



## 열 현상에 대한 초등학생들의 문제해결 과정에서 나타나는 직관적 사고의 특징 - 발현의 맥락 및 논리적 사고와의 관계를 중심으로 -

박준형, 송진웅\*

서울대학교

### The Features of Intuitive Thinking Emerged During Problem Solving Activities About Thermal Phenomena:

### When Intuitive Thinking Appears and How it is Related to Logical Thinking

Joonhyeong Park, Jinwoong Song\*

Seoul National University

## ARTICLE INFO

*Article history:*

Received 12 May 2017

Received in revised form

12 June 2017

24 June 2017

Accepted 27 June 2017

*Keywords:*

intuitive thinking, emergence of intuitive thinking, problem solving, thermal phenomena, logical thinking

## ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the features of elementary students' intuitive thinking emerged during problem solving activities as it related to thermal phenomena, focusing on when intuitive thinking appears and how it is related to logical thinking. For this, we presented a problem related to thermal phenomena to nine 5th-grade students, and examined how students' thinking emerged in the activities. We conducted clinical interviews to investigate the thinking process of students. The results of this study are as follows. First, students made their own solutions and justified it later during the emergence process of intuitive thinking. It was also found that students connected concrete materials and abstract concepts intuitively. They solved the problem by making predictions even when information is insufficient. Second, it was shown that intuitive thinking can emerge through the intended strategies such as drawing a mental image, thinking from a different perspective, and integrating methods. These results, which are related to the students' intuitive thinking has received little attention and will be the basis for helping students in the context of discovery of their problem solving activities.

## 1. 서론

“직관(intuitions)은 생산적 사고의 본질(essential feature)이며, 그 의미는 말이나 숫자로 표현되기 전에 나타난다.” (Einstein, quoted in Root-Bernstein & Root-Bernstein, 1999, p. 5)

물리학자 아인슈타인은 자기 스스로를 광자라고 상상하고, 빛의 속도로 빛을 따라가면서 보면 어떻게 될지에 대해 고민하는 과정에서 광속 불변의 문제를 해결하는 특수상대성 이론을 발견하였다(Greene, 1999). 특히 그는 과학 이론을 발견하는 과정에서의 문제해결 방향에 대한 느낌은 말로 표현하기 어려우며, 발견은 “논리적 과정이 아닌 오직 직관을 통해서만 가능하다(Einstein & Seeling, 1995, p. 226).”고 기술하였다. 이러한 맥락에서 아인슈타인의 특수상대성 이론의 발견 과정에는 직관이 핵심적인 역할을 했다고 볼 수 있겠다. 아인슈타인의 일화처럼 직관을 통하여 과학적 발견을 이루어낸 과학자들의 일화는 여러 분야에서 쉽게 접할 수 있다. 예를 들어, ‘유레카’로 알려진 부력의 원리를 발견한 아르키메데스의 일화, 꿈에서 자신의 꼬리를 물고 있는 뱀을 보면서 벤젠의 분자 구조를 발견한 케쿨레의 일화 등 과학적 발견에 대한 일화들에는 직관이 중요하게 역할을 해온 사례들이 많이 등장한다(Shepard, 1978).

하지만 과학의 진보가 직관을 통한 발견만으로 이루어지는 것은 아니다. 과학자 개인이 발견한 무언가가 과학적 발견으로 인정받고 과학의 진보로 이어지기 위해서는, 발견해 낸 것을 다른 과학자들에게 설명하고 공유하는 과정이 수반되어야 한다(Han, 2010; Hoyningen, 2006; Popper, 1959; Reichenbach, 1938). 즉, 개인이 발견한 것에 대해 다른 과학자들과 과학의 언어로 소통하고 검증하는 과정을 거쳐야 비로소 과학적 발견으로서 그 가치를 인정받을 수 있는 것이다. Reichenbach (1938)는 이러한 맥락에서 과학적 발견의 과정을 발견의 맥락(context of discovery)과 정당화의 맥락(context of justification)으로 구별하여 설명하였다. 발견의 맥락이 직관과 상상력이 작용하여 어떤 이론을 생각하거나 고안하는 활동이라면, 정당화의 맥락은 논리와 합리성을 바탕으로 그 이론을 평가하거나 정당화하는 활동을 의미한다(Han, 2010; Hoyningen, 2006). 이처럼 과학의 진보는 직관을 통한 발견과 논리를 통한 정당화 과정을 통해서 설명될 수 있다(Poincaré, 1908/1914).

과학에서 발견의 맥락과 정당화의 맥락이 중요하고, 과학은 과학으로서 가르쳐져야 한다는 주장(Schwab, 1962)을 따른다면 과학교육의 상황에서도 이 두 가지 맥락과 사고는 중요하게 다루어져야 한다. 예를 들어, 과학자들과 마찬가지로 학생들의 문제해결 과정도 문제해결의 실마리를 찾는 발견의 맥락과 떠오른 해결 방법이 타당한

\* 교신저자 : 송진웅 (jwsong@snu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.3.523>

지 살펴보는 정당화의 맥락으로 설명될 수 있겠다. 문제해결 과정에서 학생들은 주어진 문제 상황과 관련된 원리와 개념들 사이의 관계를 문제 상황에 맞게 새롭게 조직하는 사고를 하게 된다(Park & Kwon, 1991). 이러한 과정을 발견의 맥락과 정당화의 맥락으로 해석해보면, 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 직관적 사고<sup>1)</sup>를 통하여 새로운 관계와 새로운 조직들을 만들며 문제해결의 실마리를 발견하고, 논리적 사고를 통하여 새롭게 구성된 해결 방법이 문제해결에 적절한지 분석하며 정당화하는 과정을 거치게 된다. 특히 문제를 재조직하는 과정에서 직관적 사고를 통해 논리적 간극을 뛰어넘는 발견이 중요하게 작용한다는 점을 고려하면(Polanyi, 1958), 학생들의 성공적인 문제해결을 이끌기 위해서는 문제해결 과정에서의 논리적 사고 뿐 아니라 직관적 사고에 대해서도 균형 있게 다루어질 필요가 있겠다.

그럼에도 불구하고 지금까지의 과학교육에서는 정당화의 맥락에서 요구되는 합리성과 논리성이 오랫동안 주로 강조되어 왔다(Bruner, 1960; Fensham & Marton, 1992; Marton *et al.*, 1994). 이러한 문제 상황 속에서, 과학학습에서 발견의 맥락을 강조하는 흐름이 차츰 나타나기 시작했다(AAAS, 1989). 예를 들어, 문제해결 학습상황에서 정당화의 맥락이 강조된 전통적인 방식을 비판하며(Stewart & Hafner, 1991), 학생들의 발견적인 활동이 이루어질 수 있도록 해야 한다는 주장이 나타났다(Hafner & Stewart, 1995). 즉, 전문가들의 문제해결에서 직관적 사고가 핵심적인 역할을 하는 것처럼(Clement, 1994), 학습자도 스스로 문제를 해결하는 과정에서 능동적으로 직관적 사고를 활용하며 발견의 맥락을 경험하는 기회를 갖도록 해야 한다는 주장이다. 또한 최근 개념학습의 맥락에서 직관적 사고의 기능과 역할에 대한 연구가 조금씩 이뤄지고 있다(Brock, 2015; Clement,

2008). 예를 들어, Brock (2015)은 직관적 사고를 매우 추상화된 규칙 속에서의 암묵적인 감(tacit hunch)이나 느낌(feeling)으로 정의를 하였는데, 이러한 감이나 느낌을 정교화 하는 과정에서 개념에 대한 이해(conceptual understanding)를 높일 수 있다고 하였다. Clement (2008)은 직관적 사고를 물리적 현상을 해석하는 스키마(schema)의 바탕이라고 보고, 과학학습에서 나타나는 직관적 사고의 역할을 분석하였다. 특히 그는 유추(analogy)를 통해 개념을 이해하는 과정에서 직관적 사고가 학생들로 하여금 비유물(analog)과 목표물(target)의 정합성에 대한 확신을 갖게 하고, 이를 통해 이해했다는 느낌을 제공하여 개념 이해에 도움을 준다고 하였다.

하지만 기존 연구들 대부분은 직관적 사고가 발견되는 과정보다는 직관적 사고가 발견된 후에 나타나는 역할과 기능에 초점을 맞추어왔다(Brock, 2015; Clement, 2008). 이는 직관적 사고가 문제를 해결하는 과정에서 갑자기 섬광처럼 나타날 뿐 아니라, 언제 나타날지 예측하기도 어렵기 때문이다(Root-Bernstein & Root-Bernstein, 1999). 이처럼 직관적 사고가 나타나는 과정과 맥락을 포착하는 것이 어렵기 때문에 지금까지 직관적 사고가 발견되면서 나타나는 특징에 대해 분석한 연구들은 많지 않았다. 그럼에도 불구하고 직관적 사고가 발견되는 과정에서 나타나는 특징이나 직관적 사고의 발견을 촉진시킬 수 있는 요인을 찾을 수 있다면, 학생들의 과학적 문제해결 과정을 이해하고 이를 교육적으로 조력하는 데에 보탬이 될 것이다.

그렇다면 직관적 사고가 잘 발견되는 상황은 어떤 상황일까? 직관적 사고는 익숙하고 축적된 경험에서부터 시작된다는 주장을 고려하면(Fischbein, 1987), 직관적 사고는 학생들에게 낯설고 익숙하지 않은 상황보다는 자주 경험하여 학생들에게 보다 친숙한 상황 속에서 잘 발견될 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 직관적 사고가 잘 발견될 수 있는 문제 상황으로서, 학생들이 생활 속에서 쉽게 접할 수 있는 열 현상에 주목하였다. 열 현상은 학생들이 학교과학을 접하기 이전부터 쉽게 경험할 수 있는 친숙한 개념이다(Driver *et al.*, 1985). 예를 들어, 학생들은 뜨겁거나 차가운 음식을 먹었던 경험, 히터나 에어컨을 사용한 경험 등의 다양한 일상경험을 통해 나름의 열 개념을 형성하고 있다(Georgiou & Sharma, 2012; Na, 2014). 이를 직관적 사고에 대한 기존의 연구 결과들과 연결 지어 해석하면, 학생들이 직간접적으로 경험했던 열과 관련한 여러 상황들은 학생에게 축적되어, 학생들이 열 현상에 대해 해석하는 스키마(schema)의 바탕이 될 것이며(Clement, 2008), 학생들이 열 현상을 해석하는 데에 있어서 나름의 감이나 느낌을 갖게 하는 기저가 될 수 있다(Brock, 2015).

따라서 본 연구에서는 열 현상과 관련된 문제해결 과정에서 초등 학생들에게 발견되는 직관적 사고를 추출하고, 직관적 사고의 특징을 '직관적 사고가 발견되는 맥락'과 '직관적 사고와 논리적 사고의 관계'를 중심으로 분석하고자 한다. 이를 위하여 먼저, 이론적 논의를 통해 직관적 사고의 특징과 정의를 명확히 하고, 이를 바탕으로 학생들의 문제해결 과정에서 직관적 사고가 나타날 때 관찰되는 모습을 분석하였다. 이처럼 문제해결 과정에서의 직관적 사고에 대한 본 연구의 분석 결과는 그동안 과학적 문제해결 과정에서 주목받지 못했던 부분을 드러내어 탐색하고, 새로운 관점에서 학습자들의 문제해결을 도울 수 있는 기초를 마련한다는 점에서 의미가 있을 것으로 기대된다.

1) 직관적 사고(intuitive thinking)와 직관(intuition)의 용어는 과학철학, 과학교육 등 여러 학문 분야에서 다른 방식으로 사용되고 해석되어 왔다. 과학철학 분야에서는 직관적 사고라는 용어보다는 '직관'이라는 용어를 주로 사용되어 왔으며(예: Poincaré, 1905/1907; Popper, 1959; Tallant, 2013, 2014), 그 의미를 다양한 방식으로 해석하였다(Poincaré, 1905/1907). 예를 들어, Poincaré (1905/1907)는 직관을 순수 직관(pure intuition)과 감각 직관(sensible intuition)으로 구분하였다. 순수 직관이란 순수한 논리적 체계를 갖춘 직관으로서 감각의 도움을 받지 않는 직관이다. 감각의 도움, 즉 경험하지 않는다는 점에서 순수 직관은 칸트가 이야기한 선험(a priori)의 특성을 갖으며(Lee, 2005), 과학사에서의 위대한 발견들이 이 직관에 해당될 수 있다. 반면, 감각 직관은 경험의 영향을 받는 직관으로 대부분의 사람들에게 발견의 도구가 된다. 사람들은 여러 가지 현상을 감각하는 경험이 쌓여 새로운 것을 발견하기도 하는데, 이 때 사용되는 것이 감각직관이다. 특히 과학교육 분야에서는 직관과 함께 직관적 사고에 대한 용어도 많이 사용되며, 그 의미는 연구자마다 조금씩 달랐다. 예를 들어, 물리적 직관(physical intuition)의 의미로 '직관'만을 사용하는 연구자도 있고(예: Clement, 2008; Larsson & Tibell, 2015), 직관을 직관적 사고 중 하나의 특수한 경우라고 주장하는 연구자도 있다(예: Marton *et al.*, 1994). 또한 두 용어를 혼용하는 연구자들도 있다(예: Bruner, 1960; Brock, 2015; Yair & Yair, 2004). 한편, 과학교육 분야에서는 교육적 목적에 초점을 두고 학생들에게 향상시켜야 할 사고(력) 중 하나로서 접근하는 경우가 많았다. 과학적 사고력(scientific thinking)은 2015 과학과 교육과정에서 핵심역량 중 하나로 제시되었으며(Ministry of Education, 2015), 학생들이 향상시킬 능력(skill)으로 여겨진다. 또한 비판적 사고(critical thinking)와 논리적 사고(logical thinking/reasoning)도 과학교육에서 학생들이 과학을 잘 할 수 있도록 하는 능력으로서 관심을 갖는다. 즉, 이러한 사고들은 교육에서 발달시켜야 할 능력으로서 지향점의 의미를 담고 있다고 볼 수 있겠다. 이처럼 교육적 목적에 초점을 둔 '직관적 사고'는 학습자에게 의미 있는 교육적 '경험'의 제공을 통하여 직관적 사고를 기르자는 맥락에서 Poincaré (1905/1907)가 언급한 감각 직관(sensible intuition)이 목표하는 사고와 의미가 통할 수 있을 것이다. 이러한 맥락에서, 더 많은 논의가 필요하고 논란의 여지가 있었지만, 본 연구에서는 과학교육에서 향상시킬 사고 중 하나로서 '직관적 사고'의 용어를 해석하고 사용하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 직관적 사고의 특징과 정의

직관적 사고를 무엇으로 보는가는 여러 학문 영역들을 토대로 다양한 관점이 존재한다(Wild, 1938). 본 연구에서는 여러 관점들 중에서도, 과학교육 학술지와 과학교육 서적을 중심으로 과학교육에서 논의 되어온 직관적 사고의 특징을 크게 여섯 가지로 요약화 하였다. 나아가 이렇게 추출된 특징을 중심으로 과학교육에서의 직관적 사고를 정의해 보고자 하였다.

직관적 사고의 첫 번째 특징은 다양한 경험(varied experience)이 필요하다는 점이다(Fischbein, 1987; Marton *et al.*, 1994; Tallant, 2013). Marton *et al.* (1994)은 88명의 노벨상 수상자들을 대상으로 과학적 직관을 믿는지, 믿는다면 어떻게 정의할 수 있겠는지에 대한 면담을 실시하였다. 그의 연구에서 과학자들은 공통적으로 “직관의 근원은 강렬하고 다양한 현상들을 오랜 기간 경험하는 것에 있다.”(Marton *et al.*, 1994, p. 471)라고 설명했다. 다시 말해, 다양한 경험은 직관적 사고의 발현을 위한 바탕이 된다고 해석될 수 있다(Fischbein, 1987). 이는 파인만이 노벨상을 수상한 양자전기역학의 업적은 어린 시절 회전하는 접시와 함께 놀았던 경험에서부터 시작되었을 것이라고 이야기 한 사례에서도 나타난다(Root-Bernstein & Root-Bernstein, 1999). 하지만 Bruner (1960)는 단순한 경험만으로는 직관적 사고가 발현되기 어려우며, 관련 경험에 대한 익숙함과 경험에 관련된 지식에 대한 이해가 수반될 때 직관적 사고가 발현될 수 있다고 강조했다.

직관적 사고의 두 번째 특징은 시각적 상징(image)으로 나타나는 점이다(Clement, 2008; Fischbein, 1987; Tallant, 2013). 여러 과학자들은 직관적으로 떠오른 아이디어나 추상적인 원리들을 말이나 글로 표현하기 어려우며, 마음속에 이미지의 형태로 그려진다고 설명하였다(Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Clement, 2008). 즉, 어떠한 문제를 해결함에 있어서 잘 풀리지 않은 것을 마음속에 그려보다가 떠오르는 이미지가 있고, 이것이 문제해결의 실마리를 제공하게 된다는 말이다. 페러테이가 발견한 ‘자기력선’과 ‘전자기유도’는 시각적 상징으로 나타난 대표적인 과학적 발견의 사례에 해당되었다(Holton & Brush, 2001).

직관적 사고의 세 번째 특징은 불충분한 정보(insufficient data) 속에서 논리적 추론이 어려울 경우 나타난다는 점이다(Marton *et al.*, 1994). Marton *et al.* (1994)은 과학자들이 충분한 데이터가 없을 경우 직관적 사고가 사용된다고 하였다. 과학자 퀴리는 역청우라늄에서 나타나는 광선이 스스로 발생하는 것이라는 생각을 논리적인 근거가 없음에도 확신하였고, 이 생각은 결국 라듐(radium)의 발견으로 이어졌다(Kröning, 2003/2005). 즉, 과학자들이 문제에 대한 해결책을 찾을 때에는 자신이 가지고 있는 정보 뿐 아니라 가지고 있지 않은 정보의 범주까지 총체적으로 고려하는 과정에서 직관적 사고가 나타난다고 볼 수 있겠다(Polnanyi, 1958). 이 과정에서 나타난 직관적 사고는 주어진 정보에 주어지지 않은 정보까지를 포함하는 전체의 맥락에서 나타난 것으로서 다음에 소개될 새로운 지식의 연결이라는 특징과 맞물리게 된다.

직관적 사고의 네 번째 특징은 새로운 지식의 연결(knowledge

connection)이 나타난다는 점이다(Bruner, 1960; Clement, 2008; Clement, Brown, & Zietsman, 1989; Kushnir *et al.*, 2003). 과학의 역사 속에서, 과학자들이 특정한 문제 상황을 직관적으로 전혀 관련이 없었던 새로운 상황과 연결 지으면서 해결의 실마리를 찾는 경우가 자주 있었다(Clement, 2008). 예를 들어, 태양에 헬륨이 존재함을 밝혔던 과학자 분젠과 키르히호프는 태양의 구성 물질을 찾는 과정을 불꽃에서 물질의 특성을 알아낼 수 있다는 사실과 연결지어 새로운 관점으로 접근하였다(Kang & Noh, 2014). 이처럼 관련성이 없어 보였던 독립적인 상황들을 새롭게 연결짓는 발상은 직관적 사고를 통해 이루어진다고 볼 수 있겠다.

직관적 사고의 다섯 번째 특징은 주어진 상황의 핵심 요인을 전체적인 느낌(gut feelings)으로 판단한다는 점이다(Marton *et al.*, 1994; Tallant, 2013, 2014). Marton *et al.* (1994)의 연구에서 노벨상 수상자 Rita Levi-Montalcini(생리의학상, 1986)는 느낌이 항상 맞는 것은 아니지만, 무엇이 중요한 관찰인지, 무엇이 시도되어야 하는지에 대한 느낌을 갖게 된다고 설명하였다. 이처럼 과학자들은 문제 상황에서 무엇이 핵심인지, 맥락과 맞지 않는 것이 무엇인지를 전체적인 맥락에 따라 느낌이나 감(感)으로 판단하게 된다(Marton *et al.*, 1994; Oh, 2008). 이러한 판단은 각 요인에 대한 분석을 통해 이루어지기보다는 전체성 속에서 직관적으로 이루어지는데, 특히 Clement (2008)는 해당 분야의 전문성에 따라 전체적인 느낌에 내재된 논리성의 정도가 다르다고 설명하였다. 예를 들어, 초보자일 경우 취약한 논리적 구조를 가지고 있어 그 판단이 적절하지 않은 경우가 자주 나타날 수 있지만, 놀라운 과학적 발견을 한 과학자인 경우 고도의 논리적 구조가 바탕이 되어 전체적인 느낌으로 핵심 요인을 정확하게 판단하게 된다.

직관적 사고의 여섯 번째 특징은 자명함(self-evidence)으로의 도달이다(Clement, 2008; Fensham & Marton, 1992; Medawar, 1969; Stavy & Tirosh, 1996). 다시 말해서, 직관적 사고 그 자체가 증거가 되어 설명이 필요 없는 것에 도달한다는 의미이다. Clement (2008)는 직관이 그 자체로 증거가 되기도 한다고 언급하면서, 설명이나 섬세한 분석이 불가능하다고 하였다. 비슷한 맥락에서 Fischbein (1987)은 실천에 의해 반복해서 정교화 되고 굳어진 인지적 신념은 공리적 특성을 가지게 된다고 설명하였다. 다시 말해, 직관적 사고가 발현되자마자 자명함에 도달하기보다는 정교화 되면서 점차 스스로에게 자명하게 여겨지는 것이라고 볼 수 있겠다.

종합해보면, 본 연구에서 추출한 직관적 사고의 특징은 총 여섯 가지로서 다양한 경험을 토대로 나타남, 시각적 상징으로 나타남, 불충분한 정보 속에서 논리적 추론이 어려울 경우 나타남, 새로운 연결이 나타남, 전체적인 느낌으로 핵심 요인이 판단됨, 그리고 자명함으로 도달됨으로 정리될 수 있다. 그러나 이러한 6가지 특징들은 직관적 사고 발현 과정에서도 조금씩 다른 시점에서 나타난다. 먼저, 앞의 세 가지 특징인 ‘다양한 경험을 토대로 나타남, 시각적 상징으로 나타남, 불충분한 정보 속에서 논리적 추론이 어려울 경우 나타남’은 직관적 사고가 가시적으로 발현되기 전에 나타나는 특징들로서, 직관적 사고 발현을 위한 조건으로 해석될 수 있겠다. 한편, ‘새로운 연결이 나타남, 전체적인 느낌으로 핵심 요인이 판단됨, 그리고 자명함으로 도달됨’은 직관적 사고가 발현되는 과정에서 문제해결에 작용하는 특징으로 해석될 수 있으며, 앞의 특징들에 비해 상대적으로 관찰이 용이하다.

Table 1. The features of intuitive thinking compared with logical thinking

(코드2) 직관적 사고	논리적 사고
(i1) 다양한 경험을 토대로 나타남 (Fischbein, 1987; Marton <i>et al.</i> , 1994; Tallant, 2013)	규칙을 따르며 나타남 (Clement, 2008; Noh, 2004; Kahneman, 2002)
(i2) 시각적 상징으로 나타남 (Clement, 2008; Fischbein, 1987; Tallant, 2013)	언어적 형태로 표현됨 (Clement, 2008; Epstein <i>et al.</i> , 1996; Kahneman, 2002)
(i3) 불충분한 정보 속에서 논리적 추론이 어려울 경우 나타남 (Marton <i>et al.</i> , 1994)	주어진 정보 속에서 추론됨 (Noh, 2004; Salmon, 1967)
(i4) 새로운 연결이 나타남 (Bruner, 1960; Clement, 2008; Clement, Brown, & Zietsman, 1989; Kushnir <i>et al.</i> , 2003)	새로운 연결보다는 (삼단)논법에 따름 (Salmon, 1967; Park & Han, 2002)
(i5) 전체적인 느낌으로 핵심 요인이 판단됨 (Marton <i>et al.</i> , 1994; Tallant, 2013, 2014)	관련 요인들을 분석적으로 판단함 (Bruner, 1960; Epstein <i>et al.</i> , 1996)
(i6) 자명함으로 도달됨 (Clement, 2008; Fensham & Marton, 1992; Medawar, 1969; Stavy & Tirosh, 1996)	자명함으로부터 출발함 (Salmon, 1967)

본 연구에서는 직관적 사고를 판단하기 위한 기준으로서, 비교적 관찰 가능한 특징 세 가지를 중심으로 직관적 사고를 조작적으로 정의하였다. 다시 말해, 본 연구에서는 직관적 사고를 ‘(1) 새로운 연결을 만들어 내거나 (2) 전체적인 느낌으로 문제 상황에서 핵심 요인을 판단하여 (3) 자명함에 도달하는 사고’라고 조작적으로 정의하고, 이렇게 관찰 가능한 특징들을 직관적 사고를 추출하고 분석하는 기준으로 삼았다. 물론 직관적 사고가 학문 분야에 따라 다양한 관점이 존재하기 때문에 합의된 정의를 내리기는 어려울 수 있겠지만, 본 연구에서는 과학교육의 맥락에서 사용될 수 있는 직관적 사고의 정의를 해보는 데 의미를 찾을 수 있겠다. 다음 절에서는 이러한 직관적 사고의 특징을 논리적 사고와 대응시켜 살펴보고자 한다.

## 2. 직관적 사고와 논리적 사고

특정 대상의 특징을 보다 잘 이해하기 위한 방법 중 하나는 특정 대상과 대응되는 관계에 있는 것의 특징과 비교해 보는 것이다. 이러한 맥락에서 본 절에서는 Table 1과 같이 직관적 사고와 논리적 사고의 특징을 비교해봄으로써 직관적 사고의 의미를 좀 더 명확히 하고, 직관적 사고와 논리적 사고와의 관련성을 통해 직관적 사고에 대한 포괄적인 이해를 돕고자 하였다. 논리적 사고란 ‘논리적 형식에 부합하는 추리나 판단을 이르는 것’으로(National Institute of Korean Language, 2008), 직관적 사고와 논리적 사고를 비교했을 때 드러나는 특징은 다음과 같다.

첫 번째, 직관적 사고가 다양한 경험이 필요하다면(i1), 논리적 사고에서는 규칙을 따르며 나타나게 된다고 볼 수 있다(Clement, 2008; Noh, 2004; Kahneman, 2002). 예를 들어, 문제를 풀 때에 만들어진 모델이나 알고리즘에 따라 문제를 푸는 것이 논리적 사고에 해당한다면, 문제를 다양하게 풀어본 경험에 의해 문제를 푸는 것은 직관적 사고에 해당된다고 볼 수 있다. 두 번째, 직관적 사고가 시각적 상징으로 나타난다고 본다면, 논리적 사고는 언어로 표현된다고 볼 수 있다(Clement, 2008; Epstein *et al.*, 1996; Kahneman, 2002). 예를 들어, 아인슈타인이 상대성 이론을 다른 이들에게 논리적으로 설득하기 위

해 언어적 표현물인 논문을 작성했다면, 처음 상대성 이론을 구안할 때에는 언어적인 것이 아니라 직관적으로 마음속에 그려지는 이미지로부터 그 이론을 생성했다고 볼 수 있겠다. 세 번째, 직관적 사고가 불충분한 정보 속에서 논리적 추론이 어려울 경우 나타난다면, 논리적 사고는 주어진 정보 속에서 추론한다고 볼 수 있다(Noh, 2004; Salmon, 1967). 논리적으로 결론을 도출하기 위해서는 주어진 명제들이나 정보들 안에서 논리적인 관계를 따져가면서 추론을 해야 할 것이다. 반면, 직관적으로 새로운 연결이 나타나기 위해서는 주어진 정보 뿐 아니라 주어지지 않은 정보까지 고려하게 될 것이다. 네 번째, 직관적 사고에서 새로운 연결이 나타난다면(i4), 논리적 사고는 논법에 따른다고 볼 수 있다(Salmon, 1967; Park & Han, 2002). 즉, 논리적 사고를 통해 참인 전제들 속에서 논법에 따라 나타난 결론은 거짓이 될 수 없다(Salmon, 1967). 반면, 직관적 사고를 통한 새로운 연결은 발견을 이루기도 하지만, 과학적 발견을 보장하지는 않는다. 다시 말해, 새로운 연결이 나타나는 직관적 사고에는 오류가능성이 포함됨을 의미한다. 다섯 번째, 직관적 사고가 전체적인 느낌으로 핵심 요인을 판단한다면, 논리적 사고는 분석적으로 판단한다고 할 수 있다(Bruner, 1960; Epstein *et al.*, 1996). 예를 들어, 복잡한 상황의 문제를 해결함에 있어서 하위 요인을 분류하고 각 요인을 분석하며 해결하는 것이 논리적 사고에 해당한다면, 문제해결의 핵심을 느낌(feeling)으로 판단하여 문제를 해결하는 것은 직관적 사고에 해당될 것이다. 마지막으로, 직관적 사고가 자명함으로의 도달을 나타낸다면, 논리적 사고는 자명함으로부터 출발한다고 볼 수 있다(Salmon, 1967). 예를 들어, 프톨레마이오스의 주전원(epicycle) 운동이 플라톤이 이야기한 “천체의 움직임은 원형이고 균일하며 항상 규칙적이다(Cushing, 1998, p. 54)”이라는 자명한 원칙을 설명하기 위해 만들어진 것이라면, 케플러가 방대한 양의 데이터 속에서 직관을 통해 발견한 행성의 세 가지 법칙은 점차 자명하게 된 것이다.

이와 같은 직관적 사고의 특징과 논리적 사고의 특징의 비교는 실제 과학 실험이나 과학적 문제해결 과정에서 두 사고가 잘 분리되어 나타남을 의미하는 것은 아니며, 상반된 모습으로만 나타남을 의미하는 것은 더욱 아니다. 예를 들어, 전체적인 느낌으로 핵심 요인을 판단하는 직관적 사고의 특징에 전혀 논리성이 없는 것이 아닌, 전문가의 느낌(feeling)은 상당히 높은 수준의 논리성을 보인다는 점(Clement, 2008)에서 직관적 사고의 판단 안에 논리성이 내포될 수 있음을 알 수 있다. 오히려, 이러한 두 사고의 특징을 비교함으로써, 과학적 발견의 과정에서 발견의 맥락과 정당화의 맥락이 빈번하게

2) Table 1에서 기술된 직관적 사고의 특징들은 직관적 사고를 추출하는 기준일 뿐 만 아니라 연구 결과 및 결과에 대한 분석 과정에서도 함께 활용되었는데, 이 때 각 특징에 대한 코드를 표기하여 판단의 근거를 명확히 드러내고자 하였다. 각 코드는 (i1), (i2)와 같이 ‘직관적 사고(intuitive thinking)’의 약자와 각 특징의 순서를 숫자로 표기하였고, 자료 분석에 대한 개념적 근거로 제시하였다.

상호작용하는 것과 같이(Salmon, 1967), 위의 직관적 사고와 논리적 사고가 상호보완적 관계에서 끊임없이 상호작용을 한다는 점을 알 수 있다. 예를 들어, 직관적 사고를 통한 새로운 연결(i4)은 오류가능성을 포함하기 때문에, 직관적 사고로 문제를 해결하려는 시도에는 논리적 사고로 그 새로운 연결이 논법에 타당한지를 되짚을 필요가 있는 것이다. 즉, Popper (1959)의 ‘발견의 맥락과 정당화의 맥락의 구분’이 두 맥락의 상호보완적 역할로서 과학의 발전을 보여주는 것처럼, 위의 두 사고의 비교(Table 1)를 통해서도 두 사고의 상호보완적 관계를 보여줄 수 있겠다.

이 두 사고의 상호작용은 교육의 맥락에서도 또한 중요하다. 즉, 학습자가 문제 상황에서 직관적으로 새로운 해결책을 만들어 낸다면 정말 오류가 없는 해결인지를 확인하기 위해 체계적이고 분석적으로 검증하는 논리적 사고가 필요하고, 논리적으로는 도저히 해결될 수 없는 문제를 직관적 도약을 통해서 해결책을 만들어 내기도 한다는 점에서 두 사고는 상호보완적인 관계를 가져야 하는 것이다(Bruner, 1960). 따라서 과학교육에서의 문제해결 상황에서도 Figure 1과 같이 두 사고가 상호보완적인 관계를 맺을 수 있도록 노력해야 할 것이다.



Figure 1. The complementary relationship between intuitive thinking and logical thinking

### III. 연구 방법

#### 1. 연구참여자 및 자료 수집

본 연구에서는 열 현상과 관련된 문제해결 과정에서 초등학생들에게 나타나는 직관적 사고의 특징을 ‘발현의 맥락’과 ‘직관적 사고와 논리적 사고의 관계’를 중심으로 조사하기 위하여 초등학교 5학년 학생 9명을 연구 대상으로 선정하였다. 본 연구에서는 연구의 목적과 직관적 사고의 특징을 고려하여, 열 현상과 관련된 다양한 경험을

가지고 있으면서도 동시에 관련 현상이나 경험에 대해 나름의 해석을 구성할 수 있는 대상을 선정하는 것이 중요하였다. 연구대상이 된 5학년 학생들은 열과 관련된 일상경험을 많이 해왔을 뿐 아니라 (Driver et al., 1985), 2009 개정 과학과 교육과정에서 4학년의 ‘물의 상태 변화’ 단원과 5학년 ‘온도와 열’ 단원을 통해 열과 관련된 여러 실험과 탐구활동을 경험한 상태였다(Ministry of Education, 2009). 이에 본 연구의 참여 학생들은 열과 관련한 문제들을 친숙하게 느끼면서도 여러 과학 지식과 개념들을 활용하여 다양한 방식으로 현상을 해석할 수 있는 가능성을 지니고 있다고 판단하였다. 또한 제시된 문제 상황에 집중하여 자신의 사고 과정을 설명할 수 있는 학생들을 선정하기 위하여 학업 성취도가 ‘중’ 또는 ‘상’인 학생들을 대상으로 선정하였다. 본 연구에 참여한 모든 학생들은 연구자들이 소속된 기관의 생명윤리위원회(IRB)의 심의를 득한 후 연구참여자와 연구참여자의 법정 대리인의 동의를 얻은 뒤에 본 연구에 참여하였다.

학생들의 문제해결 과정에서 나타나는 직관적 사고의 특징을 살펴 보기 위하여 본 연구에서는 사고과정에 대한 탐구를 목적으로 하는 임상면담(clinical interview)을 자료 수집 방법으로 선정하였다 (Piaget, 1971). 학생의 문제해결 과정에서 직관적 사고가 발현되는 순간을 포착하기 위해서는 무엇보다도 학생의 설명에 내재된 생각의 흐름을 포착하는 것이 중요하다. 하지만 초등학생들은 자신의 생각의 흐름을 메타적으로 인식하고 이를 언어로 표현하는데 익숙하지 않다는 점을 고려하여, 본 연구진은 임상면담 기법을 적용하여 초등학생의 설명과 그 속에 내재된 사고 과정을 탐색하고자 하였다.

본 연구에서는 열 현상과 관련된 문제로서 ‘주먹 만한 얼음을 가장 빨리 녹이는 방법을 여러 가지 방법으로 생각해 보세요’라는 문제를 학생들에게 제시하고 이 문제에 대한 학생들의 생각을 임상면담을 통해 조사하였다. 특히 학생의 생각을 탐색하는 면담 질문에 있어서, 세 가지 원칙을 기준으로 구체적인 면담 질문을 설정하였다. 이러한 원칙으로서 첫째, 직관적 사고의 발현을 위해서 한 가지의 답을 생각하게 하기보다는 여러 가지 개념적 요소(예를 들어, 온도차이, 표면적, 열 전도율, 유체 유동)들이 사용될 수 있는 개방형 질문으로 구성하였다(Table 2의 면담 질문 1). 둘째, 직관적 사고의 특징을 반영한 질문들을 구성하였다. 다시 말해, 본 연구에서 문헌 분석을 통해 추출한 직관적 사고의 6가지 특징(Table 1 참고)을 활용하여 면담 질문을 구성하였다. 예를 들어, 직관적 사고의 ‘전체적인 느낌으로 핵심 요인이 판단됨(i5)’이라는 특징을 반영하여 학생에게 무엇이 가장 효과적일 것이라고 생각되는지에 대한 질문(Table 2의 면담 질문 8)을 구성하였다. 직관적 사고를 6가지의 특징 중 비교적 관찰

Table 2. Structure of interview questions

문제	면담 질문	관련된 직관적 사고의 특징
· 주먹 만한 크기의 얼음이 하나 있다. 이 얼음을 빨리 녹일 수 있는 방법을 여러 가지 방법으로 생각해 보세요. · 필요시 보조 질문 - 어떤 방법이든 모두 가능합니다. - 기체, 액체, 고체 모두 이용할 수 있습니다.	1. 방법을 가능한 많이 생각해 주세요. 각 방법을 떠올리게 된 이유는 무엇인가요?	i4
	2. 각 방법과 함께 떠오른 상황이나 경험이 있나요? 경험이 있다면 어떤 경험인가요?	i1
	3. 어떤 생각이 먼저 떠올랐나요?	
	4. 관련된 규칙이 있다면 어떤 규칙이며, 그 규칙은 어떻게 생각하게 되었나요?	
	5. 각 방법에서 마음속으로 그려지는 것이 있었나요? 빈 종이에 그려주세요.	i2
	6. 각 방법에서 알고 있는 거라고 생각되는 것은 무엇이고, 잘 모르고 있는 것이라고 생각되는 것은 무엇인가요?	i1
	7. 각 방법이 얼마나 적절하다고 생각하나요? 확신의 정도는 어떤가요?	i5, i6
	8. 여러 방법 중에서 가장 효과적이라고 생각되는 것은 무엇인가요? 이유는 무엇인가요?	i5
	9. 위의 질문에서 가장 중요하다고 생각되는 것은 무엇인가요? 이유는 무엇인가요?	i5

가능한 특징 중심으로 조작적 정의를 하였지만, 직관적 사고 발현 이전의 상태를 탐색하는 것이 발현의 맥락을 보다 더 잘 파악할 수 있을 것이라는 점에서 나머지 특징과 관련된 질문도 포함하였다. 셋째, 임상면담의 전략에 따라 학생의 설명에 내재된 사고 과정이 드러날 수 있는 메타적인 질문을 포함하여 구성하였다. 예를 들어, 특정 해결방안을 ‘어떻게 생각하게 되었나요?(Table 2의 면담 질문 4)’, ‘어떤 생각이 먼저 떠올랐나요?(Table 2의 면담 질문 3)’와 같은 질문을 예로 들 수 있겠다. 이러한 원칙을 통해 설정된 질문은 과학교육 전문가와 3차례 토의를 하며 수정·보완하였으며, Table 2와 같이 정리하여 면담질문으로서 활용하였다. 실제 면담 과정에서는 참여 학생들이 정답을 말하지 못하는 것에 대한 부담을 가지지 않도록 하고, 고민하는 상황에서는 충분히 시간을 주고자 노력하였다. 학생 개인당 면담은 연구참여자가 초등학교생인 점을 감안하여 30분 이내로 이루어졌으며, 모든 면담 내용은 녹음 및 전사하였다.

## 2. 자료 분석

수집된 자료들은 크게 세 단계를 통해 분석되었다. 먼저, 첫 번째 단계에서는 먼저 2명의 연구자가 독립적으로 면담 자료를 살펴보면 직관적 사고를 추출하여 반복적으로 결과를 비교하며 조율하였다. 이 때, 이론적 배경에서 기술한 바와 같이 ‘(1) 새로운 연결을 만들어 내거나 (2) 전체적인 느낌으로 문제 상황에서 핵심 요인을 판단하여 (3) 자명함에 도달하는 사고’라는 비교적 관찰 가능한 특징들을 기준으로 직관적 사고를 추출하였다. 추출된 직관적 사고들을 본 연구진을 포함한 과학교육 전문가 3명이 검토하면서, 불일치한 부분에 대한 의견을 조율하였다. 다음은 직관적 사고로 추출된 예로서 본 연구에서는 S2의 생각이 새로운 연결(i4)이라는 점에서 두 가지 방법을 통합한 것을 직관적 사고라고 보았다.

### 직관적 사고의 예

1 R 만약에 한 가지 방법이 아닌 여러 방법을 조합한다거나 가능한 모든 방법을 사용한다면 어떻게 해야 얼음이 빨리 녹게 할 수 있을까요?

2 S2 음... 이거(얼음을 불에 끓이는 것)랑 이거(얼음을 잘게 조각내는 것) 합쳐도 돼요?

3 R 네.

4 S2 얼음을 부셔서 불에 끓이면 가장 빨리 녹게 할 수 있을 것 같아요

연구자와의 면담에서 S2는 두 가지 방법을 조합하기 이전에는 얼음을 빨리 녹이는 방법으로, 물에 담그기, 불에 끓이기, 손으로 만지기, 얼음을 부수기와 같은 4가지 방법을 제시하였다. 연구자의 보조 질문 이후에 S2는 4가지 중에서 얼음을 불에 끓이기와 얼음을 부수기를 통합하는 새로운 방법을 고안한 것이다. 이 두 가지의 방법 중 하나는 ‘온도 차이’라는 개념적인 요소를, 다른 하나는 ‘표면적’이라는 개념적 요소를 포함하고 있다. S2는 연결시켜 본 적이 없는 두 가지 개념적 요소를 통합하여 새로운 연결(i4)을 만들었다. 그리고 이어지는 면담에서 이 새로운 연결은 문제해결에 있어서 S2에게 중요한 요인이 되었다.

### 직관적 사고의 예

1 R 얼음을 빨리 녹이는 방법에 있어서 가장 중요하다고 생각되는 것은 무엇인가요?

2 S2 뜨거운 물체요. (중략)

3 R 그 다음 중요한 것은?

4 S2 얼음의 크기요. (중략)

5 R 처음부터 그(두 가지가 중요하다는) 생각을 했나요? 아니면 이야기 하면서 그런(두 가지가 중요하다는) 생각이 들었나요?

6 S2 이야기 하다 보다가 점점 그런 생각이 들었어요

점차 중요하다고 생각하는 것은 자명함에 도달(i6)해 가는 과정이라고 볼 수 있고, 직관적 사고가 ‘새로운 연결을 만들어 내거나 문제 상황에서 핵심 요인을 판단하여 자명함에 도달하는 사고’라는 점에서 S2가 떠올린 방법을 직관적 사고라고 판단을 하였다. 하지만 S2의 사례에서처럼 서로 다른 두 방법들을 통합한 것이 언제나 직관적 사고의 특징인 새로운 연결(i4)로 간주될 수 있는지 여부에 대하여 연구자들 간의 의견이 달랐다. 예를 들어, 얼음을 녹이기 위해 학생 S7은 얼음을 난로에 가까이 대는 방법과 얼음을 드라이기 바람을 쏘이는 방법을 각각 떠올린 뒤에 이 두 방법을 통합한 해결 방안을 제안하였다. 연구자에 따라 학생 S7이 통합한 두 가지 방법은 개념적으로는 ‘온도’라는 같은 변인을 담고 있기 때문에 새로운 지식의 연결이라고 보기 어렵다는 의견도 있었다. 하지만 개념적으로 동일한 변인을 다루고 있을지라도, 초등학교생의 입장에서는 새로운 생각의 연결이 될 수 있으며 ‘초등학교생의 수준’에서의 직관적 사고일 수 있다는 해석에 의해서 S7의 사례는 직관적 사고로 합의되었다. 반면, 다음의 S9가 제시한 방법은 직관적 사고에 해당하지 않는다고 보았다.

### 직관적 사고가 아닌 예 (반복적인 경험)

1 R 또 다른 방법이 있어?

2 S9 얼음을 잘게 쪼개요.

3 R 그렇게 생각이 드는 이유는 있어?

4 S9 얼음을 깨서 자주 먹어봤어요

S9는 얼음을 빨리 녹이는 방법으로 얼음을 잘게 쪼갬다고 응답하였다. 그리고 그 이유를 얼음을 자주 깨어 먹어보았다고 하였다(4번째 줄). 즉, 반복적인 경험에 의해서 어렵지 않고 쉽게 만들어낸 종류의 문제해결은 새로운 연결(i4)이라고 보기 어렵기 때문에 직관적 사고라고 판단하지 않았다. 이와 같이 직관적 사고의 조작적 정의에 따라 직관적 사고에 대한 추출 기준을 조율하는 검토 과정을 거쳤다. 직관적 사고의 추출에 대한 연구자 간의 일치도는 89%로 나타났다.

두 번째 단계에서는, 문제해결 과정에서 추출된 직관적 사고들이 나타날 때 어떠한 특징을 보이는지 알아보기 위하여 추출된 각 직관적 사고와 관련된 면담 자료들을 반복적으로 살펴보면, 직관적 사고가 발현되는 과정에서 나타난 특징을 도출하였다. 이 때 발견된 특징들이 나타난 빈도에 초점을 두기보다는, 소수의 사례일지라도 초등학교생들의 문제해결에 중요한 작용을 했던 특정 생각들을 떠올리기 전후의 과정에서 나타난 특징들을 면밀히 살펴보는 것에 집중하였다.

마지막으로 직관적 사고의 특징에서 기술한 사례들을 직관적 사고와 논리적 사고의 상호보완적 관계라는 측면에서 분석하였다. 이를 위해 학생의 응답에서 나타난 논리적 사고를 추출하고, 앞서 추출된

직관적 사고와 서로 어떠한 역할을 하는지를 살펴보았다. 논리적 사고는 어떠한 판단을 근거(reason)로 새로운 판단(conclusion)을 이끌어내는 것으로(Noh, 2004), 학생들이 근거나 이유를 바탕으로 판단을 하는 경우를 논리적 사고로 추출하였다. 그리고 문제해결은 직관적 사고와 논리적 사고가 서로 상호보완적인 관계에 있어야 가능하다는 점에서, 나타난 직관적 사고가 논리적 사고와 어떻게 상호작용하는지에 대한 분석을 포함하였다. 이 때 Figure 1에서 제시한 도식을 활용하여 명확한 이해를 돕고자 하였으며, 도식의 화살표는 선후관계를 의미하는 것이 아닌 상호보완적인 관계에 있다는 것을 나타내고자 하였다. 마치 발견의 맥락과 정당화의 맥락이 시간적 선후관계라고만 보는 것은 논란의 여지가 있지만(Han, 2010), 상호보완의 관계에 있다는 점은 명확하기 때문인 것과 같은 맥락이라고 볼 수 있겠다. 두 사고의 관계가 매우 밀접한 경우에는 두 번째 단계에서 도출된 특징에 세 번째 단계의 특징을 반영하여 기술하였다. 예를 들어, ‘해결 방법 먼저 떠올리기’를 ‘해결 방법을 먼저 떠올리고 정당화하기’로 변경하였다. 이 세 단계 분석의 각 과정에서 본 연구자를 포함한 과학 교육전문가 3인이 분석에 대하여 반복적으로 논의하고, 분석 결과를 수정하고 보완하였다.

#### IV. 연구 결과

열 현상과 관련된 문제해결 과정에서 나타나는 직관적 사고 발현의 특징을 살펴본 결과, ‘발현 과정의 특징’과 ‘발현의 촉진’으로 그 특징을 나눌 수 있었다. ‘발현 과정의 특징’은 문제해결 과정에서 직관적 사고가 발현되면서 나타나는 특징을 설명하였고, ‘발현의 촉진’은 외부 자극에 의해 발현이 이끌어진 경우를 설명하였다. 각 특징을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

##### 1. 발현 과정의 특징

학생들이 문제를 해결하는 과정에서 직관적 사고가 갑작스럽게 발현하면서 나타난 특징은 해결 방법을 먼저 떠올리고 정당화하기, 구체물과 추상적 개념을 연결 짓기, 충분하지 않은 정보 속에서 예감하기로 나타났다. 또한 이 과정에서 직관적 사고가 먼저 나타났고 논리적 사고와 상호작용하여 자신의 생각을 정당화하는 것으로 이어졌다. 다음은 각 특징에 대한 설명이다.

##### 해결 방법을 먼저 떠올리고 정당화하기

초등학생들은 얼음을 빨리 녹이는 방법을 먼저 떠올린 후에 해결 방법과 관련이 있는 경험을 떠올려 방법에 대한 근거로 사용하였다. 그리고 자신의 해결 방법이 문제 상황의 핵심 요인인지를 전체적인 느낌으로 판단하였다. 관련 경험을 먼저 떠올리고 난 후에 경험을 분석적으로 접근하여 얼음을 녹이는 방법을 생각한 것이 아니라, 해결 방법이 순간적으로 먼저 나타나고 그 해결 방법이 적절한지를 유사한 자신의 경험에 비추어서 판단한 것이다. 다음의 사례는 S4가 얼음을 녹이는 방법으로 깨뜨리는 것을 이야기하고, 이어서 자신의 경험을 이야기한 대화이다.

##### 발췌 1

(이전 상황: S4는 얼음을 녹이기 위한 방법으로 ‘수돗물에 담그기, 불로 가열하기, 손으로 만지기의 3가지 방법을 떠올렸다.)

1 R 또 다른 방법은?

2 S4 (5초 후에) 깨뜨리거나.

3 R 혹시 어떤 생각 때문에 말하게 된 것 같아?

4 S4 깨뜨리면 조각이 작아지니까 작은 조각이 더 빨리 녹을 것 같아서.

5 R 이것은 그런 느낌인 거야? 아니면 본 적이 있는 거야? 공부를 통해 알게 된 거야?

6 S4 이렇게 그냥 느꼈어요.

7 R 그럼 얼음 말고 작은 조각이기 때문에 어쨌다는 것을 경험한 적이 있어?

8 S4 네.

9 R 어떤 것? 예를 들어?

10 S4 밥을 먹을 때 고기가 더 작은 조각이, 더 잘 구워지고...

11 R 그럼 처음부터 작은 고기 조각이 떠올랐니? 아니면 얼음을 조각 내는 것을 먼저 떠올린 다음에 작은 고기 조각을 떠올렸니?

12 S4 처음에는 작은 (얼음) 조각이 떠올랐어요.

13 R 그리고 고기가 작은 조각일 때 더 잘 구워진다는 것이 떠올랐니?

14 S4 네. (중략)

15 R 얼음을 빨리 녹이는데 있어서 가장 중요한 건 뭐 같아?

16 S4 (얼음을) 최대한 작은 조각으로 만드는 것이요.

17 R 왜 그런 것 같아?

18 S4 작은 조각이 더 훨씬 빨리 녹으니까. (S4 면담, 전사자료)

위의 예문에서 S4는 얼음을 빨리 녹이는 방법으로 얼음을 깨뜨리는 방법을 생각해 냈다(2번째 줄). 이 생각은 S4가 반복적인 경험에 의해 쉽게 생각해낸 것이 아닌, 고민을 통해 떠올린 새로운 연결(4)이라는 점에서 직관적 사고라고 판단하였다. 그리고 깨뜨리는 방법을 ‘어떻게 생각해냈는지’ 묻는 질문(6번째 줄)에서 이렇게 그냥 느꼈다고 설명하였다. 즉, 해결 방법을 떠올린 것은 느낌에 의해 갑작스럽게 나타났다고 볼 수 있다. 또한 연구자의 질문(11번째 줄)에 작은 고기 조각보다 얼음 조각을 먼저 떠올렸다고 대답하였다. 다시 말해, S4는 관련 경험을 먼저 떠올리고 난 후에 경험을 분석적으로 접근하여 얼음을 녹이는 방법을 생각한 것이 아니라, 해결 방법을 순간적으로 먼저 떠올렸다.

해결 방법을 직관적으로 떠올린 후에, 연구자가 관련 경험이 있는지를 묻자 S4는 그제야 비로소 자신의 경험 속에서 작은 고기 조각과 얼음 조각을 연결(10번째 줄)시키는 모습을 보였다. 그리고 유사한 자신의 경험을 근거로 사용하여(18번째 줄), 해결 방법이 적절한지를 논리적으로 판단하는 모습을 보였다. 추리란 어떠한 판단을 근거로 하여 어떤 새로운 판단을 이끌어내는 것이기 때문에(Noh, 2004), S4가 자신의 경험을 근거로 해결 방법이 적절하다는 판단을 한 것은 추리이며 논리적인 판단이다. 특히 연구자는 S4의 문제해결 과정에서 떠오른 사고의 흐름을 되짚어보기 위해 해결방법에 대한 생각과 관련 경험에 대한 생각 중에서 어떤 생각이 먼저 떠올랐는지 묻는 질문을 했고(11번째 줄), 이러한 질문을 통해 S4가 경험을 통해 해결 방법을 떠올린 것이 아니라 해결 방법을 먼저 떠올린 것을 확인할 수 있었다. 즉, S4가 새로운 방법을 먼저 떠올리고(11번째 줄), 나중에 그 방법이 적절하다고 생각했다는 점은 분명하며, 그 사이에 ‘떠올린 경험’이 새로운 방법에 대한 확신에 영향을 주었다고 볼 수 있다. 이와 같은 사고 과정을 거치며 S4는 얼음을 녹이는 데 가장 중요한 것이 자신이

생각했던 해결 방법이라고 생각하였다(15~16번째 줄). 다시 말해, S4는 4가지 방법 중에 얼음을 최대한 작은 조각으로 만드는 것이 얼음을 녹이기 위한 핵심 요인(i5)이라고 확신(i6)한 것이다.

S4의 사고 과정을 정리해보면, 직관적 사고에서 출발을 하여 논리적 사고와의 계속적인 상호작용을 하는 과정으로 설명될 수 있으며, 이는 Figure 2와 같이 나타낼 수 있다. 즉, 직관적 사고가 새로운 연결을 만들어 냈다면, 논리적 사고는 그 새로운 연결을 정당화시켰다고 볼 수 있겠다. 그리고 이와 같은 직관적 사고와 논리적 사고의 상호작용은 문제해결 방법을 생각하고 정당화한다는 측면에서 중요한 역할을 했다고 볼 수 있다.

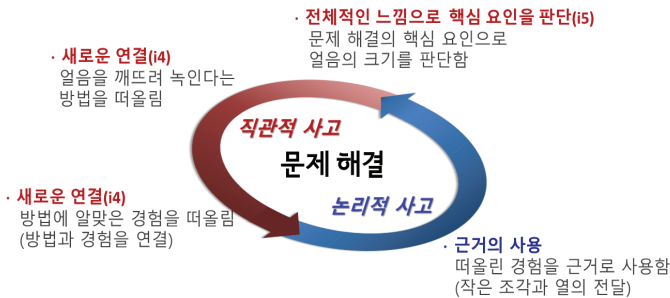


Figure 2. Making the solutions and justifying it later

반면, 직관적 사고를 통해 해결 방법을 생각해 냈지만, 논리적 사고를 통한 정당화를 하지 못하고 해결 방법에 대한 확신을 얻지 못한 다음과 같은 사례도 있었다.

**발췌 2**

(이전 상황: S6은 '얼음을 녹이기 위한 방법으로 헤어드라이기로 녹인다, 이불 속에 넣는다, 햇빛에 놓는다, 손으로 만진다, 따뜻한 물에 넣는다'의 5가지 방법을 떠올렸다.)

- 1 S6 음... (7초 정도 고민 후, 지금까지 가장 오랫동안 고민 후) **선풍기 바람을...** (중략) ... 쓰인다. (중략)
- 2 S6 **선풍기는 보통, 그 아이스크림을 먹을 때 그 바람을 쐬면 빨리 녹아가고 떠올랐어요**
- 3 R 그럼 바람을 떠올린 거냐?
- 4 S6 네. (중략)
- 5 R 실제로 그런 적 (선풍기 바람에 아이스크림이 녹았던 기억이) 있니?
- 6 S6 네... (중략) ... **그냥 바 아이스크림을 먹으려 하는데, 먹는데, 그 바람 때문에 조금 일찍 녹았어요** (중략)
- 7 R 이 중에 가장 확신이 강하게 드는 것 뭐야?
- 8 S6 따뜻한 거요
- 9 R (손으로) 만지는 것은?
- 10 S6 만지는 것도 맞는 것 같아요.
- 11 R **바람의 세기는?**
- 12 S6 **맞는 것 같기도 하고** (중략)
- 13 R **그럼 모르는 것 같은 건 뭐야?**
- 14 S6 **선풍기요** (중략)
- 15 R 뭐 때문이 잘 모르는 것 같아?
- 16 S16 **경험은 있는데, 그런 거를 잘 알지 못해가지고**
- 17 R 그런데 잘 녹는 거 아냐?
- 18 S6 **그런 거... 아이스크림은 잘 녹았는데, 얼음은... 잘 모르겠어요** (S6 면담, 전사자료)

S6은 선풍기 바람을 쐬이면 얼음을 빨리 녹일 수 있을 것이라는 새로운 연결(i4)을 고민하며 만들어 냈다(1번째 줄). 그리고 S6은 연구자의 질문에 대답하며 관련된 경험을 떠올렸지만, 16~18번째 줄에 나타난 것처럼 바람에 아이스크림이 녹았던 경험을 해결 방법에 대한 근거로 사용하지 못한 것이다. 즉, 직관적 사고를 통해 새로운 연결(i4)을 만들어 냈으나 해당 내용에 대해 잘 모른다고 생각하며 정당화하지 못하였기 때문에(16번째 줄), 문제를 해결하는 방법으로 확신하지 못한 것이다. 이 경우는 직관적 사고와 논리적 사고의 상호보완적 관계가 잘 작동되지 않은 사례로 볼 수 있다. 즉, 문제해결은 해결 방법을 떠올리는 직관적 사고만으로는 충분하지 않고, 논리적 사고를 통한 정당화 과정 또한 필요함을 알 수 있다.

**구체물과 추상적 개념을 연결 짓기**

얼음을 빨리 녹이는 방법을 떠올림에 있어서 초등학생들은 직관적 사고를 통해 자신이 알고 있는 구체물을 추상화하거나 추상적인 개념을 구체물과 연결 짓는 해결 방법을 생각하였다. 학생들은 경험을 통해 이미 다양한 구체물들을 접하였고, 문제 상황과 관련이 있는 추상적인 개념도 가지고 있었다. 문제해결 과정에서 학생들은 직관적으로 자신이 알고 있던 구체물과 추상적 개념을 연결 지으며(i4) 문제를 해결하려고 하였다. 다음은 S3이 면담 중에 구체물을 생각하다가 추상적 개념과 연결을 짓는 모습이 나타난 대화이다.

**발췌 3**

- 1 S3 물이 차가워져서 얼음이 된 것이니까 온도가 높은 것이라 얼음이랑 만나면 **얼음 안에서 순환하고 있던 열이... 열이 아니라 차가운 공기가 따뜻해지면서 점점...** (중략) ... 이걸 생각하고 나서 한 가지 더 생각난 건데, **망치로 이 주먹 만한 얼음을 조각조각내면 더 잘 녹을 것 같아요** (중략)
- 2 R 조각을 냈던 경험이 있었어?
- 3 S3 저희 집 냉장고에 파가 있었는데, 그 파가 얼어서, 그것을 파랑 얼음이랑 굳어 있었는데 그걸 비닐로 싸서 망치로 깬 적이 있었어요. (중략)
- 4 R 왜 그랬을 것 같아?
- 5 S3 차가운 게 들면서 주먹만 하나까, 차가운 게 순환하면서 계속 차가운 것을 전달하니까, 안 녹을 것 같아요. 그런데 **조각을 내면은 그 차가운 것도 빠지고 작아지니까 순환이 잘 되고** 그리고 **열을 더 많이 받을 것 같아요**
- 6 R 덩어리로 있을 때보다 조각 낸 것이 열이 더 잘 왔다 갔다 했을 것 같다. 그런 말인가요?
- 7 S3 네. (중략)
- 8 R 그럼 열전달이 잘 되게 하려면 **어떻게 해 주는 게 중요한 건가요?**
- 9 S3 열과 그 열을 받는 면적, 열의 순환이랑 열의 ...
- 10 R 얼음을 녹이는 것에 대해서 가장 중요하다고 생각되는 것은 뭐가요?
- 11 S3 **열전달!** (S3 면담, 전사자료)

S3은 얼음 안의 열, 즉 얼음 내부에 대한 생각을 하다가 망치로 얼음을 조각내는 방법을 생각해냈다(1번째 줄). 그리고 얼린 파를 망치로 깨서 빨리 녹여본 경험을 떠올리고(3번째 줄), 새로운 방법에 대한 이유를 이야기하는 과정에서 작은 조각으로부터 열전달에서 중요한 요인 중 하나인 표면적의 개념을 추상화하였다(9번째 줄). 얼음이나 파가 뭉쳐진 경우에는 차가움 때문에 잘 녹지 않으나, 얼음이나



파를 조각내면 조각과 조각 사이로 열이 잘 이동될 수 있음을 설명하면서, 작은 조각과 열을 주고받을 수 있는 표면적을 새롭게 연결시킨 것이다(i4). 이 생각 또한 반복적인 경험에서 자연스럽게 나온 것이 아니라 고민을 통한 새로운 연결이라는 점에서 직관적 사고로 판단하였다. 즉, S3은 구체물인 파와 얼음을 통하여 추상적 개념인 열전달에서의 표면적과 연결 짓고, 나아가 얼음을 녹이는 방법에서 열전달을 중요한 요인으로 판단한 것이다. 물론, S3은 ‘냉기’라는 열과 관련된 오개념을 가지고 있고, S3가 넓은 표면적이라는 정확한 개념적 요소까지 이해했다고 보기는 어렵지만, 적어도 파와 얼음이 뭉쳐져 있을 경우 열을 전달할 수 있는 부분인 표면적이 상대적으로 적다는 것에 대하여 이해하고 있는 것으로 판단된다.

직관적 사고를 논리적 사고와의 상호보완적 관계의 관점에서 살펴보면, 직관적 사고를 통해 구체물을 추상적 개념과 연결 짓고(1번째 줄), 논리적으로 그 연결이 중요한 이유를 설명함으로써(5번째 줄), 그 연결이 중요하다고 판단하였다(9번째 줄). 다시 말해, 구체물과 추상적 개념의 연결 짓기에서 직관적 사고와 논리적 사고의 상호작용이 잘 이루어져 문제해결에 도움이 된 것이다. 이와 같이 S3은 문제상황과 관련된 구체물을 직관적으로 넓은 표면적이라는 추상적인 개념적 요소로 연결을 지으면서 문제의 해결점을 찾을 수 있었다.

한편, 다음 발췌 4 사례에서 학생은 추상적 개념인 높은 온도에 초점을 맞추고, 이와 연결되는 구체물들을 떠올리는 과정에서 문제의 해결점을 찾고 있다.

**발췌 4**

- 1 R 질문, 얼음이 주먹 만한 게 하나 있어요. 이 얼음을 빨리 녹이고 싶어요. 무슨 방법이 있을 것 같아요? (중략)
- 2 S8 먼저, 끓는 물에다가 주먹 만한 얼음을 넣어요... (중략) ... 온풍기 가깝게 ... (중략) ... 알코올 램프 있죠? ... (중략) ... 프라이팬 위에다가.
- 3 R 또?
- 4 S8 음... (5초쯤 고민 후에) 이게 된다면요.
- 5 R 모든 방법 다 되어요.
- 6 S8 그럼 용암 안에 넣으면 될 것 같아요 (중략)
- 7 R 지금 선생님이 느끼기에 뜨거운 것이나 따뜻한 것을 생각하다 보니까 온풍기도 생각나고 알코올 램프도 생각나고, 프라이팬도 생각나고, 용암도 생각나고, .... 이런 말인가요?
- 8 S8 네. (S8 면담, 전사자료)

S8은 자신이 알고 있던 온도가 높은 물질들로 끓는 물, 온풍기, 알코올램프, 프라이팬 등을 떠올리다가 5초간 고민 후에 용암을 떠올렸다(6번째 줄). S8은 높은 온도에 초점을 맞추어 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 것들을 먼저 떠올리다가, 자신이 알고 있던 하지만 평소에 접하지 않았던 매우 높은 온도의 용암을 떠올렸다. 즉, 문제해결의 핵심이라고 판단되는 추상적 개념에 더 알맞다고 생각되는 구체물을 계속 떠올리는 과정에서 새로운 연결을 지은 것이다.

정리해 보면, 초등학생들은 구체물을 떠올려 추상적인 개념과 연결 짓기도 하고, 추상적인 개념을 구체물과 연결해 보기도 하면서 문제를 해결해 나갔다고 볼 수 있겠다. 다만, 구체물이 추상적인 개념과 적절하지 않게 연결되어 오히려 구체물이 사고의 확장을 막기도 한 사례도 있었다. 다음 발췌 5는 이러한 사례를 보여준다.

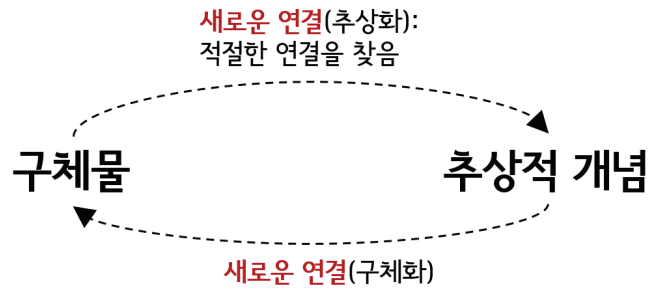


Figure 3. Connecting concrete materials and abstract concepts

**발췌 5**

- (이전 상황: S5는 ‘얼음을 빨리 녹이기 위한 방법으로 햇볕에 놓는다, 라이터로 가열한다, 이불 속에 넣는다, 베개 속에 넣는다, 난로 앞에 둔다, 핫팩 사이에 넣는다’의 6가지 방법을 떠올렸다.)
- 1 R 그럼 1번에서 6번 중에서 가장 효과적일 것 같은 것, 얼음을 잘 녹일 것 같은 것은?
  - 2 S5 음... 이불이요 (중략)
  - 3 R 그럼 난로는 안 따뜻할 것 같아?
  - 4 S5 따뜻하데 그것은 뭔가 어려울 것 같아요, 개수나 물건이 더 있어야 할 것 같아요
  - 5 R 그럼 난로가, 예를 들어, 칠판만해, 그러면 난로가 (얼음을) 더 빨리 녹일 것 같아? 아니면 이불 속에서 (얼음이) 더 빨리 녹을 것 같아?
  - 6 S5 난로요. (S5 면담, 전사자료)

발췌 5의 사례에서 S5는 얼음을 녹이는 방법을 6가지 생각하였고, 그 중 하나가 이불로 덮는 방법, 또 다른 하나가 난로 가까이에 놓는 것이었다. S5가 면담 중에 떠올린 난로는 영어 선생님이 사용하던 작은 크기의 난로였다. S5는 자신이 알고 있는 구체물 중에 이불이 가장 자신을 따뜻하게 했던 것이라고 생각을 하였고, 떠올린 난로는 그 크기가 작아서 충분히 따뜻하게 하지 못한다고 생각하였다. 즉, 더 높은 온도를 제공할 수 있는 난로를 특정한 난로로 한정지음으로써 문제의 해결책으로 적절하지 못한 판단을 한 것이다. 하지만, 연구자의 질문(3번째 줄)에 대한 대답(4번째 줄)을 통해서 S5는 추상적 개념인 높은 온도와 구체물인 난로의 연결이 적절하지 않음을 파악하게 되었다. 그리고 처음의 난로에서 큰 난로로 바꾸어 질문하자(5번째 줄), S5는 적절한 응답을 하게 되었다(6번째 줄). 즉, 연결에 대한 정당화를 하는 과정에서 연결이 적절하지 않음을 파악한 것이다. S5가 연결의 적절성에 대한 판단을 할 수 있다는 점에서 의미가 있겠지만, 그렇다고 하더라도 구체물과 추상적 개념의 적절치 못한 연결은 초등학생들에게 문제해결의 제한점으로 작용될 수도 있다는 점에서 추후에 좀 더 논의해 볼 필요가 있겠다.

**충분하지 않은 정보 속에서 예감하기**

초등학생들은 정보가 충분하지 않은 상황에서도 계속적으로 예감을 하며 문제를 해결하는 모습을 보였다. 다시 말하면, 문제해결을 위하여 여러 가지 방법을 떠올리고, 떠올린 방법이 적절인지에 대한 판단을 예감하여 자신의 생각을 정교화 해 나간 것이다. 다음 S5와의 대화는 이러한 예감하기의 모습을 잘 보여준다. S5는 따뜻하면 얼음

이 잘 녹는다는 자신의 생각이 맞는지 생각해 보면서, 더 필요한 것이 있음을 예감하였다. S5의 예감은 따뜻함이라는 문제해결의 핵심 요인 이외에 다른 요인이 있을 것이라는 판단(i5)을 했다는 점에서 직관적 사고로 분류하였다.

#### 발췌 6

- 1 R 그냥 따뜻하면 잘 녹는 것 같아?
- 2 S5 음... (한참 고민하다가) 그냥 생각난 것 같은데, 제 의견이 반은 맞고 반은 아닌 것 같아요.
- 3 R 뭐는 맞는 것 같고 뭐는 아닌 것 같아? (중략)
- 4 S5 맞는 것은 따뜻해지면 얼음이 잘 녹고, 아니면 기온은 뭔가 **따뜻한 것 말고도 뭔가 더 있어야 할 것 같아요** (중략)
- 5 R 얼음을 녹이는데 있어서 아는 것이라고 생각하는 것은 무엇이고, 모르는 것이라고 생각하는 것은 뭐 같아?
- 6 S5 아는 것은 따뜻한 것이나 불 같은 것? (중략)
- 7 S5 **장소에 따라서 바람이나 그런 게 잘 통할 수도 있고 안 통할 수 있으니까 장소는 잘 모르는 것 같아요** (S5 면담, 전사자료)

S5는 얼음이 따뜻하면 잘 녹을 것이라는 생각 이외에도 뭔가 더 있을 것 같다는 예감을 하였으며(4번째 줄), 바람의 영향을 받을 수도 있다는 논리적인 이유를 들어 자신의 예감을 설명하였다(7번째 줄). 즉, 문제를 해결하는 과정에서 자신이 생각해낸 것이 충분하지 않음을 예감하였고, 논리적인 사고를 통해 자신의 예감이 맞음을 판단한 것이다.

흥미로운 점은 충분하지 않은 정보 속에서 나타난 예감하기는 떠올린 경험을 근거로 삼아 이루어진 것만은 아니었다는 점이다. 직관적 사고는 다양한 경험이 필요하다는 특징(i1)을 가지고 있지만, 그것이 직접적으로 작용하지 않을 수 있다는 말이다. 다음의 대화는 떠올린 경험이 없이 얼음을 부수는 방법을 떠올린 S2의 사례를 보여준다.

#### 발췌 7

- 1 S2 (얼음을) 부수면 될 것 같아요.
- 2 R 얼음을?
- 3 S2 네. **얼음을 부수면 빨리 녹을 것 같아요**
- 4 R 생각나는 경험이 없나요?
- 5 S2 **부수는 것을 경험한 것 같진 않아요** (S2 면담, 전사자료)

S2는 얼음을 빨리 녹이기 위해 얼음을 부수는 방법(3번째 줄)을 떠올렸지만 이 방법을 떠올리면서 생각해 낸 경험은 없던 것이다(5번째 줄). S2가 대화 속에서 경험으로 떠올리지는 못하였지만, 아마도 S2는 언젠가 이와 유사한 경험을 하였고, 그 경험이 예감에 대한 자원(resource)의 역할을 했을 수도 있다. 즉, 예감이 직접적인 경험에 의존하기보다는, 여러 경험들이 쌓여 문제 대한 느낌(feeling)을 만들어내고, 느낌 속에서 예감이 나타났다고 볼 수 있다. 많은 경험을 가진 과학자들이 특정한 상황에서 무엇인가 더 있을 것 같다는 예감 속에서 성취를 이룬 경우가 많았다. 비슷한 맥락에서, 학생들도 주어진 정보로만 문제를 판단하지 않는 것이 아니라, 문제 상황에 대한 느낌을 가지고 충분하지 않은 정보 속에서 계속적으로 예감해 본다는 점은 발견의 맥락에서 직관적 사고가 중요하다는 점을 시사해 줄 수 있겠다.

## 2. 발현의 촉진: 의식적인 전략의 사용

학생들의 직관적 사고는 의식적으로 특정한 전략을 사용하는 과정에서 나타나기도 하였다. 학생들은 그림으로 그려보기, 다른 관점이나 반대로 생각해 보기, 방법을 통합하기 전략을 사용하였고, 그 과정에서 직관적 사고가 나타났다. 다음은 각 전략의 사용이 직관적 사고의 발현으로 이어지는 모습을 설명한 것이다.

### 그림으로 그려보기

초등학생의 직관적 사고는 의도적으로 그림을 그리는 가운데 나타나기도 하였다. 다시 말해, 자신의 생각을 그림으로 표현을 해보는 과정에서 직관적 사고가 나타났고, 이 사고가 문제해결에 도움이 된 것이다. Epstein (1998)은 그림을 그려보는 것은 자신의 심상에 대해서 생각해 보는 기회를 가지게 하며, 그 과정에서 직관적 사고가 나타난다고 이야기하였다. 그의 설명은 학생들이 사용한 그림 그리기 전략이 직관적 사고를 발현시킬 수도 있음을 말해 준다. 다음 Figure 4는 S5가 자신이 떠올린 이미지를 그림으로 그려보는 과정에서 얼음을 3조각으로 나누어 그림을 그린 것이다.



Figure 4. The picture drawn S5's mental image

그림을 그려보기 이전에 S5는 얼음을 녹이는 방법으로서 얼음을 조각내는 것을 생각하지 못하였지만, 이 그림을 그릴 때에는 얼음을 3조각으로 그렸다. 연구자는 S5에게 얼음을 조각 낸 이유를 물었고(3번째 줄), 이에 S5는 그 방법이 얼음을 빨리 녹이는 방법이라고 대답하였다. 다시 말해, 그림을 그리기 전에 S5가 떠올린 개념적 요소는 따뜻함 하나였지만, 그림을 그리면서 표면적과 관련된 개념적 요소를 떠올리면서 새로운 연결(i4)을 짓는 직관적 사고가 나타났다고 볼 수 있다.

#### 발췌 8

- 1 R 오케이 알겠어요. 얼음을 녹이는 장면을 떠올렸을 때, 떠오르는 이미지를 그려줄 수 있어요?
- 2 S5 (그림을 그림)
- 3 R 혹시 얼음을 세 덩이로 그린 이유가 있어?
- 4 S5 음. **얼음을 녹을 때 그냥 나누어질 것이라는 생각을 했어요** (중략)

- 5 R 빨리 녹여야 될 때에는 깰 거야? 안 깰 거야?
- 6 S5 깨졌죠? 작은 얼음이 큰 얼음보다 빨리 녹으니까. (중략)
- 7 R 그 생각을 이거(얼음을 세 덩이로 나누어) 그럴 때도 했어?
- 8 S5 네 조금. (중략)
- 9 R 그럼 따뜻한 것 보다 뜨거운 게 더 중요한 거야?
- 10 S5 제 생각에는 두가지 다 있어야 할 것 같아요. (S5 면담, 전사자료)

S5가 그냥 얼음이 나누어질 것이라는 말(4번째 줄)을 할 때에는 자신의 사고에 대한 확신이 크지 않은 것처럼 보였지만, 대화를 하는 과정(10번째 줄)에서 얼음을 조각내는 것이 문제를 해결하는 데에 중요한 개념적 요소로서 생각하게 되었다는 점이다. 즉, 자신의 심상을 그림을 그리면서 얼음을 조각내는 직관적 사고가 나타났고, 작은 얼음이 큰 얼음보다 빨리 녹는다는 이유로 자신의 방법이 적절하다고 판단하면서(6번째 줄), 그 요인이 점차 중요하게 생각하게 되었다고 볼 수 있을 것이다(10번째 줄). 아마도 개념적 요소를 한 가지만 포함한 방법보다, 그림 그리기를 하며 나타난 개념적 요소를 하나 더 포함한 방법이 더 그럴듯하게 생각된 것으로 보인다. 정리해보면, 직관적 사고는 그림을 그려보는 활동을 통해서 발현될 수 있고, 논리적 사고와 상호작용을 통하여 문제의 해결 방법으로 도달된다고 볼 수 있다.

### 다른 관점이나 반대로 생각해보기

다른 관점에서 생각할 수 있도록 기회를 주었을 때 초등학생들은 직관적 사고를 떠올리기도 하였고, 이를 이용하여 문제를 해결하기도 하였다. 임상면담의 기법에 따르면, 면담자는 학습자가 질문에 대답하기 어려워할 때, 문제 상황에 대해 다른 방식으로 생각해볼 수 있는 추가 질문을 하는 것을 지향한다(Seo, 2004). 이에 본 연구에서도 면담 중 초등학생들이 더 이상 다른 방법을 하지 못하는 경우에 연구자는 다른 관점들을 의도적으로 제시를 하였고, 초등학생들은 제시된 관점에 대한 생각을 하다 새로운 연결을 만들어 문제를 해결하기도 하였다. 다음 대화는 연구자가 다른 관점을 제시한 후 S7에게 직관적 사고가 나타난 사례를 잘 보여준다.

#### 발췌 9

- 1 R 그러면 얼음을 녹이는데 있어서 가장 중요한 것은 뭐 같아?
- 2 S7 뜨거운 물체 같은 것?
- 3 R 그게 왜 제일 중요한 것 같아?
- 4 S7 얼음은 뜨거운 데서 약해지니까.
- 5 R 다른 것은 없을까?
- 6 S7 (6초 뒤쯤) 뜨거운 것 말고 다른 거요?
- 7 R 응. 지금 보면 (방법) 1번, 2번, 3번 모두 따뜻하게 만들어 주겠다. 이런 말이지?
- 8 S7 네.
- 9 R 따뜻하게 해 주는 것 말고, 뭔가 대는 물질을 다르게 한다든지
- 10 S7 다르게 대어요?
- 11 R 아니면 액체나 기체를 이용한다든지, 고체를 이용한다든지.
- 12 S7 (고민하다가) 물 안에 담근다?
- 13 R 물 안에 담근다? 그럼 (방법) 4번이라고 써도 되는 거야?
- 14 S7 (고민하며) 네에.
- 15 R 이런 경험이 있어?
- 16 S7 아, 없어요.
- 17 R 뭔가 딱 떠오른 것 같은데?

- 18 S7 물에 약간 젖는, 그 때 각설탕 실험했을 때에는
- 19 R 응.
- 20 S7 물에 넣으니까 잘 녹았던 것 같아요. 각설탕을 얼음으로 바꿔가지고 해도 될 것 같아요. (중략)
- 21 R 이 4가지 중에서 조합을 해서 가장 얼음을 빨리 녹일 수 있는 방법을 만들어 낸다면?
- 22 S7 얼음을 물에 담근 상태로 난로 앞에 갖다 놓는다? (S7 면담, 전사자료)

S7이 얼음을 녹이기 위한 방법으로 높은 온도와 관련된 생각에 머물자, 연구자는 다른 물질을 이용하는 방법(9번째 줄)과 액체, 기체, 고체를 이용하는 방법(11번째 줄)과 같은 다른 관점을 제시하였다. 이어서 S7은 얼음을 물에 담그는 방법을 떠올렸다. S7은 5학년 1학기에 ‘용해와 용액’ 단원에서 각설탕을 물에 녹이는 실험을 한 적이 있었는데, 연구자가 다른 관점을 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하자 S7은 ‘물’에 얼음을 담그는 방법을 떠올렸다(12번째 줄). 또한 각설탕을 물에 녹여본 실험을 떠올리며, 그 경험에 근거(20번째 줄)하여 논리적으로 자신이 생각해낸 방법이 맞을 것이라는 판단을 하게 되었다. 즉, 얼음을 물에 넣어 녹이는 방법을 직관적으로 떠올렸고, 자신의 실험 경험을 근거로 적절성을 논리적으로 판단하는 정당화 과정을 통하여, 그 방법이 핵심 요인이라는 것을 판단한 것이다(figure 5). 여기에서 S7의 직관적 사고를 촉발한 것은 바로 연구자가 제시한 다른 관점이었던 것이다.



Figure 5. The emergence of intuitive thinking from giving a different perspective and the interaction with logical thinking

한편, 초등학생들은 연구자의 도움 없이, 스스로 관점을 바꾸어 보는 전략을 사용하는 과정에서 직관적 사고가 발현되기도 하였다. 다음 대화는 열이 전달되는 방향을 스스로 바꾸어보는 과정에서 S8에게 직관적 사고가 나타난 사례이다.

#### 발췌 10

- 1 S8 응... 얇고 가는 철 있죠? 그리고 열을 잘 전달하는 그런 뾰족한 물질이 얼음 가운데를 톱 찌르고, 그 쇠에서 열이 천천히 얼음으로 퍼져 나가서 얼음을 녹여 나가는 게 제일 좋을 것 같은데요? (중략)
- 2 R 지금까지는 한 번도 얼음 안쪽에다가 뭔가를 찌러볼 생각을 안했었잖아.
- 3 S8 네.
- 4 R 그런데 어떻게 해서 갑자기 이 생각이.
- 5 S8 방법을 바꿨죠. 항상 밖에서 뜨겁게 해서 얼음을 녹이는 방법이었

는데요. 이제 찢어서 그 안에서 부터, 안에 있는 열을 밖으로 전달 하는 방식.

6 R 이 생각이 갑자기 떠올랐어?

7 S8 네. (S8 면담, 전사자료)

S8은 열을 전달할 때 바깥쪽에서 안쪽 방향으로 열을 전달한다는 생각에서, 스스로 관점을 달리하여 얼음을 더 빨리 녹이기 위한 방법으로 안쪽부터 열을 전달할 수 있는 방법을 떠올렸다. 즉, S7의 사례가 다른 사람이 사고를 전환하는 예를 보여주는 것이라면, S8의 사례는 스스로 관점을 바꾸어 보는 사고의 예를 보여준 것이다(5번째 줄). 정리하면, 문제를 해결하는 과정에서 의도적으로 관점을 바꾸는 시도는 직관적 사고를 발현시킬 수 있는 기재라고 볼 수 있겠다. 그리고 관점의 전환은 주변의 도움을 받아서도 가능하고, 스스로의 노력을 통해서도 가능하다는 점에서 교육적인 의미를 찾을 수 있겠다.

**방법을 통합하기**

초등학생들은 얼음을 빨리 녹이는 방법을 고안하기 위하여 여러 가지 방법을 통합하는 전략을 사용하였다. 초등학생들은 한 가지 방법보다는 여러 가지 방법을 동시에 진행하는 것이 얼음을 빨리 녹이는 데 더 효과적인 방법이라고 믿었다. 그리고 연구자의 질문(1번째 줄)에 자신이 떠올렸던 여러 가지 방법 중 일부를 통합해 보고자 하였고, 이 과정에서 직관적 사고가 발현되었다. 다음 대화는 S2가 방법을 통합하기를 시도하는 과정을 보여준 사례이다.

**발췌 11**

(이전 상황: S2는 '얼음을 녹이기 위한 방법으로 '물에 담근다, 불에 끓인다, 손으로 만진다, 조각낸다.'의 4가지 방법을 생각하였다.)

1 R 만약에 한 가지 방법이 아닌 여러 방법을 조합하거나 가능한 모든 방법을 사용한다면 어떻게 해야 얼음이 빨리 녹게 할 수 있을까요?

2 S2 음... 이거(얼음을 불로 가열하는 것)랑 이거(얼음을 잘게 조각내는 것) 합쳐도 돼요?

3 R 네.

4 S2 얼음을 부셔서 불에 끓이면 가장 빨리 녹게 할 수 있을 것 같아요

5 R 왜 그렇게 생각하죠?

6 S2 음. 얼음이 작아지면 뭔가 더 잘 (전달) 되는 것 같고, 뜨거우니까 더 빨리 녹게 할 수 있는 것 같아요. (중략)

7 R 얼음을 빨리 녹이는 방법에 있어서 가장 중요하다고 생각되는 것은 무엇인가요?

8 S2 뜨거운 물체요. (중략)

9 R 그 다음 중요한 것은?

10 S2 얼음의 크기요. (중략)

11 R 처음부터 그 (두 가지가 중요하다)는 생각을 했나요? 아니면 이야기 하면서 그런 (두 가지가 중요하다) 생각이 들었나요?

12 S2 이야기 하다보다가 점점 그런 생각이 들었어요. (S2 면담, 전사자료)

연구자가 여러 방법을 조합할 수도 있고, 모든 방법을 다 사용할 수 있다고 제시하자(1번째 줄), S2는 자신이 제시했던 4가지 방법 중에 무언가를 통합해 보고자 하였다. 그리고 그 중 얼음을 잘게 조각내는 방법과 불로 가열하는 방법을 합하면 될 것이라는 사고(2번째 줄), 즉 새로운 연결(i4)이 나타났다. 이어서 높은 온도와 넓은 표면적

의 두 개념적 요소를 통합한 이유를 묻는 연구자의 질문에 S2는 자신의 연결에 대하여 나름의 이유를 논리적으로 설명하고자 하였다. '왜?'라는 질문의 이유를 찾는 논리적 사고를 통해서, 자신의 판단이 적절했음을 생각했을 것으로 추측된다. 즉, S2는 방법을 통합하는 직관적 사고를 떠올렸고, 논리적인 설명을 통하여 통합한 것에 대한 정당화를 하였다. 그리고 통합된 방법은 정당화의 과정을 거쳐 S2에게 문제해결의 핵심 요인이 되었다(7~10번째 줄). 하지만, S2가 처음부터 이 판단에 대한 확신을 가진 것은 아니었다. 점점 그런 생각이 들었다는 말에서 알 수 있듯이 연구자와 대화가 진행 되면서 판단에 대한 확신이 점차 강해진 것이다(11~12번째 줄). 예상컨대, 통합과 정당화 과정에서 나타난 두 사고의 지속적인 상호작용이 S2의 확신을 강하게 하는 데 역할을 했을 것이다. 결국, 발현된 직관적 사고가 논리적 사고와의 상호작용을 거치면서 점차 자명해졌다고 볼 수 있겠다. 이를 Figure 6과 같은 도식으로 표현할 수 있다.

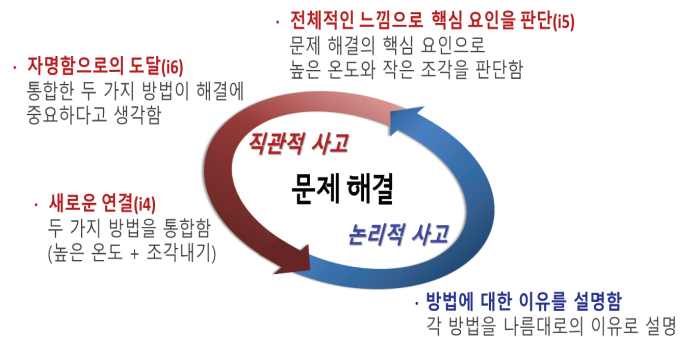


Figure 6. The emergence of intuitive thinking by integrating the methods and the interaction with logical thinking

위의 사례는 방법을 통합하는 전략이 적절했던 반면, 그렇지 않은 사례도 있었다. 다음 사례는 통합하기 전략을 사용하였지만 1가지 개념적 요소만을 이용하여 여러 방법을 통합한 경우이다.

**발췌 12**

1 R 그러면, 4가지(방법)를 조합하거나 더 추가해서, 모든 방법을 생각 해서 얼음을 가장 빨리 녹게 하려면 어떤 방법이 좋을까?

2 S4 뜨거운 물에 얼음을 넣고 드라이기로 말리면서 한 손으로 세계 만지는 것이요. (중략)

3 R 왜 그런 것 같아?

4 S4 여러 가지 방법이 들어가 있으니까.

5 R 여러 가지 방법이 있으면 더 빨리 녹을 것 같다?

6 S4 네.

7 R 특별히 여러 가지 방법이 더 빨리 녹을 것 같다는 이유가 있어?

8 S4 웬지 그럴 것 같아서요.

9 R 그러면 혹시 왜 깨뜨리는 것은 안 넣었어?

10 S4 다른 것을 넣다 보니까. (S4 면담, 전사자료)

S4는 얼음을 빨리 녹이기 위한 방법으로 여러 가지 방법을 통합하였다(2번째 줄). S4가 얼음을 녹이는 위한 방법으로 떠올린 것은 드라이기로 녹이기, 조각내기, 손으로 세계 만지기, 뜨거운 물에 담그기였다. 그 중 조각나기를 제외한 나머지 3가지를 통합하는 방법을 떠올렸다. 통합된 방법의 개념적 요소는 높은 온도 한 가지로 모두 같았고, 통합되지 않은 방법의 개념적 요소는 넓은 표면적이었다. 즉, S4는

통합을 한다는 방법적 측면에만 집중을 하여 개념적인 요소의 통합을 생각하지 못한 것이다(10번째 줄). 사실 S4는 4가지 방법 중 얼음을 조각내는 것이 얼음을 녹이는 데 가장 중요한 요소라고 생각하였다. 그럼에도 불구하고 통합하기 전략을 적절하게 사용하지 못한 것이다. 다른 관점의 제공을 통하여 직관적 사고를 나타나게 해 줄 수도 있다는 앞선 연구결과와 같이, 문제해결에서 개념적 요소를 학습자에게 제공하는 것도 통합하기 전략에서 직관적 사고 발현에 도움이 될 수 있겠다.

## V. 결론 및 시사점

본 연구의 목적은 열 현상과 관련된 문제해결 과정에서 나타나는 초등학생들의 직관적 사고의 특징을 ‘발현의 맥락’과 ‘직관적 사고와 논리적 사고의 관계’를 중심으로 살펴보는 데에 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 초등학교 5학년 학생들에게 ‘얼음을 가장 빨리 녹이는 방법’이라는 문제 상황을 제시하고, 이를 해결하는 과정에서 직관적 사고가 발현할 때에 나타나는 특징을 살펴보았다. 특히 학생의 설명 기저에 있는 사고의 맥락을 총체적으로 탐색할 수 있는 임상면담 기법을 활용하여 학생의 사고 과정을 분석하였다. 분석 결과, 직관적 사고의 특징은 ‘발현 과정의 특징’과 ‘발현의 촉진’의 측면에서 나타났다. 이에 관찰된 직관적 사고의 특징을 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 학생들이 문제를 해결하는 과정에서 직관적 사고는 자동적으로 발현되었고, 논리적 사고보다 먼저 나타났다. 즉, 학생들이 문제해결을 위한 실마리를 찾는 과정에서 해결방법이 순간적으로 먼저 떠오르고, 구체물과 추상적 개념이 연결되며, 충분하지 않은 정보 속에서 예감이 나타났다. 직관적 사고를 통해 문제를 해결하는 과정에서 나타난 이러한 모습은 학생들의 다양한 경험이나 가지고 있던 개념들이 재조직화하면서 나타나는 모습일 것이다(Park & Kwon, 1991). 경험이나 개념들이 재조직되면서 학생들에게 갑작스럽게 직관적 사고가 먼저 발현되는 이 모습은 과학자들이 이론 과학적 발견의 모습과 크게 다르지 않았다. 아르키메데스가 욕조에 들어가면서 부력의 원리를 갑자기 발견한 것과 마찬가지로, 문제해결 과정에서 학생들에게 직관적 사고도 어느 순간 예고 없이 나타난 것이다. 과학자들뿐만 아니라 학생들에게도 직관적 사고가 갑작스럽게 발현된다는 점은 발견의 맥락에서 교육적인 논의가 필요한 문제라고 생각된다.

둘째, 문제해결 과정에서 직관적 사고는 의도적인 노력을 통하여 나타나기도 하였다. 그림으로 그려보기, 다른 관점이나 반대로 생각해보기, 방법을 통합하기와 같이 교사나 학생에 의해서 제시된 특정한 방식을 활용한 의도적인 노력을 통해서 직관적 사고가 나타난 경우도 있었다. 물론, 직관적 사고의 발현은 섬광처럼 나타나고, 이 과정은 논리적으로 설명하기는 어렵다(Popper, 1959). 또한 이러한 전략의 사용이 직관적 사고의 발현을 반드시 보장해 주는 것도 아니다. 그럼에도 불구하고, 본 연구의 결과에서 연구자가 의도적으로 사용한 전략 뿐 아니라 학생 스스로 사용한 전략이 직관적 사고 발현을 촉진시킬 수도 있다는 점은 과학학습의 맥락에서 학생들의 문제해결에 대한 조력의 방안이 될 수 있을 것이다. 한편, 본 연구결과와 전략들이 창의성 발상 기법과 유사할 수 있다. 예를 들어, 대표적인 창의성 발상 기법인 SCAMPER<sup>3)</sup> 중 C(combine)는 본 연구 결과 중 ‘방법을 통합

하기’와 R(rearrange-reverse)은 ‘다른 관점이나 반대로 생각하기’와 상당히 유사하다. 새로운 정보와 기존의 다른 정보를 결합한다는 점에서 직관적 사고와 창의성은 분명히 몇 가지 중요한 요소를 공유하기 때문에(Raidl & Lubart, 2001), 직관적 사고를 촉진하는 전략과 창의적 기법에는 공통되는 전략이 있을 것이다. 그렇다고 하더라도, 여러 위대한 발견들이 창의적인 업적에 직관적 사고가 중요한 역할을 했다고 언급한다는 점에서, 분명히 직관적 사고와 창의성은 공통점 뿐 아니라 구별되는 영역도 가지고 있을 것이다(Raidl & Lubart, 2001). 예를 들어, 본 연구결과 중 직관적 사고 발현의 특징인 ‘충분하지 않은 정보 속에서 예감하기’는 창의성의 핵심에 해당된다고 보기보다는 ‘예감을 해봄으로써 창의적인 결과의 방향을 제시하는 안내자의 역할’을 한다고 볼 수 있겠다. 이에 대한 깊은 논의는 향후 더 진행될 필요가 있겠다.

셋째, 발현된 직관적 사고는 논리적 사고와의 상호작용을 통해 정당화되고, 학생들에게 자명하게 받아들여지게 되어 문제를 해결하는 역할을 하게 되었다. 다시 말해, 직관적 사고와 논리적 사고가 서로 상호작용을 하여 문제를 해결한다고도 말할 수 있겠다. 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 나타난 직관적 사고의 타당성에 대하여 계속적으로 판단을 하게 되는데, 이 과정 속에서 직관적 사고는 논리적 사고를 통해 정당화 과정을 거치게 된다(Bruner, 1960). 그리하여 비로소 직관적 사고가 문제해결을 위한 방법으로 학생들에게 받아들여지게 되어 문제를 해결하게 된다고 볼 수 있겠다.

직관적 사고의 발현에 대한 본 연구의 결과는 과학학습의 측면에서 다음과 같은 교육적 시사점을 갖는다. 첫째, 문제해결의 과학학습 상황에서 학생 수준의 직관적 사고의 역할과 그 중요성을 제고해 볼 필요가 있음을 시사한다. 본 연구 결과에서 알 수 있듯이 초등학생들은 문제해결 상황에서 직관적 사고를 활용하여 문제를 해결할 수 있었다. Polanyi (1958)의 설명에 의하면 과학자들이 직관적 사고를 통하여 논리적 간극을 해소하며 문제해결을 하듯이, 그 수준에 차이가 있지만 학생들 또한 직관적 사고를 통하여 논리적 간극을 뛰어넘는 문제해결을 한 것이다. 즉, 높은 수준의 직관적 사고를 통한 과학자들의 위대한 발견 뿐 아니라 학생 수준의 직관적 사고의 역할과 그 중요성도 관심을 가지고 더 심도 있게 살펴볼 필요가 있다고 생각된다.

둘째, 학생들의 직관적 사고가 잘 발현될 수 있도록 학습 환경을 조성해 주거나 조력해 줄 필요가 있겠다. 본 연구결과 중 그림으로 그려 보기, 다른 관점에서 생각해보기, 방법을 통합하기에서의 공통점은 의도적인 노력을 통해 직관적 사고가 나타났다는 점이다. 다시 말해, 학생들의 문제해결 상황에서 직관적 사고가 잘 발현될 수 있도록 교육적 조치가 가능할 수 있다는 말이다. 예를 들어, 교사가 다양한 관점을 학생들이 접할 수 있도록 다른 관점의 발문을 적절하게 하거나, 학생들이 자신의 생각을 그림으로 표현해보게 하는 등의 전략이 가능하겠다.

셋째, 학습자에게 발현된 직관적 사고의 정교화 과정에 대한 후속 연구가 필요함을 시사한다. 본 연구에서 나타난 학생들의 직관적 사고가 문제해결에 있어서 중요한 역할만을 한 것은 아니었으며, 직관

3) Eberle (1971)은 창의성 기법으로 SCAMPER를 제안하였다. S(substitute)는 대체시키기, C(combine)는 조합하기, A(adapt)는 맞도록 고치기, M(modify-magnify-minify)은 수정-확대-축소하기, P(put to other use)는 다른 용도로 생각해보기, E(eliminate)는 제거하기, R(rearrange-reverse)는 재배치하기이다(Kim, 2002, p. 292 재인용).

적 사고가 나타났더라 하더라도 잘 다듬거나 활용하지 못한 채 쓰이지 못하는 경우도 있었다. 만약, 과학학습에 있어서 학습자들의 직관적 사고가 정교화 되는 과정이나 직관적 사고의 정교화 과정에 대한 특징이 잘 파악될 수 있다면 문제를 해결함에 있어서 겪게 되는 많은 어려움을 해결에 도움이 될 수 있고, 나아가 학습자들의 과학학습과 과학교육 연구에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 초등학교생들이 열 현상과 관련된 문제를 해결하는 과정에서 나타난 직관적 사고가 어떠한 특징이 지니는지 ‘발현의 맥락’과 ‘직관적 사고와 논리적 사고와의 관계’를 중심으로 살펴본 연구이다. 비록, 직관적 사고가 오류 가능성이 있다는 점과, 암묵적인 요소가 많아 발현의 과정과 조건 등을 드러내기 어려운 점에서 분명히 더 논의가 되어야 할 부분을 가지고 있지만, 추후 더 많은 종류의 사례와 직관적 사고를 더 잘 드러낼 수 있는 방법을 활용한 연구가 이루어진다면, 문제해결 상황에서 학생들의 직관적 사고의 특징과 과학학습과의 관련성을 찾을 수 있을 것이라 생각된다. 나아가 본 연구가 학습자의 과학학습에 있어서 직관적 사고의 발현과 역할에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있기를 기대해 본다.

## 국문요약

본 연구의 목적은 초등학교생들이 열 현상과 관련된 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 직관적 사고의 특징을 ‘발현의 맥락’과 ‘직관적 사고와 논리적 사고의 관계’를 중심으로 살펴보는 것이다. 이를 위해 초등학교 5학년 학생 9명에게 열 현상과 관련된 문제를 제시하고, 학생들의 문제해결 과정에서 나타나는 사고를 살펴보았다. 특히 본 연구에서는 학생의 설명 기저에 있는 사고의 맥락을 총체적으로 탐색할 수 있는 임상면담 기법을 활용하여 학생의 사고 과정을 분석하였다. 분석 결과, 직관적 사고의 특징을 ‘발현 과정의 특징’과 ‘발현의 촉진’ 측면에서 발견할 수 있었다. 첫째, 직관적 사고의 발현 과정에서 학생들은 직관적 사고를 통해 해결방법을 먼저 떠올리고 논리적으로 해결방법을 정당화하였으며, 문제 상황과 관련된 구체물과 추상적 개념을 직관적으로 연결 짓는 모습을 보였다. 또한 초등학교생들은 충분하지 않은 정보 속에서 직관적인 예감을 통해 문제를 해결해갔다. 둘째, 직관적 사고는 의도적인 사고 전략을 통해 발현되는 경우도 있었다. 이러한 전략으로 그림으로 그려보기, 다른 관점이나 반대로 생각해 보기, 방법을 통합하기가 발견되었다. 이와 같은 문제해결 과정에서의 직관적 사고에 대한 본 연구결과는 그동안 주목받지 못하였던 학생들의 직관적 사고를 드러내어 탐색하고, 학생들의 문제해결 과정을 새로운 관점에서 조력할 수 있는 방안을 제안할 수 있다는 점에서 의미가 있겠다. 또한 본 연구의 결과를 통해 문제해결 상황에서의 과학학습에서 나타난 시사점에 대하여 논의하였다.

**주제어** : 직관적 사고, 직관적 사고의 발현, 문제해결, 열 현상, 논리적 사고

## References

AAAS. (1989). *Science for All American*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.  
 Brock, R. (2015). Intuition and insight: two concepts that illuminate the tacit in science education. *Studies in Science Education*, 51(2), 127-167.

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*: Harvard University Press.  
 Chi, M. T., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5(2), 121-152.  
 Clement, J. (1994). Use of physical intuition and imagistic simulation in expert problem solving. In Tirosh, D. (Ed.), *Implicit and explicit knowledge*, (pp. 204-244). Hillsdale, NJ: Ablex Publishing Corp.  
 Clement, J. (2008). *Creative model construction in scientists and students: The role of imagery, analogy, and mental simulation*: Springer Science & Business Media.  
 Clement, J., Brown, D. E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding ‘anchoring conceptions’ for grounding instruction on students’ intuitions. *International Journal of Science Education*, 11(5), 554-565.  
 Cushing, J. T. (1998). *Philosophical concepts in physics*. Cambridge: Cambridge University Press.  
 Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children’s ideas in science*. Philadelphia: Open University Press.  
 Einstein, A., & Seelig, C. (1995). *Ideas and opinions*. New York: Crown Publishers.  
 Epstein, S. (1998). Cognitive-experiential self-theory. In D. Barbone, M. Hersen, & V. Van Hasselt (Eds.), *Advanced personality*, (pp. 211-238). New York: Springer Science+ Business Media.  
 Epstein, S., Pacini, R., Denes-Raj, V., & Heier, H. (1996). Individual differences in intuitive-experiential and analytical-rational thinking styles. *Journal of personality and social psychology*, 71(2), 390.  
 Fensham, P., & Marton, F. (1992). What has happened to intuition in science education? *Research in Science Education*, 22(1), 114-122.  
 Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics: An educational approach*(Vol. 5): Springer Science & Business Media.  
 Georgiou, H., & Sharma, M. D. (2012). University students’ understanding of thermal physics in everyday context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(5), 1119-1142.  
 Greene, B. (1999). *The elegant universe: Superstrings, hidden dimensions, and the quest for the ultimate theory*. New York: Vintage Books.  
 Hafner, R., & Stewart, J. (1995). Revising explanatory models to accommodate anomalous genetic phenomena: Problem solving in the “context of discovery”. *Science Education*, 79(2), 111-146.  
 Han, S-K. (2010). Context of Discovery and Context of Justification. *Research in Eastern and Western Philosophies [동서철학연구]*, 58, 441-463.  
 Holton, G. J., & Brush, S. G. (2001). *Physics, the human adventure: from Copernicus to Einstein and beyond*. Rutgers University Press.  
 Hoyningen-Huene, P. (2006). Context of discovery versus context of justification and Thomas Kuhn. *Revisiting discovery and justification*, 119-131.  
 Kahneman, D. (2002). Maps of bounded rationality: A perspective on intuitive judgment and choice. *Nobel prize lecture*, 8, 351-401.  
 Kang, S., & Noh, T. (2014). *The nature of science*. Seoul: Bookshill.  
 Kim, Y. C. (2002). *The creative problem solving: theories, developments, and classes of creativity [창의적 문제해결: 창의력 이론, 개발과 수업]*. Seoul: Kyoyookbook.  
 Kröning, P. (2005). Auch Genies können irren...: Glücksfälle und Fehlurteile der Wissenschaft [오류와 우연의 과학사]. (Lee, Dong-Jun [이동준]) Seoul: Imagobook [이마고]. (Original work published 2003).  
 Kushnir, T., Gopnik, A., Schulz, L., & Danks, D. (2003). Inferring hidden causes. In R. Alterman, & D. Kirsh (Eds), *Paper presented at the Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, (pp. 699-703). Erlbaum. Retrieved from <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/proceedings/2003/pdfs/141.pdf>.  
 Larsson, C., & Tibell, L. A. (2015). Challenging Students’ Intuitions—the Influence of a Tangible Model of Virus Assembly on Students’ Conceptual Reasoning About the Process of Self-Assembly. *Research in Science Education*, 45(5), 663-690.  
 Lee, J. (2005). Intuition and Construction in Kant. *Philosophical Investigation* 17, 285-327.  
 Marton, F., Fensham, P., & Chaiklin, S. (1994). A Nobel’s eye view of scientific intuition: discussions with the Nobel prize-winners in physics, chemistry and medicine(1970-86). *International Journal of Science Education*, 16(4), 457-473.  
 Medawar, P. B. (1969). *Induction and intuition in scientific thought*. London: Routledge.  
 Ministry of Education. (2009). *2009 revised curriculum -Science-*. Seoul: Ministry of Education.  
 Ministry of Education. (2015). *2015 revised curriculum -Science-*. Seoul: Ministry of Education.  
 Na, J. (2014). *The Roles and Features of Everyday Experience in Elementary School Students’ Understanding of Thermal Phenomena*. Doctoral

- Dissertation. Seoul National University.
- National Institute of Korean Language. (2008). In Standard Korean Language Dictionary [표준국어대사전]. Retrieved May 23, 2017, from <http://stdweb2.korean.go.kr/main.jsp>.
- Noh, Y. J. (2004). The way of logical thinking [논리적 사고의 길]. Kwang-ju: Cheonam University Press.
- Oh, P. S. (2008). Comparison of Hypotheses-Formation Processes between an Earth Scientist and Undergraduate Students: A Case Study about a Typhoon's Anomalous Path. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(6), 649-663.
- Park, H. K., & Kwon, J. S. (1991). Current research papers on physics problem solving, *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 11(2), 67-77.
- Park, J., & Han, S. (2002). Using deductive reasoning to promote the change of students' conceptions about force and motion. *International Journal of Science Education*, 24(6), 593-609.
- Piaget, J. (1971). *The Child's conception of the world*. London: Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Poincaré, H. (1907). *The Value of Science*. (G. B. Halsted, Trans). New York: The Science Press. (Original work published 1905).
- Poincaré, H. (1914). *Science and method*. (F. Maitland, Trans). London, Edinburgh, Dublin, & New York: Thomas Nelson and Sons. (Original work published 1908).
- Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge, towards a post critical epistemology*. London: Routledge.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. London and New York: Routledge.
- Raidl, M. H., & Lubart, T. I. (2001). An empirical study of intuition and creativity. *Imagination, Cognition and Personality*, 20(3), 217-230.
- Reichenbach, H. (1938). *Experience and prediction: An analysis of the foundations and the structure of knowledge*. Chicago & London: The University of Chicago Press.
- Root-Bernstein, R. S., & Root-Bernstein, M. M. (1999). *Sparks of genius: The thirteen thinking tools of the world's most creative people*. Boston and New York: A Mariner Book.
- Salmon, W. (1967). *The foundations of scientific inference*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab, & P. F. Brandwein (Eds.), *The teaching of science*, (pp.1-103). Massachusetts: Harvard University Press.
- Seo, K-H. (2004). An Alternative Approach to Investigating Students' Thinking: Focusing on the Piaget's Clinical Interview. *The Journal of Curriculum Studies*, 22(2), 163-183.
- Shepard, R. N. (1978). Externalization of mental images and the act of creation. In B. S. Zandawa, & W. E. Lottman (Eds), *Visual learning, thinking, and communication*, (pp.133-189). New York: Academic Press.
- Stavy, R., & Tirosh, D. (1996). Intuitive rules in science and mathematics: the case of 'more of A-more of B'. *International Journal of Science Education*, 18(6), 653-667.
- Stewart, J., & Hafner, R. (1991). Extending the conception of "problem" in problem-solving research. *Science Education*, 75(1), 105-120.
- Tallant, J. (2013). Intuitions in physics. *Synthese*, 190(15), 2959-2980.
- Tallant, J. (2014). Metaphysics, Intuitions and Physics. *Ratio*, 28(3), 286-301.
- Wild, K. W. (1938). *Intuition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yair, Y., & Yair, Y. (2004). "Everything comes to an end": An intuitive rule in physics and mathematics. *Science Education*, 88(4), 594-609.