[UCI]I804:24011-200000263996

2013년 8월
석사학위 논문

# 비형식교육기관에서의 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 적용

- 자연사박물관 사례를 중심으로 -

조선대학교 대학원

자연교육학과 (과학교육학전공)

박 진 희

2013년 8월 석사학위논문 비형식교육기관에서의 STEAM교육 프로그램의 개발 및 적용 박 진 희

# 비형식교육기관에서의 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 적용

- 자연사박물관사례를 중심으로 -

The Development and Application of STEAM Program at the Context of Informal Educational Institutes: The case of Natural History Museum

2013년 8월 23일


조선대학교 대학원

자연교육학과 (과학교육학전공)

박 진 희

# 비형식교육기관에서의 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 적용

- 자연사박물관 사례를 중심으로 -

지도교수 박 영 신

이 논문을 교육학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2013년 4월


조선대학교 대학원

자연교육학과 (과학교육학전공)

박 진 희

# 박진희의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 신인현 (인)

위 원 조선대학교 조교수 박영신 (인)

위 원 조선대학교 조교수 조광희 (인)

2013년 5월

**조선대학교 대학원**

# 목 차

ABSTRACT ····· Ⅶ

I. 서론 ---------- 1

II. 이론적 배경 ---------- 5
A. STEAM 교육의 특징 ---------- 5
B. 과학관 ---------- 10
1. 과학관의 실태 및 인식 ---------- 10
2. 과학관의 기능 ---------- 12
C. 과학관의 교육 ---------- 13
1. 과학관 교육프로그램 ---------- 14
2. 도슨트 교육프로그램 ---------- 19

III. 연구 방법 ---------- 23
A. 연구 과정 ---------- 24
1. 자료 수집 및 분석 ---------- 25
B. 과학관 STEAM 교육 프로그램 분석틀 ---------- 30
1. STEAM 프로그램 구성요소 ---------- 30
2. 개발된 STEAM 프로그램 분석틀 ---------- 32
C. 연구에 대한 타당성 및 신뢰성 ---------- 36

IV. 결과 ---------- 37
A. 프로그램에 대한 분석 결과 ---------- 37
1. 프로그램 소개, STEAM의 요소별 특징 ---------- 37
2. STEAM의 3단계 (상황제시-창의적설계-감성적체험) ---------- 44
3. 다양한 관람객에 따른 다양한 STEAM의 적용 ---------- 60
4. 전시물의 활용도 ---------- 66
B. 과학관에서의 STEAM교육 프로그램 적용 효과 ---------- 70

1. 도슨트의 STEAM 에 대한 개념 형성 및 인식 변화 ---------- 70
2. STEAM교육 프로그램의 적용에 따른 관람객의 반응 ---------- 75

V. 결론 및 제언 ---------- 80

참고 문헌 ---------- 82

# 표 목차

Table 1. 국・공・사립 과학관 현황 ---------- 11
Table 2. 선진국과 국내 과학관 수 비교 ---------- 11
Table 3. 도슨트 양성교육과정 ---------- 19
Table 4. 프로그램 개발 단계 ---------- 25
Table 5. 연구 참여자-도슨트 ---------- 27
Table 6. 프로그램 목표 4가지 ---------- 30
Table 7. 개발된 STEAM 프로그램 분석틀 ---------- 33
Table 8. '발자국은 블랙박스'에 반영된 STEAM의 요소별 특징 ---------- 39
Table 9. STEAM 요소에 대한 해석 ---------- 44
Table 10. STEAM의 3단계 - 상황제시 ---------- 45
Table 11. STEAM의 3단계 - 창의적 설계 ---------- 52
Table 12. STEAM의 3단계 - 감성적 체험 ---------- 58
Table 13. 전시물의 활용도 적용 ---------- 69
Table 14. 프로그램 설명 ---------- 69

# 그림 목차

Fig. 1. STEAM 체계 ---------- 6
Fig. 2 국내 박물관 교육 담당자 유형 ---------- 18
Fig. 3 효율적인 전시해설을 위한 도슨트의 노력 ---------- 21
Fig. 4 연구 과정 ---------- 24
Fig. 5 개발된 STEAM 프로그램을 현장 적용한 과학관의 환 ---------- 26
Fig. 6 자료 분석 단계 ---------- 29
Fig. 7 STEAM프로그램 수업 과정안 1 ---------- 30
Fig. 8 STEAM프로그램 수업 과정안 2 ---------- 30
Fig. 9 STEAM 교수 과정안 ---------- 32
Fig. 10 융합적인 요소 : S (과학) ---------- 40
Fig. 11 융합적인 요소 : T (기술) ---------- 40
Fig. 12 융합적인 요소 : E (공학) ---------- 41
Fig. 13 융합적인 요소 : A (예술) ---------- 42
Fig. 14 융합적인 요소 : M (수학) ---------- 43
Fig. 15 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ① ---------- 46
Fig. 16 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ②, ③ ---------- 49
Fig. 17 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ④ ---------- 50
Fig. 18 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ① ---------- 52
Fig. 19 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ② ---------- 54
Fig. 20 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ③ ---------- 55
Fig. 21 자신들의 생각을 발표하는 과정 ---------- 57
Fig. 22 STEAM의 3단계 - 감성적 체험 과정안 ① ---------- 59
Fig. 23 STEAM의 3단계 - 감성적 체험 과정안 ② ---------- 60
Fig. 24 창의적 설계-저학년 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 62
Fig. 25 창의적 설계-고학년 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 62
Fig. 26 창의적 설계-일반인을 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 63
Fig. 27 감성적 체험-저학년을 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 64
Fig. 28 감성적 체험-고학년을 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 65

Fig. 29 감성적 체험-일반인을 대상으로 프로그램 적용 방법 ---------- 65
Fig. 30 전시물 발자국 모양 관찰 ---------- 67
Fig. 31 전시물 수행 활동 ---------- 67
Fig. 32 미래사회에 학생들이 필요한 능력 ---------- 77
Fig. 33 학교와 비형식교육기관의 학습의 차별성 ---------- 77
Fig. 34 미래 사회에서 살아가기 위해 가장 필요한 능력 ---------- 78
Fig. 35 과학에 대한 흥미와 관심 ---------- 78

# ABSTRACT

## The Development and Application of STEAM Program at the Context of Informal Educational Institutes: The Case of Natural History Museum

Park, Jin Hee
Advisor : Prof. Park, Young-Shin, Ph.D.
Department of Science Education
Graduate School of Chosun University

The purpose of this study is to revitalize the functions of science museum by developing and applying STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) education program in informal educational institute such as science museum. Through a workshop with museum docents who give explanations on exhibits, docents with the researcher's help developed STEAM education program for the use innature history museums. And, after conducting education to visitors through the program, I investigated the effects ofthe program on education through the changes in docents' understandings about STEAM and visitors' responses

For this study, two experienced museum docents who worked for a science museum enhanced their understanding on STEAM education through four times of STEAM seminars and several times of online discussions with the researchers' help during 5 months. Based on this process, they developed their own STEAM programs suitable for each museum which they work for. Science docents and two researchers developed STEAM materials by cooperation and researchers encouraged docents to promote their understandings about STEAM through taking necessary lectures, making and answering questions, discussing issues about STEAM program. The title of STEAM program developed for science museum is 'The

Footprint is a Black Box', which is to experience science learning through STEAM approach by using the taxidermized footprints of mammals in a nature history museum.

**The program was characterized by components of STEAM.** The developed program performs"artistic" activities that create a piece of work by printing patterns on handkerchiefs and shirts with the exhibited footprints of animals based on the imaginative scenario. (The footprints of mammals mean "science") ("A" means fine art). In addition, it conducts "humanistic" activities that could suspect the kinds of animals from the shape of footprints ("A" means liberal art). As for "Engineering", it conducts engineering activities through producing shoes to overcome flatfeet of athletes. As for "Technology", it grasps the kinds of animals from the footprint stamped on the farm and uses a story to reduce the damage to the farm. Lastly, this program includes "Mathematics" that can estimate the size of the animal from the size and stride of footprints.

**The STEAM program was characterized by three stages of STEAM program (recognition of situation, creative design, and emotional experience).** In the stage of recognition of situation, the program consists of finding information from the footprint stamped on the farm which was performed in lecture room of science museum. In the stage of creative design, visitors conducted activities to suspect and measure the shape of footprints by using the exhibits of a nature history museum and find the information. In the last stage of emotional experience, elementary school students attempted to make their piece of work (find art) on their handkerchiefs by printing footprints of animals that they made based on their imagination. For secondary school students and adults, it provided discussions on solutions of situations by using ' (Technology)' in order to reduce the damage to the farms that had footprints of animals.

**The strategies of STEAM program were discriminated according to various visitors as follows.** Elementary school learners observed each mammal and grasped the size and shape of footprints qualitatively, which emphasized"Science (S)" factor. For secondary school students, 'Engineering(E)' and 'Mathematics(M)' were added for emphasis to 'Science(S)' factor quantitatively. For

general adults, a STEAM program that emphasized“ artistic(A)’ expression was developed by suspecting and describing ecological environment through the observation of footprints of mammals. On top of that, in terms of utilization degree of exhibits in nature history museums, the degree was very low for successful application of STEAM program. As an analysis result of STEAM factors and three stages with various visitors, the Science(S)’ factor to find basic information was fully reflectedin theinitial stage of creative design which includes performance of mission. However, the activities of ‘Engineering(E)’ and ‘Mathematics(M)’were implementedin class as they could not use exhibits.

The educational effect of using STEAM program was surveyed with general visitors who participated in the class where the program was implemented. In the class, two museum docents who developed the program also attended and implemented the program. The findings are as follows. The two museum docents who developed the program became to get general understanding and practical knowledge on the STEAM program. Two science museum docents responded that although they felt strange on STEAM program at an initial stage, their understanding on STEAM was formed newly or changed. However, **they also responded that successful ‘practice’ was not achieved as much as their ‘understanding’. Since the same STEAM factors cannot be applied to each of diverse visitors**, they had pressure to develop more contents. In that sense, they replied that they need steady training on STEAM program as they are not experts in that field. **The general visitors who participated in the STEAM program showed high interest in the program and their participation level was high.** The participants replied that although they had little knowledge on the STEAM program, it was interesting as they could experience what they had not had before in the school, through STEAM class. They also suggested that it was useful as they could express their thoughts freely with various themes and experience chances through stories.

**Based on the education effect that was shown after application of the program, we can get the following conclusions.** First, STEAM program in informal educational institutions should be developed by STEAM after

understanding the characteristics of the institute that will apply the program. Since there is restriction in applying STEAM program to institutes according to their characteristics, community-based STEAM education policy should be conducted to engineering college or research institutes as well as museums. Second, STEAM programs for informal education institutions should be developed to apply various strategies according to visitors. In order to fulfill the demands of education desired according to all age, it is necessary to provide a suitable education program for visitors after grasping their propensities. Third, in order to revitalize STEAM program in a science museum, docents'education for expertise on STEAM is required. Considering that the educators are not those who solve the problems or museum docents, it is required to train museum docents through systematic process of STEAM experts training program in a science museum.

# I. 서론

현 과학교육의 목적은 미래의 과학기술 발전을 주도할 창의적이고 융합적인 인재를 양성하는 것이다. 21세기는 융합적 지식과 사고를 기반으로 해결해야 하는 문제가 증가하고 지식기반 사회에서 개념기반 사회로 전환되며, 창의와 문화의 시대적 특징을 갖는다. 날로 발전되는 첨단기술에 발맞추어 인재개발의 중요함을 인식하고 차세대 융합시대를 선도할 인재상으로 과학기술의 지식뿐만 아니라 상상력과 예술적 감성까지 아우를 수 있는 능력을 겸비한 사람을 양성해야 한다. 즉 학문 분야의 영역을 넘나드는 융합적이고 창의적인 사고를 하는 통섭적인 창의적인 멀티형 인재가 필요한 것이다. 이러한 필요성외에도 OECD 국가들을 대상으로 한 2009년 '국제학업성취도 평가(PISA)에서 우리나라는 3위를 차지했으며 2007년 '제3차 수학·과학 성취도 비교연구(TIMSS)'에서 4위를 차지하며 학업성취도 부분에서 높은 순위를 얻는 성적에도 불구하고 학습에 대한 흥미, 자발성 부분에서 PISA 55위, TIMSS 자신감 즐거움부분에서 27위, 29위를 차지하며 중하위권 수준을 보여준다는 것이다. 지식적인 것뿐만 아니라 과학에 대한 흥미와 태도를 긍정적으로 보여주는 정의적 영역의 함양도 골자로 하는 것이 지금의 과학교육의 목적인 것이다.

21세기 지식기반 사회에서 우리나라가 생존할 수 있는 국가경영전략은 각 영역에서 세계적 수준의 전문가와 핵심역량 리더를 육성하는 교육에 의해 좌우된다. 이에 최근 인재를 양성하기 위한 교육적 방법으로써 창의적인 사고와 교과간의 융합과 통합을 기본으로 하는 융합인재교육인 STEAM(Science, Technology, Engineering Arts, Mathematics)교육이 대두 되고 있다. 우리나라의 교육과학기술부 2011년 추진 업무보고(2010)에서 '과학기술-예술융합(STEAM)' STEAM 교육을 주요 정책으로 발표하였다. 융합인재교육(STEAM)은 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있는 학교교육으로써, 융합인재교육의 지원 정책 세 가지를 이야기 할 수 있다. 첫째는 첨단 과학과 생활 속의 기술에 예술적 수업기법을 적용하여 STEAM 교육 컨텐츠를 개발하고 보급하는 것이다. 교과수업에서 활용가능한 컨텐츠 개발과 초중고 학교별, 학급별, 교과별로 특화된 수업모델을 개발하여 보급하는 것을 말할 수 있다. 두 번째는 STEAM 교사에 대한 단계별 맞춤

연수 프로그램 운영을 통해 교원의 역량을 강화하는 것이다. STEAM 교원 역량 강화사업으로는 체계적인 교원연수 프로그램을 지원과 현장적용이 높은 STEAM 수업모델을 개발하는 STEAM 교사 연구회, STEAM 교육 운영의 가능성을 높일 수 있는 STEAM 리더스쿨 등이 있다. 세 번째는 인프라를 구축하는 것으로써, STEAM에 최적화된 미래형 과학교실을 만들어서 STEAM 수업을 이상적으로 구현 할 수 있도록 하는 것이다. STEAM 교육 파트너 쉽을 구축하여 학교현장의 교사뿐만 아니라 다양한 계층에서 참여하여 학교로 가서 체험 · 탐구 수업을 진행하거나 학생들이 방문하여 체험 · 탐구 활동을 할 수 있는 공간을 만들어주는 것이다(한국과학창의재단, 2012). 이러한 정책 아래 실시되어 온 연구를 살펴보면, 여러 가지의 효과를 보여주고 있다. STEM 통합 접근의 공학교육 프로그램 모형 개발·적용에서는 STEM 통합 접근의 교육 프로그램 개념 모형을 제시하여 과학, 기술, 공학, 수학을 엮어내는 통합핵심 요소로서 주제, 문제, 제작의 세 가지를 제안하였다(문대영, 2007). 그리고 배선아(2011)는 중학교 전기전자기술 영역의 활동중심 STEM 교육 프로그램을 개발하였는데, STEM 관련 교과에 대한 태도와 현실세계의 문제해결 능력에 초점을 맞추었다. 개발된 프로그램은 방과 후 활동에 적용되었고, 학생들의 인지적, 정의적 영역에 긍정적인 효과가 나타났음을 확인하였다.

현재 STEAM교육의 많은 부분이 위에서 언급한 대로 학교현장을 중심으로 하여 형식교육을 통해 이루어지고 있지만 과학교육의 목적은 형식교육기관뿐만 아니라 비형식교육기관에서도 이뤄져야 함을 감안 할 때 비형식교육기관에서도 STEAM 교육은 이뤄져야 할 것이다(박영신과 이정화, 2011; 2012). STEAM 교육은 형식교육기간만이 아닌 비형식교육기간 과학관에서도 효과적으로 적용될 수 있는데 이는 과학관이 비형식 교육기관이자 학습자 중심의 교육 환경, 전시물 기반 학습과 협동학습의 환경의 특성을 가진 과학관교육의 고유의 특징과 부합하는 부분이 많기 때문이다(임하리, 2012). 과학관은 전시물을 활용하여 다양한 교과와 연계한 융합교육의 구성을 통하여 책과 실물 사이, 혹은 책과 체험 사이에서의 인지적 작용을 통하여 그 속에서 학습 효과를 창출 할 수 있다(홍수지, 2012). 즉 과학관은 학습자들의 중심에서 자유선택학습이 가능하며 전시물을 통하여 자연스러운 호기심과 흥미를 갖고 학습할 수 있는 공간이다. 이러한 교육적

장점을 가지고 있는 과학관이지만 빠르게 변화하는 과학에 맞춰 전시물을 적절히 교체하는 데에는 예산 부족으로 어려움이 있다. 국내외 과학관에서는 그 대안으로 다양한 교육프로그램을 개발하여 이를 활용함으로서 관람객들의 교육적 만족도를 높이는데 노력하고 있다(이정화, 2012). 위 같이 점차 과학관 교육에 관심을 갖고 있음을 알 수 있음에 따라서 과학관의 교육적 역할이 충실히 이뤄지기 위해서는 교육방법에 대한 부분은 우리가 간과해서는 안 되는 부분이다. 과학관의 교육은 이를 담당하는 교육담당자에게서 기대해 볼 수 있는데 이들은 과학관의 소장품과 전시에 대한 효율적인 교육 프로그램을 개발하고 실행 · 평가하며, 과학관에 대한 일반관람객의 이해도와 잠재된 접근성을 높인다. 교육담당자는 교육프로그램 관리자, 교육 프로그램 개발자, 교육프로그램 실행자 세 분류로 나눌 수 있는데 그 중에서도 대중과 대면하며 전시설명을 담당하는 교육 프로그램의 실행자인 도슨트의 기대가 커지고 있다. 도슨트는 전시물을 통한 교육프로그램의 효율성을 극대화 시키는 가장 중요한 교육프로그램 실행자로써, 이들의 교육적 역할을 충분히 실행하기 위해서는 먼저 도슨트에 대한 양성 교육이 충실히 이뤄져야 할 것이다. 즉, 다양한 분야의 수요에 따른 폭넓은 전문성을 함양하고 전체적인 관점에서 다양한 학문적 영역이 통합적으로 고려된 교육이 실시되어야한다. 그러나 국내 과학관의 경우에는 도슨트의 체계적인 전문가 양성 프로그램이 갖추어지지 않은 상황이다.

비형식을 대표하는 기관인 과학관, 박물관에서의 STEAM 활동에 관한 선행연구들을 살펴보면, 박물관 STEAM 프로그램 도입 필요에 관한 연구(이주헌, 2012), 박물관에서의 STEAM 교육을 통한 미적경험함양: 경희대 자연사박물관 사례를 중심으로(홍수지, 2012) 박물관에서의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용사례 - 과학에 대한 흥미도에 미치는 영향을 중심으로(임하리, 2012)의 연구가 보고 되고 있지만, 다양한 관람객을 중심으로 개발된 도슨트 STEAM 교육프로그램 개발에 대한 연구는 절실히 필요하다 하겠다. 특히 국내의 현 과학교육의 목적인 창의적이고 융합적인 인재 양성을 달성하기 위해 형식기관에서는 STEAM 교육 정책을 적극적으로 수행하고 있는 것(박영신, 2012)에 비해 과학관련 박물관이나 과학관과 같은 비공식 STEAM 교육의 정착방안에 대한 국내 연구는 외부 자료수집과 내부 실험단계가 이루어지는 단계의 시작점에 있다고

할 수 있다(이주헌, 2012). 오현숙(2013) 연구에 따르면, STEAM 교육 프로그램 개발 연구의 프로그램 적용별 분석에서 정규교과수업 및 창의적 재량 수업 등을 포함한 정규시간을 활용한 연구가 55.6%으로 가장 많았으며, 교과 시간외에 방과 후 시간은 33.3%, 외부기관(박물관, 인근대학, 연구소등) 기타시간을 이용한 연구는 4%에 불과했다.

STEAM이 현재 국내에서 강조되는 교육정책이라면 융합인재를 양성하기 위해서는 교육콘텐츠와 교육장소의 구분을 허물어야 하며 형식교육 이외에도 학교 밖의 교육에서도 연계교육으로 이어져야 한다. 이에 STEAM교육정책에 대해 알아보고 과학관과 같은 학교 밖의 교육에서의 교육정책 반영의 시도나 활성화가 학교에서만큼 강조되지 않고 있음을 비교한다. 그리고 학교 밖의 교육을 대표하는 과학관에서 STEAM 교육을 반영하기 위해서는 관람객과 직접 상호작용하는 도슨트를 교육하여 프로그램이 개발되었으며 개발된 프로그램은 과학관만의 특징을 이용하여 적용될 수 있어야 한다. STEAM교육을 도슨트 양성제도에 적용하여 프로그램을 개발·적용하였을 때 교육효과를 알아보기 위해서는 개발에 참여한 2명의 도슨트와 개발한 프로그램의 수업에 참여한 일반 관람객을 대상으로 조사한다. 실제 과학관의 현장에서 실질적으로 사용가능한 STEAM 프로그램을 개발하고 이를 도슨트들이 적극적으로 사용하여 필요한 역량을 갖춘 도슨트를 교육하는데 자료가 될 수 있도록 하였다. 국내외에서 요구되는 교육정책과 현장의 수요를 반영한 융합인재양성 프로그램(STEAM)을 도슨트의 전문성 함양을 위한 콘텐츠를 이용하여 개발 · 적용함으로써, 과학관 교육 즉 도슨트 전문성 함양 교육에 보급하는 것이 이 연구의 필요성이라 할 수 있다. 이상의 연구 목적을 바탕으로 다음과 같이 연구 문제를 정리하였다.

1. 과학관에 적용된 STEAM 교육 프로그램은 어떤 특징을 중심으로 개발되어야 하는가?

2. STEAM 교육 프로그램의 교육적 효과는 어떠한가? 도슨트 교육자의 인식의 변화와 관람객들의 과학에 대한 흥미 및 관심을 중심으로 알아본다.

# II. 이론적 배경

본 장에서는 연구에 필요한 이론적 배경을 살펴보고자 한다. 먼저 외국의 STEM 교육에 기반을 둔 우리나라의 STEAM교육의 특징에 대해서 알아보고 STEAM의 교육이 효과적으로 발현될 수 있는 교육환경으로서 과학관에 대해서 서술하였다. 마지막으로 과학관에서 이루어지고 있는 교육프로그램에 대해서 논하였다.

## A. STEAM 교육의 특징

빠르게 변화하는 사회에 대처하고 적응하며 변화 · 발전하기 위해서 최근 인재양성은 틀에 맞추어진 커리큘럼이나 학습 방법이 아닌 학습자의 적성과 능력에 따라 학습하는 교육적 방법이 크게 대두되고 있다. 한편 PISA와 TIMSS에서 보여주는 우리나라 과학, 수학의 성취도 수준은 세계 여러 국가 중에서 상위권을 유지하고 있지만 학생들의 수학 및 과학에 대한 가치, 자기효능감, 즐거움 등은 하위권을 나타내면서 학생들의 42.3%가 과학교육 내용이 어렵다는 반응을 보였다. 이에 우리나라의 교육과학기술부는 2011년 추진 업무보고에서(2010) '과학기술-예술융합(STEAM)' 강화를 제시하고, STEM 교육에 예술을 포함한 STEAM 교육을 주요 정책으로 발표하였다. 국가 경쟁력의 자산인 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재양성을 위해 초·중등학교 수준에서부터 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 융합적 사고와 문제 해결 능력을 배양할 수 있는 STEAM 교육이 필요하다는 것이다(교육과학기술부, 2010).

먼저 STEAM 출현하게 된 배경을 알아보면 미국, 영국, 핀란드와 같은 선진국에서는 오래전부터 국가경쟁력이 약화되는 것을 방지하기 위해 수학, 과학의 강정책을 펼쳐왔다. 미국은 1990년부터 STEM 교육을 시작으로 오바마 정부에서는 '미국경쟁력 강화법안'을 통해 STEAM 교육을 강조하며, 학생들의 과학, 수학 과목에 대한 학업성취도와 흥미를 높이기 위해 노력해왔다. 이는 빠르게 성장하는 직업의 80%이상이 과학기술을 필요했기 때문에 경쟁력 있는 인재를 양성하기 위해서 STEAM을 강조했다. 영국의 경우를 보면 기업, 기관, 학교 등이 연계하여 STENet(STEAM Network)을 형성하는 등 STEM 분야 인재양성을 위한 정

책을 확대하고 있다. 핀란드 또한 LUMA 프로젝트를 통한 과학과 수학교육의 중요성을 강조하며 지원을 확대하고 있으며, 이스라엘은 IASA 과학예술영재학교를 설립하여 융합형 인재를 양성하기 위한 교육프로그램을 제공하고 있다. 이처럼 선진각국에서는 과학, 수학 교육의 중요성을 인식하고 관련 분야 진출을 유도하기 위한 국가적인 시스템을 마련하고 있다고 한다(한국과학창의재단, 2012).

이 외에도 관련된 국외 연구를 보면 Sanders(2009)는 STEM 교육에 T와 E를 핵심적으로 포함하여 학교 내의 다른 여러 교과와 통합 또는 연계를 실시하고 있고, 이를 통해 그 효과를 극대화시키고자 하였다. 이와 더불어 Mase(2010)에 의하면 과학-기술-공학-수학의 융합교육의 결과가 개인의 창의성으로 발현되기 위해서는 반드시 예술과 인문학(Art)이 포함되어야 한다고 하였다. 즉 예술교육을 통해 학생들의 과학 창의적 사고와 혁신적 아이디어를 자극한다는 것이다. 이에 우리나라에서는 기존의 STEM 교육에 예술(Arts)을 포함하여 과학수업에 예술적 교육 기법을 접목하고자 하는 STEAM 교육 방안이 시작되기도 하였다. 하지만 현재 Arts는 예술을 포함하여, fine art, physcal art, liberal art 등을 포함한 확장된 영역의 art로 간주하고 있다(한국과학창의재단, 2012).

Yakman & Kim (2007)은 STEAM을 “과학과 기술은 공학과 예술을 통해 해석되고, 이 모든 분야는 수학적 요소들을 기반으로 한다.”로 언급하면서, 평생(Life-long) 교육, 통합(Integrative) 교육 단계, 다 학문적(Multidisciplinary) 교육 단계, 학문(Discipline Specific) 교육 단계, 내용(Content Specific) 교육 단계로 구분하여 이들의 상호작용적 구조를 [Fig. 1]과 같이 나타내었다.

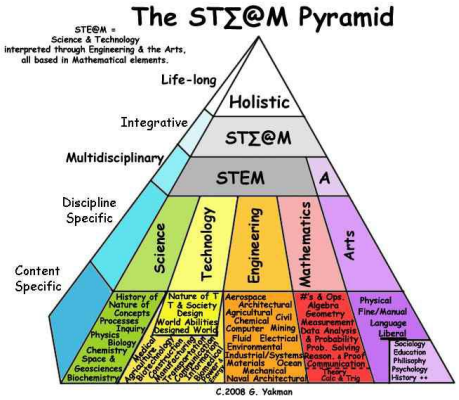



Fig. 1. STEAM 체계

STEAM 교육은 외국의 STEM교육에 기반을 둔 교육 방안으로써 교과 중 두 가지 이상의 교과 사이의 내용과 과정을 통합하는 교육 접근 방식이며, 기술(Technology) 또는 공학(Engineering)의 한 분야를 포함해야 하고, 언어, 예술, 사회 등과 같은 다른 학교 과목과의 연결을 통해서도 시행될 수 있는 것을 말한다(이효녕, 2012). 먼저 국내의 STEAM 교육의 출현배경을 알아보면, '어떤 경험을 어떻게 제공할 것인가'에 대한 창의적 설계를 통한 감성적 체험을 강조하였으며(박현주, 2012) 과학기술과 관련된 융합적 지식, 과정, 본성을 기반으로 자기주도적 학습경험을 제공하였다(백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박조윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현, 2012). 이동윤(2011)은 통합 교육에 대해 여러 교과를 구분하는 경계선을 없애고 여러 교과 영역이 사라지는 교육과정 조직의 한 접근방법이며 통합 교육과정에서는 개념적 또는 실생활중심 접근 방법을 활용하였다. 실생활중심의 교육 방법은 학습자들의 각기 다른 선지식과 맥락적 상황을 학습으로 효과적으로 이끌어 갈 수 있는 방법이라고 하였다. 융합적사고와 스토리텔링활동과 인문학을 통한 창의적사고 · 인성을 함양하는 것으로써, 정리할 수 있다(김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈, 2011). 이동윤(2011)에서는 여러 교과간의 구분을 고려하지 않고, 각 교과 간 연계되는 부분들의 지식이나 경험을 서로 재구성하여, 유의미한 방식으로 관련짓고, 통합하여 전체로서의 학습이 이루어지는 교육과정이다. 통합교육을 어떤 기준에 의해서 각 교과로 분리 독립되어 있는 공통적이고 통합적인 요소들을 수업과정에서 상호 관련짓고 통합함으로써 하나의 의미 있는 체계로 발전시켜 교육하는 것이라 정의하였다. 한국과학창의재단(2012)에서는 STEAM교육을 융합인재교육이라 칭하고 학습준거를 학생이 문제 해결의 필요성을 구체적으로 느낄 수 있는 상황을 제시함으로써 학생 스스로 문제를 해결하는 방법을 찾아가는 창의적 설계를 통해 학생이 문제 해결하였다는 성공의 경험을 통해 새로운 문제에 도전하고자 하는 열정이 생기게 하는 감성적 체험이라 하였다. 또 STEAM 수업 유형으로 교과 내 수업형, 교과 연계 수업형, 교육과정 재구성 창의적 체험활동 방과 후 학교 활용형 이렇게 세 가지 형태로 나누었다. 먼저 교과 내 수업형태로는 하나의 중심 교과에 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 요소를 연계하는 형태로 구분되고, 교과 연계 수업 형태로는 주제 중심으로 관련된 여러 교과를 연계하는 형태로 나누고, 교육과정 재구성 주제 중

심으로 전체 교육과정을 재구성하거나 별도의 프로그램을 개발하는 유형으로 구분하였다. 다시 말해 STEAM 교육은 기존의 STEM의 개념에서 예술까지 포함한 '과학융합교육'을 말하는 것으로 과학 기술에 대한 흥미와 이해를 증진시키고 단순한 지식 습득 과정을 넘어 예술의 영역까지 아우르는 간학문적 지식을 형성하여 창의적이고 융합적 사고와 문제 해결 능력 등을 배양할 수 있도록 한다는데 목표를 두고 있다(한정혜, 박주현, 조미헌, 박일우, 김진오, 2011)고 할 수 있다.

위 같은 교육적 특징을 갖고 있는 STEAM은 교수 학습 방법의 특성으로 다음과 같이 네 가지의 요소를 갖추어야 하는데 (김정아 외, 2011) 그 내용은 다음과 같다.

첫째, STEAM 교육은 과학·기술·공학·수학을 중심으로 융합적인 사고를 할 수 있는 활동이어야 한다. 둘째, 수학과 과학의 기초 원리에서 첨단 기술·공학까지 스토리텔링으로 자연스러운 흐름을 갖추어야 한다. 셋째, 활동에 Arts를 접목시키고, 다양한 과학 체험 활동을 통한 창의적인 사고가 가능하도록 한다. 넷째, STEAM에 체계적인 탐구능력과 윤리 및 사회성, 협동성, 의사소통 능력 등의 훌륭한 인성을 가질 수 있는 활동을 제안한다. 이러한 STEAM의 교수 학습 방법의 특성을 기반으로 한 연구를 보면 그 교육의 효과는 긍정적이라고 할 수 있다. 학교교육에서의 STEAM 프로그램에 관한 초등학교 중학교 고등학교 학년 별 선행 연구들을 살펴보면, 먼저 초등학교 저학년을 대상으로 융합인재교육(STEAM)이 재구성된 교육활동은 과학적 내용지식 형성과 과학에 대한 흥미와 자신감 형성에 어떠한 효과를 주는지에 대한 연구(서주희, 2012)결과를 보면, 초등학교 저학년 학생의 과학적 내용지식 형성은 큰 영향을 미치지 않았지만, 학생별 특성에 따라 효과가 있음을 나타낼 수 있었다. 또한, 과학에 대한 흥미와, 과학학습에 대한 흥미, 자신감 형성에 영향을 주고 있었다. 이에 서주희(2012)는 STEAM 프로그램의 지속적인 연구가 이루어져서 과학교육에 필요한 교수방법으로서 많은 교사가 공유할 수 있도록 노력해야 함을 제시하였다.

중학교 1학년 기술 교과를 위한 프로그램을 개발한 후, T-STEAM 프로그램[1)]이 학생의 흥미도와 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 윤정교(2013)

1) 기술 교과 중심의 STEAM 프로그램을 T-STEAM 프로그램이라 칭하며, 기술교사가 기술 수업에 적용할 수 있는 STEAM 프로그램이다.

연구에서는 실험집단과 통제집단으로 구분하여 흥미도와 학업성취도의 사전 검사, 사후검사를 실시하였다. 그리고 T-STEAM 프로그램을 실험집단에 처치한 후 통제집단과의 학생들의 흥미도와 학업성취도를 비교해보았다. 이에 T-STEAM 프로그램을 활용하여 학습한 실험집단의 흥미도는 학업성취도는 단원별로 향상효과는 다르지만, 통계적으로 유의미한 차이를 나타내었다. 그러나 T-STEAM 프로그램이 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 내용을 통합하여 배우다 보니 다선형 시험으로 측정한 인지적 영역의 문항이 특정 과목 중심으로 이루어져 있어 그 효과를 알아보는데 제한적이었다. 이에 융합인재교육(STEAM)에 적합한 보다 학업성취도 평가법이 개발되어야 할 것을 제시하고 있다.

한편, 고등학생을 대상으로 융합교육을 활용한 물리수업방법을 개발 적용한 결과(이학용, 2011), STEAM 교육을 활용한 물리수업은 학생들의 물리에 대한 흥미를 높였으며, 물리를 이해하는데 도움을 주었다. 그리고 창의성 향상에 도움이 되었다는 결과가 나왔다. 이에 흥미뿐만 아니라 창의력 향상과 과학에 대한 이해, 인성교육 등 다양한 요소를 고려해서 자료를 개발해야 한다고 제시하고 있다. 여러 연구에서 보여 지는 바와 같이 다양한 대상으로 한 학교교육에서의 융합인재교육(STEAM)은 활성화 되어있음을 알 수 있다. 현재 STEAM교육의 많은 부분이 형식교육을 통해 이루어지고 있다. 그러나, 과학교육의 목적은 달성하기 위해서는 형식교육기관만이 아닌 과학적 소양의 50%를 책임져야 하는 과학관에서도 또한 이루어져야 한다. 현대사회는 자연주의 과학, 감성적 문화의 접근, 역사에 대한 활용적 실험, 체험 교육의 변화 등 새로운 형태의 융합 콘텐츠에 대한 갈증이 증폭되고 있다. 이에 STEAM 교육을 학교 안에서 뿐만 아니라 학교 밖에서도 적용될 필요가 있다. 이러한 STEAM 교육의 교수 학습 방법은 비구조적인 교육 환경을 가지고 있는 과학관 교육의 특성과도 관련이 깊다 할 수 있다. 과학관의 독특한 교육환경은 관람객의 호기심과 흥미를 자연스럽게 유발시킴으로서 형식기관에서 기대하지 못했던 교육의 효과를 얻을 수 있는 충분한 교육의 장이라고 할 수 있기 때문이다. 이에 다음 장에서는 학교 밖 교육을 대표할만한 과학관에 대해서 알아보고자 한다.

## B. 과학관

‘과학관육성법에 따르면 과학관이라 함은 과학기술 자료를 수집·조사·연구하여 이를 보존·전시하며, 각종 과학기술교육 프로그램을 개설하여 과학기술지식을 보급하는 시설로써, 과학기술자료·전문직원 등 등록요건을 갖춘 시설을 말하는 곳으로 박물관의 탄생과 변천에 그 뿌리를 두고 있다. 여기서 과학 기술 자료는 기초과학·응용과학·산업기술·과학기술사 및 자연사에 관한 자료와 기타 대통령령이 정하는 자료로서 과학·기술에 관한 역사적·교육적 가치가 있는 것을 말하며 과학기술교육프로그램은 “과학기술지식의 보급을 위한 각종 경연, 실험·실습, 강좌·강연회, 영사회 및 체험·탐구·연구 프로그램”등을 말한다.

과학관은 20세기 후반 과학, 기술, 산업 등의 발전과 사회문화적 변화에 따라 탄생하게 된다. 고도의 발달된 과학이 생활전반에 깊숙이 들어와 있는 현재, 우리의 생활권에 존재하고 있는 과학관의 실태를 통해 파악하여 알아본다.

### 1. 과학관의 실태 및 인식

과학관은 박물관의 탄생과 변천에 그 뿌리를 두고 있으며, 17세기에 영국에서 최초의 공공박물관이 탄생한 후, 18세기에 전문 박물관으로서 자연사박물관이 분화 건립되었었다. 20세기 전반에는 과학, 기술, 산업의 발전과 그로 인한 대규모 박람회를 바탕으로 또 하나의 전문 박물관인 과학기술산업관이, 후반에는 과학탐구관이 서구뿐 아니라 전 세계적으로 퍼지게 되었다. 이에 과학, 기술, 산업 등의 발전과 사회문화적 상황 및 모든 사람을 위한 비형식교육 등과 관계되는 독특한 성격의 ‘과학관’이 탄생하게 되었다(정기주, 박승재, 전태일, 구수정, 김찬종, 김혜련, 백령, 유부원, 유창영, 이근주, 이정구, 임창영, 정관택, 조영복, 홍영표, 2010).

현재 국내 과학관은 매년 그 수가 증가하고 있으나 세계 주요 선진국들의 과학관과 비교하여 여전히 부족함을 보이고 있다. 즉, ‘03. 12 수립된 제1차 과학관육성기본계획(‘03 ~ ‘07)과 ‘09. 6 수립된 제2차 과학관육성기본계획(‘09 ~ ‘13)에 의해 점차 과학관이 건립되면서 국립과학관은 8개 설립, 공립과학관으로는 60

개가 설립되어 운영되고 있고, 사립과학관은 27개가 운영되고 있으면서 2011년 12월 기준 국내에는 95개의 과학관이 운영되고 있다(Table 2). 이러한 과학관의 설립이 증가하고 있으나 선진국 수준에는 아직 미치지 못하는 수준이다.

Table 1. 국・공・사립 과학관 현황(2011. 12월 기준)

| 구분 | ~ 2007년 | 2008년 | 2009년 | 2010년 | 2011년 | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 국립 | 7 | 1 | - | - | - | 8 |
| 공립 | 35 | 4 | 10 | 6 | 5 | 60 |
| 사립 | 20 | 3 | 2 | 2 | - | 27 |
| 계 | 62 | 8 | 12 | 8 | 5 | 95 |

(교육과학기술부, 2012)

선진국의 과학관 1개에 따른 국민의 비율을 보면 Table 3의 자료가 2010년의 통계자료임에도 불구하고, 현재 국내 52만 명당 1개의 과학관을 보유하고 있는 국내 실정과 비교했을 때 국내는 선진국에 비해 매우 적은 수의 과학관을 보유하고 있다.

Table 2. 선진국과 국내 과학관 수 비교 (교육과학기술부, 2010)

| 항 목 | 미국 | 영국 | 독일 | 프랑스 | 일본 | 호주 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 과학관 수 | 1,950 | 485 | 617 | 628 | 794 | 72 |
| 과학관 1개당 인구(만 명) | 14 | 12 | 13 | 10 | 16 | 33 |

또한 이 낮은 비율은 1998년 기준으로 미국이 16.3만 명당 1개의 과학관을 운영하고 있으며 그 밖에 일본은 15만 명당, 영국은 13만 명당, 독일은 7만 명당,

프랑스는 12만 명당 1개의 과학관을 가지고 있는 12년 전의 다른 OECD국가의 수준에도 못 미치고 있다(고상원, 1998)는 열악한 국내 과학관의 실정을 보여주고 있다. 이러한 현 실태를 극복하기 위해서 정부는 제1·2차 과학관육성기본계획을 수립하여 과학관을 선진국 수준으로 확충하는 것을 목표로 꾸준히 건립지원 하고 있다. 과학관의 건립지원으로 우리 생활에 점차 들어오고 있는 과학관에 대해서 과연 국민들은 어떻게 인식하고 있는가에 대해 임경미(2000)에 따르면 과학관은 단순히 관람하는 형태에서 점차 직접 체험하면서 흥미를 느낄 수 있는 대상으로 바뀌고 나아가 과학적 원리를 이해시키는 교육의 장으로 발전하고 있다. 이에 긍정적인 인식을 가져오게 하는 과학관의 기능은 현재 어떻게 이루어지고 있는지, 그 구체적인 내용을 다음에서 알아보자.

## 2. 과학관의 기능

다음에 제시한 과학관의 기능은 어느 한 과학관에서 모두 수행하는 것은 아니고 대표적인 과학관의 기능이다. 과학관의 목적과 특성에 따라서 하나의 기능이 더욱 부각되어 수행된다. 과학관의 기능 그 첫 번째로, '수집·보존의 기능'으로써, 과학관의 가장 기본이 되는 기능이다. 수집의 대상은 인간 또는 인간에 관계된 모든 자료로써 범위와 종류가 매우 광범위하며, 보존은 보전되어 있는 상태를 그대로 유지하는 협의의 개념과, 현 상태유지에서 한걸음 나아가 과학적 수단과 방법을 동원하여 보존처리를 가하는 광의의 개념이 있다. 두 번째, '연구 기능'으로써, 자연과학과 관련된 학술적 순수 연구뿐만 아니라 과학관 소장 자료를 보존하는 보존과학 연구, 과학전시의 연구, 과학교육학적 연구, 과학관 관리 운영에 필요한 경영연구, 과학관의 기능을 전반적으로 다루는 박물관학 연구 등이 있다. 이것은 과학관에 관한 사회적 욕구가 다양해지고, 과학관으로서도 사회에 대한 적응도가 높아지고 있음을 뜻한다. 세 번째, '전시 기능'으로써, 관람자가 과학관을 찾아와 즐겁게 전시물을 보고 그것에 대해 깊이 생각하며 또다시 와서 봐야겠다고 생각하게 하는 것이다. 과학관이 연구기관 또는 교육기관의 성격이 강한 과학관이라고 할지라도 전시 기능은 과학관이 반드시 수반해야 하는 특수한 기능이다. 네 번째, '교육 기능'으로써, 학교교육의 연장선상에서 청소년들을 교육하

는 기능과 일반시민의 학습욕구를 충족시키고 과학적 소양을 증진시키는 기능을 가지고 있다. 이는 초·중등학생의 학교 밖 과학교육 및 일반인의 비정규 과학교육의 장으로 활용됨으로서 인류의 미래와 전주기적인 생애교육에 과학의 역할과 중요성을 인식시키는 기능이기도 하다. 다섯 번째는 '문화 기능'으로, 과학관은 여가활동, 예술과 체육 및 과학의 상호작용 등에 기여하는 사회문화적 기능에 공헌한다. 현대인들이 여가 시간에 방문하여 정신적 휴식과 재충전을 할 수 있는 장소로써 관람객들이 즐거움과 흥미를 느끼고 부담 없이 방문하는 문화적 공간으로 태어나야 한다. 문화 기능 수행을 통해 과학문화 거점으로써 문화적 상황 속에서 과학융합문화 창출과 과학문화 창달의 선봉으로서 공헌해야 한다(정기주 외, 2010). 과학관은 교육적 가치와 과학에 대한 학습 의욕을 향상시킬 수 있고 사고력 개발을 위한 좋은 학습자료 공간이다.

위와 같은 과학관의 다양한 기능은 과학관의 건립목적에 따라 좀 더 부각 되는 기능이 있지만 과학관의 기능은 과학관의 존재의 가치이며 관람객들에게 제공되어야할 과학관의 서비스이다. 과학관은 직접 체험하면서 흥미를 느낄 수 있는 대상, 과학적 원리를 이해시키는 교육의 장으로 발전, 흥미와 만족부분에서 사전에 비해 사후에 더 긍정적으로 나타나고 있다(임경미, 2000) 또한, 교육을 통한 관람객의 만족도 연구 조사에 따르면 증가하고 있음을 알 수 있다. 과학관에서의 과학교육은 과학적 소양의 50%를 책임져야 하는 기관으로써의 과학관의 프로그램은 어떤 것이 있으며, 프로그램의 내용에 대해서 구체적으로 알아보자.

## C. 과학관의 교육

초기 과학관의 기능은 박물관에서 출발하여 과학관학적으로 가치 있는 유물을 수집, 기록, 보존, 전시, 교육활동의 기능을 수행하였다(임성택, 이병훈, 1978). 그러나 근래에 와서 점차 과학관은 직접 체험하면서 흥미를 느낄 수 있는 대상으로 바뀌어 갔고 나아가 과학적 원리를 이해시키는 교육의 장으로 바뀌어 갔다(임경미, 2000). 과학관이 교육의 장으로서의 역할을 다 할 수 있도록 과학관교육이 효과적으로 발현되기 위한 필요조건으로는 전시물과 과학관 교육요소의 유기적 결합이다. 전시물이란 관람자에게 경험을 제공하는데 있어서 중요한 실제의

작품을 말하고 교육요소란 박물관 교육을 수행하기 위해 교육적 목적을 가진 교육전략 및 교육방법을 의미한다. 따라서 효과적인 박물관 교육이 이루어지기 위해서는 이 두 가지 요소가 유기적으로 결합되어야 하며 박물관 교육의 특수성을 바탕으로 대상 학습자에 대한 이해와 이에 적합한 교육목표와 교육방법을 갖추어야 한다.

실제 교육요소가 유기적으로 잘 결합된 과학관은 다음과 같이 긍정적으로 받아들여지고 있다. 첫째, 학교 과학교육 과정에서 제공해 줄 수 없는 과학을 경험할 수 있는 기회로서 실제적 활동을 통해 자연현상과 사물에 대한 흥미와 호기심을 유발하여 학생들의 과학 학습에 인지적·정의적 측면에서 영향을 준다(김태형, 이창진, 신명경, 2005). 둘째, 과학과 기술, 자연에 대한 지식뿐만 아니라 과학적 소양을 기를 수 있는 다양한 기회를 제공하며, (Henriksen & Froyland, 2000; Henriksen & Jorde, 2001; Koster, 1999; Semper, 1990). 과학의 본성을 이해하고(이선경, 신명경, 김찬종, 2005) 자연현상과 사물을 해석하며, 과학의 발견, 발명, 탐구력, 창의성 등 을 키우게 하는 중요한 역할을 담당하고 있다(최지은, 김찬종, 2005). 셋째, 관람객들의 과학에 대한 흥미나 관심을 높여줄 뿐만 아니라 우리들의 일상생활 속에 존재하는 사소한 것들을 과학 기술과 연관시켜 학교 과학교육에서 다루지 못하는 넓은 의미의 과학교육과 과학적 소양에 중요한 기여를 한다(장현숙, 최경희, 2005). 넷째, 과학적 탐구활동을 통해 과학에 대한 관심과 흥미를 고조시키고 과학 태도와 가치관의 긍정적 변화를 가져온다(박승재, 신수현, 유준희, 윤성규, 전태일, 정인경, 2007). 이러한 과학관의 긍정적 평가는 과학관에서 실행되고 있는 교육으로 이루어지고 있는데, 그 교육의 실체는 교육 프로그램이라고 할 수 있다.

## 1. 과학관 교육프로그램

과학관에서는 관람객들을 위해 다양한 전시물을 전시하고 있고, 교육프로그램을 통하여 그들의 과학에 대한 흥미와 관심을 유도하며, 올바른 과학 문화 형성을 위해 노력하고 있다(오철한, 2001). 즉 과거에 비해 다양한 연령층이 과학관을 방문하거나 교육프로그램에 참여함으로써 과학관은 관람객의 수요에 맞게 전시

물을 재구성하고 끊임없이 교육프로그램을 개발하고 있다. 과학관의 교육 프로그램은 4분류의 대상으로 나누어 적용된다. 첫 번째는 평생교육으로 일반인 및 가족 관람객을 위한 과학 전시해설이나 교육 프로그램을 이야기 할 수 있으며, 일반적인 과학관의 전시해설 프로그램을 이야기 한다. 두 번째로는 학습자 중심의 학교교육 연계과정 프로그램으로써, 학생들이 교육과정의 내용을 학교교육과정에서만이 아닌 과학관을 이용해 적용함으로써 다양한 프로그램을 적용할 수 있다. 세 번째는 교원양성프로그램으로써 교사를 양성을 위하여 학교안팎으로 프로그램이 운영되고 있다. 마지막 네 번째로는 과학관에서의 도슨트 및 해설사의 전시해설 및 교육담당자들의 전문 양성 연수프로그램이 운영된다.

현재 우리나라 과학관에서의 교육프로그램은 과학교육의 특성을 기본으로 다음의 4가지 유형(전시 중심, 대상 중심, 교육 이벤트, 도슨트 교육활동)으로 나눌 수 있다(백령, 2005).

전시 중심 교육프로그램은 과학관의 전시물에 대한 교육으로 이용객의 호기심을 충족시키고 흥미를 유발하기 위해 전시물에 대한 지식과 정보가 효과적으로 전달될 수 있도록 개발하여야 한다. 즉 과학관을 방문한 관람객의 1차적인 목적인 전시물 관람을 통한 지식습득이 충족될 수 있도록 전시 중심 교육프로그램은 표제, 설명글을 제작하는 것이다. 그리고 이용객 스스로가 관람할 수 있도록 돕는 가이드 책(self-guide book)을 제작하여 보급을 통한 정보 제공은 충분히 이루어 져야 할 것 이다(이정화, 2012).

대상 중심 교육프로그램은 ① 어린이 프로그램, ② 학교 연계 프로그램, ③ 일반인 대상 프로그램 ④ 가족 프로그램으로 구성할 수 있다. 특히 학교연계 프로그램에 있어서 과학관에서 이루어지는 프로그램은 교육과정과 연관되어 박물관 고유의 경험을 제공하는 전시물 관람 및 활용 활동을 통해 박물관 내에서의 Hands-on 활동 및 field trip 등 수업 현장으로서 선택적 조직이 가능하고(이선경 외, 2004), 과학관의 공간은 학생들의 학교 밖 과학 활동 공간으로 활용하는데 있어서 많은 가능성을 가지고 있다(정세진, 2003; 김소희・송진웅, 2003). 또한 우리나라 과학관(서울과학관, 국립 중앙과학관)에서 운영되는 교육활동 프로그램은 예전에 비해서 매우 다양해졌으며 학생들이 참여할 수 있는 기회가 많아지고 학교에서 교육활동의 일환으로 이용할 수 있는 기회의 장이 될 수 있음을 충분

히 보이고 있다(김혜원, 2004). 그러나 긍정적인 기대에도 불구하고 프로그램의 운영이나 제한된 활동이 교사들로 하여금 학교 교육과 연결되어 교육 활동이 이루어지지 못하게 하는 걸림돌이 되고 있다. 따라서 학교연계프로그램으로 과학관 어린이 프로그램의 경우 전시 중심의 학교연계프로그램과 교과연계프로그램의 개발이 절실함을 알 수 있다(김혜원, 2004).

교육 이벤트 교육프로그램은 모든 연령층을 수용할 수 있으며 과학을 주제로 놀이와 과학의 원리를 동시에 수용함으로서 참여자와 함께 호흡하는 과학 문화를 창출할 수 있는 프로그램으로 과학관을 활성화시키는 역할을 담당할 수 있다(이정화, 2012). 과거 과학관은 전시물을 해설하는 교육에 대해서 치중한 반면에 현재의 과학관은 전시물을 활용하여 개발시킨 다양한 교육프로그램을 강구하고 있다. 일예로 국립과천과학관의 유아과학탐구교실, 자유탐구학습프로그램, 이공계 진로 탐구 교육 프로그램과 국립중앙과학관의 전국학생발명품 경진대회, 창의 실험 체험 프로그램, 자연탐구활동지도사 양성 프로그램, 평생사회교육 프로그램, 과학문화재탐방과 같은 교육프로그램을 통해 관람객과 호흡하는 과학관을 실현하고 있다. 이러한 이벤트 교육 프로그램은 관람객에게 과학에 대한 지적 호기심 유발에 효과적이라고 할 수 있다.

위와 같은 교육에 대한 효과는 다음과 같이 충분히 나타나고 있다. 최근 박물관에서의 STEAM 교육 프로그램 개발한 임하리(2012)는 초등학생, 중학생 72명을 대상으로 교육프로그램을 참여시킨 후 설문조사와 활동지를 통하여 과학관의 방문 전후에 학생들의 과학관에 대한 흥미도를 알아보았다. STEAM 교육프로그램의 참여 전과 후의 과학 흥미도에 대한 차이를 비교했을 때, 프로그램 참여 전과 참여 후의 사후 검사는 통계적으로 유의미한 차이를 보임을 알 수 있다. 그리고 이은경(2004)은 중학교 1학년 과학 교과서 빛 단원을 과학관과 학교 연계 프로그램으로 개발하여 중학교 1학년 학생 50명에게 적용하였다, 연구 결과, 학생들은 프로그램 참여에 흥미를 나타내었으며 과학관에 대한 인식이 즐겁고 재미있는 곳으로 바뀌게 되었다. 이렇게 과학관이 단순한 단체 견학의 장소가 아닌 학교 교육과 연계를 이루는 진정한 교육의 장이 되기 위해서는 학교 교육과정에 따른 여러 가지의 프로그램이 개발 되어야 할 것이다.

과학관은 전시물에서부터 전시 기법, 전시물의 설명 방법까지 전시에 관한 모

든 면에서 끊임없이 변화하는 과학지식을 잘 반영하여 관람객들에게 정확한 정보와 과학에 대한 흥미를 제공 해주어야 한다. 그러나 현재 우리나라 과학관들의 전시물 중 전시에 대한 실태와 문제점을 몇 가지 발견 할 수 있는데 과학관의 전시물은 빠르게 급변하는 과학 기술의 변화 과정을 모두 반영하기에는 많은 어려움이 따른다. 발 빠른 변화에 따라가기 위해서는 시대의 변화에 맞게 전시물을 교체해야 하지만, 각 과학관마다 전시에 계획된 예산이 턱없이 부족하다는 것이 현 과학관의 실정이다. 국립 중앙 과학관을 비롯하여 국립 서울 과학관 등 크고 작은 과학관들의 전시 내용 중에는 시대에 뒤떨어진 전시물과 낡은 시설로 관람객의 관람욕구를 충족시켜주지 못하고 있다(박승재, 박신의, 박현주, 신수현, 오원근, 유준희, 윤혜경, 이석희, 이효녕, 임종덕, 전태일, 2005). 특히 생물과 지구과학 관련 전시는 오래전에 제작된 표본들을 그저 나열하는 방법으로 전시하고 있어 체험과 작동 위주의 최근 전시 유형에 크게 뒤떨어진다고 볼 수 있다. 과학관에 전시되어 있는 전시물들을 그저 눈으로 보기만 한다면 교육적인 효과는 거의 없다고 볼 수 있다(박승재, 김만희, 김은숙, 김종희, 이석희, 이효녕, 2006). 이에 교육의 효과를 높이기 위해 과학관의 교육은 새로워질 필요가 있고 이 부분을 교육 담당자가 담당한다. 과학관에서는 교육 담당자를 통하여 박물관의 소장품과 전시에 대한 관람객의 이해도를 높이기 위해 효율적인 교육프로그램을 개발하고 실행・평가하며, 과학관에 대한 일반 관람객과 잠재된 관람객의 접근성을 높인다. 대중의 의사소통을 돕는 매개자, 촉매자로의 역할을 담당하는 박물관 전문인력으로 박물관 교육인력에는 교육을 담당・운영・관리하는 교육프로그램 관리자와 직접 프로그램을 기획하고 개발하는 교육프로그램 개발자, 교육을 진행하는 박물관교사(museum teacher)와 전시설명을 담당하는 도슨트는 교육프로그램 실행자로 나눌 수 있다(이정화, 2012).

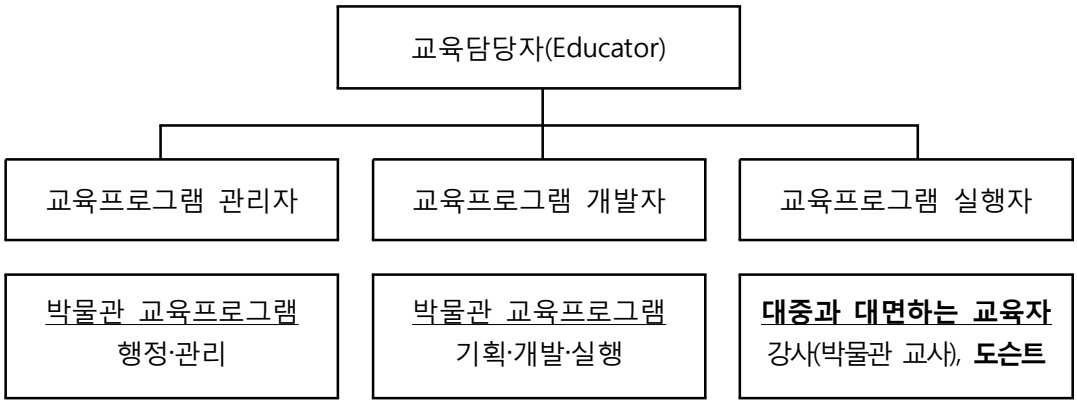



Fig. 2 국내 박물관 교육 담당자 유형(이정화, 2012)

본 연구의 참여자는 교육프로그램 실행자로 연구직이 아닌 운영 인력으로 대중과 소장품을 직접 연결해주는 다리역할을 하는 사람을 말하고 이들은 교육프로그램의 질을 좌우한다. 박물관 교육에서 대중을 직접 대면하는 교육프로그램 실행자의 역할이 무엇보다 중요하다. 실행자의 이미지가 곧 박물관의 이미지로 작용하고, 교육프로그램의 효율성을 극대화 시키는 가장 중요한 요인이 되기 때문이다(황지영, 2004). 이렇게 개발된 교육 프로그램은 누가, 어떻게 운영·해설하는가에 따라 효과가 달라질 수 있다.

관람객과 직접 상호작용하는 교육프로그램 실행자로써 도슨트의 양성 및 연수는 과학관교육의 프로그램 개발만큼 중요한 교육임을 지적한다. 과학관 교육을 활성화하기 위해서 교육자의 양성부분으로써, 앞서 전시의 현황에서도 말했듯이 수요자의 요구에 맞는 양질의 교육프로그램이 개발되기 위해서는 교육 내용에 대한 다양성과 참신성을 가진 교육 전문가가 주도하는 교육 프로그램이 운영되어야한다. 또한, 도슨트에 의한 교육프로그램의 운영은 도슨트의 전문성에 따라서 그 효과가 다르다고 할 수 있다. 이에 박물관내의 교육부에 소속되어 있는 전문 인력인 도슨트에 대해 설명하며, 도슨트의 양성교육 과정에 대해 구체적으로 다루고, 도슨 인력들에게 기대하는 과학관의 교육은 무엇이 있는지 다음에서 구체적으로 알아보자.

## 2. 도슨트 교육프로그램

도슨트는 전시관을 방문하는 일반 관람객들을 대상으로 전시장의 동선을 설정하여 안내(tour guide)하고, 관람객의 대상에 따라 전문적인 용어와 친숙한 용어를 적절히 사용하여 난해한 작품들을 이해하기 쉽도록 설명(gallery talk)해주는 전시관의 안내자이며 동시에 해석을 통해 전시물과 관람객이 서로 소통할 수 있도록 도와주는 커뮤니케이터의 역할을 수행한다. 하지만 전시물에 대해서 단순히 해석만 해주는 것이 아니라 재해석 해 주고, 전시관에 구성된 의미들과 관람자들에 의해 구성된 의미들을 긴밀하게 교섭(negotiation)해주는 매개자이면서 동시에 스토리텔러(story teller)가 된다(윤은희, 2005).

이에 박물관에서는 도슨트를 위한 교육으로 전문가에 의한 이론교육과 체험으로서 현장감을 익히는 실습을 구성하여 양성교육을 실시하고 있다.

Table 3. 도슨트 양성교육과정(이정화, 2012)

| 분 야 | 내 용 |
|---|---|
| 기본소양 | • **자원봉사자로서의 자세** : 지속적인 활동이 이뤄질 수 있도록 자원봉사자의 신념이 드러나는 교육<br>• **과학관의 도슨트란?** : 과학관의 특수성이 반영된 교육 |
| 전문지식 | • **전시물에 관한 내용학적 전문지식** : 과학관의 미션과 도슨트 스스로 학습할 수 있는 기본 토대 마련이 병행되는 교육<br>• **관람객에 관한 전문지식** : 관람객의 성향에 따른 적절한 전시해설이 이루어지기 위한 교육<br>• **전시해설기법 관한 전문지식** : 쉬운 이해, 흥미유발을 위한 교육 |
| 현장실습 | • 기본소양과 전문지식이 하나로 융합되어 **전시해설을 통해 효과적으로 전달되면서 돌발 상황에 대한 대처 능력**을 기르기 위한 교육 |
| 평가 | • **학예사** : 전시물에 관한 내용학적 전문지식 평가<br>• **도슨트** : 현장에서 요구되는 도슨트로서의 역할 평가<br>※ 학예사와 선배 도슨트가 함께 평가함으로서 서로의 장단점을 보완 |

권윤경(2006)에 의하면 도슨트가 전시해설사로 활동하기 이전에 받게 되는 교육인 1차 교육은 박물관의 일반 업무에 대한 종합교육으로서 해당업무를 담당하는 연구원에 의해 강의식으로 이루어진다. 이것은 박물관의 구성과 시설 등을 안내하는 박물관 투어, 박물관의 역사와 기능, 큐레이터와 전시기획의 실제, 문화재의 보존과 복원, 소장품의 수집과 정리, 문화재 조사연구가 있다. 이러한 교육을 통해서 도슨트는 박물관이라는 조직 내에서 자신의 역할을 인식하고 박물관 업무에 대한 전체적인 지도를 그릴 수 있다.

전반적인 박물관의 업무에 대한 교육이 끝나면 전시설명을 위한 전시교육이 시작된다. 각 전시를 담당한 기획자는 시청각자료를 통해 전시기획과 작품선정, 그리고 디스플레이 등에 대한 관련된 지식을 제공한다. 또한, 출품된 작품과 유문에 대한 정보를 문서를 통해 제시하여 전시에 대한 충분한 기초 지식을 쌓을 수 있도록 한다.

이후 전시교육이 끝나면 직접 전시설명을 진행하는 전시설명 실습이 이루어진다. 전시설명 실습은 먼저 해당 전시의 기획자와 함께 이루어진다. 전시기획자의 전문적인 설명을 통해 작품의 특성과 의미를 전달받고 실제로 작품을 가까이서 관찰하면서 관람객에서 효과적으로 작품을 설명할 수 있는 기술을 습득하게 된다. 이와 함께 관람객의 동선을 이끌고 대화를 유도하는 방법도 함께 토론한다.

도슨트는 학습자 입장에서 교육을 통해 양성되고 교수자 입장에서 교육활동을 하게 되기 때문에 도슨트는 위와 같은 양성교육을 받고 교육활동을 시작한다. 도슨트에 의한 교육프로그램은 전시 중심 교육의 한 방법이라고 할 수 있는데 관람객과 소통을 하는 전시 중심 교육의 적극적인 방법이라고 할 수 있다. 도슨트의 전시물 해설교육에 따른 관람객의 과학관 관람의 선호도를 조사한 장현숙, 최경희(2006)는 중학생 32명을 대상으로 전시물 주제 및 관람형식이 다른 과학관을 관람하게 하고 그 선호도를 분석하였다. 그 결과 사전엔 자신이 보고 싶은 내용이나 전시관을 자유롭게 둘러보는 관람 방식에 대해서 선호하였으나 사후엔 방문한 곳에 있는 도우미가 안내를 해주는 방식을 가장 선호하게 됨을 알 수 있었다. 윤은희(2005)는 광주비엔날레에서의 관람객 설문조사를 통해 도슨트와 관람객의 상호작용에 대해 실증적으로 분석하였다. 이 연구에서 도슨트에 대한 만족도와 전시만족도와 추천, 재방문 의지는 밀접한 관계가 있음을 분석하였다. 이렇

게 과학관에서 도슨트들의 역할이 크다고 할 수 있으나, 국내 과학관에서의 도슨트 해설(교육)활동은 아직 시작단계로 관람객의 선호도를 충분히 충족시켜주지 못한 실정이다. 도슨트 해설 교육은 관람객들의 의견을 충분히 반영시켜 활성화 될 필요가 있다. 도슨트 전문성을 위해서 이론적인 전시내용만을 벗어난 현장에서의 실질적인 전시 해설 전략을 습득할 수 있는 다양한 양성교육과정이 필요하다. 박영신과 이정화(2012)에 효율적인 전시해설을 위한 노력에 대해 정리한 그래프를 보면, 눈높이(연령) 맞춤 해설에 응답한 응답자 수가 가장 많다. 눈높이(연령)맞춤 해설은 전문가에 의한 이론교육이나, 자신이 혼자 접해본 현장경험으로 익히기에는 다소 무리가 있다. 이에 수많은 경험이 있는 경력 도슨트와의 멘토링을 통한 양성 및 전문 프로그램은 필요하다고 할 수 있겠다.

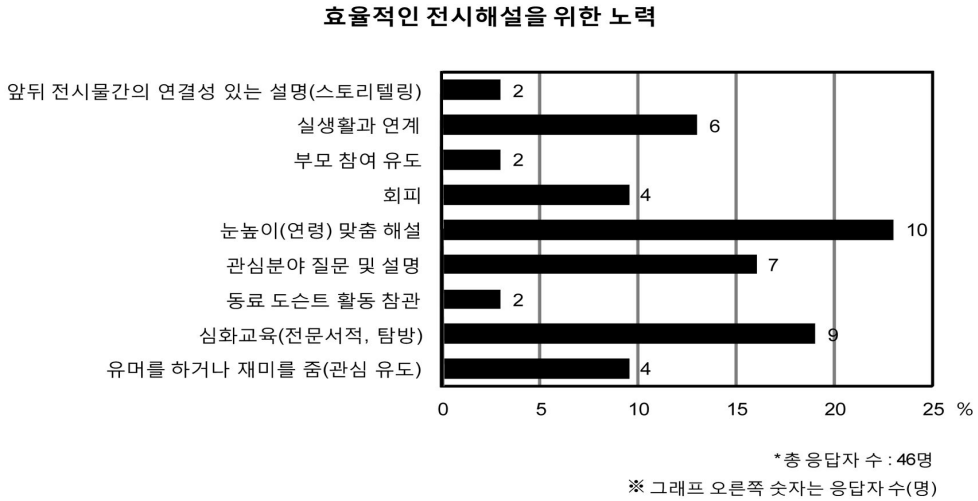



Fig. 3 효율적인 전시해설을 위한 도슨트의 노력(박영신과 이정화, 2012)

또한, 도슨트 교육을 위한 교재가 개발되어 학교교육에서 실행하지 못하는 과학적 소양의 요소-전시물을 이용한 과학탐구 경험을 통한 과학윤리의 습득을 과학관에서 경험할 수 있도록 도슨트의 전문화를 실천해야 한다.

본 장에서는 이 연구의 주체이면서 과학관을 교육의 무대로 두고 있는 비형식 교육 기관의 특징과 과학관의 도슨트 교육프로그램, STEAM 프로그램에 대해 살펴보았다. 이러한 문헌 고찰을 통해 도슨트 교육 프로그램에 대한 이해를 넓히

고, 도슨트의 전문화 방안에 대해서 이해할 수 있다. 그리고 STEAM에 활성화를 통한 과학관에서의 적용방안에 대해서 이야기 한다. 현재 과학관에서 실행되고 있는 교육 프로그램의 다양화는 현 교육정책의 흐름에 맞춰서 STEAM을 요구한다. 그러나, 학교 안에서의 STEAM활성화는 교육정책의 흐름에 따라서 활발하지만 아직 과학관의 경우 STEAM프로그램의 개발 · 적용에 따른 움직임은 다소 미미한 편이다. 그러한 당대의 요구에 따라 학교 밖의 교육에서도 여러 가지의 교육 프로그램이 개발 · 적용되어야 한다. 학교 밖의 교육 또한 교육을 책임져야 하는 형태이기에 학교 밖의 STEAM 교육 방향성과 개발·적용 부분은 중요하다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 과학관에 적용되는 STEAM 교육 프로그램의 개발 · 적용 과정에 대한 특징에 대해서 탐구하고자 하였다. 이를 위해 과학관에서의 STEAM교육 프로그램을 연구의 목적에 맞게 개발 · 적용하여 프로그램에 적용에 따른 '관람객들의 과학에 대한 흥미 및 관심'에 대해 분석하였다. 또한 연구자는 본 연구를 통하여 교육적 효과를 '도슨트 교육자의 인식의 변화에 따라 분석·기술함으로써, 도슨트가 지닌 실천적 지식가치의 중요성 및 전문성을 갖기 위한 방법을 공유하고자 한다.

# III. 연구 방법

본장에서는 과학관교육에 STEAM 프로그램을 개발, 적용, 효과를 알기 위한 연구절차를 세단계로 나누어서 단계별로 설명하고, 분석틀을 이용하여 개발된 프로그램을 분석한 방법에 대하여 살펴보고자 한다.

본 연구는 과학관에 적용되는 STEAM 교육 프로그램은 어떠한 특징이 있는지 알아보고, 과학관교육에서 STEAM 프로그램을 적용하고 난 후 도슨트의 인식변화와 관람객의 흥미와 관심도를 알아보기 위한 것으로써, <Fig. 4>와 같이 연구를 진행하였다.

과학관에서 교육활동을 하는 도슨트 2인을 연구 참여자로 선정하였으며, 5개월 동안 4회에 걸친 세미나를 통해 STEAM 프로그램을 개발하기 위한 분석틀을 제작하였으며, 도슨트는 1인당 1개의 과학관 STEAM 프로그램을 개발하였다. 개발된 STEAM 프로그램은 도슨트들이 활동하고 있는 박물관에서 세미나 기간 중에 적용되었다. 이에 적용 후 도슨트들의 이해 및 실천에는 어떠한 교육적 효과가 있었으며 STEAM 프로그램을 적용한 관람객들의 과학에 흥미 및 관심은 어떠한 변화가 있었는지 알아보았다. 여기서 본 연구자가 STEAM 프로그램을 개발과 적용단계에서 도슨트를 연구대상으로 사용함은 관람객을 직접적으로 상호작용하는 사람이 도슨트와 해설사이며 이들이 STEAM에 대해 이해하고 동시에 STEAM 교육프로그램을 개발함으로써, 개발의도를 정확히 파악할 수 있으므로 인해 그에 따른 교육효과는 가장 극대화 될 것이라고 판단했기 때문이다. 학예사나 연구사가 개발한 교육 프로그램은 해설사나 도슨트에게 정확한 의도가 전달되지 않는 경우가 많기 때문에 이에 본 연구에서는 관람객을 대상으로 하는 도슨트와 해설사의 STEAM의 이해정도에 대해서 파악하고 또한 그러한 이해가 없을 때에는 과학교육 전문가와 워크샵을 통해서 함양되는 이해와 실천의 변화는 과학교육에 있어 의미있는 것이라 판단된다. 학교교육에서의 과학교사의 전문성과 같이 과학관교육에서도 과학해설사 및 과학도슨트의 전문성이 요구되기 때문이다.

## A. 연구 과정

| 단계 | 방법 | 단계별 내용 |
|---|---|---|
| 과학관 STEAM 프로그램 개발 | • 5차에 걸친 세미나를 통해 STEAM 교육 프로그램 개발<br>• 세미나는 매월 1회씩 5개월 동안 진행 | • STEAM 프로그램을 개발하기 위한 분석틀 제작<br>• 각 도슨트는 1인당 1개 프로그램 개발<br>• 개발을 통해 도슨트의 STEAM에 대한 이해 증진도모<br>• 개발된 프로그램 특징 분석 |
| 과학관 STEAM 프로그램 적용 | • 개발된 STEAM 프로그램을 각 도슨트가 활동하고 있는 과학관에 적용<br>• 관람객을 대상으로 1-2시간짜리 적용 | • 각 도슨트가 활동하고 있는 과학관에서의 개발된 STEAM 교육 프로그램 적용<br>• 참여관찰을 통해 비디오 촬영 후 전사 |
| 과학관 STEAM 프로그램 적용 효과 | • 도슨트 본인들의 이해 및 실천<br>• 관람객의 반응 | • 도슨트의 설문지를 통해 STEAM 교육 프로그램의 적용 시 효과<br>• 관람객들의 반응을 보기 위해서 설문지 |

Fig. 4 연구 과정

## 1. 자료 수집 및 분석

본 연구를 위한 자료 수집 및 분석단계는 세단계로 나누어 설명할 수 있다. 첫 번째, STEAM 프로그램 개발 단계에서는 2012년 7월부터 11월까지 총 5개월 동안 4차례에 걸친 세미나 개최를 통한 프로그램 개발이 이루어졌다. STEAM에 대한 '이해'를 바탕으로 한 달 동안 개발을 하고 워크샵을 통해서 발표하고 평가를 받고 다시 수렴하여 반영하는 식으로 개발과정을 진행하였다.

다음 도식<Table 4>은 프로그램 개발단계에 관한 세부적인 연구과정을 설명한 것이다.

### a. STEAM 프로그램 개발 단계

Table 4. 프로그램 개발 단계

| 해설사<br>전문 과정 일정 | 내용 |
|---|---|
| 1차 세미나 | - STEAM에 대한 기본적인 학습<br>- STEAM에 대한 중요성, 필요성 |
| ▶ 세미나를 통해 STEAM에 대한 기본적인 학습활동과 이론부분의 개념학습을 통해 STEAM의 중요성과 필요성에 대해서 논의한다. | |
| 2차 세미나 | - 도슨트가 생각하는 STEAM에 대해 토의, 인식조사<br>- STEAM 프로그램 개발을 위한 기본 틀 제작 |
| ▶ 도슨트가 인식하고 있는 STEAM에 대해서 정리하며, STEAM 프로그램을 짜기 위해 기본적인 공통 틀을 개발한다. | |
| 3차 세미나 | - STEAM 프로그램 과정 안에서 요소 반영도 파악<br>- 각자 개발한 STEAM 프로그램 발표 |
| ▶ 기존의 개발되어 있는 STEAM 프로그램 과정안을 보고 단계별로 요소의 반영정도를 파악하며 STEAM에 대해서 전반적인 지식을 확립시킨다. 그리고 각자 개발되어진 공통 틀에 맞추어 STEAM 프로그램을 개발하여 도슨트들 앞에서 발표하며 서로 토의하고 피드백을 하였다. 연구자는 도슨트들이 개발한 프로그램에 대해서 보충, 강조, 삭제되어야 할 부분에 대해서 피드백 한다. | |

| | |
|---|---|
| 4차 세미나 | - 개발된 프로그램 연구자의 피드백 후 수정하여 발표<br>- STEAM 프로그램 분석틀 개발 |
| ▶ 피드백 후 수정한 프로그램을 재발표함으로써, STEAM 프로그램에 대해 정확히 파악·정리할 수 있도록 도와준다. 그리고 최종으로 과학관 · 박물관에서 개발된 STEAM 프로그램을 분석하기 위한 분석틀을 개발하였다. | |

두 번째는 STEAM 프로그램 적용 단계로써, 도슨트들이 활동하고 있는 과학관을 이용하여 적용된 적용 장소와 적용대상에 대해서 설명한다.

## b. STEAM 프로그램 적용

(1) 적용 장소

본 연구에서 적용된 과학관은 편의표집에 의해서 과학관의 하나인 자연사박물관만을 표집하여 적용하였다.

STEAM 프로그램 적용 단계에서 자료 수집을 위하여 적용 장소는 연구에 참여한 도슨트가 활동하고 있는 과학관을 선정하였다. 다음 사진<Fig. 5>은 과학관 내부 환경 모습이다.

과학관의 모습

Fig. 5 개발된 STEAM 프로그램을 현장 적용한 과학관의 환경

(2) 적용 대상

적용대상은 교육담당자인 도슨트와 과학관에 온 관람객 두 대상으로 나눌 수 있다. 먼저 적용한 도슨트는 <Table. 5> 다음과 같다.

● 도슨트: 과학관의 도슨트는 다양한 관람객을 파악하여 적절한 전략을 세우고 현 교육정책의 방향을 이해하며 과학관의 목적을 정확히 인식하고 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 조건을 만족시켜줄 2인을 선정하였다. 형식교육과 차별화된 과학관만의 STEAM 프로그램을 위하여 연구 참여자는 비형식교육에서 과학 전문 연수 경험과 탐구체험교사, 과학 해설사 경험 10년 이상의 경력인 2명의 김도슨트, 이도슨트를 선택하였다.

Table 5. 연구 참여자-도슨트

| 도슨트 | 김도슨트 | 이도슨트 |
|---|---|---|
| 경력<br>(주요활동지) | · 박물관, 고궁 등의 유적지 탐방 및 탐구체험교사<br>· 과학관 과학해설사 | · 형식교육기관 교사<br>· 박물관, 과학관 과학해설사 |
| 도슨트에 대한 정의 | · 조직사회의 상하관계와 전문화되지 못한 도슨트(자원봉사자로서의 의미)의 문제에도 불구하고, 사명감과 자긍심을 고취시켜 보람 있는 행위가 이어진다면 스스로 탐구하고 연구하며 나누는 전문인이 될 수 있는 존재 | · 박물관의 전시물과 관람객과 소통할 수 있도록 도움<br>· 항상 변화하는 세상과 사람들에 대한 것을 고민하고 생각할 수 있도록 자극할 수 있는 존재 |
| 희망하는 워크숍 활동<br>(관심 분야) | · 기획하고 제안한 프로그램 및 교육을 평가<br>· 자문 받고 실현 할 수 있는 교사로서의 기회 | · 전문적인 해설활동을 위해서 다양성에 대한 전문성 활동<br>· 인문학과 예체능, 과학기술, 공학 분야에 대한 교육의 기회 |

적용한 과학관의 관람객의 대상은 다음과 같다

- 관람객: ‘발자국과 블랙박스’ 프로그램은 A 과학관에서 12월 1일 4시간에 걸쳐 진행되었으며, 적용대상은 일반관람객 8명, 도슨트 4명, 학생 15명으로 총 27명으로 다양한 연령대에 프로그램을 적용하였다. 강의실과 전시실 두 곳에서 수업이 진행되었다. 강의실에는 모둠별로 활동과 발표, 토론활동을 하였으며, 전시실에서 포유류 전시물들을 이용하였다.

### c. 현장에서 적용 효과 분석

STEAM 프로그램 적용 시 도슨트 활동의 전략을 보기 위해서는 두 차례에 걸쳐 2시간씩 참여하였으며 삼각 구도법을 이용하였다. 연구자는 적용 시 문제점이 도래할 경우 현장적용 도슨트들과 함께 의논하여 상황에 따라 그 문제를 해결하는 역할을 담당하였다.

도슨트들의 프로그램 적용 시 만족도, 어려운 점에 대해서는 인터뷰, 질문지를 통해 도슨트 본인들의 이해 및 실천을 확인할 수 있었다. 설문지는 학생, 도슨트, 일반 성인 관람객 대상을 나누어 프로그램 적용에 따른 관람객의 반응, 흥미도 조사하였으며, 설문 문항에 따라 정리, 코딩화 하였다.

다음 <Fig. 6>는 자료 분석 단계로써, 자료 분석을 위한 세부적인 과정을 설명한 것이다.

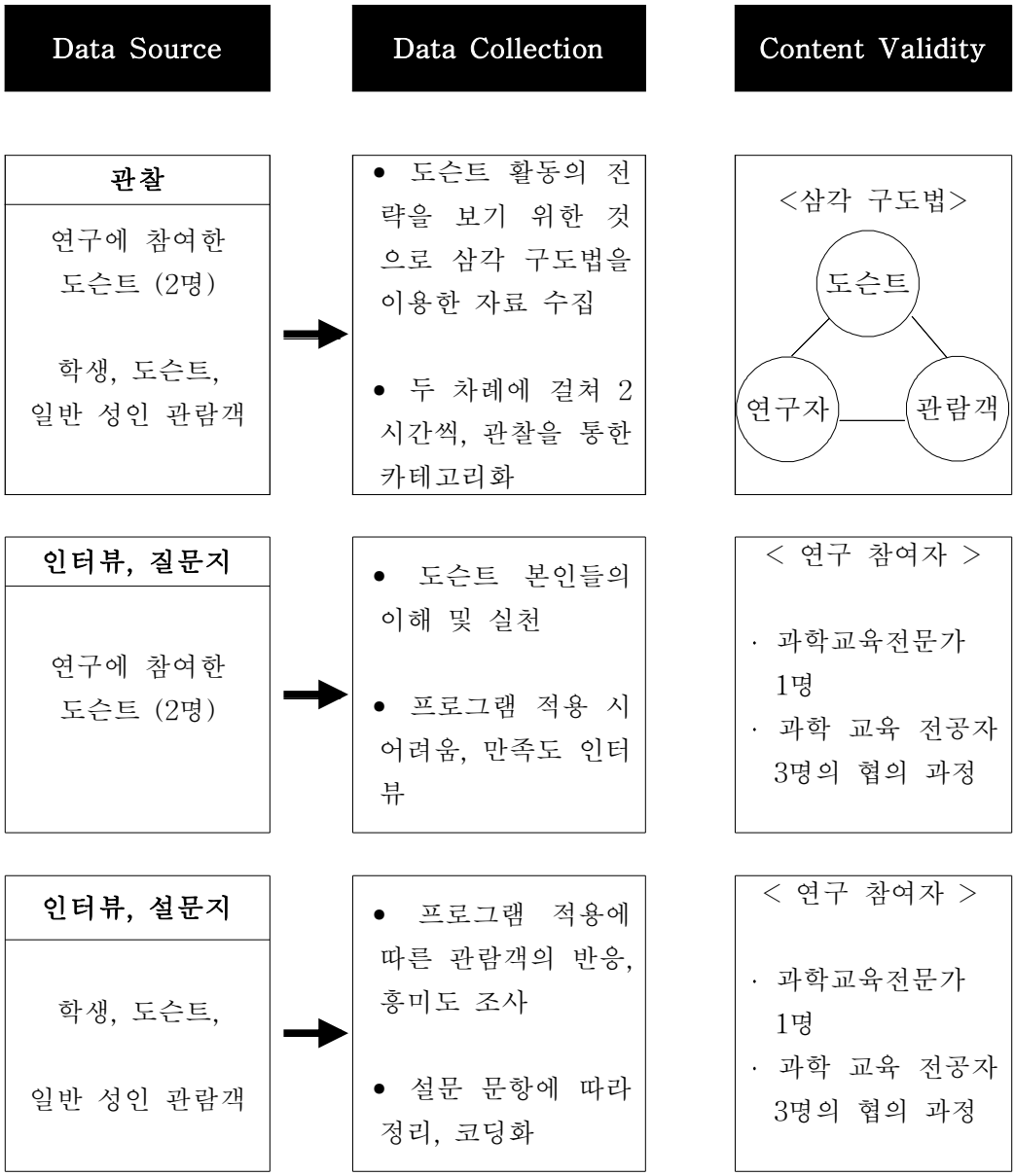



Fig. 6 자료 분석 단계

도슨트에 대한 교육의 타당성을 높이면서 관람객을 대상으로 하는 도슨트들의 교육프로그램의 반영도에 대해서 알아본다. 대상자에 따라 STEAM 요소가 달라지는 것에 대해 주목하며 개발된 STEAM 프로그램 과정안은 다음과 같다.

# B. 과학관 STEAM 교육 프로그램 분석틀

## 1. STEAM 프로그램 구성요소

박물관·과학관에서 쓰는 STEAM프로그램 수업 과정안은 이루는 구성요소는 1. 주제개요 2.목표 3. STEAM 요소별 특징4. STEAM 단계별 특징 5. 프로젝트 수업 흐름도 6. STEAM 교수 과정안 7. 시연 후 평가 순서로 구성되어 있다.

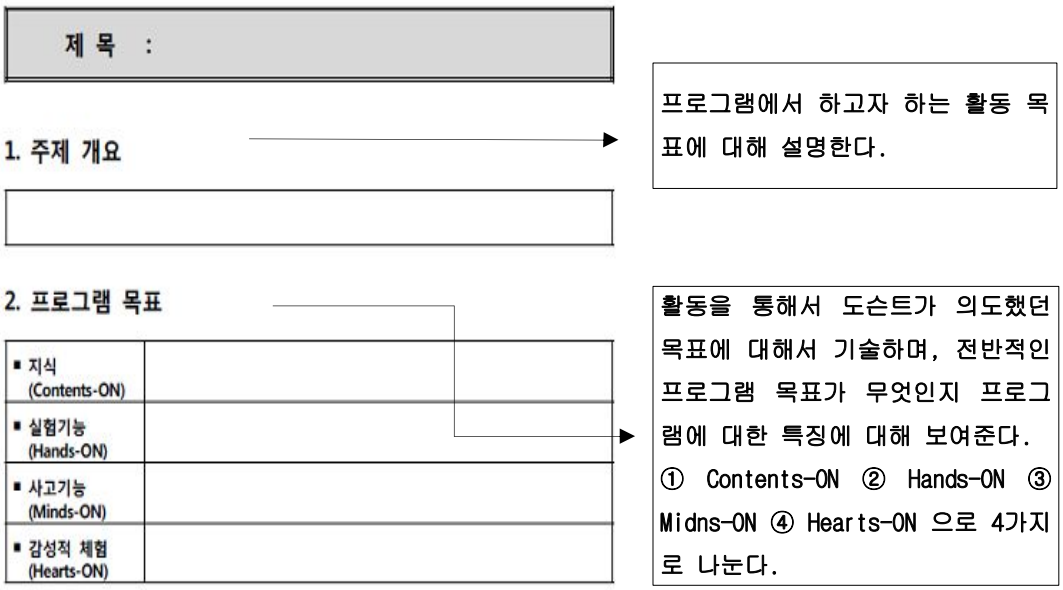



Fig. 7 STEAM프로그램 수업 과정안 1

Table 6. 프로그램 목표 4가지

| | |
|---|---|
| CONTENTS-ON | 내용관련 목표를 제시 |
| HANDS-ON | 탐구기능 실험에 사용되는 절차적 기능 기술 |
| MINDS-ON | 탐구기능 과학적 사고 관련 기능 기술 |
| HEARTS-ON | 정의적 영역으로 마음으로 느끼는 소양부분에 해당 |

3. STEAM 요소

| | |
|---|---|
| ▪ 과학 S | |
| ▪ 기술 T | |
| ▪ 공학 E | |
| ▪ 예술 A | |
| ▪ 수학 M | |

프로그램의 내용을 해당하는 요소에 대해 정리하며, STEAM 요소가 융합적으로 잘 구축되도록 한다.

4. STEAM 단계별 특징

| | |
|---|---|
| 상황제시 | |
| 창의적설계 | |
| 감성적체험 | |

STEAM 세 가지 단계(상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험)별로 개발, 적용되어야 하며 모두 수업 과정 안에 명시적으로 들어나야 한다.

5. 프로그램 수업 흐름도

이슈 :

주제 :

| 상황 제시 |
|---|
| |

| 창의적 설계 |
|---|
| |

| 감성적 체험 |
|---|
| |

과학관 교육프로그램의 설계 및 개발과정은 STEAM 교육의 특성과 과학관 교육의 특성들을 고려하여 'STEAM 교육과 과학관 교육의 통합적 수업 전개과정'에 따라 이루진다. 학습 과정은 총 3단계로 나눌 수 있는데, ① 상황제시 단계로 호기심과 흥미를 유발하는 단계 ② 창의적 설계 단계는 제시된 문제에 대해서 스스로 문제해결을 찾기 위해 해결책을 탐색하는 단계 ③ 감성적 체험 단계에서는 다양한 과학 체험, 제작된 산출물에 대한 '평가'와 '성찰' 활동이다.

Fig. 8 STEAM프로그램 수업 과정안 2

**6. STEAM 교수 과정안**

| 제 목 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 수업차시 | | 수업대상 | | | |
| 장 소 | | 준 비 물 | | | |
| 차시목표 | | | | | |
| 학습단계 | 소요 시간 | 활 동 내 용 | | 학습자료 및 유의점 | 교사 자료 |
| 상황제시 (Co) | | | | | |
| 창의설계 (CD) | | | | | |
| 감성적 체험 (ET) | | | | | |

| 탐구활동지 |
|---|
| |

| 전시장 미션지 |
|---|
| |

| 참고 자료 |
|---|
| |

| 시연 후 평가 | | | |
|---|---|---|---|
| STEAM 적용프로그램 -활동 보고서- | | | |
| 주 제 | | 작 성 자 | |
| 일 자 | | 체험 장소 | |
| 대 상 | | | |
| 지도준비 | | | |
| 활동 요약 | | | |
| Ⅰ. 체 험 활 동 개 요 | | | |
| 대상파악 | | | |
| 활동계기 | | | |
| Ⅱ. 체 험 활 동 내용 | | | |
| | | | |
| Ⅲ. 느낀 점과 아쉬운 점 | | | |
| | | | |
| Ⅳ. 체험활동 사진 | | | |
| | | | |

Fig. 9 STEAM 교수 과정안

위의 제시된 구성요소에 따라서 STEAM 프로그램 개발을 도슨트와 실시하였으며, 이들이 지니고 있는 STEAM에 대한 초기의 이해와 더불어 프로그램의 구성요소가 왜 필요하며 이를 바탕으로 도슨트들과 효율적인 프로그램을 개발하였다. 이때 세미나는 토론과 강의위주였으며 이를 통해서 STEAM 에 대한 이해를 새로 형성하거나 변경하기도 하였으며 세미나는 본 연구자를 포함한 과학교육전문가이면서 STEAM 교육전문가인 연구자에 의해서 이루어졌다. 본 연구자는 STEAM 교육 프로그램을 개발한 경험이 있으며 이를 토대로 하여 본 세미나를 과학교육전문가와 함께 기획 및 운영하였다.

## 2. 개발된 STEAM 프로그램 분석틀

세미나를 통해서 다음과 같은 과학관용 STEAM프로그램을 개발할 때의 구성요소에 대한 지침이 되는 분석틀을 개발하였다. 과학관, 박물관 안에서의

STEAM 교육은 어떤 방향성을 띄어야 하는지, 도슨트의 이해 증진을 중심으로 개발하였다.

이러한 분석틀은 STEAM의 교육 프로그램의 특징이 표현될 수 있는 요소들로 구성하였으며, 과학관과 같은 전시물을 이용하거나 다양한 관람객을 대상으로 하여야 하는 특성을 고려하여 다음의 요소가 반영되었는지 그리고 어떻게 구현되는지를 초점을 맞춰서 분석틀을 개발하였다. 이때 분석틀에 대한 타당성은 STEAM 교육의 전문가인 과학교육자와, 과학관에서 관람객을 대상으로 하여 전문적인 해설을 하는 도슨트와의 충분한 토론을 거쳐서 완성된 것이므로 이론과 실제의 전문적인 지식의 연계를 통한 내용타당도를 구현하였다고 할 수 있겠다. 다음 <Table 7>은 이러한 내용 타당도의 구축을 바탕으로 하여 완성된 분석틀의 구성요소 및 내용이다.

Table 7. 개발된 STEAM 프로그램 분석틀

| | | STEAM 요소 | 조작적 정의 |
|---|---|---|---|
| 1 | 융합적 요소<br>STEAM | Science<br>Technology<br>Engineering<br>Arts<br>Mathematics | ◆ 프로그램이 STEAM(융합적교육)으로 분석될 수 있는지 없는지 판단<br>◆ STEAM의 5가지 요소가 모두 파악 (적용 유무 파악)<br>◆ STEAM 요소 중 가장 많이 반영된 요소와 가장 적게 반영된 요소 비교 분석<br>◆ 직업관련 이공계회피와 관련해서 포함시켜야 할 항목 |

- 융합인재교육(STEAM)의 중심 교과는 과학과 수학이지만 그 탐구과정이나 문제해결을 하는 데 있어서는 다른 교과의 요소들이 적극적으로 연계된다. 교과내용은 과학 내에서의 통합, 수학과 과학의 통합, 과학·기술·사회(STS) 통합, 과학과 예술을 포함한 여러 교과와의 통합 등 다양한 영역에서 이루어진다.

- 융합인재교육에서 가장 중요한 것이 **실생활 상황과 연계**된 문제 상황에서 스스로 창의적으로 해결하는 것이며 **다양한 지식과 탐구 과정을 연계하고 융합하는 능력**이 필요하다.

- STEAM 교육 프로그램은 **이공계 전문직의 관심 등의 목적**으로 사용할 수 있다. 직업

관련 내용을 수업에 소개함으로서 학생들이 이공계 계열의 전문 직업인이 무엇이 있는지를 알고 자연스럽게 관련 전문직을 관심 갖게 하는 목적으로 사용한다.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | STEAM 요소의 3단계 | ① 상황인식 | ◆ 문제해결 필요성을 구체적으로 느낄 수 있는 접근법의 종류: 질문법, 스토리사용, 동영상이용<br>◆ STEAM 요소 중 어떤 요소를 사용하는지 분석 과학 · 기술 · 공학 · 수학 중심으로 융합적 사고활동 |
| | | ② 창의적 설계 | ◆ 스스로 문제해결 방법을 찾아 갈 수 있도록 탐구과정이나 실험, 근거를 들어 설명하는 설명형성단계의 유무<br>◆ 창의적 설계단계에서 많이 연계하는 STEAM 요소의 종류 분석 |
| | | ③ 감성적 체험 | ◆ 흥미, 동기, 성공을 통한 새로운 문제에 대한 도전 유무 (실생활과의 연계)<br>◆ 윤리의식 및 과학적 소양<br>◆ 탐구능력, 윤리, 사회성, 협동성, 의사소통 능력 중시<br>◆ 주제 흐름에 따른 다양한 전략 : OECD에서 PISA(국제학업성취도평가)에 따른 과학에 대한 흥미도, 동기부여 부분 강조 (도슨트가 판단 할 수 있음.) |

- 과학관 교육프로그램의 설계 및 개발과정은 STEAM 교육의 특성과 과학관 교육의 특성들을 고려하여 'STEAM 교육과 과학관 교육의 통합적 수업 전개과정'에 따라 이루어졌다.

- STEAM 교육과 박물관 교육의 특성을 접목한 수업전개과정은 STEAM 교육의 특성과 박물관 교육의 배경적 부분을 고려하여 학습 과정은 총 3단계로 나누어진다.

① **상황제시 단계**로 호기심과 흥미를 유발하는 단계로써, 과학과 기술 공학 등에 융합적 사고 활동을 돕기 위해 선지식을 촉진하고 맥락적 학습을 유도하는 과정이다. 문제해결 필

요성을 구체적으로 느낄 수 있는 다양한 접근법을 이용한다.

② **창의적 설계 단계**는 제시된 문제에 대해서 스스로 문제해결을 찾기 위해 공학기술이나 인문학적 접근법을 통해 해결책을 탐색하는 단계이다. 공학기술적인 접근법을 위해서 구체적으로 설계 제작하는 과정을 포함함은 물론 그러한 공학 기술적 과정에서 고려해야 하는 인문학적 요소를 학생들을 통해 최대한 경험시킬 수 있도록 한다.

③ **감성적 체험 단계**에서는 STEAM 교육의 Arts를 접목하여 다양한 과학 체험과 더불어 창의적 사고를 하며 몰입을 통해 진지한 재미를 느끼며 팀워크와 협동력을 기른다. 창의적 설계단계를 통해 제작된 산출물에 대한 '평가'와 '성찰'을 모둠별로 시도하여 개인적 차원에서의 평가 외에도 모둠별로 더 나아가 사회적 국가적 차원에서의 '평가' 및 '성찰' 이 이루어질 수 있도록 STEAM 교육 프로그램 개발 적용한다.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 대상에 따른 다양한 전략 | | ◆ 과학관에서 접하는 프로그램은 다양한 관람객을 대상으로 하기에 이에 적절한 STEAM 요소로 구성되어 있는지를 판단<br>◆ 모든 STEAM 각각의 요소에 대해 각각 다른 관람객에 따라서 다양한 전략이 제시되는 것보다는 관람객을 대상으로 특정한 전략이 제시되었는지 판단 |

- 관람객은 저학년, 고학년, 일반 성인 관람객으로 3분류로 나눌 수 있다.

- 이에 따라 대상에 따른 도슨트만의 다양하게 전략이 있어야 한다. 체험형 중심을 선호하는 **저학년**의 경우에는 만들기 활동을 통해 기술과 예술 영역을 통합시키며, **고학년**의 경우에는 공학 분야의 활용기술과 원리에 대해 부각함으로써, 고차원활동을 할 수 있다. 그리고 인문적인 활동을 선호하는 **일반 성인 관람객**의 경우에는 토론활동, 글쓰기 활동 등 다양한 커뮤니케이션 활동이 주를 이루어야 한다.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | 전시물의 활용도 | | ◆ STEAM 단계 중 과학관 · 박물관에서는 어느 부분에서 전시물을 적극적으로 활용하는지에 대한 활용도 관련<br>◆ 특히 STEAM 요소 중에서는 어떤 요소에, 또는 3단계에서는 어느 단계에 전시물의 활용도가 높은지 그 이유는 무엇인지 파악 |

- STEAM 요소의 3단계 중 **전시물을 이용할 수 있는 단계를 파악**한다.

- 형식교육과 차별화 될 수 있는 **과학관이 갖고 이점이므로 전시물을 최대한 활용**하여 수학 · 과학 기초 원리에서 첨단기술 · 공학까지 스토리텔링을 이용한 자연스러운 흐름을 이어간다.

본 연구자를 포함한 연구팀은 과학관의 교육이 무엇이고, 어떠한 특성이 있으며, 현 교육정책의 하나인 STEAM이 무엇인지 자유스럽게 의견을 제시하고 절충하였다. 오프라인의 세미나 외에도 요한 이슈에 대해서 서로 의견을 공유하는 온라인의 공간이 있어 필요한 자료를 공유하는 방법을 통해 도슨트는 STEAM에 대한 이해를 증진시켜 나갔다. 다양한 의견 수렴과정을 통해 도슨트는 본인들이 활동하고 있는 박물관에서 관람객을 대상으로 하여 직접 적용할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 도슨트가 개발한 STEAM 교육 프로그램은 세미나 시간을 이용하여 어떤 점을 보강하고, 새롭게 추구하였는지 그러한 프로그램의 개발 구성은 본인들의 STEAM에 대한 새로운 이해의 형성 또는 변화에 따름을 제시하였다. 이 과정에서 개발된 프로그램은 현 교육정책인 STEAM 구성요소를 이용하여 과학관에서 개발되는 STEAM 교육 프로그램의 특징은 무엇인지 파악하는데 사용하고자 하였다.

## C. 연구에 대한 타당성 및 신뢰성

본 연구는 연구자가 개발한 STEAM 프로그램 분석틀에 맞추어 과학교육전문가 1명, 과학 교육 전공자 3명이 협의 과정을 통해 개발된 프로그램을 항목별로 분석함으로써 프로그램의 타당성과 신뢰성을 구축하였다. 본 연구자와 과학교육 전문가인 1명은 STEAM 교육에 있어서 교재를 개발하는 것 외에도 STEAM 교사 연수 및 교사 연구회 컨설팅 역할을 해주는 전문가라고 할 수 있다. 이 외에도 연구문제에 해답을 찾기 위해 개발된 설문지 내용과 부차적인 질문지의 내용은 내용타당도는 과학교육전문가 1명과 연구자가 제작한 후 과학교육전문가1명과 과학 교육 전공자 3명의 협의과정을 통해 검토되었다. 의견의 합의를 보지 못하는 항목에 대해서는 다른 기존의 자료를 통해 충분한 논의 후에 항목을 수정하여 확정짓도록 하였다.

# IV. 결과

본 연구에서는 과학관에 적용되는 STEAM 교육프로그램을 개발하고 과학관용 STEAM 프로그램 분석틀을 이용하여 분석하였다.

이에 학교 밖의 교육현장인 과학관에서 활용할 때에는 어떠한 특징이 있는지 파악하고, STEAM을 통해 개발된 과학관의 교육프로그램을 적용하였을 때 도슨트의 인식형성과 인식변화, 관람객의 흥미와 관심도를 알아본 결과는 다음과 같이 기술하였다. 본 연구에서 적용된 과학관은 과학관의 하나인 자연사박물관을 선정하여 적용한 결과를 나타낸 것이다.

## A. 프로그램에 대한 분석 결과

프로그램에 대해 소개하며, 과학관에서 활용하기 적절한 STEAM 교육 프로그램의 특징을 4가지로 나누어 분석하였다.

첫째는 STEAM 요소별 유형 분석으로 STEAM 요소별로 나누어 분석하였으며, 강조 되는 부분과 보충시켜 주어야 할 부분에 대해서 정리하였다. 둘째는 STEAM 프로그램의 단계를 3단계(상황제시-창의적 설계-감성적 체험)으로 나누어 분석한 결과이다. 3단계 중 전시장을 이용하여 전시물을 이용한 단계와 강의실을 이용한 부분에 대해서 정리하였다. 셋째는 다양한 관람객에 따라서 강조될 수 있는 STEAM 단계와 요소에 대해 정리하였다. 다양한 관람객에 따른 차별화된 전략을 활용할 수 있도록 한다. 넷째는 STEAM 단계 중에서 전시물을 활용하여 해설하는 부분에 대해서 분석하였다. 프로그램을 분석 한 결과는 다음과 같다.

### 1. 프로그램 소개, STEAM의 요소별 특징

본 연구에서 개발된 과학관용 STEAM 프로그램의 제목은 ‘발자국은 블랙박스’이다.

첫 번째 ‘발자국은 블랙박스’ 는 민가로 내려와 농작물에 피해를 주는 포유류의 발자국을 통해 추론할 수 있는 생물과 환경에 따른 STEAM의 요소가 반영된 사고를 개발하는 프로그램이다.

생물과 환경에 따른 STEAM의 요소는 다음과 같이 분석된다. 다음은 ‘발자국은 블랙박스’에 제시된 해설개요이다. 분석해본결과 STEAM의 각 요소가 잘 반영되어 있음을 알 수 있다. 즉 과학적 개념에 해당하는 발자국으로 인해 파악되는 전반적인 동물의 정보, 발자국 크기에 따라서 수학적인 계산에 의해서 짐작할 수 있는 보폭의 크기나 발자국 크기, 그 외에도 스포츠선수들의 발의 형태에 신발을 어떻게 하면 운동의 효과를 최대한 공학적으로 맞춰서 운동신경을 도와주게 되는지 등에 대한 공학, 그 외에도 ‘유추’라는 체험활동을 통해서 과학적 지식을 어떻게 발견해 가는지 마지막으로 산에 있는 짐승으로 인해서 농가의 피해를 줄이기 위해서는 어떠한 기술적인 작업을 구사하는지 등에 대해서 알아보는 것이다.

[S] 포유류들의 발자국 생김새와 크기 비교를 통해 종에 따른 구조적 특징, 보행열, 보행속도와 크기, 움직임에 대해서 알 수 있고, [M] 발자국의 크기나 보폭의 크기에 따라 포유류의 크기를 짐작하여 예측할 수 있다. 이를 인간의 발과 연결시켜, [E] 발의 형태에 따른 스포츠공학 분야의 활용 기술과 원리를 찾아본다. 그리고 [A] 포유류의 생물의 분류와 적응 등 환경적 요인과 생활 속 요인을 분석하여 발자국이 어떻게 만들어졌는지를 유추하여 체험활동을 통한 자유로운 스토리텔링을 전개한다. 마지막으로 [T] 포유류에 의해 일어나는 피해를 줄이기 위해 목책 설치 작업 등 기술적인 부분에 대해서 이야기 하거나, 포유류가 늘어나고 있는 이유를 분석하여 원인과 해결방법에 대한 토론을 통해 우리가 할 수 있는 환경 보존과 보호를 위한 노력과 실천방안을 찾아보도록 한다.

발자국은 블랙박스'에서 반영된 STEAM의 5가지 요소는 다음과 같다.

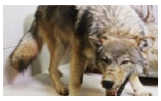
Table 8. '발자국은 블랙박스'에 반영된 STEAM의 요소별 특징

| | | |
|---|---|---|
| ■ 과학 | S | 동물(포유류)의 종, 구조적 특징, 보행 열, 보행속도와 크기, 움직임, 서식환경에 대한 과학적 개념과 근거를 찾아볼 수 있다. |
| ■ 기술 | T | 보행속도와 방법에 따른 구조적 특징을 알아볼 수 있다.<br>→전압선을 이용한 목책 설치 적용 가능 |
| ■ 공학 | E | 발의 형태에 따른 스포츠(육상)공학 분야의 활용 기술과 원리를 찾아볼 수 있다. |
| ■ 예술 | A | 발자국 손수건, 발자국 티셔츠 꾸미기와 발자국 찍기를 통해 창의적 작품 활동을 할 수 있다.<br>발자국을 보고 자유로운 스토리텔링을 전개할 수 있다. |
| ■ 수학 | M | 발자국의 크기, 보폭을 비교, 측정해 보고 발자국 크기에 따른 몸의 크기도 계산하여 적용할 수 있다. |

위의 각 STEAM 요소는 프로그램 상에서는 어떻게 구현되었는지 알아보면 다음과 같다. 이때 이 연구의 현장인 자연사박물관에서는 이러한 과학적 개념을 습득하기 위해서는 관람객이 전시된 포유류의 발자국과 관련 동물의 박제된 형상을 보고 쉽게 정보를 찾을 수 있도록 제시되어 있었다.

**전시장에서 동물마다 다른 발자국모양 관찰한다.**

A박물관 2층 생명진화관 포유류 코너의 포유류를 관찰하고 발모양과 크기, 발의 길이와 포유류의 크기 등을 관찰하고 1층 인간과 자연 서울의 숲생태 코너 속 포유류의 형태와 생태 관찰

| | |
|---|---|
| A자연사박물관 2층 생명진화관 -포유류 코너- | 다양한 포유동물 다양한 포유동물  회색늑대 북극곰 |
| A자연사박물관 1층 인간과 자연 -숲 디오라마- | 한국의 산림생태 디오라마 디오라마 부분 |

**전시물을 이용한 과학적 요소 설명**

**이론· 개념적**

동물(포유류)의 종, 구조적 특징, 보행 열, 보행속도와 크기, 움직임, 서식환경에 대한 과학적 개념과 근거를 찾아볼 수 있다.

Fig. 10 융합적인 요소 : S (과학)

즉 실생활에서 피해를 입는 농가에 대해서 무엇이 문제이고, 이러한 문제점을 해결하기 위해서 주민들이 설치한 전압선을 이용한 실제적인 문제 상황을 T를 이용해서 제시한 것이다. 이는 관람객들에게 실생활에서 오는 상황문제이기에 교육효과를 좀 더 높일 수 있는 스토리의 전개인 것으로 해석된다.

**멧돼지 출몰 사례**

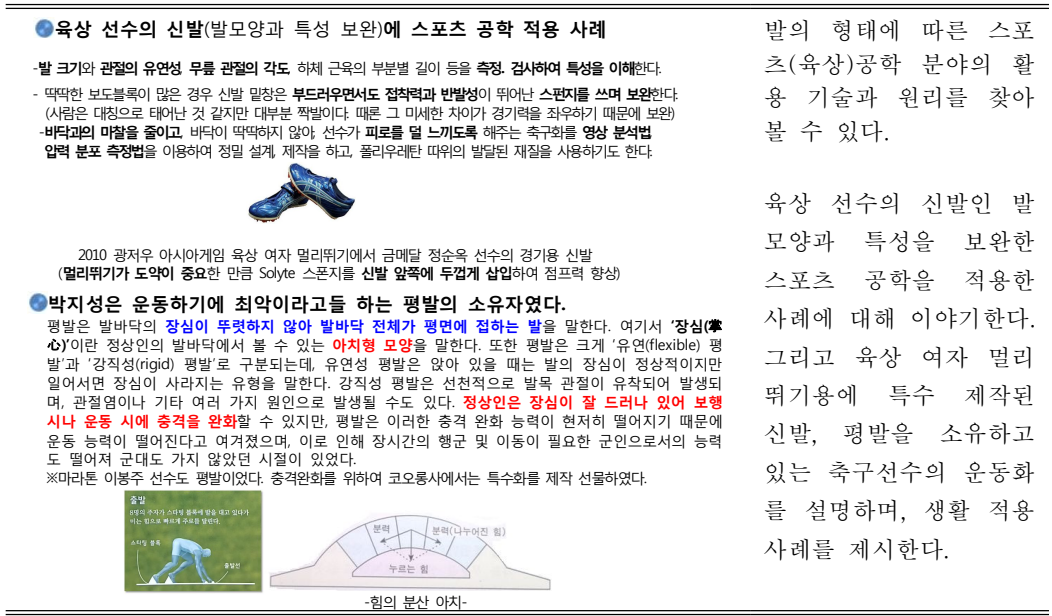
동물의 출몰 구역을 조사하여 발자국에 따른 특징에 따라 목책의 설치 장소를 선택한다. 그리고 동물의 크기와 수에 따라 전압선을 이용한 목책을 설치한다.

**목책사업** : 야간의 농가 피해를 줄이기 위한 전압선 설치 (충주시 살미면 내사리 농가 사진)

※야생동물의 보호를 위하여 농민의 피해를 관과 할 수 없는 현실이므로 **목책 설치비의 일부가 지원되고 있으며, 포획 및 공기총 발사**로 민가로의 접근을 주의 시키고는 있으나 피해는 늘어만 가고 있다.

Fig. 11 융합적인 요소 : T (기술)

공학을 이용한 내용상에서는 발자국을 이용하여 각 발자국의 포유류를 찾아 각 동물의 특징에 대한 정보를 얻게 된다. 이때 발자국의 모습에 따라서 파악된 동물은 걸을 때나 뛸 때에 어떻게 자세로 뛰게 되는지 보폭의 크기를 비롯하여 같은 동물이라도 걸을 때의 발자국 모양이나 뛸 때의 발자국 모양이 다를 수 있다는 것과 잘 뛰는 동물의 경우의 발자국 모양도 파악하게 된다. 이를 이용하여 공학적으로 운동선수들의 단점인 평발을 어떻게 극복할 수 있는지를 소개하는 것이다. 이는 공학적인 적용에 있어서는 관람객들에게 흥미를 부여할 수 있는 내용임과 동시에 STEAM의 교육 프로그램의 하나인 진로지도에 있어서 관람객 중 학생들에게는 진로지도에 활용할 수도 있다. 하지만 실질적인 적용에 있어서 단순한 정보를 제공하는 것 외에 공학적인 과정을 경험해보지 않고서는 실질적인 (authentic) STEAM의 교육 프로그램이라고는 할 수 없을 것이다. 이 연구의 도슨트도 공학적인 신발의 연구부분을 언급 할 때에 손기정 선수가 박지성 선수들의 평발에 대한 스토리를 소개함으로써 공학으로의 연계를 시도하였지만 단순 흥미를 부여할 뿐 실질적인 공학의 적용은 제대로 일어나지 않았다고 할 수 있다. 이 부분에 대한 좀 더 구체적인 수업내용으로 구성될 수 있도록 공학적인 전문가와의 협력에 의해서 구현되어야 할 것이다.



**육상 선수의 신발**(발모양과 특성 보완)**에 스포츠 공학 적용 사례**

-**발 크기**와 **관절의 유연성, 무릎 관절의 각도**, 하체 근육의 부분별 길이 등을 **측정. 검사하여 특성을 이해**한다.

- 딱딱한 보도블록이 많은 경우 신발 밑창은 **부드러우면서도 접착력과 반발성**이 뛰어난 **스펀지를 쓰며 보완**한다. (사람은 대칭으로 태어난 것 같지만 대부분 짝발이다. 때론 그 미세한 차이가 경기력을 좌우하기 때문에 보완)

-**바닥과의 마찰을 줄이고**, 바닥이 딱딱하지 않아, 선수가 **피로를 덜 느끼도록** 해주는 축구화를 **영상 분석법 압력 분포 측정법**을 이용하여 정밀 설계, 제작을 하고, 폴리우레탄 따위의 발달된 재질을 사용하기도 한다.

2010 광저우 아시아게임 육상 여자 멀리뛰기에서 금메달 정순옥 선수의 경기용 신발
(**멀리뛰기가 도약이 중요**한 만큼 Solyte 스폰지를 **신발 앞쪽에 두껍게 삽입**하여 점프력 향상)

**박지성은 운동하기에 최악이라고들 하는 평발의 소유자였다.**

평발은 발바닥의 **장심이 뚜렷하지 않아 발바닥 전체가 평면에 접하는 발**을 말한다. 여기서 **'장심(掌心)'**이란 정상인의 발바닥에서 볼 수 있는 **아치형 모양**을 말한다. 또한 평발은 크게 '유연(flexible) 평발'과 '강직성(rigid) 평발'로 구분되는데, 유연성 평발은 앉아 있을 때는 발의 장심이 정상적이지만 일어서면 장심이 사라지는 유형을 말한다. 강직성 평발은 선천적으로 발목 관절이 유착되어 발생되며, 관절염이나 기타 여러 가지 원인으로 발생될 수도 있다. **정상인은 장심이 잘 드러나 있어 보행 시나 운동 시에 충격을 완화**할 수 있지만, 평발은 이러한 충격 완화 능력이 현저히 떨어지기 때문에 운동 능력이 떨어진다고 여겨졌으며, 이로 인해 장시간의 행군 및 이동이 필요한 군인으로서의 능력도 떨어져 군대도 가지 않았던 시절이 있었다.

※마라톤 이봉주 선수도 평발이었다. 충격완화를 위하여 코오롱사에서는 특수화를 제작 선물하였다.



-힘의 분산 아치-

발의 형태에 따른 스포츠(육상)공학 분야의 활용 기술과 원리를 찾아볼 수 있다.

육상 선수의 신발인 발모양과 특성을 보완한 스포츠 공학을 적용한 사례에 대해 이야기한다. 그리고 육상 여자 멀리뛰기용에 특수 제작된 신발, 평발을 소유하고 있는 축구선수의 운동화를 설명하며, 생활 적용 사례를 제시한다.

Fig. 12 융합적인 요소 : E (공학)

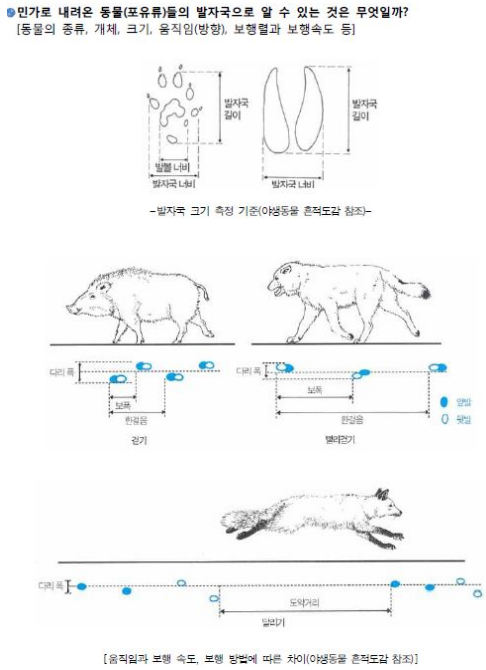
A(예술)은 ① 미술: 회화 등 순수예술 ② 언어: 의사소통 ③ 인문학: 사회, 역사, 정치학 ④ 신체예술: 스포츠, 댄스로 나눌 수 있다. 이 프로그램에서는 A(예술)부분은 미술 통한 창의적 작품 활동을 하였으며, 언어를 통하여 자신의 생각을 발표하였다. 이는 적용한 학생들이 저학년이기 때문에 스토리를 엮어가는 과정을 통해 활동을 적용하려 했기 때문이다. 그러나 관람객의 대상에 따라서 차별화해서 적용할 수 있는데 관람객이 고학년이거나 성인이라면 인문학인 언어를 통해 발자국을 보고 글쓰기, 시짓기 자유로운 스토리텔링을 전개하거나, 신체예술을 사용하여 다양한 부분을 다룬다면 교육의 효과를 높일 수 있다.

동물 분류에 따른 스탬프 패드 색을 달리 하며 멋진 작품을 연출한다.
[자연적으로 종 분류가 가능하도록 다양한 스탬프 패드 색 준비, 작품 활동]

- 다양한 색의 스탬프 패드와 염색 펜을 활용한 분류 및 꾸미기-
(예: 식육목→빨강, 식충목→초록색, 기타→검정색, 파랑색)
발자국 손수건, 발자국 티셔츠 꾸미기와 발자국 찍기를 통해 창의적 작품 활동을 할 수 있다.

Fig. 13 융합적인 요소 : A (예술)

프로그램상에는 구체적인 속도나 크기나 보폭의 크기를 계산을 통해서 알아보는 활동이지만, 실질적으로는 적용된 학생들이 저학년이였기 때문에 동물의 보폭의 크기를 이용하여 동물의 크기를 짐작하는 활동만이 적용되었다. 그러나, 고학년의 학생들이 적용되게 된다면 여러 동물의 찍힌 발자국을 보고 동물의 움직임과 방향에 대해서 실질적으로 계산하며 보행속도를 계산하는 활동을 하도록 한다면 발자국을 통해 다양한 M(수학)활동을 할 수 있어 교육효과를 좀 더 높일 수 있을 것이다. 이 부분에 대한 좀 더 구체적인 수업내용으로 구성될 수 있도록 적용대상에 따라 구분하여 적용될 수 있도록 전문가와의 협력에 의해서 구현되어야 할 것이다.




민가로 내려온 동물(포유류)들의 발자국으로 알 수 있는 것은 무엇이며, 의미하는 것은 무엇인지 알아본다. 동물의 종류, 개체, 크기, 움직임(방향), 보행렬과 보행속도가 있다.

발자국의 크기에 따른 동물의 크기를 계산할 수 있으며, 보폭을 비교 측정함으로써, 동물들의 행동상태를 파악할 수 있다.

농가(논, 밭) 주변에 찍힌 발자국 사진을 제시하여 행동상황을 유추하도록 유도한다.

Fig. 14 융합적인 요소 : M (수학)

‘발자국은 블랙박스’ 는 5가지의 요소를 모두 포함하고 있지만, ‘발자국은 블랙박스’ 프로그램을 적용한 자연사박물관의 경우에는 과학, 예술이 강조되는 SteAm 프로그램으로 정의할 수 있다. 프로그램을 보면, 포유류를 관찰하고 동물의 크기, 발의 크기 및 발자국의 생김새를 정성적으로 파악하여 ‘과학(S)′를 강조하고 포유류의 발자국 관찰로 각 생태환경을 유추하여 기술하는 자유토론과, 발자국 찍기 활동을 통한 창의적 작품 활동인 ’예술(A)′적인 표현력을 강조한다. 그러나, STEAM 요소 중 T, E, M 부분은 자연사 박물관에서는 적용하여 설명하기에는 한계가 있다. 그렇기 때문에 M부분의 활동은 전시물을 활용하기 전에 전시물 앞에서 설명하여 관람객들에게 동기부여가 될 수 있게끔 해주는 것이 효과적이다. 그리고 T, E 두 요소부분에 대해서는 관람객을 강의실 안으로 데리고 들어와서 PPT를 이용한 설명이나 디자인 활용 또는 공학적인 스포츠 신발 만들기 등 다양한 활동을 통해 관람객의 이해를 도와준다. 그리고 실생활과의 연결을 통하여 실생활에서의 문제해결력을 배양한다.

Table 9. STEAM 요소에 대한 해석

| STEAM 요소에 대한 해석 | 의견 | 사진 자료 |
|---|---|---|
| 자연사 박물관에서는 **T(기술)**부분의 **E(공학) M(수학)** 부분을 전시물을 이용하여 설명하기에는 한계가 있다 | 전시물이 아닌 강의실에서 학습권장 | |
| 자연사박물관의 경우는 과학, 예술이 강조된 **SteAm프로그램**을 기대할 수 있다. | 전시물을 통한 각 포유류를 관찰하고 동물의 크기, 발의 크기 및 발자국의 생김새를 정성적으로 파악하여 '과학(S)'를 강조 | |
| 포유류의 발자국 관찰로 각 생태환경을 유추하여 기술하는 자유토론 이나, 발자국 찍기 활동을 통한 창의적 작품 활동인 **'예술(A)'적인 표현력을 강조**할 수 있다. | 전시물이 아닌 전시중간의 프로그램으로 운영하는 것이 적절하다. 보충할 수 있는 교육자료가 준비되어야 한다. | |

## 2. STEAM의 3단계 (상황제시-창의적 설계-감성적 체험)

첫 번째 상황제시 단계는 학생이 문제해결 필요성을 주체적으로 느낄 수 있게 하며, 학생들로 하여금 적극적인 참여를 권장하게 되는 학습의 단계이다. 그리고 창의적 설계는 스스로 학생들이 문제를 정의하고 이를 해소하기 위한 해결방안을 설계하는 단계로써, 창의적 설계기반의 단계라고 할 수 있다. 그리고 감성적 체험 단계는 문제해결을 한 후 '평가' '성찰'의 기회가 되는 시간이며, 실생활과 연결할 수 있도록 한다. 위의 3단계과정을 이 연구의 STEAM 발자국은 블랙박스 교육 프로그램을 어떻게 구현하였는지 그 특징을 알아보고자 한다.

### a. 상황 제시

학생들의 경험에 비추어 스스로 학생들이 자신의 문제로 인식할 수 있도록 해야 하는 것인 초점이다. 동기부여를 위한 동영상이나 수업자료를 제시하여 학생들과의 경험에 연계하여 참여를 권유하게 될 때에 도슨트 중심의 수업이 학생중심의 수업을 전환되는 시점이라 할 수 있다. 이 부분을 스토리텔링의 특징이라고 할 수 있으며, 단순히 수동적인 방관자의 입장에서 적극적인 참여자로서의 학습을 위해서는 학생경험에 연계된 실질적인 문제를 거론해야 한다. 이러한 상황제시를 통한 문제는 학생들로 하여금 적극적인 참여를 권장하게 되는 학습의 단계이다. 과학에 대한 흥미 및 관심을 높이면서 학습을 요구하는 STEAM 의 첫 단계로(교육과학기술부, 2012) 문제해결의 필요성을 구체적으로 느낄 수 있는 접근법을 활용하며, 학생이 문제해결 필요성을 주체적으로 느낄 수 있게 한다.

'발자국은 블랙박스' 프로그램의 상황제시 단계는 네 단계로 나눌 수 있다.

Table 10. '발자국은 블랙박스' 프로그램의 STEAM의 3단계 - 상황제시

| | |
|---|---|
| ?! 상황제시 | 민가로 내려온 동물(포유류)들의 발자국으로 알 수 있는 것은 무엇인지 유추할 수 있다.<br>→동물의 종류, 개체, 크기, 움직임(방향), 보행 열과 보행 속도 |
| | 동물마다 발자국 모양이 다른 이유는 무엇인지 알아본다.<br>→서식환경, 동물의 크기, 동물의 보행속도, 적응력 |
| | 왜 이런 발자국을 남겼을지 알아본다.<br>→적응에 따른 변형, 걷거나 뛰거나 도약하기, 먹이를 찾아다님, 무리지음 |
| | 이 발자국을 남긴 동물의 발 모양에 대해 알 수 있다.<br>→발바닥, 발가락, 발굽, 동물의 크기 등에 따라 다양함 |

위의 제시된 네 단계의 상황 제시는 그 스토리를 전개함으로써 학습자를 포함한 관람객들이 어떤 상황인지를 강하게 인식을 하게 되는 단계를 말한다. 상황제시를 통한 인식단계에서는 어떤 내용으로 구성되어 있는지 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

(1) 도슨트가 자신의 경험을 이야기하면서 최근 이슈가 되고 있는 환경적 보도 자료인 기사, 동영상자료를 제시한다. 야생동물 (멧돼지)의 출현으로 인해 농가들이 피해를 받고 있는 상황을 이야기함으로써, 포유류에 대해 인지하도록 도와준다.

**●왜 이런 발자국을 남겼을까?**

[환경적 이슈 보도 자료를 제시하고 다양한 원인을 찾아봄]

**진도군, 멧돼지 개체 수 증가-잦은 출몰 비상** 연합뉴스 보도자료 입력 2012.11.22. 10:47

월 평균 30건 정도 피해 발생... 진도군 유해조수구제단 출범 멧돼지 등 유해조수의 개체수가 크게 증가하면서 피해도 늘어가고 있다.

최근 먹을거리가 풍부해진 가을철 추수를 전후로 멧돼지들이 산 아래 마을에 자주 출몰하고 있고, 농작물이 재배되지 않는 겨울철에 접어들면서 민가 주변까지 접근하고 있다. 특히 개체수가 크게 늘어난 멧돼지들이 활동 반경을 넓혀 민간 인근 논밭을 뛰어다니면서 벼·보리·콩 등 농작물을 뭉개거나 파헤치고, 고구마를 뽑아먹는 등 피해를 주고 있다.

진도군 지산면에서 고구마 등을 키우는 주민 박모씨는 "지난해 겨울부터 올해까지 벌써 대여섯번 넘게 멧돼지가 휩쓸고 가 농사를 망쳤다"며 "사람을 봐도 겁을 내지 않고 어미와 새끼 멧돼지가 떼로 몰려다녀 홀로 거주하는 어르신들이 두려움에 떨고 있다"고 호소했다.

멧돼지 등 유해조수 피해 방지를 위해 최근 진도군 유해 조수구제단이 출범했다.
진도군 유해조수구제단은 보통 5-7명이 조를 만들어 사냥개를 데리고 포획에 나선다. 이들은 멧돼지의 이동 경로 등을 파악하고, 포획 준비가 되면 사전에 진도군과 경찰서의 승인을 받아 수렵에 나선다. 사람에게 피해를 줄 수 있는 음무 제거 작업과 함께 부상을 입은 동물을 구조하는 활동을 펼치고 있다.

조규대 단장(진도군 유해조수구제단)은 "멧돼지와 마주치면 큰 나무나 바위 뒤에 숨거나 여의치 않으면 멧돼지보다 높은 곳으로 몸을 피해야 한다"며 "멧돼지는 사람을 보면 도망가는 습성이 있지만 공격받거나 다치면 공격적으로 돌변할 수 있다"고 말했다.

진도군 녹색산업과 관계자는 "현재로서는 멧돼지로 인한 주민피해가 접수되면 야생생물보호법에 근거해 포획하는 것 외에는 뾰족한 대안이 없다"며 "군·경·구제단 등 유관기관과 함께 협력해 피해 예방을 위해 최선의 노력을 다 하겠다"고 말했다.

멧돼지와 까치 등 유해조수로 인해 피해를 당한 주민들은 진도군 녹색산업과(540-3158)나 진도군 유해조수구제단(544-6444)에 신고하면 된다. 한편 진도군 유해조수구제단은 내년 상반기에 군부대·경찰·진도군·한국전력공사와 유해조수 피해예방을 위한 MOU체결을 추진하는 등 적극적인 활동을 펼칠 계획이다.

출처 : 진도군청 보도자료

1. 상황 제시-①

1-① 왜 이런 발자국을 남겼을까?

환경적 보도 자료를 제시하고 다양한 원인을 찾아본다. 야생동물(멧돼지)출현과 농가 및 주택가의 피해 상황을 알아보고 야생동물의 생태와 특징, 출현의 다양한 원인을 이해한다.

[ 과정안 첫 번째 참고자료]

Fig. 15 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ①

*도슨트: 제 신랑이 귀농을 하게 됐는데 올해 들어서 뉴스에서 많이 접해서 아시겠지만 야생동물이 내려와서 민간인 피해를 많이 주고 있어요. 대표적인 게 누구죠?*

*관람객: 멧돼지요.*

*도슨트: 다 알고 있죠. 멧돼지 때문에 제가 올해 고구마를 먹으려고 심었다가 이만큼 밖에 못 얻었어요. 만원어치 넘게 샀었는데 이 녀석 때문에 '내가 너무 피해를 보는구나' 하고 생각하는데, 그럼 이 멧돼지가 왜 내려왔을까? 하는 의문이 시작되었어요. 멧돼지를 못 들어오게 하기 위해서 그 동네 같은 경우에는 목책사업이라고 해서 전압선을 이용한 거라든지 여러 가지 방책을 하고 있지만 그렇게 좋아보이진 않았어요. 그럼 이 방법 말고는 또 없을까요?*

*우리가 조금 더 같이 살아가면서 공생 방법은 없을까요?*

[ 김도슨트, 이도슨트의 상황제시 단계 ]

- 도슨트는 상황제시단계에서 실생활과 연결하여 자신의 실제 이야기를 해 줌을 써, 관람객들이 동기부여가 될 수 있도록 자극하고 있다. 위의 상황은 도슨트가 고구마를 먹기 위해서 심었던 고구마를 수확하는 과정에서 심었던 것보다 작은 양이 수확된 이야기를 하면서 멧돼지를 언급한다. 이에 관람객들은 멧돼지에 대해서 생각함으로 인해 포유류를 인식하게 됨으로써, 이야기를 통해 관람객들이 쉽게 접근할 수 있도록 도와주고 있다.

(2) 농가(논, 밭) 주변에 찍힌 발자국 사진을 제시하고 비교 발표하여 선지식을 파악한다. 민가로 내려온 동물(포유류)들의 발자국으로 알 수 있는 것과 의미하는 것은 무엇인지 알아본다. ① 동물의 크기, 동물의 종류, 동물의 움직임(방향), ② 보행렬과 보행속도로 나눌 수 있는데, 이 부분에서 과학(S)와 수학(M)을 융합할 수 있다.

*도슨트: 동물들은 기어서 네발로 다니죠? 그러면 도대체 그 동물이 크기는 얼마나 클까 라는 거는 발자국보고 알아볼까요? 그러면, 우리 앞에 친구 신발사이즈 지금부터 재보겠습니다. 선생님이 줄자를 가져왔거든요? 우리친구는 지금 한 신발은 아마 200mm 정도 신은 거 같아요. 그런데 신발은 더 크니깐 180정도 되는 거 같아요. 180 mm죠? 그럼 몇 cm죠?*

*학생: 18cm*

*도슨트: 18cm. 친구 일어나보세요. 이 친구의 키가 어느 정도 되는지 궁금해요. 재볼게요. 허리까지의 길이를 재보았을 때 70cm 인데요. 이거를 여러 가지를 평균을 내서 해보니깐 발길이에다가 몇을 곱하면 나오나요?*

*학생: 약 4배*

*도슨트: 4를 곱하면 엉덩이 높이까지가 나옵니다. 그러면 동물 발자국 딱 찍힌걸 보고선 무엇이? 그럼 걔의 엉덩이 높이 대충 나오나요? 그러면 이것만 알면 걔의 크기를 알 수 있을까?*

*학생: 아니요.*

*도슨트: 그러면 걔의 크기를 알려면 지금 엉덩이 높이를 알았으니까 세로 나왔죠? 가로 나와야 되죠. 가로가 나오려면 지금 얘가 이렇게 엎드려서 걸으니까*

*학생: 앞발과 뒷발의 차이.*

*도슨트: 지금 앞발 두개 사이의 뭐가 있어요?*

*학생: 어깨.*

*도슨트: 어깨 있죠? 뒷발 두개 사이의 뭐가 있어요?*

*학생: 엉덩이.*

*도슨트: 그러면 어깨와 엉덩이의 길이를 재면 몸의 뭐가 나와요?*

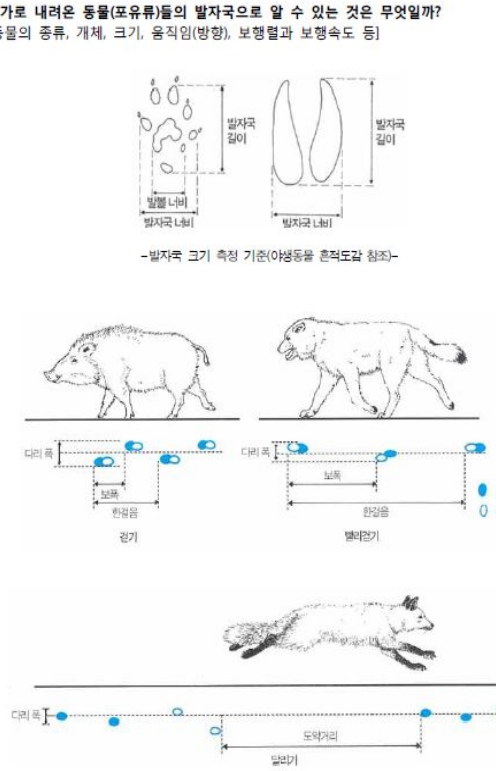
*학생: 크기.*

*도슨트: 그렇죠. 몸의 길이는 엉덩이 높이와 몸의 길이가 나오면 '아 이녀석이 대충 이만하구나' 라고 생각할 수 있겠죠?*

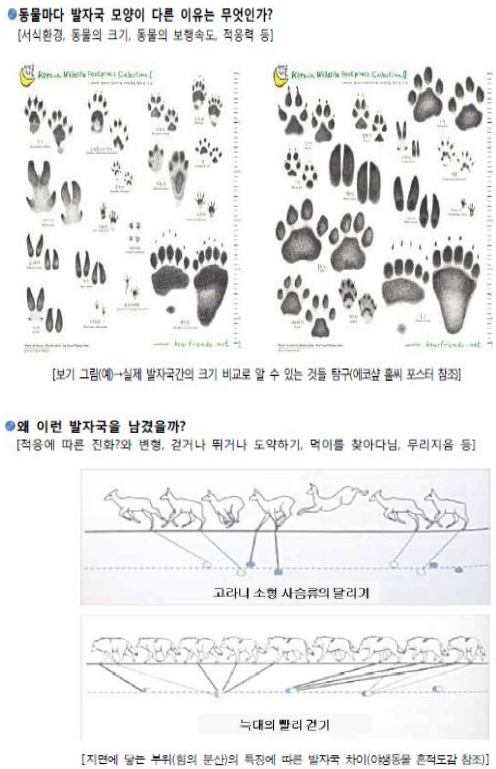
[ 김도슨트, 이도슨트의 상황제시 단계 중 2번째 S+M ]

- 먼저 관람객의 관심을 유도하기 위하여 여학생의 신발사이즈를 이용해 키를 짐작하게 하는 활동을 함으로써, 흥미를 유발하고 있다. 그리고 위의 상황은 포유류의 몸의 크기를 알기 위해서 발자국을 이용해 다리의 길이를 알고, 어깨와 엉덩이의 길이를 이용하여 포유류의 몸의 길이를 알 수 있는 활동을 한다. 다리의 길이 X 어깨와 엉덩이까지의 길이(몸의 길이)를 통하여 몸의 크기를 알게 함으로써, 학생들이 M(수학)요소를 쉽게 다가갈 수 있도록 하였다.

(3) 동물들의 발자국을 비교하면서, 동물마다 발자국 모양이 다른 이유에 대해서 알아보는 과정으로써 ① 서식환경에 따른 진화와 적응 또는 변형 ② 걷거나 뛰거나 도약하여 변형되어 생활 하는 동물들에게 대해서 이야기 한다.



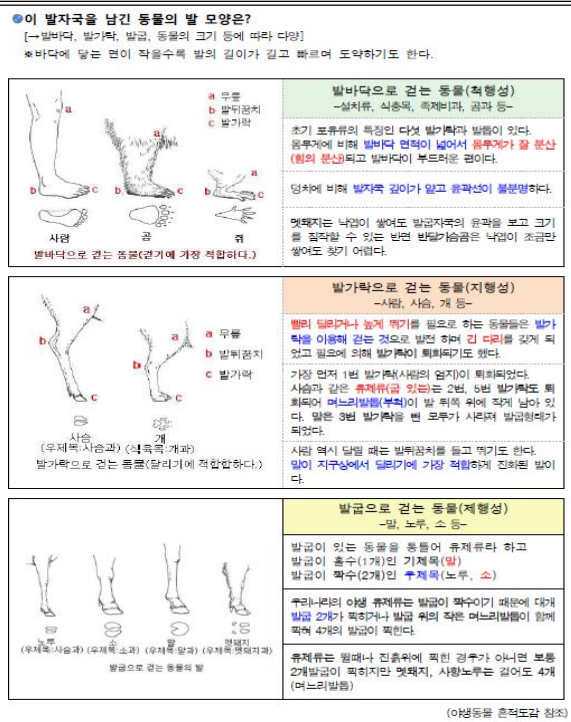

[ 과정안 두 번째 참고자료]




[ 과정안 세 번째 참고자료]

Fig. 16 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ②, ③

(4) 포유류에서도 비슷한 특징을 갖은 동물들을 묶고 몸 크기와 발 크기, 발모양을 비교 분석한다. 포유류의 구조적 특징을 살펴보고 발자국 모양의 특징의 크기를 직접 비교 분석함으로써, 구조의 특징을 적용한 과학적 접근 적용 사례에는 무엇이 있는지 찾아볼 수 있도록 유도한다.




1. 상황 제시-④

1-④ 이 발자국을 남긴 동물의 발 모양은?

발바닥, 발가락, 발굽, 동물의 크기 등에 따라 다양하다. 바닥에 닿는 면이 작을수록 발의 길이가 길고 빠르며 도약하기도 한다.

-> S(과학), M(수학)

Fig. 17 STEAM의 3단계 - 상황제시 과정안 ④

*도슨트: "선생님 곰발자국은요 우리 사람이랑 비슷해요." 맞아요. 포유류 발자국을 찾아보면요. 이발이 어떻게 생겼느냐에 따라서 얘가 걷기에 적합한 발이냐, 아니면 뛰기에 적합한 발이냐, 아니면 도망가기에 적합한 발이냐, 아니면 달리기에 적합한 발이냐 이런 여러 가지 발의 모양이 틀려져요. 그런데 우리 사람 발은 어떤 발일까요?*

*학생: 걷기.*

*도슨트: 맞아요. 걷기에 딱 적합한 발이에요.*

*도슨트: 그러면 곰 발도 어떤 발일까요?*

*학생: 걷기.*

*도슨트: 맞아요. 걷기에 딱 좋은 발이에요. 곰은 막 뛰지 못하죠. 곰이랑 우리랑 다 똑같이 사람이랑 어떻게 적합한 발이에요? 걷기에 적합한 발이에요.*

[ 발자국 면적에 따른 특징 비교]

- 상황제시에서 여러 동물들의 발바닥 모양에 따라서 달리는 속도가 다름을 이야기함으로써, 발바닥에서 바닥에 닿는 면이 넓을수록 느리게 걷는 곰의 이야기를 하고 있다. 곰의 발과 비슷한 인간의 발을 연결시켜 이야기함으로써, 관람객들이 쉽게 이해할 수 있도록 도와준다.

상황제시 단계에서는 실생활에서 경험할 수 있는 상황과 연결요소를 이야기함으로써, 관람객들이 상황을 구성하게 되어 교육효과를 높일 수 있다. '발자국은 블랙박스' 프로그램은 상황제시 단계를 4단계로 나누어 분석하였는데 '상황제시 단계'에는 과학(S)과 예술(A)과 수학(M)을 중심으로 융합적인 사고활동을 가능하게 하는 것이 효과적임을 알 수 있다. 과학관은 다양한 대상의 관람객을 적용해야 하기 때문에 4단계 중에서 대상에 따라 선택하여 효과적으로 제시할 수 있도록 해야 한다.

## b. 창의적 설계

'발자국은 블랙박스' 프로그램은 세단계로 나누었다. 전시장에서 관찰한 전시물을 가지고 여러 상황들에 따라 발자국을 만들어 보고 다양한 상황을 연출한다. 문제해결능력을 함양하기 위한 창의적 설계 기반의 단계라고 할 수 있다. 즉 스스로 학생들이 문제를 정의하고 이를 해소하기 위한 해결방안을 설계하는 단계로 기존의 탐구 설계에서 공학기반의 탐구 설계라고 할 수 있겠다. 과학에 있어서 공학과 기술은 필수조건이며 이러한 융합이 설계기반의 학습을 유도하게 되는 것이다.
'발자국은 블랙박스' 프로그램의 창의적 설계단계는 세 단계로 나눌 수 있다.

Table 11. STEAM의 3단계 - 창의적 설계

| | |
|---|---|
| | 전시장에서 동물마다 다른 발자국모양 관찰한다.<br>->포유류를 관찰하고 발모양과 크기, 발의 길이를 관찰하고 포유류의 형태와 생태를 관찰한다. |
| 창의적설계 | 여러 상황들에 따른 발자국을 만들어 보고 그 상황을 유추 한다.<br>→업고 걷는다, 한발로 뛴다. 발자국 도장을 한 보행 열의 표현 |
| | 발의 형태와 생태 적응을 이해하고 생활 적용사례를 찾아봄으로써, 실생활과의 연계성을 찾을 수 있도록 한다.<br>-> 축구선수, 마라톤 선수의 단점을 보완하기 위하여 과학을 스포츠 공학과 결합하여 연결 |

(1) 관람객들은 전시장에서 포유류를 관찰하며, 특징을 비교 분석한다.

2. 창의적 설계 - ①

2-① 전시장에서 동물마다 다른 발자국모양 관찰한다. 포유류를 관찰하고 발모양과 크기, 발의 길이와 포유류의 크기 등을 관찰하고 인간과 자연 서울의 숲 생태 코너 속 포유류의 형태와 생태를 관찰한다.

-> S(과학)

Fig. 18 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ①

도슨트의 STEAM 적용 후 질문지에 대한 응답을 보면 전시물만을 해설하는 기존 전시 해설 수업과는 다르게 STEAM 수업은 전시물이 주가 아닌 전시물을 이용하여 프로그램을 개발함으로써 관람객들에게 다양한 활동을 접할 수 있도록 한다. 이에 도슨트는 전시물에만 국한되는 것이 아닌 전시물에 따른 프로그램을 개발함으로써, 해설의 질이 증가하며 해설에 대한 흥미도 또한 높일 수 있는 방법임을 알 수 있다.

*STEAM적용 수업은 상황제시를 통해 나와 직접적 또는 간접적 관련성을 이해하며 흥미 유발시켜 전시물의 관찰과 탐구를 통해 실질적 문제 원인파악 및 문제 해결의 노력, 과학적 접근으로의 유도가 가능합니다. 또한 현 사회의 문제인 개인주의를 넘어 함께 해결하고 더불어 생각하는 소통이 가능하게 합니다.*

[ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후 평가지의 문항 의견 ]

- 도슨트는 포유류의 특징과 적응, 그리고 진화, 분화, 퇴화에 대해 설명하고 포유류를 유제류, 개과, 고양이과, 곰과, 족제비과, 다람쥐과로 나누어 특징에 따른 발자국에 대해 설명하였다. 그러나 적용된 관람객들이 저학년의 학생이기 때문에 포유류를 관찰할 때 발자국 모양에 따라 분류하여 관찰하는 방법보다는 각각의 포유류의 발자국을 관찰하고 포유류 전체적인 모습을 관찰하는 활동을 하는데 그쳤다.

또한, 다양한 기회제공을 통한 관람객과의 소통은 관람객의 흥미와 만족도를 높일 수 있다.

(2) 관람객 자신이 생각하는 상황에 대해 표현하는 시간으로써, 각자 자신의 생각을 손수건에 표현하도록 한다. 스스로 문제해결방법을 찾아 갈 수 있도록 탐구과정 상황을 유추할 수 있도록 유도한다.

**여러 상황들에 따른 발자국을 만들어 보고 그 상황을 유추 한다**
[손수건에 여러 발자국 도장을 활용하여 보행 열을 찍고 스토리텔링 발표]

보기를 통한 상황제시 및 이론 설명 후 손수건에 발자국 도장 찍고 스토리텔링-

**실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어 본다.**
[실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국 흔적을 손수건에 남긴다.]

–실제 발자국 크기의 스텐실과 도장을 활용한 발자국 재현 및 내용 기록–

실제 발자국 크기의 스텐실 (에코샵 홀씨 참조)

2. 창의적 설계 - ②

2-② 여러 상황들에 따른 발자국을 만들어 보고 그 상황을 유추 한다. 손수건에 여러 발자국 도장을 활용하여 보행 열을 찍고, 스토리텔링을 하며, 발표하게 한다. 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어본다. 실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국 흔적을 손수건에 남긴다.

-> S(과학), M(수학), A(예술)

Fig. 19 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ②

*초기 인원파악의 미흡함으로 인하여 대상자에 따른 알맞은 진행이 못되었다. 일반 가족에게 중점을 맞추어 프로그램을 적용 하다 보니 내용의 난이도를 흥미 유발과 관전 포인트로 잡았으며, 손에 들고 갈 활동지(북아트)와 체험물(발자국 손수건, 가방, 티셔츠)로만 준비하였다. 이에 따라 난이도가 낮게 진행되다보니 도슨트들에게는 아쉬움이 남게 되었으며 일반 가족에게만 만족도가 높게 나왔다. 일부에 편승되었으며, 난이도 조절에는 실패하였다.*

[ 김도슨트, 최도슨트의 시연 후 평가지의 문항 의견 ]

- 체험활동 이용하여 적용한 경우에는 관람객들의 흥미와 참여를 높일 수 있었지만 '도슨트의 STEAM 프로그램 적용 후' 평가지의 응답을 보면 적용대상들이 초등학생 위주로 이루어졌기 때문에 낮은 수준의 체험활동 중심으로 적용되어 다양한 연령대에 적용하지 못하여 아쉬움을 이야기한다. 이에 과학관에서의 활동은 연령대에 따라서 난이도 조절이 필요함으로, 적용대상에 따라서 효과적으로 적용될 수 있는 다른 활동이 필요함을 알 수 있다.

과학관에서 하는 STEAM은 학문적이며 교과 연계적이긴 하나 한계(교과, 대상, 주제)의 폭이 넓고 단순 학년별에서 다양한 무리(가족, 형제, 다문화, 소외계층, 동아리, 동호회 등)의 대상적 폭이 넓다. 이에 따라 과학관에서 하는

STEAM프로그램은 다양한 연령의 관람객들이 참여함으로써 빠른 판단력을 통해 때에 맞추어 프로그램의 난이도를 맞추는 능력이 필요하다. 프로그램을 대상에 따라 적절하게 난의도를 조절하는 것은 프로그램의 성공여부를 결정하기 때문이다.

(3) 발의 형태와 생태 적응을 이해하고 생활 적용사례를 찾아봄으로써, 실생활과의 연계성을 찾을 수 있도록 한다. 축구선수, 마라톤 선수의 단점을 보완하기 위하여 과학을 스포츠 공학과 결합하여 연결시킨다. 이에 스포츠 공학으로 우리가 발견했던 부분을 여러 다른 상황에 적용할 수 있도록 실생활에 접근하여 다양한 이야기를 전개시킨다. 그리고 중기 구석기 시대에 형성된 사람발자국 화석과 동물 발자국 화석을 제시하여 그 당시의 행동과 생활 습관에 대해 알 수 있도록 인문사회와 연결시킨다.

**육상 선수의 신발**(발모양과 특성 보완)**에 스포츠 공학 적용 사례**

-**발 크기**와 **관절의 유연성 무릎 관절의 각도**, 하체 근육의 부분별 길이 등을 **측정. 검사하여 특성을 이해**한다.
- 딱딱한 보도블록이 많은 경우 신발 밑창은 **부드러우면서도 접착력과 반발성**이 뛰어난 **스펀지를 쓰며 보완**한다.
(사람은 대칭으로 태어난 것 같지만 대부분 짝발이다. 때론 그 미세한 차이가 경기력을 좌우하기 때문에 보완)
-**바닥과의 마찰을 줄이고**, 바닥이 딱딱하지 않아, 선수가 **피로를 덜 느끼도록** 해주는 축구화를 **영상 분석법**, **압력 분포 측정법**을 이용하여 정밀 설계, 제작을 하고, 폴리우레탄 따위의 발달된 재질을 사용하기도 한다.

2010 광저우 아시아게임 육상 여자 멀리뛰기에서 금메달 정순옥 선수의 경기용 신발
(**멀리뛰기가 도약이 중요**한 만큼 Solyte 스폰지를 **신발 앞쪽에 두껍게 삽입**하여 점프력 향상)

**박지성은 운동하기에 최악이라고들 하는 평발의 소유자였다.**

평발은 발바닥의 **장심이 뚜렷하지 않아 발바닥 전체가 평면에 접하는 발**을 말한다. 여기서 **'장심(掌心)'**이란 정상인의 발바닥에서 볼 수 있는 **아치형 모양**을 말한다. 또한 평발은 크게 '유연(flexible) 평발'과 '강직성(rigid) 평발'로 구분되는데, 유연성 평발은 앉아 있을 때는 발의 장심이 정상적이지만 일어서면 장심이 사라지는 유형을 말한다. 강직성 평발은 선천적으로 발목 관절이 유착되어 발생되며, 관절염이나 기타 여러 가지 원인으로 발생될 수도 있다. **정상인은 장심이 잘 드러나 있어 보행 시나 운동 시에 충격을 완화**할 수 있지만, 평발은 이러한 충격 완화 능력이 현저히 떨어지기 때문에 운동 능력이 떨어진다고 여겨졌으며, 이로 인해 장시간의 행군 및 이동이 필요한 군인으로서의 능력도 떨어져 군대도 가지 않았던 시절이 있었다.
※마라톤 이봉주 선수도 평발이었다. 충격완화를 위하여 코오롱사에서는 특수화를 제작 선물하였다.

-힘의 분산 아치-

**중기 구석기 시대**에 **형성**된 것으로 보이는 **사람 발자국 화석**과 **동물 발자국 화석**

제주도 서귀포시 대정읍 상모리와 안덕면 사계리 해안에서 발견된 **사람 발자국 각종 동물 발자국 화석**은 2005년 9월 8일에 **천연기념물 제464호로 지정**
-사람 발자국의 특징인 앞꿈치와 뒤꿈치가 눌려 있는 화석
-발자국과 같은 흔적 화석은 한 동물의 행동과 생활 습관을 알려 주는 귀중한 증거물이 된다.

2. 창의적 설계 - ③

2-③ 육상 선수의 신발인 발 모양과 특성을 보완한 스포츠 공학을 적용한 사례에 대해 이야기한다. 육상 여자 멀리뛰기용에 특수 제작된 신발, 평발을 소유하고 있는 축구선수의 운동화를 설명하며, 생활 적용사례를 제시한다. 또한, 중기 구석기 시대에 형성된 사람발자국 화석과 동물 발자국 화석을 제시하여 그 당시의 행동과 생활 습관에 대해 알 수 있음을 제시한다.

-> S(과학), E(공학), A(예술)

Fig. 20 STEAM의 3단계 - 창의적 설계 과정안 ③

축구선수, 마라톤 선수의 단점을 보완하기 위하여 과학을 결합시킨 스포츠 공학을 이야기하면서, 관람객들이 스포츠부분에서 우리가 발견했던 부분을 여러 다른 상황에 적용할 수 있도록 한다.

*도스트: 우리가 가장 좋아하는 축구 선수 누구죠?*

*학생: 박지성.*

*도슨트: 박지성이 어떤 발이래요?*

*학생: 평발.*

*도슨트: 평발이래잖아요. 그 사람은 정말 사실 태어난 거는 어떻게 했어야 되요? 그냥 천천히 걸어 다녔어야 하는 발이에요. 평발이니까. 왜냐면 원래 우리 발은 여기에 아치가 있어요, 없어요?*

*학생: 있어요.*

*도슨트: 있죠? 그 아치형으로 돼 있는 이 부분은 내가 두 발로 이 몸을 다 받쳐야 되니까 이 발이 힘을 다 받으면 힘들어요. 그래서 아치가 내가 받는 힘을 분산시켜줘요. 그런데 아치가 없이 거의 바닥에 붙어 있으면 사실 많이 걷기가?*

*학생: 힘들어요.*

*도슨트: 그러니까 그 박지성을 운동 잘할 수 있게 도와주려면 스포츠 공학 쪽에서 받쳐줘야 되는거죠. 그 사람에게 딱 맞는 신발을 만들어 주어야한다는 거죠. 평발의 주인공 하나 또 있는데. 마라톤. 이봉주 선수도 사실은 평발이였어요. 그래서 거기는 코xx에서 특별히 이봉주 선수한테 무릎의 관절각도, 관절의 유연성, 그리고 애네들 다 영상으로 다 찍고 발바닥 찍혔을 때 나타나는 힘의 분산정도 이걸 다 조사해서 이봉주 선수에게 딱 맞는 운동화 만들어줬어요. 이렇게 실질적으로 우리가 그 동물들을 관찰함으로서 인해서 그 관찰 결과가 있으니까 우리가 이용할 수 있어요.*

[ 발자국을 스포츠 공학과 연결시키도록 하는 대화 내용]

- 평발을 가지고 있어서 운동을 하는데 불편함이 있는 축구선수 박지성과 이봉주 선수를 이야기 하면서 운돌 시 발바닥의 힘의 분산정도를 조사하여 공학적인 신발을 만들어 사용함을 이야기한다. 운동 시 불편함을 해결하는 등 실질적으로

우리 생활과 연계하여 사용하고 있음을 알려준다. 이에 공학적인 내용을 실질적으로 적용하고 있음을 인지하도록 관람객들에게 이야기를 해주는 방식으로 적용되었다. 그리고 마지막으로 창의적 설계단계에서 전시물을 접한 관람객들의 발표를 통해 자신들이 경험했던 부분에 대해서 다른 관람객들에게 설명한다. 이를 통해 다른 관람객이 보지 못했던 부분에 대해서도 자세히 설명해주고, 자신들이 보지 못했던 부분에 대해서도 이야기를 들음으로써, 긍정적인 교육효과를 나타낼 수 있다.

전시장에서 여러 가지 포유류를 보고 포유류들만의 해석이 필요하다. 자신의 생각에 대해 발표하는 과정을 통해 지식을 파악하게 된다.

Fig. 21 자신들의 생각을 발표하는 과정

## c. 감성적 체험

흥미, 동기, 성공을 통한 새로운 문제에 대한 도전 단계로써, 실생활과 연결할 수 있다. 학생이 문제해결을 하였다는 성공의 경험을 느껴야 한다. 창의적 설계 기반의 문제해결을 한 후에는 경각심을 경험했던 학습자들은 성공의 기쁨을 경험할 수 있게 되면서 앞으로의 새로운 다른 문제에 대해서 도전의식을 가지고 당면과제를 해결할 수 있는 태도를 함양하게 될 것이다. 제시된 문제를 해결하고 이것을 서로 커뮤니케이션 하는 것은 소통의 방법으로 여러 가지 도구를 사용할 수 있다. 흔히 우리가 할 수 있는 소통의 방법은 예술이 될 수 있는데 이러한 예술을 통해서도 단순하게 의미 없이 표현을 하는 것이 아닌 '평가' 또는 '성찰'의 기회가 되는 표현의 시간이 되어야 할 것이다. 예를 들어 창의적 설계단계에서 실행한 실험의 오류과정을 찾아보거나 산출물을 가지고 과연 얼마나 효과가 있을지에 대해서 사회문화적 관점에서 환경적 그리고 경제적 관점에서 다시 재평가를 해보는 것은 미래사회에서 요구하는 융합인재의 기본적인 과학기술을 하는

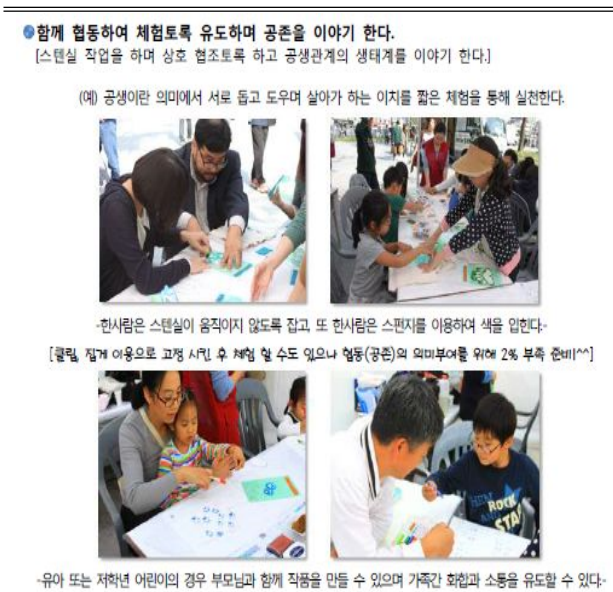
전문가들의 기본적인 태도일 것이다. 소통의 방법은 단순 예술 외에도 지속가능 발전 관점에서 재해석 하는 것도 소통의 한 방편이라고 할 수 있겠다. 즉 산출물을 가지고 토론을 함으로써, 각 전문가 입장에서 분석하는 것도 소통의 방법이며, 산출물을 가지고 설명회, 토론회를 개최하여 본인이 개발한 산출물의 목적 및 효과를 발표하고 청중들과 상호작용하며 질문을 하고 반박을 하고 방어 하는 것 또한 '소통'의 방법이다.

'발자국은 블랙박스' 프로그램의 감성적 체험 단계는 세 단계로 나눌 수 있다.

Table 12. STEAM의 3단계 - 감성적 체험

| | |
|---|---|
| 감성적체험 | 동물 분류에 따른 스탬프 패드 색을 달리 하여 작품을 연출한다.<br>→식육목⇨빨강, 식충목⇨초록색, 기타⇨검정색, 하늘색 |
| | 동물(포유류)들이 민가로 내려온 원인을 이해하고 대책을 논의 할 수 있다.→서식환경 변화로 먹이를 찾아 내려오거나 길을 잃어 내려온다<br>그리고 함께 협동하여 체험토록 유도하며 공존을 이야기 한다.<br>→공생이란 의미에서 서로 돕고 도우며 살아가야하는 이치를 짧은 체험을 통해 실천한다. |

(1) 학생들에게 과학체험을 교육하는데 있어서 이론적인 내용만을 가르치는 것이 아닌 (hands-on 활동) 손으로 하는 활동을 통해 효과적인 좋은 교육효과를 낼 수 있다. 다양한 상황을 연출한 동물의 발자국 모양을 연출하게 하여 그에 따라 자신만의  이야기를 할 수 있도록 제시한다. 함께 협동하여 체험토록 유도하며 공존을 이야기 한다. 생물은 다양하며 우리 생활과 밀접하고 생물의 생태를 통해 함께 더불어 살아가야 함을 이해할 수 있게 한다.




3. 감성적 체험 - ①

3-① 동물 분류에 따른 스탬프 패드 색을 달리 하며 멋진 작품을 연출한다. 자연적으로 종 분류가 가능하도록 다양한 스탬프 패드 색 준비, 작품 활동이 가능하도록 하여 마무리 지을 수 있다.

-> S(과학), A(예술)

Fig. 22 STEAM의 3단계 - 감성적 체험 과정안 ①

(2) 포유류들이 민가로 내려온 원인을 이해하고 그에 대한 피해대책에 대하여 어떤 상황을 배치할 것 인가, 어떤 부분에 중점을 두어 제시할 지에 대해 충분한 논의를 할 수 있게 한다. 그리고 동물의 입장에서 먹이사슬, 공생관계에 대한 여러 가지 상황을 생각하도록 시간적 여유를 두고 마무리한다.

3. 감성적 체험 - ②

3-② 동물(포유류)들이 민가로 내려온 원인을 이해하고 그 대책을 논의 할 수 있다. 야생동물이 민가로 내려오지 않도록 하기 위한 대책에 대해 이야기 하고 실천하도록 한다. 민가로 내려온 동물들에 대해 인간의 입장에서 전압선을 이용한 목책 설치와 멧돼지 발견 시 대처법에 대해 이야기 한다.

-> S(과학), A(예술)

Fig. 23 STEAM의 3단계 - 감성적 체험 과정안 ②

- 이 부분은 포유류에 따른 피해로 인하여 전압선을 달자는 주민들의 의견과 자연을 해치는 환경보호자들의 의견 충돌의 이야기를 언급하면서 인문학적으로 사회적인 Art 해결방안에 대해서 의논하도록 한다. 즉 감성적 체험 ①부분에서는 예술 중에서도 순수예술, 활동적인 예술을 의미했다면 ②부분은 인문한적인 창의적 상상력의 시나리오를 바탕으로 해서 글을 짓는 것들의 인문 Art를 의미한다고 할 수 있다.

## 3. 다양한 관람객에 따른 다양한 STEAM의 적용

A 프로그램은 자연사박물관을 이용하여 '발자국은 블랙박스' 프로그램을 개발하여 적용하였다. 교육대상자는 초등학생, 중 고등학생, 일반 성인으로 나눌 수 있다. 초등 학습자는 각 포유류의 발자국의 크기와 생김새를 관찰하여 동물의 크기를 정량적으로 파악하여 '과학(S)''수학(M)'를 강조한다. 그리고 중고등 학습자

는 발의 형태에 따른 활용분야인 스포츠 공학 분야의 기술과 원리를 찾아보고 디자인 할 수 있도록 이를 수치화하여 '과학(S)"기술(T)'와 '공학(E)'적인 부분을 강조한다. 그에 따라 디자인에 대해서 자유토론 활동을 하며 자신이 디자인한 작품에 대해서 발표하도록 한다. 그리고 일반 성인을 대상으로 하는 경우에는 포유류의 발자국 관찰로 각 생태환경을 유추하며 기술하는 '인문(A)'적인 표현력을 강조한다.

본 프로그램은 비형식기관에서 다양한 관람객에 적절한 차별화된 전략을 활용하여 다양한 연령층이 함께 참여할 수 있는 활동으로 개발되었으며, 전시물을 통해 인식의 폭을 넓히고 과학적 탐구와 사고 확장을 실천적으로 적용할 수 있도록 하였다. 다양한 연령에 따른 적용방법은 다음과 같은 전략으로 나누어졌다.

STEAM의 세 단계 중에서도 창의적 설계단계부분은 대상의 연령에 따라 선택하여 사용할 수 있는데, 저학년, 고학년, 성인으로 나누어 적용한다.

### a. 창의적 설계단계

저학년을 대상으로 적용한 방법은 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어보는 것으로써, 실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국 흔적을 남기기 위하여 스토리텔링 하는 활동이다. 여러 상황에 따라 발자국을 만들어보고 그 상황을 유추하며 발자국을 재현하고 내용을 기록한다.

| | |
|---|---|
| **실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어 본다.**<br>실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국 흔적을 손수건에 남긴다.<br> <br>-실제 발자국 크기의 스텐실과 도장을 활용한 발자국 재현 및 내용 기록- | 2-④-1 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어 본다. 실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국흔적을 남길 곳에 대해 1손수건에 남긴다. 그리고 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 발자국 손수건, 가방, 티셔츠를 해봄으로써, 체험형 중심으로, S, M, E를 강조할 수 있다. (저학년 학생을 고려함)<br>-> S(과학), M(수학), A(예술) |

Fig. 24 창의적 설계-저학년 대상으로 프로그램 적용 방법

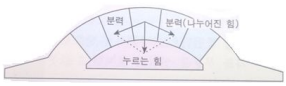
| | |
|---|---|
| 2-④-2 동물들의 발바닥의 특징을 이용하여 발의 형태에 따른 활용분야인 스포츠 공학 분야의 기술과 원리를 찾아보고 디자인 할 수 있다.<br>-> S(과학), T(기술), E(공학), A(예술) | **육상 선수의 신발**(발모양과 특성 보완)**에 스포츠 공학 적용 사례**<br>-**발 크기**와 **관절의 유연성** d**무릎 관절의 각도**, 하체 근육의 부분별 길이 등을 **측정, 검사하여 특성을 이해**한다.<br>- 딱딱한 보도블록이 많은 경우 신발 밑창은 **부드러우면서도 접착력과 반발성**이 뛰어난 **스펀지를 쓰며 보완**한다. (사람은 대칭으로 태어난 것 같지만 대부분 짝발이다. 때론 그 미세한 차이가 경기력을 좌우하기 때문에 보완)<br>-**바닥과의 마찰을 줄이고**, 바닥이 딱딱하지 않아, 선수가 **피로를 덜 느끼도록** 해주는 축구화를 **영상 분석법 압력 분포 측정법**을 이용하여 정밀 설계, 제작을 하고, 폴리우레탄 따위의 발달된 재질을 사용하기도 한다.<br> <br>2010 광저우 아시아게임 육상 여자 멀리뛰기에서 금메달 정순옥 선수의 경기용 신발<br>(**멀리뛰기가 도약이 중요**한 만큼 Solyte 스폰지를 **신발 앞쪽에 두껍게 삽입**하여 점프력 향상)<br>**박지성은 운동하기에 최악이라고들 하는 평발의 소유자였다.**<br>평발은 발바닥의 **장심이 뚜렷하지 않아 발바닥 전체가 평면에 접하는 발**을 말한다. 여기서 **'장심(掌心)'**이란 정상인의 발바닥에서 볼 수 있는 **아치형 모양**을 말한다. 또한 평발은 크게 '유연(flexible) 평발'과 '강직성(rigid) 평발'로 구분되는데, 유연성 평발은 앉아 있을 때는 발의 장심이 정상적이지만 일어서면 장심이 사라지는 유형을 말한다. 강직성 평발은 선천적으로 발목 관절이 유착되어 발생되며, 관절염이나 기타 여러 가지 원인으로 발생될 수도 있다. **정상인은 장심이 잘 드러나 있어 보행 시나 운동 시에 충격을 완화**할 수 있지만, 평발은 이러한 충격 완화 능력이 현저히 떨어지기 때문에 운동 능력이 떨어진다고 여겨졌으며, 이로 인해 장시간의 행군 및 이동이 필요한 군인으로서의 능력도 떨어져 군대도 가지 않았던 시절이 있었다.<br>※마라톤 이봉주 선수도 평발이었다. 충격완화를 위하여 코오롱사에서는 특수화를 제작 선물하였다.<br>  <br>-힘의 분산 아치- |

Fig. 25 창의적 설계-고학년 대상으로 프로그램 적용 방법

고학년을 대상으로 적용한 방법은 동물들의 발바닥의 특징을 이용하여 발의 형태 따른 디자인하고 제작하는 활동이다. 스포츠공학 분야의 활용 기술과 원리를 찾아보고 디자인함으로써, 고학년의 대상에는 저학년과 차별화 할 수 있도록 공학 기술부분의 요소를 좀 더 부각시킨다. 단계를 보면 1. 자신들이 디자인한

신발의 대해 협의 2. 신발의 모양 스케치(삼면도) 3. 중요한 부분에 대한 설명함으로써 개발된 STEAM 교육 프로그램은 **이공계 전문직의 관심** 등의 목적으로 사용한다. 중·고등학생을 대상으로 직업관련 내용을 수업에 소개함으로서 학생들이 이공계 계열의 전문 직업인이 무엇이 있는지를 알고 자연스럽게 관련 전문직을 관심 갖게 하는 목적으로 사용하는 것이다.

| | |
|---|---|
| **중기 구석기 시대**에 **형성**된 것으로 보이는 **사람 발자국 화석**과 **동물 발자국 화석**<br> <br>제주도 서귀포시 대정읍 상모리와 안덕면 사계리 해안에서 발견된 **사람 발자국** 및 **각종 동물 발자국 화석**은 2005년 9월 8일에 **천연기념물 제464호로 지정**<br>-사람 발자국의 특징인 앞꿈치와 뒤꿈치가 눌려 있는 화석<br>-발자국과 같은 흔적 화석은 한 동물의 행동과 생활 습관을 알려 주는 귀중한 증거물이 된다. | 2-④-3 발자국을 이용한 인문적인 자유탐구가 가능하기 때문에 토론 활동을 통하여 글쓰기, 시짓기 활동을 할 수 있다. (일반 성인 관람객을 고려함.)<br>-> S(과학), A(예술) |

Fig. 26 창의적 설계-일반인을 대상으로 프로그램 적용 방법

일반인을 대상으로 적용한 방법은 발자국을 이용한 인문적인 자유탐구 활동으로 토론활동을 통한 다양한 사고활동과 글쓰기, 시짓기 활동을 한다. 과학관에서 세미나나 회의 이외에 일반 성인 관람객만을 위한 평생교육프로그램은 많이 발달되지 않으므로, 발전할 수 있는 가능성이 무한함을 알 수 있다.

두 번째로 STEAM의 세 단계 중에서도 감성적 체험 단계 부분 또한 창의적 설계단계와 연계하여 대상의 연령에 따라 선택하여 사용할 수 있다.

## b. 감성적 체험

저학년을 대상으로 적용한 방법은 동물을 분류하여 다양한 상황을 연출하여 작품을 구성하고, 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어본다. 발자국을 이용한 상상력의 시나리오를 토대로 다양한 발자국을 손수건이나 셔츠에 찍어 작품을 만들어내는 '예술(find art의 A)' 스텐실 작업을 하면서 체험형 활동을 통해 서로 상호 협조토록하고 생태계와의 공생관계, 화합을 이야기 할 수 있게 한다. 활동을 통한 창의적 상상력의 시나리오를 바탕으로 인문적인 활동인 인문'(liberal art A)를 강조하며 다양한 생물은 이처

럼 우리 생활과 밀접하고 생물의 생태를 통해 함께 더불어 살아가야 함을 이해한다.

| | |
|---|---|
| ●실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어 본다.<br>실제 발자국 크기 스텐실의 크기를 재보고 발자국 흔적을 손수건에 남긴다.<br> <br>-실제 발자국 크기의 스텐실과 도장을 활용한 발자국 재현 및 내용 기록- | 3-①-1 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 손수건(티셔츠)을 만들어 본다. 실제 발자국 크기에 해당하는 스텐실을 이용하여 염색 발자국 손수건, 가방, 티셔츠를 해봄으로써, 체험형 중심으로, S, M, E를 강조할 수 있다. (저학년 학생을 고려함)<br>-> S(과학), M(수학), A(예술) |
| ●함께 협동하여 체험토록 유도하며 공존을 이야기 한다.<br>[스텐실 작업을 하며 상호 협조토록 하고 공생관계의 생태계를 이야기 한다.]<br>(예) 공생이란 의미에서 서로 돕고 도우며 살아가 하는 이치를 짧은 체험을 통해 실천한다.<br> <br>-한사람은 스텐실이 움직이지 않도록 잡고 또 한사람은 스펀지를 이용하여 색을 입힌다-<br>[클릭, 집게 이용으로 고정 시킨 후 체험 할 수도 있으나 협동(공존)의 의미부여를 위해 2% 부족 준비^^]<br> <br>-유아 또는 저학년 어린이의 경우 부모님과 함께 작품을 만들 수 있으며 가족간 화합과 소통을 유도할 수 있다- | 3-②-1 스텐실 작업을 하며 상호 협조토록 하고 생태계와의 공생관계, 화합을 이야기 할 수 있게 한다. 활동을 통한 창의적 상상력의 시나리오를 바탕으로 글을 인문적인 활동을 강조한다. (저학년 학생을 고려함)<br>-> S(과학), A(예술) |

Fig. 27 감성적 체험-저학년을 대상으로 프로그램 적용 방법

고학년 중·고등학생들 대상으로 창의적 설계를 진행하는 방법은 자신들이 디자인한 산출물에 대해 다른 관람객에게 발표하고 설명한다. 서로 평가를 해주며 평가 후 다시 보완할 점에 대해 토의 및 재설계 단계 작업을 통한 재작업함을 함으로써 하나의 작품을 완성할 수 있다.

| | |
|---|---|
| 3-②-2 자신들의 디자인에 대해 다른 관람객에게 발표, 설명하게 한다. 그에 따라 다른 관람객은 평가를 해주고 평가 후 다시 보완할 점에 대해 토의 및 재설계 단계 작업을 통해 제작함으로 인해 작품을 완성할 수 있다. (고학년 학생 고려함)<br>-> S(과학), T(기술), A(예술) | **육상 선수의 신발**(발모양과 특성 보완)**에 스포츠 공학 적용 사례**<br>**① 발 크기와 관절의 유연성, 무릎 관절의 각도, 하체 근육의 부분별 길이 등을 측정. 검사하여 특성을 이해한다.**<br>**② 딱딱한 보도블록이 많은 경우 신발 밑창은 부드러우면서도 접착력과 반발성이 뛰어난 스펀지를 쓰며 보완한다. (사람은 대칭으로 태어난 것 같지만 대부분 짝발이다. 때론 그 미세한 차이가 경기력을 좌우하기 때문에 보완)**<br>**③바닥과의 마찰을 줄이고, 바닥이 딱딱하지 않아, 선수가 피로를 덜 느끼도록 해주는 축구화를 영상 분석법, 압력 분포 측정법을 이용하여 정밀 설계, 제작을 하고, 폴리우레탄 따위의 발달된 재질을 사용하기도 한다.**<br> <br>2010 광저우 아시아게임 육상 여자 멀리뛰기에서 금메달 정순옥 선수의 경기용 신발 (**멀리뛰기가 도약이 중요**한 만큼 Solyte 스폰지를 **신발 앞쪽에 두껍게 삽입**하여 점프력 향상) |

Fig. 28 감성적 체험-고학년을 대상으로 프로그램 적용 방법

저학년과 고학년을 고려한 ① 스탬프 활동과 ② 공학적인 활동은 현실적으로 가능하나, ③ 일반관람객을 대상으로 인문적인 활동은 한계로 나타날 수 있다.

| | |
|---|---|
| | 3-②-3 발자국을 통한 자유토론 글쓰기: 자유토론을 통한 글쓰기, 시짓기 활동을 통해 결과물에 대한 발표를 통한 상호작용 후 마무리 한다. (일반 관람객, 성인관람객 고려함)<br>-> S(과학), A(예술) |

Fig. 29 감성적 체험-일반인을 대상으로 프로그램 적용 방법

이는 지면으로는 적용할 수 있으나, 일반 관람객 집단의 수업의 기회가 주어지지는 부분을 도슨트 프로그램으로 계획하기에는 한계가 있으므로, 적용하여 타당성을 입증하기에는 어려움이 있을 수 있다. 그러나, 전문적으로 훈련된 도슨트의 경우에도 가능할 수 있을 것이다.

이렇게 다양한 연령대에 따른 STEAM을 수업에 적용하는 데 난점 또한 발생한다.

*초기 인원파악의 미흡함으로 인하여 대상자에 따른 알맞은 진행이 못되었다. 일반 가족에게 중점을 맞추어 프로그램을 적용 하다 보니 내용의 난이도를 흥미 유발과 관전 포인트로 잡았으며, 손에 들고 갈 활동지(북아트)와 체험물(발자국 손수건, 가방, 티셔츠)로만 준비하였다. 이에 따라 난이도가 낮게 진행되다보니 도슨트들에게는 아쉬움이 남게 되었으며 일반 가족에게만 만족도가 높게 나왔다. 일부에 편승되었으며, 난이도 조절에는 실패하였다.*

[ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후  평가지의 문항 의견 ]

과학관에서 하는 STEAM은 학문적이며 교과 연계적이긴 하나 한계(교과, 대상, 주제)의 폭이 넓고 단순 학년별에서 다양한 무리(가족, 형제, 다문화, 소외계층, 동아리, 동호회 등)의 대상적 폭이 넓다. 이에 따라 과학관에서 하는 STEAM프로그램은 다양한 연령의 관람객들이 참여함으로써 빠른 판단력을 통해 때에 맞추어 프로그램의 난이도를 맞추어야 한다. 대상에 따른 난의도의 조절은 프로그램의 성공여부를 결정하게 된다.

## 4. 전시물의 활용도

‘발자국은 블랙박스’를 적용한 자연사박물관의 경우는 STEAM 3단계 중 ‘상황제시’에서 전시물을 적극적으로 활용하여 관람객의 호기심을 자극한다.

프로그램에서는 박물관 전시장의 박제 포유류와 숲 디오라마 속 포유류 등의 형태와 생태 관찰하며 전시장 전시물을 직접 설명 듣고 살펴보며 이름뿐 아니라 상세한 살핌을 통한 기록을 유도한다. 그리고 전시물을 보면서 활동지나 미션지 간단한 북아트를 이용하여 전시물을 쉽게 이해할 수 있도록 도와주는 활동을 함으로써, 관람객들이 좀 더 확실한 개념을 습득·정리 할 수 있다.

다음은 상황제시 단계에서 포유류의 전시물이 전시되어 있는 전시장을 통해 동물마다 다른 발자국모양을 관찰하고 있는 모습이다.

전시장에서 동물마다 다른 발자국모양 관찰

Fig. 30 전시물 발자국 모양 관찰

다음은 창의적설계 단계에서 포유류의 전시물이 전시되어 있는 전시장을 통해 동물마다 다른 발자국모양을 관찰하고 활동지와 미션지 활동을 통하여 상세히 살피어 기록을 유도하고 있는 장면이다.

활동지, 미션지 수행 활동

Fig. 31 전시물 수행 활동

다음은 '발자국은 블랙박스'를 적용할 때 도슨트의 활동에 대해서 전사한 내용이다.

*도슨트: 제가 지금부터 미션스타트 하면은 조용히 어떤 것인지 찾으시면 되는데 왼쪽과 오른쪽에 있어요. 지금 보시면 포유류를 가만히 보시면 발의 크기 두텁다고 하죠? 두께. 또는 덩치 발의 길이 이런 것들을 보시면 여러분들이 질문 드린 거 잘 찾을 수 있고요. 그 다음에 포유류의 옷이라고 얘기할 수 있는 털의 모양이 얘가 숲에 사는지, 또는 북국에 사는지, 남극에 사는지*

*여러 가지를 가늠할 수 있어요. 제가 내려가서 발표하게 할 거에요. 넓은 공간에 그 이름 또는 그 아이가 몇 월에 태어났어라든가 아니면 몇 살이라든가 여러 가지 기타 등등 많이 적어오는 친구들이 발표할 때 많겠죠? 그다음에 얘가 이 발자국이요 호랑이에요 호랑이라고 적혀있는 거 때문에 적는 것이 아니라 왜 호랑이라고 내가 생각했어요 라고 발표할 수 있었으면 좋겠어요. 호랑이의 모습을 잘 관찰해야 되겠죠. 지금부터 선생님이 3분간 주도록 할게요. 3분 스타트 하도록 하겠습니다. 시작*

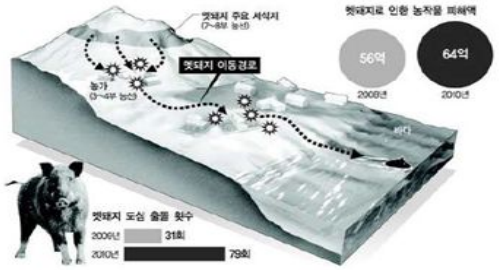
[ 전시물을 이용한 활동]

- 도슨트는 포유류의 특징을 자세히 관찰 할 수 있도록 유도하며, 자신이 발견할 수 있는 다양한 답을 찾고 찾은 답이 답으로써의 이유와 그 답에 대한 자신의 생각이 뒷받침 되어주어야 하는 부분에 대해서 언급해준다.

자연사박물관에서의 전시물 활용도는 STEAM 프로그램 적용하기 위해서는 무척 낮았음을 알 수 있다. STEAM 요소, 3단계, 다양한 관람객을 대상으로 파악한 결과는 미션수행이 들어있는 창의적 설계 단계 초반에서 기본적인 정보를 찾는 'S'를 충분히 반영하였지만 그 후로 연계되는 E를 반영한 스포츠신발 제작과 M수학적인 계산등은 전시물을 이용할 수 없기에 강의실에서 강의로만 이루어졌다. 실질적인 설계과정보다도 강의실을 이용하여 설명위주로 수업이 진행되었음에도 스포츠신발을 제작하는 것이 STEAM의 E를 이용한 것임에는 충분히 관람객들은 인지는 하였다. 이러한 결과를 토대로 볼 때 자연사박물관내에서 성공적인 STEAM 프로그램을 활용하기 위해서는 분리된 공학, 기술, 또는 예술 등을 할 수 있는 미래형교실과 같은 스마트클래스가 자연사박물관에서도 필요한 공간이 될 것임에는 틀림이 없다.

'발자국은 STEAM 프로그램'은 '상황제시'와 '창의적 설계'단계에서 적용될 수 있다.

Table 13. 전시물의 활용도 적용

| STEAM 단계 | 해설과정 |
|---|---|
| <u>상황제시</u><br>- STEAM의 첫 단계로써 자연사박물관의 경우에는 호기심 유발을 위하여 전시물(포유류)을 적극적으로 활용하여 관람객들의 호기심을 자극할 수 있다. |  |
| <u>창의적 설계</u><br>전시장의 박제 포유류와 숲디오라마 속 포유류 등의 형태와 생태 관찰하며 전시장에 있는 전시물을 직적 관찰하고 설명을 들음으로써, 이름뿐만 아니라 상세한 살핌을 통한 기록을 유도할 수 있다. | |

자연사 박물관에 적용한 ‘발자국은 블랙박스’에 대해서 자세히 설명하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

Table 14. 프로그램 설명

| |
|---|
| '발자국은 블랙박스' 프로그램은 본 프로그램은 국내외의 STEAM 교육에 대한 교육적 특성과 박물관(과학관) 교육의 고유 특성을 접목하여 비형식기관의 현장성과 급변하는 환경, 지식정보 등의 적용이라는 측면에서 현재의 문제성을 인식하여 해결하고자 하였다. “발자국”은 많은 이야기를 담고 있다. 프로그램을 통해 관람객들은 ① <u>발자국 크기(Mathematics)를 통해 동물의 크기를 일정 수식으로 알 수 있고, 발자국 수를 통해 보행열, 속도, 움직임, 종수</u> 등을 알 수 있다. 따라서 ② <u>발자국의 형태(Science)는 종 분류, 생태환경, 진화를 통한 적응력</u>을 이해할 수 있다. 그리고 ③ <u>적응을 통한 진화(Technology, Engineering)됨의 탐구를 통해 우리에게 없는 보완점</u>을 찾아 |

| |
|---|
| 내어 실생활에 적용할 수 있다. ④ 발자국 형태를 보고 이동 경로를 파악 후 보호막을 설치 할 수 있었다. ⑤ 동물의 발 길이와 구조적 특성을 탐구하여 기능성 축구화 또는 특수화의 과학적 접근 ⑥ 똑바로 선 사람의 발바닥에서 힘의 분산 아치의 원리를 이해하고, 지면에 닿는 부위를 최소화해야 하는 육상 선수의 과학적 접근도 가능했다. ⑦ 멧돼지와 고라니가 왜 농가로 내려왔는지를 이해하며 수확에 있어 공생이란 적용으로 남겨두고 나눠 먹어야 함을 이해 할 수 있어 환경 보존의 실천이 가능했다. 활동을 학생들 스스로 알아봄으로써 창의적 사고와 융합적 사고를 할 수 있게 하였습니다. 학생들이 수집하거나 접하게 된 자료를 적절한 방법으로 변환시켜 창의적으로 표현할 수 있도록 프로그램을 계획하였다. |

'발자국은 블랙박스'를 적용하고 난후 주제선정의 타당도에 대하여 지방자치단체의 북 페스티발 체험교육부스를 통해 다중을 대상으로 다양한 각도의 접근을 시도해 본바 언론매체를 통한 야생동물 접근의 위험성 인식뿐 그 원인과 해결책에 대한 고민은 대부분 하고 있지 않음을 알 수 있었다. 교과연계의 한계를 넘어 전시장의 전시물과 디오라마, 박제 등의 실질적 형태에서 탐구할 수 있는 비형식기관에서의 교육은 결코 간과해서는 안 될 과학적 소양과 현실적 '우리'뿐 아니라 '나'의 문제임을 인식하도록 해야 함을 잊어서는 않아야 할 것이다.

## B. 과학관에서의 STEAM교육 프로그램 적용 효과

### 1. 도슨트의 STEAM에 대한 개념 형성 및 인식 변화

#### a. 도슨트의 STEAM에 대한 이해 확장

**첫 번째로 개발에 참여한 2명의 도슨트는 STEAM에 대한 이해가 새롭게 형성되거나 확장되었다.** 도슨트는 STEAM이 현재 국내의 중요한 교육정책이라는 것만 알고 있을 뿐 과학관에는 어떻게 적용되는지에 대해서는 연수를 받은 적이 없는 상태에서 세미나가 이루어졌다. 이를 통해 STEAM의 구성요소 5가지가 명시적으로 포함되어 있으며 실생활에서 일어날 수 있는 문제점을 시작으로

STEAM의 3단계가 이루어진다는 것에 대한 실천적인 지식이 형성되었다는 것이다. 다음은 설문지를 통해서 알아본 STEAM 프로그램의 개발 적용 후에 도슨트가 보여준 응답이다.

*이번 STEAM 프로그램은 최근 이슈가 되는 상황을 제시하여, 원인을 파악하며 관심을 유도하였다. 전시장 전시물 관찰을 통해 동물의 구조적 특징을 탐구하고 활동지, 미션지를 수행하며 개념을 정리하였다. 생태계, 공생, 화합의 미션수행과 체험물을 제작함으로써, 우리가 할 수 있는 일과 실생활을 연계하여 적용할 수 있었다. 체험물 제작은 실제 크기 파악 및 관찰을 통한 결과물 제작하여 디자인이나 스토리텔링 유도할 수 있었다.*

[ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후  평가지의 문항 의견 ]

위의 응답으로 미뤄보아 도슨트는 STEAM를 이용한 교육프로그램은 처음에는 실생활에서 문제점이 되는 이슈를 사용해야 한다는 점, 그리고 구체적인 활동이 있어야 하며, 이를 토대로 결과물을 제작하는 것을 목적으로 하였음을 알 수 있다. 어떤 과학 활동을 하여도 눈에 보이는 구체적인 활동, 예를 들면 손으로 만질 수 있는 구체적인 산출물이 (이 연구에서는 발자국을 이용한 손수건 만들기 또는 티셔츠 만들기) STEAM의 마지막 단계의 감성적 체험에서 나오는 결과물이라고 생각하였지만 그 외에도 발자국을 이용한 글을 창의적으로 제작하거나 발자국을 이용하여 보지 못하는 형태나 생활습관 등을 파악하는 '추론'이 또 다른 하나의 산출물이 될 수 있음을 알게 되었다고 하였다. 이런 부분은 산출물이라는 것에 대한 이해가 확장된 것이라고 할 수 있다. 이 외에도 처음 세미나를 통해 STEAM을 접했을 때 도슨트들은 STEAM을 낯설게 느꼈으나, 직접 자신들이 세미나를 통해 개발하면서부터 STEAM에 대한 매력을 이해하기 시작했다. 구체적인 활동지를 통한 개념을 정리하였으며, 관찰을 통한 결과물을 제작함으로써, 인문이나 예술에 대해서 경험할 수 있었다.

STEAM 프로그램 적용 후 STEAM 3단계 중 전시물해설을 적용하는 부분에 대한 문항의 응답을 보면 김도슨트, 이도슨트, 이와 같이 답하였다.

*적용 후 평가를 통해 STEAM 프로그램의 적용에 있어서 과학관의 해설투어에서는 어떤 요소를 포함하기에 용이하며 그렇지 않은지를 구분할 수 있는*

*전략이 생겼다*

[ 2013. 04. 20. 도슨트 인터뷰 ]

이러한 방법적인 전략의 학습은 STEAM에 대한 '이해'가 형성되기 때문에 가능한 것이라 판단된다.

**두 번째로 도슨트의 STEAM에 대한 개념형성은 실천을 통한 경험에서 형성되는 것이라고 반응하였다.** 세미나를 통해서 이론적인 STEAM에 대해서 접하였지만 이를 응용하여 프로그램을 개발하고 적용하는 부분에 대해서 막연한 부분이 있었음을 세미나 과정을 통해서 알 수 있었다. 그러나, 여러번의 세미나 과정을 통한 피드백 과정이 있은 후 도슨트가 직접 프로그램을 직접 개발하고 적용함으로써 가능하게 되었음을 인터뷰내용을 통해서 알 수 있다. 이는 STEAM에 대한 이론이 현장에서 프로그램을 개발하고 적용할 때의 그 이론과 실제가 어떠한 괴리가 있고 연계가 있는지를 '성찰'하는 경험이 있어야 가능하다는 것을 알 수 있다. 다양한 연령대를 교육하는 과학관의 경우 개발할 때와는 다르게 적용 시에 난관을 겪게 된다. 다음은 적용하는 동안 도슨트가 겪게 된 난점에 대한 부분에 대한 내용이다.

> *초기 인원파악의 미흡함으로 인하여 대상자에 따른 알맞은 진행이 못되었다. 일반 가족에게 중점을 맞추어 프로그램을 적용 하다 보니 내용의 난이도를 흥미 유발과 관전 포인트로 잡았으며, 손에 들고 갈 활동지(북아트)와 체험물(발자국 손수건, 가방, 티셔츠)로만 준비하였다. 이에 따라 난이도가 낮게 진행되다보니 도슨트들에게는 아쉬움이 남게 되었으며 일반 가족에게만 만족도가 높게 나왔다. 일부에 편승되었으며, 난이도 조절에는 실패하였다.*
>
> [ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후 평가지의 문항 의견 ]

이때 발생하는 난관은 도슨트가 실제의 경험에 따른 빠른 판단력과 적절한 난의도 조절로 필요하지만, 다음 평가지를 보면 개발된 프로그램을 적용하면서 '이해'된 만큼 성공적인 '실천'이 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 그러나 교육적용에 대한 세부적인 내용을 보면, 적용하는 동안 프로그램 과정 안에서 필요한 자료 부분인 T부분을 보충하였으며 많은 자료를 다룬 S부분에 대해서는 자료를

줄여 수업에 적용하였음을 알 수 있다.

> *이전엔 많은 것을 전달해야 한다는 강박관념이 있었던 것 같아요. 말이 많은 이유가 안타까움의 표현이었거든요. 또한 기회가 늘 주어지지 않는 불안함. 그래서 할 수 있을 때 하자가 되었고 알고 있는 모든 것을 한 번에 전달하려 했었어요. 그러나 세미나를 통해 거를 것은 거르고 쳐낼 것 쳐내야 함을 배웠습니다. 한 번에 하려하지 말고 또 할 수 있게 하자. 많은 것을 퍼붓듯 전달하려 하지 말고 하나라도 제대로 폭넓게 사고 할 수 있도록 해주자가 제일 큰 변화 같습니다. 질문답은 당연히 많아졌구요. 단순 단답형이 아닌 여러 형태의 답이 나올 수 있는 질문을 선호 하며 누구도 틀린 것이 아닌 다른 생각을 할 수 있는 것으로 마무리 합니다. 그래서 더 깊은 소통의 해설이 되었지요.*
>
> [ 2013. 04. 20. 도슨트 인터뷰 ]

특히 다른 요소보다도 도슨트들이 적용하면서 가장 힘든 요소는 M(수학)부분에 대해서는 투어과정에서 관람객들과 차분하게 계산을 하는 것은 시간이 부족할 뿐만 아니라 관람객의 성향을 제대로 파악하지 않은 상태에서 수학적으로 접근하는 것은 오히려 관람객들의 투어흥미를 저조하게 만들 수도 있다는 판단을 하기도 하였다. 프로그램을 개발할 때 단순히 적용만을 위하여 프로그램 요소를 접목시키려고 했던 부분이 실질적인 적용에 있어서 많은 제한점이 있음을 실감하게 된다. 이에 적용된 프로그램은 투어과정에서 수학적 요소를 적용하기 보다는 박물관 강의실을 이용하여 접근하였다.

**세 번째, 도슨트들은 새로운 STEAM 교육에 대한 연수를 받고 싶어 하며, 이를 위해서는 기관장의 인식이 변해주기를 기대하고 있다.** 이 연구에 참석한 도슨트 2명의 경우는 지난 10년 동안 과학관에서의 해설투어 및 강사로 활동하면서 전문적인 해설사로서 경험을 쌓아왔다. 새로운 교육정책에 따라 제공되는 연수가 정규적이지 않아 STEAM의 경우만 하더라도 본 연구자의 팀에서 제공되는 워크샵이 없었다면  STEAM이라는 교육 프로그램에 대한 이해는 물론 개발조차 하지 못했을 것이라고 반응하였다. 국내의 새로운 교육정책에 따라서 학교교육에서뿐만 아니라 과학관과 같은 비형식교육기관에서도 동시에 그 중요성은 부각되고 있다.

바쁜 일정으로 인하여 연구사와 학예사, 해설사들이 이러한 연수를 받지 못한

다면 관람객들에게 적절한 STEAM 프로그램을 개발 및 제공할 수 없다는 것이다. 특히 S(과학)위주로 개념설명을 시도해 온 해설사나 도슨트의 경우 다른 요소인 공학, 기술, 수학, 예술과 같은 다른 요소를 포함한 인문 등의 영역은 전문가에 의해서 제공되는 워크샵이 없다면 과학교육의 상당한 부분을 차지하는 과학관교육의 활성화를 제한하는 결과를 초래할 것이다. 아래 인터뷰 내용은 그러한 의미를 포함하는 내용이다. 여기서 도슨트는 STEAM 요소 적용 시에 어떻게 적용해야 하는지 파악 되지 않았을 때 도래하는 어려움을 표현하고 있다.

*모두가 어렵게만 생각하며 별도의 학문으로 인지하기에 적용에 문제점을 제시하고 있어 쉽지 않다. 또한 아직 정립되거나 우수사례 또는 적정성을 검증 받았다는 사례의 홍보 부족과 교육 부족으로 미완성의 학문으로 여기고 있어 시도조차 할 수 없음에 한계를 느끼고 있다. 기관의 특성상 담당자의 인식이 중요한데 인식부족으로 인하여 대부분은 시도조차 하기를 꺼려하고 있다. 그리고 STEAM 요소 중 E(공학)과 T(기술), M(수학)적 접근은 자료 조사는 물론 접근까지도 매우 어려움을 느꼈다.*

[ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후 평가지의 문항 의견 ]

이 외에도 도슨트들은 STEAM 프로그램을 적용할 때에 역시 기존에 계속 느껴왔던 다양한 관람객에 대해서는 STEAM 요소의 개개별로 차별화두는 것도 한 가지 전략이라고 할 수 있다는 것이다. 중학생 위주의 학습자 관람객이라면 M(수학)을 강조하여 계산을 하거나 측정을 하는 학습을 유도한다면 일반인의 경우에는 수학 대신에 '추론'을 어떻게 하는지 상상력을 자극하면서 근거를 들어 시나리오를 개발할 수 있는 '인문학적 Arts'를 유도하는 것이다. 즉 다양한 관람객에 따라서 STEAM요소를 다르게 하는 것은 과학관에서의 프로그램을 적용하는데 좀 더 용이할 수 있다는 것이다. 학습자 위주의 관람객은 SteaM의 수업을, 공학자나 공대생 또는 공학에 관심 있는 학생들은 STEaM의 수업을, 그리고 중년의 일반인들은 상상력을 자극하는 SteAm의 수업을 적용할 수 있다는 것이다. 빠른 판단력을 통해 때에 맞추어 프로그램의 난이도를 맞추어야 한다. 대상에 따른 난의도의 조절은 프로그램의 성공여부를 결정하게 된다.

*대상에 따른 단계별 적용단계에서는 대상에 따라서 생각의 차이에 따른 폭넓은 적용 사례와 우리 주변 아주 가까이에 이미 적용되어 사용되고 있는*

*점을 언급합니다. 자신의 입장에 따라서 보는 시각이 다르기 때문이지요. 예를 들면 우린 왜 등산할 때 등산화를 사용해야 하며 마라톤 할 때 마라톤화를 신어야는지 잘 모르고 상술에 따른 디자인으로만 취급했지만 전공이나 관심대상에 따라서 지식의 양이 다릅니다. 이 때문에 프로그램을 적용할 때에도 다르게 적용되어야 합니다.*

[ 2013. 04. 20. 도슨트 인터뷰 ]

다양한 관람객에 대해서 같은 STEAM요소가 비중이 똑같이 적용되지 않기에 더 많은 내용을 개발해야 하는 부담감도 있다. 그러한 면에서 도슨트들은 본인이 전문가가 아니라는 점에서 STEAM에 대한 계속적인 연수가 필요하다고 응답하였다.

*단순 지식정보 정도를 전달했던 이전과 달리 여러 각도로 생각하고 실질적으로 활용하는 사례를 조사하면서 이것이 과학교육의 필요성이구나 생각을 했습니다. 그러면서 전문적 지식의 한계를 느끼며 아이디어는 도슨트가 현장 적용 시 많이 얻을 수 있으나, 전문적 지식 정보에서 한계를 느끼며 학예사 등의 전공자가 풀어주면 좋겠다 생각을 했어요.*

[ 2013. 04. 20. 도슨트 인터뷰 ]

과학관에서는 형식교육에서 수업을 가르치는 교사와는 다르게 다양한 연령대의 관람객을 상대한다. 그렇기 때문에 수업 또한 다양한 프로그램이 필요할 것이며, 다양한 전략이 사용되어야 한다.

과학관에서 적용되는 STEAM 수업이라고 해서 모든 수업에 5가지 STEAM 요소 모두를 적용시키기에는 다소 무리가 있다. 그렇기 때문에 STEAM 프로그램을 개발 · 적용하면서 중점이 될 수 있는 부분에 대해서 좀 더 강조해야 하며 관람객의 대상연령, 수에 따라서 강조하는 요소를 다르게 해주어야 한다.

## 2. STEAM교육 프로그램의 적용에 따른 관람객의 반응

STEAM 교육 프로그램의 적용 후 교육효과를 묻는 설문에 도슨트(4명), 성인(8명), 학생(15명)은 다음과 같은 반응을 보였다.

첫째, 실제 STEAM 교육 프로그램을 편성하고 교육을 실행한 도슨트는 STEAM 교육에 대해서 긍정적인 반응을 보였다. 먼저 STEAM에 대해서 ① 학생들의 흥미를 높여 학습효과를 극대화 시킬 수 있는 교수 구성 방법의 한 형태, ② 창의력을 통한 복합적 사고력을 키우는 프로그램, ③ 입체적인 교육 방법이라고 인식함을 알 수 있다. 인터뷰를 통해 STEAM 적용 수업 활동이 단 하나의 학문적 단순 접근이 아닌 여러 개의 학문적 다양한 접근으로 다양한 시각으로의 판단과 적용이 가능하도록 하는 것이며 혼자가 아닌 우리라는 공통의 개념 인식이 필요한 다양한 수준별 학습이라는 것을 인지하고 있음을 알 수 있다.

*현 상황에 대한 문제발견으로 자료 조사 및 파악, 이해하여 문제 해결 방법을 위한 관찰과 탐구, 실험(체험) 등을 통해 우리가 할 수 있는 일과 해야 할 일들을 제시하고 실천할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 상황제시를 통해 나와 직접적 또는 간접적 관련성을 이해하며 흥미 유발시켜 전시물의 관찰과 탐구를 통해 실질적 문제 원인파악 및 문제 해결의 노력, 과학적 접근으로의 유도가 가능하다. 또한 현 사회의 문제인 개인주의를 넘어 함께 해결하고 더불어 생각하는 소통이 가능하다.*

[ 김도슨트, 이도슨트의 시연 후  평가지의 문항 의견 ]

그러나, 다음의 인터뷰 내용을 보면 STEAM 프로그램을 적용할 때 전문적 지식 정보에 대해서 한계가 느끼며 부족한 지식부분과 요소 부분에 대해서 필요성을 느끼고 있음을 알 수 있다. 적용의 필요성을 느끼지만 어떻게 적용해야 될지 그 방법을 모르기 때문에 적용하기 힘들다고 하였다.

*단순 지식정보 정도를 전달했던 이전과 달리 여러 각도로 생각하고 실질적으로 활용하는 사례를 조사하면서 이것이 과학교육의 필요성이구나 생각을 했습니다. 그러면서 전문적 지식의 한계를 느끼며 아이디어는 도슨트가 현장 적용 시 많이 얻을 수 있으나, 전문적 지식 정보에서 한계를 느끼며 학예사 등의 전공자가 풀어주면 좋겠다 생각을 했어요.*

[ 2013. 04. 20. 도슨트 인터뷰 ]

단순정보 부분에서는 아직 한계를 느끼는 부분이 있지만, 지식만을 전달하는 것이 아닌 다양한 각도를 통해 질문형태와 정도의 차이가 변화하였음을 알 수 있었다. 그리고 도슨트의 전문성과 전공 분야의 학문적 접근인 STEAM 요소의

어려움에 한계는 자문 또는 감수자의 전문인 협조가 필요하다는 것을 알 수 있다. 이에 도슨트와 연구사, 학예사의 공조가 가능하다면 우수의 수업 기획이 가능할 것으로 보여진다.

위와 같은 도슨트들의 STEAM에 대한 적극적인 반응은 과학관에서의 STEAM 교육의 활발한 적용으로 이어질 수 있을 것이다. 이는 도슨트 교육연수를 통해서 STEAM 전문연수가 실시될 필요가 있을 것이다.

둘째, STEAM 프로그램을 경험한 일반 관람객은 STEAM에 대한 용어가 생소했지만 미래 사회에 필요한 인재 양성에 있어서는 필요한 교육방법이라고 인식하였다. 일반인 관람객들은 미래 사회에서 살아가기 위해 가장 필요한 능력은 창의와 인성을 고루 갖춘 인재에 50% 응답률을 보이고 있다.

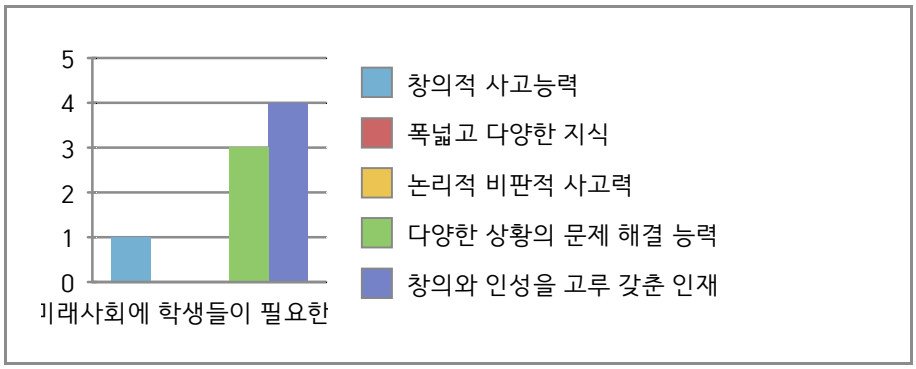



Fig. 32 미래사회에 학생들이 필요한 능력

그리고 학교와 비형식 교육기관과의 학습의 차별성을 두어야 하면서 다양한 의견을 제시하였다. 그 방법으로 다음과 같은 의견을 제시하였다.

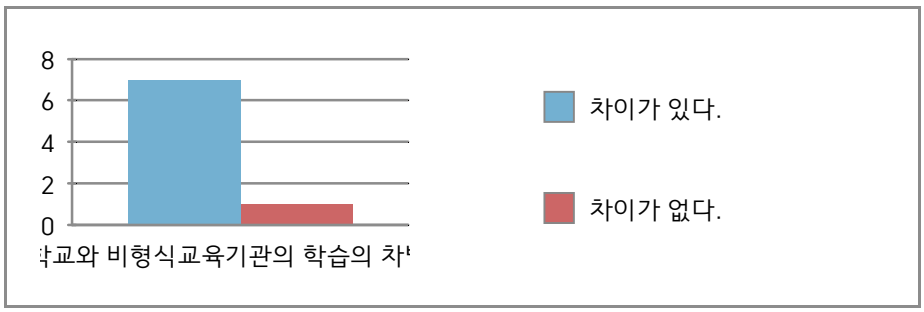



Fig. 33 학교와 비형식교육기관의 학습의 차별성

위와 같은 다양한 의견은 과학을 경험할 수 있는 기회로서 실제적 활동을 통해 자연현상과 사물에 대한 흥미와 호기심을 유발하여 자녀들의 과학 학습에 인지적· 정의적 측면에서 긍정적 영향을 기대하고 있음을 알 수 있다.

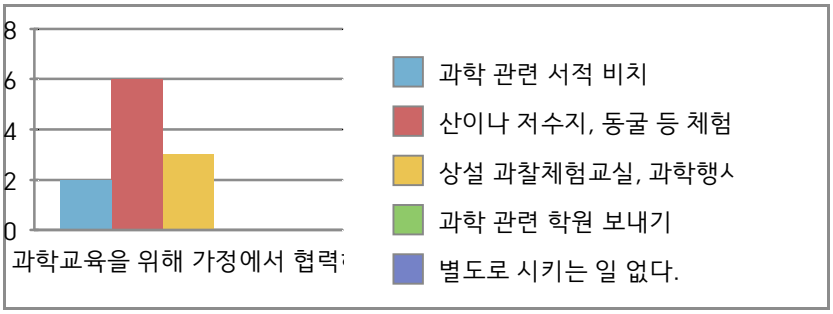



Fig. 34 미래 사회에서 살아가기 위해 가장 필요한 능력

셋째, STEAM 프로그램을 경험한 학생들은 대부분이 과학에 흥미와 관심을 보이면서 학교교육과는 다르게 자유롭고 폭 넓은 지식을 알 수 있으므로 학생들이 더 선호함을 알 수 있었다. 학생들은 도슨트에 의한 STEAM 프로그램을 통해 과학에 대해서 재미와 즐거움, 그리고 흥미를 한층 더 높게 느꼈다는 반응을 보였다.

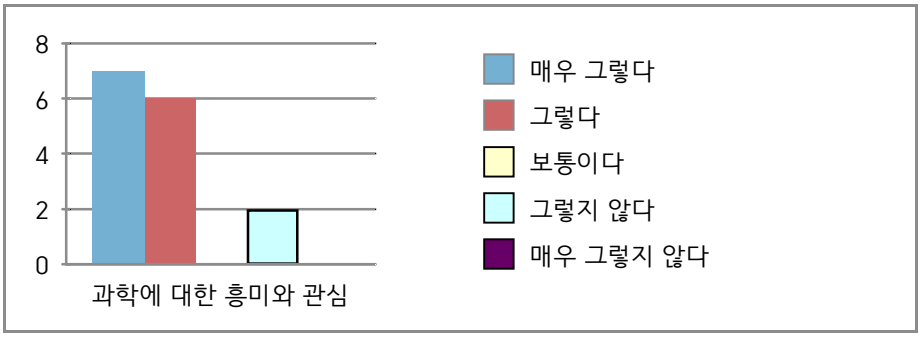



Fig. 35 과학에 대한 흥미와 관심

학생들의 위와 같은 긍정적인 반응은 다소 패쇄적이고 정적인 학교 환경의 학습에서 느껴보지 못했던 과학관만의 개방적이면 동적인 공간적 특성과 전시물을 기반으로 한 STEAM 교육의 창의적 사고 프로그램이 흥미롭게 느껴졌기 때문일 것이다. STEAM 프로그램은 현재 도슨트, 일반 관람객, 학생 모두에게 다소 생소한 교육방식이기는 하지만 STEAM 프로그램을 경험한 이들 모두는 교육방법에 대해

서 긍정적인 반응을 보였다. 따라서 이러한 긍정적 반응이 교육의 효과로 이어지기 위해서는 1차적으로 본 연구에서 STEAM 프로그램을 실행한 도슨트가 전시해설을 함에 있어서 충분히 STEAM 요소를 반영하여 교육을 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 이를 위해서 STEAM 전문 연수 프로그램을 개발하여 교육을 이수하게 하여야 하고 STEAM 프로그램이 반영된 전시해설을 실행하게 함으로써 과학관에서의 STEAM 프로그램이 활성화됨은 물론 이를 경험한 관람객들의 다양한 창의적 사고를 도모해야 할 것이다.

# V. 결론 및 제언

이 연구에서는 현재 교육정책인 STEAM 교육이 과연 과학관에서는 어떻게 개발되어 적용되는지 두명의 도슨트를 대상으로 하여 이들이 지니고 있는 STEAM의 인식이 5개월동안에 변하게 되는 이해도를 조사하고, 이러한 이해를 바탕으로 개발된 프로그램을 적용할 때 나타나는 이론과 실천의 변화를 알아보았다. 두 명의 도슨트는 함께 협력하는 관계로 각자의 장점을 살려주고 단점을 보완하는 관계이다. 이들이 개발한 '발자국은 블랙박스'의 프로그램을 과학관에서 활용 가능한 STEAM 프로그램으로 이를 적용한 후의 나타나는 교육효과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

**첫째, 첫째, 비형식교육기관에서의 STEAM프로그램 개발은 적용되는 기관의 특성을 파악하여 STEAM요소별로 차별화시켜 개발해야 한다.** 이 연구에서 STEAM 과학교육 전문가와 5개월 동안에 세미나를 통해서 두 명의 도슨트는 '발자국은 블랙박스'라는 STEAM 교육 프로그램을 개발하였고, 이를 관람객을 대상으로 1시간 반짜리 수업으로 적용하였다. 자연사 박물관에서는 T(기술)부분의 E(공학) M(수학)부분을 전시물을 이용하여 설명할 때에는 M(수학)부분의 활동은 전시물 활용 전 전시물 앞에서 설명하여 관람객들에게 동기부여가 될 수 있게끔 해주는 것이 좋다. 그리고 T(기술)부분의 E(공학) 이 두 요소부분에 대해서는 관람객을 강의실 안으로 데리고 들어와서 PPT를 이용한 설명이나, 디자인 활용이나 공학적인 스포츠 신발 만들기 등 다양한 활동을 통해 관람객에게 이해할 수 있게 도와준다. 전시위주의 자연사박물관에서는 'S'에 해당하는 과학의 개념은 STEAM 과정의 처음 단계인 상황제시와 중간단계인 창의적 설계 단계에서 골고루 비중 있게 다뤄졌다. 그러나 공학이나 기술의 내용은 강의실에서 강의 수업으로 이루어졌다. 자연사박물관이 아닌 과학관의 경우에는 아마도 공학과 기술이 좀 더 비중 있게 다뤄질 수도 있겠다. 이처럼 기관에 따라서 적용될 수 있는 STEAM 요소부분의 한계가 있기 때문에 근본적인 STEAM의 교육목적을 달성하지 못할 수도 있다. 이를 위해서 박물관외에도 다른 지역 (공대나 연구소)등에서 공학이나 기술이 완성이 될 수 있도록 지역사회기반의 STEAM 교육정책이 이뤄져야 할 것으로 보인다.

**둘째, 비형식교육기관에서의 STEAM프로그램은 다양한 연령대의 관람객에 따른 다른 방법을 사용할 수 있도록 개발되어야 한다.** STEAM 요소 중 하나인 수학의 경우는 어린이 관람객의 경우 적용하지 않았으며 이는 중학교 학습자에게 적절하다고 하였다. 이런 경우는 STEAM 요소에 5가지 요소가 있더라고 모두 비중이 높게 적용하지 못함을 알려주는 것이다. 일반인들에게는 '추론'을 바탕으로 하여 발자국을 통한 시나리오를 작성해볼 수 있는 산출물을 실시하지만 정작 어린 초등생이 포함된 관람객의 경우는 '추론'의 인문학 art가 아닌 '순수 Art'인 손수건이나 티셔츠에 발자국 모습을 찍어봄으로써 예술로서의 산출물을 만들어냈다. 즉 프로그램의 개발 시 해설과정 안에는 가능한 모든 5가지 요소를 개발하여 포함하지만 결국엔 적용하는 대상에 따라서 STEAM 요소에서 강조되는 부분과 그렇지 않음이 구분이 된다는 것이다. 따라서 다양한 관람객의 성향을 미리 파악하여 연계가 되는 STEAM 요소를 제공할 수 있는 순발력이 필요할 것이다. 이를 위해서는 이 연구에 참여한 해설사 즉 도슨트처럼 상황에 맞는 전략으로 구성할 수 있는 실천적인 지식 (이정화, 2012)이 필요할 것이다.

**셋째, 과학관에서의 STEAM 활성화를 위하여 교육전문가에 대한 STEAM 교육이 필요하다. 이에 과학관의 STEAM 전문가 양성교육과정을 개설하여 체계적인 과정을 통한 도슨트를 육성해야한다.** 과학관의 전시품이나 실제 진품을 보며 학습할 수 있는 과학관은 타 교육 기관에 비해 교육적인 효과가 크기에 이러한 STEAM 교육에 대한 전문가를 양성하여 본연의 교육적 목적을 달성할 수 있도록 하여야 할 것이다. 과학관에서의 STEAM 교육적 효과는 STEAM 교육이 추구하는 교육의 방향과 과학관에서의 교육적인 특성 부분이 서로 연관되어 지는 부분이 많기에 학습자들은 교육을 받는다는 생각보다는 놀이와 체험의 일환으로서 재미와 호기심을 가지고 학습을 받아들여 교육적인 효과가 컸다고 판단된다. 이에 관람객을 대상으로 하여 STEAM 교육 프로그램을 진행하는 교육자는 해설사나 도슨트라는 것을 감안할 때 계속적인 전문연수를 통해서 비형식 교육기관에서의 STEAM 교육 정책의 성공을 위해서는 과학관 소속 교육자들의 STEAM 교육에 대한 '이론'과 '실제'를 강화해야 할 것이다.

# 참고문헌


고상원 (1998). 과학관 육성발전에 관한 연구. 과학기술정책연구원, 연구보고서.

교육과학기술부 (2010). 2009 과학기술연감. 교육과학기술부.

교육과학기술부(2012). 손에 잡히는 STEAM 교육: 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가.STEAM 가이드북, 한국과학창의재단 융합교육정책실.

교육과학기술부 (2012). 지역별 국공사립과학관 현황. http://www.mest.go.kr /web/1009/ko/board/view.do?bbsId=85&boardSeq=27846(검색일 : 2013. 1. 6)

권윤경 (2006). 박물관 및 미술관의 전문 인력 교육프로그램 운영과 활용방안-이화여자대학교 박물관의 도슨트 및 인턴쉽 교육프로그램을 중심으로, 고문화, 67, 93-110.

김소희, 송진웅 (2003). 과학관 전시물의 특징과 학생들의 전시물에 대한 인식 : 서울시 소재 3개 과학관을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(5), 544-560.

김정아, 김병수, 이지훤, 김종훈 (2011). 융합적 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구, 수산해양교육연구, 23(3), 445-460.

김태형, 이창진, 신명경 (2005). 과학 교육과정의 성취기준에 따른 과학관 비교 분석-패널전시 설명문을 중심으로. 한국지구과학학회 추계학술발표논문집, 291-301.

김혜원 (2004). 과학관의 교육활동과 학교 교육의 연계성. 이화여자대학교 석사학위논문.

김효선, 김경훈 (2011). 국내 과학관 도슨트 프로그램 활성화 방안 연구, 한국과학예술포럼, 9(1), 83-94.

문대영 (2007). STEM 통합 접근의 공학 교육 프로그램 모형 개발, 공학교육연구, 11(2), 90-101.

박승재, 박신의, 박현주, 신수현, 오원근, 유준희, 윤혜경, 이석희, 이효녕, 임종덕, 전태일 (2005). 과학관 육성을 위한 실태조사 및 수익모델 개발. 과학문화교육연구소.

박승재, 김만희, 김은숙, 김종희, 이석희, 이효녕 (2006). 영호남 지역 국

립 과학관 건립 기본 방향 연구, 교육과학기술부정책연구 2006-11.

박승재, 신수현, 유준희, 윤성규, 전태일, 정인경 (2007). 과학관 육성을 위한 기본 정책방향 연구. 과학기술부, 정책연구 2006-33.

박영신, 이정화 (2011). 과학관 도슨트 양성 프로그램의 실태 분석 및 발전 방향 모색. 한국지구과학회지, 32(7), 881-901.

박영신, 이정화, (2012). 과학관 활성화를 위한 도슨트 제도 개선 연구, 한국지구과학회, 33(2), 200-215.

박현주 (2012). 한국의 융합인재교육(STEAM): 우리나라 STEAM 교육을 위한 고려사항, 한국과학교육학회지.

배선아 (2011). 중학교 전기전자기술 영역의 활동중심 STEM 교육 프로그램을 개발. 대한공업교육학회, 36(1), 1-22

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박조윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구과제 보고서.

백 령 (2005). 멀티미디어 시대의 박물관 교육. 서울: 도서출판 예경.

서주희 (2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과, 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문

오철한 (2001). 문화적 상황 속의 과학관의 역할: San Francisco의 Exploratorium을 중심으로. 대구과학, 12, 82-87, 대구광역시교육과학연구원.

오현숙 (2013). 융합 및 통합 교육 연구 분석을 통한 중등학교 STEAM 교육 프로그램 개발 전략, 단국대학교 대학원 석사학위논문

유경미 (2005). 과학관을 활용한 현장 학습 프로그램 개발-7학년 「빛」 단원을 중심으로-, 연세대학교 교육대학원 석사학위논문.

윤소현 (2008). 자연사박물관에서 활용 가능한 생물다양성 교육 프로그램의 개발과 적용. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문

윤은희 (2005). 도슨트가 전시에 미치는 영향분석 : 2004 광주비엔날레를 중심으로, 조선대학교 대학원 석사학위 논문.

윤정교 (2013). 중학교 1학년 기술 교과에서 T-STEAM 프로그램이 흥미도와 학업성취도에 미치는 효과, 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

이동윤 (2011). STEM 교육의 필요성에 대한 기술교사의 인식과 요구, 충남대학교 교육대학원 석사학위논문.

이선경, 신명경, 김찬종 (2005). 자연사박물관의 전시에 반영된 과학의 본성, 한국지구과학회지, 26(5), 376-386.

이선경, 최지은, 신명경, 김찬종, 이선경, 임진영, 변호승, 이창진, (2004). 세계 주요 자연사 박물관의 교육 프로그램의 유형 및 특징, 한국과학교육학회지, 24(2), 357-374.

이정화 (2012). 과학관 전시해설에 대한 경력 도슨트의 생애사 연구, 조선대학교 대학원, 박사학위 논문.

이주헌 (2013). 박물관 STEAM 프로그램 도입 필요에 관한 연구, 단국대학교 문화예술대학원 석사학위논문.

이학용 (2011). 융합교육(STEAM)을 활용한 고등학교 물리수업방법 연구, 건국대학교 교육대학원 석사학위논문

이효녕 (2012). 과학탐구와 창의적 설계 기반의 STEM/STEAM 교육의 이해와 적용, 북스힐.

임경미 (2000). 문화교육으로서의 박물관교육 프로그램에 관한 연구. 이화여자대학교 사회복지대학원 석사학위논문.

임성택, 이병훈 (1978). 한국의 과학관의 교육 사업에 관한 연구: 그 현황과 개선책을 중심으로. 전문대학교 과학교육연구소, 과학교육논총, 3, 25-36.

임하리 (2012). 박물관에서의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용사례-과학에 대한 흥미도에 미치는 영향을 중심으로, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.

장현숙, 최경희 (2006). 현장학습을 통한 중학생들의 과학관 선호도 및 인식변화. 한국과학교육학회지, 26(3), 330-341.

정기주, 박승재, 전태일, 구수정, 김찬종, 김혜련, 백령, 유부원, 유창영, 이근주, 이정구, 임창영, 정관택, 조영복, 홍영표 (2010). 과학관학개론. 대전: 국립중앙과학관.

정세진 (2003). 현장체험활동에 관한 교사 인식과 적용-전기박물관 활동을 중심으로. 이화여자대학교 석사학위논문.

최유현, 문대영, 강견균, 이진우, 이주호 (2008). STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과, 한국기술교육학회지, 8(2), 143-164.

최지은, 김찬종 (2005). 창의적인 물리적 환경 유형의 탐색: 자연사 박물관을 중심으로, 교육심리연구, 19(3), 719-743.

최진영 (2012). 고등학교 '융합형 과학 교과 기반 고등학교-연구소 연계 STEAM 프로그램 개발 및 적용, 한국지구과학학회지, 92-93.

한정혜, 박주현, 조미헌, 박일우, 김진오 (2011). 초등정규교육과정에서 STEAM을 위한 로봇활용교육, 한국정보교육학회지, 15(3), 483-491

홍수지 (2012). 박물관에서의 STEAM 교육을 통한 미적경험함양: 경희대 자연사박물관 사례를 중심으로, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.

황지영 (2004). 박물관 교육 활성화를 위한 전문인력 개발 및 활용 방안 연구. 중앙대학교 석사학위논문.

Henriksen, E. K. & Froyland, M. (2000). The contribution of museums to scientific literacy: views from audience and museum professionals. *Public understanding of science. 9*(4), 393-415.

Henriksen, E. K. & Jorde, D. (2001). High school students'understanding of radiation and environment: Can museums play a role? *Science Education, 85*(2), 189-206.

Koster, E. H. (1999). In search of relevance: Science centers as innovators in the evolution of museums. *Daedalus, 128*(3), 277-296.

Melber, L. M., & Abraham, L. M. (2002). Science education in U.S. natural history museum: A historical perspective. *Science & Education, 11,* 45-54.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards.* Washington, D.C.: National Academy Press.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher, 68*(4), 20-26.

Semper, R. J. (1990). Science museums as environments for learning. *Physics Today, 43*(11), 50-56.

Yakman, G., & Kim, J. (2007). Using BADUK to Teach Purposefully

Integrated STEM/STEAM Education, 37th Annual Conference International Society for Exploring Teaching and Learning, October, Atlanta, USA

# 감사의 글

참으로 많은 분들의 도움이 있었기에 지금의 제가 있을 수 있었습니다. 논문을 마무리하고 '감사의 글'을 쓰려고 보니 눈앞에 떠오르는 얼굴들이 참 많습니다. 여기 이 감사의 글을 통해서라도 제가 느끼는 감사의 마음을 조금이나마 전할 수 있으면 좋겠습니다.

저를 항상 지켜봐주시고 변함없는 믿음과 사랑으로 가르침을 주시며 항상 격려와 충고로 이끌어주신 박영신 교수님께 진심으로 머리 숙여 감사드리며 항상 건강하시기를 기원합니다. 부족한 제자가 이 논문을 쓰면서 다시 태어날 수 있었던 것은 모두 교수님의 덕분이고 교수님의 은혜는 잊지 못할 것입니다.

부족함이 많은 제 논문에 애정을 갖고 가르침을 주시며 귀중한 조언들을 아끼지 않으셨던 신인현 교수님, 논문이 완성되기까지 많은 조언과 격려를 해주신 조광희 교수님께 감사의 마음은 이루다 말할 수 없습니다. 그리고 늘 제자의 모습을 예쁘게 봐주시고 염려를 아끼지 않으신, 류찬수 교수님, 안건상 교수님, 바쁘신 중에도 논문을 구상할 때부터 최종 마무리를 할 때까지 아낌없는 지도와 도움을 주신 이정화 박사님께 감사드립니다.

이 논문이 나올 수 있도록 지원을 아끼지 않았던 도슨트 김희경 이명아 선생님 자신의 일처럼 적극적으로 도와주시고, 새벽부터 밤늦은 시간까지 많은 자료를 수집할 수 있도록 도움을 주셔서 정말 감사드립니다.

연구실생활을 하면서 논문을 쓸 수 있도록 배려해 주신 이제는 가족과 다름없는 연구실원 최은지, 박조훈과 항상 격려해주는 친구 이혜민 임유민에게도 깊은 감사를 드립니다.

끝으로, 옆에 있는 것만으로도 큰 힘이 되어주는 나의 사랑하는 가족 아낌없는 지원과 항상 믿고 격려해주신 부모님, 사랑하는 동생에게 말과 글로 표현할 수 없는 감사의 마음과 사랑을 전합니다.

그 밖에도 지면을 빌어 감사를 드려야 할 분이 수없이 많습니다. 비록 일일이 감사를 표하지 못하더라도 베풀어주신 따뜻한 성원과 격려에 깊은 감사를 느끼고 있음을 전하고 싶습니다.

이 작은 결실을 토대로 앞으로 더욱 발전된 모습을 보여드릴 것을 약속드립니다.

2013년 6월 마지막 수정후...