

융합적 과학수업에 대한 초등교사의 인식론적 신념과 실행 —조사연구 및 자기연구—

이수아¹, 전영석^{2*}

¹서울창동초등학교, ²서울교육대학교

Elementary Teachers' Epistemological Beliefs and Practice on Convergent Science Teaching: Survey and Self-Study

Lee Sooah¹, Jhun Youngseok^{2*}

¹Seoul Changdong Elementary School, ²Seoul National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 April 2020

Received in revised form

25 May 2020

13 July 2020

Accepted 20 July 2020

Keywords:

Family resemblance, Velocity, Convergence science teaching, Epistemological beliefs, Self-study

ABSTRACT

This study is a complex type consisting of survey study and self-study. The former investigated elementary teachers' epistemological beliefs on convergence knowledge and teaching. As a representative of the result of survey study I, as a teacher as well as a researcher, was the participant of the self-study, which investigated my epistemological belief on convergence knowledge and teaching and my execution of convergent science teaching based on family resemblance of mathematics, science, and physical education. A set of open-ended written questionnaires was administered to 28 elementary teachers. Participating teachers considered convergent teaching as discipline-using or multi-disciplinary teaching. They also have epistemological beliefs in which they conceived convergence knowledge as aggregation of diverse disciplinary knowledge and students could get it through their own problem solving processes. As a teacher and researcher I have similar epistemological belief as the other teachers. During the self-study, I tried to apply convergence knowledge system based on the family resemblance analysis among math, science, and PE to my teaching. Inter-disciplinary approach to convergence teaching was not easy for me to conduct. Mathematical units, ratio and rate were linked to science concept of velocity so that it was effective to converge two disciplines. Moreover PE offered specific context where the concepts of math and science were connected convergently so that PE facilitated inter-disciplinary convergent teaching. The gaps between my epistemological belief and inter-disciplinary convergence knowledge based on family resemblance and the cases of how to bridge the gap by my experience were discussed.

1. 서론

과학 교과와 다른 교과들 간의 융합적 접근을 시도한 연구 및 학교 현장의 실천 사례는 최근 한국과학창의재단의 융합인재교육이 공표된 이래 꾸준히 보고되어 왔다. 이들은 과학 개념을 융합의 중심에 두고 융합 설계 모형을 적용하거나(Lee, Rim, & Moon, 2010), 과학 학습에 수학적 기능이나 표현 활동을 도입하기도 했으며(Jung & Jhun, 2015), 과학의 탐구활동을 타 교과의 탐구 활동과 접목시키는 경우도 있었다(Santau & Ritter, 2013). 반면에 그동안 수행되어 온 융합 과학교육 프로그램에서 융합의 양상이 제한적이었다는 비판 또한 제시되었다. Lee and Kim(2013)은 STEAM 리더 스쿨(leader school)에서 개발된 STEAM 수업계획안을 분석한 결과, 관련 교과의 기반이 되는 핵심 지식과 간학문적 지식보다는 한 개 교과의 학술적 개념을 중심으로 융합 수업을 계획하는 경우가 많았음을 밝혔다. Park et al.(2013)은 STEAM 교사연구회에서 개발된 융합 교육 프로그램의 융복합 수준을 조사한 결과, 절반 이상이 다학문적 융합 형태를 보였고, 융합의 정도가 심화된 간학문적 융합이나 탈학문적 융합 형태의

프로그램은 상대적으로 적었음을 밝혔다. 국내의 STEAM 교육 프로그램에 대해 교육적 적합성을 비교하고 검토했던 Han and Park(2015)의 연구 결과를 보면, 대부분의 교육 자료들이 융합 과학수업 활동을 '상황제시-창의적 설계-감성적 체험'이라는 정형화된 틀로 파악하는 한계가 있었으며, STEAM 수업 자료들이 과학, 공학, 기술, 수학, 예술 분야의 요소들을 억지로 끼워 맞추거나 교육과정과 맞지 않게 교육 내용을 무리하게 확장하는 경향도 보였다(Ahn, 2012). 또한, 융합 수업 자료들이 과학과 다른 교과 지식을 단순히 연계하거나 덧붙여 놓은 형태로 제시되는 경우가 많다는 비판도 제기되었다(Jung et al., 2015). 이와 같은 결과는 STEAM 교육이 여러 교과에서 추출한 몇 가지 활동 참여만을 강조하고, 융합을 통해 다루는 개념의 수준이 낮을 경우 융합 활동에 포함된 피상적인 정보만 습득하게 될 위험도 있음을 말해준다(Lee & Kim, 2012; Grossman, Wineburg, & Beers, 2000).

융합 과학교육 프로그램 및 연구들에 대한 위와 같은 비판적 분석 결과들은 왜 그와 같은 융합이 필요한지, 융합된 교과 및 주제들 간에 어떤 공통점과 유사점이 있어서 융합이 가능한지, 그리고 융합의

* 교신저자 : 전영석 (jhunys@snu.ac.kr)

** 본 논문은 이수아의 2019년도 박사 학위논문에서 발췌 정리하였음.

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2020.40.4.359>

방식이 무엇인지 등을 명확히 제시하지 못한 탓에 학제적 융합이 제대로 수행되지 못했음을 보여준다(Lee, 2015; Lee & Jhun, 2018). 융합과학수업은 단순히 여러 교과와 요소를 함께 묶는 것이 아니라 융합의 가능성과 목적, 방법에 대한 성찰을 바탕으로 과학과 타 교과 간의 융합의 근거를 확보할 수 있는 이론적 근거를 갖추는 것이 필요하며, 그 결과에 근거하여 융합의 원리와 방법을 확보해야 할 것이다. Lee and Jhun(2018)은 과학 교과와 다른 교과 간의 융합 교육 프로그램을 개발할 때 융합의 필요성과 융합의 근거를 확보하기 위한 이론적 토대로서 가족 유사성 접근(Family Resemblance Approach, Wittgenstein, 1958)을 도입하였다. 가족유사성의 관점에서 보면, 과학의 특정한 개념을 주제로 융합 지식을 구성할 때 과학 교과의 단원과 타 교과의 단원들 간에 일치된 공통점이 있거나 서로 교차하는 유사성이 있다면, 서로 다른 교과 내용 간에 겹치고 교차하는 유사성이 나타나는 바로 그 지점에서 융합의 가능성과 융합의 지점을 찾을 수 있다. 이러한 관점에서 Lee and Jhun(2018)은 물체의 빠르기 주제를 하나의 가족 범주로서 선정하여 과학, 수학, 체육 교과의 내용 중에서 물체의 빠르기 관련 단원을 융합하여 융합 지식을 구성하는 사례를 보고하였다.

Lee and Jhun(2018)이 제시했던 가족 유사성에 근거한 물체의 빠르기 주제의 융합 지식 체계는 Drake and Burns(1994)의 관점에 비추어 보면 과학, 수학, 체육 교과에 공통적으로 포함된 개념과 기능을 중심으로 통합이 이루어지는 간학문적 융합의 형태에 해당한다고 볼 수 있다. 이러한 형태는 과학과 타 교과 간에 공통된 문제 해결을 목적으로 교과 간의 상호작용을 통해 창출되는 융합 지식(convergence knowledge, Hong, 2015) 체계로서 융합의 정도가 비교적 높은 수준을 띠게 된다. 이러한 수준의 융합 지식 체계가 학교 현장에 효과적으로 정착되려면 이를 지도하는 교사들이 생각하는 융합의 수준 및 융합 지식에 대한 인식론적 신념이 간학문적 융합 지식 체계와 서로 얼마나 근접하는지가 중요하다. 과학 수업의 실행 양상 및 그 수업의 결과가 과학교사의 과학 지식 및 과학 학습에 대한 인식론적 신념에 영향을 받는다(Kim & Kim, 2008; Edler, 2002; Phipps & Brog, 2009; Schraw & Olafson, 2003) 것처럼, 융합 과학 수업 역시 수업을 실행하는 교사들이 가진 융합 지식 및 학습에 대한 인식론적 신념의 영향을 받기 때문이다.

융합 교육을 실행하는 교사들을 대상으로 수행되었던 연구 사례들을 보면, 교사들은 융합 교육이 학생들의 흥미를 북돋우며, 정의적 영역 및 사고력 발달에 효과적이기 때문에 융합 교육이 필요하고 중요하다라는 인식을 가지고 있으며(Geum & Bae, 2012; Lee, Park, & Kim, 2013; Chae & Noh, 2015; Han & Lee, 2012), STEAM 교육을 통해 문제 해결에 필요한 창의력, 융복합적 사고력을 기를 수 있다(Geum & Bae, 2012; Lee & Hwang, 2012)는 긍정적인 인식이 많았다. 반면에 융합 수업을 계획할 때 융합의 주제를 선정하거나 기존 교육과정을 재구성하여 여러 교과 지식 간의 융합적 연결을 만들어내는 데 많은 어려움을 느끼며(Kwak *et al.*, 2014; Lee & Shin, 2014; Duran, Duran, & Worch, 2009), STEAM 교육에 대한 자신의 전문성에 대해서는 부정적인 인식과 함께 각 교과 지식 간의 융합 가능성에 대해서도 충분한 이해를 갖지 못하고 있어서(Lee *et al.*, 2013) 실제로는 자신의 수업에 STEAM 교육을 잘 적용하지 않는 것으로 보고되었다(Lim, Kim, & Lee, 2014).

위와 같은 연구 결과는 융합 과학교육의 긍정적 효과들이 강조되고 융합 과학교육이 정책적으로 추진된다 하더라도 이를 수행하는 교사들이 융합의 필요성이나 융합에 대한 인식이 부족하면 융합 교육이 현장에서 정착되기 어렵다는 것을 잘 말해준다. 이것은 교과 간의 공통점과 유사성을 근거로 융합의 정도가 높은 지식 체계를 다루는 융합 프로그램이 초등학교 과학 수업에 정착되기 위해서는 교사들이 가지고 있는 융합의 의미와 필요성, 융합 수업의 목표, 융합 지식의 습득 과정 및 교수 전략에 대한 그들의 인식론적 신념과 그들이 지도하려는 융합 지식 체계가 서로 부합하는지 여부가 매우 중요함을 말해준다.

그러나 융합 지식 체계의 융합의 정도와 이를 지도하는 교사의 융합에 대한 인식론적 신념이 늘 일치하거나 유사할 수 있는 것은 아니다. 융합에 대한 교사의 인식론적 신념이 그들이 수행하는 융합 수업에 영향을 주게 되므로 융합 교육을 실행하는 교사는 자신이 지도하는 융합 지식 체계와 융합에 대한 자신의 인식론적 신념 간에 존재하는 간극을 파악하는 것이 중요하다. 이것은 교사 자신의 융합에 대한 교육적 신념과 가치를 이해하고, 자신이 계획하고 수행했던 융합 수업을 성찰하는 과정에서 융합 수업을 성공적으로 수행하기 위한 방법을 스스로 탐색하는 자기 연구(self study, Samaras & Freese, 2006)를 통해 실천될 수 있다. 여기서 자기 연구는 교사가 실행자와 연구자 역할을 동시에 수행하면서 자신의 생각, 수업 실천, 자기가 포함된 교육적 맥락을 비판적으로 탐구하고 자신의 교수 행위의 관행을 성찰하는 일련의 과정을 통해 주변 맥락과 자기의 자아(self)를 협력적으로 탐구하는(Park, 2015; Park & Kim, 2017; Loughran, 2004) 연구 형태를 의미한다.

교사의 수업 역량에 관한 연구의 최신 동향은 연구 참여 교사를 대상으로 그 교사의 전문성 변화 또는 향상을 연구하는 흐름에서 교사 자신이 연구의 주체가 되어 자신의 수업 실행을 스스로 탐구하여 자신의 수업 전문성을 증진 시키려는 흐름으로 바뀌고 있다. Clarke and Erickson(2004)은 전자를 교사에 관한 연구(research on teachers)로, 후자를 교사에 의한 연구(research by teachers)로 구분하고 후자의 연구 흐름이 자기 연구임을 밝히고 있다. 즉, 연구자가 특별한 프로그램과 교수 자료를 제공하거나 임상 처치를 통해 교사들의 수업 전문성을 신장시키기보다는 교사 자신이 자신의 수업을 스스로 탐색하고 개선하고 발전시키는 과정을 통해 스스로 자신의 수업 전문성을 향상 시키려는 것이다.

이상의 논의를 바탕으로 이 연구는 융합적 과학수업에 대한 초등 교사의 인식론적 신념을 조사하고, 그 결과를 대표하는 사례로서 교사이자 연구자인 “나”를 연구 참여자로 하여 가족 유사성에 근거한 융합 과학 수업 프로그램을 직접 실천하는 역할과 융합 과학교육에 대한 나의 교육적 신념과 가치를 연구하는 역할을 동시에 수행하였다. 이 과정에서 융합 수업을 실행하는 교사로서 나의 인식론적 신념 및 융합 수업에 대한 인식을 살펴보고, 가족 유사성에 근거한 융합 과학수업 프로그램을 실행하는 과정을 반성적으로 검토하였다. 그 결과를 바탕으로 가족 유사성에 근거한 융합 수업을 실행할 때, 교사의 신념과 실천 사이의 간극에서 나타나는 문제점이 있는지, 문제점이 있다면 어떻게 극복할 수 있는지 등을 검토하여 융합 수업의 실현 가능성을 살펴봄으로써 융합 수업의 실천적 토대를 탐색해 보고자 하였다.

II. 연구 방법

이 연구는 조사 연구와 자기 연구의 복합적 설계로 진행되었다. 조사 연구는 융합적 과학 수업에 대한 초등교사의 인식과 인식론적 신념을 조사하는 검사지 개발과 분석으로 진행되었다. 이 조사 연구는 이후 진행되는 융합적 과학 수업 실행에 대한 자기 연구를 위한 준비 단계의 연구에 해당한다. 즉, 자기 연구의 주체인 “나”의 자기 연구 대상자로서 적합성 여부를 확보하기 위하여 조사 연구에서 도출된 초등교사의 평균적인 인식론적 신념과 나의 인식론적 신념을 비교하는 방법을 채택하였다. 아래에 조사 연구의 방법 및 조사 연구를 근거로 자기 연구를 수행한 과정에 대해 자세히 기술한다.

1. 융합적 과학 수업에 대한 초등교사의 인식과 인식론적 신념 조사

융합적 과학 수업에 대한 초등교사의 인식과 인식론적 신념 조사는 이 주제에 대한 초등교사의 현황을 보기 위한 목적으로 진행되었다. 조사를 위해 구조화된 질문으로 구성된 개방형 검사지를 개발하여 서면 질문 조사를 실시하였다.

가. 검사지 개발

검사 구인을 선정하기 위하여 융합지식의 체계와 융합지식에 대한 인식론적 신념을 조사했던 Hong(2015)의 연구 결과를 토대로 융합 지식의 구조, 융합 지식의 근원 및 정당화, 융합 지식 습득의 가치, 융합 지식의 교수 학습의 특성, 학습의 능력을 선정하였다. 이를 근거로 하여 1차로 개방형 검사 질문을 작성하여 융합 수업의 경험이 있는 현직 교사 4명을 대상으로 예비 검사를 실시하였다. 예비 검사 결과를 반영하여 검사 문항을 수정하고, 이를 연구자를 포함하여 석사급 이상 학력을 가진 초등 교사 3명과 과학교육학 박사 1명이 모여 집단 검토 과정을 거쳐 최종적으로 검사 문항의 영역과 문항을 수정하였다.

융합 지식과 융합적 학습에 관한 인식론적 관점은 교사가 융합 지식을 다루는 방식과 그것을 지도하는 과정에 영향을 줄 수 있다. 검사 문항에서 융합 수업에 대한 인식론적 신념에 해당하는 질문 문항은 융합 수업의 구조(융합 수업의 의미), 융합 지식 습득의 가치(필요성과 목표), 융합 지식 교수 활동의 특성(융합 수업의 교수 방법)에 대해 서술하게 하였다. 그리고 융합 지식에 대한 문항은 융합 지식의 형태와 습득의 특성(융합 지식의 구조 및 형성 과정)에 대해 서술하게 하였다.

나. 자료 수집 및 자료 분석

최종 수정된 문항에 맞추어 검사지를 작성하고, 초등학교 교사들 중 STEAM 교사 연구회 또는 STEAM 자료 개발과 같이 융합 수업에 대한 경험이나 관심이 있는 교사 28명을 임의 선정하여 이메일 서면 질문 조사를 실시하였다. 교사들의 응답 결과를 종합하여 인식론적 신념의 유형을 융합 수업과 융합 지식의 측면에서 분석하고, 교사들의 인식론적 신념에 관한 프로파일을 작성하였다.

검사 문항 중 융합 수업에 관한 문항(융합 수업의 의미, 필요성과 목표, 교수 방법)의 응답 결과를 Drake and Burns(1994)가 분류한 다학문적 접근, 간학문적 접근, 탈학문적 접근으로 나누어 연역적으로 1차 분석하였다. 1차 분석 결과에서 과학과 다른 교과 간 융합 정도의 구분은 Drake and Burns(1994)가 제안했던 다학문적, 간학문적, 탈학문적 접근의 구분과 맞지 않는 기타로 분류된 경우가 다수 있었다. 이에 1차 분석의 결과를 토대로 범주별로 교사들의 응답 결과들을 종합하고 정리하여 그 범주들의 특징과 융합 정도의 의미를 도출하는 2차 분석을 추가로 실시하였다. 1, 2차 분석 모두 연구자와 과학교육학 박사 1인이 응답 결과를 독립적으로 분석한 후 분석 결과를 서로 비교하였다. 서로 다른 분석 결과를 보인 응답들에 대해서는 두 분석자 간에 논의를 거쳐 재분석하여 합의를 도출하는 방법으로 분석 결과의 타당성과 신뢰성을 확보하였다. 2차 분석의 결과를 근거로 융합 수업에 대한 교사들의 인식론적 신념으로서 비융합적 접근에 해당하는 개별 교과별 접근(수준 0)과 다학문적 융합 사이에 교과 활용적 접근(수준 1)을 추가하였고, 그 뒤로 다학문적 융합(수준 2), 간학문적 융합(수준 3), 탈학문적 융합(수준 4)으로 구분하게 되었다. 각 수준의 의미와 구분 기준을 Table 1에 제시하였다.

검사 문항 중 융합 수업의 소개가 되는 융합 지식 습득의 특성(융합 지식의 구조와 형성 과정)에 관한 문항의 답변을 분석하여 융합 지식에 관한 인식론적 신념을 파악하였다. 과학 교과와 다른 교과를 융합한 지식의 형태가 개별 교과 지식들의 집합체인지 또는 융합의 주제와 관련된 개념들 간의 복잡한 조직체인지에 대한 교사들의 생각은 융합 지식의 구조에 대한 이해를 드러낸다. 또한, 교사가 융합된 형태의 지식을 제공하고 전달하여 학생들이 융합 지식을 습득하게 되는지, 아니면 주제와 관련된 문제를 해결할 때 여러 교과 지식을 활용하는 과정에서 학습자 스스로 융합 지식을 형성하는지에 대한 교사들의 생각은 융합 지식의 형성 과정에 대한 이해를 드러낸다. 이를 도식화하면 Figure 1과 같다. 그림에서 가로축은 융합 지식의 구조에 대한 인식을, 세로축은 융합 지식의 습득 과정에 대한 인식을 나타낸 것이다. 두 축을 기준으로 교사들의 응답을 네 사분면에 배치하고 각각 1~4 수준으로 구분하였다.

Table 1. Types of epistemological beliefs on convergence teaching

수준	수준 0	수준 1	수준 2	수준 3	수준 4
구분	교과별 접근 Disciplinary approach	교과활용적 접근 Discipline-using approach	다학문적 접근 Multidisciplinary approach	간학문적 접근 Interdisciplinary approach	탈학문적 접근 Transdisciplinary approach
의미	각 교과의 개념과 기능을 엄격하게 구분하여 독립적으로 교과 중심의 수업을 구성	한 교과의 학습을 위해 타 교과의 기능이나 방법을 활용하여 수업	각 교과 간 경계를 유지하면서 한 주제를 중심으로 여러 교과의 개념과 기능을 엮어 융합 수업을 구성	여러 교과에 공통된 주제를 해결하기 위해 교과 간에 공통적으로 나타나는 개념과 기능을 중심으로 융합하여 수업	일상생활에서 제기된 문제를 교과의 경계를 허물고, 학습자 중심으로 해결하면서 융합 수업을 구성

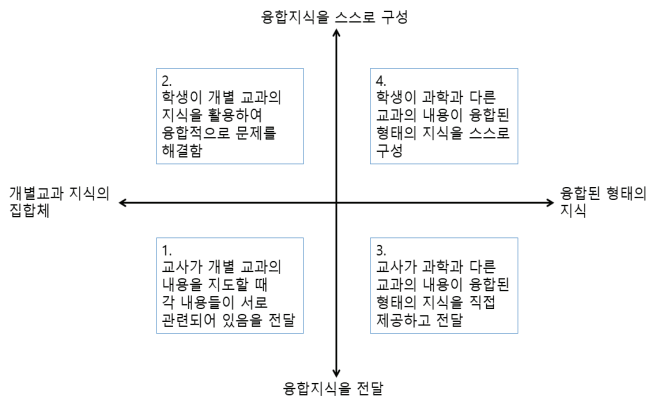


Figure 1. Types of epistemological beliefs on convergence knowledge

다. 인식론적 신념 프로파일

앞서 분석했던 과학과 다른 교과와 융합 수업에서 융합의 정도에 대한 신념과 함께 이 문항이 탐색하는 융합 지식의 구조 및 지식 습득 과정에 대한 신념을 종합하여 교사들이 가진 융합에 대한 인식론적 신념의 프로파일을 시각화하여 정리하였다. 인식론적 신념 프로파일은 융합 수업에 대한 신념과 융합 지식 습득의 특성에 대한 신념을 함께 고려하였다.

과학교육 연구자가 개발한 융합적 과학 수업이 교사들이 가진 융합 수업 및 융합 지식에 인식론적 신념과 부합하는지, 그리고 실제로 학교에서 실현 가능한지, 그 실효성은 어느 정도인지 등은 현직 교사가 실제로 수업을 실행해 보아야 알 수 있다. 이때 융합 수업을 실행하는 교사는 융합 수업이 도출된 배경에 대한 이해가 충분해야 하고, 현재 초등 교사들이 가지고 있는 융합에 대한 인식론적 신념의 수준을 대변할 수 있는 정도의 유사한 신념 체계를 가지고 있어야 할 것이다. 검사에 응답한 초등 교사의 융합 지식과 융합적 과학 수업에 대한 인식론적 신념 프로파일은 뒤에 소개할 융합적 과학 수업 실행에 대한 자기 연구의 참여자로서 “나”의 위치가 초등 교사의 융합 수업에 대한 인식론적 신념 수준을 대변할 수 있는지 여부를 판단하는 기준으로 활용되었다.

2. 융합적 과학 수업 실행에 대한 자기 연구

자기 연구는 자신의 실행을 연구함으로써 개인의 교육적 신념과 가치를 되짚어 보고, 신념과 실행 사이의 간극이나 연관성, 또는 실행의 양상에서 파생되는 문제점을 파악하여 실천적 지식을 형성하는데 유용한 방법이다(Hamilton & Pinnegar, 1998). 자기 연구를 수행하기 위한 특정 절차가 존재하는 것은 아니지만, 이 연구에서는 Park and Kim(2017)이 제시한 자기 연구의 일반적인 절차인 ‘연구 문제 정립 - 자기 연구 실행 - 자료 분석 - 표현 및 글쓰기’의 과정을 따랐다.

가. 연구 문제 정립

앞서 서론에서 이 연구의 전체적인 목적을 밝혔으며, 그 중에서 융합적 과학 수업 실행에 대한 자기 연구를 통해 해결하고자 하는

구체적인 연구 문제를 아래와 같이 정립하였다.

- 1) 융합적 과학 수업을 실천하는 나의 융합 지식 및 융합 수업에 대한 인식론적 신념은 무엇인가?
- 2) 가족 유사성에 근거한 융합 과학 수업을 실행하는 나의 인식론적 신념과 실행의 간극은 무엇인가?
- 3) 나의 실행 사례를 근거로 융합적 과학 수업의 실현 가능성은 어느 정도인가?

나. 자기 연구 실행

1) 자기 이해하기

자기 연구에서는 자기 자신이 연구 대상이며 동시에 연구 주체가 된다(Samaras & Freese, 2006). 본 연구에 초점을 둔 대상은 ‘융합 수업을 실행하는 나’이다. 자기 연구 실행의 첫 번째 단계로서 ‘자기 이해하기’는 이 연구에서 융합적 과학 수업의 실현 가능성을 검토하기 위한 자기 연구의 참여자로서 “나”의 적합성 여부를 판단하고, 자기 연구의 대상이자 참여자인 “나”에 대한 인식을 객관적으로 드러내는 과정으로서 진행되었다. 먼저 앞서 조사했던 초등 교사의 융합 지식과 융합 수업에 대한 인식론적 신념 검사 문항을 다른 초등교사보다 먼저 내가 나의 응답지를 솔직하게 작성하였다. 나의 융합 수업 및 융합 지식에 대한 인식론적 신념을 조사 연구에 참여한 초등 교사들의 인식론적 신념 프로파일과 비교하여 자기 연구의 대상자로서 나의 적합성 여부를 판단하였다.

2) 융합 수업 계획하기

물체의 빠르기 주제를 중심으로 수학, 체육, 그리고 과학 교과 간의 가족 유사성에 근거하여 개념 요소 간 계열성과 융합 지식의 내용과 체계의 특징을 조사했던 Lee and Jhun(2018)의 연구 결과를 활용하여 물체의 빠르기 주제에 대한 수업 모듈을 개발하였다. Lee and Jhun (2018)은 물체의 빠르기라는 단일 개념에 대하여 과학, 수학, 체육 교과에서 학습의 목표, 탐구과정 및 방법의 측면에서 가족 유사성 접근을 시도하였다. 세 교과에서 물체의 빠르기와 관련된 단원(5학년 과학 교과와 물체의 빠르기 단원, 3학년 수학 교과와 시간과 길이 단원과 6학년 비와 비율 단원, 3학년 체육 교과와 속도 도전 단원)에서 개념화 과정의 유사성을 근거로 각 단원 내용 간에 융합의 지점을 파악하였으며, 각 단원의 학습 결과와 학습 활동의 유사성을 토대로 세 교과와 단원에서 다루는 개념 요소 간의 계열성을 파악하여 학습 활동의 유형을 인식론적 실행의 성격에 따라 구성한 융합 지식 체계를 제시하였다. 본 연구에서는 Lee and Jhun(2018)이 제시한 융합 지식 체계에 맞추어 수업을 세 모듈로 구체화하였다. 개발한 수업 모듈은 총 12차시의 수업으로 준비하였으며, 각 차시별 학습 주제는 Table 2와 같다. 이 수업 모듈 개발의 배경과 구성 내용은 앞서 Table 1에서 구분한 융합의 수준 구분 기준에 의하면, 여러 교과에 공통된 주제를 해결하기 위해 교과 간에 공통적으로 나타나는 개념과 기능을 중심으로 융합하여 수업하는 간학문적 융합 수업의 형태에 해당한다고 볼 수 있다.

Table 2. Lists of teaching plans for each module

모듈 [학습주제]	차시	학습 활동	장소
1 물체의 위치와 운동 표현하기	1	<ul style="list-style-type: none"> 지도에 나타난 거리를 측정하고 거리의 단위 사용하기, 길이의 합과 차 활용하기 위치를 표현하기 위한 요소를 이해하고, 지도를 보고 위치 표현하기 	교실
	2	<ul style="list-style-type: none"> 제시된 정보를 이용하여 시간의 합과 차 구하기, 시간을 측정하고, 단위를 사용하여 정확하게 표현하기 운동의 의미를 이해하고, 운동 표현하기 	교실
2 물체의 빠르기 비교하기	3~4	<ul style="list-style-type: none"> 1분 동안 빠르게 달려 공주머니 옮기기 공주머니 개수와 이동 거리 사이의 관계를 나타내기 일정한 시간동안 이동한 물체의 빠르기 비교하기 	운동장 교실
	5~6	<ul style="list-style-type: none"> 일정한 거리를 달린 기록 측정하기, 빠르게 달리는 방법 찾기 일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기 비교하기 	운동장 교실
	7~8	<ul style="list-style-type: none"> 이동 거리와 걸린 시간의 관계를 비로 나타내기 이동 거리와 걸린 시간이 모두 다를 때 빠르기 비교하기 	교실
3 속력 문제 해결하기	9~10	<ul style="list-style-type: none"> 이동 거리와 걸린 시간의 비를 비율로 나타내고 계산하기 속력의 의미를 이해하고, 속력 계산하기 	교실
	11~12	<ul style="list-style-type: none"> 빠르게 달리는 방법을 적용하여 우리반 체육대회에 도전하기 속력 비교하기 	운동장

3) 수업 실행 및 자료 수집하기

이 단계에서는 가족 유사성 분석에 근거하여 작성된 융합 수업 과정안을 토대로 연구자가 지도하는 서울의 초등학교 5학년 3개 학급 학생들을 대상으로 연구자가 직접 수업을 실행하였다. 12차시 수업은 모두 비디오로 녹화하였다. 녹화 방식은 교실 뒤에 비디오카메라를 두고 전체적인 수업 장면을 촬영하는 방식을 선택하였다. 일반적으로 자기 연구는 연구자가 자신의 실천을 이해하는데 도움이 되는 증거로 수업 반성일지, 수업 기록물과 같은 텍스트를 주로 활용한다(Hoban *et al.*, 2007; Tidwell *et al.*, 2009). 자기 연구는 자신에게 초점을 맞춘 교육적 상황에 대한 탐구이므로(Samaras & Freese, 2006), 이 연구에서도 연구자인 내가 처한 상황, 맥락, 감정, 생각, 경험을 담아낸 반성적 수업 일지를 주된 분석의 대상으로 삼았다. 따라서 매 차시 수업 계획 및 수업을 실시하고 난 후, 나는 수업 중 학생들의 반응 및 교사의 실행 과정에 대해 반성적 수업 일지를 작성하였다. 또한, 개인의 수업 일지만 의존하는 경우 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 확보하기 어려우므로 수업을 촬영한 영상과 학생들의 활동지를 보조 자료로 활용하였다. 자기 연구의 주요 데이터는 교사인 나에 대한 것이므로 학생들이 생산한 데이터는 연구의 주요 관심 대상은 아니지만, 나의 수업에 대해 학생들의 반응과 학습 상황을 파악하는데 필요한 정보를 얻기 위하여 일부 차시에서 학생들이 작성한 활동지와 대화 내용도 보조 자료로 활용하였다. 자기 연구는 자신의 실행을 연구의 대상으로 삼지만, 비판적 동료론을 통한 외부자의 해석으로 연구의 신뢰성과 타당성을 향상시킬 수 있다(Samaras, 2011). 이 단계에서 나는 학년 학생들의 상황과 맥락을 잘 이해하고 있는 5학년 담임 교사 3인을 비판적 동료 그룹으로 선정하고 그들과 함께 수업 지도안에 대한 검토 작업을 수행하였다. 1차 분석한 내용은 이후 비판적 동료 3인과의 수업 비평 모임을 실시한 결과와 비교하여 함께 검토함으로써 분석 결과의 타당성을 확보하였다. 융합 수업을 계획하고 실행한 과정에 대한 자세한 기술은 연구 결과로 제시한다.

다. 자기 연구의 자료 분석

자기 연구로서 자료 분석은 ‘융합적 과학교육에 대한 나의 교육적

가치와 신념 파악 - 융합 수업의 계획 및 실행 양상 분석 - 가족 유사성에 근거한 융합 수업의 실현 가능성 검토’의 순서로 진행되었다. 융합 과학교육에 대한 나의 교육적 가치와 신념은 검사 질문에 대한 나의 응답지, 수업과정안에 대한 나의 자기 분석, 수업 일지에 담긴 나의 인식론적 신념 부분을 종합하여 분석하였다. 이를 통해 융합 수업과 융합 지식에 대한 나의 인식론적 신념 수준을 파악하였다.

융합 수업의 실행 양상 분석을 위해 주요 자료로 반성적 수업일지를 분석하였다. 수업 일지를 반복적으로 읽으면서 가족 유사성에 근거한 융합 수업의 실현 가능성을 검토하였다. 수업을 실행하는 동안에 나의 인식론적 신념이 드러나는 부분과 그것이 융합 수업에 적용되는 과정에서 융합 수업과정안의 원래 의도와 잘 부합하는지 또는 어떤 문제점이 발생하는지, 그리고 그것이 어떻게 전개되고 해소되는지를 중심으로 분석하였다. 반성적 수업일지를 분석한 후, 수업 동영상 촬영 장면 중 융합 수업의 중요 요소와 관련된다고 생각되는 부분을 발췌하여 분석 결과를 보완하였다. 내가 분석한 결과 및 관련 데이터가 이 연구에서 융합수업을 기획하고 준비할 때부터 같이 협의했던 과학교육학 박사 1인에게 사후 검토를 의뢰하였다. 이는 자기 연구가 주관적인 분석에 빠질 수 있는 위험성을 해소하는 동시에 분석 결과와 근거 데이터 간의 관계를 확보하여 분석 결과의 신뢰가능성(trustworthiness)을 확보하기 위함이었다. 과학교육학 박사의 검토 내용은 나의 분석 결과와 대부분 일치하였으나, 수업 일지에 대한 분석은 나의 주관적인 해석이 들어갈 수 있다는 의견이 있어서 수업 일지를 과학교육학 박사와 함께 다시 검토하여 분석 결과에 합의를 도출할 수 있게 하였다.

라. 자기 연구 결과의 표현 및 글쓰기

이 연구에서 자기 연구의 결과 표현은 내러티브적 글쓰기 형태를 선정하였다. 내러티브는 자신의 이야기를 특별한 형식 없이 서사적으로 제시하면서 그 안에서 자기의 실행을 반성하고 성찰한 내용을 해석적으로 풀어가는 개방성이 있다(Connelly & Clandinin, 1990). 따라서 융합 교육의 실행 과정에서 나타나는 문제점, 나의 신념과의 실행의 간극, 융합 교육 실행의 가능성에 초점을 두고 중요한 장면을 중심으로 내러티브적이며 해석적인 글쓰기로 표현하였다.

III. 연구 결과

초등교사의 융합 지식과 융합 수업에 대한 인식론적 신념을 조사했던 연구 결과와 융합적 과학 수업을 실행했던 나에 대한 자기 연구의 결과를 차례대로 기술하여 가족유사성에 근거한 융합 과학 수업의 실행 가능성에 대해 제시한다.

1. 융합적 과학수업에 대한 초등교사의 인식론적 신념 수준

융합 수업을 학교 현장에 효과적으로 정착시키는데 필요한 조건으로서 교사들의 융합 수업과 융합 지식에 대한 인식론적 신념을 조사하고, 그것이 융합 수업에 적용될 융합 지식 체계와 어느 정도 부합하는지 비교하기 위하여 조사 연구가 진행되었다. 앞서 연구 방법에서 제시한 것처럼 융합 수업과 융합 지식에 대한 검사 문항의 응답 결과를 토대로 융합의 의미, 필요성, 목표, 교수 방법과 관련된 초등교사의 인식론적 신념의 수준을 Figure 2에 제시하였다. 그림에서 가로축은 응답한 교사를 번호로 표시하였고, 세로축은 융합의 의미, 필요성, 목표, 교수방법에 대해 각 교사들이 생각하는 융합의 방식에 따라 교과별 접근(0), 교과활용적 접근(1.0), 다학문적 접근(2.0), 간학문적 접근(3.0), 탈학문적 접근(4.0)을 나타낸다. 응답에 참여한 교사 중 융합의 의미, 필요성, 목표, 교수방법 중 응답하지 않은 항목이 있는 경우 그 항목은 표시하지 않았다.

Figure 2에 표시된 4가지 영역에 대한 응답을 종합하여 각 교사가 가진 융합 수업에 대한 인식론적 신념의 수준을 분류하였다. 예를

들어 T8 교사의 경우 모든 응답에서 탈학문적 접근(4.0)의 인식을 나타내므로 이 교사는 ‘수준 4’로 분류하였다. 그러나 T1 교사와 같이 4개의 영역에서 인식의 수준이 동일하지 않은 경우 대체적 경향성을 판단하였다. T1 교사는 의미, 목표, 방법의 3개 영역에서 다학문적 접근(2.0)을 보이고, 필요성 영역에서는 간학문적 접근(3.0)을 보였다. 평균은 2.25로 대부분이 다학문적 수준에 해당하여 ‘수준 2’로 분류하였다. 또, T17 교사와 같이 인식론적 신념 수준이 3단계 이상 여러 수준에 걸쳐 나타나는 경우 혼합된 신념으로 분류하였다. Table 3은 융합 수업에 대한 초등교사의 응답 결과를 종합하여 인식론적 신념 수준에 따라 분류한 결과이다. 수준을 0~4단계로 분류하였는데, 이때 수준을 나타내는 숫자는 수준이 낮고 높음이 아니라, 융합의 방식에 대한 이해 정도를 나타낸 표현이다. 교사들이 가진 융합 수업에 대한 인식론적 신념을 융합 방식의 수준에 따라 분류한 결과, 교과별 접근의 융합을 지향하는 교사는 3명, 교과활용적 접근의 융합을 지향하는 교사는 7명, 다학문적 융합을 지향하는 교사는 6명, 간학문적 융합을 지향하는 교사는 3명, 탈학문적 융합을 지향하는 교사는 4명, 일관된 패턴이 나타나지 않은 혼합된 형태의 융합의 정도를 나타내는 교사는 5명이었다. 연구에 참여했던 초등 교사들의 융합 수업에 대한 인식론적 신념은 대부분 과학 교과와 다른 과목을 달성하기 위해 다른 과목의 내용이나 활동을 도입하여 활용하는 교과 활용적 접근(수준 1, 25%) 또는 주제 중심으로 다양한 과목을 엮는 다학문적 접근(수준 2, 21.4%)의 융합을 지향하고 있었다.

한편, 각 교사들이 가진 융합 지식에 대한 신념을 추가로 분석하였다. 융합 지식에 대한 신념은 융합 지식의 구조와 그 지식의 습득

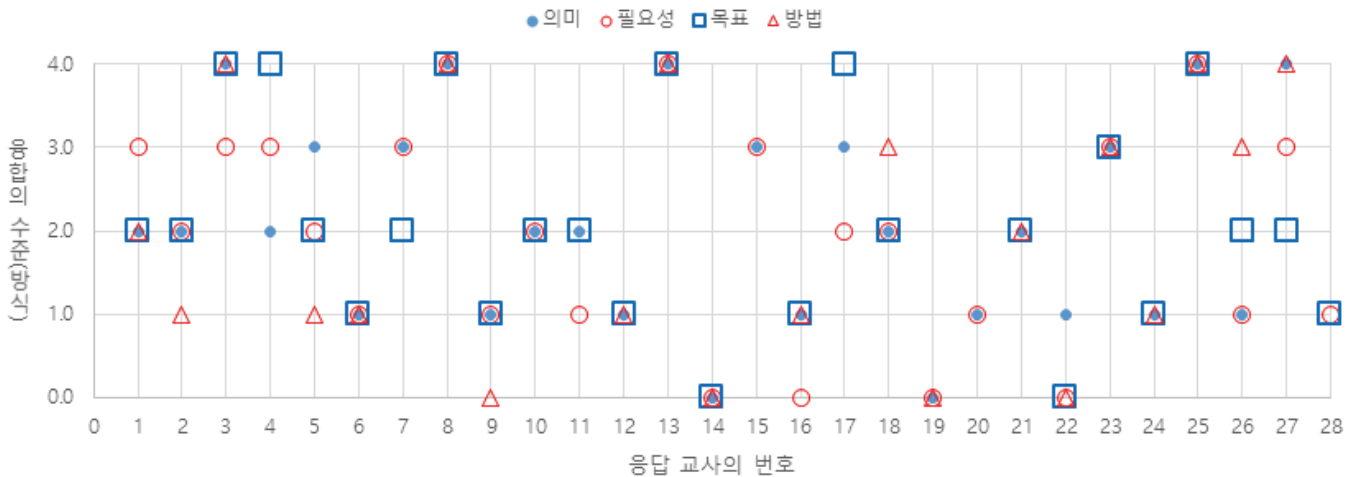


Figure 2. Level of teachers' epistemological beliefs on convergence teaching

Table 3. Frequencies of the types of epistemological beliefs on convergence teaching

구분	수준 0: 교과별 접근	수준 1: 교과활용적 접근	수준 2: 다학문적 접근	수준 3: 간학문적 접근	수준 4: 탈학문적 접근	혼합된 신념
인원	3명(10.7%)	7명(25.0%)	6명(21.4%)	3명(10.7%)	4명(14.3%)	5명(17.9%)

Table 4. Frequencies of the types of epistemological beliefs on convergence knowledge

구분	수준 1	수준 2	수준 3	수준 4
구분	교사가 개별 교과와 다른 과목의 내용을 지도할 때 각 내용들이 서로 관련되어 있음을 전달	학생이 개별 교과와 다른 과목의 지식을 활용하여 융합적으로 문제를 해결함	교사가 과학과 다른 과목의 내용이 융합된 형태의 지식을 직접 제공하고 전달	학생이 과학과 다른 과목의 내용이 융합된 형태의 지식을 스스로 구성
인원	0명(0%)	25명(89.3%)	3명(10.7%)	0명(0%)

과정에 관한 것이다. 즉, 지식의 구조가 단순히 개별 교과 지식의 집합 체인지 아니면 그 이상의 융합된 형태의 지식인지 또, 융합 지식의 습득 과정이 교사가 전달하는 것을 습득하는 것인지 아니면 학습자 스스로 융합하여 형성하는 것인지에 관한 신념이다. 융합지식의 구조에 대한 차원과 융합 지식의 습득 과정에 대한 차원을 종합하여 융합 지식에 대한 신념을 4가지 수준으로 분류하고, 교사들의 응답이 어느 유형에 해당하는지 분석하였다. 분석한 결과는 Table 4과 같다.

융합 지식과 관련하여서는 25명(89.3%)의 교사가 '수준 2'를 나타내었다. 즉, 대부분의 교사가 융합 지식은 개별 교과 지식의 집합체로서 이는 학생들이 스스로 문제를 해결하는 과정에서 구성한다는 인식론적 신념을 지니고 있었다. 일부 3명(10.7%)의 교사가 융합된 새로운 형태의 지식을 교사가 직접 제공하고 전달한다는 '수준 3'의 신념을 지니고 있었다.

교사들의 융합 수업에 대한 신념을 융합 지식에 대한 신념과 함께 표현하여 종합적인 인식론적 신념의 양상을 Figure 3에 제시하였다.

Figure 3에서 그래프의 세로축은 융합 수업과 융합 지식에 대한 인식론적 신념의 수준을 함께 표시한 것이다. 즉, 검사 질문 중 융합의 의미와 필요성, 목표, 교수 방법에 대한 교사들의 응답을 융합의 수준(0~4)에 따라 점수를 부여하고 그 점수들을 평균한 값과 융합 지식의 구조와 습득 과정에 대한 교사들의 응답을 분석하여 수준별로 표시한 값을 같은 축에 표시하였다. 가로축은 응답한 교사의 번호를 나타내어 각 교사가 가진 융합 수업과 융합 지식에 대한 인식이 어느 수준에 위치하는지 알 수 있게 하였다. 작은 점(·)은 각 교사들의 융합 수업에 대한 인식론적 신념을 융합의 정도에 따라 분석한 평균값의 위치를, □는 융합 지식에 대한 인식론적 이해를 나타낸 것이다. 예를 들면 교사 T8은 융합 수업을 기준으로 보면 4.0 즉, 탈학문적 융합을 지향하며, 융합 지식을 기준으로 보면 2.0 즉, 융합 지식을 개별 교과 지식의 집합체로 보면서 이것을 활용하여 학생들이 스스로 문제를 해결하게 하는 구성주의적 접근의 인식론적 신념을 가진 것에 해당한다. 응답 교사의 번호에 ◇ 표시가 된 교사는 융합 수업과 융합 지식에 대해 여러 수준이 혼합된 신념을 가진 사례에 해당한다. 예를 들면, 교사 T26은 Figure 2에 제시한 것처럼 융합의 의미, 필요성, 목표, 방법 등 융합 수업에 대한 인식은 여러 수준이 혼합된 형태의 신념을 가지고 있지만, 융합 지식에 대해서는 2.0 수준인 학생이 개별 교과의

지식을 활용하여 문제를 해결하는 것으로 이해하고 있음을 표현하였다.

이와 같은 방법으로 연구 참여 교사들(T1~T28)의 융합에 대한 인식론적 신념의 프로파일을 작성하였다. 연구 참여 교사들의 융합 수업에 대한 인식론적 신념 프로파일은 교과활용접 접근(1.0)과 다학문적 접근의 융합(2.0)을 지향하는 사례가 상대적으로 많았다. 반면, 융합 지식에 대해서는 3명(T3, T4, T20)을 제외한 모든 교사들이 융합 지식의 구조를 개별 교과 지식의 집합체로 인식하고, 융합 지식은 개별 교과의 지식을 활용하여 학생 스스로 문제를 해결하는 과정에서 습득한다는 관점을 가지고 있었다.

Park et al.(2013)에 의하면, 간학문적 수준의 융합 과학수업을 위해서는 과학 교과의 단원과 융합되는 다른 교과의 단원 간에 공통적인 학습 요소를 파악하여 이를 근거로 간학문적인 개념이나 기능을 탐색하는 것이 필요하다고 하였다. 또한, 탈학문적 수준의 융합 과학수업을 위해서는 교과나 교사 중심의 프로그램보다는 학생들이 자신의 요구와 필요, 흥미를 기반으로 융합 수업의 주제를 선택하게 하는 학생활동 중심의 프로젝트 학습 방법이 더 확대될 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다고 하였다(Park et al., 2013). 그러나 이 연구에서 조사한 결과와 같이 많은 초등 교사들의 융합 수업에 대한 인식론적 신념의 수준은 교과 활용적 접근이나 다학문적 접근의 융합을 보이고 있다. 그러므로 이 연구에서 실행하려는 가족 유사성에 근거하여 구성된 융합 지식 체계 및 융합 수업 프로그램과 같은 간학문적 접근 방식의 융합 수업을 교사들에게 제시한다면 이를 실행하는 교사들은 자신의 신념과 실행 사이에 간극을 느낄 수 있다. 이러한 상황은 가족 유사성에 근거한 융합 수업 프로그램이 초등학교 현장에서 그 의미에 맞게 간학문적 융합의 형태로 실현될 수 있을 것인가에 대한 신중한 고려가 필요함을 말해준다.

2. 융합적 과학수업 실행에 대한 자기연구 사례

과학, 수학, 체육 교과 간의 가족 유사성에 근거한 물체의 빠르기 주제의 융합적 과학 수업은 융합 지식 체계 및 융합적 인식 과정을 토대로 한 간학문적 접근의 융합 수업 프로그램에 해당한다. 그러나 앞서 연구 결과와 같이 이 연구에 참여했던 초등 교사들의 융합 지식 및 융합 수업에 대한 인식은 간학문적 접근에 이르지 않고 있다. 따라

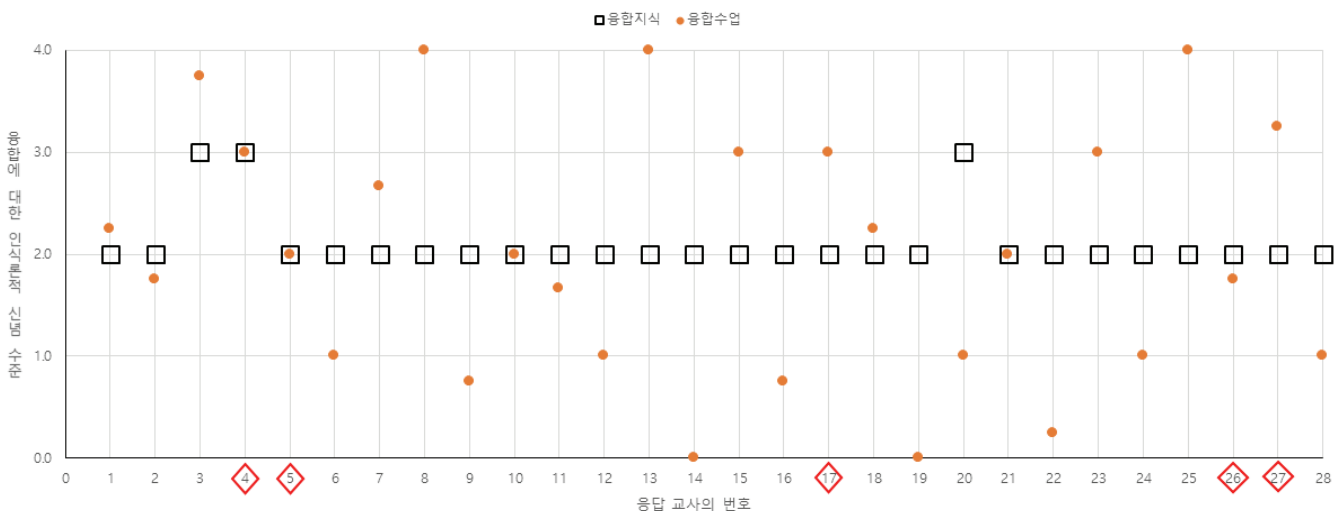


Figure 3. The aspects of elementary teachers' epistemological beliefs on convergence teaching and knowledge (Boxes for convergence knowledge, dots for convergence teaching)

서 간학문적 융합 수업의 실행 가능성 여부를 판단하기 위해서는 교사가 실제로 수업을 실행하여 파생되는 문제점을 파악해 보아야 할 수 있다. 이 때 융합 수업을 실행하는 교사는 융합 수업이 도출된 배경에 대한 이해가 충분하고, 현재 초등 교사가 가지고 있는 융합에 대한 인식론적 신념의 수준과 유사한 신념 체계를 가지고 있어서 간접적으로나마 초등 교사를 대표할 수 있어야 한다. 이를 위해 두 번째 연구로서 연구자이자 교사인 ‘나’는 융합 지식과 융합 수업에 대해 어떤 인식론적 신념을 가지고 있는지 분석하였다. 앞선 연구 결과에 제시한 초등 교사의 융합 지식과 융합 수업에 대한 인식론적 신념 프로파일은 자기 연구의 참여자로서 “나”의 위치가 초등 교사의 융합 수업에 대한 인식론적 신념 수준을 대변할 수 있는지 여부를 판단하는 기준으로 활용되었다. 또한, 자기 연구로서 내가 수행하는 융합적 과학 수업의 양상을 반성적으로 검토하면서 교사인 ‘나’의 신념과 실천 사이의 간극에서 파생되는 문제점은 무엇인지, 그리고 그 간극을 어떻게 극복할 수 있는지 살펴보고 가족 유사성에 근거한 간학문적 융합 수업이 학교 현장에 실행 가능한지 여부를 조사하였다.

가. 자기 이해하기: 융합 지식과 융합 수업에 대한 나의 인식론적 신념

자기연구의 참여자로서 나는 아래와 같은 배경 요인을 가지고 있다.

“나는 초등학교 교사이며, 연구를 수행할 당시 5학년 과학 교과 전담 교사를 맡고 있었다. 동시에 대학원에서 초등과학교육 전공의 박사과정에 재학 중인 연구자였다. 나는 교육대학교에서 과학 심화전공을 졸업하였고, 이후 대학원에 진학하여 교사의 수업 전문성에 관한 연구 및 여러 가지 과학교육 자료 개발 연구에 참여하였다. 나의 교직 경력은 14년이며 연구자와 교사의 경력을 동시에 쌓았다. 학창시절 융합 수업을 경험하거나, 예비교사교육시절 융합에 관련된 강의를 수강한 경험은 없다. 교사가 된 이후, STEAM 교육이 확산될 당시 STEAM 교육에 대한 연수를 이수한 경험이 있으며, STEAM 교육자료를 개발하고 적용한 경험이 2회 있다.”

연구자이자 교사인 나는 융합 수업 및 융합 지식에 관하여 어떤 인식론적 신념을 가지고 있는지 조사하기 위하여 앞서 연구에 참여한 초등 교사들에게 실시했던 검사지와 동일한 검사 문항에 대해 직접 응답하였다. 다른 교사의 응답에 영향을 받을 수도 있으므로, 다른 교사들에게 응답을 요청하기 전에 나는 미리 응답을 작성하여 나에 대한 데이터를 수집하였다.

나는 융합의 의미에 대해서 ‘어떤 현상에 대해 폭넓게 생각할 수 있게 해주며, 실생활 문제 해결을 위해 여러 교과 지식 활용하고 연결 짓는 것’이라고 인식하였다. 즉, 하나의 현상을 바라볼 때 다양한 측면을 생각할 수 있도록 하고, 어떤 주제를 중심으로 여러 교과의 지식을 연결하고 활용하여 문제를 해결하는 것으로 이해하는 이른바 다학문적 융합(수준 2)에 해당하는 인식론적 신념을 가지고 있다.

(의미) 요즘 융합 수업이 대세라고는 하지만, 과학시간에 글쓰기를 하고, 그림으로 표현하고 하는 것들이 융합의 본질은 아니라는 생각이 든다. 현실 세계가 분과적으로 접근하여 이해하기에는 충분하지 않는데 동의한다. 코끼리의 발만 보고 코끼리 전체의 모습을 알 수 없듯이 어떤 현상을 해석하고 이해하는데도 다양한 측면에서 폭넓게 생각할 수 있어야 하며, 이러한

관점과 사고를 키워주는 것이 융합이라고 생각한다. 따라서 실생활 문제를 해결하기 위해 여러 교과의 지식을 활용하여 이를 연결하여 문제를 해결할 수 있도록 하는 것이 융합이라고 생각한다.

융합 교육의 필요성에 대해 나는 융합 교육이 필요하긴 하지만 초등학교 단계에서는 교과의 기초적인 내용에 대한 기본 교육이 더 중요하다고 생각하였다. 융합의 기반이 되는 기초 지식이 중요하며, 기초 지식이 없이는 융합이 불가능함을 강조하였다. 창의성이 아무것도 없는 상태에서 발현되기 어려운 것처럼 융합 역시 기본이 되는 교과 지식을 이해하고 있어야 이들을 문제 해결 상황에서 연결하여 생각하는 힘이 생긴다고 보았다. 그렇다고 해서 융합이 필요함을 부정하지는 않는다. 초등학교 단계에서 학생 스스로 융합의 연결을 만들어내는 것은 어렵기 때문에 융합적으로 사고하는 경험 또는 융합적 관점을 가지기 위해 융합 교육이 필요하다고 생각한다. 각 분과별 지식이 필요함을 강조한 점, 그리고 이들을 하나의 문제 상황에서 연결하여 활용하는 융합적 사고가 중요함을 언급한 것은 융합의 필요성에 대해 다학문적 융합(수준 2)에 해당하는 인식론적 신념을 가지고 있다고 볼 수 있다.

(필요성) 실생활의 복잡한 문제를 해결해나가기 위해서는 융합이 필요하긴 하다. 그러나 초등학교 단계에서는 아직 기초적 지식이 제대로 형성되어 있지 않기 때문에 무조건 융합을 하는 것은 바람직하지 않은 것 같다. 창의성 교육과 융합은 어떤 면에서 비슷한 측면이 있는 것 같다. 창의성도 아무 기반 없이 그냥 새로운 것을 만들어보라고 하여 생기는 것이 아닌 것처럼, 융합도 각 교과에 대한 기본적 이해가 부족하다면 융합적으로 생각하고, 문제를 해결할 수 있는 안목도 기를 수 없는 것 같다. 그러나 기본 지식이 있다고 하여 융합적으로 사고할 수 있는 것을 담보하지 않기 때문에 학생들에게 융합적인 경험을 시켜주는 것도 필요하다. 실생활 자체가 융합되어 있고, 융합된 사회에서 살아가야 하기 때문에 융합적 관점을 가질 수 있도록 하는 것은 필요하다.

나는 융합 교육의 목표를 ‘융합적으로 사고하는 방법’을 습득하는 것으로 보고, 융합 교육을 통해 여러 가지 지식을 연결하여 상황에 맞게 유연하게 사고할 수 있는 힘을 길러주려 주는 것이 중요하다고 생각한다. 한 가지 주제를 다양한 교과의 측면에서 살펴보고 여러 지식을 유연하게 활용하는 것을 지향하는 점에서는 다학문적 융합(수준 2)에 해당한다.

(목표) 융합 지식이라는 어떤 탈학문적 실체가 있다기보다는 한 가지 문제를 해결할 때 여러 측면에서 살펴보고, 그때 그때 상황에 맞게 유연하게 기존 지식들을 꺼내어 활용할 수 있는 융합적 사고력을 길러주는 것이 융합 교육의 목표라고 생각한다.

또한, 융합 교육의 방법적 측면으로는 ‘공통의 주제 선정’을 중요하게 언급하였다. 공통된 주제나 개념을 학습하기 위해서 여러 교과의 개념이나 방법을 도입하고, 교과 간에 연관된 개념이나 방법을 활용하여 학습해야 한다는 점에서 간학문적 융합(수준 3)에 해당하는 인식론적 신념을 가진 것으로 볼 수 있다. 그러나 한 가지 주제를 다양한 교과의 측면에서 살펴보고 여러 지식을 유연하게 활용하는 것을 지향한다는 점에서는 다학문적 융합(수준 2)에 해당하는 인식론적 신념을 동시에 나타내기도 한다.

(방법) 여러 과목의 성취기준을 아우를 수 있는 관통하는 주제를 선정하는 것이 선행되어야 한다. 공통된 주제나 개념을 기반으로 과학의 개념을 이해하기 위해서 수학적 방법이나 개념을 도입하거나, 수학적 개념을 이해하기 위해서 과학의 개념이나 방법을 도입하여 학생들에게 이해의 지평을 넓혀주는 것이 필요하다. 또한 공통된 특성뿐만 아니라 다른 측면도 간과해서는 안된다. 같은 현상을 바라보더라도 각 과목마다 추구하는 것이 다르기 때문에 한 가지 현상에 다양한 관점을 포괄하여 볼 수 있도록 해야 한다.

융합 지식에 대해서는 개별 교과 지식의 학습하여 학생 스스로 융합적 문제를 해결하는 과정에서 융합된 지식을 구성한다는 신념을 가지고 있었다. 내가 처음 떠올린 융합 지식의 이미지는 여러 학문이 결합하여 창출한 새로운 지식 체계였다. 그러나 이에 대한 구체적인 예시를 떠올리기가 어려웠고, 내가 가진 융합 지식의 이미지가 다소 추상적인 느낌이 들었다. 따라서 나는 융합 지식을 개별 교과 지식이 결합된 집합체로 이해하는 것이 타당하며, 이 결합은 어떤 문제 해결 상황에서 연결되는 것이라는 인식을 가지고 있다고 판단하였다. 또, 학생들이 스스로 융합 지식을 구성하여 습득해야 한다는 관점을 가지고 있으나, 그 선행 조건으로 교사의 도움이 필요하다고 생각하였다.

(지식의 구조) 융합 지식이라고 하였을 때, 흔히 이야기하는 개별 교과 지식 이상의 무엇, 개별 교과 지식이 화학적 결합을 하여 창출한 새로운 지식 체계라는 말이 떠오르는 한다. 그러나 그것이 실제적으로 무엇이라고 구체적으로 진술해보라고 하면 예를 들어 서술하기 어렵다. 그래서 융합 지식이라고 하면 개별 교과 지식을 기반으로 문제 상황에서 필요한 지식들의 결합체 정도라고 생각할 수 있을 것 같다.

(지식의 습득 방법) 융합 지식은 교사가 학생들에게 경험하게 해주지 않는다면, 특히 초등 학생이 스스로 결합하여 사고하는 것은 어려운 것 같다. 그러나 교사가 제공해 주는 경험이 학생 중심의 활동이어야 하며, 그 활동 속에서 학생이 스스로 여러 가지 지식을 결합하여 문제를 해결해 보는 경험이 되어야 할 것이다.

종합하면, 물체의 빠르기 주제의 융합 수업을 실행하려는 교사이자 연구자인 나는 융합 수업에 대하여 ‘다학문적 융합(수준 2)’을 지향하는 인식론적 신념을 가지고 있으며, 융합 지식에 대하여 ‘수준 2’인 개별 교과 지식의 집합체로서 융합 지식을 생각하며, 융합 지식의 습득은 학생들이 개별 교과 지식의 활용하여 융합적 문제를 해결함으로써 생성될 수 있다는 인식론적 신념을 지니고 있다. 이러한 신념의 양상은 앞서 조사했던 초등 교사들의 대체적인 인식론적 신념의 수준과 크게 다르지 않았다.

다음 절에서는 다학문적 접근의 융합에 대한 인식론적 신념을 가진 교사로서 연구자인 내가 가족 유사성에 근거하여 물체의 빠르기 주제에 대한 간학문적 접근의 융합 수업을 실행하는 양상을 조사하여 그 실효성을 검토한 결과를 제시한다. 또, 융합 지식에 대한 인식론적 신념이 실제 수업 실행 과정에서 어떻게 반영되는지를 파악하여 융합적 과학 수업의 실행 가능성에 대해 자세히 기술한다.

나. 자기연구의 실행 및 자료 분석 결과: 물체의 빠르기 주제에 대한 융합 수업 계획과 실행의 사례

융합 수업의 계획 및 실행은 5학년 과학 교과의 물체의 빠르기 단원, 3학년 수학 교과의 시간과 길이 단원과 6학년 비와 비율 단원,

3학년 체육 교과의 속도 도전 단원을 대상으로 하였다. 수학, 체육, 그리고 과학 교과 간의 가족유사성에 근거하여 개념 요소 간 계열성과 융합 지식의 내용과 체계의 특징을 규명했던 Lee and Jhun(2018)의 연구 결과를 활용하여 ‘물체의 위치와 운동 표현하기, 물체의 빠르기 비교하기, 속력 문제 해결하기’ 세 개의 수업 모듈로 나누어 총 12차시의 수업을 준비하여 진행하였다. 이 중에서 수학, 과학, 체육의 융합이 두드러지게 드러나는 두 번째 모듈과 세 번째 모듈을 연구 결과로 제시한다.

1) 물체의 빠르기 비교하기 [모듈 2]

모듈 2는 체육 활동이 전체적 맥락을 제공하게 구성하였다. 두 번째 모듈의 핵심 내용은 과학에서 속력의 의미, 수학에서 비와 비율을 적용한 이동 거리와 걸린 시간의 관계, 그리고 체육의 빠르게 달리는 방법으로서 속력을 이해하는 것이다. 이러한 개념들을 형성하는데 귀납적 탐구 과정이 강조되었으며 인식론적 실행으로서 자료 변환 및 분석 활동이 초점이었다.

처음 수업을 계획할 때는 교과서에 제시된 과학, 수학, 체육의 개별 활동의 흐름에서 크게 벗어나지 못하였다. 1차 수업 계획은 50m 이어 달리기 선수를 뽑을 때 가장 빠른 친구를 찾는 활동에서 시작하였다. 체육과의 융합 활동으로 동작을 다르게 하여 달려보고 기록을 비교한 후, 가장 빠르게 달릴 수 있는 동작을 찾는 활동을 구성하였다. 일정한 시간을 이동한 물체의 빠르기를 비교하는 방법으로 간이 육상경기를 통해 가장 빠른 종목을 찾아보고, 걸린 시간이 같을 때 빠른 것을 판단하는 기준을 찾아보는 흐름으로 구성하였다. 이 과정에서 거리와 시간과의 관계를 비교하는 방법으로 비(ratio)의 개념을 도입하려고 하였다. 비판적 동료와 검토 과정에서 나의 1차 계획의 문제점들을 논의하였다. 체육은 단순히 맥락을 제공하는데 그쳤고, 과학과 수학의 연계성이 부족함을 지적하였다.

교사1: 지금 계획은 과학과 수학이 따로따로 엮어져 있다는 느낌이 들어요. 체육 활동을 기반으로 한다는 정도의 연계성 밖에 느껴지지 않는 것 같아요.

교사2: 저도 기존의 교과서와 크게 다르다고 생각되지 않아요. 체육활동을 해서 학생들이 좋아할 것 같긴 하지만, 기존의 교과서에서도 다루는 정도라 무언가 세 가지 교과를 연결하는 자연스러움이 부족한 것 같아요.

연구자: 저도 과학, 수학, 체육을 모두 담아야 한다는 강박이 있었던 것 같아요. 오래 가르치다 보니 교과서 내용이 너무 머리에 각인되어 있던 것 같네요.

교사1: 활동을 단순히 나열하기 보다는 어떤 논리적 체계를 가지고 갈 것인가, 수학, 체육, 과학 개념들이 융합되는 과정이 필요하지 않을까요?

(모듈 2 수업 계획 후 비판적 동료와 대화 중)

이와 같은 1차 계획은 가족 유사성 분석에서 도출된 과학, 수학, 체육 교과 간의 학습 목표와 학습 결과의 유사점에서 공통된 학습 주제를 인식하기는 했지만, 수업 활동을 구상하는 과정에서 나의 인식론적 신념이 반영되었던 것으로 해석되었다. 즉, 세 교과의 단원에 대한 가족 유사성 분석의 결과는 귀납적 탐구과정과 자료 분석 및 해석 활동이 공통적으로 사용되어 빠르기 주제에 대한 개념과 방법을

간학문적으로 융합하여 이해하는 것이었다. 반면에 이 결과를 도입하여 수업을 구상할 때 나는 체육의 맥락을 도입하고, 수학의 비 개념을 도입하였지만 두 맥락이 서로 융합되기보다 단순히 나열되는 양상을 보였다. 이것은 융합 수업에 대해 다학문적 접근의 지향을 가지고 있는 나의 인식론적 신념에서 기인한 것이었다.

검토 과정에서 가장 많이 논의된 부분은 각 교과들의 개념을 서로 어떻게 연결하는가였다. 개념 간의 유기적 연계는 융합 수업을 계획할 때 가장 어려운 부분이었다. 계획을 수정하기 위해 우선 성취기준을 다시 검토하고, 개념 간의 논리적 계열과 관련성을 확보하기 위해 가족 유사성의 분석 기준을 다시 검토하기로 하였다.

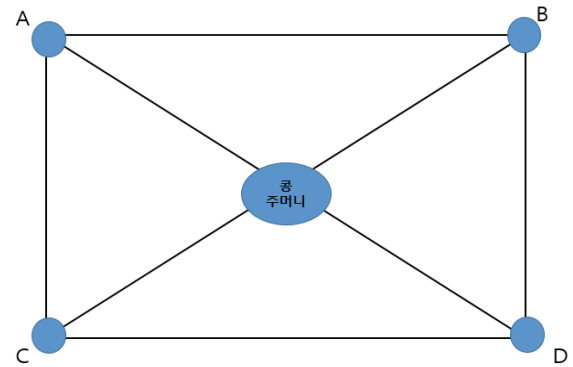


Figure 4. Activity 1 at exploring cases

교사1: 병렬적으로 보이는 부분을 어떻게 유기적으로 연결할 것인가가 중요한 것 같은데 아이디어가 쉽게 떠오르지는 않네요.

교사2: 일단 교과서의 내용을 머리에서 지우고, 성취기준을 중심으로 다시 활동을 구상해보면 어떨까요? 보니까 모듈 2에서는 사례 탐색 후에 귀납적으로 규칙성을 도출하도록 되어 있는데, 각 단계에서 수학, 과학, 체육의 학습 요소를 녹여내는 활동이 무엇이 있을지 같이 고민해보면 어떨까 해요.

(모듈 2 수업 계획 후 비판적 동료와 대화 중)

수업을 처음부터 다시 구상하기 위해 Lee and Jhun(2018)의 연구에 사용했던 가족 유사성 분석의 주요 범주들을 활용하기로 하였다. 목표를 명확히 하고, 개념화 과정을 고려하여 학습 결과물인 내용 요소를 Table 5와 같이 배치해 보았다. 학습 활동을 구상할 때는 개념화 과정의 각 단계별로 배치된 여러 교과들의 학습 요소가 포함되면서도 개념 이해에 효과적일 수 있는 활동을 구상하였다.

‘사례 탐색 1’ 활동은 체육의 달리기 활동을 통해 같은 시간에 이동한 물체의 빠르기를 비교하고, 빠르기를 비교하는 과정에서 수학에서 두 수 사이의 관계를 이해할 수 있게 구성하였다. 학생들은 이미 직관적으로 멀리 갈수록 빠르다는 것을 알고 있기 때문에 좀 더 생각할 수 있는 활동을 구성하는데 초점을 두었다. Figure 4와 같이 모듈별로 대표 학생 4명을 뽑아서 그 학생들이 1분 동안 가운데 놓인 공 주머니를 가져오고, 공 주머니를 세어서 가장 빠른 사람을 찾고, 빠르다고 생각한 근거를 논의해 보도록 계획하였다. 공 주머니 개수와 이동 거리 사이의 관계를 표로 나타내어 보고, 두 수 사이의 관계를 파악하는 방법을 생각해보도록 하였다. 그 후에 모듈별 이동 거리를 정리한 데이터를 활용하여 빠르기를 비교하는 방법에 대해 논의해 보게 하였다.

실제 활동에서 학생들은 어렵지 않게 빠르기를 비교하여 가장 빠른 모둠을 찾았다.

교사: 공 주머니를 옮겨온 개수를 세어 보고, 어떤 모둠이 가장 빠르지는 찾아봅시다.

학생3: 제일 빨라 보이는 거 3모둠

학생2: 아니야 1모둠이야

학생2: 1모둠이 가장 많이 가져와서 1모둠이 가장 빠른 거 같아

학생1: 같은 시간동안 움직인 건데 제일 많이 가져왔으니까

학생2: 가장 많이 가져오려면 더 빨리 뛰어야 하니까 맞는 거 같아.

(3차시 수업 대화 중)

이 결과를 수학에서 두 수의 관계를 비교하는 과정으로 연결시키기 위해 공 주머니 개수와 이동 거리를 비교하게 하였다. 학생들에게 공 주머니 1개를 가져오면 몇 미터를 이동한 것인지 생각해보게 하였다. 계산된 데이터를 토대로 가장 빠른 모둠을 다시 결정하고, 일정한 시간 동안 이동한 물체의 빠르기는 이동 거리로 비교할 수 있음을 찾아내게 하였다.

교사: 공 주머니 하나를 가지고 오는데 몇 미터 이동한 걸까? 각 모둠이 몇 미터를 이동했는지 써 보고, 가장 빠른 모둠을 다시 찾아보자.

학생2: 1모둠이 가장 빠르네. 다른 모둠은 180 미터를 달렸지만, 1모둠은 190 미터를 달렸으니까. 더 많이 달렸으니까 더 빠른 거지

교사: 같은 시간동안 제일 많은 거리를 이동하였기 때문이?

학생1: 같은 시간동안 더 많은 미터를 달려서 더 빠른 것입니다.

교사: 걸린 시간이 같을 때는 위로 빠르기를 비교할 수 있어요?

학생2: 이동 거리가 많을수록 더 빨라요.

(4차시 수업 대화 중)

Table 5. Teaching plan for the module 2 using the category of family resemblance

목표	(과학) 같은 거리를 갈 때 걸리는 시간과 같은 시간에 간 거리를 이용하여 물체의 빠르기를 비교할 수 있다. (수학) 두 수의 크기를 비교하는 상황을 통해 비의 개념을 이해할 수 있다. (체육) 여러 유형의 활동에 참여해 자신의 빠르기를 측정하여 분석할 수 있다.			
학습활동	자료 분석 및 해석 활동			
탐구과정/방법 (개념화 과정)	사례탐색1	사례탐색2	귀납적 개념 도출	적용
	(과학) 같은 시간을 이동한 물체의 빠르기	(과학) 일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기	(과학) 거리와 시간이 다를 때 빠르기 비교	물체의 빠르기 비교하기
	(수학) 두 숫자 사이의 관계 파악하기	(수학) 두 숫자를 서로 나누어 비교하기	(수학) 두 수의 관계를 비로 나타내기	이동 거리, 걸린 시간을 비로 나타내기
	(체육) 달리기 활동에서 빠르기 측정하기	(체육) 달리기 활동에서 빠르기 측정하기	(체육) 빠르게 달리기 방법을 탐색하기	빠르게 달리기

체육 교과에서 수행하는 달리기 활동에서 이동한 거리를 측정하는 수학적 방법을 익히고, 같은 시간 동안 더 빨리 달린 운동을 구별하는 과학적 기준을 탐색하는 등 아이들은 스스로 간학문적 융합 활동을 수행할 수 있었다. 이는 수업 계획에서 논의했던 것처럼 교사가 간학문적 접근의 융합 수업을 적절히 구성하고, 아이들이 수용할 수 있는 형태의 융합 활동이 제시되었을 때 초등학교생들도 간학문적 융합 학습을 수행할 수 있음을 잘 보여주었다.

수학에는 강하게 거부감을 표시하는 아이들이 운동장에서 달리기 활동은 열심히 몰입해서 하는 것을 보고, '역시 흥미로워야 학습이 일어나는구나' 하는 생각이 들었다. 그러나 달리기 활동을 할 때는 좋았지만, 자료 분석 활동을 할 때는 운동장이라는 공간이 집중이 잘 되지 않아 힘들었다. 두 수의 관계를 통해 이동 거리를 계산하고, 이동 거리를 비교하여 빠르기를 비교하는 활동은 학생들이 쉽게 수행하였다. 학생들에게 자신이 이해하고 있는 여러 가지 요소를 연결하여 생각하도록 만드는 가장 중요한 요인 중 하나는 흥미라는 생각도 들었다. 융합 수업의 성패는 학생들이 수용할 수 있는 형태의 흥미로운 과제를 제시하는데 있는 것 같다.

(4차시 수업 후 반성적 일지 중)

'사례 탐색 2' 활동은 같은 거리를 이동한 물체의 빠르기를 비교해 보는 활동이다. Figure 5과 같이 삼각형 모양의 달리기(A-B-C-A), 사각형 모양의 달리기(A-B-C-D-A) 활동인데, 삼각형 달리기는 일정한 거리로서 24 m를 달리는 것이고, 사각형 달리기는 28 m를 달리는 운동이다. 개인별로 달리기를 하고 시간을 측정하여 기록한 후 가장 빨리 달린 친구를 찾는 활동이었다. 또, 자신의 기록을 단축하기 위해 어떤 방법으로 달리는 것이 좋은지 탐색해 보도록 하였다.

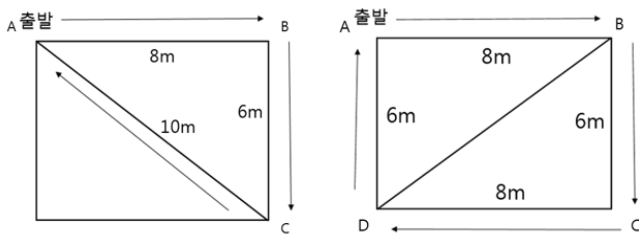


Figure 5. Activity 2 at exploring cases

두 번째 활동(사례 탐색 2)은 운동장에서 자료 수집을 하고, 분석 활동은 교실로 장소를 바꾸어 활동하였다. 먼저 삼각형 모양 달리기와 사각형 모양 달리기를 한 후, 걸린 시간을 측정하여 기록하게 했다. 체육 교과의 내용인 빠르게 달리는 방법 탐색하기를 융합하기 위해 1회 측정 후 빠르게 달리는 동작은 어떤 것일지 의논하게 했다. 그 뒤에 2회 더 달리기와 기록을 측정하면서 걸린 시간을 단축시키는 방법을 찾게 하였다. 이와 같은 방법으로 물체의 빠르기라는 공통된 주제를 대상으로 과학에서 빠르기를 비교하는 방법(일정한 시간 동안 달린 거리 비교, 일정한 거리를 달린 시간 비교)과 체육에서 빠르게 달리는 방법을 탐색하는 활동을 함께 구현할 수 있었다. 이러한 실행 양상은 가족 유사성에 근거한 융합 수업이 지향하는 간학문적 접근의 융합을 적절하게 잘 수행한 것이라 할 수 있다. 또, 여러 교과의 지식을 문제를 해결하는 과정에서 학생 스스로 구성하게 해야 한다는 나의 융합 지식에 대한 인식론적 신념이 반영된 것이었다.

교사3: 체육과 융합하여 자신의 기록으로 빠르기를 비교하도록 하는 부분도 좋은 방법인 것 같아요. 학생들이 직관적으로 시간이 짧을수록 빠르다는 것을 인지할 수도 있고요.

연구자: 수업을 실행하는 과정에서도 학생들이 어떻게 스스로 생각하도록 할 수 있을지를 중요하게 생각했어요. 애들이 단지 체육이어서 열심히 한 것인지 융합 수업이 잘 구성되어서 학습 효과가 높은 것인지는 모르겠네요.

교사1: 애들이 같은 거리를 이동할 때 시간이 짧을수록 속력이 빠르다는 것을 직관적으로 이해하고 있지만 이 정보가 표로 제시되었을 때 표를 읽지 못하는 경우가 있더라고요. 종종 거꾸로 판단해버리는 경우도 많아요. 그런데 신체활동을 통해 체육의 빠르게 달리는 동작도 익히고, 시간이 짧을수록 속력이 빠르다는 것도 더 잘 이해할 수 있게 융합 요소가 잘 구성된 것 같네요.

(6차시 수업 후 비판적 동료와 대화 중)

'귀납적 개념 도출' 단계에서는 앞의 두 활동의 경험을 근거로 이동 거리와 걸린 시간이 모두 다른 경우 빠르기를 비교하는 방법을 알아 보도록 하였다. 빠르기를 비교하는 방법으로 수학과 융합을 시도하였다. 먼저 이동 거리와 걸린 시간의 관계를 나눗셈으로 비교하도록 하고, 그 후에 두 수의 관계를 비(ratio)로 나타내는 방법을 도입하였다. 학생들이 이동 거리와 걸린 시간의 비를 이해하면, 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 값이 속력임을 제시하는 방법으로 수업을 구성하였다. 그러나 비판적 동료와 검토 과정에서 '비'가 6학년에 제시되는 개념이므로 수학의 개념을 어디까지 다룰 것인가에 대한 논의가 있었다. 물체의 빠르기를 비교할 수 있는 방법의 하나로 이동 거리와 걸린 시간을 데이터로 한정지어 '비'를 다루도록 하였다.

교사2: 아이들이 단순히 속력을 계산하는 방법을 외우지 않고, 수학에서 비의 개념을 제대로 연결시켜 이해한다면 속력 개념을 더 깊이 이해할 수 있는 방법인 것 같아요. 비가 처음 나오는 개념인데 어디까지 다루어줄 것인지도 생각해봐야 할 것 같네요.

연구자: 구체적 용어보다는 두 수를 비교하는 방법 정도로 다루는 것이 좋지 않을까 생각해요.

교사1: 어차피 지금 다루어도 내년이 되면 또 잊어버릴 수 있으니 반복적으로 개념을 다루어주는 것도 나쁘지 않다고 봐요. 속력을 이해하기 위해 두 수를 다루는 방법의 하나로 접근하면 되지 않을까요?

(모듈 2 수업 계획 후 비판적 동료와 대화 중)

이상과 같은 수정 계획은 체육 활동의 맥락을 활용하고, 측정된 기록을 수학적으로 분석하여 이동 거리와 걸린 시간의 관계로서 과학의 속력 개념을 이해시킨다는 점에서 간학문적 접근의 융합 수업을 실현하려는 의도가 적절하게 반영된 것으로 볼 수 있다.

실제 수업에서는 학생들에게 이동 거리와 걸린 시간이 모두 다를 경우 어떻게 빠르기를 비교할 수 있는지 그 방법을 생각하게 했다. 먼저, 학생들이 얻은 이동 거리와 걸린 시간의 관계를 알아보기 위해 데이터를 표로 나타내고, 이동 거리와 걸린 시간의 관계를 나눗셈으로 비교하게 하였다. 그 결과 학생들은 '정민이가 이동한 거리는 걸린 시간의 4배가 된다', '지현이가 이동한 거리는 걸린 시간의 3.5배'라는 식의 표현을 스스로 제시할 수 있었다. 그러나 복잡하지 않은 나눗셈임에도 불구하고, 몫이 소수로 나오는 나눗셈을 어려워하는 학생도 있었다. 그러나 숫자를 비교하고 비를 설명하는 나의 방식은 아이들

에게 또 다시 수학 수업으로 비쳐졌다. 이것이 내가 융합 수업을 진행하는 접근 방식의 문제인지, 수업 구성의 문제인지, 아니면 아이들의 인식 문제인지 고민이 되었다.

일반적으로 속력을 수업할 때 학생들은 왜 이동 거리를 걸린 시간으로 나누는지를 잘 이해하지 못하며, 따라서 어떤 때는 거꾸로 나누기도 하고, 교사는 그냥 반복적 연습을 통해 속력을 외워서 계산하게 시키는 경우가 많다. 그래서 이 수업에서는 비를 이용하여 이동한 거리와 걸린 시간이 모두 다른 운동의 빠르기를 '4 : 1' 또는 '3.5 : 1'과 같이 기준량인 시간이 1이 되게 표현하였다. 그리고 운동의 빠르기를 비교할 때 비로 나타낸 것처럼 걸린 시간이 1일 때, 즉 단위 시간에 이동한 거리를 사용할 수 있으며 그것을 속력이라고 한다는 과학의 개념을 제시하였다. 수학의 개념을 융합하여 과학에서 속력을 계산할 때 이동한 거리를 걸린 시간으로 나누는 것을 자연스럽게 이해할 수 있게 하였다. 융합 수업에서 다루는 개념의 깊이가 각 과목을 분리하여 가르치는 것보다 낮은 것은 아닌지 지금과 같은 형태가 간학문적 융합을 지향하는 것이 맞는지 끊임없이 고민이 되었다. 명확한 간학문적 융합에 대한 모델이 없었기 때문이다.

이 문제에 대하여 동료 교사들과 토의를 나눈 결과 다들 비슷한 고민을 가지고 있음을 알게 되었다. 또, 융합에서 다루는 개념을 이해하기 위해 융합의 대상이 되는 각 과목의 내용들이 얼마나 유기적으로 연결되며, 중심이 되는 개념 이해에 기여하는가를 점검해보는 것이 간학문적 융합 여부를 판단해볼 수 있도록 하는 중요한 요인 중 하나임을 인식하게 되었다.

교사2: 그런데 속력을 과학에서 다루고, 나중에 수학에서 비를 배우는 것과 과학과 수학을 융합적으로 다루는 것에서 어떤 학습 효과의 차이가 있을까요? 오히려 융합을 해서 어느 한 쪽의 개념을 소홀히 다루게 되는 건 아닌지도 고민이 돼요.

연구자: 저도 그런 고민이 되긴 합니다. 비의 개념을 여기서만 다루는 것은 아니기 때문에 지금은 '물체의 빠르기'라는 하나의 개념을 이해하기 위해 수학, 과학, 체육의 내용 요소를 융합한 것이 단일하게 과학만 다루는 것보다 더 효과적이지에 대해서만 생각해 보았어요.

교사1: 맞아요. 간학문적 융합의 모범이 이런 것이다 라는 샘플을 접해본 적이 없기 때문인지도 몰라요. 그런데 이번 수업을 보면서 수학의 개념과 융합하여 속력의 개념을 좀 더 깊이 있게 이해할 수 있다는 측면에서 융합 수업의 바람직한 모습을 본 것 같긴 해요.

교사3: 작년에 물체의 속력을 가르칠 때, 속력의 개념을 도입할 때 그냥 거리에 시간을 나누는 거라고 제시하고 연습만 잔뜩 시켰거든요. 그래도 시험 보면 거꾸로 계산하는 애들도 있고, 단순히 외우도록 하니 어렵고 재미없어 하기도 했어요. 그런데 수학의 비를 나타내는 방법으로 접근하면 어느 한쪽을 동일하게 하여 비교하

는 것이니까 시간과 거리가 다를 때 빠르기를 비교하는 방법으로 좋은 접근법인 것 같네요.

(8차시 후 비판적 동료와 대화 중)

2) 속력 문제 해결하기 [모듈 3]

세 번째 모듈은 빠르게 달리기 또는 빠르게 운동하기라는 공통의 주제를 중심으로 과학에서 속력을 계산하고, 수학에서 비율을 계산하고, 체육에서 빠르게 달리는 속도 도전 활동을 수행하는 목표를 가지고 있다. 융합 수업을 계획할 때 가족 유사성 분석에 근거하여 목표를 상세화하고, 개념화 과정의 단계에 따라 필요한 학습 활동으로서 규칙 적용 활동을 구상하였다. 개념화 과정은 운동의 동작 또는 절차, 그리고 속력과 비율 계산의 방법을 학습한 후 이를 연역적으로 유사한 상황에 적용해 보는 단계로 계획하였다(Table 6 참고).

학생들은 속력은 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 것이라는 과학 개념으로만 이해하는 경우가 많다. 그러나 왜 이동 거리를 걸린 시간으로 나누어야 하는지를 정확히 인식하지 못하거나 때로는 무엇을 무엇으로 나누어야 하는지 혼동하기도 한다. 그래서 이 모듈에서는 나눗셈의 의미를 되짚어 보면서 속력을 구하는 방법, 속력의 단위 사용, 비율로서 속력 계산 과정을 설명하고자 하였다.

교사1: 학생들이 수업할 때는 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈다는 것을 알지만 단순히 암기를 하기 때문에 시험 볼 때 헛갈려 하더라고요.

연구자: 비의 값을 구하는 것을 활용하여 수학에서 나눗셈의 의미를 되짚어보며 속력의 의미를 이해할 수 있도록 수업을 계획해 보았어요.

교사1: 속력이 단위 시간에 간 거리를 의미하니까 수직선을 이용해서 나눗셈의 분할의 의미를 설명하면 시각적으로도 더 좋을 것 같아요.

(모듈 3 수업 계획에 대한 비판적 동료와 대화 중)

이 모듈을 계획하면서 속력 계산과 비율 계산은 유사한 개념이어서 간학문적 접근의 융합적 수업이 비교적 수월하였다. 그러나 체육의 속도 도전 부분은 우리 반 체육대회와 같이 서로 경쟁하는 상황과 맥락만을 제공하는 형태여서 간학문적 융합이기보다는 교과활용적 접근의 융합에 해당하는 것이라 인식되었다. 이 모듈은 속력을 계산하고 비교하기 위하여 50m를 10초에 달린 민수와 20m를 5초에 달린 정은이 중 누가 더 빠른지를 생각해 보는 상황을 제시하는 것으로 시작하였다. 이동거리와 걸린 시간이 다를 때는 속력을 구해서 비교한다는 것을 이야기하고, 속력을 구하는 방법을 물어보았다. 학생들은 이동 거리에 시간을 나눈다거나 걸린 시간에 이동 거리를 나눈다거나, 비로 표시하여 구한다거나 하는 등의 답변이 나왔다. 학생들은 속력

Table 6. Teaching plan for the module 3 using the category of family resemblance

목표	(과학) 물체가 이동한 거리와 걸린 시간을 측정하여 물체의 빠르기를 구할 수 있다. (수학) 비와 비율의 의미를 이해하고, 이를 활용할 수 있다. (체육) 빠르게 달리는 방법을 알고, 속도 기록을 측정하면서 자신의 운동 능력과 수행과정을 평가한다.	
학습활동	규칙 적용 활동	
탐구과정/방법 (개념화 단계)	개념학습	연역적 적용
	(과학) 속력 계산하는 방법, 속력 단위 사용하는 방법 알기	(과학) 속력 계산하기
	(수학) 비율로서 속력 계산하는 방법 알기	(수학) 비율을 이용하여 속력 계산하기
	(체육) 빠르게 달리는 방법 알기	(체육) 속도 기록을 측정하며 운동 수행과정 평가하기

의 개념과 그 계산 방법을 정확히 이해하지 못하였다. 그래서 속력의 의미가 1초, 1분, 또는 1시간과 같이 값이 1인 시간 즉, 단위 시간에 이동한 거리임을 알려 주고, 단위 시간에 이동한 거리를 구하기 위해서는 어떻게 해야 하는지 생각해보게 하였다.

교사: 50m를 10초에 달린 민수와 20m를 5초에 달린 정은이 중 누가 더 빠를까요? 저번시간에 이동 거리와 걸린 시간이 모두 다른 경우 물체의 빠르기를 어떻게 비교한다고 했었죠?

학생1: 속력을 구해서 비교해요.

학생2: 비를 구해서?

교사: 속력이 무엇이다 라고 설명해 볼 친구?

학생3: 빠르지요.

교사: 좀 더 자세히 설명해 볼 사람 있어요?

학생1: 빠른 정도?

교사: 그럼 속력을 어떻게 구했는지 기억나요?

학생3: 나누어서 구했어요.

학생2: 시간을 거리로 나누었나?

학생1: 아니야 거리를 시간으로 나누었어.

교사: 속력은 이동 거리와 걸린 시간이 모두 다를 때 빠르기를 비교하는 방법이었지요. 시간을 같게 해서 이동 거리를 비교하는 거예요. 단위 시간 1초, 1분 동안 어느 정도 이동하였나? 속력인거지요. 그럼 단위 시간에 이동한 거리는 어떻게 구할 수 있을까요?

(9차시 수업 대화 중)

학생들에게 속력을 계산하는 방법을 알려주기 위해 다음과 같은 예시를 들었다. 민수가 50m를 10초에 달렸다면, 1초 동안 달린 거리는 50m를 10등분한 5m가 된다고 설명하며, 수직선을 그려 두 사람의 빠르기를 비교하였다. 즉, 나눗셈의 의미를 통해 속력을 계산하는 방법을 이해하게 한 것이다. 단위 시간, 즉 1초에 이동한 거리를 알기 위해서는 이동 거리를 걸린 시간으로 나누어야 함을 시각적으로 이해할 수 있도록 하였다(Figure 6).

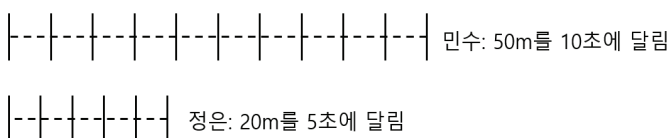


Figure 6. An example of drawing for the meaning of division

위와 같은 접근은 속력이라는 과학 개념을 이해시키고 이를 계산하는 방법을 전달하기 위해 수직선과 나눗셈이라는 수학의 방법을 적용한 것이다. 애초 수업을 계획할 때 수학과 과학의 융합을 시도하였으며, 수직선을 활용하여 이동한 거리를 걸린 시간으로 나누는 맥락을 시각화시켜 학습할 수 있게 함으로써 간학문적 융합의 형태를 실행할 수 있었다. 학생들도 이와 같은 시각적 이미지를 이용하여 이동 거리와 걸린 시간 사이의 관계를 잘 이해하였다.

모듈 1과 모듈 2에서 수학 계산이 나오면 과학 시간에 수학 계산을 하는 것에 대해 비판적이던 학생들도 많았는데, 모듈 3에서는 학생들이 속력을 계산하는 것을 비교적 익숙하게 받아들였다. 비에서 두 수의 관계를 비교할 때 나눗셈으로 비교하여 나타내었다는 것을 상기시키며, 두 수의 관계를 알기 위해 비를 하나의 수로 나타낸 것을 ‘비율’이라고 함을 제시하였다. 속력을 수학의 비율 개념과 연관시켜

학습함으로써 시간이 기준량일 때 비교하는 양이 거리이므로, 결국엔 시간을 같게 하여 이동 거리로 빠르기를 비교하게 됨을 알 수 있도록 하였다. 속력의 단위를 도입할 때도 시간이 기준량이므로 시간의 단위에 따라 1초, 1분, 1시간 동안 간 평균 거리를 초속, 분속, 시속이라고 함을 제시하였다.

과학 교과서는 속력의 단위를 소개할 때 단위에 담긴 의미보다는 값을 구하고 계산하는 방법만을 익히는 경우가 많다. 그에 비해 이 수업에서 수학에서 다루는 비율의 의미를 도입하여 속력의 단위를 학습함으로써 단위를 단순히 계산하여 얻는 개념값으로서 속력이 아니라 비율로서 속력의 의미를 이해하는데 적용할 수 있는 방법으로 활용할 수 있었다. 이러한 접근은 과학에서 속력의 의미를 이해하는 목적과 수학에서 비와 비율의 의미를 이해하는 목적이 동시에 수행되며, 수학과 과학의 개념이 상호작용하여 속력을 계산하는 공통된 주제를 해결하게 되는 간학문적 접근의 융합 수업을 실행한 것으로 볼 수 있다.

그러나 속력의 단위는 학생들에게 처음 도입되는 것이어서 익숙하게 사용하게 될 때까지 반복 연습이 필요하였다. 단위를 도입하는 과정은 과학과 수학의 융합적 접근을 시도하였으나, 이를 전개하는 과정에서 교사는 지식을 전달하고, 학생은 반복 연습하는 형태로 수업이 이루어졌다. 나는 학생들이 문제를 융합적으로 해결하는 과정에서 개별 교과 지식의 집합체로서 융합 지식을 습득할 수 있다는 인식론적 신념을 지니고 있었다. 그렇지만, 실제 수업 실행 과정에서 상대적으로 어려운 교과 지식에 대해서는 융합 지식을 교사가 전달하는 형태로 수업하고 학생들은 그것을 반복적으로 연습하여 습득하게 하였다. 이것은 인식론적 신념과 수업 실행의 불일치 사례에 해당하는 것이었다.

학생들이 단위를 단순히 외우는 것으로 생각하지 않고, 단위에 담긴 의미를 이해하게 하려고 비율에서 기준량과 연관시켜 단위를 도입하였다. 그러나 m/s, km/h 등 단위와 단위를 읽는 방법 등은 학생들이 생각했던 것보다 익숙하게 사용하지 못하였다. ‘킬로미터 퍼 아워’, ‘미터 퍼 세컨드’ 등 영어 표기법에 익숙하지 않아 힘들어했고, 원래의 계획에는 없었지만 단위의 사용에 익숙해지도록 학생들에게 칠판에 여러 개의 연습 문제를 제시하고 반복적으로 쓰고 읽는 연습을 하도록 하였다. 나의 인식론적 신념은 학생들이 지식을 구성주의적으로 학습해야 한다고 생각하고 있지만, 수업 실제에 들어가는 어떤 새로운 지식을 학습할 때, 객관적 지식의 전달과 반복학습이라는 전형적 패턴을 나타내었고, 특히 새로운 개념이나 수학적 기능과 같은 학습에서는 이러한 방법이 가장 효과적인 방법이라고 스스로 생각하고 있음을 깨달았다.

(10차시 수업 후 반성적 일지 중)

마지막 차시에서는 운동장에서 우리반 체육대회를 개최하였다. ‘한 사람이 뛰 20 m 속력과 50 m 속력이 같을까?’라는 질문을 던지고, 20 m 달리기, 50 m 달리기를 한 후, 기록을 측정하여 속력을 구하여 비교해 보도록 하였다. 초시계로 초 단위 이하의 숫자를 측정하기 때문에 계산은 계산기를 제공하였다. 계획 단계에서 동료 교사들이 속력을 구하는 방법은 알고 있으나, 계산을 못해서 틀리는 학생들이 많기 때문에 개념 이해가 목적이라면 계산기를 쓰는 것이 좋겠다고 제안하였다.

빠르게 달리기 위한 동작을 두 번째 모듈에서 배웠으니, 모듈에서 친구들이 달릴 때 동작을 관찰하여 고쳐야 할 점을 서로 이야기해주

Table 7. Summary of self-study processes in this study

	[모듈2] 물체의 빠르기 비교	[모듈3] 속력 문제 해결하기
융합지식 체계가 추구하는 융합 수준	<ul style="list-style-type: none"> 이동거리와 시간에 대한 비와 비율 속력의 의미 제시 교과간 유사한 활동과 개념화 과정 공유 간학문적 융합을 지향함 	<ul style="list-style-type: none"> 속력 계산, 비비율 계산 빠르게 달리기로 속도 도전 내용을 융합 교과간 유사한 활동과 개념화 과정 공유 간학문적 융합을 지향함
수업 계획	<ul style="list-style-type: none"> 각 교과 요소들을 나열하는 다학문적 접근을 나타냄 동료 협의를 통해 가족 유사성 범주를 활용하여 간학문적 융합으로 수정 	<ul style="list-style-type: none"> 속력 계산(과학)과 비율 계산(수학)의 간학문적 융합을 계획 체육은 활동의 맥락만 제공하는 제한적 양상으로 융합
수업 실행	<ul style="list-style-type: none"> 체육 활동을 통해 데이터를 수집하고, 비와 비율 개념을 적용하여 빠르기를 비교하도록 하는 간학문적 접근 융합 실행 학생들은 수학의 비 계산하는 활동을 융합 수업으로 인식하지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> 이동 거리/시간이 서로 다른 상황의 빠르기를 수직선으로 시각화 (과학-수학의 간학문적 융합 실행) 속력의 단위를 지도할 때는 교사 중심 전달식 양상을 보임
계획과 실행의 간극	<ul style="list-style-type: none"> 간학문적 융합 수업의 양상에 대한 이해 부족 	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 어려워하는 개념을 가르칠 때 인식론적 신념과 괴리됨
해결방안	<ul style="list-style-type: none"> 학생들에게 흥미로운 수업 맥락 제시 간학문적으로 지도할 수 있는 교사의 역량 증진이 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 융합 수업에서 학생들에게 유의미한 학습이 될 수 있게 지도하기 위한 교사의 융합적 교수역량 필요

고, 다시 기록을 측정하여 속력을 비교해 보도록 하였다. 계산기를 주어서인지 학생들은 생각보다 속력을 계산하여 적는 것을 열심히 하였다. 계획 단계에서는 체육이 간학문적 융합이 되기보다는 수학과 과학 수업에 맥락만 제공하는 것이 아닌가 하는 의문이 들었다. 그러나 학생들은 체육 활동에서 과학과 수학의 지식과 기능을 의미 있게 활용하는 것을 볼 수 있었다.

체육에서는 일정한 거리를 달리는데 걸린 시간만 비교하도록 하였지만 다양한 종류의 빠르기를 속력을 구하여 비교하도록 하였다. 수학 시간과 과학 시간에 배운 것을 실제 자신의 몸으로 확인해 보거나 반 친구들의 동작을 배운 지식을 통해 분석 관찰해 볼 수 있기 때문에 체육 수업의 외연이 더욱 확장되었다고 생각한다. 한 과목의 개념이 다음 과목의 개념의 비계와 동기 유발이 되도록 설정 하는 것도 융합의 방법이라는 생각이 든다. 이러한 선순환 과정을 교과목을 통해 순차적으로 구성해 낼 수 있다면 한 교과에서 학습한 개념이 다른 교과 학습에 동기 유발이 될 수 있고 몰입도를 증가시킬 수 있다. 뿐만 아니라 이러한 과정이 반복 될수록 학문적인 개념을 나선형으로 증폭시킬 수 있는 구조를 가져올 수 있을 것이라는 생각도 들었다. (12차시 수업 후 반성적 수업 일지 중)

자기연구의 실행 과정으로서 교사이자 연구자인 내가 세 수업 모듈을 진행하는 동안 각 모듈별로 요구하는 융합의 수준, 융합 수업의 계획과 실행의 양상, 계획과 실행의 간극을 Table 7에 정리하였다.

IV. 결론 및 논의

융합 수업과 융합 지식에 대한 초등교사의 인식론적 신념을 조사한 결과 교사들은 융합 수업을 교과 활용적 접근 또는 다학문적 접근의 융합으로 생각하고 있었다. 또, 융합 지식에 대해서는 융합 지식을 개별 교과 지식의 집합체로 인식하였으며, 융합된 지식은 학생 스스로 문제를 해결하는 과정에서 습득할 수 있다고 생각하고 있었다. 자기 연구의 대상자인 “나”의 인식론적 신념 체계도 조사 연구에 참여한 초등 교사들과 유사한 수준으로 파악되었다. 이 연구에서는 과학, 수학, 체육 교과 간의 가족유사성 분석에 근거하여 융합적 지식 체계 및 융합적 인식 과정을 적용한 간학문적 접근의 융합적 과학 수업이 학교 현장에 적용 가능한지 알아보기 위하여 일반적인 초등 교사의 인식론적 신념을 가진 교사로서 “나”를 연구 참여자로 하여 간학문적

접근의 융합 수업 프로그램을 실행하고 이를 분석한 자기 연구를 수행하였다.

수업을 실행하는 교사인 비록 다학문적 접근의 융합에 해당하는 인식론적 신념을 가지고 있었지만, 가족 유사성에 근거한 간학문적 접근의 융합적 과학 수업을 계획하고 이를 실행하여 학생들에게 적절한 학습 효과를 이끌어 낼 수 있었다고 판단된다. 비록 하나의 사례로 본 자기 연구 결과이지만, 많은 초등 교사들이 다학문적 접근의 융합에 대한 인식론적 신념을 가지고 있는 상황에서 이 연구의 결과는 가족 유사성에 근거한 물체의 빠르기 주제의 간학문적 접근의 융합 수업이 실제 학교 현장에서 충분히 실현 가능할 수 있음을 보여주었다.

그러나 교사의 융합에 대한 인식론적 신념과 실행한 융합 수업의 지향점 사이에 간극이 있을 경우 발생하는 문제점 및 가족 유사성에 근거한 간학문적 접근의 융합 수업이 학교 현장에 적용 가능한지 여부를 검토한 결과는 이 연구에 적용했던 융합 수업의 모듈에 따라 다소 차이가 있었다. 물체의 빠르기를 비교하여 속력의 의미를 이해하기 위한 모듈 2의 계획 단계에서 나는 체육의 달리기 맥락과 수학의 비 개념을 도입하여 속력을 지도하려는 다학문적 관점의 접근을 시도 하였다. 그러나 동료들과 수업 계획을 검토한 후 가족 유사성의 범주를 활용하여 간학문적 접근의 융합 수업을 구상할 수 있었다. 이 결과는 비록 나 자신의 자기 연구의 결과이지만, 융합 수업의 지향점과 교사 자신의 인식론적 신념에 간극이 있을 경우 동료 교사들과 협력적 준비 과정이 융합 수업의 효과적 구현에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 말해준다. 모듈 2의 실행 과정에서 체육 활동을 수행하여 그 기록을 분석하고, 학생들의 빠르기를 속력으로 표현하는 과정에서 수학의 비와 비율 개념을 도입하였다. 학생들은 같은 시간 동안에 달린 거리를 비교하거나 같은 거리를 달리는 시간을 비교하는 체육 활동의 맥락에서 운동의 빠르기를 표현하는 수학적 방법을 스스로 이해하며 간학문적 융합 활동을 잘 수행하였다. 이는 교사가 간학문적 융합의 맥락을 잘 구성한 경우 초등학생들도 융합 학습을 충분히 잘 수행할 수 있음을 보여준다.

모듈 3의 실행 과정에서 이동 거리와 걸린 시간이 서로 다를 때 빠르기를 비교하는 방법을 지도하기 위해 수직선을 활용하였다. 이동한 거리를 걸린 시간으로 나누는 맥락을 수학에서 나눗셈의 원리를 적용하여 시각화시켜 학습하게 하였다. 이는 과학의 맥락과 수학의 맥락을 함께 적용한 간학문적 융합 형태의 수업을 적절히 실행한 사

레였다. 모듈 2에서 수학 계산을 어려워하고, 수학 활동을 과학과 분리된 것으로 이해했던 학생들도 모듈 3에서는 수학 활동을 과학의 내용과 융합하여 이해하는 것을 자연스럽게 수용하였다. 이러한 결과는 과학에서 다루는 속력의 의미와 수학에서 다루는 비와 비율의 의미가 직접적으로 연관된 것이기에 간학문적 융합이 상대적으로 수월했다고 볼 수 있다. 또한, 수학의 비와 비율의 관계를 과학의 속력 개념을 이해하는데 적절히 융합하였고 이렇게 학습한 지식으로 체육 활동의 기능을 익히고 문제를 해결하는데 자연스럽게 연결될 수 있게 지도했던 교사의 융합 수업 지도 역량도 잘 발휘되었음을 의미한다.

이 연구에서 수행한 자기연구의 결과는 학교 현장에서 가족 유사성에 근거한 간학문적 접근의 융합 과학 수업을 성공적으로 실행하기 위해서 교사가 가진 융합에 대한 인식 및 인식론적 신념뿐만 아니라 융합 수업을 수행하는데 필요한 교사의 수업 전문성 및 교수학적 내용 지식(pedagogical content knowledge, PCK)이 중요함을 보여준다. 특히나, 이 연구에 적용한 간학문적 융합 수업은 물체의 빠르기라는 특정 주제를 수학, 과학, 체육 교과 내용을 융합적으로 지도한 것이었다. 따라서 물체의 빠르기라는 주제에 고유한 교수학적 내용 지식을 고려할 필요성이 제기된다. 융합 과학교육에 대한 교사의 수업 전문성과 관련하여 STEM-PCK 또는 STEAM-PCK라는 용어들이 제안된 바 있다(Kim & Kim, 2013; Oh, 2012; Choi, 2018). Oh(2012)는 STEM 교육에 대한 교사의 교수학적 내용 지식의 요소로 교과내용 지식, 교육과정 지식, 교수방법 지식, 학습평가 지식, 학습자 이해 지식, 상황 지식을 설정하여 특별히 STEM-PCK라 칭하고, STEM 교육을 실행할 때 교사들의 관심도와 STEM-PCK의 구성 요소의 양상을 조사하였다. Kim and Kim(2013)은 STEAM 교육에서 필요한 교수학적 지식의 유형을 분석하여 STEAM-PCK의 구성 요소로서 STEAM 내용지식, 교육과정 지식, 교수방법 지식, 학습자에 대한 지식, 상황지식, 평가지식을 설정하였다. 그러나 이들이 연구했던 STEM-PCK 또는 STEAM-PCK는 교과내용 지식, 교육과정 지식, 교수방법 지식, 학습평가 지식, 학습자 이해 지식, 상황 지식 등 각 요소들에 대한 교사의 이해가 중요하다는 일반적인 특징을 강조하는 주장이었다.

과학교사의 교수학적 내용 지식이 수업의 영역이나 내용과 무관하지 않고 영역/내용 특이적인(content-specific) 특성이 있음을 주장했던 선행 연구의 결과(Lee, 2009; Jang & Choi, 2010; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999)와 마찬가지로 융합 수업을 실행하는 교사의 교수학적 내용 지식 역시 융합의 주제와 내용에 따라 달라질 수 있다. 비록 자기 연구에서 교사 한 명에 대한 사례이긴 하지만, 이 연구에서 제시했던 실생활 맥락을 적용한 위치와 운동 교수 활동, 체육 활동을 도입한 속력 이해, 수학의 비와 비율 개념을 도입한 속력 이해 등과 같은 실행 사례들은 물체의 빠르기라는 특정한 주제에 대하여 간학문적 융합 수업을 실현하는데 필요한 교사의 역량으로서 융합 수업에 대한 교수학적 내용 지식이 무엇인가를 규명하기 위한 단초를 제시하는 중요한 사례 연구로서 그 의의를 찾을 수 있다.

국문요약

본 연구는 조사연구와 자기연구의 복합 형태로 구성되었다. 조사연구로서 초등 교사의 융합 수업 및 융합 지식에 대한 인식론적 신념을 조사하였다. 그 결과를 대표하는 사례로서 교사이자 연구자인 “나”를

연구 참여자로 하여 융합 수업을 실행하는 교사로서 나의 융합 수업과 융합 지식에 대한 인식론적 신념을 살펴보고, 속력을 주제로 수학-과학-체육의 가족 유사성에 근거한 융합 과학수업 프로그램을 지도한 양상을 자기연구로 실행하였다. 초등 교사들의 융합 수업과 융합 지식에 대한 인식론적 신념에 대한 개방형 검사 문항을 초등 교사 28명에게 서면 질의 방법으로 조사하였다. 연구에 참여했던 초등 교사들은 융합 수업을 교과 활용적 접근 또는 다학문적 접근의 융합으로 생각하였다. 융합 지식을 개별 교과의 집합체로 인식하고 있었으며, 융합된 지식은 학생 스스로 문제를 해결하는 과정에서 습득할 수 있다는 인식론적 신념을 가지고 있었다. 교사이자 연구자인 나 역시 비슷한 신념을 지니고 있었다. 자기연구를 수행하는 동안 나는 가족 유사성의 범주별 분석 결과와 그것에 근거한 융합 지식 체계를 반영하기 위해 노력하였으나, 간학문적 접근의 융합 활동을 구현하는데 어려움이 있었다. 수학의 단위, 비와 비율의 개념은 과학의 속력 개념과 연계되어 있어서 두 교과의 개념을 융합적으로 이해하는데 효과가 있었으며, 체육 활동은 수학과 과학 개념을 융합적으로 학습하기 위한 맥락을 제공하여 간학문적 접근의 융합 수업을 촉진시킬 수 있었다. 가족유사성에 근거한 간학문적 융합 지식 체계와 교사인 나의 인식론적 신념 간의 간극과 해결 양상에 대한 논의가 제시되었다.

주제어 : 가족 유사성, 속력, 융합 과학교육, 인식론적 신념, 자기 연구

References

- Ahn, D. (2012). Study on STEAM education on the basis of academic convergence. Unpublished doctoral dissertation in Jeonbuk National University.
- Chae, H., & Noh, S. (2015). Analysis of Elementary School Teachers' Innovation Configuration on STEAM. *Journal of Science Education*, 39(1), 44-57.
- Choi, S. (2018). Exploring Preservice and inservice science teachers' Professional Enactments in STEAM Lessons. Unpublished doctoral dissertation in Seoul National University.
- Clarke, A., & Erickson, G. (2004). The nature of teaching and learning self-study. In J. J. Loughran, et al. (Eds.), *International Handbook of Self-study of Teaching and Teacher Education Practices* (pp. 41-67). Dordrecht: Springer.
- Connelly, F. M., & Clandinin, D. J. (1990). Stories of experience and narrative inquiry. *Educational Research*, 19(5), 2-14.
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (1994). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. Alexandria, VA: ASCD.
- Duran, E., Duran, L. B., & Worch, E. A. (2009). Papier-Mache Animals: An integrating theme for elementary classroom. *Science Education Review*, 8(1), 19-29.
- Elder, A. D. (2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp.347-364). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Geum, Y., & Bae, S. (2012). The Recognition and Needs of Elementary School Teachers about STEAM Education. *Journal of the Korean Institute of industrial educators*, 37(2), 57-75.
- Grossman, P., Wineburg, S., & Beers, S. (2000). When theory meets practice in the world of school. In S. Wineburg, & P. Grossman. (Eds.), *Interdisciplinary curriculum: Challenges to implementation* (pp. 1-16). New York: Teachers College Press.
- Hamilton, M. L. & Pinnegar, S. (1998). Conclusion: The value and the promise of self-study. In M. L. Hamilton, et al. (Eds.), *Reconceptualizing teaching practice: Self-study in teacher education*, (pp. 235-246). London: Falmer Press.
- Han, H., & Lee, H. (2012). A Study on the Teachers' Perceptions and Needs of STEAM Education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(3), 573-603.
- Han, H., & Park, H. (2015). A Study on the Development and Application of a Framework for STEAM Program. *Journal of Learner-Centered*

- Curriculum And Instruction, 15(6), 41-64.
- Hoban, G. F., Butler, S., & Lesslie, L. (2007). Facilitating self-study of professional development: Researching the dynamics of teacher learning. *Studying Teacher Education*, 3(1), 35-51.
- Hong, S. (2015). Exploratory research for measuring epistemological beliefs on the convergence knowledge of science and art. Unpublished doctoral dissertation in Kyunghee University.
- Jang, H., & Choi, B. (2010). A Case Study on the Development of Science Teachers PCK through development of Content Representation(CoRe) - Focusing on 'Molecular Motion' for 7th grade class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(6), 870-885.
- Jung, H., & Jhun, Y. (2015). An Analysis on the Students' Achievement in the 'Speed of Objects' Chapter based on the Integrated Science and Mathematics Classes for Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 372-381.
- Jung, M., Lee, J., Kang, K., & Park, S. (2015). A Study on the Teacher Education Improvement for Convergence Education. Korean Educational Development Institute, RR 2015-05.
- Kim, B., & Kim, J. (2013). Development of Analysis Framework for Exploring PCK Type in STEAM Education. *The Korean Journal of Technology Education*, 13(2), 63-85.
- Kim, M., & Kim, H. (2008). Exploring the Factors Influencing the Understanding of the Nature of Science through Authentic Open Inquiries. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(6), 565-578.
- Kwak, Y., Son, J., Kim, M., & Ku, J. (2014). Research on ways to improve science curriculum focused on key competencies and creative fusion education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(3), 321-330.
- Lee, H., Rim, H., & Moon, J. (2010). A Study on the Design and Implementation of Mathematics and Science Integrated Instruction. *The Mathematical Education*, 49(2), 175-198.
- Lee, J. Park, H., & Kim, J. (2013). Primary Teachers' Perception Analysis on Development and Application of STEAM Education Program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 47-59.
- Lee, J., & Shin, Y. (2014). An Analysis of Elementary School Teachers' Difficulties in the STEAM Class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 588-596.
- Lee, J., Park, H., & Kim, J. (2013). Primary Teachers' Perception Analysis on Development and Application of STEAM Education Program. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(1), 47-59.
- Lee, K. (2009). An Analysis of Earth Science Teachers' Topic-Specific Pedagogical Content Knowledge: A Case of Pre-service and In-service Teachers. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 30(3), 330-343.
- Lee, K., & Kim, K. (2012). Exploring the Meanings and Practicability of Korea STEAM Education. *The Journal of Elementary Education*, 25(3), 55-81.
- Lee, K., & Kim, K. (2013). An Analysis of the Lesson Plans Designed by Teachers of the Elementary STEAM Leader Schools. *The Korea Educational Review*, 19(2), 281-306.
- Lee, S. (2015). Philosophical Issues of Climate Science: Epistemological Conditions for Successful Interdisciplinary Research and Ethical Implications. *Korean Journal for the Philosophy of Science*, 18(1), 151-180.
- Lee, S., & Hwang, S. (2012). Exploring Teachers' Perceptions and Experiences of Convergence Education in Science Education: Based on Focus Group Interviews with Science Teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(5), 974-990.
- Lee, S., & Jhun, Y. (2018). Constructing Convergence Knowledge on Velocity with Family Resemblance Approach. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(2), 188-205.
- Lim, S., Kim, Y., & Lee, T. (2014). Analysis of Elementary School Teachers' Perception on Field Application of STEAM Education. *Journal of Science Education*, 38(1), 133-143.
- Loughran, J. J. (2004). A history and context of self-study of teaching and teacher education practices. In J. J. Loughran, et al. (Eds.) *International handbook of self-study of teaching and teacher education practices* (pp. 7-39). Dordrecht: Springer.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht: Springer.
- Oh, H. (2012). An analysis of changes on the science teachers' stages of concern on STEM education and STEM-PCK. unpublished doctoral dissertation in Kyungpook National University.
- Park, C., & Kim, Y. (2017). A Methodological Inquiry of Self-study. *The Journal of Elementary Education*, 30(4), 75-104.
- Park, Y. (2015). A Study on Enhancing Mathematical Teaching Professionalism of Elementary School Teachers through Self-Study. unpublished doctoral dissertation in Korea National University of Education.
- Park, Y., Ku, H., Moon, J., Ahn, S., Yoo, B., Lee, K., Lee, S., Lee, S., Ju, M., Cha, Y., & Ham, S., (2013). Current status and remaining challenges of STEAM : An analysis from the perspective of Yungbokhap education. *The Korean society for curriculum studies*, 31(1), 159-186.
- Phipps, S., & Brog, S. (2009). Exploring tensions between teachers' grammar teaching beliefs and practices. *System*, 37(3), 380-390.
- Samaras, A. P., & Freese, A. R. (2006). *Self-study of Teaching Practices*. New York: Peter Lang Pub Inc.
- Santau, A. O., & Ritter, J. K. (2013). What to Teach and How to Teach It: Elementary Teachers' Views on Teaching Inquiry-Based, Interdisciplinary Science and Social Studies in Urban Settings. *The New Educator*, 9(4), 255-286.
- Schraw, G., & Olafson, L. (2003). Teachers' epistemological world views and educational practices. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 3(2), 178-235.
- Tidwell, D. L., Heston, M. L., & Fitzgerald, L. M. (Eds.). (2009). *Research methods for self-study of practice*. Dordrecht: Springer.
- Wittgenstein, L. (1958). *Philosophical investigations*. Oxford, UK: Blackwell.

저자정보

이수아(서울창동초등학교 교사)

전영석(서울교육대학교 교수)