

생명과학 학습에서 디지털 콘텐츠의 유형에 따라 생성된 과학적 의문의 분석

권승혁, 엄증태, 권용주*

한국교원대학교

Analysis of Scientific Questions Generated by Types of Digital Contents in Learning Biology

Seung-Hyuk Kwon, Jeung-Tae Eom, Yong-Ju Kwon*

Korea National University of Education

<ABSTRACT>

In previous studies on smart education with digital contents, they have been focused on the result of learning, such as problem solving ability, creativity ability, self-regulated learning ability, and etc. By the way, there is not concern about the detailed study on the type of digital contents. So, this study analyzed the characteristics of question generated by the types digital contents during learning biology. The digital contents used in this study were movie, 3D and fixed image types with 6 topics on biology structure. Twenty college students generated scientific questions during their learning with the digital contents during 60 minutes. The scientific questions generated in each of three content types was analyzed by type, level, objectivity, diversity and quotient of questioning ability. The results show that conjectural questions were shown to have significantly higher frequencies in learning with the digital content type of fixed image. The 3D digital content were significantly shown more generation of predictive and subjective question then other content types. Frequency and diversit of quantitative question had significantly been higher in learning with the content type of movie. This study suggested that digital contents were more effective content type to improve students' questioning ability then fixed image as traditional content type in textbook. It also suggested that the necessity of providing a 'smart' type of digital contents for students diverse generating of question biology learning.

Key words: Digital contents, movie, 3D, fixed image, scientific question, characteristics of question, biology leanring.

* 교신저자 : 권용주, kwonyju@gmail.com

** 이 논문은 한국교원대학교 2013학년도 KNUE 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

Received 13 November 2013; Accepted 08 December 2013; Published 30 December 2013

2014. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. 서 론

무선 인터넷 및 대용량 고속 통신 정보통신기술의 발달과 스마트폰과 스마트 패드 보급의 확대로 디지털 기기와 함께하는 생활은 이미 우리 생활의 일부가 되었다. 이에 교육 현장에서도 기존 교육 매체의 한계를 극복하기 위한 노력으로 디지털 기기를 활용한 교육 활동이 많이 시도 되고 있다. 이에 교육부에서는 디지털 기기에 기반을 둔 새로운 방식의 미래형 학습으로 스마트 교육을 앞세워 새로운 교육 생태계를 구축하고 있다(MOE, 2011).

교육에서의 스마트 교육의 확대는 전 과목에 걸쳐 진행되고 있다. 특히 창의적 문제해결력 향상을 목적으로 하는 생명과학교육에서는 스마트 교육에 적합한 ‘디지털 콘텐츠’를 이용하여 학습 효과를 높이려는 노력이 시작되고 있다. 디지털 콘텐츠는 다양한 유형이 존재하여 풍부한 정보의 제공이 가능하고 학습자와 콘텐츠 간의 상호작용성이 높은 장점을 갖고 있다. 이러한 이유로 생명과학 학습에서 다양한 유형의 디지털 콘텐츠의 이용은 학습자가 자신의 흥미와 능력에 맞추어 정보를 선별하고 재구성하여 새로운 지식을 생성하는 능력의 향상을 촉진시킬 것이라고 예상되고 있다(Kang et al, 2014).

스마트 교육에 대한 선행 연구들을 살펴보면 스마트 교육의 효과로서 창의적 문제해결력, 흥미 등의 종합적 능력이나 정의적 영역에서의 효과가 보고되고 있다(Kim et al, 2013; Kye et al, 2013). Kye 등(2013)이 스마트교육 연구학교를 대상으로 수행한 연구 결과에 따르면, 스마트 교육은 전통적인 교육방식에 비해 생활 만족도, 주관적 안녕감 등의 행복도를 높이며, 자기 효능감, 자조절학습 전략, 창의적 성향 및 학업 성취도가 높은 것으로 나타났다. 이 외의 스마트 교육에 대한 연구는 주로 스마트 교육 동향, 수업 모형 개발, 교사 인식, 활용 방안, 시스템 개발 등에 대한 연구들이 수행되고 있다(Jeon et al, 2014; Kwon & Chun, 2014; Kwon & Jeon, 2012; Seol & Son, 2012). 하지만 이러한 연구들 가운데서는 디지털 콘텐츠를 통한 학습이 구체적으로 어떻게 학생들에게 도움을 주는지에 대한 연구는 부족하다. 현재의 연구현황은 스마트 교

육에서 한 가지 중심을 담당하는 디지털 콘텐츠의 어떠한 요소가 학습자의 문제해결력 또는 과학적 탐구력의 세부적인 요인에 구체적으로 어떻게 영향을 주며, 이러한 영향으로 어떠한 효과가 나타나는지에 대한 구체적인 제안이 미흡한 실정이다.

효과적이고 효율적인 스마트 교육의 발전을 위해서는 학습자가 디지털 콘텐츠를 사용하면서 일어나는 사고는 어떠한 과정을 거치는지, 생성하는 새로운 지식들은 무엇인지, 이러한 활동을 통해 어떠한 긍정적 효과를 거둘 수 있는지, 보완할 점은 없는지 구체적인 연구가 필수적이다. 특히 생명과학교육의 목표인 문제 해결력과 탐구 능력을 향상시키기 위해서는 과학적 탐구를 대상으로 한 스마트 교육의 구체적인 영향 분석이 필요할 것이다.

한편 생명과학 탐구능력 중 의문을 생성하는 능력은 문제 해결의 핵심인 가설 생성에 선행되는 과정으로 과학적 탐구 과정에 매우 중요한 위치를 차지한다(Kwon et al., 2003). 과학자들은 과학적인 탐구를 수행하는 과정에서 기본적으로 의문 생성 단계를 거친다(Chin & Malhorta, 2002). 이렇게 생성된 의문은 이어서 수행할 연구의 방향과 가치를 결정하는 주요한 요인으로 작용한다(Kwon et al., 2003; Lee et al., 2004). 따라서 이러한 의문들이 높은 수준에서 다양하게 제시되어야 하지만, 몇몇 연구들만이 의문 생성의 세부적인 요인들에 대해 연구하고 있는 실정이다(Kwon et al., 2013). 그리고 특히 과학이나 생명과학을 대상으로 하는 스마트교육에서 의문 생성과 그 영향요인에 대한 심도 있는 연구는 전무하다.

따라서 스마트 교육을 통한 실제적인 과학적 탐구 능력 신장을 위해서는 디지털 콘텐츠가 의문 생성과 같은 과학적 탐구 과정에 어떻게 영향을 미치는지 체계적으로 밝혀야 한다. 이러한 연구의 시작으로 생명과학 학습에 대한 디지털 콘텐츠의 구체적인 영향을 알아보기 위해, 과학 지식의 생성 과정에서 의문 생성에 대해 디지털 콘텐츠 활용이 미치는 영향을 살펴볼 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 생명과학에서 여러 가지 디지털 콘텐츠를 이용한 학습이 학습자의 의문 생성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다. 특히 생명과학에서 디지털 콘텐츠로 중요하게 다루어지는 ‘생물의 구조’를 중심으로 효과를 살펴보고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구대상

본 연구는 충청북도 청주시 소재의 교원양성대학교에서 재학중인 대학생 20명을 대상으로 실시하였다. 대학생을 선정한 이유는 인지 발달이 완성 단계에 있으며 학습 과정에서 떠오르는 생각들을 글로 잘 표현할 수 있으므로 사고결과와 관찰과 분석에 용이하기 때문이다(van Someren et al., 1994). 학습 내용에 대한 연구 참여자들의 개인차를 최소화하기 위해 생명과학 I 과 생명과학 II를 접하거나 이수하지 않은 학생을 대상으로 선발하였다. 그리고 모든 연구 참여자들은 연구의 목적, 절차, 활용 방안 및 개인정보 보호에 대한 안내를 들었으며 동의서에 서명함으로써 연구 참여에 동의하였다.

2. 측정 과제 및 질문지 개발

디지털 콘텐츠의 유형에 따라 생성되는 의문의 특징을 분석하기 위하여 일반적으로 가장 많이 사용되는 형태의 디지털 콘텐츠 유형인 고정형, 동영상, 입체형으로 선정하였다. 고정형은 전통적인 교재에서 사용하는 정지 상태의 글과 그림으로 이루어진 유형이다. 동영상 콘텐츠는 학습 내용이 짧은 글과 내레이션, 컴퓨터 그래픽 영상으로 이루어진 콘텐츠로 디지털 콘텐츠에서는 연구 참여자들이 자유롭게 보고 싶은 부분을 반복해서 볼 수 있으며 이어폰을 이용하여 내레이션 및 배경음악, 효과음 등을 들을 수 있다. 입체형 콘텐츠는 3D 모델링을 통해 제작한 삼차원 개체를 이용하여 학습하고자 하는 대상의 구조를 입체적으로 나타낸 콘텐츠이다(Kim et al., 2014; Kwon et al., 2014).

디지털 콘텐츠를 통해 제시할 학습 내용은 생물의 구조에 대한 것으로, 여러 관련 연구에서 고정형, 동영상, 입체형 콘텐츠와 같은 디지털 콘텐츠로 개발되었다(Kim et al., 2014; Kwon et al., 2014; Lee, 2014). 콘텐츠의 주제는 생물의 다양한 구성단계를 포괄하기 위하여 세포 수준을 포함한 세포 이하 3개, 기관 수준 이상 3개를 선정하였다. 학습 내

용의 분량과 수준을 통제하기 위하여 중요도에 따라 각 학습 주제 당 5개의 학습 내용을 선정하였으며 각 학습 내용은 구조에 대한 명칭과 그에 대한 설명을 나누어 최종적인 학습 내용을 선정하였다. 이후 2개의 학습 주제 당 하나의 유형으로 디지털 콘텐츠를 제작하였다(Table 1).

고정형, 동영상, 입체형의 디지털 콘텐츠의 원활한 학습을 위해 스마트 패드와 어플리케이션은 멀티터치와 음성, 동영상의 재생이 가능한 Apple사의 'iPad'와 'iBooks 2.0' 어플리케이션을 선정하였다. 그리고 이미지 편집 프로그램을 통해 제목, 그림, 명칭, 설명으로 구성된 고정형 콘텐츠를 개발하였다. 동영상 콘텐츠는 Youtube를 통해 공개된 동영상 중에서 학습 내용의 수준과 분량이 다른 유형의 콘텐츠와 유사한 것을 선별하여 내레이션 내용을 자막화하여 제작하였다. 입체형 콘텐츠는 Autodesk사의 '3Ds MAX 2013'을 이용하여 입체로 제작하였다. 3가지 유형의 디지털 콘텐츠를 손쉽게 제작할 수 있는 교재를 제작하기 위해서 디지털 교재 제작 어플리케이션인 'iBooks Author'를 이용하였다. 이러한 과정을 통해 최종적으로 6개의 디지털 콘텐츠를 개발하였다(Fig. 1).

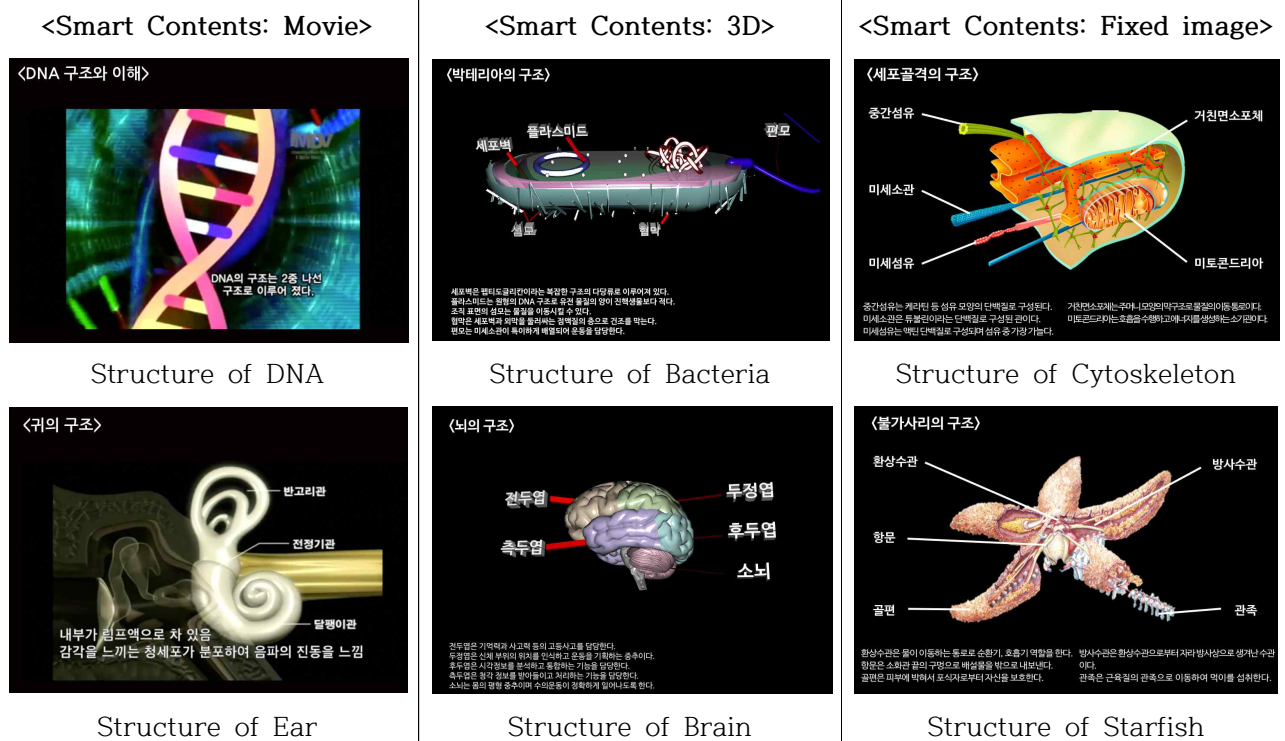
개발된 디지털 콘텐츠를 이용하여 학습을 하면서 생성한 의문지식을 수집하기 위해 질문지를 제작하였다. 질문지 작성의 목적과 콘텐츠의 종류, 질문지 작성 절차 및 방법, 의문 지식의 설명과 예를 안내하고 이어지는 각 페이지마다 각 콘텐츠 당 생성한 의문을 적을 수 있도록 하였다.

3. 자료 수집 및 분석

개발한 디지털 콘텐츠와 질문지를 이용하여 대학생 20명을 대상으로 의문 지식을 수집하였다. 사전 예비 실험 결과, 처음 의문을 생성할 때는 추측적 의문을 주로 생성하고 나중에는 인과적 또는 예상적 의문의 비중이 점차 높아지는 것을 발견하였다. 따라서 의문 생성 활동의 진행 정도가 의문 생성의 유형에 미치는 영향을 최소화하기 위해 디지털 콘텐츠 제시 순서가 서로 다른 6가지의 디지털 콘텐츠를 준비하여 자료를 수집하였다. 의문 지식을 수집하는 환경의 통제를 위해 20명의 피험자를 11명

<Table 1> Subject and contents of learning by type of digital content for task development

Type	Subject of Learning	Contents of Learning
Movie	Structure of DNA	- The intermediate fiber is composed of fibrous proteins such as keratin. - Microtubules is a tube consisting of a protein called tubulin. - Microfilament is composed of actin protein and the thinnest fiber. - The rough endoplasmic reticulum is membrane structure of the bag-shaped and the moving passage of the material. - Mitochondria is organelle that performs respiration and generates energy.
	Structure of Ear	- Circular water canal is a path to move the water, and plays a role circulatory system and respiratory system. - Anal emits the feces through the hole in the end of the digestive tract. - Bone protects itself from predators in the skin. - Radial water canal is grown up radially from the circular water canal. - Starfish is ingested prey using a muscular tube feet.
3D	Structure of Bacteria	- DNA in the nucleus are present in 46 chromosomes. - Even if the DNA is taken out from the cells of any part of the body that DNA is completely the same DNA. - DNA has a double helix structure. - DNA is paired with each other four kinds of bases between the two strands. - Forms a twisted ladder has important implications in terms of the preservation of genetic information.
	Structure of Brain	- The eardrum is a thin membrane which is vibrated by sound waves. - Auditory ossicle is consists of three small bones and acts to transmit the cochlea by amplifying the vibration of the eardrum. - Eustachian tube connects the middle ear and the throat to adjust the middle ear pressure. And protecting the eardrum to be able to hear well. - Inside the cochlea is filled with lymph and feels the vibrations of sound waves through the auditory cell. - Semicircular canal and vestibule are equilibrium sensory organs to keep the balance of the body, and transmit the information to the cerebellum.
Fixed	Structure of Cytoskeleton	- The cell wall consists of the complex structured polysaccharide that is peptidoglycan. - Plasmid is circular structured DNA. And the amount of genetic material is less than eukaryotes. - Cilia of the surface can move the material. - Capsular is a layer of a mucus surrounding the cell wall and outer membrane and prevents the drying. - Flagellum is responsible for movement through the unique array of microtubules.
	Structure of Starfish	- Frontal lobe is responsible for the higher thinking such as memory and thinking skills. - Parietal lobe is central to recognize the location of the body and plan exercise. - Occipital lobe is responsible for the ability to analyze and integrate visual information. - Temporal lobe is responsible for the ability to accept and process the auditory information. - Cerebellum is the center of equilibrium in the body and to make voluntary movement happen exactly.



<Fig. 1> Example of developed digital contents for analysis of scientific questions

과 9명의 두 집단으로 나누어 동일한 내용과 방식으로 실험을 안내하고 자료를 수집하였다. 각 콘텐츠당 10분씩 자유롭게 학습하며 의문 지식을 생성하고 기록하게 하였으며, 10분이 지나면 다음 콘텐츠를 이용하여 학습하고 의문 지식을 생성하게 하는 방법으로 총 60분 동안 자료 수집을 진행하였다.

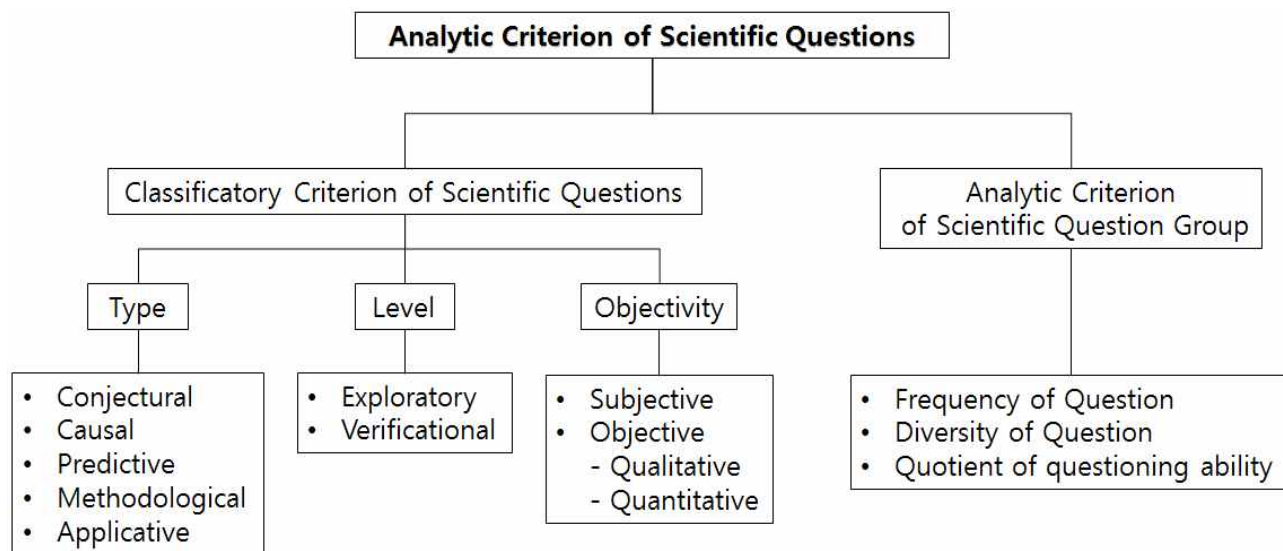
이후 수집된 자료를 검토하여 통제된 절차에 따라 의문을 생성하지 않은 참여자의 자료, 비정상적으로 많거나 적은 의문 지식을 생성하여 의문 지식에 신뢰성이 확보 되지 않은 참여자의 자료를 분석에서 제외하였으며, 이들을 제외한 총 12명의 의문 지식 생성 결과를 분석하였다. 12명이 생성한 의문 지식 중에서도 과학적인 의문이 아니거나, 학습 내용과 관계없는 의문의 경우는 분석에서 제외하였다. 분석은 비모수통계를 이용하여 디지털 콘텐츠의 유형별로 생성된 의문 지식의 유형, 수준, 객관도, 총 생성한 의문의 수, 의문의 다양도, 의문생성력이 차이가 있는지 분석하고 사후 검정을 실시하였다 (Kwon *et al.*, 2013). 의문의 특징, 다양도, 의문생성력은 Kwon 등(2008)의 분석 기준에 따라 분석하였다(Fig. 2). 수집된 의문 지식을 기준에 따라 분류하기 위해서 타당도 점검표를 작성하고 과학교육전문

가 2인에게 의뢰하여 내용 타당도를 확보하였다. 또한 유형 분석의 신뢰도를 높이기 위해 생명과학 교육 전공 교사 2인에게 유형 분석을 실시하여 일치 여부를 비교하여 최종적으로 의문 지식의 유형 판별을 수행하였다. 이를 통해 디지털 콘텐츠 유형에 따라 생성된 의문의 특성을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 의문 생성의 유형 분석

Lee 등(2004)의 연구에서는 의문의 유형으로 추측적 의문, 인과적 의문, 예측적 의문, 방법적 의문, 적용적 의문을 제시하고 있다. 디지털 콘텐츠 유형 중 가장 높은 의문 유형 빈도를 나타낸 것은 고정형 콘텐츠였으며 그 다음으로 동영상 콘텐츠와 입체형 콘텐츠 순으로 나타났지만 두 유형의 빈도는 큰 차이가 없었다. 이러한 빈도의 차이가 의문의 유형별로 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위해



<Fig. 2> Analytic criterion of scientific questions during learning with digital contents

Kruskal-Wallis 검정과 등분산 가정 의한 사후분석을 위해 Dunnett t 검정을 수행한 결과는 아래와 같다(Table 2).

Kruskal-Wallis 검정을 수행한 결과 생성된 의문 지식은 추측적 의문과 예측적 의문에서 디지털 콘텐츠 유형에 따라 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 추측적 의문은 현재 관찰하고 있는 대상의 명칭이나 구조, 기능, 구성성분 등에 대한 의문이다. 제시하는 학습 내용이 생물의 구조에 관련된 것이므로 이와 관련된 추측적 의문이 세 가지 유형에 관계없이 많이 나온 것으로 보인다. 그 중 고정형 콘텐츠에서 추측적 의문의 개수가 유의미하게 높게

나타났다. Dunnett t 검정을 통한 사후분석 결과, 동영상 콘텐츠에 의해 생성된 의문에 비해 고정형 콘텐츠에 의해 생성된 의문의 빈도가 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 학습 장면의 전환을 자신이 쉽게 조정할 수 없는 동영상 콘텐츠의 특성으로 인해 그러한 것으로 판단된다. 고정형 콘텐츠는 다른 유형에 비해 구조의 자세한 묘사가 가능하고 정지된 장면을 통해 이를 쉽게 전달할 수 있기에 제시된 구조나, 대상의 기능에 대한 의문 생성이 촉진된 것으로 볼 수 있다.

예측적 의문 또한 콘텐츠 유형에 따라 생성 빈도

<Table 2> Frequency and results of Kruskal-Wallis test on questions by question types based on types of digital contents (*: $p < .05$, **: $p < .01$)

Type of Content Type of Question	Movie(a)	3D(b)	Fixed(c)	Chi-squared	p	Dunnett t
Conjectural	218	254	330	9.160	.010*	a<c
Causal	94	49	53	2.596	.273	-
Predictive	51	60	18	9.578	.008**	b>c
Methodological	8	8	2	3.122	.210	-
Applicative	4	2	0	3.229	.199	-

의 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 사후 분석 결과, 특히 입체형 콘텐츠가 고정형 콘텐츠보다 유의미하게 빈도가 높은 것으로 나타났다. 예측적 의문은 현재의 관찰 사실에 어떠한 변인을 달리 했을 때 나타나게 될 현상이나 일련의 사건에 대한 궁금증이 나타난 의문을 뜻한다. 따라서 연구 참여자들은 입체형 콘텐츠를 통해 학습할 때 학습 내용과 관련된 변인을 생각해 내고, 이를 변화시켰을 때의 현상을 궁금해 하는 사고가 많이 발생하였음을 알 수 있다.

입체형 콘텐츠는 터치를 이용하여 3차원 모형을 자신이 원하는 방향으로 돌리고, 확대하여 자세히 관찰할 수 있다. 반면에 고정형 콘텐츠는 자신이 관찰하고자 하는 대상을 원하는 방식대로 확인할 수 없다. 따라서 입체형 콘텐츠는 특정한 부분에 대해 흥미가 생겼을 때 이를 충족하고 이어서 변인을 조작하는 의문이 나타난 것으로 보인다. 비록 차이가 유의미하지 않았지만 동영상 콘텐츠 또한 예측적 의문의 빈도가 높았다. 이는 학습 내용에서 구조 및 기능 등에 대한 정보보다 이것이 변화하였을 때 어떻게 될 것인가에 대한 사고를 촉진한 것으로 보인다.

인과적 의문은 관찰대상이 그렇게 되어 있는 이유에 대한 의문이다. 비록 유형별로 유의미한 차이를 보이지 않았지만, 입체형 콘텐츠와 고정형 콘텐츠에 비해 동영상 콘텐츠에서 높은 빈도가 나타났다. 이는 동영상 콘텐츠에서 보여주는 다양한 정보 가운데 자신의 기존 지식이나 경험상황으로 해결되지 않는 상황이 많은 것으로 볼 수 있다.

이 외의 방법적 의문과 적용적 의문은 나타난 빈도가 매우 낮았는데 이는 여러 선행연구(Shin, 2007; Oh *et al.*, 2010)와 비슷한 결과이다. 이는 관찰 방법에 대한 사고와 관찰 결과와 일상생활을 관

련시키는 사고가 활발히 일어나지 않을 것으로 볼 수 있다. 따라서 방법적 의문과 적용적 의문의 생성 능력을 향상시키기 위한 전략이 필요할 것으로 보인다.

2. 의문 생성의 수준 분석

의문은 그 수준에 따라 탐색적 의문과 확인적 의문으로 구분할 수 있다. 세 가지 유형의 콘텐츠 모두 탐색적 의문이 확인적 의문에 비해 많이 생성되었다(Table 3). 그리고 디지털 콘텐츠의 유형에 따라 의문의 수준에 유의미한 차이가 있는지를 확인한 결과 디지털 콘텐츠 유형에 따른 의문 수준의 유의미한 차이는 나타나지 않았다.

탐색적 수준의 의문은 의문의 대상 또는 현상이 무엇인지 생각해 내지 못하는 의문이다. Shin(2007)에 따르면, 탐색적 의문은 대상에 대해 잘 알지 못하는 경우 많이 나타난다. 또한 Kwon 등(2008)의 연구에서는 확인적 의문이 고차원적 사고를 요구하는 의문이며, 기존 지식의 인출을 통해 관찰 결과와의 비교 및 평가 과정이 필수적이라 하였다. 따라서 디지털 콘텐츠의 유형에 관계없이 탐색적 의문이 확인적 의문보다 높은 빈도를 보인 이유는 학생들에게 제시된 학습 내용이 생소하였으며, 이와 관련된 기존 지식의 인출 및 비교, 평가가 활발히 이루어지지 않았다고 볼 수 있다.

3. 의문 생성의 객관도 분석

의문은 그 객관성 정도에 따라 주관적 의문, 정성적 의문, 정량적 의문으로 나뉜다. 디지털 콘텐츠 유형에 따라 생성된 의문을 객관도에 따라 분석한

<Table 3> Frequency and results of Kruskal-Wallis test on questions by question levels based on types of digital contents

Type of Content Levels of Question	Movie(a)	3D(b)	Fixed(c)	Chi-squared	<i>p</i>	Dunnett <i>t</i>
Exploratory	273	267	290	1.165	.559	-
Verificational	102	106	113	0.129	.938	-

<Table 4> Frequency and results of Kruskal-Wallis test on questions by question objectivity based on types of digital contents (*: $p < .05$)

Type of Content Objectivity of Question	Movie(a)	3D(b)	Fixed(c)	Chi-squared	p	Dunnett T3
Subjective	0	6	3	7.778	.020*	a<b
Qualitative	338	360	382	2.454	.293	-
Quantitative	37	7	18	9.287	.010*	a>b

결과 정성적 주관적 의문과 정량적 의문에서 유형에 따라 유의미한 차이를 보였다(Table 4). 등분산이 가정되지 않음에 따라 Dunnett T3를 통한 사후분석 결과, 동영상 콘텐츠에 비해 입체형 콘텐츠에서 주관적 의문의 빈도가 가장 높았다. 동영상 콘텐츠가 입체형 콘텐츠에 비해 정량적 의문을 많이 생성하는 것으로 나타났다.

정량적 의문의 경우 Kwon 등(2013)의 연구에서는 측정 도구를 사용하는 장면이 나타난 동영상과 사진에서 정량적인 의문이 많이 생성된다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 마찬가지로 동영상 콘텐츠상의 ‘인간 염색체의 개수 왜 46개일까?’, ‘왜 DNA의 염기는 4가지일까?’등 콘텐츠에서 제시된 정량적 정보에 의해 생성되는 것으로 나타났다.

4. 의문 생성의 빈도, 다양도, 의문생성력지수 분석

디지털 콘텐츠 유형에 따라 생성된 의문의 전체 빈도, 다양도, 평균 의문생성력지수를 분석한 결과, 생성된 의문의 전체 빈도는 고정형 콘텐츠가 가장 많았다(Table 5). 하지만 개인의 의문생성 능력을 나타내는 의문생성력지수는 동영상 콘텐츠에서

가장 높았으나 입체형과 큰 차이는 나타나지 않았고, 고정형 콘텐츠가 가장 낮았다. 이러한 차이의 원인을 알아보기 위해 의문의 다양도를 분석하였다. 그 결과 의문의 다양도는 동영상에서 가장 높았으며 입체형이 근소하게 그 뒤를 이었다. 그리고 고정형이 가장 적은 다양도를 나타내었다. 이와 같은 차이는 비모수 분석을 위한 Kruskal-Wallis 검정 결과에서 디지털 콘텐츠의 유형별로 유의미한 차이는 보이지 않았다. 하지만 다양도의 경우, Dunnett t 검정을 이용한 사후 검정 결과 동영상 콘텐츠에 의해 생성된 의문 지식의 빈도가 고정형 콘텐츠에 의해 생성된 의문 지식 빈도에 비해 유의미하게 높은 것으로 나타났다. 따라서 동영상 콘텐츠가 고정형 콘텐츠에 비해 다양한 유형의 의문을 생성하는 것으로 볼 수 있다.

동영상 콘텐츠는 나타내고자 하는 대상의 평면적 또는 입체적 모습을 모두 보여줄 수 있으며, 내레이션과 자막을 통해 다양한 정보를 동시에 제공할 수 있다. 이렇게 다양한 유형의 정보를 표현하는 콘텐츠의 특징이 의문의 다양도를 높이는데 영향을 끼쳤을 것으로 보인다.

<Table 5> Frequency, diversity and average quotient of questioning ability(Aver. QQ) and results of Kruskal-Wallis test on questions by question based on types of digital contents (*: $p < .05$)

Type of Content Analysis Item	Movie(a)	3D(b)	Fixed(c)	Chi-squared	p	Dunnett t
Frequency	375	373	403	7.778	.301	-
Diversity	81	77	61	2.454	.087	a>c*
Avr. QQ	269	262.37	233.13	9.287	.535	-

IV. 결론 및 교육적 함의

1. 결론

본 연구의 결과를 통하여 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 의문의 유형과 관련하여 고정형 디지털 콘텐츠는 추측적 의문 생성에 효과적이며 입체형 디지털 콘텐츠는 예측적 의문 생성에 효과적이다. 고정형 콘텐츠는 생물의 구조에 대한 자세한 내용의 전달이 용이하여 구성 성분과 기능을 중심으로 한 추측적 의문 생성을 촉진한 것으로 볼 수 있다. 반면에 입체형 콘텐츠는 고정형 콘텐츠와 달리 세부 구조와 기능의 자세한 묘사가 부족하지만 학습 대상의 구조에 대해 자신이 원하는 대로 장면을 변경시켜 관찰할 수 있다. 이러한 차이는 입체형 콘텐츠가 변인이 달라짐에 따라 관찰 대상의 변화를 궁금해 하는 예측적 의문 생성을 촉진한 것으로 볼 수 있다.

둘째, 의문의 객관도와 관련하여 동영상 콘텐츠는 정량적 의문 생성에 효과적임을 알 수 있다. 정량적 의문의 생성은 주로 정량적인 관찰에 의해 일어나며, 정량적 관찰은 학습 내용이 정량적으로 표현되어 있을 때 발생하는 것으로 볼 수 있다. 반면 고정형 콘텐츠와 입체형 콘텐츠의 경우 동영상 콘텐츠와 달리 정량적 정보를 제시하지 못하여 정량적 의문의 빈도수가 낮아진 것으로 볼 수 있다.

셋째, 의문의 다양도와 관련하여 동영상 콘텐츠는 다른 유형의 콘텐츠에 비해 다양한 종류의 의문을 생성하는데 효과적이다. 동영상 콘텐츠는 교수자가 다양한 의도에 적합하게 다양한 장면을 학습자에게 제시해 줄 수 있으며 고정형 콘텐츠와 달리 대상의 움직임과 변화에 대한 정보 또한 전달할 수 있다. 따라서 동영상 콘텐츠는 정보 제시 방법과 정보의 양이 풍부하여 고정형 콘텐츠에 비해 다양한 의문 생성에 효과적이다.

2. 교육적 함의

본 연구 결과는 디지털 콘텐츠를 통한 학습에서 의문 생성시 콘텐츠의 유형이 학습자가 생성하는

의문 지식의 유형과 관련되어 있으며 생명과학 교육에서 과학적 의문 생성 능력의 증진을 위한 교수-학습 방법에 대해 다음과 같은 시사점을 준다.

첫째, 디지털 콘텐츠를 이용한 학습에서 다양하고 균형 있는 의문 생성 능력 함양을 위해 학생에 따라 적절한 유형의 콘텐츠를 제공해 줄 수 있을 것이다. 예를 들어 학생이 생성하는 의문이 추측적 의문에 편중되어 있을 경우, 이를 보완하기 위해 입체형 콘텐츠를 제공하여 예측적 의문의 생성을 촉진할 수 있으며 또는 동영상 콘텐츠를 이용하여 인과적 의문 생성을 촉진할 수 있을 것이다.

둘째, 생물의 구조에 대한 학습 과정에서 생성되는 의문의 객관도를 높이기 위해서 수치 자료 또는 객관적인 서술로 이루어진 학습 내용을 제시할 수 있을 것이다. 정량적 정보 기반의 학습 내용은 학생들이 학습하는 과정에서 객관적인 정보를 학습하게 한다. 이는 주관적이거나 정성적인 학습 정보에 비해 자신의 경험지식 또는 이 후 습득하는 지식과의 좀 정교한 비교가 가능해지므로 이에 생성되는 의문 또한 객관도가 높은 의문을 생성하게 될 것으로 예상할 수 있다.

참고 문헌

- Chin, C. A., & Malhorta, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 179-183.
- Jeon, M. A., Maeng, J. H., & Chun, S. Y. (2014). Development of teacher training program for smart education. *The Journal of Korean Industrial Education Association*, 39(1), 102-127.
- Kang, S. J., Kim, H. J., Park, Y. M., Lee, D. J., Shin, J. H., Kwon, Y. J., Kim, Y. H., & Cho, S. H. (2014). Opens up a future education with smart education. Seoul:

- Bookshill.
- Kim, H. S., Kye. B. K., Kil, H. J., & Jeon, J. H. (2013). Effect of smart education on school-education: Focused on research schools in Sejong. Korean Education Development Institute, Research Report(KD2013-40-03-02)
- Kim. Y. Y., Kwon, S. H., Kim, T. H., Yoo, H. H., Yoon, S. B., & Kwon, Y. J. (2014). Comparative Analysis of Difference in Attention Between Before and After the Game Based on Eye-tracking: Focusing on Various Contents Types. *Brain & Learning*, 4(1), 1-9.
- Kwon, H. Y., Byeon, J. H., Lee, I. S., & Kwon, Y. J. (2013). Analysis of Characteristics of Question Generated in Learning Science by Presenting Method of Question Phenomena. *Journal of Science Education*, 37(3), 512-524.
- Kwon, M., & Jeon, W. (2012) Development and Application of MLE-based Smart Education System for Improving Self-efficacy of ADHD Students. *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, 16(3), 337-352.
- Kwon, Y. J., Jeong, J. S., Kang, M. J., & Kim, Y. S. (2003). A Grounded Theory on the Process of Generating Hypothesis-Knowledge about Scientific Episodes. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 23(5), 458-469.
- Kwon, Y. J., Lee, J. K., Lee, I. S., & Kim, Y. J. (2008). Development of the Quotient Equation of Questioning Ability in the Analysis of Secondary Pre-Service Teachers' Scientific Questions on the Biological Phenomena. *The Secondary Education Research*, 56(2), 553-576.
- Kwon, Y. J., Yang, I. H., Lee, I. S., Byeon, J. H., Kwon, S. H., Kim, S. M., & Kang, S. J. (2014). Trends and Analysis of neuroscientific research on effect of smart education. Korea National University of Education, Center for Education Research, Policy Research Report.
- Kwon. H. B., & Chun, S. Y. (2014). A Smart Education Research throughout the Semantic Network Analysis, *CNU journal of educational studies*, 34(2), 103-125.
- Kye. B. K., Kim, H. S., Kil, H. J., & Jeon, J. H. (2013). Analysis of effect of smart education on cognitive, affective and physical domain of students. Korea Education and Research Information Service Research report(KRC 2013-2).
- Lee, H. J., Jeong, J. S., Park, K. T., & Kwon, Y. J. (2004). Types of Scientific Questions Generated in Observational Activity by Elementary Students and Preservice Teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 24(5), 1018-1027.
- Lee. S. J. (2014). Development of a Convergence-Oriented Digital Textbook on the Structure and Function of Plant by Using iBooks Author. Master's thesis, Korea National University of Education, Chungbuk, South Korea.
- Ministry of Education (2011). Smart-education Promotion Strategies.
- Oh, C. H., Kim, M. K., & Yang, I. H. (2010). A Microgenetic Study on Scientific Question Generating Ability. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 30(6), 752-769.
- Seol, M., & Son, C. (2012). A Survey on Teacher's Perceptions about the Current State of Using Smart Learning in Elementary Schools. *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, 16(3), 309-318.

- Shin D. H. (2007). Research Articles : The Relationships between the Patterns of Elementary School Teachers' Explanations and the Patterns of Elementary School Students' Questions on Scientific Phenomena. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 26(2), 149-160.
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F., & Sandberg, J. A. C. (1994). *The think aloud method: A practical guide to modeling cognitive processes*. San Diego, CA: Academic press.