

수학교육학적 관점에서 바라본 STEAM 교육

서 동 업*

본 연구에서는 최근 우리나라에서 논의되고 있는 STEAM 교육에 대하여 등장 배경, 주요 주장, 교육 방안 등을 살펴보고, 수학교육학의 관점에서 STEAM 교육을 분석하고자 하였다. STEAM 교육에서 기본적으로 가정하는 창의, 소통, 내용융합, 배려라는 네 가지 핵심 역량 중 다른 것과 달리 내용융합에 대한 근거는 매우 미약하며, STEAM 교육의 주요 원리는 그 동안 수학교육학이나 창의성 교육과 관련하여 논의 되어 온 것에 상당히 유사함을 알아보았다. 결론적으로 STEAM 교육을 너무 급진적으로 추구하는 것은 조심스러우며, 기존에 수학교육학 분야나 창의성 교육과 관련된 논의를 고려하여 보다 많은 기초 연구가 필요함을 주장하였다.

1. 서론

2009 교육과정에서 창의·인성 교육과정을 표방한 이래로 소위 ‘STEAM 교육’, ‘STEM 교육’, ‘융합교육’ 등에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 현재까지 우리나라에서는 이 중에서도 특히 ‘STEAM’ 교육에 대하여 현재까지는 많은 연구가 이루어져 온 것으로 보인다(백운수 외, 2012; 한국과학창의재단, 2012a). 한국과학창의재단(2012a)에서는 STEAM 교육에 대하여 ‘융합인재교육(STEAM)은 실사구시(實事求是) 교육’으로 소개하고 있으며, ‘이론 중심의 수학, 과학 교육에서 벗어나 실생활 문제를 손으로 만져보고 직접 체험하여 학생들이 흥미를 가지고 학습하도록’ 해야 한다고 강조하고 있다(p.8).

이러한 설명의 이면에는 수학교육과 관련된 두 가지 전제가 존재하는 것으로 보인다. 하나는 수학교육은 이론 중심으로 이루어지고 있다는

것이고, 다른 하나는 수학교육은 실생활 문제를 다루는 활동이 부족하거나 직접 체험하는 교육이 부족하다는 것이다. 또한 이로 인하여 학생들이 수학 학습에 흥미가 적다는 것까지 언급하고 있는 것으로 볼 수 있다. 이러한 전제는 수학과 교육과정(2009)의 교수·학습 방법에서 ‘생활 주변 현상, 사회 현상, 자연 현상 등의 여러 가지 현상을 학습 소재로 하여 수학의 개념, 원리, 법칙을 도입한다’거나 ‘구체적 조작 활동과 탐구 활동을 통하여 학생 스스로 개념, 원리, 법칙을 발견하고 이를 정당화하게 한다’고 하고 있는 것과 대비된다.

본 연구의 출발점이 된 것은 이러한 대비에 놓여 있으며, 보다 구체적으로는 수학 교육과정에서 이미 하겠다고 한 일을 STEAM 교육에서는 안하고 있다고 보고 있다는 사실로부터 시작한다. 특히 한국과학창의재단(2012b)에서 제작한 ‘손에 잡히는 STEAM 교육: 초등 6학년’에서는 ‘빛! 순간을 포착하다’를 비롯한 9개의 대주제와

* 춘천교육대학교, dseo@cnue.ac.kr

관련 교과를 제시하고 있는데, 관련 교과는 과학과 수학 또는 과학과 미술, 과학과 실과, 과학과 실과와 미술의 조합이다. 그렇다면 이론 중심의 수학, 과학 교육에서 벗어나 실생활 문제를 손으로 만져보고 직접 체험하는 교육은 과학을 통하여 가능한지의 문제도 제기된다. ‘STEAM’이라는 용어에 포함된 분야는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 5가지인데 과학은 모든 주제에 들어가며, 수학은 9가지 주제 중 1가지와만 관련되는가 하는 점이다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 다음과 같이 접근하고자 한다. 첫째, STEAM 교육의 등장 배경, 주요 주장, 교육 방안 등에 대하여 탐색하고자 한다. 둘째, 창의성 교육의 한 가지 전제가 되고 있는 핵심 역량 교육에 대한 논의를 분석해 보기로 한다. 백운수 외(2012)의 연구에서는 융합교육이 필요한 배경으로서 미래 사회에 필요한 네 가지 역량으로서 창의, 소통, 배려, 내용융합을 제시하고 있어, 최근 활발히 논의가 이루어지고 있는 핵심 역량에 대한 논의를 살펴볼 필요가 있어 보인다. 셋째, 수학 교육학 분야에서 그 동안 이루어져 온 여러 연구를 살펴본다. STEAM 교육과 비교·분석을 해 보고자 한다. 마지막으로 앞의 논의를 종합하여 수학교육학적 관점에서 STEAM 교육을 분석한 논의를 종합하고, 문제점을 제기하며, 향후 과제를 제안하고자 한다.

II. STEAM 교육 이론의 개요

이 장에서는 여러 연구 중에서 한국창의과학재단(2012a, 2012b)의 연구와 직접적인 관련성이 많은 것으로 보이는 백운수 외(2012)의 연구를 중심으로 오늘날 논의되고 있는 STEAM 교육의 개요를 살펴 보기로 한다. 백운수 외(2012)는 융

합인재교육(STEAM)은 ‘2009 교육과정의 창의·인성 교육의 연장선에서 과학기술의 국가경쟁력 제고를 위하여 제안되었다’고 주장한다. 또한 그는 2009 교육과정 개정의 배경을 다음 세 가지로 정리하고 있다(백운수 외, 2012, pp.1~2).

첫째, ‘교육 패러다임의 변화’로서, 미래의 교육은 학생들의 잠재력과 바람직한 가치관을 찾고 키워주는 교육이 중심을 이루며, 이 핵심은 ‘창의성’과 ‘인성’이다. 둘째, ‘국가 발전 전략의 변화’로서, 미래의 성장 동력은 새로운 것을 생각하고 만들어내는 ‘창조적 인적 자본’이 주도한다. 셋째, ‘교육 여건의 변화’로서, 개정 교육과정, 입학사정관제 등을 실시함에 따라 교과 위주, 점수 위주의 교육에서 벗어나 창의성과 인성을 충실히 교육할 수 있는 여건을 마련하자는 것이다.

이와 같이 최근 우리나라에서 강조되고 있는 STEAM 교육은, 국가 발전이라는 틀을 고려하여 미래 사회에 필요한 중요한 역량으로서 창의성을 설정하고, 창의성을 기르는 데에는 융합교육이 필요하다는 것이 그 요지이다. 이러한 필요성을 미국의 STEM 교육의 필요성과 비교하여 보면, 출발점은 다소 다르다는 것을 알 수 있다. 미국에서 STEM 교육의 필요성은 STEM과 관련된 학위자의 비중이 낮아 STEM 관련 직업 종사자의 비율이 낮다는 데에서 출발하고 있다(Chen, 2009; Kuenzi, 2008). 이와 더불어 Kuenzi(2008)는 특히 TIMSS나 PISA 등 수학 및 과학 성취도 국제 비교 평가에서 미국 학생들이 우수한 성취를 보이고 있지 못하여 준비가 부족하다는 점을 지적하고 있기도 하다. 또한 STEM의 개념과 관련하여 Chen(2009)은 STEM 영역에 과학, 기술, 공학, 수학 이외에 심리학과 같은 행동과학, 경제학, 사회학, 정치학까지 포함할 수도 있다고 밝히고 있기도 하다.

이와 더불어 백운수 외(2012)의 연구에서는 미

래 사회에서 요구되는 융합인재의 핵심역량으로서 창의(Creativity), 소통(Communication), 내용융합(Convergence), 배려(Caring)의 네 가치를 들고 있다. 이렇게 네 가치를 들게 된 배경 연구의 한 가지는, 이광우 외(2008)의 연구에서 미래 사회 한국인의 핵심 역량으로 창의력, 문제해결능력, 의사소통능력, 정보처리능력, 대인관계능력, 자기관리능력, 시민의식, 국제사회문화이해, 진로개발능력, 기초학습능력을 들고 있는 것이다. 또한 기업에서 요구하는 핵심 역량으로서 창의성, 전문성, 도전정신, 도덕성, 팀워크, 글로벌역량, 열정, 주인의식, 실행력의 순서로 중요하게 생각하고 있다는 점이다(백운수 외, 2012). 이와 더불어 백운수 외(2012)의 연구에서 인용하고 있는 국내의 주요 대학의 미래 인재의 역량에 대한 비교 자료는 다음과 같다.

구분	국내 대학	국외 대학
역량	창의성	다양성, 혁신, 탐구정신
	리더십과 글로벌 의식	독창성, 열정, 리더십
	진리에 대한 탐구, 지성, 지혜	창의적 생각과 연구력
	소통, 융합, 인성	존중, 정의, 정직, 역할과 책임, 사회적 공헌력

이러한 선행 연구로부터 창의, 소통, 배려는 그와 관련된 기초 연구가 존재하는 것으로 볼 수 있으며, 교육적 맥락에 대한 논의는 다음 장에서 하게 될 것이다. 그런데 백운수 외(2012)의 연구에서 네 가지 주요 핵심 역량 중 하나인 ‘내용융합’에 대한 근거는 다른 역량에 비하여 상대적으로 취약한 것으로 보인다. 이 연구에서 ‘내용융합’에 대한 근거는 다음과 같다(백운수 외, 2012, p.18).

21세기는 융합적 지식과 사고를 기반으로 해결해야 하는 문제가 증가하고, 지식기반 사회에서 개념기반 사회로 전환되며, 창조와 문화의 시대적 특징을 갖는다. 이러한 미래 사회에 대비하기 위해서는 각 교과에 대한 교육이 개별적인 교과 지식을 학습하는 수준을 넘어서 창의성과 같은 고등사고와 함께 여러 교과 영역 사이에서 지식을 전이시키고 융합시킬 수 있는 능력, 실세계 현상을 포함한 다양한 맥락 속에서 여러 가지 문제를 해결하기 위해서 학생들이 학습한 지식을 다양한 형태로 융·복합하여 적용시킬 수 있는 능력이 필요하다.

이 설명에서 대비되는 현재의 교육과 미래의 교육의 개념은 ‘개별적인 교과 지식을 학습하는 수준’과 ‘여러 교과 영역 사이에서 지식을 전이시키고 융합시킬 수 있는 능력’임을 알 수 있다. 그렇다면 여러 교과 영역 사이에서 지식을 융합하는 능력은 창의성의 함양에 어떻게 도움이 될 수 있는지 나아가 교과 교육에서 다룬다면 어떤 교과가 적절하고 어떤 형태로 교육될 수 있는지를 살펴볼 필요가 있을 것이다. 나아가 현재의 수학 교육이 이 두 가지 개념 중에서 어떠한 쪽에 해당되는지를 살펴볼 필요도 있을 것이다.

또한 백운수 외(2012)는 내용융합을 위한 내용통합의 방법으로서 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 세 가지를 제시하고 있으며, 교과가 구분되어 있는 현행 교육과정을 고려할 때 세 가지 방법 중 간학문적 통합이 가장 현실성이 있는 것으로 본다. 간학문적 접근에서 내용을 통합하는 유형으로서 백운수 외(2012)는 아래와 같이 계열형, 공유형, 주제망형, 선형, 통합형의 5가지 유형과 각각의 설명을 제시하고 있다.

첫째, 계열형(Sequenced)은 여러 교과에서 비슷한 단원을 다룰 때 여러 교과에서 다루는 주제의 순서를 재배열하여 비슷한 단원을 이어서 혹은 병렬적으로 가르치는 유형이다. 둘째, 공유형

(Shared)은 두 학문에서 공유될 수 있는 개념을 통합하는 것으로, 특정 내용을 기반으로 공유될 수 있는 한 교과를 관련시키는데 유용한 모델이다. 셋째, 주제망형(Webbed)은 주제에 따른 각 학문적 접근으로, 주제를 중심으로 관련 학문(수학, 과학, 공학, 사회 등)의 교과를 관련지어 설계하기에 유용한 모델이다. 넷째, 선형(Threaded)은 메타 교육과정 접근으로 여러 학문을 관통하는 사고기능, 사회적 기능, 다중지능, 공학, 학습 기능을 켜는 접근으로, 모든 교과내용의 핵심을 대체하거나 가로지르는 메타 교육과정에 초점을 둔다. 다섯째, 통합형(Integrated)은 공유형과 비슷한 간학문적 접근을 대표하는 것으로, 다수의 주요 교과를 혼합하여 각 교과에 중복되어 있는 기능, 개념, 태도를 발견해내는 것이다. 즉 공유형에서처럼 각 교과의 내용에서 아이디어를 뽑아 통합하는 것이며, 주제망형에서처럼 아이디어를 교과 위에 부과하는 것이 아니다. 통합은 여러 학문 안에서 나오며 여러 학문 간에 공통점이 있을 때 가능하다.

이렇듯 백운수 외(2012)에서는 다섯 가지로 내용 통합의 유형을 구분하고 있는데, 이러한 구분이 어떤 특별한 목적을 지향하고 있는 것으로 보이지는 않으며, 현행 교육과정의 교과에서 내용을 통합적으로 지도한다고 할 때, 생각할 수 있는 가능한 방식을 열거하고 있는 것으로 생각된다. 이러한 구분이 다소 혼란스러운 점은 어떤 특정한 목표를 지향하거나 내용 통합의 각 유형 간 장단점까지는 언급되어 있지 않아서, 교육적인 상황에서 구체성은 다소 부족해 보인다는 것이다. 그러나 이러한 것까지 백운수 외(2012)에서 의도한 것으로 보이지는 않으며, STEAM 교육에서 생각할 수 있는 내용 통합의 가능한 유형을 기초 연구로서 제시하고 있는 듯하다.

한편 백운수 외(2012, pp.68~69)에서 제시하고 있는 STEAM 수업 구성의 원리는 다음의 세 가

지로 요약할 수 있다.

첫째, 상황을 제시하여 학습 활동을 자기 문제로 인식하게 한다. 제시된 상황과 학생 자신의 관련성을 높임으로 인하여, 몰입의 동기가 생기도록 하는 것이다. 둘째, 창의적 설계로 자기주도적인 학습과정을 통하여 종합적인 문제해결력을 배양한다. 학교 수업에서는 거의 모든 학생들이 동일한 결과물을 얻는다. 문제를 스스로 정의하고 해결하는 경험을 도와주는 창의적 설계는 창의적으로 사고하는 습관의 형성에 기여하게 될 것이다. 셋째, 감성적 체험을 경험할 수 있는 학습 활동의 제공으로 인하여, 학습에 대한 새로운 도전 의식을 갖게 된다. 학생은 문제를 해결하는 과정에 몰두하면서 성취의 기쁨을 느끼게 된다. 학습 활동 도입부의 동기유발 그리고 문제 해결 이후에 주어지는 보상 체계도 감성적 체험의 요소이다.

위의 설명으로부터 백운수 외(2012)가 제시하는 융합교육의 원리는 학생과 밀접히 연관된 상황을 제시하고, 이로부터 문제를 창의적으로 해결하며, 이로부터 성취의 기쁨을 느끼게 됨으로서 보상이 이루어진다는 것이다. 학생과 밀접히 연관된 상황을 제시하는 것은 Freudenthal이 자신의 현실주의 수학교육론에서 제시한 ‘현실’, 또는 Brousseau가 자신의 교수학적 상황론에서 제시한 ‘교수학적 상황’과 유사한 아이디어를 표현하고 있는 것으로 보인다. 위에서 말한 ‘상황’의 역할은 학생과의 관련성을 높임으로써 몰입의 동기가 생기게 하는 것으로, Freudenthal이 ‘문제는 상황에서 제기되고, 아동은 상황에서 문제를 인식하는 것을 학습해야 한다’(우정호, 2011, p.405)고 보는 것과 관련되며, Brousseau가 말한 교수학적 상황과도 관련성이 있다.

또한 창의적 해결 과정은 Polya가 문제해결에서 강조한 것과 관련성이 있어 보인다. Polya는 수학교육의 주요 목적을 수학적 사고 능력 및 문제해결 능력의 개발에 두고, 학습하는 최선의

길은 스스로 발견해 내는 것이라고 보고 있다 (우정호, 2011, p.319). 이에 대해서는 제 IV장에서 보다 상세히 다루기로 한다. 또한 성취의 기쁨에 의한 보상은 내적 동기 유발이라는 일반 학습 이론에 근거하고 있는 것으로 보인다. 결국 이러한 것이 그간 수학교육학 또는 교육학에서 이루어져 온 논의와 어떤 연관성이나 차별성이 있는지 살펴봄으로써 수학교육에 주는 시사점을 찾아볼 수 있을 것으로 보인다.

결국 이 장의 논의를 통하여 알 수 있는 점은 오늘날 논의되고 있는 STEAM 교육의 핵심은 창의(Creativity), 소통(Communication), 내용융합(Convergence), 배려(Caring)의 네 가지 요소라는 것과, 이 중 ‘내용융합’의 당위성은 미약한 상태인 것으로 보이며, 내용융합은 당연히 해야 하는 것으로 전제되어 있는 듯하다는 것이다. 지식의 융합을 경험하게 하는 것이 그 의도라면 이미 수학교육학 분야에서 고려하고 있는 것이며, 더 나아가 간학문적 융합을 통한 교육이 이루어진다면 창의성이 보다 잘 계발된다거나 하는 논의는 찾아보기 힘든 것이다.

III. ‘핵심 역량’ 중 창의성과 관련된 논의 분석

앞서 언급하였듯이 백윤수 외(2012)의 연구에서는 미래 사회에서 요구되는 융합 인재의 핵심 역량으로서 창의, 소통, 내용융합, 배려의 네 가지를 들고 있다. 이러한 관점에 대하여 고려해야 할 것으로 보이는 문제가 제기된다. 최근 들어 소위 ‘핵심 역량’을 규명하고 이를 바탕으로 교육과정을 구성하기 위한 연구가 이루어지고 있으며(이근호 외, 2013; 변희현, 2013), 이를 참조하여 미래 사회의 핵심 역량으로서 창의성이 가장 중요하다고 보는 것은 어떤 측면에서 적절한

지의 문제를 검토해 볼 필요가 있다. 이근호 외(2013)의 연구에서도 핵심 역량을 조사하고 있는데, 여기서 제시하고 있는 핵심 역량 중에 창의성은 범교과적인 핵심 역량으로 구분되어 있지 않다. 두 연구의 차이는 핵심 역량을 누구의 역량으로 볼 것인지, 또는 어떤 집단을 대상으로 조사하였는지에 따른 차이도 존재하는 것으로 보인다. 따라서 수학교육학 분야에서 핵심 역량에 대한 논의가 필요한 것으로 보인다.

이근호 외(2013)는 해외의 사례에 대한 분석을 바탕으로, ‘대부분의 해외 사례에서는 핵심역량 영역(범교과적 역량, 포괄적 학습 영역 등 다양한 이름으로 불림)과 교과 영역이라는 두 축이 국가 혹은 주 수준의 교육과정을 구성하고 있는 것으로 나타났다’(p.21)고 지적하고 있다. 국가 교육과정을 교과 영역과 범교과 핵심역량의 두 영역으로 구분하는 것에 대한 우리나라 초·중·고 교사들의 선호도는 평균 3.61점으로 찬성 쪽이 다소 높게 나타났으며(이근호 외, 2013), 이러한 답의 근거로 2009 교육과정부터 창의적 체험 활동 영역이 생겨난 것이 있을 것으로 이근호 외(2013)에서는 보고 있다.

이근호 외(2013)의 연구에서는 외국의 국가 또는 주 수준의 교육과정 구조를 조사한 결과를 제시하고 있는데, 이 연구에서 조사한 외국의 역량에 대한 구분은 다음과 같다(p.16).

- 뉴질랜드: 핵심역량 - 사고하기, 언어·상징·텍스트 활용하기, 자기 관리하기, 타인과 관계 맺기, 참여와 공헌하기
- 독일(헤센 주) : 공통역량 - 개인적 역량, 사회적 역량, 학습 역량, 언어구사 역량
- 영국 : 사고 역량 - 사고역량, 창의적, 비판적 사고, 문제해결 등
- 학습 역량 - 문해력, 수리력, ICT, 문제해결, 의사소통 등
- 개인 역량과 자질 - 의사소통, 도덕적, 사회적 역량, 고용자격 등

프랑스 : 7가지의 기초 지식과 기초 능력 - 모국어 구사 능력, 외국어 구사 능력, 수학의 주요 사항과 과학 기술 지식, 정보 통신 기술의 숙달, 인본주의 소양, 사회성 및 시민의식, 자율성과 주도성
 호주(빅토리아 주) : 간학문적 학습 : 정보통신 기술(ICT), 의사소통, 디자인, 창의력과 기술, 사고력
 캐나다(퀘벡 주) : 범교과적 역량 - 지적 역량, 방법론적 역량, 개인적·사회적 역량, 의사소통 관련 역량
 포괄적 학습 역량 - 환경 의식 및 소비자 권리와 책임, 미디어 리터러시, 시민성과 공동체 삶

위에서 조사된 자료로부터 대부분의 국가에서는 언어를 포함한 의사소통 역량을 가장 중요하게 생각하고 있으며, 그 외에 사고 역량도 많은 국가에서 중요하게 생각하고 있음을 알 수 있다. 또한 창의력 또는 창의적 사고력은 영국과 호주(빅토리아 주)에서만 제시되어 있기는 하지만, 미래 사회에서 중요한 역량임은 부정하기 힘들 것으로 생각된다. 또한 위에서 조사된 모든 국가는 교과 영역을 구분하고 있으며, 수학은 교과로서 자리매김되어 있다(이근호 외, 2013).

또한 이근호 외(2013)의 연구에서 우리나라 초·중고 교사들을 대상으로 조사한 결과에 따르면, 통합적, 범교과적으로 다루어야 할 범교과 핵심 역량에서 도덕적 역량, 자아정체성, 자기주도적 학습능력, 문제해결력, 의사소통 능력, 대인관계 발달, 개인적·사회적 책무성, 비판적 사고력, 기초학습 능력, 의사결정력, 자기관리능력, 시민성, 진로개발능력, 정보활용능력 등을 들고 있어, 창의성은 포함되어 있지 않음을 알 수 있다. 그러나 이 점이 창의성은 교과에서 다루어야 할 핵심 역량으로 본 것인지는 확실하지 않다.

이러한 이근호 외(2013)의 연구 결과가 시사하는 점은, 핵심 역량을 반영할 때 교과와 범교과의 이원적 영역 구성을 고려할 필요가 있다는

점이며, 또한 본 연구의 쟁점인 창의성 영역은 외국의 사례나 우리나라 교사들의 선호도에서 범교과적 핵심 역량으로는 그리 강하게 부각되고 있지 않다는 점이다. 이러한 결과에 대하여 고려할 점은, 창의성이 중요하지 않다고 보는 것인지, 아니면 학교 교육에서 창의성을 중요하지 않게 생각하는 것인지의 문제이다. 이와 관련된 문제는 본 연구의 후반부에서 다루기로 한다.

한편 핵심역량에 대한 논의와 관련되는 것으로 3년 주기로 시행되고 있는 OECD 국가간 학업성취도 평가인 PISA 2012에서 제시하고 있는 수학적 소양의 정의는 다음과 같다(송미영 외, 2013, p.27).

수학 소양은 다양한 맥락에서 수학을 형식화하고 이용하고 해석하는 개인적인 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 요구되는 근거있는 판단과 결정을 할 수 있도록 도와준다.

PISA에서 제시하고 있는 수학적 소양은 실세계에서 수학의 역할을 인식하고 근거 있는 판단과 결정을 하는 것으로 이 역시 창의성과는 다소 거리가 있음을 알 수 있다.

한편 이렇듯 핵심 역량에 대한 논의는 과거에 활발히 논의되었던 소위 ‘형식도야 이론’과 관련이 되는 것으로 보인다. 형식도야 이론에서는 인간의 정신 또는 마음이 서로 뚜렷이 구분되는 몇 가지 능력 즉 지식, 기억, 상상, 추리, 감성, 의지의 여섯 가지로 구성되며, 교육의 목적은 정신도야에 있어 교과는 이 목적에 비추어 결정되어야 하며, 예컨대 수학은 기억이나 추리력을 기르는 데 적합하다고 주장한다(이홍우, 1992, 발췌 요약). 이러한 정신 능력에 기반한 능력 심리학은 20세기에 들어 와서 교육이론으로서의 가치

를 상실하였는데, 여기에는 크게 두 가지 요소가 작용하였다(이홍우, 1992, p.103).

하나를 그것이 기초로 하고 있던, 또는 적어도 기초로 하고 있다고 생각되었던 능력심리학이 부정되었다는 것이다. 심리학 이론으로서의 능력심리학이 부정된 것은 소극적인 면에서 형식도야 이론의 퇴조를 초래하였다. 이와 동시에 듀이의 교육이론은 형식도야 이론의 주장을 대치하는 대안적 교육이론을 제시함으로써 보다 적극적인 면에서 형식도야 이론의 기반을 무너뜨렸다.

앞서 살펴본 백운수 외(2012)의 연구나 이근호 외(2013)의 연구에서 핵심역량을 정의하는 것이 이러한 형식도야이론 또는 능력심리학의 부활로 볼 수 있을까? 형식도야 이론이 무너진 중요한 이유 중 하나는 20세기 초에 이루어졌던 제임스, 쏘다이크 등의 전이실험이며, 여기서 지식의 전이는 일어나지 않는다는 결과가 도출되었기 때문이다(이홍우, 1992). 그러므로 최근에 연구된 핵심역량이 타당하다고 또는 시대적, 국가적 정황 상 타당하게 받아들여야 한다고 하더라도 그 교육 방안 또한 타당성이 있어야 할 것이다. 나아가 창의성에 대한 논의를 통하여 창의성을 핵심 역량으로 보는 것에 합의한다고 하더라도, 이를 어떻게 기를 것인가가 중요한 문제가 된다.

지금까지 주로 이근호 외(2013)의 연구를 중심으로 핵심 역량에 대한 논의를 살펴보았다. 과거에도 그랬고 현재에도 그러하며 미래 사회에서도 창의성이 중요하다는 점은 많은 연구에서 언급되고 있으며 이에 반대할 사람은 없겠지만, 학교 교육에서 창의성은 얼마나 중요하게 다루어져야 하는지, 교과에서 다룰 것인지 범교과적으로 다룰 것인지, 또한 어떤 형태로든 창의성을 다룬다면 학교 교육에서 어떻게 다룰 것인지 등이 교육적으로 고민할 문제일 것이다. 이러한 논의를 다음 장에서 다루어보기로 한다.

IV. STEAM 교육과 창의성 교육에 대한 선행 연구의 관련성

이 장에서는 핵심 역량으로서 창의성이 중요한 역량이라고 하더라도 오늘날 사회적으로 논의되고 있는 STEAM 교육 방안이 창의성을 기르는 최선의 교육 방안인지 또는 STEAM 교육과 창의성간의 인과 관계가 존재하는지의 문제를 다루고자 한다. 그 동안 창의성과 직간접적으로 관련된 여러 연구가 있어 왔으며, 이러한 제이론과 융합 교육은 어떤 관련이 있는지 살펴볼 필요가 있어 보인다.

창의성의 교육과 관련된 논의는 오래 전부터 있어 왔다. 고대 그리스의 Pappus의 분석법에서 시작하여 Decartes, Polya 등으로 이어지는 수학적 발견술의 역사가 있으며(우정호, 2011), Freudenthal의 수학적 학습 지도론 역시 학생들의 재발명을 주장하고 있다는 점에서 창의성 교육과 관련되는 것으로 보인다. Polya는 문제해결 교육을 통한 수학적 발견 경험의 중요성을 강조하고 있는데, 그 요지는 다음과 같다(우정호, 2011, p.313).

Polya는 귀납과 유추에 의한 ‘사려 있는 추측’을 통한 발견적 사고와 문제해결 교육의 중요성을 강조하고 그 실제적인 지도방법론을 제시하였다. 발견·발명의 방법과 규칙, 문제해결 전략, 곧 발견술은 방법적 지식이며, 이는 시범, 모방과 실행, 질문과 권고로 이루어진 언어의 미묘한 구사법, 곧 대화법에 의한 조력에 의하여 습득될 수 있다. (중략) 그는 일반적인 사고 방법, 발견술을 곧바로 가르쳐서는 수학적 사고 능력은 개발되지 않으며, 일반적인 방법은 구체적인 문제를 실제로 해결하는 경험을 통하여 터득될 수 있는 것임을 강조한다.

여기서 Polya가 강조하고 있는 점은 발견술은 그 자체를 가르치는 것으로는 개발되기 어려우

며, 실제적인 문제 해결 경험을 통하여 터득된다는 점이다. 이렇듯 실제적인 경험을 강조하고 있다는 측면은 백윤수 외(2012)가 STEAM 수업 구성의 두 번째 원리로 언급한 ‘창의적 설계’와 관련성 있는 것으로 보인다. 여기서 주장하는 점은 창의적 설계로 자기주도적인 학습과정을 통하여 종합적인 문제해결력을 배양한다는 것으로, Polya가 모방을 언급하고 있다는 차이는 있지만 결국 학습자 스스로 문제를 해결하는 경험을 강조한다는 공통점을 갖고 있다.

또한, Poincaré는 수학적 발견을 동원된 지식의 유용한 조합, ‘아름다운’ 조합이요, ‘과학적 심미안’에 의한 그 식별과 선택으로 보고, 문제를 해결하려는 의식적인 노력에 뒤따르는 무의식적인 사고의 존재를 입증하는 여러 가지 경험을 기술하고 있으며, Hadamard는 Poincaré의 그러한 기록을 바탕으로 수학자들을 대상으로 한 조사연구를 통하여 이를 확인하였다(우정호, 2011).

한편 Wallas는 문제해결의 심리적 과정을 다음의 4단계로 구분하였다(우정호, 2011, pp.329~330).

- ① 준비기 : 해결하고자 하는 문제의 특징을 파악하고 심사숙고하여 선택된 관련된 표상의 결합을 의식적으로 시도한다.
- ② 부화기 : 의식적인 탐색노력이 포기되고 무의식적인 사고 활동이 이루어진다.
- ③ 계시기 : 돌연히 해결의 실마리가 떠올라 ‘아하’ 경험을 하는 통찰의 순간이 온다.
- ④ 검증기 : 의식적 사고를 통하여 문제를 해결하고 결과를 명확하게 정리한다.

이와 같은 Wallas의 논의에서 ‘창의’의 순간은 ‘무의식적 사고 활동’으로 이루어지며, 그 명확한 메카니즘은 아직 규명되지 않은 것으로 보아야 할 것이다. 이러한 입장은 ‘정신 현상은 어떤 요소가 더해져서 결합된 것이 아니라 애초부터

어떤 구조를 가진 하나의 전체를 이루고 있다’(김성준 외, 2014, p.84)고 보는 형태 심리학의 입장과 다소간의 공통점을 갖는다. 특히 공통된 부분은 창의 순간을 규명하는 데 있어서의 어려움이다. 김성준 외(2014)는 다음과 같이 논하고 있다.

(전략) 학생은 생산적 사고를 하였다고 보는데, 그러한 사고는 어떻게 진행되는지에 대해서는 의문이 남아 있다. 형태 심리학자들 또한 이러한 능력은 통찰이 일어난 것으로만 보고 있는 듯하다. 사실 아동들에게 생산적 사고를 하도록 고무하고 도울 수 있는 방법을 찾는 것은 쉬운 일이 아니다(p.87).

결과적으로 Polya, Wallas, 형태 심리학의 논의를 보면 창의 과정을 의도적으로 지도할 수 있는 방법은 없는 듯하며, 창의 과정이 활성화될 수 있는 조건을 제시하고 있는 것으로 보아야 할 것 같다. Polya는 실제적인 문제 해결 경험과 모방을 강조하고 있으며, Wallas나 형태 심리학은 통찰을 강조하고 있다. 따라서 창의성을 학교 교육에서 의도적으로 지도할 수 있는가에 대한 답은 현재로서는 긍정하기 어려운 것으로 보이며, 학교 교육에서 할 수 있는 일은 창의성과 관련된 교육 환경을 제공하고 습관을 형성하는 일 정도가 될 것이다.

이와 관련하여 백윤수 외(2012)는 창의적 습관 형성이라고 표현하였으며, Polya의 문제해결교육론 역시 ‘문제에 대한 이해, 해결 계획의 작성, 계획의 실행, 반성의 네 단계로 이루어진 질문과 권고 형태의 대화법을 통한 체계적인 문제해결 방법을 제시하고, 그것을 자신의 시범적 예시의 모방과 실행을 통하여 체득하도록 요구’하고 있다(우정호, 2011).

특히 학교 교육에서 지도하는 창의성에 대하여 Starko(2005)의 논의 및 Kaufmann과 Beghetto (2009)의

논의를 참조할 필요가 있어 보인다. Starko(2005)는 창의성이 있는 사람을 ‘창의적인 일을 비교적 일상적으로 할 수 있는 사람’으로 보고 있으며, 창의적인 일의 특징으로 독창성(novelty and originality)과 적절성(appropriateness)을 고려하고 있다. 먼저 독창성에 대한 Starko의 논의를 서동엽(2009)은 다음과 같이 정리하고 있다.

먼저 독창성은 우리가 창의성이라고 할 때 거의 즉각적으로 떠올릴 수 있는 개념으로서, 어떤 일이 창의적인 것이기 위해서는, 그 일은 새로운 것이어야 한다는 것이다. 그러나 Starko는 독창성에 대하여 ‘누구에게 새로운 것인가?’라는 문제를 핵심적인 딜레마로 제시하고 있다. 예를 들어 미시간(Michigan) 대학에 있는 연구자가 어떤 유전자를 이용하여 특정한 질병을 치료하는 기술을 알아내었는데, 이것이 스탠포드(Stanford) 대학에 있는 연구자가 2주 전에 출판한 것과 동일한 기술이라면, 이는 더 이상 창의적인 것이 아닌가의 문제이다(p.160).

Starko(2005)는 여기서 초등 교육에서의 창의성은 ‘어떤 산출물이나 아이디어는 개별 창조자에게 독창적이거나 새로운 것이어야 한다’는 정의를 합리적인 것으로 제안한다. Starko의 이러한 정의는 초등학교 수준에서 창의성 교육을 고려할 때 바람직한 것으로 생각된다. 왜냐하면 초등학교 수준에서 그 동안 인류가 아무도 발명하지 못한 새롭고 독창적인 것을 발명하기를 일반적으로 기대하기는 어렵기 때문이며, 나아가 Freudenthal이 ‘재발명’이라는 용어를 이용하고 있는 것도 이와 유사한 맥락인 것으로 파악된다.

다음으로 서동엽(2009)은 적절성에 대한 Starko의 논의를 다음과 같이 정리하고 있다.

예를 들어 ‘지금 몇 시인가?’라는 질문에 ‘어제 소가 컴퓨터를 뛰어 넘었다’고 답한다면, 이러한 답은 새로운 것이기는 하지만 창의적인 것으로 볼 수 있는지의 문제를 제기한다. 또한 미

술가 반 고흐(van Gogh)의 작품이 당시의 대중에게는 인정되지 않았다면 이는 적절하지 않은 것인지 또는 고흐의 작품이 지금도 인정되지 않는다면 이는 창의적인 것인지의 문제를 제기한다. 이러한 논의 후에 적절성의 한 가지 정의를 다음과 같이 제시하고 있다. 어떤 아이디어나 산출물은 어떤 목표나 준거를 충족시킨다면 적절하다. 창의성은 목적지향적인 것이고, 어떤 것을 기능하게 만들고, 보다 좋게, 보다 의미충실하게, 보다 아름답게 만드는 노력을 포함한다(p.160).

특히 Starko(2005)는 적절성에 대한 성인의 기준은 또한 아동들에게는 일반적으로 적절하지는 않은 것으로 보고 있다. 따라서 아동들의 노력이 어떤 한 가지 방식으로 의미충실하고, 목적지향적이고, 의사소통할 수 있는 것이라면 적절하다고 볼 것을 제안한다. 그래서 아동이 어떤 아이디어를 성공적으로 의사소통하거나 어떤 문제를 해결하기 위하여 노력한다면 이는 적절한 것으로 볼 수 있다는 것이다. 그리고 아동들이 어떤 방식으로 적어도 아동들에게 독창적인 것을 한다면, 그러한 노력은 창의적인 것으로 볼 수 있다는 것이다.

Starko(2005)의 정의에서 보다 세분화된 창의성의 개념을 제시하고 있는 사람이 Kaufmann과 Beghetto(2009)이다. Kaufmann과 Beghetto(2009)는 다음과 같이 말하고 있다.

창의성에 대한 대부분의 연구는 두 가지 방향 중 한 가지를 택하는 경향이 있다. 일상적인 창의성(또는 ‘little-c’라고 부른다)은 주변의 모든 사람에게서 발견될 수 있는 것이며, 탁월한 창의성(또는 ‘big-c’라고 부른다)은 위대한 사람에게 가능한 것이다. 본 연구에서 우리는 이러한 이분법을 확장하는 네 가지 C 모델을 제안한다. 특히 우리는 ‘mini-c’라는 아이디어를 첨가하는데, 이는 학습 과정에 내재된 창의성이며, ‘pro-c’는 little-c를 넘어서는 많은 노력을 요구하고 발달된 진전으로 창의성의 어느 영역에서건

전문가 수준의 기술을 나타낸다.

하수현 외(2013)에 따르면 ‘작은 창의성(little-c)은 비전문가가 일상적인 과정에서 수행하는 창의적 행동에 초점을 두는 수준으로, 오직 특정한 사람만이 창의적일 수 있다는 관점에서 벗어나 잠재적인 능력으로서 창의성을 강조한다.’ 앞서 살펴본 Starko(2005)의 독창성과 적절성에 대한 논의는 ‘little-c’의 영역으로 분류할 수 있다. 창의성 검사에서 높은 점수를 얻거나 동료 집단보다 더 창의적인 산출물을 만든 학생들의 창의성 또한 작은 창의성으로 설명될 수 있다(하수현 외, 2013). 또한 ‘mini-c’는 기존에 존재하지 않는 새롭고 혁신적인 무언가를 만들어 내는 것이 아니라, 학생들이 학교에서 새로운 개념을 학습하거나 새로운 은유를 만들 때 경험한 창의적 통찰 과정을 설명하기에 적합한 수준이다(하수현 외, 2013).

이와 같은 Kaufmann과 Beghetto(2009)의 관점을 따른다면 학교 교육에서 접근할 수 있는 창의성은 little-c와 mini-c인 것으로 보인다. 통찰에 의하여 삼각형의 세 각의 합이 일정하다는 사실을 알게 된다면 이는 mini-c일 것이며, 주로 수학 영재교육을 중심으로 이루어지는 창의적 산출물 발표대회는 little-c의 영역으로 볼 수 있을 것이다.

종합적으로 창의성과 관련하여 그 동안 수학교육학 분야나 창의성 교육 분야에서 많은 논의가 이루어져 왔으며, STEAM 교육에서 고유의 주장으로 볼 수 있는 명제는 그리 많지 않은 것으로 생각된다. 오히려 수학교육학 분야에서 이루어진 연구가 보다 정교한 부분도 있는 것으로 생각된다. STEAM 교육 고유의 주장으로 볼 수 있는 것이 ‘내용융합’으로 생각되지만, 이에 대한 구체적 논의가 부족한 것은 아쉬운 점으로 생각된다.

V. 논의 및 결론 : 수학교육학과 STEAM 교육

지금까지의 논의를 논리적 순서에 따라 정리해 보자. 최근에 STEAM 교육이 강조되고 있으며, 그 배경은 미래 사회의 중요한 역량으로서 창의, 소통, 내용융합, 배려가 강조되고 있다는 것이다(백운수 외, 2012). 또한 STEAM 수업 구성의 원리로서 상황 제시를 통하여 자기 문제로 인식하기, 창의적 설계, 감성적 체험의 세 가지를 들고 있다(백운수 외, 2012). 그러나 최근에 이루어진 핵심 역량과 관련된 연구에서 통합적이거나 범교과적으로 요구되는 역량으로서 창의성을 들고 있지는 않으며, 외국의 사례에서 일부 국가에서 창의성을 중요하게 생각하고 있다(이근호 외, 2013). 또한 수학교육과 관련하여 그 동안 형태 심리학, Wallas, Polya 등의 연구에서 창의성과 관련된 연구가 있어 왔으며, 창의성을 기를 수 있는 교육 메커니즘에 대해서는 명확하게 밝혀지고 있지 않다는 공통점을 갖는다.

이상의 논의를 통하여 수학교육과 관련하여 이루어진 논의와 STEAM의 논의 사이의 공통점과 차별성을 논할 수 있을 것 같다. 우선 미래 사회의 역량으로서 제시되고 있는 창의, 소통, 배려는 핵심 역량에 대한 여러 연구에서 다소간의 차이는 있지만 언급되고 있으며, 2009 수학교육과정에서도 ‘교수·학습 방법’의 유의점에서 논의되고 있다(교육부, 2011). 또한 STEAM 수업 구성의 원리인 ‘상황 제시를 통하여 자기 문제로 인식하기’는 Polya가 실제적인 문제 해결 경험을 강조하고 있는 것과 관련이 있다고 생각된다.

STEAM 교육과 수학교육에서 창의성에 대한 논의에서 가장 차별성이 있고, 또한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되는 부분은 ‘내용융합’이다. 2009 수학교육과 교육과정에 제시된 수학 과목의 목표 중 두 가지는 다음과 같다(교육부, 2011).

- 가. 생활 주변이나 사회 및 자연 현상을 수학적
으로 관찰, 분석, 조직, 표현하는 경험을 통
하여 수학의 기본적인 기능과 개념, 원리,
법칙과 이들 사이의 관계를 이해하는 능력
을 기른다.
- 나. 수학적으로 사고하고 의사소통하는 능력을
길러, 생활 주변이나 사회 및 자연의 수학
적 현상에서 파악된 문제를 합리적이고 창
의적으로 해결하는 능력을 기른다.

위의 두 가지 목표로부터 수학 교과에서는 ‘생
활 주변이나 사회 및 자연 현상’과 관련된 학습
과 문제 해결 및 창의적 해결을 목표로 하고 있
음을 알 수 있다. 그러나 이러한 목표가 백운수
외(2012)에서 제시하고 있는 ‘내용융합’과 다른
점은 간학문적 통합이 아니라는 점이다. 말하자
면 과학이나 공학, 기술, 예술 등의 분야는 학문
으로서 수학과 접목된다기보다는 관련된 현상이
수학의 내용 전개에 따른 필요에 따라서 수학과
관련된다는 것이다. 이에 비하여 STEAM 교육에
서 말하는 ‘내용융합’에서는 어느 유형이건 범교
과적인 내용 주제를 중심으로 관련 학문을 융합
하는 방식을 택하고 있다. 계열형이라면 예를 들
어 물을 주제로 물의 들이는 수학에서, 물의 온
도는 과학에서 다루며, 주제망형이라면 예를 들
어 ‘집 짓기’라는 주제에 대하여 수학에서는 설
계도를 그리고, 과학에서는 재료와 역학적인 문
제를 검토하며, 예술에서는 조경이나 색채를 고
려한다(백운수 외, 2012).

이렇듯 ‘현상’으로 접근하는 관점과 ‘내용융합’
으로 접근하는 관점의 또다른 차이점은 최종적
인 목표가 무엇인지의 문제인 것 같다. 수학에서
는 여러 현상을 통하여 수학의 개념, 원리, 법칙
을 이해하는 것이 목표이며, 이를 활용하여 문제
를 창의적으로 해결하는 것이다. 이때 문제를 창
의적으로 해결한 결과는 구체적인 것일 수도 있
지만 추상적인 것일 수도 있다. 반면 STEAM 교
육의 목표는 구체적인 현상이나 구체물을 매개

로 내용을 융합하며, 결과물은 대부분 구체물의
형태로 나타난다. 위에서 예를 든 각 유형의 통
합에서도 통합적 주제 또는 학습의 결과는 물을
이해하거나 집을 짓는 것이다.

여기서 어떠한 접근 방법이 학생들의 창의성
교육에 더 적절한지는 분명하지 않아 보인다. 앞
서 백운수 외(2012)에서 제시하고 있는 STEAM
수업 구성의 원리 세 가지를 보더라도 ‘내용융
합’이 왜 효과적인지가 드러나 있지 않은 것이
다. 수업 구성의 원리에서 강조하는 점을 보면,
자신과 관련성이 높은 상황을 통하여 몰입의 동
기를 유발하고, 문제를 스스로 정의하고 해결하
는 경험을 통해 창의적 사고 습관을 형성하며,
문제 해결 과정에 몰두하면서 성취의 기쁨을 느
끼는 것이, ‘내용융합’을 통하여 더 잘 이루어질
수 있는 것인지에 대한 논의가 없는 것이다. 아
울러 수업 구성의 원리의 대부분은 대체로
Polya, Freudenthal, Brousseau 등을 통하여 이미
수학교육론에서 논의된 것이라는 점이다. 말하자
면 학생에게 적합한 현실이나 상황을 제시하고
스스로 문제를 해결하는 경험을 갖게 하는 것의
장점과, STEAM 교육과 같이 내용융합의 방식으
로 수업할 때의 장점 사이에 많은 유사점이 있
는 것이다.

창의성 교육을 위한 ‘내용융합’은 이근호 외
(2013)에서 제시하고 있는 핵심 역량에 기반한
교육과정 구성에서 오히려 더 정당성을 확보하
기 쉬울지 모른다. 이를 위해서는 창의성이 핵심
역량으로 설정되고, 창의성과 관련된 주제별로
교과가 ‘해쳐 모이는’ 주제 중심의 방식이 될 것
이다. 이에 대하여 이근호 외(2013)가 제시하고
있는 방안은 다음과 같다.

해외 사례들과 마찬가지로 총론 차원에서 국가
에서 기르고자 하는 공통 핵심역량의 의미와
내용을 제공하되 그것이 각 교과의 독특성과
자율성을 해치지 않는 범위에서 교과 교육과

연계될 필요가 있다는 절충적 접근을 취하고자 한다. 또한 핵심 역량의 의미상 모든 교과에서 폭넓게 함양될 수 있다고 하더라도 각 교과별로 중점적으로 계발되어야 할 역량이 다를 수 있다는 점을 교과 교육과정 구상의 전제조건으로 수용하고자 한다(pp.33~34).

이러한 이근호 외(2013)의 입장에 따른다면 창의성은 총론 차원에서 제시되고, 각 교과별로 반영하는 방식이 될 것으로 보인다. 특히 핵심 역량으로 교과를 재구조화하는 방식은 상당한 위험성이 있어 보인다. 물론 현재의 교과별 접근 방법과 범교과적 접근 방식 중 어떤 것이 더 효과가 있을지 명확하지는 않지만, 충분한 기초 연구 후에 결정할 일이라는 점은 분명해 보인다. 또한 미래 사회에 대한 핵심 역량에 대한 관련 전문가들 간의 광범위한 합의가 있어야 할 것이다. 도종훈(2013)은 이와 관련하여 다음과 같이 논하고 있다.

미래사회는 어떤 모습일까? 미래사회는 어떤 인재를 필요로 하고, 미래사회의 인재 양성을 위해 수학교육은 어떤 역할을 해야 하는가? 사실적 지식(know-what)보다는 방법적 지식(know-how)이 더 중요해지고, 범람하는 지식과 정보 속에서 자신에게 유용하고 필요한 지식과 정보를 가려내고 만들어내는 능력이 더욱 중요하다는 점이 과연 지금까지와는 다른 미래사회의 특징이라고 단언할 수 있는가? 지금까지의 수학교육에서는 이러한 것들이 논의되지 않았는가?(p.92)

본 연구를 통하여 살펴본 바와 같이 창의성 교육은 아직 해외 여러 사례에서는 광범위하게 받아들여지고 있는 학교 교육의 핵심 역량으로 보기에는 성급한 면이 있으며, 나아가 STEAM 교육의 중요한 개념 중 하나인 ‘내용융합’은 그 효과에 대한 근거가 미약하거나 대부분 수학교육학 분야에서 이미 논의해 온 것에 기초하고

있는 듯하다. 앞서 언급하였던 Kaufmann과 Begheto(2009)의 창의성에 분류에 따른다면, 학교 교육에서 추구할 수 있는 보편적인 창의성의 개념은 ‘mini-C’로 설정하는 것이 바람직할 듯하다. 이러한 ‘mini-C’의 경험은 이미 수학교육학에서 재발명, 구성, 통찰 등으로 오랫동안 논의되어 온 것과 관련이 되는 듯하다.

더욱이 창의성의 교육이 중요한 주제라고 하더라도 ‘내용융합’ 방법이 수학이 지니고 있는 고유한 교과로서의 가치를 심각하게 훼손할 가능성이 있는 것은 아닌지 고려할 필요가 있어 보인다. 수학은 논리적 사고의 훈련과 언어구사력, 문제해결력, 단순화하고 우아한 해법을 찾는 성향 개발에 도움이 된다(우정호, 2011). 미래 사회에 창의성이 중요한 핵심 역량이라고 하더라도 이를 최우선으로 두고 교과별로 내용을 융합하는 방식은 그동안 수학이라는 교과가 지니 온 다른 가치를 훼손시킬 우려가 있어 보인다.

따라서 창의성 교육을 추구하는 과정에서 ‘내용융합’을 너무 급진적으로 추구하는 일은 상당히 우려되는 것이며, 창의성이 중요한 역량인지 나아가 창의성 교육의 메카니즘까지는 밝히기 어렵더라도 내용융합이 어떤 점에서 더 효과적인지에 대한 많은 기초 연구가 이루어진 후에 적극적으로 도입하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 교육부(2011). **수학과 교육과정**. PDF 파일.
 김성준 외 7인(2014). **2009 교육과정 중심 초등 수학교육론**. 서울 : 동명사.
 도종훈(2013). 토론 : 미래 사회 대비 수학교육의 방향 및 과제 탐색. **미래 사회 대비 교과 교육의 방향 및 과제 탐색을 위한 워크숍**. 한

- 국교육과정평가원. 83-93.
- 변희현(2013). 미래 사회 대비 수학교육의 방향 및 과제 탐색. **미래 사회 대비 교과 교육의 방향 및 과제 탐색을 위한 워크숍**. 한국교육과정평가원. 55-82.
- 백운수 외 8인(2012). **융합인재교육(STEAM) 실행 방향 정립을 위한 기초연구**. 한국과학창의재단.
- 서동엽(2009). 창의성의 관점에서 바라 본 수학 교육과정. **국제과학영재학회지**. 3(2). 159-166.
- 송미영 외 3인(2013). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과 보고서**. 서울: 한국교육과정평가원
- 우정호(2011). **수학 학습-지도 원리와 방법**(제2개정판 수정판). 서울: 서울대학교 출판부.
- 이광우 외 4인(2008). **미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 비전 연구(II)**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이근호 외 3명(2013). **핵심역량 기반 국가 교육과정 구상**. 한국교육과정평가원.
- 이홍우(1992). **중보 교육과정 탐구**. 서울: 박영사.
- 하수현 · 이광호 · 성장근(2013). 창의성의 본질적 관점에서 본 수학적 창의성 교육의 국내 연구 동향. **대한수학교육학회지 학교수학**. 15(3). 551-568.
- 한국과학창의재단(2012a). **손에 잡히는 STEAM 교육: 초등 6학년**. 서울 : 한국과학창의재단.
- 한국과학창의재단(2012b). **학교 교육과정 연계 STEAM 프로그램**. 서울 : 한국과학창의재단.
- Chen, X.(2009). Students who study science, technology, engineering, and mathematics (STEM) in postsecondary education. *Stats in Brief*. National Center for Education Statistics. 1-24.
- Kaufmann, J. C., & R. A. Beghetto(2009). Beyond big and little: The four C model of creativity. *Review of General Psychology*. 13(1). 1-12. Abstract.
- Kuenzi, J. J.(2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: background, federal policy, and legislative action. *Congressional research service report for congress*. 1-31.
- Starko, A. J.(2005). *Creativity in the classroom* The third edition. New Jersey: Lawrence erlbaum associates, Publishers.

STEAM on the Viewpoint of Didactics of Mathematics

Seo, Dong Yeop(Chuncheon National University of Education)

In this study we reviewed the backgrounds, main claims, and teaching and learning of STEAM education, and analysed STEAM education on the viewpoint of didactics of mathematics. The core competences of STEAM are creativity, communication, convergence, and caring. We found that the theoretical background of caring among these competences is relatively very weak, and the main principles for teaching and learning are mainly included the theories of didactics of mathematics and of creativity. We need to approach very carefully and progressively to creativity education through STEAM, and also need to study on the background of the mathematical creativity.

* Key Words : STEAM, creativity(창의성), convergence(내용융합), didactics of mathematics(수학교육학), mathematics curriculum(수학교육과정)

논문접수 : 2014. 7. 10

논문수정 : 2014. 8. 6

심사완료 : 2014. 8. 11