

범주 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 이해*

김 민 경¹⁾

이 순 형²⁾

이 동 훈³⁾

서울대학교 아동가족학과

숭실대학교 기계공학과

이 연구는 범주 경계선적 대상에 대한 전조작기 유아의 생명현상 이해가 유아의 연령과 대상의 속성에 따라 차이가 있는지 검토하고, 이를 통해 유아의 생물개념 발달양상을 밝히고자 하였다. 서울과 경기도의 중류층 거주 지역 소재 어린이집 3곳과 유치원 1곳에서 3, 4, 5세 유아 총 120명을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상 유아는 이 연구를 위하여 개발된 경계선적 대상인 인간형 지능로봇을 관찰한 후 생명현상 판단 및 판단근거 과제를 수행하였다. 수집된 자료는 SPSS 프로그램에서 다중응답 교차분석을 이용하여 통계처리 하였다. 이 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 경계선적 대상인 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 유아의 연령과 경계선적 대상의 속성에 따라 차이가 있었다. 3세 유아의 판단근거는 불분명 하였지만, 4, 5세 유아는 생물학적 속성을 근거로 경계선적 대상에 대한 생명현상을 판단하였다. 특히 5세 유아는 3, 4세 유아와 비교했을 때 심리적 속성도 판단근거로 사용한 경우가 많았다. 또한 4, 5세 유아의 생명현상 판단근거는 인간형 지능로봇의 속성에 따라 차이가 있었다. 4, 5세 유아가 인간형 지능로봇의 생명현상을 판단할 때, 로봇이 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서표현을 모두 나타내는 경우 생물이 가지는 본질적 특성과 심리적 속성도 함께 근거로 사용하여 생명현상을 판단하였다. 이 연구는 생명현상이 모호하게 나타나는 경계선적 대상에 대한 전조작기 유아의 생명현상 이해를 실험 연구를 통하여 탐색함으로써 유아의 생물개념 발달 연구에 기초 자료를 제공했다는 점에 의의가 있다.

주요어 : 범주 경계선적 대상, 생명현상, 판단근거, 생물개념 발달, 인간형 지능로봇

* 이 연구는 2017년 서울대학교 박사학위청구논문의 일부임.

* 산업통상자원부 디자인혁신역량개발사업으로 지원된 연구결과임(10054241, 다양한 인터랙션 콘텐츠를 갖춘 자율행동과 학습기반의 휴머노이드형 소셜로봇 개발).

1) 서울대학교 아동가족학과, 시간강사

2) 교신저자 : 서울대학교 아동가족학과, 교수 (E-mail: ysh@snu.ac.kr)

3) 숭실대학교 기계공학과, 조교수

I. 서론

유아는 무한한 자극으로 이루어진 세상에서 살아간다. 세상의 다양한 대상과 사건을 제각기 독특한 것으로 이해하는 것은 거의 불가능한 일이다. 이에 인간은 어린 유아기부터 범주화라는 중요한 인지활동을 시작한다. 유아는 범주 내 개념 위계를 갖추어 나가는 동시에 몇 가지 근본적인 개념 구분에 관한 지식도 습득한다. 연구자들은 유아가 물리, 심리, 생물의 세 가지 핵심 지식(core knowledge)을 바탕으로 세상을 이해한다고 설명한다(Carey, 1985; Wellman & Gelman, 1992). 이 가운데 특히 유아의 생물 지식에 대해서 연구자들은 오랫동안 관심을 가져왔다. 만약 유아가 성인과 구별되는 생물과 무생물의 구분 기준을 가진다면, 세상의 수많은 대상에 대하여 성인과는 다른 사고를 할 것이다. 이것이 유아의 생물 개념에 대하여 많은 연구자들이 관심을 가지고 연구해온 주요한 이유 중 하나이다.

유아가 선천적으로 생물 지식을 가지는지에 대해서는 생득론의 입장과 구성론의 입장 사이에서 현재까지도 논쟁이 계속되고 있다. 생득론의 입장에서는 강력한 선천성을 주장하는 Fodor(1985)의 단원이론(modularity theory)과 약한 선천성을 주장하는 이론-이론(theory-theory)의 입장(Gopnik, Meltzoff, & Bryant, 1997; Keil, 1992; Wellman & Gelman, 1998)이 있다. 단원이론은 뇌의 신경기제인 단원이 생득적이기 때문에 표상능력은 영아부터 가능하며, 단원의 변형이나 재구성은 일어나지 않는다고 설명했다. 이후 이론-이론에서는 유아가 생득적 이을 가지고 있지만 새로운 증거에 의해 수정

될 수 있다고 보았다. 이와 같은 생득론의 입장은 영아의 생물 개념 연구 결과(Backscheider, Shatz, & Gelman, 1993; Gelman, 2003; Gelman & Wellman, 1991; Inagaki & Hanato, 1993; Keil, 1992)를 근거로 영아도 생물 개념 원리를 표상할 수 있는 능력이 있다고 주장하였다. 그들은 생물개념이 선천적으로 타고나는 것이며 개념의 구조는 영아기, 유아기, 학령기에 걸쳐 질적으로 동일하다고 가정하였다.

반면 구성론의 입장에서는 대표적으로 Piaget(1929)의 개념 발달 단계 이론을 들 수 있다. Piaget(1929)는 전조작기 유아의 물활론적 사고를 설명하면서 이 시기 유아는 인지적으로 미성숙하기 때문에 생물과 무생물을 구분하지 못한다고 주장하였다. 그의 개념 발달 단계 이론에 따르면 구체적 조작기가 되어야 생물개념 발달에 필요한 지식이 형성된다고 할 수 있다. 즉, 개념 발달이 고등정신기능의 발달과 밀접하게 연계되어 있다는 가설에 기초한 설명이다. Carey(1985)도 개념 발달의 시기가 Piaget(1929)의 주장보다 이르는 하지만 여전히 개념 구조가 인지 구조 및 언어 발달에 따라 재구조화된다고 주장하였다. Carey(1985)는 유아가 생물기제가 아니라 심리기제로 생물영역을 설명하며 7세 이전의 유아는 독자적인 생물영역을 구성하지 못한다고 주장하였다. 즉, 생물지식은 심리영역에서 파생되어 나온 후천적인 지식이며, 핵심영역의 지식이 아니라는 설명이다.

영아의 생물 개념 발달(Cicchino & Rakison, 2008; Rakison, Cicchino, & Hahn, 2007) 및 유아의 생물 개념 발달에 대한 선행연구(Backscheider et al., 1993; Inagaki & Hatano,

1993)를 살펴보면 생득론의 입장에서처럼 생물개념과 관련된 생득적 단원(modularity)이 존재하는 것처럼 보이기도 한다. 예를 들어, Behl-Chadha(1996)는 생후 9개월 미만 영아가 동물, 가구, 기계를 구분한다고 밝혔고, 2개월 경이 되면 사람과 사물에 대한 차이를 인식하기 시작한다는 연구결과(Lehherstee, Pomerleau, Malcuit, & Feider, 1987)도 있다. 7개월 영아가 자기 발생적 움직임과 타인 발생적 움직임을 구분할 수 있으며(Cicchino & Rakison, 2008), 9개월 영아는 동물과 인공물의 움직임만이 드러난 광점배열(point light display)을 보고 동물과 인공물을 구분한다는 보고도 있다. 이러한 영아의 능력과 관련하여 유아의 생물개념 발달에 대한 연구도 이어졌다. 유아가 생물과 무생물을 구분할 수 있다는 증거로 6~7세 아동이 소멸, 성장, 재생과 같은 생물학적 속성을 기반으로 생물과 무생물을 구분할 수 있다는 보고가 있다(Inagaki & Hatano, 1993). 또한 유아가 동식물에는 죽음이라는 생물학적 속성을 부여하지만 인공물에는 이러한 속성을 부여하지 않는다고 보고한 연구도 있다(Nguyen & Gelman, 2002). 이러한 선행연구들은 생물개념 발달에 대한 생득주의적 관점의 증거가 될 수 있다. 그러나 생득론자들의 영아기, 유아기, 학령기에 걸쳐 개념 구조가 동일하다는 주장에 대해서는 논란의 여지가 있다. 유아의 생물 이론은 성인의 이론처럼 완전한 과학적 이론이라고 말하기에는 여전히 직관적인 특성을 보이기 때문이다.

선행연구에 따르면 유아가 성인과 같이 생물의 본질적 속성(섭취, 성장, 재생 등)을 기반으로 생물개념을 이해한다고 보고하였으나

(Inagaki & Hatano, 1993), 대부분의 선행연구들은 명백한 생물이나 무생물에 속하는 대상에 대한 유아의 이해를 살펴보았다는 한계가 있다. Erickson, Keil과 Lockhart(1999)는 이러한 기존 연구들의 한계를 지적하면서 선행연구의 결과를 통해서는 유아가 가진 생물 개념과 지식이 생물과 무생물 영역의 어느 범위까지 적용 가능한지 설명하기 어렵다고 비판하였다. 세상에는 전형적인 생물이나 무생물 범주에 속하는 대상과 달리 범주를 구분하는데 혼동을 일으키는 경계선적 대상(boundary object)도 존재한다(Francis & Mishra, 2009). 따라서 이러한 경계선적 대상의 경우에도 유아가 생득주의자들의 주장대로 생물의 본질(essence)을 근거로 대상의 생명여부를 판단하는지 확인할 필요가 있다. 이 연구에서는 생물과 무생물의 속성을 모두 가지고 있어 범주 경계가 모호한 인간형 지능로봇을 사용하여 유아에게 사전 경험이 없는 새로운 대상을 제시하는 경우 유아가 어떠한 근거로 생명현상 판단을 하는지 살펴보려고 한다.

과학기술의 발달로 전통적인 존재론적 범주를 모호하게 만드는 새로운 대상이 등장하였고, 이러한 경계선적 대상에 대한 연구자들의 관심이 증가되었다. 대표적으로 인간과 의사소통 및 상호협력이 가능한 지능형 로봇(Breazeal, 2003)을 들 수 있다. 지능형 로봇은 무생물의 속성을 가지는 동시에 생물을 모방하고 있어 마치 살아있는 것처럼 보이기도 한다. 이러한 경계선적 대상은 유아가 기존에 가지고 있던 범주화 기제에 대한 갈등을 유발하기 때문에 유아의 생물에 대한 이해에 새로운 도전이 될 수 있다. 따라서 유아들이 경계

선적 대상에 대한 인지적 갈등을 어떻게 해결하는지 살펴보는 것은 유아의 생물 개념 발달을 확인할 수 있는 새로운 방법이 될 것이다.

구체적으로 경계선적 대상인 지능형 로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거를 살펴봄으로써 유아의 생물과 무생물 구분과 관련된 생물 지식의 구체적인 특성이 무엇인지 확인할 수 있다. 선행연구에서 생명현상 판단의 근거가 될 수 있는 중요한 특성으로 언급된 것은 자율적 운동성이다(Margett & Witherington, 2011; Ochiai, 1989). 전조작기 유아는 지각적으로 뚜렷한 운동성을 생명현상 판단의 단서로 사용하기 때문에 식물을 생물로 분류하지 못한다는 Carey(1985)의 주장과 움직임이 있는 구름과 같은 자연물을 생물로 분류한다는 Piaget(1929)의 주장이 있다. 그러나 생득주의자들의 입장에 따르면 유아는 초보생물(naive biology) 이론을 가지므로 운동성 같은 지각적 특성에 따라 생명현상 판단이 달라지지 않는다. 따라서 새로운 경계선적 대상인 로봇의 속성을 조작하여 유아가 로봇에 대한 생명현상 판단을 어떻게 하는지 살펴봄으로써 유아의 생물개념에 대한 논쟁을 규명할 수 있을 것이다.

생물을 모방하여 인간과 상호작용을 할 목적으로 만들어진 지능형 로봇의 경우 심리적 속성이 나타난다. 즉, 지능형 로봇은 정서를 표현하는 것이 가능하고, 수반적(contingent) 반응성과 같은 인지능력과 관련된 특성을 가진다. 이러한 심리적 속성들이 기존의 인공물과 지능형 로봇이 차별화되는 부분이다. Turkle(2007)은 지능형 로봇을 인간과 교감할 수 있고 욕구가 있는 ‘관계적 인공물(relational artifacts)’이라고 설명하면서 로봇의 심리적 속

성 중 하나인 정서가 생물과 무생물 범주의 경계를 흐리게 하는 강력한 요소라고 지적하였다. 따라서 경계선적 대상인 지능형 로봇의 정서표현 능력을 조작하여 유아가 지능형 로봇의 속성에 따라 생물현상을 다르게 판단하는지 확인할 수 있을 것이다. 유아의 생물 개념이 논리적이고 과학적인 이론이라면 생물과 무생물 구분에 있어서 생물의 본질적 속성이 중요한 판단근거가 되어야 한다. 반대로 유아의 생물개념이 비논리적이고 직관적인 상태라면 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단은 생물의 본질적 속성보다는 대상의 지각적 특성에 따라 영향을 받을 가능성이 있다. 지능형 로봇의 경우 연구자가 지능형 로봇의 속성을 인위적으로 조작할 수 있으므로 전조작기 유아의 생물개념 발달에 영향을 미치는 요인을 밝히는데 효과적이며, 대상이 가진 속성의 영향력이 로봇을 사용한 실험연구를 통하여 첨예하게 들어날 것으로 기대할 수 있다.

한편 유아의 경계선적 대상에 대한 이해와 관련된 최근 연구들은 대부분 동물로봇을 실험자극으로 사용하였다(노보람, 2014; Jipson & Gelman, 2007; Melson et al., 2005; Okita & Schwartz, 2006). 노보람(2014)은 로봇강아지 AIBO에 대한 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴보았으며 유아가 동물의 속성을 기준으로 생명현상을 판단하였다고 보고하였다. Jipson과 Gelman(2007)은 4세경이 되면 유아가 명백한 생물과 무생물은 구별하지만 로봇강아지와 같은 경계선적 대상에 대해서는 5세 유아와 성인도 심리적 속성에 대하여 추론할 때 혼란을 보인다고 보고하였다. Melson 등(2005)은 유아가 로봇강아지에게 정서 및 사회적 속성을 부

여할 가능성을 제기하였다. 이러한 선행연구들은 동물의 특성을 가진 경계선적 대상에 대한 유아의 태도를 보여준다. 그러나 유아기 추론의 ‘인간 유사성 유추’라는 발달적 특징을 고려할 때, 인간과 유사한 경계선적 존재에 대한 유아의 이해는 동물로봇을 사용한 선행연구의 결과와 다를 수 있다. 다시 말해 귀납 추론과제(induction tasks)를 사용한 연구(Carey, 1985; Gutheil, Vera, & Keil, 1998)에서는 유아가 대상과 인간 사이의 유사성을 유추하는 방식으로 추론한다는 점을 확인하였다. 또한 유아가 대상의 신체적 유사성을 바탕으로 귀납 추론을 한다는 연구결과도 있다(Springer, 1992). 이러한 경향성은 인간과 신체적으로 유사한 특성을 가진 존재까지 확대될 수 있다. 이는 유아가 인간과 닮은 지능형 로봇에 대해서는 동물 형상의 로봇과는 다른 추론을 할 가능성이 있음을 시사한다. 인간형 지능로봇은 인간과 외양 및 행동이 유사하기 때문에 유아에게 강력한 범주적 반응을 유발시킬 가능성이 있다. 유아의 생물 개념이 성인과 질적으로 다르지 않다면 유아도 성인처럼 일관적으로 인간형 지능로봇을 인공물로 분류해야 한다. 반면 생물 개념은 유아기에 계속적으로 발달하기 때문에 불안정한 상태라면 어린 유아의 경우 인간형 지능로봇의 지각적 특성이 방해가 되어 생명현상을 판단하는데 혼동을 경험할 수도 있다. 따라서 경계선적 대상 중 유아의 생물과 무생물 범주화 수행에 있어서 가장 도전적인 과제일 것으로 예상되는 인간형 지능로봇에 대하여 유아가 어떠한 근거로 생명현상을 판단하는지 살펴볼 필요가 있다.

마지막으로 기존의 유아의 생명 개념 발달

연구에서는 유아가 생물학적 속성(biological property)을 근거로 생물과 무생물을 구별하는지에 관심을 가졌다. 그러나 유아의 생명현상 판단은 생물학적 속성뿐 만 아니라 심리적 속성(psychological property)의 영향을 받을 가능성도 있다. 실제로 정서와 사고능력과 같은 심리적 속성은 뇌를 가진 고등 동물이 가진 속성이다. 따라서 심리적 속성은 생물학적 속성과 분리하여 존재할 수 없다. 그러나 인간형 지능로봇의 경우 생물학적 속성은 가지고 있지 않지만 인간과 유사한 방식으로 정서나 사고능력을 표현하도록 고안되었다. 따라서 이러한 새로운 경계선적 대상을 사용하여 심리적 속성이 전조작기 유아의 생명현상에 대한 이해에 영향을 미치는지 확인할 수 있을 것이다. 유아가 로봇을 어떠한 존재로 인식하는가를 살펴본 몇몇 선행연구(노보람, 2014; 현은자, 손수련, 2011; Kahn et al., 2012; Melson et al., 2005; Okita & Schwartz, 2006; Subrahmanyam, Gelman, & Lafosse, 2002)를 살펴보면, 유아가 로봇에게 정서, 사회성과 같은 심리적인 속성을 추론하는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해서 로봇에게 심리적 속성이 나타날 경우 유아가 인공물인 로봇을 심리사회적 존재로 인식하고, 로봇을 생명체로 인지할 가능성을 짐작해볼 수 있다. 인간형 지능로봇과 같이 심리적 속성을 부여한 상호작용적인 인공물에 대하여 유아가 어떠한 근거로 생명현상을 판단하는지 살펴봄으로써 기존의 생물 개념 발달 연구에서 관심을 가진 생물학적 속성뿐 만 아니라 심리적 속성이 유아의 생물 개념에 미치는 영향도 함께 살펴볼 수 있을 것이다.

이상의 문제 제기에 따라서 이 연구에서는 3, 4, 5세 유아의 생물 개념 발달 양상을 규명하기 위하여 생물과 무생물의 범주 경계선적 대상인 인간형 지능로봇을 개발하고, 다양한 속성을 가진 로봇에 대하여 유아가 어떠한 근거를 가지고 생명현상을 판단하는지 살펴보고자 한다. 이상의 내용을 정리한 연구문제는 다음과 같다.

<연구문제 1> 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단 및 판단근거는 유아의 연령(3, 4, 5세)에 따라 어떠한 양상을 보이는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

이 연구에서는 서울과 경기도의 중류층 거주 지역 소재 어린이집과 유치원에서 3, 4, 5세 유아 연령별 40명씩 총 120명을 연구 대상으로 선정하였다. 그 중 남아가 58명(3세 18명, 4세 21명, 5세 19명), 여아가 62명(3세 22명, 4세 19명, 5세 21명)이었다. 연구 대상 유아의 평균월령은 3세 유아가 43.75개월($SD = 2.93$), 4세 유아가 55.80개월($SD = 3.60$), 5세 유아가 67.48개월($SD = 3.87$)이었다. 연구자는 유아의 담임교사가 언어적, 인지적 문제가 없다고 평가한 유아들 중 부모의 동의를 받은 유아들만 연구 대상으로 선정하였으며, 지능형 로봇(인간형, 동물형)에 대한 경험이 과제 수행에 미치는 영향(Shen, 2015)을 통제하기 위해 사전에 학부모 설문지를 통하여 지능형 로봇에 대한 사전 경험이 없는 유아 120명을 대상으로 연

구를 수행하였다.

2. 연구도구

인간형 지능로봇

이 연구에서는 유아의 경계선적 대상에 대한 생명현상 이해를 살펴보기 위하여 인간형 지능로봇을 사용하였다. 인간의 외양을 가진 로봇을 사용한 이유는 대상의 외양이 유아의 생명현상 판단에 미치는 영향(Jipson & Gelman, 2007)을 통제하기 위함이다. 이 연구에서 사용한 인간형 지능로봇은 그림 1과 같이 얼굴과 눈이 있고, 팔, 다리, 몸통이 있으며, 동작, 표정, 발화를 통하여 인간과 상호작용할 수 있다.

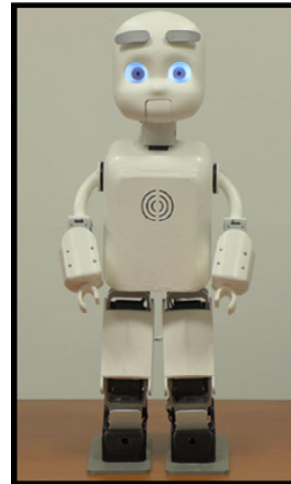


그림 1. 개발된 인간형 지능로봇

전체 크기는 약 30~40cm이며, 유아에게 친근한 이미지를 전하기 위해서 전체적으로 둥글고 귀여운 외모를 가지도록 설계되었다. 또한 인간형 지능로봇은 사람처럼 이족보행이 가능하며, 머리, 몸통, 팔, 다리를 움직일 수

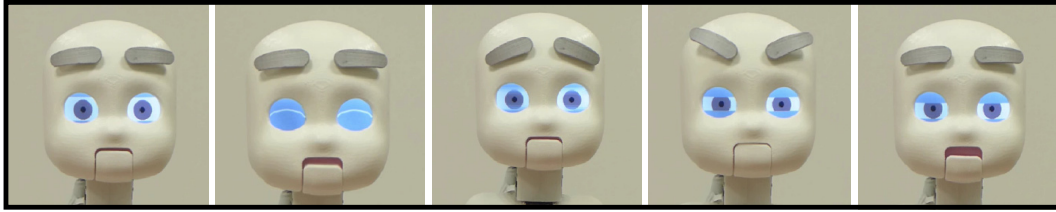


그림 2. 인간형 지능로봇의 표정으로 구현한 정서

주. 왼쪽부터 무표정, 기쁨, 슬픔, 화남, 지루함

있다. 마지막으로 해당 인간형 지능로봇은 발화능력, 상황에 적절한 표정을 표현하는 능력과 같은 인간과 유사한 특성을 가지고 있다. 로봇의 표정은 그림 2와 같이 눈썹, 눈, 입모양의 변화로 구현하였다.

생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서표현의 조합에 따라 인간형 지능로봇은 표 1과 같이 4가지 유형으로 구현되었고, 각 유형별 로봇이 인간(실험자)과 상호작용하는 동영상을 촬영하여 유아에게 제시하였다. 실험자극으로 사용할 동영상을 제작할 때에는 Wizard of Oz 기술(Woz)을 사용하여 원격조정자가 로봇을 조정하여 인간(실험자)-로봇 상호작용 상황을 구현하였다. Woz기술은 인간이 로봇과 상호작용하는 실험 연구에서 연구대상은 로봇이 자율적으로 작동된다고 생각하지만 실제로는 보이지 않는 사람(원격조정자)에 의

해 작동되도록 하는 기술을 의미한다. 원격조정자는 컴퓨터 인터페이스를 사용하여 정해진 실험 스크립트대로 로봇의 행동(동작, 표정, 발화)을 제어하였다.

구체적으로 R1의 경우 동작은 정면을 응시한 정지 상태를 유지하고, 표정은 계속해서 무표정 상태이다. R2의 경우 정면을 응시한 채 정지 상태를 유지하지만 실험자의 발화나 지시에 적절한 반응으로 의미 있는 표정을 표현하도록 하였다. R3의 경우 머리, 몸통, 팔, 다리를 움직이며 다양한 동작을 표현하도록 하였다. 그러나 로봇의 동작은 실험자의 지시와는 상관없이 무작위로 움직이도록 하였다. 표정은 무표정 상태를 유지한다. R4는 인간을 가장 많이 모방한 유형으로 로봇은 실험 스크립트 상의 실험자의 발화나 지시에 적절하게 움직이고, 상황에 맞는 표정을 지으며, 실험자와 자연스럽게 상호작용하는 모습으로 구현되었다.

모든 유형의 인간형 지능로봇은 발성 기능이 있지만 심리적 속성의 여부에 따라 발성의 구현 방법에 차이가 있다. 이 연구에서 정서표현 능력으로 대표되는 심리적 속성이 없는 로봇(R1, R3)의 경우 기계톤의 음성으로 실험자의 발화나 지시에 상관없이 무의미한 내용

표 1. 인간형 지능로봇의 유형

유형	대상의 속성	
	운동성	정서표현
R1	X	X
R2	X	○
R3	○	X
R4	○	○

의 말소리를 낸다. 반면 심리적 속성이 있는 로봇(R2, R4)의 경우 인간을 모방한 음성으로 실험자의 발화나 지시에 적절한 언어적 반응을 한다. 즉, 이 유형의 로봇은 실험자와 자연스럽게 대화가 가능하도록 구현하였다.

동영상의 실험 스크립트는 크게 네 부분으로 구성된다. 구체적인 스크립트 내용은 로봇과 실험자가 처음 만나 인사를 나누는 ‘인사(만남)’, 실험자의 요청에 따라 로봇이 운동성과 정서표현 능력을 보여주며 자신에 대하여 소개를 하는 ‘자기소개’, 실험자의 이동 명령에 로봇이 반응하는 ‘이동’, 실험자가 로봇을 칭찬하거나 위로하고 로봇이 이에 반응하는 ‘칭찬 또는 위로’로 이루어져있다.

생명현상 판단 및 판단근거 과제

이 연구에서는 유아가 인간형 지능로봇을 어떤 존재로 인식하는지 알아보기 위하여 생명현상 판단 및 판단근거 과제가 설계되었다. 이 과제는 유아에게 각 유형의 인간형 지능로봇의 동영상을 제시한 후 두 가지 질문을 하도록 되어 있다. 구체적으로 인간형 지능로봇의 생명현상 판단과 관련된 질문(“이것은 살아있는 것일까요? 살아있지 않은 것일까요?”)과 생명현상 판단근거를 묻는 질문(“이것은 왜 살아있는 것이에요?” 혹은 “이것은 왜 살아있지 않은 것이에요?”)으로 구성되어 있다.

유아가 생명현상 판단근거에 대하여 충분히 설명할 수 있도록 유아가 대답을 한 후에 또 다른 이유가 있는지 한 번 더 반복하여 질문(“그리고 또 왜 그렇게 생각했어요?”)하였다. 이 연구에서는 개별 유아가 몇 가지 응답을 하였는지가 중요한 것이 아니라 해당 연령의

유아들이 어떠한 판단근거를 사용하여 생명현상을 판단하는가를 확인하고자 하였다. 이에 따라 연구자는 개방형으로 질문하고, 유아에게 응답할 수 있는 기회를 충분히 제공한 후 유아가 자신의 생각을 자유롭게 설명한 전체 응답 내용을 분석하는 것이 필요하다고 판단하였다. 또한 반복 질문을 하는 경우 첫 번째 질문에서는 유아가 생명현상 판단근거로 지각적 특성을 언급할 가능성이 높고, 두 번째 질문에서 좀 더 심층적인 생명현상 판단근거를 언급할 가능성이 있을 것으로 예상하였다. 따라서 유아에게 반복 질문을 하였으며, 다중응답 교차분석을 통해 연령별로 판단근거 양상이 어떻게 나타나는지 살펴보았다.

유아의 응답은 그 자리에서 모두 기록하였으며, 실험이 끝난 후 최종적으로 범주를 구성하여 분류하였다. 각 유형별 인간형 지능로봇에 대한 유아의 응답을 범주화하기 위하여 선행연구(강민정, 권용주, 정완효, 2004; 김진옥, 이순형, 2007; 노보람, 2014; Backscheider et al., 1993; Erickson, Keil, & Lockhart, 2010; Inagaki & Hatano, 1993; Margett & Witherington, 2011; Massey & Gelman, 1988; Scherf, Behrmann, Humphreys, & Luna, 2007)를 참고하여 범주를 구성하였다. 범주는 생물학적 속성 근거(운동성, 발성가능성, 내부구조, 외양, 생리성, 발생근원), 심리적 속성 근거(정서, 사고), 기타 근거(범주지식, 무관련 응답)로 이루어져 있다. 유아의 응답을 해당 범주로 분류하는 것이 타당한지 확인하기 위하여 아동학 전공자 2인에게 평정을 의뢰한 뒤, 평정자간 신뢰도를 구하였고 평정자 간 일치도는 98.3%였다. 범주화하기 모호한 응답에 대해서는 기록된 자료

를 근거로 토의한 후 최종 항목을 선정하였다.

유아가 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 사용하는 판단근거 중 대표적인 특징은 운동성(Margett & Witherington, 2011; Massey & Gelman, 1988)과 발생가능성(강민정 등, 2004)이다. 운동성은 대표적인 동물속성으로 유아의 생명현상 판단의 주요 기준이 될 수 있다. 소리를 내거나 말을 한다는 특징도 유아가 생명현상을 판단하는 근거가 된다. 생물의 경우 생물학적 내부구조를 가지고 있는 반면 무생

물의 경우 생물과 내부구조가 다르다는 것을 생명현상 판단의 근거로 사용할 수 있다(김진옥, 이순형, 2007). 또한 유아는 대상의 내적 특징뿐만 아니라 외적 특징인 형태, 색깔, 재질 등의 지각적 특징을 사용하여 생명현상 판단을 할 수 있다(Scherf et al., 2007). 섭취, 성장, 호흡, 에너지원과 같은 생리성과 생물학적 번식과 관련된 대상의 생물학적 발생근원(biological origins)도 생명현상 판단의 근거가 될 수 있다(Backscheider et al., 1993; Inagaki &

표 2. 생명현상 판단근거 범주 및 응답의 예시

범주		판단기준	‘살아있다’라고 응답한 경우의 예시	‘살아있지 않다’라고 응답한 경우의 예시
생물학적 속성 근거	운동성	움직임 여부와 움직임 특징을 언급한 경우	움직여서	안 움직여서
	발생가능성	소리(말)와 관련된 특징을 언급한 경우	말해서	로봇이 진짜 말하는 것이 아니어서
	내부구조	대상의 내부구조와 관련된 특징을 언급한 경우	심장이 있어서	뼈가 없어서
	외양	대상의 외양과 같은 지각적 특징을 언급한 경우	눈이 있어서	딱딱해서
	생리성	섭취, 성장, 에너지의 근원 등을 언급한 경우	밥을 먹어서	전기로 움직이는 것이어서
	발생근원	대상의 근원과 관련된 특징을 언급한 경우	엄마가 낳아서	사람들이 만든 것이어서
심리적 속성 근거	정서	대상에게 정서가 있다고 언급한 경우	웃어서	진짜로 기분이 좋은 것은 아니어서
	사고	대상이 생각할 수 있다고 언급한 경우	생각할 수 있고 말도 제대로 해서	생각할 수 없고 이상한 말만 해서
기타 근거	범주지식	특정 범주에 속하는 대상이기 때문에 생명현상을 인지하는 경우	사람이어서	기계라서
	무관련 응답	이상의 범주와 상관없는 응답을 한 경우	예뻐서	로봇만 구할 수 있어서

Hatano, 1993). 이러한 항목들을 묶어서 생물속성 근거로 범주화하였다.

심리적 속성 근거는 대상이 정서를 가지고 있고 사고능력이 있다는 것을 근거로 생명현상 판단을 한 경우이다(Erickson et al., 2010). 정서는 긍정정서와 부정정서를 포함하고, 인지능력 중 대상이 사고를 할 수 있는가를 기준으로 생명현상을 판단할 가능성을 확인하였다. 유아는 대상이 속해있는 범주지식에 근거하여 생명을 판단하기도 하며(노보람, 2014), 판단근거가 불분명한 상태로 생명현상 판단을 내리기도 한다. 이러한 경우 기타 근거로 범주화하였다. 생명현상 판단근거 과제 질문에 대한 유아 응답의 범주화와 응답의 예시는 표 2에 제시하였다.

3. 연구절차

예비조사

유아의 생명현상 판단과 판단근거를 측정하기에 적합한 연구도구를 구성하여 그 적합성을 검증하고 연구 설계의 타당도를 높이기 위해 2016년 11월 14일부터 16일까지 서울시 소재 어린이집에서 3, 4, 5세 유아 10명을 대상으로 1차 예비조사를 실시하였다. 1차 예비조사를 통해서 유아가 연구도구로 사용할 인간형 지능로봇을 어떠한 존재로 이해하는지 검토하였다. 유아는 로봇의 얼굴 형태와 안면 구성요소에 민감하게 반응하며 이를 바탕으로 로봇의 생명현상에 대하여 언급하기도 하였다. 따라서 연구도구인 인간형 지능로봇을 범주 경계선적 대상으로 구현하기 위해서는 특히 로봇의 얼굴과 안면 구성요소가 인간과 유사

할 필요가 있음을 확인할 수 있었다. 또한 로봇이 표정을 통하여 정서를 표현하도록 할 때 로봇의 눈과 눈썹을 동시에 움직이도록 할 필요가 있으며, 이러한 섬세한 표정 변화가 나타날 때 유아가 로봇의 정서 표현을 명확히 이해할 수 있다는 점을 확인하였다. 마지막으로 로봇이 발화의 주체임을 명확히 나타내기 위하여 로봇이 말을 할 때 입도 함께 움직일 필요가 있음이 확인되었다. 1차 예비조사 결과를 바탕으로 수정 보완한 연구도구 및 연구 설계의 타당도를 검증하기 위해 2017년 1월 31일부터 2월 1일까지 3, 4, 5세 유아 10명을 대상으로 2차 예비조사를 실시하였다. 예비조사 결과 전체 연령 유아 모두 개발된 인간형 지능로봇의 동영상 자극을 사용하는 실험과제를 수행하는데 어려움이 없음을 확인되었다. 또한 유아의 집중시간을 고려할 때 개별 동영상의 상영시간은 40~50초 정도가 적절하였으며, 1회의 실험시간은 15분 정도가 적절하였다.

네 가지 유형의 인간형 지능로봇은 유아에게 실험조건별로 다른 이름으로 제시되었다. 구체적으로 R1은 프리즈, R2는 이모션, R3는 모션, R4는 스마티로 소개되었다. 예비조사 결과 로봇에게 서로 다른 이름을 부여하는 경우 유아가 각 로봇을 서로 다른 별개의 대상으로 이해한다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 인간형 지능로봇에게 사용한 이름이 유아의 생명현상 판단에 영향을 미치는 단서가 될 가능성이 있는지 확인하기 위하여 유아에게 로봇의 다른 속성은 모두 동일하게 통제하고 서로 다른 이름만 제시한 후 생명현상 판단과 판단근거 과제를 실시한 결과, 로봇의 이름은 유아의

과제 수행에 영향을 미치는 단서가 되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 본 조사에서도 동일한 방법을 사용하여 유아에게 실험조건별 인간형 지능로봇을 제시하였다.

본 조사

본 조사는 서울과 경기도에 소재한 중류층 지역의 어린이집 3곳과 유치원 1곳, 총 4곳을 2017년 2월 2일부터 2월 28일까지 연구자가 직접 방문하여 실시하였다. 실험은 연구자가 직접 연구대상 유아를 개별적으로 조용한 공간으로 불러서 일대일 면접으로 실시하였다. 모든 유아들은 ‘생명현상 판단 및 판단근거’ 과제에 참여하였다. 유아가 과제를 수행할 때에는 유아와 실험자가 유아용 책상에 나란히 앉고 유아의 정면에 실험자극이 제시되는 노트북컴퓨터를 놓았으며 실험자는 유아의 오른쪽에 앉았다. 모든 실험이 시작되기 전에 실험자는 유아와 라포를 형성한 뒤, 지시문에 따라 과제를 간단하게 소개하고 과제를 실시하였다. 모든 실험에서 실험자는 유아의 점수와 응답내용을 바로 기록지에 기록하였다.

연구자는 유아에게 네 가지 유형의 인간형 지능 로봇의 사진과 이름을 나열한 파워포인트 슬라이드를 제시하고, 유아가 각 유형의 인간형 지능로봇을 서로 다른 개체로 인식하도록 각각의 인간형 지능로봇을 네 가지의 다른 이름으로 구분하여 소개한 후 각각의 동영상상을 제시하였다. 인간형 지능로봇은 속성이 적게 드러나는 것을 먼저 제시하고 속성이 많이 드러나는 것은 나중에 제시하였다. 속성이 많이 드러난 대상을 먼저 제시할 경우, 유아의 기억에 의하여 다음 제시되는 대상에 영향

을 미칠 수 있기 때문이다. 포함 속성의 수가 동일한 조건(R2, R3) 내에서는 무작위 순서로 제시하였다. 각각의 동영상상이 끝날 때마다 실험자는 유아에게 생명현상 판단 및 판단근거 과제 질문을 한 후 유아의 응답을 기록하였다. 각 과제를 시행할 때에는 앞서 인간형 지능로봇을 소개할 때 사용한 인간형 지능로봇의 이름을 사용하지 않고, 모든 대상을 ‘이것’으로 지칭하였다(Jipson & Gelman, 2007). 이것은 인간형 지능로봇의 이름이 반복 사용됨으로써 유아의 생명현상 판단에 있어서 이름이 단서로 사용되지 않도록 하기 위함이다.

4. 자료분석

수집된 자료는 SPSS WIN 18.0 프로그램을 이용하여 분석했다. 유아의 일반적 특성을 파악하기 위하여 백분율, 평균, 표준편차를 살펴 보았다. 다음으로 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단을 살펴보기 위하여 빈도분석을 실시하고, 생명현상 판단 근거 양상을 살펴보기 위하여 로봇의 유형별로 로봇이 살아있다고 응답한 경우와 살아있지 않다고 응답한 경우를 분리하여 다중응답 교차분석을 실시하였다.

III. 결과 및 해석

1. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단

유아의 연령에 따라서 인간형 지능로봇에

대한 생명현상 판단을 살펴보기 위하여 인간형 지능로봇의 유형별로 빈도분석을 실시한 결과는 표 3과 같다. 우선 전체 연령 집단의 유아 중 60.8~84.2%의 유아가 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답하였다. 인간형 지능로봇이 살아있다고 판단한 유아의 빈도를 살펴보면, 84.2%의 유아가 생물학적 속성인 운동성과 심리적 속성인 정서표현을 모두 보이는 인간형 지능로봇(R4)이 살아있다고 판단하였고, 72.5%의 유아가 심리적 속성만 보이는 인간형 지능로봇(R2)가 살아있다고 판단하였다. 생물학적 속성만 보이는 인간형 지능로봇(R3)은 70.0%의 유아가 로봇이 살아있다고 응답하였으며, 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 보이지 않는 인간형 지능로봇(R1)은 60.8%의 유아가 살아있다고 응답하였다. 3세 유아가

인간형 지능로봇이 살아있다고 판단하는 경우가 4, 5세 유아보다 더 많았으며, 5세 유아는 인간형 지능로봇이 살아있지 않다고 판단하는 경우가 어린 연령의 유아보다 더 많이 나타났다. 다시 말해 연령이 높은 집단의 유아가 연령이 낮은 집단의 유아보다 인간형 지능로봇이 살아있다고 응답하는 경우가 적었다. 또한 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단은 로봇의 유형에 따라 다른 양상을 보인다. 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우, 3, 4, 5세 유아 모두 인간형 지능로봇이 살아있다고 믿는 경우가 많았다(72.5~95.0%). 생물학적 속성이나 심리적 속성 중 한 가지만 나타나는 인간형 지능로봇(R3, R2)에 대해서는 4, 5세 유아에 비하여 3세 유아가 인간형 지능로봇이 살아있

표 3. 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단

(N = 120)

유형	생명현상 판단	연령			전체
		3세	4세	5세	
R1	살아있다	34(85.0)	25(62.5)	14(35.0)	73(60.8)
	살아있지 않다	6(15.5)	15(37.5)	26(65.0)	47(39.2)
	전체	40(100.0)	40(100.0)	40(100.0)	120(100.0)
R2	살아있다	37(92.5)	26(65.0)	24(60.0)	87(72.5)
	살아있지 않다	3(7.5)	14(35.0)	16(40.0)	33(27.5)
	전체	40(100.0)	40(100.0)	40(100.0)	120(100.0)
R3	살아있다	35(87.5)	30(75.0)	19(47.5)	84(70.0)
	살아있지 않다	5(12.5)	10(25.0)	21(52.5)	36(30.0)
	전체	40(100.0)	40(100.0)	40(100.0)	120(100.0)
R4	살아있다	38(95.0)	34(85.0)	29(72.5)	101(84.2)
	살아있지 않다	2(5.0)	6(15.0)	11(27.5)	19(15.8)
	전체	40(100.0)	40(100.0)	40(100.0)	120(100.0)

다고 믿는 경우가 많았다(R3: 47.5~87.5%, R2: 60.0~92.5%). 생물학적 속성과 심리적 속성이 모두 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)의 경우 4, 5세 유아는 인간형 지능로봇을 생명이 없는 인공물로 판단한 경우가 많은 반면 3세 유아는 로봇을 살아있는 존재로 판단한 경우가 많았다(35.0~85.0%). 이러한 결과는 전조작기 유아의 생명개념은 단편적이고 일관되지 않다는 선행연구(Okita & Schwartz, 2006)와 일치하며, 구성주의 입장처럼 이 시기 유아의 생명현상 개념은 아직 불안정한 것으로 보인다.

2. 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거

인간형 지능로봇이 ‘살아있다’고 응답한 유아의 생명현상 판단근거

인간형 지능로봇이 살아있다고 응답한 유아들의 생명현상 판단근거를 분석한 결과 3세 유아의 생명현상 판단근거는 무응답(65.3%)이 높게 나타나 불분명했지만 4, 5세 유아는 생물속성을 근거로 생명현상을 판단한 경우가 많았다(4세 61.7%, 5세 83.8%). 4, 5세 유아는 인간형 지능로봇의 속성에 따라 생명현상 판단근거가 다르게 나타났다. 다중응답 교차분석의 결과표는 표 4와 같고, 구체적인 응답 사례는 표 5에 제시하였다. 운동성과 정서표현이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 발성가능성을 생명현상 판단근거로 사용한 비율(24.8%)이 높았다. 인간형 지능로봇(R1)이 인간의 모습이고(Jipson & Gelman, 2007), 발성내용이 무의미한 기계적 소리임에도 불구하고 발성이 가능하다

는 점을 근거로 유아는 인간형 지능로봇(R1)에게 생명현상이 있다고 판단했을 가능성이 있다. 운동성은 나타나지 않고 정서표현만 나타나는 인간형 지능로봇(R2)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 4세 유아는 발성가능성과 관련된 판단근거(50.0%)를 주로 사용하였고, 5세 유아는 발성가능성(54.2%)과 정서(20.8%)와 관련된 특성을 근거로 생명현상을 판단했다. 특히 5세 유아의 경우 인간형 지능로봇(R2)이 발성 능력이 있다는 점 뿐 만 아니라 수반적(contingent) 상호작용이 가능함을 이해하고 이를 바탕으로 인간형 지능로봇(R2)에게 생명현상을 판단한 것으로 보인다. 정서표현은 나타나지 않고 운동성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)이 살아있다고 응답한 4, 5세 유아의 경우 운동성을 근거로 생명현상을 판단하였다(4세 43.3%, 5세 68.4%). 운동성과 정서표현이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)이 살아있다고 응답한 유아의 경우 4세 유아는 운동성(52.9%)을 근거로 생명현상을 판단했고, 5세 유아는 운동성(75.9%), 발성가능성(31.0%), 사고능력(17.2%)을 생명현상 판단근거로 사용하였다. 이는 유아가 동물속성을 근거로 생명현상을 판단한다는 선행연구(노보람, 2014; Cicchino & Rakison, 2008; Rakison, Cicchino, & Hahn, 2007; Richards & Siegler, 1984)와 일치하는 결과이다.

인간형 지능로봇이 ‘살아있지 않다’고 응답한 유아의 생명현상 판단근거

인간형 지능로봇이 생명현상이 없는 인공물이라고 판단한 유아의 경우, 3세 유아의 판단근거는 불분명해보이지만 4세 유아는 운동성

표 4. 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 ‘살아있다’는 응답에 대한 생명현상 판단근거 ($N = 120$)
단위: 명(%)

유 형	연령	생물학적 속성 근거					심리적 속성 근거			기타 근거		무 응답	전체
		운동성	발성 가능성	내부기관	외양	생리성	발생근원	정서	사고	범주지 식	무 관련		
R1	3세	1 (2.9)	7 (20.6)	0 (.0)	1 (2.9)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (5.9)	2 (5.9)	21 (61.8)	34 (100.0)
	4세	0 (.0)	9 (36.0)	0 (.0)	1 (4.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (8.0)	2 (8.0)	11 (44.0)	25 (100.0)
	5세	0 (.0)	9 (64.3)	0 (.0)	1 (7.1)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (14.2)	2 (14.3)	14 (100.0)
	전체	1 (1.4)	25 (34.2)	0 (.0)	3 (4.1)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	4 (5.5)	6 (8.4)	34 (46.6)	73 (100.0)
R2	3세	0 (.0)	7 (18.9)	0 (.0)	2 (5.4)	0 (.0)	0 (.0)	2 (5.4)	0 (.0)	2 (5.4)	0 (.0)	26 (70.3)	37 (100.0)
	4세	1 (3.8)	13 (50.0)	1 (3.8)	1 (3.8)	0 (.0)	0 (.0)	2 (7.7)	1 (3.8)	0 (.0)	4 (15.2)	8 (30.8)	26 (100.0)
	5세	0 (.0)	13 (54.2)	0 (.0)	3 (12.5)	0 (.0)	0 (.0)	5 (20.8)	5 (20.8)	1 (4.2)	2 (8.4)	1 (4.2)	24 (100.0)
	전체	1 (1.0)	33 (33.0)	1 (1.0)	6 (6.0)	0 (.0)	0 (.0)	9 (9.0)	6 (6.0)	3 (3.0)	6 (6.0)	35 (35.0)	87 (100.0)
R3	3세	6 (17.1)	7 (20.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (2.9)	0 (.0)	24 (68.6)	35 (100.0)
	4세	13 (43.3)	5 (16.7)	0 (.0)	1 (3.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (6.7)	1 (3.3)	10 (33.3)	30 (100.0)
	5세	13 (68.4)	3 (15.8)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (5.3)	1 (5.3)	2 (10.5)	19 (100.0)
	전체	32 (35.6)	15 (16.7)	0 (.0)	1 (1.1)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	4 (4.4)	2 (2.2)	36 (40.0)	84 (100.0)
R4	3세	4 (10.5)	7 (18.4)	0 (.0)	1 (2.6)	0 (.0)	0 (.0)	2 (5.3)	4 (10.5)	1 (2.6)	1 (2.6)	23 (60.5)	38 (100.0)
	4세	18 (52.9)	8 (23.5)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (2.9)	2 (5.9)	2 (5.9)	8 (23.5)	34 (100.0)
	5세	22 (75.9)	9 (31.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (3.4)	5 (17.2)	1 (3.4)	1 (3.4)	4 (13.8)	29 (100.0)
	전체	44 (35.2)	24 (19.2)	0 (.0)	1 (.8)	0 (.0)	0 (.0)	3 (2.4)	10 (8.0)	4 (3.2)	4 (3.2)	35 (28.0)	101 (100.0)
전 체	3세	11 (7.6)	28 (19.4)	0 (.0)	4 (2.8)	0 (.0)	0 (.0)	4 (2.8)	4 (2.8)	6 (4.2)	3 (2.1)	94 (65.3)	144 (100.0)
	4세	32 (27.8)	35 (30.4)	1 (.9)	3 (2.6)	0 (.0)	0 (.0)	2 (1.7)	2 (1.7)	6 (5.2)	9 (7.8)	37 (23.2)	115 (100.0)
	5세	35 (40.7)	33 (38.4)	0 (.0)	4 (4.7)	0 (.0)	0 (.0)	6 (7.0)	10 (11.6)	3 (3.5)	6 (7.0)	9 (10.5)	86 (100.0)
	전체	78 (20.2)	96 (24.8)	1 (.3)	11 (2.8)	0 (.0)	0 (.0)	12 (3.1)	16 (4.1)	15 (3.9)	18 (16.9)	140 (36.2)	345 (100.0)

표 5. 인간형 지능로봇이 ‘살아있다’라고 응답한 유아의 생명현상 판단근거의 예

생물학적 속성 근거	
운동성	R1: “움직일 것 같아서”(3세)
	R2: “움직일 것 같아서”(4세)
	R3: “움직여서요”(3, 4, 5세), “몸도 움직여서요”(5세), “고개를 끄덕이고 팔, 다리도 움직여서요”(5세), “입이랑 몸이 움직여서요”(5세)
	R4: “걸어가서요.”(3, 4, 5세), “움직여서”(5세), “발도 움직이고 몸도 움직여서요.”(4세), “온몸이 다 움직여서요.”(4세), “다리, 몸, 손 모두 다 움직여서요.”(4세), “손도 움직이고 몸도 움직여서요.”(5세), “발을 움직이고 고개도 끄덕여서요.”(5세)
발성 가능성	R1: “말을 해서 살아있어요.”(3세, 4세, 5세), “이상하긴 하지만 말을 해서 살아있어요.”(4세)
	R2: “말을 해서요.”(3, 4, 5세), “애기도 하니까요.”(3세), “사람이 아니고 뼈도 몸 안에 없지만 말을 해서 살아있는 거예요.”(5세)
	R3: “말을 해서요.”(3, 4, 5세), “이야기도 하니까요.”(3세)
	R4: “말을 해서요.”(3, 4, 5세), “이야기도 하니까요.”(3세)
내부기관	R2: “에너지가 있어서” (4세)
외양	R1: “눈을 뜨고 있어서 살아있는 거예요.” (3, 4, 5세)
	R2: “눈을 뜨고 있어서요.”(3, 4, 5세), “눈을 깜빡여서요.”(5세), “말을 할 때 이상한 소리(기계음)가 안 나서요.”(5세)
	R3: “눈을 뜨고 있어서 살아있는 거예요.”(4세)
	R4: “눈을 뜨고 있어서”(3세)
심리적 속성 근거	
정서	R2: “화날 때도 있고 울 때도 있고 즐거울 때도 있어서요.”(3세), “표정을 지어서요.”(3세), “얼굴이 움직이는 표정이 있어서”(4세), “우리처럼 웃고 기분도 좋아하니까요.”(5세), “화가 나고 슬프고 기분이 좋을 때도 있어서요.”(5세), “속상하다고 해서요.”(5세), “기분을 말해서요.”(5세), “얼굴이 움직이는 표정이 있어서요.”(5세)
	R4: “눈썹이 움직이고 표정을 지어서요.”(3세), “기분 좋아하니까요.”(5세)
사고	R2: “말을 잘 해서요!”(4, 5세), “말하고 대답도 하니까요.”(5세), “대답을 잘 해서요.”(5세), “진짜 사람처럼 말을 잘해서요.”(5세), “말을 똑바로 해서요.”(5세)
	R4: “생각하니까”(3세), ““안녕하세요”하고 예쁘게 말하고 인사할 수 있어서요.”(3세), “안녕하고 인사를 하니까요.”(3세), “말을 ‘잘’하니까요.”(4, 5세), ““진짜’ 말을 하니까요.”(5세), “이리오라고 했을 때 걸어가니까요. 생각하니까요.”(5세), “머릿속에 컴퓨터가 있어서 생각하니까요.”(5세)
기타 근거	
범주 지식	R1: “사람 같아서요.”(3, 4세), “로봇이라서 살아있는 거예요.”(4세)
	R2: “로봇이어서”(3, 5세)
	R3: “로봇트 같아서”(3, 4, 5세), “사람이어서”(4세)
	R4: “로봇트 같아서”(3세), “로봇이어서”(4, 5세), “사람 같아서”(4세)
무관련 응답	R1: “보여서요.”(3세), “깨어나서요.”(4, 5세)
	R2: “좋아서요.”(4세), “깨어나서요.”(4, 5세)
	R3: “고쳐서”(4세), “고장 안 나서”(5세)
	R4: “다 보여서”(3세), “좋아서요.”(4세), “깨어나서요.”(4, 5세)

주. 심리적 속성을 가지고 있는 인간형 지능로봇(R2)에 대하여 의사소통이 가능한 의미 있는 발화가 가능하다는 뜻으로 유아가 해당 로봇은 ‘말을 잘 한다’라고 표현함.

(28.9%), 사고능력(17.8%), 범주지식(17.8%)을 판단근거로 많이 사용하였고, 5세 유아는 사고능력(37.8%)과 외양(23.0%)을 근거로 많이 사용하였다. 다중응답 교차분석의 결과표는 표 6과 같고, 구체적인 응답 사례는 표 7에 제시하였다.

인간형 지능로봇의 유형별로 나누어 살펴보면 운동성과 정서표현이 나타나지 않는 인간형 지능로봇(R1)이 살아있지 않다고 응답한 유아의 경우 4세는 운동성(46.7%), 5세는 사고능력(57.7%)을 근거로 사용한 비율이 높았다. 인간형 지능로봇(R2)이 정서 표현을 통하여 심리적 속성을 보이더라도 이것이 인공물이라는 사실을 정확히 판단한 유아의 경우 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단한 경우가 많았다. 구체적으로 3, 4세 유아에게 생물학적 속성 중 운동성(3세 33.3%, 4세 42.9%)이라는 속성이 유아가 대상에 대한 생명현상 판단에 중요한 영향을 미치는 요소임을 확인할 수 있었고, 5세 유아는 대상의 외양(31.3%)과 사고능력(25.0%)이 중요한 생명현상 판단근거임을 확인할 수 있었다. 운동성만 가지고 있는 인간형 지능로봇(R3)이 살아있지 않다고 응답한 4, 5세 유아의 경우 사고능력(4세 40.0%, 5세 42.9%)을 근거로 사용하여 인간형 지능로봇(R3)이 살아있지 않다고 판단하였다. 이는 해당 연령의 유아가 단순히 운동성이라는 생물학적 속성만으로 생명 유무를 판단하지 않고 심리적인 속성을 추가적인 단서로 사용하여 판단함을 의미한다. 마지막으로 운동성과 정서표현이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)이 살아있지 않다고 응답한 유아의 경우 3세 유아의 근거는 불분명하나 4세 유아는 생리성

(33.3%)과 범주지식(33.3%)을, 5세 유아는 외양(45.5%), 범주지식(36.4%), 내부기관(12.0%)을 근거로 생명현상을 판단하였다. 운동성과 정서표현이 모두 나타나는 인간형 지능로봇(R4)의 경우 유아는 운동성이나 발생가능성과 같은 지각적 단서 이외의 근거를 사용하여 생명현상 판단근거를 설명했다. 이를 통해 유아의 생물 개념에 대한 이해를 더 구체적으로 확인할 수 있었다. 3세 유아는 언어능력의 한계로 판단근거를 설명하는데 어려움이 있는 것으로 보이나 4, 5세 유아는 내부기관이나 생리성, 생물학적 발생 여부 등 생물의 본질적 특성을 근거로 생명현상을 판단하고, 사고와 정서 같은 심리적 속성도 함께 고려하였다.

전조작기 유아의 생명현상 판단근거가 연령별로 발달 차이가 있고, 특히 4, 5세 유아의 경우 3세 유아와 비교했을 때 생물학적 속성 뿐만 아니라 심리적 속성을 생명현상 판단근거로 사용했다는 점은 이 연구에서 도출된 새로운 결과이다. 이는 유아가 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 생물영역과 심리영역의 기준을 모두 사용하여 추론할 가능성을 시사한다. 한 가지 가능한 해석은 연령이 높은 유아의 경우 마음을 이해하는 능력의 발달(Perner, 1991; Wellman, 1990)로 경계선적 대상의 심리적 속성도 고려하여 인간형 지능로봇에 대한 생명현상 판단을 하였을 가능성이 있다는 것이다.

IV. 논의 및 결론

이 연구는 전조작기 유아의 생물개념 발달

표 6. 유아의 연령에 따른 인간형 지능로봇이 ‘살아있지 않다’는 응답에 대한 생명현상 판단근거($N = 120$)
단위: 명(%)

유 형	연령	생물학적 속성 근거					심리적 속성 근거			기타 근거		무응답	전체
		운동성	발성 가능성	내부기관	외양	생리성	발생 근원	정서	사고	범주 지식	무관련		
R1	3세	1 (16.7)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (33.3)	0 (.0)	1 (16.7)	0 (.0)	0 (.0)	3 (50.0)	6 (100.0)
	4세	7 (46.7)	0 (.0)	1 (6.7)	0 (.0)	0 (.0)	1 (6.7)	0 (.0)	3 (20.0)	1 (6.7)	1 (6.7)	4 (26.7)	15 (100.0)
	5세	8 (30.8)	0 (.0)	1 (3.8)	2 (7.7)	4 (15.4)	1 (3.8)	1 (3.8)	15 (57.7)	2 (7.7)	0 (.0)	1 (3.8)	26 (100.0)
	전체	16 (26.7)	0 (.0)	2 (3.3)	2 (3.3)	4 (6.7)	4 (6.7)	1 (1.7)	19 (31.7)	3 (5.0)	1 (1.7)	8 (13.3)	47 (100.0)
R2	3세	1 (33.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (33.3)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (33.3)	0 (.0)	3 (100.0)
	4세	6 (42.9)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (7.1)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (14.3)	3 (21.43)	2 (14.3)	14 (100.0)
	5세	3 (18.8)	0 (.0)	2 (12.5)	5 (31.3)	2 (12.5)	1 (6.3)	1 (6.3)	4 (25.0)	3 (18.8)	2 (12.5)	0 (.0)	16 (100.0)
	전체	10 (25.0)	0 (.0)	2 (5.0)	5 (12.5)	3 (7.5)	2 (5.0)	1 (2.5)	4 (10.0)	5 (12.5)	6 (18.2)	2 (5.0)	33 (100.0)
R3	3세	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (20.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	1 (20.0)	0 (.0)	3 (60.0)	5 (100.0)
	4세	0 (.0)	0 (.0)	2 (20.0)	0 (.0)	1 (10.0)	1 (10.0)	0 (.0)	4 (40.0)	3 (30.0)	0 (.0)	1 (10.0)	10 (100.0)
	5세	1 (4.8)	0 (.0)	0 (.0)	5 (23.8)	1 (4.8)	1 (4.8)	0 (.0)	9 (42.9)	3 (14.3)	2 (9.5)	2 (9.5)	21 (100.0)
	전체	1 (2.4)	0 (.0)	2 (4.9)	6 (14.6)	2 (4.9)	2 (4.9)	0 (.0)	13 (31.7)	7 (17.1)	2 (4.9)	6 (14.6)	36 (100.0)
R4	3세	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	0 (.0)	2 (100.0)	2 (100.0)
	4세	0 (.0)	0 (.0)	1 (16.7)	0 (.0)	2 (33.3)	1 (16.7)	0 (.0)	1 (16.7)	2 (33.3)	0 (.0)	1 (16.7)	6 (100.0)
	5세	1 (9.1)	0 (.0)	2 (18.2)	5 (45.5)	0 (.0)	1 (9.1)	0 (.0)	0 (.0)	4 (36.4)	2 (18.2)	0 (.0)	11 (100.0)
	전체	1 (4.0)	0 (.0)	3 (12.0)	5 (20.0)	2 (8.0)	2 (8.0)	0 (.0)	1 (4.0)	6 (24.0)	2 (8.0)	3 (12.0)	19 (100.0)
전 체	3세	2 (12.5)	0 (.0)	0 (.0)	1 (6.3)	0 (.0)	3 (18.8)	0 (.0)	1 (6.3)	1 (6.3)	1 (6.3)	8 (50.0)	16 (100.0)
	4세	13 (28.9)	0 (.0)	4 (8.9)	0 (.0)	4 (8.9)	3 (6.7)	0 (.0)	8 (17.8)	8 (17.8)	4 (8.9)	8 (17.8)	45 (100.0)
	5세	13 (17.6)	0 (.0)	5 (6.8)	17 (23.0)	7 (9.5)	4 (5.4)	2 (2.7)	28 (37.8)	12 (16.2)	6 (8.1)	3 (4.1)	74 (100.0)
	전체	28 (16.9)	0 (.0)	9 (5.4)	18 (10.8)	11 (6.6)	10 (6.0)	2 (1.2)	37 (22.2)	21 (12.7)	11 (8.15)	19 (11.4)	135 (100.0)

표 7. 인간형 지능로봇이 ‘살아있지 않다’라고 응답한 유아의 생명현상 판단근거의 예

생물학적 속성 근거	
운동성	R1: “그냥 팔만하고 안 움직여서요.”(3세), “앞으로 안 가니까요.”(4세), “움직이지 않아서요.”(5세) R2: “걸어가지 않아서요.”(3, 4세), “안 움직여서요.”(4, 5세), “팔만하고 안 움직이니까”(4세), “앞으로 안 가니까요.”(5세) R3: “발가락은 안 움직이니까”(5세) R4: “발가락은 안 움직이니까”(5세)
내부 기관	R1: “빠가 없고 엔진이 있어서요.”(4세), “빠가 없으니까”(5세) R2: “심장이 없어서요.”(5세), “엔진이 있고요. 전선이 있을 것 같아서요.”(5세) R3: “뇌가 없어서요.”(4세), “뇌가 없어서요. 그리고 나사가 있을 것 같아서요.”(4세) R4: “뇌가 없으니까”(4세), “엔진이 있어요.”(5세), “전선이 있고, 기계라서요.”(5세)
외양	R1 “(기계음에 대한 설명) 목소리에서 이상한 소리가 나세요. 메아리 같어요.”(5세), “입이 네모모양이고, 다리는 쇠로 만들어서요.”(5세) R2 “스피커 모양이 있어서요.”(5세), “이빨이랑 혀도 없어서요.”(5세), “신발도 안 신고, 옷도 안 입고”(5세), “머리카락도 없어서요.”(5세), “엔진도 있고 스피커도 있어서요.”(5세) R3 “눈만 보여서”(3세), “목소리에서 이상한 소리가 나세요.”(5세), “스피커 모양이 있어서요.”(5세), “신발도 안 신고, 옷도 안 입고, 머리카락도 없어서요.”(5세), “발가락이 없어서요.”(5세) R4 “스피커가 있어요.”(5세), “머리카락도 없고 옷도 안 입었어요.”(5세), “몸이랑 다리는 로봇 같은데, 팔은 사람처럼 해서 잘 모르겠는데... 그래도 안 살아있는 것 같아요. 스피커 모양이 있고, 딱딱해서요. 기계소리로 나세요.”(5세)
생리성	R1 “로봇은 전기로 움직이는 것이어서요.”(5세), “배터리(건전지)를 넣은 것이니까요.”(5세) R2 “배터리(건전지)를 넣은 것이니까요.”(4세), “로봇은 전기(건전지)로 움직이는 것이어서요.”(5세), “조종하는 것 같아서요.”(5세) R3 “배터리(건전지)를 넣은 것이니까요.”(4세), “조종하는 것 같아서요.”(5세) R4 “배터리(건전지)를 넣은 것이니까요.”(4세)
발생 근원	R1 “엄마 뱃속에서 태어난 게 아니어서요.” (3세), “로봇은 만든 것이니까요.” (3, 4, 5세) R2 “엄마 뱃속에서 태어난 게 아니어서요.”(3세), “로봇은 만든 것이니까요.”(5세) R3 “로봇은 만든 것이니까요.”(4세), “발명해서 움직이고 소리 나게 만든 것이라서요.”(5세) R4 “로봇은 만든 것이니까요.”(4, 5세)
심리적 속성 근거	
정서	R1 “표정이 똑같아서요.” (5세) R2 “표정은 지어도 이상해서요. 표정이 있어서 뇌도 있는 것 같은데 그래도 안 살아있는거예요. 진짜로 표정을 짓는 건 아니예요.”(5세)
사고	R1 “말을 이상하게 해서요.”(3, 4, 5세), “사람이 오라고 해도 말만 하고 오지 못하고, 이상한 말만 해서요.”(5세), “못 알아듣는 말을 하고, 말이 안 통해서요.”(5세) R2 “생각을 못해서요.”(5세), “귀여운 목소리만 나고 머리카락이 없어서 생각을 못하니까요.”(5세) R3 “이상하게 말해서”(4, 5세), “로봇처럼 이상하게 말하고, 말을 이상하게 해서요. 말이 안 통하니까요.”(5세), “이리 오라고 했는데 팔만 움직이고 안 와서요. 말투가 이상하고 반복해서 말하니까요.”(5세) R4 “생각을 못해서요.”(4세)
기타 근거	
범주 지식	R1 “로봇이라서요.”(4, 5세), “장난감이에요.”(4세) R2 “장난감이어서요.”(4세), “살아있지 않아서요. 로봇이고 기계니까요.”(4, 5세), “로봇이어서”(5세) R3 “로봇이라서”(3, 5세), “장난감이어서요.”(4세), “살아있지 않아서요. 로봇이고 기계니까요.”(4세) R4 “살아있지 않아서요. 로봇이고 기계니까요.”(4, 5세), “원래 로봇은 안 살아있어요. 장난감이니까요.”(4세)
무관련 응답	R1 “고장 난 것 같아서요.”(4세) R2 “예빠서”(3세), “고장 난 것 같아서”(4세), “사람을 구할 수 없고 로봇만 구하니까요.”(5세) R3 “물을 쏟아서 고장 난 것 같아서요.”(5세) R4 “사람을 구할 수 없고 로봇만 구하니까”(5세)

에 대한 이론적 논쟁이 계속되고 있고, 생명현상이 모호하게 드러나는 대상에 대한 유아의 생명현상 이해가 선행연구에서 충분히 다루어지지 않은 점에 주목하여, 인간형 지능로봇을 사용하여 유아의 생물개념에 대한 논쟁을 규명하고자 하였다. 이를 위해 서울과 경기도 소재 중류층 어린이집과 유치원에 다니는 3, 4, 5세 유아 120명을 대상으로 생명현상 판단 및 판단근거를 측정하였고, 실험을 통하여 수집된 자료의 분석 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단 및 판단근거는 연령에 따른 차이가 있으며 대상의 속성에 따라 생명현상 판단 및 판단근거가 다르다. 3세 유아는 불분명한 근거로 경계선적 대상의 생명현상을 판단하는 경향이 있지만, 4, 5세 유아는 생물학적 속성을 근거로 생명현상을 판단한다. 이는 유아의 생물개념은 3세에서 5세까지 지속적으로 발달함을 의미한다(김진옥, 이순형, 2007; 노보람, 2014; Inagaki & Hatano, 1993). 또한 4, 5세 유아가 대상에 대한 생명현상을 판단할 때 생물학적 속성이라는 단일 기준에 의하지 않고 심리적 속성도 포함하여 다각적인 방면으로 판단할 가능성이 있다. 경계선적 대상이 가지고 있는 속성이 많아지고, 생명여부 판단이 모호해질수록 4, 5세 유아는 생물의 본질적 특성인 내부기관, 생리성, 발생근원과 같은 판단근거를 활용하고, 정서와 사고능력과 같은 심리적 속성도 고려한다. 이는 전조작기 유아의 생명현상 판단근거가 연령별로 발달 차이가 있으며, 인지능력이 발달하면서 더 다양한 단서를 활용하여 생명현상을 판단할 가능성이 있음을

의미한다. 특히 5세 유아가 경계선적 대상에 대하여 생명현상 판단을 할 때 심리적 속성을 고려한다는 점은 유아의 마음 이해 능력과 관련이 있을 가능성이 있다.

인간(human)과 인간이 아닌 대상(nonhuman objects)에 대한 마음 이해 능력과 관련하여 선행연구에서는 마음이 있다고 유추하는데 영향을 미치는 단서로 대상의 형태학적 특성(Baron-Cohen, 1995; Carey & Spelke, 1996; Johnson, Booth, & O'Hearn, 2001), 자발적 행동(Baron-Cohen, 1995; Johnson et al., 2001, Leslie, 1994), 수반적 상호작용성(Johnson et al., 2001; Spelke, Phillips, & Woodward, 1995) 등을 언급하고 있다. 그들은 유아가 어떠한 대상으로부터 이러한 특성들을 발견할 때 유아가 대상에게 의도(intentions), 바람(desires), 믿음(beliefs) 등의 마음이 있다고 인식한다고 주장한다.

이 연구에서는 오랑우탄 봉제인형과 같은 동물 모양의 인형(Johnson et al., 2001)이나 기계인 집게손(Meltzoff, 1995)을 연구도구로 사용한 선행연구와 달리 유아에게 더욱 새롭고, 인간의 특성을 정교하게 모방한 인간형 지능로봇을 연구도구로 사용하였다. 인간형 지능로봇은 유아가 대상을 마음이 있는 존재라고 생각하도록 할 단서들(mentalistic cues)을 가지고 있다. 구체적으로 얼굴과 눈이 있고(R1, R2, R3, R4), 자발적으로 움직이며(R3, R4), 실험자의 행동에 수반적으로 반응한다(R2, R4). 따라서 3세는 네 가지 유형의 인간형 지능로봇을 모두 마음을 가지고 있는 살아있는 존재로 판단했을 가능성도 있다.

반면 5세 유아는 경계선적 대상인 인간형 지능로봇에게 얼굴과 눈이 있다는 외양적 특

성이나 자율적으로 움직인다는 단서보다 인간형 지능로봇의 수반적 상호작용성에 더 민감하게 반응한 것으로 보인다. 그리고 5세 유아들은 이러한 심리적 속성을 근거로 대상이 마음(mental state)을 가지는 존재인지를 판단한 것으로 보인다. 인간의 모습을 하고 자발적으로 움직이는 경계선적 대상이 실험자에게 수반적으로 반응하며 상호작용하는 모습을 관찰한 유아는 로봇을 마음이 있는 행위주체자(mentalist agent)로 인식하고, 경계선적 대상인 로봇에게 생명현상이 있다고 판단했을 가능성이 있다(Melson et al., 2005; Wellman, 1990). 다시 말해, 유아가 인간형 지능로봇이 실험자의 발화와 행동에 동작, 표정, 발화를 통하여 적절히 반응하고, 인간인 실험자와 상호작용하는 모습을 관찰함으로써 유아가 로봇을 의도성을 가진 정신적 존재(mentalist agent)로 이해한 경우, 유아는 로봇의 행위는 인지적이고 정서 상태에 의해 자발적으로 통제될 것이라고 추론하고(현은자, 손수련, 2011), 이러한 이해를 바탕으로 경계선적 대상을 살아있는 생명체로 판단했을 가능성이 있다(Melson et al., 2005).

Piaget는 논리적이고 과학적인 개념은 상위 인지가 발달함으로써 인식될 수 있다고 주장하면서 전조작기 유아는 생물 지식이 없고, 구체적 조작기가 되어야 생물 지식이 구분되며, 형식적 조작기가 되어야 생물 지식이 이론체계를 형성하게 된다고 설명한다. 그러나 유아가 생물학적 속성을 근거로 대상의 생명현상을 판단한 점을 미루어볼 때 전조작기 유아도 초보적인 수준의 생물 지식이 있으며, Piaget가 말한 발달단계보다 더 이른 시기에

유아가 생명현상을 이해하는 것을 알 수 있다. 다만 전조작기 유아가 생물학적 속성을 근거로 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 한다는 사실을 통해서 유아가 과학적으로 완전한 이론을 가지고 태어난다는 결론을 이끌어내는 것은 주의가 필요하다. 왜냐하면 영아기부터 학령기까지 질적으로 다르지 않은 생물 이론이 존재한다고 주장한 생득론 입장과는 다르게 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 판단근거는 연령에 따라 차이가 나타났고, 3세와 4, 5세 유아 사이의 발달 차이는 구성주의 학자들이 제시한 인지의 질적인 차이로 보이기 때문이다. 따라서 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 이해를 살펴본 이 연구 결과에 따르면 유아의 인지발달은 생득 이론이 점차 정교한 이론으로 발달해가는 이론 발달의 과정으로 설명하는 것(Gelman, 2000; Gelman & Wellman, 1991)이 좀 더 타당한 것으로 보인다.

이 연구는 유아의 생물 개념 발달과 관련하여 생명현상이 모호하게 드러나는 경계선적 대상을 연구에 포함하여 유아의 생명현상 이해를 살펴보았다. 특히 인간형 지능로봇은 앞으로 유아의 실생활과 밀접하게 연결될 것으로 전망되고 있어 경계선적 대상에 대한 유아의 이해에 대한 연구가 필요하다. 또한 유아의 생물 개념 발달을 살펴본 선행연구들은 대부분 일상적이고 범주 소속이 명확한 대상에 대한 연구였고, 잠재적으로 범주가 혼동되는 대상에 대한 연구는 거의 없었다(Jipson & Gelman, 2007). 따라서 이 연구는 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 이해를 살펴보고, 이를 통해 유아의 생물 개념 발달에 대한 정

보를 제공하였다는 점에서 의의가 있다. 3세와 4, 5세 유아 간의 생명현상 이해의 발달 차이는 수준의 차이가 아닌 질적 차이로 해석되어 유아의 생물 개념 발달에 있어서 고전적인 구성주의 입장을 다시 한 번 생각해볼 기회를 만들었다. 또한 전조작기 유아의 경우 경계선적 대상에 대한 생명현상 판단을 할 때 대상의 속성에 따라 차이가 나타남을 확인하였다. 이를 통해 이 시기 유아의 생물이론은 모든 대상에게 적용 가능한 보편적인 이론은 아니며 강력한 선천성을 주장하는 생득주의자의 입장처럼 생물 이론이 불변하는 과학적이고 논리적인 이론은 아니라는 사실도 알 수 있다. 최소한 경계선적 대상에 대해서는 유아의 생명현상 이해가 서로 다른 양상을 보인다는 사실을 확인함으로써 유아의 생물 이론이 지속적으로 변화하고 발달할 가능성이 있음을 알 수 있다.

또한 이 연구는 유아의 생물 개념 발달에 대하여 살펴볼 때 생물학적 속성과 심리적 속성을 함께 고려하여 기존 연구에서 생물과 관련된 속성 중 생물학적 속성에 국한하여 수행된 연구결과의 제한점을 극복하고자 했다. 이 연구에서는 유아가 인간형 지능로봇이라는 경계선적 대상을 이해할 때 생물학적 속성과 심리적 속성을 모두 고려하여 생명현상을 판단하는 독특한 추론 양상을 확인할 수 있었다. 대상의 정서표현 능력과 같은 심리적 속성을 조작하였을 경우 유아가 경계선적 대상을 심리사회적 존재로 이해할 가능성과 대상의 심리적 속성에 대한 유아의 이해가 생명현상 판단에 영향을 미칠 가능성을 확인할 수 있었다.

마지막으로 이 연구는 경계선적 대상 중 유

아의 생물과 무생물 범주화 수행에 있어서 가장 도전적인 과제인 인간형 지능로봇을 직접 제작하여 사용하였다는 방법론적 의의가 있다. 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 이해에 대한 연구는 많지 않고, 소수의 관련 선행 연구들에서는 대부분 로봇 강아지 AIBO와 같이 상용화된 동물로봇을 실험 도구로 사용하거나(Jipson & Gelman, 2007; Melson et al., 2005; Okita & Schwartz, 2006) 국내 연구에서는 아이로비큐와 같은 교육용 로봇을 사용하였다(현은자, 손수련, 2011). 제품화되어 있는 로봇을 사용한 선행연구에서는 대상의 외양이나 속성을 연구자의 가설에 맞추어 조작하는데 한계가 있다. 또한 상용화된 로봇을 사용하였기 때문에 유아의 사전 경험이나 지식의 통제가 엄밀히 이루어지지 못했다. 이 연구에서는 인간 유사성 유추(Carey, 1985; Gutheil et al., 1998), 신체적 유사성에 의한 귀납추론(Springer, 1992)과 같은 유아의 발달 특성을 고려하여 기존 연구에서 사용한 로봇보다 더 정교하게 인간을 모방한 로봇을 제작하여 유아에게 제시하였다. 이러한 인간형 지능로봇은 유아에게 가장 도전적이고 새로운 대상이 되었으며, 대상에 대한 유아의 사전 경험이 통제되었다. 또한 연구자가 유아의 생명현상 판단에 영향을 미칠 것으로 판단되는 변수들을 WoZ 기법을 사용하여 실험 조작할 수 있기 때문에 유아의 생물개념 발달을 엄격한 실험 스크립트를 사용하여 측정할 수 있었다는 점에서 의의가 있다.

이와 같은 의의에도 불구하고 이 연구는 다음과 같은 제한점이 있으므로 후속연구에서 이를 고려해야 한다. 이 연구는 동영상으로

대상을 제시하여 유아가 어떠한 판단근거를 가지고 인간형 지능로봇의 생명현상을 판단하는지 살펴보았다. 영상을 매체로 사용한 이유는 인간형 지능로봇과 개별 유아 간의 상호작용이 미치는 영향을 통제하기 위해서였다. 그러나 영상이 인간형 지능로봇의 특성을 충분히 드러내지 못했을 가능성이 있으며, 유아가 실제로 인간형 지능로봇을 관찰하지 못했다는 점에서 한계가 있다. 따라서 추후 연구에서는 보다 자연스러운 맥락에서 이러한 영향까지 통제하는 방법으로 연구를 설계해 볼 수 있을 것이다. 또한 이 연구에서 유아는 심리적 속성 여부를 조작한 인간형 지능로봇이 실험자와 상호작용하는 모습을 관찰하는 방법으로 반응적이거나 반응적이지 않은 인간형 지능로봇에 대한 유아의 생명현상 판단근거를 비교하였다. 그러나 유아가 실제로 로봇과 상호작용을 한 후의 결과는 관찰 결과와는 다를 수도 있다(Okita & Schwartz, 2006). 높은 수준의 수반성을 가지고 있는 구체물인 로봇과 상호작용을 한 경험이 유아의 경계선적 대상에 대한 생명현상 이해에 영향을 미칠 가능성도 있다. 따라서 추후 연구에서는 유아와 인간형 지능로봇과의 실제 상호작용을 통하여 이를 확인해보길 제안한다.

참고문헌

- 강민정, 권용주, 정완호 (2004). 생물과 비생물의 구분에 대해서 유아들이 생각하는 바탕 개념 연구. *한국생물교육학회지*, 32(3), 256-266.
- 김진옥, 이순형 (2007). 과제 영역 및 과제 제시 방법에 따른 3, 4, 5세 유아의 대상 내부 추론. *인간발달연구*, 14(4), 1-21.
- 노보람 (2014). 3, 4, 5세 유아의 생명현상 인지 및 추론. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 현은자, 손수련 (2011). 로봇은 살아 있을까?: 우리 반 교사보조로봇에 대한 유아의 인식. *아동학회지*, 32(4), 1-14.
- Backscheider, A. G., Shatz, M., & Gelman, S. A. (1993). Preschoolers' ability to distinguish living kinds as a function of regrowth. *Child Development*, 64(4), 1242-1257.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Behl-Chadha, G. (1996). Basic-level and superordinate-like categorical representations in early infancy. *Cognition*, 60(2), 105-141.
- Breazeal, C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42(3), 167-175.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cicchino, J. B., & Rakison, D. H. (2008). Producing and processing self-propelled motion in infancy. *Developmental Psychology*, 44(5), 1232-1241.
- Erickson, J. E., Keil, F. C., & Lockhart, K. L. (2010). Sensing the coherence of biology in contrast to psychology: Young children's use of causal relations to distinguish two foundational domains. *Child Development*, 81(1), 390-409.

- Fodor, J. A. (1985). Precis of the modularity of mind. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(1), 1-5.
- Francis, A., & Mishra, P. (2009). Is AIBO Real? Understanding children's beliefs about and behavioral interactions with anthropomorphic toys. *Journal of Interactive Learning Research*, 20(4), 405.
- Gelman, S. A. (2000). Domain specificity and variability in cognitive development. *Child Development*, 71(4), 854-856.
- Gelman, S. A. (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. New York: Oxford University Press.
- Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (1991). Insides and essences: Early understandings of the non-obvious. *Cognition*, 38(3), 213-244.
- Gopnik, A., Meltzoff, A. N., & Bryant, P. (1997). *Words, thoughts, and theories* (Vol. 1). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gutheil, G., Vera, A., & Keil, F. C. (1998). Do houseflies think? Patterns of induction and biological beliefs in development. *Cognition*, 66(1), 33-49.
- Inagaki, K., & Hatano, G. (1993). Young children's understanding of the mind-body distinction. *Child Development*, 64(5), 1534-1549.
- Jipson, J. L., & Gelman, S. A. (2007). Robots and rodents: Children's inferences about living and nonliving kinds. *Child Development*, 78(6), 1675-1688.
- Johnson, S. C., Booth, A., & O'Hearn, K. (2001). Inferring the goals of a nonhuman agent. *Cognitive development*, 16(1), 637-656.
- Kahn Jr, P. H., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). "Robovie, you'll have to go into the closet now": Children's social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48(2), 303-314.
- Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In M. R. Gunnar & M. Maratsos (Eds.), *Modularity and constraints in language and cognition: The Minnesota symposia on child psychology* (pp. 103-137). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Keil, F. C., & Lockhart, K. L. (1999). Explanatory understanding in conceptual development. In E. K. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman, & P. Miller (Eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (pp. 103-130). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lehherstee, M., Pomerleau, A., Malcuit, G., & Feider, H. (1987). The development of infants' responses to people and an doll: Implications for research in communication. *Infant Behavior and Development*, 10(1), 81-95.
- Leslie, A. M. (1994). ToMM, ToBy, and agency: core architecture and domain specificity. In L. A. Hirschfeld & S. A. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (pp. 119-148). New York: Cambridge University Press.
- Margett, T. E., & Witherington, D. C. (2011). The nature of preschoolers' concept of living and artificial objects. *Child Development*, 82(6),

- 2067-2082.
- Massey, C. M., & Gelman, R. (1988). Preschooler's ability to decide whether a photographed unfamiliar object can move itself. *Developmental Psychology*, 24(3), 307-317.
- Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A. M., Friedman, B., Roberts, T., & Garrett, E. (2005). Robots as dogs?: Children's interactions with the robotic dog AIBO and a live australian shepherd. New York: ACM Press.
- Meltzoff, A. N. (1995). Understanding the intentions of others: Re-enactment of intended acts by 18-month-old children. *Developmental Psychology*, 31(5), 838-850.
- Nguyen, S. P., & Gelman, S. A. (2002). Four and 6 year olds' biological concept of death: The case of plants. *British Journal of Developmental Psychology*, 20(4), 495-513.
- Ochiai, M. (1989). The role of knowledge in the development of the life concept. *Human Development*, 32(2), 72-78.
- Okita, S. Y., & Schwartz, D. L. (2006). Young children's understanding of animacy and entertainment robots. *International Journal of Humanoid Robotics*, 3(3), 393-412.
- Perner, J. (1991). *Understanding the representational mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piaget, J. (1929). *The children's conception of the world*. London: Kegan Paul.
- Rakison, D. H., Cicchino, J. B., & Hahn, E. R. (2007). Infants' knowledge of the path that animals take to reach a goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(3), 461-470.
- Richards, D. D., & Siegler, R. S. (1984). The effects of task requirements on children's life judgments. *Child Development*, 55(5), 1687-1696.
- Scherf, K. S., Behrmann, M., Humphreys, K., & Luna, B. (2007). Visual category selectivity for faces, places and objects emerges along different developmental trajectories. *Developmental Science*, 10(4), 15-30.
- Shen, S. (2015). *Children's conceptions of the moral standing of a humanoid robot of the here and now* (Doctoral dissertation). University of Washington.
- Spelke, E. S., Phillips, A., & Woodward, A. L. (1995). Infants' knowledge of object motion and human action. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: A multidisciplinary debate* (pp. 44-78). Oxford, England: Oxford University Press.
- Springer, K. (1992). Children's awareness of the biological implications of kinship. *Child Development*, 63(4), 950-959.
- Subrahmanyam, K., Gelman, R., & Lafosse, A. (2002). Animates and other separably moveable things. In G. Humphreys (Ed.), *Category specificity in brain and mind* (pp. 341-373). London: Psychology Press.
- Turkle, S. (2007). Authenticity in the age of digital companions. *Interaction Studies*, 8(3), 501-517.
- Wellman, H. M. (1990). *The child's theory of mind*. Cambridge, MA: Bradford.

Wellman, H. M., & Gelman, S. A. (1992).
Cognitive development: Foundational theories
of core domains. *Annual Review of Psychology*,
43(1), 337-375.

1 차원고접수 : 2017. 07. 23.

수정원고접수 : 2017. 08. 12.

최종게재결정 : 2017. 08. 23.

Children's Understanding of the Life Phenomenon for the Object in Category Boundaries

Kim, Min Kyung¹⁾

Yi, Soon Hyung¹⁾

Lee, Donghun²⁾

¹⁾Dept. of Child Development and Family Studies, Seoul National University

²⁾Dept. of Mechanical Engineering, Soongsil University

The purpose of this study was to investigate the difference in children's understanding of life phenomenon about the objects in category boundaries. In order to clarify the developmental pattern of biological concepts in preoperational children, we recruited 120 children aged 3, 4, and 5 years old in Seoul and Gyeonggi area. After watching human-robot interaction videos, children were asked to judge the phenomenon of "life" in the robots. The collected data were statistically analyzed using multiple response analysis in SPSS program. The results were as follows. The children's judgement of "life" and the underlying reasons were different according to age and the robots' properties. 3-year-olds judged "life" in the robots with unclear reasons, but 4- and 5-year-olds judged based on the biological properties. In addition, 5-year-olds were more likely to adopt psychological properties as well as biological properties as reasons for their judgement. Moreover, the explanation of 4- and 5-year-olds for judging the phenomenon of life depended on the robots' properties; as the robot's properties become more complex, 4- and 5-year-olds judged life based on the essential characteristics of living beings as well as psychological properties. This study is meaningful in that it provided basic data for the development of biological concept of children by exploring their understanding of the life phenomenon about the boundary objects.

Keywords: object in category boundaries, life phenomenon, reason for judgement, development of biological concept, humanoid robot