

Visual Attentions on the Exhibition Panels of Science Museum between Gifted and Non-gifted Elementary Students

Sang-hee Shim · Ilho Yang*

Sandong Elementary School · Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The purpose of this study is to analyze the characteristics of gifted and average students' visual attention in explanation panel at science museum. Eye Tracker was used to collect eye movement data from students' visual attention. The subjects were targeting total 20 students of 10 gifted students and 10 non-gifted students in 6th grade elementary students who had no limitation in gaze tracking with prior content. In order to analyze the characteristics of the gaze movement of visual attention panel, the statistical data of gaze-plot, heat map, fixation count and fixation duration were compared and analyzed. The results when comparing the fixation count, fixation duration of gifted students and average students, gifted students showed a significantly more numbers and longer times in the number of fixation count and fixation duration, and gifted students showed more frequent gaze saccades between experience exhibits and explanation panel than average students. In other words, results showed gifted students are more focusing on the explanation panels than average students and have more active interaction between the experience exhibits and explanation panels. In addition, among the total areas of interest, there were a great number of eye fixations of the students in the explanation panels where both video and voice are provided and fixation duration was longest. This can be interpreted that the students are more interested in the explanation panels presented with voice and video. This study is different from previous researches in the aspect that it provides quantitative data about gaze movement difference between gifted students and average students using eye tracker and also could be helpful to the development of science museum which is a place of non-formal education.

Key words : visual attention, eye-tracker, exhibition panel

Introduction

비형식 과학 학습은 형식적인 교실 밖에서 이루어지는 과학 학습 활동으로 학습자의 동기 유발적, 개별화 적, 맥락적, 비직선적이며 개방형을 의미한다(Gerber et al. 2001; National Research Council

2009). 비형식적 과학교육 활동 장소로 과학관은 상호작용적 전시물을 통한 과학 학습에 의미 있는 기여한다(Wellington 1990). 즉 과학관은 동기 부여, 참여 및 학습을 보완하고 증대시킬 수 있는 장소이다(Bell, Lewenstein, Shouse, & Feder, 2009; Schwan, Grajal, & Lewalter, 2014).

과학관에서 주로 이루어지는 교육의 형태는 관람

* Corresponding Author : Ilho Yang, yih118@knue.ac.kr

Received Nov 18, 2017; Accepted Dec 19, 2017; Published Dec 29, 2017

© 2017. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

객의 자유로운 선택에 따라 학습이 이루어지는 자유선택학습(free-choice learning)이며, 자유선택학습은 관람객의 자발적인 의지에 의해 자신의 의도대로 선택하여 자유롭게 학습하며, 비연속적인 학습이 일어나고, 학습의 속도를 학습자가 조절 할 수 있는 특징을 가진다(Falk & Dierking, 2000).

과학관의 중요한 목적은 직접 만지거나 조작·체험할 수 있는 역동적인 전시물을 제시하여 학생들의 흥미와 호기심을 유발하고(Ahmad, et. al., 2014), 학생들에게 과학교과 주제들에 관한 조사활동이 가능한 심화된 정보를 제공하는 데 있다. 이와 더불어 여러 선행연구들은 과학관에서 짧은 관람을 통해서도 교실에서 글과 그림만으로 학습하는 것보다 쉽게 개념적인 지식을 전달할 수 있고, 과학적 내용을 암기하는데 효과가 있다고 밝히고 있다(Krombaß & Harms, 2008; Falk, 1997; Stevenson, 1991).

관람객이 보다 쉽게 전시물의 정보를 해석하고 인지하기 위해서는 구체적인 정보를 제공해 줄 수 있는 설명패널, 책자 형식의 안내자료 등이 필요하다. 그 중에서도 설명패널은 전시물과 함께 위치하고 있어 관람객이 볼 수 있는 대표적인 매체로서, 전시물과 관련된 구체적인 정보를 전달하고 전시물과 관람객 간의 관계 형성을 도모하는데 중요한 역할을 수행한다(Belcher, 1992; Ravelli, 2007).

전시물 설명패널은 전시물과 관람객 사이의 성공적인 상호작용을 위한 매체로서의 역할도 한다. 설명패널은 전시 내용을 표현하는 구체적인 매체로 다양한 연출을 통해 ‘시지각적 정보전달’과 자유로운 탐색활동을 유도하여, 관람객들이 자신감 있는 학습자가 될 수 있도록 동기를 부여하기도 한다(고유정, 2010). 모바일을 이용한 전시물 설명 보조장치가 전시물과 학습자의 상호작용을 증대시키고, 사고적인 학습을 이끌고, 전시물에 머무는 시간을 늘리는 효과를 제공한다(Chen, Xin, & Chen, 2017).

과학관 전시물 설명패널에 대한 관람객의 주의집중을 연구하기 위해서는 관람객이 과학관에서 전시물을 관람할 때 시선이 어떻게 이동하는지를 추적하는 것이 가장 중요하다. 따라서 본 연구에서는 시선추적방법을 이용하여 영재학생과 일반학생의 전시물 설명패널에 대한 시각적 주의집중을 객관적이고 정량적인 방법으로 분석하였다.

Methodology

Object of study

본 연구의 참여자는 공업도시의 확장 단지에 위치한 지역공동영재학급에서 수료 중에 있는 6학년 영재학생과 일반 학급 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 아래의 선발과정을 통해 최종 선정했다.

First selection - right hand control and other control

본 연구는 영재학생과 일반학생의 과학관 설명패널에 대한 시각적 주의집중 과정에서 나타나는 시선이동의 특성을 분석하는 것으로, Eye Tracker를 사용하여 시선이동 자료를 수집·분석한다. 시선이동은 인간의 좌·우뇌의 발달정도에 영향을 받는데, 오른쪽 시선이동은 좌측 반구가 왼쪽 시선이동은 오른쪽 반구가 더 활성화된다(Bakan, 1969). 이를 통제하고 연구의 정확성 및 신뢰성을 위하여 Oldfield(1971)의 손잡이 검사(Edinburgh inventory for Handedness test; 부록2)를 실시하여 오른손잡이 학생들을 대상으로 연구를 하였다. Eye Tracker는 민감하기 때문에 시선추적에 제한점을 가진 아래 학생들을 연구대상에서 제외 하였다(Poole & Ball, 2006).

- 1) 시선추적을 하는데 제한이 되는 시력이 매우 나쁜 학생
- 2) 약시거나 눈꺼풀이 길어 동공을 가리는 학생
- 3) 두꺼운 안경을 착용하거나, 틱 장애 등의 학생

Final subject selection

1차 선발된 학생 중 연구의 목적과 연구 방법 및 시선추적기 사용에 대한 설명을 듣고 자발적인 참여 의사를 가지고 있으며, 위 내용이 담긴 동의서를 보호자에게 안내하여 동의서를 받은 학생을 최종 피험자로 선정하고 연구를 진행하였다. 또한, 시선이동은 인간을 대상으로 측정하고 자료를 수집하는 연구이기 때문에 한국교원대 생명윤리심의위원회의 승인을 받은 후 연구하였다.

Task selection

The selection of a science museum

우선 연구 장소는 연구 대상의 학생들의 지리적 접근성이 용이하며, 전시물과 설명패널이 초등학교의 수준 적합하고, 전시물의 종류가 너무 많지 않으며 설명패널의 형태가 다양하여 연구에 적합한 공립 테마과학관인 구미과학관을 선정하였다. 이 과학관은 2011년에 개관하였으며, 전체 2층으로 이루어져 있고 1층에는 플라네타리움과 4D 영상관이, 2층에는 과학체험실이 위치해 있다. 본 연구는 2층 과학체험실에서 진행하였다.

Selection of exhibits

구미과학관 2층 과학체험실 전시물 중 설명패널 유형과 학생 수준을 고려하여 아래 그림과 같이 전시물 3가지를 선정하였다.



[Figure 1] 전동기와 발전기

Figure 1의 전시물 1은 ‘전동기와 발전기’를 주제로 하는 전시물로 설명패널은 글로 이루어져있으며, 그 내용은 체험 전시물 작동 설명 부분인 ‘이렇게 해 보세요.’와 체험 전시물 원리 설명 부분인 ‘왜 그럴까요?’로 구성되어 있다.

‘이렇게 해 보세요.’는 ‘발전기의 핸들을 돌려보세요. 자석 속에서 코일이 회전하면 어떤 일이 일어나나요?, 전동기의 스위치를 눌러보세요. 자석 사이에서 전기 코일이 회전하면 어떤 일이 일어나나요?’

라고 체험물 작동 방법을 설명한다.

‘왜 그럴까요?’는 ‘전기에너지를 운동에너지로 바꾸어 줍니다. 회전자 코일에 전류가 흐르면 코일은 자기장으로부터 힘을 받아 플레밍의 왼손 법칙에 따라 회전하게 됩니다.’, ‘운동에너지를 전기에너지로 바꾸어 줍니다. 자석 속에서 코일을 회전시키면 코일이 자기력선을 자르게 되므로 플레밍의 오른손 법칙에 따라 코일에 전류가 발생합니다.’라고 전동기와 발전기의 작동 원리를 설명하고 있다. 아래 체험 전시물 중 왼쪽 전시물은 전동기로 버튼을 누르면 자동으로 작동하고, 오른쪽 전시물은 발전기로 관람객이 직접 손으로 돌려야 작동한다.



[Figure 2] 도르래

전시물 2는 Figure 2와 같이 글 설명패널과 그림 설명패널로 구성되어 있으며, 두 설명패널 모두 도르래의 작동 원리를 알려주고 있다.

글 설명패널은 ‘바퀴에 끈이나 체인 등을 걸어 힘의 방향을 바꾸거나 힘의 크기를 줄이는 장치입니다. 지렛대, 썰기 등과 함께 힘의 전달기구로 쓰이며, 두레박, 기중기 등에서 도르래를 이용합니다. 크게 고정도르래와 움직도르래로 나눌 수 있고, 둘을 혼합한 복합도르래도 있습니다. 고정도르래는 힘의 방향을 바꾸고, 움직도르래는 작은 힘으로 큰 힘을 내는 효과를 얻을 수 있습니다.’라고 도르래의 원리를 설명하고, 그림 설명패널은 움직도르래와 고정도르래를 그림으로 그려 움직도르래와 고정도르래

의 유무 및 개수에 따라 힘이 같거나, 1/2, 1/4의 힘이 든다는 것을 설명하고 있다.



[Figure 3] 국제 우주 정거장 ISS

전시물 3은 Figure 3과 같이 체험 전시물이 없이 글 설명패널과 영상 설명패널로 구성되어 있고, 글 설명패널은 국제 우주 정거장의 역사와 기능에 대해 설명해주고, 영상 설명패널에서는 실제 국제 우주 정거장에서 연구원들과 우주 비행사들이 어떻게 생활하고 있는지 음성과 함께 보여준다.

위와 같이 전시물 3가지를 선정하였으며, 설명 패널 표현유형에 따라 글, 그림, 영상으로 구분하여 실험을 진행하였다.

Data Collection and Analysis

연구를 위해 이동형 무선 시선 추적기인 Tobii Pro Glasses 2를 이용하였으며, 측정 소프트웨어로는 Tobii Pro Glasses Controller를 활용하였다. 무선 시선 추적기인 Tobii Pro Glasses 2는 Head unit과 Recording unit으로 이루어져 있다.

Head unit 부분은 적외선을 활용한 각막반사를 이용하여 데이터를 수집하며, 가볍고 고글형으로 되어 있어 사람들이 많은 과학관에서도 학생들이 이질적인 느낌 없이 착용할 수 있다. Recording unit은 메모리 카드를 사용하여 자료를 수집하며, 컴퓨터와 연결하여 유·무선으로 사용 가능하다(Tobii pro, 2016).

우선 과학관에 도착하여 정확한 자료 수집 및 피험자의 시선 추적비율을 높이기 위해 학생들에게

주의사항을 설명하였고, 특히 Calibration이 잘 이루어지기 위하여 학생들이 편안하게 참여할 수 있는 분위기를 조성하였다. Tobii Pro Glasses 2를 착용 후, 과학관 체험물을 관람하는 모습을 휴대폰으로도 촬영하여 시선추적영상과 함께 분석 자료로 활용하였다. 또한, 학생들의 관람이 끝난 후, 녹화 영상을 함께 보면서 면담을 실시하였다. 면담 내용은 ‘학생들이 가장 주의 깊게 본 설명패널’, ‘전시물 관람에서 느낀점’, ‘전시물, 설명패널을 관람할 때 시간차이가 나는 이유’ 등이었다.

시선추적 자료의 정량 분석을 위한 통계적 기술은 관심영역(AOI: area of interest) 설정에 의존하며(Kurzhals & Weiskopf, 2015), 시선추적 연구에서는 연구 문제에 따라 관련성을 가지는 시각적 자료 영역을 관심 영역으로 지정한다(De Smet et al., 2014).

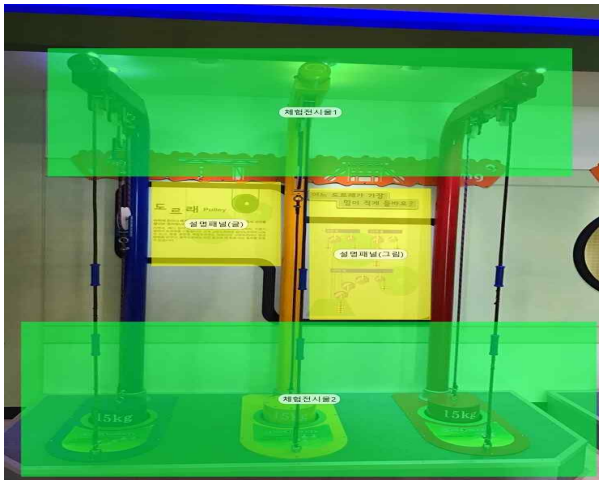
본 연구에서는 Table 1과 같이 과제별 관심영역을 설정하였다. 전시물 1은 체험전시물과 글 설명패널, 전시물 2는 체험전시물과 글·그림 설명패널, 전시물 3은 글·영상 설명패널로 관심영역을 지정하였다.

관심영역을 설정하여 관심영역별 시선고정수와 시선고정 지속시간, Heat map, 시선이동 경로를 분석하였으며, 수집한 영재학생과 일반학생의 시선이동 자료의 차이가 통계적으로 유의미한지 확인하기 위해 비모수통계 방법인 Mann-Whitney의 U검정을 실시하였다.

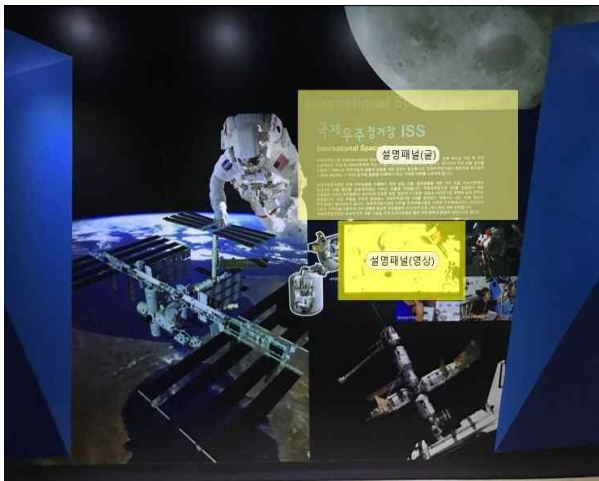
<Table 1> 과제별 AOI 설정



전시물1(전동기와발전기) AOI



전시물2(도르레) AOI



전시물3(국제우주정거장) AOI

Results and Discussions

A Study on the Fixation in Science Museum Exhibition 1

Heat Map Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물1에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Heat map은 Figure 4와 같다. 영재학생은 설명패널과 체험 전시물 영역에 시선이 집중되었고, 일반학생도 같은 영역에 시선 집중 현상을 보였다. 하지만 영재학생은 일반학생에 비해 설명패널에 노란색으로 더 진하고 넓게 분포되어 있는데 이것으

로 보아 영재학생은 과학관 전시물을 체험할 때 일반학생보다 설명패널에 더 많이 시선을 고정하여 주의 집중한다는 것을 발견할 수 있다.

또한, 체험 전시물에서는 영재학생과 일반학생의 두드러진 차이를 발견할 수 없지만, 두 집단 모두 버튼을 누르면 자동으로 돌아가는 전동기 체험에 진한 빨간색으로 나타난다.



영재학생



일반학생

[Figure 4] 전시물1의 Heat map

이것으로 보아 학생들이 손으로 직접 돌려야 작동이 되는 발전기보다 버튼을 누르면 자동으로 돌아가는 전동기에 시선을 더 많이 고정하는 것을 알 수 있다. 실제 과학관 체험 후 면담에서도 발전기 돌아가는 것을 보고 더 이상 돌리는 것이 팔도 아프고 힘들어서 다음 전시물로 넘어갔다고 학생들이 응답하였다.

Gaze-plot Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물1에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Gaze-plot은 Fig. 5와 같다. 영재학생은 설명

패널과 체험 전시물 사이에 빈번한 시선도약이 일어나고, 일반학생은 설명패널과 체험 전시물 사이에 시선도약이 일어나지 않은 것으로 보아 영재학생은 일반학생에 비해 설명패널과 체험 전시물 사이에서 상호작용을 하며 통합적으로 전시물을 체험하고 있음을 알 수 있다.

또한, 영재학생의 첫 번째 시선고정은 설명패널의 제목에서 시작하는데, 일반학생은 체험물에서 시작한다. 실제 면담결과 전시물 제목을 모르는 일반학생도 많았다.



영재학생



일반학생

[Figure 5] 전시물1의 Gaze-plot

Fixation spot Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 2는 전시물1의 관심영역(AOI)별 시선고정 수 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 수의 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께 제시하였다.

총 2곳의 관심영역(AOI)중 설명패널에서 영재학

생 시선고정 수 평균은 51.00개, 일반학생 시선고정 수 평균 6.30개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 8.1배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다. 체험전시물에서는 영재학생 시선고정 수 평균이 72.30개, 일반학생 시선고정 수 평균 55.50개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 1.3배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 없다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 전체 AOI 영역에서도 영재학생 시선고정 수 평균이 123.30개, 일반학생 시선고정 수 평균이 61.80개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 2배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다.

즉 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 시선고정 수와 전체 AOI 영역시선고정 수가 많고 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널과 전시물에 주의 집중한 결과라고 할 수 있다. 또한, 전시물1에서 두 집단 모두 설명패널에 비해 체험전시물에 더 많은 시선고정을 한 것을 발견할 수 있다.

<Table 2> 전시물1의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 수에 대한 Mann-Whitney의 U 검정(비모수 검정)

구분	전시물 1					
	설명패널		체험전시물		전체 AOI	
	영재 학생	일반 학생	영재 학생	일반 학생	영재 학생	일반 학생
평균	51.00	6.30	72.30	55.50	123.30	61.80
표준 편차	38.09	14.17	56.85	42.91	61.02	39.78
Z	-2.827*		-.454		-2.382*	

* $p<.05$

Fixation duration Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 3은 전시물1의 관심영역(AOI)별 시선고정 지속시간 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 지속시간 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께 제시하였다.

총 2곳의 관심영역(AOI)중 설명패널에서 영재학생 시선고정 지속시간 평균은 7.35초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균은 1.02초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 7.21배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다. 체험전시물에서 영재학생 시선고정 지속시간 평균은 11.99초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균은 9.94초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 1.21배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 없다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 전체 AOI 영역에서도 영재학생 시선고정 지속시간 평균이 19.34초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균이 10.96으로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 1.76배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다.

즉 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 시선고정 지속시간과 전체 AOI 영역 시선고정 지속시간이 길고 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널과 전시물에 더 많은 시간동안 사고활동을 한 것으로 해석할 수 있다.

전시물1에서 두 집단 모두 설명패널에 비해 체험 전시물에 더 긴 시간동안 시선고정을 한 것도 발견할 수 있다.

<Table 3> 전시물1의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 지속시간에 대한 Mann-Whitney의 U 검정(비모수 검정)

구분	전시물 1					
	설명패널		체험전시물		전체 AOI	
	영재 학생	일반 학생	영재 학생	일반 학생	영재 학생	일반 학생
평균	7.35	1.02	11.99	9.94	19.34	10.96
표준 편차	5.57	2.47	9.07	7.90	9.57	7.61
Z	-2.746*		-.454		-2.041*	

* $p<.05$

A Study on the Fixation in Science Museum Exhibition 2

Heat Map Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물2에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Heat map은 Figure 6과 같다. 영재학생은 글 설명패널과 체험 전시물 영역에 시선이 집중되었고, 일반학생도 같은 영역에 시선 집중 현상을 보였다. 하지만 영재학생은 일반학생에 비해 글 설명패널에 빨간색으로 더 진하고 넓게 분포되어 있는데 이것으로 보아 영재학생은 과학관 전시물을 체험할 때 일반학생보다 글 설명패널에 더 많이 시선을 고정하여 주의 집중한다는 것을 발견할 수 있다. 그림 설명패널에는 두 집단 학생들 모두 시선 고정이 적은 것을 알 수 있다.

또한, 체험 전시물에서는 영재학생과 일반학생의 두드러진 차이를 발견할 수 없지만, 첫 번째 도르래 체험에 빨간색으로 나타나고 두 번째, 세 번째 도르래로 갈수록 노란색이 열게 나타나는 것을 발견할 수 있다.



영재학생



일반학생

[Figure 6] 전시물2의 Heat map

이는 학생들이 전시물을 체험할 때 첫 번째 조작 활동에는 적극 참여하는데 같은 형태의 조작활동이 반복될 경우 참여빈도가 낮아지고 시선 고정이 적어진다는 것을 알 수 있다. 실제 과학관 체험 후 면

담에서도 첫 번째 도르래를 당겨보고 두 번째, 세 번째 도르래는 당겨보지 않아도 알 수 있을 것 같아서 눈으로만 보고 넘어갔다고 학생들이 응답하였다.

Gaze-plot Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물2에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Gaze-plot은 그림 Figure 7과 같다. 영재학생은 설명패널과 체험 전시물 사이에 빈번한 시선도약이 일어나고, 일반학생은 설명패널과 체험 전시물 사이에 시선도약이 거의 일어나지 않은 것으로 보아 영재학생은 일반학생에 비해 설명패널과 체험 전시물 사이에서 상호작용을 하며 통합적으로 전시물을 체험하고 있음을 알 수 있다.



영재학생



일반학생

[Figure 7] 전시물2의 Gaze-plot

Fixation spot Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 4는 전시물2의 관심영역(AOI)별 시선고정

수 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 수의 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께 제시하였다.

총 4곳의 관심영역(AOI)중 글 설명패널에서 영재학생 시선고정 수 평균은 28.70개, 일반학생 시선고정 수 평균 4.10개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 7배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p < .05$)가 있었다. 또한, 전체 AOI 영역에서도 영재학생 시선고정 수 평균이 69.60개, 일반학생 시선고정 수 평균이 25.60개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 2.72배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p < .05$)가 있었다.

즉 영재학생이 일반학생에 비해 글 설명패널 시선고정 수와 전체 AOI 영역시선고정 수가 많고 통계적으로 유의미한 차이($p < .05$)가 있다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 글 설명패널과 전시물에 주의 집중한 결과라고 할 수 있다. 또한, 전시물2에서 두 집단 모두 체험전시물, 글 설명패널, 그림 설명패널 순으로 더 많은 시선고정이 이루어졌음을 발견할 수 있다.

<Table 4> 전시물2의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 수에 대한 Mann-Whitney의 U 검정(비모수 검정)

구 분	전시물 2									
	설명패널 (글)		설명패널 (그림)		체험 전시물 1		체험 전시물2		전체 AOI	
	영 재	일 반	영 재	일 반	영 재	일 반	영 재	일 반	영 재	일 반
평균	28.70	4.10	6.60	2.40	5.60	1.80	28.70	17.30	69.60	25.60
표준 편차	27.98	5.51	7.43	3.31	8.36	1.75	19.74	18.93	45.49	17.39
Z	-2.053*		-1.329		-.846		-1.551		-2.499*	

* $p < .05$

Fixation duration Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 5는 전시물2의 관심영역(AOI)별 시선고정 지속시간 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 지속시간 차이가 통계적으로 유의미

한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께 제시하였다.

총 4곳의 관심영역(AOI)중 글 설명패널에서 영재학생 시선고정 지속시간 평균은 5.09초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균은 0.74초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 6.88배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다. 전체 AOI 영역에서도 영재학생 시선고정 지속시간 평균이 10.49초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균이 3.43초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 3.06배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다.

즉 영재학생이 일반학생에 비해 글 설명패널 시선고정 지속시간과 전체 AOI 영역 시선고정 지속시간이 길고 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 글 설명패널과 전시물에 더 많은 시간동안 사고활동을 한 것으로 해석할 수 있다. 또한, 전시물2에서 두 집단 학생들 모두 체험전시물, 글 설명패널, 그림 설명패널 순으로 더 긴 시간동안 시선고정이 이루어진 것도 발견할 수 있다.

<Table 5> 전시물2의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 지속시간에 대한 Mann-Whitney의 U 검정(비모수 검정)

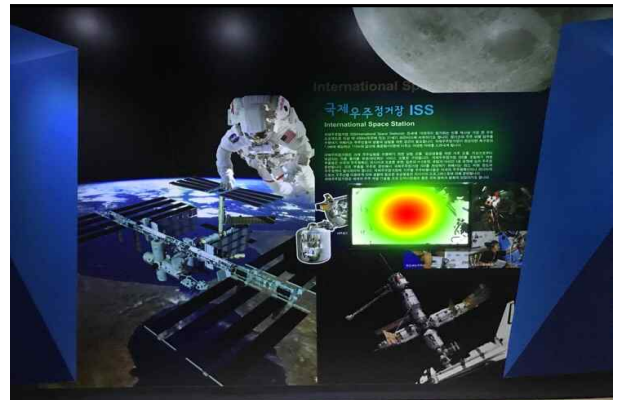
구분	전시물 2									
	설명패널 (글)		설명패널 (그림)		체험 전시물 1		체험 전시물2		전체 AOI	
	영재	일반	영재	일반	영재	일반	영재	일반	영재	일반
평균	5.09	0.74	1.04	0.30	0.51	0.20	3.85	2.19	10.49	3.43
표준편차	5.46	1.45	1.51	0.48	0.73	0.19	2.51	2.51	7.47	2.51
Z	-1.971*		-1.250		-.572		-1.664		-2.268*	

* $p<.05$

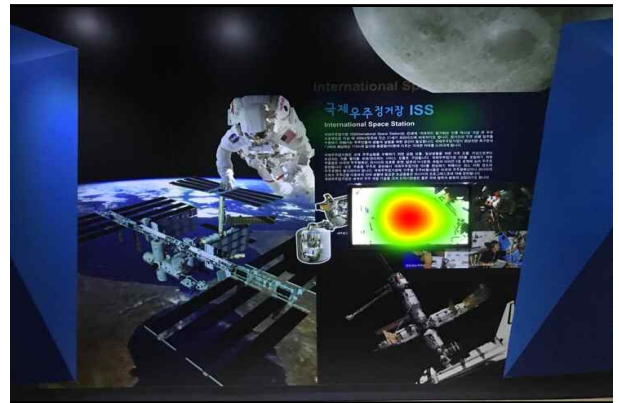
A Study on the Fixation in Science Museum Exhibition 3

Heat Map Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물3에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Heat map은 Fig. 8과 같다. 전시물 3은 체험 전시물이 없고 영상 설명패널과 글 설명패널로만 구성되어 있는데, 두 집단 학생들 모두 빨간색으로 진하게 영상 설명패널에 시선이 집중되었다. 글 설명패널에는 영재학생들 시선고정이 노란색으로 이루어지고 있으나, 일반학생들은 글 설명패널에 시선고정이 이루어지지 않고 있다. 즉 학생들은 글 설명패널보다 영상 설명패널에 시선을 고정하여 주의집중 한다는 것을 알 수 있다.



영재학생



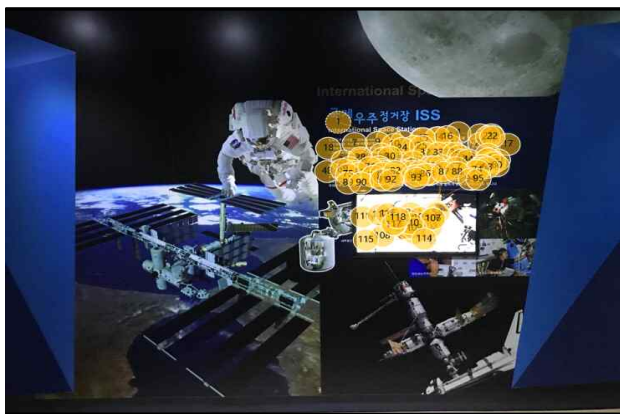
일반학생

[Figure 8] 전시물3의 Heat map

Gaze-plot Analysis of the Gifted Students and Non-gifted Students

과학관 전시물3에서 나타나는 영재학생과 일반학생의 Gaze-plot은 Figure 9와 같다. 영재학생은 영상 설명패널과 그림 설명패널 사이에 빈번한 시선

도약이 일어나고, 일반학생은 영상 설명패널과 그림 설명패널 사이에서 시선도약이 거의 일어나지 않은 것으로 보아 영재학생은 일반학생에 비해 영상 설명패널과 글 설명패널 사이에 상호작용을 하며 통합적으로 전시물을 체험하고 있음을 알 수 있다. 또한, 영재학생의 첫 번째 시선고정이 설명패널에서 시작하는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 영재학생은 우선 전시물의 제목과 대략의 내용을 살펴보고 영상 설명패널과 글 설명패널을 번갈아 보지만 일반학생은 영상 설명패널에만 시선이 고정되어 있음을 알 수 있다.



영재학생



일반학생

[Figure 9] 전시물3의 Gaze-plot

Fixation spot Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 6는 전시물3의 관심영역(AOI)별 시선고정 수 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 수의 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께

제시하였다.

총 2곳의 관심영역(AOI)중 글 설명패널에서 영재학생 시선고정 수 평균은 62.13개, 일반학생 시선고정 수 평균 5.33개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 11.66배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)는 없었다. 영상 설명패널에서도 영재학생 시선고정 수 평균 103.63개, 일반학생 시선고정 수 평균 31.33개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 3.31배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)는 없었다. 전체 AOI 영역에서는 영재학생 시선고정 수 평균이 165.75개, 일반학생 시선고정 수 평균이 36.67개로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수가 4.52배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있었다.

즉 영재학생이 일반학생에 비해 전체 AOI 영역시선고정 수가 많고 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)가 있다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 전시물에 주의 집중한 결과라고 할 수 있다.

<Table 6> 전시물3의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 수의 평균

구분	전시물 3					
	설명패널(글)		설명패널(영상)		전체 AOI	
	영재학생	일반학생	영재학생	일반학생	영재학생	일반학생
평균	62.13	5.33	103.63	31.33	165.75	36.67
표준편차	83.51	7.57	82.47	33.50	101.80	29.30
Z	-1.239		-1.429		-2.041*	

* $p<.05$

Fixation duration Analysis on AOI of the Gifted Students and Non-gifted Students

Table 7은 전시물3의 관심영역(AOI)별 시선고정 지속시간 평균을 나타낸 것으로 영재학생과 일반학생의 시선고정 지속시간 차이가 통계적으로 유의미한 것인지 알아보기 위해 Mann-Whitney U 검정 결과를 함께 제시하였다. 총 2곳의 관심영역(AOI)중 글 설명패널에서 영재학생 시선고정 지속시간 평균

은 10.58초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균은 0.80초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 13.23배 높게 나타났고, 영상 설명패널에서는 영재학생 시선고정 지속시간 평균은 26.15초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균은 7.89초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 3.31배 높게 나타났으나, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)는 없었다. 전체 AOI 영역에서도 영재학생 시선고정 지속시간 평균이 36.73초, 일반학생 시선고정 지속시간 평균이 8.69초로 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 지속시간 평균이 4.23배 높게 나타났고, 통계적으로 유의미한 차이($p<.05$)는 없었다.

통계적으로 유의미한 차이는 없었지만, 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 시선고정 지속시간과 전체 AOI 영역 시선고정 지속시간이 길다는 것은 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 전시물에 더 많은 시간동안 사고활동을 한 것으로 해석할 수 있다.

<Table 7> 전시물3의 영재학생과 일반학생의 AOI 영역에 따른 시선고정 지속시간 평균

구분	전시물 3					
	설명패널(글)		설명패널(영상)		전체 AOI	
	영재학생	일반학생	영재학생	일반학생	영재학생	일반학생
평균	10.58	0.80	26.15	7.89	36.73	8.69
표준편차	16.66	1.18	19.68	9.64	21.48	9.01
Z	-1.136		-1.225		-1.633	

* $p<.05$

Conclusion

본 연구는 영재학생과 일반학생의 과학관 설명패널에 대한 시각적 주의집중 과정에서 나타나는 시선이동을 비교 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널에 주의집중을 잘하고, 전시물에 흥미를 가지고 활발하게

사고 활동을 하고 있다. 과학관 관람에서 설명패널에 대한 영재학생과 일반학생의 시선 고정 차이가 두드러졌다. 영재학생과 일반학생의 시선고정 수, 시선고정 지속시간을 비교하면 영재학생이 일반학생에 비해 설명패널 시선고정 수와 시선고정 지속시간이 유의미하게 더 많이, 길게 나타났다. 더불어 설명패널 뿐 아니라 전시물 전체에 대해서도 영재학생이 일반학생에 비해 시선고정 수와 시선고정 지속시간이 더 많이, 길게 나타났다.

둘째, 영재학생은 일반학생에 비해 체험 전시물과 설명패널 사이에서 활발한 상호작용을 하며 전시물을 통합적으로 체험하고 있다. 체험 전시물과 설명패널 사이에서 영재학생과 일반학생의 시선도약도 차이를 보였다. 영재학생이 일반학생보다 체험전시물과 설명패널 사이의 시선도약이 더 빈번하게 이루어 졌다.

셋째, 학생들이 영상과 음성이 함께 제공되는 설명패널에 주의집중을 잘한다. 전시물 중 전시물 3의 영상과 음성이 함께 제공되는 설명패널이 전체 관심영역 중 학생들의 시선고정 수가 많았고, 시선고정 지속시간이 가장 길었다.

과학관에서는 효과적인 과학관 체험을 위해 설명패널을 글과 그림으로만 제시하는 것이 아니라 음성과 영상을 함께 제시한다면 많은 학생들이 흥미를 가지고 설명패널에 주의집중하며 전시물을 통해 과학적인 지식을 전달 받을 수 있을 것이다. 또한, 교사는 과학관 체험학습을 할 때 학생들에게 설명패널의 역할과 중요성을 학생들에게 인지시켜준다면 모든 학생들이 체험 전시물과 설명패널 사이에서 상호작용하며 성공적인 관람객이 될 수 있을 것이다.

References

- 김용승, 고유정. (2009). 어린이박물관 전시매체 유형별 관람객의 행동특성. *한국실내디자인학회 학술대회논문집*, 11(2), 49-53.
- 김주훈 · 이은미 · 최고운 · 송상현(1996). *과학영재 관별 도구 개발연구 1*. 서울: 한국교육개발원
- 박승재, 신수현, 유준희, 윤성규, 전태일, 정인경.

- (2007). *과학관 육성을 위한 기본 정책방향 연구*. 과학 기술부.
- 부두완, 박주용, 김경훈. (2011). 국립종합과학관의 콘텐츠 확보를 위한 전시의 주기적 교체방안 연구. *한국과학예술포럼*, 9, 95-109.
- 신원섭(2016). 초등과학 교육연구에서 시선추적 연구방법의 고찰. *초등과학교육*, 35(3), 288-304.
- 양일호, 김정연, 임성만(2015). 2007과 2009 개정 과학 교과과서에 제시된 달의 위상 변화 삽화에 대한 초등학교 5 학년 학생들의 이해. *대한지구과학교육학회지*, 8(1), 56-65.
- 양일호, 임성만, 김양희(2015). 학습과제 인지 과정에 대한 과학학습 동기체계에 따른 초등학생의 시선이동 분석. *초등과학교육*, 34(1), 86-94.
- 양일호, 최현동, 정미연, 임성만(2013). 대학생의 인지양식에 따라 거미 관찰에서 나타나는 안구 운동의 차이-Heat map 과 Gaze plot 분석을 중심으로. *과학교육연구지*, 37(1), 142-156.
- 이선경, 신현정, 명전옥, 김찬중. (2010). 과학관 교육 프로그램이 초등학생들의 과학 학습 동기에 미치는 영향. *초등과학교육*, 29(1), 47-55.
- 임성만, 최현동, 양일호, 정미연(2013). 대학생들의 인지양식에 따른 관찰에서의 안구 운동 분석. *한국과학교육학회지*, 33(4), 778-793.
- Yi, Y. J., 이영진, Sök, T. K., Ku, C. B., 석대권, 구자봉. (2000). *박물관전시의 이해*. 학문사.
- 전영석, 이연주. (2010). 국립과천과학관 어린이 탐구 체험관의 전시물 특성과 관람객의 관람행동 유형 분석. *한국초등교육*, 21(1), 105-116.
- 조석희(2003). 창의적 문제해결력. 박성익외(편저). *영재교육학 원론*. 과학교육사.
- 조희형, 최경희. (2005). *과학교육의 이론과 실제*. 서울: 교육과학사.
- Ahmad, S., Abbas, M. Y., Mohd, T. Z., & Masri, M. (2014). Museum exhibition design: comm. of meaning & the shaping of knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 254-265.
- Bakan, P. (1969). Hypnotizability, laterality of eye-movements and functional brain asymmetry. *Perceptual and Motor Skills*, 28(3), 927-932.
- Belcher, M. (1992). *Exhibitions in museums*.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (2009). *Learning science in informal environments*. Washington, DC: National Academies Press.
- Chen, G., Xin, Y., & Chen, N. (2017). Informal learning in science museum: development and evaluation of a mobile exhibit label system with iBeacon technology. *Educational Technology Research and Development*, 65(3), 719-741.
- Dean, D. (2002). *Museum exhibition: Theory and practice*. Routledge.
- Duchowski, A. T. (2007). Eye tracking methodology. *Theory and practice*, 328.
- Falk, J. H. (1997). Testing a museum exhibition design assumption: Effect of explicit labeling of exhibit clusters on visitor concept development. *Science Education*, 81(6), 679-687.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2000). Learning from museums. visitor experiences and the making of meaning. *Walnut Creek, CA: Altamira*.
- Feher, E. (1990). Interactive museum exhibits as tools for learning: explorations with light. *International Journal of Science Education*, 12(1), 35-49.
- Feng, G. (2011). Eye Tracking: A brief guide for developmental researchers. *Journal of cognition and development*, 12(1), 1-11.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.
- Gerber, B. L., Marek, E. A., & Cavallo, A. M. (2001). Development of an informal learning opportunities assay. *International Journal of Science Education*, 23(6), 569 - 583.
- Irwin, D. E. (1998). Lexical processing during saccadic eye movements. *Cognitive Psychology*, 36(1), 1-27.
- Krombaß, A., Harms, U. (2008). Acquiring knowledge about biodiversity in a museum—are

- worksheets effective, *Journal of Biological Education*, 42(4), 157–163.
- National Research Council. (2009). In P. Bell, B. Lewenstein, A. W. Shouse, & M. A. Feder (Eds.), *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits (Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education)*. Washington, DC: National Academies Press.
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113.
- Poole, A., & Ball, L. J. (2006). Eye tracking in HCI and usability research. *Encyclopedia of Human Computer Interaction*, 1, 211–219.
- Poole, A., Ball, L. J., Phillips, P. (2005). In search of salience: A response-time and eye-movement analysis of bookmark recognition. *People and computers XVIII—design for life*, 363–378.
- Ravelli, L. (2007). *Museum Texts: Communication Frameworks*. Routledge.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372.
- Renzulli, J. S. (1977). *The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented*. Creative Learning Pr.
- Rix, C., & McSorley, J. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science Education*, 21(6), 577–593.
- Schwan, S., Grajal, A., & Lewalter, D. (2014). Understanding and engagement in places of science experience: Science museums, science centers, zoos, and aquariums. *Educational Psychologist*, 49, 70 – 85.
- Stevenson, J. (1991). The long term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13(5), 521–531.
- Suar, D., Mandal, M. K., Misra, I., Suman, S. (2007). *Lifespan trends of side bias in India. Laterality*, 12(4), 302–320.
- Tobii Pro. (2016). *1.1.3 version user manual*. Tobii Technology AB.
- Van Der Sanden, M. C., Meijman, F. J. (2008). Dialogue guides awareness and understanding of science: an essay on different goals of dialogue leading to different science communication approaches. *Public Understanding of Science*, 17(1), 89–103.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive science centres. *Physics Education*, 25(5), 247 – 252.