



# 틀효과 발생 요인 범주화 및 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 분석 -위험 표현을 중심으로-

이현주, 김민철\*  
공주대학교

## Categorization of Factors Causing the Framing Effect and Analysis of the 2015 Revised Curriculum Science Textbooks: Focusing on Risk Expressions

Hyeonju Lee, Minchul Kim\*  
Kongju National University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 11 July 2024

Received in revised form

29 July 2024

Accepted 9 September 2024

#### Keywords:

framing effect, risk perception,  
risk assessment, risk response,  
risk expression, textbook  
analysis

### ABSTRACT

The development of science and technology brings abundance and convenience to human life, but it also brings risks. The risks caused by science and technology are universal and far-reaching, affecting the lives of humans, and they are living in an uncertain VUCA era where humans cannot predict when and where they will encounter risks. In order to respond to these risks, it is necessary to increase the level of citizens' risk awareness through risk education. It is necessary to discuss the role of science education in helping citizens to judge and respond to risks scientifically and objectively. On the other hand, in the process of judging and assessing risks, citizens are affected by the frames and ways in which risk information is expressed, a phenomenon known as the "Framing Effect". In this study, we categorized the factors that cause the framing effect, and based on the categorization, we compared and analyzed the frames of risk expression presented in the 2015 revised curriculum science textbooks. For this purpose, we categorized the factors that cause the framing effect by looking at papers published in KCI and SSCI journals with keywords "Framing Effect", and extracted the risk expression texts in textbooks and analyzed them according to the categories. We were able to derive eight factors causing framing effect and categorize the relationship between the factors in a 5x5 matrix. The differences in the frequency of risk expressions by subject in the 2015 revised science curriculum were related to the nature of the subject and the achievement standards, and the differences in the frequency of risk expressions could be identified by the categories of framing and presentation methods. This study is significant in that it examines the way risk is expressed by science subjects based on the factors that cause the framing effect and suggests the importance of the framing effect in risk education.

## 1. 서론

과학기술이 발달함에 따라 인간의 삶도 변화해 왔다. 운송 수단의 발전으로 인해 물자와 사람의 이동 범위가 전세계적으로 넓어졌고, 인터넷의 발전으로 정보의 접근성이 높아졌다. 또한, 최근에는 chat GPT와 같은 인공지능과 로봇공학 등의 기술의 등장으로 현대 사회의 모습도 변화하고 있다(Schwab, 2016; World Economic Forum [WEF], 2024). 이러한 과학기술의 발전은 풍요로움과 편리함 속에 위험(risk)도 수반하게 되었다(Beck, 2019). 예를 들어, 화석연료의 장기간 사용으로 우리는 현재뿐만 아니라 미래 세대까지 기후 변화의 위험을 받고 있으며, 원자력, 유전자 조작, 유해 화학 물질 유출, 인공지능 등 과학 기술에 의한 위험에 노출되어 있다(Beck, 2010, Giddens, 1994; WEF, 2021). 세계경제포럼(World Economic Forum)에서 세계 위험 인식 설문조사를 바탕으로 발간한 '2024 세계 위험 보고서(The Global Risks Report 2024)'에 따르면, 사람들은 장·단기

적으로 삶에 심각한 영향을 줄 위험 요소를 기후 변화와 같은 환경적 위험과 과학 기술로 인한 기술적 위험을 1, 2위로 꼽았다. 이처럼 과학 기술은 우리의 삶에서 편의와 두려움이라는 양면성을 지니게 되었다.

독일의 사회학자인 Beck(2019)은 현대사회를 위험사회로 규정하였으며, 현대사회의 위험은 근대화 과정에서 인위적으로 만들어진 '생산된 위험(manufactured risk)'이라고 하였다. 즉, 위험사회에서 위험은 산업과 과학 기술의 발전 과정에서 비의도적으로 파생된 위험인 동시에 경제적 유용성을 목적으로 한 의도적인 산물이며(Beck, 2019; Park, 2014), 인간은 위험에 직면함과 동시에 위험을 일으키는 주체가 되었다(Cho, 2018). 현대사회의 위험은 VUCA의 특성을 갖는다. VUCA는 변동성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity)을 의미한다. 변동성은 변화가 빠른 불확실한 기간에서 예상치 못한 불안정한 상황, 불확실성은 사건의 미래를 예측하기 어려운 불확실한 상황, 복잡성은 상호 연관된 다양한 변수의 영향

\* 교신저자 : 김민철 (mckim@kongju.ac.kr)

이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2022S1A3A2A01088439)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2024.44.5.391>

을 받는 상황, 모호성은 정보와 상황의 인과관계가 불분명한 상황을 뜻한다(Bennett & Lemoine, 2014; Mack *et al.*, 2015). 현대 사회 위험이 점점 복잡해지고 예측하기 어려워지면서, 전문가들도 예측할 수 없을 만큼 위험의 내용과 범위에 대한 불확실성이 확장되고 있다(Yun, 2003).

우리가 마주하는 위험의 피해는 보편적이고 과급력이 크다(Park, 2005; Park, 2014; Beck, 2019). 시민들은 과학기술에 대한 정확한 지식을 갖기 어렵기 때문에 주관적인 경험에 의지하여 위험을 판단한다(Slovic *et al.*, 2002). 따라서, 전문가뿐만 아니라 일반 시민 모두 위험에 대응할 수 있는 역량을 함양할 필요가 있다(Cho, 2018). 이와 같이 사람들이 위험을 평가하고 위험에 대응할 수 있도록 대비시키는 교육을 위험 교육(risk education)이라고 한다(Bardsley, 2007). 위험 교육은 과학 기술과 이와 관련된 사회적 문제를 다룬다는 점에서 STS 교육 혹은 SSI 교육과 공통점이 있지만, 과학 기술의 도덕적·윤리적 측면이 아닌 개인과 사회의 위험 대응 측면에 중점을 둔다는 점에서 차이점이 있다(Kim *et al.*, 2024). 위험교육의 3가지 주요 내용은 위험 지각(risk perception), 위험평가(risk assessment), 위험관리(risk management)이다. 위험지각은 주변에 존재하는 위험을 이해하고 위험을 감지하는 것, 위험평가는 위험의 가능성, 영향력, 우선순위를 분석 및 평가하는 것, 위험관리는 위험을 제어하기 위한 방법 및 절차를 익히고 위험 관리를 실행하는 것을 의미한다(Schneiderbauer & Ehrlich, 2004; Shearn, 2004; Shearn & Weyman, 2004; Poter, 2005; Kim *et al.*, 2024).

이러한 위험 교육이 과학 교육 내에서도 이루어져야 한다는 주장이 있다(Jenkens, 2000; Christensen, 2009; Schenk *et al.*, 2019; Pietrocola, 2021; Lee, 2023). Lee(2023)와 Jenkins(2000)은 과학기술이 과학의 본성인 불확실성(uncertainty)을 가지고 있고, 학생들은 삶에서 불확실성과 복잡성을 경험하기 때문에 과학교육 내에서 위험교육이 이루어질 필요가 있다고 하였으며, Zint & Peyton(2001)은 과학교육에서의 위험 교육 10가지 목표를 제시하였다. 우리나라에서도 위험 소양과 관련된 교육 변화의 시도가 이루어지고 있다. Jung(2014)은 위험사회에서 교육의 책임과 역할과 미래를 위한 위험 교육의 필요성을 제시하였고, Lee(2023)는 과학교육과 연계하여 위험 소양을 함양할 수 있는 교육 프로그램을 개발하였으며, Kim, & Na(2023)와 Kim *et al.*(2024)은 초·중등 과학 교사들의 위험 교육 실태와 교육 요구를 조사하여 위험 교육과 관련한 과학 교사 연수의 필요성을 제시하였다. 또한 교육부(Ministry of Education, [MOE])(2022)는 최근 인공지능과 로봇공학과 같은 과학기술과 기후·생태 환경 변화 등에 의한 불확실성이 확장함에 따라 미래 사회의 불확실성에 능동적으로 대응할 수 있는 역량 함양을 강조하였다.

한편, 사람들은 위험지각과 위험평가를 하는 과정에서 ‘틀효과(Framing Effect)’의 영향을 받는다(Tversky & Kahneman, 1981). 틀효과란, 정보의 틀과 제시방식에 따라 동일한 기대가치 가지고 있음에도 사람들의 인식이 달라지는 효과를 말한다. 틀효과는 사람들의 의사결정 과정에서의 비합리성을 설명하는 개념이다(Ju, & Lee, 2013). Levin *et al.*(1998)은 틀효과의 유형을 ‘선택 틀효과(risky choice framing effect)’, ‘속성 틀효과(attribute framing effect)’, ‘목표 틀효과(goal framing effect)’ 세 가지로 분류하였다. 주변에서 볼 수 있는 틀효과의 예시로는 광고, 마케팅, 언론 및 정치 분야 등이 있다.

상품에 대한 긍정적/부정적 메시지, 가격 표시의 방식에 따라 사람들의 구매 의욕의 차이가 발생하며, 언론 매체에서 글, 그래프와 같이 내용을 전달하는 방식과 틀에 따라 사람들이 주목하는 내용의 차이가 발생하였다(Shan *et al.*, 2020; Aikin *et al.*, 2020; Kim, 2009; Aalberg & Beyer, 2015). 이뿐만 아니라, 의학 분야에서는 틀효과가 발생할 때 사람들의 뇌신경학적 반응 차이를 연구하였다(Wang *et al.*, 2001; Murch & Krawczyk, 2014).

반면에, 과학교육 내에서는 위험교육의 필요성을 강조하고 있으면서도, 위험교육의 주요 내용 중 하나인 위험평가 역량에 영향을 미치는 틀효과에 대한 연구를 찾아보기 어렵다. 틀효과는 과학교육에서 과학 개념이나 과학적 현상을 설명할 때 활용하는 표상과도 관련이 있다. 표상 중에서 과학 교과서에서 제시된 글이나 그림, 사진 등과 같은 시각적 정보를 통틀어서 외적 표상이라고 한다(Van Someren *et al.*, 1998). 서로 다른 외적 표상이 함께 제시되는 다중 표상 학습은 서로 다른 정보와 인지 과정의 통합을 통해 학생들이 학습 내용을 효과적으로 이해할 수 있다는 교육적 효과를 갖는다(Ainsworth, 1999; Berthold & Renkl, 2009). 하지만 위험 교육 관점으로 보았을 때, 이러한 외적 표상과 다중 표상들은 틀효과를 유발하는 요인이 될 수 있다. 외적 표상과 관련된 틀효과 발생 요인의 예로는 언어적 표현에 의한 틀과 그래프의 종류, 축의 길이에 따른 틀이 있다(Sun *et al.*, 2012; Kreiner & Gamliel, 2017; Lee, & Lee, 2009). 또한, 다중 표현들이 함께 제시될 경우에도 틀효과가 발생한다는 점에서 다중 표상 역시 틀효과 발생 요인으로 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 과학교육에서 위험교육을 실행하기 위해서는 과학과 교과서 내에 학생들의 인식에 영향을 미칠 수 있는 위험 표현들이 틀효과 발생 요인을 중심으로 어떤 방식으로 제시되어 있는지에 대한 이해가 필요하다고 판단하였다. 틀효과 발생 요인들은 무엇이며, 제시 방식에 따른 과학과 교과서 내의 위험 표현의 틀효과 발생 가능성에 대해 논의하여 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위한 본 연구의 연구 질문은 다음과 같다.

첫째, 틀효과를 유발하는 요인들은 무엇인가?

둘째, 2015 개정 과학과 교과서 내 틀효과 관련 위험표현은 어떻게, 얼마나 제시되어 있는가?

## II. 연구 방법

본 연구에서는 국내외 연구를 통해 틀효과를 발생시키는 요인들을 조사하여 귀납적 범주 분석을 통해 범주화하고, 범주화한 요인들을 바탕으로 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현을 분석하고자 하였다. Figure 1은 본 연구의 전반적인 연구 과정을 나타낸 것이다.

### 1. 틀효과 발생 요인 범주화

틀효과(Framing Effect) 발생 요인을 범주화하기 위해 Clarivate Analysis에서 제공하는 웹 데이터 베이스(Web of Science)를 이용하여 분석 자료를 수집하였으며, 구체적인 수집 범위 및 대상은 Table 1과 같다.

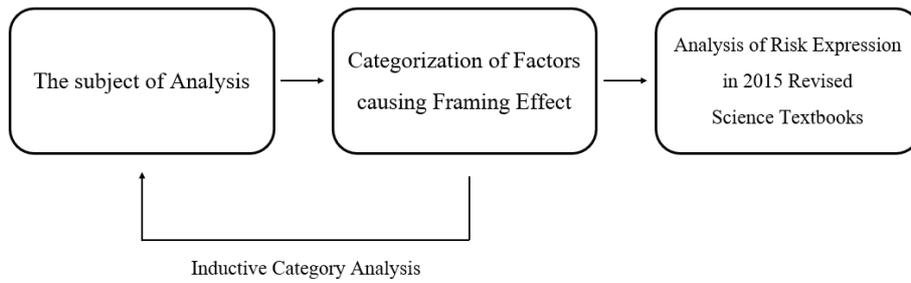


Figure 1. Research Procedure

Table 1. The subject of Analysis

Type of Citation Index	Year of Publication	Keywords	Number of Papers
KCI	2004 to 2023	Framing Effect	193
SSCI	2004 to 2023	Framing Effect	645

틀효과와 관련된 최근 20년 국내외 연구 동향을 반영하기 위해 수집 범위를 2004년 2023년으로 설정하였으며, Keywords를 ‘Framing Effect’로 검색하여 SSCI급 및 KCI급 학술지에 게재된 논문을 1차적으로 수집하였다. 1차적으로 수집한 논문 편수는 KCI급 학술지는 193편, SSCI급 학술지는 645편으로 총 838편이었다. 틀효과는 광고, 마케팅, 정치, 의학 분야에서도 연구되었지만, 틀에 따른 소비자들의 구매 욕구, 시민의 정치 의식 변화, 뇌신경학적 연구 등과 같이 위험 인식과 관련이 없는 연구 결과였다(Shan *et al.*, 2020; Kim, 2009). 이를테면, 상품의 광고 메시지의 성격(긍정적/부정적)에 따른 소비자의 구매 의사결정 차이, 정치 관여 여부가 메시지 프레임에 미치는 영향, 대안의 성격과 대안의 변화에 따른 뇌신경학적 변화가 있었다. 따라서, 본 연구에서는 연구자 간 상호 검토 및 교차 검증을 통해 광고, 마케팅, 정치, 뇌신경학적 변화 관련 연구를 분석 대상에서 제외하여 2차적으로 논문을 분류하였다. 최종적으로 국내 연구는 37편, 국외 논문은 199편으로 총 236편의 논문을 분석 대상으로 선정하였다.

최종 수집한 논문 자료에서 틀효과 발생 요인 추출 및 범주화의 구체적인 과정은 다음 Figure 2와 같다.

우선, 최종 수집한 총 236편의 논문들(Papers)의 연구 결과에서 틀효과 발생을 명시하고 있는 요인들(Factors Extracted from the Study Results)을 추출하였다. 새로운 틀효과 요인이 등장할 경우, 해당 요인을 틀효과 발생 요인으로 분류하였고, 다른 새로운 요인이 추가되지 않을 때까지 귀납적으로 최종 틀효과 발생 요인을 도출하였다. 틀효과 발생 요인을 도출하는 과정에서 본 연구의 교과서 분석 도구로서 타당하지 않은 요인은 연구자 간 상호 검토를 통해 틀효과 발생 요인에서 배제하였다. 교과서 분석 도구로서 배제한 요인의 구체적 예로는 언어(모국어/외국어)와 메시지 프레임(감성적/이성적)이 있다. 하지만, 2015 개정 교육과정 과학과 검정 교과서는 국내 학생들을 대상으로 제작 및 출판하며, 감성적 프레임 및 이성적 프레임은 친사회적 행동(prosocial behavior)을 유도하는 요소이기 때문에(Choi, 2015), 교과서 내 위험 표현 분석 도구로서 타당하지 않다고 판단하였다.

이후, 도출한 틀효과 발생 요인의 범주화는 반복적 비교 분석법의 귀납적 범주 분석 방법을 이용하였다. 귀납적 범주 분석은 수집한 자료를 반복적으로 비교 및 대조하여 다수의 자료를 통합하는 방법이

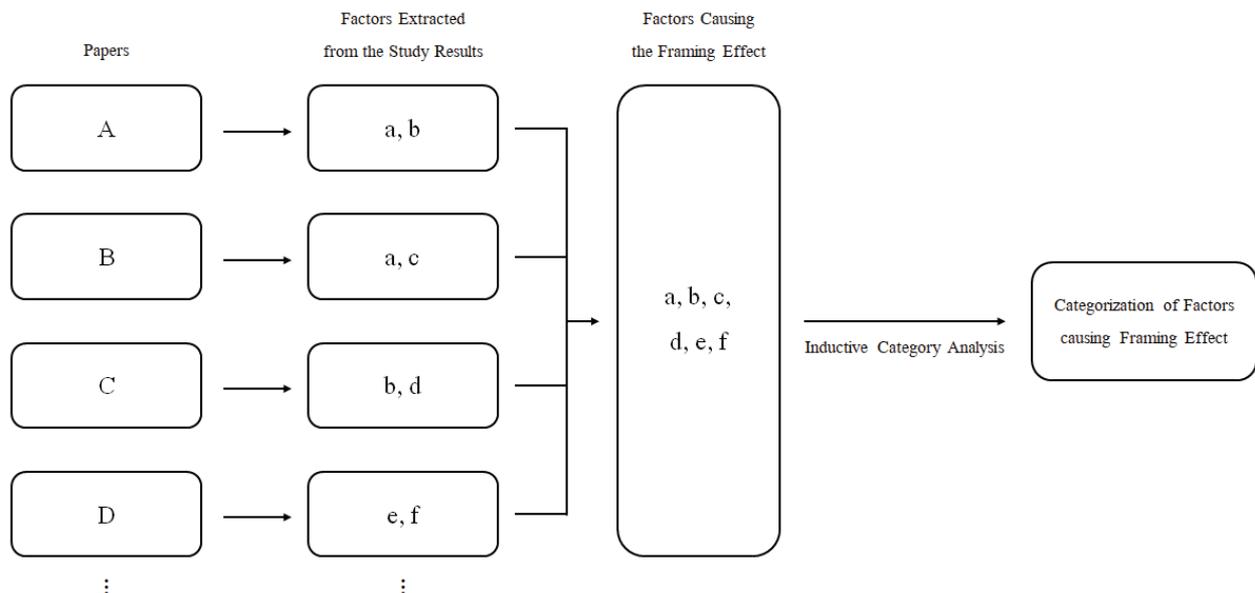


Figure 2. Process of Extraction and Categorization of Factors Causing Framing Effect

다(Yu *et al.*, 2018). 반복적 비교 분석법의 귀납적 범주 분석은 범주들을 형성하기 위해 자료들을 계속해서 비교하는 체계적인 절차로 구성된다(Merriam, 1998). 틀효과 발생 요인의 범주화는 반복적 비교 분석법의 귀납적 범주화 과정에 따라 실시하였다. 먼저, 범주화를 하기 위해 연구 결과에 제시된 요인 별 틀효과 영향 예시 및 사례를 수집하였다. 그리고, 비슷한 영향 예시 및 사례별로 분류하는 작업을 하였으며, 비슷한 예시 별로 모인 틀효과 발생 영역에 대한 범주의 명칭을 정하였다. 이후 범주 간, 범주 내의 틀효과 발생 예시를 비교 및 분석 과정을 거쳐 범주를 조정하고 명칭을 수정하는 과정을 반복적으로 시행하였다. 분석 과정에서 범주화에 대한 타당도를 확보하기 위해 연구자 간 상호 검토 및 교차 검증을 반복적으로 실시하여 최종 범주화를 도출하였다.

## 2. 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 내 위험 표현 분석

틀효과 발생 요인 범주화 이후, 범주를 바탕으로 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 내의 위험 표현을 분석하고자 하였다. Ainsworth (1999)에 따르면, 학습자는 다중 표상을 접했을 때, 자신의 인지 특성에 맞게 친숙하고 구체적인 하나의 표상만을 선택하여 조직 및 구성하기 때문에, 뇌활용 능력에 따라 외적 표상 양식이 과학 학습에 미치는 영향이 달라진다(Lee, & Shin, 2015). Lee & Shin(2015)은 외적 표상으로 이루어진 과학 학습 자료를 효과적으로 활용하기 위해서는 좌우뇌를 고루 활용할 수 있어야 하며, Koh(1984)와 Kang(1991)은 형식적 조작기인 12-13세 무렵의 초등학교 6학년 때부터 좌뇌와 우뇌가 고루 발달하는 시기라고 하였다. 따라서, 본 연구에서는 외적 표상을 인지 특성에 맞게 효과적으로 조작할 수 있는 시기인 중·고등학교 생들이 접하게 되는 교과서를 분석하고자 하였다. 현재 과학교육에서의 틀효과의 영향을 알아보기 위해 2015 개정 교육과정에 의해 개발되어 검정 심의를 통과한 중학교 및 고등학교 과학과 교육과정의 13 과목 모든 교과서를 분석 대상으로 선정하였다. 과목별로 해당 과목 교과서를 출판하는 출판사의 교과서를 모두 수집하였고, 다음 Table 2는 교과목별 분석한 권수를 제시한 것이다.

Table 2에서 중학교 교육과정에 해당하는 교과목은 과학 1(5권), 과학 2(5권), 과학 3(4권)으로 총 14권이다. 그리고, 고등학교 교육과정 중 공통 과목은 통합과학(7권)과 과학탐구실험(5권)으로 12권이다. 나머지 고등학교 교육과정의 일반·진로 선택 과목은 물리학 I(8권), 화학 I(9권), 생명과학 I(8권), 지구과학 I(6권), 물리학 II(5권), 화학 II(6권), 생명과학 II(5권), 지구과학 II(4권)으로 51권이다.

2015 개정 교육과정 총 77권의 교과서를 분석하였다.

틀효과와 관련된 위험 표현을 분석하기 위해 Microsoft에서 제공하는 Excel 프로그램을 활용하여 교과서에서 위험에 의한 피해, 영향 등과 같이 위험과 직접적으로 관련된 정보가 제시된 문장, 그래프를 추출 및 전사하였다. 교과서에 나타난 위험 표현의 구체적인 예시로는, “열차, 항공기, 선박 등의 운송 수단은 한 번에 많은 사람이나 화물을 빠르게 이동할 수 있어 편리하지만 사고가 일어나면 그 피해가 매우 크다(Lim *et al.*, 2018)”, “독감은 바이러스에 의한 급성 호흡기 질병으로 열, 기침, 심한 근육통이 나타나고 노약자들은 생명을 잃을 수도 있다. 매년 새로 개발되는 독감 백신을 맞으면 독감을 어느 정도 막을 수는 있지만 완전히 예방하기는 어렵다(Noh *et al.*, 2018a)”, “지진은 건물과 도로 붕괴 등으로 많은 인명과 재산 피해를 일으킬 수 있으며, 화산 분출 역시 화산재, 용암 분출 등으로 여러 가지 피해를 일으킬 수 있다(Noh *et al.*, 2018b)” 등이 있다. 이때, 선정할 위험의 범위를 과학기술에 의한 위험과 재해 및 재난에 의한 위험으로 확장하였다. 이후, 추출한 문장의 표현을 틀효과 발생 요인 범주에 대응시키는 과정을 통해 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현들의 유형과 빈도를 비교하였다. 위험 표현을 추출하고 틀효과 발생 범주에 대응하는 과정은 연구자 간 개별적인 독립 환경에서 이루어졌으며, 일치하지 않은 표현에 대해서는 합의 과정을 통해 분석이 이루어졌다. 그리고, SPSS 25.0 프로그램에서 교차 분석을 통해 교과목별 빈도를 통계 분석하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 틀효과 발생 요인 범주화

틀효과와 관련된 국내외 논문 236편의 연구 결과에서 추출한 틀효과 발생 요인은 8개였다. 8개의 발생 요인을 의미적으로 틀효과를 발생시키는 요인인 의미적 요인(Semantic Factor), 형식적인 측면에서 틀효과를 발생시키는 형식적 요인(Formal Factor) 크게 2가지로 분류할 수 있다. 구체적인 내용은 Table 3과 같다.

Table 3에서 의미적 요인에 해당하는 요인은 긍정틀, 부정틀, 높은 개인관련성, 낮은 개인관련성, 발생틀, 비발생틀이 있다. 이 4가지 요인은 문장의 속성으로서 해당 요인에 의해 문장의 의미가 달라짐에 따라 틀효과가 발생할 수 있다. 의미적 요인 중 긍정틀(Positive Framing)과 부정틀(Negative Framing)은 쉽게 설명해서 이익의 형태로 제시되면 긍정틀, 손실의 형태로 제시되면 부정틀에 해당한다. 위

Table 2. 2015 Revised Curriculum Science Textbooks to Analysis

Subject	Number of Textbooks	Subject	Number of Textbooks
Science 1	5	Life Science I	8
Science 2	5	Earth Science I	6
Science 3	4	Physics II	5
Scientific Research	7	Chemistry II	6
Integrated Science	5	Life Science II	5
Physics I	8	Earth Science II	4
Chemistry I	9		
		Total	77

Table 3. Factors causing the Framing effect

Top Factor	Factor	Explanation
Semantic Factor	Positive Framing	· The information is expressed positively.
	Negative Framing	· The information is expressed negatively.
	High Self - Relevance	· High relevance between the event(risk) and risk acceptor. · Individual's psychological distance from event(risk) is close.
	Low Self - Relevance	· Low relevance between the event(risk) and risk acceptor. · Individual's psychological distance from event(risk) is far.
	Occurrence	· The direction of the events is positive. ex) "It is possible to~", "It is likely that~"
	Non-Occurrence	· The direction of the events is negative. ex) "It is impossible to~", "It is unlikely that~"
Formal Factor	Numeral	· The number framing like a frequency, ratio, or percentage.
	Vocabulary	· The framing when information is presented in the form of words. ex) When quantifiers (e.g., mostly, a little, very few) take the form of words, vocabulary. ex) When uncertainty is presented as a vocabulary expression rather than a numerical expression.
	Graph	· A visual representation of quantity as size in space.
	Writing	· The framing when the information is presented in a sentence form.

험과 자신이 얼마나 관련있는지에 따라 개인의 위험 인식이 달라지기 때문에 자기 관련성(Self - Relevance) 수준은 사람들의 위험 판단에 영향을 준다(Lee, & Lee, 2009; Nathan *et al.*, 1992). 마지막으로 발생률과 비발생률은 결합되는 사건의 성격에 따라 전체 틀의 성격에 영향을 준다. 예를 들어, 부정적인 사건(예를 들어, 축농증)이더라도 비발생률 “~이 그럴 것 같지 않다”와 결합하게 되면, 전체 문장의 틀은 부정적인 사건이 일어나지 않는 방향 즉, 사건의 결과가 긍정적이므로 긍정률로 볼 수 있다는 것이다. 이득의 형태 혹은 손실의 형태로 틀의 성격이 정해지는 긍정률/부정률과는 달리, 발생률/비발생률은 혼합되는 사건의 성격에 따라 사건 결과의 방향성이 달라진다는 점에서 차이가 있다. 다음으로 형식적 요인은 정보를 제시하는 방식과 관련된 요인을 의미하는 것으로 숫자, 어휘, 그래프, 글이 있다. 형식적 요인에서 그래프는 그래프 종류에 따라 틀효과에 미치는 영향이 다르며, 관련된 그래프 종류에는 원형 그래프와 막대 그래프, 점 선 그래프가 있다(Sun *et al.*, 2012; Kreiner & Gamliel, 2017).

한편, Table 3의 요인들은 대비관계와 혼합관계를 이루어 상호복합적으로 틀효과를 발생시킨다(Fischhoff *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 2001). 요인 간의 대비관계는 동일한 정보를 제시하였을 때 틀효과 발생 결과가 대비되는 상황 기준으로 구성할 수 있다. 예를 들어, 긍정률로 제시될 경우와 부정률로 제시될 경우 틀효과 발생 결과가 대비되기 때문에(Kim, & Kim, 2003), 서로 대비관계로 볼 수 있다. Table 3에서는 긍정률/부정률, 높은 개인적 관련성/낮은 개인적 관련성, 발생률/비발생률, 숫자/어휘, 그래프/글의 대비 관계가 있다. 어휘(Vocabulary)와 글(Writing)은 언어적 표현이라는 점에서 비슷한 요인이라고 볼 수 있지만, 각각의 대비관계에서 차이점이 있다. 구체적으로 어휘는 숫자(Numeral)의 대비 요인으로 숫자로 정보를 표현할 경우와 동일한 정보를 어휘로 제시할 경우 틀효과 발생 결과가 달라진다.<sup>1)</sup> 마찬가지로, 글은 그래프(Graph)의 대비 요인으로 그래프로 정보를 표현할 경우와 동일한 정보를 문장의 형태로 표현할 경우 틀

효과 발생 결과가 달라진다.<sup>2)</sup> 이러한 점에서 어휘(Vocabulary)와 글(Writing)은 다른 요인으로 간주하였다. 구체적인 설명은 부록 Table 5에서 확인할 수 있다.

요인 간의 혼합관계의 유형은 다양하다. 이를테면, (긍정률/부정률)과 (높은/낮은 자기관련성)의 혼합 그리고 (높은/낮은 자기관련성)과 (그래프/글) 등 요인의 다양한 혼합뿐만 아니라, (2개 요인) x (3개 요인) 혹은 (2개 요인) x (2개 요인) x (3개 요인) 등과 같이 요인들 간 다양한 조합으로 혼합되어 틀효과가 발생한다. 하지만, 과학 교육 내에서 틀효과와 관련된 선행 연구가 진행되지 않은 만큼 본 연구에서는 단일 요인 혹은 2개의 대비 관계(2x2)의 조합에 의한 틀효과를 중심으로 위험 표현을 분석하였다. 귀납적 범주 분석 및 연구자 간 상호 검토 과정을 통해 Table 3의 틀효과 발생 요인들 간 대비 관계와 혼합 관계를 Figure 3와 같이 5x5 matrix 형태로 범주화하였다.

Figure 3에서 각 도형은 틀 효과 발생 요인들을 의미하며, 요인들의 조합을 도형의 혼합으로 나타낸 것이다. Figure 3의 주대각선인 A, B, C, D, E는 단일 요인만 틀효과를 발생시키는 범주 즉, 1차원적인 범주를 의미한다. 주대각선을 제외한 나머지 범주(AB, AC, AD, AE, BC, BD, BE, CD, CE, DE)는 요인들 간 복합관계에 의한 틀효과 발생 범주를 의미한다. 혼합 관계에 의한 틀효과 발생 범주는 주대각선 영역을 기준으로 대칭적으로 구조되어 있다. 각 범주에 해당하는 구체적인 틀효과 발생 예시에 대한 설명은 부록에 있는 Table 5에 제시되어 있다.

Table 4는 부록의 Table 5에서 구체적으로 설명이 필요한 범주이다. AC와 AD는 긍정률/부정률과 다른 요인들 간의 혼합 영역이다. AC 영역은 긍정률/부정률과 사건 발생률/비발생률의 혼합에 따른 틀효과를 의미한다. AC 영역에서의 긍정률/부정률은 단순히 이익 혹은 손실의 형태만을 의미하지 않고 사건의 결과가 긍정적인 방향일 때 긍정률, 부정적일 때 부정률로 정의된다. 예를 들어, 부정적인 사건과 긍정적인 사건의 가능성을 발생률과 비발생률로 제시함으로써 부정률과 긍정률을 구성할 수 있다. 사람들은 판단 대상 즉, 제시된 사건이

1) 수량사를 숫자(Numeral) 형태로 표현할 경우에는 틀효과가 발생하지 않지만, '거의', '대부분'과 같은 어휘 수량사로 나타낼 경우 틀효과가 발생한다(An, & Do, 2004; Liu *et al.*, 2020).

2) 정보의 내용을 그래프로 제시할 경우, 글(Writing)로 나타낼 경우보다 틀효과 발생 가능성이 높다(Sun *et al.*, 2012; Kreiner&Gamliel, 2017)

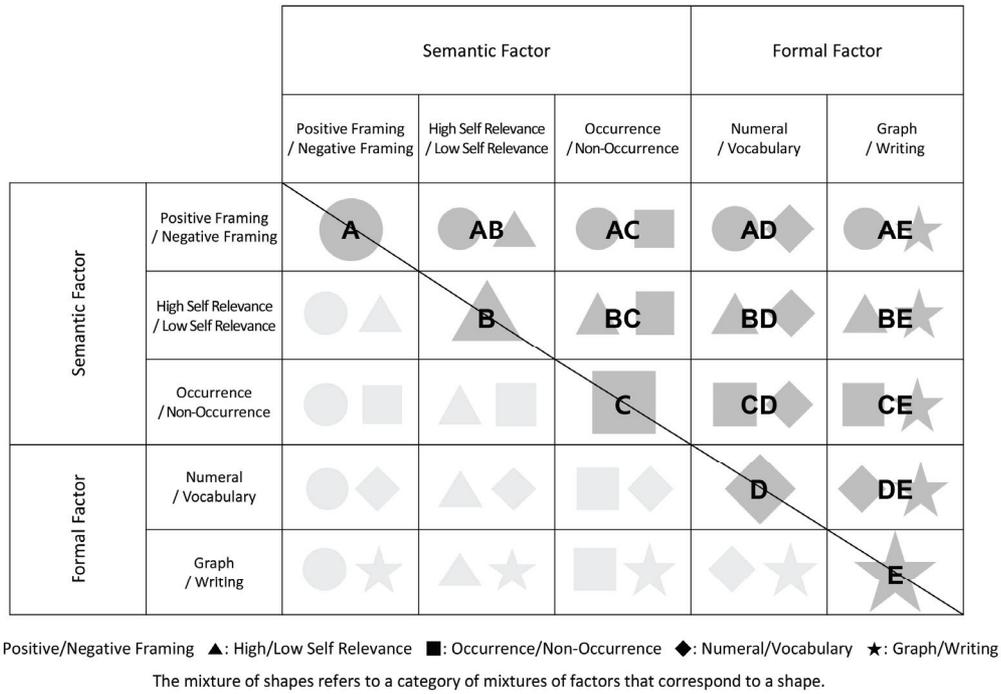


Figure 3. Categorization of the Factors Causing the Framing Effect

Table 4. Categories that Require Supplementary Explanation

Sign	Combination of Factors	Explanation
AC	Positive framing / Negative framing & Occurrence / Non - Occurrence	<ul style="list-style-type: none"> <li>In the positive frame, difference in people’s perceptions occur according to the occurrence frame and the non-occurrence frame.</li> <li>If the outcome of the occurrence frame or the non-occurrence frame in the negative frame is negative, people perceive it as a greater possibility than the presented possibility.</li> </ul>
AD	Positive framing / Negative framing & Numeral / Vocabulary	<ul style="list-style-type: none"> <li>No framing effect occurs in the number of frame. However, framing effect occurs in the verbal frame.</li> </ul>
CD	Numeral / Vocabulary & Occurrence / Non - Occurrence	<ul style="list-style-type: none"> <li>A difference in probability perception occurs according to the size of the mathematical probability value corresponding to the directionality of the vocabulary.</li> </ul>
D	Numeral / Vocabulary	<ul style="list-style-type: none"> <li>The absolute value of the number causes a difference in people’s risk perception. Examples proportion and percentages.</li> <li>The greater the number of risk damages expressed, the higher people’s risk perception. For example, there are ‘30 out of 100’ and ‘300 out of 1000’.</li> </ul>

무엇이냐에 따라 발생률/비발생률에 따른 인지 차이가 발생하여 문장에서 제시된 가능성과 사람들이 실제로 지각하는 가능성 간 격차가 발생한다(An, & Do, 2004). AD 영역은 수량사를 숫자 혹은 어휘로 표현할 경우<sup>3)</sup> 긍정률/부정률에 따른 틀효과 발생 영역을 의미한다. 어휘 수량사는 숫자 수량사보다 설명하는 대상의 속성에 초점을 맞추고 직관적인 표현으로 처리되어 사람들의 판단 편향을 유발하기 때문에 불확실성과 수량사가 어휘로 제시되었을 때 틀효과가 발생한다(An & Do, 2004; Moxey, 2018; Windschitl & Wells, 1996).

D와 CD 영역은 숫자와 어휘와 관련된 틀효과 발생 범주이다. D 영역은 숫자(Numeral)/어휘(Vocabulary) 요인 자체가 조작되었을 때 틀효과 발생 영역을 의미한다. 이를테면 사람들은 숫자의 절댓값에 따라 기대 가치를 판단하기 때문에, 비율과 퍼센트에 따른 사람들의 의사결정 차이가 발생한다. 구체적으로, 사람들은 비율을 의미하는

10분의 1과 퍼센트인 10%가 같이 제시되었을 때 0분의 1의 ‘1’ 10%에서 ‘10’ 즉, 수치적 표현에서 절댓값에 주목하기 때문에 10%를 더 큰 값으로 추정한다. 또한, ‘100명 중 30명’과 ‘1000명 중 300명’으로 제시한다면, 동일한 불확실성을 가지는 표현이더라도 사람들의 위험 인식은 ‘1000명 중 300명’인 표현에서 상대적으로 높아진다(Masiero et al., 2022; Lembregts & Van den Bergh, 2019). CD 영역은 숫자/어휘와 발생률/비발생률의 혼합에 의한 틀효과 발생 범주 영역을 의미한다. 0%, 50%, 100%로 표현할 수 있는 불확실성에서는 숫자/어휘 표현 상관없이 제시된 가능성과 지각된 가능성이 일치하였지만, 이외의 불확실성 표현에서는 숫자와 어휘에 따른 사건 발생 가능성에 대한 지각 차이가 발생한다. 마지막으로, 부록 Table 5에서 C, CE 범주 영역에 해당하는 틀효과 발생 연구는 본 연구 대상에서 확인할 수 없었다. 따라서, 본 연구에서는 CE, E 범주 영역을 제외한 나머지 범주 영역을 바탕으로 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현 분석을 하였다.

3) 어휘 수량사의 예시로는 ‘전부, 조금, 대부분, 상당히, 어느 정도, 흔한, 흔하지 않은, 거의 없는’ 등이 있다(An, & Do, 2004; Liu et al., 2020).

## 2. 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현 분석

### 가. 교과서 위험 표현 틀효과 범주 대응 과정

앞서 논의한 틀효과 발생 요인 범주를 바탕으로 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현들을 틀효과 발생 범주에 대응하였다. 연구 대상으로 선정한 2015 개정 과학과 교과서 77권 내에 있는 모든 단원의 위험 표현들을 추출하였다. 이후, 위험 표현의 틀의 구성 요인들을 틀효과 발생 범주와 비교 및 대응하였다. 구체적인 대응 과정은 Figure 4, Figure 5와 같다.

Figure 4는 2015 개정 교육과정의 생명과학1 교과서 내에 있는 메르스(MERS) 질병과 관련된 위험 표현 문장이다. Figure 5의 ‘**병의 증상이 진행되면 고열, 기침 등이 나타나고, 심한 호흡곤란 등으로 사망하기도 한다**’라는 문장은 고열, 기침, 호흡곤란과 같은 인간에게 직접적으로 발현되는 증상과 피해가 제시되고 있음을 알 수 있다. 개인적 관련성 수준이 높은 질병과 질병으로부터 발생할 수 있는 인명 피해 즉, 손실의 형태인 부정틀로 구성되어 있다. 따라서, 해당 위험 표현은 Figure 3에서 A, AB, B 범주에 해당함을 알 수 있다. 그리고, ‘**전파력이 크고 치사율이 20%가 넘을 정도로 높다**’는 문장은 인명 피해(손실)와 직결되는 ‘치사율’을 숫자 표현인 퍼센트로 표현되고 있다. 마찬가지로, 이는 Figure 3에서 부정틀과 숫자의 혼합 범주인 AD와 개인적 관련성 수준과 숫자의 혼합 범주인 BD에 대응시킬 수 있다.

그래프로 제시된 위험 표현은 다음 Figure 5과 같은 과정으로 틀효과 발생 범주에 대응하였다. Figure 5은 2015 개정 과학탐구실험 교과서 내에 있는 국가별 초미세먼지 및 미세먼지 농도 그래프이다. Figure 5의 그래프 자료는 2010년부터 2012년까지 연도별로 미세먼지 농도를 제시하고 있다. 이는 그래프 기간(일간/연간)에 따른 사람들의 위험 인식에 영향을 줄 수 있는 표현인 점에서 Figure 3의 D 범주에 대응시킬 수 있다. 그리고, 세로축의 미세먼지 농도를 막대 그래프와 함께 제시하고 있기 때문에, 그래프와 숫자의 혼합 범주인 DE에 해당하는 위험 표현이라고 해석할 수 있다. 한편, Choi(2015)에 따르면 내집단(개인이 속한 집단)과 외집단(개인이 속하지 않은 집단)은 개인적 관련성 수준에 영향을 준다. 이러한 점을 고려하였을 때, 개인이 해당 국가에 느끼는 심리적 거리가 국가에 따른 개인적 관련성 수준에 영향을 줄 수 있으며, 이는 그래프 자료에 대한 위험 인식 차이로 이어질 수 있다. 따라서, 서울, 런던, 파리 국가별로 제시된 Figure 5의 그래프 자료는 개인적 관련성 수준과 관련된 범주인 B와 BE에 대응시킬 수 있다.

### 나. 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현 틀효과 범주 대응 결과

공통교육과정부터 선택중심 교육과정까지 교과목별 틀효과 관련 위험 표현 빈도를 비교하기 위해 표현 빈도를 Figure 6과 같이 히트맵으로 시각화하였다.

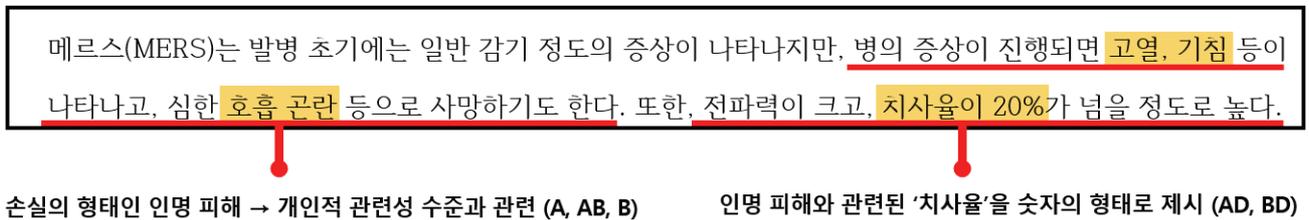


Figure 4. The Example of Risk Expression in 2015 Revised ‘Life Science 1’ Textbook (Kwon et al., 2018)

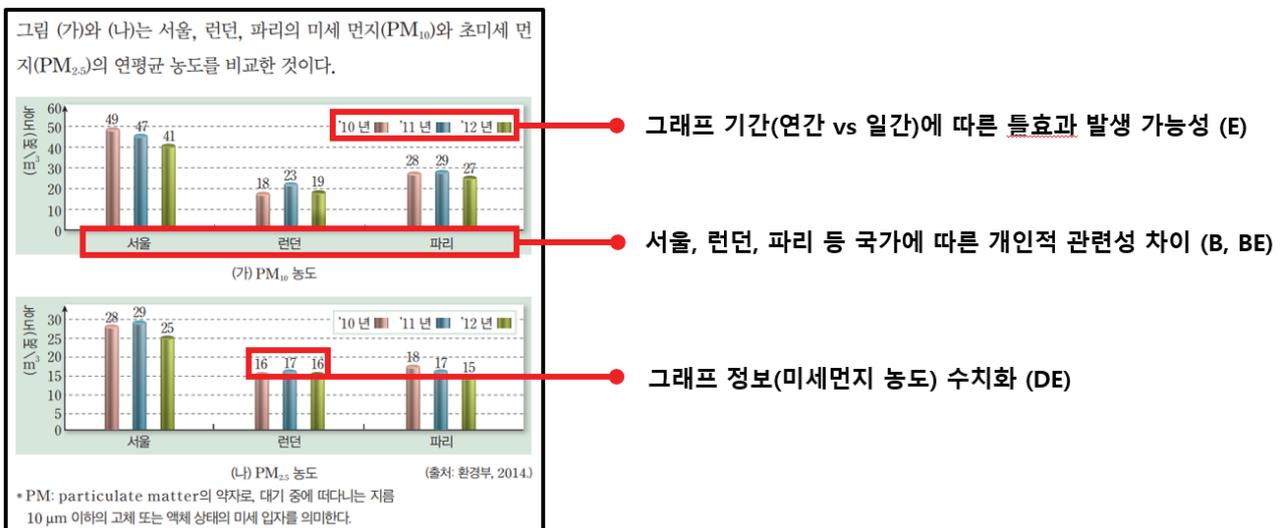


Figure 5. The Example of Risk Expression in 2015 Revised ‘Scientific Research’ Textbook (Kim et al., 2018)

No.	Subject	Category of Factors Causing Framing Effect														Total (%)	Frequency per volume (%)	Risk Expression Frequency	
		A	AB	AC	AD	AE	B	BC	BD	BE	C	CD	CE	D	DE				E
1	Science 1	1.01	0.74	0.06	0.13		0.61	0.13				0.06			0.13	0.06	2.99	0.6	[12.15, 13.5)
2	Science 2	2.92	2.79	0.48	0.13		2.04	0.2	0.06	0.06				0.06	0.27	0.13	9.18	1.84	[10.8, 12.15)
3	Science 3	1.42	0.54	0.4	0.13		0.4										2.92	0.73	[9.45, 10.8)
4	Scientific Research	0.95	0.48	0.06			0.68							0.06	0.13		2.52	0.36	[8.1, 9.45)
5	Integrated Science	12.64	4.41	1.36	1.63	1.22	2.86	0.06	0.13	0.06				1.16	0.2	0.61	26.4	5.28	[6.75, 8.1)
6	Physics I																0	0	[5.4, 6.75)
7	Chemistry I	2.51	1.5		0.06		1.22				-				0.06		5.37	0.6	[5.4, 6.75)
8	Life Science I	3.2	2.24	0.06	0.4	0.13	1.84							0.27	0.2		8.43	1.05	[4.05, 5.4)
9	Earth Science I	10.2	6.19		2.72	1.97	3.54	0.13	0.48	0.2				0.27	0.82	0.88	28.28	4.71	[4.05, 5.4)
10	Physics II																0	0	[2.7, 4.05)
11	Chemistry II	1.22	0.75		0.27	0.13	0.06							0.06			2.52	0.42	[1.35, 2.7)
12	Life Science II	2.8	0.88	0.2			0.68							0.06			4.62	0.92	[1.35, 2.7)
13	Earth Science II	2.92	1.63	0.06	0.82	0.13	0.88							0.13	0.2		6.8	1.7	[1.35, 2.7)
	Total (%)	41.9	22.2	2.7	6.3	3.6	14.8	0.54	0.7	0.48	-	0.4	-	2.52	1.97	1.84	100		(0, 1.35)

Figure 6. The Frequency of Risk Expression by Framing Effect Category in 2015 Revised Science Curriculum Subjects (N=1471, p<0.05)

Figure 6은 2015 개정 과학과 교과목별로 교과서 내의 위험 표현을 틀효과 발생 범주에 대응하여 틀효과 범주 빈도와 과목별 권당 빈도수(Frequency per volume)를 분할표로 나타낸 것이다. 권당 빈도수는 해당 과목의 전체 위험 표현 빈도수를 교과서 권수로 나눈 것이다. 빈도 단위는 0회를 제외한 최저 빈도수와 최대 빈도수의 간격을 10등분하여 산정하였다. 2015 개정 과학과 교과목의 전체 위험 표현 수는 1471회였으며, 틀효과 표현의 최저 빈도수는 1회, 최대 빈도수는 186회였으며 위험 표현 단위는 20회이다. 따라서, 1회부터 200회까지 20회 간격으로 10개의 범위를 나누었다. 빈도수가 높을수록 색깔 진하기를 진하게 하여 교과목별로 위험 표현 빈도를 용이하게 파악할 수 있도록 백분율로 변환하였다. 또한, 대응 범주 대상에서 제외한 C, CE 범주는 ‘-’ 표기하였다.

과목에 따른 범주별 빈도수에 유의한 차이가 있는지 확인하기 위해 SPSS 25.0 프로그램으로 교차분석을 하였다. 교차 분석법 중 하나인 Chi-Square Test를 시행한 결과, 전체 셀 중 25% 이상이 5%보다 작은 기대 빈도를 가졌기 때문에 Monte Carlo Simulation을 통해 유의도 검정을 시행하였다. Monte Carlo Simulation에서 유의 수준 95%으로 유의도 검정을 한 결과 p-value=0.0004(<0.05)로, 과목에 따른 범주별 빈도수에 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 과목에 따른 범주별 빈도에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

첫 번째로, 공통 교육과정 교과목인 과학 1, 과학 2, 과학 3의 권당 빈도수를 보면 과학 1은 0.6%, 과학 2는 1.84%, 과학 3은 0.73% 비율로 위험 표현이 제시되었다. 세 과목 중 과학 2 교과서의 권당 빈도수가 가장 높았으며, 이는 나머지 두 교과목보다 2배 이상 차이가 나는 결과이다. 범주별로 구체적으로 비교해보면, 세 과목 모두 A, AB, B 순으로 위험 표현 빈도가 많았다. 과학 1은 세 과목 중 유일하게 CD에 해당하는 위험 표현이 있었다. 과학 2는 AE, CD를 제외한 나머지 범주에 해당하는 위험 표현이 제시되었다. 과학 3은 A, AB, AC,

AE, B 범주에 해당하는 위험 표현만 있었으며, 나머지 범주에 해당하는 위험 표현은 제시되어 있지 않았다.

동일한 공통 교육과정의 교과목임에도 교과목별 위험 표현 빈도의 차이는 성취 기준 및 학습 요소와 관련이 있음을 확인할 수 있었다. MOE(2015)는 공통 교육과정에서 과학과 삶의 연계를 통해 과학적 소양을 함양하여 민주 시민으로 성장하는 것을 강조하고 있다. 이러한 공통 교육과정의 교육 목표를 반영하여 과학 1은 ‘과학과 나의 미래’, 과학 2는 ‘재해·재난과 안전’, 과학 3은 ‘과학 기술과 인류 문명’ 단원이 구성되어 있다. 교과목별로 각 단원의 성취 기준을 비교해보면 과학 1과 과학 3은 과학의 발전에 따른 미래 사회 및 인간 생활의 변화와 과학의 유용성을 강조하고 있다. 반면에, 과학 2는 “[9과 16-01] 재해·재난 사례와 관련된 자료를 조사하고, 그 원인과 피해에 대해 과학적으로 분석할 수 있다”, “[9과 16-02] 과학적 원리를 이용하여 재해·재난에 대한 대처 방안을 세울 수 있다”의 성취 기준에서 확인할 수 있듯이 ‘재해·재난’에 대해 과학적으로 대처하는 역량을 강조하고 있다(MOE, 2015). 성취 기준을 토대로 보았을 때, 단위 특성상 불확실성과 위험의 원인, 과학적 대처 방안에 대해 중점적으로 다루는 만큼 위험 표현이 과학 2에서 많이 제시될 것이며, 이는 공통 교육과정 교과목 내의 위험 표현 빈도 차이에 영향을 주었을 것으로 판단된다.

두 번째로, 고등학교 선택 중심 교육과정의 공통 과목인 과학탐구 실험과 통합과학의 권당 위험 표현 빈도는 각각 0.36%, 5.28%였다. 과학탐구실험 교과서는 0%인 물리학 교과목을 제외하였을 때, 2015 개정 과학과 전체 교과목 중 위험 표현이 가장 적었다. 구체적으로 A, B, AB 순으로 범주에 해당하는 위험 표현이 많았고, AD, AE, BC, BD, CD, D 범주에 해당하는 위험 표현은 없었다. 통합과학은 권당 위험 표현이 2015 개정 전체 과학과 교과목 중 두 번째로 많았다. 범주 중 A 범주에 해당하는 표현이 12.64%로 통합과학 위험 표현

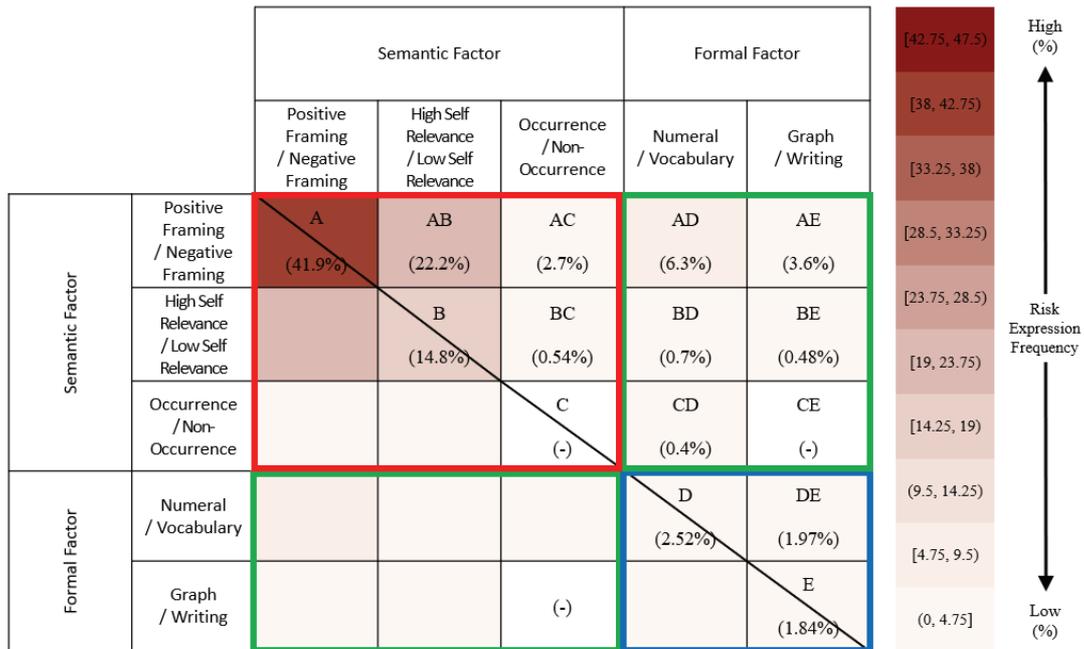


Figure 7. The Frequency of Risk Expression by Framing Effect Category (N=1471)

범주 중 가장 높은 비중을 차지하였다. AB, B 범주에 해당하는 위험 표현은 A 범주 다음으로 많았으며, 개인적 관련성 수준의 혼합 범주인 BC, BD, BE는 AB에 비해 낮은 빈도를 보였다. 또한, CD 범주에 해당하는 위험 표현은 통합과학 내에서 유일하게 제시되지 않았다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 통합과학의 성격을 보면, 통합과학은 ‘자연현상과 인간의 관계에 대한 이해, 과학기술의 발달에 따른 미래 생활 예측과 적응, 사회 문제에 대한 합리적 판단 능력 등 미래 사회에 필요한 과학적 소양 함양을 위한 과목’이다(MOE, 2015). 또한, 고등학교 물리학, 화학, 생명과학, 지구과학, 생활과 과학, 융합과학 등의 과목과의 연계가 되고 있는 만큼 위험 표현이 제시되어 권장 빈도수에 영향을 주었을 것이라고 판단할 수 있다.

세 번째로, 고등학교 선택 중심 교육과정의 일반·진로 선택 과목인 물리학 I, 물리학 II, 화학 I, 화학 II, 생명과학 I, 생명과학 II, 지구과학 I, 지구과학 II의 위험 표현 빈도를 비교해 보았다. 우선, 화학 I 과 화학 II 두 과목은 공통적으로 BC, BD, BE, CD, E 범주에 해당하는 위험 표현이 없었다. 이를 통해, 화학 교과목은 개인적 관련성 수준의 혼합 범주와 그래프에 의한 틀효과 발생 가능성이 있는 위험 표현이 없었음을 알 수 있었다. 생명과학 I 과 생명과학 II는 일반·진로 선택 과목 간에 위험 표현 범주의 다양성 측면에서 차이가 있었다. 생명과학 I은 긍정/부정의 단일 범주와 혼합 범주에 해당하는 위험 표현 모두 교과서 내에 제시되었다. 하지만, 생명과학 II는 긍정/부정의 혼합 범주 중 AD, AE의 위험 표현이 없었다. 지구과학 I은 권장 위험 표현 빈도가 4.71%로 2015 개정 과학과 교과서 중 가장 높은 빈도로 위험 표현이 제시되었다. 지구과학 교과목 역시 일반선택 과목과 진로선택 과목 간의 위험 표현 범주 다양성 측면에 차이가 있었다. 일반선택 과목인 지구과학 I은 AE 범주를 제외한 범주에 속하는 위험 표현 모두 제시되었다. 반면에 지구과학 II는 개인적 관련성 수준의 혼합 범주인 BC, BD, BE와 CD, E에 해당하는 위험 표현이 제시되지 않았다. 한편, 화학, 생명과학, 지구과학 교과목과 달리 물리학 I 과 물리학 II 과목은 교과서 내에 위험

표현이 제시되지 않았다.

고등학교 선택 중심 교육과정 교과목의 위험 표현 빈도 결과의 특징은 2가지였다. 첫 번째로, 교과목 별 위험 표현 빈도의 차이가 크다는 점이다. 2015 개정 과학과 교과목 전체 중 가장 많은 위험 표현 빈도를 차지한 지구과학 교과목과 달리 물리학 I, 물리학 II는 위험 표현이 제시되지 않았다. MOE(2015)에서 제시한 선택 중심 교육과정의 교과목 성격과 교육 목표의 방향을 보면 물리학은 자연 세계에 대한 본질적인 이해를 통해 자연 현상을 이해하는 것을 목표로 두고 있다. 반면에, 화학, 생명과학 그리고 지구과학은 자연 현상 이해와 더불어 일상에서의 경험을 통해 교과목의 지식을 학습함으로써 과학의 유용성, 삶과 과학의 관계를 이해하는 것을 목표로 하고 있다(MOE, 2015). 물리학 교과목은 MOE(2015)에서 제시한 교과목의 성격과 교육 목표가 반영되어 타 과학 교과목에 비해 지식 위주의 내용이 구성되어 있으며, 이는 곧 선택 중심 교육과정 교과목 간의 위험 표현 빈도 차이로 이어졌다고 판단할 수 있다.

선택 중심 교육과정 교과목 위험 표현 빈도 마지막 특징은 일반 선택 과목(물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I)보다 진로 선택 과목(물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II)의 위험 표현 빈도가 전체적으로 더 낮은 것을 확인할 수 있었다. 진로 선택 과목은 일반 선택 과목의 심화 과정으로, 해당 과목 관련 전공으로 진학하는데 필요한 기초 소양 함양을 목표로 한다(MOE, 2015). 진로 선택 과목의 성격을 고려해 보았을 때, 진로 선택 과목의 전체적인 위험 표현 빈도 역시 교과목의 성격에 영향을 받았음을 유추할 수 있었다. 즉, 교과목의 성격과 내용의 구성이 위험 표현 빈도에 영향을 준다는 것을 선택 중심 교육과정 교과목의 위험 표현 빈도 차이를 통해 알 수 있었다.

다음으로 Figure 7은 Figure 6의 빈도 결과를 범주별로 통합하여 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 내 범주별 위험 표현 빈도를 나타낸 것이다. Figure 7은 틀효과 발생 요인들을 범주화하여 matrix로 나타낸 Figure 3을 이용하여 히트맵으로 나타냈다. Figure 7에서 빨간

색 박스는 의미적 요인 간의 관계와 관련된 범주이며, 파란색 박스는 형식적 요인 간의 관계와 관련된 범주이다. 초록색 박스는 의미적 요인과 형식적 요인 간의 관계와 관련된 범주다. 0회를 제외한 최저 빈도수인 6회부터 최대 빈도수인 616회를 포함할 수 있도록 1회부터 700회까지를 위험 표현 빈도 범위로 설정하였다. 이후, 범위 간격을 10등분 하여 위험 표현 빈도 단위를 70회로 산정한 후 빈도를 용이하게 비교할 수 있도록 백분율로 변환하였다. Figure 6과 마찬가지로, 빈도가 높을수록 색깔 진하기를 진하게 하여 위험 표현 빈도를 용이하게 파악할 수 있도록 하였다. 백분율은 반올림을 하여 소수점 아래 둘째 자리까지 산정하였다. 범주 영역 중 대응 대상에서 제외된 CE, C 범주는 ‘(-)’로 표기하였다.

Figure 7로부터 알 수 있는 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 내 위험 표현 빈도 특징은 다음과 같다. 첫 번째로, 의미적 요인 간의 관계와 관련된 범주(빨간 박스)와 관련된 위험 표현이 전체 범주 중 약 80%를 차지하였다. 그중에서도 A 범주에 해당하는 위험 표현 빈도는 41.9%로 전체 범주 중 가장 높은 빈도를 차지하였다. A 범주의 빈도는 Figure 6에서 볼 수 있듯이, 통합과학과 지구과학 I의 빈도가 A 범주 빈도에 영향을 크게 미쳤다. A 범주의 혼합 범주인 AB, AC, AD, AE는 각각 22.2%, 2.7%, 6.3%, 3.6%였다. 범주 A의 혼합 범주의 빈도를 비교해 보면, 긍정/부정들과 높은 개인적 관련성/낮은 개인적 관련성의 혼합 범주인 AB의 빈도가 22.2%를 차지하며, 이는 5% 미만인 나머지 다른 혼합 범주에 비해 높은 비율임을 알 수 있다. 이를 통해, 2015 개정 과학과 교과서 내의 위험 표현은 긍정/부정들과 더불어 긍정/부정들과 개인적 관련성 수준이 혼합된 표현이 많다는 것으로 결론 내릴 수 있었다.

다음으로, B 범주에 해당하는 위험 표현은 전체 빈도 중 14.8%였다. 개인적 관련성 수준(높음/낮음)의 혼합 범주인 AB, BC, BD, BE 중 AB가 가장 많았으며, BC, BD, BE 범주는 전체 빈도 중 각각 0.54%, 0.7%, 0.48%였다. 개인적 관련성 수준(높음/낮음)과 관련된 위험 표현의 특징은 재산 피해, 치사율 혹은 질병과 같은 인명 피해 혹은 플라스틱 쓰레기로 인해 발생할 수 있는 생태계 불균형과 같이 사례들을 제시한다는 점이었다. 또한, Figure 5와 같이 국내 혹은 국외 사례를 제시함으로써 내집단, 외집단에 따라 사람들이 인식하는 개인적 관련성 수준 차이가 발생할 수 있다는 점이 특징이었다.

숫자/어휘가 단일 범주인 D는 전체 위험 표현 중 2.52%에 해당하는 빈도였다. 구체적인 위험 표현 특징을 살펴보았을 때, 퍼센트 혹은 비율 표현이 많았다. 숫자/어휘의 혼합 범주인 CD, DE에 해당하는 위험 표현 빈도는 각각 0.4%, 1.97%였다. 마지막으로, 그래프/글이 단일 범주인 E에 해당하는 위험 표현은 전체 위험 표현 중 1.84%를 차지하였다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 틀효과를 일으키는 요인들을 범주화하고, 2015 개정 교육과정 과학과 교과서 내 위험 표현의 유형과 빈도를 분석한 연구이다. 이를 위해 틀효과를 키워드로 한 국내·외 논문 236편을 바탕으로 틀효과 발생 요인들을 귀납적 범주 분석 방법을 통해 범주화하였으며, 범주화한 것을 바탕으로 교과서 내 위험 표현을 범주에 대응하며 위험 표현의 유형과 빈도를 분석하였다.

본 연구를 통해 도출된 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 틀효과를 일으키는 요인들은 ‘긍정(Positive framing)’, ‘부정(Negative framing)’, ‘높은 개인적 관련성(High Self-Relevance)’, ‘낮은 개인적 관련성(Low Self-Relevance)’, ‘발생(Occurrence)’, ‘비발생(Non-Occurrence)’, ‘숫자(Numerical)’, ‘어휘(Vocabulary)’, ‘그래프(Graph)’, ‘글(Writing)’ 8가지가 있었다. 이 요인들은 단독적으로 틀효과를 발생시키기도 하지만, 서로 혼합되어 틀효과를 발생시킨다. 틀효과를 발생시키는 요인들 간 대비 관계와 혼합 관계를 용이하게 파악할 수 있도록 5x5 matrix 형태로 범주화할 수 있었다. 둘째, 발생/비발생 단일 범주(C)와 그래프/글과 발생/비발생 혼합에 의한 틀효과 발생 범주(CE)에 해당하는 틀효과 연구 사례는 본 연구 대상에서 확인할 수 없었다. 발생과 비발생은 ‘~할 것 같다’, ‘~할 가능성이 있다’, ‘~하지 않을 것 같다’, ‘~하지 않을 가능성이 있다’를 의미하며, 이는 어구의 형태로 구성되어 있다. 어구는 독립적으로 사용할 수 없는 문장성분이기 때문에, 발생과 비발생의 단일 범주인 C에 해당하는 위험 표현이 없었던 것으로 보인다. C 범주와 관련된 부분은 연구 대상 범위를 확장하여 추후 연구가 필요하다고 판단이 된다. 셋째, 2015 개정 교육과정 과학과 교과목에 따른 범주별 빈도에 유의미한 차이가 있었으며, 그 중 위험 표현이 가장 많은 세 과목은 지구과학 I, 통합과학, 과학 2 순서였다. 한편, 물리학 I과 물리학 II 교과서에는 위험 표현이 없었다. 넷째, 교과목 간의 위험 표현 빈도 차이는 교과목의 성격과 성취 기준과 관련이 있다. 공통 교육과정인 과학 1, 과학 2, 과학 3 내에서는 ‘재해·재난과 안전’ 단원이 구성된 과학 2가 위험 표현이 가장 많았다. 선택 중심 교육과정 내에서는 자연 현상의 이해와 더불어 삶에서의 과학을 다루는 화학, 생명과학, 지구과학과 달리, 자연 현상의 이해를 목표로 둔 물리학 교과서는 지식 내용 위주의 구성이었다. 또한, 일반 선택 과목에서 진로 선택 과목으로 갈수록 내용이 심화되면서 위험 표현이 감소하였다. 다섯째, 2015 개정 과학과 교과서 내 위험 표현 범주 중 빈도가 가장 많은 세 가지는 긍정/부정(A, 41.9%), 긍정/부정들과 높은 개인적 관련성 수준/낮은 개인적 관련성의 혼합 범주(AB, 22.2%), 높은 개인적 관련성/낮은 개인적 관련성(B, 14.8%) 범주였다. 특히, 긍정/부정들의 혼합 범주 중에서는 AB(긍정/부정&높은 개인적 관련성/낮은 개인적 관련성) 범주가 가장 많았으며, 높은 개인적 관련성/낮은 개인적 관련성의 혼합 범주 역시 AB 범주가 가장 많았다.

본 연구의 연구 결과들은 다음과 같은 시사점을 갖는다. 과학교육에서 위험교육을 도입할 시, 틀효과 발생 요인들을 고려할 필요가 있다. 사람들은 동일한 정보이더라도 다양한 요인들에 의한 틀의 구성 및 제시 방법에 따라 인식 차이가 발생한다. 본 연구 결과의 Table 1과 Figure 3에서 확인할 수 있듯이 요인들 간의 혼합 관계에 의해서도 틀효과가 발생한다. 또한, Figure 6을 통해 학교 현장에서 사용되고 있는 과학 교과서에서도 틀효과 발생과 관련된 위험 표현들이 제시되고 있다는 것을 확인할 수 있었고 이는 학생들은 틀효과에 영향을 받을 수 있는 환경에 있다고 볼 수 있다. 사람들은 과학 기술에 대한 지식이 충분하지 않을 경우 주관적인 경험 혹은 감정에 의해 위험 판단을 하며(Slovic et al., 2002), 이는 학생들이 과학적이고 객관적인 위험 판단을 하기 어렵다는 것을 방증한다. 즉, 학생들의 위험 판단 특징을 틀효과에 비추어 보았을 때, 학생들은 틀효과에 크게 반응하여 의사결정에 영향을 미칠 수 있다고 볼 수 있다. 따라서, 위험 교육

을 실행하거나 관련 자료를 제작할 시에 상황에 따라 틀효과 발생 요인에 유의할 필요가 있다. 이를테면, 위험과 관련된 중요한 정보를 전달할 시에는 정확한 정보의 수용을 위해 틀효과를 유발하지 않는 틀과 제시 방식을 활용하거나 강조하고자 하는 내용을 전달할 시에는 사람들이 쉽게 수용할 수 있는 요인들을 활용할 수 있다. 또한, 위험 교육과 관련된 연수 프로그램을 기획할 때 틀효과가 위험 판단에 어떻게 영향을 주는지, 과학과 교과서에서는 어떤 표현 방식에 의해 틀효과를 유발할 수 있을지, 틀효과를 고려하여 정보를 전달하는 자료를 구성하는 방법에 대한 내용을 포함시키는 등에 대한 방안이 있을 것이다.

틀효과를 과학교육에 적용하는 방법으로는 외적 표상 및 다중표상을 활용하는 방안이 있다. 과학 교육에서는 학습자의 효과적인 학습을 위해 외적 표상과 다중 표상을 효과적으로 제시하는 방법에 대한 연구가 진행되었다. 이를테면, 다중 표상 학습에서 유의미한 학습의 촉진을 위해 외적 표상의 형태를 변환하거나 개인화 원리(personalization principle)에 따라 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인적 형태로 제공하고, 시각적 정보를 정화상보다 동화상으로 제공하는 것 등이 있다(Mayer, 2003; Veronikas & Shaughnessy, 1998; Kang 2006). 표상을 제시하는 방식에 따라 학습자의 학습 효과가 달라진다는 점에서 틀효과를 활용하여 효과적인 표상 제시 방식을 고안해볼 수 있을 것이다. 예를 들어, 틀효과와 관련된 표상 중 하나인 그래프는 문제 해결 과정에서 학생이 활용하는 표상으로서 과학 학습에 중요한 영향을 준다(Madden et al., 2011). 본 연구 결과에서 틀효과 발생 사례 중 사람들은 그래프의 상대적으로 더 긴 축의 값을 크게 인지한다는 것이 있었다. 이를 통해, 중요한 과학 개념과 관련된 그래프 표상을 제시할 시, 그래프의 축의 길이를 활용하여 내용을 강조하는 전략 등으로 활용할 수 있을 것이다.

표상과 틀효과를 활용하여 위험교육을 과학교육에 적용하는 방법으로는 교과 개념과 활용하는 방안이 있다. 특히, Figure 6의 연구 결과를 보면 물리학 I 과 물리학 II 교과목은 다른 교과목과 달리 위험 표현이 제시되지 않았다. 반면에 물리학과 동일한 일반·진로 선택 과목인 화학, 생명과학, 지구과학은 교과 내용과 더불어 교과 내용과 관련된 위험 표현이 제시되었다. 이러한 결과의 원인으로는 MOE(2015)에서 제시한 교과목의 성격과 목표를 통해 유추할 수 있었다. 한편, 현대의 위험은 쉽게 예측이 불가능하고 발생 구조가 복잡하기 때문에 위험 교육에서는 이에 과학적으로 대응할 수 있는 위험 인식 및 위험 대응 역량을 강조하고 있다. 또한, MOE(2022)에서도 과학기술의 발전에 따라 미래의 불확실성에 대응할 수 있는 역량 함양의 필요성을 제시하고 있다. 이러한 점을 고려하였을 때, 물리학에서도 교과 개념과 연계한 위험 교육에 대해 고찰해 볼 필요가 있을 것이다. 이에 대한 교육 방안으로는 성취 기준과의 연계가 있다. MOE(2022)가 고시한 2022 개정 과학과 교육과정에서 “[10통과 03-02] 일상생활에서 충돌과 관련된 안전사고를 탐색하고 안전장치의 효과성을 충격량과 운동량으로 이용하여 평가할 수 있다.”, “[12물리01-02] 뉴턴의 운동 법칙으로 등가속도 운동을 설명하고, 교통안전사고 예방에 적용할 수 있다.”, “[12물리01-02] 작용과 반작용 관계와 운동량 보존 법칙을 알고, 스포츠, 교통수단, 발사체 등에 적용할 수 있다.”가 있다. 제시된 성취기준을 활용하여 질량과 속도, 운동량과 충격량 등 교과 개념을 통해 다양한 교통수단 및 운송수단 사고를

과학적 근거로 위험을 판단하고 위험을 대응·예방하기 위한 위험 교육을 실행할 수 있을 것이다. 또한, “[12전자03-02] 중첩과 측정을 통한 확률적 상태 변화를 이해하고, 이를 이용한 양자컴퓨터, 양자암호통신 등의 양자 기술이 일상생활과 미래 사회에 미칠 영향을 인식할 수 있다”의 성취기준과 연계하여 과학기술의 발전이 우리 삶에 미칠 영향과 위험을 과학적 개념을 활용하여 판단하고 이에 대해 대응할 수 있는 방안을 마련하는 교육 프로그램 등을 기획할 수 있을 것이다. 과학 교육에서 교과 내용 및 성취기준과 연계된 위험인식 및 위험대응 관련 내용을 제시한다면, 학생들은 과학과 관련된 다양한 위험 인식 및 위험 대응 역량을 함양할 수 있을 것이다.

본 연구는 틀효과와 관련된 선행 연구 분석을 통해 틀효과 발생 요인을 확인 및 범주화하고, 2015 개정 과학과 교과서 내에 틀효과와 관련된 위험 표현이 얼마나 제시되고 있는지 범주별 빈도를 분석하였다. 본 연구의 분석 범위는 2004년부터 2023년까지이기 때문에 범위를 확장하여 추가적인 연구를 진행한다면, 더 구체적인 틀효과 발생 요인 간의 범주를 구축할 수 있을 것이다. 틀효과는 정보의 제시 방식과 틀의 형태를 통해 사람들의 인식 변화를 유도할 수 있다는 점에서 커뮤니케이션 전략으로 활용되기도 하지만, 이는 곧 사람들에게 정보에 대한 과장된 인식을 제공할 수도 있음을 유의할 필요가 있다. 과학 교육에서 틀효과 연구가 많이 이루어지지 않은 만큼, 학생들의 정보 처리 및 인식 특징과 틀효과를 고려한 정보 제시 기준을 구축하는 것 또한 의미 있을 것이다. 틀효과를 고려하여 정보 제시 기준을 구축한다면 효과적인 과학 위험 교육의 접근 전략이 될 수 있을 것이라 기대해 볼 수 있다.

## 국문요약

과학기술의 발달은 인간의 삶에 풍요와 편리함을 제공함과 동시에 위험을 수반한다. 과학기술에 의한 위험은 보편적이고 파급력이 크기 때문에 시민들의 삶에 영향을 미치며, 시민들은 언제, 어디서 위험을 맞이할지 예측할 수 없는 불확실한 VUCA 시대 속에 살고 있다. 이러한 위험에 대응할 수 있도록 위험교육을 통해 시민들의 위험 소양 수준을 높일 필요가 있다. 시민들이 위험을 과학적이고 객관적으로 판단하여 대응할 수 있도록 과학교육의 역할에 대해 논의할 필요가 있다. 한편, 시민들이 위험을 판단하고 평가하는 과정에서 위험 정보가 제시되는 틀과 방식의 영향을 받는 틀효과(Framing Effect) 현상이 발생한다. 이에 본 연구에서는 틀효과를 발생시키는 요인들을 범주화하였고, 범주화를 바탕으로 2015 개정 과학과 교과서에 제시된 위험 표현의 틀을 비교 및 분석하였다. 이를 위해 KCI, SSCI급 저널에 게재된 논문들 중에서 Keywords가 ‘Framing Effect’인 논문들을 통해 틀효과를 발생시키는 요인들을 범주화하고, 교과서 내 위험 표현 텍스트를 추출하여 범주에 대응하여 분석하였다. 틀효과를 발생시키는 요인은 8가지로 도출할 수 있었으며, 요인 간의 관계를 5x5 matrix 형태로 범주화할 수 있었다. 2015 개정 과학과의 교과목별 위험 표현의 빈도 차이는 교과목의 성격과 성취 기준과 관련이 있었으며, 위험 표현의 틀과 제시 방식의 빈도 차이를 범주별로 확인할 수 있었다. 본 연구는 틀효과 발생 요인을 기준으로 과학 교과목별 위험 표현 방식을 검토하고, 과학교육 및 위험교육에서 틀효과와 중요성을 제시하는 점에서 의의가 있다.

주제어 : 틀효과, 위험인식, 위험평가, 위험대응, 위험표현,  
교과서 분석

## References

- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & education*, 33(2-3), 131-152.
- An, S., & Do, G. (2003). The effects of differences in perceived directionality between modes of expressing uncertainty on choice: Numerical / verbal description. *The Korean Journal of Experimental Psychology*, 15(2), 161-179.
- An, S., & Do, G. (2004). Framing effect and the verbal expression of uncertainty. *The Korean Journal of Experimental Psychology*, 16(3), 299-316.
- Aronson, E., Wilson, T. D., & Sommers, S. R. (2005). *Social psychology*. Pearson Education India.
- Bardsley, D. K. (2007). Education for all in a global era? The social justice of Australian secondary school education in a risk society. *Journal of Education Policy*, 22(5), 493-508.
- Beck, N. (2007). *Weltrisikogesellschaft*. (Park, M., & Lee, J., Trans). Seoul: Gil (Original work published 1999)
- Beck, N. (2019). *Risikogesellschaft: Auf dem weg in eine andere moderne*. (Hong, S., Trans). Seoul: Saemulgyeol. (Original work published 1986)
- Bennett, N., & Lemoine, J. (2014). What VUCA really means for you. *Harvard Business Review*, 92(1/2).
- Berthold, K., & Renkl, A. (2009). Instructional aids to support a conceptual understanding of multiple representations. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 70.
- Cho, G. (2018). Reinterpretation of Reflexive Modernization to Overcome Risk Society. *Korean Security Science Review*, (57), 277-302.
- Choi, Y. (2015). The framing effects of the texts on behavior intention to solve poverty issues. *Research in Social Studies Education*, 22(1), 183-201.
- Christensen, C. (2009). Risk and school science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 205-223.
- Fischhoff, B., Slovic, P., & Lichtenstein, S. (1988). *Knowing what you want: Measuring labile values*. *Decision Making: Descriptive, Normative and Prescriptive Interactions*, Cambridge University Press, Cambridge, 398-421.
- Giddens, A. (1994). *Beyond left and right: The future of radical politics*. Stanford University Press.
- Jenkins, E. (2000). Science for all: Time for a paradigm shift. *Improving science education: The Contribution of Research*, 207-226.
- Ju, M., & Lee, J. (2013). Differential Effects of Self-relevance Levels on Framing Effects in Decision Making. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, 16(2), 177-186.
- Jung, C. (2014). *Über die Rolle und Verantwortung der Erziehung in der Risikogesellschaft*, *Theory and Practice of Education*, 19(2), 1-22.
- Kang, H. (2006). (The)Effects and uses of drawing and writing to promote transformation of external representation in middle school chemistry instruction. Doctoral thesis, Seoul National University Graduate School.
- Kang, H. G. (1991). Effects of teaching strategies through hemispheric specialization on the creativity and elementary school science achievement. Ph.D thesis. Seoul National University
- Kim, B., & Kim, M. (2003). Expansion of the study linking social dilemmas and framing effects. *Institute for Psychological Science*, 12(1), 65-86.
- Kim, J. (2009). The effect of message framing and communication by gender in accordance with the involvement level of political advertisement. *Journal of Political Communication*, 15, 105-146.
- Kim, J., & Na, J. (2023). Elementary School Teachers' Educational Experiences, Readiness, and Needs for Science Education That Addresses the Risks Posed by Science and Technology. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 42(4), 523-537.
- Kim, J., Na, J., & Jung, Y. (2024). Risk Education and Educational Needs Related to Science and Technology: A Study on Science Teachers' Perceptions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 44(1), 57-75.
- Kim, S., An, H., Park, G., Choi, M., Seo, I., Han, M., Kim, H., Oh, H., Gu, H., Kang, H., Kim, D., Lee, J., Ryu, H., Min, M., & Lee, I. (2018). *Scientific Research*. Mirae N.
- Koh, Y. H. (1984). Cognitive processes of the brain & curriculum development and preview. *Journal of Korean Education*, 11(1), 105-119.
- Kreiner, H., & Gamlie, E. (2017). Are highly numerate individuals invulnerable to attribute framing bias? Comparing numerically and graphically represented attribute framing. *European Journal of Social Psychology*, 47(6), 775-782.
- Krider, R. E., Raghurir, P., & Krishna, A. (2001). Pizzas:  $\pi$  or square? Psychophysical biases in area comparisons. *Marketing Science*, 20(4), 405-425.
- Kwon, H., Kim, S., Kim, H., Son, H., Lee, I., & Jung, H. (2018). *Life Science 1*. Kyohak Publication.
- Kwon, S., Lee, H., Jun, M., Bu, Y., Kim, T., & Cho, Y. (2018) *Earth Science 1*. Geumsung Publication.
- Lee, E. (2023). Development of Risk Society Education Program (RSEP) in Connection with Science Education. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 16(1), 103-132.
- Lee, J. H., Elfenbein, H. A., & Bottom, W. P. (2023). Foreign language effect in negotiations: negotiation language and framing effect on contract terms and subjective outcomes. *International Journal of Conflict Management*.
- Lee, J., & Choi, J. (2014). Irrationality of Risk Judgment: Framing the Size of Risk Casualties and its Effects on Optimistic Bias. *Korean Journal of Communication & Information*, 58(6), 40-63.
- Lee, M., & Lee, J. (2009). The Effects of Message Frame and Involvement on Optimistic Bias. *Korean Journal of Communication & Information*, 191-210.
- Lee, N., & Lee, Y. (2009). Influences of Cognitive Processing Levels on Framing Effects in Decision Making of Risk. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 21(4), 249-263.
- Levin, I. P., Schneider, S. L., & Gaeth, G. J. (1998). All frames are not created equal: A typology and critical analysis of framing effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 76(2), 149-188.
- Lim, I., & Kim, Y. (2019). The Influencing Path of The Types of Climate Change Reporting on Behavioral Intentions A Focus on the Cognitive Appraisal Theory of Emotion. *Korean Journal of Communication & Information*, 96, 37-72.
- Lim, T., Baek, J., Nam, G., Kang, T., Kang, D., Lee, B., Jang, H., Hwang, I., Kim, M., Lee, Y., Go, H., Sin, M. *Science 1*. (2018).
- Mack, O., Khare, A., Krämer, A., & Burgartz, T. (Eds.). (2015). *Managing in a VUCA World*. Springer.
- Madden, S. P., Jones, L. L., & Rahm, J. (2011). The role of multiple representations in the understanding of ideal gas problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(3), 283-293.
- Masiero, M., Mazzoni, D., Pizzoli, S. F. M., Gargenti, S., Grasso, R., Mazzocco, K., & Pravettoni, G. (2022). The Individuals' Willingness to Get the Vaccine for COVID-19 during the Third Wave: A Study on Trust in Mainstream Information Sources, Attitudes and Framing Effect. *Behavioral Sciences*, 12(10), 399.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education". Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). 2015 revised science curriculum. No. 2015-74. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education [MOE]. (2022). The general framework of the 2022 revised science curriculum. No. 2022-33. Sejong: Ministry of Education.
- Moxey, L. M. (2018). Processing quantified noun phrases with numbers versus verbal quantifiers. *Discourse Processes*, 55(2), 136-145.
- Nathan, K., Heath, R. L., & Douglas, W. (1992). Tolerance for potential environmental health risks: The influence of knowledge, benefits, control, involvement, and uncertainty. *Journal of Public Relations Research*, 4(4), 235-258.
- Noh, T., Lee, B., Kim, S., Jang, J., Kang, S., Lim, H., Yang, C., Park, J., Min, J., Bae, Y., Oh, P., Kim, Y., & Park, C. *Science 1*. (2018a).
- Noh, T., Lee, B., Kim, S., Jang, J., Kang, S., Lim, H., Yang, C., Park, J., Min, J., Bae, Y., Oh, P., Kim, Y., & Park, C. *Science 2*. (2018a).
- Oganian, Y., Korn, C. W., & Heekeren, H. R. (2016). Language switching—but not foreign language use per se—reduces the framing effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42(1), 140.
- Park, H. (2014). From Risk Society to Cosmopolitanism: Ulrich Beck's Vision on Risk Governance and Korean Sociology. *Journal of Social Thoughts and Culture*, 30, 83-120.
- Park, M. (2005). Reflektive Verantwortungsethik der Risikogesellschaft - Im Hinblick auf Webersche Verantwortungsethik und Beck'sche reflektive Modernisierung. *Philosophia*, *Journal of Korean Philosophical Society*, 96, 265-289.
- Peng, H., Xia, S., Ruan, F., & Pu, B. (2016). Age differences in consumer decision making under option framing: From the motivation

- perspective. *Frontiers in Psychology*, 7, 209474.
- Pietrocola, M., Rodrigues, E., Bercot, F., & Schnorr, S. (2021). Risk society and science education: Lessons from the Covid-19 Pandemic. *Science & Education*, 30(2), 209-233.
- Pomante, A., Selen, L. P., & Medendorp, W. P. (2019). Visual orientation uncertainty in the rod-and-frame illusion. *Journal of Vision*, 19(4), 19-19.
- Poter. (2005). Evaluation of the risk education website for secondary-aged students, HSE BOOKS.
- Sanford, A. J., & Moxey, L. M. (2003). New perspectives on the expression of quantity. *Current Directions in Psychological Science*, 12(6), 240-243.
- Schenk, L., Hamza, K. M., Enghag, M., Lundegård, I., Arvanitis, L., Haglund, K., & Wojcik, A. (2019). Teaching and discussing about risk: Seven elements of potential significance for science education. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1271-1286.
- Schneiderbauer, S., & Ehrlich, D. (2004). Risk, hazard and people's vulnerability to natural hazards. A review of definitions, concepts and data. European Commission Joint Research Centre. EUR, 21410, 40.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution* (Son, K., Trans.). Seoul: New present; Megastudy Books. (Original work published 2016).
- Shan, L., Diao, H., & Wu, L. (2020). Influence of the framing effect, anchoring effect, and knowledge on consumers' attitude and purchase intention of organic food. *Frontiers in Psychology*, 11, 572618.
- Shearn, P. (2004). Teaching practice in risk education for 5-16 years olds. Report Number HSL/2005/23. Health and Safety Laboratory. Retrieved June 10, 2023 from <https://dera.ioe.ac.uk/id/eprint/12341>.
- Shearn, P., & Weyman, A. (2004). Risk education provision: A survey of schools in England, Scotland and Wales. Health and Safety Laboratory.
- Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., & MacGregor, D. G. (2002). Risk as analysis and risk as feelings. *Decision Research*.
- Sun, Y., Li, S., Bonini, N., & Su, Y. (2012). Graph-framing effects in decision making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 25(5), 491-501.
- Teigen, K. H., & Brun, W. (1995). Yes, but it is uncertain: Direction and communicative intention of verbal probabilistic terms. *Acta Psychologica*, 88(3), 233-258.
- Trope, Y., & Liberman, N. (2003). Temporal construal. *Psychological Review*, 110(3), 403.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5(2), 207-232.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.
- Van Someren, M. W., Reimann, P., Boshuizen, H., & de Jong, T. (1998). *Learning with Multiple Representations*. Advances in Learning and Instruction Series. Elsevier Science, Inc., PO Box 945, Madison Square Station, New York, NY 10160-0757.
- Vinnell, L. J., McClure, J., & Milfont, T. L. (2017). Do framing messages increase support for earthquake legislation?. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 26(1), 28-40.
- Wang, X. T., Simons, F., & Brédart, S. (2001). Social cues and verbal framing in risky choice. *Journal of Behavioral Decision Making*, 14(1), 1-15.
- Welkenhuysen, M., Evers-Kiebooms, G., & d'Ydewalle, G. (2001). The language of uncertainty in genetic risk communication: framing and verbal versus numerical information. *Patient Education and Counseling*, 43(2), 179-187.
- Windschitl, P. D., & Wells, G. L. (1996). Measuring psychological uncertainty: Verbal versus numeric methods. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2(4), 343.
- World Economic Forum [WEF]. (2017). *The global risks report 2017*. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>
- World Economic Forum [WEF]. (2021). *The global risks report 2021*. Retrieved January 19, 2018, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2021>
- World Economic Forum [WEF]. (2024). *The global risks report 2024*. Retrieved January 10, 2024, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2024>
- Xing, A. (2021). Foreign language effect on risk preference: The framing effect, loss aversion, and risk aversion. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 93, 101723.
- Yu, G., Jung, J., Kim, Y., & Kim, H. (2018). *Qualitative Research Method* (2nd ed). Parkyoungstory
- Yun, J. (2003). The Structure and Process of Technological Risk. *Journal of Science & Technology Studies*, 3(1), 75-103.

## 저자정보

이현주(공주대학교 학생)  
김민철(공주대학교 교수)

부록

Table 5. Example of the combination of factors causing Framing effect

Sign	Combination of Factors	Explanation
A	Positive framing / Negative framing	<ul style="list-style-type: none"> <li>When presented in a positive frame (in the form of gain), people's risk perception is lowered. On the other hand, when presented in a negative frame (in the form of loss), people's risk perception increases.</li> </ul>
AB	Positive framing / Negative framing & High Self - Relevance / Low Self - Relevance	<ul style="list-style-type: none"> <li>In a negative frame, people's risk perception increases as self-relevance events such as life damage or asset damage are more relevant.</li> </ul>
AC	Positive framing / Negative framing & Occurrence / Non - Occurrence	<ul style="list-style-type: none"> <li>In the positive frame, difference in people's perceptions occur according to the occurrence frame and the non-occurrence frame.</li> <li>If the outcome of the occurrence frame or the non-occurrence frame in the negative frame is negative, people perceive it as a greater possibility than the presented possibility.</li> </ul>
AD	Positive framing / Negative framing & Numeral / Vocabulary	<ul style="list-style-type: none"> <li>No framing effect occurs in the number of frame. However, framing effect occurs in the verbal frame.</li> </ul>
AE	Positive framing / Negative framing & Graph / Writing	<ul style="list-style-type: none"> <li>When expressed in a graph, the probability of a framing effect is higher than when expressed in writing.</li> </ul>
B	High Self - Relevance / Low Self - Relevance	<ul style="list-style-type: none"> <li>In the case of events with high self-relevance, people make decisions through analytical information processing that requires much cognitive efforts.</li> <li>In the case of events with low self-relevance, people make decisions through comprehensive information processing that requires less cognitive efforts.</li> <li>In the events with high self-relevance, the framing effect more occurs.</li> </ul>
BC	High Self - Relevance/ Low Self - Relevance & Occurrence / Non - Occurrence	<ul style="list-style-type: none"> <li>In events of high self-relevance, differences in people's perception of probability occur depending on the occurrence frame and non-occurrence frame.</li> </ul>
BD	High Self - Relevance / Low Self - Relevance & Numeral / Vocabulary	<ul style="list-style-type: none"> <li>In events with high self-relevance, a framing effect occurs when expressed in vocabulary.</li> </ul>
BE	High Self - Relevance / Low Self - Relevance & Graph / Writing	<ul style="list-style-type: none"> <li>When a graph is presented in a daily frame, self-relevance is relatively higher than when expressed in writing.</li> <li>In events with high self-relevance, people's risk perception is higher in graph than in writing.</li> </ul>
C	Occurrence / Non - Occurrence	-
CD	Numeral / Vocabulary & Occurrence / Non - Occurrence	<ul style="list-style-type: none"> <li>A difference in probability perception occurs according to the size of the mathematical probability value corresponding to the directionality of the vocabulary.</li> </ul>
CE	Graph / Writing & Occurrence / Non - Occurrence	-
D	Numeral / Vocabulary	<ul style="list-style-type: none"> <li>The absolute value of the number causes a difference in people's risk perception. Examples proportion and percentages.</li> <li>The greater the number of risk damages expressed, the higher people's risk perception. For example, there are '30 out of 100' and '300 out of 1000'.</li> </ul>
DE	Numeral / Vocabulary & Graph / Writing	<ul style="list-style-type: none"> <li>In the expression of uncertainty, vocabulary generates a framing effect. Therefore, when interpreting the information of a graph, if the numerical expression is used as a vocabulary rather than a number, the possibility of the framing effect increases.</li> </ul>
E	Graph / Writing	<ul style="list-style-type: none"> <li>The length of the period of risk damage (daily/yearly) causes a difference in perception.</li> <li>The framing effect occurs according to the relative length of the graph axis (horizontal axis/vertical axis).</li> <li>People perceive values that are longer on a graph axis as greater.</li> </ul>