



초등학생들의 빛에 대한 이미지 스키마 분석을 통한 개념적 은유 구조 연구

정진규¹, 김영민^{2*}¹김해구지초등학교, ²부산대학교

A Study on Elementary Students' Conceptual Metaphor Structures about Light through Analysis of Their Image Schema

Jinkyu Jung¹, Youngmin Kim^{2*}¹Gimhae Guji Elementary School, ²Pusan National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 October 2018

Received in revised form

5 November 2018

26 November 2018

Accepted 7 December 2018

Keywords:

conceptual metaphor, light concept, image schema, systematic functional grammar, elementary student, seeing object

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze elementary students' conceptual metaphor forms of light through their image schema of light. The participants were 162 6th grade students from G city, Gyeongsangnam-do. For this study, the analysis framework was developed as image schema analysis and systemic functional grammar analysis. Then, students' metaphorical expressions of light concepts were analyzed by the framework(image schema analysis and systemic functional grammar analysis). The findings are as follows. First, in the understanding of source of light, students had two structures of light. (a)Light comes out from a light source and goes straight in space. (b)Light is dispersed around a light source. Second, in the understanding of the process to see a material, students had five structures including scientific concept as light came out from a light source approaches the material and reflects off the material, then the light goes into the person's eyes. Third, in the understanding of reflection of light, students had four structures including scientific concept as light came out from a light source approaches the mirror and is reflected from the mirror.

1. 서론

은유는 일상생활에서만뿐만 아니라 과학에서도 매우 중요한 역할을 한다. Maxwell(1890)은 은유는 과학의 합법적 산물이며, 과학을 생성할 수도 있다고 하며 은유의 필요성을 역설하였다. 과학사적으로 보면, Maxwell은 자기장의 개념을 역선(lines of force)을 이용하여 정의하였고 Hooke은 세포라는 용어를 처음 사용하였는데 이는 수도원에 수도승들이 쓰는 여러 개로 나뉜 방에서 그 이미지를 착안하였다. Kepler는 시계와 비교하여 행성의 움직임을 설명하였고, Huygens는 물결파를 이용하여 빛의 파동성을 설명하였다(Hoffman, 1980).

과학교육에서의 은유는 학생들의 과학 개념형성과 관련하여 그 연구가 이루어지고 있다. 특히 구성주의적 관점에서 학생들이 가지고 있는 과학개념을 해석하기 위해 개념적 은유 이론을 사용하는 것은 학생들에게 체화(embodiment)되어 있는 개념을 알아보는 데 중요한 역할을 한다(Duit et al., 2012; Duit & Treagust, 2003). Lancor(2015)는 에너지라는 개념을 개념적 은유관점에서 분석하여 일관되게 나타나는 학생들의 개념적 은유를 확인하였다. Fuchs(2015)는 개념적 내러티브를 이용한 이야기 만들기 활동을 통해 학생들의 과학 개념형성에서의 은유의 특징을 정리하였다. 이 외에도 과학 전문가와 비전문가 또는 초보자의 추론과정과 문제해결과정에서

나타나는 개념적 은유의 표현 차이에 대한 연구(Dreyfus et al., 2014; Dreyfus, Gupta, & Redish, 2015), 과학교육에서 교수적 전략으로서 은유의 효과성과 과학개념의 이해를 돕기 위한 은유의 전략적 표현(Brewer, 2011; Close & Scherr, 2015; Niebert & Gropengieber, 2015) 등 국외 연구에서는 다양한 형태로 개념적 은유에 대한 접근이 이루어지고 있다. 국내에서는 학생들의 과학 개념에 대한 학생들의 은유적 표현을 통해 과학적 이해도를 분석한 연구(Kim & Hwang, 2016), 은유적 과학 용어들에 대한 고등학생들의 인식 및 이해도를 조사한 연구(Kim, Hong, & Kim, 2013), 자연과학 텍스트에 나타난 은유를 조사한 연구(Shin, 2009), 과학적 은유의 특성과 실례를 분석한 연구(Won, 1999) 등이 있으나 개념적 은유에 대한 접근은 아직 초보적인 단계에 머물러 있다.

학생들은 형식적 과학교육을 받기 이전부터 일상생활 속에서 자신의 주변 환경과 상호작용하며 과학과 관련된 경험을 하게 된다. 이러한 경험들은 학생들의 과학 개념을 형성하는데 큰 영향을 미친다(Enghag, Gustafsson, & Jonsson, 2007). 빛은 그 중 하나에 속하며, 과학 개념 중에서 매우 추상적이고 반직관적이어서 일상생활을 통해 빛에 대한 개념을 정확히 확립하는 것은 매우 어렵다. 그렇기 때문에 학생들은 빛에 대한 개념 이해에 많은 어려움을 가지고 있다(Kwon, 2011; Buty & Mortimer, 2008; Galili & Hazan, 2000; Goldberg &

* 교신저자 : 김영민 (minkiyo@pusan.ac.kr)

** 이 논문은 정진규의 2018년도 박사학위 논문의 데이터 일부를 활용하여 재구성하였음.

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2018.38.6.813

McDermott, 1986; Guesne, 1985). 빛에 대한 교수 학습은 다른 과학 개념에 대한 학습보다 어렵다는 인식이 높은 편이다(Akerson, Morrison, & McDuffie, 2006). 이러한 측면 때문에 일상생활에서 느끼는 빛에 대한 경험은 다양한 과학 원리가 반영된 빛에 관한 과학 개념과 많이 동떨어져 있고, 일상생활과 과학 두 개의 영역을 통합하는데 학생들은 많은 어려움을 겪는다(Chu & Treagust, 2014; Galili & Hazan, 2000). 따라서 일상생활 속에서 생긴 빛에 대한 개념과 과학적인 빛 개념 사이에 어떤 차이가 있는지 알아보고 두 영역을 통합 할 수 있는 방법을 찾는 것은 교육적으로 중요한 문제이다.

학생들은 과학 개념과 관련하여 일상생활 또는 과학 수업 시간에 자신이 알지 못하는 추상적인 대상에 대해 배우고, 자신이 익힌 목표 대상에 대한 개념이 과학적으로 옳건 옳지 않건 자신만의 개념으로 개념화하는 과정을 거친다. 이 때 자신이 이미 가지고 있는 근원 영역의 다양한 일상생활 속 경험과 지식을 활용하여 학습 또는 이해하고자 하는 목표 영역을 개념화하게 된다. 이 과정에서 새로운 개념을 구조화하는 과정을 개념적 은유이론으로 설명하려는 시도들이 이루어지고 있다(Niebert, Marsch, & Treagust, 2012). 개념적 은유 이론을 통해 학생들이 가진 선개념이 무엇에 의해 생겼는지 파악해 보고 과학 개념과 어떤 구조의 차이를 가지는지, 어떤 공통점이 있는지 확인하여 학생들의 경험이 과학 개념에 통합 될 수 있는 교수학습 방법을 제시한다면 학생들이 과학 수업에서 느끼는 어려움을 해소하는데 도움을 줄 수 있을 것이기 때문이다. 개념적 은유 이론은 과학 개념 형성과 관련된 중요한 이론이며, 개념적 은유 이론에서는 ‘은유’를 본질적으로 언어의 문제가 아니라 사고나 개념 차원의 문제로 보고 있다(Lakoff & Johnson, 1980).

개념적 은유에서는 근원영역과 목표영역의 대응에 의해 목표영역이 개념화된다. 그렇다면 이 과정에서 하나의 의문이 발생하게 된다. 근원영역이 형성되기 전, 근원영역에서 개념화된 지식이나 경험의 구조들은 무엇에 의해 개념화 되었는가 하는 것이다. 이에 대해 Lakoff & Johnson(1980)은 인간이 형성할 수 있는 개념은 물리적 신체의 본질과 깊은 연관성이 있다고 제시하였다. 즉 사람은 어릴 적부터 자신의 주변 환경과 육체적인 측면에서 상호작용하여 세상을 이해하는 기초 개념을 체화하게 되는데, 이를 이미지 스키마(image schema)라 한다. 이렇게 체화되어 있는 이미지 스키마는 다른 새로운 경험이나 추상적 개념과 마주할 때 근원영역의 중요한 원천(source)이 되고, 개념적 은유과정을 거쳐 개념이 조직화되거나 확장된다.

Evans & Green(2006)은 인지의미론에서 개념이 형성되는 과정을 두 가지 원리로 설명하였다. 그 하나는 개념적 구조가 체화(embodiment)로부터 도출된다는 점이고, 두번째는 의미적 구조가 개념적 구조를 반영한다는 것이다. 특히 개념화를 이루는 시초는 체화에서 이루어지게 되는데 체화를 통해 형성된 이미지 스키마의 역할이 무엇보다 중요하다는 것을 강조하고 있다. 이미지 스키마에서 ‘이미지’는 심리학에서 사용하는 용어와 동일한데 심리학에서 영상적(imagistic) 경험은 외부 세계에 대한 우리의 경험과 관련이 있고 그것으로부터 도출된다. 이런 유형의 경험에 대한 또 다른 용어는 감각 경험(sensory experience)인데, 이는 시각 세계에 국한된 것은 아니지만 시각 세계를 포함하는 감각 지각적 메커니즘으로부터 나오기 때문이다. 따라서 이미지라는 용어가 일상 언어에서 시각적 지각에 국한되지만 심리학과 인지언어학에 폭넓게 적용되는데 여기에서 이미

지라는 용어는 모든 유형의 감각 지각적 경험을 포함하는 것을 강조한다. 이미지 스키마의 특징은 선개념적이라는 것, 특정한 개념을 발생시킬 수 있다는 것, 세계와의 상호작용과 관찰로부터 도출 될 수 있다는 것, 고유의 의미가 있다는 것, 아날로그 표상이라는 것, 정신적 영상과 동일하지 않다는 것, 변형될 수 있다는 것, 다발로 발생할 수 있다는 것 등을 들 수 있다.

빛 개념에 대한 선행연구(Kim et al., 1992; Lee, Hong, & Jhun, 2007; Kwon, 2011)에서는 학생들이 빛 개념에 대해 가지는 오개념이 무엇인지, 이를 교정하기 위한 교수학습 방법은 무엇인지 등에 대해 다양한 연구가 이루어졌고 특히 학생들이 빛에 대해 학습하기 이전 일상생활 속에서 가지고 있는 선개념이 학습을 방해하거나 오개념을 강화시키는 주요 원인으로 지적되고 있다. 하지만 빛에 관한 기존 연구에서는 선개념이 일상생활 속에서 미리 형성되었고 어떠한 선개념이 있다는 정도가 제시되었을 뿐, 이 개념들이 일상생활 속에서 어떤 과정으로 형성되었는지에 대한 연구는 찾기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 초등학교 학생들이 ‘빛’에 대해 어떠한 개념을 가지고 있는지에 대한 분석뿐만 아니라, 이러한 개념이 어떤 과정으로 형성되었는지에 대해서도 개념적 은유 이론과 이미지 스키마 이론을 바탕으로 분석해 보고자 하였다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 참여자

본 연구의 본 연구의 참여자는 경상남도 G시 소재의 G초등학교 6학년 학생 173명이었으나, 연구 과정 중에 결석, 개인 체험활동 등으로 인해 연구 데이터의 지속적 확보가 어려운 학생들을 제외하고 162명의 학생들을 대상으로 분석하였다. 이 학생들은 4학년에서 ‘거울과 그림자’에 대해 학습하였으며, 6학년의 빛에 대한 단원인 ‘렌즈의 이용’을 학습하기 전이다.

2. 학생들의 은유 표현 분석 틀

개념적 은유 표현을 분석하기 위해 이미지 스키마분석과 체계 기능 문법 분석을 이용하여 은유 표현의 구조를 알아보고 빛 개념의 확장 구조를 분석하였다. Figure 1과 같이 이미지 스키마 분석과 문법적 접근인 체계 기능 문법을 통해 은유 표현을 분석하였다.

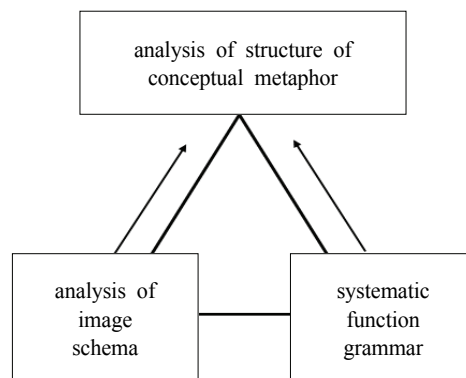


Figure 1. Framework for analysis of metaphor expression

3. 학생들의 이미지 스키마 분석 틀

빛 개념에 대한 학생들의 이미지 스키마를 분석하기 위해 Cienki (1997), Clausner & Croft(1999), 그리고 Johnson(1987)의 연구에서 제시한 이미지 스키마들을 조합하여 Table 1과 같이 나타내었다.

이미지 스키마의 분류는 일반적인 스키마와 구체적인 스키마로 구분하여 상위 이미지 스키마, 하위 이미지 스키마로 구분하였다. 상위 이미지 스키마에는 방향, 과정, 그릇, 능력, 연속성, 존재, 대비 이미지 스키마로 7가지 영역으로 구성하였다. 각각에 대한 하위 이미지 스키마를 Table 1의 오른쪽에 제시하였다. 또한 이들 스키마를 기호로 표시하는 방법(Dewell, 1994)을 활용하여 Table 2에서와 같이 기호로 표시하였다. 이는 이미지 스키마의 연결된 구조의 특징을 보다 빠르게 파악하기 위함이다. 이미지 스키마는 단독으로 사용되기도 하지만 이미지 스키마간 결합이 자주 일어나므로 다양한 구조를 가지게 되기 때문이다.

Table 1. Classification of image schema

Main image schema	Sub image schema
Direction	Up-down, front-back, left-right, near-far, center-boundary, contact
Process	Pathway, status, circulation
Container	Inclusion, inside-outside, surface, full-empty, contents
Capacity	Balance, registration, enforcement, barrier removal, power, blockade, transformation, attraction
Continuity	Merge, gathering, division, repeat, part-total, mass-add, link
Existence	Removal, limit, space, object, material, coincidence
Contrast	Dark-bright, many-small, fast-slow, good-bad, etc.

Table 2. Symbols of main image schema

Image schema	Symbol	Image schema	Symbol
Direction image schema		Continuity image schema	
Process image schema		Existence image schema	
Container image schema		Power image schema	

4. 시스템 기능 문법의 구조 분석

시스템 기능 문법(Systemic Functional Grammar)은 은유를 분석하는 문법구조의 접근 방법이다. 시스템 기능 문법의 분석 과정에서는 Table 3과 같이 행위자(Actor), 과정(Process), 목표(Goal)을 분석하는 것이 중요하다. 행위자, 과정, 목표를 분석하여 은유 표현에 참여한 행위자들 사이의 어떤 과정에 의해 목표 영역에 도달하는지 언어학적 접근을 가능하게 한다. 행위자는 상황적 요소를 나타내고, 과정과 목표에서 행위자 간의 의미가 어떻게 형성되는지 파악한다.

시스템적 기능 문법 분석을 통해 나타나는 의미를 확인하여 이미지

Table 3. Analysis of elements of systemic functional grammar

Element	Meaning
Actor	- Who is the actor making meaning? - Kinds of actor: Causal Agent(CA), Participant(P)
Process	- What thing happens between actors? - Kinds of process: ■ material: One thing gives action to other thing. ■ mind: sense(seeing, feeling), emotion(like, afraid), perception(thinking, knowing, understanding, etc) ■ relation: Relation between the two things are formulated. ■ existence: Something which exists or occurs
Goal	Which change or result is appeared by the process occurred between actors? Goal may not be appeared.

스키마 구조와 함께 은유의 의미 구조가 개념적 구조화 체계 속에서 어느 곳에 속하는지 확인할 수 있다.

5. 빛 개념 확인을 위한 질문지

학생들이 가지고 있는 빛에 대한 개념을 조사하기 위해 빛 개념에 대한 선행연구(Lee, Hong, & Jhun, 2007; Kwon & Kim, 2007; Fetherstonhaugh & Treagust, 1992)를 바탕으로 질문지를 작성하였다. 본 연구에서는 Table 4와 같이 4가지 질문을 통해 학생들이 가지고 있는 빛 개념에 대해 알아보았다. 일반적으로 제시되는 빛 개념에 대한 개념 구조의 위계는 광원, 빛의 직진성, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사, 빛의 굴절로 구성되어 있다(Jeong, Cho, & Lim, 1996; NRC, 2012; Marulcu, Karakuyu, & Dogan, 2013).

Table 4. Questions for asking about light conception

	Content of question	Concept related to light
1	What is light source?	Definition of light source
2	Explain how light propagates from a light source.	Straight propagation of light
3	Explain how a tree is seen to eye.	Process which an object is seen
4	Explain how light propagate when it meets a mirror.	Reflection of light

질문지에 응답한 내용을 분석하는 방법은 다음과 같다. 질문1에 대해서는 광원의 의미와 광원의 종류에 대해 학생들이 응답한 결과를 분류하고 빈도수를 제시하였고, 질문2 ~ 질문4에 대해서는 빛의 진행, 물체가 보이는 과정, 거울에서의 빛의 진행에 대한 학생들의 개념 구조를 분류하여 이들을 이미지 스키마와 체계 기능 문법으로 나타내었다.

6. 개념 구조 확인을 위한 면담

질문지에서 빛에 대해 과학적 개념 구조를 보이는 학생 1명과 독특한 비과학적 개념을 보이는 학생 1명을 선정하여 면담을 통해 확인하였다.

Table 5. Students' responses to question of the meaning of light source

Meaning of light source	Meaning of light source and relation between light source and object		Total(%)
	Response about only lighting by itself	Response about both object lighting by itself and object lighting by reflection	
Object making light by itself	53(32.7)	74(45.7)	127(78.4)
Lighting object	12(7.4)	23(14.2.0)	35(21.6)

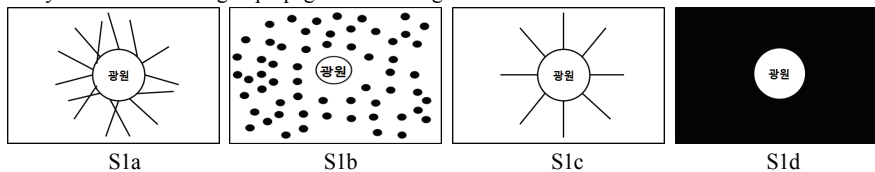
Table 6. Students' conceptual metaphor forms about the light from light source

Symbolic structure of image schema	Systemic function grammar analysis			Kinds of image schema
	Actor	Process	Goal	

[form 1]- coding symbol: S1

	CA: light P: space	Existence :exist		Existence: light is a material Container: space Continuity: scattered existence, continuous total existence
--	-----------------------	---------------------	--	---

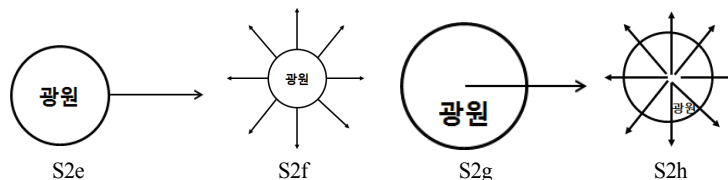
▪ Mental images expressed by students about light propagation from light source



[form 2]- coding symbol: S2

	CA: light P: space	Matter :propagate		Existence: light is matter. Container: inside of light source, outside of light source Process: coming out from inside to outside, coming out from surface of the light source
--	-----------------------	----------------------	--	--

▪ Mental images expressed by students about light propagation from light source



※ Reference (kinds of image schema): (existence), (container), (process), (continuity)
CA: causal agent, P: participant

III. 연구결과 및 논의

1. 광원에 대한 개념 분석

광원이란 무엇인가에 대한 질문에 학생들은 Table 5와 같이 답하였다. 학생들은 광원의 의미를 스스로 빛을 내는 것과 빛나는 것 두 가지 형태로 답하였다. 광원에 대한 정의는 78.4% 해당하는 학생들이 옳게 답한 것을 볼 수 있다. 그러나 광원의 의미와 그에 해당하는 광원을 모두 옳게 설명한 학생은 전체 학생 중 32.7%로 스스로 빛나는 물체에 대한 실제적 이해가 부족한 것으로 나타났다.

Table 5의 스스로 빛나는 물체만 응답한 경우와 빛 반사에 의해 빛나는 물체를 혼용해서 응답한 수를 보면, 스스로 빛나는 물체로는 태양(24.7%), 전구(14.7%), 손전등(12.4%), 형광등(10.0%), 스마트폰

(9.0%), TV, LED, 촛불(2.4%), 반딧불(1.4%) 순서로 답하였고, 빛 반사에 의해 빛나는 물체로 답한 것으로는 거울(5.8%), 별(4.8%), 유리창(3.2%), 달(2.2%), 보석(1.0%) 순으로 나타났다. 과거 연구에는 없는 스마트 폰을 제시한 학생들도 볼 수 있다.

2. 광원에서의 빛의 나아감 개념 분석

Table 6은 광원에서 나온 빛의 개념적 은유 구조를 나타낸 결과이고 각 하위 형태의 빈도수는 Table 7에 나타내었다. 학생들이 표현한 구조를 S라고 분류하고 특징에 따라 하위 수준을 분류하였다. 학생들의 표현한 개념 이해의 구조는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. S1형태는 광원이 있을 때 빛이 주변 공간에 존재한다고 표현한 것으로서, 광원에서 빛이 나와 공간을 채우는 과정적 의미는 부각되지 않고 광원이

Table 7. Frequency of each conceptual structure about light from light source

Question	Form of structure	Classification of Mental image	Frequency(%)	Total(%)
Light coming out from light source	S1	S1a	11(6.8)	43(26.5)
		S1b	5(3.1)	
		S1c	19(11.7)	
		S1d	8(4.9)	
	S2	S2e	32(19.8)	119(73.5)
		S2f	25(15.4)	
		S2g	16(9.9)	
		S2h	46(28.4)	

있기 때문에 빛이 주변에 존재한다는 것을 나타낸다. S1 형태의 이해 구조를 나타낸 학생은 26.5%이다. 학생들의 대표적인 표현으로 ‘광원 주위에 빛이 불규칙하게 흩어져 있다.’, ‘광원이 있으면 광원 주변에 빛이 가득 차 있다.’, ‘광원이 있으면 우리 주변에 공기처럼 빛이 마구 흩어져 있다.’, ‘광원 주변의 사방에 빛이 존재한다.’ 등이 여기에 속한다. S1의 범주에서 학생들이 그림으로 나타낸 멘탈 이미지의 유형은 S1a, S1b, S1c, S1d 네 가지이다. S1a는 광원이 있을 때 광원 주변에 빛이 불규칙하게 흩어져 있는 모습을 나타낸 것으로 6.8%학생이 해당된다. S1b는 광원 주변에 빛 입자가 흩어져 존재한다고 표현한 모습으로 3.1%의 학생들이 해당된다. S1c는 방사형 형태로 빛이 퍼져서 존재한다는 모습을 나타낸 것으로 11.7%의 학생들이 해당된다. S1d는 광원 주변에 빛이 가득 차 있음을 표현한 것으로 4.9%의 학생들이 해당된다. 이 네 가지 형태의 멘탈 이미지는 이미지 형태로 표현했을 때는 다른 모습이지만 학생들이 언어로 설명하는 형태에서는 빛을 존재 이미지 스키마를 통해 물질로 구조화하여 광원 주변에 공간을 채우는 연속적인 빛의 형태나 분산되어 있는 빛의 형태를 표현하고 있고 광원에서 나온 빛의 방향성에 대한 의미는 표현하지 못한다는 공통점을 가지고 있다. 체계적 기능문법 분석에서는 빛을 원인 유발자, 광원 주변의 공간을 참여자가 되어 존재의 관계 측면에서 빛이 공간에 있다는 의미를 나타낸다.

S2 범주는 광원에서 나온 빛이 주변 공간으로 직진해 나아가는 형태를 나타낸 것이다. S2는 S1과 다르게 빛이 광원에서 나와 공간으로 나아가는 과정적 의미를 표현하고 있으며, 이를 바탕으로 빛의 직진성을 연관시켜 개념을 구조화하는 것을 알 수 있었다. S2로 나타낸 학생은 73.5%이다. 학생들이 표현한 대표적인 표현으로 ‘광원 표면에서 빛이 나와 빛이 직진해 나아간다.’, ‘광원 표면에서 빛이 사방으로 직진해 나아간다.’, ‘광원 내부에서 빛이 나와 앞으로 직진해 간다.’, ‘광원 내부에서 빛이 나와 사방으로 직진해 뻗어 나아간다.’ 등이 여기에 속한다. S2의 범주에서 학생들이 그림으로 나타낸 멘탈 이미지의 유형은 S2e, S2f, S2g, S2h 네 가지이다. S2e는 광원의 표면에서 빛이 나와 직진한다는 의미를 하나의 광선으로 표현한 것으로 19.8%가 해당된다. S2f는 광원 표면에서 사방으로 빛이 직진해 나간다는 의미를 표현한 것으로 15.4%가 해당된다. S2g는 광원 내부에서 빛이 나와 광원 외부로 빛이 직진해 나간다는 의미를 하나의 광선으로 나타낸 것으로 9.9%가 해당된다. S2h는 광원 내부에서 나온 빛이 광원 외부의 사방으로 직진해 퍼져 나간다는 의미를 나타낸 것으로 28.4%가 해당된다. S2의 공통 구조는 광원을 그릇 이미지 스키마를

이용해 개념을 표현하여 광원 내부, 외부, 표면을 구분지어 나타낸다는 것과 빛이 광원 표면에서 광원 외부 공간으로, 광원 내부에서 광원 외부 공간으로 빛이 직진해 나아간다는 과정 이미지 스키마를 통해 표현한다는 것이다. 과학적 개념과 일치하는 경우는 S2h이고 S2g는 과학적 개념에 근접한 경우라고 볼 수 있다. 체계적 기능문법 분석에서는 빛을 원인 유발자, 광원 주변의 공간을 참여자가 되어 물질의 관계 측면에서 빛이 공간으로 나아간다는 의미를 나타낸다.

3. 물체를 보는 과정 개념 분석

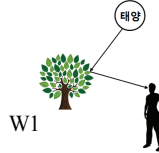
Table 8, Table 9, Table 10은 물체가 보이는 과정에 대해 학생들이 이해하는 개념적 은유 구조를 나타낸 것이고 하위 형태에 대한 빈도수는 Table 11에 나타내었다. 학생들이 표현한 구조를 W로 분류하고 특징에 따라 하위요소로 분류하였다. 학생들이 표현한 이해 개념의 구조는 크게 5가지로 나눌 수 있다. W1은 태양에서 나온 빛이 나무에 도달하면 반사되거나 방향이 바뀌어 사람의 눈으로 들어오면 물체가 보인다는 것을 나타낸 것으로 47.5%의 학생들이 해당되며 과학적인 개념으로 볼 수 있다. W1의 대표적인 표현으로는 ‘태양에서 나온 빛이 나무에 반사되어 우리 눈으로 들어오면 나무를 볼 수 있다.’, ‘태양에서 나온 빛이 나무를 비추고 나무에서 빛이 반사되어 우리 눈으로 들어와 나무를 볼 수 있다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 태양에서 나무, 사람으로 빛이 진행되는 과정을 표현한 것에서 과정 이미지 스키마가 나타난 것을 알 수 있고, 나무에서 빛이 반사되거나 방향이 바뀐다는 것에서 능력 이미지 스키마가 나타나는 것을 알 수 있다. 체계기능문법 분석에서는 빛이 원인 유발자, 나무와 사람은 참여자가 되어 물질 측면에서 빛이 반사되거나 빛의 방향이 바뀌는 의미를 나타내고 물체가 보이는 목표를 표현하고 있다.

W2는 태양에서 나무로 빛이 도달하는 과정은 나타나지 않고 나무에서 눈으로 빛이 들어오면 물체가 보인다는 것을 나타낸 것으로 21.0%의 학생들이 해당된다. W2의 대표적인 표현으로 ‘태양이 있으면 태양 주변에 빛이 넓게 퍼져있는데 나무가 있으면 나무 주위의 빛이 사람의 눈으로 들어가 나무를 볼 수 있다.’, ‘태양이 있으면 나무에서 빛이 사람 눈으로 전달되어서 나무를 볼 수 있다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 태양과 나무 사이의 관계는 나타나지 않고, 나무와 사람의 관계에서 나무에서 나온 빛이 사람에게 전달되는 과정 이미지 스키마만 나타난다. 체계기능문법 분석에서는 빛이 원인 유발자, 나무와 사람이 참여자가 되고 나무와 사람 사이에서 물질 관계에 의해

Table 8. Students' conceptual metaphor structure about process of object seen

Image schema structures represented by symbols	Systemic function grammar analysis			Kinds of image schema
	Actor	Process	Goal	
[form 1]- coding symbol: W1 	CA: light P1: tree P2: human	matter: being reflected; direction of light is changed.	Tree is seen by light coming into eye.	Existence: light is a matter. Process: light from the sun goes to tree, and then goes to man/woman. Power: sun light is reflected by the tree, and the direction is changed.

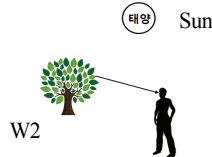
■ Mental image expressed by students



[form 2]- coding symbol: W2

	CA: light P1: tree P2: human	matter: Light comes out from tree.	The tree is seen when the light enters into the eye.	Existence: light is a matter. Process: light is transmitted from tree to man/woman.
--	------------------------------------	------------------------------------	--	--

■ Mental image expressed by students

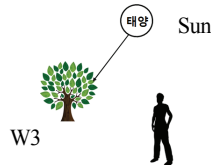


※ Reference (kinds of image schema): (existence), (power), (process), (continuity)
CA: causal agent, P: participant

Table 9. Students' conceptual metaphor structure about process of object seen

Image schema structures represented by symbols	Systemic function grammar analysis			Kinds of image schema
	Actor	Process	Goal	
[form 3]- coding symbol: W3 	CA: light P1: tree P2: human	Matter: Light arrives at the tree.	Object is seen.	Existence: light is a matter Process: sun light propagate to the position of the tree, and no more propagating.

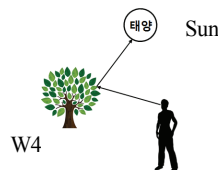
■ Mental image expressed by students



[form 4]- coding symbol: W4

	CA: human P1: tree P2: Sun	Matter: eye light is reflected by tree. Direction of light is changed.	Object is seen if eye light reflect by it arrives at the sun.	Existence: light is a matter. Process: light from an eye transmits to tree, and then goes to sun. Power: light from an eye is changed in direction by reflecting at tree.
--	----------------------------------	--	---	---

■ Mental image expressed by students

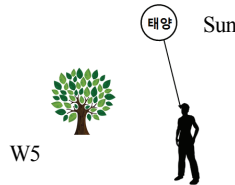


※ Reference (kinds of image schema): (existence), (power), (process), (continuity)
CA: causal agent, P: participant

Table 10. Students' conceptual metaphor structure about process of object seen

Image schema structures represented by symbols	Systemic function grammar analysis			Kinds of image schema
	Actor	Process	Goal	
<p>[form 5]- coding symbol: W5</p>	CA: light P1: tree P2: human	Matter: Light arrives at an eye.	The object is seen.	Existence: light is a matter. Process: sun light goes to an eye.

■ Mental image expressed by students



※ Reference (kinds of image schema): (existence), (power), (process), (continuity)
 CA: causal agent, P: participant

Table 11. Frequency of each conceptual structure about process that object is seen

Question	Form of structure	Frequency(%)
Process that object is seen	W1	77(47.5)
	W2	34(21)
	W3	28(17.3)
	W4	13(8.0)
	W5	10(6.2)

나무에서 빛이 나와 사람에게 전달되는 과정을 나타내고 있다. 이 과정을 통해 최종적으로 물체를 볼 수 있다는 목표를 나타내고 있다.

W3는 태양에서 나무까지 빛이 도달하는 과정은 나타나고 나무에서 눈으로 빛이 도달하는 과정은 나타나지 않는 형태를 표현한 것으로 17.3%의 학생들이 해당된다. W3의 대표적인 표현으로 ‘태양에서 나온 빛이 나무에 도달하면 사람은 물체를 볼 수 있다.’, ‘태양 빛이 나무를 비추면 나무가 보인다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 태양과 나무의 관계에서 태양에서 나온 빛이 나무에 전달되는 과정 이미지 스키마만 나타난다. 체계기능문법 분석에서는 빛이 원인 유발자, 나무와 사람이 참여자가 되고 빛과 나무의 물질 관계에 의해 태양에서 나온 빛이 나무에 전달되는 과정을 표현하고 있다. 이 과정을 통해 사람은 물체를 볼 수 있다는 목표가 나타난다.

W4는 광원이 있으면 사람의 눈에서 빛이 나와 나무에 도달하고 나무에서 빛이 반사 또는 빛의 방향이 바뀌어 태양에 도달하면 물체가 보인다는 것을 표현한 것으로 8.0%의 학생이 해당된다. W4의 대표적인 표현으로 ‘눈에서 빛이 나와 나무에서 반사되어 태양에 도달하면 나무가 보인다.’, ‘사람의 눈에서 나온 빛은 나무까지 가고 나무에서 방향이 바뀌어 태양까지 간다. 그러면 물체가 보인다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 사람, 나무, 태양으로 빛이 전달되는 과정 이미지 스키마가 나타나고 나무에서 빛이 반사되거나 빛의 방향이 바뀌는 능력 이미지 스키마가 나타난다. 체계기능문법 분석에서는 사람이 행위 유발자, 나무와 태양이 참여자가 되어 물질 관계에서 사람에게

서 나온 빛이 나무에 반사되거나 빛의 방향이 바뀌어 물체가 보인다는 목표 구조가 나타난다. W4는 W1과 사용된 이미지 스키마가 동일하지만 체계기능문법 분석에서 원인 유발자와 참여자가 관계가 달라 전혀 다른 이해 개념을 나타내는 것을 알 수 있다.

W5는 태양에서 나온 빛이 사람의 눈으로 전달되면 물체를 볼 수 있는 것을 나타낸 것으로 6.2%의 학생들이 해당된다. W5의 대표적인 표현으로 ‘태양에서 나온 빛이 사람에게 전달되면 사람은 나무를 볼 수 있다.’, ‘태양 빛이 사람을 비추면 사람은 앞에 있는 나무를 볼 수 있다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 태양 빛과 사람의 관계에서 태양에서 나온 빛이 사람에게 전달되는 과정 이미지 스키마가 나타난다. 체계기능문법 분석에서는 빛이 행위 유발자, 나무와 사람이 참여자로 표현되고 빛과 사람의 물질 관계에 의해 태양에서 나온 빛이 사람에게 전달되는 과정만 표현하고 있다. 이 과정을 통해 물체가 보인다는 목표를 드러낸다.

물체가 보이는 과정에 대한 학생들의 이해 구조는 W1에서 W5까지이며 각각의 구조에 해당되는 멘탈 이미지는 하나씩 나타났다. 물체가 보이는 과정에서 빛이 진행되는 과정에 대해 빛을 입자 또는 연속체의 물질 존재로 표현하고 과정 이미지 스키마를 공통적 사용하였다. 그러나 과정이미지 스키마가 공통으로 나타나긴 했지만 태양에서 나온 빛, 나무, 사람의 관계를 서로 다르게 나타내어 의미의 차이가 발생한다.

4. 거울에서의 빛 반사에 대한 개념 이해

Table 12는 빛의 반사에 대해 학생들이 이해하고 있는 개념을 개념적 은유 구조로 나타낸 것이고, 개념적 은유 구조의 하위 형태에 대한 빈도수를 Table 13에 나타내었다. 그리고 학생들이 표현한 구조를 R이라고 분류하고 특징에 따라 하위 요소로 분류하였다. 학생들이 표현한 이해 개념의 구조는 크게 2가지로 나눌 수 있다. R1은 손전등에서 나온 빛이 거울에 도달하면 거울에 의해 반사되거나 빛의 방향이 바뀌어 빛이 직진해 나아가는 형태를 표현한 것으로 86.4%의 학생

Table 12. Students' conceptual metaphor structure about reflection of light

Image schema structures represented by symbols	Systemic function grammar analysis			Kinds of image schema
	Actor	Process	Goal	
[form 1]- coding symbol: R1				
	CA: light P: mirror	Matter: Light arrives at mirror.	Light is reflected by mirror. / direction of light is changed..	Existence: light is a matter. Direction: direction of light propagation is changed. Process: light arrives at mirror, and then goes to space. Power: reflection occurs at mirror. Direction of light propagation is changed at mirror.
<p>■ Mental images expressed by students</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> R1a </div> <div style="text-align: center;"> R1b </div> <div style="text-align: center;"> R1c </div> </div>				
[form 2]- coding symbol: R2				
	CA: light P: mirror	matter: Light arrives at mirror	Light is absorbed.	existence: Light is a matter. process: Light arrives at mirror.
<p>■ Mental images expressed by students</p> <div style="text-align: center;"> R2d </div>				
<p>※ reference (kinds of image schema): (existence), (power), (process), (continuity), (direction), CA: causal agent, P: participant</p>				

Table 13. Frequency of each conceptual structure about light reflection

Question	Form of structure	Classification of mental image	Frequency(%)	Total(%)
빛의 반사	R1	R1a	51(31.5)	137(84.6)
		R1b	70(43.2)	
		R1c	16(9.9)	
	R2	R2d	25(15.4)	25(15.4)

들이 해당된다. 학생들의 대표적인 표현으로 ‘손전등에서 나온 빛이 거울에 부딪혀 반사되어 나아간다.’, ‘손전등에서 나온 빛이 거울을 만나면 꺾여서 계속 나아간다.’, ‘손전등에서 나온 빛이 거울에 반사되어 다른 방향으로 간다.’, ‘손전등에서 나온 빛이 거울에 반사되어 돌아온다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 손전등에서 나온 빛이 거울에 도달한 후 다른 방향으로 나아가는 것에서 과정 이미지 스키마가 사용되었고 빛이 거울에 반사되어 방향이 바뀌는 것에서 능력이미지 스키마와 방향이미지 스키마가 사용된 것을 알 수 있다. 체계기능문법 분석에서는 빛이 원인 유발자, 거울이 참여자가 되어 물질 관계에서 빛이 거울까지 도달하고 그에 대한 목표로 빛의 진행 방향이 바뀐다는 것을 나타내고 있다. R1의 범주에서 학생들이 그림으로 나타낸

멘탈 이미지의 유형은 R1a, R1b, R1c 세 가지이다. R1a는 손전등의 빛이 거울에 반사될 때 입사각과 반사각이 동일한 크기로 반사되는 경우를 나타낸 것으로 31.5%의 학생들이 해당되고 과학적 개념에 해당된다. R1b는 손전등의 빛이 거울에 반사될 때 입사각과 반사각이 다른 형태이고 빛의 진행 방향은 손전등에서 멀어지는 방향으로 빛이 계속 진행한다. R1c는 손전등에서 나온 빛이 거울에서 방향이 바뀌어 손전등이 있는 방향으로 다시 돌아오는 모습을 나타내는 것이고 9.9%의 학생이 이에 해당한다. R1의 범주에서는 학생들이 빛이 반사되어 나아가는 과정에서 빛에 대한 방향성을 이용해 이해 구조를 드러내는 공통점이 있다.

R2는 거울에 도달한 빛이 거울에 흡수되는 경우를 표현한 것으로

15.4%의 학생이 해당된다. 학생들의 대표적인 표현으로 ‘손전등의 빛이 거울에 흡수되어 빛난다.’, ‘손전등의 빛이 거울에 남아서 반짝인다.’ 등이 있다. 학생들의 표현에서 손전등에서 나온 빛이 거울에 도달하는 것에서 과정 이미지 스키마가 사용되었고 거울에서 빛이 흡수되는 표현에서 능력이미지 스키마가 사용되었으며 흡수된 빛은 거울에 반짝이며 거울에 일체되어 있다는 연속성 이미지 스키마를 나타내고 있다.

5. 생활 속에서 빛 개념에 대해 학생들이 이해하고 있는 개념간의 구조

Figure 2는 광원에서 나오는 빛, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사에 나타난 개념적 은유 구조의 하위 형태 간의 상관관계를 분석하여 유의미한 관계가 나타나는 부분만 도식화하여 나타낸 것이다. S2h는 W1과 .487의 상관을 나타내고, S2g는 W1과 .320의 상관을 나타낸다. 이 구조에서 보면 광원에 대해 광원 내부에서 빛이 사방으로 직진하여 퍼져 나간다는 의미를 존재, 방향, 그릇 이미지 스키마로 개념화한 학생은 물체가 보이는 과정을 잘 이해하는 것과 비교적 높은 상관을 나타낸다. 그리고 S1a와 W2와의 상관인 .376으로 나타나 광원 주위에 빛이 S1a와 같은 형태로 존재한다고 생각하는 학생은 물체가 보이는 과정에서 광원이 존재 하면 나무에서 빛이 나와 눈에 들어와 물체가 보인다는 개념을 형성하는 것과 다소 상관이 있는 것을 나타낸다.

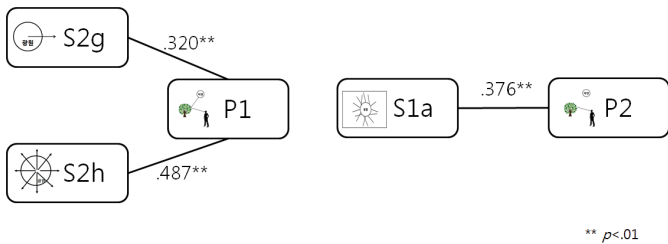
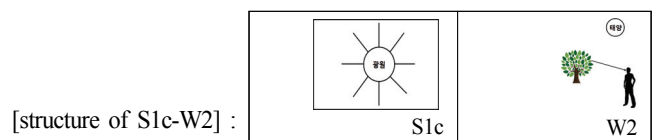


Figure 2. Correlation between conceptual metaphor structures of light from light source, process that object is seen, and reflection of light

Table 14는 광원에서 나온 빛, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사에 대해 초등학생들이 가지는 이해 개념의 과정을 구체적으로 나타낸 것이다. 이 과정은 학생들이 나타낸 모든 과정에서 빈도수 4이상의 과정을 나타낸 것으로 10가지의 대표적인 과정이 나타났다. 8%의 학생들은 광원에서 나오는 빛, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사, 빛의 굴절에 대해 과학적인 개념을 가지고 있는 것으로 나타났지만(Table 14의 구조1), 그 이외 대부분의 학생들은 다양한 형태의 빛에 대한 이해 개념 구조를 가지고 있는 것으로 나타났다. Table 14의 구조1, 3, 4에서 학생들이 광원에서 나오는 빛에 대해 S2h 이해 개념을 가지고 있으면 물체가 보이는 과정에서 W1, 빛의 반사에서 R1의 이해 개념으로 확장해 가는 것을 확인할 수 있다. 그리고 S2에 속하는 S2e와 S2g의 이해 개념을 가진 학생은 물체가 보이는 과정에서 W1의 구조로 연결되어가는 부분이 나타나는 특징이 있다. 그리고 S1c의 개념을 가진 학생들은 물체가 보이는 과정에서 W2의 형태로 나타내는 특징이 Table 14의 구조2, 5번에서 나타난다. S1c-W2의 부분 구조를 가진 학생의 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

Table 14. Elementary students' conceptual understanding structures about light from light source(S), process that object is seen(W), reflection of light(R)

	light from light source	process that object is seen	reflection of light	frequency(%)
1	S2h	W1	R1a	13(8.2)
2	S1c	W2	R1a	9(5.6)
3	S2h	W1	R1a	7(4.3)
4	S2h	W1	R1a	6(3.7)
5	S1c	W2	R1a	5(3.1)
6	S1c	W5	R1b	5(3.1)
7	광원 S2e	W3	R1a	4(2.5)
8	광원 S2e	W1	R1b	4(2.5)
9	광원 S2g	W1	R1b	4(2.5)
10	광원 S2g	W1	R2a	4(2.5)



교사: 광원에서 나온 빛은 어떻게 나아가는 거야?

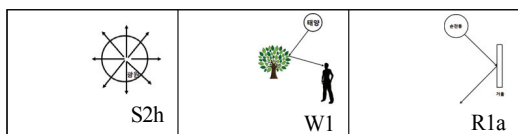
학생(23): 선생님, 여기 광원이 있으면 광원 주변에 빛이 이렇게 퍼져서 있어요

교사: 빛이 움직이지는 않나?

학생(23): 빛이 움직이지 않고요, 그냥 주변에 퍼져 있어요
 교사: 그러면 물체가 보이는 과정은 어떻게 설명할 수 있어?
 학생(23): 태양이 있으면요 태양 주변에 빛이 가득 차 있잖아요 그러면 나무 주변에서 빛이 있어요
 교사: 그러면 사람은 나무를 어떻게 볼 수 있는 거냐?
 학생(23): 그러니까 나무 주변에 있는 태양 빛을 나무가 사람 눈으로 보내요 그러면 우리는 나무를 볼 수 있어요

학생의 응답에서 물체가 보이는 과정에 광원에서 나온 빛의 이해 개념이 포함되어 물체가 보이는 과정을 설명하는 것을 볼 수 있다. S2h-W1-R1a의 구조를 가진 학생과의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

[structure of S2h-W1-R1a] :



교사: 광원에서 나온 빛을 어떻게 나아가는지 설명해 줄래?
 학생(45): 여기 광원 안에서 빛이 나와요 그러면 광원 바깥으로 이렇게 사방으로 직진해서 퍼져 나가요
 교사: 물체가 보이는 과정은 어떻게 설명할 수 있냐?
 학생(45): 태양은 광원이잖아요 그래서 태양 내부에서 빛이 사방으로 계속 퍼져 나가게 되고 그런데 나무로 향하는 빛이 나무에서 반사가 돼서 직진하는데 이때 반사된 빛이 눈으로 들어오면 나무가 보이게 되고
 교사: 그래 알겠어 그러면 손전등에서 나온 빛이 거울을 만나면 어떻게 되는지 네가 그린 그림을 보고 다시 설명할 수 있겠냐?
 학생(45): 손전등도 광원이니까 손전등 안에 손전등 전구 안에서 빛이 나와요 그리고 빛이 계속 나오면서 직진하는데 거울을 만나면 반사가 되어서 이렇게 들어온 방향하고 반대 방향으로 입사각과 반사각이 동일한 형태 직진해서 나아가요
 교사: 물체가 보이는 과정하고 비슷한 점은 있냐?
 학생(45): 아, 물체가 보이는 과정에서도 빛이 반사되잖아요 거울에서도 반사가 되고 거울에서 반사된 빛이 눈으로 들어오면 손전등이 보이겠죠?

학생의 응답에서 광원에서 나온 빛, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사까지 연결까지 자신이 가지고 있는 이해 개념의 구조를 연결하여 설명하는 것을 확인할 수 있다. 하지만 빛의 굴절에 대한 설명은 설명하지 못하는 경우가 많이 나타났고, 빛의 굴절에 대해 설명을 하더라도 볼록렌즈와 관련된 형태를 주로 나타냈다. 학생들의 이해 과정 형태는 과학적 개념으로 연결된 과정은 8%이고, 다른 유형의 경우에도 6~2%의 학생들이 나타내고 있어 빛 개념에 대한 이해구조는 다양한 형태의 이해 과정이 존재함을 알 수 있다.

IV. 결론 및 시사점

선행 연구들에서와 마찬가지로 빛 개념은 과학 개념 중 매우 추상적인 개념으로 학생들이 어려워하는 내용 중 하나임을 확인하

였다. 광원에서 나오는 빛, 물체가 보이는 과정, 빛의 반사에 대한 개념을 묻는 질문에서 나타난 학생들의 표현에서 개념적 은유 구조의 특징을 분석하였을 때, 각 개념마다 과학적인 개념을 나타내는 일부 학생들도 있었지만 학생들은 빛 개념에 대해 빛의 진행과정에 대해 다양한 오개념을 가지고 있었다. 학생들의 빛 개념에 대한 이해 구조의 상관관계 분석에서 광원에서 나오는 빛의 개념의 구조가 물체가 보이는 과정과 상관이 있다는 것을 알게 되고, 학생들과의 면담을 통해 광원에서 나온 빛에서 나타나는 개념적 은유 구조의 특징을 물체가 보이는 과정을 설명할 때 이용된다는 것을 확인하였다. 이 연결고리는 빛 개념을 학습하는데 광원에 대한 이해가 얼마나 중요한지 그리고 광원과 빛의 직진성에 대한 학습이 빛 개념 학습의 중요한 시작점이 된다는 것으로 빛에 대한 학습이 이루어질 때는 광원에 자체에 대한 이해가 잘 이루어져야 빛 개념의 이해가 과학적 개념으로 확장됨을 보여주었다.

기존의 개념 연구에서는 어떤 유형의 선개념을 보이는지를 파악하는 데 주안점을 두었다면 개념적 은유와 이미지 스키마를 활용한 연구에서는 학생들이 가진 선개념의 구조와 선개념 형성 과정을 어느 정도 파악할 수 있다는 가능성을 보여주었다. 학생들의 오개념을 과학적 개념으로 변화시키는 것이 어렵다는 것은 여러 연구들을 통해 밝혀져 있다. 개념적 은유와 이미지 스키마를 활용한 연구가 학생의 과학 개념 연구에서 좀 더 심층적으로 이루어진다면 학생들의 개념 변화 전략을 구성하는 데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

국문요약

본 연구의 목적은 빛에 대한 초등학생들의 이미지 스키마를 통해 이들의 개념적 은유 유형을 분석하는 것이다. 연구 참여자는 경상남도 G시의 한 개 초등학교 6학년 학생 162명이다. 이 연구를 위해 분석틀이 고안되었으며, 그 분석틀은 이미지 스키마 분석틀과 체계적 기능 문법 분석틀이다. 학생들의 빛 개념을 묻는 질문지도 개발되었다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 광원에 대해 학생들은 빛에 대해 두 가지의 구조를 가지고 있음을 보였으며, 그 두 가지는 빛이 광원으로부터 나와 직선으로 공간에 퍼져나간다는 것과 빛이 광원 주위에 정지해 있다는 것이다. 둘째, 물체를 보는 과정에 대한 이해에서는, 학생들은 과학자적 개념을 포함하여 5개의 구조를 나타냈다. 셋째, 빛의 반사에 대한 이해에서는 학생들은 과학자적 개념을 포함하여 4가지의 개념 구조를 나타냈다.

주제어: 개념적 은유, 빛 개념, 이미지 스키마, 체계적 기능 문법, 초등학생, 물체를 보는 과정

References

Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
 Brewe, E. (2011). Energy as a substance-like quantity that flows: Theoretical considerations and pedagogical consequences. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 7(2), 1-14.

- Buty, C., & Mortimer, E. F. (2008). Dialogic/authoritative discourse and modelling in high school teaching sequence on optics. *International Journal of Science Education*, 30(12), 1635-1660.
- Chu, H. E., & Treagust, D. F. (2014). Secondary students' stable and unstable optics conceptions using contextualized questions. *Journal of Science Education and Technology*, 23(2), 238-251.
- Cienki, A. (1997). Some properties and groupings of image schemas. *Lexical and syntactical constructions and the construction of meaning*, 3-15.
- Clausner, T. C., & Croft, W. (1999). Domains and image schemas. *Cognitive linguistics*, 10, 1-32.
- Close, H. G., & Scherr, R. E. (2015). Enacting Conceptual Metaphor through Blending: Learning activities embodying the substance metaphor for energy. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 839-866.
- Dewell, R. B. (1994). Over again: Image-schema transformations in semantic analysis. *Cognitive Linguistics*, 5(4), 351-380.
- Dreyfus, B. W., Geller, B.D., Gouvea, J., Sawtelle, V., Turpen, C. & Redish, E. F. (2014). Ontological metaphors for negative energy in an interdisciplinary context. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 10, 1-11.
- Dreyfus, B. W., Gupta, A., & Redish, E. F. (2015). Applying conceptual blending to model coordinated use of multiple ontological metaphors. *International Journal of Science Education*, 37(5), 812-838. doi:10.1080/09500693.2015.1025306
- Duit, R., Gropengiesser, H., Kattmann, U., & Komorek, M. (2012). The model of educational reconstruction—a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-38). Rotterdam: Sense
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G. (2007). From everyday life experiences to physics understanding occurring in small group work with context rich problems during introductory physics work at university. *Research in Science Education*, 37, 449-467.
- Evans, V., & Green, M. (2006). *Cognitive linguistics*. UK: Edinburgh University Press.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science education*, 76(6), 653-672.
- Fuchs, H. U. (2015). From Stories to Scientific Models and Back: Narrative framing in modern macroscopic physics. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 934-957.
- Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learners' knowledge in optics: Interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88.
- Goldberg, F. M., & McDermott, L. C. (1986). Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472-480.
- Guesne, E. (1985). *Light*. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Hoffman, R. R. (1980). Metaphor in science. *Cognition and figurative language*, 393-423.
- Jeong, J., Cho, S., & Lim, C. (1996). A Study of the Validating Evaluation of Science Curriculum Sequence and Instructional Effectiveness with the Application and Hierarchical Analysis of Science Conceptions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 16(1), 1-12.
- Johnson, M. (1987). *The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason*. Chicago: Chicago University Press.
- Kim, H., Kwon, J., Kim, B., Jeong, J., & Choi, B. (1992). Korean Children's Conceptions about Light. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 12(2), 43-53.
- Kim, Y., Hong, S., & Kim, J. (2013). Korean High School Students' Perception and Understanding of Highly Metaphorical Science Terminologies. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(4), 718-734.
- Kim, Y. & Hwang, J. (2016). A method of analysis of gifted students' understanding and creativity development through metaphorical representation about science concepts. *Journal of Science Education for the Gifted*, 8(3), 1-14.
- Kwon, K. (2011). Comparison Between Elementary- and Middle-school Students' Conceptions of the Propagation Path of Light and the Consistency of Those Conceptions. *SAE MULLI*, 61(7), 643-650.
- Kwon, S., & Kim, J. (2007). Comparing Misconceptions of Scientifically-Gifted and General Elementary Students in Physics Classes. *Elementary Science Education*, 25(5), 476-484.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago press.
- Lancor, R. (2015). An analysis of metaphors used by students to describe energy in an interdisciplinary general science course. *International Journal Of Science Education*, 37(5-6), 876-902.
- Lee, I., Hong, J., & Jhun, Y. (2007). Effects of the Classes on the Path of the Light through the Lens Focused on Substantial Concepts for the Elementary School Gifted in Science. *Elementary Science Education*, 25(5), 548-555.
- Marulcu, I., Karakuyu, Y., & Dogan, M. (2013). Can elementary students gather information from concept maps?. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(4), 611-625.
- Niebert, K., & Gropengiesser, H. (2015). Understanding Starts in the Mesocosm: Conceptual metaphor as a framework for external representations in science teaching. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 903-933.
- Niebert, K., Marsch, S., & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science Education*, 96(5), 849-877.
- National Research Council. (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Shin, S. (2009). A study on Analogy and Metaphor in Science. *Korean Semantics*, 29, 133-152.
- Won, M. (1999). An Analysis of Characteristics of Scientific Metaphors. *Journal of Language Science*, 6(1), 59-80.

저자 정보

정진규(김해구지초등학교 교사)

김영민(부산대학교 교수)