대한수학교육학회지 <학교수학> 제 18 권 제 3 호
Journal of Korea Society Educational Studies in Mathematics
School Mathematics Vol. 18, No. 3, 541 ~ 569. Sep 2016

초등학생의 창의 · 융합적 사고 및 문제해결력에 관한 연구
-초등 수학 비(非)구조화된 문제를 중심으로-[1]

김 동 희[*] · 김 민 경[**]

본 연구는 비구조화된 문제를 개발하여 초등학교 5학년 한 학급에 비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수업에서 나타난 학생들의 모둠별 문제해결 과정에서 창의 · 융합적 사고 및 문제해결력이 요소 별로 어떻게 나타나는지, 두 역량 간 관계는 어떻게 나타나는지를 분석 · 평가하였다. 그 결과, 창의 · 융합적 사고와 문제해결력 역량 모두 본 연구의 분석틀에 의거하여 중 수준으로 나타났다. 또한 창의 · 융합적 사고 역량과 문제해결력 역량 간 관계는 정적 상관 양상을 보였다.

Ⅰ. 서 론

수학은 실생활을 출발점으로 하여 인간의 사고를 고차적으로 발전시켜 나가는 학문이다. 그러나 '학교 수학'의 틀 속으로 진입할수록 학생들의 수학 학습은 점차 탈실생활 맥락의 구조화되고 정형화된 문제해결에 고착되기 쉽다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 국내에서는 수학과 교육과정이 개정될 때마다 학계와 현장의 노력이 있었다. 이를 바탕으로 2007 개정 교육과정에서는 창의 · 인성을 중심으로 수학 교육을 개선하고자 하였다. 또한 2009 개정 교육과정에서는 '스토리텔링'을 적용함으로써 수학에 맥락을 입히고 학생들의 흥미를 고취시키고자 하였다. 그리고 2015 개정 교육과정에서는 수학과의 6개 핵심 역량으로 기존의 수학적 과정인 문제해결, 추론, 의사소통을 비롯하여 창의 · 융합적 사고, 정보처리 및 도구 활용, 수학적 태도 및 실천을 설정하였다(박경미, 이환철, 2015).

그러나 여전히 학생들이 수학을 교과서 속 '단원'이라는 분절되고 구조화된 형태로 학습하기 때문에 현실에서 맞닥뜨리는 복잡한 문제 상황을 해결하는 연습은 다소 부족한 실정이다. 이는 이현지(2014)가 교과서의 연결성에 대해 문제를 제기한 것과 더불어 학생들이 실생활 맥락이 적용된 문제해결을 통해 학습 지식을 융합해보는 기회를 가져야함을 시사한다. 따라서 실생활 맥락이 적용된 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 학습자가 얼마나 창의 · 융합적 사고와 문제해결력을 드러내는지 분석해보는 연구가 필요하다. 비구조화된 문제가 요구되는 까닭은 비구조화된 문제가 하나의 수학 지식을 단순히 적용함으로써 해결되는 문제가 아니기 때문이다. 비구조화된 문제는 복잡성과 실제성이 내포된 문제이며 답이 반드시 하나로 귀결되지 않는다는

* 서울숭례초등학교, jannis00@naver.com (제1 저자)
** 이화여자대학교, mkkim@ewha.ac.kr (교신저자)
1) 본 논문은 제1 저자의 학위논문의 일부 내용을 보완하고 재수정한 것임.

특징을 갖고 있다. 또한 2015 개정 교육과정에 따르면, 창의·융합적 사고는 '수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 정교화하며, 여러 수학적 지식, 기능, 경험을 연결하거나 타 교과나 실생활의 지식, 기능, 경험을 수학과 연결·융합하여 새로운 지식, 기능, 경험을 생성하고 문제를 해결하는 능력'이다. 그리고 문제해결력은 '해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력'이다. 이처럼 두 역량의 정의 측면에서 비구조화된 문제가 창의·융합적 사고와 문제해결력이라는 고차적 사고 과정의 정도 및 관계를 분석해보는 데 가장 적합하다고 판단하였고, 비구조화된 문제 역시 수학과 6개 역량 중 이 두 역량과 가장 밀접한 관련이 있다고 판단하였다.

이에 본 연구에서는 비구조화된 문제를 초등학교 5학년 수업에 적용하여 학생들이 도출한 문제해결 과정과 결과를 토대로 창의·융합적 사고 및 문제해결력을 살펴보고 둘 간의 관계를 알아보고자 하였다. 이에 대한 결과는 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심 역량인 '창의·융합적 사고'와 '문제해결'이 비구조화된 문제해결 과정에서 어떻게 나타나는지 살펴봄으로써 역량 강화의 새로운 가능성 모색에 기여할 것으로 본다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 비(非)구조화된 문제

비구조화된 문제의 개념과 비구조화된 문제해결 모형에 대한 선행 연구 및 이론은 다음과 같다. Jonassen(1997)은 문제를 구조화된(well-structured) 문제와 비(非)구조화된(ill-structured) 문제로 구분하였다(김민경, 허지연, 박은정, 2014). 이때 구조화된 문제는 해결 과정과 정답이 상대적으로 분명하고 명확한 개념과 원리를 요구하는 문제이며, 비(非)구조화된 문제는 일상생활에서 겪는 복잡한 현상들을 포함하고 있는 문제로서 구조화된 문제와 차별화된다. 국내에서 성창근, 박성선(2012)은 구조화 정도에 따라 3가지 유형으로 문제를 나누었다. 분류된 유형은 잘-구조화된 문제, 구조화된 문제, 비-구조화된 문제로 나누어지며, 준거는 투명성, 해법의 다양성, 해석의 다양성, 실제성, 해답의 적절성으로 이루어져 있다. 본 연구에서 다루는 비(非)구조화된 문제는 김민경, 허지연, 박은정(2014)과 성창근, 박성선(2012)의 개념을 공통으로 한다.

더 나아가 김민경, 김혜원, 민선희 외(2014)는 비구조화된 문제의 특성을 분석하는 틀을 크게 실제성, 복잡성, 개방성 등 3가지 범주로 나누었으며 그 구조화 정도는 1에서 4수준으로 구분하였으며, 과제의 특성상 비구조화된 문제와 밀접한 관련을 맺는 상황맥락 과제 분석틀 준거는 일상성, 다양성, 수학적 잠재성 등 세 범주(각각 평점은 0점에서 3점까지 4수준)로 구분한 바 있다.

비구조화된 문제해결 과정 및 모형과 관련하여 다음과 같은 연구들이 있었다. Jonassen(1997), Ge와 Land(2004) 등의 여러 학자들은 연구를 통해 비구조화된 문제해결 과정을 단계화하여 정리하였다. 연구들의 공통점은 두 가지로, 첫째는 문제(혹은 문제 상황)에 대한 깊이 있는 탐색이나 표상 등을 통해 문제를 이해하는 것이다. 둘째는 문제를 해결 방법을 생성하는 것이다. 이를 통해 문제에 대한 이해와 해결 방법에 대한 브레인스토밍 및 설계가 비구조화된 문제해결 과정에서 반드시 필요한 요소였음을 알 수 있다. 반면 차이점은 점검이나 평가의 포함 여부와 포함 정도이다. 학자에 따라 점검 및 평가를 단계

에 포함하기도 하고, 여러 번에 걸쳐 평가를 적용하기도 한다.

이와 같은 비구조화된 문제해결 과정의 단계를 토대로 하여 비구조화된 문제해결을 위한 교수 · 학습이 설계되었고(Jonassen, 1997), 김민경, 허지연, 박은정(2014)의 연구에서 비구조화된 문제해결 모형이 설계되었다. 이들의 비구조화된 문제해결 ABCDE 모형은 문제의 명료화 및 표상 형성, 다양한 해결책 도출, 해결책 점검 및 적용, 해결책 평가 및 반성 단계로 구성되었다.

비구조화된 문제의 해결에 대한 기존 연구의 흐름과 이를 토대로 한 본 연구의 주안점은 다음과 같다. 먼저, 앞서 설명한 바와 같이 비구조화된 문제의 영역은 수학 교과에만 국한되지 않고 여러 교과에 걸쳐 있는 경우가 많다. 특히 국내보다 국외 연구 사례가 많았다. Lee, Jonassen과 Teo(2011)의 연구, Cicchino(2015)의 연구 등은 비구조화된 문제를 내포한 교과 연계나 교수 · 학습 모형을 연구한 사례이다. 뿐만 아니라 연구대상 역시 초등학생만이 아닌 중 · 고등학생, 대학생까지 포함하며, 과거와 달리 영재에서 일반학생까지 넓은 범주를 포함하며 다양한 연구를 시도하는 추세이다. 더불어 Bulu와 Pederson(2010)의 연구와 같이 많은 학자들이 컴퓨터 또는 기술 교육 분야와 비구조화된 문제를 연결하여 연구하고 있다. 정보화 사회의 특성 상 앞으로 점점 더 기술·공학 분야에서 비구조화된 문제의 해결 연구가 각광받을 것이라 예견한다.

한편, 국내의 연구는 아직까지 국외의 다양한 연구처럼 비구조화된 문제를 활발히 적용하는 단계까지 진행되지는 않았다. 또한 대부분 2000년대 초반부터 연구가 시작되었다. 성창근과 박성선(2012)의 연구, 김민경, 조미경, 박윤미, 허지연(2012)의 연구, 홍지연(2013)의 연구는 비구조화된 문제의 현장 적용의 유의미성과 그 효과에 대해 나타내고 있다. 또한 국외와 마찬가지로 비구조화된 문제를 공학, 기술 등과 관련한 연구에서 활용하고 있으며, 이러한 경우 중학교 이상의 학생들을 대상으로 한 경우가 많다. 그러나 미래 사회 및 세대의 특성을 생각할 때, 초등학생을 대상으로 수학, 과학, 기술, 공학 등을 연계한 비구조화된 문제의 연구가 등장할 것으로 예상한다.

비구조화된 문제와 관련된 선행 연구 및 이론, 최근 동향을 바탕으로, 본 연구에서도 타 교과 및 실생활 영역을 포괄하는 다양한 맥락의 상황이 내포된 비구조화된 문제를 개발하였다. 더불어 학업 성취 수준에 따른 참여 대상의 배제 없이 학급 전체가 문제해결 과정에 참여할 수 있도록 설계하였다.

2. 창의 · 융합적 사고

2009 개정 수학과 교육과정 내용이 담긴 교사용 지도서(교육부, 2015)를 살펴보면, 창의성은 '주어진 수학적 문제 상황을 이해하거나 해결하는 과정에서 발휘되는 독창적이고 참신하며, 정교하고 유연한 사고 능력'으로 보고 있다. 또한 남승인(2007)은 '수학적 문제 상황에서 이전에 학습한 지식과 경험을 통합, 재구성하여 기존의 관습에서 벗어나 참신하고 다양하면서도 융통성 있게 문제를 해결하려는 성향과 능력'으로 규정하였다. 한편, 융합적 사고는 2015 개정 수학과 교육과정이 발표되며 나온 개념으로, 이전의 교육과정에서는 융합적 사고라는 개념으로 제시되지 않았다. 다만 수학적 연결성이 2015 개정 수학과 교육과정에서 설명하는 '융합적 사고'와 동의 개념으로 나타나 있다. 이러한 점에서 수학적 연결성에 대해 살펴보면 다음과 같다. 2009 개정 수학과 교육과정은 수학적 연결성을 '실제 생활 속에서 부딪히게 되는 여러 현상을 수학적 시각이나 방식으로 이해하고, 수학적인 문제 상황을 해결하는 데 충분히 활용될 수 있는 지식'에 대

한 것으로 설명하고 있다.

또한 Reys, Lindquist, Lambdin과 Smith(2009)의 초등교사를 위한 수학과 교수법에서는 수학 학습에서 수학 내의 아이디어 간 연결, 수학의 기호 및 절차와 기호가 나타내는 개념적 아이디어의 연결, 수학과 실생활 또는 수학과 다른 교과목 간 연결 이 세 가지 종류의 연결이 중요하다고 하였다. 이들이 말한 연결의 세 유형은 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심 역량 중 하나인 창의・융합적 사고의 네 요소 중 '수학 내적 연결' 및 '수학 외적 연결'과 관련된다. 이를 포괄하여 2015 개정 수학과 교육과정에서 설명하는 '창의·융합적 사고'를 개념화할 수 있다. 한국교육과정평가원의 2015 개정 수학과 교육과정 연구진에 따르면, NCTM(2000)이 제시하는 규준에서 '연결'을 창의・융합적 사고에 속하는 것으로 볼 수 있으며 이에 따라 규정한 '창의・융합적 사고'는 "수학 지식을 바탕으로 새롭고 의미 있는 다양한 아이디어를 산출해내고 수학을 내적・외적 상황과 연결시켜 적용하는 능력"이다. 창의・융합적 사고의 하위 요소와 초등학교 교수・학습 예시는 다음 <표 II-1>과 같다.

창의・융합적 사고에 대한 연구는 현재 활발히 진행되고 있다. '창의성'은 과거 뇌 연구를 비롯하여 심리, 영재 교육 등 다양한 분야에서 연구하였고, 교육 분야에서 결코 논의하지 않을 수 없는 주제이다. '융합적 사고'는 연결성이라는 측면에서 꾸준히 연구되어 온 주제라 할 수 있으며, STEAM 교육에 대한 관심을 바탕으로 그 중요성이 꾸준히 제기되고 있다. 이에 따라 2009 개정 수학과 교육과정에서도 수학 교육이 나아갈 방향으로 '창의성'과 '연결성'에 대한 강조가 있었고, 2015 개정 수학과 교육과정에서는 '창의・융합적 사고'라는 이름의 핵심 역량으로 자리매김하였다. '창의'와 '융합'이 합쳐진 새로운 개념인 만큼, '창의・융합적 사고' 자체에 대한 연구는 비교적 많지 않은 편이다. 현재까지 진행되어 온 연구의 추이는 수학 교육에서 '창의성'이 어떠한 의미를 지니는지, '융합(2015 개정 수학과 교육과정 전에는 연결성의 개념임)'이 어떠한 의미인지, 그렇다면 '창의・융합적 사고'는 어떻게 정의할 수 있는지에 관한 연구가 주이다. 또한 '역량' 자체가 무엇인지 해외의 교육과정 사례를 중심으로 한 연구가 많은 편이다.

<표 II-1> 창의・융합적 사고의 하위 요소 및 초등학교 교수・학습 예시

하위 요소	의미	초등학교	기능
독창적 사고	남들과 다른 새로운 아이디어, 해결 전략, 방법을 찾아내거나 새로운 관점에서 문제를 제기하는 능력	남들과 다른 풀이 방법 찾아보기	창작하기, 발견하기, 상상하기, 발명하기
생산적 사고	특정 문제 상황에서 의미 있는 아이디어를 다양하게 산출하는 능력	두 가지 이상의 풀이 방법을 제시하기	여러 가지 아이디어를 제안하기, 다양한 방법 찾아보기
수학 내적 연결	다른 영역 또는 다른 학년의 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 관련지어 적용하는 능력	다른 영역 또는 다른 학년의 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 관련지어 적용하기	수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 간의 관련성 찾아보기, (문제 상황에) 두 개 이상의 개념, 원리, 법칙, 기능을 적용하기
수학 외적 연결	수학적 개념, 원리, 법칙, 기능을 실생활이나 타교과에 적용하는 능력	수학적 개념이나 기능을 실생활이나 타 교과에 적용해보기	실생활이나 타 교과 상황과 관련된 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 찾아보기, 실생활이나 타 교과 상황에 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능을 적용하기

*출처: 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공개토론회 자료집(p.29) 중에서 해당 내용 편집

예컨대, ‘창의성’과 관련하여 소경희(2011)는 캐나다, 영국, 호주 교육과정과 한국의 국가교육과정에 제시된 창의성 관련 지침의 개선 방향을 탐색하였다. 그리고 소경희 외(2013)는 독일, 캐나다를 중심으로 주요국의 핵심역량 중심 교육과정 운영 실태를 조사 연구 하였다. 조윤동, 윤용식(2014)의 연구에서는 핵심 역량 육성의 관점에서 한국과 일본의 수학과 교육과정을 비교하였다.

또한 ‘융합’에 대한 선행 연구는 STEAM 교육에 대한 연구가 많았고, 특히 STEAM 관련 교육과정 연구나 실행 연구가 주를 이뤘다. 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하는 창의·융합적 사고의 개념이 융합인재교육 실현의 발로라고 할 때, STEAM 교육에 대한 연구 역시 비슷한 맥락 속에 있다고 봐도 무방할 것이다. 이러한 측면에서 김성원 외(2012)의 STEAM을 위한 이론적 모형 제안 연구, 이경진, 김경자(2012)의 통합교육과정 접근으로서의 ‘융합인재교육(STEAM)’의 의미와 실천 가능성 탐색 연구 등은 융합교육에 대한 근본적 고찰과 함께 교육 현장에서 융합교육을 어떻게 실천할 것인가와 관련된 탐색을 주제로 하고 있다. 그러나 이 연구들이 창의·융합적 사고의 본질을 충분히 반영하지 못하고 있다는 점에서 창의·융합적 사고의 연구 필요성이 촉구된다. 그 까닭은 첫째, 이와 같은 연구들은 수학을 중심으로 고찰한 연구가 아니기에 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시하는 핵심 역량에 대한 연구로 충분치 않다. 둘째, 융합인재교육(STEAM)에서 설명하는 ‘융합’과 ‘창의·융합적 사고’는 근본적인 개념에서 차이가 있기 때문에 ‘창의·융합’ 자체에 대한 연구가 요구된다.

한편, 창의·융합과 관련하여 교육방법 및 타 교과에서의 연구, 영재 교육 연구는 최근 활발하게 이루어지고 있다. 예컨대, 강정찬(2015)의 연구에서는 창의·융합 교육을 실행하기 위해 필요한 학습 활동과 절차 및 과정 등이 포함된 수업설계원리를 개발하였다. 이를 통해 창의·융합적 사고 역량을 기르기 위한 교수·학습 계획 시 어떤 원리를 토대로 수업을 구성해야 하는지 고찰해볼 수 있다. 그러나 이 연구에서 설명하는 원리는 보편적인 적용 방법이기 때문에, 수학과의 특성을 반영하여 수업설계원리를 좀 더 구체화할 필요가 있다.

이상의 연구에서 살펴 본 바와 같이, ‘창의·융합적 사고’는 2015 개정 교육과정에서 새롭게 도입된 개념인 만큼 앞으로의 연구가 더 많이 필요한 실정이다. 융합인재교육, 영재교육 등에서의 창의성, 융합 연구와 최근 연구되고 있는 창의·융합 연구를 그대로 수학 교육에서의 ‘창의·융합적 사고’ 역량에 대입하기에는 무리가 있다. 때문에 수학 교육을 중심으로 한 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 비구조화된 문제해결모형을 적용한 수학 수업을 고안하여 학습자가 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 보이는 창의·융합적 사고를 분석해보고자 한다. 이를 통해 창의·융합적 사고 역량을 비구조화된 문제해결 경험과 관련지어 보다 더 구체화할 수 있을 것이다.

3. 문제해결력

학자들은 수학에서의 ‘문제’에 대한 개념을 다양하게 정의 내리고 있다. 이때 공통적으로 포함된 개념은 ‘무언가에 대한 답을 구하게 하는 것’이라는 점이다. 예컨대, Lester(1978)는 문제에 대해 구체적이고 확실한 해결 방법을 쉽게 얻을 수 없는 과제라고 보았고, Scheonfeld(1994)는 개인 또는 집단이 해결하고자 하는 구체적이거나 확실한 해결 방법을 쉽게 찾을 수 없는 상황으로 보았다.

문제해결력과 관련하여, 남승인, 류성림(2002)은 문제해결력을 문제해결과정에서 작용하는 문제이해능력, 주어진 조건과 구하려는 것 사이의 관계를 파악하여 해결 계획을 수립하는 능력 등으로 설명하였다. 2009 개정 초등학교 수학 교사용 지도서는 수학적 문제 해결 능력을 수학적 지식과 사고력을 이용하여 적극적인 도전 의식을 가지고 스스로 주어진 문제의 해를 찾아내는 능력으로 서술하고 있다. 그리고 2015 개정 수학과 교육과정에서는 문제해결 역량을 창의적 탐구능력을 활용하고 반성적 고찰을 통해 문제해결에서 도출된 지식의 점검까지 포괄하는 것으로 나타냈다.

한편, NCTM의 학교 수학을 위한 과정 규준(NCTM, 2000)에서는 문제해결 과정 규준과 관련하여 다음의 내용들로 정리하였다. 첫째, 문제해결을 통해 새로운 수학적 지식을 만들어 낼 수 있다. 둘째, 수학과 다른 상황에서 나타나는 문제를 해결할 수 있다. 셋째, 문제를 해결하기 위해 다양하고 적절한 전략을 적용하고 채택할 수 있다. 넷째, 문제해결 과정을 점검하고 반성할 수 있다. 이와 같은 내용은 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심역량 중 하나인 '문제해결'의 요소와도 일맥상통한다. 첫 번째 내용은 문제 만들기, 두 번째 내용은 수학적 모델링, 세 번째 내용은 문제해결 전략 탐색, 네 번째 내용은 문제해결 과정 통제 및 반성과 관련지을 수 있을 것이다.

다음으로 한국교육과정평가원의 2015 개정 수

<표 II-2> 문제해결의 하위 요소와 학교급별 교수･학습 예시

하위 요소	의미	초등학교	기능
문제의 이해	무엇을 구하는 것인지 문제의 목적을 발견하고 조건을 파악하여 문제를 명료화하는 능력	문제에서 무엇을 구하는 것인지 정확하게 인식하기	(문제를) 해석하기, (관계를) 이해하기, 알기, (용어를) 이해하기, 분석하기, 인식하기, 읽기, 단순화하기
문제해결 전략 탐색	중요한 수학적 원리나 결과를 이용할 수 있는지를 분석하고 적절한 발견술을 탐색하여 풀이 계획을 수립하는 능력	문제해결을 위해 다양하고 적절한 방법을 사용하기	아는 것을 사용하기, 적절한 방법을 선택하기, 계획하기, 탐구하기, 일반화하기, 특수화하기, 추측하기, 분류하기, 전략을 구사하기, 조사하기, 거꾸로 생각하기
문제해결 과정 통제 및 반성	계획된 풀이과정을 수행하고 검증 및 반성을 통하여 해결책과 해답을 평가하는 능력	자신의 풀이를 검토하고 더 나은 해결책에 대해 생각해보기	활용하기, 연산에 능숙하기, 암산하기, 계산하기, 해결하기, 적용하기, 답하기, 절차를 수행하기, 풀기, 활용하기, 반성하기, 되돌아보기, 분석하기, 평가하기, 점검하기, 확인하기
수학적 모델링	실생활의 문제해결을 위해 주어진 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출하고 이를 상황 맥락에서 해석하여 유의미성을 검토하는 능력	문장제 문제를 식과 표로 나타내고 문제 상황에 적합한 답을 구하기	상황을 모델링하기, 해석하기, 분석하기, 나타내기, 적합성을 검토하기, 표현하기, 확인하기, 점검하기, 변환하기, 활용하기, 식을 세우기, 표 그리기, 그림으로 나타내기
협력적 문제해결	집단의 상호작용과 균형 있는 책임의 부여를 통해 집단적인 문제해결을 수행하는 능력	집단에서 서로 협력하며 상호작용을 통해 문제해결을 수행하기	설명하기, 의견을 주장하기, 듣기, 풀이를 돕기, 의견을 교환하기, 비판하기, 정당화하기, 의견을 조정하기, 의견을 존중하기, 말하기, 결정하기, 질문하기, 토론하기, 제안하기, 표현하기, 종합하기
문제 만들기	문제의 속성을 파악하고 이에 대한 이해를 기반으로 새로운 문제를 마들어 해결하며 이러한 과정을 검증하는 능력	주어진 문제의 조건에서 숫자나 상황을 다르게 바꾸어 보면서 유사 문제를 해결하기	조건을 변형하기, 유사성 찾기, 비교하기, 활용하기, 조건을 파악하기, 관계 짓기, 다양하게 하기, 생성하기, 바꾸기, 확장하기, 문제 만들기

*출처: 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공개토론회 자료집(p.22) 중에서 해당 내용 편집

학과 교육과정 연구진이 제시한 문제해결의 하위 요소는 문제의 이해, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 과정 통제 및 반성, 협력적 문제해결, 수학적 모델링, 문제 만들기로 6가지다. 본 연구에서는 이들 중 본 연구의 주제와 관련된 네 요소(문제의 이해, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 과정 통제 및 반성, 수학적 모델링)를 분석해보고자 한다. 문제해결의 하위 요소와 초등학교 교수·학습 예시는 <표 II-2>와 같다.

여러 연구에서 탐구한 문제해결 개념의 공통 내용은 문제해결이 수학적 능력을 길러준다는 것이다. 예컨대, Polya(1956)는 연구를 통해 문제해결의 목적이 특정 수학문제를 해결하는 것과 자신의 문제를 해결할 수 있도록 학생들의 사고와 능력을 개발 시키는 것이라고 하였다. 이후 NCTM(2000)에서는 문제해결이 수학적 지식을 개발하는 주요한 수단이라고 하였다. 또한 Friedman(2005)은 변화하는 글로벌 시대에 복잡한 문제를 해결할 시민이 필요하고, 문제해결이 딜레마를 해결하는 해결책이라고 하였다. 이 같은 문제해결에 대한 개념과 의의는 현재 수학과 교육과정에서의 문제해결력의 의미와 일맥상통한다. 그리고 Polya(1973)가 제시한 문제해결의 4단계는 여전히 문제해결 전략의 기본으로서 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심역량 중 '문제해결'의 요소 역시 이를 기반으로 한다.

한편, 1980년대 이후 문제해결이 수학 교육에 중요한 화두가 되면서 문제해결의 개념과 단계, 방법에 대한 연구가 많았고, NCTM(2000)에서 문제해결에 대한 규준을 발표하며 2000년대 이후에는 현장 실행 연구가 더 많아졌다. 이와 관련하여 문제해결력에 대한 최근의 연구는 크게 두 부류로 진행이 되고 있다. 하나는 어떠한 변인이 문제해결력에 미치는 영향이나 효과 등의 검증과 관련된 것이고, 다른 하나는 문제해결력과 다른 요소의 관계를 살펴보는 연구이다. 예컨대 전자와 관련하여, 최윤석과 배종수(2004)의 연구에서는 문제 만들기를 적용한 초등 수학 수업이 수학적 문제해결력과 태도에 미치는 효과에 대해 살펴보았다. 후자에 대한 예로, Lowrie와 Clements(2001)는 시각화와 비시각화 처리 과정이 수학적 문제해결과 어떤 관련성 내지는 관계를 나타내는지를 연구하였다.

다음으로 비구조화된 문제해결에 대한 국내외의 선행 연구를 살펴보면 다음과 같다. Stenmark와 Bush(2001)는 3-5학년 학생들의 평가에 대한 연구에서 비정형화된 서술형 문제를 제시하였다. 그러나 상황맥락이 배제되고 답이 한 가지로 나온다는 점에서 한계가 있다. Kabiri와 Smith(2003)는 교과서의 문제들을 개방형의 문제로 변환하여 제시하는 것에 대해 설명하며, 개방형 문제로 제시할 때의 주의 점과 이러한 시도의 필요성을 역설한다. 또한 Ameis(2002), Bresser(2004) 등의 연구에서 나타나 있듯이, 문제 상황이 포괄하고 있는, 혹은 포괄된 이야기는 매우 중요하다. 이를 통해 실생활의 상황맥락이 포함된 비구조화된 문제가 유의미함을 알 수 있다. 그리고 비구조화된 문제가 학생들의 문제해결 촉진뿐만 아니라 학생의 문제해결 과정에 대한 교사의 관찰 범주를 다양화한다는 것을 방증한다.

국내 연구의 경우, 본 연구의 중심이 되는 비구조화된 문제와 핵심 역량을 토대로 선행 연구를 살펴보면 다음과 같다. 홍지연(2013)의 연구에서는 비구조화된 문제해결 과정에서 나타난 수학적 추상화와 비례적 추론을 살펴보았다. '추론'이 2015 개정 수학과 교육과정의 핵심 역량 중 하나라는 점에서 연구의 의의가 있으며 개정 교육과정과 연계된다. 그리고 이지영(2012)은 수학적 모델링 적용과정에서 나타나는 정당화와 의사소통에 관해 연구하였다. 수학적 모델링은 문제해결 역량의 여섯 요소 중 하나이기 때문에, 모델링 적용 과정을 통해 정당화와 의사소통 수

준이 발전했다는 결과도 본 연구에 유의미한 참고가 된다. 박유나, 박만구(2015)는 문제해결에서 생산적 실패의 경험이 초등학생의 수학적 문제해결력 및 수학적 성향에 미치는 영향에 대해 고찰해보았다. 비구조화된 문제해결 과정이 자연스럽게 생산적 실패를 유도한다는 점에서, 비구조화된 문제해결이 학생들이 스스로 수학적 개념을 구성하는 데 일조할 것이라고 본다.

Ⅲ. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에는 서울시 성북구에 소재한 공립 S초등학교 5학년 1개 학급이 참여하였다. S초등학교가 속한 지역(성북구)의 사회경제적 지위(SES) 수준은 중하위 수준이다. 참여 학급의 학생 수는 23명(男 11명, 女 12명)이며, 수학 성취 수준은 동학년(7개 학급)에서 상위 수준에 속한다. 그러나 학급 내 학생들 간 성취 수준 격차가 비교적 큰 편이다. 또한 사전 연구에서 수학 탐구 활동반(동아리) 학생 10명(남학생 6명, 여학생 4명, 본 연구의 대상과 중복되지 않음)이 본 연구자가 개발한 비구조화된 문제를 해결해보았다. 학생들의 연구 참여에 대해서는 서면으로 학부모 동의를 받았다.

2. 연구 절차

연구 절차는 크게 다음 [그림 III-1]과 같이 7단계로 이루어졌다. 이 중 특히 다섯 번째 절차인 비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업은 다음 [그림 III-2]와 같이 3단계로 설계되었다.

전반적인 교수·학습 과정에서 적용된 학습 활동 형태는 모둠(소집단) 활동 형태이다. 총 6모둠이며, 각 모둠은 비슷한 성비(1:1)의 학생 4명으로 구성된다(학급 인원 상 한 모둠만 3명).

1	비구조화된 문제 및 교수·학습 과정안 개발(초본): 5학년 학습자 수준에 적합한 비구조화된 문제 개발 및 상황맥락 과제틀을 활용한 자체 검토 실시
2	사전 연구: 수학 탐구 활동반(동아리) 학생들에게 적용 후 문제 오류 검토
3	비구조화된 문제 전문가 검토
4	비구조화된 문제 및 교수·학습 과정안 수정 및 보완
5	비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업(1~9차시) 실시: 학생 인터뷰 병행, 연구 노트 작성 ➔ 추후 질적 분석에 활용
6	평가자 A(연구자), B에 의한 비구조화된 문제해결 평가: 문제해결 과정 분석틀을 기준으로 6모둠의 비구조화된 문제 <1>과 <2>의 문제해결 과정 평가, 평가 점수 평균 도출
7	평가자 간 신뢰도(Cronbach α) 분석: 비구조화된 문제 <1>의 평가자 간 신뢰도는 .730, <2>의 경우는 .700

[그림 III-1] 연구 절차 7단계

1	**비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업 warming-up** (1~3차시)	- '생각의 힘을 키우는 초등수학 문제해결(2014)'에 제시된 5학년 문제를 바탕으로 비구조화된 문제해결 모형(AB-C-D-E 단계) 익히기 및 문제해결 연습
	⇩	
2	**비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업 Ⅰ** (4~6차시)	- 연구자가 개발한 비구조화된 문제 2개 중 1개 문제 해결 - 비구조화된 문제: <자리를 바꾸자!> - 1개의 문제 당 3차시의 수업으로 이루어짐: 두 차시는 모둠별로 자율적으로 문제 해결, 한 차시는 문제해결 과정에 대한 학급 차원의 공유 및 반성
	⇩	
3	**비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업 Ⅱ** (7~9차시)	- 2단계와 동일

[그림 III-2] 비구조화된 문제해결 모형을 적용한 수학 수업 3단계

또한 각 모둠은 장 독립적인 학생과 장 의존적인 학생이 비슷한 비율(1:1)로 이루어져 있다. 이때의 분류 기준은 이전에 했던 심리 및 진로·적성 검사, 그리고 교사의 관찰 등이다. 이와 같이 모둠 활동으로 진행하는 까닭은 학생들이 평상시 비구조화된 문제해결 경험이 별로 없어, 개별 활동 진행 시 학습자 간 문제해결 수준 차이가 극대화될뿐더러 아예 문제해결 시도를 못하는 학습자가 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 형평성 있게 소집단을 구성해 모둠 활동으로 진행함으로써 의미 있는 결과를 도출하고자 하였다.

3. 비구조화된 문제 개발

본 연구에서 학생들의 창의·융합적 사고와 문제해결력을 분석하기 위해 비구조화된 문제를 개발하였으며, 개발한 두 문제를 토대로 비구조화된 문제해결 모형에 따라 교수·학습과정안을 작성하였다. 비구조화된 문제와 교수·학습 과정안에서 활용된 수학 내용지식 수준은 5학년 1·2학기 수학을 기준으로 하였다. 비구조화된 문제해결의 취지와 의의에 따라, 학생들은 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 수학 외 타교과 및 이전 학년에서 학습한 내용지식, 생활 경험 등을 총체적으로 활용하게 됨을 밝히는 바이다.

비구조화된 문제 <1>은 7가지 자리 배치 구조와 5가지 기준에 의한 7가지 자리 배치 구조의 순위 자료를 바탕으로 최적의 자리 배치 구조를 선정하는 문제이다. 이 문제는 넓이, 공간에 대한 인식을 토대로 5가지 기준에 의한 자리 배치 구조 순위를 평균, 빈도 등의 개념을 활용하여 분석하고 평가하도록 되어 있다. 개발한 문제 <1>은 비구조화된 문제를 주제로 박사 학위를 취득한 교육 경력 10년 이상의 교사를 통해 적절성을 평가 받았다. 비구조화된 문제 특성 분석 틀을 기준으로 하여 실제성, 복잡성, 개방성에서 각각 3수준으로 평가 받았으며, 제시된 문제에서 다소 모호하다고 한 기준들을 수정하였다. 예컨대, 시안에서 제시된 5가지 기준이 각각 무엇을 의미하는지 설명을 추가하면 좋겠다는 의견이 있었다. 이에 따라 중간놀이 시간의 공간 활용도, 수업 시간의 집중도, 모둠활동 때의 편리성

등에 대한 구체적인 설명을 수업 초반에 하였고, 학생들이 분명히 기준 내용을 인지할 수 있도록 하였다. 더불어 '가장 합리적인 구조'에서 합리성의 기준을 분명히 해야 한다는 지적이 있어 합리성에 대한 판단을 학생들이 먼저 기준을 세워 설정하는 방식으로 수정하였다.

비구조화된 문제 <2>는 유적 탐방 일정을 계획하는 문제이다. 제시된 16개의 유적지 중에서 8곳 이상을 가야하며, 8곳 중에는 반드시 궁, 성, 능이 한 번씩 포함되어야 한다. 또한 교통편과 소요 시간 및 비용에 대한 정보가 제시되어 있으며, 시간과 비용 제한이 있다. 이 문제는 시간, 거리, 공간 이동에 대한 인식을 토대로 문제에서 제시된 정보를 활용하여 조건을 충족시키는 가장 효율적인 경로를 찾도록 되어 있다. 개발한 문제 <2>도 <1>과 동일한 기준으로 전문가에게 적절성을 평가 받았다. 그 결과 이동 시간 및 교통편에 대한 정보와 학생들이 설정하는 기준에 대한 설명이 좀 더 구체적으로 제시되어야 한다는 지적이 있어 수정하였다. 예컨대, 출발지에 대한 정확한 정보를 기재하는 것이 요구되어 출발지를 학교로 설정하였고, 유적지 간 이동 시의 교통비가 제시되어 있지 않다는 지적이 있어, 출발지에서 각 유적지까지의 시간과 교통비, 유적지 간 이동 시간과 교통비 정보를 표로 제시하였다. 마지막으로 '효율적이고 합리적인 탐방 일정 계획'에서 효율성과 합리성에 대한 기준이 모호하여, 주어진 예(소요 시간, 비용 등)에서 학생들이 한 가지를 선택하거나 여러 기준을 혼합하여 적용하도록 보완하였다(부록 참조).

4. 분석 방법

연구자는 학생들이 문제를 해결하는 과정에 대해 활동지 외에도 연구자의 관찰 내용과 문제해결 과정에 대한 학생들의 동료평가(구두 부분)

<표 III-1> 창의・융합적 사고 분석틀

3수준 / 하위 요소	상(3점)	중(2점)	하(1점)
독창적 사고	다른 사람들이 서술한 보편적인 풀이 방법 및 문제해결 과정과는 다른 방식으로 문제해결 전략을 수립하고 방법을 찾음. 새로운 아이디어와 관점을 제시함	다소 일반적인 문제해결 전략을 활용하여 문제를 해결하였으나 문제해결 과정에 본인 나름의 아이디어와 관점이 내포됨	예측 가능하고 보편적인 풀이 방법을 사용함. 다른 사람의 아이디어와 관점을 빌어 문제를 해결함
생산적 사고	주어진 문제 상황을 해결할 수 있는 2가지 이상의 아이디어를 제시하고, 다양한 방법을 찾아 적용하여 문제해결을 시도함	주어진 문제 상황을 해결할 수 있는 1가지의 아이디어를 제시하고, 그에 따른 풀이 방법을 찾아 적용하여 문제해결을 시도함	주어진 문제 상황을 해결할 수 있는 아이디어를 제시하지 못하고, 그에 따른 풀이 방법을 찾아 적용하지 못함
수학 내적 연결	다른 영역 또는 다른 학년의 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 주어진 문제 상황과 관련지어 유연하게 적용함. 적용에 대해 논리적 정확성을 갖춤	다른 영역 또는 다른 학년의 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 주어진 문제 상황과 관련지어 적용함	다른 영역 또는 다른 학년의 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 주어진 문제 상황에 적용하지 못함
수학 외적 연결	주어진 문제 상황을 해결하기 위해 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능을 실생활이나 타교과에 유연하게 적용함. 적용에 대해 논리적 정확성을 갖춤	주어진 문제 상황을 해결하기 위해 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능을 실생활이나 타교과에 적용함	주어진 문제 상황을 해결하기 위해 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능을 실생활이나 타교과에 적용하지 못함

내용을 연구노트에 정리하였다. 그 후 이 자료들을 상호보완적으로 활용하여 분석 및 평가하였다. 평가는 분석틀의 각 요소 별 기준에 따라 3수준으로 나뉘어 두 명의 평가자에 의해 행해졌다. 3수준은 상(3점)·중(2점)·하(1점)로 구분되며, 이에 따라 창의·융합적 사고와 문제해결력(각각 4개 요소 포함)의 만점은 12점이 된다. 앞의 <표 II-2>에서 제시한 창의·융합적 사고의 네 하위 요소를 각 3수준(상, 중, 하)으로 나누어 비구조화된 문제해결 과정에서 학생들의 창의·융합적 사고를 분석할 수 있는 틀(<표 III-1> 참조)을 개발하였다. 분석틀은 전문가(초등 수학을 전공하여 박사학위를 소지한 교직 경력 10년 이상의 교사)에게 검토 받았다.

또한 앞서 문제해결력의 하위 요소를 6가지 제시하였다. 그 중 본 연구에서 다루는 4가지 요소를 각 3수준(상, 중, 하)으로 나누어 비구조화된 문제해결 과정에서 학생들의 문제해결력을 분석할 수 있는 틀을 개발하였다. 분석틀은 전문가에게 검토 받아 수정·보완 하였다. 이상의 내용은 다음 <표 III-2>와 같다.

이상으로 위의 분석틀에 의거하여 9차시 분량의 교수·학습 활동 후 비구조화된 문제해결 과정에서 학생들의 창의·융합적 사고와 문제해결력을 분석 및 평가한다. 그 후, 그 둘 간의 관계를 분석한다. 창의·융합적 사고와 문제해결력을 두 축으로 하는 그래프에 문제 <1>과 <2>에서 각 6모둠이 평가 받은 점수를 표식으로 나타내고, 이를 토대로 양자 간 어떤 관계가 형성되는지 살펴보고자 한다.

<표 III-2> 문제해결력 분석틀

3수준 하위요소	상(3점)	중(2점)	하(1점)
문제의 이해	문제의 목적을 명확히 발견하고, 문제에서 주어진 조건을 파악하여 문제 상황을 명료화함	문제의 목적과 문제에서 주어진 조건을 파악하는 데 다소 미흡한 부분이 있음. 문제 상황을 문제 해결과정으로 이끌어 나갈 수 있을 정도로 이해함	문제의 목적과 문제에서 주어진 조건을 잘 파악하지 못함. 문제 상황을 제대로 이해하지 못함
문제해결 전략 탐색	문제 상황을 해결하기 위해 수학적 원리나 결과를 이용할 수 있는지 분석함. 여러 가지 문제해결 전략을 탐색하여 스스로 풀이 계획을 수립함	문제 상황을 해결하기 위해 수학적 원리나 결과를 이용할 수 있는지 분석함. 문제해결 전략 탐색 시 다소 미흡한 부분이 있으나 교사나 동료의 도움을 통해 어느 정도 풀이 계획을 수립함	문제 상황을 해결하기 위해 수학적 원리나 결과를 이용할 수 있는지 분석하지 못함. 문제해결 전략을 탐색하는 데 많은 어려움이 있고, 스스로 풀이 계획을 수립하지 못함
문제해결 과정 통제 및 반성	계획한 풀이과정을 능숙하게 수행해내고, 검증 및 반성을 통해 해결책과 해답을 논리적으로 평가함	계획한 풀이과정을 수행해내고, 검증 및 반성을 통해 해결책과 해답을 평가하고자 시도함	계획한 풀이과정을 원활히 수행해내지 못하고, 검증 및 반성을 통해 해결책과 해답을 평가하지 못함
수학적 모델링	실생활의 문제해결을 위해 주어진 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출해냄. 그리고 이를 상황 맥락에서 해석하여 유의미성을 스스로 검토함	실생활의 문제해결을 위해 주어진 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출해내는 데 다소 미흡한 부분이 있음. 도출한 결론을 상황 맥락에서 해석하여 유의미성을 검토하는 데 교사나 동료의 도움이 어느 정도 필요함	실생활의 문제해결을 위해 주어진 상황을 수학적으로 나타내고 분석하여 결론을 도출해내는 데 어려움을 느낌. 도출한 결론을 스스로 상황 맥락에서 해석하여 유의미성을 검토하지 못함

Ⅳ. 연구결과

본 연구에서 개발한 비구조화된 문제를 해결하는 수학 수업(본 수업)을 2회(4~6차시, 7~9차시) 실시한 후, 두 명의 평가자가 학생들의 비구조화된 문제해결 과정을 분석하여 평가하였다. 그 뒤 두 평가자의 평가 결과를 평균 내어 정리한 내용은 다음 <표 IV-1>과 같다.

1. 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타나는 창의・융합적 사고

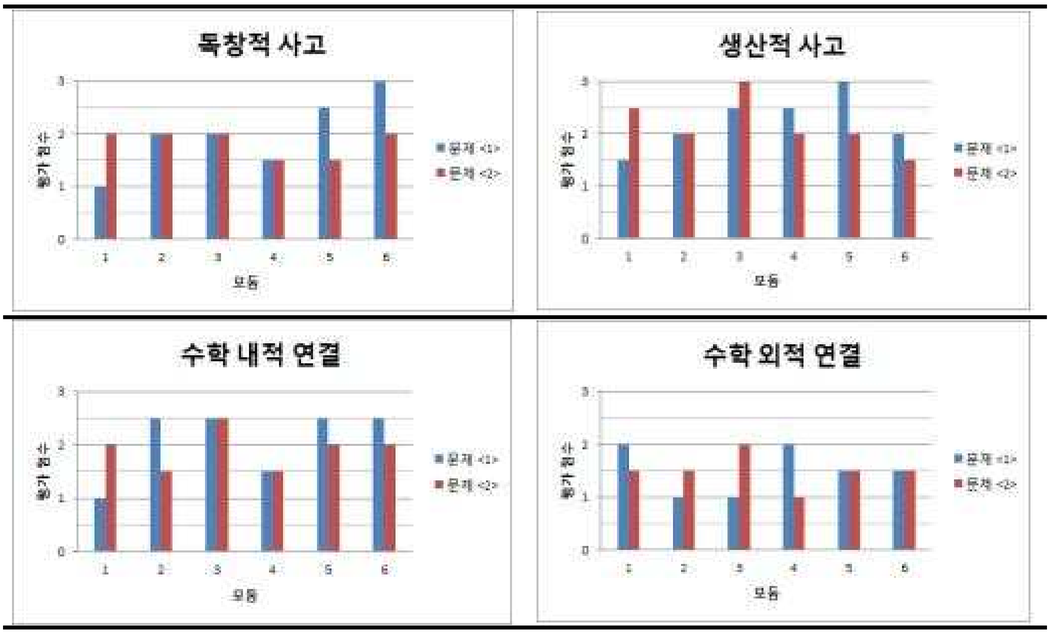
앞서 설명한 바와 같이 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타난 학생들의 창의・융합적 사고를 분석하기 위한 4가지 요소는 독창적 사고, 생산적 사고, 수학 내적 연결, 수학 외적 연결이다. 각 요소의 개념을 바탕으로 한 3수준 분류체계에 따라 요소 별로 상(3점)・중(2점)・하(1점)로 평가하였다. 비구조화된 문제 <1>과 <2>의 해결 과정에서 나타난 모둠 별 독창적 사고, 생산적 사고, 수학 내적 연결, 수학 외적 연결의 변화 양상은 다음 [그림 IV-1]에 나타나 있다.

<표 IV-1> 비구조화된 문제의 해결 과정에서 나타난 창의・융합적 사고와 문제해결력

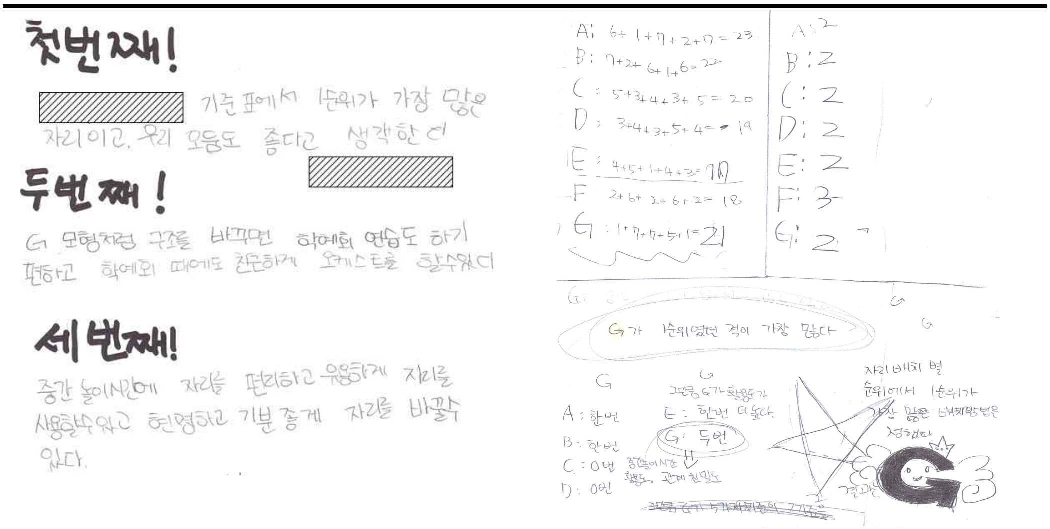
창의·융합적 사고		모둠 1	모둠 2	모둠 3	모둠 4	모둠 5	모둠 6	평균
독창적 사고	문제 <1>	1	2	2	1.5	2.5	3	2
	문제 <2>	2	2	2	1.5	1.5	2	1.8
생산적 사고	문제 <1>	1.5	2	2.5	2.5	3	2	2.3
	문제 <2>	2.5	2	3	2	2	1.5	1.8
수학 내적 연결	문제 <1>	1	2.5	2.5	1.5	2.5	2.5	2.1
	문제 <2>	2	1.5	2.5	1.5	2	2	1.9
수학 외적 연결	문제 <1>	2	1	1	2	1.5	1.5	1.5
	문제 <2>	1.5	1.5	2	1	1.5	1.5	1.5
합계 (총점: 12점)	문제 <1>	5.5	7.5	8	7.5	9.5	9	7.8
	문제 <2>	8	7	9.5	6	7	7	7.4

문제해결력		모둠 1	모둠 2	모둠 3	모둠 4	모둠 5	모둠 6	평균
문제의 이해	문제 <1>	1	2.5	2.5	2	2.5	3	2.3
	문제 <2>	3	3	3	3	2	2	2.7
문제해결 전략 탐색	문제 <1>	1.5	2	2	1.5	2	2	1.8
	문제 <2>	2	2	2.5	1.5	1.5	1.5	1.8
문제해결 과정 통제 및 반성	문제 <1>	1	2	2	1.5	2.5	2	1.8
	문제 <2>	2	2	2.5	1.5	1.5	2	1.9
수학적 모델링	문제 <1>	1	2.5	2.5	1.5	2.5	2.5	2.1
	문제 <2>	2.5	2	2.5	1.5	2	2	2.1
합계 (총점: 12점)	문제 <1>	4.5	9	9	6.5	9.5	9.5	8
	문제 <2>	9.5	9	10.5	7.5	7	7.5	8.5

*모든 수치는 소수 둘째 자리에서 반올림한 결과임



[그림 IV-1] 비구조화된 문제 <1>, <2>의 해결 과정에서 나타난 창의·융합적 사고 요소



(a) 1모둠의 문제해결 과정 (a) 5모둠의 문제해결 과정

[그림 IV-2] 1모둠과 2모둠의 문제해결 과정 예시

문제 <1>에서 창의·융합적 사고의 요소별 평가 합계가 가장 낮은 1모둠의 사례와 가장 높은 5모둠의 사례는 다음 [그림 IV-2]와 같다.

요소 별 결과는 다음과 같다. 독창적 사고와 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 독창적 사고 수준의 평균은 중(2점) 수준이다. 즉, 학생들은 문제해결 과정에서 다소 일반적인 문제해결 전략을 활용하였다. '자리를

바꾸자!'의 경우 보편적인 문제해결 전략은 크게 두 가지이다. 첫째는 상위권(대체로 1~3순위)에 분포된 수의 많고 적음(빈도)에 따라 각각의 자리 배치 구조를 평하는 방식이다. 둘째는 7개의 자리 배치 구조 별로 5가지 기준에 의해 각각 매겨진 등위를 합산하여 가장 작은 수를 나타내는 구조를 선정하는 방식이다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 독창적 사고 수준의 평균은 1.8이다. 문제 <1>의 해결 때와 마찬가지로, 학생들은 문제해결 과정에서 다소 일반적인 문제해결 전략을 활용하였다. '유적 탐방을 가자!'의 경우 대부분의 학생들이 문제에서 주어진 조건을 맞추느라, 메타인지를 발휘하여 유적 탐방 일정 계획의 전체적인 흐름을 정하지 못했다. 그 경우 하나의 유적지를 정한 후 다른 한 곳을 정하는 방식으로 문제를 해결하게 된다.

생산적 사고와 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 생산적 사고 수준의 평균은 2.3으로 중 수준이다. 즉, 학생들이 대체로 한 가지 이상의 풀이 방법을 제시하고 그에 따라 문제를 해결해나간 것이다. 문제 <1>을 해결하는 과정에서 5개 모둠은 한 가지 정도의 풀이 방법을, 나머지 1개 모둠은 두 가지 이상의 풀이 방법을 제시하였다. 그러나 학생들이 제시한 풀이 방법의 개수가 많다고 하여 독창적인 아이디어인 것은 아니었다. 2~3가지의 풀이 방법을 제시하였으나 풀이 방법이 모두 보편적인 방법인 경우가 있었고, 이와는 달리 1가지의 방법만으로 문제를 해결해 나갔으나 그 방법이 독창적인 경우도 있었다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 생산적 사고 수준의 평균은 2.2로 중 수준이다. 문제 <1>과 마찬가지로, 학생들이 적어도 한 가지 이상의 풀이 방법을 제시하여 문제를 해결해 나갔음을 알 수 있다. 문제 <2>를 해결하는 과정에서 5개 모둠은 한 가지 정도의 풀이 방법을, 1개 모둠은 두 가지 이상의 풀이 방법을 제시하였다. 한 가지의 풀이 방법을 제시한 모둠은 문제의 조건에 따라 자신들이 세운 기준에 맞춰 1개의 유적 탐방 일정을 정하는 방식을 나타냈다. 두 가지 이상의 풀이 방법을 제시한 모둠은 유적 탐방 일정 계획의 기본 틀과 방법을 정해놓고 변경 가능한 장소(거리 차이가 적은 곳)를 대치하는 방식을 보여주었다.

수학 내적 연결과 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학 내적 연결 수준의 평균은 2.1로 약 중 수준이다. 문제 <1>과 관련된 수학 내적 연결로는 빈도 및 평균 개념, 덧셈 개념 및 기능 등을 예로 들 수 있다. 평균의 개념은 연구 대상 학생들이 속한 학년의 교육과정 상 배우지 않았다. 그러나 이미 일상생활 속에서 학습한 경험이 많은 편이다. 예컨대, 평균의 개념은 학생들이 과목별로 시험을 본 뒤에 점수를 합산하고 과목 수로 나눠보는 경험을 통해 자연스럽게 익힌 개념이다. 이에 따라 많은 모둠의 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 교육과정 상 학습하지 않은 평균, 빈도 등의 개념을 자연스럽게 도입하여 적용하였다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학 내적 연결 수준의 평균은 1.9로 중하 수준이다. 문제 <2>와 관련된 수학 내적 연결로는 시간 및 거리 개념, 사칙연산 기능 등이 있다. 문제 <2>의 경우 <1>과 달리 문제를 해결하는데 필요한 연산 수준이 비교적 어렵지 않은 편이다. 다만 탐방 일정을 계획하기 위해 비용과 시간을 계산한다는 점에서 큰 수 계산을 정확히 해야 하고, 시간 개념을 명확히 주지하고 있어야 한다. 6개 모둠 중 1개 모둠은 수학적 개념과 기능 등을 충분히 잘 활용하여 중상 수준의 평가를 받았다. 그리고 3개 모둠은 수학적 개념 및 기능 등을 적용하였으나 그 과정에서 계산 착오

등과 같은 약간의 미흡함을 나타냈다. 마지막으로, 2개 모둠은 주어진 문제 상황에 수학적 개념과 기능을 적용하여 탐방 일정 계획을 세우지 않아 수학 내적 연결을 발견할 수 없었다.

수학 외적 연결과 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학 외적 연결 수준의 평균은 1.5로 중하 수준이다. 문제 <1>과 관련된 수학 외적 연결로는 자리 배치 구조와 도형 및 공간 개념 연결 짓기, 실제 학교생활과 연결 짓기 등이 있다. 그러나 대다수의 학생들이 수학적 개념, 원리, 법칙, 기능 등을 이와 연결 짓지 못하거나 미흡한 부분이 있었다. 문제 <1>의 해결 과정을 분석하였을 때, 창의 · 융합적 사고의 4개 요소 중 수학 외적 연결 요소가 다른 요소에 비해 상대적으로 평균이 낮은 양상을 보였다.

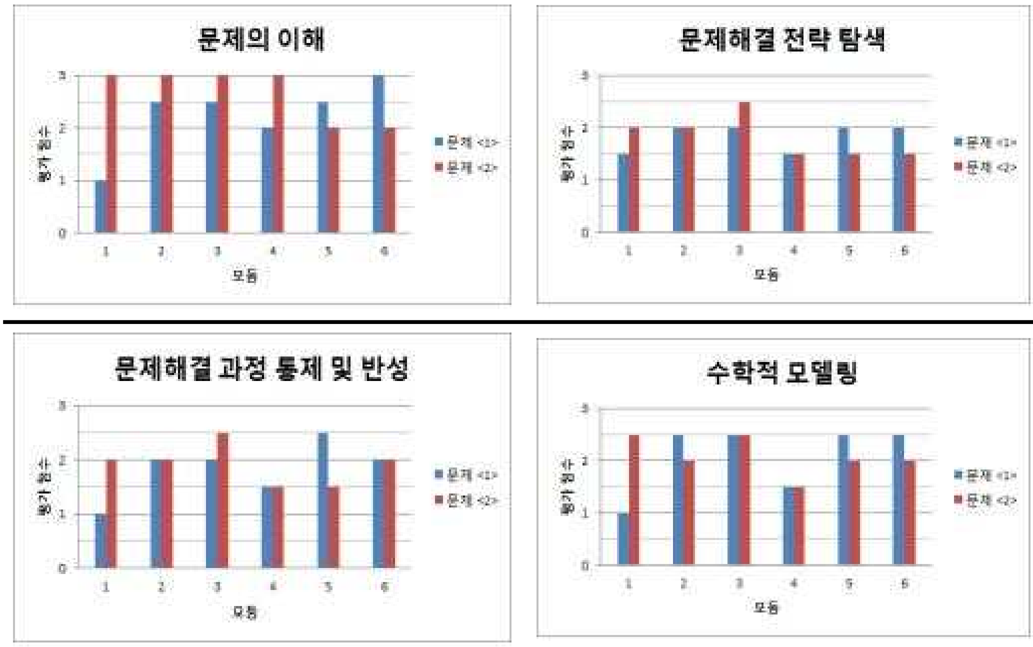
문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학 외적 연결 수준의 평균은 1.5로 중하 수준이다. 문제 <2>와 관련된 수학 외적 연결 내용은 문제 <1>보다 상대적으로 좀 더 다양한 편이다. 예를 들어 비구조화된 문제의 주제이기도 한 유적 탐방 장소들은 5학년 교육과정 상 사회 시간에 역사를 학습하며 다루는 제재이다. 따라서 학생들은 자신이 타 교과(사회)에서 학습한 내용과 연결 지어 탐방 일정 계획을 수립할 수 있다. 또한 이동 경로와 관련하여, 직선과 도형 개념 등을 적용할 수 있으며 자신이 가 본 유적지의 경우 일정 계획을 세울 때 자신의 경험을 바탕으로 경로를 조율할 수 있다. 하지만 문제 <2>의 해결 과정에서 보인 수학 외적 연결 수준은 문제 <1>에서 보인 것과 동일하다. 또한 문제 <1>과 마찬가지로, 문제해결 과정을 분석했을 때, 창의 · 융합적 사고의 4개 요소 중 수학 외적 연결 요소가 다른 요소에 비해 상대적으로 평균이 낮은 양상을 보였다.

비구조화된 문제해결 과정에서 나타난 학생들의 '창의 · 융합적 사고'는 본 연구에서 설정한 상, 중, 하 기준에 의거해 살펴봤을 때 중 수준에 못 미치게 나타났다. 독창적 사고 측면에서, 학생들은 새로운 관점의 아이디어를 찾아내는데 다소 어려움을 나타냈다. 생산적 사고 측면에서, 학생들의 평점 분포 상 능력 간 편차가 어느 정도 존재했다. 그러나 비구조화된 문제 <1>과 <2>에서의 변화 양상 면에서는 큰 차이가 없었다. 수학 내적 연결 측면에서, 학생들은 비교적 낮은 평가를 받았고 수학 외적 연결 측면에서는 창의·융합적 사고 요소 중 가장 낮은 평점을 기록했다. 이를 통해 연결성 측면이 부족함을 알 수 있다.

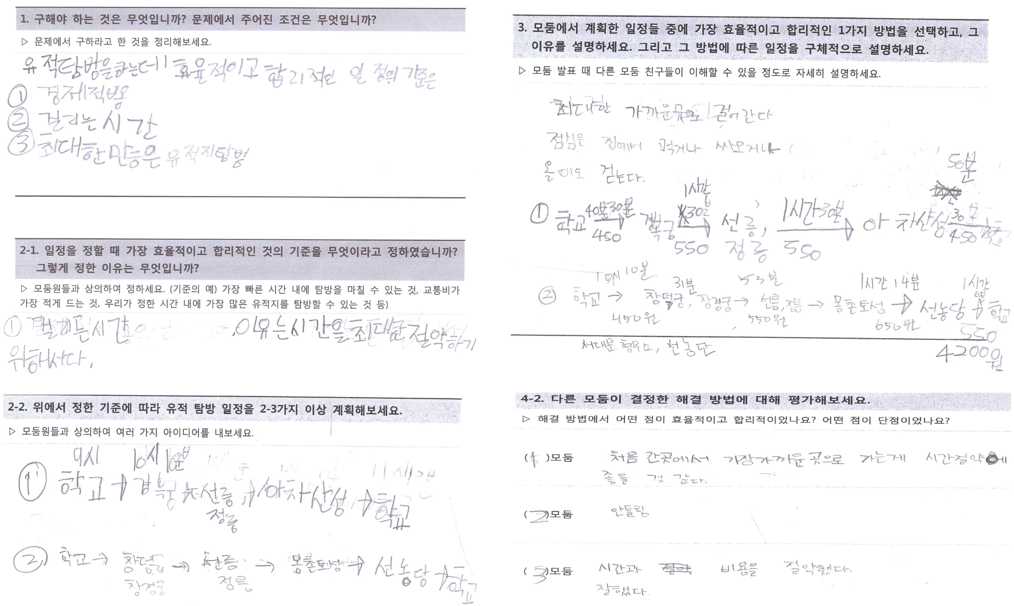
2. 비구조화된 문제해결 과정에서 나타나는 문제해결력

앞서 설명한 바와 같이 비구조화된 문제 해결 과정에서 나타난 학생들의 문제해결력을 분석하기 위한 네 요소는 문제의 이해, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 과정 통제 및 반성이다. 각 요소의 개념을 바탕으로 한 3수준 분류 체계에 따라 요소 별 상(3점) · 중(2점) · 하(1점)로 평가하였다. 문제 <1>과 <2>의 해결 과정에서 나타난 모둠 별 문제의 이해, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 과정 통제 및 반성의 변화 양상은 다음 [그림 IV-3]에 나타나 있다.

문제 <2>에서 문제해결력의 요소별 평가 합계가 가장 낮은 5모둠의 사례와 가장 높은 3모둠의 사례는 다음 [그림 IV-4]와 같다.



[그림 IV-3] 비구조화된 문제 <1>, <2>의 해결 과정에서 나타난 문제해결 요소



1. 구해야 하는 것은 무엇입니까? 문제에서 주어진 조건은 무엇입니까?

▷ 문제에서 구하라고 한 것을 정리해보세요.

유적탐방을하는데 효율적이고 합리적인 일정의 기준은
① 경제적비용
② 걸리는 시간
③ 최대한 많은 유적지탐방

2-1. 일정을 정할 때 가장 효율적이고 합리적인 것의 기준을 무엇이라고 정하였습니까? 그렇게 정한 이유는 무엇입니까?

▷ 모둠원들과 상의하여 정하세요. (기준의 예) 가장 빠른 시간 내에 탐방을 마칠 수 있는 것, 교통비가 가장 적게 드는 것, 우리가 정한 시간 내에 가장 많은 유적지를 탐방할 수 있는 것 등)

① 걸리는 시간 ... 이유는 시간을 최대한 절약하기 위해서다.

2-2. 위에서 정한 기준에 따라 유적 탐방 일정을 2-3가지 이상 계획해보세요.

▷ 모둠원들과 상의하여 여러 가지 아이디어를 내보세요.

① 학교 → 경복궁 → 선릉 정릉 → 아차산성 → 학교

② 학교 → 창덕궁 창경궁 → 선릉 정릉 → 몽촌토성 → 선농단 → 학교

3. 모둠에서 계획한 일정들 중에 가장 효율적이고 합리적인 1가지 방법을 선택하고, 그 이유를 설명하세요. 그리고 그 방법에 따른 일정을 구체적으로 설명하세요.

▷ 모둠 발표 때 다른 모둠 친구들이 이해할 수 있을 정도로 자세히 설명하세요.

최대한 가까운곳으로 걷어간다
점심은 집에서 먹거나 사오거나 /
올때도 걷는다.

① 학교 → 경복궁 → 선릉, 정릉 → 아차산성 → 학교

② 학교 → 창덕궁, 창경궁 → 선릉, 정릉 → 몽촌토성 → 선농단 → 학교

4200원

4-2. 다른 모둠이 결정한 해결 방법에 대해 평가해보세요.

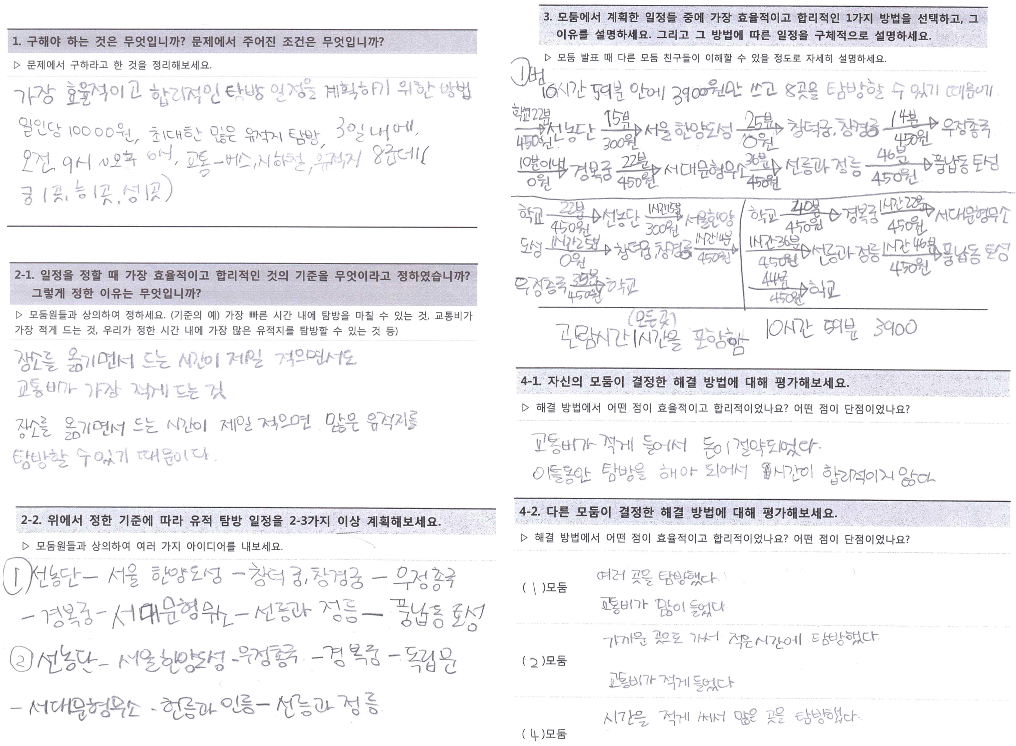
▷ 해결 방법에서 어떤 점이 효율적이고 합리적이었나요? 어떤 점이 단점이었나요?

(1)모둠 처음 간곳에서 가장가까운곳으로 가는게 시간절약에 좋을 것 같다.

(2)모둠 안들림

(5)모둠 시간과 비용을 절약했다. 잘했다

5모둠의 문제해결 과정



3모둠의 문제해결 과정

[그림 IV-4] 3모둠과 5모둠의 문제해결 과정 예시

요소 별 결과는 다음과 같다. 문제의 이해와 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제의 이해 수준의 평균은 약 중(2.3점) 수준이다. 즉, 학생들은 대체로 문제의 목적을 비교적 명확하게 발견하고, 문제의 조건과 정보를 명료화한 것이다. ‘자리를 바꾸자!’의 경우 문제에서 제시한 정보와 조건 간의 관계 파악이 매우 중요하다. 문제에서 주어진 자리 배치 구조 후보 7가지는 다시 5가지 기준에 의해 1~7순위로 제시된다. 따라서 학생들이 문제를 정확히 이해하고 구하려는 것을 파악하기 위해서는 주어진 정보들을 혼동 없이 분석해야 한다. 대체로 모든 모둠이 문제 이해를 잘 하였으며, 문제 이해가 잘된 모둠은 문제해결력의 타 요소에서도 중하~중상 범주의 평가를 받았다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제의 이해 수준의 평균은 중상(2.7점) 수준이다. 즉, 학생들 대다수가 문제의 목적을 명확하게 발견하고 주어진 조건과 정보를 활용 가능하도록 명료화한 것이다. ‘유적 탐방을 가자!’의 경우 문제에서 제시한 정보가 문제 <1>에 비해 많은 편이다. 유적지 간 이동 시의 시간, 교통비 등이 표로 제시되어 있고, 탐방 일정을 계획할 때 반드시 포함되어야 하는 장소(궁 1곳, 성 1곳, 능 1곳)와 사용 가능한 액수(1인당 최대 1만원), 제한 시간(1일 내 9시~6시) 및 기간(최대 3일) 등이 주어진다. 이를 바탕으로 학생들은 문제에서 요구하는 유적 탐방 일정을 계획하기 위해 문제에서 요하는 조건을 숙지하고 정보를 명확하게 파악해야 한다. 6개 모둠 중 4개 모둠은 문

제에서 요구하는 바를 정확히 파악하고 조건과 정보를 명료화하여 상(3점) 수준의 평가를 받았다. 2개 모둠은 대체적으로 문제를 잘 이해하였으나, 문제의 조건과 정보를 명료화하는 과정에서 약간의 미흡함이 있어 중(2점) 수준으로 평가받았다.

문제해결 전략 탐색과 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제해결 전략 탐색 수준의 평균은 중하(1.8점) 수준이다. 문제 <1>에서는 문제에서 주어진 정보인 5가지 기준에 따른 7개의 자리 배치 구조(A~G)의 순위를 문제를 해결하기 위한 전략으로 활용하는 것이 매우 중요했다. 이때 자리 배치 구조와 순위 간의 관계를 수학적 개념(빈도, 평균 등의 개념)과 연결 지은 경우 풀이 계획이 자연스럽게 수립되었다. 그러나 몇몇 모둠 학생들은 문제 상황을 해결하는 데 적합한 수학적 개념과 원리 등을 탐색하는데 어려움을 보였다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제해결 전략 탐색 수준의 평균은 중(1.8점) 수준이다. 이는 문제 <1>을 해결하는 과정에서 나타난 문제해결 전략 탐색 수준과 동일한 수치이다. 3개 모둠은 문제 상황을 해결하는 데 적합한 수학적 개념과 원리(시간, 거리 개념 등), 기능 등을 탐색하여 전략을 세웠지만, 나머지 3개 모둠은 어려움을 겪었다. 문제 <2>에서는 문제에서 주어진 조건과 정보들을 유의미하게 조직하여 유적 탐방 일정을 계획하는 것이 중요했다. 관련 정보와 조건들이 비교적 복잡하게 얽혀있기 때문에, 문제에서 주어진 조건과 정보를 바탕으로 여러 전략을 탐색하는 것이 이후의 문제해결에 큰 영향을 미쳤다.

문제해결 과정 통제 및 반성과 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제해결 과정 통제 및 반성 수준의 평균은 중하(1.8점) 수준이다. 대체로 학생들은 앞서 수립한 전략과 풀이 계획에 따라 문제해결을 수행해내었고, 모둠 별 발표를 들으며 다른 학생들의 문제해결 과정과 자신의 문제해결 과정을 합리적으로 평가하였다. 문제 <1>을 성공적으로 해결하기 위해서는 '순위'에 대한 이해가 필수적이다. 5가지 기준에 따른 7개의 자리 배치 구조(A~G)의 순위를 합산할 때 그 결과를 역으로 해석한 경우 해결책이 정반대로 나오기 때문이다. 순위가 낮을수록 가치가 높기 때문에, 순위 합산 결과 수치의 높고 낮음을 정확하게 해석해야 풀이를 성공적으로 수행할 수 있었다. 또한 기준에 따라 평균을 낼 때, 계산식과 연산에 오류가 없는 경우 올바른 해답을 도출할 수 있었다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 문제해결 과정 통제 및 반성 수준의 평균은 중하(1.9점) 수준이다. 대다수의 학생들은 앞서 수립한 전략과 풀이 계획에 따라 문제해결을 수행해내었고, 모둠 별 발표를 들으면서 다른 학생들의 문제해결 과정과 자신의 문제해결 과정을 합리적으로 평가하였다. 문제 <2>에서 문제해결 과정의 성공적 수행 여부는 앞서 각 모둠에서 수립한 문제해결 전략과 풀이 계획을 얼마나 수행 가능하도록 구체화했는가에 달렸다. 각 모둠에서 유적 탐방 일정을 계획하기 위해 수립한 전략과 기준을 바탕으로 여러 경우의 수를 고려하고, 시간과 교통비 등을 계산할 때 오류가 없었다면 대체로 효율적인 탐방 일정 계획을 도출해냈다.

수학적 모델링과 관련하여, 문제 <1>을 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학적 모델링 수준의 평균은 약 중(2.1점) 수준이다. 수학적 모델링의 경우 문제해결력의 다른 요소보다 학생들 간 질적 편차가 상대적으로 큰 편이었다. 학생들에 따라 문제 상황을 능숙하게 수학적으로 변환하여 문제해결 전략과 풀이과정을 계획한 경우도 있었으나 거의 수학화를 하지 못한 경우도

있었다. 문제 <1>에서 수학적 모델링을 성공적으로 수행해내기 위해서는 주어진 7개의 자리 배치 구조가 각각 어떤 맥락에서 유의미한지 판단하는 것이 중요하다. 더불어 5가지 기준에 따른 순위에 가중치를 둘 것인지 안 둘 것인지, 둔다면 어떤 기준에 가중치를 둘 것인지 등을 고려하는 부분이 필요하다.

문제 <2>를 해결하는 과정에서 학생들이 보인 수학적 모델링 수준의 평균은 중상(2.1점) 수준이다. 문제 <2>의 경우 <1>보다 비교적 학생들 간 질적 편차가 크지 않은 편이었다. 문제 <2>에서는 유적 탐방 일정 계획과 관련하여 최대한 많은 배경 지식(타 교과 지식, 시간·거리 등의 수학적 개념 등)을 바탕으로 문제 상황을 유목화 하여 문제해결 전략을 수립하고 풀이과정을 계획하는 것이 중요하다. 왜냐하면 이를 잘 수행할 경우 문제 상황을 수학적으로 변환하고 상황 맥락을 적용하는 것이 다소 쉬워지기 때문이다.

비구조화된 문제해결 과정에서 나타난 학생들의 ‘문제해결력’은 본 연구에서 설정한 상, 중, 하 기준에 의거해 살펴봤을 때 중 수준을 약간 넘는 것으로 나타났다. 문제의 이해 측면에서, 학생들은 타 요소에 비해 평균적으로 가장 높은 평가를 받았다. 문제해결 전략 탐색 측면에서, 학생들은 문제를 해결하기 위해 전략을 탐색하고 풀이 계획을 수립하는 데 어려움을 느꼈다. 문제해결 과정 통제 및 반성 측면에서, 학생들은 대체로 문제해결 전략 탐색에 대한 평가와 유사한 평가를 받았으나, 문제해결 반성 면에서는 미흡함을 나타냈다. 수학적 모델링 측면에서, 학생들은 대체로 문제 상황의 수학화를 원활히 수행하였다.

3. 비구조화된 문제해결 과정에서 나타나는 창의·융합적 사고와 문제해결력의 관계

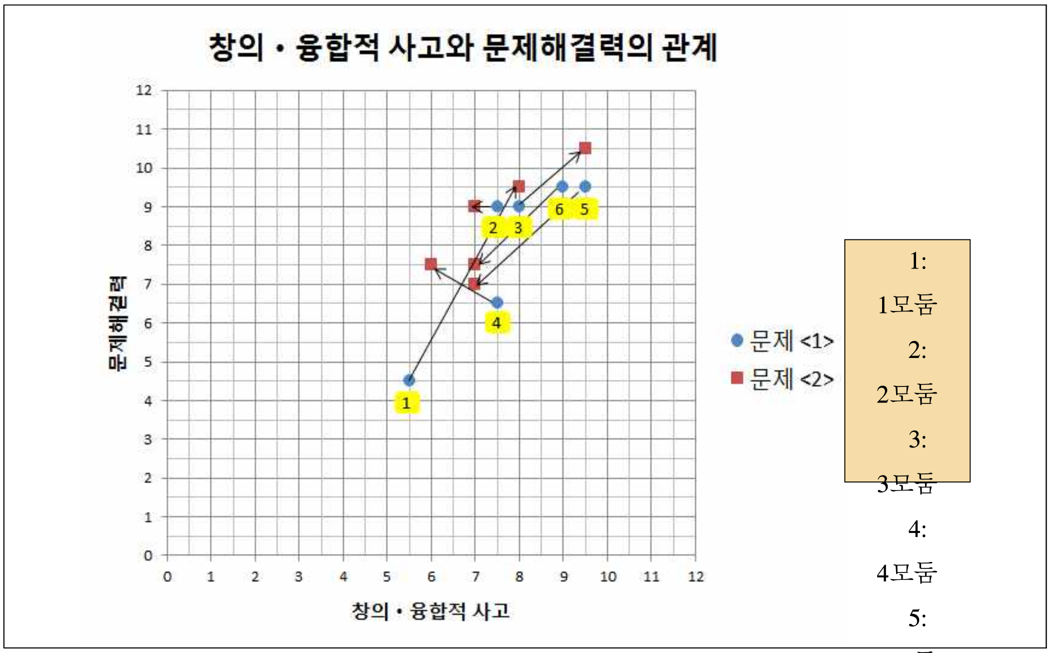
비구조화된 문제 <1>과 <2>에서의 창의·융합적 사고와 문제해결력을 살펴보면, 문제 <1>의 경우 학생들의 창의·융합적 사고 평가 결과의 평균은 7.8이고, 문제해결력 평과 결과의 평균은 8이다. 문제 <2>의 경우 학생들의 창의·융합적 사고의 평균은 7.4이고, 문제해결력의 평균은 8.5이다. <표 IV-2>와 [그림 IV-5]의 수치와 그래프를 통해 구체적 내용을 살펴보면 다음과 같다.

[그림 IV-5]는 <표 IV-2>를 토대로 창의·융합적 사고와 문제해결력 간의 관계를 그래프화한 것이다. 그래프에서 가로축은 창의·융합적 사고, 세로축은 문제해결력을 나타낸다. 문제 <1>에서의 창의·융합적 사고와 문제해결력의 관계는 ○ 기호로, <2>에서의 관계는 □ 기호로 나타나 있다. ○ 기호 아래의 숫자는 해당 모둠을 나타내며, 화살표를 통해 창의·융합적 사고와 문제해결력의 관계 변화 양상을 볼 수 있다.

그래프를 바탕으로 본 창의·융합적 사고와

<표 IV-2> 창의·융합적 사고와 문제해결력 간 평점 비교

창의·융합적 사고 및 문제해결력 총점 : 각 12점		모둠 1	2	3	4	5	6	평균
문제 <1>	창의·융합적 사고	5.5	7.5	8	7.5	9.5	9	7.8
	문제해결력	4.5	9	9	6.5	9.5	9.5	8
문제 <2>	창의·융합적 사고	8	7	9.5	6	7	7	7.4
	문제해결력	9.5	9	10.5	7.5	7	7.5	8.5



[그림 IV-5] 창의・융합적 사고와 문제해결력의 관계

문제해결력의 관계는 다음과 같다. 첫째, 비구조화된 문제 <1>과 <2>를 해결하는 과정에서 나타난 창의・융합적 사고와 문제해결력의 관계는 정적 상관을 보인다. 즉, 문제 <1>과 <2>의 해결 과정에서 창의・융합적 사고(문제해결력)가 높게 평가된 경우 문제해결력(창의・융합적 사고) 역시 높게 평가되었다. 반대의 경우에도 마찬가지이다. 예컨대, 창의・융합적 사고의 평가 결과가 최하위인 모둠이 문제해결력 평가 결과가 최상위인 경우는 없었으며, 문제해결력 평가 결과가 최하위인 모둠이 창의・융합적 사고 평가 결과가 최상위인 경우는 없었다.

둘째, 비구조화된 문제 <1>과 <2>의 해결 과정 모두 창의・융합적 사고의 평가 결과(평균)가 문제해결력 평가 결과(평균)보다 낮았다. 개별 모둠 차원에서는 두 모둠만 문제 <1>에서 창의・융합적 사고가 문제해결력보다 더 높은 평가를 받았다. 그러나 문제 <1>에서 두 모둠을 제외한 나머지 모둠, 문제 <2>에서는 전체 모둠이 창의・융합적 사고가 문제해결력보다 낮게 평가된 것으로 나타났다.

셋째, 비구조화된 문제 <1>을 해결하는 과정과 비구조화된 문제 <2>를 해결하는 과정에서 창의・융합적 사고 평가 점수는 하락했으며, 문제해결력 평가 점수는 상승했다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 초등학생의 창의・융합적 사고와 문제해결력에 관한 연구였다. 이에 대해 비구조화된 문제 개발과 실제 학교 수업에의 적용, 비구조화된 문제 해결과정에서 나타난 '창의・융합적 사고'와 '문제해결력' 역량의 분석・평가를 통해 분절적이고 구조화된 형태로 학습한 수학 내용 지식이 얼마나 연결성 있게 활용되는지 탐색해보았다.

먼저 창의·융합적 사고(독창적 사고, 생산적 사고, 수학 내적 연결, 수학 외적 연결)에 대해 분석 및 평가한 결과는 다음과 같다. 문제 <1>과 <2>의 해결 과정에서 나타나는 학생들의 창의·융합적 사고 평가 점수는 하락하였다. 물론 표본 수가 적기 때문에 통계상의 의미는 없지만, 이에 대해 두 가지 해석을 할 수 있다. 첫째, 문제 <1>과 <2>가 독립적이기 때문에 문제에 따라 창의·융합적 사고의 발현 정도가 다르게 나타날 수 있다. 비구조화된 문제 개발 당시 두 문제의 수준을 일정하게 하고자 하였기 때문에 난이도 상의 차이는 없었다. 그러나 창의·융합적 사고의 특성상 문제에 활용되는 제재에 따라 학생들의 사고 폭이 달라질 수 있다. 문제 <2>의 경우, 학생들이 사회 교과에서 역사를 배우고 현장 학습 경험 등이 있어 유적지에 대한 익숙함이 있었다. 때문에 아이디어를 생성하는 측면이나 타교과 및 경험과 연결 짓는 부분에서 다소 유리한 측면이 있었다. 둘째, 연습 차시를 포함하여 비구조화된 문제해결 경험이 10차시 미만이었기 때문에 문제 <1>과 <2>에서 나온 결과 수치를 직접적으로 비교하기에는 어려움이 있다는 점이다. 수업 차시 단위가 비교적 많지 않았기 때문에, 문제 <1>과 관련된 수업(3차시)을 통해 문제 <2>에서 학생들이 사고가 증진되었다거나 감퇴되었다고 판단할 수는 없다.

다음으로 문제해결력(문제의 이해, 문제해결 전략 탐색, 문제해결 과정 통제 및 반성, 수학적 모델링)에 대해 분석 및 평가한 결과는 다음과 같다. 문제 <1>과 <2>의 해결 과정에서 나타나는 문제해결력 평가 점수는 상승하였다. 역시 표본 수가 적기 때문에 통계상의 의미는 없지만, 이에 대해 두 가지 해석을 할 수 있다. 첫째, 비구조화된 문제해결 모형의 단계에 따라 문제를 해결하기 때문에 창의·융합적 사고에 비해 평가 점수 상승에 유리하다. 학생들은 문제해결 모형의 AB-C-D-E 단계에 따라 주어진 문제를 해결하게 된다. AB-C-D-E 단계가 문제해결력의 요소와 상통하는 부분이 있기 때문에, 비구조화된 문제해결을 거듭할수록 향상된 문제해결력을 보일 가능성이 높은 것이다. 둘째, 교육과정과 일반적인 수학 교과 수업에서 문제해결 연습이 지속적으로 되었기 때문에 평가 점수 상승에 비교적 유리하다. 문제해결은 1980년대 이후로 계속 강조된 수학 교육의 흐름이다. 따라서 문제해결 실행에 대한 부분이 교육과정과 교과서에 반영된 점을 간과할 수 없다. 즉, 문제해결력은 창의·융합적 사고에 비해 학생들에게 일반 수학 수업을 통한 훈련 기회가 상대적으로 많았던 것이다.

마지막으로 비구조화된 문제해결 과정에서 나타난 학생들의 창의·융합적 사고와 문제해결력의 관계에 대해 분석한 결과는 다음과 같다. 이 둘의 결과를 나타낸 그래프를 살펴보았을 때, 문제 <1>과 <2> 모두에서 창의·융합적 사고와 문제해결력은 정적 상관을 보였다. 다만 표본 수가 적기 때문에 일반화할 수는 없다. 또한 문제해결력은 증진되었으나, 창의·융합적 사고는 이전보다 미흡하게 나타났다. 이에 대한 해석은 다음과 같다. 평상시 학생들은 창의·융합적 사고보다 문제해결력이 강조된 수학 수업을 받아왔고, 교육과정과 교과서 역시 상대적으로 창의·융합적 사고 요소보다 문제해결 요소가 더 많이 구현되어 있다. 때문에 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 비교적 좀 더 익숙하게 문제해결력을 발휘하여 수행한 것으로 보인다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 다음의 내용을 논의할 수 있다. 첫째, 교과서 개발 시 창의성과 연결성을 구현하여 학생들의 역량을 신장시켜야 한다. 본 연구를 통해 학생들의 창의·융합적 사고 역량이 문제해결 과정에서 미흡하게 나타남을 알 수 있었다. 이는 이지영 외(2011)의 연구

와 이현지(2014)의 연구에서 제기된 문제와 일맥 상통한다. 두 연구는 각각 교과서 문제 상황의 인위성과 연결성을 문제 삼았는데, 본 연구에서 살펴본 학생들의 창의·융합적 사고에 대한 결과도 이와 무관하지 않았다. 따라서 교과서에서 제시하는 문제 상황 자체가 학생들의 창의성과 연결성을 고취시킬 수 있는 교수·학습의 기본 연결고리가 되어야 할 것이다.

둘째, 학교 수학을 통하여 꾸준히 수학적 역량을 증진시켜 나갈 수 있도록 비구조화된 문제와 같이 실생활 맥락의 도전적인 문제들을 현재보다 더 많이 제시해야 할 것이다. 본 연구를 통해 학생들의 문제해결력 역량이 문제해결 과정에서 적절히 발현됨을 알 수 있었다. 더불어 성창근과 박성선(2012)이 설명한 것처럼 일상생활과 관련된 비구조화된 문제해결 경험이 학생들이 학습한 수학적 개념과 알고리듬을 상황맥락에 따라 능동적으로 적용해보는 기회가 된다. 그런 점에서 학생들의 고차적 사고 역량을 증진시키기 위한 다양한 문제 개발이 요구된다.

셋째, 수학적 역량 전반을 균형적으로 신장시킬 수 있는 수학 교육 활동이 필요하다. 본 연구에서 학생들의 창의·융합적 사고 역량이 문제해결력에 비해 상대적으로 늘 미흡하게 나타났다. 그러나 창의·융합적 사고와 문제해결력 역량 간 관계가 정적 상관 양상을 보인 만큼, 한 역량의 신장이 다른 역량의 신장을 촉구할 가능성이 있다. 이는 Fuchs와 Fuchs(2006)의 연구에서 실생활의 복잡성이 포함된 문제해결 연습이 더 높은 전이를 보였다는 결과와 같은 맥락에서 설명될 수 있다. 따라서 수학 수업에서 수학적 역량 전반을 제고할 수 있도록 고차적 사고를 촉진하는 수학 교육 활동을 실시해야 할 것이다.

연구를 토대로 후속 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구보다 더 많은 비구조화된 문제를 개발하여 적용한다면 폭넓은 연구 결과를 얻을 수 있을 것이다. 예컨대, 비구조화된 문제 별 해결 과정 분석과 평가를 비교하여, 창의·융합적 사고 및 문제해결력에 대한 증진 효과를 살펴볼 수도 있을 것이다.

둘째, 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 여섯 가지 핵심 역량 중 본 연구에 포함되지 않은 다른 역량에 대한 연구가 가능하다. 이때 역량과 역량 간의 관계를 살펴보거나 비구조화된 문제해결 외의 다른 학습활동을 적용하는 것도 의미가 있을 것이다. 비구조화된 문제에서의 추론과 의사결정에 대해 분석해 본 선행연구의 결과를 바탕으로 다른 역량들 간의 관계에 대한 연구를 설계하여 다양한 연구를 진행해본다면, 수학과 핵심 역량에 대한 의미 있는 결과를 도출해낼 수 있을 것이다.

셋째, 타 교과와 연계한 비구조화된 문제 개발과 수업에의 적용 연구가 가능하다. 본 연구에서 개발하고 제시한 비구조화된 문제 역시 실생활 상황 맥락이 포함된 것이었지만, 타 교과의 영역 내지는 학습 주제 또는 제재에 대한 포함 여부가 분명하게 나타나지 않았다. 국어, 사회, 과학 등 타 교과의 학습 주제 또는 제재와 연계하여 비구조화된 문제를 개발하고 수업에 적용한 후, 그 결과를 평가·분석해본다면 그 또한 의의가 있을 것이다.

나아가 2015 개정 수학과 교육과정에서 제시한 6가지 역량인 문제 해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천을 고르게 증진시켜 나갈 수 있도록 교육과정 및 교과서 개발 연구진과 학교 교사들의 노력이 지속적으로 필요할 것이다. 또한 비구조화된 문제 관련 현장 활용 자료가 현재보다 더 많이 보급된다면, 담임교사가 여러 교과를 가르치는 초등학교의 특·장점을 살려 상황 맥락의 문제해결 학습을 활발히 할 수 있을 것이다. 이를 통해 진정한 의미의 통합 및 융합 교육이 실현 가능할 것이며, 궁극적

으로 2015 개정 교육과정의 목적과 취지를 현장에서 충분히 구현할 것으로 기대한다.

참고문헌

교육부(2015e). **초등학교 교육과정**. 교육부.

강정찬(2015). 창의・융합 교육을 위한 수업설계 원리 개발. **교육방법연구, 27**(3), 275-305.

김동희(2016). **초등학생의 창의·융합적 사고 및 문제해결력에 관한 연구 -초등 수학 비(非)구조화된 문제를 중심으로-**. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.

김민경, 김혜원, 민선희, 박은정, 이지영, 조미경, 허지연, 홍지연(2014). **생각의 힘을 키우는 초등수학 문제해결 - 비구조화된 문제 및 문제 해결-**. 서울: 경문사.

김민경, 조미경, 박윤미, 허지연(2012). 초등학교 4학년 학생들의 비구조화된 문제에서 나타난 해결 과정 및 추론 분석. **수학교육, 51**(2), 95-114.

김민경, 허지연, 박은정(2014). 초등수학에서의 비구조화된 문제해결 모형 설계, 적용 및 그 교육적 의미. **한국초등수학교육학회지, 18**(2), 189-209.

김성원, 정영란, 우애자, 이현주. 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. **한국과학교육학회지, 32**(2), 388-401.

남승인(2007). 수학 창의성 신장을 위한 평가 문항 개발 방안. **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 23**(3), 803-822.

남승인, 류성림(2002). **문제 해결 학습의 원리와 방법**. 서울: 형설출판사.

박경미, 이환철(2015). **2015 개정 수학과 교육과정의 개정 방향 및 연구 현황**. 한국과학창의재단 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공개토론회 자료집, 3-15.

박선화(2015). **2015 개정 수학과 교육과정의 개정 방향 및 연구 현황**. 한국과학창의재단 2015 개정 수학과 교육과정 시안 개발 정책 연구 공개토론회 자료집, 19-40.

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

성창근, 박성선(2012). 구조화 정도가 다른 수학적 동형 문제 사이의 유추적 전이 분석. **초등수학교육, 15**(2), 59-75.

성창근(2014). 학습 전이에 있어서 유추 거리와 지식의 영향. **한국수학교육학회지 시리즈 C <초등수학교육>, 17**(1), 1-16.

소경희(2011). 국가교육과정에 제시된 창이성 관련 지침의 개선 방향 탐색 - 캐나다, 영국, 호주 교육과정과의 비교를 중심으로 -. **교육문화연구, 17**(2), 149-174.

소경희, 홍원표, 송주현(2013). **주요국의 핵심역량 중심 교육과정 운영 실태 조사 연구**. 교육부.

이경진, 김경자(2012). 통합교육과정 접근으로서의 ‘융합인재교육(STEAM)’의 의미와 실천 가능성 탐색, **초등교육연구, 25**(3), 55-81.

이광우(2014). 교과 교육과정 개발의 방향. **2015 문・이과 통합형 교육과정 개정을 위한 교과 교육과정 개발 정책연구진 합동 워크숍 자료집**. 교육부, 한국교육과정평가원, 한국과학창의재단, 서울특별시교육청.

이지영(2012). **초등학생의 수학적 모델링 적용과정에서 나타나는 정당화와 의사소통에 관한 연구: 5학년 수와 연산을 중심으로**. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.

이현지(2014). **수학적 연결성에 대한 초등학교 수학교과서 비교 분석**. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

조윤동, 윤용식(2014). 핵심 역량 육성의 관점에서 비교한 한국과 일본의 수학과 교육과정. **수학교육학연구, 24**(1), 45-65.

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

홍지연(2013). 초등학생의 비구조화된 문제 해결 과정에 나타난 수학적 추상화 연구. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.

Ameis, J. A. (2002). Stories invite children to solve mathematical problems. *Teaching Children Mathematics, 14*(2), 68-73.

Bresser, R. (2004). *Math and literature: grades 4-6*. Sausalito, CA: Math Solutions.

Bulu, S. T., & Pedersen, S. (2010). Scaffolding middle school students' content knowledge and ill-structured problem solving in a problem-based hypermedia learning environment. *Educational Technology Research and Development, 58*(5), 507-529.

Cicchino, M. I. (2015). Using game-based learning to foster critical thinking in student discourse. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 9*(2), 17.

Friedman, T. L. (2005). T*he world is flat: A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus and Giroux.

Ge, X., & Land, S. M. (2004). A Conceptual framework for scaffolding ill-structured problem-solving processes using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development, 52*(2), 5-22.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development, 45*(1), 65-94.

Kabiri, M. S., & Smith, N. L. (2003). Turning traditional textbook problems into open-ended problems. *Mathematics Teaching in the Middle School, 9*(3), 186-192.

Lee, C. B., Jonassen, D. H., & Teo, T. (2011). The role of model building in problem solving and conceptual change. *Interactive Learning Environments, 19*(3), 247-265.

Lester, F. K. (1978). Mathematical problem solving in the elementary school: some educational and psychological considerations. In L. L. Hatfield & D. A. Bradbard (Eds.), *Mathematical problem solving: Papers from a research workshop*. Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC.

Lowrie, T., & Clements, M. A. K. (2001). Visual and nonvisual processes in grade 6 students' mathematical problem solving. *Journal of Research in Childhood Education, 16*(1), 77-93.

Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2006). Teaching third graders about real-life mathematical problem solving: a randomized controlled study. *The Elementary School Journal, 106*(4), 293-311. The University of Chicago Press.

Schoenfeld, A. H. (Ed.) (1994). *Mathematical thinking and problem solving*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston: Author.

Polya, G. (1956). *How to solve it: A new aspect of mathematical method. (2nd Ed)*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Reys, R. E., Lindquist, M.. Lambdin, D. V., &

Smith, N. L. (2009). *Helping children learn mathematics, 9th Edition*. New York: John Wiley & Sons.

Stenmark, J. K., & Bush, W. S. (2001). *Mathematics assessment: A practical handbook for grades 3-5*. Reston, VA: NCTM.

A Study on Creativity·Integrated Thinking and Problem Solving of Elementary School Students in ill-Structured Mathematics Problems

Kim, Donghee (Sungrye Elementary School)
Kim, Min Kyeong (Ewha Womans University)[2]

The purpose of the study is to investigate elementary school students' creativity-integrated thinking ability and problem solving ability of core ability in 2015 revision curriculum of mathematics department. In addition, the relation between students' creativity-integrated thinking ability and problem solving ability was analyzed on problem solving process. As result, students' both abilities showed moderate level. Furthermore, students' creativity-integrated thinking ability and problem solving ability showed positive correlation.

* Key Words : 비구조화된 문제(ill-structured problems), 창의・융합적 사고(creativity & integrated thinking), 문제 해결(problem solving)

논문접수 : 2016. 8. 9
논문수정 : 2016. 9. 13
심사완료 : 2016. 9. 19

2) Corresponding author

<부록 1> 비구조화된 문제 <2>

*학생들의 문제해결 과정을 기술하는 지면은 생략함.

MISSION! 유적 탐방을 가자!

☆☆초등학교의 5학년 ♡반 학생들은 이번 주 금요일과 주말에 사회 숙제로 유적 탐방을 하게 되었습니다. 유적 탐방은 16개의 장소 중 8군데를 선택해서 다녀와야 합니다. 이 8군데 중에는 반드시 궁 1곳, 성 1곳, 능 1곳이 포함되어야 합니다. ♡반 학생들이 유적 탐방을 다녀올 수 있는 기간은 최대 3일(10월 16일 (금) ~ 10월 18일 (일))이며, 안전을 위해 매일 아침 9시부터 학교에서 출발할 수 있고 탐방을 마친 뒤 오후 6시까지는 학교에 돌아와야 합니다. 또한 유적 탐방을 하는 동안 한 사람이 쓸 수 있는 돈은 교통비 포함 최대 10,000원까지 입니다(점심은 집에서 싸간 도시락으로 해결함). 교통은 버스(간선, 지선, 마을, 광역 버스 모두 포함), 지하철을 이용할 수 있으며, 학교와 유적지 사이의 이동 시간 및 교통비, 유적지와 유적지 사이의 이동 시간 및 교통비에 대한 내용은 표에 제시되어 있습니다. 그리고 유적 탐방은 개인 또는 같은 반 친구들 여러 명이 함께 갈 수 있고, 보호자와 함께 갈 수도 있습니다(보호자와 관련된 비용은 생각하지 않음).

이때, ♡반 학생이 가장 효율적이고 합리적인 탐방 일정을 계획하기 위한 방법은 무엇일까요? 단, 효율적이고 합리적인 일정의 기준은 **① 경제적 비용(사용하는 돈 액수), ② 걸리는 시간, ③ 최대한 많은 유적지 탐방 등**이 될 수 있으며, 기준을 여러 개 사용할 수도 있습니다(예) 비용과 시간을 함께 기준으로 정함). 기준을 정할 때는 모둠원들과 상의하여 결정하세요. 또한 그 기준과 계획 방법을 통해 정한 탐방 일정은 어떻게 될지 설명해보세요.

<유적지 안내>

유적	유적지 주소	이용 안내
경복궁	서울 종로구 세종로1	관람 무료, 9~10월: 오전 9시~오후 5시
덕수궁	서울 중구 정동 5-1	관람 무료, 오전 9시~ 오후 8시
독립문	서울 서대문구 현저동 94-1	무료, 24시간 관람 가능
몽촌토성	서울 송파구 오륜동 88-3	관람 무료, 오전 6시~오후 10시
서대문 형무소	서울 서대문구 통일로 251	입장료 1,000원, 3~10월: 오전 9시 30분~오후 6시, 매주 (월), 설 추석 당일 휴관
서울 풍납동 토성	서울 송파구 풍납동 72-1 외	무료, 24시간 이용 가능
서울 한양도성 (서울성곽)	서울 종로구 누상동 산 1-3	무료, 3~10월: 오전 9시~오후 4시까지 입장 가능, 아동은 부모님 동반 시 입장 가능
선농단	서울 동대문구 제기 2동	무료, 3~10월: 오전 9시 30분~오후 5시, 매주 (월), 매월 1일, 법정 공휴일 휴관
선릉과 정릉	서울 강남구 삼성동 131	관람 무료, 3~10월: 오전 6시~오후 8시
아차산성	서울 광진구 광장동 산 16-46, 구의동 산 1-2	무료, 24시간 이용 가능
암사동 선사 유적지	서울 강동구 암사동 155	입장료 300원, 오전 9시 30분~오후 5시 30분
우정총국	서울 종로구 견지동	관람 무료, 오전 9시~ 오후 6시
의릉	서울 성북구 석관동 1-5	관람 무료, 9~10월: 오전 9시~오후 5시
창덕궁, 창경궁	서울 종로구 와룡동 2-71 서울 종로구 와룡동 2-1	관람 무료, 9~10월: 오전 9시~오후 5시
태릉과 강릉	서울 노원구 공능동 313-19	관람 무료, 9~10월: 오전 9시~오후 5시
헌릉과 인릉	서울 서초구 내곡동 산 13-1	관람 무료, 9~10월: 오전 9시~오후 5시

<유적지 사이의 이동 시간 및 교통비>

이동 시간 및 교통비	경복궁	덕수궁	독립문	몽촌 토성	서대문 형무소	풍납동 토성	한양 도성	선농단	선릉과 정릉	아차 산성	암사동 선사 유적지	우정 총국	의릉	창덕궁, 창경궁	태릉과 강릉	헌릉과 인릉
우리 학교	40분	34분	39분	1시간 6분	43분	44분	37분	15분	46분	41분	1시간 1분	35분	30분	35분	41분	1시간 22분
	450원	450원	450원	650원	450원	450원	450원	450원	550원	450원	550원	450원	450원	450원	450원	750원

<유적지와 유적지 사이의 이동 시간 및 교통비>

도착 / 출발		경복궁	덕수궁	독립문	몽촌 토성	서대문 형무소	풍납동 토성	한양 도성	선농단	선릉과 정릉	아차 산성	암사동 선사 유적지	우정 총국	의릉	창덕궁, 창경궁	태릉과 강릉	헌릉과 인릉
경복궁		-	25분	22분	1시간 14분	22분	52분	34분	26분	53분	1시간 9분	1시간 10분	10분 이내	59분	31분	1시간 10분	1시간 14분
			450원	450원	650원	450원	550원	450원	450원	550원	550원	650원	-	550원	450원	550원	650원
덕수궁		25분	-	23분	1시간 5분	25분	51분	35분	29분	51분	56분	1시간 4분	15분	46분	37분	58분	1시간 10분
		450원		450원	650원	450원	550원	450원	450원	550원	550원	650원	450원	450원	450원	550원	450원
독립문		22분	23분	-	1시간 12분	10분	52분	30분	39분	1시간 3분	1시간 8분	1시간 5분	19분	54분	30분	1시간 9분	1시간 11분
		450원	450원		650원	-	650원	450원	450원	550원	650원	650원	450원	550원	450원	650원	450원
몽촌토성		1시간 14분	1시간 5분	1시간 12분	-	1시간 12분	29분	1시간 18분	1시간 6분	48분	35분	39분	1시간 6분분	1시간 21분	1시간 21분	1시간 15분	1시간 5분
		650원	650원	650원		650원	450원	650원	550원	450원	450원	450원	550원	650원	650분	650분	550원
서대문 형무소		22분	25분	10분	1시간 12분	-	52분	30분	39분	36분	35분	39분	22분	57분	1시간 21분	1시간 5분	1시간 15분
		450원	450원	-	650원		650원	450원	450원	450분	450원	450원	450원	550원	650원	650원	450원
서울 풍납동 토성		52분	51분	52분	29분	52분	-	1시간	50분	46분	27분	23분	50분	1시간 1분	55분	59분	55분
		550원	550원	650원	450원	650원		650원	550원	450원	450원	450원	550원	550원	550원	550원	550원
서울 한양도성 (서울성곽)		34분	35분	30분	1시간 18분	30분	1시간	-	22분	1시간 3분	1시간 13분	1시간 16분	24분	1시간 2분	25분	1시간 15분	1시간 19분
		450원	450원	450원	650원	450원	650원		300원	550원	650원	650원	300원	550원	-	650원	600원
선농단		26분	29분	39분	1시간 6분	39분	50분	22분	-	47분	1시간 2분	1시간 9분	29분	33분	42분	47분	1시간 19분
		450원	450원	450원	550원	450원	550원	300원		450원	450원	550원	450원	450원	450원	450원	600원
선릉과 정릉		53분	51분	1시간 3분	48분	36분	46분	1시간 3분	47분	-	50분	51분	49분	1시간 1분	57분	1시간 14분	54분
		550원	55원	550원	450원	450분	450원	550원	450원		550원	550원	550원	550원	550원	650원	450원
아차산성		1시간 9분	56분	1시간 8분	1시간 11분	35분	27분	1시간 13분	1시간 2분	50분	-	40분	57분	1시간 8분	1시간 4분	1시간 11분	1시간 14분
		550원	550원	650원	650원	450원	450원	650원	450원	550원		450원	550원	550원	550원	550원	1200원
암사동 선사 유적지		1시간 10분	1시간 4분	1시간 5분	39분	39분	50분	1시간 16분	1시간 9분	51분	40분	-	1시간 4분	1시간 21분	1시간 14분	1시간 7분	1시간 6분
		650원	650원	650원	450원	450원	550원	650원	550원	550원	450원		650원	550원	650원	650원	550원
우정총국		10분 이내	15분	19분	1시간 6분	22분	50분	24분	29분	49분	57분	1시간 4분	-	47분	14분	54분	1시간 12분
		-	450원	450원	550원	450원	550원	300원	450원	550원	550원	650원		450원	450원	550원	450원
의릉		59분	46분	54분	1시간 21분	57분	1시간 1분	1시간 2분	33분	1시간 1분	1시간 8분	1시간 21분	47분	-	51분	35분	1시간 38분
		550원	450원	550원	650원	550원	550원	550원	450원	550원	550원	550원	450원		450원	450원	750원
창덕궁, 창경궁		31분	37분	30분	1시간 21분	1시간 21분	55분	25분	42분	57분	1시간 `4분	1시간 14분	14분	51분	-	1시간 2분	1시간 15분
		450원	450원	450원	650분	650원	550원	-	450원	550원	550원	650원	450원	1250원		550원	450원
태릉과 강릉		1시간 10분	58분	1시간 9분	1시간 15분	1시간 5분	59분	1시간 15분	47분	1시간 14분	1시간 11분	1시간 7분	54분	35분	1시간 2분	-	1시간 28분
		550원	550원	650원	650분	650원	550원	650원	450원	650원	550원	650원	550원	450원	550원		1500원
헌릉과 인릉		1시간 14분	1시간 10분	1시간 11분	1시간 5분	1시간 15분	55분	1시간 19분	1시간 19분	54분	1시간 14분	1시간 6분	1시간 12분	1시간 38분	1시간 15분	1시간 28분	-
		650원	450원	450원	550원	450원	550원	600원	600원	450원	1200원	550원	450원	750원	450원	1500원	

*교통비는 실제 버스, 지하철 어린이 요금을 기준으로 한다.