creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사 학위논문

초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형 개발

2023년 2월

서울대학교 대학원

교육학과 교육공학전공

김 한 휘

초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형 개발

지도교수 임 철 일

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
교육학과 교육공학전공
김 한 휘

김한휘의 석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 조 영 환 (인)

부위원장 김 선 영 (인)

위 원 임 철 일 (인)

국문초록

4차 산업혁명 시대가 도래하면서 지식, 정보의 폭발적 증가에 따라 단편적 지식의 습득보다 학습한 내용을 삶을 맥락에서 적용하고 복잡한 문제를 해결하는 역량에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 따라 과거에는 많은 지식을 기억하여 주어진 문제를 푸는 능력을 중요시하였다면, 현재는 수많은 데이터로부터 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결 역량을 요구한다.

데이터 기반 문제해결력은 크게 '문제해결력'과 '데이터 기반'의 두 가지 측면으로 접근할 수 있으며, '수학'과 '데이터 과학'이 데이터 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 분야로서 그 가치가 높다. 수학 및 데이터 과학 분야의 중요성은 2022 개정 교육과정에서도 확인할 수 있다. 그러나 현재의 학교 교육에서 이루어지고 있는 수학과 데이터 과학 학습은 데이터 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 교과로서 역할 하는 데 한계가 있다. 그 이유는 첫째, 교육에서 실생활 데이터의 활용 가능성이 커졌음에도 불구하고 수학 문제해결학습에서 실제 맥락의 데이터를 활용하는 경우는 거의 전무하기 때문이며, 둘째, 학교 교육에서 대부분의 데이터 과학 교육은 일반 교과와 분리되어 별개의 교육으로 시행되는 경향이 있으며, 주로 컴퓨팅 사고력 함양에 초점을 두고 이루지기 때문이다. 이러한 학교 교육에서의 수학과 데이터 과학 학습의 한계를 극복하고 데이터 기반 문제해결력을 효과적으로 기르기 위한 방안으로 데이터를 기반으로 한 수학 교육을 고려할 수 있다.

데이터 기반 교육에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있다. 그러나 대부분의 사례들이 데이터 과학 자체에 초점을 두고 있으며, 교과 맥락 안에서 데이터를 활용하기보다는 데이터의 수집 및 분석 자체가 수업의 목적으로 간주되는 경향이 있다. 또한, 그동안의 사례들을 살펴보면 데이터 기반 수업에 관한 연구들은 대부분 중등 혹은 고등 교육 맥락에서 이

루어졌으며, 초등교육 맥락에서의 데이터 기반 수업 사례와 그 효과를 검증하는 연구는 부족한 상황이다. 그리고 수학 및 데이터 과학 분야의 중요성이 대두되고 있음에도 불구하고 데이터 과학을 기반으로 한 수학 교육의 사례는 미비하며, 해당 교육이 실시되는 경우에도 도구적인 목적으로만 연계되는 경우가 대부분이다. 따라서 초등교육 맥락에서 데이터 분석의 기술 자체보다는 수학 교과와 연계된 실질적 맥락에서 데이터를 수집, 분석, 처리, 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 수학교육에 대한 연구가 필요하다.

한편, 효과적인 데이터 기반 융합 교수·학습을 실천하기 위해서는 교사의 체계적이고 처방적인 교수설계 노력이 요구된다. 하지만 데이터 기반 수업을 위한 체계적인 교수설계를 포함한 연구는 부족한 상황이며, 데이터 기반 수업을 통해 학교 현장에서 교육적 효과를 도출하기 위한 수업 모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 기반 수업을 진행하기 위해 취해야 하는 교수전략에 대한 연구는 미비한 실정이다. 특히, 초등교육 맥락에서 교과의 특성을 고려한 데이터 기반 수업의 모형 및 교수전략에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

이에 본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업 모형을 개발하고 그에 대한 내적 타당성과 외적 타당성을 확인하였다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 어떻게 구성되는가?, 둘째, 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 내적으로 타당한가?, 셋째, 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 외적으로 타당한가?

이러한 연구 문제에 답하기 위하여 설계·개발 연구 방법을 사용하였으며, 모형 개발, 모형에 대한 내적 타당화, 모형에 대한 외적 타당화의 절차로 진행되었다. 먼저 모형 개발 단계에서는 선행문헌 검토 및 전문가 면담을 통해 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업의 초기 수업 모형 및 교수전략을 도출하였다. 두 번째 단계인 내적 타당화 과정에서는 초기 수업 모형 및 교수전략에 대해 두 차례의 전문가 검토를 실

시하고 전문가 타당화 의견을 바탕으로 3차 수업모형 및 교수전략을 도출하였다. 마지막으로 외적 타당화 단계에서는 내적 타당화를 통해 수정 및 보완한 수업 모형 및 교수전략을 현장에 적용하여 외적 타당성을 검증하였다. 외적 타당화는 수업모형을 적용한 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응 측정, 학습자의 데이터 과학 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사를 통해 이루어졌으며, 해당 결과를 바탕으로 최종 수업 모형과 교수전략을 도출하였다.

최종 개발된 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 수업 단계의 실행 시기를 기준으로 크게 수업 전, 중, 후, 수업 전반으로 단계가 구분되며, '수업 준비', '수업 안내', '문제 및 데이터의 이해 지원', '데이터기반 문제 해결 지원', '결과 도출 지원 및 공유', '정리 및 사고의 확장', '추가 자료 제시 및 환류', '성찰 지원 및 피드백'의 총 여덟 단계로 이루어져 있다. 최종 교수전략은 수업 모형의 각 단계를 지원하는 27개의 교수전략 및 62개의 세부전략으로 구성된다.

본 연구 결과를 통해 확인된 결론은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업의 체계적인 설계 및 활용의 측면에서 의의를 지닌다. 둘째, 초등 수학교육에서의 데이터 기반 수업 사례로서의 의의를 지닌다. 셋째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 데이터 기반 문제해결력 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 넷째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 수학 학습에 대한 태도 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 다섯째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 데이터 리터러시 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 여섯째, 데이터 기반 문제해결 활동을 위한 수학 수업 설계 및 실행은 환경적인 여건을 필요로 한다.

본 연구의 제한점을 중심으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 초등학교 맥락에서 다양한 학년군을 대상으로 추가적인 연구를 수행하거나 중고등학교 맥락으로 연구를 확장하여 수업 모형과 교수전략의 정교화 및 일반화를 모색할 필요가 있다. 둘째, 본 연구의 수업 모형을 하나의 교과에 국한하지 않고 여러 교과를 포함하는 범교과적 융합 수업

모형으로 발전시킬 수 있다. 셋째, 장기적인 관점에서 본 연구의 모형을 적용하고 그 효과를 확인할 필요가 있다. 넷째, 본 연구의 수업 모형의 효과를 검증하기 위해 엄격한 실험 설계를 수행할 필요가 있다. 다섯째, 유의미한 결과가 나타나지 않은 정의적 영역에 대해 원인을 규명할 필요가 있다. 여섯째, 교육에 활용할 수 있는 다양한 데이터 확보와 데이터 활용 교수자료 개발 및 확산이 필요하다.

주요어 : 데이터 기반 수학 수업, 데이터 기반 수업, 데이터 과학, 데이터 기반 문제해결력, 초등 수학, 설계·개발연구, 수업 모형, 교수전략

학 번 : 2021-24378

목 차

제 1 장. 서론 ····· 1

제 1 절. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1

제 2 절. 연구문제 ····· 10

제 3 절. 용어의 정의 ····· 11

제 2 장. 이론적 배경 ····· 13

제 1 절. 초등 수학교육에서의 문제해결력 ····· 13

1. 문제해결력의 개념 및 구성요소 ····· 13

2. 수학 문제해결 수업 모형 ····· 18

3. 초등 수학교육에서의 문제해결력의 중요성 ····· 22

4. 초등 수학교육에서의 문제해결력 향상에 관한 연구동향 ····· 24

제 2 절. 데이터 기반 수업 설계 ····· 34

1. 데이터 기반 수업의 개념 및 특성 ····· 34

2. 데이터 기반 수업 사례에 관한 연구동향 ····· 37

3. 데이터 기반 수업 설계에 관한 연구동향 ····· 42

제 3 장. 연구방법 ····· 48

제 1 절. 연구 절차 ····· 48

1. 설계·개발 연구 ····· 48

2. 세부 절차 ····· 51

제 2 절. 초기 수업모형 개발 ····· 54

1. 선행문헌 검토 ····· 54

2. 전문가 면담 ····· 54

제 3 절. 내적 타당화 ····· 56
1. 연구 참여자 ····· 56
2. 연구 도구 및 자료분석 방법 ····· 58
제 4 절. 외적 타당화 ····· 60
1. 연구 참여자 ····· 60
2. 현장 적용 절차 ····· 62
3. 수업의 설계 및 실행 ····· 64
4. 연구 도구 및 자료분석 방법 ····· 71

제 4 장. 연구결과 ····· 75
제 1 절. 초기 수업 모형 및 교수전략 ····· 75
1. 선행문헌 검토를 통한 수업 모형 및 교수전략 도출 ··· 75
2. 전문가 면담을 통한 수업 모형 및 교수전략 개발 ····· 88
3. 초기 수업 모형 및 교수전략 개발 ····· 90
제 2 절. 내적 타당화 결과 ····· 100
1. 1차 전문가 타당화 결과 ····· 100
2. 2차 전문가 타당화 결과 ····· 107
제 3 절. 외적 타당화 결과 ····· 129
1. 사전·사후검사 결과 및 분석 ····· 129
2. 교수자 및 학습자 반응 ····· 139
제 4 절. 최종 수업 모형 및 교수전략 ····· 151
1. 모형의 가정 및 특징 ····· 151
2. 최종 수업 모형과 교수전략 ····· 153

제 5 장. 논의 및 결론 ····· 173
제 1 절. 논의 ····· 173
1. 초등 수학교육에서의 문제해결력 ····· 173
2. 데이터 기반 수업 설계 ····· 175

제 2 절. 결론 및 제언 ····· 178
1. 결론 ····· 178
2. 제언 ····· 181

참고문헌 ····· 185
부 록 ····· 200
Abstract ····· 259

표 목 차

[표 2-1] 문제해결력의 하위 구성요소(교육부, 2015) ····· 15
[표 2-2] 문제해결력의 하위 구성요소(김혜미, 한선영 2018) ····· 16
[표 2-3] 문제해결력의 하위 구성요소 비교 ····· 17
[표 2-4] 학자별 문제해결 수업 모형 ····· 19
[표 2-5] Krulik과 Rudnick(1987)의 문제해결 수업 모형 ·· 19
[표 2-6] 한국교육개발원(1985)의 문제해결 수업 모형 ····· 20
[표 2-7] 이종희와 김기연(2008)의 창의적 문제해결 수업 모형 ····· 20
[표 2-8] 문제해결 수업 모형(방정숙, 김민경, 2005; 정찬식, 노은환, 2009) ····· 21
[표 2-9] 문제해결 수업 모형(교육부, 2020) ····· 22
[표 2-10] 수학 문제해결에 관한 연구 주제별 국내 연구동향 (김혜미, 2016) ····· 25
[표 2-11] 수학 문제해결에 관한 연구 주제 ····· 26
[표 2-12] 초등 수학교육 맥락의 문제해결력에 관한 연구 동향 ····· 28
[표 2-13] 초등 수학교육 교과역량별 연구 동향(김유경, 방정숙, 2017) ····· 32
[표 2-14] 데이터 기반 수업 사례 ····· 37
[표 2-15] 데이터 기반 토론 수업모형(송유경 외, 2021) ··· 43
[표 3-1] 설계・개발 연구의 유형(Richey & Klein, 2007) 49
[표 3-2] 연구 문제에 대한 연구 방법 ····· 50
[표 3-3] 단계별 연구방법 ····· 51
[표 3-4] 연구 진행 절차 ····· 52

[표 3-5] 전문가 대상 면담자 및 주요 면담 문항 ····· 55
[표 3-6] 내적 전문가 타당화 참여자 프로필 및 참여 단계 ····· 57
[표 3-7] 수업 모형 전반에 대한 타당성 검토 문항 ····· 58
[표 3-8] 현장 평가 참여 교수자 ····· 60
[표 3-9] 최종 연구 참여 학습자 ····· 61
[표 3-10] 외적 타당화 과정 적용 절차 ····· 63
[표 3-11] 적용 단원의 성취기준 및 교과 역량(교육부, 2021) ····· 64
[표 3-12] 적용 대상 단원의 수업 설계 개요 ····· 65
[표 3-13] 수학 학습에 대한 태도 검사의 영역 및 하위 요인 (한국교육개발원, 1992) ····· 72
[표 3-14] 데이터 리터러시 검사의 영역 ····· 73
[표 4-1] 초등 문제해결 수업 모형 단계에 따른 교수전략 선행문헌 분석 결과 ····· 76
[표 4-2] 데이터 과학 교육의 단계에 따른 교수전략 선행 문헌 분석 결과 ····· 82
[표 4-3] 발생했던 어려움에 대한 의견 ····· 89
[표 4-4] 수업 모형 및 교수전략에 대한 의견 ····· 89
[표 4-5] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 수업 모형 ····· 91
[표 4-6] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 교수전략 ····· 92
[표 4-7] 1차 수업 모형 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과 ····· 100
[표 4-8] 1차 수업 모형의 개별 단계에 대한 1차 전문가 타당화 결과 ····· 101

[표 4-9] 1차 전문가 타당화 의견 및 수정사항 ····· 102
[표 4-10] 2차 수업 모형 전반에 대한 2차 전문가 타당화 결과 ····· 107
[표 4-11] 2차 수업 모형의 개별 단계에 대한 2차 전문가 타당화 결과 ····· 108
[표 4-12] 2차 전문가 타당화 의견 및 수정사항 ····· 109
[표 4-13] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 3차 교수전략 ····· 113
[표 4-14] 데이터기반 문제해결력, 수학 학습 태도, 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사 결과 ····· 130
[표 4-15] 데이터기반 문제해결력, 수학 학습 태도, 데이터 리터러시에 대한 정규성 검정(Shapiro-Wilk) 결과 ····· 131
[표 4-16] 데이터기반 문제해결력에 대한 윌콕슨 부호 순위 검정 결과 ····· 131
[표 4-17] 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 대응표본 t-검정 결과 ····· 132
[표 4-18] 수학 학습 태도의 각 영역에 대한 사전·사후 검사 결과 ····· 133
[표 4-19] 수학 학습 태도의 각 영역에 대한 정규성 검정 (Shapiro-Wilk) 결과 ····· 134
[표 4-20] 수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)에 대한 윌콕슨 부호 순위 검정 결과 ····· 135
[표 4-21] 수학 학습에 대한 태도의 여섯 가지 영역에 대한 대응표본 t-검정 결과 ····· 136
[표 4-22] 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 사전·사후 검사

결과 ····· 137
[표 4-23] 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 정규성 검정 (Shapiro-Wilk) 결과 ····· 137
[표 4-24] 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 대응표본 t-검정 결과 ····· 138
[표 4-25] 학습자 5점 리커트 척도 설문 결과 ····· 145
[표 4-26] 척도별 응답 빈도(%) ····· 146
[표 4-27] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 최종 교수전략 ····· 157

그 림 목 차

[그림 2-1] 데이터 과학 벤다이어그램(Conway, 2010) …… 35
[그림 2-2] 데이터 시각화를 활용한 창의융합수업의 절차 (김명신, 2021) …… 45
[그림 2-3] 탐색적 과학데이터 분석 탐구모형(손미현, 2020) …… 46
[그림 3-1] 1-2차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 활용 데이터 …… 68
[그림 3-2] 3-4차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 데이터 수집 장면 …… 69
[그림 3-3] 5-6차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 데이터 시각화 예시 자료 …… 69
[그림 3-4] 8-9차시에서 활용한 데이터 수집 사이트 목록 및 문제 만들기 장면 …… 70
[그림 4-1] 초등 문제해결 수업 모형의 단계 …… 76
[그림 4-2] 데이터 과학 교육의 단계 …… 82
[그림 4-3] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 2차 수업 모형 …… 106
[그림 4-4] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 3차 수업 모형 …… 112
[그림 4-5] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 최종 수업 모형 …… 155

제 1 장. 서론

제 1 절. 연구의 필요성 및 목적

정보기술의 발전에 따른 4차 산업혁명은 사회, 문화, 교육, 정치, 경제 등 일상생활에 변화를 가져왔다(김민재 외, 2021). 빅데이터, 인공지능, 클라우드, 사물인터넷 등은 4차 산업혁명을 이끄는 핵심적인 기술이다(김대엽, 김영배, 2019). 특히, 스마트 단말기 확산, SNS 활성화, 클라우드, M2M(Machine to Machine) 네트워크의 확산으로 다양한 형식의 대용량 데이터가 빠르게 생성, 확산 및 활용됨에 따라 빅데이터의 기반이 확대되고 있으며, 그 중요성이 부각되고 있다(복경수, 유재수, 2017; 조영임, 2013). 빅데이터의 중요성 확대와 더불어 데이터 과학 분야에 대한 사회적 관심이 증가하고 있다. 또한, 데이터의 이해 및 활용 능력은 국가 경쟁력의 핵심요소로서 자리매김 하였다(World Economic Forum, 2016).

이러한 변화는 미래 사회를 이끌어갈 인재상에도 변화를 가져왔다(김민재 외, 2021; 김민수, 2019). 과거에는 많은 지식을 기억하여 주어진 문제를 푸는 능력을 중요시하였다면, 현재는 복잡하고 실제적인 문제를 해결할 수 있는 역량을 요구한다(조해리, 조영환, 김미화, 2019). 또한, 수많은 데이터로부터 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결력을 가진 인재상을 요구한다(송유경 외, 2021). 이러한 데이터 기반 문제해결력은 빠르게 변화하고 점점 더 복잡해지는 현대 사회에서 주관적인 경험에 기반 하지 않고 데이터에 기반 하여 합리적 의사결정을 내릴 수 있도록 하는데 매우 중요한 역할을 할 것이다. 이러한 담론을 바탕으로 데이터 기반 문제해결력에 대한 중요성이 교육과정에 반영되었다. 2015 개정 교육과정에 제시된 6대 핵심역량 중 '지식정보처리 역량'은 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보

를 처리하고 활용할 수 있는 역량(교육부, 2015)으로서 데이터 기반 문제해결력과 같은 맥락의 역량으로 볼 수 있다. 또한, 교육부(2021)는 미래 변화에 대응하는 인재 양성을 위해 새로운 교육환경 변화에 적합한 역량 함양 교육이 필요함을 제기하며, 특히 지식, 정보의 폭발적 증가에 따라 단편적 지식의 습득보다 학습한 내용을 삶을 맥락에서 적용하고 복잡한 문제를 해결하는 역량이 중요함을 제시하였다. 이와 같은 미래사회가 요구하는 소양과 역량을 반영하고 2015 개정 교육과정의 인간상, 핵심역량, 교육목표의 큰 틀을 바탕으로 2022 개정 교육과정의 인간상을 개선하였다(교육부, 2021). 개선된 인간상의 키워드는 '자기 주도성', '창의와 혁신', '포용성과 시민성'으로, 이 중 '창의와 혁신'은 '문제해결', '융합적 사고', '도전' 역량을 포함한다.

데이터 기반 문제해결력은 크게 '문제해결력'과 '데이터 기반'의 두 가지 측면으로 접근할 수 있으며, '수학'과 '데이터 과학'이 데이터 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 분야로서 그 가치가 높다. 먼저, '문제해결력'은 교육에서 지속적으로 강조되어왔다. 미국, 영국, 독일, 호주, 뉴질랜드 등 해외 각국은 미래사회 핵심역량으로서 문제해결력을 공통적으로 강조하고 있다(오경선, 안성진, 2012). 문제해결력의 신장은 특히 수학교과에서 중요시되어 왔으며 오래전부터 수학교육의 중요한 목적으로 강조되어왔다(김혜미, 한선영, 2018). 미국 수학 교사 협의회(National Council of Teachers of Mathematics)는 문제해결이 학교수학의 초점이 되어야 한다고 권고하며 현재까지 수학 교육에서 강조해야 할 교육의 목표로 주장하고 있다(NCTM, 2000). 실제로 뉴질랜드, 미국, 캐나다 등 세계 여러 나라에서는 문제해결을 수학교육 과정의 한 영역으로서, 교과서의 한 단원 또는 단원의 한 부분으로 단원마다 언급하고 있다(강옥기 외, 1985). 국내에서도 문제해결력은 제4차 교육과정 이래로 꾸준히 강조되었으며, 2007 및 2009 개정 교육과정에서 교육의 목표에서뿐만 아니라 내용, 수학과 교수·학습 방법, 평가에 걸쳐 문제해결 능력의 신장을 강조하고 있다(최인영, 방정숙, 2018; 교육과학기술부, 2011). 2015 개정 교육과정에서는 문제해결을 수학 교과의 핵심역량 중 하나로 규정하여 이를 교과

의 목표 및 성격, 성취기준, 교수·학습 및 평가에 반영하였다(교육부, 2015).

다음으로, '데이터 과학'은 컴퓨터 과학, 수학 및 인공지능을 아우르는 다학문적 특성을 가진 영역으로서 사회 전반의 분야에서 다양한 도메인 지식과 결합하여 데이터 기반 의사결정(data-driven decision making)을 위해 도구적으로 활용되고 있다(Divakaran, S., 2022; Provost & Fawcett, 2013). 또한, 디지털 데이터에 대한 과학적 관찰, 이론 개발, 시스템적 분석, 가설 실험, 검증을 하는 데이터 과학의 특징으로 인해 최근 빅데이터 시대가 열림과 함께 주목받고 있으며(최윤식, 2012; Jagadish, 2015), 수많은 정보가 쏟아지는 복잡한 미래 사회에서 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결력의 중요성이 부각되면서 데이터 과학 교육에 대한 관심과 요구가 증가하고 있다. '데이터 과학 교육'은 데이터 과학자가 갖추어야 할 역량을 길러주기 위한 교육으로서 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며, 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 지적인 인재를 양성하기 위한 교육이다(강현영, 2012). 데이터 과학 교육이 계산된 인지력, 창의력 및 컴퓨팅 사고력 향상에 도움을 줄 수 있다는 연구 결과가 학교 교육 맥락에서 제시되고 있으며(김정아 외, 2019; 김용민, 김종훈, 2017; 서주영, 2019), 데이터 과학 교육의 도입을 통해 데이터 기반 문제해결력을 향상시키고자 하는 노력이 이어지고 있다(김민재, 이승철, 김태영, 2021; 김봉철, 유혜진, 오승탁, 김종훈, 2021; 구덕회, 김동진, 2020; 고학능, 이영준, 2020; 김석전, 김태영, 2017).

수학 및 데이터 과학 분야의 중요성은 2022 개정 교육과정에서도 확인할 수 있다. 교육부(2021)는 미래 사회가 요구하는 기초소양으로 수리, 디지털 소양 등을 제시하고 이를 2022 개정 교육과정 총론과 교과에 반영할 것임을 명시하고 있다. 수리 소양은 다양한 상황에서 수리적 정보와 표현 및 사고 방법을 이해, 해석, 사용하여 문제해결, 추론, 의사소통하는 능력(교육부, 2021)으로 수학 교과에서 중요시되어 온 문제해결 능력과 일맥상통한다. 디지털 소양은 디지털 지식과 기술에 대한 이해와

윤리의식을 바탕으로, 정보를 수집·분석하고 비판적으로 이해·평가하여 새로운 정보와 지식을 생산·활용하는 능력이며(교육부, 2021), 이는 데이터 과학 교육을 통해 함양시키고자 하는 능력과 일치한다.

그러나 현재의 학교 교육에서 이루어지고 있는 수학과 데이터 과학 학습은 데이터 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 교과로서 역할 하는 데 한계가 있다. 그 이유는 다음과 같다. 첫째, 교육에서 실생활 데이터의 활용 가능성이 커졌음에도 불구하고 수학 문제해결학습에서 실제 맥락의 데이터를 활용하는 경우는 거의 전무하다. 수학 학습의 문제점으로 거론되는 것 중 하나는 대다수의 학생들이 학교에서 배운 지식과 기술을 실제 생활에 활용하지 못한다는 점이다(최정임, 1996). Bransford 외(1992)는 지식의 전이 문제는 비맥락화된 학습경험 때문에 발생한다고 언급하였다. 환언하면 배우고자 목표하는 지식을 맥락으로부터 분리되어 학습하게 되는 경우, 해당 지식에 대한 학습경험은 불완전하고 미숙한 이해를 가져온다. 이는 학생들이 수학 시험에서는 높은 점수를 받아도 동일한 지식을 일상적인 문제해결 상황에는 적용하지 못하는 결과를 도출한다. 이러한 지식의 전이의 문제를 해결하기 위한 방법으로서 상황학습이론(Situated learning theory)은 연구자들의 많은 관심을 받아 왔다. 상황학습이론은 학습을 실제 생활의 경험과 연결시키고 유의미한 맥락을 제공함으로써 학습을 촉진시키는 접근방법이다. 상황학습이론은 학생들이 학습하고자 하는 지식과 기능을 그것들이 실제적으로 사용되는 맥락 안에서 학습할 때 학습의 효과가 최대로 나타날 수 있다고 제안하며, 지식을 개인과 환경간의 독특한 관계의 역동적인 산물로 간주한다(Bednar, Cunningham, Duffy, & Perry, 1991; Brown, Collins, & Duguid, 1989; Choi & Hannafin, 1995). 이 이론에 따르면 실생활의 맥락 안에서 제시되는 학습은 학습자들에게 배우고자 하는 동기를 부여하고 지식을 보다 유의미하고 이해하기 쉽게 만든다(Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer, & Williams, 1992). 이러한 이론을 바탕으로 수학적 지식을 실생활의 맥락 안에서 적용하도록 돕기 위해 가장 보편적으로 사용되는 방법은 문장으로 제시되는 문제해결과제이다(Davis & Mckillip, 1980). 문장

제 문제는 일상생활과 관련된 수학 문제 상황을 언어 문제로 변환한 문제로, 학생들이 접하는 실제 상황의 문제에 형식적인 수학적 지식을 적용할 수 있어 일상에서 접하는 다양한 문제 상황에 형식적인 수학을 적용할 수 있는 모델링이 가능한 문제이다(Anderson, 2001). 문장제 문제는 실세계의 문제를 다룰 수 있는 기회를 제공하고, 학생들의 창의적이고 비판적이며 문제를 해결하는 능력을 기를 수 있게 해 주기 때문에 초등학교 수학에서 매우 중요한 역할을 한다(Contreras & Martinez-Cruz, 2007). 그리고 학생들은 문장제 문제에 포함된 현실적인 문제 상황에서 문제해결에 필요한 수학적인 원리나 방법을 추출하고, 이를 문제해결에 적용해 보는 경험을 통하여 실생활 문제를 해결하는 도구로서 수학을 인식하여 수학의 가치와 유용성을 체험할 수 있다(이대현, 2009). 이에 수학 학습이 실생활로 전이가 이루어지도록 대부분 교과서의 단원의 도입 부분이나 단원의 마지막 활용 부분 등에서 실생활과 관련된 문장제 문제를 제시하고 있다(정인철, 안희정, 2008). 그러나 교과서에 제시되거나, 수업에서 다루어지는 대부분의 문장제 문제는 실생활 맥락과 연결 지어 문제를 제시하고자 노력하고 있으나, 일상생활에서 발생하는 현실적인 소재를 중심으로 실제 데이터를 제시하여 구성되기보다는 상황과 그 상황을 구성하는 수치들이 인위적으로 구성되어 있다(이대현, 2009). 그 결과 학생들은 주어진 문장제 문제에 대한 문제 상황을 생각해서 풀기보다는, 먼저 문제에 포함된 모든 수를 적고, 다음에는 수학적 연산을 선택하고 연산을 수행한다(Bailey, 2002). 이상의 문제점은 실제 맥락의 데이터 활용을 통해 해결될 수 있으며, 방대한 데이터의 수집 및 활용이 가능한 빅데이터 시대가 도래함에 따라 문제 해결이 용이해졌다. 하지만 교육에서 실생활 데이터의 활용 가능성이 커졌음에도 불구하고 수학 문제해결 학습에서 실제 맥락의 데이터 활용이 거의 전무하다. 실제 문제해결 과정에서 데이터를 활용하는 사람은 약 16%에 불과하다는 연구결과(Zandan & May, 2016)를 고려할 때, 데이터 기반 문제해결력을 향상시키기 위해서는 수학 교과 단일 교과로서의 수학 지식을 가르치는 것에서 벗어나 수학 교과 안에서 데이터를 다루는 학습 내용 및 방법의 변화가

이루어질 필요가 있다(고호경, 최영우, 박선정, 2014).

둘째, 학교 교육에서 대부분의 데이터 과학 교육은 일반 교과와 분리되어 별개의 교육으로 시행되는 경향이 있으며, 주로 컴퓨팅 사고력 함양에 초점을 두고 이루진다는 한계가 있다(송유경 외, 2021). 이에 따라 데이터 과학의 교육적 실천은 데이터를 수집 및 분석하는 단계에 그치며 교과와 연계된 실제적인 맥락에서 학습자가 주도적으로 데이터를 분석하여 문제를 해결하는 활동은 부족한 상황이다. 그러나 데이터 과학은 학문의 본질적 특성상 여러 학문이 융합된 형태이다(Philip, Zhu, & Tian, 2014). 데이터 과학은 의료, 자동차, 교통, 금융, 관광, 치안, 법 등 사회의 모든 분야에서 활용될 수 있으며, 데이터 분석 그 자체보다는 도구적 성격으로서 다른 분야의 지식과 적절히 융합되어 활용될 때 데이터 과학의 가치가 발휘된다. 따라서 교육 분야에서도 데이터 과학의 융합적 특성을 활용하는 것은 중요한 과제이다(황홍섭, 2019). 또한, 데이터 과학을 다양한 분야에서 활용하는 궁극적인 목적은 데이터를 기반으로 한 문제 해결, 혹은 데이터를 기반으로 한 의사결정을 개선하기 위함이다(Provost & Fawcett, 2013). 따라서 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 알고리즘이나 프로그램을 가르치는 것에서 벗어나 데이터를 기반으로 문제를 해결하는 창의적 사고, 융합적 사고를 경험하도록 하는 방향으로 교육이 나아가야 하며(임철일, 2019), 이는 데이터 과학을 단일 교과 내용으로 다루기보다는 기존 교과와 연계시킴으로써 효과적으로 달성할 수 있을 것이다.

이상과 같은 담론으로부터 학교 교육에서 수학과 데이터 과학 학습의 한계를 극복하고 데이터 기반 문제해결력을 효과적으로 기르기 위한 방안으로 데이터를 기반으로 한 수학 교육을 고려할 수 있다. 데이터 기반 교육의 필요성은 교육 분야 안에서 지속적으로 제기되어 왔다. 국내 과학계와 교육계는 ‘2019 AI 융합교육 컨퍼런스’에서 AI 시대를 선도하는 인재 육성을 위한 과학, 수학, 정보 교육의 재구조화와 융합교육의 필요성을 강조하였고(한국과학창의재단, 2019), 교육부는 과학, 수학, 정보의 융합 교육은 미래 지능정보사회에서 살아가기 위해 필요한 기본 소양을

함양하는 교육임을 강조하였다(교육부, 2020). 2015 개정 교육과정에서는 지식정보 처리 역량 중심의 '창의 융합형 인재 양성'을 강조하였으며, 2022 개정 교육과정에서는 유·초등 단계에서부터 미래 세대 핵심 역량으로 수학, 디지털 소양 등 기초소양 함양 교육을 강조하고, 데이터 과학, 인공지능 등 정보교육을 강화하고자 한다(디지털교육포럼, 2021). 특히, 2022 개정 교육과정에서는 데이터 기반 융합 교육에 대한 필요성이 대두됨에 따라 정보 교과 교육만이 아닌 모든 교과교육을 통해 디지털 기초소양 함양 기반을 마련하고, 수학, 과학 등 교과 교육과 정보 교육을 연계하여 빅데이터 및 인공지능 등 신기술분야의 기초 및 심화 학습을 내실화 하고자 한다. 이를 통해 디지털 기초소양을 함양할 뿐만 아니라 수학 및 과학 등 교과 학습에서의 논리력 및 문제해결력을 제고할 수 있을 것으로 전망된다(교육부, 2021). 또한, 교육부(2021)는 학교급별 발달 단계에 따라 빅데이터 및 인공지능 등 디지털 혁신 기술과 교과 교육을 연계할 수 있도록 2022 개정 교육과정의 내용 기준을 개발하고 교수·학습 및 평가를 개선할 것임을 명시하고 있다.

이처럼 데이터 기반 수업에 대한 요구가 증가함에 따라 이에 대한 연구가 이어지고 있다. 해외의 데이터 기반 교육 사례로는 대학교 해양학 과목에서 기후 데이터 수집 사이트를 활용하여 바닷물의 순환 원리에 대해 학습한 수업(Martin & Howell, 2001), 중학교 맥락에서 데이터를 중심으로 사회, 수학, 과학, 영어를 융합한 프로젝트 수업(Vahey et al., 2012), 중학생의 대기과학에 대한 교수 향상을 위해 실제적 데이터를 이용한 수업(Goldberg et al., 2015), 대학교 맥락에서 물의 pH, 용존 산소량, 산소감소량, 혼탁도, 전류량, 온도를 측정할 수 있도록 실시간 수질 모니터링 시스템을 구축하고 여기에서 나온 데이터를 수집하여 환경 과학 교육에 활용한 수업(Brogan et al., 2016) 등이 있다. 국내의 사례로는 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량을 향상시키기 위해 빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램(양윤정, 유미현, 2017), 중학교 맥락에서 데이터 활용을 위해 인구 절벽 문제를 활용한 수업(김석전, 김태영, 2018), 고등학교 정치 과목에서 구글

트렌드와 R 프로그램을 활용하여 정치와 관련된 이슈 키워드를 분석하고 워드 클라우드 등으로 표현하는 시각화 활동을 포함한 수업(최병영, 2019), 초등학교 맥락에서 수행한 탐구적 과학 글쓰기를 통한 데이터 기반 과학 탐구 학습(박찬솔, 손정우, 2020), 데이터 분석 과정에 기반한 프로젝트 학습(고학능, 이영준, 2020), 데이터 리터러시 향상을 위한 국어, 사회, 정보 교과 연계 수업(송유경, 송석리 김예지, 임철일, 2021), 인공지능 연계교육을 위한 데이터 기반 고등학교 과학 수업(이준행, 조정효, 채승철, 2021) 등이 있다. 그러나 대부분의 사례들이 데이터 과학 자체에 초점을 두고 있으며, 교과 맥락 안에서 데이터를 활용하기보다는 데이터의 수집 및 분석 자체가 수업의 목적으로 간주되는 경향이 있다(김석전, 김태영, 2018; 김용민, 김종훈, 2017; 김정아 외, 2019; 서주영, 2019). 또한, 그동안의 사례들을 살펴보면 데이터 기반 수업에 관한 연구들은 대부분 중등 혹은 고등 교육 맥락에서 이루어졌으며, 초등교육 맥락에서의 데이터 기반 수업 사례와 그 효과를 검증하는 연구는 부족한 상황이다. 그리고 수학 및 데이터 과학 분야의 중요성이 대두되고 있음에도 불구하고 데이터 과학을 기반으로 한 수학교육의 사례는 미비하며, 해당 교육이 실시되는 경우에도 도구적인 목적으로만 연계되는 경우가 대부분이다. 따라서 초등교육 맥락에서 데이터 분석의 기술 자체보다는 수학 교과와 연계된 실질적 맥락에서 데이터를 수집, 분석, 처리, 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 수학교육에 대한 연구가 필요하다.

한편, 효과적인 데이터 기반 교수·학습을 실천하기 위해서는 교사의 체계적이고 처방적인 교수설계 노력이 요구된다(임철일, 2012; Reigeluth, Beatty, & Myers, 2016). 하지만 데이터 기반 수업을 위한 체계적인 교수설계를 포함한 연구는 부족한 상황이며, 데이터 기반 수업을 통해 학교 현장에서 교육적 효과를 도출하기 위한 수업 모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 과학 기반 수업을 진행하기 위해 취해야 하는 교수전략에 대한 연구는 미비한 실정이다. 송유경 외(2021)는 데이터 리터러시 향상을 위한 데이터 기반 토론 수업을 가능하게 하는 수업 모형과 교수전략

을 개발하였으나 이는 고등학교 국어 교과 맥락에 한정되며, 손미현(2020)이 제안한 데이터 기반 과학탐구 모형은 중학교 과학 교과 맥락에 한정된다는 한계가 있다. 특히 2022 개정 교육과정에서는 유·초등 단계에서부터 미래 세대 핵심 역량으로 수학, 디지털 소양 등 기초소양 함양 교육을 강조하고, 데이터 과학, 인공지능 등 정보교육을 강화하고자 한다(디지털교육포럼, 2021)는 측면에서, 초등교육 맥락에서 교과의 특성을 고려한 데이터 기반 수업의 모형 및 교수전략에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 수학 및 데이터 과학 분야의 선행연구로부터 도출된 실천과 이론을 종합하여 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업모형을 개발하고자 하였다. 이를 통해 초등학교 수학 교육 현장에서 교사들이 데이터 기반 수업을 실행할 때 참고할 수 있는 실제적인 지침을 제공하며, 데이터 기반 수업에 대한 교수설계 분야의 발전에 기여하고자 한다.

제 2 절. 연구문제

본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업 모형을 개발하고 그에 대한 내적 타당성과 외적 타당성을 확인하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 어떻게 구성되는가?

2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 내적으로 타당한가?

3. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 외적으로 타당한가?

   3-1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형에 대한 효과는 어떠한가?

      3-1-1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 학습자의 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는가?
      3-1-2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 학습자의 수학 학습에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?
      3-1-3. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 학습자의 데이터 리터러시에 어떠한 영향을 미치는가?

   3-2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형에 대한 교수자 및 학습자의 반응은 어떠한가?

제 3 절. 용어의 정의

1. 문제

문제의 유형에 따라 문제를 해결하는 방법이나 문제 해결에 대한 성취도의 정도가 다르기 때문에 문제의 유형을 적절한 기준에 따라 분류하고 학습목표에 따라 적절한 문제를 선정할 필요가 있다(방승진, 이상원, 황동주, 2002). 문제의 유형을 분류하는 기준 및 관점은 학자에 따라 상이하다. Jonassen(2000)은 문제를 구조화된 문제(well-structured problem)와 비구조화된 문제(ill-structured problem)으로 나누어 제시하였으며, 한국교육개발원(1985)은 정형 문제(routine problem), 비정형 문제(nonroutine problem), 실생활 문제(real-life problem)의 3가지 유형으로 분류하였다. 본 연구에서는 효과적인 문제해결 수업에 선행하여 Jonassen(2000)과 한국교육개발원(1985)의 분류로부터 문제의 유형을 도출하고, 본 연구가 초점을 두는 문제로서 '구조화/비구조화된 실생활 문제'를 선정하여 사용하였다.

2. 문제해결력

문제해결력이란 문제 상황에서 요구하고 있는 것을 충족시키기 위해 개인이 이미 획득한 지식과 기능 등을 이용하고 적절한 전략을 사용하여 문제를 해결해 가는 능력이며, 수학 교과 맥락에서 문제 상황에서 요구하고 있는 것을 충족시키기 위해 개인이 이미 획득한 수학의 지식과 기능 등을 이용하고 적절한 전략을 사용하여 수학 문제를 해결해 가는 능력이다(강옥기, 박영아, 강문봉, 1989; 이영주, 전평국, 1999; 이창호, 2012). 본 연구에서는 이상의 문제해결력을 데이터 기반 문제해결력으로 확장하여 주어진 문제 상황에서 수학의 지식과 기능 등을 활용하여 실생활의 문제를 해결하는 과정에서 데이터를 활용하며 적절한 도구를 활용해 데이터를 분석하고 결론을 도출해내는 능력을 포함하는 용어로 사용하였다.

3. 데이터 기반 교육

데이터 과학은 학문의 본질적 특성상 수학, 통계학, 컴퓨터 과학 등 여러 학문이 융합된 형태(Philip, Zhu, & Tian, 2014)로서 학제간 분야로 정의할 수 있다(Yong Shi, 2014). 이러한 특성으로 인하여 데이터 과학 교육은 여러 교과와 연계된 융합교육의 형태로 실시될 때 그 가치가 발휘된다. 융합교육이란 뚜렷한 기술과 진보하는 학문 분야의 방법들을 통합하여 새로운 길과 기회를 만들어 가는 것이며(MIT, 2011), 학생들의 통합적 사고, 통찰력 있는 지식 습득, 기존 지식들의 편견을 깨닫고 비판적 사고 능력을 함양시키며 창의적 사고를 이끄는 유의미한 교육 활동이다(이현주, 2016). 본 연구에서는 데이터 과학의 개념과 융합교육 및 인공지능 융합 교육(AI convergence education)에 대한 개념적 정의로부터 데이터 기반 교육의 정의를 도출하였다. 본 연구에서의 데이터 기반 교육(Data-driven education)은 현재 이루어지고 있는 교수·학습 활동, 교과 수업을 개선하기 위하여 데이터 과학의 학문적 특성과 교육 방법을 다양한 교수·학습 자료, 활동 및 도구에 융합하는 교육을 뜻하며, 특히 데이터 기반 수학 수업은 수학 교과와 데이터 과학의 연계에 초점을 둔다.

제 2 장. 이론적 배경

제 1 절. 초등 수학교육에서의 문제해결력

1. 문제해결력의 개념 및 구성요소

수학의 대부분의 과정은 문제해결을 통해 이루어지며, 수학적 문제해결은 수학 교육의 본질적인 목적이라 할 수 있다(박지연, 박영희, 2012). 문제해결이란, 주어진 문제 상황에서 문제해결자의 지식과 기능 등을 활용하여 주어진 문제를 해결해 나가는 과정이다(양은경, 황우형, 2005; Krulik & Rudnick, 1989). Polya(1957)는 문제해결을 문제 상황에서 적절한 발견술과 전략 등을 통해 답을 찾는 과정이라 정의하였으며, 문제해결의 체계적 과정을 강조하였다. NCTM(2000)은 수학 교육 맥락에서의 문제해결을 문제 상황에서 해를 찾아내기 위하여 개념, 원리, 법칙 등을 이해하고 수학의 지식과 기능을 바탕으로 수학적 알고리즘, 발견술과 전략 등 다양하면서 종합적인 사고 과정을 수행하는 것이라고 정의하였다. 김부윤, 이영숙(2003)은 수학적 문제해결을 구체적인 문제에 함정이나 가정을 더해서 이것을 수학적인 문제로 구성하고, 이것을 수, 식, 도형, 표, 그래프 등의 수학적인 형식으로 표현하거나 식의 변형, 도형의 조작, 표나 그래프의 사용 등의 수학적인 조작을 시행하는 등의 수학적인 처리에 의하여 수학적으로 해결하고 그 결과에 구체적인 해석을 주어서 해결을 하는 일련의 과정이라고 정의하였다.

수학적 문제해결력은 문제 상황에서 요구하고 있는 것을 충족시키기 위해 개인이 이미 획득한 수학의 지식과 기능 등을 이용하고 적절한 전략을 사용하여 수학 문제를 해결해 가는 능력이다(이영주, 전평국, 1999; 이창호, 2012). 강옥기 외(1989)는 문제 상황에 직면할 때 기지의 경험을 토대로 수학적 아이디어를 적용하여 구체적으로 문제를 해결해 나가는

능력으로서, 문제 이해 능력, 계획수립 능력, 문제해결 능력, 검증 능력, 일반화 능력 등을 포함한다고 정의하였다. 2015 개정 교육과정에서는 수학교육에서 강조해야 할 수학 교과 역량을 6가지로 규정하고, 그중 하나로 문제해결을 제시하였다. 2015 개정 교육과정에서 제시한 수학 교과 역량으로서의 문제해결력은 해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력(교육부, 2015a)을 의미한다.

김혜미, 한선영(2018)은 수학적 문제해결력의 개념의 특성을 세 가지로 제시하였다. 첫째, 수학적 문제해결력은 맥락 안에서 이해되는 개념이다. 따라서 문제해결을 위해 주어진 맥락 안에서 문제를 제대로 이해하는 것이 중요하다. 즉, 개인과 환경의 상호작용을 고려하여 당면한 문제를 해결하기 위해 적합한 수학의 지식과 기술, 태도, 전략 등을 활용하는 것이 수학적 문제해결력이므로 수학적 문제해결력을 바르게 이해하기 위해서는 수학 문제가 발생하는 맥락에 대한 이해가 선행될 필요가 있다. 둘째, 수학적 문제해결력은 수학과 관련하여 효율적인 과제 수행을 위해 사용 가능한 자원들을 적절하게 구성할 수 있는 능력을 의미한다. 환언하면, 문제해결을 위해 이전에 학습한 수학의 지식과 기술, 태도, 전략 등을 활용할 수 있는 능력이다. 수학적 문제해결력은 학생들이 수학의 지식이나 기능 등을 단순히 소유하고 있는 상태를 의미하지는 않으며, 문제해결을 위해 수학의 지식과 기술, 태도 등을 적용하고 활용할 수 있는 능력을 의미한다. 셋째, 수학적 문제해결력은 과제 수행 과정에 대한 반성적 성찰을 포함하는 능력이다. 즉, 지식, 기술, 태도 등을 문제해결을 위해 단순히 활용하는 것에 그치거나 수학 문제해결의 결과만을 강조하는 것이 아니라, 수학과 관련한 문제해결 과정 중에서 발생하는 오류 또는 성과를 파악하고 평가할 수 있는 성찰적 과정을 포함하고 있다.

한편, 2015 개정 교육과정은 수학적 문제해결력의 하위 구성요소로서 ‘문제 이해 및 전략 탐색’, ‘계획 실행 및 반성’, ‘협력적 문제해결’, ‘수학적 모델링’, ‘문제 만들기’를 설정하였다(교육부, 2015a). ‘문제 이해 및 전략 탐색’은 문제에서 구하고자 하는 것과 주어진 조건 및 정보를 파악하

여 문제를 명료화하는 능력으로서, 문제 이해하기, 분석하기, 조건과 정보 파악하기, 관계 파악하기, 계획하기, 탐구하기 등의 기능을 포함한다. '계획 실행 및 반성'은 계획한 풀이 과정을 수행하고 검증 및 반성을 통하여 해결 방법과 해답을 평가하는 능력을 의미하며, 계산하기, 절차 수행하기, 문제 해결하기, 적용하기, 활용하기, 점검하기 등의 기능을 포함한다. '협력적 문제 해결'은 균형 있는 책임 분담과 상호 작용을 통해 집단적으로 문제 해결을 수행하는 능력으로, 설명하기, 정당화하기, 질문하기, 비판하기, 의견 존중하기 등의 기능을 포함한다. '수학적 모델링'은 실생활 문제 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황에 맞게 해석하는 능력을 의미하며, 상황 모델링하기, 변환하기, 분석하기, 적용하기, 활용하기, 해석하기 등의 기능을 포함한다. 마지막으로 '문제 만들기'는 주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 만들어 해결하는 능력으로서, 조건 변형하기, 유사성 찾기, 비교하기, 관련짓기, 확장하기 등의 기능을 포함한다(<표 2-1>).

<표 2-1> 문제해결력의 하위 구성요소(교육부, 2015)

구성요소	의미	기능
문제 이해 및 전략 탐색	문제에서 구하고자 하는 것과 주어진 조건 및 정보를 파악하고, 적절한 해결 전략을 탐색하여 풀이 계획을 수립하는 능력	(문제) 이해하기, 분석하기, (조건, 정보) 파악하기, (관계) 파악하기, 계획하기, 탐구하기, 일반화하기, 특수화하기, 유추하기, 분류하기, 조사하기, 거꾸로 생각하기, 단순화하기, 그림으로 나타내기, 표 만들기, 식 세우기, (다양한 전략) 구사하기
계획 실행 및 반성	계획한 풀이 과정을 수행하고 검증 및 반성을 통하여 해결 방법과 해답을	계산하기, (절차) 수행하기, 문제 해결하기, 적용하기, 활용하기, 점검하기, 반성하

	평가하는 능력	기, 평가하기
협력적 문제 해결	균형 있는 책임 분담과 상호 작용을 통해 집단적으로 문제 해결을 수행하는 능력	설명하기, 정당화하기, 질문하기, 비판하기, (의견) 존중하기, (의견) 조정하기, 의사 결정 하기, 토론하기, 제안하기, 종합하기
수학적 모델링	실생활 문제 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황에 맞게 해석하는 능력	(상황) 모델링하기, 변환하기, 분석하기, 적용하기, 활용하기, 해석하기, 결론 도출하기, 점검하기
문제 만들기	주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 해결하는 능력	(조건) 변형하기, 유사성 찾기, 비교하기, 관련짓기, 확장하기, 생성하기, (문제) 만들기

김혜미, 한선영(2018)은 2015 개정 교육과정과 관련 선행연구에 기초하여 수학적 문제해결력의 구성요소를 '수학 문제해결 과정을 수행하는 능력(문제 이해, 계획 수립, 계획 실행 및 반성)', '협력적 문제해결', '수학적 모델링', '문제 만들기'로 도출하였다(<표 2-2>).

<표 2-2> 문제해결력의 하위 구성요소(김혜미, 한선영 2018)

구성요소	조작적 정의
문제 이해	문제에서 구하고자 하는 것과 주어진 조건 및 정보를 파악하여 문제를 명료화하는 능력
계획 수립	중요한 수학적 원리나 결과를 이용할 수 있는지를 분석하고 적절한 해결 전략을 탐색하여 풀이 계획을 수립하는 능력

계획 실행 및 반성	계획된 풀이과정을 수행하고 검증 및 반성을 통하여 해결 방법과 해답을 평가하는 능력
협력적 문제해결	균형 있는 책임 분담과 상호작용을 통해 집단적으로 문제해결을 수행하는 능력
수학적 모델링	실생활의 문제 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황에 맞게 해석하는 능력
문제 만들기	주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 만들어 해결하는 능력

이상의 문제해결력에 대한 구성요소를 비교하면 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 문제해결력의 하위 구성요소 비교

교육부(2015)	**김혜미, 한선영(2018)**
문제 이해 및 전략 탐색	문제 이해
	계획 수립
계획 실행 및 반성	계획 실행 및 반성
협력적 문제 해결	협력적 문제해결
수학적 모델링	수학적 모델링
문제 만들기	문제 만들기

문제해결과정에서 다루는 문제는 그 유형에 따라 문제를 해결하는 방법이나 문제 해결에 대한 성취도의 정도가 다르기 때문에 문제의 유형을 적절한 기준에 따라 분류하고 학습목표에 따라 적절한 문제를 선정할 필요가 있다(방승진, 이상원, 황동주, 2002). 문제의 유형을 분류하는 기준

및 관점은 학자에 따라 상이하다. Jonassen(2000)은 문제를 구조화된 문제(well-structured problem)와 비구조화된 문제(ill-structured problem)으로 나누어 제시하였으며, Getzels(1985)은 제시된 문제(presented problem), 발견된 문제(discovered problem), 창조된 문제(created problem)의 3가지 유형으로 분류하였다. Charles와 Lester(1982)는 반복 문제(drill problem), 간단한 적용 문제(simple translation problem), 복잡한 적용 문제(complex translation problem), 과정 문제(process problem), 응용 문제(applied problem), 퍼즐 문제(puzzle problem)으로 문제의 유형을 분류하였다. 또한, 한국교육개발원(1985)은 정형 문제(routine problem), 비정형 문제(non-routine problem), 실생활 문제(real-life problem)의 3가지 유형으로 분류하였다.

2. 수학 문제해결 수업 모형

Polya(1957)는 문제해결의 단계를 문제 이해(understanding the problem), 계획 수립(devising a plan), 계획 실행(carrying out the plan), 반성(looking back)의 4단계로 제시하고, 단계에 따른 유용한 발문과 권고를 제안하였다. Schoenfeld(1980)는 Polya의 문제해결의 과정을 바탕으로 '탐구'의 단계를 추가하여 문제해결의 단계와 전략을 분석, 계획, 탐구, 실행, 검증의 5단계로 제시하였다. Schoenfeld의 문제해결 수업 모형은 문제 해결 과정이 단선적이지 않으며 환류할 수도 있다는 특징이 있다. Burton(1985)은 문제해결의 과정을 도입(entry), 착수(attack), 검토(review), 확장(extension)의 4단계로 구분하여 제시하였으며, 각 단계에서 문제해결자가 지향해야 하는 목표, 이에 대한 목표 설정과 추진을 위한 조직적인 발문을 제시하였다. Krulik과 Rudnick(1987)은 문제상황, 문제읽기, 탐구, 전략선택, 검증 및 일반화의 단계를 제안하였다. Krulik과 Rudnick의 모형은 Polya(1945)와 Schoenfeld(1985)가 제시한 모형과 큰 차이는 없으나 문제해결을 위한 각 단계별 기능 및 전략을 구체적으로 제시하고 있다는 차별성을 갖는다(<표 2-4>).

<표 2-4> 학자별 문제해결 수업 모형

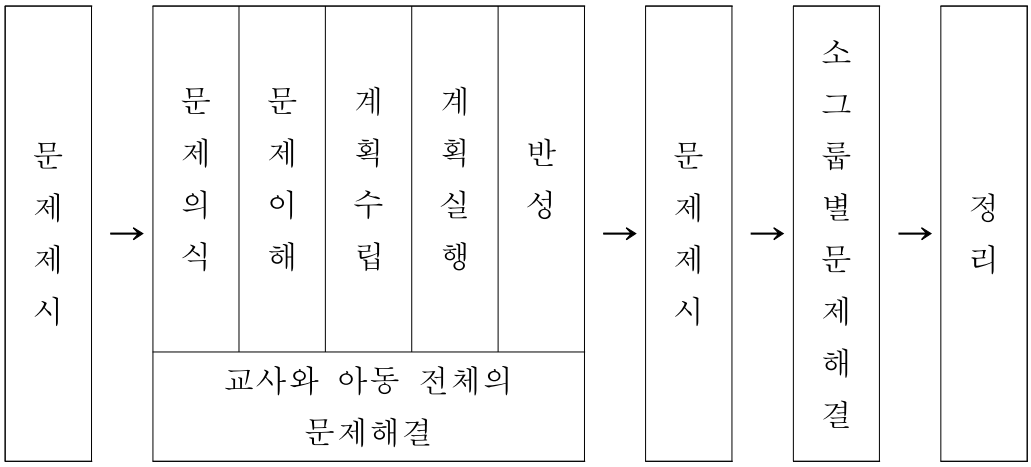
Polya (1957)	Schoenfeld (1980)	Burton (1985)	Krulik과 Rudnick (1987)
문제 이해	분석	도입	문제 읽기
계획 수립	계획	착수	탐색
계획 실행	탐구	검토	전략 선택
반성	실행	확장	해결
	검증		검토

<표 2-5> Krulik과 Rudnick(1987)의 문제해결 수업 모형

문제 읽기	**탐색**	**전략 선택**	**해결**	**검토**
기능	**기능**	**전략**	**기능**	**기능**
1. 사실을 확인한다. 2. 문제를 확인한다. 3. 어휘를 확인한다. 4. 시각화한다.	1. 자료의 충분성 a. 부족한 것 b. 불필요한 것 2. 자료의 조직화 a. 도표 b. 표 c. 그래프 d. 다이어그램 3. 연산 개념 4. 추정	1. 패턴 인식 2. 거꾸로 풀기 3. 추측 및 검사 4. 모의실험 5. 단순화 6. 조직화된 목록 7. 논리적 연역	1. 계산 능력 2. 대수적 기능 3. 기하학적 기능	1. 추정 2. 그것은 합리적인가?

한국교육개발원(1985)은 교사와 학생이 함께 토론하는 과정에서 문제해결의 단계 및 전략을 익히고 난 후, 다시 학생들을 소그룹으로 나누어 각 그룹별 문제를 해결해 보는 문제해결 수업 모형을 제시하였다(<표 2-6>).

<표 2-6> 한국교육개발원(1985)의 문제해결 수업 모형



이종희와 김기연(2008)은 창의적 생산력 신장을 목표로 하는 창의적 수학 문제해결 모형을 제시하였다. 본 모형은 문제 이해, 예비 수학적 활동, 자료 탐색, 수학적 검증 및 표현의 네 개 영역으로 구분되며, 각 영역에 구체적 문제해결의 단계가 포함된다.

<표 2-7> 이종희와 김기연(2008)의 창의적 문제해결 수업 모형

영역	단계
문제 이해	문제 인식
예비 수학적 활동	문제해결의 전략, 아이디어, 해법 탐색
	해결 가설의 수립
	가설 검증 및 확인
자료 탐색	새로운 해법을 위한 자료, 정보의 수집
수학적 검증 및 표현	결론의 수학적 정당화
	언어적 표현

방정숙과 김민경(2005)이 제시한 문제해결 수업모형은 문제해결에 필요한 해결 방안을 탐색하고 추론 활동을 통하여 문제를 해결하게 하는 모형이다. 정찬식과 노은환(2009)는 영재교육 경험이 있는 초등학교 6학년을 대상으로 한 문제해결 과정에서 나타난 연구 결과와 Polya의 문제해결 4단계를 바탕으로 총 4단계의 문제해결 모형을 제시하였다.

<표 2-8> 문제해결 수업 모형(방정숙, 김민경, 2005; 정찬식, 노은환, 2009)

방정숙과 김민경(2005)
문제발견 및 설정
정보탐색 전략 수립
정보수집 및 문제해결안 실행
문제해결 검증
문제해결 제시 및 확장

정찬식과 노은환(2009)
문제 이해
계획 수립
계획 실행
반성

교육부(2020)가 제시한 수학 문제해결학습 모형은 문제의 이해, 해결 계획의 수립, 해결 계획의 실행, 반성의 4단계로 이루어져 있으며, 교수·학습 활동을 안내한다.

<표 2-9> 문제해결 수업 모형(교육부, 2020)

단계	교수·학습 활동
문제의 이해	• 문제에서 구하려는 것, 주어진 것, 조건을 확인하기
해결 계획의 수립	• 문제 해결 전략 생각하기 • 전에 풀어 본 경험이 있는 문제인지 생각하기 • 문제 해결의 결과 예상하기
해결 계획의 실행	• 해결 계획에 따라 문제를 해결하기
반성	• 문제 해결 과정 검토하기 • 다른 해결 방법 탐색하기 • 더 나은 문제 해결 방법 탐색하기 • 문제 해결 방법 일반화하기 • 조건을 변경하여 새로운 문제 만들기

3. 초등 수학교육에서의 문제해결력의 중요성

제4차 산업혁명의 도래는 미래역량으로서의 문제해결력에 대한 요구를 증가시키고 있다. 지식과 정보의 양이 광대하고 급변하는 사회 속에서 발생하는 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 단순한 지식이나 기능의 습득보다는 문제 상황을 적극적으로 탐색하고 적절한 방법을 찾아 능동적으로 대처할 수 있는 능력이 요구된다(이돈희, 1999). 즉, 자신이 당면한 문제를 해결하기 위해 넘쳐나는 지식이나 정보를 단편적으로 암기하거나 습득하는 것이 아니라 정보를 수집, 평가 및 선택하고, 이를 분석, 종합하여 스스로 지식을 구조화하고 문제를 자기 주도적으로 해결해야 할 수 있는 능력이 필요하다(홍기칠, 1995). World Economic Forum(2016)에서는 미래 시대의 학생들이 복잡한 문제에 접근하기 위해 필요한 네 가지 역량, 즉 '비판적 사고/문제해결(Critical thinking

/problem solving)', '창의성(Creativity)', '의사소통(Communication)', '협력(Collaboration)' 등을 21세기 주요 역량으로 제시하였다. 이와 같은 담론을 바탕으로 문제해결력은 국내외의 교육에서 지속적으로 강조되어왔다. 미국, 영국, 독일, 호주, 뉴질랜드 등 해외 각국은 미래사회 핵심역량으로서 '문제해결력'을 공통적으로 강조하고 있다(오경선, 안성진, 2012).

문제해결력의 신장은 특히 수학교과에서 중요시되어 왔으며 오래전부터 수학교육의 중요한 목적으로 강조되어 왔다(김혜미, 한선영, 2018). 수학의 대부분의 과정은 문제해결을 통해 이루어지며, 문제해결력의 신장은 수학교육의 본질적인 목적이라 할 수 있다(박지연, 박영희, 2012). NCTM은 문제해결이 학교수학의 초점이 되어야 한다고 권고하며 현재까지 수학 교육에서 강조해야 할 교육의 목표로 제시하고 있으며, 이를 위한 여섯 가지 실천안을 내놓았다(NCTM, 1980). 1)수학과 교육과정은 문제해결을 중심으로 조직되어야만 한다. 2)충분한 수학적 응용 가능성이 있는 광범위한 전략, 과정, 표현 양식을 포함할 수 있는, 수학에서의 문제해결에 대한 정의와 용어들이 개발되어야 하고 확장되어야 한다. 3)수학교사는 문제해결이 수업의 중심이 되는 교실 환경을 창출해야만 한다. 4)문제해결의 교수학습에 필요한 적절한 교육과정 자료가 모든 학년급을 위해서 개발되어야 한다. 5)수학 프로그램들은 학생들이 응용문제의 해결에 참여하도록 하여야 한다. 6)연구자들과 연구지원 기관들은 문제해결의 본질과 문제해결자들을 발달시킬 수 있는 효과적인 방법을 연구하는데 우선권을 주어야 한다. 이와 동일한 측면에서 뉴질랜드, 미국, 캐나다 등 세계 여러 나라에서는 문제해결을 수학교육 과정의 한 영역으로서, 교과서의 한 단원 또는 단원의 한 부분으로 단원마다 언급하고 있다(강옥기 외, 1985). 국내에서도 문제해결력은 제4차 교육과정 이래로 꾸준히 강조되었으며, 2007 및 2009 개정 교육과정에서 교육의 목표에서뿐만 아니라 내용, 수학과 교수·학습 방법, 평가에 걸쳐 문제해결 능력의 신장을 강조하고 있다(최인영, 방정숙, 2018; 교육과학기술부, 2011). 2015 개정 교육과정에서는 문제해결을 수학 교과의 핵심역량 중 하나로 규정하여 이를 교과의 목표 및 성격, 성취기준, 교수·학습 및 평가에 반

영하였다(교육부, 2015). 이를 통하여 문제를 성공적으로 해결할 수 있는 능력이 신장될 수 있으며, 문제해결력 신장을 통해 급변하는 미래의 다변화 사회에서 복잡하고 다양한 문제를 창의적이고 효과적으로 해결할 수 있는 인재가 길러질 수 있을 것으로 전망된다(신종호 외, 2009).

4. 초등 수학교육에서의 문제해결력에 관한 연구동향

수학 교육 분야에서 주요 연구 주제 중의 하나인 수학적 문제해결력은 다양한 주제로 연구가 수행되어 왔다. 초기 연구는 대부분 문제 그 자체에 대한 연구, 학습자들이 문제를 해결하는 방법 및 메타인지에 대한 연구, 교수학습 방법에 대한 연구 등 다양한 방법에 초점을 두었으며(Kilpatrick, 1985; Lester, 1994; Lester & Kehle, 2003), 그 이후에는 문제해결을 통한 수학교육 및 모델링을 통한 문제해결에 대한 연구가 주로 이루어졌다(김진호, 김인경, 2011). 이후, 수학적 문제해결의 문제 자체가 재조명되면서 개방형 문제, 실생활 문제, 여러 수학 지식을 통합하는 문제 등에 관한 연구가 활발히 수행되었다(류성림 외, 2011).

김혜미(2016)는 수학교육 관련 7개의 학술지에 실린 수학 문제해결에 관한 105편의 논문을 선행연구 고찰을 통하여 문제해결의 일반적 이해에 관한 연구, 문제해결 과정에서 인지과정 분석에 대한 연구, 문제해결력을 신장시키는 교수·학습 방법에 관한 연구, 문제해결에 관한 심리학적 현상에 대한 연구, 문제해결에서 전략에 의한 문제유형 분류에 관한 연구, 문제해결 학습의 평가방안에 대한 연구, 문제해결에서 직관의 역할에 관한 연구로 분류하였다. 각 연구 주제별 선행연구 논문 수 및 비율은 <표 2-10>과 같다.

<표 2-10> 수학 문제해결에 관한 연구 주제별 국내 연구동향
(김혜미, 2016)

연구 주제	논문 수(편)	비율(%)
문제해결의 일반적 이해에 관한 연구	10	9.5
문제해결 과정에서 인지과정 분석에 관한 연구	31	29.5
문제해결력을 신장시키는 교수·학습 방법에 관한 연구	36	34.3
문제해결에 관한 심리학적 현상에 대한 연구	7	6.7
문제해결에서 전략에 의한 문제유형 분류에 관한 연구	15	14.3
문제해결 학습의 평가방안에 대한 연구	1	1.0
문제해결에서 직관의 역할에 관한 연구	5	4.8
계	105	100.0

국내 수학 교육에서의 문제해결력과 관련한 선행연구들과 수학 문제해결에 관한 연구 동향 분석에 관한 연구(김혜미, 한선영, 2018; 김진호, 김인경, 2011)를 살펴보면, 크게 일곱 가지 연구 주제로 다음과 같이 범주화할 수 있다. 1)문제해결력에 미치는 영향에 관한 연구(강윤지, 장혜원, 2022; 고창수, 오영열, 2015; 김효선, 오영열, 2014; 박유나, 박만구, 2015; 정성건, 박만구, 2010; 김경옥, 류성림, 2009; 김경미, 황후형, 2009; 최윤석, 배종수, 2004; 이상원, 방승진, 2005; 전평국, 1991), 2)문제해결력을 신장시키는 교수·학습 방법에 관한 연구(유현주, 2021; 최인영, 방정숙, 2018; 강문봉, 김정하, 2015; 김남희, 2010; 김민경, 홍지연, 김은경, 2009; 라우성, 백석윤, 2009; 류현아, 장경윤, 2009; 이정재, 1997; 신성균, 강문봉, 황혜정, 1993; 강옥기 외, 1985), 3)교과서 및 교육과정에서 문제해결 관련 내용을 분석한 연구(박혜영, 2022; 방정숙 외, 2015; 정은실, 2015; 권미숙, 김남균, 2009; 방정숙, 김상화, 2006; 박교식, 2001; 김정효, 권오남, 2000), 4)문제해결 과정을 분석한 연구(김혜원, 김민경, 2021; 강

영란, 조정수, 2015; 강윤수, 김민주, 2013; 김소희, 이광호, 구미영, 2013; 한상욱, 송상헌, 2011; 유연진, 박만구, 2009), 5)문제해결 전략에 관한 연구(양은경, 황우형, 2015; 김은혜, 박만구, 2011; 강화나, 백석윤, 2009; 고상숙, 전성훈, 2009; 김남균, 김지은, 2009; 길양숙, 1991), 6)수학 문제해결력의 향상 정도를 측정 및 진단하기 위하여 평가도구를 개발하는 연구(김혜미, 한선영, 2018; 이선영, 이지수, 한선영, 2018; 김동일 외, 2013; 박수련, 2008; 조석희, 황동주, 2007), 7)문제해결 모형에 관한 연구(김민경, 허지연, 박은정, 2014; 김민경, 이지영, 홍지연, 주현정, 2013; 김수경, 김은진, 권혁진, 한혜숙, 2012)이다(<표 2-11>).

<표 2-11> 수학 문제해결에 관한 연구 주제

	연구 주제	연구자
1	문제해결력에 미치는 영향에 관한 연구	강윤지, 장혜원(2022); 고창수, 오영열(2015); 김효선, 오영열, (2014); 박유나, 박만구(2015); 정성건, 박만구(2010); 김경옥, 류성림(2009); 김경미, 황후형(2009); 최윤석, 배종수(2004); 이상원, 방승진(2004); 전평국(1991)
2	문제해결력을 신장시키는 교수·학습 방법에 관한 연구	유현주(2021); 최인영, 방정숙(2018); 강문봉, 김정하(2015); 김남희(2010); 김민경, 홍지연, 김은경(2009); 라우성, 백석윤(2009); 류현아, 장경윤(2009); 이정재(1997); 신성균, 강문봉, 황혜정(1993); 강옥기 외(1985)

3	교과서 및 교육과정에서 문제해결 관련 내용을 분석한 연구	박혜영(2022); 방정숙 외(2015); 정은실(2015); 권미숙, 김남균(2009); 방정숙, 김상화(2006); 박교식(2001); 김정효, 권오남(2000)
4	문제해결 과정을 분석한 연구	김혜원, 김민경(2021); 강영란, 조정수(2015); 강윤수, 김민주(2013); 김소희, 이광호, 구미영(2013); 한상욱, 송상헌(2011); 유연진, 박만구(2009)
5	문제해결 전략에 관한 연구	양은경, 황우형(2015); 김은혜, 박만구(2011); 강화나, 백석윤(2009); 고상숙, 전성훈(2009); 김남균, 김지은(2009); 길양숙(1991)
6	수학 문제해결력의 향상 정도를 측정 및 진단하기 위하여 평가도구를 개발하는 연구	김혜미, 한선영(2018); 이선영, 이지수, 한선영(2018); 김동일 외(2013); 박수련(2008); 조석희, 황동주(2007)
7	문제해결 모형에 관한 연구	김민경, 허지연, 박은정(2014); 김민경, 이지영, 홍지연, 주현정(2013); 김수경, 김은진, 권혁진, 한혜숙(2012)

이상의 연구동향을 바탕으로 초등 수학교육 맥락으로 한정지어 문제해결력 향상에 관한 최근 10년간의 연구 동향을 검토하였으며, 초등 수

학교육에서의 문제해결력 향상에 대한 연구를 여섯 가지 연구 주제로 범주화였다. 연구 주제 및 키워드에 따라 분류한 범주는 1)교육과정에 대한 일반연구(인식, 문제점, 개선방안 등), 2)문제해결 수업(문제만들기, 모델링 등) 및 지도방안에 대한 연구, 3)학습자의 문제해결(단계, 전략, 방법, 문제 만들기 등)에 대한 연구, 4)문제해결력 향상을 위한 창의·융합(창의성, 스토리텔링, STEAM) 수업 및 지도방안에 대한 연구, 5)문제해결력과 관련한 교사인식 및 교사교육에 대한 연구, 6)문제해결 모형에 대한 연구로 6가지 범주이다(<표 2-12>).

<표 2-12> 초등 수학교육 맥락의 문제해결력에 관한 연구 동향

범주	연구주제	연구자
문제해결력과 관련한 교육과정에 대한 일반연구(인식, 문제점, 개선방안 등)	초등학교 수학과 문제해결 교육 재고	정은실(2015)
	문제 해결에 관한 초등학교 수학과 교육과정 및 교과용도서 분석	방정숙, 이지영, 서은미(2016)
	초등학교 5-6 학년군 수학 교과서에 제시된 교과 역량 분석	김정원, 방정숙, 황지남(2020)
문제해결 수업(문제만들기, 모델링 등) 및 지도방안에 대한 연구	초등수학에서 문제 만들기 활동 지도의 개선 방안	윤선아, 백석윤(2010)
	비례 추론을 돕는 시각적 모델에 대하여: 초등 수학 교과서의 비례식과 비례배분 실생활 문제를 대상으로	임재훈, 이형숙(2015)
	수학 문제해결에서 메타정의의 기능	도주원, 백석윤(2016)

	초등수학에서의 비구조화된 문제해결 모형 설계, 적용 및 그 교육적 의미	김민경, 허지연, 박은정(2014)
	서술형 수학 쓰기 수업이 초등학생의 문제해결 및 수학적 성향에 미치는 효과	김효선, 오영열(2014)
	초등학교 5 학년 학생들의 문제 만들기	이경미, 이광호(2012)
	초등학교 저학년을 위한 수학적 모델링 과제 개발 및 적용 가능성 탐색	장혜원, 최혜령, 강윤지, 김은혜(2019)
	초등학교 수업에서 수학 교과 역량으로서의 문제 해결 능력을 함양하기 위한 지도 방안 탐색	최인영, 방정숙(2018)
학습자의 문제해결(단계, 전략, 방법, 문제 만들기 등)에 대한 연구	수학 문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과	정성건, 박만구(2010)
	문제해결에서 생산적 실패의 경험이 초등학생의 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향	박유나, 박만구(2015)
	도식기반 전략교수가 자폐성 장애학생의 수학 문장제 문제해결 수행에 미치는 효과	홍점숙, 방명애(2014)

	초등학교 4 학년 학생들의 비구조화된 문제에서 나타난 해결 과정 및 추론 분석	김민경, 허지연, 조미경, 박윤미(2012)
	비 (非) 구조화된 수학문제의 해결에서 교사의 스캐폴딩 제공에 따른 학생 간 상호작용	조미경, 김민경(2016)
	초등학교 4 학년 학생들의 수학 문제해결과정에서의 시각적 표현	김소희, 이광호, 구미영(2013)
	반성적 문제 만들기 활동이 초등학생들의 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향	배준환, 박만구(2016)
	초등학생의 학습 스타일에 따른 비구조화된 수학문제에서의 문제해결전략 및 정당화	주현정(2014)
	수학 기반의 융합 문제해결 과정에 나타나는 초등영재학생의 수학적 사고와 태도 분석	임영빈, 홍진곤(2019)
	문장제의 보조문항이 초등학생의 문제해결과 수학적 사고에 미치는 영향	임영빈(2020)
	스토리텔링을 적용한 초등학교 수학 수업에서의 학생들의 문장제 문제 이해 및 의사소통에 관한 연구	이아람(2014)

문제해결력 향상을 위한 창의·융합(창의성, 스토리텔링, STEAM) 수업 및 지도방안에 대한 연구	창의적 문제해결 학습 모형에 따른 초등학교 수학영재 프로그램 개발	남흥숙, 박문환(2012)
	수학적 문제 해결에 중점을 둔 수학 기반 융합 수업 모형의 가능성 탐색	김유경, 방정숙(2015)
	초등학생의 창의융합적 사고 및 문제해결력에 관한 연구: 초등수학 비 (非) 구조화된 문제를 중심으로	김동희, 김민경(2016)
	융합인재교육 (STEAM)을 적용한 초등 수학영재 교육 프로그램의 개발과 적용 효과	이승우, 백종일, 이정곤(2013)
문제해결력과 관련한 교사인식 및 교사교육에 대한 연구	산술과 대수 영역의 문장제 문제해결 전략에 대한 초등 예비교사의 내용지식 연구	이종학(2014)
	수학 문제해결과정에서 보이는 초등교사의 직관 수준에 관한 연구	김해규(2012)
	초등 현직교사의 수학적 신념 분석 연구	김윤민, 류현아(2018)
문제해결 모형에 대한 연구	상황중심의 문제해결모형을 적용한 수학 수업의 실행연구	김남균, 박영은(2009)
	초등수학에서의 비구조화된 문제해결 모형 설계, 적용 및 그 교육적 의미	김민경, 허지연, 박은정(2014)

	사회적 구성주의 수학 수업 모형 개발 및 적용 연구	왕경수, 정혜영, 김계연(2004)
	실생활 문제해결 능력 향상을 위한 CT 기반 수학문제 해결 모형 연구	박영주, 정종인, 김창석, 김의정, 강신천(2020)
	학생중심의 문제해결 모형 개발 및 효과 분석	정찬식, 노은환(2014)

김유경, 방정숙(2017)은 국내 학술지에 게재된 논문 중 초등수학교육 관련 연구 596편을 대상으로 교과역량별 동향을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.(<표 2-13>)

<표 2-13> 초등 수학교육 교과역량별 연구 동향(김유경, 방정숙, 2017)

수학교과역량	구성요소	논문편수 및 비율		
		편	%	계
문제 해결	문제해결과정	27.5	12.6	44.5 (20.3)
	협력적 문제해결	0	0.0	
	수학적 모델링	4.5	2.1	
	문제 만들기	12.5	5.7	
추론	관찰과 추측	3.5	1.6	38 (17.4)
	정당화 및 증명	10	4.6	
	추론 방법	17.5	8.0	
	수학적 사고력	7	3.2	
창의·융합	창의성	17.25	7.9	42.5 (19.4)
	수학 내적 연결	4.25	1.9	

	수학 외적 연결 및 융합	21	9.6	
의사소통	수학적 담화	20	9.1	31 (14.2)
	수학적 쓰기	4.5	2.1	
	수학적 표현	6.5	3.0	
정보 처리 능력	자료 처리	5	2.3	25.5 (11.6)
	공학적 도구 및 교구활용	20.5	9.4	
태도 및 실천	가치인식	21.5	9.8	28.5 (13.0)
	자주적 학습태도	3.5	1.6	
	시민의식	3.5	1.6	
역량 일반	역량 혼합	9	4.1	9(4.1)
계		219	100.0	

문제해결은 4차 교육과정 이래로 지속적으로 강조되어 온 것으로 20.3%로 가장 많이 연구되고 있음을 알 수 있다. 한편, 문제해결의 하위 구성 요소에 대해 살펴보면, 문제해결과정에 대한 연구가 12.6%로 가장 많이 행해졌고, 문제 만들기(5.7%)와 수학적 모델링(2.1%) 순으로 연구 비율이 높았다. 반면, 협력적 문제해결(0.0%)과 관련한 연구는 미비하였다.

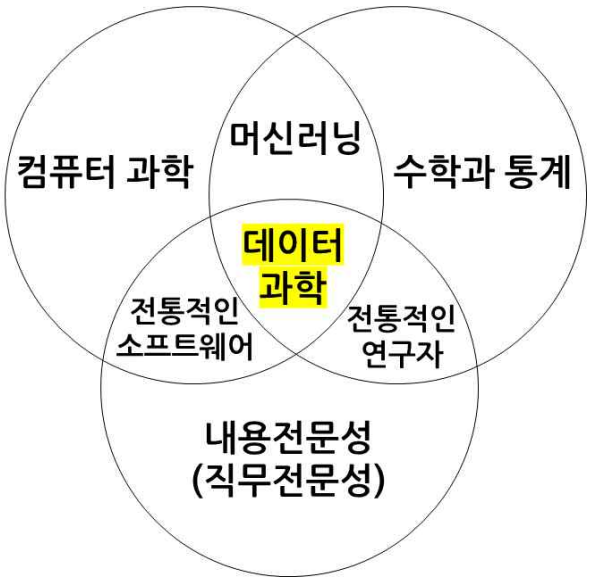
이상과 같은 연구동향 분석을 통해 문제해결력을 신장시키는 교수·학습 방법에 관한 연구와 문제해결 전략에 관한 연구가 비교적 활발하게 진행되었음을 파악할 수 있으며, 효과적인 문제해결력 향상을 위해 수학 단일 교과 연구에서 벗어나 교과간, 주제간 통합 수업에 대한 연구가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

제 2 절. 데이터 기반 수업 설계

1. 데이터 기반 수업의 개념 및 특성

데이터 기반 수업의 개념 및 특성에 대한 선행 연구는 미비하여 관련한 정의 도출이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기존에 정의된 1)융합교육과 2)데이터 과학 및 3)인공지능 융합 교육에 대한 개념적 정의를 활용하여 데이터 기반 수업에 대해 조작적으로 정의하고자 한다. 융합교육은 미국의 STEM교육에 그 기반을 두고 있으며, 우리나라의 융합교육은 미국의 STEM에 Arts를 접목하여 정책적으로 받아들여 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제 해결력을 배양하고자 도입된 교육이다(노상우, 안동순, 2012). 융합교육은 학교교육에서 학생들이 학습에 어려움을 겪는 수학이나 과학 과목을 공학, 기술, 예술 등과 접목시켜 가르침으로써 이론적인 수학 및 과학 학습을 실생활과 연계하고 공학을 통해 활용 및 적용하며 기술과 예술의 감성을 연결하여 가르치고자 한다. 이를 통하여 궁극적으로는 창의적 과학인재를 양성하는데 교육의 목적을 둔다(한국교육개발원, 한국과학창의재단, 2012). 미국국립과학재단(The US National Science Foundation)은 융합교육을 과학 및 사회적 문제를 해결하는 확장된 프레임워크를 형성하기 위해 여러 분야의 지식 및 기술을 심층적으로 통합하는 것으로 정의하였다(Herr, Akbar, Brummet, Flores, Gordon, Gray, & Murday, 2019). 본질적으로 융합교육이란 뚜렷한 기술과 진보하는 학문 분야의 방법들을 통합하여 새로운 길과 기회를 만들어 가는 것이며(MIT, 2011), 학생들의 통합적 사고, 통찰력 있는 지식 습득, 기존 지식들의 편견을 깨닫고 비판적 사고 능력을 함양시키며 창의적 사고를 이끄는 유의미한 교육 활동이다(이현주, 2016). Herr, Daniel JC 외(2019)는 증가하는 새로운 지식을 통합하기 위해서는 융합교육 패러다임을 구축해야 하며, 융합교육은 기존 교육과정에서는 발견하지 못하는 새로운 지식을 창출하는 데 효과적이라고 제시하였다.

Cleveland(2001)에 따르면, 현대적 의미의 데이터 과학은 수학적 데이터 분석과 컴퓨터 과학 지식의 융합적 측면에서 새로운 분야의 학문이다. 이와 비슷한 견해로 Conway(2010)는 데이터 과학을 [그림 2-1]과 같이 벤다이어그램을 통해 설명하였다.



[그림 2-1] 데이터 과학 벤다이어그램(Conway, 2010)

데이터 과학은 학문의 본질적 특성상 수학, 통계학, 컴퓨터 과학 등 여러 학문이 융합된 형태(Philip, Zhu, & Tian, 2014)로서 학제간 분야로 정의할 수 있다(Yong Shi, 2014). 이러한 특성으로 인하여 데이터 과학 교육은 여러 교과와 융합된 융합교육의 형태로 실시될 때 그 가치가 발휘된다. 즉, 데이터 분석 그 자체보다는 도구적 성격으로서 다른 분야의 지식과 적절히 융합되어 활용될 때 데이터 과학의 가치가 발휘된다는 점에서 교육 분야에서도 이러한 융합적 특성을 활용하는 것은 더욱 중요한 과제이다(황홍섭, 2019). 또한, 데이터 과학을 다양한 분야에서 활용하는 궁극적인 목적은 데이터를 기반으로 한 문제해결, 혹은 데이터를 기반으로 한 의사결정의 개선이다(Provost & Fawcett, 2013). 따라서 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 알고리즘이나 프로그램을 가르치는 것에서 벗어나 데이터를 기반으로 문제를 해결하는 창의적 사고, 융합적 사고를 경험하

도록 하는 방향으로 교육이 나아가야 하며(임철일, 2019), 이는 데이터 과학을 단일 교과 내용으로 다루기보다는 기존 교과와 연계시킴으로써 효과적으로 달성할 수 있다.

또한, 데이터 과학과 인공지능이 밀접한 상관이 있으며(최예림, 김관호, 2016; 김형욱, 2021), 연계되어 교육이 이루어지는 경우가 많다는 점에서 인공지능 융합 교육(AI convergence education)에 대한 개념적 정의로부터 데이터 기반 수업의 개념적 특성을 도출할 수 있다. 인공지능 융합 교육은 현재 교수·학습 활동을 개선하기 위하여 인공지능 기술을 다양한 교수학습 도구나 자료 및 활동에 융합하는 교육이다(이재호 외, 2021). 초등학교 단계에서 인공지능 융합 교육은 교과 연계로 이루어져야 하며 미래 교육 역량을 함양하도록 이루어져야한다(정유남, 이영희, 2022). 이러한 담론을 바탕으로 데이터 기반 수업(Data driven education)은 현재 이루어지고 있는 교수·학습 활동, 교과 수업을 개선하기 위하여 데이터 과학의 학문적 특성과 교육 방법을 다양한 교수·학습 자료, 활동 및 도구에 융합하는 교육이라고 볼 수 있다. 특히 데이터 기반 수학 수업은 수학 교과와 데이터 과학의 연계에 초점을 둔다.

데이터 과학의 학문적 특성과 교육 방법이 융합된 데이터 기반 수업의 특성은 선행 문헌을 기반으로 다섯 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 데이터 기반 수업은 여러 학문이 연계된 형태이다(Philip, Zhu, & Tian, 2014; 황홍섭, 2019). 따라서 교과와 데이터 과학 학문이 연계된 형태로 교과와 데이터 과학의 특성을 모두 갖는다. 둘째, 데이터 기반 수업에서 데이터는 그 자체가 학습의 목적이 아니라 융합적, 간학문적 교수·학습의 도구이다(Vahey et al., 2012). 셋째, 데이터 기반 수업에서 활용되는 데이터는 실생활 데이터로서 방대한 양의 빅데이터를 의미한다. 기존의 교과 수업에서 활용되는 데이터의 대부분은 안내된 학습 활동에서 이론을 확인하기 위해 활용하는 정제된 데이터이며(Chinn & Malhotra, 2002; 최취임, 이선경, 2016), 제한된 시간 내에 마무리되어야 하므로 결과를 예측할 수 있는 형태의 단순한 데이터가 주를 이룬다(손미현, 2020). 하지만 실생활에서 얻어지는 데이터는 시간의 흐름에 따른 여러 변인의 변

화 값을 연속적으로 측정하는 경우가 많기 때문에 데이터의 양이 매우 많다. 넷째, 데이터 기반 문제해결력 향상을 목적한다. 교육부(2021)는 학습한 내용을 삶을 맥락에서 적용하고 데이터를 활용하여 복잡한 문제를 해결하는 문제해결력이 중요함을 제시하였다. 수학과 데이터 과학은 데이터 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 분야로서 그 가치가 높으며, 교과 내에서 데이터를 활용하여 문제를 해결하는 경험을 통해 데이터 기반 문제해결력을 향상시킬 수 있다(고호경, 최영우, 박선정, 2014). 다섯째, 교과와 데이터 과학의 연계를 통하여 더 나은 교과 교육이 이루어지는 것을 목적한다. 데이터 기반 수업은 학교 교육에서 수학과 데이터 과학 학습의 한계를 극복하고 데이터 기반 문제해결력을 효과적으로 기르며, 디지털 기초소양을 함양할 뿐만 아니라 교과 학습에서의 논리력 및 문제해결력을 제고할 수 있을 것으로 전망된다(교육부, 2021).

2. 데이터 기반 수업 사례에 관한 연구동향

데이터 과학은 본질적으로 간학문적, 융합적이라는 학문적 특성을 가지므로(Vahey et al., 2012) 사회의 여러 분야에서 활용될 수 있으며, 교육의 목적으로 다루어지기보다 도구로서 다른 분야의 지식과 적절히 연계되어 활용될 때 데이터 과학의 가치가 발휘된다(황홍섭, 2019). 교과와 데이터 과학을 연계한 간학문적 교육 사례를 살펴보면 <표 2-14>과 같다.

<표 2-14> 데이터 기반 수업 사례

구분	대상 학교급	교과	연구 제목	연구자
국외	중학교	사회, 수학, 과학, 영어	A cross-disciplinary approach to teaching data literacy and proportionality	Vahey et al.(2012)

	대학교	과학	Active inquiry, web-based oceanography exercises	Martin, Howell (2001)
	중학교	과학	Using Authentic Data to Enhance Middle School Atmospheric Science Instruction	Goldberg et al. (2015)
	대학교	과학	Development and classroom implementation of an environmental data creation and sharing tool	Brogan et al. (2016)
국내	고등학교	국어, 사회, 정보	데이터 리터러시 향상을 위한 데이터 기반 토론 수업 모형 개발	송유경, 송석리, 김예지, 임철일 (2021)
	고등학교	과학	인공지능 융합교육을 위한 데이터 기반 교육자료 개발: 감쇠진동을 중심으로	이준행, 조정효, 채승철 (2021)
	초등학교	국어, 사회, 과학, 수학	데이터 분석 과정에 기반 한 프로젝트 학습 설계	고학능, 이영준 (2020)
	초등학교	과학	탐구적 과학 글쓰기를 통한 데이터 기반 과학 탐구학습이 초등학생의 과학과 핵심역량에 미치는 영향	박찬솔, 손정우 (2020)
	고등학교	사회	고등학교 정치과목에서 빅데이터를 활용한 융합수업의 사례 연구	최병영 (2019)

			-구글 트렌드와 R 을 이용한 데이터 시각화를 중심으로	
	중학교	-	컴퓨팅 사고 기반 중등 문제해결 수업에서 데이터활용 능력이 학생들의 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향	김석전, 김태영 (2018)
	중학교	수학	빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램이 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량에 미치는 영향	양윤정, 유미현 (2017)

Vahey 외(2012)는 '데이터로 생각하기(Thinking With Data, TWD)' 프로젝트를 설계하였으며, 데이터를 중심으로 사회, 수학, 과학, 영어 수업을 연계하여 중학생을 대상으로 데이터 기반 수업을 실시하였다. TWD 프로젝트는 '물 자원 분배의 공정성'이라는 주제로 학습자들이 데이터를 활용하여 세계적인 이슈와 관련한 문제를 해결하도록 설계되었다. 수학 교과는 물 자원의 공정한 분배를 위해 비율(proportion)이라는 수학적 개념을 학습하는 단계에서 도입되었다. 연구자는 수학 수업에는 사회적인 이슈를 깊이 있고 의미 있게 다룰 학습 자원이 없음을 지적하며 다른 학문과의 융합 학습의 중요성을 제시하였다. 또한, 수학 수업이 여러 교과의 데이터 기반 학습의 토대를 마련할 수 있기 때문에 수학 수업 자체의 변화와 조정이 필요함을 언급하며, 이를 통해 데이터 활용 능력을 신장할 뿐만 아니라 수학 학습을 효과적으로 시행할 수 있음을 제시하였다. 이 연구는 여러 교과가 데이터를 중심으로 연계된 대표적인 데이터 기반 수업 사례로서 의미를 가진다.

Martin과 Howell(2001)은 해양학 과목에서 데이터를 활용한 수업의 사례를 제시하였다. 학생들은 기후 데이터 수집 사이트를 활용하여 실제

데이터를 수집하였으며, 해양 표면의 온도와 염분 등의 데이터를 분석하고 이러한 과정을 통해 바닷물의 순환 원리에 대해 학습하였다. 수업은 학습자들이 수업 전반에 걸쳐 해양학의 자연 현상을 설명하기 위한 가설을 수립하고 변인을 설정 및 조절하여 실험을 하는 등 실제 과학자의 사고방식을 경험하도록 설계되었다.

Goldberg 외(2015)는 중학생의 대기과학에 대한 교수 향상을 위해 실제적 데이터(authentic data)를 이용하였다. 수업은 2차시로 이루어졌으며, 과학자들이 구름 높이의 변화를 추적하기 위해 사용하는 것과 동일한 컴퓨터 애플리케이션인 NOAA Weather and Climate Toolkit을 사용하였다. 학생들은 과학자들이 수행하는 것과 동일하게 실제 기상 데이터를 수집 및 통계, 분석하고 시각화하여 해석하였다.

Brogan 외(2016)는 학부 수준의 환경 과학 교육에서 실시간 수질 모니터링 시스템을 구축하고 데이터를 수집하여 활용하였다. 수집한 데이터는 물의 pH, 용존 산소량, 산소감소량, 혼탁도, 전류량, 온도이며, 이를 분석 및 해석하여 태풍과 같은 자연현상을 이해하고 물 자원의 효과적인 관리 방안을 모색하고 문제를 해결하였다.

송유경 외(2021)는 고등학생을 대상으로 국어, 사회, 정보 교과를 연계하여 데이터 기반 토론 수업을 개발하였으며 실제 현장에 적용하였다. 토론 수업은 '코로나 19로 인한 재난지원금을 모든 국민에게 동일한 금액으로 제공해야하는가'로 주제 하에 진행되었다. 학습자들은 주제와 관련된 데이터를 탐색함으로써 논제에 대한 심층적인 이해를 하였으며, 논제에 대한 이해를 바탕으로 논리를 구성하고 이를 뒷받침하기 위한 데이터 분석 및 시각화를 실시하고, 최종적으로 데이터를 기반으로 한 토론을 수행하였다. 이 데이터 기반 수업을 통해 학생들의 데이터 리터러시가 향상되었으며 융합적 지식 구성이 촉진되었다.

이준행 외(2021)는 인공지능에 기반한 자동화 시대를 대비하여 수학, 과학, 정보 교육과정의 재구조화와 데이터 과학 연계 수업의 필요성이 대두되고 있음에도 불구하고 교사들이 학교 과학 수업에 접목할 수 있는 데이터 기반의 교육 자료가 아직은 부족함을 지적하며, 과학 수업에 접

목할 수 있도록 감쇠진동을 중심으로 데이터 과학 연계 교육을 위한 데이터 기반의 교육 자료를 개발하였다.

고학능과 이영준(2020)은 초등교육 맥락에서 데이터 분석 과정을 프로젝트 학습으로 재구성하여 제시하여, 학생들이 프로젝트를 해결하며 교과학습과 더불어 특정 데이터 분석 방법을 익힐 수 있도록 하였다. 여러 프로젝트를 통해 교과학습과 더불어 여러 단계별 데이터 분석 방법을 익히고, 최종적으로는 학생 스스로 문제 정의부터 시작하여 데이터 수집, 데이터 구하기, 데이터 가공하기, 데이터 분석하기, 해결방안 마련하기, 해결방안 소통하기를 직접 할 수 있도록 하였다.

박찬솔과 손정우(2020)는 탐구적 과학 글쓰기를 통한 데이터 기반 과학 탐구학습이 초등학생의 과학과 핵심역량에 미치는 영향을 파악하였다. 이를 위하여 다양한 방법으로 문제해결에 필요한 데이터를 수집하고 분석하여 과학적 지식을 이끌어 내는 데이터 기반 과학 학습 프로그램을 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic, SWH)와 연동한 프로그램을 개발하여 정규 수업과정에 적용하였다.

최병영(2019)은 고등학교 정치 과목에서 구글 트렌드와 R 프로그램을 활용하여 정치와 관련된 이슈 키워드를 분석하고 워드 클라우드 등으로 표현하는 시각화 활동을 포함한 데이터 기반 수업을 진행하였다.

김석전과 김태영(2018)은 컴퓨팅 사고 기반 문제해결 수업에서 데이터의 활용 능력을 기르기 위한 시도를 하였으며, 데이터 활용 수업을 위한 문제 상황과 주제로 인구 절벽 문제를 제시하였다. 또한, 인구 데이터를 분석하는 활동을 통해 컴퓨팅 사고뿐만 아니라 사회 문제인 인구 문제에 대한 이해 증진을 도모하였다. 그러나 사회 문제는 데이터 분석의 주제이자 도구로서 사용되었을 뿐이며, 사회 교과와의 융합을 시도한 사례는 아니다.

양윤정과 유미현(2017)은 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량을 향상시키기 위해 빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램을 개발하여 적용하였다. 이 프로그램은 현대사회가 당면한 문제를 중심으로 그 해결 방안을 빅데이터를 통해 찾고

그 과정에서 수학, 과학기술 및 디자인적 사고를 융합적으로 경험할 수 있도록 도움을 주는 것을 목적으로 하였다. 또한, 미래 유망 직업군인 '데이터 과학자(data scientist)'와 관련된 프로젝트를 수행하면서, 데이터 과학자에 대한 관심과 흥미를 높이고 창의적 진로설계를 할 수 있도록 구성되었다. 수학 교과는 가게 영수증 데이터를 분석하기 위한 통계 학습으로서 도입되었다. 프로그램 적용 결과, 학생들의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도, STEAM 핵심역량을 높여주는 것으로 나타났다.

선행연구는 여러 교과, 특히 과학 교과에서 데이터를 직접적으로 활용하는 데이터 기반 수업의 사례가 축적되고 있음을 보여준다. 수학 교과는 데이터 분석을 위한 도구적인 목적으로 연계되는 경우가 대부분이며, 데이터 과학 융합 수업에 관한 연구들은 대부분 중학교 및 고등학교 급을 대상으로 이루어진다. 즉, 수학 교과 특성을 살린 데이터 기반 수업 및 초등교육 맥락의 데이터 기반 수업에 관한 연구는 충분하지 않다. 그러나 유·초등 단계에서부터 미래 세대 핵심 역량으로 수학, 디지털 소양 등 기초소양 함양 교육이 강조되고 있으며, 모든 교과교육과 연계하여 데이터 과학 등 정보교육을 강화하고자 하는 시도(디지털교육포럼, 2021)를 고려할 때, 초등교육 맥락에서 수학 교과와 연계된 데이터 기반 교육에 대한 연구가 확대될 필요가 있다.

3. 데이터 기반 수업 설계에 관한 연구동향

권혁수(2011)는 교과 연계 교육은 단순히 관련 교과를 연결시키는 것이 아닌 설계(design) 측면에서 융합을 실현하려는 데 그 목적을 두어야 함을 제시하며 수업 설계에 대한 중요성을 강조하였다. 데이터 과학 및 데이터 기반 의사결정을 위한 절차적 모형을 제시하는 많은 연구가 수행되고 있다. 하지만 대부분의 연구들이 데이터 과학 자체에 대한 수업에 초점을 두고 있으며, 데이터 과학 수업은 데이터의 수집 및 분석에만 머무르고 있어 데이터 분석 자체가 수업의 목적으로 간주된다는 한계가 있다(김정아 외, 2019; 서주영, 2019; 김석전, 김태영, 2018; 김용민, 김종훈,

2017).

한편, 데이터 기반 수업을 목적으로 하는 수업 모형과 교수전략에 대한 연구는 미비한 실정이다. 송유경 외(2021)는 데이터 리터러시 향상을 위한 데이터 기반 토론 수업을 가능하게 하는 수업 모형과 교수전략을 개발하였다. 데이터 기반 토론 수업모형은 '수업 준비', '수업 안내', '데이터 탐색 및 문제 발견 지원', '논제 설정 및 이해 지원', '데이터 분석 시연', '논리 구성 및 데이터 분석 지원', '데이터 기반 토론 수행 지원', '정리 및 평가'의 8단계로 이루어져 있다(<표 2-15>). 또한, 각각의 단계를 지원하는 26개의 교수전략과 64개의 세부 전략이 포함된다.

<표 2-15> 데이터 기반 토론 수업모형(송유경 외, 2021)

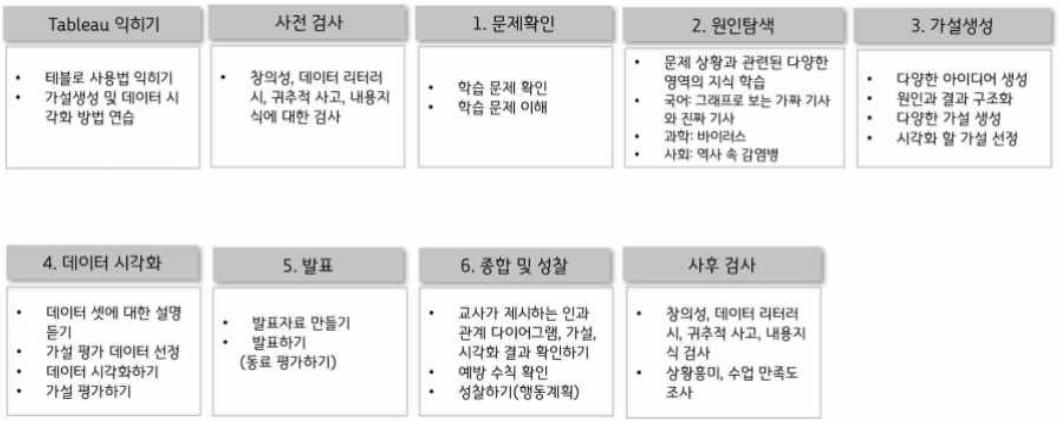
	단계	교수 전략		
0	수업 준비	-주제 선정 -데이터 준비 -수업 도구 결정		
1	수업 안내	-수업 진행 안내 -학습 목표 안내 -예시 프로젝트 제시		
2	데이터 탐색 및 문제 발견 지원	-데이터 탐색 지원 -문제 발견 지원 -상호 피드백 및 토의	⇄	성찰 및 평가 지원
3	논제 설정 및 이해 지원	-논제 설정 -논제 이해 지원	⇄	
4	데이터 분석 시연	-데이터 분석 시연 -데이터 분석 연습 지원	⇄	
5	논리 구성 및 데이터 분석 지원	1) 찬반 입장 결정 ↓ 2) 논지, 논거 구성 지원	⇄	

		↓ 3) 데이터 분석 및 시각화 지원	
6	데이터기반 토론 수행 지원	1) 데이터기반 입론 수행 지원 ⇅ 2) 피드백 제공 & 수정 지원 ↓ 3) 찬반 팀 빌딩 ↓ 4) 데이터 기반 토론 진행	⇄
7	정리 및 평가	-수업 정리 -개별 결론 보고서 작성 -토론 활동 평가	

‘수업 준비’ 단계에서는 수업의 주제를 선정하고 관련 데이터 및 도구를 준비한다. ‘수업 안내’ 단계에서는 수업의 진행과 학습 목표, 예시를 안내한다. ‘데이터 탐색 및 문제 발견 지원’ 단계에서는 주제와 관련된 데이터를 탐색하고 그로부터 궁금한 점을 질문의 형태로 이끌어내도록 한다. ‘논제 설정 및 이해 지원’ 단계에서는 학습자들이 제시한 질문을 바탕으로 논제를 설정하고 논제 관련 다양한 이론과 자료를 제공한다. ‘데이터 분석 시연’ 단계에서는 논제와 관련된 데이터 분석을 시연하고 연습 기회를 제공한다. ‘논리 구성 및 데이터 분석 지원’ 단계에서는 논제에 대한 찬반 입장을 결정하고 논리 구성 및 데이터 분석을 한다. ‘데이터 기반 토론 수행 지원’ 단계에서는 피드백 제공 및 수정 활동을 통해 입론 준비 후 토론을 수행한다. 마지막으로 ‘정리 및 평가’에서는 수업을 정리하고 개별 토론 보고서를 작성하고 평가한다. 모든 과정에서 개인의 성찰과 자기 및 동료 평가가 이루어진다.

김명신(2022)은 데이터 시각화를 활용하는 창의융합수업에 대한 7가지 설계원리와 16개의 상세지침을 개발하고 현장 적용을 통해 수업의 효과성을 평가하였다. 첫 번째 설계원리는 ‘실제적 문제 제공’으로서 학생의

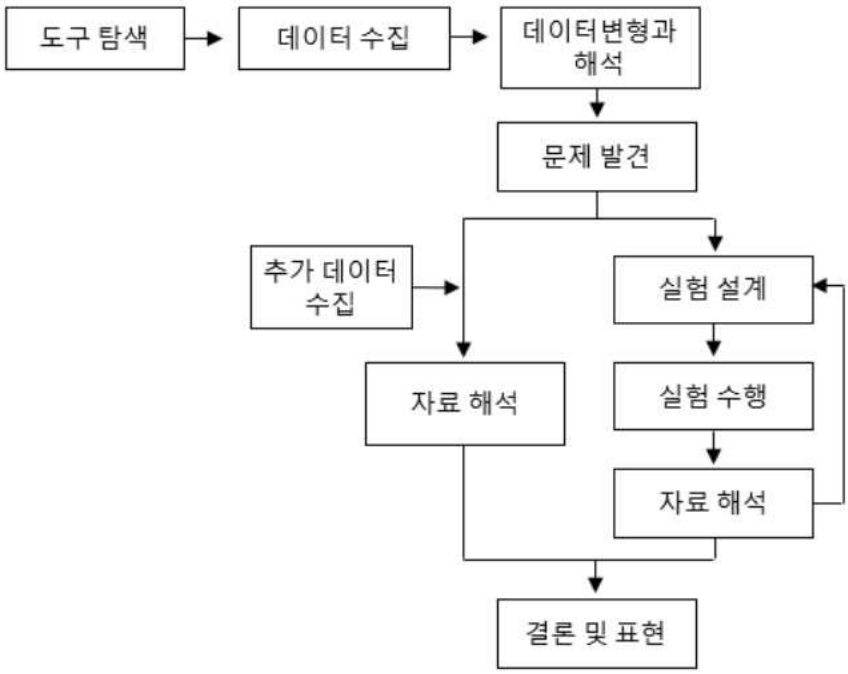
생활과 관련이 있고 실제 상황을 반영할 수 있는 데이터를 포함한 문제를 제시하는 것을 의미한다. ‘교과지식의 융합 지원’은 주제와 관련된 각 교과의 지식을 습득할 수 있도록 하고, 문제해결과정에서 지식이 융합적으로 활용될 수 있도록 하는 것을 의미하며, ‘협력과 상호작용 촉진’의 설계원리는 가설 생성 및 평가의 전 과정에서 학습자 간 협력과 상호작용을 할 수 있는 기회를 제공하는 것을 뜻한다. ‘맞춤형 스캐폴딩’은 학습자의 수준을 파악하여 수업의 각 단계에서 맞춤형 지원을 하는 것이며, ‘귀추적 사고 지원’은 제시된 문제와 학생의 배경지식을 연결하여 다양한 가설을 생성할 수 있도록 지원하는 것을 의미한다. ‘데이터 시각화’ 설계원리는 적절한 데이터를 선정하고 시각화 툴을 사용하여 시각화한 산출물을 통해 가설을 평가할 수 있도록 함을 뜻하며, 마지막 설계원리인 ‘지속적 성찰’은 비판적 사고를 통해 가설을 성찰하고 이에 기반한 행동계획을 세우도록 하는 것을 의미한다. 이러한 설계원리를 기반으로 현장 적용을 위하여 ‘코로나19 확진자 증가의 원인’을 수업의 주제로 선정하고 설계원리 및 세부지침을 반영한 수업절차를 도출하였다([그림 2-2]).



[그림 2-2] 데이터 시각화를 활용한 창의융합수업의 절차(김명신, 2022)

손미현(2020)은 지식정보처리역량 함양을 위해서 데이터 기반 과학탐구를 위한 탐색적 과학데이터 분석 탐구모형(Exploratory Scientific Data Analysis Inquiry Model, ESDA 탐구모형)과 수업전략을 개발하였

다([그림 2-3]). ESDA 탐구모형 모형은 도구 선택-데이터 수집-데이터 변형 및 해석-문제 발견-귀납적 탐구와 연역적 탐구-결론 및 표현으로 6단계로 구성되어 있으며, 크게 두 부분으로 나눌 수 있다. 도구탐색을 바탕으로 데이터를 수집하여 문제를 발견하기까지 탐색적으로 데이터를 분석하는 과정과 발견된 문제를 바탕으로 일반적인 귀납 또는 연역 탐구를 진행하는 과정이다.



[그림 2-3] 탐색적 과학데이터 분석 탐구모형(손미현, 2020)

‘도구 탐색’은 데이터를 수집하는 도구를 탐색하는 단계로, 교사가 주도적으로 도구를 제안하거나 학생 스스로 탐구 도구를 제작 및 선택할 수 있다. ‘데이터 수집’은 학생들이 원하는 장소에 도구를 설치하여 데이터를 수집하는 단계로, 학생들은 이 단계를 통해 데이터가 어떻게 수집되고 누적되는지를 파악할 수 있다. ‘데이터 변형과 해석’ 단계에서는 수집된 데이터의 의미를 찾기 위해 엑셀(excel)이나 지오지브라(geogebra)와 같은 스프레드시트를 이용하여 수집한 데이터를 다양한 그래프나 도표 형태로 변형하고 이를 해석한다. ‘문제 발견’ 단계는 학생이 스스로

탐구 문제를 찾아내고, 탐구할 수 있도록 구체화하는 단계로 문제생성과 문제정의를 포함한다. ‘추가 데이터 수집과 해석’은 경향성에 대한 질문에 답을 명확히 하기 위해 장소 또는 측정하는 변인을 변경하여 데이터를 추가로 수집하는 귀납적 탐구 방법의 단계이다. ‘실험 설계, 실험 수행, 자료 해석’ 단계에서는 데이터를 분석하는 과정에서 발견한 인과적 문제를 검증할 수 있는 연역적 탐구 과정으로 실험을 설계하고 수행한다. ‘결론 및 표현’ 단계는 문제에 대한 해결 방안을 정리하고 이를 효과적으로 전달할 수 있도록 표현하는 단계이다. 또한, 7가지 수업 전략으로 도구 탐색의 원리, 실생활 데이터 수집의 원리, 데이터 변형의 원리, 데이터 해석의 원리, 문제 구체화의 원리, 문제 해결의 원리, 표현과 공유의 원리를 제시하였다.

이상의 연구들은 데이터 과학과 교과를 연계하여 이론적, 실천적 사례를 종합하여 하나의 수업 모형을 개발하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 송유경 외(2021)가 제안한 데이터 기반 토론 수업모형은 고등학교 국어 교과 맥락에 한정된다. 또한, 김명신(2021)이 제안한 데이터 시각화를 활용한 창의융합수업 설계원리는 중학교 국어, 과학, 사회 맥락에 한정되며, 손미현(2020)의 데이터 기반 과학탐구 모형은 중등학교 과학 교과 맥락에 한정된다는 한계점이 있다. 또한, 초등 수학 교과 맥락에서 데이터 기반 수업의 교수전략 및 모형 개발에 대한 선행 연구는 없다. 효과적인 데이터 과학 기반 교수·학습을 실천하기 위해서는 교사의 체계적이고 처방적인 교수설계 노력이 요구되며(임철일, 2012; Reigeluth, Beatty, & Myers, 2016), 데이터 기반 수업 모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 기반 수업을 진행하기 위해 취해야 하는 교수전략에 대한 연구가 필요하다는 점에서 초등 수학 교육의 특성을 고려한 데이터 기반 수업의 수업 모형 및 교수전략 개발에 대한 연구가 시급하다. 이에 본 연구에서는 수학 및 데이터 과학 분야의 선행연구로부터 도출된 실천과 이론을 종합하여 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업 모형을 개발하고자 한다.

제 3 장. 연구방법

제 1 절. 연구절차

1. 설계·개발 연구

본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업모형을 개발하는 것을 목적으로 한다. 또한, 개발한 수업모형에 대하여 전문가 검토를 통하여 내적 타당성을 검증하고, 모형을 적용한 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응과 효과성을 확인함으로써 외적 타당성을 검증하고자 한다. 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 Richey와 Klein(2007)이 제시한 설계·개발 연구 방법을 사용하였다. 설계·개발 연구 방법은 개발 연구방법 중 하나로, 교육과 관련된 프로그램, 과정, 산출물, 도구, 모형의 개발 과정에 초점을 두는 체계적인 연구 방법이다(임철일, 2012; Richey & Klein, 2007). 설계·개발 연구는 산출물 및 도구 연구(products and tools research)와 모형 연구(model research)의 두 가지 유형으로 구분할 수 있다(<표 Ⅲ-1>). '유형 1'에 해당하는 산출물 및 도구 연구는 전체적인, 또는 특정 단계, 특정 상황에서 사용된 설계와 개발 과정을 기술 및 분석하며, 최종 산출물을 평가한다. '유형 2'에 해당하는 모형 연구는 기존의, 또는 새로운 개발 모형, 과정, 기법의 타당성 및 효과성을 탐색하며, 성공적인 설계와 개발을 촉진하는 조건을 확인한다. 또한, 교육 문제를 해결하기 위해 요구되는 모형, 원리, 전략, 지침을 포함한다(임철일, 2012; 임철일, 한형종, 홍수민, 송유경, 이다연, 2020). 모형 연구는 모형 개발 연구(model development research), 모형 타당화 연구(model validation research), 모형 사용 연구(model use research)로 분류된다(<표 3-1>).

<표 3-1> 설계·개발 연구의 유형(Richey & Klein, 2007)

유형 / 내용	설계·개발 연구	
	(유형 1) 산출물 및 도구 연구	(유형 2) 모형 연구
탐색 주제	• 포괄적인 설계와 개발 프로젝트 - 교수적 산출물 및 프로그램 - 비교수적 산출물 및 프로그램	• 모형 또는 모형 구성요소 개발 - 포괄적인 모형 개발 - 구성요소 과정 개발
	• 구체적인 프로젝트 단계 -분석, 설계, 개발, 평가	• 모형 타당화 - 모형에 대한 내적 타당화 - 모형에 대한 외적 타당화
	• 도구의 설계와 개발 - 도구의 개발 - 도구의 사용	• 모형 사용 - 모형 사용에 영향을 주는 조건 연구 - 교수·학습 설계자의 의사결정 연구 - 교수·학습 설계자의 전문성 및 설계자의 특성 연구
강조	• 특정 산출물 및 도구 설계와 개발 프로젝트에 관한 연구	• 모형 개발, 모형 타당화, 모형 사용 연구
결과	• 특정 산출물 개발과 그것의 사용을 촉진시키는 조건을 분석함으로써 얻은 교훈	• 새로운 설계·개발 절차나 모형, 그것의 사용을 촉진하는 조건들
	• 맥락 특수적인 결론	• 일반화된 결론

본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 과학 기반 문제해결 수업 모형을 개발하며, 이에 대한 타당화를 통해 현장에서 모형 사용의 효과성을 입증한다는 점에서, 모형 연구(유형 2)의 방법을 채택하여 연구를 진행한다. 연구의 목적을 달성하기 위하여 모형 연구의 세 가지 단계 중 1)모형 개발 연구와 2)모형 타당화 연구의 두 단계를 수행하며, 본 연구의 연구 문제에 대한 연구 방법은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 연구 문제에 대한 연구 방법

	연구 문제	연구 방법
1	초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 어떻게 구성되는가?	모형 개발(model development)
2	초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 내적으로 타당한가?	모형 타당화(model validation)
3	초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 외적으로 타당한가?	

첫째, 일반적으로 모형 개발을 위해 사례연구, 델파이 기법, 심층 면담, 문헌 검토, 조사연구 등의 연구방법이 사용되나, 이상의 연구방법 중 문헌 검토 및 심층 면담 방법을 채택하였다. 본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형에 대한 설계·개발 연구가 미비하므로 탐색적 연구(exploratory research)의 성격을 갖는다(Singleton &

Straits, 2005). 이에 따라 탐색적 연구를 통하여 동일하거나 유사한 현존 자료들을 검토하고 그 결과를 종합하는 문헌 검토 방법(Richey & Klein, 2007)을 통해 설계·개발 연구를 수행할 때 필요한 초기 수업 모형 및 교수전략에 대한 가이드라인을 도출하였다. 또한, 전문가를 대상으로 개별 면담을 실시하여 수업 모형 및 교수전략에 대한 경험적 의견을 수집하였다.

둘째, 모형 타당화를 위해서는 실험, 전문가 검토, 심층면담 등의 연구 방법이 사용된다. 본 연구에서는 실험, 전문가 검토, 심층면담의 방법을 모두 사용하였다. 모형 타당화 과정은 모형에 대한 내적 타당화 과정과 외적 타당화 과정을 모두 포함한다. 본 연구에서는 전문가 검토를 통해 내적 타당화를 검증하고, 실험 및 심층면담을 통해 외적 타당화를 검증하였으며, 최종적으로 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형을 도출하였다. 본 연구에서 사용한 연구 단계별 세부 내용과 연구 방법은 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 단계별 연구방법

단계	세부 내용	연구 방법
모형 개발	• 모형 개발	• 선행문헌 검토 및 분석 • 전문가 면담
모형 타당화	• 모형에 대한 내적 타당화	• 전문가 검토(전문가 타당화)
	• 모형에 대한 외적 타당화	• 실험(단일집단 사전사후 검사 설계) • 심층면담(교수자 및 학습자)

2. 세부 절차

본 연구는 모형 개발, 모형에 대한 내적 타당화, 모형에 대한 외적 타

당화의 절차로 진행되었으며 각 단계에 따른 세부 절차는 <표 3-4>와 같다. 먼저 모형 개발 단계에서는 선행문헌 검토 및 전문가 면담을 통해 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업의 초기 수업 모형 및 교수전략을 도출하였다. 두 번째 단계인 내적 타당화 과정에서는 초기 수업 모형 및 교수전략에 대해 두 차례의 전문가 검토를 실시하고 전문가 타당화 의견을 바탕으로 3차 수업모형 및 교수전략을 도출하였다. 마지막으로 외적 타당화 단계에서는 내적 타당화를 통해 수정 및 보완한 수업 모형 및 교수전략을 현장에 적용하여 외적 타당성을 검증하였다. 외적 타당화는 수업모형을 적용한 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응 측정, 학습자의 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사를 통해 이루어졌으며, 해당 결과를 바탕으로 최종 수업 모형과 교수전략을 도출하였다.

<표 3-4> 연구 진행 절차

단계	연구 방법	세부 절차	산출물
모형 개발	• 선행 문헌 검토 • 전문가 면담	• 초기 교수전략 개발 • 초기 수업 모형 개발	• 초기 교수전략 • 초기 수업 모형
모형 타당화 (내적 타당화)	1차 전문가 타당화	• 초기 교수전략, 수업 모형검토 • 전문가 타당화 설문을 통한 의견 수렴 • 초기 교수전략, 수업 모형수정	• 2차 교수전략 • 2차 수업 모형
	2차 전문가 타당화	• 2차 교수전략, 수업 모형 검토 • 전문가 타당화 설문	• 3차 교수전략 • 3차 수업 모형

		을 통한 의견 수렴 • 2차 교수전략, 수업 모형수정	
모형 타당화 (외적 타당화)	사전 검사	• 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시 검사	• 사전 데이터 기반 문제해결력 • 사전 수학 학습에 대한 태도 • 사전 데이터 리터러시
	현장 적용	• 실험(단일집단 사전사후검사 설계)	• 교수자 반응 • 학습자 반응
	사후 검사	• 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시 검사	• 사후 데이터 기반 문제해결력 • 사후 수학 학습에 대한 태도 • 사후 데이터 리터러시
	검사 및 반응 분석	• 교수자 및 학습자 반응 분석 • 사전·사후 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시 검사 결과 비교 및 분석 • 3차 교수전략, 수업 모형수정 및 보완	• 효과 검증 • 최종 교수전략 • 최종 수업 모형

제 2 절. 초기 수업모형 개발

1. 선행문헌 검토

초기 교수전략과 수업 모형을 도출하기 위해 선행문헌을 검토하였다. 선행문헌의 수집 및 검토는 주제별 범위와 종류에 따른 조사 방법을 바탕으로 인용지수, 관련성 등의 기준에 따라 이루어진다(Creswell. 2014). 국내외의 선행 문헌을 수집하고 검토하기 위하여 구글 학술검색 서비스(http://scholar.google.co.kr), 서울대학교 중앙도서관(http://library.snu.ac.kr), 한국학술지인용색인 서비스(http://www.kci.go.kr), 한국교육학술정보원의 학술연구정보서비스 RISS(http://riss.kr)를 주로 활용하였다. 본 연구의 주제와 관련한 선행 문헌의 수집 및 검토는 문제해결학습, 수학 교과 학습, 데이터 과학 학습의 세 가지 영역을 결합하여 도출한 키워드를 사용하여 이루어졌다. 이를 통해 사용한 키워드는 '수학 교과의 문제해결학습 설계', '수학 수업 설계원리 및 수업전략', '수학-데이터 과학 융합 학습', '융합 학습 설계원리 및 수업전략', '데이터 기반 문제해결', '데이터 과학의 문제해결학습', '데이터 과학 수업 설계원리 및 수업전략' 등이다. 이와 함께 'mathematics convergence education', 'data-driven mathematics instruction strategies', 'data science convergence education', 'guidance for data science and mathematics convergence education' 등의 키워드를 사용하였다.

2. 전문가 면담

선행문헌 검토를 통한 이론적 탐색을 통하여 초기 수업 모형과 교수전략을 도출한 이후, 모형과 교수전략의 실제적이고 경험적 측면을 보완하기 위하여 일대일 개별 전문가 면담을 실시하였다. 전문가 면담 대상자는 데이터 활용 수업을 다수 실시한 경험이 있는 교사 1인과 데이터

기반 토론 수업 모형 개발 연구를 수행했던 교수설계 전문가 1인을 대상으로 하였다. 전문가 면담은 미리 준비된 질문지를 기반으로 이루어졌으며, 질문지 문항은 데이터 기반 수업을 설계 및 실시하면서 발생했던 어려움과 이를 극복하기 위해 사용했던 전략이 무엇인지, 그리고 데이터 기반 수업에서 반드시 필요한 단계는 무엇인지에 대한 내용으로 구성되었다(<표 3-5>). 전문가 면담을 통해 수집한 경험적 의견을 반영하여 초기 수업 모형 및 교수전략의 실제적 측면을 보완하였다.

<표 3-5> 전문가 대상 면담자 및 주요 면담 문항

구분	면담자 직위	주요 면담 문항
A	중등학교 교사	데이터 기반 수업에서 겪은 어려움
		어려움을 대처하기 위해 사용한 방법 및 전략
		수업 전, 중, 후에 반드시 필요한 단계
B	교수설계 전문가	연구자 입장에서 수업을 설계할 때 가장 어려웠던 점
		어려움을 대처하기 위해 사용한 방법 및 전략
		수업 전, 중, 후에 반드시 필요한 단계

제 3 절. 내적 타당화

설계·개발 연구에서는 연구의 최종 결론에 대한 타당성 확보를 위해 필요한 조건을 확보하는 것이 중요하며, 그 조건 중 하나가 연구결과 자료의 내적타당도를 확보하는 것이다(Richey & Klein, 2007). Richey(2005)는 내적 타당화 방법으로 전문가 검토, 사용성 기록, 구성요소 탐색의 세 가지 방법을 제시하였다. 본 연구는 선행문헌의 검토 및 전문가 면담 결과로부터 도출된 교수전략과 수업모형의 타당화 절차로 두 차례의 전문가 검토 방법을 활용하고, 전문가 검토를 통해 수집된 의견을 반영하여 교수전략과 수업모형을 수정 및 발전시켰다.

1. 연구 참여자

선행연구에 따르면, 전문가 타당화는 검토자의 지식과 경험에 의존적으로 이루어지기 때문에 전문가의 수와 권위 및 관점에 의해 좌우될 가능성이 크다(Korhonen, Paavilainen, & Saarenpää, 2009). 따라서 우연에 의한 점수 산출을 충분히 통제하기 위해서는 전문가가 5명 이상이 필요하다(Lynn, 1986). 다만, 내용 영역에 따라 5명 이상의 전문가를 확보하는 것이 어려운 경우가 있으므로 최소 3명으로 전문가 섭외 기준을 설정할 수 있다. 또한, 전문가들의 다양한 관점을 반영하기 위하여 연구와 관련된 두 개 이상의 분야에서 전문가를 섭외할 필요가 있다(Calhoun, Sahay, & Wilson, 2021; Richey, 2005). 따라서 본 연구의 경우에는 전문가 검토 시 1인 이상의 내용전문가와 1인 이상의 교수설계 전문가를 선정해야 한다(Leshin, Pollock, & Reigeluth, 1992). 내용전문가는 산출물이 속하는 내용 영역의 정확도 및 최신성 등을 검토하며, 교수설계 전문가는 교수 전략의 적절성과 설계 순서의 적합성 등을 판단하는 역할을 수행한다. 또한, 전문가의 권위는 통상적으로 해당 분야에 대한 석·박사 학위를 바탕으로 관련 논문을 게재한 실적이 있거나(김성욱, 2016; Caley, Oleary, Fisher, Low_Choy, Johnson, & Mengersen, 2014), 관련

영역에서 최소 10년 이상의 경험을 축적한 경우에 성립된다(오헌석, 성은모, 배진현, 성문주, 2009; Ericsson, Krampe, & Tech-Romer, 1993).

본 연구에서는 이상의 조건들을 반영하여 총 6인의 전문가를 선정하였다. 우선 교수설계의 관점과 교과 내용적 측면의 관점을 모두 반영하기 위하여 교수설계적인 영역과 교과 내용 영역의 전문가를 선정하였다. 교수설계적 관점을 위해서는 교육공학 전문가 3인을 섭외하였으며, 교과 내용 영역의 관점을 위해서는 초등 수학교육 맥락에서 데이터 과학 연구가 미비한 점을 고려하여 데이터 과학 교육 전문가, 수학 교육 및 초등교육 전문가 총 3인을 섭외하였다. 교육공학 전문가의 경우 교수설계 영역에 대하여 석·박사 학위를 소지하고 관련 논문을 게재한 실적이 있는 자를 선정하였으며, 데이터 과학 교육 전문가의 경우, 초등교사가 아니더라도 학교 현장에서 데이터 과학 분야에 대한 경험이 10년 이상인 자를 선정하였다. 그리고 수학 및 초등교육 전문가의 경우, 수학 교육 혹은 초등 교육 영역에 대하여 석·박사 학위를 소지하고 관련 논문을 게재한 실적이 있는 자를 선정하였다. 전문가 6인은 1차 전문가 타당화와 2차 전문가 타당화에 모두 참여하였으며, 수업 모형 및 교수전략에 대해 의견을 개진하였다. 전문가 타당화에 참여한 전문가의 프로필과 참여 단계는 <표 3-6>와 같다.

<표 3-6> 내적 전문가 타당화 참여자 프로필 및 참여 단계

참여자 프로필					참여 단계	
구분	직업	경력 (년)	최종 학력	전문분야	1차	2차
A	연구원	14	박사	교육공학(교수설계)	O	O
B	연구교수	8	박사	교육공학(교수설계)	O	O
C	조교수	8	박사	교육공학(교수설계)	O	O

D	조교수	4	박사	초등교육, 수학교육	O	O
E	연구원, 강사	12	박사	수학교육	O	O
F	교사	16	학사	컴퓨터교육, 데이터 과학 교육	O	O

2. 연구 도구 및 자료분석 방법

전문가 대상 내적 타당화 검사 도구는 질문지를 사용하였다. 질문지는 연구를 소개하는 부분과 문헌 검토 및 전문가 면담을 통해 도출한 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업의 초기 수업 모형 및 교수전략에 대한 타당화 질문 부분으로 구성하였다. 타당화 질문 영역은 선택형 문항과 개방형 문항으로 나누어 제시하였다. 타당성 검토를 위한 선택형 문항은 선행연구에서 사용했던 문항(나일주, 정현미, 2001; 성은모, 2009; 김성욱, 2016)을 본 연구의 맥락에 맞게 수정하여 재구성하였으며, 4점 척도(4점: 매우 그렇다, 3점: 그렇다, 2점: 그렇지 않다, 1점: 매우 그렇지 않다)로 제시하였다. 또한, 1)수업 모형 전반에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도, 그리고 2)수업 모형의 단계별 절차에 대한 타당도로 구성하였다. 개방형 문항은 수업 모형 및 교수전략에 대한 구체적인 의견을 묻고 각 단계 및 전략에 대한 수정 및 보완 의견을 제시하도록 하였다. <표 3-7>는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형 전반에 대한 타당성 검토 문항이다.

<표 3-7> 수업 모형 전반에 대한 타당성 검토 문항

영역	문항
타당성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 하는 데 있어서 실제 교수자가 참고할 수 있는 모형으로 타당하다.

설명력	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제 해결 수업에 필요한 요소를 잘 설명하고 있다.
유용성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제 해결 수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.
보편성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제 해결 수업에서 보편적으로 활용될 수 있다.
이해도	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제 해결 수업의 방식을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.
기타 의견	본 수업 모형의 장점, 약점 및 개선사항은 무엇인가?

4점 척도로 제시한 선택형 문항에 대한 응답 결과를 바탕으로 수업 모형 전반에 대한 평균, 표준편차, 내용 타당도 지수(Content Validity Index: CVI)를 분석하고, 평가자 간 일치도(Inter-Rater Agreement: IRA)를 분석하였다. 또한, 수업 모형 단계별 절차에 대한 전문가 타당성 검토 결과에 대해서도 동일하게 분석하였다. 선행문헌에 따르면, 검사 문항이 측정하려고 하는 내용을 얼마나 잘 대표하느냐를 나타내는 내용 타당도 지수(CVI)는 .80 이상이면 타당하다고 해석 가능하며(Davis, 1992), 평가자 간 일치도(IRE)는 .80 이상이면 평가자 간의 결과가 일치한다고 볼 수 있다(Rubio et al., 2003). 이상의 기준에 따라 응답 결과를 분석하였다. 또한, 개방형 문항에 대한 전문가의 의견을 검토하여 수업 모형 및 교수전략을 보완하기 위한 시사점을 도출하고 반영하였다.

제 4 절. 외적 타당화

외적 타당화는 현장 평가 혹은 통제된 검증 방법을 통해 확보할 수 있다(Richey & Klein, 2007). 본 연구에서는 외적 타당도 검증을 위하여 Richey(2005)가 제시한 외적 타당화 방법 중 현장 평가를 적용하여 단일 집단 사전사후 검사 설계를 통한 실험 및 면담을 실시하였다. 이를 통하여 내적 타당화 과정을 통해 수정 및 보완된 수업 모형 및 교수전략이 실제 교육 현장에서 잘 작동하는지 검토하고 그 효과성을 확인하였다. 효과성 판단의 기준은 1)교수자 및 학습자의 반응과 2)인지적·정의적 측면의 증진 정도이다. 교수자 및 학습자의 반응은 현장 평가에 참여한 교수자와 학습자를 대상으로 심층 면담을 통해 파악하였다. 또한, 인지적·정의적 측면의 증진 정도는 '데이터 기반 문제해결력', '수학 학습에 대한 태도', '데이터 리터러시' 변인의 향상 정도를 양적 데이터로 수집하여 파악하였다.

1. 연구 참여자

본 연구는 2022년 2학기에 서울 소재 초등학교의 6학년 담임교사 1인과 해당 학급 학생 28명 중 연구 참여 의사를 밝힌 27명 학생들을 대상으로 실시하였다(<표 3-8>, <표 3-9>).

<표 3-8> 현장 평가 참여 교수자

구분	소속 및 직위	전공분야	교육 경력(년)
교수자 A	Y 초등학교 6학년 담임교사	초등교육	8.3년

<표 3-9> 최종 연구 참여 학습자

구분	남학생	여학생	총계
학습자 집단	15명 (55.56%)	12명 (44.44%)	27명 (100.0%)

수업은 정규 수업 내 수학 시간에 이루어졌으며, 수업 실행 전후로 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 검사를 실시하였다. 또한, 수업 실행 이후 연구에 참여한 교사를 대상으로 수업에 적용한 수업 모형과 교수전략에 대한 교수자의 반응 평가를 실시하였으며, 면담 참여에 희망한 학습자 9명을 대상으로 학습자 반응 평가를 실시하였다.

본 연구에 참여한 학생 참여자의 선정 기준은 1)초등학교 5~6학년군 학습자이면서 2)수학학습에 심각한 영향을 미치는 외부적인 요인(한글 부진 또는 기타 신체적·정서적 문제 등)이 없고 3)연구 참여에 대해 학생과 법정 대리인 모두 동의의사를 표한 경우로 설정하였다. 본 연구가 목표하는 학생 참여자를 초등학교 5~6학년군으로 설정한 이유는 첫째, 데이터 기반 수업이 보편화되지 않은 교육 상황을 고려하였을 때 연구 참여자는 본 연구에서 처음 데이터를 접하게 될 가능성이 크며, 데이터를 기반으로 문제를 해결해 본 경험이 없는 경우 데이터를 수집, 전처리, 분석 및 시각화 하는 등 데이터를 활용하기에 1~4학년군보다 5~6학년군 학생이 보다 수월할 것으로 예상되기 때문이다. 5~6학년군 학생이 1~4학년군보다 어려움이 적을 것이라고 판단한 이유는 교육과정 상 5~6학년군 학생이 사회 교과 등에서 정보를 수집한 경험 혹은 수학 교과에서 표와 그래프를 통해 정보를 정리해 본 경험이 있기 때문이다. 또한, 데이터를 다루는 방법 혹은 절차를 익히는 데 학습이 집중되기보다는 수학 교과에서 데이터를 기반으로 문제를 해결하도록 하는 데 더 학습의 초점을 맞추기 위함이다. 둘째, 데이터 과학을 교과와 연계시키기에 5~6학년 수학 내용이 적절할 것으로 판단하였다. 다만, 이는 데이터 기반 문제해결 수

업이 5~6학년군에게만 적용될 수 있다는 의미는 아니며, 학습자 수준에 맞게 데이터의 복잡도와 크기를 줄여 데이터 기반 문제해결 수업을 실시할 수 있다.

교사 참여자의 선정 기준은 1)학생 참여자의 선정기준을 충족하는 학생들의 담임교사이면서 2)데이터 과학을 수학 수업에 활용하고자 하는 의지가 있으며, 3)연구 참여에 동의의사를 표한 경우로 설정하였다. 실제 교육 현장에서 데이터 과학의 활용에 대한 관심은 이전보다 높아졌지만 데이터 과학에 대해 사전 지식과 실천 의지를 일정 수준 이상 가지고 있는 교사는 적으며, 데이터 기반 문제해결 수업에 대한 구체적인 실천방법을 알지 못하는 경우가 대다수인 상황을 고려할 때 본 연구의 수업 모형 및 교수전략을 사용할 현장 교사의 표본으로서 해당 교사가 적합하다고 판단하였다. 연구에 참여한 해당 교사는 처음에는 기본적인 데이터 과학에 대한 이해가 높지 않았으나 내적 타당화를 통해 도출된 3차 수업 모형 및 교수전략과 연구자와의 지속적인 상호작용을 통하여 데이터 과학의 기본적인 절차와 방법을 이해하고 본 연구의 중요성과 취지에 공감을 표명하였다.

2. 현장 적용 절차

외적 타당화를 위한 현장 적용은 '준비', '사전 검사', '현장 적용', '사후 검사', '자료 분석 및 해석', '결과 도출'의 여섯 단계로 이루어졌다. '준비' 단계에서는 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시의 변화를 측정하기 위한 사전·사후 검사 도구를 개발 및 준비하였다. 그리고 교수자 및 학습자 대상의 수업 반응 면담 질문지를 개발하였다. 또한, 연구 참여자인 교수자는 수업 모형 및 교수전략을 기반으로 수업을 설계하는 과정에서 연구자와의 지속적인 논의를 통해 수업 설계를 정교화 하였다. '사전 검사' 단계에서는 연구 참여 학습자를 대상으로 데이터 기반 문제해결력, 수학학습에 대한 태도, 데이터 리터러시 사전 검사가 이루어졌다. '현장 적용' 단계에서는 총 9차시에 해당하

는 한 단원 분량의 수업이 진행되었다. 수업은 정규 수업 내 수학시간에 이루어졌으며, 필요에 따라 블록 타임 운영으로 2차시 분량의 수업을 연차시로 운영하거나 한 차시 수업으로 운영하였다. 수업 종료 후, '사후 검사' 단계에서는 사전 검사와 마찬가지로 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 사후 검사가 이루어졌다. 또한, 교수자 및 학습자 대상으로 수업 반응 면담을 통해 반응 검사를 실시하였다. '자료 분석 및 해석' 단계에서는 앞선 단계에서 수집한 데이터 기반 문제해결력, 수학학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사 결과와 교수자 및 학습자의 반응 검사 결과에 대한 분석을 실시하였으며, '결과 도출' 단계에서는 분석 결과를 바탕으로 시사점을 도출하였다.

<표 3-10> 외적 타당화 과정 적용 절차

절차	세부 내용
준비	• 사전·사후 검사를 위한 검사 도구 개발 • 교수자 및 학습자 대상의 반응조사 면담 질문지 개발 • 3차 수업 모형 및 교수전략을 기반으로 수업 설계
사전 검사	• 데이터 기반 문제해결력 사전 검사 • 수학 학습에 대한 태도 사전 검사 • 데이터 리터러시 사전 검사
현장 적용	• 총 9차시의 수업 진행
사후 검사	• 데이터 기반 문제해결력 사후 검사 • 수학 학습에 대한 태도 사후 검사 • 데이터 리터러시 사후 검사 • 교수자 및 학습자 수업 반응 검사
자료 분석 및 해석	• 사전·사후 검사 결과 분석 • 교수자 및 학습자 대상의 반응조사 면담 결과 분석
결과 도출	• 분석 결과를 기반으로 시사점 도출

3. 수업의 설계 및 실행

가. 수업의 설계

내적 타당화 과정을 거쳐 도출된 수업 모형 및 전략을 기반으로 수학 수업을 설계하기 위하여 연구자와 교사는 사전 협의를 실시하였으며, 3차 수업 모형 및 교수전략, 초등학교 수학 교육과정(<표 3-11>)을 참고하여 한 단원 분량의 수업을 설계하였다.

<표 3-11> 적용 단원의 성취기준 및 교과 역량(교육부, 2021)

구분	세부내용
적용 단원	초등학교 수학 6학년 2학기 4단원 <비례식과 비례배분>
성취 기준	[6수04-02] 두 양의 크기를 비교하는 상황을 통해 비의 개념을 이해하고, 그 관계를 비로 나타낼 수 있다. [6수04-03] 비율을 이해하고, 비율을 분수, 소수, 백분율로 나타낼 수 있다. [6수04-04] 비례식을 알고, 그 성질을 이해하며, 이를 활용하여 간단한 비례식을 풀 수 있다. [6수04-05] 비례배분을 알고, 주어진 양을 비례배분 할 수 있다.
교과 역량	문제 해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천

또한, 수업을 실행하면서 발생하는 결과 및 학습자 반응을 반영하여 수업 설계안을 수정 및 정교화 하였다. 수업은 정규 수학 수업 시간에 이루어졌으며, 수학 수업 내에서 수학 및 데이터 과학의 요소를 융합하여 학습하고 데이터 과학을 기반으로 한 문제해결과정을

경험하는 것에 중점을 두었다. 총 9차시로 설계된 수업의 전체 설계 개요는 <표 3-12>와 같다.

<표 3-12> 적용 대상 단원의 수업 설계 개요

차시	교과 요소	내용		교과서 쪽수
1-2	• (수학) 비의 성질 • (데이터 과학) 데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석	주제	우리나라의 남녀비율은 어떻게 변화해왔을까?	p70-73
		학습 목표	비의 성질을 이해하고 데이터를 활용하여 우리나라의 남녀비율이 어떻게 변화해왔는지 설명할 수 있다.	
3-4	• (수학) 간단한 자연수의 비 • (데이터 과학) 데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석	주제	우리나라 각 지역 면적 당 얼마나 많은 인구가 살고 있을까?	p74-75
		학습 목표	비의 성질을 이용하여 주어진 비를 간단한 자연수의 비로 나타내고, 데이터를 활용하여 우리나라 각 지역 면적당 얼마나 많은 인구가 살고 있는지 설명할 수 있다.	
5-6	• (수학) 비례식의 성질 • (데이터 과학) 데이터	주제	나만의 면적 당 인구 지도를 만들어보자!	p76-79
		학습 목표	비례식의 성질을 알고, 나만의 면적 당 인구 지도를 만	

	시각화		들 수 있다.	
7	• (수학) 비례식 활용	주제	비례식이 활용되는 경우를 알아보자	p80-81
		학습 목표	실생활에서 비례식이 활용되는 여러 가지 경우를 알 수 있다.	
8-9	• (수학) 탐구수학 • (데이터 과학) 데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화	주제	지역을 추천하는 포스터를 만들어보자!	p88-89
		학습 목표	비례식과 데이터를 활용하여 지역을 추천(소개)하는 정보를 생산할 수 있다.	

나. 수업의 실행

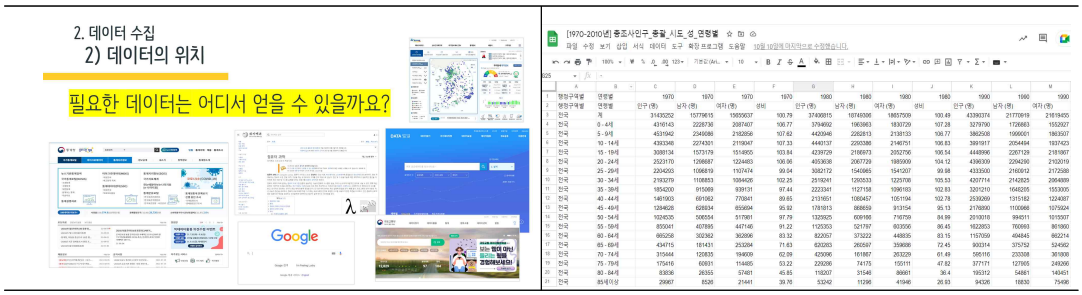
학습자들이 데이터 과학을 접해본 경험이 전무하였기 때문에 바로 데이터 기반 문제해결 수업을 실시하기에 어려움이 있다고 판단하여 본 수업에 들어가기 전에 사전 학습을 진행하였다. 사전 학습은 데이터 과학에서 쓰이는 용어, 데이터 과학의 전체 단계 및 역사 안에서 데이터 과학이 사용된 사례를 소개하여 데이터 과학에 대한 기본적인 이해가 이루어지도록 구성하였다. 또한 본 수업에서 활용할 구글 계정에 로그인하고 구글 드라이브, 패들렛 등을 사용하는 방법 등 기본적인 도구 활용법에 대한 실습이 이루어졌다. 본 수업은 수학의 개념 학습 활동 및 데이터 기반 문제해결 활동으로 구성

되었으며, 데이터 기반 문제해결 활동 시 수학 학습 요소와 데이터 과학 학습 요소를 모두 활용하도록 세부 활동을 설계하였다. 또한, 학습자들이 데이터를 활용해 본 경험이 없었기 때문에 수업 모형의 '문제 및 데이터의 이해 지원' 단계의 모듈 학습이 6차시에 걸쳐 단계적으로 이루어졌다. 본 수업에서 활용된 모든 데이터 자료 및 링크, 활동 자료 등은 하나의 구글 드라이브를 사용하여 학습자들의 혼란을 줄이고 관리 및 공유가 용이하도록 하였다. 학습자의 수준을 고려하여 데이터분석 및 시각화 도구는 엑셀을 활용하였으며, 교수자와 학습자, 학습자와 학습자 간 의사소통 채널로 패들렛을 활용하였다. 사전 학습 및 본 수업은 모두 대면으로 이루어졌으며, 연구자는 수업 보조 교사 및 관찰자로서 참여하였다.

1) 1-2차시 : 우리나라의 남녀비율은 어떻게 변화해 왔을까?

1, 2차시 수업에서는 비의 성질을 이해하고 데이터를 활용하여 우리나라의 남녀비율이 어떻게 변화해왔는지 설명할 수 있는 것을 학습목표로 두었다. 수업 도입부에 전체 수업 설계 주제와 관련한 인구 관련 내용을 제시하여 학습자들이 문제 상황을 공감하고 논의해 보는 기회를 제공하였다. 이후 비의 전항과 후항을 알고 비의 성질을 알아보았으며, 비율이 같은 비를 구하는 문제를 풀이하였다. 수학의 개념적 요소를 학습한 이후 데이터를 활용하여 우리나라의 남녀비율이 10년 주기로 어떻게 변화해 왔는지에 대한 문제를 해결하는 활동을 수행하였다. 본 차시에서는 '문제 및 데이터의 이해 지원'의 모듈 학습 단계 중 데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석 단계까지 이루어졌으며, 특히 데이터 수집 및 전처리를 익히는 것에 중점을 두었다. 이를 위해 필요한 데이터를 수집 및 전처리하는 방법을 안내하고 실습하였으며, 데이터 수집 및 전처리 시 주의할 점을 논의하였다. 데이터 수집 및 전처리는 학습자의 수준을 고려하여 교사의 시연에 따라 학습자들이 수행하는 방식으로 이루어졌다. 이후 데이터 분석 단계에서는 전처리한 데이터를 표와 그래프로 정리한 결

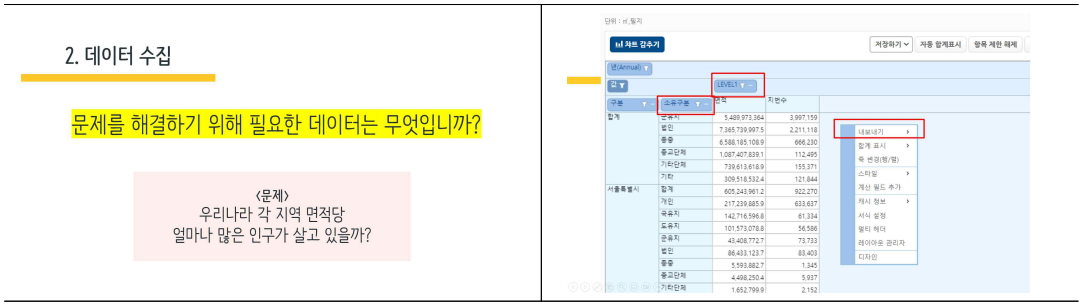
과를 토대로 우리나라의 남녀 비율이 10년 주기로 어떻게 변화했는지 분석하도록 하였으며, 우리나라의 남녀 비율을 구하는 과정에서 앞서 학습한 수학의 개념적 요소가 활용되었다. 수업의 '정리 및 사고의 확장' 단계에서는 활동 전반에 대하여 새롭게 깨달은 점, 어려웠던 점 등을 성찰하여 적어보도록 하였으며, 이를 통해 차시 수업에 대한 학습자의 반응을 파악하고 다음 수업에 적용하였다.



[그림 3-1] 1-2차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 활용 데이터

2) 3-4차시 : 우리나라 각 지역 면적 당 얼마나 많은 인구가 살고 있을까?

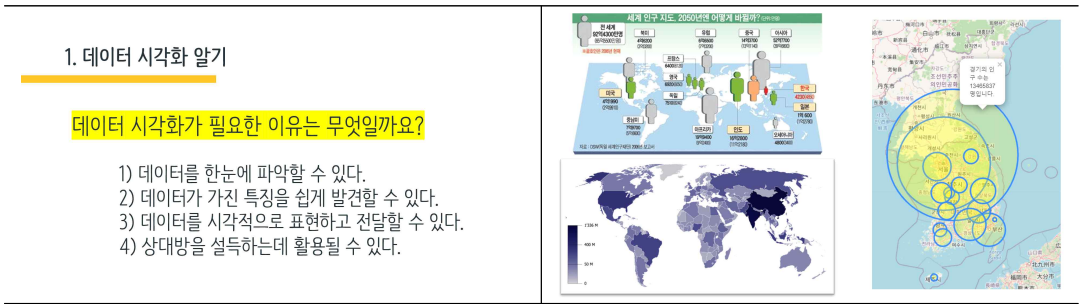
3, 4차시 수업의 학습 목표는 비의 성질을 이용하여 주어진 비를 간단한 자연수의 비로 나타내고, 데이터를 활용하여 우리나라 각 지역 면적당 얼마나 많은 인구가 살고 있는지 설명하는 것으로서 앞 차시와 동일한 흐름으로 진행되었다. 먼저 소수 및 분수의 비를 간단한 자연수의 비로 나타내는 방법을 알고 수학 문제 풀이를 연습하였으며, 학습한 수학 지식과 데이터를 활용하여 문제를 해결하는 활동을 수행하였다. 본 차시에서는 앞 차시에서 수행한 데이터 수집 및 전처리, 데이터 분석 단계를 반복하여 수행함으로써 데이터기반 문제해결 과정에 대한 이해가 깊어지고 익숙해지도록 하는 데 중점을 두었다. 각 활동은 학습자의 수준을 고려하여 교사의 시연에 따라 학습자들이 수행하는 방식으로 이루어졌다.



[그림 3-2] 3-4차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 데이터 수집 장면

3) 5-6차시 : 나만의 면적 당 인구지도를 만들어보자!

본 차시에서는 비례식의 성질과 데이터를 활용하여 나만의 면적 당 인구 지도를 만들어보도록 하였으며, 앞 차시에서 분석한 데이터를 기반으로 데이터 시각화를 수행하도록 하였다. 본 차시를 통하여 '문제 및 데이터의 이해 지원'의 모듈 학습 전체 단계(데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화)가 이루어졌으며, 데이터 시각화를 수행하기 전에 데이터 시각화의 개념, 중요성, 방법 등 기본적인 이해 학습이 선행되었다. 데이터 시각화는 학습 환경 및 학습자의 수준을 고려하여 학습지에 표현해보는 수준으로 진행하되 다양한 시각화 예시를 보여줌으로써 학습자의 의도 및 개성이 표현될 수 있도록 하였다.



[그림 3-3] 5-6차시에서 활용한 교수자 수업 자료 및 데이터 시각화 예시 자료

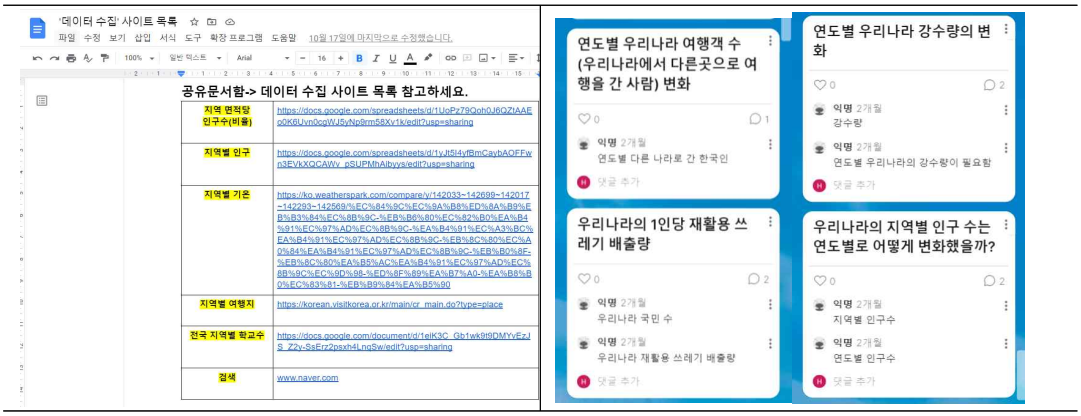
4) 7차시 : 비례식이 활용되는 경우를 알아보자!

7차시는 실생활에서 비례식이 활용되는 여러 가지 경우를 알아보

고 비례식을 활용하여 수학 문제를 해결하는 수학 학습 요소에 초점을 두었다. 학습자들은 1-6차시 동안 배웠던 비례식을 실생활 문제에서 활용해보며 이해를 확장하였으며 그간의 이해 정도를 점검하였다.

5) 8-9차시 : 지역을 추천하는 포스터를 만들어보자!

8, 9차시는 6차시에 걸쳐 수행된 모듈 학습을 기반으로 수업 모형 전체(수업 안내, 문제 및 데이터의 이해, 문제 해결 계획 수립 및 실행 지원, 결과 도출 지원, 정리 및 문제의 확장)가 적용된 데이터기반 문제해결 활동이 이루어졌다. 학습자들은 그간 학습한 비의 성질, 비례식의 성질과 데이터기반 문제해결 경험을 바탕으로 조별로 주어진 문제를 해결하였다. 학습자의 반응 및 수준을 고려하여 문제해결 계획 수립 과정을 학습지에 구조화하여 제시하였으며 데이터를 수집할 수 있는 다양한 사이트 목록을 제시하였다. 학습자들은 해결해야 할 문제를 구체화하고 문제 해결 계획을 세운 후 데이터를 수집 및 전처리, 분석하였다. 문제 해결 결과는 전지와 매직펜을 사용하여 적절한 형태로 시각화하고 조별 발표를 통해 결과물을 공유하도록 하였다. 이후 공유한 문제해결 결과를 상호 평가하고 새로운 문제를 만들어 공유함으로써 사고를 확장하는 기회를 제공하였으며, 활동 전반에 대한 성찰을 작성하도록 하였다.



[그림 3-4] 8-9차시에서 활용한 데이터 수집 사이트 목록 및 문제 만들기 장면

4. 연구 도구 및 자료분석 방법

본 연구의 외적 타당화를 위하여 1)데이터 기반 문제해결력 검사지, 2)수학 학습에 대한 태도 검사지, 3)데이터 리터러시 검사지, 4)교수자 및 학습자 대상의 수업 반응 면담 질문지를 개발하여 사용하였으며, 수업 매 차시에서 학교에 구비된 5)노트북을 학습자 수만큼 대여하여 사용하였다. 데이터 기반 문제해결력 검사지를 제외하고는 기존에 개발된 문항을 본 연구에 목적 및 맥락에 맞추어 수정 및 재구성하여 활용하였다.

데이터 기반 문제해결력 검사는 수학 교과와 연계된 실질적 맥락에서 데이터를 기반으로 한 문제해결능력을 검사하는 것에 주목적을 둔다. 이에 따라 수학 교과 맥락 안에서 수학 측면, 데이터 과학 측면, 데이터 기반 문제해결 측면의 문제로 구성된다는 점에서 데이터 리터러시 검사와 차별성이 있다. 데이터 기반 문제해결력 검사지는 초등 수학교육에서의 데이터 과학 기반 문제해결력을 위해 개발된 평가지가 없으며, 관련 연구가 미비하였기 때문에 본 연구에서 개발하여 사용하였다. 데이터 기반 문제해결력 검사지는 연구자가 초등학교 수학 6학년 2학기 '4. 비례식과 비례배분' 단원의 수학 학습 요소 및 데이터 기반 문제해결을 위하여 필요한 데이터 과학 학습 요소를 고려하여 총 10문항으로 구성하였다. 다만, 사전 검사와 사후 검사 문항이 동일한 경우 이월 효과(carry over effect)로 인하여 사전 검사에 대한 기억이 사후 검사 결과에 영향을 미칠 수 있음(McConnell, Strand, & Valdes, 1998)을 고려하여 동형 문항 세트 2종(A형, B형)을 제작하였다. 또한, 연구 참여 교수자의 검토 의견을 반영하여 전체 문항의 난이도 및 문형을 수정 및 보완하여 최종 검사지를 도출하였다.

수학 학습에 대한 태도 검사지는 한국교육개발원(1992)에서 기 개발한 검사지를 본 연구의 맥락에 맞추어 일부 용어만 수정 및 재구성하여 활용하였다. 해당 검사지는 5점 척도 기반의 총 40문항으로 구성되어 있으며, 수학 교과에 대한 '자아개념(10문항)', '태도(15문항)', '학습 습관(15문항)'의 세부 영역으로 이루어져 있다. 수학 학습에 대한 태도 검사지는

데이터 과학 기반 문제해결력 검사지 문항과 달리 정답이 없기 때문에 이월 효과가 발생하지 않으므로 사전, 사후에 동일한 문항을 사용하였다.

<표 3-13> 수학 학습에 대한 태도 검사의 영역 및 하위 요인 (한국교육개발원, 1992)

영역	하위 요인	측정 내용	문항 수
교과에 대한 자아 개념	우월감-열등감	자신의 학습이 우월하다고 보는지 또는 열등하다고 보는지	10
	자신감-자신감 상실	자신이 학습에서 성공할 수 있을지 또는 실패할 것인지	
교과에 대한 태도	흥미-흥미 상실	학습에 대한 흥미를 갖고 있는지	15
	목적 의식 -목적 의식 상실	학습에 대한 목적 의식이 투철한지	
	성취 동기 -성취 동기 상실	학습에 대한 학습 동기가 강한지	
교과에 대한 학습 습관	주의 집중	학습에 대한 주의 집중 정도가 어떠한지	15
	자율 학습 (능동적 학습)	학습에 능동적으로 참여하는지	
	학습 기술 적용 (능률적 학습)	학습에 능률적으로 참여하는지	

데이터 리터러시 검사지는 송유경 외(2021)의 연구에서 개발한 데이터 리터러시 평가 문항을 본 연구의 맥락에 맞추어 수정 및 보완하여 활용하였다. 본 연구에서 활용한 수정 및 보완된 데이터 리터러시 검사지는 5점 척도 기반의 총 20문항이며, ‘데이터 이해’, ‘데이터 수집 및 전처리’, ‘데이터 정리 및 분석’, ‘데이터 시각화’, ‘데이터 기반 의사소통’, ‘데이터

평가'의 여섯 영역으로 구성된다. 또한, 본 검사지도 문제의 정오가 없으므로 사전, 사후에 동일한 문항을 사용하였다.

<표 3-14> 데이터 리터러시 검사의 영역

영역	측정 내용	문항 수
데이터 이해	데이터를 보고 의미하는 바를 이해할 수 있는지	3
데이터 수집 및 전처리	데이터를 수집하고 정제할 수 있는지	5
데이터 정리 및 분석	데이터를 정리하고 데이터 사이의 관계를 파악할 수 있는지	4
데이터 시각화	데이터를 적절하게 시각화하고 시각화된 데이터를 해석할 수 있는지	3
데이터 기반 의사소통	데이터에 기반한 문제해결 과정을 설명할 수 있는지	2
데이터 평가	데이터 문제해결과정에서 발생한 오류를 발견하고 판단할 수 있는지	3

또한, 수업을 설계 및 실행한 교수자 및 수업에 참여한 학습자를 대상으로 수업 반응 면담을 실시하기 위한 질문지를 개발하여 활용하였다. 교수자 대상 질문지는 크게 1)수업을 진행하면서 만족했던 점과 아쉬웠던 점, 2)수업 모형에 대한 의견, 3)교수전략에 대한 의견 세 가지로 구성하였다. 학습자 대상 질문지는 5점 리커트 척도 설문 4문항과 개방형 4문항으로 구성되었다. 리커트 설문 문항은 1)수업 만족도, 2)참여도, 3)흥미도, 4)데이터 기반 문제해결력 향상도에 대한 문항으로 구성되었으며, 개방형 문항은 1)데이터 기반 문제해결 경험, 2)기존 수학 수업과 본 수업의 차이점, 3)본 수업에서 도움이 된 점, 4)본 수업에서 어려운 점, 개선이 필요한 점, 5)데이터 기반 문제해결 수학 수업에 대한 지속적인 참여 의사로 구성되었다. 면담 질문지를 바탕으로 한 면담은 수업에 참

여한 학습자 중 면담 참여 의사를 밝힌 일부 학생들을 대상으로 진행하였으며, 면담 내용은 참여자의 동의를 바탕으로 녹음 및 전사하여 추후 분석하였다.

수집된 자료는 자료의 특성에 따라 분석하였다. 우선, 양적자료인 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시의 사전, 사후 검사 결과에 대한 평균 및 표준편차를 확인하였다. 이후 사전, 사후 검사의 평균 차이가 통계적으로 유의미한지 검증하였다(Creswell, 2014). 이를 위하여 Shapiro-Wilk 검정을 실시하여 정규성 만족 여부를 검사하였다. 정규성 검정 이후, 정규성을 만족하는 경우에는 대응표본 t-검정(paired samples t-test)을 실시하고, 만족하지 않는 경우에는 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 실시하여 사전 검사 결과와 사후 검사 결과 간에 유의미한 차이가 존재하는지 확인하였다. 질적 자료인 교수자 및 학습자 반응 평가 결과는Creswell(2012)이 제안한 질적 분석 절차에 따라 응답 내용을 유목화하고 정리하였다.

제 4 장. 연구결과

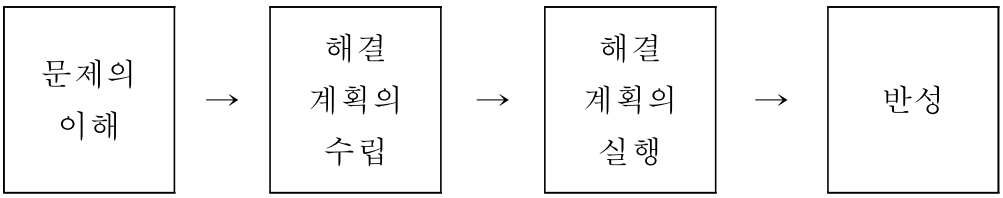
제 1 절. 초기 수업 모형 및 교수전략

1. 선행문헌 검토를 통한 수업 모형 및 교수전략 도출

초등 수학교육에서의 데이터 과학 기반 문제해결 수업 모형과 교수전략을 도출하기 위하여 수학 문제해결 수업 모형과 관련된 선행연구(Polya, 1945; Schoenfeld, 1980; 한국교육개발원, 1985; Burton, 1985; Krulik & Rudnick, 1987; 片桐重男, 1988; 방정숙, 김민경, 2005; 이종희, 김기연, 2008; 정찬식, 노은환, 2009; 김남균, 박영은, 2009; 교육부, 2020)를 검토하였다. Polya(1957)는 문제해결의 단계를 문제 이해, 계획 수립, 계획 실행, 반성의 4단계로 제시하였다. Schoenfeld(1980)는 문제해결의 단계와 전략을 분석, 계획, 탐구, 실행, 검증의 5단계로 제시하였다. 한국교육개발원(1985)은 교사와 학생이 함께 토론하는 과정에서 문제의식, 문제이해, 계획수립, 계획실행, 반성으로 이루어지는 문제해결의 단계 및 전략을 익히고 난 후, 다시 학생들을 소그룹으로 나누어 각 그룹별 문제를 해결해 보는 문제해결 수업 모형을 제시하였다. Burton(1985)은 문제해결의 과정을 도입(entry), 착수(attack), 검토(review), 확장(extension)의 4단계로 구분하여 제시하였으며, Krulik과 Rudnick(1987)은 문제상황, 문제읽기, 탐구, 전략선택, 검증 및 일반화의 단계를 제안하였다. 片桐重男(1988)은 문제해결 단계를 문제의 형성 및 파악, 개괄적 구상, 해결의 실행, 해의 논리적 조직화, 검증의 5단계로 나누었다. 방정숙과 김민경(2005)이 제시한 문제해결 수업모형은 문제발견 및 설정, 정보탐색 전략 수립, 정보수집 및 문제해결안 실행, 문제해결 검증, 문제해결 제시 및 확장의 단계로 이루어져 있다. 이종희와 김기연(2008)이 제시한 창의적 수학 문제해결 모형은 문제 이해, 예비 수학적 활동, 자료 탐색, 수학적

검증 및 표현의 네 개 영역으로 구분되며, 각 영역에 구체적 문제해결의 단계가 포함된다. 정찬식과 노은환(2009)는 문제 이해, 계획 수립, 계획 실행, 반성의 총 4단계로 이루어진 문제해결 모형을 제시하였다. 김남균과 박영은(2009)이 제시한 상황 중심 문제 해결 수업은 문제 상황 제시, 교사의 안내와 발문을 통한 상황 해결, 새로운 문제 상황 찾기, 문제 상황 해결의 단계로 이루어진다. 교육부(2020)가 제시한 수학 문제해결학습 모형은 문제의 이해, 해결 계획의 수립, 해결 계획의 실행, 반성의 4단계로 구성된다.

이상의 선행연구를 기반으로 각 연구에서 제시된 문제해결 수업 모형을 검토 및 비교하였으며, 공통적으로 적용되는 단계를 선별하여 초등 문제해결 수업 모형의 단계를 네 단계로 도출하였다([그림 4-1]).



[그림 4-1] 초등 문제해결 수업 모형의 단계

수업 모형 단계를 도출한 이후, 선행문헌 검토를 통하여 각각의 단계에 따른 교수 전략을 도출하였다. 선행문헌 분석을 통하여 도출한 각 단계의 교수전략 결과는 <표 4-1>와 같다.

<표 4-1> 초등 문제해결 수업 모형 단계에 따른 교수전략 선행문헌 분석 결과

	단계	교수전략	선행연구
1	**문제의 이해**	**수학적 목표를 명확히 제시하라** • 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 목표를 도출하고 필요시	선우진, 방정숙, 박예진(2021); 김구

		재구성한다. • 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표인지 검토한다. • 전과정을 통해 학습하고자 하는 수학 개념과 원리가 무엇인지 명확히 숙지하고 안내한다. • 학생 수준을 고려하여 수업의 목표를 설정한다.	연, 전미현 (2017); Stein, M. K. & Smith, M. S. (2011); 방정숙 (2010); Smith, M. S., Bill, V., & Hughes, E. K. (2008); Merrill, M. D. (2002)
		계열성을 고려하여 실생활과 연계된 수학 내용과 문제를 제시하라 • 수학 외부의 문제를 이해하고 해결하기 위해 수학을 활용할 수 있도록 실제 세계와 연관된 수학 문제를 제시한다. • 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악한다. • 가르치고자 하는 수학 내용 지식에 적합한 문제를 선정한다.	선우진, 방정숙, 박예진 (2021); 최인영, 방정숙 (2018); Brahier, D. J. (2009)
		학생들이 목표에 도달할 수 있도록 필요한 수업자료 및 도구, 활동을 계획하라 • 수학 활동이 학습 목표를 도달하기에 적합한지 고려한다. • 교구나 소프트웨어 등 특정 도구를 활용하는 경우 특정 도구를 선정한 이유와 활용 계획을 정확히 숙지하	최희선(2020); 임해미, 최인선 (2012); Merrill, M. D. (2002); National Council of Teachers of

		고, 필요시 안내한다. • 수업 도입 시 학생들의 적극적인 참여를 이끌어 낼 수 있는 동기유발 활동을 제시한다.	Mathematics. (2000)
		문제해결 활동을 위한 스캐폴딩을 제공하라 • 문제를 이해하기 위하여 구하려는 것, 주어진 것, 조건을 확인하도록 한다. • 문제해결 활동 전에 다른 유형의 문제를 연습할 기회를 제공한다. • 학생들의 수준을 고려한 발문을 계획하고, 핵심발문을 제시한다. • 학습자의 일반적인 특성, 출발점 능력, 학습 양식을 고려한다.	선우진, 방정숙, 박예진(2021); 최인영, 방정숙(2018)
2	**해결계획의 수립**	• 학습자 스스로 문제해결 방법을 계획하고 실행하는 경험을 하도록 한다. • 주어진 정보를 탐색하고 문제와의 연결 관계를 점검하도록 한다. • 전에 해결해 본 문제인지 생각해보도록 한다. • 문제 해결의 결과를 예상해보도록 한다.	최인영, 방정숙(2018)
3	**해결 계획의 실행**	**학습자가 다양한 방법으로 문제를 해결할 수 있도록 지원하라** • 문제해결방법 및 과정을 여러 가지 방법(글, 그림, 이미지 구체물)을 이용하여 설명하도록 한다. • 문제해결 활동을 통해 수학 내용	선우진, 방정숙, 박예진(2021)

		지식을 이전의 지식과 연관 짓도록 한다. • 배워야 할 내용에 관한 교과서 외의 활용할 수 있는 교구나 시청각 자료, 컴퓨터 프로그램을 준비한다.	
		협력적으로 문제해결을 하도록 지원하라 • 문제해결 과정에서 균형 있는 책임 인공지능 활용 교육분담과 상호작용을 통해 동료들과 협력하여 문제를 해결하도록 한다. • 모둠 활동 시 타당한 의견이 아니더라도 허용적인 분위기로 다양한 의견을 주고받으며 서로 피드백을 제공할 수 있도록 한다.	선우진, 방정숙, 박예진(2021); 최인영, 방정숙(2018)
		학습자에게 적절한 피드백을 제공하라 • 학습자가 문제를 해결할 때 질문할 수 있는 창구를 마련하고 피드백을 제공한다. • 관찰이나 모니터링을 통해서 학생들이 각 단계를 이해하였는지를 확인하고 평가한다.	임영빈, 홍진곤(2019); 김구연, 전미현(2017); Smith, M. S., Bill, V., & Hughes, E. K. (2008)
4	**반성**	**배운 내용을 점검하고 적용하도록 지원하라** • 문제 해결과정을 검토하고 점검하도록 한다. • 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어보도록 한다.	임영빈, 홍진곤(2019); 최인영, 방정숙(2018)

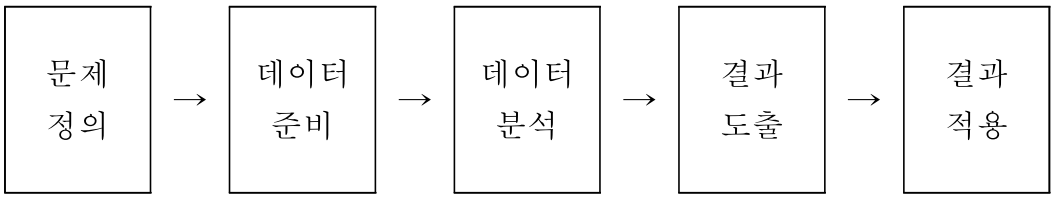
		• 다른 해결 방법을 탐색해보도록 한다. • 실생활에서 적용할 전이 가능성을 높이기 위하여 수학적 개념에 대한 맥락적 사례를 제공한다.	
		다양한 문제해결 과정 및 결과를 공유하도록 하라 • 자신의 해결 방법 및 결과를 설명하고 정당화하며, 서로의 해결 방법 및 결과를 비교할 수 있도록 의사소통하는 기회를 제공한다. • 직접 만든 문제와 아이디어 등을 공유할 수 있는 도구를 제공한다.	선우진, 방정숙, 박예진(2021); 최인영, 방정숙(2018); Smith, M. S., Bill, V., & Hughes, E. K. (2008)
		교정적 피드백을 제공하라 • 미처 수행하지 못한 학습 내용이나 심화학습의 적용, 수준별 과제의 제시 등 후속학습을 통해 교정적 피드백을 위한 과제를 제시한다.	선우진, 방정숙, 박예진.(2021); 임영빈, 홍진곤(2019)

또한, 데이터 과학 교육과 관련된 선행연구(Kippers, W., 2014; Hallgren, 2016; 김갑수, 박영기, 2017; 김용민, 김종훈, 2017; Bonthu, S., & Bindu, K. H., 2017; 서주영, 2019; 고학능, 이영준, 2020; 구덕회, 김동진, 2020; 손미현, 2020; Hossain, 2020; 송유경 외, 2021; Surana, 2022)를 검토하였다. Kippers(2014)는 데이터 기반 문제해결 단계를 문제 정의(problem definiton), 가설 수립(formulating hypotheses), 데이터 수집(data collection), 데이터 검증(data quality check), 데이터 분석(data analysis), 해석 및 결과 도출(interpretation and conclusions), 개선(implementing improvement measures), 평가(evaluation)의 8가지 단계

로 제시하였다. Hallgren(2016) 데이터 수집(Assemble high-quality raw data), 데이터 분석(Conduct analysis that ensures results are relevant and diagnostic), 데이터 활용(Use relevant and diagnostic data to inform instructional and operational decisions) 단계에 따라 데이터 기반 의사결정을 할 수 있음을 제안하였다. 김갑수와 박영기(2017)는 문제 이해, 데이터준비, 인공지능 모델결정, 인공지능 프로그래밍, 보고서 작성 단계를 제안하였다. 김용민과 김종훈(2017)은 컴퓨팅 사고력과 창의성 향상을 위한 데이터 과학 교육 문제 해결 단계로서 데이터 문제 정의하기(문제 탐색하기), 데이터 수집하기, 현상 이해하기(탐색적 데이터 분석), 현상 일반화하기, 현상 예측하기 데이터 스토리텔링의 6단계를 제안하였다. Bonthu와 Bindu(2017)은 발견(discovery), 데이터 준비(data preparation), 모델 계획(model planning), 모델 생성(model building), 실행(operationalize), 결과 전달(communicate results)로 이루어진 순환적 단계를 제시하였다. 서주영(2019)은 문제 정의, 데이터 준비, 데이터 탐색, 데이터 분석, 결과 적용의 데이터 분석 프로세스를 제안하였다. 고학능과 이영준(2020)은 데이터 분석 과정에 기반한 프로젝트 학습 단계로 준비하기, 주제 결정하기, 활동계획하기, 탐구 및 표현하기, 마무리하기, 평가하기를 제시하였으며, 각 단계에 따른 데이터 분석 단계 및 방법을 제안하였다. 구덕회, 김동진(2020)은 문제정의, 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 표현, 평가 및 일반화로 이루어진 데이터 과학 교육프로그램의 교수학습 단계를 제시하였다. 손미현(2020)이 제시한 데이터 기반 과학 탐구 모형은 도구 탐색, 데이터 수집, 데이터 변형과 해석, 문제 발견, 실험 설계, 실험 수행, 추가 데이터 수집, 자료 해석, 결론 및 표현으로 구성된다. Hossain(2020)은 탐색(Exploring), 데이터 마이닝(Data Mining), 데이터 정리(Data Cleaning), 데이터 탐색(Data Exploration), 피처 엔지니어링(Feature Engineering), 모델 구축(Model building), 데이터 시각화(Data Visualization)의 단계를 제안하였다. 송유경 외(2021)가 제시한 데이터 기반 토론 수업 모형은 수업 준비, 수업 안내, 데이터 탐색 및 문제 발견 지원, 논제 설정 및 이해 지원, 데이터 분석 시연, 논리 구성 및 데

이터 분석 지원, 데이터 기반 토론 수행 지원, 정리 및 평가의 8단계로 이루어져 있다. Surana(2022)는 문제 정의(problem definition), 탐색(research), 아이디어 도출(ideate)/선행문헌 탐구(literature)/데이터수집(data), 알고리즘 구현(implement algorithms), 결과 분석(analyse results), 구현 및 실행(implementation/productionize), 점검(monitor)으로 구성된 순환적 단계를 제시하였다.

이상의 선행연구에서 제시된 각 단계를 검토 및 비교하였으며, 공통적으로 적용되는 단계를 선별하여 데이터 과학 교육의 단계를 다섯 단계로 도출하였다([그림 4-2]).



[그림 4-2] 데이터 과학 교육의 단계

다음으로, 선행문헌을 분석하여 각 단계에 따른 교수 전략을 도출하였다. 선행문헌을 기반으로 각 단계의 교수전략을 도출하면 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 데이터 과학 교육의 단계에 따른 교수전략 선행문헌 분석 결과

	단계	교수전략	선행연구
1	**문제 정의**	**데이터 과학 기반 문제해결을 위한 학습의 흐름을 이해하고 수행할 수 있도록 지원하라** • 데이터를 기반으로 문제를 해결하기 위한 전체 절차를 미리 안내한다.	송유경 외(2021); 서주영(2019); 김석전, 김태영(2018);

		한국교육개발원 1985학습자가 충분히 이해할 수 있도록 활동 방법을 시연한다. • 문제를 충분히 이해할 수 있도록 안내한다. • 데이터 기반 학습자 중심 활동을 구성한다.	
		데이터 과학이 필요성을 알도록 지원하라 • 데이터 과학의 필요성과 사례를 안내하라 • 학습 목표를 달성하는 데 데이터를 활용하는 것이 효과적인지 분석 및 검토하도록 한다.	최서연(2021), Blitzstein & Pfister(2015)
		데이터를 기반으로 해결해야 하는 문제를 정의하라 • 학습자의 흥미를 높일 수 있는 실생활과 관련된 주제를 선정한다. • 데이터를 통해 해결하고자 하는 문제가 무엇인지 이해하고 숙지하도록 한다. • 문제를 학습자 스스로 정확히 정의하게 지원한다. • 문제 상황에 대하여 개인적인 의문(내가 알고 싶은 것)을 만들어보도록 하고 공유하는 시간을 제공한다.	고학능, 이영준(2020); 박찬솔, 손정우(2020); 서주영(2019); 김석전, 김태영(2018); 김용민, 김종훈(2017)
		데이터 분석을 위한 환경(태블릿 또는 PC)과 소프트웨어를 준비하고 점검하라	최서연(2021)

		• 어떤 환경과 소프트웨어가 필요한지 확인한다. • 필요한 환경과 소프트웨어를 사용 가능한지 확인한다.	
2	데이터 준비	**수업 주제와 관련된 데이터를 준비하라** • 수업 주제와 직접적, 간접적으로 관련된 데이터를 준비한다. • 실생활과 연계된 데이터를 선정하여 학습자의 흥미를 자극한다.	송유경 외(2021) ; 김정아 외(2019)
		문제를 해결하기 위해 수집해야 하는 데이터의 종류(what)를 결정하도록 하라 • 의문을 해결하기 위해 필요한 데이터가 무엇인지 탐색하도록 한다. • 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 정의할 수 있도록 예시를 들어 설명한다.	서주영(2019) ; 박찬솔, 손정우(2020)
		데이터 수집방법을 안내하고 필요한 데이터를 준비하도록 지원하라 • 필요한 데이터의 접근 가능성을 확인하고 접근 방식을 결정하게 한다. • 공공 데이터 등 기존의 데이터에서 필요한 부분을 추출하거나 직접 데이터를 조사하도록 한다. • 데이터를 수집할 수 있는 사이트	송유경 외(2021) ; 서주영(2019); 김용민, 김종훈(2017)

		혹은 공공 데이터를 제공한다. • 공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내한다. • 필요시 데이터를 스스로 생성하거나 수집하도록 한다.	
		데이터를 분석할 수 있는 형태로 가공하도록 안내하라 • 데이터 중 유효하지 않거나 모호하거나 중복되는 데이터 잡음을 제거하고 분석에 맞는 데이터 형태로 정제하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 한다. • 원본 데이터를 탐색하고 특성을 파악해보도록 안내한다. • 수집한 데이터가 문제해결에 적합한지 확인하도록 한다. • 수집한 데이터를 탐색하고 필요한 부분과 그렇지 않은 부분, 더 필요한 데이터를 확인하고, 필요없는 부분을 제거하는 등 데이터를 정제하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 한다.	고학능, 이영준(2020); 서주영(2019); 김용민, 김종훈(2017)
3	**데이터 분석**	**학습자 수준과 문제해결에 적합한 데이터 분석 도구를 선정하라** • 기본적인 데이터와 데이터 분석 도구를 제시한다. • 문제해결과정에 필요한 데이터 분석 도구의 사용방법을 안내하고 익힐 수 있도록 한다.	박찬솔, 손정우(2020); 서주영(2019); 김석전, 김태영(2018); 최병영(2018)

		• 필요시 파이선, 블럭코딩 등 데이터 분석에 활용되는 프로그래밍 문법을 선별적으로 학습하도록 한다.	
		데이터 분석 과정을 시연하라 • 데이터 분석 과정 시연을 통해 데이터를 분석하고 해석하는 과정을 보여준다. • 데이터 분석을 연습할 수 있도록 뼈대 코드와 연습문제를 제공한다. • 데이터 분석 연습 과정에서 질문 및 피드백 기회를 제공한다.	송유경 외 (2021)
		구한 데이터를 가공하여 표로 정리하고, 데이터 분석을 통해 데이터의 특성을 파악하도록 하라 • 수집한 데이터의 특성과 경향을 탐색하도록 한다. • 원본 데이터를 살펴보고 시각화하도록 한다. • 원본 데이터의 개별 속성을 분석해보도록 한다. • 데이터 속성 간의 관계를 분석해보도록 한다.	고학능, 이영준(2020); 김용민, 김종훈(2017)
4	**결과 도출**	**데이터 시각화 종류와 방법을 안내하라** • 데이터 시각화를 할 때, 어떤 방법이 가장 효과적으로 데이터를 나	김정아 외 (2019); 최병영(2018)

		타낼 수 있는지 생각해 볼 수 있도록 하고 가장 효율적인 시각화 방법을 선택할 수 있도록 한다. • 학습자들이 스스로 데이터 시각화 방법을 선택하고 판단하도록 한다.	
		데이터 시각화를 통해 데이터 분석 결과를 나타내보도록 하라 • 데이터 분석 결과를 그래프 등으로 시각화하도록 하라	고학능, 이영준(2020); 김용민, 김종훈(2017)
		데이터 분석 결과로부터 문제 해결 방안을 도출해보도록 지원하라 • 필요시 코딩을 활용하여 결과를 해석하도록 한다.	김용민, 김종훈(2017); 양윤정, 유미현(2017)
5	**결과 적용**	**데이터 분석 결과의 해석 및 확장 방안에 대해 논의하도록 지원하라** • 데이터 분석 결과와 실제 결과의 일치 여부를 확인하도록 한다. • 내가 세운 가설과 데이터 분석 결과를 비교하도록 한다. • 데이터 분석 결과를 바탕으로 앞으로의 예측을 하도록 안내한다. • 데이터 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 문제 해결을 위한 다양한 방안을 도출하도록 한다.	고학능, 이영준(2020); 최병영(2018); 김용민, 김종훈(2017)
		데이터 분석 결과의 활용 방안에 대해 논의하도록 지원하라 • 데이터 분석 결과를 실생활 문제에 적용하도록 안내한다.	김정아 외(2019); 서주영(2019); 최병영(2018)

		데이터 분석 결과를 적절한 형태로 공유하고 발표하는 등 의사소통 기회를 제공하라 • 문제 해결 결과를 제안하는 글, 보고서, 포스터 등으로 표현하여 공유하도록 한다.	고학능, 이영준(2020); 김용민, 김종훈(2017)
		활동 전반에 대한 검토 및 평가를 고려하라 • 해당 차시 학습에 대한 목표 도달 여부를 확인하고 다음 차시 수업에 반영한다. • 활동 전반에 대한 자가 점검 활동을 통해 자기평가와 상호피드백을 하도록 한다.	최서연(2021); 박찬솔, 손정우(2020)

2. 전문가 면담을 통한 수업 모형 및 교수전략 개발

선행문헌 검토와 더불어 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 수업 모형과 교수전략을 개발하기 위하여 전문가 면담을 실시하였다. 전문가 면담은 미리 준비된 질문지를 기반으로 일대일 개별로 이루어졌으며, 데이터 활용 수업을 다수 실시한 경험이 있는 교사 1인과 데이터 기반 토론 수업 모형 개발 연구를 수행했던 교육설계 전문가 1인이 참여하였다. 면담을 통해 데이터 기반 수업을 설계 혹은 실시하면서 발생했던 어려움과 이를 극복하기 위해 사용했던 전략이 무엇인지, 데이터 기반 수업에서 반드시 필요한 단계는 무엇인지에 대한 경험적 의견을 수집하였으며, 수집된 의견을 바탕으로 선행문헌 검토에서 도출한 초기 수업 모형 및 교수전략의 실제적인 측면을 보완하였다. 전문가 면담을 통해 수집한 세부 의견은 <표 4-3>, <표 4-4>와 같다.

<표 4-3> 발생했던 어려움에 대한 의견

구분	세부 의견
주제 선정의 어려움	• 활용 가능한 데이터(구할 수 있는 데이터, 직접 분석할 수 있는 수준의 데이터, 찬반이 나뉘는 내용)가 있는 적당한 주제를 정하는 것이 어려웠음 • 대주제를 먼저 제시한 후 학습자들이 소주제를 결정하도록 결정권을 부여하였으나 해당 소주제에 대한 데이터가 있는지 확인이 불가하였음
데이터 수집의 어려움	• 교육적 데이터셋이 마련되어 있지 않은 경우 대안이 없어서 어려움을 겪음 • 학생들이 데이터를 수집할 때 필요한 데이터가 없는 경우가 많았으며, 데이터가 있어도 많은 돈을 지불해야 하는 데이터이거나 분석에 적절하지 않은 데이터인 경우가 많았음

<표 4-4> 수업 모형 및 교수전략에 대한 의견

구분	세부 의견
수업 모형	• 데이터 과학의 모든 단계를 다른 맥락에서 미리 경험해보는 것이 필요함 • 먼저 큰 주제, 문제맥락을 정하고 이후 단계를 진행하는 것이 필요함 • 데이터 분석, 데이터에 관한 질문 생성 등 코딩 이전 단계까지 학생들 간 의사소통하면서 다양한 관점을 공유하는 단계가 필요함

전략	• 초등 수준에서는 교사가 여러 가지 주제를 한정해서 제시하거나, 구체적인 문제 상황을 설계해서 제시하는 것이 효과적임 • 초등 수준에서는 교사가 기본적으로 데이터셋을 제공하고 필요시 학생들이 데이터를 검색할 수 있는 포털을 소개해주는 방법이 있음 • 학습자 팀 구성 시 다양한 수준으로 구성하는 것이 좋음 • 팀 활동 시 팀 안에서 동료평가를 실시하고, 적절한 보상 제공하는 방법이 있음 • 클라썸 등 협력 플랫폼을 활용한 소통창구가 마련되면 좋을 것임 • 데이터 분석 코딩이 주가 되어선 안 되며 의사소통 및 해석이 주가 되어야 함 • 데이터 분석 자체보다 데이터를 활용하는 것이 중요하다면 파이선보다 다른 도구가 더 나을 수 있으므로 어떤 도구를 사용할지 고민이 필요함

3. 초기 수업 모형 및 교수전략 개발

선행문헌 검토 및 전문가 면담 결과를 반영하여 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 수업 모형과 초기 교수전략을 개발하였다. 초기 수업 모형은 '0. 수업 준비', '1. 수업 안내', '2. 문제 및 데이터의 이해', '3. 문제 해결 계획 수립', '4. 문제 해결 계획 실행', '5. 수학적 결과 도출', '6. 정리', '7. 성찰 및 적용'의 8단계로 이루어지며 각 단계가 이루어지는 시기를 수업 전, 중, 후로 나누어 제시하였다. 또한, 각 단계에서 수행하는 교수·학습 활동 요소를 수학과 데이터 과학 영역으로 구분하여 제시하였다(<표 4-5>).

<표 4-5> 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 수업 모형

	단계	교수·학습 활동	
수업 전	**0. 수업 준비**	-수학 학습 목표 설정 -실생활 주제 선정 -학습자 특성/수준 파악 -수업 활동 설계 -학습 환경 구성 -교수 학습 자료 제작	-데이터 준비 -데이터 분석 도구 선정
수업 중	**1. 수업 안내**	-선수 학습 상기 및 동기 유발 -학습 문제, 학습 활동 제시 -해결해야 할 문제 제시	
	2. 문제 및 데이터의 이해	-문제 의미 파악 -수학 내용 지식 확인	-데이터 탐색 -데이터 활용 절차 시연 및 실습(연습)
	3. 문제 해결 계획 수립	-문제 해결 전략 수립 -필요한 수학적 지식 도입 -학습자 간 소통/피드백	-문제와 데이터의 관계 파악 -데이터 수집 -데이터 가공
	4. 문제 해결 계획 실행	-문제 해결 전략 실행	-데이터 분석
	5. 수학적 결과 도출	-문제 해결 절차에 따른 결과 도출	-데이터 시각화
	6. 정리	-문제 해결 과정 전반에 대해 점검/반성 -결과의 해석 및 활용 방안 토론 -문제 해결 방법 일반화 -학습 내용 정리	
수업 후	**7. 성찰 및 적용**	-자기 평가 및 동료 평가 -실생활에 적용	

각 단계에 따른 초기 교수전략은 34개의 교수전략 및 117개의 세부전략으로 구성되었다(<표 4-6>).

<표 4-6> 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 초기 교수전략

수업 단계	교수전략
수업 준비	**1. 데이터 기반 문제해결 수업의 학습 목표를 설정하라**
	1-1. 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표인지 검토하라
	1-2. 가르치고자 하는 수학 내용 지식이 무엇인지 명료히 하라
	1-3. 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 선수 학습 내용을 파악하라
	1-4. 교육과정 및 교과서의 내용 요소를 면밀하게 검토하여 적합한 학습 목표를 도출하고 필요시 재구성하라
	2. 학습자의 흥미를 높일 수 있는 주제를 선정하라
	2-1. 다음의 조건에 부합하는지 검토하라 -학습자와 연관된 친숙하고 실제적인 실생활 주제인가? -다양한 현상과 쟁점을 담고 있는 포괄적인 주제인가? -데이터로 검증이 가능한 주제인가? -의미 있는 결과를 얻을 수 있는 주제인가? -학습 목표를 도달하기 적합한 주제인가? -직접적인 관련 데이터를 확보할 수 있는 주제인가?
	2-2. 필요시 학습자 설문을 통해 관심 주제 선별하라
	3. 학습 목표와 관련한 학습자의 특성을 파악하라
	3-1. 학습자가 가진 선수 지식 수준, 오개념을 파악하라
	3-2. 학습자의 오개념과 선수학습 수준에서 나올 수 있는 반응을 예상하라
	3-3. 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부를 파악하라
	4. 학습 목표를 달성하기 위한 데이터 기반 학습 활동을 설계하라
	4-1. 학습자가 스스로 데이터를 기반으로 문제를 해결할 수 있도록 학습자 중심 활동을 구성하라
	4-2. 데이터를 활용한 문제해결활동이 학습 목표 달성에 효과적인지 검토하라
	4-3. 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하라(교과서에 제시된 문제를 무조건 수정하기보다는 적절히 활용하라)

수업 단계	교수전략
	4-4. 학습 목표와 문제 난이도에 따라 문제해결활동의 활동 유형(전체 활동, 모둠 활동, 짝 활동, 개별 활동)을 결정하라
	5. 데이터 기반 문제해결학습 활동을 위한 환경을 구성하라
	5-1. 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 채널을 준비하라
	5-2. 학습자의 특성과 수준을 고려하여 학습 집단(짝, 모둠)을 구성하라
	5-3. 데이터 분석 등 학습 활동을 하는 데 필요한 기기(태블릿, PC)를 준비하라
	5-4. 필요시 네트워크 환경을 점검하라
	6. 데이터 기반 문제해결수업 활동을 위한 다양한 교수학습 자료(미디어 자료, 학습지 등)를 준비하라
	6-1. 데이터 활용 사례, 동기유발을 위한 미디어 자료, 문제해결에 대한 사고과정을 절차적으로 안내하는 학습지 등의 활용 여부를 판단하고 준비하라
	6-2. 교수학습 자료의 활용 시점을 결정하라
	7. 조건에 적합한 데이터를 준비하고, 데이터 활용을 계획하라
	7-1. 다음의 조건에 모두 부합하는지 검토하라 1) 구할 수 있는 데이터인가? 2) 분석할 수 있는 형태인가? 3) 수업 주제와 연관된 데이터인가?
	7-2. 수학 문제해결활동의 어느 단계에서 데이터를 활용할 것인지 고려하라
	7-3. 학습자의 특성을 고려하여 데이터 제공 범위 및 활용 수준을 계획하라
	8. 데이터 분석 및 시각화를 위한 도구를 선정하라
	8-1. 학습자 수준과 학습 목표를 고려하라
	8-2. 도구를 활용함으로써 달성하고자 하는 목표를 명확히 하라
	8-3. 수업에서 어느 단계에서 어떤 방법으로 도구를 활용할 것인지 고려하라
	8-4. 학습자의 수준을 고려하여 뼈대 코드와 연습문제를 준비하라
수업 안내	**1. 데이터 기반 문제해결을 위한 학습의 흐름을 이해하고 수행할 수 있도록 학습의 전체 절차를 안내하라**

수업 단계	교수전략
	1-1. 수업을 하는 과정에서 진행할 내용을 사전에 안내하라
	1-2. 수업의 운영방식을 사전에 안내하라
	2. 데이터 과학 활용이 왜 필요한지를 학습자에게 충분히 안내하라
	2-1. 데이터 과학이 무엇인지 설명하라
	2-2. 데이터 과학 활용의 필요성을 실제 사례를 통해 느끼도록 하라
	3. 데이터 기반 문제해결수업의 학습 목표를 안내하라
	3-1. 매 차시의 수업에서 중요하게 다루고자 하는 핵심내용을 소개하라
	3-2. 수업을 통해서 학생이 알고 이해해야 하는 수학내용 또는 개념이 무엇인지를 정확하고 분명하게 학습목표에 명시하라
	3-3. 수업목표를 가능한 구체적으로 진술하라(대상+행동+조건+준거)
	4. 수업 활동에 대한 평가 기준을 안내하라
	4-1. 체크리스트, 자기평가 등 다양한 형식으로 평가를 계획하고 학생들에게 미리 안내하라
	4-2. 학습 과제 및 활동에 대해 분명한 준거(과제 수행 시간, 완성도, 평가 기준)를 구체적으로 안내하라
	5. 데이터를 활용하여 해결해야 할 문제를 제시하라
	5-1. 학습 목표에 도달하기에 적합한 문제를 제시하라
	5-2. 실생활과 관련된 문제를 제시하라
	5-3. 복잡하고 답이 하나 이상인 문제(비구조화된 개방형 문제)를 제시하라
	5-4. 문제를 충분히 이해할 수 있도록 문제의 맥락을 제시하라
	5-5. 문제 이해와 관련된 자료를 제공하라
	5-6. 문제와 관련된 수학 내용 지식과 사전 지식을 충분히 제공하라
문제 및 데이터의 이해	**1. 학습자가 문제를 정확히 이해하도록 지원하라**
	1-1. 해결해야 할 문제에 대해 질문(궁금한 점), 목표(해답을 얻고 싶은 점), 가설(잠정적인 해답)을 정하도록 하라
	1-2. 스스로 발견한 질문, 목표, 가설을 공유하고 상호 피드백을 제공하도록 하라
	1-3. 피드백 이후 질문, 목표, 가설을 수정할 수 있도록 하라
	1-4. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 예측하도록 하라
	2. 문제를 해결하기 위해 필요한 수학 내용 지식에 대한 이해도를 확인

수업 단계	교수전략
	하고 지원하라
	2-1. 간단한 퀴즈, 발문 등을 통해 수학 내용 지식에 대한 이해도를 확인하라
	2-2. 이해도가 낮은 경우 해당 내용을 반복하여 설명하고 개별 피드백을 제공하라
	2-3. 교수자는 즉시 정답을 제시하기보다는 단계적 피드백을 통해 학습자가 스스로 문제를 해결하도록 하라
	2-4. 수학 내용 지식에 대한 맥락적 사례를 제공하라
	2-5. 학습자가 공통적으로 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 피드백을 제공하라
	3. 학습자 스스로 주어진 데이터를 탐색할 기회를 제공하라
	3-1. 수업 주제와 관련된 데이터를 제공하고 스스로 탐색하도록 하라
	3-2. 주어진 데이터의 출처, 특징 등을 안내하라
	3-3. 주어진 데이터의 변수, 패턴을 스스로 발견하도록 하라
	3-4. 주어진 데이터를 통해 해결할 수 있는 문제를 예상해보도록 하라
	3-5. 문제를 해결하기 위해 주어진 데이터 이외에 더 필요한 데이터가 무엇인지 상의해보도록 하라
	4. 학습자가 충분히 이해할 수 있도록 연습 문제를 제시하고 활동 방법을 시연하라
	4-1. 본 차시에서 주어진 문제와 다른 맥락에서 연습 문제를 제시하라
	4-2. 학습자에게 데이터 수집 및 분석, 시각화의 개념 및 방법을 설명하고 시연하라
	4-3. 기본적인 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차(데이터 분석, 데이터 시각화, 데이터 해석)를 시연하라
	4-4. 특정 도구를 활용하는 경우, 교수자는 특정 도구를 선정한 이유와 활용 계획을 정확히 숙지하고, 필요시 안내하라
	4-5. 문제해결과정에 필요한 데이터 분석 및 시각화 도구의 사용방법을 안내하고 익힐 수 있도록 지원하라
	4-6. 다양한 맥락의 문제에서 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차를 연습할 기회를 충분히 제공하라
	4-7. 데이터 활용 절차의 연습 과정에서 질문 및 피드백 기회를 제공하라
문제 해결	**1. 문제를 해결하기 위한 전략을 세우도록 지원하라**

수업 단계	교수전략
계획 수립	1-1. 주어진 정보 및 데이터를 탐색하고 문제와의 연결 관계를 점검하도록 하라
	1-2. 전에 해결해 본 문제인지 생각해보도록 하라
	1-3. 문제 해결의 결과를 예상해보도록 하라
	1-4. 데이터를 기반으로 해결해야 하는 문제를 명확히 재진술하도록 하라
	1-5. 필요한 수학 내용 지식을 문제 맥락과 연관 지어 활용하도록 지원하라
	1-6. 문제를 해결하기 위해 수집해야 하는 데이터의 종류(what)와 분석 방법(how)을 결정하도록 하라
	2. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집하도록 안내하라
	2-1. 문제를 해결하기 위해 수집해야 하는 데이터는 무엇인지 확인하도록 하라
	2-2. 데이터가 이미 존재하는 경우에는 기존의 데이터에서 필요한 부분을 추출하고, 그렇지 않은 경우에는 직접 수집하도록 안내하라
	2-3. 필요한 데이터의 접근 가능성을 확인하고 접근 방식을 결정하게 한다
	2-4. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 혹은 공공 데이터 목록을 제공하라
	2-5. 공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내하라
	2-6. 수집한 데이터가 문제해결에 적합한지 확인하도록 하라
	3. 데이터를 분석할 수 있는 적합한 형태로 가공하도록 안내하라
	3-1. 문제를 해결하기 위해 필요한 변수가 무엇인지 파악하도록 하라
	3-2. 데이터 변수 간의 관계를 분석해보도록 하라
	3-3. 수집한 데이터를 탐색하고 필요한 부분과 그렇지 않은 부분, 더 필요한 데이터를 확인하도록 하라
	3-4. 필요 없는 부분을 제거하는 등 데이터를 가공하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 하라
	4. 동료 학습자 간 소통과 피드백을 통한 협력이 활성화되도록 지원하라
	4-1. 질문 및 의견을 주고받으며 다양한 방법으로 문제를 해결할 수 있도록 소통 창구를 제공하라
	4-2. 문제 해결 전략 수립 시 충분한 시간을 제공하라

수업 단계	교수전략
	4-3. 문제해결 과정에서 균형 있는 책임분담과 상호작용을 통해 협력하여 문제를 해결하도록 하라
	4-4. 협력적으로 문제를 해결하도록 명확하고 지속적으로 안내하라
	4-5. 적극적으로 문제 해결 과정을 공유하고 논의하도록 안내하라
문제 해결 계획 실행	**1. 도구를 활용하여 데이터를 분석할 때 수시로 학습자를 관찰하고 적절한 도움을 제공하라**
	1-1. 수업 과정 중 학습자가 언제든지 질문할 수 있는 분위기를 형성하라
	1-2. 자유롭게 의견을 교환할 수 있는 소통 창구를 제공하라
	2. 문제를 해결하기 위해 데이터를 분석하도록 지원하라
	2-1. 데이터 분석의 과정에서 나타나는 오류를 스스로 해결할 수 있도록 지원하라
	2-2. 학습자가 참고할 수 있는 데이터 분석과 관련된 학습 자료를 제공하라
	2-3. 필요시 데이터 분석에 활용되는 프로그래밍 문법을 선별적으로 학습하도록 하라
	2-4. 학습자 수준을 고려하여 뼈대 코드를 제공하라
	2-5. 데이터 분석을 통해 수집한 데이터의 특성과 경향을 탐색하도록 하라
수학적 결과 도출	**1. 데이터 분석 결과로부터 문제 해결 방안을 도출하도록 지원하라**
	1-1. 데이터 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 문제 해결을 위한 다양한 방안을 도출하도록 하라
	1-2. 수학 내용 지식과 연관지어 문제 해결 방안을 설명하도록 하라
	2. 데이터 분석 결과를 시각화하도록 지원하라
	2-1. 데이터 시각화 종류와 방법을 안내하라
	2-2. 데이터 시각화 도구의 종류 및 특징을 안내하고, 어떤 방법이 가장 효과적으로 데이터를 나타낼 수 있는지 생각해 볼 수 있도록 하라
	2-3. 데이터 시각화 방법의 특징을 고려하여 가장 효율적인 시각화 방법을 선택할 수 있도록 지원하라
정리	**1. 문제 해결 과정을 점검하고 반성하도록 안내하라**
	1-1. 내가 세운 가설과 데이터 분석 결과를 비교하여 보도록 하라
	1-2. 더 나은 문제 해결 방법을 탐색해보도록 하라

수업 단계	교수전략
	2. 데이터 분석 결과의 해석 및 활용 방안에 대해 토론할 기회를 부여하라
	2-1. 데이터 분석 결과를 바탕으로 앞으로의 예측을 해보도록 하라
	2-2. 데이터 분석 결과의 타당성에 대하여 토론해보도록 하라
	2-3. 데이터 분석 결과의 활용 방안에 대해 토의하도록 하라
	3. 본 차시에서 다룬 수학 내용 지식과 관련하여 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어 보게 하고, 문제를 서로 공유하여 해결해보게 하라
	3-1. 직접 만든 문제와 아이디어 등을 공유할 수 있는 도구를 제공하라
	3-2. 다른 학습자가 만든 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 하라
	4. 문제 해결 과정 및 결과를 적절한 형태로 공유하고 발표하는 등 의사소통 기회를 제공하라
	4-1. 제안하는 글, 보고서, 포스터 등으로 표현하여 공유하도록 하라
	4-2. 산출물을 발표 및 시연하고 의견을 공유하는 시간을 충분히 제공하라
	4-3. 자신의 해결 방법 및 결과를 설명하고 정당화하며, 서로의 해결 방법 및 결과를 비교할 수 있도록 하라
성찰 및 적용	**1. 학습자들이 자신의 학습 전반을 확인하고 성찰할 수 있는 기회를 제공하라**
	1-1. 활동 전반에 대해 자기평가를 통해 자가 점검을 하도록 하라
	1-2. 활동 별 평가기준을 담은 루브릭(rubric)을 제공하라
	1-3. 성찰일지 작성을 통해 활동 전과 후의 자신의 생각을 비교하고, 학습을 하고 난 후의 달라진 생각을 스스로 점검하고 활동 과정을 반성하도록 하라
	2. 해당 차시 학습에 대한 학습자의 목표 도달 여부를 확인하고 다음 차시 수업에 반영하라
	2-1. 학습자의 인지적 측면의 목표뿐만 아니라 정의적 측면에 대한 검토와 평가도 고려하라
	2-2. 핵심 발문을 통해 학습자의 목표 도달 여부를 확인하라
	3. 관찰이나 모니터링을 통해서 학생들이 각 단계를 이해하였는지를 평가하고 피드백을 제공하라
	3-1. 관찰이나 모니터링을 통해 비공식적으로 정보를 수집하고 평가하라

수업 단계	교수전략
	3-2. 이해가 부족한 경우 각 단계에서 피드백을 제공하라
	3-3. 학습자 특성에 따라 각 단계에서 교수자가 제공하는 지원의 정도를 결정하고 제공하라
	4. 학습자가 과정 및 결과에 대하여 다양한 관점에서 피드백을 받을 수 있도록 동료평가의 기회를 제공하라
	4-1. 활동 결과물과 팀 활동 수행 과정에 대하여 동료 평가를 통해 상호 피드백을 하도록 하라
	4-2. 활동 별 평가기준을 담은 루브릭(rubric)을 제공하라
	5. 학습 전이를 촉진하기 위해 필요시 과제를 제시하라
	5-1. 미처 수행하지 못한 학습 내용이나 심화학습의 적용, 수준별 과제의 제시 등 후속학습을 통해 교정적 피드백을 위한 과제를 제시하라
	5-2. 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나 수업 중에 전체 피드백을 제공하라

제 2 절. 내적 타당화 결과

1. 1차 전문가 타당화 결과

초기 수업 모형 및 교수전략에 대하여 1차 전문가 타당화를 실시하였다. 1차 전문가 타당화는 질문지를 통해 교수설계 전문가 3인(A, B, C), 초등 수학 교육 전문가 2인(D, E), 데이터 과학 교육 전문가 1인(F)에게 실시하였다. 1차 수업 모형 전반의 타당도에 대한 문항별 평균, 표준편차, CVI와 IRA 지수는 <표 4-7>과 같다.

<표 4-7> 1차 수업 모형 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과

영역	전문가						평균	표준편차	CVI	IRA
	A	B	C	D	E	F				
타당성	2	3	3	4	4	2	3.00	0.89	0.67	0.00
설명력	2	3	3	3	4	4	3.17	0.75	0.83	
유용성	2	4	3	4	4	4	3.50	0.84	0.83	
보편성	2	3	4	3	4	2	3.00	0.89	0.67	
이해도	2	3	4	4	4	2	3.17	0.98	0.67	

1차 수업 모형 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과, 타당성(평균 3.00), 설명력(평균 3.17), 유용성(평균 3.50), 보편성(평균 3.00), 이해도(평균 3.17) 측면 모두 3.0 이상으로 비교적 타당한 것으로 나타났으나, 3.5 이상의 높은 점수를 받지는 못하였다. 이는 모형을 사용하는 교수자가 모형을 적용하는 과정에서 각 절차와 단계를 확인하기 용이하도록 가시성을 고려한 시각화가 필요하며, 본 연구의 관점을 반영하여 데이터 과학 기반 문제해결 수업 모형의 특징이 잘 드러나도록 정교화 될 필요가 있음을 시사한다. 또한, 모형에서 사용되는 용어를 초등 수학 교육과정 및

데이터 과학에서 보편적으로 사용되는 용어로 표현할 필요가 있음을 제시한다. 내용 타당도 지수(CVI)는 설명력(0.83)과 유용성(0.83)을 제외하고 .80보다 낮은 수치를 보였으며, 평정자간 일치도 지수(IRA)는 .00으로 나타났다. IRA가 낮은 이유는 모형의 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면이 모두 높은 점수를 받지 못한 것에서 기인한 것으로 볼 수 있다.

수업 모형의 개별 단계에 대한 타당화는 <표 4-8>과 같다. '수업 준비', '수업 안내', '문제 및 데이터의 이해', '문제 해결 계획 수립', '문제 해결 계획 실행', '정리', '성찰 및 적용' 단계는 평균 3.0 이상으로 비교적 타당한 것으로 나타났으나, '수학적 결과 도출' 단계는 평균 2.83으로 다소 낮게 나타났다. 이는 해당 단계에서 사용되는 용어가 보편적인 용어로 대체될 필요가 있으며, 해당 단계에서 이루어지는 데이터 시각화 활동에 대한 명확한 재정의가 필요함을 시사한다. CVI는 모든 단계가 .80 이상으로 나타났으며, IRA는 .75로 나타났다.

<표 4-8> 1차 수업 모형의 개별 단계에 대한 1차 전문가 타당화 결과

시기	단계	전문가						평균	표준편차	CVI	IRA
		A	B	C	D	E	F				
수업 전	수업 준비	3	3	3	4	4	4	3.50	0.55	1.00	0.75
수업 중	수업 안내	3	3	3	4	4	3	3.33	0.52	1.00	
	문제 및 데이터의 이해	3	3	3	3	4	4	3.33	0.52	1.00	
	문제 해결 계획 수립	3	3	3	4	4	4	3.50	0.55	1.00	
	문제 해결 계획 실행	3	3	3	4	4	4	3.50	0.55	1.00	
	수학적 결과 도출	3	3	3	3	3	2	2.83	0.41	0.83	
	정리	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
수업 후	성찰 및 적용	3	3	2	3	4	4	3.17	0.75	0.83	

수업 모형 및 교수전략에 대한 개방형 문항에서는 전문가들의 검토 의견이 수집되었으며, 전문가들의 의견을 토대로 수정 및 보완 사항을 도출하였다. 수정 및 보완 사항은 수업 모형에 대해서는 크게 '디자인', '설명의 직관성', '단계 재정의 및 재구성', '용어의 재정의'로 분류하였으며, 교수전략에 대해서는 크게 '기술 방식', '내용 수정'으로 범주화하였다. 전문가 검토 의견을 반영하여 초기 수업 모형 및 교수전략을 전반적으로 수정하였다(<표 4-9>).

<표 4-9> 1차 전문가 타당화 의견 및 수정사항

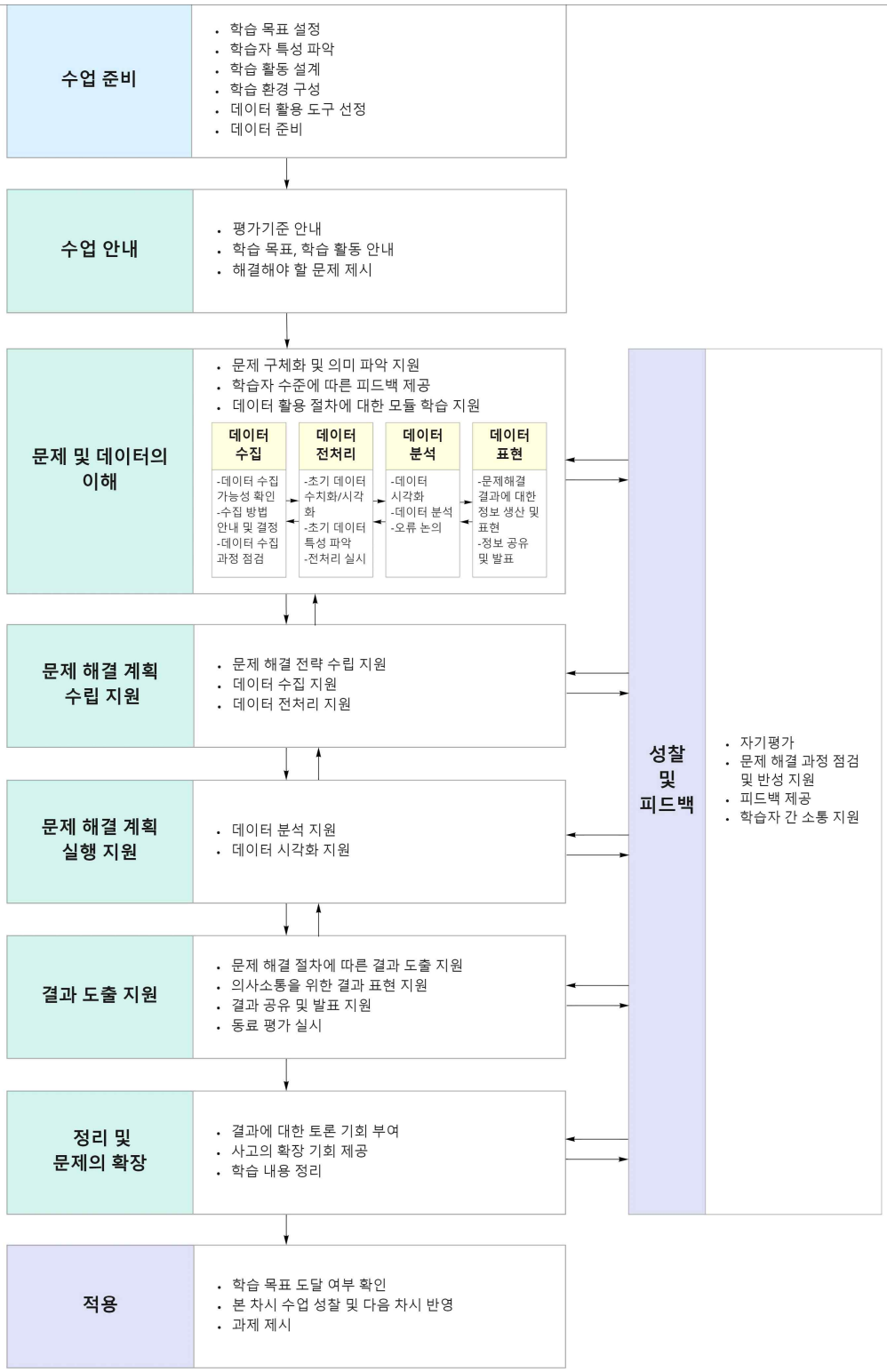
해당 항목		전문가 검토 의견	수정사항
모형	디자인	• 모형을 적용하는 과정에 있어서 어떠한 절차와 단계에 따라 진행되는지를 확인하기 힘든 형태로 제시되어 있으므로 가시성을 고려한 시각화가 필요함	• 가시성을 고려하여 전체 모형 디자인 수정
	설명의 직관성	• 각 단계의 주체가 교사인지, 학습자인지 표현 상 명확하지 않음 • 모형 단계 별 설명 중 단어의 수정 필요	• 모형을 사용하는 주체인 교사의 관점으로 단계 별 설명 문장 수정 • 직관적인 단어로 수정
	단계 재정의 및 재구성	• 교수 학습 활동이 두 가지로 구분되어 혼란이 있음 • '문제 및 데이터의 이해' 단계에 다양한	• 교수 학습 활동을 하나로 통일 • '문제 및 데이터의 이해' 단계에 세부 단계(모듈) 추가

		내용이 포함되어 있음에 따라 단계를 세분화할 필요가 있으며, 해당 단계의 연습 활동이 더 드러날 필요가 있음 • 데이터 과학의 특성을 고려한 문제해결 과정이 강조될 필요가 있음 • ‘성찰 및 적용’이 수업 전반과 수업 후반에 이루어지는 활동이 혼재되어 있으므로 이에 대한 재구성이 필요함	• 데이터 과학의 특성이 드러나게 단계 수정 • ‘성찰 및 적용’을 수업 후 단계인 ‘적용’과 수업 전반 단계인 ‘성찰 및 피드백’으로 구분하여 제시
	용어의 재정의	• 모형의 ‘데이터 시각화’에 대한 용어 정의가 필요함	• 분석을 위한 데이터 시각화는 ‘데이터 시각화’, 의사소통을 위한 정보의 생산과 표현은 ‘데이터 표현’으로 수정
교수 전략	기술 방식	• 전반적으로 데이터 과학 기반 문제해결 수업의 특성이 명확하게 드러나지 않아 수정이 필요함 • 추상적인 표현을 구체적으로 제시할 필요가 있음	• 데이터 기반이라는 특성이 드러나게 표현 수정 • 모호하고 추상적인 문장을 행동의 주체, 맥락 등을 추가하여 구체적으로 기술

	내용 수정	• 데이터 활용 자체에 대한 윤리적 검토에 대한 중요성을 고려할 필요가 있음 • 유사한 전략은 통합하여 제시할 필요가 있음 • 일반적인 내용의 전략은 수정하거나 삭제 • 소통창구의 사용 주체가 모호함 • 효율적인 시각화 방법을 선택하는 것이 아닌 가장 가시적으로 그 의미를 명확히 제시할 수 있는 방법을 선택하도록 하는 것이 적절해 보임 • 평가 전략에 대한 앞, 뒤 내용의 통일 필요 • 주제 선정 시 고려해야할 요소에 대한 우선순위를 수정할 필요가 있음 • 모형을 사용하는 교사 입장을 고려하여 번거로운 절차는 삭제하는 것이 필요함	• 윤리적 부분 추가 • 반복되거나 유사한 전략을 통합하고 필요한 전략을 일부 추가하여 전체 전략의 수를 줄임(기존 34개 교수전략 및 117개 세부전략 > 수정 후 27개 교수전략 및 62개 세부전략) • 일반적인 전략은 데이터 과학 기반 문제해결 맥락을 추가하거나 삭제 • 소통창구의 사용 주체를 명확히 기술 • 시각화 방법에 대한 전략 수정 • 평가 전략의 내용 통일 • 주제 선정시 고려해야할 요소로서 ‘학습자의 흥미’가 아닌 ‘데이터 기반 문제해결 가능 여부’를 상위 요소로 수정함 • 교수자에게 번거로운 절차가 될 수 있는 ‘학습자 설문’ 전략 삭제

전문가 검토 의견을 반영하여 수정한 2차 수업 모형은 [그림 4-3]과 같다. 1차 전문가 타당화 의견을 바탕으로 가시성을 고려하여 수업 모형의 전체 디자인을 수정하고 모형을 사용하는 주체 입장에서 모형의 단계별 용어를 수정하였다. 또한, 수학과 데이터 과학의 두 가지 영역으로 구분하여 제시하였던 교수·학습 활동을 하나로 통일하고 '문제 및 데이터의 이해' 단계에 세부 모듈 단계를 추가하였다. 그리고 수업 전반과 후반에 이루어지는 활동이 혼재되어 있던 '성찰 및 적용' 단계를 수업 후 단계와 수업 전반 단계로 구분하였으며, 데이터 과학과 관련한 용어를 보편적으로 이해되는 표현으로 수정하였다.

수업전략은 데이터 기반 수업이라는 수업 특성이 드러나도록 전반적으로 표현을 수정하였으며, 추상적이거나 일반적인 문장은 구체적으로 기술하였다. 또한, 반복되거나 유사한 전략을 통합하고 필요한 전략을 일부 추가하여 초기 34개 교수전략 및 117개 세부전략을 27개 교수전략 및 62개 세부전략으로 줄였다.



[그림 4-3] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 2차 수업 모형

2. 2차 전문가 타당화 결과

1차 전문가 타당화 결과를 반영하여 도출된 2차 수업 모형 및 교수전략에 대한 2차 전문가 타당화를 실시하였다. 2차 전문가 타당화는 1차에 참여한 전문가 6인이 참여하였다. 2차 수업 모형 전반에 대한 1차 전문가 타당화 결과는 <표 4-10>과 같다.

<표 4-10> 2차 수업 모형 전반에 대한 2차 전문가 타당화 결과

영역	전문가						평균	표준편차	CVI	IRA
	A	B	C	D	E	F				
타당성	3	4	4	3	4	4	3.67	0.52	1.00	1.00
설명력	3	4	3	4	3	3	3.33	0.52	1.00	
유용성	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
보편성	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
이해도	3	3	4	4	4	4	3.67	0.52	1.00	

2차 전문가 타당화 결과, 타당성(평균3.67), 유용성(평균 3.83), 보편성(평균 3.83), 이해도(평균 3.67)의 영역에서 평균 3.5 이상의 높은 타당도가 나타났으며, 설명력(평균 3.33)은 다른 영역에 비해 다소 낮게 나왔다. 이는 수업 모형의 각 단계에 내포되어 있는 세부 요소가 명시적으로 제시될 필요가 있으며, 본 연구의 맥락을 보다 명확하게 드러낼 수 있도록 일부 단계에 대한 명칭을 수정할 필요가 있음을 나타낸다. 또한, 단계와 단계 간, 단계와 교수전략 간의 관련성을 고려하여 단계 및 교수전략을 정교화 할 필요가 있음을 시사한다. 모든 영역에 대한 내용 타당도 지수(CVI)와 평정자간 일치도 지수(IRA)는 1.0으로 나타나 전문가 타당화 결과의 신뢰도가 검증되었다.

2차 수업 모형의 개별 단계에 대한 타당화 결과는 <표 4-11>과 같다. 모든 단계의 타당화 평균은 3.5 이상으로 높게 나타났으며, CVI와 IRA

는 1.0으로 나타나 2차 수업 모형의 개별 단계에 대한 전문가 타당화 결과의 신뢰도가 검증되었다.

<표 4-11> 2차 수업 모형의 개별 단계에 대한 2차 전문가 타당화 결과

시기	단계	전문가						평균	표준편차	CVI	IRA
		A	B	C	D	E	F				
수업 전	수업 준비	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	1.00
수업 중	수업 안내	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
	문제 및 데이터의 이해	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
	문제 해결 계획 수립	3	3	4	4	4	4	3.67	0.52	1.00	
	문제 해결 계획 실행	3	4	4	3	4	4	3.67	0.52	1.00	
	수학적 결과 도출	3	4	4	4	4	4	3.83	0.41	1.00	
	정리	3	3	4	4	4	4	3.67	0.52	1.00	
수업 후	성찰 및 적용	3	3	3	4	4	4	3.50	0.55	1.00	

2차 전문가 타당화의 개방형 문항에서 수업 모형 및 교수전략에 대한 전문가들의 검토 의견을 수집하였으며, 이를 반영하여 수업 모형과 교수전략을 수정하였다. 검토 의견은 수업 모형에 대해서는 '단계 재정의 및 재구성', '용어의 재정의'로 범주화 하였으며, 교수전략에 대한 의견은 1차와 동일하게 '기술 방식', '내용 수정'으로 분류하였다. 전문가 검토 의견과 이를 반영하여 수정한 사항은 <표 4-12>와 같다.

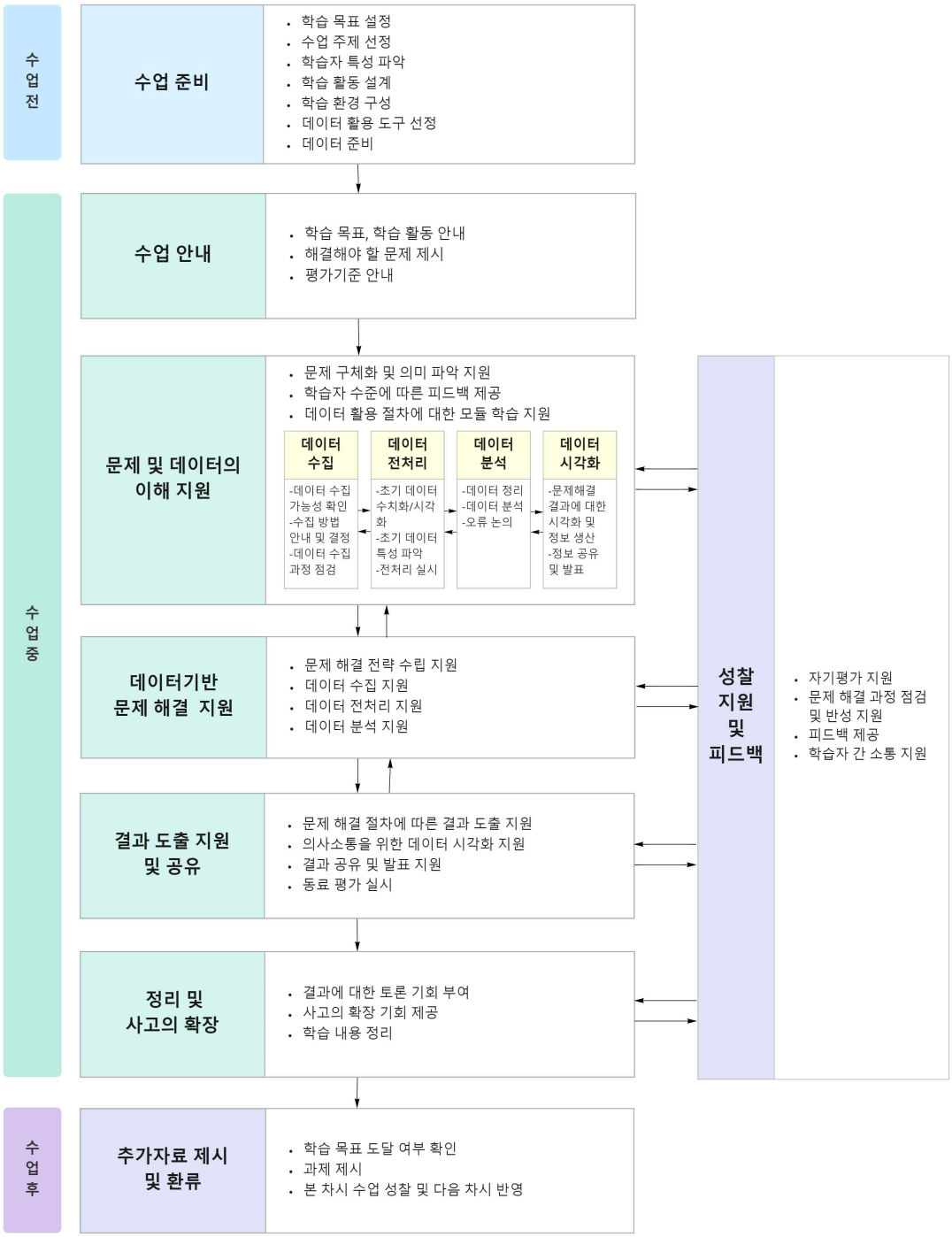
<표 4-12> 2차 전문가 타당화 의견 및 수정사항

해당 항목		전문가 검토 의견	수정사항
모형	단계 재정의 및 재구성	• 각 단계의 이름을 모형을 사용하는 교사를 주체로 한 단계명으로 통일할 필요가 있음 • '수업 준비'에 데이터 기반 문제해결이 가능한 주제 선정과 관련된 요소가 직접적으로 제시되면 본 연구의 특성을 강조할 수 있을 것 같음 • '수업 안내'의 평가기준 안내의 순서를 뒤로 수정하여 제시할 것을 제안함 • '문제해결 계획 실행 지원' 단계가 앞 단계와 관련성이 높음에 따라 두 단계를 하나의 단계로 포괄한 후 세부 진행이 이루어질 수 있는 형태로 제시하는 것이 적절해 보임 • '정리 및 문제의 확장', '적용' 단계명을 적절히 수정할 필요가 있음	• '성찰 및 피드백'을 '성찰 지원 및 피드백'으로 수정하는 등 각 단계 이름을 교사 주체로 수정 • '수업 중비' 단계에 '수업 주제 선정' 추가 제시 • '수업 안내'의 평가기준 안내의 순서를 해당 단계의 가장 뒤로 수정 • '문제해결 계획 수립 지원'과 '문제해결 계획 실행 지원' 단계를 '데이터기반 문제 해결 지원' 단계로 통합 • '정리 및 문제의 확장', '적용' 단계명을 '정리 및 사고의 확장', '추가자료 제시 및 환류'로 수정함
	용어의	• '데이터 시각화'와 '데	• 데이터 분석 단계에서

	재정의	이터 분석', '데이터 표현' 사이의 관계에 대해서 그 의미를 분명히 하여 조정할 필요가 있음. 초등학교 수학과 교육과정에서 '자료의 정리'라는 표현이 자주 사용되기 때문에 선생님들의 입장에서도 더 직관적으로 와닿을 것임	의 '데이터 시각화'는 '데이터 정리'라는 표현으로 대체하고, 의사소통을 목적으로 정보를 잘 전달할 수 있는 형태로 표현하는 의미의 '데이터 표현'은 '데이터 시각화'라는 표현으로 대체하여 수정
교수 전략	기술 방식	• 교수자의 관점에서 활용할 수 있도록 전체적으로 표현을 수정할 필요가 있음	• 교수자의 관점으로 전체적인 표현 수정
	내용 수정	• 초등학생 수준을 고려하여 예시 도구로 엔트리, 오렌지3 등을 추가 제시하는 것을 제안함 • '상관관계'는 중학교 교육과정에 해당하므로 선행학습 요소 확인이 필요함 • '수업준비-2-1' 전략의 우선순위를 제시하는 것보다 기본적으로 포함되는 기준으로 제시하는 것이 좋음 • 각 전략의 위계를 고려하여 순서를 변경할 필요가 있음	• 엔트리, 오렌지3, 엑셀을 추가 제시 • 선행학습에 해당하는 용어를 사용하는 것을 지양하고 쉬운 예시를 들어 설명하도록 해설에 제시 • '수업준비-2-1' 전략을 우선순위 대신 기준/조건을 확인하는 것으로 수정 • 전략의 위계에 맞게 전략의 순서를 전체적으로 검토하여 수정 • 관련성을 고려하여 일부 전략을 통합

		• 관련성을 고려하여 일부 전략을 통합하여 제시할 필요가 있음 • 세부 전략의 조건 및 표현이 수정될 필요가 있음	• 세부 전략의 조건 및 표현 수정

각 단계의 이름을 교사 주체로 수정하고, 단계의 세부 요소를 추가하거나 절차적 순서를 조정하는 등 단계를 재정의하고 재구성하였다. 또한, 관련성이 높은 '문제해결 계획 수립 지원'과 '문제해결 계획 실행 지원' 단계를 '데이터기반 문제 해결 지원' 단계로 통합한 후 세부 진행이 이루어질 수 있는 형태로 제시하였으며, 단계와 전략 간의 관련성을 고려하여 '정리 및 문제의 확장' 단계명을 '정리 및 사고의 확장'으로, 그리고 '적용' 단계명을 '추가자료 제시 및 환류'로 수정하였다. 수정한 3차 수업 모형은 [그림4-4]와 같다.



[그림 4-4] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 3차 수업 모형

수업 전략은 전문가의 의견을 반영하여 교수자의 관점으로 전체적인 표현을 정련하였다. 또한, 전략의 위계에 맞게 전략의 순서를 전체적으로 검토하여 수정하였으며, 전략 간의 관련성을 고려하여 일부 전략을 통합하여 제시하였다. 마지막으로, 초등학생 수준을 고려하여 데이터 수집 및 시각화 도구의 예시로 엔트리, 오렌지3, 엑셀을 추가 제시하고, '상관관계'와 같이 선행학습에 해당하는 용어의 사용을 지양하고 쉬운 예시를 들어 설명하도록 해설에 구체적으로 제시하는 등 세부 전략의 조건 및 표현을 수정하였다. 3차 수업 모형에 따른 27개 교수전략 및 62개 세부 전략은 <표 4-13>과 같다.

<표 4-13> 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 3차 교수전략

수업 단계	교수전략	
[수업전] 수업 준비	**1. 데이터 기반 문제해결 수업의 학습 목표를 설정하라**	
	1-1. 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 선수 학습 내용을 파악하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서를 통해 각 단원의 학습 요소에 대한 선수 학습 및 후속 학습을 확인할 수 있음. 이를 통해 본 수업에서 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 학습자들이 도달해있어야 하는 선수 학습 내용을 파악하도록 함.
	1-2. 교육과정 및 교과서의 학습 요소를 면밀하게 검토하여 수학 성취기준과 데이터 기반 문제해결 요소가 융합된 학습 목표를 기술하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교육과정 및 수학 교과서에서 본 수업과 관련한 학습 요소를 확인하고, 본 수업을 통해 달성해야 할 수학 교육과정의 성취기준을 파악함. 이를 바탕으로 학습자들이 도달해야 할 수학 학습 요소 및 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표를 도출하되, 수학 및 데이터 기반 문제해결 학습 요소가 모두 포함된 학습 목표로 재구성할 필요가 있음. 예를 들어, 기존의 수학 교육과정 상의 성취기준을 바탕으로 학습 목표를 도출하되, 데이터 과학 학습 요소와 관련된 교육 목표를 추가로 기술함.
	1-3. 데이터를 활용한 문제해결활동이 학습 목표 달성에 효과적인지 검토하라	

수업 단계	교수전략	
	해설 및 예시	도출한 학습 목표를 달성하는 데 데이터를 활용한 문제해결활동이 적합한지 검토할 필요가 있으며, 데이터를 기반으로 해결/활동 할 수 있는 학습 목표인지 확인해야 함. 예를 들어, 학습 목표를 달성하기 위해 데이터를 활용할 필요가 있는지, 학습 목표를 달성하기 위해 활용할 수 있는 데이터가 있는지 검토해야 함.
	2. 데이터 기반 문제해결이 가능한 주제를 선정하라	
	2-1. 필요시 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 관심 주제를 선별하라	
	해설 및 예시	주제를 선정하는 과정에서 학습자의 학습 동기 및 학습 참여도를 증진시키기 위해 학습자의 관심 주제를 살펴볼 필요가 있음. 이를 위해 수업 전(최소 5일 전)에 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 학습자의 관심 주제를 검토할 수 있음. 효과적인 질문 및 설문을 위해 구글 폼즈(Google Forms), 멘티미터(Mentimeter) 등과 같은 온라인 도구를 활용할 수 있으며, 직접 학습자들을 관찰하거나 구두로 질문하는 방법도 가능함.
	2-2. 주제를 선정하는데 고려해야 할 기준/조건을 확인하고, 해당 기준/조건에 부합하는지 검토하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 수업에 적합한 수업 주제를 선정하기 위해 주제 선정의 기준/조건을 확인할 필요가 있음. 예를 들어, 아래와 같은 기준/조건을 확인하고 해당 기준/조건에 부합하는지 검토해야 함. -데이터로 검증이 가능한 주제인가? -직접적인 관련 데이터를 확보할 수 있는 주제인가? -학습자와 연관된 친숙하고 실제적인 실생활 주제인가? -다양한 현상과 쟁점을 담고 있는 포괄적인 주제인가? -의미 있는 결과를 얻을 수 있는 주제인가? -학습 목표를 도달하기 적합한 주제인가?
	3. 수학 및 데이터 과학과 관련한 학습자의 특성을 파악하라	
	3-1. 학습하고자 하는 수학 지식과 관련한 학습자가 가진 선수 지식 수준, 선수 학습 요소와 관련된 오개념을 파악하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서에 제시된 본 수업의 학습 요소에 대한 학습자의 선수 지식 수준을 파악하며, 선수 학습 요소에 대하여 가지고 있는 지식 수준 및 오개념을 파악하여 학습자의 학습 출발점을 확인하고 본 수업 설계 시 반영할 필요가 있음. 1) 학습자가 선수 학습 요소에 대한 지식 수준이 낮거나 오개념을 가지고 있는 경우, 본 수업의 학습 요소를 다루기에 앞서 복습

수업 단계	교수전략	
		시간을 제공하거나 관련 학습 과제를 제공하는 등 적절한 피드백을 통해 재학습을 할 수 있도록 함. 2) 이와 반대로, 학습자가 본 수업의 학습 요소에 대해 선수 지식 수준이 높은 경우, 보다 더 비구조화되고 복잡한 문제해결 활동을 제시하도록 함.
	3-2. 학습자의 데이터 수집, 전처리, 분석, 시각화에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부를 파악하라	
	해설 및 예시	데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화 단계에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결 경험 여부 등 데이터 과학과 관련한 학습자의 특성을 파악할 필요가 있음. 1) 학습자의 경험 수준이 전무하거나 낮은 경우, 각 단계에 대한 설명 및 시연을 제공할 필요가 있으며, 각 단계를 모듈화하여 충분히 연습하고 경험할 수 있도록 수업을 설계해야 함. 2) 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 각 단계를 모듈화하여 미시적으로 연습하는 것이 아닌, 데이터 기반 문제해결이라는 하나의 거시적인 흐름으로 수업을 설계할 필요가 있음.
	4. 학습 목표를 달성하기 위한 데이터 기반 학습 활동을 설계하라	
	4-1. 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하라	
	해설 및 예시	수학 및 데이터 과학 학습 요소를 모두 포함한 학습 활동 설계 시, 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하는 것을 권장함. 즉, 수학 교과서에 제시된 문제를 제외하고 무조건 새로운 문제를 개발하는 것보다는 기존의 수학 문제 혹은 제시된 문제 상황을 데이터 기반 문제해결활동에 적합하게 변형하여 활용함.
	4-2. 학습 목표와 문제 난이도, 학습자 수준에 따라 문제해결활동의 활동 유형(전체 활동, 모둠 활동, 짝 활동, 개별 활동)을 결정하라	
	해설 및 예시	학습자가 개별로 데이터를 기반으로 해결할 수 있는 수준인지, 2명 이상의 동료 학습자가 필요한지 확인하는 것이 필요함. 이를 위해 학습 목표, 문제 난이도, 학습자 수준을 검토할 필요가 있음.
	5. 데이터 분석 및 시각화 도구를 선정하라	
	5-1. 프로그램(엑셀, 엔트리, 오렌지3, 온라인 코딩 도구, 데이터 시각화 도구 등)을 선정하고, 어느 단계에서 제시 및 활용할 것인지 결정하라	
	해설 및	데이터 분석 및 데이터 시각화 단계에서 사용할 수 있는 프로그램으로 엑셀, 엔트리(Entry), 오렌지3(Orange 3), 코랩(Colab),

수업 단계	교수전략	
	예시	온라인 코딩 사이트 등 여러 가지가 있음. 교수자는 학습 목표와 학습자 수준을 고려하여 프로그램을 선정하여 학습자가 학습 목표를 달성하는 데 활용할 수 있는 도구를 준비해야 함. 또한, 학습자의 도구 활용 경험 여부, 친숙성 정도를 고려하여 어느 단계에서 도구를 제시 및 활용할 것인지 결정해야 함. 다만, 일반적인 초등학생 수준에서는 엑셀, 엔트리, 오렌지3 등이 적합한 도구로 보이며, 학습자의 수준이 높은 경우 코랩 등을 활용할 수 있음. *가입절차가 필요 없는 온라인 코딩 사이트 예시 : 1) https://replit.com/languages/python3 2) https://www.programiz.com/python-programming/online-compiler/ 3) https://codebunk.com/
	5-2. 학습자의 수준을 고려하여 뼈대 코드를 준비하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정해야 함. 단, 일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 뼈대 코드를 제공하는 것이 필요하며, 어느 정도의 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정하고 준비해야 함.
	5-3. 학습자가 데이터 기반 문제해결학습 활동을 수행하기 앞서 각 단계를 연습할 수 있는 연습문제를 준비하라	
	해설 및 예시	학습자가 데이터 기반 문제해결학습 활동의 각 단계를 연습하는 것이 필요할 경우, 각 단계를 모듈화하여 각각에 해당하는 연습문제를 준비하는 것이 필요함.
	6. 데이터 기반 문제해결학습 활동을 위한 환경을 구성하라	
	6-1. 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하라	
	해설 및 예시	문제해결활동의 활동 유형이 개별 활동일지라도 학습자들이 서로 의견을 교환하거나 피드백을 주고받는 등 의사소통 할 수 있도록 환경을 구성할 필요가 있음. 이를 위해 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하여야 함. 예를 들어, 의견을 교환할 수 있는 소통 시간을 따로 마련하거나, 온라인 도구를 통해 소통할 수 있도록 함. 소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구로는 패들렛(Padlet), 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스

수업 단계	교수전략	
		(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등이 있으며, 학급 운영 특성 및 학교 환경을 고려하여 선택하도록 함.
	6-2. 데이터 분석 등 학습 활동을 하는 데 필요한 기기(태블릿, PC)를 준비하고 네트워크 환경을 점검하라	
	해설 및 예시	효과적인 데이터 기반 문제해결학습 활동을 하기 위해서는 학습자 1인당 1개의 기기를 준비하는 것을 권장함. 이를 위해 태블릿, PC, 노트북과 같은 기기를 미리 확보하고 준비해야 하며, 마우스와 키보드 사용이 원활한 노트북을 권장함. 또한, 데이터 수집 및 탐색 시 인터넷이 필요하므로 네트워크 환경을 점검해야 함. - 1인 1기기가 확보되었는가? - 마우스와 키보드 사용이 가능한가? - 네트워크(wifi 등) 접속이 원활한가?
	7. 조건에 적합한 데이터를 준비하고, 데이터 활용을 계획하라	
	7-1. 데이터를 준비할 때 다음의 조건에 모두 부합하는지 검토하라 **1) 구할 수 있는 데이터인가?** **2) 분석할 수 있는 형태인가?** **3) 수업 주제와 연관된 데이터인가?**	
	해설 및 예시	데이터를 준비할 때 구할 수 있는 데이터인지, 분석할 수 있는 형태인지, 수업 주제와 연관된 데이터인지 확인할 필요가 있음. 세 가지 조건이 모두 충족이 되어야 하며, 특히 구할 수 없는 데이터이거나 구할 수는 있어도 분석할 수 있는 형태가 아니면 수업에 활용할 수 없음.
	7-2. 학습자의 특성, 수업 단계를 고려하여 데이터 제공 범위, 제공 데이터의 전처리 정도 및 활용 수준을 계획하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 기반 문제해결 활동 경험 정도 및 수업 단계를 고려하여 1) 데이터를 얼마나 제공할 것인지(필요한 데이터를 모두 제공 혹은 필요한 데이터 요소 중 일부 데이터만 제공), 2) 어느 정도 전처리 된 데이터를 제공할 것인지, 3) 데이터를 어느 정도 활용할 것인지(데이터 전처리 단계까지 활용 혹은 데이터 분석 단계까지 활용 등) 계획해야 함. 예를 들어, (1) 학습자의 경험 수준이 낮은 경우, 필요한 데이터를 모두 제공하거나 전처리 되어 활용하기 쉬운 형태의 데이터를 제공하고, (2) 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 데이터를 일부만 제공하여 학습자가 스스로 필요한 데이터를 탐색하고 수집하게 하거나 직접 데이터를 전처리하도록 할 수 있음.

수업 단계	교수전략	
[수업중] 수업 안내	**1. 데이터를 활용하여 해결해야 할 문제 상황을 제시하라**	
	1-1. 데이터를 활용하여 해결할 수 있는 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하라	
	해설 및 예시	제시하는 문제 상황은 데이터를 활용하여 해결 가능한 문제이어야 함. 또한, 학습의 전이를 촉진시키고 학습자 흥미 및 학습 참여도를 높이기 위해 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하는 것을 권장함. 이상의 조건에 부합하는 문제를 제시해야 하며, 문제의 맥락을 함께 제시하는 것이 필요함.
	1-2. 비구조화된 개방형 문제를 제시하라	
	해설 및 예시	문제는 비구조화된 개방형 문제로서 실제와 유사한 복잡성을 가지며, 다양한 측면으로 접근하여 해결할 수 있는 문제를 제시하는 것을 권장함. 학습자들은 제시된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 다양한 해결 방안 혹은 결과를 도출할 수 있음. 다만, 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습을 위해 제시하는 연습문제로는 학습 단계를 고려하여 단순하고 구조화된 문제를 권장함.
	2. 수업 활동에 대한 평가 기준을 안내하라	
	2-1. 학습 과제 수행 전반에 대해 평가 기준과 평가 방법을 구체적으로 안내하라	
	해설 및 예시	학습 과정 전반에 대해 수학 지식 이해도, 각 단계에서의 목표 달성 정도, 활동 산출물 완성 정도 등 평가 기준과 체크리스트, 자기평가, 동료평가 등 평가 방법을 수업 사전에 계획하고 학습자들에게 미리 안내할 필요가 있음.
	2-2. 데이터 기반 활동에 대한 분명한 준거를 구체적으로 안내하라	
	해설 및 예시	데이터 과학 기반 활동에 대한 평가 기준으로서 1) 데이터 수집의 공정성, 2) 데이터 전처리 여부의 적절성, 3) 데이터 분석 결과의 타당성, 4) 결과 표현의 타당성 등을 안내하고 설명할 필요가 있음.
[수업중] 문제 및 데이터의 이해 지원	**1. 문제를 해결하기 위해 필요한 수학 내용 지식의 이해도와 데이터 과학 기반 문제해결 활동 경험을 확인하고 안내하라**	
	1-1. 사전에 파악이 되지 않은 경우, 간단한 퀴즈, 발문 등을 통해 수학 내용 지식에 대한 이해도 및 데이터기반 문제 해결 경험을 확인하라	
	해설 및 예시	교수자 및 학습자의 상황으로 인해 수업 전에 본 수업과 관련한 수학 내용 지식 이해도 및 데이터 기반 문제해결 경험 여부 등의 학습자 특성을 파악하지 못한 경우, 간단한 퀴즈 혹은 발문을 통해 학습자 특성을 파악할 수 있음. 간단한 퀴즈는 카훗(Kahoot),

수업 단계	교수전략	
		멘티미터(Mentimeter) 등 온라인 도구를 활용하여 실행할 수 있음.
	1-2. 학습자가 수학 내용 지식 및 데이터 과학과 관련하여 새로운 학습이 필요한 부분, 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 안내하라	
	해설 및 예시	학습자가 수학 내용 지식 및 데이터 과학과 관련하여 새로운 학습이 필요한 부분, 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 해당 내용이나 과정을 반복하여 설명하는 등 필요한 부분을 지도함.
	2. 주어진 문제 상황에서 해결해야 할 문제를 스스로 구체화할 수 있도록 안내하라	
	2-1. 해결해야 할 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 정하도록 하라	
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 구체화하여 이해할 수 있도록 1) 해결해야 할 문제의 맥락, 내용 요소 등과 관련하여 궁금한 점, 2) 문제 상황에서 해결하고자 하는 점 혹은 해답을 얻고 싶은 점, 3) 문제에 대한 장점적인 해답(가설)에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함.
	2-2. 스스로 발견한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 공유하고 상호 피드백을 통해 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정하게 하라	
	해설 및 예시	학습자가 스스로 정한 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설은 발표 혹은 소통 창구를 통하여 동료 학습자와 공유할 수 있도록 하고 상호 피드백을 주고받을 수 있도록 함. 또한, 의견 공유 및 상호 피드백 결과를 바탕으로 자신의 초기 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정할 수 있도록 해야 함. 이를 통해 문제에 대한 이해가 정교해지고 추후 문제 해결 계획 수립이 구체화 될 수 있음.
	2-3. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 논의하도록 하라	
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터/변수는 무엇인지 논의해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함. 학습자들이 데이터 과학 기반 활동에 익숙치 않거나 어려워하는 경우, 예시 사례 혹은 연습 문제를 제공하도록 함.
	3. 필요시, 연습 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차의 각 단계를 충분히 익힐 수 있도록 연습 기회를 충분히 제공하라	

수업 단계	교수전략	
	3-1. 학습 목표와 관련된 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하라	
	해설 및 예시	학습자가 데이터 활용 절차(데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화)를 연습할 필요가 있는 경우, 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하되 학습 목표와 연관 있는 데이터를 제공하는 것을 권장함. 즉, 데이터 활용 연습 절차의 각 모듈을 통해서도 학습 목표를 달성할 수 있어야 함.
	3-2. 학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 설명하고 활동 방법을 시연하라	
	해설 및 예시	학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 모듈화하고 각 모듈 내에서 세부 단계를 설명 및 시연함. 예를 들어, '데이터 수집' 모듈에서는 연습 문제를 해결하기 위해 수집해야 할 데이터를 확인하고, 데이터를 수집할 수 있는 사이트 등을 안내하며, 데이터 수집 방법을 시연하고, 데이터 수집 과정을 성찰하도록 안내함.
	3-3. 데이터 활용 절차에서 활용할 도구를 안내하고 충분히 익힐 수 있도록 지원하라	
	해설 및 예시	데이터 활용 절차의 각 모듈 내에서 활용할 도구를 안내하고 기본적인 기능이나 특징을 이해하도록 안내함. 학습자의 수준이 상당할 시 여러 가지 도구 중 선호하는 도구를 선택하도록 해도 되나, 일반적인 초등학생 수준을 고려할 때 교수자가 미리 선정하여 제공하는 것을 권장함. *도구 예시 : 엑셀, 엔트리(Entry), 오렌지3(Orange3), 코랩(Colab), 온라인 코딩 사이트 등 또한, 연습 문제 및 연습 데이터를 통해 충분히 익힐 수 있도록 지원해야 함. 예를 들어, 필요시 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드를 제공하거나, 전체 코드를 제공하여 참고하도록 할 수 있음.
[수업중] 데이터 기반 문제 해결 지원	**1. 문제를 해결하기 위한 전략을 세우도록 지원하라**	
	1-1. 주어진 정보 및 필요한 데이터를 탐색하고, 데이터를 기반으로 해결하기 위한 문제해결 계획을 세워보도록 지원하라	
	해설 및 예시	문제 상황, 제공된 데이터, 필요하다고 판단한 데이터를 명확히 이해하고 문제를 해결하기 위해 해야 할 일과 일의 순서를 논의해보도록 함.
	1-2. 데이터 기반 문제해결 계획서를 작성하도록 안내하라	
	해설 및	데이터를 기반으로 해결해야 하는 문제에 대한 문제해결 계획서를 작성해보도록 함. 일반적인 초등학생 수준을 고려할 때, 구조

수업 단계	교수전략	
	예시	화된 형태의 계획서를 제공하는 것을 권장함.
	2. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집하도록 안내하라	
	2-1. 필요한 데이터의 수집 가능성을 확인하고 수집 방식을 결정하게 하라	
	해설 및 예시	필요하다고 판단한 데이터가 수집할 수 있는 데이터인지 확인하도록 하고, 수집이 가능한 데이터임이 확인되면 수집 방법을 결정하도록 지원 함. 수집 방법은 이미 있는 데이터를 가지고 오거나 혹은 직접 데이터를 생성하는 방법이 있음. 1) 이미 있는 데이터를 가지고 오는 경우, 기존의 데이터를 그대로 사용할 것인지, 혹은 필요한 부분을 추출할 것인지 등을 결정하도록 함. 2) 직접 데이터를 생성하는 경우, 정해진 시간 안에 많은 양의 데이터를 생성하기가 어려우므로 학습자가 개별로 데이터를 생성한 후 각 데이터를 수합하는 등의 학습자 간 협업이 이루어지도록 역할을 분배할 필요가 있음.
	2-2. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 혹은 공공 데이터 목록을 제공하고, 공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내하라	
	해설 및 예시	공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내 및 시연하는 것이 필요함. 또한, 데이터 수집 사이트 목록을 제공하거나 교수자가 미리 수집한 공공 데이터 목록을 제공하여 학습자가 필요한 데이터를 다운 받을 수 있도록 함. *데이터 수집 사이트 : https://data.go.kr(공공데이터포털), https://kosis.kr/index/index.do(국가통계포털), https://mois.go.kr/frt/a01/frtMain.do(행정 안전부), https://mdis.kostat.go.kr/index.do(마이크로 데이터 통합 서비스), https://www.localdata.go.kr/(지방행정 데이터 개방 시스템), https://data.seoul.go.kr/index.do(서울 열린데이터 광장), https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do(기상자료 개방 포털), https://www.bigdata-environment.kr/user/main.do(환경 빅데이터), http://www.index.go.kr/main.do(e-나라지표), https://www.kaggle.com/datasets(케글 데이터셋), https://data.soledot.com/home/fo/index.sd(데이터공작소)
	2-3. 데이터를 윤리적인 과정으로 수집하였는지, 데이터가 편향되지는 않았는지 스스로 검토하도록 안내하라	
	해설 및	데이터를 합법적인 사이트에서 윤리적인 과정을 거쳐 수집하였는지, 수집한 데이터가 편향된 데이터는 아닌지 확인하는 것이

수업 단계	교수전략	
	예시	필요함. 비윤리적인 수집, 편향된 데이터의 예시를 보여주며 설명할 수 있음.
	3. 초기 데이터 특성을 파악하고, 데이터를 문제해결에 적합한 형태로 전처리하도록 안내하라	
	3-1. 문제를 해결하기 위해 필요한 변수가 무엇인지 파악하고, 초기 데이터에서 필요한 부분과 그렇지 않은 부분, 더 필요한 데이터를 확인하도록 안내하라	
	해설 및 예시	문제와 관련된 데이터 변수가 무엇인지 확인하여 초기 데이터에서 필요한 변수, 필요하지 않은 변수가 무엇인지 파악하고 더 필요한 데이터가 있는지 확인하도록 함. 더 필요한 데이터가 있는 경우 데이터 수집을 추가적으로 수행하도록 함.
	3-2. 초기 데이터 특성을 파악하여 데이터 전처리 여부를 결정하도록 안내하고, 필요시 전처리를 실시하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 하라	
	해설 및 예시	초기 데이터를 수집한 형태 그대로 살펴보거나, 혹은 데이터를 수치화/시각화하여 데이터 특성을 파악하도록 함. 파악한 데이터 특성을 기반으로 데이터 전처리 여부를 결정하도록 함. 학습자가 전처리가 필요하다고 판단한 경우, 전처리를 실시하도록 안내함. 교수자는 학습자의 수준에 따라 전처리 정도를 결정하여 미리 데이터를 준비하는 것이 필요함.
	3-3. 데이터의 공정성을 확보하기 위하여 데이터 전처리 과정 및 전처리를 실행한 이유를 기록하도록 하라	
	해설 및 예시	필요 없는 부분이라고 판단하여 데이터를 삭제하는 등의 데이터 전처리 과정에서 윤리적인 문제가 등장할 수 있음. 따라서 최적화된 데이터셋을 준비하기 위하여 데이터를 전처리하되 전처리 과정 및 이유를 기록하도록 할 필요가 있음. 이를 통해 학습자의 의도 개입을 최소화하고 편향을 통제한 형태로 데이터 전처리가 이루어졌는지 확인하도록 함. 또한, 이를 '정리 및 문제의 확장' 단계에서 함께 공유하고 논의하는 기회를 제공하여 데이터의 공정성에 대해 인식할 수 있도록 해야 함.
	4. 데이터의 특성과 문제해결의 목적에 맞게 데이터를 정리하도록 안내하라	
	4-1. 데이터를 정리하는 다양한 방법을 안내하고, 가장 효과적인 방법으로 데이터를 정리하도록 하라	
	해설	평균, 막대그래프, 꺾은선 그래프, 산포도, 워드클라우드, 파이차

수업 단계	교수전략	
	및 예시	트, 히트맵, 지도맵핑 등 데이터의 특성과 문제해결의 목적에 부합하도록 적절한 통계량이나 그래프를 선택함으로써 데이터를 정리하는 방법을 안내하고, 데이터의 특성에 따라 가장 효과적인 방법을 선택하여 데이터를 정리하도록 안내함.
	4-2. 데이터를 정리하는 과정을 통해 데이터 전처리가 필요한 이유를 경험하고, 이를 설명해보도록 안내하라	
	해설 및 예시	전처리된 데이터의 정리 결과를 초기 데이터와 비교하여 보도록 하고 이를 통해 데이터 전처리가 문제 해결에 도움이 되는 것을 경험하도록 함.
	4-3. 학습자 수준을 고려하여 데이터 정리에 활용되는 뼈대 코드를 제공하고, 적절한 도움을 제공하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 데이터를 시각화하는 뼈대 코드를 제공함. 일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 거의 완성형의 코드를 제공할 것을 권장하며, 필요시 코드에 대한 설명을 제공함.
	5. 정리된 데이터를 기반으로 데이터를 분석하도록 지원하라	
	5-1. 데이터 분석을 통해 데이터 변수간의 관계 등 데이터의 특성과 경향을 탐색하도록 하라	
	해설 및 예시	정리된 데이터를 보고 데이터 변수간의 관계(정적/부적인 상관관계 등) 및 경향성(시간이 지남에 따라 수치들이 어떻게 변하는지, 조건에 따라 데이터가 어디에 집중되어 있는지 등)을 탐색해 보도록 안내함.
	5-2. 필요시 데이터 분석의 과정에서 나타날 수 있는 오류를 논의해보도록 지원하라	
	해설 및 예시	데이터 분석 과정에서 상관관계와 인과관계를 혼동하여 나타날 수 있는 오류를 논의해보는 기회를 제공함. 상관관계가 있다고 해서 인과관계가 있는 것이 아님을 알고 데이터 분석을 실시하도록 안내함. 다만, 상관관계, 인과관계라는 용어는 초등학교 수준에 적절치 않으므로 해당 용어를 사용하는 것을 지양하고 쉬운 예시를 들어 설명해 줄 필요가 있음. -상관관계(correlation) : 변수 간 영향을 주고받는 관계 -인과관계(causality) : 변수간의 인과성이 존재하여 원인과 결과를 일으키는 관계
[수업중]	**1. 데이터 분석 결과로부터 문제 해결 방안을 도출하도록 지원하라**	

수업 단계	교수전략	
결과 도출 지원 및 공유	**1-1. 데이터 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 문제 해결을 위한 발산 및 수렴적 사고과정을 통해 다양한 방안을 도출하도록 하라**	
	해설 및 예시	발산 및 수렴적 사고과정을 통해 데이터 분석 결과로부터 문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 도출하고, 문제에 대한 답을 찾도록 함.
	1-2. 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 지어 문제 해결 방안을 설명하도록 하라	
	해설 및 예시	문제 해결 방안을 기술할 때 학습 목표와 관련한 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 짓도록 안내함. 예를 들어, 데이터 분석 결과를 설명하면서 데이터 변수 간의 관계 안에 숨겨진 수학 지식을 추가 기술하도록 함.
	2. 데이터 분석 결과를 기반으로 한 문제해결 결과가 적절한 형태로 표현되도록 데이터 시각화를 지원하라	
	2-1. 문제해결 결과를 시각화하는 다양한 방법을 안내하고, 어떤 방법이 가장 효과적으로 정보를 시각화하기에 적합한지 결정하도록 안내하라	
	해설 및 예시	데이터 분석 결과를 기반으로 의사소통을 위한 정보를 시각화 및 생산하도록 함. 이를 위해 그래프, 포스터, 인포그래픽 등 여러 가지 시각화 방법을 안내하고 정보를 시각화하기에 가장 적합한 방법을 선택하도록 안내함. 단, 교수자의 재량에 따라 시각화 방법을 지정해 줄 수 있음.
	2-2. 데이터 분석 결과를 토대로 문제해결 결과에 대한 정보를 시각화 및 생산하도록 지원하라	
	해설 및 예시	결정한 시각화 방법으로 정보를 시각화 및 생산하도록 함. 이때 온라인 도구를 활용하도록 할 수 있으며, 전지, 매직펜 등을 이용하여 손으로 제작하도록 할 수 있음.
	3. 생산한 정보를 공유하고 발표하는 등 의사소통 기회를 제공하라	
	3-1. 산출물을 발표 및 시연하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하고, 서로의 해결 방법 및 결과를 비교할 수 있도록 하라	
	해설 및 예시	산출물을 발표하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하도록 하고, 시연이 필요한 경우 시연하도록 함. 이러한 과정을 통해 자신의 방법 및 결과와 비교해보도록 함.
	3-2. 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대해 동료평가를 통해 의견을 공유하고 점검하도록 안내하라	

수업 단계	교수전략	
	해설 및 예시	동료평가를 통해 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대하여 상호 피드백을 하도록 함. 동료평가는 발표하는 과정에서 이루어지도록 하며 미리 동료 평가지를 배부하고 안내하는 것이 필요함.
[수업중] 정리 및 사고의 확장	**1. 데이터 기반 문제해결 결과를 바탕으로 토론할 기회를 부여하라**	
	1-1. 데이터 기반 문제해결 결과를 바탕으로 문제를 확장하여 생각해보도록 지원하라	
	해설 및 예시	결과를 바탕으로 논의/토론해 볼 수 있는 주제는 다음과 같음. 1) 문제해결 과정에 대한 반성 -데이터기반 문제해결 방법 및 결과가 타당한가? -데이터 수집 및 전처리 과정이 공정한가? -더 나은 문제 해결 방법이 있는가? 2) 문제해결 결과를 기반으로 한 예측 -데이터를 기반으로 미래가 어떠할 것이라고 예측하는가? -결과를 어떻게 활용할 수 있는가?
	1-2. 데이터 기반 문제해결 과정에서 느낀 데이터 과학, 데이터 활용의 필요성에 대해 토의하도록 하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 과정의 전반에서 느낀 데이터 과학 및 데이터의 활용이 필요한 이유를 자유롭게 토의해 볼 수 있도록 함.
	2. 문제해결 경험을 바탕으로 새로운 문제를 만들어 보도록 하고, 문제를 서로 공유하도록 하라	
	2-1. 새로운 문제를 만들어보는 기회를 제공하라	
	해설 및 예시	문제해결 경험을 바탕으로 새로운 문제를 만들어 봄으로써 사고를 확장하는 기회를 제공함. 문제의 맥락 등과 같은 문제의 조건을 변경하거나 문제해결 결과를 활용하여 해결할 수 있는 새로운 문제를 설정하는 등의 방법이 있음.
	2-2. 직접 만든 문제와 아이디어 등을 공유할 수 있는 도구를 제공하라	
	해설 및 예시	만든 새로운 문제를 구글 슬라이드(Google Silde), 패들렛(Padlet) 등 온라인 도구를 활용하여 공유하도록 함.
	2-3. 다른 학습자가 만든 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 하라	
	해설 및	공유된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 함. 다만, 상세한 전략을 세우는 것은 시간이 많이 필

수업 단계	교수전략	
	예시	요하므로 구조화된 문제해결 계획서를 바탕으로 간략히 세워보도록 함. 시간이 충분하거나 학습자가 희망하는 경우, 문제 해결 전략을 실행해보도록 할 수 있음. 또한, 교수자가 필요하다고 판단되는 경우 학습자가 만든 문제 중 선별하여 수업 후 문제해결 과제로 제시할 수 있음.
[수업후] 추가 자료 제시 및 환류	**1. 해당 차시 학습에 대한 학습자의 목표 도달 여부를 확인하고 다음 차시 수업에 반영하라**	
	1-1. 학습자의 데이터 기반 문제해결학습의 목표 도달 여부를 확인하라	
	해설 및 예시	학습자가 학습 목표에 도달하였는지 확인해야 하며, 인지적 측면과 정의적 측면 모두를 확인하는 것을 권장함. 학습자의 인지적, 정의적 측면을 확인하기 위하여 자가보고식 성찰일지를 참고할 수 있음. -인지적 측면 : 해당 차시의 수학 내용 지식에 대한 이해도, 데이터기반 문제 해결 과정에 대한 이해도 등 -정의적 측면 : 수학 및 데이터 과학에 대한 학업적 자기효능감 등
	1-2. 학습자의 목표 도달 여부 결과를 다음 차시 수업에 반영하라	
	해설 및 예시	학습자가 목표에 도달하지 못했을 경우 : 1) 수학 내용 지식에 대한 이해도가 부족한 경우, 다음 차시 수업에서 해당 수학 내용 지식을 다루거나 학습 과제로 제시함. 2) 데이터기반 문제 해결 과정에 대한 이해도가 부족한 경우, 데이터 활용 절차 중 필요한 모듈을 다시 학습하도록 함.
	2. 학습 전이를 촉진하기 위해 필요시 데이터 기반 문제해결 과제를 제시하라	
	2-1. 후속학습이 필요하다고 판단될 경우, 실생활과 관련한 데이터 기반 문제해결 과제를 제시하고 학습자 스스로 해결할 수 있도록 안내하라	
	해설 및 예시	교수자가 필요하다고 판단한 경우, 실생활과 관련한 데이터 기반 문제해결 과제를 제시함. 과제는 교수자가 제시하거나, 학습자가 만든 문제 중 선별하여 제시할 수 있음.
	2-2. 필요시 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나 수업 중에 전체 피드백을 제공하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 과제를 제시한 경우, 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나, 다음 차시의 수업 중에 학습자들이 공통적으로 어려워하거나 오개념을 가진 부분에 대해 전체 피드백을 제공하도록 함.

수업 단계	교수전략	
[수업전반] 성찰 지원 및 피드백	**1. 학습자들이 자신의 학습 전반을 확인하고 성찰할 수 있는 기회를 제공하라**	
	1-1. 활동 별 평가기준을 담은 루브릭(rubric)을 제공하고 활동 과정에서 자기평가를 통해 자가 점검을 하도록 하라	
	해설 및 예시	자기평가를 통해 데이터 기반 문제해결의 각 과정에서 처음 세운 가설과 최종 결과를 비교해 보고, 결과가 타당한지 점검하는 등 활동 과정 에 대해 성찰해보도록 함. 활동 별 평가기준은 수업 단계의 교수전략 및 교사용 지도서를 참고하여 제시함.
	1-2. 성찰일지 작성을 통해 활동 전과 후의 자신의 생각을 비교하고, 학습을 하고 난 후의 달라진 생각을 스스로 점검하고 활동 과정을 반성하도록 하라	
	해설 및 예시	필요시 성찰일지를 통해 활동 전반의 생각에 대해 작성해보도록 하여 생각을 정리, 점검하고 활동 과정을 반성하도록 함. 성찰일지 작성 주제는 교수자가 제공하거나 학습자가 자유롭게 작성하도록 함. -성찰일지 주제 예시 : 데이터 수집에서 겪은 어려움, 데이터 활용의 필요성 등
	2. 관찰이나 모니터링을 통해서 학습자들이 각 단계를 이해하였는지를 평가하고 피드백을 제공하라	
	2-1. 관찰이나 모니터링을 통해 학습자들의 이해도에 대해 정보를 수집하고 평가하고, 필요시 각 단계에서 피드백을 제공하라	
	해설 및 예시	학습자들의 이해도를 평가하기 위해 관찰이나 소통 창구, 문제해결을 위한 작업물을 모니터링 하고, 학습자들이 어려운 점, 궁금한 점 등을 해결하고 피드백을 받을 수 있도록 지원해야 함.
	2-2. 데이터 활용 절차의 각 과정에서 충분한 시간을 제공하고, 학습자 특성에 따라 각 단계에서 교수자가 제공하는 지원(설명, 시연 등)의 정도를 결정하고 제공하라	
	해설 및 예시	학습자에게 충분한 시간을 제공하여 데이터 활용 절차를 이해하고 실행할 수 있도록 해야 함. 또한, 학습자의 수준에 따라 데이터 기반 문제 해결 각 단계에서 제공하는 지원(설명, 시연, 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드 제공 등)의 정도를 결정함. 예를 들어, 학습자의 데이터 기반 문제해결 경험 수준이 높으면 각 모듈에서의 시연을 줄이고 학습자 활동 시간을 늘리는 등 교수자 지원 정도를 줄임.
	3. 데이터 기반 문제해결 과정의 성공적인 경험을 위해 동료 학습자 간	

수업 단계	교수전략	
	소통과 피드백을 통한 협력이 활성화되도록 지원하라	
	3-1. 데이터 활용 절차 전반에 관한 질문 및 의견을 공유 및 논의하며 다양한 방법으로 문제를 해결할 수 있도록 소통 창구를 제공하라	
	해설 및 예시	학습자들이 협력적으로 문제를 해결하도록 명확하고 지속적으로 안내하고, 적극적으로 문제 해결 과정을 공유하고 논의하도록 격려함. 효과적인 협력을 위해 소통 창구를 제공할 수 있음. *소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구 : 패들렛(Padlet), 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등
	3-2. 학습자 간 소통과 협력이 이루어지는 분위기를 형성하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 과정이 경쟁 활동이 아니며 학습자들이 문제를 해결하기 위하여 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류하면서 협력할 수 있음을 안내할 필요가 있음.

제 3 절. 외적 타당화 결과

외적 타당화 연구(external validation study)는 모형 사용에 대한 효과를 탐색함으로써 모형을 확정하는 연구로서, 모형에 따라 교수적 산출물을 도출하고 이 산출물이 학습자에게 어떠한 영향을 주는지 탐색함으로써 모형의 타당성을 확인한다(Richey & Klein, 2007). 본 연구에서는 내적 타당화를 통해 도출된 3차 데이터 기반 문제해결 수업 모형 및 교수전략을 서울 소재 초등학교 교육 현장에 적용하였으며 적용 결과를 반영하여 최종 모형과 교수전략을 도출하였다.

해당 수업의 설계 및 실행에는 교육경력 8.3년의 초등학교 6학년 담임교사 1인이 참여하였으며, 해당 학급 학생 28명 중 연구 참여 의사를 밝힌 27명 학생들이 수업에 참여하였다. 모형 및 전략의 외적 타당화를 위하여 수업 실행 전후로 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 검사를 실시하였다. 또한, 수업 실행 이후 수업을 설계하고 실행한 교사를 대상으로 수업에 적용한 수업 모형과 교수전략에 대한 교수자의 반응 평가를 실시하였으며, 면담 참여에 희망한 학습자 9명을 대상으로 학습자 반응 평가를 실시하였다. 이상의 과정을 통하여 수합된 정보를 바탕으로 수업 모형과 전략을 추가적으로 수정 및 보완하고 최종 수업 모형 및 전략을 도출하였다.

1. 사전·사후검사 결과 및 분석

수업 모형 및 교수전략의 외적 타당성을 검증하기 위하여 초등 수학 교육에서 데이터 과학 기반 문제해결 수업 모형 및 전략에 대한 효과는 어떠한지 확인하였다. 이를 위해 학습자의 데이터기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대하여 수업 사전 및 사후 검사를 실시하였다. 각 영역에 대한 사전·사후 검사 결과는 <표 4-14>과 같다.

<표 4-14> 데이터기반 문제해결력, 수학 학습 태도, 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사 결과

영역	사전(n=27)		사후(n=27)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
데이터기반 문제해결력 (10점 만점)	4.07	2.09	7.63	1.57
수학 학습에 대한 태도 (5점 만점)	3.32	0.71	3.43	0.73
데이터 리터러시 (5점 만점)	3.70	0.79	4.20	0.59

데이터 기반 문제해결 수업을 실시하기 전과 후를 비교하였을 때 데이터기반 문제해결력 평균은 10점 만점에 4.07점에서 7.63점으로 상승한 것으로 나타났으며, 수학 학습에 대한 태도는 5점 만점에 3.32점에서 3.43점으로 상승하였다. 데이터 리터러시 평균 또한 5점 만점에 3.70점에서 4.20점으로 상승하였다. 이러한 결과가 유의한 결과인지 확인하고자 통계 검정을 실시하였다.

우선, 검사를 실시한 표본 수는 총 27명으로 표본이 모집단에서 정규분포를 따른다는 가정을 만족하지 못하므로 정규성 검정을 실시하였으며, 정규성 검정 결과에 따라 대응표본 t-검정(paired samples t-test) 및 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 수행하였다.

본 연구에서는 정규성 검정(Normality test)을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 실시하였다. 정규성 검정 결과, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시는 모두 정규성을 만족하였으나, 데이터기반 문제해결력은 정규성을 만족하지 못하였다(<표 4-15>).

<표 4-15> 데이터기반 문제해결력, 수학 학습 태도, 데이터 리터러시에 대한 정규성 검정(Shapiro-Wilk) 결과

		W	p
문제해결력_사후	- 문제해결력_사전	0.900	0.013
태도_사후	- 태도_사전	0.939	0.113
데이터 리터러시_사후	- 데이터 리터러시_사전	0.967	0.518

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

정규성 검정 결과에 따라 데이터기반 문제해결력은 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하고, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시는 대응표본 t-검정을 실시하였다. 윌콕슨 부호 순위 검정 결과 데이터기반 문제해결력의 사전, 사후 평균의 차이는 유의하였다($p < .001$)(<표 4-16>).

<표 4-16> 데이터기반 문제해결력에 대한 윌콕슨 부호 순위 검정 결과

		W	p	Mean difference	SE difference
문제해결력_사후	문제해결력_사전	378***	<.001	3.50	0.313

Note. H_a $\mu_{\text{Measure 1 - Measure 2}} > 0$

*** $p < .001$

대응표본 t-검정을 실시한 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시 결과는 <표 4-17>와 같다. 수학 학습에 대한 태도의 유의확률은 .045이며, 데이터 리터러시 의 유의확률은 <.001로 작아 두 가지 모두 사전, 사후 평균의 차이가 유의함을 확인하였다.

<표 4-17> 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시에 대한 대응표본 t-검정 결과

		t	df	p	Mean difference	SE difference
태도_사후	태도_사전	1.76*	26.0	0.045	0.111	0.0633
데이터 리터러시_사후	데이터 리터러시_사전	3.95***	26.0	<.001	0.500	0.1265

Note. H_a $\mu_{\text{Measure 1 - Measure 2}} > 0$

* p < .05, *** p < .001

이상의 결과에 따라 데이터기반 문제해결 수업을 실시하기 전과 후의 데이터기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시 평균의 차이가 유의함을 확인할 수 있다. 다만, 태도에 대한 검사는 1)수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감), 2)수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실), 3)교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실), 4)교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 5)교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실), 6)교과에 대한 학습 습관(주의 집중), 7)교과에 대한 학습 습관(자율학습), 8)교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용)의 여덟 가지 영역으로 구성되어 있으며, 데이터 리터러시에 대한 검사는 1)데이터 이해, 2)데이터 수집 및 전처리, 3)데이터 정리 및 분석, 4)데이터 시각화, 5)데이터 기반 의사소통, 6)데이터 평가의 여섯 가지 영역으로 구성되어 있기 때문에 각 영역의 사전, 사후 평균을 확인하고 그 차이가 유의한지 확인해보고자 하였다.

가. 수학 학습에 대한 태도

데이터기반 문제해결 수업을 실시하기 전보다 후에 수학에 대한 태도의 모든 영역 및 하위 요인에 대해 평균이 상승하였다(<표 4-18>). 이러한 사전, 사후 평균의 차이가 유의한지 확인해보기 위해

여덟 가지 영역에 대하여 표본의 정규성을 검정하고, 그 결과에 따라 대응표본 t-검정 혹은 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하였다.

<표 4-18> 수학 학습 태도의 각 영역에 대한 사전·사후 검사 결과

영역	하위 요인	사전(n=27)		사후(n=27)	
		평균	표준 편차	평균	표준 편차
수학 교과에 대한 자아 개념	우월감-열등감	2.70	0.95	2.73	0.96
	자신감-자신감 상실	3.29	1.11	3.41	1.07
수학 교과에 대한 태도	흥미-흥미 상실	2.90	1.11	3.14	1.07
	목적 의식 -목적 의식 상실	3.62	0.78	3.75	0.83
	성취 동기 -성취 동기 상실	3.67	0.86	3.84	0.70
수학 교과에 대한 학습 습관	주의 집중	3.59	0.82	3.61	0.87
	자율학습 (능동적 학습)	3.45	0.86	3.53	0.83
	학습 기술 적용 (능률적 학습)	3.32	0.79	3.42	0.78

정규성 검정 결과, 수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)은 정규성을 만족하지 못하였으며, 나머지 영역은 정규성을 만족하였다(<표 4-19>).

<표 4-19> 수학 학습 태도의 각 영역에 대한 정규성 검정(Shapiro-Wilk) 결과

			W	p
수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감)_사후	-	수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감)_사전	0.941	0.127
수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실)_사후	-	수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실)_사전	0.941	0.132
수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실)_사후	-	수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실)_사전	0.936	0.099
수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실)_사후	-	수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실)_사전	0.920	0.039
수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)_사후	-	수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)_사전	0.944	0.156
수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)_사후	-	수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)_사전	0.695	<.001
수학 교과에 대한 학습 습관(자율학습)_사후	-	수학 교과에 대한 학습 습관(자율학습)_사전	0.963	0.431
수학 교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용)_사후	-	수학 교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용)_사전	0.937	0.101

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

정규성 검정 결과에 따라 정규성을 만족한 나머지 영역은 대응표본 t-검정을 실시하였으며, 정규성을 만족하지 못한 수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)은 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하였다. 윌콕슨 부호 순위

검정 결과 수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중) 두 영역 모두 유의확률이 0.05 이상으로 사전, 사후 평균의 차이는 유의하지 않은 것으로 확인되었다(<표 4-20>).

<표 4-20> 수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)에 대한 윌콕슨 부호 순위 검정 결과

		W	p	Mean difference	SE difference
수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실)_사후	수학 교과에 대한 태도(목적 의식-목적 의식 상실)_사전	194[a]	0.109	0.100	0.0997
수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)_사후	수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중)_사전	152[b]	0.104	0.200	0.1287

Note. H_a $\mu_{\text{Measure 1 - Measure 2}} > 0$
[a] 3 pair(s) of values were tied
[b] 6 pair(s) of values were tied

나머지 영역에 대하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실), 수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)의 유의확률이 0.05보다 작으므로 두 영역에 대해서만 사전, 사후 평균의 차이가 유의함을 확인하였다(<표 4-21>).

<표 4-21> 수학 학습에 대한 태도의 여섯 가지 영역에 대한 대응표본 t-검정 결과

		t	df	p	Mean difference	SE difference
수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감)_사후	수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감)_사전	0.258	26.0	0.399	0.0296	0.1148
수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실)_사후	수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실)_사전	1.017	26.0	0.159	0.1185	0.1166
수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실)_사후	수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실)_사전	2.105*	26.0	0.023	0.2444	0.1161
수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)_사후	수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)_사전	1.799*	26.0	0.042	0.1630	0.0906
수학 교과에 대한 학습 습관(자율 학습)_사후	수학 교과에 대한 학습 습관(자율 학습)_사전	0.822	26.0	0.209	0.0815	0.0991
수학 교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용)_사후	수학 교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용)_사전	1.039	26.0	0.154	0.1037	0.0998

Note. H_a $\mu_{\text{Measure 1} - \text{Measure 2}} > 0$

* $p < .05$

나. 데이터 리터러시

데이터기반 문제해결 수업을 실시하기 전과 후의 평균을 비교하였을 때 데이터 리터러시의 모든 영역에서 평균이 상승하였다(<표 4-22>). 이것이 유의미한 결과인지 확인해보기 위해 먼저 정규성 검정을 실시하였다.

<표 4-22> 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 사전·사후 검사 결과

영역	사전(n=27)		사후(n=27)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
데이터 이해	3.73	0.93	4.30	0.72
데이터 수집 및 전처리	3.71	0.81	4.22	0.68
데이터 정리 및 분석	3.85	0.95	4.27	0.63
데이터 시각화	3.42	1.01	4.14	0.65
데이터 기반 의사소통	3.61	0.92	3.96	0.84
데이터 평가	3.78	0.73	4.19	0.75

정규성 검정을 실시한 결과, 모든 영역의 유의확률이 0.05보다 큰 값을 나타내어 정규성을 만족하였다(<표 4-23>).

<표 4-23> 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 정규성 검정(Shapiro-Wilk) 결과

		W	p
데이터 이해_사후 -	데이터 이해_사전	0.969	0.563
데이터 수집 및 전처리_사후 -	데이터 수집 및 전처리_사전	0.956	0.305
데이터 정리 및 분 -	데이터 정리 및 분	0.951	0.227

석_사후		석_사전		
데이터 시각화_사후	-	데이터 시각화_사전	0.979	0.835
데이터 기반 의사소통_사후	-	데이터 기반 의사소통_사전	0.943	0.146
데이터 평가_사후	-	데이터 평가_사전	0.971	0.629

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of normality

모든 영역이 정규성을 만족하였기 때문에 모든 영역에 대하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 대응표본 t-검정 결과 모든 영역의 유의확률이 0.05보다 작은 값을 나타냈으며, 이에 따라 데이터 리터러시의 모든 영역에 대한 사전, 사후 평균의 차이는 유의한 것으로 확인되었다(<표 4-24>).

<표 4-24> 데이터 리터러시의 각 영역에 대한 대응표본 t-검정 결과

		t	df	p	Mean difference	SE difference
데이터 이해_사후	데이터 이해_사전	3.46***	26.0	<.001	0.567	0.164
데이터 수집 및 전처리_사후	데이터 수집 및 전처리_사전	3.37*	26.0	0.001	0.511	0.152
데이터 정리 및 분석_사후	데이터 정리 및 분석_사전	2.72*	26.0	0.006	0.417	0.153
데이터 시각화_사후	데이터 시각화_사전	3.45***	26.0	<.001	0.717	0.208
데이터 기반 의사소통_사후	데이터 기반 의사소통_사전	2.09*	26.0	0.023	0.352	0.168
데이터 평가_사후	데이터 평가_사전	3.33*	26.0	0.001	0.408	0.123

Note. H_a $\mu_{\text{Measure 1 - Measure 2}} > 0$

* p < .05, *** p < .001

2. 교수자 및 학습자 반응

가. 교수자 반응

연구에 참여한 담임교사를 대상으로 면담을 통한 교수자 반응 평가를 실시하였다. 면담은 학습자가 질문을 하고 면담 대상 교수자가 답하는 방식으로 진행하였다. 면담은 준비된 면담 질문지를 바탕으로 진행하였으며, 면담 질문지는 1)수업을 진행하면서 만족했던 점과 아쉬웠던 점, 2)수업 모형에 대한 의견, 3)교수전략에 대한 의견으로 구성되었다.

1) 수업을 진행하면서 만족했던 점과 아쉬웠던 점

해당 교수자가 데이터 기반 문제해결 수업을 진행하면서 만족했던 점은 크게 세 가지로 정리할 수 있다. 우선, 기존의 수학 수업보다 학생의 흥미 유발 및 수학 내용 지식의 이해 제고에 긍정적인 효과가 있었다는 점이다. 교사는 교과서에 제시된 것을 넘어서서 실제 데이터를 사용해서 학생들의 흥미 유발에 도움이 되었으며, 데이터를 다루는 과정에서 비와 비율 계산식을 활용하였는데 이를 통해 본 수업의 수학의 개념 및 원리 이해를 달성하는 데 도움이 되었다고 답하였다.

> 교과서에 있는 것보다는 실제 자료를 조사해서 하다 보니까 학생들의 흥미를 유발하는 데는 더 도움이 되는 것 같아요. 그리고 학생들이 면적당 인구 수 비율을 구할 때 기준이 면적이 된다는 지식을 데이터를 활용해서 적용하는 과정에서 더 잘 이해하게 하는 게 잘 됐던 것 같아요. 비와 비율 계산할 때 엑셀의 자동 계산식을 활용했는데 그 원리를 학생들이 이해를 먼저 하고나서 활용을 했어요. 그래서 학생들이 식을 그냥 외우지 않고 비와 비율, 비례식을 구하는 원리를 잘 이해할 수 있게 되고 도움이 된 것 같아요.

또한, 본 수업을 진행하면서 수학의 다른 단원 및 다른 교과와의 융합이 가능성을 발견할 수 있었다는 점에서 만족하였다. 교수자는 연관된 다른 단원이나 다른 교과를 묶어서 진행하여 학습의 효율성과 효과성을 높일 수 있을 것 같다고 응답하였다.

> 수학 '표와 그래프' 단원이랑 엮어서 수업할 수 있을 것 같아요. 그리고 이번 수업 주제가 사회 교과와도 연관이 있었는데 사회나 다른 교과와 묶어서 진행하면 좋을 것 같아요. 특히 지금 사회에서 '세계'를 배우고 있는데 세계의 인구 데이터를 활용해서 수학, 사회 교과를 융합할 수 있을 것 같아요. 그럼 차시를 통합할 수 있어서 시수 확보도 될 것 같고요.

마지막으로, 수업도구 활용에 대해서는 하나의 구글 드라이브 내에서 자료가 공유되고, 의사소통 채널을 활용한 점이 좋았다고 답하였다.

> 구글 아이디와 드라이브를 처음부터 끝까지 동일하게 활용한 게 편리했어요. 처음에는 어려울 수 있지만 계속 같은 아이디와 드라이브를 사용하면 학생들도 익숙해져서 잘 다루게 되고 과제나 자료를 관리하기도 편리하니까요. 그리고 수업 특성상 학생들이 질문이 많은데 패들렛으로 질문을 받고 피드백을 주는 소통 채널을 열어둘 수 있어서 좋았어요.

다만, 수업을 진행하면서 아쉬웠던 점으로 수업의 순차적 진행으로 인한 학습 결손 문제를 언급하였다. 교수자는 수업이 처음부터 끝까지 하나의 과정으로 엮어져 순차적으로 진행되었기 때문에 9차시의 수업이 진행되는 중 개인 사정에 의하여 부분적으로 수업에 참여한 학생들은 학습 결손으로 인해 부담감을 느꼈다고 판단하였다.

> 모형에 따라 수업이 순차적으로 흘러가게 되어 있고 이번 수업도 프로젝트 학습처럼 처음부터 끝까지 순차적으로 계획이 되었었잖아요. 우리 반에서도 한두명이 결석했었는데 만약 중간에 한 단계를 빠뜨리게 되면 그 학생이 느끼는 부담이 클 것 같아요.

또한, 수업 설계 시 적절한 데이터 확보가 어려웠다는 점을 들었다. 교수자는 초등학생 수준에 적절한 데이터를 구하기가 쉽지 않다고 언급하며, 본 수업에서 활용한 데이터의 큰 숫자가 학생들이 학습 내용을 어렵게 느낀 요인으로 작용했다고 판단하였다. 교수자는 일상생활과 관련되면서 데이터의 숫자 크기가 작고 학생들이 다루기 적절한 데이터를 확보하는 것이 쉽지는 않겠으나 필요한 과제임을 언급하였다.

> 일상생활과 관련되면서 초등학생 수준에서 다루기 쉬운 데이터를 확보하기가 쉽지 않은 것 같아요. 수업에서 활용한 데이터의 숫자가 되게 크잖아요. 비율 같은 경우 학생들은 소수점 아래 두세 자리까지는 익숙한데 그 이상으로 가는 것은 이해는 하겠지만 어려워 할 수 있거든요. 학습자 수준에 맞으면서도 수업하기 적절한 데이터를 찾는 게 쉽지 않은 게 어려운 부분이죠.

마지막으로, 수업 시간이 부족했던 점을 아쉬운 점으로 언급하였다. 학생들의 데이터 과학 기반 문제해결 활동의 경험이 전무하였기 때문에 기존에 예상했던 시간보다 더 많은 시간이 필요하였기 때문이다. 또한, 기존의 수학 수업에서 이루어지던 활동을 넘어 데이터 과학 기반 문제해결 활동으로 확대되어 수업이 실행되는 것이기 때문에 추가적인 수학 교과 시수 확보가 필요함을 제시하였다.

시간이 예상했던 것보다 더 많이 필요한 것 같아요. 저희 반 학생들이 데이터를 수집하고, 전처리 하고 하는 단계를 처음 해보는 것이라서 더 그런 것 같긴 하지만 어쨌든 교과서 활동 이외에 활동들이 더 추가된 것이니까 시간이 더 확보되는 것이 필요한 것 같아요. 수집, 전처리, 분석 등 각 단계를 다 한 시간씩 따로 해도 좋을 것 같다는 생각도 들어요.

2) 수업 모형에 대한 의견

교수자는 수업 모형이 초등 수학에서 데이터 기반 문제해결 수업에서 무엇을 해야 하며, 어떤 요소들을 고려해야 하는지 이해하는 데 도움이 되었다고 하였다. 그리고 수업을 계획하고 실행하기 위한 실제적인 가이드라인인 수업 지도안을 도출하는데 도움이 되었다고 답하였다. 특히, '문제 및 데이터의 이해 지원' 단계에서 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습을 지원하도록 함으로써 단계별로 학습하도록 수업을 설계하고 진행하는 데 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 또한, 교수자는 수업 모형을 수학 교과뿐만이 아니라 사회 등 다른 교과에서도 범교과적으로 활용할 수 있을 것 같다고 하였다.

수업 모형 자체는 이해가 잘 되었어요. 수업 모형 단계에 따라 실제로 수업을 계획하고 진행하는 데 문제는 없었던 것 같아요. 지도안도 그렇고요. 그리고 아이들이 이런 수업은 처음이었는데 수업 모형 단계 중 단계별로 학습할 수 있게 한 모듈 단계가 도움이 많이 되었어요. (중략) 수업 모형이 꼭 이번 수업처럼 수학 단원에서만이 아니고 다른 교과와 융합할 때도 쓰일 수 있을 것 같아요.

교수자는 수업 모형의 강점으로 교과역량뿐만 아니라 데이터 기반 문제해결력 및 데이터 리터러시와 정보활용 능력을 키울 수 있는 수업을 설계할 수 있는 가이드를 제시해준다는 점을 들었다.

> 수업 모형을 기반으로 수업을 진행 했는데요. (중략) 학생들이 수업을 통해 데이터 분석하는 능력, 활용하는 능력이 많이 느는 것 같고, 정보 활용 능력도 많이 느는 것 같아요. (중략) 데이터 기반 문제해결력을 키우는 데도 아주 좋은 것 같고요.

한편, 교수자는 수업 모형이 가진 약점으로 용어가 학생들에게 어렵다는 점을 들었다. 교수자는 데이터, 시각화 등의 용어 대신 초등교육과정에서 보편적으로 사용되는 용어를 사용하여 학생들의 체감 난이도를 낮출 필요가 있음을 언급하였다.

> 모형에서 사용된 용어를 수업에서 그대로 사용했는데 모형에서 사용된 용어가 어려워요. 예를 들어, '데이터'라는 말이 많이 나오는데 학생들은 '데이터'라는 용어보다 '자료'라는 용어에 더 익숙하거든요. 같은 의미인데 어려운 용어를 사용하니까 더 어렵게 느껴지는 게 있는 것 같아요. 초등학생 수준의 단어로 좀 순화해서 쉬운 단어로 만들어 주는 게 더 좋을 것 같아요.

또한, 교수자는 수업 모형 활용의 전제가 되는 환경적 요소를 모형의 약점으로 들었다. 학습 활동을 하는 데 필요한 기기가 부족하거나 네트워크 환경이 원활하지 않은 환경인 경우 수업 모형을 활용하기 어려울 수 있기 때문이다.

> 우리 학교는 기기가 있는데 다른 학교는 어떤지 모르겠어요. 우리 학교는 노트북이나 와이파이(wifi)도 괜찮고 대여해서 사용할 수 있는데, 컴퓨터실만 이용할 수 있는 학교도 있을 거에요. 그럼 일주일에 한 번 정도만 컴퓨터실을 갈 수 있을텐데 그럼 이런 수업을 하기 어렵잖아요. 기기 활용이 꼭 필요한 수업이니까요.

그리고 교수자의 데이터 과학에 대한 이해, 데이터 과학 도구에 대한 능력 등 데이터 과학 관련 역량에 따라 수업 모형에 대해 느끼는 부담감이 다를 것임을 언급하였다.

선생님의 역량이 많이 영향을 미칠 것 같아요. 데이터 과학을 잘 아는 선생님들은 아무래도 모형을 접했을 때 부담이 덜할 거 같고, 기기 활용에 어려움이 있는 선생님들이나 조금 연세 있는 선생님들은 모형이 부담스러울 수 있을 것 같아요.

3) 교수전략에 대한 의견

교수자는 제시된 교수전략이 수업 진행의 가이드라인처럼 자세히 구성되어 도움이 되었다고 응답하였다. 특히, 본 수업에서 '수업준비' 단계의 '4. 학습 목표를 달성하기 위한 데이터 과학 기반 학습 활동을 설계하라' 및 '6. 데이터 기반 문제해결학습 활동을 위한 환경을 구성하라' 전략과 '문제 및 데이터의 이해 지원'단계의 '3. 필요시, 연습 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차의 각 단계를 충분히 익힐 수 있도록 연습 기회를 충분히 제공하라' 전략이 잘 반영되었다고 답하였다. 다만, '7. 조건에 적합한 데이터를 준비하고, 데이터 활용을 계획하라'를 실행하기가 어려웠다고 답하였다.

준비 단계에서는 4번 전략과 6번이 잘 된 것 같아요. (중략) 데이터를 준비하고 활용을 계획하는 것이 제일 어려웠구요. 교수 학습 자료로 활용할 수 있는 데이터가 많으면 좋을 것 같아요. (중략) 연습 기회를 제공하는 것도 충분히 잘 된 것 같은데 시간이 더 확보되면 좋을 것 같아요.

교수전략의 개선할 점으로는 마지막 차시에서 모둠 활동을 할 때 모둠 구성원에 따라 활동 과정 및 결과에 차이가 발생할 수 있다는 점을 언급하며, 학습자들의 데이터 과학에 대한 수준을 기준으로 모둠을 구성하는 부분이 반영될 필요가 있음을 제안하였다.

아이들의 데이터 과학에 대한 기초 수준을 확인하는 전략이 있잖아요. 모둠 활동을 할 때 기초 수준을 고려해서 모둠을 골고루 짜는 게 좋을 것 같아요. 수업할 때 보니까 모둠 구성에 따라서 어려워하는 정도가 다르고 마지막 결과물 수준도 다르더라구요.

나. 학습자 반응

면담을 통한 학습자 반응 평가는 수업에 참여한 학습자들 중 참여를 희망한 총 9명(남학생 4명, 여학생 5명)의 학습자를 대상으로 실시하였다. 연구자는 면담 하루 전에 대상 학습자에게 면담 질문지를 배부하여 학습자가 미리 질문을 읽고 올 수 있도록 하였다. 면담은 연구자가 질문을 하고 대상 학습자가 돌아가며 답하는 방식으로 진행하였다. 면담 질문지는 5점 리커트 척도 설문 4문항과 개방형 4문항으로 구성되었다.

1) 5점 리커트 척도 설문

설문은 수업 만족도, 참여도, 흥미도, 데이터 기반 문제해결력 향상도에 대한 문항으로 구성되었으며, 설문에 대한 결과는 <표 4-25>, <표 4-26>와 같다.

<표 4-25> 학습자 5점 리커트 척도 설문 결과

	평균	표준편차
수업 만족도	4.67	0.50
참여도	4.44	0.73
흥미도	4.67	0.50
데이터 기반 문제해결력 향상도	4.11	0.93

<표 4-26> 척도별 응답 빈도(%)

	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다	계
수업 만족도	0(0)	0(0)	0(0)	3(33.3)	6(66.7)	9
참여도	0(0)	0(0)	1(11.1)	3(33.3)	5(55.6)	9
흥미도	0(0)	0(0)	0(0)	3(33.3)	6(66.7)	9
데이터 기반 문제해결력 향상도	0(0)	0(0)	3(33.3)	2(22.2)	4(44.5)	9

수업에 전반적으로 만족하였는지에 대한 응답은 5점 만점에 평균 4.67점으로 나타나 면담자 대부분이 만족한 것으로 확인되었다. 수업에 대한 참여도는 평균 4.44점으로 나타나 면담자 대부분이 수업 활동에 적극적으로 참여했음을 알 수 있었다. 또한, 데이터를 활용한 문제해결 수학 수업에서 흥미와 즐거움을 느꼈는지에 대한 문항에 대해 평균 4.67점의 높은 응답 점수를 확인할 수 있었다. 마지막으로, 이번 수업을 통해 초등 수학에서 데이터 기반으로 문제를 해결할 수 있게 되었는지에 대해서는 평균 4.11점으로 면담자 대부분이 4점(그렇다)에 응답한 것을 확인하였다.

2) 개방형 문항

개방형 문항은 1)데이터 기반 문제해결 경험, 2)기존 수학 수업과 본 수업의 차이점, 3)본 수업에서 도움이 된 점, 4)본 수업에서 어려운 점, 개선이 필요한 점, 5)데이터 기반 문제해결 수학 수업에 대한 지속적인 참여 의사로 구성되었다.

데이터 기반 문제해결 경험과 관련하여 9명의 학생 모두 수학 교과 혹은 다른 교과에서 데이터 기반 문제해결 수업을 해 본 경험이 없었다. ‘데이터’ 혹은 ‘데이터 분석’이라는 용어를 본 수업 이전에 접해본 경험에 대해서는 한 명의 학생이 부모님으로부터 들은 적이 있

다고 답하였다.

다음으로, 학습자들은 본 수업이 기존 수업보다 흥미로웠다고 응답하였다. 그 이유로는 1)기존 수업에서는 교과서, 학습지만 사용했었는데 본 수업에서는 노트북과 데이터를 사용했다는 점, 2)기존에는 데이터가 주어졌지만, 데이터를 직접 수집하고 전처리 하여 활용한 점, 3)데이터를 활용하여 자기주도적으로 문제를 해결하는 활동이 재미있었다는 점, 4)일상생활, 미래 장래희망에 많은 도움이 될 것 같다는 점 등을 들었다.

> 교과서, 학습지만 가지고 수업했었는데 컴퓨터를 사용하고 데이터를 함께 사용해서 더 흥미로웠어요. 수학에 대해 더 긍정적인 생각이 들게 된 것 같아요(학습자 A).

> 기존에는 정해진 데이터를 보고 공부했지만 이번 수업은 데이터를 찾고 정리하여 자신의 데이터를 만들어서 활용해서 재미있었어요(학습자 B).

> 저는 원래 조사하는 걸 좋아하는데 기존의 수학 수업도 물론 재밌었지만 컴퓨터 기능을 이용하고 데이터 수집 까지 직접 해서 문제 해결하는 이번 활동이 좀 더 재밌었던 것 같아요(학습자 C).

> 이전 수업에서는 문제해결 방식이 제한적이었는데 이번에는 직접 데이터를 전처리, 수집해서 자기주도적으로 문제를 풀 수 있어서 좋았어요(학습자 D).

> 이번 수업에서 배운 게 일상생활에 도움이 많이 될 것 같아요. 나중에 배운 걸 이용해서 산업 아이템을 출시하고 싶어요(학습자 E).

또한, 학습자들은 본 수업에서 좋았던 점, 도움이 되었던 점으로

1)데이터 분석 및 시각화 도구의 활용 방법을 배운 점, 2)데이터 과학 절차를 알게된 점, 3)데이터 기반 문제해결 과정을 통해 수학 내용을 잘 이해하게 된 점을 들었다.

> 엑셀을 이번 수업 때 많이 쓰면서 엑셀의 새로운 기능을 많이 알게 됐고, 엑셀로 데이터를 간단한 표 같은 걸로 잘 정리할 수 있게 되었어요. 집에서도 직접 해봤어요(학습자 D).

> 전에는 해보지 않았던 데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 시각화를 새롭게 알 수 있어서 좋았어요. 저는 조사하는 걸 좋아해서 데이터 수집과 전처리가 가장 재미있었어요(학습자 E).

> 데이터를 직접 수집하고 그런 과정들이 재미있었고 수학 비례식을 이해하는 데 더 도움이 된 것 같아요(학습자 F).

한편, 면담자 전원 모두 추가적으로 개선하거나 보충해야 한다고 생각하는 점은 없다고 답하였다. 다만, 본 수업에서 아쉬웠던 점, 어려웠던 점으로 1)데이터 분석 및 시각화 도구로 활용한 엑셀을 처음 다루어봐서 익숙하지 않았던 점, 2)데이터 수집 과정에서 어려움이 있었던 점, 3)시간이 부족했던 점을 언급했다.

> 엑셀을 이번 기회에 처음 써봐서 조금 어려웠고, 아쉬웠던 점은 마지막 수업에서 시각화할 때 시간이 부족해서 조금 더 완벽하게 하지 못해서 아쉬워요(학습자 G).

> 저는 어려웠던 점은 없고요. 아쉬웠던 점은 좀 더 자세히 천천히 시간을 더 두고 배우고 싶은데 그렇지 못하는 점이에요(학습자 H).

데이터를 수집할 때 사이트에 들어가서 맞는 정보를 찾는 게 좀 어려웠던 것 같고, 저도 이번에 엑셀을 처음 사용하게 됐는데 처음이라 좀 어려웠어요. 맨 마지막 수업 때 시간이 너무 부족하기도 해서 자료를 제대로 못 찾아가지고 아쉬웠어요. 개선하거나 보충해야 하는 건 없다고 생각해요.(학습자 I).

엑셀 다루는 방법이 처음에는 조금 어려웠는데 다음엔 더 쉽게 사용할 수 있을 것 같아요. 그리고 딱히 어려운 점은 없었는데 시간이 좀 부족해서 아쉬웠어요(학습자 B).

마지막으로, 본 수업에 대한 지속적인 참여 의사 여부에 대하여 모든 면담자들이 긍정적인 응답을 하였다. 그렇게 생각하는 이유로는 1)수학 학습에 더 도움이 된다는 점, 2)데이터를 활용해서 문제를 해결하는 것이 재미있다는 점, 3)다른 과목에서도 데이터를 잘 활용할 수 있을 것 같다는 점, 4)일상생활에서 활용할 수 있을 것 같다는 점, 5)데이터를 기반으로 다른 문제를 해결해보고 싶다는 점 등을 들었다.

인터넷, 데이터를 사용해 수학 관련 문제들을 해결하니까 새롭고 인상적이었고 공부에 더 도움이 되는 것 같아요. 그래서 계속 하고 싶어요(학습자 A).

앞으로도 이런 수업을 계속하고 싶어요. 왜냐하면 무엇보다 재미있고 계속 흥미가 생겨서 더 배우고 싶은 것도 있고, 이번에 시간이 좀 부족해서 약간 놓친 부분이 없지 않아 있을 것 같아서 더 배워보고 싶어요. 그리고 한번 혼자서 데이터 수집부터 시각화까지 해보고 싶어서요(학습자 C).

앞으로도 데이터를 활용해서 다른 과목도 공부하고 싶어요. 다른 과목을 공부하면서 데이터를 활용하면 그 과목에 대해서 더 많은 것을 알 수 있으니까 좋은 것 같아요(학습자 E).

수학 말고도 다른 교과 과목이랑 연관 지어서 이런 수업을 잘 할 수 있을 것 같고 데이터 수집, 전처리, 시각화 과정이 재밌어서 다른 데이터도 수집해서 시각화를 해보고 싶어요. 그래서 앞으로도 이런 수업에 참여 하고 싶어요.(학습자 F).

일상생활에서도 많이 쓰이고 있으니까 계속 배우는 게 도움이 될 거 같아요. 그리고 제 꿈을 위해서도 배우고 싶어요(학습자 I).

제 4 절. 최종 수업 모형 및 교수전략

본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업 모형을 개발하고자 하였다. 선행문헌 검토 및 전문가 면담을 통해 초기 수업 모형 및 교수전략이 도출되었으며, 두 차례의 내적 타당화와 현장 적용을 바탕으로 이루어진 외적 타당화 결과를 반영하여 최종 수업 모형 및 교수전략이 완성되었다.

1. 모형의 가정 및 특징

본 모형은 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 하고자 할 때 활용할 수 있는 절차와 교수전략을 포함한다. 본 모형의 주 사용자는 초등학교 교사이며, 사용자가 데이터 과학에 대한 기본 지식 수준이 적은 경우에도 본 모형을 통해 데이터를 활용한 문제해결 수학 수업을 실행할 수 있도록 수업 전, 중, 후의 과정을 효과적으로 안내하고 있다. 본 모형은 다음과 같은 주요 특징을 갖는다.

첫째, 정규 수학 수업시간에 활용할 수 있는 수업 모형이다. 교수자는 모형 단계에 따라 초등학교 수학 교육과정을 분석하고 재구성하여 데이터 기반 문제해결 수업을 설계 및 실행하게 된다. 본 연구의 외적 타당화 단계에서는 초등학교 6학년 2학기 4단원 '비례식과 비례배분' 부분의 교육과정을 분석하였으며, 해당 교육과정을 데이터 과학 기반 문제해결 수업으로 재구성하여 정규 수학 수업 시간에 진행하였다. 본 수업 모형은 기존 교과의 교육과정에 기반하기 때문에 정규 수학 수업을 설계할 때 활용할 수 있으며, 추가적인 정규 교과 외 수업 시수 확보가 필요하지 않다는 장점이 있다. 또한, 수학 교육과정의 성취기준 달성뿐만 아니라 학습자의 데이터 과학 기반 문제해결력 및 데이터 리터러시 제고도 기대할 수 있다.

둘째, 모형의 각 단계별 절차에 대한 교수전략을 제시하여 모형 사용자에게 실제적이고 구체적인 도움을 제공한다. 본 연구는 수업 모형 단

계에 따라 총 27개의 교수전략과 62개의 세부전략을 개발하여 제시하였다. 교수전략 및 세부전략은 수업 전의 '수업 준비' 단계, 수업 중의 '수업 안내', '문제 및 데이터의 이해 지원', '데이터기반 문제 해결 지원', '결과 도출 지원 및 공유', '정리 및 사고의 확장' 단계, 수업 후의 '추가 자료 제시 및 환류 단계' 및 수업 전반의 '성찰 지원 및 피드백' 단계에서 교수자가 참고할 수 있는 구체적인 전략을 제시한다. 교수자는 이를 바탕으로 수업을 세부적으로 설계할 수 있으며, 수업 전, 중, 후와 수업 전반에 걸쳐 수행해야 할 것을 파악할 수 있다. 특히, 각 교수전략 및 세부전략에 대한 해설 및 예시를 통해 해당 전략을 수행할 때 활용할 수 있는 학습 자원, 점검해야 하는 학습 조건, 학습자 수준의 개인차를 고려한 모둠 구성 방법 등 세부 사항을 구체적으로 제공하여 데이터 기반 수업 경험이 없는 교수자도 어려움 없이 수업을 진행할 수 있도록 하였다.

셋째, 교수자의 판단에 따라 수업 모형의 전체 단계를 한 단원 분량의 수업에 분절하여 적용하거나 혹은 한 차시 수업에 전체 단계를 적용할 수 있다. 본 연구에서 수업 모형의 현장 적용 시, 학습자의 수준을 고려하여 1-2차시 수업에서는 수업 모형의 '수업 안내', '문제 및 데이터의 이해 지원' 단계까지 적용하였다. 이후 7차시 수업까지 수업 모형의 적용 단계를 점차적으로 늘려나갔으며, 마지막 8-9차시에서는 '수업 안내'부터 '정리 및 문제의 확장'까지 모든 수업 단계를 적용하여 수업을 설계 및 진행하였다. 이처럼 교수자는 학습자 수준, 학습 환경에 따라 수업 모형을 유연하게 적용하여 한 차시 분량 혹은 한 단원 분량의 수업을 설계할 수 있다.

넷째, 학습자 수준에 따라 모듈 학습 진행 여부를 선택할 수 있다. 본 연구에서는 '문제 및 데이터의 이해 지원' 단계를 두 가지 세부 단계로 구분하여 제시하였다. 그중 두 번째 세부 단계는 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습을 지원하는 단계로서 '데이터 수집', '데이터 전처리', '데이터 분석', '데이터 시각화'의 모듈 학습 절차가 포함된다. 수업 모형은 학습자의 수준에 따라 두 번째 세부 단계를 진행하거나 혹은 건너뛰도록 제시하고 있다. 따라서 교수자는 학습자의 데이터 과학에 대한 사전 지

식이나 경험에 따라 모듈 학습을 진행할지 결정하고 이를 반영하여 수업을 설계할 수 있다.

다섯째, 데이터 기반 활동을 위한 환경적 요소를 필요로 한다. 데이터 수집, 데이터 분석 등 데이터 기반 활동을 하기 위해서는 노트북, PC, 태블릿과 같은 기기가 필요하며, 데이터 수집 및 탐색 시 인터넷을 활용해야 하므로 네트워크 환경이 구축되어 있어야 한다. 따라서 본 모형을 기반으로 데이터 기반 문제해결학습 활동을 하기 위해서는 학습자가 사용할 수 있는 기기 및 네트워크 환경이 갖추어져 있는지 확인해야 한다. 특히 보다 효과적인 수업을 실행하기 위해서 1인 1기기가 확보되는지, 마우스와 키보드 사용이 가능한지를 추가로 확인할 필요가 있다.

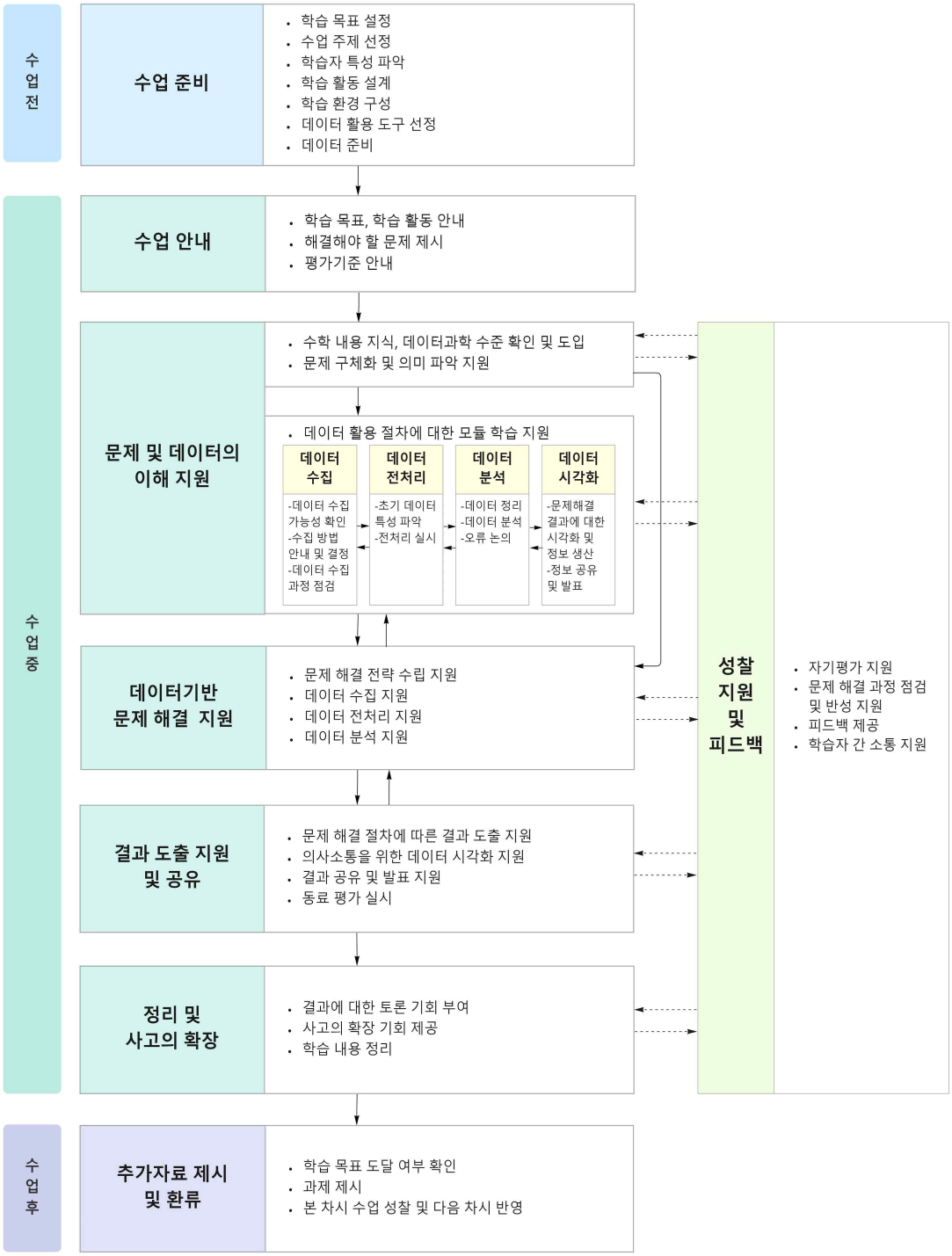
마지막으로, 본 모형은 학습자의 데이터 기반 문제해결력 증진을 목적으로 한다. 본 연구에서는 수학 과목에서 중요시 되어 온 문제해결력을 데이터 기반 문제해결력으로 확장하여 주어진 문제 상황에서 수학의 지식과 기능 등을 활용하여 실생활의 문제를 해결하는 과정에서 데이터를 활용하며 적절한 도구를 활용해 데이터를 분석하고 결론을 도출해내는 능력을 포함하는 용어로 정의하였다. 본 모형은 수학 학습 내에 데이터 기반 문제해결 과정을 포함함으로써 수업을 통해 학습자가 본 연구에서 정의한 데이터 기반 문제해결력을 증진할 수 있도록 지원한다. 또한, 이와 더불어 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시가 향상될 수 있다는 점에서 긍정적인 의의를 갖는다.

2. 최종 수업 모형과 교수전략

외적 타당화 이후 연구자 및 수업 모형을 사용한 교수자의 의견을 반영하여 교수 모형 및 교수전략 일부를 수정하였다. 수업 모형의 경우, 학습자 수준에 따라 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습의 필요 여부가 달라질 수 있을 것이라는 의견을 반영하여 모듈 학습 지원 절차를 선택적으로 수행할 수 있도록 모형을 수정하였다. 이에 따라 '문제 및 데이터의 이해 지원' 단계를 두 단계의 세부 단계로 나누어 1)수학 내용 지식, 데

이터 과학 수준 확인 및 도입과 문제 구체화 및 의미 파악 지원이 이루어지는 단계와 2)데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습 지원 단계로 제시하였다. 교수전략의 경우, 학습자들의 데이터 과학에 대한 수준을 기준으로 모둠을 구성하는 전략이 반영될 필요가 있다는 의견을 반영하여 '수업 준비' 단계에 해당 내용의 교수전략을 제시하였다.

본 연구에서 외적 타당화를 거쳐 도출된 최종적인 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 수업 단계의 실행 시기를 수업 전, 중, 후, 수업 전반으로 나누어 제시하였으며, 총 여덟 단계로 이루어져 있다([그림 4-5]).



[그림 4-5] 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 최종 수업 모형

수업 전, ‘수업 준비’ 단계에서는 학습 목표 선정, 수업 주제 선정, 수학 및 데이터 과학과 관련한 학습자의 특성 파악, 학습 활동 설계, 학습 환경 구성, 데이터 활용 도구 선정, 데이터 준비 및 데이터 활용 계획 수립이 이루어진다. 수업 중은 ‘수업 안내’, ‘문제 및 데이터의 이해 지원’, ‘데이터 기반 문제 해결 지원’, ‘결과 도출 지원 및 공유’, ‘정리 및 사고의 확장’ 단계로 구성된다. ‘수업 안내’ 단계에서는 학습 목표 및 학습 활동 안내, 해결해야 할 문제 제시, 평가 기준 안내가 이루어진다. ‘문제 및 데이터의 이해 지원’ 단계에서는 수학 내용 지식 및 데이터 과학 수준 확인 및 도입, 그리고 문제 구체화 및 의미 파악 지원이 이루어지며, 교수자의 판단에 따라 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습 지원이 수행된다. ‘데이터 기반 문제 해결’ 단계에서는 문제 해결 전략 수립 지원, 데이터 수집 지원, 데이터 전처리 지원 및 데이터 분석 지원이 이루어진다. ‘결과 도출 지원 및 공유’ 단계에서는 문제 해결 절차에 따른 결과 도출 지원, 의사소통을 위한 데이터 시각화 지원, 결과 공유 및 발표 지원이 이루어지며, 동료 평가를 실시한다. ‘정리 및 사고의 확장’ 단계에서는 결과에 대한 토론 기회를 부여하고 사고를 확장시킬 수 있는 기회를 제공한다. 이후 학습 내용을 정리하고 수업을 마무리한다. 수업 이후에는 ‘추가 자료 제시 및 환류’ 단계를 통해 학습 목표 도달 여부를 확인하고 필요시 과제를 제시한다. 또한, 본 차시 수업을 성찰하고 그 결과를 다음 차시에 반영한다. 수업 전반에 걸쳐 이루어지는 ‘성찰 지원 및 피드백’ 단계에서는 자기평가를 지원하고 문제 해결 과정 점검 및 반성을 지원하며 학습자에게 피드백을 제공한다. 또한, 학습자 간 소통을 지원한다.

본 연구에서는 수업 모형과 더불어 수업 모형의 각 단계를 지원하는 27개의 교수전략 및 62개의 세부전략을 제시하여 교수자가 수업을 설계 및 실행할 때 활용할 수 있도록 하였다(<표 4-27>).

<표 4-27> 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 최종 교수전략

수업 단계	교수전략	
[수업전] 1. 수업 준비	**1-1. 데이터 기반 문제해결 수업의 학습 목표를 설정하라**	
	1-1-1. 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 선수 학습 내용을 파악하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서를 통해 각 단원의 학습 요소에 대한 선수 학습 및 후속 학습을 확인할 수 있음. 이를 통해 본 수업에서 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 학습자들이 도달해있어야 하는 선수 학습 내용을 파악하도록 함.
	1-1-2. 교육과정 및 교과서의 학습 요소를 면밀하게 검토하여 수학 성취기준과 데이터 기반 문제해결 요소가 융합된 학습 목표를 기술하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교육과정 및 수학 교과서에서 본 수업과 관련한 학습 요소를 확인하고, 본 수업을 통해 달성해야 할 수학 교육과정의 성취기준을 파악함. 이를 바탕으로 학습자들이 도달해야 할 수학 학습 요소 및 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표를 도출하되, 수학 및 데이터 기반 문제해결 학습 요소가 모두 포함된 학습 목표로 재구성할 필요가 있음. 예를 들어, 기존의 수학 교육과정 상의 성취기준을 바탕으로 학습 목표를 도출하되, 데이터 과학 학습 요소와 관련된 교육 목표를 추가로 기술함.
	1-1-3. 데이터를 활용한 문제해결활동이 학습 목표 달성에 효과적인지 검토하라	
	해설 및 예시	도출한 학습 목표를 달성하는 데 데이터를 활용한 문제해결활동이 적합한지 검토할 필요가 있으며, 데이터를 기반으로 해결/활동 할 수 있는 학습 목표인지 확인해야 함. 예를 들어, 학습 목표를 달성하기 위해 데이터를 활용할 필요가 있는지, 학습 목표를 달성하기 위해 활용할 수 있는 데이터가 있는지 검토해야 함.
	1-2. 데이터 기반 문제해결이 가능한 주제를 선정하라	
	1-2-1. 필요시 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 관심 주제를 선별하라	
	해설 및 예시	주제를 선정하는 과정에서 학습자의 학습 동기 및 학습 참여도를 증진시키기 위해 학습자의 관심 주제를 살펴볼 필요가 있음. 이를 위해 수업 전(최소 5일 전)에 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 학습자의 관심 주제를 검토할 수 있음. 효과적

수업 단계	교수전략	
		인 질문 및 설문을 위해 구글 폼즈(Google Forms), 멘티미터(Mentimeter) 등과 같은 온라인 도구를 활용할 수 있으며, 직접 학습자들을 관찰하거나 구두로 질문하는 방법도 가능함.
	1-2-2. 주제를 선정하는데 고려해야 할 기준/조건을 확인하고, 해당 기준/조건에 부합하는지 검토하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 수업에 적합한 수업 주제를 선정하기 위해 주제 선정의 기준/조건을 확인할 필요가 있음. 예를 들어, 아래와 같은 기준/조건을 확인하고 해당 기준/조건에 부합하는지 검토해야 함. -데이터로 검증이 가능한 주제인가? -직접적인 관련 데이터를 확보할 수 있는 주제인가? -학습자와 연관된 친숙하고 실제적인 실생활 주제인가? -다양한 현상과 쟁점을 담고 있는 포괄적인 주제인가? -의미 있는 결과를 얻을 수 있는 주제인가? -학습 목표를 도달하기 적합한 주제인가?
	1-3. 수학 및 데이터 과학과 관련한 학습자의 특성을 파악하라	
	1-3-1. 학습하고자 하는 수학 지식과 관련한 학습자가 가진 선수 지식 수준, 선수 학습 요소와 관련된 오개념을 파악하라	
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서에 제시된 본 수업의 학습 요소에 대한 학습자의 선수 지식 수준을 파악하며, 선수 학습 요소에 대하여 가지고 있는 지식 수준 및 오개념을 파악하여 학습자의 학습 출발점을 확인하고 본 수업 설계 시 반영할 필요가 있음. 1) 학습자가 선수 학습 요소에 대한 지식 수준이 낮거나 오개념을 가지고 있는 경우, 본 수업의 학습 요소를 다루기에 앞서 복습 시간을 제공하거나 관련 학습 과제를 제공하는 등 적절한 피드백을 통해 재학습을 할 수 있도록 함. 2) 이와 반대로, 학습자가 본 수업의 학습 요소에 대해 선수 지식 수준이 높은 경우, 보다 더 비구조화되고 복잡한 문제해결 활동을 제시하도록 함.
	1-3-2. 학습자의 데이터 수집, 전처리, 분석, 시각화에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부를 파악하라	
	해설 및 예시	데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화 단계에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결 경험 여부 등 데이터 과학과 관련한 학습자의 특성을 파악할 필요가 있음. 1) 학습자의 경험 수준이 전무하거나 낮은 경우, 각 단계에 대한 설명 및 시연을 제공할 필요가 있으며, 각 단계를 모듈화하여 충분히 연습하고 경험할 수 있도록 수업을 설계해야

수업 단계	교수전략	
		함. 2) 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 각 단계를 모듈화하여 미시적으로 연습하는 것이 아닌, 데이터기반 문제해결이라는 하나의 거시적인 흐름으로 수업을 설계할 필요가 있음.
	1-4. 학습 목표를 달성하기 위한 데이터 기반 학습 활동을 설계하라	
	1-4-1. 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하라	
	해설 및 예시	수학 및 데이터 과학 학습 요소를 모두 포함한 학습 활동 설계 시, 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하는 것을 권장함. 즉, 수학 교과서에 제시된 문제를 제외하고 무조건 새로운 문제를 개발하는 것보다는 기존의 수학 문제 혹은 제시된 문제 상황을 데이터 과학 기반 문제해결활동에 적합하게 변형하여 활용함.
	1-4-2. 모둠 활동을 포함할 시, 학습 목표와 문제 난이도, 학습자 수준에 따라 모둠 구성을 하라	
	해설 및 예시	수업 중 모둠 활동을 계획하는 경우, 모둠 구성을 미리 결정하는 것이 필요함. 이를 위해 학습 목표, 문제 난이도, 학습자 수준을 검토할 필요가 있음. 예를 들어, 학습자 주도로 문제를 해결하는 고차원적 학습 목표이면서 문제 난이도가 높은 경우, 학습자 수준에 따라 이질적인 모둠 구성을 하여 모둠 간의 편차를 줄임.
	1-5. 데이터 분석 및 시각화 도구를 선정하라	
	1-5-1. 프로그램(엑셀, 엔트리, 오렌지3, 온라인 코딩 도구, 데이터 시각화 도구 등)을 선정하고, 어느 단계에서 제시 및 활용할 것인지 결정하라	
	해설 및 예시	데이터 분석 및 데이터 시각화 단계에서 사용할 수 있는 프로그램으로 엑셀, 엔트리(Entry), 오렌지3(Orange 3), 코랩(Colab), 온라인 코딩 사이트 등 여러 가지가 있음. 교수자는 학습 목표와 학습자 수준을 고려하여 프로그램을 선정하여 학습자가 학습 목표를 달성하는 데 활용할 수 있는 도구를 준비해야 함. 또한, 학습자의 도구 활용 경험 여부, 친숙성 정도를 고려하여 어느 단계에서 도구를 제시 및 활용할 것인지 결정해야 함. 다만, 일반적인 초등학생 수준에서는 엑셀, 엔트리, 오렌지3 등이 적합한 도구로 보이며, 학습자의 수준이 높은 경우 코랩 등을 활용할 수 있음. *가입절차가 필요 없는 온라인 코딩 사이트 예시 :

수업 단계	교수전략	
		1) https://replit.com/languages/python3 2) https://www.programiz.com/python-programming/online-compiler/ 3) https://codebunk.com/
	1-5-2. 학습자의 수준을 고려하여 뼈대 코드를 준비하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정해야 함. 단, 일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 뼈대 코드를 제공하는 것이 필요하며, 어느 정도의 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정하고 준비해야 함.
	1-5-3. 학습자가 데이터 기반 문제해결학습 활동을 수행하기 앞서 각 단계를 연습할 수 있는 연습문제를 준비하라	
	해설 및 예시	학습자가 데이터 기반 문제해결학습 활동의 각 단계를 연습하는 것이 필요할 경우, 각 단계를 모듈화하여 각각에 해당하는 연습문제를 준비하는 것이 필요함.
	1-6. 데이터 기반 문제해결학습 활동을 위한 환경을 구성하라	
	1-6-1. 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하라	
	해설 및 예시	문제해결활동의 활동 유형이 개별 활동일지라도 학습자들이 서로 의견을 교환하거나 피드백을 주고받는 등 의사소통 할 수 있도록 환경을 구성할 필요가 있음. 이를 위해 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하여야 함. 예를 들어, 의견을 교환할 수 있는 소통 시간을 따로 마련하거나, 온라인 도구를 통해 소통할 수 있도록 함. 소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구로는 패들렛(Padlet), 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등이 있으며, 학급 운영 특성 및 학교 환경을 고려하여 선택하도록 함.
	1-6-2. 데이터 분석 등 학습 활동을 하는 데 필요한 기기(태블릿, PC)를 준비하고 네트워크 환경을 점검하라	
	해설 및 예시	효과적인 데이터 과학 기반 문제해결학습 활동을 하기 위해서는 학습자 1인당 1개의 기기를 준비하는 것을 권장함. 이를 위해 태블릿, PC, 노트북과 같은 기기를 미리 확보하고 준비해야 하며, 마우스와 키보드 사용이 원활한 노트북을 권장함. 또

수업 단계	교수전략	
		한, 데이터 수집 및 탐색 시 인터넷이 필요하므로 네트워크 환경을 점검해야 함. - 1인 1기기가 확보되었는가? - 마우스와 키보드 사용이 가능한가? - 네트워크(wifi 등) 접속이 원활한가?
	1-7. 조건에 적합한 데이터를 준비하고, 데이터 활용을 계획하라	
	1-7-1. 데이터를 준비할 때 다음의 조건에 모두 부합하는지 검토하라 **1) 구할 수 있는 데이터인가?** **2) 분석할 수 있는 형태인가?** **3) 수업 주제와 연관된 데이터인가?**	
	해설 및 예시	데이터를 준비할 때 구할 수 있는 데이터인지, 분석할 수 있는 형태인지, 수업 주제와 연관된 데이터인지 확인할 필요가 있음. 세 가지 조건이 모두 충족이 되어야 하며, 특히 구할 수 없는 데이터이거나 구할 수는 있어도 분석할 수 있는 형태가 아니면 수업에 활용할 수 없음.
	1-7-2. 학습자의 특성, 수업 단계를 고려하여 데이터 제공 범위, 제공 데이터의 전처리 정도 및 활용 수준을 계획하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 기반 문제해결 활동 경험 정도 및 수업 단계를 고려하여 1) 데이터를 얼마나 제공할 것인지(필요한 데이터를 모두 제공 혹은 필요한 데이터 요소 중 일부 데이터만 제공), 2) 어느 정도 전처리 된 데이터를 제공할 것인지, 3) 데이터를 어느 정도 활용할 것인지(데이터 전처리 단계까지 활용 혹은 데이터 분석 단계까지 활용 등) 계획해야 함. 예를 들어, (1) 학습자의 경험 수준이 낮은 경우, 필요한 데이터를 모두 제공하거나 전처리 되어 활용하기 쉬운 형태의 데이터를 제공하고, (2) 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 데이터를 일부만 제공하여 학습자가 스스로 필요한 데이터를 탐색하고 수집하게 하거나 직접 데이터를 전처리하도록 할 수 있음.
[수업중] 2. 수업 안내	**2-1. 데이터를 활용하여 해결해야 할 문제 상황을 제시하라**	
	2-1-1. 데이터를 활용하여 해결할 수 있는 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하라	
	해설 및 예시	제시하는 문제 상황은 데이터를 활용하여 해결 가능한 문제이어야 함. 또한, 학습의 전이를 촉진시키고 학습자 흥미 및 학습 참여도를 높이기 위해 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하는 것을 권장함. 이상의 조건에 부합하는 문제를 제시해야

수업 단계	교수전략	
		하며, 문제의 맥락을 함께 제시하는 것이 필요함.
	2-1-2. 학습자의 수준에 따라 구조화/비구조화된 문제를 제시하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 기반 문제해결 활동 경험 정도 및 수업 단계를 고려하여 구조화 혹은 비구조화된 문제를 제시함. 1) 학습자의 수준이 낮은 경우, 구조화된 문제를 제시하는 것이 바람직함. 2) 학습자의 수준이 높은 경우, 비구조화된 개방형 문제로서 실제와 유사한 복잡성을 가지며, 다양한 측면으로 접근하여 해결할 수 있는 문제를 제시하는 것을 권장함. 학습자들은 제시된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 다양한 해결 방안 혹은 결과를 도출할 수 있음. 다만, 데이터 활용 절차에 대한 모듈 학습을 위해 제시하는 연습문제로는 학습 단계를 고려하여 단순하고 구조화된 문제를 권장함.
	2-2. 수업 활동에 대한 평가 기준을 안내하라	
	2-2-1. 학습 과제 수행 전반에 대해 평가 기준과 평가 방법을 구체적으로 안내하라	
	해설 및 예시	학습 과정 전반에 대해 수학 지식 이해도, 각 단계에서의 목표 달성 정도, 활동 산출물 완성 정도 등 평가 기준과 체크리스트, 자기평가, 동료평가 등 평가 방법을 수업 사전에 계획하고 학습자들에게 미리 안내할 필요가 있음.
	2-2-2. 데이터 기반 활동에 대한 분명한 준거를 구체적으로 안내하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 활동에 대한 평가 기준으로서 1) 데이터 수집의 공정성, 2) 데이터 전처리 여부의 적절성, 3) 데이터 분석 결과의 타당성, 4) 결과 표현의 타당성 등을 안내하고 설명할 필요가 있음.
[수업중] 3. 문제 및 데이터의 이해 지원	**3-1. 문제를 해결하기 위해 필요한 수학 내용 지식의 이해도와 데이터 과학 기반 문제해결 활동 경험을 확인하고 안내하라**	
	3-1-1. 사전에 파악이 되지 않은 경우, 간단한 퀴즈, 발문 등을 통해 수학 내용 지식에 대한 이해도 및 데이터기반 문제 해결 경험을 확인하라	
	해설 및 예시	교수자 및 학습자의 상황으로 인해 수업 전에 본 수업과 관련한 수학 내용 지식 이해도 및 데이터 기반 문제해결 경험 여부 등의 학습자 특성을 파악하지 못한 경우, 간단한 퀴즈 혹은 발문을 통해 학습자 특성을 파악할 수 있음. 간단한 퀴즈는 카훗(Kahoot), 멘티미터(Mentimeter) 등 온라인 도구를 활용하여 실행할 수 있음.

수업 단계	교수전략	
	3-1-2. 학습자가 수학 내용 지식 및 데이터 과학과 관련하여 새로운 학습이 필요한 부분, 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 안내하라	
	해설 및 예시	학습자가 수학 내용 지식 및 데이터 과학과 관련하여 새로운 학습이 필요한 부분, 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 해당 내용이나 과정을 반복하여 설명하는 등 필요한 부분을 지도함.
	3-2. 주어진 문제 상황에서 해결해야 할 문제를 스스로 구체화할 수 있도록 안내하라	
	3-2-1. 해결해야 할 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 정하도록 하라	
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 구체화하여 이해할 수 있도록 1) 해결해야 할 문제의 맥락, 내용 요소 등과 관련하여 궁금한 점, 2) 문제 상황에서 해결하고자 하는 점 혹은 해답을 얻고 싶은 점, 3) 문제에 대한 장점적인 해답(가설)에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함.
	3-2-2. 스스로 발견한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 공유하고 상호 피드백을 통해 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정하게 하라	
	해설 및 예시	학습자가 스스로 정한 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설은 발표 혹은 소통 창구를 통하여 동료 학습자와 공유할 수 있도록 하고 상호 피드백을 주고받을 수 있도록 함. 또한, 의견 공유 및 상호 피드백 결과를 바탕으로 자신의 초기 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정할 수 있도록 해야 함. 이를 통해 문제에 대한 이해가 정교해지고 추후 문제 해결 계획 수립이 구체화 될 수 있음.
	3-2-3. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 논의하도록 하라	
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터/변수는 무엇인지 논의해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함. 학습자들이 데이터 과학 기반 활동에 익숙치 않거나 어려워하는 경우, 예시 사례 혹은 연습 문제를 제공하도록 함.
	3-3. 필요시, 연습 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차의 각 단계를 충분히 익힐 수 있도록 연습 기회를 충분히 제공하라	

수업 단계	교수전략	
	3-3-1. 학습 목표와 관련된 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하라	
	해설 및 예시	학습자가 데이터 활용 절차(데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 시각화)를 연습할 필요가 있는 경우, 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하되 학습 목표와 연관 있는 데이터를 제공하는 것을 권장함. 즉, 데이터 활용 연습 절차의 각 모듈을 통해서도 학습 목표를 달성할 수 있어야 함.
	3-3-2. 학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 설명하고 활동 방법을 시연하라	
	해설 및 예시	학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 모듈화하고 각 모듈 내에서 세부 단계를 설명 및 시연함. 예를 들어, '데이터 수집' 모듈에서는 연습 문제를 해결하기 위해 수집해야 할 데이터를 확인하고, 데이터를 수집할 수 있는 사이트 등을 안내하며, 데이터 수집 방법을 시연하고, 데이터 수집 과정을 성찰하도록 안내함.
	3-3-3. 데이터 활용 절차에서 활용할 도구를 안내하고 충분히 익힐 수 있도록 지원하라	
	해설 및 예시	데이터 활용 절차의 각 모듈 내에서 활용할 도구를 안내하고 기본적인 기능이나 특징을 이해하도록 안내함. 학습자의 수준이 상당할 시 여러 가지 도구 중 선호하는 도구를 선택하도록 해도 되나, 일반적인 초등학생 수준을 고려할 때 교수자가 미리 선정하여 제공하는 것을 권장함. *도구 예시 : 엑셀, 엔트리(Entry), 오렌지3(Orange3), 코랩(Colab), 온라인 코딩 사이트 등 또한, 연습 문제 및 연습 데이터를 통해 충분히 익힐 수 있도록 지원해야 함. 예를 들어, 필요시 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드를 제공하거나, 전체 코드를 제공하여 참고하도록 할 수 있음.
[수업중] 4. 데이터 기반 문제 해결 지원	**4-1. 문제를 해결하기 위한 전략을 세우도록 지원하라**	
	4-1-1. 주어진 정보 및 필요한 데이터를 탐색하고, 데이터를 기반으로 해결하기 위한 문제해결 계획을 세워보도록 지원하라	
	해설 및 예시	문제 상황, 제공된 데이터, 필요하다고 판단한 데이터를 명확히 이해하고 문제를 해결하기 위해 해야 할 일과 일의 순서를 논의해보도록 함.
	4-1-2. 데이터 기반 문제해결 계획서를 작성하도록 안내하라	

수업 단계	교수전략	
	해설 및 예시	데이터를 기반으로 해결해야 하는 문제에 대한 문제해결 계획서를 작성해보도록 함. 일반적인 초등학생 수준을 고려할 때, 구조화된 형태의 계획서를 제공하는 것을 권장함.
	4-2. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집하도록 안내하라	
	4-2-1. 필요한 데이터의 수집 가능성을 확인하고 수집 방식을 결정하게 하라	
	해설 및 예시	필요하다고 판단한 데이터가 수집할 수 있는 데이터인지 확인하도록 하고, 수집이 가능한 데이터임이 확인되면 수집 방법을 결정하도록 지원 함. 수집 방법은 이미 있는 데이터를 가지고 오거나 혹은 직접 데이터를 생성하는 방법이 있음. 1) 이미 있는 데이터를 가지고 오는 경우, 기존의 데이터를 그대로 사용할 것인지, 혹은 필요한 부분을 추출할 것인지 등을 결정하도록 함. 2) 직접 데이터를 생성하는 경우, 정해진 시간 안에 많은 양의 데이터를 생성하기가 어려우므로 학습자가 개별로 데이터를 생성한 후 각 데이터를 수합하는 등의 학습자 간 협업이 이루어지도록 역할을 분배할 필요가 있음. 다만, 초등 수준의 학습자에게는 데이터 수집 절차에 대해 가이드라인을 제공하는 것이 필요함.
	4-2-2. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 혹은 공공 데이터 목록을 제공하고, 공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내하라	
	해설 및 예시	공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내 및 시연하는 것이 필요함. 또한, 데이터 수집 사이트 목록을 제공하거나 교수자가 미리 수집한 공공 데이터 목록을 제공하여 학습자가 필요한 데이터를 다운 받을 수 있도록 함. 특히, 초등 수준의 학습자에게는 구조화된 가이드라인을 제공하는 것이 필요함. *데이터 수집 사이트 : https://data.go.kr(공공데이터포털), https://kosis.kr/index/index.do(국가통계포털), https://mois.go.kr/frt/a01/frtMain.do(행정 안전부), https://mdis.kostat.go.kr/index.do(마이크로 데이터 통합 서비스), https://www.localdata.go.kr/(지방행정 데이터 개방 시스템), https://data.seoul.go.kr/index.do(서울 열린데이터 광장), https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do(기상자료 개방 포털), https://www.bigdata-environment.kr/user/main.do(환경 빅데이터),

수업 단계	교수전략	
		http://www.index.go.kr/main.do(e-나라지표), https://www.kaggle.com/datasets(케글 데이터셋), https://data.soledot.com/home/fo/index.sd(데이터공작소)
	4-2-3. 데이터를 윤리적인 과정으로 수집하였는지, 데이터가 편향되지는 않았는지 스스로 검토하도록 안내하라	
	해설 및 예시	데이터를 합법적인 사이트에서 윤리적인 과정을 거쳐 수집하였는지, 수집한 데이터가 편향된 데이터는 아닌지 확인하는 것이 필요함. 비윤리적인 수집, 편향된 데이터의 예시를 보여주며 설명할 수 있음.
	4-3. 초기 데이터 특성을 파악하고, 데이터를 문제해결에 적합한 형태로 전처리하도록 안내하라	
	4-3-1. 문제를 해결하기 위해 필요한 변수가 무엇인지 파악하고, 초기 데이터에서 필요한 부분과 그렇지 않은 부분, 더 필요한 데이터를 확인하도록 안내하라	
	해설 및 예시	문제와 관련된 데이터 변수가 무엇인지 확인하여 초기 데이터에서 필요한 변수, 필요하지 않은 변수가 무엇인지 파악하고 더 필요한 데이터가 있는지 확인하도록 함. 더 필요한 데이터가 있는 경우 데이터 수집을 추가적으로 수행하도록 함.
	4-3-2. 초기 데이터 특성을 파악하여 데이터 전처리 여부를 결정하도록 안내하고, 필요시 전처리를 실시하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 하라	
	해설 및 예시	초기 데이터를 수집한 형태 그대로 살펴보거나, 혹은 데이터를 수치화/시각화하여 데이터 특성을 파악하도록 함. 파악한 데이터 특성을 기반으로 데이터 전처리 여부를 결정하도록 함. 학습자가 전처리가 필요하다고 판단한 경우, 전처리를 실시하도록 안내함. 교수자는 학습자의 수준에 따라 전처리 정도를 결정하여 미리 데이터를 준비하는 것이 필요함.
	4-3-3. 데이터의 공정성을 확보하기 위하여 데이터 전처리 과정 및 전처리를 실행한 이유를 기록하도록 하라	
	해설 및 예시	필요 없는 부분이라고 판단하여 데이터를 삭제하는 등의 데이터 전처리 과정에서 윤리적인 문제가 등장할 수 있음. 따라서 최적화된 데이터셋을 준비하기 위하여 데이터를 전처리하되 전처리 과정 및 이유를 기록하도록 할 필요가 있음. 이를 통해 학습자의 의도 개입을 최소화하고 편향을 통제한 형태로 데이터 전처리가 이루어졌는지 확인하도록 함. 또한, 이를 '정리

수업 단계	교수전략	
		및 문제의 확장' 단계에서 함께 공유하고 논의하는 기회를 제공하여 데이터의 공정성에 대해 인식할 수 있도록 해야 함.
	4-4. 데이터의 특성과 문제해결의 목적에 맞게 데이터를 정리하도록 안내하라	
	4-4-1. 데이터를 정리하는 다양한 방법을 안내하고, 가장 효과적인 방법으로 데이터를 정리하도록 하라	
	해설 및 예시	평균, 막대그래프, 꺾은선 그래프, 산포도, 워드클라우드, 파이차트, 히트맵, 지도맵핑 등 데이터의 특성과 문제해결의 목적에 부합하도록 적절한 통계량이나 그래프를 선택함으로써 데이터를 정리하는 방법을 안내하고, 데이터의 특성에 따라 가장 효과적인 방법을 선택하여 데이터를 정리하도록 안내함.
	4-4-2. 데이터를 정리하는 과정을 통해 데이터 전처리가 필요한 이유를 경험하고, 이를 설명해보도록 안내하라	
	해설 및 예시	전처리된 데이터의 정리 결과를 초기 데이터와 비교하여 보도록 하고 이를 통해 데이터 전처리가 문제 해결에 도움이 되는 것을 경험하도록 함.
	4-4-3. 학습자 수준을 고려하여 데이터 정리에 활용되는 뼈대 코드를 제공하고, 적절한 도움을 제공하라	
	해설 및 예시	학습자의 데이터 과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 데이터를 시각화하는 뼈대 코드를 제공함. 일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 거의 완성형의 코드를 제공할 것을 권장하며, 필요시 코드에 대한 설명을 제공함.
	4-5. 정리된 데이터를 기반으로 데이터를 분석하도록 지원하라	
	4-5-1. 데이터 분석을 통해 데이터 변수간의 관계 등 데이터의 특성과 경향을 탐색하도록 하라	
	해설 및 예시	정리된 데이터를 보고 데이터 변수간의 관계(정적/부적인 상관관계 등) 및 경향성(시간이 지남에 따라 수치들이 어떻게 변하는지, 조건에 따라 데이터가 어디에 집중되어 있는지 등)을 탐색해보도록 안내함.
	4-5-2. 필요시 데이터 분석의 과정에서 나타날 수 있는 오류를 논의해보도록 지원하라	
	해설 및	데이터 분석 과정에서 상관관계와 인과관계를 혼동하여 나타날 수 있는 오류를 논의해보는 기회를 제공함. 상관관계가 있

수업 단계	교수전략	
	예시	다고 해서 인과관계가 있는 것이 아님을 알고 데이터 분석을 실시하도록 안내함. 다만, 상관관계, 인과관계라는 용어는 초등학교 수준에 적절치 않으므로 해당 용어를 사용하는 것을 지양하고 쉬운 예시를 들어 설명해 줄 필요가 있음. -상관관계(correlation) : 변수 간 영향을 주고받는 관계 -인과관계(causality) : 변수간의 인과성이 존재하여 원인과 결과를 일으키는 관계
[수업중] 5. 결과 도출 지원 및 공유	**5-1. 데이터 분석 결과로부터 문제 해결 방안을 도출하도록 지원하라**	
	5-1-1. 데이터 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 문제 해결을 위한 발산 및 수렴적 사고과정을 통해 다양한 방안을 도출하도록 하라	
	해설 및 예시	발산 및 수렴적 사고과정을 통해 데이터 분석 결과로부터 문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 도출하고, 문제에 대한 답을 찾도록 함.
	5-1-2. 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 지어 문제 해결 방안을 설명하도록 하라	
	해설 및 예시	문제 해결 방안을 기술할 때 학습 목표와 관련한 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 짓도록 안내함. 예를 들어, 데이터 분석 결과를 설명하면서 데이터 변수 간의 관계 안에 숨겨진 수학 지식을 추가 기술하도록 함.
	5-2. 데이터 분석 결과를 기반으로 한 문제해결 결과가 적절한 형태로 표현되도록 데이터 시각화를 지원하라	
	5-2-1. 문제해결 결과를 시각화하는 다양한 방법을 안내하고, 어떤 방법이 가장 효과적으로 정보를 시각화하기에 적합한지 결정하도록 안내하라	
	해설 및 예시	데이터 분석 결과를 기반으로 의사소통을 위한 정보를 시각화 및 생산하도록 함. 이를 위해 그래프, 포스터, 인포그래픽 등 여러 가지 시각화 방법을 안내하고 정보를 시각화하기에 가장 적합한 방법을 선택하도록 안내함. 단, 교수자의 재량에 따라 시각화 방법을 지정해 줄 수 있음.
	5-2-2. 데이터 분석 결과를 토대로 문제해결 결과에 대한 정보를 시각화 및 생산하도록 지원하라	
	해설 및 예시	결정한 시각화 방법으로 정보를 시각화 및 생산하도록 함. 이때 온라인 도구를 활용하도록 할 수 있으며, 전지, 매직펜 등을 이용하여 손으로 제작하도록 할 수 있음.
	5-3. 생산한 정보를 공유하고 발표하는 등 의사소통 기회를 제공하라	

수업 단계	교수전략	
	5-3-1. 산출물을 발표 및 시연하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하고, 서로의 해결 방법 및 결과를 비교할 수 있도록 하라	
	해설 및 예시	산출물을 발표하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하도록 하고, 시연이 필요한 경우 시연하도록 함. 이러한 과정을 통해 자신의 방법 및 결과와 비교해보도록 함.
	5-3-2. 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대해 동료평가를 통해 의견을 공유하고 점검하도록 안내하라	
	해설 및 예시	동료평가를 통해 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대하여 상호 피드백을 하도록 함. 동료평가는 발표하는 과정에서 이루어지도록 하며 미리 동료 평가지를 배부하고 안내하는 것이 필요함.
[수업중] 6. 정리 및 사고의 확장	**6-1. 데이터기반 문제해결 결과를 바탕으로 토론할 기회를 부여하라**	
	6-1-1. 데이터기반 문제해결 결과를 바탕으로 문제를 확장하여 생각해보도록 지원하라	
	해설 및 예시	결과를 바탕으로 논의/토론해 볼 수 있는 주제는 다음과 같음. 1) 문제해결 과정에 대한 반성 -데이터기반 문제해결 방법 및 결과가 타당한가? -데이터 수집 및 전처리 과정이 공정한가? -더 나은 문제 해결 방법이 있는가? 2) 문제해결 결과를 기반으로 한 예측 -데이터를 기반으로 미래가 어떠할 것이라고 예측하는가? -결과를 어떻게 활용할 수 있는가?
	6-1-2. 데이터기반 문제해결 과정에서 느낀 데이터 과학, 데이터 활용의 필요성에 대해 토의하도록 하라	
	해설 및 예시	데이터기반 문제해결 과정의 전반에서 느낀 데이터 과학 및 데이터의 활용이 필요한 이유를 자유롭게 토의해 볼 수 있도록 함.
	6-2. 문제해결 경험을 바탕으로 새로운 문제를 만들어 보도록 하고, 문제를 서로 공유하도록 하라	
	6-2-1. 새로운 문제를 만들어보는 기회를 제공하라	
	해설 및 예시	문제해결 경험을 바탕으로 새로운 문제를 만들어 봄으로써 사고를 확장하는 기회를 제공함. 문제의 맥락 등과 같은 문제의 조건을 변경하거나 문제해결 결과를 활용하여 해결할 수 있는 새로운 문제를 설정하는 등의 방법이 있음.

수업 단계	교수전략	
	6-2-2. 직접 만든 문제와 아이디어 등을 공유할 수 있는 도구를 제공하라	
	해설 및 예시	만든 새로운 문제를 구글 슬라이드(Google Silde), 패들렛(Padlet) 등 온라인 도구를 활용하여 공유하도록 함.
	6-2-3. 다른 학습자가 만든 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 하라	
	해설 및 예시	공유된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 함. 다만, 상세한 전략을 세우는 것은 시간이 많이 필요하므로 구조화된 문제해결 계획서를 바탕으로 간략히 세워보도록 함. 시간이 충분하거나 학습자가 희망하는 경우, 문제 해결 전략을 실행해보도록 할 수 있음. 또한, 교수자가 필요하다고 판단되는 경우 학습자가 만든 문제 중 선별하여 수업 후 문제해결 과제로 제시할 수 있음.
[수업후] 7. 추가 자료 제시 및 환류	**7-1. 해당 차시 학습에 대한 학습자의 목표 도달 여부를 확인하고 다음 차시 수업에 반영하라**	
	7-1-1. 학습자의 데이터 기반 문제해결학습의 목표 도달 여부를 확인하라	
	해설 및 예시	학습자가 학습 목표에 도달하였는지 확인해야 하며, 인지적 측면과 정의적 측면 모두를 확인하는 것을 권장함. 학습자의 인지적, 정의적 측면을 확인하기 위하여 자가보고식 성찰일지를 참고할 수 있음. -인지적 측면 : 해당 차시의 수학 내용 지식에 대한 이해도, 데이터기반 문제 해결 과정에 대한 이해도 등 -정의적 측면 : 수학 및 데이터 과학에 대한 학업적 자기효능감 등
	7-1-2. 학습자의 목표 도달 여부 결과를 다음 차시 수업에 반영하라	
	해설 및 예시	학습자가 목표에 도달하지 못했을 경우 : 1) 수학 내용 지식에 대한 이해도가 부족한 경우, 다음 차시 수업에서 해당 수학 내용 지식을 다루거나 학습 과제로 제시함. 2) 데이터 기반 문제해결 과정에 대한 이해도가 부족한 경우, 데이터 활용 절차 중 필요한 모듈을 다시 학습하도록 함.
	7-2. 학습 전이를 촉진하기 위해 필요시 데이터 기반 문제해결 과제를 제시하라	
	7-2-1. 후속학습이 필요하다고 판단될 경우, 실생활과 관련한 데이터 기반 문제해결 과제를 제시하고 학습자 스스로 해결할 수 있도록 안내	

수업 단계	교수전략	
	하라	
	해설 및 예시	교수자가 필요하다고 판단한 경우, 실생활과 관련한 데이터 기반 문제해결 과제를 제시함. 과제는 교수자가 제시하거나, 학습자가 만든 문제 중 선별하여 제시할 수 있음.
	7-2-2. 필요시 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나 수업 중에 전체 피드백을 제공하라	
	해설 및 예시	데이터 과학 기반 문제해결 과제를 제시한 경우, 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나, 다음 차시의 수업 중에 학습자들이 공통적으로 어려워하거나 오개념을 가진 부분에 대해 전체 피드백을 제공하도록 함.
[수업전반] 0. 성찰 지원 및 피드백	**0-1. 학습자들이 자신의 학습 전반을 확인하고 성찰할 수 있는 기회를 제공하라**	
	0-1-1. 활동 별 평가기준을 담은 루브릭(rubric)을 제공하고 활동 과정에서 자기평가를 통해 자가 점검을 하도록 하라	
	해설 및 예시	자기평가를 통해 데이터 기반 문제해결의 각 과정에서 처음 세운 가설과 최종 결과를 비교해 보고, 결과가 타당한지 점검하는 등 활동 과정 에 대해 성찰해보도록 함. 활동 별 평가기준은 수업 단계의 교수전략 및 교사용 지도서를 참고하여 제시함.
	0-1-2. 성찰일지 작성을 통해 활동 전과 후의 자신의 생각을 비교하고, 학습을 하고 난 후의 달라진 생각을 스스로 점검하고 활동 과정을 반성하도록 하라	
	해설 및 예시	필요시 성찰일지를 통해 활동 전반의 생각에 대해 작성해보도록 하여 생각을 정리, 점검하고 활동 과정을 반성하도록 함. 성찰일지 작성 주제는 교수자가 제공하거나 학습자가 자유롭게 작성하도록 함. -성찰일지 주제 예시 : 데이터 수집에서 겪은 어려움, 데이터 활용의 필요성 등
	0-2. 관찰이나 모니터링을 통해서 학습자들이 각 단계를 이해하였는지를 평가하고 피드백을 제공하라	
	0-2-1. 관찰이나 모니터링을 통해 학습자들의 이해도에 대해 정보를 수집하고 평가하고, 필요시 각 단계에서 피드백을 제공하라	
	해설 및 예시	학습자들의 이해도를 평가하기 위해 관찰이나 소통 창구, 문제해결을 위한 작업물을 모니터링 하고, 학습자들이 어려운 점, 궁금한 점 등을 해결하고 피드백을 받을 수 있도록 지원해

수업 단계	교수전략	
		야 함.
	0-2-2. 데이터 활용 절차의 각 과정에서 충분한 시간을 제공하고, 학습자 특성에 따라 각 단계에서 교수자가 제공하는 지원(설명, 시연 등)의 정도를 결정하고 제공하라	
	해설 및 예시	학습자에게 충분한 시간을 제공하여 데이터 활용 절차를 이해하고 실행할 수 있도록 해야 함. 또한, 학습자의 수준에 따라 데이터 기반 문제 해결 각 단계에서 제공하는 지원(설명, 시연, 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드 제공 등)의 정도를 결정함. 예를 들어, 학습자의 데이터 기반 문제해결 경험 수준이 높으면 각 모듈에서의 시연을 줄이고 학습자 활동 시간을 늘리는 등 교수자 지원 정도를 줄임.
	0-3. 데이터 기반 문제해결 과정의 성공적인 경험을 위해 동료 학습자 간 소통과 피드백을 통한 협력이 활성화되도록 지원하라	
	0-3-1. 데이터 활용 절차 전반에 관한 질문 및 의견을 공유 및 논의하며 다양한 방법으로 문제를 해결할 수 있도록 소통 창구를 제공하라	
	해설 및 예시	학습자들이 협력적으로 문제를 해결하도록 명확하고 지속적으로 안내하고, 적극적으로 문제 해결 과정을 공유하고 논의하도록 격려함. 효과적인 협력을 위해 소통 창구를 제공할 수 있음. *소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구 : 패들렛(Padlet), 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등
	0-3-2. 학습자 간 소통과 협력이 이루어지는 분위기를 형성하라	
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 과정이 경쟁 활동이 아니며 학습자들이 문제를 해결하기 위하여 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류하면서 협력할 수 있음을 안내할 필요가 있음.

제 5 장. 논의 및 결론

제 1 절. 논의

본 연구는 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 실행하는데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업모형을 개발하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 선행문헌 분석과 전문가 면담을 통하여 초기 수업 모형 및 교수전략을 도출하였다. 개발한 수업 모형 및 교수전략에 대하여 전문가 검토를 통하여 내적 타당성을 검증하고, 모형을 적용한 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응과 효과성을 확인함으로써 외적 타당성을 검증하였다. 외적 타당화 과정을 통해 모형을 적용한 수업이 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시 향상에 도움이 된 것을 확인하였으며, 교수자 및 학습자들의 반응으로부터 도출한 시사점을 반영하여 최종적인 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업 모형 및 교수전략이 개발되었다. 이 장에서는 본 연구의 결과를 바탕으로 본 연구의 의의를 논의하고 시사점을 살펴보고자 한다.

1. 초등 수학교육에서의 문제해결력

교육 분야에서 문제해결력은 학습자가 신장해야 하는 능력으로서 지속적으로 강조되어왔다. 문제해결력의 신장은 특히 수학교과에서 중요시되어 왔으며 오래전부터 수학교육의 중요한 목적으로 강조되어 왔다(김혜미, 한선영, 2018). 수학적 문제해결력은 문제 상황에서 요구하고 있는 것을 충족시키기 위해 개인이 이미 획득한 수학의 지식과 기능 등을 이용하고 적절한 전략을 사용하여 수학 문제를 해결해 가는 능력이다(강옥기 외, 1989; 이영주, 전평국, 1999; 이창호, 2012). 1980년 미국 수학 교

사 협의회(NCTM)는 문제해결이 학교수학의 초점이 되어야 한다고 권고하며 현재까지 수학 교육에서 강조해야 할 교육의 목표로 주장하고 있다. 국내에서도 문제해결력은 제4차 교육과정 이래로 꾸준히 강조되었으며, 2007 및 2009 개정 교육과정에서 교육의 목표에서뿐만 아니라 내용, 수학과 교수·학습 방법, 평가에 걸쳐 문제해결 능력의 신장을 강조하고 있다(최인영, 방정숙, 2018; 교육과학기술부, 2011). 2015 개정 교육과정에서는 문제해결을 수학 교과의 핵심역량 중 하나로 규정하여 이를 교과의 목표 및 성격, 성취기준, 교수·학습 및 평가에 반영하였다(교육부, 2015).

본 연구에서는 수학 교과에서 강조되어 온 문제해결력을 데이터 과학 기반 문제해결력으로 확장하여 주어진 문제 상황에서 수학의 지식과 기능 등을 활용하여 실생활의 문제를 해결하는 과정에서 데이터를 활용하며 적절한 도구를 활용해 데이터를 분석하고 결론을 도출해내는 능력을 포함하는 용어로 사용하였다. 또한, 데이터 과학 기반 문제해결력을 크게 '문제해결력'과 '데이터 기반'의 두 가지 측면으로 접근하여 '수학'과 '데이터 과학'을 데이터 과학 기반 문제해결력 함양을 위한 중심 교과로서 그 가치가 높다고 판단하고, 수학 교과에서의 데이터 과학 기반 문제해결 수업을 설계 및 실행하기 위해 교수자가 참고할 수 있는 수업 모형을 개발하였다.

수학 학습의 문제점 중 하나는 대다수의 학생들이 학교에서 배운 지식과 기술을 실제 생활에 활용하지 못한다는 점이다(최정임, 1996). Bransford 외(1992)는 지식의 전이 문제는 비맥락화된 학습경험 때문에 발생한다고 언급하였다. 학생들은 수학 시험에서는 높은 점수를 받아도 동일한 지식을 일상적인 문제해결 상황에는 적용하지 못한다. 이러한 지식의 전이의 문제를 해결하고 수학적 지식을 실생활의 맥락 안에서 적용하도록 하고자 가장 보편적으로 사용되는 방법은 문장으로 제시되는 문제해결과제이다(Davis & Mckillip, 1980). 그러나 교과서에 제시되거나, 수업에서 다루어지는 대부분의 문장제 문제는 실생활 맥락과 연결 지어 문제를 제시하고자 시도 하고 있으나, 일상생활에서 발생하는 현실적인

소재를 중심으로 실제 데이터를 제시하여 구성되기보다는 상황과 그 상황을 구성하는 수치들이 인위적으로 구성되어 있다(이대현, 2009). 이상의 문제점은 실제 맥락의 데이터 활용을 통해 해결될 수 있으며, 방대한 데이터의 수집 및 활용이 가능한 빅데이터 시대가 도래함에 따라 문제해결이 용이해졌다. 하지만 교육에서 실생활 데이터의 활용 가능성이 커졌음에도 불구하고 수학 문제해결학습에서 실제 맥락의 데이터 활용이 거의 전무하다. 실제 문제해결 과정에서 데이터를 활용하는 사람은 약 16%에 불과하다는 연구결과(Zandan & May, 2016)를 고려할 때, 데이터 기반 문제해결력을 향상시키기 위해서는 수학 교과 단일 교과로서의 수학 지식을 가르치는 것에서 벗어나 수학 교과 안에서 데이터를 다루는 학습 내용 및 방법의 변화가 이루어질 필요가 있다(고호경, 최영우, 박선정, 2014).

본 연구에서 제시한 수업 모형의 사용자인 교수자는 모형 단계에 따라 초등학교 수학 교육과정을 재구성하여 실제 데이터를 활용하여 실생활 문제를 해결하는 데이터 과학 기반 문제해결 수업을 설계 및 실행하게 된다. 예컨대, 본 연구의 현장 적용 단계에서 수행한 1-2차시 수업에서는 인구 정책 관련 사회 이슈와 관련하여 우리나라의 남녀 비율이 10년 주기로 어떻게 변화해왔는지 파악해보는 문제를 제시하였으며, 비의성질과 데이터를 활용하여 문제를 해결해보도록 수업을 설계하였다. 또한, 본 연구의 수업 적용 이후 수업 모형에 기반한 데이터 과학 문제해결 수업을 통해 학습자의 데이터 과학 기반 문제해결력이 향상되었다. 이를 통해 실제 데이터를 활용한 실제 맥락의 데이터 과학 기반 수학 수업을 통해 지식의 전이가 유의미하게 일어남을 확인할 수 있다.

2. 데이터 기반 수업 설계

과거에는 많은 지식을 기억하여 주어진 문제를 푸는 능력이 중요하였다면, 현재는 단편적 지식의 습득보다는 수많은 데이터로부터 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며 데이터에 근

거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결력을 가진 인재상을 요구한다(송유경 외, 2021). 이러한 데이터 기반 문제해결력은 데이터 과학 교육을 통해 효과적으로 신장시킬 수 있다. 한편, 데이터 과학은 학문의 본질적 특성상 여러 학문이 융합된 형태이며(Philip, Zhu, & Tian, 2014), 다른 분야의 맥락 내에서 적절히 융합되어 활용될 때 데이터 과학의 가치가 발휘된다는 점에서 교육 분야에서도 이러한 융합적 특성을 활용하는 것은 더욱 중요한 과제이다(황홍섭, 2019). 그러나 학교 현장에서 데이터 과학 교육은 일반 교과와 분리되어 별개의 교육으로 시행되는 경향이 있으며, 주로 컴퓨팅 사고력 함양에 초점을 두고 이루진다는 한계가 있다(송유경 외, 2021). 이에 따라 교과와 연계된 실제적인 맥락에서 학습자가 주도적으로 데이터를 분석하여 문제를 해결하도록 하는 수업 사례는 부족한 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 교과와 연계된 데이터 기반 문제해결 수업의 설계적인 측면에서 활용할 수 있는 지침이 필요하다. 즉, 효과적인 데이터 기반 문제해결 학습을 실천하기 위해서는 교사의 체계적이고 처방적인 교수설계 노력이 요구되며(임철일, 2012; Reigeluth, Beatty, & Myers, 2016), 이와 동시에 관련 수업 모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 기반 문제해결 수업을 진행하기 위해 활용할 수 있는 교수전략에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 데이터 과학을 수학 교과와 연계시켜 교과와 연계된 실제적인 맥락에서의 문제해결 수업을 설계하기 위한 수업 모형을 개발하였다. 교수자는 모형 단계에 따라 초등학교 수학 교육과정을 분석하고 재구성하여 데이터 기반 문제해결 수업을 설계 및 실행하게 되며, 학습자는 수학 교과의 맥락 안에서 데이터를 활용하여 문제를 해결하는 경험을 한다. 또한, 본 연구는 모형 단계에 따른 교수전략을 제시하여 모형 사용자에게 실제적이고 구체적인 도움을 제공하도록 하였다. 학교 현장에 본 연구의 수업 모형 및 교수전략을 적용 및 실행한 교수자는 수업 모형이 초등 수학에서 데이터 기반 문제해결 수업에서 무엇을 해야 하며, 어떤 요소들을 고려해야 하는지 이해하는 데 도움이 되었으며, 수업을 계획하고 실행하기 위한 실제적인 가이드라인인 수업 지도안을 도출하는 데 도

움이 되었다고 응답하였다. 또한, 교과역량 뿐만 아니라 데이터 과학 기반 문제해결력 및 데이터 리터러시와 정보 활용 능력을 키울 수 있는 수업을 설계할 수 있는 단계적 절차를 제시해준다는 점을 수업 모형의 강점으로 들었다. 교수전략에 대해서는 수업 진행의 가이드라인처럼 자세히 구성이 되어 수업 설계를 정교화하는 데 도움이 되었다고 응답하였다. 이러한 응답을 바탕으로 본 연구에서 개발한 수업 모형 및 교수전략이 교수자가 데이터 기반 문제해결 수업을 설계 및 실시하는 데 실제적인 지침이 될 수 있다는 점에서 의의가 있음을 도출할 수 있다.

한편, 초등 수학 교육에서의 데이터 기반 수업은 학교 교육에서 수학과 데이터 과학 학습의 한계를 극복하고 데이터 기반 문제해결력을 효과적으로 기르며, 디지털 기초소양을 함양할 뿐만 아니라 교과 학습에서의 논리력 및 문제해결력을 제고할 수 있을 것으로 전망된다(교육부, 2021). 환언하면, 교과 맥락 안에서의 데이터 기반 수업은 데이터 과학을 활용하여 더 나은 교과 교육을 이루는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서는 외적 타당화를 통하여 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업 모형에 대한 효과와 교수자 및 학습자의 반응을 확인하였다. 연구 결과, 데이터 기반 문제해결 수업을 실시하기 전과 후를 비교하였을 때 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도, 데이터 리터러시 평균이 모두 상승하였으며, 통계적 검정 결과 사전과 사후 검사의 평균 차이가 유의미함을 확인하였다. 또한, 수업 모형의 현장 적용 이후에 교수자는 기존의 수학 수업보다 학생의 흥미 유발 및 수학 내용 지식의 이해도를 높이는 데 긍정적인 효과가 있다고 응답하였으며, 학습자는 기존의 수업보다 흥미로웠으며 데이터를 활용하여 자기 주도적으로 문제를 해결하는 활동이 재미있었고 이를 통해 수학 내용을 더 잘 이해할 수 있었다고 응답하였다. 이를 통해 수학 교과 맥락 안에서의 데이터 기반 문제해결 수업은 더 나은 교육 성과를 촉진함을 확인할 수 있었다.

제 2 절. 결론 및 제언

1. 결론

지식, 정보의 폭발적 증가에 따라 단편적 지식의 습득보다 학습한 내용과 데이터를 삶의 맥락에서 적용하고 복잡한 문제를 해결하는 역량이 중요해졌으며(교육부, 2021), 수많은 데이터로부터 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결 역량이 요구되고 있다(송유경 외, 2021). 데이터 기반 문제해결력을 효과적으로 기르기 위한 방안으로서 데이터 과학을 기반으로 한 수학 교육을 고려할 수 있다.

본 연구는 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업 모형을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 모형 개발, 모형에 대한 내적 타당화, 모형에 대한 외적 타당화의 절차로 연구를 진행하였다. 먼저 모형 개발 단계에서는 선행문헌 검토 및 전문가 면담을 통해 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업의 초기 수업 모형 및 교수전략을 도출하였다. 두 번째 단계인 내적 타당화 과정에서는 초기 수업 모형 및 교수전략에 대해 두 차례의 전문가 검토를 실시하고 전문가 타당화 의견을 바탕으로 3차 수업모형 및 교수전략을 도출하였다. 마지막으로 외적 타당화 단계에서는 내적 타당화를 통해 수정 및 보완한 3차 수업 모형 및 교수전략을 현장에 적용하여 외적 타당성을 검증하였다. 외적 타당화는 수업모형을 적용한 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응 측정, 학습자의 데이터 기반 문제해결력, 수학 학습에 대한 태도 및 데이터 리터러시에 대한 사전·사후 검사를 통해 이루어졌으며, 해당 결과를 바탕으로 3차 모형 및 교수전략을 수정하여 최종 수업 모형과 교수전략을 도출하였다.

이상의 과정을 통해 최종 개발된 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업 모형은 수업 단계의 실행 시기를 기준으로 크게 수업 전, 중, 후, 수업 전반으로 단계가 구분되며, ‘수업 준비’, ‘수업 안내’, ‘문제

및 데이터의 이해 지원', '데이터기반 문제 해결 지원', '결과 도출 지원 및 공유', '정리 및 사고의 확장', '추가 자료 제시 및 환류', '성찰 지원 및 피드백'의 총 여덟 단계로 이루어져 있다. 최종 교수전략은 수업 모형의 각 단계를 지원하는 27개의 교수전략 및 62개의 세부전략으로 구성된다.

본 연구 결과를 통해 확인된 결론은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업의 체계적인 설계 및 활용의 측면에서 의의를 지닌다. 효과적인 데이터 기반 문제해결 교수·학습을 실천하기 위해서는 교사의 체계적이고 처방적인 교수설계 노력이 요구된다(임철일, 2012; Reigeluth, Beatty, & Myers, 2016). 하지만 데이터 기반 수업을 위한 체계적인 교수설계에 관한 연구는 부족한 상황이며, 데이터 기반 수업을 통해 학교 현장에서 교육적 효과를 도출하기 위한 수업 모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 과학 기반 수업을 진행하기 위해 취해야 하는 교수전략에 대한 연구는 미비한 실정이다. 특히 데이터 기반 수업을 목적으로 하는 수업 모형이나 교수전략에 대한 선행 연구는 중등 교육 맥락에 한정된다는 한계가 있다. 본 연구에서는 수학 및 데이터 과학 분야의 선행연구로부터 도출된 실천과 이론을 종합하여 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업 모형을 개발하였다. 본 연구의 수업 모형에 따라 수업을 설계하고 학습자를 대상으로 해당 수업을 실시한 교수자는 수업 모형이 초등 수학에서 데이터 기반 문제해결 수업에서 무엇을 해야 하며, 어떤 요소들을 고려해야 하는지 이해하는 데 도움이 되었으며, 수업을 계획하고 실행하기 위한 실제적인 가이드라인인 수업 지도안을 도출하는 데 도움이 되었다고 응답하였다.

둘째, 초등 수학교육에서의 데이터 기반 수업 사례로서의 의의를 지닌다. 데이터 기반 수업에 대한 요구가 증가함에 따라 이에 대한 연구가 이어지고 있다. 그러나 대부분의 사례들이 데이터 과학 자체에 초점을 두고 있으며, 교과 맥락 안에서 데이터를 활용하기보다는 데이터의 수집

및 분석 자체가 수업의 목적으로 간주되는 경향이 있다(김석전, 김태영, 2018; 김용민, 김종훈, 2017; 김정아 외, 2019; 서주영, 2019). 또한, 선행 사례들을 살펴보면 데이터 기반 수업에 관한 연구들은 대부분 중등 혹은 고등 교육에서 이루어졌으며, 초등교육에서의 데이터 기반 수업 사례와 그 효과를 검증하는 연구는 부족한 상황이다. 특히 수학 교과 맥락에서의 데이터 기반 수업 사례는 미비하며, 해당 교육이 실시되는 경우에도 도구적인 목적으로만 연계되는 경우가 대부분이다. 본 연구는 수업 모형을 기반으로 초등 수학교육에서의 데이터 기반 수업을 총 9차시로 설계하여 실제 교육 현장에 적용하였으며, 사전 및 사후 검사와 반응 평가를 통하여 효과성을 검증하였다는 점에서 의의를 갖는다.

셋째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 데이터 기반 문제해결력 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 해당 수업 모형을 적용한 데이터 기반 문제해결 수업을 실시하기 이전과 이후에 데이터 기반 문제해결력 검사를 실시하였다. 수업 실행 전과 후를 비교하였을 때 데이터 기반 문제해결력 평균은 10점 만점에 4.07점에서 7.63점으로 상승한 것으로 나타났으며, 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed-rank test)을 통해 사전, 사후 평균 차이가 통계적으로 유의하다는 결론이 도출되었다.

넷째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 수학 학습에 대한 태도 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 수학 학습에 대한 태도는 수업 실행 이전보다 이후에 5점 만점에 3.32점에서 3.43점으로 상승하였으며, 대응표본 t-검정(paired samples t-test)을 통해 유의미한 평균 차이임을 확인하였다. 다만, 수학 학습에 대한 태도 평가 결과를 세부 영역으로 구분하여 통계 검정을 실시한 결과, 수학 교과에 대한 태도(흥미-흥미 상실), 수학 교과에 대한 태도(성취 동기-성취 동기 상실)에 대해서만 사전, 사후 평균의 차이가 유의함을 확인하였다. 이는 데이터 기반 문제해결 수학 수업이 기존 수학 수업보다 재미있었다는 학습자들의 반응과 일치한다. 또한, 학습자 반응 평가 결과로부터 데이터를 직접 수집하여 활용함으로써 자기주도적으로 문제를 해결하는 과정과 데이터 과학 절

차, 데이터 분석 및 시각화 도구의 활용 방법을 익히는 과정을 통해 성취 동기가 향상되었음을 짐작할 수 있다.

다섯째, 본 연구에서 개발한 수업 모형은 학습자의 데이터 리터러시 증진에 유의미한 영향을 미칠 수 있다. 데이터 리터러시 평균 또한 수업 실행 이전보다 이후에 5점 만점에 3.70점에서 4.20점으로 상승하였으며, 대응표본 t-검정을 통해 유의미한 결과임이 도출되었다. 또한, 데이터 리터러시의 세부 영역에 대한 사전, 사후 평균을 비교하였을 때 모든 영역에서 평균이 상승하였으며, 모든 영역에 대한 평균의 차이가 유의한 것으로 확인되었다.

여섯째, 데이터 기반 문제해결 활동을 위한 수학 수업 설계 및 실행은 수업 자원을 필요로 한다. 데이터 수집, 데이터 분석 등 데이터 과학 기반 활동을 하기 위해서는 교육적으로 활용하기 적합한 데이터가 미리 확인되어야 하며, 노트북, PC, 태블릿과 같은 기기와 데이터 분석 및 시각화 도구가 미리 확보되고 준비되어야 한다. 보다 구체적으로, 데이터는 구할 수 있는 데이터인지, 분석할 수 있는 형태인지, 수업 주제와 연관된 데이터인지 검토해야 한다. 또한, 원활한 활동을 위해 마우스와 키보드 사용이 용이한 기기를 준비하는 것이 권장되며, 학급 내 학생 수만큼 기기를 확보하는 것이 바람직하다. 더불어, 데이터 수집 및 탐색 시 인터넷이 필요하므로 와이파이(wifi) 등 네트워크 환경에 대한 점검이 필요하다.

2. 제언

본 연구의 제한점을 중심으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 초등학교 맥락에서 다양한 학년군을 대상으로 추가적인 연구를 수행하거나 중고등학교 맥락으로 연구를 확장하여 수업 모형과 교수전략의 정교화 및 일반화를 모색할 필요가 있다. 본 연구의 수업 모형 및 교수전략은 초등학교 맥락에서 개발되었다. 또한, 1)데이터 기반 수업이 보편화되지 않은 교육 상황과 2)데이터를 다루는 방법 혹은 절차를 익히는

데 학습이 집중되기보다는 수학 교과에서 데이터를 기반으로 문제를 해결하도록 하는 데 더 학습의 초점을 맞추고자 하는 연구 방향, 3)수학 내용 요소를 고려하여 5~6학년군의 학생 27명과 해당 학급의 담임교사 1인을 연구 대상자로 선정하여 연구를 수행하였다. 이로 인하여 본 연구는 일반화 측면에서 한계를 지닌다. 우선 연구를 적용한 교사1인과 학생 27명이 모집단을 대표한다고 보기 어렵다. 따라서 다양한 수의 연구 대상자를 대상으로 후속 연구를 진행할 필요가 있다. 그리고 초등학교 1~2학년군, 3~4학년군을 대상으로 추가적인 연구를 수행하여 수업 모형 및 교수전략을 보다 정교화하고 일반화할 필요가 있다. 또한, 중고등학교 맥락으로 연구를 확장하여 데이터 기반 문제해결 수업 모형의 범용성을 높일 수 있다.

둘째, 본 연구의 수업 모형을 하나의 교과에 국한하지 않고 여러 교과를 포함하는 범교과적 융합 수업 모형으로 발전시킬 수 있다. 본 연구는 수학 교과 맥락에 한정하여 데이터 기반 문제해결 수업을 위한 수업 모형을 개발하였으나, 필요에 따라 교과 확대 적용이 가능하다. 교수자 반응 평가에서 수업 모형을 적용한 교수자는 해당 모형이 수학 교과뿐만이 아니라 사회 등 다른 교과에서도 확대하여 활용할 수 있을 것 같다고 응답하였다. 또한, 데이터 과학은 본질적으로 융합적 특성을 가지고 있는 학문이므로 데이터 과학 기반 문제해결 모형을 수학 교과 하나만이 아닌 사회, 국어 등 여러 교과를 포함한 범교과적 융합 수업 모형으로 확장시킬 수 있다.

셋째, 장기적인 관점에서 본 연구의 모형을 적용하고 그 효과를 확인할 필요가 있다. 본 연구에서 개발한 모형의 적용은 한 단원 분량의 수학 수업에 대하여 약 2주간의 짧은 기간 동안 이루어졌다. 초등학교 수학 교과에서 5~6학년군의 기준 수학 수업 시수가 총 272시간임을 고려할 때 본 연구의 적용 시간이 다소 짧으므로 후속 연구에서는 최소 3개월 이상의 기간을 설정하여 모형 적용의 효과를 확인할 필요가 있다.

넷째, 본 연구의 수업 모형의 효과를 검증하기 위해 엄격한 실험 설계를 수행할 필요가 있다. 본 연구에서는 단일집단 사전사후 검사 설계를

수행하였으며, 수업 모형을 적용한 집단은 무선표집의 과정에 따르지 않고 연구 참여에 희망하는 담임교사와 해당 학급으로 선정하였다. 보다 엄격하게 수업 모형의 효과를 검증하기 위해서는 실험 집단과 통제 집단이 설정될 필요가 있으며, 연구 결과에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인을 통제하는 등 보다 엄격한 실험을 설계할 필요가 있다.

다섯째, 유의미한 결과가 나타나지 않은 정의적 영역에 대해 원인을 규명할 필요가 있다. 본 연구의 외적 타당화 과정에서 수학 학습에 대한 태도의 여덟 가지 세부 영역에 대한 통계 검정을 실시한 결과 일부 영역의 사전, 사후 평균 차이가 유의하지 않은 것으로 확인되었다. 유의미한 결과가 나타나지 않은 수학 교과에 대한 자아개념(우월감-열등감), 수학 교과에 대한 자아개념(자신감-자신감 상실), 수학 교과에 대한 태도(목적의식-목적 의식 상실), 수학 교과에 대한 학습 습관(주의 집중), 수학 교과에 대한 학습 습관(자율학습), 수학 교과에 대한 학습 습관(학습 기술 적용) 영역에 대하여 유의한 차이가 나타나지 않은 원인을 검토할 필요가 있다. 선행 연구(이주희, 정은실, 2012)에 기반하여 추론할 수 있는 원인으로는 학습자들의 수학 학습에 대한 태도의 모든 영역의 변화를 이끌어내기에는 연구 실시 기간이 짧았다는 점을 들 수 있다. 다만, 이는 하나의 가정일 뿐이며 후속 연구를 통해 다양한 요인들을 검토할 필요가 있다.

여섯째, 교육에 활용할 수 있는 다양한 데이터 확보와 데이터 활용 교수자료 개발 및 확산이 필요하다. 본 연구는 '수업 준비' 단계의 교수전략 중 주제 선정에 관한 세부전략으로서 '주제를 선정하는데 고려해야 할 기준/조건을 확인하고, 해당 기준/조건에 부합하는지 검토하라. 1)데이터로 검증이 가능한 주제인가?, 2)직접적인 관련 데이터를 확보할 수 있는 주제인가?, 3)학습자와 연관된 친숙하고 실제적인 실생활 주제인가?, 4)다양한 현상과 쟁점을 담고 있는 포괄적인 주제인가?, 5)의미 있는 결과를 얻을 수 있는 주제인가?, 6)학습 목표를 도달하기 적합한 주제인가?'를 제시하고 있으며, 데이터 준비에 관한 세부전략으로서 '데이터를 준비할 때 다음의 조건에 모두 부합하는지 검토하라. 1)구할 수 있

는 데이터인가? 2)분석할 수 있는 형태인가? 3)수업 주제와 연관된 데이터인가?'를 제시하고 있다. 본 연구의 데이터 과학 기반 문제해결 수업 설계 시 조건에 부합하는 적절한 주제 선정과 적합한 데이터 확보가 어려웠다. 초기 모형 도출을 위한 전문가 면담에서도 주제 선정과 데이터 확보의 어려움에 대한 의견이 있었다. 데이터 기반 문제해결 수업의 실시 및 확산을 위해서 여러 가지 주제에 대한 다양한 교육 데이터와 교수 자료의 개발이 필요하며 학교 현장에 보급 및 확산되어야 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

강문봉, 김정하 (2015). 평면도형의 넓이 지도 방법에 대한 고찰: 귀납적 방법 대 문제해결식 방법. **수학교육학연구, 25**(3), 461-472.

강옥기, 박영아, 강문봉(1989). 수학과 문제해결력 신장을 위한 교수·학습자료 개발 연구. **한국교육개발원 연구보고**, 89-11.

강옥기, 신성균, 강완, 류희찬, 정은실, 박교식, 우정호 (1985). 수학과 문제 해결력 신장을 위한 수업 방법 개선 연구. **한국교육개발원 연구보고**, RR 85-09.

강윤지, 장혜원 (2022). 수학 익힘의 삽화 기능 및 문제 해결시 삽화에 대한 학생의 인식 분석. **학교수학, 24**(1), 1-21.

강현영 (2012). 통계적 소양의 교육적 의미 고찰. **한국수학사학회지, 25**(4), 121-137.

고창수, 오영열 (2015). 수학적 모델링 활동이 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향. **한국초등수학교육학회지, 19**(3), 347-370.

고학능, 이영준 (2020). 데이터 분석 과정에 기반 한 프로젝트 학습 설계. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 24**(2 (A)), 81-84.

고효경, 최영우, 박선정 (2014). 수학교육에서 빅데이터 활용 방안에 대한 소고. **E-수학교육 논문집, 28**(4), 573-588.

교육과학기술부 (2011). **수학과 교육과정.** 교육과학기술부, 고시 제 2011-361 호.

교육부 (2015). **2015 개정 교육과정에 따른 수학과 교육과정(교수·학습 방법 및 평가) 개발 연구**. 교육부, BD15110002.

교육부 (2015a). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74 호 [별책 8]

교육부 (2021). **2022 개정 교육과정 총론 주요사항(시안)**. 교육부 고시 [붙임 1]

구덕회, 김동진 (2020). 문제 해결 학습 모형 기반의 데이터 과학 교육 프로그램 개발. **한국초등교육, 31,** 203-215.

권미숙, 김남균 (2009). 초등학교 6 학년 학생들의 교과서 비례 문제 해결과 비례 추론에 관한 연구. **한국초등수학교육학회지, 13**(2), 211-229.

김갑수, 박영기 (2017). 초등학생의 인공지능 교육을 위한 교수 학습 모델 개발 및 적용. **정보교육학회논문지, 21**(1), 137-147.

김경미, 황우형 (2009). 분수의 하위개념 이해가 문제해결에 미치는 영향. **수학교육, 48**(3), 235-263

김경옥, 류성림 (2009). 상황제시형 수학 문제 만들기 (WQA) 활동이 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향. **학교수학, 11**(4), 665-683.

김구연, 전미현 (2017). 수업지도안 분석을 통한 수학교사의 수업설계역량 (Pedagogical Design Capacity) 탐색. **수학교육, 56**(4), 365-385.

김규남 (2014). **빅데이터 2.0 시대, 주요 이슈와 정책적 시사점**, 정보통신정책연구원, KISDI Premium Report.

김남균, 박영은 (2009). 상황중심의 문제해결모형을 적용한 수학 수업의 실행연구. **수학교육 논문집, 23**(2), 429-459.

김남희 (2010). 예비 수학 교사 교육에서 시각적 자료를 이용한 문제 해결 지도 사례. **학교수학, 12**(4), 493-506.

김대엽, 김영배 (2019). 4 차 산업혁명 시대의 핵심 ICT 기술: 빅데이터, 인공지능, 클라우드 기술 동향. **Korea Information Processing Society Review, 26**(1), 7-17.

김명신 (2022). **데이터 시각화를 활용한 창의융합수업 설계원리 개발**. Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원.

김민경 (2004). 현실적인 문장제에 관한 초등학생의 반응 분석. **학교수학, 6**(2), 135-151.

김민경, 홍지연, 김은경 (2009). 수학적 모델링 사례 분석을 통한 초등 수학에서의 지도 방안 연구. **수학교육, 48**(4), 365-385.

김민수 (2019). 4 차 산업혁명 시대 인공지능 기술과 미래 어린이철학교육의 전망-시대적 인재상의 변화 분석을 중심으로. **초등도덕교육,** (63), 253-285.

김민재, 이승철, 김태영 (2021). 데이터 리터러시를 활용한 소프트웨어 교육이 중학생의 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력에 미치는 영향. **교원교육, 37**(1), 167-184.

김봉철, 유혜진, 오승탁, 김종훈 (2021). 마이크로비트를 활용한 데이터 기반 문제해결 SW 교육 프로그램 개발. **정보교육학회논문지, 25**(5), 713-721.

김부윤, 이영숙 (2003). 우리나라에서의 수학적 문제해결연구. **수학교육, 42**(2), 137-157.

김석전, 김태영 (2017). 데이터 리터러시를 강조한 CT 기반 문제해결수업의 설계. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 21**(1), 3-8.

김석전, 김태영 (2018). 컴퓨팅 사고 기반 중등 문제해결 수업에서 데이터 활용 능력이 학생들의 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향. **교원교육, 34**(4), 125-144.

김성욱 (2016). **모바일 탐구학습을 위한 수업설계 모형 개발 연구** (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).

김소희, 이광호, 구미영 (2013). 초등학교 4 학년 학생들의 수학 문제해결과정에서의 시각적 표현. **초등수학교육, 16**(3), 285-301.

김용민, 김종훈 (2017). 스크래치를 활용한 데이터 시각화 활동이 예비 코딩 강사의 창의성 향상에 미치는 효과. **정보교육학회논문지, 21**(3), 309-320.

김유경, 방정숙 (2017). 초등수학교육 연구동향: 최근 7 년간 게재된 국내 학술지 논문을 중심으로. **초등수학교육, 20**(1), 19-36.

김정아, 김민규, 유혜진, 김용민, 김종훈 (2019). 파이썬을 활용한 데이터 시각화 교육이 초등학교 6 학년 학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 효과. **정보교육학회논문지, 23**(3), 197-206.

김정효, 권오남 (2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학 교육과정 개발 및 적용: 초등학교수준을 중심으로. **C-초등수학교육, 4**(2), 83-103.

김진호, 김인경 (2011). 수학적 문제 해결 연구에 있어서 미래 연구 주제: 델파이 기법. **C-초등수학교육, 14**(2), 187-206.

김형욱 (2021). **과학 학업성취도 관리를 위한 빅데이터 거버넌스 모델 개발**. Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원.

김혜미 (2016). 수학 문제해결에 관한 국내 연구 동향 분석. **학습자중심교과교육연구, 16**(8), 831-850.

김혜미, 한선영 (2018). 수학 문제해결 역량 평가도구 개발. **학교수학, 20**(1), 83-105.

김효선, 오영열 (2014). 서술형 수학 쓰기 수업이 초등학생의 문제해결 및 수학적 성향에 미치는 효과. **한국수학교육학회, 28**(1), 131-154.

나일주, 정현미 (2001). 웹기반 가상교육 프로그램 설계를 위한 활동모형 개발. **교육공학연구, 17**(2), 27-52.

노상우, 안동순 (2012). 초등학교 융합인재교육 (STEAM) 의 발전 방향 모색. **교육종합연구, 10**(3), 75-96.

디지털교육포럼 (2021). **디지털·AI 교육을 위한 학교 교육과정 구성**. Retrieved from https://digital.eduforum.or.kr/

라우성, 백석윤 (2009). 초등수학에서 문장제의 수학적 구조 파악을 통한 문장제 이해지도 방안. **한국초등수학교육학회지, 13**(2), 247-268.

류성림, 최창우, 남승인, 김상룡, 최재호, 김진호 (2011). **수학 문제해결 교육 어떻게 할 것인가**. 서울: 양서원.

류현아, 장경윤 (2009). 중등 기하문제 해결에서 시각화 과정. **수학교육학연구, 19**(1), 143-161.

류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 옮김 (2007). **학교수학을 위한 원리와 규준**. 경문사.

박유나, 박만구 (2015). 문제해결에서 생산적 실패의 경험이 초등학생의 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향. **초등수학교육, 18**(2), 123-139.

박지연, 박영희(2012). 초등학교 5 학년 학생들의 문제해결 과정의 타당성 검토 활동에 관한 사례연구. **수학교육, 51**(3), 265-280.

박찬솔, 손정우 (2020). 탐구적 과학 글쓰기를 통한 데이터 기반 과학 탐구학습이 초등학생의 과학과 핵심역량에 미치는 영향. **교사교육연구, 59**(2), 245-258.

방승진, 이상원 (2005). 시리즈 E: 문제제기 수업이 수학 문제해결력과 창의력에 미치는 효과. **E-수학교육 논문집, 19**(2), 417-434.

방정숙, 김민경 (2005). 교원양성프로그램에서 ICT 활용 교수·학습과정안 개발 연구 -초등수학교과를 중심으로-. **컴퓨터교육학회 논문지, 8**(5), 1-15.

방정숙, 김상화 (2006). 문제해결과 관련된 제 7 차 초등학교 수학과 교육과정 및 교과용 도서 분석. **학교수학, 8**(3), 341-364.

복경수, 유재수 (2017). 4 차 산업혁명에서 빅데이터. **Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 35**(6), 29-39.

서주영 (2019). 데이터 분석 문제 해결을 위한 SW 교육 교수학습 방법에 관한 사례 연구. **한국디지털콘텐츠학회 논문지, 20**(10), 1953-1960.

선우진, 방정숙, 박예진 (2021). 교사가 수업 설계에서 중요하게 고려하는 요소: 초등 수학 수업지도안에 대한 분석을 중심으로. 수학교육 논문집, 35(1), 15-36.

성은모 (2009). 이러닝 학습환경에서 디지털 텍스트 구조의 시각표상 설계원리 개발연구. **한국교육공학회, 25**(3), 105-133.

손미현 (2020). **지식정보처리역량 함양을 위한 데이터 기반 과학탐구 모형 개발** (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).

송유경, 송석리, 김예지, 임철일 (2021). 데이터 리터러시 향상을 위한 데이터 기반 토론 수업 모형 및 교수전략 개발 연구. **교육공학연구, 37**(4), 943-982.

신종호, 모경환, 박민정, 민지연 (2009). **창의적 문제해결력 증진을 위한 사회과 교육과정의 재구성 방안 연구.** 한국교육과정평가원, 연구보고 RRC.

양윤정, 유미현 (2017). 빅데이터를 활용한 수학 기반 STEAM 프로그램이 중학생 영재의 창의적 문제해결력, 수학 진로지향도 및 STEAM 핵심역량에 미치는 영향. **영재교육연구, 27**(4), 607-629.

양은경, 황우형 (2005). 수학 학습유형과 문제 해결 전략. **수학교육, 44**(4), 565-586

오경선, 안성진 (2012). 'Tim Bell'의 언플러그드 컴퓨팅 학습을 활용한 정보과학적사고 신장방안:'컴퓨터일반'과목으로. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 16**(2), 37-40.

오헌석, 성은모, 배진현, 성문주 (2009). 최고 수준 전문가와 보통 수준 전문가의 특성 비교 분석. **아시아교육연구 (Asian Journal of Education), 10**.

유연진, 박만구 (2009). 초등수학 문제해결 활동에서 나타나는 아동 간 스캐폴딩 과정 분석. **한국초등수학교육학회지, 13**(1), 75-95.

이대현 (2009). 수학 교과서의 덧셈과 뺄셈 문장제와 그에 대한 학생들의 반응 분석. **학교수학, 11**(3), 479-496.

이돈희 (1999). 지식기반사회의 도래와 교육의 새로운 위상. 이돈희 외(편). **지식기반사회와 교육 (교육부정책보고서)**. 1-22.

이영주, 전평국(1999). 초등학교 고학년 아동의 정의적 특성, 수학적 문제해결력, 추론능력 간의 관계. **수학교육논문집, 8**, 137-150

이종희, 김기연 (2008). 창의적 생산력의 하위 요소 탐색 및 수학영재의 창의적 문제해결 모델 개발. **학교수학, 10**(4), 583-601.

이주희, 정은실 (2012). 생활 체험 수학 프로그램을 통한 수학 학습 태도 변화 연구. **한국초등수학교육학회 연구발표대회 논문집**, 277-296.

이준행, 조정효, 채승철 (2021). 인공지능 융합교육을 위한 데이터 기반 교육자료 개발: 감쇠진동을 중심으로. **현장과학교육, 15**(2), 121-136.

이창호(2012). **시각적 문해 활동이 아동의 시각적 문해력과 수학적 문제해결력에 미치는 효과**. 경복대학교 대학원 박사학위논문.

이현주 (2016). 내용중심교수법(CBI)을 활용한 중등 영어과학 융합교육 방안. **학습자중심교과교육연구, 16**(9), 1223-1246.

임영빈, 홍진곤 (2019). 수학 기반의 융합 문제해결 과정에 나타나는 초등영재학생의 수학적 사고와 태도 분석. **학습자중심교과교육연구, 19**(8), 239-257.

임철일 (2012). **교수설계 이론과 모형(2 판)**. 파주: 교육과학사.

임철일 (2019). 미래 사회와 교육을 위한 교육공학 연구 및 실천 영역의 재조명. **교육공학연구, 35**(2), 253-287.

임철일, 한형종, 홍수민, 송유경, 이다연 (2020). 기업 교육에 있어서 창의적 사고 역량 향상을 위한 설계원리 개발. **교육정보미디어연구, 26**(3), 477-510.

전평국 (1991). 논설: 정의적 특성이 수학적 문제해결에 미치는 영향. **A-수학교육, 30**(1), 25-38.

정성건, 박만구 (2010). 수학 문제만들기 활동이 문제해결력과 학습 태도에 미치는 효과. **한국초등수학교육학회, 14**(2), 315-335.

정용찬 (2013). **빅데이터**. CommunicationBooks.

정유남, & 이영희. (2022). 인공지능 콘텐츠를 활용한 국어과 융합 교육 사례 연구. **학습자중심교과교육연구, 22**, 681-705.

정은실 (2015). 초등학교 수학과 문제해결 교육 재고. **한국초등수학교육학회지, 19**(2), 123-141.

정인철, 안희정 (2008). 제 7 차 교육과정 중학교 수학교과서에 실린 문장제 문제의 분석. **한국학교수학회논문집, 11**(1), 117-132.

정찬식, 노은환 (2009). 수학영재아의 문제해결 과정에 따른 사례 연구-수학적 사고능력을 중심으로. **수학교육, 48**(4), 455-467.

조영임 (2013). 빅데이터의 이해와 주요 이슈들. **한국지역정보화학회지, 16**(3), 43-65.

조해리, 조영환, 김미화 (2019). 실제적 문제해결력 향상을 위한 사례기반 심리스러닝. **교육정보미디어연구, 25**(2), 223-249.

최병영 (2018). 고등학교 정치과목에서 빅데이터를 활용한 융합수업의 사례 연구-구글 트렌드와 R 을 이용한 데이터 시각화를 중심으로. **사회과교육연구, 25**(2), 115-131.

최서연. (2022). **인공지능 교육시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계모형 개발**. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

최예림, 김관호 (2016). 인공지능 개요 및 적용 사례. **ie 매거진, 23**(2), 23-29.

최윤석, 배종수 (2004). 초등 수학에서 문제 만들기를 적용한 수업이 수학적 문제 해결력 및 태도에 미치는 효과. **한국초등수학교육학회지, 8**(1), 23-43.

최윤식 (2012). **미래학자의 통찰법**. 서울: 김영사.

최인영, 방정숙 (2018). 초등학교 수업에서 수학 교과 역량으로서의 문제 해결 능력을 함양하기 위한 지도 방안 탐색. **C-초등수학교육, 21**(3), 351-374.

최정임 (1996). 상황의 맥락성과 복잡성이 학업성취와 태도, 지식의 전이에 미치는 효과: 수학적 문제해결 능력을 중심으로. **교육공학연구, 12**(1), 239-253.

최취임, 이선경 (2016). 교과서의 화학 실험 분석을 통해 본 실험과 도구의 의미 재고. **Journal of the Korean Chemical Society, 60**(4), 267-275.

한국과학창의재단 (2019). **2019 AI 융합교육 컨퍼런스 정책자료집**. 서울.

한국교육개발원 (1985). **수학과 문제해결력 신장을 위한 수업 방법 개선 연구. 연구보고**(RR 85-9). 한국교육개발원.

한국교육개발원 (1992). **교육의 본질 추구를 위한 수학 교육 평가 체제 연구(Ⅲ) : 수학과 평가 도구 개발**(RM92-05-02). 한국교육개발원.

홍기칠 (1995). 문제해결력 신장과 TV 방송활용수업. **초등교육연구논총, 7**, 125-152.

황홍섭 (2019). 빅데이터를 활용한 사회과 교수· 학습 모형의 탐색. **사회과교육, 58**(1), 63-98.

片桐重男 (1988). 이용률, 정동권 공역(2013). **수학적인 생각의 구체화와 지도-수학의 진정한 학력 향상을 지향하여**. 서울: 경문사

Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational researcher*, *25*(4), 5-11.

Bailey, T (2002). Taking the Problems Out of Word Problems. *Teaching Pre K-8, 32*(4), 60-61.

Baroody, A., Baroody, A. J., & Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigative approach to K-8 mathematics instruction.* Routledge.

Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M., & Perry, J. D. (1991). Theory into practice: How do we think: In CJ Anglin (Ed.), Instructional technology: Past, present, and future (pp. 88-101). *Englewood, CO: Libraries Unlimited.*

Blitzstein. & Pfister. (2015). *The Data Science process.* Source: Venturi 2017.

Bonthu, S., & Bindu, K. H. (2017). Review of leading data analytics tools. *International Journal of Engineering & Technology, 7*(3.31), 10-15.

Brahier, D. J. (2009). *Teaching secondary and middle school mathematics* (3rd ed.). Boston: Pearson.

Bransford, J.D., Sherw ood, R.D., Has selbring, T .S., Kinzer, C.K ., & William s, S .M.(1992). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and Multimedia* (pp.115- 141). Hillsdale, NJ: Erlbaum .

Brogan, D. S., McDonald, W. M., Lohani, V. K., Dymond, R. L., & Bradner, A. J. (2016). Development and classroom implementation of an environmental data creation and sharing tool. *Advances in Engineering Education, 5*(2), 1-34.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, *18*(1), 32-42.

Caley, M. J., O'Leary, R. A., Fisher, R., Low Choy, S., Johnson, S., & Mengersen, K. (2014). What is an expert? A systems perspective on expertise. *Ecology and evolution, 4*(3), 231-242.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science education, 86*(2), 175-218.

Choi, J. I., & Hannafin, M. (1995). Situated cognition and learning environments: Roles, structures, and implications for design. *Educational technology research and development*, *43*(2), 53-69.

Contreras, J. N., & Martínez-Cruz, A. M. (2007). Solving problematic addition and subtraction word problems. *Teaching Children Mathematics*, *13*(9), 498-503.

Conway Drew(2010). The Data Science Venn Diagram. Retrieved from http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram.

Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research.* SAGE publications.

Davis, E. J., & McKillip, W. D. (1980). Improving story-problem solving in elementary school mathematics. *Problem solving in school mathematics,* 80-91.

Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied nursing research, 5*(4), 194-197.

Divakaran, S. (2022). Data Science: Principles and Concepts in Modeling Decision Trees. In *Data Science in Agriculture and Natural Resource Management* (pp. 55-74). Springer, Singapore.

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review, 100*(3), 363.

Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. Behavior research methods, 41(4), 1149-1160.

Goldberg, R., Magee, N., & Madden, L. (2015). Using Authentic Data to Enhance Middle School Atmospheric Science Instruction. *Science Scope, 38*(8), 25-32.

Hallgren. (2016). How to Approach Data-Driven Decisions in Education. Retrieved from https://www.mathematica.org/blogs/data-driven-decisions-in-education

Herr, D. J., Akbar, B., Brummet, J., Flores, S., Gordon, A., Gray, B., & Murday, J. (2019). Convergence education—an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research, 21*(11), 1-6.

Hossain. (2020). A Review of the Life Cycle and Methodology of Data Science. Retrieved from https://medium.com/analytics-vidhya/a-review-of-the-life-cycle-and-methodology-of-data-science-4ba41680f3c6

Jagadish, H. V. (2015). Big data and science: Myths and reality. *Big Data Research, 2*(2), 49-52.

Kilpatrick, J. (1985). A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving. *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, 1-15.

Kippers, W. (2014). *Data-based decision making in primary education: an exploratory case study* (Master's thesis, University of Twente).

Korhonen, H., Paavilainen, J., & Saarenpää, H. (2009, September). Expert review method in game evaluations: comparison of two playability heuristic sets. In *Proceedings of the 13th international MindTrek conference: Everyday life in the ubiquitous era* (pp. 74-81).

Krulik, S. E., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.

Leshin, C. B., Pollock, J., & Reigeluth, C. M. (1992). *Instructional design strategies and tactics.* Educational Technology.

Lester Jr, F. K. (2003). From problem solving to modeling: The evolution of thinking about research on complex mathematical activity. *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematical problem solving, learning, and teaching.*

Lester, F. K. (1994). Musings about mathematical problem solving research: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education, 25*(6), 660-675.

Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing research.*

Martin, E. E., & Howell, P. D. (2001). Active inquiry, web-based oceanography exercises. *Journal of Geoscience Education, 49*(2), 158-165.

Massachusetts Institute of Technology (2011). The third revolution: The power of 'convergence'.
Retrieved from https://news.mit.edu/2011/convergence-0104

Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational technology research and development, 50*(3), 43-59.

National Council of Teachers of Mathematics (1980). *An agenda for action: Recommendations for school mathematics of the 1980s*. Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA:NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston. VA: NCTM.

Polya, G. (1957). *How to Slove It*. 2nd. New York: Doubleday.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science and its relationship to big data and data-driven decision making. *Big data, 1*(1), 51-59.

Reigeluth, C. M., Beatty, B. J., & Myers, R. D. (Eds.). (2016). *Instructional-design theories and models, Volume IV: The learner-centered paradigm of education.* Routledge.

Richey, R. C. (2005). Validating instructional design and development models. *Innovations in instructional technology: Essays in honor of M. David Merrill*, 171-185.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues.* NY: Routledge.

Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S. S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social work research, 27*(2), 94-104.

Burton, L. (1984). *Thinking things through: Problem solving in mathematics*. Blackwell.

Schoenfeld, A. H. (1980). Teaching problem-solving skills. *The American Mathematical Monthly, 87*(10), 794-805.

Shi, Y., Philip, S. Y., Zhu, Y., & Tian, Y. (2014). Explore New Field of Data Science Under Big Data Era: Preface for ICDS 2014. *Procedia Computer Science*, (30), 1-3.

Singleton, R. A., & Straits, B. C. (2005). *Approaches to Social Research(4th ed)*. Oxford University Press.

Smith, M. S., Bill, V., & Hughes, E. K. (2008). Thinking through a lesson: Successfully implementing high-level tasks. *Mathematics teaching in the middle school, 14*(3), 132-138.

Stein, M. K. & Smith, M. S. (2011). *Five practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Surana. (2022). An evolving experiment: lifecycle of a data science project. Retrieved from https://www.thoughtworks.com/insights/blog/data-science-and-analytics/evolving-experiment-lifecycle-data-science-project

Vahey, P., Rafanan, K., Patton, C., Swan, K., van't Hooft, M., Kratcoski, A., & Stanford, T. (2012). A cross-disciplinary approach to teaching data literacy and proportionality. *Educational Studies in Mathematics, 81*(2), 179-205.

W. S. Cleveland(2001). Data Science: An Action Plan for the Field of Statistics. *Statistical Analysis and Data Mining, 7*:414 - 417, 2014. reprinting of 2001 article in ISI Review, Vol 69.

World Economic Forum (2016). New vision for education: Fostering social and emotional learning through technology. *World Economic Forum.*

Yong Shi, Philip S. Yu, Yangyong Zhu, Yingjie Tian(2014). Explore New Field of Data Science Under Big Data Era: Preface for ICDS 2014. *Procedia Computer Science, 30*, 1-3.

Zandan, P., & May, D. W. (2016). *The transformation of influence.*

부 록

[부록 1] 내적 타당화를 위한 전문가 타당화 질문지

[부록 2] 데이터 기반 문제해결력 검사지(사전검사용)

[부록 3] 데이터 기반 문제해결력 검사지(사후검사용)

[부록 4] 수학 학습에 대한 태도 검사지(사전·사후검사용)

[부록 5] 데이터 리터러시 검사지(사전·사후검사용)

[부록 6] 교수자 대상의 수업 반응 면담 질문지

[부록 7] 학습자 대상의 수업 반응 면담 질문지

[부록 1] 내적 타당화를 위한 전문가 타당화 질문지

‘초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형 개발’ 연구를 위한 2차 전문가 타당화 검토

안녕하십니까? 저는 서울대학교 교육학과 교육공학 전공 석사과정에 재학 중인 김한휘입니다. 본 설문지는 ‘초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형 개발’ 연구에서 ‘데이터 기반 문제해결 수업모형’의 개발을 위해 도출된 2차 수업모형과 교수전략에 대한 타당화를 검토하기 위한 목적으로 개발되었습니다. 전문가로서 선생님의 검토 의견은 보다 나은 수업모형과 교수전략을 개발하는 데에 큰 도움이 될 것입니다.

본 설문지는 0. 전문가 인적사항, 1. 연구의 소개 2. 타당도 질문지로 구성되어 있으며, 1. 연구의 소개에는 1) 연구의 목적 및 필요성, 2) 연구 문제, 3) 수업모형 및 교수전략 개발 과정으로 구성되어 있습니다. 2. 타당도 질문지는 1) 2차 수업모형 전반에 대한 타당도 질문, 2) 2차 수업모형 단계별 절차에 대한 타당도 질문, 3) 2차 교수전략에 대한 타당도 질문의 세 부분으로 구성되어 있습니다.

타당도 검토는 객관식 문항과 구체적인 의견을 묻는 개방형 질문을 포함하였습니다. 응답 예상 소요 시간은 약 30분입니다. 전문가 인적사항에 작성해 주시는 개인정보는 자료 식별용으로만 사용되며 익명성을 보장할 것을 약속드립니다. 다만, 연구에서는 전문가임을 입증하기 위하여 전공분야, 최종학력, 경력이 제시될 예정입니다.

질문에 응답하실 때 이해가 되지 않거나 설명이 필요한 부분은 연구자에게 질문하실 수 있습니다. 바쁘신 연구에 와중에 소중한 시간을 내어 협조해주셔서 대단히 감사드립니다.

서울대학교 대학원 교육학과 교육공학전공 석사과정 김한휘 올림

서울대학교 교육학과 김한휘
honeykim@snu.ac.kr

□ 전문가 인적사항

❍ 이름 :
❍ 소속 / 지위 :
❍ 전공 분야 :
❍ 최종학력 :
❍ 실무 및 연구경력 기간 :

1. 연구의 소개

1) 연구의 필요성과 목적

❍ 정보기술의 발전에 따른 4차 산업혁명은 사회, 문화, 교육, 정치, 경제 등 일상생활에 변화를 가져옴. 특히, 지식, 정보의 폭발적 증가에 따른 빅데이터의 중요성 확대와 더불어 데이터 과학 분야에 대한 사회적 관심이 증가하고 있으며, 데이터의 이해 및 활용 능력은 국가 경쟁력의 핵심요소로서 자리매김 하였음.

❍ 이러한 변화는 미래 사회를 이끌어갈 인재상에도 변화를 가져옴. 과거에는 많은 지식을 기억하여 주어진 문제를 푸는 능력이 중요하였다면, 현재는 단편적 지식의 습득보다는 수많은 데이터로부터 양질의 데이터를 수집, 분석, 처리하고 데이터를 비판적으로 평가하며 데이터에 근거한 합리적 결정을 내릴 수 있는 데이터 기반 문제해결력을 가진 인재상을 요구함.

❍ 데이터 기반 문제해결력에 대한 중요성은 2022 개정 교육과정에도 반영되었음. 교육부는 미래 변화에 대응하는 인재 양성을 위해 새로운 교육환경 변화에 적합한 역량 함양 교육이 필요함을 제기하며, 단편적 지식의 습득보다 학습한 내용을 삶을 맥락에서 적용하고 복잡한 문제를 해결하는 역량이 중요함을 제시함.

❍ 데이터 기반 문제해결력을 가진 인재 육성을 위해서는 데이터과학과 교과 융

합 교육이 필요함. 데이터 기반 교육의 필요성은 교육 분야 안에서 지속적으로 제기되어 왔음. 국내 과학계와 교육계는 AI 시대를 선도하는 인재 육성을 위한 과학, 수학, 정보 교육의 재구조화와 융합교육의 필요성을 강조하였고, 교육부는 과학, 수학, 정보의 융합 교육은 미래 지능정보사회에서 살아가기 위해 필요한 기본 소양을 함양하는 교육임을 강조함. 2022 개정 교육과정에서는 데이터과학 기반 교육에 대한 필요성이 대두됨에 따라 정보 교과 교육만이 아닌 모든 교과교육을 통해 디지털 기초소양 함양 기반을 마련하고, 수학, 과학 등 교과 교육과 정보 교육을 연계하고자 함.

❍ 데이터 기반 수업에 대한 요구가 증가함에 따라 이에 대한 연구가 이어지고 있음. 그러나 대부분의 사례들이 데이터 과학 자체에 초점을 두고 있으며, 교과 맥락 안에서 데이터를 활용하기보다는 데이터의 수집 및 분석 자체가 수업의 목적으로 간주되는 경향이 있음. 또한, 그동안의 사례들을 살펴보면 데이터 기반 수업에 관한 연구들은 대부분 중등 혹은 고등 교육 맥락에서 이루어졌으며, 초등 교육 맥락에서의 수업 사례와 그 효과를 검증하는 연구는 부족함. 그리고 수학 및 데이터 과학 분야의 중요성이 대두되고 있음에도 불구하고 데이터과학을 기반으로 한 수학교육의 사례는 미비하며, 해당 교육이 실시되는 경우에도 도구적인 목적으로만 연계되는 경우가 대부분임.

❍ 또한, 초등 교육에서 데이터 기반 수업을 위한 체계적인 교수설계를 포함한 연구는 부족한 상황이며, 데이터 기반 수업을 통해 학교 현장에서 교육적 효과를 도출하기 위한 수업모형에 대한 연구나 교수자가 데이터 기반 수업을 진행하기 위해 취해야 하는 교수전략에 대한 연구는 미비함.

❍ 본 연구에서는 수학 및 데이터 과학 분야의 선행연구로부터 도출된 실천과 이론을 종합하여 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업을 효과적으로 계획하고 진행하는 데 활용할 수 있는 교수전략을 포함한 수업모형을 개발하고자 함. 이를 통해 초등학교 교육 현장에서 교사들이 데이터 기반 수업을 실행할 때 참고할 수 있는 실제적인 지침을 제공하며, 데이터 기반 문제해결 수업의 교수설계 분야의 발전에 기여하고자 함.

2) 연구 문제

1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형은 어떻게 구성되는가?
2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형은 내적으로 타당한가?
3. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형은 외적으로 타당한가?
   3-1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형에 대한 교수자 및 학습자의 반응은 어떠한가?
   3-2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형에 대한 효과는 어떠한가?
      3-2-1. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형은 학습자의 문제해결력에 어떠한 영향을 미치는가?
      3-2-2. 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형은 학습자의 수학 학습에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

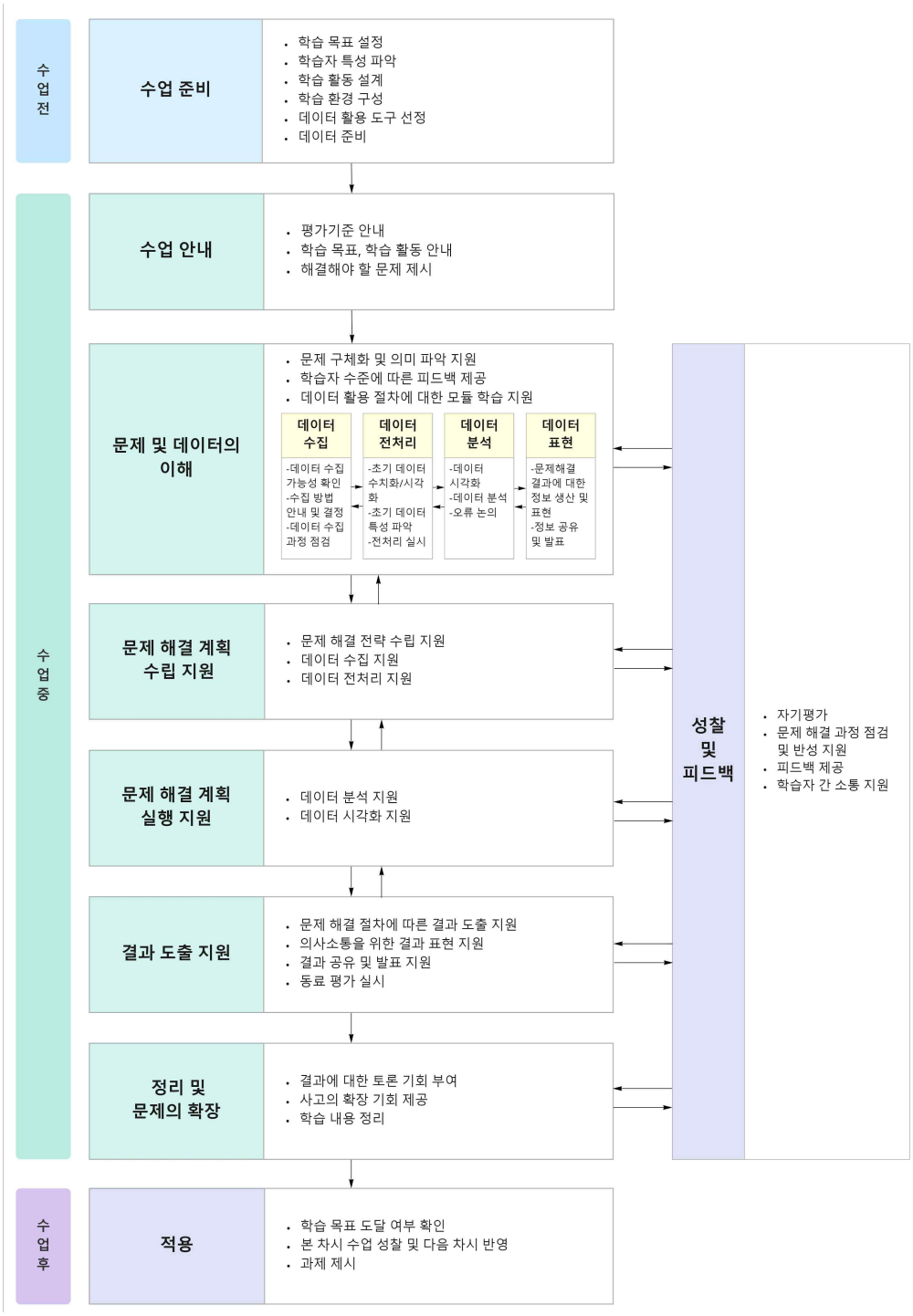
3) 수업모형 및 교수전략 개발 과정

❍ 선행문헌 검토를 통하여 초등 수학교육에서 데이터과학 기반 문제해결 수업모형과 교수전략을 도출하였음. 선행문헌 검색은 구글 학술검색 (http://scholar.google.co.kr), 서울대학교 중앙도서관 (http://library.snu.ac.kr), 한국교육학술정보원 학술연구정보서비스 RISS (http://riss.kr)를 주로 활용하였음.

❍ 1차 교수전략 도출을 위한 선행 문헌의 수집 및 검토는 문제해결학습, 수학교과 학습, 데이터 과학 학습의 세 가지 영역을 결합하여 도출한 키워드를 사용하여 이루어짐. 또한, 선행문헌 검토를 통한 이론적 탐색과 함께 전문가를 대상으로 면담을 진행함. 전문가 면담 대상자는 데이터 기반 토론 수업 모형을 개발한 연구자와 실제 교육 현장에서 데이터 기반 수업 경험이 있는 교수자를 대상으로 함. 면담을 통해 수집된 결과를 바탕으로 선행문헌 검토에서 도출된 전략에 실제적인 측면을 보완하고자함.

3) 2차 수업모형

○ 본 수업모형은 수업 시기에 따라 전, 중, 후로 구성하였으며, 각 시기에 해당하는 수업 단계와 교수·학습 활동을 제시하였음.



2. 타당도 질문지

1) 2차 수업모형 전반에 대한 타당도 질문

※ 다음은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업모형 전반에 대한 타당성을 묻는 문항입니다. 각 영역에 속하는 문항을 살펴보시고 아래의 평정 척도에 따라 해당하는 란에 '√(체크)' 표시를 해주시고 3점 이하로 응답하신 문항에 대해서는 그 이유와 개선하거나 보완해야 하는 사항을 의견란에 적어주시기 바랍니다.

(1: 전혀 타당하지 않다, 2: 다소 타당하지 않다,
3: 약간 타당하다, 4: 아주 타당하다)

영역	문항	타당도			
		1	2	3	4
타당성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 하는 데 있어서 실제 교수자가 참고할 수 있는 모형으로 타당하다.	①	②	③	④
	의견:				
설명력	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업에 필요한 요소를 잘 설명하고 있다.	①	②	③	④
	의견:				
유용성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.	①	②	③	④
	의견:				
보편성	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업에서 보편적으로 활용될 수 있다.	①	②	③	④
	의견:				

영역	문항	타당도			
		1	2	3	4
이해도	본 수업모형은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업의 방식을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.	①	②	③	④
	의견:				
기타의견					

2) 2차 수업모형 단계별 절차에 대한 타당도 질문

※ 다음은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업모형의 단계별 절차입니다. 각 단계를 검토하신 후, 아래의 평정 척도에 따라 해당하는 란에 '√(체크)' 표시를 해주시기 바랍니다. 각 단계에 대한 의견이 있으시면 메모 기능을 통해서 의견 주시길 바랍니다.

(1: 전혀 타당하지 않다, 2: 다소 타당하지 않다, 3: 약간 타당하다, 4: 아주 타당하다)

시기	단계	단계 별 설명	타당도			
			1	2	3	4
수업 전	수업 준비	수업에 앞서 학습 목표를 설정하고 데이터 기반 문제해결이 가능한 주제를 선정한다. 수학 및 데이터과학과 관련한 학습자의 특성을 파악하고 학습 목표를 달성하기 위한 활동을 설계한다. 데이터 분석 및 시각화를 위한 도구를 선정하고, 학습 활동을 위한 환경을 구성하며, 학습에 적합한 데이터를 준비하고 활용 계획을 세운다.	①	②	③	④
수업 중	수업 안내	수업 도입부에 수업 활동에 대한 평가기준을 안내한다. 학습 목표 및 학습 활동을 안내하고, 데이터를 활용하여 해결해야 할 문제 제시한다.	①	②	③	④
	문제 및 데이터의 이해	학습자가 주어진 문제 상황에서 해결해야 할 문제를 스스로 구체화하도록 하여 문제를 정확히 파악하도록 하며, 문제를 해결하기 위해 필요한 수학 내용 지식의 이해도와 데이터과학 기반 문제 해결 경험에 따라 피드백을 제공한다. 연습 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차(데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석,	①	②	③	④

시기	단계	단계 별 설명	타당도			
			1	2	3	4
		데이터 표현)의 각 단계를 충분히 익힐 수 있도록 한다.				
	문제 해결 계획 수립 지원	주어진 문제를 해결하기 위해 전략을 세우도록 지원하고, 문제 해결을 위해 필요한 데이터를 수집하도록 안내한다. 수집한 초기 데이터의 특성을 파악하고 데이터를 문제해결에 적합한 형태로 전처리하도록 안내한다.	①	②	③	④
	문제 해결 계획 실행 지원	문제를 해결하기 위해 데이터 분석을 하도록 지원한다. 데이터 분석을 위해 데이터를 시각화하도록 하며, 시각화된 데이터를 보고 데이터를 분석하도록 지원한다.	①	②	③	④
	결과 도출 지원	데이터 분석 결과로부터 문제 해결 결과를 도출하고 적절한 형태로 표현하도록 지원한다. 문제 해결 과정과 결과물을 공유하고 발표하도록 기회를 제공한다.	①	②	③	④
	정리 및 문제의 확장	데이터기반 문제해결 결과를 바탕으로 토론할 기회를 부여하며, 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어 보고 문제를 서로 공유함으로써 사고를 확장하도록 지원한다.	①	②	③	④
수업 후	**적용**	학습자의 학습 목표 도달 여부를 확인하고 그 결과를 다음 수업에 반영하며, 필요시 과제를 제시하여 학습 전이를 촉진한다.	①	②	③	④
수업 전반	**성찰 및 피드백**	학습자들이 자기평가를 통해 자신의 학습 전반을 확인하고 성찰할 수 있도록 하며, 관찰이나 모니터링을 통해 학습자들의 이해도를 평가하고 피드백을 제공한다. 데이터기반 문제해결 과정의 성공적인 경험을 위해 동료 학습자 간 소통과 피드백을 통한				

시기	단계	단계 별 설명	타당도			
			1	2	3	4
		협력이 활성화되도록 지원함.				
기타의견						

3) 2차 교수전략에 대한 타당도 질문

※ 다음은 초등 수학교육에서의 데이터 기반 문제해결 수업모형의 각 단계에 따른 교수전략입니다. 각 문항을 검토하신 후, 아래의 평정 척도에 따라 해당하는 란에 '√(체크)' 표시를 해주시기 바랍니다. 각 전략에 대한 의견이 있으시면 메모 기능을 통해서 의견 주시길 바랍니다.

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
[수업전] 수업 준비	**1. 데이터 기반 문제해결 수업의 학습 목표를 설정하라**		①	②	③	④
	1-1. 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 선수 학습 내용을 파악하라					
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서는 각 단원의 학습 요소에 대한 선수 학습 및 후속 학습을 안내함. 이를 통해 본 수업에서 가르치고자 하는 수학 내용 지식의 교육과정 상의 계열성을 파악하고 학습자들이 도달해있어야 하는 선수 학습 내용을 파악할 수 있음.				
	1-2. 교육과정 및 교과서의 학습 요소를 면밀하게 검토하여 수학 교육과정의 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표를 도출하고, 이를 바탕으로 수학 성취기준과 데이터 기반 문제해결 요소가 융합된 학습 목표를 기술하라					
	해설 및 예시	초등학교 수학 교육과정 및 수학 교과서에서 본 수업과 관련한 학습 요소를 확인하고, 본 수업을 통해 달성해야 할 수학 교육과정의 성취기준을 파악함. 이를 바탕으로 학습자들이 도달해야 할 수학 학습 요소 및 성취기준을 달성하는 데 적합한 학습 목표를 도출하되, 수학 및 데이터과학 기반 문제해결 학습 요소가 모두 포함된 학습 목표로 재구성할 필요가 있음. 예를 들어, 기존의 수학 교육과정 상의 성취기준을 바탕으로 학습 목표를 도출하되, 데이터과학 학습 요소와 관련된 교육 목표를 추가로 기술함.				
	1-3. 데이터를 활용한 문제해결활동이 학습 목표 달성에 효과적인지 검토하라					
	해설 및 예시	도출한 학습 목표를 달성하는 데 데이터를 활용한 문제해결활동이 적합한지 검토할 필요가 있으며, 데이터를 기반으로 해결/활동 할 수 있는 학습 목표인지 확인해야 함. 예를 들어, 학습 목표를 달성하기 위해 데이터를 활용할 필요가 있는지, 학습 목표를 달성하기 위해 활용할 수 있는 데이터가 있는지 검토해야 함.				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	2. 데이터 기반 문제해결이 가능한 주제를 선정하라		①	②	③	④
	2-1. 주제를 선정하는 우선순위 기준/조건을 정하고, 해당 기준/조건에 부합하는지 검토하라					
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 수업에 적합한 수업 주제를 선정하기 위해 주제 선정의 기준/조건 및 우선순위를 설정할 필요가 있음. 예를 들어, 아래와 같이 설정하고 해당 기준/조건에 부합하는지 검토해야 함. -(1순위) 데이터로 검증이 가능한 주제인가? -(2순위) 직접적인 관련 데이터를 확보할 수 있는 주제인가? -(3순위) 학습자와 연관된 친숙하고 실제적인 실생활 주제인가? -다양한 현상과 쟁점을 담고 있는 포괄적인 주제인가? -의미 있는 결과를 얻을 수 있는 주제인가? -학습 목표를 도달하기 적합한 주제인가?				
	2-2. 필요시 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 관심 주제를 선별하라					
	해설 및 예시	주제를 선정하는 과정에서 학습자의 학습 동기 및 학습 참여도를 증진시키기 위해 학습자의 관심 주제를 살펴볼 필요가 있음. 이를 위해 수업 전(최소 5일 전)에 학습자 관찰, 질문, 설문 등을 통해 학습자의 관심 주제를 검토할 수 있음. 효과적인 질문 및 설문을 위해 구글 폼즈(Google Forms), 멘티미터(Mentimeter) 등과 같은 온라인 도구를 활용할 수 있으며, 직접 학습자들을 관찰하거나 구두로 질문하는 방법도 가능함.				
	3. 수학 및 데이터과학과 관련한 학습자의 특성을 파악하라		①	②	③	④
	3-1. 학습하고자 하는 수학 지식과 관련한 학습자가 가진 선수 지식 수준, 선수 학습 요소와 관련된 오개념을 파악하라					
	해설 및 예시	초등학교 수학 교사용 지도서에 제시된 본 수업의 학습 요소에 대한 학습자의 선수 지식 수준을 파악하며, 선수 학습 요소에 대하여 가지고 있는 지식 수준 및 오개념을 파악하여 학습자의 학습 출발점을 확인하고 본 수업 설계 시 반영할 필요가 있음. 1) 학습자가 선수 학습 요소에 대한 지식 수준이 낮거나 오개념을 가지고 있는 경우, 본 수업의 학습 요소를 다루기에 앞서 복습 시간을 제공하거나 관련 학습 과제를 제공하는 등 적절한 피드백을 통해 재학				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
		습을 할 수 있도록 함. 2) 이와 반대로, 학습자가 본 수업의 학습 요소에 대해 선수 지식 수준이 높은 경우, 보다 더 비구조화되고 복잡한 문제해결 활동을 제시하도록 함.				
	3-2. 학습자의 데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화, 표현에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부를 파악하라					
	해설 및 예시	데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석 및 시각화, 데이터 표현 단계에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결 경험 여부 등 데이터과학과 관련한 학습자의 특성을 파악할 필요가 있음. 1) 학습자의 경험 수준이 전무하거나 낮은 경우, 각 단계에 대한 설명 및 시연을 제공할 필요가 있으며, 각 단계를 모듈화하여 충분히 연습하고 경험할 수 있도록 수업을 설계해야 함. 2) 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 각 단계를 모듈화하여 미시적으로 연습하는 것이 아닌, 데이터기반 문제해결이라는 하나의 거시적인 흐름으로 수업을 설계할 필요가 있음.				
	4. 학습 목표를 달성하기 위한 데이터 기반 학습 활동을 설계하라		①	②	③	④
	4-1. 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하라					
	해설 및 예시	수학 및 데이터과학 학습 요소를 모두 포함한 학습 활동 설계 시, 교육과정 및 교과서를 바탕으로 적합한 학습 활동을 도출하고 필요시 재구성하는 것을 권장함. 즉, 수학 교과서에 제시된 문제를 제외하고 무조건 새로운 문제를 개발하는 것보다는 기존의 수학 문제 혹은 제시된 문제 상황을 데이터 기반 문제해결활동에 적합하게 변형하여 활용함.				
	4-2. 학습 목표와 문제 난이도, 학습자 수준에 따라 문제해결활동의 활동 유형(전체 활동, 모둠 활동, 짝 활동, 개별 활동)을 결정하라					
	해설 및 예시	학습자가 개별로 데이터를 기반으로 해결할 수 있는 수준인지, 2명 이상의 동료 학습자가 필요한지 확인하는 것이 필요함. 이를 위해 학습 목표, 문제 난이도, 학습자 수준을 검토할 필요가 있음.				
	5. 데이터 분석 및 시각화 도구를 선정하라		①	②	③	④
	5-1. 학습 목표와 학습자 수준을 고려하여 프로그램(코랩, 온라인 코딩 도구, 데이터 시각화 도구 등)을 선정하고, 어					

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	ㄴ 단계에서 제시 및 활용할 것인지 결정하라					
	해설 및 예시	데이터 분석 및 데이터 시각화 단계에서 사용할 프로그램으로 엔트리(Entry), 코랩(Colab), 온라인 코딩 사이트 등 여러 가지가 있음. 교수자는 학습 목표와 학습자 수준을 고려하여 프로그램을 선정하여 학습자가 학습 목표를 달성하는 데 활용할 수 있는 도구를 준비해야 함. 또한, 학습자의 도구 활용 경험 여부, 친숙성 정도를 고려하여 어느 단계에서 도구를 제시 및 활용할 것인지 결정해야 함. *가입절차가 필요 없는 온라인 코딩 사이트 예시 : 1) https://replit.com/languages/python3 2) https://www.programiz.com/python-programming/online-compiler/ 3) https://codebunk.com/				
	5-2. 학습자의 수준을 고려하여 뼈대 코드와 연습문제를 준비하라					
	해설 및 예시	학습자의 데이터과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정해야 함. 단, 일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 뼈대 코드를 제공하는 것이 필요하며, 어느 정도의 뼈대 코드를 제공할 것인지 결정하고 준비해야 함. 또한, 학습자가 데이터과학 기반 문제해결학습 활동의 각 단계를 연습하는 것이 필요할 경우, 각 단계를 모듈화하여 각각에 해당하는 연습문제를 준비하는 것이 필요함.				
	6. 데이터 기반 문제해결학습 활동을 위한 환경을 구성하라		①	②	③	④
	6-1. 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하라					
	해설 및 예시	문제해결활동의 활동 유형이 개별 활동일지라도 학습자들이 서로 의견을 교환하거나 피드백을 주고받는 등 의사소통 할 수 있도록 환경을 구성할 필요가 있음. 이를 위해 학습자들이 생각과 정보, 질문을 자유롭게 교류할 수 있는 소통 창구를 준비하여야 함. 소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구로는 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등이 있으며, 학급 운영 특성 및 학교 환경을 고려하여 선택하도록 함.				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	6-2. 데이터 분석 등 학습 활동을 하는 데 필요한 기기(태블릿, PC)를 준비하고 네트워크 환경을 점검하라					
	해설 및 예시	효과적인 데이터과학 기반 문제해결학습 활동을 하기 위해서는 학습자 1인당 1개의 기기를 준비하는 것을 권장함. 이를 위해 태블릿, PC, 노트북과 같은 기기를 미리 확보하고 준비해야 하며, 마우스와 키보드 사용이 원활한 노트북을 권장함. 또한, 데이터 수집 및 탐색 시 인터넷이 필요하므로 네트워크 환경을 점검해야 함.				
	7. 조건에 적합한 데이터를 준비하고, 데이터 활용을 계획하라					
	7-1. 데이터를 준비할 때 다음의 조건에 모두 부합하는지 검토하라 **1) 구할 수 있는 데이터인가?** **2) 분석할 수 있는 형태인가?** **3) 수업 주제와 연관된 데이터인가?**					
	해설 및 예시	데이터를 준비할 때 구할 수 있는 데이터인지, 분석할 수 있는 형태인지, 수업 주제와 연관된 데이터인지 확인할 필요가 있음. 세 가지 조건이 모두 충족이 되어야 하며, 특히 구할 수 없는 데이터이거나 구할 수는 있어도 분석할 수 있는 형태가 아니면 수업에 활용할 수 없음.				
	7-2. 학습자의 특성, 수업 단계를 고려하여 데이터 제공 범위, 제공 데이터의 전처리 정도 및 활용 수준을 계획하라 (얼마나 데이터를 제공할 것인지, 제공 데이터의 전처리 정도 결정)		①	②	③	④
	해설 및 예시	학습자의 데이터 기반 문제해결 활동 경험 정도 및 수업 단계를 고려하여 데이터를 얼마나 제공할 것인지(필요한 데이터를 모두 제공 혹은 필요한 데이터 요소 중 일부 데이터만 제공), 어느 정도 전처리 된 데이터를 제공할 것인지, 데이터를 어느 정도 활용할 것인지(데이터 전처리 단계까지 활용 혹은 데이터 분석 단계까지 활용 등) 계획해야 함. 1) 학습자의 경험 수준이 낮은 경우, 필요한 데이터를 모두 제공하거나 전처리 되어 활용하기 쉬운 형태의 데이터를 제공하고, 학습자의 경험 수준이 높은 경우, 데이터를 일부만 제공하여 학습자가 스스로 필요한 데이터를 탐색하고 수집하게 하거나 직접 데이터를 전처리하도록 할 수 있음.				
[수업중] 수업	**1. 수업 활동에 대한 평가 기준을 안내하라**					

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
안내	**1-1. 학습 과제 수행 전반에 대해 평가 기준과 평가 방법을 구체적으로 안내하라**		①	②	③	④
	해설 및 예시	학습 과정 전반에 대해 수학 지식 이해도, 각 단계에서의 목표 달성 정도, 활동 산출물 완성 정도 등 평가 기준과 체크리스트, 자기평가, 동료평가 등 평가 방법을 수업 사전에 계획하고 학습자들에게 미리 안내할 필요가 있음.				
	1-2. 데이터 기반 활동에 대한 분명한 준거를 구체적으로 안내하라					
	해설 및 예시	데이터 기반 활동에 대한 평가 기준으로서 1) 데이터 수집의 공정성, 2) 데이터 전처리 여부의 적절성, 3) 데이터 분석 결과의 타당성, 4) 결과 표현의 타당성 등을 안내하고 설명할 필요가 있음.				
	2. 데이터를 활용하여 해결해야 할 문제 상황을 제시하라		①	②	③	④
	2-1. 데이터를 활용하여 해결할 수 있는 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하라					
	해설 및 예시	제시하는 문제 상황은 데이터를 활용하여 해결 가능한 문제이어야 함. 또한, 학습의 전이를 촉진시키고 학습자 흥미 및 학습 참여도를 높이기 위해 실생활과 관련된 문제 상황을 제시하는 것을 권장함. 이상의 조건에 부합하는 문제를 제시해야 하며, 문제의 맥락을 함께 제시하는 것이 필요함.				
	2-2. 복잡하고 답이 하나 이상인 문제를 제시하라					
	해설 및 예시	문제는 비구조화된 개방형 문제로서 복잡하고 답이 하나 이상인 문제를 제시하는 것이 필요함. 학습자들은 제시된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 다양한 해결 방안 혹은 결과를 도출할 수 있음.				
[수업중] 문제 및 데이터의 이해	**1. 주어진 문제 상황에서 해결해야 할 문제를 스스로 구체화할 수 있도록 안내하라**		①	②	③	④
	1-1. 해결해야 할 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 정하도록 하라					
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 구체화하여 이해할 수 있도록 1) 해결해야 할 문제의 맥락, 내용 요소 등과 관련하여 궁금한 점, 2) 문제 상황에서 해결하고자 하는 점 혹은 해답을 얻고 싶은 점, 3) 문제에 대한 장점적인 해답(가설)에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함.				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	1-2. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 논의하도록 하라					
	해설 및 예시	학습자들이 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터/변수는 무엇인지 논의해 볼 수 있는 기회를 제공해야 함. 학습자들이 데이터과학 기반 활동에 익숙치 않거나 어려워하는 경우, 예시 사례 혹은 연습 문제를 제공하도록 함.				
	1-3. 스스로 발견한 질문, 문제 해결 목표, 가설을 공유하고 상호 피드백을 제공하도록 하고, 피드백 이후 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정할 수 있도록 하라					
	해설 및 예시	학습자가 스스로 정한 문제에 대한 질문, 문제 해결 목표, 가설은 발표 혹은 소통 창구를 통하여 동료 학습자와 공유할 수 있도록 하고 상호 피드백을 주고받을 수 있도록 함. 또한, 의견 공유 및 상호 피드백 결과를 바탕으로 자신의 초기 질문, 문제 해결 목표, 가설을 수정할 수 있도록 해야 함. 이를 통해 문제에 대한 이해가 정교해지고 추후 문제 해결 계획 수립이 구체화 될 수 있음.				
	2. 문제를 해결하기 위해 필요한 수학 내용 지식의 이해도와 데이터 기반 문제해결 활동 경험에 따라 피드백을 지원하라		①	②	③	④
	2-1. 사전에 파악이 되지 않은 경우, 간단한 퀴즈, 발문 등을 통해 수학 내용 지식에 대한 이해도 및 데이터기반 문제해결 경험을 확인하라					
	해설 및 예시	교수자 및 학습자의 상황으로 인해 수업 전에 본 수업과 관련한 수학 내용 지식 이해도 및 데이터과학 기반 문제해결 경험 여부 등의 학습자 특성을 파악하지 못한 경우, 간단한 퀴즈 혹은 발문을 통해 학습자 특성을 파악할 수 있음. 간단한 퀴즈는 카훗(Kahoot), 멘티미터(Mentimeter) 등 온라인 도구를 활용하여 실행할 수 있음.				
	2-2. 학습자가 수학 내용 지식 및 데이터과학과 관련하여 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 피드백을 제공하라					
	해설 및 예시	학습자가 수학 내용 지식 및 데이터과학과 관련하여 이해도가 낮은 부분, 어렵게 느끼는 부분과 혼동하는 부분, 흔히 하는 실수와 그 실수를 촉발하는 오개념에 대해 해당 내용이나 과정을 반복하여 설명하는 등 개별 피드백을 제공함.				
	3. 연습 데이터와 도구를 활용하여 데이터 활용 절차의 각		①	②	③	④

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	단계를 충분히 익힐 수 있도록 연습 기회를 충분히 제공하라					
	3-1. 학습 목표와 관련된 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하라					
	해설 및 예시	학습자가 데이터 활용 절차(데이터 수집, 데이터 전처리, 데이터 분석, 데이터 표현)를 연습할 필요가 있는 경우, 연습 문제 및 연습 데이터를 제공하되 학습 목표와 연관 있는 데이터를 제공하는 것을 권장함. 즉, 데이터 활용 연습 절차의 각 모듈을 통해서도 학습 목표를 달성할 수 있어야 함.				
	3-2. 학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 설명하고 활동 방법을 시연하라					
	해설 및 예시	학습자에게 데이터 활용 절차의 각 단계를 모듈화하고 각 모듈 내에서 세부 단계를 설명 및 시연함. 예를 들어, '데이터 수집' 모듈에서는 연습 문제를 해결하기 위해 수집해야 할 데이터를 확인하고, 데이터를 수집할 수 있는 사이트 등을 안내하며, 데이터 수집 방법을 시연하고, 데이터 수집 과정을 성찰하도록 안내함.				
	3-3. 데이터 활용 절차에 필요한 도구의 사용방법을 안내하고 충분히 익힐 수 있도록 지원하라					
	해설 및 예시	교수자는 각 모듈 내에서 활용하는 도구의 사용방법을 안내할 뿐만 아니라 연습 문제 및 연습 데이터를 통해 충분히 익힐 수 있도록 지원해야 함. 예를 들어, 필요시 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드를 제공하거나, 전체 코드를 제공하여 참고하도록 할 수 있음.				
	3-4. 데이터 활용 절차의 연습 과정에서 질문 및 피드백 기회를 제공하라					
	해설 및 예시	학습자들이 데이터 활용 절차 연습하는 과정에서 어려운 점, 궁금한 점 등을 질의응답을 통해 해결하고 피드백을 받을 수 있도록 지원해야 함. 필요시 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 닥스(Google Docs) 등 소통 창구를 활용함.				
[수업중] 문제 해결 계획 수립 지원	**1. 문제를 해결하기 위한 전략을 세우도록 지원하라**					
	1-1. 주어진 정보 및 필요한 데이터를 탐색하고, 데이터를 기반으로 해결해야 하는 계획을 세워보도록 지원하라		①	②	③	④
	해설	문제 상황, 제공된 데이터, 필요하다고 판단한 데이터를 명확히 이해하고 문제를 해결하기 위해 해야				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	및 예시	할 일과 일의 순서를 진술하거나 기록해보도록 함.				
	1-2. 데이터 기반으로 문제를 해결하기 위해 활용할 도구를 이해하도록 하라					
	해설 및 예시	데이터 분석 및 데이터 시각화 단계에서 사용할 도구를 안내하고 기본적인 기능이나 특징을 이해하도록 안내함. 학습자의 수준이 상당할 시 여러 가지 도구 중 선호하는 도구를 선택하도록 해도 되나, 일반적인 초등학생 수준을 고려할 때 교수자가 미리 선정하여 제공하는 것을 권장함. *도구 예시 : 엔트리(Entry), 코랩(Colab), 온라인 코딩 사이트 등				
	2. 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집하도록 안내하라					
	2-1. 필요한 데이터의 수집 가능성을 확인하고 수집 방식을 결정하게 하라					
	해설 및 예시	필요하다고 판단한 데이터가 수집할 수 있는 데이터인지 확인하도록 하고, 수집이 가능한 데이터임이 확인되면 수집 방법을 결정하도록 지원 함. 수집 방법은 이미 있는 데이터를 가지고 오거나 혹은 직접 데이터를 생성하는 방법이 있음. 1) 이미 있는 데이터를 가지고 오는 경우, 기존의 데이터를 그대로 사용할 것인지, 혹은 필요한 부분을 추출할 것인지 등을 결정하도록 함. 2) 직접 데이터를 생성하는 경우, 정해진 시간 안에 많은 양의 데이터를 생성하기가 어려우므로 학습자가 개별로 데이터를 생성한 후 각 데이터를 수합하는 등의 학습자 간 협업이 이루어지도록 역할을 분배할 필요가 있음.	①	②	③	④
	2-2. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 혹은 공공 데이터 목록을 제공하고, 공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내하라					
	해설 및 예시	공공 데이터의 개념과 수집 방법을 안내 및 시연하는 것이 필요함. 또한, 데이터 수집 사이트 목록을 제공하거나 교수자가 미리 수집한 공공 데이터 목록을 제공하여 학습자가 필요한 데이터를 다운 받을 수 있도록 함. *데이터 수집 사이트 : https://data.go.kr(공공데이터포털), https://kosis.kr/index/index.do(국가통계포털), https://mois.go.kr/frt/a01/frtMain.do(행정 안				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
		전부), https://mdis.kostat.go.kr/index.do(마이크로 데이터 통합 서비스), https://www.localdata.go.kr/(지방행정 데이터 개방 시스템), https://data.seoul.go.kr/index.do (서울 열린데이터 광장), https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do(기상자료 개방 포털), https://www.bigdata-environment.kr/user/main.do(환경 빅데이터), http://www.index.go.kr/main.do(e-나라지표), https://www.kaggle.com/datasets(케글 데이터셋), https://data.soledot.com/home/fo/index.sd(데이터공작소)				
	2-3. 데이터를 윤리적인 과정으로 수집하였는지, 데이터가 편향되지는 않았는지 스스로 검토하도록 안내하라					
	해설 및 예시	데이터를 합법적인 사이트에서 윤리적인 과정을 거쳐 수집하였는지, 수집한 데이터가 편향된 데이터는 아닌지 확인하는 것이 필요함. 비윤리적인 수집, 편향된 데이터의 예시를 보여주며 설명할 수 있음.				
	3. 초기 데이터 특성을 파악하고, 데이터를 문제해결에 적합한 형태로 전처리하도록 안내하라		①	②	③	④
	3-1. 문제를 해결하기 위해 필요한 변수가 무엇인지 파악하고, 초기 데이터에서 필요한 부분과 그렇지 않은 부분, 더 필요한 데이터를 확인하도록 안내하라					
	해설 및 예시	문제와 관련된 데이터 변수가 무엇인지 확인하여 초기 데이터에서 필요한 변수, 필요하지 않은 변수가 무엇인지 파악하고 더 필요한 데이터가 있는지 확인하도록 함. 더 필요한 데이터가 있는 경우 데이터 수집을 추가적으로 수행하도록 함.				
	3-2. 초기 데이터를 수치화/시각화하여 데이터 특성을 파악하고, 데이터 전처리 여부를 결정하도록 안내하라					
	해설 및 예시	초기 데이터를 수집한 형태 그대로 파악하기보다는 수치화/시각화하여 데이터 특성을 파악하도록 하며, 수치화/시각화된 데이터를 보고 데이터 전처리 여부를 결정하도록 함.				
	3-3. 필요시 전처리를 실시하여 최적화된 데이터셋을 준비하도록 하라					

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	해설 및 예시	학습자가 전처리가 필요하다고 판단한 경우, 전처리를 실시하도록 안내함. 교수자는 학습자의 수준에 따라 전처리 정도를 결정하여 미리 데이터를 준비하는 것이 필요함.				
	3-4. 데이터의 공정성을 확보하기 위하여 데이터 전처리 과정 및 전처리를 실행한 이유를 기록하도록 하라					
	해설 및 예시	필요 없는 부분이라고 판단하여 데이터를 삭제하는 등의 데이터 전처리 과정에서 윤리적인 문제가 등장할 수 있음. 따라서 최적화된 데이터셋을 준비하기 위하여 데이터를 전처리하되 전처리 과정 및 이유를 기록하도록 할 필요가 있음. 이를 통해 학습자의 의도 개입을 최소화하고 편향을 통제한 형태로 데이터 전처리가 이루어졌는지 확인하도록 함. 또한, 이를 '정리 및 문제의 확장' 단계에서 함께 공유하고 논의하는 기회를 제공하여 데이터의 공정성에 대해 인식할 수 있도록 해야 함.				
[수업중] 문제 해결 계획 실행 지원	**1. 데이터 분석을 위해 데이터를 시각화하도록 안내하라**		①	②	③	④
	1-1. 데이터를 시각화하는 다양한 방법을 안내하고, 가장 효과적으로 데이터를 나타낼 수 있는 방법으로 데이터를 시각화하도록 하라					
	해설 및 예시	막대그래프, 꺾은선 그래프, 산포도, 워드클라우드, 파이차트, 히트맵, 지도맵핑 등 데이터를 시각화하는 방법을 안내하고, 데이터의 특성에 따라 가장 효과적인 방법을 선택하여 데이터를 시각화하도록 안내함.				
	1-2. 시각화된 데이터를 보고 데이터 전처리가 필요한 이유를 설명해보도록 안내하라					
	해설 및 예시	데이터 시각화의 결과를 초기 데이터를 시각화하였을 때와 비교하여 보도록 하고 이를 통해 데이터 전처리가 문제 해결에 도움이 되는 것을 경험하도록 함.				
	1-3. 학습자 수준을 고려하여 데이터 시각화에 활용되는 뼈대 코드를 제공하고, 적절한 도움을 제공하라					
	해설 및 예	학습자의 데이터과학 관련 특성(데이터 수집, 전처리, 분석 및 시각화, 표현에 대한 경험 수준 및 데이터를 활용한 문제 해결의 경험 여부)을 고려하여 학습자에게 데이터를 시각화하는 뼈대 코드를 제공함.				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	시	일반적인 초등학생 수준을 고려하였을 때 거의 완성형의 코드를 제공할 것을 권장하며, 필요시 코드에 대한 설명을 제공함.				
	2. 시각화된 데이터를 보고 데이터를 분석하도록 지원하라		①	②	③	④
	2-1. 데이터 분석을 통해 데이터 변수간의 관계 등 데이터의 특성과 경향을 탐색하도록 하라					
	해설 및 예시	시각화된 데이터를 보고 데이터 변수간의 관계(정적/부적인 상관관계 등) 및 경향성(시간이 지남에 따라 수치들이 어떻게 변하는지, 조건에 따라 데이터가 어디에 집중되어 있는지 등)을 탐색해보도록 안내함.				
	2-2. 필요시 데이터 분석의 과정에서 나타날 수 있는 오류를 논의해보도록 지원하라					
	해설 및 예시	데이터 분석 과정에서 상관관계와 인과관계를 혼동하여 나타날 수 있는 오류를 논의해보는 기회를 제공함. 상관관계가 있다고 해서 인과관계가 있는 것이 아님을 알고 데이터 분석을 실시하도록 안내함. -상관관계(correlation) : 변수 간 영향을 주고받는 관계 -인과관계(causality) : 변수간의 인과성이 존재하여 원인과 결과를 일으키는 관계				
[수업중] 결과 도출 지원	**1. 데이터 분석 결과로부터 문제 해결 방안을 도출하도록 지원하라**		①	②	③	④
	1-1. 데이터 분석을 통해 얻은 정보를 바탕으로 문제 해결을 위한 다양한 방안을 도출하도록 하라					
	해설 및 예시	데이터 분석 결과로부터 문제 해결을 위한 다양한 아이디어를 도출하고, 문제에 대한 답을 찾도록 함.				
	1-2. 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 지어 문제 해결 방안을 설명하도록 하라					
	해설 및 예시	문제 해결 방안을 기술할 때 학습 목표와 관련한 수학 내용 지식 및 데이터 분석 결과를 연관 짓도록 안내함. 예를 들어, 데이터 분석 결과를 설명하면서 데이터 변수 간의 관계 안에 숨겨진 수학 지식을 추가 기술하도록 함.				
	2. 데이터 분석 결과를 기반으로 한 문제해결 결과를 적절		①	②	③	④

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	한 형태로 표현하도록 지원하라					
	2-1. 문제해결 결과를 표현하는 다양한 방법을 안내하고, 어떤 방법이 가장 효과적으로 정보를 표현하기에 적합한지 결정하도록 안내하라					
	해설 및 예시	데이터 분석 결과를 기반으로 의사소통을 위한 정보를 생산 및 표현하도록 함. 이를 위해 포스터, 픽토그램, 글 등 여러 가지 표현 방법을 안내하고 정보를 표현하기에 가장 적합한 방법을 선택하도록 안내함. 단, 교수자의 재량에 따라 표현 방법을 지정해 줄 수 있음.				
	2-2. 데이터 분석 결과를 토대로 문제해결 결과에 대한 정보를 생산 및 표현하도록 지원하라					
	해설 및 예시	결정한 표현 방법으로 정보를 생산 및 표현하도록 함. 이때 온라인 도구를 활용하도록 할 수 있으며, 전지, 매직펜 등을 이용하여 손으로 제작하도록 할 수 있음.				
	3. 생산한 정보를 공유하고 발표하는 등 의사소통 기회를 제공하라					
	3-1. 산출물을 발표 및 시연하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하고 정당화하며, 서로의 해결 방법 및 결과를 비교할 수 있도록 하라					
	해설 및 예시	산출물을 발표하는 기회를 제공하여 문제해결 과정 및 결과를 설명하도록 하고, 시연이 필요한 경우 시연하도록 함. 이러한 과정을 통해 자신의 방법 및 결과와 비교해보도록 함.				
	3-2. 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대해 동료평가를 통해 의견을 공유하고 점검하도록 안내하라					
	해설 및 예시	동료평가를 통해 활동 결과물과 문제해결 수행 과정에 대하여 상호 피드백을 하도록 함. 동료평가는 발표하는 과정에서 이루어지도록 하며 미리 동료 평가지를 배부하고 안내하는 것이 필요함.				
[수업중] 정리 및 문제의 확장	**1. 데이터 기반 문제해결 결과를 바탕으로 토론할 기회를 부여하라**		①	②	③	④
	1-1. 데이터 기반 문제해결 결과를 바탕으로 문제를 확장하여 생각해보도록 지원하라					
	해	결과를 바탕으로 논의/토론해 볼 수 있는 주제는 다				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	설 및 예 시	음과 같음. -데이터 기반 문제해결 방법 및 결과가 타당한가? -데이터 수집 및 전처리 과정이 공정한가? -더 나은 문제 해결 방법이 있는가? -데이터를 기반으로 미래가 어떠할 것이라고 예측하는가? -결과를 어떻게 활용할 수 있는가?				
	1-2. 데이터 기반 문제해결 과정에서 느낀 데이터과학, 데이터 활용의 필요성에 대해 토의하도록 하라					
	해 설 및 예 시	데이터 기반 문제해결 과정의 전반에서 느낀 데이터 과학 및 데이터의 활용이 필요한 이유를 자유롭게 토의해 볼 수 있도록 함.				
	2. 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어 보도록 하고, 문제를 서로 공유하도록 하라		①	②	③	④
	2-1. 직접 만든 문제와 아이디어 등을 공유할 수 있는 도구를 제공하라					
	해 설 및 예 시	문제의 맥락 등과 같은 문제의 조건을 변경하여 새로운 문제를 만들어 봄으로써 사고를 확장하는 기회를 제공함. 만든 새로운 문제를 구글 슬라이드(Google Silde), 패들렛(Padlet) 등 온라인 도구를 활용하여 공유하도록 함.				
	2-2. 다른 학습자가 만든 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 하라					
	해 설 및 예 시	공유된 문제에 대하여 데이터를 기반으로 문제 해결 전략을 세워보도록 함. 시간이 충분하거나 학습자가 희망하는 경우, 문제 해결 전략을 실행해보도록 할 수 있음. 또한, 교수자가 필요하다고 판단되는 경우 학습자가 만든 문제 중 선별하여 수업 후 문제해결 과제로 제시할 수 있음.				
[수업후] 적용	**1. 해당 차시 학습에 대한 학습자의 목표 도달 여부를 확인하고 다음 차시 수업에 반영하라**		①	②	③	④
	1-1. 학습자의 데이터 기반 문제해결학습의 목표 도달 여부를 확인하라					
	해 설 및 예	학습자가 학습 목표에 도달하였는지 확인해야 하며, 인지적 측면과 정의적 측면 모두를 확인하는 것을 권장함. -인지적 측면 : 해당 차시의 수학 내용 지식에 대한				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	시	이해도, 데이터기반 문제 해결 과정에 대한 이해도 등 -정의적 측면 : 수학 및 데이터과학에 대한 학업적 자기효능감 등				
	1-2. 학습자의 목표 도달 여부 결과를 다음 차시 수업에 반영하라					
	해설 및 예시	학습자가 목표에 도달하지 못했을 경우 : 1) 수학 내용 지식에 대한 이해도가 부족한 경우, 다음 차시 수업에서 해당 수학 내용 지식을 다루거나 학습 과제로 제시함. 2) 데이터기반 문제 해결 과정에 대한 이해도가 부족한 경우, 데이터 활용 절차 중 필요한 모듈을 다시 학습하도록 함.				
	2. 학습 전이를 촉진하기 위해 필요시 데이터 기반 문제해결 과제를 제시하라					
	2-1. 후속학습이 필요하다고 판단될 경우, 실생활과 관련한 데이터과학 기반 문제해결 과제를 제시하고 학습자 스스로 해결할 수 있도록 안내하라					
	해설 및 예시	교수자가 필요하다고 판단한 경우, 실생활과 관련한 데이터과학 기반 문제해결 과제를 제시함. 과제는 교수자가 제시하거나, 학습자가 만든 문제 중 선별하여 제시할 수 있음.	①	②	③	④
	2-2. 필요시 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나 수업 중에 전체 피드백을 제공하라					
	해설 및 예시	데이터 기반 문제해결 과제를 제시한 경우, 다음 차시 수업 전에 과제에 대한 개별 피드백을 제공하거나, 다음 차시의 수업 중에 학습자들이 공통적으로 어려워하거나 오개념을 가진 부분에 대해 전체 피드백을 제공하도록 함.				
[수업전반] 성찰 및 피드백	**1. 학습자들이 자신의 학습 전반을 확인하고 성찰할 수 있는 기회를 제공하라**					
	1-1. 활동 별 평가기준을 담은 루브릭(rubric)을 제공하고 활동 과정에서 자기평가를 통해 자가 점검을 하도록 하라					
	해설 및 예시	자기평가를 통해 데이터 기반 문제해결의 각 과정에서 처음 세운 가설과 최종 결과를 비교해 보고, 결과가 타당한지 점검하는 등 활동 과정 에 대해 성찰해 보도록 함. 활동 별 평가기준은 수업 단계의 교수전략 및 교사용 지도서를 참고하여 제시함.	①	②	③	④
	1-2. 성찰일지 작성을 통해 활동 전과 후의 자신의 생각을					

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	비교하고, 학습을 하고 난 후의 달라진 생각을 스스로 점검하고 활동 과정을 반성하도록 하라					
	해설 및 예시	필요시 성찰일지를 통해 활동 전반의 생각에 대해 작성해보도록 하여 생각을 정리, 점검하고 활동 과정을 반성하도록 함. 성찰일지 작성 주제는 교수자가 제공하거나 학습자가 자유롭게 작성하도록 함. -성찰일지 주제 예시 : 데이터 수집에서 겪은 어려움, 데이터 활용의 필요성 등				
	2. 관찰이나 모니터링을 통해서 학습자들이 각 단계를 이해하였는지를 평가하고 피드백을 제공하라		①	②	③	④
	2-1. 관찰이나 모니터링을 통해 학습자들의 이해도에 대해 정보를 수집하고 평가하고, 필요시 각 단계에서 피드백을 제공하라					
	해설 및 예시	학습자들의 이해도를 평가하기 위해 관찰이나 소통 창구, 문제해결을 위한 작업물을 모니터링 하고, 필요시 피드백을 제공함.				
	2-2. 학습자 특성에 따라 각 단계에서 교수자가 제공하는 지원의 정도를 결정하고 제공하라					
	해설 및 예시	학습자의 수준에 따라 데이터 기반 문제해결 각 단계에서 제공하는 지원의 정도를 결정함. 예를 들어, 학습자의 데이터 기반 문제해결 경험 수준이 높으면 각 모듈에서의 시연을 줄이고 학습자 활동 시간을 늘리는 등 교수자 지원 정도를 줄임.				
	3. 데이터 기반 문제해결 과정의 성공적인 경험을 위해 동료 학습자 간 소통과 피드백을 통한 협력이 활성화되도록 지원하라		①	②	③	④
	3-1. 데이터 활용 절차 전반에 관한 질문 및 의견을 공유 및 논의하며 다양한 방법으로 문제를 해결할 수 있도록 소통 창구를 제공하라					
	해설 및 예시	학습자들이 협력적으로 문제를 해결하도록 명확하고 지속적으로 안내하고, 적극적으로 문제 해결 과정을 공유하고 논의하도록 격려함. 또한, 효과적인 협력을 위해 소통 창구를 제공함. *소통 창구로 활용할 수 있는 온라인 도구 : 구글 클래스룸(Google Classroom), 구글 슬라이드(Google Slide), 구글 닥스(Google Docs), 미로(Miro), 슬랙(Slack), 노션(Notion) 등				

수업 단계	교수전략		타당도			
			1	2	3	4
	3-2. 데이터 활용 절차의 각 과정에서 충분한 시간과 가이드를 제공하라					
	해설 및 예시	학습자에게 충분한 시간과 가이드를 제공하여 데이터 활용 절차를 이해하고 실행할 수 있도록 해야 함. 가이드로는 시연, 세부 절차가 적힌 안내 슬라이드를 제공할 수 있음.				
기타 의견						

전문가 타당화 검토에 응답해주셔서 대단히 감사합니다.

[부록 2] 데이터 기반 문제해결력 검사지(사전검사용)

데이터 기반 문제해결력 검사 문항(A)

< 안 내 >

다음 문항들은 여러분이 '4. 비례식과 비례배분' 단원에서 데이터과학을 기반으로 문제를 해결할 수 있는지 알아보기 위한 것입니다. 아래 내용을 주의 깊게 읽고, 문제를 해결해주세요.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

(　　)초등학교 (　　)학년 (　　)반 (　　)번

1. 양진이는 우리나라의 각 지역 면적 당 얼마나 많은 인구가 살고 있는지 알아보기로 하였습니다. 아래는 양진이가 수집한 데이터 중 일부입니다. 물음에 답하시오.

시도명	지목	지번수	면적
합계	계	39,367,416	100,431,849,363.5
서울특별시	계	922,270	605,243,961.2
부산광역시	계	720,723	770,170,750.8
대구광역시	계	604,683	883,698,218.6
인천광역시	계	668,256	1,066,465,186.9
광주광역시	계	393,008	501,113,181.6

행정기관	2021년 12월				
	총 인구수	세대수	세대당 인구	남자 인구수	여자 인구수
전국	51,638,809	23,472,895	2.20	25,746,684	25,892,125
서울특별시	9,509,458	4,426,007	2.15	4,618,040	4,891,418
부산광역시	3,350,380	1,544,663	2.17	1,639,044	1,711,336
대구광역시	2,385,412	1,063,893	2.24	1,175,632	1,209,780
인천광역시	2,948,375	1,298,647	2.27	1,476,373	1,472,002
광주광역시	1,441,611	645,712	2.23	713,015	728,596

1) 수집한 데이터 중 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터는 무엇인가요? 모두 고르시오.·····( )

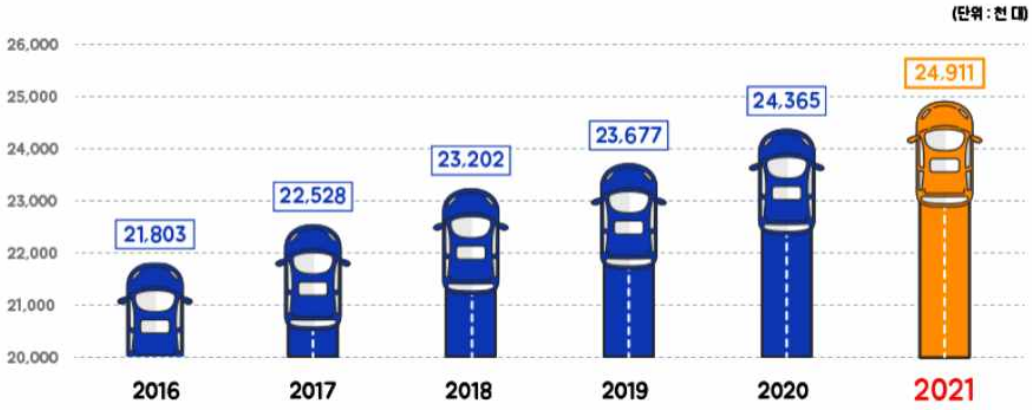
① 면적
② 총 인구수
③ 세대수
④ 세대당 인구
⑤ 남자 인구수
⑥ 모르겠음

2) 데이터를 기반으로 서울 지역 면적 당 인구수의 비와 비율을 구해 보세요.

비 (　　) : (　　)

비율 (———)

2. 양진이는 도로를 가득 메운 수많은 자동차를 보고 우리나라의 자동차 1대당 인구수가 궁금해졌습니다. 다음은 양진이가 수집한 연도별로 누적 등록된 자동차 대수 데이터입니다. 물음에 답하시오.



출처: 국토교통부

1) 궁금증을 해결하기 위하여 추가로 필요한 데이터는 무엇인가요?

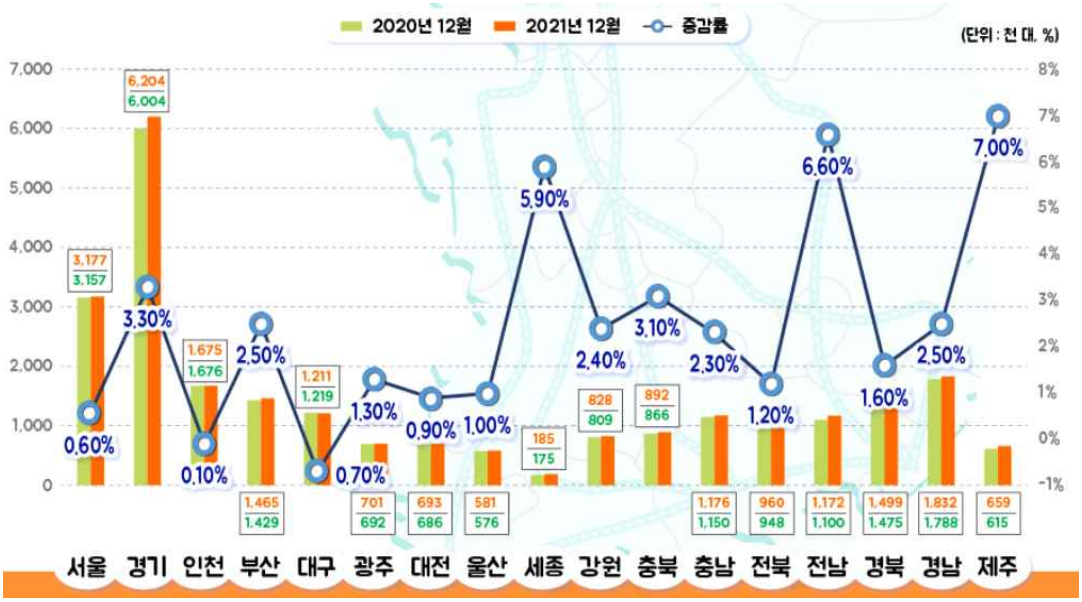
……( )

① 총 인구수
② 남자 인구수
③ 여자 인구수
④ 자동차 가격
⑤ 우리나라 면적
⑥ 모르겠음

2) 2018년도의 인구수는 51,629,512명입니다. 자동차 1대당 인구수를 □이라고 하고, 비례식을 세워보세요.

3) 다음은 시도별로 누적 등록된 자동차 대수에 관한 데이터입니다. 데이터에 대한 설명으로 가장 적절한 것을 고르세요.

.....( )



출처: 국토교통부

① 서울의 자동차 등록 대수 증감률은 강원보다 크다.

② 2021년 대전 지역의 자동차 등록 대수는 1,172천 대이다.

③ 서울과 경기를 제외한 지역 중 자동차 등록 대수가 가장 많은 지역은 부산이다.

④ 2021년 12월 기준으로 전국에서 자동차 등록 대수가 가장 많은 지역은 서울이다.

⑤ 2020년과 비교하여 2021년에 자동차 등록 대수의 증감률이 가장 높은 지역은 제주이다.

⑥ 모르겠음

3. 데이터를 기반으로 문제를 해결하기 위한 단계를 순서대로 적어보세요.

(가) 데이터 분석	(나) 데이터 전처리
(다) 데이터 시각화	(라) 데이터 수집

(　　) - (　　) - (　　) - (　　)

4. '세계 라면 협회(WINA, World Instant Noodles Association)'에 따르면 베트남이 연간 1인당 라면을 가장 많이 먹는 나라로 나타났습니다. 양진이는 나라별 연간 1인당 라면 소비량을 알아보기로 하였습니다.

1) 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 모두 고르세요.
……(　　)

① 총 인구수
② 라면 영양성분
③ 라면 종류별 가격
④ 연간 라면 생산량
⑤ 연간 라면 소비량
⑥ 모르겠음

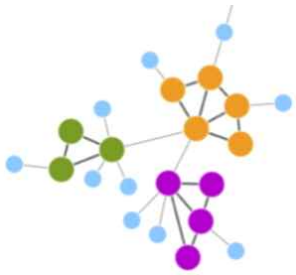
2) 나라별 연간 1인당 라면 소비량을 비교하기 위하여 적절한 형태로 시각화하려고 합니다. 가장 적절한 시각화 방법을 고르세요.

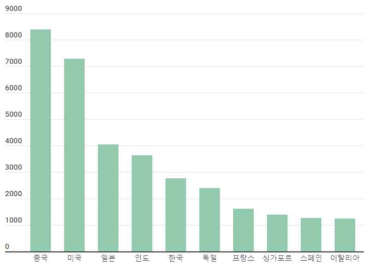
.....( )

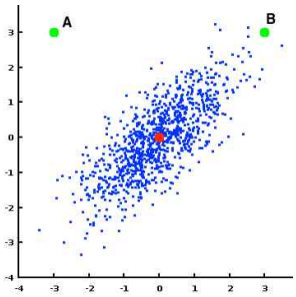
①

②

	Country/Region	2017	2018	2019	2020
1	China/Hong Kong	38,960	40,250	41,450	46,360
2	Indonesia	12,620	12,540	12,520	12,640
3	Viet Nam	5,060	5,200	5,440	7,030
4	India	5,420	6,060	6,730	6,730
5	Japan	5,660	5,780	5,630	5,970
6	USA	4,130	4,520	4,630	5,050
7	Philippines	3,750	3,980	3,850	4,470
8	Republic of Korea	3,740	3,820	3,900	4,130
9	Thailand	3,390	3,460	3,570	3,710
10	Brazil	2,250	2,390	2,420	2,720

③ 

④ 

⑤ 

⑥ 모르겠음

5. 다음은 우리나라의 각 지역 면적 당 얼마나 많은 인구가 살고 있는지에 대한 데이터입니다. 물음에 답하시오.

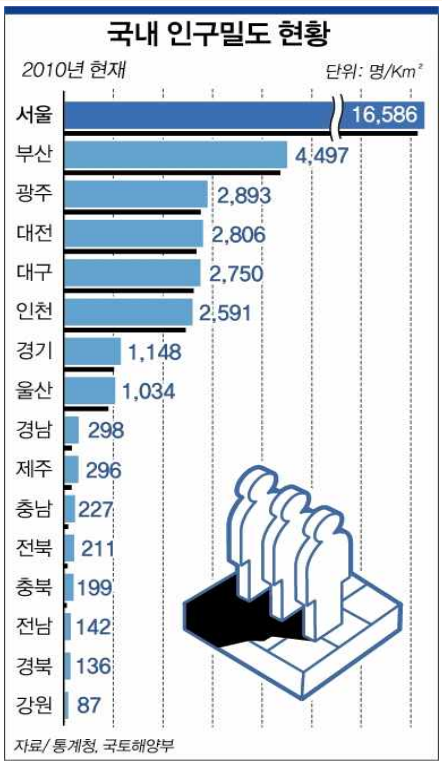
(가)

[단위 : 천명, 명/㎢]

	2017		2018	
	인구	인구밀도	인구	인구밀도
계	51,362	512	51,585	514
서울	9,766	16,136	9,697	16,023
부산	3,424	4,447	3,403	4,420
대구	2,458	2,782	2,449	2,772
인천	2,924	2,750	2,936	2,761
광주	1,495	2,984	1,488	2,970
대전	1,528	2,832	1,513	2,805
울산	1,159	1,092	1,153	1,086
세종	266	571	302	650
경기	12,786	1,255	13,027	1,279
강원	1,521	90	1,521	90
충북	1,609	217	1,618	218
충남	2,153	262	2,177	265
전북	1,829	227	1,823	226
전남	1,795	146	1,796	146

출처: e-나라지표

(나)



출처: 정책브리핑, 연합뉴스

1) (가)와 (나) 중 '데이터 시각화' 한 것은 무엇인가요?

……( )

2) 데이터 시각화가 필요한 이유가 아닌 것은?

……( )

① 데이터를 보다 더 쉽게 이해할 수 있다.
② 데이터가 가진 특징을 쉽게 발견할 수 있다.
③ 많은 양의 데이터를 한 눈에 파악할 수 있다.
④ 데이터를 시각적으로 표현하고 전달할 수 있다.
⑤ 데이터를 더 복잡하게 바꾸어 시각적인 효과를 높일 수 있다.
⑥ 모르겠음

[부록 3] 데이터 기반 문제해결력 검사지(사후검사용)

데이터 기반 문제해결력 검사 문항(B)

< 안 내 >

다음 문항들은 여러분이 '4. 비례식과 비례배분' 단원에서 데이터과학을 기반으로 문제를 해결할 수 있는지 알아보기 위한 것입니다. 아래 내용을 주의 깊게 읽고, 문제를 해결해주세요.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

(　　)초등학교 (　　)학년 (　　)반 (　　)번

1. 양진이는 서울에 사는 남녀 비율이 궁금하여 알아보기로 하였습니다. 아래는 양진이가 수집한 데이터 중 일부입니다. 물음에 답하시오.

행정기관	2021년 12월				
	총 인구수	세대수	세대당 인구	남자 인구수	여자 인구수
전국	51,638,809	23,472,895	2.20	25,746,684	25,892,125
서울특별시	9,509,458	4,426,007	2.15	4,618,040	4,891,418
부산광역시	3,350,380	1,544,663	2.17	1,639,044	1,711,336
대구광역시	2,385,412	1,063,893	2.24	1,175,632	1,209,780
인천광역시	2,948,375	1,298,647	2.27	1,476,373	1,472,002
광주광역시	1,441,611	645,712	2.23	713,015	728,596

1) 수집한 데이터 중 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터는 무엇인가요? 모두 고르시오.·····( )

① 총 인구수
② 세대수
③ 세대당 인구
④ 남자 인구수
⑤ 여자 인구수
⑥ 모르겠음

2) 데이터를 기반으로 서울에 사는 남녀 인구수의 비와 비율을 구해보세요.

비 ( ) : ( )

비율 (———————————)

2. 2020년에 양진이는 서울 광진구에 사는 주민 1명당 평균적으로 얼마나 많은 쓰레기를 버리는지 궁금해졌습니다. 다음은 양진이가 수집한 서울 자치구별 쓰레기 배출량 데이터입니다. 물음에 답하시오.

년도	2017	2018	2019	2020
자치구별	쓰레기 배출량	쓰레기 배출량	쓰레기 배출량	쓰레기 배출량
계	9217	9493	9847	9673
종로구	375	363	340	264
중구	446	430	414	358
용산구	263	288	305	301
성동구	256	270	303	301
광진구	319	343	334	343

1) 광진구 주민 1인당 쓰레기 배출량을 알기 위해 추가로 필요한 데이터는 무엇인가요?·····( )

① 세대수
② 생활폐기물 배출량
③ 용산구에 사는 총 주민수
④ 광진구에 사는 총 주민수
⑤ 서울시의 총 주민수
⑥ 모르겠음

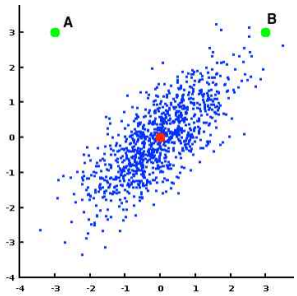
2) 양진이는 다음과 같은 데이터를 발견하였습니다. 데이터를 활용하여 광진구 주민 1인당 쓰레기 배출량을 □이라고 하고, □을 구하기 위한 비례식을 세워보세요.

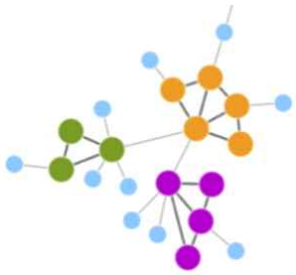
년도 자치구별(1	2017 주민수 (명)	2018 주민수 (명)	2019 주민수 (명)	2020 주민수 (명)
계	10124579	10049607	10010983	9911088
종로구	164257	163026	161869	158996
중구	134593	135633	136488	134635
용산구	244444	245090	245185	244645
성동구	312711	316463	308979	300505
광진구	372298	371063	366972	360109

3) 서울 자치구별 1인당 쓰레기 배출량을 비교하기 위하여 적절한 형태로 데이터를 시각화하려고 합니다. 가장 적절한 시각화 방법을 고르세요.·····( )

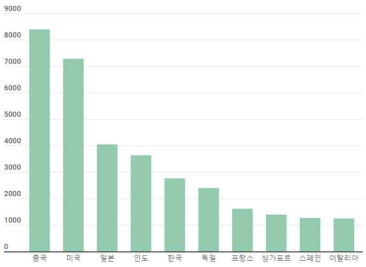
①

	Country/Region	2017	2018	2019	2020
1	China/Hong Kong	38,960	40,250	41,450	46,360
2	Indonesia	12,620	12,540	12,520	12,640
3	Viet Nam	5,060	5,200	5,440	7,030
4	India	5,420	6,060	6,730	6,730
5	Japan	5,660	5,780	5,630	5,970
6	USA	4,130	4,520	4,630	5,050
7	Philippines	3,750	3,980	3,850	4,470
8	Republic of Korea	3,740	3,820	3,900	4,130
9	Thailand	3,390	3,460	3,570	3,710
10	Brazil	2,250	2,390	2,420	2,720

② 

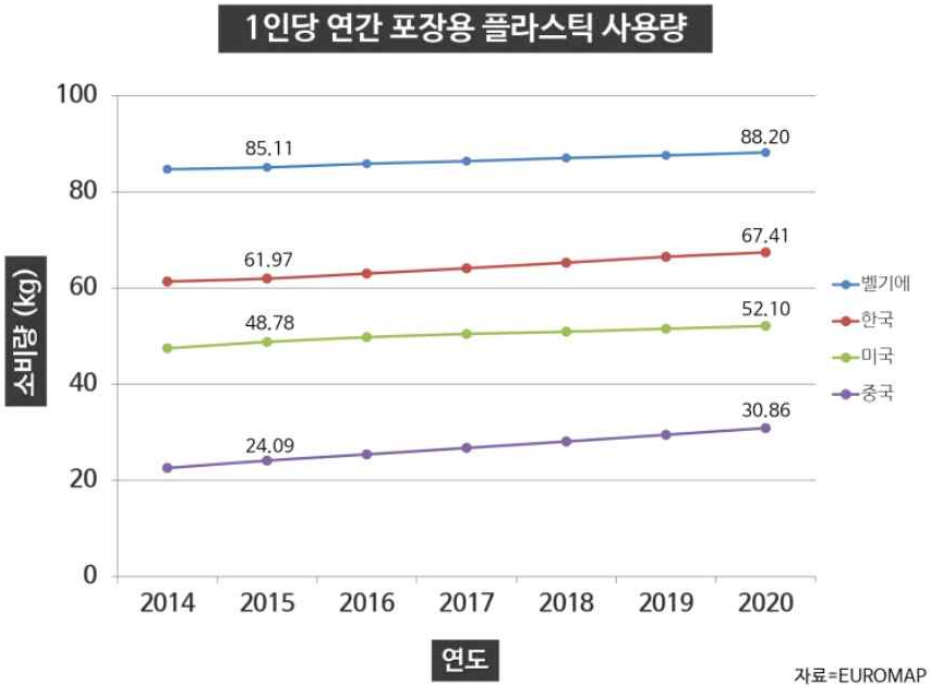
③ 

④

⑤ 

⑥ 모르겠음

4) 다음은 1인당 연간 포장용 플라스틱 사용량을 나타내는 데이터입니다. 데이터에 대한 설명으로 가장 적절한 것을 고르세요.
……( )



출처: 자료=EUROMAP, 그래픽=스냅타임

① 미국의 1인당 연간 포장용 플라스틱 사용량은 한국보다 항상 많다.
② 2015년 한국의 1인당 연간 포장용 플라스틱 사용량은 85.11kg이다.
③ 한국은 2015년보다 2020년의 포장용 플라스틱 사용량이 증가하였다.
④ 2020년 한국의 1인당 연간 포장용 플라스틱 사용량은 중국보다 적다.
⑤ 2020년 중국의 1인당 연간 포장용 플라스틱 사용량은 미국보다 약 22kg 많다.
⑥ 모르겠음

3. 양진이는 친구들과 여행을 가기로 하였습니다. 여행 계획을 세우기 위해 데이터를 찾아보려고 합니다. 물음에 답하시오.

1) 여행 계획을 세우는데 가장 필요 <u>없는</u> 데이터는 무엇인가요?

……( )

① 소요비용
② 이동 거리
③ 날씨 데이터
④ 여행지 정보
⑤ 여행지역 라면 소비량
⑥ 모르겠음

2) 데이터를 기반으로 문제를 해결하기 위한 단계를 순서대로 적어보세요.

(가) 데이터 분석	(나) 데이터 전처리
(다) 데이터 시각화	(라) 데이터 수집

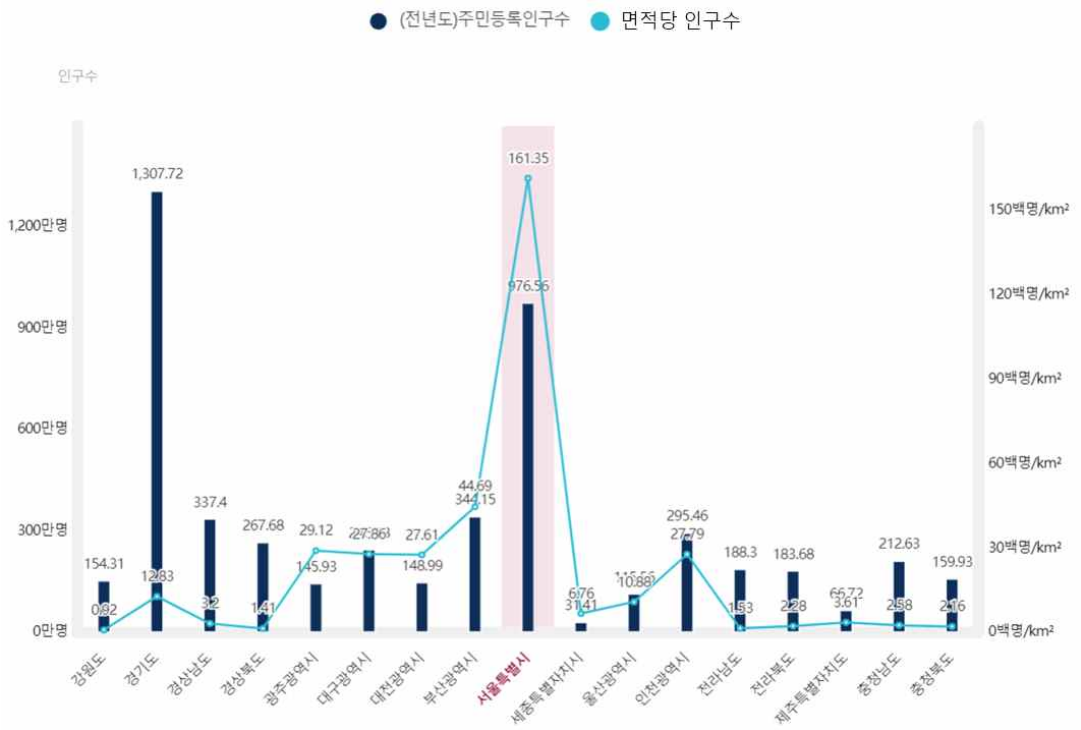
( ) - ( ) - ( ) - ( )

3) 데이터 시각화가 필요한 이유가 <u>아닌</u> 것은?

……( )

① 데이터를 한눈에 파악할 수 있다.
② 상대방을 설득하는데 활용할 수 있다.
③ 데이터가 가진 특징을 쉽게 발견할 수 있다.
④ 데이터를 시각적으로 표현하고 전달할 수 있다.
⑤ 데이터를 더 복잡하고 어려운 형태로 바꿀 수 있다.
⑥ 모르겠음

3. 다음은 우리나라의 각 지역 면적 당 얼마나 많은 인구가 살고 있는지 나타내는 데이터입니다. 데이터에 대한 설명으로 가장 적절한 것을 고르세요.·····( )



① 면적 당 인구수가 가장 많은 곳은 경기도이다.
② 600만 명 이상이 살고 있는 지역은 세 군데이다.
③ 부산광역시보다 대전광역시에 사는 인구가 더 많다.
④ 면적 당 인구수가 가장 적은 지역은 울산광역시이다.
⑤ 면적 당 인구수를 나타내기 위해 필요한 데이터는 지역 면적, 지역의 총 인구수 데이터이다.
⑥ 모르겠음

[부록 4] 수학 학습에 대한 태도 검사지(사전·사후검사용)

수학 학습 태도 검사지

< 안 내 >

본 검사는 여러분이 수학 교과를 공부하는 데 있어 자기 자신을 어떻게 생각하며, 수학 공부에 대해서 어떤 생각을 가지고 있으며, 또 수학 공무를 어떻게 하는지에 대해서 알아보기 위한 것입니다. 또한, 수학 교과에 대한 여러분의 생각, 행동, 태도 등을 잘 알아서 여러분이 보다 재미있고 능률적으로 수학 공부를 할 수 있게 하기 위한 것입니다.

본 검사는 맞거나 틀리는 답이 없습니다. 또 누가 얼마나 잘하고 못하는지를 재지도 않습니다. 그러므로 같은 물음이라도 여러분 각자의 생각, 태도, 습관에 따라 서로 다르게 대답할 수 있습니다. 이 검사의 가장 중요한 점은 각 물음을 잘 읽고 여러분 자신의 생각이나 습관 등을 솔직하게 나타내는 것입니다.

대답하는 방법과 검사지의 문항을 잘 읽고 정직하게 답해 주십시오. 방법 혹은 문항의 의미에 대해 잘 모르는 경우 이 검사를 담당하고 있는 김한휘 선생님에게 언제든지 물어볼 수 있습니다.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

(　　)초등학교 (　　)학년 (　　)반 (　　)번

< 대답하는 방법 >

각 문항에 대해서 다섯 가지의 보기 중 하나만 선택하여 √표 하세요.

예시) 매일 8시에 일어나는 경우 '항상 그렇다'에 해당하는 ⑤에 √표 합니다.

문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	항상 그렇다
나는 매일 8시에 일어난다.	①	②	③	④	√⑤

※ 각 문항을 잘 읽고 여러분의 생각, 태도, 습관에 따라 하나만 선택하여 √하세요.

※ 여러분 각자의 생각을 솔직하게 나타내어야 합니다.

번호	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	항상 그렇다
1	나는 수학 공부가 쉽다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 수학 공부 시간이 즐겁다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 수학 시간에 다른 생각을 많이 한다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 수학 공부를 잘해서 칭찬을 받을 수 있다.	①	②	③	④	⑤

번호	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	항상 그렇다
5	나는 수학에 대해서 더 많이 배우고 싶다.	①	②	③	④	⑤
6	나는 수학 과목은 꼭 예습을 한다.	①	②	③	④	⑤
7	나는 수학 시간에 배운 것을 응용해 보고 싶다.	①	②	③	④	⑤
8	나는 수학 공부를 시험 때만 열심히 한다.	①	②	③	④	⑤
9	나는 수학에 소질이 있는 것 같다.	①	②	③	④	⑤
10	수학 공부를 열심히 할수록 재미있는 것 같다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 수학 시간에 선생님이 가르치는 것을 열심히 듣는다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 수학 공부만큼은 잘 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
13	나는 수학 시간이 끝났을 때 무엇을 배웠는지 잘 모르겠다.	①	②	③	④	⑤
14	나는 누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다.	①	②	③	④	⑤
15	나는 수학 시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다.	①	②	③	④	⑤

번호	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	항상 그렇다
16	나는 수학 시간이 끝난 후 그 시간에 배운 것들을 머릿속에 정리해 본다.	①	②	③	④	⑤
17	나도 이만하면 수학을 잘하는 학생이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
18	나는 수학 시간이 지루하다.	①	②	③	④	⑤
19	나는 수학 시간에 다른 학생과 장난을 하지 않는다.	①	②	③	④	⑤
20	나는 수학 시험에서 좋은 점수를 얻을 수 있다.	①	②	③	④	⑤
21	나는 수학이 앞으로 공부하는 데 꼭 필요한 과목이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
22	나는 수학 시간에 배운 것을 꼭 복습한다.	①	②	③	④	⑤
23	수학 공부는 선생님한테 혼나지 않을 정도로만 하면 된다.	①	②	③	④	⑤
24	나는 수학 시간에 배운 것을 확실히 알고 넘어 간다.	①	②	③	④	⑤
25	나는 수학을 잘하는 편이다.	①	②	③	④	⑤
26	나는 수학 시간이 기다려진다.	①	②	③	④	⑤

번호	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	항상 그렇다
27	나는 수학 시간에 바르게 앉아서 공부한다.	①	②	③	④	⑤
28	나는 수학 공부를 잘 할 수 없다.	①	②	③	④	⑤
29	나는 수학 공부를 많이 하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
30	나는 수학 시간에 발표하는 것을 좋아한다.	①	②	③	④	⑤
31	나는 다른 학생보다 수학 공부를 더 잘하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
32	나는 수학 공부를 시작하면 끝까지 열심히 한다.	①	②	③	④	⑤
33	나는 수학에 대해서 모르는 것이 많다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
34	나는 수학 시간이 더 많았으면 좋겠다.	①	②	③	④	⑤
35	나는 수학 시간이 빨리 지나간다고 느낀다.	①	②	③	④	⑤
36	나는 앞으로 수학 과목에서 좋은 성적을 올릴 수 있다.	①	②	③	④	⑤
37	나는 수학 공부를 지금보다 더 하려고 한다.	①	②	③	④	⑤

번호	문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	항상 그렇다
38	나는 수학 시간에 모르는 것이 있어도 질문하지 않고 그냥 넘어 간다.	①	②	③	④	⑤
39	나는 수학 공부를 잘하기 위하여 계획을 세우고 노력한다.	①	②	③	④	⑤
40	나는 수학 공부를 할 때 중요한 것을 요약해 둔다.	①	②	③	④	⑤

[부록 5] 데이터 리터러시 검사지(사전·사후검사용)

데이터 리터러시 검사지

< 안 내 >

본 검사는 여러분의 데이터 리터러시(data literacy)를 알아보기 위한 것입니다. 데이터 리터러시란 데이터로부터 의미 있는 정보를 추출해내고 실생활의 다양한 문제를 해결하기 위해 데이터를 활용하며 적절한 도구를 활용해 데이터를 분석하고 결론을 도출해내는 능력입니다.

본 검사는 맞거나 틀리는 답이 없습니다. 또 누가 얼마나 잘하고 못하는지를 재지도 않습니다. 그러므로 같은 물음이라도 여러분 각자의 생각, 태도, 습관에 따라 서로 다르게 대답할 수 있습니다. 이 검사의 가장 중요한 점은 각 물음을 잘 읽고 여러분 자신의 생각이나 습관 등을 솔직하게 나타내는 것입니다.

대답하는 방법과 검사지의 문항을 잘 읽고 정직하게 답해 주십시오. 방법 혹은 문항의 의미에 대해 잘 모르는 경우 이 검사를 담당하고 있는 김한휘 선생님에게 언제든지 물어볼 수 있습니다.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

(　　)초등학교 (　　)학년 (　　)반 (　　)번

< 대답하는 방법 >

각 문항에 대해서 다섯 가지의 보기 중 하나만 선택하여 √표 하세요. 다섯 가지 보기는 다음과 같은 능력을 의미합니다.

평가 기준	의미
매우 그렇다	스스로 할 수 있는 것을 넘어서서 친구를 도와줄 수 있다.
그렇다	참고 자료나 도움 없이 스스로 할 수 있다.
보통이다	참고 자료만 있으면 선생님 도움 없이도 할 수 있다.
그렇지 않다	선생님이 도와주면 따라할 수 있다.
매우 그렇지 않다	누가 도와준다고 해도 나에게는 무리이다.

영역	문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
데이터 이해	1. 나는 데이터로부터 확인하고 싶은 내용을 문장으로 나타내어 목표를 세울 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	2. 나는 수집된 데이터의 각 행(가로줄)과 열(세로줄)이 의미하는 바를 이해할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	3. 나는 데이터를 보고 무엇을 위하여 어떻게 수집되었는지 이해 할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

영역	문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
데이터 수집 및 전처리	4. 나는 데이터를 수집하기 위한 계획을 세울 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	5. 나는 계획에 따라 필요한 데이터를 검색할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	6. 나는 적절한 형태의 데이터를 찾아 모을 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	7. 나는 검색하여 모은 데이터를 분석할 수 있는 형태로 정제(전처리)할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	8. 나는 데이터의 다양한 특성 중 데이터 분석에 필요한 특성을 고를 수 있다.	①	②	③	④	⑤
데이터 정리 및 분석	9. 나는 데이터를 정리하는 다양한 방법 (평균, 막대그래프, 꺾은선 그래프 등)과 특징을 이해하고 있다.	①	②	③	④	⑤
	10. 나는 데이터를 정리하여 데이터를 탐색할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	11. 나는 데이터들 사이의 관계 또는 패턴을 파악할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	12. 나는 정리된 데이터의 의미를 알고 이를 해석할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

영역	문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
데이터 시각화	13. 나는 데이터를 시각화하는 다양한 방법(픽토그램, 포스터 등)과 특징을 이해하고 있다.	①	②	③	④	⑤
	14. 나는 필요에 따라 여러 시각화 방법 중 적절한 것을 선택하여 데이터를 시각화할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	15. 나는 시각화된 데이터로부터 새로운 점을 발견하고 데이터를 창의적으로 해석할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
데이터 기반 의사소통	16. 나는 데이터에 기반하여 문제를 해결하거나 합리적인 의사결정을 내릴 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	17. 나는 데이터에 기반한 문제해결 과정을 말 또는 글로 설명할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

영역	문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
데이터 평가	18. 나는 데이터의 출처와 수집 과정을 고려하여 데이터가 믿을 만한 데이터인지 비판적으로 판단할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	19. 나는 나 자신이 수행한 데이터 분석 및 해석 과정에서 발생한 오류를 발견하고 이를 반성할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
	20. 나는 다른 사람이 수행한 데이터 분석 및 해석 과정에서 발생한 오류를 발견하고 이에 대해 설명하거나 비판할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

[부록 6] 교수자 대상의 수업 반응 면담 질문지

수업 반응 면담질문지(교사용)

< 안 내 >

본 면담은 '초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형의 개발' 연구에서 도출한 수업모형과 교수전략에 대하여 이를 수업에 적용한 선생님의 생각을 알아보기 위한 것입니다. 전문가로서 선생님의 의견은 보다 나은 수업모형과 교수전략을 개발하는 데에 큰 도움이 될 것입니다. 다음 질문에 대한 선생님의 생각을 솔직하게 표현해주시기 바랍니다.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

Ⅰ. 수업 전반에 대한 질문

1. 수업을 진행하면서 만족했던 점은 무엇입니까?
2. 수업을 진행하면서 아쉬웠던 점은 무엇입니까?

Ⅱ. 수업모형에 대한 질문

3. 본 연구에서 제시한 수업모형은 초등 수학에서 데이터 기반 문제해결 수업에서 무엇을 해야 하는지(어떤 요소들을 고려해야 하는지) 이해하는 데 도움이 되었습니까?
4. 본 연구에서 제시한 수업모형은 초등 수학에서 데이터 기반 문제해결 수업을 하기 위해 어떤 단계를 따라야 하는지 잘 설명하고 있습니까?(수업을 계획 및 실행하는 데 도움이 되었습니까?)
5. 본 연구에서 제시한 수업모형의 강점과 약점은 무엇입니까?

6. 본 연구에서 제시한 수업모형에서 중점적으로 개선되어야 할 부분은 무엇입니까?

Ⅲ. 교수전략에 대한 질문

7. 본 연구에서 제시한 교수전략은 수업모형을 이해하고 수업을 계획 및 실행하는 데 도움이 되었습니까?
8. 본 연구에서 제시한 교수전략의 강점과 약점은 무엇입니까?
9. 본 연구에서 제시한 교수전략에서 중점적으로 개선되어야 할 부분은 무엇입니까?

Ⅳ. 학습자 문제해결력에 대한 질문

10. 본 연구에서 제시한 수업모형 및 교수전략이 수업을 통해 학습자의 데이터 기반 수학 문제해결력을 촉진하는데 도움이 된다고 생각합니까?

[부록 7] 학습자 대상의 수업 반응 면담 질문지

수업 반응 면담질문지(학생용)

< 안 내 >

본 면담은 초등 수학교육에서 데이터 기반 문제해결 수업모형의 개발' 연구에서 도출한 수업모형과 교수전략에 대하여 이를 적용한 수업에 대한 학생의 생각을 알아보기 위한 것입니다. 학생의 의견은 보다 나은 수업모형과 교수전략을 개발하는 데에 큰 도움이 될 것입니다. 다음 질문에 대한 학생 본인의 생각을 솔직하게 표현해주시기 바랍니다.

연구책임자: 김한휘 (서울대학교, 석사과정)

Ⅰ. 다음 문장을 읽고 자신의 생각과 가장 일치하는 숫자를 선택하세요.

번호	문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 이번 수업에 전반적으로 만족한다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 수업 활동 전체의 과정에 적극적으로 참여하였다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 데이터를 활용한 문제해결 수학 수업에서 흥미와 즐거움을 느꼈다.	①	②	③	④	⑤

4	나는 이번 수업을 통해 초등 수학에서 데이터 기반으로 문제를 해결할 수 있게 되었다.	①	②	③	④	⑤

Ⅱ. 다음 질문을 읽고 자신의 생각을 솔직하게 표현해주세요.

1. 수학 교과 혹은 다른 교과에서 데이터 기반 문제해결 수업을 해 본 경험이 있나요?
   - 언제 경험을 해보았나요?
   - 당시 수업 상황은 어떠했나요?
   - 당시 수업과 지금 수업을 비교했을 때 가장 큰 차이점은 무엇인가요?
2. 기존의 수학 수업과 이번 수업에 차이가 있었나요?
   - 어떤 차이가 있었나요?
   - 수학 수업에서 데이터를 활용하여 문제해결 활동을 하는 것의 장점이 무엇이라고 생각하나요?
3. 이번 수업에서 좋았던 점은 무엇인가요?
   - 어떤 활동을 할 때 도움이 되었나요?
   - 활동을 통해 무엇을 배웠나요?
4. 이번 수업에서 아쉬웠던 점/어려웠던 점은 무엇인가요?
   - 어떤 활동이 어려웠나요?
   - 다음 수업에서 공부나 활동을 더 잘 하기 위해 추가적으로 개선하거나 보충해야 한다고 생각하는 점이 있나요?
5. 앞으로도 이러한 수업을 계속하고 싶나요?
   - 그렇게 생각하는 이유는 무엇인가요?

Abstract

An Instructional Model for Data-Driven Problem Solving in Elementary School Mathematics

Honey Kim

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

With the advent of the 4th industrial revolution era, the explosive increase in knowledge and information demands a higher level of competency in solving complex problems and applying what has been learned in the context of life rather than acquiring fragmentary knowledge. In accordance with these changes, in the past, the ability to memorize a lot of knowledge and solve a given problem was valued, but now, data-driven problem solving capabilities that can make rational decisions based on data are required.

Data-driven problem solving ability can be approached in two aspects: 'problem solving ability' and 'data-driven'. And

‘mathematics’ and ‘data science’ are highly valued as central fields for cultivating data-driven problem solving skills. The importance of mathematics and data science can also be seen in the 2022 revised curriculum. However, mathematics and data science learning in current school education has limitations in serving as a central subject for cultivating data-driven problem solving skills. The reason for this is, firstly, that although the possibility of using real-life data in education has increased, there are almost no cases in which data in real contexts are used in mathematics problem solving learning. Second, most data science education in school education tends to be conducted as a separate education, separated from general subjects, and is mainly focused on fostering computational thinking skills. Data-driven mathematics education can be considered as a way to overcome the limitations of mathematics and data science learning in school education and effectively develop data-driven problem solving skills.

Research on data-driven education is continuously being conducted. However, most examples focus on data science itself. And rather than utilizing data within the curriculum context, the collection and analysis of data itself tends to be regarded as the purpose of instruction. In addition, looking at the cases so far, most of the studies on data-driven learning have been conducted in the context of secondary or higher education, and there is a lack of research on cases of data-driven learning and their effectiveness in the context of elementary education. Moreover, despite the emerging importance of mathematics and data science, there are few examples of mathematics education based on data science. Therefore, there is a need for research on data-driven mathematics education that can collect, analyze, process, and evaluate data in a practical context linked to

mathematics subjects in the context of elementary education and make rational decisions based on data.

Meanwhile, for effective data-driven convergence teaching and learning, teachers' systematic and prescriptive instructional design efforts are required. However, studies including systematic instructional design for data-driven learning are lacking. In addition, studies on data-driven instructional models and teaching strategies that instructors should take to conduct data-driven teaching and learning are insufficient. In particular, in the context of elementary education, it is necessary to conduct research on data-driven instructional models and teaching strategies that consider the characteristics of subjects.

Therefore, this study developed a instructional model including teaching strategies that can be used to effectively plan and conduct data-driven problem solving classes in elementary school mathematics, and confirmed its internal and external validity. The research questions of this study are as follows. First, what are the data-driven problem solving instructional model in elementary school mathematics? Second, is the data-driven problem solving instructional model in elementary school mathematics internally valid? Third, is the data-driven problem solving instructional model in elementary school mathematics externally valid?

To answer these research questions, design and development research methods were used. According to this method, model development, internal validation of the model, and external validation of the model were conducted in the order. First, in the model development stage, an initial instructional model and teaching strategy for data-driven problem solving classes in elementary school mathematics were derived through prior literature review and expert

interviews. Secondly, internal validation, opinions were obtained from experts through two expert reviews. Based on the expert validation opinion, the 3rd instructional model and instructional strategy were derived. Finally, in the external validation stage, the external validity was verified by applying the modified and supplemented instructional model and teaching strategy to the field. External validation was conducted through pre/post-tests of the teacher's and learner's response to the class to which the class model was applied, the learner's data science-based problem solving skill, attitude toward learning mathematics, and data literacy. Based on the results, The final instructional model and teaching strategy were derived.

The finally developed data-driven problem solving instructional model in elementary school mathematics is largely divided into 1)before class, 2)during class, 3)after class, and 4)overall class based on the execution time of class stage. The model consists of eight steps; 'Preparation', 'Guidance', 'Support for understanding problems and data', 'Support for data-driven problem solving', 'Support for deriving results & Sharing', 'Organization & Expansion of thinking', 'Suggestion of additional data', 'Support for reflection & Feedback'. The final teaching strategy consists of 27 teaching strategies and 62 detailed strategies that support each step of the instructional model.

The conclusions of this study are as follows. First, the instructional model developed in this study has significance in terms of systematic design and utilization of data-driven problem solving classes in elementary school mathematics. Second, it has significance as a case of data-driven teaching and learning in elementary school mathematics. Third, the instructional model developed in this study can have a significant impact on the improvement of learners' data-driven problem solving ability. Fourth, the instructional model

developed in this study can have a significant effect on the improvement of learners' attitudes toward learning mathematics. Fifth, the instructional model developed in this study can have a significant effect on the improvement of learners' data literacy. Sixth, the design and implementation of mathematics classes for data-driven problem solving learning requires environmental conditions.

Based on the limitations of this study, suggestions for follow-up studies are as follows. First, it is necessary to conduct additional research targeting various grade groups in elementary schools or expand the research to middle and high schools. Through this, it is possible to seek refinement and generalization of instructional models and teaching strategies. Second, the instructional model of this study can be developed into a cross-curricular convergence instructional model that includes multiple subjects, not limited to one subject. Third, it is necessary to apply the model of this study from a long-term perspective and confirm its effect. Fourth, it is necessary to conduct a rigorous experimental design to verify the effectiveness of the instructional model of this study. Fifth, it is necessary to identify the cause of the affective area where no significant results were found. Sixth, it is necessary to prepare various data that can be used for education, and to develop and spread data-driven materials.

keywords : Data-driven instructional model, Data science, Data-driven problem solving skill, Elementary school mathematics, Design and development research, Teaching strategy

Student Number **: 2021-24378**