Young Children's Exploration of Science in Object Play and Teachers' Plans for Educational Support

Eunyoung Baik

Department of Early Childhood Education, Changshin University, Changwon, Korea

사물놀이에서 유아들의 과학적 탐구와 교육적 지원 방안

백은영

창신대학교 유아교육과

Objective: The purpose of this study was to explore the processes of exploration young children exhibit in spontaneous object play and teachers' plans for educational support.

Methods: Four 4-year-olds at S Kindergarten in Seoul participated in this study. Their play was observed in the classroom in two sessions each week from April to December 2012.

Results: Children made a race track and changed the rules of games in object play with a car and brick blocks. By doing so, they explored the physical properties of cars' force and motion; measured and compared the distance traveled; and tested the hypotheses. They came to intuitively understand and verbally express the scientific concept of heaviness.

Conclusion: Teachers' plans for support could be described as follows: First, teachers need to arouse educational interest among children so that they can explore an object while playing with it. Second, teachers can give support by presenting problems to solve and diverse variables and materials. Third, teachers can give support so that a fallacy of thinking can be solved by asking good questions to children.

Keywords: object play, understanding of physics, educational support

서론

사물놀이란 일상 용품 및 도구, 천연 재료, 기타 발견된 물건 등의 놀잇감을 그들의 놀이 활동들에 혼합하고 조작하는 것을 일컫는다(Bjorklund & Gardiner, 2010). 유아들이 사물(object)을 가지고 놀이하는 모습은 가상놀이처럼 보일 수도 있다. 그런데 가상놀이에서는 사물이 스토리 전개의 소품으로써 상징적으로 사용되는 반면, 사물놀이에서는 물체를 다루고, 탐색하고, 행위를 가하는 데에 초점이 맞춰진다(Bjorklund &

Gardiner, 2010; Solis, Curtis, & Hayes-Messinger, 2017). 그러다 보니 유아들은 사물놀이를 하면서 사물에 내포된 작동 원리나 구조 등을 연구하게 되고, 행위에 따른 변화 및 관계의 법칙을 찾아내게 된다(Bjorklund & Gardiner, 2010). 예를 들어, 자유편에서 자동차를 밀어서 출발시켜 보는 경험을 통해 바퀴의 특성을 알게 된다. 또한 앞이 낮아지는 경사로에서 자동차를 출발시켜 움직임을 관찰하며 경사와 자동차의 빠르기에 대한 관계를 이해한다(Hamlin & Wisneski, 2012). 이처럼 유아들은 구체적 사물을 가지고 다양한 방식으로 사물에 접근하며,

Corresponding Author: Eunyoung Baik, Department of Early Childhood Education, Changshin University, 262, Paryong-ro, Masanhoewon-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-do, 51352, Korea
E-mail: baikey@hanmail.net

©The Korean Association of Child Studies
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

과학적 추론을 통해 힘·운동·에너지 등의 물리적 원리들을 알아간다.

사물놀이에서 추상적 사고를 형성하고, 기술과 공학적 접근을 통해 실험을 창조하며, 오류를 제거해 나가는 과정은 최근 강조되고 있는 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육의 실행과 닮아 있다. STEM 교육은 4차 산업혁명 시대에 필요한 경쟁력을 갖춘 인재 양성을 위해 과학, 기술, 공학, 수학의 교과 내용을 융합하여 창의적 설계와 창조력을 기르는 교육이다(Hong, 2016; Yi & Kim, 2017). 미래 사회는 과학 기술의 발전이 국가 경쟁력을 좌우하는 데 중요한 요인이 되므로, STEM 교육은 전 세계적으로 관심이 집중되어 왔다(Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC], 2012). 대한민국에서는 창의성을 강조하며 수학, 과학, 공학, 기술에 예술을 포함한 STEAM 교육을 일선 학교에서 적용하고 있다(Hong, 2016).

유아기 교육에서는 통합교육을 지향하는데(H.-S. Cho, Kim, & Nam, 2014), 특히 자유선택활동시간에 유아들이 흥미에 따라 자료들을 선택하고 스스로 가설 설정, 실험 고안, 설계, 발견과 재검토 등을 해 볼 수 있도록 하고 있다. 이는 국가 수준의 누리과정의 특성이며, 동시에 실생활 속에서의 자연스런 융합교육을 자발적 동기에 의해 지속하고자 하는 STEAM 교육의 지향점이기도 하다(Y.-S. Lee, 2014). 즉, 자유선택활동시간은 자연스럽게 STEAM 교육을 실행할 수 있는 장이 될 수 있다. 쌓기놀이영역에서 유아들은 블록을 가지고 나름의 가설을 적용하며 구조물을 만들고 변형하는 가운데 공학적 설계 과정을 거치게 된다(Hoisington & Winokur, 2015). 유아들은 경사로 활동에서 경사로를 안정감 있게 하려고 다양한 종류의 블록으로 서로 다른 높이를 만들고, 여러 종류의 지지대를 사용하여 경사로를 안정적으로 만드는 시도(DeVries & Sales, 2011), 경사로 활동에서 구슬을 빨리 내려가게 하려고 경사의 각도를 점점 세우는 시도(van Meeteren & Zan, 2010) 등으로 자신들의 가설을 검증하는데 블록을 활용하고 블록 구조물을 설계한다. 따라서 쌓기놀이영역에서 유아들의 사물놀이(object play)와 과학적 추론은 융합인재 교육을 위해 더 주목받을 만한 연구의 영역이 될 수 있다(Solis et al., 2017).

과학적 추론은 지식, 조사 전략, 과학의 논리를 일컫는데(Zimmerman, 2000), 유아들은 체계적으로 일관성 있게 가설을 검증하거나 데이터와 결과 사이의 관계를 일관성 있게 이해하지 못한다. 더불어 인과 관계 실험을 혼란스럽지 않도록 설계하지도 못한다(Dean & Kuhn, 2007; Klahr & Nigam, 2004). 또한 유아들은 구체물을 조작하면서 경험이나 추리, 판

단 등에 의하지 않고 대상을 직접적으로 파악하는 직관적 사고를 하므로, 사고과정에 오류가 생길 수도 있다. 일단 오류를 포함한 일련의 경험들이 잘못된 개념으로 형성되면, 쉽게 포기되지 않고 지속되는 경향이 있어 유아들의 개념 발달을 저해하는 요인이 되기도 한다(Smolleck & Hershberger, 2011). 물론 비구조적이고 비체계적인 설명과 탐구라 할지라도, 이런 행위들은 학습을 촉진하는데(Nicolopoulou, 2010; Rittle-Johnson, Saylor, & Swygert, 2008; Singer, Golinkoff, & Hirsh-Pasek, 2006), 이때 교사의 적절한 지원이 제공된다면, 유아들은 사물에 가하는 행위나 변인의 조작 등을 하며 과학자와 같은 방법으로 과학적 지식을 구성할 수 있을 것이다(Gopnik, 2012; Larsson, 2013).

유아들에게 과학적 추론을 일으키는 지원을 하려면 놀잇감 자체를 가지고 놀이하는 과정뿐 아니라 해결해야 할 문제를 주고 이를 다양한 변인과 재료들을 가지고 실험하도록 하는 것이 중요하다(Stoll, Hamilton, Oxley, Eastman, & Brent, 2012). 이와 관련하여 탐문 중심 과학 교육과정(inquiry-based science curriculum)은 과학 내용만큼이나 과학적 사고과정에 초점을 맞춘다. “탐문(inquiry)이란 말은 유아와 교사를 위한 학습의 연구적 접근을 나타낸다”(Stoll et al., 2012, p. 21). “과학적 탐문(scientific inquiry)은 과학자들이 자연 세계를 연구하고 그들의 작업에 의해 증거에 근거해 설명하는 다양한 방법을 일컫는다. 또한 탐문은 지식을 개발하고 과학적 생각을 이해하는 학생들의 활동을 말한다”(National Research Council [NRC], 1996, p. 23).

이런 탐문 중심의 교육은 수학과 과학의 지식을 기초로 공학과 기술의 설계를 더해 창조를 이끄는 융합형 인재를 양성하고자 하는 STEAM 교육의 목적에 부합되는 교육방법이다(Y.-S. Lee, 2014). 그러나 지금까지 유아들의 과학적 추론과 관련된 연구들은 대체로 유아들이 어떻게 탐구하는가를 살펴보기보다 그들이 인과적인 판단을 하는 방법에 초점이 맞추어져 왔다(Gopnik & Sobel, 2000; Legare, 2012; Schulz, Gopnik, & Glymour, 2007). 만약 자유선택활동시간에 유아들이 자연스럽게 사물을 가지고 조작하며 드러내는 사고과정을 살펴본다면, “지식습득과 저장의 근저에 깔려있는 메커니즘”(Dumont & Istance, 2011, p. 11)을 알아낼 수 있을 것이다. 이를 통해 교사들은 유아들이 방해한다고 생각하는 놀이 개입(Yoo & Ohm, 2014)이 아닌 진정한 교육적 지원에 대한 정보와 전략을 얻게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 유아들의 사물놀이 사례를 통해 어떻게 탐구해 가는지를 살펴, 교사의 교육적 지원 방안을 제시

하고자 한다. 이는 유아 STEAM 교육을 실행하는 데 있어, 구체적인 교수 방법을 구현하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 이와 같은 연구 목적을 위해 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

연구문제 1

자유선택활동시간에 사물놀이에서 유아들의 탐구 과정은 어떠한가?

연구문제 2

자유선택활동시간에 유아들의 사물놀이에서 교사들은 어떻게 교육적 지원을 할 수 있는가?

연구방법

연구절차

본 연구는 Spradley (1980/2006)가 참여관찰법을 이용하여 어떻게 현지작업을 수행할 것이지를 알려주는 발전식 연구절차를 참조하여 진행되었다. 그는 참여관찰을 위해 사회적 상황 정하기, 참여관찰 하기, 문화기술적 기록하기, 서술관찰 하기, 영역분석 하기, 집중관찰 하기, 분류분석 하기, 선별관찰 하기, 성분분석 하기, 문화적 주제 발견하기, 문화적 자료목록 정리하기, 문화기술지 쓰기의 12단계를 제시하여 문화기술연구에서 참여관찰의 방법을 안내하였다. 본 연구에서는 특히 연구현장을 결정한 이후 학급 내에서 상황 정하기, 서술관찰, 집중관찰, 선별관찰로 관찰의 범위를 좁혀나가는 데 있어 그의 방법을 적용하여 진행하였다. 총 참여관찰의 기간은 2012년 4월부터 12월까지였고, 그 중 처음 2주간은 사전 관찰을 하였고, 이후 주 2회 꾸준히 오전자유선택활동시간이 관찰되었다. 전체 자료수집 기간 중 본 연구의 목적인 사물놀이가 관찰된 기간은 6월과 7월 중이었다. 구체적인 연구진행 과정은 다음과 같다.

연구현장 선정하기

본 연구의 목적은 유아들이 사물놀이에서 어떻게 탐구하는가를 살펴 적절한 교육적 지원방안을 제안해 보는 것이었다. 이를 위해, 우선 연구현장과 대상 연령을 결정해야 했다. 본 연구는 유아교육기관에서 유아들을 관찰하는 것이어서 연구 동의

를 구하는 일이 중요했다. 그래서 연구 허락을 구할 수 있는 유치원과 어린이집을 섭외하여 1회씩 사전관찰을 해 보았다. 그러나 원의 분위기가 장기간의 참여 관찰을 하는 데 어려움이 있어 보였다. 그러던 중 전문가의 의견에 따라 연구현장을 선택하는 방법이 좋다는 Goetz와 LeCompte (1984)를 참고하여, 연구허락과 장기간의 관찰을 이해해줄 수 있는 원의 분위기, 원장의 협조적 태도 등을 고려하여 관련 전문가의 추천에 의해 S유치원을 연구 현장으로 선정했다.

연구현장 선정을 위해 3-5세의 다양한 연령 학급을 관찰하면서 만 4세를 대상 연령으로 선정하게 되었다. 그 이유는 만 5세반의 경우 대체로 가상놀이가 관찰되었고, 만 3세반에서는 탐구과정을 관찰하는 데는 무리가 있다는 판단이 들었다. 또한 만 4세에서 5세 사이에 가상놀이가 빈번해 진다는 Drew, Christie, Johnson, Meckley와 Nell (2008)의 견해를 고려해 볼 때, 만 4세 학급을 관찰하는 것이 적합하다고 최종 결정을 내릴 수 있었다. 연구 현장 유치원에는 만 4세반이 한 학급이어서 자연스럽게 희망반에서 오전 자유선택활동시간을 참여관찰하게 되었다. 관찰에 앞서 연구자와 희망반 유아들이 상호 인사하는 시간을 가졌고, 연구자의 놀이 관찰과 캠퍼코더로 기록을 남기는 것에 대해 설명했다. 그리고 연구의 목적과 놀이 관찰의 내용 및 캠퍼코더 기록이 포함된 연구 설명문과 동의서를 가정으로 보내 부모들에게 연구 동의를 얻었다.

상황 정하기

각 상황은 “장소, 행위자, 활동, 이 세 가지 요소로 규정이 가능하다”(Spradley, 1980/2006, p. 50). 본 연구를 위해 먼저, 2012년 4월의 첫 2주 동안 매일 희망반의 오전 자유선택활동시간을 사전 관찰하였다. 매일의 관찰에서 이 교실의 놀이는 대체로 세 부류로 나뉘어 시작됨을 파악할 수 있었다. 희망반은 총 16명(남아: 6명; 여아: 10명)이었는데, 이 중 4명의 남아는 항상 쌓기놀이영역에 모여 놀이를 시작했다. 여아들은 역할놀이 영역에서 가족놀이, 유치원 놀이, 버스 놀이 등의 가상놀이를 하는 부류와 대집단이 모이는 카펫에서 각자 개별적인 수·조작 교구를 가지고 놀이하며 필요시 상호작용하는 부류로 나뉘어졌다. 2명의 남아는 주류를 이루는 세 부류 중 매일의 상황에 따라 적절히 오가며 놀이하고 있었다. 이런 모습이 거의 매일 관찰되었다. 연구자는 놀이가 시작되는 시점에서 연구의 목적을 고려하여 쌓기놀이영역에서 4명의 남아들이 놀잇감을 선택하여 진행하는 놀이를 연구 상황으로 선정하였다. 따라서 이들 4명의 남아들이 연구참여자(참가자)가 되었다.

서술관찰 하기

서술관찰은 “여기에서 무슨 일이 벌어지고 있는가? 하는 질문만으로 진행 중인 활동에 접근해 감을 의미한다”(Spradley, 1980/2006, p. 95). 상황 선정에서 행위자들이었던 4명의 유아들은 반복적으로 동일한 놀잇감을 선택해서 놀이하고 있었다. 4월부터 5월 및 6월 중순까지 꾸준히 선택된 놀잇감은 코코블록이었다. 이들은 자유선택활동시간이 시작되면 쌓기놀이영역에서 코코블록으로 각자의 구조물을 만들어서 밀고, 서로 마주보고 부딪쳐 보는 등의 행위를 하였다. 이들이 하는 놀이양상은 사물놀이를 연구하는데 적합하다고 생각되었다. 그리고 갑자기 6월 28일을 기점으로 선택된 놀잇감이 자동차로 바뀌었다. 이후 7월 23일부터는 자석블록을 선택하여 놀이를 시작했다. 9월 이후에는 블록으로 만든 구조물들을 가상의 상황에 활용하기 시작했다. 이런 관찰들이 진행되면서 주요 특성을 개관하는 “일주여행식 관찰”(Spradley, 1980/2006, p. 101)은 연구자의 현지노트에 기록되었고, 구체적이고 세부적인 “국지여행식 관찰”(Spradley, 1980/2006, p. 103)은 영상 촬영에 근거하여 관찰을 마친 후 워드프로세서로 전사하는 작업을 통해 이루어졌다. 현장에서의 현지노트가 영상 자료를 텍스트로 전사해 가는데 길잡이가 되어 주었다.

영역분석 하기

서술관찰에서 본 장면들이 어떤 행위들과 의미인지를 구분하기 위해 영역분석 하기(Spradley, 1980/2006, pp. 111-130)를 시도했다. 연구참여자들의 놀잇감 선택의 변화는 그들의 일상생활에서의 경험과 관련이 있었다. 그리고 추가적인 면담을 통해 코코블록으로 구조물을 만들어서 부딪쳐보는 놀이는 사물놀이를 구분하기 보다는 가상놀이에 가깝다는 판단이 들었다. 왜냐하면 그들이 만들었던 구조물들은 색깔에 따라 즐겨 시청하고 있던 동영상의 주요 캐릭터를 상징하고 있었다. 따라서 본 연구의 목적인 사물놀이가 실질적으로 드러나는 상황은 6월 28일부터 7월 19일까지 보였던 자동차 놀이였음을 알 수 있었다.

집중관찰 하기

실제로 Spradley (1980/2006)가 제시한 집중관찰은 서술관찰에서 그 범위를 좁혀가는 것으로 설명되어 있었다. 그러나 본 연구에서는 시간이 지나면서 선택되는 놀잇감의 종류와 놀이 유

형이 변화되어 감에 따라 영상자료에 담긴 자료를 반복적으로 살펴보고 그 의미를 이해하는 작업을 집중관찰로 정의하였다. 따라서 이미 수집된 영상자료에서 연구참여자들의 자동차 놀이를 심층적으로 전사하였다. 그리고 연구자의 편견을 없애기 위해 담임교사에게 전사본을 보여주며 검토를 받았고, 연구자의 해석에 대해서도 함께 논의하였다.

분류분석 하기와 선별관찰 하기

집중관찰로 완성된 사실적인 전사본을 반복해서 읽으며, 유아들이 무리지어 장소를 이동하거나 벽돌블록으로 경주로를 변형시켜 모양이 바뀐 지점, 게임 방법이 바뀐 지점 등을 구분하여 사례 번호를 붙였다. 그리고 그 사례들 중 유아들의 탐구과정의 특성을 기준으로 사례들을 구분하였다. 사례들은 자동차 탐색하기, 자동차를 가지고 실험하기, 모순을 경험하기, 이해하기 등 4가지로 분류되었다(Spradley, 1980/2006).

분류된 사례들의 텍스트를 가지고 다시 영상자료를 돌려보며 각 범주들 간의 차이를 찾는 작업을 시도하였다. 이는 Spradley (1980/2006)가 제안하는 선별 관찰에서 실시하는 방법인데, 본 연구에서는 이 작업을 영상자료를 통해 검토함으로써 사례 구분의 신뢰성을 확보할 수 있었다. 그리고 마지막으로 사례들에서 “연구문제나 연구자의 논점을 충분히 전달할 수 있는 가장 핵심적”(Park, 2014, p. 187)인 내용을 중심으로 영상자료의 작업용(working) 전사를 보고서용(reporting) 전사로 다시 작성하였다. 그 이유는 작업용 전사본으로 보고하기에는 분량이 너무 많고, 독자의 가독성이 떨어질 것이기 때문이었다. 그리고 연구참여자의 이름을 가명으로 변경하여 연구윤리를 지키고자 노력하였다. 이 과정에서도 영상자료들을 다시 돌려보며 편견이 작용하지 않도록 주의하였다. 그리고 시간의 순서대로 관찰된 내용들에서 연구참여자들이 자동차를 통한 사물놀이에서 어떻게 탐구해 가는지를 중심으로 연구결과를 서술하였다. 더불어 각각의 과정에서 교사의 지원방안에 대해 문헌 연구를 해가며 기술하였다.

자료분석

타당도와 신뢰도

Merriam (1998, pp. 204-205)에 의하면, 질적 연구에서는 삼각측정법, 구성원들의 검토, 연구 현장에서의 장기간의 관찰이나 동일 현상의 반복 관찰, 동료 검토, 연구의 전 과정에 참여

자를 개입시키기, 연구자의 편견들을 명백하게 밝히기 등의 전략들로 내적 타당도를 높일 수 있다고 하였다. 또한 연구의 내적 타당도를 보여주는 일은 신뢰도를 동시에 드러내는 일이다(Guba & Lincoln, 1981, p. 120). 따라서 본 연구에서는 이러한 점들을 참조하여 타당도와 신뢰도를 높이고자 다음과 같은 노력을 하였다.

먼저 자료수집에 있어 현지노트, 영상 자료, 사진, 참여관찰, 면담, 담임교사와의 면담 등 다양한 방법을 활용하였다. 그리고 집중관찰 단계에서 반복적인 기록의 검토 및 영상과의 대조를 통해 방법론적 삼각측정(Go, 2009, p. 177)을 하였다. 또한 집중관찰에서 편견을 없애기 위해 담임교사에게 전사본을 보여주며 검토하기도 했고, 연구자의 해석에 대해 논의함으로써 연구자 삼각측정(Go, 2009, p. 177)을 행하였다. 이와 같은 작업들로 인하여 관찰과정에서는 사물놀이를 보였던 코코블록 구조물을 부딪치는 놀이가 실제로는 캐릭터를 상징하는 가상놀이라는 것을 밝혀낼 수 있었다.

선별관찰을 하면서 사례로 구분된 자료들을 꼼꼼히 검토하였고, 보고서용 전사로 작성하는 과정에서도 영상자료들을 다시 돌려보며 편견이 작용하지 않도록 주의하였다. 그리고 자료를 수집할 때 영상을 찍으면서 혹 유아들의 생각을 확인해야 될 필요성이 있을 경우 즉시 또는 놀이가 끝나는 시점에 연구참여자들에게 확인하는 질문을 하였다. 이러한 구성원 검토(Merriam, 1998, p. 204)가 생각과 행위의 의도를 파악하는데 확실성을 높였다. 그리고 관찰과 해석 및 연구과정에 대해 원장에게 보고하며 논의하는 시간들을 가짐으로써 동료 검토(Merriam, 1998, p. 204)를 하며 논평을 얻을 수 있었다.

연구결과

본 연구의 목적은 사물놀이에서 유아들의 탐구 과정을 살펴보고, 각 과정에서의 교육적 지원 방안을 생각해 보는 것이었다. 연구 결과, 연구참여자들은 탐색, 실험, 모순, 이해의 탐구 과정을 보였다. 이와 같은 범주는 다음의 단계를 거쳐 생성되었다. 먼저, 집중 관찰로 완성된 전사본을 반복해서 읽으며, 유아들이 무리지어 장소를 이동하거나 벽돌블록으로 경주로를 변형시켜 모양이 바뀐 지점, 게임 방법이 바뀐 지점 등을 구분하여 사례 번호를 붙였다. 그리고 각 사례별로 행위를 나타내는 동사들에 밑줄을 그었다. 각 행위 동사들의 속성을 대표할 수 있는 개념을 전사본의 왼쪽 빈 공간에 적었다. 그 후 각 개념의 목적을 적어 범주로 구분하였다. 예를 들면, 사물놀이의 초기에

연구참여자들은 자동차를 밀어서 이동을 쳐다보는 행위를 주로 하였다. 이 행위 동사의 속성은 관찰이었다. 그리고 관찰을 하는 목적은 자동차의 물리적 속성을 탐색하기 위함이었다. 이와 같은 방법으로 각 사례들은 탐색, 실험, 모순, 이해의 범주로 구분되었다(Glaser, 1992/2014, pp. 145-161). 각 범주별 탐구 과정과 지원 가능한 교육적 접근을 제시하면 다음과 같다.

탐색 범주

관찰 1과 관찰 2에서 행위 중심의 동사들을 살펴보면, ‘출발시킨다’, ‘이동하는 것을 본다’, ‘움직이며 따라다닌다’, ‘밀어준다’, ‘바퀴가 돌아가는 모습을 본다’ 등이 한 번 이상 반복적으로 나타났다. 그리고 이들이 행위를 가하는 대상은 자동차류였다. 연구참여자들이 선택한 자동차류는 유아들의 흥미와 관심이 높아 여러 영역에서 놀이 중심으로 선택되는 놀잇감이다(Lim & Lee, 2009). 허용적인 분위기를 보이는 교실에서는 교사가 준비한 활동이 흥미롭지 않으면, 이내 유아들이 자동차를 가지고 자동차 길을 만들만큼(Kwak, 2015, pp. 395-396) 자동차는 쉽게 선택되는 매력을 가지고 있다. 더불어 자동차는 바퀴가 달려 있어 유아들이 힘과 운동 등의 물리를 탐구하도록 유발한다(Chaille & Britain, 2003; Gur, 2011).

연구참여자들은 자동차를 선택하여 놀이하면서 자연스럽게 바퀴의 굴러가는 특성과 자동차의 속성 등 비가시적 개념들을 추론하도록 촉발되었다(Solis et al., 2017). 자동차를 선택한 사물놀이의 시작에서 연구참여자들은 단순히 바퀴가 달린 물체를 밀면 움직인다는 일상적 개념을 구성하였다. 점차 사물에 대한 행위와 반응을 반복적으로 관찰하며, 자동차는 밀어주면 움직인다는 점·움직이면 위치가 바뀐다는 점 등의 물리 내용(Chaille & Britain, 2003; Gur, 2011)을 관찰하는 과학적 탐문(Hamlin & Wisneski, 2012)을 시작하였다. 이처럼 연구참여자들은 사물놀이 시작에서 놀잇감을 탐색하는 단순한 행위를 통해 과학자들처럼 관련 주제에 대해 의문을 가지고, 특정 정보를 모으고, 추론 및 예측하는 등의 과정과 기술을 사용하고 있었다(Jirout & Zimmerman, 2015).

관찰 1 김동수, 이수민, 박태준은 ‘쇼핑 센터’를 책상에서 각자 하고 있다. 먼저 끝난 민중환은 교실에서 매트나 카펫이 깔려있지 않은 바닥에서 큰 토마스 기차와 작은 토마스 기차를 밀면서 따라다닌다. 이가영은 빨간색 자동차를 바닥에서 출발시키고, 멈추면 다시 출발시킨다. 민중환은 이가영의 뒤에 있다가 빨간색 자동차를 출발

시켜 본다. 그리고 자동차가 멀리 이동하는 것을 보고 있다. 민중환과 이가영은 서로 나란히 앉아 각자 작은 토마스 기차와 빨간 자동차를 출발시키며 자동차가 움직여 이동하는 모습을 본다. 서로 반대방향에서 마주 앉아서 빨간색 자동차를 밀어주고 다시 받아서 밀어준다. (관찰일: 2012. 06. 28)

관찰 2 민중환은 큰 토마스 기차와 작은 토마스 기차를 번갈아 가며 움직여 출발시키고 있다. 이가영은 빨간 자동차를 대집단이 모이는 카펫 주변 사각형 모양을 트랙으로 움직이며 다닌다. 이가영의 자동차가 박성경의 발에 걸려 멈추며 90°로 세워져 바퀴만 돌고 있다. 박성경이 이 모습을 내려다본다. 잠시 후 박성령이 미니카 하나를 가지고 와서 출발시킨다. 이가영과 박성령이 서로 쳐다본 후 각자의 자동차를 출발시키며 따라 다닌다. 민중환은 큰 토마스 기차와 작은 토마스 기차를 여전히 교실의 바닥에서 밀고 다닌다. 민중환은 움직이는 작은 토마스 기차를 들어서 바퀴가 구르는 모습을 한참 본다. (관찰일: 2012. 06. 28)

관찰 1과 2에서처럼 유아들이 일상적 개념에서 점차 과학적 탐문을 시작하는 상황에서, 교사는 ‘더 큰 힘이 사물에 작용하면, 더 멀리까지 움직일 것이다’라는 과학적 개념을 파악할 수 있어야 한다. 그리고 관찰 1에서 연구참여자들이 자동차가 멀리 이동하는 것을 보고 있을 때, “어떻게 하면 자동차를 더 멀리까지 보낼 수 있을까?” 또는 “어떻게 하면 가장 짧은 거리만큼 자동차를 보낼 수 있을까?” 등의 질문을 통해 과학적 탐문을 할 수 있다(Hamlin & Wisneski, 2012). 이런 질문을 받게 되면, 유아들은 눈에 보이지 않지만 힘의 작용에 좀 더 쉽게 접근할 수 있을 것이다. 조지 포먼과 그의 동료들(Forman & Hill, 1984; Forman & Kushner, 1983)처럼, 자동차 바퀴에 물감을 찍어 종이 위에서 움직이도록 하여 이동거리를 쉽게 관찰할 수 있도록 지원해 줄 수도 있을 것이다. 그리고 이런 다양한 과정을 기록으로 남겨 유아들이 스스로 그들의 행위와 자동차류의 이동거리, 움직임 등을 말로 표현하게 하는 방법도 과학적 탐문이 될 수 있다.

사물놀이에서 사물놀잇감 자체의 특성만을 탐색하는 시기가 지나면, 유아들은 그들이 이미 알고 있는 일상생활의 경험에서 다양한 정보들을 결합하여 놀이를 확장해간다. 본 연구의 관찰 3에서는 자동차 탐색의 지속과 더불어 자동차 길, 자동차 경주 등의 놀이 주제가 자연스럽게 파생되었다. 그리고

연구참여자들은 자동차 길을 만들기 위해 벽돌블록을 선택하여 말을 주고받으며 설계와 표상을 동시에 하였다(Figure 1). 쌓기놀이영역에서 유아들은 블록을 가지고 나름의 가설을 적용하며 구조물을 만들고 변형하는 가운데 공학적 설계과정을 거치게 된다(Hoisington & Winokur, 2015). 유아들에게 있어 블록을 활용한 다양한 구조물의 설계는 사물놀이에서 물리적 속성을 파악하도록 하는 데 실험실과 같은 기능을 한다. 예를 들어, 유아들은 경사로 활동에서 경사로를 안정감 있게 하려고 다양한 종류의 블록으로 높이를 다르게 만들고, 여러 종류의 지지대를 사용하여 경사로를 안정적으로 만드는 시도(DeVries & Sales, 2011), 경사로 활동에서 구슬을 빨리 내려가게 하려고 경사로의 각도를 점점 세우는 시도(van Meeteren & Zan, 2010) 등으로 자신들의 가설을 검증하는데 블록을 활용하고 블록 구조물을 설계한다. 이처럼 공학적 설계를 표상하며 수학과 과학의 지식을 알아가는 융합교육이 가능한 블록놀이에서 구조물의 설계와 사물놀이를 격려하는 것은 그 자체로도 창의적이고 창조력을 기르는 교육(Hong, 2016; Yi & Kim, 2017)을 행하는 방법이 된다. 더불어 블록을 가지고 놀이하는 것은 대체로 유아들에게 수렴적이고 발산적인 문제해결 기술(Pepler & Ross, 1981), 공간적 언어(Ferrera, Hirsh-Pasek, Newcombe, Golinkoff, & Lam, 2011), 논리·수학적 지식(Kamii, Miyakawa, & Kato, 2004) 등도 발달시킨다.

관찰 3 각자 선택한 자동차들을 가지고 자유롭게 출발시키고 따라다니며 경주를 하던 유아들은 쌓기놀이영역으로 재빨리 뛰어가며 “자동차 길”, “자동차 길”을 반복한다. 그리고 벽돌블록으로 자동차 경주대를 만든다. 함께 완성한 경주대에서 자동차를 출발시키며 각자 게임 방법을 설명한다. 김동수는 자동차를 출발시켜 사각형 구멍에 넣으면 된다고 의견을 낸다. 민중환은 사각형 구멍을 뛰어 넘는 사람이 이기는 것으로 의견을 낸다. 각자의 의견을 내며 미니카를 출발시켜 사각형 구멍에 넣어 보기도 하고, 세게 밀어서 사각형 구멍보다 멀리 나가도록 해 보기도 한다. (관찰일: 2012. 06. 28)

관찰 1과 2에서 자동차의 움직임이나 이동, 바퀴의 회전 등 사물 자체의 속성을 탐색하던 연구참여자들은 관찰 3에서 ‘자동차 길’을 설계하며 사각형, 높이, 공간, 자동차가 지나가는 직선 등의 수학적·과학적 개념을 표현하였다. 그리고 자신의 미는 행위로 자동차가 이동하며 사각형 구멍으로 떨어지는 것, 사각형 구멍을 지나서 멀리 간 후 떨어지는 것 등의 물

리적 속성을 가시적인 수준에서는 탐색할 수 있었다. 그러나 연구참여자들은 힘을 세게 주면 자동차가 사각형 구멍을 넘어가며, 사각형 구멍으로 자동차를 넣으려면 일정한 힘으로 자동차를 밀어주어야 한다 등의 힘과 운동의 물리적 내용을 이해하지 못했다. 단순히 경주로에서 자동차를 이동시키며 직접 경험을 통해 일상적 개념을 구성하고 있을 뿐이었다.

관찰 3에서 연구참여자들이 미니카를 출발시켜 사각형 구멍에 넣어 보기도 하고, 사각형 구멍보다 멀리 나가도록 해 보는 경험을 하고 있을 때, 교사는 사고를 유발하는 질문을 통해 과학적 탐문을 할 수 있다. 가령 “네가 어떻게 했더니 자동차가 사각형 구멍을 지나서 더 멀리까지 갔어?”, “자동차를 정확하게 구멍 한 가운데로 들어가게 하려면 어떻게 해야 될까?” 등의 질문을 해 줌으로써 힘의 작용에 관한 과학적 추론을 지원할 수 있다. 또한 “자동차를 살살 밀어주면 어떻게 될까?” 또는 “이번에는 자동차를 더 세게 한번 밀어봐. 그럼 어떻게 될까?” 등의 예측하기를 통해 힘의 작용을 비교해 보는 놀이 방법을 제안할 수도 있을 것이다.

교사로부터 이러한 질문을 받았다면, 연구참여자들은 자동차에 힘을 가했을 때 자동차의 움직임, 이동거리, 멈춤의 상황을 말로 표현하며 눈에 보이지 않는 힘과 작동원리에 대해 추론하고, 물리적 현상과 직면하였을 것이다(van Meeteren & Zan, 2010; Wolfe, Cummins, & Myers, 2006). 그러면서 자동차 경주를 계획하고 자신의 행위에 따른 변화를 관찰하며 변인의 조작에 따른 운동의 변화를 살펴볼 수 있었을 것이다(Hamlin & Wisneski, 2012; Stoll et al., 2012).

실험 범주

관찰 3에서 자동차를 다양한 방법으로 출발시키며 자동차의 이동을 탐색하던 연구참여자들은 경주로의 모습을 Figure 2와 같이 변형시켰다. Figure 1과 Figure 2를 비교해보면, 하나의 경

주로에서 똑같은 두 개의 경주로로 변형된 것을 알 수 있다. 이는 연구참여자들이 출발점에서 도착점까지 동일한 구조의 경주로에서 자동차의 이동거리를 측정하고, 이에 따라 승패를 결정하려고 한다는 것을 알게 해 준다. 동일한 부피의 블록들은 수치를 내포하고 있어, 자동차의 이동하는 거리를 측정 및 비교할 수 있게 한다(Piccolo & Test, 2010).

관찰 4의 기록을 자세히 살펴보면, 이 경주에서 승리하는 방법은 자동차가 출발점에서 출발하여 네 번째 벽돌블록의 도착점에서 자연스럽게 멈추는 것임을 알 수 있다. 네 번째 블록보다 더 앞으로 자동차가 진행하게 되면 종착점 앞에 세로로 세워진 블록에 부딪치며 자동차가 옆으로 튕겨 나온다. 두 번째 등의 블록까지 밖에 진입을 못하게 되면 그 자체로 승리의 요건이 되지 못한다. 이와 같은 측정과 비교가 가능한 게임 구조물은 과학자들이 실험을 위해 조건을 통제하는 실험실 상황을 만드는 것과 같은 기능을 하고 있었다(Gopnik, 2012). 이 실험에서 유아들은 사물·힘·운동의 관계에 따른 변화를 측정할 수 있으며, 사물에 주어진 힘의 정도를 감각적으로 익혀 힘의 작용을 추론할 수 있다.

그러나 관찰 4에서 연구참여자들은 모든 관련 변인들 중 한 가지를 제외하고 나머지를 통제함으로써 주요 변인의 영향을 알아내는 것이 과학적 방법임을 알지 못했다. 그래서 다양한 자동차류를 출발시키며 가시적으로 확인 가능한 이동거리만을 비교하고 있을 뿐이었다. 이는 유아들이 구체물을 조작하

Figure 1. A car racing track.

Figure 2. A car racing track to win or lose.

면서 대상을 직접적으로 파악하는 직관적 사고를 하므로, 사고과정에서 생겨나는 오류다. 일단 오류를 포함한 일련의 경험들이 잘못된 개념으로 형성되면, 쉽게 포기되지 않고 지속되는 경향이 있어 유아들의 개념 발달을 저해하는 요인이 되기도 한다(Smolleck & Hershberger, 2011).

관찰 4 유아들은 처음 만든 경주로에서 점차 벽돌블록들을 움직여가며 경주로의 모양을 변형시킨다. 경주로의 모양은 세로로 4칸의 길이이고, 같은 모양이 나란히 양쪽에 붙어있다. ... (중략) ... 민중환, 김동수가 각자 똑같은 미니카를 가지고 출발시킨다. 김동수의 미니카는 경주로 끝까지 가서 부딪친 후 경주로 바깥쪽 사각형 구멍으로 빠진다. 민중환의 미니카는 경주로의 두 번째 벽돌블록까지 가서 멈춘다. 그 다음에 민중환은 작은 토마스 기차를 출발점에 놓는다. 박태준은 미니카를 출발시킨다. 박태준의 미니카는 경주로의 네 번째 까지 가서 멈춘다. 작은 토마스 기차는 두 번째에서 멈춘다. 민중환은 큰 토마스 기차를 경주로의 출발점에 올려놓는다. 이번에는 네 번째까지 가서 멈춘다. 김동수와 박태준이 각자 미니카를 출발시킨다. 두 미니카 모두 네 번째 까지 가서 멈춘다. 박태준이 “오예~ 내가 이겼다.”라고 한다. 이때 김동수가 “우리 둘 다 이겼다.”고 한다. (관찰일: 2012. 06. 28)

관찰 4의 연구참여자 중 한 명은 작은 기차와 큰 기차를 변인으로 사용하여 이동거리를 측정해보고 있었다. 작은 기차는 두 번째 블록까지밖에 가지 못했지만, 큰 기차는 네 번째 블록까지 이동하여 멈춤으로써 본 게임에서 성공을 거두었다. 이와 같은 경험으로 그는 ‘작은 자동차보다 큰 자동차가 보다 많이 이동한다’는 일상적 개념을 구성하였다. 사실, ‘사물의 크기가 크면, 더 멀리 이동한다’는 경험 기반의 지식은 “논리에 의해 세계를 설명하지만 과학적으로는 부정확한 이해이다”(Smolleck & Hershberger, 2011, p. 5). 이처럼 유아들은 잘못된 변인에 초점을 맞추거나 한 번에 한 가지 이상의 변인을 바꾸어 부정확하고 일관성이 없는 결과를 초래할 수도 있다. 따라서 교사는 유아들이 과학적 조사를 하는 데 필요한 기술을 발달시킬 수 있도록 도와주어야 한다(Dejonckheere, Wit, Keere, & Vervae, 2016; Harlen, 2013). 관찰 4와 같은 상황에서 “교사들은 자기규제 기술, 단서가 되는 질문하기, 원인과 결과에 유아들의 주의를 집중시키기, 유아들이 발견된 것에 성찰하도록 돕기 등을 통해 유아들을 지원할 수 있을 것이

다”(Dejonckheere et al., 2016, pp. 538-539).

관찰 5 민중환은 경사지게 놓인 블록을 손으로 이동하여 자동차 경주로의 구멍 난 부분을 덮는다. 그리고 미니카를 출발시켜 목표 지점에 있는 블록까지 가서 부딪치게 한다. 미니카는 목표물과 경주로 사이로 떨어진다. 민중환이 빨간색 자동차를 들어서 “나 이걸로 해 볼래.”라고 한다. 김동수는 “내가 먼저 해 볼게.”라며 미니카를 벽돌블록 목표물을 향해 세계 출발시킨다. 미니카가 목표물에 부딪치며 목표물이 떨어지고 미니카도 바닥으로 떨어진다. “오~ 예”라고 하며 목표물을 제 자리에 둔다. 민중환은 큰 토마스 기차를 가지고 세계 민다. 목표물이 기차에 부딪치며 떨어진다. 김동수는 레고블록 판 위에 블록들을 붙여 놓은 구조물을 가지고 세계 민다. 목표물이 떨어진다. 김동수는 두 팔을 위로 하여 팔짝팔짝 뛰다. 민중환은 김동수가 출발시켰던 것 보다 가로와 세로가 2배씩 더 큰 레고 구조물을 경주로에서 출발시킨다. 단번에 목표물이 바닥으로 떨어진다. (관찰일: 2012. 07. 02)

관찰 5에서 한 명의 연구참여자는 미니카를 밀어서 목표물 맞추기에 실패한 후 자동차의 종류를 크기가 큰 것으로 바꾸어 시도했다. 또 다른 연구참여자는 미니카를 밀어서 목표물을 떨어뜨리는 데 성공했다. 그럼에도 두 연구참여자는 점차 번갈아가며 더 큰 사물놀잇감을 목표물 쪽으로 밀었다. 이들의 모습을 살펴보면, 연구참여자들은 관찰 5에서 모두 사물의 크기와 무너뜨리는 힘의 세기가 비례한다고 믿고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 한 명의 연구참여자는 관찰 4에서 큰 자동차류가 더 멀리 이동한다는 경험 기반의 지식을 관찰 5의 상황(Figure 3)에 그대로 적용하여 크기가 클수록 목표물을 무너뜨리는 힘이 커진다는 가설을 세우고 실험하였다(NRC, 1996). 관찰 4의 상황에서 직접 경험한 연구참여자뿐 아니라 친구의 경험을 목격한 연구참여자도 ‘사물놀잇감이 크면 더 큰 힘이 생긴다’는 생각에 동의하게 되었다. 그리고 관찰 5의 상황에서 그들의 증거를 기반으로 적용된 가설은 목표물 맞추기에서 긍정적 결과를 보여줌으로써 보다 확고하게 인정되었다. 이런 상황에서 그들의 생각에 오류가 있음을 설명해 준다고 해도 쉽게 개념을 포기하지 않을 것이다(Forman & Landry, 1999; Smolleck & Hershberger, 2011).

따라서 반증 사례를 통해 유아들이 스스로 자신의 오류를 목격하고, 현재의 지식이 잘못되었음을 인정하는 경험이 필요

하다. 유아 스스로 잘못된 지식을 포기할 때 과학적 개념을 받아들일 수 있기 때문이다. 의도적으로 반증사례를 목격하도록 하기 위해 교사는 다양한 자료를 제공할 수 있다(Hamlin & Wisneski, 2012). 본 연구의 관찰 5에서와 같이, 사물의 크기와 힘의 정도와 관련 있다고 믿는다면, 풍선과 같이 크지만 중량이 작은 물건, 쇠구슬과 같이 작지만 중량이 큰 물건, 같은 크기지만 재질의 차이로 중량에 차이가 있는 물건 등을 제공하여 다양한 사물로 목표물 맞추기를 하도록 지원할 필요가 있다. 이렇게 하다보면, 자연스럽게 유아들이 믿고 있는 현재의 비과학적 지식에 반증 사례가 될 만한 상황들이 생겨날 것이다. 또한 중량이 같은 사물로 살살 밀기, 세게 밀기 등을 하도록 지원함으로써 사물뿐 아니라 힘의 작용에 따라 목표물 맞추기의 결과가 달라질 수 있음도 관찰할 수 있을 것이다. 이러한 활동들을 교사로부터 제공받으며 연구참여자들은 질량이라는 비가시적인 물리적 속성을 직관적으로 깨닫게 될 것이다(Larsson, 2013).

모순 범주

본 연구에서 연구참여자들은 멀리 날아가는 구조물을 만들어서 정확한 지점에 착지할 수 있는 게임을 하고 싶어 했다. 그리고 우연히 자유선택활동의 정리시간에 높이 쌓은 벽돌블록들이 무너지며 층계 모양으로 앞이 높아지는 모습, 벽돌블

록을 교구장에 넣는 과정에서 한 개가 바닥에 떨어지며 교구장에 걸쳐지는 모습 등을 관찰하게 되었다. 이런 반복적 관찰을 통해 앞이 높아지는 경사가 자동차류를 공중으로 올라가게 할 수 있음을 생각해 내었다. 그리고 관찰 6에서와 같이 서로의 의견을 이야기 하며 구조물을 설계하고(Figure 4) 게임의 방법을 결정하였다. 즉, 이들은 또래 관계에서 의사소통과 생각을 공유하는 기술로 과학적 탐문(Hamlin & Wisneski, 2012)을 또래 관계에서 실행하고 있었다. 이 게임은 관찰 3에서처럼 사물의 크기에 따른 이동거리의 변화, 관찰 5에서처럼 일정한 거리 앞의 목표물에 사물이 미치는 힘의 정도를 실험하는 것과 다르다. Figure 4에서 볼 수 있듯, 앞이 높아지는 경사로 위를 사물이 지나며 공중으로 올라갔다가 포물선을 그리며 내려오는 이동을 하게 된다. 따라서 사물·힘·이동거리의 관계에서 중량의 작용이 평지보다 크게 작용하게 된다.

관찰 6 민중환이 “움직이는 새총 만들자~”라고 주변의 참여자들에게 제안한다. 박태준은 “움직이는 새총 만들어 ‘쑹웅~’ 멀리 날아가는 거 이기기.” 라고 민중환의 제안에 보다 구체적으로 게임 방법을 추가한다. 옆에 앉아 있던 김동수는 벽돌 블록 두 개를 납작하게 바닥에 놓아 평행이 되게 하고, 그 사이에 벽돌블록 하나를 세로로 앞이 높아지게 경사를 만든다. 그리고 참여자들을 향해 “자가가 멀리가고 싶을 때에, 응~, 주는 걸 만드는 거야. 그

Figure 3. A car racing track to match the target.

Figure 4. A car racing track made of a ramp.

래가지고, 날아 가가지고~ 통과하는 거야.” 라고 말한다. 민중환이 “어디에? 어디를?” 이라고 묻자, 김동수는 경사로 앞쪽 약 50Cm에 벽돌블록 4개를 붙여 사각형 공간을 만든다. 이를 보고 있던 민중환은 사각형 공간 앞에서 팔을 휘저으며, “여기를 이렇게 뛰어 넘는 거야? 여기를 넘어야 돼? 여기를 넘어야 돼?” 라고 묻는다. 김동수는 벽돌블록으로 만든 사각형 공간을 가리키며, “이 안에 들어가면 성공이다.” 라고 한다. (관찰일: 2012. 07. 05)

관찰 7 김동수가 제일 먼저 미니카를 경사로에서 출발시켰다. 미니카는 사각형의 공간보다 멀리 날아가서 떨어진다. 민중환이 미니카를 가지고 경사로 위쪽으로 밀어 올린다. 사면체 공간 속으로 정확하게 떨어진다. ... (생략) ... 민중환은 미니카를 바닥에 놓고, 큰 토마스 기차를 가지고 경사로 위로 밀어 올린다. 큰 토마스 기차는 경사로와 사면체 공간 사이 사면체 공간 앞쪽에 떨어진다. 민중환은 김동수에게 불만스러운 표정과 목소리로, 큰 토마스 기차를 가슴으로 가져오며, “이 똥똥보는 안 날아가는 거니까 한 거 아니야.” 라고 말한다. 김동수는 고개를 끄덕이며 사각형 벽돌블록을 매만져서 정확한 모양을 유지한다. 민중환은 미니카를 경사로 쪽으로 밀어 출발시킨다. ... (생략) ... (관찰일: 2012. 07. 05)

관찰 6과 같이 서로의 의견을 공유하며 만들어진 구조물 (Figure 4 참조)과 경기 방법에서 연구참여자들은 관찰 7과 같이 미니카를 이용하여 경주를 시작하였다. 앞이 높아지는 경사로에서 어떤 연구참여자는 미니카로 목표 지점에 정확히 도착시키는 경험을 했다. 그리고 다른 연구참여자는 너무 멀리 가는 결과를 맞이했다. 미니카로 성공을 거둔 연구참여자는 도구를 바꾸어 큰 기차를 경사로 위로 밀어 올려 보았다. 그는 이전의 관찰 3에서 5까지 성공을 거두었던 ‘큰 사물이 더 멀리 이동 한다’는 일상적 개념의 적용이었다. 그러나 큰 사물은 경사로를 지나 공중으로 올라가자마자 바로 바닥 쪽으로 떨어지며 목표 지점까지 이동하지 못했다. 이 순간에 그는 사물의 부피가 승리의 요인이 된다는 오개념(Smolleck & Hershberger, 2011)의 모순을 스스로 목격했다. 그러면서 관찰 5에서 직관적으로 이해한 질량의 의미에 주목하게 되었다. 그리고 함께 놀이하던 연구참여자에게 “똥똥보는 안 날아가니까” 라며, ‘똥똥보’ 라는 단어로 무거움을 표현하였다(Hamlin & Wisneski, 2012; NRC, 1996).

관찰 7의 상황에서 한 명의 연구참여자가 사물의 크기와 이

동거리의 관계에서 모순을 발견하며, 중요한 변인인 중량을 ‘똥똥보’라는 말로 표현하는 순간에 교사는 적절한 지원을 통해 과학적 개념을 이해하도록 지원할 수 있을 것이다. 예를 들어, “똥똥보는 날아가는 게 아니야? 왜 그럴까?” 등의 질문으로 중력의 작용에 관한 관심을 불러일으킬 수도 있다. 아직 연구참여자들은 무거울수록 중력 또한 커져서 높이 올라가지 못한다는 점을 알지 못하지만, 교사의 질문으로 인해 높은 곳에서 사물은 항상 아래로 떨어진다는 점에 관심을 가지게 될 것이다.

또한 “똥똥하다는 것은 어떤 의미야?”, “이것들 중 어느 것이 가장 똥똥할까? 한번 만져보렴.”, “이 기차가 똥똥보라는 걸 어떻게 알게 되었어?” 등의 질문을 통해 사물의 무게를 감각적으로 느끼며 측정해 볼 수 있도록 유도할 수도 있다. 미니카, 크고 작은 기차 등 다양한 자동차들을 제공한 후 무거운 순서대로 놓아보기 위해 양손에 하나씩 없어 비교해 보거나 “우유상자에 고무줄을 달아 만든 저울로 측정”(H.-S. Cho, Kim, Kim, Kim, & Kim, 2010, p. 86)해보며 연구참여자가 발견해낸 무거움을 적합한 측정기술에 의해 비교해 봄으로써 그 의미를 왜곡 없이 이해하도록 지원할 수 있을 것이다(H.-S. Cho et al., 2010; Martin, 2003).

본 연구의 관찰 6과 7에서는 연구참여자들이 스스로 앞이 높아지는 경사로를 활용함으로써 사물의 크기와 중량의 혼돈에 따른 모순을 발견하였다. 그러나 실제 관찰 3에서 5의 놀이 경험을 하는 유아들에게 그들의 모순을 드러내고 스스로 잘못된 개념을 포기하도록 지원하고자 한다면, 경사로를 활용하여 “감각을 확장하고 관찰을 개선하기 위해 도구 사용하기”(Hamlin & Wisneski, 2012, p. 85)의 과학적 탐문을 시도할 수 있을 것이다. 본 연구의 관찰 7에서 연구참여자들은 경사로의 각도를 달리하는 실험은 하지 않았다. 그러나 교사가 이런 상황에서 경사를 완만한 것에서부터 급경사로 변화시키는 시도를 제안한다면, 사물의 중량을 더 쉽게 알아차리도록 지원할 수도 있을 것이다.

이해 범주

모순을 통해 스스로 무게감을 알아낸 유아들은 약 2주의 시간이 지난 뒤, 벽돌블록과 레고블록을 가지고 놀이하던 중 우연히 관찰 8과 같은 경험을 하게 되었다. 이 상황에 흥미를 느낀 연구참여자들은 하던 놀이를 멈추고 배 모양의 블록 위에 여러 가지 블록을 꽂아 어느 쪽이 아래로 기울어 질 것인가를 예측하는 탐문을 시작했다(Figure 5). 그리고 반복적인 탐구를 통해 관찰 8에서와 같이 기울어지는 것에서 눈에 보이지 않는 힘

을 이해했다. 또한 관찰 9와 같이 자신의 개입에 의해 수평에서 기울어짐의 변화를 관찰하며, 기울어지는 쪽에 ‘더 무겁다’라는 말로 경험 기반의 이해를 표현하였다(Legare, 2014).

관찰 8 참여자들이 ‘레고 집’을 높이 만들고 있다. 김동수, 민중환은 레고블록을 조합하여 ‘레고 집’에 들어갈 레고 구조물들을 만든다. ... (생략) ... 만들어진 구조물을 바닥에 놓는다. 빨간색 배 모양이 바닥에 닿자 수평을 이룬다. 이 모습을 보며 민중환이 “우와~ 똑같다.”라고 한다. 옆에 있던 김동수도 민중환의 말을 듣고 바닥에 엮드려 구조물이 수평을 이루는 모습을 보며, “와~ 똑같다! 똑같다!”라고 한다. 김동수는 “야야야야~ 야야야~ 나도 만들어야지.”라며, 민중환 앞에 앉는다. 민중환은 구조물을 들어 올려 맨 위에 꽃혀진 지붕모양 블록을 빼고, 레고블록을 하나 꽃은 후 손으로 잡고 바닥에 놓는다. 손을 떼자 오른쪽으로 기울어진다. 민중환은 오른손으로 오른쪽을 올려서 평행이 되도록 한 후 다시 손을 떼다. 오른쪽으로 기울어진다. 민중환은 꽃았던 레고블록 하나를 빼면서 코코블록 통 앞으로 간다. 파란색 두 칸짜리 코코블록을 오른쪽 부분에 끼운다. 그리고 그 위에 빼내었던 레고블록을 끼운다. 김동수는 민중환이 만들던 것을 받아서 가운데 부분에 초록색 한 칸짜리 레고블록을 끼운다. 이것을 바닥에 놓고 손을 떼다. 오른쪽으로 기울어진다. 민중환은 기울어지는 반대쪽에 하얀색 두 칸짜리 코코블록을 끼운다. 김동수는 기울어지던 쪽에 빨간색 한 칸짜리 레고블록을 끼운다. 여전히 오른쪽으로 기울어진다. 김동수는 배 모양의 레고블록과 몇 개의 레고블록을 꺼내 와서 바닥에 놓고 만들기를 시작하며, “파워~ 중요한 파워! 파워~ 중요한 파워!”라고 반복해서 말한다. (관찰일: 2012. 07. 19)

관찰 8에서 수평을 이루던 배 모양의 블록이 한 쪽으로 기울어지는 것을 관찰하며, 한 연구참여자는 기울어진 쪽을 자신의 손으로 들어 올려 수평을 유지해 보았다. 그럼에도 손을 놓으면 이전에 기울어진 쪽으로 똑같이 기울어지는 것을 관찰하였다. 그 후 다양한 블록들의 위치나 색깔을 바꾸어 끼워가며, 기울어짐을 실험하였다. 반복되는 실험을 통해 연구참여자들은 기울어지는 쪽에 뭔가 중요한 힘이 작용하고 있음을 직감하고 ‘중요한 파워’라고 설명하는 탐문을 진행하였다. 그러나 이 실험 과정에서도 오류는 내포되어 있다. 유아들이 실험

험의 변인으로 사용한 블록의 모양이나 색깔 등은 과학적으로 기울어짐과 관련이 없다. 그리고 블록을 덧붙여 끼우거나 빼내는 것은 가시적 양의 증감일 뿐 중량의 변화를 체계적으로 다루는 것은 아니었다. 그럼에도 그들은 가시적인 양의 변화에서 기울어짐의 시각적 변화를 살펴보고 관찰 9에서처럼 무거운 쪽이 기울어진다고 이해하고 있었다.

관찰 9 민중환이 파란색 배 모양 레고블록위에 가운데는 두 칸짜리 파란색 레고블록을 수직으로 끼우고, 한 쪽에는 검정색 한 칸짜리 레고블록을, 반대쪽에는 빗면이 있는 레고블록을 끼운 후 손을 떼다. “요거 봐봐~ 봐봐~”라고 김동수에게 말한다. 민중환이 바닥에 놓은 구조물이 시소처럼 왔다 갔다 하고 있을 때, “누가 이기는지

Figure 5. Heaviness explored by experimentation during play.

~ 봐봐.” 라고 한다. 구조물이 멈추며 수평을 이루자 “누가 이겼어?” 라고 한다. 김동수는 레고블록으로 만든 것에서 빨강색 배 모양 양쪽 옆에 있는 빗면 모양 블록과 초록색 한 칸짜리 레고블록을 떼어내며 바닥에 배 모양 블록을 놓으며, “누가 이기는지~ 봐봐.” 라고 말한다. 배 모양의 한쪽에 꽂혀있는 빗면 블록을 가리키며, 김동수는 “애가~ 이겨.”라고 하고, 민중환은 반대쪽의 지붕 모양을 가리키며, “애-가, 이겨.” 라고 한다. 수평을 이루자 김동수는 “똑같애. 야~ 똑같애.” 라고 한다. 민중환은 자신이 만들어 둔 것의 위에 지붕 모양 블록을 배 모양과 수평 방향으로 끼우며 바닥에 놓는다. 김동수는 배 모양 위에 양쪽으로 블록을 하나 씩 꽂아서 바닥에 놓은 후 기울어지는 쪽을 가리키며, “애가 더 무거워~” 라고 한다. 연구자가 “아~ 이렇게 되면 더 무거운 거야?” 라고 물어보자 김동수는 “네.”라고 한다. (관찰일: 2012. 07. 19)

관찰 8과 9에서와 같이, 비과학적 실험을 통해 무거움을 이해하는 연구참여자들에게 교사는 한계 상황을 극복할 수 있도록 과학적 지원을 해 줄 필요가 있다. 그렇지 않고 일상적인 놀이 상황에서 ‘기울어지는 쪽이 무겁다’는 일상적 개념을 구성하게 되면, 이후 과학적 개념을 재정립 하는 데 있어 방해 요인이 되기 때문이다. 따라서 교사는 관찰 8과 9의 상황에서 배 모양의 블록 위에 똑같은 블록들을 양쪽에 같은 수로 붙여 수평 상태에서 블록 수를 세어보기, 한 쪽 편에 한 개씩 수를 증가시키며 수평이 어떻게 변화되는지를 살펴보기 등으로 체계적 실험을 유도할 수 있다. 그리고 이 과정을 사진으로 찍어 각 단계를 순서대로 보여주며 변화를 예측하도록 지원할 수도 있을 것이다.

관찰 8과 9에서 연구참여자들은 무거움이라는 비가시적 요인을 가시적으로 볼 수 있어야 쉽게 이해할 수 있다는 한계를 보이고 있었다. 따라서 교사는 이를 활용하여 중량을 가시화 하는 방법으로 단위를 활용할 수 있다. 수평저울을 놀이 영역에 제시해 줄 수도 있고, 1kg의 추를 점차 쌓아가며 기울어짐을 비교해 보는 등의 방법이 활용될 수도 있다. 이런 활동들이 중요한 이유는 유아들의 탐구과정에서 나타나는 결과들은 측정에 의해 의미가 왜곡될 수 있기 때문이다(H.-S. Cho et al., 2010).

관찰 8과 9에서 보면, 연구참여자들은 블록의 수를 달리해 가며 비교하고, 그 과정에서 중량이 중요한 힘의 요소가 됨을 깨달았다. 이런 깨달음이 생기기 전까지 이들은 사물놀잇감의 크기에 주목했었다. 그리고 ‘외형이 크면 힘이 크다’는 일상적

개념을 구성했었다. 앞이 높아지는 구조물에서 크다는 것에서 무거움을 직관적으로 알게 되었다. 그리고 관찰 8과 9의 놀이를 통한 실험을 하며 무거움이 측정 가능한 수량이고, 힘과 관련됨을 이해하게 되었다. 이러한 유아들의 탐구과정 전반을 통해 교사가 유아들의 이해를 확인하는 것은 중요하다. 유아들은 다양한 변인과 재료들을 가지고 실험하며 인과 관계를 발견할 수 있다. 이 정신적 활동의 결과, 특별히 반성과 의사소통을 통해서, 유아들은 지식을 구성한다. 그러나 유아들의 앎(knowing)이 이해(understanding)는 아니다(Elkind, 2012). 따라서 탐문의 종결에는 유아들이 이해하는 것을 표현할 수 있는 환경을 제공할 필요가 있다.

논의 및 결론

본 연구는 자연발생적인 사물놀이에서 유아들의 탐구 과정이 어떠한지를 살펴, 교사들의 교육적 지원 방안을 생각해 보는 데 목적이 있었다. 연구 문제를 바탕으로 연구결과 및 논의 점을 제시하면 다음과 같다.

연구문제 1과 관련하여, 유아들의 탐구과정은 다음과 같았다. 유아들은 사물놀이에서 자동차를 선택하여 움직임과 위치의 변화를 관찰하며 자동차의 속성을 탐색하기 시작했다. 그리고 자동차를 가지고 쌓기놀이영역으로 가서 자동차 길을 만들었다. 만들어진 자동차 길에서 유아들은 경주하기를 시작했다. 그들은 자동차 경주하기에서 힘과 운동, 이동거리 측정과 비교, 가설 세우기 등을 실험하였다. 그러나 그들이 경험 기반으로 세운 가설은 오개념이었고, 모순을 발견하며 잘못된 변인에 주목하여 과학적 개념을 직관적으로 이해하게 되었다. 그들의 직관적 이해는 계속되는 놀이 과정에서 무거움이라는 과학적 개념을 표현할 수 있게 하였다. 즉, 연구참여자들은 자동차를 가지고 사물놀이를 하며 탐색, 실험, 모순, 이해의 탐구 과정에 따라 물리에 대해 알아가고 있었다.

본 연구를 통해 유아들은 놀이 상황에서 사물을 사용하여 다양한 가설을 생각하고, 가능한 원인과 결과를 명확하게 하려고 더 높이한다는 점(Cook, Goodman, & Schulz, 2011; Legare, 2012, 2014; Schulz & Bonawitz, 2007)을 확인할 수 있었다. 그리고 자신의 개입을 통해 인과관계를 탐구하고 발견했으며(Bjorklund & Gardiner, 2010; Sobel & Sommerville, 2010), 물리적 속성들에 대해 직관적으로 이해하게 되었다(Larsson, 2013). 이런 경험들을 통해 유아들은 단순히 아는 것이 아닌 개념을 이해할 수 있게 되었다(Elkind, 2012).

지금까지 유아를 대상으로 한 무게관련 연구들은 대부분 무게 측정(Chun, 2001; Shin, 2007), 무게중심 개념(K. O. Lee & Woo, 2014), 무거운 것이 물에 뜨는지 가라앉는지를 유아에게 예측하는 연구(B.-K. Cho & Lee, 2011) 등이 진행되었다. 그러나 실제로 유아들이 자연스러운 놀이상황에서 무게라는 개념을 어떻게 이해하는가를 살펴보는 연구는 거의 없었다. 이런 점에서 본 연구는 유아들이 사물놀이에서 스스로 가설을 세우고, 블록 구조물로 실험 상황을 만들며, 실험과 검증, 반증의 발견을 통해 무거움을 찾아가는 과정을 살펴보았다는 데 의의가 있다.

그리고 연구문제 2와 관련하여, 교사가 어떻게 지원을 할 수 있을지를 구체적으로 생각해 볼 수 있었다. 먼저, 본 연구에서 참여자들은 자연발생적으로 자동차를 가지고 사물놀이를 시작하여 약 2개월 간 꾸준히 놀이를 지속하였다. 그 과정에서 자동차 길, 자동차 경주로 및 게임 방법의 변형을 거치며 과학적 탐문(NRC, 1996; Stoll et al., 2012)을 진행하였다. 이처럼 한 가지 사물놀이가 지속되면서 학습의 과정이 진행되려면 교육적 흥미가 필요하다. 교육적 흥미란 “자아가 대상에 빠져 하나가 된 것을 의미한다. 흥미는 도입단계의 문제가 아니라 학습 전반의 문제”(Dewey, 1913/2015, p. 34)이기 때문이다. 즉, 유아가 활동에 지속적으로 몰입하여 스스로 알아가는 힘을 제공할 때 유아들은 행동과 인지가 병합되는 참여를 하게 된다(Csikszentmihalyi, 1997; Kwak, 2015).

따라서 교사들은 단순히 재미와 관심을 주는 놀잇감을 제공하는 것을 넘어 지속적인 흥미가 추구되는 과정에서 학습이 일어나도록 지원할 수 있어야 한다. 실제로 유아교사들은 유아의 흥미를 자극하는 전략을 사용하는 수업이 좋은 수업이라고 인식하고(M. G. Lee & Lee, 2014), 단순한 관심이나 즐거움 등의 흥미와 진정한 흥미를 구분하였다. 그러나 흥미를 교육적으로 이끌어 가는 데 있어 어려움을 겪고 있었다(Kwon, 2015, p. 237). Kwak (2005)의 연구에 의하면 유아들은 진지활동을 볼링놀이로 변형시켜 가면서, 어떻게 이길 수 있을지를 궁리하는 것이 흥미가 되어 활동 자체에 몰입하였다. 그리고 깡통을 더 많이 쓰러뜨릴 수 있는 방법으로, 삼각형 모양의 배 열보다는 합쳐놓거나 혹은 두 줄로 높이 쌓고 아래쪽을 맞추면 잘 쓰러뜨릴 수 있음을 이해하게 되었다. 본 연구에서도 유아들은 자동차 길을 만든 후 이를 변형하여 편이 나뉘는 경주로를 만들었다. 그리고 누가 이기는지를 겨루는 시합을 통해 이기고 싶은 욕구로 인과 관계나 가설 검증을 하고 있었다. 이런 점에서 승리하고 싶은 욕구를 활용하는 방법이 사물놀이에서 교육적 흥미를 지속시키는 데 도움이 될 수 있을 것이라 생

각된다.

다음으로, 자동차 놀이에서 연구참여자들은 구조적이거나 체계적이지는 못하지만(Dean & Kuhn, 2007; Klahr & Nigam, 2004), 과학자들처럼 나름의 가설을 세우고 변인을 통제하는 모습을 보였다(Gopnik, 2012). 이때 교사는 놀잇감 자체를 가지고 놀이하는 과정뿐 아니라 해결해야 할 문제를 주고 이를 다양한 변인과 재료들을 가지고 실험하도록 지원할 수 있다(Stoll et al., 2012). 본 연구의 관찰에서 질량이 자동차의 이동 거리에 변인이 될 수 있음을 유아들이 알아차리지 못한 상황은 좋은 예시가 될 수 있다. 이럴 때 교사는 외형은 같지만 세라믹이나 쇠, 플라스틱 등 질량이 다른 자동차를 제공하기, 평지나 앞이 낮아지는 경사로, 미끄러운 길, 거친 길 등에서 자동차를 밀어 보기 등 유아들이 더 탐구할 수 있도록 환경적 지원을 할 수 있을 것이다(Hamlin & Wisneski, 2012).

마지막으로, 유아들은 자동차의 크기가 클수록 더 멀리 날아갈 것이라는 옳지 못한 가설을 세우고 이를 날아가는 구조물에 적용시켰다. 그리고 경사로에서 큰 자동차가 더 멀리 날아가지 못하는 실패의 경험을 통해 ‘똥똥보’라는 표현으로 무거움을 명확하게 깨닫게 되었다. 유아들은 일상생활 경험에서 과학적으로는 잘못된 개념, 즉 오개념을 가지고 교실에 들어온다(Smolleck & Hershberger, 2011). Kim (2009)의 연구에 의하면, 유아들은 귀의 작용, 피의 역할, 천둥이 치는 이유, 태풍이 생기는 과정, 물의 증발, 배가 물에 뜨는 이유 등과 같은 과학적 개념에 대해 오개념을 가지고 있었다. 이러한 오개념을 과학적인 정개념으로 변화시키려면 “예측을 통해 실험의 결과와 비교하는 과정에서 모순을 경험”(Moon & Kim, 2009, p. 265)할 필요가 있다. 예를 들어, Seo (2016)의 연구에서 유아들은 하트, 세모 등의 모양 틀에 의해 비눗방울의 모양이 다를 것이라는 오개념을 나타냈는데, 이 경우 교사는 유아들이 생각하는 다양한 모양 틀을 제공하여 비눗방울을 불어볼 수 있도록 환경을 구성해 줌으로써 유아 스스로 오개념을 제거하도록 지원하였다.

본 연구에서는 사물놀이에서 드러나는 유아들의 탐구 과정을 살펴, 교육적 지원 방안을 생각해 보았다. 실제로 사물놀이(object play)와 유아의 과학적 추론과의 관계는 더 주목받아야 할 놀이의 한 영역이다(Solis et al., 2017). 따라서 유아들이 흥미와 관심을 많이 보이는 다른 놀잇감이나 도구, 천연 재료 등을 가지고 놀이하는 과정에서 유아들이 무엇을, 어떻게 알아가는지를 드러냄으로써 교사의 적절한 지원 방법을 알아내는 후속 연구들이 계속 될 필요가 있을 것이다.

Notes

This article was presented as a poster at the 2016 Annual Fall Conference of the Korean Association of Child Studies.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

In English

- Bjorklund, D. F., & Gardiner, A. K. (2010). Object play and tool use: Developmental and evolutionary perspectives. In A. D. Pellegrini (Ed.), *The Oxford handbook of the development of play* (pp. 153-171). New York: Oxford University Press. doi:10.1093/oxfordhb/9780195393002.013.0013
- Chaille, C. M., & Britain, L. (2003). *The young child as scientist: A constructivist approach to early childhood science education* (3rd ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Cook, D., Goodman, N. D., & Schulz, L. E. (2011). Where science starts: Spontaneous experiments in preschoolers' exploratory play. *Cognition*, 120(3), 341-349. doi:10.1016/j.cognition.2011.03.003
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: Basic Books.
- Dean, D., & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384-397. doi:10.1002/sce.20194
- Dejonckheere, P. J. N., Wit, N. D., Keere, K. V., & Vervae, S. (2016). Exploring the classroom: Teaching science in early childhood. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 8(4), 537-558.
- DeVries, R., & Sales, C. (2011). *Ramps and pathways: A constructivist approach to physics with young children*. Washington: National Center for the Education of Young Children.
- Drew, W. F., Christie, J., Johnson, J. E., Meckley, A. M., & Nell, M. L. (2008). Constructive play: A value-added strategy for meeting early learning standards. *Young Children*, 63(4), 38-44.
- Dumont, H., & Istnace, D. (2011). *The nature of learning: Using research to inspire practice* (Report No. OR-2011-01-5). Seoul: Korean Educational Development Institute (KEDI).
- Elkind, D. (2012). Knowing is not understanding: Fallacies and risks of early academic instruction. *Young Children*, 67(1), 84-87.
- Ferrera, K., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Golinkoff, R. M., & Lam, W. S. (2011). Block talk: Spatial language during block play. *Mind, Brain, and Education*, 5(3), 143-151.
- Forman, G. E., & Hill, D. F. (1984). *Constructive guidance and discipline*. New York: Macmillan.
- Forman, G. E., & Kuschner, D. S. (1983). *The child's construction of knowledge: Piaget for teaching children*. Washington: National Association for the Education of Young Children.
- Forman, G. E., & Landry, C. (1999). Research on early science education. In L. R. Williams (Series Ed.) & C. Seefeldt (Ed.), *The early childhood curriculum: A review of current research* (3rd ed., pp. 133-158). New York: Teachers College Press.
- Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. San Diego: Academic Press.
- Gopnik A., & Sobel, D. M. (2000). Detecting blickets: How young children use information about novel causal powers in categorization and induction. *Child Development*, 71(5), 1205-1222.
- Gopnik, A. (2012). Scientific thinking in young children: Theoretical advances, empirical research, and policy implications. *Science*, 337(6102), 1623-1627.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1981). *Effective evaluation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Gur, C. (2011). Physics in preschool. *International Journal of Physical Sciences*, 6(4), 939-943.
- Hamlin, M., & Wisneski, D. B. (2012). Supporting the scientific thinking and inquiry of toddlers and preschoolers through play. *Young Children*, 67(3), 82-88.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics, and ICT Education*, 7(2), 9-33.
- Hoisington, C., & Winokur, J. (2015). Gimme an "E": Seven strategies for supporting the "E" in young children's STEM learning. *Science and Children*, 53(1), 44-51.
- Jirout, J., & Zimmerman, C. (2015). Development of science process skills in the early childhood years. In K. C. Trundle, & M. Sackes (Eds.), *Research in early childhood science education* (pp. 67-98). New York, NY: Springer.
- Kamii, C., Miyakawa, Y., & Kato, Y. (2004). The development of logic-mathematical knowledge in a block-building activity at ages 1-4. *Journal of Research in Childhood Education*, 19(1), 44-57.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction. *Psychological Science*, 15(10), 661-667.
- Larsson, J. (2013). Children's encounters with friction as understood

- as a phenomenon of emerging science and as “opportunities for learning”. *Journal of Research in Childhood Education*, 27(3), 377-392.
- Legare, C. H. (2012). Exploring explanation: Explaining inconsistent evidence informs exploratory, hypothesis-testing behavior in young children. *Child Development*, 83(1), 173-185.
- Legare, C. H. (2014). The contributions of explanation and exploration to children's scientific reasoning. *Child Development Perspectives*, 8(2), 101-106.
- Martin, D. J. (2003). *Elementary science methods: A constructivist approach*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education* (2nd ed.). San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- National Research Council. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington: National Academies Press.
- Nicolopoulou, A. (2010). The alarming disappearance of play from early childhood education. *Human Development*, 53(1), 1-4. doi:10.1159/000268135
- Pepler, D. J., & Ross, H. S. (1981). The effects of play on convergent and divergent problem solving. *Child Development*, 52(4), 1202-1210.
- Piccolo, D. L., & Test, J. (2010). Preschoolers' thinking during block play. *Teaching Children Mathematics*, 17(5), 310-316.
- Rittle-Johnson, B., Saylor, M., & Swygert, K. E. (2008). Learning from explaining: Does it matter if mom is listening? *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(3), 215-224. doi:10.1016/j.jecp.2007.10.002
- Schulz, L. E., & Bonawitz, E. B. (2007). Serious fun: Preschoolers engage in more exploratory play when evidence is confounded. *Development Psychology*, 43(4), 1045-1050.
- Schulz, L. E., Gopnik, A., & Glymour, C. (2007). Preschool children learn about causal structure from conditional interventions. *Developmental Science*, 10(3), 322-332.
- Singer, D. G., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2006). *Play=learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social emotional growth*. New York, NY: Oxford University Press.
- Smolleck, L., & Herschberger, V. (2011). Playing with Science: An investigation of young children's science conceptions and misconceptions. *Current Issues in Education*, 14(1). Retrieved from <http://cie.asu.edu/ojs/index.php/cieatasu/article/view/324>
- Sobel, D. M., & Sommerville, J. A. (2010). The importance of discovery in children's causal learning from interventions. *Frontiers in Psychology*, 1, 176-183. doi:10.3389/fpsyg.2010.00176/full
- Solis, S. L., Curtis, K. N., & Hayes-Messinger, A. (2017). Children's exploration of physical phenomena during object play. *Journal of Research in Childhood Education*, 31(1), 122-140.
- Stoll, J., Hamilton, A., Oxley, E., Eastman, A. M., & Brent, R. (2012). Young thinkers in motion: Problem solving and physics in preschool. *Young Children*, 67(2), 20-26.
- van Meeteren, B., & Zan, B. (2010). Revealing the work of young engineers in early childhood education. *Early Childhood Research and Practices*, 12(2). Retrieved from <http://ecrp.illinois.edu/beyond/seed/zan.html>
- Wolfe, C. R., Cummins, R. H., & Myers, C. A. (2006). Scientific inquiry and exploratory representational play. In D. P. Fromberg & D. Bergen (Eds.), *Play from birth to twelve: Contexts, perspectives, and meanings* (2nd ed., pp. 199-206). New York: Routledge.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20(1), 99-149. doi:10.1006/drev.1999.0497

In Korean

- Cho, B.-K., & Lee, E.-J. (2011). Understanding among 4 to 5 year-old children about “Float or Sink” concept. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 31(5), 481-507.
- Cho, H.-S., Kim, M.-J., & Nam, K.-W. (2014). Effects of “STEAM education focusing music and movement activity” on children's problem-solving skills, creative personality, and emotional intelligence. *Early Childhood Education Research & Review*, 18(2), 421-445.
- Cho, H.-S., Kim, S.-W., Kim, J.-H., Kim, M.-J., & Kim, N.-Y. (2010). *Science education for young children*. Seoul: Hakjisa.
- Chun, H.-Y. (2001). *A study on measurement ability of young children* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T8421594>
- Dewey, J. (2015). *Interest and effort in education* (Y. G. Cho, Trans.). Dague: Kyousa. (Original work Published 1913)
- Glaser, B. G. (2014). *Basics of grounded theory analysis* (I. S. Kim & H. K. Jang, Trans.). Seoul: Hakjisa. (Original work published 1992)
- Go, M. Y. (2009). *Qualitative case study research*. Seoul: Chongmok Press.
- Hong, H. (2016). Theoretical rationale for early childhood STEAM education program based on museum experiences. *Early Childhood Education Research & Review*, 20(5), 281-306.
- Kim, S.-G. (2009). The effects of the constructive teaching on young children's scientific conceptual change. *Korea Journal of Child Care and Education*, 57, 53-73.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2012). *A study on the action plans for STEAM education* (Report 2012-12). Retrieved from KOFAC website: <https://>

www.kofac.re.kr/

- Kwak, H.-L. (2005). A study of scientific contents knowledge and knowledge construction on pendulum in a constructivist classroom. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 25(5), 227-250.
- Kwak, H.-L. (2015). *Constructive teaching method for early childhood education*. Goyang: Knowledge Community.
- Kwon, K.-Y. (2015). Understandings and practices about children's interest: Early childhood teachers' misunderstandings, confusion, and conflicts. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 35(2), 237-262.
- Lee, K. O., & Woo, N. H. (2014). How preschool children develop the concept of center of gravity?: Analysis of Microgenetic Method. *Journal of Korean Council for Children & Rights*, 18(2), 279-302. Retrieved from <http://www.newnonmun.com/article=65122>
- Lee, M. G., & Lee, S. J. (2014). Analysis of the perceptions and demands from teachers and pre-service teachers on good teaching for young children. *Journal of Future Early Childhood Education*, 21(4), 137-161.
- Lee, Y.-S. (2014). The direction of steam education in nuri-curriculum. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 34(1), 327-341.
- Lim, S.-J., & Lee, H.-W. (2009). Understanding children's conceptions changing process through the concept of how cars move. *The Korean Journal Child Education*, 18(1), 225-237.
- Moon, H.-L., & Kim, J.-H. (2009). Scientific concept and attitude of young children observed in the scientific inquiry activity of sound. *Korea Journal of Child Care and Education*, 59, 241-272.
- Park, H.-Y. (2014). *Qualitative research methodology*. Jeonju: Jeonbuk National University Press.
- Seo, Y.-H. (2016). An exploration into the process of scientific thinking on the part of young children as seen through bubbles play in the constructivism class. *Korean Journal of Early Childhood Education*, 36(3), 560-590.
- Shin, A.-N. (2007). *The developmental processes of young children's weight measurement* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=T11074429>
- Spradley, J. P. (2006). *Participant observation* (J. Y. Shin, Trans.). Seoul: Sigmappress. (Original work published 1980)
- Yi, M.-J., & Kim, E.-J. (2017). Awareness of early childhood teachers' application of STEAM education and the need for teacher education approaches. *Early Childhood Education Research & Review*, 21(1), 63-88.
- Yoo, H. N., & Ohm, J.-A. (2014). The thoughts and expectations of children about teacher's play intervention. *The Journal of Korean Teacher Education*, 31(2), 255-284. Retrieved from <http://www.newnonmun.com/article=190108>

ORCID

Eunyoung Baik <http://orcid.org/0000-0002-0134-744X>

Received April 30, 2017

Revision received June 28, 2017

Accepted August 7, 2017