

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 이용허락조건 을 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 🖃





교육학석사 학위논문

자료 모델링을 통한 초등학생의 자료에 대한 추론 연구

2020 년 12 월

서울대학교 대학원 수학교육과 전혜진

자료 모델링을 통한 초등학생의 자료에 대한 추론 연구

지도교수 이 경 화

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함 2020 년 12 월

서울대학교 대학원 수학교육과 전 혜 진

전혜진의 석사 학위논문을 인준함 2021 년 1 월

국문초록

자료에 대한 추론은 인간 활동의 기초라 할 수 있으며 많은 나 라의 교육과정에서는 이를 중요한 학습 요소로 다루고 있다. 자료 에 대한 추론은 분포, 변이, 자료집합 비교, 연관성 등 기본적인 통계적 개념들과 연결되는데, 자료 모델링은 통계적 추리를 이끌 어내고 다양한 통계적 개념에 대한 학습을 촉진할 수 있다는 점에 서 자료에 대한 추론 학습을 위해 적절한 교수 · 학습 활동이다. 또한 자료 모델링은 자료에 대한 전체적 조망 능력을 향상시키거 나 정보 처리 역량과 통계적 소양을 개발하기 위한 교수 · 학습 활 동으로서 잠재력을 가진다는 것이 확인되었다. 하지만 모델링 활 동이 수반하는 인지적 어려움으로 인하여 대부분의 연구들이 중고 등학생을 대상으로 이루어져 온 실정이다. 특히 국내외를 통틀어 초등학생을 대상으로 한 자료 모델링 연구는 이제 시작되는 단계 에 있다. 2015 개정 수학과 교육과정에서는 교과 핵심역량 중 하 나로 정보 처리 역량을 제시하고 있으며, 초등학교에서부터 문제 해결 능력 함양을 위한 방안으로 모델링 역량의 신장을 강조하고 있다. 하지만 현장의 교사들이 참고할 만한 구체적인 자료 모델링 과제 설계의 원리와 과정을 제시하는 연구는 부족한 실정으로 이 에 대한 연구가 필요해 보인다.

한편 통계적 추리는 관찰된 자료로부터 일반적인 사실 또는 주장을 이끌어내는 것으로 통계 분야의 핵심적 개념이라 할 수 있다. 통계학에서는 가설검정, 모수에 대한 추정과 같이 형식적인 방법을 사용하는 것을 통계적 추리로 간주하고 있지만 이러한 형식적 통계적 추리는 통계 학습을 시작하는 학생들에게 여러 가지 어려움을 야기한다. 이에 통계 교육 연구자들은 형식적인 통계적 절차를 거치지 않고 논리정연하게 자료로부터 결론이나 일반화를 이

끌어내는 통계적 추리인 비형식적 통계적 추리에 주목하였다. 비형식적 통계적 추리는 통계의 힘을 일찍 경험할 수 있는 기회를 제공하며, 학생에게 익숙한 경험과 통계 학습을 연결하여 통계적 추리에 대한 접근성을 향상시킨다. 무엇보다 비형식적 통계적 추리는 통계의 핵심 아이디어들을 일관성 있게 학습할 수 있는 통찰력을 제공할 수 있다는 점에서 통계를 가르치고 학습하기 위한 목표로서 가치가 있다.

본 연구의 목적은 초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업을 설계하여 적용하고, 초등학생들이 자료를 어떻게 추론하는지 조사하는 것이다. 특히 시계열 자료를 제시하여, 학생들이 자료를 어떻게 비형식적으로 조망하는지 확인함으로써 자료에 대한 추론을 조사하고 자료 모델링의 역할에 대한 시사점을 도출하고자 한다. 시계열 자료는 일상생활에서 빈번하게 활용되고 있지만 학생들이 시계열 자료에 대해 어떻게 추론하는지에 대한 연구는 그동안 잘 이루어지지 않았다.

연구 방법으로서 설계 연구를 활용하여 예비 설계와 교수 실험 단계를 수행하였다. 예비 설계 단계에서는 자료 모델링 과제 및 수업을 설계하기 위하여 선행연구 분석, 교육과정 검토, 감염병 수 리 모델링 관련 자료 확인 등을 수행하고 전문가 평가를 실시하였다. 교수 실험 단계에서는 2회에 걸친 교수 실험을 실시하였으며 1차 교수 실험의 결과를 바탕으로 과제와 수업을 다시 수정하였다. 수정된 과제와 수업은 2차 교수 실험에 적용되었으며 학생들이 자료를 어떻게 조망하였는지를 중심으로 분석하였다.

연구 결과로 첫째, 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 설계의 규준 6가지를 도출하였다. 둘째, 자료 모델링 과제 및 수업을 개발하고 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서 등을 구체적으로 제시하였다. 셋째, 학생들은 자료 모델링 과정

에서 시계열 자료에 대한 추론의 유형으로 신호적 조망, 점별 조망, 구간별 조망, 전체적 조망 등을 활용함을 확인하였다.

결론적으로, 본 연구는 자료에 대한 추론을 위한 교수·학습 활동으로 자료 모델링을 제시하고 자료 모델링 과제 및 수업 설계의 규준을 도출하여 구체적인 과제 설계의 과정을 밝혔다. 또한 시계열 자료에 대한 자료 모델링을 통해 학생들이 점차 자료를 전체적으로 조망하는데 바탕이 되는 추론의 유형을 활용하게 됨을 확인하였다.

주요어 : 자료 모델링, 비형식적 통계적 추리, 자료에 대한 추론, 초등학생

학 번: 2019-28179

목 차

I. 서론 ···································	1
Ⅱ. 이론적 배경	5
1. 비형식적 통계적 추리	5
1.1. 비형식적 통계적 추리의 정의와 구성 요소	5
1.2. 비형식적 통계적 추리에서의 변이와 분포	8
2. 자료 모델링	11
2.1. 자료 모델링의 개념	11
2.2. 자료 모델링 과정과 비형식적 통계적 추리	13
2.3. 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링	
과제 설계의 규준	17
3. 자료에 대한 추론	19
3.1. 자료에 대한 전체적 조망과 국소적 조망	19
3.2. 시계열 자료에 대한 추론	23
Ⅲ. 연구 방법	26
1. 설계 연구	26
2. 연구 설계 및 절차	28
3. 예비 설계	30
3.1. 자료 모델링 과제 및 수업 설계	30
3.2. 전문가 평가	31
4. 교수 실험	32
4.1. 1차 교수 실험	32
4.2. 2차 교수 실험	35

IV. 연구 결과 ······	44
1. 예비 설계	44
1.1. 초기 과제 및 수업 설계 결과	44
1.2. 전문가 평가 결과	50
1.3. 전문가 평가 후 수정된 과제 및 수업 설계 결과	52
2. 1차 교수 실험	56
3. 2차 교수 실험	60
3.1. 실세계 탐구하기·문제 해결을 위한 요인 찾기	60
3.2. 자료를 해석・구성・조직화하기	62
3.3. 모델 도출 및 수정하기	74
3.4. 새로운 맥락에 모델 적용하기	82
V. 결론 ······	87
1. 요약	87
2. 결론 및 제언	89
참고문헌	04
	94
부록	104
Abstract ·····	113

표 목 차

< 丑	∏ −1>	과제 설계의 규준	18
< 莊	<u></u> 1>	연구 절차	29
< 丑	Ⅲ -2>	전문가 집단	31
< 丑	Ⅲ -3>	연구 참여 교사	35
< 班	Ⅲ -4>	전체적 조망의 활용을 지원하는 발문	38
< 丑	<u></u> 15>	모델링 활동에서 생산적 논의를	
		촉진하는 발문	38
<	IV-1>	교수·학습 활동	47
<	IV-2>	전문가 평가 결과	51

그림 목차

[그림	Ⅱ-1] 자료와 분포의 관계	10
[그림	Ⅱ-2] 자료 모델링의 구성 요소와 과정	14
[그림	Ⅱ-3] 자료 모델링 과정	15
[그림	Ⅱ-4] 자료에 대한 관점	21
[그림	Ⅱ-5] 시계열 그림의 예시	24
[그림	Ⅲ-1] 이론과 실험 사이의 반성적 관계	27
[그림	Ⅲ-2] 1차 교수 실험의 Tinkerplots 자료 카드	34
[그림	Ⅲ-3] 2차 교수 실험의 Tinkerplots 확진자 수	
	자료 화면	40
[그림	IV-1] 초기 자료 모델링 과제	45
[그림	IV-2] 자료 모델링 과제	54
[그림	IV-3] 5번 활동에 대한 ES1의 조작 화면	58
[그림	IV-4] <사례3>의 Tinkerplots 조작 화면	64
[그림	IV-5] <사례5>의 Tinkerplots 조작 화면	67
[그림	IV-6] <사례6>의 Tinkerplots 조작 화면	70
[그림	IV-7] <사례7>의 Tinkerplots 조작 화면	72
[그림	IV-8] <사례8>의 Tinkerplots 조작 화면	74

I. 서론¹⁾

현대 사회의 여러 분야에서 이루어지는 의사결정은 자료와 통계 를 활용하여 이루어지고 있으며, 이러한 흐름에 따라 자료에 대해 추론하는 능력은 사회의 각 구성원들에게 더욱 필수적인 것이 되었 다(Biehler, Frischemeier, Reading, & Shaughnessy, 2018). 자료에 대한 추론은 분포, 변이, 자료집합 비교, 연관성 등 통계의 기본적인 개념들과 관련되는 폭넓은 의미의 용어이다(Biehler et al., 2018). 본 연구에서는 초등학생들의 자료에 대한 추론을 탐색하기 위하여 비형식적 통계적 추리(informal statistical inference) 개념을 활용 하고자 한다. 비형식적 통계적 추리란 형식적인 통계적 방법을 사 용하지 않고 관찰된 자료로부터 논리정연하게 모집단의 성질을 추 정하거나 일반화, 결론, 주장을 이끌어내는 사고 과정과 진술을 의 미한다(Makar & Rubin, 2009). 비형식적 통계적 추리는 형식적 통 계적 추리의 대안적인 접근방법이자, 이를 학습하기 위한 선행 단 계로서 잠재력을 가진다(Zieffler, Garfield, delMas, & Reading, 2008). 특히 자료 분석 과정을 시각화하는 공학용 도구는 초등학생들도 직 관을 활용하여 비형식적으로 자료를 다룰 수 있도록 돕는다(Makar & Rubin, 2009).

비형식적 통계적 추리와 관련된 선행연구는 국외에서 정의와 구성 요소를 분석한 연구를 바탕으로 하여, 비교적 최근부터 비형식적 통계적 추리를 개발하기 위한 과제 및 교수·학습 활동과 관련된 연구가 이루어지기 시작하였다. 이와 관련된 연구로 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 요인 또는 과제 유형을 제시한 연구(e.g. Makar, Bakker, & Ben-zvi, 2011; Zieffler et al., 2008), 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 두 자료집합 비교하기 과제의 가능성을 탐색한 연구(e.g. 박민선, 박미미, 이경화, 고은성, 2011; 탁병주, 고

¹⁾ 본 연구는 전혜진, 정혜윤, 이경화(2020)의 연구를 확장한 것이다.

은성, 지영명, 2017), 비형식적 통계적 추리 개발을 지원할 수 있는 통계 그래프를 탐색한 연구(e.g. 고은성, 탁병주, 2019), 자료 모델링 활동을 통해 비형식적 통계적 추리의 발현을 탐색한 연구(e.g. Doerr, delMas, & Makar, 2017; English, 2012; English & Watson, 2018; Fielding-Wells, 2018) 등이 수행되었다. 이 선행연구들은 어 떠한 과제 유형과 교수·학습 활동이 비형식적 통계적 추리 개발에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는지 가능성을 보여준다는 점에서 의의 가 있다. 특히 최근의 일부 선행연구에서 밝혀낸 바와 같이, 자료 모델링은 초등학생들의 통계적 추론 능력 및 정보 처리 역량 개발 에 유용하다(최경아, 2017; English & Watson, 2018). 하지만 선행 연구에서(e.g. English & Watson, 2018; Fielding-Wells, 2018) 지 적하고 있듯이 초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 활동에 대한 연구는 여전히 많지 않으며, 국내 연구 또한 비 형식적 추리와 관련하여 대푯값, 변이 등의 개별적인 개념에 대한 이해를 다루는 연구에 그치고 있다(이정연, 이경화, 2017). 무엇보다 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 과제 및 교수 · 학습 활동이 필 요한데, 이에 대한 설계 과정과 원리를 상세히 밝힘으로써 교수학 적 설계의 틀을 제시하는 연구는 더욱 찾아보기 어려웠다. 모델 개 발 시퀀스와 같은 설계의 틀을 제시한 Doerr et al.(2017)의 경우 역 시 구체적인 설계 과정은 생략하고 설계 결과를 간략히 밝히는데 그쳤다.

국내 수학적 모델링 연구는 대체로 중·고등학교 수준에서 다루 어져 왔으며(오영열, 박주경, 2019), 특히 초등학교 수준에서 자료집합에 내재된 변이를 모델링하는 것에 초점을 둔 연구는 매우 부족한 상황이다. 2015 개정 수학과 교육과정에서는 초등학교에서부터문제 해결 능력 함양을 위한 교수·학습 방안으로 수학적 모델링역량을 신장할 것을 강조하고 있음에도(교육부, 2015, p.38) 현장의교사들은 수학적 모델링에 적합한 수업 과제를 개발하는데 어려움을 느끼고 있는 바(최지선, 2017; 한선영, 2019), 구체적인 과제 설

계의 원리와 과정을 제시하는 연구가 필요할 것으로 보인다.

한편 자료에 대한 추론에서 자료를 전체적으로 조망할 수 있는 능력은 필수적이다(Konold, Higgins, Russell, & Khalil, 2015). 전체 적 조망이란 자료집합을 하나의 독립체 또는 개별적인 경우의 성질 들과는 다른 집단의 성질로 간주하는 것이다(Aridor & Ben-zvi, 2017). 통계적 추리는 개별적인 자료값이 아니라 중심, 변이, 형태, 공변동 등의 전체적 측도를 사용하여 이루어지며 자료의 전체적 특 징을 인식하고 설명하며 일반화하는 것은 통계의 주된 목적이다 (Konold et al., 2015; Makar & Rubin, 2018). 자료 모델링 활동에서 초등학생의 자료에 대한 추론 양상을 탐색한 몇몇 선행연구에서는 (e.g. Aridor & Ben-zvi, 2017; Fielding-Wells, 2018) 자료 모델링 이 전체적 조망 능력을 개발하는데 긍정적인 영향을 미침을 확인하 였다. 이에 본 연구에서는 선행연구들의 연장선에서 비형식적 통계 적 추리 개발을 위하여 설계한 자료 모델링 활동을 통하여 초등학 생들이 자료를 어떻게 조망하는지 살펴보고자 한다. 특히 그동안 잘 다루어지지 않았던 시계열 자료를 활용하여, 시계열 자료에 대 한 추론을 분석한 연구가 요구된다는 Makar & Rubin(2018)의 제 언을 보완하고자 한다.

정리하면, 본 연구의 목적은 자료 모델링을 통하여 초등학생들이 자료를 어떻게 추론하는지 탐색하는 것이다. 구체적으로, 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업 설계의 원리를 도출하여 적용하고, 학생들이 자료를 어떻게 조망하는지 확인하고 자 한다. 연구문제는 다음과 같다.

연구문제1 : 초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업 설계의 원리는 무엇인가?

연구문제2: 시계열 자료에 대한 자료 모델링 활동에서 초등학생들 은 자료에 대해 어떻게 추론하는가? 이를 위해 II 장에서는 선행연구 분석을 바탕으로 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과정과 과제 설계의 규준을 각각 도출한다. III 장에서는 설계 연구 방법론에 대해 살펴본 뒤, 연구 절차를 밝히고 예비 설계 및 교수 실험 단계에 대한 방법을 제시한다. IV 장에서는 연구 결과로서 연구문제1과 관련하여 설계 연구의 각단계별 결과와 수정된 자료 모델링 과제, 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서 등을 제시한다. 연구문제2와 관련하여 시계열 자료에 대한 자료 모델링 활동에서 초등학생이 자료를 어떻게 조망하는지를 자료 모델링 단계별로 제시한다. V 장에서는 연구문제1과연구문제2와 관련된 주요 연구결과를 요약하고 교수학적 시사점과결론을 도출한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 비형식적 통계적 추리

1.1. 비형식적 통계적 추리의 정의와 구성 요소

비형식적 통계적 추리²⁾의 정의는 연구자마다 조금씩 다르며 단일하지 않다(이정연, 이경화, 2017; Zieffler et al., 2008). 그럼에도여러 선행연구의 정의에서(e.g. Makar & Rubin, 2009; Park, 2015; Rossman, 2008; Zieffler et al., 2008) 비형식적 통계적 추리가 표준적인 통계적 절차 없이 논리적으로 관찰된 자료로부터 모집단의 성질을 추정하거나 의미 있는 결론을 이끌어 내는 사고 과정과 진술을 의미한다는 점은 공통적으로 언급된다. 하지만 비형식적 통계적추리가 표준적인 통계 절차를 거치지 않는다고 하여 통계적 개념을 사용하지 않는 것은 아니다. 형식적 통계적 추리가 통계 전문가, 연구 공동체에서 표준으로 인정하는 방법을 사용하여 형식적인 가설검정, 모수에 대한 추정 등을 사용하는 반면, 비형식적 통계적추리는 분포, 중심, 변이 등에 대한 직관을 활용하여 관찰된 자료를 넘어서는 추정을 이끌어 낸다(Makar & Rubin, 2009, 2018; Pfannkuch, 2006).

²⁾ 국외 선행연구를 살펴보면 비형식적 통계적 추리(informal statistical inference)와 관련하여 비형식적 추리 추론(informal inferential reasoning)이라는 용어도 함께 사용된다. 이 용어들을 각각 비형식적으로 이끌어낸 모집단에 대한 결론과 이러한 결론을 형성해 가는 추론 과정으로 구분하는 연구도 있으나(e.g. Braham & Ben-zvi, 2017; Makar et al., 2011) 두 용어의 의미가 명확히 구분되지 않기 때문에 하나의 용어를 선택하여 활용하는 연구도 있다(e.g. Zieffler et al., 2008). 본연구에서는 관찰된 자료로부터 이를 포함하는 더 큰 자료집합에 대한 추정을 끌어내는 과정과 결론이 서로 동떨어진 것이 아니라 밀접한 관련을 맺으며 함께 일어날 것이라 보고, 비형식적 통계적 추리라는 용어로 통일하여 사용한다.

한편 몇몇 선행연구에서는 비형식적 통계적 추리의 정의와 함께 구성 요소를 제시하고 있다. 비형식적 통계적 추리의 구성 요소를 제시한 선행연구로 Makar & Rubin(2009, p. 85)은 비형식적 통계적 추리의 세 가지 구성 요소로 다음을 제시하였다.

- 1) 예측, 모수 추정, 결론 등 주어진 자료를 넘어서는 것을 설명하는 일반화
- 2) 일반화의 근거로 자료를 사용하기
- 3) 이끌어낸 결론에 대한 확실성의 수준을 비형식적으로 언급하는 것을 포함하여 일반화를 설명하기 위해 확률적 언어를 사용하기

이들은 Makar & Rubin(2018, pp. 273-275)에서 2009년 연구에서 제시한 세 가지 구성 요소에 두 가지 구성 요소를 추가하여 비형식적 통계적 추리의 구성 요소를 다음과 같이 제시하였다.

- 1) 주어진 자료를 넘어서는 주장
- 2) 불확실성에 대한 표현
- 3) 근거로서 자료를 사용
- 4) 전체적인 특성 고려
- 5) 맥락적 지식의 통합

Zieffler et al.(2008, p. 45)은 비형식적 통계적 추리의 구성 요소로 다음의 세 가지를 제시하였다.

- 1) p-값이나 t검정과 같은 형식적인 통계적 절차를 사용하지 않고 표본으로 부터 모집단에 대해 판단하고 추측하기
- 2) 사용할 수 있는 범위의 사전지식(예를 들어, 분포 또는 평균과 같은 기본 개념에 대한 형식적 지식, 특정 주장에 비추어 표본이 상당히 놀라운 결과임을 인식하기. 통계적 언어 사용하기)을 활용하고 통합하기
- 3) 표본에 근거하여 모집단에 대해 판단, 주장, 예측하기 위해 증거에 기반

을 두고 논증하기

Tobías-Lara & Gómez-Blancarte(2019, p. 12)는 형식적 통계적 추리와 비교하여 비형식적 통계적 추리가 갖추고 있는 요소를 다음과 같이 네 가지로 구분하였다.

- 1) 표본 자료를 넘어서는 일반화와 판단, 주장
- 2) 결론이나 일반화를 지지하는 통계적 근거
- 3) 확률적 언어 사용
- 4) 추리가 일어나는 맥락에 대한 지식

선행연구들로부터 다음과 같이 비형식적 통계적 추리의 다섯 가지 구성 요소를 확인하였다.

첫째, 자료를 넘어서는 주장이다. 이는 다수의 선행연구에서(e.g. Makar & Rubin, 2009, 2018; Tobías-Lara & Gómez-Blancarte, 2019; Zieffler et al., 2008) 보편적으로 받아들이는 핵심 측면이나, Makar와 Rubin(2018)은 대부분의 교육과정 상황이 오직 주어진 자료에 대해서만 추론할 것을 요구하고 있다고 지적하였다.

둘째, 불확실성의 표현이다. 관찰된 자료는 모집단의 일부이기 때문에 모집단의 경향을 반영하지만(Zieffler et al., 2008) 모집단과 완전히 일치하지는 않는다. 비형식적 통계적 추리는 이 점을 인식하고 자료로부터 이끌어낸 주장의 확실한 정도를 표현하는 것을 포함하다.

셋째, 자료를 주장의 근거로 활용하는 것이다. Wild와 Pfannkuch(1999)에 따르면 자료에 대한 필요성을 인식하고, 자료를 분류하고 변형하여 새로운 통찰을 얻는 것은 통계적 사고의 기본이다. 수집한 자료가 어떤 의미를 가지는지 이해하고 자료와 주장을

연결하는 것은 비형식적 통계적 추리에서도 중요하다(Makar & Rubin, 2018).

넷째, 전체적 조망의 활용이다. 전체적 조망을 활용한다는 것은 자료집합에서 자료의 개별적인 값에 주목하는 것이 아니라 평균, 중앙값 등을 활용하여 자료집합을 하나의 전체로 다루는 것을 의미한다. 이와 관련하여 Konold et al.(2015)은 학생들이 자료를 전체적으로 조망하여 다루는 것을 어려워하며 '평균'과 같이 전체적 속성을 나타내는 용어를 사용하더라도 이에 대한 진정한 이해 없이 피상적으로 사용하는 경우가 있다고 하였다.

다섯째, 맥락적 지식의 통합이다. 통계적 추리는 실세계 맥락에 대한 질문을 해결하기 위한 자료 조사로부터 시작되므로 자료가 맥락 안의 숫자임을 인식하는 것은 비형식적 통계적 추리에서 중요한역할을 한다(Langrall, Nisbet, Mooney, & Jansem, 2011; Moore, 1990, p. 96). 그러나 맥락에서의 질문을 통계적 질문으로 전환하는 것은 쉽지 않으며(Makar et al., 2011) 맥락이 복잡할수록 통계적지식보다는 개인적 경험이나 신념에 의존하는 경향이 나타난다(Makar & Confrey, 2007). 비형식적 통계적 추리를 개발함에 있어서 학생들이 통계와 맥락 사이를 균형 있게 오갈 수 있도록 맥락과통계적 개념을 통합하는 것이 필요하다(Wild & Pfannkuch, 1999).

본 연구에서는 위에서 제시한 5가지 구성 요소를 비형식적 통계적 추리 개발의 지표로 삼고, 자료 모델링의 각 단계에서 다섯 가지 구성 요소가 균형 있게 촉진될 수 있도록 과제 및 수업을 설계하고 자 한다.

1.2. 비형식적 통계적 추리에서의 변이와 분포

통계는 어떤 현상에 대해 관측한 자료를 정리하고 분석하여 미래 를 예측하거나, 바뀌고 변화하는 현상에 숨겨진 규칙성을 발견하여 불확실한 상황에 대한 합리적인 의사결정의 바탕을 제시하는 학문이다(김원경, 2011). 여기서 바뀌거나 변화하는 현상의 관찰 가능한실체를 기술하거나 측정하는 것을 '변이(variation)'라 하며(Reading & Shaughnessy, 2010) 이는 통계 연구의 핵심이자 통계학의 존재 이유라 할 수 있다(Wild & Pfannkuch, 1999; 고은성, 이경화, 2010; 탁병주 외, 2017).

변이에 대한 고려는 비형식적 통계적 추리에서도 중심적인 역할을 한다. Pfannkuch(2006)는 비형식적 통계적 추리가 분포에 대한추론, 중심 측도를 이용한 추론, 표집에 대한추론과 모두 연결되어 있다고 하면서 변이에 대한 고려가 모든 측면의 추론을 뒷받침한다고 하였다. Makar et al.(2011)은 비형식적 통계적 추리를 지원하는요소 중하나로 통계적 지식을 제시하였는데 이는 변이성, 분포, 전체적 사고 등을 포함한다. Park(2015)은 통계적 추리의 필수적인 개념이 기댓값, 변이와 같은 기술통계 개념을 포함한다고 하였다.

Franklin, Kader, Mewborn, Moreno, Peck, Perry et al.(2007)은 학생들이 학습해야 할 변이성의 유형으로 측정변이성, 고유변이성, 유도변이성, 표집변이성, 우연변이성과 같이 다섯 가지를 제시하였다. 이 중 고유변이성, 유도변이성은 통계적 소양의 발달 수준에 있어서 초기 단계에 해당하는 학생들이 학습하기에 적절하다고 하였다. 여기서 고유변이성이란 대상이나 현상에 본질적으로 내재된 변이성을 의미하는데, 예를 들어 같은 품종의 씨앗 여러 개를 동일한환경에서 재배하더라도 서로 다른 크기의 콩을 생산하게 되는 것은 씨앗에 내재된 고유변이성이 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 유도변이성이란 처치에 의해 생성된 변이를 의미하는 것으로, 동일한품종의 씨앗을 두 그룹으로 나누어 서로 다른 환경에서 각각 재배하였을 때 관찰되는 차이가 이에 해당한다(p.6). 고유변이성과 다른요소들에 의해 유도된 변이성을 비교하는 것은 현대 통계학의 주요연구 주제이며(Franklin et al., 2007, p.7) 이는 통계 학습을 시작하는 단계의 학생들에게도 흥미로운 주제가 될 수 있다.

한편 Wild(2006)는 가장 기본적이고 직관적인 수준의 분포는 '변수에 내재해 있는 변이의 패턴'이며 분포가 변이를 볼 수 있게 하는 렌즈라 하였다. Bakker & Gravemeijer(2010)는 분포가 자료의 변이에 대해 사고하도록 돕는 개념적 실체라 하였다. 즉 분포는 변이가 내재된 현상 속에 숨어 있는 자료의 패턴, 경향, 추세를 확인할수 있도록 하는 개념적 실체라 할 수 있다.

Bakker & Gravemeijer(2010)는 개별적인 값들로서의 자료와 개념적 실체로서의 분포를 구분하기 위해 분포의 여러 측면을 분석하여 중심, 퍼짐, 밀도, 왜도 등으로 구분하였다([그림 Ⅱ-1]). 특히 이측면들이 서로 밀접한 관계를 맺는다고 강조하였는데, 예를 들어 구단적인 최댓값의 존재는 자료들이 퍼져있는 정도뿐만 아니라 평균에도 영향을 줄 수 있다고 하였다. 이들은 공학용 도구를 이용한학습 환경에서 중학교 1학년 학생들의 분포에 대한 비형식적 추론이 어떻게 발달되어 가는지를 탐구하였다. 연구 결과, 학생들은 두회사의 건전지 품질을 비교하는 과제에서 각 회사의 건전지 수명을 나타내는 막대그래프의 형태를 보고 신뢰성 개념을 사용하여 자료의 퍼짐을 표현하였다. 또한 어느 회사의 건전지가 더 좋은 지 비교하기 위해 평균값을 사용하거나, 점그래프에서 많은 점들이 있는 곳이 어디인지 언급하면서 밀도를 인식하기도 하였다.

분포 (개념적 실체)				
중심	퍼짐	밀도	왜도	
평균값, 중앙값,	범위, 표준편차,	도수, 상대도수,	다수 자료의 위치	
중간범위, …	사분위수 범위,	다수, 사분위수		
자료 (개별적인 값들)				

[그림 Ⅱ-1] 자료와 분포의 관계(Bakker & Gravemeijer, 2010, p. 176)

Konold et al.(2002)는 학생들이 분포를 이해하기 위하여 자료들의 덩어리를 사용하려는 경향에 주목하였다. 이들의 연구에 참여한 중학생들의 상당수가 자료가 모여 있는 부분의 범위를 고려하여 자료집합의 중심 경향을 표현하고자 하였다. 자료의 덩어리에 주목하는 것이 정확한 평균을 구하도록 하는 것은 아니었지만 학생들이 중심뿐만 아니라 자료의 퍼짐도 함께 인식할 수 있다는 점에서 자료를 이해하는데 유용하였다. 즉 덩어리는 학생들이 중심과 자료의 변화를 동시에 나타낼 수 있도록 하였으며, 학생들이 중심에 대한형식적인 통계적 개념을 탐색하기 위한 시작점을 제공하였다.

Konold & Pollatsek(2004)은 통계를 소음과정에 대한 탐구로 인식해야 한다고 보았다. 소음과정이란 충분히 확보된 자료가 있다면 관찰할 수 있는 신호를 가지는 과정이다. 소음과정에서의 신호는 변화하는 체계 내의 안정적인 성질을 의미하며 통계학자들은 신호의 지표로서 평균, 중앙값과 같은 자료집합의 전체적 특성에 주목한다. 이 연구에서의 신호 개념은 Konold et al.(2002)의 덩어리 개념과 연결되며 신호 주변의 소음들은 덩어리의 범위에 포함되지 않는 자료들, 특이값 등과 관련된다고 할 수 있다.

분포는 자료의 변이에 대한 시각적 표현을 제시하기 때문에 분포에 대한 학습은 변이에 대한 이해를 촉진할 수 있으며, 특히 자료시각화 소프트웨어를 활용하면 형식적인 개념으로 제시되어야 했던 변이와 분포를 비형식적인 방법으로 다루도록 할 수 있다(Makar & Rubin, 2009).

2. 자료 모델링

2.1. 자료 모델링의 개념

자료 모델링은 자료에 대한 수학적 모델링으로 실세계의 문제를 해결하기 위해 자료를 구성하고 활용하는 활동을 의미한다 (Hancock, Kaput, & Goldsmith, 1992; Lehrer & Romberg, 1996). 최근의 선행연구에서는 자료 모델링이 단순히 자료를 수집, 기록, 표현하는 것을 넘어 자료로부터 구성한 모델을 바탕으로 의사소통하거나 추론하는 것, 주장을 펼치는 것, 현상을 예측하거나 일반화하는 것 등을 포함하는 것으로 보고 있다(Makar, 2014; Konold, Finzer, & Kreetong, 2017; English & Watson, 2018).

자료 모델링은 변이가 내재된 현상을 바탕으로 하며 불확실성을 고려하게 하는 특징을 지니는데, English & Watson(2018)에서 활용한 과제를 살펴보면 각 수영선수의 경기 기록에 대한 자료집합의 분포는 평균 기록을 중심으로 자료들이 퍼져있으며, 현재까지의 경기 기록이나 최고 기록이 미래에 얻게 될 기록을 보장하지 않는 등변이를 포함한다. 즉 자료 모델링은 변이를 다룬다는 점에서 수학적 모델링을 확장하는 측면이 있으며 궁극적으로 변이에 대한 모델을 만들어내는 것이라 할 수 있다(English, 2012; English & Watson, 2018; Lehrer & English, 2018).

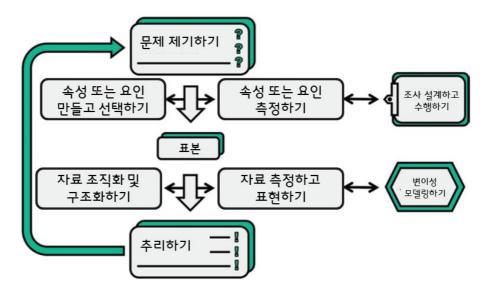
한편 모델이란 현상을 설명하고 묘사하기 위해 사용되는 요소, 관계, 규칙 등으로 이루어진 개념적 체계를 의미하며(Lesh & Doerr, 2003, p.10), 생산적인 모델은 다양한 맥락에서 다시 사용될수 있다는 특징을 갖는다(Doerr et al., 2017). 자료 모델링 역시 통계의 핵심 아이디어가 중심이 된 생산적인 모델을 도출하는 과정이순환, 반복되면서 비형식적 통계적 추리를 촉진할 수 있다(Makar & Allmond, 2018). 선행연구에 따르면 자료 모델링은 개방형 문제상황에서 학생들의 통계적 추론을 관찰하기에 좋고, 어린 학생들의통계적 추론 능력을 개발하기에 유용한 방법이다(Jones, Langrall, Mooney, & Thornton, 2004; English, 2012). 또한 자료 모델링은 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하는 교과 핵심 역량인 정보·

처리 능력을 촉진하기에도 적절하며 분포, 변이, 중심 등에 대한 깊이 있는 이해를 이끈다는 점에서 통계적 소양과도 연결된다(교육부, 2015; Fielding-Wells, 2018).

2.2. 자료 모델링 과정과 비형식적 통계적 추리

모델링 과정에 대한 대부분의 선행연구들은 '실세계 탐구 → 모델 도출 → 수학적 결론 → 모델 적용'이라는 틀을 따르며, 모델링과정을 선형적인 것이 아니라 수정과 보완을 통해 순환하는 것으로본다(정혜윤, 이경화, 백도현, 정진호, 임경석, 2018). 선행연구에서는 학생들이 모델 도출 과정에서 인지적 어려움을 경험함을 언급하고 있는데(Galbriath & Stillman, 2006) 자료 모델링의 경우, 학생들이 중요한 자료를 간과하거나 불필요한 정보를 포함시키는 경향과(English, 2012) 자료를 전체적 관점에서 다루기보다 개별적인 자료값에 주목하는 측면이 다수 보고되었다(e.g. 이경화, 지은정, 2008; Konold et al., 2015). 따라서 자료 모델링 과제 및 수업 설계가 이루어지기 전에 학생들이 겪을 어려움을 미리 파악하고 이를 완화시킬수 있는 자료 모델링 과정의 세분화가 필요하다.

먼저 자료 모델링의 핵심 요소를 제시한 선행연구들을 살펴보면 (e.g. Lehrer & English, 2018; Makar & Allmond, 2018; English & Watson, 2018), 실세계 맥락에서의 문제제기, 문제 해결을 위한 요인이나 속성 선택하고 측정하기, 자료를 해석·구성·조직화하기, 변이를 고려한 모델 도출하기, 비형식적 통계적 추리 이끌어내기등의 요소를 제시하고 있다. Lehrer & English(2018)는 자료 모델링의 구성 요소로 문제 제기하기, 문제 해결을 위한 속성 또는 요인선택하고 측정하기, 자료를 조직화·구조화하기, 자료를 표현하고 측정하기, 비형식적으로 추리하기 등을 제시하고 자료 모델링의 과정을 [그림 Ⅱ-2]와 같이 나타냈다.

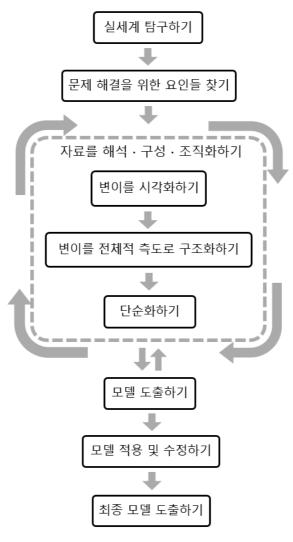


[그림 II-2] 자료 모델링의 구성 요소와 과정(Lehrer & English, 2018, p. 232)

특히 시각화된 자료는 학생들이 자료에 대한 새로운 사실을 발견하게 한다는 점을 들어, 변이를 모델링하기 위한 시작으로서 자료에 내재된 변이의 시각화를 강조하였다. 또 비형식적 통계적 추리는 자료 모델링의 전 과정에서 활용되며 모델링의 순환을 촉진한다고 하였다.

English & Watson(2018)은 자료 모델링이 '수학과 통계 사이의 공유된 문제 공간에서의 문제 해결', '문제 맥락과 질문을 해석하기', '모델 구성에서 자료를 해석, 조정, 조직화하기', '비형식적 추론이끌어내기'와 같은 4가지 구성 요소를 포함해야 한다고 하였다. Makar & Allmond(2018)는 명확한 목적과 질문, 자료에 대한 탐구와 통계적 사고를 통합할 수 있는 과정, 모델을 바탕으로 한 일반화와 예측 등의 3가지 규준을 중심으로 개발된 자료 모델링 활동이학생들에게 반복하여 사용할 수 있는 모델을 도출하게 하고 통계적추리를 개발할 수 있다고 하였다.

이상의 선행연구들을 종합해 보면, 본 연구의 자료 모델링 과정은 비형식적 통계적 추리의 구성 요소를 다양하게 촉진하고 모델링이 점진적으로 이루어지면서 학생들의 모델 도출 과정을 지원할 수 있어야 한다. 따라서 자료 분석 단계가 세분화된 자료 모델링 과정을 [그림 Ⅱ-3]과 같이 제시하고자 한다.



[그림 Ⅱ-3] 자료 모델링 과정

[그림 Ⅱ-3]의 각 단계를 살펴보면, '실세계 탐구하기'란 실세계 현상을 관찰하여 현상에 내재된 변이를 감지하고 맥락과 관련된 자료들을 폭넓게 탐색하는 것을 의미한다. '문제 해결을 위한 요인들 찾기'는 문제 해결에 직접적으로 영향을 미치는 여러 가지 요인들을 찾는 단계로(정혜윤, 이경화, 2018), 맥락에 대한 질문을 통계적 개념으로 대답할 수 있는 질문으로 전환하고 문제 해결을 위한 특정 자료들에 주목하게 된다(Makar et al., 2011).

'자료를 해석·구성·조직화하기'는 자료 모델링의 핵심 요소 중하나이며(Lehrer & English, 2018; English & Watson, 2018) 이 단계에서 얻은 통찰은 모델 도출에 가장 큰 영향을 미친다. 이 단계는 자료 모델링의 중요한 목표라 할 수 있는 변이를 집중적으로 다룰수 있도록 '변이를 시각화하기 → 변이를 전체적 측도로 구조화하기 → 단순화하기'로 세분화된다. '변이를 시각화하기'는 자료집합에 내재된 변이를 그래프, 다이어그램 등으로 나타내는 것으로 (Pfannkuch & Reading, 2006) 시각화는 자료집합을 자료의 개별적인 값에 주목하게 할 뿐만 아니라 하나의 전체로 볼 수 있게 하는 다중적인 관점에서 다루게 한다(Lehrer & English, 2018). '변이를 전체적 측도로 구조화하기'는 자료집합을 하나의 전체로 다루기위해 중심, 퍼짐, 형태와 같은 경향이나 패턴으로 설명하는 것이다(이경화, 지은정, 2008). '단순화하기'는 문제 해결과 직결되는 핵심요인을 파악하여 복잡한 맥락을 단순하게 요약하는 것을 의미하며모델 도출의 기반이 되는 단계이다.

이렇게 세 가지 단계가 '자료를 해석·구성·조직화하기'의 세부 단계를 이루는데 문제 해결을 위한 요인들이 다양하고 복잡한 경우 이 단계는 여러 번 반복될 수 있다. 또한 이 단계에서 학생들은 주 어진 자료를 있는 그대로 해석하는 것이 아니라 모델 도출을 위해 소박한 수준의 결론이나 주장을 도출하게 되고 이를 뒷받침하기 위 해 자료를 근거로 활용하게 되면서 비형식적 통계적 추리를 이끌어 내게 된다. '자료를 해석·구성·조직화하기' 단계를 통해 얻어낸 결론들은 '모델 도출하기' 단계에서 활용되며 각 결론들 사이의 관계, 모델과 결론 사이의 관계 등을 고려하는 과정에서 다시 '자료를 해석·구성·조직화하기'의 과정을 반복할 수도 있다. 이렇게 도출된 모델은 '모델 적용 및 수정하기' 단계를 통해 재사용가능한 모델이 될 수 있도록 정교화 되는 과정을 거쳐 최종 모델이 된다.

2.3. 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 설계의 규준

선행연구에서는 비형식적 통계적 추리를 촉진하는 교육적 요인 중 하나로 과제 설계를 제시하고 있으며, 과제 설계 요인에는 과제의 맥락, 수업 계열, 공학용 도구, 비계 등에 대한 고려가 포함된다 (Makar et al., 2011; Pfannkuch, 2011). 본 연구에서는 자료 모델링활동을 통한 비형식적 통계적 추리 개발의 가능성을 탐색하고자 한다. 따라서 비형식적 통계적 추리 개발과 자료 모델링 과제 설계에서 고려해야 할 요인에 대한 선행연구를 분석하고, 이를 종합하여 <표 $\Pi-1>$ 과 같이 과제 설계의 규준을 도출하였다.

과제 설계의 규준은 크게 맥락 측면, 통계적 개념 측면, 교수 전략 측면으로 나뉜다. 이는 통계 학습이 자료를 맥락 안의 숫자로 인식하는 것에서부터 시작하여(Moore, 1990, p.96; Langrall et al., 2011) 맥락에 대한 질문을 통계적으로 대답할 수 있는 형태로 전환하고(Makar et al., 2011) 통계적 추론을 활용하여 질문에 대한 타당한 결론에 이르도록 해야 한다는 선행연구들의 주장을 유형화한 것이다(Zieffler et al, 2008; Makar & Rubin, 2018).

<표 Ⅱ-1> 과제 설계의 규준

항목	규준
맥락 측면	■ 학생들의 일상적 경험과 관련될 것
역의 국민	■ 접근가능한 수학적 구조를 포함할 것
통계적 개념	■ 자료를 해석하고 조직화하게 할 것
측면	■ 변이와 분포를 인식하게 할 것
그스 권랴 초머	■ 순환적인 모델링 활동을 구성할 것
교수 전략 측면	■ 점진적인 발문을 제시할 것

각 측면의 하위 규준을 살펴보면 첫째, 맥락 측면에서 과제의 맥락은 학생들의 일상적 경험과 관련되어 있으면서 학생들이 접근할수 있는 수학적 구조를 포함해야 한다. 즉 학생들이 자신의 삶과 관련이 있다고 느낄 수 있으면서 학생들이 가진 지적 도구로 해결할수 있는 맥락이어야 한다. 이러한 맥락을 기반으로 하는 과제는 학생들의 흥미와 경험을 연결하고, 중요한 수학적 내용을 다루면서학생의 참여를 장려하고 수학을 통해 세상을 이해하도록 돕는다(Doerr & English, 2003; Sullivan, Clarke, & Clarke, 2016, pp. 43-48). 특히 맥락적 지식은 과제에 대한 깊이 있는 통찰을 이끌어낸다는 점에서도 유용하다(Langrall et al., 2011).

둘째, 통계적 개념 측면에서는 학생들이 스스로 자료를 해석하고 조직화하는 과정을 통해 변이와 분포를 인식하도록 해야 한다. [그림 I-1]에서 제시한 바와 같이 자료를 해석하고 조직화하는 과정은 비형식적 통계적 추리 개발의 핵심이며, 이는 2015 수학과 교육과정에서 제시하는 정보 처리 역량과도 연결된다(교육부, 2015, p. 4). 따라서 과제는 학생들에게 자료를 풍부하게 탐색할 수 있는 기회를 제공해야 하며 이를 통해 통계의 핵심 개념인 변이와 분포를인식할 수 있게 해야 한다(Wild & Pfannkuch, 1999; Bakker & Gravemeijer, 2010).

셋째. 교수 전략 측면에서 점진적이고 순환적인 모델링 과정이

이루어지도록 해야 하며 특히 초등학생들이 의미 있는 자료 모델링을 경험할 수 있도록 교사의 적절한 개입이 준비되어야 한다. Doerr와 English(2003)는 학습자가 모델링에서 모델을 반복적으로 재구성하는 비선형적인 순환 과정을 경험해야 함을 주장하였는데, 이렇게 개발된 모델은 높은 안전성과 정교성을 지니며 수학적 개념에 대한 깊이 있는 이해를 이끈다(정혜윤, 이경화, 2019b). 한편 수학적 모델링을 학생이 그 복잡성과 어려움을 스스로 직면하고 해결해 나가는 것으로 보는 관점이 있지만 초등학생을 대상으로 한 모델링에서는 교사의 적절한 개입과 발문이 효과적인 모델링 경험을 제공할 수 있다(장혜원, 최혜령, 강윤지, 김은혜, 2019). 따라서 모델링 과제는 점진적이고 순차적인 질문으로 구성되어 초등학생들에게 조직적인 도움을 제공해야 한다(Galbraith, Stillman, & Brown, 2010).

3. 자료에 대한 추론

3.1. 자료에 대한 전체적 조망과 국소적 조망

통계 자료를 이해함에 있어서 자료집합의 전체적 특징을 묘사하고 예측하는 것은 중요하다(Bakker & Gravemeijer, 2010). 예를 들어 어느 학교 학생들의 평균 등교 시간, 학생들이 주로 등교하는 시간대가 언제부터 언제까지인지, 시간대에 따라 등교하는 학생 수는 어떻게 변하는지 등에 대한 정보는 학생 개개인에 대해서 알려주지 않지만 전체적인 관점에서 자료집합의 통계적 경향을 파악하게 하고 일반적인 사실을 이끌어내도록 한다는 점에서 유용하다(Konold et al., 2015, p. 306). 이렇게 분포를 육안으로 직접 관찰하거나 통계적 기술을 통해 자료집합의 일반적인 패턴을 찾고 인식하여 설명하는 것을 전체적 조망이라 할 수 있다(Ben-zvi, 2004).

학생들의 자료에 대한 추론을 연구한 여러 선행연구에서는 학생들이 자료집합을 전체적으로 조망하기 보다는 개별적인 값으로 다루는 경향이 있다는 것을 확인하였다(Ben-zvi & Arcavi, 2001; Konold et al., 2015). 예를 들어 어느 학급에서 가장 키가 큰 학생은 누구인지, 특정 학생의 키가 얼마인지 등에 주목하는 것은 자료집합에서 각각의 자료값에 초점을 두는 것이라 할 수 있으며 이는 점별 조망에 해당한다(이경화, 지은정, 2008; Ben-zvi, 2004). Konold, Pollastsek, Well, & Gagnon(1997)은 확률과 통계 과정을 이수한고등학생들을 대상으로 두 자료집합을 비교하는 과제를 해결하게하였는데, 학생들은 분포와 관련된 형식적인 개념을 사용하기 보다는 자료의 개별값에 주목하는 것과 같이 직관적인 방법을 활용하는모습을 확인하였다. 이는 자료를 전체적으로 조망하는 것이 통계를 어느 정도 학습한 학생들에게도 상당히 어려운 일이라는 점을 시사한다.

Ben-zvi(2004)는 중학생들이 자료를 어떠한 방식으로 조망하는 지를 조사하여 전체적 조망과 국소적 조망으로 구분하였다. 이 연구에서 학생들은 올림픽 남자 100미터 달리기의 기록에 대한 시계열 자료를 토대로 시간이 흐름에 따라 기록이 향상되었는지 판단하는 과제를 해결하였는데, 먼저 인접한 자료 사이의 차이에 주목하였다. 교사가 시간 변화에 따른 기록의 일반적인 경향이나 추세를 인식하도록 발문하였으나 경향에서 벗어난 특이값을 제거하기 전까지 학생들은 국소적인 특징에 머물러 있었다. 학생들은 특이값을 제거하고 y축의 범위를 다양하게 설정해 보면서 자료를 하나의 전체로 인식하기 시작하였다. 연구자들은 학생들이 초기에 보여주었던 개별적인 자료값에 주목하거나 인접한 값들의 국소적인 편차에 주목하는 반응을 국소적 조망으로 보았다. 또한 분포를 시각적으로 관찰하거나 통계적 기술을 통해 자료집합에서 일반적인 패턴, 경향, 추세를 인식하여 설명하는 것을 자료에 대한 전체적 조망이라 하였다.

자료에 대한 관점	지각 단위	자료 구조	학생 반응 예시
신호적관점	?		우리가 좋아하는 색들이에요
경우 값 관점	•		길동이는 빨간색 좋아해요
분류적 관점	빨간색		3명의친구들이 빨간색을 좋아해요
전체적 관점	빨간색 빨간색이 아닌 것		절반의 친구들이 빨간색을 좋아해요

[그림 Ⅱ-4] 자료에 대한 관점(Konold et al., 2015)

한편 Konold et al.(2015)는 자료를 보는 관점을 [그림 II-4]와 같이 신호적 관점, 경우 값 관점, 분류적 관점, 전체적 관점으로 세분화하였다. 여기서 신호적 관점, 경우 값 관점, 분류적 관점은 앞서제시하였던 점별 조망과 관련된다. 신호적 관점은 자료와 현실 세계의 사건의 구분이 모호하여 자료를 자료가 도출된 더 큰 사건의신호로 인식하는 것을 의미한다. 예를 들어 학생들이 좋아하는 색의 공을 각각 선택하여 늘어놓았을 때, 선택된 공들에 대하여 '우리가 좋아하는 색들이다'와 같이 묘사하는 반응이 이에 해당한다. 경우 값 관점은 '길동이는 빨간색을 좋아 한다'와 같이 자료집합에 포함된 개별적인 자료의 값에 대한 정보를 제공하는 것을 의미한다. 분류적 관점은 특정한 값이 나온 경우의 빈도에 대해 주목하는 것을 의미한다. 예를 들어 '가족 구성원의 수가 6명인 학생은 5명으로우리 학급에서 가장 많다' 등의 반응이 이에 해당하며, 이 관점은 분포의 전체적 형태나 값들의 상대적인 비율을 나타내지 않기 때문에 전체적 특성을 포함한다고 보기 어렵다. 마지막으로 전체적 관

점은 형태나 중심과 같은 전체적 특성을 활용하여 자료집합을 하나의 단일체로 다루는 것이다. '우리 학급의 절반 이상의 학생들은 가족 구성원의 수가 5명에서 6명이다'와 같은 반응은 전체 자료집합의 특징을 요약한 것으로 전체적 관점에 해당한다.

이상의 선행연구들에서 확인한 바와 같이 학생들은 자료를 전체적으로 조망하기 어려워하며 전체적 조망 이전에 여러 유형의 조망을 거친다. 본 연구에서는 Ben-zvi(2004)와 Konold et al.(2015)로부터 자료에 대한 추론의 유형을 신호적 조망, 국소적 조망, 전체적조망으로 요약하여 시계열 자료 인식에서 어떠한 유형이 나타나는지 확인하고자 한다. 특히 Konold et al.(2015)이 제시한 경우 값 관점이나 분류적 관점은 자료에 주목하기는 하지만 자료를 하나의 사고 대상으로 다루지 않는다는 점에서 Ben-zvi(2004)의 국소적 조망과 관련된다.

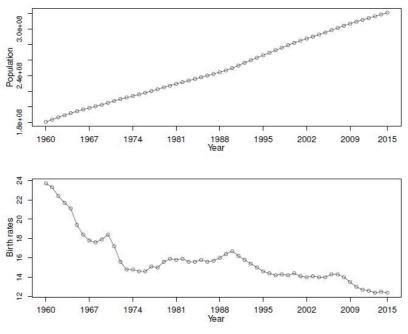
구체적으로 시계열 자료에서의 전체적 조망을 시간의 흐름에 따라 일반적인 패턴, 경향, 추세를 인식하고 설명하는 것으로 보고, 국소적 조망은 자료집합의 전체가 아닌 자료집합의 부분이나 개별적인 자료값 사이의 국소적인 편차에 주목하는 것으로 간주하고자 한다. 또한 자료에 대한 추론에 있어서 현실 세계에 대한 신호로 자료를 인식하거나 맥락 세계에만 머무르는 경우를 신호적 조망으로 보고자 한다.

Ben-zvi(2004)는 자료를 국소적으로 보는 것이 전체적 조망을 제한하기도 하지만 때로는 전체적 조망의 바탕이 되기도 한다고 하였으며 이경화, 지은정(2008)은 자료에 대한 국소적 조망이 전체적 조망을 위한 출발점이자 자료를 전체적으로 조망하는 과정의 일부가될 수 있다고 하였다. 따라서 자료집합을 전체적으로 조망하기 위한 선행 단계로서 국소적 조망의 잠재력을 고려하고 어떠한 특성을 가진 이해의 유형이 학생들을 전체적 조망으로 나아가도록 할 수 있는지 탐색할 필요가 있다(Konold et al., 2015).

3.2. 시계열 자료에 대한 추론

시계열 자료(time series data)는 시간의 흐름에 따라 순차적으로 만들어진 관측값들의 모임이다(Chatfield & Xing, 2019, p. 1). 경제나 공학 등 다양한 분야에서 시계열 자료가 활용되고 있으며 이를 분석하는 것은 통계학에서 중요하게 다루는 일 중 하나이다. 시계열 자료는 연속형 시계열과 이산형 시계열로 나눌 수 있다. 많은 시계열 자료들이 실제로는 연속적으로 생성되고 있으나 일정한 시간간격을 두고 관측되므로 이산적 시계열의 형태를 더 많이 취한다(김우철 외, 2006, p. 480).

김우철 외(2006)에 의하면 시계열 자료를 분석하는 목적은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 과거의 경향이 유지된다는 가정 하에서 주어진 자료를 분석하여 미래를 예측하는 것이다. 둘째, 시계열 자료가 생성되는 체계, 확률 과정을 모델링하여 그 체계와 과정을 이해하고 제어할 수 있도록 하는 것이다(p. 480). 시계열 자료 분석을 시작하며 가장 먼저 하게 되는 일은 시계열 그림(time plot)을 그려보는 것으로(Chatfield & Xing, 2019), 이는 가로축이 시간, 세로축이 측정한 변수를 나타내게 된다(Moore, McCabe, & Craig, 2014, p. 24). 시계열 그림은 [그림 Ⅱ-5]와 같이 나타낼 수 있으며 어디가 높고 낮은지, 자료의 전체적인 경향이나 추세가 어떠한지를 명확히 기술한다.



[그림 Ⅱ-5] 시계열 그림의 예시(Chatfield & Xing, 2019, p. 5)

김우철 외(2006)에 따르면 시계열 자료의 형태는 매우 다양하기 때문에, 시계열 자료를 잘 설명하는 모델을 개발하는 것은 단순하지 않다. 즉 시계열 자료 분석에서 과거의 자료를 바탕으로 미래를 예측하고자 할 때는 제시된 모든 자료의 중요도를 동일하게 취급하기보다 최근의 자료에 더 큰 비중을 주는 예측법이 합리적이다. 시계열 자료 분석에서 전반적인 추세를 뚜렷하게 파악하도록 하거나예측을 쉽게 할 수 있도록 하는 방법을 평활법(smoothing method)이라 하는데 대표적으로 이동평균법과 지수평활법이 이에 해당한다. 이동평균법이란 관측값 전부에 동일한 가중치를 주는 대신 최근 일부 자료에 동일한 가중치를 주는 방법이다. 지수평활법은 최근의 자료에 더 큰 가중치를 주고 시간의 흐름 상 과거로 갈수록가중치를 지수적으로 줄여나가는 방법이다(김우철 외, 2006, p. 488).

시계열 자료가 여러 분야에 걸쳐 활용되고 있을 뿐만 아니라 일 상생활에서 쉽게 찾아볼 수 있는 자료 형태임에도 불구하고 어린학생들이 시계열 자료에 대해 어떻게 추론하는지를 살펴본 연구는상당히 부족한 실정이다(Makar & Rubin, 2018). Ben-zvi(2004)가중학생들을 대상으로 시계열 자료의 경향을 파악하는 과제를 제시한 것이나 Rubin, Hammerman, & Konold(2006)에서 교사들을 대상으로 시계열 자료에 대한 추론을 살펴본 정도가 눈에 띄지만, 초등학생을 대상으로 한 연구는 여전히 찾아보기 어렵다. 최근 코로나19로 인하여 시간의 흐름에 따른 확진자 수, 사망자 수 등의 자료가 빈번하게 활용되고 있는바, 초등학생들이 시계열 자료에 대해어떻게 추론하는지 살펴볼 필요가 있다.

Ⅲ. 연구 방법3)

1. 설계 연구

설계 연구(design research)4)란 네덜란드의 현실적 수학교육 이론(realistic mathematics education)의 실천과 발전 과정에서 발생한 연구 방법론으로(우정호, 정영옥, 박경미, 이경화, 김남희, 나귀수 외, 2006), 효율적으로 교과과정을 개발하기 위해 적절한 이론을 바탕으로 수업을 설계하고 평가하며 그 과정을 상세하고 솔직하게 기록하는 연구이다(정영옥, 2005). 따라서 설계 연구는 학문적 관점에서 교과과정 설계의 목적을 세밀히 조사하여 정교화 하는 것에서 시작되며 이를 통해 국소 수업 이론의 형성과 정당화를 목표로 한다(Gravemeijer & Cobb, 2006; 우정호 외, 2006).

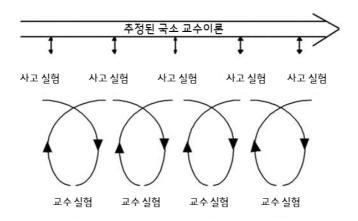
설계 연구는 크게 예비 설계, 교수 실험, 회고 분석의 세 단계로 이루어진다. 예비 설계는 교수 실험을 준비하는 단계로 정교한 국소 교수 이론 형성을 위해 설계의 이론적 의도를 명료화하는 단계 이다(Gravemeijer & Cobb, 2006). 이 단계에서는 기존 교과과정의 문제점을 분석하여 새로운 교과과정에 포함시킬 요소를 탐색한 다음, 새로운 교과과정이 충족하는 개념들을 구체적인 수업 계열로 구성하면서 설계가 이루어진다(정영옥, 2005). 이 때 가장 중요한 것은 실제 교실에서 설계된 교과과정이 어떻게 작동할 것인지 미리 예상해 보는 사고 실험이며(정영옥, 2005), 사실상 예비 설계 단계의 전 과정이 이와 관련된다(Gravemeijer & Cobb, 2006).

³⁾ 이 장에서 제시하는 1차 교수 실험은 전혜진, 정혜윤, 이경화(2020)의 내용을 토대로 하며, 2차 교수 실험은 서울대학교 생명윤리심의위원회의 승인을 받아 진행하였다(IRB No.2007/002-010).

⁴⁾ 설계 연구는 개발 연구와 사실상 동일한 의미의 용어로 사용된다(우정호 외, 2006, p. 20; Bakker, 2004, p. 37). 본 연구에서는 이러한 관점에서 정영옥(2005) 의 연구로부터 설계 연구의 정의를 인용하였다.

교수 실험 단계는 개발된 수업 계열을 검증하고 개선하면서 해당 이론이 실제로 작동하는 양상을 이해하는 것을 목적으로 한다 (Gravemeijer & Cobb, 2006). 즉 교수 실험은 사고 실험을 확인하거나 또는 반박할 수 있고 사고 실험을 통해 미처 예상하지 못했던 새로운 가능성을 보여줄 수 있으며 이를 통해 학생들의 정신적 활동에 대해 통찰을 얻어 수정된 학습 경로의 구성을 위한 기초를 마련하게 한다. 따라서 사고 실험은 교수 실험을 거쳐 새롭게 수정되고 그다음 단계의 사고 실험을 이끌어 내면서 하나의 미시적 순환과정을 형성한다(정영옥, 2005).

Gravemeijer & Cobb(2006)은 설계연구에서 사고 실험과 교수 실험 사이의 반성적 관계를 [그림 Ⅲ-1]과 같이 나타냈다. 사고 실험과 교수 실험이 형성하는 하나의 미시적 순환과정이 반복되면서 국소 교수 이론이 형성된다. 미시적 순환 과정에서는 연구자가 교수실험이 이루어지는 수업을 모두 관찰하고, 수업이 종료된 후 수업을 진행한 교사와 간단히 수업을 평가하고 회고하는 것이 중요하다.



[그림 Ⅲ-1] 이론과 실험 사이의 반성적 관계(Gravemeijer & Cobb, 2006, p. 58)

본 연구에서는 거시적 순환과정의 초석이 되는 미시적 순환 과정에 주목하여, 설계 연구의 예비 설계와 교수 실험 단계를 수행하고자 한다. 예비 설계 단계에서는 선행연구 분석, 자료 모델링 과제와수업 설계, 전문가 평가 및 수정 등이 이루어지며, 교수 실험 단계에서는 초등학생을 대상으로 한 교수 실험을 바탕으로 과제와 수업을 수정하고 자료에 대한 추론의 양상을 분석한다.

2. 연구 설계 및 절차

본 연구는 앞 절에서 확인한 바 있듯이 거시적 순환과정의 초석이 되는 미시적 순환과정에 주목한다. 하나의 주기에 해당되는 미시적 순환과정은 사고 실험에 따른 수업 계열을 예비 설계하는 단계와 설계된 수업 계열을 교수 실험하거나 평가하는 단계가 교대로일어나며 구성된다.

우정호 외(2006, p.77-79)에 따르면 예비 설계 단계에서는 철저한 사고실험을 바탕으로 학습 목표, 수업 활동 계획, 학습 경로의 예상을 포함한 교과과정을 설계한다. 즉 목표로 하는 수학적 개념에 대한 현재의 교육과정과 선행연구 분석이 이루어진 다음 수업에서 활용하게 될 과제, 발문, 학습 도구, 학생 예상 반응을 포함한 교수·학습과정안 등의 설계가 이루어져야 한다. 특히 이 단계에서는 수학교육 전문가 집단과의 논의를 통해 교과과정을 설계하는 것이 매우 중요하다. 교수 실험 단계에서는 교수 실험이 진행되는 동안 연구자가 수업에 참여하여 학생들을 관찰하고 그들의 사고과정을 기록해야 한다. 이 단계에서는 사고 실험과 실제 교수 실험 결과를 비교하여 설계된 교과과정 개선을 위한 기초 자료를 마련하는 것이 중요하다.

정혜윤 & 이경화(2019a)는 모델링 과제 설계를 위해 예비 설계와

교수 실험의 구체적인 절차로 준비, 개발, 검증과 수정, 실행과 수정 등 6단계를 수행하였다. 여기서 준비는 선행연구 및 교육과정을 분석하는 단계이며 개발 단계에서는 구체적인 과제, 수업 계열을 포함한 교수·학습과정안을 개발한다. 검증과 수정 단계에서는 교수·학습과정안의 내용의 타당성을 수학교육 전문가들에게 의뢰한결과를 바탕으로 1차 수정이 이루어진다. 실행과 수정 단계에서는 수정된 교수·학습과정안을 이용하여 교수 실험을 수행하고 이를 토대로 교수·학습과정안의 2차 수정이 이루어진다.

Gravemeijer & Cobb(2006)은 설계 연구가 생태학적 타당도를 목표로 하며, 실험 환경이 아닌 다른 상황에서도 적용 가능한 기초를 제공할 수 있어야 한다고 하였다. 즉 설계 연구가 제시하는 교수 학습 절차는 자신의 교실 또는 개인적 목적에 맞게 활용하고자 하는 교사가 참조할 수 있는 틀로서 기능해야 한다. 이를 위한 방법의 하나는 설계 연구의 과정을 자세히 밝히는 것이다. 또한 설계 연구의결과물이 다양한 환경에서 어떻게 적용되었는지를 반복 실험한 결과를 함께 제시하는 것은 생태학적 타당도를 강화할 수 있다.(p.76-77). 본 연구에서는 정혜윤 & 이경화(2019a)가 수행한 과제 및 수업 개발 절차를 활용하여 설계 연구의 순환 과정을 상술하고 연구의 신뢰성 및 타당성을 확보하고자 한다. 이상의 내용을 종합하여 본 연구가 진행되는 과정을 나타내면 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-1> 연구 절차

날짜	단계	세부 단계	연구 내용		
2019.03 ~ 2020.02		준비	문헌 검토		
2020.03 ~ 2020.05	예비 설계	5 예비 설계 개발		과제 및 수업 설계	
2020.06 ~ 2020.07		검증과 수정	전문가 평가		
2020.08 ~ 2020.09	그스 시청	실행과 수정	1차 교수 실험		
2020.10 ~ 2020.11	교수 실험	실행과 수정	2차 교수 실험		
2020.11 ~ 2020.12	결과 정리 및 해석				

3. 예비 설계

3.1. 자료 모델링 과제 및 수업 설계

Simon(1995)은 학습이 진행되는 경로에 대한 교사의 예측을 가설 학습 경로라고 하였다. 가설 학습 경로는 해당 수업의 학습 목표, 학습 목표를 위해 구성된 학습 활동, 활동이 이루어지는 교실 상황에 대한 가설 학습 과정 등의 3가지 요소로 구분되며 교사들에게 특정한 교수 설계를 선택하는 규준을 제공한다(Simon, 1995). 설계 연구에서도 가설 학습 경로에 대한 사고 실험이 매 단계에서 이루어지며, 특히 예비 설계 단계에서 대부분의 학습 경로가 개발된다(Bakker, 2004, pp. 39-40).

본 연구의 예비 설계 단계에서는 가설 학습 경로의 3가지 요소에 맞추어 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 수업의 학습 목표, 학습 활동, 가설 학습 과정을 명료화한 다음, 이를 바탕으로 교수·학습 활동과 활동의 순서를 설계하였다. 또한 수학 교사와 연구자들로 구성된 공동체에서 일주일에 1회씩 총 16회의 논의를 거쳐 과제와 교수·학습 활동을 수정 및 보완하였는데, 이러한연구자의 다원화와 연구공동체의 지속적인 논의 과정은 설계 연구의 타당성을 높이는 방법 중 하나이다(우정호 외, 2006, p. 87).

학습 목표는 연구 목적의 연장선에서 '자료 모델링 과정을 통한 비형식적 통계적 추리 개발'로 설정하였다. 학습 목표 달성을 위한 과제로 변이, 분포와 관련된 통계적 개념을 활용할 수 있는 일상적 맥락을 활용하기 위해 현직 교사들과의 인터뷰, 신문기사 등을 바 탕으로 최근 학생들에게 영향을 미치고 있는 이슈들을 폭넓게 탐색 하고 최종적으로 코로나19 맥락을 선정하였다. 이와 관련하여 감염 병 수리모델링 관련 선행연구를 검토한 결과를 토대로 코로나19 안 전성 예측을 위한 기초 요인으로 확진자 수, 사망자 수, 사회적 거 리두기 등을 선정하였다. 또 세계보건기구에서 제공하는 자료를 참고하여5) 초등학생들이 접근할 수 있는 형태의 자료집합으로 가공하여 제시하기로 하였다. 학습 활동과 가설 학습 과정은 이론적 배경에서 도출한 비형식적 통계적 추리의 구성 요소, 자료 모델링 과정, 과제 설계의 규준을 기준으로 설계하였다. 교수·학습 활동에 대한 사고 실험은 학생들이 순차적인 단계를 밟으며 유의미하게 활동에 참여할 수 있는지, 각 발문이 통계적 개념에 접근할 수 있도록 안내하고 있는지, 비형식적 통계적 추리의 구성 요소를 균형 있게 촉진할 수 있는지 등을 중심으로 이루어졌다. 또한 2단계에서는 자료 모델링 과제와 이를 해결하기 위한 학습활동지, 교수·학습과정 안, 교사 안내서 등을 개발하였다.

3.2. 전문가 평가

과제 및 수업의 내적 타당도를 높이기 위해서는 동료 전문가의 평가를 거치는 것이 효과적이다(우정호 외, 2006, p. 104). 본 연구에서는 2단계에서 개발된 자료 모델링 과제 및 수업 자료에 대한 전문가 평가를 실시하였다. 전문가 집단은 <표 Ⅲ-2>와 같으며 가능한 다양한 경력의 수학교육 분야 연구자이면서 현장 경험이 풍부한 전문가를 섭외하였다.

<표 Ⅲ-2> 전문가 집단

전문가	경력		
A	교사 12년, 박사		
В	교사 4년, 박사 수료		
C	교사 9년, 박사 과정		
\overline{D}	교사 6년, 석사 수료		
Е	교사 4년, 석사 수료		

⁵⁾ 세계보건기구의 COVID-19 상황판에서 자료를 다운받을 수 있다 (https://covid19.who.int/).

전문가 집단의 교사들은 모델링 또는 비형식적 통계적 추리와 관련된 연구 활동이나 현장 적용을 해 본 경험이 있다. 전문가 집단에게는 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서의 요약본, 사전설문지(<부록1> 참고), 관련 선행연구 자료 등이 평가 참고자료로 제공되었다. 전문가 집단은 14개의 객관식 문항과 1개의 서술식 문항등 총 15개의 문항으로 구성된 설문지를 활용하여 과제 및 수업을평가하였다. 객관식 문항은 리커트 5점 척도를 활용하였으며, 서술식 문항은 자유롭게 과제 및 수업 활동에 대한 의견을 작성할 수있도록 하였다.

전문가 평가 문항은 본 연구의 목적에 비추어 '자료 모델링 활동' 과 '비형식적 통계적 추리 개발'의 두 범주로 구성하였다. '자료 모델링 활동' 범주는 다시 '과제'와 '과정'으로 나뉘며 구체적인 평가문항은 Galbraith et al.(2010)이 제시한 모델링 과제 설계의 6가지원리와 정혜윤과 이경화(2019a)에서 활용한 수학적 모델링 프로그램 전문가 평가 문항을 참고하여 제작하였다. '비형식적 통계적 추리 개발' 범주는 Makar et al.(2011)이 제시한 분석틀인 비형식적통계적 추리를 지원하는 요소를 기반으로 5가지의 하위 범주로 세분화하였다. 각 하위 범주에 속하는 평가 문항들은 본 연구의 이론적 배경에서 살펴본 비형식적 통계적 추리의 5가지 구성 요소를 촉진하고 있는지 확인할 수 있도록 제작하였다. 전문가 평가 문항은 저자들 간의 논의를 거쳐 수정되었으며, 구체적인 평가 문항은 <부록2>에 제시하였다.

4. 교수 실험

4.1. 1차 교수 실험

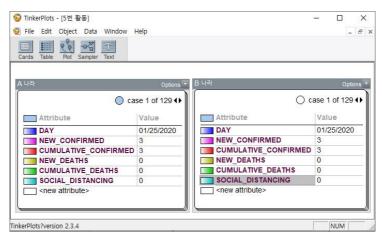
전문가 평가를 바탕으로 수정된 과제 및 수업은 교수 실험을 거

쳐 다시 수정·보완되었다. Cobb, Jackson, & Dunlap(2016)에 따르면 설계 연구는 다양한 범위에서 수행 가능한데, 특히 일대일 설계 연구에서는 특정 수학 영역에 대한 학습 과정을 연구하기 위해 소수의 학생 각각에 대해 일련의 교수·학습 활동을 실행할 수 있다. 교수 실험 단계에서는 사례 연구방법을 통해 본 연구에서 제시하는 과제 및 수업이 초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발에 미치는 영향을 확인하고 수정 및 보완을 위한 시사점을 도출하였다. 사례연구는 특정 사례를 통해 현상을 분석하여 이론을 검증하고 시사점을 도출하므로 설계 연구의 교수 실험 단계에서 활용하기에 적절한연구 방법이다(우정호 외, 2006).

교수 실험은 서울시 소재의 초등학교 6학년 여학생 2명에게 적용되었으며 온라인 화상 수업으로 2시간씩 3회 진행되었다. 선행연구에 따르면 모델링에 대한 연구가 대부분 중·고등학교를 중심으로이루어지고 있고 주로 영재 학생들을 대상으로 하고 있어, 현장에서 일반 수준의 초등학생을 대상으로 모델링 활동을 적용하는 사례는 부족한 것으로 나타났다(김민경, 홍지연, 김은경, 2009; 정혜윤, 이경화, 2019a; 한선영, 2019). 그러나 최근 일부 연구에서는(e.g. 장혜원 외, 2019; English & Watson, 2018) 초등학생의 의미 있는 모델링 활동에 대한 가능성을 확인하였고, 본 연구 또한 일반 수준의초등학생들을 교수 실험 대상으로 선정하여 선행연구에서 확인한가능성을 확장하고자 한다.

교수 실험에서 학생들은 본격적인 과제 해결에 앞서 약 2시간의 준비 활동을 통해 사전설문지를 해결하고 통계 소프트웨어인 Tinkerplots에 대한 사용법을 익혔다. Tinkerplots는 자료를 역동적이고 시각적인 방법으로 표현하고 분석하게 한다는 점에서 비형식적 통계적 추리 개발에 적절한 도구로 평가받고 있으나(Biehler, Ben-zvi, Bakker, & Makar, 2013), 아직 한국어 버전이 제공되지않고 있다. 따라서 각 기능과 사용법을 한국어로 번역하여 요약한 매뉴얼과 활용법 동영상 강의 등을 제작하여 학생들에게 제공하였

다. 준비 활동 후 4시간의 수업에서 학생들은 확진자 수, 사망자 수, 사회적 거리두기 자료에 대한 자료를 해석·구성·조직화하기를 반복하며 모델을 도출하였으며, 시간 제약으로 인해 모델 수정 및 적용은 간단히 아이디어만 제시하게 하였다. Tinkerplots는 주로 자료를 해석·구성·조직화하기 단계에서 활용되었고 그 중 5번 활동에서 제시되는 Tinkerplots의 자료 화면은 [그림 Ⅲ-2]와 같다6).



[그림 Ⅲ-2] 1차 교수 실험의 Tinkerplots 자료 카드

교수 실험은 연구자가 진행하였으며, 온라인 화상회의 프로그램을 통해 모든 수업을 녹화하고, 학생들이 작성한 모든 학습활동지와 사전설문지를 수집하였다. 또한 Tinkerplots를 조작하는 과정을 관찰할 수 있도록 노트북 화면 녹화 프로그램을 활용한 녹화 영상도 함께 수집하였다. 수집된 연구 자료들은 이론적 배경에서 제시한 비형식적 통계적 추리의 5가지 구성 요소를 기준으로 분석하였으며 자료 모델링의 과정에서 각 요소가 어떻게 나타나는지를 중심으로 살펴보았다.

⁶⁾ 학생들은 Tinkerplots의 plot 기능을 활용하여 제시된 자료를 시계열 그림으로 표현할 수 있도록 안내하였다. 단, 학생들에게는 '시계열 그림'이라는 용어 대신 '그래프'라는 친숙한 용어를 활용하여 설명하였다.

4.2. 2차 교수 실험

4.2.1. 연구참여자

본 연구에 참여한 학생들은 초등학교 5학년 학생 8명(S1, …, S8) 과 6학년 학생 1명(S9)으로 총 9명이다. 경기도에 위치한 여러 초등학교에서 자료 모델링 수업에 참여하고자 하는 의지가 있는 학생들이 참여하였다. 수업은 학교에서 실시되는 정규 수업이 아닌 자료해석을 주제로 학생들의 창의적인 활동을 지원하는 방과후 수업이었기 때문에 5~6학년 학생들이 모두 참여할 수 있었다. 학생들이자발적으로 이 수업에 참여하였기 때문에 수학에 대한 흥미와 관심은 있는 편이라 할 수 있으나 학습 역량은 학생마다 차이가 있었다.학생들은 전체 논의활동 외에도 모둠활동에 참여하였으며, 모둠은세 팀(A, B, C)으로 나누었다.

자료 모델링 수업을 지도할 교사는 연구자를 포함하여 총 5명으로 모두 수학교육 전공 대학원에서 연구 활동을 하고 있는 연구자들로 섭외하였다(<표 Ⅲ-3>). 교수 실험이 초등학생을 대상으로한 온라인 학습 환경에서의 모델링 활동이었기 때문에 이들은 자료모델링, 통계적 추리 등에 대한 충분한 배경지식을 가지고 상호작용을 촉진하거나 적절히 개입할 수 있는 이상적인 교사 집단이라고판단하였다. 연구 참여 교사 중 한 명(T2)이 전체 수업과 모둠활동을 진행하고 연구자(R)와 교사 T3, T4, T5가 모둠활동을 지도하거나 보조하는 역할을 담당하였다.

<표 Ⅲ-3> 연구 참여 교사

교사	경력	역할		
T2	박사과정	전체 수업 진행, 모둠활동 지도		
T3	박사과정	모둠활동 지도		
T4	석사과정	모둠활동 보조		
T5	석사과정	모둠활동 보조		

T2와 연구자는 모둠활동이 일어나는 경우 T1과 함께 각각 한 개의 모둠을 담당하여 수업 참여에 어려움이 있는 학생들을 지원하거나 학생 간의 상호작용을 촉진하고 적절한 발문으로 활동을 이끄는 역할을 담당하였다. T3과 T4는 모둠활동을 지도하는 교사들을 보조하고 지원하는 역할을 하였다. 교사들은 모두 초등학생들을 지도해 본 경험이 있으며 특히 T2와 T3은 자료 분석 및 해석 등 통계와 관련된 다양한 활동을 이끌어 본 경험이 있다. 교사들은 본 연구에 참여하는 학생들을 이 수업을 통해 처음 지도하는 상황이다.

자료 모델링 수업에 앞서 연구자와 교사들은 차시별 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서, Tinkerplots 사용 매뉴얼과 활동파일, PPT 자료 등을 미리 확인하였다. 또한 매 차시의 수업 전과후에 Zoom을 활용하여 각각 1시간 내외의 화상 회의를 진행하였다. 수업 전 회의에서는 학생들의 상황에 맞도록 과제 수정 및 보완, 수업의 진행 순서 조율, 예상 학습 반응과 어려움에 대한 논의, Zoom 시스템 활용 리허설 등이 이루어졌다. 수업 후 회의에서는 수업 전반에 대해 간단히 회고한 다음, 지도 시 어려웠던 점, 예상학습 반응과 실제 학습 반응의 차이에 대한 원인 분석, 각 학생들의학습 상황, 의미 있는 학습 장면 등에 대해 논의하였다.

4.2.2. 수업 환경

수업은 크게 두 가지 유형의 온라인 환경에서 이루어졌다. 첫째, Zoom을 활용한 쌍방향 실시간 화상 수업 환경이다. 학생들은 매주정해진 시간에 각자 원하는 공간에서 Zoom에 접속하여 화상 수업에 참여하였으며, 총 10회의 자료 모델링 활동은 모두 이 수업을 통하여 이루어졌다. 둘째, 네이버 밴드를 활용한 웹 기반 보조수업 환경이다. 학생들은 각자 원하는 시간에 자유롭게 웹 기반 수업에 참여하였으며 학습 자료나 질문을 공유하는 학습 플랫폼으로 네이버

밴드를 활용하였다. 네이버 밴드는 연구자가 관리하였으며 차시별 학습 자료와 Tinkerplots 파일, 보충수업 동영상, 학생들의 수업 출 석 여부, 학습활동지 제출 현황 등을 확인할 수 있는 학습 현황판을 게시하였다.

장혜원 외(2018)는 교사가 모델링 활동을 진행함에 있어서 활동의 의도를 명확히 이해하고 학생들의 반응에 적절히 대응하고 개입할 수 있도록 안내하는 교사 안내서와 관련 연수 및 회의가 필요하다고 하였다. 특히 초등학생을 대상으로 하는 모델링 활동에서 교사의 적절한 발문과 개입은 더욱 중요하다(장혜원 외, 2019). 본 연구에서는 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 활동에 대한 교사들의 이해를 돕고 의미 있는 모델링 활동이 이루어질 수 있도록, 교수 전략을 다음과 같이 구체화하였다.

첫째, 연구참여자 섭외 후 연구자가 비형식적 통계적 추리와 자료 모델링에 대한 참고 자료를 제작하여 교사들에게 설명하고 질의 응답하는 시간을 가졌다. 더불어 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서, Tinkerplots 파일 등을 미리 제공하였다.

둘째, 매 수업 전에 1시간 내외, 수업 후에 30분 내외의 교사 협의회를 각각 실시하였다. 수업 전 회의에서는 학습 목표, 문항의 예상 반응에 대한 질의응답, 지도 시 유의사항, 각 학생들의 개별 학습 상황 점검 등이 이루어졌다. 수업 후 회의에서는 활동 지도에서 어려웠던 점, 예상했던 학습 경로와 실제 학습 경로에 대한 회고 분석, 각 학생들의 학습에서 주목할 점, 인상적이었던 학습 장면 등에 대한 논의가 이루어졌다.

셋째, 교사가 학생들의 논의를 촉진할 수 있도록 발문리스트를 제시하였다. 비형식적 통계적 추리의 구성 요소 중 전체적 조망의 활용을 지원하는 발문으로 Bakker & Gravemeijer(2010)와 Makar(2016)을 참고하였으며 <표 Ⅲ-4>와 같다. 모델링 활동에서의 생산적 논의를 촉진하기 위한 발문은 Smith, Engle, Smith, &

Hughes(2008)을 참고하였으며 <표 Ⅲ-5>와 같다.

<표 Ⅲ-4> 전체적 조망의 활용을 지원하는 발문

분포	발문 예시			
중심	A나라의 확진자의 수를 대략 얼마라고 할 수 있을까?			
	A나라의 확진자 수를 하나의 값으로 나타내면 얼마일까?			
퍼짐	두 나라의 확진자 수 그래프의 모양을 보고 어느 나라가 더			
	안전하다고 할 수 있을지 말해 보자.			
밀도	지금까지 A나라에서 가장 많이 나온 사망자의 숫자는 몇 명			
	이지?			
왜도	A나라의 사망자 수에 대한 자료는 그래프에서 어디에 가장			
	많이 위치하지?			

<표 Ⅲ-5> 모델링 활동에서 생산적 논의를 촉진하는 발문

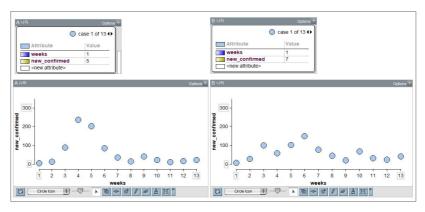
	N
발문 유형	발문 예시
학생의 말을 다시 진술하기	 ● 선생님이 ○○이가 발표한 내용을 ~~~와 같이 정리해서 말했는데, 바르게 말한 것이 맞니? ● ○○이가 방금 한 이야기가 ~~~을 의미하는 것이 맞니?
학생의 학습 상황 점검하기	 □○○이가 ~~~라고 설명했는데, 왜 그렇게 생각했는 지 자세히 말해줄래? □○○이가 말한 ~~~라는 설명이 왜 타당한지 더 자세히 말해 볼래?
학생과 학생의 의견을 연결하기	 □○이가 방금 발표한 내용에 대해 **이가 다시 정리해서 말해볼까? □○이는 ~~이라고 이야기했는데, **이는 ○○이의 의견에 대해 어떻게 생각해? □○이가 방금 ~~라는 표현을 사용했는데 **이는 이것이 무엇을 의미한다고 생각해? □○이의 생각과 다른 생각을 가진 사람이 있니?
다른 학생의 후속 참여 독려하기	 지금까지 이야기한 내용에 대해 다른 생각을 가친 친구 있니? 여기에서 더 보충하기를 원하는 친구가 있니?

넷째, 학습에 어려움이 있는 학생들을 개별 지도하기 위하여 Zoom의 소회의실, 주석 달기, 원격 제어, 화면 공유 등의 기능을 활용하였다. 본 연구의 교수 실험은 온라인 학습 환경에서 이루어졌으며 이는 초등학교 5학년 학생들이 능숙하게 활동에 참여하기 어려운 환경이었다. 따라서 전체 활동이 이루어지고 있는 도중에 도움을 청하는 학생들이 있는 경우 보조교사들이 소회의실을 열어 학생을 지도하였으며 이 과정에서 주석 달기, 원격 제어, 여러 참여자간의 화면 공유 기능 등이 유용하게 활용되었다.

4.2.3. 과제와 수업

2차 교수 실험은 90분의 수업이 한 차시를 이루어 총 10차시로 진행되었다. 1~4차시에서는 자료 모델링 활동에서 활용할 공학용 도구인 Tinkerplots의 여러 가지 기능을 익히고 예제들을 해결하면 서 학습을 준비하는 활동이 이루어진다. 5차시에서는 실세계 탐구 와 문제 해결을 위한 요인들을 탐색하는 활동을 통해 코로나19 안 전성 예상과 관련된 여러 요인 중에서 객관적으로 측정 가능한 자 료에 주목하게 된다. 그다음 Tinkerplots를 활용하여 코로나19와 관 련된 '확진자 수' 자료를 분석해 보고 전체적 측도를 사용하여 두 나라를 비교할 수 있는 기준을 세운다. 6~7차시에서는 5차시에서와 마찬가지로 Tinkerplots를 활용하여 코로나19와 관련된 '사망자 수', '사회적 거리두기' 등의 자료를 분석하여 비교의 기준을 도출한다. 8차시에서는 코로나19 안전성을 예상하는 방법(모델)을 도출하여 문제 상황에 적용하게 된다. 모델은 학생들이 선택한 비교의 기준 의 내용, 순위, 비교의 기준들을 종합하는 방법 등 세 가지로 구성 된다. 9차시에서는 전체 논의를 통해 8차시에서 만든 모델의 강점 과 약점을 파악하고 모델을 수정한다. 10차시에서는 모델을 사회적 거리두기 자료 대신 확진자 이동 경로 공개 여부에 대한 자료가 주 어진 새로운 맥락에 적용한다. 마지막으로 두 나라의 세 달 뒤 코로 나19 안전성 예상에 대한 유튜브 영상 대본을 작성해 보면서 최종 모델을 도출한다.

2차 교수 실험에서는 1차 교수 실험 결과를 토대로 다음의 사항들이 새로 적용되었다. 첫째, 학생들에게 제시되는 자료집합의 크기를 수정하였다. 1차 교수 실험에서는 약 130일간의 확진자 수와 사망자 수에 대한 자료를 막대그래프 형태로 표현하여 제시하였다. 1차 교수 실험에 참여한 학생들은 수학 성취 수준이 높은 6학년 학생들이었기 때문에 활동에 비교적 잘 참여하였으나, 그럼에도 자료의 수가 많아 자료집합에 익숙해지는데 어려움을 경험하는 것이 확인되었다. 2차 교수 실험에서는 일별 확진자 수와 사망자 수에 대한 자료 대신에 13주 동안의 주별 확진자 수와 사망자 수 자료를점그래프의 형태로 [그림 Ⅲ-3]과 같이 제시하였다7).



[그림 Ⅲ-3] 2차 교수 실험의 Tinkerplots 확진자 수 자료 화면

둘째, 학생들이 사용할 공학용 도구인 Tinkerplots에 익숙해질 수 있는 충분한 시간을 확보하였다. 1차 교수 실험에서는 학생들의 일

⁷⁾ 막대그래프가 학생들에게 더 익숙한 자료 표현이었으나, 자료를 막대그래프로 나타낼 경우 세로축의 눈금이 자료집합의 최댓값을 기준으로 고정적으로 제시되어학생들이 두 자료집합의 변이를 비교하기 어려울 것이라 판단하였다. 따라서 점그래프 형태로 제시하되, 그래프의 표현을 바꿀 수 있는 방법을 안내하는 방식으로 지도하였다.

정을 고려하여 2시간 정도의 연습 시간을 거친 뒤 동영상 강의와 과제를 제시하였으나, 2차 교수 실험에서는 일반 수준의 초등학교 5학년 학생 다수를 대상으로 수업이 이루어졌기 때문에 Tinkerplots에 익숙해질 수 있는 시간을 더 확보하였다.

4.2.4. 자료 수집

설계 연구에는 정성적 연구에서 사용되는 다양한 자료가 필요한데, 이러한 자료에는 교과 과정, 수학교육 관련 문헌, 연구 보고서등의 문서 자료와 수업 녹화 및 녹음 자료, 사전·사후 검사 결과,학생들의 면담 기록,학생들의 활동 내용 사본, 교사들의 회의 기록,관찰일지 등이 포함된다(우정호 외, 2006). 본 연구에서는 자료 수집 방법으로 사전설문, 수업 관찰 및 녹화,학생 인터뷰, 교사들의회의 기록,학생의 학습결과물 수집,연구자의 관찰일지 등을 다양하게 활용하였다. 특히 분석의 신뢰성을 확보하기 위하여 분석의각 단계를 회의록 또는 관찰일지 등으로 문서화하였다(Gravemeijer & Cobb, 2006).

사전설문은 학생들이 초등학교 5학년이 갖추어야 하는 자료 해석 역량을 확인할 목적으로 실시되었다. 2015 수학과 교육과정에 따르 면 초등학교 5학년은 실생활 자료를 수집하여 간단한 표나 막대그 래프로 나타내고 표와 그래프를 해석할 수 있어야 한다. 사전설문 은 이러한 자료 해석 역량을 확인할 수 있는 4개의 문항으로 구성 하였으며 약 10분 동안 해결하도록 하였다. 수업 관찰 및 녹화는 Zoom 화상회의 프로그램과 모니터 화면 녹화 프로그램을 통해 이 루어졌다. 모든 수업 장면은 녹화되었고 수업 중 이루어진 채팅 내 용도 저장되었다. 학생 인터뷰는 수업 중과 수업 후에 이루어졌으 며 비구조화된 면담 형식으로 진행되었고, 모두 녹화로 기록하였다. 수업 중 면담의 경우 교사가 학생들의 통계적 추리와 관련하여 인 상적인 사고 과정을 관찰하였거나 학생의 행동에 대한 이해가 필요하다고 판단하였을 때 즉각적으로 이루어졌다. 수업 중 면담은 의미 있는 학습 장면을 즉시 포착하여 학생들이 자신의 생각을 생생하게 전달할 수 있다는 장점이 있었다. 수업 후 면담의 경우 학생의관점에서 학습 활동에 대한 자료 모델링 활동에서 어려웠던 점, 학습 활동 중에서 인상적이었던 부분이나 궁금했던 점, 학습활동을통해 배운 점 등을 이해할 수 있도록 진행하였다. 수업 후 면담 결과는 다음 차시 수업 계획을 수정하거나 보완하기 위한 근거이자수업 장면에서는 발견하기 어려운 학생들의 생각을 이해하는 자료로 활용되었다. 학생의 학습결과물은 개인별 학습활동지, 모둠 활동결과물, 활동 과정에서 발생한 Tinkerplots 파일, 최종 산출물(유튜브 영상 대본) 등이다. 학생들은 Zoom 채팅창을 통해 학습결과물을 전송하거나 네이버 밴드에 결과물을 공유하였다.

4.2.5. 자료 분석

본 연구에서는 질적 자료 분석의 방법으로 주제 분석을 활용하였다. 주제 분석은 자료 내의 패턴, 주제를 확인하거나 분석하여 기록하기 위한 방법으로 이론으로부터 다소 독립적인 측면을 지니기 때문에 연구 주제의 다양한 측면을 해석할 수 있게 한다(Braun & Clarke, 2006). 즉 주제 분석은 자료에 대한 풍부하고 자세한 설명을 제공할 잠재성이 있으며 유연한 자료 분석 방법이 될 수 있다(Braun & Clarke, 2006). 본 연구는 시계열 자료에 대한 초등학생의 추론을 살펴본 선행연구가 많지 않은 상황에서 초등학생이 시계열 자료에 대해 추론할 때 나타나는 이해의 유형을 확인하고 이들사이의 이동을 탐색하고자 하므로 주제 분석은 이러한 목적에 적절한 분석 방법이라 생각된다.

한편 자료 내의 패턴은 귀납적 방식 또는 연역적 방식으로 확인

할 수 있는데 본 연구에서는 먼저 자료에 대한 이해의 유형으로 국소적 조망과 전체적 조망을 제시한 Ben-zvi(2004)의 연구와 신호적 관점, 경우 값 관점, 분류적 관점, 전체적 관점과 같이 네 가지로 분류한 Konold et al.(2015)의 연구를 바탕으로 귀납적 접근을 시도하였다. Braun & Clarke(2006)에 따르면 귀납적 분석이 이론적 분석에 비하여 자유롭기는 하지만, 기존 연구의 이론적 틀에서 완전히 벗어나는 것은 아니다. 귀납적 접근을 택하는 주제 분석은 기존 연구로부터 출발하여 이론적 틀로 설명하기 어려운 새로운 패턴이나주제를 자료에 근거하여 찾을 수 있도록 돕는다.

교사와 연구자들은 정기적인 회의를 통하여 수집된 자료를 검토하고 학생들의 반응에서 시계열 자료에 대한 이해의 유형이 나타난부분을 집중적으로 분석하였다. 교사와 연구자들의 의견에 불일치가 있는 경우, 가급적 다양한 자료원으로부터 증거를 수집하여 추가적인 논의를 진행하고 합의에 도달하고자 하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 예비 설계

1.1. 초기 과제 및 수업 설계 결과

1.1.1. 초기 자료 모델링 과제

본 연구의 자료 모델링 과제는 두 자료집합 비교 활동을 기반으로 한다. 두 자료집합 비교 활동은 다수의 선행연구에서 비형식적통계적 추리 개발에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었으며 (e.g. 박민선 외, 2011; 탁병주 외, 2017; Makar & Allmond, 2018; Zieffler et al., 2008), 2015 개정 수학과 교육과정에서는 중학교 1학년의 통계 영역에서 서로 다른 두 집단의 분포를 비교하는 활동을다를 것을 명시하는 등 통계를 학습하는 효과적인 방법 중 하나이다(교육부, 2015, p. 36). 그러나 교과서에서 제시하는 두 집단의 분포를 비교하는 활동은 대체로 주어진 자료에 대한 사실을 구하거나분포의 특징을 관찰하는 것을 요구하는데 그치고 있어, 통계적 사고의 힘과 본질을 경험하기에 한계가 있다(우정호, 2017, p. 289).

한편 코로나19에 대한 감염병 수리모델링을 다룬 선행연구를 일부 검토한 결과(e.g. Kim, Kim, Peck, & Jung, 2020; Moon, Kim, Son, Kim, Choi, Na et al., 2020), 선행연구마다 더 적합한 예측 모델을 만들기 위하여 다양한 변수(확진자의 증상 여부, 증상 발현일정보, 동선 등)를 추가하기도 하였으나 기본적으로 활용되는 자료는 질병관리본부나 세계보건기구에서 공개하는 일별 확진자 수, 일별 사망자 수 등으로 비슷하였다. 감염병 수리모델링은 이 자료들의 그래프를 바탕으로 모델 곡선을 도출하여 확진자 수의 변이를

예측하거나 사회적 거리두기 정책과 같이 변이에 영향을 주는 요인을 변수로 적용하여 변이가 어떻게 조정될 수 있는지를 예측하는 것을 목적으로 하고 있었다. 정리하면, 감염병 수리모델링을 연구하는 최전선의 수학자들도 근본적으로 고유변이성과 유도변이성을 어떻게 예측하고 통제할지에 대한 질문에 답하기 위하여 여러 가지모델을 만들어낸다고 할 수 있다.

따라서 과제는 가상의 두 나라 A와 B 중에서 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라가 어디인지를 예측해 보는 문제 상황으로 [그림 IV-1]과 같이 제시하였다. 특히 현재 코로나19 안전성에 대한평가가 아닌 현재의 자료만으로 확신하기 어려운 미래의 안전성을 예측하도록 함으로써 학생들의 호기심을 자극하고 자료를 넘어서는 주장을 이끌어낼 수 있도록 하였다.

[코로나19 안전성 예상하기]

재석이는 해외의 코로나19 현황에 대한 기사를 찾아보다가, 작년 여름에 가족여행을 다녀온 A 나라와 B 나라의 코로나19 현황이 궁금해 졌습니다. 재석이는 친구들과 함께 두 나라의 코로나19 현황에 대한 자료들을 찾아보고, 이를 바탕으로 세달 뒤에 두 나라 중 어느 나라가 코로나19로부터 더 안전한지를 예측하려 합니다. 여러분들이 재석이의 친구가 되어 두 나라 중 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예측해보기로 했다고 가정하고, 타당한 비교의 기준을 세워 예측해 봅시다.

[그림 IV-1] 초기 자료 모델링 과제

자료 모델링 과제에는 이론적 배경에서 제시한 과제 설계의 규준 중 맥락 측면이 반영되었다. 과제의 주요 맥락으로서 학생들이 사회적 거리두기 정책, 온라인 개학 등을 통해 경험한 코로나19를 선정하고, 세계보건기구의 홈페이지에 공개되어 있는 각 나라의 코로나19 날짜별 확진자 수, 사망자 수에 대한 자료를 참고하였다. 특히

맥락에 내재된 수학적 구조인 변이가 잘 드러나도록 하면서 초등학생들도 자료를 다룰 수 있도록 자료집합을 조정하여, 초등학교 수학 교실에서 주로 적용되는 모델링 과제의 유형 중 하나인 표 형태로 제시하였다(오영열, 박주경, 2019).

1.1.2. 초기 교수・학습 활동과 학습활동지

자료 모델링 과제를 단계별로 해결할 수 있도록 이론적 배경에서 제시한 자료 모델링의 과정 [그림 Ⅱ-1]에 맞추어 교수·학습 활동 을 설계하였다(<표 IV-1>). 교수·학습 활동은 구체적으로 다음과 같이 이루어진다. 첫째, 코로나19 맥락과 관련된 자료에는 무엇이 있는지 참고사이트를 중심으로 폭넓게 탐색한 다음, 각 기관에서 코로나19 안전성을 예상하는데 반드시 고려하고 있는 요인이나 자 료는 무엇일지 논의한다. 둘째, 자료에 근거한 코로나19 안전성 예 측 모델을 도출할 수 있도록 확진자 수, 사망자 수, 사회적 거리두 기 등에 대한 분석이 이루어진다. 이 과정에서 공학용 도구를 활용 하여 각 자료집합을 다양한 그래프로 표현하여 특징을 관찰하고 두 나라의 분포를 비교하기 위해 자료집합을 전체적 조망을 통해 고려 하게 된다. 이어 비교의 기준 중에서 더 중요한 것을 선택하여 코로 나19 안전성을 간단히 예측해봄으로써 주장과 근거를 형성하고 주 장에 대한 불확실한 정도를 표현한다. 셋째, 자료를 해석ㆍ구성ㆍ조 직화하며 얻은 비교의 기준들의 순위를 결정하고 다시 이 세 가지 기준을 종합하여 코로나19 안전성 예측을 위한 모델을 도출한다. 이를 확진자 이동 경로 공개라는 새로운 맥락에 적용하여 모델을 수정하고 보완하게 된다. 마지막으로 최종적인 모델을 활용하여 두 나라의 세달 뒤 코로나19 안전성을 예측하는 내용의 신문기사를 작 성하게 된다.

<표 IV-1> 교수·학습 활동

자료 모델링 과정		교수 · 학습 활동		
실세계 탐구하기		코로나19 맥락과 관련된 자료 탐색하기		
문제 해결을 위한		코로나19 안전성 예상에 고려해야 하는 요인과		
<u> </u>	인들 찾기	자료 논의하기		
자료를	변이를 시각화하기	공학용 도구를 활용하여 코로나19 '새로운 확진		
		자 수', '새로운 사망자 수', '사회적 거리두기'		
해석·		자료의 그래프 모양의 특징 찾기		
구성 •	변이를 전체적			
조직화	측도로	두 나라의 분포를 비교할 수 있는 기준 세우기		
, ,	구조화하기			
하기	단순화하기	비교의 기준 중에서 더 중요한 것 하나를 선택		
		하고 예측하기		
		모델 도출을 위해 3가지 비교의 기준 사이의 관		
ㅁ테	도출하기	계 설정하기		
그 글	. 그런 아기	3가지 비교의 기준을 하나의 예측 방법으로 종		
		합하여 모델 도출하기		
		모델을 적용하여 세달 뒤 코로나19로부터 더 안		
모델	<u> </u> 적용 및	전한 나라 예측하기		
수정하기		모델을 새로운 맥락(확진자 이동 경로 공개 자		
		료)에 적용하기		
최종 모델 도출하기		두 나라의 세달 뒤 코로나19 안전성 예측에 대		
		한 신문기사 작성하기		

교수·학습 활동에서는 과제 설계의 규준의 세 가지 측면 중 통계적 개념 측면과, 교수 전략 측면이 다음과 같이 반영되었다. 통계적 개념 측면에서 과제 해결을 위한 교수·학습 활동은 공학용 도구를 활용하여 자료를 해석·구성·조직화하고 고유변이성과 유도변이성, 분포를 인식할 수 있도록 구성하였다. 앞서 이론적 배경에서 살펴본 바 있듯이 고유변이성과 유도변이성은 초등학생 수준에서 다루어볼 필요가 있는 변이의 유형이다. 확진자 수, 사망자 수에 대한 자료집합의 구조는 코로나19의 고유변이성을 내포하며 사회

적 거리두기의 시행은 코로나19 확산을 통제하기 위한 처치이므로 사회적 거리두기 관련 자료는 유도변이성과 연결된다. 또한 공학용도구를 활용하여 확진자 수, 사망자 수, 사회적 거리두기 등 코로나19 안전성 예측과 관련된 세 가지의 자료에 대해 각각 분석해보게함으로써 변이와 분포 개념을 충분히 탐색할 수 있도록 하였다. 교수 전략 측면에서 과제 해결을 위한 교수·학습 과정을 9가지 문항으로 세분화하여 초등학생들이 의미 있는 모델링을 경험할 수 있도록하였다. 교수·학습과정안과 교사 안내서에 각 문항별로 교사가제시해야 하는 적절한 도움과 발문에 대한 정보를 수록하였다. 또한 모델 도출에 있어서도 비교의 기준들 사이의 관계를 고려하여순위를 정한 다음, 하나로 종합할 수 있도록 하여 모델링이 점진적으로 일어날 수 있게 하였다. 도출된 모델을 확진자 이동 경로 공개라는 새로운 맥락에 적용하고 수정해 보도록 함으로써 모델링의 순환이 일어나게 하였다.

한편 학습활동지는 초등학교 5학년 이상의 학생들이 활용할 수 있도록 문장의 길이와 사용되는 어휘의 수준을 조정하고자 하였다. 또한 초등학생을 대상으로 한 모델링 활동에서는 여유 있는 활동시간을 제공할 필요가 있으므로 각 차시 당 2개 이하의 문항을 제시하는 것으로 구성하였다(장혜원 외, 2019). 이상의 교수·학습 활동을 바탕으로 하여 설계된 초기 학습활동지는 <부록3>에 제시하였다.

자료 모델링 과제에 대한 학습활동지는 다음과 같이 활용될 수 있다. 학생은 자료 모델링 과제를 해결하기 위해 학습활동지에 제시된 9개 문항을 모둠별로 협력하여 해결하면서 비형식적 통계적추리를 이끌어내게 된다. 1~2번은 인터넷 상에 공개된 코로나19 현황과 관련된 자료들을 탐색하며 문제 해결에 필요한 자료들은 무엇인지 찾아본다. 3~5번까지는 공학용 도구를 사용하여 자료를 분석하게 되며 분석하게 되며 6~7번에서 코로나19 안전성을 예측하기 위한 모델을 도출한다. 8번에서 모델을 새로운 맥락에 적용해

본 다음 수정과 보완을 거치고 9번에서 최종 모델을 도출한다.

1.1.3. 초기 교수・학습과정안과 교사 안내서

본 연구는 초등학생의 비형식적 통계적 추리를 개발하기 위한 자료 모델링 과제와 수업을 개발하여 적용하고자 한다. 장혜원 외(2019)에 따르면 수학적 모델링에 대한 기존의 선행연구들은 대체로 교사의 개입을 최소화하고 학생이 직면한 어려움을 스스로 해결해 나갈 것을 권유하고 있지만 실제 초등학생을 대상으로 한 수업에서는 교사의 적절하고 충분한 개입이 필요하다고 하였다. 따라서본 연구에서는 교사가 의미 있는 자료 모델링 활동을 촉진하는데도움을 줄 수 있도록 교수·학습과정안과 교사 안내서를 제작하였다(<부록4>, <부록5>).

교수·학습과정안에서는 본 연구가 제시하는 자료 모델링 과정, 과제 설계의 규준, 비형식적 통계적 추리의 5가지 구성 요소가 어떻게 관련되는지를 확인할 수 있다. 특히 자료 모델링 활동의 전반적인 흐름을 한 눈에 확인할 수 있도록 요약하여 제시하였으며 각단계에서 어떠한 비형식적 통계적 추리의 구성 요소에 초점을 맞추어 지도해야 할 지 확인할 수 있도록 구성하였다. 또한 비형식적 통계적 추리를 풍부하게 이끌어낼 수 있도록 탐구 기반 학습과 협력학습을 수업 맥락으로 제시하였다. 교사 안내서는 학습활동지의 각문항별 문항 의도, 목표 반응, 기타 예상 반응, 유도 발문 또는 심화발문, 실제 수업에서 제시하는 방법, 주의할 점 등을 수록하였다.

교사는 교수·학습과정안과 교사 안내서를 다음과 같이 활용할수 있다. 우선 교수·학습과정안을 통해 자료 모델링 활동의 전반적인 흐름을 이해한다. 교수·학습과정안에 제시된 참고 및 유의사항을 바탕으로 지도할 학생들의 상황, 수준에 알맞은 공학용 도구는 무엇인지, 준비 활동에서 제시할 예제는 무엇으로 할 것인지, 어

느 정도로 가공된 자료집합을 제시할 것인지, 총 몇 차시로 수업을 진행할 것인지 등을 결정한다. 수업에 앞서 교사 안내서를 통해 학 습활동지의 각 문항별 해설, 예상 반응, 발문, 유의할 점 등을 확인 한다. 수업 중에는 각 자료 모델링 단계에서 집중적으로 촉진되어 야 하는 비형식적 통계적 추리의 구성 요소를 고려하여 학생들의 반응을 관찰하고 학생들이 학습 목표를 성취할 수 있도록 안내한 다.

1.2. 전문가 평가 결과

전문가 평가 문항에 대한 결과를 요약하면 <표 IV-2>와 같다. 문항별 평가 결과를 살펴보면, 14개의 객관식 문항은 모두 4점 이상의 평가를 받았으며 그 중에서도 평균 4.5점 이상의 평가를 받은 문항은 2, 3, 4, 8번이었다. 하위 범주별 평균에서는 자료 모델링 활동 범주의 경우 과제 범주가 가장 높은 평가를 받았으며 비형식적통계적 추리 개발 범주의 경우 통계적 지식 범주가 높은 평가를 받았다. 이는 자료 모델링 과제가 변이와 분포를 고려하면서 자료를 전체적으로 조망할 수 있도록 설계되었음을 반영한다.

반면 상대적으로 낮은 평가를 받은 문항은 6, 14번이었으며 하위 범주별 평균에서는 자료 모델링 활동 범주의 과정 범주, 비형식적 통계적 추리 개발 범주의 교수 전략 범주에서 수정 및 보완할 필요 성이 확인되었다. 6번의 경우, 과제가 학생들이 모델링 활동을 점검 하고 수정 및 보완할 수 있도록 설계되었는지 평가하는 문항이다. 이와 관련하여 학습활동지의 발문들을 다시 검토한 결과, 발문이 구체적으로 자신의 모델링 활동을 점검할 것을 요구하거나 수정 및 보완할 것을 명시적으로 드러내지 않았음을 발견하였다. 14번의 경 우, 비형식적 통계적 추리 개발의 교수 설계 범주에 속하며 학생들 이 서로 상호작용할 수 있도록 설계되었는지 평가하는 문항이다.

<표 IV-2> 전문가 평가 결과

범주				표준	하위 범주
상위 범주	하위 범주	번호	평균	편차	별 평균
	과제	1	4.4	0.55	4.7
자료		2	4.8	0.45	
		3	4.8	0.45	
모델링 활동		4	4.8	0.45	
	과정	5	4.4	0.55	4.2
		6	4	0.71	
비형식적 통계적 추리 개발	통계적 지식	7	4.4	0.55	4.5
		8	4.6	0.55	
	맥락적 지식	9	4.4	0.55	4.4
	규범과 습관	10	4.4	0.89	4.4
		11	4.4	0.89	
	탐구 동인	12	4.4	0.89	4.4
	교수 설계	13	4.4	0.89	4.3
	교무 결계	14	4.2	0.84	

서술식 문항 주요 답변

- 학생들이 코로나19 안전성 예상과 관련된 다른 요인(예를 들어 확진 자의 기저질환 여부 또는 연령 등)을 고려하고자 하는 경우에 대한 대처 방안을 마련하면 좋겠다.
- 원활한 공학용 도구 사용을 위한 추가적인 연습의 기회나 안내가 필 요하다.
- 학습활동지에 활용된 용어, 표현이 학생들이 이해하기 쉽도록 더 다듬으면 좋겠다.

교수·학습과정안에서 수업 형태로 모둠별 협력 학습을 제시하기는 하였으나 교수·학습 활동에서도 이를 강조하고 학습활동지 역시 학생들 사이의 상호작용이 일어날 기회를 분명하게 제시할 필요가 있었다.

서술형 문항에 대한 응답 중 두 명 이상의 전문가로부터 언급된 보완할 점으로 세 가지가 확인되었다. 첫째, 학생들이 코로나19 안 전성 예상을 위해 확진자의 기저질환 여부나 연령 등 다른 요인을 고려하고자 하는 경우의 대처 방안에 대한 의견이 있었다. 본 연구 의 과제는 연구 방법에서 서술하였듯이 연구자가 관련 요인에 대한 자료집합을 제시하기 때문에 이는 충분히 예상 가능한 상황이다. 최대한 실제 맥락을 고려하고자 하는 학생들의 노력을 존중하면서 학생들이 신뢰할 만한 자료를 수집할 수 있는 경로에 대한 정보를 제공하고 개인 또는 모둠별로 심화된 자료 모델링 활동을 할 수 있 도록 안내할 필요가 있다. 둘째, 공학용 도구에 익숙해지기 위한 충 분한 연습의 기회와 안내의 필요성이 언급되었다. 뒤에서 제시할 교수 실험에서도 공학용 도구 사용에 능숙한 정도가 자료 분석에 영향을 미침을 확인한 바 있으며, 전문가 집단에서도 이 부분에 대 한 현실적인 고려가 이루어져야 함을 강조하고 있었다. 즉 본격적 인 자료 모델링 단계에 앞서 공학용 도구를 활용하여 간단한 예제 를 해결하는 준비 활동 시간을 따로 마련할 필요가 있다. 셋째, 학 습활동지에서 사용하는 용어, 표현 등이 학생들에게 더욱 쉽고 친 근하게 느껴질 수 있도록 다듬을 필요가 확인되었다. 예를 들어, 예 측이라는 용어보다는 예상이라는 용어가 초등학교 수준의 학생들 에게 더 많이 사용되고 친근하게 여겨진다는 의견이 있었다.

1.3. 전문가 평가 후 수정된 과제 및 수업 설계 결과

1.3.1. 전문가 평가 후 수정된 자료 모델링 과제

전문가 평가에서 초기 자료 모델링 과제에 대한 의견으로 크게세 가지가 나타났다. 첫째, 코로나19 안전성을 왜 판단해야 하는지에 대한 동기 부여가 부족한 측면이 있었다. 기존의 과제는 재석이가 코로나19와 관련된 신문기사를 찾아보다가 가족여행을 다녀온두 나라의 세달 뒤 코로나19 안전성을 예측해 보고자 하는 문제 상황이었다. 이는 학생들이 신문기사를 찾아보다가 다른 나라의 코로나19 안전성을 예측해 보려는 문제 상황보다는 어린 학생들에게 더흥미로운 문제 상황을 제시할 필요성을 나타낸다. 둘째, A나라와 B

나라의 인구가 제시되어 있지 않기 때문에 두 나라의 코로나19 안전성을 비교하기 어려운 측면이 있었다. 예를 들어 A나라의 인구가 3억 명이고 B나라의 인구가 3백만 명이라면 두 나라의 확진자 수만을 비교하여 어느 나라가 더 안전할지 예측하는 것은 현실성이 떨어진다. 이는 과제의 현실성 측면과도 관련되어 있는 문제로 더 정교한 문제 상황을 제시할 필요성을 나타낸다. 셋째, 초등학교 교과서에서는 예상이라는 단어가 예측보다 더 많이 사용되며 예측이라는 용어는 초등학생에게 어렵게 느껴질 수 있다는 의견이 있었다.이 과제는 초등학교 5학년 이상의 학생들을 대상으로 활용할 수 있도록 개발되어야 하므로 가급적 학생들이 친숙하게 느낄 수 있는용어를 사용하는 것이 적절하다.

전문가 평가에서 지적된 세 가지 사항들은 다음과 같이 수정하여 과제에 반영되었다. 첫째, 장래희망이 유튜브 크리에이터인 재석이의 사연으로 문제 상황을 수정하여 학생의 흥미를 유발할 수 있도록 하였다. 최근 초등학생이 선호하는 장래희망으로 유튜브 크리에이터가 언급되고 있음을 고려하여⁸⁾ 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예측해보는 유튜브 영상 대본을 만들어 보는 문제 상황을 제시하여 학생들에게 더 현실성 있고 흥미로운 과제가 되도록하였다. 둘째, 두 나라의 인구가 거의 비슷하다고 설정하여 두 나라의 코로나19 안전성을 현실적으로 예측할 수 있도록 하였다. 셋째, 예측이라는 용어 대신 예상이라는 용어를 활용하여 학생들이 문제상황을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 이상의 내용을 바탕으로 수정된 자료 모델링 과제는 [그림 IV-2]와 같다.

⁸⁾ 교육부 2019 초·중등 진로교육 현황조사 결과 https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&lev=0&statusYN=W&s= moe&m=0204&opType=N&boardSeq=79266

[코로나19 안전성 예상하기]

장래희망이 유튜브 크리에이터인 재석이는 친구들과 함께 코로나19에 대한 유튜브 영상을 만들어 보기로 하였습니다. 영상에는 작년 여름에 가족여행을 다녀온 A 나라와 B 나라 중 세달 뒤 어느 나라가 코로나19로부터 더 안전할지 예상하는 내용을 넣을 생각입니다. 재석이는 먼저 두 나라의 코로나19 상황에 대한 자료들을 찾아보기로 하였습니다. 여러분들이 재석이와 함께 두 나라 중 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예상해보기로 했다고 가정하고, 타당한 내용의 유튜브 영상 대본을 만들어 봅시다.(두 나라의 인구는 거의 비슷하다고 알려져 있습니다.)

[그림 IV-2] 자료 모델링 과제

1.3.2. 전문가 평가 후 수정된 학습활동지

전문가 평가 후 학습활동지는 5가지 측면에서 수정되었다. 첫째, 초등학생에게 가급적 친숙한 표현으로 활동지의 발문을 수정하였다. 예를 들어 초등학교 교과서에서 "~해 봅시다"와 같은 표현보다 "~해 보세요"와 같은 표현이 더 빈번하게 사용된다는 점을 고려하여 발문을 수정하였다. 둘째, 학생 간의 상호작용, 의사소통이 활발히 일어날 수 있도록 발문에 '모둠별로 이야기'를 나누고 '발표해볼' 것을 명시하였다. 전문가 평가 결과에 따르면 학습활동지에 다른 친구들과 이야기를 나누어 보거나 자신의 의견을 발표해 보도록 명시하는 것이 학생 간의 상호작용을 촉진하기에 더 적절한 것으로 나타났다. 셋째, 한 문제에 여러 질문을 담고 있는 경우 소문항으로 분할하여 제시하였다. 또한 학생들이 이해하기 쉽도록 문장의 길이를 줄이고 쉬운 표현으로 바꾸었다. 넷째, 확진자의 동선을 공개하는 새로운 맥락을 제시하는 8번 문항에서 인구에 대한 조건을 추가하였다. 자료 모델링 과제와 마찬가지로 인구에 대한 조건이 제시되지 않으면 단순히 확진자 수만으로 두 나라의 코로나19 안전성을

예상할 수 없으므로 이 점을 고려하여 'C 나라의 인구가 D 나라의 인구의 약 10배'라는 조건을 추가하였다. 다섯째, 최종 모델을 도출하는 9번 문항에서 자료 모델링 과제에 맞게 '유튜브 영상 대본'을 작성하는 문항으로 수정하였다. 이상의 내용을 바탕으로 수정된 학습활동지는 <부록6>에 제시하였다.

1.3.3. 전문가 평가 후 수정된 교수・학습과정안 및 교사 안내서

전문가 평가 후 교수 · 학습과정안은 세 가지 측면에서 수정되었 다. 첫째, 교실 내 상호작용을 촉진할 수 있도록 교수 · 학습 활동에 모둠 발표를 따로 표시하였다. 이는 전문가 평가 문항 14번의 결과 를 보완하기 위한 것으로 교사가 모둠활동에서 이루어진 상호작용 의 결과를 전체 교실에서의 논의로 연결할 것을 강조할 수 있다. 둘 째, 공학용 도구를 연습하는 시간을 따로 확보하여 명시하였다. 전 문가 집단은 공학용 도구에 충분히 익숙해질 수 있을 만큼 연습할 시간을 부여하는 것의 중요성을 강조하였다. 따라서 본격적인 자료 모델링 활동이 시작되기 전에 공학용 도구를 연습할 수 있는 시간 을 3~4차시 가량 제시하였다. 셋째, 자료 모델링 단계별로 참고 및 유의사항을 추가하였다. 초기 교수·학습과정안에도 유의할 점을 제시하였으나 자료 모델링의 각 단계에서 유의할 점이라 보기는 어 려웠다. 수업이 약 8~10차시에 걸쳐 실시될 수 있도록 계획한 만큼 교사가 각 단계를 지도함에 있어서 주의해야 할 사항에 대해 상세 히 안내할 필요가 있었다. 예를 들어 전문가 집단은 공학용 도구를 선택함에 있어서 수업 상황, 학생들의 수준에 적절한 공학용 도구 선택하여 사용할 필요성을 언급하였는데 이 점은 준비 활동 단계의 참고 및 유의사항에 제시하였다. 이상의 내용을 바탕으로 수정된 교수・학습과정안은 <부록7>에 제시하였다.

교사 안내서는 크게 두 가지 측면에서 수정되었다. 첫째, 코로나 19 안전성 예상에 고려할 수 있는 다양한 요인들을 폭넓게 탐구하

고자 하는 경우에 대한 지도 방안을 구체적으로 제시하였다. 전문가 집단은 학생들이 확진자의 기저질환 여부, 연령 등과 같이 다른 요인을 고려하고자 하는 경우 교사가 어떻게 이를 다루어야 할지에 대한 고민이 필요하다고 하였다. 따라서 문항 2-(2)에 대한 교사 안내서에 구체적인 대처 방안을 <부록8>에서와 같이 제시하였다. 둘째, 안내서의 각 항목을 세분화하였다. 각 문항이 비형식적 통계적 추리의 어느 요소와 관련되는지, 자료 모델링의 어느 단계와 연결되는지 등을 명시하였다. 또한 문항 의도를 자세히 서술하되 지도의 초점을 먼저 제시하여 문항을 통해 지도해야 할 핵심을 빠르게 파악할 수 있도록 하였다.

2. 1차 교수 실험

교수 실험에 참여한 초등학생 ES1과 ES2는 대체로 비형식적 통계적 추리의 각 구성 요소를 적절히 활용하여 모델을 구성하였다. ES1의 경우, 사전설문에서는 '사회적 거리두기를 잘 실천하고 최대한 밖에 나가지 않는 것'을 코로나19 안전성 예상의 기준으로 생각하는 등 초등학생이 일반적으로 이해하는 방역 지침에 대한 지식, 신념 등으로 현상을 해석하고자 하였다. 하지만 자료 모델링 활동을 통해 사회적 거리두기 후의 확진자 수 평균, 사회적 거리두기의시행 일 수, 누적 확진자 수 등의 요인을 고려한 모델을 구축하게되는 등 점차 자료에 근거한 주장을 형성하는 모습을 보였다. ES2의 경우, 사전설문에서는 확진자 수의 그래프를 고려해야 한다는비교적 단순한 모델에서 사회적 거리두기를 한 기간 동안 확진자의수 또는 사망자 수의 차이를 고려한 모델로 구체화되었다. 두 학생모두 모델 구성에서 사회적 거리두기 자료를 중요하게 고려하는 것으로 나타났는데 이는 맥락적 지식이 영향을 미친 것으로 보인다.하지만 맥락적 지식의 통합 과정은 비형식적 통계적 추리의 다른

구성 요소의 발현을 억제하는 측면도 있었다. 또한 학생들은 모델을 정교하게 만들기 위해 자료를 해석·구성·조직화하기 단계로돌아가 자료를 다시 분석하거나 선택한 비교의 기준을 교체하기도하였는데 이는 자료 분석에 더욱 주목하게 한다는 점에서 비형식적통계적 추리를 촉진할 가능성이 있었다. 교수 실험 결과를 바탕으로 확인한 수정 및 보완할 점은 다음과 같다.

첫째, '맥락적 지식의 통합' 요소와 관련하여 맥락적 지식이 자료에 근거하여 도출한 통계적 사실과 조화를 이룰 수 있도록 교사의세심한 관찰과 적절한 발문이 요구된다. 학생들이 코로나19 맥락과관련하여 기존에 가진 신념, 지식 등은 자료를 근거로 활용하여 주장을 형성하는 과정에 영향을 미치고 있었다. 다음은 학생 ES1이사회적 거리두기 자료를 고려하여 비교의 기준을 제시하는 상황에서의 대화이다.

교사: 사회적 거리두기를 안전성 예상에 고려해야 하는 요인이라고 썼는데, Tinkerplots에 제시된 자료로만 본다면 무엇으로 제시하고 싶어요?

ES1: 얼마나 오래 했는지로 하고 싶어요.

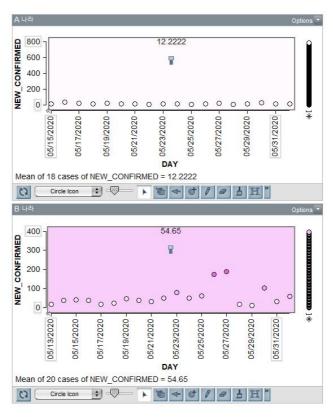
교사: A나라와 B나라 중에서 B나라가 훨씬 더 오래했다고 했잖아요. 그러면 B나라는 끝나고 나서 어떻게 됐어요? 확진자 수라든지 사망자 수에 변화가 있었어요?

ES1: 거기서 사회적 거리두기 일수는 B나라가 더 높기는 한데 확진자 수, 사망자 수는 B나라가 더 높아서 거기서 조금 궁금하기는 했어요. 그 래도 두 나라 모두 그래프가 낮아졌어요.

교사: 방금 ES1이 중요한 말을 한 것 같아요. (중략) 근데 그럼에도 불구하고 B나라가 더 안전할 것이라고 예상한 이유는 뭐예요?

ES1: 그래도 계속 사회적 거리두기를 하다 보면 줄어들 것 같아서 그랬어 요.

ES1의 경우, 사회적 거리두기를 실시한 날짜의 수가 안전성 예상에 중요한 영향을 미친다는 맥락적 지식이 강하게 작용했기 때문에



[그림 IV-3] 5번 활동에 대한 ES1의 조작 화면

두 나라에 대한 확진자 수, 사망자 수 자료에 근거한 주장을 하지 않았다. 그러나 교사가 사회적 거리두기를 통해 B나라의 자료에 어떤 변화가 있었는지 구체적으로 질문하자, ES1은 자료에서 알 수 있는 사실과 맥락적 지식 사이의 차이를 인식하게 되었다. 5번 활동에 대한 ES1의 Tinkerplots 조작 화면인 [그림 IV-3]을 보면, 사회적 거리두기가 끝난 후 확진자 수의 평균은 B나라가 더 큰 값을 가진다는 사실을 도출하였음에도 교사의 발문 전까지는 자료에서 얻은 사실보다 맥락적 지식에 근거하여 판단하는 경향이 있었다. 즉 교사의 관찰과 발문은 학생이 자료에 근거한 모델을 도출하도록 촉진할 수 있으므로 이 점을 고려한 참고 및 유의사항을 교수・학습과정안에 추가하였다.

둘째, '전체적 조망의 활용' 요소와 관련하여 학생들은 '평균'이라는 용어를 전체적 조망의 측면에서 사용하기도 하고 '대략적인 값'이라는 일상적 의미를 나타내기 위해 사용하기도 하는 등 혼동하는 경향이 관찰되었다. 다음은 ES1이 사회적 거리두기의 시행 기간을 비교의 기준으로 제시한 상황에서의 대화이다.

교사: 두 번째 기준에서 사회적 거리두기 시행의 평균이라고 썼잖아요.

ES1: 네

교사: 근데 A나라가 50일이라는 것은 어떤 의미에요?

ES1: 자료가 나와 있는 129일 정도에 약 50일 정도 시행했다는 뜻이에요. 교사: 그러면 평균이 아니라 사회적 거리두기를 시행한 날짜의 수를 구한

것인가요?

ES1: 네

ES1은 사회적 거리두기를 시행한 날짜의 수를 일일이 헤아리기어렵다고 판단하여 대략적인 시행 일수로 50일을 제시하였다. 여기서 ES1이 사용한 용어 '평균'은 대략적으로 추측한 값을 의미하며전체적 조망의 측면에서 사용되지 않았다. 이는 Konold et al.(2015)에서도 관찰된 경향으로 학생들이 평균이라는 용어를 사용하고 있다고 하여 자료집합을 전체적인 관점에서 다루고 있다고 볼 수 없다는 것을 시사한다. 즉 교사는 '전체적 조망의 활용'이라는 구성 요소에 있어서 학생들이 사용하는 용어를 주의 깊게 해석해야 하며, 수업에서도 학생들에게 자신이 사용한 용어나 표현의 의미에 대해설명할 기회를 주어야 한다. 따라서 학습활동지에는 학생들이 자신의 생각을 친구들과 공유하고 발표해 볼 것을 명시하였으며, 교수・학습과정안에는 학생들이 모호하게 사용하는 표현에 대한 안내를 추가하였다.

셋째, 자료 모델링의 '자료를 해석·구성·조직화하기' 단계와 관 련하여 공학용 도구의 활용은 학생들의 상황과 수업 맥락에 맞게 제시할 필요가 있었다. 본 연구의 교수 실험은 최근 코로나19로 인해 비대면 학습이 강조되는 상황을 반영하여 모두 온라인으로 이루어졌다. 이를 고려하여 공학용 도구에 익숙해질 시간을 확보하였음에도 학생들이 공학용 도구의 사용법을 충분히 숙지하도록 돕는 것에 어려움이 있었다. 따라서 수업 상황에 맞는 공학용 도구(e.g. 통그라미, 엑셀, 지오지브라, Tinkerplots)를 선택하고 준비 활동 시간을 조율할 수 있도록 교수·학습과정안에 이를 명시하였다.

3. 2차 교수 실험

3.1. 실세계 탐구하기 · 문제 해결을 위한 요인 찾기

학생들은 교사가 제시한 코로나19 현황을 알려주는 여러 사이트 중 하나를 선택하여 어떤 자료를 사용하여 코로나19에 대해 알 수 있을지 확인해보는 시간을 가졌다. 학생들이 주로 활용한 사이트는 질병관리본부의 코로나19 사이트였다⁹⁾. 학생들은 사이트에 접속하여 다양한 자료들(시도별 확진자 또는 사망자 현황, 발생동향, 생활속 거리두기 방안, 피해 지원 정책 등)을 언급하였지만 공통적으로 확진자 수, 사망자 수 등을 다루는 환자 현황에 주목하였다(<사례 1>).

<사례1>

5-W17 T2 : 응. 어떤 것들 찾아봤어? 1번에서?

5-W18 S2: 1번에서는 저기 어디였지? 여기 중앙사고수습본부나 뭐 중앙 방역대책 어쩌고저쩌고.. 코로나바이러스 감염증19 여기 사이트 가봤어요. 사이트에서 뭐 많이 봤는데.. 여기 뭐 확진현황이나…시도별 뭐 이런 게 있었어요.

⁹⁾ 질병관리본부의 코로나19 사이트 주소는 http://ncov.mohw.go.kr/이다.

5-W19 T2 : 시도별 뭐라고?

5-W20 S2 : 시도..그 시도별 확진환자 현황. 막 이런 거 있었거든요?

5-W21 S1 : 지역별.

5-W22 S2: 시도별이라고 적혀있었어요. 지역별이 아니고..

5-W23 T2 : 그 앞에도 또 뭐라 말하지 않았나?

5-W24 S2 : 앞에.. 뭐였더라? 아. 앞에는 그 환자 현황이요. 환자 현황. 그런거 봤어요.

5-W25 T2 : 환자현황? 그리고 뭐 A조에 또 덧붙일 사람들 있어요? 이거 말고 다른 거 찾은 사람들.

5-W26 S1 : 확진환자 동선.

5-W27 T2: (화면 공유된 파일에 적으면서) S1. 확진환자 동선. 또?

5-W28 S2 : 또. 그. 확진이랑 완치 추세 같은 거.

5-W29 T2 : 완치 추세.

그다음으로 코로나19로부터 안전하다는 것이 어떤 의미라고 생각하는지 의견을 나누도록 하였다. 절반 이상의 학생들이 확진자가 적거나 점차 줄어드는 것, 더 이상 확산되지 않는 것 등을 제시하였으나 일부 학생들은 예방을 잘하는 것, 방역에 효과가 있는 것, 의료시설이 잘 되어 있는 것, 효과가 좋은 마스크를 잘 쓰는 것, 동선을 잘 확인하는 것 등 맥락을 바탕으로 의미를 해석하였다(<사례2>).

<사례2>

5-W35 T2 : 응. 어떤 뜻인 것 같아?

5-W36 S4 : 방역이 잘 되어있고.

5-W37 T2 : 방역이 잘 되어있고?

5-W38 S4: 확진자수가..확진자수가 점점 줄어들고 있다?

5-W39 T2 : 응. 어. 잘 이야기했어. S7아, S7은 어떻게 생각해? 코로나 19

로부터 안전하다는 것의 뜻?

5-W40 S7 : 그.. 의료시설이 잘 발달되어 있어요.

5-W41 T2 : 의료시설이 잘 발달되어 있다.

5-W42 S7 : 네.

5-W43 T2 : 또? 아까 마스크 이야기도 했잖아. 마스크 S4가 얘기했나?

5-W44 S7 : 저가요.

교사들은 본격적인 활동에 앞서 학생들이 코로나19와 관련하여 주의할 만한 개인적 경험이 있지 않은지 조심스럽게 확인하였으며, 학생들은 손세정제나 비누 만들기 경험, 실제로 검사를 받아본 경험 등을 공유하며 과제에 대해 흥미를 보였다. 이 단계를 통해 학생들은 맥락에 대한 이해와 함께 세달 뒤 코로나19 안전성을 예상하기 위해서는 확진자 수나 사망자 수와 같은 측정 가능한 자료에 주목해야 함을 이해하였다.

3.2. 자료를 해석·구성·조직화하기

이 단계는 5차시에서 7차시 수업에 걸쳐 이루어졌다. 5차시에는 코로나19 발생부터 13주 동안 각 주의 새로운 확진자 수 자료를 제시하였으며, 6차시에는 새로운 확진자 수 대신 새로운 사망자 수 자료를 제시하였다. 7차시에는 새로운 확진자 수, 새로운 사망자수, 사회적 거리두기 실시 여부 등의 자료를 동시에 제시하여 학생들이 자유롭게 자료를 선택하고 분석할 수 있도록 하였다. 학생들에게는 자료집합이 포함된 Tinkerplots 파일에 가로축이 시간, 세로축이 확진자수 또는 사망자수를 나타내는 점 그림을 그려서 제공하였다. 학생들은 주어진 점 그림의 가로축과 세로축을 새롭게 설정하거나 점 그림을 막대그래프 또는 꺾은선그래프로 바꾸기도 하였다. 학생들이 자료에 대하여 어떻게 추론하는지 확인하기 위하여두 단계의 발문을 제시하였다. 첫째, 제시된 자료집합의 그래프에서알아낸 사실이 무엇인지 제시하게 하였고 둘째, 알아낸 사실들 중에서 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예상하기 위한 비교의 기준을 제시하도록 하였다. 첫 번째 발문으로는 자료집합에

대해 묘사하도록 함으로써 자료를 어떻게 조망하는지 확인하고자하였으며(Konold et al., 2015), 두 번째 발문으로는 안전성 개념을 활용하여 자료집합의 일반적인 경향이나 추세에 주목할 수 있게 하였다(Ben-zvi, 2004).

3.2.1 신호적 조망

코로나19 맥락은 학생들에게 비교적 친숙하고 초등학생 수준에서 강조되는 방역 지침, 예방 수칙 등의 맥락적 지식과 관련이 많았기 때문에 학생이 자료 세계와 맥락 세계를 구분하는 것을 어려워하기도 하였다. 다음의 <사례3>은 B나라의 사망자 수 그래프로부터 어떤 사실을 알아내었는지 질문하였을 때 자료보다는 맥락에 근거하여 설명하는 학생의 사례이다.

<사례3>

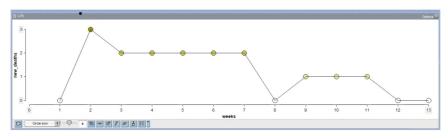
6-B18 T2 : B는? B나라는 어때?

6-B19 S6 : B나라요?

6-B20 T2 : 응.

6-B21 S6: B나라는 처음에는 코로나 들어오자마자 그냥 엄청 올라갔고, 그래프가 엄청 올라가다가 또 하나 둘 셋 넷 다섯 여섯 일곱 여덟... 여덟 주까지 계속 아 여덟 주래. 일곱 똑같이 A나라처럼 일곱째까지 쭉 가다가 또 뭔가 똑같이 무슨 방역을 했겠죠? 한 다음에 방역을 아주 잘하다가 또 방역 또 빈틈 같은 게생기니까 또 올랐고 이렇게 뒤죽박죽되는 걸 그걸 얘기하고 싶어가지고.

S6의 Tinkerplots 화면을 보면 사망자 수를 나타내는 점들을 이어 선으로 나타내었다([그림 IV-4]). 하지만 B나라의 사망자 수 그래프로부터 알아낸 사실을 설명할 때는 주어진 자료보다는 자료집합에서 확인할 수 없는 방역에 대한 맥락적 지식을 주로 활용하였



[그림 IV-4] <사례3>의 Tinkerplots 조작 화면

다. 이는 수업을 관찰하였던 연구자의 관점과도 일치하는데, 연구자는 S6이 자료값을 순차적으로 나열하면서 개인의 맥락적 지식을 주요 근거로 사용하여 자료를 설명하고 있는 것으로 해석하였다. 따라서 <사례3>은 자료를 제공한 더 큰 맥락에 주목할 뿐 자료에 근거한 추론을 하고 있지 않은 조망의 유형을 보여주며, 이는 Konold et al.(2015)에서 제시한 신호적 조망에 해당한다고 볼 수 있다.

3.2.2 국소적 조망

본 연구에서는 이론적 배경에서 검토하였던 Ben-zvi(2004)의 연구 결과와 마찬가지로 학생들이 자료값들의 국소적인 편차에 주목하는 경우가 확인되었다. 하지만 초기에 그래프의 모양의 특징을 중심으로 자료집합의 특성을 묘사하였던 학생들이 Tinkerplots의기능에 익숙해지면서 점차 새로운 방식을 활용하여 자료에 대해 추론하는 모습이 나타났다. 예를 들어 시간 축을 기준으로 자료집합의 일부 구간에 주목하거나(사례5) 자료집합의 일반적인 경향이나추세에 영향을 미친다고 여겨지는 요인을 기준으로 자료집합을 몇개의 구간으로 분할한 뒤 비교하는 경우가(사례6) 나타났다. 이러한새로운 추론 방식은 자료값의 국소적인 편차에 주목하는 경우에 비하여, 자료집합의 경향이나 추세에 영향을 미칠 수 있는 요인(예를

들어, 시간이나 사회적 거리두기 요인)을 중심으로 구간을 분할하여 추론한다는 점에서 분포의 여러 측면과 연결되는 측면이 있었다. 따라서 본 연구에서는 국소적 조망의 유형을 다시 점별 조망과구간별 조망으로 구분하여 각각의 사례를 제시하고자 한다. 여기서점별 조망은 자료값 사이의 국소적인 편차에 주목하여 자료집합을다루는 경우를 나타내며 구간별 조망이란 자료집합을 몇 개의 구간으로 분할하여 다루는 경우를 의미하는 용어로 사용한다.

(1) 점별 조망

다음의 <사례4>는 A나라의 확진자 수 그래프로부터 어떤 사실을 알아내었는지에 대한 질문에서 그래프 상에서 점들의 위치를 국소적으로 비교하면서 알아낸 사실을 제시하는 학생의 사례이다.

<사례4>

5-A270 T1 : 어 그럼. 이제 설명 한번 해봐. 간단하게.

...(중략)...

5-A275 S6 : (가로축을 가리키며) 이게 주잖아요.

5-A276 T1 : 어. 이거는 확진자. 세로축은 확진자.

5-A277 S6: 아. 그러면. 처음 일주일은 코로나가 들어온 처음은. 초반 시기니까. 일단은 제일 낮잖아요. 2주부터 A나라는. 여기 젤 낮은데. 2주부터 쭉 조금씩 올라가서 최대가 4주부터 엄청 높다가 점점. 그다음부터 이제 중후기에는 뭔가 정부 아니면 뭐 대책을 내렸겠죠. 대책을 내렸으니까 점점 내려가다가. 잠시만요. 내려가다가 8주부터는 어느 정도 유지하다가 9주부터는 올라

S6은 확진자 수의 그래프에 나타난 점들을 하나씩 가리키고 점의 높낮이를 국소적으로 묘사하면서 그래프의 모양을 설명하고 있

가다가 하다가 쭉 내려가요. 이게 끝이에요.

다. S6은 이 설명을 토대로 A나라의 확진자 수 자료에 대한 전체적특성을 찾지 못하였으며 <사례3>에서도 볼 수 있듯이 6차시에서도 그래프의 모양을 단순히 묘사할 뿐 전체적인 특성에는 주목하지 못하였다. 이는 단순히 자료를 시각적으로 표현한 형태에 대한 추론하는 것만으로는 전체적 조망이라 볼 수 없다는 Konold et al.(2015)의 지적과 연결된다. 연구자의 관찰일지에서도 그래프에 나타난 각각의 값들을 하나씩 가리키는 장면에 주목하고 S6이 각 값의 국소적 차이에 주목하였다고 해석하고 있다. 즉 그래프의 형태에 주목하게 하는 것은 학생들이 시간의 흐름에 따른 일반적인 경향이나 추세를 발견하는데 도움을 주기도 하지만, 단지 시간의흐름에 따라 자료값의 국소적 차이를 묘사하는 수준에 그칠 수도 있다.

(2) 구간별 조망

학생들이 시계열 자료에 대해 추론하는 과정에서 전체 기간이 아닌 특정 기간에 주목하는 모습이 나타났다. 이러한 구간별 조망은 전체 자료집합의 일부를 시간이나 사회적 거리두기와 같이 자료집합의 전체적 특성과 관련된 요인을 기준으로 선택하였다는 점에서 낱낱의 자료들에 주목하는 점별 이해와 달랐다. 또한 구간별 조망은 일부 학생들에 국한된 것이 아닌 다수의 학생들로부터 확인할수 있었다.

다음의 <사례5>는 A팀 학생들이 세 달 뒤에 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예상하기 위하여 주어진 자료집합에서도 시간의 흐름 상 최근의 자료들에 주목한 사례이다. 교사는 학생들에게 Tinkerplots의 Meter 기능을 활용하면 자신이 설정한 특정 기간 동안의 확진자 수 또는 사망자 수의 평균이나 중앙값을 구할 수 있음을 소개하였다.

<사례5>

8-A561 S3 : 음.. 일단 우리는 세 달 뒤를 예상하는 거잖아. 그치?

8-A562 S2 : 응.

8-A563 S3 : 그러니까 뭐 일단 기준은 뭐 일단 최근이 포함되는 내용이..

1순위라고 해야 되나 어쨌든 더 중요한 것 같아…. 나는.

8-A564 S1 : 나도 최근이 더 중요한 것 같아.

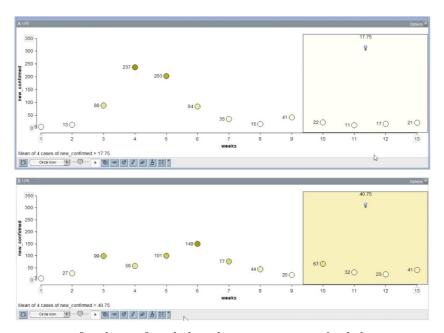
8-A565 S2 : 그치 최근이 중요하지…..최근이 중요해...(중략)...

...(중략)...

9-W3 T2 : S3가 설명 한 번 해볼래?

9-W4 S3 : 네. 우선 A팀은 1순위를 최대 확진자 수하고 2순위는 마지막 4 주 동안의 확진자 수 평균, 그리고 3순위는 그래프 모양을 봤 을 때 사회적 거리두기를 했을 때 확진자 수가 얼마나 늘었는

지에 대해서 했는데...(중략)...



[그림 IV-5] <사례5>의 Tinkerplots 조작 화면

학생들은 세 달 뒤를 예상하려면 최근의 자료, 즉 시간의 흐름 상마지막 부분의 자료들이 중요할 것이라고 생각하였기 때문에 마지막 4주 구간에 속한 확진자 수 자료들에 주목하였다([그림 IV-5]). 특히 학생들의 Tinkerplots 화면을 살펴보면 A나라에서는 확진자수가 11명에서 21명에 모여 있는 구간을 선택하였고, B나라에서는 확진자의 수가 23명에서 67명에 모여 있는 구간을 선택하였다. 이는 Konold et al.(2002)의 결과와 비추어 볼 때, 본 연구의 학생들도확진자 수 자료가 모여 있는 구간에 주목함으로써 자료집합의 중심경향(점차 감소하는 추세)을 인식하였다고 해석할 수 있다.

7차시 수업에서는 확진자 수 또는 사망자 수 자료에 더하여 각주에 사회적 거리두기가 시행되었는지 여부를 나타내는 자료가 동시에 제시되었다. 학생들은 사회적 거리두기가 코로나19 확산 예방에 도움이 된다는 맥락적 지식을 바탕으로 <사례6>과 같이 사회적거리두기 시행 기간과 시행이 끝난 이후의 자료집합을 각각 비교함으로써 두 나라의 사회적거리두기의 효과를 확인하고자 하였다. 교사와 연구자들은 사회적 거리두기 요인을 기준으로 자료집합을 세 개의 구간으로(사회적 거리두기 실시 이전, 실시 중, 실시 후) 분할하여 확진자 수 자료에 대해 추론하였기 때문에 구간별 조망에 해당한다고 보았다.

<사례6>

7-A264 S3 : 어.. 그리고 B나라의 그.. 음.. 잠깐만요. [잠깐 생각했다가]음.. 음.. 이걸로 설명하는 게 맞는 거 같네요. 어 A나라는 사회적 거리두기를 했을 때 확진자의 평균이 81명이고 B나라의 확, 사회적 거리두기를 했을 때 평균 확진자가 71.8명이었어요.

7-A265 T1 : 응.. 그다음에? 아 그 사실을 알아 낸 거야?

7-A266 S3 : 네.

7-A267 T1 : 그럼 그걸 가지고.. 코로나19 안전성이 어디가 더 높다고 말할 수 있을까? 세 달 뒤에?

7-A268 S3 : 어 일단 평균 확진자로 보면 일단 B나라가 더 안전하다고 할 수는 있는데.

7-A269 T1 : 응.

7-A270 S3 : 일단 A나라가 그 평균 확진자가 높게 나온 거는.. 이쪽 4월 달에(4주차에) 확진자가 너무 많이 나와서 그런 거라고 생각해서. 일단 어.. 전체적 지금.. 제일 최근으로 보자면 A나라가 제일 안전적인 뭐.. A나라가 더 안전할거라 생각해요.

7-A271 T1 : 음.. 그럼 가장 최근의 평균을 보면 되지 않을까?

7-A272 S3 : 가장 최근의 평균이라는 거는 일단 사회적 거리두기를 끝냈을 때를 말하는 거잖아요.

7-A273 T1 : 어어 그래서?

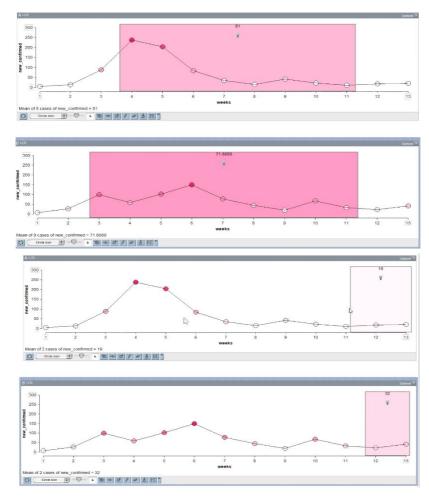
7-A274 S3 : 그러면 A나라는 19명으로 나오고요.

7-A276 S3: 음..사회적 거리두기 끝났을 땐 똑같으니까 어 B나라는 어.. 평균 확진자가 32명으로 나왔으므로..일단 제가 말한 거랑 비 슷한 결과가 나오는 걸 볼 수 있어요.

7-A277 T1 : 어. 원래. 그래서 결론이 뭐야? 어디가 더 안전...

7-A278 S3 : A나라가 3달 후에는 더 안전할 거 같아요.

S3는 먼저 사회적 거리두기 시행 기간의 두 나라의 확진자 수의 평균을 비교하여 더 작은 평균값을 가지는 B나라가 더 안전할 것이라고 예상하였다. 하지만 S3는 A나라의 사회적 거리두기 기간의확진자 수의 평균이 더 높게 나온 것이 4주차에 최대 확진자 수가발생한 것이 영향을 미쳤기 때문이라 생각하여 최근의 자료들을 고려하면 A나라가 더 안전함을 보여주는 결과가 나올 것으로 생각하였다. S3는 이를 확인하기 위하여 사회적 거리두기가 끝난 이후의평균을 추가로 비교하였다([그림 IV-6]). 최종적으로 A나라는 사회적 거리두기 시행 기간과 시행 이후에 확진자 수의 평균이 81명에서 19명으로 감소하고, B나라는 71.8명에서 32명으로 감소하기 때문에 감소의 폭이 더 큰 A나라가 세 달 후에 더 안전할 것이라고



[그림 IV-6] <사례6>의 Tinkerplots 조작 화면

예상하였다. 이와 같이 세 달 뒤 코로나19 안전성을 예상하기 위하여 각 구간의 중심 경향을 평균으로 표현하거나 각 구간의 확진자수 평균을 비교하여 감소한 정도를 고려한 점은 Bakker & Gravemeijer(2010)가 제시한 분포의 측면 중 중심, 퍼짐 등과 연결된다고 볼 수 있다.

학생들은 자료집합의 전체적 특성을 탐구하기 위하여 자료집합을 두 구간으로 구분하여 비교하기도 하였다. 다음의 <사례7>은

전반부 7주와 후반부 6주 동안의 확진자 수의 평균을 비교하면서 자료에 대해 추론하는 장면이다.

<사례7>

6-W47 S1 : 그리고 두 나라 다 제가 그 그래프의 앞의 반이랑 뒤에 반을 비교해봤는데 앞의 반이 뒤에 반보다 더 많이 나왔어요.

6-W48 T2: 잠깐만 우리 이거 S1아 지금 이거 화면 공유할 수 있어? 네가 그래프 보면서 설명을 해 주는 게 조금 더 좋을 거 같긴 하겠다.

6-W49 S1 : 알았어요.

6-W50 T2: 되게 논리적으로 얘기를 해줘서 그래프 보면서 이야기 하면 좋을 거 같아. 앞의 반하고 뒤에 반하고 구분을 했어? 응 그랬더니?

6-W51 S1: 잠깐만요. 여기 위에처럼 솟아있는데..

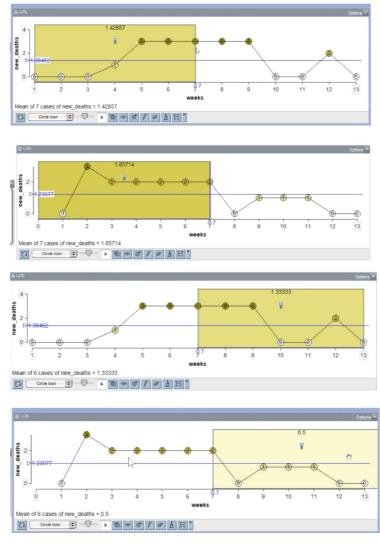
6-W52 T2 : 이야 S1이 되게 잘한다. 능숙하게. 그렇게 했는데?

6-W53 S1: 그렇게 했는데 여기 A나라는 앞에서 1.42857(전반부 7주 동안의 평균), 그리고 뒤에가 1.33333(후반부 6주 동안의 평균)이 나왔어요.

6-W54 T2 : B나라도 한번 봐볼까? B나라는?

6-W55 S1 : B나라는 앞에가 1.85724(전반부 7주 동안의 평균), 그리고 뒤에는 0.5(후반부 6주 동안의 평균)였어요.

S1의 Tinkerplots 화면을 살펴보면 먼저 두 나라의 확진자 수 평균을 구한 다음(파란색 가로선이 평균을 나타냄) A나라와 B나라의확진자 수의 변화에 차이가 있음을 설명하기 위하여 전반부 7주 동안의 확진자 수 평균과 후반부 6주 동안의 확진자 수 평균을 비교하고 있다([그림 IV-7]). 즉 S1은 구간별 조망을 통하여 시간의 흐름에 따라 확진자 수가 어떻게 변화하는지를 설명하고자 하였다.



[그림 IV-7] <사례7>의 Tinkerplots 조작 화면

3.2.3 전체적 조망

자료집합을 그래프라는 시각화 수단으로 접하게 한 것은 학생들 이 자료집합을 전체적으로 이해하기 위한 출발점이 되었다. 다음의 <사례8>은 교사가 학생들의 전체적 조망을 촉진하고자 Tinkerplots의 Line 기능을 활용하여 각 자료들을 선으로 연결하여 보여준 다음, 그래프 모양의 특징으로부터 알아낸 사실이 무엇인지 설명하도록 하는 장면이다([그림 IV-8]).

<사례8>

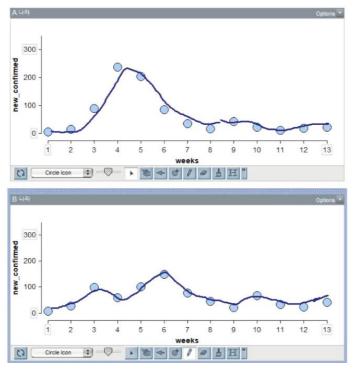
5-B175 T2 : 어 S4, 얘기해줄래?

5-B176 S4: A나라는 4주차 때 확진자 수가 전 주에 비해 많이 늘어났다 가 다시 확 줄어들었고 7주차부터 확진자 수가 다시.. 다시 좀 유지되고 있어요.

5-B177 T2 : S4는 언제 늘었는지, 언제 유지되었는지 이런 것까지 봤네. 좋은 통찰이야. 또? B 나라는 어떤데?

5-B178 S4: B나라는.. B나라는 계속 확진자 수가 조금 들락날락 하긴 해도 막 그래도 어느 정도 유지돼요. S7의 말처럼.

S4는 A나라의 선으로 이어 만든 A나라의 그래프를 보고 4주차에 확진자 수가 많이 늘어나긴 하였지만 7주차부터는 확진자 수가다시 유지되고 있다고 하였으며, B나라 그래프에 대해서도 확진자수가 들락날락하기는 하지만 그래도 어느 정도 유지되고 있다고 표현하였다. 즉 두 나라 모두 시간이 흐름에 따라 국소적인 편차는 있지만, 점차 확진자 수가 감소하고 있다는 일반적인 경향을 인식하고 '어느 정도 유지된다'와 같은 비형식적인 표현을 활용하여 경향을 설명하였다. 이는 Konold & Pollatsek(2004)에서 제시한 소음과정속의 신호를 발견하는 것과 관련된다. 확진자의 수가 국소적으로 늘어나고 줄어드는 것은 소음에 해당하며 그러한 소음과정속에서 점차 확진자수가 감소하여 유지되는 경향은 신호라할 수 있으며 이는 연구자의 해석과도 일치한다.



[그림 Ⅳ-8] <사례8>의 Tinkerplots 조작 화면

3.3. 모델 도출 및 수정하기

모델 도출 및 수정하기는 8차시와 9차시에 이루어졌다. 학생들은 5차시에서 7차시까지 이루어진 자료를 해석·구성·조직화하기 단계를 통하여 자료집합에 대해 알아낸 사실들을 모두 모아 확인한 다음, 모델 도출 및 적용 단계에서 어떤 사실들이 세 달 뒤 코로나19 안전성을 비교하기에 적절한지 논의하였다. 그다음 두 나라를 비교하기 위한 기준 3가지를 선택하여 순위를 정하고 3가지 기준을 종합하여 예상하는 방법을 만들었다. 여기서 학생들이 만든 코로나19 안전성 예상을 위한 방법이 모델에 해당하며, 모델은 '기준의 내용', '기준의 순위', '3가지 기준을 종합하는 방법' 등 세 가지 요소로 이

루어진다. 각 팀의 모델을 살펴보면 학생들이 점별 조망, 구간별 조망, 전체적 조망을 다양하게 활용하여 모델을 구성하였음을 확인할 수 있다.

모델 수정 단계는 학생들이 자신의 팀이 만든 코로나19 안전성예상 방법의 강점과 다른 팀이 만든 방법의 약점을 찾아 공유하고, 서로의 의견을 반박하는 과정을 통해 이루어졌다. 학생들은 다른팀의 의견을 수용하면서 자신이 만든 방법을 개선하였다. 여기서는모델 수정이 가장 활발하게 일어났던 A팀의 사례를 제시한다.

3.3.1. 초기 모델 도출

초기에 만들어진 A팀의 모델은 다음과 같이 A나라가 안전할 것이라고 판단할 수 있는 3가지 이유들과 B나라가 안전할 것이라고 판단할 수 있는 3가지 이유들로 구성되어 있다. A팀은 안전성을 예상하기 위해 선택한 3가지 기준에서 모두 동일한 나라가 결과로 나와야만 최종적으로 안전한 나라를 예상할 수 있다고 생각하였다. 즉 1순위 기준에서는 A나라가 안전할 것으로 예상되지만, 2순위와 3순위 기준에서 B나라가 더 안전할 것으로 예상된다면 잘못된 방법을 만든 것이라고 보아 A나라와 B나라 각각을 지지하는 예상 방법을 따로 마련한 것이다.

<A팀의 초기 모델>

8-W57 S2 : 일단은 A조 B조 보다는(A나라 B나라보다는). 어느 쪽만 선택하기 보다는. 지금 두 가지 준비했어요. 제가 급하게 만든건데 일단 먼저 A나라가 안전한 이유와 B나라가 안전한 이유가 있어요. A나라의 최대 확진자가 237명이였다면 B나라의최대 확진자는 149명으로 B나라가 더 적다고 볼 수 있어요. 두 번째 이유는 A나라는 사망자 수 평균이 1.38462, B나라는

사망자 수 평균이 1.23077인 것을 봐서 B나라가 더 안전하다고 말할 있어요. A나라는 사회적 거리두기 기간 동안 확진자수의 평균이 81명이었고 B나라가 71.8명이어서 B나라가 코로나19로부터 안전하다고 봤고요. 그리고 A조는 두 가지 의견을준비했죠. A나라가 더 안전한 이유는 A나라는 사회적 거리구기가 끝난 이후 2주 동안 확진자 수의 평균이 19명, B나라는 32명이었어요. 그래서 A나라가 조금 더 안전하다는 것이 보였고 A나라가 최근 4주로 보면 17.75명이고 B나라는 최근 4주동안 평균 확진자가 40.75명으로 A나라가 더 적어요. 그래프모양을 봤을 때 A나라는 사회적 거리두기를 하면서 확진자가확실히 줄어들었고 B나라는 사회적 거리두기 기간 동안 A나라보다 확진자 수가 더 많이 나왔어요.

8-W58 T2: 자 그러면 A조는 지금 B나라가 더 안전한 이유 세 가지를 찾고, A나라가 안전한 이유 세 가지를 찾았네요.

8-W59 S2 : 네.

A나라를 지지하는 모델의 경우 1순위와 2순위 기준은 각각 '사회적 거리두기 기간 동안 확진자 수의 평균'과 '마지막 4주 동안의 확진자 수의 평균'으로 구간별 조망에 해당한다. 3순위는 '확진자 수의 그래프 모양을 바탕으로 확진자의 수가 얼마나 줄어드는지'를 기준으로 하여 전체적 조망의 [유형1]과 관련되지만 얼마나 줄어드는지를 정확하게 나타내기에는 다소 모호한 표현을 사용하고 있다. B나라를 지지하는 모델의 경우 1순위는 '최대 확진자 수'로 점별 조망, 2순위는 '사망자 수의 평균'으로 전체적 조망, 3순위는 '사회적거리두기 기간 동안 확진자 수의 평균'으로 구간별 조망에 해당된다.

이후에 A팀은 모델 수정 및 최종 모델 도출 단계에서 B나라를 지지하는 모델의 1순위 기준이었던 '최대 확진자 수'를 삭제하고, '마지막 4주' 동안의 자료와 같이 구간별 조망에 따른 사실에 주목하게 되었다.

9-A210 T1 : 어 그러면은 선생님이 그렇게 바꿔보도록 할게. 근데 최대 확 진자 수를 빼고자 했어?

9-A211 S3 : 최대 확진자수는 굳이 중요하지는 않을 것 같아요.

9-A212 T1 : 우리 1순위였는데?

9-A213 S3 : 네. 1순위였는데요. 사람이라는 게 다 생각이 바뀔 수 있어요.

9-A214 T1 : 음. 선생님은 그 생각이 바뀐 이유가 되게 궁금하다.

9-A215 S3: 음··· 최대 확진자 수가 일단. 저희가 미래를 예측하는 거니까 저희 기준은 그러니까 미래의 최대 확진자 수가 중요할 것인 가 이걸 생각해봤는데, 일단 저희가 (생각)하기에는 최근의 자료를 하자고 했으니까 일단 최근 4주 동안이 더 맞는 것 같아요.

교사가 S3에게 왜 1순위 기준이었던 최대 확진자 수를 삭제하기로 했는지 질문하자, S3는 미래를 예측하기 위해서는 과거에 일시적으로 확진자가 다수 발생했던 시점은 상대적으로 의미가 덜 하다고 판단하였기 때문에 마지막 4주 동안의 자료가 더 중요하다고 답하였다. A팀이 최종 도출한 모델에서는 점별 조망을 통하여 얻은 사실들이 포함되지 않았으며, 미래를 예측해야 한다는 과제 상황에따라 구간별 조망에 따른 사실들이 중요하게 다루어졌다.

B팀은 3가지 비교의 기준으로 '확진자 수의 평균', '전체 사망자수', '사회적 거리두기 기간 동안의 확진자 수' 등을 제시하였다. 3가지 비교의 기준 각각에 대하여 B나라가 더 안전할 것으로 예상되기때문에 최종적으로 B나라가 더 안전할 것으로 예상하고 있다. 즉 B 팀은 다득표 방법으로 안전성을 예상하고 있으며, 이 방법에서는 각 기준의 순위가 고려되지 않았다.

<B팀의 초기 모델>

8-W32 S4: 일단 여기 나와 있는 기준대로 5번 TP로 그래프를 봤어요. 그 래서 총 확진자 수를 계산기 두드려서 이 세 가지 기준은 계산기 두드려서 나타냈더니 이 전체적으로 B나라가 확진자 수 평균, 사망자 수 (총합), 거리두기 기간 동안 확진자 수 (평균)가셋 다 더 낮게 나와 가지고 B나라가 적고, 저희는 B나라가 더 안전할거라고..

B팀 모델의 1순위 기준은 '확진자 수의 평균'으로 평균을 자료집합을 대표하는 값으로 사용하였다는 점에서 전체적 조망과 연결될 가능성을 내포한다. 2순위 기준은 '전체 사망자의 수'인데 이는 사망자 자료집합에 대한 특성을 설명하고 있다. 3순위 기준은 '사회적거리두기 기간 동안의 확진자 수'로 사회적 거리두기 기간이라는 특정 구간에 대한 정보를 제공한다는 점에서 구간별 조망이라 할수 있다.

C팀은 3가지 비교의 기준으로 '확진자 수의 평균', '사회적 거리두 기 기간 동안의 확진자 수의 평균', '전체 사망자의 수' 등을 제시하였다. C팀은 기준에 따른 A나라와 B나라의 수치를 각각 합하여 더작은 값이 나온 B나라가 안전할 것으로 예상하였다.

<C팀의 초기 모델>

8-C12 T3 : 어. S9가 한번 얘기해줄까요? 1순위는 뭘로 선택했어요?

8-C13 S9: 1순위는 확진자의 수요.

8-C14 T3: 확진자의 수. 확진자 수 관련 자료. 그다음에 기준은?

8-C15 S9 : 기준은 아까 선생님이 하신 것처럼 전체 기간 동안의 확진자

수.

8-C16 T3 : 아 사회적 거리기간이 아니라 전체 기간 동안의 확진자 수. 확

진자의 총합이야 아니면 평균이야?

8-C17 S9 : 평균이요.

...(중략)...

8-C24 T3 : A나라는 60.9 B나라는 57.3. A나라가 좀 높네. 그러면 S9의 두 번째 기준은 뭐였을까?

8-C25 S9 : 사회적 거리두기요.

8-C26 T3: 아 사회적 거리두기 기간. 기간 동안에?

8-C27 S9: 사회적 거리두기 기간 동안의 확진자의 평균이요.

...(중략)...

8-C36 T3 : 응. 좋아. 그러면 세 번째 기준은 뭘로 만들까? S9?

8-C37 S9 : 음.. 사망자 수에 체크 표시 하긴 했는데 기준은 아직 안 적었어요.

8-C38 T3: ...(중략)...자 S9, 생각했으면 세 번째 기준 이야기 해줄래? S9, 세 번째 기준은?....뭘까?.... S9, 선생님 목소리 들리니? S9의 목소리가 안 들리네?

8-C39 S9: 아 그게 음소거 해제하는 방법을 까먹어 가지고..

8-C40 T3 : 아 그랬구나.

8-C41 S9 : 전체 기간 동안의 사망자 수요.

...(중략)...

8-W48 T2: 7번에 어떤 방법을 찾았어 C조에서는?

8-W49 S9 : 어… 순위를 다 매긴 다음에 그쪽에서 A나라의 결과끼리 더하고 B나라의 결과끼리 더해가지고 그걸로 예상을 했어요.

8-W50 T2: 그 결과들을 더했다는데 어떻게 했다는 거야?

8-W51 S9: 1순위, 2순위, 3순위하고 A나라 1순위, 2순위, 3순위 더하고 B나라 1순위, 2순위, 3순위 더했어요.

8-W52 T2 : 그랬더니 값이 어떻게 나왔어?

8-W53 S9 : 어, A나라는 148.9가 나왔고 B나라는 147.6이 나와서 B나라 가 더 안전해요.

C팀 모델의 1순위 기준은 '확진자 수의 평균'으로 B팀의 1순위 기준과 일치한다. 2순위 기준은 '사회적 거리두기 기간 동안의 확진자 수의 평균'으로 구간별 조망으로 해서할 수 있다. 3순위 기준인 '전체 사망자의 수'는 앞서 B팀에서의 2순위 기준과 동일하다.

세 팀 모두 점별 조망, 구간별 조망, 전체적 조망 등 자료에 대한

다양한 추론 방식을 활용하여 모델을 구성하였다. 특히 자료 모델링의 초기에는 점별 조망을 통해 알아낸 사실에 주목하는 모습을 보였으나 모델 도출 및 수정 단계에 이르러서는 구간별 조망이나전체적 조망의 바탕이 될 수 있는 자료집합의 전체적인 특성(예를들어, 전체 사망자의 수, 대푯값으로서의 평균 등)을 통해 알아낸사실을 빈번하게 다루는 것으로 나타났다.

3.3.2. 모델 수정

학생들은 자료 모델링의 초기 단계에서 자료집합을 시각화한 결과를 사용하여 자료에 대해 설명하는 것을 선호하였지만, 점차 통계적 기술이나 측정 가능한 자료를 근거를 사용하는 등 자료에 대한 추론을 정교하게 표현하게 되었다. 모델을 두 번 수정하였던 A팀의 사례를 살펴보면 A팀은 '3가지 기준을 종합하는 방법'을 완성하여 다음과 같이 1차 수정 모델을 도출하였다.

<A팀의 1차 수정 모델>

9-W4 S3: 네. 우선 A팀은 1순위를 최대 확진자 수하고 2순위는 마지막 4 주 동안의 확진자 수 평균, 그리고 3순위는 그래프 모양을 봤을 때 사회적 거리두기를 했을 때 확진자 수가 얼마나 늘었는 지에 대해서 했는데, 우선 저희가 예상하는 방법으로는 그 운동회에서 나왔던 방법처럼 1순위에서 안전한 것으로 나온다에 4점이고 2순위에서 안전한 나라는 3점 3순위에서는 나라에 2점을 줘가지고 합산한 다음에 더 많은 점수를 받은 나라가 안전하다고 예상을 했는데요. 1순위에서 최대 확진자는 B나라가 더 안전하게 나와 가지고 B나라는 4점, 그리고 순위 2번과 3번은 A나라로 나와서 A나라는 총합이 5점으로 A나라가 더 저희는 더 안전할거라고 예상을 했습니다.

수정된 모델에서 3순위 기준은 '그래프 모양을 봤을 때 사회적 거리두기 기간 동안 확진자 수가 얼마나 늘었는지'인데 이는 시각 적으로 대략 짐작하여 판단할 수 있을 뿐 구체적으로 측정할 수 있 는 기준은 아니므로 다소 모호한 측면이 있다. 교사는 그래프 모양 을 보고 확진자의 수가 줄어들었는지 줄어들지 않았는지에 대한 판 단은 사람마다 다를 수 있음을 질문하여 학생들이 스스로 의도를 명료하게 할 수 있도록 하였다.

9-A230 T1 : 어 그럼 선생님이 2번 한번 반박해볼게. 그래프의 모양을 봤을 때 확 줄어들었다 덜 줄어들었다. 확 줄어들었다 덜 줄어들었다. 이게 사람마다 기준이 다르지 않을까?

9-A231 S3 : 음··· 일단···.

9-A232 T1 : S3가 이야기 해볼까?

9-A233 S3 : 음··· 이거 확 줄어들었다랑 확실히 줄어들었다랑 그···. 확실히 줄어들었다가 뭐냐면요 일단 그 최대 확진자에서 이제 최저 확진자로 이제 빠르게 내려갔다 이런 거 아닐까요?

학생들은 교사의 질문을 통해 확실히 줄어들었다는 것을 어떻게 객관적인 자료나 수치로 나타낼 수 있는지 고민하게 되었다. 이에 대하여 S3는 최대 확진자 수와 최저 확진자 수의 차이를 통해 확실히 줄어들었다는 것을 나타낼 수 있다고 의견을 제시하였으며, 이는 A팀의 2차 수정 모델(최종 모델)에 반영되었다.

<A팀의 2차 수정(최종) 모델>

9-W105 S1: 그 저희 A팀엔 1순위가 두 나라의 마지막 6주 동안의 사망자수 평균, 그리고 2순위를 마지막 4주 동안의 확진자수 평균, 3순위를 사회적 거리두기 기간에 확진자수의 최댓값과 최솟값의 차이로 했고, 예상하는 방법은 그대로 쭉 가기로

했어요.

A팀은 자료 모델링 과제의 목표를 염두에 두면서, 자신의 팀에서 만든 코로나19 안전성 예상 방법이 다른 팀의 방법보다 더 설득력 있고 독창적인 방법이 되도록 노력하였다. 또한 자료 모델링 과정에서 이루어지는 교사와 학생, 학생과 학생 간의 상호작용과 반박, 논의 등은 학생들이 자료에 대한 추론을 정교하게 표현하도록 촉진하였다.

3.4. 새로운 맥락에 모델 적용하기

새로운 맥락에 모델 적용하기는 10차시에서 이루어졌다. 학생들에게 C나라와 D나라의 확진자 수, 사망자 수, 확진자의 동선 공개여부 등의 자료가 제시하고, 세 달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라는 어디일지 예상하도록 하였다. 이전의 자료가 사회적 거리두기실시 여부를 제시한 반면 새로운 맥락에서는 확진자의 동선 공개여부를 제시하였다. 학생들은 이전에 자료를 분석하여 모델을 도출했던 경험을 기반으로 하여 새로운 맥락에서 모델을 어떻게 수정하고 적용할지 논의하고, 새로운 맥락에 대한 모델을 도출하고 적용하였다. 먼저 교사는 확진자의 동선 공개라는 맥락에 대한 학생들의 지식과 경험을 확인하기 위하여 질문을 던지는 것으로 활동을시작하였다(사례9).

<사례9>

10-A26 T1: 그렇지 A, B에 이어서 C, D나라까지 어디가 더 안전할지 예상을 해야 돼. 보면 우리가 그동안 확진자수 사망자수 사회적 거리두기 자료에 대해서 비교의 기준을 만들고, 어떻게 예상하는지 방법도 정하고 그렇게 했었잖아. 여기는 바뀐 게 하

나있어. 어떤 자료가 바뀌었지?

10-A27 S3 : 어 루트 생겼네요.

10-A28 T1 : 루트 뜻이 뭐라고 하셨지? 아까 T2 쌤이?

10-A29 Ss : 경로

10-A30 T1 : 어 이동경로 이동경로를 공개했는지, 안했는지를 보여주는 자료가 루트야. 얘들아 이동경로를 공개하면 우리가 코로나 19 확산에 어떤 영향을 미칠 거 같아?

10-A31 S3: 그 이동 그 확진자 이동한 지역 같은 데에 더 방역에 힘써가 지고 안전할 수 있지 않을까요?

10-A32 T1 : 오 좋은 의견이야 S1이는 어떻게 생각해?

10-A33 S1 : 저도 이동경로를 공개하면은 그 지역 주민들한테 안내도 할 수 있어서 좋은 것 같아요.

10-A34 T1 : 어 확산에 더 도움이 될 것 같다. 확산을 막을 수 있을 것 같 다 이런 의견이고 S2이는 어떻게 생각해

10-A35 S2: 저는 공개하면 사람들이 그 경로를 사람들이 피해갈 수 있어 서 좀 더 방역에 효과적이고 이제 좀 확산을 막을 수 있을 것 같아요

10-A36 T1 : 어 좋아 다들 이동경로 공개가 뭘 의미하는지를 잘 알고 있는 거 같아. ...(중략)...

학생들은 동선 공개가 코로나19 확산에 어떤 영향을 미치는지에 대해 "방역에 더 힘써서 안전"해질 수 있으며 "지역 주민들한테 안내도 할 수 있어서 좋은 것"이라는 맥락적 지식을 가지고 있었다. 이러한 맥락적 지식은 학생들이 새로운 맥락에서 모델을 구성할 때 중요한 역할을 하였다. 다음은 A팀의 학생들이 각각 만든 코로나19 안전성 예상 모델이다.

<S1의 모델>

10-A355 S1 : 저는 1순위를 마지막 8주 동안 사망자 평균, 2순위 마지막 8 주 동안 확진자 평균, 3순위를 자신의 동선을 알린 확진자 가 있었던 주의 확진자의 평균을 했어요.

10-A356 T1 : 응 왜 그렇게 했어?

10-A357 S1 : 왜냐하면 미래를 예측하는 것이니까 16주의 반인 8주로 잡아서 그 8주 동안만 1순위 2순위는 그렇게 구했고 그리고 자신의 동선을 알린 확진자가 있었던 주 이것도 중요한 거

같아서… 구했어요.

S1은 안전성 예상 방법의 1순위 기준으로 마지막 8주 동안의 사망자 수의 평균, 2순위 기준으로 마지막 8주 동안의 확진자 수의 평균, 3순위 기준으로 동선을 공개한 기간 동안의 확진자 수의 평균을 제시하였다. 특히 S1은 사망자가 발생하는 것이 확진자가 발생하는 것보다 더 위험하다고 판단하고 있었기 때문에 1순위 기준을 사망자 수의 평균으로 설정하였다. 또한 세 달 뒤라는 미래를 예측하는 상황을 고려하여 마지막 8주에 대해 구간별 조망을 활용하였으며 동선 공개 기간 동안의 확진자 수의 경향을 살펴보기 위하여역시 구간별 조망을 활용하였다.

<S2의 모델>

10-A288 S2 : 네 이렇게 했는데 1순위는 마지막 4주 동안의 확진자 평균, 2순위는 마지막 4주 동안의 사망자 평균, 3순위가 동선을 공개 했을 때 확진자수 평균, 4순위가 동선 공개 기간, 5순위가 최대 확진자수라고 했어요..

10-A289 T1 : 음 그러면 왜 1,2,3순위가 왜 그렇게 정해졌는지 한번 설명 해볼래?

10-A290 S2 : 일단은 먼저 그니까 이번에도 좀 미래를 예측하는 거잖아요? 그래서 일단 최근을 볼 수 있는, 이 1,2순위를 이렇게 1,2 순위가 마지막 4주 동안을 이제 1,2순위로 했어요.

10-A291 T1 : 응.

10-A292 S2: 그래서 사망자와 확진자를 4주 동안 했을 때 얼마나 했나 그 게 미래를 보는데 좀 중요하다고 생각을 해서, 그래서 이거를 했고, 그다음 3순위를 동선을 공개했을 때 확진자수 평균인데,

동선을 공개했을 때 그 효과가 얼마나 나타났냐 그거를 알려주는 거고요. 또 4순위는 동선 공개 기간, 동선을 몇 주나 더 공개했나, 이것도 중요하고, 5번째 최대 확진자수 한 번에 최대 확진자수가 얼마나 더 늘었었느냐 이렇게 나타내고 있어요.

S2는 안전성 예상 방법의 1순위 기준으로 마지막 4주 동안의 확 진자 수의 평균, 2순위 기준으로 마지막 4주 동안의 사망자 수의 평 균, 3순위 기준으로 동선 공개 기간 동안의 확진자 수의 평균, 4순 위 기준으로 동선을 공개한 기간의 길이, 5순위 기준으로 최대 확 진자 수를 제시하였다. S2는 세 가지 기준을 제시하라는 발문에도 불구하고 두 가지 기준을 더 추가하여 총 5개의 기준에 의한 안정 성 예상 방법을 제시하였는데, 4순위 기준과 5순위 기준의 중요성 에 대해 확신이 있었기 때문이라 생각된다. 특히 S2는 9차시의 팀 별 논의에서 최대 확진자 수를 다루는 기준이 삭제되었음에도 새로 운 맥락이 제시되자 다시 최대 확진자 수를 안전성 예상의 기준으 로 포함시켰다. 5가지 기준 중에서 1순위에서 3순위까지의 기준들 은 모두 구간별 조망을 바탕으로 하고 있다. 하지만 4순위 기준은 자료의 개수, 5순위 기준은 최댓값과 같은 특이값을 활용하고 있는 데, 동일한 자료값을 가지는 자료들의 개수에 주목하는 것은 자료 의 덩어리 또는 자료의 빈도에 주목하는 것으로 해석할 수 있으며 이는 Konold et al.(2015)의 분류적 관점과 연결된다. 5순위 기준은 최대 확진자 수와 같은 자료값에 주목하는 것으로 국소적 조망에 해당한다.

<S3의 모델>

10-A193 S3 : [화면에 제시한 코로나 19 안전성을 예상하기 위한 기준 : 1. 이동 경로를 얼마나 많이 보여주었냐, 2. 마지막 6주간 사망자 평균, 3. 마지막 6주간 확진자 평균] 이렇게 됐습니다.

10-A194 T1 : 응 설명해볼까?

10-A195 S3 : 일단 순위 1,2,3으로 정해놨는데요 1순위는 이동경로에 대한

거를 했고요 근데 그 기준에 의한 결과는 C나라는 8번을 보여주었고, 그리고 D나라는 7번의 이동경로를 보여줬어요. 2순위로는 마지막 6주간 사망자 평균을 했는데요. 기준에 의하면 일단 C나라는 1.33333명으로 나왔고 D나라는 0.83333명으로 나왔습니다. 그리고 3순위로는 마지막 6주간 확진자 평균으로 했는데요. 기준에 의하면 23.5명 d나라는 5.33333명으로 나왔습니다.

S3는 안전성 예상을 위한 1순위 기준으로 동선을 공개한 기간의 길이, 2순위 기준으로 마지막 6주 동안의 사망자 수의 평균, 3순위 기준으로 마지막 6주 동안의 확진자 수의 평균을 제시하였다. 교사가 1순위 기준에 대한 부연설명을 요청하자 "이동경로를 보고 방역을 실시하면서 사망자나 확진자를 더 많이 줄일 수 있을 것이라 생각"했다고 답하였다. 즉 S3는 동선 공개에 대한 자신의 맥락적 지식을 활용하여 순위를 설정하였다. 1순위 기준은 자료의 개수에 주목한 것으로 앞서 S2의 사례에서 확인한 바와 같이 분류적 관점을 활용한 것으로 보이며, 2순위와 3순위 기준은 구간별 조망에 해당된다.

학생들은 새로운 맥락에서 모델을 도출하는 경우에 구간별 조망, 점별 조망 등을 활용하였다. 특히 세 달 뒤를 예측해야 하는 상황이 었기 때문에 주어진 자료의 마지막 부분에 주목하는 경향이 뚜렷하 게 나타났으며 동선 공개를 한 기간의 길이를 중요한 비교의 기준 으로 활용하는 등 맥락적 지식도 활발하게 활용하는 것으로 나타났 다.

V. 결론

1. 요약

자료를 합리적으로 다루는 능력은 미래 사회를 살아갈 학생들에게 더욱 중요해지고 있으며, 이는 초등학교에서부터 자료에 대한 추론 학습을 시작할 필요성을 강조한다. 자료 모델링은 학생들의비형식적 통계적 추리를 이끌어내고 변이나 분포와 같은 통계 분야의 핵심 개념을 다루게 할 뿐만 아니라 정보처리 역량을 개발할 수 있다는 점에서 의미 있는 교수·학습 활동이지만, 모델링이 수반하는 인지적 어려움으로 인하여 초등학생 수준에서의 연구는 제한적으로 이루어졌다. 최근의 몇몇 선행연구에서(e.g. Doerr et al., 2017; English & Watson, 2018) 초등학생들도 자료 모델링을 통하여 자료를 다루고 처리할 수 있음이 밝혀졌으나, 구체적인 자료 모델링 과제 설계의 원리나 방향성을 제시하는 연구는 찾아보기 어려웠다.

이에 본 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 자료 모델링 수업 설계의 방향을 도출하여 적용하고, 자료 모델링이 자료에 대한 추 론 학습에서 어떤 역할을 할 수 있는지 확인하고자 하였다. 특히 시 계열 자료를 제시하여 이에 대한 추론을 분석한 연구가 요구된다는 Makar & Rubin(2018)의 제언을 보완하고자 하였다. 구체적인 연구 문제는 첫째, "초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업 설계의 원리는 무엇인가?", 둘째, "시계열 자 료에 대한 자료 모델링 활동에서 초등학생들은 자료에 대해 어떻게 추론하는가?"로 설정하였다.

연구문제를 해결하기 위한 연구 방법으로 설계 연구를 선택하여 설계 연구의 예비 설계 단계, 교수 실험 단계를 수행하였다. 예비

설계 단계에서는 선행연구 분석, 교육과정 검토 등을 바탕으로 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과정과 여섯 가지 과제 설계의 규준을 도출하였다. 이를 근거로 하여 자료 모델링 과제, 학습활동지, 교수·학습과정안, 교사 안내서 등을 개발하고 전문가평가를 실시하였다. 전문가 평가에서 낮은 점수를 받은 항목과 서술형 항목에서 수정 및 보완 사항으로 지적된 것을 바탕으로 과제와 수업을 수정하였다.

교수 실험 단계에서는 1차 교수 실험을 실시하고, 그 결과를 바탕으로 과제 및 수업을 수정하고 보완하여 2차 교수 실험에 적용하였다. 1차 교수 실험은 두 명의 초등학교 6학년 여학생들을 대상으로 온라인 수업 환경에서 이루어졌다. 1차 교수 실험의 결과로 첫째, 맥락적 지식이 자료에 근거하여 도출한 통계적 사실과 조화를 이룰 수 있도록 교사의 세심한 관찰과 발문을 준비해야 하며, 둘째, 학생들이 평균이라는 용어를 대략적인 값이라는 일상적 의미를 나타내기 위해 사용할 수도 있음을 고려해야 하며, 셋째, 공학용 도구의 활용은 학생들의 상황과 수업 맥락에 맞게 제시할 필요가 있음이 확인되었다.

2차 교수 실험은 여덟 명의 초등학교 5학년 학생들과 한 명의 6학년 학생을 대상으로 온라인 수업 환경에서 이루어졌다. 연구의타당성과 신뢰성을 높이기 위하여 수업 내용은 모두 녹화, 녹음되었으며 이 외에 학생들의 사전설문지, 학습활동지, 공학용 도구 파일, 연구자의 관찰일지, 사전사후 회의 내용에 대한 회의록 등이 폭넓게 수집되고 분석되었다. 2차 교수 실험에서는 학생들이 자료를어떻게 조망하는지를 중심으로 자료에 대한 추론의 양상을 조사하여 초등학생의 자료에 대한 조망의 유형이 신호적 조망, 점별 조망, 구간별 조망, 전체적 조망과 같이 네 가지로 나타남을 확인하였다. 또한 자료 모델링을 통하여 학생들은 구간별 조망과 같이 전체적조망의 기반이 될 수 있는 조망의 유형을 활용하거나 평균을 자료집합을 대표하는 값으로 사용하는 것으로 나타났다.

2. 결론 및 제언

첫 번째 연구문제인 "초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업 설계의 원리는 무엇인가?"에 대한 답으로 여섯 가지 과제 설계의 규준으로 도출되었다.

[규준1] 과제의 맥락은 학생들의 일상적 경험과 관련되어야 한다.

[규준2] 과제의 맥락은 학생들이 접근가능한 수학적 구조를 포함해야 한다.

[규준3] 학생들이 자료를 스스로 해석하고 조직화할 수 있게 해야 한다.

[규준4] 학생들이 변이, 분포와 같은 통계적 개념을 인식할 수 있게 해야 한다.

[규준5] 모델링이 순환적으로 일어날 수 있도록 활동을 구성해야 한다.

[규준6] 점진적인 발문을 제시하여 학생들이 모델링의 어려움을 완화해야 한다.

규준1과 규준2는 과제의 맥락과 관련되며 학생이 가지고 있는 지적 도구로 자신의 삶과 관련된 문제 상황을 능동적으로 해결해 나갈 수 있어야 함을 강조한다. 규준3과 규준4는 과제가 내포하는 통계적 개념과 관련된다. 자료 모델링 과제는 학생들이 스스로 자료를 해석하고 조직화하면서 정보 처리 역량뿐만 아니라 궁극적으로는 통계의 핵심 개념인 변이, 분포를 학습할 수 있도록 해야 한다. 규준5와 규준6은 교수 전략에 대한 것으로, 학생들에게 의미 있는모델링 활동이 일어날 수 있도록 교사가 염두에 두어야 할 과제 설계의 원칙을 제시한다.

두 번째 연구문제인 "시계열 자료에 대한 자료 모델링 활동에서 초등학생들은 자료에 대해 어떻게 추론하는가?"에 대한 답으로 다 음과 같이 네 가지 자료에 대한 추론 유형을 확인하였다.

[신호적 조망] 자료를 제공한 더 큰 맥락에 주목할 뿐 자료에 근거한 추론을 하지 않는 추론의 유형

[점별 조망] 개별적인 자료값이나 시간의 흐름에 따른 자료값들의 국소적

차이에 주목하는 추론의 유형

- [구간별 조망] 자료집합을 몇 개의 구간으로 분할하여 자료집합의 특성을 설명하는 추론의 유형
- [전체적 조망] 시간의 흐름에 따라 일반적인 패턴, 경향, 추세를 인식하고 설명하는 추론의 유형

자료 모델링을 통하여 학생들은 다양한 조망의 유형을 활용하는 것으로 나타났다. 특히 구간별 조망은 학생들이 자료집합을 전체적으로 조망하도록 하는 발판의 역할을 하였다. 구간별 조망은 자료집합을 구간들로 분류한다는 점에서 Konold et al.(2015)이 언급한분류적 관점, 즉 동일하거나 유사한 값을 지니는 개별 사례들을 새로운 단위로 결합하는 추론 방식과 비슷하게 여겨질 수 있다. 하지만 분류적 관점과 달리 학생들의 구간별 조망은 과제의 목표를 달성하기 위하여 자료와 관련된 요인을 고려하면서 구간을 선택하거나 자료집합을 구간들로 분할하는 것으로 나타났다. 즉 구간별 조망은 자료집합에서 어떤 결과의 유형이 가장 빈번한지 등에 주목하는 분류적 관점과 구분되며, 자료집합의 전체적 특성을 다루고자하는 분명한 목적성을 띈다는 점에서 전체적 조망으로 나아가기 위한 출발점이 될 수 있다.

본 연구의 결과를 바탕으로 초등학생의 자료에 대한 추론 학습을 위한 교수·학습 활동으로서 자료 모델링의 가치를 다음과 같이 확 인할 수 있었다.

첫째, 자료 모델링은 본질적으로 고차적 사고와 복잡한 계산 능력을 필요로 하므로 비형식적 통계적 추리 능력 개발을 위한 관점으로 활용하기 어려운 측면이 있으나, 적절한 과제 설계의 규준과각 규준을 학생 수준에 맞게 적용하기 위한 방안을 모색함으로써그 활용성을 얼마간 확보할 수 있었다. 두 차례의 교수 실험에서 확인한 것처럼 학생들은 자료 모델링 과정에서 비형식적 통계적 추리를 활용하였으며 자료에 근거한 코로나19 안전성 예상 모델을 구축

하게 되었다. 반복된 자료 분석의 기회를 제공하는 자료 모델링 활동이 이러한 변화에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 생각한다.

둘째, 자료 모델링은 학생들이 점별 조망 대신 구간별 조망을 사용하고, 평균과 같이 자료집합의 전체적 특성을 활용하도록 촉진할수 있다. 학생들은 자료 모델링의 초기에 점별 조망을 빈번히 활용하였으나 모델 도출 단계에 이르러서는 구간별 조망을 주로 활용하였으며 평균을 두 자료집합을 비교하기 위한 기준으로 사용하였다. 활동 과정 전반에 걸쳐서 자료 모델링의 목표가 학생들이 자료에 근거한 설득력 있는 방법(모델)을 만들어 내도록 자극하였기 때문에, 학생들은 점차 점별 조망이 설득력이 부족한 방법이라 여긴 것으로 보인다. 이는 모델링 과정이 자료를 전체적으로 추론하도록 지원하며, 모델링 추론과 전체적 추론이 상호적으로 발생한다고 본 Aridor & Ben-zvi(2017)의 견해와 연결된다. 특히 구간별 조망이전체적 조망으로 나아가는 발판이 될 수 있다는 점을 고려할 때, 자료 모델링은 초등학생들이 점별 조망을 극복하고 자료에 대한 전체적 조망을 촉진하는 교수 학습 활동이 될 수 있다.

셋째, 자료 모델링은 학생들이 자료에 대해 추론할 때 정교한 표현을 사용하도록 지원한다. 자료 모델링의 초기 단계에서 자료를 전체적으로 조망했던 학생들의 경우도 자료에 대한 추론을 단순히 그래프의 모양과 관련지어 시각적으로 표현하는데 그쳤다. 하지만점차 다른 사람들을 효과적으로 설득할 수 있는 방안을 모색하면서 자료를 활용하여 객관적인 수치를 도출하거나 통계적 기술을 사용하여 자료의 전체적 특성을 설명하는 것을 선호하게 되었다.

본 연구는 그동안 잘 다루어지지 않았던 통계 영역에서의 자료 모델링 과제 및 수업을 설계하여 초등학생의 비형식적 통계적 추리 연구의 활성화에 기여하고자 하였다. 연구의 몇몇 의의에도 불구하 고, 몇 가지 제한점이 있음을 밝혀둔다. 첫째, 온라인 수업 환경에서 소수의 학생을 대상으로 교수 실험이 이루어졌기 때문에 모둠 활동 을 중심으로 한 수업 맥락에서 교사나 학생 간의 상호작용, 공학용 도구의 활용을 바탕으로 한 의사소통이 비형식적 통계적 추리 개발에 어떤 영향을 미치는지를 확인하는데 제한적인 측면이 있다. 둘째, 본 연구의 교수 실험은 한 명의 교사가 소수의 학생들을 지도하는 수업 환경에서 실시되었다. 교사는 모둠활동을 지도하며 자료모델링 과정에서 발생하는 학생들의 어려움을 돕고 학생 간의 상호작용을 촉진하였기 때문에 한 명의 교사가 여러 소그룹을 순회하며지도하는 일반적인 교실 상황과는 차이가 있다. 셋째, 온라인 수업환경에서 교수 실험이 이루어졌기 때문에 학생들의 공학용 도구 조작 장면을 면밀히 관찰하여 개입할 수 있었다는 점도 일상적인 지도 상황에서 기대하기 어려운 측면이다.

후속 연구에서는 다수의 학생들을 대상으로 더욱 일반적인 상황에서 학생들이 자료 모델링 활동을 통하여 자료에 대한 추론을 어떻게 향상시켜 나가는지 살펴볼 필요가 있다. 또한 초등학생을 대상으로 한 자료 모델링이 효과적으로 이루어질 수 있는 방안에 대한 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

- 고은성, 이경화(2010). 변이성과 변이 추론의 지도를 위한 지식. **수학교육학 연구, 20**(4), 493-509.
- 고은성, 탁병주(2019). 점그래프와 상자그림의 교수학적 분석: 통계적 추리 지도를 위한 교육적 효용성 고찰. **수학교육학연구, 29**(4), 577-605.
- 교육부(2015). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 8호]. 서울: 교육부.
- 김민경, 홍지연, 김은경(2009). 수학적 모델링 사례 분석을 통한 초등 수학에 서의 지도 방안 연구. **수학교육, 48**(4), 365-385.
- 김우철, 김재주, 박병욱, 박성현, 송문섭, 이상열, 이영조, 전종우, 조신섭 (2006). **일반통계학.** 서울: 영지문화사.
- 김원경(2011). 교사를 위한 확률과 통계학, 서울: 교우사.
- 박민선, 박미미, 이경화, 고은성(2011). 자료집합 비교 활동에서 나타나는 중학교 학생들의 통계적 추리(statistical inference)에 대한 연구. 학교 수학, 13(4), 599-614.
- 오영열, 박주경(2019). 초등수학에 적용된 수학적 모델링 과제 유형 탐색. 한 국초등교육, **30**(1), 87-99.
- 우정호(2017). **학교수학의 교육적 기초(하) (개정판).** 서울: 서울대학교출판 문화원.
- 우정호, 정영옥, 박경미, 이경화, 김남희, 나귀수, 임재훈(2006). **수학교육학 연구방법론.** 서울: 경문사.
- 이경화, 문성재, 송밝음(2018). 비율그래프 지도를 위한 창의적 과제의 설계 와 적용. **학교수학, 20**(3), 445-462.
- 이경화, 안민웅, 고은성, 최성이, 문성재(2019). 확률실험 환경에서 초등학교 수학영재 학생과 일반 학생의 확률 탐구 특성 비교. **학교수학**, **21**(2), 369-389.
- 이경화, 지은정(2008). 그래프의 교수학적 변환 방식 비교: 우리나라 교과서 와 MiC 교과서의 초등 통계 내용을 중심으로. **수학교육학연구**,

- **18**(3), 353–372.
- 이정연, 이경화(2017). 중· 고등학생들의 비형식적 통계적 추리의 수준 연구. 학교수학, **19**(3), 533-551.
- 장혜원, 김은혜, 강윤지, 최혜령(2018). '우유의 양'과제를 이용한 초등학교 6 학년 수업에서 수학적 모델링 교수·학습 분석. **학교수학, 20**(4), 547-572.
- 장혜원, 최혜령, 강윤지, 김은혜(2019). 초등학교 저학년을 위한 수학적 모델 링 과제 개발 및 적용 가능성 탐색. 한국초등수학교육학회지, 23(1), 93-117.
- 전혜진, 정혜윤, 이경화(2020). 초등학생의 비형식적 통계적 추리 개발을 위한 자료 모델링 과제 및 수업의 설계. **학교수학**, **22**(3), 689-716.
- 정영옥(2005). 교과과정 개발을 위한 기초로서의 개발연구에 대한 고찰. **수 학교육학연구**, **15**(3), 353-374.
- 정혜윤, 이경화(2018). 수학적 모델링에서 집단창의성 발현사례. **수학교육, 57**(4), 371-391.
- 정혜윤, 이경화(2019a). 집단창의성 발현을 위한 수학적 모델링 수업의 설계. 수학교육학연구, **29**(1), 157-188.
- 정혜윤, 이경화(2019b). 수학적 모델링 활동에서의 집단 창의성 발현 사례연구: 수학적 표현과 모델 도출 활동을 중심으로. 수학교육학연구, 29(2), 251-282.
- 정혜윤, 이경화, 백도현, 정진호, 임경석(2018). 수학적 모델링 관점에 의한 <수학과제 탐구> 과목용 과제의 설계. **학교수학**, **20**(1), 149-169.
- 최경아(2017). 수학 교과 역량 관점에서의 수학적 모델링에 관한 선행 연구 탐색. 한국학교수학회논문집, 20(2), 187-210.
- 최지선(2017). 수학적 모델링 수업에 대한 초등 교사의 인식. **수학교육학연 구, 27**(2), 313-328.
- 탁병주, 고은성, 지영명(2017). 예비초등교사교육을 위한 효과적인 과제로서 "두 자료집합 비교하기" 과제의 가능성 탐색. **학교수학, 19**(4), 691-712.

- 한선영(2019). 예비 수학 교사들의 수학적 모델링 및 그 교육적 활용에 대한 인식. **수학교육**, **58**(3), 443-458.
- Aridor, K., & Ben-Zvi, D. (2017). The Co-Emergence of Aggregate and Modelling Reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 16(2).
- Bakker, A. (2004). Design research in statistics education: On symbolyzing and computer tools. Utrecht, The Netherlands: CD-Beta Press.
- Bakker, A., & Gravemeijer, K. (2010). 분포에 대한 추론. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (pp. 175-200). 서울: 경문사. (영어 원작은 2004년 출판).
- Ben-Zvi, D. (2004). Reasoning about data analysis. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 121-145). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Ben-Zvi, D., & Arcavi, A. (2001). Junior high school students' construction of global views of data and data representations. *Educational studies in mathematics*, 45(1-3), 35-65.
- Biehler, R., Ben-Zvi, D., Bakker, A., & Makar, K. (2013). Technology for enhancing statistical reasoning at the school level. In Bishop, A., Clement, K., Keitel, C., Kilpatrick, J., & Leung, A. Y. L. (Eds.), *Third international handbook of mathematics education* (pp. 643-689). New York: Springer.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77–101.
- Chatfield, C., & Xing, H. (2019). The analysis of time series: an introduction with R. Boca Raton, London, & New York: CRC press.
- Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2016). Design research: An analysis and critique. In L. D. English, & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of*

- international research in mathematics education (pp. 481–503). New York & London: Routledge.
- Doerr, H. M., delMas, R., & Makar, K. (2017). A modeling approach to the development of students' informal inferential reasoning. Statistics Education Research Journal, 16(2), 86–115.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(2), 110–136.
- English, L. D. (2012). Data modelling with first-grade students. Educational Studies in Mathematics, 81(1), 15–30.
- English, L. D., & Watson, J. (2018). Modelling with authentic data in sixth grade. *ZDM*, 50(1-2), 103-115.
- Fielding-Wells, J. (2018). Dot plots and hat plots: Supporting young students emerging understandings of distribution, center and variability through modeling. *ZDM*, 50(7), 1125–1138.
- Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). *Guidelines for assessment and instruction in statistics education report*. Alexandria: American Statistical Association.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 143–162.
- Galbraith, P. L., Stillman, G., & Brown, J. (2010). Turning ideas into modeling problems. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 133–144). Berlin: Springer.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design research from a learning design perspective. In J. Van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenny, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp.

- 17-51). London: Routledge.
- Hancock, C., Kaput, J. J., & Goldsmith, L. T. (1992). Authentic inquiry with data: Critical barriers to classroom implementation. *Educational Psychologist*, 27(3), 337–364.
- Jones, G. A., Langrall, C. W., Mooney, E. S., & Thornton, C. A. (2004). Models of development in statistical reasoning. In D. Ben-zvi, & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 97-117). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Kim, S., Kim, Y. J., Peck, K. R., & Jung, E. (2020). School opening delay effect on transmission dynamics of Coronavirus disease 2019 in Korea: Based on mathematical modeling and simulation study. *Journal of Korean medical science*, 35(13), e143.
- Konold, C., Finzer, W., & Kreetong, K. (2017). Modeling as a Core Component of Structuring Data. Statistics Education Research Journal, 16(2).
- Konold, C., Higgins, T., Russell, S. J., & Khalil, K. (2015). Data seen through different lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305–325.
- Konold, C., & Pollatsek, A. (2004). Conceptualizing an average as a stable feature of a noisy process. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 169–199). Dordrecht: Kluwer Academic.
- Konold, C., Pollatsek, A., Well, A. D., & Gagnon, A. (1997). Students analyzing data: Research of critical barriers. In J. Garfield & G. Burrill (Eds.), Research on the role of technology in teaching and learning statistics (pp. 151–168). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute. Retrieved September 28, 2007, from http://www.dartmouth.edu/~chance/teaching aids/IASE/13.Konold.pdf

- Konold, C., Robinson, A., Khalil, K., Pollatsek, A., Well, A. D., Wing, R., & Mayr, S. (2002). Students' use of modal clumps to summarize data. In B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the sixth international conference on the teaching of statistics* (ICOTS-6), Cape Town, South Africa, [CD-ROM]. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute. Retrieved September 28, 2007, from http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/1/8b2 kono.pdf
- Langrall, C., Nisbet, S., Mooney, E., & Jansem, S. (2011). The role of context expertise when comparing data. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1–2), 47–67.
- Lehrer, R., & English, L. (2018). Introducing children to modeling variability. In D. Ben-zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 229–260). Cham, Switzerland: Springer.
- Lehrer, R., & Romberg, T. (1996). Exploring children's data modeling. Cognition and Instruction, 14(1), 69–108.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (pp. 3–33). New York & London: Routledge.
- Makar, K. (2014). Young children's explorations of average through informal inferential reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 61–78.
- Makar, K., & Allmond, S. (2018). Statistical modelling and repeatable structures: purpose, process and prediction. *ZDM*, 50(7), 1139–1150.
- Makar, K., Bakker, A., & Ben-Zvi, D. (2011). The reasoning behind

- informal statistical inference. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 152-173.
- Makar, K., & Confrey, J. (2007). Moving the context of modelling to the forefront: Preservice teachers' investigations of equity in testing. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 485–490). New York: Springer.
- Makar, K., & Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 82–105.
- Makar, K., & Rubin, A. (2018). Learning about statistical inference. In D. Ben-zvi, K. Makar, & J. Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education* (pp. 261-294). Cham, Switzerland: Springer.
- Moon, S. G., Kim, Y. K., Son, W. S., Kim, J. H., Choi, J., Na, B. J., & Park, B. (2020). Time variant reproductive number of COVID-19 in Seoul, Korea. *Epidemiology and Health*, e2020047.
- Moore, D. S. (1990). Uncertainty. In L. S. Steen(Ed.), *On the shoulders of giants: New approaches to numeracy* (pp. 95–137). Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Moore, D. S., McCabe, G. P., & Craig, B. A. (2014). *Introduction to the Practice of Statistics*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Park, M (2015). Assessment of Informal Statistical Inference. Ph. D. dissertation, Seoul National University.
- Pfannkuch, M. (2006). Comparing box plot distributions: A teacher's reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 27–45.
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1–2), 27–46.

- Pfannkuch, M., & Reading, C.(2006). Reasoning about distribution: A complex process. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 4–9.
- Reading, C., & Shaughnessy, M. (2010). 변이에 대한 추론. In D. Ben-Zvi & J. Garfield (Eds.). **통계적 사고의 의미와 교육** (pp. 239-270). 서울: 경문사. (영어 원작은 2004년 출판).
- Rossman, A. J. (2008). Reasoning about Informal Statistical Inference: One Statistician's View. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 5–19.
- Rubin, A., Hammerman, J., & Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. In *Proceedings* of the Seventh International Conference on Teaching Statistics. Voorburg, Netherlands: IASE.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. Journal for research in mathematics education, 27, 114–145.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical thinking and learning*, 10(4), 313–340.
- Sullivan, P., Clarke, D., & Clarke, B. (2016). 수학 수업 이야기: 수학, 과제, 학습의 삼중주 (이경화, 김동원 역). 서울: 경문사. (영어 원작은 2013년 출판).
- Tobías-Lara, M. G., & Gómez-Blancarte, A. L. (2019). Assessment of Informal and Formal Inferential Reasoning: A Critical Research Review. *Statistics Education Research Journal*, 18(1), 8-25.
- Wild, C. (2006). The concept of distribution. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 10–26.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical

enquiry. International statistical review, 67(3), 223-248.

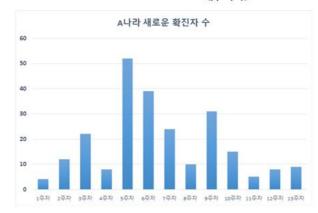
Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R., & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40–58.

<부록1> 사전설문지

1. 코로나19로부터 안전할지를 예상하려면 무엇에 대한 자료를 봐야할까요?

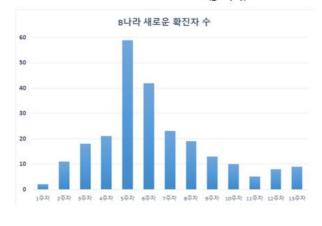
2. 다음은 각각 A나라와 B나라에 코로나19 <u>확진자가</u> 발생한 날부터 1주일 단위로 확진자의 수를 나타낸 그래프 와 표입니다. 물음에 답하세요.

<A 나라>



기간	새로운 확진자 수
1주차	4
2주차	12
3주차	22
4주차	8
5주차	52
6주차	39
7주차	24
8주차	10
9주차	31
10주차	15
11주차	5
12주차	8
13주차	9
합계	239

<B 나라>



기간	새로운 확진자 수
] 주차	2
2주차	11
3주차	18
4주차	21
5주차	59
6주차	42
7주차	23
8주차	19
9주차	13
10주차	10
11주차	5
12주차	8
13주차	9
합계	240

_																					
	(1)	Α	Lþi	라와	В	나라의	의 새로	운 확진지	다 수에	대한	표를 내	<u>비교</u> 해	보고,	알아	낸 사	실을 27	사기 이	상 써	보세	Ω.	
	(2)	Α	나	라와	В	나라의	의 새로	운 확진제	가 수 <i>그</i>	그래프의	의 특징	을 비.	교해보	보고, (알아낸	사실을	을 2가지	이상	써!	보세요	
									_			_	_	•							
	(3)	13	3주	나로	부터	한	달이 지	기났다고	<u>할 때</u> ,	새로	운 확진	자 가	더 적	게 발	생할	것 같은	<u>나라</u> 는	- 어디	라고	예상하	하나
	<u>요</u> ?	0	유	는 F	무엇인	인가요	17														
	한	달	ol :	지났	다고	! 할	때, 새로	로운 확진	따가 다	더 적기	∥ 발생	할 것	같은	나라	: [ᆸᅀᄓ	라	□В	나라		
	ol	유 :	:																		
L																					

<부록2> 전문가 평가 문항

범=	х Г	ul		1)		
상위	하위	· 번	전문가 평가 문항	개		
범주	범주	호		수		
		1	자료 모델링 활동을 수행할 수 있는 적절한			
		1	실세계 상황이 제시되었는가?			
	과제	2	자료 모델링 과제의 자료집합이 학생들의 수	4		
자료	/ /		준에 적절하게 가공되었는가?	4		
모델링		3	다양한 풀이가 가능한 과제가 제시되었는가?			
_ •		4	다양한 답이 가능한 과제가 제시되었는가?			
활동		5	자료 모델링의 각 과정이 점진적으로 일어날			
	과정		수 있도록 적절한 발문이 제시되었는가?	2		
	-10	6	전 과정에서 학생들이 모델링 활동을 점검하			
		0	고 수정 및 보완할 수 있도록 설계되었는가?			
		7	변이와 분포를 고려할 수 있도록 설계되었는			
	통계적		가?	2		
	지식	8	자료를 전체적으로 조망할 수 있도록 설계되	2		
		0	었는가?			
	맥락적	9	맥락적 지식과 통계적 지식을 균형 있게 고려	1		
	지식	9	할 수 있도록 설계되었는가?			
비형식적		10	자료에 근거하여 주장을 형성할 수 있도록 설			
통계적	규범과	10	계되었는가?	2		
- , ,	습관	11	자료를 분석, 해석, 조직화할 수 있도록 설계			
추리		11	되었는가?			
개발	탐구	12	자료로부터 얻은 결론의 불확실성을 인식하고	1		
	동인	12	표현할 수 있도록 설계되었는가?	1		
			자료의 분석, 해석, 조직화를 촉진하는 적절한			
	교수	13	공학용 도구를 활용할 수 있도록 설계되었는			
	· ·		가?	2		
	설계	1.4	학생들이 서로 상호작용할 수 있도록 설계되			
		14	었는가?			
-1 0 0 -1 1		1.	위의 문항 외에 과제 및 수업 개선을 위해 필	1		
자유 응답		15	요한 사항을 제시해 주시기 바랍니다.	1		
			추 합 ㅎ 합	15		

<부록3> 초기 학습활동지

문항		예상
번호	발문	차시
1	아래에 제시된 사이트를 참고하여 코로나19의 현황을 나타낼 때 사용하는 자료에는 무엇이 있는지	
1	찾아봅시다. (참고사이트 주소 : http://ncov.mohw.go.kr/)	1차시
2	세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라를 예측하려면 어느 자료를 기준으로 비교해야 할까요? 1	1/1//1
	번의 결과를 참고하여 제시해 봅시다.	
	아래의 두 표는 각각 A나라와 B나라의 [3번] 새로운 확진자 수, [4번] 새로운 사망자 수에 대한 자료입니다.	
	됩니다. (1) 공학용 도구의 기능을 활용하여 두 나라의 새로운 확진자 수에 대한 그래프를 그려보고, 그래	
	(I) 중의중 도기의 기능을 활동하여 수 나다의 새도군 확진자 수에 대한 그네트를 그러보고, 그네 프 모양의 특징을 써봅시다.	
3,	= 도장의 극장을 꺼봅시다. (2) "확진자 수/사망자 수"를 활용하여 코로나19로부터 안전할지를 어떻게 비교할 수 있을까요? 무엇	2차시,
4	을 기준으로 두 나라를 비교할지 정하고, 공학용 도구의 기능을 활용하여 비교해 봅시다.	3차시
	(3) (2)번에서 세운 두 가지 비교의 기준 중에서 세달 뒤 코로나19 안전성을 예상하는데 더 중요한	
	것을 하나 선택해 봅시다. 또 이 기준에 의해 코로나19 안전성을 예측하면 어느 나라가 더 안	
	전한지 예측하고, 예측 결과를 얼마나 확신하는지 써봅시다.	
-	아래의 두 표는 각각 A나라와 B나라의 시간에 따른 새로운 확진자 수와 사회적 거리두기가 시행 되	
	었는지에 대한 자료입니다.	
	(1) 두 나라의 사회적 거리두기 기간과 끝난 이후의 그래프 모양의 특징을 써봅시다.	
	(2) "사회적 거리두기" 시행에 대한 자료를 활용하여 코로나19로부터 안전한지를 어떻게 비교할 수	
5	있을까요? 무엇을 기준으로 두 나라를 비교할지 정하고, 공학용 도구의 기능을 활용하여 비교해	4차시
	봅시다.	
	(3) (2)번에서 세운 두 가지 비교의 기준 중에서 세달 뒤 코로나19 안전성을 예상하는데 더 중요	
	한 것을 하나 선택해 봅시다. 또 이 기준에 의해 코로나19 안전성을 예측하면 어느 나라가 더	
	안전한지 예측하고, 예측 결과를 얼마나 확신하는지 써봅시다.	
	3-(3), 4-(3), 5-(3)번에서 코로나19로부터 어느 나라가 더 안전한지를 예측하기 위해 여러	
6	가지 비교의 기준을 세워 보았습니다. 이 3가지 기준을 중요하다고 생각하는 순서대로 나	
0	열해 보고, 그렇게 생각한 이유를 써봅시다. 또 각 요인에 의해 더 안전한 나라로 예측되는	5차시
	나라에 √ 표시를 해봅시다.	0.11
7	6번에서 각 요인에 따른 예측 결과가 모두 동일한 나라로 나왔나요? 6번에서 제시한 3가지 요인들	
	을 종합하여 코로나19 안전성을 예측하는 방법을 제시해 봅시다.	
	다음은 C 나라와 D 나라의 새로운 확진자 수에 대한 표와 그래프입니다. C 나라는 코로나	
	19 발생 초기부터 확진자의 이동 경로를 공개한 반면 D 나라는 이를 공개하지 않았습니다.	
8	7번에서 만든 안전성 예측 방법을 적용하여 다음 물음에 답해봅시다.	6차시
	(1) 세달 뒤 더 안전한 나라는 어디일까요?	
	(2) 7번에서 만든 안전성 예측 방법을 어떻게 적용하였나요?	
-	(3) 예측 결과에 대해 얼마나 확신하나요? 이유는? 지금까지 탐구한 내용을 아래의 3가지 내용을 포함하여 "세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라"	<u> </u>
	에 대한 신문기사를 작성해 봅시다.	
	7 16 CC-18 104 D 1 1	
9	<신문기사에 포함시킬 내용>	7차시,
	• 자신이 만든 코로나19로부터 안전한지를 예측하는 방법 소개	8차시
	• 위의 예측 방법으로 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라는 어디인지 제시	
	• 예측에 대해 어느 정도로 확신하는지에 대한 주장과 이유	

<부록4> 초기 교수・학습과정안

영역		통계	대상	초5 이성	şł	
핵심 개념	자료의 정리의	과 해석, 공학용 도구의 활용	시간	총 8차시	4	
		에 대한 자료를 해석, 조작, 분석	하여 안전성	예측 모델을 구성할	수 있	.
학습 목표	2, 코로나19 안전	선성 예측 모델을 구성하는 활동을	용 통하여 비형	시적 통계적 추리를	활용	할 수
	있다.	20 1 22 10 2 202		, , , , , , , , , , , ,		- '
수업 형태		구 기반 학습, 협력 학습				
	비형식적	1 10 10 10			관련	차
수업 전개	통계적 추리	교수ㆍ현	¦습 활동		문항	시
	0.114 1-1	• 문제 상황 이해하기			£0	
실세계 탐구		- 코로나19의 현황을 나타낼 띠	사용하는 자료	에는 무엇이 있는지	1	
5.4.1.01		탐색		TA TA TACT	ı .	
문제 해결을	맸댔젉 자식의 통합	 코로나19로부터 더 안전한 나라 	로 예조하 때 픽	일요하 자료 차기		1
위한 요인		- <u>확진자</u> 수, 사망자 수, 사회적			2	
찾기		필요함을 인식	1 -1-14-1 -1	0 -1+ 0-1 -1=	_	
- 37		 [(1), (2)번] 공학용 도구를 활용 	하여 코로나19의	'새로오 화지자 스'		_
		'새로운 사망자 수' 자료를 해석,				
		- 그래프의 모양을 통해 변이를				
		의 통계적 개념을 활용하여 두			3, 4	2,3
자료를	THIN + CO. 734	의 중계속 제품을 필증하여 구 세우기	이미의 군조를	의료할 수 있는 기관		
해석, 구성,	전체적 축도의 고려, 자료를 넘어서는 주장,	•	사이를 저夫네	*U LE MEH*171		
조직화하기	지료를 담아지는 우성. 자료를 근거로 활용.	 [(3)번] 비교의 기준 중에서 우선 [(1), (2)번] 공학용 도구를 활용 				_
	불확실성의 표현	자료를 고려하여 '새로운 확진자		_		
단순화하기	E4E04-2	- 그래프의 모양을 통해 변이를				
		의 통계적 개념을 활용하여 두			5	4
		세우기				
		• [(3)번] 비교의 기준 중에서 우선순위를 정하여 하나를 선택하기				
		 모델 도출을 위해 3가지 비교의 			6	
		• 3가지 비교의 기준 사이의 관계				
		통합하여 모델 도출하기				_
모델 도출	맸랬쩠 자식의 통합	- 예즉 결과가 모두 동일한 니	h라로 나왔더라	도, 다른 두 나라에		5
		이 기준에 적용했을 때는 그렇	지 않을 수도	있다는 점을 강조하	7	
		여, 3가지 요인을 종합한 예족	방법을 제시하	도록 유도.		
	전체적 축도의 고려,	• 모델을 적용하여 세달 뒤 코로니				
모델 적용	자료를 넘어서는 주장,		11724-1-1	200 44 4444		6
2 10	자료를 근거로 활용,	• 만든 모델을 새로운 맥락(황진자	8			
+17. 05"	불확실성의 표현 자료를 넘어서는 주장,					_
최종 모델	자료를 근거로 활용,	 최종 산출물인 '세달 뒤 코로나] 	9로부터 더 안	전한 나라'에 대한 신	9	7,8
도출	불확실성의 표현 문기사 작성하기					
	• 비교의 기준	을 개별적인 <u>자료값</u> 뿐만 아니라	중심(평균, 중	당값), 퍼짐(최댓값,	최솟갑	t, 범
	위), 밀도(자	료가 몰려 있는 곳), 왜도(자료기	치우친 정도) 등 전체적 측도	를 고려	하여
유의할 점	설정할 수 있	[게 유도,				
		、 게만 몰두하지 않도록 유의(예를	등어 3차시7	가지는 사회전 거리!	두기 자	료록
		기년 필부하시 않고속 ㅠ피(기물 고 통계적 개념을 사용하여 자료	_	_		-2
	제시에서 않-	프 공기의 개념을 작용하여 자료	물 군식이도록	' π <i>土)</i>		

<부록5> 초기 교사 안내서

아래에 제시된 사이트를 참고하여 코로나19의 현황을 나타낼 때 사용하는 자료에는 무엇이 있는지 찾아봅시다.

코로나바이러스감염증-19 사이트 주소: http://ncov,mohw,go,kr/

문항 의도 활동의 초점(코로나19 안전성 예측에 고려해야 하는 요인)에 주목하게 함.

	1번 목표 반응 반응 없을 경우 유도 발문						
사이트를 탐색하면서 코로나19의 현황이 주로 확진자의 수, 사망자의 수 등의 자료로 제시됨을 확인하여 확진자의 수 사망자의 수 사회적 거리두기 시행 여부 등의 자료를 고려하는 반응 - 체명률/누적 확진자 수/누적 사망자 수를 고려해야 한다 새로운 확진자 수/사망자 수가 점점 줄고 있는지를 고려해야 한다. (어떻게 변화하고 있는지를 고려해야 한다.) - 사회적 거리두기를 잘 하고 있는지 고려해야 한다.							
기타 예상 반응	- 마스크를 잘 쓰고 있는지가 중요하다 사람들이 방역을 위해 지켜야 할 수칙을 잘 지키고 있는지 확인해봐야 한다 자가졌맀 대상자가 지침을 위반하지 않는지가 중요하다.						
실제 수업에서 제시 방법	전체 화면에 문제를 띄우고 자유롭게 이야기한 다음 조별로 발표해보기						
- '자료'에 어떤 것이 있는지 묻고 있으므로 '자료'를 대답하도록 유도해야 함 자칫하면, 코로나19 위험으로부터 안전해지기 위해서 우리가 해야 할 일들어 대해서만 언급하게 될 수도 있음. - 5분 정도 시간 부여.							

<부록6> 전문가 평가 후 학습활동지

문항 번호	발문
1	코로나19에 대해 알고 싶을 때 무엇에 대한 자료를 보아야 할까요? 참고 사이트에 들어가서 찾아보세요.
2	다음 물음에 대하여 모둠별로 이야기를 나누고 발표해 보세요. (1) 코로나19로부터 안전하다는 것은 어떤 뜻일까요? (2) 세달 뒤에 코로나19로부터 안전합지 예상하려면 무엇에 대한 자료가 필요할까요?
3, 4	A나라와 B나라의 [3번] 새로운 확진자 수, [4번] 새로운 사망자 수에 대한 자료를 확인하고, 물음에 탑하세요. (1) 팅커플랓을 사용하여 두 나라의 새로운 확진자 수/사망자 수에 대한 그래프를 그려 보고, 각 그래프는 어떤 특징이 있는지 써보세요. (2) 새로운 "확진자 수/사망자 수" 자료로 세달 뒤 코로나19로부터 안전할지를 예상해 봅시다. 무엇을 기준으로 두 나라를 비교할지 모둠원이 이야기를 나누어 보고, 팅커플랓으로 비교해 보세요. (3) (2)번에서 세운 두 가지 비교의 기준 중에서 세달 뒤 코로나19 안전성을 예상하는데 더 중요한 것을 하나 골라 더 안전한 나라를 예상해 보세요. (4) 예상한 결과가 실제로 일어날 가능성을 말이나 수로 표현해 보세요.
5	A나라와 B나라의 사회적 거리두기에 대한 자료를 확인하고, 물음에 답하세요. (1) 두 나라의 사회적 거리두기 기간과 끝난 이후의 각 그래프는 어떤 특징이 있는지 써보세요. (2) "사회적 거리두기" 자료로 세달 뒤 코로나19로부터 안전할지를 예상해 봅시다. 무엇을 기준으로 두 나라를 비교할지 모둠원이 이야기를 나누어 보고, 팅커플란으로 비교해 보세요. (3) (2)번에서 세운 두 가지 비교의 기주 중에서 세달 뒤 코로나19 안전성을 예상하는데 더 중요한 것을 하나 골라 더 안전한 나라를 예상해 보세요. (4) 예상한 결과가 실제로 일어날 가능성을 말이나 수로 표현해 보세요.
6	3번에서 5번까지 세운 비교의 기준들을 다시 확인하고, 물음에 답하세요. 모둠별로 이야기를 나누고 발표해 보세요. (1) 비교의 기준들 중에서 중요하다고 생각하는 세 가지를 선택하여 순서대로 적어보고, 관련 자료와 예상 결 과에 √ 표시를 해보세요. (2) 가장 많이 활용된 관련 자료와 예상 결과에서 가장 많이 나온 나라는 어디인지 √ 표시를 해보세요. (3) 3가지 기준들의 중요도를 위와 같이 정한 이유를 써 보세요.
7	6번에서 제시한 3가지 기준들을 모두 사용하여 세달 뒤 코로나19로부터 안전할지 예상하는 방법은 무엇인지 모둠별로 이야기를 나누고 발표해 보세요.
8	7번에서 만든 예상 방법을 사용하여 C나라와 D나라 중 세달 뒤 더 안전한 나라를 예상하려 합니다. C나라는 처음부터 확진자의 이동 경로를 공개하였고, D나라는 11주차부터 공개하였습니다. 팅커플랏을 활용하여 물음에 답하세요.(단, C나라의 인구가 D나라의 인구의 약 10배입니다.) (1) 7번에서 만든 예상 방법을 '이동 경로 공개'라는 새로운 자료에 맞도록 수정해 보세요. (2) 수정된 예상 방법을 사용하면, 세달 뒤 더 안전한 나라는 어디일까요?
9	지금까지 탐구한 내용을 활용하여 "세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라 예상"을 주제로 하는 유튜브 영상 의 대본을 써 봅시다. 아래의 3가지 내용을 포함한 대본을 모둠원이 함께 작성하고 발표해 보세요. <유튜브 영상의 대본에 포함시킬 내용> • 모둠에서 만든 코로나19로부터 안전한지를 예상하는 방법 소개하기 • 모둠에서 만든 예상 방법으로 세달 뒤 코로나19로부터 더 안전한 나라는 어디인지 예상하기 • 예상한 결과가 실제로 일어날 가능성 설명하기

<부록7> 전문가 평가 후 교수・학습과정안

영역 및							
관련 단원	통계 - 자료의 정리와 해석, 공학용 도구의 활용 대상 초등 5학년 이상						
핵심 개념		변이, 분포		시간		총 10차시	
학습 목표					l상 방법을 도출할 수 (덕 통계적 추리를 활용할		
학습 도구		0.0 ., 0	학용 도구 사용매뉴일 <mark>수학습과정안</mark> , 교사 인				
수업 형태	탐구 기반 학습, 모둠별 협력 학습						
수업 맥락		한 모둠을 구성하 을 위한 공학용 !	여 함께 자료 모델링 도구 활용	J 과제를 해결	=		
수업 전개	비형식적 교수·학습 활동 참고 및 유의사항 통계적 추리				차시		
준비 활동	국학용 도구를 활용하여 에제 해결하기 □ 공학용 도구(등급위). 역 (이파와 다음은 두 학생 정성(의)와 지은이의 1월 1일부터 1월 12일까지의 영어 공부 현황 생 Timberphot. 지오지브라 당신 영어 대에 이자 수, 새로 익은 영어 단어 수 자료 제공)이다. 1월 31일에 두 것으로 선택 전구의 영어 공부 현황을 비교해 본다면, 어느 친구가 더 많은 양을 공부할 것이라고 예 # 구위적인 에까가 필요한 성할 수 있을까? - 세부 모형은 준비 활동 학습지 참고 경우 - 교사 인쇄서 경우 - 교사 인쇄서 경우 - 교사 인쇄서 경우 - 교사 인쇄서 기관]\$h		
	<'코로나19 안전성 예상하기' 과제>					2~3차 공학용 도구 연습 4차 준비 활동 5차	
실세계 탐구하기			황을 나타낼 때 사용하는 자료에는 무엇이 있는지 탐색하기 -119로부터 더 안전하다는 것의 의미를 명료화하기 성을 예상하기 위한 자료 탐색하기			■ 참고사이트는 질병관리본 부의 코로나19 ■ 예상에 고려할 수 있는	1, 2번
문제 해결을 위한 요인 찾기	명령정 지식의 통합					다양한 요인들을 탐구하고자 하는 경우 → 교사 안내서 참고	
			(1) 팅커플랏을 활용히 기, 알아낸 사실 쓰	_	그리고, 그래프의 특징 찾	■ 자료집합은 학생들의 수 준에 따라 제시. 예를 들어 좠진자: 수의 자료집합을 일	
자료를 해석 구성 ·	전체적 축도의 고려 자료를 넘어서는 주장, 자료를 근거로 활용	[문항별 자료] 3. <u>확진자</u> 수	(2) 두 나라를 비교하 하여 비교해 보기	기 위한 기준을	정하고, <u>팅커플</u> 랓을 활용	단위 또는 일주일 단위로 가 공하여 제시 <u>자료값의</u> 크기 를 동일한 비율로 축소하여	5차 : 3번 6차 : 4번
조직화하기	불확실성의 표현 명명점 지식의 통합	4, 사망자 수 5, 샤화적 거리두기	(3) [모둠 발표] 더 중:	요한 비교의 기	준을 선택하고 예상하기	제시할 수도 있음. ■ 발표나 모듬 토의 장면을 통해 '평균'을 전체적 속도를 나타내는 의미를 활용하고	7차 : 5번
			(4) [모둠 발표] 예상 7	결과가 실제로 (일어날 가능성 표현하기	있는지 주의 깊게 관찰 ■ 명량정 지식에만 몰두하 지 않도록 주의	
모델 도출하기	(1) 비교의 기준 (2) 가장 많이 : 역략적 지식의 통한		5번에서 세운 비교의 기준들을 다시 확인하기 세 가지를 선정하여 중요 순서대로 나열하기 날용한 자료, 예상 결과에서 가장 많이 나온 나라 확인하기 등들의 중요도를 결정한 근거 설명하기		■ 3가지 기준을 통합할 때, 체육대회의 각 동목별 점수 합산을 예로 들 수 있음(체육 대회에는 여러 가지 종목이 있지만 각 종목의 중요도에	8本	
		는 방법 도출하	7		크로나19 안정성을 예상하	있어만 역 등록의 등요도에 따라 점수는 다르게 책정됨) ■ 발표를 통해 각 모듬이 세 운 비교의 기준들이 특정 자	
모델 적용 및 수정하기	전체적 축도의 고려, 자료를 넘어서는 주장, 자료를 근거로 활용 불확실성의 표현	7. [모돔 발표] 코로나19 안전성 예상 방법을 적용하여 예상해보기 8. [모돔 발표] 코로나19 안전성 예상 방법을 새로운 맥락(확진자 이동 경로 공개 자료)에 적용하기 (1) 7번에서 만든 안전성 예상 방법을 새로운 맥락에 맞게 수정하기 (2) 수정된 예상 방법을 새로운 맥락에 작용하기				9 # }	
최종 모델 도출하기	자료를 넘어서는 주장 자료를 근거로 활용 불작실성의 표현		: 산줄물인 '세달 뒤 코 영상 대본 작성하기	로나19로부터 [더 안전한 나라 예상하기	■ 학생들의 상황에 따라 요 료뷰 영상 대본 작성 외에도 간단한 발표, 포스터 작성, 신문기사 작성 등을 적절히 선택하여 활용	10차

<부록8> 전문가 평가 후 교사 안내서

- 2. 다음 물음에 대하여 모둠별로 이야기를 나누고 발표해 보세요.
- (2) 세달 뒤에 코로나19로부터 안전할지 예상하려면 무엇에 대한 자료가 필요할까요?

자료 모델링 과정	- 문세 해결을 위한 요인 찾기	청 <mark>식적</mark> 적 추리	맥락적 지식의 통합	모둠 발표	0		
지도의 초점	코로나19 안전성 예상에 필요한 요인으로 능한 자료)'에 주목할 수 있도록 지도.	코로나19 안전성 예상에 필요한 요인으로 '자료(확진자 수, 사망자 수 등 정량적으로 측정 가능한 자료)'에 주목할 수 있도록 지도.					
문항 의도 및 해설	코로나19 안전성 예상과 관련된 다양한 요인들 중에서 정량적으로 측정 가능한 자료(확진자수, 사망자 수 등)를 활용하여 안전성을 예상해야 함을 파악해야 하는 문항. 1번에서 코로나 19 현황에 대한 자료의 대부분이 일별 확진자 수, 일별 사망자 수라는 점과 신뢰할 수 있는 출처로부터 실제로 수집할 수 있는 자료는 무엇인지 파악해야 함.						
예상 시간	5분						
지도 시 유의할 점	어떤 '자료'를 기준으로 비교해야 할지 자료를 비교의 기준으로 활용하려면 료라 할지라도 국민들에게 공개되어 용할 수 없기 때문에 수집할 수 있는 미 있는 결과를 도출하는 것이 중요한 각 모둠의 발표를 수합하여 공통적으로 삼아야 할 자료가 무엇인지 인식하	수집 가능 있지 않은 자료에 하 함을 안내. 로 언급된	s한 자료여야 함을 안 · 자료(개인 정보와 관 한하여 자료 분석을 실 ! 자료가 무엇인지 확	내. 중요해 련된 자료 시하고, 그	보이는 자 등)라면 활 안에서 의		

기대하는 예상 반응

- 확진자 수, 사망자 수에 대한 자료를 비교해야 한다.
- 사회적 거리두기 시행 여부, 시행 기간, 시행의 강도 등을 기준으로 비교해야 한다.

기타 예상 반응

- 사망자 수와 함께 각 사망자의 기저 질환 여부나 연령대 등을 추가로 고려하여 비교한다.
- 검사진행 수, 확진율 등을 추가로 고려하여 비교한다.

반응을 이끌어

반응을 이끌어	반응을 확장하기 위한 심화 발문	
내기 위한 발문	근하고 목이에게 되면 납과 근반	
	■ 확진자 수, 사망자 수, 사회적 거리두기 시행 여부 외의 자료를 기준으로 비교하고자 하는 경우	
	 그 자료를 어디서 수집할 수 있을까요? 인터넷을 활용하여 자료를 수집해 봅시다. 	
0.0000000000000000000000000000000000000	▼ 자료는 어느 출처로부터 수집하였나요? 자료의 출처는 왜 중요할까요?	
1번에서 코로나	☞ 타당한 비교의 기준이 되려면 어떤 자료를 얼마만큼 수집하는 것이 좋을까요?	
19 현황과 관련	अ 심화 발문 이후에 제시할 수 있는 설명 예시	
하여 주로 '무 엇'에 대해 이야 기하고 있는지 살펴봅시다.	안전성 예상을 위해 다양한 자료를 고려해서 비교하는 것은 정말 좋은 생각이에요. 그런데 그렇게 하는 것은 실제 수학자들도 쉽지 않다고 해요. 왜 그럴까요? 다른 사람을 설득할 수 있는 타당한 예상을 하려면 신뢰할 수 있는 자료를 충분히 수집해야 하는데 그런 자료는 여기 저기 흩어져 있거나 개인정보로 인해 공개되지 않는 경우가 많기 때문입니다. 여러분들이 질병관리본부, 세계보건기구 등과 같이신뢰할 수 있는 출처로부터 자료를 구할 수 있다면 추가로 심화된 분석을 하는 것은 훌륭한 생각입니다. 하지만 우리가 원하는 모든 자료를 구하지 못했더라도, 우리가 수집할 수 있는 자료를 분석하여 타당하게 비교를 한다면 그것도 의미 있는 결과라고 할 수 있어요.	

Abstract

Elementary Student's Reasoning about Data through Data Modeling

Jun, Hye Jin

Department of Mathematics Education

The Graduate School

Seoul National University

Reasoning about data is a fundamental human activity, and many countries' curriculums treat it as an important learning element. Reasoning about data is connected with basic statistical concepts such as distribution, variation, comparing data, and associations. Data modeling is an appropriate instructional activity for learning reasoning about data in that it can promote statistical inference and support learning of various statistical concepts. In addition, it was confirmed that data modeling has a potential as a instructional activity to improve the aggregate view of data or to develop competency of information processing and statistical literacy. However, due to the cognitive difficulties associated with modeling activities, most of the studies have been conducted on middle and high school students. In

particular, researches on data modeling targeting elementary school students both at home and abroad is in the beginning stage. The 2015 revised mathematics curriculum presents competency of information processing as one of the core competencies of the subject, and emphasizes the enhancement of modeling capabilities as a way to cultivate problem solving skills from elementary school. However, research suggesting the specific principles and processes of designing data modeling tasks that teachers in the field can refer to is insufficient, and thus more research is needed.

Statistical inference is a key idea in statistics as it derives general facts or claims from observed data. In statistics, the use of standard methods such as hypothesis testing and parameter estimation is regarded as statistical inference, but such formal statistical inference causes several difficulties for students who begin learning statistics. Therefore, statistics education researchers focused on informal statistical inference, which draws conclusions or generalizations beyond the data in a logical manner without going through formal statistical procedures. Informal statistical inference provides an opportunity to experience the power of statistics early, and improves accessibility to statistical reasoning by linking student-familiar experiences with statistical learning. Above all, informal statistical inference is valuable as a goal for teaching and learning statistics in that it can provide insights to consistently learn key ideas of statistics.

The purpose of this study is to design and apply data modeling task for the development of informal statistical inference for elementary students, and to investigate how elementary students reason about data. In particular, by presenting time series data, this study aims to investigate reasoning about data and derive pedagogical

implications for the role of data modeling by checking how students view data informally. Time series data are frequently used in everyday life, but research on how students reason about time series data has not been well done.

The preliminary design and teaching experiments were performed using design research as a research method. In the preliminary design stage, in order to design data modeling task, prior research analysis and curriculum review were performed, and expert evaluation was conducted. In the teaching experiment stage, two teaching experiments were conducted, and data modeling task was revised based on the results of the first teaching experiment. The revised task was applied to the 2nd teaching experiment and analyzed mainly on how students view the data.

As a result of the study, first, six criteria for designing data modeling tasks for the development of informal statistical inference were derived. Second, data modeling task was designed, and learning activity sheets, teaching and learning process plans, and teacher guides were specifically presented. Third, it was confirmed that students used pointer view, point-by-point view, interval based view, and aggregate view as types of reasoning for time series data in the data modeling process.

In conclusion, this study presented data modeling as a instructional activity for reasoning about data, and derives principles for designing data modeling task, presenting the process of designing tasks. In addition, it was confirmed that through data modeling for time series data, students gradually used the type of reasoning that is the basis for viewing the data as a whole.

keywords: Data modeling, Informal statistical inference,

Reasoning about data, Elementary students

Student Number : 2019-28179