

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구

(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)

- 주관연구기관명 : 한국과학창의재단
- 연구기간 : 2013년 6월 ~ 2013년 12월
- 주관연구책임자 : 정 진 수
- 참여연구원
 - 연구원 : 민영경(한국과학창의재단)
 - 연구원 : 박청담(한국과학창의재단)
 - 연구원 : 강인애(경희대학교)
 - 연구원 : 정득년(전곡초등학교)
 - 연구원 : 김현미(의정부 부용초등학교)
 - 연구원 : 설진성(휘봉초등학교)
 - 연구원 : 김희주(대진고등학교)
 - 연구원 : 홍정희(덕소초등학교)
 - 연구원 : 김진우(경희중학교)
 - 연구원 : 이재경(영남대학교)
 - 연구원 : 김미수(경희대학교)
 - 연구원 : 권은재(풍생고등학교)
 - 연구원 : 김재훈(경희중학교)



본 연구의 주장이나 제언은 연구진의 견해이며, 한국과학창의재단의 공식 입장이 아닙니다.

목 차



1. 연구의 개요	1
1-1 연구의 필요성	3
1-2 연구개발의 목표	4
1-3 세부연구내용	5
1-4 추진전략 및 방법	6
1-5 추진체계	8
2. 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발: 국가 및 학급수준	9
2-1. STEAM교육의 목표 및 특징	11
2-2. STEAM교육의 평가 원칙	13
2-3. STEAM교육 평가도구의 분류들	16
3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법	19
3-1. 학급수준 STEAM 교육에서의 평가도구 국내현황분석	21
(1) 초등학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램	22
(2) 중학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램	30
(3) 고등학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램	38
(4) 초·중등 STEAM교육 평가경향 종합	46
3-2. 학급수준 STEAM 교육에서의 평가도구 국외현황분석	49
(1) 미국 STEM 교육의 평가 현황	49
(2) 영국의 학교급별 STEM 교육의 평가 현황	54
(3) 미국과 영국의 STEM 교육에서의 평가도구 및 활용 현황 분석	57

4. 프로젝트형 STEAM 평가도구개발	59
4-1. 프로젝트형 STEAM 평가도구 개발 원칙	61
4-2. 프로젝트형 STEAM 평가도구모형	63
(1) 프로젝트형 STEAM 평가 도구 개발 절차 ([그림 4-3]참조)	63
(2) 융합인재교육(STEAM) 절차에 따른 평가도구 모형	65
(3) STEAM교육 수업단계에 적합한 다양한 평가도구의 활용	65
(4) 융합인재교육(STEAM)에서 활용가능한 평가도구	66
5. 프로젝트형 STEAM 평가도구 적용 사례 및 분석	89
5-1. 학교 급별 STEAM 평가도구 개발 및 적용 사례	91
5-2. 학교 급별 STEAM 수업지도안 및 평가방법 적용결과	94
(1) 초등학교 음악교과 중심 STEAM 수업	94

표목차



<표 2-1> Basic Premise of Evaluation3 1

<표 2-2> 총괄 평가에서 형성 평가로의 방향 전환 15

<표 2-3> 평가도구의 분류 (CES, 2010) 7

<표 3-1> 평가도구의 분류 21

<표 3-2> 초등학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석 22

<표 3-3> 초등학교 STEAM교육프로그램의 융합 단위와 융합 정도에 의거한 현황 24

<표 3-4> 초등학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향 29

<표 3-5> 중학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석 30

<표 3-6> 중학교 STEAM교육프로그램의 융합 단위와 융합 정도에 의거한 분포 33

<표 3-7> ‘과학적 상상력을 자극하는 루브 골드버그 장치 만들기(부평남중)’의 평가기준 34

<표 3-8> ‘간이정수기 만들기(서울시교육청)’의 평가기준 34

<표 3-9> ‘인체도형 만들기(경운중)’ 프로그램의 자기평가 안내 37

<표 3-10> 중학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향 37

<표 3-11> 고등학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석 38

<표 3-12> 고등학교 STEAM교육프로그램의 융합단위와 융합정도에 의거한 현황 41

<표 3-13> 친환경에너지 절약 건물 설계(이화여자대학교)프로그램의 평가기준 44

<표 3-14> ‘개인개능 정보보호 법안 만들기(서울과학전시관)’ 프로그램의 평가기준 44

<표 3-15> 고등학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향 45

<표 3-16> 학교 급에 따른 평가경향 정리 46

<표 3-17> 미국 융합인재교육 (STEM) 프로그램에 활용 된 평가도구 49

<표 3-18> NASA의 DNL(Digital Learning Network) 프로그램수업 질문지 예시3 5

<표 3-19> NASA의 DNL(Digital Learning Network) 프로그램 교사용 체크리스트 예시4 5

<표 3-20> 영국의 STEM 적용 대학과 평가방법 54

<표 5-1> 학교 급별 STEAM 수업 적용 및 활용 평가도구 91

그림목차

[그림 1-1]	융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발 절차	6
[그림 1-2]	융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발 추진체계	8
[그림 2-1]	융합단위와 융합정도에 의한 통합교육과정 구분	18
[그림 3-1]	지식 기반 평가에서 활용한 학습지의 예	25
[그림 3-2]	포트폴리오 평가도구를 적용한 예	26
[그림 3-3]	‘그림자는 내 친구(STEAM 따라잡기 초등 1~2학년)’ 동료평가지	27
[그림 3-4]	‘과학동영상 만들기-용해와 용액 (5, 6학년)’ 자기평가	28
[그림 3-5]	‘작은 마을 불 밝히기 (5, 6학년)’ 프로젝트 계획서	29
[그림 3-6]	‘잠수함을 제작하라(서울시교육청)’(좌)와 ‘꿀벌이 준 선물(서울시교육청)’(우)의 활동지	35
[그림 3-7]	‘롤러코스터 만들기 (서울시교육청)’(좌)와 ‘폴러렌 만들기(울산 청소년 과학 탐구회)’(우)의 지필평가	36
[그림 3-8]	‘오목거울과 타진이 만날 때 (배명고)’ 탐구활동 보고서	42
[그림 3-9]	‘국립중앙박물관에서 과학하기 (덕수고)’ 학생활동지	42
[그림 3-10]	‘탄소순환과 기후변화 (한양대학교)’프로그램의 평가기준	43
[그림 3-11]	‘바이오 메디컬 (한양대학교)’프로그램의 평가기준	43
[그림 3-12]	‘코일과 자석의 전자기력의 원리 탐구 (미래산업과학고)’프로그램의 미술 평가	45
[그림 3-13]	‘바이오 메디컬(한양대학교) 프로그램’의 글쓰기 평가 예시	45
[그림 4-1]	프로젝트형 STEAM 평가도구 개발의 원칙	61
[그림 4-2]	포괄적 학습 성과(GLO) 분류와 세부 항목(김현우, 2012 p.47)	62
[그림 4-3]	프로젝트형 STEAM 평가 도구 모형 개발 절차	63
[그림 4-4]	프로젝트형 STEAM수업의 평가도구 모형	65
[그림 4-5]	평가 영역에 따른 수행평가도구(McTighe & Ferrara, 1994, p.15 재구성)	6

1. 연구의 개요

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구
(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)

1. 연구의 개요

1-1 연구의 필요성

■ 현재 과학교육에서 나타난 현상 및 문제점

- 국제학업성취도평가(PISA, TIMSS) 결과 인지적 영역은 최상위 수준이나 정의적 영역은 최하위 수준

※ (예) 과목에 대한 성취도와 태도(TIMSS 2011, 50개국, 초4)

구분	성취도	흥미	자신감
과학	1위	47위	50위

- 과학의 인지적 영역 최상위권 학생의 '상향평준화' 현상 및 개념, 지식 중심의 수업·평가로 인한 학습자 흥미 감소 (한국교육과정평가원, 2012)

■ 과학교육에 대한 새로운 환경의 변화

- 융합인재교육 강화 및 융·복합 인력에 대한 사회적 요구
- 과학기술기본계획에 초·중등 과학기술인재 양성 지속적 반영
- 새로운 과학교육에 대한 국제적 요구

※ Next Generation Science Standards(NSTA, AAAS, NRC, Achieve, 2013)

A Framework for K-12 Science Education(NRC, 2012),

National Science Education Standard(NRC, 1996), Project 2061(AAAS,1985)

■ 융합인재교육(STEAM)의 의미

- (개 념) 학교 교육에서 학생들이 어렵다고 생각하는 과학이나 수학 과목을 공학, 기술, 예술 등과 접목시켜 가르치는 융합교육
 - 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제 해결력을 배양하는 교육

- (목 표) 기존의 주입식, 암기식 교육을 학생들이 즐겁게 배울 수 있도록 체험·탐구·실험 중심으로 전환
 - 정립된 지식과 개념, 이론을 배우던 기존 과학교육을 넘어 지식을 왜 배우는지, 어디에 사용되는지 이해하고 실생활에 활용

■ 융합인재교육(STEAM) 제도화 마련

- (추진상의 한계) 현재까지 리더스쿨, 교사연구회 중심으로 STEAM 교육을 운영해 왔으며 학교 현장 확산 부족
- (제도화 마련) 예산지원이 되지 않더라도 학교 현장에 정착·시행될 수 있는 제도화 방안 마련 필요

■ 융합인재교육(STEAM)의 효과성 분석(평가)을 통한 현장 활성화

- (학교급 수준에서 평가도구 개발) 2013년 현재까지 융합인재교육(STEAM)은 주로 수업사례 및 프로그램 개발에 주력하여 상대적으로 평가부분이 구체적으로 제시되지 못하여 학급수준에서 융합인재교육(STEAM)의 효과성 파악이 미비

1-2 연구개발의 목표

■ 융합인재교육(STEAM)의 효과성 분석을 통한 현장 적용의 활성화

- 융합인재교육(STEAM)의 국가 수준 효과성 분석(평가도구 및 결과)
 - 국가 수준에서 융합인재교육(STEAM)의 효과성 검증을 위한 연구
- 학교급 수준에서 ‘프로젝트형 융합인재교육(STEAM)’의 효과성 검증을 위한 평가도구 개발
 - 초중등학교의 개별 학급에서 ‘프로젝트 형 융합인재교육(STEAM)’을 실시한 뒤에 그에 대한 효과성 분석을 위한 평가도구의 개발 및 활용방안 제시

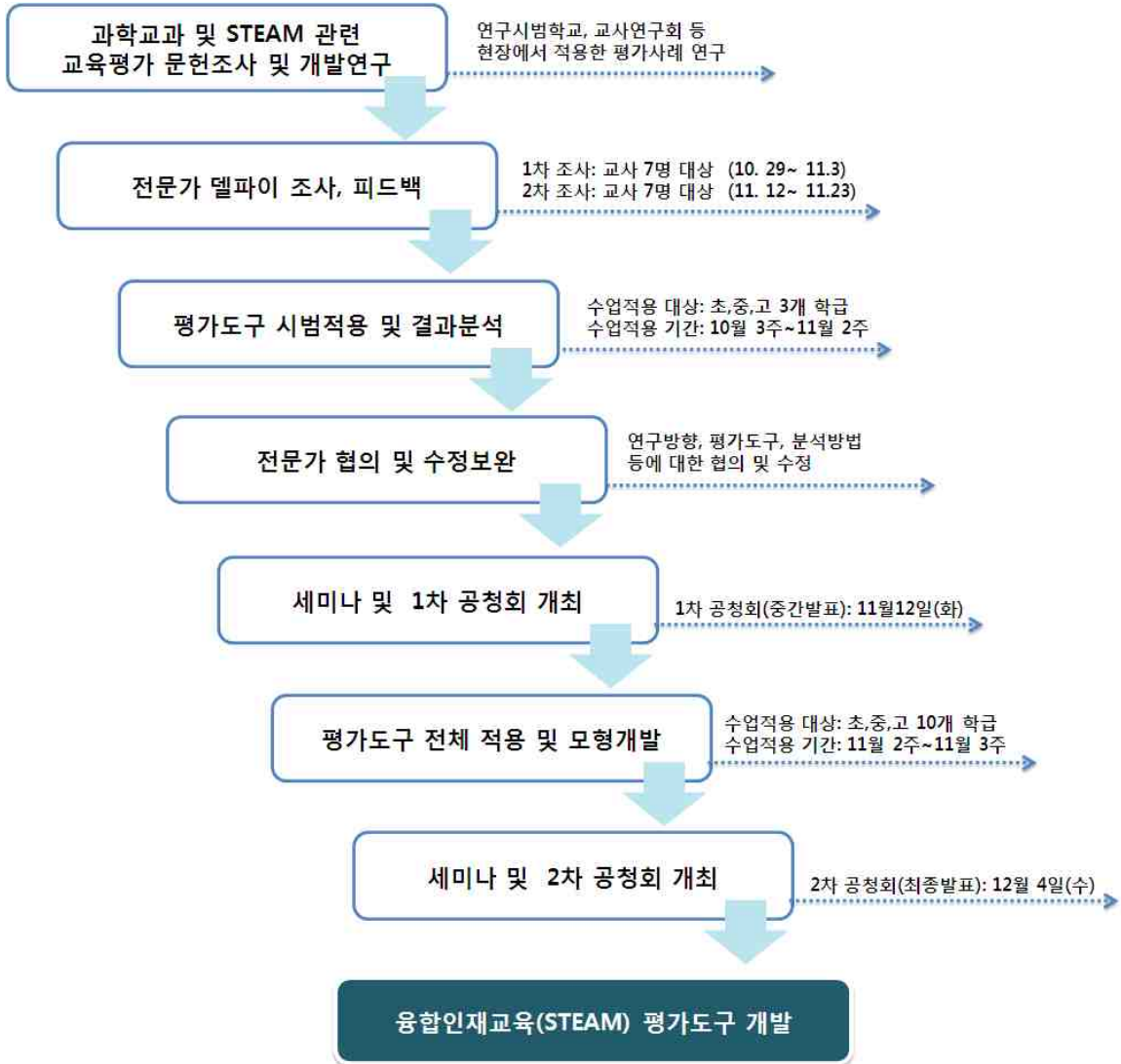
1-3 세부연구내용

■ 과제 2 : 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발

- 국가 수준에서 융합인재교육(STEAM)의 목표 달성 및 효과성 검증을 할 수 있는 평가도구 개발
 - ① 융합인재교육(STEAM)의 효과성 분석에 대한 이론적 배경
 - 융합인재교육(STEAM)의 효과성 평가지표 정립을 위한 문헌연구
 - 융합인재교육(STEAM)의 효과성 평가모형과 검사도구 개발(설문지, 면접도구)
 - ② 학생들에 대한 융합인재교육(STEAM)의 효과성 분석
 - 과학에 대한 흥미 : 흥미와 호기심, 가치인식, 진로의향
 - 자기주도적 학습능력 : 주도적 학습능력, 인지전략, 학습동기, 문제해결의지
 - 창의적 융합적 사고능력: 문제인식, 문제해결
 - ③ 교사들이 인식한 융합인재교육(STEAM)의 효과성 분석
 - 학생성과 인식 : 핵심역량, 학습태도
 - 교사성과 인식 : 교사효능감, 확산기대, 교사인식 및 지원요구, 직무만족
 - 융합인재교육(STEAM) 개선 인식 : 수업 준비, 융합인재교육(STEAM) 진행
- 학교급 수준에서 STEAM의 수업목표 달성 및 효과성 검증을 위한 평가도구 개발 및 활용방안 제시
 - 초중등학교의 ‘프로젝트 형 융합인재교육(STEAM) 프로그램에서 활용되는 단위 학급수준의 평가도구를 개발하고 활용방안을 제시

1-4 추진전략 및 방법

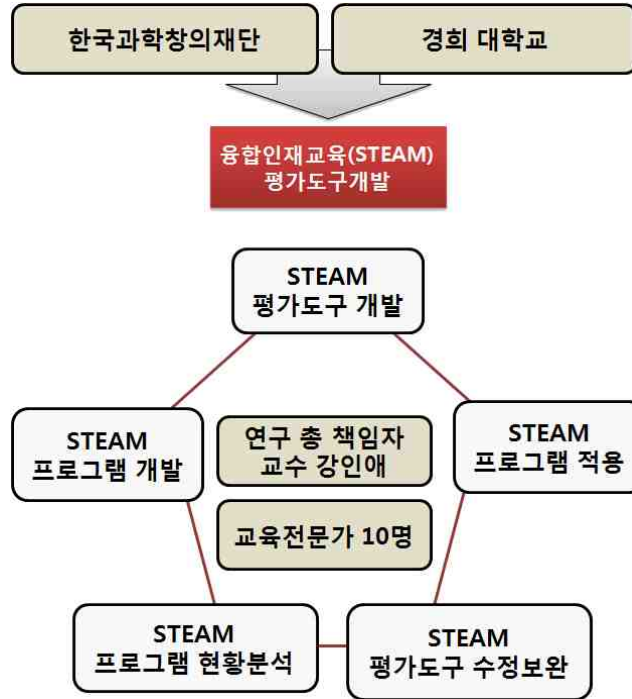
평가도구 개발방법 및 절차



[그림 1-1] 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발 절차

- 연구팀 구성 및 문헌연구 실시
 - 초·중등교사 10명으로 구성된 실무팀을 구성하여 연구시범학교, 교사연구회, STEAM 평가국내, 외 사례 등을 수집 및 분석
- 융합인재(STEAM)프로그램 및 평가도구 선정
 - 초·중등대상 프로젝트형 STEAM프로그램을 개발하고 프로그램 운영 및 대상에 알맞은 평가도구를 선정함
- 전문가 델파이 조사를 통한 피드백과 수정
 - 1차 델파이 평가: 교사 7명을 대상으로 2013년 10월 29일 ~ 11월 3일 까지 이루어 짐
 - 2차 델파이 평가: 교사 7명을 대상으로 2013년 11월 11일~11월 23일까지 실시 예정
- 평가도구 시범적용 및 중간 결과분석
 - 시범적용 : 델파이 조사결과를 기반으로 모형 및 내용을 수정하고, 학교 급별 3개 학급을 선정하여 시범 적용함
 - 분석방법 : 시범수업 적용 후 평가도구를 중심으로 평가방법, 내용, 시기, 횟수 등에 대한 구체적인 시사점과 함께 수업사례를 분석함.
- 결과분석 후 도출된 시사점에 대한 전문가협의회 실시
- 세미나 및 공청회 개최
 - 1차 공청회: 11월12일(화)/재단 <중간결과 발표>
 - 2차 공청회: 12월 4일(수)/워커히호텔 <최종결과 발표>

1-5 추진체계



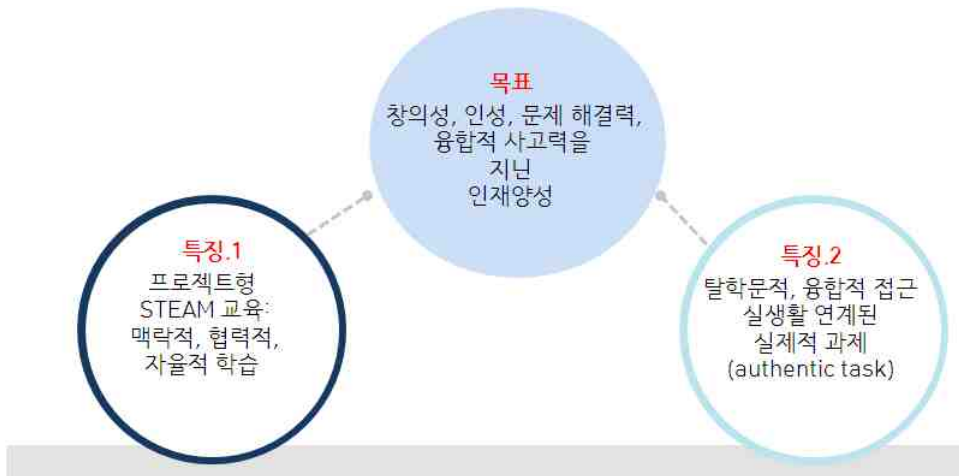
[그림 1-2] 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발 추진체계

2. 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발: 국가 및 학급수준

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구
(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)

2. 융합인재교육(STEAM) 평가도구 개발: 국가 및 학급수준*

2-1. STEAM교육의 목표 및 특징



● 목표: 창의성, 인성, 문제해결력, 융합적 사고력을 지닌 인재양성

지식정보화시대에 학교 교육은 창의성과 인성, 그리고 문제해결력을 가진 융합적 사고력을 강조한다(김성원 외, 2012; 백운수 외, 2011; 신영준, 한선관, 2011; 교육과학기술부, 2010). 따라서 교수-학습 상황에서는 틀에 맞춰진 커리큘럼이나 학습 방법을 지양하며, 학습자의 적성과 능력에 따른 교육적 방법인 융합인재교육(STEAM)에 주목하게 된다(한국과학창의재단, 2012).

융합인재교육 (STEAM: 이후로는 STEAM)은 Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics의 교과 간의 통합적인 교육 방식을 의미하며, 탈학문적 접근에 의한 과학중심의 융합적 교수학습모형이라 할 수 있다(백운수 외, 2011; 신영준, 한선관, 2011; 옥현주, 2011; 한국과학창의재단, 2012). 또한, 학습에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양을 갖춘 인재를 양성하는 교육으로서, STEAM의 핵심 역량인 융합적 사고력 (Convergence), 창의성(Creativity), 소통(Communication), 배려(Caring)를 추구한다(백운수 외, 2011; 한국과학창의재단, 2012).

* 이 부분부터 경희대 연구팀에서 연구한 내용을 제시하도록 함.

● **특징 1: 탈학문적, 융합적 접근과 실생활 연계된 실제적 과제(authentic task)**

STEAM교육의 특징은 비단 학제간의 통합의 차원에만 한정짓지 않고 학습자의 흥미, 창의·인성적 요소까지 확대해 생각하는데. 이를 위해 학습자에게 실생활과 관련된 실제적 과제(authentic task)를 부여하여, 관련성에 따른 학습에 대한 재미(fun), 관심, 동기를 향상 시키고자 한다. 또한, 기존의 미국의 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육(이효녕, 2011; 이학용, 2011; Yakman, 2010)에 좁게는 예술로서의 arts, 그러나 넓게는 인문사회과학 분야를 포함하여 영역을 넓히면서 문화 예술 영역이 가지고 있는 ‘창의력’의 요소를 STEAM 교육과 함께 생각하게 된다(김왕동, 2011; 태진미).

● **특징 2: 프로젝트형 STEAM 교육: 맥락적, 협력적, 자율적 학습**

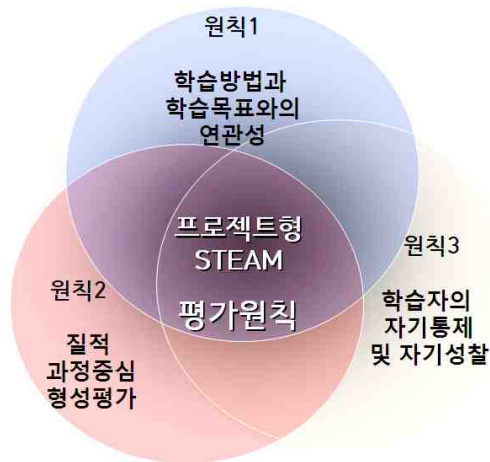
기본적으로 STEAM 교육을 통합적, 융합적, 탈학문적 접근에 바탕을 둔다고 할 때, 이것을 가장 잘 반영할 수 있는 학습방식으로는 프로젝트 형 수업이 있다. 따라서 STEAM 학습의 이상적인 학습모형은 프로젝트 형 방식을 채택하게 된다.

프로젝트 기반 STEAM학습의 특징은 첫째, 학습자가 학습의 주체가 되어 자율적, 능동적으로 주어진 과제나 문제를 탐구하는 활동의 기회가 되는데 이로써, 통합적 사고력을 경험하게 된다(강인에 외, 2011; 박에스터, 2010; 조연순 외 2005; Blumenfeld et al., 1991; Markham & Larmer & Ravitz, 2006; Moursund, 2003). 이때 프로젝트 기반 STEAM 학습은 구성주의가 강조하는 맥락적 학습, 사회적 학습, 자율적 학습 등(강인에, 2003; Fosnot, 2001; Steffe & Gale, 2005)을 전제하고 있기 때문에, STEAM 교육의 이론적 배경으로서 구성주의 학습 이론을 연결시킬 수 있다. 즉, STEAM 교육이 실제적인 과제를 담은 프로젝트 형태로 진행 될 때, 자연스럽게 팀별 협력학습이 이루어지게 되는데, 이는 구성주의의 학습이 학습자를 둘러싼 사회적 환경인 동료학습자, 교사와의 상호작용 속에서 이루어지는 관점을 반영하고 있다(손민호, 2005; Wood, Bruner & Ross, 1976).

문대영(2008)은 STEAM 교육 수업활동 유형을 좀 더 세부화 하여, 탐구 프로젝트 활동, 문제해결활동, 창의공학 설계 활동의 세 가지로 구분하여 제시한 바 있다. 탐구프로젝트 활동은 하나의 주제를 선정하여 STEAM의 원리를 통합적으로 탐구하고 발표하는 프로젝트 활동이며, 문제해결 활동은 주어진 문제 상황을 파악하고 STEAM의 원리를 종합적으로 적용하여 과제를 해결해하는 활동, 마지막으로 창의공학 설계활동은 주어진 상황과 조건을 고려하여 STEAM의 지식과 기술을 사용하여 창의적인 제품을 만드는 활동으로 나눌 수 있을 것이다. 그러나 이러한 STEAM 교육의 활동 유형은 프로젝트 수업의 진행과정 (탐구적)

및 목표 (문제해결활동), 그리고 결과물의 유형(창작, 설계)로 볼 때, 프로젝트 수업으로서의 STEAM 이라고 간단히 특징지어도 큰 무리가 없으리라 본다. 곧, 문대영(2008)이 제시한 세 가지 STEAM 교육의 유형은 서로 분리되어있는 듯하나 프로젝트 형 수업이라는 특성으로 모두 통합될 수 있다.

2-2. STEAM교육의 평가 원칙



■ 평가의 원칙 1: 학습방법(프로젝트형 STEAM), 학습목표와의 연관성

STEAM 교육이 프로젝트 방식에 입각하여 실생활 연계된 상황제시, 창의적 문제해결과정, 그리고 그 결과로서 감성적 체험(한국과학창의재단, 2012)을 포함한 문제해결력, 융합적 사고력, 창의적 문제해결력, 실천적 수행적 능력 함양을 목표로 강조하기 때문에, 이를 위한 평가 방법은 학습방법 및 학습 목표에 부합해야하는 것이 가장 중요한 평가원칙이 될 것이다 (<표 2-1>참조).

<표 2-1> Basic Premise of Evaluation

학습 방법 (Learning approach)	수업 목표 (Learning Objectives)	평가방법 (Evaluation)
<ul style="list-style-type: none"> • 학생중심 • 비정형화된 실제적 문제 • 촉진자로서 교사 • 다학문적 접근 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기 주도적 학습 • 문제해결 기술 • 비판적 사고 • 협동학습 	<ul style="list-style-type: none"> • 총체적 접근 • 질적인 방법 • 과정의 평가 • 지속적 평가 • 형성적 평가

하지만 기존의 STEAM의 평가방법은 이와 같은 교육적 접근에 적합하지 않고, 결과 중심, 지필평가로 이루어진 전통적 평가방법에 의하거나, 주로 STEAM 교육이 이루어지고 난 뒤에 따로 행해지는 총괄 평가(formative evaluation)로서의 평가가 대부분이다*. 따라서 전통적인 평가방법에서 중시하는 단편적인 지식 습득 위주의 지필 평가나 학습지 평가 방식이 많이 언급되고 있다. 이는 다시 말해, STEAM에서의 수업목표와 평가 방법 간의 불일치를 유발하고 있는 것으로서, 앞서 제시한 STEAM 교육의 목표인 융합적사고력, 창의력, 문제해결력, 협업능력과 같은 역량을 평가하기에 적합한 방법이라고 볼 수 없다. 곧, 단편적 지식 위주의 평가 또는 간단한 설문 등을 통한 정량적인 자료만으로는 STEAM교육이 목표로 하는 바를 충분히 평가할 수 없을 것이다.

■ 평가의 원칙 2: 질적이고 과정중심의 평가로서의 형성평가(formative assessment)

STEAM 교육의 방법과 목표에 적합한 평가방법으로서는 단편지식 습득, 지필평가, 총괄평가 방식의 전통적 평가방법에 대한 대안적 방안으로서 질적이고 과정중심의 평가방법을 제안한다(변영계, 이상수, 2003 ; Brooks & Brooks, 2009). STEAM은 상황제시라는 요소가 매우 중요하다. 이는 맥락적 학습상황을 의미하는 것으로서, 이런 상황에 맞는 평가방식 역시 맥락적인 평가여야 할 것이다. 학습이 다 이루어지고 난 뒤에 독립된 활동, 곧, 탈맥락적 환경에서의 평가인 총괄평가 방식이 아니라, ‘학습 과정’ 중에 학생과 교사가 함께 참여하는 ‘지속적인’ 평가가 되어야 할 것이다.

따라서 이러한 지속적이고 참여적인 과정 평가는 총괄평가와 달리 ‘형성평가(formative assessment)’라고 불려야 할 것이다. 즉, STEAM 교육의 평가는 성과 기반의 총괄평가(Summative Evaluation)에서 학습 과정 중심의 형성평가(Formative Evaluation)의 전환이 요구된다고 할 수 있다(한국교육과정평가원, 2010; Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 1998a, 1998b; Niemi, 1996)(<표 2-2>참조).

* 다음 장에서 제시하는 초중등 학급 STEAM 교육 현황분석을 참조

<표 2-2> 총괄 평가에서 형성 평가로의 방향 전환

	총괄평가	형성평가
평가시기	• 학습 후	• 학습 과정 중 지속적
평가내용	• 성과 기반 • 결과중심	• 과정 기반 • 학습자 자신의 학습에 대한 성찰과 통제: 자기주도적 학습력
평가 유형	• 학습 결과물 중심의 양적 평가	• 자기 평가(성찰) • 동료 평가 • 질적 평가
평가도구	• 시험 • 포트폴리오	• 개념도 • 성찰저널 • 체크리스트 • 루브릭

국가 교육과정 지원체제의 측면에서도 교육 수요자의 관점에서 수업 방법의 타당성을 검토하고 학생의 지식 생성과정과 절차를 평가할 필요가 있다고 보았으며, 이러한 교육과정의 평가 방향이 일치하는 평가 방법 중의 하나로 형성평가를 제시한다(한국교육과정평가원, 2010; Black, Harrison, Lee, Marshall & Wiliam, 1998a, 1998b; Niemi, 1996). 형성평가는 학습자들 자신들이 스스로 설정한 목표에 부합하여 자신의 학업 수행 정도가 어느 정도인지 파악할 수 있게 되고 학습을 스스로 관리 하게 되는 진정한 자기 주도적 학습자로서의 역량이 함양된다고 할 수 있다. 또한, 학습자 스스로 자신의 학습상황을 체크해 나가는 과정으로 평가가 이루어지므로, 평가의 과정이 곧 학습이며, 평가의 의미는 학습의 연장, 학습의 진행, 발전을 의미하게 된다(Nendaz & Tekian, 2009).

STEAM 교육이 구성주의 학습 원칙을 반영하여 설계 적용되듯이, 평가 역시 구성주의에서의 평가와 매우 유사하다고 볼 수 있다. 곧, 학습한 지식을 수업의 마지막 단계에서 단순히 반복, 모방하거나 결과물을 제시하는 것으로 평가가 끝나는 것이 아니라 학습과정도 평가의 요소가 되며 학습자 자신들이 만들어내고 입증하고 표현한 것에 대해 평가한다(Brooks & Brooks, 2009; Duffy & Jonassen, 2003). Macdonald & Savin-Baden (2004)가 제시한 프로젝트 수업의 평가 가이드에 따르면, 학습 주제가 실제적, 맥락적 관계 속에 제시 된다면, 평가 또한 학습이 진행 되는 맥락적 상황에서 시행 될 때, 학습에 응용 되는 지식과 기술을 평가할 수 있다. 이렇게 과제를 실행, 수행할 때 평가 된 능력은 학습자가 자신의 능력에 대해 파악하고, 능동적으로 다룰 수 있게 되며 실생활 속에 확장하여 전이할 수 있게 된다.

■ 평가의 원칙 3: 학습자의 자기 학습통제 및 성찰활동

총괄평가가 항상 수업의 마지막에 이뤄져서 실제로 학생들의 학습에는 유익한 역할을 하지 못하고, 학습 자체보다는 측정 자체에 목적이 있었다면 형성 평가에서는 학습활동이나 학습을 지원하고 피드백을 주기 위한 방향이 필요하며 자기평가, 동료평가, 피드백 등이 강조된다(Nendaz & Tekian, 2009). 다시 말해, 형성평가가 자기 주도적의 학생중심의 평가 방식을 지향한다고 볼 때, 학습자에게 자신의 이해 및 성찰의 기회를 제공하는 것이다. 구체적인 방법으로는 학습과제가 제공되는 맥락의존적인 평가, 다양한 관점의 평가를 위한 교사평가 외의 자기평가 및 동료의 평가, 다양한 양식의 평가인 포트폴리오를 활용한다(백순근, 2000; Duffy & Jonassen, 2003; Markham & Lamer & Ravitz, 2007) (<표 2-2>참조).

2-3. STEAM교육 평가도구의 분류틀

STEAM 교육의 특성에 따른 평가원칙이 질적, 과정적, 형성적, 맥락적, 참여적 평가라고 정리하였을 때, 이러한 특성에 따라 사용할 수 있는 평가도구들을 분류하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 국내외 STEAM교육프로그램 안에서 평가현황을 분석하기 위하여 미국의 혁신학교 연합체의 하나인 ‘본질적 학교연합(Coalition of Essential Schools: 이후로 CES)’(서영희, 주철안, 2007; CES, 2010)에서 고안한 분류기준과 서울특별시교육청(2012i)의 교수·학습 모형을 참조하였다.

CES는 미국 중등학교 개선을 위한 전국 규모의 학교 연합체로서, 작은 학교를 지향하며 간학문적 교육과정, 학습자중심 교수·학습, 개별화, 평등화, 지적으로 도전적인 학교를 강조하는 원칙을 가지고 유치원부터 고등학교 급까지 연합체를 형성하고 있다. 주로 미국을 중심으로 일본과 필리핀을 포함하여 600개의 학교가 가입하여 위에서 제시한 원칙들을 실천할 수 있도록 전문가적 지원을 하고 상호협력을 강화하는 기능을 하는 연합체이다(서영희, 주철안, 2007).

CES는 자신들의 홈페이지에서 대안적 평가방식을 제시하면서 평가도구들을 네 가지 기준으로 분류하였다(CES, 2010). 이에 따르면 개인과 집단을 위한 평가방식을 시험(tests), 산출물/프로젝트(products/projects), 수행(performances), 과정 기술(process skills)의 4가지로 나누고 있다(표3 참조). 시험(tests)로 분류되는 평가도구들은 전통적으로 지

필평가 방법으로 활용되던 방식을 포함한다. 이들은 주로 성취 정도를 비교적 객관적 평가방식으로 파악하고자 하는 것들이다. 산출물/프로젝트(products/projects) 범주는 어떠한 토픽을 주제로 탐구과정 자체를 평가하기도 하고, 그 결과로 나타난 산출물을 평가하는 도구들을 범주화하였다. 수행(performance) 범주는 학습자들이 토론, 역할극 등 활동의 결과로서 나타나는 수행을 평가하는 것이다. 마지막으로 과정 기술(process skills)은 학습자가 학습의 과정에서 나타나는 요소들을 얼마나 달성하였는지 측정하기 위한 교사용 평가도구들을 모았다.

<표 2-3> 평가도구의 분류 (CES, 2010)

시험 (Tests)	산출물/프로젝트 (Products/projects)	수행 (performances)	과정 기술 (process skills)
<ul style="list-style-type: none"> • 에세이(Essay) • 선다형 • 연결형(Match) • 단답형 • 정오형(True/ False) 	<ul style="list-style-type: none"> • 광고 • 인공물 • 녹음한 자서전 • 배너 • 청사진 • 책후기 • 브로셔 • 책 • 게시판 • 만화 • 사례연구들 • 그림 • 전시 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 활동 • 안내 • 찬가(anthem) • 춤 • 회의(conference) • 토론 • 설명(explanation) • 패션쇼 • 체험학습 • 소개 • 직업 면담 • 뉴스리포트 등 	<ul style="list-style-type: none"> • 일화 기록 • 관찰 체크리스트 • 개념도 • 간략한 면담 • 상호작용 분석 • 구두 질문 • 관찰 • 질문 생산도 등

반면에 STEAM교육에서 나타나고 있는 다양한 프로그램들을 통합교과의 차원에서 분석한 서울특별시교육청(2012i)의 보고서는 교수·학습 평가 모형을 융합단위(창체 활용 수업, 교과 연계 수업, 교과 내 수업)와 융합정도(다학문적 융합, 간학문적 융합, 탈학문적 융합)를 기준으로 다양한 평가도구의 성격을 특징지었다. 융합단위는 학교 현장에서 프로그램을 적용할 때 교육과정 운영의 방식으로서 세 가지, ‘창의적 체험활동’, ‘교과 연계’, ‘교과 내’로 나누었다. ‘창의적 체험활동’과 ‘교과 내’ 방식은 교육과정에 제시된 과목 안에서 운영하는 것이고, ‘교과 연계’는 여러 과목을 연계하여 운영하는 방식을 나타낸다. 융합 정도는 통합교육과정 연구에서 제시하는 일반적인 구분을 따랐다.

본 연구에서는 ‘교과 내 수업’에 맞는 평가방법으로 지필평가, 보고서평가, 자기평가를 제시하고, ‘교과연계 수업’에 맞는 평가방법으로 산출물 평가, 보고서 평가, 발표능력 평가,

동료평가를 제시하며, 마지막으로 '창의적 체험활동 수업'에 맞는 평가방법으로 보고서평가, 포트폴리오 평가, 사회적 참여도 평가, 인터뷰 기반 평가를 제시하였다([그림3]참조).




[그림 2-1] 융합단위와 융합정도에 의한 통합교육과정 구분

출처: 서울시 교육청 (2012i), p56.

두 연구를 토대로 하여 본 연구에서는 평가도구를 CES(2010)의 분류기준에 따라 나누고 융합의 특성을 서울특별시교육청(2012i)의 '융합단위'와 '융합정도'의 개념을 도입하여 그동안 개발된 STEAM교육프로그램 안에서 평가도구의 현황을 분석하였다.

3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구
(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)



3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법

3-1. 학급수준 STEAM 교육에서의 평가도구 국내현황분석

STEAM 교육의 활성화를 위해서는 학교 급별로 STEAM 교육이 어떻게 이루어지고 있으며, 특히 각 학급별 STEAM 수업 결과로서 학생들의 학습효과에 대한 분석이 어떤 결과를 갖고 오는지를 확인하는 것이 필요하다. 이에 이 장에서는 학교급별로 이루어지는 STEAM 교육에 대한 평가활동이나 평가도구의 활용에 대한 현황을 분석하고자 한다. 이를 위해 앞서 제시한 CES (2010)의 평가도구 분류표와 서울시 교육청(2012i)의 ‘통합교육과정구분표’를 참조하여, 다음 <표 3-1>의 내용으로 평가항목이 정리되었으며, 학교급별 STEAM 교육에서의 평가도구 활용에 대한 분석은 <표 2-3>를 참조하여 분석하였다.

<표 3-1> 평가도구의 분류

시험 (Tests)	산출물/프로젝트 (Products/projects)	수행 (performances)	과정 기술 (process skills)
<ul style="list-style-type: none"> • 지식기반 평가(지필시험) • 자기평가 • 동료평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 포트폴리오 평가 • 산출물(창작물) 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 보고서 평가 • 발표능력 평가 • 참여도 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터뷰 기반 평가

학교급별로 STEAM 교육에서의 평가도구 활용 현황분석을 위해, 먼저 초등학교에서는 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’(한국과학창의재단, 2012d, 2012e, 2012f)를 분석 대상으로 삼았고, 중학교와 고등학교에서는 초등학교와 같이 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’(한국과학창의재단, 2012g)를 포함하여 학교, 교육청, 과학전시관 등에서 개발한 프로그램을 대상으로 분석하였다. 다음에서는 학교 급별 평가도구 현황분석 결과를 초, 중, 고등으로 나누어 상세히 제시하도록 하겠다.

(1) 초등학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램

초등학교에서 활용할 수 있게 개발된 자료 중에서 한국과학창의재단에서 개발하여 보급한 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’(한국과학창의재단, 2012d, 2012e, 2012f)를 분석 대상으로 삼았다. 이 프로그램은 현재 개발된 국가수준 교육과정에 맞추어 매일 적용할 수 있도록 개발되어 있고, 개발된 프로그램마다 평가도구가 제시되어 있어 이를 중심으로 초등의 평가 사례를 분석하였다.

① 평가도구 활용 분석표

평가분석표는 <표 2-3>의 평가도구의 분류표에 의거하여 <표 3-2>와 같이 정리하였다.

<표 3-2> 초등학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석

연번	주제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/ Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물 평가)	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여도	인터뷰 기반 평가
1	안전한 생활	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
2	봄이 오는 소리	교과 연계, 탈학문 융합		○	○	○					
3	자연과 우리	교과 연계, 다학문 융합		○	○				○		
4	여름 속으로!	교과 연계, 탈학문 융합		○	○	○					
5	소중한 나의 몸	교과 연계, 다학문 융합	○		○				○		
6	가을이 깊어지네!	교과 연계, 탈학문 융합	○			○					
7	흐름걸을 느껴봐요!	창체 활용, 다학문 융합		○	○						
8	와! 겨울이다.	창체 활용, 탈학문 융합				○					
9	커가는 내 모습	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
10	소리축제	교과연계, 다학문 융합	○		○	○					
11	우리마을	교과 연계, 탈학문 융합	○		○						
12	신나는 놀이	창체 활용, 다학문 융합	○		○						
13	그림자는 내 친구	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○					
14	아름다운 우리나라의 사계절	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
15	물건의 여행	교과 연계, 다학문 융합	○		○						
16	즐거운 크리스마스 축제!	교과 내, 탈학문 융합	○			○					
17	우리 교실 꾸미기	교과 연계, 탈학문융합	○	○	○						
18	자석으로 꾸미는 미술관	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
19	생명의 뱀비우스 띠(1)	교과 연계, 다학문 융합	○				○				○
20	나는 기상캐스터	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
21	더불어 사는 우리	교과 연계, 탈학문 융합	○						○		

3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법

연번	주제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/ Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물 평가)	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여도	인터뷰 기반 평가
22	다양함 속의 닳은꼴 찾기(1)	교과 연계, 다학문 융합					○				○
23	물질의 특성을 밝혀라!	교과 연계, 탈학문 융합	○				○		○		
24	그림자의 비밀	교과 연계, 탈학문 융합		○	○				○		
25	무게를 보여드립니다	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
26	소중한 삶의 터전, 흙	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○					
27	생명의 외비우스의 띠(2)	교과 연계, 다학문 융합	○						○		
28	나는 요리사	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
29	다양함 속의 닳은꼴 찾기(2)	교과 연계, 다학문 융합					○		○		
30	나는 과학자	교과 연계, 탈학문 융합		○	○				○		
31	나는 건축가	교과 연계, 탈학문 융합		○	○				○		
32	Angry earth!	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○				○		
33	애들아, 달 따러가자!	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○		○				
34	작은 마을 불 밝히기	교과 연계, 탈학문 융합	○	○							
35	특명! 식물 집중 탐구	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○		○			
36	작은 세상, 넓은 세계	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
37	백와 근육! 우리는 단팹 친구	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
38	과학동영상 만들기 (용해와 용매)	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○	○				
39	빠르거나 혹은 느리거나	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
40	모빌에 옮겨 담은 태양계	교과 연계, 탈학문 융합	○	○		○					
41	빛을 기록하다	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○					
42	특명! 산성비를 막아라!	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○						
43	계절 속에 숨겨진 태양의 리듬 찾기	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○	○					
44	‘Slow Class’ 프로젝트	교과 연계, 탈학문 융합	○	○	○			○			
45	우리는 기상예보관	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
46	이산화탄소 다이어트	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○						
47	생활 속의 과학찾기	교과 연계, 다학문 융합	○	○	○	○					
48	불조심 캠페인	교과 연계, 탈학문 융합	○	○							
	총계		38 (73.2%)	34 (70%)	37 (77.1%)	19 (39.6%)	6 (12.5%)	2 (4.2%)	10 (20.8%)	0 (0%)	2 (4.2%)

② 분석결과

‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’(한국과학창의재단, 2012d, 2012e, 2012f)에서 제시된 48개의 프로그램들을 서울특별시교육청(2012i)에서 제시한 융합단위와 융합정도를 두 차원으로 하여 분석하였다(<표 3-2>참조). 먼저, 융합단위에 있어 전체 48개 프로그램 중 44개의 프로그램(91.7%)이 주제, 프로젝트, 문제 해결을 중심으로 한 “교과 연계 융합”이고, “창의적 체험활동 융합”은 3개(6.25%), “교과 내 융합”은 1개(2.1%)이었다. 따라서 거의 대부분의 프로그램이 몇 개의 교과를 융합하여 개발하는 ‘교과 연계융합’ 형태임을 알 수 있다. 물론“창의적 체험활동 융합”과 “교과 내 융합”으로 분류된 프로그램의 경우에도 초등학교 1학년과 2학년을 대상으로 개발된 프로그램이므로, 현재 초등학교 1, 2학년에서는 2009 개정 통합교육과정이 적용된다는 점을 고려하면 모든 프로그램을 “교과 연계 융합” 형태라고 보아도 무방할 것이다.

둘째, 융합정도 면에서는 한 교과를 중심에 둔 “다학문적 융합”이 24개로 50%를 차지하고, 교과의 경계가 허물어지고 새로운 교과라 일컬을만한 융합인 “탈학문적 융합”도 24개로 50%를 차지하였다. 여러 교과가 동일한 중요도로 융합되는 “간학문적 융합”은 발견되지 않았다.

<표 3-3> 초등학교 STEAM교육프로그램의 융합 단위와 융합 정도에 의거한 현황

융합 단위 \ 융합 정도	다학문	간학문	탈학문	합 계
교과 내	0	0	1	1(2.1%)
교과 연계	22	0	22	44(91.7%)
창체 활동	2	0	1	3(6.3%)
합계	24(50.0%)	0(0.0%)	24(50.0%)	48

다음은 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’에 제시된 프로그램들을 평가도구별로 분석하였다.

첫째, ‘지식기반평가’에 대한 의존도가 매우 높았음을 알 수 있었다. 전체 48개 프로그램 중 38개(79.2%)에서 지필평가에 대한 언급이 있었고 학생이 작성한 ‘학습지’를 평가하는 형태를 보였다. 지필평가에 대한 매우 높은 의존도에 불구하고, 평가계획에 지식 기반 평가(지필평가)에 대한 언급만 있고 구체적인 평가문제나 평가기준이 제시되어 있지 않았다. 주로 수업 중에 학생이 작성한 학습지를 교사가 평가하는 형태로 제시되어있었다. 지필

평가를 언급한 38개의 프로그램 중에서 32개(84.2%)에서 학습자가 학습과정 중에 작성하는 학습지를 확인하도록 하고 있었다.

수업 중 활용한 활동지를 평가한 지필평가의 예로는 ‘그림자는 내 친구(1, 2학년)’ 프로그램에서와 같이 과학실험을 하거나 다양한 활동을 하며 관찰한 점을 적거나, 간단한 지식을 물어보는 형태의 학습지를 통해 평가를 하는 경우가 있었다. 또한 ‘아름다운 우리나라의 사계절(1, 2학년)’에서는 친구들이 좋아하는 계절을 조사하고 표와 그래프로 나타내는 활동을 통해 평가를 하였다. 이외에도 대부분의 지필평가는 평가지 양식이 없었거나, 있더라도 수업 중에 작성하는 학습지를 활용하는 경우가 대부분이었다([그림 3-1]참조). 결국, 다양한 지필평가 방식을 활용한다 하더라도, 교사가 학생의 지식과 개념을 학습과정 중에 형성평가형태로 파악하는 평가계획 및 평가기준이 구체적으로 제시될 필요가 있다.

2학년 2학기 5월 그림자는 내 친구

그림자? 그림자!

○○초등학교 2학년 반 이름: _____


01_ 다양한 물건을 햇빛에 비추어보며 햇빛이 통과하는 물건과 통과하지 못하는 물건을 찾아봅시다.

햇빛이 통과하는 물건	햇빛이 통과하지 못하는 물건
공통점	공통점
▶	▶

♣ 그림자가 두렵기 싫어지면 어떻게 하면 좋을까요?

♣ 그림자가 생기는 까닭은 무엇일까요?

02_ 다양한 크기로 동물을 만들어봅시다.
강아지와 열마 개, 아홉 개를 만들려고 해요. 빛을 이용하여 어떻게 그림자의 크기를 다르게 할 수 있을까요?



나의 예상 1) _____ 하면 아홉, 열마 개가 될 것 같습니다.

나의 예상 2) _____ 하면 열마개가 될 것 같습니다.

예상한 방법으로 활동을 해보고 결과를 적어주세요.
=>

2학년 2학기 10월 아름다운 우리나라의 사계절

※ 학생활동지

친구들이 제일 좋아하는 계절

○○○○초등학교 2학년 반 이름: _____

1. 친구들이 가장 좋아하는 계절을 알아봅시다.
<친구들이 좋아하는 계절>

이름	계절	이름	계절	이름	계절	이름	계절

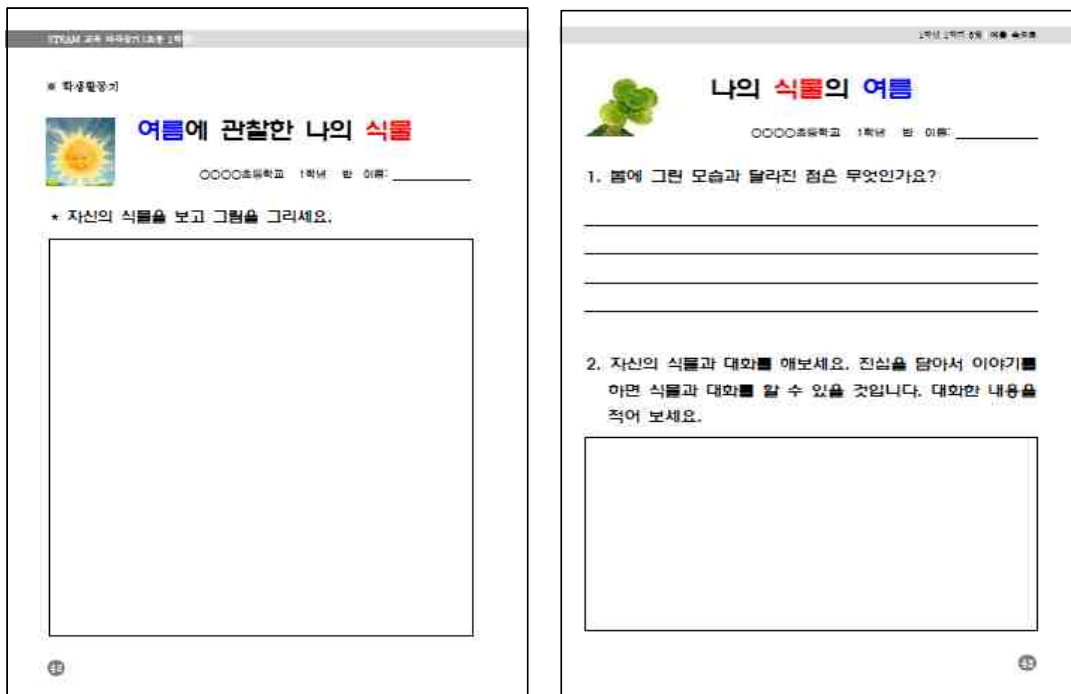
2. 친구들이 가장 좋아하는 계절을 표로 만들어 봅시다.
<친구들이 좋아하는 계절>

계절	봄	여름	가을	겨울	계
학생 수					

‘그림자는 내 친구(1, 2학년)’(좌) ‘아름다운 우리나라의 사계절(1,2학년)’(우)

[그림 3-1] 지식 기반 평가에서 활용한 학습지의 예

둘째, 포트폴리오 평가도구 사용을 분석해보면, 19개(39.6%)의 프로그램에서 포트폴리오 평가를 실시한다고 계획으로 제시되어있었다. 그러나 구체적인 평가기준이나 방법은 제시되어 있는 경우가 드물었다. 예를 들면 [그림 3-2]와 같이 ‘여름 속으로!(1, 2학년)’와 ‘가을이 깊어지네(1, 2학년)’프로그램에서는 포트폴리오평가도구를 사용하였으나, 이는 일반적인 다른 학습지와 차이점을 찾기 어려웠으며 구체적인 포트폴리오로서의 구성요소나 평가기준이나 방법이 제시되어 있지 않았다. 다시 말해 단순한 학습지모음집을 평가하는 것을 포트폴리오평가로 사용하고 있는 경우가 되겠다.



[그림 3-2] 포트폴리오 평가도구를 적용한 예

셋째, 동료평가도구 사용을 살펴보면, 37개의 프로그램(77.1%)에서 활용한다는 계획을 밝혔지만, 동료평가지가 구체적으로 제시되어 있거나 그에 대한 평가기준이 제시되어 있는 경우는 드물었다. 공통된 특징으로 자기평가와 동료평가를 ‘태도와 가치’를 측정하는 평가도구로 활용 하였다. 또한 ‘흥미’와 ‘영감’, ‘발전’ 등 정서적 태도로 나타나는 참여의식을 자기평가와 동료평가에서 다루는 경우를 자주 볼 수 있었다. 이러한 현상은 STEAM교육 수업에 학습자의 역할이 강조되는 것으로 지적 영역뿐만 아니라 학습공동체 안에서 사회적 상호작용이 강조되었다는 점에서 의의가 있다. 예를 들면 평가지가 제시된 ‘그림자는

내 친구(1, 2학년)’와 ‘빠와 근육! 우리는 단짝 친구(5, 6학년)’ 등 4개의 프로그램에서는 모둠별 팀 간 평가지를 제시하여 학생들이 동료평가를 할 수 있도록 하였다([그림 3-3]참조). 또한 ‘아름다운 우리나라의 사계절(1, 2학년)’, ‘빛을 기록하다(5, 6학년)’ 등 4개의 프로그램에서는 개인별로 동료평가를 할 수 있는 평가지가 제시되었으며 동료평가뿐만 아니라 자기평가도 할 수 있도록 하였다. 그러나 실제현장에 활용할 수 있는 채점 기준표나 구체적인 평가내용이 부족하였다.

STEAM 교육 평가지 (초등 2학년)

※ 평가지

그림자 연극 발표회

OOOO초등학교 2학년 반 이름: _____

1. 생각을 공유해요

◆ 그림자 연극을 감상하고 모둠별로 장단 점과 개선할 점에 대해 정리하고 진수를 주어 봅시다.

모듬이름	장단 점	개선 점	최고 연극상
			5 4 3 2 1
			5 4 3 2 1
			5 4 3 2 1
			5 4 3 2 1

2. 활동 정리하기

◆ 오늘 활동을 하고 느낀 점을 적어 봅시다.

2학년 2학기 10월 아름다운 우리나라의 사계절

※ 평가지(동료평가)

우리나라 소개 책

OOOO초등학교 2학년 반 이름: _____

1. 생각을 공유해요

◆ 나의 여행 소개 책과 친구들이 만든 소개 책을 보고 장단 점과 개선점을 이야기하여 봅시다.

친구이름	장단 점	개선 점	소개 책 완성도
나			5 4 3 2 1
친구1			5 4 3 2 1
친구2			5 4 3 2 1

2. 활동 정리하기

◆ 오늘 활동을 하고 느낀 점을 적어 봅시다.

[그림 3-3] ‘그림자는 내 친구(STEAM 따라잡기 초등 1~학년)’ 동료평가지

넷째, 자기평가도구를 분석해 보면, 분석한 48개의 프로그램 중에 34개의 프로그램(70.8%)에서 활용한다고 그 계획을 밝히고 있지만 자기평가표를 제시하거나, 평가의 기준을 제시하고 있는 경우는 찾아보기 힘들었다. ‘과학 동영상 만들기-용해와 용액(5, 6학년)’과 ‘계절 속에 숨겨진 태양의 리듬 찾기(5, 6학년)’ 프로그램에서는 학생활동지에 단순히 상, 중, 하로 스스로 평가할 수 있는 항목을 [그림 3-4]와 같이 제시하고 있었다.

2022년 과학 동아리동기(초등 5학년)

※ 학생활동지

무지개 물탑 쌓기

○○초등학교 학년 반 이름: _____

1. 원리를 발견해요

- ◆ 물탑에 물이 녹기전과 녹은 후의 양과를 비교함으로써 발견한 사실을 정리해 봅시다.

2. 원리를 적용해요 1.

- ◆ 무지개 물탑을 쌓기 위해서 녹어야 할 양의 순서를 정리해 봅시다.

색깔	발양	주양	노양	초양	파양
물탑 (얼기전)	25	17	10	5	1
순서					

- ◆ 무지개 물탑을 쌓는데 주의해야 할 사항을 정리해 봅시다.

3. 원리를 적용해요 2.

- ◆ 원시인처럼 일 만드는 방법을 정리해 봅시다.

준비물	
만드는 방법	
및	
주의사항	

4. 스스로 평가해요

- ◆ 물탑이 녹기 전후의 양의 특성을 설명할 수 있나요? 예 중 아
- ◆ 물탑을 다듬음으로 활동에 열심히 참여하였나요? 예 중 아

(20)

[그림 3-4] ‘과학동영상 만들기-용해와 용액 (5, 6학년)’ 자기평가

다섯째, 학습계획서 평가도구를 살펴보면, 활용한 프로그램이 3개(6.25%)가 있었는데 평가 계획이나 기준은 언급하고 있지 않았다. ‘작은 마을 불 밝히기(5, 6학년)’와 ‘특명! 식물 집중 탐구(5, 6학년)’, ‘Slow Class’ 프로그램에서는 프로젝트 학습계획서를 작성하게 하였다. 예를 들어 ‘작은 마을 불 밝히기’ 프로그램은 프로젝트학습을 수행하면서 활동주제와 주요 탐구내용, 역할분담과 같은 계획을 작성하도록 하고 있었으나 이와 관련한 평가에 대해서는 언급하지 않고 있었다([그림 3-5]참조). 학습계획서의 활용은 다양하겠지만 수업의 도입부터 시작하여 수업전반에 적용되며 평가의 용도로 제출된다는 점에서 보고서와 같은 기능을 하는 것으로 분류하였다.

초등학교 STEAM 교육 자료 개발 및 평가

● 학생활동지

'작은 마을 불 밝히기' 프로젝트학습 계획서

학년 반	학년 반	기간	
		활동시기	201년 월 일 - 201년 월 일
활동구분			
주요방구 활동내용			
역할분담 활동지표	이름/역할	개인별 활동 계획 - 과제 조사	비고
	/		
	/		
주요내용			
더 알고 싶은 내용			

[그림 3-5] '작은 마을 불 밝히기 (5, 6학년)' 프로젝트 계획서

지금까지 초등학교 급에서 개발된 '융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기'를 중심으로 평가 영역에 대한 현황을 살펴본 결과, 대부분의 경우에서, 평가계획이 세워져 있으나 구체적으로 평가기준과 활용방법이 정해져 있지 않아 교사와 학습자들이 적용하기에는 어려움이 있을 것으로 확인되었다.

특이한 점은 지필평가를 통하여 '지식'과 '이해'를 평가하고, 자기평가와 동료평가를 통하여 학습공동체의 '태도와 가치'를 평가하는 이원적 운영 상태를 확인할 수 있었다. 이는 학습내용에 대한 자기 주도적으로 참여하는 학습자(Boyd, 2012:7)의 관점과 모습을 부분적으로나마 반영하고자 하는 모습으로 볼 수 있었다(<표 3-4>참조).

<표 3-4> 초등학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향

평가 경향

1. 지필평가 의존도가 매우 높고 학습지를 이용한 경우가 대부분임.
2. 글쓰기를 이용한 지식기반 평가 사례가 있음.
3. 학습지 평가를 포트폴리오 평가로 오용함.
4. 동료평가를 많이 사용하지만 평가기준을 제시하지 않음.
5. 자기평가가 많이 사용되지만 기준이 제시되지 않았으며, 주로 '태도와 가치' 등의 영역을 평가하는 용도로 사용함.
6. 학습계획서를 이용한 평가가 나타남.

(2) 중학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램

① 평가도구 활용 분석표

중학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램은 2010년부터 2012년까지 3년 동안 개발된 자료 중에서 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’(한국과학창의재단, 2012g)를 포함하여 학교, 교육청, 과학전시관 등에서 개발한 프로그램을 대상으로 분석하였다. 중학교 평가분석표는 <표 2-3>의 평가도구의 분류표에 의거하여 <표 3-5>와 같이 정리하였다.

<표 3-5> 중학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석

연번	주제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)			수행 (Performnces)		과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여도	인터뷰 기반 평가
1	효율적 수송 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합						○			
2	잠수함을 제작하라 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합					○	○			
3	꿀벌이 준 선물 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합	○					○	○		
4	전기의 효율적 이용 (STEAM따라잡기)	교과 내, 다학문 융합						○			
5	빛으로 음악을 전달하자 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합						○			
6	잔디 인형을 만들기 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합		○	○	○	○				
7	악기 만들기 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합	○		○	○	○		○		
8	행성 탐사로봇 모형 만들기 (STEAM따라잡기)	교과 연계, 다학문 융합				○	○				
9	인체모형 만들기(경운중)	교과 내, 다학문 융합			○		○				
10	빛과 색, 색과 색이 만나다. (서울시교육청)	교과 연계, 간학문 융합	○				○				
11	창작연 만들기(고려중)	창체 활동, 다학문 융합					○				
12	간이정수기 만들기(서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합					○	○			
13	폴리켄 만들기 (울산 청소년 과학탐구회)	교과 연계, 간학문 융합	○				○				
14	과학자 지체 만들기(서울금융고)	창체 활동, 탈학문 융합					○				

3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법

연번	주제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)			수행 (Performnces)		과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여도	인터뷰 기반 평가
15	함께 만드는 주기율 표 (서울과학전시관)	교과 내, 간학문 융합	○		○		○				
16	행성탐사 계획 세우기 (서울과학전시관)	교과 내, 간학문 융합	○	○	○		○				
17	현의 길이 비율을 이용한 전자기타 만들기(대연중)	창체 활동, 다학문 융합	○				○				
18	달이 있는 풍속화 그리기 (서울시교육청)	교과 연계, 다학문 융합	○					○			
19	기름으로 오염된 바다를 구하라	교과 연계, 간학문 융합	○					○			
20	마블링	창체 활동, 간학문 융합					○				○
21	인체지레(대연중)	교과 연계, 간학문 융합	○						○		
22	바이오 에너지, 대안인가? (서울과학전시관)	교과 내, 탈학문 융합						○			
23	사람의 호흡 관련 UCC 만들기 (신상중)	창체 활동, 탈학문 융합		○	○		○				
24	틀리코스터 만들기(서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합	○				○				
25	과학적 상상력을 자극하는 루브 골드버그 장치 설계하기(부평남중)	창체 활동, 탈학문 융합					○	○			
26	절전 마크 만들기(서울시교육청)	교과 연계, 간학문 융합	○		○		○				
27	자동차 안전 (스팀 파이오니어 연수자료집)	창체 활동, 다학문 융합					○				
28	소화과 순환 (스팀 파이오니어 연수자료집)	교과 연계, 간학문 융합					○				
29	과학과 인류문명 (스팀 파이오니어 연수자료집)	교과 연계, 간학문 융합					○				
30	미래의 기술(에너지) (스팀 파이오니어 연수자료집)	교과 연계, 간학문 융합					○	○			
31	운송 수단 (스팀 파이오니어 연수자료집)	창체 활동, 탈학문 융합					○				
32	세계 춤추는 인형(학남중)	교과 내, 간학문 융합					○				
33	인형 뽑기 대회(학남중)	교과 내, 간학문 융합					○				
34	창의적인 배틀로봇 만들기 (진주동중)	창체 활동, 다학문 융합					○				
35	꿈을 담은 연 만들기(고려중)	교과 연계, 다학문 융합					○				
36	인류의 건강과 과학기술(낙동중)	교과 연계, 다학문 융합					○	○			

연번	주제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)			수행 (Performnces)		과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여도	인턴뷰 기반 평가
37	미래자동차(울촌중)	교과 연계, 다학문 융합					○				
38	로봇 손가락으로 피아노 연주하기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○	○			○		
39	백르기를 그래프로 표현하기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○	○			○		
40	나만의 장난감 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 내, 간학문 융합	○			○	○		○		
41	배 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합	○			○	○		○		
42	안전한 다리 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 내, 간학문 융합						○	○		
43	꿈을 향해 날아라 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○				○		
44	Air surfing 비행기 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○	○			○		
45	현미경 속 세상을 이야기기 있는 디자인으로 표현하기	교과 연계, 다학문 융합				○			○		
46	바이오 스페이스를 만들어라 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 내, 간학문 융합						○			
47	열에너지 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○		○	○			
48	열과 우리 생활 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합						○			
49	상태 변화와 열의 출입 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합			○			○	○		
50	공포영화 특수분장사 되기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합				○			○		
51	나의 뇌지도 그리기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합				○					
52	4D 프레임을 이용하여 자전거 모형 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합				○	○		○		
53	키네틱 아트 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 내, 간학문 융합	○		○	○			○		
54	다면체의 규칙성을 활용한 수학조형물 만들기 (과학창의재단 STEAM 수업 프로그램)	교과 연계, 다학문 융합	○			○			○		
	합 계		16(29.6%)	3(5.6%)	14(25%)	13(24.1%)	35(64.8%)	10(18.5%)	16(29.6%)	0(0.0%)	1(1.8%)

② 분석결과

본 연구에서 분석한 대부분의 STEAM교육프로그램은 한국과학창의재단에서 개발한 학습자의 활동중심 모형(한국과학창의재단,2012)을 따르고 있었다. 그에 따라 “상황 제시”, “창의적 설계”, “감성적 체험”의 단계로 계획되어 학생들의 다양한 활동에 중점을 두고 있었다. 먼저 전체 54개의 프로그램들을 서울특별시교육청(2012i)에서 제시한 융합단위와 융합정도의 차원으로 살펴보면, 융합단위에 있어 32개가 “교과 연계 융합”으로 전체의 59.2%를 차지하고, 13개가 “교과 내 융합”으로 전체의 24.1%를 차지하며, “창의적 체험 활동”은 9개로 “교과 내 융합”과 비슷한 수준인 16.8%를 유지하였다.

둘째, 융합정도 면에서는 한 교과를 중심에 둔 “다학문적 융합”이 30개로 55.6%를 차지하고, 여러 교과가 동일한 중요도로 융합되는 “간학문적 융합”은 19개로 35.4%를 차지하며, 마지막으로 교과의 경계가 허물어지고 새로운 교과라 일컬을만한 융합인 “탈학문적 융합”은 5개로 9.2%를 차지하였다(<표 3-6>참조).

<표 3-6> 중학교 STEAM교육프로그램의 융합 단위와 융합 정도에 의거한 분포

융합 단위 \ 융합 정도	다학문	간학문	탈학문	합 계
교과 내	2	10	1	13(24.1%)
교과 연계	25	7	0	32(59.2%)
창체 활동	3	2	4	9(16.7%)
합계	30(55.6%)	19(35.2%)	5(9.2%)	54

이상으로 중학교 STEAM 교육의 여러 프로그램에서 나타난 특징을 몇 가지로 정리하면 다음과 같다. 첫째, 산출물을 생산하는 프로그램이 많았으나 산출물 평가기준이 제시되는 경우는 절반이 되지 못하였다. 지필평가와 학습지 활동이 대부분인 초등학교의 프로그램과는 대조적으로 중학생 대상 프로그램들은 산출물을 만드는 프로그램이 35개로 전체의 64.8%를 차지하고 있었으나, 35개의 프로그램 중 13개에서만 평가기준을 볼 수 있었다. 이러한 평가기준이 제시된 예를 살펴보면, ‘과학적 상상력을 자극하는 루브 골드버그 장치 만들기(부평남중)’ 프로그램이 있는데, 여기서는 주제, 창의적 구상 능력, 창의적 표현 능력에 대한 항목과 평가기준을 제시하여 주로 창의적 사고를 평가기준으로 하였다. 또한 ‘간이정수기 만들기(서울특별시교육청)’ 프로그램의 경우에는 산출물에 대한 제작, 시연, 원리 설명으로 평가영역과 기준을 제시하였다(<표 3-8>참조).

<표 3-7> ‘과학적 상상력을 자극하는 루브 골드버그 장치 만들기(부평남중)’의 평가기준

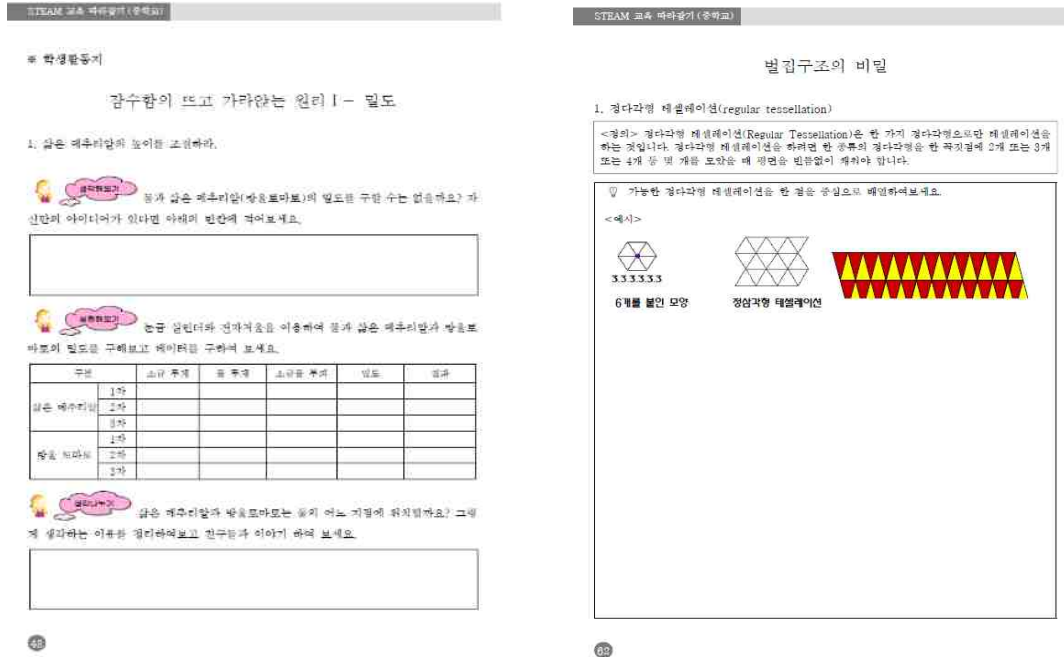
평가 문항	인체 각 부분의 특징	
주제	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오	• 골드버그 장치의 주제를 표현하였다.
창의적 구상능력	<input type="checkbox"/> 상	• 주제를 실행하기 위한 과정을 5 단계 이상 계획하여 서술하였고, 각 단계들이 과제를 수행할 수 있도록 매끄럽게 연결되어 있다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 주제를 실행하기 위한 과정을 5 단계 이상 계획하여 서술하였다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 주제를 실행하기 위한 과정을 4 단계 이상 서술하였다.
창의적 표현능력	<input type="checkbox"/> 상	• 골드버그 장치의 설계도를 완성하여 주제를 실행하는 단계까지 표현하였고, 창의적인 표현이 포함되어 있다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 골드버그 장치의 설계도를 완성하여 주제를 실행하는 단계까지 표현하였다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 골드버그 장치 설계도를 완성하지 못하여 주제를 실행하는 단계까지 표현하지 못하였다.

<표 3-8> ‘간이정수기 만들기(서울시교육청)’의 평가기준

평가 문항	인체 각 부분의 특징	
제작	<input type="checkbox"/> 상	• 페트병 정수기를 완성하였고, 자갈과 굵은 모래, 고운 모래, 활성탄을 순서대로 페트병 안에 쌓았다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 페트병 정수기를 완성하였다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 페트병 정수기를 완성하지 못하였다.
시연	<input type="checkbox"/> 상	• 흙탕물이나 콜라를 부어 물이 흘러나오고, 정수되는 것도 확인할 수 있다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 흙탕물이나 콜라를 부어 물이 흘러나오는 것을 확인할 수 있다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 깨끗한 물을 부었을 때, 물이 흘러나오지 않는다.
원리설명	<input type="checkbox"/> 상	• 자갈, 모래를 통과하면서 물속의 불순물이 제거되고, 솟은 아주 미세한 유기물과 미생물을 흡착함을 모두 설명함.
	<input type="checkbox"/> 중	• 자갈, 모래를 통과하면서 물속의 불순물이 제거되고, 솟은 아주 미세한 유기물과 미생물을 흡착함을 부분적으로 설명함.
	<input type="checkbox"/> 하	• 정수 원리에 대해 설명하지 못함.

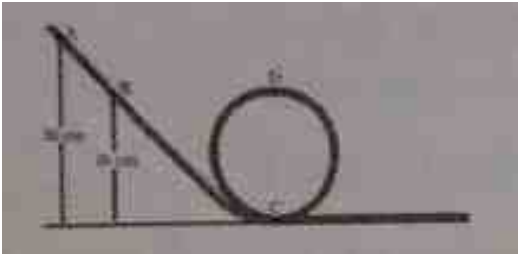
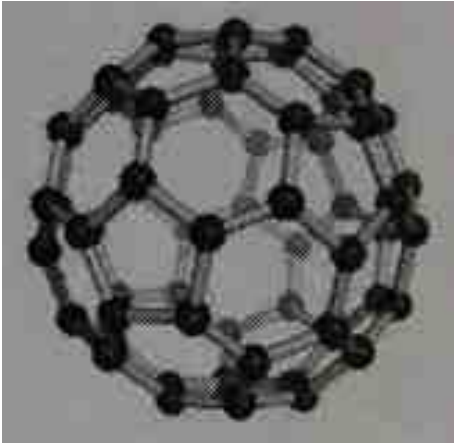
둘째, 한국과학창의재단(2012g)의 “STEAM 따라잡기”에서 개발된 모두 8개의 프로그램에서 포트폴리오에 의한 평가를 제시하고 있으나, 그중 5개의 프로그램은 학생들이 전체 프로그램의 진행과 일치하는 학습계획서를 작성하여 제출하는데 그치고 있었고, 평가 기준도 제시되지 않았다. 학습계획서를 평가하는 프로그램들은 포트폴리오 평가가 제시된 전체 프로그램의 62.5%를 차지하는 것으로, 학생의 변화, 발달과정을 지속적, 종합적으로 평가하는 포트폴리오 평가의 특성을 살리지 못하고 있는 것으로 파악된다. ‘잠수함을 제작

하라(서울시교육청)’과 ‘꿀벌이 준 선물(서울시교육청)’ 프로그램들은 포트폴리오 평가를 지향하였으나 [그림 3-6]과 같은 활동지를 평가하는 방법을 취하고 있었다([그림 3-6]참조).



[그림 3-6] ‘잠수함을 제작하라(서울시교육청)’(좌)와 ‘꿀벌이 준 선물(서울시교육청)’(우)의 활동지

셋째, 대부분 프로그램들이 과학교과를 중심으로 계획되다 보니 과학의 ‘지식’과 ‘이해’에 대한 지필평가가 우선적으로 이루어지고, 이후 기본 지식을 바탕으로 다양한 체험 활동을 제시하거나 과학 원리와 결합하는 형태로 진행되고 있었다. 전체 프로그램 중 16개로 29.6%에서 이러한 경향을 나타냈는데, 이는 한국과학창의재단, 서울특별시 과학전시관 등이 주로 과학교과를 중심으로 STEAM교육프로그램을 개발 및 보급하고 있기 때문이 아닌가 해석되었다. 이러한 전형을 따르는 프로그램들로서는 ‘롤러코스터 만들기(서울시교육청)’, ‘플러렌 만들기(울산 청소년과학탐구회)’을 들 수 있고, 이러한 프로그램들은 초반에 과학 원리에 대한 평가를 제시하고 있다([그림 3-7]참조).

[평가문항]	[평가문항]
<p>다음 그림에서 구슬이 A 위치에서 한 바퀴 회전하여 내려왔을 때, A-D에서 위치에너지와 운동에너지가 어떻게 변화하는지 설명하시오.</p> <p>그리고 A점, B점, C점, D점에서 위치 에너지와 운동 에너지의 합인 역학적 에너지는 어떻게 변하는가? (단, 마찰력은 무시한다.)</p> 	<p>다음은 탄소 원자 60개가 축구공 모양으로 결합하여 생긴 풀러렌 구조이다. 이 풀러렌 구조에서 나타나는 규칙성을 설명하라.</p> 

[그림 3-7] ‘롤러코스터 만들기 (서울시교육청)’(좌)와 ‘풀러렌 만들기(울산 청소년 과학 탐구회)’(우)의 지필평가

넷째, 자기평가와 동료평가가 많이 활용되지 못하였다. 전체 54개의 프로그램 중 3개(5.6%)에서만 자기평가가 사용되었고, 동료평가는 14개(25%)에서 볼 수 있었다. 초등학교에 맞게 개발된 프로그램에서 자기평가와 동료평가는 정서적 태도로 나타나는 참여의식을 평가하였다는 점에서 볼 때, 중학교 프로그램에서도 ‘감성적 체험’과 ‘태도’와 ‘가치’를 평가할 수 있는 방안이 필요하다고 볼 수 있다. ‘인체모형 만들기(경운중)’ 프로그램에선 인체모형을 만들 때 필요한 부분들에 대해 평가표로 자세히 제시하여 학생들이 자기평가를 할 수 있는 기회를 제시하였으나, 이 역시 지식의 이해여부를 판단하고자 하는데 그치고 있었다(<표 3-9>참조).

<표 3-9> ‘인체도형 만들기(경운중)’ 프로그램의 자기평가 안내

평가수준	인체 각 부분의 특징	
머리	<input type="checkbox"/> 상	• 좌뇌와 우뇌를 구분하고 뇌 표면의 주름진 구조를 표현하였다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 좌뇌와 우뇌의 구분과 뇌 표면의 주름진 구조의 표현 중 하나만 표현하였다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 좌, 우뇌의 구분과 표면의 주름진 구조를 표현하지 않았다.
소화기관	<input type="checkbox"/> 상	• 식도, 위, 소장, 대장의 구분이 되어 있고, 비율과 특징을 바르게 표현하였다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 식도, 위, 소장, 대장의 구분이 되어 있으나, 비율과 특징의 표현이 어색하다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 식도, 위, 소장, 대장의 구분이 되어 있지 않다.
순환기관	<input type="checkbox"/> 상	• 심장과 동맥, 정맥을 구분하였으며, 순환기관과 혈관을 이어진 고리 형태로 표현하였다.
	<input type="checkbox"/> 중	• 심장과 동맥, 정맥을 구분하였다.
	<input type="checkbox"/> 하	• 심장만 표현되어 있다.

다섯째, ‘서울시교육청과 함께하는 STEAM 수업 자료’(서울특별시교육청, 2012g)는 과학과 다른 교과가 함께 수업을 진행할 수 있도록 구체적인 지도안과 학습 활동지가 제시되어 있으나 평가에 대한 항목은 언급되지 않았다. 이런 경우 나타날 수 있는 문제점으로 창의적, 융합적 사고를 함양하기 위한 STEAM 학습활동과 과학적 지식의 이해를 묻는 평가의 성격이 달라지면서 평가활동이 STEAM교육활동을 위축시키는 결과를 초래할 수 있을 것이다.

지금까지 중학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램에서의 평가 방법 및 경향을 분석해 본 결과, 주로 산출물을 제작하는 활동 중심 프로그램들이 많고 이를 평가하기 위하여 다양한 평가도구들이 제시되어 있긴 하지만, 자기평가, 동료평가, 산출물 평가, 포트폴리오 평가 등 STEAM 교육의 목표에 맞는 평가도구의 활용 안내와 적합한 평가 모형 개발이 필요한 상황임을 알 수 있었다(<표 3-10>참조).

<표 3-10> 중학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향

평가 경향
1. ‘산출물/프로젝트’ 평가와 ‘시험’ 평가 종류가 균형을 이루었으나 평가기준의 제시가 미흡함.
2. 학습계획서를 평가하는 것으로 포트폴리오 평가를 이해하며 포트폴리오 평가의 특성을 살리지 못함.
3. 과학적 지식과 이해는 지필평가로, 활동은 산출물 평가로 계열화 되는 경향이 나타남.
4. ‘감성적 체험’, ‘태도’, ‘가치’ 등을 파악하는 자기평가와 동료평가를 많이 이용하지 못함.
5. 평가 계획을 언급하지 않는 프로그램들도 많이 있었음.

(3) 고등학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램

① 평가도구 활용 분석표

고등학교 급에서 개발된 STEAM교육프로그램은 2010년부터 2012까지 3년 동안 개발된 자료 중에서 ‘융합인재교육(STEAM) 2011년 성과발표회 자료집’, ‘2012 융합인재교육(STEAM)학술대회’, ‘2012 STEAM 파이오니어 연수자료’를 포함하여 학교, 교육청, 과학전시관 등에서 개발한 프로그램들을 대상으로 분석하였다(<표 3-11>참조).

<표 3-11> 고등학교에서 개발된 STEAM교육프로그램 사례분석

연번	주 제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여	인터뷰 기반평가
1	태양계의 형성 (서용 매화고)	교과 내, 다학문 융합	○		○		○	○	○		
2	방사성동위원소 (호수둔여고)	교과 내, 다학문 융합						○	○		
3	신소재-고분자물질 (서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○					○			
4	신재생에너지 (서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○					○	○		
5	달(서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○					○			
6	반감기(서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○					○			
7	별(서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○					○			
8	포물선운동(서울시교육청)	교과 내, 다학문 융합	○								
9	개인기능 정보보호 법안 만들기 (서울과학전시관)	교과 내, 간학문 융합	○				○				
10	신소재-탄소나노튜브 (서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합	○								
11	소화, 순환, 호흡, 배설 에너지 (서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합		○			○				
12	지구온난화 방지 대책본부만들기 (서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합	○								
13	신소재-탄소나노튜브 (서울시교육청)	교과 내, 간학문 융합	○					○			
14	지식채널 e 콘터 제작(서울과학전시관)	교과 내, 탈학문 융합					○				
15	아치형 다리만들기 (울산청소년과학탐구회)	교과 내, 탈학문 융합	○				○				
16	개인용 컴퓨터의 구조(태백기계공고)	교과 연계, 다학문 융합					○	○	○		
17	해양에너지(서울시교육청)	교과 연계, 다학문 융합	○					○	○		
18	탄소순환과 기후변화(한양대학교)	교과 연계, 간학문 융합	○				○	○	○		
19	바이오 메디컬(한양대학교)	교과 연계, 간학문 융합	○				○	○	○		
20	신소재를 중심으로 (대전 반석고)	교과 연계, 간학문 융합					○		○		○

3. 학급차원의 STEAM 교육 평가 방법

연번	주 제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여	인터뷰 기반평가
21	기후변화(서울시교육청)	교과 연계, 간학문 융합					○	○			
22	공명과학음 (서울시교육청)	교과 연계, 간학문 융합		○			○				
23	신재생 에너지(금호고)	교과 연계, 간학문 융합					○	○			
24	코일과 자석의 전자기력의 원리 탐구 (미래산업과학고)	교과 연계, 간학문 융합					○	○			
25	후쿠시마 원전 사고로 본 원자력 에너지의 필요성과 위험성 (호수돈여고)	교과 연계, 간학문 융합			○		○	○			
26	방사선과 우리의몸 (호수돈여고)	교과 연계, 간학문 융합	○					○	○		
27	일본 대지진과 지진예일(호수돈여고)	교과 연계, 간학문 융합						○	○		
28	원자력발전과 21세기가 찾는 새로운 에너지(호수돈여고)	교과 연계, 간학문 융합						○	○		
29	GMO(서울시교육청)	교과 연계, 간학문 융합	○					○	○		
30	조류와 인간(완일고)	교과 연계, 간학문 융합					○	○	○		
31	태양열 조리기의 활용(대전과학고)	교과 연계, 탈학문 융합	○				○				
32	강남 스타일 '열풍의 원인 분석을 중심으로(학성고)	교과 연계, 탈학문 융합	○					○			
33	빛의 3원색과 시각의 인식과정(선정고)	창체 활용, 간학문 융합						○	○		
34	오목거울과 타린이 만날때(배명고)	창체 활용, 간학문 융합						○	○		
35	제 2의 우주인 이소연 만들기 (호수돈여고)	창체 활용, 간학문 융합	○		○			○	○		
36	LED 나무만들기(진점고)	창체 활용, 간학문 융합					○	○			
37	건축 속 수학원리 탐구	창체 활용, 간학문 융합			○		○		○		○
38	스토리텔링 롤링볼 (경기도 과학교육원)	창체 활용, 탈학문 융합			○		○				
39	조류 발전기 만들기 (서울시교육청)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○				
40	친환경에너지 절약 건물설계 (대덕전자기계고)	창체 활용, 탈학문 융합		○			○				
41	방사능 폐기물 운반 로봇 제작 (동인천고)	창체 활용, 탈학문 융합					○				
42	나만의 물감 만들기(청라고)	창체 활용, 탈학문 융합			○		○				
43	나무실로폰 (이리고등학교)	창체 활용, 탈학문 융합		○				○	○		
44	왕릉 속 보물 찾기. C-STEAM으로 풀다! (영도여고)	창체 활용, 탈학문 융합		○			○	○			
45	전자 주사위 만들기(천안 공업고)	창체 활용, 탈학문 융합					○				
46	건축에서의 수학적 요소로 실버타운을 설계하자 (영성고)	창체 활용, 탈학문 융합					○				
47	뜨거워지는 지구 (서울 대진고)	창체 활용, 탈학문 융합		○	○		○	○	○		○

연번	주 제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여	인터뷰 기반평가
48	과학주제 지식채널 e의 영어자막 제작 및 Youtube 업로드 활동(능곡고)	창체 활용, 탈학문 융합				○	○		○		
49	원소 Facebook 만들기를 통한 원소와 주기율표 이해하기(능곡고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○		○	
50	색채 속의 과학(학성고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
51	음악과와 착시의 생물학적 이해(학성고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
52	변신하는 다면체 만들기(개원예고)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○	○			
53	화폐속의 과학, 수학(금용고)	창체 활용, 탈학문 융합						○	○		
54	영화 속의 숨겨진 비밀(금용고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
55	자연의 패턴(금용고)	창체 활용, 탈학문 융합						○	○		
56	창조와 디자인(금용고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
57	우리겨레의 건축(금용고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
58	별 헤는 밤(경남 과학고)	창체 활용, 탈학문 융합	○						○		
59	문학작품 속의 프랙탈(경남 과학고)	창체 활용, 탈학문 융합	○						○		
60	문학, 지질 기행(경남 과학고)	창체 활용, 탈학문 융합		○	○			○	○		
61	평창올림픽 스노보드 경기장 설계(경남 과학고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○			
62	달 거주 프로젝트(수지고)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○	○	○		
63	전통과학기술 복원 융합프로젝트(마포고)	창체 활용, 탈학문 융합		○			○	○	○	○	
64	건축 디자인 프로젝트(대전 공업고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○	○		
65	작은과학자 되기 프로젝트(서령고)	창체 활용, 탈학문 융합					○				
66	천문학, ART와 결혼하다!(덕소고)	창체 활용, 탈학문 융합			○		○	○	○		
67	도자기를 빛다(양정고)	창체 활용, 탈학문 융합		○			○		○		
68	키네틱아트 구조물을 활용한 역공학(와부고)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○				
69	친환경주택모형 설계(동인천고)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○	○	○		
70	분광사진기로 태양의 목소리 듣기(풍문여고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○	○		
71	나만의 계영배 만들기(충북고)	창체 활용, 탈학문 융합					○	○	○		
72	무인도 생활(고대부고)	창체 활용, 탈학문 융합		○			○	○	○		
73	국립중앙박물관에서 과학하기(덕수고)	창체 활용, 탈학문 융합	○					○			
74	수학(과학)과 미술에서 비율을 통한 창의성 개발(서울미고)	창체 활용, 탈학문 융합	○				○	○			

연번	주 제	융합단위 및 융합정도	시험(Tests)			산출물/프로젝트 (Products/Projects)		수행 (Performances)			과정 기술 (Process skills)
			지필 평가	자기 평가	동료 평가	포트 폴리오 평가	산출물 (창작물) 평가	보고서 평가	발표능력 관찰평가	사회적 참여	인터뷰 기반평가
75	우체국 고객방문객 자동안내 방송 및 입출자 카운터 계수기 제작 (송파 공업고)	창체 활용, 탈학문 융합					○				
76	문학작품을 활용한 진로체험 (압구정고)	창체 활용, 탈학문 융합						○	○		
	총 계		29 (38.2%)	10 (13.2%)	9 (11.8%)	1 (1.3%)	49 (64.5%)	50 (65.8%)	35 (46.1%)	1 (1.3%)	4 (5.3%)

② 분석 결과

고등학교 STEAM 교육으로 개발된 76개의 프로그램을 서울시교육청(2012a)의 융합정도와 융합단위를 기준으로 분석한 결과는 <표 3-11>와 같다. 먼저 융합정도를 기준으로 보았을 때, ‘탈학문적 융합’이 43개(56.6%)로 절반을 넘었고, ‘간학문적 융합’과 ‘다학문적 융합’이 각각 23개(30.3%), 10개(13.2%)를 차지하였다. 융합단위를 기준으로 보았을 때, ‘창의적 체험활동 융합’이 44개(57.8%)로 가장 많이 나타났다. 둘째, 융합정도측면에서 분석했을 때, ‘교과 연계 융합’과 ‘교과 내 융합’이 비슷한 수준으로 나타났다. 한 가지 주목할 점은 초등학교와 중학교 급에서 개발된 프로그램과는 달리 ‘창의적 체험활동 융합’이 상대적으로 많고, ‘창의적 체험활동’을 위해 개발되는 프로그램들은 새로운 교과의 형성이 담기는 ‘탈학문적 융합’이 주류를 차지하고 있음을 알 수 있었다. 이것은 ‘창의적 체험활동’의 특성상 교과의 틀을 벗어나 자유롭게 여러 교과의 지식을 주제 중심으로 통합하기 용이한 점이 반영된 것으로 해석될 수 있다.

<표 3-12> 고등학교 STEAM교육프로그램의 융합단위와 융합정도에 의거한 현황

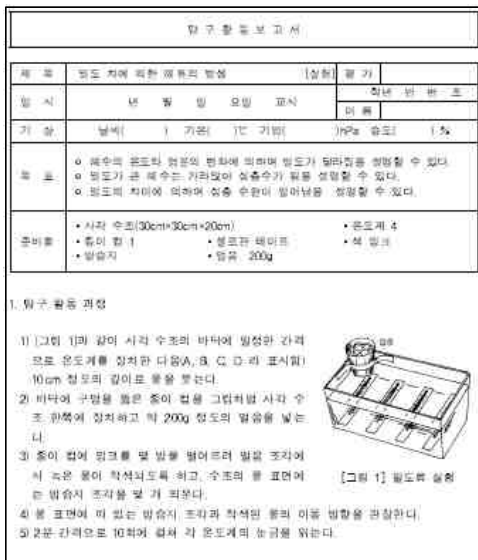
융합 단위 \ 융합 정도	다학문	간학문	탈학문	합 계
교과 내	8	5	2	15(19.7%)
교과 연계	2	13	2	17(22.4%)
창체 활동	0	5	39	44(57.8%)
합계	10(13.2%)	23(30.3%)	43(56.6%)	76

이상으로 고등학교 급에서 개발된 많은 프로그램에서 공통적으로 나타나는 특징을 몇 가지로 정리하면 다음과 같다. 첫째, 개발된 STEAM교육프로그램 대부분이 산출물 평가와 디자인 및 시연을 포함한 발표평가를 포함하고 있었다. ‘교과 연계 융합’과 ‘창의적 체험활동

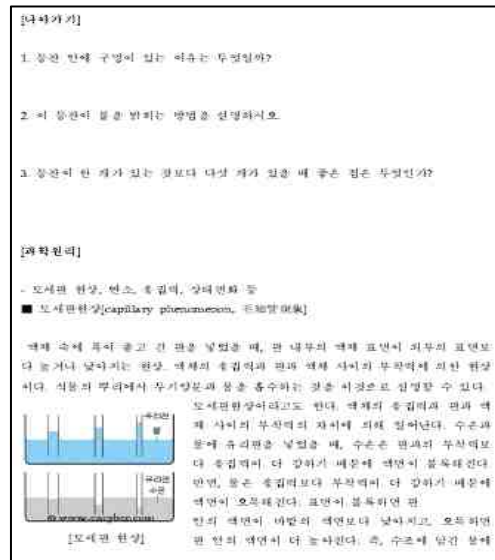
융합'을 주제 중심 융합 활동으로 본다면, 주제중심 융합형태는 전체의 80%를 차지하고 있다. 이런 프로그램들은 거의 산출물을 제작하는 경우가 많아서 대부분 산출물 평가와 시연을 포함한 발표평가를 포함하고 있었다. 특히, 융합 소재의 선택에 있어서 예술 영역에서 미술 또는 디자인과 융합한 주제중심의 프로그램이 49개를 차지하고 있어서 전체의 64.8%를 차지하고 있었다. 예를 들어, 서울시교육청의 'STEAM 학교교육과정 및 수업시수 모형 개발' 보고서에서 개발한 '조류발전기 만들기' 프로그램은 제작된 조류발전기의 발전원리를 설명하는 것으로 산출물 평가를 제시하였다.

둘째, 대부분 프로그램에서 과학교과를 중심으로 융합이 되었기 때문에 과학적 지식과 이해를 측정하는 평가가 많았고 주로 지필평가를 사용하는 경우가 많았다. 전체 76개의 프로그램 중에서 29개(38%)의 프로그램에서 지식기반의 평가가 나타났다. 이는 한국과학창의재단과 서울특별시 과학전시관 등 과학교과 중심 연구기관이 STEAM교육프로그램을 개발 및 보급하고 있어 나타나는 현상으로 해석할 수 있겠다.

셋째, 5차시 이상의 융합프로그램일 경우, 매 시간마다 학습지를 이용하여 수업이 진행되고, 학습지를 매개로 하여 평가가 이루어지는 경우가 많았다. 학습지는 주로 교사의 수업의 흐름에 따라 제시되거나, 산출물 제작이 필요한 경우에는 학습자에게 주어지는 매뉴얼과 같은 부수적 기능도 하였다([그림 3-8]와 [그림 3-9]참조).



[그림 3-8] '오목거울과 타진이 만날 때 (배명고)' 탐구활동 보고서



[그림 3-9] '국립중앙박물관에서 과학하기 (덕수고)' 학생활동지

넷째, 현재까지 주로 STEAM 교육 프로그램 개발을 강조하다보니, 수업에 적용할 프로그램의 양적 확대는 이루어졌으나 그와 동시에 이루어져야할 평가계획과 기준은 미약한 경우가 대부분이었다. 특히 평가기준이 없는 경우가 대부분이었고, 활동 결과로서 학습지를 통한 평가활동이 많이 이루어졌다. ‘물론 탄소 순환과 기후 변화(한양대학교)’와 ‘바이오 메디컬(한양대학교)’ 및 ‘친환경에너지 절약 건물 설계(이화여자대학교)’ 프로그램에서 평가기준을 볼 수 있었으나 이마저도 5칸 척도를 활용한 양적 평가에 그쳤다([그림 3-10] 와 [그림 3-11] 및 <표 3-12>참조).

결과적으로 초등학교 급에서 사용될 수 있는 한국과학창의재단의 ‘융합인재교육(STEAM) 교육과정 운영 사례: STEAM 교육 따라잡기’에서도 확인했던 것으로서, STEAM교육의 취지에 입각한 평가 모델과 도구의 개발이 필요하다고 볼 수 있다.

2차시 교사용 교재

● 평가
학생들이 탄소 순환 과정의 일부인 산소 골격 생성 과정을 통하여 이산화탄소를 감축시키는 방법에 대해 설명할 수 있으며, 이산화탄소를 감축시키기 위한 방법을 창의적으로 생각할 수 있는지 평가하도록 한다.

평가 영역	평가기준	평가지도					
		매우 낮음	낮음	보통	어중	어려움	매우 높음
		1	2	3	4	5	6
통합적 사고 의존적·부호적·단편적·총합적	이산화탄소 배출 문제가 생태계와 과학기술, 산업분야에 서로 밀접한 문제가 있음을 이해하였는가?						
	이산화탄소 감축 기술인 청정열소(Clean heating) 태양에너지, 바람에너지 등 이산화탄소 제거 기술, 그린시멘트 기술 등을 통해 이산화탄소 감축에 다양한 기술이 이용됨을 이해하였는가?						
창의적 설계 분석적·창의성·기초적·개념적·의미적	산소의 생성과정을 이산화탄소 제거방법의 적용하는 원리를 창의적으로 고안하였는가?						
	20년 후 내가 살게 될 탄소 제로 지구를 창의적으로 설계하였는가?						
강성적 태도 재미·동경·경우·의욕·기초성·강제성·비합리·공정·의견·의사	탄소감축에 관심과 흥미를 가지기 위해 할 수 있는 방법을 생각해볼 수 있는가?						
	이산화탄소 감축기술을 이해하고, 이를 바탕으로 미래 이산화탄소 감축기술을 제작하는데 적극적으로 참여하였는가?						
교사 의견 및 재질 평가	탄소 제로 지구를 창의적으로 설계하였는가?						
	합산						

[그림 3-10] ‘탄소순환과 기후변화(한양대학교)’ 프로그램의 평가기준

● 평가
학생들이 물체와 물질의 일부인 의자를 탐구하는 과정을 통하여 물체를 만들 때 어떠한 물질을 사용하는 것이 좋은지에 대해 설명할 수 있으며, 내가 만들고 싶은 물체를 생각하여 창의적으로 표현할 수 있는지 평가하도록 한다.

평가 영역	평가기준	평가지도					
		매우 낮음	낮음	보통	어중	어려움	매우 높음
		1	2	3	4	5	6
통합적 사고 의존적·부호적·단편적·총합적	손가락을 다리로 연결하여 다양한 생각을 할 수 있는가?						
	군속과 군별작용의 소치에 대해 다양한 측면으로 고려하여 생각해볼 수 있는가?						
창의적 설계 분석적·창의성·기초적·개념적·의미적	PMI기법을 통하여 새로운 ‘군속과 군별작용’을 생각해낼 수 있는가?						
	직업을 창의적으로 설계하였는가?						
강성적 태도 재미·동경·경우·의욕·기초성·강제성·비합리·공정·의견·의사	원근고각기술을 이해하고, 같은 사람이 제작을 할 수 있는 방법에 대해 생각할 수 있는가?						
	군속과 군별작용을 통해 인간의 실제 미치는 영향을 알고 설명할 수 있는가?						
교사 의견 및 재질 평가	자신의 작품에 대해 자긍심을 갖고 있는가?						
	합산						

[그림 3-11] ‘바이오 메디컬(한양대학교)’ 프로그램의 평가기준

<표 3-13> 친환경에너지 절약 건물 설계(이화여자대학교)프로그램의 평가기준

항 목	성취 수준		점수
에너지 공급방식	상	기본 에너지 공급 방식을 대체할 수 있는 방안이 타당하고 창의적으로 구현되어 있다.	5점
	중	기본 에너지 공급 방식을 대체할 수 있는 방안이 구현되어 있으나 타당성과 창의성이 부족하다.	3점
	하	기존의 기본 에너지 공급방식이 구현되어 있다.	1점
에너지 손실도	상	에너지 손실을 최소화하기 위한 타당하고 구체적인 방안이 3가지 이상 포함되어 있다.	5점
	중	에너지 손실을 최소화하기 위한 타당하고 구체적인 방안이 1가지 이상 포함되어 있다.	3점
	하	에너지 손실을 최소화하기 위한 방안이 타당하거나 구체적이지 않다.	1점
건축물의 디자인	상	건축물의 디자인이 정교하고 아름다우며, 전에 보지 못한 독특한 아이디어가 포함되어 있다.	5점
	중	건축물의 디자인의 정교성과 아름다움이 부족하나, 전에 보지 못한 독특한 아이디어를 포함하고 있다.	3점
	하	건축물의 디자인의 정교성과 아름다움이 부족하고, 독특한 아이디어를 포함하고 있지 않다.	1점
총점	()점/15점		

다섯째, 평가의 주체가 주로 교수자 입장에서 이루어지고 있었으며, 학습자가 참여하는 평가활동이나 도구 활용은 미약한 수준이었다. 평가가 제시된 프로그램에서는 발표평가, 학습지 평가와 같이 교사의 입장에서 학습자의 성취도를 평가하고자 하는 의도의 평가도구는 제시되었지만, 동료평가와 자기평가와 같이 학습자가 참여하여 이루어지는 평가활동은 찾아보기가 어려웠다. 예외적으로, ‘개인게능 정보보호 법안 만들기(서울과학전시관)’ 프로그램에서는 교사가 학생들의 발표를 보면서 평가할 수 있게 평가기준을 제시한 것을 볼 수 있다. 자기평가는 전체 76개의 프로그램 중 10개(13.2%)에서만 사용되었고, 동료평가는 이보다 적은 9개(11.8%)의 프로그램에서 활용되었다. 동료평가와 자기평가를 통하여 학생들이 STEAM, 교육의 결과로서 경험하는 ‘감성적 체험’, ‘태도’, ‘가치’ 등을 평가할 수 있는 방안이 필요할 것이다.

<표 3-14> ‘개인게능 정보보호 법안 만들기(서울과학전시관)’ 프로그램의 평가기준

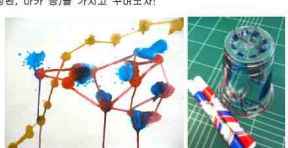
문항	평가기준	점수
1	뉴클레오타이드와 그 구조를 모두 바르게 설명했을 경우	5점
	뉴클레오타이드와 그 구조 중 하나만 바르게 설명했을 경우	3점
2	염기서열을 바르게 설명하고, DNA의 상보성과 염기동량설을 이용하여 근거를 바르게 서술한 경우	5점
	염기서열을 바르게 설명하고, DNA의 상보성과 염기동량설 중 하나만을 근거로 바르게 서술한 경우	3점
	염기서열을 바르게 설명한 경우	1점

여섯째, STEAM의 요소 중 예술 교과는 대부분이 미술과 디자인을 중심으로 이루어져 있으나, 예술을 인문사회과학(Liberal Art)으로 보고 글쓰기(논술) 형태의 산출물을 요구하는 사례도 찾아볼 수 있었다. 가령 예를 들어 ‘바이오 메디컬(한양대학교)프로그램’ 중 호르몬쿨러스와 같은 작품을 통해 인체에 대하여 살펴본 후 인체의 특성을 파악하여 저렴하게 대중화하여 사용할 수 있는 ‘의족 만들기’가 있는데 의족을 제작할 당시의 감정, 제작 방향 등을 작가노트처럼 작성하도록 하여 제작과정을 글쓰기 평가로 하고 있기도 한 것을 볼 수 있다. 이러한 사례를 통하여 STEAM의 art를 단지 미술 분야에 한정할 것이 아니라 창작, 음악, 신체적 표현 활동 등과 같이 다른 문화예술 장르나 활동으로 까지 확대, 활용할 수 있음을 알 수 있었다([그림 3-12], [그림 3-13]참조).

○ 수업 주제 : 감성을 통한 순화 및 표현(2)
○ 학습 목표 : 감성을 자극해 소리를 디자인 활동으로 표현할 수 있다.
○ 수업 유형


학생 자리 배치		수업 장소		
강의형	모둠형	교실	특별실	그외
	○		○	

○ 교수-학습 활동

과정	교수-학습 활동	시간(분)	자료 및 유의점
도입	동아원 스피커를 이미지 연상을 통하여 주어진 재료(아크릴물감, 유성펜, 마카 등)를 가지고 꾸며보자! 	10	-교사는 원리를 설명한다.

[그림 3-12] ‘코일과 자석의 전자기력의 원리 탐구 (미래산업과학고)’프로그램의 미술 평가

‘작가노트’는 작가가 작품 제작할 당시의 감정, 그러한 제작 방향을 선택하게 된 개인적인 배경과 사유 과정을 적는 것이다. 이러한 ‘작가노트’처럼, 학생들이 제작할 물건을 그려보고 그것을 생각하게 된 과정을 적어볼 수 있도록 지도합니다.
<예시: 실제 작가의 노트>

그림	설명
	나의 마리오네트 시리즈는 사회로부터 지배당하고 통제당하며 자아를 상실해 가는 현대인의 모습을 표현한 작품이다. 관객은 작품 앞에 서서 비탄을 불러가면서 마리오네트 인형을 조종하고 지배하게 된다. 이는 관객자신이 절대적 힘을 가진 지배자의 위치가 되어 마리오네트 인형에게 절대적 힘을 과시한다. 마리오네트 인형은 관객의 지배에 종속된 극단적 인형이 된다. 하지만 현실에서 관객들은 사회와 권력자들에 의해서 움직임을 제약받고, 미디어에 의식마저도 통제당하는 마리오네트와 같은 존재이다. 반면에 놀라지만 같은 행동을 반복적으로 행하는 마리오네트 인형과 같이 권력자들이 만들어놓은 사회제도에 맞춰서 살아가고 미디어에 의해서 세상을 인식하고 의식을 통제 당한다. 관객들은 마리오네트 인형의 지배자인 동시에 거대권력의 피지배자인 것이다. -박종영 작가노트

[그림 3-13] ‘바이오 메디컬(한양대학교) 프로그램’의 글쓰기 평가 예시

지금까지 고등학교 STEAM 교육에서의 평가활동에 대한 분석 내용을 정리하자면, 첫째, 평가기준과 계획이 없는 경우가 많았고, 둘째, 대부분 교사가 학습자의 학업성취 수준을 확인하는 용도로 사용하려는 평가도구가 대부분이고, 셋째, 동료평가와 자기평가처럼 학습자의 자기 학습에 대한 성찰적 활동이나 생각을 담을 수 있는 평가도구를 제시한 경우가 거의 없었다고 할 수 있다. 이러한 상황을 개선하기 위하여 STEAM교육활동에 적합한 학습자중심, 학습자 참여적 평가 모델과 도구의 개발이 시급하다고 할 수 있겠다.

<표 3-15> 고등학교 급에 개발된 STEAM교육프로그램의 평가경향

평가 경향
1. 주제중심 융합이 많이 나타나고 이는 산출물과 시연을 포함한 발표 평가를 포함하는 사례가 많음.
2. 과학교과를 중심으로 융합이 나타나므로 과학적 지식과 이해를 묻는 ‘지식기반평가’ 사례가 많음.
3. 학습지는 수업안내, 학습매뉴얼과 평가도구로 사용되는 특징이 있음. 평가도구 언급만 있고 평가계획과 기준이 없는 경우가 많음.
4. 동료평가와 자기평가와 같이 학습자 주도적 평가활동은 빈도가 매우 낮고 구체성도 없음.
5. 예술 영역에서는 주로 미술과 디자인을 포함하나 글쓰기와 같이 교양예술 범주를 포함하기도 함.

(4) 초·중등 STEAM교육 평가경향 종합

앞서 초등학교와 중학교, 고등학교의 각 학교급에 따라 이루어진 STEAM 교육에서의 평가활동에 대한 분석을 보면, 비슷한 점도 많았으나, 약간씩의 차이점도 확인할 수 있었다. 이를 표로 정리하면 다음과 같다.

<표 3-16> 학교 급에 따른 평가경향 정리

학교 급 요소	초등학교	중학교	고등학교
융합 특징	<ul style="list-style-type: none"> 교과 연계 융합이 대다수. 다학문 융합과 탈학문 융합이 비슷한 수준으로 나뉨. 	<ul style="list-style-type: none"> 교과 연계 융합이 큰 비중을 차지하지만 교과 내 융합과 창체 융합도 고르게 나타남 간학문적 융합도 나타남. 	<ul style="list-style-type: none"> 창체 융합이 큰 비중을 차지하고 교과 내 융합과 교과 연계 융합도 고르게 나타남. 창의적 체험활동 중심의 탈학문적 융합이 많이 나타남.
평가 경향	<ul style="list-style-type: none"> 지식기반 평가(지필평가) 의존도가 매우 높음. 학습지를 이용한 지필평가가 대부분임 평가기준 제시 안 됨. 글쓰기 평가 사례가 있음. 학습지 평가를 포트폴리오 평가로 오용함. 동료평가와 자기평가가 많이 사용되지만 기준이 제시되지 않음. '태도와 가치' 등 참여 의식을 평가함. 학습계획서를 이용한 평가가 나타남. 	<ul style="list-style-type: none"> '산출물/프로젝트' 평가와 '시험' 평가가 균형을 이룸. 산출물 평가가 많으나 평가 기준이 제시되지 않음. 학습계획서 평가를 포트폴리오 평가로 이해함. 과학적 지식과 이해는 지필 평가로, 활동은 산출물 평가로 계열화 되는 경향이 나타남. '감성적 체험', '태도', '가치'를 측정하는 동료평가와 자기평가 활용도가 낮음. 	<ul style="list-style-type: none"> '지식기반평가'보다 산출물, 보고서, 발표 평가가 큰 비중을 차지함. 산출물, 발표 평가를 포함하는 주제중심 융합이 많이 나타남. 글쓰기 평가 사례가 있음. 예술 영역에서는 주로 미술과 디자인을 포함함. 학습지가 수업의 안내와 매뉴얼 기능함. 평가도구 언급만 있고 평가 계획과 기준이 없는 경우가 많음. 동료평가와 자기평가가 매우 낮고 구체성도 없음.

① 공통점에 대한 분석

각 학교 급에서 개발된 프로그램들 안에서 다루어지는 평가경향의 공통점을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 공통적으로 평가계획과 평가기준이 제시되지 않고 평가도구를 사용하겠다는 언급만 나타나는 경우가 대부분이었다. 전반적으로 이러한 상황이기 때문에 각 평가도구가 가진 특성을 고려하여 평가계획이 설계된 프로그램이 적었다.

둘째, 평가도구에 대한 명확한 이해와 구분 없이 평가도구들이 혼용되는 경우가 많았다. 예를 들어, 학습지를 누적적으로 사용하여 평가를 하는 경우와 드물게 학습계획서를 사용

하여 평가하는 경우에 이를 모두 포트폴리오 평가로 이해하여 포트폴리오 평가가 가진 본래 특성이 간과되는 경우가 있었다.

셋째, STEAM교육에서 강조하는 ‘감성적 체험’에 대한 평가가 찾아보기 어려웠다. 학습자들이 학습과정에서 경험하는 흥미, 영감, 창의성, 발전 정도, 참여의식을 포함하는 ‘감성적 체험’을 파악하는 것이 당연함에도 불구하고, 자기평가와 동료평가 등을 이용하여 이를 평가하는 경우가 미약하였다. 특히 중학교와 고등학교 급에 맞춰 개발한 프로그램에서 이러한 경향이 두드러졌고, 개발된 평가도구들이라 할지라도 평가기준이 제시되지 않은 경우가 많았다.

② 차이점에 대한 분석

첫째, 초등학교 프로그램에서는 시험 범주의 평가들인 지필시험 뿐만 아니라, 과정평가에서 강조하는 자기평가, 동료평가가 매우 빈번하게 사용되고 있었다. 초등학교 프로그램들이 주로 주제중심 융합의 성격을 띠는 점에서, ‘산출물/프로젝트’, ‘수행’ 성격의 평가도구를 도입할 필요가 있다.

둘째, 초등학교 프로그램들은 동료평가와 자기평가를 매우 높은 빈도로 사용하고 있었으며, 이러한 평가들을 주로 ‘태도와 가치’, ‘흥미’, ‘영감’ 등 정서적 태도로 나타나는 ‘감성적 체험’과 참여의식을 측정하는 도구로 활용하고 있었다. 반면에 중고등학교 프로그램에서는 상대적으로 ‘감성적 체험’에 대한 평가 활동이나 도구가 거의 언급되지 않고 있었다.

셋째, 중학교 프로그램들은 초등학교 프로그램에 비하여 간학문적 융합도 고르게 나타났다. 간학문적 융합은 각 교과목의 지식과 연구방법이 강조되고 유지되면서 융합하는 형태로서(경기도교육연구원, 2012), 이는 중학교에서는 교과목 전담제를 운영하기 때문으로 보인다. 과학뿐만 아니라 수학, 기술, 예술 교과들이 가진 지식과 탐구방법이 프로그램 안에서 고르게 다루어질 필요가 있기 때문이다. 이러한 경향은 평가에도 작용하여, 지필평가를 이용하여 과학적 지식과 이해를 측정하고 나서, 기술과 예술, 수학 등이 융합된 활동에 대한 ‘산출물/프로젝트’ 평가와 ‘수행’ 평가로 이어지는 이분법적 경향이 두드러졌다.

넷째, 중학교 프로그램들은 초등학교에 비하여 ‘산출물/프로젝트’ 영역의 평가와 ‘시험’ 영역의 평가를 고르게 활용하고 있었다. 이것은 산출물을 제작하는 프로그램이 초등학교에 비해 상대적으로 많았던 것이 요인으로 보인다.

다섯째, 고등학교 프로그램들은 지식기반 평가보다 산출물, 보고서, 발표를 이용한 평가가 큰 비중을 차지하였다. 이는 초등학교, 중학교에 비하여 창의적 체험활동 중심의 탈학

문적 융합이 많이 나타난 것을 요인으로 지목할 수 있겠다. 주제중심으로 밀접하게 융합된 활동을 평가하는 도구로는 산출물, 보고서, 발표 평가가 특성에 부합한다고 볼 수 있기 때문이다.

여섯째, 고등학교 프로그램들은 동료평가와 자기평가를 이용하는 빈도가 낮았다. 초등학교의 경우에 동료평가와 자기평가를 ‘태도와 가치’, ‘흥미’, ‘발전 정도’와 같은 ‘감성적 체험’과 ‘참여의식’을 측정하는 도구로 활용한다는 점에서 볼 때, 학습자 스스로 혹은 동료가 학습에 대한 자기 성찰적인 사고나 활동을 하도록 하며, 그것을 평가할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

③ 제안

초중등학교 급별 STEAM 교육에서의 평가 경향을 분석한 결과, 다음의 몇 가지를 제안하고자 한다. 첫째, 모든 학교 급에서 개발되는 STEAM교육 프로그램에서 평가영역이 강화될 필요가 있다. 평가계획이 더 정교하게 개발되어야 하고 적합한 평가기준이 명확히 제시되어야 할 것이다. 이를 위해서 STEAM교육의 특성을 반영할 수 있는 적합한 평가모델의 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

둘째, 초등학교 급에서는 STEAM교육과정의 특성에 적합한 평가도구를 활용할 필요가 있다. 초등학교 급에서 개발된 프로그램들은 대부분 주제중심 융합의 특징을 보였으나, 평가는 오히려 지필평가에 크게 의존하고 있는 형편이었다. 보고서와 발표, 포트폴리오, 산출물 평가를 통하여 주제중심 학습활동을 평가하는 것이 평가도구의 특성과 부합한다는 점에서 앞으로 ‘과정 중심의 평가’, ‘질적 자료 중심의 평가’를 적극 도입할 필요가 있다.

셋째, 다양한 평가도구의 특성을 적절히 활용하는 평가계획이 있어야 한다. 다양한 평가도구를 사용하겠다는 언급은 있지만, 다양한 평가도구의 특성을 적절히 활용하고 있지 못하였다. 예를 들면, 포트폴리오 평가에 대한 명확한 이해 없이 단순히 학습자들을 평가하는 것을 포트폴리오 평가로 오해하는 경우가 있었다. 따라서 자기평가, 동료평가, 산출물 평가, 포트폴리오 평가 등 평가도구의 특성에 맞는 활용 안내와 적합한 모델 제시가 필요하다.

넷째, 중학교와 고등학교에서 개발되는 프로그램에서는 자기평가와 동료평가를 강화할 필요가 있다. 자기평가와 동료평가를 통하여 학습자들이 성찰적인 태도를 가질 수 있다는 점과 ‘태도와 가치’, ‘흥미’와 같은 ‘감성적 체험’영역을 살피기 용이하다는 점을 두고 볼 때, 자기평가와 동료평가를 확대할 필요가 있다.

3-2. 학급수준 STEAM 교육에서의 평가도구 국외현황분석

STEAM 교육의 평가 현황에 대해서는 현재 가장 많이 시행 된다고 제시 된 미국과 영국의 평가 사례를 중심으로 정리해 보았으며, 국내 평가 도구 현황과 비교 분석하여 제시한다.

(1) 미국 STEM 교육의 평가 현황

미국 STEM 교육의 평가 현황은 각 STEM교육 프로그램 및 적용 학교의 사례를 중심으로 평가 방법에 대해 <표 3-16>와 같이 정리할 수 있다(Autar, 2012). 이어서 각각의 학교 사례에 대한 세부적인 내용을 제시하였다.

<표 3-17> 미국 융합인재교육 (STEM) 프로그램에 활용 된 평가도구

대상	STEM 프로그램 및 적용학교	학습주제	평가방법
초등	Weather Unit 프로그램 /South Pasadena Middle School	날씨 현상과 관련한 융합적 지식 이해 및 예술활동	학습 활동지
	Whittier Education Campus	눈이 녹아서 물이 되는 과정을 이해하고 다양한 방법으로 표현	학습 결과물 평가
초·중 등	Summer Robotic 프로그램/ South Pasadena 중학교	Lego NXT Kits로 로봇 제작	학습 결과물 평가 성찰저널
중등	East End Community House	수술게임보드제작 후 질병과 인체에 대해 이해	DOS(루브릭) APT(Arterschool Program Practic Tool) 설문지
	iQUEST project	ICT 매체 활용 과학학습	TOSRA, 설문지
고등	MC2 고등학교	프로젝트형 STEM 교육	Mastery-Based Assessment
	챌린지 프로그램/사우스리버 고등학교, STEM 매그넷 학교	지역사회 및 기관 문제점 찾고 해결	체크리스트
대학	Field-tested Learning Assessment Guide	생물교과 중심 STEM 수업	비판적 사고 측정 질문지 및 채점표 사전/시후 개념평가
전체	IMSA Fusion 프로그램	실생활과 관련한 수학, 과학 학습	설문지, 인터뷰
	Learning Newton's Law through Rocketry 프로그램	로켓 활용 만유인력 법칙 이해	학습 결과물평가
	Digital Learning Network 프로그램	화상회의를 통한 우주 탐험 학습	질문지, 체크리스트

① South Pasadena Middle School*

Summer Robotic 프로그램은 South Pasadena 중학교의 5학년에서 8학년 대상으로 적용한 사례로서 Lego NXT kits를 가지고 학습자의 관심과 흥미에 따라 팀별로 로봇을 제작하는데, 학습 과정 중에 물리학, 과학, 프로그래밍 등의 교과를 함께 학습하게 된다. 학습에 관한 평가는 팀별 최종 결과물과 성찰저널 등을 활용한다.

Weather Unit 프로그램은 South Pasadena 중학교1학년 학생을 대상으로 하였으며, 날씨관련 현상을 측정하기 위해 과학적 지식을 활용하고, 주제와 관련한 예술 활동 및 음악을 함께 한다. 학습에 관한 평가는 학습 마지막에 학습 활동지를 제공하여, 학습자가 작성한 내용을 평가한다.

② Whittier Education Campus

미국 워싱턴 DC의 북서쪽에 위치하고 있는 Whittier Education Campus는 10개의 STEM 지정 학교 들 중 하나로써 STEM 수업에 관련한 산출물과 교육 활동을 통해 느낀점 및 알게 된 점 등을 기록하여 복도에 전시한다. STEM 프로그램을 적용한 주제는 ‘눈’에 대한 것으로 ‘눈’을 보고 느낀 것 등을 그림으로 표현하고 눈이 녹아서 물이 되는 과정을 이해하고 이를 다양한 방법으로 표현해 본다. 평가 방법은 학습 결과물을 평가하며 이를 개인이 아닌 학급별로 평가하여 그 결과를 산출물과 함께 복도에 전시한다(교육과학기술부, 2012).

③ East End Community House**

Cambridge에 위치하고 있는 East End Community House에서는 중학교 대상 STEM 프로그램을 운영하고 있다. Kennedy Longfellow School, 국제 과학 표준, Massachusetts의 교육과정에 기반을 둔 생명 과학, 물리 과학, 그리고 지구와 우주 과학 프로그램을 진행한다. 학생들은 작동 회로가 담긴 수술 게임 보드를 제작하고, 다양한 질병들이 어떻게 각기 다른 신체 부분에 영향을 주는지 배우게 된다. 2008년부터는 프로그램 내에 학생들의 학습 과정 및 결과를 측정하기 위한 평가 도구가 포함되었다. 여기에는 교수자가 학생들의 STEM 활동의 특성을 평가하기 위한 루브릭 DOS(Dimensions of Success Observation Tool)와, APT(Afterschool Program Practices Tool), 학습자의 과학적 태도 설문지가 활용된다.

* http://c.ymcdn.com/sites/www.summerlearning.org/resource/resmgr/publications/seizing_opportunity_developi.pdf에서 참고한 자료임.

** <http://robotics.usc.edu/interaction/k-12>에서 참고한 자료임.

④ iQUEST (investigation for Quality Understanding and Engagement for Students and Teachers) project

iQUEST 프로젝트는 여름 캠프에 참여하는 남녀 7-8학년 학생을 대상으로 한다. Hands-on 기반의 직접 체험 중심과 ICT 매체를 통한 학습 자원 및 멘토링 서비스를 제공하여 학습자의 과학에 대한 심도 깊은 이해를 돕는다. 수업은 과학 교과를 중심으로 흥미 있고 실생활과 관련한 주제로 구성되는데, 예를 들면 계의 사진을 보고 분류한다거나 소와 양의 눈을 조사하여 기하학 적인 모양을 관찰하기도 한다. 평가는 TOSRA(The Test of Science Related Attitudes) 와 설문지를 활용하여 학습 후 태도 변화와 과학적 흥미에 대해 평가한다(Hayden, Ouyang, Scinski, Olszewski, & Bielefeldt, 2011).

⑤ MC2 (Metropolitan Cleveland Consortium) 고등학교

MC2 STEM 고등학교는 실생활과 연계된 STEM 융합교육을 제공함으로써 학생들의 동기를 유발하고 수학과 과학에 대한 원리 및 개념에 대한 이해도를 높여 학업성취도를 향상시킨다. 이에 기존과 다른 새로운 교수학습 방법과 평가 방법을 도입해 주목을 받고 있는데, 학생들은 모두 같은 주제를 배우고 있지만 이를 진행하고 평가받는 방법은 다르다. 즉, 프로젝트를 기반으로(Project Based Learning) 수업하고 학생을 평가하고 있으며 학생들은 수업 주제 안에서 본인이 관심에 맞는 프로젝트를 선택해 질문하고 대답하면서 보고서를 발전시켜 나간다. 이러한 창의적인 수업의 내용을 평가하기 위해 완전학습평가(Mastery-Based Assessment)체제를 도입해 사용 중이다. 이 평가 방법은 학생이 수업에서 요구하는 모든 기준과 수준에 도달했을 때 M(Mastery, 숙달)을 주며 그렇지 못하고 학생에게 추가적인 지원과 학습이 필요할 경우 I(Incomplete, 미완성)를 준다. 이로써 학생들에게 본인의 교육과 성과물에 대해 책임을 지게하고 교육이 동료와의 경쟁이 아니라 스스로에 대한 도전임을 강조하고 있다.

⑥ South River 고등학교 STEM 매그넷 학교의 커뮤니티 챌린지 프로그램

STEM 매그넷 고등학교의 커뮤니티 챌린지 프로그램은 지역사회, 기관이 갖고 있는 문제점을 학생들이 찾아보고 대책을 마련하는 것으로, 이런 과정을 통해 앞으로 STEM 지식을 전파하게 된다. 주제가 정해지면 12분 동안 조별로 토론 하고 인터넷 검색을 통하여 지식과 방법에 대한 자료를 수집한 후 모든 학생들에게 공개 발표회를 실시한다. 이때 청중은 발표자의 여러 가지 잘못된 부분을 지적해주고 교사가 최종적으로 조별 발표회를 정

리한다. STEM 운영교사는 이 과정에서 학생들의 참여 태도를 체크리스트를 통하여 기록하고 프로그램에 대한 학생의 활동을 평가한다(조향숙, 김훈, 허준영, 2012).

⑦ FLAG(Field-tested Learning Assessment Guide)*

위스콘신 대학과 매디슨 대학의 교수진, 학생, STEM 관계자 및 연구가를 중심으로 결성되어 운영되고 있으며, 1997년 이래 미국립과학교육재단(National Institute for Science Education's, NISE)과 연결되어 활동하고 있는 STEM 커뮤니티이다.

FLAG에서는 현재 대학에서 사용되고 있는 STEM프로그램의 대안적인 평가방법, 교실 평가 방법(Classroom Assessment Techniques, CATs)등을 제시하고 있다. 대표적인 STEM 교실평가방법(CATs)로 태도검사, 개념테스트, 개념도, 개념진단평가, 인터뷰, 수행평가, 포트폴리오, 점수채점표, 주간 과제물 등이 있고, 이러한 9가지 학습결과물을 대상으로 학습자의 학습결과에 대한 지식의 습득, 기술, 의사소통기능, 검색기술, 협동심, 태도 등을 측정하고 있다. 특히, 실험실을 이용하는 STEM수업에 평가는 실험설계, 데이터습득과 기록, 데이터분석, 토의토론, 해석능력, 보고서 만들기 등의 평가방법을 사용하기도 한다(Joshi, 1991; Kandel, 1989).

대학생을 대상으로 STEM 생물 강의에서 비판적 사고력을 측정하였는데, 이를 위해 Bloom의 수업목표분류에 따라 학습자들에게 내용에 관련된 질문과 동시에 비판적 사고력을 측정할 수 있는 질문을 동시에 제공하였다. 점수채점을 위한 채점표를 미리 준비하고 학습자의 대답을 내용과 비판적인 사고력 측면에서 점수를 매겼다. 그 결과 학습자의 메타인지능력이 향상되는 것을 확인할 수 있었고, 학습자의 오개념 파악을 용이하게 해주었다(Ahrash, 2006). 수업 후에는 개념의 향상정도를 측정하고 학습자의 학습정도를 알아보기 위해 개념테스트를 형성평가로 활용하였다. 이 개념평가 방법으로는 16개의 선다형문제를 제시하여 수업전과 후에 실시하였다(Autar, 2012).

⑧ IMSA(Illinois Mathematics and Science Academy®)Fusion 프로그램

IMSA Fusion Program은 수학과 과학에 흥미가 있거나 재능이 있는 일리노이 주의 학생을 대상으로 하는 STEM프로그램**이다. 교육과정은 탐구 중심, 문제 중심, 간학문적으로 설계되어 있으며 생활과 관련된 학습 주제를 제시하여 과학과 수학 분야에서의 학생의 호기심과 동기를 증

* FLAG(Field-tested Learning Assessment Guide)의 웹사이트는 <http://www.flaguide.org> 참조.

** IMSA 웹사이트는 <https://www.imsa.edu>참조

진한다. 평가는 학습자의 흥미와 학업 참여의 정도를 측정하여 프로그램 참여의 장기적인 영향을 평가하는데, 이를 위해 졸업생과 학부모 설문조사, 포커스 그룹과의 인터뷰를 진행한다(나상훈, 2013).

⑨ NASA*

NASA의 Learning Newton's Laws through Rocketry 프로그램은 로켓에 관련한 수학, 과학, 기술, 공학적 지식의 융합 적 학습을 통해 뉴턴의 만유인력의 법칙을 예측 및 설명할 수 있게 된다. 일주일 과정으로 진행되는 프로그램에서는 학습에 관련한 개인적 성찰 후 모둠 별 토론을 거쳐 로켓 저널에 관련한 표지를 디자인하는데, 이로써 최종 학습을 평가하게 된다.

또한, NASA의 DLN (Digital Learning Network) 프로그램은 학생들이 50분간의 화상 회의를 통해 NASA에 대한 전반 사항에 대해 이해하고 체험할 수 있으며 이밖에 우주복, EVA(Extravehicular Activity), EVA와 관련 한 수학적 지식 등 우주 관련 지식을 학습한다. 학습에 관한 평가를 위해 교사는 화상 회의 전과 후에 같은 질문지를 제시하여 학습자의 학습 이해도가 어떻게 변화 되었는지 평가하며, 학습 과정을 원활히 진행하기 위한 교사용 체크리스트를 활용하여 수업을 진행한다. 이에 과학적 지식의 변화를 측정하기 위한 질문지(<표 3-18> 참조)와 학습의 원활한 진행을 위한 교사용 체크리스트(<표 3-19>)를 다음과 같이 제시한다.

<표 3-18> NASA의 DNL(Digital Learning Network) 프로그램수업 질문지 예시

Pre-Conference Assessment Questions
1. What must be provided to humans in order for them to survive in outer space?
2. Why is the color white best to wear on a hot sunny day?
3. What conditions are found on Earth?
4. How might NASA train astronauts for a spacewalk?
5. What do objects weigh in outer space?
6. Why must mountain climbers sometime wear oxygen masks?
7. What is a vacuum?

* www. nasa.gov.에서 참고한 자료임.

<표 3-19> NASA의 DNL(Digital Learning Network) 프로그램 교사용 체크리스트 예시

Date Completed	Pre-Conference Requirements
	1. Print a copy of the module.
	2. Have the students complete the pre-assessment.
	3. Email questions for the presenter. This will help focus the presentation on the groups' specific needs.
	4. Review the audience guidelines.
	Day of the Conference Requirements
	1. The students are encouraged to ask the NASA presenter qualifying questions about the expedition.
	2. Follow up questions can be continued after the conference through e-mail.
	Post - Conference Requirements
	1. Students are administered the post-assessment to demonstrate their new knowledge of the subject.

(2) 영국의 학교급별 STEM 교육의 평가 현황

다음의 <표 3-20>은 영국의 학교급별 STEM교육의 평가 방법 및 활용 현황을 정리한 내용이다. 영국의 경우도 미국의 경우와 마찬가지로 STEM교육이 대학사례로서 많이 활용되고 있다는 점을 확인할 수 있었다. 이는 우리나라에서도 STEAM 교육이 대학교육에서도 교양이나 선택과목으로 개설되어야 할 필요성을 제시하는 것이 되겠다.

<표 3-20> 영국의 STEM 적용 대학과 평가방법*

대상	STEM 프로그램 및 적용학교	학습주제	평가방법
초등	Egg 프로젝트	계란을 비행기에 태워 높이 올라가도록 설계하고 결과물 작성	결과물 평가
	Science Show-Rocket mice 프로그램	Rocket mice 제작 및 로켓의 원리 이해	관찰평가, 동료평가
초 중등	Mystery boxes 프로그램	비밀박스 안의 물건 맞추기	관찰 평가, 동료평가
	TackScience 프로그램	잡지 기사가 되어 과학 관련 기사 작성	학습결과물, 동료평가
대학	STEM Kit-Spaghetti Challenge 프로그램	스파게티면과 마시멜로 이용해서 건축물 만들기 게임	학습결과물, 자기평가
	New Castle 대학교	Numbas 라는 오픈소스프로그램 활용 STEM 수업	자기평가
	West 대학교	수학중심 융합수업	DEWIS
	Staffordshire 대학	과학포스터만들기	자기평가
	Plymouth 대학	마케팅 수업 과제물 작성	온라인 동료평가
	Northumbria 대학	과학잡지책에 서평쓰기	자기평가, 동료평가
	Southampton 대학	-	게임 시뮬레이션

* 영국 STEM 재단인 <http://www.nationalstemcentre.org.uk/> 에서 참고 한 자료임.

① IT기반의 평가방법 활용 사례

영국의 New Castle 대학교에서는 IT기반 평가방법을 활용하고 있는데, Numbas라는 오픈소스 프로그램을 사용하여 STEM수업 중 수학과 통계분야의 수행평가를 실시하고 있으며, 또한 영국 West대학에서도 수학강좌 평가에 DEWIS라는 웹기반 오픈 소스 IT 수행평가와 총괄평가도구를 개발하여 수학과 통계 평가에 사용한 예를 찾아 볼 수 있다. 이러한 e-평가는 학습자의 질문에 즉각적인 피드백을 제공할 수 있는 이점이 있고, 주어지는 피드백을 무작위로 학습자에게 제공되는 일반 평가방식보다 훨씬 논리적이며 효율적이다. 그리고 Plymouth 대학에서도 온라인 동료평가를 활용하고 있으며, Southampton대학에서는 STEM프로젝트 평가로 사용한 게임과 시뮬레이션이 사용되었다.

② 자기평가와 동료평가 활용 사례

Staffordshire대학에서는 과학포스터 만들기 수행평가에서 자기평가방식을 사용하였고, Plymouth대학에서 마케팅 수업의 과제물 작성에 온라인 동료평가가 사용되었다. 그리고 Northumbria대학에서 과학 잡지책에 대한 서평쓰기 강좌에서 자기평가와 동료평가가 사용되고 있다.

London Science Museum의 Mystery boxes 프로그램은 각 그룹별로 번호가 적힌 1개씩의 미스터리 박스를 나눠주고 각 그룹은 그 속의 물체가 무엇인지 자유로운 방법(소리, 질량, 진동, 박스에 닿는 느낌, 경도, 무게, 센스, 크기, 움직임)을 통해 추측하고 결정된 의견을 발표 한다. 교사는 미스터리 박스에 각 그룹에서 토의한 의견을 포스트잇으로 붙여 놓고, 최종 의견을 정리하지만 박스를 열어 확인해 주지는 않는다. 이는 정답보다는 과학자들이 연구하는 가장 기본적인 방법과 과정의 스킬을 경험하여 탐구활동을 하는 과정 자체에 의미를 둔다. 평가는 상자 속에 들어있는 물체의 종류를 알아내기 위해 다양한 방법을 활용하고 있는것과 그룹별로 서로의 생각을 원활히 공유하고 있는지 확인할 수 있는 관찰평가와 동료평가가 진행된다(교육과학기술부, 2012).

③ Tack Science 프로그램의 New & Views Activity *

News & Views Activity은 발표 및 토론 중심 프로그램으로써 과학 관련 뉴스에 대한 과학자들의 다양한 관점 알아보고 직접 기자가 되어 과학 잡지의 기사를 작성하는 활동으로 구성된다. 그룹별로 기사 작성 후 자신의 의견과 비교하여 다른 모둠의 기사를 살펴보기

* www.talkscience.org.uk 참조

나 발표 내용을 듣고 수정하게 된다. 이러한 과정은 과학적 사실에 대한 다양한 타인의 의견을 이해, 자신의 의견을 수정할 수 있는 태도, 과학관련 사실이나 정보에 대해서도 객관적으로 받아들이는 태도를 함양하게 된다. 학습 평가는 작성된 과학 관련 기사를 토대로 과학 지식의 내용의 오류, 기사 작성의 객관성을 평가하는 산출물 평가와 다른 사람들의 의견을 객관적인 입장 수용할 수 있는지 확인하는 관찰 평가 및 동료평가를 활용 한다(교육과학기술부, 2012).

④ Project Eggs Factor 프로그램

Project Eggs Factor 프로그램은 7-11세를 대상으로 팀별로 진행되는 STEM 프로그램이다. 프로그램 구성은 학습 과정 중에 도전 과제를 수행하고 결과물에 대한 동영상 및 보고서를 평가하도록 한다. 도전 과제는 계란을 비행기에 태워 가능한 높이 올라가도록 설계하고 주어진 조건을 팀별로 조정하여 좋은 결과를 얻도록 하는데, 학습 결과물 평가를 위해서는 여섯 가지의 평가 기준에 의해 평가와 최고 점수를 받은 팀에게는 보상이 주어진다(나상훈, 2013).

⑤ Science Show- Rocket mice 프로그램

학생이 직접 디자인 한 Rocket mice를 제작하여 페트병입구에 올리고 손으로 페트병을 쳐서 공기를 밖으로 밀어내면 생쥐모형이 로켓처럼 날아가도록 한다. 이는 일상생활에서 로켓의 원리가 사용되는 것을 이해하고, Rocket mice를 제작하는 과정을 통해 예술적인 감성을 기를 수 있다. 이 과정에서 로켓이 정확하게 목표를 향하며 회전을 많이 하는 것에 대한 평가에 중점을 두는 것이 아닌, 문제를 해결해나가는 과정과 토론을 통한 의사소통하는 탐구과정이 평가의 중심이 되어야할 것이다. 따라서 학습의 결과보다는 학습 과정 속에서의 관찰 평가와 동료평가가 적용된다(교육과학기술부, 2013).

⑥ STEM Kit - Spaghetti Challenge 프로그램

스파게티 면과 마시멜로를 이용하여 건축물을 만드는 게임기반 STEM 수업으로 제작한 건축물은 달걀을 올려놓을 수 있어야 하며, 바닥에서 달걀을 올려놓은 높이까지를 측정해서 가장 높은 건축물을 만들어야한다. 그룹구성원(4~5명)과 상의하여 구조물의 형태를 구상하고 협동 제작하는 과정에서 의사소통 능력을 기르고 관련된 과학적 지식을 알 수 있다. 평가는 각 그룹에서 만든 건축물을 스스로 평가하게 된다(교육과학기술부, 2013).


(3) 미국과 영국의 STEM 교육에서의 평가도구 및 활용 현황 분석

앞서 제시한 미국과 영국에서의 STEM 교육의 학급별 사례에서 활용된 평가 현황을 우리나라의 상황과 비교, 분석해 보면, 다음의 몇 가지로 정리할 수 있다.

첫째, 한국과 마찬가지로 학습지를 활용하여 지식적 측면에 대한 평가활동을 하고 있었다. 둘째, 그럼에도 불구하고, 미국의 STEM 교육은 형성평가의 측면을 많이 반영하고자 하고 있음을 알 수 있었다. 학습과정 중에 다양한 평가, 곧 자기 평가, 동료 평가 등의 평가도구를 활용하고 있었다. 셋째, 학생의 성취도 평가측면만이 아니라, 교사의 자기 평가 활동을 루브릭이나 체크리스트 등의 형태로 사용하고 있었다. 셋째, 수업전후 비교 평가하는데 사용하는 개념도 평가를 비롯하여 비판적 사고력에 대한 평가를 한다는 점에서 우리나라 학급별 STEAM 교육의 평가도구 및 활동에 비교하여 좀더 STEM의 교육적 철학, 목표에 맞는 다양한 평가도구를 활용하는 경향이 있음을 알 수 있었다. 넷째, STEAM 교육이 주로 초중등학교에 제한되어있는 우리나라와 달리, 미국과 영국의 STEM교육은 단지 초중등에 머물지 않고 오히려 고등교육(대학)에서도 적극 적용되고 있음을 알 수 있었다. 이는 우리나라의 대학교양교육에도 적극적으로 STEAM 교육 수업이 개설되어 대학생들의 문제해결력, 창의적 융합적 사고력 함양에 노력을 기울여야할 것으로 보인다. 다섯째, 영국의 경우, STEM 교육 평가도구를 IT를 활용하여 다양한 방식으로 적용하고 있다는 점이다. 곧, 게임, 시뮬레이션 등을 활용하여 일종의 수행평가를 실시하고 있었으며, 온라인 자기평가, 온라인 평가도구(DEWIS)와 같은 활동을 통해 적극적으로 IT를 활용하고 있으며, 형성평가와 총괄평가 활동으로 적용하고 있었다. 그러나 이 경우에도 과정평가, 질적 평가라는 의미보다는 양적 평가로서의 형성평가를 수학교육에 적용하고 있음을 알 수 있었다. 이것은 STEAM교육의 평가가 지향하는 질적 평가로서의 형성평가, 맥락적 상황에서의 수행평가라는 방향과는 구분되어야 할 것이다.

4. 프로젝트형 STEAM 평가도구개발

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구
(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)



4. 프로젝트형 STEAM 평가도구개발

4-1. 프로젝트형 STEAM 평가도구 개발 원칙

본 연구에서 제시하는 프로젝트형 STEAM 평가도구 개발의 원칙은 다음의 [그림 4-1]과 같이 정리할 수 있다.



[그림 4-1] 프로젝트형 STEAM 평가도구 개발의 원칙

■ STEAM수업의 ‘감성적 체험’의 특징에 적합한 ‘포괄적 학습목표(GLO)’ 도입

STEAM 수업은 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 세 가지 준거들에 입각한 수업이 한국과학창의재단, 2012). 따라서 STEAM 수업목표는 기존의 지식, 기술, 태도의 세 가지 외에 ‘감성적 체험’의 결과로서 나오는 다양한 학습효과를 포함할 수 있는 새로운 영역의 목표가 제시되어야한다. 이에 본 연구에서는 ‘박물관·도서관 아카이브 (Museum Libraries Achives)’(2009)에서 개발한 ‘포괄적 학습목표GLO(Generic learning outcomes)를 사용하고자 한다. 곧, GLO의 수업목표는 5가지로서, ①지식과 이해, ②기술, ③ 태도라는 기존의 수업목표 외에, ④ 흥미, 영감, 창의성, ⑤ 활동, 행동, 발전이라는 감성적 요소와 체험적, 실천적 요소를 덧붙이고 있다. 따라서 프로젝트 형 STEAM 교육의 학습목표도 GLO의 5 가지 학습목표 영역을 활용하여 학생들의 학습능력 외에, 학생들의 흥미, 재미, 창의성, 공감, 구체적 체험활동, 그리고 배운 바를 삶에 적용하고자 하는 실천적 의지의 요소까지도 포괄하여 평가할 수 있는 총괄적 학습목표를 제안한다([그림 4-2]참조).



[그림 4-2] 포괄적 학습 성과(GLO) 분류와 세부 항목(김현우, 2012 p.47)

■ 양적평가에서 질적평가로의 전환

STEAM의 목표는 융합적 사고력, 문제해결력, 의사소통능력, 협업능력, 학습에 대한 흥미 등을 지닌 창의·융합형 인재 양성이다. 이러한 수업목표는 기존의 탈맥락적인 평가, 암기위주 평가, 결과물 평가, 지필평가와 같은 양적인 평가방법으로는 측정하기 적합하지 않다고 본다. 이에 이를 지양하고 대신 보다 ‘질적이고 과정적인 평가도구’의 사용을 통해 STEAM의 목표에 적합한 평가를 하고자 한다.

■ 형성평가로서의 STEAM 교육 평가

기존의 평가방식이 주로 총괄평가적인 접근으로서, 수업의 마지막 단계에서 평가하여 결과적이고 일회적이고 표준화된 평가방법 위주로 이루어졌다면, STEAM교육은 학습과정 중에 이루어지는 형성평가의 관점을 지향한다. 이는 학습과정에서 지속적으로 소규모 평가를 통해 이루어지는 형성평가를 통해 교사는 학습자들의 학습상황을 진단하고 이해할 수 있으며, 그에 따라 교사의 적절한 조언 과 피드백을 제공하게 된다. 반면에 학습자는 스스로 자신의 학습과정을 관찰, 관리할 수 있는 활동으로서의 평가를 의미한다.

■ 학습의 일환으로서의 평가

STEAM 교육은 수업결과뿐만 아니라 수업과정에서도 평가가 이루어진다. 기존의 평가에 대한 접근은 평가 자체에 목적을 두고 학습활동과 분리되어 학생의 성취정도를 점수화 하는데 중점을 둔다. 그러나 STEAM 교육에서의 평가는 수업과정에서 이루어지는 학습활동에 대한 평가를 강조하기 때문에, 평가 자체가 배움의 과정으로 전환된다. 이에 학습과

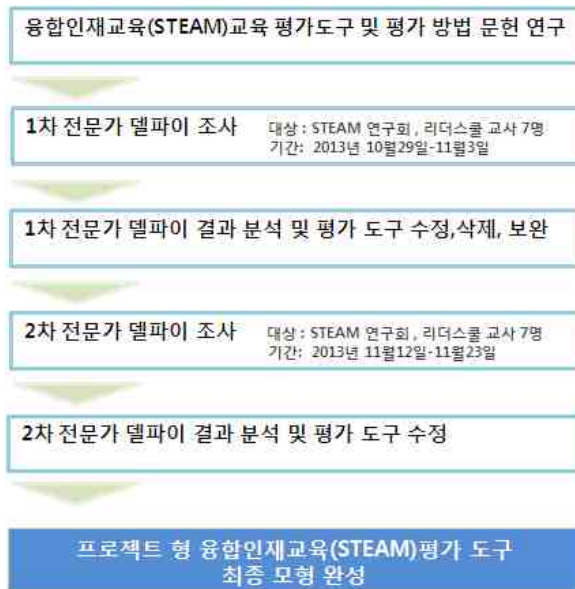
정마다 자기평가를 통해 스스로를 진단하고 성찰하면서 문제해결력과 융합적 사고력을 함양할 수 있는 기회를 조성한다.

이러한 개발원칙을 근거로 학교현장에서 교사가 프로젝트형 STEAM 수업을 진행하면서 수업 전, 후, 그리고 수업 전 과정에 걸쳐 이루어질 수 있는 평가도구 모형을 다음과 같이 제시할 수 있다.

4-2. 프로젝트형 STEAM 평가도구모형

(1) 프로젝트형 STEAM 평가 도구 개발 절차 ([그림 4-3]참조)

프로젝트형 STEAM 교육을 수업에 적용한 뒤에 학습효과를 분석하기 위해 수업전, 과정, 후에 활용할 수 있는 STEAM 평가도구 모형은 다음의 절차에 따라 진행, 개발, 제시되었다. 곧 문헌연구를 통해 평가도구 모형의 초안이 개발되었으며, 이를 전문가 대상 델파이 조사를 2차례에 걸쳐서 실시하고, 또한 실제로 초, 중, 고등학교의 10개 수업에서 실제로 적용하여 그 결과를 분석한 결과, [그림 20]과 같은 모습의 평가도구 모형이 완성되었다. 이를 간단히 정리하면 다음의 내용과 같다.



[그림 4-3] 프로젝트형 STEAM 평가 도구 모형 개발 절차

① 융합인재교육(STEAM) 교육 평가도구 및 평가 방법 문헌연구 실시

융합인재교육(STEAM)의 학급수준 효과성 분석에 대한 문헌연구를 실시하였으며.

융합인재교육(STEAM) 평가도구 및 평가 방법 관련 국내, 외 사례(연구시범학교, 교사 연구회 등)을 통해 수집, 분석 하였다.

② 1차 전문가 델파이 조사

1차 전문가 델파이 조사는 STEAM 연구회, 리더스쿨 교사 7명을 대상으로 2013년 10월 29일부터 11월 3일까지 실시하였으며, 3개 영역 16개 항목 구조화된 설문지, 각 영역별 서술형 설문지로 구성하여 이 메일을 통해 진행되었다.

③ 1차 전문가 델파이 결과 분석 및 평가 도구 수정, 삭제, 보완

1차 전문가 델파이 조사 후 회수된 서술형 설문지를 분석하고, 각 평가도구에 대한 의견을 반영하여 기존 STEAM 평가 도구를 수정, 삭제, 보완하였다.

④ 2차 전문가 델파이 조사

2차 전문가 델파이 조사는 STEAM 연구회, 리더스쿨 교사 7명을 대상으로 2013년 11월 12일부터 11월 23일까지 실시하였으며, 3개 영역 16개 항목 5점 척도 설문지로 구성하여 이메일을 통해 진행되었다.

⑤ 2차 전문가 델파이 결과 분석 및 평가 도구 수정

2차 전문가 델파이 조사 후 각 평가 도구 항목별로 통계처리 하였으며 기존의 평가 도구를 유지, 수정, 보완하였다(델파이 1,2차 조사 결과 및 상세 내용은 부록 참조).

⑥ 프로젝트형 융합인재교육(STEAM) 평가 도구 최종 모형 완성

프로젝트형 STEAM 교육의 수업단계인 ① 수업전 ② 문제상황제시 ③문제해결과정 ④발표 / 평가 ⑤ 수업후 의 5단계를 중심으로 하여 총 13개의 STEAM 평가 도구를 제시하였다.

(2) 융합인재교육(STEAM) 절차에 따른 평가도구 모형

본 연구에서 제안하는 STEAM 교육의 평가도구모형은 기본적으로 ① 상황제시, ② 창의적 설계, ③ 감성적 체험의 STEAM교육의 준거들과 프로젝트형 STEAM 교육의 수업단계인 ① 수업전 ② 문제상황제시, ③문제해결과정, ④발표/평가, ⑤수업후 의 5단계를 중심으로 하여 제시되었다. 또한 본 연구에서 제시하는 STEAM 평가도구 모형은 2차례 전문가 집단을 통한 델파이 조사를 실시하여 완성하였다. 델파이 조사에 대한 상세한 내용은 부록에서 제시한다(부록 참조).

아래 [그림 4-4]에 제시된 평가도구모형에 따라 제시된 평가 도구들은 상황에 따라 ‘선택적’으로 활용할 수 있으며, 그 외 다른 방식을 ‘추가적’으로 선택할 수 있다.



[그림 4-4] 프로젝트형 STEAM수업의 평가도구 모형

(3) STEAM교육 수업단계에 적합한 다양한 평가도구의 활용

[그림 4-4]는 프로젝트 형 STEAM 교육에서 사용할 수 있는 가장 기본적인 평가도구들을 단계별로 제시한 것이다. 따라서 이것은 기본적인 STEAM 교육 평가도구모형이 된다. 그러나 각각의 수업의 특성과 목적과 대상에 따라, 다른 평가도구들을 추가, 삭제, 수정, 보완, 대체하여 사용할 수 있다. 이에 [그림 4-5]이 나타내듯이 평가영역을 ①산출물/프로젝트, ②수행, ③과정기술, ④지식/개념 평가의 4가지 영역별로 제시하고, 상황에 따라 적절한 맥락적인 평가를 할 수 있도록 다양한 평가도구를 제시하였다.



[그림 4-5] 평가 영역에 따른 수행평가도구(McTighe & Ferrara, 1994, p.15 재구성)

(4) 융합인재교육(STEAM)에서 활용가능한 평가도구

① 마인드 맵

가. 평가도구로서의 마인드맵

중심 개념에서부터 관련된 아이디어를 시각적으로 표시해 나가는 생각그물 만들기로 사방으로 전개되는 학습자의 사고 작용 방식을 한 눈에 볼 수 있다(양선희, 1996; 장희원, 2010).

나. 마인드맵으로 무엇을 평가할 수 있는가 ?

학습한 주요 개념들에 대한 이해정도와 개념의 연관관계에 대한 학습자의 인지과정과 창의성, 융통성, 유창성 등을 평가할 수 있다(김유미, 1997). 시각적 형태로 생각을 인식하게 함으로써 다른 평가 방식보다 학습자로 하여금 자신의 생각에 대한 비판적인 검토와 새로운 사고의 생성여부의 확인이 가능하다(한철우, 1996).

다. 마인드맵을 STEAM평가로 사용하는 이유

수업시작 또는 수업 후에 학습자가 자신의 의미형성 과정을 자유롭게 그려낼 수 있는 마인드맵 평가는 학습의 과정임과 동시에 수행평가 도구로서 의미를 가진다(Robbie, 2011). 마인드맵은 여러 개념들을 비정형화된 그물을 이용하여 연관관계를 나타내게 함으로써 학습자의 개념형성의 시각화를 통하여 객관적으로 평가할 수 있다. 또한, 학습자의 자유로운 반응을 생각 그물로 나타내어 지필평가에서는 측정되기 어려운 학습자의 흥미와

감성부분의 시각화가 가능하다는 장점도 있다. 더욱이 마인드맵 평가는 평가에 대한 학습자의 불안감을 최소화하고 결과적으로 학습에 대한 지속성을 높여 STEAM수업이 지향하고 있는 '자기주도적인 학습자'를 키우는 데도 효과적이다(라민호, 1996; 윤숙현, 2004).

라. 마인드맵 평가의 예시 (교사용) (장희원, 2010; 김찬중, 이수정, 2002, 재구성)

마인드맵 활동 평가준거			
마인드맵 평가표			
항 목	그렇다 (3)	보통이다 (2)	그렇지않다 (1)
중심에 핵심 개념이나 이미지가 있나요?			
중심개념과 관련 된 개념들이 중심에서 가지로 뻗어 나왔나요?			
내용을 설명하는 낱말을 세부(잔) 가지로 나타내었는가?			
세부(잔)가지들의 개념들이 서로 의미 있는 관련이 있나요?			
가지로 엮어진 개념들이 관련이 있으며 3단계 이상 가지를 뻗고 나왔나요?			
단어, 이미지, 내용들을 적절하고 창의적으로 표현했나요?*			

마. STEAM 교육에서의 마인드맵 활용 사례**

ㄱ. 학생의 사전(문제제시) · 사후(수업마무리) 마인드맵 샘플

사전·사후 마인드맵 A	사전·사후 마인드맵 B
<p>■ 1차 그리기 : 검은색 펜만을 사용해서 내용을 적어 넣습니다. ■ 2차 그리기 : 학습을 마친 후 파란색 펜을 사용해서 내용을 적어 넣습니다.</p>	<p>■ 1차 그리기 : 검은색 펜만을 사용해서 내용을 적어 넣습니다. ■ 2차 그리기 : 학습을 마친 후 파란색 펜을 사용해서 내용을 적어 넣습니다.</p>

* 융합인재교육(STEAM) 평가도구에 감성적 체험 영역을 부분적으로 반영하여, 기존 수행평가도구와 차이점을 둠.
** 본 연구팀에서 개발한 고등학교 한국어사 중심 STEAM 교육 사례의 적용 결과임.

ㄴ. 마인드맵 세부 영역별 사전·사후 점수 비교

평가 영역	적용 시기	마인드맵A 점수	마인드맵B 점수
중심원	사전	2	2
	사후	3	3
가지	사전	4	4
	사후	4	6
표현	사전	1	2
	사후	3	3

ㄷ. 마인드맵 사전·사후 평균 점수 비교

	적용 시기	마인드맵 A점수	마인드맵 B점수
평균	사전	1.8	2
	사후	2.5	3

ㄹ. 마인드맵 분석 결과 *

중심 개념이 중심 주제의 내용을 대표하며 명확하게 정리되었는지 알아보기 위한 ‘중심원’ 평가영역의 점수를 비교해 볼 때, A/B 학생 모두 사전 점수 2점에서 사후 점수 3점으로 변화하였다. 따라서 수업 후 학습 주제에 관련한 지식이 수업 전보다 확장되었음을 알 수 있었다.

1차 그리기 표현에서는 틀린 내용을 작성할까봐 마인드맵 작성 자체를 주저하는 학생들이 많았던 반면, 2차 그리기에서는 스스로 카테고리를 만들어 가지를 쳐 나가는 모습을 확인할 수 있었다.

1차 그리기 내용에서는 금속 활자에 대한 추상적인 내용이 대부분으로 느낌은 거의 작성하지 않았던 반면에, 2차 그리기에서는 배운 내용을 바탕으로 다양한 내용을 작성하고 해외 유출 문화재에 대한 느낌도 함께 표현하였다.

전반적으로, A, B 학생 모두 사전 마인드맵의 평균 점수보다 사후 마인드맵의 평균 점수가 상승한 것으로 볼 때, 중심원, 가지, 표현 영역의 능력이 향상 된 것으로 분석 된다.

* 마인드맵 분석 방식에 대하여 좀 더 알기를 원하면 다음의 논문을 참조(강인애, 김은진, 서봉현,2010; 김찬중, 이수정, 2002; 남선우, 2012)

② 학습 계획서

가. 평가도구로서의 학습계획서

학습계획서는 문제가 제시되면 학습자는 해결해야 하는 문제가 무엇인지 파악하고 과제를 어떻게 수행할 것인지에 대해 계획을 세우고 작성하는 것이다(최정임, 장경원, 2010).

나. 학습계획서로 무엇을 평가할 수 있는가?

학습계획서를 통해 학습자가 목표를 적절히 설정하고 과제해결기간, 역할분담, 공부할 주제 등의 학습계획을 잘 세우고 있는지, 과제를 수행하며 외부로부터 많은 정보를 얻기 위해 노력하는지 등을 평가할 수 있다. 문제해결을 하는 일련의 과정들을 학습을 시작하는 초반에 정리해 봄으로써 학습자들이 문제를 이해하고 있는지, 학습과제를 올바르게 인식하고 있는지, 문제해결방법을 적절히 선택하였는지, 학습결과물을 위한 계획을 제시하고 있는지에 대해 학습자 스스로, 그리고 교수자의 눈으로 평가할 수 있다.

다. 학습계획서를 STEAM평가로 사용하는 이유

교수자는 학습계획서를 통해 학습자의 학습과제를 확인하고 학습과제의 내용과 깊이 등에 대해 피드백 할 수 있다. 교수자의 피드백을 활용하여 학습자는 학습이 더 나은 방향으로 나아갈 수 있도록 학습을 스스로 관리한다. 학습계획서 작성은 주로 학습 초반에 이루어 지지만 학습을 해 가면서 과정 중간중간에 학습자 스스로의 자기평가를 통해서 학습계획을 수정할 수도 있다. 따라서 학습계획서를 통한 평가는 단순히 학습결과물을 통한 결과 평가이기보다는 스스로 문제를 파악하고, 문제해결방법을 선택하며, 결과물을 예상해 보고, 역할분담과 시간계획을 세우는 과정이 드러나는 학습자들의 학습과정을 엿볼 수 있기 때문에 STEAM 수업의 전체 구성 중 중간부분인 창의적설계에서 적절한 평가도구이다.

라. 학습계획서 평가의 예시*(학생/교사겸용가능)

	평가요소	평가 내용	그렇다	보통이다	그렇지 않다
1	문제이해	문제의 내용과 문제에서 요구하는 사항에 대해 모둠원들이 이해할 수 있는 말로 정리하였나요?			
2	학습과제	문제해결을 위해 더 공부해야 할 것들에 대해 문제상황에서 벗어나지 않도록 잘 정리하였나요?			
3	문제해결방법	문제해결을 위한 정보 및 자료검색 방법, 정보를 정리하는 방법을 다양하고 적절하게 적어보았나요?			
4	학습결과물	학습결과물에 대한 계획이 문제상황에 어울리며 참신한가요?			
5	실천계획	과제해결기간, 역할분담, 공부할 주제가 실현가능하도록 계획되었나요?			
6	의사소통	모둠원들간의 효과적이고 합리적인 의사소통을 통해 학습계획서를 작성하였나요?			

* 연구 팀에서 개발한 예시임(초등학교 실과 STEAM 수업 사례).

③ 교사의 자기 수업 평가표

가. 평가도구로서의 교사의 자기 수업 평가표

자기 평가표는 교사가 수업을 설계하고 적용하는데 있어 해당 수업이 STEAM의 본질적 목표와 주요 구성 요소를 제대로 반영하고 있는가를 스스로 평가할 수 있도록 하기 위한 도구로서, 체크리스트나, 평정척도, 루브릭 등 다양한 유형이 있다(강인에 외, 2012).

나. 교사의 자기 수업 평가표로 무엇을 평가할 수 있는가 ?

교사는 설계된 STEAM 수업의 적용에 앞서 해당 수업이 STEAM의 구성 요소와 궁극적 목표를 얼마나 충실히 반영하고 있는지 반성적으로 점검해볼 수 있다. 구체적인 세부 주제와 질문문항을 담고 있는 자기평가표는 수업의 설계 과정에서 간과하거나 놓칠 수 있는 STEAM 교육의 요소들을 수월하게 발견할 수 있도록 돕는 역할을 한다(강인에 외, 2012).

다. 교사의 자기 수업 평가표를 STEAM평가로 사용하는 이유

일반적으로 교사를 위한 자기평가의 주요 목적은 교사의 전문성 개발을 통하여 학생의 교육적 혜택을 강화하고 조직과 개인적 성장을 동시에 도모하는 데 있으며, 자신의 교수 계획과 실천의 반성의 계기를 마련해 주며, 교사 자신에게도 지도 방법, 교육적 태도 등에 대한 성찰의 도구가 된다(강인에 외, 2012).

라. 교사의 자기 수업 평가표 평가의 예시(한국과학창의재단, 2013, p.22)

구분	요소	세부 설명	
STEAM 교육 목적	융합인재양성	융합형 인재 양성 목적에 부합하는가?	
STEAM 교육개념	학생흥미증진	학생의 과학기술에 대한 흥미를 높이도록 설계되었는가?	
	실생활 연계	실생활속의 과학기술과 연관된 주제인가?	
	융합적 사고력 배양	학생의 융합적 사고력을 배양하도록 프로그램이 설계되었는가?	
STEAM 교육 활동 준거	상황 제시	전체 프로그램을 아우르는 상황을 제시 하였는가?	
		자연스러운 융합	과학과 수학, 기술, 공학, 예술 교과가 자연스럽게 융합되도록 설계되었는가?
	창의적 설계	학생 중심	교사 중심에서 벗어나 학생이 주도적으로 참여하는 학생 중심으로 프로그램이 설계되었는가?
		아이디어 발현	프로그램에 학생이 자신의 아이디어와 발상을 반영할 수 있도록 설계되었는가?

구분	요소	세부 설명
	자기문제화	학습자가 학습 주제를 자기 문제로 인식 하도록 수업이 구성 되었는가?
	학습 방법	개념을 교사가 직접 설명하지 않고 활동을 통해 학생이 깨우치도록 설계 되었는가?
	과정, 활동중심	결과보다 과정이, 지식보다는 활동이 강조되었는가?
	다양한 산출물	프로그램의 결과물이 모둠별 또는 개인별로 다르게 산출되도록 설계 되었는가?
	협력 학습	동료, 교사, 다양한 도구와의 협력 학습이 이루어 질 수 있도록 설계 되었는가?
감성적 체험	Hands-on	학생들이 직접적인 체험(hands-on)을 통하여 열정을 가지고 참여할 수 있도록 하였는가?
	성공의 경험	학습자가 성공을 경험하도록 설계되었는가?
	새로운 도전 요소	연계된 활동에 새로운 도전을 하도록 설계되었는가?
	자기 평가	학습자가 스스로 활동을 평가할 수 있는 기회를 제공하였는가?

④ 팀간 발표평가 평가

가. 평가도구로서의 팀간 발표 평가

학생들이 서로 상대 팀의 산출물(혹은 창작물)을 평가한 뒤 팀 별로 평가표를 작성해 제출하고, 그것을 다시 교사가 평가하는 방식으로 이루어진다.

나. 팀간 발표 평가로 무엇을 평가할 수 있는가?

국립 교육 평가원(1996)에서는 동료평가에 대해 특정의 학습이나 과제 내용을 함께 수행하면서 동료에게 비친 학습자의 학습 준비도, 학습 동기, 성실성, 성취 수준, 다른 학습자와의 관계, 협력(공동)학습에의 기여도 등을 평가한다(도레미, 2011).

다. 팀간 발표 평가를 STEAM평가로 사용하는 이유

학생들은 팀 간 평가 자체를 통해 STEAM 수업이 지향하는 자기주도학습력, 협동학습력, 문제해결력학습 주제에 대한 이해력, 의사소통능력 등을 높일 수 있다. 이는 동료평가 자체가 하나의 유의미한 학습 방법으로 역할 할 수 있음을 의미한다.

라. 팀간 발표 평가의 예시(학생용)*

평가 하는 팀		평가 받는 팀				
문제		연극 만들기 - 서영이는 엄마가 될 수 있을까?				
평가 항목		평정 척도				
지식과 이해	1. 극의 인물들을 통해 우리나라의 낙태 실태와 낙태법 현황 등이 객관적이고 정확하게 드러났습니까?	5	4	3	2	1
	2. 낙태 합법화 논쟁의 바탕에 자리하고 있는 과학적, 기술적 사실들(생식과 발생, 임신과 출산 등)이 극을 통해 정확하게 표현되었습니까?	5	4	3	2	1
기술	3. 극의 인물들을 통해 제시되는 주장이 새롭고 참신합니까?	5	4	3	2	1
	4. 극의 흐름과 각 인물들의 주장이 논리적으로 체계를 갖추고 있습니까?	5	4	3	2	1
	5. 인물들의 주장은 과학적으로 설득력이 있었습니까?	5	4	3	2	1
	6. 정확한 언어와 표현으로 의미를 전달했습니까?	5	4	3	2	1
태도와 가치	7. 연극을 통해 생명의 소중함, 성의 아름다움과 같은 도덕적 가치들이 충분히 드러났습니까?	5	4	3	2	1
	8. 연극은 당신에게 감동과 깨달음을 주었습니까?	5	4	3	2	1
흥미, 영감, 창의성**	9. 극에 참여하는 친구들과 관람하는 친구들이 모두 즐거웠습니까?	5	4	3	2	1
	10. 극의 내용과 주제는 문학적으로, 혹은 예술적으로 아름다움을 느끼게 했습니까?	5	4	3	2	1
	11. 극을 통해 해당 문제에 대해 더 많이 공부하고 싶다는 욕구가 생겼습니까?	5	4	3	2	1
활동, 행동, 발전	12. 극을 보고 생명의 가치와 소중함을 지켜나가고자 하는 실천의지를 갖게 되었습니까?	5	4	3	2	1

⑤ 토론 평가

가. 평가도구로서의 토론 평가

토의 토론수업은 일반적으로 집단 성원들 간에 공동의 문제해결을 위해 정보와 아이디어를 교환하고 의견을 발표하면서 타인의 의견을 경청하고 존중하는 의사교환을 하는 방법이다(권낙원, 1996 : 차우규, 2000).

* 연구 팀에서 개발한 예시임(중학교 도덕 STEAM 수업 사례).

** 융합인재교육(STEAM)평가도구에 감성적 체험 영역을 부분적으로 반영하여, 기존 수행평가도구와 차이점을 둠.

나. 토론 평가로 무엇을 평가할 수 있는가?

토론을 준비하기 위해 사전에 준비한 자료의 다양성이나 충실성, 그리고 토론 내용의 충실성과 논리성, 반대 의견을 존중하는 태도, 토론 진행 방법 등을 총체적으로 평가한다. 특히 찬·반 토론법을 시행할 때에는 이해력, 조직력, 표현력, 판단력, 의사소통능력, 토론태도 등을 평가요소로 평가할 수 있다(백순근, 1999).

다. 토론 평가를 STEAM평가로 사용하는 이유

토론법 평가방법은 의사소통능력, 협업능력, 문제해결능력에 대한 부분을 잘 평가할 수 있는 평가도구이다. 토의 과정에서 독창적인 아이디어, 타의의 의견 존중, 청취하는 자세, 감정 억제력, 의견 발표의 논리성, 의사전달의 명확성, 음성의 속도, 설득력, 문제해결력, 자료의 풍부성, 자료의 명확성, 지식의 강도, 발언 시간, 진지성, 전체 인상, 몸가짐, 성의(열의)를 볼 수 있다(차우규, 2000). 또한 팀 단위로 평가하기 때문에 과정에서 서로 다른 생각과 해결방법을 가진 학습자들은 자신의 의견을 좀 더 분명히 전달하거나 더 좋은 관점을 수용하게 되면서 고도의 협업능력이 필요하게 된다. 성공적인 협업의 연속적인 과정에서 문제해결을 위한 계획, 실행, 평가를 수행하는 능력도 자연스럽게 평가할 수 있다(강인애, 2007).

라. 토론 평가의 예시(학생용) (백순근, 2000, p. 89)

평가요소			우수 (3점)	보통 (2점)	미흡 (1점)
1	준비도	토론을 위해 관련 자료 등을 제대로 준비했는가?			
2	이해력	내용을 제대로 이해하고 토론을 하고 있는가?			
3	조직력	토론할 내용을 제대로 조직하여 재구성하여 체계적으로 발표하는가			
4	표현력	자신의 의견을 의도한 대로 상대방이 이해할 수 있도록 적절하게 표현하는가?			
5	판단력	상대편이 발표한 내용의 핵심을 제대로 파악하고 대응하고 있는가?			
6	의사소통능력	다른 사람들의 시선을 끌면서 설득력 있게 발표하는가?			
	총점				

⑥ 성찰저널 평가

가. 평가도구로서의 성찰저널

성찰저널이란 자신의 학습경험과 학습과정에 대해 성찰해 보며, 그러한 성찰과정에서의 느낌, 의견, 말, 행동, 신념을 진솔하게 글로 표현한 학습양식을 말한다(김경연, 2007; 정영란·최혜숙·장기완, 2010).

나. 성찰저널로 무엇을 평가할 수 있는가?

성찰저널을 통해 학습자는 학습자 스스로의 학습과정에 대한 비판적 분석을 통해 학습을 촉진시킬 수 있으며, 메타인지 능력, 자기조절능력을 기를 수 있다(강인애, 1998; 김경연, 2007). 학습자들은 문제를 해결하는 과정에서 관련된 전문지식을 습득하게 되고, 이는 성찰일지의 내용적인 부분에 작성하게 된다. 따라서 학습자들이 학습하는 내용이 얼마만큼 구체적이며, 깊이 있는지, 또한 문제해결을 정확하게 해나가는지, 제시된 학습 자료를 어떻게 참고하고 있는지를 알 수 있다. 학습한 것을 실제생활에 얼마나 잘 연결 짓는지, 적용을 시킬 수 있는지에 평가를 할 수 있으며 내가 팀 안에서 얼마나 활약하고 있는지에 대한, 또한 다른 팀원이 얼마나 활약하고 있는지에 대한 협동학습능력을 평가할 수 있다.

성찰저널에서는 자신의 성찰을 바탕으로 다양한 관점을 이해하기, 공감하기, 흥미갖기, 배려하기, 반영하기, 감성의 활성화부분에 대한 감성적 체험 영역부분을 포함하고 있다. 학생들이 STEAM 수업을 통하여 흥미와 재미를 가지고 학습에 몰입할 수 있었는지, 다양하고 세밀한 감정을 느낄 수 있었는지, 다른 사람의 생각과 느낌에 공감하였는지 등에 대한 감성적영역의 부분의 측도로 쓰일 수 있다.

다. 성찰저널을 STEAM평가로 사용하는 이유

성찰저널은 기존의 사지선다형이나 단답형의 평가에서 벗어나 학습과정과 내용을 함께 평가 할 수 있는 평가도구이다. 성찰저널은 단순히 평가를 위한 평가가 아니라 학습이 이루어지는 필수 요소인 자아성찰, 분석, 반성의 기회를 체험 가능하게 하여 그 자체로 학습의 일환이라고 할 수 있다(강인애, 1998; 강인애, 정은실, 2009; 권성연, 2009). 성찰저널은 학습자들의 부족한 부분이 무엇인지, 또 학습을 하기 위해 어떤 노력을 하고 있는지를 파악하여 교수자가 적절한 피드백을 할 수 있다는 점에서 STEAM의 평가 도구로서 적절하다고 할 수 있다.

라. 성찰저널 평가의 예시(학생용)(강인애 외, 2009; lincoln center institute, 2007,재구성)

1. 과제를 통해 무엇을 배우고, 느꼈는가?				
2. 어떤 과정을 통해 그것을 배웠는가?				
3. 과제 수행에서 아쉬운 점이나 나의 개선점은 무엇인가?				
3. 과제를 어디에 적용해 볼 수 있는가?				
4. 나의 역할은 무엇이고, 기여도는 어떠한가?				
5. 감성적 체험영역 체크하기				
항 목	내 용	우수	보통	미흡
다양한 관점의 이해	STEAM 수업을 통해 다른 친구들의 견해를 이해 할 수 있었나요?			
공감하기	STEAM 수업을 통해 다른 팀의 결과물들을 공감 할 수 할 수 있었나요?			
흥미 갖기	STEAM 수업을 즐겁고 재미있게 적극적으로 흥미를 가지고 참여 하였나요?			
배려하기	팀원들 간의 활동 시 서로 배려하고 존중하였나요?			
반영하기	다른 친구나 팀의 작품을 보며 새로운 것들을 자신의 생각에 반영 할 수 있었나요?			
감성의 활성화	STEAM 수업을 통해 기쁨 슬픔 화남 절망 등의 다양한 정서와 감각을 느꼈나요? 그렇다면 그 감정들을 언제 어떻게 느꼈는지 적어 봅시다.			

⑦ 포트폴리오 평가

가. 평가도구로서의 포트폴리오

자신이 만든 작품을 지속적으로 모아둔作品集을 이용한 평가방식으로 학생 개인의 변화, 발달 과정을 종합적으로 평가를 할 수 있다(Arter, 1990; Vavrus, 1990).

나. 포트폴리오로 무엇을 평가할 수 있는가?

평가의 과정과 결과를 통합한 평가 형태로, 학습자가 제시한作品集을 통해 이전과 학습 이후의 변화를 비교해 볼 수 있다(남진, 1998). 학생들이 제작한 포트폴리오는 개개인의 장단점과 소질을 파악하는데 용이한 자료 역할을 할 수 있다. 그리고 교사의 입장에서는 학습자들의 수업결과물을 보면서 수업에 대한 피드백과 반성 자료로 활용할 수도 있다(Breckler & Wiggins, 1989). 포트폴리오 작성을 위한 활동결과보고서를 통해 학습자의 문제해결 능력, 자신의 견해와 추론 능력 등을 평가 할 수 있으며, 수행일지는 학습자의 반성적 사고 능력, 자기주도적 학습능력을 평가할 수 있는 척도가 된다(배호순, 1997; Barton & Collins, 1989).

다. 포트폴리오를 STEAM평가로 사용하는 이유

포트폴리오 평가는 시간의 변화에 따라 학생들의 성장과정을 보여주기 때문에 역동적인 평가이며 여러 학년이나 여러 교과에 걸친 평가가 가능하다(신현옥, 2003). 포트폴리오의 내용을 선택하거나 기준을 설정할 때는 학생들이 참여해야 하고 학생의 자기반성의 증거가 포함되어 있어야 하며 포트폴리오 평가를 적용한 연구결과 수업에 긍정적인 효과를 보여주었고, 학생의 성숙과 학습 동기, 평가 과정을 의미 있게 해 줄 뿐 아니라 측정학적으로 교수학습 내용과 포트폴리오에 수집된 증거가 직접적으로 관련되기 때문에 평가의 타당도와 신뢰도가 높은 것으로 나타났다(백수근, 1997). 학습자로 하여금 동료와 협력적인 관계 속에서 학습할 수 있도록 자극하면서 학습에 대한 흥미, 학습참여도, 고차원적 사고, 창의성과 독창성 등 에도 긍정적인 영향을 줄 수 있는 평가방식이다(최미애, 2001).

라. 포트폴리오 평가의 예시(교사용)(이미경, 2000, p.36, 재구성)

구분	전반적 기준	세부적 기준	점수
형식	자료의 누락여부 및 조직적 체계적 정리	각 과별 포트폴리오 자료들과 학습활동, 과제물 등이 누락되어 있지 않고, 각 과별 포트폴리오 자료작성 순서대로 체계적인 자료 정리가 되어 있다.	A
		각 과별 포트폴리오 자료들과 학습활동, 과제물 중 누락된 부분이 있거나 포트폴리오 자료작성 순서에 의한 체계적 자료 정리가 부족한 부분이 있다.(60%이상 완성)	B
		각 과별 포트폴리오 자료들과 학습활동, 과제물 등이 누락되어 있고, 포트폴리오 자료작성 순서에 맞는 체계적 자료정리가 부족하다.	C
내용	성실도 및 수행도	각 단원별 학습활동과 과제물이 모두 다 완성되어 있고, 학습내용을 모두 성실하게 수행하였다.	A
		각 단원별 학습활동과 과제물 중 작성 안 된 것이 있거나, 학습내용이 성실하게 수행하지 못한 부분이 있다.	B
		각 단원별 학습활동과 과제물들이 대부분 작성되어 있지 않거나, 학습내용이 전반적으로 불성실하게 수행되었다.	C

⑧ 관찰 체크리스트 평가

가. 평가도구로서의 관찰 체크리스트

관찰평가란 문제 해결을 위해 사고하고 있는 개인, 소집단 또는 학습에 대해 관찰한 것을 기록하여 이를 평가에 사용한 것을 말한다(서울특별시교육청, 2009).

나. 관찰 체크리스트로 무엇을 평가할 수 있는가?

관찰법은 평가자가 문제 해결을 위하여 사고하고 있는 개인이나 집단에 대해 관찰하면서 수학적, 과학적, 기술적, 공학적인 지식 및 문제해결의 수행 능력과 같은 인지적 영역 뿐 아니라 태도와 신념과 같은 학습자의 정의적 영역까지를 평가할 수 있는 장점이 있다(정진현, 2010).

다. 관찰 체크리스트를 STEAM평가로 사용하는 이유

관찰법은 학습과정에서 학생들이 알고 있는 것이 무엇이며, 할 수 없는 것은 무엇인지, 또 과제 수행에 따른 자극에 대해 어떠한 반응을 보이는지 파악할 수 있는 가장 보편적인 방법의 하나이다. 학습 문제의 해결 과정에서 일어나는 모든 활동에 대해 자연적인 상황에서 학생 개인 및 집단에 대한 현재 학습의 실태뿐만 아니라 앞으로의 발전 방향에 대한

조언을 할 수 있다. 그러나 관찰 결과를 서술식으로 누가 기록하기에는 시간적, 공간적인 제약으로 인하여 일선 교실 현장에서 적용하기란 매우 어렵다. 따라서 그에 대한 방법으로 관찰을 하면서 수행능력을 평가할 수 있는 체크리스트를 생각할 수 있다(남승인, 1999).

교사는 수업에서 학습을 위한 촉진자, 조언자, 안내자의 역할을 수행하게 되며, 이러한 과정에서 관찰평가를 진행할 수 있다. 관찰평가는 평가 항목을 정하고 점검표를 개발하여 활용하도록 하고 이러한 관찰평가 점검표는 수업 상황에 맞게 수정하여 사용할 수 있다.(강인애, 2007).

라. 관찰 체크리스트 평가의 예시 (교사용) (강인애, 정준환, 정득년, 2007, p.380)

모듬명						
프로그램						
분류	평가요소 (배점)	내용	점수			
			우수	보통	미흡	
문제 파악 (100)	PBL 절차에 대한 이해(10)	문제제시 - 모듬해결계획 - 개별해결모색 - 모듬해결모색 - 결과정리 및 발표 - 반추 및 평가의 단계로 이어지는 PBL의 절차를 이해했는가?				
	학습주제 도출 (20)	제시된 문제에서 다양한 학습주제(Learning issues)를 도출할 수 있는가?				
	문제 인식(20)	문제에 등장하는 주인공의 입장에서 문제 상황을 인식하고 이에 부합하는 과제수행전략을 고안할 수 있는가?				
	문제의 핵심파악(20)	문제에서 요구하는 핵심내용을 정확히 이해하고 이를 정리할 수 있는가?				
	문제 파악을 위한 적극성(10)	제시된 문제를 정확히 이해하기 위해 적극적인 질문과 관련자료 탐색을 충분히 하는가?				
	문제에 대한 깊이 있는 이해 (20)	문제에 대한 깊이 있는 이해를 위해 더 알아야 할 내용이 무엇인지 알고 있는가?				
소계	(가)					
문제 해결 계획 수립 (80)	문제해결방법(15)	제시한 문제의 성격과 내용에 맞게 문제해결방법을 제시할 수 있는가?				
	역할분담(15)	효과적으로 문제를 해결하기 위해 필요한 역할이 무엇인지 알고 각 역할에 따라 하는 일이 무엇인지 알고 있는가?				
	학습목표(15)	제시된 문제를 해결하기 위해 과제의 성격을 충족시키는 학습목표를 세울 수 있는가?				
	학습계획 수립과정(15)	토론활동을 통해 팀 구성원들의 의견이 골고루 반영된 학습 계획을 세웠는가?				
	학습계획서 작성(20)	문제를 정확히 파악하고 이를 바탕으로 학습과정 계획서를 정리할 수 있는가?				
소계	(나)					

문제 해결 모색	문제해결태도 (20)	자신의 역할을 충분히 인식하고 학습공동체 안에서 책임감을 갖고 문제해결을 위해 노력하는가?			
	개별 모색하기(30)	문제해결을 위해 탐색한 정보나 자료를 바탕으로 자신의 생각을 잘 정리하는가?			
	팀별 모색하기(30)	팀원들이 문제해결을 위해 제시한 다양한 아이디어와 정보를 파악하고, 이에 대한 자신의 의견을 제시할 수 있는가?			
	토론결과 정리 (20)	문제해결을 위해 팀원 간에 최종 합의안을 도출하고, 토론결과를 정리했는가?			
소계	(다)				
활동 결과 정리 (100)	최종산출물(30)	일련의 문제해결과정을 거쳐 다양한 정보를 재조직하고 이를 바탕으로 다양한 형태의 최종산출물을 만들어 낼 수 있는가? 예) 프레젠테이션 자료			
	발표시나리오 (70)	결과정리 형태를 발표에 적합한 내용으로 재구성하고 자신의 수준에 맞는 언어로 작성했는가?(20)			
		개별·팀별 문제해결모색 과정에서 수집한 정보 및 자료를 적절하게 반영하여 결과를 정리했는가?(20)			
		주의집중을 이끌어 낼 수 있는 재미있는 방식으로 결과정리가 이루어졌는가?(10)			
	문제에서 요구하는 핵심내용을 충족하고 학습계획과 학습목표에 적합하게 작성됐는가?(20)				
소계	(라)				
발표 (60)	자신감 표현(15)	자신감 넘치는 자세로 논리적이고 간결하게 발표했는가?			
	시선처리(10)	최대한 자신의 전면을 보면서 효과적인 시선처리로 발표했는가?			
	제스처(10)	적절한 제스처를 사용해서 발표 효과를 높였는가?			
	참여발표(15)	팀 구성원의 발표 참여를 극대화하는 방향으로 발표가 이루어졌는가?			
	발표의 명확성(10)	발표의 시작과 끝맺음을 확실하게 하고, 발성과 발음을 적합하게 구사했는가?			
소계	(마)				
평가 (60)	자기학습평가(15)	자신이 경험한 학습과정을 되돌아보고, 자신이 세운 학습목표를 달성했는지 평가할 수 있는가?			
	팀학습평가(15)	일련의 문제해결과정에서 팀 구성원들의 기여도를 분석하고 이를 정확하게 평가할 수 있는가?			
	성찰평가(30)	자신의 학습과정을 통해 배운 내용을 성찰하고 이를 의식화하여 정리할 수 있는가?			
소계	(바)				
총점	(가)+(나)+(다)+(라)+(마)+(바)				
종합 의견					

⑨ 자기 평가표 평가

가. 평가도구로서의 자기평가표

자기평가는 학습자가 교수·학습 과정이나 그 이후에 자기가 학습한 결과에 대해 교사가 제시한 관점이나 내용에 따라 자기 자신이 평가 과정에 참여하여 자신의 수행 결과물에 대한 반성적 사고와 함께 장 단점을 파악하도록 하는 자기주도적 학습의 평가 활동이다(김민성, 2005).

나. 자기평가표로 무엇을 평가할 수 있는가?

자기평가지는 학습목표와 관련된 각 평가영역에 대해 세부적이고 구체적인 평가 기준을 제시한다. 그러므로 자기평가는 학습자들의 인지, 정서, 행동의 전 영역을 평가의 대상으로 삼는다. 자기평가는 STEAM 교육의 평가에서 간과하기 쉬운 재미요소에 대한 측정을 가능하게 한다는 점에서 의미가 있다. 학습자가 학습의 과정에서 얼마나 재미와 보람을 느꼈느냐 하는 주관적 요인은 사실 기존의 평가도구로는 확인하기 어려운 측면이 있다. 자기평가는 본인 스스로 학습의 과정에서 얼마나 많은 재미와 즐거움을 누렸는가 하는 주관적 영역에 대한 평가를 가능하게 한다(도레미, 2011).

다. 자기평가표를 STEAM평가로 사용하는 이유

개별 학생이 얻게 되는 학습의 이점으로 상위인지의 발달, 적극적 학습, 피드백, 학습동기, 책임감 부여와 같은 인지적, 정의적 측면의 발달로 인하여 학업성취를 향상시킬 수 있다(도레미, 2011).

라. 자기평가표 평가의 예시*

문제		“어떻게 하죠?” – 서영이는 엄마가 될 수 있을까?				
		평가 항목		평정 척도		
지식과 이해	1. 나는 우리나라의 낙태 실태와 낙태법 현황 등에 대해 정확하게 이해하고 있습니까?	5	4	3	2	1
	2. 나는 합법화 논쟁의 바탕에 자리하고 있는 과학적, 기술적 사실들(생식과 발생, 임신과 출산 등)에 대해 알고 있습니까?	5	4	3	2	1

* 연구팀에서 개발한 예시임(중학교 도덕교과 중심 STEAM 수업)

기술	3. 나는 극을 구성하고 제작하는데 참신한 주장과 아이디어를 제공했습니까?	5	4	3	2	1
	4. 내가 제시한 주장과 아이디어는 논리적으로 체계를 갖추고 있습니까?	5	4	3	2	1
	5. 나의 주장은 과학적으로 설득력을 갖는 것이었습니까?	5	4	3	2	1
	6. 나는 정확한 언어로 내용을 전달하였습니까?	5	4	3	2	1
태도와 가치	7. 연극을 통해 생명의 소중함, 성의 아름다움과 같은 도덕적 가치들이 충분히 드러났습니까?	5	4	3	2	1
	8. 연극 제작은 나에게 깨달음과 감동을 주었습니까?	5	4	3	2	1
	9. 나는 생명을 소중히 여기고자 하는 태도를 갖게 되었습니까?	5	4	3	2	1
	10. 인간의 성을 아름답고 가치 있는 것으로 여기게 되었습니까?	5	4	3	2	1
흥미, 영감, 창의성	11. 극에 참여하는 동안 나는 얼마나 즐겁고 행복했습니까?	5	4	3	2	1
	12. 우리가 제작한 연극은 문학적으로, 혹은 예술적으로 아름다웠습니까?	5	4	3	2	1
	13. 연극 제작 과정에서 해당 문제에 대해 더 많이 공부하고 싶다는 욕구가 생겼습니까?	5	4	3	2	1
	14. 해당 문제와 관련한 참신하고 새로운 아이디어들이 많이 떠올랐습니까?	5	4	3	2	1
활동, 행동, 발전	15. 연극 제작을 통해 생명의 소중함을 지켜나가고자 하는 실천의지를 갖게 되었습니까?	5	4	3	2	1
	16. 해당 문제와 관련된 다른 문제들에 대해 새로운 관심과 호기심을 갖게 되었습니까?	5	4	3	2	1

⑩ STEAM 문제와 유사문제풀이

가. 평가도구로서의 유사문제풀이

유사문제풀이는 STEAM 수업에서 체험한 문제 상황이나 주제와 유사하지만 좀 더 간단한 문제를 해결해 보는 평가방식으로 학습자의 문제해결능력에 대한 질적인 평가를 할 수 있다(Woods & Donald, 2005).

나. 유사문제풀이로 무엇을 평가할 수 있는가?

STEAM 수업에서 강조하는 문제해결능력, 창의력, 융합적 사고력과 같은 역량들을 학습한 것과 유사한 맥락적인 상황에서 평가할 수 있다. 창의적 설계의 출발점은 자신에게 주어진 문제를 학생 스스로 정확하게 인식하는 것이다(한국과학창의재단, 2013). 문제를 제시하고 학습계획서를 작성하고 해결방안을 마련하는 과정에서 여러 분야의 지식을 사용하는 융합적 사고력을 학습할 수 있고 평가할 수 있다.

다. 유사문제해결을 STEAM평가로 사용하는 이유

유사문제해결이라는 학습의 일환으로서의 평가라는 원칙에 맞는 접근이다. STEAM 수업에서 학습한 지식 및 이해, 태도, 흥미, 영감, 창의성, 활동, 행동, 발전의 내용을 유사한 사례에 다시 적용하고 수행하면서 평가와 동시에 학습이 이루어지며 STEAM에서 강조하는 실생활과 유사한 맥락에서의 질적인 평가가 가능하다(최유현 외, 2011).

라. 유사문제 평가의 예시 (교사용)*

예시자료로 사용된 평가문제는 밀양송전탑과 관련된 STEAM 수업을 마친 후, 본 수업에서 다룬 환경문제로 인한 갈등상황에서 친환경적인 생활에 대한 성찰을 다른 유사한 상황을 제시 하여 평가하였다.

쓰레기 소각장 OUT!!!



수도권(서울과 그 주변도시)에서 나오는 쓰레기 중에 하루에 1만8154톤이 인천수도권매립지에서 처리된다. 이 중 서울시의 쓰레기가 절반이나 된다.

20년 후면 매립장이 꽉 차게 되어 더 이상 쓰레기를 처리할 수 없게 되어 대책마련에 비상이다. 따라서 각 지방자치단체에서는 1990년도부터 소각장을 만들기 시작했다. 서울에서 목동과 강남구의 쓰레기 소각장이 2000년에 건설이 되어 현재 사용하고 있는데 최근 정부에서 다른 지역의 쓰레기도 함께 처리하라는 발표가 나자 목동과 강남구의 주민들이 반대시위를 대규모로 벌이고 있다. 각 지역의 쓰레기는 자기 지역에서 처리하라는 주장이 강하게 나오고 있다. 그러나 환경부에서는 지역마다 쓰레기소각장을 건설한다면 건설비용의 많이 들게 되어 국가예산이 부담되고 또한 환경오염문제가 심각해지기 때문에 몇 개 지역을 묶어서 건설하는 것이 효과적이라고 주장하고 있어서 쓰레기 소각장이 들어오는 지역과 팽팽한 싸움이 예상된다.

<국민의소리 김00기자>

여러분이 쓰레기 소각장 건설의 담당자라면 이 문제를 어떻게 해결하면 좋을까요?

© 정득년

⑪ 수업일지(teaching journal)

가. 교사의 수업 평가도구로서의 수업일지

교사의 수업일지는 교수-학습과정의 서술적인 기록으로 수업운영, 학생과의 상호작용 등을 스스로 성찰하고 분석하여 교수활동을 개선하려는 질적인 교수평가도구이다(김영숙, 이지연, 2010). 교사용 STEAM 자기평가표는 주로 수업설계에 초점이 맞추어져 있으나

* 초등학교 사회과 STEAM 교육 사례 일부.

수업일지는 교사가 의미 있다고 생각하는 결정적 사건(일화)을 기록하여 수업설계이외의 수업운영의 다양하고 구체적인 상황을 분석하는 것이다. 수업일지 평가는 자기관찰, 사건 기술, 자기인식, 자기평가(분석)의 과정을 거쳐서 수업을 성찰하고 개선하는 도구로 사용할 수 있다.

나. 수업일지로 할 수 있는 교사의 수업평가는 무엇인가?

수업일지에는 수업 중에 생긴 의미 있는 사건을 기록하는데 그 내용은 수업운영(시간조절, 수업준비), 학생들의 활동파악(동기부여, 수업참여, 팀활동), 교사역할과 관련된 것들이다 (Richards & Farrell, 2005). 수업일지 작성을 통해 교사 자신이 융합적 수업목적에 적합한 확산적 발문, 허용적 분위기 조성, 학생과의 상호작용, 조력자로서의 역할 등을 제대로 수행하여 성공적인 수업을 이끌고 있는지를 확인할 수 있다.

다. 수업일지로 STEAM에서의 교사평가로 사용하는 이유

기존의 지식전달을 목표로 한 교사중심의 수업에서는 교사평가의 목적은 지식전수를 위한 효과적인 설계인지 목표를 달성했는지 여부를 평가하는 결과적인 접근이었다. 그러나 STEAM 수업에서는 변화된 목표에 맞게 교사의 수업평가는 과정적이고 질적이고 맥락적인 평가가 되어야 한다.

라. 교사수업일지 활용 방법 및 예시(김영숙, 이지연, 2010, 재구성)

- 수업일지 1. <2013년 *월 *일 장소: 교실 / 상황 : 공청회 준비를 위한 모둠 토의>
1모둠에서 팀 활동과정에서 의견일치가 되지 않아서 팀원들간에 말싸움 벌어져서 모듬활동이 중단됨.
- 수업일지 2. <2013년 *월 *일 장소 : 컴퓨터실 / 상황 : 유네스코에 등재된 문화유산에 대한 홍보영상제작>
3개의 모둠이 우리나라 문화유산 중에 유네스코에 등재된 것을 조사해야하는데, 세계 모든 나라의 유네스코 등재 유산을 찾아와서 상황파악이 잘못되어 문제해결을 위한 자료수집에 문제가 생김

교사의 성찰적 질문과 대안마련

왜 그 사건의 어떤 내용이 의미가 있는가?
나는 그 사건에 어떻게 대처했는가?
이 사건에 대한 나의 해석은 어떠한가?
이 사건은 나의 수업에 어떤 시사점을 제공해주는가?
이러한 사건과 유사한 일이 발생한다면 어떻게 대처하고 준비할 것인가?

※ 서술식과 개조식 중 교사가 선택하여 사용할 수 있음.

⑫ 교사의 성찰저널

가. 교사의 수업 평가도구로서의 성찰저널

교사의 성찰저널은 교사가 자신의 수업실천행위에 대한 지속적인 성찰적 실천을 함으로써 스스로의 수업능력을 개선할 수 있는 도구이다. 교사는 이러한 성찰과정을 통해서 전문가로 성장해간다 (김순희, 2009; Schon, 1987).

나. 성찰저널에 기록할 요소 및 평가 내용은 무엇인가?

본 연구에서의 수업일지는 주로 수업운영 중에 예기치 못한 결정적인 사건을 중심으로 작성하는 것이라면, 교사의 성찰저널작성에 포함할 요소는 수업의 형태, 목적, 주안점에 따라 차이가 있지만, 공통적으로 기록할 요소로는 실제수업운영에서의 의미있는 성찰적인 내용으로 새로운 수업에 대한 학생들의 반응, 온라인 활동, 학습자와의 상호작용, 교사의 발문, 수업자료활용도, 수업시간배분, 학업성취에 대한 평가 등에 대한 것을 기록하여 수업전반에 걸친 질적인 평가도구로 사용할 수 있다.

다. 성찰저널로 STEAM에서의 교사평가로 사용하는 이유

STEAM 수업은 기존의 교사중심의 지식전달의 수업과는 전혀 새로운 접근이다. 따라서 교사가 알고 있던 STEAM의 이론적인 것과 실제상황과는 차이가 있다. 즉, 수업을 적용하는 상황은 복잡하고 불확실하기 때문에 이론적 지식을 수동적으로 실천하는 것이 아니라 끊임없이 자신의 수업상황을 성찰하면서 실천적 지식을 습득하며 전문가로 성장할 수 있는 것이다(임현정, 2011; Schon, 1987).

라. 성찰저널 예시 (2010 서울시 교육연수원 PBL수업 성찰저널)

사회 수업을 어떻게 하면 재밌게 할 수 있을까? 하는 고민 속에서 PBL를 접하게 되었는데 이번 수업은 대성공이었다. 왜냐하면 우리 반 아이들이 정말 PBL 수업을 좋아해서이다. 이번 PBL 시나리오는 '우리 서로 달라요'라는 주제로 세계 여러 나라 중에서 우리 학교 다문화 어린이들이 살던 나라를 선정하고 그 나라의 옷, 음식, 집, 글, 놀이, 노래, 춤, 그림, 종교 등의 생활모습을 조사하고 다양한 형식으로 발표하는 수업이었다.

이런 학습을 통해서 세계 여러 나라와 문화 차이, 생각과 행동의 차이를 배우고 우리 학교 다문화 가정의 친구들과 다른 점, 같은 점, 우리와 공존하며 살아가야 하는 이유 등을 토론하고 발표하면서 맨 나중에는 학습결과물 발표회에 전시하자고 수업이었다.

학급홈페이지에 토론방을 개설해 놓았더니 서로 자기네 모둠끼리 자료 수집에 열을 올리고 서로 잘해야 된다고 격려하고 독려하고 야단법석이었다. 정말 쉬는 시간에도 계속 PBL 수업에 대한 얘기로 놀지 않았다. 나는 토론방에 들어가서 피드백하면서 격려하는 댓글을 달아줬을 뿐이다. 평소에 우리 반은 협동학습을 하였기에 팀활동에서 의견을 모으고 결정하는 것이 한결 쉬웠던 것 같다.

그래도 여전히 어려운 것은 문제상황에 대한 개발이다. 가장 어려운 것은 비구조적으로 통합적인 사고를 할 수 있는 문제를 개발하는 것이다. 내가 근무하고 있는 학교는 어린이들의 학력 수준이 많이 떨어지고 환경이 열악한 학교이다. 영어를 몰라 영타 치기를 못하고, 이메일을 못하는 아이들도 다수 있고 프린터가 안 되는 어린이가 대다수이다. 그래서 문제도 너무 복잡하고 비구조적으로 내기가 쉽지 않았다. 학습자들의 수준에 맞는 적절한 문제상황을 제시하는 것이 나에게도 앞으로 큰 도전과제인 듯하다.

컴퓨터를 활용하지 못하는 아이들은 교과서와 도서관 책을 통해서 학습하는 방법을 배웠다. 이번 수업을 통해 나는 다음 학년이 기대된다. 어떤 학년을 하든지 수업을 재미있고 학생들이 주도적으로 배울 수 있는 방향의 실마리를 잡은 것 같다.

다른 과목도 모두 PBL 수업으로 하자고 아이들은 조른다. 기말고사가 끝나면 다른 과목 시도해 볼 것이다. PBL 공부 시간에 행복해 보이는 우리 반 아그들의 모습을 계속 보고 싶기 때문에.....

⑬ 학습 결과물 평가

STEAM 평가 도구로서의 학습 결과물 평가는 학습의 문제 상황이나 결과물(문제 해결방안, 창작물, 토의 및 토론 등)에 따라 평가 기준이 달라지므로 동일한 평가기준, 평가 요소, 평가 내용을 제시하지 않는다. 본 연구에서는 각 학습 상황에서의 결과물(문제해결방안, 창작물, 토의 및 토론 등)에 따른 평가 도구와 평가 기준을 다음과 같이 예시로만 제시한다.

가. 학습 결과물 평가지(창작품)*

평가 모듬	평가 (각 항목별 3점 만점)									
문제	Wood festival ; 목제품 만들기									
번호	평가항목	1 모듬	2 모듬	3 모듬	4 모듬	5 모듬	6 모듬	7 모듬	8 모듬	9 모듬
1	목제품은 실용적이거나 아름다운가요?									
2	목제품은 나무의 무늬를 잘 표현하고 재질이 부드러우나요?									
3	목제품은 소유하고 싶을 만큼 매력적인가요?									
4	제품 제작 과정과 목재의 종류에 관한 발표 자료를 충실히 준비하였나요?									
5	발표를 위한 시나리오를 탄탄하게 작성하였나요?									
합계(1+2+3+4+5)										
반영점수[sum(1모듬~9모듬)+교사평가/10]										

* 연구팀에서 개발한 평가 도구 예시임(중학교 기술교과 STEAM수업).

● 평가 기준표

		우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)
1	실용성과 창의성	실생활에 바로 사용할 수 있고 기존의 제품과는 차별성이 있었다.	실생활에 바로 사용할 수 있거나 기존의 제품과는 차별성이 있었다.	실생활에 바로 사용하기 어렵고 기존의 제품과는 차별성이 없었다.
2	나무의 무늬 표현과 재질	나무의 무늬가 잘 드러나있고 재질이 부드러웠다.	나무의 무늬가 잘 드러나있거나 재질이 부드러웠다.	나무의 무늬가 잘 드러나있지 않고 재질이 부드러워지지 않았다.
3	매력성	목제품이 당장 갖고 싶다는 생각이 들었다.	그냥 목제품이구나 하는 생각이 들었다.	목제품을 갖고 싶다는 생각이 들지 않았다.
4	발표자료	발표자료는 발표내용에 잘 어울리고 보기 편하게 만들어졌다.	발표자료 활용에 있어서 발표내용에 잘 어울리지 않거나 보기 편하지 않은 등의 미흡한 면이 있었다.	발표자료가 적절한 시기에 제대로 제공되지 못하였다.
5	시나리오	시나리오는 모든 모둠원들이 발표에 참여할 수 있으며, 발표상황에 어울리게 탄탄하게 작성되었다.	시나리오가 발표상황에 어울리게 작성되었으나, 모든 모둠원들이 발표에 참여하지 못하도록 구성되었다.	시나리오가 발표상황에 어울리지 않았으며 모든 모둠원들이 발표에 참여하지 못하도록 구성되었다.
	총점			

나. 학습 결과물 평가(토의 결과보고서)*

팀 이름		내 이름	
극 중 서영이의 최종 선택은? - 서영이는 출산을 선택해야 할까, 임신중절수술을 선택해야 할까?			
출산해야 한다.		임신중절수술을 해야 한다.	
논거 ① ② ③ ④ ⑤ 반론 ① ② ③ ④ ⑤		논거 ① ② ③ ④ ⑤ 반론 ① ② ③ ④ ⑤	
결론:			
교사평가		상	중
① 토의 준비를 철저히 하였는가?			
② 토의 활동에 적극 참여하여 발언하였는가?			
③ 다른 친구들의 말을 경청하고 존중하였는가?			
④ 토의상황과 주제가 무엇인지 분명히 알고 있는가?			
④ 토의 내용을 충분히 이해했는가?			


* 연구팀에서 개발한 평가 도구 예시임(중학교 기술교과 STEAM수업).

● 평가 기준표

	우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)
준비도	문제해결에 필요한 적절한 자료를 수집을 다양한 방법으로 준비하였고 사전에 학습하여 재구성하였다.	문제해결에 적합한 정보를 수집하였고 그 내용파악을 충분히 하지는 못하였다.	문제해결에 필요한 정보수집이 이루어지지 않았다.
이해력	팀에서 토론과 토의의 목적과 주제를 명확하게 이해하여 정보와 지식을 잘 활용하여 의견을 개진하였다.	토론의 주제에 대한 이해는 어느 정도 되어있으나 수집한 정보와 지식을 논의를 하는 데 활용정도가 낮다	토론의 주제에 대한 이해가 되지 않아 논점이 정확하지 않아서 토론하면서 길을 잃고 딴 방향으로가는 경우가 있다.
토론 기여도	모둠에서 다양한 아이디어와 창의적인 해결방안을 적극적으로 제시하고 토론에 참여빈도가 매우 높다	모둠에서 토론에 어느 정도참여는 하고 있으나 책임감과 주인 의식이 투철하지는 않다.	팀토론에 거의 의견과 아이디어를 내지 않고 주로 듣는 편이다.
협력적 태도	팀원들이 발언할 때 경청하고 반대 의견을 개진할 때는 예의있게 말하며 칭찬과 격려로 팀토론의 분위기에 많은 기여를 한다.	팀원들의 발언에 경청하고 예의있게 말하는 태도가 양호하나 다른 팀원들을 격려하거나 분위기 조성에 적극 기여하지는 않는다.	팀에서 토론할 때 상대방의 의견을 무시하거나 방해하여 팀원을 깨뜨리는 모습이 종종 보인다.
의사소통 능력	팀토론에서 자신의 의견을 전달할 때 장황하게 하지 않고 핵심을 설득력있고 이해하기 쉽게 전달하고 이해하지 못했을 경우 질문을 하거나 재진술을 하는 적극적인 의사소통을 위해 노력한다.	팀토론에서 의견을 표현할 때 설득력과 논리성을 갖고 전달하려고 노력하나 토론에서 이해못하거나 어려운 것을 이해하려고 노력하지는 않는다.	자신의 의견을 정확하고 요점을 전달하는데 어려움이 있고 말을 끝맺음을 맺지 못하고 흐지부지하거나 자신없어하는 경우가 많다

5. 프로젝트형 STEAM 평가도구 적용 사례 및 분석

창의융합형 과학교육 선진화 정책 기획연구
(융합인재교육(STEAM) 평가도구개발)



5. 프로젝트형 STEAM 평가도구 적용 사례 및 분석

5-1. 학교 급별 STEAM 평가도구 개발 및 적용 사례

다음 표에서 나타나듯이 본 연구에서 제시하는 프로젝트형 STEAM 교육 사례는 초, 중, 고등학교의 총 10개 프로젝트형 STEAM 수업이 개발, 적용되었다. 이 과정을 통해 앞서 제시된 평가도구 모형에 대한 실질적인 타당성을 검증하고자 하였다.

<표 24>에서 나타나있듯이, 각 수업 사례 별로 평가 도구를 학생용 (학생, 교사)와 교사용 (교사 자기평가)로 구분하였으며, <표 5-1> 제시한 순서에 따라 각각의 사례에 대한 수업 지도안 및 수업 적용 결과를 제시하였다. 수업적용 결과에 따른 평가도구에 대한 타당도 역시 학생용 평가도구와 교사용 평가도구로 나누어 제시하였다.

<표 5-1> 학교 급별 STEAM 수업 적용 및 활용 평가도구

번호	적용 대상	과목		수업 제목 및 수업 개관	평가도구		
		중심 교과	관련 교과		학생용		교사용
					학생	교사	교사 자기평가
1	초등 3학년	Ⓐ음악	Ⓒ과학	<p>배추 흰나비 한 살이</p> <p>학생들은 배추흰나비가 알, 애벌레, 번데기, 성충으로 자라면서 나타나는 모습과 행동을 무용으로 표현하고 각 모습과 행동에 어울리는 노래 가사를 지어서 노래하는 활동을 하게 된다. 무용과 작사 활동 속에서 배추흰나비의 한살이 생태를 표현하는 음악적 소양과 자세한 관찰이 수반되는 과학적 소양, 움직임으로 행동을 표현하는 과정에서 신체표현 능력을 키울 수 있다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 동료 평가 ▶ 팀간 발표 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학습 계획서 ▶ 마인드맵 ▶ 성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자기 수업 평가 ▶ 수업 일지

2	초등 4 학년	⑤과학	④미술	<p>전구에 담은 자연이야기</p> <p>학생들은 생태화분을 제작하기 위하여 자신이 좋아하는 들꽃 이야기를 Storytelling으로 작품 아이디어를 구상하고 재활용품을 이용한다. 그 후, 주변의 들꽃을 자신이 만든 생태화분에 재배하게 함으로써 바른 환경의식과 교실환경 꾸미기에 적극적으로 참여하게 하게 된다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 동료 평가 • 자기 평가 • 마인드맵 	<ul style="list-style-type: none"> • 관찰 평가 • 학습 결과물 평가 • 성찰 저널 • 마인드맵 	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 일지
3	초등 5 학년	실과	⑤과학 ④미술	<p>나무 살리기 프로젝트 : 나무치료사</p> <p>나무치료사가 되어 나무가 아프게 된 원인과 치료방법을 생각하는데, 이 과정 중에 식물의 뿌리와 줄기, 잎 등의 구조와 기능에 대해 공부하게 된다. 치료 후에도 나무가 아프지 않고 잘 자랄 수 있도록 학생들에게 홍보할 수 있는 홍보 광고(TV광고)형태로 제작하여 함께 발표한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 계획서 • 팀간 발표 평가 	<ul style="list-style-type: none"> • 마인드맵 • 관찰 평가 • 성찰 저널 • 학습 계획서 	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 일지
4	초등 4 학년	사회	⑤과학 실과 국어	<p>전기의 빛과 그림자</p> <p>본 수업에서 STEAM 문제는 밀양의 송전탑 건설과 관련하여 밀양주민과 정부와 한전이 갈등을 빚고 있는 상황이다. 학생들이 밀양의 주민, 환경영향평가 담당자가 되어 합리적인 해결방안을 내놓고 지역주민공청회를 열어 문제가 원만히 해결되도록 한다. 지역사회의 문제를 해결하는 과정을 체험적으로 배우는 동시에 친환경적인 에너지대책과 에너지절약의 필요성을 알 수 있도록 구성되었다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 토론 평가 • 유사 문제 풀이 	<ul style="list-style-type: none"> • 개념도 평가 • 학습 계획서 • 성찰 저널 • 마인드맵 • 유사 문제 풀이 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기 수업 평가 • 수업 일지
5	중등 1 학년	음악	⑤과학 ①기술	<p>지형에 어울리는 배경음악 만들기</p> <p>본 수업은 지표의 평탄 화 과정에 영향을 주는 과학적 요소와 음악의 구성요소를 함께 이해하고 이를 토대로 지형에 어울리는 배경 음악을 만들도록 구성하였다. 작곡 과정에는 학습자가 직접 간단한 선율을 만들고, 'NWC(Note Worthy composer)' 웹 기반 소프트웨어 작곡 프로그램을 통해 자연 현상에 대한 다양한 느낌을 표현하도록 한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 결과물평가 (팀원간 모둠별) • 성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> • 마인드맵 • 학습 계획서 • 학습 결과물 평가 • 성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기 수업 평가 • 수업 일지
6	중등 2 학년	①기술	⑤과학 ④미술	<p>With Wood Festival</p> <p>학생들은 Wood Festival의 참여자가 되어 목제품의 제작부터 판매에 이르는 전 과정을 체험한다. 먼저 나무에 대해 이해, 제품에 사용될 목재를 탐색, 미적요소를 고려한 목제품을 제작한다. 제품이 완성되면 목제품 제작의 전 과정 과 제작자의 프로필을 하나의 스토리로 만들어 블로그에 정리하고 QR코드에 연계하는데, QR코드를 목제품 포스터에 담고 직접 판매 한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 계획서 • 팀간 발표 평가 • 성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습 계획서 • 팀간 발표 평가 • 성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> • 자기 수업 평가 • 수업 일지

7	중등 1 학년	도덕	<ul style="list-style-type: none"> ⑤과학 ①기술 가정 보건 국어 	<p style="text-align: center;"><u>“어떻게 하죠?”</u></p> <p style="text-align: center;"><u>서영이는 엄마가 될 수 있을까?</u></p> <p>생명윤리의 중요한 주제 중 하나인 낙태문제에 대해 탐구해 볼 기회를 갖도록 한다. 학생들은 대중가요 가사를 바탕으로 한 문제 상황을 제시 후 문제를 파악한다. 낙태 문제에 관한 각 입장을 뒷받침할 수 있는 논리적, 과학적 근거를 토대로 시나리오를 작성한 후 연극으로 발표한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •학습 계획서 •토론 평가 •팀간 발표 평가 •자기 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •성찰 저널 •학습 계획서 	<ul style="list-style-type: none"> •자기 수업 평가 •수업 일지
8	고등 1 학년	한국사	<ul style="list-style-type: none"> 세계사 ⑤과학 ⑤화학 	<p style="text-align: center;"><u>자랑스러운 세계기록문화유산 “직지”</u></p> <p>현재 프랑스 박물관에 보관중인 자랑스러운 우리 문화유산인 ‘직지심체요절’의 반환을 위한 홍보 UCC 만들기 수업 이다. 학생들은 직지심체요절의 역사적 가치, 과학적 우수성에 대해 이해 및 토론하고, 주물사주조법으로 복원한 활자로 직지심체요절의 과학적 우수성을 반영한 홍보 문구를 만든다. 최종적으로 홍보 UCC를 제작하고 상영한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •학습계획서 •토론 평가 •팀간 발표 평가 •자기 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •학습 결과를 평가 •성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> •자기 수업 평가 •수업 일지
9	고등 1 학년	④미술	⑤과학	<p style="text-align: center;"><u>모두에게 필요한 물</u></p> <p>학생들은 수자원 보호방안에 대한 내용의 인포그래픽 영상물 제작문제를 부여 받는다. 부여된 문제를 해결하면서 수자원에 대한 개념과 현황을 바탕으로 보호방안 실천에 대한 내용을 인포그래픽으로 만들고 영상으로 제작한다. 이 과정에서 인포그래픽과 스토리텔링기법을 활용하여 UCC의 완성도를 높이고 조별활동을 통해 학생들 스스로 문제해결을 해나간다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •학습 계획서 •성찰 저널 •팀간 발표 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •학습 계획서 •성찰 저널 	<ul style="list-style-type: none"> •자기 수업 평가 •수업 일지
10	고등 2 학년	⑤과학	<ul style="list-style-type: none"> ⑤과학 ③수학 	<p style="text-align: center;"><u>뜨거워지는 지구</u></p> <p>지구 온난화 현상이 가속화되고 있는 상황에서 실생활 속에서 저탄소 녹색 성장 실현과 기후 변화 문제를 해결하고자 한다. 학생들은 탄소발자국을 활용하여 일상생활에서 우리가 발생시키고 있는 이산화탄소의 양을 계산해보고, 이를 바탕으로 이산화탄소 배출량을 줄일 수 있는 친환경 도시를 설계한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> •학습 계획서 •동료 평가 	<ul style="list-style-type: none"> •마인드맵 •성찰 저널 •학습 결과를 평가 •유사 문제 풀이 	<ul style="list-style-type: none"> •수업 일지 •교사 성찰 저널

5-2. 학교 급별 STEAM 수업지도안 및 평가방법 적용결과

(1) 초등학교 음악교과 중심 STEAM 수업

① 수업지도안

1 초등학교 3학년 음악 교과 중심 STEAM프로그램 -The very hungry 배추흰나비-

1 프로그램 개요

본 활동은 학생들이 배추흰나비를 알에서부터 시작하여 성충이 되기까지 키워본 경험을 음악과 율동으로 표현함으로써, 곤충의 한살이에 대한 경험을 정의적 차원으로 발전시키게 하는데 목적이 있다. 학생들은 배추흰나비가 알, 애벌레, 번데기, 성충으로 자라면서 나타나는 모습과 행동을 무용으로 표현하고 각 모습과 행동에 어울리는 노래 가사를 지어서 노래하는 활동을 하게 된다. 무용과 작사 활동 속에서 배추흰나비의 한살이 생태를 효과적으로 표현하는 음악적 소양과 자세한 관찰이 수반되는 과학적 소양, 움직임으로 행동을 표현하는 과정에서 신체표현 능력을 키울 수 있다.

학생들이 해결할 과제는 학교학예회에서 우리 반이 발표할 작품을 만드는 것인데, '배추흰나비 한살이'를 주제로 표현하기로 한 것이다. 표현 방법으로는 배추흰나비의 한살이 각 단계를 움직임으로 표현하면서 효과적으로 표현할 수 있는 음악을 골라 가사를 바꾸어 부르는 것으로 하였다. 먼저 학급 공모제를 열어서 가장 우수한 작품을 선정하기로 하였다. 학생들은 공모제에 출품할 작품을 모둠별로 만들게 된다. 학생들은 배추흰나비 한살이에 대하여 과학적 탐구의 시간을 갖게 된다. 자신이 미처 관찰하지 못한 내용이라 할지라도 동료들이 관찰한 내용을 공유하고, 관찰한 내용을 논리적으로 설명하려는 노력을 하게 된다. 또한 노랫말과 움직임 활동을 통하여 감성적 체험을 하게 된다. '감정 이입', '은유', '비유'와 같은 문학적 도구를 이용하여 창의적으로 노랫말을 만들고 감상하는 기회를 갖고, 움직임으로 배추흰나비의 행동과 모습을 표현하는 활동을 하게 된다.

2 학습 목표

포괄적 학습목표 (GLO)의 요소	학습 목표
지식과 이해 (Knowledge and Understanding)	○ 배추흰나비 한살이를 관찰한 내용을 모습과 행동을 포함하여 기록할 수 있다.
기술 (Skills)	○ 배추흰나비 한살이를 관찰한 내용과 느낌을 포함하여 노랫말로 만들 수 있다. ○ 배추흰나비 한살이의 각 단계에서 나타나는 모습과 행동을 몸으로 표현할 수 있다.
태도와 가치 (Attitudes and Values)	○ 과학적 관찰의 중요성을 깨닫고 탐구 가치를 표현할 수 있다. ○ 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 말할 수 있다.
흥미, 영감, 창의성, (Enjoyment, Inspiration and creativity) 활동, 행동, 진보 (Activity, Behaviour and Progression)	○ 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미를 느끼고 즐겁게 참여할 수 있다.

3 평가 계획

포괄적 학습목표 (GLO)의 요소	평가 기준	평가방법
지식과 이해 (Knowledge and Understanding)	배추흰나비 한살이를 관찰한 내용을 모습과 행동을 포함하여 기록하였는가?	마인드맵, 동료평가, 학습계획서평가, 성찰저널
기술 (Skills)	배추흰나비 한살이의 각 단계를 관찰한 내용과 느낌을 포함하여 노랫말로 만들었는가? 배추흰나비 한살이의 각 단계에서 나타나는 모습과 행동을 몸으로 표현하였는가?	성찰저널, 동료평가, 자기평가표
태도와 가치 (Attitudes and Values)	과학적 관찰의 중요성을 깨닫고 탐구 가치를 표현하였는가? 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 표현하였는가?	성찰저널, 자기평가표
흥미, 영감, 창의성 (Enjoyment, Inspiration and creativity)	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미를 느끼고 즐겁게 참여하였는가?	작품평가, 동료평가, 자기평가표, 성찰저널

4

프로그램 총괄표

차시	학습 단계	주요내용	관련 교과	과정별 평가		STEAM 단계 요소
				교사	학생	
1	상황 제시	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> “The very Hungry 배추흰나비 애벌레” 학예회 공모전에 공모할 작품 만들기 안내 <input type="checkbox"/> E. Carl의 “The very hungry caterpillar”를 보며 실감나게 표현한 부분을 이야기하기 <input type="checkbox"/> “콩, 너는 죽었다”를 보며 동시에 표현한 사례를 살펴보기 <input type="checkbox"/> 신체를 이용하여 곤충의 움직임 나타내는 동영상 보기 	<p style="text-align: center;">S</p> <p style="text-align: center;">T</p> <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: center;">A</p>			<p>상황 제시</p> <p>감성적 체험</p>
	과제 수행	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 학습계획서 작성하기 <input type="checkbox"/> 배추흰나비 한살이 관찰 경험 토의하기 <input type="checkbox"/> 배추흰나비 알에서 성충까지 자라는 과정을 관찰 하면서 알게 된 지식 공유하기 <input type="checkbox"/> 성찰저널 작성 	<p style="text-align: center;">S</p> <p style="text-align: center;">S</p>	<p>학습 계획서</p> <p>마인드 맵</p> <p>성찰 저널</p>		<p>창의적 설계</p>
2	과제 수행 발표 준비	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 문학적 기법을 이용하여 느낌을 살려 노랫말로 만들기 (배추흰나비의섭식, 이동, 고치만들기,날개짓 등) <input type="checkbox"/> 배추흰나비의 모습과 행동을 움직임으로 표현하기 (배추흰나비의 섭식, 이동, 고치 만들기, 날개짓 등) <input type="checkbox"/> 발표를 평가할 기준 만들기 <input type="checkbox"/> 성찰저널 작성 	<p style="text-align: center;">S A</p> <p style="text-align: center;">S A</p>	<p>학습 계획서</p> <p>성찰 저널</p>		<p>창의적 설계</p>
3	발표 및 평가 성찰 하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 발표주제와 강조요소 소개함 <input type="checkbox"/> 각 모둠의 발표를 평가함. 미리 결정한 기준에 맞추어 평가하기 <input type="checkbox"/> 성찰저널 작성 	<p style="text-align: center;">S A</p>	<p>성찰 저널</p>	<p>팀간 발표 평가</p> <p>동료 평가</p> <p>자기 평가표</p>	<p>감성적 체험</p>

S 과학 A 예술 T 기술

5 교수-학습 과정안

㉠ 과학 ㉡ 예술 ㉢ 기술

Co 상황 제시, ET 감성적 체험, CD 창의적 설계

주제	"The very Hungry 배추흰나비 애벌레" 학예회 공모전		관련교과	음악, 과학, 체육
단원	우리들 노래세상		대상학년	3학년
교과정보	중심 교과	음악	과학	3학년 1학기 "2. 동물의 한 살이"
	관련 교과	과학	음악	3학년 "우리들 노래세상"
		체육	체육	3학년 "움직임 세상 속으로"
학습목표	배추흰나비 한살이를 표현하는 노랫말을 만들고, 배추흰나비의 행동과 모습을 표현하는 움직임 임을 만들어 발표할 수 있다.			
학습단계	교수·학습 활동			준비물 및 유의사항
상황 제시	<p>Co 학교학예회에서 우리 반이 발표할 작품으로 '배추흰나비 한살이'를 주제로 표현하기로 하였다. 표현 방법으로는 배추흰나비의 한 살이 각 단계를 움직임으로 표현하면서, 노랫말을 붙여 노래하는 것이다. 이를 위하여 먼저 학급에서 공모제를 열어 모둠별로 참여하여야 한다.</p>			공모전 안내문,
동기유발	<p>활동 준비</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생활동지 배부, 나누어준 활동지를 순서대로 철함.(각 반 회장 2명 도우미 이용) - 활동지의 '공모전 안내문' 읽기 - 모둠별로 공모대회 참가신청서 작성하기 <p>㉠ 배추흰나비의 한살이에 포함된 발달 단계와 각 단계 별로 나타나는 모습과 행동을 떠올리기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 먼저 배추흰나비의 한살이에 대한 퀴즈를 풀어보면서 1학기에 공부했던 내용을 상기한다. - 동영상("알 관찰하기", "애벌레가 나오는 모습", "애벌레가 자라는 모습", "애벌레가 번데기로 변하는 모습", "번데기의 생김새", "번데기에서 나오는 과정", "배추흰나비 어른의 생김새")을 차례대로 보면서 마인드맵에 상기한 내용을 기록한다. <p>㉡㉢ Eric Carle의 "The very hungry caterpillar" 동영상을 보면서 실감나게 표현한 부분을 이야기하기</p> <p>ET 작품 속에서 실감나게 표현한 부분을 찾아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> - (예) 애벌레가 욕심쟁이처럼 끊임없이 먹는 장면을 재밌게 표현하였다. - (예) 애벌레가 너무 많이 먹어서 배가 아픈 것이 재밌었다. 			공모대회 참가신청서 PPT 마인드맵 유튜브 동영상

<p>학습 목표 확인</p>	<p>Ⓐ 3학년 체육교과의 “곤충이 되어 여러 가지 이동움직임 표현하기”를 보면서 창의적 표현방법에 대하여 이야기하기</p> <p>Ⓐ 김용택 시인의 “콩”을 감상하며 표현방법의 참신성에 대하여 이야기하기</p> <p>각 모둠별로 이번 활동에서 이루고자 하는 학습목표를 의논하여 정하도록 한다. - 학습계획 및 활동지 1쪽에 기록함.</p>	<p>표현 예시동영상</p> <p>콩, 너는 죽었다 (김용택 저)</p>
<p>창의적 설계 및 발표 준비</p>	<p>CD 모둠별로 학습계획서를 작성하면서 표현할 방법을 모색하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - “모듬이 해야 할 일”을 순서대로 정리함. - “각자 해야 할 일”을 정리함. <p>⑤ 모듬 안에서 토의하면서 배추흰나비 한살이를 관찰하면서 관찰한 내용 중 자세히 관찰한 내용과 인상 깊은 장면을 공유하기(학습활동지 4번에 기록함)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 배추흰나비가 처음 태어났을 때는 머리가 몸통만 하였다. - 배추흰나비의 번데기는 실 같은 것으로 줄기에 붙어 있었다. - 배추흰나비의 애벌레는 처음엔 노랑계 깨알 같다가 나중에는 엄지손가락 만하게 커진 점 - 배추흰나비가 번데기가 될 때는 그물망의 구석에 붙어서 숨바꼭질 하는 것처럼 숨는 것 - 번데기가 나비가 되어 날갯짓할 때 경이로움 <p>Ⓐ 표현하고 싶은 모습과 행동을 노래와 노랫말로 만들기</p> <ul style="list-style-type: none"> - (예 1) “느릿느릿 케일 위를 기어가는 배추흰나비” - (예 2) “엄지만한 애벌레는 하루 종일 꼼작 않고” - (예 3) “알일땀 코닥지, 번데기 속에 숨어서 나비가 되었네” - (예 4) ‘잠자리’ 곡에 가사를 붙임. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>(1절) 나비가 날아다니다, 장다리꽃에 앉았다 몰래몰래 이리저리 꽂지로 눌러 붙이면 옥수수자루 생겨난단다</p> <p>(간주 중간에 랩) 배추흰나비알 며칠 뒤엔 손톱만큼 작은 애벌레 꼼지락꼼지락 나타나지. The very hungry 배추흰나비 엄청나게 먹어대네 엄청나게 똥을 싸네 일렁이렁 허물 벗고 나중에는 손가락만해.</p> <p>(2절) 어느날 사육상자에 한켠에 번데기 생겼네 초록초록 누렁누렁 며칠을 죽어있듯이 나중엔 나비 되었네</p> </div>	<p>학습계획서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습자의 요구에 따라 다른 동물로 범위를 넓혀서 진행할 수 있음. <p>모듬평가지</p>

	<p>A 각 단계에서 나타나는 배추흰나비의 행동과 모습을 표현할 움직임 만들기</p> <ul style="list-style-type: none"> - (예 1)케일을 먹는 모습을 표현 - (예 2)애벌레에서 번데기로 변하는 모습을 표현 <p>S/A 과학적 관찰 내용과 노랫말, 움직임에 대한 평가기준을 정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - CD 학습자들이 스스로 기준을 정하면서 발표 내용에 창의적 요소, 감성적 체험요소가 들어가도록 만들어야 한다는 것을 상기할 수 있다. -(예 1) “배추흰나비를 관찰한 내용이 잘 나타나 있는가?” -(예 2) “노랫말에 배추흰나비를 실감나게 표현하였는가?” -(예 3) “움직임에는 배추흰나비 행동과 모습이 실감나게 나타나는가?” 	
<p>발표 및 평가</p>	<p>ET 모둠별로 발표를 앞두고 평가기준을 확인하는 시간을 가짐.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발표할 때, 평가할 때 과학적 관찰 내용, 문학적 요소와 음악적 요소가 평가기준이 된다는 점을 상기함으로써 그러한 관점으로 표현하고 감상하는데 노력할 수 있다. - 표현 후 발표 내용에 대하여 과학적 관찰 내용, 문학적 요소와 음악적 요소 관점에서 비평하는 시간을 가진다. <p>모둠에서 같이 활동한 동료들에 대하여 동료평가를 진행함.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모둠활동 참여도, 창의적 아이디어 제시 등을 중심으로 평가 <p>성찰저널을 작성하기.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ET CD 자신이 얼마나 창의적으로 설계하는 활동에 참여하였는지, 여러 활동 속에서 새롭게 느낀 내용을 중심으로 기술하는 활동 속에서 지적 만족감, 성취감, 성공경험을 할 수 있다. 	<p>동료평가지</p> <p>성찰저널</p>

6 문제 시나리오

다음은 서울**초등학교 3학년 *반 홈페이지의 학급게시판에 안내된 내용입니다. 학예회에 대비하여 학급 공모대회를 연다는 안내문인데요. 잘 보시고 참여하여 주시기 바랍니다.

안녕하세요, 3학년 *반 어린이 여러분!

이번 11월에 열릴 서울**초등학교의 학예회에 우리 반이 발표할 작품으로 '배추흰나비 한살이'를 주제로 하여 표현하기로 하였습니다. 1학기에 배추흰나비를 케일에 키우면서 알에서부터 나비가 되어 자라는 과정을 관찰하였던 것을 기억하시죠? 그래서 이번에 우리 반에서는 이 관찰한 내용을 주제로 하여서 노랫말로 표현하고 움직임으로 나타내려고 합니다. 자세한 사항은 아래를 참고하세요.

◆제목: 학급공연 공모 대회('배추흰나비 한살이 공연')

◆일시: 2013.10.21.(월) ~ 10.23.(수)

◆장소: 교실

◆신청: 3학년 *반 모둠별 접수

◆제출서류: 신청서 1부

◆발표형태: 3학년 음악교과서의 한 곡을 선택하여 '배추흰나비 한살이'를 관찰한 내용을 노랫말로 만들어 부르고, 움직임으로 표현하기



7 매체 및 자료활용계획

투입 매체	투입 시기	활용 계획
Eric Carle의 "The very hungry caterpillar"	상황제시 (1차시)	문제를 제시한 후에 학습자들이 문제를 해결하는데 도움을 주는 '문학적' 표현의 예로 사용할 수 있음. 이 이야기의 소재가 애벌레이기도 하고 반복적 표현을 통하여 재미있게 표현하는 사례로 제시함.
"곤충이 되어 여러 가지 이동움직임표현하기" 동영상	상황제시 (1차시)	메뚜기, 토끼, 애벌레가 움직이는 모습을 몸으로 표현한 것을 동영상으로 보면서 창의적 설계 단계에서 도움이 될 수 있음.
"콩, 너는 죽었다" (김용택 저)	상황제시 (1차시)	콩이 툭툭 튀겨서 쥐구멍 속으로 들어가는 장면을 표현한 사례를 재미있게 표현한 시를 보고, 노랫말을 만드는데 참고할 수 있음.

8 학습 활동지

The very Hungry 배추흰나비 애벌레

- 서울휘봉초등학교 3학년 _반 학예회 공모전 -

안녕하세요, 3학년 *반 어린이 여러분!

이번 11월에 열릴 서울**초등학교의 학예회에 우리 반이 발표할 작품으로 '배추흰나비 한살이'를 주제로 하여 표현하기로 하였습니다. 1학기에 배추흰나비를 케일에 키우면서 알에서부터 나비가 되어 자라는 과정을 관찰하였던 것을 기억하시죠? 그래서 이번에 우리 반에서는 이 관찰한 내용을 주제로 하여서 노랫말로 표현하고 움직임으로 나타내려고 합니다. 자세한 사항은 아래를 참고하세요.

◆제목: 학급공연 공모 대회

(‘배추흰나비 한살이 공연’)

◆일시: 2013.10.28.(월) ~ 11.8.(금)

◆장소: 교실

◆신청: 3학년 _반 모둠별 접수

◆제출서류: 신청서 1부

◆발표형태: 3학년 음악교과서의 한 곡을 선택하여 ‘배추흰나비 한 살이’를 관찰한 내용을 노랫말로 만들어 부르고, 움직임으로 표현하기



학습 계획 및 활동지

3학년 ()반 ()모둠 구성원 ()

1. 이번 활동의 목표를 적어봅시다.

--

2. 모둠이 해야 할 일을 순서대로 정리하여 봅시다.

순서	할 일

3. 발표에는 모둠원 모두의 노력이 필요합니다. 각자 해야 할 역할을 나누어 봅시다.

이름	역할

4. '배추흰나비 한살이'를 관찰한 사실을 정리하며 봅시다.

♣나를 반성해 보아요♣

나는 오늘 공부에 열심히 참여하였나요?



내가 잘하거나 부족한 부분은 무엇인가요?

오늘 공부하면서 알게 된 점, 느낀 점은 무엇인가요?

표현할모습

동작 방법

표현할모습

동작 방법

♣나를 반성해 보아요♣

나는 오늘 공부에 열심히 참여하였나요?



내가 잘하거나 부족한 부분은 무엇인가요?

오늘 공부하면서 알게 된 점, 느낀 점은 무엇인가요?

7. 배추흰나비의 한살이를 노래와 움직임으로 발표하여 봅시다. 내가 맡은 역할을 적고 멋지게 표현하여 봅시다.

내가 맡은 역할	노력할 점

♣나를 반성해 보아요♣

- 나는 오늘 공부에 열심히 참여하였나요?



- 내가 잘하거나 부족한 부분은 무엇인가요?

- 오늘 공부하면서 알게 된 점, 느낀 점은 무엇인가요?

9

평가지

■ 학습계획서 평가표(교사용)

	평가요소	평가 내용	우수 (3점)	보통 (2점)	미흡 (1점)
1	목표이해	제시한 시나리오를 보고 해결할 일이 무엇인지 알고 있는가?			
2	문제해결	배추흰나비를 표현할 과정이 순서대로 정리되어 있는가?			
3	역할분담	문제해결을 위해 공평하고 민주적으로 일을 나누었는가?			
4	문제해결	배추흰나비를 관찰한 내용이 자세한가? 노랫말과 움직임에 모습과 행동, 느낌이 효과적으로 나타나는가?			
5	의사소통	모둠원들간의 효과적이고 합리적인 의사소통을 통해 학습계획서를 작성하였는가?			

■ 학습계획서 평가기준표(교사용)

	평가요소	우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)
1	목표이해	배추흰나비의 관찰내용을 노랫말과 움직임으로 표현한다는 것을 알고 있다.	배추흰나비의 관찰내용을 노랫말과 움직임 중 한가지로 나타낸다고 알고 있다.	배추흰나비를 표현하는 방법을 알지 못한다.
2	문제해결	배추흰나비를 표현할 과정이 자세히 정리되었다.	배추흰나비를 표현할 과정이 대략적으로 정리되었다.	배추흰나비를 표현할 과정이 나타나지 않았다.
3	역할분담	공평하고 민주적인 절차를 통하여 모두가 동의하고 협력적으로 활동한다.	일이 공평하게 분배되지 않았으나 무난히 과제를 수행한다.	일이 공평하게 분배되지도 않고, 민주적인 절차도 지켜지지 않았다.
4	문제해결	관찰한 내용과 노랫말, 움직임이 잘 정리되어 있다.	관찰한 내용과 노랫말, 움직임이 대략 정리되어 있다.	관찰한 내용과 노랫말, 움직임이 정리되어 있지 못하였다.
5	의사소통	모둠원들이 모두 참여하여 민주적이고 합리적인 방법으로 의견을 교환하여 학습계획서를 작성하였다.	모둠원들이 대부분 참여하였으나 참여하지 않은 모둠원도 간혹 있었다.	민주적이고 합리적인 분위기 속에서 의견 교환이 이루어지지 않았다.

■ 성찰저널 평가표(교사용)

	평가요소	평가 내용	우수 (3점)	보통 (2점)	미흡 (1점)
1	참여도	학습활동에서 학습자로서의 자신의 기여도를 진술하였는가?			
2	학습과정	학습과정에서의 자신의 경험이 잘 드러나도록 진술하였는가?			
3	지식과 이해	배추흰나비의 한살이를 관찰한 내용을 나타내었는가?			
4	태도와 가치	과학적 탐구의 중요성을 깨달았는가? 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 표현하는가?			
5	흥미	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미를 표현하는가?			

■ 성찰저널 평가기준표(교사용)

	평가요소	우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)
1	참여도	학습활동에서 학습자로서의 자신의 기여도를 그 근거와 함께 자세히 작성하였다.	학습활동에서 학습자로서의 자신의 기여도를 작성하였으나 그 근거가 부족하다.	학습활동에서 학습자로서의 자신의 기여도가 잘 드러나지 않도록 성찰저널을 작성하였다.
2	학습과정	학습과정에서의 자신의 경험이 잘 드러나도록 진술하였다.	자신의 경험이 드러나도록 성찰저널을 작성하였으나 학습과정에서 벗어난 내용이 포함되어 있다.	성찰저널에 학습과정이나 자신의 경험에 대한 내용이 드러나 있지 않다.
3	지식과 이해	배추흰나비의 행동과 모습을 학습하고 있음을 잘 알고 있다.	배추흰나비의 행동과 모습을 학습하고 있음을 대략 알고 있다.	배추흰나비의 행동과 모습을 학습하고 있음을 파악하지 못한다.
4	태도와 가치	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 나타내었다.	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치 중 한 가지만 표현하였다.	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치가 나타나지 않았다.
5	흥미	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미와 참여의식이 잘 나타나있다.	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미가 표현되었다.	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미와 참여의식이 나타나지 않는다.

■ 마인드맵

나의 생각 그리기

()초등학교 ()학년()반 이름 : _____

※ 다음 주제에 보고 떠오르는 생각이나 느낌을 써 보세요.

(1) 1차 그리기 : 검은색 펜만을 사용해서 내용을 적어 넣습니다.

(2) 2차 그리기 : 학습을 마친 후 파란색 펜을 사용해서 추가해 주세요.

앞의 내용을 수정하거나 삭제할 수 있습니다.

배추흰나비

■ 마인드맵 평가표(교사용)

	평가요소	평가 내용	우수 (3점)	보통 (2점)	미흡 (1점)
1	지식과 이해	배추흰나비의 한살이를 관찰한 내용을 나타내었는가?			
2	기술	배추흰나비의 모습과 행동을 노랫말과 움직임으로 나타내었는가?			
3	태도와 가치	과학적 탐구의 중요성을 깨달았는가? 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 표현하는가?			
4	흥미	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미를 느끼고 즐겁게 참여하는가?			

■ 마인드맵 평가기준표(교사용)

		우수(3점)	보통(2점)	미흡(1점)
1	지식과 이해	배추흰나비의 우화과정에서 나타나는 행동과 모습을 자세히 나타내었다.	배추흰나비의 우화과정에서 나타나는 행동과 모습을 간단하게 나타내었다.	배추흰나비의 우화과정에서 나타나는 행동과 모습을 거의 표현하지 못하였다.
2	기술	배추흰나비 한살이의 각 단계를 관찰한 내용과 느낌을 포함하여 노랫말과 움직임으로 자세히 표현하였다.	배추흰나비 한살이의 각 단계를 관찰한 내용과 느낌을 포함하여 노랫말과 움직임으로 간단히 표현하였다.	배추흰나비 한살이의 각 단계를 관찰한 내용과 느낌이 드러나 있지 못하다.
3	태도와 가치	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치를 나타내었다.	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치 중 한 가지만 표현하였다.	과학적 탐구의 중요성과 생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 가치가 나타나지 않았다.
4	흥미	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미와 참여의식이 잘 나타나있다.	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미가 표현되었다.	생활 속 경험을 노래와 움직임으로 표현하는 재미와 참여의식이 나타나지 않는다.

■ 동료평가 및 자기평가