

수학교과와 융복합교육: 담론과 과제

주 미 경* · 문 증 은** · 송 료 진***

최근 들어, 한국학교교육의 개선을 위한 방안의 탐색이 이루어지면서 융복합교육이 새로운 교육 모델로 제기되고 있다. 융복합교육이 대안적인 교육 모델로 제기되는 바탕에는 국가경쟁력의 유지 발전에 지식 융합 역량이 기여하는 바에 대한 기대감, 융합 학문 및 산업의 발전에 따라 변화하는 대학교육에 대응하여 초중등교육이 변화해야 할 필요성, 지식기반사회에서 요구되는 기본 역량으로서 창의적 지식 창출 능력을 함양해야 할 필요성 등 다양한 입장이 존재한다. 이에 대하여 본 연구에서는 융합현상의 인식론적 규범에 대한 고려에 기초하여 실존적 존재로서 학생의 전인적 성장을 촉진할 수 있는 학습 환경을 제공함으로써 교육의 인본화를 실현하는 것이 융복합교육이 지향해야 할 핵심적 과제임을 주장하였다. 이러한 관점에서 국내외 융복합교육 프로그램 사례를 검토함으로써 융복합교육이 학교수학교육을 개선하는데 기여할 수 있는 방법론을 탐색하고 그 실천에서 고려해야 할 사항을 논하였다.

1. 미래사회와 융복합교육

최근 들어, 지식의 융합현상에 대한 관심과 함께 융복합교육에 대한 사회적 관심이 급증하고 있으며 다양한 정책이 시행되고 있다. 특히, 우리나라의 융복합교육 정책의 주요한 부분을 차지하는 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, & Mathematics)교육에서 수학이 중심적 교과로 다루어지면서 수학교과에서의 융복합교육에 대한 논의도 확장되고 있는 상황이다. 그러나 수학교과에서의 융복합교육의 실천을 위한 이론이나 접근방법이 아직 구체화되지 않은 상황이며 융복합교육에 대한 논의 역시 범교과적 차원에 머무르고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 ‘융복합교육’의

개념화와 필요성에 대한 다양한 관점을 고찰하고 국내외 융복합교육 프로그램 사례를 검토함으로써 수학교과에서의 융복합교육의 가능성과 접근 방향을 탐색하고자 한다.

본 논문은 현재의 학교교육이 미래사회에서 요구되는 역량을 개발하는데 여러 가지 측면에서 심각한 제한을 가지고 있으며 융복합교육이 현재의 학교교육력 개선을 위한 효과적 방안이라는 관점에서 출발한다. 우선, 현재 수학교실에서 이루어지는 수업과 평가 활동은 기억력, 정확성, 일목요연함, 신중함을 개발하는데 치중하는 반면, 실제적인 문제 상황 속에서 학생들이 능동적이고 독립적으로 문제해결을 할 수 있는 능력의 개발은 방치되고 있는 실정이다. 실제로 TIMSS, PISA 등의 국제학업성취도에서

* 제 1 저자: 한양대학교 (mkju11@hanyang.ac.kr)

** 이화여자대학교 (mje119@naver.com)

*** 교신저자: 한양대학교 (srj430@hanmail.net)

1) 이 논문은 2011년도 정부재원(교육과학기술부 사회과학연구지원사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2011-330-B00159).

우리나라 학생들은 암기력을 바탕으로 재생하는 능력을 요구하는 문항에 대해서는 매우 높은 성취 수준을 보이지만, 반성적 사고나 연결적 사고를 요구하는 문항에 대해서는 상대적으로 낮은 수준을 보이는 것으로 나타났다(김경희 외, 2008; 이미경 외, 2007). 뿐만 아니라 입시 경쟁을 전제로 하는 교육적 풍토 속에서 학업 성취 중심의 일원적이고 수직적인 능력관은 교실 안에서 다양한 관점과 발상이 등장할 수 있는 기회를 차단하여 획일적이고 물개성적인 평균형 인간을 양산하는데 멈추고 있다. 이러한 경쟁적이고 경직화된 교육 환경 속에서 ‘홍익인간’이라는 교육과정 이념을 달성하기는 불가능한 일일 것이다(김경근, 2006; 조정원, 2007).

우리나라 학교수학교육의 실태에 대한 위의 논의는 우리나라 교육경쟁력의 취약성을 드러내 보여주며 이는 미래 국가경쟁력 예측에서 심각한 적신호로 받아들여지고 있다. 이에 대비하여 정부에서는 2011년 교육과학기술부에 ‘수학교육개선팀’을 설치하여 수학교육 개선을 위한 다양한 교육정책을 개발·시행하고 있다. 그 가운데 융합교육은 현 정부가 추진하고 있는 수학교육개선방안 가운데 주요사업으로 강조되고 있으며 2012년 융합인재교육을 교육현장에 확산하고 그 정착을 위해 더욱 다양한 사업으로 확장·추진할 계획이다. 융복합적 접근을 강조하는 정부 정책은 기존의 기술을 새롭게 조화롭게 융합할 수 있는 역량이 미래의 기술 혁신에서 핵심을 이루며, 이를 위해 학교수학교육은 다양한 학문영역을 넘나들 수 있는 창의·융합형 인재 양성을 지향해야한다는 입장에서 출발하고 있다. 그러나 수학교과에서 융복합교육이 강조되고 있는 반면, 그에 대한 연구와 실천은 아직 초기 단계이며 융복합교육의 개념화와 접근법에 대한 관점의 정립이 이루어지지 않은 상태이다.

이러한 맥락에서 만일 융복합교육의 교육적 의

미와 그에 부합하는 방법론에 대하여 근원적 차원에서의 성찰이 전제되지 않는다면 융복합교육의 도입은 위에서 논의한 우리나라 학교교육의 문제점을 해결하는데 기여하지 못하고 ‘서류에 편승한 교육’이라는 전철을 밟는 결과를 낳을 것이다. 선행연구를 통해 볼 때 융복합교육은 효과적이고 효율적인 수학 교수-학습 방법을 제공한다 것을 확인할 수 있다(박조령·고상숙, 2011; 이해숙·임해미·문종은, 2010; 홍영기, 2009; Yakman, 2011; Horak, 2006; Lamon, 1999; Westbrook, 1998). 그러나 ‘교육’은 ‘교과학습’보다 포괄적인 개념이며 교수-학습에 대한 효과성은 교육모델로서의 효과를 뒷받침하는데 부분적인 측면에 불과하다. 따라서 융복합교육을 새로운 교육모델로 채택하는 과정에서는 교육의 보다 근원적인 측면에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. 즉, 융복합교육에 대한 답론은 수학 교수-학습에 대한 효율성 차원을 넘어서 입시 경쟁 체제 속에서 경직화된 우리나라의 학교교육을 변화시키고 보다 개방적이고 다양성을 수용할 수 있는 학교로의 변화에 대한 기여 가능성에 대한 고려를 포함해야 한다는 것이다. 이러한 관점에서 본 연구는 융복합교육의 필요성에 대한 다양한 관점과 국내외 융복합교육 프로그램 사례를 검토함으로써 현대사회에서 제기되는 새로운 교육적 요구를 수용하여 학교수학교육을 개선하는데 융복합교육이 제공하는 가능성과 그에 부합하는 융복합교육 방법론을 탐색하고자 한다.

II. 수학교과에서의 융복합교육

1. 융복합교육의 필요성

융복합교육에 대해 논의할 때 어려움 가운데 하나는 “융복합”이라는 용어의 의미가 불분명하며, ‘통

합(integration)', '융합(convergence)', '종합(synthesis)', '통섭(consilience)' 등 다양한 용어와 혼재되어 사용되고 있다는 점이다. 이러한 맥락에서 “융복합”이라는 용어를 개념화하기 위한 논의가 선행될 필요가 있다. ‘융합’의 사전적 의미는 ‘다른 종류의 것이 녹아서 서로 구별이 없이 하나로 합하여지는 것’이다. 이와 관련하여 박선형(2010)은 ‘핵융합(nuclear fusion)’을 예로 들며 ‘융합’이란 이질적인 요인들이 녹아 합쳐지면서 강력한 에너지와 함께 이전과는 다른 새로운 것을 생성하는 과정이라고 설명하였다. 예를 들어, 20세기 초반 전통적 진화론과 분자유전학은 근대적 종합을 통해 진화생물학을 낳았고 진화생물학은 다시 심리학과 결합되면서 진화심리학이라는 새로운 학문 분야를 산출하였다. 진화심리학은 진화론, 유전학, 심리학이 합쳐진 학문이지만 각각의 학문적 특성을 초월하는 새로운 학문적 특성을 갖는다는 점에서 학문 융합의 사례로 볼 수 있다. 이에 대해 ‘통합’은 다양한 학문 영역의 지식이 각각의 학문적 특징을 유지하는 결합 상태로 간주된다. 이러한 차이를 비유적으로 표현하여 ‘융합’은 학문 사이의 화학적 결합으로, ‘통합’은 물리적 결합으로 표현되기도 한다.

이와 같이 융합과 통합은 모두 근본적으로 지식이 결합되어 모종의 새로운 지식을 생산하는 과정과 관련되어 있으며 다만 결합에 관여하는 다양한 지식 사이의 역동적 변화 수준에서의 질적 차이로 구분되고 있다. 한편 ‘융합’과 ‘종합’은 지식의 통일을 지향해가는 ‘과정’과 ‘결과’로 대비된다. 그러나 지식이 변환되어가는 과정에서 매 순간을 일시적인 통일 상태로 볼 수 있다는 관점에서 융합과 종합은 지적 현상을 설명하는 두 개의 상보적인 개념 또는 렌즈라고 할 수 있을 것이다. 이에 박만준(2010)은 융합과 종합, 통섭 세 가지 개념을 구분하는 것이 무의미하며 그보다는 그 공통적 함의에 초점을 두어야 한다고 주장하

였다. 이와 같은 논의에 기초하여 본 연구에서는 ‘통합(integration)’, ‘융합(convergence)’, ‘종합(synthesis)’, ‘통섭(consilience)’을 개념적 차이에 대한 구분이 필요하지 않은 경우, 인간의 삶에 대한 공통적 함의점에 중점을 두고자 한다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 과거 시도되어온 통합교육의 시도로부터 현재 진행되고 있는 융합 관련 시도까지 다양한 수준과 방법의 통합, 통섭, 융합을 포괄하는 용어로 “융복합”이라는 용어를 사용할 것이다.

앞서 언급한 바와 같이 융복합은 현대 사회에서 이루어지고 있는 기술과 학문의 변화에서 가장 두드러지는 특징이며 최근 다양한 교육문헌 및 교육 정책 담론에서 융복합교육이 새로운 교육모델로 제시되는 것을 볼 수 있다. 이에 융복합교육 방법론을 모색하기 위해서는 융복합교육의 필요성을 설명하는 다양한 담론을 정리하고 각기 이 개념화하고 있는 교육의 책무, 학생의 위상, 그리고 지향하는 미래사회상이 무엇인지 검토해야 할 것이다. 융복합교육의 필요성을 뒷받침하는 대표적인 입장 가운데 하나는 융복합교육을 국가경쟁력 제고를 위한 새로운 교육적 모델로 보는 입장이다. 이러한 입장은 최근 산업경제체제에서 융합산업이 비약적으로 발전하고 있으며 학문분야에서는 융합학문이 첨단학문으로 각광받고 있는 상황에 비추어 그 발전과 유지에 기여할 수 있는 인력 양성을 위한 방편으로 융복합교육의 필요성을 설명한다.

디지털 기술의 비약적 발전에 따른 디지털 혁명은 유비쿼터스 커뮤니케이션(Uniquitous Communication)을 가능하게 하였고 ‘거리의 소멸’과 ‘시간의 증발’을 통해 변화된 시공체협의 양식을 제공하였다. 이러한 변화에 따라 시간적 순차성과 동시적 충족에 대한 기대가 일상화되면서 다양한 종류의 욕구를 동시에 만족시키기 위해 이전에는 서로 무관하였던 이질적 기술을 하나의 기술로 통합

하는 융합기술과 그에 기초한 융합산업의 발전이 가속화되고 있다. 스마트폰은 현대 융합기술의 대표적인 산물이라고 할 수 있다. 학문 영역에서도 사회신경과학, 신경경제학, 신경신학, 계산신경과학, 신경공학, 신경윤리, 인지인문학, 행동경제학 등과 같이 다양한 학문 영역이 융합되면서 새로운 학문들이 등장하고 있다. 이와 같은 기술, 산업, 학문에서의 변화 속에서 융복합적 사고력은 개인에게 사회적으로 요구되는 새로운 역량으로 새롭게 등장하고 있으며 변화된 역량에 대한 사회적 요구에 대응할 수 있는 새로운 교육모델로서 융복합교육이 강조되고 있다(김광웅, 2009; 손동현, 2009; 홍성욱, 2009).

융복합교육의 필요성을 주장하는 또 다른 입장은 산업과 학문의 융합에 따른 대학교육의 변화에 대응하여 초중등교육이 변화해야한다는 입장이다. 김광웅(2009)은 현대 사회가 분리를 지향하는 단순계 과학시대를 지나 융합을 추구하는 복잡계 과학시대로 접어들었다고 주장하였다. 이러한 관점에서 그가 제시한 21세기 지식체계는 기본축을 중심으로 하여 분과과학과 종합과학이 나뉘고, 수학과 철학 또는 형이상학을 그 뿌리로 하여 융합과 통섭을 향하는 지식체계를 이룬다. 실제로 20세기 말 다양한 융합학문이 등장하면서 대학의 학제, 공간 및 행·재정 조직이 학문의 융합현상을 반영하여 재정비되어가고 있다(권성호·강경희, 2008; 김광웅, 2009; 손동현, 2009). 이처럼 대학교육체제가 학문과 산업의 융합 경향을 반영하여 변화하는 것에 대응하여 초중등교육 역시 대학에서의 융복합교육에 대비하기 위한 교육 시스템을 도입해야 한다는 입장이 제기되고 있다.

융복합교육의 필요성에 대한 세 번째 입장은 창의성 교육의 필요성에 기초한 것이다. 가속화되는 지식·정보화에 따라 급격히 변화하는 현대 사회에서 과거의 지식은 변화하는 현재와 미래의

문제를 해결하는데 유용성을 갖지 못한다. 사회의 급속한 변화 속에서 과거의 지식은 오히려 합리적인 판단의 장애물이 되기도 하므로 직면한 문제 상황에서 학습한 지식을 기반으로 새로운 접근을 하는 것이 중요하다. 뿐만 아니라 디지털 혁명에 따른 인간 욕구 체계는 한층 더 복잡해졌고 그 결과 현대 사회에서 제기되는 문제는 복합적 성향이 강해지면서 복잡적이고 창의적인 사고에 의해 해결가능하게 되었다(박만준, 2010; Wilson, 2005). 따라서 학교교육은 미래에 부딪히게 될 문제 상황에 대응할 수 있는 학생들의 창의적 문제해결 능력을 신장시켜야 할 과제에 직면하고 있다. 창의성의 효과적인 개발을 위해서는 창의성을 보호하고 후원하며 적절히 보상하는 학습 환경의 조성이 핵심적이다(Torrence, 2005). 이러한 관점은 융복합교육은 학습자의 창의성을 촉진하고 보상할 수 있는 최적의 학습 환경을 제공한다는 점에서 융복합교육의 필요성을 뒷받침한다(김광웅, 2009; 박선행, 2010; 손동현, 2009; 이인식, 2008; Root- Bernstein, 2009).

융복합교육의 필요성에 대한 네 번째 입장은 융합 현상에 의해 등장한 새로운 인식론적 규범을 수용하여 학교가 변화해야한다는 입장이다. ‘통섭’은 ‘함께’라는 의미의 ‘con-’과 ‘뛰어넘다’라는 뜻의 ‘salire’의 합성어로서 ‘더불어 넘나들’의 의미를 갖는 단어이다. Edward Wilson은 그의 저서 “통섭: 지식의 대통합”에서 ‘통섭’이란 ‘서로 다른 학문 분과들을 넘나들며 인과관계에 대한 설명들을 아우르는 것’으로서 지식의 통일성을 뜻하는 용어로 개념화하였다(Wilson, 2005). 이어서 Edward Wilson은 “통합된 지식 체계는 아직 탐구되지 못한 실제 영역을 확인하는 가장 확실한 수단이다. 이것은 이미 알려진 것에 관한 명확한 지도를 제공하며 미래 연구를 위한 가장 생산적인 질문을 창안한다”(p. 507, 2005)고 언급하였다. 이는 지식의 융합이 단순한 지식의 확장이 아니라 서로 다

른 학문 영역들 사이의 경계를 넘나들며 이질적인 요소와의 연결과 공존을 시도하고 세상을 지각하는 방식의 변화, 그리고 그에 따른 삶의 패턴의 변화를 가능하게 하는 인식론적 규범의 등장을 가능하게 하였으며 이와 같이 부단히 세계를 재창조하고 그 안에서 변환과 혁신을 추구하는 것이 인간의 본성임을 시사한다.

이러한 관점에서 지식융합의 중요성은 영역 사이의 경계를 파괴하면서 ‘전문가’ 집단이 전통적으로 고수해온 사고 규범을 내부로부터 해체하고 이질적인 것과의 결합을 시도하는 자기 혁신의 행위로 설명할 수 있다(박만준, 2010; 오은경, 2010). 융합에 의한 이종(異種)과의 네트워킹은 단순히 기존의 지식 영역을 결합하여 새로운 지식 영역을 개척하였다는 지적 성취의 수준을 넘어서는 가치를 갖는다. 즉, 융합은 이전에 인류의 합법적 앎과 무관하게 간주되었던 영역을 합법적인 앎의 범주로 끌어들이는 과정이다. 이와 같은 과정을 통해 융합은 타자와의 차이가 만들어진 경계를 초월할 때 인류의 진정한 진보가 가능하며 그러한 진보는 경쟁이 아닌 공감과 상호이해, 소통, 배려, 협력을 통한 자기 해체와 재구성을 통해 가능하다는 새로운 인식론적 규범의 등장을 가능하게 하였다는 것에 그 중요성이 있다. 이러한 관점에서 융복합교육은 지식융합 현상에 의해 등장한 새로운 인식론적 규범에 의해 학교교육문화를 변화시켜야할 필요성을 제기함과 동시에 학교교육의 변화에 대한 규범적 관점을 제시하는 역할을 수행해야할 것이다.

지금까지 융복합교육의 필요성에 대한 주요 입장을 정리하였다. 이들 입장은 융복합교육이 기여할 수 있는 바에 대한 논점이 조금씩 다르지만 처음 세 입장과 마지막 입장이 제기하는 교육의 책무에 대한 관점이 중요한 측면에서 대비된다. 국가경쟁력을 중심으로 하는 첫 번째 융복합교육 담론은 지식의 교환적 가치를 강조하는

지식자본주의를 수용함으로써 실존적 존재로서 학생의 전인적 성장을 위한 교육의 책무를 간과하고 한 개인을 사회에 필요한 노동력을 갖춘 인적 자원으로 간주하는 교육에서의 인간소외 위험성을 내포하고 있다(박선형, 2010). 대학교육의 변화에 대응하는 초중등교육의 변화가 필요하다는 관점에서 융복합교육의 필요성을 설명하는 두 번째 입장은 첫 번째 입장의 확장이라고 할 수 있다. 초중등교육이 대학교육과의 연결성을 견지해야할 필요성을 간과할 수 없지만 각 학교급에서의 교육은 학생의 성장 단계에 적합한 고유의 교육목표와 내용체계에 따라 운영됨으로써 그 자체로 하나의 내적 완결성을 갖는 교육 경험을 제공해야 한다는 점은 초중등교육에서의 일차적인 고려사항이 되어야 할 것이다. 이러한 관점에서 본다면 대학교육의 변화에 대한 대응의 필요성에 관한 논의 역시 융복합교육의 필요성을 부분적으로 설명하나 근원적인 설명은 제공하지 못한다. 세 번째 입장 역시 ‘창의성’이 산업과 학문에서의 발전 방향에 부합하는 유형의 소수 엘리트적 창의성에 국한된 의미로 사용될 위험성을 내포하고 있다. 즉, 교육의 우선적 책무가 사회의 유지·발전에 놓이며 학생은 그 유지·발전을 위한 자원으로 간주된다는 점에서 앞의 두 입장과 유사한 관점으로 분류할 수 있다.

물론 학생의 창의성을 개발하고 사회에 기여할 수 있는 인재로 양성하는 것은 교육이 수행해야할 중요한 책무 가운데 하나일 것이다. 그러나 개인의 역량을 개발하는 교육적 과정에서 학생의 정체성이 존중되고 자신과 세계에 대한 성찰을 통해 삶의 역량을 발전시키는 책무에 관한 고려가 이루어지지 않는다면 그러한 교육은 학생에게 성공을 위하여 자신의 정체성을 상실하고 외적 가치를 지향하도록 하는 왜곡된 경험을 제공하게 될 것이다. 이러한 관점에서 볼 때, 네 번째 관점에서는 지식 융합의 인식론

적 가치를 조명함으로써 학생이 인식의 변환과 혁신을 추구하도록 하고 그 결과 차이에 대한 이해와 공존을 지향하는 삶의 규범 형성을 융복합교육의 우선적 책무로 개념화하고 있다. 이처럼 학생의 전인적 성장을 고려하는 교육적 실천은 궁극적으로 사회가 새로운 지식과 규범 체계를 창달하고 융복합교육의 인식론적 가치에 대한 고려를 통해 사회의 유지·발전을 위한 인력 양성을 넘어 편견과 차별 없이 모든 구성원이 존중받을 수 있는 미래세계에 대한 비전을 제시하고 실현할 수 있는 인재를 양성할 수 있는 방안을 제공하는데 기여할 수 있을 것이다.

역사적으로 볼 때, 현재 학교교육의 분과적 접근은 서양 사회의 근대 과학에서 비롯된 데카르트의 환원주의적 패러다임을 기반으로 하고 있다. 데카르트의 환원주의는 인간의 마음과 경험에 대한 이분법적 관점을 합법화하여 지식이 경험과 유리된 마음의 산물이며 탈맥락적인 보편성을 갖는 대상이라고 간주하는 인식론적 규범을 제공하였다. 지식을 경험과 맥락에 대해 독립적으로 존재하는 보편적 대상으로 가정함으로써 학습은 지식을 획득한 교사의 마음에서 그 지식을 갖추지 못한 학생의 마음 속으로 지식이 전달되고 재생산되는 과정으로 개념화되었다. 이러한 학습의 개념화는 생태학적 타당성을 결여한 학습 환경과 경험을 제공하고 있다. 즉, 지식과 학생의 실세계 경험과의 관련성을 인정하지 않음으로써 실험실과 같이 실세계와 유리된 교실에서 지식은 화석화된 추상적 지식으로 지도되고 있으며 그 결과 학생들은 무의미하고 불활성화된 사실과 기능의 파편을 학습하는데 멈추고 있다(Lave, 1988; Nunes, et al. 1993). 뿐만 아니라 데카르트의 합리주의 속에서 준수되어온 이분법적 논리는 마음과 몸, 이성과 경험, 정신과 물질, 옳고 그름, 선과 악, 과학성과 비과학

성, 우월함과 열등함의 판단 준거를 ‘나’와 ‘타자’의 관계로 확장하였다. 그리고 보편성과 초월성을 중시하는 인식론적 규범은 학습에 대해 특정한 유형의 지식을 규범화하는 획일화된 관점으로 작용하여 학습 경험과 결과의 개별성과 다양성을 수용하지 못하고 ‘우월’과 ‘열등’, ‘성공’과 ‘실패’라는 이분법적 척도에 따라 학생을 평가함으로써 협동보다는 경쟁을, 배려보다는 지배를 우선시하는 경직된 학습 문화를 만들어 냈다(김광웅, 2009; 박만준, 2010; Lave, 1996). 이러한 맥락에서 융복합교육을 통해 차이에 의한 경계를 넘나들고 이종과의 결합에 기초한 창의적 지식생산의 합법성을 인정하는 지식융합의 인식론적 규범을 학습의 장에 도입하는 것은 학생의 개별성을 수용함과 동시에 다양한 관점을 지닌 구성원 사이의 대등한 소통과 협동을 중시하는 유연한 학교문화를 구현하는데 기여할 수 있을 것이다.

2. 수학교과와 융복합교육

현대 사회에서 융복합은 다양한 분야에 걸쳐 광범위하게 진행되고 있는 현상임에도 불구하고 융복합에서 수학의 기여 가능성에 대해서는 유보적이거나 회의적인 태도를 취하는 경향을 볼 수 있다. 이는 수학을 엄밀성과 추상성의 학문으로 보는 관점에서 기인하는 것이다. 이론과 실재를 이분법적으로 파악하는 합리주의적 관점에서 수학은 구체적인 실재와 유리된 순수이론을 다루는 학문으로 간주되며 이러한 관점에서 수학은 다양한 영역의 복잡한 관련성을 구체적이고 현실적 차원에서 접근하는 융복합학문과 상반된 성격을 갖는 지식으로 생각될 수 있다. 그러나 수학사를 살펴보면 수학은 실세계 현상에 대한 인간의 탐구 활동에 밀접하게 관여되고 있고 또 그러한 탐구 활동에 관련된 여

타 학문과의 밀접한 관계 속에서 탄생하고 성장하였다는 사실을 발견할 수 있다. 천문학적 탐구로부터 삼각함수가 유래하였고, 18세기 역학적 탐구로부터 미적분학의 기본 개념과 원리들이 탄생하였으며, 역으로 수학이 다른 영역의 문제를 해결하는데 도구로 활용되는 사례로부터 알 수 있듯이 수학은 다양한 영역에서의 인간 활동과 다양한 방식으로 결합되어 이전의 상태로 환원될 수 없는 종류의 새로운 지적 산물을 산출해가는 경우를 쉽게 찾아볼 수 있으며 그 결합 양상 역시 다양하다는 것을 알 수 있다(Eves, 1995).

이러한 관점에서 박창균(2010)은 ‘융합’을 학문 사이의 결합 방식을 총칭하는 것으로 가정하고 수학적 분석에 기초하여 융합의 유형을 ‘수학적 이론을 통한 융합’, ‘수학적 언어를 통한 융합’, ‘수학적 정신을 통한 융합’으로 범주화하였다. ‘수학적 이론을 통한 융합’이란 집합론과 같은 수학의 이론이 다른 분야에 활용되고 미분방정식이 역학이나 천문학의 문제를 해결하고 이론화하는데 관여하는 맥락에서 이루어지는 융합을 가리킨다. ‘수학적 언어를 통한 융합’은 논리적 언어나 수학적 기호체계를 통해 수학이 다른 분야와 결합된 경우를 의미한다. 예를 들어 1789년 라부아지에의 화학 혁명은 화학물질에 기호를 부여하고 화학반응을 설명하기 위해 무게와 방정식을 사용하였다. 이처럼 화학현상을 수학적 언어를 통해 개념화한 시도는 라부아지에 이전의 화학과 구별되는 새로운 화학의 탄생을 가능하게 하였고 이는 수학적 언어를 통한 융합으로 볼 수 있다. ‘수학적 정신을 통한 융합’이란 공리적 방법을 도입하여 학문의 정확성과 일관성을 추구하는 경우와 같이 합리성에 대한 수학적 관점과 규범이 다른 학문 분야에 전반적으로 스며드는 경우에서 이루어지는 융합을 의미한다. 예를 들어, 18세

기 “국부론”을 출간한 Adam Smith는 합리적인 경제행위자는 자기 자신의 이익을 위하여 행동하고 시장은 수요와 공급의 자연스런 역학을 가지고 있다는 가정 하에 경제 현상을 뉴턴 역학과 같이 결정적인 현상으로 보는 것을 기본 원리로 하여 광범위한 경제 현상을 설명하는데 그리스의 공리적 방법을 적용하였다는 점에서 수학적 정신이 경제학과 융합한 사례로 볼 수 있다(박창균, 2010).

박창균(2010)의 융합 유형에 관한 논의는 ‘융합’을 여러 학문 또는 인간의 지적 활동이 결합하여 이전의 상태로 환원할 수 없는 새로운 종류의 지적 결과물을 만들어가는 활동으로 개념화하며, 이 때 ‘결합’은 학문 내용 사이의 결합을 넘어 언어, 그리고 학문적 실천을 주도하는 규범, 사상, 또는 패러다임을 포괄하여 이루어지는 광범위한 수준의 학문 간 교섭과정임을 시사한다. Fogarty(1998)가 제안한 다양한 교육과정 통합의 유형은 융합의 유형 및 대상의 다양성에 대한 관점이 좀 더 확장될 수 있다는 것을 보여준다. Fogarty는 교육과정 통합 방법을 ‘단절형’, ‘연관형’, ‘동심원형’, ‘계열형’, ‘공유형’, ‘거미줄형’, ‘실로 꿰어진형’, ‘통합형’, ‘몰입형’, ‘네트워크형’을 포함하는 10가지 유형으로 분류하였다. 이들 가운데 처음 8가지 유형은 교과 지식과 그들 사이의 관계적 특징을 중심으로 다양한 수준에서의 통합 방식을 제시하고 있다. 이에 비해 ‘몰입형’은 교과 전문지식을 통해 학습자의 관점을 형성시켜 주는 것에 초점을 두고 있다. 이 때 몰입형의 통합은 학습자 자신이 과거의 경험과 이전의 지식을 새로운 정보와 낯선 경험에 통합시키는 것을 의미하며 그러한 과정에서 학습자는 자신의 관점에서 교과 내용을 여과하고 자신의 경험에 몰두하도록 하는 것을 강조한다. ‘네트워크형’에서 학습자는 전문가의

안목을 가지고 모든 학습을 여과시키고, 관련 영역에서 전문가들과 연대하여 지적 토대를 확대시키도록 한다. 이와 같은 통합의 개념화 방식은 교과 내용과 더불어 학습에 참여하는 주체들, 즉, 학생, 교사, 전문가들의 지식, 안목, 경험을 교과지식과 대등한 지식체계로 보는 관점을 제공한다.

Fogarty의 통합 유형화 방식은 융복합을 교과 지식과 같이 외적 지식체계의 결합에 국한된 현상으로 보는 것이 합당한지 여부에 대한 질문을 제기한다. 앞서 박창균(2010)이 융합의 대상을 이론과 언어, 사상으로 확장한 것과 같이 Fogarty (1998)는 통합이 교과 지식과 같은 외적 지식 체계와 더불어 지식을 활용하고 생산하는 주체인 인간의 주관적 의미체계를 포괄하는 활동임을 시사한다. 이는 교과 지도에서 합당한 지식의 범위가 인간 활동의 통일된 결과물로서 대상화된 학문 내용 체계를 넘어 그 지식을 해석하고 창출하는 주체로서 개인이 지니고 있는 내적 의미 체계와 그들 사이의 소통에 맥락화된 간주관적 의미체계를 포괄하도록 확장된 것으로 볼 수 있다. 이러한 관점에서 보면, 융복합은 외적인 지식체계 사이의 결합을 넘어 지식을 생산하는 주체로서 개인에 의해 생성되는 다양한 종류의 의미체계의 결합과 변환을 포함하는 현상으로 확장될 수 있으며 이는 합법적 지식에 대한 관점의 확장을 의미한다. 이와 같이 융복합이 지식을 생산하는 주체로서 개인의 주관적·간주관적 의미체계의 합법성을 인정하고 그 사이의 소통을 포함하는 개념으로 확장된다면 융복합교육은 교과 지식의 통합 수준을 넘어 학습의 장에 참여하는 모든 이들의 지적 정체성과 그 사이의 민주적 교섭 과정을 포괄하는 과정으로 개념화되고 실천되어야 할 것이다.

III. 융복합 수학교육 사례

이 장에서는 앞서 제시한 융복합교육에 대한 논의에 기초하여 학교수학교육을 개선하기 위한 융복합교육 방안을 탐색하기 위해 국내외에서 이루어지고 있는 융복합교육 프로그램 사례를 검토하고자 한다.

1. 국내의 수학교과 관련 융복합교육 연구

우리나라의 교육과정을 통합교육의 관점에서 살펴보면 초등과 중등이 서로 다르게 발달해 왔음을 알 수 있다. 1-3차 초등 교육과정기에서는 초등학교 1, 2학년 학습활동에 대하여 ‘가급적 관련있는 교과를 통합하여 종합적으로’ 지도할 것을 명시하면서 교과 간의 통합성을 강조하고 있지만 분과적인 교과체제가 고수되고 있는 것을 볼 수 있다. 1981년 4차 교육과정기에 들어서면서 도덕, 국어, 사회는 ‘바른생활’, 산수와 자연은 ‘슬기로운 생활’, 체육, 음악, 미술은 ‘즐거운 생활’로 교과서가 통합되었다. 5차 교육과정기에는 국어와 산수가 독립 교과로 분리, 도덕교과는 ‘바른생활’, 사회와 자연이 ‘슬기로운 생활’로 통합되고 ‘우리들은 1학년’이라는 통합교과가 신설되어 6차와 7차 교육과정에서도 유지되었다. 또한 2007년 개정 교육과정에서는 교과간의 통합에서 탈피하여 활동 중심 주제의 통합이 이루어질 수 있도록 통합교과의 개념을 재정립하였다(교육과학기술부, 2009a). 이에 대하여 강충열·정광순(2009)은 4차 교육과정기는 8개의 교과체제가 분과적으로 유지되는 다학문적 통합 시기, 5-7차 교육과정기는 간학문적 통합 시기로 구분하고 2007년 개정 교육과정은 탈학문적 통합이 부분적으로 시도되고 있지만 앞으로 더욱 적극적인 통합교육을 하기 위해서는 아동의 삶을 통합의 중심에 두고 보다 많은 교과들을 통합하는 탈학문적 ‘통합활동’을 지향해

야 한다고 제안하였다.

분과적인 통합의 형태로라도 체계적으로 시작하여 탈학문적인 통합활동을 목표로 지향하고 있는 초등교육과정과는 달리 중등교육과정은 교과와 분리나 교과 간 통합이 체계적으로 진행되지는 않았다. 그러나 2000년대 후반부터 핵심역량(소경희 외, 2010; 홍원표·이근호, 2011)에 대한 연구가 시작되고 2011년 한국과학창의재단 산하에 융합인재교육(STEAM) 기초 연구팀이 조직되면서 단순한 통합의 수준을 넘어서서 교과들을 융합하려는 연구에 관심이 쏠리고 있다. 그러나 이러한 연구가 갑자기 시작되었다고는 볼 수 없다. 중등수학교육과정의 변천사를 살펴보면 광의의 통합에 대한 시도가 명맥을 유지해오고 있기 때문이다. 풍부하고 구체적인 생활 또는 생활경험을 통해 수학을 학습하는 1, 2차 교육과정기와 수학적 구조나 엄밀성을 강조하는 3차 교육과정기를 거쳐 5차 교육과정기에는 ‘일상생활에서 접할 수 있는 수학과 관련된 문제들’을 이용하였다. 6차 교육과정기에는 ‘다른 교과에서 접할 수 있는 문제’를 다루고 컴퓨터, 계산기의 활용을 강조하면서 실세계의 상황을 과학적 현상으로 제시하고 실세계현상과 수학적 지식 사이의 연결성을 강조하고 있다(교육과학기술부, 2009b). 즉, 중등수학교육과정에 수학과 실세계, 수학과 타 교과 사이의 연결이나 통합에 대한 아이디어가 있었음을 알 수 있다.

따라서 국내의 수학교과 관련 융복합교육의 연구 현황을 알아보기 위해 ‘융합’을 주제로 검색하였지만 수학교과와 관련된 논문들은 모두 STEAM 관련 연구들이어서 그 범위를 ‘통합’으로 확장하였다. ‘통합’을 과목 연계나 연결 관점에서 볼 수 있기에 본 검색에 들어가기 전에 중고등학생을 연구대상으로 하면서 연계성이나 연결성을 다루고 있는 논문들을 먼저 살펴보았다. 그 결과 논문들이 시대에 따른 흐름을 보였는데 1980-1990년도에는 ‘수학교과

내에서의 영역간의 연계성’, ‘특정 영역에 대한 학교급별 연계성’ 또는 ‘수학교육과정 전체의 연계성’을 고찰하면서 교과서를 분석하는 연구들이 많았다. 그리고 제7차 교육과정이 공시되고 시행된 2000년대에 들어서면서 ‘실생활과 연계된 수학교육’과 ‘과학과의 연계성’을 탐색하는 연구가 본격적으로 시작되었다. 그러나 중고등학교에서 ‘통합교육’이라는 주제가 등장하기 전까지 과학과의 연계는 단원의 연결, 기본 개념의 상관성, 수학을 잘 가르치기 위한 소재로서 과학을 활용하는 정도였다. 그리고 2005년 이후 중고등학교 뿐만 아니라 초등학교에서도 ‘통합교육’을 활발하게 논의하는 연구들이 진행되기 시작하였다.

이에 본 연구에서는 한국교육학술정보원에서 제공하고 있는 검색 엔진을 사용하여 1980-2012년에 발행된 학위논문과 학술지 논문을 중심으로 ‘수학(교과),’ ‘통합(교육)’을 주제로 포함하면서 수학과 타 교과와의 통합을 다루고 있는 논문을 검색하였다. 그 결과 174편의 논문이 검색되었는데 이를 학교급 별로 분류해 보면 유아를 대상으로 하고 있는 연구물이 98편으로 전체의 56.3%이고 초등학교는 44편(25.3%), 중학교와 고등학교는 각각 16편(9.2%)으로 중학교 급에서의 수학교과 통합연구가 부족함을 알 수 있다. 또한 수학교과와 통합되어 있는 과목의 개수를 살펴보면 수학과 하나의 교과, 혹은 한 가지 활동이 통합된 경우가 대부분이었으나 통합교육이 활발하게 시도되고 있는 초등학교 급에서는 수학 이외에 두 과목 이상의 교과들이 통합되어 있는 논문이 가장 많아서 이를 ‘다교과’로 분류하였다. 중고등학교에서는 주로 STEAM 관련 수업자료가 다교과로 분류되었다. 학교급별에 따른 통합대상 교과의 분포를 정리하면 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1>에서 볼 수 있는 것과 같이, 유아대상 수학통합교육은 예체능(음악, 미술, 신체활동),

<표 III-1> 학교급별에 따른 통합대상 교과 분포

학교급	통합대상교과										
	과학	문학	사회	영어	예체능			정보	기타 (요리/원예/환경)	다교과 (두 교과 이상)	합계
					음악	미술	체육				
유아	11	26	6	-	10	23	9	2	9	2	98
초등학교	6			11		6	2	2	1	16	44
중학교	6							3	2	5	16
고등학교	7					3		1		5	16
합계	30	26	6	11	10	32	11	8	12	28	174
					53						

문학(동화, 그림책), 과학 그리고 요리활동 등 다양한 활동중심으로 이루어지고 있다. 초등학교에서는 다교과와의 통합을 제외하면 영어와의 통합이 가장 많았다. 이는 효과적인 영어 학습을 위한 자료 개발의 일환으로 내용 중심의 이야기 활동 소재로 수학을 통합하는 형태가 주를 이루었기 때문이다. 전체적으로는 다교과 통합이 16편(36.4%)으로 가장 많았는데 통합형태를 살펴보면 국어, 사회, 과학 등 여러 과목을 주제중심으로 통합하거나 로봇을 활용하여 활동중심으로 이루어지는 STE(A)M 프로그램이었다. 중고등학생을 대상으로 한 수학통합교육은 과학과의 통합이 가장 많았는데 이는 수학과 과학이 공통되는 개념이나 원리, 탐구방법 등을 공유하고 있기에 많은 연구자들이 간학문적 통합의 사례로 활용하고 있음을 보여주는 부분이다.

본 연구에서는 국내의 융복합교육 프로그램 사례를 검토하기 위하여 174편의 논문 중 프로그램을 소개하거나 실행한 논문을 재분류하였다. 연구 초기에는 중등학교 급에서의 논문만을 대상으로 계획했었지만 논문 편수가 부족하였고 초등학교의 경우 통합교육이 다양하게 시도되고 있었기 때문에 분석대상에 추가하였다. 따라서 유아 대상 논문 전체와 초중등학교급 연구물 중에

서 교과서를 분석한 논문이나 교사 및 학생, 학부모를 대상으로 융합교육에 대한 인식도 등을 연구한 논문들은 모두 제외하고 나머지 62편의 논문을 분석하였다. 먼저 통합 프로그램이 다루고 있는 중심내용을 크게 두 가지로 분류할 수 있었다. 하나는 통합하는 교과들끼리 서로 연관되어 있는 단원이나 개념을 중심내용으로 하는 경우이고, 다른 하나는 ‘환경’이나 ‘생명’등 교과의 단원과 직접적인 관련은 없지만 학생들의 흥미나 관심 또는 사회적으로 대두되고 있는 이슈를 중심내용으로 하는 경우였다. 이러한 분류 결과에 기초하여 본 연구에서는 이들을 각각 ‘교과내용 관련 주제(theme)중심’과 ‘교과 외 이슈(issue)중심’으로 규정하고 이 두 가지 하위요소를 갖는 범주를 ‘통합요소’라고 정하였다. 분류과정에서 한 가지 어려웠던 점은 STEAM 프로그램의 범주를 정하는 것이었다. 분명히 교과내용과 관련된 주제는 아니지만 비행기, 움직이는 배, 지게차, 뮤직로봇 등을 과연 이슈로 분류할 수 있을지를 결정하기가 어려웠다. 학생들의 흥미나 관심에서 시작되는 이슈는 마인드맵과 주제망을 통해 학습자로부터 시작되는 반면 STEAM의 활동 주제는 연구자가 학습자의 흥미와 관심을 위해 정하는 것이기 때문이다. 그러나 교과내용 관련

주제는 아닌 것이 분명하므로 본 논문에서는 이슈중심으로 분류하였다. 그 결과 이슈중심 통합은 STEAM 프로그램과 초등학교 급에서 많이 나타났고 중고등학교에서는 주로 주제중심의 교과통합이 이루어진 것으로 나타났다.

한편 통합요소에 따라 연구자들이 통합교육을 통해 이루고자 하는 교육적 목표도 구별되었는데 먼저, 주제중심의 통합은 모두 교과지식과 교과능력 향상을 목표로 하고 있었다. 또한 교과능력 면에 있어서 주로 수학교과와 인지적·정의적 능력(문제해결력, 태도, 흥미와 관심 등) 함양을 위한 것인지, 수학교과와 통합교과의 능력 향상을 목표로 하고 있는지 또는 수학교과 내용을 도구로 하여 통합된 교과의 인지적·정의적 능력 향상을 주된 목표로 하고 있는지에 따라 세 가지로 분류되었다. 한편, 이슈중심 통합의 목표들은 주제중심의 통합보다 다양했고 수학이나 과학의 학업성취도나 태도와 같은 교과능력뿐 아니라 창의성, 인성, 창의적 문제 해결력, 자기주도 학습능력, 협동능력, 환경의식이나 생명적 관점, 통합적 안목 등 교과 외적 역량도 목표로 하고 있었다. 따라서 본 연구에서는 교과의 학업성취 <표 III-2> 범주별 분포

도, 흥미와 동기 및 관심 등을 ‘교과역량’으로 규정하였고, 교과 외적인 역량을 ‘핵심역량’²⁾이라고 규정하여 ‘통합의 교육적 목표’라는 범주의 하위요소를 구성하였다. 이슈중심 통합의 교육적 목표도 교과역량을 위한 통합, 교과역량과 핵심역량 두 가지 모두의 함양을 목표로 하는 통합과 핵심적인 역량의 신장을 목표로 하는 통합 등 세 가지로 분류할 수 있었다. 지금까지 서술한 내용을 범주와 하위요소에 따라 분류하면 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2>를 보면, 이슈중심 통합의 대부분이 교과역량을 목표에 포함하고 있다. 이는 상대적으로 핵심역량을 목표로 하는 이슈중심 통합이 현저하게 부족함을 의미한다. 이슈중심 통합 프로그램 18개 중 12개가 STEAM 교육이었는데 그 중 8개의 프로그램이 교과역량 중심의 통합에 치우쳐 있다는 점은 우리나라 STEAM 교육의 방향성과 목표를 재검토해야 할 필요성을 시사한다. 실제로 많은 STEAM 프로그램이 융합교육시대가 본격적으로 열리는 우리나라에서 정규교과 시간에 STEAM 교육을 실행하여도 교과능력이 약화되지 않음을 증명하려는 연구 목적을 가지고 있었기에 교과역량을 목표로 정할

통합요소	통합의 교육적 목표	논문편수	
		초등	중등
교과 외 이슈(ISSUE) 중심	교과역량	3	1
	교과역량과 핵심역량	6	2
	핵심역량	5	1
교과 내용 관련 주제(THEME) 중심	수학교과 능력	5	9
	수학교과와 타교과 능력	10	6
	타교과 능력	11	3
합계		40	22

2) ‘핵심역량’은 OECD(2003)가 현대 사회 성원에게 요구되는 공통적으로 요구되는 역량을 규정하는 DeSeCo에서 비롯된 개념이며 한국교육과정평가원(이광우 외, 2009)에서는 이를 바탕으로 한국의 미래사회가 요구하는 핵심역량을 규정한 바 있다. 이에 대하여 위의 논의에서 등장하는 ‘핵심역량’은 본 연구에서 국내의 통합프로그램을 범주화하는 과정에서 귀납적으로 도출한 핵심역량을 지칭하는 용어로 사용되고 있다.

수밖에 없었다. 한편 핵심역량 중심의 통합에서도 생명과 환경 등 의식을 개선하려는 목표를 가진 프로그램은 초등과 중등을 합쳐 두 개 뿐이고 나머지는 STEAM 교육이었다. 프로그램의 양적인 측면에서 보았을 때 STEAM 교육이 대세임은 부정할 수 없다. 그러나 현재 STEAM 교육은 대부분 체험과 제작활동을 중심으로 하면서 교육용 로봇을 활용한 학습을 하고 있다. 이는 초등의 실과교과나 중등의 기술·가정 및 정보 교과와의 연계성 때문인 것으로 생각되지만 로봇 활용은 수업 운영 상 비용 문제로 인한 부담감 때문에 정규 교과에 도입하기가 힘들고 어느 특정 교과에서의 STEAM 활용은 해당 교과의 비중이 너무 커서 다섯 영역 사이의 균형있는 통합에 어려움을 초래한다. 그러므로 좀 더 조화로운 통합을 이루어 나가야 할 것이며 분과적인 실행을 지양하고 진정한 의미의 융합이 실현되는 STEAM 교육을 다양하게 계획하고 실행해야 할 것이다. 또한 단순히 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 다섯 가지만 생각하는 것이 아니라 시야와 안목을 넓혀 더 많은 내용을 담을 수 있는 통합교육에 대한 연구와 시도가 필요하다.

타교과의 능력 개발을 목표로 하는 주제중심 통합의 대표적인 사례는 초등에서 이루어지는 영어교과와의 통합이다. 이들 사례에서 수학교과와 성취도검사를 하고는 있지만 통합의 주된 목적이 수학적 능력이 아닌 영어 능력을 신장하는 것이어서 수학의 성취도검사 결과가 부정적인지 긍정적인지에 대한 언급만 할 뿐이다. 이들 사례에서 수학은 전적으로 내용을 제공하는 도구의 역할을 한다. 한편 수학교과능력을 목표로 하는 주제중심 통합은 앞에서 언급하였던 연결이나 연계와 큰 차이를 보이지 않는다. 단지 이론적 배경에서 연결성이나 연계성이라는 주제어 대신에 통합교과, 통합교육과정을 언급하는 것이 다를 뿐이다. 이는 연구자에 따라 통합의 개념이나 정도, 범위가 매우 다르다는 것을 의미하는데 통

합을 다른 교과의 내용을 단지 첨가하는 정도로만 이해하고 있는 듯한 자료들도 있기에 융복합 교육의 필요성이나 도입배경, 역사, 철학 등 이론적인 기반을 다질 수 있는 연구가 함께 이루어져야 하겠다. 지금까지의 국내 융복합교육 관련 논문 분류와 분석을 중심으로 <표 III-2>의 범주에 따라 몇 가지 사례를 소개하고자 한다.

가. 수학교과 능력을 목표로 하는 주제중심 통합 사례 (이희숙, 2010)

고등학교 1학년에서 학습하고 있는 삼각함수의 발전과정을 역사적으로 살펴보면 과학과의 연관성이 많음을 알 수 있다. 그러나 삼각함수를 배운 학생들은 과학현상에서 그 주기성을 이해하지 못하고 개념에 대한 이해가 부족한 상태로 공식을 적용한 문제풀이에 급급한 문제점을 갖고 있다. 이에 연구자는 18종의 개정교과서와 익힘책의 삼각함수 단원을 분석하고 그 중에서 삼각함수정의와 그래프 및 성질 단원을 더 깊이 분석하였다. 그러나 도입부분의 과학 내용은 단순한 소재나 읽기자료를 제공할 뿐이고 문제에 나와있는 과학내용도 탐구활동을 하지 않으면 의미가 없기에 과학탐구활동을 통합한 수업자료를 개발하고 고등학교 1학년 여학생 2명에 대해 사례연구를 했다. 4차시에 걸쳐 통합된 과학탐구활동은 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 각 차시별로 통합된 과학탐구활동

차시	과학탐구활동
1차시	지구자전 / 경도와 위도
2차시	지구분의 반지름 / 그림자 길이
3차시	그림자 길이 / 단진자 운동
4차시	그림자 길이 / 소리파동

4차시의 수업 후 학생들의 이해와 태도의 변화를 알아보기 위해 형성평가와 태도검사를 실시한 결과 삼각함수에 대한 이해가 좀 더 명확해지고 수학의 현실과의 연관성이나 실생활 연결성에 대한 태도도 긍정적이었다.

나. 수학교과와 타교과 능력을 목표로 하는 주제중심 통합 사례 (신현성, 2000)

이 연구는 수학과 과학에서 공통으로 이용할 수 있는 개념적 지식을 선정하고 학습자의 지식 획득 과정에서 과학에서의 귀납적 접근과 수학에서의 연역적 접근이 통합될 수 있도록 수학·물리 통합 교육과정의 교수요목을 설계하였다. 통합은 학습자의 다양한 경험을 연결시키는 것이기 때문에 통합의 범위, 정도 및 수준도 다양하게 설계되어야 한다. 연구자는 이를 위하여 통합수준을 다음과 같이 4가지로 구분하였다. 1수준은 현행 학교 수학·물리 교육과정보다 조금 발달된 프로그램으로서 실세계를 배경으로 수학을 도입하고 수학적 개념을 획득하기까지는 수학을 강조하고 획득한 수학적 개념을 활용하기 위해서는 물리적 소재를 이용한 문제해결을 강조한다. 2수준은 1수준과 거의 수평적인 위치인데 물리 개념을 Karplus 방식으로 전개하고 응용단계에서 수학을 이용한 문제를 해결하도록 한다. 3수준은 주제 중심의 통합이다. 4수준은 주제 중심이라는 면에서 3수준과 유사하지만 모델링 관점을 도입하여 수학에서 모델링을 연습하고 물리 교과 지도에서 이를 활용하여 문제해결 중심의 학습 활동이 전개되도록 한다. 연구자는 수준4에 해당하는 문제들을 위주로 하여 프로그램을 개발하였는데 이전의 교과학습내용 위주로 문제상황을 진술하던 것과는 다르게 실세계의 문제해결 상황으로 문제를 제시했다는 점이 특징이다. 이 연구는 IMP 프로그램(수학·물리 통합과정) 개발에 주안점을 둔 것으로 전반부는 쉬운 물리적 이론이 적용되는 실세계의 상황에서 수학적 모델

을 구성하는 모델링 과정, 후반부는 물리적 문제나 상황을 수학의 개념과 물리적 모델을 이용하여 해결하는 두 부분으로 구성되어 있다.

다. 교과역량과 핵심역량을 목표로 하는 이슈 중심 통합 사례 (홍영기, 2009)

우리는 실세계의 현상을 이해하거나 일상생활에서 직면하는 문제를 해결할 때에 통합된 형태의 지식을 사용한다. 한편 초등학교 수학과 과학교과는 학생들이 흥미를 가질 수 있는 간학문적 통합이 가능한 영역이고 공통적인 개념을 많이 가지고 있다. 이에 연구자는 ‘놀이동산’을 대주제로 하고 수학과 과학의 연관성 있는 원리를 명확하게 드러낼 수 있는 자이로드롭, 회전목마, 범퍼카를 활동주제로 선정하여 총 12차시의 통합프로그램을 구안하고 24명의 5, 6학년 학생을 대상으로 적용하였다. 각 교과의 통합대상 영역을 결정하기 위해 교과서 분석을 실시하였고 그 결과 수학교과의 측정, 도형, 그래프, 확률과 통계 영역과 과학교과의 에너지를 대상으로 하였다. 통합프로그램의 실행은 첫째, 교과서 분석을 통해 활동주제로 통합할 수 있는 개념과 원리를 추출하고 그에 따라 수업활동 내용을 구성하였으며, 둘째, 학생들이 수업에 몰입할 수 있도록 하기 위해 마인드맵핑을 하였고 그 결과는 수업을 진행하기 위한 개념으로 연결하였다. 예를 들면 범퍼카 활동에서는 운전대의 움직임에 따른 바퀴의 회전각 제어보기, 운전대와 바퀴의 움직임에 대한 비례 알기, 전기가 통하는 물질과 공기 중에서의 전기 및 친정에 불꽃이 튀는 이유 알아보기, 속도와 몸이 튕기려고 하는 현상의 관련성 찾기, 속도별 제동거리 제어보기와 자동차 만들기 등을 실행하였다. 통합프로그램을 실시하면서 그 효과를 평가하기 위해 수학·과학 주관식 23문항의 사전·사후 검사, 학생들의 학습활동지, 학생들의 변화를 기록

한 연구일지 등을 자료로 분석하였다. 그 결과 학생들은 인지적 학습능력이 향상되었을 뿐 아니라 통합적인 관점을 가지고 문제를 해결하였고 배운 내용을 실생활에 적용하려는 통합적 사고력이 신장되었다.

라. 핵심역량을 목표로 하는 이슈중심 통합

사례 (이용구, 2008)

연구자는 학생들의 창의적 문제해결력을 함양하고 환경에 대한 가치관에 변화를 줄 수 있는 수학교육과 환경교육의 융복합 프로그램을 개발·적용했다. 환경문제를 소재로 한 수학적 탐구를 통해 수학교육의 목표인 문제해결능력을 기르고 일상에서 환경문제를 인식하고 환경과 관련된 문제해결 방안 탐구를 통해 환경보전을 실천에 옮길 수 있는 기회를 제공하는 것이 본 프로그램의 개발 방향이었다. 자연환경 속에 숨어있는 수학개념 중 많은 부분이 함수영역과 연결되기 때문에 함수개념에 친숙한 중학교 2학년을 연구대상으로 선정하였고 남학생 70명을 각각 35명씩 비교집단과 실험 집단으로 구분하여 기존의 학습방법과 융복합 프로그램을 이용한 프로젝트 학습방법을 각각 실행하였다. 융복합프로그램의 수학영역과 환경주제의

세부내용은 <표 III-4>와 같다. 사전·후 창의적 문제해결력과 환경가치관의 변화를 검사한 결과 창의적 문제해결력과 환경가치관의 네 가지 범주인 환경가치, 환경에 대한 인식, 환경에 대한 가치지향, 환경에 대한 의식 중에서 환경가치와 환경가치지향의 영역에서 유의미한 변화가 있었다.

2. 서구 교육선진국의 수학교과 관련 융복합교육 연구

수학교과에서의 융복합교육은 문명 발달의 기원인 고대로부터 시작되었다고 해도 과언이 아닐 것이다. 수학이라는 학문은 인간 활동의 기본적인 자연스러운 결과물로 삶의 모든 영역에서 등장하고 계승 발전되어 왔기 때문이다. 수학을 살펴보면 중세 혹은 산업혁명 이전의 수학자들은 수학자이자 과학자, 철학자, 신학자의 역할을 담당하였으며 이는 산업혁명 이전 수학에서의 연구 및 교육이 융합된 형태로 이루어졌다는 것을 보여준다. 그러나 근대 과학혁명과 산업혁명 시기를 지나면서 지식의 전문화와 지식 전달 측면에서의 효율성이 부각되면서 탈맥락화되고 세분화된 수학적 지식이 학교를 통해 대중들에게 획일화된 일종

<표 III-4> 수학영역과 환경주제의 세부내용

단원 및 영역		환경주제 세부내용
일차함수	일차함수의 뜻	동강의 자연
일차함수의 그래프	일차함수의 그래프	석유자원
	절편	폐휴지의 분리수거
	기울기	오염물질 배출량
일차함수의 그래프 그리기	일차함수의 그래프 그리기	지구온난화, 산림훼손
	기울기와 그래프	생활폐기물 처리현황
일차함수 식 구하기	기울기와 y절편	물 사용량
	기울기와 한 점	지구온난화와 사막화
	두 점	배기량과 연비

의 지식상품으로 교육되어져 왔다. 그러나 다양화된 21세기 미래사회에서 요구하는 핵심역량 및 인재상이 변화하면서 근대적 사상을 기반으로 하는 몰개성화, 획일화된 교육에 대한 반성이 이루어지고, 이를 통해 통합교육이 다시 활발하게 논의되기 시작하였다. 통합교육이라는 용어가 사용되지는 않았지만 1900년대 초반 영국의 페리와 독일의 클라인은 수학 지도에서 타학문과의 통합 및 응용을 강조하였고, 듀이나 가드너 등의 교육자들은 전인교육의 방안으로 경험중심교육이론, 다중지능이론 등을 제안하며 통합교육의 사상적 기틀을 제공하였다. 이후 1990년대 전후로 하여 미국 등 교육선진국에서 통합교육의 개념화를 위한 담론이 활발해지며 통합교육을 위한 자료개발, 효과성 탐구, 통합교육의 실천을 위한 교사교육 등과 관련한 연구들이 이루어졌다(Isaacs, Wagreich, & Gartzman, 1997).

수학교과와의 경우, Berline(1989)이 지적하였듯이 수학이 인간의 삶과 매우 밀접한 학문임에도 불구하고 수학적 지식을 탈맥락화된 절대불변의 지식체계로 생각하는 전통주의적인 철학의 영향으로 타교과에 비해 통합에 관한 연구가 활발하게 이루어지지 못한 실정이었다. 또한 다른 교과와의 통합교육에서 문제해결을 위한 수학적 기술을 제공하는 도구적 역할에 초점을 맞추어 다소 제한적인 범위에서 통합연구가 이루어져 왔고, 수학과 밀접한 학문적 연관성을 갖는 과학 교과와의 통합이 수학통합교육의 상당부분을 차지하게 되었다(Horak, 2006). 그러나 매일의 삶에서 발생하는 수학적 사고를 요구하는 융복합적인 상황, 다양한 학문 영역에서 요구되는 합리적 문제해결력, 수학적 사고력, 창의력 등의 측면을 조망하기 시작하면서 수학통합교육에 대한 다양한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 이 절에서는 서구의 교육선진국에서 수학교과와 관련하여 이루어진 다양한 통합 및 융합교육의 사

례를 검토해 보고 향후 수학과에서의 융복합교육이 지향하는 교육적 원리 및 방향을 탐색해 보고자 한다.

가. 비례추론 학습을 위한 수학·과학 통합교육 사례 (Horak, 2006)

이 연구는 중학교 수학학습에서 중요한 위치를 차지하는 비례추론을 지도할 때 과학과의 통합교육을 통해 학생들의 깊이 있는 수학적 이해, 실제적이고 맥락적인 학습을 도모할 수 있는 프로젝트 기반의 수학과학 통합교육 사례를 소개하고 있다. 비례추론에 대한 이해를 도모하기 위해서는 단편적인 수학적 지식으로 수용하는 것 보다 비례추론을 사용하는 다양한 맥락에서 통합적으로 학습할 수 있는 기회를 제공하는 것이 필요하다. 뿐만 아니라 비례적 사고는 비례추론을 통해 비례식을 결정하고 다양한 맥락에서 비교하는 활동, 여러 문제기반의 상황에 대하여 방정식 없이 비례와 관련된 문제를 해결하는 것 등 우리의 실생활과 관련된 다양한 비례적 상황을 과학적, 수학적으로 이해하고 해석하며 해결하는 통합적인 과정을 통해 발달한다(Horak, 2006; Lamon, 1999).

이러한 관점에서 Horak(2006)은 과학적 개념을 실세계 맥락에 적용하고 이러한 과정을 통해 비례적 추론을 사용할 수 있도록 수학·과학 통합교육을 고안하였다. 예를 들어, 동물의 발자국 넓이와 몸무게에 따른 Sinking Value(SV)를 구해보는 과정을 통해 비례적 사고, 다양한 문제 상황에 적합한 비례식, 단위면적에 대한 비례상수(SV), 비례상수가 내포 하고 있는 의미 등을 탐구하도록 하였다. 또한, 다양한 동물의 발자국, 서식지 등과 같은 생물학적 특징, 특정 환경의 표면적의 질감, 밀도, 무게 등과 같은 과학적 특성 등을 탐구하는 것을 통해 과학을 학습할 수 있는 맥락을 제공하며, 원의 넓이 구하기, 부정 도형의 최대넓이와 최소넓이 구하기, 평균을 활

용한 넓이의 추정치 구하기 등과 같은 수학적 기술을 활용할 수 있도록 하였다.

뿐만 아니라 이 연구에서는 학생들이 삶에서 경험할 수 있는 다양한 문제 상황을 제시함으로써 학생들이 실생활 맥락에서 수학적·과학적 탐구 및 적용을 가능하도록 하였다. 예를 들면 해변에서는 샌들과 하이힐 중 어떠한 신발을 신는 것이 좋을 까?, 어떤 신발을 신은 사람에게 발을 밟혔을 때 더 아플까?, 발레를 할 때의 SV는 얼마일까?, 자신의 발 면적과 몸무게를 이용하여 SV를 구하면 얼마가 되겠는가? 등과 같이 학생들이 경험할 수 있는 다양한 맥락의 질문을 통해 과학적 현상을 깊이 있게 이해하도록 하고, 자신의 생각을 수학적으로 정당화하고 설명하도록 수학·과학 통합교육을 구성하였다.

나. 개념도 분석을 통한 수학·물리 통합교육 사례 (Westbrook, 1998)

이 연구는 대수와 물리 교과와 통합교육이 학생들의 수학, 과학 개념 형성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아보고자 통합교육을 실시한 것이다. 이 연구는 SAM9이라는 수학·과학 통합교육과정의 일부분으로, 미국 남동쪽에 위치한 고등학교에서 9학년 학생들을 대상으로 실시되었다. SAM9 프로젝트에는 수학, 물리교사가 약 8개월간 교육과정 개발을 위해 참여하였고 그들이 개발한 교육과정으로 통합교육을 실시하였다. 26명의 학생으로 구성된 SAM9 집단은 수학교사와 물리 교사가 팀티칭을 하는 수업을 받게 되었다. 통합교육의 효과를 비교하기 위해 22명의 학생으로 구성된 PSO(Physical Science Only) 통제 집단은 일반적인 물리수업이 이루어졌다. 3주간의 수업 이후 수학과과학 통합교육이 학생들의 수학적, 과학적 개념 형성에 어떠한 영향을 미치는지 그 효과를 검증하고자 학생들에게 개념도를 그리도록 하였는데 두 집단 모두에서 유

의미한 변화와 발달을 보인 것으로 밝혀졌다. 특별히 수학과과학 통합수업을 받은 SAM9 집단의 학생들은 좀 더 많은 연결고리를 갖는 구조의 개념도를 그리는 것으로 밝혀졌다. 뿐만 아니라 SAM9 학생들은 좀 더 정확한 설명과 구조화된 개념도를 그렸고, “과학-수학 그래프”, “수학을 포함하는 과학”, “대수-과학” 등의 수학과과학 통합적 용어가 개념도에 등장하였다. 반면 PSO 집단 학생들은 위계가 없는 비구조화된 개념도를 그리는 것으로 나타났다. 그러나 과학적 용어와 관련된 개념에서는 PSO 집단의 학생들이 좀 더 우수한 것을 알 수 있었다.

이 연구에서 특징적인 결과 중 하나는 SAM9의 몇몇 학생들은 오히려 수학과 과학의 핵심적인 개념을 분리하여 개념도를 구성하는 것으로 나타난 점이다. SAM9의 학생들이 보인 이러한 특징은 수학교사와 과학교사가 통합교육과정을 개발하고 팀티칭을 하는 등 형식적인 통합은 이루어졌다 하더라도 교사들 사이의 유기적인 협력 관계를 유지하면서 수학과 과학 개념이 전체적인 관점에서 융합되지 못하였을 경우 오히려 각 학문의 이론적 고유분야가 분리되어 존재하기 때문에 수학적 내용은 수학교사가, 과학적 내용은 과학교사가 지도하는 것이라는 오해를 유발할 수 있음을 시사하는 것이라고 하겠다.

다. 프로젝트 기반의 주제중심 수학·과학·사회·언어 통합교육 사례 (Horton, Hedetniemi, Wiegert, & Wagner, 2006)

이 연구에서는 모든 학문이 실세계 맥락에서 단독적으로 존재하는 것이 아님에도 불구하고 학교에서는 학문간 단절, 고립의 형태로 교육하고 있다는 점을 지적하고 있다. 또한 다양한 학문분야가 융복합의 중심에 위치할 수 있지만 수학은 실세계의 현상을 설명하는 가장 자연스럽고 핵심적인 역할을 담당할 수 있다고 주장하며, South

Carolina 주의 중학생들을 대상으로 과학, 사회, 언어, 수학(pre-algebra, algebra)을 통합하는 교육과정 개발의 전반을 소개하고 있다. 이 연구에서 프로젝트 기반의 통합교육을 위해 학생들이 거주하는 South Carolina 지역의 지형을 주제로 삼아 4개의 교과를 통합하고자 하였으며, 각 교과의 교육과정 기준을 통합 수업에 체계적으로 반영하기 위하여 주제와 관련된 각 교과의 학습내용과 성취기준을 표시하는 교과통합 매트릭스를 제시하였다.

이 교과통합 매트릭스에는 통합교육과정 개발을 위해 선정한 공통주제를 기반으로, 각 교과가 서로 통합되는 부분과 통합지도에서 각 차시의 학습 목표는 무엇인지, 통합 내용이 각 교과의 교육과정상 어느 부분에 해당하는지, 그리고 통합교육을 위해 각 차시에서 요구되는 사전 지식 및 기술은 무엇인지 기록하도록 하였다. 매트릭스 구성 이후 교사는 각 교과에 따라 각 차시별 구체적인 지도안, 학생 활동지, 교사의 문제에 대한 답안 안내, 평가방법 등을 구체적으로 제시하여 교육 현장에서 실천가능한 수업의 사례를 체계적으로 반영하며 개발할 수 있도록 하였다.

이 연구에서 제안한 수학과 사회의 통합교육 수업사례를 살펴보면, South Carolina 주의 지질학적 통계자료를 제시하면서 학생들이 사회와 수학의 내용을 함께 학습할 수 있는 맥락을 제공한다. 뿐만 아니라 라디오의 소리를 낮게 하면 매우 작은 소리가, 높게 하면 매우 큰 소리가 들리는 종속적인 변화의 상황을 탐구하도록 하여 선형성을 갖는 함수의 개념을 고찰해 보도록 한다. 이후 학생들이 리히터 진도(Richter scale)와 메르칼리 진도(Mercalli scale)가 어떻게 사용되고 있으며, 진도의 크기가 나타내는 의미, 진도의 크기에 따른 에너지 방출량에 대한 수학적 해석, 주어진 표를 분석함으로써 함수의 선형성 혹은 비선형성 등에 대한 고찰 등을 할 수 있도록 구성한 수학, 사회 통합수업 사례를 소개하였다.

라. 미국의 STEAM 교육(Yakman, 2011)

STEAM은 Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics의 첫 글자 합성어로서 빠르게 변화하는 현대사회에서 다양한 문제 상황을 이해하고 이를 해결할 수 있도록 하며, 과학, 기술, 공학 등 어렵고 힘들게 여겨지는 학문분야에서 많은 학생들이 학업적 성공을 이룰 수 있도록 교육하기 위해서는 학문간 통합이 이루어져야 한다는 주장을 기초로 한다. STEAM 교육은 이전의 STEM 교육으로부터 출발하였는데 STEM 교육은 각 교과 위주의 접근을 통해 융복합을 시도하며, 각 교과의 교육과정 기준이라는 틀 안에서 다른 학문과 형식적으로 연결시키려는 형태를 보였다. 그러나 STEAM 교육으로 발전하면서 각 교과의 교수 목표가 통합된 형태로 교수·학습이 이루어져야 함을 주장하며, 주도적인 학문영역을 중심으로 또는 교과의 구분 없이 마치 하나가 된 것처럼 융합하는 교육으로 개념화되었다(Yakman, 2011).

STEAM 교육의 목적은 모든 학생들이 학습에 흥미를 느끼고 다양한 표준화된 검사에서 좋은 결과를 보이는 효과를 얻는 것, 그리고 빠르게 변화하는 사회에서 발생하는 다양한 문제를 해결할 수 있는 능력을 함양하는 것이다. STEAM 교육은 총 5개의 수준으로 구성되어 있다. 1수준은 각 교과 안에서 그 내용적 특성에 따라 세분화하여 교육하는 것을 의미한다. 예를 들어 수학의 경우 내용에 따라 대수학, 기하학, 측정, 자료수집, 확률 등으로 구분하여 내용 체계에 따라 세분화하여 교육한다는 점에서 교과와의 관련성이 강한 수준이다. 2수준은 1수준에서 각 학문영역 안에서 내용적 특성에 따라 세분화한 것을 통합하는 것을 의미한다. 그러나 여전히 각 학문 영역은 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 형태로 분리되어 독립적으로 교육한다. 3수준은 각 교과 즉 학문영역이 통합을 이루었으나 여전히 각 교과의 특성이 남아 있는 물리적 혼합

상태와 유사한 통합 수준이다. 4수준은 3수준의 물리적으로 섞여있는 것을 넘어 화학적 결합이 이루어지듯이 융합되어 각 교과와 특성이 남아 있지 않는 통합 수준을 의미한다. 5수준은 완전한 융합의 수준으로 일생을 거쳐 교육되어야 하는 삶의 맥락에서 연속적으로 발생하는 총체적인 교육을 의미한다.

STEAM 교육과정 구성의 틀을 기반으로 프로그램 설계할 때에는 문제 상황 또는 필요에 대한 확인 및 정의하기, 문제 상황에 대하여 연구하기, 브레인스토밍 등의 방법을 통해 해결방법 개발하기, 가장 좋은 해결책 선택하기, 평가하기, 전문성 세우기, 하나의 모형 구성하기, 모형 평가하기, 재설계하기, 발표하기 등의 10단계의 설계 과정을 통해 구성된다.

STEAM에서 제안하는 주제 중심의 융합 교육이 어떻게 구성될 수 있는지를 설명하는 사례 중 하나로 “여러 방법으로 세계 여행하기”가 있다. 이것은 다양한 학교급 수준에서 주제중심으로 이루어질 수 있는 융복합적 과제이다. 이 과제는 기본적으로 모든 사람들에게 친숙한 교통수단이라는 소재를 활용하여 어떤 지역에서 다른 지역으로 이동하는데 적어도 2개 이상의 교통수단을 이용하여 이동하는 상황을 제시하고 있다. 이 수업은 무엇을, 어떻게, 어디에서 라는 질문을 통해 교통수단이 무엇인지 정의하고 그 범위를 규정하는 것으로 시작된다. 교통수단은 역사적 시기에 따라 서로 다른 수단이 발명되었고, 다양한 지역에서 사회, 문화, 산업 등의 다양한 맥락의 영향을 받아 발달해 왔기 때문에 다양한 교과와 관련될 수 있다. 또한 우리의 삶의 모든 분야와 관련되기 때문에 어떠한 수업 상황, 내용에도 적합하도록 수업을 구성할 수 있다.

예를 들어, 지리학은 어떤 특정지역을 여행할 수 없도록 제한하도록 하는 상황을 도입하고

생태학, 생물학, 경제학, 사회학 등과 연계하여 수업을 구성할 수 있다. 수학교과와 경우, 대수 수업을 진행한다. 세계를 여행하는 여러 방법에 따라 얼마의 비용이 드는지 알아보도록 수업을 구성할 수 있다. 또한 여행에서 가장 짧거나 긴 경로를 분석하는데 삼각법을 활용할 수 있고, 두 지점사이를 옮겨가거나 강을 건널 때 적절한 경로를 결정하기 위해 물리학이나 기하학 등을 활용할 수 있다.

위에서 설명한 교육과정 구성의 틀과 10단계의 과정에 기반하여 구성된 STEAM 교육과정은 학생들의 과학적 소양, 기술적 소양, 예술적 소양, 수학적 소양, 언어적 소양 등을 향상시켰고 전이 가능한 지식을 학습하도록 하여 학생들이 다양한 학문적 주제 사이를 가로 지르는 융복합적인 사고를 통해 학문 간의 연관성을 파악할 수 있게 하여 글로벌 사회에서 주도적인 삶을 영위할 수 있는 평생학습자로서 갖추어야 할 기본 역량을 개발하는데 기여하였다(Yakman, 2011).

마. 핀란드의 LUMA 융복합교육³⁾

핀란드의 국립 LUMA 센터는 2003년 10여개의 관련 기관이 협력하여 설립되었으며, Science of University of Helsinki 교수들이 주축이 되어 학교, 대학, 산업 현장이 함께 융복합교육의 역할을 담당하는 센터이다. 과학을 의미하는 “luonnontieteet”와 수학을 의미하는 “matematiikka”의 첫 글자를 조합 하여 이루어진 LUMA의 융복합교육은 자연과학, 수학, 컴퓨터 과학, 기술 등의 학문적 영역에서 학습, 연구, 교육 등을 증진시키는 것을 목적으로 한다. 뿐만 아니라 과학교육의 발달을 도모하고 평생학습 기반을 제공함으로써 자연과학, 수학, 컴퓨터과학, 기술 등의 지식, 기술, 소양을 실제적으로 활용할 수 있는 역량 개발에 유용한 다양한 자원을 제공한다. 또한 과학, 수

3) 출처: www.helsinki.fi/luma

학, 기술 등 다양한 학문적 영역이 융합된 교육을 통해 학습자의 흥미를 고취시키고 학습동기를 유발하여 고무적이고 진취적인 학생들이 되게 하는 것을 목적으로 한다.

이를 위해 LUMA 센터는 학교, 교사, 학생, 대학의 과학과 관련된 여러 단체, 그리고 산업 현장의 기업가들과의 협력을 통한 융복합교육을 실천하고 있다. 구체적으로, LUMA 센터에서 운영하고 있는 융복합교육은 활동클럽, 썸머캠프, 가상클럽(virtual club), 과학의 날, 어린 학생들을 위한 Luova 라는 웹진 발행 등을 통해 학생들의 평생을 통한 융복합적인 교육을 지원하고 있다. 예를 들면, Summamutikka 클럽은 초등학생들이 손으로 하는 작업, 스포츠, 게임 등의 활동을 통해 수학을 학습할 수 있도록 한다. 이러한 통합교육은 수학에 재능이 있는 학생뿐만 아니라 학교에서 수학 학습에 어려움을 겪는 학생 모두에게 긍정적이고 유의미한 수학적 경험을 제공하며 학교에서의 수학 학습에 흥미와 동기가 유발될 수 있도록 한다. 또한, 여름방학동안 예비교사들이 참여하고 대학의 캠퍼스에서 개최되는 과학캠프, 기술캠프, 수학캠프 등의 다양한 캠프도 학생들에게 인기 있는 LUMA의 융복합교육 활동이다.

LUMA 융복합교육의 또 다른 측면은 다양한 웹진을 발행하는 것이다. 인터넷 기반의 “Jippo”, “LUOVA” 등의 웹진은 어린 학생들이 자연과학의 경이로움에 대하여 친숙하게 되고, 과학에 대하여 즐기는 태도를 함양하도록 하는 것을 목적으로 한다. 이와 같은 LUMA의 융복합교육을 통해 학생들이 과학을 일종의 오락과 같은 것으로 생각하고 어떤 것에 대하여 궁금증을 품고 질문할 수 있도록 한다. 이러한 과정은 학생들이 “과학하는” 즐거움을 경험하며 평생을 통해 주변 환경에 대하여 열정을 가지고 그것에 대하여 좀 더 배우고 탐구하는 학습자의 자세를 갖게 되고, 발견, 발명, 창조의 즐거움을 경험하게 된다.

바. 영국의 Creative Partnership 프로젝트⁴⁾

영국의 Creative Partnership(CP)은 1999년 “National Advisory Committee on Creative and Cultural Education”의 보고서 “All our Futures”에 대응하여 영국 정부에 의해 주도된 프로젝트 기반 융복합 교육 프로그램이다. 이 보고서에서는 당시 영국의 학교교육이 수학과 언어 교육을 지나치게 강조하여 창의성교육에 장애요인으로 작용한다는 점을 반성하며 교육이 현대 사회의 직업 세계가 직면하고 있는 도전에 대응하여 창의성과 문화적 이해를 개발할 수 있도록 체계적인 개혁이 필요하다는 점을 주요 내용으로 주장하고 있다. 이러한 사회적 맥락에서 출발한 CP는 교직이 창의적인 전문직이며 교사는 복잡한 도전과제에 대해 창의적 해법을 찾아낼 수 있다는 것, 다양한 직업 분야의 전문가와 교사 사이의 협력을 통해 참신하고 몰입가능한 교수-학습이 이루어지게 할 수 있으며 그 결과 학습의 장에 참여하는 모든 이들의 창의성을 개발하는데 기여할 수 있다는 점을 기본 전제로 하고 있다. CP에서 실시한 프로젝트 활동은 전문가, 교사, 학생 사이의 협력적 관계를 중시하고 이러한 동반자 관계를 통해 교육과정이 삶의 맥락으로 이어지고, 학습자가 교과에 몰입할 수 있는 새로운 방법을 제공함으로써 학습 동기를 함양하도록 한다. 또한 심층적인 계획, 협력적 교육 활동과 반성을 위한 시간을 제공하고, 표준적인 교육과정 활동보다 활동적이며 흥미로운 내용으로 구성되어 있으며, 학생이 의사결정에서 주도적인 역할을 하는 것이 학습 활동의 핵심을 이루고 있다. 그리고 마지막으로 과학자, 건축가, 디자이너, 공학자, 요리사, 예술가 등과 같이 다양한 직업과 학문분야의 창의적인 전문가가 교육의 과정에 참여하여 다양한 학습자의 흥미와 학습 스타일에 부합하는 프로젝트를 설계한다는 특징을 가지고 있다.

CP에서 사용된 융복합프로젝트 사례인 ‘운동장 만들기 활동(Playground planning - Fun and

4) 출처: www.creative-partnerships.com

Function)’에는 수학, 과학, 환경, 말하기, 듣기, 야외학습, 인성, 사회성, 건강교육, 미술, 디자인, 공학 등의 학문영역이 관련되었다. 이 프로젝트의 목표는 학교 공동체 내에서 학생들이 자신의 의견을 능동적으로 발언하는 능력을 개발하고 야외학습의 효과를 탐색하며 학생과 교사가 프로젝트 과제의 해결을 위하여 협력적 작업을 하는 것이다. 약 3개월에 걸쳐 시행된 이 프로젝트에서 학생들은 건축회사와 협력적으로 학교운동장을 설계하는 프로젝트에 참여하며, 워크샵을 통해 건축회사의 전문가가 기본적인 건축 및 지형 관련 아이디어와 어린이의 필요에 적합한 공간을 디자인하는 방법 등을 제공하였다. 또한 학교수업에서는 교사와 학생이 협력하여 건축학, 지형학, 환경 예술에 관한 내용과 수학, 영어, 미술, 공학, 건강교육과 과학 등의 교과를 통합하는 방법을 탐구하였다. 학생들은 2차원 설계를 3차원 모델로 바꾸고, 다양한 소재를 검사하여 가장 적합한 소재를 선택하였다. 그리고 운동장 사용자들의 의견을 조사하기 위해 면담 질문을 개발하고 설문조사에 참여하는 등의 활동을 하였다. 마지막으로 학생들은 최종 프로젝트 결과물을 발표하였고 결과물은 학교에 전달되어 학교 환경 개선에 실제 활용되도록 하였다.

CP 시행 이후 창의성 개발, 인성 발달, 학업성취도, 교육과정, 교수-학습, 리더쉽과 경영 등의 영역에 대하여 설문지, 면담, 국가학업성취도 자료 등을 통해 프로그램 평가가 이루어졌다. 그 결과 학교지도자, 교사, 창의적 전문가들의 창의성과 태도 함양에 긍정적이었고, 학생들의 인성 및 사회적 기능 개발에 기여하였으며 영어, 수학, 과학에서의 학업성취도가 향상된 것을 볼 수 있었다. 뿐만 아니라 즉각적인 문제 대응력, 위기 극복 능력, 협응 능력이 개발되었다. 그러나 학생들은 이러한 자질을 독자적으로 적용하는

방법에 대해 명확하게 인식하지 못하는 것으로 평가되었다.

IV. 결론 및 시사점: 수학교과와 융복합교육 실천 방안

본 연구에서는 융복합교육에 대한 다양한 관점의 검토에 기초하여 상식적으로 수용되어온 지식 범주의 경계에 대한 문제를 제기하고 그 경계를 넘나드는 현상을 통해 인간이 새로운 지적 국면으로 진입하고 다양성을 존중하는 새로운 시대 정신을 제공하였다는 인식론적 기여를 지식융합이 갖는 교육적 의미의 핵심적인 부분으로 조명하였다. 이러한 논의에 기초하여 본 연구는 학교교육의 변화 범위를 국가경쟁력을 위한 인재 양성과의 관계 속에 국한시키기보다는 지식융합의 인식론적 가치를 고려함으로써 보다 근원적인 차원에서 현재 학교교육에 대한 비판적 성찰과 변화를 가능하게 하는 융복합교육의 도입과 실천을 지향할 것을 제안하였다. 이러한 관점에서 국내외에서 개발·운영되었던 실제적인 융복합교육 프로그램 사례를 검토하여 향후 학교수학교육 개선에 기여할 수 있는 융복합교육 실천 방안과 그에 대한 시사점을 모색하려고 하였다. 이에 본 연구의 국내외 융복합교육 프로그램 사례에 대한 검토 결과는 다음과 같이 종합할 수 있다.

첫째, 수학교과 관련 융복합교육은 주로 학문의 내적 연관성이 높은 과학교과와의 통합을 중심으로 이루어지고 있으며 수학교과가 도구적 기능을 담당하는 경우가 많은 것으로 나타났다(이희숙, 2010; 신현성, 2000; 홍영기, 2009; Horak, 2006; Westbrook, 1998). 그러나 Horak (2006), Isaacs, Wagreich, & Gartzman(1997)이 지적한 것처럼 수학교과와 좀 더 다양한 교과 영역을 융합할 때 수학이 도구의 역할을 하는 제한적인 통합에서 벗어나 수학적 지식

자체, 그리고 학문의 영역을 넘나들며 얻을 수 있는 통합적인 지식 및 핵심역량에 초점을 맞춘 융복합교육으로 확장될 수 있을 것이다. 또한 수학교과에서 융복합교육의 실천을 위하여 학생이 수학적 지식을 탐구하고, 조사하며 스스로 수학적 개념과 원리를 구성해 가는 학습 과정을 안내하는데 요구되는 교사의 교과내용 및 교수법 관련 전문성과 융복합적 지식창출 역량의 개발이 교사교육의 주요한 목표로 다루어져야 할 것이다.

둘째, Fogarty(1998), Drake & Burns(2004) 등의 학자들이 주장한 바와 같이 융복합교육에서 가능한 여러 학문과의 통합 정도와 방법이 매우 다양한 반면, 수학교과에서는 주로 수학적 개념이나 기능을 활용하는 주제중심의 융복합교육이 많이 이루어졌다. 국내 융복합교육 사례 가운데 STEAM 교육이 이슈중심의 융복합교육을 실천하고 있었다. 그러나 그 내용을 살펴보면 다양한 사회적 이슈, 문제 등이 등장하고는 있지만 단순히 교과내용 학습을 위한 소재로 활용되거나 학생들의 흥미 및 동기 유발 등을 목적으로 하는 경우가 대부분이었다. 이처럼 국내에서 이루어지는 이슈중심 융복합교육프로그램은 교과역량 함양에 국한되어 있었다.

이러한 경향은 한국교육과정평가원에서 추출한 핵심역량을 중심으로 수학교육과정을 분석한 결과와 유사한 패턴을 보이는 것으로 생각할 수 있다. 한국교육과정평가원은 OECD(2003)에서 제안한 핵심역량을 기반으로 한국의 미래사회가 요구하는 핵심역량을 ‘창의력’, ‘문제해결능력’, ‘의사소통능력’, ‘정보처리능력’, ‘대인관계능력’, ‘자기관리능력’, ‘기초학습능력’, ‘시민의식’, ‘국제사회 문화이해’, ‘진로개발능력’을 포함하는 10개의 핵심역량 영역과 각 영역에 해당하는 하위요소로 도출하였다(이광우 외, 2009). 이 핵심역량을 기반으로 하여 2007년 개정 교과교육과정을 분석한 결과 수학교과와 경우 문제해결능력과 기초학습능력 중심으로 교육과정이 구성되어 있

는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 학교수학교육의 주지주의적 경향을 드러내 보여주며 수학교과와 융복합교육사례가 교과 관련 주제 중심으로 이루어지고 있다는 점 역시 이러한 주지주의적 경향과 연관된 것이라고 볼 수 있을 것이다.

이처럼 주지적 측면에 치우친 교육 실천은 홍익인간을 지향하는 교육과정 총론과의 괴리로 지적될 수 있으며 이러한 괴리를 해소하기 위한 노력과 더불어 교육과정 총론에서 지향하는 세계화 시대의 시민에게 요구되는 소양과 역량을 갖출 수 있는 교육으로 확장하기 위한 시도가 이루어져야 할 것이다(이용구, 2008; Gutstein, 2003). 이를 위해 사회적 가치와 이슈를 중심으로 융복합적 과제를 구성하여 다양한 영역의 핵심역량 관련 내용을 수학수업에 도입하는 방안을 검토할 수 있다. 이러한 관점에서 앞서 소개한 미국의 STEAM, 핀란드의 LUMA, 영국의 CP는 각 학문 영역에서 요구하는 지식 및 기능의 학습을 포함하면서 동시에 사회가 공유하는 이슈에 대한 협력적 탐구와 해결 경험을 제공하여 미래사회에서 요구하는 역량과 수행 능력을 함양하는 것을 포괄하는 융복합교육 프로그램의 사례로 들 수 있다.

셋째, 위의 논의에 비추어 볼 때, 수학교과와 융복합교육에서는 효율적인 지식 습득과 학업 성취와 더불어 수학지식을 실세계에 활용하여 탐구하고 문제를 해결 할 수 있는 수행능력 개발 양자에 대한 교육적 고려가 이루어져야 할 것이다. 본 연구에서 검토한 프로그램 사례에 비추어 볼 때, 수학교과에서 이루어진 융복합교육 관련 연구들은 융복합적 학습 이후 학업성취 및 개념적 이해 수준을 파악하는데 초점을 두고 있다(신현성, 2000; 이희숙, 2010; 홍영기, 2009; Horak, 2006; Horton, Hedetniemi, Wiegert, Wagner, 2006; Westbrook, 1998). 학업 성취에 대한 융복합교육 프로그램의 효율성 및 효과성이 중요하게 다루어져야 한다는 것은 명백하다. 그러나 융복합교육의 목표를 지식의

습득 및 성취로 제한하기보다는 실제적인 삶의 다양한 맥락에서 문제를 슬기롭게 해결하고 보다 진보한 미래사회를 구현하는데 요구되는 실제적 수행 역량을 갖추도록 하는 것으로 확장하여 생각한다면, 융복합교육의 내용, 방법, 평가에 대한 관점과 접근법은 현저히 변화할 것이다. 즉, 수학교과를 ‘지식과 기능의 집합’이라는 관점에서 교육할 때에는 얼마나 많은 지식을 정확하게 오류 없이 학습하였는지를 평가하고 그 효과성을 탐색해야 할 것이다. 그러나 수학지식을 맥락화된 실천 가능한 지식으로 볼 때 학생이 배워야 하는 것은 교과서적인 지식이 아니라 다양한 분야를 넘나드는 것을 가능하게 하는 수학적 통찰력과 창의적 문제해결력, 그리고 협력과 소통의 능력, 리더십이다. 핀란드의 LUMA, 영국의 CP는 학습의 효과성을 간과하지 않으면서도 미래사회의 리더로서 필요한 다양한 핵심역량 개발을 지향하는 융복합교육 사례로서 참고할 수 있을 것이다.

넷째, Horton, Hedetniemi, Wiegert, & Wagner (2006)의 연구에서는 융복합 교육과정 개발 및 수업개발을 위한 교육과정 통합 매트릭스, 활동지, 교사의 답안 안내서, 평가방안 등을 구체적으로 제시하고 있다. 이와 같은 교육학적 처방은 융복합교육에서 문제로 지적되는 학습목표의 애매함, 중요 학습 내용의 누락 및 중복 등의 문제점을 해결하고 교실 현장으로의 실천력을 높일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 각 교과와 교육과정 기준을 바탕으로 엄밀하게 조직화된 융합교육과정 구성 방법이 오히려 각 학문 사이를 유연하게 넘나들며 습득할 수 있는 종합적 사고력, 통찰력, 창의력, 문제해결력 등의 상승 효과를 제한하는 요소로 작용할 수 있다. 따라서 이와 같은 융복합 교육과정 개발을 위한 교사 안내서나 매뉴얼은 융복합교육을 처음 시도하는 현장교사들이 필요로 하는 최소한의 안내를 제공하기 위해 활용할

수 있도록 하고, 보다 유연하고 융통성 있는 교육과정 개발 및 실행을 통해 교실상황의 고유한 맥락을 반영하는 풍부하고 의미 충실한 교육을 실천하는데 요구되는 실제적인 교사 역량 개발을 위한 방안이 마련되어야 할 것이다.

다섯째, 수학교과에서의 융복합교육은 실생활 맥락 기반, 프로젝트 도입, 구체물 등을 활용한 활동, 실험활동, 수학적 모델링 활동, 학생들의 토론 활동 등이 활용되고 있었다. 특히 수학교과에서는 프로젝트에 기반한 융복합교육 사례를 많이 찾아볼 수 있었다(신현성, 2000; 이용구, 2008; 이희숙, 2010; 홍영기, 2009; Horak, 2006; Horton, Hedetniemi, Wiegert, & Wagner, 2006; Westbrook, 1998). 프로젝트 기반의 학문간 통합은 학생들의 이해를 증진시키고 학문간 연결성을 도모하며 다양한 수준으로의 통합이 가능하다. 뿐만 아니라 세분화된 전통적인 교육과정을 하나의 프로젝트 안에서 융합함으로써 학생들의 이해를 높이고, 지식습득 뿐 아니라 학생들의 다양성과 창의성을 촉진하는 교육을 가능하게 한다. 또한, 프로젝트 기반의 통합교육은 학생의 학습 필요성과 흥미를 유발함으로써 보다 능동적인 학습 참여를 가능하게 한다. 학생들은 프로젝트 활동을 통해 자신의 수학적 관점을 표현하고, 이러한 과정에서 자신의 역할 및 학습주체로서의 정체성을 발견하게 됨으로써 능동적이고 주도적인 학습이 가능하게 된다. 특히 학생들 사이의 수학적 의사소통을 강조하는 수업 방법은 비단 외적인 지식체계의 통합에 국한되지 않고 교실구성원 개개인이 가지고 있는 수학적 의미체계의 통합까지 포괄하는 확장된 수준의 융복합교육을 실천하는데 유용한 방안이다.

여섯째, 국외의 융복합교육 사례를 살펴보면 교사를 비롯하여 지역 사회의 다양한 전문가 및 자원을 도입하여 활용하고 있다. 융복합교육을 실천하는 과정에서 교사가 경험하는 어려움

가운데 하나는 수업 상황에서 다양한 영역의 전문지식이 등장한다는 것이다. 뿐만 아니라 학생들의 능동성과 창의성을 강조하는 교육이므로 수업 상황에서 다양한 아이디어가 등장하고 교사는 각 학생들에게 유용한 교육적 처치를 제공해야 한다. 이러한 역동적 수업 상황을 교사 한 사람만의 전문성에 의존하여 이끌어 간다는 것은 수업의 효과를 절감하는 결과를 초래할 것이다. CP의 사례에서 볼 수 있듯이, 융복합교육의 효과적 운영을 위해서 수업과 관련한 다양한 전문적 인적·물적 자원을 활용할 필요가 있다. 이러한 전문적 네트워크의 활용은 학생들에게 보다 실세계적인 과제를 제시하여 의미 충실한 학습 경험을 이끌어내는데 중요한 기여를 할 것이다.

현재 우리나라 학교 현장의 여건은 융복합교육을 실천하기에 매우 어려운 상황이다. 우선 융복합교육은 기존의 교과 중심의 분과적 지도법과 비교하여 교사들에게 수업과 관련한 큰 업무 부담을 제공한다. 예를 들어, 융복합교육은 다양한 영역의 지식을 포함하므로 수업을 준비하기 위하여 교사의 탐구와 연구를 위한 시간을 필요로 한다. 만일 타교과 교사와의 협력을 통해 융복합교육을 실천하는 경우 그들과의 협력적인 수업 준비 및 실천, 반성이 이루어져야 하며 이를 위해 막대한 시간적·정신적·정서적 노력이 요구된다. 따라서 수업을 계획하고 실천, 평가하는 과정을 효과적으로 진행하기 위해 활용 가능한 가이드와 자료의 개발이 이루어져야 할 것이며 수업 연구를 위한 과정을 고려하여 수업 시수에 대한 배려가 있어야 할 것이다. 뿐만 아니라 융복합교육을 실천함에 있어서 교사 사이의 협력이 매우 중요한 역할을 한다. 이 때 교사 사이의 협력은 단순히 개발 단계에서의 협의 수준에서 끝나지 않는다. 효과적인 융복합수업을 위해 교사는 서로의 교직원과 교과관을 공유하고 수업을 참관하

고 평가하며 교수 실행과정에서 충분한 소통을 필요로 한다. 이러한 소통은 학교의 벽을 넘어 다양한 분야의 전문가들과의 협력이 요구된다. 따라서 학교의 안과 밖의 구분이 사라지고, 교육 내용, 교육 주체, 교육 기관이 가지고 있는 고유의 전문성을 공유하고 융합할 수 있도록 학교가 보다 개방적인 학습공동체로 변모할 필요가 있다. 그리고 학생들의 탐구 활동과 반성적 사고를 위한 충분한 시간과 환경을 확보하기 위해 블록타임제와 교과교실이 유용하게 활용될 수 있다. 또한 융복합수업 이후 학생들의 학습 결과물을 평가할 때 학생들의 개별성과 다양성을 수용할 수 있는 평가 방법의 개발과 그 실행을 뒷받침할 수 있는 제도적인 환경이 마련되어야 할 것이다.

주지적 경향이 강한 수학과 교육과정 역시 수학교과에서의 융복합교육 실천을 위해 시급한 개선이 필요한 과제 가운데 하나이다. 현재 수학과 교육과정은 수학과 성격과 교수·학습 방법을 규정하는 부분에서는 수학과 실세계 현상과의 관계를 강조하지만 교과 내용은 주로 수학교과에서 중요하게 다루어지는 지식과 기능 중심으로 제시되어 있다. 주지적 내용을 강조하는 수학과 교육과정의 교과 내용 서술 방식은 수학교과와 융복합 과제를 개발할 때 다양한 실세계 측면과의 통합을 제한하는 요인으로 작용한다. 이러한 이유로 현재 학교 현장에서 이루어지고 있는 수학교과와 융복합교육 프로그램은 주로 실세계 현상을 수학적 개념을 통해 분석하는 과제 중심으로 이루어지는 경향을 보이며 이에 비해 문화의 다양성 이해, 나눔과 배려 등과 같이 교육과정 총론에서 강조하는 사회적 이슈를 다루는 과제는 찾아보기 어렵다. 뿐만 아니라, 수학지식과 기능 중심으로 구성된 교육과정은 교육현장에 수학적 역량에 대한 편협한 관점을 형성하며 이러한 관점은 경

쟁적인 입시 교육 중심의 학교 환경 속에서 강화되고 있는 상황이다. 그러나 입학사정관 제도 등 교육정책은 학교교육이 지향해야 할 수학적 역량에 대한 좀더 포괄적이고 진보적인 관점을 제시하는 방편으로 활용될 수 있다. 수학적 역량에 대한 관점을 확장하는 다양한 정책적 지원이 따르는 학교환경이 제공된다면 융복합교육은 학생들의 수학적 역량에 대한 높은 기대감을 다양한 방법으로 표현함으로써 수학교육에 대한 관점을 변화시키고 학생의 개별성과 다양성을 수용할 수 있는 학교문화와 교육실천으로의 변화를 앞당길 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강충열·정광순(2009). 미래형 초등통합교육과정 개정 방향. **통합교육과정연구**, 3(2), pp.19-41.
- 교육과학기술부(2009a). **초등학교 교육과정 해설(1)**: 총론. 교육과학기술부.
- 교육과학기술부(2009b). **2007년 개정 중학교 교육과정 해설서(8)**: 수학. 교육과학기술부.
- 권성호·강경희(2008). 교양 교육에서의 융합적 교육과정으로의 접근: 한양대 사례를 중심으로. **교양교육연구**, 2(2), 7-24.
- 김경근(2006). 한국 중등교육의 수월성과 평등성의 조화를 위한 과제. **교육학연구**, 44(1), 1-21.
- 김경희·김수진·김남희·박선용·김지영·박효희·정 송(2008). **국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성**. 연구보고 RRE 2008-3-1. 한국교육과정평가원.
- 김광웅(2009). **우리는 미래에 무엇을 공부할 것인가: 창조사회의 학문과 대학**. 서울: 생각의 나무.
- 박만준(2010). 지식의 융합과 마음의 문제. **대한철학회논문집**, 113, 73-110.
- 박선형(2010). 지식융합: 지식경영적 접근과 이해. **교육학연구**, 48(1), 83-101.
- 박조령·고상숙(2011). 수학과 화학 통합교육의 실행을 위한 교수·학습의 실제: 중학교 1학년 함수단원을 중심으로. **수학교육논문집**, 25(3), 497-524.
- 박창균(2010). 수학과 학문융합. **한국수학사학회지**, 23(1), 67-78.
- 소경희·이상은·이정희·허효인(2010). 뉴질랜드 교육과정 개혁동향: 핵심역량 중심 교육과정의 실천사례. **비교교육연구**, 20(2), 27-50.
- 손동현(2009). 융복합교육의 기초와 학부대학의 역할. **교양교육연구**, 3(1), 21-32.
- 신현성(2000). 통합교과로서의 수학·물리적 모델링의 코스 개발. **한국학교수학회논문집**, 3(2), pp.17-35.
- 오은경(2010). 통섭 또는 이중 네트워크 학제 간 연구를 위한 소통구조 분석. **서강인문논총**, 29, 265-301.
- 이광우·전제철·홍원표·허경철·김문숙(2009). **핵심역량 기반 초·중등학교교육과정 설계 방안 탐색을 위한 세미나**. 연구보고 ORM 2009-20, 한국교육과정평가원.
- 이미경·손원숙·노연경(2007). **PISA 2006 결과 분석 연구-과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경변인 분석**. 연구보고 RRE 2007-1. 한국교육과정평가원.
- 이용구(2008). **수학교육에서의 창의적 문제해결력과 환경가치관의 함양을 위한 프로젝트 수업연구**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이희숙(2010). **과학탐구활동을 통합한 삼각함수단원의 수업자료 개발 및 적용에 관한 사례연구**. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이인식(2008). **지식의 대응합**. 서울: 고즈윈.
- 이혜숙·임혜미·문종은(2010). 수학과학통합교

- 육의 설계 및 실행에 대한 연구. **수학교육**, (4992), 175-198.
- 조경원(2007). 한국 초중등교육의 질 제고를 위한 방향 탐색. **교과교육학연구**, 11(2), 617-635.
- 홍성욱(2009). **지식의 융합, 과거로부터 배운다**. 김광웅 (편저), 우리는 미래에 무엇을 공부할 것인가: 창조사회의 학문과 대학.
- 홍원표 · 이근호(2011). 역량기반 교육과정의 현장 적용 방안 연구: 캐나다 퀘벡의 사례를 중심으로. **교육과정연구**, 29(1), 67-86.
- 홍영기(2009). 수학 · 과학 교과에 주제중심 통합프로그램의 효과. **통합교육과정연구**, 3(1), 42-66.
- Berlin, D. F. (1989). The integration of science and mathematics education: Exploring the literature. *School Science and Mathematics*, 59(1), 73-80.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through the integrated curriculum*. VA: ASCD.
- Eves, H. (1995). **수학사**. 이우영 · 신항균 (공역). 서울: 경문사.
- Fogarty, R. (1998). **교사를 위한 교육과정 통합의 방법**. 구자역 · 구원희 (공역). 서울: 원미사.
- Gutstein, E. (2003). Teaching and learning mathematics for social justice in an urban, Latino school. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 37-73.
- Horak, V. (2006). A science application of area and ration concepts. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11(8), 360-366.
- Horton, R. M., Hedetniemi, T., Wiegert, E., & Wagner, J. R. (2006). Integrating curriculum through themes. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11(8), 408-414.
- Isaacs, A., Wagreigh, P., & Gartzman, M. (1997). The quest for integration: School mathematics and science. *American Journal of Education*, 106, 179-206.
- Lamon (1999). *Teaching fraction and ratios for understanding: Essential content knowledge and instructional strategies for teachers*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J. (1996). The savagery of the domestic mind. In L. Nader (ed.), *Naked science: Anthropological inquiry into boundaries, power, and knowledge* (pp. 87-100). New York & London: Routledge.
- Nunes, T., Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge University Press.
- OECD(2003). *Definition and Selection of Key Competencies*. Contributions to the Second DeSeCo Symposium Geneva, Switzerland, 11-13 February, 2002.
- Root-Bernstein, R. (2009). **생각의 탄생** (박종성 역). 서울: 에코의 서재.
- Torrence, E. P, (2005). **토렌스의 창의성과 교육**. (이종연 역). 서울: 학지사. (원저 1995년 출판)
- Westbrook, S. L. (1998). Examining the conceptual organization of students in an integrated algebra and physical science class. *School Science and Mathematics*, 95(2), 84-92.
- Wilson, E. (2005). **통섭: 지식의 대통합** (최재천 · 장대익 역). 서울: 사이언스 북스.
- Yakman, G. (2011). **STEAM 교육 국제세미나 및 STEAM 교사 연구회 오리엔테이션 자료집**. 한국과학창의재단.

Convergence Education in Mathematics: Issues and Tasks

Ju, Mi-Kyung (Hanyang University)

Moon, Jong-Eun (Ewha Womans University)

Song, Ryoan-Jin (Hanyang University)

Recently, the Korean government develops a variety of policies for the improvement of school education. Among the policies, convergence education is considered as essential. Moreover, as the policies declare that mathematics is expected to play a central role in the convergence education, mathematics educators are required to seek for ways of how to approach convergence education in mathematics.

In this context, this paper reviewed diverse viewpoints on what kind of contribution convergence

education make to the improvement of school mathematics. While the argument constructed around the issue of national competitiveness is the most prevalent in the political discourse, this paper recommends to introduce the epistemological norms raised by the knowledge integration through history. In addition, this paper presents both domestic and international programs to discuss how to develop educational program for convergence education in mathematics.

* key words : convergence education(융복합교육), national competitiveness(국가경쟁력), creativity(창의성), epistemological norms(인식론적 규범), key competency(핵심역량), integration(교과 통합), integrated education program(통합교육 프로그램)

논문접수 : 2012. 2. 5

논문수정 : 2012. 2. 24

심사완료 : 2012. 3. 9