

로봇은 살아 있을까? :
우리 반 교사보조로봇에 대한 유아의 인식*

Is Robot Alive? : Young Children's Perception of a
Teacher Assistant Robot in a Classroom*

현은자(Eunja Hyun)¹⁾

손수련(Sooryun Son)²⁾

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate young children's perceptions of a teacher assistant robot, IrobiQ, in a kindergarten classroom. The subjects of this study were 23 6-year-olds attending to G kindergarten located in E city, Korea, where the teacher assistant robot had been in operation since Oct. 2008. Each child responded to questions assessing the child's perceptions of IrobiQ's identity regarding four domains : it's biological, intellectual, emotional and social identity. Some questions asked the child to affirm or deny some characteristics pertaining to the robot and the other questions asked the reasons for the answer given. The results indicated that while majority of children considered an IrobiQ not as a biological entity, but as a machine, they thought it could have an emotion and be their playmate. The implications of these results are two folds : firstly, they force us to reconsider the traditional ontological categories regarding intelligent service robots to understand human-robot interaction and secondly, they open up an ecological perspective on the design of teacher assistant robots for use with young children in early childhood education settings.

Key Words : 교사보조 로봇(teacher assistant robot), 아이로비큐(IrobiQ), 유아(young children), 인간과 로봇의 상호작용(HRI, Human-Robot Interaction), 유치원(kindergarten), 존재론적 인식(ontological perception).

* 본 연구는 2009년 성균관대학교 삼성학술연구비의 지원으로 수행되었음.

¹⁾ 성균관대 인재개발학과/아동학과 교수

²⁾ 성균관대 인재개발학과 석사수료

Corresponding Author : Eunja Hyun, Dept. of Child Psychology and Education/Dept. of Human Resources
Sungkyunkwan University, Seoul, Korea
E-mail : hyunej@chol.com

I. 서 론

교육현장에서의 지능형 로봇의 활용은 2008년도에 유아교육기관에 교육용 로봇의 도입과 함께 시작되었으며 2010년부터 교육과학기술부(2009)의 “유아교육 선진화 추진계획” 아래 교사도우미 로봇을 이용한 로봇 기반 교육 R-Learning 사업이 본격적으로 시작되었다. 현재 전국의 공사립 유치원에 1200대 이상의 교사도우미 로봇이 보급되고 있으며 그 교육적 효과를 검증하는 연구들도 진행되고 있다(김영실 · 이종향 · 현은자 · 박현경, 2011).

그러나 유아교육현장에 첨단 기술이라고 할 수 있는 로봇의 도입에 반론의 목소리가 큰 것도 사실이다. 최근 전남대 김영옥 교수가 유아교육학회의 소식지(2011)에서 「로봇기반교육과 유아교육」이라는 제목의 칼럼을 실은 것은 이러한 분위기를 반영한 것이라고 할 수 있다. 그는 유아교육용 로봇의 도입에 대한 반대의 목소리를 크게 두 가지로 보았는데, 첫 번째는 경제적 지원의 우선도에 관한 것으로 로봇의 도입보다 무상교육, 교육과정과 종일제 운영 정상화, 급식비 지원 등이 더 앞서야 한다는 것과 두 번째로는 테크놀로지의 활용보다 인간과의 상호작용과 자연친화적 환경을 중시해야 한다는 주장이다. 이에 대해 김교수는 20년 전 컴퓨터가 유치원에 도입될 때도 같은 논란이 있었음을 상기시키면서 로봇의 도입도 찬반 논쟁을 벗어나 지속적인 연구와 교육의 기반이 필요함을 언급하였다. 그리고 더 나아가 인간과 자연, 자연과 테크놀로지의 이분법적 사고를 지양하고 통섭형 인재가 요구되는 현 시대에 로봇 기반교육이 교육에 기여할 수 있는 가능성에 주목해야 한다고 주장하였다.

최근 지능형 서비스 로봇, 즉 인간의 삶에서

인간을 보조하며, 혹은 인간을 대신할 수 있는 로봇의 개발이 본격화되면서 인간과 테크놀로지의 관계에 대해 많은 학자들이 주목하고 있다(Kahn, 2011; Levy, 2008; Tuckle, 1984, 2003, 2007, 2011). 인간은 로봇과 어떠한 관계를 맺을 수 있는가? 그리고 그 관계는 어느 정도까지 가능한가? 인간을 대신하는 로봇은 인간의 삶에 어떠한 변화를 가져올 것인가? 이 같은 질문은 이제 공학과 심리학과 철학을 아우르며 대중의 관심을 끌고 있다.

이러한 이슈들이 가장 활발하게 논의되는 학문 영역은 HRI(Human Robot Interaction) 라고 할 수 있다. HRI는 로봇 공학, 예술, 교육학, 디자인, 철학, 심리학, 교육학 등을 융합하는 대표적인 연구 분야라고 할 수 있다. 인간과 로봇의 관계 연구에서 초점이 되는 것은 인간이 로봇에게 형성하는 친밀성(intimacy)과 그것이 인간 심리와 발달에 미치는 영향이다(Kahn, 2011; Turkle, 1984, 2003, 2007, 2011). 사회학자이자 심리학자인 MIT의 Sherry Turkle 교수는 「제 2의 자아(The Second Self)」(1984)에서 본격적으로 가상 공간에서의 새로운 자아의 문제를 다루어 관심을 모았으며, 2003년 「스크린 위의 삶(Life on the Screen)」을 통해서 인간과 기계의 만남을 통한 인간 존재에 대한 철학적 탐구를 보여주고 있다. 그(2007)는 또한 감정이 있고 욕구가 있는 존재로 설정된 ‘관계적인 인공물’(relational artifacts), 로봇이 많은 측면에서 인간의 고유성(authenticity)에 도전하고 있다고 지적하였다. 이에 관련하여 쓰여진 흥미로운 연구는 Levi(2008)의 「Love & Sex with Robot」 일 것이다. 이것은 인간이 로봇에게 형성하는 친밀성(intimacy)을 분석한 대표적인 연구로서 이 책에서 Levi는 인간이 지속적으로 경험을 맺는 동물, 기계, 심지어 아바타와 같은 가상적 존재를 인격

화하고 정서적 애착을 형성하는 수많은 예들을 제시하고, 이러한 관계 형성이 로봇과도 가능하다고 주장한다.

HRI의 이론화 작업은 진행 중이며 유아와 아동을 대상으로 한 대부분의 연구들은 Piaget(1929)의 전조작기 아동의 물활론적 사고(animism) 즉, ‘사물을 살아있고 의지가 부여된 것으로 여기는 성향’을 이론적 배경으로 하고 있다. 최근에는 Kahn(1999)이 ‘생물에 가설’(biophilia hypothesis)을 제기하면서 아동 뿐 아니라 모든 인간은 보편적으로 생명과 관계를 맺으려고 하는(affiliate)는 성향을 가지고 있음을 주장하였다. 이 가설을 기초로 하여 진행된 그의 연구들은 인간과 로봇의 관계의 질이 어떠한지, 그리고 그러한 관계를 가능케 하는 인공물의 속성은 무엇인지까지 확장되고 있다(Kahn, 2011).

지금까지 이루어진 일련의 로봇개 Aibo에 대한 아동의 인식 연구들은 ‘생물에 가설’을 지지하는 것처럼 보인다(Bartlett, Estivill-Castro, & Seymon, 2004; Kahn, 2011; Kahn, Friedman, Perez-Grenados, & Freier, 2006a; Melson, Kahn, Beck, & Friedman 2009; Melson, Kahn, Beck, Friedman, Roberts, Garrett, & Gill, 2008). 일본의 Sony 회사에서 개발한 Aibo는 외양이 개와 흡사한 로봇으로서 로봇 애완동물(robotic pets)로 개념화되었으므로 아동과 Aibo의 상호작용 연구는 인간이 로봇을 생명체로 여기는지 혹은 기계로서 인식하는지를 밝힐 수 있는 좋은 주제가 되었다. Bartlett와 그의 동료들(2004)은 아동이 Aibo를 다른 인공물들(다른 로봇들, 놀이감, 레고 마인드스톰의 구조물)보다 살아있는 개와 더 가깝게 개념화하고 재빨리 ‘개’라는 단어를 붙인다고 보고하였다.

Aibo를 사용하여 유아, 아동, 성인을 대상으로 진행된 일련의 연구들 중에서 유아대상 연구

(Melson et als, 2009)는 3-5세 유아들을 40분 동안 Aibo와 개 인형과 함께 놀게 하고 그 상황을 관찰하고 인터뷰하는 식으로 수행되었다. 그들은 반구조적인 인터뷰 질문을 사용하였는데 그 내용은 기본적으로 생물학적(biological)(예 : …는 화장실에 가니?), 정신적(mental)(예 : …는 행복하니?), 사회적(social)(예 : 너는 …을 좋아하니? …이 네 친구가 될 수 있니?) 속성을 묻는 질문으로 구성되었다. 이러한 세 영역은 인간의 근본적인 사고를 조직하고 행위와 감정에 영향을 미치는 인지적 구조를 제공하는 것으로 판단되었다. 인지적 구조로서 이 세 영역들은 속성(attributes)과 과정(process)을 함축하는 것이었다. 예를 들어, 로봇 애완동물과 같은 사물이 정신적인 삶을 가진 것으로서 여겨진다면 그것의 행위는 인지적이거나 정서적인 상태에 의해 내적으로 통제될 것이라고 추론되었다. 즉, 로봇은 인간이 조정해서가 아니라 그것이 원하거나 의도했기 때문에 움직인다고 여겨질 수 있다. 또한 만약 우리가 사물에게 정신적인 속성을 부여한다면 그것에게 생물학적인 속성이 있다고 생각할 수 있다. 만약 우리가 타인을 사회적인, 혹은 상호작용할 수 있는 파트너로 생각한다면 우리는 그들에게 정신적이고 생물학적인 특성을 부여하기 쉽다.

그러나 일련의 Aibo 인식 연구를 통해 연구자들은 아동들이 로봇 개에 대해 “혼성”(hybrid)적 인지와 행위를 보이는 것을 발견하였다. 로봇 개와 인형 개의 생물학적, 정서적, 사회적, 도덕적 인식을 묻는 인터뷰에서 유아의 반응은 로봇과 인형에서 비슷하였으나 행동에서는 차이가 있었다. 즉, 정서 표현은 비슷했으나 탐험이나 경계, 상호작용의 횟수는 로봇과 놀 때 더 많았으며 합부로 대하는 행동과 대상을 움직이게 하는 행동은 개 인형에게 더 많았다. 좀 더 나이든 7-15세

아동을 대상으로 한 연구(Melson et als, 2008, 2009)는 각 아동을 45분 동안 로봇 개와 놀게 하였고 또 다른 45분간은 살아있는 개와 놀게 하였으며 그 상황에서 관찰과 인터뷰가 진행되었다. 인터뷰에서는 더 많은 아동들이 Aibo보다 살아있는 개가 신체적인 본질, 정신적인 상태, 사회성, 도덕적 위치(moral standing)를 가지고 있다고 응답하였다. 그리고 60%가 넘는 아동들이 Aibo가 정신적인 특징과 사회성과 도덕적인 위치를 가지고 있다고 답하였다. 그러나 놀이 행동에서는 다수의 아동들이 Aibo도 살아있는 개처럼 개념화하고 살아있는 개처럼 상호작용함을 보여주었다. 거의 모든 아동(96%)이 두 종류의 개 모두에게 사회적 행동을 하였으며 Aibo에게도 살아있는 개처럼 명령하곤 하였다. 이러한 연구 결과들이 시사하는 것은 Aibo와 같이 움직이고 인간과 상호작용하는 로봇에 대한 아동의 존재론적 인식(ontological perception)은 더 이상 단순히 이분법적으로, 즉, 기계나 아니면 생물이냐로 구분될 수 없다는 것이다. 그들의 응답은 로봇의 존재를 묻는 여러 영역들(domains)에서 일관성이 없었으며 더 나아가 그들의 인터뷰 반응과 로봇을 다루는 방식 간에 차이가 있었다. 아동들은 로봇개가 생물학적인 존재는 아니라는 것은 인식하고 있으나 로봇과의 놀이 행동에서는 생명 있는 존재처럼 상호작용하는 모습을 보였던 것이다.

최근 캐나다에서 이루어진 연구(Beran & Ramirez-Serrano, 2010)는 로봇 연구센터에 방문한 198명의 5-16세까지의 아동을 대상으로 하여 수행되었다. 어린이들은 생물체와는 닮지 않은, 꽤 자유롭게 움직이는(5 관절) 팔로 블록 쌓기를 보여주는 로봇을 한 번 관찰하고 그것의 인지적, 정서적, 행동적인 속성을 묻는 6개의 질문에 답하였다. 그 결과 과반수의 아동이 로봇에게 인지적, 정서적, 행동적인 특성을 부여하는 경향이

있음을 보여주었다.

이상의 연구들을 종합하면, 아동은 로봇개 뿐 아니라, 심지어 생명체를 전혀 닮지 않은, 한 개의 팔을 움직여 작업하는 로봇에게도 인간적인 속성을 부여하는 경향이 있는 것으로 보인다. 이러한 결과에 기초하여 Melson과 그의 동료들(2009 : 563)은 그들의 연구에 나타난 어린이와 성인의 반응을 로봇의 의인화(anthropomorphize)라고 부르는 것에 의문을 제기하였다. 그들은 현재의 로봇이 점점 더 자율적이 되어가며(autonomous), 그들의 환경에 순응하며(adaptive), 인간이나 동물로 인격화(personified)되고 신체를 갖게(embodied) 됨에 따라 어린이와 성인은 로봇이 사회적인 객체인 것처럼 상호작용할 뿐 아니라 그들에 대해 정서적 반응을 보이고 그들을 생명, 정신적인 상태, 사회성, 도덕적 가치가 있는 존재로 대하기 시작했음을 보여준다고 주장한다.

비록 Aibo를 사용한 선행 연구들이 인간과 로봇의 관계에 대해 흥미롭고, 어느정도 일관성 있는 결과를 보여주는 것은 사실이나 연구 대상자인 아동들이 인터뷰 전에 대부분 실험실 상황에서나 연구소에서 로봇을 한 번 관찰하거나 혹은 짧은 시간의 놀이 시간을 가졌다는 점은 중요한 제한점으로 지적될 수 있다. 지능형 서비스 로봇이란 인간의 삶에서 뚜렷한 사용 목적을 가지고 지속적으로 인간과 관계를 맺도록 의도된 인공물이다. 따라서 우리는 이러한 질문을 제기할 수 있다. 만일 아동이 로봇을 실생활에서 오랜 시간 경험한다면 그 관계의 성격과 정도는 어떠한 것인가? 실제적인 문제로서, 만약 로봇이 통제된 실험실 상황이나 WoZ(Wizard of Oz) 기술로 통제되지 않고 자율적으로 움직이게 되면 기술적인 오류가 발발할 수 있으며 상호작용성에서 한계를 드러낼 수밖에 없을 것이다. 그러한 로봇을 유아들은 어떻게 이해하게 될 것인가? 그들의 반

응은 여전히 선행 연구의 결과를 뒷받침할 것인가? 이것은 국내의 교사보조 로봇, IrobiQ가 유치원에 도입되었던 초기 단계에서부터 중요한 주제로 다루어져 왔다. 초기의 연구들(현은자·윤현민·강정미·손수련, 2009)은 Aibo 연구와 유사한 결과를 보여주었다. 로봇을 경험한지 2주 이내의 유아들은 로봇을 컴퓨터, 장난감, 다른 로봇들, 살아있는 강아지와는 다른 존재로 인식하고 있었으며 로봇이 살아있고 생물학적 특성(예 : 말하고 움직이고 산다)을 가지고 있는 것처럼 응답하였지만 동시에 기계적인 속성(예 : 전기를 먹어야 산다)도 인지하고 있는 것으로 나타났다. 또한 로봇을 다른 인공물과는 다른 식으로 대해야 한다(예 : 때리거나 버리거나 다른 반에 주면 안 된다)고 답하여 로봇의 도덕적 위치에 대한 인식을 가지고 있음을 보여주었다.

로봇이 유아교육 기관에서 사용되는 맥락을 고려하여 진행된 연구(현은자·윤현민·강정미, 2010b)는 아동이 로봇을 어떻게 경험하는가와 교사의 역할 등 교육현장에 상존하는 여러 환경적 요인들이 유아의 로봇과의 관계와 로봇의 인식에 영향을 미침을 발견하였다. 유아의 로봇에 대한 생물학적 관점은 로봇의 외양과 상호작용성과 정적상관이 있었으며, 로봇과 유아의 1 대 1의 접촉을 요구하는 로봇 콘텐츠를 사용해 본 유아가 로봇의 생물학적, 정서적인 인식 수준에서 그렇지 않은 유아보다 높은 인식을 보였다. 흥미로운 것은 교사가 로봇을 활용하는 방식(대집단, 혹은 소집단)과 로봇의 위치(교실 내 혹은 밖)와 유아의 로봇 인식과의 관계이다. 교사가 로봇을 대집단으로 사용할 때와 교실 내에서 사용할 때 유아는 로봇의 도덕적 위치(moral standing)에 대해 높게 평가하였다.

윤현민(2010)은 약 1년 8 개월 동안 유아교육 기관에서 이루어진 문화 기술지 연구에서 3세와

5세 유아 모두 로봇을 인격체처럼 다루고 친구처럼 인식하고 있으며 이러한 태도는 로봇과의 언어적, 신체적 상호작용과 관련이 있었음을 발견하였다. 또한 자폐증 유아와 로봇의 상호작용을 조사한 종단연구(Kozima & Nakagawa, 2007)는 3년 동안 보육시설에서의 로봇과 자폐증 유아의 상호작용을 관찰한 결과, 상호작용 빈도가 높아짐에 따라 유아들이 적극적으로 로봇과 접촉하고 보살피고자 하는 사회적 행동을 보였다고 보고하였다.

문화 기술지 연구나 종단연구는 아니지만 인터뷰 방식을 사용한, 시간의 경과에 따른 유아의 로봇에 대한 인식의 변화에 대한 연구 결과(현은자·박현경·연혜민·장주연, 2010a)도 보고되었다. 연구자들은 유치원 교실에서 로봇을 사용하기 시작한 후 1개월과 11개월 두 시기에 걸쳐서 25명의 유아를 인터뷰하고 그 결과를 비교하였다. 유아들은 처음과 마찬가지로 시간이 경과한 후에도 여전히 로봇을 좋아하고 있었으며, 처음엔 로봇을 선생님이나 사물로 인식한 몇 명의 유아들을 포함하여 모든 유아들이 11개월 후에는 로봇과 친구가 될 수 있다고 답하였다.

이러한 선행 연구에 기초하여 본 연구는 유치원의 영아반에 입학한 이후부터 유치원 생활 3년간 로봇을 경험한 5-6세 유아들이 로봇을 어떻게 인식하고 있는지를 조사하기 위해 수행되었다. 그들은 유치원에 등원하면서 귀가할 때까지 교육과정 안에서 다른 교구재들과 마찬가지로 로봇을 사용하여 왔다. 따라서 일상생활에서 지능형 로봇을 경험하는 첫 예가 되었으며 동시에 교과부에서 추진중인 R-Learning의 첫 수혜자라고 할 수 있었다. 본 연구의 목적은 유치원의 생활 속에서 유아가 로봇에게 형성한 관계의 성격을 탐색하기 위한 것이며 연구 문제는 좀 더 구체적으로 유아가 보이는 로봇의 존재론적 인식

에 초점을 맞추어 구성되었다.

<연구문제 1> 유아는 로봇을 생물학적 영역에서 어떻게 인식하고 있는가?

<연구문제 2> 유아는 로봇을 지적인 영역에서 어떻게 인식하고 있는가?

<연구문제 3> 유아는 로봇을 정서적인 영역에서 어떻게 인식하고 있는가?

<연구문제 4> 유아는 로봇을 사회적인 영역에서 어떻게 인식하고 있는가?

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 연구 대상은 2010년 교과부의 유아교육선진화 계획으로 인해 공사립 유치원에 로봇이 보급되기 훨씬 전인 2008년 10월에 상용화된 로봇을 가장 먼저 구입한 유아교육기관 중의 하나인 E시의 G 유치원의 유치반 유아 23명(남아 13명, 여아 10명)이었으며 유아들의 평균 월령은 78.2개월이었다. 그 기관에서는 처음부터 영아, 유아, 유치반 각 반에 로봇을 비치하였으므로 연구 대상으로 선정된 유아들은 유아반부터 유치반까지 약 2년 4개월간 유아교육과정 안에서 로봇을 이용한 수업과 상호작용을 경험하였다.

2. 연구 도구

1) 교사보조 로봇

유치원에서 사용되고 있는 교사보조 로봇은 (주)유진로봇에서 개발한 아이로비큐(IrobiQ)로 키 45cm, 무게 7Kg의 지능형 서비스 로봇이다. 이 로봇은 2008년 10월부터 국내의 유치원에서

상용화되기 시작하여 현재 전국적으로 1200여대가 보급되었다. 플랫폼의 특징은 얼굴 부분의 LED를 통해 감정표현이 가능하고, 실시간 웹 연동이 가능한 네트워크 로봇으로 몸체 부분의 터치스크린 기능 LCD(800×480) 화면을 통해 유아와 교사들이 활용할 수 있는 콘텐츠를 제공하고 있다. 표정을 디스플레이할 수 있는 안면 LED(Light Emitting Diode)와 음성인식과 영상인식, 소리재생 기능(일명 앵무새 기능), 충돌 및 장애물 감지용 센서 및 팔과 머리, 몸통에 터치센서가 부착되어 있으며 주행용 바퀴와 위치인식 기능을 갖추고 있다. 로봇과 아동의 상호작용은 몸체 부분의 터치 스크린 외에 팔, 머리, 몸통의 터치 센서와 소리 재생기능, ViPR카드, 머리 부분에 내장된 카메라를 통해 가능하다. 또한 이동성 기능은 리모컨으로 조장이 가능하다.

선행연구들(현은자 외, 2009, 2010a, 2010b)은 IrobiQ의 이러한 상호작용성이 유아들로 하여금 그것에 생물학적인 특성(biological characteristics)을 부여하는데 큰 역할을 하고 있음을 보여주었다.

2) 인터뷰 문항

본 연구에서 사용한 인터뷰 질문은 그동안 아동의 Aibo 인식연구(Kahn, Friedman, Perez-Grenados, & Freier, 2006a; Melson et als, 2009)에서 사용한 인터뷰 질문의 4개 영역(domains)(생물학적 영역, 정신적 영역, 사회적 영역)의 질문들을 기초로 하였으나 각 질문 수에 있어서 제한을 두고 Aibo와는 다른 교사보조로봇으로서의 IrobiQ의 특성에 맞는 로봇 플랫폼에 맞는 내용을 더하여 인터뷰 질문을 구성하였다. 그리하여 교수 학습적인 내용(“아이로비가 쉬운 산수 문제를 풀 수 있을까?”), “아이로비가 너를 가르칠

〈표 1〉 인터뷰 문항 (X = Irobi)

영역	질문	이유/근거를 묻는 질문
1. 생물학적(6문항)	X가 살아 있니? X가 죽을 수 있니? X가 먹을 수 있니?	왜 그렇게 생각해? 왜 그렇게 생각해? 왜 그렇게 생각해?
2. 지적인(10문항)	X가 우리처럼 생각할 수 있니? X가 쉬운 산수 문제를 풀 수 있을까? X가 널 가르칠 수 있을까? 네가 X를 가르칠 수 있을까? X가 말할 수 있니? X가 네가 말한 것을 알아들을 수 있니?	왜 그렇게 생각해? - 왜 그렇게 생각해? 왜 그렇게 생각해? 왜 그렇게 생각해? 왜 그렇게 생각해?
3. 정서적(4문항)	X가 기분이 좋을 때가 있니? X가 기분이 나쁠 때가 있니?	언제 그랬니? 언제 그랬니?
4. 사회적(13문항)	X가 너를 알고 있다고 생각하니? X가 너랑 친구가 될 수 있니? 네가 비밀을 X한테 말하면 X가 지켜줄까? 옆 반에 있는 X하고 너희 방에 있는 X를 바꾸면 어떤 것 같아? 넌 X가 좋니? 학교에 가면 X가 있을까? 없으면 어떤 것 같아?	왜 그렇게 생각하니? 왜 그렇게 생각하니? 왜 그렇게 생각하니? 왜? 왜 좋니? - 왜 그럴 것 같아?

수 있을까? ”네가 아이로비를 가르칠 수 있을까?)과 연구대상이 입학을 앞두고 있음을 고려한 질문(“초등학교에 가도 아이로비가 있을까? 없으면 어떻게?”)을 포함하여 로봇 존재(entity)의 인식을 묻는 4영역 : 생물학적(6문항), 지적(10문항), 정서적(4문항), 사회적 존재(13문항)으로 질문을 분류하였다(표 1). 각 질문은 유아들에게 아이로비의 어떤 특성을 긍정하기 혹은 부정하기를 요구하였고, 뒤이어 그 답에 대한 이유를 말하게 하였다. 그러나 그 중 몇 개의 질문은 어느 한 영역으로 분류하는 것이 쉽지 않았다. 예를 들어, “X가 너를 알고 있다고 생각하니?”는 ‘안다’는 지적인 상태를 묻는 질문으로도 분류가 가능하지만 본 연구에서는 친구됨(companionship)에 관련한 내용으로 분류하여 사회적 영역 안에 포함하였다. 예/아니오의 대답에 대한 근거를 묻는 질문에 대한 반응은 로봇의 기

계적인 특성을 언급한 것과 그 밖의 것으로 분류하여 유아의 긍정과 부정반응이 기계적인 속성에 의한 것인지를 뒷받침하는 자료로 사용되었다. 예를 들어, “아이로비는 말할 수 있니?”에 “예”라고 답하였어도 그 대답의 근거가 “말하게 작동되어 있다”였다면 아이로비가 인공물인 것을 인식하고 있는 것으로 해석되어 근거 반응 분석 결과에 제시되었다.

3. 연구 절차

예비조사는 2011년 2월 10일 G 유치원의 네 명의 6세 유아를 대상으로 이루어졌으며 그 결과 몇 개의 인터뷰 질문 문장이 수정되고 첨가되었다. 본 연구는 같은 유치원의 6세 유아들 23명을 대상으로 2011년 2월 11부터 17일까지 3일간에 걸쳐 진행되었다. 인터뷰는 유치원의 별도의

교실에서 이루어졌으며 각 유아가 인터뷰한 시간은 10분-20분이었다. 연구자는 유아가 방에 들어오면 우선 5분 정도 초등학교 진학을 비롯한 사적인 질문을 통해 래포를 형성하고, 그동안 유치원에서 아이로비를 어떻게 사용했는지, 주로 어떤 놀이를 했는지 질문하였다. 그 다음 준비된 인터뷰 질문을 하였다. 인터뷰의 전 장면은 voice recording과 video recording 되었으며 현장에서 메모도 병행되었다. 녹화된 자료의 전사는 인터뷰 이후 이틀에 걸쳐서 이루어졌다.

4. 자료 분석

질문에 대한 수긍 여부를 묻는 문항에 대한 답은 긍정(그렇다), 부정(아니다), 모름, 무응답으로 분류되어 각각의 횟수가 측정되었다. 또한 그에 대한 이유를 요구하는 질문에 대한 반응은 내용 분석을 통해 분류되었으며 각 질문에 대한 응답의 횟수와 비율이 Excel program으로 산출되었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 생물학적 존재로서의 인식

과반수의 유아들은 로봇이 살아있지 않고(57%) 죽을 수 없는(65%), 먹지 못하는(65%) 존재라고 대답하여 로봇이 생물체가 아님을 인식하고 있었다. 반면에, 살아있다고 답한 유아들(30%)은 대부분 “움직이니까”, “말을 하니까”와 같이 생물학적인 속성을 근거를 들고 있기도 했으나 로봇이 쉰 때만 살아 있다고 한 유아(1명)도 있었다. 로봇이 살아있지 않다고 답한 유아들은 아이로비가 “무생물이니까”, “로봇이니까”, “가만히 있어서” 등을 들었고 죽을 수 없다

는 이유도 로봇이기 때문이라는 점을 언급하고 있었다. 먹는다고 대답한 6명의 유아들도 그 이유를 답할 때 “전기만 먹는다”(3명), “충전한다”(1명)라고 하여 대부분의 유아들은 로봇이 살아있는 생물이 아니고 전기로 작동하는 기계임을 인식하고 있었다.

〈표 2〉 생물학적 존재로서의 인식

생물학적	빈도 (N = 23)(%)			
	긍정	부정	모른다	무응답
1. 살아있나	7(30)	13(57)	2(9)	1(4)
2. 죽을 수 있나	7(30)	15(65)	0(0)	1(4)
3. 먹을 수 있나	6(26)	15(65)	1(4)	1(4)

2. 지적인 존재로서의 인식

표 3에서 보듯이 과반수의 유아들이 로봇이 생각할 수 없으며(52%) 쉬운 문제도 풀지 못한다(61%)고 답하였으며, 무엇인가를 배울 수 있는 존재라거나 유아가 무엇을 가르칠 수 있는 존재인가를 묻는 대답은 긍정과 부정이 비슷한 비율로 나타났다. 그에 대한 이유를 묻자, 로봇이 생각할 수 있다고 답한 8명의 유아들은 “우리가 모르는 것을 알고 있다” “말을 하니까”와 같은 이유를 들거나(6명) “컴퓨터가 있어서” “마이크로 칩이 있어서”와 같이 기계적인 속성을 들기도 하였다(2명). 쉬운 산수 문제를 풀수 있다고 답한 유아들(6명) 중의 2명은 그 이유를 “로봇이니까”, “컴퓨터로 전송해서”와 같이 들었다. 자신을 가르칠 수 있다고 대답한 이유로는 주로 학습 콘텐츠의 내용(생일축하, 그림송, 요리, 문제, 등)을 언급하였으며 부정의 이유로는 “로봇이니까”라는 응답이 가장 많았다. 이와 비슷하게 유아들은 자신이 무언가를 아이로비에게 가르칠 수 있다고 답한 이유보다 가르칠 수 없는 이유를 좀 더 분명

〈표 3〉 지적인 존재로서의 인식

지적인	빈도 (N = 23)(%)			
	긍정	부정	모른다	무응답
1. 로봇이 생각할 수 있나	8(35)	12(52)	3(13)	0(0)
2. 로봇이 쉬운 산수 문제를 풀 수 있나	6(26)	14(61)	1(4)	2(9)
3. 로봇이 나를 가르칠 수 있나	10(43)	9(39)	2(9)	2(9)
4. 내가 로봇을 가르칠 수 있나	8(35)	8(35)	3(13)	2(9)
5. 로봇은 말할 수 있나	22(96)	0(0)	1(4)	0(0)
6. 내가 말한 것을 이해할 수 있나	14(61)	9(39)	0(0)	0(0)

하게 답하였는데, 가령 “로봇이니까”, “선생님이 퇴근하면 잠자면서 잊어버린다”, “까먹는다”와 같은 응답을 하여 기계적으로 움직이는 로봇의 제한점을 인식하고 있는 것으로 보였다.

한편, 거의 모든 유아(96%)가 아이로비가 말할 수 있다고 응답하였으며 과반수의 유아(61%)가 로봇이 자신의 말을 알아들을 수 있다고 대답하였다. 그러나 아이로비가 말한다고 답한 22명의 유아들 중에서 10명의 유아들이 “말할 수 있게 작동되어 있다” “출석 체크할 때 말한다” “카메라 찍을 때 말해서” “게임할 때” 등과 같이 프로그래밍된 기계로서의 이유를 들고 있었다. 로봇이 자신의 말을 알아들을 수 있다고 대답한 유아들(14명) 중에는 8명의 유아가 “녹음할 때”, “반응을 했다” “로봇이니까” 등으로 기계로서의 속성을 들었다.

3. 정서적인 존재로서의 인식

표 4에서와 같이 대부분의 유아들이 로봇이

기분이 좋거나(91%) 나쁠 수 있다(65%)고 답하여 로봇이 감정을 가질 수 있는 존재라고 인식하고 있었다. 흥미로운 것은 그러한 대답의 이유를 묻는 질문(“언제 그것을 알 수 있나?”)에는 대다수의 유아들이 “로봇과 놀아줄 때”, “웃을 때” “얼굴 빨개질 때” “춤출 때” “손대면 눈이 x자로 바뀔 때”, “눈으로 알 수 있다” 등 로봇이 보이는 안면 표정과 색깔, 눈의 색과 형태, 몸짓 등을 언급하였다. 그리고 기분 나쁠 때가 없다고 답한 유아들은 그 이유를 “로봇이 맨날 웃고 있기 때문”과 같이 답하여 로봇의 표정이 유아로 하여금 로봇을 정서적인 존재로서 여기게 하는데 결정적인 역할을 하는 것으로 나타났다.

4. 사회적인 존재로서의 인식

표 5와 같이 사회적인 존재성을 묻는 질문에 대부분의 유아들은 로봇이 자신을 알고 있으며 (74%), 친구가 될 수 있다(74%)고 답하였다. 왜 알고 있다고 생각하는지를 묻는 질문에는 대부

〈표 4〉 정서적인 존재로서의 인식

정서적인	빈도 (N = 23)(%)			
	긍정	부정	모른다	무응답
1. 로봇의 기분이 좋을 때가 있는가	21(91)	1(4)	0(0)	1(4)
2. 로봇이 기분이 나쁠 때가 있는가	15(65)	6(26)	1(4)	1(4)

〈표 5〉 사회적인 존재로서의 인식

사회적인 면	빈도 (N = 23)(%)			
	긍정	부정	모른다	무응답
1. 로봇이 나를 알고 있는가	17(74)	2(9)	4(17)	0(0)
2. 로봇과 친구가 될 수 있는가	17(74)	2(9)	4(17)	0(0)
3. 로봇에게 비밀을 말할 수 있는가	5(22)	14(61)	1(4)	3(13)
4. 우리반 로봇을 다른 반 로봇과 바꾼다면	10(43)	9(39)	3(13)	0(0)
5. 로봇이 좋은가	20(87)	0(0)	2(9)	1(4)
6. 학교에 로봇이 있을 것 같은가	0(0)	22(96)	0(0)	1(4)
7. 학교에 로봇이 없다면 어떠한가	4(17)	11(48)	6(26)	2(9)

분의 유아(12명)가 “그 안에 내 사진이 들어있어서”, “출석할 때 이름을 불러주어서” 등으로 내장된 콘텐츠를 언급하였다. 로봇이 친구가 될 수 있다고 답한 유아들은 대부분 그 이유를 “같이 놀아주니까”, “게임을 같이 한다” “잘해주면 친구 될 수 있다”와 같이 놀이 친구가 될 수 있음을 들었다. 흥미로운 것은 로봇이 자신의 친구가 될 수 있다고 응답했음에도 과반수의 유아(61%)가 로봇이 자신의 비밀을 털어 놓 상대는 아니라고 대답하였는데 그 이유로는 대부분 ‘로봇이 듣지 못 한다’ ‘약속을 지키지 못 한다’는 등 기계로서의 속성을 이유로 들고 있었다.

로봇과의 친밀성과 관련한 중요한 질문 중 하나인 로봇의 교환 가능성에 대해서 유아들은 엇갈린 반응을 보였다. 바꾸어도 된다고 답한 유아들(43%)은 모두 그 이유를 자기 반과 다른 반의 아이로비가 똑같기 때문이라고 했으며 부정적인 반응을 보인 유아들(39%)은 출석 콘텐츠에 실린 자신의 이름과 얼굴을 이유로 들었다. 즉 ‘출석표가 내 반의 아이로비에 들어있기 때문’에, ‘다른 반 아이로비가 자신의 이름을 모른다’는 점을 언급하였다. 대부분의 유아들(87%)이 아이로비에 대한 호감을 표시했는데 그 이유로는 거의 모든 유아들이 로봇이 노래하거나 같이 놀고 동화를 들려주고 게임을 해서라고 답하였다. 모든 유

아들이 학교에 로봇이 없다는 것을 알고 있었고 그것에 대해 꽤 많은 유아들이 아쉽거나 슬프다는 부정적인 반응(48%)을 보였으며 상대적으로 적은 수(17%)의 유아가 로봇이 학교에 없어도 상관 없다는 반응을 보였다. 로봇이 학교에 없는 것에 대해 부정적인 반응을 보인 유아들은 모두 그 이유를 아이로비가 없으면 “심심하고”, “놀지 못하고 공부만 할 것이기 때문”이라고 하여 로봇을 놀이 상대로 여기고 있음을 보여주고 있었다.

IV. 논의 및 결론

본 연구의 결과에 대한 논의는 다음과 같다. 첫째, 유치원의 전 과정에서 교육용 로봇을 경험한 유아들은 거의 모두 로봇을 생물학적 존재로 여기고 있지 않았다. 유아들은 로봇이 살아있지 않으며(57%) 전기를 충전해서 움직이는 기계를 알고 있었다. “로봇이 먹을 수 있다”라는 표현은 ‘전기를 먹는다’를 뜻하는 은유적인 표현으로 해석되었다. 이러한 결과는 그 유치원에서 단기간(2주) 로봇을 사용한 5-6세 유아들을 대상으로 한 연구(현은자·윤현민·강정미·손수련, 2009)에서 로봇을 살아있다(66.6%)라고 응답한

유아들이 실은 로봇이 배터리로 충전되어 움직인다는 것을 알고 있었다는 결과와 비교해 볼 수 있다. 다만 로봇의 사용경험의 축적이 은유적인 표현의 감소와 관련이 있는 것은 아닐까 추측해 볼 수 있다.

둘째, 아이로비의 지적인 부분에서는 사람처럼 생각하지 못한다는 대답이 많았으며 쉬운 문제도 풀지 못할 것이라고 답한 유아들도 다수 있었다. 이와는 대조적으로 대부분의 유아들이 로봇이 말할 수 있다고 대답하고 있고 역시 많은 유아들이 자신의 말을 로봇이 알아들을 수 있다고 반응하였으나 그 이유를 묻는 질문에는 상당수의 유아들이 로봇이 말할 수 있도록 프로그램화된 기계임을 알고 있다는 증거를 보여주었다.

출석기능은 유아가 로봇이 자신을 알고 있다고 인식하는데 가장 큰 역할을 하고 있었다. 다른 반 것과 바꾸면 안 된다고 대답한 이유로 몇 명의 유아들은 자기반의 로봇이 자신들의 출석표를 지니고 있기 때문이라고 대답하였다. 이는 유아의 로봇 인식과 로봇 콘텐츠 사용경험의 관계를 밝힌 선행연구(현은자 외, 2010a)에서도 보고된 바 있다. 학습 면에서도 유아들은 대부분 로봇이 자신들을 가르치거나 자신이 로봇을 가르치지 못한다고 대답하였는데 그 이유는 로봇이 알아듣지 못하기 때문이라고 답하였다. 이러한 결과는 초기 인식 연구(현은자 외, 2009)와 차이를 보인다. 로봇을 2주 정도 경험한 유아들은 로봇이 자기를 가르칠 수 있으며(81%), 로봇이 선생님을 대신할 수 있고(54%), 같이 공부할 수 있다(74%)고 보았기 때문이다(현은자 외, 2009).

세 번째, 정서적인 영역에 관련된 질문에서 거의 모든 유아들은 로봇이 기쁘거나 기분 나쁠 때가 있다고 응답하였으며 로봇이 기뻐할 때는 자신들이 놀아줄 때이며, 반대로 기분 나쁠 때는 자기들이 안 놀아줄 때라고 답하였다. 그리고 그

러한 로봇의 기분은 얼굴과 눈의 표정으로 알 수 있다고 하였다. 이러한 반응은 로봇이 인간과의 사소통하기 위해서는 인간과 흡사한 외모와 행동을 하는 것이 필요하다는 선행 연구(Kahn, Ishiguro, Friedman, & Kanda, 2006b)와 로봇의 이동성과 외양이 인간이 로봇에 친근감을 형성하고 감성적인 관계를 가능케 한다는 주장(신나민·김상아, 2007; 신나민·이선희, 2008)을 뒷받침한다고 할 수 있다. 또한 이러한 반응은 Turkle(2003)이 언급한, 상호작용적인 인공물에 대해 인간이 가지는 “살아 있는 것처럼 여기려는” 심리로서 해석될 수 있다.

마지막으로, 사회적인 영역의 질문에서 모든 유아들은 아이로비를 좋아한다고 답하였으며 그 이유는 같이 놀아주기 때문이라고 말하였다. 이는 로봇의 상호작용성과 놀이적 콘텐츠로 인해 유아들이 로봇을 친구로 여긴다는 선행연구의 결과와 일관된 것이다(윤현민, 2010; 현은자 외, 2010a; 현은자 외, 2010b). 윤현민(2010)은 그의 문화기술지 연구에서 연령에 상관없이 유아들이 로봇에게 애착관계를 형성하고 친구처럼 인식하고 있음을 보여주었다. 다른 한편 본 연구에서 드러난 흥미로운 결과는 꽤 많은 수의 유아들이 아이로비가 자신과 특별한 친구 관계가 아님을 인식하고 있는 것이라고 할 수 있다. 즉, 유아들은 아이로비의 교환 가능성을 인정하고 아이로비가 비밀을 지켜줄 수 없다고 응답하였다. 이 결과는 아이로비에 대한 첫 번째 인식 연구(현은자 외, 2009)에서 과반수의 유아들(53%)이 같은 질문에 긍정적인 반응을 보인 것과 대조되는데, 그 이유로는 본 연구대상의 로봇과의 장기간의 경험을 들 수 있을 것이다.

본 연구의 결과를 종합하면 거의 3년간의 유아교육기관에서의 생활에서 로봇의 학습 콘텐츠와 상호작용 기능을 경험한 유아들은 로봇이 생

물체가 아닌, 기계임을 알고 있었으며 기술적인 면에서 상호작용성의 제한점을 인식하고 있었으며 ‘교사 도우미’로서의 역할보다는 같이 놀이할 수 있는 존재로 여기고 있었다. 흥미로운 것은 그들이 로봇이 기계임을 알고 있음에도 불구하고 로봇이 감정을 가지고 그것을 표현할 수 있다고 생각하고 있으며 같이 놀 수 있는 친구가 될 수 있다고 여기는 것이다. 따라서 유아와 로봇과 형성한 관계, 즉 ‘친구’의 개념은 또래 친구(peer)라거나 우정을 나눌 수 있는 친구관계(friendship)라기 보다는 놀이 친구(playmate)에 가깝다고 할 수 있다.

본 연구가 시사하는 바는 우선, Melson과 그의 동료들(2009)의 연구의 시사점을 뒷받침하는 것으로 보인다. Irobi의 초기의 인식 연구(현은자 외, 2009)와 유사하게 유아들은 로봇이 생명체가 아님을 알고 있는데도 생물체와 인간의 속성(“살아있다”, “말한다”, “기뻐한다”, “슬퍼한다”)을 Irobi에게도 부여하는 것처럼 보인다. 그러나 그것보다 먼저 그들에게 “살아있는 것”과 “살아있지 않은 것” “먹는다”와 “먹지 않는다” 그리고 더 나아가 “나를 안다”, “모른다” “친구다”, “아니다”와 같은 이분법적 질문을 묻는 것이 얼마나 타당한 것인지를 물어야 할지 모른다. 이는 Turkle(2003)이 「스크린 위의 삶」에서, 그리고 Kahn과 그의 동료들(2006b)이 Aibo 연구에서 지적한 것으로서 그들은 일상생활에서 인간과 상호작용하는 인격화된 기술, 로봇이 등장함에 따라 지금까지의 데카르트식 이분법적 존재론, 즉 인간 vs. 기계를 대신할 수 있는 새로운 존재론적 유목이 필요하다고 제안하였다. 결국, 앞으로 인격화된 기술의 다양한 속성을 새로운 방식으로 경험하게 될 유아들에게 기존의 유목화 방식인 “로봇이 살아있니? 살아 있지 않니?”와 같은 질문은 더 이상 유의미하지 않을 수 있으며 또한

로봇에 대한 모든 존재론적 응답에서의 일관성의 결여를 단지 유아의 지적 발달상의 특성이이라고 보기 힘들 것이다.

둘째, 로봇의 외양이 유아와 로봇의 상호작용성에 미치는 영향에 관한 학제 간 연구의 필요성이다. 유아들은 로봇의 기분을 설명할 때 로봇의 얼굴 특히 눈의 표정을 언급하였다. 조광수와 이윤경(2010)은 초등용 영어교육로봇의 안면 디자인 연구를 통해서 심리학과 디자인, 공학의 학제 간 연구의 유용성을 밝힌 바 있다.

셋째, 이제까지 국내외에서 이루어진 HRI 연구들이 일관성있게 아동과 로봇과의 친밀감 형성이 가능하다는 결과를 보고하여 왔으나 아직 친밀감이 어떠한 경로나 상호작용에 의해 형성되는지를 밝힌 연구는 찾기 힘들다(Kahn, Ruckert, Kanda, Ishiguri, Reichert, Gary, & Shen, 2010). WoZ(Wizard of Oz) 기법을 사용하여 휴머노이드 Robovie과 아동의 상호작용을 사용한 연구(Kahn et als, 2010)가 몇 가지의 상호작용 패턴(interaction pattern)을 제시한 바 있으나 그 결과를 모든 로봇 플랫폼에 일반화하기는 힘들다. 연구자 본인들이 지적하듯이 상호작용 패턴은 로봇의 타입, 인터페이스, 목적, 사용 맥락, 사용자에 따라 다를 수 있기 때문이다. 교육용 로봇의 경우에 상호작용 패턴의 연구는 각 로봇 플랫폼의 인터페이스, 주사용자인 유아, 그리고 교육기관의 환경적인 요인들이 중요하게 다루어져야 한다(현은자, 2010). 이러한 맥락에서 유아 교육용 로봇의 디자인에 생태학적 접근을 고려할 필요가 있다. 국내외에서 개발되고 있는 노인용 지능형 서비스 로봇의 경우, 이미 디자인에 있어서 생태학적 접근이 제안되고 있는 실정이다(Forlizzi, DiSalvo, & Gemperle, 2004). Forlizzi와 그의 동료들(2004)은 자신의 집에서 살고 있는 노인들의 생태학적 체계의 부분으

로서 노인을 보조하며 노인과 상호작용하는 주변의 사람들에게 순응할 수 있는 지능형 서비스 로봇의 디자인에 대한 연구의 필요성을 주장하였다.

마지막으로 본 연구의 결과는 현재의 교사 보조 로봇의 개념 정립의 필요성과 새로운 미디어로서의 가능성(promise)을 드러내고 있는 것으로 보인다. 교사나 또래 친구를 대신(substitute)하지는 않으나 유아와 정서적 관계를 맺고 유아의 놀이를 돕고 ‘놀이를 통한 학습’을 가능케 할 수 있는 로봇 플랫폼과 인터페이스, 그리고 콘텐츠 개발은 교사 보조 로봇의 핵심 과제 중 하나가 될 것이다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부(2009). 2010 유아교육선진화 추진계획. 교육과학기술부.
- 김영실 · 이종향 · 현은자 · 박현경(2011). 지능형 로봇을 활용한 동시활동이 4세 유아의 음운인식과 단어재인에 미치는 효과. **열린유아교육연구**, 16(1), 389-409.
- 김영옥(2010). 로봇기반교육과 유아교육. **한국유아교육학회소식 뉴스레터 제 50호**.
- 신나민 · 김상아(2007). 로봇과 학습의 관계 맺기 : 초, 중, 고등학생의 관점에서. **교육정보미디어연구**, 13(3), 79-99.
- 신나민 · 이선희(2008). 아동-로봇 친밀성에 미치는 요인에 관한 탐색적 연구. **아동학회지**, 29(5), 977-111.
- 윤현민(2010). 유아교육용 서비스 로봇에 대한 교사의 수용과 유아-로봇 상호작용. 성균관대학교 대학원 박사학위 청구논문.
- 조광수 · 이윤경(2010). R-Learning을 위한 휴머노이드 로봇의 안면 정서 표현과 유아의 안구 운동. **제 5회 한국로봇종합학술대회 발표자료**.
- 현은자 · 박현경 · 연혜민 · 장주연(2010a). 유아의 교사보조로봇에 대한 정서와 역할인식 변화. **유아교육연구**, 30(4), 171-186.
- 현은자 · 윤현민 · 강정미(2010b). 유아의 교육용 로봇에 대한 인식과 사용경험과의 관계. **어린이미디어연구**, 9(1), 189-205.
- 현은자 · 윤현민 · 강정미 · 손수련(2009). 교육용 지능형 서비스 로봇에 대한 유아의 인식. 제 4회 한국로봇공학회 하계종합 학술대회.
- Bartlett, B, Estivill-Castro, V., & Seymon, S. (2004). Dogs or robots : Why do children see them as Robotic pets rather than canine Machines? *Proceedings of the 5th Australian User Interface Conference*, 7-14.
- Beran, T., & Ramirez-Serrano, A. (2010). Do children perceive robots as alive? Children's attributions of human characteristics. *Proceedings of the 19th IEEE Interactional Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 137-138.
- Forlizzi, J., DiSalvo, C., & Gemperle, F. (2004). Assistive robotics and an ecology of elders living independently in their homes. *Human-Computer Interaction*, 19, 25-59.
- Kahn, Jr. P. H. (1999). *The Human Relationship with Nature : Development and Culture*. Cambridge, MA : The MIT Press.
- Kahn, Jr. P. H. (2011). *Technological Nature : Adaptation and the Future of Human Life*. Cambridge, MA : The MIT Press.
- Kahn, Jr. P. H., Friedman, B, Perez-Grenados, V., & Freier, N. G. (2006a) Robotic pets in the lives of preschool children. *Interaction Studies*. 7, 405-437.
- Kahn, Jr., P. H., Ishiguro, H., Friedman, B., & Kanda, T. (2006b). What is a human?-Toward Psychological Benchmarks in the field of human-Robot interaction. *Proceedings of the 15th IEEE Interactional Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 364-371.
- Kahn, Jr., Ruckert, J. H. , Kanda, T., H. Ishiguro, A.

- Reichert, Gary, H., & Shen, S. (2010). Psychological Intimacy with robots? Using interaction patterns to uncover depth of relation. *Proceedings of the 19th IEEE Interactional Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 123-124.
- Kozima, H., & Nikagawa, C. (2007). A robot in a playroom with preschool children : Longitudinal field practice. *Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 599-604.
- Levi, D. (2008). *Love and Sex with Robots : The Evolution of Human-Robot Relationships*. New York : Harper Prential.
- McNicolas, J., Gilbey, A., Rennie, A., Ahmedzai, S., Dono, J., & Ormetod, E. (2005). Pet ownership and human health : A Brief review of evidence and issues. *British Medical Journal*, 331, 1252-1254.
- Melson, G. F., Kahn, Jr. P. H., Beck, A., & Friedman, B. (2009). Robotic pets in human lives : implications for the human-animal bond and for human relationships with personified technologies. *Journal of Social Issues*, 65(3), 545-567.
- Melson, G. F., Kahn, P. H., Beck, A., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill. B. T. (2009). Children's behavior toward and understanding of robotic and living dogs. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30(2), 92-102.
- Piaget, J. (1929). *The Child's Conception of the World*. Harcourt Brace. New York.
- Turkle, S. (1984). *The Second Self : Computers and the Human Spirit*, Cambrige, MA : The MIT Press.
- Turkle, S. (2003). 스크린 위의 삶 : 인터넷과 컴퓨터 시대의 인간(최유식 옮김). 민음사(원본 제목 : *Life on the Screen*, 원본발간일, 1995).
- Turkle, S. (2007). Authenticity in the age of digital companions. *Interaction Studies*, 8(3), 501-517.
- Turkle, S. (2011). *Alone Together*. Cambridge, MA : The MIT Press.

2011년 4월 28일 투고, 2011년 7월 18일 수정
2011년 7월 28일 채택