

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2021.7.4.527>

JCCT 2021-11-64

창의적 융합인재양성을 위해 학생들의 인지발달 수준을 고려한 융합인재교육

STEAM Education considering the Level of Cognitive Development of Students in order to Cultivate Creative Convergence Talents

안선경*, 곽옥금**, 전병균***, 박종근****

Sun Kyung Ahn*, Ock Keum Kwak**, Byeong-Gyun Jeon***, Jong Keun Park****

요약 창의·융합적 사고력과 문제해결력을 함양시키기 위해, 창의·융합교육을 과학고 학생들에게 처치하였으며, 수업 처치 후 학생과 교사들의 인식변화를 조사하였다. 학생들의 인식조사 결과, 창의적 문제해결력 신장, 교육 만족도, 등 융합수업에 대한 학생들의 인식이 매우 긍정적으로 나타났으며, 98% 이상의 학생들이 앞으로도 융합교육 수업에 계속해서 참여하겠다고 응답하였다. 한편, 수업활동 시간 부족으로 문제해결 미완성이 학생들에게 부담으로 작용하였으며, 한 학기당 20~30% 이내에서 이 프로그램이 운용되길 바라고 있었다. 특히 융합교육의 효과를 높이기 위해, 나노 과학의 내용 및 교수-학습 활동을 과학고 학생들의 인지발달 수준을 고려하여 알맞게 구성하였다. 또한, 학생들에 대한 교사들의 인식 조사 결과, ‘자기주도적 학습능력’, ‘문제해결 능력’, 등에서 80.0% 이상의 교사들이 매우 긍정적으로 응답하였다.

주요어 : 창의·융합인재 교육, 자기주도적 학습능력, 모듈별 협동학습, 교육 만족도

Abstract The STEAM education was applied to science high school students, and changes in perceptions of students and teachers were investigated after class treatment. By the results of the student's perception survey, very positive results were found in increasing problem-solving capabilities, educational satisfaction, etc. More than 98% of students said they would continue to participate in STEAM education classes. Meanwhile, the lack of time for class activities put a burden on students to complete the problems during class. Especially nanoscience content and activities were properly organized in consideration of the level of cognitive development of the students. In addition, as a result of a survey of teachers' perceptions for students, more than 80.0% of teachers responded very positively in ‘self-directed learning ability’ and ‘problem-solving capability’, etc.

Key words : Creative and convergent talent education, Self-directed learning ability, Cooperative learning by group, Educational satisfaction

*학생회원, 경상국립대학교 화학교육과 교수 (제1저자)
**정회원, 동명대학교 Do-ing학부 부교수 (공동저자)
***정회원, 경상국립대학교 생물교육과 교수 (공동저자)
****정회원, 경상국립대학교 화학교육과 교수 (교신저자)
접수일: 2021년 10월 19일, 수정완료일: 2021년 10월 27일
게재확정일: 2021년 11월 2일

Received: October 19, 2021 / Revised: October 27, 2021
Accepted: November 2, 2021
*Corresponding Author: mc7@gnu.ac.kr
Dept. of Chemistry Education, Gyeongsang National Univ,
Korea

I. 서론

1. 연구 필요성 및 목적

2015 개정 과학과 교육과정에서 ‘우리나라 교육과정이 추구해 온 교육 이념과 인간상을 바탕으로, 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의·융합형 인재를 양성하는 데에 중점을 둔다’라고 되어 있다[1]. 이 교육과정에서 추구하는 핵심역량은 ‘다양한 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 창의·융합적 사고 역량과 문제를 합리적으로 해결하도록 기술하고 있다. 이처럼 창의적 융합인재 양성을 위해, 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의·융합적 사고와 문제해결 능력을 배양할 수 있는 융합교육(STEAM)의 필요성을 강조하고 있다[2,3].

한편 현재의 과학과 교육과정에서 창의·융합적 사고력 및 문제해결력의 신장을 강조하고 있지만, 이들에 대한 연구결과에서 학생들의 문제해결 능력의 신장, 자기주도적 학습능력, 협동학습능력, 등에서 긍정적이지 않은 것으로 나타났다[4]. 단일 교과 주제보다 다양한 교과목을 이해할 수 있는 융합교과 주제에 대한 교수-학습이 필요하다고 보고하였다[5]. 또한 융합교육 내용은 학생들의 학습동기와 흥미를 유발할 수 있는 학습주제가 되어야 하며, 탐구를 기반으로 하는 학생중심 교수-학습이 되어야 함을 강조하고 있다[6]. 학습동기의 하위요소인 흥미, 자신감, 만족감, 등의 정의적 요소가 학습 과제에 대한 집중력을 높여, 문제를 해결하거나 산출물을 완성하는데 크게 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다[7,8].

융합교육에 대한 선행연구들은 주로 융합 분야의 핵심 주제를 교수-학습 내용으로 삼고, 교수-학습 과정은 창의·융합적 산출물 도출을 통하여 그 과제를 해결하며, 교수-학습 방법은 모둠학습을 통해 타인과 소통하고 협력하는 프로젝트 중심 수업을 선택하였다[9-15]. 그러나 이들 연구결과에서 학생들의 인지발달 수준에 따라 상당한 차이를 나타내고 있다. 초등학교 저학년인 경우, 학생중심 융합 학습이 융합적 내용지식 형성보다 융합 학습에 대한 학습동기, 흥미, 자신감 향상, 등 정의적 요소에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타난 반면[6,9], 초등학교 고학년의 경우 융합지식이 창의적 문제해결력에 더 유의미한 상관 관계를 띤다고 하였다[10,11]. 고등학생들의 경우, 학습자 중심 융합수업이 학생들의

창의적 문제해결력 향상에 효과적이라고 보고 하였으며, 특히, 학업성취수준이 상위집단에서 그 향상 효과가 더 크게 나타났다[12]. 융합교육을 대학생들에게 적용한 결과, 창의·융합적 사고력에서 유의미한 효과가 나타났을 뿐만 아니라, 문제해결력 신장에서 긍정적인 효과가 크게 나타난 것으로 보고하였다[13-15]. 융합인재교육의 이해도, 적합한 학년군, 초·중·등 교육에서의 필요한 정도, 등에 대한 연구 결과, 인지발달 수준이 낮은 초등교육보다는 중등교육에서 융합교육이 더 필요하며, 더 효과적인 것으로 보고하였다[16].

지금까지 융합인재양성에 대한 교육 내용은 학습자의 인지발달 수준을 충분히 고려하지 않고, 인지적 및 정의적 내용을 구성한 후, 모둠학습을 통하여 탐구 프로젝트형 결과물을 산출하도록 교수-학습하였다. 따라서, 학생들의 인지발달 수준에 따라, 학습자 중심의 융합교육이 창의적 사고력과 문제해결력 향상에 대한 연구가 더 필요한 실정이다.

한편 교육과정이 유연하게 열려 있으며, 융합교육의 적용이 용이한 과학고등학교 학생들을 대상으로 융합교육이 시범 운영되어 왔다 [17-19]. 그리고 시범 운영에 따른 효과성 및 장·단점들이 보고되고 있는 실정이다. 이러한 현장 적용은 여러 교육기관의 기획·시범 사업 수준에 머물고 있으므로, 체계적인 연구가 더 많이 필요한 실정이다. 또한 융합교육은 교사들의 협조하에, 여러 교과 간 통합적이고, 영역 전이적 사고 역량이 신장될 수 있도록 체계적인 연구가 필요하다.

융합인재 양성 교육에 대한 탐구내용은 과학의 기초적인 개념을 포함할 뿐만 아니라, 그 응용성 및 확장성이 다양한 학문분야와 서로 융합적으로 연관되어 있어야 한다. 또한 융합교육의 교수-학습 과정에서 단순히 문제해결을 위한 ‘과제탐구형 산출물’을 완성하는데 초점을 두는 것보다 모둠내 의사소통, 역할분담, 증거에 기초한 토론과 논증, 등 실제적인 학생중심 과학 탐구 활동이 구현되도록 교수-학습 과정이 전개되어야 할 것이다. 또한 이러한 탐구내용과 교수-학습 활동을 이해할 수 있는 학생들의 인지발달 수준이 고려되어야 할 것이다. 이러한 조건들이 충족될 때, 창의·융합적 사고력 및 문제해결력의 신장 효과가 크게 나타날 수 있을 것이다.

II. 연구내용 및 방법

1. 창의·융합 교육 프로그램

학생들의 창의·융합적 사고와 문제해결 역량 강화를 위하여, 융합인재교육에 필요한 요구사항을 학생들로부터 사전 설문조사 받았다[18,19]. 이 요구사항들을 참여 교사들과 분석/협의한 후, 가능한 한 많은 요구내용을 교육과정에 반영하였다. 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의·융합적 사고와 문제해결력을 배양할 수 있는 통합교과 내용과 과제탐구형 교수-학습 과정을 도입하였다. 과제탐구형 프로그램을 협동학습 모형에 접목하여, 역할분담에 의한 협동성, 의사소통, 증거에 기초한 토론과 논증, 등을 강화하도록 구성하였다.

2. 연구 범위 및 내용

융합주제는 학생들의 요구사항을 고려하고, 창의융합적 사고력을 신장시킬 수 있는 ‘나노과학’을 선택하였으며, 창의적 문제해결력을 배양하기 위하여 ‘모듬별 과제탐구형 산출물 완성’ 교수-학습 과정으로 구성하였다. 또한 참여 교사들의 협력과 소통을 통해, 학생들이 원하는 창의·융합적 사고력과 문제해결 역량이 신장될 수 있도록 과학교과와 융합기반 교과와의 연계를 강화하였다.

표 1. 융합교육 프로그램에 대한 교수-학습 내용 및 과정
 Table 1. Teaching-learning contents and courses on STEAM education programs

교수학습 유형		문제중심학습(PBL)
학습 준거틀		교수-학습 활동 내용
상황 제시	나노입자 이해	· 나노 입자의 성질 -나노 입자의 정의와 나노 기술의 중요성 이해 -나노 입자의 물리적, 화학적, 전자기적 성질 이해
	상황제시-공감하기	-나노 기술에서 상향식 기술과 자기조립 성질의 중요성 공감
창의적 설계	상황제시-이해하기	-나노 패터닝 기술의 중요성 이해 -분자 자기조립 성질 이해 -나노 입자의 자기조립 원리 이해
	아이디어 발상	-나노 자성체 및 양자점을 디자인하기 위한 나만의 아이디어 생각하기 -자신의 아이디어를 다른 사람에게 소개하기 -하나의 아이디어를 선정하기
감성적 체험	실행하기	-나노 자성체 및 양자점 연구에 필요한 재료 조사하기 -재료의 자기조립 성질 확인하기 -실험을 위한 과정 작성하기 -실험 수행하기
	발표/평가	-모듬별로 제작한 나노 자성체와 양자점 발표/토의하기 -평가표를 이용하여 다른 모듬이 만든 나노 물질 평가하기

융합수업에서 교수-학습 산출물을 공유하고 발표를 통하여, 창의·융합적 역량을 평가하였다. 융합교육 프로그램 구성은 표 1과 같다.

나노과학 내용은 나노 입자의 화학적 및 전자기적 성질을 이해하고, 나노 입자와 일반적인 입자간의 공통점과 차이점을 이해하도록 하였다. 양자점 및 나노 자성체를 직접 제작하고 디자인하는 실험을 통해 양자의 세계를 이해하고, 과학 및 타 분야에서 나노 물질의 응용성 및 확장성을 이해하도록 구성하였다.

3. 연구방법

1) 연구대상

융합인재 교육에 대한 효과를 극대화하기 위하여, 연구대상을 형식적 조각기 수준인 A 과학고등학교 1학년생 105명을 선정하였다. A 과학고등학교는 경남지역의 중학교 학생들을 선발하여 모집하고 있으므로, 전국연합학력평가의 상위권 학생들이다. 연구기간은 2019년 4월 1일부터 2019년 12월까지 9개월간에 걸쳐 실시하였다. 표 1과 같은 교수-학습 프로그램을 교과수업(프로젝트형 과제연구), 창의적 체험활동, 방과후 교육활동(융합 영재학급), 등의 수업시간에 적용하였다. 학생들의 인식변화에 대한 설문조사는 융합교육에 대한 교수-학습이 끝난, 2019년 12월 말에 실시하였다.

2) 설문조사

과학고 학생들의 창의·융합적 사고력과 문제해결 역량을 연구하기 위해, 융합교육에 대한 학생들의 교육만족도와 참여 교사들의 융합교육의 필요성 및 적절성에 대한 인식조사를 함께 실시하였다. 사용된 설문지는 A 과학고등학교에서 자체 개발한 검사도구를 바탕으로 [18,19], 과학고등학생들이 이해할 수 있는 수준으로 수정하였다. A 과학고등학교 1학년 학생 30명을 대상으로, 융합교육인 나노과학의 특성에 맞게 수정·보완한 후, 예비 조사를 실시하였다. 예비조사 결과를 바탕으로, 학생들의 설문 이해도, 과학고 교사 및 전문가의 의견, 등을 종합하여 최종 수정하였다.

설문내용은 융합인재교육에 대한 관심·흥미도, 자발적 참여도, 교육 만족도, 의사소통 능력, 창의적 사고력 및 문제해결력, 등, 총 15문항으로 구성하였다. 이들 중 10개의 문항은 5점 리커트 척도로, 자신의 생각에 해당하는 1점 (전혀 아니다)부터 5점 (매우 그렇다)까지 점수를

선택하는 방식이었다. 나머지 5문항 (융합수업 내용 수준, 융합 수업과 일반 수업과의 차이, 융합 수업에서 좋은 점, 융합수업에서 힘든 점, 한 학기당 적절한 수업 비율)은 학생들의 반응을 묻는 설문이다.

교사들을 대상으로, 융합교육에 대한 설문 내용은 융합교육의 필요성, 수업 준비도에서 체계성, 수업 내용의 적절성, 학생들의 융합교육 효과성, 등에 대해 조사하였다. 설문지는 총 11문항으로, A 과학고등학교에서 자체적으로 개발한 검사도구를 사용하였다[18,19]. 설문대상은 융합교육 활동에 참여한 교사 총 29명이다.

학생 105명의 조사 대상자 중에서 무성의하거나 불성실하게 응답했다고 판단되는 설문지 6부를 제외시키고 최종적으로 99부의 설문지를 사용하였다. 교사 설문지 29부는 모두 성실하게 응답하여 그대로 사용하였다. 사후검사에 소요된 시간은 각각 50분이었다.

3) 연구문제

융합인재교육은 과학 인재들이 활동할 미래사회를 예측하고 대비하는데 필요한 창의·융합적 사고 역량뿐만 아니라, 문제해결력 함양을 위해 적용하였으며, 그 효과를 알아보기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 융합인재교육의 실태에 대한 과학고 학생들의 인식은 어떠한가?

둘째, 융합인재교육에 대한 학생들의 내용 이해 정도와 교육 만족도는 어떠한가?

셋째, 융합인재교육의 필요성 및 효과성에 대한 교사들의 인식은 어떠한가?

III. 연구결과

1) 융합인재교육에 대한 과학고 학생들의 인식조사

융합교육에 대한 학생들의 인식을 조사하였으며, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

학생들의 인식조사 결과, 8개 항목 (흥미유발, 학습 기회 제공, 자발적 교수-학습 활동, 연구주제 관련 지식 습득, 문제해결력 신장, 교육 만족도, 융합수업 참여도, 융합수업 계속 참여 여부)에 대하여 '그렇다' 및 '매우 그렇다' 라는 응답의 비율이 60% 이상으로 나타났다. 대부분의 학생들은 '통합 교과적인 나노과학 내용으로 과제탐구형 교수-학습'에 대해 매우 긍정적으로 인식하고

표 2. 융합인재교육에 대한 학생들의 인식조사 결과 [%, (명)]
Table 2. Results of the student's perception for STEAM education

	전혀 아니다	아니다	보통이다	그렇다	매우 그렇다	계
흥미 유발	5.1 (5)	12.1 (12)	20.2 (20)	45.5 (45)	17.2 (17)	100 (99)
학습 기회 제공	3.0 (3)	6.1 (6)	29.3 (29)	37.4 (37)	24.2 (24)	100 (99)
자발적 교수/학습 활동	2.0 (2)	4.0 (4)	23.3 (23)	49.5 (49)	21.2 (21)	100 (99)
연구주제 관련 지식 습득	5.0 (5)	11.1 (11)	15.2 (15)	51.5 (51)	17.2 (17)	100 (99)
문제해결력 신장	3.0 (3)	13.1 (13)	14.1 (14)	41.4 (41)	28.3 (28)	100 (99)
교육 만족도	1.0 (1)	1.0 (1)	13.1 (12)	43.4 (43)	41.4 (41)	100 (99)
융합수업 참여도	0.0 (0)	1.1 (1)	8.1 (8)	37.3 (37)	55.4 (55)	100 (99)
융합수업 계속 참여 여부	1.0 (1)	1.1 (1)	17.2 (17)	41.4 (41)	40.1 (40)	100 (99)
학습 부담 증가	5.1 (5)	8.1 (8)	23.2 (23)	43.4 (43)	20.2 (20)	100 (99)
정규수업 유형으로 동의	22.2 (22)	24.2 (24)	25.3 (25)	15.2 (15)	13.1 (13)	100 (99)
	매우 어렵다	어렵다	보통이다	쉽다	매우 쉽다	
융합수업 내용 수준	0.0 (0)	7.1 (7)	66.3 (66)	22.2 (22)	6.1 (6)	100 (99)
	여러 과목 학습	학생 중심 활동	모든 학습	실생활에 활용도	직업에 대한 정보	
융합 수업과 일반 수업과의 차이	38.3 (38)	19.1 (19)	34.3 (34)	5.1 (5)	3.0 (3)	100 (99)
융합 수업에서 좋은 점	31.3 (31)	31.2 (31)	27.1 (27)	10.1 (10)	1.1 (1)	100 (99)
	시간 부족	문제 해결	모든 학습	수업 내용	기타	
융합수업에서 힘든 점	67.4 (67)	17.1 (17)	11.1 (11)	4.2 (4)	1.1 (1)	100 (99)
	20~30%	30~40%	40~50%	50~60%	60~70%	
한 학기당 적절한 수업 비율	36.4 (36)	31.3 (31)	3.0 (3)	15.2 (15)	14.1 (14)	100 (99)

있는 것으로 나타났다. '흥미유발' 및 '자발적 교수-학습 활동'에서 대부분의 학생들이 흥미를 가지며 자발적으로 교수-학습에 임한 결과, 나노과학에 대한 융합적 지식습득이 크게 향상되었을 뿐만 아니라, 문제해결력이 크게 신장된 것으로 나타났다.

'교육 만족도'에서 85%의 학생들이 매우 만족하고, '융합수업 참여도'에서 92% 이상의 학생들이 매우 긍정적으로 답변하였으며, '융합수업 계속 참여 여부'에서

82% 이상의 학생들이 앞으로도 융합수업에 계속해서 참여하겠다고 응답하였다. 이처럼 높은 교육 만족도 및 참여도는 학생들의 요구사항을 융합교육 과정 속에 충분히 고려한 결과이며, 학생들의 적극적인 관심과 자발적인 교수-학습 참여에 의한 것으로 판단된다. 또한 과학교과와 융합기반 교과와의 연계를 강화되도록, 참여 교사들의 협력과 소통이 크게 기여한 것으로 판단된다.

이전의 연구에서 융합인재교육이 이론 중심과 문제풀이 방식에서 벗어나야 하고, 융합 탐구주제를 학생들의 관심과 흥미가 있으며, 미래 직업에 도움이 되는 내용으로 구성할 것을 제시하였다[16]. 또한 융합인재교육에서 다양한 교과목을 이해할 수 있는 실질적인 융합교과 내용, 적절한 교수-학습 전략, 등이 학생들의 문제해결력 신장에 효과적인 것으로 제시하였다[5].

한편, '학습 부담 증가' 항목에 대해 43.4%가 '그렇다'라고 하였고, '매우 그렇다'라는 응답도 20.2% 이었다. 창의·융합적 사고력과 문제해결력을 강화하기 위하여 도입된 융합인재교육이 학생들에게 수업 부담으로 작용하고 있음을 알 수 있다. 과제 탐구형 교수-학습은 자기주도적 학습과정이므로, 학습주제인 나노과학의 내용과 원리 및 타 전공의 융합적 내용을 학습하고 이해한 후, 과제탐구형 산출물을 도출해야 하기 때문에 학습부담이 큰 것으로 판단된다. 융합교육 활동이 '정규수업 유형으로 동의' 여부에서 46.4%가 부정적으로 응답하였다. 이처럼 현재 과학고등학교 운영체제하에서 융합인재 교육은 학생들에게 어려움을 가중하는 것으로 나타났다.

'융합수업 내용 수준'에 대한 조사 결과, 95%의 학생들이 '보통이다'와 '대체로 쉽다'로 답변하였다. 융합수업 내용의 수준은 평이한 것으로 나타났다. 융합수업과 일반 수업과의 차이에서, 38% 학생들이 '여러 과목 학습'과 34% 학생들이 '모둠 학습'에서 비교적 큰 차이점이 있다고 응답하였다. 따라서 나노과학에 대한 융합교육 내용과 활동의 수준이 과학고 학생들의 인지 발달 수준에 적절한 것으로 나타났다.

이전의 연구에서 저학년 학생들을 대상으로 하는 융합교육은 정의적 요소에 더 큰 영향을 미치는 반면 [7,9], 고학년으로 올라갈수록 학생들의 창의적 사고력과 문제해결력 향상과 유의미한 상관 관계를 띤다고 하였다[12,13]. 특히 고등학생들의 경우, 학업성취수준이 상위 집단에서 그 효과성이 크게 나타난다고 보고하였다[12].

또한 융합수업 내용에 대한 기초 이해도, 적합한 학년군, 초·중·등 교육에서의 이해 정도, 등에 대한 연구 결과, 중등교육에서 융합교육의 내용 이해도가 더 클 것이며, 효과적인 융합교육이 가능할 것으로 보고하였다 [16]. 이러한 연구 결과는 융합인재교육에서 학생들의 인지 발달 수준이 창의적 사고력과 문제해결력 향상에 영향을 미치는 중요한 요인이며, 반드시 고려되어야 함을 암시하고 있다.

융합 수업에서 가장 좋았던 점은 '여러 과목 학습', '학생중심 활동', '모둠 학습' 등의 순서로 나타났다. 일반적인 수업에서 할 수 없었던 '융합적인 지식'과 '모둠별 협동학습' 부분을 융합 수업에 적용함으로써 교수-학습의 효과성이 크게 나타났음을 알 수 있다. 반면, 융합수업에서 가장 힘들었던 점은 '활동시간 부족', '수업 중의 문제해결', 등의 순서로 나타났다. 이는 문제를 해결하기 위해 융합적 지식에 대한 이해가 절대 필요하며, 탐구설계로부터 탐구과정을 거쳐 문제를 해결하는데 시간이 많이 부족함을 알 수 있다. 즉, 학생들은 수업 시간 이외의 시간을 할애하여 과제를 완성하는 것이 학생들에게 큰 부담으로 나타났다. 또한 '한 학기당 적절한 수업 비율'은 20~30% 이내로 적용하였으면 좋겠다고 응답한 비율이 36.4%로 가장 높았다. 전체적으로 학습 부담에 따른 정규수업 유형보다 한 학기당 20~30% 이내에서 이 프로그램이 운용되길 바라는 것으로 나타났다.

2) 융합인재교육에 대한 교사들의 인식 조사

융합교육에 참여한 교사들의 인식을 설문조사하였다. 설문대상은 융합교육에 참여한 과학, 기술, 공학, 등의 교사 29명이며, 설문지는 총 11문항으로 구성되어 있다. 교사들의 인식 조사 결과를 표 3에 제시하였다.

융합인재 교육에 참여한 교사들에게 학생들의 융합교육에 대한 인식 조사 결과, '학생들의 융합교육 필요성', '학생들의 융합교육 이해정도', '학생들의 자기주도적 학습능력 향상', '학생들의 문제해결 능력 향상', '학생들의 협동학습 능력 향상', 등에 대하여 80.0% 이상의 교사들이 '그렇다'와 '매우그렇다'로 긍정적인 답변을 하였다. 이처럼 학생들의 융합교육에 대한 교사들의 인식은 매우 긍정적인 것으로 나타났다. 교사들의 인식 조사 결과가 학생들의 조사결과보다 더 긍정적으로 답변하였으며, 학생들의 자기주도적 학습 및 문제해결력 관점에 대한 교사들의 인식이 상당히 긍정적이다.

표 3. 학생들의 융합교육에 대한 교사들의 인식 조사 결과 [% , (명)]
Table 3. The results of the teachers' perception survey on STEAM education of students

	전혀 아니 다	아니 다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇 다	계
학생들의 융합교육 필요성	0.0 (0)	0.0 (0)	10.3 (4)	33.3 (13)	56.4 (22)	100 (29)
학생들의 융합교육 이해정도	0.0 (0)	2 (1)	15.4 (6)	33.3 (13)	48.7 (19)	100 (29)
학생들의 자기주도적 학습 능력 향상	0.0 (0)	0.0 (0)	20.5 (8)	56.4 (22)	23.1 (9)	100 (29)
학생들의 문제해결 능력 향상	0.0 (0)	0.0 (0)	17.9 (7)	53.8 (21)	28.2 (11)	100 (29)
학생들의 협동학습 능력 향상	0.0	0.0	10.2 (4)	59.0 (23)	30.8 (12)	100 (29)
융합수업 준비 부담	0.0 (0)	0.0 (0)	23.1 (9)	51.3 (20)	25.6 (10)	100 (29)
융합교육 프로그램 개발 어려움	2.6 (1)	23.7 (9)	23.7 (9)	50.0 (19)	0.0 (0)	100 (29)
	융합 교육 및 타 교과 내용 연수	융합 교육 및 관련 자료 개발과 공유	교사 의 적극 적인 참여 의지	교육 당국 의 적극 적 지원		계
융합교육의 현장 정착을 위해서 필요한 것은? (복수 응답)	32.3 (21)	30.8 (20)	20.0 (13)	16.9 (11)		100 (65)

교사들에게 융합교육 활동에 대한 준비상의 부담을 묻는 문항에 대해, 전체 응답자의 51.3%가 ‘그렇다’고 응답하였고, ‘매우 그렇다’는 25.6%이었다. 또한 융합교육 프로그램 개발의 어려움에 대하여서도 ‘그렇다’로 응답한 교사가 50.0%이었다. 이처럼 교사들은 융합교육을 위한 준비도(자료 수집 및 프로그램 개발)에서 상당히 부담을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 특히 여러 교과 간의 연계된 내용이나 교육 프로그램 개발에 어려움을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

융합교육의 현장 정착 필요성을 묻는 설문 문항에서, ‘융합교육 및 타 교과내용 연수’가 32.3%로 가장 높았으며, 다음으로 ‘융합교육 및 관련 자료 개발과 공유’가 30.8%로 필요하고, ‘교사의 적극적인 참여 의지’에 대한 응답이 20.0%로 높았다. 이처럼 교사들은 융합교육을 실시하기에 아직 여러가지 제반 사항이 갖추어져 있지 않아, 현장 적용에 어려움이 있는 것으로 나타났다.

이전의 융합인재교육에 참여한 교사들의 인식조사 결과, 수업효과는 대체로 긍정적이고 수업 만족도가 높은

것으로 나타났으며, 수업 준비도, 수업에 대한 자신감, 등은 중립적인 것으로 나타났다. 교사들은 교육과정의 재구조화, 융합교육에 대한 교수-학습 프로그램의 개발 및 보급, 연수프로그램 확대, 등을 원하는 것으로 나타났다[20]. 특히 융합교육에 대한 교사의 역량 및 관심도가 학생들의 창의·융합적 사고력과 문제해결력 신장에 크게 기여한다고 보고하였다[21].

IV. 토의 및 추론

교수-학습에서 교사와 학생 사이의 상호작용이 매우 중요하다. 융합인재교육에 대한 교사들의 역량이 학생들의 창의·융합적 사고력과 문제해결력 신장에 크게 기여할 것으로 판단되므로, 교사들의 역량강화를 위하여 연수프로그램 확대, 융합교육에 대한 프로그램의 개발 및 보급, 등 교육부 차원에서 적극적인 지원이 필요한 것으로 나타났다.

나노과학 탐구활동 프로그램은 학생들이 창의·융합적 사고를 펼칠 수 있도록 화학, 물리학, 기술 및 공학과의 융합적 교수-학습이 적용되었다. 나노과학 교수-학습은 교과수업에서 과제연구, 창의적 체험활동, 방과 후 활동과 연계하여 장기간 교수-학습을 실시하였다. 장기간의 교수-학습 과정에서 학생의 창의·융합적 사고력 및 문제해결력, 협동학습에 의한 탐구학습 능력, 융합 분야 교사들의 협력, 등을 함양시킬 수 있는 새로운 융합전공 분야의 개척 가능성 뿐만 아니라, 정규 교육과정으로의 정착 가능성도 파악되었다.

나노과학 교수-학습은 융합수업에 대한 관심과 흥미를 증진시켜 자기주도적 학습능력이 향상되었으며, 협동활동을 통해 과학·기술·공학에 대한 체계적인 탐구능력과 함께 협동성 및 서로를 배려하고 소통하는 능력이 향상되었다. 이러한 자기주도적 학습능력과 협동학습능력의 향상은 창의·융합적 사고력과 문제해결력을 가진 창의·융합형 인재양성에 고려되어야 할 요소들임을 시사하고 있다.

창의·융합 인재교육의 연구결과물은 융합교육 내용에 대한 깊은 이해를 제공하고, 기존 교육과정의 단점을 보완할 수 있을 뿐만 아니라, 새로운 형태의 교수-학습 모형 개발 및 적용 가능성을 기대할 수 있다. 또한 융합교육 프로그램은 자유학기제에 적용될 수 있을 뿐만 아니라, 고교학점제 교육과정에도 적용될 수 있을

것이다. 이러한 창의적 글로벌 인재를 양성하기 위한 융합인재 교육은 15개정 과학과 교육과정에서 강조하는 것과 같은 맥락을 추구하므로, 정규 교수-학습 과정으로 정착시켜 나가는 것이 바람직할 것이다.

V. 결 론

2015 개정 과학과 교육과정을 바탕으로, 융합인재교육에 대한 학생들의 교육적 효과를 극대화하기 위하여, 학생들의 인지발달 수준 측면에서 추상적인 사고와 논리적인 추리 능력을 갖춘 과학고 학생들을 선택하였으며, 내용적인 측면에서 학생들의 요구사항을 고려하여 나노과학의 내용 및 활동을 편성하였다. 학생들의 창의·융합적 사고력과 문제해결력을 연구하기 위하여, 융합교육 프로그램을 과학고 학생들에게 적용한 후, 학생 및 교사들의 인식을 함께 조사하였다.

학생들의 인식조사 결과, 대부분의 학생들은 융합교과적 탐구 수업에 대해 매우 긍정적으로 인식하고 있었다. '창의적 문제해결력 신장'에서 69.7%의 학생들이 매우 긍정적으로 대답하였다. '교육 만족도'에서 84.8%의 학생들이 매우 만족하고, 81.8% 이상의 학생들이 '앞으로도 융합교육 교수-학습 활동에 계속 참여하겠다'고 하였다. 또한 융합수업 내용 수준은 평이한 것으로 나타났으며, 38.3% 학생들이 융합 수업이 일반 수업과 비교적 큰 차이점이 있다고 응답하였다.

과학고 학생들은 나노과학의 내용과 교수-학습 활동을 충분히 이해했기 때문에, 인식조사에서 긍정적인 결과가 나타난 것으로 판단된다. 특히 학생들의 요구사항이 반영되어 교육 만족도가 높았으며, 앞으로도 융합인재 교육에 계속 참여하겠다고 응답하였다. 본 연구결과에서 추상적인 사고와 논리적인 추리 능력을 갖춘 학생들에게 융합교육의 효과가 매우 긍정적으로 나타났으므로, 학생들의 인지발달 수준을 고려하여 융합주제를 선정하고, 교수-학습 활동을 구성하는 것이 매우 중요한 것으로 판단된다.

융합 수업에서 가장 좋았던 점은 융합지식 습득과 모둠별 협동학습으로 나타났다. 현재의 고등학교 교육과정은 융합지식에 대한 학습 기회가 주어지지 않고 있다. 나노과학에 대한 물리·화학적 현상은 지금까지 학습하지 못했던 새로운 개념들을 학습하게 된 결과, 학생들의 창의·융합적 사고력이 강화된 것으로 판단된다.

또한 모둠별 협동학습 과정에서 학생들은 협력적인 활동을 통해 탐구능력과 함께 협동성, 리더십, 서로 배려하고 소통하는 능력, 등이 향상되었다고 인식하고 있었다. 그 결과 학생들은 창의성과 실무능력을 가진 문제해결 능력이 신장된 것으로 판단된다.

반면, 융합수업에서 가장 힘들었던 점은 과제탐구형 수업에서 문제해결을 위한 통합 교과적인 지식의 부족함이고, 탐구 과제를 완성하기 위하여 탐구설계로부터 연구과제 완성까지 시간의 부족함으로 나타났다. 학습 부담 증가 부분을 묻는 질문에 63.6%의 학생들이 부담이 증가된다고 응답하였다. 융합교육에 대한 과제 탐구 활동이 학생들에게 수업 부담으로 작용하고 있으므로, 융합교육이 정규수업으로 변화되는 것에 대하여 46.4%가 부정적으로 응답하였다. 그러므로 학습부담에 따른 정규수업 유형보다 한 학기당 20~30% 이내에서 이 프로그램이 운용되길 바라고 있었다.

융합교육 활동에 참여한 교사들의 인식조사 결과, 교사들은 융합교육이 학생들의 창의·융합적 사고력 신장과 창의성 문제해결력 함양에 매우 긍정적으로 인식하고 있었다. 특히, '자기주도적 학습능력', '문제해결 능력', '협동학습 능력', 등에서 긍정적으로 답변하였다. 이처럼 융합교육이 학생들에게 긍정적이므로, 융합교육에 대한 학생들의 이해수준, 자기주도적 학습능력, 문제해결 능력, 등을 고려하여 융합주제 선정 및 고등학교 교육과정의 재구조화가 필요한 것으로 판단된다.

한편, 융합교육에 대한 교사들의 수업 준비도 및 융합교육 프로그램 개발에 대해서는 상당히 부담을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 교사들의 수업효과 및 수업 만족도를 높이기 위하여, 교사들의 수업 준비도, 수업에 대한 자신감, 등을 더 강화시키는 것이 필요하다고 주장하였다. 또한 융합교육의 현장 정착을 위한, 교사들의 연수프로그램 확대, 융합교육에 대한 프로그램의 개발 및 보급, 등에 대한 교육당국의 적극적인 지원이 절실한 것으로 나타났다. 따라서 융합교육의 현장 정착에 대한 제반 사항의 보완이 필요한 실정으므로, 현시점에서 현장 적용에 여러가지 어려움이 있는 것으로 판단된다.

References

- [1] Ministry of Education. 2015 Revised Science and

- Curriculum. Education Ministry, Notice No. 2015-74: Seoul, Korea, 2015.
- [2] R.W. Bybee, "Advancing STEM education: A 2020 vision," *Technology and Engineering Teacher*, Vol. 70, No. 1, p. 30-35, 2010.
- [3] Y.C. Kim and J.K. Park, "Applications for Self-Regulating Learning Strategy to Quantitative Relationships in Chemical Reaction," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 7, No. 1, p. 487-495, November 2021. <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2020.6.4.483>
- [4] H. Rhee, "Middle School Science Teacher's Recognition about PBL (Problem-Based Learning)," *Master thesis*. Ewha Woman's University, Seoul, 2005.
- [5] H.J. Park, J. Sim, H.-S. Kwon, and Y. Kim, "A Survey on the Perception Change of Korean Teachers' STEAM Education: Focusing on concern stages, use level, and innovation configuration in the Concerns Based Adoption Model (CBAM)," *Teacher Education Research*, Vol. 57, No. 4, p. 549-562, 2018. <http://dx.doi.org/10.15812/ter.57.4.201812.549>
- [6] M.-H. Cheong and G.-S. Shin, "The effects of the project-based learning on improvement of creative thinking, creative disposition and problem solving of college students," *The Korean Journal of Educational Psychology*, Vol. 18, No. 3, p. 287-301, 2004.
- [7] K.H. Lee and K. Lew, "The Effect of Creative Instruction on the Creativity of University Students," *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, Vol. 9, No. 3, p. 5-20, 2010.
- [8] S. Jun, "The Effect of Creative Problem Solving Model on Elementary School Student's Academic Motivation and Inquiry Ability," *Master thesis*. Korea National University of Education, Cheongju, 2015.
- [9] Y. Yang, "Effect of Creative Problem Solving Team Project of Elementary School Students on Creativity and Class Satisfaction," *Global Creative Leader: Education & Learning*, Vol. 7, No. 1, p. 43-64, 2015.
- [10] M. Shin and J. Moon, "The Effect of Creative Problem Solving Program on Science Inquiry Skills and Creativity of the Gifted Children," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 18, No. 12, p. 479-496, 2018.
- [11] J.H. Seo, "Effects of STEAM Program Development and Application for the Lower Grades of Elementary School," *Master thesis*. Gyeongin National University of Education, Incheon, 2012.
- [12] J.-S. Seong, "An analysis of variables affecting creative problem solving abilities in science," *The Journal of Yeolin Education*, Vol. 11, No. 1, p. 219-237, 2003.
- [13] M.G. Kim, "The effects of students' Creative Problem Solving and Science Achievement through the STEAM based Project Learning in the Elementary Science Class," *Master thesis*. Gyeongin National University of Education, Incheon, 2014.
- [14] S. Kim, "The effect of learner-centered lesson on creative problem solving ability in science, academic achievement in science, attitude toward science," *Master thesis*. Ewha Woman's University, Seoul, 2010.
- [15] H. Ko, M.H. Kang, and E.B. Ko, "A Study on the Effect of Creative Problem Solving class on Routine Creativity and Problem Solving Ability of University Students of Health Care Division," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 16, No. 1, p. 145-167, 2016.
- [16] Y.J. Shin and S.K. Han, "A Study of the Elementary School Teachers' Perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) Education," *The Korean Society of Elementary Science Education*, Vol. 30, No. 4, p. 514-523, 2011. <http://doi.org/10.15267/keses.2011.30.4.514>
- [17] Daejeon Science High School. Improving the creativity of the gifted students through the STEAM (science-technology-engineering-art-math). Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, Operational Reports of model school, 2017.
- [18] Gyeongnam Science High School. STEAM education and activities with teachers from science and other majors. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, Operational Reports of model school, 2018.
- [19] Gyeongnam Science High School. Development and application of STEAM activity programs in the scientific class. Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity, Operational Reports of model school, 2016.
- [20] H. Han and H. Lee, "A Study on the Teachers' Perceptions and Needs of STEAM Education," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 12, No. 3, p. 573-603, 2012.
- [21] K. Park, Y. Kim, J. Jeon, and H. Lee, "Exploratory

Study on Elementary Teachers' Stages and its Change of Concerns about STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education," *Journal of Science Education*, Vol. 39, No. 1, p. 99–112, April 2015.