디지털 대전환 시대를 맞이하여 정보처리 역량은 학생들에게 필수적인 능력으로 부각되고 있으며, 이는 수학교육에서도 중요한 역할을 담당하고 있다. 2022년 개정 교육과정에서 강조되는 디지털 소양은 정보통신기술의 발전과 디지털 시대의 요구에 부응하여 학생들이 갖추어야 할 핵심 역량 중 하나로 자리잡았다. 이는 학생들이 디지털 기술을 이해하고 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 함양하는 것을 목표로 한다.

디지털 소양을 기반으로 한 정보처리 역량은 학생들이 데이터를 효과적으로 수집, 분석, 해석하여 실질적인 문제 해결에 적용할 수 있도록 지원한다. 이러한 과정은 수학적 모델링의 단계와 밀접한 연관성을 가지고 있어, 수학교육에서 정보처리 역량과 수학적 모델링의 통합적 접근이 중요해지고 있다. 박선영, 한선영(2018)은 수학적 모델링의 과정을 '문제 이해', '모델 형성', '수학적 분석', '결과 해석', '결과 검증'의 순서로 제시하며, 이러한 단계들이 학생들의 체계적인 문제 접근을 돕는다고 설명한다. 또한, 최희선(2018)은 예비교사들이 수학적 모델링 수업을 설계할 때 실생활 맥락을 활용하고 개념 학습에 중점을 두는 경향이 있음을 발견하였다.

수학적 모델링의 교육적 효과에 대해서는 많은 연구가 이루어졌다. Siller, Greefrath(2010)는 수학적 모델링이 학생들의 문제 해결 능력, 논리적 사고, 창의적 사고를 증진시키는 데 효과적임을 보여주었다. Orey, Rosa(2017)는 수학적 모델링이 학생들의 학습 동기 부여에 긍정적인 영향을 미친다고 지적했다. 또한, Kohen, Orenstein(2021)은 수학적 모델링을 통해 학생들이 실생활 문제에 대한 해결책을 제시하는 능력을 기를 수 있다고 주장했다.

그러나 기존의 연구들은 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 첫째, 대부분의 연구가 특정 학교급에 집중되어 있어, 고등학교 수학 교과서에 대한 분석이 부족하다. 둘째, 정보처리 역량과 수학적 모델링의 직접적인 연계를 다루는 연구가 부족하다. 셋째, 많은 연구가 2015 개정 교육과정 이전의 교과서를 분석대상으로 삼고 있어, 최근의 교육

* 접수일(2024년 8월 26일), 심사(수정)일(2024년 9월 19일), 게재확정일(2024년 9월 27일)

* MSC2000분류 : 97M10, 97U70

* 주제어 : 정보처리 역량, 수학적 모델링, 고등학교 수학교과서, 실생활 문제 해결

과정 변화를 충분히 반영하지 못하고 있다. 넷째, 실제 교육 현장에서의 적용 효과에 대한 연구가 부족하다. 마지막으로, Galbraith, Fisher(2021)와 Greefrath, Siller(2018) 같이 해외에서는 디지털 도구의 구체적 활용 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있지만, 국내 연구는 부족한 실정이다.

이러한 맥락에서, 본 연구는 2015 개정 교육과정을 기반으로 한 현행 고등학교 수학 교과서를 분석 대상으로 삼아, 정보처리 역량과 수학적 모델링의 연계성을 탐구하고자 한다. 2022 개정 교육과정에 따른 새로운 교과서가 개발되었지만, 실제 학교 현장에서의 적용은 단계적으로 이루어질 예정이다. 구체적으로, 2025년에는 고등학교 1학년만 새 교과서를 사용하게 되며, 2026년에는 고등학교 1, 2학년으로 확대되고, 2027년에 이르러서야 전면 도입될 예정이다.

이는 2025년 기준으로 고등학교 2, 3학년의 수학 수업, 즉 <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <기하>, <확률과 통계> 과목은 여전히 2015 개정 교육과정 기반의 교과서로 진행됨을 의미한다. 따라서 2015 개정 교육과정 기반 교과서에 대한 분석은 길게는 2년 가까이 실제 교육 현장에서 사용될 교재에 대한 심도 있는 이해를 제공할 수 있다. 이에 2015 개정 교육과정 기반의 교과서를 분석 대상으로 선정하였다.

더욱이, 이러한 분석은 2022 개정 교육과정으로의 전환 과정에서 중요한 역할을 할 수 있다. 2015 개정 교육과정 기반 교과서의 강점과 한계점을 명확히 파악함으로써, 교과서를 바탕으로 수학적 모델링 수업을 설계하고 실행하는 과정에서 유의해야 할 점을 구체적으로 제시할 수 있을 것이다. 또한, 정보처리 역량과 수학적 모델링의 연계성에 대한 분석은 디지털 시대에 필요한 수학 교육의 방향성을 제시하는 데 기여할 수 있다.

이에 본 연구는 다음과 같은 두 가지 연구 질문을 제시한다.

첫째, 고등학교 수학교과서에서 정보처리 역량 과제는 어떻게 제시되었는가?

둘째, 고등학교 수학교과서에서 정보처리 역량 과제는 수학적 모델링 관점에서 어떻게 구성되고 있는가?

이러한 연구를 통해 현행 수학교육에서의 정보처리 역량과 수학적 모델링의 연계성을 파악하고, 향후 교육과정 개선 및 교과서 개발에 있어 유용한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가, 이 연구 결과는 디지털 시대에 필요한 수학적 역량을 기르는 데 기여할 수 있는 교육적 방안을 모색하는 데 중요한 기초 자료가 될 것이다.

II. 연구의 배경

1. 이론적 배경

가. 2022 교육과정에서 수학적 모델링

2022 개정 교육과정에서는 수학적 모델링을 통해 학생들이 실생활, 사회 및 자연 현상과 관련된 문제를 해결 하려는 도전적인 태도를 기르는 것을 목표로 하고 있다. 이는 단순히 수학적 지식을 학습하는 것을 넘어서, 실제 문제 해결을 위해 수학을 활용하는 능력을 키우는 데 중점을 둔다. 이러한 접근은 학생들이 수학의 유용성과 중요성을 실감하며, 실생활과 학습을 연결하는 기회를 제공한다(교육부, 2022).

2015 교육과정에서는 수학적 모델링이 문제 해결 역량의 하위 요소로서, 문제 해결 과정의 일부로만 다루어 졌다. 당시 수학적 모델링은 주로 학생들이 문제 해결에 필요한 기술로 간주되었으며, 교육과정 문서에서는 10회 언급되었다(교육부, 2015). 반면, 2022 교육과정에서는 <표 II - 1>과 같이 수학적 모델링이 독립적인 교수·학습 방법의 하나로 자리 잡았다. 이는 수학적 모델링이 단순한 문제 해결 도구를 넘어서, 학생들의 학습과 삶에 밀접 하게 연계된 중요한 교육 방법임을 의미한다. 교육과정 문서에서 수학적 모델링이 총 32회 언급된 것은 이러한 변화의 증거이다(교육부, 2022).

<표 II-1> 2015 교육과정과 2022 교육과정에서 수학적 모델링의 위상 비교

<p>(나) 문제 해결 능력을 함양하기 위한 교수·학습에서는 다음 사항을 강조한다. ...(중략)... ③ 수학적 모델링 능력을 신장하기 위해 생활 주변이나 사회 및 자연 현상 등 다양한 맥락에서 파악된 문제를 해결하면서 수학적 개념, 원리, 법칙을 탐구하고 이를 일반화하게 한다. ...(하략)</p>	<p>(다) 수학과 수업은 학습 내용, 학생의 학습 능력과 수준 등을 고려하여 다음의 교수·학습방안을 적절히 선택하여 적용한다. ...(중략)... ⑥ 수학적 모델링은 학생의 삶과 연계된 현상을 다양한 수학적 표현 방식을 이용하여 수학적 모델로 만들고 수학적 모델을 다시 실생활이나 사회 및 자연 현상에 적용하는 교수·학습방안으로, 수학의 응용에 대한 넓은 안목을 갖게 할 수 있다. ...(하략)</p>
<p>2015 수학과 교육과정에서 수학적 모델링</p>	<p>2022 수학과 교육과정에서 수학적 모델링</p>

특히, 2022 교육과정에서는 수학적 모델링이 학생들의 삶과 연계된 현상을 수학적 표현 방식으로 모델링하고, 이를 다시 실생활이나 사회 및 자연 현상에 적용하는 방법으로 <표 II-2>와 같이 제시되고 있다. 이 접근은 학생들이 수학의 응용 가능성을 넓게 바라보고, 논리적 사고와 창의적 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 돕는다. 나아가, 수학적 모델링은 다양한 수학적 표현 방식을 활용하여 문제를 분석하고 해결하는 데 있어 학생들의 능력을 키워주는 중요한 과정으로 자리매김하게 되었다(교육부, 2022).

<표 II-2> 2022 수학과 교육과정 변화와 관계 영역에서 언급된 수학적 모델링

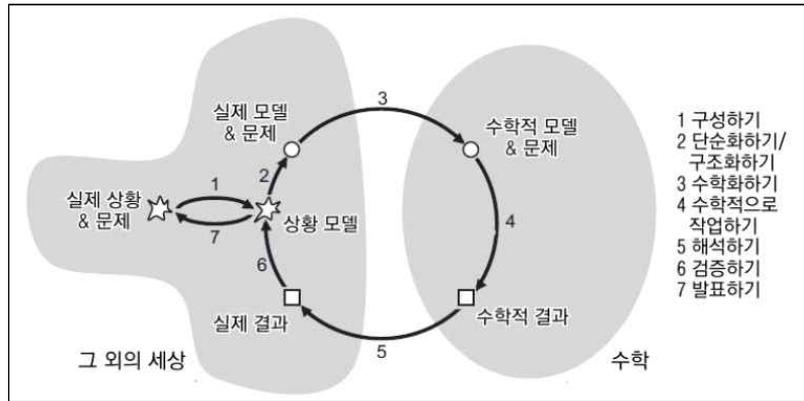
<p>· 실생활, 사회 및 자연 현상과 관련된 문제를 수학적 모델링을 통해 해결하려는 도전적인 태도</p>	<p>실생활이나 사회 및 자연 현상과 관련된 문제를 해결할 때 수학적 모델링을 적용하고 도전적으로 문제를 해결할 수 있게 한다. 이때, 환경 및 기후변화 등과 관련된 다양한 문제 상황을 통해 생태전환에 관심을 갖게 한다.</p>
<p>(2) 변화와 관계 내용 체계표의 가치·태도</p>	<p>성취기준 적용 시 고려 사항</p>

또한, 수학적 모델링은 수학과제탐구 과목의 성취기준 해설에서도 “[12수과02-03] 수학 실험은 논리적 추론을 통해 수학 내용 자체를 탐구하거나 자연 또는 사회 현상을 수학적으로 탐구하는 방법임을 이해하게 한다. 실생활 문제 상황을 수학 문제로 변환한 다음 수학 문제를 해결하고 그 결과를 해석하여 다시 문제 상황을 해결할 수 있는 수학적 모델링 과정을 이해하게 한다.”(교육부, 2022, p.248)와 같이 서술되어 있다. 이는 학생들이 수학적 모델링을 통해 실생활 문제를 해결하는 과정을 이해하고 이를 실제로 활용할 수 있도록 돕기 위한 것이다. 학생들은 수학적 모델링을 통해 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 기르게 되며, 이러한 과정은 수학적 모델링이 단순한 문제 풀이를 넘어서 실제 문제를 해결하는 데 중요한 도구임을 명확히 보여준다(교육부, 2022).

나. 수학적 모델링의 단계와 중요성

수학적 모델링은 실세계 문제를 수학적으로 해석하고 해결하는 과정으로, 여러 연구자들에 의해 다양한 단계로 설명되어 왔다. 전통적인 모델링 사이클은 대체로 문제 이해, 모델 형성, 수학적 분석, 결과 해석, 결과 검증의 단계를 포함한다(고상숙 외, 2020; 박선영, 한선영, 2018). 이러한 단계적 접근은 학생들이 복잡한 문제를 체계적으로 해결할 수 있도록 돕는다. Blum, Ferri(2009)는 수학적 모델링을 [그림 II-1]과 같이 도식화하였으며, 이 모델링 사이클은 실제 문제를 이해하고 이를 단순화하여 수학적 모델로 변환하는 과정을 포함한다. 이후에는

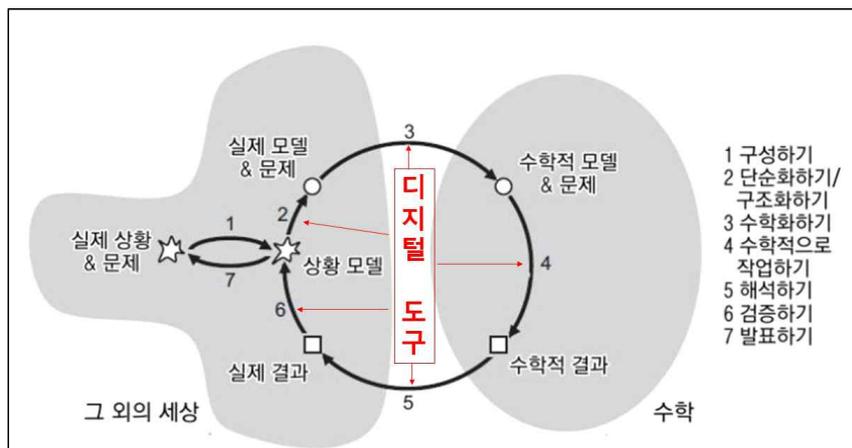
수학적 작업을 통해 결과를 도출하고, 이를 실제 상황에 적용하여 해석하고 검증하는 단계로 이어진다.



[그림 II-1] Blum-Ferri 모델링 사이클 (Blum & Ferri, 2007, p. 46)

서지희 외(2013)는 수학적 모델링의 각 단계를 구체적으로 설명하며, 문제의 이상화 단계에서 중요한 변수들을 식별하고, 이를 통해 수학적 모델을 형성하는 것이 중요하다고 지적한다. 이러한 접근은 학생들이 문제 상황을 명확히 이해하고, 이를 수학적으로 표현하는 능력을 기르는 데 중요한 역할을 한다. 최근 연구에 따르면 디지털 도구의 발전과 함께 수학적 모델링 과정에서 디지털 도구가 중요한 역할을 수행하게 되었다(Geiger, 2011; Greefrath & Siller, 2017). GeoGebra와 같은 디지털 도구는 모델링 과정에서 시각화, 계산, 실험 등의 활동을 지원하며, 학생들이 복잡한 문제를 더 효과적으로 다룰 수 있도록 돕는다(Greefrath et al., 2018). 또한, 이러한 도구는 수학적 모델을 시각적으로 확인하고 수정할 수 있는 기회를 제공하며(Galbraith & Fisher, 2021), 특히 결과를 해석하고 검증하는 단계에서 유용하게 사용된다.

디지털 기술의 발전과 함께, 수학적 모델링 과정에서 디지털 도구의 역할이 중요해지고 있다. 이러한 변화를 반영하여 Greefrath, Siller(2018)은 [그림 II-2]와 같이 디지털 도구가 통합된 새로운 모델링 사이클을 제안했다.



[그림 II-2] 디지털 도구가 추가된 모델링 사이클 (Greefrath & Siller, 2018, p. 364)

Greefrath, Siller(2018)이 제안한 모델에서 디지털 도구는 수학적 모델링의 각 단계에서 다양하게 활용된다. '단순화하기/구조화하기' 단계에서는 데이터 마이닝 도구나 통계 소프트웨어를 사용하여 다양한 변수들 중에서 문제 해결에 의미 있는 핵심 변수만을 선별하고 그들 간의 관계를 파악할 수 있다. '수학화하기' 단계에서는 컴퓨터 대수 시스템(CAS)을 사용하여 선별된 변수들과 그 관계를 수학적 모델로 구축할 수 있다. '수학적으로 작업하기' 단계에서는 수치해석 소프트웨어나 프로그래밍 언어를 활용하여 구축된 수학적 모델을 바탕으로 수학적 결과를 도출할 수 있다. 이 과정에서 복잡한 방정식의 해를 구하거나 대규모 데이터에 대한 계산을 수행할 수 있다. '해석하기' 단계에서는 데이터 시각화 도구를 사용하여 도출된 수학적 결과를 그래프나 차트로 표현하고, 이를 바탕으로 실제 상황에 맞게 해석할 수 있다. 마지막으로 '검증하기' 단계에서는 시뮬레이션 도구나 통계적 검정 도구를 활용하여 해석된 결과가 초기의 실제 상황 모델과 일치하는지, 그리고 문제 해결에 적합한지를 검증할 수 있다. 이 과정에서 필요하다면 모델을 수정하거나 재구성하는 과정을 거칠 수 있다. 이러한 디지털 도구의 활용은 각 모델링 단계에서 학생들의 이해와 작업 효율성을 크게 향상시키며, 복잡한 실제 문제를 다루는 과정에서 정보처리 역량을 강화하는 데 기여한다. 특히, 각 단계에서 적절한 디지털 도구를 선택하고 활용하는 능력 자체가 중요한 정보처리 역량의 일부가 될 수 있다.

한편 Siller, Greefrath(2010)은 기존의 모델링 사이클에 '디지털 세계'라는 개념을 추가하여, 수학적 모델링이 디지털 도구의 도움을 받아 더욱 확장될 수 있음을 강조한다. 이 확장된 모델링 사이클은 수학적 지식과 디지털 기술이 결합되어 문제 해결에 대한 새로운 접근 방식을 가능하게 함으로써, 수학적 모델링의 적용 범위를 넓힐 수 있는 잠재력을 보여준다.

이러한 디지털 도구 기반의 수학적 모델링 접근은 학생들의 정보처리 역량 향상에 직접적으로 기여할 수 있다. 학생들은 각 단계에서 적절한 디지털 도구를 선택하고 활용함으로써, 데이터를 효과적으로 처리하고 분석하는 능력을 기를 수 있다. 이는 본 연구의 두 번째 연구 질문인 "정보처리 역량 과제가 수학적 모델링 관점에서 어떻게 구성되고 있는가?"와 밀접하게 연관된다. 교과서의 정보처리 역량 과제가 이러한 디지털 도구 기반 모델링 단계를 얼마나 반영하고 있는지 분석함으로써, 현재 교과서의 구성이 학생들의 정보처리 역량 향상에 얼마나 효과적인지 평가할 수 있을 것이다.

다. 수학적 모델링 과제의 특징

수학적 모델링 과제는 교육적 이점을 제공한다. 첫째, 문제 해결 능력과 비판적 사고력을 향상시킨다. Greefrath 외(2011)와 Orey, Rosa(2017)의 연구에 따르면, 수학적 모델링은 학생들이 복잡한 실제 상황을 분석하고 해결책을 도출하는 과정에서 논리적, 창의적 사고를 촉진한다. 이는 단순한 수학적 계산을 넘어 실제적인 비판적이고, 반성적인 수학적 사고 능력을 기르는 데 기여한다. Kohen, Orenstein(2021)은 수학적 모델링을 통해 학생들이 기술 관련 문제를 해결하는 능력을 기를 수 있다고 주장했다. 이는 미래 직업 세계에서 요구되는 핵심 역량과 직접적으로 연결된다.

둘째, 학습 동기를 부여하고 협동 학습의 기회를 제공한다. Siller, Greefrath(2010)는 수학적 모델링이 실생활 문제와 수학을 연결함으로써 학생들의 학습 흥미를 높인다고 보고했다. Orey, Rosa(2017)의 연구에 따르면, 학생들이 팀으로 모델링 과제를 수행할 때, 서로의 아이디어를 공유하고 협력하는 과정에서 중요한 학습 경험을 얻게 된다. 이러한 협력 과정은 학생들이 다양한 관점을 이해하고, 문제 해결에 대한 다양한 접근 방식을 익히는 데 도움을 준다. 더불어, 협동 학습을 통해 학생들은 사회적 상호작용을 통해 자신의 생각을 명확하게 표현하고, 타인의 의견을 수용하는 능력을 기를 수 있다.

수학적 모델링은 학생들이 실생활의 다양한 현상을 수학적으로 표현하고 이해하는 능력을 길러주기 때문에 최근 수학교육의 필수 요소로 강조되고 있으며, 국내에서도 활발하게 연구되고 있다. 특히, 수학적 모델링 과제는 학생들에게 실생활의 문제를 수학적으로 다루는 기회를 제공하며, 수학적 사고력과 문제 해결력을 기르는 데

핵심적인 역할을 한다. 그러나 기존 연구에 따르면, 수학적 모델링 과제를 이해하고 활용하는 데 많은 교사들이 어려움을 겪고 있으며, 특히 초등 및 중고등학교 수준에서 적절한 과제를 개발하고 수업에 적용하는 데 많은 난관이 존재하는 것으로 나타났다(오영열, 박주경, 2019).

이러한 배경에서 수학적 모델링 과제의 특징과 유형에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 장혜원 외(2019)는 초등학교 저학년층을 대상으로 수학적 모델링 과제의 적용 가능성을 탐색하며, 수학적 모델링 과제는 실세계 현상을 바탕으로 한 개방형 문제이어야 하고, 수학적 모델링 사이클을 통해 해결 가능해야 한다고 강조하였다. 정혜윤 외(2018)는 중학교 수학 과제에서 수학적 모델링 과제를 점진적으로 제시하고 세분화하는 방식이 필요함을 주장하면서, 단계별 수학적 모델링 과제를 개발하여 수학적 탐구 수업에 적용하고자 하였다. 이와 같이 수학적 모델링 과제는 학생들의 인지적 수준과 교육과정에 적합하게 설계되어야 하며, 현실 세계와 수학의 연결고리를 강화하는 방향으로 개발되어야 한다는 것이 선행 연구들의 공통된 주장이다.

정혜윤 외(2020)에서는 한국과 미국의 중학교 1학년 교과서에 제시된 기하 영역의 실생활 맥락 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석한 결과, 두 나라 모두 수학적 모델링 과제가 수학적 결과 도출 단계에 집중되어 있다고 지적하였다. 이 연구는 학생들이 다양한 해결 과정을 경험하는 기회를 얻지 못하고, 동일한 해결 과정과 답을 제시하도록 유도되는 경우가 많다는 점을 밝혀내며, 이러한 과제의 개선을 통해 수학적 모델링 학습 기회를 다양화할 필요가 있음을 강조하였다.

고등학교 수학 교과서에서의 수학적 모델링 과제는 정보처리 역량을 높이는 데도 중요한 역할을 한다. 박우홍, 고상숙(2022)은 우리나라와 IBDP 교과서의 함수 영역에서 수학적 모델링 과제를 비교·분석하여, IBDP 교과서가 국내 교과서에 비해 더 높은 비율로 수학적 모델링 과제를 제공하고 있음을 밝혀냈다. 이러한 과제들은 수학적 모델링의 6가지 하위 행동 요소 중 '수학적 분석'과 '해석과 결과에 대한 분석'에 중점을 두고 있으며, 학생들에게 다양한 모델링 경험을 제공한다. 따라서 수학적 모델링 과제는 학생들의 수학적 추론과 문제 해결 역량뿐만 아니라 정보처리 역량을 강화하는 데에도 효과적이라는 점에서, 고등학교 수학 교과서에서 수학적 모델링 과제를 어떻게 구성하고 제시하는지가 교육적으로 매우 중요하다.

한편 수학적 모델링은 학생들의 정보처리 역량을 강화하고 다른 교과와의 연계성을 높이는 데 기여한다. 이민영, 김래영(2022)의 연구에서는 2015 개정 교육과정의 중학교 수학 교과서에 포함된 실세계 맥락 과제가 학생들의 정보 수집, 분석, 해석 능력을 향상시키는 데 효과적임을 보여주었다. 이는 모델링 과정에서 학생들이 다양한 데이터를 다루고 처리하는 경험을 하기 때문이다.

라. 정보처리 역량과 관련된 교과서 분석연구

정보처리 역량은 21세기 학습자에게 필수적인 능력으로, 수학교육에서도 그 중요성이 점점 더 강조되고 있다. 정보처리 역량은 다양한 데이터와 정보를 수집, 분석, 해석하며 이를 적절히 활용하는 능력으로 정의된다. 김은현, 김래영(2020)의 연구는 이러한 정보처리 역량이 수학 교과서에 어떻게 구현되고 있는지를 분석하여, 학생들이 수학 학습에서 정보처리 역량을 어떻게 개발할 수 있는지에 대해 중요한 시사점을 제공했다. 이 연구는 정보처리 역량을 '자료와 정보 수집', '자료와 정보 정리 및 분석', '정보 해석 및 활용', '기술 도구 및 교구 활용'의 네 가지 하위 요소로 구체화하여 중학교 수학 교과서를 체계적으로 분석했다.

박인우, 전인호(2020)은 정보처리 역량의 중요성을 강조하며, 2009년과 2015년 개정 교육과정을 바탕으로 초등 수학 교과서를 비교 분석했다. 한편 김수철(2019)의 연구는 수학교과 6개 역량이 초등학교 수학 교과서에서 어떻게 적용되고 있는지를 분석하여, 정보처리 역량의 적용 비율이 상대적으로 낮다는 것을 발견했다. 김수철(2019)과 박인우, 전인호(2020) 모두 정보처리 역량의 하위 요소들 중 특히 '자료와 정보 수집'과 '기술 도구 및 교구 활용' 부분이 교과서에서 충분히 반영되지 않고 있음을 지적하였다. 이러한 현상은 학생들이 실제 수학적 문제 해결에서 필요한 역량을 충분히 개발하지 못할 가능성이 있다.

정보처리 역량의 하위 요소는 교과서에서 균형있게 다루어져야 하며, 이를 통해 학생들이 실제 문제 해결 능력을 함양할 수 있도록 해야 한다. 또한, 정보처리 역량을 개발하기 위해서는 교과서에서 다양한 실습과 기술 도구 활용을 장려하는 내용이 포함되어야 하며, 학생들이 이 역량을 실제로 적용할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 수학과 교육과정에서 정보처리 역량의 중요성은 이미 여러 연구에서 강조되고 있으나, 아직 고등학교 교과서에서의 정보처리 역량에 대한 심도 있는 연구가 없었다. 이에 본 연구는 이러한 기존 연구들과 차별화되는 점에서 고등학교 수학 교과서를 대상으로 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석하고자 한다. 중학교 교과서를 중심으로 한 기존 연구와는 달리, 고등학교 교과서에서 제시된 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석함으로써, 고등학생들이 접하게 되는 정보처리 역량 과제에서 수학적 모델링 학습 기회와 그 효과를 탐구하고자 한다. 이는 고등학생들이 보다 심화된 수학적 사고와 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 교과서 내 정보처리 역량과제를 개선하는 데 기초 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구방법

가. 분석 대상

본 연구는 2015 개정 교육과정에 따라 현재 고등학교에서 사용 중인 수학 교과서를 연구 대상으로 선정하였다. 분석 대상은 <수학>, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계>, <기하> 과목의 교과서로, 이들 교과서에 포함된 수학적 모델링 과제의 구성과 제시 방식을 심층적으로 분석하는 것이 목적이다.

현행 고등학교 수학 교과서는 9개의 출판사에서 발행되고 있으며, 본 연구에서는 모든 출판사의 교과서를 분석 대상으로 포함하였다. 이를 통해 특정 출판사나 과목에 편중되지 않고, 고등학교 수학 교과서 전반에 걸쳐 수학적 모델링 과제가 어떻게 구성되고 있는지를 종합적으로 파악하고자 한다.

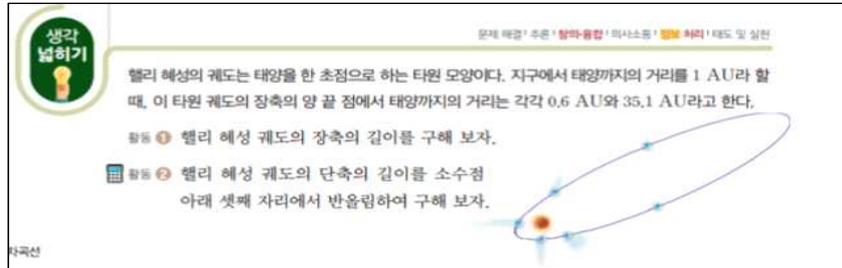
본 연구가 2015 교육과정 교과서를 분석하는 데는 몇 가지 중요한 이유가 있다. 첫째, 2015 교육과정 교과서는 현재까지 실제 교육 현장에서 사용되고 있는 자료로, 교사와 학생들이 수학적 모델링을 어떻게 접하고 활용해왔는지를 이해하는 데 중요한 기초 자료를 제공한다. 둘째, 교육과정 전환기의 연속성 확보를 위함이다. 2022 교육과정으로의 전환 과정에서, 2015 교육과정 교과서의 분석은 수학적 모델링 교육의 연속성을 확보하는 데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 새로운 교육과정으로의 원활한 이행을 위한 시사점을 도출할 수 있다. 셋째, 2015 기반의 교과서는 2025년에도 교육 현장에서 지속적으로 활용되고 있기 때문이다. 2022 교육과정의 단계적 도입 계획에 따르면, 2025학년도에도 고등학교 2, 3학년 과정인 <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <기하>, <확률과 통계> 과목은 여전히 2015 개정 교육과정 교과서를 사용하게 된다. 이는 향후 1~2 년간 2015 교육과정 교과서가 교육 현장에서 중요한 역할을 계속할 것임을 의미한다. 따라서 본 연구의 분석 결과는 현직 교사들이 수학적 모델링 과제를 효과적으로 활용하는 데 직접적인 도움을 줄 수 있으며, 학생들의 학습 경험을 개선하는 데 기여할 수 있다. 나아가 차기 교육과정 변화에 대비하는 데 필요한 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 또한, 이 연구 결과는 2022 교육과정에 따른 새로운 교과서와 2015 교육과정 교과서가 병행하여 사용되는 전환기 동안, 수학적 모델링 교육의 일관성과 효과성을 높이는 데 기여할 수 있을 것이다.

2015 개정 교육과정에서는 고등학교 수학 과목이 공통과목과 선택과목으로 나뉘어 있으며, <수학>은 공통과목으로, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계>는 일반 선택 과목으로, <기하>는 진로 선택 과목으로 구성되어 있다. 이들 교과서는 모두 교육부의 검정을 통과한 도서이므로, 본 연구에서는 이를 대상으로 분석을 실시하였다.

본 연구에서는 교과서 과제 중 '정보 처리' 역량이 명시된 과제만을 분석 대상으로 삼았다. 이는 디지털 대전환 시대에 맞추어 학생들에게 필수적인 디지털 소양을 기르기 위함이다. 2022 개정 교육과정에서는 디지털 기술 활용 능력이 중요한 교육 목표로 설정되어 있으며, 학생들이 디지털 도구를 통해 데이터를 분석하고 문제를 해

결하는 역량을 기르는 것이 강조되고 있다.

그러나 이러한 접근 방식에는 몇 가지 고려해야 할 점이 있다. [그림 II-3]과 같이 분석 대상 과제 중에는 정보 처리 역량뿐만 아니라 문제 해결, 추론 등 다른 역량도 함께 명시된 과제가 포함될 수 있다. 이는 교과서 저자가 한 과제를 통해 다양한 역량을 종합적으로 기르고자 하는 의도를 반영한 것이다. 하지만 본 연구에서는 정보 처리 역량에 초점을 맞추기 때문에, 과제에 내포된 다른 역량들은 주된 분석 대상에서 제외하였다. 이는 연구의 범위를 명확히 하기 위한 것이지만, 동시에 과제의 종합적인 특성을 모두 포착하지 못할 수 있다는 한계를 가진다. 구체적으로, 본 연구의 분석 단위는 '정보 처리 역량이 명시된 개별 과제'이다. 즉, 하나의 과제에 여러 역량이 명시되어 있더라도, 정보 처리 역량과 관련된 부분만을 중점적으로 분석한다. 따라서 본 연구 결과를 해석할 때는 이러한 연구 설계의 특성을 고려해야 한다. 향후 연구에서는 정보 처리 역량과 다른 역량들 간의 상호작용이나 통합적 접근 방식에 대한 분석도 필요할 것으로 보인다.



[그림 II-3] '정보처리'역량과 '창의·융합'역량이 명시된 과제 예시 (㉠ 교과서, 수학2)

디지털 도구를 활용한 모델링 사이클을 통해 학생들이 데이터를 분석하고 문제를 해결하는 역량을 기르는 것이 강조되고 있다. 모델링 사이클의 각 단계에서 디지털 도구는 중요한 역할을 하며, 특히 정보 처리 역량은 이러한 과정을 성공적으로 수행하는 데 필수적이다. 따라서, 정보 처리 역량이 명시된 과제를 통해 학생들이 디지털 도구를 활용하여 문제를 해결하는 과정을 심층적으로 분석하는 것이 필요하다. 이에 동아 출판사의 교과서와 같이 정보 처리 역량을 명시하지 않은 교과서는 본 연구의 분석 대상에서 제외하였다. 이를 통해, 정보 처리 역량이 어떻게 교과서에서 다루어지고 있는지에 대한 정확한 분석을 제공하고자 한다. 이에 분석대상인 교과서의 현황은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 수학 교과서 목록

출판사	수학	수학 I	수학 II	미적분	확률과통계	기하
㉠	○	○	○	○	○	○
㉡	○	○	○		○	
㉢	○	○	○	○	○	○
㉣	○	○	○	○	○	○
㉤	○	○	○	○	○	○
㉥	○	○	○	○	○	○
㉦	○	○	○	○	○	○
㉧	○	○	○	○	○	○

총 46권의 교과서를 분석하여, 2022 교육과정에서 강조된 수학적 모델링의 적용 현황과 그 효과를 탐구하고자 한다. 특히, 본 연구는 고등학교 교과서에 초점을 맞추고 있다는 점에서 중학교 교과서를 주로 다룬 기존 연구들과 차별성을 두고 있다. 각 교과서에 제시된 모든 과제를 검토하고, '정보 처리' 역량이 표시된 과제는 1건으로, 분석 대상으로 포함하였다.

나. 분석방법 및 절차

본 연구에서는 정보처리 역량 과제를 분석하기 위해 두 가지 분석틀을 활용하였다. 첫째, 2015 개정 수학교육과정에서 제시한 정보처리 역량의 하위 요소들을 기반으로 한 분석틀을 사용하였다. 둘째, 수학적 모델링의 관점에서 과제를 분류하기 위해 맥락 유형에 따른 분석틀을 적용하였다.

정보처리 역량 분석을 위해 박경미 외(2015)가 제시한 하위 요소 분류를 활용하였다. 이 분류는 <표 II-4>와 같이 '자료와 정보 수집', '자료와 정보 정리 및 분석', '정보 해석 및 활용', '기술 도구 및 교구 활용'의 네 가지 요소로 구성되어 있다. 이러한 체계적인 분류는 교과서에 포함된 과제들이 학생들의 정보처리 역량을 어떻게 발전시킬 수 있는지에 대한 심층적인 분석을 가능하게 한다.

<표 II-4> 수학에서 정보처리 역량의 하위 요소, 설명, 그리고 기술 (박경미 외, 2015, p.42)

하위 요소	설명	기능
자료와 정보 수집	현실적이고 수학적 상황에서 적절한 자료와 정보를 탐색하고 생성하는 능력	수집, 조사, 기록, 위치 확인, 생성
자료와 정보 정리 및 분석	수집된 자료와 정보를 목적에 따라 분류, 정리, 조직, 분석하고 평가하는 능력	표현, 분류, 조직, 목록화, 정렬, 비교, 그룹화, 분석, 분류, 시각화, 평가
정보 해석 및 활용	분석된 정보에 대한 의미를 올바르게 이해, 해석, 통합하고 이를 활용하는 능력	예측, 설명, 해석, 종합, 활용
기술 도구 및 교구 활용	수학적 아이디어와 개념을 탐구하고 문제를 해결하기 위해 적절하게 기술 도구와 교구를 선택하고 사용하는 능력	선택, 조작, 기술 활용, 시각화

수학적 모델링 관점에서의 분석을 위해 De Lange(1999)와 이민영, 김래영(2022)의 연구를 참고하여 <표 II-5>와 같이 과제의 맥락을 '위장 맥락', '상황과 관련된 본질적 맥락'으로 분류하였다. 이 분류는 과제가 수학적 모델링 과정을 얼마나 유의미하게 경험할 수 있게 하는지를 평가하는 데 중요한 역할을 한다.

<표 II-5> 맥락 유형의 분류에 대한 과제 분석틀 (이민영, 김래영, 2022, p.93)

맥락 유형	코드	특징	과제 분류 기준
위장된 맥락 (Camouflage Context)	CF	- 문제를 수학적 용어로 형식화할 때 맥락이 필요하지 않음. - 주어진 지시에 따라 직접적인 수학 조작만 수행하면 됨. - 도입된 맥락은 수학적 결과를 해석하고 결정할 때 필요하지 않음.	- 도입된 맥락이 수학적 개념을 기계적으로 적용하기 위함일 때 - 문제를 이해하고 해결하는 과정에서 맥락이 이용되지 않을 때 (맥락이 없어도 문제 해결에 문제가 없을 때) - 문제를 풀 후 답의 적절성을 판단하는데 맥락이 이용되지 않을 때
상황과 관련된 본질적 맥락 (Relevant and Essential Context)	RE	- 맥락은 문제 해결을 위한 명백한 단서를 제공함. - 맥락은 문제와 관련된 정보, 변수, 형식화를 위한 관계 등을 확인하고 선택하는 데 사용됨. - 수학적 결과의 타당성을 판단하는 데 사용됨.	- 문제를 해결하기 위해서 도입된 맥락을 고려하여 수학화 하는 것이 필요할 때 - 수학적 결과가 원래 문제의 조건에 부합하는지 확인하기 위해 맥락 안에서 반추해야 할 때 - 맥락이 새로운 수학적 개념의 구성이나 재발명을 요구할 때

위장된 맥락에서는 문제를 수학적으로 형식화하는 과정에서 실질적인 맥락이 필요하지 않다. 학생들이 주어진 지시에 따라 직접적인 수학적 조작만 수행하면 되고, 도입된 맥락은 문제의 수학적 결과를 해석하거나 결정할 때 크게 필요하지 않다. 이러한 유형의 맥락은 수학적 개념을 단순히 기계적으로 적용하거나, 문제 해결 과정에서 맥락의 유무가 결과에 큰 영향을 미치지 않는 경우에 해당된다. 따라서, 이 유형의 과제는 학생들에게 실제 문제 해결 과정에서의 깊이 있는 사고를 요구하지 않을 수 있다.

상황과 관련된 본질적 맥락은 학생들에게 명확한 문제 해결의 단서를 제공하며, 문제와 관련된 정보나 변수를 확인하고 선택하는 과정에서 중요한 역할을 한다. 이 맥락에서는 수학적 결과의 타당성을 판단하거나, 문제를 해결하기 위해 도입된 맥락을 고려하여 수학화하는 것이 필수적이다. 또한, 수학적 결과가 문제의 원래 조건에 부합하는지를 확인하기 위해 맥락 내에서의 확인이 필요하기도 하며, 혹은 새로운 수학적 개념의 구성이나 탐구가 요구되는 상황이 이 유형에 부합한다. 이러한 과제는 학생들이 깊이 있는 수학적 분석을 수행하고, 실질적인 문제 해결 능력을 기르는 데 중요한 기회를 제공한다.

두 개의 분석틀을 단계별로 적용한 이유는 먼저 정보처리 역량 분석틀을 통해 과제가 어떤 정보처리 능력을 요구하는지를 파악하고자 하였다. 이어서 맥락 유형 분석틀을 적용하여 해당 과제가 수학적 모델링 과정에서 어떤 역할을 하는지를 평가한다. 이러한 두 단계의 분석은 정보처리 역량과 수학적 모델링 사이의 연관성을 파악하는 데 도움을 준다.

예를 들어, '자료와 정보 수집' 능력을 요구하는 과제가 '상황과 관련된 본질적 맥락'에 해당한다면, 이는 학생들이 실제 상황에서 필요한 정보를 수집하고 이를 수학적 모델로 변환하는 과정을 경험할 수 있음을 의미한다. 반면, 같은 '자료와 정보 수집' 능력을 요구하더라도 '위장 맥락'에 해당하는 과제라면, 학생들이 실제적인 모델링 경험을 하기 어려울 수 있다.

이러한 분석 방법을 통해 정보처리 역량 과제가 수학적 모델링 과정을 얼마나 효과적으로 지원하는지, 그리고 어떤 유형의 과제가 보다 의미 있는 모델링 경험을 제공하는지를 파악할 수 있다. 이는 향후 교사의 수업 설계에 있어 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

본 연구의 분석방법 및 절차를 정리하면 [그림 II-4]와 같다.

단계	세부 내용
교과서 과제 선별	각 교과서에서 '정보 처리' 역량이 명시된 과제를 선별
정보처리 역량 분석	선별된 과제를 박경미 외(2015)의 정보처리 역량 하위 요소에 따라 분류
맥락 유형 분석	선별된 과제를 De Lange(1999)와 이민영, 김래영(2022)의 맥락 유형 분석틀에 따라 분류
데이터 정리 및 분석	분류된 결과를 정리하고, 과목별, 출판사별로 분석
결과 해석 및 논의	분석 결과를 바탕으로 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석

[그림 II-4] 분석방법 및 절차

교과서 과제 선별 단계는 연구의 첫 단계로, 각 교과서에서 ‘정보 처리’ 역량이 명시된 과제를 선별하였다. 이 과정에서는 모든 과제를 면밀히 검토하였으며, 정보 처리 역량이 표시된 과제는 1건으로 간주하여 분석 대상에 포함시켰다. 정보처리 역량 분석 단계는 선별된 과제는 박경미 외(2015)의 정보처리 역량 하위 요소에 따라 분류되었다. 각 과제가 어떤 하위 요소에 해당하는지 세밀하게 분석하여, ‘자료와 정보 수집’, ‘자료와 정보 정리 및 분석’, ‘정보 해석 및 활용’, ‘기술 도구 및 교구 활용’의 네 가지 요소로 분류하였다. 맥락 유형 분석단계는 선별된 과제는 De Lange(1999)와 이민영, 김래영(2022)의 맥락 유형 분석틀에 따라 분류하였다. 각 과제의 맥락이 위장된 맥락인지, 상황과 관련된 본질적 맥락인지를 판단하여 분류하였으며, 이를 통해 각 과제가 학생들의 수학적 사고력 및 문제 해결 능력에 어떻게 기여하는지를 분석하였다. 데이터 정리 및 분석단계는 분류된 결과를 정리하고, 과목별, 출판사별로 분석하였다. 이 과정에서 각 범주별 빈도와 비율을 계산하고, 필요한 경우 통계적 분석을 실시하여 교과서의 수학적 모델링 과제 구성과 제시 방식을 보다 정량적으로 평가하였다. 결과 해석 및 논의 단계는 분석 결과를 바탕으로 현행 고등학교 수학 교과서의 수학적 모델링 과제 구성과 제시 방식에 대해 논의하였다. 이러한 분석 방법은 교과서가 제공하는 잠재적 학습 기회를 탐색하는 데 초점을 맞추고 있다. 교과서 과제 분석을 통해 우리는 정보처리 역량과 수학적 모델링이 어떻게 연계되어 있는지, 그리고 이러한 과제들이 어떤 유형의 학습 경험을 제공할 수 있는지를 파악할 수 있다.

그러나 이러한 분석은 교과서 과제가 가진 잠재력과 한계를 보여주는 것이며, 실제 수업에서 어떻게 구현될지를 직접적으로 예측하는 것은 아니다. 즉, 본 연구의 결과는 교과서 과제가 제공하는 학습 기회 가능성을 보여주는 것이지, 학생들의 실제 수학적 사고력 및 문제 해결 능력의 향상을 직접적으로 측정하는 것은 아니다. 다시 말해 본 연구의 결과를 해석할 때는 이러한 한계를 인식하고, 교과서 과제의 잠재적 가치와 개선 가능성에 초점을 맞추어야 한다. 예를 들어, ‘상황과 관련된 본질적 맥락’의 과제가 많이 포함된 교과서는 학생들에게 의미 있는 수학적 모델링 경험을 제공할 잠재력이 높다고 볼 수 있지만, 이것이 실제 수업에서 어떻게 구현되는지는 교사의 역할과 수업 상황 등 다양한 요인에 따라 달라질 수 있다.

본 연구는 현행 고등학교 수학 교과서의 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 체계적으로 분석하고자 하였다. 특히, 정보처리 역량의 하위 요소와 맥락 유형을 기준으로 과제를 분류하고 분석함으로써, 현재 교과서에서 제시되는 정보처리 역량 과제의 특성과 수학적 모델링과의 연계성을 심층적으로 탐구하고자 하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 고등학교 수학교과서의 정보처리 역량 과제의 현황

고등학교 수학교과서의 정보처리 역량 과제를 분석한 결과는 <표 III-1>과 같다. 수학 과목별 정보처리 역량 과제의 교과서별 분포를 분석한 결과, 총 205개의 과제가 다양한 출판사와 교과서에 걸쳐 분포되어 있음을 확인할 수 있다. 이 중 가장 많은 비중을 차지한 과목은 <수학> 과목으로, 전체 과제의 29%인 59개의 정보처리 역량 과제가 이 과목에 포함되어 있다. 이는 <수학> 과목이 기초적인 수학적 개념을 다루는 동시에, 학생들이 디지털 도구를 활용하여 데이터를 분석하고 문제를 해결하는 능력을 키우는 데 중점을 두고 있음을 보여준다. 특히, <수학> 과목에서 높은 비율로 정보처리 역량 과제가 제시된 것은 디지털 대전환 시대와 2025년 AI 디지털 교과서 도입을 앞두고 있는 수학 교육이 어떻게 변모하고 있는지를 잘 반영하고 있다. 출판사별로 살펴보면, ㉠출판사가 <수학> 과목에서 가장 많은 17개의 정보처리 역량 과제를 포함하고 있다. 이는 ㉠출판사의 교과서가 디지털 도구와 정보처리 역량을 강조하는 방향으로 구성되어 있음을 나타낸다. 반면, ㉡와 ㉢는 각각 4개의 과제만을 포함하고 있어 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있다. 이러한 차이는 각 출판사가 교과서를 제작할 때 정

보처리 역량을 얼마나 중시하는지에 따라 나타나는 결과일 수 있다. 특히 ㉠의 경우, 학생들이 실질적인 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 다양한 정보처리 과제를 적극적으로 포함시킨 점이 주목된다.

<표 III-1> 수학 과목별, 교과서별 정보처리 역량 과제 빈도수 (백분율)

교과서 구분 과목	㉠	㉡	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦	㉧	㉨	합계
수학	10(5%)	17(8%)	10(5%)	4(2%)	1(0%)	10(5%)	3(1%)	4(2%)		59 (29%)
수학1	9(4%)	11(5%)	4(2%)	3(1%)	2(1%)	6(3%)	2(1%)	3(1%)		40 (20%)
수학2	8(4%)	5(2%)	2(1%)	1(0%)	5(2%)	7(3%)	3(1%)	1(0%)		32 (16%)
미적분	8(4%)	(0%)	5(2%)	1(0%)	2(1%)	8(4%)	3(1%)	3(1%)		30 (15%)
확률과 통계	4(2%)	3(1%)	5(2%)	2(1%)	5(2%)	5(2%)	1(0%)	2(1%)		27 (13%)
기하	3(1%)	(0%)	3(1%)	2(1%)	1(0%)	5(2%)	2(1%)	1(0%)		17 (8%)
합계	42 (20%)	36 (18%)	29 (14%)	13 (6%)	16 (8%)	41 (20%)	14 (7%)	14 (7%)		205 (100%)

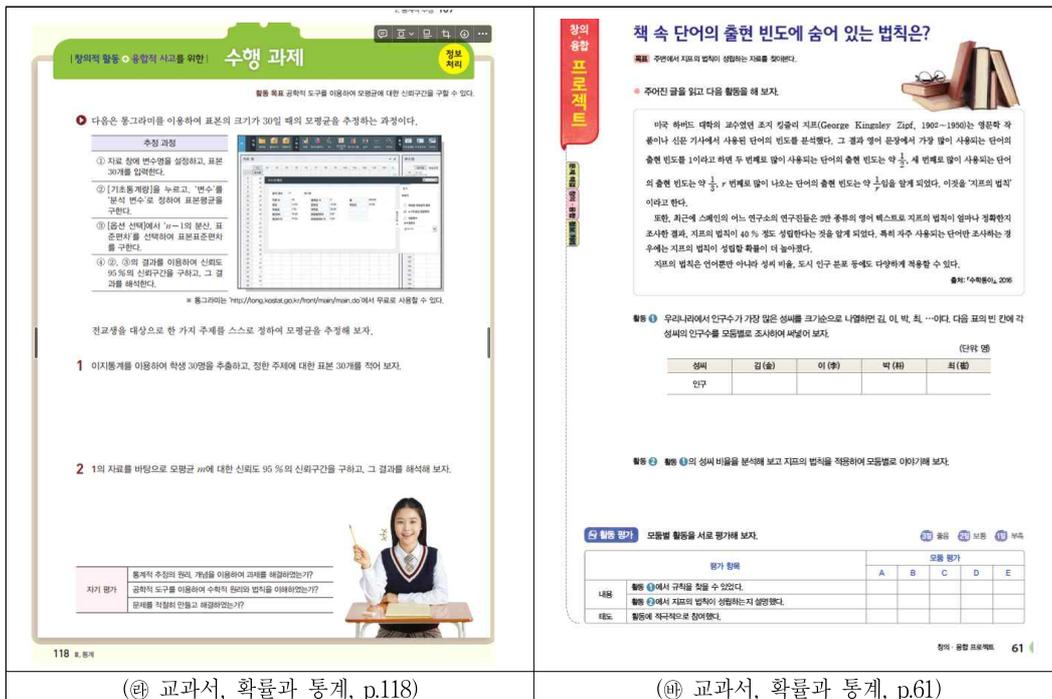
<수학1>이 전체 과제의 20%를 차지하며 40개의 정보처리 역량 과제를 포함하고 있다. 이 중 ㉣출판사(9개)와 ㉠출판사(11개)가 큰 비중을 차지하고 있다. <수학1> 과목은 기초적인 대수와 함수 개념을 다루는 만큼, 학생들이 이론적 개념을 디지털 도구를 활용하여 이해하고 응용할 수 있도록 돕는 정보처리 과제가 많이 포함된 것으로 분석된다. 반면, <기하> 과목은 총 17개의 과제(8%)만이 포함되어 있어 다른 과목에 비해 정보처리 역량의 비중이 낮은 편이다. 이는 <기하> 과목은 알지오메스, 지오지브라 등의 도형학습용 소프트웨어를 활용할 수 있는 과목이지만, 현재 교육과정은 기하적 증명, 작도 보다는 대수적으로 접근하고 있기에 상대적으로 적게 이루어지고 있음을 반영한다. 따라서 이러한 과목에도 정보처리 역량을 강화하기 위한 노력이 필요할 수 있다.

한편 정보처리 역량을 하위 요소별로 분석한 결과는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 고등학교 수학교과서에서 정보처리 역량의 하위 요소별 빈도수 (백분율)

정보처리 역량의 하위요소 과목	자료와 정보의 수집	자료와 정보 정리 및 분석	정보 해석 및 활용	공학적 도구 및 교구 활용	합계
수학	9 (3.88%)	7 (3.02%)	4 (1.72%)	51 (21.98%)	71 (30.60%)
수학1	2 (0.86%)	1 (0.43%)	0 (0.00%)	39 (16.81%)	42 (18.10%)
수학2	1 (0.43%)	3 (1.29%)	1 (0.43%)	31 (13.36%)	36 (15.52%)
미적분	2 (0.86%)	2 (0.86%)	0 (0.00%)	30 (12.93%)	34 (14.66%)
확률과 통계	4 (1.72%)	4 (1.72%)	0 (0.00%)	24 (10.34%)	32 (13.79%)
기하	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	17 (7.33%)	17 (7.33%)
합계	18 (7.76%)	17 (7.33%)	5 (2.16%)	192 (82.76%)	232 (100%)

정보처리 역량 과제가 가장 많이 포함된 과목은 <수학>으로, 전체 232개 과제 중 71개(30.60%)가 이 과목에 집중되어 있었다. 특히 <수학> 과목에서는 ‘공학적 도구 및 교구 활용’에 대한 역량이 가장 많이 포함되어 있어, 학생들이 디지털 도구를 사용해 수학적 개념을 탐구하고 문제를 해결하는 데 중점을 두고 있음을 보여준다. 이는 디지털 도구가 수학적 사고를 심화시키고 실생활 문제 해결을 지원하는 중요한 도구로 활용되고 있음을 시사한다. <수학1> 과목에서는 42개의 정보처리 역량 과제가 포함되어 있었으며, 이 중 39개(16.81%)가 ‘공학적 도구 및 교구 활용’에 집중되어 있었다. 이는 <수학1> 과목이 기초적인 수학적 개념을 다루는 동시에, 디지털 도구를 사용하여 학생들이 개념을 구체화하고 시각화하는 데 초점을 맞추고 있음을 나타낸다. 그러나 ‘정보 해석 및 활용’에 대한 과제는 포함되지 않았다는 점에서, 이 부분에 대한 보완이 필요할 수 있다. <미적분>과 <수학 2> 과목에서는 각각 34개(14.66%)와 36개(15.52%)의 정보처리 역량 과제가 포함되어 있었으며, 두 과목 모두 ‘공학적 도구 및 교구 활용’에 큰 비중을 두고 있었다. 이는 미적분과 같은 고급 수학 과목에서 공학적 도구가 복잡한 수학적 개념을 이해하고 시각화하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다. 그러나 두 과목 모두 ‘정보 해석 및 활용’에 대한 과제는 상대적으로 적게 포함되어 있어, 이 부분에 대한 강화가 필요할 것으로 보인다. <확률과 통계> 과목은 과목의 특성으로 인하여 자료와 정보의 수집, 자료와 정보 정리 및 분석, 정보 해석 및 활용 관련 과제가 풍부할 것으로 예상되지만, <수학>보다도 적은 비중을 차지하고 있었다. 이에 [그림 III-1]과 같은 자료의 수집부터 학습자가 할 수 있게 과제를 구성할 필요가 있을 것이다.



[그림 III-1] 정보의 수집, 자료와 정보 정리 및 분석, 정보 해석 및 활용 관련 과제 예시

한편 교육과정의 핵심 개념의 수준에서 정보처리 역량의 하위 요소를 정리하면 <표 III-3>과 같다. 첫 번째로 주목할 만한 점은 <수학> 과목에서의 “도형의 방정식”에 대한 정보처리 역량 분포이다. “도형의 방정식”은

공학적 도구 및 교구 활용에서 22개(4.74%)로 가장 많은 빈도를 나타냈다. 이는 도형의 방정식 개념이 주로 공학적 도구를 활용한 시각적 이해와 분석에 많이 사용됨을 의미한다. 다른 정보처리 역량에 비해 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있으며, 이는 도형의 방정식이 학생들에게 시각적으로 직관적인 이해를 돕기 위해 공학 도구를 활용하는 데 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다.

<표 III-3> 과목, 핵심개념 - 정보처리 역량의 하위 요소 종류 빈도수 (백분율)

정보처리 역량의 하위요소 과목 핵심개념	자료와 정보의 수집	자료와 정보 정리 및 분석	정보 해석 및 활용	공학적 도구 및 교구 활용	Total
수학	9 (1.94%)	7 (1.51%)	4 (0.86%)	51 (10.99%)	71 (15.30%)
1. 다항식	1 (0.22%)	2 (0.43%)	2 (0.43%)	6 (1.29%)	11 (2.37%)
2. 방정식과 부등식	1 (0.22%)	1 (0.22%)	1 (0.22%)	12 (2.59%)	15 (3.23%)
3. 도형의 방정식	3 (0.65%)	1 (0.22%)	1 (0.22%)	22 (4.74%)	27 (5.82%)
4. 집합과 명제	2 (0.43%)	2 (0.43%)			4 (0.86%)
5. 함수와 그래프	2 (0.43%)	1 (0.22%)		10 (2.16%)	13 (2.80%)
6. 경우의 수				1 (0.22%)	1 (0.22%)
수학1	2 (0.43%)	1 (0.22%)		39 (8.41%)	42 (9.05%)
1. 지수함수와 로그함수				21 (4.53%)	21 (4.53%)
2. 삼각함수	2 (0.43%)	1 (0.22%)		13 (2.80%)	16 (3.45%)
3. 수열				5 (1.08%)	5 (1.08%)
수학2	1 (0.22%)	3 (0.65%)	1 (0.22%)	31 (6.68%)	36 (7.76%)
1. 함수의 극한과 연속		1 (0.22%)		8 (1.72%)	9 (1.94%)
2. 미분		2 (0.43%)	1 (0.22%)	11 (2.37%)	14 (3.02%)
3. 적분	1 (0.22%)			12 (2.59%)	13 (2.80%)
미적분	2 (0.43%)	2 (0.43%)		30 (6.47%)	34 (7.33%)
1. 수열의 극한	1 (0.22%)	1 (0.22%)		6 (1.29%)	8 (1.72%)
2. 미분법	1 (0.22%)	1 (0.22%)		18 (3.88%)	20 (4.31%)
3. 적분법				6 (1.29%)	6 (1.29%)
확률과 통계	4 (0.86%)	4 (0.86%)		24 (5.17%)	32 (6.90%)
1. 경우의 수					
2. 확률	2 (0.43%)	2 (0.43%)		7 (1.51%)	11 (2.37%)
3. 통계	2 (0.43%)	2 (0.43%)		17 (3.66%)	21 (4.53%)
기하				17 (3.66%)	17 (3.66%)
1. 이차곡선				11 (2.37%)	11 (2.37%)
2. 평면벡터				2 (0.43%)	2 (0.43%)
3. 공간도형과 공간좌표				4 (0.86%)	4 (0.86%)
합계	18 (7.76%)	17 (7.33%)	5 (2.16%)	192 (82.76%)	232 (100%)

두 번째로 눈에 띄는 핵심 개념은 <수학1> 과목의 "지수함수와 로그함수"이다. 이 개념은 정보처리 역량 하위 요소 중 공학적 도구 및 교구 활용에서 21개(4.53%)로 매우 높은 빈도를 기록했다. 이는 지수함수와 로그함수가 공학적 도구를 통해 그 특성과 변화를 시각적으로 탐구하는 데 자주 활용된다는 것을 시사한다. 특히, 로그함수와 지수함수는 공학 도구의 슬라이드 기능을 활용하여 그래프의 변화를 관찰 할 때, 공학적 도구의 도움을 받는 경우가 많아, 학생들이 이 개념을 직관적으로 이해하고 적용하는 데 중요한 역할을 하고 있다.

마지막으로, <확률과 통계> 과목에서의 "통계" 개념은 공학적 도구 및 교구 활용에서 17개(3.66%)로 상당히 높은 비율을 차지하고 있다. 통계는 데이터 분석과 시각화에 직접적으로 연관된 개념으로, 학생들이 공학적 도구를 활용해 데이터를 수집, 분석, 해석하는 데 주로 사용된다. 이 과목의 특성상, 정보처리 역량이 특히 강조되며,

학생들이 실질적인 데이터와 통계적 방법론을 다루는 데 있어 공학적 도구의 활용이 중요한 역할을 한다는 것을 나타내고 있다. 이러한 분석을 통해, 수학과 관련된 정보처리 역량의 하위 요소들이 각 핵심 개념에 따라 어떻게 분포되어 있는지를 이해할 수 있다. 또한, 공학적 도구와 교구의 활용이 특정 개념에서 두드러지게 나타나는 경향을 확인할 수 있으며, 이는 학생들이 수학적 개념을 효과적으로 이해하고 적용하는 데 중요한 도구로 작용함을 보여준다.

2. 고등학교 수학교과서의 정보처리 역량 과제의 수학적 모델링 관점에서 분석

고등학교 수학교과서의 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석하였다. 고등학교 수학 교과서에 서 제시된 과제들이 맥락이 없는지, 위장 맥락인지, 상황과 관련된 본질적 맥락인지를 파악할 수 있었으며, 그 결과는 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 정보처리 역량 과제의 맥락 분석 빈도수 (백분율)

맥락 과목	맥락없음	위장맥락	상황과 관련된 본질적 맥락	총합계
수학	43(21%)	2(1%)	14(7%)	59(29%)
수학1	36(18%)	0(0%)	4(2%)	40(20%)
수학2	25(12%)	2(1%)	5(2%)	32(16%)
미적분	25(12%)	1(0%)	4(2%)	30(15%)
확률과 통계	20(10%)	1(0%)	6(3%)	27(13%)
기하	15(7%)	2(1%)	0(0%)	17(8%)
합계	164(80%)	8(4%)	33(16%)	205(100%)

맥락이 없는 과제가 총 164개(80%)로 매우 높은 비율을 차지하고 있다는 것이다. 이는 많은 과제가 상황과 직접적인 연관성을 배제하고 수학적 개념을 다루고 있음을 시사한다. 위장 맥락을 가진 과제는 8개(4%)로 나타났다. 이는 매우 낮은 비율을 차지하고 있다. 위장 맥락은 [그림 III-2]와 같이 실생활 상황으로 주어지지만, 출발하고 x 분 후의 속도 y 를 수학적 모델링으로 학생들이 x, y 관계식을 구하는 것이 아니라 $y = 0.001x^3 - 0.165x^2 + 7.2x$ 와 같이 주어지 있다. 이에 100분 동안 속도가 가장 빨랐던 순간은 맥락에 대한 이해 없이 주어진 함수의 그래프를 그려서 최댓값과 그 때의 x 를 확인하면 구할 수 있다. 2015 수학과 교육과정의 <수학2> 과목 성취기준 중 수학적 모델링은 포함되어 있지 않기에 학생들에게 x, y 관계식을 구하는 과제가 제시되지 않은 것은 교육과정의 위계 및 범위 그리고 제한된 교과서 페이지수 인 것으로 분석할 수 있다.

문제 4

정보 처리



한 자동차 운전자가 운전을 마친 후 스마트폰 응용 프로그램을 이용하여 차량의 속도에 대해 알아보았다. 출발하고 x 분 후의 속도 y km/h를 스마트폰 응용 프로그램을 이용하여 그래프로 나타내어 보니 $y = 0.001x^3 - 0.165x^2 + 7.2x$ 의 그래프와 같았다. 출발 후 100분 동안 속도가 가장 빨랐던 순간과 그때의 속도를 구해 보시오.

[그림 III-2] 위장 맥락 과제 (㉠ 교과서, 수학2, p.99)

한편, 상황과 관련된 본질적 맥락을 반영한 과제가 33개(16%)로 나타났다. 이러한 과제들은 학생들이 문제를 해결을 위해 맥락을 고려하여 수학적 사고를 적용하는 능력을 기를 수 있도록 설계되었다. 특히, 이러한 맥락을 반영한 과제는 <수학>과 <확률과 통계> 과목에서 상대적으로 높은 비율을 보이고 있다. 이 과목들은 실생활 문제와의 연결성을 강조하는 교육적 목적을 가지고 있으며, 학생들이 수학적 개념을 실제 문제에 적용해 볼 수 있는 기회를 제공한다.

각 핵심개념을 중심으로 한 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링의 맥락 관점에서 분석한 결과는 <표 III-4>와 같다. 우선, <수학> 과목에서는 도형의 방정식과 함수와 그래프에 대한 과제가 가장 많은 비율을 차지하였다. 도형의 방정식은 맥락이 없는 과제가 16개(8%)로 가장 많았으며, 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함한 과제는 6개(3%)로 분석되었다. 이는 도형의 방정식이 주로 수학적 조작을 통해 문제를 해결하는데 집중되었음을 나타낸다. 한편, 함수와 그래프에 관한 과제는 2개의 과제가 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하고 있어, 학생들의 수학적 모델링 능력을 강화할 수 있도록 과제를 재구성 할 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

<표 III-5> 과목, 핵심개념 정보처리 역량 과제의 맥락별 분석 빈도수 (백분율)

맥락 구분 과목 핵심개념	맥락없음	위장맥락	상황과 관련된 본질적 맥락	합계
수학	43(21%)	2(1%)	14(7%)	59(29%)
1. 다항식	9(4%)	(0%)	1(0%)	10(5%)
2. 방정식과 부등식	8(4%)	1(0%)	3(1%)	12(6%)
3. 도형의 방정식	16(8%)		6(3%)	22(11%)
4. 집합과 명제	1(0%)		2(1%)	3(1%)
5. 함수와 그래프	9(4%)		2(1%)	11(5%)
6. 경우의 수		1(0%)		1(0%)
수학1	36(18%)		4(2%)	40(20%)
1. 지수함수와 로그함수	20(10%)		1(0%)	21(10%)
2. 삼각함수	12(6%)		2(1%)	14(7%)
3. 수열	4(2%)		1(0%)	5(2%)
수학2	25(12%)	2(1%)	5(2%)	32(16%)
1. 함수의 극한과 연속	7(3%)		1(0%)	8(4%)
2. 미분	9(4%)	1(0%)	2(1%)	12(6%)
3. 적분	9(4%)	1(0%)	2(1%)	12(6%)
미적분	25(12%)	1(0%)	4(2%)	30(15%)
1. 수열의 극한	4(2%)	1(0%)	1(0%)	6(3%)
2. 미분법	15(7%)	(0%)	3(1%)	18(9%)
3. 적분법	6(3%)	(0%)		6(3%)
확률과 통계	20(10%)	1(0%)	6(3%)	27(13%)
1. 경우의 수	7(3%)	1(0%)	1(0%)	9(4%)
2. 확률	13(6%)		5(2%)	18(9%)
3. 통계	15(7%)	2(1%)		17(8%)
기하	9(4%)	2(1%)		11(5%)
1. 이차곡선	2(1%)			2(1%)
2. 평면벡터	4(2%)			4(2%)
3. 공간도형과 공간좌표				7(1%)
총합계	164(80%)	8(4%)	33(16%)	205(100%)

<수학1> 과목에서는 지수함수와 로그함수가 전체 과제 중 가장 높은 비율을 차지하며, 맥락이 없는 과제와

본질적 맥락을 포함한 과제가 각각 20개(10%), 1개(0%)로 나타났다. 이는 지수함수와 로그함수 개념이 주로 이론적 이해와 수학적 조작에 초점을 맞추고 있음을 시사한다. 삼각함수에 관한 과제는 12개(6%)가 맥락이 없었으며, 2개(1%)가 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하였다. 이는 삼각함수 역시 주로 수학적 조작을 통한 문제 해결에 중점을 두고 있지만, 일부 과제는 맥락과 연결성을 가지고 있음을 의미한다.

<수학2> 과목에서는 미분과 적분이 핵심 개념으로서 중요한 역할을 하였다. 미분과 적분 과제는 각각 9개(4%)와 9개(4%)가 맥락이 없었으며, 2개(1%)와 2개(1%)의 과제가 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하고 있었다. 이러한 결과는 미분과 적분이 학생들에게 수학적 능력을 기르는 데 중점을 두고 있음을 보여준다. 그러나 이 개념들에 대한 실생활 맥락의 적용이 부족함을 나타내며, 이는 추후 교육과정 개선에서 고려해야 할 중요한 요소를 시사한다.

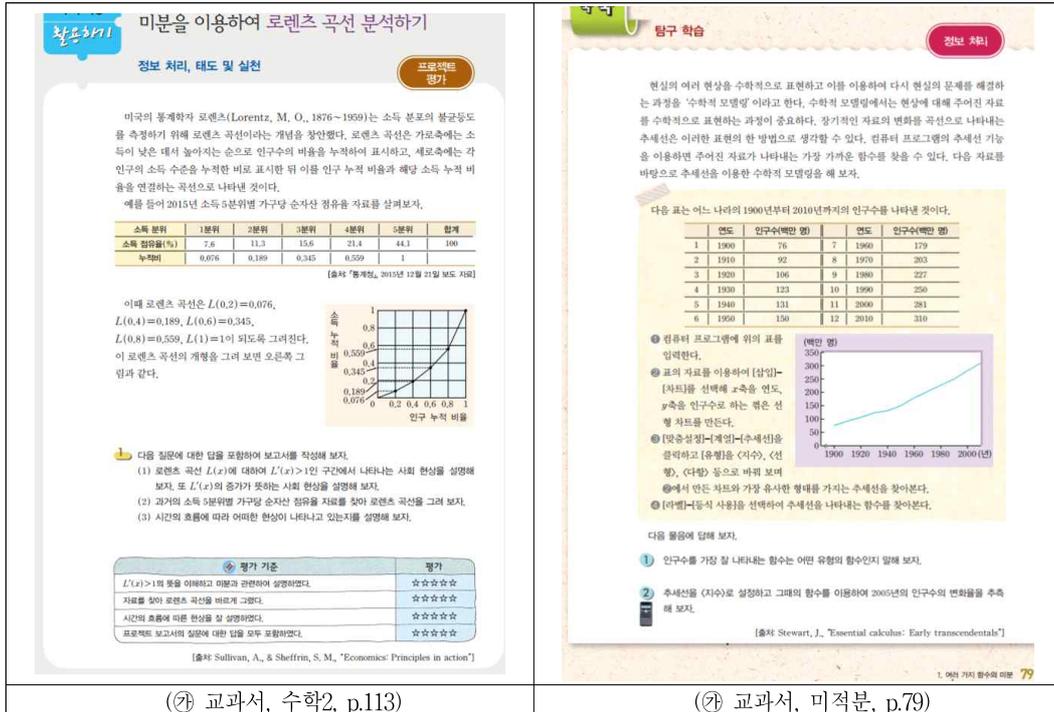
<미적분> 과목에서는 미분법이 핵심 개념으로 중요한 비중을 차지하였으며, 전체 과제 중 15개(7%)가 맥락이 없었고, 3개(1%)가 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하고 있었다. 이는 <미적분> 과목에서 미분법이 주로 수학적 기술 습득과 이론적 이해를 중심으로 가르쳐지고 있음을 나타낸다. 반면, 적분법의 경우 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함한 과제가 없었으며, 주로 맥락이 없는 과제로 구성되었다. 이는 적분법 역시 수학적 조작과 계산 능력에 중점을 두고 교육되고 있음을 보여준다.

<확률과 통계> 과목에서는 통계가 핵심개념으로 가장 큰 비중을 차지하였다. 확률 과제 중 13개(6%)는 맥락이 없었고, 5개(2%)는 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하였다. 이는 확률 개념과 관련된 과제는 주로 수학적 데이터 분석과 해석을 통해 구성되어 있었고, 실생활 맥락과 관련된 연결성이 낮은 것을 있음을 의미한다. 통계에 대한 과제는 상대적으로 적었으며, 상황과 관련된 본질적 맥락에서 낮은 비율을 나타내었다. 이는 통계 개념이 다른 개념들에 비해 상황의 맥락과 연결성이 부족함을 시사한다. 대부분의 수학적 개념은 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함한 과제는 상대적으로 적은 것을 확인할 수 있었다. 이는 <확률과 통계> 과목에서 수학적 모델링의 중요성이 더욱 강조될 필요가 있음을 나타내며, 학생들이 실생활 문제 해결을 위한 수학적 능력을 기를 수 있도록 교육과정과 교과서의 개선이 필요하며, 현재 교육과정 및 교과서를 활용하는 교사는 재구성 능력이 필요함을 시사한다.

교과서에 제시된 정보처리 역량 과제는 대체로 맥락을 배제한 채 수학적 개념에 집중하고 있는 것으로 분석된다. 이는 실생활 문제 해결 능력을 기르기 위한 수학적 모델링의 목적과는 다소 거리가 있을 수 있다. 수학적 모델링은 2022 교육과정에서 강조되고 있기 때문에, 수학교사는 맥락을 보다 강화하여 학생들이 수학적 지식을 실제 문제 해결에 적용할 수 있는 능력을 함양할 수 있게 지도할 필요가 있다. 그리고 2022 교과서가 수학적 모델링을 할 수 있게 구성되지 않았다면 교사가 보충자료를 활용하여 재구성 하여 보완할 수도 있을 것이다.

상황과 관련된 본질적 맥락을 포함하는 과제의 예는 [그림 III-3]과 같다. [그림 III-3]의 왼쪽 그림은 미분을 이용하여 로렌츠 곡선을 분석하는 프로젝트 활동이다. 이 프로젝트 활동에서 첫 번째 문제는 $L'(x) > 1$ 인 구간에서 나타내는 사회현상을 설명하게 한다. 이는 수학적 모델링의 사이클과 비교하여 설명하면 수학적으로 분석한 결과를 실세계 맥락에서 의미를 생각해보게 하는 활동이다. 또한 주어진 2015년 데이터가 아닌 과거 소득 5분위별 가구당 순자산 점유율 자료를 수집하게 하고, 이를 토대로 로렌츠 곡선을 그리도록 한다. 이 과정은 수학적 모델링의 전 과정을 학생 스스로 다시 한번 경험하게 하며, 인구누적비율과 소득 누적비율의 관계를 설정하는 기회를 제공한다. 그리고 이를 통해 시간의 변화에 따라 어떠한 흐름이 나타나는 지 추론하게 하며 수학의 유용성 및 가치를 체득하게 할 수 있다. [그림 III-3]의 오른쪽 그림은 '수학적 모델링' 과제로 명시되어 있으며, 주어진 인구수 데이터를 바탕으로 인구를 가장 잘 나타내는 함수의 유형을 생각해보게 하고, 추세를 그리고, 이를 활용하여 2005년의 인구수의 변화율을 추측하게 한다. 이 과제는 시간의 변화에 따른 인구수의 관계를 학생 스스로 관계식의 함수 유형을 생각해보게 하였으며, 관계식을 구할 때는 공학 도구를 활용하게 하였다. 실제 상황과 관련된 본질적 맥락의 과제는 교과서에 주어진 전형적인 과제와 달리, 계산이 복잡하고 데이터가 방대

하기에 공학도구를 사용하는 것이 자연스럽다. 이를 정보처리 역량의 하위 요소와 연결지어 생각해보면 자료와 정보의 수집 - 자료와 정보 정리 및 분석 - 정보 해석 및 활용 - 공학적 도구 및 교구 활용을 모두 경험할 수 있게 과제를 구성할 수 있다. 이에 수학적 모델링이 강조되고 있는 2022 교육과정의 수학교과서는 정보처리 역량 과제를 상황과 관련된 본질적 맥락의 과제로 구성하는 것을 고려할 필요가 있다.



[그림 III-3] 상황과 관련된 본질적 맥락 과제

한편, 수학과목 및 핵심 개념에 따라 맥락 반영 정도와 정보처리 역량 요소의 포함 수준에 차이가 있음을 확인하였다. 교과서의 주요 내용에 포함된 일반적인 과제들은 대부분 맥락이 없거나 위장 맥락을 가지고 있었다. 이러한 과제들은 주로 수학적 개념의 이해와 기본적인 계산 능력 향상에 초점을 맞추고 있어, 정보처리 역량의 일부 요소만을 제한적으로 다루고 있었다. 예를 들어, [그림 III-2]에 제시된 위장 맥락 과제는 실생활 상황을 표면적으로 제시하고 있지만, 실제로는 주어진 함수의 그래프를 그리고 최대값을 찾는 것에 초점을 맞추고 있다. 이러한 과제는 정보처리 역량 중 '정보 해석 및 활용' 요소를 일부 포함하고 있으나, 실제적인 모델링 경험을 제공하지는 못하고 있다.

반면 교과서의 특정 단위이나 장의 마지막에 위치한 프로젝트 활동 과제들은 상황과 관련된 본질적 맥락(16%)을 더 많이 포함하고 있었다. 이러한 과제들은 정보처리 역량의 여러 요소를 포괄적으로 다루고 있으며, 수학적 모델링의 전 과정을 경험할 수 있도록 설계되었다. [그림 III-3]에 제시된 프로젝트 활동 과제는 로렌츠 곡선 분석과 인구 변화 모델링을 다루고 있다. 이 과제들은 '자료와 정보 수집', '자료와 정보 정리 및 분석', '정보 해석 및 활용', '기술 도구 및 교구 활용'과 같은 정보처리 역량의 모든 하위 요소를 포함하고 있다. 또한,

실제 데이터를 수집하고 분석하며, 수학적 모델을 구축하고 해석하는 전체 과정을 학생들이 경험할 수 있도록 구성되어 있다.

일반 과제와 프로젝트 활동 과제 간의 이러한 차이는 각 과제가 설계된 배경과 목적의 차이에서 비롯된 것으로 보인다. 일반 과제는 주로 특정 수학적 개념의 이해와 적용에 초점을 맞추고 있어, 맥락의 반영이나 포괄적인 정보처리 역량의 적용이 제한적일 수 있다. 반면, 프로젝트 활동 과제는 여러 개념을 통합적으로 적용하고 실제적인 문제 해결 경험을 제공하는 것을 목적으로 하기 때문에, 더 풍부한 맥락과 다양한 정보처리 역량 요소를 포함하고 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 고등학교 수학 교과서에서 제시된 정보처리 역량 과제를 수학적 모델링 관점에서 분석하였다. 분석 결과, 대부분의 과제가 맥락을 배제하고 수학적 개념을 다루고 있었으며, 실질적인 문제 해결을 위한 맥락적 접근이 부족함을 확인하였다. 이는 학생들이 수학적 개념을 실생활에 적용하여 문제를 해결하는 데 필요한 경험이 부족하다는 점을 시사한다.

특히, 정보처리 역량 과제의 대부분이 공학적 도구 활용에 치중되어 있어, 디지털 기술의 발전을 반영한 측면은 긍정적이나, 다른 정보처리 역량 하위 요소들이 충분히 다루어지지 않았다는 점은 개선이 필요하다. 연구 결과에서 확인된 바와 같이, 상황과 관련된 본질적 맥락을 포함한 과제는 상대적으로 적었으며, 이는 학생들이 문제 해결 과정에서 수학적 사고를 심화시키고 맥락과의 연결성을 이해하는 데 어려움을 겪을 수 있음을 의미한다. 이는 학생들이 데이터를 효과적으로 활용하여 문제를 해결하는 경험을 충분히 쌓지 못할 수 있음을 의미한다. Greefrath, Siller(2017)의 연구에서도 디지털 도구가 수학적 모델링 과정에서 중요한 역할을 한다고 강조된 바 있지만, 교과서에서의 균형 잡힌 정보처리 역량 강화가 필요하다.

2015 교육과정 기반 교과서로 수업을 진행하실 선생님들을 위해서 다음과 같은 제언을 할 수 있다. '자료와 정보 수집' 능력을 키우기 위해 학생들이 직접 실생활 데이터를 수집하는 프로젝트 형태의 과제를 포함하여 수업을 설계할 수 있다. '자료와 정보 정리 및 분석' 능력 향상을 위해 빅데이터 분석 도구를 활용한 데이터 시각화 과제를 도입할 수 있으며, '정보 해석 및 활용' 능력을 위해 데이터 기반 의사결정 과정을 경험할 수 있는 과제를 개발해야 한다. '기술 도구 및 교구 활용' 능력을 위해서는 다양한 디지털 도구를 활용하는 과제를 포함해야 한다.

2022 개정 교육과정의 방향성에 맞추어, 실생활 문제와 연계된 수학적 모델링 과제 개발을 검토할 수 있다. 각 단원마다 최소 1개 이상의 상황과 관련된 본질적 맥락 프로젝트 과제를 개발하여 학생들의 일상생활과 밀접한 주제를 탐구하도록 지도할 필요가 있다. 또한, 타 교과와의 융합을 통해 복합적인 실생활 문제 해결 과제를 구성함으로써 학생들의 종합적인 문제 해결 능력을 향상시킬 수 있다. 그리고 교사는 수학교과서를 토대로 수학적 모델링의 전 과정을 경험할 수 있도록 과제를 설계하는 것이 중요하다. 프로젝트 형태의 과제를 통해 문제 인식부터 모델 평가 및 개선까지의 전 과정을 단계별로 경험하게 하고, 모델의 한계를 인식하고 개선하는 과정을 포함하여 비판적 사고력을 향상시킬 수 있다.

2022 개정 교육과정에서 강조하는 디지털 소양 함양을 위해 AI, 빅데이터 분석 도구 등 최신 기술을 활용한 과제를 개발할 필요가 있다. 또한 정보처리 역량 과제의 효과적인 지도 방법을 상세히 제시하고, 과정 중심 평가를 위한 구체적인 루브릭과 평가 도구를 개발하여 제공한다면 수학적 모델링을 활용한 수업이 학교현장에서 더 확산 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 고상숙, 한혜숙, 김현주, 이동근, 신동조, 이창연. (2020). 수학적 모델링에 기반한 미래형 수학 교재 개발. **교육문
화연구**, 26(5), 665-690. <https://doi.org/10.24159/joec.2020.26.5.665>
- 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*, 28(5), 665-690. <https://doi.org/10.24159/joec.2020.26.5.665>
- 교육부. (2020). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2020-236호 [별책 8]. 교육부.
- Ministry of Education. (2020). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2020-236[Annex 8]. Author.
- 교육부. (2022). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 8]. 교육부.
- Ministry of Education (2022). *Mathematics curriculum*. Proclamation of the Ministry of Education #2022-33[Annex 8]. Author.
- 김수철. (2019). 수학교과역량의 초등학교 교과서 적용 실태 분석: 2015 개정 교육과정을 중심으로. **예술인문사
회 융합 멀티미디어 논문지**, 9(4), 55-67. <https://doi.org/10.35873/ajmahs.2019.9.4.006>
- Kim, S. C. (2019). An analysis of actual application of primary mathematics textbooks in respect to core competency: Focused on the 2015 revision curriculum. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 9(4), 55-67. <http://dx.doi.org/10.35873/ajmahs.2019.9.4.006>
- 김은현, 김래영. (2020). 수학과 교과역량으로서의 정보처리 능력의 해석과 적용: 2015 개정 중학교 수학 교과서를 중심으로. **수학교육**, 59(4), 389-403. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2020.59.4.389>
- Kim, E. H., & Kim, R. Y. (2020). Interpretation and application of information processing competency as mathematical competency: A case of middle school mathematics textbooks under the 2015 revised curriculum. *The Mathematical Education*, 59(4), 389-403. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2020.59.4.389>
- 박경미 외. (2015). **2015 개정 수학과 개정 교육과정 시안 개발 연구** (연구보고서 BD15120005). 한국과학창의재단.
- Park, K., et al. (2015). *A study on development of mathematics curriculum according to 2015 revised curriculum II* (Report No. BD15120005). Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity.
- 박민우, 전인호. (2020). 2009와 2015 개정 교육과정에 따른 초등 수학 교과서의 정보처리 역량 비교 분석: 통계 내용을 중심으로. **한국초등수학교육학회지**, 24(4), 343-369.
- Park, M. W., & Jeon, I. H. (2020). Comparative analysis of information processing competency in elementary mathematics textbooks according to the 2009 and 2015 revised curriculum : Focused on statistics. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 24(4), 343-369
- 박우홍, 고상숙. (2022). 우리나라 교과서와 International Baccalaureate Diploma Programme (IBDP) 교과서 비교·분석-수학적 모델링의 관점에서 함수 영역을 중심으로. **한국학교수학회논문집**, 25(2), 125-148. <https://doi.org/10.30807/ksms.2022.25.2.002>
- Park, W. H., & Choi-Koh, S. S. (2022). A comparative study on international baccalaureate diploma programme(IBDP) textbooks and Korean textbooks by the 2015 revised curriculum - Focus on function from a mathematical modeling perspective. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 25(2), 125-148. <https://doi.org/10.30807/ksms.2022.25.2.002>
- 박선영, 한선영. (2018). 수학적 모델링 과정을 반영한 교과서 문제 재구성 예시 및 적용. **수학교육**, 57(3), 289-309. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2018.57.3.289>
- Park S. Y., & Han S. Y. (2018). Reconstruction and application of reforming textbook problems for mathematical modeling process. *The Mathematical Education*, 57(3), 289-309. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2018.57.3.289>

- 서지희, 윤종국, 이광호. (2013). 중학교 3학년 수학 영재 학생들을 위한 수학적 모델링 교수·학습 자료의 개발 및 적용: 쓰나미를 소재로. **학교수학**, 15(4), 785-799.
- Seo, J. H., Yeun, J. K., & Lee, K. H. (2013). Development and application of teaching-learning materials for mathematically-gifted students by using mathematical modeling: Focus on Tsunami. *School Mathematics*, 15(4), 785-799.
- 오영열, 박주경. (2019). 초등수학에 적용된 수학적 모델링 과제 유형 탐색. **한국초등교육**, 30(1), 87-99. <https://doi.org/10.20972/kjee.30.1.201903.87>
- Oh, Y. Y., & Park, J. K. (2019). Exploring the task types of mathematical modeling applied to elementary school. *The Journal of Korea Elementary Education*, 30(1), 87-99. <https://doi.org/10.20972/kjee.30.1.201903.87>
- 이민영, 김래영. (2022). 수학적 모델링 관점에 따른 2015 개정 중학교 수학 교과서 과제 분석. **The SNU Journal of Education Research**, 31(3), 85-113. <https://doi.org/10.54346/sjer.2022.31.3.85>
- Lee, M. Y. & Kim, R. Y. (2022). Analyzing tasks in middle school mathematics textbooks under 2015 revised curriculum from the perspective of mathematical modeling. *The SNU Journal of Education Research*, 31(3), 85-113. <https://doi.org/10.54346/sjer.2022.31.3.85>
- 장혜원, 최혜령, 강윤지, 김은혜. (2019). 초등학교 저학년들을 위한 수학적 모델링 과제 개발 및 적용 가능성 탐색. **한국초등수학교육학회지**, 23(1), 93-117.
- Chang, H. Y., Choi, H. R., Kang, Y. J., & Kim, E. H. (2019). Development and application of mathematical modeling task for the lower grade elementary school students. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 23(1), 93-117.
- 정혜윤, 이경화, 백도현, 정진호, 임경석. (2018). 수학적 모델링 관점에 의한 <수학과제 탐구> 과목용 과제의 설계. **학교수학**, 20(1), 149-169. <https://doi.org/10.29275/sm.2018.03.20.1.149>
- 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. <https://doi.org/10.29275/sm.2018.03.20.1.149>
- 정혜윤, 정진호, 이경화. (2020). 수학적 모델링 관점에 따른 한국과 미국의 중학교 1학년 교과서 기하 영역에 제시된 과제 분석. **한국학교수학회논문집**, 23(2), 179-201. <http://doi.org/10.30807/ksms.2020.23.2.001>
- Jung, H. Y., Jung, J. H., & Lee, K. H. (2020). Analyzing tasks in the geometry area of 7 th grade of Korean and US Textbooks from the perspective of mathematical modeling. *Journal of the Korean School Mathematics Society*, 23(2), 179 - 201. <http://doi.org/10.30807/ksms.2020.23.2.001>
- 최희선. (2022). 중등 예비교사들의 수학적 모델링 기반 수업 설계 사례연구. **수학교육논문집**, 36(1), 59-72. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2022.36.1.59>
- Choi, H. (2022). A case study of lesson design based on mathematical modeling of pre-service mathematics teachers. *Communications of Mathematical Education*, 30(1), 59-72. <https://doi.org/10.7468/jksmee.2022.36.1.59>
- De Lange, J. (1999). *Framework for classroom assessment in mathematics*. Freudenthal Institute and National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science.
- Galbraith, P., & Fisher, D. (2021). Technology and mathematical modelling: Addressing challenges, opening doors. *Quadrante*, 30(1), 198 - 121. <https://doi.org/10.48489/quadrante.23710>
- Geiger, V. (2011). Factors affecting teachers' adoption of innovative practices with technology and mathematical modeling. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modeling* (pp. 305 - 314). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_31
- Greefrath, G., & Siller, H. S. (2010). Mathematical modelling in class regarding to technology. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the sixth Congress of*

- the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2136-2145). Institut National De Recherche PÉdagogique.
- Greefrath, G., Siller, H. S., & Weitendorf, J. (2011). Modelling considering the influence of technology. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA14* (pp. 315-329). Springer.
- Greefrath, G., & Siller, H. S. (2017). Modelling and simulation with the help of digital tools. In G. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser (Eds.), *Mathematical modelling and applications* (pp. 529-539). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62968-1_44
- Greefrath, G., & Siller, H. S. (2018). GeoGebra as a tool in modeling processes. In L. Ball, P. Drijvers, S. Ladel, H.-S. Siller, M. Tabach, & C. Vale (Eds.), *Uses of technology in primary and secondary mathematics education* (pp. 363 - 374). Springer.
- Greefrath, G., Hertleif, C., & Siller, H.-S. (2018). Mathematical modeling with digital tools—A quantitative study on mathematizing with dynamic geometry software. *ZDM—The International Journal on Mathematics Education*, 50(1 - 2), 233 - 244. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0924-6>
- Kohen, Z., & Orenstein, D. (2021). Mathematical modeling of tech-related real-world problems for secondary school-level mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 71-91. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-10020-1>

Analysis of information processing competency tasks in high school mathematics textbooks

Oh, Se Jun

Hongik University

E-mail: soh@hongik.ac.kr

This study analyzes information processing competency tasks included in high school mathematics textbooks according to the 2015 Revised Curriculum from the perspective of mathematical modeling. The findings reveal that most tasks were focused on mathematical concepts without incorporating real-life contexts, with a significant emphasis on the use of engineering tools among the sub-elements of information processing competencies. These results suggest potential difficulties for students in developing mathematical thinking skills necessary for practical problem-solving. This study underscores the need for the 2022 Revised Curriculum to enhance the connection with real-life problems and to design tasks that reflect a balanced integration of the various sub-elements of information processing competencies.

* 2020 Mathematics Subject Classification : 97M10, 97U70

* Key words : information processing competency, high school mathematics textbook, mathematical modeling, real-world problem solving