

교사들의 아이디어 융합 과정에서 나타나는 교역지대의 진화과정 탐색: 자율적 학습공동체 ‘STEAM 교사 연구회’ 사례연구

이준기* · 이태경¹ · 하민수²

전북대학교 · ¹효정중학교 · ²뉴욕주립대학교 스톤브룩

Exploring the Evolution Patterns of Trading Zones Appearing in the Convergence of Teachers’ Ideas: The Case Study of a Learning Community of Teaching Volunteers ‘STEAM Teacher Community’

Lee, Jun-Ki* · Lee, Tae-Kyong¹ · Ha, Minsu²

Chonbuk National University · ¹Ulsan Hyojung Middle School
· ²State University of New York at Stony Brook

Abstract: The purpose of this study is to identify the formation and evolution patterns of a trading zone and to explore the difficulties teachers experience in the trading zone and their perceptions of the experience. Seven teachers involved in the ‘STEAM Teacher Community’ in a middle school located in the southern part of South Korea participated in this study. Participant observation and in-depth interviews were carried out, and reflective essays were collected for analysis. The results show that teachers successfully formed a trading zone to share their expertise when they developed teaching materials for the convergence of different subject matters. Moreover, such a trading zone evolved in the order of pre-trading zone, trading zone under elite control, trading zone with boundary object, and trading zone of shared mental model. The difficulties teachers experienced in the trading zone were categorized under the difference of culture and opinion across subject matters, the lack of motivation for convergence, the hegemony of convergence and far-fetched factors for convergence, and difficulty of communication due to jargons. Also teachers in this study experienced perceptual changes in the trading zone. The trading zone model drawn from the results of this study bring forth implications for voluntary teachers’ learning community activity for the convergence of different subject matters.

Key words: learning community of teachers, trading zone model, evolution patterns, STEAM

I. 서 론

최근 몇 년간 우리 학계와 대중들을 매료시킨 가장 큰 중심 화두는 ‘융합(融合)’이었다. 비록 학교현장과 학자사회가 지향한다는 융합이 녹아들어 하나가 되는 섞임(fusion)인지, IT 디바이스 발전에서 나온 개념인 수렴(convergence)인지, 자연과학과 인문학 사이의 넘나듦을 의미하는 통섭(consilience)인지(최재천, 주일우, 2007; Wilson, 2005) 뚜렷한 철학적 지향점 없이 유행어처럼 소비되는 상황이지만, 융합에 대한

뜨거운 관심을 반영하듯 유사한 많은 개념들이 학계와 사회 전반에 걸쳐 통용 되고 있다. 예를 들어, 융합 이외에도 ‘통섭’, ‘복합(complex)’, ‘통합(integration)’, ‘탈경계(borderless)’, ‘초학제(Trans-disciplinary)’, ‘학제간(inter-disciplinary)’, ‘다학제(multi-disciplinary)’ 등 엇비슷하면서도 의미와 목적이 서로 다른 용어들이 다양하게 등장한 바 있다(차원용, 2009; 박상욱, 2012; Apobela *et al.*, 2007; Klein, 1990; 2001). 서로 사용된 맥락에 있어 다소간의 차이는 있으나 지향하는 바는 모두 다양한 지식의 유기

*교신저자: 이준기(junki@jbnu.ac.kr)

**2013.07.07(접수), 2013.07.22(1심통과), 2013.08.06(2심통과), 2013.08.07(최종통과)

***이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5A8022087).

적 재맥락화이라는 면에서 그 뜻을 같이 하고 있다.

융합이 사회의 새로운 대안으로 부상하면서 거대담론이 된 데에는 21세기 현대사회가 맞이하고 있는 문제들의 복잡성과 이미 많은 전문화를 이룩한 현대과학의 학제간 경계성이 주된 이유로 지목되고 있다(박상욱, 2012; Kim, 2012). 과거 기존의 분과학문들이 자신들의 학제전통 내에서 전문화와 세분화를 심화해 가면서 지식을 창출해 나가는 방향으로 발달해 왔다면, 최근의 학문 발달은 단위 학제의 아이디어만으로 해결하기 어려운 실생활 문제 혹은 학문적 문제를 해결해 나가기 위해 여러 분과학문이 힘을 합쳐 새로운 설명공간을 확보하거나 부가가치를 창출해 내는 개가를 올리고 있다(홍성욱, 2008; Collins *et al.*, 2007). 이처럼 과거의 학문발달 양상과는 달리 최근의 학제와 지식의 분화 패턴은 융합을 중심으로 이루어지고 있으며 이것이 미래 학문의 흐름이 될 것으로 많은 학자들이 내다보고 있다(김광용, 2009).

그렇다면 실제 과학의 역사 속에서는 서로 다른 학제와 분야들이 어떻게 융합되어 왔을까? 융합에 대한 견해는 학자마다 다양하다. 그러나 최근의 학문적 경향이나 융합인재 교육을 통해 육성해내고자 하는 융합인재상은 르네상스 시대의 레오나르도 다빈치처럼 한사람이 모든 분야의 지식을 한꺼번에 두루 갖추게 하는 팔방미인은 아니며, 실제로도 개인의 인지적 노력을 통해 현대과학의 문제해결을 위해 필요한 모든 전문성을 갖추기는 현실적으로 어렵다(Lele & Norgaard, 2005). 때문에 융합연구들은 다양한 전문가들이 모여 공동의 협업을 수행하면서 상호작용하는 가운데 이루어지는 것이 많다(Cooper *et al.*, 2010; Støhr, 2003; Surowiecki, 2004). 문제는 이때 이들이 자신의 전문성을 바탕으로 상호작용하는 과정에서 발생한다. 토마스 쿤의 이론에 따르면 개별 학제의 패러다임 내에서 사고하는 각 분야의 전문가들은 각기 다른 저마다의 전문 용어, 실험방법, 경험 등의 문화적 차이를 가지게 되므로 공약불가능성(incommensurability)이 발생하게 되고(Kuhn, 1962), 따라서 융합적 연구성과 창출은 어려울 수밖에 없다. 그러나 과학의 역사를 살펴보면, 이와 같이 전혀 다른 분야의 사람들이 만나 융합을 이룬 사례들이 종종 발견된다(Collins *et al.*, 2007).

과학사학자 Galison(1997)은 이점에 주목하여 교역지대(trading zone)라는 용어를 제안하였다. 교역

지대는 기존에 인류학에서 사용하던 개념으로 실크로드와 같이 서로 다른 문화와 언어를 지닌 민족들이 만나서 상거래와 같은 무역활동을 벌이는 장소에 대해 지칭하던 개념이었다(홍성욱, 2008; Galison, 1997). Galison(1997)이 그의 책 *Image & Logic*을 통하여 교역지대 개념을 차용한 이유는 Kuhn이 주장한 과학자들 간의 패러다임 충돌에 의한 의사소통 불가능 상태인 '공약불가능성(incommensurability)'을 반증하기 위한 목적이었다. 그는 만약 Kuhn의 주장대로 개별 학문적 패러다임간의 소통이 지극히 제한적이거나 Feyerabend가 언급하는 바와 같이 전혀 불가능하다면 과학사를 통해 경계지대에서 생겨난 수많은 융합 학문들은 형성될 수 없다는 결론에 이르게 된다. 따라서 모든 학문이나 지식은 반드시 교역지대를 거치면서 융합을 이루게 되며, 차후에는 나노과학처럼 점차 그들만의 독자적인 학문영역으로 독립하기도 할 수 있다는 것이다(Galison, 1997; Gorman, 2002; Gorman *et al.*, 2004; Gorman *et al.*, 2009; Wardak & Gorman, 2006).

교역지대는 서로 다른 학문의 역사와 문화인 패러다임이 만나 충돌과 양보를 거듭하면서 창발효과를 내는 무형(無形)의 공간이라는 점에서 Bhabha(1994)와 Wallace(2004)가 언급한 '제 3공간(third space)'이나 오피셜 등(2007)의 '지식공유 공간'이나 유은정 등(2008)의 '혼성적 의미 창출 공간(hybrid meaning making space)'과도 유사하다. 그러나 교역지대는 사회적 참여구조나 언어적 담화의 의미가 협상되는 과정뿐만 아니라 가치관이나 방법론 등을 포함한 다양한 아이디어가 융합되는 사회적 과정도 강조되었다는 차별성을 지닌다. 교역지대 개념은 학문분야간 융합이 어떻게 가능할 수 있었는지에 관한 설명에 최초로 도입된 이후 과학철학 및 과학기술학 관련 학자들의 후속연구를 거치면서 의미가 확장되고 정교화 되었다. 최근에는 서로 다른 업무를 다루는 전문화된 부서간의 융합적 업무 해결을 위한 부서 및 집단간 지식공유 과정에 대한 경영학 연구들도 진행되고 있다(Collins *et al.*, 2007; Kellogg *et al.*, 2006). 그러나 기본적인 정의는 대체적으로 Galison(1997)이 최초로 제시한 개념에서 큰 맥락을 같이 하고 있다(표 1).

선행연구들의 견해를 종합해보면, 교역지대는 다음과 같이 정의 된다(서동인, 2012). 첫째, 교역지대는 서로 간에 교환이 가능한 이질적인 것(지식, 기술, 관

표 1
 선행연구에서 제시하고 있는 교역지대의 개념과 정의들(서동인, 2012)

| 선행연구들 | 발표한 교역지대의 개념과 정의 |
|----------------------------------|--|
| Galison (1996) | 원래 다른 활동(activity)이 지역에서 만나서 협동할 수 있는 무대(arena) |
| Galison (1997) | 서로 다른 두 분야가 만나서 공통의 언어를 만들어내고, 발전시키면서, 협력해 가는 공간 |
| Gorman, Groves, & Shrager (2004) | 서로 대립되는 상반관계(trade-off)가 아니라 정보나 관점의 교역(trade)이 일어나는 곳 |
| Collins, Evans, Gorman (2007) | 공동체들 간에 의사소통의 심각한 문제가 드러나는 곳 |

점 등)을 가진 둘 이상의 개인(또는 집단)이 만나는 곳이다. 이때 교환의 대상이 존재해야 하며, 교환의 주체도 각각 다르다. 둘째, 언어와 문화적 갈등이 나타나는 곳이다. 교역지대 내에 모인 학자들은 서로 다른 학문적 배경을 가지고 있기 때문에 전문성 교환 과정에서 충돌을 경험하게 된다. 셋째, 교역지대는 생성당시부터 교역(trading)이라는 목적성을 띠고 있으므로 서로의 교역 당사자들의 친분강화보다는 만족스러운 물건 교환에 초점이 맞추어져 있다.

Galison(1997)은 통일된 방법이나 원리가 없는 것이 학문을 허약하게 만들지 않으며, 다양한 이종 학문 간의 교류와 융합으로 마치 베니어합판처럼 점점 강화된다고 주장하였다. 이 과정에서 Kuhn(1962)이 언급한 바와 같이 게스탈트적 전환이 이루어지는 것이 아니라 국소적 변화, 혼합, 팽창이라는 세 단계를 거쳐 점진적으로 융합 및 발달 된다고 하였다. 이 과정에서 핵심적 기능 공간이 바로 교역지대인데, 실제로 그는 2차 세계대전 당시 레이더 개발을 위해 모인 학자들에게서 형성된 교역지대의 사례 연구를 통해 어려운 연구를 떠안은 Rad-Lab이 단기간에 창의적인 개발 성과를 낼 수 있었던 비결을 밝히고 있다. 물리학자와 엔지니어는 물론이고 화학자, 통계학자, 경제학자, 심지어는 음악가까지 모여 있어 상호간에 기본적인 대화조차 이루어지지 않을 법 한 상황임에도 성공할 수 있었던 이유는 소통이 용이한 개방적 공간구조와 이를 통해 자연스럽게 형성된 이들의 교역지대 내에서의 전문성 융합이었음을 Galison(1997)은 강조하고 있다. 이후에 많은 연구자들이 신생 융합 분야인 나노기술영역이 형성되어가는 과정(Gorman, 2002; Gorman *et al.*, 2004; Wardak & Gorman, 2006; Gorman *et al.*, 2009), 인지과학 영역이 창시

되는 과정(Thagard, 2005), turtle excluder device 개발 사례(Jenkins, 2010), Bio Bike 개발과정(Shrager, 2010) 등을 통해 교역지대 형성 및 진화 과정을 살핀 바 있다.

이 외에도 융합학문을 탄생시킨 학자들의 생애사를 분석한 결과, 이들이 융합학문을 개척할 수 있었던 이유를 '문제 해결을 위해 경계 넘나들기', '전공학문 외적인 경험 및 인식체계의 영향', '학문간 벽 위로 솟은 대가(大家)가 주는 영감', '지적 동반자와의 만남 및 교역지대 경험'의 네 가지 이슈를 통해 설명해 내고 있다. '문제 해결을 위한 경계 넘나들기'와 '전공학문 외적인 경험 및 인식체계의 영향'이라는 이슈는 개인 수준의 사고가 융합적으로 변천되는 과정을 논하고 있는 반면, '학문간 벽 위로 솟은 대가(大家)가 주는 영감'이나 '지적 동반자와의 만남 및 교역지대 경험'은 서로 다른 문화와의 상호작용이 이들의 융합 능력에 중요한 동인이 되었다고 지적하고 있다. 다시 말해, 다른 분야의 학자와의 만남의 장인 교역지대에 참여하여 이질적인 학문분야에 노출된 경험을 통해 새로운 지식과 언어, 관점과 같은 이종문화에 눈을 떴기 때문이라고 밝히고 있다(오현석, 2012). 최근에는 국내의 융합적 연구분야에서 실제 활동중인 학자들에 의해 질적연구 결과도 보고되었는데, 융합연구를 경험한 과학기술자들은 그들의 업적 달성에 교역지대 경험이 결정적인 계기가 되었음을 밝힌 바 있다. 과학기술자들의 교역지대 내의 교류활동 패턴으로는 '관계맺기', '합의하기', '교환하기'가 존재하며, 갈등양상으로는 개인차원의 갈등인 '재미와 두려움의 공존', '이 논문의 주인은?', '융합성과 판단의 어려움', '언어의 벽이 마음의 벽을 만들다', '동상이몽', '융합연구의 부정적 고정관념'이 나타났고, 환경 차원의 갈등 양상으

로는 '서로 다른 분야의 평가와 성숙도', '시간의 압박: 언 발에 오줌 누기', '혼습으로 인한 문화적 차이', '융합연구는 마이너?', '학문의 헤게모니에 따른 불균형한 파트너십'이 존재하였다(서동인, 2012).

이러한 융합담론에서 교육제도 예외일수 없었는데, 최근 사이언스지 교육면 보도에서는 미국 내에도 학제간 융합교육에 대한 수요가 늘어나고 있는 추세이지만, 융합 교육과정의 목적과 방법에 대해서는 견해가 다양한 것이 현실이라고 언급하고 있다(Gouvea et al., 2013; McCartney, 2013). 우리 과학교육계 역시 STEAM으로 대표되는 융합인재교육에 대한 논의들이 2009 개정 교육과정의 등장과 더불어 과학교육(김성원 등, 2012; 문지영 등, 2012; 박혜원, 신영준, 2012; 백운수 등, 2011) 뿐 아니라 기술(김진수, 2011; 김학진 등, 2012), 예술(신재한 등, 2013; 태진미, 2011; 한윤이, 2006), 수학(이민희, 임해미, 2013) 등의 여러 인접 교과분야에서도 다양하게 발표되었다. 교육과학기술부와 한국과학창의재단은 현장의 융합문화 확산을 위하여 STEAM 교사 연수를 실시하고 다양한 융합형 교수-학습 콘텐츠 개발 및 보급에 노력해 왔다(조향숙 등, 2012).

그러나 스스로 다양한 지식을 융합할 수 있는 융합 능력은 결국 소양의 문제이기 때문에 이미 융합된 지식을 전수하는 것만으로는 능력 배양 및 융합을 해야 한다는 필요성과 동기의 형성에 한계점을 지니게 된다. 또한 개인의 융합적 소양이 형성되지 않은 상태에서 단순히 특정 학제의 지식을 전수해 주는 것만으로는 복잡도가 높은 융합형 문제상황들을 능동적으로 해결하기 어려운 것이 현실이다. 따라서 집합형 일제 연수와 같은 수동적인 방식으로는 교사들의 융합적 소양을 함양하는데 현실적인 어려움이 있다. 또한 최근에는 과학뿐만 아니라 많은 교과에서 하향식 지식 전달에 의한 교사 전문성 신장방식에 대한 반성의 목소리가 있어 왔으며, 그 대안으로 단위학교 교사들에 의한 학습공동체 활동을 통한 실천적 전문성 신장을 도모하도록 독려하고 있는 실정이다(이현명, 2012). STEAM 역시 교사모임을 통한 자발적 연구들이 진행되었다. 선행연구 사례들을 살펴보면, 사실상 창의적 융복합수업에 대한 실천과 고민으로 명명하고는 있으나 교사연구회를 통해 제작된 STEAM 수업의 중심교과는 과학이 월등히 많으며, 내용 면에서 교과간 혹은 교사간 협력을 이루는 방안을 제시한 경우는 거의 없

으며 관련 교과를 병렬적으로 나열한 경우들이 많은 것이 문제점으로 지적되고 있다(박영석 등, 2012). 아울러 이러한 융합형 수업방식에 대한 논의 역시 해당 교과별로 각 교과의 학제에 따라 개별적으로 진행되는 양상을 띠고 있다.

서로 다른 분야의 사람들이 모여 문제해결을 위해 지식을 융합해 가는 과정에서 나타나는 것이 교역지대이며, 지속적인 만남과 융합시도 과정에서 이들이 형성하는 교역지대 역시 진화되어간다는 것이 선행연구들에 의해 보고된 바 있다(Collins et al., 2007). 그러나 이는 전문적인 과학자나 공학자들의 연구개발 과정에서 벌어진 사례들에 대한 긴 시간의 역사적 재구성에 의한 것들이었다. 그렇다면, 학자들의 학제간 협동을 통해 융합 학문성과물이 생겨나듯이 융합교과지도 전략이라는 교과교육적 지식을 산출하기 위하여 교과가 서로 다른 교사들의 모임에 의한 타교과간 협동은 가능할까? 교사는 자신의 교과에 관한 한 전문적인 PCK를 보유하고 있는 전문가로 정의되고 있다(민희정 등, 2010; 조희형, 고영자, 2008; Shulman, 1986, 1987; Magnusson et al., 1999). 그렇다면 교과전문가로서의 교사들이 그들의 아이디어를 융합하는 과정에서도 역시 학자들의 전문지식 융합과정에서와 같은 교역지대가 형성될 것으로 예상해 볼 수 있다. 만약 교사들의 아이디어 융합 과정에서 학자들과 같은 교역지대가 형성된다면, STEAM과 관련된 다양한 교과의 교사들이 융합수업을 고안하는 과정에서 자신들의 전문성 교환을 위해 불가피하게 경험하게 되는 어려움과 이를 타개하기 위해 형성하는 교역지대의 양상은 다양할 것이며, 융합학자들의 교역지대처럼 진화과정을 거칠 것으로 예상해 볼 수 있다.

따라서 이 연구를 통해 알아보고자 하는 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 서로 다른 교과 교사들로 구성된 학습공동체의 협동적 아이디어 융합 과정은 융합 학자들에서와 같은 교역지대를 형성하는가? 둘째, 서로 다른 교과의 교사모임에서 나타나는 교역지대는 어떤 진화과정을 거치게 되는가? 셋째, 교사들이 경험한 교역지대 내 아이디어 융합의 어려움은 무엇인가? 넷째, 교역지대를 경험한 교사들에게서 나타나는 인식변화는 무엇인가?

II. 연구 방법

1. 연구 상황의 생태적 이해

1) 연구 참여자

이 연구의 목적은 서로 다른 교과와 교사들 간에 형성된 학습공동체 활동에서 나타나게 되는 교역지대의 형성 및 진화 양상을 파악하고, 교역지대 내에서 교사들이 느끼는 어려움과 인식변화를 알아보는 것이다. 이러한 연구목적의 달성을 위하여 남부권 소재 H중학교 교사 7인의 교내 자율적 학습공동체를 구성원의 허락을 얻어 관찰 및 조사를 실시하였다. 연구를 함께 하게 된 교내 학습공동체인 'STEAM 교사 연구회'는 본래 2011년 2학기부터 구성되어왔던 교내 모임이다. 2011년 여름 방학 중 이루어진 STEAM 교사 연수를 다녀온 경험이 있었던 과학과 및 기술·가정 교사가 중심이 되어 자발적으로 모임이 만들어지기 시작하였다. 그러나 교내에서의 이들의 활동이 활발한 상태는 아니었다. 그러던 중 2012년 상반기에 융합인재교육 우수사례발표를 견학하고 오게 된 일부 구성원들은 크게 고무되어 4월에 구성원을 더욱 영입하고 새로운 활동을 재개하게 되었다. 각 구성원들의 배경 맥락을 설명하면 다음과 같다.

교사 A는 미술교과를 담당하고, 교직경력은 2년 6개월이며, 학생대회 지도 및 방과후 특기성성 프로그램 운영 등에 참여하고 있으며, 학교 친목회 총무를 맡고 있는 등 학교의 전반적인 활동에 적극적으로 참여하는 편이다. 교사 B는 과학교과를 맡고 있으며 물리전공을 했으며 교직경력은 2년 6개월이다. 평소 정적인 성격이며, 대화를 통해 학생들과의 문제의 해결점을 찾으려는 편이다. 교사 C의 경우는 과학을 가르치는 남교사로 평소 대인관계의 폭이 넓고, 힘든 일에 솔선수범하는 부지런한 성격을 지니고 있으며, 대학교 실험조교활동을 한 경험을 바탕으로 각 중 과학실험대회 및 탐구토론 종목 등의 실험 과정에 대한 전문적인 분야에 조언을 많이 하고 있다. 교사 D의 경우는 국어 교과를 담당하고 있으며 경력은 3년 6개월이며, 평소 카리스마가 있어서 수업시간에 수업분위기를 주도적으로 이끄는 편이며, 학교 업무 면에서도 능력을 인정받고 있다. 교사 E의 담당 과목은 기술·가정이며, 경력은 3년 6개월이었다. 교사 E는 STEAM교사 연구회 회원으로 활동을 2년째 하고 있으며, 새로운

교수-학습 방법에 관심이 많은데, 최근에는 교실 책상을 항상 모듈별로 배치하고 토론이나 문제해결학습 형태의 수업을 즐겨 활용하고 있다. 또한 학급 학생들의 일거수일투족을 세심히 챙기고 동아리 운영 교사를 맡는 등 학생들로부터의 신망이 두텁다.

교사 F의 경우는 교직경력 3년 6개월로 수학교과를 맡고 있으며, STEAM교사연구회 회원으로 2년째 활동하고 있다. 교사 F는 평소 조용한 편이며, 본인의 의견을 잘 제시하지 않는 편이나 실제 업무 면에서는 능력이 있어서 동료교사들에게 인정받고 있는 상황이다. 또한 자신에게 책임이 주어진 일에 대해서는 철저하게 완수하고 남들이 쉽게 하기 힘든 일도 본인의 역량이 허락하는 범위에서는 열심히 해 내려는 태도를 지닌 교사이다. 교사 G의 경우는 음악 과목을 맡고 있으며 교직경력은 2년 6개월로 방과후 악기반 운영을 통한 대회 지도 등에 적극적으로 참여하며, 학교업무 면에서도 능력을 인정받고 있으며 평소 학생과 교사들에게 친절하여 호감도가 뛰어난 편이다.

실제 이 모임의 구성은 교사 E, F의 경우는 기존 STEAM교사연구회 회원으로 참여할 수 있었으며, 그 밖에 교사 B, C는 과학 교사로 같은 교과이므로 쉽게 허락하였다. 교사 C와 A, G와의 개인적인 친분관계로 인해 A, G는 모임에 동참하게 되었다. 마지막으로 교사 D의 경우는 본인이 해야 할 일과 할 수 있는 것들에 대해 충분히 설명하고, 생각할 기회를 가진 후 가장 마지막에 참여하게 되었다.

2) 연구현장의 맥락

연구가 이뤄진 H중학교의 경우 경력이가 높은 교사들과 신규부터 경력이가 3년 미만의 교사까지 골고루 분포되어 있다. 연구 기간은 2012년 5월부터 9월까지로 학습공동체 모임은 기본 모임이 총 8회에 걸쳐 이루어졌으며, 최종 결과물로 만들어진 STEAM 융합형 수업의 실제 적용과 반성적 토의까지 2회에 걸친 모임이 추가로 이루어졌다. 학습공동체의 1회별 평균 모임은 평균적으로 1시간 30분 ~ 2시간 동안 진행되었으며, 구성원들의 수업이 공통적으로 비는 시간이나 점심시간 이후 등의 여유시간을 활용하여 정규 근무 시간 내에서 자율적으로 이루어졌으며, 때로는 정규 수업 외의 시간을 활용하기도 하였다. STEAM 연구회 모임은 주 1회를 원칙으로 기본으로 하되, 학습공동체 구성원인 교사들의 개인적 사정이나 외부일정

(예: 출장) 등으로 인하여 일정이 바뀔 수 있으므로 특정 요일이나 시간을 고정하여 두지 않고 이전 모임에서 다음 모임의 시기와 장소를 협의하여 정하는 방식으로 탄력적으로 운영되었다. STEAM 연구회 모임은 구성원 모두가 같은 학교에 근무하고 있는 서로 다른 교과와 교사들인 만큼 해당 학교의 교사 휴게실, 과학실 등에서 주로 이루어졌으며, 경우에 따라서는 카페나 공원과 같은 학교 이외의 편한 장소에서 이루어지기도 하였다.

STEAM 교사 연구회의 주요 활동 목표는 중학교 수준에서의 융합형 수업을 단위 학교 내 소속 교사들의 교과간 협동을 통해 스스로 제작해 보는 것이었다. 융합의 범위는 STEAM 융합을 기본으로 하지만 과학(science), 기술(technology), 공학(engineering), 수학(mathematics), 예술(fine arts), 인문·사회(liberal arts) 교과의 경계를 넘는 창의적이고 흥미로운 수업을 제작하기 위해 교과 상호간에 사전에 학습 목표나 수업 범위의 제한을 두지는 않았다.

3. 자료 수집 및 분석 방법

1) 자료수집

연구자의 참여관찰에 의한 질적 연구 방법으로 진행된 이 연구에서 주요한 연구 도구는 바로 연구자 자신(human as instrument)이라고 할 수 있다(Maykut & Morehouse, 1994). 즉, 연구자는 구성원들의 학습 공동체 내에서의 협동적 아이디어 융합 및 공유 과정을 고찰하기 위하여 아이디어 융합 및 공유가 이루어지는 현장에 직접 참여하여 관찰을 수행하였고, 보다 면밀한 관찰을 위해 학습공동체의 모임에서 나타난 토의 내용 전 과정을 촬영 후 전사(transcription)하여 연구 자료로 활용하였다. 연구자들은 학습공동체 구성원 교사들에게 모임에 대한 참여 관찰 및 촬영에 대해 사전에 연구 목적과 배경을 설명한 뒤 구두 합의를 통해 연구에 대한 동의를 얻었으며, 연구자 중 해당학교 교사인 1인은 학습공동체 구성원 교사들과 지속적으로 관계를 유지하며 필요시 구성원들과 추가적인 1:1 심층 면담을 실시하였다. 또한, 참여 관찰을 실시한 연구자의 현장노트와 수업 적용 후 반성 모임시 작성한 교사들의 반성적 에세이(reflective essay), 모임의 결과물로 제작된 수업지도안(부록 참조) 등이 수집되어 분석에 활용되었다.

2) 자료 분석

수집된 자료들은 모두 세 단계의 분석 절차에 따라 해석적이고 순환적인 방식으로 분석되었다. 첫 번째 단계는 전사된 질적자료들(면담, 모임 대화록 등)의 내용을 반복하여 읽으면서 실시하는 반복적 비교분석(constant comparative analysis)을 통해 유형을 범주화 하였다. 두 번째 단계는 비교와 분석을 위해 모임의 시기와 연구 참여자별로 범주화된 유형의 교차점을 찾아 정리하였다. 이 과정에서 활동 과정의 맥락적 이해를 위해 전사된 텍스트 자료 이외에 녹화된 영상 자료도 반복적으로 관찰하면서 대표적인 사례를 추출하고 이를 유형화하는 작업이 반복적으로 이루어졌다. 이와 같은 사례 추출은 범례적 이해의 방식을 따랐다(조상식, 2002). 세 번째 단계는 교차점에서 사용되는 질적 자료 중 의미가 불분명하거나 추가적인 자료가 필요한 경우 추가 면담을 실시하였다.

분석된 연구결과와 타당성과 신뢰성 확보를 위해 연구의 분석 대상을 교사모임에 대한 촬영 자료 이외에 면담자료, 자기반성적 저널, 수업촬영 자료, 참여 관찰을 통한 현장노트 등을 포괄적으로 활용함으로써 보다 통합적이고 맥락적인 이해를 얻고자 하였다(triangulation). 또한 교사들의 교역지대 형성과 진화과정 및 그 속에서 느낀 자신만의 어려움에 대해 연구자들이 분석한 개념 및 범주와 그에 의해 추출된 사례 등의 내용을 연구 참여자들에게 제시하여 연구자 분석의 적절성에 대해 참여 교사와 함께 협의하는 과정(member-checking)을 거쳐 분석의 신뢰도를 높였다(Lincoln & Guba, 1989).

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 협동적 지식융합과정에 따른 교역지대 형성과 진화과정

우리의 연구에서도 서로 다른 교과와 교사들에 의해 구성된 교사모임을 특정 문제해결점에 도달할 때까지 진행한 결과, 이들 역시 과학자나 공학자들의 지식융합과정에서처럼 전문지식과 문화의 차이로 인해 쉽게 융합을 위한 공통분모를 찾지 못하는 공약불가능의 어려움을 느끼는 것이 관찰되었다. 그러나 융합 학문이 태동할 때와 같이 STEAM 교사모임의 교사들

역시 초기의 공약불가능 상태를 교역지대 형성을 통해서 극복하고자 하였다. 교사들의 전문성 교환과 아이디어 융합의 과정에서 나타난 교역지대는 과학자들의 그것과 마찬가지로 전교역지대, 엘리트 통제에 의한 교역지대, 경계대상이 있는 교역지대, 공유된 정신 모형의 교역지대의 형태로 형성되고 진화된 것을 확인할 수 있었다. 연구에 참여한 교사들이 전문성 교환 및 지식융합을 위해 형성한 교역지대를 유형별로 살펴보면 다음과 같다.

가. 전교역지대

본격적인 교역지대가 형성되기 전에 나타나는 임시적 공간으로 볼 수 있는 전교역지대(pre-trading zone)가 나타났다. 또한 전교역지대의 하위 단계로는 '아이디어 융합의 당위성 확인', '개인적 해석과정', '모두가 공급자'가 나타났다. 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

1) 아이디어 융합의 당위성 확인

공동체가 형성되고 이들이 전문지식을 융합하기 위해서는 서로의 멘탈모델이 공유될 수 있는 교역지대가 형성되어야 한다. 이 과정에서 가장 문제가 되는 것은 공동체 구성원의 교역지대 진입 여부이다. 자율적 협력이 기반한 교사들의 학습공동체를 다른 연구들을 살펴보면, 공동체의 형성과 유지는 공유된 믿음(shared belief), 상호의존성(interdependence), 의미 있는 관계(meaningful relationships)의 형성에 달렸다고 하였다(Dooner *et al.*, 2008; Westheimer, 1999). 최근에 Robert & Pruitt(2009)이 제시한 기준도 반성적 대화, 학생의 배움에의 초점, 동료들 간의 상호작용, 협력, 가치와 규범의 공유이다. 선행 연구들에서 가장 중요시 하고 있는 공통요소는 구성원들에 의한 가치와 규범의 공유이다(서경혜 등, 2007; 이현명, 2012; Kruse *et al.*, 1995).

[사례 01]

교사 B: 그니까 저희가 해야 될게요, 지금 이런, 어떤 주제를 잡아서 그거를 저희가 다 다른 과목이시니까, 그 주제를 잡아서 그거를 뭐, 어떻게 뭐, 과학과 수학과, 뭐 예술, 기술? 이런 인문 쪽으로,
교사 C: 저희가 STEAM을 하는 이유가, 어떤 한정

된 교과와 한정된 시각으로 보지 말고 더 넓은, 그런 걸로 보는 것 때문에..

[사례 01]에서 볼 수 있듯이 STEAM 교사 연구회에 모인 교사들은 아직은 자신들이 모임에 참가하여 할 일들과 그 일이 지니는 가치와 비전에 대해서 확신이 부족한 상태이다. 더욱이 STEAM 수업의 정의나 절차와 같은 기준에 대해 재확인 하면서 기존의 수업이 있음에도 굳이 이와 같은 노력을 하는 상황에 대한 당위성을 확인하고자 하고 있다. 이 과정에서의 인지과정 주체는 개인이며 본격적인 교역을 위한 장(場)으로 진입하기 전의 마음의 준비를 하는 상태와 같다고 볼 수 있다.

2) 개인적 해석과정

이 단계는 Weick의 의미융합의 4단계 모형(Weick's model of mean convergence)에서 제 1단계인 'diverse ends'와 유사한 단계로 볼 수 있다(1979). 멤버 중 누구도 어떤 의미든 보낼 수 있는 규범적으로 열려있는 상태이다. 즉, 개인의 규범에 의해 사고하며, 아직은 집단 공동체의 전체 규범을 전제로 놓고 사고하지 않는 시기라고 볼 수 있다. 교역지대로 진입하기 전 혼돈기인 이 시기는 융합을 시도하려고 하는 당사자들 간의 통일된 규범이나 목표가 설정되지 않은 상태이다. 혹은 설정된 규범이 존재한다고 해도 이에 대한 의미 해석과정에서 상이한 견해를 드러내므로 협상은 이루어질 수 없다. 본격적인 교역으로 진입하기 전의 기본적 거래규칙이 되는 부분들에 대한 다양한 해석이 난무하는 시기이며 이 시기의 조율이 정리되어야 비로소 구성원들은 교역지대 내로 진입할 수 있게 된다고 볼 수 있다. 실제로도, 융합연구를 수행하는 과정에서 교역지대를 경험한 학자들 중 일부는 이 과정을 본격적인 연구 이전의 가벼운 사적 만남을 통해 사전에 대화를 나누고 서로 많은 의견교환을 해보는 식으로 풀어나가게 되는 것을 발견하였다(서동인, 2012).

[사례 02]

교사 E: 그니까 주제를 하나 정해서,
교사 C: 네,
교사 E: 각 과목의 요소가 다 들어가야한다 이 말이
에요? 공통된 주제?

교사 C: 근데 솔직히..
 교사 D: 한두 개 정도는 들어가야..
 교사 E: 두세 개 정도는..
 교사 D: 그럼 지도안은, 여러 개..
 교사 E: 아니아니 하나가 나오는데 거기에 과목의 요소를 추가한다는거..
 교사 C: 뭐 그래서, 솔직히 모든 과목이 들어갈 필요는 없을 거 같은데요, 몇 가지 과목에서, 뭐.. 네.
 교사 E: 이러면 과학과 수학만 나오지. 근데 그 주제가 뭔지에 따라서,
 교사 C: 네, 어떤 과목이 들어가는지..
 교사 D: 아니면 그 주제에 무조건 끼워 맞춰야 되나요, 과목을?
 교사 C: 그런 건 아닌 거 같은데요, 그냥, 뭐..
 교사 E: 그냥, 요소를 설명을 좀.. 주제를 하나를 찾으면, 거기에 들어갈 수 있는 요소를 찾는 거예요. 그러니까 빠질 수 있는 요소가 있고 이런 게 아니라, 국어 관련된 요소가 나올 수도 있고, 그 요소를 찾는 게 필요할 거 같은데.
 교사 D: 그럼 주제를 정하는 기준은 없어요? 우리들이 알아서 정하면 돼요?
 교사 C: 네, 뭐..
 교사 E: 아무거나. 아무거나 해도 돼요?
 교사 E: 그러면, 지금 꽤 까다로우니까, 교육과정으로 해서 학년을 정해서 해도 되지 않아요 그러면? 그렇게 할 거면? 먼저 기준을 세웠으면 좋겠어요

[사례 02]에서 교사들은 현재 공통의 규범이 형성되기 전의 단계에 놓여 있다. 서로가 서로에게 물어보는 상황이 벌어지지만 누구하나 분명한 답을 주기 어렵다. 예를 들어, 교사 D의 요소를 끼워 맞추는 것이냐는 질문에 교사 C는 그것은 아닌 것 같다고 대답하지만 확신은 없는 상태인 것을 발견 할 수 있다. 즉, 주제를 정하여 개인의 지식을 융합하고 싶어도 앞으로 어떤 주제를 무슨 기준으로 정하게 되는지에 대한 절차와 방식에 대한 암묵적 동의가 없어 누구도 선뜻 나서지 못하는 형국인 것이다. 교역지대로 진입하기 전 개인적 인지(individual cognition)에 머무는 시기로 교역지대가 형성되고 거래의 규칙인 공동의 규칙과

용어들이 정립되고 나면 집단적 인지(collective cognition) 수준으로 넘어가게 된다(Smith, 2012).

3) 모두가 공급자

이 단계는 교역이 이루어지기 위해 반드시 필요한 수요와 공급이 맞지 않는 초기 단계에 해당한다. 초보적인 장터가 처음 형성될 때 사람들은 누가 무엇을 왜 원하는지 모르기 때문에 소비자가 필요한 것(needs)과 원하는 바(wants)를 잘 파악하여 물건을 공급하기 보다는 자신이 가진 것을 모두 늘어놓고 기초적인 물물교환을 시도하려하게 된다(Toffler & Toffler, 2006). 이때 모두가 공급자인 셈이어서 내가 그리고 상대가 무엇이 필요한지에 대한 관심보다는 서로가 무엇을 가졌는지에 초점이 맞추어지게 된다. 지식의 융합을 위한 교역지대가 형성되기 전 전교역기에도 이와 같은 양상이 벌어지는 것을 확인 할 수 있다.

[사례 03]

교사 E: 어어 그런, 그걸 만들었잖아요, 그걸 가지고 해봐도 괜찮지 않아요? 그러면 웬만한 요소가 들어갈 수 있을 거 같은데, 아 왜 갑자기 그 용어가 생각이 안나지? 그 일본에 되게 비싸게 판다고 했잖아요,
 교사 C: 뭐 안전가옥 같은 거,
 교사 E: 뭐 캡슐 같은 거 있고 막 이런다고 했잖아요, 그런 거는, 꾸준히 쓸 수 있는 거 아니에요?
 교사 C: 음..
 교사 E: 저는 하나 냈어요. 전 제 할 일을 하나 했어요. 이제 이야기 해 보고, 그 중에서 하나 하든지.
 교사 D: 저는 지하에, 아까 아파트 짓는 거, 음..
 교사 C: 저는 우주도시 건설?
 교사 E: 너무 막연하신 거, 그렇게 하실 거면, 우주도시 건설을 어떻게 하실 건지..

[사례 03]에서 교사들은 서로의 필요와 상관없이 ‘안가(安家)’, ‘우주도시’, ‘지하아파트’ 등의 다양한 아이디어를 발산적으로 내어놓고 있다. 특히 자신은 할 일을 했다는 교사 E의 발언에서 보듯이 뭐라도 하나 제안해야 한다는 의무감에 공급자로서의 역할에 충실하고자 함을 엿볼 수 있다. 즉, 이 단계에서는 앞

서 언급한 바와 같이 공급자는 있으나 소비계층 및 유통 및 가공 계층이 형성되지 않아 물건은 많으나 교역이 이루어지지 않는 시장 초기 상태처럼 진열된 아이디어는 많으나 아이디어를 수용하여 발전시키는 소비자로서의 역할이 없어서 어떤 하나의 아이디어에 대해 심층적 논의가 이루어지지 못하고 있는 것을 확인할 수 있다.

나. 엘리트 통제에 의한 교역지대

엘리트 통제에 의한 교역지대에 진입하면서 모임은 이제 본격적인 전문성의 융합을 위한 교역지대를 형성하는데는 성공하였다. 엘리트 통제에 의한 교역지대에서 나타난 하위단계로 '기여적 전문성의 등장'과 '제도적 힘의 불균형'이 있었다. 자세한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 기여적 전문성의 등장

과학사회학자 Collins(2004)는 인간의 전문성을 실제 그 분야의 지식에 실질적으로 기여하는 '기여적 전문성'과 해당 분야의 전문가들과 논의를 하고 이들에게 자극과 영감을 줄 수 있는 전문성인 '상호작용적 전문성'으로 나누어 제시하였다. 교역지대 진입 초기인 '엘리트 통제에 의한 교역지대'에서는 특정 분야의 풍부한 지식을 바탕으로 문제해결에 기여하고자 하는 '기여적 전문성'의 발현이 두드러지게 나타나는 것을 발견할 수 있었다.

[사례04]

교사 C: 예, 우주왕복선. 이게 더 이상 발사할, 위험 부담도 있고요, 예, 우주왕복선이 터질 위험 부담도 있고요, 우주에서 또, 그만큼, 사람이 귀하잖아요. 그래서 우주인을 훈련시키는 비용도 많이 들고, 그리고 우주인을 잃으면, 그 돈은 아깝지 않지만 시간과 노력도 어렵고, 아깝고, 그리고 또 사람을 쉽게 희생시킬 수 없다는 취지에서 현대 미국에서는 무인왕복선을 개발중이거든요. ... [중략] ... 그래서 사람 한 명당 최소 200kg를 잡아도, 그게 30톤이면, 1톤에 5명, 30이면 최대 150명 밖에 못 탄단 말이에요, 우주왕복선 한 대에, 보통 지금, 보통 그 때 발사될 때 쉘러저호가 25번째 발사될 때,

70초만에 폭발했는데, 공중폭파했는데, 그때가 7명이 타고 있었다고 해요. 근데 화물 적체를 최소화시키고, 사람을 많이 태운다 하면 거의 한 대에 150명? 정도 태울 수 있을 거 같은데..

교사 D: 근데 우리, 저번에 이야기했던 게, 자연재해가 일어난 상황에서 사람이 지낼 수 있는, 주거공간을 띄우는, 그거 아니었나요?

교사 C: 네 그래서 주거 공간을 띄우는 거도, 지금 현재 우주정거장 같은 게 전부 다 우주왕복선 계획으로 만들어진 거거든요. 그게 만약에, 우주정거장 같은 게 아주 크잖아요. 큰 거를 한 번에 올리는 게 아니라 뭐 조각조각내서, 우주에 띄운 다음에, 그거를 우주왕복선이 최대 실을 수 있는 크기만큼 부품을, 집에서 제작을 해서 우주에서 우주 상태에서 조립하는 거예요. 우주선, 우주 상태에서 조립하는 거예요, 우주선, 우주 공간에서

교사 D: 그걸 지금 우리가, 지구 안에서, 지구 공간에서 띄우는 게, 우주에서 그 우주정거장이나 우주왕복선을 만드는 거랑 연관이 있어서 지금 이 말씀을 하시는 거예요?

교사 C: 그러니까 현실적으로 지구에서, 뭐 큰 주거 공간을 만들어서 띄우는 건 현실적으로 불가능하구요.

교사 A: 그 띄우는 게,

교사 C: 네.

교사 A: 그냥 물 위에서 떠 있는 거예요? 아예 우주 밖으로 나가서?

교사 C: 아니 인공위성 돌듯이 그렇게.

교사 A: 아 인공위성 돌듯이, 우주 공간에 그렇게..

교사 E: 그럼 선생님 말씀은, 띄워서, 일단 띄워서, 거기서 정거장 같은 걸 만들어서 거기서 하시는, 말씀이세요?

교사 C: 그렇죠, 거기서 일단 거기 주거 공간을 만약에 하려면 주거 공간을 띄운 다음에, 거기서, 지구에서 사람을 계속 실어 날라야죠.

[사례 04]에서 교사 C는 협동을 주도하면서 다른 교과목 교사들을 압도하고 있다. [사례 04]에서 교사 C는 자신의 교과 영역에 기반을 둔 전문지식으로 아이

디어를 제공하면서 다른 교사들의 질문에 응답해주고 있는 반면, 다른 교과목 교사들의 발화 특성은 대개 교사 D 혹은 교사 E의 경우처럼 호응 혹은 현재 최대 공급자인 교사 C의 지적 자원을 교역지대로 더욱 이끌어 내기 위한 추가적 질문과 같은 매개적인 것이었다. 이는 Collins(2004)가 지적한 기여적 전문성(contributory expertise)의 사례로 생각해 볼 수 있다. 이 상황에서 STEAM 연구회의 교역지대는 협동을 주도하는 한 분야가 다른 분야들을 상대적으로 월등히 압도하는 양상을 보여주고 있지만, Collins *et al.*(2007)의 주장처럼 언어나 세계관과 같은 정신모형 수준의 융합은 일어나지 못하고 있음을 확인할 수 있다. 다시 말해 이 시점으로부터 교역지대가 형성되었으며, 융합을 위한 협동은 시작되었으나 진정한 의미의 융합은 아직 이루어지지 못한 상태를 의미한다.

2) 제도적 힘의 불균형

상당수의 학제간 융합연구들에서 흔히 발견할 수 있는 교역지대의 양상은 [사례 05]에서 드러나는 제도적인 불균형이 존재하는 융합이다. 이런 경우 최초 특정분야의 문제해결을 위해 다른 분야를 끌어들이게 되는 협동적 융합을 최초 발의한 분야가 다른 분야를 제도적으로 압도하게 되는 사례들이 종종 발견된다. 이러한 현상은 제도적 지원이나 기관의 형성 등에 의해 교역지대가 마련될 때도 나타나며, 특정 분야 학자의 문제해결에 대한 집착과정에서 속박(constraints)의 해결 방식으로도 드러나게 된다(오현석 등, 2012). 창의적인 학자는 자신의 연구문제를 해결하려는 과정에서 속박이 느껴지면 이것을 해결하기 위하여 새로운 분야의 학자들과의 협업을 통해 극복하려 한다(Mansfield, 1981). 예를 들어서, 전자공학에서의 특정한 문제를 해결하기 위하여 전자공학 팀이 재료공학자, 물리학자, 화학자들을 이끌고 협력을 주도하는 상황이 이에 해당한다(홍성욱, 2008, 2011). 이때 주도권은 전자공학자들이 쥐고 있으며, 재료공학자, 물리학자, 화학자들은 전자공학자들의 문제해결을 위한 자문단이나 조력자 역할에 국한될 가능성이 높다. 이 유형의 교역지대는 Collins *et al.*(2007)에 의하여 강제된(enforced) 교역지대의 유형으로 소개된 바 있다.

[사례 05]

교사 D: 근데 너무, 뭔가 많은 거 같아요.

교사 C: 네,

교사 E: 그러니까, 나도 그래서..

교사 C: 애들 수준에, 하려면 정말 간단화시켜서, 우리가 제시할 건 확실히 제시해주고.. 이런 원리가 있다는 걸 설명하는 게 나를 거 같아요.

교사 E: 그러니까 보면, 잠수함이 목적이면 굳이 쓰나미를 얘기할 필요가 없는 거 같고..

교사 D: 그러니까 쓰나미에 관련된, 공부를 그냥 치우고, 그냥 이런 상황, 이리이러한 상황이다 고만 제시를 해 주고, 잠수함이 내려갈건데, 수압을 얼마나 견딜 수 있느냐, 그런 것만 해가지고 일단 과학은 넣고, 그 외에 다른 거를 더 넣어가지고, 과학에서 지금 쓰나미하고, 이런 게 다 들어가면, 지도안을 짜면..

교사 C: 과학과 지도안이 나오겠네요. STEAM 지도안이 아니라 과학과 지도안이 나오겠네요. 그렇지 않나요?

[사례 06]

교사 B: 그러면 과학과 지도안이 되는 거 같은데요, 그럼 완전히 과학인데요.

교사 E: 그러니까 그랬잖아요, 저희가 지난번에 이야기한 게 과학에서 뼈대를 잡으면 거기서 같이 들어가기로 했잖아요,

교사 C: 그래서 뼈대가 과학이고, 거기서 그런 상황 설정은 과학내용이 되어하나요?

교사 B: 근데, 지금 무슨 이야기가 나왔으면, 꼭 과학이 추가 될 필요는 없고, 음악이 추가 되어도 상관없고, 거기에 과학이나 다른 과목 요소를 덧붙여 가는 것도 된다는 거지요.

현재 STEAM은 각 교과별로 자신의 교과를 중심에 놓는 방식의 융합형 교수-학습 콘텐츠들에 대한 연구개발이 개별적으로 이루어지고 있는 상황이다(예; 김학진 등, 2012; 문지영 등, 2012; 박혜원, 신영준, 2012; 신재한 등, 2013; 이민희, 임해미, 2013; 태진미, 2011; 한윤이, 2006). 다만 한국과학창의재단의 집중적 지원과 육성으로 인하여 기술이나 예술 교과 영역보다는 과학이 제도적 혜택을 많이 입게 됨으로써 연구참여 교사들 역시 초기에는 융합은 과학을 표현하는 하나의 방법이며 과학교과 교수-학습 전략의

유형으로 여기면서 이것은 과학과 업무의 일환인 것으로 생각하고 어디까지나 '도와주는' 차원에서 응호음을 이야기하기도 했다. 연구대상이 된 학교의 'STEAM 교사 연구모임'은 최초로 과학교사인 교사 C에 의해 발의 되었다. 교사 E의 경우 [사례 06]에서 볼 수 있듯이 기존에 'STEAM 교사 연구모임' 경험이 있음에도 불구하고 과학교과의 주도에 대해 암묵적으로 동의하고 있다. 이는 앞서 언급한 강제된 교역지대의 한 정형이며, [사례 05]에서처럼 내용상 과학교과가 주도권을 형성하고 타 교과들이 과학교과의 교수-학습 지도안 제작이라는 문제 해결 과정에서 나타나는 속박을 극복하게 해주는 해결책으로 쓰이게 되는 것이다. 이러한 교역지대에서의 문제점은 가치관이나 정신모형, 언어 등과 같은 메타인지적 동화가 이루어지지 못한 상태이다. 따라서 과학교사를 제외한 다른 구성원들은 단순 조력자나 자문자 역할이 되면서 융합의 당위성에 대한 동기와 주인의식이 결여된 상태로 임하게 된다.

다. 경계 대상이 있는 교역지대

'경계물(boundary objects)'이라는 것은 과학기술학자인 Star가 제시한 개념으로 서로 다른 전문성을 지니는 집단사이의 협력을 매개해주는 추상적이거나 구체적인 대상을 지칭한다(Star, 1989; Star & Griesemer, 1989; Star, 2010). 경계대상이 있는 교역지대에서는 하위단계로 '상호작용적 전문성의 등장', '공약불가능 상태의 확인', '경계물 및 매개물을 통한 교집합 형성', '중간언어 사용 및 의미협상을 통한 공약불가능의 극복노력'이 있었다.

1) 상호작용적 전문성의 등장

서로 다른 전문성을 지닌 교사들이 공동의 아이디어를 구축해 가려면 경계물이 형성되어야 하는데, 이 연구에서는 경계물로서의 언어나 물건같은 외현적 표상체 보다는 하나 이상의 전문성을 넘나들면서 구성원들에게 자극을 주는 거간꾼 역할을 하는 개인의 출현이 먼저 발견되었다.

[사례 07]

교사 E: 상황도 제시가 되는 거지, 상황을 가지고 다른 과랑 연결이 되는 건 아니지 않아요? 그니까 맞잖아요. 이렇게 되어 있으면 계산하

는 거는 수학과를 가지고 오고, 디자인이나 색깔을 넣을 수 있으니까 그건 미술에서 가져오는 거고 그리고 국어도 뭐, 거기 안에서 생활이나 시나리오를 적는 거는 국어에서 가져오는 거고, 그리고 설계할 때 저희 기술에서 재료는 나오거든요, 재료라든지, 그런 설계에서 가져가는 거지, 빼대는 과학으로 가기로 지난번에 이야기했으니까, 그것을 과학으로만 만들려면 지도안을 과학으로 만들 수도 있고 기술로도 만들려면 만들 수 있는데, 거기에 저희가 얼마나 융합된 요소를 넣느냐, 가 포인트 아닐까요? 저는 그렇게 생각했는데.

교사 A: 좋은 생각이십니다.

교사 C: 저도 동의합니다.

교사 D: 하하 정리 잘 해주시네요.

[사례 07]에서 기술가정교사인 교사 E는 자신의 교과내용에 해당하는 전문지식 보다는 다른 교과들의 융합요소가 해당 주제 맥락에서 어떻게 도입가능한지에 대한 자신의 의견을 풀어놓고 있다. 교사 E는 모임의 전반에 걸쳐서 다른 논의들 속에서도 기술가정교과의 지식적 전문성을 보태는 역할보다는 다른 교사들의 전문성이 잘 융합될 수 있도록 매개하는 역할을 자임하고 있다. 이는 교사 E가 남들보다 앞서 STEAM을 접한 맥락도 이유가 될 수 있으나 교역지대가 형성되면서 나타나게 되는 슈퍼컨넥터(super connector) 혹은 거간꾼의 등장을 암시한다. 교사 E처럼 서로 다른 집단의 전문성을 매개해 주면서 그들로 하여금 새로운 통찰을 가질 수 있도록 도와주는 사람의 능력을 일컬어 '상호작용적 전문성(interactional expertise)'이라 하며(Collins, 2004), 이러한 능력을 발휘하는 개인의 출현으로 교역지대는 경계 대상이 있는 교역지대로 진입할 준비를 마치게 된다고 볼 수 있다.

2) 공약불가능 상태의 확인

서로 다른 전공의 패러다임 차이로 인해 생기는 문화적 차이는 공약불가능 상태를 야기 시킨다. 이는 둘 이상의 분야가 융합되지 못하게 하는 걸림돌이며, Gaslison(1997)은 이를 교역지대를 형성하여 극복할 수 있다고 하였다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 전교

역지대에서 먼저 융합에 대한 필요성이 자각된 뒤에 융합을 시도했으나 공약불가능성으로 인해 여의치 않은 문제상황을 만나게 되는 개별각성이 이루어져야 매개물 형성이나 중간언어와 같은 2차적 전략을 구사하는 교역지대의 진화를 이루게 되는 것이다. 현 상태의 교역지대는 STEAM에 대한 전문성이 더 많은 과학교과의 교사에 의한 엘리트 통제기를 통해 형성되고는 있으나 상호 공약불가능에 대한 개별 구성원의 자각과 극복 노력이 없으면 다음 단계로 진화될 수 없고, 붕괴될 것이다.

[사례 08]

교사 C: 그래서 음악 교과에서 청음이라든지, 뭐 어떻게 학생들을, 학생들이 뭐 잘 했는지 측정할 수 있는 방법이 있을까요?

교사 G: 일단 악기들이 만들어지면 각 악기별 음정이 다 맞는지 안 맞는지를 확인하면 될 거 같은데요.

교사 C: 그런데 애들이 뭐 절대 음감을 갖고 있는 게 아니니까요.

교사 G: 정확하게 아이들이 그러니까, 피치를, 주파수를 정해서 하면 정확하겠지만,

교사 C: 학생들이 직접 연주해보면 되지 않을까요?

교사 G: 표현학이라고, 그런 영역이 있어요. 있긴 있어요.

교사 C: 네?

교사 G: 현악기가 주선율은 맞으니까.. 만약에 타악기 현악기 관악기 이렇게 나누어서 만들고 합주를 한다고 하면, 그건 좀 약간 악보?

[중략]

교사 G: 뭐 셜머림이나 이런 걸 넣으면 좋겠는데... 그런 것까지 표현하기에는 너무..

[중략]

교사 G: 평균율로 지금은 다 맞춰졌죠.

교사 C: 그게 뭔가요?

교사 B: 어차피 파동이 다 진동하면서 진행하는 거니까, 가다가 막히면 거기서 끝나잖아요. 진동수가 중요하죠.

교사 G: 네,

교사 B: 거기서 막히기까지의 길이, 이거 가지고 하는 거예요. 그래서 악기가 소리가 나는 원리도 다 그것 때문이거든요.

교사 G: 음.. 그럼 아까처럼 주파수가 이게 아니고, 진동수라는 게 주파수가 잔존하는 시간? 뭐 그런 거예요?

음악교사인 교사 G는 기술가정 교사의 요청에 의해 모임에 참여하게 되었다. 교사 G가 이 모임에 합류하기 전까지 교사들은 학생들에 의한 악기 제작활동과 이를 통한 연주라는 감성적 체험활동을 논의하고 있었다. 이 과정에서 과학 내용인 ‘파동’이라는 개념을 악기 연주에 따른 물과 공기의 진동과 그에 따른 ‘주파수’의 다양성이 만들어 내는 아름다운 소리로 설명해 가고 있었다. 이 과정에서 사용된 단어는 ‘파동’과 ‘진동수’이며 이는 과학 중 물리학 영역의 전문용어이다. 또한 이중 ‘파동’의 경우 어떤 현상이 벌어지는 상황을 나타내는 과정단어(process word)에 해당하여 명명단어에 비해 이해시키기 어려운 면이 있다 (Osborne & Wellington, 2001). [사례 8]에서 나타나듯이, 물리를 전공한 중학교 과학교사인 교사 B는 계속해서 파동의 원리와 진동수를 설명하고 있다. 그러나 음악교사인 교사 G는 이를 쉽사리 알아듣지 못한다. 교사 G는 교사 B, C와의 대화 과정에서 파동에 대한 상황적 이해를 통한 추가 질문이 없으며, 이를 학생들의 악기 연주 상황과 연결해 내지 못하고, 진동수라는 표현과 주파수라는 표현간의 의미 혼동을 일으키고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 언어적 공약불가능 상황은 교사 G 역시 똑같이 유발하고 있는데, 교사 G가 사용한 용어인 ‘셜머림’, ‘표현학’, ‘평균율’, ‘주선율’, ‘피치’ 등의 음악 전공영역 전문용어를 다수 사용하여 대화하고 있는 것을 볼 수 있다. 그 결과 과학교사인 교사 C는 교사 G가 이야기 하는 내용을 잘 이해하지 못하고 되묻는 모습을 볼 수 있다. 뿐만 아니라 교사 B가 사용한 진동수라는 용어가 자신이 알고 있는 주파수라는 용어와 같은 의미인지 다른 의미인지 이해하지 못하고 있는 상황이다. 이런 상태에서는 교역지대 내에서 일어난다고 알려진 전문성의 교환과 그에 따른 지식 융합적 협동은 일어나기 어렵다.

3) 경계물 및 매개물을 통한 교집합 형성

Collins et al.(2007)는 효과적인 융합이 일어나기

위하여 융합의 당사자인 구성원들이 교역지대를 형성하고 전문성을 나누기 위한 경계물이나 매개물이 반드시 필요함을 강조하였다. 이때 활발한 지적 교역의 물꼬를 터주게 되는 경계물은 실제로 만져지는 물성과 존재가 있는 물체가 될 수도 있지만, 구성원 모두가 공통적으로 잘 알고 있는 지식이나 개념과 같은 추상적인 영역의 것이 될 수도 있는 것이다. 다양한 탐색과정을 통해 형성된 교역지대가 본격화 되려면 반드시 경계물이 필요하다. 과학사의 사례들을 살펴보다라도, 좋은 경계물이나 매개물을 만드는데 혹은 찾아내는데 성공한 융합연구들은 대개 성공하여 그 성과를 남기게 되었으나 그렇지 못한 것들은 이 단계에서 교역지대와 와해된 것으로 알려져 있다(홍성욱, 2011).

[사례 09]

- 교사 B: 근데 지금 이렇게 하려면 중학교 과정으로 는 안 돼요.
- 교사 C: 네, 고등학교 과정이에요. 구심 가속도 이런 건.
- 교사 B: 근데 꼭 중학생을 대상으로 해야 하는 거예요? 아닌 거 같은데요.
- 교사 C: 중등이, 중고등학교 포함..
- 교사 E: 근데 중학교 대상으로 하는 게 맞지 않을까요? 저희 애들 대상은, 중학생인데?
- 교사 B: 우리가 수업을 하는 게 아니라, 우리는 지도 안 만들고, 수업은 그냥 고등학교에 해해
- 교사 E: 이거를 띄우는 것과 관련된 건 중학교 과정에서는 없는 거예요?
- 교사 C: 네.
- 교사 E: 아예 없어요?
- 교사 B: 만들려면 만들 수는 있어요.
- 교사 E: 그니까 돌아가는 그게 어렵다면 이렇다고 설명하고 제시해 주면 되는 거니까,
- 교사 B: 네, 또 거기에 대한 구체적인 거를 빼버리면..
- 교사 D: 근데 교육과정을 아예 무시할 수는 없잖아요. 관련된 어떤 근거 되는 교육과정이 있어야 우리가 이 주제를 제시할 수 있는 거니까, 그게 중학교 수준에 없으면 주제를 다시 잡아야죠.
- 교사 C: 포물선 운동이 중학교에 있나요?
- 교사 B: 네.
- 교사 C: 중3에?
- 교사 B: 아니요. 아날 텐데.

- 교사 C: 이차방정식이 중3에 나오지 않나?
- 교사 F: 아 수학예요? 수학에 포물선이에요?
- 교사 C: 네, 이차방정식이요.
- 교사 F: 이차방정식은 네, 있죠.

실제로 이러한 식의 '경계물'은 교역지대에 참여하는 참여자들이 자신들의 불편함을 해소하려는 과정에서 전략적으로 형성되는 경우가 많으며, 이 연구에서도 전혀 공통점이 없어 보이는 타 교과교의 교사들이 여러 차례에 걸친 반복된 대화 중 '교육과정'이라는 추상적인 경계물을 발견한 것을 위에 제시된 [사례 9]를 통해 알 수 있다. 교역지대 내에 들어와 있는 연구회의 모든 교사들은 교과지식 측면에서는 상호 대화가 쉽지 않은 공약불가능성을 보이지만, 중학교 교사라는 측면에서 PCK의 일면을 자연스럽게 공유하게 된다. 따라서 이들은 수업을 설계하여 지도안을 작성해 내는 과정에서 고려해야 할 가장 중요한 고려대상은 중학교 교육과정이라는데 암묵적 동의를 하고 계속해서 각자의 교과의 교육과정을 매개 대상으로 삼아 대화를 이어나가는 모습을 볼 수 있다. 이때, 개별 교사들의 담당 과목이 다르므로 이들이 인지하고 있는 교육과정의 실제 내용지식측면은 다를 수 있겠으나 수업 설계시 제1의 고려 대상이 교과의 교육과정이라는 자신들의 내부적인 규범(norm)을 설정하고 이에 대해 동의함으로써 최초로 앞으로의 전문성 융합에 대한 기저지점이자 경계물이 될 곳을 형성하게 된 것이다. 공통의 의미를 만들어 간다는 의미에서 이 단계는 Weick(1979)의 의미융합의 4단계 모형중 제 2단계인 'common means' 단계와 유사하다고도 할 수 있다.

4) 중간언어 사용 및 의미협상을 통한 공약불가능의 극복노력

Galison(1997)은 서로 다른 분야의 학자들이 패러다임을 융합하는 과정에서 그들의 공약불가능성을 새로운 제3의 언어인 피진이나 크레올을 형성하여 해소하는 사례를 보고한 바 있다. 피진(Pidgins)은 비즈니스(business)라는 말에 대한 중국인들의 발음을 음차한 것에서 유래된 용어로 교역이나 접촉, 식민지배 등으로 발생하는 혼성적 경계언어이다. 문법에 맞지 않는 어설픈 언어인 피진은 '아이말씨기원설'이 말해주듯이 임시적 소통 전략임과 동시에 경계에 선 소수자의 방편이다. 그러나 다문화가정의 2세대들에게서 나

타나는 변화된 피진인 크레올(creoles)처럼 언어 자체가 진화하여 공용 언어의 지위를 획득한 경우도 존재하는 것으로 나타나고 있다(신승철, 2011). 학문간 융합에서도 임시적 방편인 피진과 같은 중간언어 혹은 경계언어를 통해 소통을 도모하기 시작하나 이후에 해당 분야가 하나의 큰 학제로 패러다임화 되면 임시로 설정한 제3의 개념이나 용어들이 공식화 되는 크레올화 현상이 나타나기도 하는 것이 알려져 있다(Collins *et al.*, 2007).

[사례 10]

교사 G: 과학의 파동의 원리를 끌어내기 위해서 약기를 만든다고 하셨는데 그럼 선생님이 생각하시기에는 어떤 식으로 만들면 파동의 원리가 다 이렇게, 애들이 알 수 있을까요?

교사 B: 예를 들면, 비커에 물 담아서 만드는 약기 같은 경우에는, 이게 이렇게 있으면, 물이 여기까지 차 있는 경우에는 파동이 여기서 부터 시작해서 물을 만나면 끝나거든요, 여기서 딱 닫히게 되는데, 요만큼의 길이, 그러니까 요만큼의 길이 때문에 주파수들이 달라져요(계속 손동작으로 표현). 그래서 다른 소리를 내거든요. 물이 여기까지라면 더 길어지겠죠 파동이, 그래서 그거 때문에 주파수가 달라서 각각 다른 음을 내는데, 물의 높낮이를 변화시키면서 이걸 이렇게 높낮이를 변화시키면(계속 손동작으로 표현), 파동의 길이가 짧아지고 길어지면서, 다른 소리를 낸다, 여기서 파동의 개념을 확인시켜주려고 하거든요.

교사 G: 네.. 그렇군요.

[중략]

교사 B: 아니요, 시간이 아니고 길이, 파동이 이만큼 진행했다, 파동이 길이가 길면 이렇게 진행할 수도 있고 짧으면 이렇게만 진행할 수도 있지않아요, 그것 때문에 소리가 달라요. 소리의 높낮이가 달라지거든요, 이해되세요? (손으로 모양 그림)

교사 G: 네..

음악교사인 교사 G는 계속해서 자신의 패러다임 내의 언어로 대화에 임하고 있기 때문에 과학교사인 B를 비롯하여 교사연구회 내 다른 교사들은 교사 G의 전문적 지식을 쉽게 자신들의 아이디어에 융합시키지 못하는 공약불가능이 형성되었다(사례 8). 많은 선행연구들은 교역지대 내에서 서로의 전문성이 각자의 언어적 규칙이 달라 불통 상태에 놓일 때 이를 해결하기 위해 취하는 전략으로 ‘중간언어’ 전략이 채택되어 왔음을 보여주고 있다(오현석, 2012; 서동인, 2012; Collins *et al.*, 2007). 중간언어는 비록 개념에 관한 완전한 표현은 아니지만 새로운 외국어를 배우는 과정이나 과학언어를 배워가는 학습자들에게서 다양한 유형으로 나타나는 과정적 언어단계로 오개념과는 다른 것이 알려져 있다(양찬호 등, 2011). 즉, 중간언어를 활용하면 서로 다른 두 맥락의 연결을 용이하게 해주는 교두보를 형성할 수 있는 것이다. [사례 10]에서 교사 G가 계속해서 파동과 진동수에 대한 올바른 이해가 형성되지 않자, 교사 B는 과학(물리학)의 언어적 자원 내에서의 설명시도를 포기하고 상대가 쉽게 이해할 수 있는 손동작으로 설명을 보완해 나가고 있다. 특히 파동과 같은 동적개념을 보다 원활히 이해시키고자 손을 위아래나 물결모양으로 흔드는 등의 몸짓을 사용하여 이러한 어려움을 해소하고 있다. 이러한 유형의 중간언어에 대해 강도영 등(2012)은 ‘과학 어휘 대신에 비언어적인 수단으로 표현하는 경우’로 설명하고 있다. 예를 들어, 중학생들이 지각 변동을 학습하는 과정에 대한 그들의 연구에서도 습곡을 설명하는 과정에서 ‘횡압력’이라는 과학 어휘가 아닌 손으로 양 옆에서 누르는 손동작이 동원되는 것을 발견한 바 있다.

[사례 11]

교사 G: 그러니까 음정을 맞추는 거네요. 청음? 그런데 청음은 교육과정에 없으니까..

교사 D: 청음이 없어요? 그러니까 음을 듣는 게 청음 아닌가요?

교사 G: 예, 맞아요. 하지만 그냥 듣기만 하는 건 아니고요

[사례 11]에서 역시 중간언어는 효과적으로 활용되고 있다. 음악교사인 교사 G가 대화 중 ‘청음’이라는 용어를 사용하였는데, 음악교과에서는 흔한 어휘인

‘청음’이 글자풀이 그대로 단순히 음을 듣는 수준의 활동을 의미하는 것인지 아니면 그 이상(음정을 맞추는 것)을 의미하는 것인지에 대한 의미 소통이 이루어지지 않다가 국어교사인 교사 D의 중간언어 사용으로 보다 쉽게 상호간 의미 이해에 도달하게 된다. 이를 통해 교사 G가 말하던 청음의 맥락과 교사 D가 말하던 청음의 맥락이 조율되어 대화가 쉬워지게 된 것을 발견할 수 있다.

[사례12]

교사 C: 그 음정 같은 거는 보통, 음악과에서는 주파수로 확인하잖아요. 음정 확인하는 기계가 있지 않나요?

교사 G: 그거는 전체 여러 명이 모여서 연주할 때 주파수를 통해서 정확하게 측정하고요. 그게 아닌 보통 음악실에서는 반주하는 악기에 맞춰서, 피치를 결정하거든요.

‘경계 대상이 있는 교역지대’의 후반부에서 교사들은 교과 간에 사용하는 용어나 해석방식이 서로 달라 생기는 공약불가능을 중간언어를 활용하여 해소하고자 시도하는 과정이 나타났다. 그러나 오랜시간 융합의 시도가 이루어진 교역지대에서 개발 학제가 독립해 나가는 과정에서 발견되는 임시언어 피진이 해당 분야의 공식언어인 크레올로 규범화 되는 과정(creolization)은 이번 연구를 통해서도 관찰되지 않았다. [사례 10]을 통해서 교사 G는 교사 B의 중간언어 전략을 통해 소통의 물꼬를 텃으나 교사모임에서 개발코자 했던 수업의 방식이 학생들이 악기를 만들어서 연주회를 실시하는 표현방식을 구상하고 있었던 관계로, [사례 12]에서와 같이 과학교사인 교사 C조차도 ‘음악’ 교과의 주사용 언어를 활용하여 논의하기 시작하는 모습을 볼 수 있다. 이는 실제 현직 융합학자들의 인터뷰 연구를 수행한 서동인(2012)의 연구에서도 나타나는 바로서 또다시 제3언어를 창출해 내기보다는 힘의 균형에 의한 기존 언어의 의미협상을 통한 개념 재정립에 더욱 무게를 두게 되기 때문인 것으로 판단된다. 새로운 용어의 출현은 단순히 단어만 출현하는 것이 아니라 개념의 창발이 동반되는 개념적 혼성화(conceptual blending) 과정의 일환(김동환, 2002; 박용혁, 2012; Fauconnier, 1997; Fauconnier & Turner, 1998, 2002)이므로 보다 명확한 규명을 위

해 보다 긴 시간에 걸친 관찰 연구가 필요하다.

라. 공유된 정신모형의 교역지대

마지막으로 STEAM 교사 연구회 구성원들이 형성한 교역지대는 ‘공유된 정신모형의 교역지대’의 양상을 띠는 것이 관찰되었다. 이 단계의 교역지대에서는 그 하위단계로서 ‘교역지대 공간의 유지 노력’ 및 ‘형성된 교역지대 공간의 확장시도’가 나타났다. 자세한 내용을 살펴보면 아래와 같다.

1) 교역지대공간의 유지노력

모임 초기에 STEAM 교사 연구회 구성원들 중 STEAM 교수-학습과 교과간 융합식 수업에 대해 관심이 있던 교사는 과학교사인 교사 B와 기술·가정교과의 교사 E 뿐이었다. 대부분은 단순한 호기심과 동료교사의 부탁과 권유에 의해 단순 친분관계로 모이게 된 것이 이 모임의 시작이었다. 모임 초기, 교사 D를 비롯하여 기존 방식과 사뭇 다른 이와 같은 수업이 과연 적용 가능한 것인지 여부와 왜 이러한 수업을 해야 하는지의 당위성에 대한 깊은 동의를 이끌어 내지 못하였다. 뿐만 아니라 STEAM 수업이 어떤 것인지의 범주와 그 해석이 제각각이어서 교사들은 초반에 많은 토의와 논쟁을 거쳤지만 번번이 논점이 제자리로 돌아가는 것을 경험하게 된 바 있다. 그러나 모임이 6회차 말미와 7회차에 이르면서 모임의 구성원들은 STEAM 수업에 대한 구성절차와 당위성에 대해 비전과 개념을 공유하게 되었고 이에 대한 소모적인 논쟁은 사라지게 되었다.

[사례 13]

교사 E: 선생님 방금 제안도 아주 좋아요. 그런데 우리가 지금까지 이야기한 STEAM의 수업 설계 방식은 상황제시가 먼저 나오는 거잖아요. 그러니까 여기서는 해결할만한 상황을 제시해줘야 하는 거니까 그렇게 하는 방향으로 가요.

교사 A: 네. 그 부분은 이제 다들 아시잖아요? 그죠?

교사 C: 그러니까 학생들이 만들어보고 싶고 뭔가 해결해 보고 싶은 문제 상황에 대한 스토리텔링이 되어야 한다는 거죠. 한번 확인해 보자는 거죠.

교사 D: 제가 그런 거 잘하잖아요(웃음).

교사 C: 우리가 해보니까 이걸 융합적으로 해결해야 한다는 동기유발이 중요한데 그런 느낌이란 드는 상황은 역지사려웠어요.

교사 C: 여러 재질로 만들 수 있다는 것을 보여주는 거죠. 소리가 날 수 있다. 이 중에 우리가 직접 만든 것은 그러니까 창의적인 설계과정에 해당하고요. 우리가 파동에 대한 것과 재질에 대한 것 그리고 음계에 대한 것을 ... [중략] ... 그때 힌트로 실로폰 보여주면 안되나요?

교사 B: 아뇨 상관없어요. 좋은 생각이세요.

교사 E: 이제 다들 STEAM 전문가 다 되셨네요. 열런 수업해봐야겠는데요.

(다함께 박수친다)

[중략]

교사 C: 처음엔 왜 그랬는지 우리끼리 충분히 할 수 있을 꺼 같았고, 사실 STEAM을 왜 해야 하는지 피부로 와 닿지가 않았어요. 지금은 아니지만요.

교사 F: 근데 이거 융합수업이란게 만들려면 정말 진짜 각 분야의 선생님들이 투입되어서 서로 지식을, 아는 것들을 모으는 게 맞는 거 같아요. 우리도 많이 배우고 애들한테도 도움이 될 것 같고. 그래서 이 방식이 좀 번거롭지만 꼭 필요한 방식 같아요.

이는 집단 기반 활동에서 나타나게 되는 멘탈 모델의 공유과정으로 볼 수 있으며(Van den Bossche *et al.*, 2011), 구성원들은 이 과정에서 비전, 목표, 방법, 범주, 당위성 등을 공유하게 된다. 서로 다른 분야의 전문가들이 지식을 융합하는 과정에서 나타나게 되는 교역지대 역시 진화과정에서 이 단계를 거치게 된다(Galison, 1997; Gorman, 2004; Collins *et al.*, 2007).

Galison(1997)에 의해 최초 제시된 교역지대 모형은 학문간 융합을 설명하는 모형으로 훌륭히 기능해왔다. 그러나 시간적 흐름에 따라 일종의 상호작용 공간인 교역지대는 변화할 수도 있다는 생각이 나타났으며 그것이 바로 교역지대의 진화모형이다. Collins *et al.* (2007)은 과학기술사를 분석한 결과, 교역지대가 힘(power)과 문화(culture)라는 두 차원에 의해 영향을 받게 되므로 네 가지 유형 교역지대가 존재하고 이를 일반 모형(general model)으로 제시할 수 있음을 시사하였다. 융합에 작용하는 힘이 얼마나 자발적(collaboration)인지 혹은 강제적(coercion)인지 그리고 그들 간의 문화는 얼마나 동질적(homogeneous)인지 혹은 이질적(heterogeneous)인지에 따라 교역지대를 가늠한 것이다. 이를 도식화 하면 아래 그림 1과 같다.

과학사학자들은 학문이 융합하는 과정 속에서 교역지대 자체가 다양한 형태로 변형될 수 있음을 확인하고 여러 가지 유형을 보고한 바 있다. Gorman(2004)은 Collins와 Evans(2002)의 3단계 유형에 의사소통 유형을 포함하여 분석하였으며 그 결과, 교역지대가 ① 엘리트 통제에 의한 교역지대 → ② 경계 대상이

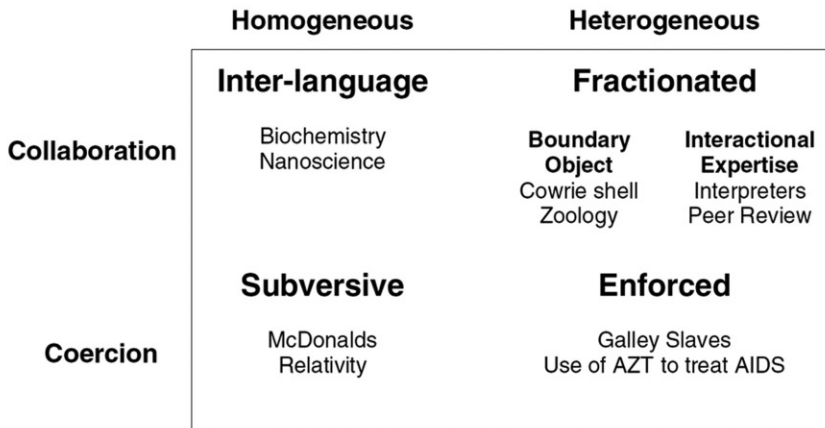


그림 1 Collins *et al.* (2007)이 제시한 교역지대의 일반모형

있는 교역지대 → ③ 공유된 정신모형이 있는 교역지대로 이어짐을 제시하였다. 위의 일반모형 제시와 같은 연구에서 Collins *et al.* (2007)은 선행연구들에서처럼 이러한 교역지대가 융합을 위한 시도가 거듭되는 과정에서 변할 수 있음을 주장하고 이를 진화모형이라는 이름으로 제시하였다.

Collins *et al.* (2007)의 교역지대 진화모형은 Gorman(2004)이 제시한 교역지대의 3단계 유형 모델에 대한 일종의 보완모델이라고 할 수 있다. 첫 번째 단계는 한 분야가 인접분야를 강제하는 단계(① encouraged to collaborate)이나 세계관이나 언어의 동화는 나타나지 않는다. 둘째 단계는 경계물에 의한 매개(②a-Boundary object)나 상호작용적 전문성(②b-interactive expertise)이 나타나는 단계이다. 세 번째 단계는 잡종언어(③ inter-language: 경계언어 혹은 중간언어)의 발달이 이루어지는 단계이다. 이 단계는 Galison(1997)이 강조했던 협의(狹義)의 교역지대이기도 하다. 네 번째 단계는 세계관이나 언어의 동화가 이루어지는 단계(④ hegemony)로 이때 한분야가 다른 분야를 흡수하기도 한다. 마지막 다섯 번째는 융합에 관한 진화적 순환이 이루어져 각각의 학제들이 하나의 독립된 융합분야가 되고 난 뒤의 단계인 제도화 과정(⑤ institutional power)이다. 이

과정을 도식화 하면 그림 2와 같다.

이미 교역지대가 형성되어 경계언어기 이후까지 진화된 상황을 지나고 나면 공동체 일원들은 해당 교역지대를 유지하려는 노력을 하게 된다. 교사들의 모임에서도 이러한 양상이 드러났는데 [사례 13]을 살펴보면, 상호간에 정의적인 피드백이 자주 등장하면서 모임 초기와는 달리 상호간의 아이디어 제시에 대해 허용적인 자세를 취하고 있다. 아울러, 구성원에 의해 제시된 아이디어가 교역지대 공간의 임시적 규범에 다소 부적합할 경우 다른 구성원이 자신들이 형성한 멘탈 모델 내의 규범대로 수정-보완해주는 과정을 거쳐 형성된 교역지대 공간을 계속 유지하려 하는 모습을 발견할 수 있다.

6회차 모임의 후반부에 접어들면서 'STEAM 교사 연구회' 소속 교사들은 초보적이거나 문화적 규범적 연대감(비전, 목표, 방법, 범주, 당위성 등)을 형성하는데 성공하였으며, 이는 자연스러운 암묵적 동의를 함께 나누고 있는 상태로 접어든 것을 의미하며, Collins *et al.* (2007)이 교역지대 진화모형에서 제시한 단계 중 네 번째 단계와 일맥상통한다고 할 수 있다(그림 2 - 4. Hegemony). 또한 이러한 현상은 Weick(1979)의 의미융합의 4단계 모형중 제 3단계인 'common ends' 단계에서도 보고된 바 있다.

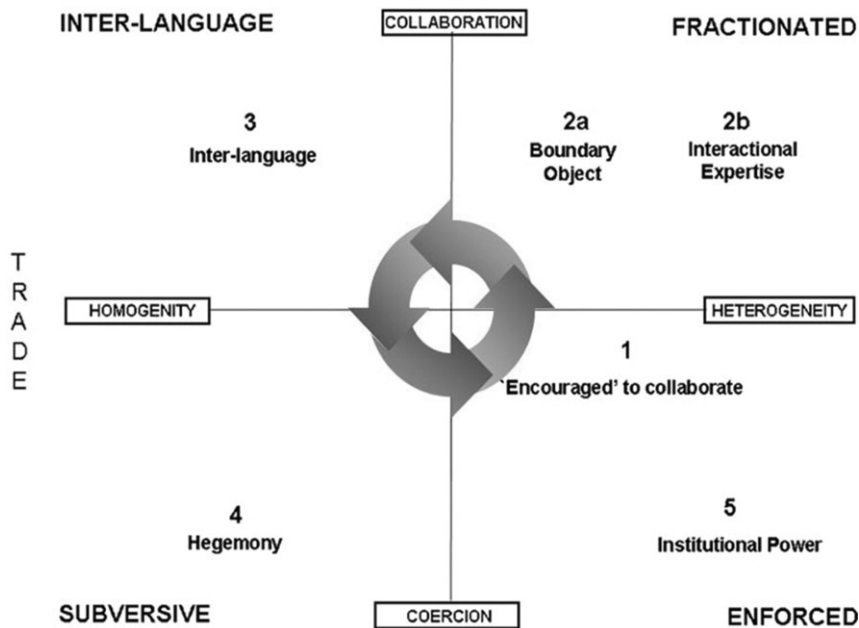


그림 2 Collins *et al.* (2007)이 제시한 교역지대의 진화모형

2) 형성된 교역지대 공간의 확장 시도

교사모임이 후반부로 접어들면서 ‘공유된 정신모형의 교역지대’ 단계가 되면 이미 구성원들은 교역지대 내의 활동을 불편하게 느끼지 않게 되는 모습들이 발견되었다. 또한 이 단계에서 구성원들은 교역지대 공간의 효율성에 대해 신뢰가 형성되어가는 상황으로 볼 수 있다. 때문에 애써 형성한 교역지대 공간을 다른 상황에도 적용해 보고자하는 시도를 하는 모습을 볼 수 있다.

[사례 14]

교사 C: 우리가 초반에 안 될 거라고 생각한건 괜한 걱정이었나 봐요

교사 A: 예,

교사 B: 고정관념이 있었네.

교사 C: 그러게요

교사 E: 우리가 생각이 막혀있었던 거지

교사 B: 그치그치, 맞어.

교사 C: 그래서, 이번엔 일반 학생들에게까지 좀 더 확장해서 적용시킬 수 있는걸 만들어 보는 것도 좋을 것 같아요.

교사 F: 그거 괜찮을 거 같은데요, 또 해볼까요?

교사 B: 네, 애들, 흥미를 가지고 잘 할 거 같아요, 다만, 유리 기구를 많이 깨 먹겠죠(웃음)

교사 C: 근데 애들이 굳이 유리를 안 쓴다고 하니까,

교사 A: 네,

교사 E: 재료 찾는 건 무궁무진하니까, 상관은 없을 거 같긴 해요.

사례 [14]에서 ‘STEAM 교사 연구회’ 소속 교사들은 STEAM반 학생들을 위한 수업을 교역지대 활동을 통해 제작해 내는데 성공한 경험을 바탕으로 해당 교역지대의 기능을 그대로 유지하면서 일반학생들을 위한 수업제작으로의 확장을 제안하고 있다. 이는 자신들이 아이디어 융합을 위해 형성한 규범과 전략 등의 다양한 교역규칙에 대한 효능감을 인식한 단계라고 할 수 있다. 이는 교역지대를 통해 도출된 지식들을 다른 곳에도 확장 적용하여 다양한 의미를 이끌어 내 보려는 시도라는 점에서, Weick(1979)이 제시한 의미융합의 4단계 모형중 마지막 단계인 제 4단계 ‘diverse mean’과 유사하다. 이 단계에서 융합된 아이디어들은 하나의 귀결점에서 다시 여러 가지 의미

로 확장되어 해석될 수 있는 발산적 가능성을 찾게 되며 이때의 인지과정은 구성원들 모두가 하나의 공유된 정신모형 하에서 집단적 추론(collective cognition)을 따르고자 하게 된다.

지금까지의 연구결과를 바탕으로 STEAM 교사연구회에 소속된 서로 다른 교과와 교사들이 융합적 교수-학습 계획안이라는 협동적 아이디어 구성과정에서 자신들의 전문성을 교환하기 위해 형성한 교역지대의 진화과정을 모형화 해보면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

2. 교사들이 경험한 교역지대 내 아이디어 융합의 어려움

지식과 전문성의 융합을 위하여 교역지대를 형성한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 교과 전문성을 융합하여 그들 스스로 융합형 수업제작을 체험해 본 ‘STEAM 교사 연구회’의 교사들이 지적한 교역지대를 형성하고 유지하면서 겪은 어려움에 대해 인터뷰, 반성적 에세이 등을 통해 설명해 주었다. 전문성의 융합과정에서 교사들이 경험한 어려움은 다양한 종류가 존재하였으며, 이들이 사후 면담과 자신들의 반성적 에세이를 통하여 언급한 어려움들의 유형들을 범주화 해보면 ‘교과간의 문화와 견해 차이’, ‘융합동기의 결여’, ‘융합의 주도권과 융합을 위한 억지 요소 도입’, ‘용어의 불통’과 관련된 어려움이 있었던 것으로 나타났다. 이를 간략히 도식화 하면 그림 4와 같다.

가. 교과간의 문화와 견해차이

교역지대를 경험한 교사들에게서 드러난 여러 가지 어려움 중 가장 먼저 범주화해 볼 수 있는 유형으로는 ‘교과간의 문화와 견해차이’를 들 수 있다. 이는 한 교과의 교사가 자신의 교과를 중심에 두고, 피상적으로 타교과를 상상하여 융합교안을 제작하는 상황과는 다른 문제들이었다.

각 교과마다, 각 교사마다 견해 차이가 존재하는데, 그 부분을 이야기하며 의견을 조율하는 점이 어려웠고, 내 교과에 대한 연구가 많이 필요하다는 생각을 하였습니다. (교사 E의 사후인터뷰 중)

자신이 생각한 관점과 다른 교과의 관점이 다르다 보니 의견을 융합하는 것이 어려웠다. 생각의 틀을

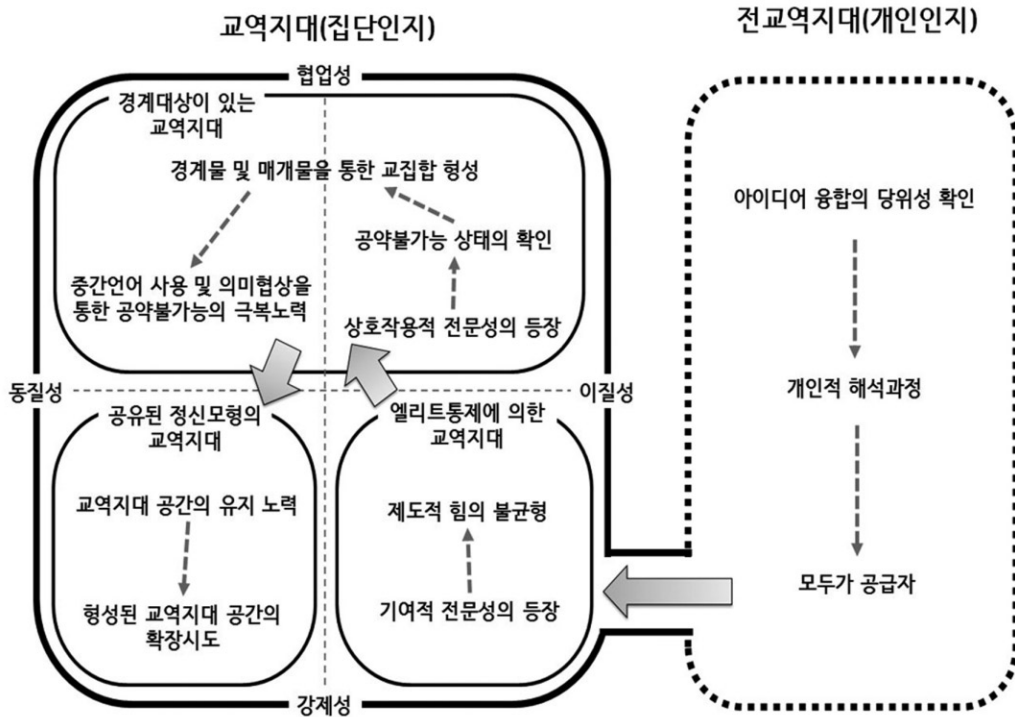


그림 3 STEAM 교사 연구회 교사들의 교역지대 진화과정

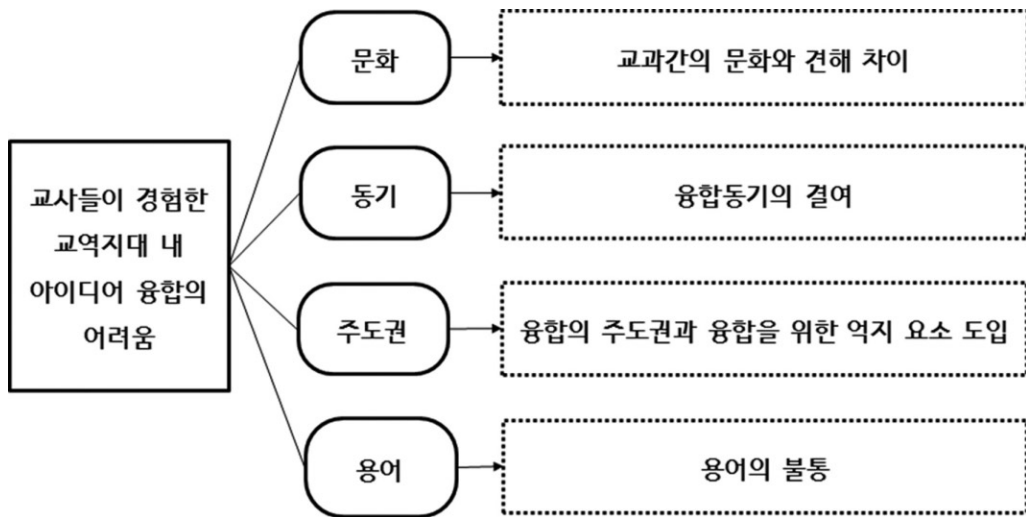


그림 4 교사들이 경험한 교역지대 내 아이디어 융합의 어려움

깨기가 힘들었음 (교사 G의 사후인터뷰 중)

여러 교과에 교사들이 함께 하나의 수업을 만들어가는 기회가 많지 않는데 너무 교과의 틀에 박혀있으

면 다양한 생각이 나오기 힘들다고 생각한다. 본인 교과의 전문성은 가지되 그것을 너무 강조하거나 그 교과의 틀을 지키려고 하면 힘들 것 같다.

(교사 D의 사후인터뷰 중)

교역지대의 가장 큰 기능이자 장점은 개인의 사고를 집단의 사고로 바꾸어 줄 수 있다는 것이며, 그 과정에서 아이디어 융합 및 교환을 돕기 위해 적절한 규칙과 전략들이 생겨날 수 있다. 하지만 모든 교역지대가 성공하는 것은 아니며, 이 과정에서 적절한 규범을 형성해 내지 못하거나, 혹은 소통의 물꼬가 되는 적절한 경계물을 도출해 내지 못하는 등 교역지대의 진화가 실패하는 경우도 있다(홍성욱, 2011; Collins *et al.*, 2007). 이는 대개 서로 다른 패러다임에 익숙한 전문가들이 자신만의 방식으로 소통하려 하면서 공동체 내에서 정신모형의 공유가 난항을 겪기 때문인 것으로 판단된다. 이것은 단순히 용어 수준의 차이 이상의 것을 의미한다. 예를 들어, 교사 G가 말하는 교과 방식이나 관점과 교사 D가 말하는 교과의 틀이라는 것은 자신이 가르치는 교과 특유의 관습이나 규범, 절차 등을 포함하고 있다. 실기를 중요시 하며, 특별실 수업이 많은 음악과 교실 수업이 많고 교과서 수업을 중시하는 국어 교과, 그리고 일반교실과 특별실 수업이 공존하며 이론과 실험(실기)가 모두 중시되는 과학교과의 수업제작 전통이 같기는 어려울 것이다.

나. 융합동기의 결여

융합을 위한 공동체의 협동과정에서 가장 중요한 것은 구성원들의 동기부여 과정이다. 이것은 정신모형이 공유되는 단계에서 완전히 해소되지만, 비록 개인차원에서 아이디어가 많다고 하더라도 전교역지대에서 교역지대로 넘어가려면 누군가 한명이라도 융합적 협동의 당위성을 인지해야하며, 시간이 지나면서 그 동심원이 확대되어야만 교역지대는 원활해 질 수 있다.

일단 하고자하는 마음가짐이 가장 중요하고, 부끄러워하지 말고 자신의 의견을 정확하게 피력하는 것이 중요하다고 생각합니다. 처음에는 사실 왜 융합을 해야 하는지 저조차도 잘 와 닿지 않았거든요

(교사 C의 사후인터뷰 중)

교사 C가 인터뷰에서 밝힌 것처럼 실제로 서로의 전문성을 융합하는 과정에서 교사들은 무엇을 융합하며, 어떻게 융합해야하는가라는 절차와 규범의 형성도 어려워했지만 실제로는 '우리가 왜 교과를 융합해야만 하는가?' 라는 당위성 인식이 개인에게 내면화되는 것도 어려운 일이었다.

다. 융합의 주도권과 융합을 위한 억지 요소 도입

'엘리트 통제에 의한 교역지대' 중 제도적 힘의 불균형 단계에서 나타났던 특정교과(과학) 주도의 문제 해결 방식으로 인하여 다른 교과의 교사들이 융합을 위한 협력과정에 대해 동기부여를 하지 못하게 되는 상황이 벌어진 바 있다(사례 05, 사례 06). 이렇다보니, 교사 D가 사후 인터뷰에서 술회한 바와 같이 주도 교과의 뼈대 위에 구색맞추기식의 억지요소를 도입하는 과정이 벌어지게 되었다.

장점이자 단점이 한 가지 주제에서 많은 분야의 소주제를 이끌어내는 과정이었는데 억지로 끼워 맞추는 듯한 느낌이 들 때도 있어서 어려웠던 것 같다.

(교사 D의 사후인터뷰 중)

주제를 정하는 과정도 어려웠지만 정해진 주제 속에서 수학적 요소를 찾아내는 것이 어려웠다. 단순 계산보다는 교육과정 상에서 의미 있는 개념에 대한 요소를 뽑아내는 것이 쉽지 않았다.

(교사 F의 반성적 에세이 중)

당초 생각한 진정한 의미의 교과융합 보다는 특정 교과의 가치관에 의해 타 교과를 자의적으로 해석하여 구색을 맞추거나 열거하는 경우가 발생하며, 이것에 대해 해당 교과 전문성을 지닌 교사가 바라보는 과정에서 오해와 반목이 생기는 것을 볼 수 있었다. 예를 들어 수학교과의 경우 논의 과정에서 상당수의 교사들이 단순히 계산과정 하나 추가하면 수학교과의 요소가 포함된 것으로 간주해 버리려는 상황이 나타났다. 이때, 수학교사인 교사 F는 이러한 상황에 불쾌감을 드러냈으며, 그런 요소의 도입만으로 단순히 수학이 융합된 것으로 보기 어려움을 언급한 바 있다. 그러나 타 교과 교사들에게 그런 내용을 효과적으로 이해시키기에 어려움이 있었음을 반성적 에세이를 통해 밝히고 있다.

라. 용어의 불통

교역지대에서의 융합의 실패를 유발하는 주된 요소로 선행연구들은 상이한 언어의 충돌로 유발되는 의사소통의 비효율성을 들고 있다. 이를 극복하기 위해서는 충분한 시간을 가지고 어느 한쪽이 희생적으로 다른 한쪽의 언어를 습득하거나 혹은 공통의 언어를

생성해 내는 수고를 감내해야한다(Khushf, 2003). 국내의 융합연구자들에 대한 사례연구에서 역시 '언어의 벽이 마음의 벽을 만든다'라는 갈등 이슈를 통해 전문용어의 공유불가능성 문제를 하나의 범주로 지적하고 있다(서동인, 2012).

서로 가르치는 교과가 다르다 보니 많은 시간을 들여 모임을 가졌지만 무슨 얘기를 하는지 열른 이해하기가 어려웠습니다. 특히 서로 다른 교과 간에 비슷하면서도 다른 용어들 때문에 초반에 무슨 의미인지 말이 잘 통하지 않아 모임이 계속 소득 없이 끝날 때 짜증이 났습니다. 지금 생각해보면 대개는 간단한 용어나 개념이었는데 상대에 대한 배려가 없어서 그랬던 게 아닌가 싶어요.

(교사 G의 사후인터뷰 중)

교사 G는 [사례 10]에서 나타났듯이, 과학교사인 교사 C와 사용하는 용어가 잘 맞지 않아 서로 알고 있는 간단한 개념을 반복적으로 소통하지 못하는 경험을 한 바 있다. 하지만 이때 교사 C의 경계언어(중간언어)전략 도입으로 교역지대는 경계물이 있는 교역지대로 이후부터의 모임은 오히려 교사 G가 주도하게 되는 것을 관찰 할 수 있었다.

3. 교역지대를 경험한 교사들에게서 나타나는 인식변화

형성과 유지에 많은 노력과 어려움이 동반되기는 하지만 교역지대를 경험하면서 교사들은 짧은 기간의 체험이지만 그들 스스로 변화 된 것을 이야기 하였는데, 'STEAM 교사 연구회' 교사들의 교역지대 경험 후 달라진 점을 살펴보면, '융합의 필요성에 대한 새로운 인식', '교사공동체 활동에 대한 긍정적 인식과 실천의지', '타 교과 및 자신의 교수-학습에 대한 관점의 변화', '융합에 대한 막연한 공포감 해소와 자신감 획득'이 나타났다. 이를 간략히 도식화 하면 그림 5와 같다.

가. 융합의 필요성에 대한 새로운 인식

STEAM 교사 연구회 소속 교사들은 모임 초기에는 교역지대로 진입하기 전 단계인 전교역지대를 거치면서 융합의 필요성 문제에 대해 스스로 내면화 하지 못하는 것을 확인 할 수 있다. 이러한 모습은 [사례 01]에서 발견되고 있다. 융합을 해보기 위해 모였지만 '이것이 나 자신을 위해 진정 필요한 것인가?'라는 질문에는 스스로 답하지 못하고 있는 상태이다. 그러나 STEAM 교사 연구회 소속 교사들은 모두 교역지대 진화과정 중 후반부에 나타나는 '공유된 정신모형의 교역지대'를 경험하였다. 교역지대를 경험하면서 융합의 필요성에 대해서 추상적으로 생각하던 것을 자기 자신의 구체적 상황을 통해 재인식 하게 된 것이다.

융합교육에 대한 관심을 갖게 되었고, 수학과목을

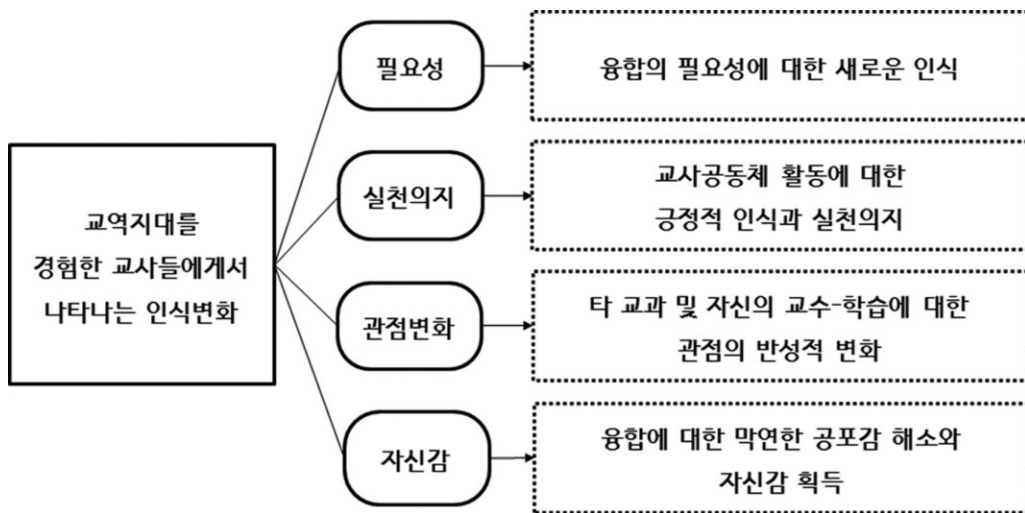


그림 5 교역지대를 경험한 교사들에게서 나타나는 인식변화

가르칠 때 학생들이 항상 의문을 갖는 수학의 유용성에 대한 해답 중 하나를 찾게 된 것 같다.

(교사 F의 반성적 에세이 중)

하나의 주제를 하나의 교과에 국한시키지 않고 여러 과목을 융합하여 더욱 흥미로운 수업을 진행할 수 있다는 것을 깨달을 수 있는 유용한 시간이었다. 교과와의 융합은 반드시 필요하다는 생각을 하게 되었다.

(교사 B의 반성적 에세이 중)

내 생각에 잡혀서 수업을 하였는데, 그 틀을 깨게 되었던 것 같다. 내 과목뿐만 아니라 다른 과목과의 융합이 학생들에게 더 흥미롭게 다가갈 수 있고, 학생들의 생각의 폭을 넓힐 수 있다는 것을 학생들과 실제 수업을 하면서 깨닫게 되었다.

(교사 E의 반성적 에세이 중)

자신의 교과에만 있으면 자칫 편협한 생각을 할 수 있는데 융합에 대한 경험은 폭넓은 사고를 쉽게 접근 할 수 있는 활동이라고 생각한다.

(교사 A의 반성적 에세이 중)

교사 F는 자신의 교과에 대한 실천적 측면인 소양 문제를 융합을 통해 깨우치고 있다. 학생들이 늘 질문해 오는 ‘왜 이 과목을 배우는가?’에 대한 대답을 교역지대 내에서의 융합시도 과정에서 알게 되었음을 설명하고 있다. 이는 학생들의 삶의 문제와 학교에서의 지식의 괴리로 비롯되는 ‘사용할 곳 없는 지식’에 대한 반성과도 일맥상통하며, STEM과 STEAM이 추구하고 있는 학문의 융합의 이유이다(Bybee, 2010; 하민수, 이준기, 2012). 교사 B와 E는 융합형 수업이 이끌어 내는 수업의 흥미에 대한 점을, 교사 A는 사고의 확장에 대한 내용을 새로이 자각하고 있는데 이는 선행연구를 통하여 보고 된 바 있다(김권숙, 최선영, 2012; 박혜원, 신영준, 2012; 신영준, 한선관, 2011;). 융합이 일상생활 및 과학의 현장에서의 창의적 문제 해결력 배양과 과학적 소양의 함양이라는 측면에서 반드시 필요한 것이라고 본다면 우리가 학생들에게 일깨워주어야 할 것은 융합지식이 아닌 융합적 접근의 필요성 인식, 이른바 ‘융합동기’의 형성일 것이다. 이러한 측면에서 생각해 볼 때, 교사 스스로 융합의 필요성을 인식하고 STEAM 융합형 교수-학습의 개

발 및 실천에 임하는 것은 중요하다 하겠다.

나. 교사공동체 활동에 대한 긍정적 인식과 실천의지

현재 우리나라 교사재교육은 집합적인 직무연수와 장학에 의해 대부분 이루어지고 있으며 이를 통한 수동적인 전문성 신장 방식을 취하고 있다. 그러나 이러한 수동적이고 지식주입위주의 전문성 신장방식은 동기저하는 물론이거니와 교사들의 실천적이고 능동적인 참여의지를 꺾는 주요 원인으로 지적되고 있다(이현명, 2012). 최근 이에 대한 대안으로 논의 되고 있는 것이 자발적 교사공동체 활동이다. 교사공동체는 선행연구들에서 전문학습공동체, 실천공동체, 학습공동체, 협력적 학습공동체 등의 이름으로 다양하게 불리고 있으며 약간씩의 의미차이는 있지만 기본적으로 가장 중요한 공통적 가치를 교사들 스스로에 의한 자발성에 두고 있다(이현명, 2012; 한재영 등, 2008; Dooner *et al.*, 2008).

학생들이 스스로 문제를 제기하고, 해결할 수 있다는 믿음을 얻었으며, 교과간 연계활동인 교사공동체를 통하면 지금보다 좀 더 질 높은 수업을 해 나갈 수 있다는 기대가 생겼다.

(교사 G의 반성적 에세이 중)

STEAM교사연구회의 모임활동을 통해 한 주제에 대해 다양한 관점에서 접근할 수 있다는 것을 알게 되었다. 그리고 각 교과별로 공통적인 교과 내용이 존재하는데, 그 내용을 각 교과에서 단순 반복 수업을 하는 것이 아니라 융합된 수업을 통해 학생들에게 지루하지 않고 조금 더 폭넓고 다양한 관점에서 한 주제에 대해 접근하여 수업을 할 수 있는 방법을 알게 되었다. 앞으로는 이런 모임에 적극적으로 참여하면서 좋은 수업을 할 수 있는 방법들을 개발해 볼 것이다. (교사 E의 반성적 에세이 중)

이 연구의 대상이던 ‘STEAM 교사 연구회’는 구성원이 모두 같은 학교 교사들인 단위학교 내의 작은 모임이라는 점에서 ‘신과람’과 같은 전국단위의 특정교과 실천공동체(한재영 등, 2008)와는 다른 성격을 지닌다. 비록 소규모이지만 학교의 특수한 상황맥락과 문화를 공유하고 이에 대한 현실적 대안을 모색할 수 있는 집단이라는 점에서 학교개혁의 민주화 운동의

일환으로 형성된 전문학습공동체(PLC)에 가깝지만 대학의 교수나 연구원이 개입하는 상황이 아니므로 학습공동체(learning community)나 소규모 실천공동체(CoP) 정도로 생각해 볼 수 있을 것이다. 단위학교 중심의 교육문화 개혁을 위해서는 공동체성, 동료성, 상호작용, 학습지향성의 공유가 필수적이며, 학습공동체는 그것에 가장 적합한 단위체이다(구원희 등, 2010).

우리의 학교문화에서 단위 교과와 경계를 넘어서는 STEAM 융합형 수업은 지금까지 경험해 보지 못한 일종의 혁신으로 볼 수 있다. 물론, 연수나 장학을 통한 지식의 전파가 단기적으로는 가장 효율적일 수 있으나, 실천에 따른 암묵지의 공유는 실천공동체를 통해서만 얻을 수 있으므로 교과간 융합을 위한 실천공동체는 새로운 의미를 지닌다고 할 수 있다. 하지만, 교사공동체는 자발성에 기초하고 있기 때문에, 아무리 그 활동이 혁신적인 변화를 일으킬 수 있고 전문성 향상에 긍정적 영향을 준다고 해도 당사자들의 인식변화가 선행되지 않으면 형성되기 어렵다. 교사 G와 E는 자신들의 반성적 에세이를 통해 단위학교내 공동체 활동에 대한 경험을 긍정적으로 평가하고 있으며, 이러한 긍정적 인식변화는 두 교사에서 모두 차후의 활동에 대한 실천의지로 언급되고 있다.

많은 선행연구들이 단일교과 교사공동체에서의 활동이 교사의 전문성 향상에 직결되고 있다는 결과를 보고하고 있는 것으로 볼 때(곽영순, 김주훈, 2003; 김효정 등, 2013; 심재호, 2006; Lumpe, 2007), 'STEAM 교사 연구회'와 같은 다양하고 이질적인 교과간의 교사공동체 활동은 개별 교사들의 융합적 소양을 신장시켜 줄 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있을 것이다.

다. 타 교과 및 자신의 교수-학습에 대한 관점의 반성적 변화

짧은 기간이나 전문지식의 융합을 위한 교역지대를 경험하게 된 교사들은 다른 교과를 보는 관점이 변화하고 그것을 계기로 오히려 자신의 교과를 새로운 시각으로 재인식하게 되는 반성적 시선을 갖게 되는 사고의 전환을 경험할 수 있었음을 고백하였다. 이는 융합분야의 선구적 연구자들에게서도 공통적으로 나타나는 특징인데, 이들은 모두 다소 힘들더라도 전혀 다른 문화와 전통을 지닌 분야나 인물들과의 조우를

통해 스스로를 교역지대에 놓이게 함으로써 사고의 지평을 넓히고 익숙한 자기 분야를 타자(他者)의 시선으로 낮설게 보는데 성공한 사람들이었음을 선행연구는 강조하고 있다(오현석 등, 2012).

평소에는 타 교과에 별로 관심이 없었으나, 교과융합 교사모임인 'STEAM교사연구회' 활동을 하면서, 타 교과에 대한 이해를 잘 할 수 있는 계기가 되었다.

(교사 C의 반성적 에세이 중)

같은 학교에 있으면서도 다른 교과와는 소통할 일이 없었는데, 여러 교과에서 사용되는 수업 접근법을 알 수 있어서 유용했다. 그리고 다른 교과에서 보는 내 교과 선생님들의 우리 교과에 대한 생각들을 통해 내 과목에 대해 더 깊이 생각해 볼 기회가 되었다.

(교사 A의 반성적 에세이 중)

교과서에서 제시하는 것을 중심으로 수업하기에 바빴는데 아이들이 흥미 있어 할 만한 주제를 정하고 여러 가지 다양한 교과의 노하우를 통해 실천적 시도를 해보는 좋은 기회였다. 그동안은 이러한 노력을 많이 하지 않은 것 같아 이번 모임을 통해 그 점을 반성할 수 있었다. (교사 D의 반성적 에세이 중)

실제로 교사 전문성 향상의 대안으로 최근 강조되고 있는 학습공동체나 실행공동체는 모두 단일 교과 교사들로만 구성된 모임이라는 특징이 있다. 따라서 어떤 교사가 교과연구회 활동을 열심히 한다고 해도 자신의 교과에 대한 전문성은 키울 수 있으나 타교과에 대한 이해와 소통, 타교과 교사가 바라보는 자기교과에 대한 인식은 알기 어려운 실정이다. 앞에서 설명한 바와 같이 교사 A와 C는 'STEAM교사연구회' 활동이 자신의 타교과에 대한 이해에 도움을 주었음을 언급하고 있다. 특히 교사 A는 무엇보다도 같은 학교에 있으면서 애초에 관심도 두지 않던 다른 과목에 대해서 관심을 가지게 되고 작지만 소통의 채널을 열었다는 데 의미를 부여하고 있다. 교사 A와 D의 경우는 아울러 타교과에 대한 지식적 이해 뿐 아니라 고유한 교수전략과 같은 암묵지(tacit knowledge) 영역 역시 공유 가능하다는 것에 대해 새로운 인식을 하고 있다. 마지막으로 교사 D의 경우는 앞서 언급한 융합학자들처럼 단순히 다른 교과에 대한 이해의 폭이 넓어

진 것에 그치지 않고 이를 통해 자신의 담당 교과인 ‘국어’ 교과를 재인식 해볼 수 있는 반성적 시선을 가지게 되었음을 보고하였다. 진정한 융합형 교수-학습은 특정 교과 교사 혼자만의 힘으로 이루어지는 일이 아니라는 측면을 감안해 볼 때, 이러한 변화는 교사 전문성 신장과 융합적 소양의 배양이라는 측면에서 의미 있는 변화라 할 수 있겠다.

실제로 Johansson(2004, 2005)은 다양한 분야에서 성공한 개인이나 기업의 사례를 연구한 결과, 그들의 창의적이고 혁신적인 아이디어가 폭발적으로 증가한 것은 교차점(intersection) 형성에 의한 이질적 문화 체험이었음을 확인하고 이를 ‘메디치 효과(Medici Effect)’라고 칭한 바 있다. 즉, 한 분야의 경계를 뛰어넘어 서로 다른 분야들 간의 사고와 문화를 결합하려 시도하는 교차적 사고가 바로 혁신에 이르는 길임을 역설하였다. 그는 이 연구에서 학문의 ‘지향적 사고’와 ‘교차적 사고’ 중 교차적 사고가 창조적 미래 혁신을 위해 더욱 중요함을 역설한 바 있다(양미경, 2009). 이는 학제적 융합접근이 여러 학문 간의 협업을 통해 하나의 학문만으로는 가지기 어려웠던 다양한 안목과 설명력을 가질 수 있도록 도와준다는 Couturier와 Dumas-Laverdiere(2006)의 주장과 맥을 같이 하고 있다. 교사는 교과에 대한 전문지식을 지닌다. 그러나 현실세계의 문제해결을 위해 타 교과 영역까지도 섭렵하며 넘나드는 융합을 강조하는 지금의 교육과정을 실현하기 위해서는 스스로 먼저 다른 시선으로 문제현상을 응시하는 다양한 관점을 가져볼 필요가 있다.

라. 융합에 대한 막연한 공포감 해소와 자신감 획득

STEAM을 비롯한 융합인재교육에 대한 많은 담론에도 불구하고 현장 교사들이 융합을 접할 수 있는 방식은 대개는 특별연수 과정에 참여하거나 혹은 교육자료집을 찾아보는 과정을 통해서이다. 그러나 Nonaka & Konno(1998)가 제시한 지식변환의 나선형 진화(spiral evolution) 및 자기초월(self-transcending) 프로세스에 따르면 대개 이런 방식의 지식공유는 만들어진 형식지를 다시 형식지 형태로 전해주는 과정일 뿐인 경우가 많아서 교수-학습의 능동적 실천이라는 측면에서 직접 실천할 수 있는 개인의 암묵지가 되기 위해서는 한 가지 과정을 더 거쳐야만 한다. 바로 내재화(internalization) 과정인데, 집단이 구축한 형식

지를 개인이 자신의 것으로 만들어가는 과정이라고 볼 수 있다.

처음에는 ‘굳이’ 라는 생각이 들다가 ‘하길 잘했다’ 라는 생각으로 바뀌면서 더 많은 확산적 사고가 생겨 저의 교과연구 활동에도 도움이 많이 되리라 생각하였습니다. 사실 융합은 과학만 하는 거라고 생각해서 남의 일로 여겼거든요.

(교사 A의 반성적 에세이 중)

학생들이 스스로 문제를 제기하고, 해결할 수 있다는 믿음을 얻었으며, 교과간 융합적 연계를 통하면 좀 더 질 높은 수업을 해 나갈 수 있다는 기대를 하게 되었습니다. 이젠 융합이 두렵지 않네요.

(교사 G의 반성적 에세이 중)

융합 역시 하나의 소양이고 실천적 능력이므로 학생들을 융합인재로 육성하려면 교사 스스로 교역지대에 임해볼 필요가 있는 것이다. 그러한 면에서 교사 A와 G의 반성적 에세이 자료에서 볼 수 있는 바와 같이, ‘STEAM 교사 연구회’ 소속 교사들의 융합에 관한 자신감 획득과 인식 변화는 고무적이라 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 서로 다른 교과에 대한 교사들로 이루어진 학습공동체 활동에서 나타나게 되는 아이디어 융합 과정에서의 교역지대의 형성 여부와 그 진화 양상을 알아보고, 교역지대 경험과정에서 느낀 어려움과 변화된 교사들의 인식을 살펴보고자 하였다. 연구를 통해 도출된 결과를 종합하여 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, 서로 다른 교과 교사들로 구성된 학습공동체의 협동적 아이디어 융합 과정에서 교사들은 전문성 교환을 위한 교역지대를 형성하였다. 연구에 참여한 7인의 교사들은 과학교사 2인을 제외하면 모두 다른 교과를 담당하고 있어서 6개의 서로 다른 교과에 관한 내용들이 모임을 통해 논의되었다. 비록 전교역지대라는 혼돈기를 거치기는 하지만 교사들은 그들의 전문성을 교환하는데 성공하였으며, 이 과정에서 다양한 방식의 교역지대가 나타났다. 교역지대는 지식이 공유되는 가상적 공간으로 제시되어오던 Ba(Nonaka & Konno, 1998), 제 3공간(Bhabha, 1994; Wallace,

2004), 지식공유 공간(오피셜 등, 2007), 혼성적 의미 창출 공간(유은정 등, 2008)과 유사했지만, 서로 다른 분야의 전문지식이 융합되는 공간이라는 점에서 차이점을 지닌다. 이와 같은 결과로 생각해 볼 때, 융합형 교수-학습을 위한 PCK의 재구성이 이루어질 수 있는 다교과간의 핵심적 개념 구성공간으로 볼 수 있다.

둘째, 서로 다른 교과와 교사모임에서 나타나는 교역지대는 전교역지대, 엘리트 통제에 의한 교역지대, 경계대상이 있는 교역지대, 공유된 정신모형의 교역지대의 형태로 진화되는 양상을 발견할 수 있었다. 교사들의 전문성이 융합되어 융합교과적 지식이 탄생되는 교역지대는 다양한 전략을 통하여 그 역할과 양태가 변화하는 동적 공간이며, 과학자 혹은 공학자들의 융합학문 형성의 역사에서 드러난 것과 마찬가지로 교사들의 교과융합과정에서도 아이디어의 구성에 따른 교역규칙이 생성과 수정을 반복했으며 그 결과 교역지대는 진화를 거듭하게 되는 모습을 보여주었다. 교역지대가 동적 변화와 진화를 거듭할 수 있다는 것은 시스템적 차원에서 집단 구성원의 아이디어 융합에 대하여 진단적이고 처방적으로 접근하는 것이 가능할 수 있음을 의미한다. 따라서 만약 집단 구성원의 다양한 영역의 생각을 융합하는 과정에서 교착상태에 빠졌다면 교역지대의 형성 및 진화 단계를 점검해 봄으로써 구조적으로 융합의 물꼬를 틀수도 있을 것이다. 예를 들어서 모든 구성원들이 많은 아이디어들을 발산적으로 제시하는데도 불구하고 아이디어의 융합적 재구성이 원활히 이루어지지 못하며, 모임의 횟수가 증가하는데도 불구하고 이야기들이 제자리인 경우가 있다. 이러한 경우는 교역지대가 '경계물이 있는 교역지대'로 진입하지 못한 경우에 해당하므로, 각종 전문용어(특히 약어들)들에 대한 중간적 경계언어 형성 혹은 모두가 이해하는 개념이나 시연, 스케치, 시제품 등의 구현을 통한 외현적 경계물 제시를 통해 극복할 수 있을 것이다.

셋째, 서로 다른 교과와 교사들로 구성된 교사학습 공동체의 협동적 아이디어 융합 과정에서 교사들이 느끼는 어려움은 '교과간의 문화와 견해 차이', '융합 동기의 결여', '융합의 주도권과 융합을 위한 억지 요소 도입', '용어의 불통'이었다. 전문성이라는 특성은 이중적인 면을 지니고 있어서, 이러한 전문성 때문에 융합을 통해 더 나은 지식을 창출할 수도 있지만 뒤집어 생각하면 그 점이 바로 상당수의 융합시도들을 좌

절시키는 요인이 되고 있다. 현대의 학문들은 자신만의 축적된 지식체계와 방법론 그리고 가치관을 공유하며 제도화되어왔다. 교과는 하나의 독립된 학제이며 교사는 이를 효과적으로 전수하는 또 하나의 전문가이다. 교사들이 제시한 어려움 요소들 중 문화 차이와 용어 불통은 개인의 전문성이 높을수록 오히려 불거지는 방해요인이며, 이는 Snow(1959)가 영국교육의 문제점으로 일찍이 경고한 바 있는 과학과 인문학의 상호 의사소통 불가능 및 몰이해 상황과 유사하다. 이와 같은 어려움은 짧은 기간에 극복되기 어려운 것들이 대부분이므로 지속적인 타 교과 교사들과의 교사모임을 통한 교사의 세계관 변화가 선행되어야만 참다운 융합형 교수가 가능하다고 할 수 있다.

넷째, 전문성 교환을 위한 교역지대를 경험한 교사에게서는 '융합의 필요성에 대한 새로운 인식', '교사 공동체 활동에 대한 긍정적 인식과 실천의지', '타 교과 및 자신의 교수-학습에 대한 관점의 변화', '융합에 대한 막연한 공포감 해소와 자신감 획득'과 같은 인식의 전환이 발견되었다. 타 교과와의 주기적 접촉을 통한 인식의 변화는 다른 교과에 대한 전문지식에 대한 수용이 아닌 결국 자신의 교과에 대한 '새로운 생각'으로 이어지게 되어 교과 전문성을 향상시키게 되고, 아울러 정책적 강요에 의해 수동적으로 이루어지는 융합이 아닌 스스로의 필요에 의하여 수행하는 융합으로 교사들의 가치관을 변모시켜주었다. Galison(1997)은 교역지대가 이론적 공간임과 동시에 실질적인 물리적 공간이기도 함을 강조한 바 있다. 실제로 최근에도 서로 다른 전공 간에 동일한 층을 사용하면 일상에서의 잦은 접촉을 통해 더 많은 연구 성과를 내고, 융합도 잘 이루어진다는 연구보고가 있었다(Jason *et al.*, 2012). 따라서 이 연구가 이루어진 중학교의 '교사 휴게실'이나 '홈 베이스' 처럼 일상생활을 통해서 서로 다른 교과와 교사들이 손쉽게 만나서 교역지대를 형성할 수 있는 물리적 공간을 학교에 마련해 주는 것이 중요하다.

이와 같은 연구의 결론들을 통해 얻을 수 있는 융합형 교육에 대한 시사점과 제언은 다음과 같다. 첫째, 중등교사들은 대개 자신의 교과를 중심으로 전문성을 발휘하며 이를 통해 학교 내·외의 모임을 갖고 활동을 하게 되는 경우가 많다. 또한 이들은 예비교사 시절부터 표시과목에 의한 전공구분이 명확하므로, 분과학문적인 학제적 패러다임 속에서 각종 형식지식과

암묵지식들을 훈련받아 왔다. 교과외의 경계를 넘나드는 초월적인 융합사고의 기회를 제공받아 본 적이 거의 없는 상황에서 교사들이 이 부분에 대해 어려움을 느끼는 것은 당연하며, 앞으로 동일교과외의 전문성 향상을 위한 학습공동체 뿐 아니라 교과외를 초월한 다교과간 융합모임 역시 단위 학교 내에서 권장되어야 할 것이다.

둘째, 교사양성 단계 예비교사들이 전공간 융합 수업을 통해 교역지대를 경험해 볼 수 있도록 도와주어야 할 것이다. 최근 많은 대학들이 사회적 분위기에 힘입어 전공의 벽을 허물고 융합학부나 융합전공 및 통섭형 연계강좌를 개설하여 학생들을 교육하고자 하는 노력을 기울이고 있다. 사범대학에서도 융합형 교육을 선도할 수 있는 교사육성을 위하여 최근 한국과학창의재단의 「융합인재교육(STEAM) 예비교원 양성 강좌 시범운영 연구」등을 비롯한 여러 가지 형태의 대안 모색이 이루어지고 있다. 그러나 예비교사들이 교단에 나서기 전에 교역지대를 경험하도록 하기 위해서는 보다 실질적인 대안 모색이 필요하다.

셋째, 나아가 초·중·고 학생들의 STEAM 수업과정에서도 교역지대가 형성되는지 살펴볼 필요가 있다. 학생들은 과학자나 교사와 같이 제도화된 학제형 교육으로 전문화 되지 못한 상태이므로 각자의 전문성이 뚜렷하지는 않지만 상대적인 전문성은 존재할 수 있으므로 추가 연구를 통해서 파악해볼 필요가 있다.

넷째, 융합과 이를 위한 협업은 결국 현대사회가 직면한 문제 양상의 복잡성 증가에 기인하는 경우가 많다. 결국 융합은 스스로 아이디어를 재구성해 나가는 실천적이고 창의적인 능력의 한 유형인 것이다. 따라서 연수강사의 개인적 인지과정에서 이미 융합된 다양한 분야의 지식집합체나 혹은 백화점식의 다양한 지식을 소개해 주고 이를 개인으로서의 교사가 스스로 융합적으로 이해하도록 하는 방식은 현장에서의 융합적 교수능력의 발현에 한계점을 지니게 된다. 그러므로 현장에서 실질적인 교과간 융합형 교수-학습 설계에 관한 실천적 지식의 생성을 위한 협업적 융합과정을 동반한 교역지대 형성 경험을 제공함으로써 교사들로 하여금 직접 융합을 해보도록 기회를 제공해야 할 것이다. 다시 말해 융합을 아는 교사보다는 융합을 하는 교사를 더욱 육성해야 할 것이다.

국문 요약

이 연구는 서로 다른 교과외의 교사들로 이루어진 학습공동체 활동 중 아이디어 융합과정에서의 교역지대의 형성과 진화 양상을 알아보고, 교역지대 경험과정에서 느낀 어려움과 변화된 교사들의 인식을 파악하고자 하였다. 연구목적 달성을 위하여 남부권 소재 중학교의 교내 학습공동체인 'STEAM 교사 연구회' 소속 교사들에 대해 참여관찰, 심층면담 그리고 반성적 에세이 작성 및 검토가 이루어졌다. 연구 결과, 'STEAM 교사 연구회' 소속 교사들은 융합형 교수-학습 계획안 작성이라는 아이디어 융합 과정에서 전문성 교환을 위하여 성공적으로 교역지대를 형성하였으며, 전교역지대, 엘리트 통제에 의한 교역지대, 경계대상이 있는 교역지대, 공유된 정신모형의 교역지대의 형태로 형성되고 진화된 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면 전교역지대의 하위 단계로는 '아이디어 융합의 당위성 확인', '개인적 해석과정', '모두가 공급자'가 나타났고, 엘리트 통제에 의한 교역지대에서 나타난 하위단계로 '기여적 전문성의 등장'과 '제도적 힘의 불균형'이 있었으며, 경계대상이 있는 교역지대에서는 하위단계로 '상호작용적 전문성의 등장', '공약불가능 상태의 확인', '경계물 및 매개물을 통한 교집합 형성', '중간언어 사용 및 의미협상을 통한 공약불가능의 극복노력'이 있었다. 마지막으로 '공유된 정신모형의 교역지대'에서는 하위단계로서 '교역지대 공간의 유지 노력' 및 '형성된 교역지대 공간의 확장시도'가 나타났다. 또한 교역지대 형성과정에서 교사들이 경험한 어려움들은 '교과간의 문화와 견해 차이', '융합동기의 결여', '융합의 주도권과 융합을 위한 억지 요소 도입', '용어의 불통'이 있었다. 그러나 'STEAM 교사 연구회' 교사들의 교역지대 경험 후 '융합의 필요성에 대한 새로운 인식', '교사공동체 활동에 대한 긍정적 인식과 실천의지', '타 교과 및 자신의 교수-학습에 대한 관점의 변화', '융합에 대한 막연한 공포감 해소와 자신감 획득'과 같은 인식의 전환을 경험할 수 있었다. 이 연구 결과 도출된 교역지대 모형은 교과 융합을 위한 자율적 교사 학습공동체 활동에 시사점을 줄 수 있다.

감사의 글

즐거운 마음으로 모임에 대한 관찰을 허락해 주시고 융합인재교육과 교사모임에 대한 다양한 의견을 나누어 주신 'STEAM 교사 연구회' 소속 선생님들과 논문에 대해 소중한 조언을 아끼지 않으신 익명의 학회 심사자분들께 진심어린 감사의 마음을 전합니다.

참고 문헌

강도영, 신명환, 신필여, 위헛님, 윤경옥, 양찬호, 김지영, 민현식, 노태희, 김찬중(2012). 지각 변동을 학습하는 과정에서 나타나는 중학생들의 중간 언어 유형. 한국지구과학회지, 33(1), 69-81.

곽영순, 김주훈(2003). 좋은 수업에 대한 질적 연구: 중등 과학수업을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(2), 144-154.

구원희, 박영희, 나귀수, 황연주, 하정미(2010). 자기주도적 교수 역량 강화를 위한 PDS 모형 개발에 관한 연구. 교과교육학연구, 14(3), 579-599.

김광웅(2009). 우리는 미래에 무엇을 공부할 것인가. 서울: 생각의 나무.

김권숙, 최선영(2012). 과학 기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 31(2), 216-226.

김동환(2002). 개념적 혼성과 의미구성 양상. 언어과학연구, 21, 45-68.

김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국과학교육학회지, 32(2), 389-402.

김진수(2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. 한국기술교육학회지, 11(2), 124-139.

김학진, 이상호, 김진수(2012). 중학교 기술·가정 교과 전기전자기술 단원에서 활용할 '뮤직로봇'의 STEAM 수업자료 개발. 교원교육, 28(4), 123-139.

김효정, 정가운, 이현주(2013). 과학교사들의 교사모임에의 참여 경험과 교사 정체성 형성과정에 대한 탐색 실천공동체 이론을 중심으로 -. 한국과학교육학회지, 33(2), 390-404.

문지영, 송주연, 김성원(2012). 초등학교 교과서에 나타난 과학-예술통합 활동의 분석. 한국과학교육학회지, 32(5), 890-902.

민희정, 박철용, 백성혜(2010). 교수 실재를 통한 초입 과

학교사의 PCK분석. 한국과학교육학회지, 30(4), 437-451.

박상욱(2012). 융합은 얼마나: 이론상의 가능성과 실천상의 장벽에 관하여. 홍성욱(편). 융합이란 무엇인가? 서울: 사이언스북스.

박영석, 구하라, 문중은, 안성호, 유병규, 이경윤, 이삼형, 이선경, 주미경, 차윤경, 함승환, 황세영(2012). STEAM의 현황과 과제: 2011년 STEAM 교사연구회 자료분석, 2012 융합인재교육 STEAM 학술대회 발표자료. 서울: 한국과학창의재단.

박용혁(2012). 상상표현에서의 개념적 혼성. 한국초등교육, 23(1), 193-212.

박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 생물교육, 40(1), 132-146.

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 한국과학교육학회지, 11(4), 149-171.

서경혜, 이주연, 현성혜, 이자연, 심수원, 김지혜(2007). 교육과정 개혁과 학습문화. 교육과정연구, 25(3), 155-191.

서동인(2012). 융합연구를 경험한 과학 및 과학기술자의 교역지대 교유경험 연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.

신승철(2011). 경계언어와 특이성 생산 피진에 대한 가타리의 다층기호론적 분석틀 적용을 중심으로 -. 시대와 철학, 22(2), 197-228.

신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.

신재한, 남궁정도, 김유, 박성수, 조준범, 이영미, 한주연(2013). 인형극을 통한 예술중심 STEAM 융합교육 프로그램 개발 및 적용. 학습자중심교과교육연구, 13(1), 215-240.

심재호(2006). 과학교사 전문성과 실험 연수에 대한 중등 과학 교사의 인식. 한국생물교육학회지, 34(1), 27-37.

양미경(2012). 학제연구의 목적과 방법에 대한 비판적 검토. 열린교육연구, 17(3), 51-72.

양찬호, 김지영, 신필여, 위헛님, 신명환, 강도영, 김소요, 민현식, 김찬중, 노태희(2011). 과학 학습 과정에서 나타나는 중간언어의 유형 및 과학 언어에 대한 이해수준 변화에 따른 중간언어의 특징. 한국과학교육학회지, 31(5), 745-757.

오필석, 이선경, 김찬중(2007). 지식 공유의 관점에서 본 과학 교실 담화의 사례. 한국과학교육학회지, 27(4),

297-308.

오현석, 김희정, 배형준, 서동인, 김한솔(2012). 융합 학문 어떻게 탄생하는가? *교육문제연구*, 43, 51-82.

유은정, 이선경, 오필석, 신명경, 김찬중(2008). 중등 과학 수업의 참여구조 사례 연구: '혼성적 의미 창출 공간'의 형성 가능성 탐색. *한국과학교육학회지*, 28(6), 603-617.

이민희, 임해미(2013). 수학을 활용한 융합적 프로젝트기반학습(STEAM PBL)의 설계 및 효과 분석. *학교수학*, 15(1), 159 ~ 177.

이현명(2012). 'C 교육대학교와 부성초등학교 간의 영어교과 전문교사학습공동체(PLC) 활동'의 실제와 의미. *학습자중심교과교육연구*, 12(4), 585-623.

조상식(2002). *현상학과 교육학*. 서울: 원미사.

조향숙, 김훈, 허준영(2012). 현장 적용 사례를 통한 융합인재교육(STEAM)의 이해. *한국교육개발원 현안보고 이슈페이퍼(OR 2012-02-02)*.

조희형, 고영자(2008). 과학교사 교수내용지식(PCK)의 재구성 및 적용방법. *한국과학교육학회지*, 28(6), 618-632.

차원용(2009). 산업기술관점에서의 융복합 차이 및 가치제안. *한국산업기술진흥원*.

최재천, 주일우(2007). *지식의 통섭*. 서울: 이음.

태진미(2011). 창의적 융합인재양성, 왜 예술교육에 주목하는가. *영재교육연구*, 21(4), 1011-1032.

하민수, 이준기(2012). 기초과학과 응용과학의 융합에 관한 학생들의 이해에 관련된 변인 분석. *한국과학교육학회지*, 32(2), 320-330.

한윤이(2006). 음악과 교육과정 중심의 교과간 통합 지도 방안. *초등교과교육연구*, 7, 71-90.

한재영, 심재호, 류성철, 임혁, 최정훈(2008). 교사 모임을 통한 과학 교사의 전문성 향상: 실험 행사 중 교사의 상호작용 분석. *교과교육학연구*, 12(2), 397-411.

홍성욱(2008). 인간의 얼굴을 한 과학: 융합시대의 과학문화. 서울: 서울대학교출판부.

홍성욱(2011). 성공하는 융합, 실패하는 융합. *홍성욱(편). 융합학문, 어디로 가고 있나?* 서울: 사이언스북스.

Apobela, S. W., Larson, E., Bakken, S., Carrasquillo, O., Formicola, A., Giled, S. A., Haas, J., & Gebbie, K. M. (2007). Defining Interdisciplinary Research: Conclusions from a Critical Review of the Literature. *Health Services Research*, 42(1), 329-346.

Bhabha, H. K. (1994). *The Location of Culture*. London, UK: Routledge.

Bybee, R. W. (2010). *Advancing STEM Education: A*

2020 Vision. *The Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

Collins, H. (2004). Interactional expertise as a third kinds of knowledge. *Phenomenology and cognitive Science*, 3, 125-143.

Collins, H., Evans, R., Gorman, M (2007). Trading zones and interactional expertise. *Studies in History and Philosophy of Science*, 38, 657-666.

Cooper, S., Khatib, F., Treuille, A., Barbero, J., Lee, J., Beenen, M., Leaver-Fay, A., Baker, D., Popovic, Z., & Foldit players (2010). Predicting protein structures with a multiplayer online game. *Nature*, 466, 756-760.

Couturier, Y., & Dumas-Laverdiere, C. (2006). Comparison of methods and interdisciplinary possibilities: The case of literature reviews in social work and nursing science. *The Qualitative Report*, 11(1), 80-87.

Dooner, A.-M., Mandzuk, D., & Clifton, R. A. (2008). Stages of collaboration and the realities of professional learning communities. *Teaching and Teacher Education*, 24, 564-574.

Fauconnier, G. (1997). *Mapping in thought and language*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fauconnier, G., & Turner, M. (1998). Conceptual integration networks. *Cognitive Science*, 22, 133-187.

Fauconnier, G., & Turner, M. (2009). 우리는 어떻게 생각하는가 (김동환, 최영호, 역). 서울: 지호출판사. (원서출판 2002).

Galison, P. (1996). Computer Simulation and the Trading Zone. In Galison & Stump(Ed.). *The Disunity of Science: Boundaries, Context, and Power*. California: Stanford University Press.

Galison, P. (1997). *Image and logic: A material culture of microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.

Gorman, M. E. (2002). Level of expertise and trading zones: A framework for multidisciplinary collaboration. *Social Studies of Science*, 32(5/6), 933-938.

Gorman, M. E., Groves, . F., & Shrager, J. (2004). Societal Dimensions of Nanotechnology as a Trading Zone: Results from a Pilot Project. in D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.), *Discovering the Nanoscale*, (IOS Press Amsterdam) pp. 63-73.

Wellington, J., & Osborne, J. (2010). 과학교실에서 언어와 문식력 (임철성, 김종희, 전은주, 박종원, 원진숙, 이창덕, 심영택, 최재혁, 박철웅, 역) 서울: 교육과학사. (원서출판 2001).

Gorman, M. E., Werhane, P., & Swani, N.(2009). Moral Imagination, trading zones, and the roles of ethicist in Nanotechnology. *Nanoethics*, 3, 185-195.

Gouvea, J. S., Sawtelle, V., Geller, B. D., & Turpen, C. (2013). A Framework for Analyzing Interdisciplinary Task: Implications for Student Learning and Curricular Design.

CBE-Life Science Education, 12, 187-205.

Jason, O.- S., Kabo, F. Levenstein, M., Price, R., & Davis, G. F. (2012). A Tale of Two Buildings: Socio-Spatial Significance in Innovation. Institute For Social Research, University of Michigan.

Jenkins, L. D. (2010). The evolution of a trading zone: a case study of the turtle excluder device. *Studies in History and Philosophy of Science*, 41, 75-85.

Johansson, F. (2005). *메디치 효과*. (김종식, 역). 서울: 세종서적.(원서출판 2004).

Kellogg, K. C., Orlikowski, W. J., Yates, O. (2006). Life in the Trading Zone: Structuring Coordination Across Boundaries in Postbureaucratic Organizations. *Organization Science*, 17(1), 22-44.

Kim, H. S. (2012). Climate change, science and community. *Public Understanding of Science* 21(3): 268-285.

Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice*. Detroit: Wayne State University Press.

Klein, J. T. (2001). *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society: An Effective Way for Managing Complexity*.

Kruse, S. D., Louise, K. S., & Bryk, A. (1995). An emerging framework for analyzing school-based professional community. In K. S. Louise & S. D. Kruse (Eds.), *Professionalism and community: Perspectives on reforming urban schools* (pp23-24). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Kuhn, S. T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.

Lele, S., & Norgaard, R. B. (2005). Practicing interdisciplinarity. *BioScience*, 55(11), 967-975.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1989). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage Publication.

Lumpe, A. T. (2007). Research-based professional development: Teachers engaged in professional learning communities. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 125-128.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge*. Kluwer Academic Publisher.

Mansfield, R. S., & Busse, T. V. (1993). *창의적인 사람은 무엇이 다를까*(임선하, 역). 서울: 도서출판 하우.(원서출판 1981).

McCartney, M. (2013). Interdisciplinary Check. *Science*, 341, 11.

Morris, N., & Hebden, J. C. (2008). Evolving collaboration: A self-referential case-study of a social/natural sciences collaborative project. *Science Studies*, 21(2), 27-46.

Nonaka, I., & Konno, N. (1998). The concept of 'Ba': Building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40(3), 40-54.

Shrager, J. (2010). From wizard to trading zone: Crossing the chasm of computer in scientific collaboration systems. In M. E. Gorman(Ed.), *Trading Zones and Interactional Expertise: Creating New Kinds of Collaboration*. The MIT Press.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.

Smith, P. (2012). Innovating in the trading zone Organizing inter-organizational R&D. In 2012 Academy of Management Annual Meeting.

Snow, C. P. (2001). *두 문화*(오영환, 역) 서울: 사이언스북스.(원서출판 1959).

Star, S. L. (1989). The structure of ill-structured solutions: Boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. M. Huhns and L. Gasser, Eds. *Readings in Distributed Artificial Intelligence*. Morgan Kaufman, Menlo Park, CA.

Star, S. L. (2010). This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. *Science, Technology, & Human Values* 35(5) 601-617

Star, S. L., & Griesemer, J. (1989). Institutional ecology, 'Translations', and Boundary objects: Amateurs and professionals on Berkeley's museum of vertebrate zoology. *Social Studies of Science*, 19, 387-420.

Støhr, K. (2003). A multicentre collaboration to investigate the cause of severe acute respiratory syndrome. *The Lancet*, 361, 1730-1733.

Surowiecki, J. (2004) *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations*. New York: Doubleday.

Thagard, P. (2005). Being interdisciplinary: Trading zone in cognitive science. In S. J. Derry, C. D. Schunn & M. A. Gernsbacher(Eds.). *Interdisciplinary Collaboration: An emerging cognitive science*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publisher.

Toffler, A., & Toffler, H. (2006). *부의 미래*(김종웅, 역) 서울: 청림출판.(원서출판 2006).

Van den Bossche, P., Gijssels, W., Segers, M., Woltjer, G., Kirschner, P. (2011). Team learning: building shared mental models. *Instructional Science*, 39, 282-301.

Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the "Third Space". *Science Education*, 88(6), 901-914.

Wardak, A., & Gorman, M. E. (2006). Using trading zones and life cycle analysis to understand nanotechnology regulation. *The Journal of Law, Medicine & Ethics*, 34(4), 695-703.

Weick, K. E. (1979). *The social psychology of organizing*. Reading, MA: Addison-Wesley.

Westheimer, J. (1999). *Communities and consequences: An inquiry into ideology and practice in teachers'*

professional work. *Education Administration Quarterly*, 35(1), 71-105.

Wilson, E. O. (2005). *통섭, 지식의 대통합* (최재천, 장대익, 역) 서울: 사이언스북스. (원서출판 1998).

[부록] STEAM 연구회 교사들이 제작한 수업 지도안

< STEAM 수업 지도안 - 우리가 만든 악기 연주하기! >

| 학습 목표 | STEAM 목표 | 교수학습활동 | | | |
|-------|------------------|---|--------------------|---|----------------------------|
| 단계 | 학습소요시간 및 학습요소(분) | 교수학습활동 | STEAM 요소 | 비고 | |
| 학습 목표 | STEAM 목표 | <ul style="list-style-type: none"> • 악기 제작 및 연주 상황을 통해 여러 교과와의 연관성을 이해할 수 있다. • 음을 산출하는 방식에 대해 이해할 수 있다. | | | |
| 탐색 | 15' | <p>소리가 나는 이유는?</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ 과학, 수학, 미술, 음악, 기술가정 교사가 함께 생활 속의 소재를 이용하여 악기 연주하는 소리를 소리파일형태로 학생들에게 먼저 들려줌 - 학생들에게 다음 질문을 던져 궁금증을 유발하게 함 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> - 어떤 재료를 사용했을까? - 어떤 음이 들리는지? - 이렇게 소리가 나는 이유는 무엇일까? </div> | S + A S+T/E | - 동영상 시청 다양한 관점으로 자유롭게 생각을 표현한다. | |
| | 5' | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 학습목표의 진술 <ul style="list-style-type: none"> • 악기 제작 및 연주 상황을 통해 여러 교과와의 연관성을 이해할 수 있다. • 음을 산출하는 방식에 대해 이해할 수 있다. ◦ 주제 및 문제상황 제시 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>과학실의 어떤 재료를 사용해도 좋으며, 모둠원들이 서로 도와주며, 음을 낼 수 있는 재료를 찾고, 이를 이용하여 음악을 연주해 보자.</p> </div> | | | ※ 실생활속의 경험과 연관시켜 친근감을 얻는다. |
| | 5' | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 학습 내용 <ul style="list-style-type: none"> <1,2차시> 파동의 원리, 재료의 재질에 따른 차이 설명, 과학실 재료 찾아 조별 연주 <3차시> 모둠별 발표 및 평가 ◦ 평가 방법 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 미리 활동 및 평가가 어떻게 이뤄질 지에 대해 제시하여 학생들이 평가 기준에 의해 활동이 이뤄질 수 있도록 함 | | | |
| 설명 | 20' | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 서로 다른 재료의 특징 설명 <ul style="list-style-type: none"> - 나무, 금속, 플라스틱 등 서로 다른 재료의 전성, 연성, 물과의 반응성에 대한 간단한 안내 자료를 소개하여 학생들이 재료 선정시 고려할 수 있도록 함 ◦ 소리가 나는 파동의 과학적 원리 설명 | S+ T/E | PPT자료 제시 | |
| 활동 | | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 학생활동에 대한 안내 <ul style="list-style-type: none"> - 과학실의 어떤 재료를 사용하더라도 무방하며 모둠별로 악기를 제작하여 간단한 음을 연주하는 미션 제공 - 모둠별 활동시의 주의할 점 등에 대한 안내 - 유리 등의 도구 사용 시의 안전교육 실시 | ◦ 소리가 나는 과학적 원리 설명 | | |

| | | | | |
|---------|----------------|---|---------|---------|
| 발표 | 20' | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 창의적 설계 과학실의 재료로 악기를 만들고 연주하라. <p>〈학생활동〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 타악기, 현악기, 관악기 중 어떤 형태의 악기를 만들 것인가? - 과학실의 어떤 재료를 선택했다면 그 이유는 무엇인가? - 음의 높낮이를 조절할 수 있는 요인은 무엇인가? - 우리 모듬의 악기가 다른 모듬과의 차별화된 점은 무엇인가? | S+A+T/E | 녹음 및 촬영 |
| | 45' | <p>〈교사활동〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 인내력을 가지고 활동에 참여할 수 있도록 독려 - 모듬원 모두 활동에 참여할 수 있도록 독려 - 중간 중간 구조물에 대한 학생 아이디어를 듣고 개선 할 점에 대해 질문 후 학생들의 개선하도록 유도함 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 감성적 체험 - 시행착오를 거치더라도 끈기 있게 할 수 있다. - 서로 화음을 맞추고 의사소통을 원활히 해서 한 곡을 연주할 때 성취감을 느낄 수 있다. | A + M | |
| 활동 및 정리 | 20' | <p>다음 차시에 대한 발표 및 평가방법에 대한 안내</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발표순서 및 평가방법 같이 생각해보기. <ul style="list-style-type: none"> ◦ 미션 수행 - 연주하고 평가하기 | S+A | |
| | 5' 다음 차시 예고 | <p style="text-align: center;">〈연주 진행 방법 안내〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모듬별로 연주전에 어떤 악기를, 어떤 재료로, 어떤 음악적 요소를 넣어 연주하는지 전반적인 내용을 소개함 - 각 모듬별로 전원 참여하여 각 모듬이 제작한 악기로 음악을 연주함 - 다른 모듬원 들은 음악을 듣고, 궁금한 점 등을 2,3명 정도 질의 및 응답을 실시함 - 교사가 한 모듬의 발표, 질의, 응답이 끝나면 간단히 정리하고, 각 학생들이 평가지에 평가하도록 함 <p style="text-align: center;">〈평가 요소〉</p> <ul style="list-style-type: none"> - 음의 구별이 잘 나타나는가? - 다양한 음을 연주할 수 있는가? - 모듬원들이 모두 각자 맡은 부분을 잘 연주하고 있는가? - 사용한 재료가 연주에 적합한가? - 재료의 선정 및 연주가 독창적인가? | | |