

SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과

유선해 (전남공업고등학교, 교사)

정진자^{*}(우석대학교, 교수)

〈요 약〉

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 도출하는데 목적을 두고 있다. 본 연구 대상은 편의 목적 표집에 의해 선정된 A광역시 B중학교 1학년 학습부진학생 3명이며, 실험은 단일 대상 연구 방법 중 대상자간 중다 기초선 설계 (multiple baseline design across subjects)에 의해 기초선, 중재, 유지 단계로 실시하였다. 중재 프로그램은 주 4회, 회기 당 45분씩 총 12주 동안 과학 교과 시간 및 과학 관련 주제 선택 시간에 진행하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 수업참여행동에 긍정적인 효과를 나타내었다. 둘째, SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 수업방해행동 발생빈도 감소에 긍정적인 효과를 나타내었다. 셋째, SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 과학학업성취도 향상에 긍정적인 효과를 나타내었다. 본 연구는 학습부진학생을 대상으로 한 SDGs 기반 STEAM 프로그램의 적용 효과를 입증하고 그 필요성을 확인하였다는 점에서 의의가 있다.

〈주제어〉 학습부진학생, STEAM 프로그램, 수업참여행동, 수업방해행동, 과학학업성취도

* 교신저자(chjj@woosuk.ac.kr)

I. 서 론

1. 연구 필요성

우리나라에서는 학습부진학생의 교육지원에 대한 높은 관심으로 ‘느린 학습자 지원법’, ‘기초학력 보장법안’ 등 교육적 지원 방안이 강화되고 있다. 교육부에서는 학습종합클리닉센터와 두드림학교를 운영하고 있으며, 각 시·도 교육청에서도 기초학력보장 계획을 수립하여 운영하고 있다(김애화 등, 2018). 이에 따라 현장 교사들은 학습부진학생들의 교육적 요구에 알맞은 지원을 제공해야 하며, 읽기, 쓰기, 그리고 수학과 과학, 사회 교과 등에서의 교과 내용과 방법에서의 전문성을 갖추어야 한다(강경숙, 이나영, 2006; 김애화, 박현, 2010). 초등학교 고학년 이상의 학습부진학생들에게는 도구교과인 읽기, 쓰기, 셈하기에 해당하는 3RS 뿐만 아니라 과학 교과에 대한 교육적 지원 역시 중요하다(김애화, 박현, 2010). 특히 중학교 학습부진학생들은 지속적인 학습부진 현상으로 선수학습 결손이 심각하게 나타나며, 중학교 과학 교과에서는 어려운 용어나 개념으로 인해 과학 교과에 대한 어려움도 많다(김수동 등, 1998; 이화진 등, 2009).

우리나라에서는 과학적 소양과 능력 개발을 위해 학습자의 능력에 상관없이 모든 이들이 과학교육에 참여하도록 과학교육을 강조하면서 초·중등 STEAM 교육 강화를 발표하였다(교육과학기술부, 2010). 2011 특수교육 기본교육과정 과학과에서는 과학과 교수·학습 모형으로 STEAM(융합인재교육)을 반영하였으며(교육부, 2014), 2015 개정 교육과정은 창의융합형 인재 양성을 목표로 ‘인문·사회·과학 기술에 관한 기초 소양 교육 강화, 미래 사회가 요구하는 핵심역량 함양을 하도록 하고 있다(김경자, 2017). 이는 세계적 이슈인 지속가능발전목표 달성을 위해 지속가능하지 않은 현실을 지속가능하게 만들고자 하는 노력이기도 하다(이선경, 2018). 즉 ‘창의성과 통합적 사고를 갖춘 책임 있는 시민을 양성’하는 과학교육 목적 달성을 위한 통합과 역량 중심의 과학교육 전략은 지속가능발전교육(Education for Sustainable Development, 이하 ESD)의 주제 및 방법이 될 수 있을 것이다(손연아, 2016).

지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, 이하 SDGs)는 2016년부터 2030년까지 전 세계가 지속가능한 발전을 이루기 위해 이행하기로 한 새로운 목표로서, 새천년개발목표(Millennium Development Goals, 이하 MDGs)를 넘어 지속가능발전(Sustainable Development, 이하 SD)의 3대 축인 사회발전, 경제성장, 환경보전을 위한 노력에 전 세계가 참여해야 함을 강조한다(이성희, 이상원, 2019). SD를 달성하는데 교육의 역할이 매우 중요하므로 ESD가 필요하다(유네스코한국위원회, 2019). 또한 특수교육에서 SDGs가 실현되면 특수교육대상자의 개별적 요구가 반영된 생애주기별 맞춤형 교육체계를 갖추므로써 특수교육대상자의 핵심역량을 강화하는 적절한 교육적 지원이 필요하다(윤수정, 2018).

세계적인 문제에 관심을 가지고 해결하는 노력이 과학수업에서 증가하며, 사회적 책임을 접

목한 과학교육을 과학수업에서 실현하기 위해 ESD를 과학교육에 접목시키도록 제안하고 있다(손연아, 2016). ESD와 과학교육의 접목은 국가차원에서도 관심을 받고 있으며, 미래세대가 갖추어야 할 과학적 역량에 SD가 중요한 부분을 차지한다(김지현 외, 2020). 이는 학생 개인의 특성에 맞는 문제해결능력과 잠재능력개발을 중요하게 여기는 교육목표 및 지향점이 STEAM 교육과 일치하며(신지연, 2017), 2015 개정 과학교육과정에서 추구하는 방향성의 하나인 융합인재교육(STEAM)과도 일치한다고 할 수 있다(손연아, 2012, 2016).

우리나라 과학교육은 6차 교육과정에서 STS(Science-Technology-Society)가 도입되었고, STEM교육에 심미성을 강조하는 Arts(예술)분야가 추가되어 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics, 이하 STEAM)을 교육 정책으로 하고 있다(교육과학기술부, 2010; 홍승호 외 2019). STEAM의 목표는 창의적인 설계와 감성적인 체험을 통해 미래 과학기술인재를 양성하는데 있다(백윤수 외, 2011). STEAM 프로그램을 적용한 과학 수업은 과학에 대한 핵심 개념에 주의를 집중하면서 다양한 체험을 통해 과학적 현상에 대한 이해를 높이고 과학적인 탐구 능력을 개발하는데 유용하다(유선해, 2010).

특히 과학교과는 모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르기 위한 교과이다(교육부, 2015). 하지만 교사들은 장애 학생 특성에 적절한 교육적 지원 및 수업 방법에 대한 지식 부족과 어려움을 나타내고 있다(강경숙 외, 2006). 또한 장애 학생들은 학년이 올라갈수록 학습 결손 및 학습 흥미와 동기 부족 등으로 과학 수업 참여 및 학업성취도에 어려움이 나타난다(유선해, 2010).

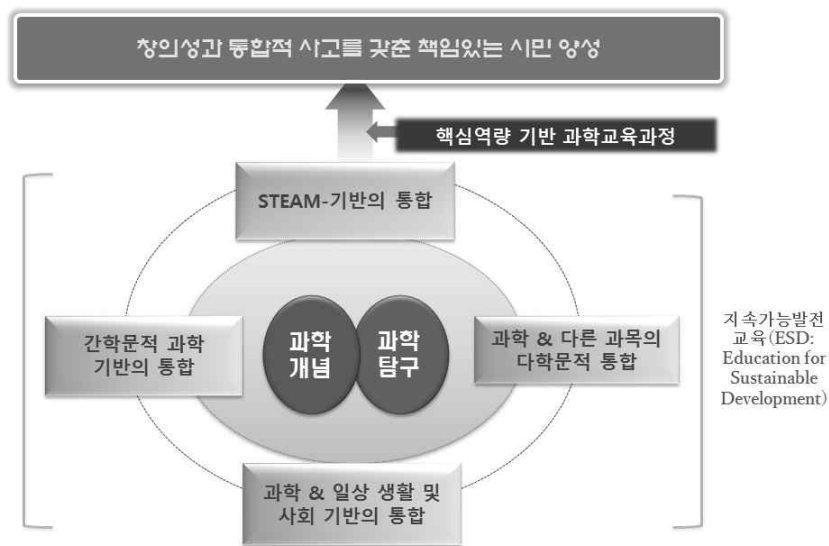
학습부진학생의 경우에는 특수교사가 국어와 수학 교과에서 공통 교육과정을 조정하는 수준으로 지원이 이루어지고, 다른 교과들은 일반학급에서 별다른 조정 없이 수업을 받게 되는 경우가 많고, 지적장애와 자폐성 장애 등 다양한 특성을 가진 학생들이 배치되고 있어서, 학습부진학생의 교육적 요구에 적합한 맞춤형 교육을 실현하는 데 한계가 있다(김애화, 김은주, 2018). 또한 교사들은 장애 학생들이 과학 교과의 내용과 수준에 따라 부분 참여하거나 배제되는 경향이 있어 과학 수업에 완전히 참여하지 못하고 있음을 지적하고 있다. 그리고 장애학생들은 기초학습 기술과 학습 흥미도 등이 낮아 수업 참여에 어려움이 있다(권효진, 2012). 그러므로 학습부진학생들이 과학수업에 흥미를 갖고 과학적인 현상을 탐구하면서 수업에 몰입할 수 있게 하는 다양한 교수매체와 교수방법의 적용이 필요하다.

그동안 특수교육에서 과학교과 관련 STEAM 적용 연구는 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램의 효과(김정수 2018a, 2018b) 및 지적장애학생의 과학학습관련 연구(김정수, 신현기, 2015; 김정수, 이태수, 2018), STEAM 기반 인체학습 프로그램(김정민, 정동영, 2014), 발달장애학생의 탐구기능과 과학학습태도(김영미, 이은정, 2014), 학습부진아의 로봇활용 STEAM교육과 과학관련 연구(유현상, 이철현, 2015)가 있다. 즉 과학중심 STEAM 프로그램은 학생의 과학 수업참여도 향

상에 긍정적인 영향을 미치며(진민혜, 신영준, 2016), 학생들의 상호작용 촉진 및 자기 주도적 학습과 참여형 수업을 가능하게 함으로써 과학학습에 대한 긍정적인 경험 향상에 긍정적인 영향을 미친다(강영숙 등, 2016; 문주영, 신영준, 2018; 한신 등, 2020). 또한 STEAM의 학습 준거는 지적장애학생의 과학과 교수-학습방법과도 관련성이 높으며(이대식, 2006), 학습에 대한 흥미를 갖지 못하고 과학교과에 대한 자신감이 부족한 학습부진아들에게는 STEAM을 적용한 과학수업이 과학교과 흥미도와 가치향상을 촉진시킬 수 있는 대안으로 제안되고 있다(유현상, 이철현, 2015). 특히 STEAM 프로그램을 지적장애학생에게 적용한 경우 지적장애학생의 학습활동에서 긍정적인 변화가 나타남으로써 특수교사의 교수 활동에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(김정수, 2018b).

또한 과학중심 STEAM 프로그램은 학생들의 과학학습에 대한 어려움이나 불안감에도 포기하지 않는 원동력 등 과학학습에 대한 긍정적인 경험과 학생들과의 적극적인 의사소통이 학생들의 수업참여를 촉진하는 수단으로 입증되고 있으며(문주영, 신영준, 2018) 융합교육에 의한 과학교과 STEAM 교육은 기존수업과는 다른 새로운 방식에 대한 흥미를 느꼈기 때문에 학생들은

학교에서 경험한 STEAM 교육의 만족도가 높았으며, 융합교육 이후 관련 교과에 대한 학습동기와 흥미가 생겼다(최현정, 2015). 지속가능발전교육(ESD)은 환경교육을 핵심으로 하여 사회, 경제적 개념을 포괄하는 광범위한 주제와 영역을 다루는 융합 교육으로써 과학, 기술, 공학, 수학, 예술 기반의 주제 중심 STEAM에 적합한 분야이다(신지연, 2017).



〈그림 1〉 책임 있는 시민 양성을 위한 과학교육의 구조의 제안

출처: 손연아(2016). 사회적 책임을 접목하기 위한 과학교육의 구조 및 지속가능발전 교육과의 통합교육 전략 제안. 교육문화연구, 22(6), p. 293.

STEAM-기반, 간학문적, 다학문적, 사회기반의 통합을 통한 지속가능발전교육(ESD)으로 과학교육의 목적을 달성하는 구조는 <그림 1>과 같이 제시할 수 있다(손연아, 2016).

특수교육 관련 연구는 SDGs 실현을 위한 특수교육법제 관련 연구(윤수정, 2018)가 있다. SDGs-STEAM과 관련한 선행연구 결과 과학교육에서 적용 가능한 방법은 융복합교육에서 다루는 내용이나 주제와 연관하기, 지속가능발전교육과 관련된 역량 중심 접근하기, 학교 전체적으로 접근하기 등이 있었다(신지연, 2017).

이에 학습부진학생을 대상으로 한 SDGs와 STEAM을 연계한 과학교과지도에 관한 연구가 필요하다고 인식되어, 중학교 1학년 지구의 변화 단원을 중심으로 SDGs 기반 STEAM 프로그램을 개발·적용하여 학습부진학생의 변화를 살펴보았다. 이는 교육적 지원이 필요한 학생도 가치 있는 동료로서 과학 수업에 참여하도록 하는 과학교육 활동에 관한 이해를 제공해 주면서, 일반 수업 환경에서 학습부진학생의 과학수업지원에 관한 시사점을 제공하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구의 목적은 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동, 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 검증하고자 다음과 같은 연구문제를 선정하였다.

- 첫째, SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동에 미치는 효과는 어떠한가?
- 둘째, SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업방해행동에 미치는 효과는 어떠한가?
- 셋째, SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 과학학업성취도에 미치는 효과는 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구대상은 A광역시 B중학교 1학년에 재학 중인 전체 학생을 대상으로 교육청 주관 기초학력 진단 검사를 실시하고 아래 기준에 의하여 중학교 1학년 학습부진학생 3명(남 2명, 여 1명)을 선정하였다.

첫째, 중학교 교과별 기초학력 진단평가 결과, 국어, 영어, 수학, 과학 과목 성취도가 E(평균 60점 미만) 혹은 동학년 하위 5% 이하의 성취도를 나타내면서 3R's(읽기, 쓰기, 셈하기) 진단 검사 결과 1개 이상 수업 대상인 학생

둘째, SDGs 기반 STEAM 프로그램을 활용한 과학교과 활동 경험이 없는 학생

셋째, SDGs 기반 STEAM 프로그램을 활용한 과학교과 활동에 학생이나 학부모가 동의한 학

생의 경우를 참여자로 선정하였다.

연구 참여 학생의 구체적인 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 연구대상의 일반적 특성

구분	학생 A	학생 B	학생 C
성별	여	남	남
연령	13년 7개월	13년 3개월	13년 10개월
지능검사:K-WISC-III	97	99	90
기초학력	국어	30.7	43.9
	수학	20.8	27.4
진단검사	영어	24.1	40.6
	과학	30.7	27.4
3R's 검사	읽기	68	68
	쓰기	68	60
	셈하기	52	40
기초학력 진단 검사 결과 (과목 석차 백분율 및 하위)	- 수학: 98.53%, 하위 3%	- 수학:97.06%, 하위 3%	- 수학: 97.06%, 하위 3%
	- 영어: 97.06%, 하위 3%	- 영어: 97.06%, 하위 3%	- 영어: 94.12%, 하위 10%
	- 국어: 95.59%, 하위 5%	- 국어: 100%, 하위 3%	- 국어: 98.53%, 하위 3%
	- 과학: 95.59%, 하위 5% 이하이면서 성취 수준 E(60점 미만)	- 과학: 98.53%, 하위 3% 이하이면서 성취 수준 E(60점 미만)	- 과학: 95.59%, 하위 5% 이하이면서 성취 수준 E(60점 미만)

2. 연구 도구

1) 선별 및 측정도구

(1) 교과별 기초학력 진단 검사

A광역시 주최로 2019년 3월 11일 교과별 기초학력 진단검사를 실시하였다. 교과별 기초학력 진단 검사(충남대학교 응용교육측정평가연구소, 2019)는 중학교 1학년 국어, 수학, 영어, 과학 교과의 G형 검사지로 각 30문항이며 초등학교 6학년 성취기준을 적용한 것이다. 국어는 듣고 말하기 6문항, 읽기 8문항, 쓰기 4문항, 문법 4문항, 문학 8문항이며, 수학은 수와 연산 7문항, 도형 7문항, 측정 6문항, 규칙성 7문항, 확률과 통계 3문항이다. 영어는 듣기 17문항, 읽기 11문항,

쓰기 2문항이다. 과학은 운동과 에너지 7문항, 물질 7문항, 생명 8문항, 지구과학 8문항이며, 3월 25일에서 29일까지 과학 교과 시간에 검사하였다.

(2) 3R's 검사

3R's 검사(충남대학교 응용교육측정평가연구소, 2019)는 교육청에서 제공하는 읽기, 쓰기, 셈하기 검사이다. 본 연구에서는 초등학교 4학년 성취기준을 적용한 '쑥쑥1'을 사용하여 읽기, 쓰기, 셈하기를 검사하였다.

(3) 과학학업성취도 검사

중재 전 빛과 파동 단위 평가 문항은 한국교육과정평가원의 기초학력향상지원 사이트 '꾸꾸'(http://www.basic.re.kr)의 진단평가 과학 단위 기출 문항 중 20문항을 사용하였다. 중재 후의 평가 단위인 지구의 변화 단원은 2015 개정 교육과정에서 추가된 단원으로 '꾸꾸'에 단위 기출 문항이 제공되지 않았다. 따라서 단원의 성취기준 및 평가 기준을 분석하여 2017년에서 2019년까지 3년간 국가 수준 학업성취도 중학교 3학년 과학평가 문항 중 지구의 변화 단원의 문항에서 발췌하여 총 20문항의 단위평가 검사 도구를 구성하였고, 과학 전공 교수 1인과 경력 15년 이상의 과학교사 3인과의 협의를 통하여 문항의 타당성을 확보하였다.

학업성취도 문항 구성은 <표 2>에 나타난 바와 같이 총 20문항으로 지식 5문항, 이해 8문항, 적용 2문항, 자료 해석과 일반화 3문항, 문제발견과 해결방안 2문항이었다. 검사의 내적 신뢰도는 .824이었다.

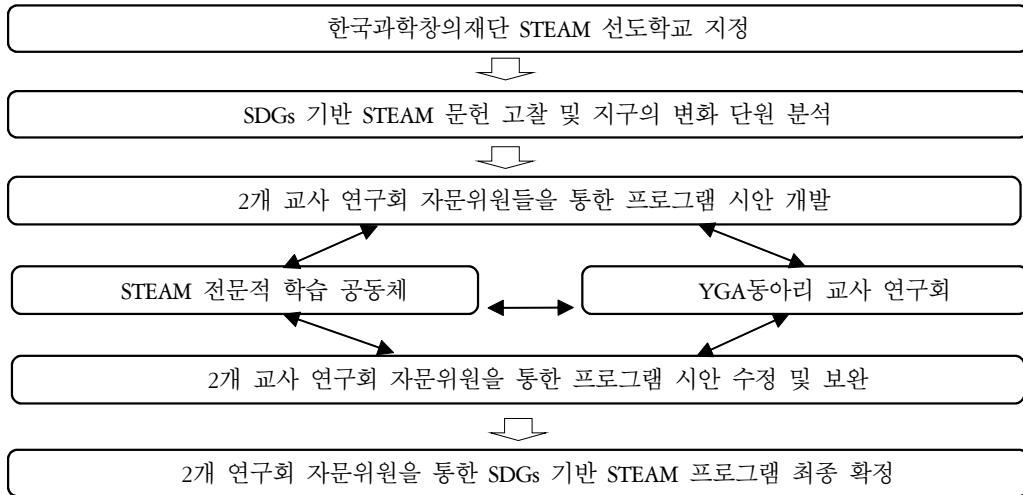
<표 2> 학업성취도 문항 구성

구성요인	문항수	문항번호	신뢰도
지식	5	1, 6, 7, 11, 13	.845
이해	8	2, 4, 5, 9, 10, 12, 17, 18	.828
적용	2	3, 14	.819
자료해석과 일반화	3	8, 15, 19	.812
문제발견과 해결방안	2	16, 20	.816
전체	20		.824

2) 중재도구

연구대상이 소속된 학교는 2019년부터 2020년까지 한국과학창의재단의 STEAM 선도학교이며, 연구자는 2019년도부터 'STEAM 전문적 학습공동체' 회원으로 STEAM 프로그램을 개발하였다.

2017년부터 YGA 교사 연구회에서 SDGs 기반 프로그램을 연구하고 수업에 적용하였다. SDGs 기반 STEAM 프로그램 개발 과정은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> SDGs 기반 STEAM 프로그램 개발 과정

‘STEAM 전문적 학습공동체’와 ‘YGA 교사 연구회’(아프리카에 식수 공급을 위한 Team & Team NGO 단체 소속) 교사들을 중심으로 연구 프로그램 개발을 위한 자문위원을 구성하였다. 2개 교사 연구회 자문위원 8명은 2개 교사 연구회 회원으로 교직 경력 15년 이상 교사로서 프로그램을 수정하고 보완하여 연구목적에 가장 적합한 6개 프로그램으로 SDGs 기반 지구의 변화 단원 STEAM 프로그램 24차시를 개발하였다. 프로그램 개발 후 특수교사 경력 10년 이상 1인과 과학 교사 경력 15년 이상의 교사 3명과 과학교육 전공 교수 1인과의 협의를 거쳐 내용 타당도 검증을 실시하였다.

SDGs 기반 STEAM 지도안의 예는 <표 3>과 같다.

지구의 변화 단원에서 SDGs 세부 목표를 기반으로 개발한 STEAM 프로그램 개요는 <표 4>와 같다.

3. 연구 절차

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 단일대상 연구방법 중 대상자간 중다 기초선 설계(multiple baseline design)를 사용하였고, 실험은 기초선, 중재와 유지 단계로 실시되었다. 또한 과학학업성취도에 미치는 영향은 사전 사후 검사를 실시하여 알아보았다. SDGs 기반 STEAM

〈표 3〉 지구의 변화 단원 SDGs 기반 STEAM 지도안(예)

지권의 구조	지속가능 지구계 실천 - 미세먼지 제거 수직정원 및 아두이노 이용 미세먼지 측정기 제작				
SDGs 세부목표	3.9 대기, 수질, 토지 공해 및 오염으로 인한 질병 건수 감소 11.6 대기질 관리 주의로 도시의 1인당 부정적 환경영향 감소 13b. 기후변화 관련 메커니즘 장려, 15.5 생물다양성 손실 중지				
학습 목표	1. 지구계의 구성 요소 탐구 및 지속가능한 도시의 삶을 위한 방법 찾기. 2. 기후 변화와 그 영향을 방지하기 위해 적극적으로 생활에서 실천하기.				
STEAM 교수·학습 준거	상황 제시	지속가능한 도시 생활을 위하여 교실 안에서의 미세먼지를 제거하고 측정하는 장치를 만들어 볼 수 있을까?			
	창의적 설계	지구계를 구성하는 기권, 지권, 수권, 외권 등을 이해하고, 지속가능한 지구계를 위해 미세먼지 제거용 수직정원 장치를 설계하고, 재활용품으로 제작 후, 아두이노를 이용한 미세먼지 측정기의 원리를 탐구하고 교실 미세먼지를 측정, 비교한다.			
	감성적 체험	제작한 장치로 교실 미세먼지의 농도를 1주 동안 측정하여 결과 발표, 지속가능한 지구계 실천 경험을 나눈다.			
	차시	내용	세부목표	STEAM 요소	관련교과
세부 내용	1차시	지구계 구성요소 탐구 및 기후변화 위험, 미세먼지 발생원인 및 유해성 조사 및 발표	SDGs3.9 SDGs13b	S, E :지구계 구성요소, 기후변화위험 미세먼지 조사 A : 조사 내용 발표	과학 수학
	2차시	미세먼지 제거용 수직정원 장치를 설계하고, 재활용품을 이용하여 창의적으로 제작	SDGs11.6 SDGs13b	S : 식물과 미세먼지 연관성 E : 수직정원 설계 A : 재활용품 정크 아트 제작	미술
	3차시	미세먼지 측정 센서 원리 및 아두이노 코딩	SDGs13b	E, T : 먼지 측정센서 원리 탐구, 센서와 아두이노 연결 M : 먼지 측정 센서 코딩	기술 사회
	4차시	수직정원 장치 제작, 설치 후 미세먼지 농도 측정	SDGs13b SDGs15.5	E : 수직정원 설치 S : 미세먼지 농도 측정 및 식물 재배, 관찰 기록	주제 선택
	5차시	미세먼지 농도를 측정한 결과를 그래프로 그리고 원인 분석, 실천방안 발표	SDGs3.9 SDGs11,6	S, M : 미세먼지 농도 분석 A : 지속가능지구계를 위한 실천 방안 마인드맵 발표	융합 계구성
평가 방법	관찰 평가(참여도, 발표), 산출물 평가(설계도, 완성작품), 학생 평가(자기 평가)				

프로그램 적용 수업은 총 12주 동안 주 4회씩 실시하였으며, 각 회기 당 45분씩 과학교과 시간 및 과학 관련 주제 선택 시간에 이루어졌다.

〈표 4〉 지구의 변화 단원 SDGs 기반 STEAM 프로그램 개발 개요

중 단원	STEAM 프로그램	SDGs 세부 목표	STEAM 요소	차시
지권의 구조	지속가능 지구계 실천-미세먼지 발생원인, 유해성 조사 및 미세먼지 제거용 수직 정원 설치 효과 탐구	3.9 11.6 13b 15.5	S: 식물과 미세먼지 연관성 탐구 T: 아두이노 먼지 측정 센서 원리 E: 먼지 측정 센서와 아두이노 연결 A: 재활용품 정크 아트 작품 제작 M: 아두이노 먼지 측정 코딩	5
	지속가능한 학습 기회 실천-사운드 센서 이용 기후변화 위험 경고 및 지권의 구조 입체 지권 모형 제작	3.9 4.7a 13.3	S: 지권 구조, 기후변화위험 탐구 T: 아두이노 사운드 센서 원리 E: 사운드 센서와 아두이노 연결 A: 입체 지권 모형 작품 제작 M: 아두이노 사운드 센서 코딩	5
지각의 구성	지속가능한 물과 위생관리-온도 습도 센서 부착 암석 이용 오염수 정화 작품 제작	6.3 12.5 14.1 15.5	S: 지각 구성 암석 특징 탐구 T: 아두이노 온도 습도 센서 원리 E: 온도 습도 센서와 보드 연결 A: 오염수 정화 작품 제작 M: 아두이노 온도 습도 센서 코딩	2
	지속가능한 평화-암석 구성 광물과 RGB LED 센서 이용 세계 평화 캠페인	5.1 12.2 16.2	S: 암석 구성 광물과 평화의 관계 T: 아두이노 LCD 1602 원리 탐구 E: LCD 1602와 보드 연결 A: LCD 1602 작품 제작 M: LCD 1602 문자열 코딩	3
	지속가능한 농업-내가 사는 땅을 비옥하게 프로젝트(커피 찌꺼기 재활용 텃밭, 도트 매트릭스 안내판 제작)	1.5b 2.1 15.3	S: 커피 찌꺼기의 재활용 탐구 T: 아두이노 도트 매트릭스 원리 E: 도트 매트릭스와 아두이노 연결 A: 아두이노 텃밭 안내판 설계 M: 아두이노 도트 매트릭스 코딩	6
지권의 운동	지속가능한 포용적인 사회-시각장애용 화산대, 지진대 알림 수동부저 이용 입체세계지구본 제작 및 지열발전 탐구	4.7a 7.1	S: 화산대, 지진대, 지열발전 탐구 T: 아두이노 수동 부저 원리 E: 수동 부저와 아두이노 연결 A: 입체 화산대 지진대 작품 제작 M: 아두이노 수동 부저 코딩	3
계				24

1) 실험 기간

본 연구는 주 4회씩 실시하였으며, 각 회기 당 45분씩 진행하였다.

2) 실험 장소

본 연구는 연구자가 근무하는 중학교 교실에서 중재를 실시하였다. 연구자가 근무하는 학교는 SDGs 기반 STEAM 프로그램 적용 교육활동을 실시하기에 용이한 교육환경을 갖추고 있다. 2019년부터 2020년까지 STEAM 선도학교로써 무한상상실이 구축되어있어 목공실과 융합인재교육 학생 참여 중심 수업 환경을 갖추고 있다. 실험 실습용 과학실험실 3개와 소프트웨어학습실 1개가 있어서 과학 수업 시간에 학생 1인당 노트북 1대와 스마트패드 1대가 활용 가능하다.

3) 중재 절차

(1) 기초선

기초선은 과학 수업 시간 및 과학 관련 주제 선택 시간에 대상학생 A, B, C를 관찰하여, 동영상 촬영(활동 시작 후 45분 동안)으로 자료를 수집하였다. 대상학생 A는 연속 4회기 관찰 후 3회 연속 기초선이 안정세를 보일 때 중재 하였으며, 대상학생 B와 C는 관찰 후 중재 직전에 3회기 연속 안정세를 보일 때 중재하였다.

(2) 중재

중재는 중학교 1학년 지구의 변화 단원 SDGs 기반 STEAM 프로그램으로 대상학생 A, B, C에게 각각 45분씩, 주 4회 진행하였고, 기초선 단계에서 대상학생 A의 자료가 3회기로 안정된 후 시작하였다. 대상학생 B에 대한 중재는 기초선에 비해 대상학생 A의 수업참여행동 발생비율의 변화 추이가 증가하는 것이 확인될 때 시작하였고, 이때 대상학생 C의 기초선 관찰은 계속되었다. 같은 순서에 따라 대상학생 B의 중재효과가 나타날 때 대상학생 C에게 중재를 실시하였다. 중재기간의 경향선 상승세가 나타나고, 중재 후반에 중복비율이 없고 상승세의 반전 가능성이 30% 이하일 때 중재를 중단하였다. 중재는 이를 기반으로 대상학생 A는 24회기, B는 22회기, C는 20회기 실시하였다. 중재는 도입, 전개, 마무리로 구성되었고 SDGs 기반 STEAM 프로그램 진행 절차는 <표 5>와 같다.

(3) 유지

유지는 중재 효과가 유지되는지 살펴보기 위해 중재 종료 2주 후에 기초선과 동일한 조건의 과학 수업 및 과학 관련 주제 선택 시간에 대상학생 A, B, C의 활동 모습을 연속 3회기 45분씩 촬영 후 변화를 관찰하였다.

〈표 5〉 SDGs 기반 STEAM 프로그램 진행 절차

단계	수업(활동) 과정	STEAM 요소
학습 목표	지구계를 구성하는 기권, 지권, 수권, 외권, 생물권을 이해하고 지속가능발전목표와 연관 지어 미세먼지의 발생원인 및 유해성을 조사하고 발표할 수 있다	
도입 (7분)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 전시 학습 확인: 소리의 3요소 비교 발표 ▷ 분시 학습 목표 확인 ▷ 생각 열기 및 나눔 <ul style="list-style-type: none"> - 지속가능발전목표(SDGs) 소개 동영상 시청 후 소감 발표 	S, E: 스마트패드 로 지구계 구성요 소, 기후변화 위험 과 미세먼지 원인 유해성 조사
전개 (30분)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 탐구 1 <ul style="list-style-type: none"> - 지구계의 구성요소 5가지의 교과서 내용 행동으로 읽기 - 각 구성요소의 특징 학습 활동지에 기록 및 발표하기 - 지구계 구성요소 중 현재 직면하고 있는 위험성과 연결된 지속가 능발전목표(SDGs)를 찾아보고 발표하기 ▷ 탐구 2 <ul style="list-style-type: none"> - 스마트패드로 미세먼지 발생 원인 및 유해성 조사 - 조사 내용 그래프로 나타내기 - 모듈별 각자 조사한 내용으로 지구계의 구성요소 5가지와 연관 지 어 미세먼지 예방 정크 아트 작품 설계하기 	A, T: 정크 아트 작품 설계 M: 미세먼지의 원 인 및 유해성 그 래프 이해
정리 (8분)	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 분시 학습 정리: 탐구1.2 결과 정리 ▷ 차시 예고 : 재활용품 이용 수직정원 설계 	

4. 자료 처리

1) 관찰 및 측정

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 중학교 1학년 학습부진학생의 수업참여행동과 수업 방해행동 및 과학학습성취도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 실시되었다. 대상학생 A, B, C의 동영상 촬영 후 수업참여행동 및 수업방해행동에 대한 발생빈도를 측정하였다. 기초선, 중재, 유지 기간 동안 수업시간 45분을 동영상 촬영하였다. 촬영된 동영상을 보면서 사건기록법을 적용하여 수업참여행동 및 수업방해행동이 나타날 때 주 관찰자인 연구자와 본 연구에 대해 훈련 받은 특수교사 1인의 보조 관찰자에 의해 발생빈도를 측정하였다.

자료 분석은 대상자간 중다 기초선 설계에 의한 사건기록법으로 발생빈도를 측정하여 측정된 자료의 결과를 표와 그래프로 제시하였다. 대상학생의 기초선, 중재, 유지 단계에서 나타난 자료에 대해 경향선, 평균선, 즉각성, 비중복비율(Percentage of Nonoverlapping Data:PND)을 사용하여 중재의 효과성을 제시하였다(Scruggs & Mastropieri, 2013).

비중복비율은 기초선과 중재 단계 사이에서 중복되지 않는 자료 값의 비율을 계산하여 효과 크기를 확인하는 방법으로, 산출된 값의 범위 90% 이상은 중재 효과 큼, 70%~90%은 중간 정도 효과, 50%~70% 사이는 효과 작음, 50% 이하 효과가 없음으로 분류하였고(Banda & Therrien, 2008; Scruggs & Mastropieri, 2013) 비중복비율의 계산방법은 다음과 같다.

$$\frac{\text{기초선의 최고점보다 높은 중재 단계 자료점의 개수}}{\text{중재단계의 전체 자료점의 개수}} \times 100 = PND(\%)$$

2) 수업참여행동 및 수업방해행동의 조작적 정의

대상학생 A, B, C의 수업참여행동 및 수업방해행동의 발생빈도 측정을 위해 최아람, 김은경(2018)의 ‘수업참여행동과 수업방해행동’의 조작적 정의를 기초로 본 연구의 목적에 맞도록 수정·보완하여 사용하였고, 조작적 정의는 <표 6>과 같다.

<표 6> 수업참여행동과 수업방해행동의 조작적 정의

표적 행동	조작적 정의	
지시 따르기	교사가 질문을 하거나 수업 관련 활동을 요청했을 때, 5초 안에 말로 대답하거나 활동을 수행하기	
수업 참여 행동	주의집중	학급이나 개인에게 교사가 말하거나 정보를 제공할 때, 자리에 앉아서 교사, 수업 관련 자료 또는 정보를 제시하는 교사를 5초 이상 쳐다보기
	과제 수행	독립적인 수행 과제가 주어졌을 때, 교사나 또래에게 과제 수행을 위한 질문을 하거나 도움을 요청하기 예) 답을 잘 모를 때 교사 또는 또래에게 “이거 답이 뭐야” 하고 질문하는 행동
수업 방해 행동	과제 비참여 행동	수업 활동과 관계없는 말이나 행동하기 예) 수업 시간 모듈별 토의를 하는 도중 과제와 관련 없는 말을 하거나 다른 곳을 쳐다보는 행동
	엎드리기	수업 시간에 활동을 시키면 활동을 하지 않고 책상에 30초 이상 엎드리는 행동
	남의 물건 만지기	수업 도중 또래의 필통이나, 볼펜, 지우개 등을 만지거나 1분 이상 가지고 있는 행동

출처: 최아람, 김은경(2018)의 수업참여행동과 수업방해행동의 기준을 참조하여 본 연구의 목적에 맞게 구성한 것임.

5. 관찰자간 신뢰도

본 연구의 관찰자간 신뢰도는 연구자, 특수교육 경력 10년의 특수교사 1인, 교육경력 20년의 과학교사 1인이 각각 동영상 자료를 관찰하고 각 관찰자들이 독립적으로 기록한 자료를 통해 산출하였다. 각 관찰자에게 수업참여행동 및 수업방해행동의 조작적 정의, 측정방법의 숙지 후 관찰자 간 자료의 일치도가 90% 이상 될 때 신뢰도를 측정하였다.

관찰자간 신뢰도는 기초선, 중재와 유지 단계를 포함한 전체 중재 회기 자료 중 25%를 무작위로 선택하여 관찰하였다. 관찰자간 신뢰도 산출은 다음과 같이 계산하였다. 그 결과 평균 92.5%로 나타났다. 관찰자간 신뢰도는 <표 7>과 같다.

$$\text{신뢰도}(\%) = (\text{일치도 빈도} / \text{일치 빈도} + \text{불일치 빈도}) \times 100$$

<표 7> 관찰자간 신뢰도 평균 및 범위(단위 %)

구분	기초선	중재	유지	평균
학생 A (범위)	92.2 (93.3-95)	92.6 (91.8-94)	92.3 (91.7-95.7)	92.4 (91.7-95.7)
학생 B (범위)	91.7 (88.3-98.3)	93.0 (91.7-96.7)	93.4 (91.7-100)	92.7 (88.3-100)
학생 C (범위)	92.3 (91.7-95)	92.2 (93.3-95)	93.1 (88.2-100)	92.5 (88.2-100)
계	92.1 (88.3-98.3)	92.6 (91.7-96.7)	92.9 (88.2-100)	92.0 (88.1-100)

6. 중재 충실도

중재 충실도를 확인하기 위해 박애란과 김애화(2010)의 연구를 참고하여 홍점숙과 방명애(2014)가 작성한 것을 바탕으로 활동 연구 문제를 중심으로 10문항을 재구성하였다. 중재 충실도는 특수교육경력 10년 이상의 특수교사 2인, 교육경력 20년의 과학교사 1인에게 녹화된 중재 회기 중 30%의 동영상을 보며 체크리스트에 채점하도록 하였으며, 중재충실도에 참가자는 중재에 대한 상세한 설명과 훈련을 받은 교사들이다. 중재 내용을 바탕으로 10문항 5점 Likert 척도를 사용하여 (문항의 합계 점수/전체점수)×100으로 산출하였다. 그 결과 평균 91.5%로 나타났다.

7. 사회적 타당도

중재에 대한 사회적 타당도는 본 연구의 중재가 종료된 후 특수교육경력 10년 이상의 특수교사 2인, 교육경력 15년 이상의 과학교사 3인 총 5명을 대상으로 중재 절차와 결과가 사회적으로 타당한지를 평가하였다. 사회적 타당도 검사는 임대섭과 방명애(2010)의 연구를 참고하여 홍점숙과 방명애(2014)가 작성한 것을 바탕으로 10문항으로 재구성하여 사용하였다. 사회적 타당도 질문지는 5점 Likert 척도를 사용하여 (획득점수/총 문항 점수)×100으로 산출하였으며, 그 결과 평균은 91.0%로 나타났다.

III. 연구 결과

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위한 목적으로 실시되었다. 자료 분석은 대상자간 중다 기초선 설계에 의한 사건기록법으로 발생빈도 측정을 하였고 측정된 자료의 결과를 그래프와 표로 제시하였다. 그래프는 기초선, 중재, 유지단계의 자료로 제시하였고 표에는 평균과 범위, 비중복비율(percentage of non-overlapping data points: PND)을 제시하였다.

1. 학습부진학생의 수업참여행동에 미치는 효과

1) 수업참여행동 총 발생빈도

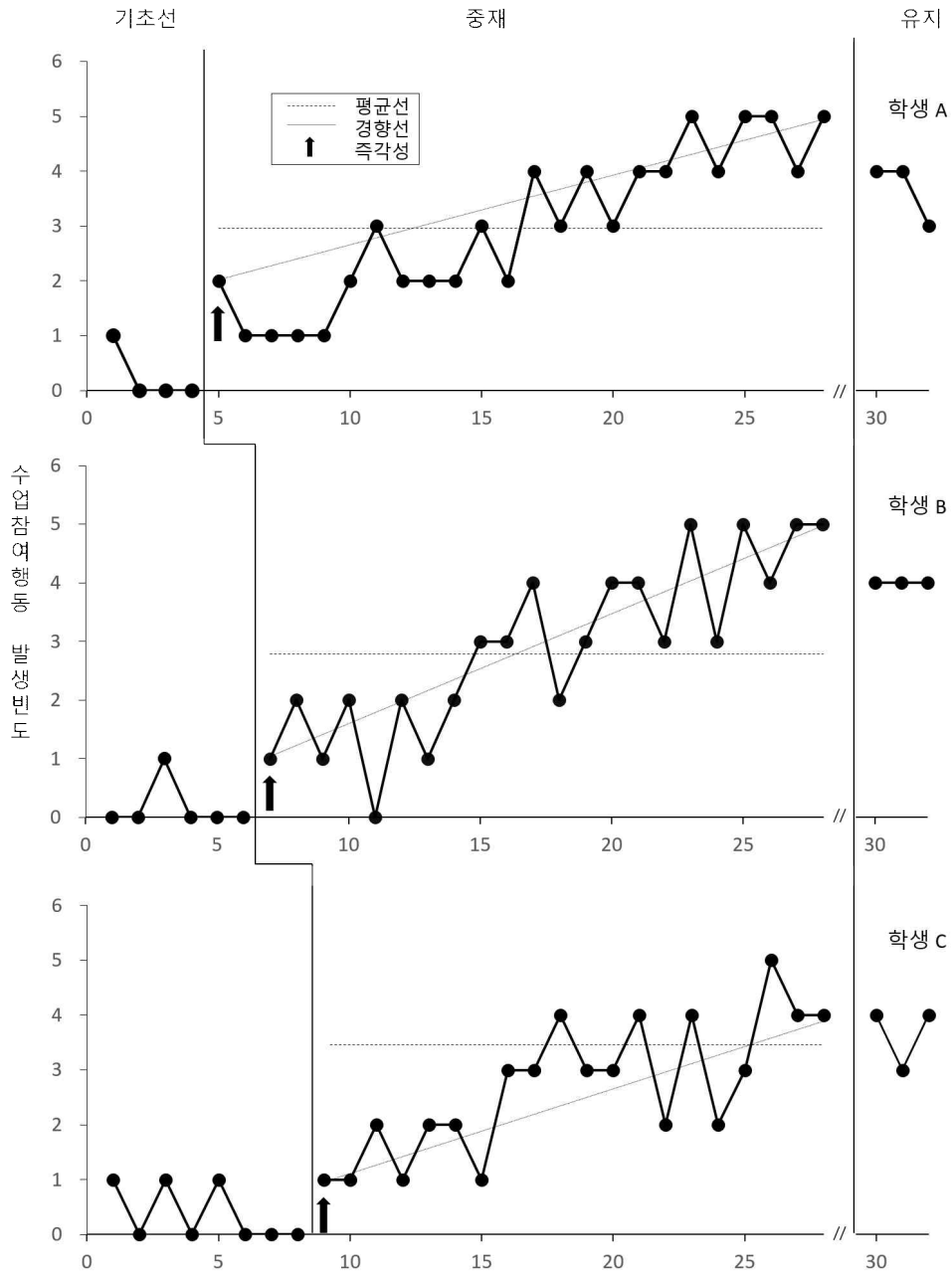
본 연구의 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동에 미치는 효과에 대한 발생빈도의 결과, 대상학생 A, B, C 모두 수업참여행동 총 발생빈도가 증가되었다.

대상학생의 수업참여행동 총 발생빈도 그래프는 <그림 3>과 같다.

첫째, 대상학생 A는 기초선 단계에서의 평균빈도 0.25회, 중재초기 5회에 1.2회, 중재종료 전 5회에 4.6회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 3.00회로 나타났다. 대상학생 B는 기초선 단계에서의 평균빈도는 0.29회, 중재초기 5회에는 1.4회, 중재종료 전 5회에는 4.4회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 2.90회로 나타났다. 대상학생 C는 기초선 단계에서의 평균빈도는 0.38회, 중재초기 5회에는 1.4회, 중재종료 전 5회에는 3.6회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 3.4회로 나타났다.

둘째, 중재단계에서 대상학생들의 경향선은 대상학생 A, B, C 모두 긍정적인 방향으로 상승되어 나타났다.

셋째, 즉각성은 대상학생 B와 C에게서 0회에서 1회로, A에게서 0회에서 2회로 증가하여 나타



〈그림 3〉 수업참여행동 총 발생 빈도 변화

났다.

넷째, 기초선 단계와 중재단계의 비중복비율(PND)은 대상학생 A는 83.3%, 대상학생 B는

81.8% 대상학생 C는 80.0%로 나타나 중재에 효과가 있음을 알 수 있다.

이상의 결과에 따라 대상학생 A, B, C에게 SDGs 기반 STEAM 프로그램의 중재에 의해 수업 참여행동의 총 발생빈도가 증가하였으며 중재의 효과가 유지되었음을 알 수 있다.

수업참여행동 발생빈도 평균과 범위에서 대상학생 A는 수업참여행동 총 발생빈도가 기초선 동안 평균 0.25회, 중재초기 5회의 평균 1.2회의 매우 낮은 빈도였으나 종료 전 5회 평균은 4.6회, 전체 평균 3.00회로 학생 A의 수업참여행동 총 발생빈도가 기초선 평균에 비해 중재 평균이 2.75회 이상 증가하여 중재의 효과가 있음을 알 수 있다. 또한 유지단계는 3.67회로 중재 전체 평균 3.0회 보다 더 높게 유지되었다. 대상학생 B는 수업참여행동의 발생빈도가 기초선 회기 동안 평균 0.29회, 중재 초기 5회기 동안의 평균이 1.4회로 매우 낮은 빈도였으나 중재 11회기부터는 전체 평균 2.90회에 가깝거나 높은 빈도를 보였고 중재 종료 전 5회 평균은 4.4회를 나타냈고 유지 단계에서는 전체 평균보다 높은 4.0회의 빈도를 나타내어 수업참여행동이 유지되었다. 대상학생 C는 수업참여행동의 발생빈도가 기초선 회기 동안 평균 0.38회, 중재 초기 1.4회로 낮은 빈도였으나 중재 전체 평균은 3.4회, 중재 종료 전 5회기의 평균은 3.6회로 기초선 평균보다 높게 나타나 중재의 효과가 있음을 알 수 있다. 학생 C의 유지 단계 평균은 3.67회로 중재 전체 평균보다 0.27회 높고, 기초선 단계보다는 3.29회 높게 유지되고 있음을 알 수 있다.

SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동의 하위영역에 미치는 효과에 대한 발생빈도의 결과는 <그림 4>에 제시하였다.

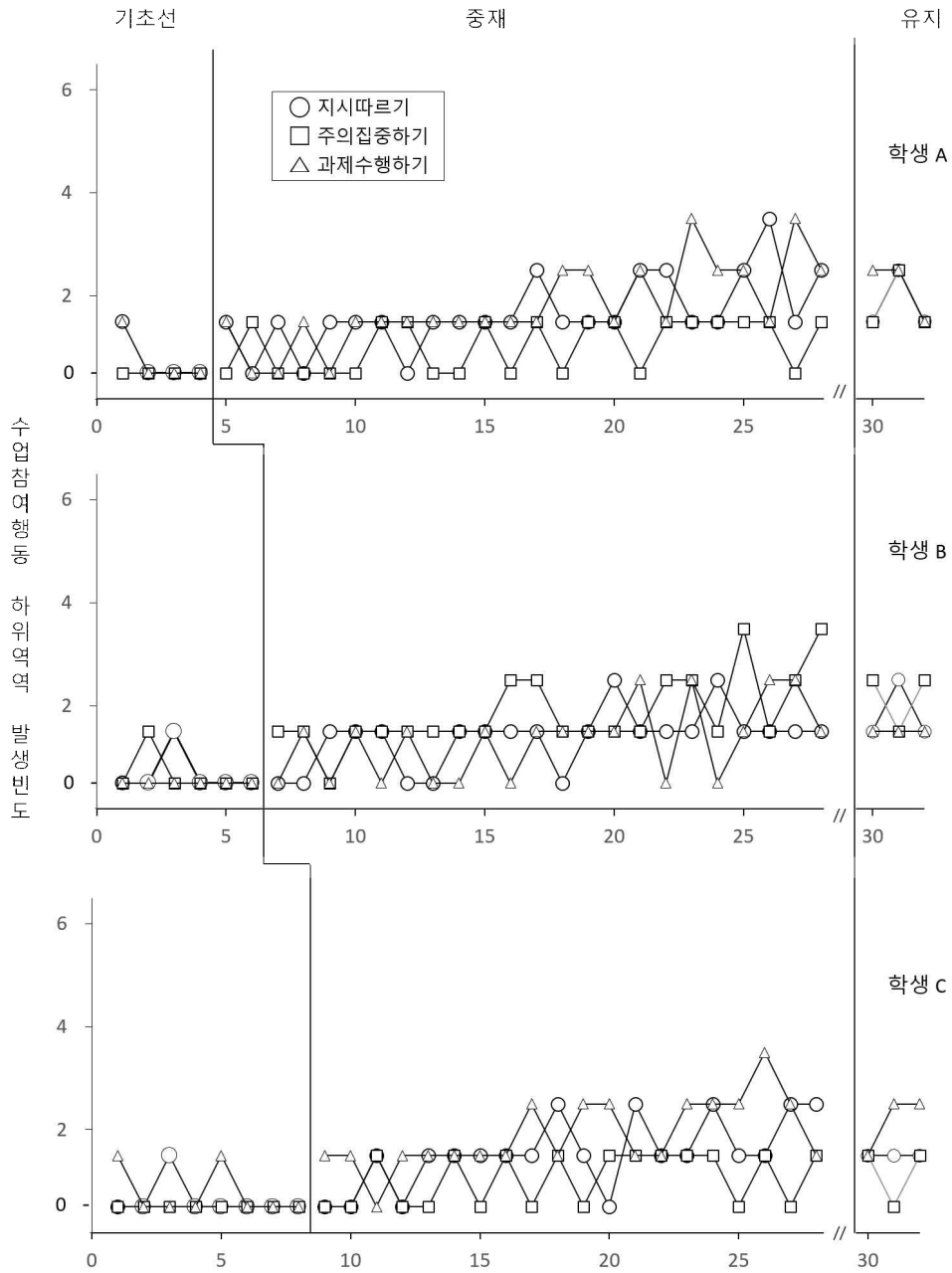
대상학생 A와 C는 수업참여행동의 하위영역인 과제 수행 행동 빈도가 가장 높았고, 대상 학생 B는 주의집중행동의 빈도가 가장 높게 나타났다.

(1) 지시 따르는 행동 발생빈도

대상학생 A의 지시 따르는 행동 발생빈도는 기초선 단계의 0.25회에서 중재 단계에서는 1.17회로 향상되었고, 1.33회의 빈도로 유지되었다. 기초선 평균보다 중재 평균이 0.92회 증가하였고, 유지 평균은 중재 평균보다 0.16회 높게 유지되었다. 대상학생 B는 기초선 단계의 0.17회에서 중재 단계에서는 0.86회로 향상되었고, 1.33회의 빈도로 유지되었다. 중재 평균은 기초선 평균보다 0.69회 높게 나타났고, 유지 평균은 중재 평균과 비교하여 0.47회 높게 나타남을 알 수 있다. 대상학생 C는 기초선 단계에서 0.13회에서 중재 단계에서는 1.05회로 향상되었고, 1.00회의 빈도로 유지되었다. 중재 평균은 기초선 평균보다 0.92회 높게 나타났으며 유지 평균값은 중재 평균값보다 0.05회 낮게 나타났다.

(2) 주의집중 행동 발생빈도

대상학생 A의 주의집중 행동 발생빈도는 기초선 단계에서 0회에서 중재 단계 평균은 0.54회로 기초선 단계보다 향상되었고, 유지 평균은 0.67회 빈도를 나타내어 기초선 평균보다는 0.54



(그림 4) 수업참여행동 하위영역 발생 빈도 변화

회, 중재 평균보다 0.13회 높게 유지되었다. 대상학생 B는 기초선 단계에서 0.17회에서 중재 단계에서는 평균 1.36회로 향상되었고, 평균 1.67회의 빈도로 유지되었다. 따라서 기초선 보다 중

재 평균값이 1.02회 향상 되었고, 유지 단계에서 중재 평균보다 0.31회 증가하였다. 대상학생 C는 기초선 단계에서 0회, 중재 단계에서 0.55회로 향상되었고, 0.67회 빈도로 유지되었다. 중재 평균은 기초선 평균 보다 0.55회 증가하였고, 유지 평균은 중재 평균보다 0.12회 높게 나타났다.

(3) 과제 수행 행동 발생빈도

대상학생 A의 과제 수행 행동 발생빈도는 기초선 단계에서 0.25회, 중재 단계에서는 1.29회로 향상되었고, 1.67회의 빈도로 유지되었다. 이에 기초선 평균보다는 중재 평균이 1.04회 증가하였고, 유지 단계는 중재 평균보다 0.38회 높게 나타났다. 대상학생 B는 기초선 단계에서 0회, 중재 단계에서는 0.82회로 향상되었고, 1.0회의 빈도로 유지되었다. 중재 평균은 기초선 평균보다 0.82회 증가하였고, 유지 평균은 중재 단계 평균보다 0.18회 증가됨을 알 수 있다. 대상학생 C는 기초선 단계에서 0.25회에서 중재 단계에서는 1.40회로 향상되었고, 1.67회의 빈도로 유지되었다. 중재 평균은 기초선 평균보다 1.15회 증가하였고, 유지 평균은 중재 평균보다는 0.27회 높게 나타났다.

2. 학습부진학생의 수업방해행동에 미치는 효과

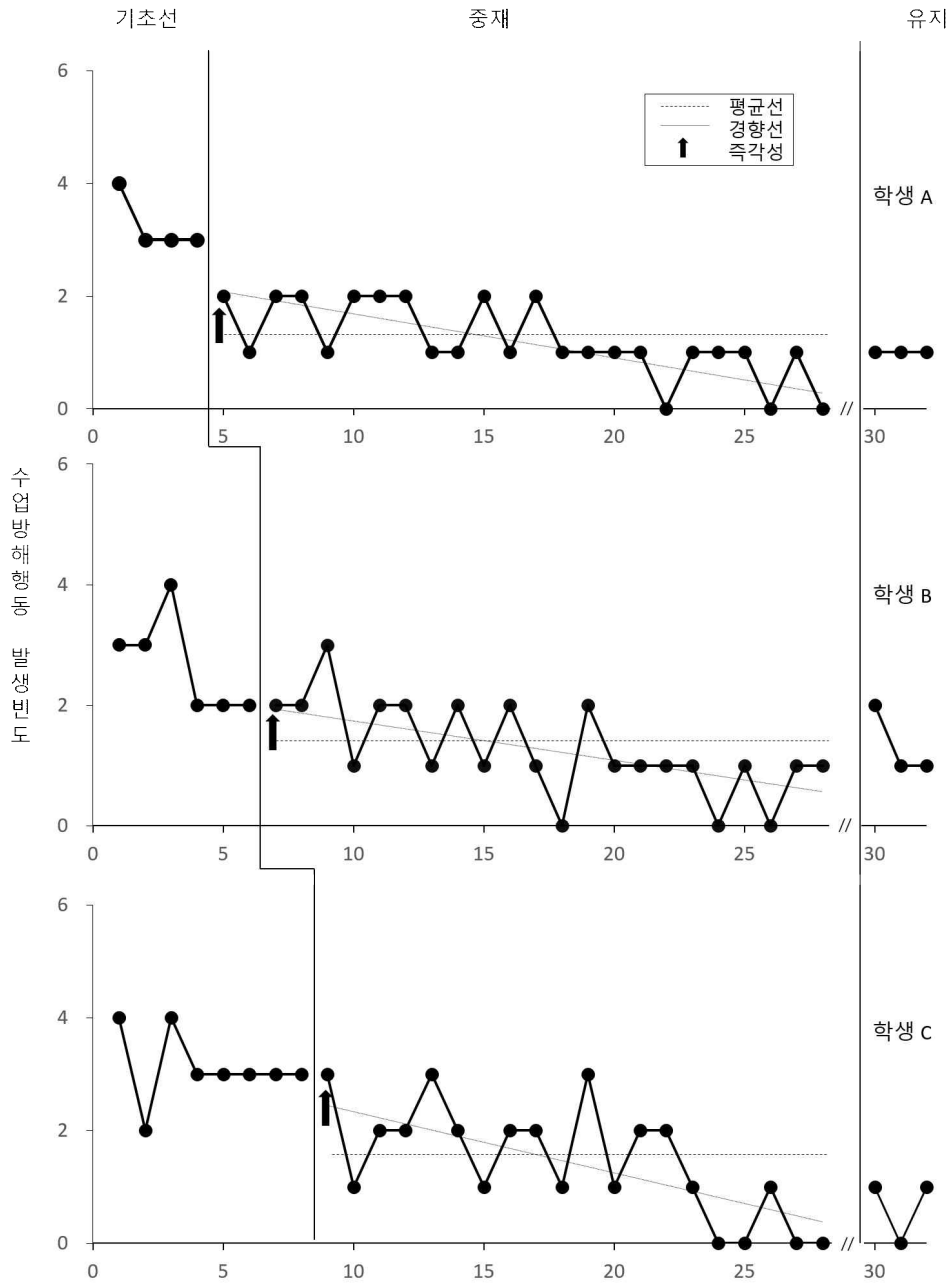
1) 수업방해행동 총 발생빈도

본 연구의 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업방해행동에 미치는 효과에 대한 총 발생빈도의 결과, 대상학생 A, B, C 모두 수업방해행동 총 발생빈도가 감소되었다. 수업방해행동 총 발생빈도 그래프는 <그림 5>에 제시하였고, 평균선과 경향선 및 즉각성을 함께 나타내었다. 수업방해행동 발생빈도 평균과 범위에서, 대상학생 A는 기초선 단계에서의 평균빈도는 3.25회, 중재초기 5회에는 1.6회, 중재종료 전 5회에는 0.6회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 1.21회로 나타났다. 대상학생 B는 기초선 단계에서의 평균빈도는 2.67회, 중재초기 5회에는 2.0회, 중재종료 전 5회에는 0.6회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 1.27회로 나타났다. 대상학생 C는 기초선 단계에서의 평균빈도는 3.13회, 중재초기 5회에는 2.2회, 중재종료 전 5회에는 0.2회로 나타났으며 중재단계에서의 평균빈도는 1.45회로 나타났다.

<그림 5>에 나타난 바와 같이 수업방해행동의 중재단계에서 경향선은 대상학생 A, B, C 모두 긍정적인 방향으로 감소되는 경향이 나타났다. 즉각성은 대상학생 A에게서 2회에서 1회로 감소하여 나타났으며, 기초선 단계와 중재단계의 비중복비율(PND)은 대상학생 A는 100%, 대상학생 B는 63.5% 대상학생 C는 85.0%로 나타나 중재에 효과가 있음을 알 수 있다.

이상의 결과에 따라 대상학생 A, B, C에게 SDGs 기반 STEAM 프로그램의 중재에 의해 수업방해행동의 총 발생빈도가 감소하여 중재의 효과가 유지되었음을 알 수 있다.

대상학생 A의 수업방해행동 발생빈도는 중재가 시작되면서 조금씩 감소하기 시작하여 중재



〈그림 5〉 수업방해행동 총 발생 빈도 변화

전체 평균은 1.21회로 기초선 평균에 비해 2.04회 빈도가 낮게 나타나 중재의 효과가 있음을 알 수 있다. 유지 평균은 1.00회로 기초선 평균보다 2.25회 낮게 나타나 중재가 유지됨을 알 수 있

다. 대상학생 B는 수업방해행동의 발생빈도의 중재 전체 평균은 1.45회로 기초선 단계의 2.67회, 초기 5회기의 평균 2.0회의 발생빈도와 비교 했을 때 중재의 효과가 있음을 알 수 있다. 또한 종료 전 5회기의 평균은 0.60회기로 낮아졌으며 유지 단계의 평균은 1.33회기로 유지가 되고 있음을 통해 중재의 효과성을 알 수 있다. 중재 전체 평균은 1.45회로 중재의 효과가 있음을 알 수 있다. 대상학생 C는 수업방해행동 발생빈도가 중재 초기 5회 동안 2.2회로 기초선 단계의 평균보다 0.93회 감소에 그쳤지만, 중재 종료 전 5회 동안 0.2회로 기초선 단계의 평균보다 2.93회 감소하였고, 중재 단계에서의 평균 빈도는 1.45회로 기초선 단계의 평균보다 1.68회 감소하여 중재에 효과가 있음을 알 수 있다. 학생 C의 유지 평균은 기초선 평균보다 2.46회 더 낮게 나타나 중재가 유지됨을 알 수 있다.

이상의 결과를 볼 때, 대상학생 A, B, C 모두 SDGs 기반 STEAM 프로그램을 통해 수업방해행동 빈도가 감소하였으며 중재의 효과가 유지되었음을 알 수 있다.

SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업방해행동 중 하위영역인 과제 비참여 행동, 엮드리는 행동, 남의 물건 만지기에 미치는 효과에 대한 발생빈도의 결과는 <그림 6>에 제시하였다.

(1) 과제 비참여 행동 발생 빈도

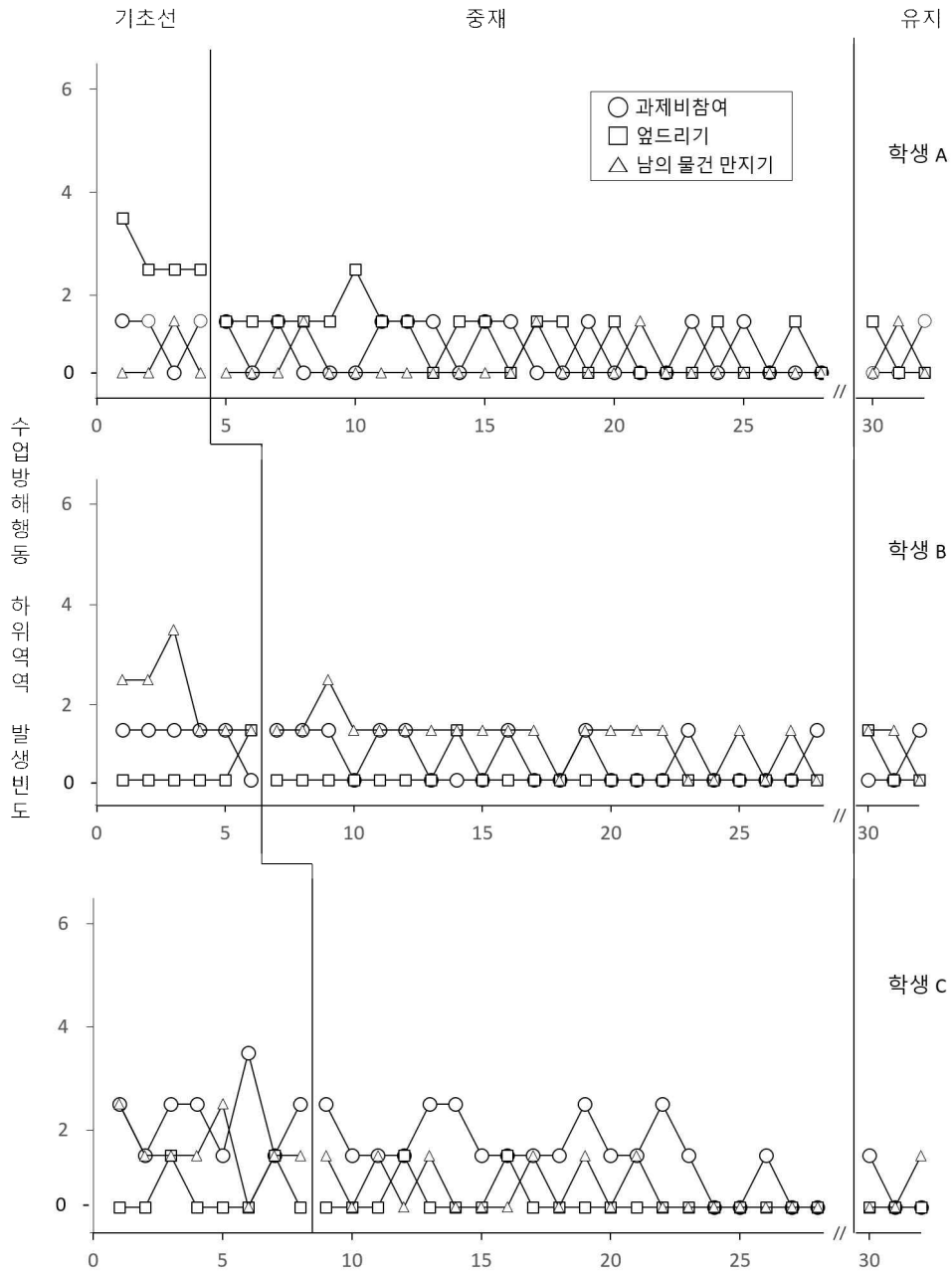
대상학생 A의 과제 비참여 행동은 기초선 단계의 0.75회에서 중재 단계에서는 0.46회로 감소되었고, 0.33회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 B의 과제 비참여 행동은 기초선 단계의 0.83회에서 중재 단계에서는 0.41회로 감소되었고, 0.33회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 C의 과제 비참여 행동은 기초선 단계에서 1.75회에서 중재 단계에서는 1.05회로 감소되었고, 0.33회의 빈도로 유지되었다. <그림 6>에서 과제 비참여 행동의 즉각성은 대상 학생 A, B, C 모두 나타나지 않았다.

(2) 엮드리는 행동 발생 빈도

대상학생 A의 엮드리는 행동은 기초선 단계에서 2.25회에서 중재 단계에서는 0.55회로 감소되었고, 0.67회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 B의 엮드리는 행동은 기초선 단계의 0.17회에서 중재 단계에서 0.05회로 감소되었고, 0회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 C의 엮드리는 행동은 기초선 단계에서 0.25회에서 중재 단계에서는 0.10회로 감소되었고, 0회의 빈도로 유지되었다. <그림 6>에 나타난 것처럼 대상학생 A는 즉각성이 나타났으며, 엮드리는 행동은 대상학생 A와 C에서 중재 단계 동안 긍정적인 방향으로 점차 감소하는 것을 알 수 있다.

(3) 남의 물건 만지기 발생 빈도

대상학생 A의 남의 물건 만지기는 기초선 단계에서 3.24회에서 중재 단계에서는 1.10회로 감



〈그림 6〉 수업방해행동 하위영역 발생 빈도 변화

소되었고, 0.81회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 B의 남의 물건 만지기는 기초선 단계의 4.60회에서 중재 단계에서는 2.34회로 감소되었고, 2.55회의 빈도로 유지되었다. 대상학생 C의 남의

물건 만지기는 기초선 단계의 3.92회에서 중재 단계에서는 1.92회로 감소되었고, 0.58회의 빈도로 유지되었다.

<그림 6>에 나타난 것처럼 남의 물건 만지기 행동은 대상학생 A, B와 C 모두 중재 단계 동안 긍정적인 방향으로 점차 감소하는 것을 알 수 있다.

3. 학습부진학생의 과학학업성취도에 미치는 효과

SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 과학학업성취도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 중재 전 단원인 빛과 파동 단원평가와 중재 후 지권의 변화 단원평가를 실시하여 결과를 비교하였다. 빛과 파동 단원평가의 검사문항은 한국교육과정평가원의 기초학력향상지원 사이트 ‘꾸꾸’(http://www.basic.re.kr)의 중등교육 교과학습 진단평가 과학 단원별 기출문항 중 단원 평가 문항 20문항을 사용하였고, 지권의 변화 단원에서 2015 개정 교육과정의 평가 요소 중 추가된 부분은 최근 3년간 국가 수준 학업성취도 중학교 3학년 과학평가 문항에서 지권의 변화 단원에 해당하는 문항을 추출 후 추가 구성하여 총 20문항을 검사 도구화하였다. 따라서 중재 전후의 두 단원 평가 문항 모두 한국교과정평가원에서 진단 도구로 제시한 문항을 사용하였다. 두 단원 평가의 난이도 조정과 검증을 위해 경력 15년 이상의 과학교사 3인으로부터 타당도를 검증받았다. 중재에 들어가기 전 빛과 파동에 관한 단원평가를 실시하였고 중재가 끝난 다음 지권의 변화에 관한 단원평가를 실시하였다. 그 결과는 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 과학학업성취도

대상	단원	중재 전 단원 평가		중재 후 단원 평가	
		점수	성취도	점수	성취도
대상학생 A		55	E	75	C
대상학생 B		30	E	55	E
대상학생 C		45	E	65	D

<표 7>에 나타난 것처럼, 대상학생 A는 중재 전 빛과 파동 단원평가에서 55으로 성취도 E에 해당하지만, 중재 후 지권의 변화 단원평가에서는 75점으로 성취도 C에 해당한다. 대상학생 B는 중재 전 단원평가에서는 30점으로 성취도 E에 해당하였고, 중재 후에는 55점으로 20점이 향상되었지만 성취도에서는 E에 해당한다. 대상학생 C는 중재 전 45점으로 성취도 E에 해당하지만, 중재 후에는 65점으로 성취도가 D로 나타났다. 대상학생 A는 중재 후 성취도가 E에서 C로, 점수는 20점이 향상되었고, 대상학생 B는 성취도는 E 그대로이지만 점수는 25점이 향상된

것으로 나타났다. 대상학생 C는 성취도가 E에서 D로 높아졌고, 점수도 20점이 향상되었다. 따라서 대상학생 3명 모두 SDGs 기반 STEAM 프로그램을 중재 한 후 단원평가에서 20점 이상 향상되었고, 대상학생 A, C는 과학학업성취도에서 향상이 되었다. 즉 중재 결과 대상학생 A와 C는 과학 교과 기초학력 도달점수인 60점 이상을 획득하여 단원 성취도 수준 E보다 향상되었음을 알 수 있다.

중재 결과 본 연구에서 사용한 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 수업참여행동 증가와 수업방해행동 감소 그리고 과학학업성취도 향상에 긍정적 효과를 나타내었다.

IV. 논의 및 제언

1. 논의

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해, 편의 목적 표집에 의해 연구자가 근무하는 A광역시 B중학교의 1학년에 재학 중인 학생 중에서 학습부진학생 3명을 대상으로 단일대상 연구 방법 중 대상자 간 중다 기초선 설계(multiple baseline design across subjects)를 사용하였으며, 실험은 기초선, 중재, 유지 단계로 실시되었다. SDGs 기반 STEAM 프로그램 적용 수업은 총 12주 동안 주 4회씩 실시하였으며, 각 회기 당 45분씩 과학교과 시간 및 과학 관련 주제 선택 시간에 진행하여 얻어낸 결과에 따른 논의는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 사용한 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생 A, B, C의 수업참여 행동에 긍정적인 효과를 나타냈다. 이는 과학 중심 STEAM 프로그램이 학생들과의 적극적인 의사소통으로 학생이 적극적으로 수업에 임하는 참여형 수업을 가능하게 하였다는 문주영, 신영준(2018)의 연구 결과와 맥을 같이 한다. 대상학생 A와 C는 수업참여행동의 하위영역인 과제수행 행동 빈도가 가장 높게 나타났고, 대상학생 B는 주의집중행동의 빈도가 가장 높게 나타났다. 또한 대상 학생 A는 주의집중 행동이 증가하면서 SDGs 기반 STEAM 프로그램에 관심을 가지고 수업에 집중하는 태도를 나타내었으므로 과제수행 행동에도 연계되어 영향을 미친 것으로 보인다. 대상 학생 C는 3R's 검사 결과 쓰기에서 60점을 받아서 쓰기 영역 수업은 받지 않았지만 쓰기에 많은 어려움을 보여 왔다. 따라서 과제수행에서 회피하거나 친구가 다 할 때까지 기다리는 행동을 보였지만, 중재 프로그램을 통하여 자신감을 가지고 교과서와 학습지의 내용을 보고 쓰는 노력을 하였다. 대상 학생 B도 상황에 맞게 생각을 문장으로 표현하는 것이 어려웠지만 탐구활동을 통해 생각을 문장으로 쓰는 시도를 하게 되었고 어려운 과학 용어는 질문을 통해 해결하려는 긍정적인 모습이 나타났다.

대상 학생들의 이와 같은 변화는 교사 중심의 강의식 수업보다는 안내된 탐구활동이 학습장애 학생의 과학 수업에 대한 태도가 긍정적으로 변화하는 것에 효과적이었다는 이태수(2017a, b)의 연구 결과와도 부분적으로 일치한다. 즉 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 다양한 상황 제시 및 실제 조작하는 구체적인 탐구활동을 진행하기 때문에 과학학습 주제에 관심을 가지고 과제에 도전하여 작은 성공을 경험하면서 과학학습에 대한 어려움과 불안감에도 포기하지 않고 과학학습에 참여하는 긍정적인 경험을 끌어냄으로써 대상 학생 모두 수업참여행동이 증가하였음을 알 수 있다(문준영, 신영준, 2018; 진민혜, 신영준, 2016).

대상 학생 A와 C는 지구 구성요소를 학습한 후 지속가능한 지구를 위한 미세먼지의 영향 조사 및 제거용 수직정원 설계와 설치 활동에서 작은 성공을 경험하면서 수업참여행동 중 과제 수행 행동에 큰 증가가 있었다. 또한 대상 학생 A, B와 C는 아두이노 센서 연결 및 교실 미세먼지 농도 측정 과정에 모둠원들과 함께 즐겁게 참여하면서 수업 참여 행동 중 지시 따르는 행동 및 과제 수행 행동이 증가하였고, 어려운 과제를 회피하지 않고 지시에 따라 과제를 끝까지 수행하여 부품이 작동되면 친구들에게 자랑하면서 스스로 대견하게 여기는 모습이 관찰되었다. 대상 학생 B는 커피 찌꺼기 이용 지구 토양 회복 프로젝트에 큰 흥미를 보이면서 탐구활동에 적극적으로 참여하였고 수업참여행동 중 주의집중 행동이 증가하는 효과가 나타났다.

이는 학습부진학생의 특성에 따른 맞춤형 지도와 활동에 기반한 과학 수업은 학습부진아의 과학에 대한 태도 및 과학 학습 동기에 긍정적인 영향을 미치고, 과학수업에 대한 학생들의 태도에서 현실적이고 이슈 지향적인 과학 활동을 사용하여 수업참여행동에 긍정적인 변화가 나타남을 시사하고 있다(김상윤 등, 2015; Freedman, 1997; Siegel, Ranney, 2003). 또한 과학 중심 STEAM 프로그램은 학생들의 상호작용과 학습자의 자기 주도적 학습, 과학학습에 대한 어려움이나 불안감에도 포기하지 않는 원동력 등 과학긍정 경험을 끌어내는 것으로 나타났다(문주영, 신영준, 2018). 과학교육에서 개인과 사회, 국가 및 국제적인 환경문제를 다룰 때, 사회·문화적 요소와 경제적 요소를 함께 아우르는 통합적인 접근을 중심으로 하는 ESD에서 적용하는 다양한 교수전략과 역량들을 접목한다면, 과학교육에서의 사회적 책임 문제를 효과적으로 다룰 수 있고 과학을 싫어하고 포기하는 학생들의 과학학습 회복력을 증가시켜, 과학 과목은 자신이 꼭 배워야 할 유용한 교과라는 것을 인식하게 할 수 있을 것이다(손연아, 2016).

둘째, 본 연구에서 사용한 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생 A, B, C의 수업방해행동 감소에 긍정적 효과가 나타났다. 대상 학생 A는 엇드리는 행동으로 통합학습 급우들의 잦은 지적을 받아 자존감이 낮아졌고 급우에게 불만이 있었다. 프로그램 중재를 하면서 과학 시간에 엇드리는 행동과 과제 비참여 행동, 남의 물건 만지는 행동도 감소하였다. 엇드리는 행동 감소로 수업 참여도는 증가하였고 과학학습 내용에 집중하는 시간이 길어지는 것이 관찰되었다.

특히 중학교 과학 교과는 초등학교와는 다르게 어려운 용어나 개념으로 학년이 높아지면서

과학 교과에 대한 어려움과 두려움 때문에 과학학습을 포기하는 경향이 나타난다(김수동 등, 1998; 이화진 등, 2009). 또한 장애 학생들은 학년이 올라갈수록 학습 결손 및 학습 흥미와 동기 부족 등으로 과학 수업 참여 및 학업성취도에 어려움이 나타난다(곽영순 등, 2006; 유선힬, 2010). 장애 학생이 과학 시간에 과학 수업 내용과 수준에 따라 부분적으로 참여하거나 과학수업과 무관한 학습이나 과제를 수행하는 경향도 나타난다(이지선, 박승희, 2009). 그러나 SDGs 기반 STEAM 프로그램 중재는 학생들이 과학학습에 흥미롭고 재미있게 참여함으로써 과학교육 흥미도가 증가하며, STEAM 태도 향상과 과학 수업에 대한 만족도가 높아진다(강영숙 등, 2016; 한신 등, 2020). 그리고 시각장애를 동반한 지적장애 학생에게 감각 자료와 스마트 기기를 통한 청각적, 촉각적 자료를 활용한 수업 활동은 수업자료에 관한 관심 증대 및 자발적 의사 표현 기회를 제공함으로써 수업 방해 행동을 감소시키는 결과(김정기 외, 2017)가 나타난다. 따라서 본 연구에서 실시한 어려운 과학개념이해 활동에서 실생활과 연관된 탐구 문제 제시와 스마트 기기 활용 등 다양한 수업자료 활용은 학생의 동기를 유발하였고, 다양한 방법으로 해결하면서 작은 성취감을 맛보게 함으로써 수업방해행동이 긍정적으로 감소되었음을 나타내고 있다.

또한 프로그램 실행 전과 후의 단원 수행평가 태도도 변화하였다. 학생 A는 옅드리는 행동이 감소하면서 교사의 지시에 따라 도움 없이 주요 조암 광물과 암석을 관찰하고 퇴적암과 변성암의 특징을 1가지씩 찾아 발표하였다. 학생 B도 친구의 물건을 만지는 행동이 감소하면서 수업에 집중하였고 맨틀과 외핵의 특징을 1가지씩 모둠원들에게 설명하였다. 학생 C는 지진대와 화산대가 판의 경계와 관계가 있음을 발표하였고, 시각장애용 입체 세계지구본 만들기 활동을 수행하면서 과제 비참여 행동이 감소하였다. 즉 STEAM 프로그램은 초등과학 학습부진학생의 기초과학 탐구 능력 향상(신원섭, 신동훈, 2014)에 도움이 되며, ADHD 의심 학생의 특성에 적절하게 교실 환경을 수정하고 적절한 과제 제시 및 학생의 선호 활동을 삽입하는 수업 활동은 학생의 흥미를 유발함으로써 수업 방해 행동을 감소시킨다(최아람, 김은경, 2018). 따라서 과학학습부진아들에게 과학 교과에 대한 긍정적 인식을 심어줄 수 있는 다양한 과학교육 프로그램(권치순, 박병태, 유주선, 2010)과 학생들의 학습 흥미를 유발하는 교실 환경 수정이 필요하다. 즉 본 연구 대상 학교는 STEAM 선도학교로써 무한상상실이 구축되어있어 학생들의 학습 흥미 유발에 긍정적인 도움을 제공하고 있음을 알 수 있다.

이처럼 STEAM 프로그램은 학습부진아의 과학 흥미와 자기효능감에 긍정적인 영향을 미치며(유현상, 이철현, 2015), 대상 학생들이 모둠별로 자기 주변과 사회문제를 다루면서 문제를 해결하는 방안을 모색하고 함께 실천 활동을 한 것은 학습에 대한 동기 유발과 자아효능감 상승, 협력과 의사소통 및 합의와 관련된 역량을 키울 뿐만 아니라 사회에 대한 공감과 더불어 감수성을 갖게 되므로 학생들이 회복력 있는 학습자로 성장하기 위해 매우 필요한 과정(손연아, 2016)이었음을 알 수 있다. 이는 글로벌 이슈에 맥락을 두고 설계한 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 과학 수업에 대한 흥미 유발 및 수업 참여 행동의 증가와 수업 방해 행동

의 감소에 긍정적인 효과가 있음을 시사하고 있다.

하지만 중학교 1학년 과학의 지구과학 단원에서만 SDGs 기반 STEAM 프로그램을 적용하였으므로, 중학교 1학년 전체 단위 즉 물리, 화학, 생물 단원에서 SDGs 기반 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 효과를 알아보지 못한 제한점이 있다.

셋째, 본 연구의 대상 학생 A, B, C 모두 과학 학업성취도 향상에 긍정적 효과가 나타났다. 중재 전 빛과 파동 단위평가와 비교하여 중재 후 지권의 변화 단위평가에서 세 학생 모두 20점 이상 향상되었다. 이는 STEAM 프로그램을 활용한 실험집단이 동일 기간 직접 교수를 한 통제 집단보다 창의적 문제해결력이 긍정적으로 변하여 융합인재교육(STEAM)이 장애학생의 인지적 영역인 지식 융합 능력 향상에 긍정적인 변화를 미친다는 현진주(2017)의 연구 결과와 일치한다. 또한 중재 전의 한국교육과정평가원의 기초학력 향상지원 사이트의 진단평가 과학 단위별 기출 문항 중 단위평가 문항과 중재 후의 국가 수준 성취도 평가 중학교 3학년 과학진단평가 문항이 진단고사 수준의 난이도를 보였기 때문이라고 생각된다. 중재 전후의 평가 단원이 다른 이유는 새로운 단원을 학습한 후에 12주 전의 앞 단위 내용에 대한 학업 성취도 평가는 학습부진학생들에게 매우 어렵기 때문이다. 또한 수업참여행동의 긍정적인 변화와도 연계되어 있다고 할 수 있다. 수업 시간에 지시 따르는 행동, 주의 집중 행동 및 과제 수행 행동에서 대상학생 A, B, C 모두 긍정적으로 변화하였고, 수업방해행동 중 하위영역인 과제 비참여 행동, 엇드리는 행동, 남의 물건 만지는 행동은 모두 감소한 영향을 받았다고 할 수 있다.

즉 과학 수업에 대한 태도와 과학 성취도 사이에는 긍정적인 상관관계가 있으며(Keeves & Morganstern, 1992; Schibeci & Riley, 1986), 과학에 대한 태도가 학생들의 지속성과 성취도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Schommer, 1994). 또한 많은 정도 장애 학생들에게 있어서 명시적 교수와 실생활 적용의 활용을 결합하는 것이 높은 수준의 전이를 성취하며(신현기, 2003), ESD와 과학교육을 통합했을 때 초중등 과학 교사들은 문제해결력, 의사소통 능력, 창의적 사고 및 논리적 사고력 등의 인지적 측면과 자아효능감, 책임감과 감수성 그리고 관계 형성과 다양성 등의 태도 측면이 함양될 수 있다는 인식을 가지는 것으로 나타났다(김지현 외, 2020). 또한 지속가능발전교육과 STEAM 수업 경험은 학생들의 민감성과 상상력 그리고 융통성 및 정교성 등의 창의적 사고와 탐구심, 호기심 등의 창의적 성향에도 긍정적인 영향을 미친다(신지연, 2017). 최근 교육청에서 기초학력 향상을 위하여 학습 부진 예방 및 진단 시스템 운영과 정서 및 심리 심화 지원을 동시에 하는 것은 기초학력 향상에 정서 및 심리 안정도 중요한 영향을 미치기 때문이라는 것을 알 수 있다. SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생들이 세계적인 문제에 관심을 가지고, 과학적인 방법으로 해결하는 노력을 하게 되면서 긍정적인 감정 및 적극적인 행동과 건강한 도전 의식을 불러일으키며 정서 조절에 도움을 주었다. 따라서 SDGs 기반 STEAM 프로그램은 학습부진학생의 학습 태도 및 인지적인 영역에 도움을 주어 과학학업성취도가 향상되었음을 시사한다.

본 연구는 SDGs 기반 STEAM 프로그램이 학습부진학생의 수업참여행동과 수업방해행동 및 과학학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해, 편의 목적 표집에 의해 중학교 1학년에 재학 중인 학습부진학생 3명을 대상으로 단일대상 연구방법 중 대상자간 중다 기초선 설계를 적용하였기에, 본 연구의 결과는 학습부진 전체 학생으로 일반화하는데 제한점이 있다. 또한 일반화 단계를 검증하지 못함으로 인해 대상 학생들의 수업참여행동 및 수업방해행동이 과학 수업 시간 외의 다른 수업 시간에서 나타나는 여부를 알 수 없으며, 철저한 변인 통제가 되어야 한다는 제한점과 대상 학생 A는 여학생이고, B와 C는 남학생이므로 성별 효과를 고려하지 못한 제한점이 있다. 또한 사건기록법으로 주의 집중 행동과 옆드리는 행동을 측정하였기에 주의 집중 행동과 옆드리는 행동의 지속시간을 측정하지 못한 제한점이 있어 후속 연구에서 지속시간이 아닌 간격 기록법을 활용할 필요가 있다. 마지막으로 중재 요소의 복잡성으로 인해 핵심적인 어떠한 요소가 이러한 변화에 결정적이었는지에 대해 명확히 밝혀내기에는 제한이 있다.

2. 제언

이상의 연구 결과를 토대로 후속 연구를 위해 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, SDGs 기반 STEAM 프로그램을 과학과 전체 교과 내용 및 전체 학년의 수업에 적용하여 과학과 전체 학업 성취의 변화를 살펴볼 필요가 있다. 또한 과학 교과 이외의 다른 교과수업에 미치는 효과에 관한 연구가 이루어질 필요성이 있다. 둘째, SDGs 기반 STEAM 프로그램을 학습부진학생 이외의 다른 장애 영역 학생의 과학과 전체 수업에 적용할 필요성이 있다. 셋째, SDGs 기반 STEAM 프로그램이 과학 교과 학습에 대한 학생의 학습 동기와 흥미 등에 미치는 영향 및 성별에 따른 차이를 살펴보는 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 강경숙, 이나영 (2006). 장애학생의 교육과정적 통합을 위한 수행평가 수정 실행과정 모색. 특수 교육저널: 이론과 실천, 7(2), 237-267.
- 강영숙, 정연현, 이규정, 안종혁 (2016). 과학, 디자인 중심 융합인재교육(STEAM)이 초등학교 과학의 흥미에 미치는 영향-스토리텔링과 일러스트레이션을 활용한 웨어러블 테크놀로지 융합교육 개발을 바탕으로. 디자인학연구, 54, 414-424.
- 곽영순, 김찬중, 이양락, 정득실 (2006). 초 중등 학생들의 과학 흥미도 조사. 대한지구과학교육학회지, 27(3), 260-268.
- 교육과학기술부 (2010). 2011년 업무보고: 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국

- 교육부 (2014). 2011 특수교육 기본교육과정 과학 5-6학년 교사용지도서. 서울: 미래엔.
- 교육부 (2015). 2015 개정 과학과 교육과정
- 권효진 (2012). 보편적 학습설계를 적용한 과학 수업이 중학교 장애학생과 비장애학생의 과학학업성취도, 수업참여도 및 교수·학습활동에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 권치순, 박영태, 유주선 (2010). 서울 지역의 초등학교 과학학습 부진아에 대한 배경 요인 조사 연구. 한국초등교육, 21(1), 219-232.
- 김경자 (2017). 4차산업혁명과 2015 개정 교육과정. 학술세미나 및 연수회, 한국음악교육학회, 3-19.
- 김상윤, 이경란, 백남권, 박종호 (2015). 과학 학습 부진 유형에 따른 맞춤형 학습 지도의 효과. 한국과학교육학회지, 35(5), 907-917.
- 김수동, 이화진, 유준희, 임재훈 (1998). 학습부진아 지도 프로그램 개발 연구-초등학교 국어, 수학, 과학 및 학습전략 프로그램 예시안 개발을 중심으로(연구보고 RRC 98-4). 서울: 한국교육과정평가원.
- 김애화, 김은주 (2018). 학습장애학생을 위한 생애단계별 맞춤형 교육지원 방안에 대한 연구. 한국증거기반현장교육학회 하계 학술대회.
- 김애화, 김의정, 김자경, 정대영 (2018). 학습장애, 난독증, 학습부진(경계선 지능 포함) 및 학습지원대상 학생은 누구이며, 교육적 지원은 이대로 괜찮은가? 특수교육학연구, 53(1), 1-21.
- 김애화, 박 현 (2010). 학습장애 및 학습부진학생을 위한 과학교수에 관한 문헌분석. 특수교육저널: 이론과 실천, 11(1), 147-175.
- 김영미, 이은정 (2014). SAM 프로그램의 개발 적용이 발달장애학생의 탐구기능과 과학학습태도에 미치는 영향. 특수교육교과교육연구, 7(3), 45-70.
- 김정기, 한상민, 박은수, 권혁상, 백운미, 백은희 (2017). 개별차원의 긍정적 행동지원이 특수학교 지적장애 초등학생의 수업방해행동에 미치는 영향. 행동분석·지원연구, 4(2), 1-21.
- 김정민, 정동영 (2014). STEAM 기반 인체학습 프로그램이 지적장애학생의 창의성에 미치는 영향. 특수교육연구, 21(1), 175-195.
- 김정수 (2018a). 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램 활용 수업의 효과성 분석. 지적장애연구, 20(3), 151-175.
- 김정수 (2018b). 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램의 적용이 특수교사의 과학과 수업에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 18(14), 803-825.
- 김정수, 신현기 (2015). 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램이 정인지체 학생의 과학과 학업성취도와 태도에 미치는 효과. 특수교육연구, 22(2), 50-72.

- 김정수, 이태수 (2018). 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램이 지적장애 학생의 과학과 학습 동기 및 학습 몰입도에 미치는 효과. *학습자중심교과교육연구*, 18(12), 199-218.
- 김지현, 배경석, 박연경, 지덕영, 손연아 (2020). 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 통합과학 교과서에 포함된 SDGs 세부 목표 분석 - 'IV. 환경과 에너지' 단원을 중심으로. *에너지기후변화교육*, 10(1), 37-49.
- 문주영, 신영준 (2018). 과학중심 STEAM 프로그램이 과학긍정 경험에 미치는 효과: 초등학교 과학 “지구와 달” 단원을 중심으로. *科學教育研究誌*, 42(2), 214-229.
- 박애란, 김애화 (2010). 도식을 활용한 표상전략이 수학학습부진학생의 곱셈과 나눗셈 문장제 문제해결에 미치는 효과. *학습장애연구*, 7(3), 105-122.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석규, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. *학습자중심교과교육연구*, 11(4), 149-171.
- 손연아 (2012). 예비과학교사들의 과학과 예술 융합 수업 준비와 시연과정에서의 STEAM 교육에 대한 인식 변화 및 수업 분석과 피드백. *생물교육*, 40(4), 475-493.
- 손연아 (2016). 사회적 책임을 접목하기 위한 과학교육의 구조 및 지속가능발전교육과의 통합교육 전략 제안. *교육문화연구*, 22(6), 293-
- 신원섭, 신동훈 (2014). 초등과학부진학생의 기초과학탐구능력 향상을 위한 중재프로그램 개발 - 안구운동을 중심으로 -. *한국과학교육학회지*, 34(8), 795-806.
- 신지연 (2017). 초등학교 지속가능발전교육 STEAM 프로그램의 개발과 적용 효과. *환경교육*, 30(2), 199-222.
- 신현기 (2003). 과학적 개념의 실생활 적용을 통한 경도장애아동 학습효율화 방안. *정신지체연구*, 5, 115-133.
- 유네스코한국위원회 (2019). *지속가능발전목표 달성을 위한 교육: 학습목표*. 서울: 유네스코한국위원회.
- 유선해 (2010). 보편적 학습설계에 의한 과학 교수-학습자료가 지적장애학생의 수업참여행동, 학업수행능력에 미치는 영향. *미간행 석사학위논문*, 우석대학교 교육대학원.
- 유현상, 이철현 (2015). 학습부진아를 위한 로봇활용 STEAM교육이 과학흥미와 자기효능감에 미치는 영향. *實科教育研究*, 21(1), 17-33.
- 윤수정 (2018). *지속가능발전목표(SDGs) 실현을 위한 특수교육법제 개선방안*. 세종: 한국법제연구원.
- 이대식 (2006). 특수아동을 위한 교과교육의 원리와 요소. *특수교육학 연구*, 41(2), 95-119.
- 이선경 (2018). 학교에서의 지속가능발전교육과 융복합교육의 통합 전략 탐색 연구. *환경교육*, 31(2), 83-99.

- 이성희, 이상원 (2019). 지속가능발전목표(SDGs) 5-8 영역에 근거한 지속가능발전교육 프로그램 개발 및 적용. *한국초등교육*, 30(1), 37-55.
- 이지선, 박승희 (2009). 장애학생이 통합된 중학교 과학수업 실태 및 과학교사와 특수 교사 간 협력요구. *교육과학연구*, 40(30), 81-116.
- 이태수 (2017a). 증강현실 기반 안내된 탐구학습활동이 학습장애 학생의 과학학습에 미치는 효과. *통합교육연구*, 12(2), 251-271.
- 이태수 (2017b). 가상현실과 증강현실 기반 안내된 탐구학습이 학습장애 학생의 과학과 '태양계와 별'의 학습에 미치는 효과. *특수교육연구*, 24(2), 265-287.
- 이화진, 김민정, 이대식, 손승현 (2009). 학습부진학생 지도·지원의 실효성 제고를 위한 대안 탐색:(학습부진학생 지도·지원 종합 계획(안) 제안을 중심으로) RRI 2009-13. 서울: 교육과정평가원.
- 진민혜, 신영준 (2016). 거꾸로 수업을 활용한 과학 중심 STEAM 프로그램이 학생의 수업 참여도에 미치는 영향. *한국초등교육*, 27(3), 77-98
- 최아람, 김은경 (2018). 예방-교수-강화(PTR)의 긍정적 행동지원이 ADHD의심 학생의 수업참여 행동과 수업방해행동에 미치는 영향. *행동분석·지원연구*, 5(1), 1-26.
- 최현정 (2015). 융합교육에 의한 과학 교과 STEAM 교육의 인식과 요구도 연구. 미간행 석사학위논문, 경희대학교 교육대학원.
- 충남대학교 응용교육측정평가연구소 (2019) 3R's 검사
- 홍승호, 강석진, 도중훈, 김홍태, 유금복, 이호상, 이정재 (2019). 융합교육확산을 위한 미해령 융합 교육공간 조성방안 최종보고서. 서울: 한국과학창의재단.
- 한국교육과정평가원 (2019). 기초학력향상지원 사이트 꾸꾸(<http://www.basic.re.kr>)
- 한신, 김형범, 김용기, 송하명 (2020). 비유를 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 효과: 중학교 '태양계' 단원을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 13(1), 15-28
- 현진주 (2017). 스마트 기기를 활용한 S-STEAM 교육이 지적장애학생의 창의성과 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문, 한국교원대학교 교육대학원.
- 홍점숙, 방명애 (2014). 도식기반 전략교수가 자폐성 장애학생의 수학 문장제 문제해결 수행에 미치는 효과. *정서·학습장애연구*, 30(3), 203-227.
- Banda & Therrien. (2008). A Teacher's Guide to Meta-Analysis, *SAGE journals* 41, 66-71.
- Freedman, M.P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 343-357.
- Keeves, J. P. & Morgenstern, C. (1992). Attitudes towards science: Measures and effects. In Keeves, J.P. (Ed.), *The IEA Study of Science III: Changes in science education and achievement: 1970 to 1984* (pp. 122-142). New York: Pergamon.

- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (1994). Text versus hands-on science curriculum: Implications for students with disabilities. *Remedial and Special Education, 15*(2), 72-85.
- Schibeci, R. A. & Riley, J. P. Jr. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science Teaching, 23*, 177-187.
- Schommer, M. (1994). An emerging conceptualization of epistemological beliefs and their role in learning. In R. Garner & P. A. Alexander (Eds.), *Beliefs about text and instruction with text*. 25-40.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2013). Science and social studies education for students education for students with learning disabilities. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 526-544). New York, NY: Guilford Press.
- Siegel, M. A., & Ranney, M. A. (2003). Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(8), 757-775.

Abstract

The Effects of STEAM Program Based on SDGs Class Participation Behavior, Class Interference Behavior and Science Academic Achievement of Students with Underachievers

You, Sun-Hae (Jeonnam Technical High School)

Chung, Jinja* (Woosuk University)

The purpose of his study was to study the effect of the SDGs-based STEAM program on the class participation behavior, class interference behavior, and science academic achievement of students with underachievers. The subject of this study was three underachievers in B middle school selected by convenience target sampling, and the experiment was conducted in the baseline, intervention, and maintenance stages by multiple baseline design across subjects among the single target research methods. The effect on scientific achievement was examined by conducting pre-tests. Classes applied to the SDGs-based STEAM program were conducted four times a week for a total of 12 weeks, and each session was conducted for 45 minutes during each science class and science-related topic selection time. The results were as follows. First, the SDGs-based STEAM programs showed a positive effect on the underachiever's participation in the class, and the total incidence of the undertaking's participation on the participant was increased and the intervention effect was maintained. Second, the STEAM program based on SDGs had a positive effect on reducing the incidence of class disturbance behaviors of underachievers. Third, the STEAM program based on SDGs had a positive effect on improving the academic achievement of underachievers. After the intervention of the SDGs-based STEAM program. The above findings suggest that the SDGs-based STEAM program should be applied to science-centered curriculum classes of under-achieved students because the SDGs-based STEAM program has a positive effect on students' learning behavior, class obstacle behavior, and science achievement.

Keywords : the SDGs-based STEAM program, the class participation behavior, class interference behavior, science academic achievement, students with underachievers

계재 신청일 : 2021. 11. 20

수정 제출일 : 2021. 12. 21

계재 확정일 : 2021. 12. 21

* 정진자(교신저자) : Dept. of Special Education, Woosuk University(chjj@woosuk.ac.kr)