

근거이론 방법론을 바탕으로 한 초등 과학교육에서 경계넘기와 경계물의 의미 탐색

김동렬[†]

Border Crossing and Boundary Objects in Elementary Science Education Assessed with Grounded Theory Methodology

Kim, Dong-Ryeul[†]

국문 초록

융합과 통합을 강조하는 현 과학교육의 실태에 따라 본 연구에서는 융합적 수업에 경험이 있는 초등 교사들을 대상으로 근거이론을 활용하여 초등 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 의미를 탐색하였다. Charmaz(2006)의 구성주의적 근거이론에 따라 참여자와 연구자의 상호작용을 통해 주관성을 인정하면서 세 가지 코딩 단계에 따라 이론적 근거를 구축하였다. 눈덩이 표집법을 통하여 연구 참여자로 총 13명의 초등교사를 모집하였다. 초등교사들의 개방형 설문 내용과 면담자료를 분석한 결과 경계넘기의 의미는 학습 메커니즘에 따라 4단계로 분류할 수 있었다. 다양한 실행들을 서로 비교해서 무엇인지를 알아내는 것인 식별 단계, 실행 간의 협력과 일상화된 교류를 낳게 하는 조정 단계, 실행에 대한 관점을 확장하는 반성 단계, 협력을 통해 새로운 실행을 공동으로 개발시키는 전환 단계로 분류되었으며, 각 단계의 경계넘기의 의미로 2~3개의 하위 내용을 추출할 수 있었다. 과학교육에서 경계물의 의미로는 가시적이고 인공물인 통합적 경계물과 장소적 경계물, 학습지 경계물, 그리고 비가시적인 블랙박스 경계물로 나눌 수 있었으며, 각 경계물 의미로 2개의 하위 내용을 추출할 수 있었다. 4가지 경계물의 공통점은 과학과 주변의 대상을 상호작용적으로 이용한다는 것이었다.

주제어: 경계넘기, 경계물, 근거이론, 과학교육

ABSTRACT

Recently, science education is placing great importance on convergence and integration. This study explored the meaning of border crossing and boundary objects, using the grounded theory method among elementary school teachers experienced in convergence classes. Following Charmaz's (2006) Grounded Theory of Constructivism, this study established theoretical bases in relation to three kinds of coding phases while recognizing subjectivity through interactions between participants and researchers. Then, using snowball sampling, 13 elementary school teachers were selected as research participants. Analysis of open survey and interview data from those teachers indicated that border crossing could be divided into four stages, according to the learning mechanism used: the identification stage in which implementations are compared with each other; the adjustment stage, where collaboration and routine exchanges are developed between implementations; the reflection stage in which perspectives on implementations are expanded; the transition stage, where new implementations are jointly developed through collaboration. Two or three subfactors were extracted for each stage to clarify the detailed meaning of border crossing. Within science education, boundary objects were classified into four kinds: integrated boundary objects and place boundary objects, which are visible and artificial;

study-aid book boundary objects and black box boundary objects, which are invisible; two subfactors could be extracted from each boundary object to create detailed meanings for the boundary objects. Interestingly, the common feature in all these kinds is that they use science and objects from the surroundings in an interactive way.

Key words: border crossing, boundary object, grounded theory methodology, science education

I. 서 론

모든 교육에는 경계들이 수반된다. 우리가 교육을 초보자에서 전문가로 발전해가는 변화로 보든, 혹은 주변인에서 리더자로 참여하여 특정 공동체의 완전한 구성원이 되는 것으로 보든, 경계 교육은 영역이나 장소, 공동체의 필수적인 구성요소이다(Spelt *et al.*, 2009). 따라서 교육을 정체성 발달의 측면에서 생각할 때, 우리가 알고 있는 것에서 새로운 것을 알기 위한 경계넘기 과정의 일부이다. Bakhtin(1984)는 다른 이를 위해, 다른 이를 통해, 그리고 다른 이의 도움으로, 배움에서 학습자 자신을 드러낼 때 학습자 자신을 알게 되고 학습자 자신이 배움의 일부가 되어간다고 주장하였다. 즉, 교육에서 경험하는 모든 내적 경험은 결국 경계에 놓여 있다는 것이다.

새로운 교육과정이 도입될 때마다 강조되고 있는 것이 통합과 융합이라는 개념이다. 이러한 현상은 사회가 새로운 것을 받아들이지 않으면 안 되는 시대적 흐름에 따라 학문 혹은 영역 간에 간섭이 이루어지고 그 학문 간의 경계가 모호해지면서 학문의 경계가 불확정적인 성향을 나타내기 시작했기 때문이다. 이는 곧 우리는 이분법적인 접근이 불가능한 시대에 살고 있으며 서로 간의 간섭을 통하여 새로운 영역 확장으로 이어지고 있다는 것을 의미한다. 실제 과학 현상은 독립된 학문으로 보지 않고 그것과 관련된 주변의 학문 혹은 환경과의 관계 속에 살펴보는 것이 이해하기 수월할 수 있다. 따라서 경계넘기와 경계물에 관한 탐색은 새로운 시도라기보다는 과학을 가르치는 교사로서 당연히 고민해야 할 부분이다. 경계를 넘는 사고가 영역간의 불확실성이라는 생각의 문제점을 해결할 수 있는 길이 될 수 있기 때문이다.

‘경계(boundary)’는 행위나 상호작용에서의 불연속성을 일으키는 사회문화적 차이로 볼 수 있다(Garraway, 2010). 동시적으로 ‘경계’는 불연속성 내에서도 두 개 이상의 세계들이 특정한 식으로 연계

되어 있다는 면에서 동일성과 연속성을 의미하기도 한다.

‘경계넘기(boundary crossing)’ 용어는 현장의 전문가들이 우리가 잘 모르는 그래서 접근하지 않았던 영역에 어떻게 진입할 필요가 있는지를 보여주고자 도입된 것이다(Forstorp, 2005). 그리고 복합된 상황을 위해 현장 전문가들이 협상하고 다양한 맥락의 요소들을 혼합해야 하는 도전에 어떻게 직면해야 하는지를 보여주고자 도입되었다(Engstrom *et al.*, 1995). Harrison(2018)에 따르면, 경계넘기는 인지 과정의 중요한 부분이나 제대로 연구되지 않은 범주이다. 그러나 1995년 이후, 경계넘기 개념은, 과학과 교육 심리학의 여러 학자에 의해 보완적으로 사용되어왔다. 경계를 넘는다는 것은 다른 학문과의 관계성을 확인한다거나 시도하지 않은 것을 시도하여 새로운 도전으로서의 경험을 갖는 것을 의미할 수 있다. 따라서 과학에서 경계를 넘는 것은 과학에 대한 새로운 시도일 수 있으며 특히 과학을 가르치는 교사로서의 경계를 넘는 것에 대한 경험은 새로운 교수학습방법을 설계하기 위한 과정일 수 있다.

Star(1989), Star & Griesemer(1989)는 인공물(artifact)이 교차적인 실행들을 연계짓는데 어떻게 특정 기능을 수행하는지를 알려주고자 경계물(boundary object)의 개념을 도입하였다. 경계물은 여러 교차적 세계 안에 있는 대상이자 서로의 정보 요건들을 충족시키는 대상이다. 즉, 경계물은 연계 기능을 수행해서 교차작업을 하는 인공물이다. 경계물은 이를 이용하는 여러 세계의 국소적 요구나 제약들에 맞춰줄 정도로 가소적이지만, 장소들에 따라 공동의 정체성을 유지할 만큼 견고한 면도 있다. 이들은 일반적 사용에서는 약하게 구조화되어 있으며, 개별적 장소 사용에서는 강하게 구조화되어 있다(Star & Griesemer, 1989). 과학 연구에서는 경계물은 다양한 관점 간에 협력과, 일반화된 결과를 필요로 하는 공동의 의견(idea)을 지칭하기도 하였다(Aikenhead, 1996). 이와 같이 경계넘기와 경계물 개념은 맥락들 사이에서 이

루어지는 지속적이고 양면적인 행동과 상호작용을 지칭하는 데 사용되었다.

최근 과학교육과정에서는 교수학습 자료로서 융합적 소재나 상황을 활용할 것을 강조하고 있으며 기본 개념의 통합적 이해를 통해 과학과 핵심역량을 함양하도록 하고 있다(교육부, 2022). 이러한 교육목표를 달성하기 위해서는 과학의 경계를 넘어야 하며 이를 위해서는 과학의 경계와 경계넘기의 의미를 교육학적으로 접근해야 한다. 또한 융합적 통합적 접근을 위해서는 경계물이 있어야 하며 그 경계물의 활용에 관해서도 탐구가 필요하다. 다시 말해 4차 산업 혁명 시대에 창의융합형 인재 양성을 위해서는 과학교육에서도 다른 학문과의 경계를 넘나들어야 한다는 것은 당연한 목표가 될 수밖에 없다.

그러나 무분별한 확장과 경계의 모호성은 과학이라는 학문의 고유한 특징을 유지하기 어렵게 하며 개성적인 접근이 어려운 상황이 연출될 수 있다.

이에 우리는 과학교육에서 경계넘기는 어떤 의미가 있고 우리에게 어떻게 다가오고 있으며 우리가 유의해야 할 점이 무엇인지에 대해 신중히 탐색해 볼 필요가 있다. 더불어 경계를 넘을 수밖에 없는 상황이라면 경계물의 역할과 경계물의 의미를 신중하게 고려해 볼 필요가 있다. 이러한 과정을 통하여 논리적이면서 설득력 있게 경계를 넘을 수 있으며 교육자로서 학습자들에게 합리적인 경계넘기와 경계물을 통해 과학을 가르칠 수 있을 것으로 기대된다.

Spelt *et al.*(2009)는 경계의 교육학에서 교사들은 학습자들이 교과별 차별성, 개별적 감성, 상이한 사회와 언어를 경험하도록 함으로써 인간 삶의 차이를 탐구하는 경계를 넘는 자(border crosser)로 교육받도록 할 필요가 있다고 주장하였다. Akkerman & Bakker(2011)는 교육에서 행위와 상호작용에서 불확실성을 실제로 경험하는 당사자는 교사이기 때문에, 경계가 무엇인지 알려면 그들 경험을 살펴보는 것이 중요하다고 보았다. 특히, 전 교과를 가르쳐야 하는 초등교사라면 두 세계 사이에 다리를 놓을 임무가 있으며, 자신의 가르침이 너무 편향되지 않았는지 비판적인 관점으로 바라보아야 한다. 그러나 초등 과학에서는 학문의 경계를 넘나들 수 있는 융합형 인재를 요구함에도 불구하고 아직까지 융합적인 자연 세계를 운동과 에너지, 물질, 생명, 지구와 우주 및 과학과 사회 등의 영역 구분하여 가르치려 하고 있고, 다소 편협된 시각으로 사고하도록 유도하

고 있는 것이 현 초등 과학교육의 현실이다(Bac *et al.*, 2013).

본 연구는 비트겐슈타인(Wittgenstein)의 삶의 형식(Lebensform) 철학을 기반으로(Lee, 2022), 초등교사들의 교직 경험에서 우러나오는 언어의 사용이 그들의 삶의 문맥과 삶의 흐름과 관련이 되어 있다는 관점과 삶의 문맥이라는 것은 교직 사회에서 언어를 사용하는 교사들 사이의 관계에서 형성된다는 관점에 진행하였다. 그러나 초등교사들을 대상으로 경계넘기와 경계물에 대한 의미를 이론적으로 구축하고자 하는 만큼 그들의 삶의 형식에서의 언어 기호들의 관계망을 통해 추출되는 초등 과학교육에서의 의미로 한정 지을 수밖에 없는 상황이다.

이러한 맥락하에 본 연구에서는 초등교사들의 실제 현장에서의 경험이 가미된 설문과 면담 내용을 중심으로 한 근거이론 방법론을 바탕으로 초등 과학교육에 초점을 둔 경계넘기와 경계물에 대한 의미를 이론적으로 구축하고자 하는 데 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 내용

본 연구에서는 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 의미를 탐색하기 위하여 질적 연구방법인 근거이론(grounded theory methodology)을 활용하였다. 근거이론은 선행연구를 분석한 결과 연구하고자 하는 현상에 대해 구체적인 사실적 이론을 찾을 수 없을 때 연구자가 다양한 유형의 데이터를 수집하여 결과 해석을 바탕으로 이론적 근거를 제시하려는 방법이다. 근거이론의 초점은 현장의 목소리를 근거로 해서 이론 개발에 두고 있다. 근거이론에서는 기존의 연구에서 밝힌 개념을 재정의하는 것이 아니라 연구자가 자료를 수집하고 코딩하고 분석하는 과정을 통해 이론을 발견해가는 과정을 제안한다(Glaser & Strauss, 1967). 따라서 실제 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 이론적 근거를 구축한 선행연구를 찾을 수 없으며, 과학과 교육과정에서 통합적 융합적 개념 접근을 강조하고 있는 시점에서 경계넘기와 경계물에 대한 의미 탐색의 필요성이 있으므로 근거이론이 본 연구의 목적에 부합된다고 보았다.

근거이론 방법에서는 새로운 이론을 구축하기 위

하여 다단계의 자료 수집과 분석이 필요하다. 이론에 접근하는 방법은 실증주의적 방법과 구성주의적 접근으로 크게 나눌 수 있는데 실증주의적 방법은 객관적인 연구를 추구하는 것으로 설명력과 예측력을 바탕으로 현상을 인과적으로 접근하여 일반화를 추구하는 형태이다. 반면에 구성주의적 접근은 연구자의 직접적 연구를 통해서 해석적으로 접근하는 것으로 연구자의 해석이 반영되어 이론화되는 것으로 실증적 연구보다는 열린 형태의 방법이라고 볼 수 있다. 구성주의적 근거이론 접근법은 기존의 연구에서 많이 활용되었던 Strauss & Corbin(1998)의 고정된 틀에 의해 이론을 구축해 가는 실용주의 접근이 아닌, 연구자의 관점이 주목받으면서 연구자의 자료에 대한 해석 방법을 강조한다. 본 연구는 초등교사들을 대상으로 자료를 수집하고 다단계 분석을 통하여 연구자가 해석하는 과정을 거치므로 구성주의적 근거이론 접근법에 해당한다.

본 연구에서는 Charmaz(2006)의 구성주의적 근거이론에 따라 참여자와 연구자의 상호작용을 통해 주관성을 인정하면서 세 가지 코딩 단계에 따라 과학교육에서의 경계넘기와 경계물에 대한 이론적 근거를 구축하였다.

2. 자료 수집과 분석

Charmaz(2006)는 근거이론의 주자료인 면담자료, 노트, 기록들은 세부적인 정보와 현상을 바라볼 수 있는 사람들에 의해 구성된 자료로 보았다. 이러한 자료로 연구자와 연구 참여자가 공동으로 이론을 구성해 나간다고 보았다. 자료 수집은 약 1개월간 연구자의 연구실에서 개방형 설문 작성과 심층 면담을 통해 이루어졌다. 면담은 연구 참여자가 일과 후 연구실에 방문하여 1회당 1시간 정도 이루어졌다. 면담 시간은 연구 참여자들이 정하여 연구자에

게 알려준 시간에 이루어졌다. 구체적으로 연구 참여자와의 접촉은 연구자가 개별 연락하여 참여대상이 연구실에 방문할 수 있는 시간을 확인한 후 서로 중복되지 않은 시간을 정하여 순차적으로 면담과 개방형 설문을 하였다. 연구 참여자에 사정에 따라 최소 1회 면담이 이루어졌으며 면담과 동시에 연구자의 해석에 도움이 되도록 면담과 관련된 핵심 내용을 개방적 설문지법에 따라 서술하도록 하였다. 연구 참여자들에게 크게 두 가지 질문을 구성하여 설문 형태로 질문하였다. 첫 번째 문항은 ‘여러분이 가르쳐야 할 과학에서(과학교육에서) 경계를 넘다는 것은 어떤 의미를 지니는지 구체적인 예를 들고 다차원적으로 설명하시오.’, 두 번째로 ‘경계물에는 어떠한 것이 있는지 구체적으로 설명하시오.’였다. 참여자 모집은 눈덩이 표집법을 통하여 진행하였다. 본 연구자가 책임자로 되어 있는 자연IN생물교육 연구실에서 활동하고 있는 4인의 초등교사를 섭외한 후에 이들에 의해 추천을 받은 9명을 합하여 총 13명을 대상으로 진행하였다(Table 1). 본 연구의 연구 참여자의 평균 교직경력은 8.6년이었으며 초등학교에서 과학을 가르치면서 융합교육과 관련된 연수에 참여한 경험이 1회 이상이거나 융합 수업을 1회 이상 한 교사들이다. 또한 이들은 광역시와 중소도시 소재의 초등교사들로 광역시 지역의 교육대학교를 졸업하고 대학원은 초등과학교육 전공, 융합영재교육 전공, 교육과정 전공 등을 한 것으로 확인되었다. 눈덩이 표집으로 섭외된 9명은 자연IN생물교육 연구실에서 활동하지 않으나 지역 교육청에서 과학 관련 동아리 활동에 참여하여 학생지도와 과학교사 연구대회에서 적극적으로 멘토 역할을 하고 있었다.

근거이론은 이론을 생성하는 것이므로 많은 데이터를 검토하고 수집하는 과정을 반복해야 한다. 즉, 반복적인 순환 과정을 거치게 된다(Charmaz, 2006).

Table 1. Characteristics of research participants

참여교사	성별	교직경력	면담횟수	융합연수	융합수업	참여교사	성별	교직경력	면담횟수	융합연수	융합수업
A	여	7	2	2	2	H	여	6	1	2	1
B	남	8	2	2	3	I	여	7	1	1	1
C	남	9	1	1	1	J	남	11	1	1	2
D	여	10	2	1	3	K	여	8	2	2	1
E	여	7	1	2	2	L	남	9	2	1	2
F	남	7	2	1	2	M	남	8	1	2	2
G	여	8	1	2	1						

본 연구에서는 자료를 분석하면서 더 새로운 이론이 생성되지 않고 충분하다고 판단될 때 포화상태로 보고 면담과 개방형 설문을 중단하였다.

Charmaz(2006)는 자료 분석 결과에 대해 고정된 틀에 따라 정리해 가는 것이 아니라 개방적인 형태로 진행되는 것이 참여자의 관점을 찾는 데 유연하다고 보았다. 본 연구에서는 Charmaz(2006)가 제안한 문헌 재검토와 초기코딩, 핵심코딩, 이론적 코딩 단계에 따라 진행하였다(Table 2).

본 연구에서는 기초코딩 단계의 산출물을 바탕으로 핵심코딩을 통해 도출된 연구 결과를 정리하였다. 정리 방식은 경계넘기의 의미는 Akkerman & Bakker(2011)가 제시한 학습 메커니즘의 단계에 따라 순차적인 범주로 정리하고 각 범주에 따라 초등 교사의 응답 수를 제시하였다. 경계물에 대해서는 핵심 범주를 제시하고 해당 응답 수를 제시하였다. 초등교사에 따라서는 경계넘기와 경계물의 의미를 2가지 이상 제시한 경우도 있었으며 모두 응답수에 포함하였다.

이론적 코딩 단계에서는 핵심 범주를 바탕으로 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 종합적 이론

을 모식도와 함께 제시하여 융합과 통합적 과학교육의 방향을 제시하였다.

3. 연구의 진실성

근거이론에서 새로운 이론을 도출하기 위해서는 연구의 진실성이 기반되어야 한다. 따라서 연구 윤리에 어긋나지 않고 자료 수집과 해석이 공정하게 진행되어야 하며 연구 대상의 경험을 사실적으로 표현해야 한다. 본 연구의 참여자들에게 일차적으로는 연구의 목적을 설명하고 참여를 권유하였으나 최종 참여 결정은 참여자들 스스로 결정하였으며 면담에 대한 녹음을 허락하지 않을 경우에는 그 면담 내용을 연구자가 직접 메모하고 메모한 결과를 참여자에게 확인 받았다. 녹취 결과나 개방형 설문 때문에 수집된 자료는 연구 참여자의 정보가 전혀 나타나지 않도록 확인하였고 개인별 특이사항이 표현하지도 않았다.

특히 연구자는 Guba & Lincoln(1994)이 제시한 ‘신뢰성’, ‘적용가능성’, ‘일반성’, ‘중립성’에 따른 연구의 진실성을 확보하고자 노력하였다. 신뢰성을 확보하기 위하여 면담이나 개방형 설문 결과로 추출한

Table 2. Implementation phases of grounded theory (Referred to Charmaz, 2006; O'Reilly & Dogra, 2017)

단계	내용
1. 문헌 재검토	<ul style="list-style-type: none"> · 주제에 관한 증거기반을 살펴보기 · 문헌검토는 자료 수집 및 분석과 동시에 이루어짐
2. 초기코딩 (initial coding)	<ul style="list-style-type: none"> · 한 번의 면담을 완료하고 코딩을 시작, 요점이나 중요한 이슈를 확인하기 위해 데이터를 듣고 한 줄씩, 한 문장씩 코딩함 · 두 번째 면담을 시작하고, 지금까지 발견한 것을 근거로 정교화하기, 두 번째 면담의 코딩을 시작하고, 중요한 범주를 확인하고, 그리고 의미 있는 범주를 부여하기 · 지속적 비교분석(constant comparative analysis)도 시작 · 이론적 포화도에 도달할 때까지 면담과 코딩을 계속, 메모함으로써 범주 간에 관련성을 기록 · 전사된 자료에서 개방형 설문은 줄단 위 분석(line-by-line analysis)을 하고, 면담자료는 문장 단위와 사건 단위로 코딩한 후 지속해서 비교 분석하여 유사점과 차이점 찾기 · 초기코딩 단계에서는 연구 참여자의 언어를 있는 그대로 정리하는 in vivo code
3. 핵심코딩 (focused coding)	<ul style="list-style-type: none"> · 이론적 포화도에 도달하고, 코딩과 지속적 비교분석을 완료했다면, 핵심 범주를 확인 · 핵심 범주는 자주 출현하는 범주, 과정의 너무 초기에 핵심 범주를 확인하려 하지 않도록 유의 · 초기코딩 자료를 결합해가면서 통합 조직화 · 초기코딩 결과를 통합하는 과정으로 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대해 펼쳐놓았던 코딩을 묶어서 핵심적인 범주를 제시 · 초기코딩과 핵심 코딩은 순환적인 과정을 거침
4. 이론적 코딩 (theoretical coding)	<ul style="list-style-type: none"> · 핵심 범주에서 드러난 이론을 전개하고, 결과를 서술 · 과학교육에서 경계넘기와 경계물 각각에 해당하는 핵심 범주를 서로 연결하여 경계넘기와 경계물에 대해 하나로 이론화하거나 모식도화하여 결과를 일관성 있게 해석 · 대범주를 바탕으로 범주들을 연결시켜 해석

자료는 연구 참여자가 확인하여 본인들의 의견이 그대로 반영되어 있는지 확인하였다. 또한 그들의 경험을 그대로 이야기해 달라고 요청하였으며 남의 이야기가 아니라 자신의 경험을 이야기하도록 요청하였다. 애초에 친분이 있는 연구 참여자 4명 외의 9명의 참여자는 본 연구의 구체적인 내용에 대해 면담을 하기 전에 1회 이상 편안한 분위기에서 대화하는 시간을 가지고 다음에 만나는 차례에서 구체적인 면담을 진행하여 친숙한 상태에서 면담을 진행하고자 노력하였다. 본 연구의 과정과 결과가 다른 연구들에게도 영향을 주기 위해서는 적용 가능성이 커야 한다. 따라서 연구 과정은 가능한 한 상세히 제시하였고 본 연구의 결과에 앞으로 과학교육의 경계넘기와 경계물에 대한 참고문헌으로 활용될 수 있도록 의미 있는 결과가 도출되도록 노력하였다. 일관성은 연구자가 정리한 내용과 연구 참여자들의 실제 생각과 일치하는지 면담과 개방형 설문지를 통해 정리한 자료는 연구 참여자들에게 다시 확인받았으며, 최종 결과는 질적연구에 대한 경험이 있는 전문가 1인에게 자료 수집 결과와 연구 결과 해석이 일치하는지를 점검받았다. 중립성은 연구자가 편견 없이 중립성을 유지하는 것으로 연구의 진실성에서 가장 어려운 부분이다. 특히 구성주의적 근거이론은 연구자의 해석이 실증주의의 근거이론보다는 적극적으로 받아들여지는 것으로, 중립성을 확보함과 동시에 연구 참여자의 경험을 왜곡하지 않도록 연구 참여자와 질적연구 전문가 1인에게 확인받은 과정을 거쳤다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초기코딩과 핵심코딩 결과

과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 초등교사들의 개방형 설문과 면담 자료를 분석한 결과 핵심코딩 단계에서 각각 4개의 대범주 10개의 하위범주, 4개의 대범주와 8개의 하위범주를 도출할 수 있었다. 초기코딩은 핵심코딩을 위한 전단계로서 연구 결과로는 핵심코딩을 중심으로 범주를 추출하여 과학교육에서 경계넘기와 경계물의 의미를 탐색하였다.

1) 과학교육에서 경계넘기 의미

초등교사들의 과학교육에서 경계넘기의 의미는 총

10개의 하위범주로 나눌 수 있었다(Table 3). 이들의 범주는 Akkerman & Bakker(2011)가 제시한 학습 메커니즘의 단계에 따라 분석이 이루어졌다. Akkerman & Bakker(2011)는 경계넘기를 학습의 과정으로 보고, 경계넘기를 4단계의 학습 메커니즘으로 보고 그 과정은 식별(Identification), 조정(Coordination), 반성(Reflection), 전환(Transformation)으로 나누었다. 본 연구에서는 4단계에 따라 과학교육에서 경계넘기의 의미를 해석해 봄으로써, 초등교사들이 생각하는 경계넘기의 의미는 과학 학습 과정 관점에서 어떤 단계에 있는지 알 수 있었다.

식별 단계

과학 학습 과정에서는 주변 대상과의 경계에서 활동하는 중 위협감 때문에 혹은 불확실성 때문에 불안감을 느낄 수 있다. 이 과정에서 가장 먼저 이루어지는 것이 과학을 다른 교과와의 식별이다. 경계를 넘기 위해서는 우선적으로 과학 교과를 다른 교과와의 식별을 통하여 과학에 대한 정체성을 찾아야 한다. Akkerman & Bakker(2011)는 식별 단계에서 과학에서의 실행이 다른 주변 대상의 실행과 얼마나 다른지 이해함으로써 주변 대상과 조화롭게 공존하면서 다양한 정체성들의 협상으로 이어질 수 있다고 보았다. Geiger & Finch(2009)는 경계를 넘는다는 것은 고정된 경계를 넘는 것이 아니라, 두 대상 간의 경계를 지속적으로 재정의하고 공존의 기회를 형성해가는 과정으로 보았다. 이렇게 하는 것이 과학의 정체성을 보존하면서 주변 대상의 정체성도 보존하고 무조건적으로 새로운 것을 찾기보다는 공존의 방안을 마련하여 정체성의 혼란을 방지할 수 있다. 따라서 식별 과정에서는 경계간의 불연속성을 반드시 극복할 필요가 없이 그대로 받아들이고 그 자체를 인식하고 이해해 가는 과정이 내포되어 있다고 볼 수 있다. 식별 단계에 해당하는 하위범주로는 ‘과학교과의 특성 이해하기’, ‘과학수업에 다른 교과 주제를 그대로 받아들이기(공존하기)’가 추출되었다.

과학교과의 특성 이해하기

과학교과는 다른 교과에 달리 탐구를 중심으로 과학 현상을 이해하고 해결하는 과정을 한다는 것이 가장 큰 특징이다. 이러한 특징을 이해함으로써 과학교과를 통해 해결하지 못하는 것을 다른 교과의 특징을 반영하여 해결할 수 있다. 이러한 과정이 경계넘기의 일부가 될 수 있다. (C 초등교사)

Table 3. The meaning of border crossing in science education

범주	하위범주	개념	교사 응답 수
식별	과학교과의 특성 이해하기	다른 교과와 다른 점, 독특한 점, 차별성 있는 특징 반영하기, 정체성 찾기, 타 교과에 의해 보충하기	1
	과학수업에 다른 교과 주제를 그대로 받아들이기(공존하기)	과학은 과학대로, 다른 교과의 주제를 변형 없이, 있는 그대로의 특징을 사용하기, 공존하기	2
조정	주변과의 상호작용	끊임없이 주변과의 상호작용, 주변과 소통하기, 의사소통을 통해 받아들이기	1
	다른 공간과 상호 작용하는 것	다른 공간의 사용에 친숙해지기, 새로운 공간의 사용에 대한 애매함 벗어나기, 움직임의 범위를 넓혀가기, 변환작업	1
반성	반복적으로 사용함으로써 생활과학을 이해하는 것	실생활 속의 내용과 재료를 반복해서 사용하기, 생활 속으로 반복적으로 넘나들기, 투과성 높이기	1
	통합을 통해 나의 현 지식의 문제점 개선하기	나의 지식 부족에 대한 반성하기, 나의 현 위치에서 개선점 찾기를 바라보는 것	2
	과학과 연계된 새로운 지식 형성하기	새로운 관점 형성하기, 과학에 새로운 것을 더하기, 과학에 대한 새로운 정체성 구축	1
전환	새로운 관점 받아들이기	수용적 자세로 과학 외 것을 받아들이기, 경계지점에 생기는 현상 수용하기, 과학에 대한 관점 확장하기	2
	새로운 융합 통합 교구 개발하기	두 대상 간 자연스러운 연결을 위해 교구 개발, 새로운 중간적 실행, 낯선 것을 극복하기 위해 창조하기, 경계실행	2
	새로운 환경 찾기	새로운 환경에서 시작하기, 깊이 있는 이해로 이어지기, 새로운 것 개발하기	1

과학수업에 다른 교과 주제를 그대로 받아들이기(공존하기)

과학 주제 중에서 다른 교과와 관련이 있다면 블록타임제를 적용하여 함께 진행하는 것이다. 과학은 그 주제대로 학습하면서 타 교과의 주제를 받아들이고, 역지로 새로운 것은 탄생하기보다는 각각의 특징을 그대로 받아들이는 것이다. (A 초등교사)

조정 단계

조정 단계는 경계를 넘기 위하여 다양한 실행이나 관점 간의 상호작용을 위한 의사소통적 연계를 필요로 하는 것이다. 즉, 조정 단계는 두 실행 및 관점 간의 연계의 자연스러움을 위하여 소통적 관점이 따라야 한다는 것이다. 학습재료 및 장소적 경계를 고려하여 항상 사용하고 머물러 있는 장소에서 상호작용을 통해 벗어나는 것이다. 동시에 경계를 넘어가기 위해서 두 세계 간의 변환의 노력이 수반되어야 한다. 경계넘기는 사람이 다양한 장소들에 따라 이행하는 것과 상호작용을 뜻한다(Harrison, 2018). 경계넘기는 조정이 필요한 단계가 있어야 하며 그 과정에서는 변환 과정이 필요하다. 식별 단계에서 정체성을 고려하여 있는 그대로 받아들였다면 이제는 변환작업을 통하여 애매함을 해결해야 한다. 있는 그대로 받아들이다 보면 경계점에서 애매함이 발생한

다. 이러한 경우 애매함에 대한 변환작업을 통해 문제를 해결할 수 있고 두 대상 간의 균형을 찾을 수 있다. 또한 조정 단계에서는 경계의 투과성을 높여야 한다. 두 대상 간에 반복적으로 넘나들음을 통해서 일상화 형태가 되어 투과성이 강화된다. 조정 단계는 아직 경계 재구성이 아니라 경계 극복에 해당된다. 조정 단계에 해당하는 하위 범주는 ‘주변과의 상호작용’, ‘다른 공간과 상호작용하는 것’, ‘반복적으로 사용함으로써 생활과학을 이해하는 것’이 있었다.

주변과의 상호작용

과학의 속성은 끊임없이 주변과의 상호작용하는 것이다. 따라서 경계넘기는 인위적으로 나누어진 것에서 다시 돌아가 과학의 주변과 상호작용하는 것을 이끌어내는 것이다. (A 초등교사)

다른 공간과 상호 작용하는 것

과학을 하는 곳 외에 다른 곳의 환경을 이용하여 함께 진행하는 것이다. 다른 공간의 친숙함을 통하여 공간적 분명하지 않은 것을 벗어나고 이를 통해 과학 활동으로서의 움직임의 범위를 넓혀가는 것이다. (F 초등교사)

반복적으로 사용함으로써 생활과학을 이해하는 것

과학에서만 가르치는 것을 넘어서 실생활 속 내용과 재료를

반복적으로 사용하여 친숙해지고 이를 가르치면서 생활에 활용 가능한 과학을 이해해 가는 것이다. (B 초등교사)

반성 단계

반성 단계에서는 실행 간의 차이들을 인식하고 설명하는 데 있어, 그리고 자신과 타인의 실행에 대해 새로운 것을 알아내는 데 있어 경계넘기의 역할을 강조한다. 또한 이 단계에서 새로운 관점을 형성하면서 자신의 현 위치의 이해와 현재의 지식을 분명히 들어내고 새로운 것을 받아들인다. 반성 단계에서는 경계넘기를 통하여 다른 세계의 눈을 통해 자신을 바라보는 시기를 갖는다. 자신의 관점에 대한 반성적 지식의 측면에서 다른 것을 고려하는 것이 관점 수용 과정이다. 또 다른 관점을 수용하는 것이 대상을 다르게 바라보게 해주는 한 방법이다. 결론적으로 반성 단계에서는 경계넘기를 통하여 새로운 관점을 형성하고 그 관점을 수용하면서 세상을 보는 방식이 풍부해져서, 정체성이 현 상태를 넘어서 수준이 높아진다는 것이다. Aikenhead(1996)에 따르면, 경계넘기 전략들은 전통적 환경에 있는 학생들이 자신의 세계관과 과학의 세계관 간의 명백한 비교를 통해 과학에 더 쉽게 접근할 수 있게 해준다고 했다. 이러한 맥락에서 반성은 ‘관점의 확장’과 ‘미래 행동에 기반이 되는 새로운 정체성 구축’과 관련 있다 (Hoyles *et al.*, 2007). 반성 단계에 해당하는 하위범주로는 ‘통합을 통해 나의 현 지식의 문제점 개선하기’, ‘과학과 연계된 새로운 지식 형성하기’, ‘새로운 관점 받아들이기’를 추출하였다.

통합을 통해 나의 현 지식의 문제점 개선하기

통합이라는 경계넘기를 통하여 현재 나의 지식의 부족에 대해 반성하고 개선하여 새로운 과학에 대한 관점을 받아들이는 것이다. (D 초등교사)

과학과 연계된 새로운 지식 형성하기

경계를 넘는다 것은 과학에서 넘어서 주변의 것을 받아들임으로써 새로운 지식을 형성하는 것이다. (A 초등교사)

새로운 관점 받아들이기

과학에서 주변의 것을 받아들임으로써 새로운 관점을 형성하여 과학을 확장해 나가는 것이다. 과학의 확장을 위해서는 경계지점에서 생기는 현상을 수용하는 자세가 필요하다. (K 초등교사)

전환 단계

전환은 실행에서의 대대적 변화로 이어지며, 잠

재적으로 ‘새로운 중간적 실행’이 생겨난다. 때로는 경계실행이라고 불린다. 경계실행은 직접 실천에 옮기는 것으로서 직접 실천에 옮기기 위해서는 경계실행을 위한 경계물의 개발이 필요하다. 전환 단계는 경계를 넘기 위해서 경계물 개발을 통해 생각의 전환을 시도하는 것이다. Matusov *et al.*(2007)는 교사들이 반복적으로 경계에서 문제를 겪게 되었을 때 이를 기존의 방법으로 해결하지 않고, 분명하게 이를 해결할 수 있는 것을 제시하여 나가가는 것이 경계를 넘을 수 있다고 주장하였다. 경계를 넘을 수 있는 실행들은 혼합적인 것, 즉 새로운 문화적 형태가 나오는 창조적 과정에 참여하는 것이다. 혼합이라는 것은, 다양한 맥락들의 요소들이 합쳐져서 새롭고 낯선 것이 나온다는 것을 의미한다. 이는 새 도구나 표시의 형태를 띤다. 예를 들면 과학의 학제적 분야 등이 있다. 전환은 새로운 중간적(in between) 실행들의 등장을 수반한다. 전환 단계에 해당하는 하위범주로는 ‘새로운 통합 융합 교구를 개발하기’, ‘새로운 환경 찾기’가 추출되었다.

새로운 통합 융합 교구 개발하기

과학교과에 다른 교과의 주제를 가지고 온다거나 다른 교과에서 과학 주제를 연결하기 위해서는 자연스럽게 이루어지는 것이 좋으므로 이를 연결하기 위한 학습 교구를 개발하는 것이 교사로서 경계를 넘는 것이다. (L 초등교사)

새로운 환경 찾기

기존 환경만 고집할 것이 아니라 경계를 넘기 위하여 새로운 환경을 찾고 그 새로운 환경에 적응해 가면서 과학에서 새로운 것을 발견할 수 있어야 한다. 이를 통하여 창조가 될 수 있으며 과학에 대한 포괄적이고 보다 깊이 있는 이해로 이어질 수 있다. (A 초등교사)

이와 같이 경계넘기의 4단계의 학습 메커니즘을 확인해 본 결과, Fig. 1과 같이 단계별로 경계넘기의 의미를 해석하는 초등교사들이 있었으며 그 중에서 최종 단계인 전환 단계의 의미로 해석한 초등교사는 3명이 있었다. 따라서 이러한 학습 메커니즘 단계별 경계넘기의 의미를 초등교사들에게 제시하여 경계넘기의 의미를 단계적이고 심층적으로 접근하도록 한다면 과학교육에서의 순차적 경계넘기가 가능할 것으로 판단된다. 특히 1명의 초등교사는 식별, 조정, 반성, 전환 단계의 경계넘기의 의미를 순차적으로 제시하는 것을 볼 때 경계넘기의 의미를 단순히

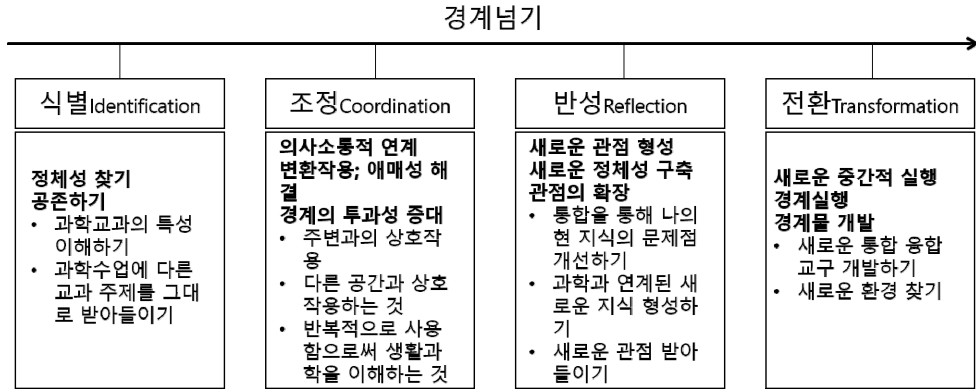


Fig. 1. 4-Stage learning mechanism of border crossing

개념적 의미로만 접근하는 것이 아니라 순차적 의미로서의 단계로 해석한 것으로 볼 수 있었다. 비록 경계넘기의 의미를 다양한 차원에서 해석해 보라고 면담과 개방형 설문에서 제시하였으나 순차적 접근보다는 한 차원적인 접근으로 해석에 거친 것이 아쉬운 점이였다.

2) 과학교육에서 경계물 의미

여기서 경계물은 과학과 주변의 것을 구분하기 위한 경계물 뿐만 아니라 경계넘기를 위한 경계물에 해당된다. 따라서 영역과 영역, 공간과 공간을 구별하기 위해서라기보다는 주변 영역과 주변 공간을 어떻게 연결할까와 관련된 도구, 재료, 장소, 주제 등에 해당한다고 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 초등교사의 과학교육에서 경계물의 의미로는 통합적 경계물, 장소적 경계물, 학습지 경계물, 블랙박스 경계물 범주로 나눌 수 있었다(Table 4).

블랙박스 경계물은 비가시적 경계물로 인간의 내면에 존재하는 것으로서 나머지 3가지 인공물 차원의 경계물과는 구별되는 것이였다.

통합적 경계물

통합적 경계물은 내외부 공간이나 영역 간을 허무는 요소로 작용하는 것으로 외부적 요소를 내부에 도입하는 방식이다. 즉, 과학 외에 주변의 대상에 대해 이질감을 없애기 위하여 주변의 대상을 과학 일부로 인식하도록 과학 안으로 가지고 들어오는 것이다(Fig. 2). 이렇게 함으로써 과학에 용해되어 주변 대상과의 경계의 접점이 모호하게 되는 것이다. 여기서 주변의 대상 중에서 과학 안으로 가지고 들어오는 것이 경계물이 되는 것이다. 이 경계물은 과학학습재료로서, 주변의 대상의 것을 모방하는 형식으로 주변의 형식적 요소를 과학 학습재료로 도입하는 것이다. 곧 주변의 대상도 과학 일부가 될 수

Table 4. The Meaning of boundary object in science education

범주	하위범주	개념	교사 응답 수
통합적 경계물	사회적 문제	사회문제 다루기, 과학적으로 해결할 수 있는 사회 주제	1
	다른 교과의 과학 관련 주제	다른 교과의 상징적 주제, 과학적으로 설명 가능한 것	2
장소적 경계물	학교 내 교실 밖 장소	학교 숲, 운동장에서 과학과 연결, 생활 속 재료와 연결	1
	학교 밖 장소	놀이공원에서 과학 주제와 연결, 생활 속 현상과 연결	2
학습지 경계물	형식 교육과 비형식 교육의 연결 활동지	형식 교육기관과 비형식 교육기관의 연결, 비형식 교육 기관 학습내용 정리	2
	체험 활동 안내서	체험 장소 안내, 과학 학습내용과 연결하기, 과학 학습을 연속 선상에 두기	1
블랙박스 경계물	경험	익숙한 것을 바탕으로 연결하는 것, 자연스러운 경계넘도록 하는 것	2
	선행 지식	경계넘기를 위한 탄탄한 지식, 익숙한 지식	1

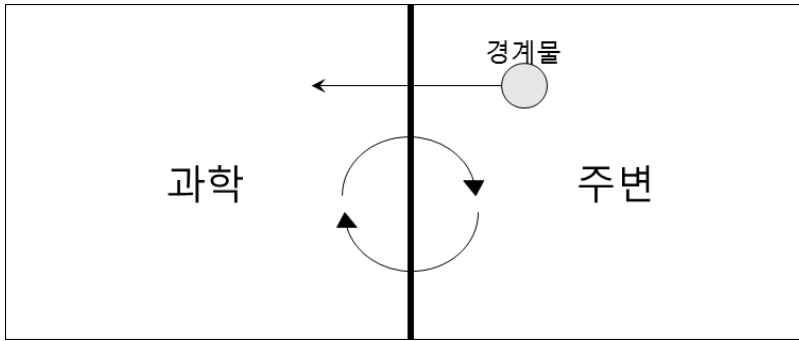


Fig. 2. Integrated boundary object in science education

있다는 것을 인식하도록 유도하는 것이다. 또한 과학과 주변 대상 각각의 특징을 그대로 유지한 채 그 특징을 서로 활용하는 것으로 이해할 수 있다. 통합적 경계물의 예로는, 사회적 문제, 다른 교과와 과학 관련 주제 등이 있다.

사회적 문제

과학과 사회를 연결하기 위하여 사회문제를 다룰 수 있다. 예를 들어, 미세먼지 문제를 해결하기 위하여 인공강우를 통해 이를 해결할 수 있는 아이디어를 내면 이것은 외교 문제까지도 연관지어 생각할 수 있다. (M 초등교사)

다른 교과와 과학 관련 주제

국어과에서는 고전문학 작품에서부터 현대문학에 이르기까지 작품 내에서 달의 상징적 의미를 탐구한다. 이 주제를 과학 교과로 가지고 와서 상징적 의미가 과학적으로 설명할 수 있는지 탐구한다. 과학과에서는 달의 위상 변화 등 지구와 천체의 운동 원리에 대한 학습이 가능하다. (I 초등교사)

장소적 경계물

장소적 경계물은 평소 과학을 하기 위해 활용하지 않았던 장소를 활용하는 것이다. 과학을 고정된

장소에서만 하는 것이 아니라 주변의 대상인 장소에서도 과학을 하고 과학을 확장해 나가는 것이다. 장소적 경계물은 주변환경과의 소통적 역할을 하는 것으로 소통적 경계물로 볼 수 있다. 이러한 장소적 경계물은 물리적인 경계를 허물고 학습자에게 새로운 환경을 제공함으로써 자연에서 느낄 수 있는 심리적 안정감과 개방적 사고를 유도할 수 있다. 과학과 주변 환경과의 교류 장으로서 역할을 하여 서로간의 경계를 모호하게 하는 대상으로서 역할을 한다. 여기서 주변 환경이 바로 경계물이 되는 것이다. 장소적 경계물에서는 과학 일부를 주변 대상으로 가지고 나감으로써 장소적 경계물에서 해결해 가는 것이다(Fig. 3). 주변 환경을 통하여 과학 경계를 넘어 확장해 나가는 것이다. 장소적 경계물의 예로는, 주변 환경으로 운동장과 학교 숲, 그리고 학교 밖 장소로서 놀이공원 등이 있다.

학교 내 교실 밖 장소

교실과 실험실을 벗어나면 아이들이 가깝게 다가갈 수 있는 것이 학교 숲이나 운동장이다. 이곳에서는 실제 과학에서 다룰 수 있는 것들이 많다. 운동장이나 학교 숲을 통해 주변 생

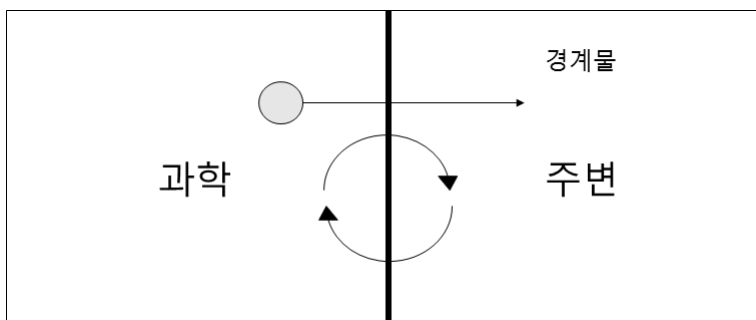


Fig. 3. Place boundary object in science education

활 속 소재와 연결할 수 있다. (A 초등교사)

학교 밖 장소

놀이공원은 과학을 주변 현상과 연결하는 대표적인 장소이다. 다양한 놀이기구를 타며 학교 과학 시간에 배웠던 여러 물리적 생물적 현상과 반응을 직접 체험한다면 생활 속 현상에 대한 학습효과가 증가할 것이다. (B 초등교사)

학습지 경계물

학습지 경계물은 과학과 주변 대상을 연결하기 위한 도구로서 학습지 형태를 말한다(Fig. 4). 대표적으로 과학 수업시간에 이미지나 애니메이션으로 학습한 내용을 실제 관찰을 위하여 주변의 대상으로 이동하고자 할 때 주변 대상을 관찰하여 정리하기 위한 용도로서 작용한다. 과학 교과서에서 배운 내용을 주변 대상과 연결하기 위한 도구로서의 학습지일 수도 있다. 따라서 학습지 경계물은 과학뿐만 아니라 주변 대상을 관찰하고 학습해야 하는 이유를 명료하게 할 수 있다. 이 학습지를 통하여 주변 대상과 과학 환경과의 순환 방식으로 학습을 정리할 수 있고 과학에서 다룰 수 없는 내용을 주변에서 다루거나 반대로 주변 대상에서 다룰 수 없었던 것을 과학이라는 공간에서 다루므로써 서로의 장점을 이용하고 단점을 보완해 가는 과정으로서의 역할을 할 수 있다. Sun & Looi(2017)는 비공식 공간에서의 학습과 공식 공간 내 학습 간의 연계를 향상시키기 위해 학습지를 사용하며, 이러한 역할을 하는 학습지를 두 공간 맥락 내 학습을 연계시키기 위한 ‘매듭’이라는 용어를 사용하였다. 학습지 경계물의 예로는 비형식 교육기관 활동지, 체험 활동 안내서 등이 있다.

형식 교육과 비형식 교육의 연결 활동지

학교 밖 비형식 교육기관에서 과학 학습이 이루어질 때 이를 연결하는 학습지가 필요하다. 학교에서 배운 내용을 비형식 교육기관에 적용할 수 있는 활동지를 작성함으로써 비형식 교육기관에서의 과학 활동이 확장될 수 있다. (F 초등교사)

체험 활동 안내서

한 학기 한번은 체험활동을 하는데 체험 장소의 이해를 위하여 교사가 체험 활동 안내서를 제작한다. 이것은 체험 장소의 이해 측면도 있으나 과학 학습 내용과 체험 장소와 어떠한 관련이 있는지 안내하는 것도 의미 있다. 이러한 안내서가 경계물로 작용하여 체험 활동이 과학 학습의 연속선에 있다는 것을 인식시킬 수 있다. (E 초등교사)

블랙박스 경계물

블랙박스 경계물은 주제와 장소에 따라 잠재된 상태에서 나타나는 것으로 비가시적이거나 당연하게 여겨지는 매개물이지만, 신중히 살펴보거나 사용되면 두 시스템에서 공유된 동기 유발로서 작용하거나 사고적 학습 기회를 제공해줄 수 있다(Williams & Wake, 2007). 경계물은 인공물로서만 작용하는 것이 아니라 우리들에게 잠재되어 작용하기를 기다리고 있는 것도 있다(Fig. 5). 대표적인 것이 경험과 선행 지식이다. 경험은 우리가 실제로 보고 듣고 행동을 통해 터득한 종합적인 내재적 지식이다. 이것에는 과학적 지식만 있는 것이 아니라 우리 주변 모든 대상에 대한 기본적 배경 지식을 포함하고 있다. 이러한 경험을 잘 활용하면 과학에서 주변의 것을 자연스럽게 연결할 수 있다. 이러한 경험을 통해 자연 그대로 돌아가도록 유도할 수 있다. 즉, 애초에 학문은 경계가 없었으며 모든 것은 연속체이며 잘림이 없다는 것을 알 수 있다. 또한 선행 지식은 경험을 통해 습득할 수 있으나 학교 과학 교육과정에 따라



Fig. 4. Study-aid book boundary object in science education

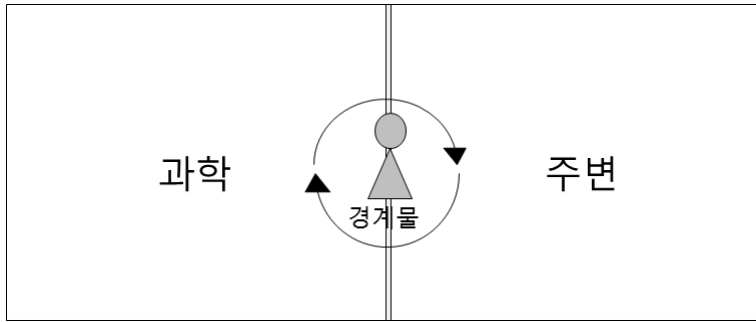


Fig. 5. Black-box boundary object in science education

습득한 지식과 생활 속 경험을 통해 습득한 지식이 있을 수 있다. 이러한 지식을 잘 사용하면 과학을 주변의 대상과 자연스럽게 연결할 수 있다. 두 개 이상의 시스템을 중재하고 상호작용적 활동 시스템으로서 역할을 수행할 수 있다. 이와 같이 경험과 선행 지식을 Engestrom(2001)는 잠재적으로 공유된 경계물로 보았으며 이들의 사용으로 경계물을 의무적인 통로로 반드시 거쳐야 할 것으로 보는 것에서 탈피할 수 있다고 보았다.

경험

예전에 일상생활에서 겪은 경험으로 익숙한 것과 익숙하지 않은 것 사이를 연결할 수 있다. 과학 학습은 주체인 학생들의 경험에 의해 주변 대상과 연결할 수 있다. 따라서 과학경계를 넘는다 것은 학생들의 경험을 받아들이고 이를 수업에 반영하는 것이다. (J 초등교사)

선행 지식

스스로 다른 교과와 연관 지어 탐구를 진행하기 위해서는 각 분야에 대한 기본지식이 탄탄해야 한다. 그런 부분이 부족하다면 탐구 활동을 한다고 해도 의미가 없을 것이다. 그리고 평소에 선행 지식 바탕없이 한 활동은 낯설며 경계를 넘기 보다는 다른 사람의 생각을 찾아서 베끼는 것을 선택하게 될 것이다. (G 초등교사)

2. 이론적 코딩 결과

과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 핵심코딩을 통해 추출된 범주와 범주 사이를 연결하고 최종 모식도로 정리하면서 이론적 코딩 과정을 거쳤다.

1) 과학교육에서 경계넘기

과학교육에서 경계넘기는 학습 메커니즘에 따라 식별 단계에서 출발하여 조정, 반성, 전환 단계를 거

치면서, 과학이라는 익숙함에서 주변의 낯설음으로 넘어가기 위하여 새로운 경험을 시도하게 된다. 새로운 경험은 경계넘기 위한 경계 전 단계, 경계 단계 그리고 경계를 넘어 새로운 것을 받아들이기 위한 단계까지 순차적으로 진행되게 된다(Fig. 6). 식별 단계에서는 과학 교과의 특성 이해하기, 과학 수업에 다른 교과 주제를 그대로 받아들이기(공존하기)를 통해 과학에 대한 정체성을 찾고 무조건 새로운 것을 받아들이는 것이 아니라 공존을 통해 경계 간의 불연속성을 그대로 받아들이면서 있는 그대로의 특징을 사용하는 것이다. 즉, 이 과정에서의 경계넘기는 익숙한 과학과 낯선 주변을 공존하는 것을 의미한다. 조정 단계에서는 주변과의 상호작용, 다른 공간과 상호 작용하는 것, 반복적으로 사용함으로써 생활과학을 이해하는 것으로 식별 단계를 넘어서서 끊임없이 주변과 상호작용을 하는 것이다. 의사소통을 통하여 주변에 익숙해지면서 기존에 사용한 활동 공간과 재료 범위를 넓혀 가는 것이다. 즉, 이 단계의 경계넘기는 애매함을 벗어나 주변에 친숙해지는 것으로서 새로운 것을 받아들이면서 상호작용해 가는 것을 의미한다. 반성 단계에서는 통합을 통해 나의 현 지식의 문제점 개선하기, 과학과 연계된 새로운 지식 형성하기, 새로운 관점 받아들이기 등을 하는 단계로 통합을 위한 현재 자신의 문제점을 찾고 개선해 가면서 새로운 지식 형성과 주변과 통합된 과학에 대한 새로운 정체성을 구축하는 단계이다. 이 짚에서는 경계넘기가 과학과 주변과의 통합을 통하여 과학 활동의 범위를 넓혀진 상태이다. 전환 단계에서는 새로운 융합 통합 교구 개발하기, 새로운 환경 찾기를 통해 경계넘기를 하는 것으로 경계넘기 위하여 인공적인 교구가 필요하다는 관점으로, 이러한 새로운 교구로서의 방법을 찾고 새로운 환경에

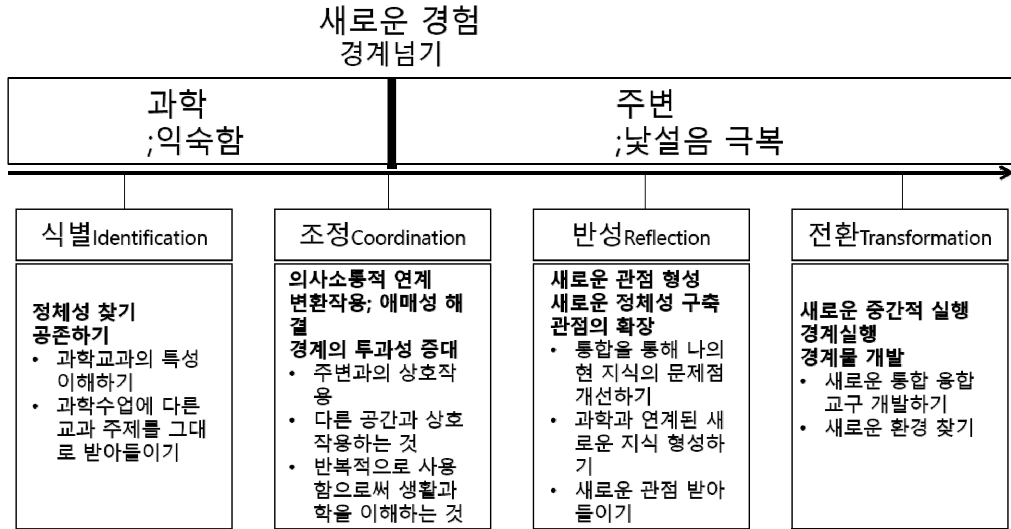


Fig. 6. The meaning and process of border crossing in science education

적응해 경계넘기를 구축한 상태를 의미한다.

우리는 어릴 적부터 과학을 했으며 그 틀에서 익숙함을 느낀다. 익숙함의 대상은 과학적 학습방법이나 실험재료, 장소일 수 있다. 과학을 하는 것에 익숙함을 느낀다는 것은 그만큼 과학에 많이 노출되었으며 관련 대상과 긴밀하게 연결되어 오랫동안 경험했다는 것이다. 우리가 과학을 하는 그것에 대해 익숙함을 잘 느끼기 위해서는 과학이 아닌 낯선 환경에 처해야 하며 그 과정에서 과학 환경의 익숙함과 편안함을 알게 된다. 그러나 자기만 알고 있는 과학의 익숙함에 너무 만족하면 그 대상을 자신의 시각만으로 바라보게 되는 편협된 생각을 가질 수 있다. 즉, 과학을 하는 것에 확장된 시각으로 바라보기 보다는 자신의 경험과 생각을 기준으로 대상을 규정하고 추측으로 사실로 받아들이는 경우가 많다. 자신의 시각에서 과학을 하는 그것에 대해 익숙함에 젖어 있는 사람은 자신의 사고의 틀과 현재의 위치에서 작은 틀에 가두는 경향이 강하다. 따라서 익숙함이 반드시 좋은 것만은 아니며 익숙함은 오히려 경직되어 새로운 지식을 발견하거나 확장하지 못하여 새로운 과학을 발견하는데 장애 요인으로 작용할 수 있으므로 이 같은 맥락에서 과학의 경계를 넘기 위한 노력이 필요하다.

초등교사는 교육대학교의 과학 교육과정에서 다루는 내용과 책 그리고 현장에서 다루고 있는 교과서와 지도서의 지침에 익숙해져 있을 가능성이 있

으며, 그러한 과학체계의 틀에 맞추어 과학을 바라보며 새로운 지식을 생산 것이 편안하게 느껴질지도 모른다.

과학 하는 사람들은 새로운 문제를 발견하기 위하여 처음에 접하는 현상에 대해서 낯설어하면서 낯선 환경에서 과학 하는 그것에 대해 경험을 하면서 자연스럽게 익숙해질 필요가 있다. 이러한 자연스러움은 앞서 제시한 식별, 조정, 반성 조정 경계넘기 단계를 통해 이루어질 수 있는 부분이다.

과학은 완전한 새로운 것에서 시작하는 것이 아니다. 토머스 쿤(Thomas S. Kuhn)의 기존의 전통적 연구에서 공유된 가치와 신념, 방법을 토대로 문제를 하나하나 해결해 가는 것이 과학적 패러다임의 의미를 지닌다고 하였다(Kuhn, 1962). 즉, 과학 패러다임은 과학자들에게 인정되고 알려진 그리고 타당한 연구방법을 제시되고 이에 맞추어 진행된다는 것이다. 그만큼 과학 패러다임은 정상과학(normal science)으로서 과거에 증명된 즉 성공한 과학적 발견에 바탕을 두고 진행되는 연구 활동을 의미한다. 따라서 정상과학은 널리 통용되는 과학교재의 형태이며 심화 활동의 기반이 된다. 이러한 토머스 쿤의 관점에서 과학의 경계넘기를 해석하면 우리는 안정된 정상과학에서 출발하여 경계지점에서 각종 과학 행위를 하고 심화 활동으로 경계넘기를 시도해야 한다고 볼 수 있다.

라카토스(Imre Lakatos) 또한 쿤의 패러다임과 비

슷한 개념으로 ‘연구프로그램’이라는 용어를 사용하였다. 연구프로그램은 하드코어(hard core)와 이를 둘러싸고 있는 보호벨트(protective belt) 발견영역(heuristic)으로 구성된다. 하드코어는 수정되거나 반증될 수 없는 핵심적인 규범으로 보호벨트에 의해 보호받는다. 보호벨트는 하드코어를 보충하는 보조 가설이다. 발견영역은 복잡한 기법을 사용하여 핵심적인 연구 관점인 하드코어의 논리가 적용되지 않는 특수한 사례에 맞닥뜨렸을 때 하드코어에 맞게 전환하는 역할을 한다(Lakatos, 1986). 이러한 패러다임과 연구프로그램은 과학이라는 틀에서 적합한 연구문제와 연구방법을 제시하여 과학자의 연구 활동을 과학체계가 허용하는 범위 내에 한정하는 경향이 있다. 즉, 과학자는 일반적으로 과학 체계적 장안에서 연구문제와 연구방법을 선정하는데 영향을 받는다. 이러한 틀 안의 일정한 규정안에서도 새로운 지식을 발견해 나갈 수 있다. 그러나 패러다임이 경직되었을 때 기존의 연구문제와 연구방법에 익숙해져 새로운 지식의 발견에 대한 접근에 방해요인으로 작용할 수 있다. 안정된 과학은 창조적 사고 및 기존의 장의 밖에서 추측을 시도하는 것은 억제할 수 있다. 그러나 패러다임의 경직성은 과학교육에서는 교사의 태도와 자세에 달려 있다. 따라서 교사가 기존의 패러다임에서 벗어나 새로운 문제를 제기하기 위해서는 기존의 틀을 흔들어야 한다. 이러한 과정에서 경계넘기에 대한 교사의 신념이 중요하게 작용하며 교사는 그것을 시도해야 한다. 패러다임 전환은 경계넘기를 통해 이루어질 수 있다(Kynigos & Kalogeria, 2012).

한편, 경계넘기의 시도는 익숙한 대상을 낮설게 하는 것이다. 과학에서 낮설게 하기란 기존의 과학적 형식을 난해하게 하고 평소에 사용한 과학 주제와 재료, 장소를 연상함으로써 새로운 장에서 새로운 경험을 하게 하는 것이다. 이러한 낯선 대상을 마주할 때 과학을 하는 것에 대해 긴장과 두려움이 생길 수 있다. 자기 생각이 옳다고 확고한 생각을 가질수록 새로운 세계를 받아들이는 데 불편함을 느낀다. 그러나 과학을 하는 것에 대한 변화된 패러다임을 받아들이기 위해서는 익숙한 패러다임에서 앞으로 나아가 확장해 보는 것이 자신의 과학을 하는 것에 대한 패러다임을 더 잘 알 수 있고 변화를 줄 수 있다.

따라서 특정 패러다임 밖에서도 새로운 과학적

지식의 생성이 가능하다는 것을 받아들이는 열린 마음가짐이 필요하다. 이러한 맥락에서 초등교사들의 4단계 경계넘기 메커니즘은 새로운 패러다임의 전환으로의 전략으로 해석할 수 있으며, 경계를 학습장벽뿐 아니라 학습의 확장 자원으로 인식하여 과학교육에 적용해 볼 필요가 있다.

2) 과학교육에서 경계물

Wenger(1998)는 경계물은 실행 공동체 간의 연계의 한 유형으로 보고 인공물, 문서, 용어, 개념, 기타 형태의 구상물이며, 실행 공동체들은 이를 중심으로 그들의 상호연계성을 구성한다고 주장하였다. 과학교육에서 경계물은 다양한 맥락으로 접근할 수 있으나, 대표적으로 가시적이고 인공물인 통합적 경계물과 장소적 경계물, 학습지 경계물, 그리고 비가시적인 블랙박스 경계물로 나눌 수 있다(Fig. 7). 통합적 경계물은 사회적 문제, 다른 교과에서 과학 관련 주제로서 주변에서 경계물을 가지고 들어와 과학과 주변의 경계를 넘도록 하는 것이다. 통합적 경계물은, 경계가 느슨한 일과 구조가 확고한 일 사이를 이동하면서, 다양한 집단들이 협력하게끔 해주는 유기적 배치이다(Star, 2010). 장소적 경계물은 학교 내 교실 밖 장소, 학교 밖 장소의 개념으로 학교 숲이나 운동장, 놀이공원에 과학 주제를 가지고 그곳에서 활동하는 것으로 장소가 경계넘기를 위한 역할을 하는 것이다. 비공식적 공간에서의 과학 학습의 중요성이, 전 세계 교육자와 연구자들에 의해 인정되고 있다(Sun & Looi, 2017). 왜냐하면 학교 외 학습 경험들은, 다양한 인지적, 정서적, 사회적, 행동적 효과들을 가지며, 이는 과학 개념의 습득과 탐구 기술의 발달을 촉진시키며, 동기를 자극할 수 있기 때문이다(Morag & Tal, 2012). 이러한 맥락에서 장소 경계물은 향후 과학교육의 확장을 위해서 더욱 관심을 가져야 할 부분이다. 학습지 경계물은 형식교육과 비형식교육의 연결 활동지, 체험활동 안내서가 해당하며 과학과 주변 대상을 연결하는 매듭의 역할을 한다. 학습지 경계물은 교실 수업에서 먼저 소개돼서, 교실 밖에서 정교화되는 개념이거나, 학생이 교실 밖에서 조사하고 교실 안에서 토론하게끔 만드는 개념으로 작용할 수도 있다. 블랙박스 경계물은 경험, 선행 지식으로 겉으로 보이지 않지만 자연스럽게 경계넘기가 가능하도록 할 수 있다. 자신의 내면의 능력을 그대로 발휘하여 경계를 넘

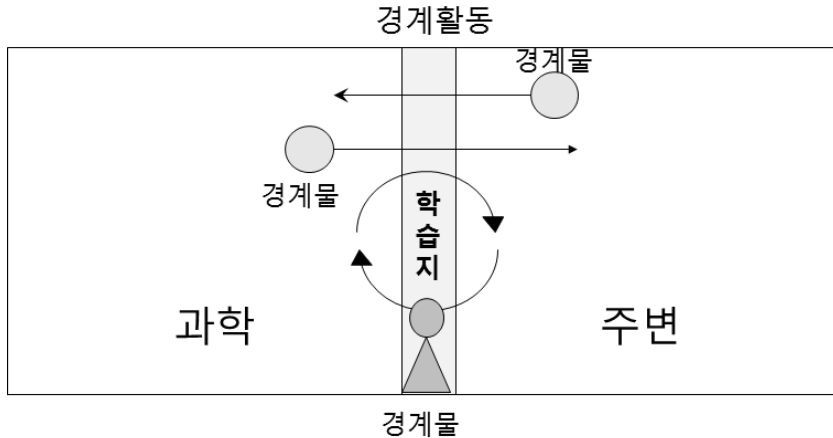


Fig. 7. The meaning and process of boundary object in science education

도록 하는 것이다. 그러나 항상 이렇게 단정지어 정의할 수 없는 것이 경계물 그 자체가 과학이 될 수 있어서 연결적 도구의 역할보다는 그 자체가 과학으로 작용하여 경계를 더욱 견고히 할 수 있기 때문이다. 이러한 경계물의 공통점은 과학을 주변 대상과 연결하고자 하는 것으로 이를 통해 과학의 접근을 확장하고자 하는 데 있다. 또한 이러한 경계물로서 역할을 하기 위해서는 경계물의 작용으로 활동이 이루어져야 한다.

Kisiel(2014)는 공식 및 비공식 학습 공간에서의 자원들의 결합은, 학생의 과학과 STEM(과학, 기술, 공학, 수학)에 관한 관심을 향상시키는 효과적 전략이라고 했다. 그는 학교와 비공식적 과학 기관을 연계한 활동을 정의하기 위해 ‘경계 활동’이라는 용어를 사용했다. 경계 활동은 기존 공동체 간의 상호작용을 위한 중재이다. 경계 활동으로 구축된 연계는 더 깊이 있고 실행-기반의 상호작용으로서, 두 공동체 간의 상호작용을 더 촉진할 수 있다. 특히 탐구 기반 과학 학습과도 관련 있다. 경계 활동을 공식적이거나 비공식적 맥락에서 이루어지는 학습 활동으로, 공식적 및 비공식적 환경에서의 학습을 연계시키는 경계물을 적어도 한 개는 가지는 학습 활동이다 (Sun & Looi, 2017).

과학교육에서 유용한 경계물이 되기 위한 조건으로는 우선 경계물은 과학 활동을 위한 전제조건이 되어야 한다. 교실 안과 밖의 활동을 연계짓고, 비공식적 공간에서의 활동 과정을 파악하는 역할을 하는 매듭의 역할을 해야 한다. 둘째, 경계물은 표준 교육

과정에도 잘 맞춰져야 한다. 교육과정과 별개로 운영되고 역할을 한다면 경계물은 교사들과 과학교육에서 등한시될 수 있다. 따라서 경계물은 과학교육과정에서 부합되는 역할을 수행할 수 있어야 한다. 셋째, 과학 학습 활동은 일반적으로 활동 전, 활동 중, 활동 후 패턴으로 실시되는데, 이에 경계물은 이런 활동 과정에서 연속성을 띠며 안정성을 보장해야 한다.

IV. 결론 및 제언

융합과 통합을 강조하는 현 과학교육의 실태에도 불구하고, 국내의 과학교육에서 경계넘기와 경계물에 대한 이론적 배경의 부족함에 따라 본 연구는 융합적 수업에 경험이 있는 초등교사들을 대상으로 근거이론에 따라 그 의미를 탐색하였다.

과학교육에서 경계넘기는 과학만 가르치는 것이 아니라 과학을 잘 가르치기 위해서, 과학을 다른 영역과 연결하기 위하여, 그리고 과학 현상을 확산적으로 적용하기 위해서 등 다양한 이유로 과학교육에 경계넘기를 경험하게 된다. 특히, 초등 과학교과는 융합 통합적 맥락을 추구하는 것이 강하므로 경계넘기와 경계물의 의미해석은 초등 과학교육에 초점을 두고 진행할 필요가 있다. 본 연구에서는 연구 참여자가 초등교사인 만큼 학습 매커니즘에 따라 4단계로 경계넘기의 의미를 분류하였다.

다양한 실행들을 서로 비교해서 무엇인지를 알아내는 것인 식별 단계, 실행 간의 협력과 일상화된 교류를 낳게 하는 조정 단계, 실행에 대한 관점을 확장

하는 반성 단계, 협력을 통해 새로운 실행을 공동으로 개발시키는 전환 단계로 분류하였으며, 4단계를 순차적으로 경계넘기 의미를 제시한 초등교사는 1명 뿐이었으나, 각 단계의 경계넘기의 의미로 2~3개의 하위범주를 추출할 수 있었다.

경계넘기의 의미를 순차적으로 정리하면, 일단 과학에 대한 정체성을 찾는 것이 중요하다. 정체성을 갖추지 않은 상태에서는 경계를 넘는다는 의미를 이야기하는 것은 무의미하다. 또한 과학 정체성뿐만 아니라 주변의 정체성도 함께 이해해야만 각각의 특성을 이용할 수 있다. 더불어 과학 수업에서 경계를 넘기 위해서는 주변의 주제를 받아들여야 하는 자세가 필요하다. 이러한 열린 자세에 의해 경계넘기는 다양해질 수 있으며 과학의 정체성을 비교적 이해해 갈 수 있을 것이다. 또한 무조건적으로 경계를 넘기보다 주변과의 상호작용을 통해 조정해 나갈 필요가 있다. 조정 과정에서는 상호작용과 함께 주변 대상에 대해 친숙해지면서 애매함을 벗어날 수 있고 반복적으로 사용하면서 경계넘기가 한층 편안하게 다가갈 수 있다. 경계넘기의 애매함을 벗어나면 이제는 자신의 현 위치를 살펴보아야 한다. 즉, 경계넘기를 위한 본인의 지식적 차원에서의 문제점과 개선점을 찾는 것이 중요하다. 이러한 과정이 없다면 과학과 연계된 새로운 지식을 형성하거나 새로운 관점을 받아들이기 힘들어진다. 따라서 경계넘기의 최종 단계에 도달하기 위해서는 스스로 경계넘기에 대한 정체성을 구축하고 현재의 교육학적 흐름을 수용적으로 받아들이는 정의적 차원의 마음가짐이 있어야 한다. 이러한 전 단계를 거쳤다면 경계넘기의 마지막 단계로서 이제는 스스로 경계넘기를 구축하기 위한 교구개발이 이루어져야 한다. 교구개발은 전 단계의 경계넘기의 경험이 없다면 실행하기 어려우며 경계넘기의 의미를 교구개발에서 찾을 수 없을 것이다. 동시에 경계넘기에 적절한 새로운 환경을 찾아가는 것 또한 경계넘기의 의미를 제대로 활용하는 것으로 볼 수 있다. 이러한 경계넘기의 의미를 초등교사들은 접근하고 있었으나 경계넘기를 단편적인 의미를 뛰어넘어 단계별로 순차적으로 접근하는 자세가 필요한 것으로 판단되었다.

과학교육에서 경계물은 과학 학습이 과학의 경계를 넘어 시간적, 공간적, 재료적, 주제적, 모든 측면에서 연결될 수 있는 역할을 해야 한다. 이러한 관점에서 초등교사들은 경계물을 통합적 경계물, 장소적

경계물, 학습지 경계물, 블랙박스 경계물 등 총 4가지 관점에서 접근하였다. 4가지 관점의 공통점은 과학과 주변의 대상을 상호작용적으로 이용한다는 것이다. 물론 과학을 잘하기 위한 것으로 경계를 넘고 그 경계를 넘기 위하여 경계물을 활용한다는 관점이다. 즉, 경계물은 과학을 잘하기 위한 매개체 역할을 한다고 볼 수 있다. 주변 환경의 일부를 과학 학습에 가지고 들어와서 과학과 연결하고 과학 일부를 주변 환경으로 가지고 가서 주변 환경의 특성을 이용하고 과학을 하도록 하고 아예 과학과 주변 대상을 연결하기 위하여 학습지를 이용하는 경우도 있다. 이러한 경계물을 통하여 과학을 통해 기본적으로 할 수 있는 것에서 그 확장된 새로운 개념을 발견할 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 인공물적 경계물과 함께 비가시적인 블랙박스 경계물은 경험과 선행 지식이 경계물로서의 역할을 하여 눈에 보이는 경계물에서 눈에 보이지 않는 경계물을 통하여 자연 그대로의 경계를 넘나들 수 있는 상태가 될 수 있다. 이러한 경계물이 제 역할을 하기 위해서는 다수 관점의 예상을 통해 의사소통할 수 있고 직접 실행의 위치로 자리 잡을 수 있도록 설계되어야 한다.

과학과 주변 대상을 성공적으로 통합하기 위한 경계물은 적다. 또한 기준에 진행 중인 경계물도 엄격하게 조사된 적도 없다. 이러한 환경은 경계물을 이용한 학습 활동을 설계하고 시행하는 교사의 능력 개발에 방해가 될 수 있으므로 과학교육에서의 경계넘기와 경계물에 대한 연구는 지속적으로 이루어져야 한다. 경계에는 보여지는 경계와 보여지지 않는 경계가 있고 그 경계를 만들어 내는 요소가 있으며, 더불어 경계를 넘기 위해 도우미 역할을 하는 경계물이 있다. 그러나 이러한 경계를 느끼고 경계물을 바탕으로 경계넘기를 실행하기 위해서는 마지막으로 구성 요소인 사람의 행위가 있다. 따라서 교사의 역할이 중요하며 그 역할을 잘 수행하기 위해서는 경계넘기와 경계물에 대한 의미에 대한 연수와 교사가 수업환경에 따라 경계물을 개발할 수 있는 역량을 기를 기회가 주어져야 한다.

한편, 본 연구에서는 초등교사들의 삶의 형식에서 드러나는 언어를 통해 경계넘기와 경계물의 의미해석이라는 한계점을 지니므로 후속 연구로서 중·고등학교 교사들을 대상으로 한 과학 교과에서의 경계넘기와 경계물에 관한 의미해석 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 교육부(2022). 과학과 교육과정. 교육부.
- Aikenhead, G. S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Science Education*, 69(4), 453-475.
- Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of Educational Research*, 81(2), 132-169.
- Bae, J., Yun, B., & Kim, J. (2013). The effects of science lesson applying STEAM education on science learning motivation and science academic achievement of elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(4), 557-566.
- Bakhtin, M. (1984). *Problems of dostoevsky's poetics* (C. Emerson, Trans.). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory a practical guide through qualitative analysis*. London Sage Publications.
- Engestrom, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.
- Engestrom, Y., Engestrom, R., & Karkkainen, M. (1995). Polycontextuality and boundary crossing in expert cognition: Learning and problem solving in complex work activities. *Learning and Instruction*, 5(4), 319-336.
- Forstorp, P. A. (2005) The many uses of boundaries in higher education. at The 37th World Congress of the International Institute of Sociology, Stockholm, July 5-9, 2005.
- Garraway, J. (2010). Knowledge boundaries and boundary-crossing in the design of work-responsive university curricula. *Teaching in Higher Education*, 15(2), 211-222.
- Geiger, S., & Finch, J. (2009). Industrial sales people as market actors. *Industrial Marketing Management*, 38(6), 608-617.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory strategies for qualitative research*. Mill Valley, CA Sociology Press.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105-117). London: Sage.
- Harrison, C. (2018). Boundary crossing during pre-service teacher training: empowering or hampering professional growth?. *Cultural Studies of Science Education*, 13(4), 1129-1133.
- Hoyles, C., Bakker, A., Kent, P., & Noss, R. (2007). Attributing meanings to representations of data: The case of statistical process control. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(4), 331-360.
- Kisiel, J. F. (2014). Clarifying the complexities of school-museum interactions: Perspectives from two communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 342-367.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press: Chicago.
- Kynigos, C., & Kalogeria, E. (2012) Boundary objects for in service mathematics teacher education: the case of scenarios and half-baked microworlds, Sp. Issue in *Online Mathematics Education*. The International Journal of Mathematics Education, ZDM, Springer Verlag. Marcelo C. Borba & Salvador Llinares, 44, 733-745.
- Lakatos, E. (1986). Sample size determination in clinical trials with time-dependent rates of losses and noncompliance. *Controlled Clinical Trials*, 7(1), 189-199.
- Lee, S. (2022). A new reading of Wittgenstein. *Paju: Acanet*.
- Matusov, E., Smith, M., Candela, M. A., & Lili, K. (2007). Culture has no internal territory: Culture as dialogue. In J. Valsiner & A. Rosa (Eds.), *The Cambridge handbook of sociocultural psychology* (pp. 460-483). New York, NY: Cambridge University Press.
- Morag, O., & Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745-777.
- O'Reilly, M., & Dogra, N. (2017). *Interviewing children and young people for research*. London, England: Sage.
- Spelt, E. J. H., Biemans, H. J. A., Tobi, H., Luning, P. A., & Mulder, M. (2009). Teaching and learning in interdisciplinary higher education: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 21(4), 365-378.
- Star, S. L. (1989). The structure of ill-structured solutions: Boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In L. Gasser & M. Huhns (Eds.), *Distributed artificial intelligence* (pp. 37-54). San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- 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. R. (1989). Institutional ecology, "translations" and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology,

- 1907-1939. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, CA Sage.
- Sun, D., & Looi, C. K. (2017). Designing boundary activity for mobile learning in science inquiry. In W. Chen, J. C. Yang, A. F. Mohd Ayub, S. L. Wong, & A. Mitrovic (Eds.), *Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 656-661). Retrieved from <http://icce2017.canterbury.ac.nz/sites/default/files/proceedings/main/C4/Designing%20Boundary%20Activity%20for%20Mobile%20Learning%20in%20Science%20Inquiry.pdf>
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press.
- Williams, J., & Wake, G. (2007). Black boxes in workplace mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 64(3), 317-343.

[†] 김동렬, 대구교육대학교 교수(Dong-Ryeul Kim; Professor, Daegu National University of Education).