

## PISA 2022 수학 평가들과 예시 문항 분석<sup>1)</sup>

조성민<sup>2)</sup>

OECD가 주관하는 PISA는, 변화하는 미래 사회를 대비하여 학생들에게 필요한 역량은 무엇이고 각 국가에서는 이를 어떻게 길러주어야 하는가에 대한 고민에서 시작되었다. 2000년에 첫 번째 본검사를 시작으로 3년 마다 시행된 PISA는 어느덧 여덟 번째 주기를 준비하고 있다. PISA 2022는 10년 만에 수학이 주 영역이 되는 주기로, OECD PISA 국제분부는 기존 주기의 수학 소양의 정의와 평가들을 수정 보완하고, 이를 반영한 예시 문항을 공개하였다. 이에 본 연구에서는 PISA 수학 소양에 대한 정의와 평가들의 변화 흐름을 살펴보고, PISA 2022 평가들과 함께 소개된 예시 문항의 특징을 분석하였다. 이를 통해 역량 기반 교육과정을 표방하는 2015 개정 교육과정의 성공적인 실행과 수학 학습 평가에 관한 시사점을 도출하였다.

주요용어 : PISA 2022, 수학 소양, 수학 평가들, 예시 문항

### I. 서론

변화하는 미래 사회를 대비하여 학생들이 성인으로서 생활하기에 필요한 지식과 기능을 어느 정도 습득했는지, 각 국가에서 학교교육을 통해 이를 잘 길러내고 있는지를 평가하고자 경제협력개발기구(Organization for Economic Co-operation and Development, 이하 OECD)는 2000년 국제 학업성취도 평가(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)를 시작하였다(OECD, 1999, p. 9), 3년마다 시행되는 PISA는 어느덧 가장 유명한 교육 이벤트 중 하나로 자리 매김하였을 뿐 아니라(Pereyra, Kotthoff, & Cowen, 2011, p. 1), 글로벌 교육 거버넌스로서 중요성이 커지고 있다(손준중, 2014, p. 133; 김종훈, 2017, p. 45; Meyer & Benavot, 2013, p. 9; Sellar & Lingard, 2013, p. 200). 21 세기를 살아가는데 필요한 역량을 규명한 DeSeCo(The Definition and Selection of Key Competencies) 프로젝트(OECD, 1997)부터, 이를 수정 보완하여 미래 사회를 살아갈 학생들에게 필요한 역량을 탐색한 OECD Education 2030(OECD, 2019a)까지, 교육의 변화와 혁신에 관한 논의에서 OECD 연구의 영향력은 커지고 있고, PISA는 이를 뒷받침하는 주요 자료로 활용되고 있다(김종훈, 2020).

PISA는 주기마다 핵심 영역인 읽기, 수학, 과학 중 한 영역을 주 영역으로, 나머지 두 영역을 보조

\* MSC2010분류 : 97C70, 97D60

1) 이 논문은 ‘대한수학교육학회 제54회 수학교육학 연구논문 발표대회’에서 발표한 원고를 수정, 보완한 것으로, 한국교육과정평가원의 「OECD 국제 학업성취도 평가: PISA 2021 예비검사 시행 기반 구축」(조성민 외, 2019) 중 일부를 수정·보완하여 재구성한 것임.  
2) 한국교육과정평가원 연구위원 (csminy@kice.re.kr)

영역으로 설정하여, 주 영역에 대해서는 평가틀을 수정·보완하고 새로운 문항을 개발한다. 또한 사회적 필요와 요구를 반영하여 주기별로 혁신적 영역을 설정하는데, PISA 2015의 협력적 문제해결력, PISA 2018의 글로벌 역량, PISA 2022의 창의적 사고력이 이에 해당한다.

수학은 PISA의 두 번째 주기인 PISA 2003과 다섯 번째 주기인 PISA 2012에서 주 영역이었다. 따라서 가장 최근에 시행되었던 PISA 2018에서 수학 영역은 PISA 2012에서 수정·보완된 평가틀과 PISA 2000, PISA 2003, PISA 2012에서 개발되었던 문항이 활용되었다. 이후 10년 만에 수학이 주 영역인 주기가 도래함에 따라 OECD PISA 국제본부(이하 국제본부)는 사회 변화와 기술공학적인 발전 등을 고려하여 학생들에게 필요한 수학 소양이 무엇이고 이를 어떻게 평가할 것인가를 논의하는 한편, PISA 2015부터 전면 도입된 컴퓨터 기반 평가의 특성을 효과적으로 활용할 수 있는 문항을 개발하기 위한 방안을 모색하였다. 특히 예비검사 시행에 앞서 PISA 2022<sup>3)</sup>에 활용될 평가틀과 일곱 개의 예시 문항을 공개함으로써, 평가틀에 대한 이해를 도모하는 것은 물론 PISA 2022에서 새롭게 개발될 문항의 방향성을 제시하였다.

PISA가 시작된 이래 PISA에서 시도하는 변화와 혁신은 우리나라에서 영역별 주요한 연구 주제로 다루어져 왔다. 읽기, 수학, 과학 영역의 평가틀 변화는 우리나라의 읽기교육, 수학교육, 과학교육에 시사점을 제공하였고(김남희, 2012; 김도균, 강병련, 이민희, 2018; 김현정, 2018; 노명완, 박창균, 2006; 박경미, 1999; 박혜영, 2017; 신기현, 2006; 옥현진, 2014; 임해미, 2013; 황우형, 구자형, 2006), 표집 설계 방법, 새로운 설문 조사 방법, 컴퓨터 기반 평가의 도입 등도 탐색의 대상이 되었다(임해미, 2012; 정혜경, 임해미, 2020; 조지민, 정혜경, 2013; 이서빈, 김선호, 고상숙, 2017). 특히 PISA는 우리나라에서 교육과정, 교육 정책의 개혁을 위한 일종의 지표로 인식되고 있어(신현석, 주영호, 2013, p. 151), 2015 개정 수학과 교육과정 연구를 진행하면서 개정의 방향 설정 시에도 주요한 참고 자료로 활용되었다(박경미 외, 2015, pp. 17-19). 따라서 새로운 주기를 준비하면서 개선된 PISA의 평가틀과 이를 반영하여 새롭게 개발된 예시 문항은 우리나라 수학교육의 현재를 점검하고 미래를 위한 준비에 유의미한 시사점을 제공한다는 점에서 면밀히 검토할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 주 영역이 되는 주기가 도래함에 따라 시대적 변화를 반영하여 수정·보완된 PISA 2022 수학 소양의 정의와 평가틀, 예시 문항의 특징을 분석하고자 한다. 이를 위해 PISA의 첫 번째 주기인 PISA 2000부터 수학이 주 영역이 되었던 주기별 수학 소양의 정의와 평가틀의 변화 양상을 살펴보고, PISA 2022 수학 소양의 정의와 평가틀의 특징을 구체화하고자 한다. 이와 같은 분석 결과는 2015 개정 수학과 교육과정의 성공적인 실행과 수학 학습 평가에 유의미한 시사점을 제공할 것이라 기대된다.

## II. PISA 수학 소양의 정의

수학은 과학을 비롯하여 금융, 마케팅 등 많은 분야와 겹쳐지는 범위를 확대하면서 학문 세계에서 기본으로서의 역할을 수행하는 것은 물론(National Research Council, 2013, p. 60), 일상적인 삶의 곳곳에서 건설적이고 참여적이며 반성적인 시민으로서 살아가기 위해 필요한 판단과 결정을 내리는 데 도움을 주고 있다(OECD, 2019b, p. 75). 이로 인해 수학 소양은 고등 사고 능력을 기르기 위한 필수적인 도구로 인식되고 있으며, 각종 선발 고사에서 합격의 열쇠를 쥐고 있는 문지기와 같은 역할을 할

3) 국제본부는 COVID-19의 영향으로 2020년에 예정되었던 PISA 2021 예비검사가 예정된 일정에 따라 진행하기 어려워짐에 따라 참여국과의 논의를 통해 예비검사를 비롯한 본검사를 1년씩 미루기로 결정함. 이에 따라 수학이 주 영역이 되는 PISA 여덟 번째 주기의 본검사가 2022년으로 예정되어, PISA 2022라고 칭하게 됨.

뿐 아니라(OECD, 2016, p. 38), 디지털 정보 시대를 살아가기 위해 가장 필요한 소양 중 하나로 꼽히고 있다(OECD, 2015, p. 187).

PISA는 연구 초기부터 교과서에 제시된 문제에 답하는 능력보다 정량적으로 추론하고 관계 혹은 종속을 나타낼 수 있는 능력을 중시하였고(OECD, 1999, p. 9), 수학 지식의 기능적 측면을 강조하기 위해 ‘수학 소양’이라는 용어를 도입하여 기본적인 용어나 내용에 대한 지식과 기능의 중요성을 표현하면서도 실생활 맥락에서 이를 창의적으로 결합하여 문제를 해결하는 능력을 강조하였다(OECD, 2004, p. 25). PISA 연구가 시작된 PISA 2000부터 PISA 2022까지 수학이 주 영역이 되었던 주기의 수학 소양의 정의를 정리하면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 주기별 PISA 수학 소양의 정의

주기	수학 소양의 정의
PISA 2000	수학 소양이란 개인이 건설적이고 사려 깊고 반성적인 시민으로 현재와 미래의 삶을 살아가는 데 있어, 실세계에서 수학이 담당하는 역할을 인식하고 이해하며, 수학적으로 근거가 충분한 판단을 하고, 실세계와 수학과 관련을 짓는 능력을 말한다.
PISA 2003	수학 소양이란, 수학이 세계에서 담당하는 역할을 인식하고 이해하는 능력, 수학을 이용하여 근거가 충분한 판단을 하는 능력, 건설적이고 사려 깊고 반성적인 시민으로서의 개인의 생활의 필요성을 만족시키는 방식으로 수학을 관련짓고 이용하는 능력 등을 말한다.
PISA 2012	수학 소양은 다양한 맥락에서 수학을 형식화하고, 이용하고, 해석하는 개인적 능력이다. 여기에는 현상을 기술하고 설명하며 예측하기 위해 수학적 추론과 수학적 개념, 절차, 사실, 도구를 사용하는 것이 포함된다. 수학 소양은 개인이 실세계에서 수학의 역할을 인식하고, 건설적이고 참여적이며 반성적인 시민에게 요구하는 근거 있는 판단과 결정을 할 수 있도록 돕는다.
PISA 2022	수학 소양은 다양한 실세계 맥락에서 문제를 해결하기 위하여 수학적으로 추론하고 수학을 형식화하고, 이용하고, 해석하는 개인의 능력이다. 여기에는 현상을 기술하고 설명하며 예측하기 위한 수학 개념, 절차, 사실, 도구가 포함된다. 수학 소양은 개인이 실세계에서 수학의 역할을 인식하고, 건설적이고, 참여적이며, 반성적인 21세기 시민에게 요구되는 근거 있는 판단과 결정을 할 수 있도록 돕는다.

※ 참고자료: 최승현, 노국향, 박경미(2001, p. 12), 이미경, 곽영순, 민경석, 채선희, 최성연, 최미숙, 나귀수(2004, p. 21), 송미영, 임혜미, 최혁준, 박혜영, 손수경(2013, p. 27), 조성민, 구남욱, 김현정, 이소연, 이인화(2019, p. 10), OECD(1999, p. 41; 2004, p. 25; 2013, p. 25; 2018, p. 7).

수학 소양의 정의에는 수학 지식의 기능적 측면과 실생활 맥락에서의 활용이 강조되고 있다. 수학 소양은 수학 용어, 개념, 내용 등에 대한 지식 뿐 아니라 연산과 수학적 방법을 수행하는 능력을 전제로 하면서도, 내용 지식만 지나치게 중시하기보다 내용 지식과 기능의 창의적 결합을 통한 활용을 중요시하기 때문이다(OECD, 2004, p. 25). 이는 수학 개념 및 구조, 아이디어가 우리가 사는 물리적, 사

회적, 정신적 세계의 현상을 구성하는 도구로서 발명되었다는 Freudenthal의 생각이 반영된 것으로, ‘실세계’란 개인이 사는 자연, 사회, 문화적 환경을 포괄한다(OECD, 2004, p. 25). PISA 2022에서는 실생활 맥락을 바탕으로 하는 PISA의 특성을 좀 더 부각하여 영어 원문에서는 맥락을 설명하는 부분에 ‘실세계’라는 단어를 추가함으로써<sup>4)</sup> 학생들이 맞닥뜨리게 되는 도전과 문제가 실세계를 바탕으로 하고 있음을 강조하였다.

수학 소양에 대한 정의는 주기를 거듭하면서 기본적인 틀은 유지된 채, 주 영역인 주기에서 부분적으로 수정·보완되었다. PISA 연구 초기부터 수학 소양은 수학적 모델링과 매우 밀접하게 관련되었다(Stacey, 2015, p. 64). 수학적 모델링은 PISA 수학 평가들의 초석이었으나, PISA 2012에서는 이를 좀 더 직접적으로 표면화하였고 이는 PISA 2022에도 이어지고 있다. 즉, 수학 소양을 ‘형식화하고(formulate), 이용하고(employ), 해석하는(interpret)’ 능력으로 정의하면서, ‘수학 개념, 절차, 사실, 도구의 활용’을 명시적으로 포함시킨 것이다. 수학 소양에 대한 PISA의 정의는 OECD의 국제 성인역량조사(Programme for the International Assessment of Adult Competencies, 이하 PIAAC)에서 측정하는 수리력( numeracy) 개념과 연결지어 볼 수 있다. PIAAC의 수리력은 분석적 추론과 같은 고차원적인 인지적 기능을 개발하는데 기초이자 특정 영역의 지식을 이해하고 평가하기 위한 핵심적인 기능으로(OECD, 2019c, p. 36), 실생활 맥락의 문제를 해결하기 위하여 수학적 내용, 정보, 아이디어를 적절히 활용할 수 있는 능력이다(OECD, 2019c, p. 48). 따라서 PISA의 수학 소양인 ‘수학적으로 추론하고 수학을 형식화하고, 이용하고, 해석하는’ 능력은 만 15세 뿐 아니라 이후 사회 참여 및 경제 활동을 위해 성인에게 요구되는 역량과도 관련됨을 알 수 있다.

문제해결과 수학적 추론은 PISA 2022 수학 소양의 두 가지 주요 요소이다. 즉, 문제해결과 더불어 양적인 측면이 내재된 설명, 논거 등을 수학적으로 이해하는 ‘추론’이 수학 소양에 포함된 것이다(OECD, 2018, p. 9). 추론은 이미 알고 있는 판단으로부터 새로운 판단을 이끌어 내는 사유 작용으로(우정호, 2009, p. 335), 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 능력(박경미 외, 2015, p. 40)을 의미한다. 학생들은 수학 수업에서 연습했던 귀납이나 연역 등과 같은 논리와 추론을 활용하여 자신의 의견을 정당화할 수도 있고, 적절한 반례를 이용하여 상대의 주장을 의미 없게 만들어 버릴 수도 있다(Mahajan, Marciniak, Schmidt & Fadel, 2016, pp. 6-7). 또한 잠정적이고 비연역적인 추측을 기반으로 하는 개연적 추론을 통해 새로운 지식을 발견하고 지식의 범위를 확장할 수도 있다(Polya, 1968/2003, p. 264). 이와 같이 어떤 사실로부터 타당하면서도 논리적인 결론을 이끌어내는 추론 능력은 수학 학습 뿐 아니라 일상 생활에서도 중요한 역할을 한다. 따라서 PISA 2022에서는 모호하고 복잡한 문제 상황에서 수학적 요소를 찾아 이를 분석하고 구조화하여 수학적으로 해결할 때 요구되는 수학적 추론 능력이 수학 소양의 중요한 요소로 강조되었다(OECD, 2018, p. 8).

한편 이전 주기에서 ‘건설적이고 참여적이며 반성적인 시민’으로 표현되었던 부분은 ‘건설적이고 참여적이며 반성적인 21세기 시민’으로 수정되어 21세기 핵심 역량을 지닌 시민으로 표현되었다. ‘21세기 핵심 역량’은 AI 등과 같이 발달된 테크놀로지를 적극적으로 활용할 수 있는 능력을 포함하고 있다는 점에서, 문제 상황에 내재된 수학적 구조의 본질을 파악하고 문제해결에 도움이 되는 도구를 적절하게 활용하여 추상적인 수학 개념을 구체화하거나 동적으로 탐구할 수 있는 능력은 미래 사회를 살아갈 학생들에게 더욱 중요해지고 있다.

4) 수학 소양의 정의에서 ‘실세계’에 해당하는 원어는 PISA 2000부터 PISA 2012까지 ‘world’, PISA 2022에서는 ‘real-world’임. 그러나 보고서의 전반적인 내용을 고려하여 번역어를 결정함에 따라 <표 II-1>에서 보는 바와 같이, 모든 주기에서 ‘실세계’로 번역되었음.

### Ⅲ. PISA 수학 평가들의 변화

평가도구의 개발 및 평가의 전 과정에서 평가의 방향이나 제반 요소들을 결정할 때 판단의 준거가 되는 평가들은 평가에 관하여 보다 체계적이고 포괄적인 설명을 제공한다(황혜정, 최승현, 1999, p. 459). 따라서 PISA의 평가들은 문제가 제시되는 맥락이나 수학적 사고, 문제해결 과정의 수준과 범위를 구체화하고 문항을 안배하는데 주요한 지침으로(Stacey & Turner, 2015, p. 16), 평가도구의 개발 과정에서 문항의 적합성을 판정하고 문항 유형 및 각 평가 요소별 문항 출제 비율 등을 계획하고 결정하는데 활용된다. 따라서 주기별 PISA 평가들의 변화 양상을 바탕으로 PISA 2022 평가들을 분석함으로써 PISA 2022에 대한 이해도를 제고할 수 있다.

#### 1. PISA 평가를 개관

PISA 2000부터 PISA 2009까지 수학 전문가 집단(Mathematics Expert Groups)의 의장(chair)이었던 de Lange는 현실주의적 수학교육(Realistic Mathematics Education), 특히 수학적화(mathematisation) 과정을 PISA 평가들에 적용하여 구체화하였고, de Lange의 수학 학습 평가들은 PISA 평가들의 기초가 되었다(정영욱, 2004, p. 348; de Lange, 1999, p. 1; Stacey & Turner, 2015, p. 7).

PISA의 첫 번째 주기였던 PISA 2000에서는 수학 평가들이 부분적으로 완성되었다. 국제본부는 ‘수학 역량(mathematical competencies), 수학의 핵심 아이디어(mathematical big ideas)’가 중심축을 이루고 ‘수학적 내용 요소(mathematical curricular strands), 상황과 맥락(situations and context)’이 보조축을 이루며 PISA 2000의 평가들을 구성하였다(OECD, 1999, pp. 42-50). 중심축과 보조축의 하위 범주별 요소는 <표 Ⅲ-1>과 같다

<표 Ⅲ-1> PISA 2000 수학 평가들

중심축		보조축	
수학 역량	수학의 핵심 아이디어	수학적 내용 요소	상황과 맥락
수학적 사고	가능성 변화와 증가 공간과 모양 양적 추론 불확실성 종속과 관계	수 측정 어림 대수 함수 기하 확률 통계 이산수학	개인적 교육적 직업적 공적 과학적
수학적 논증			
모델링			
문제만들기와 문제해결			
표현			
기호화와 형식화			
의사소통			
보조교구와 도구의 사용			

이후 수학이 처음으로 주 영역이 되었던 PISA 2003에서 평가들은 ‘맥락(situations or contexts), 내용(mathematical content), 과정(mathematical processes)’으로 수정·보완되었다(OECD, 2004, p. 30). PISA 2003, PISA 2012, PISA 2022의 평가들 하위 요소를 정리하면 <표 Ⅲ-2>와 같다.

<표 III-2> PISA 2003, PISA 2012, PISA 2022 수학 평가틀(OECD, 2004, pp. 30-48; 2013, pp. 27-38; 2018, pp. 14-31)

PISA 2003		PISA 2012		PISA 2022	
맥락	개인적 교육적/직업적 공적 과학적	맥락	개인적 직업적 사회적 과학적	맥락	개인적 직업적 사회적 과학적
내용	양 불확실성 변화와 관계 공간과 모양	수학적 내용	양 불확실성과 자료 변화와 관계 공간과 모양	내용 지식	양 불확실성과 자료 변화와 관계 공간과 모양
과정	재생 연결 반성	수학적 과정	형식화하기 이용하기 해석하기	수학적 추론과 문제해결	수학적 추론 형식화하기 이용하기 해석하기와 평가하기

PISA 2003부터 PISA 2022까지의 수학 평가틀은 하위 범주는 유지된 채 각 하위 범주의 요소를 좀 더 정교화하는 방식으로 수정·보완되었다.

## 2. 평가틀 하위 범주별 변화

### 1) 맥락

‘맥락’은 문제가 제시되는 상황으로, 실제 맥락에서 수학적 지식의 적용이나 활용 능력을 평가하고자 하는 PISA에서는 문항 구성 시 다양한 맥락을 활용한다(OECD, 2013, p. 37). ‘맥락’은 PISA 2000에서 학생들에게 가장 밀접한 ‘개인적’ 맥락과 학교 생활과 관련된 ‘교육적’ 맥락, 직업 세계와 관련된 ‘직업적’ 맥락, 일상 생활에서 맞닥뜨리는 지역 공동체 및 사회와 관련된 ‘공적’ 맥락, 과학적 사실과 현상들을 담은 ‘과학적’ 맥락으로 구성되었다(OECD, 2004, p. 32). 이후 ‘교육적’ 맥락은 다른 하위 요소로 통합되고 ‘공적’ 맥락은 ‘사회적’ 맥락으로 변경됨에 따라 PISA 2012에서 ‘맥락’의 하위 요소는 ‘개인적, 직업적, 사회적, 과학적’으로 수정되었고 PISA 2022는 PISA 2012와 동일하다.

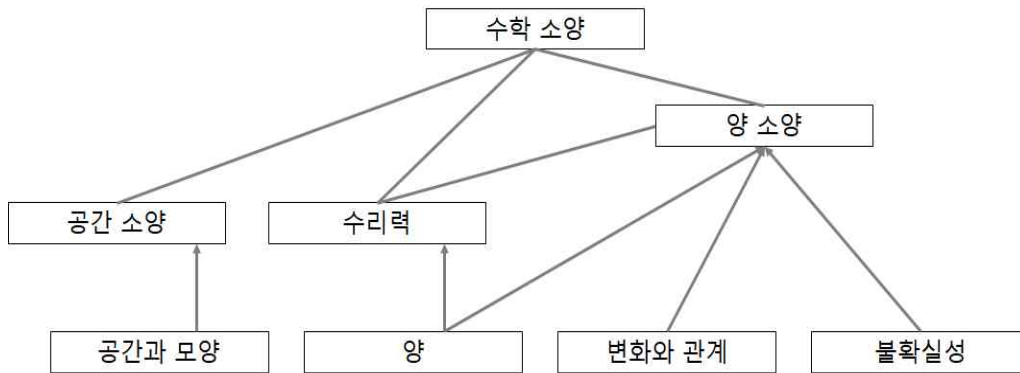
### 2) 내용

‘내용’은 PISA 2003에서 역사 발달과 학교 교육과정의 주요 주제들을 고려하여 핵심적인 아이디어(overarching ideas)인 ‘양, 불확실성, 변화와 관계, 공간과 모양’로 구성된 후, PISA 2012에 이어 PISA 2022까지 이어오고 있다<sup>5)</sup>.

de Lange는 19세기에 분류되었던 산술, 기하, 대수, 해석, 위상 등의 수학 분류 방식이 20세기의 학

5) ‘불확실성’이 ‘불확실성과 자료’로 변경되었으나, 이는 해당 범주의 특성을 명확히 하기 위해 바꾼 것일 뿐 포함하는 내용이 바뀐 것이 아님(OECD, 2013, p. 56).

교수학에도 여전히 적용되고 있음을 지적하면서, 수학 분야가 세분화되고 복잡도 이론(complexity theory)이나 동역학계 이론(dynamical systems theory) 등과 같이 새로운 분야가 나타나며 발전하는 양상에 주목하였다(de Lange, 1999, pp. 18-19). 따라서 학생들이 수학이 내적으로도 계속 성장·발전하는 것은 물론 새로운 분야에서 응용되고 확장되고 있음을 인식할 수 있도록, 핵심 주제(Big ideas)를 바탕으로 수학 학습 평가틀의 ‘수학 영역(Domain of Mathematics)’을 재구성할 것을 제안하였다. de Lange는 이때 선정되는 핵심 주제가 수학의 본질을 드러내면서도 전통적인 분야와의 관계도 나타내야 한다고 덧붙이면서, 대수, 해석, 기하 등이 아닌 ‘변화와 성장(Change and growth), 공간과 모양(Space and shape), 양적 추론(Quantitative reasoning), 불확실성(Uncertainty)’으로 수학 영역을 재구조화하였다(de Lange, 1999, p. 19). 이와 같은 연구 결과는 PISA에 반영되어 PISA에서는 수학 소양을 [그림 III-1]과 같이 ‘공간 소양(spatial literacy), 수리력( numeracy), 양 소양(quantitative literacy)’으로 구성하고 이들의 하위 요소를 ‘공간과 모양, 양, 변화와 관계, 불확실성’으로 구조화하여 설명하였다(de Lange, 2006, pp. 15-17).



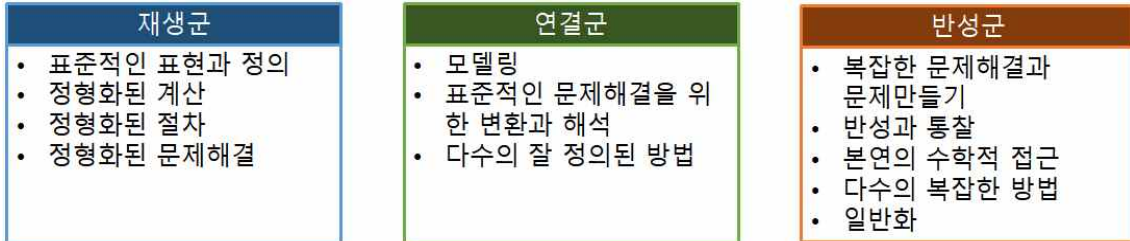
[그림 III-1] 수학 소양의 구조(de Landge, 2006, p. 15)

PISA 수학 평가틀에서 ‘내용(혹은 수학적 내용)’의 하위 요소는 수학의 역사 발생적 발달 양상과 각 하위 요소가 포괄하는 수학 분야의 범위 및 수학 분야가 발달하는 데 동기가 되는 현상을 고려하여 분류된 것으로, 학교수학의 주요 요소를 반영하면서 평가도구 구성 시 핵심적인 역할을 수행하고 있다(OECD, 2019b, p. 83).

### 3) 과정

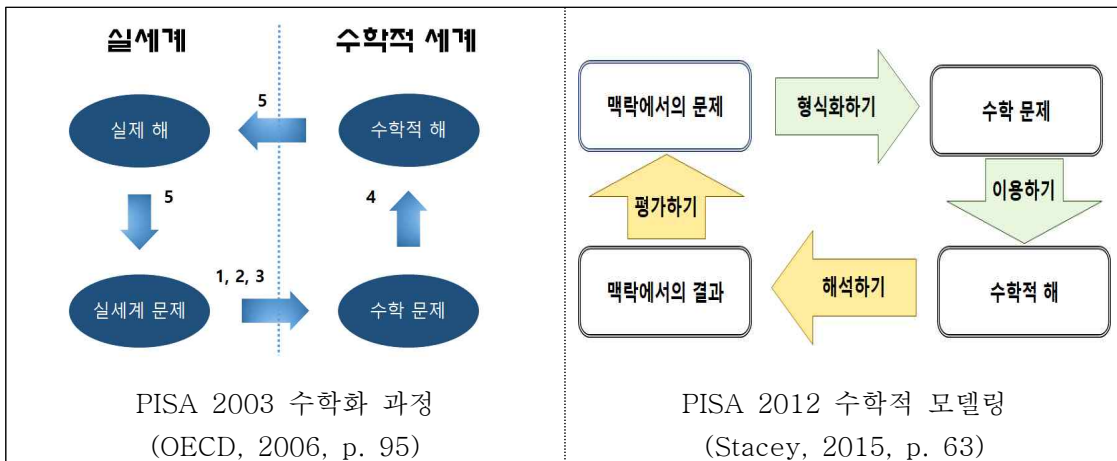
PISA에서 학생들이 실세계 맥락의 문제를 푸는 과정은 ‘수학화’로 설명할 수 있다(OECD, 2004, p. 38). PISA 2000에서는 ‘수학 역량(mathematical competencies)’을 ‘①수학적 사고(Mathematical thinking), ②수학적 논증(Mathematical argumentation), ③모델링(Modeling), ④문제만들기와 문제해결(Problem posing and solving), ⑤표현(Representation), ⑥기호화와 형식화, 기술화(Symbolic, formal and technical), ⑦의사소통(Communication), ⑧보조교구와 도구의 사용(Aids and tools)’으로 설명하고, 수학 역량을 ‘재생(reproduction), 정의(definition), 계산(computation)’과 ‘문제해결을 위한 연결과 통합(connections and integration for problem solving)’, ‘수학적 사고(mathematical thinking), 일반화와 통찰(generalisation and insight)’이라는 세 범주로 구분하여 평가 문항에서 수학 역량이 작동할 수

있도록 하였다(OECD, 1999, p. 43). 여덟 가지의 수학 역량은 수학화의 과정에서 요구되는 숙달의 수준이 상이한데(OECD, 2004, p. 32), PISA 2003에서는 이를 역량군(competency cluster)으로 설명하면서 ‘재생(reproduction), 연결(connection) 반성(reflection)’으로 구분하고 [그림 III-2]와 같이 하위 요소를 제시하였다(OECD, 2004, pp. 42-49).



[그림 III-2] 역량(competency)의 하위 요소(OECD, 2004, p. 49)

한편 수학화는 ‘①실세계 맥락의 문제로 시작한다 ②수학 개념에 따라 문제를 조직하고 적절한 수학이 무엇인지 확인한다 ③가설 세우기, 일반화하기, 형식화하기 등의 과정을 통해 실제적인 요소를 제거하고 상황에 담겨진 수학적 특성을 증진시켜 실세계 맥락의 문제를 상황을 충실하게 나타내는 수학 문제로 변환한다 ④수학 문제를 푼다 ⑤구해진 해의 제한점을 인식하면서 실세계 맥락의 견지에서 수학적 해를 이해한다’는 과정을 따라 진행된다(OECD, 2004, p. 38). [그림 III-3]에서 보는 바와 같이 PISA 2003은 수학화의 과정 간 이동을 화살표로 나타내면서 특징을 설명하였다면, PISA 2012는 ‘형식화하기, 이용하기, 해석하기, 평가하기’와 같이 각각을 학생들의 성취와 직접 관련지어 나타냈다. 예를 들어, 제시된 맥락에서 수학적 특성을 파악하여 실세계 문제를 수학 문제로 전환하는 과정을 PISA 2003은 ‘1, 2, 3’으로 표현하고 설명하였다면, PISA 2012에서는 그 과정을 ‘형식화하기’로 나타냈다(Stacey, 2015, p. 62).



[그림 III-3] PISA 2003과 PISA 2012의 수학적



### 3. PISA 2022 평가들 특성 분석

PISA 평가들에서 ‘맥락’은 PISA의 주요한 특징 중 하나로, 일상적인 삶으로부터 전지구적 문제에 이르기까지 다양한 소재를 포괄한다. PISA 2022 수학 평가들은 PISA 2012 평가들의 ‘맥락’ 분류를 동일하게 유지하여 ‘개인적, 직업적, 사회적, 과학적’으로 분류하고 다음과 같이 상세 설명을 제시하였다(OECD, 2018, p. 30). 자기 자신, 가족, 동료에 대한 활동에 초점을 맞추는 ‘개인적’ 맥락의 문항은 ‘음식 준비, 쇼핑, 게임, 개인 건강 관리, 교통수단, 오락, 운동, 여행, 개인 일정 관리와 자산’ 등에 대한 내용을 포함한다. 일의 세계를 중심으로 다루는 ‘직업적’ 맥락의 문항은 ‘측정, 비용 처리, 주문서 작성, 급여 또는 회계, 질적 통제, 일정 관리, 디자인, 직장에서 내리는 의사 결정’ 등에 대한 내용을 포함한다. 우리 주변을 둘러싼 공동체에 관한 내용을 다루는 ‘사회적’ 맥락의 문항은 ‘선거 제도, 공공 교통 요금, 정부, 공적 정책, 광고, 건강, 국가 통계 및 경제’ 등에 대한 내용을 포함한다. 마지막으로 자연 세계의 현상에 수학을 적용하는 것이나 과학 및 공학과 관련된 주제인 ‘과학적’ 맥락의 문항은 ‘날씨, 생태계, 의학, 공간과학, 유전학, 측정, 수학’ 등에 대한 내용을 포함하며, 순수 수학 문항은 ‘과학적’ 맥락으로 분류된다. PISA 평가도구는 여러 개의 하위 문항(items)을 포함하는 단위 문항(unit)으로 구성되는데, 각 단위 문항은 공통의 도입글(stimulus)을 사용하게 된다. 따라서 일반적으로 하나의 단위 문항에 포함된 하위 문항들의 ‘맥락’은 동일하지만, 예외적으로 일부는 하위 문항의 특성에 따라 ‘맥락’이 상이한 경우도 발생한다.

PISA 2022 수학 평가들에서 ‘내용 지식’은 PISA 2012 평가들과 동일하게 ‘양, 불확실성과 자료, 변화와 관계, 공간과 모양’으로 분류된다. 다만, PISA 2022에서 ‘수학적 추론’이 강조됨에 따라 ‘내용 지식’의 하위 요소에서 강조되어야 하는 주제를 평가들에서 추가로 안내하였다. 즉, ‘양’에서는 컴퓨터 시뮬레이션(computer simulations), ‘불확실성과 자료’에서는 조건부 의사결정(conditional decision making), ‘변화와 관계’에서는 증가 현상(growth phenomena), ‘공간과 모양’에서는 기하적 근사(geometric approximation)를 강조하면서 각각의 내용과 관련한 주제를 다음과 같이 구체화하였다(OECD, 2018, pp. 23-28).

- 컴퓨터 시뮬레이션: 예산 책정, 인구 분포, 질병의 확산, 경험적 확률, 반응 시간 모델링 등과 같은 상황으로부터 변수를 찾고 변수가 결과에 미치는 영향을 탐색하기
- 조건부 의사결정: 조합론에 대한 기본적인 성질을 이용하여 변수들 사이의 상호 관련성을 이해하고 상황을 해석하여 가설 세우기
- 증가 현상: 선형, 비선형, 이차, 지수 등과 같이 다양한 형태의 증가 현상
- 기하적 근사: 정다각형이 아니거나 친숙하지 않은 모양과 대상을 좀 더 친숙한 모양과 대상으로 쪼개어 봄으로써 모양과 대상의 속성과 성질을 어렵하기

이러한 내용은 현재 혹은 미래 사회에서 건설적이고, 참여적이며, 반성적인 시민으로 생활하면서 접하게 될 상황으로, 학생들이 관련 주제들이 포함된 상황에서 필요로하는 수학적 지식을 알고 적용할 수 있어야 함을 의미한다. 예를 들어, ‘조건부 의사결정’을 불확실성과 자료에서 강조되어야 하는 주제로 제시한 것은 학생들이 어떤 모델을 세울 때 이미 설정한 가정이 도출된 결론에 어떤 영향을 미치는 것은 물론 서로 다른 가정이나 관계는 또 다른 결론을 도출하게 할 수 있음을 이해하고 있어야 한다는 것을 의미한다.

PISA 2012 수학 평가들의 ‘수학적 과정’은 PISA 2022에서 ‘수학적 추론과 문제해결’로 변경되고 하

위 범주로 ‘수학적 추론’이 추가되었다. 기존의 하위 요소인 ‘형식화하기, 이용하기, 해석하기’는 ‘형식화하기, 이용하기, 해석하기와 평가하기’로 수정되고 ‘문제해결’로 범주화되었다. ‘수학적 추론’은 상황을 평가하고, 전략을 선택하고, 논리적으로 결론을 도출하고, 해를 찾아 설명하고, 이러한 해가 어떻게 적용될 수 있는지를 알아내는 과정을 포함한다(OECD, 2018, p. 15). 수학적 추론은 수학 소양의 핵심으로, 학교수학을 뒷받침하고 있는 다음의 여섯 가지의 주요 개념에 대한 이해를 바탕으로 한다(OECD, 2017, p. 9; OECD, 2018, p. 17).

- 양, 수체계, 대수적 성질을 이해하기
- 추상화와 기호적 표상의 힘을 인식하기
- 수학적 구조와 규칙성을 알기
- 양 사이의 함수적 관계를 파악하기
- 실세계를 보는 렌즈로 수학적 모델링 이용하기
- 통계의 핵심으로 변이성 이해하기

이러한 활동을 통해 학생들은 수학을 실세계에 적용하고, 상황의 특수한 측면에서 일반적인 특성을 찾아 상황을 좀 더 효율적으로 설명할 수 있게 되고, 하나의 맥락에 적용한 지식을 유사한 구조를 가진 다른 맥락에 적용할 수 있게 된다(OECD, 2018, pp. 16-19). 또한 상황에 영향을 미치는 변수들 사이의 상호작용과 이에 따른 종속성을 파악하여 상황의 본질적인 측면에 집중함으로써 성공적으로 문제를 해결할 수 있게 된다. 이외에 학생들이 효과적으로 ‘문제해결’에 해당하는 ‘형식화하기, 이용하기, 해석하기와 평가하기’에서 수행하는 활동을 <표 III-3>과 같이 구체적으로 제시하였다.

<표 III-3> PISA 2022 ‘문제해결’의 하위 요소에 포함된 활동(OECD, 2018, pp. 20-22)

형식화하기	이용하기	해석하기와 평가하기
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적절한 모델 선택하기</li> <li>• 실세계 맥락으로 제시된 문제에 포함된 수학적 측면과 유의미한 변수 파악하기</li> <li>• 수학적 구조 인식하기</li> <li>• 수학적 분석을 위해 상황이나 문제를 단순화하기</li> <li>• 수학적 모델링의 이면에 있는 제한점과 가정 파악하기</li> <li>• 적절한 변수, 기호, 다이어그램, 표준모델 등을 사용하여 상황을 수학적으로 표현하기</li> <li>• 맥락화된 언어와 기호화되고 형식적인 언어 사이의 관계를 이해하고 설명하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 간단한 계산 수행하기</li> <li>• 간단한 결론 도출하기</li> <li>• 적절한 전략 선택하기</li> <li>• 수학적 해를 찾기 위해 전략을 고안하고 실행하기</li> <li>• 테크놀로지를 비롯한 수학적 도구를 활용하여 정확한 혹은 근사치의 해를 구하기</li> <li>• 해를 구하는 과정에서 수학적 사실, 규칙, 알고리즘, 구조를 적용하기</li> <li>• 다이어그램, 그래프, 시뮬레이션 등을 만들고, 이들로부터 얻은 수학적 정보로 확대하기</li> <li>• 다양한 표현들을 이용하고 번갈아 사용하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 그래프나 다이어그램으로 제시된 정보를 해석하기</li> <li>• 맥락의 견지에서 수학적 결과를 평가하기</li> <li>• 실세계 맥락으로 돌아와 수학적 결과를 해석하기</li> <li>• 실세계 문제의 맥락에서 수학적 해의 합리성을 평가하기</li> <li>• 실세계가 수학적 절차나 모델의 결과와 계산에 어떤 영향을 주는지 이해하기</li> <li>• 수학적 결과나 결론의 이유를 설명하고 주어진 문제의 맥락에서 이해하기</li> <li>• 수학적 개념과 해의 한계와 범위를 이해하기</li> </ul>

형식화하기	이용하기	해석하기와 평가하기
<ul style="list-style-type: none"> <li>문제를 수학적 언어나 표현으로 변환하기</li> <li>알려진 문제나 수학적 개념, 사실, 절차와 관련된 부분 인식하기</li> <li>수학적 관계를 나타낼 수 있는 가장 효과적인 컴퓨팅 도구 선택하여 적용하기</li> <li>문제해결 단계 창안하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수학적 절차를 적용하여 얻어진 결과를 바탕으로 일반화하기</li> <li>수학적 논쟁을 반성하고 수학적 결과를 설명하며 정당화하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제해결을 위해 이용한 모델의 한계를 이해하고 비판하기</li> <li>추론하고 논거의 증거를 제공하고 제공된 해를 비교하기 위하여 수학적 사고와 컴퓨팅 사고를 이용하기</li> </ul>

PISA 2012에서 수학적 과정에 포함된 ‘기본 수학 능력’은 PISA 2022에서 ‘21세기 역량’으로 재구성되었다. OECD는 21세기 미래 사회를 살아갈 시민에게 필요한 핵심역량을 탐색하기 위하여 Education 2030 등의 연구를 수행하고 있다. PISA 2022는 이러한 연구 결과를 종합하고 이 중에서 수학과 관련된 역량을 8가지로 추출하여 ‘비판적 사고, 창의성, 연구와 탐구, 자기주도성·진취성·끈기, 정보 사용, 시스템 사고, 의사소통, 반성’으로 제시하였다.

국제분부는 실세계 맥락의 틀에서 PISA 2022 수학 평가들의 하위 범주인 ‘맥락, 내용 지식, 수학적 과정’과 ‘21세기 역량’을 [그림 III-4]와 같이 입체적으로 도식화하였다.



[그림 III-4] PISA 2022 수학 평가들<sup>6)</sup>

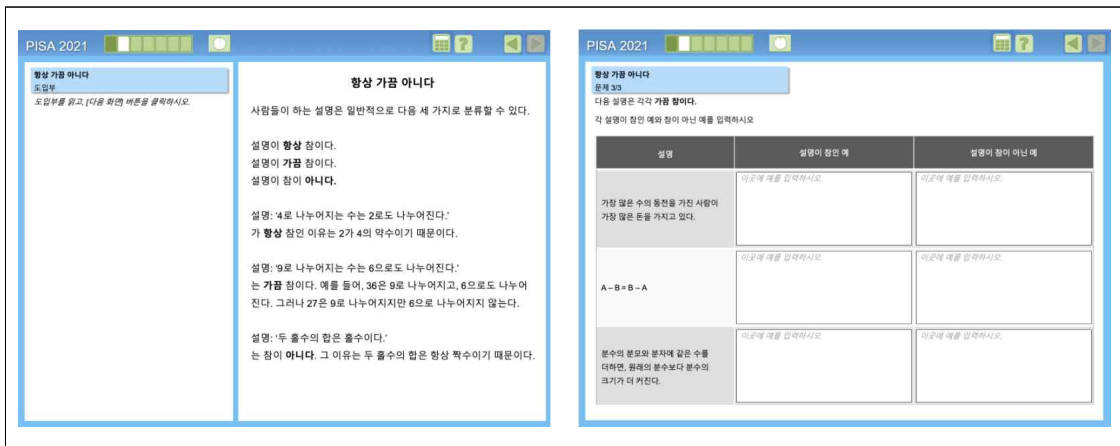
## IV. PISA 2022 예시 문항

국제본부에서는 PISA 2022 수학 평가들에 따라 새롭게 개발되는 문항의 특징을 알 수 있도록 평가들과 함께 7개의 예시 문항을 제공하여 평가들에 대한 이해를 도모하고, PISA 2022의 특징을 구체화하였다(OECD, 2018, pp. 48-95). 예시 문항은 수학적 추론을 평가하는 문항, 컴퓨터 기반 수학 평가(computer-based assessment of mathematics)의 특징을 활용하는 문항, 컴퓨팅 사고력에 대한 문항, 수학 평가들의 ‘내용 지식’에서 강조하고 있는 네 가지 주제인 ‘컴퓨터 시뮬레이션, 조건부 의사결정, 증가 현상, 기하적 근사’에 관한 문항으로 구성된다.

- 항상/가끔/아니다: 수학적 추론 역량을 평가한다.
- 스마트폰 사용: 정렬하기 기능과 같은 스프레드시트를 활용할 수 있는 컴퓨터 기반 수학 평가 역량을 평가한다.
- 타일 붙이기: 기하적 표현을 활용하여 수학적 추론과 컴퓨팅 사고력을 평가한다.
- 거듭제곱의 아름다움: 증가 현상 및 수학적 패턴에 대한 인식과 수학적 추론 능력을 평가한다.
- 구매 결정: 조건부 의사결정에 관한 역량을 평가한다.
- 경로 찾기: 기하적 근사를 통해 수학적 추론과 컴퓨터 기반 수학 평가 역량을 평가한다.
- 저축 시뮬레이션: 컴퓨터 시뮬레이션 활용과 관련된 역량을 평가한다.

### 1. 수학적 추론 능력의 강조

수학적 추론은 PISA 2022에서 주목하고 있는 역량이다. 모든 문항은 일정 부분 ‘수학적 추론’의 요소를 포함하고 있으나, ‘항상/가끔/아니다’와 같이 직접적으로 학생들의 수학적 추론 능력을 평가하기도 한다. [그림 IV-1]은 수학 개념을 활용하여 학생들의 수학적 추론 능력을 평가하는 예시 문항인 ‘항상/가끔/아니다’로, 세 개의 하위 문항으로 구성된 단위 문항의 첫 번째와 세 번째 문항이다.



[그림 IV-1] 예시 문항: 항상/가끔/아니다<sup>7)</sup>

6) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html> (검색일 2020.07.07.)

7) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)

‘항상/가끔/아니다’는 문항의 도입부에 해당하는 화면의 오른쪽 부분에서 사람들이 하는 설명은 ‘항상’, ‘가끔’, ‘아니다’로 분류할 수 있다고 설명하면서 구체적인 사례를 제시한다. 이를 바탕으로 첫 번째 하위 문항은 ‘14세 소녀는 살면서 자신의 키가 현재 키의 절반이었던 순간이 적어도 한 번 있었다’, ‘14세 소녀는 10세 소녀보다 키가 크다’라는 설명을 제시하면서, 이와 같은 설명이 ‘항상 참’에 해당하는지, ‘가끔 참’에 해당하는지, ‘참이 아니다’에 해당하는 지 판단할 것을 요구한다. 두 번째 하위 문항은 ‘음이 아닌 정수를 제외한 수는 짝수이다’,  $3x + 1 = \frac{6x + 2}{2}$ , 등의 수학적 개념, 지식 등이 중심이 되는 설명이 ‘항상 참/가끔 참/참이 아니다’ 중 어느 것에 해당하는지를 묻는다. 세 번째 하위 문항은 ‘가장 많은 수의 동전을 가진 사람이 가장 많은 돈을 가지고 있다’와 같이 ‘가끔 참’인 설명, ‘ $A-B=B-A$ ’와 같이 ‘항상 참’인 설명 등을 제시하고, 해당 설명이 참이 되는 사례와 참이 아닌 사례를 입력할 것을 요구한다. 이 문항을 통해 학생들이 어떤 설명을 ‘참’으로 판단하는 지, 해당 설명이 참 또는 거짓임을 보여주는 예를 적절히 제시하는지를 확인함으로써 학생들의 수학적 추론 능력을 평가할 수 있다.

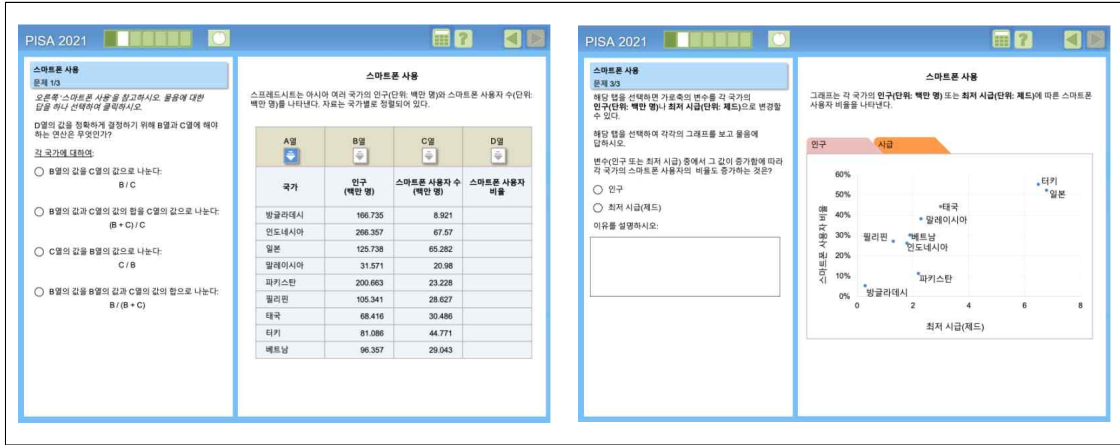
참, 거짓을 판단하는 명제와 관련된 내용은 우리나라의 경우, 2015 개정 수학과 교육과정에서 ‘수학’ 교과와 ‘(3) 수와 연산’ 영역에 해당한다. 2015 개정 수학과 교육과정에는 “모든”, “어떤”을 포함하고 있는 명제는 구체적인 상황을 이용하여 도입할 수 있다, ‘명제와 조건의 뜻은 수학적인 문장을 이해하는 수준에서 간단히 다룬다’, ‘충분조건, 필요조건, 필요충분조건은 구체적인 예를 통해 이해하게 한다’와 같은 내용이 교수·학습 방법 및 유의사항에 제시되어 있다(교육부, 2015, p. 51). 따라서 ‘수학적인 문장’이 아닌 생활 속의 문장을 활용하는 PISA 문항에 대하여 우리나라 학생들은 참·거짓을 판단하기 쉽지 않을 것이라 판단된다. 또한 ‘가끔 참’이라는 경우가 문항에 포함됨에 따라, 엄밀하게 참·거짓을 판단하는 내용이 중심이 되었던 학습 경험은 이와 같은 문항을 해결하는 데 오히려 어려움으로 작용했을 수도 있을 것이다. PISA 2022에서 이와 유사한 문항들에 대한 결과 분석은 수학과 교육과정 개정에 대한 의미있는 시사점을 도출할 수 있을 것이라 기대된다.

## 2. 공학용 도구의 활용과 컴퓨팅 사고력 평가

PISA 2015에서 컴퓨터 기반 평가가 전면 도입되었음에도 불구하고, PISA 2015와 PISA 2018에서 수학 영역은 지필평가로 개발된 문항이 스캔되어 사용됨에 따라 스프레드시트와 같은 기본적인 컴퓨터 기능도 활용될 수 없었다. 그러나 PISA 2022에서 개발되는 문항은 제공된 자료를 해석할 때 스프레드시트의 ‘정렬하기’ 기능을 적절히 활용하도록 요구함으로써, 학생들은 다양한 데이터를 좀 더 실제적으로 활용하고 문제해결에 적용해야 한다. [그림 IV-2]는 문제해결 과정에서 스프레드시트의 정렬하기 기능을 활용하는 예시 문항인 ‘스마트폰 사용’으로, 세 개의 하위 문항으로 구성된 단위 문항의 첫 번째와 세 번째 문항이다.

‘스마트폰 사용’은 아시아 9개국의 스마트폰 사용자의 비율에 관한 문항이다. 첫 번째 하위 문항은 학생들이 각 국가별로 제시된 인구 수와 스마트폰 사용자 수를 이용하여 스마트폰 사용자의 비율을 구하기 위해 어떤 연산을 이용해야 하는지를 묻는다. ‘ $B$ 열(인구)의 값을  $C$ 열(스마트폰 사용자 수)의 값으로 나눈다’, ‘ $C$ 열(스마트폰 사용자 수)의 값을  $B$ 열(인구)의 값으로 나눈다’ 등과 같은 설명 중에서 적절한 답을 선택할 수 있는 능력을 평가함으로써, 학생들이 ‘비율’에 대한 수학적 지식을 적용하여 스프레드시트를 적절히 활용할 수 있는지를 측정할 수 있다. 두 번째 하위 문항은 스프레드시트의 ‘정렬하기’ 기능을 활용하여 제시된 설명이 참인지, 거짓인지 판단할 것을 요구한다. ‘수학적 추론’은 PISA 2022에서 강조하고 있는 사고 과정으로, 학생들은 문항에 제시된 설명과 관련된 정보를 얻기 위

해 ‘정렬하기’ 기능을 활용하여 데이터를 정리하고 그 결과를 근거로 귀납적으로 추론하여 설명의 참/거짓을 판단해야 한다. 세 번째 하위 문항은 인구 수 또는 최저 시급에 따른 각 국가의 스마트폰 사용자의 비율을 나타낸 그래프를 보고, 인구 수와 최저 시급 중에서 그 값이 증가함에 따라 각 국가의 스마트폰 사용자의 비율도 증가하는 것을 고르고 그 이유를 설명하는 것이다. 이와 같은 문항을 통해 학생들은 인구 수와 스마트폰 사용자의 비율, 최저 시급과 스마트폰 사용자의 비율 사이의 관계를 파악하고 이를 통해 선형적인 증가 현상을 보이고 있는 변수를 찾을 수 있는지, 적절한 근거를 바탕으로 판단할 수 있는지를 평가받게 된다.



[그림 IV-2] 예시 문항: 스마트폰 사용<sup>8)</sup>

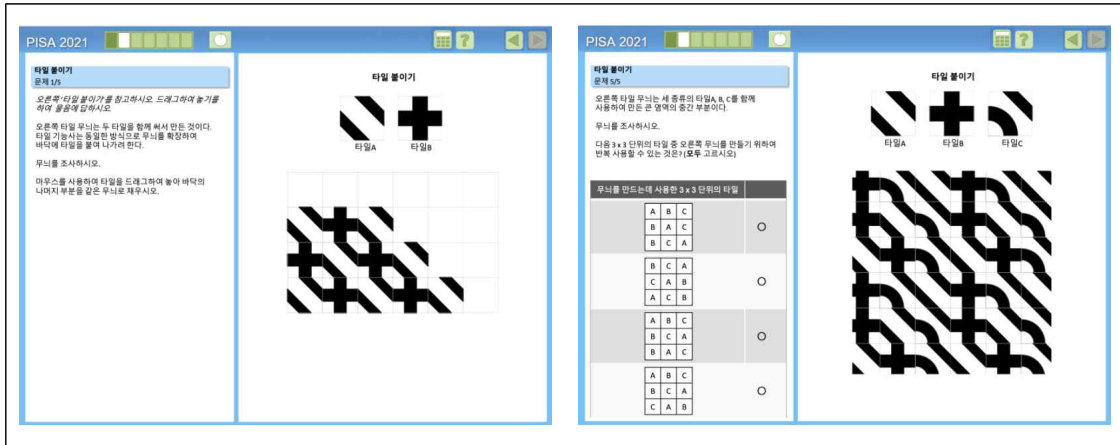
PISA 2022 수학 평가들과 함께 공개된 예시 문항에서는 스프레드시트의 사용 방법과 관련된 설명이 문항과 함께 제공되지 않았으나, PISA 2022 예비검사를 위하여 개발된 문항에서는 스프레드시트 사용 방법을 알려주는 별도의 탭(tab)을 문항에 포함하고 있다. 따라서 사용 방법을 꼼꼼하게 읽고 제공되는 연습 시행을 실시한다면, 스프레드시트에 대한 학습 경험이 없는 학생들도 문항을 풀기 위해 요구되는 기능을 어려움 없이 활용할 수 있다.

일상생활에서 컴퓨터의 각종 기능을 적절히 활용할 수 있는 능력의 중요성은 계속 커져가고 있다. PISA 2022 수학 영역에서는 컴퓨팅 사고력에 ‘패턴의 인지, 추상화의 설계 및 활용, 패턴의 분해, 적절한 컴퓨터 기능의 활용, 알고리즘의 정의’를 포함하고(OECD, 2018, p. 4) 이를 예시 문항으로 구체화하였다. [그림 IV-3]은 기하적 표현에 대한 이해를 바탕으로 ‘드래그하여 놓기’라는 조작을 포함하는 예시 문항인 ‘타일 붙이기’로, 다섯 개의 하위 문항으로 구성된 단위 문항의 첫 번째와 다섯 번째 문항이다.

‘타일 붙이기’는 [그림 IV-3]에 제시된 ‘드래그하여 놓기’라는 기능을 이용하여 타일A와 타일B로 바닥의 나머지 부분을 채우는 것과 관련된 문항이다. 첫 번째 하위 문항은 바닥의 일부분에 제시된 무늬를 참고하여 나머지 부분을 채우는 것이다. 학생들은 바닥에 나타나는 패턴의 규칙성을 파악하고 ‘드래그하여 놓기’ 기능을 이용하여 나머지 부분을 직접 채움으로써 이를 확인할 수 있다. 두 번째 문항은 앞의 문항에서 완성한 무늬를 만들기 위한 명령어를 코딩하는 것이다. 조건문을 이용한 명령어 작성에 익숙한 학생은 큰 어려움 없이 문제해결에 접근할 수 있으나, 우리나라 학교수학에서는 다루고 있지 않는 맥락이라는 점에서 많은 학생들에게 다소 생소하게 느껴질 수 있다. 세 번째 하위 문항

8) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)

은 앞의 문항을 좀 더 일반화하여 타일이 놓여질 위치를  $(m, n)$ 으로 표시하고  $m, n$ 의 조건에 따라 필요한 타일을 예측하는 것이다. 이 문항을 해결하기 위하여 학생들은 구체적인 값을 대입하고 그에 따라 직접 ‘드래그하여 놓기’를 시행함으로써 귀납적으로 결과를 추론할 수 있다. 네 번째 하위 문항은 문자를 사용하여 타일을 나타내는 것이고, 다섯 번째 하위 문항은 모두 채워진 바닥의 타일을 문자를 이용하여 표현하는 것이다. 학생들은 주어진 타일을 모두 문자로 나타낸 후 문항의 선택지에 제시된 부분이 있는지를 확인할 수도 있지만, ‘드래그하여 놓기’를 이용하여 해결했던 앞의 문항에 대한 경험과 사고실험을 바탕으로 선택지의 타일을 예측하여 문제를 해결할 수도 있다.



[그림 IV-3] 예시 문항: 타일 붙이기<sup>9)</sup>

‘타일 붙이기’ 문항은 패턴을 갖고 있는 기하적 표현과 ‘드래그하여 놓기’라는 컴퓨터 기능을 이용하여 학생들의 수학적 추론 능력과 컴퓨팅 사고력을 평가한다. 교수학습 상황에서 간단한 조작을 통해 기하적 패턴을 직접 완성해보는 경험을 했던 학생들은 상대적으로 맥락에 대한 이해가 쉬웠을 것이라 기대된다. 따라서 PISA 2022에서 이와 유사한 문항들에 대한 결과 분석을 통해 수학 학습 평가에 컴퓨터를 활용한 간단한 조작 활동을 포함하는 것과 관련된 시사점을 도출할 수 있을 것이라 기대된다.

### 3. 내용 지식의 강조에 따라 추가된 주제

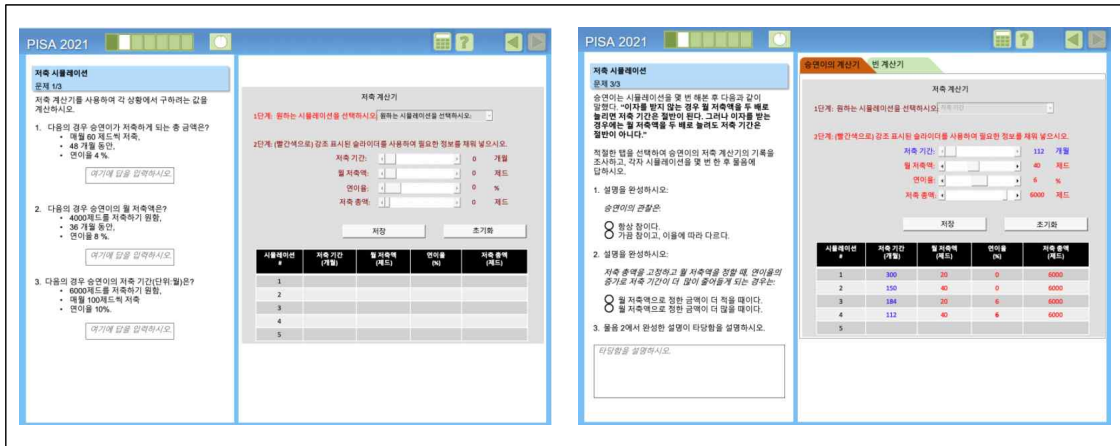
‘양’에서 강조된 ‘컴퓨터 시뮬레이션’은 ‘저축 시뮬레이션’ 문항으로 구체화되었다. [그림 IV-4]는 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하는 예시 문항인 ‘저축 시뮬레이션’으로, 세 개의 하위 문항으로 구성된 단위 문항의 첫 번째와 세 번째 문항이다. 이 문항은 도입부에서 시뮬레이션에 사용할 네 개의 변수와 문항에서 사용할 수 있는 시뮬레이션 종류를 소개한다. 또한 시뮬레이션과 변수가 포함된 ‘저축 계산기’라는 컴퓨터 시뮬레이션을 제시하고, 학생들로 하여금 반복적인 시행을 통해 각 변수 사이의 관계를 이해할 수 있도록 제작되었다. 이와 같은 문항은 컴퓨터 시뮬레이션이 양, 특히 큰 수와 관련된 양을 다루는 데 있어 매우 유용한 도구임을 보여준다(OECD, 2018, p. 26). 학생들은 의사결정을 위한 도구로 컴퓨터 시뮬레이션을 활용하여(OECD, 2018, p. 27) 문제에 대한 이해도를 높이고 문제 해결을 위한 계획이나 전략을 수립하며, 자신의 가설을 확인해볼 수 있기 때문이다. 이 문항에서 학생들은 ‘저

9) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)



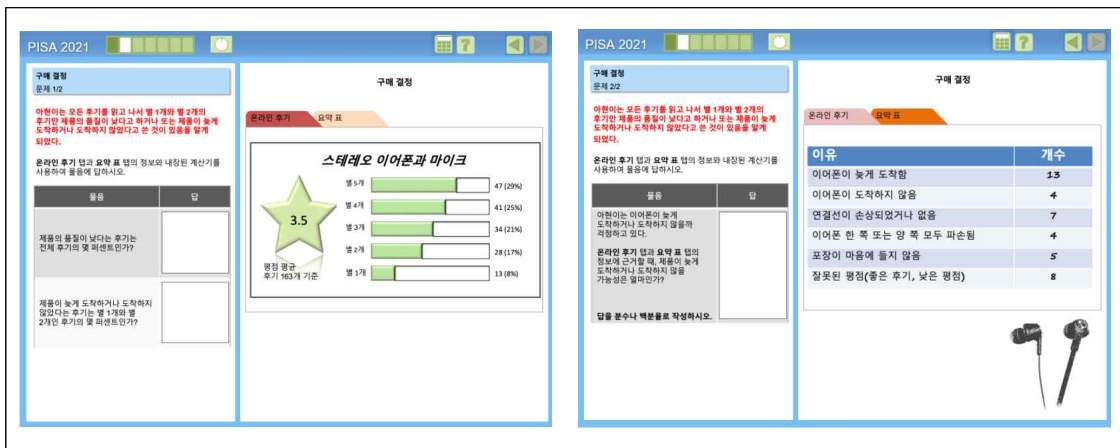
조성민

축'이라는 실생활과 관련된 상황에서 '저축 총액, 월 저축액, 연이율, 저축 기간'을 조정하면서 제시된 맥락을 파악하고 문제를 해결해야 한다. 첫 번째 하위 문항은 각 시뮬레이션의 역할을 이해하고 있는지를 묻는 문항으로, 고정된 변수와 고정되지 않은 변수를 파악하고 있는지를 평가한다. 두 번째 하위 문항은 문항에서 제시된 자료를 분석하여 제시된 주장의 타당성을 판단하고, 추가로 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하여 자신의 주장을 검증할 수 있는지를 평가한다.



[그림 IV-4] 저축 시뮬레이션<sup>10)</sup>

'불확실성과 자료'에서 강조된 '조건부 의사결정'은 '구매 결정' 문항으로 구체화되었다. [그림 IV-5]는 수학적 모델을 만들 때 설정한 서로 다른 가정이 서로 다른 결론에 이르게 될 수 있음을 보여주는 예시 문항인 '구매 결정'의 하위 문항들이다. 이 문항은 두 개의 하위 문항으로 구성되며, 작성 내용을 기준으로 별을 한 개 혹은 두 개를 받은 41개의 후기를 분류하고, 이를 바탕으로 다시 확률을 계산하여 163개의 전체 자료가 아닌 41개의 자료를 기준으로 판단을 내릴 수 있는지를 평가한다.



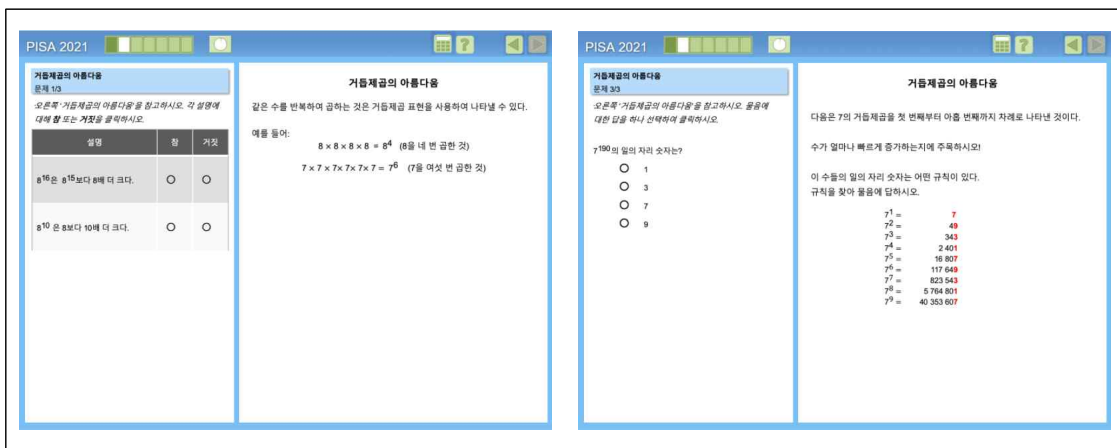
[그림 IV-5] 구매 결정<sup>11)</sup>

10) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)

11) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)



‘변화와 관계’에서 강조된 ‘증가 현상’은 ‘거듭제곱의 아름다움’ 문항으로 구체화되었다. [그림 IV-6]은 증가 현상을 포함하여 추론과 패턴에의 인식을 평가하는 예시 문항인 ‘거듭제곱의 아름다움’으로, 세 개의 하위 문항으로 구성된 단위 문항의 첫 번째와 세 번째 문항이다. 이 문항은 도입부에서 ‘같은 수를 반복하여 곱하는 것은 거듭제곱 표현을 사용하여 나타낼 수 있다’는 설명과 함께 ‘ $8 \times 8 \times 8 \times 8 = 8^4$  (8을 네 번 곱한 것)’을 예로 제시한다. 첫 번째 하위 문항은 거듭제곱의 의미를 포함하는 설명이 참인지, 거짓인지를 판단하는 것이고, 두 번째 하위 문항은 거듭제곱한 수에 대한 연산이다. 세 번째 하위 문항은 7의 거듭제곱이 첫 번째부터 아홉 번째까지 차례로 나타난 결과를 보고, 수가 얼마나 빠르게 증가하였는지를 파악하고 일의 자리 숫자들에 포함된 규칙을 찾는 것이다. 이 문항은 일의 자리 숫자들에 대한 관찰을 통해 7, 9, 3, 1이 규칙적으로 일의 자리 숫자가 되고 있음을 확인하고 거듭제곱과의 관련성을 파악하여 답을 제시해야 하는 것으로, 우리나라 학생들에게는 상대적으로 익숙한 형태의 문항이다.



[그림 IV-6] 거듭제곱의 아름다움<sup>12)</sup>

‘공간과 모양’에서 강조된 ‘기하적 근사’는 ‘경로 찾기’ 문항으로 구체화되었다. [그림 IV-7]은 최단 경로에 관한 맥락으로 구현된 예시 문항인 ‘경로 찾기’의 하위 문항들이다. 이 문항은 두 개의 하위 문항으로 구성되며, 학생들은 마우스를 사용하여 시작점을 다른 곳으로 옮겨 가면서 각 전략에 나타난 경로의 길이를 확인하고 각각의 전략의 의미를 이해할 수 있다. 경로의 개수는 컴퓨터가 계산해 준다는 점에서, 이 문항은 학생들이 계산 결과에 대한 해석을 바탕으로 각 전략의 의미를 적절히 이해하는지를 평가한다. 오늘날의 세계에는 이미 균등이나 대칭과 같은 전형적인 패턴을 따르지 않는 불규칙한 모양이 많으므로, 학생들은 다양한 맥락에 나타나는 전형적이지 않은 것들의 길이, 넓이 등을 구할 수 있는 능력을 길러야 한다(OECD, 2018, p. 25). 따라서 정다각형이 아니거나 친숙하지 않은 모양의 속성을 파악하고 성질을 탐색하는 이와 같은 문항이 좀 더 다양하게 개발될 필요가 있다.

12) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)



[그림 IV-7] 경로 찾기<sup>13)</sup>

국제본부는 국제 비교 연구인 PISA의 특성 상 참여국 학생들의 사회문화적 배경이 다양하고 문항 번역에 따른 제한점들이 발생할 수 있다는 점을 고려하여 학생들의 생활 환경의 차이와 읽기 능력의 수준이 수학 소양을 측정하는 데 영향을 미치지 않도록 많은 주의를 기울이고 있다. 따라서 PISA는 학생들의 흥미와 삶, 요구 등에 바탕을 두고 변화하는 시대적 흐름을 반영하면서도 만 15세의 학생들이 공감하고 이해할 수 있는 맥락으로 문항을 구성한다.

## V. 요약 및 시사점

미래 사회에 대한 대비 상황을 점검하고 ‘학교’의 누적된 성과를 평가하고자 시작된 PISA는 어느덧 여덟 번째 주기인 PISA 2022를 준비하고 있다. PISA는 글로벌 교육 거버넌스로서의 위치를 견고히 하면서 참여국의 교육 정책에 시사점을 제공하는 한편, 다양한 혁신과 노력으로 교육 관련 연구에서 선도적인 역할을 수행하고 있다. PISA는 학생들이 성인으로서 살아가기 위해 필요한 모든 것을 학교 교육을 통해 배웠기를 기대한다기보다, 평가 대상 영역인 읽기, 수학, 과학에 대한 지식을 바탕으로 변화하는 사회에 적응하여 지식을 적절히 적용하고 활용할 수 있기를 기대한다(OECD, 2001, p. 19). 따라서 영역별로 주 영역이 되는 주기에는 소양의 정의와 평가틀을 수정·보완하고 새로운 문항을 개발하여 변화하는 시대적 요구를 학생들의 평가에 반영한다.

PISA의 수학 전문가 집단과 연구연합체는 10년 만에 주 영역이 된 수학 영역의 변화와 혁신을 위해 시대적 흐름과 그에 따른 요구를 검토하고 빠르게 변화하는 현대 사회와 미래 사회를 살아갈 학생들에게 필요한 수학은 무엇인지, 이를 어떻게 평가할 것인지에 대한 연구를 진행하였다. 그 결과, PISA 연구 초기부터 중요하게 다루어져왔던 기본 방향은 유지된 채, 실세계 맥락과 수학적 추론이 강조되는 방향으로 수학 소양의 정의와 평가틀이 수정·보완되었다. 즉, 수학 소양의 정의에서 실생활 맥락을 강조하고 수학적 모델링, 문제해결과 더불어 수학적 추론을 표면화하였다. 변화된 수학 소양의 정의와 평가틀은 예시 문항으로 구체화되었는데, 주어진 정보를 이용하여 자신의 가설을 예측하고 검증하는 과정에서 스프레드시트와 간단한 컴퓨터 조작, 컴퓨터 시뮬레이션 등의 활용이 포함되었다. 이

13) <https://pisa2021-maths.oecd.org/ko/index.html#Examples> (검색일 2020.07.07.)

는 수학적 개념, 지식, 절차 등을 단편적으로 다루기보다, 맥락에 따라 적절하게 활용하여 문제 상황을 이해하고 해결한다는 PISA 수학 소양의 정의를 보다 충실하게 반영한 것이라 할 수 있다.

PISA 2022 수학 소양의 정의와 평가들, 예시 문항에 대한 분석 결과를 바탕으로, 역량 기반 교육과정을 표방하는 2015 개정 교육과정의 성공적인 실행과 수학 학습 평가의 개선을 위해 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 첫째, 학교수학에서 추론 능력을 강화할 수 있는 방안이 보다 적극적으로 모색되어야 한다. PISA 2022는 ‘수학적 추론과 문제해결’을 수학적 과정의 두 요소로 간주하고 있으며, 우리나라에서도 수학 수업에서 추론 교육의 양적, 질적 개선에의 요구는 지속적으로 이어지고 있다(나귀수, 박미미, 김동원, 김연, 이수진, 2018, p. 467). 수학적 추론은 모든 수학 활동의 핵심적인 요소로, 방대한 데이터가 수집되고 불확실한 상황에서 주어진 정보만을 이용하여 의사결정을 내려야 하는 맥락에서 더욱 중요한 역할을 한다(OECD, 2018, p. 15). 따라서 가능성, 불확실성 등으로 특징 지워지는 미래 사회에서 학교수학을 통해 주어진 정보를 분석하고 수학 지식을 적용하여 결과를 도출하는 경험을 쌓아갈 수 있는 방안을 다각도로 모색해야 할 것이다. 특히 좀 더 실제적인 상황에서 귀납과 연역 등과 같은 수학적 추론을 활용하고 유용성을 체감할 수 있는 방안이 다양하게 시도되어야 할 것이다.

둘째, 스프레드시트를 비롯한 각종 컴퓨터 프로그램, 시뮬레이션 등을 교수학습 뿐 아니라 평가에서도 적극적으로 활용해야 할 것이다. PISA는 PISA 2015부터 컴퓨터 기반 평가를 모든 영역에 전면 도입하였고, PISA 2022 예시 문항에서도 컴퓨터의 여러 기능이 적극적으로 활용되었다. 우리나라는 최근 발표된 ‘수학교육 종합계획’(교육부, 2020)에서 알지오매스(AlgeoMath), 통그라미 등 공학용 도구의 활용을 활성화하고 첨단 기술을 활용한 수학교육 콘텐츠 개발을 추진을 밝히고 있다. 공학용 도구는 4차 산업혁명 시대에 필수적인 학습 도구로, 탐구 중심 수업을 시행하기 위해 권장(김선희, 김수민, 이은정, 2020, p. 343)되는 것은 물론 미래 사회를 살아갈 학생들이 반드시 익숙해져야 하는 대상이다. 그러나 공학용 도구는 교수(teaching)를 위한 수단으로 활용될 때 적극적으로 도입될 뿐, 학생들이 자신의 아이디어를 확인하고 확장시켜나가는 데 활용되지 못하고 있다. 따라서 교수 상황에서 뿐 아니라, 학생들의 학습 과정에서도 각종 공학용 도구를 실제적으로 활용할 수 있는 방안이 구체적으로 모색되어야 할 것이다. 특히 교수학습 뿐만 아니라 평가에서도 컴퓨터를 적극적으로 활용하는 방안이 다양하게 탐색되어야 할 것이다.

셋째, 수학 평가들의 개발 시 교육과정을 기반으로 하는 내용 영역의 분류가 아닌, 역량이나 현상을 기반으로 하는 내용 영역의 분류 방안을 모색할 필요가 있다. 수학 내용을 기하, 대수, 해석 등으로 분류하는 방식은 기하적해석학(geometric analysis), 대수기하학(algebraic geometry), 이산기하학(discrete geometry) 등과 같은 기하, 대수, 해석의 내적 융합이나 양자 계산을 이용한 암호이론과 같은 외적 융합, 표현론(representation theory), 호몰로지 이론(homology theory) 등과 같은 수학의 여러 분야에서 모두 활용되는 새로운 이론을 설명하기 어렵다. 따라서 학교수학의 체계를 고려하되 수학적 개념의 바탕이 되는 현상을 기반으로, 수학 평가들의 내용 영역을 분류하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다. 또한 새로운 내용 영역 분류 방식을 이용한 평가들의 효용성을 검토하고 학교수학에의 환류 방안을 모색하여 수학 내용 지식의 타당성과 적절성을 점검함으로써, 교육과정 개정 시마다 반복적으로 제기되는 ‘학습량 경감’에 대한 논의를 새로운 관점에서 시도해 보는 것도 필요하다. 미래 사회를 대비하여 학생들에게 요구되는 수학적 지식을 어떻게 평가할 것인가는 무엇을 평가할 것인가에 대하여 직접적인 시사점을 제공할 수 있으리라 기대되기 때문이다.

## 참고문헌

- 교육부 (2015). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 8].
- 교육부 (2020). 「**과학·수학·정보·융합 교육 종합계획('20~'24)**」 동시 발표-지능정보사회의 **소양을 갖추고 세계를 선도하는 인재 양성**. 교육부 보도자료(2020. 05. 27.).
- 김남희 (2012). PISA 읽기 소양과 21세기 국어 능력. **국어교육**, 138, 41-71.
- 김도균, 강병련, 이민희 (2018). PISA 평가들에 기반한 2015 개정 교육과정에 따른 중학교 1학년 수학 교과서 문항분석. **학습자중심교과교육연구**, 18(16), 393-412.
- 김선희, 김수민, 이은정 (2020). IB DP 수학 내용 및 교수·학습 특징에 근거한 고등학교 수학교육의 방향. **수학교육학연구**, 30(2), 329-351.
- 김종훈 (2017). 글로벌 교육 거버넌스로서의 OECD PISA에 대한 비판적 검토. **교육과정연구**, 35(1), 43-64.
- 김종훈 (2020). OECD PISA의 의도와 실제 간 차이 탐색: 교육과정 개혁에 대한 권력 효과를 중심으로. **교육과정연구**, 38(2), 5-26.
- 김현정 (2018). PISA 과학 영역의 특징과 평가들에 대한 논의. **현장과학교육**, 12(4), 389-398.
- 나귀수, 박미미, 김동원, 김연, 이수진 (2018). 미래 시대의 수학교육 방향에 대한 연구. **수학교육학연구**, 28(4), 437-478.
- 노명완, 박창균 (2006). 읽기 평가들에 대한 비교 연구. **교육과정평가연구**, 9(1), 159-184.
- 박경미 (1999). OECD/PISA 학생성취도 지표개발 연구의 소개. **학교수학**, 1(1), 367-382.
- 박경미, 이환철, 박선화, 권점례, 윤상혁, 강현영, 이경진, 최지선, 강은주, 김민정, 이광상, 김재영, 이광연, 한준철, 김선희, 방정숙, 이경은, 도종훈, 이문호, 황선미, 임해미, 이화영, 조혜정, 박정숙, 이승훈, 박문환, 김성여, 임미인, 권영기, 서보억, 이은정, 김완일, 장혜원, 이만근, 권오남, 안현정, 이지윤, 강성권, 강태석, 김화경, 신동관, 오택근, 전인태 (2015). **2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 연구Ⅱ**. 한국과학창의재단 연구보고서 BD15110002.
- 박혜영 (2017). PISA 읽기 평가들의 변화 특징 탐색. **국어교육**, 157, 259-283.
- 손준중 (2014). 전지구적 교육거버넌스로서 PISA의 출현과 국가교육에 대한 영향. **교육사회학연구**, 24(3), 131-160.
- 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경 (2013). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과 보고서**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2013-6-1.
- 신기현 (2006). PISA의 학습 평가들에 대한 비판적 분석. **열린교육연구**, 14(1), 165-183.
- 신현석, 주영호 (2013). 글로벌 거버넌스와 한국의 교육정책: OECD/PISA를 중심으로. **교육학연구**, 51(3), 133-159.
- 옥현진 (2014). 국제 문식성 평가 분석을 통한 문식성 교육 시사점 탐색-PIRLS, PISA, PIAAC을 중심으로. **정답어문교육**, 49, 73-103.
- 우정호 (2009). **수학 학습-지도 원리와 방법**. 서울대학교출판부.
- 이미경, 곽영순, 민경석, 채선희, 최성연, 최미숙, 나귀수 (2004). **OECD 2003 결과 분석 연구-수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2004-2-1.
- 이서빈, 김선희, 고상숙 (2017). 컴퓨터기반수학평가(츄브)의 문항 제작 가능성 탐색: 동적 기하소프트웨어 환경에서 PISA 2012 또는 2015 울타리 문항을 중심으로. **한국학교수학회논문집**, 20(3),

- 325-344.
- 임혜미 (2012). PISA 2012 컴퓨터 기반 문제해결력 평가들과 공개문항. **한국수학교육학회 2012 추계 학술대회프로시딩**, 61-66.
- 임혜미 (2013). OECD PISA 수학 소양 평가의 특징 및 문항 특성 분석. **교과교육연구**, 17(4), 971-990.
- 정영옥 (2004). RME의 수학 학습 평가들에 대한 고찰-Jan de Lange의 수학 학습 평가들을 중심으로. **수학교육학연구**, 14(4), 347-366.
- 정혜경, 임혜미 (2020). 앵커링 비네트(anchoring vignettes) 방법을 적용한 우리나라의 PISA 수학 설문 결과 분석. **수학교육학연구**, 30(2), 177-197.
- 조성민, 구남욱, 김현정, 이소연, 이인화 (2019). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2021 예 비검사 시행 기반 구축**. 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2019-120.
- 조지민, 정혜경 (2013). PISA 표집 설계에 따른 모수 및 분산 추정. **교육평가연구**, 26(4), 875-896.
- 최승현, 노국향, 박경미 (2001). **PISA 2000 수학 평가 결과 분석 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2001-9-3.
- 황우형, 구자형 (2006). 수학과 평가들 비교 연구. **한국학교수학회논문집**, 9(4), 497-520.
- 황혜정, 최승현 (1999). 수학과 평가들에 관한 고찰. **수학교육학연구**, 9(2), 459-471.
- de Lange, J. (1999). Framework for classroom assessment in mathematics. Freudenthal Institute & National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science. Retrieved from <http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/6279.pdf> (2020.09.10.)
- de Lange, J. (2006). Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25, 13-35. Retrieved from [https://pdfs.semanticscholar.org/5aed/c8a2c06e4cdb9e5932910bddc8f9e5bac8a4.pdf?\\_ga=2.119965056.904421435.1597635146-2032521134.1584692249](https://pdfs.semanticscholar.org/5aed/c8a2c06e4cdb9e5932910bddc8f9e5bac8a4.pdf?_ga=2.119965056.904421435.1597635146-2032521134.1584692249). (2020.08.10.).
- Mahajan, S., Marciniak, Z., Schmidt, B., & Fadel, C. (2016). PISA Mathematics in 2021:center for Curriculum Redesign. Retrieved from <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Recommendations-for-PISA-Maths-2021-FINAL-EXTENDED-VERSION-WITH-EXAMPLES-CCR.pdf>. (2020.08.10.).
- Meyer, H-D & Benavot, A. (2013). PISA and the globalization of education governance: some puzzles and problems. In H-D Meyer & a. Benavot (eds.), *PISA, power, and policy: the emergence of global educational governance* (pp. 9-26). Symposium books.
- National Research Council (2013). *The Mathematical Sciences in 2025*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- OECD (1997). *The definition and selection of key competencies: executive summary*. OECD Publishing.
- OECD (1999). *Measuring student knowledge and skills-a new framework for assessment*. OECD Publishing.
- OECD (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000*. OECD Publishing.
- OECD (2004). *The PISA 2003 assessment framework-mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD Publishing.
- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: a framework for PISA 2006*. OECD Publishing.

- OECD (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. OECD Publishing.
- OECD (2015). *Students, computers and learning: making the connection*. OECD Publishing.
- OECD (2016). *Equations and inequalities: making mathematics accessible to all*. OECD Publishing.
- OECD (2017). *PISA 2021 mathematics: a broadened perspective*. OECD Publishing.
- OECD (2018). *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*. Retrieved from <https://pisa2021-maths.oecd.org/files/PISA%202021%20Mathematics%20Framework%20Draft.pdf> (2020.08.10.)
- OECD (2019a). OECD future of education and skills 2030: Conceptual learning framework-Concept note: OECD Learning Compass 2030. Retrieved from [http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD\\_Learning\\_Compass\\_2030\\_concept\\_note.pdf](http://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_concept_note.pdf) (검색일 2020.08.10.)
- OECD (2019b). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- OECD (2019c). *Skills matter: additional results from the survey of adult skills*. OECD Publishing.
- Pereyra, M. A., Kotthoff, H-G., & Cowen, R. (2011). PISA under examination: Changing knowledge, changing tests, and changing schools. In M. A. Pereyra, H-G. Kotthoff, & R. Cowen (eds.), *PISA under examination: changing knowledge, changing tests, and changing schools* (pp. 1-14). Sense Publishers.
- Polya, G. (2003). **수학과 개연 추론: 개연적 추론의 여러 가지 패턴**(이만근, 최영기, 전병기, 홍갑주, 김민정 역). 서울: 교우사. (원저 1968 출판).
- Sellar, S. & Lingard, B. (2013). PISA and the expanding role of the OECD in global educational governance. In H-D. Meyer & A. Benavot (eds.), *PISA, power, and policy: the emergence of global educational governance* (pp. 185-206). Symposium books.
- Stacey, K. (2015). The real world and the mathematical world. In K. Stacey & R. Turner. (eds.), *Assessing mathematical literacy: the PISA experience* (pp. 57-84). Springer.
- Stacey, K. & Turner, R. (2015). The evolution and key concepts of the PISA mathematics framework. In K. Stacey & R. Turner. (eds.), *Assessing mathematical literacy: the PISA experience* (pp. 5-33). Springer.

# Investigation of PISA 2022 Mathematics Framework and Illustrative Examples

Cho, Seongmin<sup>2)</sup>

## Abstract

PISA, organized by the OECD, started with the worries about what competencies students need in preparation for a changing future society. Starting with the first main survey in 2000, PISA, which was administered every three years, is preparing for the eighth cycle. PISA 2022 is a cycle in which mathematics becomes the main domain in 10 years, and the definition of mathematics literacy, mathematical framework, and illustrative examples were released. Therefore, in this study, the definition of PISA mathematics literacy and the trends on the mathematical framework were examined, and the characteristics of the illustrative examples introduced together with the PISA 2022 mathematical framework were analyzed. Through this, implications were drawn for the successful implementation of the 2015 revised curriculum and assessment.

Key words: PISA 2022, Mathematical Literacy, Mathematics Framework, Illustrative Examples

Received August 18, 2020  
Revised September 20, 2020  
Accepted September 22, 2020

---

\* 2010 Mathematics Subject Classification : 97C70, 97D60

2) Korea Institute for Curriculum and Evaluation (csminy@kice.re.kr)