



물리 I 교과서의 ‘정보와 통신’ 단원에 제시된 시각화 자료의 인포그래픽 특징 분석

노상미¹, 손정우^{2*}

¹경남정보고등학교, ²경상대학교

An Analysis of the Infographics Features of Visualization Materials in Section ‘Information and Communication’ of Physics I Textbook

Sang Mi Noh¹, Jeongwoo Son^{2*}

¹Kyungnam information High School, ²Gyeongsang National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 March 2014

Received in revised form

4 April 2014

Accepted 7 April 2014

Keywords:

infographics,
data visualization,
physics textbook,
visualization materials,
information and communication

ABSTRACT

In this study, we try to examine its features by using the methods of systematic infographics analysis for visualization materials that are used in Physics I textbooks. Thus, after developing the analytical framework infographics, visualization materials is described in the section "information and communication" and have been analyzed separately as "data visualization" and "Infographics." The results of this study are as follows. First, the analysis framework of infographics can be classified contents of the information, visual representation, and media method. Second, the visualization materials that are displayed in the section "information and communication" of Physics I textbook are of higher quality than most schematized data that are graphically, simple information. Third, the features of visualization materials in textbooks have many relations & functions on 'information content,' text & metaphor on 'visual element,' illustration & comparison on 'expression type,' graphic on 'expression mode,' printed matter on 'media method,' and horizontal & vertical type on 'the flow of attention.' From the analysis results, in the section "information and communication" of Physics I textbook uses a lot of visualization materials, however it does not provide rich infographics but only simple graphical materials. By utilizing the results of the analysis of textbook and analysis framework of infographics, which has been developed through the this study, let us hope that the opportunity to be able to grasp the importance of infographics in science education be provided.

1. 서론

우리는 외부의 정보를 오감으로 받아들이는 개별적인 학습과정을 통해 기억으로 저장한다. 오감 중에서도 주로 시각과 청각으로 인지 작용과 관련된 대부분의 정보를 습득하고, 이는 다시 개인의 필요에 따라 기억의 재구성에 의해 지식으로 발전시킨다. 이렇게 학습한 지식을 오랫동안 장기 기억 속에 남겨 필요할 때 그 정보를 꺼내어 쓸 수 있도록 하는 것은 교육에 의해 이뤄진다. 그래서 그동안 교육계에서는 정보와 지식을 전달 보급하는 방법, 매체, 기기 등이 연구되어 왔으며, 그 정보와 지식을 표현하기 위한 다양한 교수학습법과 도구들이 지속적으로 발전되고 개발되어져 왔다. 특히 디지털 기술이 발달함에 따라 디지털 교재를 개발하면서 학습자에게 과학적 사실과 현상을 더욱 쉽게 인지할 수 있게 해주기 위해 시각 이미지를 통한 정보 전달 기술을 적용하고 있다.

인간은 언어나 수치로만 된 데이터와 정보도 마음속에서 그림이나 이미지와 같은 형태로 시각화하는 성향이 있다. 시각화는 무언가의 모습 또는 마음속의 이미지를 만드는 것, 또는 실제 보는 것과 같이 상상하고 기억하는 것이라는 사전적 의미가 있으며, 인간의 인지 활동

과 깊은 관련을 맺고 있다(Robert, 2001). 현재 정보의 시각화된 표상은 차트, 지도, 아이콘, 사인, 포스터, 다이어그램, 그리고 온라인 시각 자료 등으로 표현되고 있는데(Krum, 2013), 이러한 정보의 시각화는 시각화되지 않은 정보를 받아들일 때보다 인지 능력을 증폭시킬 수 있다. 최근에는 새로운 정보에 의미를 부여하여 기억의 시간을 늘리고, 학습자에게 더욱 분명하게 정보를 전달하여 장기기억에 스키마로 저장될 수 있도록 정보를 디자인하고 있다. 이처럼 시각화를 통한 정보 전달을 효과적으로 하기 위해 정보를 가공하고 표현하는 기술을 정보 디자인이라고 한다. 특히 시각을 통한 정보 디자인은 정보 전달의 도구가 언어뿐만이 아닌 그림, 문자, 사진, 인쇄물, 영상물 등의 시각적인 것을 말하며, 시각 정보는 상황 설명적이고 포괄적인 정보를 즉각 전달할 수 있으며, 다량의 정보를 표현할 수 있어 효과적이다. 이러한 정보 디자인의 하나인 인포그래픽(infographics)은 정보(information)와 그래픽(graphic)의 합성어로 ‘다양한 미디어를 통해 전달되는 모든 종류의 언어적이고 시각적인 메시지(Pettersson, 1998)’, ‘언어적 이미지의 구체성과 그래픽 이미지의 추상성을 연결하는 정보 표현의 한 방식(You, 2002)’, ‘문자와 함께 그림, 기호, 도형 등의 비언어적 시각 요소를 유기적으로 구성하여 복잡한 정보를 일목요연하게 표현, 전달하는

* 교신저자 : 손정우 (cnbe@gnu.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.4.0359>

직관적인 그래픽(Ha & Min, 2011)', '특정 데이터 혹은 정보의 집합을 시각적인 표나 그림, 그래프 등으로 전환하여 사용자가 감각적이고 직관적으로 이해할 수 있도록 표현한 것(Joung & So, 2013)' 등의 의미로 발전하여왔다. 일반적으로 인포그래픽은 다방면에서 '뉴스 그래픽, 비즈니스 그래픽, 과학의 시각화' 등 각 분야 사용자의 관점에 따라 다른 명칭으로 사용되기도 하지만, 최근 소셜 미디어의 발전에 따른 커뮤니케이션 환경 변화는 정보 디자인의 중요성을 부각시켰으며, 위의 다양한 명칭은 인포그래픽으로 통합되고 있다(Oh & Kang, 2008). 인포그래픽은 무수히 많은 정보를 상징적 이미지로 시각화하여 보다 쉽게 직관적이고 구체적, 표면적, 실용적으로 전달하여 이해를 돕기 때문에 일반적인 그림이나 사진 등과 구별된다(Jung, 2012). 인포그래픽은 한 번에 인지할 수 없는 방대하고 복잡한 자료를 간결하고 쉽게 전달함으로써 소비자가 메시지를 빠르게 이해할 수 있도록 디자인 요소들을 잘 조합한 시각적 표현이며 비회화 그래픽이다(Carverry et al, 2006). 즉 단순히 디자인 요소로 표현한다는 개념을 넘어서 어떤 현상의 상호관계나 과정, 결과 등을 포함하여 여러 가지 요인들, 특히 양적인 것들의 관계를 단순 그래픽보다는 더 풍부하게 이미지화하여 직관적으로 전달하는 것이라 할 수 있다. 이처럼 연구자에 따라 다양한 인포그래픽의 개념을 쓰고 있으나, 공통적으로 정보의 내용인 콘텐츠를 시각적인 요소를 활용하여 많은 정보를 감각적이고 직관적으로 이해할 수 있도록 구성한 것이라 할 수 있다.

한편 과학교과서에는 이미 인포그래픽을 많이 사용하고 있다. 하지만 그동안 과학교과서의 삽화에 대한 연구는 주로 학년별 삽화의 수, 종류와 자료제공, 동기유발, 학습안내, 학습결과 등과 같은 삽화의 역할에 관한 연구가 주를 이루었다(Back, 2012; Lee & Kim, 2012; Lee & Kwon, 2013). 또 삽화에 대한 오류(Seo, et al., 2010), 삽화 유형에 따른 학습효과(Kwon, et al., 2012) 등에 대한 연구도 진행되었다. 그러나 인포그래픽과 관련된 과학교과서 분석 연구는 많지 않은 상황이다. 국내 중학교에서 사용되는 서책형 과학교과서에 나타난 인포그래픽의 종류를 분석한 Min(2014)의 연구는, 단순한 사진이나 일러스트, 그래픽프롬만 나타낸 이미지보다 인포그래픽으로 표현된 시각 이미지의 사용이 즉각적인 정보제공으로 학습자에게 시각적 흥미를 주는 것과 동시에 정보를 빨리 감지할 수 있다는 장점을 부각시켰다. 그러나 현재 중학교 과학교과서에 사용된 인포그래픽은 전체가 아닌 부분적인 학습정보에 관한 것으로, 글 설명 없이는 이해하기 힘들다고 하였다. 또한 특성화 고등학교 학생들을 대상으로 인포그래픽 학습 자료로 디자인 이론 수업의 효과를 알아본 Son(2014)의 연구는, 학업성취도에서 유의미한 향상효과가 있음을 밝혔는데, 그 원인으로는 인포그래픽 학습 자료가 가진 가독성, 인지성, 주목성, 만족도, 몰입도 등의 요인들에 의한 것이라고 하였다. 이처럼 인포그래픽은 학습효과를 향상시킬 수 있는 가능성이 높기 때문에 과학교과서에서도 도입하는 방안이 필요하다. 이를 위해서는 먼저 현재 사용하고 있는 과학교과서에 대한 인포그래픽 차원의 분석이 필요하고, 무엇이 부족한지를 파악해야 한다. 즉 과학교과서에 사용한 시각화 자료들을 인포그래픽 차원의 체계적인 분석방법을 제시하고, 그 특징을 살펴보는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 각종 문헌들을 바탕으로 과학교과서에 적용 가능한 인포그래픽 분석틀을 개발한 후, 이를 이용하여 물리 I 교과서에 나타난 시각화 자료들을 분석하고자 하였다. 이러한 분석 결과는 향후 과학교과서 제작이나 집필에서 있어 삽화에 대한 체계적인 정보전달 방법을

제시할 뿐만 아니라, 인포그래픽을 활용하는 교수·학습 방법을 개발하는데 기초 자료로 활용될 것으로 기대한다.

II. 연구과정 및 방법

1. 연구 대상

시각화 자료 분석을 위한 과학교과서로 2009개정 고등학교 물리 I 교과서로 하였고, 단원은 '정보와 통신'으로 하였다. 고등학교 물리 I 교과서는 현재 C교과서(Kwak, et al., 2011), K교과서(Kim, et al., 2011)의 2종만 출판되어 있어 분석대상의 종류가 많지 않아 분석과정에서 생기는 여러 문제점을 즉각 피드백하여 다시 분석할 수 있다. 그리고 물리교과서에서 사용된 시각화 자료들 중 일반적인 인포그래픽의 영역과 가장 가까운 '정보와 통신' 단원에서 인포그래픽을 쉽게 찾을 수 있다. 이에 본 연구에서는 전 단원을 대상으로 하지 않고, '정보와 통신' 단원에서 인포그래픽 자료를 찾아보고자 하였다. '정보와 통신' 단원은 2009개정 교육과정에서 새롭게 도입한 단원이며 정보 전달의 원리를 다루는 내용이므로, 시각화 자료의 취지에 부합된다. 특히 2종의 물리 I 교과서의 차이점은 집필진이 C교과서의 경우는 전 부 현직 교사이고 K교과서는 거의 대부분이 교수들로 구성되어 있다는 점에서, 집필방향에서 차이가 있다고 본다. 교과서 집필자의 직접적인 의견 등이 없는 상황에서의 해석이지만, 교사 중심 집필진은 수업 현장을 고려한 측면이 크고, 교수 중심 집필진은 내용 구성에 있어 학문적 위계 등을 고려한 측면이 큰 것으로 보인다. 그러나 현재 교과서는 제작 과정에서 집필진의 의사에 따라 삽화나 인포그래픽 등의 시각화 자료가 제안되고, 출판사 편집진에 의해 디자인되고 있기 때문에, 집필진의 성향에 따라 시각화 자료의 종류가 달라질 수 있다. 이에 2종의 물리 I 교과서를 구분하여 분석하였다.

2. 연구과정 및 방법

가. 시각화 자료의 정의와 분류

분석을 위해서는 먼저 시각화 자료에 대한 정의가 필요하다. 여러 학자들에게 의해 제안된 다양한 인포그래픽에 대한 정의를 교과서 상황에 적용하여, 본 연구에서는 시각화 자료를 복잡한 정보를 다양한 시각적 표현 요소들을 이용하여 한눈에 알아볼 수 있도록 한 학습 자료라고 정의하였다. 그리고 이를 '데이터 시각화'와 '인포그래픽'으로 더 정밀하게 구분하였다. 물리 교과서의 특징 상 실험이나 탐구활동의 과정 상황을 제시한 자료, 단순한 정보를 사진, 도식화, 기호화, 회로도, 일러스트 등으로 표현한 것과 같이 한 두 개의 정보가 담긴 단순한 구조나 단순 상황이 제시된 시각화 자료, 그리고 그래픽 자체가 의미전달을 하지 않고 본문의 내용을 통해 의미를 파악하도록 하는 자료를 정보의 '데이터 시각화'로 분류하였으며, 그 외 많은 정보를 담거나 의미전달을 포함하는 시각화 자료를 '인포그래픽'으로 분류하였다.

나. 교과서의 시각화 자료 구분

교과서에 제시된 시각화 자료를 분석하기 위해, 먼저 물리 I 교과서

Table 1. Classification of physics I textbooks' visualization

분류	분류 기준	비고
데이터 시각화	· 탐구활동 · 단순 상황 · 단순 도식화 · 단순한 기능적 구조 · 단순 회로도	단순 제시 형태
인포그래픽	· 위의 분류 기준 이외 · 정보의 양이 많으며 의미전달을 포함할 때	'의미전달'을 포함한 형태

의 '정보와 통신' 단원의 시각화된 자료들을 Table 1과 같이 데이터 시각화와 인포그래픽으로 구분 정리하였다. 그리고 이들 데이터 시각화와 인포그래픽을 동일한 분석틀로 분석하였다.

다. 인포그래픽 분석틀 개발

인포그래픽 분석틀은 다양한 문헌과 연구들을 통해 도출하였다. 분석 영역은 크게 정보내용, 시각표현, 매체형식이다.

'정보내용'의 세부 항목은 다음의 연구 내용들로부터 도출하였다. Wurman(2001)는 정보를 조직화하는 구체적인 방법으로 위치(location), 문자(alphabet), 시간(time), 카테고리(category), 위계(hierarchy)라는 다섯 가지 기준을 제시하였고, Lee, et al.(2011), Oh & Kang(2008) 등은 정보내용을 위치(location), 시간(time), 수치 데이터(number), 관계(relation), 기능(function), 단계(process)로 표현하였다. 여기서 '위치'는 다양한 출처나 장소에 기반을 둔 정보를 조사하고 비교할 때 일반적인 선택 방법이며, '문자'는 전화번호부나 인명부와 같이 방대한 정보를 조직화할 때 사용한다. '시간'은 누구의 하루 또는 누구의 일생과 같은 콘텐츠를 창의적으로 조직화하는데도 유용하며, '카테고리'는 정보의 속성에 따라 분류할 때 적합하다. '위계'는 데이터의 값이나 중요도의 순서로 정보를 조직화하는 것이다. '수치 데이터'는 우리 주변의 정보 중 수치 정보나 수량, 순위 정보를 나타내며, 도표 등을 이용하여 수치 정보를 한눈에 파악하여 데이터 간 비교를 용이하게 하며, '관계'는 정보와 정보의 연결 관계를 표현한 정보로서 정보가 서로 어떻게 유기적으로 연결되어 있는가를 보여주거나, 정보의 계층 구조나 상호 관계를 나타낸다. '기능'은 텍스트만으로는 설명이 부족한 복잡한 의학 지식이나 생물학적인 정보 등을 기술하며, '단계'는 순차적인 전개를 나타내 주는 표시나 숫자를 사용하여 순서에 따른 시간의 흐름을 안내해 준다.

'시각표현'은 시각요소, 시각표현 유형, 시각표현 방식으로 나눌 수 있다. 먼저 '시각요소'의 세부 항목은 다음의 연구 내용들로부터 도출하였다. Song & Lee(2012)은 인포그래픽에서 가장 중요한 표현요소로 컬러, 그래픽, 기호와 같은 시각적 요소와 통계, 시간경과, 정보(특정상황)·사실, 추론으로 분류하였고, Park(2011)은 시각요소로 사진, 그래픽, 도표, 일러스트, 텍스트를 다루었다. 그리고 Joung & So(2013)는 특정 데이터 혹은 정보의 집합의 시각적 표현을 위해 설명적인 일러스트와 사진, 추상적인 다이어그램과 도형, 상징적인 아이콘과 픽토그램 및 색상, 명도, 채도로 표현되는 색채, 그리고 평면 입체를 위한 공간속에서 시선의 흐름을 결정하는 위치와 방향 등과 같은 다양한 시각적 요소를 종합적으로 활용하였다. 여기서 '컬러, 그래픽, 기호'와 같은 시각적 요소는 인포그래픽에서 가장 많이 사용되는 표현 요소로 복잡

한 정보를 도형이나 기호, 상징들을 활용하여 보다 쉽게 공감할 수 있게 나타내는 것이다. '통계, 시간경과'는 역사를 나열할 때 주로 쓰이며, '정보(특정상황)·사실, 추론'은 표현하고자 하는 사실이나 내용을 뒷받침할 수 있는 정보들을 갖고 구성해야 한다. '그래프'란 수치 정보를 양으로 바꾸어 목적에 맞는 형태로 표현한 것이며, '지도'는 지도 위에 뿌려지는 내용에 따라 크기 위치 지도, 데이터 지도, 해설 지도로 나눌 수 있다. '도표'는 텍스트로 설명하기 어렵거나 복잡한 것들을 한눈에 보기 쉽고 명확하게 설명해주는 것을 말하며, '일러스트'란 어떠한 구체적인 내용을 전달하기 위해 설명적으로 시각화한 그림 또는 글의 이해를 돕기 위해 그리는 그림이나 이미지라고 할 수 있다. '시각표현 유형'의 세부 항목은 Ko(2012)의 연구 내용들로부터 도출하였는데, 소셜네트워크 서비스 상에서의 인간관계를 표현한 인포그래픽 사례 고찰을 통해 인포그래픽의 구성 방식을 지도형, 도표형, 타임라인형, 스토리텔링형, 만화형, 비교분석형 등 대략 6가지의 유형으로 분류하였다. 여기서 '지도형'이란 지도를 주요 이미지로 하여 정보를 담는 방식이며, '도표형'은 다양한 도표를 사용하여 정보를 보여주는 방식, '타임라인형'은 특정 주제와 관련된 히스토리나 전개 양상을 타임라인 형태로 나타내는 방식, '스토리텔링형'은 눈에 띄는 수치나 도표는 없지만 하나의 사건이나 주제에 대해 이야기를 들려주듯 구성한 것이다. '만화형' 또는 '일러스트형'은 귀여운 캐릭터나 일러스트를 이용해서 내용의 이해를 돕는 방식을 말하며, '비교분석형'은 두 개 이상의 경쟁사 또는 대척점에 있는 개념들을 비교하는 방식으로 정보를 전달하는 것을 말한다. '시각표현 방식'의 세부 항목은 다음의 연구 내용들로부터 도출하였다. Lee, et al.(2013), Jung(2012) 등은 시각적 표현 방식의 변화를 크게 그래픽, 모션, 인터랙티브, 스토리텔링으로 분류하였다. 여기서 정적인 인포그래픽에 해당하는 '그래픽'은 일러스트, 2D와 3D 이미지, 컬러, 실사이미지, 타이포그래피로 나누어 볼 수 있다. '모션'은 수치나 정보를 단순히 보여주는 것에서만 그치지 않고 움직임 최대한 활용하기 때문에, 좀 더 다양한 상황의 연출과 결과 제시가 가능하다. '인터랙티브'는 특정 키워드를 클릭하면 인터페이스가 바뀌면서 상세정보가 보강되는 구조를 갖고 있는 것을 말하며, '스토리텔링'은 그래픽으로 이루어진 기존의 인포그래픽에 스토리텔링을 더해 무질서한 정보를 보기 좋게 정리할 뿐만 아니라, 하나의 주제를 가지고 스토리를 엮어냄으로써, 단순 정보 이상으로 원하는 메시지를 효과적으로 전달하는 것을 뜻한다.

'매체 형식'의 세부 항목은 다음의 연구 내용들로부터 도출하였다. Oh & Kang(2008)는 정보를 담고 있는 미디어를 중심으로 인쇄, 컴퓨터·영상, 공간·환경으로 나누었다. 여기서 '인쇄 매체'에서는 다이어그램(diagram) 등을 이용한 설명도, 위치 정보를 중심으로 다양한 주제를 표현하는 지도, 안내도를 들 수 있다. 또한 매뉴얼, 과학이나 의학 학습과 연구를 위한 그래픽, 레이블, 서식, 전화번호부, 뉴스와 비즈니스를 위한 정보 그래픽 등도 이에 해당한다. '컴퓨터·영상'은 웹 사이트나 CD-ROM, 멀티미디어 키오스크와 같은 안내 시스템, 방송 그래픽, 그리고 정보 매체를 위한 인터페이스와 인터랙션에 관련된 제반 사항으로 나눌 수 있으며, 웹 사이트에서 정보를 조직화하는 개념인 정보 설계도 포함된다. '공간·환경'은 박물관이나 공항과 같은 공공건물, 야외 시설, 행사 안내를 위한 정보와 사인 시스템 등을 들 수 있고, 교통과 관련해서는 노선이나 요금, 시간, 티켓 정보, 표지판 등으로 구분할 수 있다.

이상과 같은 다양한 문헌들의 연구결과들을 바탕으로 구성된 인포그래픽 분석틀은 Table 2와 같다. 개발한 분석틀에 대한 타당성은 산업 디자인 교수 1명과 과학교육 교수 2명의 자문을 통해 확보하였다.

III. 연구 결과

1. 교과서에 제시된 시각화 자료의 분류

Table 1과 Table 2를 바탕으로 교과서에 제시된 시각화 자료들을 Figure 1과 같이 작성하였다. ‘내용 구성’은 시각화 자료에 대한 내용적 설명이다. 그리고 교과서의 구조적 특성상 인쇄물로 표현이 되므로 표현방식은 그래픽 인포그래픽으로 한정되어 있으며, 매체형식은 인쇄에 해당한다. 이에 교과서의 인포그래픽을 분석할 때는 시각 표현방식과 매체 형식을 생략하였다. 대신에 인포그래픽 내에서 학습자의 시선이 흘러가는 방향을 나타내는 ‘시선의 흐름’을 추가하였다.

물리 I 교과서 2종을 분석한 결과 교과서별 시각화 자료의 영역별 개수는 Table 3과 같다. C교과서 내의 시각화 자료를 영역별로 분류하

Table 2. Analysis framework of infographics

영역	항목
정보내용	위치, 시간, 수치 데이터, 관계, 기능, 단계 도형 : 점, 선, 면, 체 또는 그것들의 집합 도표 : 도형을 이용한 그래프, 차트 메타포 : 아이콘, 픽토그램, 심볼 등 일러스트레이션 : 만화, 실사이미지, 사진 문자 : 설명 글 색채 : 색상 명도 채도
시각 표현	지도형 인포그래픽, 도표형 인포그래픽, 타임라인형 인포그래픽, 스토리텔링형 인포그래픽, 일러스트형 인포그래픽, 비교분석형 인포그래픽
유형	그래픽 인포그래픽 모션 인포그래픽 인터랙티브 인포그래픽
방식	그래픽 인포그래픽 모션 인포그래픽 인터랙티브 인포그래픽
매체 형식	인쇄, 컴퓨터·영상, 공간·환경

영역	항목	
시각화 자료		
내용 구성	광통신 과정(C교과서 p203)	
정보내용	관계, 단계	
시각 표현	시각표현 요소	도형, 메타포, 일러스트레이션, 문자, 색채
	시각표현 유형	타임라인형 인포그래픽
	시선의 흐름	좌상→우상→좌하→우하(Z자형)

면, 총 80개의 시각화 자료 중 단순 정보를 간단한 도식화 형태로 나타낸 것이 37.5%로 가장 많았으며, 인포그래픽(17.5%)과 단순 기능적 또는 생물학적 구조 형태(17.5%), 탐구활동(13.75%), 단순한 회로도 형태(8.75%), 단순 상황 제시 형태(5%) 순으로 시각화 자료들이 제시되어 있었다. K교과서 내의 시각화 자료를 영역별로 분류하면, 총 80개의 시각화 자료 중 단순 정보를 간단한 도식화 형태로 나타낸 것이 41.25%로 가장 많았으며, 탐구활동(21.25%), 단순 기능적 또는 생물학적 구조 형태(12.5%), 인포그래픽(11.25%), 단순 상황 제시 형태(6.5%), 단순한 회로도 형태(6.25%) 순으로 시각화 자료들이 제시되어 있었다. 전체적으로 단순한 정보를 간단하게 도식화한 자료가 가장 많았으며, 대부분 데이터 시각화 자료였다. 인포그래픽은 C교과서 14개, K교과서 9개로 전체 80개의 시각화 자료에 비해 그 양이 적었다.

C교과서의 대부분 시각화 자료는 교과서 내 지문을 시각화하려는 형태로 많이 나타내어 지문 없이 시각화 자료만으로도 의미 파악을 할 수 있는 자료들이 많이 있었다. 인포그래픽에서는 표현되어있는 정보는 단순하나, 부연 그림이나 시각적 정보의 내용을 포함시켜 학습자가 더 심화하여 정보를 알아볼 수 있도록 하는 형태가 많았다. K교과서는 탐구활동의 내용이 많았으며, C교과서에 비해 많은 내용을 다루고 있었다. 제시된 시각화 자료는 교과서의 지문을 설명하는 형태로 먼저 제시된 그림이나 지문을 함께 읽어야 모든 정보가 이해되는 형태

Table 3. Classification of physics I textbooks' visualization

분류	분류기준	개수(%)	
		C교과서	K교과서
데이터 시각화	· 탐구활동	11(13.75)	17(21.25)
	· 단순 상황 제시	4(5)	6(6.5)
	· 단순 도식화	30(37.5)	33(41.25)
	· 단순한 기능적 구조	14(17.5)	10(12.5)
	· 단순 회로도	7(8.75)	5(6.25)
인포그래픽	· 위의 분류 기준 이외 정보의 양이 많으며, 의미 전달을 포함할 때	14(17.5)	9(11.25)
	계	80(100)	80(100)

영역	항목	
시각화 자료		
내용 구성	전자기파의 구성과 진행(K교과서 p220)	
정보내용	위치, 관계, 단계	
시각 표현	시각표현 요소	도형, 메타포, 문자, 색채
	시각표현 유형	타임라인형
	시선의 흐름	좌→우(수평형)

Figure 1. Examples of analysis framework of infographics in textbook

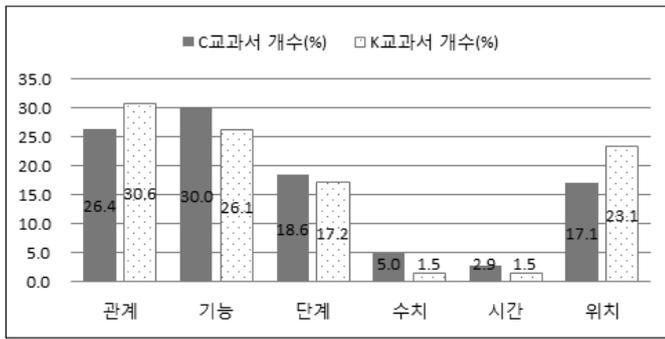


Figure 2. Distribution ratio of Information contents in textbooks

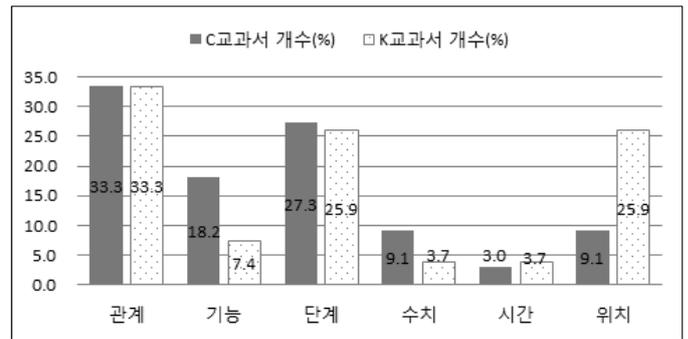


Figure 3. Distribution ratio of Information contents in infographics

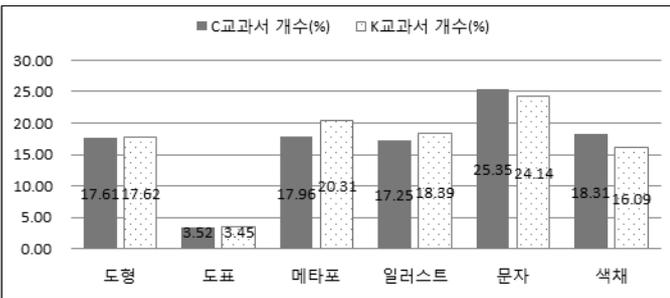


Figure 4. Distribution ratio of visual elements in textbooks

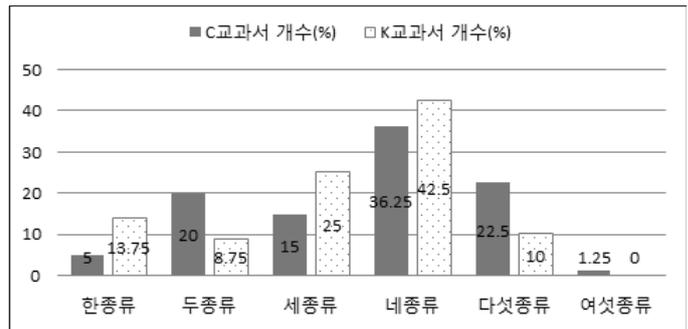


Figure 5. Distribution ratio of combination of visual elements in textbooks

었다. 인포그래픽에서는 복잡성과 난이도가 높은 시각화 자료들이 많아 기본적인 개념이 숙지되지 않으면 이해가 어려운 시각화 자료가 많았다. 이는 인정교과서의 특성상 교과서 내용의 깊이와 폭을 집필진이 결정할 수 있으므로, 교과서의 특징에 따라 나타난 결과로 보인다. 결과적으로 C교과서는 K교과서에 비해 기능적인 구조와 단순 회로도 에 대한 데이터 시각화 자료와 인포그래픽 자료가 더 많았으며, K교과서는 C교과서에 비해 탐구활동 과정을 설명하는 자료와 단순 도식화된 데이터 시각화 자료들이 더 많았다. 이러한 결과는 현재 C교과서가 개별 학교에서 채택율이 높고, 현장의 물리교사들이 선호하는 것은 학생들이 물리를 학습하는 데 있어 인포그래픽이 상대적으로 많이 포함된 물리교과서가 도움을 줄 수 있다는 것을 은연중에 인식하고 있을 가능성이 있음을 보여준다.

2. 교과서에 제시된 시각화 자료의 특징

가. 정보내용의 특징

교과서별로 '정보내용' 분포율을 살펴보면, C교과서를 구성하는 정보내용은 기능, 관계, 단계, 위치, 수치, 시간 순이었으며, K교과서는 관계, 기능, 위치, 단계, 수치, 시간 순이었다(Figure 2). 시각화 자료 중 인포그래픽 자료만을 살펴보면, C교과서의 정보내용은 관계, 단계, 기능, 수치, 위치, 시간 순이었으며, K교과서는 관계, 단계, 위치, 기능, 수치, 시간 순이었다(Figure 3). K교과서에 비해 C교과서는 복잡한 정보를 풀어쓰는 형태의 인포그래픽이 많아 기능의 비율이 높고, 위치의 비율이 낮은 편이었다. 반면 K교과서는 세 종류 이상의 정보내용으로 구성되었으며, 학습자의 기초 지식이나 개념이 필요한 함축된 형태의 자료가 많아 기능보다 위치의 비율이 더 높았다.

이처럼 정보내용이 관계와 기능, 단계 등의 비율이 높은 이유는

다른 과학교과와 마찬가지로 물리교과도 여러 개념과 지식들의 연결 및 위계성이 중요하며, 텍스트만으로 설명이 어려운 개념이나 지식을 효과적으로 전달하기 위한 기능적인 측면이 중요하기 때문이다.

나. 시각표현의 특징

교과서별로 '시각표현 요소' 분포율을 살펴보면, C교과서는 문자, 색채, 메타포, 도형, 일러스트, 도표 순으로 제시되었고, K교과서는 문자, 메타포, 일러스트, 도형, 색채, 도표 순으로 제시되어 차이가 있었다(Figure 4). 그런데 이들 시각요소들은 단독으로 제시되기 보다는 여러 시각요소들과 함께 조합하여 제시되었다. C교과서는 네 종류의 조합이 36.25%, 다섯 종류의 조합이 22.5%, 두 종류의 조합이 20%, 세 종류의 조합이 15%, 한 종류의 조합이 5%, 여섯 종류의 조합이 1.25% 순이었다. K교과서는 네 종류의 조합이 42.5%, 세 종류의 조합이 25%, 한 종류의 조합이 13.75%, 다섯 종류의 조합이 10%, 두 종류의 조합이 8.75% 순이었다(Figure 5). K교과서에 비해 C교과서는 두 종류나 다섯 종류의 시각요소 조합으로 표현된 형태가 더 많았으며, C교과서에 비해 K교과서는 한 종류나 세 종류의 시각요소 조합으로 표현된 형태가 많았다.

시각화 자료 중 인포그래픽 자료만을 살펴보면, C교과서는 문자와 색채, 도형과 메타포가 같은 비율로 제시되었고, K교과서에 비해 더 많은 일러스트를 포함하고 있었다. K교과서는 도형, 메타포, 문자가 같은 비율로 제시되었고, 다음으로 색채, 일러스트 순이었다(Figure 6). 또한 두 교과서 모두 도표의 시각요소는 매우 적었다. K교과서는 시각요소에서는 전반적으로 일러스트를 활용하여 도형이나 문자로 그 내용을 설명하였으며, 단계 설명을 위한 메타포나 물리교과 고유의

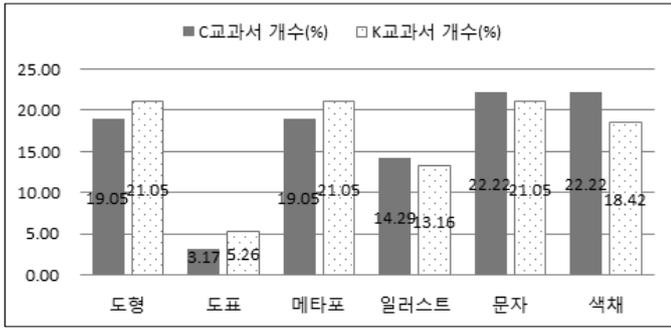


Figure 6. Distribution ratio of visual elements in infographics

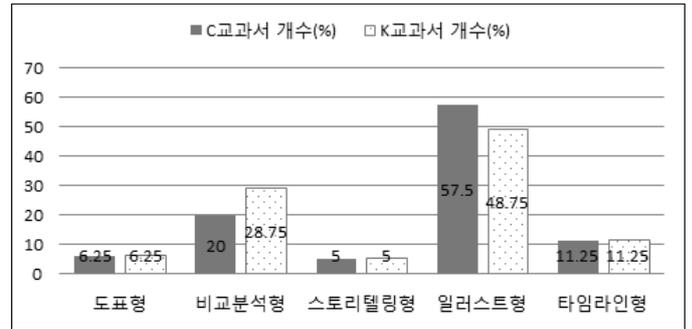


Figure 7. Distribution ratio of visual expression in textbooks

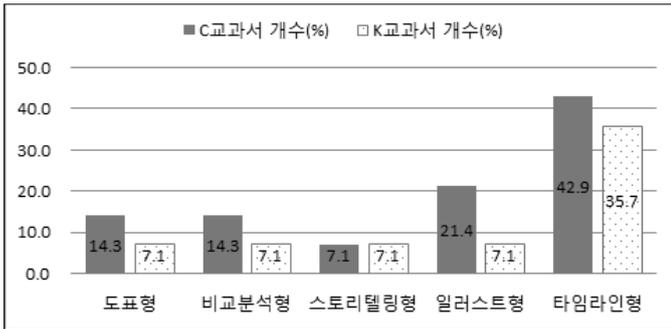


Figure 8. Distribution ratio of visual expression in infographics

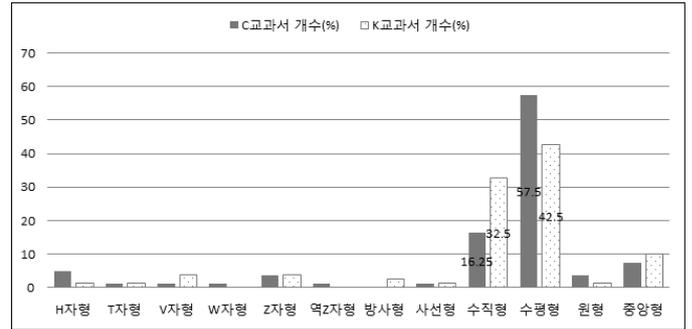


Figure 9. Distribution ratio of attention flow in textbooks

픽토그램이나 심벌과 같은 메타포를 활용한 자료들이 많았다. 대부분 색채를 이용하여 표현하였으나, 그 색채의 색상이 컬러로 표현되지 않고 흑백으로 표현되어도 내용전달에 무리가 없는 내용이 많았다. 다만 빛의 삼원색 합성이나 가시광선의 구분 등에서는 색채가 내용에 이해에 중요한 시각요소이었다.

‘시각표현 유형’으로 교과서별로 살펴보면, 대부분 일러스트형 인포그래픽과 비교분석형 인포그래픽에 해당되었다(Figure 7). 그러나 시각화 자료 중 인포그래픽 자료에서는 대부분 타임라인형 인포그래픽에 해당되었다. 인포그래픽 자료를 분석해 보면, 정보들 간의 관계를 보여주면서 과정을 전개해 나가는 자료들이 많았다. Figure 3에서 정보내용의 관계와 단계가 많은 이유가 Figure 8에서 보듯이 타임라인형 인포그래픽이 많기 때문이다.

이처럼 물리교과서에 나타난 시각화 자료들의 시각표현 특징을 살펴본 결과, 물리교과서는 하나의 시각화 자료에 다양한 시각요소를 적절하게 조합하여 표현하고 있으나, 색채를 의미 있게 활용하지 않았다. 그런데 정보전달 및 학습에 효과적인 인포그래픽은 다양한 색채마다 특정 의미를 부여하여 정보전달에 효과적으로 활용할 수 있기 때문에 향후 물리교과서에서는 이러한 점을 감안하여 시각화 자료를 제작할 필요가 있다. 또한 물리교과서의 시각화 자료들은 단순히 일러스트를 이용하거나 비교분석을 통해 개념들을 설명하고 있는데, 이는 물리개념들의 위계적인 구조를 이해시키기에는 부족한 표현 방식이므로, 향후에는 스토리텔링이나 타임라인 방식처럼 특정 개념, 주제 등과 관련된 히스토리를 시각적으로 제시하는 것이 필요하다.

다. 시선의 흐름

앞서 제시한 Table 2의 분석틀 내용 이외에 ‘시선의 흐름’을 교과서

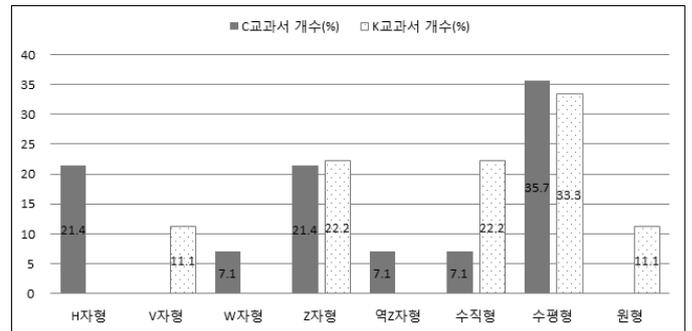


Figure 10. Distribution ratio of attention flow in infographics

별로 살펴보면, 대부분 좌우로 시선이 흐르는 수평형과 위아래로 시선이 흐르는 수직형이 대부분이었다. 이는 교과서의 자료 제시가 단순한 형태일 경우 나열식임을 알 수 있다(Figure 9). 그러나 시각화 자료 중 인포그래픽 자료에서는 시선의 흐름이 다양하게 분포하고 있었다. C교과서에서는 수평형이 35.7%로 가장 높았으며, H자형과 Z자형이 각각 21.4%, W자형, 역Z자형, 수직형이 7.1%였다. K교과서에서는 수평형이 33.3%로 가장 높았으며, Z자형과 수직형이 각각 22.2%, V자형과 원형이 11.1%로 다양한 형태로 구성되어 있었다(Figure 10).

교과서 분석에서 시선의 흐름을 분석틀에 포함하지 않은 것은 교과서란 인쇄매체의 한계로 시각화 자료가 한 눈에 보이거나 왼쪽에서 오른쪽으로, 위에서 아래로 흔히 책을 보는 시선의 방향으로 제시될 것이라 판단했기 때문이다. 그런데 물리교과서에 사용된 인포그래픽에서 Z형이 많이 사용된 것은 수업자료에서 Z모양의 배열은 독자의 시선을 왼쪽 상단으로부터 오른쪽 하단으로 이끌어주는 효과에 의해 많이 사용되는 것과 동일한 원리 때문이다. 이처럼 시선의 흐름은 교과서의 가독성과 인지성을 높이는 데 기여하기 때문에, 교과서 시각화

자료 제작시 고려해야 한다. 특히 물리교과서는 단계별로 진행되는 과정을 제시하는 개념들이 많으므로, 이러한 시선의 흐름을 고려해야 한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 물리 I 교과서에 사용한 시각화 자료들을 인포그래픽 차원의 체계적인 분석방법을 통해 그 특징을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 인포그래픽 분석틀을 개발한 후, '정보와 통신' 단원에 제시된 시각화 자료들을 '데이터 시각화'와 '인포그래픽'으로 구분하여 분석하였다. 분석에 의해 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 인포그래픽 분석틀은 정보내용, 시각표현, 매체형식으로 구분된다. 정보 내용은 위치, 시간, 수치 데이터, 관계, 기능, 단계로 구성된다. 시각 표현은 다시 도형, 도표, 메타포, 일러스트레이션, 문자, 색채로 구성된 시각표현 요소, 지도형, 도표형, 타임라인형, 스토리텔링형, 일러스트형, 비교분석형을 구성된 시각표현 유형, 그래픽, 모션, 인터랙티브로 구성된 시각표현 방식으로 구성된다. 매체형식은 인쇄, 컴퓨터·영상, 공간·환경으로 구성된다.

둘째, 물리 I 교과서의 '정보와 통신' 단원에 나타난 시각화 자료들은 정보를 단순 도식화한 자료가 가장 많았다. 2종의 교과서 모두 각각 80개의 시각화 자료가 있었으며, 인포그래픽은 C교과서 14개, K교과서 9개로 각각 18%, 11%에 불과하였다. 그리고 C교과서는 K교과서에 비해 기능적인 구조와 단순 회로도에 대한 데이터 시각화 자료와 인포그래픽 자료가 더 많았으며, K교과서는 C교과서에 비해 탐구활동 과정을 설명하는 자료와 단순 도식화된 자료들이 더 많았다.

셋째, 교과서에 제시된 시각화 자료들의 특징을 '정보내용' 면에서 살펴보면, 관계와 기능에 관련된 내용이 가장 많았다. 반면에 인포그래픽만을 살펴보면, 관계와 단계가 많았다.

넷째, 교과서에 제시된 시각화 자료들의 특징을 '시각표현 요소' 면에서 살펴보면, 전반적으로 일러스트를 활용하여 도형이나 문자로 그 내용을 설명하였으며, 단계 설명을 위한 메타포나 물리교과 고유의 픽토그램이나 심벌과 같은 메타포를 활용한 자료들이 많았다.

다섯째, 교과서에 제시된 시각화 자료들의 특징을 '시각표현 유형' 면에서 살펴보면, 대부분 일러스트형 인포그래픽과 비교분석형 인포그래픽에 해당되었다. 반면에 인포그래픽만 살펴보면, 대부분 정보들 간의 관계를 보여주면서 과정을 전개해 나가는 타임라인형 인포그래픽이었다.

여섯째, 교과서에 제시된 시각화 자료들의 특징을 '시선의 흐름' 면에서 살펴보면, 대부분 좌우로 시선이 흐르는 수평형과 위아래로 시선이 흐르는 수직형이었다. 그러나 시각화 자료 중 인포그래픽에서는 Z형이 많이 분포하고 있었다.

이상과 같은 분석 결과로부터, 물리 I 교과서의 '정보와 통신' 단원은 시각화 자료를 많이 사용하지만, 단순 도식자료만을 제시할 뿐 이렇다 할 인포그래픽을 제공하지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이는 인포그래픽에 대한 이해의 부족으로, 시각화 자료를 본문에 대한 설명의 보조 수단으로 여기고 있기 때문이다. 이번 연구를 통해 알아본 바와 같이, 교과서에는 다양한 인포그래픽이 나타나 있지 않기 때문에 실제 수업에서는 학생들이 직접 수업 내용에 대해 인포그래픽을 작성해보게 할 필요가 있다. 학습자가 학습 정보나 개념을 인포그래픽으로 디자

인할 경우, 새로운 정보에 의미를 부여하여 작업 기억의 시간을 활성화하고 그 수준을 높여서 더욱 분명하게 정보를 이해하고 오래 저장할 수 있다. 시각화 자료의 정보 전달 효과는 상황 설명적이고 포괄적인 정보를 즉각 전달할 수 있으며, 다량의 정보를 말할 수 있기 때문에, 인포그래픽을 디자인하는 교수·학습법을 개발할 필요가 있다. 인포그래픽을 학습자의 지식을 표현하기 위한 수단으로 이용한다면, 이해도가 높아져 과학을 좀 더 쉽고 재미있게 배울 수 있을 것이다. 이번 연구를 통해 개발한 인포그래픽 분석틀과 교과서 분석 결과를 활용하여 과학교육에서도 인포그래픽의 중요성을 파악할 수 있는 계기가 마련되기를 기대해 본다. 기존의 정보와 지식을 표현하기 위한 다양한 과학교수학습법에 인포그래픽의 시각화를 이용한 새로운 방법을 제시한다는 측면에서 의미 있는 연구라 생각한다. 아울러 후속 연구에서는 이를 기반으로 학생들의 학습참여도가 높은 인포그래픽 활용 교수·학습방법이 개발되고 이를 실제 수업에 적용한 효과를 살펴보기를 기대한다.

국문요약

본 연구는 물리 I 교과서에 사용한 시각화 자료들을 인포그래픽 차원의 체계적인 분석방법을 통해 그 특징을 살펴보고자 하였다. 이를 위해 인포그래픽 분석틀을 개발한 후, '정보와 통신' 단원에 제시된 시각화 자료들을 '데이터 시각화'와 '인포그래픽'으로 구분하여 분석하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 인포그래픽 분석틀은 정보내용, 시각표현, 매체형식으로 구분된다. 둘째, 물리 I 교과서의 '정보와 통신' 단원에 나타난 시각화 자료들은 정보를 단순 도식화한 자료가 가장 많았다. 셋째, 교과서에 제시된 시각화 자료들의 특징을 '정보내용' 면에서는 관계와 기능에 관련된 내용이, '시각표현 요소' 면에서는 문자나 메타포가, '시각표현 유형' 면에서는 일러스트형과 비교분석형이, '시각표현 방식'은 그래픽이, '매체형식'은 인쇄가, '시선의 흐름'에서는 수평형과 수직형이 많았다. 이상과 같은 분석 결과로부터, 물리 I 교과서의 '정보와 통신' 단원은 시각화 자료를 많이 사용하지만, 단순 도식자료만을 제시할 뿐 풍부한 인포그래픽을 제공하지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이번 연구를 통해 개발한 인포그래픽 분석틀과 교과서 분석 결과를 활용하여 과학교육에서도 인포그래픽의 중요성을 파악할 수 있는 계기가 마련되기를 기대해 본다.

주제어 : 인포그래픽, 데이터 시각화, 물리교과서, 시각화 자료, 정보통신

References

- Back, N. (2012). The comparison study on illustrations of elementary science textbooks in Korea and Japan. *Korean Journal of the Japan Education*, 16(2), 43-60.
- Carberry, S., Elzer, S., & Demir, S. (2006). Information graphics: an untapped resource for digital libraries. *Proceedings of the SIGIR2006*. Seattle, WA.
- Ha, J., & Min, J. (2011). A study of the painting in "Uigwe; the royal protocols of the Joseon dynasty" as an infographic. *Journal of Korean Society of Basic Design & Art*, 12(5), 591-601.
- Joung, J., & So, S. (2013). A contrastive analysis study of infographics visualizing big data -based on sases of infographics on 2003 blackout in the United States and Canada-. *Journal of Design Convergence Study*,

- 42, 258-272.
- Jung, S. (2012). A study on analysis of infographic trend of the social media era. *Journal of The Korean Society of Design Culture*, 18(2), 434-446.
- Kim, Y., Kim, I., Kim, S., Park, B., Jung, B., Park, J., Kim, J., & Kwon, K. (2011). *Highschool physics I*. Seoul: Kyohaksa Edu.
- Ko, S. (2013). A study on infographic cases of human relations in social network. (Master's thesis). Hongik University, Seoul.
- Krum, R. (2013). *Cool infographics: Effective communication with data visualization and design*. Indianapolis: Wiley.
- Kwak, S., Ru, S., Kom, D., Ahn, J., Lee, O., Kim, J., Nam, K., & Kim, I. (2011). *Highschool physics I*. Seoul: Chunjae Edu.
- Kwon, Y., Yoo, H., & Jeong, E. (2012). The Learning effects of different types of illustrations in middle school science materials: focused on learning materials used in 'digestion and circulation'. *Teacher Educational Research*, 51(2), 185-194.
- Lee, C., & Kwon, C. (2013). Comparison of illustrations of elementary science textbooks in Korea and Singapore. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 6(1), 13-19.
- Lee, H., Bae, Y., & Son, M. (2011). *Information design*. Seoul: Kyomunsa.
- Lee, H., Bae, Y., & Son, M. (2013). *Aha! Infographic*. Seoul: Interpress.
- Lee, S., & Kim, Y. (2012). Comparative study on illustrations of the Korean science textbooks of education curriculum revised in 2007 and the American science textbooks. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 5(1), 68-74.
- Min, E. (2014). Domestic and international case studies for effective infographic design in science digital textbooks. *Journal of Digital Design*, 14(1), 407-416.
- Oh, B., & Kang, S. (2008). *Information design textbook*. Seoul: Ahn graphics Ltd.
- Park, D. (2011). Effect of infographic in printed newspaper and internet newspaper on the audience's memory. *Journal of Korean Political Communication Association*, 21, 205-229.
- Petterson, R. (1998). What is information design. Version 4: Proceedings of international institute for information design: 58-74. PA: Carnegie Melton Uni. School of Design.
- Wurman, R. (2001). *Information anxiety 2*. Indianapolis: Que Pub.
- Robert, S. (2001). *Information visualization*. New York, NY: Addison-Wesley.
- Seo, J., Dong, H., Chung, J., Han, J., Paik, S., & Kim, Y. (2010). Analysis of illustrations and misconceptions on the distance regulation of eye vision in science (biology) textbooks. *Educational Research*, 49, 5-29.
- Son, S. (2014). A Study of potential application of infographics for effective smart education. (Master's thesis). Kyunghee University, Seoul.
- Song, J., & Lee, J. (2012). A study on efficient infographic improvement of electronic display board in the public transportation -focused on the bus and subway platform-. *Journal of The Korean Society of Design Culture*, 18(3), 253-261.
- You, S. (2002). The application of digital-diagrams as infographic material in multimedia design. *Journal of Koran Society of Design Science*, 57, 133-146.