

‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제의 학습기회 분석

최희선¹⁾

본 연구는 ‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 과제의 맥락 유형과 과제를 수행할 때 요구되는 인지적 역량이 학생들에게 어떠한 학습기회를 제공하는지 살펴보았다. 이를 위해 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 ‘확률과 통계’ 검정교과서 전체 9권을 분석한 결과, 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)는 각 교과서마다 전체 과제 개수의 67.5%부터 78.0%로 나타났지만 실생활에 연관된 본질적인 과제(RE유형) 비율은 0.4%부터 2.0%로 나타나 교과서에 제시된 대부분의 맥락 기반 과제는 실생활 소재를 위장한 과제임을 알 수 있었다. 그리고 맥락 기반 과제의 인지적 역량은 각 교과서마다 재생산(Rp)범주에 속하는 과제 비율은 29.6%부터 50.0%로 다양하게 나타났고, 연결(Co)범주 과제 비율은 33.8%부터 54.3%, 반성(Rf)범주 과제 비율은 8.8%부터 20.0%로 나타나 과제수행 시 학생들이 반성적 인지 과정을 경험할 수 있는 학습기회는 다소 충분하지 않음을 알 수 있었다.

주요용어 : ‘확률과 통계’ 교과서, 학습기회, 맥락 기반 과제, 맥락 유형, 인지적 과정

I. 서론

수학교육의 목표 중 하나는 실생활과 관련된 다양한 상황 속에 수학을 적용할 수 있는 능력을 개발하는 것이다(Graumann, 2011; NCTM, 2000; OECD, 2004). 이에 따라 세계 각 나라는 학교교육의 질을 점검하고 학생들의 학업수준을 확인하기 위해 국제 비교 평가를 통하여 자국의 교육수준을 점검하고 있다. 대표적인 국제 학업 성취도 평가는 PISA를 들 수 있으며, PISA 연구에 의하면 많은 학생들은 복잡한 일상생활에서 수학적 모델링을 필요로 하는 문제해결 능력이 다소 취약한 것으로 보고되었다(구자욱 외, 2016; 김경희 외, 2010; 송미영 외, 2013). PISA는 다양한 맥락에서 수학적 지식과 기술을 사용하는 ‘수학 소양(Mathematical literacy)’을 평가하기 위해 내용영역을 ‘양’, ‘공간과 모양’, ‘변화와 관계’, ‘불확실성과 자료’로 나누고, 수학적 과정을 ‘형식화하기’, ‘이용하기’, ‘해석하기’로 구분하고 있다. 먼저 수학이 주영역인 PISA 2012 수학 결과에 따르면 국내 학생들의 내용영역에 따른 정답률은 ‘양’ 영역이 65.58%로 가장 높았으며, 그 다음은 ‘변화와 관계’ 61.31%, ‘공간과 모양’ 55.80%, ‘불확실성과 자료’ 53.03%의 순으로 나타났고 또 실생활과 관련된 자료에 대한 변화를 예측하는 문항에서 낮은 정답률을 보여 국내 학생들의 확률과 통계 영역에 대한 수학 소양이 상대적으로 부족함을 알 수 있다(송미영 외, 2013). 그리고 PISA 2015 수학 결과에 의하면 국내 학생들의 ‘해석하기’ 점수가 OECD 평균보다 높기는 하지만 ‘형식화하기’에 비해서 상대적으로 낮았고, PISA 2015 수학을 결과를 PISA 2012 수학과 비교하면 ‘해석하기’의 정답률 하락폭이 가장 큰 것으로 나타났다(구자욱 외,

* MSC2010분류 : 97U20

1) 한국교육방송공사 연구위원 (heesun0205@gmail.com)

2016). 또한 PISA 2009와 PISA 2012 수학 결과에 비하여 PISA 2015 수학 결과에서 수학적 과정의 모든 하위요소의 정답률이 하락하여 이러한 결과를 종합적으로 살펴볼 때, 국내 학생들은 주어진 상황을 수학적으로 표현하고 표현한 식을 수학 내에서 해결하는 능력보다 수학적으로 얻어진 결과를 실생활 상황에 비추어 해석하는 능력이 떨어지고 있다고 볼 수 있다(구자욱 외, 2016; 김경희 외, 2010; 송미영 외, 2013). 이러한 국내 학생들의 PISA 수학 결과와 더불어 수업에서 맥락 기반 과제를 충분히 다루지 못해 이와 관련된 평가에서 학생들이 낮은 성과를 낸다고 주장한 Ikeda(2007)의 연구결과를 생각해 본다면 국내 학교에서 '확률과 통계'의 교육은 학생들에게 어떠한 학습기회를 제공하는지 알아볼 필요가 있다.

한편 교사는 교과서를 통해 교수전략과 내용을 선택하기 때문에 학생들의 학습기회를 결정하는 것은 교과서라고 생각할 수 있다(Reys, Reys, & Chavez, 2004; Schmidt, McKnight, Valverde, Houang, & Wiley, 1997; Törnroos, 2005). 그리고 교과서 내용과 그 사용방법은 학생들의 학습에 직접적인 영향을 미치므로(Robitaille & Travers, 1992) 학생들의 성공적인 학습을 위해서 교과서 분석은 반드시 필요하다. 이런 이유로 수학의 특정한 주제나 문제 해결 전략 등을 배울 수 있는 기회를 제공하는 교과서 역할에 대한 인식은 교과서에서 제공하는 학습기회를 검토하는 연구로 진행되었다(Ding & Li, 2010; Xin, 2007; Gatabi, Stacey, & Gooya, 2012). 국내에서도 중학교 교과서에서 제공하는 학습기회에 관한 연구로 김구연과 전미현(2017), 이선정과 김구연(2019) 등이 있지만 실생활과 밀접하게 관련된 내용영역인 '확률과 통계' 고등학교 교과서에 대한 연구는 미비하다.

이에 본 연구는 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 일반 선택 과목인 '확률과 통계' 교과서에 제시된 수학 과제가 학생들에게 어떠한 학습기회를 제공하는지를 살펴본다. 교과서의 과제는 학생들이 제공받는 학습기회의 중요한 척도로 생각할 수 있기 때문에 구체적으로 교과서에 제시된 과제의 맥락 유형과 과제 수행 시 학생들에게 요구하는 인지적 수학 역량 측면을 분석한다.

II. 이론적 배경

1. 학습기회

선행연구에서 학습기회는 학생들이 배울 수 있는 충분한 시간을 언급할 때 사용되기 시작하였고(Carroll, 1963), Husen(1967)은 학생들이 특정한 주제나 문제를 다루는 기회로 학습기회를 정의하였다. 다시 말해서 학습기회란 학생들이 학습할 수 있도록 교수·학습 자료에 제시되는 수학내용과 더불어 학생들이 그 내용을 의미 있게 이해하여 수학적 사고를 유도하였는지도 포함하는 개념이기 때문에(Wijaya, van den Heuvel-Panhuizen, & Doorman, 2015), 학습기회는 학생 학업성취에 영향을 미친다고 볼 수 있다(Grouws & Cebulla, 2000).

교사가 수업시간의 90%이상을 의존하는 교수·학습 자료인 교과서는 학생들의 학습에 직접적인 영향을 주므로 학습기회의 중요한 자료로 생각할 수 있다(Mikk, 2000; Schmidt et al., 1997; Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt, & Houang, 2002). 따라서 교과서에 제시되는 학습기회는 특정 내용이나 과제의 노출, 과제 맥락의 유형, 과제가 요구하는 인지적 수준, 학생 응답 유형 등을 속성으로 볼 수 있다(Charalambous, Delaney, Hsu, & Mesa, 2010; Törnroos, 2005; Xin, 2007). 특정 수학적 주제나 과제를 배울 수 있는 기회와 관련하여 교과서에서 제공하는 학습기회를 분석하는 선행연구로 Charalambous et al. (2010)은 세 나라에서 사용하는 초등 수학 교과서에서 분수의 덧셈과 뺄셈 다루

는 방식을 비교 분석하기 위해 교과서에 포함된 주제와 배열, 실행 예제, 과제의 인지적 요구, 학생들에게 요구되는 응답유형 등에 대하여 유사점과 차이점을 발견하였다. 이 연구를 바탕으로 Wijaya et al.(2015)는 인도네시아 교과서에서 제공하는 학습기회와 학생들이 이러한 과제를 해결하는데 어려움을 겪는 관계를 분석하기 위해 교과서를 맥락유형, 맥락 기반 과제 목적, 정보유형, 인지적 요구로 나누어 분석하였다. 김구연과 전미현(2017)은 국내 중학교 수학 교과서의 함수 단원에서 학생에게 어떠한 학습 기회를 제공하는지를 교과서가 제시하는 수학 내용과 실행, 수학 과제의 인지적 노력수준, 학생 응답의 유형, 문제 상황의 형태 및 특징 등의 측면을 분석하여 함수의 내용 간의 의미를 연결하는 기회가 매우 제한되어 있고 수학 과제를 통해 학생의 인지적 사고과정이 확장되기는 어려움이 있음을 주장하였다.

2. 맥락 기반 과제

Freudenthal(1986)은 주어진 문제를 해결하기 위해 수학적으로 체계화되고 모델링 되어야 하는 정보를 제공하는 요소가 포함된 실제 환경에 놓여 있는 과제를 맥락 기반 과제로 정의하였다. 여기에서 맥락은 학생들이 상상할 수 있고 의미 있는 상황이어야 한다(De Lange, 1995). 맥락은 학생들이 수학을 배울 수 있는 다양한 기회를 제공하고 수학화를 할 수 있는 정보를 제공하기 때문에 수학학습에 중요한 요소로 인식되어 왔다(Van den Heuvel-Panhuizen, 2005). 이러한 이유로 과제의 맥락은 학생들이 실제 경험이 있을 수 있거나 상식적인 이해 수준에서 주어지는 것이 중요하다.

De Lange(1995)는 수학 과제에 제시된 맥락 유형을 현실 정도와 수학화의 정도에 따라 세 가지 범주로 분류하였다. 첫째는 맥락이 없는(No context)유형으로 실제 상황은 없지만 그 대신에 직접적인 수학적 대상이나 기호, 구조만을 언급하는 것을 의미한다. 둘째는 위장된 맥락(Camouflage context)유형은 문자로 포장된 상황을 의미하고, 일상생활이나 상식적인 추론 경험은 필요치 않으며 문제해결을 위한 수학적 연산은 분명한 즉, 주어진 상황은 문제해결과는 관련이 없는 것을 뜻한다. 마지막으로 실생활과 관련된 본질적인 맥락(Relevant and essential context)유형은 맥락 내에서 문제를 이해하고 해결하기 위한 상식적인 추론이 필요하고 명시적으로 수학적 연산이 주어지지 않아서 어느 정도의 모델링이 필요한 것으로 언급하였다. 본 연구에서는 De Lange(1995)가 정의한 맥락 유형을 바탕으로 교과서에 제시된 과제의 맥락이 위장된 맥락이거나 실생활과 관련된 본질적인 맥락 유형으로 분석한 경우를 맥락 기반 과제로 정의하였다. 학생들은 맥락 기반 과제를 해결하면서 주어진 상황을 자신의 경험과 연결할 수 있어서 맥락을 통해 문제 해결 전략을 제공받을 수 있고 또 수학의 유용성에 대한 통찰력을 얻을 수도 있다(De Lange, 1995; Van den Heuvel-Panhuizen, 2005). 또한 맥락 기반 과제 수행 시 교수·학습과정에서 학생들의 일상 경험과 비공식적인 전략을 투영한 맥락을 수학개념을 소개하는 출발점으로 사용할 수 있어서 맥락은 학생들의 수학적 이해에도 도움이 된다(De Lange, 1995; Gravemeijer & Doorman, 1999; Van den Heuvel-Panhuizen, 2005).

3. 인지적 과정

학습기회의 속성으로 볼 수 있는 여러 요소 중에서 다양한 맥락으로 구성된 수학 과제를 해결하기 위한 인지적 과정을 생각할 수 있다. 과제 수행에 필요한 인지적 요구는 학생들이 학습할 수 있는 기회를 결정하기 때문에 학습기회의 기초가 된다(Garrison, 2011; Stein, Smith, Henningsen, & Silver, 2009). Stein et al.(2009)은 모든 수학 과제가 동일한 학습 기회를 허용하는 것은 아니고 일부는 암기

에 초점을 맞춘 인지과정을 요구하는 경우가 있고 또는 학생들에게 추론, 연결, 수학적 표현, 의사소통을 하는 인지과정을 요구하는 경우도 있다고 하였다. 이들은 인지과정에 따른 수학과제를 네 가지 유형으로 설명하였는데 먼저 학생들의 낮은 인지적 수준을 요구하는 과제는 학습한 사실, 규칙, 공식, 정의를 재생산하거나 기억하는 암기과제(Memorization Task)유형과 절차의 기초가 되는 개념 또는 의미와는 관련이 없고 알고리즘적인 절차를 사용하는 이해, 의미, 개념과 연결이 없는 절차과제(Procedures without connections to understanding, meaning, or concepts Task)유형으로 설명하였다. 또한 이들은 학생들에게 높은 인지적 수준을 요구하는 과제는 수학적 개념과 아이디어의 이해에 있어 높은 수준으로 발달시키는 목적으로 절차의 사용에 학생들의 관심을 집중시키는 특징이 있는 이해, 의미, 개념과 연결이 있는 절차 과제(Procedures with connection to understanding, meaning, or concepts Task)유형과 복잡하고 비알고리즘적 사고와 학생들에게 수학적 개념, 과정이나 관계의 성격을 탐구하고 이해하도록 요구하는 특징이 있는 수학 활용 과제(Doing Mathematics Task)유형으로 제시하였다(Stein et al., 2009).

한편 학생들은 다양한 수학적 사고를 할 수 있는 과제를 경험해야 한다고 주장한 PISA연구(OECD, 2004)에서는 과제 수행 시 필요한 인지활동을 세 범주의 인지 역량으로 설정하였다. PISA의 인지적 수학 역량은 전반적으로 과제해결 시 필요한 인지적 요구 수준이나 복잡성을 포함하는 개념으로 첫째 재생산(Reproduction) 범주의 인지활동은 학생들이 사실인 지식을 다루거나 등가물을 인식하는 것, 수학적 대상과 속성을 회상하기, 일상적인 절차를 수행하며 표준 알고리즘과 기술을 적용하는 것을 의미한다. 이 범주의 평가는 다중 선택, 빈칸 채우기, 일치시키기 또는 제한된 개방형 형식으로 이루어진다. 둘째 연결(Connection) 범주의 인지활동은 학생들이 간단한 문제를 해결하기 위해 수학교구의 사용이나 전략을 선택하는 것, 정보를 여러 영역과 연결하고 통합하는 것을 뜻한다. 이 범주의 과제를 해결하기 위해서는 비일상적이지만 과제 맥락과 수학세계 사이의 관계를 해석하는 것이 필요하고 또 상황과 목적에 따라 다양한 형태의 표현을 다루어야 하며 정의, 주장, 예, 조건부 주장, 증명과 같은 진술을 구분하고 관련지을 수 있어야 한다. 그리고 상징적 언어와 공식 언어의 해석과 해독, 일상 언어와의 관계를 이해하는 것을 포함하여 수학적 언어를 이해할 수 있어야 한다. 셋째 반성(Reflection) 범주의 인지활동은 상대적으로 구조화되지 않은 상황에서 이에 내재된 수학을 인식하여 문제 해결을 위해 필요한 수학을 확인하고 적용하는 것을 의미한다. 이 범주의 과제는 모델 분석과 절차의 반성을 포함한 중요한 구성요소를 포함하고 있으며 이 과제를 해결하기 위해서 각자 만든 모델과 전략을 분석하고, 증명과 일반화를 포함한 수학적 논증과 더불어 다양한 방식(설명과 논증을 서면 형식으로 제공하거나 시각화를 사용 등)으로 효과적인 양방향 의사소통이 필요하다.

Stein et al.(2009)이 제시한 인지적 요구에 따른 과제유형과 PISA연구(OECD, 2004)의 인지적 수학 역량 범주와의 관계는 <표 II-1>과 같이 나타낼 수 있다. Stein et al.(2009)이 제시한 암기과제와 개념 또는 의미와는 관련이 없고 알고리즘적인 절차를 사용하는 과제는 PISA연구(OECD, 2004)의 재생산 인지 역량 범주에 해당하는 과제로 볼 수 있고, Stein et al.(2009)의 이해, 의미, 개념과 연결이 있는 절차 과제는 PISA연구(OECD, 2004)의 연결 인지 역량 범주, Stein et al.(2009)의 수학활동 과제는 PISA연구(OECD, 2004)의 반성 인지 역량 범주에 해당하는 과제로 볼 수 있다.

‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제의 학습기회 분석

<표 II-1> Stein et al.(2009)의 인지적 요구에 따른 과제유형과 PISA(OECD, 2004)의 인지적 역량 범주의 관계

Cognitive demand tasks(Stein et al., 2009)		PISA's competency cluster(OECD, 2004)
Memorization	↘ ↗	Reproduction
Procedures without connections to understanding, meaning, or concepts		
Procedures with connections to understanding, meaning, or concepts	→	Connection
Doing Mathematics	→	Reflection

III. 연구방법

‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제의 학습기회를 분석하기 위해 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015)에 따른 검정교과서인 (주)교학사(권오남 외 14인, 2019), (주)금성출판사(배종숙 외 6인, 2019), 동아출판(주)(박교식 외 19인, 2019), (주)미래엔(황선욱 외 8인, 2019), (주)비상교육(김원경 외 14인, 2019), (주)좋은책 신사고(고성은 외 6인, 2019), (주)지학사(홍성복 외 10인, 2019), (주)천재교과서(류희찬 외 10인, 2019), (주)천재교육(이준열 외 9인, 2019)을 임의로 순서를 정하여 각각 A교과서부터 I교과서로 표기하였고 9종의 교과서가 포함하고 있는 단원과 내용 요소는 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> ‘확률과 통계’ 교과서의 단원과 내용

단원	내용 요소
I. 경우의 수	순열과 조합(원순열, 중복순열, 중복조합), 이항정리
II. 확률	확률의 뜻과 활용(통계적 확률, 수학적 확률, 확률의 성질과 활용), 조건부확률
III. 통계	확률분포(확률변수, 확률분포, 이항분포, 정규분포), 통계적 추정

본 연구의 과제는 단원 도입에서 이전 학기에 배웠던 내용으로 제시되는 복습용 문제와 개념 설명을 위해 도입한 예제를 제외하였고, 본문 개념 설명을 위한 예제 후에 제시되는 모든 문제를 과제로 생각하였다. 그리고 하나의 주어진 상황에서 유사한 여러 문제들이 있을 경우는 하나의 과제로, 연관성이 없는 문제들은 각각 다른 과제로 분류하여 이 기준으로 분류한 교과서별 과제 개수는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> ‘확률과 통계’ 교과서별 과제 개수

	A교과서	B교과서	C교과서	D교과서	E교과서	F교과서	G교과서	H교과서	I교과서
과제개수	231	274	205	204	287	186	202	236	243

<표 III-2>와 같이 분류한 과제에서 맥락 기반 과제는 어느 정도 있고, 또 맥락 유형에 따라 과제 수행 시 학생들이 경험할 인지 과정은 어떠한지를 분석요소로 선택하였다. 먼저 각 교과서에 제시된 수학 과제들을 De Lange(1995)의 분석틀(<표 III-3>)에 의해 맥락이 없는 과제(No context 이하 NC), 위장된 맥락인 과제(Camouflage context 이하 CF), 실생활과 관련한 본질적인 맥락인 과제(Relevant

and essential context 이하 RE)로 분석하였다.

<표 III-3> 과제 맥락의 유형(De Lange, 1995)

유형	설명
맥락 없음(No context)	· 오직 수학적 대상, 기호, 구조만을 언급함
위장 맥락 (Camouflage context)	· 일상생활이나 상식적(흔히 볼 수 있는) 추론의 경험이 필요하지 않고 문제를 풀기 위해 필요한 수학적 연산은 이미 명백함 · 답은 지문에 주어진 모든 숫자를 조합하여 찾을 수 있음
유관한 본질적 맥락 (Relevant and essential context)	· 문제를 이해하고 해결하기 위해 맥락안의 상식적 추론이 필요하며 수학적 연산은 명확하게 주어지지 않음 · 수학적 모델링이 필요함

그 다음으로 학생들이 과제 수행 시 사용할 인지적 역량을 세 범주로 제시한 PISA 분석틀(OECD, 2003)(<표 III-4>)에 의해 재생산(Reproduction 이하 Rp), 연결(Connection 이하 Co), 반성(Reflection 이하 Rf)으로 분류한 후에 분석기준에 속한 과제들의 공통적으로 나타나는 특징을 도출하였다.

<표 III-4> PISA의 인지적 역량 (OECD, 2003)

범주	인지 활동
재생산(Reproduction)	· 수학적 표현이나 정의를 재현하거나 단순하고 친숙한 표현을 해석 · 명백하고 일상적인 계산/절차의 수행 또는 기억
연결(Connection)	· 내용, 상황이나 표현을 연결하거나 통합 · 문제 상황과 수학적 진술의 해석/간단한 수학적 추론 · 비일상적인 문제해결
반성(Reflection)	· 수학적 반성과 통찰 · 독창적인 수학적 접근 구성 · 복잡한 논증과 추론 및 의사소통 · 일반화하기

연구자와 교과서 집필 경험이 있는 현직 중등교사 2명이 분석틀(<표 III-3>, <표 III-4>)을 따라 1차로 과제의 약 15%정도를 개별 분석하였다. 1차 분석 결과, 불일치한 결과에 대해 합의를 도출하였고 그 후 남은 과제에 대한 2차 개별분석을 실시하였다. 그 결과 과제에 대한 분석자간 일치도는 <표 III-5>와 같았으며 .90이상이므로 높다고 볼 수 있다. 불일치한 2차 분석과제는 세 명의 분석자가 추가로 모여 협의한 후 최종 합의를 도출하였다.

<표 III-5> '확률과 통계' 과제의 분석자간 일치도 통계

	분석자 2	분석자 3
분석자 1	0.91	0.93
분석자 2	-	0.90

IV. 연구결과

2015 개정 수학과 교육과정에 따른 ‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 과제의 맥락유형을 분석한 결과, 맥락 기반 과제(CF유형과 RE유형)의 비율은 각 교과서마다 전체 과제 개수의 67.5%부터 78.0%로 나타났지만 실생활에 연관된 본질적인 과제(RE유형)의 비율은 0.4%부터 2.0%로 나타나 교과서에 제시된 대부분의 맥락 기반 과제는 실생활 소재를 위장한 과제임을 알 수 있었다(<표 IV-1>, [그림 IV-1]). 구체적으로 맥락 기반 과제의 비율은 H교과서(78.0%), E교과서(75.6%), G교과서(75.3%), B교과서(74.1%), C교과서(72.7%), A교과서(71.9%), F교과서(71.5%), D교과서(68.6%), I교과서(67.5%) 순으로 나타났다. 또한 실생활에 관련된 본질적인 과제(RE유형)는 C와 E 교과서는 4개, F와 H, I교과서는 3개, A와 D교과서는 2개, B와 G교과서는 1개로 나타났으며 각 교과서의 RE유형 과제는 매우 적은 편이었다.

<표 IV-1> 과제 맥락 유형의 빈도

교과서 유형	A	B	C	D	E	F	G	H	I
NC	65 (28.1)	71 (25.9)	56 (27.3)	64 (31.4)	70 (24.4)	53 (28.5)	50 (24.7)	52 (22.0)	79 (32.5)
CF	164 (71.0)	202 (73.7)	145 (70.7)	138 (67.6)	213 (74.2)	130 (69.9)	151 (74.8)	181 (76.7)	161 (66.3)
RE	2 (0.9)	1 (0.4)	4 (2.0)	2 (1.0)	4 (1.4)	3 (1.6)	1 (0.5)	3 (1.3)	3 (1.2)

H교과서는 맥락이 없는 과제(NC유형)의 비율이 22.0%로 가장 낮은 교과서이면서 위장과제(CF유형)의 비율이 76.7%로 가장 높았으며, I교과서는 맥락이 없는 과제(NC유형)의 비율이 32.5%로 가장 높은 교과서이면서 위장과제(CF유형)의 비율이 66.3%로 가장 낮은 교과서로 나타났다.



[그림 IV-1] 교과서별 과제 맥락 유형의 비율

9종의 교과서에 제시된 과제의 맥락 유형에 따른 예시를 구체적으로 살펴보면 먼저 NC유형 과제는 [그림 IV-2]와 같이 오로지 수학적 대상이나 기호, 표현으로 제시되어 해결하는 과제이다.

최희선

확률변수 X 가 다음 이항분포를 따를 때, X 의 평균, 분산, 표준편차를 구하시오.
 (1) $B(30, \frac{1}{6})$ (2) $B(250, \frac{1}{5})$

(D교과서, 2019, p.96)

41^{15} 을 80으로 나눈 나머지를 구하시오.

(H교과서, 2019, p.34)

[그림 IV-2] NC유형 과제 예시

[그림 IV-3]의 왼쪽은 실생활 소재로 미지수를 포함한 확률밀도함수가 주어졌을 때 미지수를 구하고 그에 따른 특정 조건의 확률을 계산하는 과제이고 오른쪽도 실생활 소재로 주어진 경우의 수를 구하는 과제이다. 이 두 과제 모두 주어진 상황이 과제 해결에 영향을 주지 않는 즉 실생활 소재를 위장한 CF유형 과제로 볼 수 있다.

버스 정류장에 20분 간격으로 도착하는 어떤 버스가 있다. 성연이가 버스 정류장에서 그 버스가 도착 때까지 기다리는 시간(분)을 확률변수 X 라고 할 때, X 의 확률밀도함수가 $f(x) = \frac{1}{k}$ 이다. 다음 질문에 대해 보자. (단, k 는 상수)
 (1) 확률변수 X 가 가질 수 있는 값의 범위를 구해 보자.
 (2) 성연이가 그 버스를 5분 이상 기다릴 확률을 구해 보자.

(G교과서, 2019, p.88)

서로 다른 종류의 빵 10개와 서로 다른 모양의 바구니 3개가 있다. 이 10개의 빵 중에서 5개를 택하여 바구니에 나누어 담는 경우의 수를 구하려고 한다.
 (단, 바구니를 모두 사용하지 않아도 된다.)
 활동 ① 10개의 빵 중에서 5개를 택하는 경우의 수를 구해 보자.
 활동 ② 활동 ①에서 택한 5개의 빵을 바구니에 나누어 담는 경우의 수를 구해 보자.
 활동 ③ 활동 ①과 활동 ②의 결과를 이용하여 10개의 빵 중에서 5개를 택하여 바구니에 나누어 담는 경우의 수를 구해 보자.

(A교과서, 2019, p.16)

[그림 IV-3] CF유형 과제 예시

[그림 IV-4] 과제를 수행하기 위해서는 학생들이 주어진 실생활 자료를 바탕으로 모집단의 데이터에서 각자의 방법으로 표본을 임의 추출하여 표본평균과 모평균의 관계를 파악할 수 있는 RE유형 과제이다.

The image shows a page from a textbook with the title "모평균과 표본평균의 관계는?". It contains a large table of data with columns for '성별' (Gender), '키' (Height), '몸무게' (Weight), '시력' (Vision), '발달' (Development), and '비율' (Ratio). Below the table is a bar chart showing the distribution of data. To the right, there is a classroom scene with a teacher and several students. The teacher is standing at the front of the class, and the students are standing in a line. There is a height measurement chart on the wall and a scale in the foreground.

(E교과서, 2019, p.132~133)

[그림 IV-4] RE유형 과제 예시

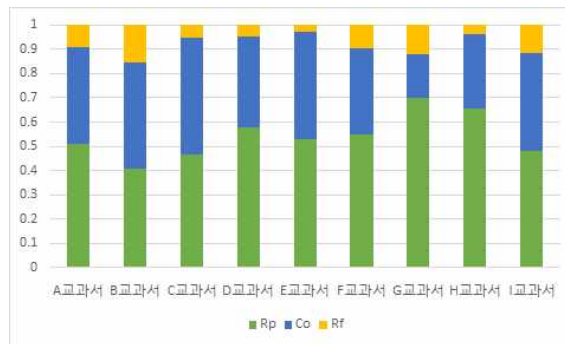
‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제의 학습기회 분석

다음으로 맥락이 없는 과제(NC유형) 수행 시 학생들이 사용하는 인지 과정에 대한 분석 결과는 <표 IV-2>, [그림 IV-5]와 같다. 구체적으로 살펴보면 교과별로 Rp범주 과제 비율은 40.8%부터 70.0%로 나타났고, Co범주 과제 비율은 18.0%부터 48.2%, Rf범주 과제 비율은 2.8%부터 15.5%로 교과서마다 다양하게 제시되었다. 맥락이 없는 과제에서 Rp범주 과제 비율은 G교과서는 70.0%, H교과서는 65.4%, D교과서는 57.8%, F교과서는 54.7%, E교과서는 52.9%, A교과서는 50.8%, I교과서는 48.1%, C교과서는 46.4%, B교과서는 40.8%의 순으로 나타났고, Co범주 과제 비율은 C교과서는 48.2%, E교과서는 44.3%, B교과서는 43.7%, I교과서는 40.5%, A교과서는 40.0%, D교과서는 37.5%, F교과서는 35.9%, H교과서는 30.8%, G교과서는 18.0%의 순으로 나타났으며, Rf범주 과제 비율은 B교과서는 15.5%, G교과서는 12.0%, I교과서는 11.4%, F교과서는 9.4%, A교과서는 9.2%, C교과서는 5.4%, D교과서는 4.7%, H교과서는 3.8%, E교과서는 2.8%의 순으로 나타나 NC유형 과제에서는 반성의 인지과정을 사용하는 과제 비율이 가장 낮았다.

<표 IV-2> NC유형 과제의 인지적 역량 범주에 따른 과제 빈도

교과서 범주	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Rp	33 (50.8)	29 (40.8)	26 (46.4)	37 (57.8)	37 (52.9)	29 (54.7)	35 (70.0)	34 (65.4)	38 (48.1)
Co	26 (40.0)	31 (43.7)	27 (48.2)	24 (37.5)	31 (44.3)	19 (35.9)	9 (18.0)	16 (30.8)	32 (40.5)
Rf	6 (9.2)	11 (15.5)	3 (5.4)	3 (4.7)	2 (2.8)	5 (9.4)	6 (12.0)	2 (3.8)	9 (11.4)

B교과서는 Rp역량 범주의 비율이 40.8%로 가장 낮은 교과서이면서 Rf역량 범주의 비율이 15.5%로 가장 높았으며, G교과서는 Rp역량 범주의 비율이 70.0%로 가장 높은 교과서이면서 Co역량 범주의 비율이 18.0%로 가장 낮게 나타났다. B와C교과서를 제외한 7종의 교과서는 NC유형의 과제의 인지적 역량 범주의 비율은 Rp역량, Co역량, Rf역량 범주 순으로 나타났다.



[그림 IV-5] NC유형 과제의 인지적 역량에 따른 과제 비율

[그림 IV-6]의 첫 번째 과제는 수학적 기호로 제시된 단순 공식을 재현하는 정도의 인지과정이 필요한 NC유형 과제의 Rp역량에 대한 과제이고, 두 번째 과제는 연속확률변수의 확률밀도함수는 직선으로 주어지는 식의 경우에만 제시하지만 ‘수학II’를 이수한 학생들에게는 적분을 이용하여 해결할 수

최희선

있는 내용적인 통합 내지는 연결의 인지과정이 필요한 Co역량에 대한 과제이며, 세 번째 과제는 이항 정리와 지수부등식을 활용한 논증과 추론의 인지과정이 필요한 Rf역량에 대한 과제이다.

Rp역량	다음 값을 구하시오. (1) H_1 (2) H_2 (3) H_3	(H교과서, 2019, p.24)
Co역량	연속확률변수 X 가 취하는 값의 범위가 $0 \leq X \leq \sqrt{20}$ 이고, 확률변수 X 의 확률밀도함수가 $f(x) = a(x^2 - 2x)$ 일 때, 상수 a 의 값과 확률 $P(0 \leq X \leq 1)$ 을 각각 구하시오.	(C교과서, 2019, p.86)
Rf역량	다음 부등식을 만족시키는 자연수 n 의 값을 구하시오. $1000 < C_1 + C_2 + \dots + C_n < 2000$	(A교과서, 2019, p.33)

[그림 IV-6] NC유형 과제의 인지적 역량 과제 예시

학생들이 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)를 해결할 때 사용하는 인지 과정에 대한 분석 결과는 <표 IV-3>, [그림 IV-7]과 같다. Rp범주 과제 비율은 29.6%부터 50.0%로 나타났고, Co범주 과제 비율은 33.8%부터 54.3%, Rf범주 과제 비율은 8.8%부터 20.0%로 교과서마다 다양하게 나타났다. 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)에서도 학생들이 반성의 인지과정을 거치는 과제보다는 재생산과 연결의 인지활동을 할 수 있는 과제의 수가 상대적으로 많은 편이었으며, 맥락 기반 과제의 Rf범주에 속하는 과제 수는 NC유형의 Rf범주에 속하는 과제 수보다는 훨씬 많은 편이었다. 구체적으로 살펴보면 맥락 기반 과제에서 Rp범주 인지적 역량을 향상시킬 수 있는 과제 비율은 G교과서는 50.0%, F교과서는 48.1%, D교과서는 38.6%, A교과서는 38.5%, E교과서는 38.2%, I교과서는 36.6%, C교과서는 34.9%, H교과서는 32.6%, B교과서는 29.6%의 순으로 나타났고, Co범주 과제 비율은 I교과서는 54.3%, H교과서는 53.8%, E교과서는 53.0%, B교과서는 51.2%, A교과서는 47.0%, C교과서는 45.6%, D교과서는 41.4%, G교과서는 34.2%, F교과서는 33.8%의 순으로 나타났으며, Rf범주 과제 비율은 D교과서는 20.0%, C교과서는 19.5%, B교과서는 19.2%, F교과서는 18.1%, G교과서는 15.8%, A교과서는 14.5%, H교과서는 13.6%, I교과서는 9.1%, E교과서는 8.8%의 순으로 나타났다.

<표 IV-3> 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)의 인지적 역량 범주에 따른 과제 빈도

교과서 범주	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Rp	64 (38.5)	60 (29.6)	52 (34.9)	54 (38.6)	83 (38.2)	64 (48.1)	76 (50.0)	60 (32.6)	60 (36.6)
Co	78 (47.0)	104 (51.2)	68 (45.6)	58 (41.4)	115 (53.0)	45 (33.8)	52 (34.2)	99 (53.8)	89 (54.3)
Rf	24 (14.5)	39 (19.2)	29 (19.5)	28 (20.0)	19 (8.8)	24 (18.1)	24 (15.8)	25 (13.6)	15 (9.1)

G교과서를 제외하고 8종 교과서의 맥락 기반 과제는 상대적으로 Rp역량 범주인 과제보다는 Co역량과 Rf역량 범주에 속하는 과제가 많음을 알 수 있다.

‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제의 학습기회 분석



[그림 IV-7] 맥락 기반 과제의 인지적 역량에 따른 과제 비율

[그림 IV-8]의 두 과제는 확률 단원에서 제시된 과제로 학생들이 실생활 소재로 주어진 상황을 어려움 없이 이해할 수 있고 과제에서 구하고자 하는 확률은 조건부 확률의 개념을 재현하는 정도의 인지과정을 사용하는 것으로 두 과제 모두 맥락 기반인 Rp역량 범주로 볼 수 있다.

우리나라 아동 중에서 7%가 주의력 결핍 과잉 행동 장애(ADHD)가 있다고 한다. 전문가가 ADHD가 있는 아동을 '있음'으로 정확하게 진단할 확률이 0.8이고, ADHD가 없는 아동을 '없음'으로 정확하게 진단할 확률이 0.7이라고 하자. 어느 아동이 ADHD가 있는지 알아보기 위해 전문가에게 검사를 받을 때, 다음을 구하시오.

- (1) 그 아동이 ADHD가 있고, 전문가가 정확하게 진단할 확률
- (2) 그 아동이 ADHD가 없고, 전문가가 정확하게 진단할 확률
- (3) 전문가가 그 아동을 정확하게 진단할 확률

[참고 자료: 채우쓰원 외, "한방으로 치유하는 ADHD"]

(B교과서, 2019, p.56)

어느 제약 회사에서 개발한 신약을 환자에게 투약 하였더니 70%의 치유율을 보였다고 한다. 이 약을 복용한 10명의 환자 중에서 9명 이상이 치유될 확률을 구하시오.

(단, $(0.7)^9 = 0.0404$, $(0.7)^{10} = 0.0282$ 로 계산한다.)

(G교과서, 2019, p.97)

[그림 IV-8] 맥락 기반인 Rp역량 범주 과제 예시

[그림 IV-9]의 왼쪽은 경우의 수 단원에 제시된 과제으로써 실생활 소재로 주어진 과제의 풀이에서 잘못된 부분을 찾고 이유를 설명할 수 있는 수학적 추론이 필요하고, 또한 오른쪽은 통계 단원에서 제시된 과제로 문장제 지문을 해석하고 확률변수를 설정하여 이 확률변수가 따르는 확률분포는 이항분포임을 이용해 좌석이 부족하게 될 확률을 구할 수 있는 추론이 필요하므로 두 과제 모두 맥락 기반인 Co역량 범주의 과제로 볼 수 있다.

다음 문제에 대한 두 학생의 풀이에서 잘못된 부분을 찾고, 그 까닭을 말해 보자. 또, 풀이를 설명해 보자.

문제

각각 서로 다른 표본 크기의 두 집단 A, B. 각각의 평균이 20인 경우, 두 집단의 평균 차의 분포를 구하시오. (단, 두 집단의 분산은 각각 100이다.)

학생 1의 풀이

A가 10명, B가 20명일 때, 표본 평균의 분포를 구하면, A의 평균은 20, B의 평균은 20이므로, 두 집단의 평균 차의 분포는 평균이 0, 분산이 100인 정규분포를 따른다. 따라서 두 집단의 평균 차의 분포는 $N(0, 100)$ 이다.

학생 2의 풀이

두 집단의 평균이 같으므로, 두 집단의 평균 차의 분포는 평균이 0, 분산이 100인 정규분포를 따른다. 따라서 두 집단의 평균 차의 분포는 $N(0, 100)$ 이다.

(I교과서, 2019, p.16)

항공사에서는 항공권의 예약이 취소되거나 예약 승객이 나타나지 않는 등의 상황을 대비해 정원을 초과하여 예약을 받기도 한다. 어느 항공 노선은 항공권을 예약한 사람 중 비행기가 출발하기 전에 예약을 취소하는 경우가 10명 중 1명꼴이라고 한다. 비행기 좌석이 60개이고 예약한 사람이 62명일 때, 좌석이 부족할 확률을 구해 보자.

(단, $0.9^6 = 0.0016$, $0.9^7 = 0.0015$ 를 모두 이용하여 계산한다.)

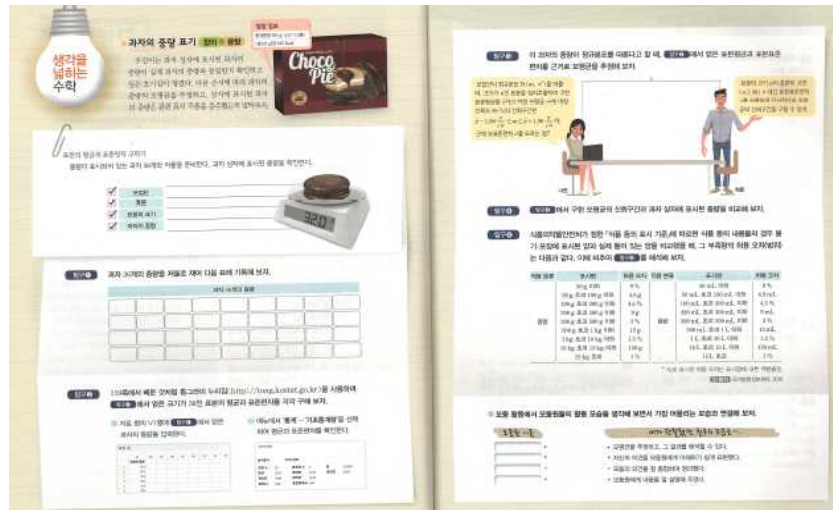
출처: '중앙일보', 200. 4. 12.

(F교과서, 2019, p.97)

[그림 IV-9] 맥락 기반인 Co역량 범주 과제 예시

최희선

[그림 IV-10]은 통계 단원에서 제시되어 학생들이 과자 중량의 모평균을 추정하고 상자에 표시된 과자의 중량이 관련 기준을 준수하였는지 알아보는 과제로써 실생활에서 주어지는 내용을 수학적으로 검증할 수 있는지 요구하는 과제이다. 비록 교과서에서는 학생들이 스스로 해결의 전 과정을 생각하여 계획하기가 어려울 것으로 판단하여 해결과정의 순서를 어느 정도 제시하여 학생들이 이를 순서대로 수행하게 하지만 모평균 추정이라는 내용이 실생활에서 어떻게 쓰이고 있는지를 알 수 있는 수학적 통찰을 얻게 하므로 Rf역량 범주의 과제로 볼 수 있다.



(C교과서, 2019, p.132~133)

[그림 IV-10] 맥락 기반인 Rf역량 범주 과제 예시

V. 결론

PISA 2009, 2012, 2015 수학 결과(구자옥 외, 2016; 김경희 외, 2010; 송미영 외, 2013)를 종합적으로 살펴볼 때, 국내 학생들은 확률과 통계 영역과 관련된 맥락 기반 과제 해결에 어려움을 겪는 것으로 판단할 수 있다. 이에 본 연구는 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 ‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 과제의 학습기회에 초점을 맞춰 과제의 특성을 두 측면인 과제에 제시된 맥락 유형과 과제를 해결할 때 사용하는 인지과정으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, ‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)의 비율은 각 교과서마다 전체 과제 개수의 67.5%부터 78.0%로 높은 비율로 나타났다. 이는 과목 특성상 실생활 소재를 다양하게 접목한 맥락 기반 과제가 제시된 것으로 볼 수 있지만 2015 개정 교육과정의 개선 방향 중 하나인 ‘실생활 중심의 통계 내용 재구성’이 반영된 결과로도 볼 수 있다. 실제로 이전 교육과정의 교과서는 통계단원에서 정규분포에 대한 개념 설명 후 이어지는 과제는 대부분이 수학적 기호로 표현된 과제가 유형화되어 맥락에 대한 이해가 없더라도 반복적으로 해결할 수 있게끔 제시되었지만, 2015 개정 교육과정을 따른 교과서에서는 실생활 소재의 문장제 과제로 제시하는 경우가 많았다. 그러나 맥락 유형 측면에서 실생활에 연관된 본질적인 과제(RE유형) 비율은 교과서마다 0.4%부터 2.0%로 나타나 교

과서에 제시된 대부분의 맥락 기반 과제는 실생활 소재를 위장한 과제(CF유형)였으며 실생활에 관련된 본질적인 맥락을 지닌 과제(RE유형)는 매우 적은 편임을 알 수 있었다. 과제의 맥락 정보는 해결의 중요한 요소로써 실생활과 연결되어야 하는데 이러한 경험을 주는 과제에 대한 학습기회 손실은 학생들이 과제를 이해하는 과정에서 어려움이 발생할 수 있다(Chapman, 2006). 따라서 교과서는 학생들에게 수학화를 할 수 있는 기회를 제공하기 위한 실생활 관련 맥락 기반 과제를 포함해야 한다고 언급한 Van den Heuvel-Panhuizen(2005)의 주장과 같이 학생들이 확률과 통계의 내용이 실제로 어떻게 이용되는지 생각할 수 있도록 위장과제가 아닌 실생활과 관련된 본질적인 맥락 유형에 대한 학습기회를 가질 수 있는 과제를 교과서에 충분히 제시하여 학생들이 더욱 수학의 실용성과 유용성을 체감하도록 하는 것이 필요하다.

둘째, ‘확률과 통계’ 교과서에 제시된 맥락 기반 과제(CF유형, RE유형)의 인지적 역량은 각 교과서마다 재생산(Rp) 범주에 속하는 과제 비율은 29.6%부터 50.0%, 연결(Co) 범주 과제 비율은 33.8%부터 54.3%, 반성(Rf) 범주 과제 비율은 8.8%부터 20.0%로 나타나 학생들이 ‘확률과 통계’의 맥락 기반 과제를 해결하기 위해 반성의 인지과정을 거치는 과제보다는 재생산과 연결의 인지활동을 할 수 있는 과제에 대한 학습기회가 상대적으로 많음을 알 수 있었다. 이는 학생 스스로 배운 지식을 바탕으로 여러 수학적 개념과 관계를 파악하고 추론하여 제시된 과제를 수행할 수 있는 복합적인 사고 과정을 경험할 수 있는 기회가 충분하지 않은 것이다. Stein과 Smith(1998)는 학생들이 개방형 과제에 대한 경험이 부족하여 수학적 절차가 드러나지 않은 과제 해결에 어려움을 느끼며 이러한 경험 부족은 직접적으로 교과서의 학습기회 손실과 연결되어 있다고 주장하였다. 따라서 학생들이 맥락 기반 과제를 통해 수학 정의, 공식의 재현이나 단순하고 명백한 절차적인 계산 수행 정도의 인지활동뿐 아니라 내용, 상황의 연결이나 통합, 추론하는 인지과정과 더불어 학생들이 스스로 과제 해결 과정을 수학적으로 설명하는 반성 활동을 할 수 있는 다양한 인지과정에 대한 학습기회를 교과서에서 충분히 반영하여 학생들의 인지적 역량을 균등하게 향상시킬 필요가 있다.

끝으로 학교교육에서는 학생들이 의미 있는 수학 내용과 관련된 여러 인지적 사고 과정을 경험할 수 있는 다양한 실생활 관련 맥락 기반 과제를 지속적으로 제공해야 한다. 이를 위해서는 수업을 계획하는 교사의 역할이 중요하므로 교사는 학생들이 이러한 학습기회를 충분히 누릴 수 있도록 교과서를 포함한 교수·학습 자료를 지속적으로 연구하고 개발할 필요가 있다고 하겠다.

참고 문헌

- 구자옥, 김성숙, 이해원, 조성민, 박혜영 (2016). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2015 결과 보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE, 2-2.
- 김경희, 시기자, 김미영, 옥현진, 임해미, 김선희, 정지영, 정송, 박희재 (2010). **OECD 학업성취도 국제 비교 연구 (PISA 2009) 결과 보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고 PIM 2011-4.
- 김구연, 전미현 (2017). 중학교 수학교과서가 학생에게 제공하는 함수 학습기회 탐색. **학교수학**, 19(2), 289-317.
- 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경, 김성숙 (2013). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과 보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE, 6-1.
- 이선정, 김구연 (2019). 한국과 미국 중학교 교과서의 통계 영역 수학과제가 제시하는 통계적 추론에 대한 학습기회 탐색. **A-수학교육**, 58(1), 139-160.
- 임해미 (2016). 동아시아 상위 성취국의 PISA 2012 수학 결과 비교 분석, **한국학교수학회논문집**, 19(4), 441-456.
- 임해미, 전영주 (2013). PISA 2009 결과를 중심으로 한 우리나라와 상하이의 수학교육 현황 비교 분석. **한국학교수학회논문집**, 16(4), 863-882.
- 최희선 (2019). 고등학교 <수학> 교과서에 제시된 교과 역량 과제 분석. **한국학교수학회논문집**, 22(2), 95-113.
- Carroll, J. B. (1963). *A model of school learning*. Teachers college record.
- Chapman, O. (2006). Classroom practices for context of mathematics word problems. *Educational Studies in Mathematics*, 62(2), 211-230.
- Charalambous, C. Y., Delaney, S., Hsu, H. Y., & Mesa, V. (2010). A comparative analysis of the addition and subtraction of fractions in textbooks from three countries. *Mathematical thinking and learning*, 12(2), 117-151.
- De Lange, J. (1995). Assessment: No change without problems. *Reform in school mathematics and authentic assessment*, 87-172.
- Ding, M., & Li, X. (2010). A comparative analysis of the distributive property in US and Chinese elementary mathematics textbooks. *Cognition and Instruction*, 28(2), 146-180.
- Freudenthal, H. (1986). *Didactical phenomenology of mathematical structures* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Garrison, A. L. (2011). *The cognitive demand of mathematical tasks: Investigating links to teacher characteristics and contextual factors*. Comunicação apresentada na Society for Research in Educational Effectiveness, Washington, DC.
- Gatabi, A. R., Stacey, K., & Gooya, Z. (2012). Investigating grade nine textbook problems for characteristics related to mathematical literacy. *Mathematics Education Research Journal*, 24(4), 403-421.
- Graumann, G. (2011). *Mathematics for problems in the everyday world*. In Real-world problems for secondary school mathematics students (pp. 113-122).
- Gravemeijer, K., & Doorman, M. (1999). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational studies in mathematics*, 39(1-3), 111-129.

- Grouws, D. A., & Cebulla, K. J. (2000). *Improving student achievement in mathematics*, part 1: Research findings. ERIC Clearinghouse.
- Husen, T. (1967). *International study of achievement in mathematics, a comparison of twelve countries*, VOLUME II.
- Ikeda, T. (2007). Possibilities for, and obstacles to teaching applications and modelling in the lower secondary levels. *In Modelling and applications in mathematics education* (pp. 457-462). Springer, Boston, MA.
- Mikk, J. (2000). Textbook: Research and Writing. Baltische Studien zur Erziehungs und Sozialwissenschaft, Band 3 (Baltic Studies for Education and Social Sciences, Volume 3). Peter Lang Publishing, Inc., 275 Seventh Ave., 28th Floor, New York, NY 10001-6708.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- OECD. (2004). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD Publishing.
- Reys, B. J., Reys, R. E., & Chavez, O. (2004). Why Mathematics Textbooks Matter. *Educational Leadership*, 61(5), 61-66.
- Robitaille, D. F., & Travers, K. J. (1992). *International studies of achievement in mathematics*.
- Schmidt, W., McKnight, C., Valverde, G., Houang, R., & Wiley, D. (1997). *Many Aims, Many Visions: A Cross-national Investigation of Curricular Intentions in School Mathematics*, Vol. 1.
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics teaching in the middle school*, 3(4), 268-275.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2009). *Implementing standards-based math instruction: A casebook for professional development*. Teachers College Press.
- Törnroos, J. (2005). Mathematics textbooks, opportunity to learn and student achievement. *Studies in Educational Evaluation*, 31(4), 315-327.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2002). *According to the book: Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks*. Springer Science & Business Media.
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M. (2005). The role of contexts in assessment problems in mathematics. *For the learning of mathematics*, 25(2), 2-23.
- Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational studies in Mathematics*, 89(1), 41-65.
- Xin, Y. P. (2007). Word problem solving tasks in textbooks and their relation to student performance. *The Journal of Educational Research*, 100(6), 347-360.

Analysis on Opportunity-to-learn context-based tasks provided by ‘Probability and Statistics’ textbooks

Choi, Heesun²⁾

Abstract

In this paper, we analyzed the types of tasks presented in the ‘Probability and Statistics’ textbooks and how the cognitive competences required to perform the tasks provide students with opportunity-to-learn. To this end, the analysis of the 9 books of the ‘Probability and Statistics’ test textbooks according to the 2015 revised mathematics curriculum showed that the context-based tasks(CF type, RE type) ranged from 67.5% to 78.0% of the total number of tasks in each textbook, but the ratio of relevant and essential tasks related to real life is from 0.4% to 2.0%, it was found that most of the context-based tasks presented in the textbooks were disguised as real life materials. The cognitive competences of context-based tasks ranged from 29.6% to 50.0% in reproduction category, from 33.8% to 54.3% in connection category, and from 8.8% to 20.0% in reflection category. As a result, there was not enough opportunity-to-learn for students to experience reflective cognitive processes.

Key Words : ‘Probability and Statistics’ textbooks, Opportunity-to-learn, Context-based tasks, Type of context, Cognitive competency

Received August 10, 2019
Revised September 24, 2019
Accepted September 24, 2019

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97U20
2) EBS (heesun0205@gmail.com)