

4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육의
방향·방법·내용에 대한 기초 기획 연구

(A planning study on direction, method and
contents of mathematics and science
education in the era of the 4th industrial
revolution)

연구기관 : 한국과학창의재단

2017. 9. 22.

과학기술정보통신부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 과학기술정보통신부의 공식견
해가 아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 유 영 민

제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀하

본 보고서를 “4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육의 방향·방법·내용에 대한
기초 기획 연구에 관한 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 9. 22.

연구기관명 : 한국과학창의재단

연구협력진

목 차

1. 서론 / 1

1.1 연구의 필요성	1
1.2 연구의 목적	3
1.3 연구의 내용	4
1.4 연구의 방법	7
1.4.1 문헌연구	7
1.4.2 포커스그룹 인터뷰 (FGI)	7
1.4.3 전문가 델파이 조사 (유관학회 연계)	8
1.4.4 워킹그룹 협의회 운영	9
1.4.5 정책토론회(포럼) 운영	9
1.5 연구의 기대성과	10

2. 이론적 배경 및 국내외 동향 / 11

2.1 4차 산업혁명과 미래 일자리	11
2.2 4차 산업혁명 시대와 인재상	13
2.2.1 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국제적 동향	13
2.2.2 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국내 동향	16
2.2.3 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육의 방향	19
2.3 수학·과학·융합교육 국내외 동향	25
2.3.1 수학교육의 국내외 동향	25
2.3.2 과학교육의 국내외 동향	32
2.3.3 융합교육의 국내외 동향	36

3. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 포커스그룹 인터뷰 및 델파이 조사 분석 / 41

3.1 포커스그룹 인터뷰(FGI) 분석 결과	41
3.1.1 교육계 의미연결망 분석 결과	42
3.1.2 과학기술계 의미연결망 분석 결과	43
3.1.3 산업계 의미연결망 분석 결과	44

3.1.4 의미연결망 분석 결과의 종합	45
3.1.5 의미연결망 분석 결과를 토대로 한 실행과제의 방향	46
3.2 1차 델파이 조사 분석 결과	47
3.2.1 4차 산업혁명이 가지는 특징과 이미지	47
3.2.2 4차 산업혁명 시대의 인재상	48
3.2.3 4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량	51
3.2.4 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징	54
3.2.5 4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육을 위한 중단기 실행 과제	58
3.3 2차 델파이 조사 분석 결과	61
3.3.1 핵심과제의 타당성과 적합성 * [표 3-10] 참조	61
3.3.2 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육용 패키지 개발 연구	62
3.3.3 수학·과학 교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학·과학 브릿지 센터 운영	63
3.3.4 사회문제해결형 초·중등 융합연구실 지원 사업	64
3.3.5 추가할 핵심 과제에 대한 전문가 의견	65
3.3.6 핵심과제 3가지에 대한 전반적인 전문가 의견	66

4. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 혁신방안 모색 / 67

4.1 교육과정 및 교육자료 개발	68
4.2 교수·학습 방법 및 평가	75
4.3 교사 전문성 강화	80
4.4 학교 수준의 교육환경 조성	85
4.5 국가 수준의 교육 시스템 구축 및 환경 조성	89

5. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 핵심과제 제안 / 95

5.1 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학 · 과학 교육 패키지 개발 연구	96
5.2 수학·과학교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학·과학 브릿지 센터 운영 100	
5.3 사회문제해결형 융합연구실(Convergence LAB) 지원사업	103

6. 결론 및 시사점 / 107

부록 / 112

[부록 1] 1차 델파이 조사지	112
[부록 2] 2차 델파이 조사지	118
[부록 3] 최종보고서 요약본	124

1. 서론

1.1 연구의 필요성

□ 제4차 산업혁명 시대, 탈추격 패러다임 전환을 위한 창의적 인재 요구 증가

- 제4차 산업혁명은 기계의 지능화를 통해 생산성이 고도로 향상되어 산업구조 근본이 변하는 것으로 지능정보기술*이 동인임

* 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 클라우드(Cloud), 빅데이터(Big Data), 무선통신(Mobile)

- 제4차 산업혁명을 ‘인간을 위한 현실과 가상의 융합’이라 정의할 때, 인간을 위한 사회문제해결이 본질이며, 기술은 이를 위한 수단임

– 이러한 맥락에서 인공지능, 빅데이터 같은 개별 기술이 아닌 1~3차 산업혁명이 만든 현실과 가상의 두 세계가 융합하는 인류사적 혁명이라는 관점이 강조되어야 함

* 과학기술의 생산혁명, 경제사회의 분배혁명, 인간의 소비혁명이라는 세 단계로 다가올 것 (‘17, 이민화)

- 제4차 산업혁명 시대에는 인공지능의 발달 및 직업세계의 급변으로 암기한 지식 활용보다 새로운 일을 창조하고 미래 문제 해결력을 가진 창의적 인재가 필요함

* “제4차 산업혁명에 필요한 인재를 복잡한 문제를 해결하는 능력, 비판적 사고, 창의성, 협업 능력을 갖춘 인재” (WEF, 2016)

- 국내 전문가 그룹은 기술진보에 의한 본격적인 일자리 변화가 2021~2022년에 나타날 것으로 전망했으며(이승규, 지선미, 2017), 이는 현재 고등학생들이 직업을 갖게 되는 시점이므로 새로운 사회가 요구하는 역량과 지식을 갖춘 인재 양성을 위한 교육 혁신이 시급함

* 과기정통부는 부처별 핵심정책토의(‘17.8월)에서 "새로운 직무 분석에 기반한 중장기적 ‘일자리 변화 예측모델’을 개발하고, 이를 바탕으로 사회에서 요구하는 역량지식을 갖춘 인력 양성 및 기존 근로자에 대한 재교육·전직을 지원하여 일자리 미스매칭 최소화"를 제시함

- 새로운 산업과 일자리 창출에 기여하는 교육의 혁신은 시대적 과제가 되었으며, 사회 변화를 선도하는 교육혁신이 시급함

* 문재인 정부는 ‘4차 산업혁명을 선도하는 혁신 창업국가’를 복합·혁신과제로 선정하고, 교육의 내용과 방법의 혁신을 주요내용으로 제시함 (‘17.7월, 문재인 정부 국정운영 5개년 계획)

- 지능정보기술로 인한 경제·사회구조의 대변혁에 대비하기 위해 국가적 대비책 마련이 필요하나, 우리나라의 준비도는 높지 않은 상황임

* 노동유연성, 기술수준, 교육시스템, SOC, 법적보호 등을 기준으로 4차 산업혁명 준비도를 평가한 결과, 우리나라는 25위에 불과 (‘16, UBS)

□ 수학·과학교육의 혁신을 통한 창의적 인재 양성 실현 필요

- 제4차 산업혁명에 따른 일자리의 변화에서 새롭게 생겨나는 일자리는 STEM(과학·기술·공학·수학) 분야일 것으로 전망됨
 - * WEF(2016)는 2020년까지 710만 개의 일자리가 사라지고, 경영·금융, 컴퓨터·수학, 건축·공학 등 분야에서 200만 개의 일자리가 생길 것이라고 전망하면서 초등학교에 입학하는 아이들의 65%가 기존에 존재하지 않는 새로운 직종에 일하게 될 것
- 제4차 산업혁명 시대에 수학·과학의 수리력과 과학소양은 기초소양으로 강조되고 있으며, 국가 경쟁력 강화를 위한 핵심교과로 인식되고 있음
 - * 세계경제포럼(2016)은 21세기 학생들에게 요구되는 16개의 스킬 중 ‘기초소양’으로 문해력, ICT 소양, 금융소양, 문화 및 시민소양과 함께 ‘과학 소양’과 ‘수리력’을 제안함
 - * 네이처(2015)는 과학교육 특별호에서 “창의적 사고, 문제해결력 등 21세기 역량은 과학교육 등 잘 디자인된 과목을 통해 함양된다.”고 강조함
- 세계 각국은 미래사회에 대비하기 위한 국가 교육정책을 제안하면서 수학·과학 교육을 강조함
 - * 영국왕립협회(2014)는 ‘과학과 수학교육의 비전’ 보고서를 발표하면서 과학과 수학은 현대생활의 핵심이며, 경제적 번영의 기초를 제공하는 데 필수적이라고 밝힘
 - * 일본은 ‘4차 산업혁명 인재육성 각료회의(가칭)’을 설치하여 산업계와 연계한 교육과정의 개발·편성·실행을 위한 슈퍼전문고등학교(Super professional high school), 직업학교(Vocational school) 등의 교육기관 제도화 계획을 수립하고, 수리데이터 과학 교육 및 공학교육의 중요성을 강조함
 - * 네덜란드는 변화하는 사회에 대응할 수 있는 지식과 스킬을 구체화하면서 교과과정의 필수적 요소로 언어(모국어와 영어), 산술 능력, 컴퓨터 문해력, 시민의식을 강조함
- 그러나, 우리나라의 초·중등 수학, 과학, 기술공학(STEM) 교육 기반은 매우 취약함

[표 1-1] 2015 개정 교육과정 계열별 시간 배당 비율(% , 괄호 안은 시간 및 단위) (홍후조, 2017)

구분	인문사회 (국어+외국어+사회)	과학기술 (수학+과학+기술)	예술	체육	계
1-2학년	47.4 (672)	25.0 (352)	13.6 (192)	13.6 (192)	100.0 (1408)
3-4학년	46.2 (816)	26.9 (476)	15.4 (272)	11.5 (204)	100.0 (1768)
5-6학년	44.5 (874)	31.2 (612)	13.8 (272)	10.4 (204)	100.0 (1962)
7-9학년	45.0 (1377)	37.2 (1139)	8.8 (272)	8.8 (272)	100.0 (306)
진 학교	46.8 (44)	31.9 (30)	10.6 (10)	10.6 (10)	100.0 (94)
직업고	50.0 (35.0)	30.0 (21.0)	8.6 (6)	11.4 (8)	100.0 (70)
평 균	46.65	30.37	11.80	11.05	100.0

* 고교는 공통필수 단위수이고, 중·고교의 선택은 인문사회와 과학기술에 절반씩 배분하여 계산함.

- 우리나라의 수학·과학교육을 혁신할 수 있는 과학기술 분야 인재양성을 위한 교육 시스템 구축이 시급함
 - * OECD는 ‘OECD 스킬 연구(2016)’보고서에서 한국의 문해력, 수리력, 컴퓨터 활용 문제해결력 등 주요역량 수준은 OECD 가입국가 평균과 유사하지만 직장 및 일상생활 사용빈도는 낮다고 보고함
 - * PISA 2015 참여국의 과학 소양 및 수학 소양의 성취수준별 비율 분석 결과, 가장 높은 6수준에 해당하는 학생 비율이 낮거나(과학 소양) 대폭 하락한 경향(수학 소양)이 나타남
 - * 한국과학창의재단은 ‘모든 한국인을 위한 과학’ 개발을 통해 미래 모든 한국인을 위한 과학 소양을 정의한 바 있으나, 과학기술 분야 인재를 위한 지식과 역량을 재정의할 필요가 있음
- 우리나라는 4차 산업혁명과 더불어 탈추격 패러다임이라는 과제를 해결해야 하며, 이를 위해 학력 중심의 경쟁적 교육 시스템을 탈피하여 창의적으로 복합적 문제를 해결할 수 있는 인재 양성을 위한 교육 시스템의 혁신이 필요함
 - 구체적으로는 사회가 요구하는 역량 개발을 위한 교육과정 개발 및 역량의 활용도를 높일 수 있는 교육설계가 필요함



[그림 1-1] 미래 한국의 고용불안 관련 이슈 관계도 (이승규, 지선미, 2017)

- 수학·과학교육의 방향·방법·내용에 대한 기초 기획연구를 통해 제4차 산업혁명 시대에 걸맞은 창의적 인재 양성을 위한 국가적 대비책을 마련해야 함

1.2 연구의 목적

- 본 연구는 4차 산업혁명 시대를 이끌어갈 인재 육성을 위해 수학·과학 교육이 나아가야 할 기본 방향·방법·내용을 제안하는 데 목적이 있음

- 세부적으로는 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육에 대한 ‘방향 및 전략과제 도출’, ‘방법 및 교수 인력 양성방안 도출’, ‘내용 및 콘텐츠 개발방안 도출’의 목표를 설정함

1.3 연구의 내용

- 본 연구는 4차 산업혁명 시대를 이끌어갈 인재 육성을 위해 수학·과학 분야 교육이 나아가야 할 방향·방법·내용을 제안하였음



[그림 1-2] 연구의 내용 및 범위

- 먼저 4차 산업혁명 시대 **수학·과학 교육의 방향 및 전략과제**를 도출하기 위해
 - 수학·과학교육의 국내외 동향을 분석하고 문헌분석, 포커스그룹 인터뷰 분석을 통해 4차 산업혁명 시대에 걸맞은 인재상을 도출하였음
 - 국내외 수학·과학교육 혁신 사례를 분석하고 핵심과제를 도출하여 단계적 추진계획을 제시하였음

- o 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 방법 및 교수인력 양성방안을 도출하기 위해
- ‘교사 전문성 강화’, ‘학교 수준의 교육환경 조성’, ‘국가 수준의 교육 시스템 구축 및 환경 조성’을 전략과제로 제시하고, 각 전략과제를 달성하기 위한 세부 실행과제를 다음과 같이 제안하였음

전략과제	실행과제	주요내용
교사 전문성 강화	수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원	능동적 교사 연구·학습공동체를 현재보다 훨씬 조직적이고 체계적으로 지원 강화
	수학·과학교사 재교육 거점센터 운영	4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육의 내용과 방법의 변화를 위해 교사 재교육을 위한 거점센터 운영
	실용형 IT 교육 교사연수 강화	디지털 네이티브인 미래 학습자를 길러내기 위해 실용적인 교수학습 도구를 교사 누구나 활용할 수 있도록 연수 운영
	연구자 연계 DIY형 교사연구 지원	교사가 연수 계획을 스스로 세워 전문가 집단의 승인과 조언을 받아 자 신만의 nano-degree를 받고 타교사 교육에 기여할 수 있는 시스템 구축
	수학·과학 코치 양성	1수업 2교사제의 한 유형으로 수학·과학 수업에 투입할 수 있는 전문 코치 양성
학교 수준의 교육환경 조성	첨단 IT 기반 수학·과학 전용 교실 구축	인공지능, 사물인터넷, VR/AR 등 4차 산업혁명의 핵심기술을 활용하여 수 학과학을 학습할 수 있는 전용 교실 구축
	융합프로젝트 학습 공간 구축	문제의 발견과 해결, 융합교과와 융합프로젝트 기반의 협력 학습이 일 어날 수 있는 전용 학습 공간 설계·보급
	수리과학 온라인 학교 설립	학생들이 창의적 상상력을 펼칠 수 있는 교육 콘텐츠 및 시스템이 지원 되는 가상공간의 학교 설립
	개인 맞춤형 수업공간 구축	학생들이 스스로 선택한 다양한 교과목을 온라인으로 수강하고, 과제를 수행할 수 있는 수업 공간 구축
국가 수준의 교육 시스템 구축 및 환경 조성	수학·과학 지능형 학습 플랫폼 구축	학생의 수학·과학 역량을 진단하여 이에 따라 맞춤형 교육콘텐츠를 지원 하고, 인지 기반 튜터를 활용한 문제 해결형 학습을 지원하는 학습 플 랫폼 구축
	미래사회 대비 수학·과학 중장기 연구	수학·과학 기반 미래직업 연구, 미래 환경의 위기와 갈등에 관한 연구, 과학 기술 시대 인간중심 교육 방안 연구 등 미래사회에 대비한 연구과제 발굴 및 수행
	수학·과학 공유형 교육 플랫폼 구축	MOOC와 같이 개방형 교육 플랫폼을 구축하여 다양하고 질 좋은 교 육 콘텐츠를 쉽게 공유하고 확산할 수 있는 교육 생태계 구축
	수학·과학교육 R&D 지원	초중등 수학·과학교육 현장의 문제(수포자, 과학선택기피 등)를 해결하 거나 미래 지향적 교육을 지원하는 산출물을 만들어 내는 수학·과학교 육 산업 R&D 지원
	1학생 1프로젝트 플랫폼 구축	학생들이 각자의 학습 수준에 따라 문제를 발견·해결할 수 있는 과제 를 수행하고 프로젝트 결과물이 포트폴리오 형태로 축적되어 이를 바 탕으로 진로를 설계하도록 지원하는 플랫폼 구축
	산업과 연계된 수학·과학 체험관 구축	4차 산업혁명 시대에 필요한 수학·과학을 경험하고 체험할 수 있는 환 경 구축

- 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육의 내용 및 콘텐츠 개발방안을 도출하기 위해
 - ‘교육과정 및 교육자료 개발’, ‘교수·학습방법 및 평가’를 전략과제로 제시하고, 각 전략과제를 달성하기 위한 세부 실행과제를 다음과 같이 제안하였음

전략과제	실행과제	주요내용
교육과정 및 교육자료 개발	수학·과학 기초교육 강화	4차 산업혁명 시대 타분야 융합 및 협업을 위해 수학·과학 분야의 지식이 중요하므로 기초소양으로서 수학·과학의 핵심내용 추출 및 기초교육 강화
	테크놀로지 기반 수학·과학 교육과정 개발	학생교육의 기본 도구로서 컴퓨터가 활용되는 상황에 적합한 교육내용 및 방법 설계
	수학·과학 교과목 다양화 연구	기존의 학문 중심 교육과정을 벗어나 사회의 수요와 활용 목적에 따라 수학·과학 교과목을 혁신적으로 다변화
	지속가능 주제 중심 교육과정 및 교재 개발	기후변화, 자원고갈, 대체에너지 개발 등 미래사회에 인류가 당면한 핵심적인 문제를 다루는 교육과정 및 교재 개발
	실감 체험형 수학·과학 학습 콘텐츠 개발	사고하는 수학·과학 교육을 위해 AR, VR, 햅틱 등의 신기술로 실감형 미디어 기반 콘텐츠를 다양하게 구현하여 보급
	수학·과학 디지털 콘텐츠 개발	인공지능, 로봇틱스, 빅데이터, 사물인터넷 등 4차 산업혁명의 핵심기술을 수학·과학 교과를 학습하는 과정에서 자연스럽게 경험할 수 있는 교육용 콘텐츠 개발
교수·학습방법 및 평가	수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원	학습과 실제의 연계, 시민성 함양, 맥락적 지식의 구축과 활용 등을 위해 지역, 국가, 글로벌 문제를 발견하고 해결하는 프로젝트 경험 제공
	협동 학습 중심 교수 학습 설계 연구	집단지성 및 협업 능력 향상을 위해 개인별 활동이 아닌 모둠 활동을 통해 공동체의 학습 능력과 성취를 평가할 수 있는 체계를 개발·운영할 수 있는 교수·학습 설계 연구
	정보 판단 능력 함양 프로그램 개발	정보를 비판적으로 판단하고 선택적으로 수용할 수 있는 능력을 기를 수 있는 교육 프로그램 개발
	학생 맞춤형 수학·과학 자기진단 도구 개발	인공지능 기반의 개인별 맞춤형 학습에 대비하기 위해 수학·과학의 주요 핵심 개념의 이해를 수준별, 단계별로 측정하고 평가할 수 있는 평가 문항 및 평가 체계 개발
	수학·과학 진로설계 프로그램 개발	수학·과학에 흥미가 있는 학생들이 관련분야 전문가와 공동 프로젝트를 실시할 수 있는 진로 프로그램 개발

- 수학·과학교육 혁신을 위한 핵심과제를 도출하기 위해
 - 1, 2차 델파이 조사를 통해 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량을 도출하고, 실행과제 중 필요성이 높다고 평가된 과제를 중심으로 복합 성격의 핵심과제를 제안하였음
 - 최종적으로 ‘직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육 패키지 개발 연구’, ‘수학·과학 교사 신(新) 전문성 함양을 위한 수학·과학 브릿지 센터 운영’, ‘사회문제해결형 융합연구실(Convergence LAB) 지원사업’을 핵심과제로 선정하고 단계별 추진계획을 제시하였음

1.4 연구의 방법

본 연구는 4차 산업혁명 시대에 수학·과학 교육이 나아가야 할 기본 방향·방법·내용을 제안하기 위하여 문헌연구, 포커스그룹 인터뷰(FGI), 유관학회와 연계한 전문가 델파이 조사, 워킹그룹 협의회 운영, 정책토론회(포럼) 운영을 실시하였음

1.4.1 문헌연구

- 미래 사회 대비 국가 수준의 인재양성 정책 분석
- 4차 산업혁명 시대와 인재상 분석
- 수학·과학교육 국내외 동향 분석

1.4.2 포커스그룹 인터뷰 (FGI)

- 목적 : 4차 산업혁명에 따른 사회 변화의 특징을 탐색하고, 이에 대비한 수학·과학 교육의 방향 논의 및 교육의 변화를 위해 필요한 실행과제 도출
- 대상
 - － 수학·과학교육 관련 산업계 전문가 4명
 - － 수학·과학·공학 분야 과학기술계 전문가 5명
 - － 교육학·수학교육학·과학교육학 등 교육계 전문가 5명
- 내용 : 4차 산업혁명에 따른 일하는 방식과 인재상의 변화, 4차 산업혁명에 대응하기 위한 교육의 변화 방향 (수학·과학을 중심으로), 수학·과학 교육의 혁신을 위해 필요한 실행과제 등
- 일시
 - － (산업계) 2017.5.11.(목) 14:00~17:00
 - － (과학기술계) 2017.5.17.(수) 10:00~13:00
 - － (교육계) 2017.5.19.(금) 10:00~13:00
- 분석방법 : 토론 녹취록에 대한 질적 분석 및 의미망 분석
 - － 인터뷰 내용은 모두 녹음하고 전사하여 녹취록을 작성하고, 녹취록은 의미망 분석을 위한 텍스트 데이터로 활용
 - － 의미망 분석은 ‘자연어 처리(Natural Language Processing)’ → ‘인지지도(Cognitive Map) 도출’ → ‘핵심 키워드 도출’ → ‘분석 결과 해석’의 순서로 진행
 - － 인터뷰에서 추출된 실행과제를 중심으로 1차 델파이 조사지 설계

1.4.3 전문가 델파이 조사 (유관학회 연계)

- o 목적 : 4차 산업혁명 시대의 인재상을 모색하고, 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량 및 중단기 실행과제 도출
- o 대상 : 한국수학교육학회, 한국과학교육학회 추천 전문가 30명*
* 학회별 내용학 전문가 5명, 교과교육학 전문가 5명, 초·중등교사 5명씩을 추천받음
- o 시기 : (1차) 2017.6.27(화)~30(금) (2차) 2017.8.9(수)~14(월)
- o 내용 : 4차 산업혁명이 가지는 특징과 이미지, 4차 산업혁명 시대 인재상, 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량, 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징, 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육을 위한 중단기 실행 과제 제안 등
- o 분석방법 : 이메일을 통한 응답지 회수 및 정량적·정성적 분석 실시

선행연구 분석 및 포커스그룹 인터뷰, 기관 내 전문가 세미나 개최 2017.4월~5월	- 4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량 및 중단기 실행과제 도출
▼	
1차 델파이 조사지 개발 및 패널 선정 2017.6월	- 1차 델파이 조사지 문항 설계 - 델파이 조사 참가 패널 선정 (한국수학교육학회, 한국과학교육학회 추천)
▼	
1차 델파이 조사 실시 2017.6.26~7.3	- 인재상, 역량, 수학·과학교육의 특징에 대한 적합성 및 실행과제 필요성 검증 ($N = 30$)
▼	
1차 델파이 조사 분석 2017.7.4~7.7	- 양적 분석 (CVR, Content Validity Ratio) - 개방형 의견 분석
▼	
연구진 협의 및 핵심과제 도출 2017.7.24~8.4	- 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 핵심과제 도출
▼	
2차 델파이 조사 실시 2017.8.9~8.14	- 핵심과제에 대한 타당성 및 적합성 검증 ($N = 30$)
▼	
2차 델파이 조사 분석 및 연구진 협의 2017.8.16~8.23	- 양적 분석 (CVR, Content Validity Ratio) - 개방형 의견 분석

[그림 1-3] 델파이 조사 절차

1.4.4 워킹그룹 협의회 운영

- o 목적 : 연구 방향 및 내용의 적절성 검토, 전략과제별 실천방안 제안 등
- o 내용 : 전략과제별 추진배경, 추진계획, 기대효과, 국내외 동향 분석
- o 워킹그룹 명단 : 김민정 (단국대학교 교수), 김선희 (강원대학교 교수), 노희진 (선인고등학교 교사), 서보억 (충남대학교 교수), 유미현 (아주대학교 교수), 조현국 (단국대학교 교수), 하민수 (강원대학교 교수)

1.4.5 정책토론회(포럼) 운영

- o 목적 : 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 혁신을 위한 각계각층의 의견 수렴
- o 일시 : 2017.5.29(월) 15:00 ~ 19:30
- o 장소 : 국회의원회관 제2소회의실
- o 내용
 - 주제발표 : 과학·수학·융합교육의 미래 (한국과학창의재단 조향숙 단장)
교사의 역할과 전문성 (전국 국공립대 사범대학장 협의회 김찬종 회장)
모든 한국인을 위한 과학 (연구책임자 전승준 고려대 교수)
 - 토론 : 미래기술과 과학·수학교육(서울대 자연과학대학 교무부학장 조양기 교수)
과학교실의 현재(인천과학예술영재고 심현보 교감)
수학교실의 현재(경남 마산무학여고 박주연 교사)
- o 참석자 : 수학·과학교육 전문가, 학부모, 학생 등 113명

1.5 연구의 기대성과

- o 본 연구는 4차 산업혁명으로 인한 변화에 맞춰 기초학문 중심이었던 수학·과학 교육의 방향·방법·내용을 재설정함으로써 시대가 요구하는 과학기술 인재 육성을 위한 국가적 전략 및 시스템 마련을 위한 기초 자료로 활용될 수 있음
- o 본 연구결과는 학생들이 4차 산업혁명 시대에 필요한 역량을 기를 수 있도록 수학·과학 교육의 새로운 방법 도입 및 교수인력 양성과 재교육을 위한 근거로 활용될 수 있음
- o 본 연구결과는 4차 산업혁명의 메가트렌드를 반영한 커리큘럼, 콘텐츠, 교육자료 등을 개발하고 확산·적용하기 위한 근거로 활용될 수 있음
- o 본 연구를 통해 도출되는 수학·과학 교육의 방향, 방법, 내용은 4차 산업혁명 시대를 준비하기 위한 국가 수준의 인재양성 전략 및 시스템 구축에 활용됨으로써 앞으로의 시대를 이끌어갈 인재를 육성하는 데 기여할 것으로 기대됨
- o 또한 4차 산업혁명 시대에 대비하여 교육 환경 변화를 예측하고 새로운 교육 방법과 내용을 제안함으로써 수학·과학 뿐 아니라 타 교과목의 교육 변화에까지 기여할 것으로 기대됨

2. 이론적 배경 및 국내외 동향

2.1 4차 산업혁명과 미래 일자리

- 세계경제포럼(WEF, 2016)은 4차 산업혁명 시대에 과학기술의 발달에 따른 일자리 감소를 전망하면서 산업용 로봇이나 자동화 기술에 의해 저숙련(Low-skills) 업무와 관련된 일자리의 급격한 고용 감소를 예측함
 - － 옥스퍼드 대학에서 진행된 연구에 따르면(Oxford Univ. 2013) 자동화와 기술 발전으로 현재 직업의 47%가 20년 이내에 사라질 가능성이 높은 것으로 도출됨
 - － 호주는 컴퓨터에 의해 약 5만 명의 노동인력이 대체될 것으로 전망하였으며, 그 중 18%는 완전히 사라질 가능성이 높은 것으로 봄(CEDA, 2015)
- 그러나 이와 동시에 4차 산업혁명 시대의 변화에 따라 새로운 일자리가 창출될 것이라는 긍정적인 예측도 존재함
 - － 세계경제포럼(WEF, 2016)은 200만개의 일자리가 생성될 것이며, 현재 7세 어린이의 68%가 미래에 새로운 직업을 갖게 될 것이라 전망함
 - － 고용노동부·한국고용정보원(2015)은, 2025년까지 미래 직업에 변화를 가져올 수 있는 10가지 트렌드를 제시하였으며, 그 중 6개 트렌드는 일자리 증가와 관련성이 높음



[그림 2-1] 2025년까지의 10대 직업변화 트렌드

※ 출처 : 고용노동부·한국고용정보원 (2015). “2015 한국직업전망”의 관련 내용을 재구성한 미래창조과학부 외(2017). “10년 후 대한민국, 미래 일자리의 길을 찾다”에서 재인용

- 역사적으로 1~3차 산업혁명에서 기술주도로 일어난 생산성 증대는 소득 증대로 이어져 새로운 소비 수요를 창출함. 4차 산업혁명에서는 초생산성에 의해 업무시간이 단축되고 여가시간이 증가됨. 이에 따라 자아실현의 경험 욕구를 충족하고자 하는 소비 수요가 새로운 일자리 창출의 원천이 될 수 있음(이민화, 2017)



[그림 2-2] 산업혁명의 새로운 이해(이민화, 2017)

- o 4차 산업혁명 시대에 일자리 환경 변화는 피할 수 없는 시류이지만, 일방적인 일자리 감소라는 부정적인 전망보다는 일자의 증감 가능성이 공존한다고 볼 수 있음
- o 대표적인 예로 우버(Uber), 에어비앤비(Air BnB)와 같이 기업가치 10억 달러 이상의 스타트업인 유니콘(Unicorn)*들은 기존 비즈니스 혁신을 통해 시장을 선도하면서 스타트업 성공의 기준이자 4차 산업혁명의 지표로 대두됨(김보경, 2017, 3)
- * 미국 벤처캐피탈 ‘카우보이 벤처스’ 창업자 에일린 리(Aileen Lee)가 2013년 최초로 사용한 용어로 비상장기업임에도 혁신적인 비즈니스 모델로 순식간에 10억 달러 이상의 기업 가치를 달성하는 이례적 현상을 상상의 동물 유니콘에 비유함
- o 유니콘은 IoT, 클라우드 등 IT 기술을 기존 전통적 산업에 융합하여 새로운 고객가치를 창출하고 있으며, 기존 시장 질서를 재편하는 방식으로 융합산업이 빠르게 성장함(김보경, 2017, 3)
- o 따라서 4차 산업혁명을 인공지능과 인간의 협업시대(이민화, 2017)로 바라보며, 기계와 차별화 되는 인간 고유의 능력과 노동의 의미에 대한 재정의가 필요함(이승규, 지선미, 2017)

2.2 4차 산업혁명 시대와 인재상

2.2.1 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국제적 동향

- o 4차 산업혁명 등으로 인한 경제, 사회, 문화, 그리고 생태적 환경의 변화에 따라 미래세대에게 필요한 교육의 방향이 달라지고 있어, 세계 각국은 이에 대한 국가적 수준의 대응책을 마련하고 있음 * [표 2-1] 참조

- 세계경제포럼(WEF, 2015)은 21세기 스킬을 실생활 문제에 핵심 기술을 적용할 수 있는 ‘기초적 소양’과 복잡한 도전 과제에 접근하는 ‘역량’, 그리고 변화하는 환경에 접근 방식으로서의 ‘성격 특성’로 나누어 16가지 세부 요인을 제시함. 이들의 국가 간 격차를 줄일 수 있는 기술의 역할을 ‘개인 맞춤형 교과 내용과 커리큘럼’, ‘공개된 교육 자원’, ‘소통과 협동 장치’, ‘상호작용적 시뮬레이션과 게임’으로 제시한 바 있음



[그림 2-3] 학생들에게 요구되는 21세기 스킬 (WEF, 2015)

- 또한 21세기 스킬을 계발하는 데 유용한 ‘사회정서 학습(SEL)’에 주목하여 이를 기술을 통해 강화할 수 있는 방안을 제시함. 사회정서학습(SEL) 교육은 미래사회의 산업 인력들에게 필수적으로 요구되는 역량을 길러줄 수 있으며, 이를 강화하기 위한 세계 수준 기관들(OECD, UNESCO 등)의 역할, 국가 수준 기관들(교육부, 지역 학교 등)의 역할, 개인적 수준 관계자들(정책 입안자, 교육자, 학부모 등)의 역할로 나누어 제시함
- Partnership for 21st century learning (<http://www.p21.org>)은 ‘21세기 학습을 위한 프레임워크’를 제시하면서 학생들이 직장에서, 삶에서, 그리고 시민

으로서 성공하기 위해 요구되는 스킬들과 지식을 규정하고 ‘학습과 혁신 스킬’로 4Cs –비판적 사고력(Critical thinking), 소통능력(Communication), 협업능력(Collaboration), 창의력(Creativity)– 를 제시함

- 21세기에 학생들이 자신의 일과 삶을 위해 갖춰야 할 역량을 제시
: ① 21세기에 요구되는 내용지식 ② 학습과 혁신 스킬 ③ 정보·미디어·기술공학 스킬
- **Ons onderwijs2032 Advisory Report** (Platform Onderwijs2032, 2016)
는 네덜란드의 초중등 교육의 형식과 내용을 검토하여 빠르게 변화하는 사회에 효과적으로 기능할 수 있게 하는 필수적인 지식과 스킬들을 구체화하여 Platform Onderwijs2032을 구성함
- Platform Onderwijs2032는 ‘미래의, 미래를 위한 교육’의 몇 가지 특징들을 구체화 함으로써, 지식 습득과 사회적 발달에 이은 학습자의 개인적 발달을 교육의 목표로서 강조하고 핵심 교과과정의 필수적 요소로 언어(모국어와 영어), 산술 능력, 컴퓨터 문해력, 그리고 시민의식을 제안함
- "The digital revolution: The impact of the Fourth Industrial Revolution on employment and education (**Edge Foundation, 2016**)"은 4차 산업혁명 시대의 변화(디지털 혁명)가 고용시장과 교육에 미치는 영향을 분석하고 앞으로의 교육 체계가 어떻게 변화해야 할지에 대해 논의함
- 높은 임금을 받는 고급 전문 인력과 낮은 임금의 비숙련 노동자의 수가 많아져 중간 계층이 사라지는 노동 시장의 ‘공동화’를 예측하고 3D 프린터와 디자인 소프트웨어를 갖출 것, 코딩 교육을 실시할 것 등 디지털혁명 시대를 대비한 교육의 변화 방안을 제시함
- "Vision for science and mathematics education (**The Royal Society, 2014**)"은 대중들의 수학·과학 지식의 수준과 자신감을 높이기 위한 교육적 변화 방향과 STEM 공동체의 역할을 제시함
- 과학적 발견과 기술 혁신은 많은 사회 문제들에 해결책을 제공하지만 동시에 사회적·윤리적 딜레마를 발생시키므로 사회적 이슈들에 바람직한 결정을 할 수 있도록 하는 지식과 스킬이 요구됨

[표 2-1] 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국제적 동향

제목	목적	주요 연구내용
New Vision for Education, Unlocking the Potential of Technology (WEF, 2015)	▶ 기술 매개의 세계에서 학생들이 갖춰야 할 스킬들 간의 국가별 격차 검토 및 기술적 해결 방안 탐색	■ 21세기에 필요한 스킬들("21st-century skills") 정의 ① 기초적 소양: 문해력, 산술능력, 과학적 소양, 정보통신기술 소양, 경제적 소양, 문화적 시민 소양 ② 역량: 비판적 사고력/문제해결력, 창의력, 소통 능력, 협동 능력 ③ 성격특질: 호기심, 진취성, 지구력, 적응력, 리더십, 사회문화적 의식 ■ 21세기 스킬들의 국가 간 차이를 줄일 수 있는 기술의 역할 - 개인 맞춤형 교과 내용과 커리큘럼 - 공개된 교육 자원, - 소통과 협동 장치들, - 상호작용적 시뮬레이션과 게임들
New Vision for Education, Fostering Social and Emotional Learning through Technology (WEF, 2015)	▶ 사회정서 학습(SEL)에 기술을 접목하여 강화하는 방안 제시	■ SEL 교육은 미래 산업인력들에게도 필수적으로 요구되는 소통, 정보의 공유, 협동력 등의 역량을 길러줄 수 있으며 여러 개발도상국의 교육을 통한 안정화에 기여 ■ SEL 교육을 강화에 대한 세계 수준 기관들(OECD, UNESCO 등)의 역할, 국가 수준 기관들(교육부, 지역 학교 등)의 역할, 개인적 수준 관계자들 (정책 입안자, 교육자, 학부모 등)의 역할을 제시
Partnership for 21st century learning (http://www.p21.org)	▶ 직장 and 삶에서, 또 시민으로서 성공하기 위해 필요한 스킬과 지식을 규정	■ 21세기에 학생들이 자신의 일과 삶을 위해 갖춰야 할 역량 ① 21세기에 요구되는 분야의 내용지식 ② 학습과 혁신 스킬 ③ 정보, 미디어, 기술공학 스킬 ■ '21세기 학습을 위한 프레임워크'의 '학습과 혁신 스킬' 4Cs :비판적 사고력, 소통능력, 협업능력, 창의
"Ons onderwijs 2032 Advisory Report" (2016)	▶ 네덜란드의 초·중·고 교육을 검토하여 변화하는 사회에 대응할 수 있는 지식과 스킬들을 구체화	■ Platform Onderwijs2032는 '미래의, 미래를 위한 교육'의 몇 가지 특징들을 구체화하여 지식 습득과 사회적 발달에 이은 학습자의 개인적 발달을 교육의 목표로 강조 ■ Platform Onderwijs2032는 핵심 교과과정의 필수적 요소 :언어(모국어와 영어), 산술 능력, 컴퓨터 문해력, 시민의식
"The digital revolution: The impact of the Fourth Industrial Revolution on employment and education" (Edge Foundation, 2016)	▶ 4차 산업혁명 시대의 변화가 고용시장과 교육에 미치는 영향을 분석 ▶ 이에 따른 교육 체계의 변화에 대해 논의함	■ 높은 임금을 받는 고급 전문 인력과 낮은 임금의 비숙련 노동자의 수가 많아져 중간 계층이 사라지는 노동 시장의 '공동화'를 예측 ■ 디지털 혁명 시대의 기술적·실제적 스킬을 갖춘 인재에 대한 요구 - 3D 프린터와 디자인 소프트웨어를 갖출 것 - 코딩 교육을 실시할 것 등
"Vision for science and mathematics education" (The Royal Society, 2014)	▶ 대중들의 수학·과학 지식수준과 자신감을 높이기 위한 교육적 변화 방향 제시 ▶ STEM 공동체의 역할을 제시	■ 과학적 발견과 기술 혁신은 많은 사회적·윤리적 딜레마를 발생시킴으로 사회적 이슈들에 대해 바람직한 결정을 할 수 있도록 하는 지식과 스킬이 요구됨 ■ 다음의 원칙을 기반으로 수학·과학 교육의 비전을 수립 ① 새로운 교육 시스템은 예술과 인문학, 사회과학을 포함해야 하며 직업학습도 중요한 정도의 가치를 부여해야 함 ② 새로운 교육 시스템은 커리큘럼과 그 평가 과정이 안정적으로 운영될 수 있도록 해야 함 ③ 교사들의 학습의욕을 고취시키는 방안을 모색해야 함

2.2.2 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국내 동향

o 우리나라도 4차 산업혁명과 지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책을 수립하였으며, 이를 바탕으로 미래세대를 위한 교육을 실시할 계획임 * [표 2-2] 참조

- “제4차 산업혁명에 대응한 「지능정보사회 중장기 종합대책」 (관계부처합동, 2016)”은 사회복지 정책을 포괄한 국가적 대비책 마련, 지능정보기술의 확보, 관련 산업의 육성 및 서비스 고도화, 인간과 로봇이 공존하는 유연한 사회구조 등이 필요하기에 이에 대비하기 위한 중장기 관점의 대응 전략을 마련함
- 지능정보 기술이 핵심 동인이 되는 제4차 산업혁명의 변화를 산업구조/고용구조/삶과 환경/국내 경제 및 고용 효과로 나누어 분석하고 국가 비전을 ‘인간 중심 지능정보사회 실현’으로 설정하고 기업·국민·정부·전문가(학계)를 주체로 네 가지의 추진전략과 기술·산업·사회 세 가지 측면의 정책 과제를 제시함



[그림 2-4] 중장기 교육정책의 중점 추진 전략 (관계부처합동, 2016)

- “지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략 (시안) (교육부, 2016)”은 지능정보사회로 일컬어지는 제4차 산업혁명의 도래에 대응하여 대한민국 교육이 중장기적으로 나아가야 할 방향과 그에 따른 추진전략을 제시함
- 미래 교육의 전망과 우리 교육이 처한 현실에 대한 분석을 토대로, 2030년까지

우리나라 교육이 나아가야 할 다섯 가지 방향을 제시하고, 우리나라가 지능정보 사회를 선도하는 인재강국으로 도약하기 위한 구체적인 전략들을 도출함

- 2030년까지 우리나라 교육이 나아가야 할 다섯 가지 방향

- ① 학생들의 흥미와 적성을 최대한 발휘할 수 있는 교육
- ② 사고력, 문제 해결력, 창의력을 키우는 교육
- ③ 개인의 학습능력을 고려한 맞춤형 교육
- ④ 지능정보기술 분야 핵심인재를 기르는 교육
- ⑤ 사람을 중시하고 사회통합에 기여하는 교육

- “4차 산업혁명 시대 과학·수학교육 혁신을 위한 정책 토론회 (한림원, 2017)”에 따르면 과거 산업혁명 시대에는 단순 반복 작업이 노동의 핵심이었음. 대형 강의실에서 일방적으로 지식을 전달하는 대량 교육에 의해 훈련된 인력을 경제성장의 동력으로 삼았음. 그러나 고도로 발전된 인공지능이 등장함에 따라 저숙련(low-skills) 직종은 물론 전문직 역시 붕괴될 위기에 처해있음.

- 자동화가 불가능한 영역으로 추론과 창의성이 필요한 일, 지식과 기능을 활용하는 일, 인공지능 문제를 정의하고, 설계·개발 및 훈련·감독 하는 탐색해야 함. 이를 위해서는 정답을 찾는 교육 보다는 문제를 정의는 교육으로 나아가야 함

- 기존의 정적인 교육에서 탈피하여 동적인 교육으로 나아가기 위해서는 교실 환경이 변화해야 함. 스스로 학습하고(자기주도), 참여하고, 상호작용하는 것이 미래교육의 열쇠임

[표 2-2] 4차 산업혁명 시대 교육의 방향에 대한 국내 동향

제목	목적	주요 연구내용
제4차 산업혁명에 대응한 『지능정보사회 중장기 종합대책』 (관계부처 합동, 2016).	▶ 제4차 산업혁명시대에는 사회복지 정책을 포괄한 국가적 대비책 마련, 지능정보기술의 확보, 관련 산업의 육성 및 서비스 고도화, 인간과 로봇이 공존하는 유연한 사회구조 등이 필요하므로 이에 대비하기 위한 중장기 관점의 대응 전략을 마련	■ 지능정보 기술이 핵심 동인이 되는 제4차 산업혁명의 변화를 산업구조/고용구조/삶과 환경/국내 경제 및 고용 효과로 나누어 분석함 ■ 국가 비전을 ‘인간 중심 지능정보사회 실현’으로 두고 기업, 국민, 정부, 전문가(학계)를 주체로 추진전략과 정책과제를 제시함 ■ 추진전략 ① 기업·국민(주도)-정부·학계(지원) 파트너십을 통한 지능 정보 사회 조성 ② 기술·산업·사회를 포괄한 균형 있는 정책 추진으로 인 간 중심의 미래사회 구현 ③ 전략적 지원을 통한 지능정보기술 및 산업 경쟁력 조속 확보 ④ 사회적 합의를 통한 정책 개편 및 역기능 대응체계 구축 ■ 정책과제 ① 기술측면: 글로벌 수준의 지능정보 기술 기반 확보 ② 산업측면: 전 산업의 지능정보화 촉진 ③ 사회측면: 사회정책 개선을 통한 선제적 대응
지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략 (시안) (교육부, 2016)	▶ 지능정보사회로 일컬어지는 제4차 산업혁명의 도래에 대응하여 대한민국 교육이 중장기적으로 나아가야 할 방향과 그에 따른 추진전략을 제시	■ 미래 교육의 전망과 우리 교육이 처한 현실에 대한 분석을 토 대로, 2030년까지 우리나라 교육이 나아가야 할 5가지 방 향 을 제시함 ■ 우리나라가 지능정보사회를 선도하는 인재강국으로 도약하기 위한 구체적인 전략들을 도출함

2.2.3 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육의 방향

o 미래 시대 변화에 대비한 수학·과학교육의 방향을 모색하기 위해 한국과학창의재단을 중심으로 다양한 정책연구 등이 추진되어 왔음 * [표 2-3] 참조

– “2045 미래 사회 인재상 및 핵심 과학역량 마일스톤 연구 (한국과학창의재단, 2016)”는 급변하는 미래 사회에 걸맞은 새로운 패러다임의 인재상을 정립하고 과학기술의 핵심역량을 제시함

– 미래 인재상을 여섯 가지로 정리함

: ① 자발적 학습자 ② 통합적 문제해결자 ③ 가치지향적 개인 ④ 과학성찰적 시민 ⑤ 개방적 소통자 ⑥ 공감적 중재자

– 학부모들이 강조하는 일반적 역량들을 도출함

: 경험 기반 학습 능력, 자기 표현력, 지식의 유기적 연결 능력, 협력적 문제해결 능력, 소통적 태도, 글로벌한 이해력, 공감과 상호작용 기반의 신뢰형성 능력, 가치 중심적 사고력, 비판적 사고력

– 미래 인재상 구현을 위한 방법론으로서의 ‘4S 마일스톤’ 제시함

: ① 과학적 사고력 ② 과학적 표현력 ③ 과학적 협업 ④ 건전한 판단력



[그림 2-5] 미래사회 전망 및 역량 도출 논리 (김도훈 외, 2016)



[그림 2-6] 4S 마일스톤: 미래의 과학 핵심역량 (김도훈 외, 2016)

- “**과학교육종합계획 2016~2020** (교육부 & 한국과학창의재단, 2016)”은 「과학교육 진흥법」 제3조에 따라 향후 5년간(‘16~’20) 우리나라 과학교육의 추진 목표와 방향을 설정하고 이를 달성하기 위한 정책과제를 제시함
- 2008년부터 2015년까지 이어진 과학교육내실화계획을 통해 과학수업 개선, 과학교사 전문성 신장, 과학교육 여건 개선, 과학마인드 확산, 수월성 교육 강화 등이 추진되었고 상당한 성과를 보였음
- 2016년부터 2020년까지 진행될 과학교육종합계획은 “과학을 즐기고 누리고 나누는 행복한 과학교육”이라는 비전을 가지고 3대 추진 목표와 7대 추진 전략, 그리고 15대 중점과제를 설정함
- “**모든 한국인을 위한 과학 개발** (한국과학창의재단, 2017)”은 한국 사회에서 필요로 하는 미래지향적인 과학소양을 정의하고 모든 한국인을 위한 기본 과학소양을 체계적으로 기술하여 일반인과 초·중등 과학 교육을 위한 미래의 방향을 제안함
- 과학소양의 의미와 2050 미래사회 전망과 과학소양, 2050년 과학소양 교육 주제, 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목, 과학소양 구성요소별 중요도, 미래 한국인으로서 강조될 과학소양 등을 도출함
- “**미래세대 과학교육표준 개발을 위한 기초 연구** (한국과학창의재단, 2017)”는 미래세대 인재상에 부합하는 과학교육 표준을 개발하기 위한 기초연구로서 과학과 영역의 재설정, 과학소양의 단계별 학습기준 설정 등의 체제를 구안함

- 미래세대를 위한 과학과 영역 재설정
: ① 과학과 실천 ② 물질과 에너지 ③ 시스템과 상호작용 ④ 변화와 안정성
- 과학교육표준 문서 체제를 제안하고 미래세대를 위한 과학 소양의 단계별 학습 기준 설정 및 미래세대를 위한 과학과 교수학습 방법을 제안함
- “제2차 수학교육 종합계획 2015~2019 (교육부 & 한국과학창의재단, 2015)”은 「수학교육 선진화 종합 대책(2012~2014)」 후속으로 우리나라 수학교육 정책의 추진 목표와 방향을 설정하고 이를 달성하기 위한 정책과제를 제시함
- 2012년부터 2014년까지 수학교육 선진화 방안을 통해 학교 수학수업의 내실화, 교사 전문성 신장, 평가 방식 개선, 취약계층 수학 격차 해소, 수학교육 장기 발전 기반 조성, 수학 저변 확산 및 대중화 등이 추진되었음
- 2015년부터 2019년까지 추진될 제2차 수학교육 종합계획은 “창의적 융합 인재 양성을 위한 수학교육”이라는 비전을 가지고 3대 추진 목표와 3대 추진 전략, 그리고 9대 추진 과제를 설정함
- “공학 도구 활용 수학교과서 개선 방안 연구 (한국과학창의재단, 2015)”는 수학과 교수학습에 공학 도구를 효과적으로 활용하기 위해 중학교 수학교과서 모형을 개발하고 공학 도구 활용을 위한 교수학습 자료 및 교사용 지도서를 개발, 제공함
- 2015년 중학교 교육과정에서 공학 도구 활용이 요구되는 학습 주제 추출하고 공학 도구를 활용한 수학 교과서 교수학습 자료를 42차시 개발하고 적용함
- “미래 인재상에 적합한 수학학습 내용 연구 (한국과학창의재단, 2017)”는 수학 기반 미래 인재상을 제안하고 이에 적합한 수학교과 학습 내용을 제시함
- 수학 교육 관련 미래 연구 보고서를 검토·분석하고 미래세대 신 직업군 추출 및 분류 작업을 수행하여 수학기반 미래 인재상을 ‘수학적 사고력과 창의력을 갖춘 융합 인재’로 설정하고 미래 인재상에 적합한 수학 학습 내용을 다섯 가지로 제시함
- “수학기반 인재양성 미래비전 연구 (한국과학창의재단, 2016)”는 미래 인재를 양성하기 위해 수학 과목이 어떤 역할을 맡아야 하며 어떻게 변모해야

하는지에 대한 방안을 제시함

- 미래 인재가 갖추어야 할 조건을 지식과 역량, 인성을 기준으로 제시하고 수학 기반 인재양성의 미래비전을 위한 기본 원칙을 수립함
- “통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구 (한국과학창의재단, 2014)”는 빅데이터 시대 및 융·복합 시대에 적합한 통계적 소양에 대한 의미와 초·중·고 통계교육과정을 재정립하고 현장에의 효과적인 적용을 위해 공학도구 활용 방안을 모색
- 통계교육과정을 재정립하고 교과서 예시를 개발하여 현장 적용을 통해 수정·보완하였으며 평가 방안 마련 및 효과적인 현장적용을 위해 공학도구 활용 방안을 모색함
- “수학학습 내용요소 추출 연구 (한국과학창의재단, 2015)”는 지금까지 변화해 온 수학 교육과정을 분석함으로써 공통의 수학학습 내용요소를 추출하는 것이 가능한지를 탐색하고 공통의 수학학습 내용요소에 대한 잠정안을 도출함
- 초·중·고등학교 뿐 아니라 대학교 수학학습 내용요소 추출하고 미래세대 과학교육표준 연구와 연계되는 수학 교육과정을 개발하고, 글로벌 스탠다드 수학 교육 과정을 구성함

[표 2-3] 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육의 방향

제목	목적	주요 연구내용
2045 미래 사회 인재상 및 핵심 과학역량 마일스톤 연구 (한국과학창의재단, 2016)	▶ 새로운 패러다임의 인재상을 정립 ▶ 과학기술의 핵심역량 제시	■ 미래 인재상을 6개로 정리 :자발적 학습자, 통합적 문제해결자, 가치지향적 개인, 과학 성찰적 시민, 개방적 소통자, 공감적 중재자 ■ 학부모들이 강조하는 일반적 역량 도출 :경험 기반 학습 능력, 자기 표현력, 지식의 유기적 연결 능력, 협력적 문제해결 능력, 소통적 태도, 글로벌한 이해력, 공감과 상호작용 기반의 신뢰형성 능력, 가치 중심적 사고력, 비판적 사고력 ■ 일반역량의 실현과 미래 인재상 구현을 위한 방법론으로서 핵심 과학 역량을 도출하여 ‘4S 마일스톤’ 제시함: 과학적 사고력, 과학적 표현력, 과학적 협업, 건전한 판단력
과학교육종합계획 2016~2020 (교육부 & 한국과학창의재단, 2016)	▶ 「과학교육 진흥법」 제3조에 따라 향후 5년 (‘16~’20)간 우리나라 과학교육의 추진 목표와 방향 설정	■ 2008년부터 2015년까지 이어진 과학교육내실화계획을 통해 과학 수업 개선, 과학교사 전문성 신장, 과학교육 여건 개선, 과학마인드 확산, 수월성 교육 강화 등이 추진되었고 상당한 성과를 보임 ■ 2016년부터 2020년까지 진행될 과학교육종합계획의 비전 “과학을 즐기고 누리고 나누는 행복한 과학교육”

	▶ 정책과제 제시	- 3대 추진목표 : 모두를 위한 과학교육, 창의형 과학교육 환경, 과학 친화적 사회) - 7대 추진 전략 : 즐거운 과학학습 경험 확대, 4차 산업혁명 시대에 맞는 과학기술 인재 양성, 창의융합형 과학교육 활성화, IDEA형 과학교사상 구현, 과학교육 지원 인프라 강화, 사회와 소통하는 과학교육 실현, 함께 하는 과학문화 조성 - 15대 중점과제 설정
모든 한국인을 위한 과학 개발 (한국과학창의재단, 2017)	▶ 미래의 모든 한국인이 갖추어야 할 기본 과학소양을 제시 ▶ 일반인과 초중등 과학 교육의 방향성 제안	■ 과학소양의 의미와 2050 미래사회 전망과 과학소양, 2050년 과학소양 교육 주제, 2050년 미래 학교 과학소양 교육을 위한 교과목, 과학소양 구성요소별 중요도, 미래 한국인으로 강조될 과학소양 등을 도출 ■ 모든 한국인을 위한 과학소양의 세 가지 범주를 구성하고 과학지식, 과학 응용지식, 과학교육 방법과 실현방안 등을 제안.
미래세대 과학교육표준 개발을 위한 기초 연구 (한국과학창의재단, 2017)	▶ 과학과 영역의 재설정, 과학소양의 단계별 학습기준 설정 등의 체제 구안	■ 미래세대를 위한 과학과 영역의 재설정: 과학과 실천, 물질과 에너지, 시스템과 상호작용, 변화와 안정성 ■ 미래세대를 위한 과학 소양의 단계별 학습 기준 설정: 학습발달과정에 기초하여 단계별 학습기준 설정을 위한 고려사항을 도출 ■ 미래세대를 위한 과학과 교수학습 방법 제안: 논증 기반, 프로젝트 기반, 사회·윤리적 기반, 모델링 기반, STEAM 융합 교수학습을 제안 ■ 과학교육표준 문서 체제 제안: 과학교육내용표준, 과학교수 학습표준, 과학교육역량표준, 과학교육환경표준으로 4가지 표준을 구분
제2차 수학교육 종합계획 2015~2019 (교육부 & 한국과학창의재단, 2015)	▶ ‘수학교육 선진화 종합 대책’ 후속으로 향후 5년간 우리나라 수학교육의 추진 목표와 방향 설정 ▶ 정책과제 제시	■ 2012년부터 2014년까지 수학교육 선진화 종합 대책을 통해 학교 수학수업의 내실화, 교사 전문성 신장, 평가 방식 개선, 취약계층 수학 격차 해소, 수학교육 장기 발전 기반 조성, 수학 저변 확산 및 대중화 등이 추진되었음 ■ 2015년부터 2019년까지 진행될 제2차 수학교육 종합계획의 비전 “창의적 융합 인재 양성을 위한 수학교육” - 3대 추진목표 : 수학기반의 핵심역량 함양, 수학의 가치와 유용성 인식 확산, 선진 수학교육 기반 조성 - 3대 추진 전략 : 수학교육 패러다임 변화 추진, 수요자 참여 중심 수학교육 지원, 범국가적 수학교육 지원 체제 구축 - 9대 중점과제 설정
공학 도구 활용 수학교과서 개선 방안 연구 (한국과학창의재단, 2015)	▶ 중학교 수학 교과서 모형 개발 ▶ 공학 도구 활용을 위한 교수학습 자료와 지도서 개발 및 제공	■ 수학과 교수학습에 공학 도구를 효과적으로 활용하기 위함 ■ 2015년 중학교 교육과정에서 공학 도구 활용이 요구되는 학습 주제 추출 ■ 공학 도구 활용 수학 교과서 교수학습 자료 42차시 개발 및 적용
미래 인재상에 적합한 수학학습	▶ 수학 기반 미래 인재상 제시	■ 수학 교육에 관련된 미래 연구 보고서 검토 및 분석

내용 연구 (한국과학창의재단, 2017)	▶ 이에 적합한 수학교과 학습 내용을 제시	■ 미래세대 신 직업군 추출 및 분류 ■ 수학기반 미래 인재상: 수학적 사고력과 창의력을 갖춘 융합 인재 ■ 미래 인재상에 적합한 수학 학습 내용 ① 국제비교 연구를 수행하여 수학 학습 내용 제안 ② 미래 교육과정에 필수적인 수학 학습 내용의 범주 설정 ③ 모델링, 문제기반 학습, 프로젝트 기반 학습, 컴퓨터 도구 활용 학습 등의 가능성 탐색 ④ 수학적·통계적·계산적 사고력 강화를 위한 5가지 학습 내용 제시 ⑤ 미래의 대학교 수학 학습과 연계되는 개선 방안 제시
수학기반 인재양성 미래비전 연구 (한국과학창의재단, 2016)	▶ 미래 인재를 양성하기 위한 수학 과목의 역할 제시 ▶ 수학교육의 변모 방향과 방향성 제안	■ 미래 인재가 갖추어야 할 조건을 지식(기초, 전문, 융합 지식)과 역량(창의력, 문제해결력, 의사 소통력, 협동능력, 혁신능력), 인성(도전성, 도덕성, 책임성, 개방성, 신뢰성)을 기준으로 제시함 ■ 수학기반 인재양성의 방향을 알아보기 위한 국내외 전문가들의 의견을 조사하고 수학 학습 내용, 수학 학습 환경, 수학 교사 전문성의 측면에서 시사점을 논의 ■ 수학기반 인재양성의 미래비전을 위한 기본원칙을 제시
통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구 (한국과학창의재단, 2014)	▶ 빅데이터 시대에 적합한 통계적 소양에 대한 의미 정립 ▶ 초·중·고 통계교육과정을 재정립 ▶ 공학도구 활용 방안모색	■ 통계교육의 목표로서 통계적 소양에 대해 그 의미를 재정립 ■ 내용적 측면에서는 Big Idea를 중심으로, 방법적 측면에서는 통계적 문제해결과정을 중심으로 통계학습 내용요소들을 선정 ■ 통계교육과정을 재정립하고 교과서 예시를 개발한 후 현장 적용을 통해 수정 및 보완 ■ 통계교육과정에 적합한 평가 방안 및 효과적인 현장적용을 위해 공학도구 활용 방안을 모색함
수학학습 내용요소 추출 연구 (한국과학창의재단, 2015)	▶ 지금까지 변화해 온 수학 교육과정 분석 ▶ 공통의 수학학습 내용요소 추출 및 잠정안 도출	■ 초·중·고등학교 뿐 아니라 대학교 수학학습 내용요소 추출 ■ 미래세대 과학교육표준 연구와 연계되는 수학 교육과정 개발 ■ 국제적 경쟁력을 갖춘 미래 인재 육성에 적합한 글로벌 스탠다드 수학 교육과정 구성

2.3 수학·과학·융합교육 국내외 동향

- [미리보는 2017서울포럼] "4차혁명 키워드는 '컴퓨팅 사고'...수학교육 방식 대전환 절실" ('17.5.14., 서울경제)
: 수학, 단순 계산·정답 찾기 아닌 '창의·산업수학'으로 확 바뀌야 AI·의료 등서 고부가 창출 가능 한국은 IT분야서 선도적 역할 수학교육 개혁 충분히 이뤄낼 것(울프램연구소 콘래드 울프램 소장)
- [4차 산업혁명] '과학+수학+정보' 교육도 융합... '알파고법' 만든다. ('16.10.4, 이투데이)
: 4차 산업혁명의 토대를 제공하기 위해 핵심 교과 간의 연계·융합이 필요하다는 판단에 따라, 기존 과학교육 진흥법을 과학수학정보로 넓혀 개정 추진
- [테마캠퍼스/단국대] 4차 산업혁명 이끌 새로운 교육법 '디자인싱킹' 선도 ('17.5.22, 한국대학신문)
: 국내 최초 인공지능 기반 스마트 캠퍼스 조성. 체계적인 창업 지원으로 4차 산업혁명 교두보 마련

2.3.1 수학교육의 국내외 동향

□ 수학교육의 국제 동향

○ 국가 수준 수학 교육과정의 강화

- **미국**은 전통적으로 국가 교육과정이 없었으나 2010년 발표된 Common Core State Standards for Mathematics(이하 CCSSM)가 통일된 국가 교육과정의 역할을 하며, 50개 주 중에서 45개가 채택하고 있음 (Common Core State Standards Initiative, 2014)
 - 부시 정부 때 시작한 기초 학력 보장제도(일명 'No Child Left Behind') 정책이 실패하였으며, CCSSM(공통핵심학력기준)을 통해 수학교육 개혁을 추진함
 - CCSSM에서는 유치원부터 중학교까지 학년별 성취기준을 제시하고, 고등학교는 영역별 성취기준을 제시함
 - AP 과정이 있어 중학교에서 고등학교 과목을, 고등학교에서 대학교 과목을 이수할 수 있으므로, 고등학교 과목 이수 유형이 매우 다양하고 폭넓은 학습을 진행함
 - CCSS 정책은 전반적으로 모든 학생에게 더욱 복합적인 사고할 것을 요구하고, 학생들은 이전보다 많은 생각을 하도록 하는 등, 수학과에서 요구하는 교육수준이 크게 높아짐
- **영국**은 국가 수준 교육과정을 주요 단계(key stage, KS 1~4)로 구분하고 국가 시험을 실시함으로써 국가수준의 교육을 강화함 (Department for Education, UK,

2013)

- 1단계는 1~2학년, 2단계는 3~6학년, 3단계는 7~9학년, 4단계는 10~11학년으로, 2단계 말, 3단계 말에 국가시험(National Test)를 실시
- 2016년 9월부터 전체 주요 단계에서 개정 교육과정이 적용 완료됨
- 중등학교인 3, 4단계의 경우, 과목별 내용 제시에 앞서 ‘수학적으로 활동하기’라는 항목을 두고 유창성 기르기, 수학적 추론, 문제해결 등을 강조함

o 컴퓨터 기반 수학 교육과정의 개발

– 에스토니아는 교육과정에서 기술 역량(technology competence)과 디지털 역량(digital competence)을 강조함 (Government of the Republic Regulation, 2011)

- 수학과 교육과정에서도 정보를 사용하고 공학 도구로 의사소통하는 것을 수학적 역량 중 하나로 정함
- ‘도형과 측정’ 영역에서 ICT와 컴퓨터 프로그램을 사용할 수 있는 성취 기준을 정하고 있으며, ‘계산과 자료’영역에서도 계산기를 사용하여 제곱근을 구하도록 하는 등 기준을 정하고 있음

o 현실적 수학교육(Realistic Mathematics)의 강조

– 수학교육의 가치로 ‘수학의 유용성’을 강조하며 대중을 위한 수학교육, 이질적인 학습 집단 속에서의 사회적인 합의를 통한 학습을 강조함 (Freudenthal, 1991)

– 수학 지식을 조작의 결과로 보며 최선의 학습 방법으로 활동 및 실행을 강조함. 활동으로서의 수학은 현실을 수학으로 만드는 것, 즉, **수학화(mathematising)**임

– 수학화는 공리를 학습하는 것이 아니라 수학적 법칙을 공리로 만드는 활동(공리화)으로, 수학의 과정에서 필요한 형식을 형식으로 만드는 활동(형식화)으로 가르치는 것을 강조함

– 사고 실험을 통하여 학습수준의 수직적·수평적으로 상승하도록 학습 구조 설계를 강조하며, 그것을 학습과정에 이용할 수 있도록 학급대화, 자유토론 등과 같은 열린 학습 상황을 강조함

– 인류의 대역적인 수학의 학습과정을 학습자의 현재적 입장에서 재구성하여 단

축된 형태로 반복하게 함으로써 수학적 사고경험을 연결하는 방안을 강조함

- 역사적으로 수학은 통찰에 의해 습득된 개념적 수학이 형식화되고 알고리즘화 되면서 수학적 사고기능이 발달되고 보다 높은 수준의 통찰이 가능해지는 과정을 거쳐 발달해 왔음
- 지도내용별로 그러한 점진적인 도식화, 형식화 과정을 밝히고 그에 따른 교재를 구성할 것을 강조하며 수학화를 경험하도록 지도할 수 있는 의미 있는 현실 문제 맥락을 강조함

o 맥락에서의 수학교육의 강조, MiC(Mathematics in Context)

- MiC(Mathematics in Context)는 실생활에서 접할 수 있는 사물과 상황 속에서 자연스럽게 수학의 주요 개념들을 터득해 나가게 해 주는 새로운 개념의 수학교육 프로그램임 (Jonker, V, 2015)
- 현실적 수학교육(realistic Mathematics)의 이론을 기반으로 미국 매디슨 위스콘신 대학교의 교육 연구 센터와 네덜란드 위트레흐트대학교의 프로이덴탈 연구소가 협력하여 개발함
- 미국의 5학년~8학년 프로그램으로, 학년의 각 단계는 10개의 단원으로 구성됨
- 각 단원들은 기하, 대수, 수, 통계의 네 영역으로 나누어짐. 각 영역 내에서의 연계, 서로 다른 영역간의 연계, 수학과 실생활 문제간의 연계라는 연계성을 강조한 것이 주요 특징임

o 계산기와 컴퓨터 등 공학적 도구의 활용 강조

- 미국의 CCSSM에서는 테크놀로지를 적용한 교육을 추구함. 학교와 지방정부들이 기술을 교육에 적용하기 위하여 노력하고 있으며 그 예로, 2013년 초 로스앤젤레스 교육청은 모든 학생들에게 iPad를 제공하며 캠퍼스 내 무선인터넷망을 구축함
- NCTM(2000)에서는 교육과정 구성의 원리로 ‘테크놀로지의 원리(The Technology Principle)’를 강조함
- 테크놀로지는 수학을 가르치고 배우는 데 필수적인 요소로 가르쳐야 할 수학 내

용에 영향을 주며, 학생들이 수학 학습 능력에 영향을 미침

- 테크놀로지는 수학적 환경을 재구성하며 학교 수학은 이러한 변화를 반영하도록 요구함
- **일본**은 중학교 통계를 다룰 때 컴퓨터를 이용할 것을 적극 권장함
- **대만**은 교육과정의 실시의 요점으로 ‘수업’, ‘평가’, ‘교과서’, ‘컴퓨터와 계산기’를 제시하며 컴퓨터를 강조함
- **핀란드, 폴란드, 중국, 홍콩**은 계산기를 활용할 수 있는 능력을 수학 교과에서 키워야 할 소양으로 설정함(Finnish National Board of Education, 2003)
- (참고) **우리나라** 2015 개정 교육과정에서는 이러한 기기 사용 수준에서 나아가 컴퓨팅사고력(Computational Thinking)을 키우는 것을 핵심역량의 하나로 추구함

o 산업수학의 강조

- 통신과 수학이 융합해 이루어낸 '**연결지능(Connected Intelligence)**'이 재창조의 근간이 되는 기술임을 강조함
- 세계 이동통신 사업자 협회(GSMA)에 따르면 세계 50억 명이 휴대폰을 통해서로 연결돼 있음
- 50억 명의 방대한 데이터가 서로 연결되어 있으므로 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 사물통신 등이 기초학문으로서의 수학과 연결될 필요가 있음
- 연결지능은 4차 산업혁명을 가속화하였고, 새로운 패러다임이 탄생하고 있으며 이에 부합된 새로운 인재 양성이 필요함
- 연결지능 시대에서 가장 절실하게 필요로 하는 인재는 컴퓨터를 다룰 줄 아는 수학자라고 판단하고 있음. 다보스 포럼에서는 2020년까지 산업계가 필요로 하는 산업수학자는 약 40만 명이라고 발표함
- 전 세계에 20만 명 정도의 수학자가 있지만, 그중 응용수학 및 산업수학 전공자는 약 7%에 불과함

o 수학과 타 분야의 융합 강조

- 4차 산업혁명 시대에서 ‘연결지능(Connected Intelligence)’은 중요한 핵심 역량이며, 인공지능, 빅데이터, 클라우드, 사물통신 등이 기초학문으로서의 수학과 연결될 때 새로운 부가가치 창출이 가능해 질 것으로 보고 있음
- 연결지능 시대에서 가장 절실하게 필요로 하는 인재는 컴퓨터를 다룰 줄 아는 수학자라고 판단하고 있음. 다보스 포럼에서는 2020년까지 산업계가 필요로 하는 산업수학자는 약 40만 명이라고 발표함. 전 세계에 20만 명 정도의 수학자가 있지만, 그중 응용수학 및 산업수학 전공자는 약 7%에 불과함
- (참고) 우리나라는 산업에서 일어나는 수학적 문제를 발굴하여 이를 해결하며, 관련 인재를 양성하는 일의 중요성이 높아짐에 따라 ‘**산업수학 육성방안(미래창조과학부, 2016)**’을 발표함

○ 온라인 수학교육 환경의 급속한 성장: 온라인 대중 공개 강연 플랫폼

- 온라인 대중 강의 ‘무크(MOOC)’가 각광받고 있으며, 길버트 스트랭 미국 매사추세츠공대(MIT) 수학과 교수의 ‘선형 대수학’ 강의는 수강자가 300만명을 넘어섬
- MIT가 만든 ‘오픈코스웨어(OCW)’라는 온라인 강의 플랫폼이 중요한 역할을 함
- 온라인 대중공개 강연(MOOC)이 수년째 진화를 거듭하면서 수학교육 뿐 아니라 고등교육에 새로운 혁명을 가져옴
- 세계 최대 무크 플랫폼인 ‘코세라(Coursera),’ 하버드대와 MIT가 함께 만든 ‘에드엑스(edX),’ ‘유다시티(Udacity)’ 등이 새로운 온라인 대중 공개 강연 플랫폼이 있음
- **중국**은 베이징대와 칭화대가 주도해 코세라와 에드엑스에서 중국어 온라인 강좌 개설, **일본**은 도쿄대와 교토대가 참여, **한국**에서도 코세라 및 에드엑스에 참여함
- (참고) **우리나라**는 교육부 주도로 2015년 한국형 온라인 공개강좌(KMOOC)가 개설됨

□ 수학교육의 국내 동향

○ 수학, 수학교육 관련 정부 정책 수립 및 발표

- 교육부(2015)는 향후 5개년의 수학교육 정책을 담은 **제2차 수학교육 종합계획**을 발표하였고, 같은 해 **2015 개정 수학과 교육과정**을 발표함
- 학습량·난이도의 적정화를 통해 배움을 즐기는 수학교육으로 패러다임을 전환하고, 활동과 탐구 중심의 수학 수업과 결과가 아닌 과정 중심의 평가가 이루어질 수 있도록 하겠다는 의지를 담고 있음
- 특히, 수학과는 총론의 핵심역량인 ‘자기관리 역량, 지식정보 처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량’을 반영하면서도 수학과에 알맞은 ‘문제해결, 추론, 의사소통, 창의·융합, 정보처리, 태도 및 실천’을 **수학 교과역량**으로 제시함
- **산업수학 육성방안**(미래창조과학부, 2016)에 따르면, 산업수학을 육성하기 위해서는 산업현장, 공공 분야 및 전략기술분야(AI, IoT, 빅데이터, 뇌과학 등)에서 수학으로 해결이 가능한 문제를 발굴하고 이를 해결할 수 있는 지원과 인재양성이 중요한 과제임
- 이를 통해, 초·중·고에서는 산업과 관련된 수학을 체험하는 경험을 통해 수학의 유용성과 수학의 가치를 인식할 수 있으며 수학 학습의 성공 뿐만 아니라 나아가 다시 산업을 발전시키는 선순환을 이룰 수 있을 것으로 전망됨

o 수학에 관한 정의적 측면 강조

- 국제비교 평가 결과, 우리나라 학생들은 수학 학업성취도에서 최상위권을 유지하고 있으나, 흥미, 자신감 등 정의적 영역은 최하위권을 나타나고 있음
- TIMSS 2015 결과에 따르면, 수학 흥미는 초등학교 4학년의 경우 48위(49개국 중), 중 학교 2학년은 37위(39개국 중)에 불과하였으며, 수학자신감은 초등학교 4학년은 47~48위, 중학교 2학년은 35위, 수학 가치 인식은 39개국 중 37위 등 최하위임
- 한국과학창의재단(2015)의 수학학습 실태조사에 따르면, 우리나라 학생들은 수학에 흥미와 자신감이 부족하고, 학년이 올라갈수록 수학 학습에 어려움을 겪는 학생 이 증가(초 8.1%, 중 18.1%, 고 23.5%,가 수학 학습을 포기)하고 있음
- 수학학습에 대한 성공경험을 가질 수 있도록 수학과 친해지는 프로그램 운영, 수학클리닉 운영, 수학멘토링제 운영, 학생 수학동아리 활성화, 학부모 수학교실 운영 등을 과제로 하는 수학나눔학교(2016년 220개교, 2017년 553개교)를 지원하고

있음

- 수학나눔학교 운영을 통해 수학을 포기했다는 학생이 중학교의 경우 18.1%에서 14.39%로 감소하였음

o 수학에 대한 유용성 및 긍정적 인식 확산

- 수학에 대한 흥미, 가치 인식, 유용성 등 정의적 측면을 강조하고 긍정적 인식을 확산하기 위해 수학 문화 활동을 강조하고 있음
- 경상남도교육청, 서울 노원구에서 각각 2017년 12월, 2018년 6월 개관을 목표로 준비 중에 있으며, 전북수학체험센터를 출발로 광주수학체험센터, 전남수학체험센터, 충북수학체험센터가 개관할 예정임
- 전국 17개 시도교육청, 전국 국립과학관을 중심으로 수학체험전이 개최되고 있으며 지역 단위, 학교 단위에서도 다양한 수학체험전이 개최되고 있음
- 수학체험공간, 수학체험전 뿐 아니라 지역 자원과 문화재를 활용한 수학산책(Math Tour) 프로그램, 수학 관련 방송 프로그램 제작 지원 등을 통해 국민의 수학에 대한 인식이 크게 개선될 것으로 기대됨

o 공학도구 활용 및 실용통계 교육 강조

- 수학 교육에서 첨단IT 도구, 소프트웨어 등의 공학적 도구를 활용하는 것에 대한 장점이 보고되어 왔으나, 교과서에 적극 반영되지 못하고 학교 현장의 인식 부족과 관련 인프라의 취약함까지 더해져 활용이 매우 미비한 상태임
- 교육부와 한국과학창의재단에서는 **도형 학습용 소프트웨어 ‘AlgeoMath(가칭)’**을 개발 중에 있으며, 우리나라 초·중·고에서 무료로 이용할 수 있고 교과서에도 공학도구 활용 내용이 적극적으로 반영될 것으로 기대함
- 이와 더불어 교육부, 통계청 협업을 통해 실생활의 문제를 해결하는데 초점을 둔 **‘실용통계’ 교육**을 강조하고 있으며, 통계수업용 소프트웨어 ‘통그라미’ 개발, 프로젝트형 통계수업 교사연수, 통계교육용 콘텐츠 개발 등 다양한 지원을 하고 있음
- 그러나 지능정보기술이 수학교육에 접목되기 위한 노력이 더욱 필요하며, 설문조사 기반 통계교육 뿐 아니라 빅데이터 중심 통계교육이 실행되기 위한 노력도 필요한 시점임

2.3.2 과학교육의 국내외 동향

□ 과학교육의 국제 동향

○ 프로젝트 학습에 대한 필요성과 실천

- ‘프로젝트 기반 학습(PBL, Project-Based Learning)’은 능동적인 학습의 한 가지 형태로서, 실생활의 문제를 해결하는 과정에서 학습이 이루어지는 학습자 중심의 학습 모형임
- JS Krajcik & PC Blumenfeld (2006)은 PBL을 통해 많은 학생들이 학습을 지루하지 않게 느낄 수 있을 것이라고 제안함
- Phyllis C. Blumenfeld, Elliot Soloway, Ronald W. Marx, Joseph S. Krajcik, Mark Guzdial & Annemarie Palincsar (1991)는 학습에 대한 동기 부여와 사고가 지속되도록 테크놀로지의 활용에 대해서 논의하고 테크놀로지 기반의 STEM PBL에 대해 제안함
- 이와 관련하여 MSU는 ‘CREATE for STEM Institute’은 활발하게 학생들의 융합프로젝트를 지원하는 다양한 프로그램을 시행하고 있음
(<http://create4stem.msu.edu/project/list>)

○ 체험형·융합형 학습공간을 통한 교육환경 강조

- WEF(2016)의 “The Future of Jobs” 보고서는 4차 산업혁명시대는 산업분야에서 요구되는 핵심역량으로 “복잡한 문제 해결능력(complex problem solving skills)”을 선정함
- 복잡한 문제 해결능력은 여러 교과와의 융합을 경험함으로써 길러지므로 STEAM 교육을 위한 공간이 요구됨

○ 첨단 IT기반의 수학·과학 전용교실을 통한 교육환경 강조

- WEF(2016)의 “The Future of Jobs” 보고서에 따르면 새로운 산업과 직업은 IT와 S/W분야와 관련이 깊음
- 미국은 교육혁신계획인 ‘ConnetED(2013)’을 추진하여 초고속 인터넷 및 최첨단 학습도구를 활용하기 위한 노력을 기울이고 있음

- 과학교육과 IT와 S/W분야와 관계를 심화하고 스마트 교육환경을 구현하며 첨단 IT기반의 과학전용 교실을 구축할 것이 요구됨

o 개인 맞춤형 학습공간을 통한 교육환경 강조

- 미국은 “미네르바 스쿨(Minerva school)”이라는 새로운 차원의 대학을 운영하면서 개인별 학습공간을 통한 교육시스템 전환을 모색함
- 미네르바 스쿨은 온라인을 통해 활발한 토론, 팀 프로젝트 진행, 개인 과제 및 개인 연구를 진행함
- 모든 학생의 교육과정은 다르며 모든 학생은 자신에게 최적화된 교육과정을 설계하고 자신만의 학습자산을 형성해가는 시스템을 운영함
- 온라인에서 교수자, 학습동료와 매우 밀도 높은 상호작용을 하도록 설계되어 있음
- 하버드와 MIT에서도 “MOOC(Massive Open Inline Course)”를 운영하여 개인별 교육과정과 개인별 학습을 도모하고 있음
- 이러한 시도는 학생의 과학 학습 수준에 맞추어 맞춤형 학습콘텐츠를 지원하는 지능형 학습 플랫폼 구축, MOOC와 같이 다양하고 질 높은 교육 콘텐츠를 통해 가능함
- 혁신적이고 사회를 변화시킬 수 있는 콘텐츠를 공유할 수 있는 공유형 교육 플랫폼의 구축과도 연결될 필요가 있음

□ 과학교육의 국내 동향

o 과학교육종합계획 수립 (교육부 & 한국과학창의재단, 2016)

- 모두를 위한 과학교육: 즐거운 과학학습 경험을 확대하고 4차 산업혁명 시대를 대비한 과학기술 인재 양성을 위하여, 모두를 위한 교육과정 지원체제 구축, 과학기술 진로교육 활성화, 과학인재들의 자기 주도 학습 기회 확대 등의 중점 과제를 수립함
- 창의형 과학교육 환경: 창의융합형 과학교육을 활성화하고 IDEA형 과학교사상 구현 및 과학교육 지원 인프라를 강화하기 위해 창의융합형 과학실 구축,

STEAM 내실화 지원, 연구중심 과학교사 지원 강화, 과학실험실 안전 체계 강화 등의 중점 과제를 수립함

- 과학친화적 사회: 사회화 소통하는 과학교육, 함께하는 과학문화 조성을 위해 사회 속 과학이해 프로그램을 도입하고 과학기술 교육기부 및 국제 교류를 활성화하며, 대중 참여 프로그램을 설계 및 평생교육으로서의 과학문화 사업 추진 계획을 수립함

o 핵심역량 중심의 2015 개정 과학과 교육과정 개발

- 통합과학, 과학탐구 실험 신설: 자연현상에 대한 통합적 접근과 융복합적 사고가 가능하도록 대주제(Big Idea) 중심의 고교 ‘통합과학’ 과목을 신설하고 과학수업에서의 탐구·실험, 연구 윤리, 과학실 안전교육 등을 강화하기 위해 고교 과학교과의 이수 단위를 조정하고 ‘과학탐구실험’ 과목을 공통과목으로 신설함
- 교과역량 요소 5가지 수립: 미래시대 과학교육이 추구해야 할 핵심역량으로 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생학습 능력’의 5가지를 설정함

o 자기 주도적 교수·학습 강조

- 7차 개정 교육과정(교육과학기술부, 2008)이후부터 과학교수학습은 다양한 교수학습방법을 활용하도록 제시함. 구성주의 관점이 과학교수학습에 도입되면서 학생 스스로 지식을 재구성하는 과학 수업이 강조되고 있음
- 학생은 교사의 지식을 그대로 수용하는 수동적인 학습자가 아닌 자신의 사전 경험과 지식을 토대로 새로운 경험과 정보로 의미를 구성하여 연결하고 스스로 문제를 해결하는 능동적 학습자로 이해됨
- 따라서 최근 과학교수학습은 능동적으로 문제를 해결하는 학습자를 기르기 위한 교수학습에 관심을 가지고 이를 실천하는 방향을 지향하고 있음

o 실생활과 연결된 과학교수학습 강조

- 교실 안에서 얻는 지식이 학생의 실세계와 연결되어 교실 안에서 얻어진 지식이 실제 세계의 문제를 해결할 수 있어야 함
- 한국과학창의재단(2016)은 사회과학적 이슈(SSI, Socio-Scientific Issue)의 필요성을 인지하여 SSI교육의 정의와 과학 소양과의 관계를 탐색하고 SSI 교

육 프로그램을 개발, 적용하는 연구를 수행하였음

- 최근 과학관련 사회쟁점(SSJ) 수업이 강조되고 있으며 이러한 학습은 학생이 과학의 가치를 인식할 수 있고 학생의 핵심역량을 신장한다는 보고가 있음 (김재덕, 고연주, 이현주, 2017)
- 지역문제 해결을 위한 국내 리빙랩 사례 분석(성지은, 한규영, 정서화, 2016)에서는 시민이 스스로 지역문제를 해결하기 위해 문제를 정의하고 기술을 탐색하는 형태로 학생의 자기주도적 문제해결 프로젝트가 진행됨
- 백승철 외 3명(2017)의 디지털 융합시대의 디자인 사고 기반 사회문제 해결 아이디어 구체화 프로세스에 관한 연구는 문제를 해결하기 위한 혁신 사례에 주목하고 있으며 실질적 문제해결을 위한 교육에 관심이 필요함을 보여줌

o 실천공동체 중심의 과학교사 전문성 신장

- 자신이 아는 교과 개념을 효과적으로 잘 전달하는 전통적 패러다임을 지나 과학 교사의 전문성은 ‘반성적 교사’에 대한 접근으로 변화하였음
- 탐구적 교사교육은 교사가 수업을 설계하고 실천하며 실천 후 자신의 실천이 학생의 학습에 어떠한 영향을 미쳤는지 분석하고 그 결과에 따라 수업을 개선하는 전체적인 탐구과정을 수행할 수 있도록 돕는 교육임
- 궁극적으로 교사에게 요구되는 교사상은 효율적인 전달자가 아니라 자신의 수업을 반성할 수 있는 교사이며 또한 자신의 수업을 탐구할 수 있는 교사라고 할 수 있음
- 한국교육과정평가원(2015)은 ‘교사 학습공동체를 통한 학교교육 개선 방안: 교사의 학교 수준 교육과정 편성운영 역량 강화 방안’의 연구를 통해 학교 내의 교육과정을 재구성하기 위한 학교 내 교사의 학습공동체를 제안함

2.3.3 융합교육의 국내외 동향

□ 융합교육의 국제 동향

○ 과학, 기술, 공학, 수학을 융합한 ‘STEM 교육’ 강화

- 미국은 초, 중, 고등학생의 STEM 분야 진출을 촉진하기 위한 준비와 동기부여를 위한 국가적인 시스템 개혁을 구상하였으며, 2011년을 기준으로 K-12 STEM 교육 예산은 15억 5천만 달러 수준으로 지속적인 예산 증가를 목표로 함
- 주정부 주도의 수학과학 표준 정립과 창의성과 문제해결능력 중심의 평가체계 구축 및 연방정부의 재정지원과 조정을 강화함. 더불어 우수한 STEM 교사 양성을 위한 프로그램 확대와 유인방안을 마련하고 일류 STEM 교사 집단 설립을 제안함
- K-12 STEM교육에 첨단기술을 활용함으로써 학생들의 흥미를 유도하고 이해도를 높이기 위하여 ARPA-ED 설립 등 비전을 제시함. 나아가 학생들의 STEM 교육의 흥미유발을 위하여 다양한 학교 밖 및 방과후 활동을 장려하고 AP, IB, 대학 및 온라인 교육과정 등 고급과정을 개설함
- STEM 중점학교를 확충하고 STEM 전문가 등의 교육기부를 활성화하며 교장 등 교육지도자를 대상으로 STEM 교육을 강화하는 등 학교의 STEM 교육시스템을 개선함

○ 수학·과학 융합 프로젝트 추진

- 독일: 6개 주 문교장관들의 협의체인 주 문교장관회의(KMK)는 PISA(2000, 2003)결과 드러난 문제점들을 극복하기 위해 중점과제 영역을 선정하여 교육 개혁을 추진함
- 개혁의 일환으로 수학과 과학 과목의 수업을 개선하기 위한 노력은 연방과 각 주 정부가 협력하기도 하고, 각 주별로 독자적인 시도가 이루어짐
- 1998년부터 2003년까지 연방정부와 주 정부들의 합의에 의해 시범사업으로 실시되었던 수학-자연과학 수업향상프로그램(SINUS)의 검토를 끝내고 전국적인 확산을 추진함
- SINUS 프로젝트 모듈은 우수한 과제(문제) 개발, 발견/탐구/설명, 학생의 사고이해와 기본 아이디어 개발, 학습 중에 발생하는 문제점 인지, 재능 발견과 지원, 타 교과와 연관성 있는 수업, 성별에 따른 학생들의 흥미를 인지하고 개발하기, 자립

적 학습과 공동학습, 학습동행과 학습 성과 평가, 과도기 과정 조성으로 이루어짐

- **미국:** 국립과학재단(NSF)은 유·초등 교육을 강화하고 개혁하기 위해 **수학·과학 파트너십(MSP, Math and Science Partnership) 프로그램**을 시행해왔음 *[표 2-4] 참조

[표 2-4] 미국 국립과학재단(NSF)의 수학·과학파트너십(MSP) 프로그램 개요

과제명	연구 책임자	수행 기관 (지원 금액)	수행 기간	과제 내용
MSPnet.org: An Online Professional Learning Network	Joni Falk	TERC Inc (\$4,811,612)	2012.10.1. ~2018.9.30.	■ MSPnet.org는 NSF의 수학 및 과학 파트너십 프로그램을 제공하기 위해 만들어진 온라인 전문 학습 네트워크임 ■ MSP 프로젝트의 전반적 전략, 과제, 자원 및 전문 지식 공유에 용이함 ■ 또한 MSP 프로젝트의 성과를 미국 교육부의 동일 프로그램 및 연구원, 실무자, 일반 대중과 공유하는 기능도 수행함
REU Site: Supporting Undergraduate Research Fellows In Timely STEM Education Research Via the University of Kentucky's STEM Education Research Laboratory	Molly Fisher	University of Kentucky Research Foundation (\$316,494)	2012.8.1. ~2018.6.30.	■ University of Kentucky의 STEM 교육 연구소에서 유·초등 STEM 교사가 되기 위해 공부하는 학부생을 지원함. 다음의 4가지 STEM 교육 연구 프로젝트가 진행 중임 (1) STEM 교육자들의 동기 및 경력 계획 (2) 인종과 성평등 및 유·초등 수학·물리학 참여 (3) 수학에 관한 초등 교사의 태도와 신념 (4) 통합적 STEM 교육을 위한 기술·공학 설계 개념들
Maximizing Yield Through Integration (MYTI): Science and Math Education in the Context of a Disposing Society	Maria de los A Castro	University of Puerto Rico-Rio Piedras (\$1,250,000)	2011.9.15. ~2017.8.31.	■ 환경과학 및 과학교육 분야의 기존 NSF 지원 프로그램을 포괄하여 연구 및 교육을 통합하는 CSME(Center for Science and Mathematics Education, 수학·과학교육센터)를 설립함 ■ CSME는 유초등 학교간의 협력 과학 교육 연구 수행을 지원함으로써 개발 중인 교육연구들의 모형을 수립하고자 함
CRC: Center for Innovative Research on Cyberlearning (CIRCL)	Jeremy Roschelle	SRI International (\$6,334,376)	2013.4.1. ~2018.3.31.	■ 사이버학습자원센터(CRC, Cyberlearning Resource Center)는 연구원 및 NSF 프로그램 담당자와 협력하여 프로젝트 전반의 성취를 확인하고 전파함

				■ 생산적인 파트너십과 협력을 도울 수 있는 방법을 개발하기 위해 미래를 계획하고 과제의 결과물들을 통합하며 역량을 구축하기 위해 회의를 소집하는 등의 활동을 수행함
A Research+Practice Collaboratory	Bronwyn Bevan	University of Washington (\$2,229,773)	2015.11.16~ 2017.10.31.	■ 연구원들은 유·초등 STEM 교육에서 연구와 현장 사이의 간극을 해소하고 관계를 재구성하고자 함 ■ 이를 위해 전문지식과 경험을 활용하여 간극 해소를 위한 지속가능한 전략을 수립하기 위해 선도적인 전문 협회 및 STEM 개선을 위한 다양한 노력들과 협력함
QuarkNet	Mitchell Wayne	University of Notre Dame (\$6,579,001)	2012.9.1.~2018.8.31.	■ 학생들의 흥미를 자극하면서 물리학의 기본 개념들을 가르칠 수 있도록 교사들에게 연구 경험을 제공하는 QuarkNet를 지원함 ■ QuarkNet은 물리학자와 고등학교 교사, 학생들을 포함하는 연구자 커뮤니티로서 지역사회를 유지, 향상시키고 학생들이 과학기술분야의 직업을 가질 수 있게 장려하며 대중들의 과학 소양을 증진시키는 데 기여함 ■ 이를 위해 교사와 과학자 간의 멘토 관계 설정, 교사와 학생을 위한 8주간의 여름 연구캠프 진행, 학습공동체 수립 및 지원 등의 활동을 수행함
REU SITE: Undergraduate Biology Education Research Program	Julie Stanton	University of Georgia Research Foundation Inc (\$260,236)	2013.9.1.~2017.8.31.	■ 9주 동안 진행되는 프로그램을 통해 학부생의 생물교육 연구에 대한 지식과 기술을 개발하고, 학부생의 생물학 분야 박사 연구를 독려하며 전략적 모집 및 멘토링을 통해 생물교육 연구에서 인재풀의 다양성을 확보할 수 있도록 장려함 ■ 생물교육 및 생명과학분야의 교수진과 학생들 사이의 협력을 강화하고 생물 교육에 관한 이론과 지식을 개발하는 데 기여하고자 함
Collaborative Research: Broadening Participation in Computer Science: AP Computer Science Principles Phase II	Owen Astrachan	The College Board (\$5,403,002)	2013.3.15. ~2018.2.28.	■ 풍부한 컴퓨터 과학 콘텐츠와 흥미로운 교수법을 통해 많은 고등학생들이 컴퓨터과학을 배울 수 있게 함. ■ 과제에서 제공하는 AP CSP 프로그램은 학생들이 현장의 창조적인 면을 탐구할 수 있게 하고 컴퓨팅의 지적·실제적 공헌을 이해할 수 있게 하는 학문적 기반을 제공함

o STEM 분야 융합형 교재 개발

- STEM 교육에서 ‘공학(E)’을 강조하기 위해 디자인 사고(Design thinking)와 같은 공학적 접근을 과학교육에 접목하려는 시도가 있음
- (예시1) “Integrating Engineering + Science in Your Classroom” (NSTA, 2012): 과학교사들의 수업이 융합적이고 풍부해질 수 있도록 다양한 공학 활동들의 예시들을 제공함. 이를 위해 공학적 설계란 무엇인지, 공학과 과학의 관계는 어떠한지 등을 실례를 들어 설명하고 생명과학, 지구과학, 물리과학 분야에 접목할 수 있는 공학적 수업 설계 사례를 제시한 교재임.
- (예시2) “More Everyday Engineering” (NSTA, 2016): 과학과 공학의 상호 연결은 중요한 의미를 가지며, 과학은 공학의 발달로 더욱 심화되고 공학은 과학지식으로 인해 발전한다는 것을 강조함. STEM교육은 학생들이 과학과 공학 사이의 연결점을 체험할 수 있어야 한다는 전제 하에 설계와 짓기, 구성하기와 모델 검증하기 등, 공학 전반의 폭넓은 이해와 적용을 도모하도록 구성된 교재임
- STEM 분야 중 ‘과학(S)’과 ‘수학(M)’을 연계하려는 시도가 활발하게 이루어짐
- (예시1) “Activities Linking Science Match” (NSTA, 2009): 다양한 과학 원리들과 수학을 연결하는 활동들을 소개하며 과학·수학·기술에서의 최근 이슈들을 다룸. 교사와 교재 중심적인 전통적 방식 보다 학생 개개인의 관찰과 더불어 그룹 협동학습을 강조하는 것이 특징인 교재임

□ 융합교육의 국내 동향

o 융합적 사고력과 문제해결능력을 키우는 STEAM 교육 강화

- 교육부는 2011년 ‘초중등 「STEAM 교육」 강화’를 주요 정책으로 발표하며 STEAM 프로그램 개발, 교사연구회, 성과 발표회, 교사 연구 등 다양한 사업을 추진하고, 이를 통해 학생들의 과학기술에 대한 흥미를 고취시키고 창의·융합적 사고와 문제해결력을 신장시키고자 노력함
- 2015 개정 교육과정의 주요 목표 중 하나인 ‘미래사회가 요구하는 창의·융합 인재 양성’으로 이러한 취지를 계속 이어나가고 있음

- 융합 교육이 미래 사회가 필요로 하는 창의적 인재양성 및 교양 있는 시민의 양성에 기여한다는 것을 전제로 우리나라의 STEAM 교육은 과학, 기술, 공학, 인문·예술, 수학 영역의 주요 학습내용을 핵심역량 위주로 재구조화 하고자 함
- 최근에는 STEAM 교육의 현장 적용 방안, 교사의 지도 전략, 교사의 인식과 요구 조사, STEAM 프로그램이 학생의 과학적 태도와 문제해결력 및 창의·융합적 사고에 미치는 영향 등에 대한 다양한 연구가 이루어짐



[그림 2-7] 2011~2016 STEAM 교육성과

3. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 포커스그룹 인터뷰 및 델파이 조사 분석

본 연구에서는 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 방향, 방법, 내용을 제안하기 위해 포커스그룹 인터뷰를 거쳐 실행과제의 방향을 설정하였으며 델파이 조사를 통해 4차 산업혁명의 특징과 이미지, 인재상, 핵심역량, 수학·과학교육의 특징 등을 도출하고, 핵심과제를 제안하였음

3.1 포커스그룹 인터뷰(FGI) 분석 결과

o 포커스그룹 인터뷰의 목적 및 내용

- 4차 산업혁명에 따라 발생할 삶의 모습, 인재상 등의 변화와 그 특징 탐색
- 4차 산업혁명 대응을 위한 교육의 변화 방향 모색 (수학·과학교육 중심)
- 수학·과학 교육 혁신을 이끌 구체적 실행과제에 관한 발산적 논의

o 포커스그룹 인터뷰의 대상

- 수학·과학교육 관련 산업계 전문가 4명
- 수학·과학·공학 분야 과학기술계 전문가 5명
- 교육학·수학교육학·과학교육학 등 교육계 전문가 5명

o 시행 일시

- (산업계) 2017.5.11.(목) 14:00~17:00
- (과학기술계) 2017.5.17.(수) 10:00~13:00
- (교육계) 2017.5.19.(금) 10:00~13:00

o 분석방법 : 토론 녹취록에 대한 질적 분석 및 의미망 분석

- 인터뷰 내용은 모두 녹음·전사하여 녹취록 작성
- 녹취록은 의미망 분석을 위한 텍스트 데이터로 활용
- 의미망 분석 과정
자연어 처리→ 인지도도 도출→ 핵심 키워드 도출→ 분석 결과 해석
- 인터뷰에서 추출된 실행과제를 중심으로 1차 델파이 조사지 설계

o 분석도구 및 분석 절차

- 산업계, 과학기술계, 교육계 각각의 포커스그룹 인터뷰 내용 전사
- 전사된 텍스트에서 공통출현 단어 빈도 3이상의 단어 추출 (KrKwic 프로그램)
- 추출된 단어들 중 조사(助詞)가 달라 다르게 인식된 것 등을 조정 (연구자의 판단)

- 최종적으로 20개 안팎의 주요 단어로 정리
- 정리된 단어로 공통출현 빈도 행렬 산출
- 산출된 빈도 행렬을 중앙성을 중심으로 시각화 (UNICET 프로그램)

3.1.1 교육계 의미연결망 분석 결과

- o 빈번하게 언급된 단어 * [표 3-1] 참조
 - 교육, 수학, 과학, 생각, 문제, 삶, 학생
- o 강조되는 내용
 - 수학·과학의 중요성, 문제해결자로서의 학습자, 생각 및 사고의 강조 등
- o 15회 미만 도출 단어 중에서 등장하는 내용
 - 내용, 방법, 얘기, 가르침, 교사, 교육과정, 협업, 프로젝트, 논리적 등
 - 구체적인 교육의 내용과 방법에 대한 이야기들이 등장

[표 3-1] 교육계 FGI에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어

빈도	주요단어
83	교육
55	수학
50	과학
33	생각
26	문제
24	삶
17	학생
15-3	기술, 프로젝트, 얘기, 가르침, 내용, 방법, 사고, 시간, 공학, 과학혁명, 기술, 논리적, 변화, 협업, 공동체, 교사, 교육과정

- o 교육계 FGI 인터뷰 결과의 의미 연결망 구조 * [그림 3-1] 참조
 - 주요 단어의 패턴을 알아보기 위해 의미 연결망 구조를 분석함
 - 주요 단어들의 중심성(centrality)을 바탕으로 시각화 하고 연결강도는 선의 굵기로 표현됨



[그림 3-1] 교육계에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어들의 의미연결망

3.1.2 과학기술계 의미연결망 분석 결과

- o 빈번하게 언급된 단어 * [표 3-2] 참조
 - 수학, 교육, 학생, 과학, 생각, 데이터, 문제, 대학 등 교육계의 최빈어와 비슷한 결과
- o 15회 미만 도출 단어 중에서 등장하는 내용
 - 데이터, 교사, 대학, 컴퓨터, 산업수학, 공학 등
 - 과학기술 분야가 고등교육을 중심으로부터 세분화되고 강조되고 있기 때문으로 추측됨

[표 3-2] 과학기술계 FGI에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어

빈도	주요단어
73	수학
65	교육
58	학생
54	과학
43	생각
39	데이터
37	문제
35	대학
25	교사
17	컴퓨터
15-3	콘텐츠, 교사, 공학, 교육과정, 산업수학, 수학클럽, 클럽, 디지털, 모델, SF, 게임, 돈, 맞춤형, 미국, 미래부,

- o 과학기술계 FGI 인터뷰 결과의 의미 연결망 구조 분석 결과 * [그림 3.1.2] 참조

- 중심성이 강한 주요 단어들(교육, 과학, 학생, 수학, 생각 등)은 교육계의 결과와 비슷함
- 심성이 낮은 빈출어들은 과학기술계에서 강조하고 있는 다양한 내용들을 나타냄
- 디지털, 콘텐츠, 게임, 미래부, 공학, SF, 등은 최근 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 과학 기술계에서 강조되고 있는 요소들임



[그림 3-2] 과학기술계에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어들의 의미연결망

3.1.3 산업계 의미연결망 분석 결과

o 빈번하게 언급된 단어 * [표 3-3] 참조

- 수학, 과학, 문제, 학생, 생각, 등 교육계나 과학기술계와 비슷하게 등장함
- 그러나 산업계는 이상의 공통출현 단어 외에 사람, 프로젝트, 경험, 콘텐츠, 재미, 소프트웨어, 기업 등 특징적인 빈출어가 등장함

o 특징적인 내용

- 만들기, 실제, 스킬, 현장, 계속, 배움, 협업, 커뮤니케이션, 이노베이션 등 최근의 산업계 경향을 대표하는 빈출어들이 등장
- 급변하는 사회에서 평생교육이 중요해지고 현장의 실제적 스킬 등이 강조되는 상황에서 협업이나 의사소통 능력을 지적하는 공통출현 단어들이 빈번히 등장함
- 산업계에서는 ‘사람’이라는 특징적인 단어가 빈번히 등장함

[표 3-3] 산업계 FGI에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어

빈도	주요단어
105	수학
55	학생
54	생각
50	문제
48	과학
33	사람
24	프로젝트
24	경험
22	콘텐츠
20	배움
17	재미
16	소프트웨어
16	기업
15-3	만들기, 실제, 스킬, 현장, 계속, 협업, 커뮤니케이션, 이노베이션

o 산업계 FGI 인터뷰 결과의 의미 연결망 구조 분석 결과 * [그림 3-3] 참조

- 수학, 과학, 생각 등은 중요하지만, 가장자리에 위치하고 있음
- 중심에는 지속적으로 변화하는 산업계에서 소프트웨어나 콘텐츠 등이 위치함
- 지속적인 학습과 실제적 경험, 프로젝트 참여와 같은 내용이 산업계에서 강조되고 있기 때문으로 추측됨
- 산업계는 기술 및 물리학적 혁신에 초점을 둘 것 같으나 의외로 의미망 분석결과에서는 사람, 경험, 배움이 중심에 위치하였다는 점이 특징적



[그림 3-3] 산업계에서 나타난 4차 산업혁명 관련 주요 단어들의 의미연결망

3.1.4 의미연결망 분석 결과의 종합

○ 공통적으로 나타난 특징 * [표 3-4] 참조

- 수학, 과학, 문제, 학생, 생각 등이 세 분야에 공통적으로 나타남
- 4차 산업 혁명 시대의 인재는 사고능력을 중시하며 실제적 문제를 해결하는 문제해결자로서의 인재상을 강조함을 알 수 있음
- 교육, 협업, 공학, 프로젝트, 기술, 콘텐츠, 혁신, 배움 등의 의미 있는 단어들이 영역에 관계없이 공통적으로 빈번히 나타남
- 공학이나 기술 기반의 다양한 콘텐츠 개발의 중요성, 프로젝트 등을 통한 협업의 중요성, 변화하는 사회에 대한 끊임없는 배움의 중요성 등을 강조되었음을 의미함

○ 분야별로 나타난 특징

- 교육계는 가르치고 배우는 방법에 대한 변화를 주로 언급함
- 과학기술계는 수학 및 데이터 기반의 중요성을 주로 언급함
- 산업계는 현장의 실제적인 프로젝트 경험을 통한 지속적인 배움의 중요성을 언급함

[표 3-4] 공통출현 단어 및 분야별 특징적 단어

	세 분야 공통	두 분야 공통	차별
교육계	수학, 과학, 문제, 학생, 생각(사고)	교사, 공학, 프로젝트, 교육과정, 기술(스킬), 콘텐츠, 혁명(혁신), 협업, 배움,	내용, 방법, 가르치다, 애기, 시간, 과학혁명, 삶, 앎(knowing), 지혜, 공동체, 논리
과학기술계			컴퓨터, 데이터, 산업수학, 수학클럽, 클럽, 대학, 디지털, 모델, SF, 게임, 돈, 맞춤형, 미국, 미래부,
산업계			만들기, 프로젝트, 재미, 실제, 현장, 사람, 소프트웨어, 기업, 계속, 경험, 커뮤니케이션

3.1.5 의미연결망 분석 결과를 토대로 한 실행과제의 방향

○ 4차 산업혁명시대의 수학·과학 교육 실행과제 개발의 방향 제안

- 깊이 사고하고 능동적으로 문제를 해결하는 학습자상이 강조되고 있으므로 이를 지원해 줄 수 있는 실행과제가 요구됨
- 기존의 학문 중심 교육과정이나 교과서 위주의 콘텐츠를 넘어서 현장의 실제적이고 다양한 학습 콘텐츠를 확보할 수 있는 실행과제가 요구됨
- 변화하는 사회의 다양한 요구에 맞추어 계속적으로 배움을 실천할 수 있는 실행과제가 요구됨
- 기존의 개별학습이나 암기학습이 아닌 현실의 실제적 프로젝트 등을 통해 협업기술, 의사소통 기술 등을 두루 증진시킬 수 있는 실행과제가 요구됨
- 수학·과학 그리고 데이터가 바탕이 되는 많은 영역에서 활용될 수 있는 기초 역량이 중요하므로 기초 수학·과학 역량 함양할 수 있는 실행과제가 요구됨
- 4차 산업혁명 시대의 다양한 응용기술 개발 못지않게 ‘사람’에 대한 관심이 중요해지기 때문에 정체성, 인본주의, 인권 등 사람을 강조하는 실행과제가 요구됨

3.2 1차 델파이 조사 분석 결과

3.2.1 4차 산업혁명이 가지는 특징과 이미지

- 수학교육 전문가들이 떠올린 4차 산업혁명에 대한 이미지
 - － ‘인공지능’, ‘빅데이터’, ‘융합’, ‘사물인터넷’, ‘로봇기술’, ‘가상현실’ 순서로 자주 등장함
- 과학교육 전문가들이 떠올린 4차 산업혁명에 대한 이미지
 - － ‘인공지능’, ‘빅데이터’, ‘융합’, ‘사물인터넷’, ‘초연결’, ‘창의성’ 순서로 자주 등장함
- 수학·과학교육 전문가들이 공통적으로 떠올린 4차 산업혁명에 대한 이미지
 - － ‘인공지능’, ‘빅데이터’, ‘융합’, ‘사물인터넷’
 - － 4차 산업혁명의 이미지는 ‘인공지능’, ‘빅데이터’, ‘융합’, ‘사물인터넷’으로 수렴됨

[표 3-5] 수학·과학교육 전문가들이 생각한 4차 산업혁명의 특징과 이미지

수학교육 전문가		과학교육 전문가	
이미지	응답자수(%)	이미지	응답자수(%)
인공지능	12 (80.0)	인공지능	11 (78.6)
빅데이터(정보)	10 (66.7)	빅데이터	9 (64.3)
융합(연결)	6 (40.0)	융합(연결)	6 (42.9)
사물인터넷	6 (40.0)	사물인터넷	5 (35.7)
로봇기술	4 (26.7)	초연결	4 (28.6)
가상현실	3 (20.0)	창의성(창발성)	4 (28.6)
감성(공감)	3 (20.0)	로봇기술	3 (21.4)
창의성	3 (20.0)	감성(인간성)	2 (14.3)
협업	3 (20.0)	인터넷(정보통신기술)	2 (14.3)

3.2.2 4차 산업혁명 시대의 인재상

- o “2045 미래 사회 인재상 및 핵심 과학역량 마일스톤 연구 (김도훈 외, 2016)”에서 도출된 인재상인 ‘자발적 학습자’, ‘통합적 문제해결자’, ‘개방적 소통자’, ‘공감적 중재자’, ‘가치지향적인 개인’, ‘성찰적 시민’을 활용함
- o 각 인재상 대해 5점 척도(매우 적합 ⑤, 적합 ④, 보통 ③, 부적합 ②, 매우 부적합 ①)로 적합도를 조사하여 평균, 표준편차, CVR을 산출함
- o 수학교육 전문가들이 생각한 인재상 적합도
 - ‘통합적 문제해결자’와 ‘개방적 소통자’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - 적합한 인재상의 평균은 ‘통합적 문제해결자’, ‘개방적 소통자’, ‘성찰적 시민’, ‘공감적 중재자’, ‘자발적 학습자’, ‘가치지향적인 개인’의 순으로 높음
- o 과학교육 전문가들이 생각한 인재상 적합도
 - ‘자발적 학습자’, ‘통합적 문제해결자’, ‘개방적 소통자’, ‘성찰적 시민’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - 적합한 인재상의 평균은 ‘통합적 문제해결자’, ‘자발적 학습자’, ‘개방적 소통자’, ‘성찰적 시민’, ‘공감적 중재자’, ‘가치지향적인 개인’의 순으로 높음
- o 수학·과학교육 전문가들이 공통적으로 생각한 인재상 적합도
 - ‘통합적 문제해결자’와 ‘개방적 소통자’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - 적합한 인재상의 평균은 ‘통합적 문제해결자’, ‘개방적 소통자’, ‘자발적 학습자’, ‘성찰적 시민’, ‘공감적 중재자’, ‘가치지향적인 개인’의 순으로 높음

[표 3-6] 수학·과학교육 전문가들이 생각한 인재상 적합도

인재상	수학			과학			합계		
	평균	표준편차	CVR	평균	표준편차	CVR	평균	표준편차	CVR
자발적 학습자	4.1	0.7	0.6	4.4	0.6	0.9	4.3	0.7	0.7
통합적 문제해결자	4.7	0.4	1	4.6	0.6	0.9	4.7	0.5	0.9
개방적 소통자	4.5	0.5	1	4.4	0.6	0.9	4.5	0.6	0.9
공감적 중재자	4.2	0.7	0.7	4.2	0.9	0.7	4.2	0.8	0.7
가치지향적인 개인	3.9	0.8	0.5	3.7	0.9	0.3	3.8	0.8	0.4
성찰적 시민	4.3	0.9	0.7	4.3	0.8	0.9	4.3	0.8	0.8

o 수학교육 전문가들이 추가로 제시한 인재상

- 사람과 사람, 사람과 지식, 지식과 지식 등을 연결하여 가치를 창출하는 포괄적 융합적 사고자
- 문제를 거시적으로 파악하고 미래지향적인 대안을 제시할 수 있는 비전 제시자
- 새로운 아이디어 창출 능력이 뛰어나고, 이를 과감하게 실행에 옮길 수 있는 발명가, 탐험가
- 새로운 지식이 필요한 문제해결 상황에 직면했을 때 기초 자료를 모으고 합리적으로 추론하여 해결할 수 있는 능력을 갖춘 인재
- 문화 예술을 즐길 수 있는 풍부한 감성의 소유자
- 4차 산업혁명 시대에는 기계와의 공존이 일상화되는 시대이므로 기계에 의해 만들어진 지식인 ‘기계적 지식’과 인간에 의해 만들어진 지식인 ‘인간적 지식’을 구분할 줄 알고 그 가치를 판단할 수 있는 능력이 필요한 인간이 요구됨

o 과학교육 전문가들이 추가로 제시한 인재상

- 반성적/성찰적 시민, 현 시대가 지향하는 가치, 이념 자체에 대해 성찰할 수 있는 사람
- 주어진 일을 열심히 하기보다는 스스로의 가치와 지향점에 대해 메타적이고 반성적으로 성찰하고 미래 비전을 제시할 수 있는 사람
- 이성뿐 아니라 감성을 중요시하는 사람
- 자연을 중요시하고 자연과 교류할 수 있는 사람
- 개인적 수준에서도 생산할 수 있는 역량을 갖춘 사람
- 고등학교를 졸업한 이후에도 앞으로 80년 이상을 살아가야 하는 초고령화 사회에서 끊임없는 자기 개발 및 새로운 삶의 영역을 개척해 나갈 수 있는 능동적 평생 학습자
- 과학적 또는 사회적 이슈를 개념화하거나 주의/주장을 구체화할 수 있는 문제 제시(발굴)형 인물
- 인문학적 상상력을 수학/과학으로 구현하는 미래지향적 인물
- 과학·기술 소양을 갖춘 시민: 초연결사회의 의미와 그 메커니즘을 이해하고, 첨단 과학기술 산물과 시스템을 활용할 수 있으며, 이를 바탕으로 생활 속에서 합리적인 의사결정과 실천을 할 수 있는 소양을 갖춘 시민
- 개개의 과학적 지식을 활용하여, 새로운 기술을 개발하고 이를 전 지구적 문제해결에 적용할 수 있는 인재
- 전 세계의 과학 기술자와 조화롭게 소통하고, 협력할 수 있는 인재
- 도전 정신과 창의적 사고력을 가진 인재
- ICT 문해력과 중계형 리더십을 갖춘 인재

- 변화하는 환경에 대처할 수 있는 적응력과 인성을 가진 인재사람과 사람, 사람과 지식, 지식과 지식 등을 연결하여 가치를 창출하는 포괄적

o 4차 산업혁명 시대의 인재상에 대한 추가 의견

- 인재상의 정의와 영역, 인재상의 명칭을 조정할 필요가 있음. 예를 들어 ‘통합적 문제해결자’에서 문제해결은 협업에 의한 것뿐만 아니라 개인의 문제해결도 있기 때문에 창의성과 문제해결을 묶고, 협업은 다른 영역과 묶는 것이 적절해 보임. 조정과 중재는 리더의 역할이므로 ‘공감적 중재자’를 위의 협업과 묶고 명칭을 재설정할 필요가 있음. 다른 영역 역시 조정이 필요함
- 인재상 ‘공감적 중재자’에서 계층과 문화의 차이와 함께 “세대간 차이”도 추가할 필요가 있음. 한국 사회의 미래를 위한 인재상이라는 점에서 “4차 산업혁명”이라는 거시적인 시대상과 함께, ‘한국 사회에 특화된 시대적 변화’도 반영해야 함. 구체적으로, 한국 사회의 저출산·고령화 현상으로 인해 앞으로의 사회에서는 세대 간 갈등이 극대화될 것으로 예상됨. 이에 사회적 불평등과 차이를 일으키는 한 축으로서 ‘세대 간의 차이’를 추가할 것을 제안함.
- 인재상 ‘가치 지향적인 개인’에서 개인을 넘어서 공동체의 삶에서 다양한 사회적 가치를 고려하는 의미 추가 제안함. 다양한 사회적 가치에 대한 판단과 선택은 미래 사회에서 꼭 수반되어야 할 인간상으로 가치 지향적인 개인이라는 특징은 적절하다고 판단됨. 다만 가치 지향에 대한 판단 기준을 꼭 자신의 삶에 국한시켜야 하는지에 대해 검토가 필요함. 특히 집단 지성의 올바른 발현이 중요하게 작용하는 미래 사회에서 가치에 대한 판단은 나의 삶을 넘어서 공동체 삶의 맥락에서 다루어져야 한다고 판단됨
- 인재상 ‘성찰적 시민’에서 성찰을 넘어서 실천적 차원까지 기술할 필요성에 대한 재고 요청. 한 사회에서 의미 있는 역할을 하는 인재는 개인적 신념을 넘어서 이를 실행할 줄 아는 역량을 갖춰야 한다고 판단됨. 이에 다양한 사회적 문제에 대해 과학 기술의 사회적 가치와 의미를 되새기는 것을 넘어서 자신의 성찰을 실천할 줄 아는 시민 역량을 기술하는 방향에 대한 점검을 요청함

3.2.3 4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육에서 요구되는 핵심역량

- o 2015 개정 수학과·과학과 교육과정의 교과역량, 2015 개정 과학과 교육과정의 교과역량, WEF(2015)의 21세기 스킬, Partnership for 21st century learning의 선행연구 분석을 통해 핵심역량 33개를 선정함
- o 33개의 핵심역량 대해 5점 척도(매우 적합 ⑤, 적합 ④, 보통 ③, 부적합 ②, 매우 부적합 ①)로 적합도를 조사하여 평균, 표준편차, CVR을 산출함
- o 수학교육 전문가들이 생각한 핵심역량 적합도
 - ‘문제 발견 및 인식’, ‘비판적 사고’, ‘정보처리 및 활용’, ‘협업’, ‘인간관계’, ‘지식의 유기적 연결’, ‘정보판단 능력’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - ‘유연한 사고’, ‘문제 해결’, ‘의사결정’, ‘의사소통’, ‘윤리적 책무성’, ‘공감’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - ‘디자인 중심 사고’, ‘위험 인식’은 CVR이 음수로 적합하지 않음
 - 핵심역량 적합도의 평균은 ‘문제 발견 및 인식’, ‘창의적 사고’, ‘비판적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘문제해결’, ‘정보 처리 및 활용’, ‘의사소통’, ‘협업’, ‘지식의 유기적 연결’, ‘정보 판단 능력’이 4.5 이상으로 높음
- o 과학교육 전문가들이 생각한 핵심역량 적합도
 - ‘문제 발견 및 인식’, ‘창의적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘문제해결’, ‘정보 처리 및 활용’, ‘협업’, ‘정보 판단 능력’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - ‘비판적 사고’, ‘논리적 사고’, ‘통찰력, 의사소통’, ‘자기주도 학습’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - ‘정량적 사고’, ‘디자인 중심 사고’의 CVR은 음수로 적합하지 않음
 - 핵심역량 적합도의 평균은 ‘문제 발견 및 인식’, ‘창의적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘통찰력’, ‘문제 해결’, ‘정보처리 및 활용’, ‘의사소통’, ‘협업’, ‘윤리적 책무성’, ‘정보 판단 능력’이 4.5 이상으로 높음
- o 수학·과학교육 전문가들이 공통적으로 생각한 핵심역량 적합도
 - ‘문제 발견 및 인식’, ‘정보 처리 및 활용’, ‘협업’, ‘정보 판단 능력’은 CVR이 1로 매우 적합함
 - ‘창의적 사고’, ‘비판적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘문제해결’, ‘의사소통’, ‘지식의 유기적 연결’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - ‘디자인 중심 사고’는 CVR이 음수로 적합하지 않음
 - 핵심역량 적합도의 평균은 ‘문제 발견 및 인식’, ‘창의적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘문제해결’, ‘정보처리 및 활용’, ‘의사소통’, ‘협업’, ‘정보 판단 능력’이 4.5 이상으로 높음
 - 수학·과학교육 전문가들이 생각하는 4차 산업혁명 시대에 필요한 핵심역량은 ‘문제 발견 및 인식’, ‘창의적 사고’, ‘융합적 사고’, ‘문제해결’, ‘정보 처리 및 활용’, ‘의사소통’, ‘협업’, ‘정보 판단 능력’이 우선적이라 여겨짐

[표 3-7] 수학·과학교육 전문가들이 생각한 핵심역량 적합도

핵심역량	수학			과학			합계		
	평균	표준 편차	CVR	평균	표준 편차	CVR	평균	표준 편차	CVR
문제발견 및 인식	4.6	0.5	1	4.8	0.4	1	4.7	0.5	1
창의적 사고	4.5	0.7	0.7	4.8	0.4	1	4.7	0.6	0.9
유연한 사고	4.3	0.6	0.9	4.3	0.9	0.7	4.3	0.7	0.8
비판적 사고	4.5	0.5	1	4.4	0.6	0.9	4.4	0.6	0.9
논리적 사고	4.4	0.7	0.7	4.4	0.6	0.9	4.4	0.7	0.8
융합적 사고	4.7	0.9	0.7	4.6	0.5	1	4.7	0.7	0.9
반성적 사고	4.1	0.9	0.6	4.1	0.8	0.4	4.1	0.8	0.5
정량적 사고	3.6	0.6	0.1	3.4	0.6	-0.1	3.5	0.6	0
디자인 중심 사고	3.5	0.6	-0.1	3.4	0.6	-0.1	3.4	0.6	-0.1
통찰력	4.3	0.7	0.8	4.5	0.6	0.9	4.4	0.7	0.8
문제해결	4.5	0.6	0.9	4.9	0.3	1	4.7	0.5	0.9
정보처리 및 활용	4.9	0.3	1	4.6	0.5	1	4.7	0.4	1
의사결정	4.3	0.6	0.9	4.3	0.7	0.7	4.3	0.6	0.8
적응능력	4.1	0.7	0.6	3.9	0.8	0.4	4	0.8	0.5
위험 인식	3.4	0.8	-0.1	3.6	0.5	0.1	3.5	0.7	0
갈등 조정	4	0.9	0.5	3.9	0.5	0.6	3.9	0.7	0.5
의사소통	4.5	0.6	0.9	4.6	0.6	0.9	4.5	0.6	0.9
협업	4.7	0.5	1	4.9	0.3	1	4.8	0.4	1
리더십	3.8	0.8	0.3	3.9	0.7	0.4	3.9	0.8	0.4
인간관계	4	0.8	1	4	0.7	0.6	4	0.7	0.8
윤리적 책무성	4.3	0.6	0.9	4.5	0.7	0.7	4.4	0.7	0.8
글로벌 및 다문화 이해	3.7	0.9	0.5	4.1	0.7	0.6	3.9	0.8	0.5
공감	4.3	0.6	0.9	4.1	0.7	0.6	4.2	0.7	0.7
배려	4.1	0.7	0.6	4	0.8	0.4	4	0.7	0.5
진취성	3.9	0.9	0.3	3.9	0.6	0.6	3.9	0.8	0.4
가치 중심 사고	4	0.6	0.6	3.7	0.6	0.3	3.9	0.6	0.4
자기 표현	3.6	0.8	0.1	3.7	0.6	0.3	3.7	0.7	0.2
자기 인식(정체성)	3.9	0.9	0.3	3.6	0.6	0	3.8	0.8	0.2
평생학습(지속 학습)	4.2	0.8	0.6	4.4	0.8	0.6	4.3	0.8	0.6
자기주도 학습	4.4	0.7	0.7	4.4	0.6	0.9	4.4	0.7	0.8
경험 기반 학습	3.7	0.6	0.3	3.6	0.9	0.3	3.7	0.7	0.3
지식의 유기적 연결	4.6	0.5	1	4.2	0.9	0.7	4.4	0.7	0.9
정보 판단 능력	4.7	0.4	1	4.6	0.5	1	4.7	0.5	1

o 수학교육 전문가들이 추가로 제시한 핵심역량

- 공학도구나 수학·과학 프로그램 등 최신 기술에 대한 이해력과 활용 능력
- 알고리즘 이해, 코딩 능력
- 컴퓨팅사고력, 수학적 모델링, 시뮬레이션, 예측, 수학·과학적 근거를 갖춘 의사결

정

- 주어진 현상이나 과제에 대한 이해와 문제의 해결에서 적합한 공학적 도구의 선정과 그 활용 능력이 필요함.
- 자신의 분야를 고민하고 발전시킬 수 있는 논리와 추론적 사고와 다른 분야의 사람과 협업하여 아이디어를 서로 연결하여 새로운 것을 만들어 낼 수 있는 능력
- 정보의 홍수 속에서 유효한 정보를 선택, 판단, 평가할 수 있는 정보처리 능력

o 과학교육 전문가들이 추가로 제시한 핵심역량

- 기초 지식(산술 능력, 기초과학 개념 등), 소통 능력(이것은 의사소통과 다름), 공동체 의식, 호기심, 가치 판단 능력, 조망 능력 등이 필요함
- 불확실성에 대한 대처 능력, 합리적 판단력, 정확한 수학 및 과학 지식
- 지속가능성, 자기계발은 물론 사회발전을 위한 지속가능성 확보를 위해 요구되는 역량, 미래 비전 구상 등등의 역량도 필요
- 다원주의적 사고. 인재상의 개방적 소통자, 공감적 중재자가 지닌 속성과 상통하는 역량이 포함될 필요가 있음
- 메타적 사고. 창의적이고 통합적인 문제해결을 위해 강조되어온 메타적 사고가 포함될 수 있음
- 디지털 활용 능력. 4차 산업혁명의 핵심 속성인 ‘정보통신기술’ 분야 관련 역량을 포함할 필요가 있음
- 자연 친화력(경험 기반 학습). 미래 교육에서는 최첨단 과학기술의 도입과 이에 대한 강조로 인해 자칫, 직접 경험과 휴머니즘적인 활동에 소홀해질 수 있음. 디지털 디바이스와 반대급부에 있는 속성으로서, 자연 친화력이나 경험 기반 학습과 같이 이러한 특징을 포괄하는 역량이 좀 더 명확히 명시되면 좋을 것으로 판단됨

o 4차 산업혁명 시대의 인재상에 대한 추가 의견

- 산발적인 역량의 나열보다는 성격과 특성을 고려하여 수학과 과학 교육에 있어 일반 및 특수 등 핵심역량의 재정의 및 범주화가 필요함
- 항목들의 통폐합이 필요함. 어떤 핵심역량은 중복되고 상호배타적이지 않음. 예를 들어, 협업을 위해 의사소통과 갈등조정 등이 필요하다고 판단되는데 각각 다른 역량으로 제시됨
- 인재상과 관련하여 범주화 되거나 연결 되서 제시, 분석되면 좋겠음
- 용어를 ‘역량’이라는 표현에 맞도록 수정할 필요가 있음. 예를 들어 ‘경험기반 학습’은 역량이기보다는 학습 방식으로 보이는데 이를 자세나 능력과 같은 단어로 수정할 필요가 있다고 생각함.
- 일반시민 수준에서 갖추어야 할 핵심역량과 이공계 전문인이 갖추어야 할 핵심역량이 다른데 이에 대한 고려가 없음

3.2.4 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징

- 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징은 선행연구로부터 16개 항목이 도출되었으며 각 항목이 4차 산업혁명 시대에 얼마나 적합한지 5점 척도(매우 적합 ⑤, 적합 ④, 보통 ③, 부적합 ②, 매우 부적합 ①)로 조사하여, 평균, 표준편차, CVR을 산출함
- 수학교육 전문가들이 생각한 수학·교육의 특징 적합도
 - － ‘탐구를 통한 문제 발견’, ‘IT 및 기술’, ‘공학과와의 연계’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - － ‘의사소통 중심’, ‘문제해결’, ‘프로젝트 기반 학습’, ‘창의적 설계’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - － ‘이야기 기반 학습’의 CVR은 음수로 적합하지 않다고 판단됨. 2009 개정 수학과 교육과정에서 스토리텔링 중심 교과서에 대한 평가가 반영된 것으로 보임
 - － 교육의 특징에 대한 적합도 평균은 ‘탐구를 통한 문제해결’, ‘문제해결’, ‘프로젝트 기반 학습’, ‘창의적 설계’, ‘IT 및 기술’, ‘공학과와의 연계’가 4.5 이상으로 높음
- 과학교육 전문가들이 생각한 수학·교육의 특징 적합도
 - － ‘탐구를 통한 문제 발견’, ‘문제해결’, ‘창의적 설계’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - － ‘STEAM’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - － ‘이야기 기반 학습’, ‘거꾸로 학습’, ‘발명 및 산출물 중심’은 CVR가 음수로 적합하지 않음
 - － 교육의 특징에 대한 적합도 평균은 ‘실생활 문제 중심’, ‘탐구를 통한 문제 발견’, ‘문제해결’, ‘창의적 설계’가 4.5 이상으로 높음
- 수학·과학교육 전문가들이 공통적으로 생각한 수학·교육의 특징 적합도
 - － ‘탐구를 통한 문제 발견’의 CVR이 1로 매우 적합함
 - － ‘문제해결’, ‘창의적 설계’, ‘IT 및 기술’, ‘공학과와의 연계’의 CVR이 0.9로 매우 적합함
 - － ‘이야기 기반 학습’은 CVR이 음수로 적합하지 않음
 - － 교육의 특징에 대한 적합도 평균은 ‘탐구를 통한 문제 발견’, ‘문제해결’, ‘프로젝트 기반 학습’, ‘창의적 설계’, ‘IT 및 기술’, ‘공학과와의 연계’가 4.5이상으로 높음

- 4차 산업혁명 시대의 수학·과학 교육의 특징은 ‘탐구를 통한 문제 해결’, ‘문제 해결’, ‘창의적 설계’, ‘IT 및 기술’, ‘공학과 연계’가 적합하다고 여겨짐

[표 3-8] 수학·과학교육 전문가들이 생각한 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징

수학·과학교육의 특징	수학			과학			합계		
	평균	표준 편차	CVR	평균	표준 편차	CVR	평균	표준 편차	CVR
실생활 문제 중심	4.2	0.9	0.3	4.5	0.7	0.7	4.3	0.8	0.5
이야기 기반 학습	3.5	1.0	-0.1	3.1	0.5	-0.6	3.3	0.8	-0.3
온·오프라인 블렌디드	4.1	0.9	0.3	4.1	0.6	0.7	4.1	0.8	0.5
의사소통 중심	4.2	0.7	0.9	4.4	0.7	0.7	4.3	0.7	0.8
탐구를 통한 문제발견	4.7	0.5	1	4.5	0.5	1	4.6	0.5	1
문제해결	4.8	0.5	0.9	4.6	0.5	1	4.7	0.5	0.9
프로젝트 기반 학습	4.7	0.6	0.9	4.4	0.7	0.7	4.5	0.7	0.8
학습자 중심 활동	4.3	0.7	0.7	4.3	0.7	0.7	4.3	0.7	0.7
창의적 설계	4.5	0.6	0.9	4.6	0.5	1	4.5	0.6	0.9
거꾸로 학습(flipped learning)	3.8	0.8	0.3	3.2	0.6	-0.4	3.5	0.8	0
발명 및 산출물 중심	3.7	0.6	0.5	3.4	0.7	-0.1	3.6	0.7	0.2
IT 및 기술, 공학과 연계	4.8	0.4	1	4.2	0.7	0.7	4.5	0.6	0.9
다학문적(multidisciplinary) 접근	4.3	0.7	0.7	4.3	0.7	0.7	4.3	0.7	0.7
STEAM	4.2	0.7	0.7	4.3	0.6	0.9	4.2	0.6	0.8
초학문적(transdisciplinary) 접근	4.1	0.7	0.6	4.0	0.7	0.6	4.1	0.7	0.6
산업 수학	4.2	0.7	0.6	3.6	0.6	0.1	3.9	0.7	0.4

- o 수학교육 전문가들이 추가로 제시한 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징
 - 수학적 과정에서 공유, 협업과 소통을 통한 공유된 창의성 추구하는 구체적 방법들도 구분되어 강조되어야 할 것 같음
 - 동료 코칭 학습
 - 빅데이터를 활용하여 보다 효과적인 교수학습 방법 또는 자료 개발 및 적용
 - 하브루타 방식의 토의 토론, 교구 및 공학 도구의 적절한 활용
- o 과학교육 전문가들이 추가로 제시한 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징
 - 체험학습, 문제기반 학습, 도제식으로 실제 상황에서 문제 인식-해결 과정을 체험하는 학습 필요
 - 이론과 실천을 연계하는 기회 제공 필요. 가속도를 배우고도 자동차 운전엔 적용을 못함. 학교과학과 실생활 과학의 연계 필요/더 이상 교과서 과학은 곤란함
 - less is more/몇몇 엄선된 주제를 가지고 capstone experience처럼 문제해

결과 탐구과정의 전체 사이클을 경험하게 하는 학습기회 제공 필요

- 지속가능발전 주제 중심 학습, 사회과학적·사회윤리적 문제 기반 학습, 모델링 기반 학습
- 실행중심-직접 관찰하고, 체험하고, 제작하고, 운영/활용해 보고, 토의/합의해 보고, 발표해 보는 등, 실행이 중심이 되는 수학·과학 교육
- 과학학습창의성 (or 창의적 과학교실문화)
- 과학문화교육 (or 비형식 과학교육)
- 지혜로서의 과학
- ‘4차 산업혁명’에서는 ‘필요가 발명의 어머니’라는 사고가 아니라 현재 크게 필요하다고 느끼지 않는 것을 창의적으로 제시하여 사회를 변혁할 수 있는 능력이 필요하다는 점에서, 상상을 통한 문제 발견과 인문학 기반 문제 발견
- STS. 미래 사회에서는 과학기술이 사회적으로 갖는 가치와 의미를 성찰할 수 있는 인재가 필요하며, 이에 STS 교육이 필수적임. 과학교육에서 오랫동안 강조되어온 STS는 비록 최신 이론은 아니지만, 학제간 융합 특히 사회과 과학, 기술 간의 융합을 잘 드러내고 함양할 수 있기 때문에 수학·과학교육에서 강조할 필요가 있다고 판단됨
- 직접 경험 학습. 4차 산업혁명 시대에 얼마나 ‘적합하다’의 의미가 정확히 무엇을 의미하는지는 불분명하나, 미래 사회에서 요구되는 혹은 미래 사회에 필요한 교육으로 보았을 때, 직접 경험과 관련된 학습도 여전히 강조될 필요가 있음. 이에 자연을 직접적으로 혹은 아날로그적으로 접하고 느끼는 학습이 동시에 강조될 필요가 있음
- 빅데이터를 활용하거나, 대규모 네트워크(예를 들면 국내, 국외 학생들 사이의 네트워크)를 활용한 문제 해결 학습
- 수학 및 과학 교과를 현재처럼, 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학으로 나누지 말고, 문제 중심, 프로젝트 중심으로 수업을 다양하게 개편
- 수업 시간을 자유롭게 하고, 하나의 주제 (예를 들어 에너지)에 대해 여러 선생님 (예를 들어, 물리와 화학)들이 각 학문 분야의 관련 지식을 토론식으로 수업을 진행

o 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육의 특징에 대한 추가 의견

- 공학적 도구를 수업과 평가에 적극적으로 활용할 수 있는 환경과 교사 교육이 필요
- 개별학습이 아니라 또래 또는 전문가 집단과 연계하여 학습할 수 있는 환경 제공
- 좀 더 미래지향적이고 4차 산업혁명 시대를 위한 수학·과학 교육의 강조점이 도출되어야 함
- 사물인터넷을 기반으로 하게 되면 빅데이터에 대한 수요는 폭발적일 것임. 따라서 통계학습에 대한 양과 질의 증가가 필요함. 당연히 지필에 의한 통계가

아니라 공학 도구를 활용한 통계학습이 되어야 빅데이터라는 4차 산업혁명의 흐름과 부합할 것임

- 4차 산업혁명이라는 변화 속에서 교사들이 변화의 방향, 방법들을 고민하기 위해서는 교사가 수업을 설계할 때 만나는 다양한 문제(수업환경, 학교 업무 시스템, 연구시간의 확보 등)로 좌절하지 않도록 지원해주는 노력이 필요함
- 과학 교과와 경우, '실험'이 매우 중요함. 학생들에게 언제든지 (수업시간, 동아리 활동 등) 다양한 실험을 할 수 있는 환경을 만들어 주는 것이 필요함

3.2.5 4차 산업혁명 시대의 수학·과학교육을 위한 중단기 실행 과제

- o 선행연구 분석과 포커스그룹 인터뷰, 전문가 세미나를 통해 26가지 항목을 도출하여 실행할 필요성이 높다고 생각되는 5개를 고르도록 요청함
- o 수학교육 전문가들이 실행할 필요가 있다고 여긴 중단기 실행 과제
 - '수학·과학 기초교육 강화', '테크놀로지 기반 수학·과학 교육과정 개발', '수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원', '수학·과학 지능형 학습 플랫폼 구축', '수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원'이 30% 이상을 차지함
 - '정보 판단 능력 함양 프로그램 개발', '융합프로젝트 학습 공간 구축', '수리 과학 온라인 학교 설립'이 27%를 차지함
- o 과학교육 전문가들이 실행할 필요가 있다고 여긴 중단기 실행 과제
 - '수학·과학교사 재교육 거점센터 운영'이 57%를 차지함
 - '수학·과학 기초교육 강화', '협동 학습 중심 교수 학습 설계 연구'가 50%, '수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원', '수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원'이 42%, '첨단 IT 기반 수학·과학 전용 교실 구축'이 35%를 차지함
- o 수학·과학교육 전문가들이 공통으로 실행할 필요가 있다고 여긴 중단기 실행 과제
 - '수학·과학 기초교육 강화', '수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원', '수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원', '수학·과학교사 재교육 거점센터 운영', '수학·과학 지능형 학습 플랫폼 구축'의 순이며, 이 과제들은 30% 이상의 비율로 나타남

[표 3-9] 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육을 위한 중단기 실행 과제

(단위: 빈도(%))

과제명	수학	과학	합계
(01) 수학·과학 교과목 다양화 연구	3 (20.0)	1 (7.1)	4 (13.8)
(02) 지속가능 주제 중심 교육과정 및 교재 개발	3 (20.0)	3 (21.4)	6 (20.7)
(03) 수학·과학 디지털 콘텐츠 개발	3 (20.0)	1 (7.1)	4 (13.8)
(04) 실감 체험형 수학·과학 학습 콘텐츠 개발	2 (13.3)	2 (14.3)	4 (13.8)
(05) 수학·과학 기초교육 강화	5 (33.3)	7 (50.0)	12 (41.7)
(06) 테크놀로지 기반 수학·과학 교육과정 개발	5 (33.3)	0 (0)	5 (17.2)
(07) 수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원	5 (33.3)	6 (42.9)	11 (37.9)
(08) 정보 판단 능력 함양 프로그램 개발	4 (26.7)	2 (14.3)	6 (20.7)
(09) 진로 수학·과학 프로그램 개발	1 (6.7)	1 (7.1)	2 (6.9)
(10) 학생 맞춤형 수학·과학 자기진단 도구 개발	2 (13.3)	1 (7.1)	3 (10.3)
(11) 협동 학습 중심 교수 학습 설계 연구	0 (0)	7 (50.0)	7 (24.1)
(12) 융합프로젝트 학습 공간 구축	4 (26.7)	3 (21.4)	7 (24.1)
(13) 첨단 IT 기반 수학·과학 전용 교실 구축	3 (20.0)	5 (35.7)	8 (27.6)
(14) 수리과학 온라인 학교 설립	4 (26.7)	2 (14.3)	6 (20.7)
(15) 개인 맞춤형 수업공간 구축	0 (0)	1 (7.1)	1 (3.4)
(16) 수학·과학 지능형 학습 플랫폼 구축	5 (33.3)	4 (28.6)	9 (31.0)
(17) 1학생 1프로젝트 플랫폼 구축	2 (13.3)	0 (0)	2 (6.9)
(18) 수학·과학 공유형 교육 플랫폼 구축	3 (20.0)	3 (21.4)	6 (20.7)
(19) 수학·과학교육 R&D 지원	3 (20.0)	1 (7.1)	4 (13.8)
(20) 미래사회 대비 수학·과학 중장기 연구	2 (13.3)	5 (35.7)	7 (24.1)
(21) 산업과 연계된 수학·과학 체험관 구축	0 (0)	0 (0)	0 (0)
(22) 수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원	5 (33.3)	6 (42.9)	11 (37.9)
(23) 실용형 IT 교육 교사연수 강화	3 (20.0)	0 (0)	3 (10.3)
(24) 연구자 연계 DIY형 교사연구 지원	0 (0)	1 (7.1)	1 (3.4)
(25) 수학·과학교사 재교육 거점센터 운영	2 (13.3)	8 (57.1)	10 (34.5)
(26) 수학·과학 코치 양성	1 (6.7)	0 (0)	1 (3.4)

o 수학교육 전문가들이 추가로 제시한 중단기 실행 과제

- 학습과 교사교육측면에서 수학적 내용은 테크놀로지와 IT를 결합한 내용과 환경 구축 필요
- 수학적 과정은 공유, 소통, 협업을 통해 공유된 창의성을 가르치는 것에 대한 구체적 방향과 교사교육 아이디어들에 대한 실행과제 필요
- 수학·과학 분야의 교수-학습-연구-평가 과정에서의 학습 윤리 강화 방안
- 4차 산업혁명시대에 요구되는 수학·과학 핵심역량의 성취정도에 대한 (과정중심)평가방안
- 4차 산업혁명시기에 적합한 수학부진아 지도 철학 및 지도 방향 연구

- 첨단 IT 기반 수학·과학 교육을 교사 교육
- 4차 산업혁명 시대 수학·과학 교육을 위한 교사 양성 기관의 토대 및 기반 구축
- 2개 이상의 과목(예: 수학+물리)을 가르칠 수 있고 학문간 연계성에 대한 소양이 있는 교사 양성 및 임용시험 선발기준 개정
- 공학 기반 수학 교과서나 학습서 개발
- 공학 기반형 수학학습 플랫폼 구축
- 공학 중심의 교사 상시 연수

o 과학교육 전문가들이 추가로 제시한 중단기 실행 과제

- 생애기반/진로계획에 따른 과학과 교과목 이수경로 및 관련 교육과정 개발
- 현직 수학과 과학 교사 복수전공제 활성화를 위한 재교육 프로그램 개발
(예: 과학 교사를 위한 예술 강의 등)
- 학점제에 대비한 수학과 과학 강좌 개발 및 개설(온/오프라인) 방안
(예: 한국과학창의재단 온라인 강좌를 통한 STEAM 101 강좌 이수 등)
- 4차 산업혁명으로 변화되는 교육에 맞는 평가에 관한 연구
- 학생의 발달 특히 탐구능력, 핵심역량 등에 대한 학생 발달 단계, 수준 등에 대한 경험적 연구
- ‘기초소양으로서 수학·과학의 핵심내용 추출 및 기초교육 강화’보다는 교육과정에서 초·중등학교의 수학·과학 과목에 융합 내용을 어느 정도의 비율로 제시하는 것이 좋은지, 이에 필요한 기초 수학과 과학의 내용은 무엇인지 등에 대한 심도 있는 연구
- 교사 전문성 계발을 위한 수학 과학 연수 교육과정
- 수학·과학 교육의 발전을 위한 ‘수학과 과학 기초연구 지원 시스템’
- 개인의 성장과 사회의 발전을 동시에 이끌 수 있는 경험과 실천을 기반으로 하는 ‘역량 중심의 과학’을 위한 교수학습 자료 개발 및 보급
- (ICT + 사람)이라는 관점에서 ‘(수학+물리+생명)의 융합 교육 프로그램 개발’
- 미래 사회에 추구해야 할 가치와 지향점을 고민하여 설계하는 과제가 실행될 필요가 있음. 가령, 테크놀로지 기반 교육과정 개발에만 집중할 경우, 수업 활동의 겉모습만 변화한 채 정작 교육의 본질적 부분은 과거를 답습할 수 있음. 미래 교육에서 추구하고자 하는 바를 짚어내고, 그 지향적으로 다가가는 과정에서 다양한 테크놀로지를 활용할 수 있도록 과제를 제안한다면 교육의 안과 밖을 함께 혁신시킬 수 있을 것으로 기대됨.
- 다양한 실행과제를 실효성 있게 실천하기 위해 필요한 법 개정, 제도 개선, 정책 수립 등등에 대한 연구 및 실천 지원 필요
- 4차 산업혁명 시대에 적합한 교육 내용, 방법, 교수법을 교사에게 재교육할 수 있는 다양한 활동

3.3 2차 델파이 조사 분석 결과

- 2차 델파이에서는 1차 델파이 결과를 토대로 도출한 수학과학교육의 3가지 핵심 과제의 타당성과 적합성을 검증함
- 3가지 핵심과제는 25% 이상의 전문가들이 그 필요성을 높게 인정한 실행과제들을 복합적으로 포함하고 있음
- 2차 델파이 조사에서 전문가들은 각 과제의 타당성과 적합성을 7점 척도로 평가하고 각 과제에 대한 검토 의견과 유사 사례, 그 외의 과제를 제안하였음
- 편의상 ‘직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학과학 교육용 패키지 개발 연구’는 핵심과제①로, ‘수학과학 교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학과학 브릿지 센터 운영’은 핵심과제②로, ‘사회문제해결형 초·중등 융합연구실 지원 사업’은 핵심과제③으로 명명함

3.3.1 핵심과제의 타당성과 적합성 * [표 3-10] 참조

- 핵심과제들이 실행과제들로부터 도출되기에 타당한지에 대한 전문가들의 응답 결과
 - 세 가지 핵심 과제의 타당성에 대해 ②-③-①의 순서로 평균값이 높음
 - CVR 값으로 볼 때, 핵심과제 ①은 과학교육전문가들이 타당하다고 받아들이기 어렵다고 볼 수 있음
- 핵심과제들이 수학과학교육 혁신을 위해 적합한지에 대한 전문가들의 응답 결과
 - 3가지 핵심 과제의 적합성은 타당성과 마찬가지로 ②-③-①의 순서로 평균이 높음
 - CVR 값으로 볼 때, 핵심과제 3가지의 적합성은 세 분야의 전문가들 모두에게 적합하다고 받아들여질 수 있음

[표 3-10] 핵심과제의 타당성과 적합성

		수학			과학			합계		
		평균	표준편차	CVR	평균	표준편차	CVR	평균	표준편차	CVR
핵심과제 ①	타당성	5.33	1.53	0.60	5.40	1.54	0.33	5.37	1.54	0.46
	적합성	5.33	1.58	0.60	5.60	1.25	0.73	5.47	1.43	0.67
핵심과제 ②	타당성	5.67	1.01	0.73	6.27	0.85	1.00	5.97	0.98	0.86
	적합성	5.87	1.31	0.73	6.27	0.93	0.87	6.07	1.15	0.80
핵심과제 ③	타당성	5.40	1.31	0.73	5.73	0.93	0.73	5.57	1.15	0.73
	적합성	5.53	0.96	0.73	5.73	1.12	0.73	5.63	1.05	0.73

3.3.2 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육용 패키지 개발 연구

o 과제 성립의 타당성과 의의

- 학생용 교재와 교사용 지도 자료로만 구성되었던 기존의 교수학습 자료 개발의 범위에 교사 교육 커리큘럼을 추가시킨 점이 긍정적 변화라고 생각됨
- 견고한 학문적 체계를 고수하기 보다는 미래사회에 대한 조망과 함께 학생의 미래를 동시에 고려한 현실적이고 적극적인 혁신으로 느껴짐

o 핵심 스킬에 대한 의견

- 하위 설명 및 연계 실행과제들에서 언급된 문제해결력, 비판적 사고력 등을 고려할 때 스킬을 넘어서 ‘역량’ 수준에 가깝다고 판단됨
- 핵심 스킬이 무엇인지, 그것을 지도하기 위한 지도 모형은 무엇인지, 모형에 따른 적용 결과가 어떠한 지에 대한 기초연구가 전제된다는 조건하에서 타당함

o 교육용 패키지에 포함될 내용

- 공학 윤리 교육 등 4차 산업혁명 시대에 윤리에 대한 교육을 포함할 필요가 있음
- 수학과 과학 분야 최첨단 분야의 직업에 종사하는 분들과의 만남의 프로그램도 포함. 또한 외국의 저명학자 초청 강연도 필요함
- K-MOOC 또는 테크놀로지를 활용한 디지털 콘텐츠를 지속적으로 개발하여 보급해야 함
- 수학·과학 교육용 패키지 개발 연구는 한 영역의 단일 과제로 그칠 게 아니라 중장기적으로 전 영역에 걸쳐 개발할 필요가 있음

o 기존 자료와의 차별성

- ‘4차 산업혁명시대’라는 패러다임에 얽매어 기존의 것과 다른 새로운 것을 개발해야 한다는 접근보다는 기존에 해 왔던 것 중에서 여전히 가치 있고 활용 가능한 것은 유지 또는 변형 후 유지할 필요가 있음
- 기존에도 수학·과학 관련 자료 개발은 다각적이고 지속적으로 이루어져 왔으므로 실질적인 추진을 위해서는 현재 자료에서 발전시키거나 부재한 부분에 대한 분석을 통한 추가 자료 개발이 필요함

3.3.3 수학·과학 교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학·과학 브릿지 센터 운영

o 과제 성립의 타당성과 의의

- 변화를 선도할 인재 양성을 위해 교사의 신역량 설계 및 재교육 실행할 브릿지 센터 운영이 적극 요구됨
- 사회변화에 맞추어 교사 전문성을 재정의 하고, 이를 함양하기 위한 센터를 운영, 지원하는 것은 현 시점에서 필요한 부분이라고 생각함
- 재교육과 자료 개발 및 확산에 앞서, 교사양성기관에 대한 혁신, 자료 개발을 위한 관련 기초 연구가 전제되어야 한다는 조건 하에서 타당하다고 생각함

o 신(新) 전문성에 대한 의미

- 신 역량의 내용과 방향성이 교사들을 위한 역량에서 벗어나 현장성을 반영할 수 있는 교사들에 의한 역량의 가능성 사이에 균형이 필요함
- 수학·과학교사의 신 전문성에는 4차 산업혁명시대의 ‘인재상’으로 추출된 것을 어떻게 교수학습과정에 녹여낼 것인가를 고민할 수 있는 것이 들어가야 함

o 브릿지 센터의 기능 및 운영에 포함될 내용에 대한 제안

- 최첨단 공학 기술을 활용한 교육 프로그램을 포함하는 부분도 필요함
- 첨단 기기 등을 활용한 수업을 실행하면서 수업을 분석할 수 있는 시설도 포함될 필요 있음
- 브릿지 센터라는 의미에서 ‘교사공동체’의 연구 활동을 지원하는 개방적 공간으로서의 역할을 할 수 있는 형태로 작은 단위에서의 구체적 고려 필요
- 수학·과학 교사들에게 새로운 역량이 필요하고 이에 대한 교육과 훈련이 필요함에 동의하나 ‘브릿지 센터’의 성격과 기능 및 구조에 대해 명확히 할 필요도 있어 보임

o 과제의 성격 및 방향에 대한 일반적인 제안

- 수학·과학 교사의 재교육뿐만 아니라 교원양성기관 교육과정에 포함될 수 있도록 확대할 필요가 있음
- 실생활에 대한 구체적인 정의가 필요하고 이에 적합한 프로그램이 개발되어야 함. 교원양성기관과의 연계성을 통하여 예비교사의 교육에도 적극적인 반영이 필요함
- 교사들의 재교육 및 연구공간으로서 브릿지 센터 운영은 바람직해 보임. 다만 그 방식이 자발적이고 개방적인 형태로 이루어져야 할 것임
- 자생적인 교사 공동체와 연구기관들의 연계성을 높이는 과제가 포함되길 희

마함. 연구기관이 교사 공동체의 성장을 도와주는 지원체계가 있다면 좋을 것이라 생각됨

3.3.4 사회문제해결형 초·중등 융합연구실 지원 사업

○ 과제 성립의 타당성과 의의에 대한 의견

- 실험 중심의 과학실 또는 강의 지원 첨단 수학실에서 벗어나 다양한 협동 학습 및 학생의 IT 활용이 가능한 환경 조성은 필요함
- 첨단 IT기반 수학·과학 사회문제해결 프로젝트를 지원하고 융합 프로젝트를 위한 공간을 구축하여 운영하는 과정을 지원하는 사업이 지속되면 수학·과학교육 혁신도 함께 지속될 수 있을 것임
- 융합연구실 지원을 위한 하드웨어적인 지원(교실, 플랫폼 구축)과 소프트웨어적인 지원(학습콘텐츠 및 교수·학습 설계)이 함께 포함되어 적절해 보임. 다만, ‘지원’을 넘어 구축, 운영, 실행 등과 같이 적극적인 행위 명사를 사용하는 것이 실행과제의 특징을 더 잘 드러낼 것으로 판단됨

○ 기존 교과교실과의 차별성

- 기존의 STEAM 연구학교, 무한상상실, 과학중점학교, 메이커 스페이스 등과 어떻게 차별화 또는 통합 운영할 것인가 등에 대한 고민이 더 필요함
- 융합연구실과 기존 과학 실험실의 장단점을 비교·검토하는 과정과, 이를 바탕으로 융합연구실의 필요성과 함께 보완사항도 고려해야 함

○ 융합연구실의 역할

- 인문학적 상상력과도 융합할 수 있는 부분이 있으면 좋겠음
- 제4차 산업혁명 시대에 코딩의 기반이 되는 컴퓨팅사고력에 대한 부분도 포함하면 좋을 것임
- 연구실 구축보다는 테크놀로지를 반영한 핵심 콘텐츠를 개발하고 보급하도록 지원하는 것이 더 바람직함

○ 과제 실현을 위한 제반 요건

- 융합 연구실 지원 사업은 물리적 환경 구축뿐만 아니라 교육과정 개발과 운영을 주도할 인적 자원 양성도 병행되어야 할 것임
- 새로운 교육 방향이 매우 필요하지만, 국가수준의 교육과정이 있고 매우 경쟁이 높은 진학/입시환경을 고려한다면, 새로운 교육방향이 교육과정 및 진학/입시와 연계되어야 한다는 조건 하에서 타당함

○ 과제의 성격 및 방향에 대한 일반적인 제안

- 사회문제해결을 위한 ‘융합’은 수학 과학 분야뿐만 아니라 사회·경제·인

문 분야와의 소통도 함께 이루어져야 할 것임

3.3.5 추가할 핵심 과제에 대한 전문가 의견

o 교수-학습 방법 및 평가 방법에 대한 연구

- 4차 산업혁명 시대에 학교 수학 교실에서 행해져야 할 교수-학습 방법 및 평가 방법에 대한 연구
- 본 연구에서도 등장한 핵심역량을 고려한 교육이 핵심과제들을 통해 진행되기 위해서는 교육의 중요한 요소 중 하나인 ‘평가 방법’에 대한 연구가 필요함

o 교사 전문성 계발 연구

- 실용형 IT 교육 교사연수 강화뿐만 아니라 개발된 교육 자료를 교사에게 안내할 교사 연수 프로그램도 지속적으로 운영되어야 함

o 교육과정 개발 연구

- 4차 산업혁명 시대에 적합한 수학 과학 교육과정에 대해 연구할 필요가 있음. 특히 학생의 과정적 지식과 정의적 영역의 목표를 실질적으로 고려하고, 학습 준비도와 학습 진행 상황을 고려한 국가교육과정을 개발할 필요가 있음
- 다양한 사회적 필요와 요구 그리고 더욱 더 세분화되는 과학기술 인력양성의 영역을 지원하기 위해 보다 세분화되고 진화되고 맥락화된 세부 전문 과학 교과목들이 개발되고 이를 위한 교육자료/교재들을 개발할 필요가 있음

o Smart Technology 활용 방안

- Smart Technology를 보다 적극적으로 활용하고 또 이를 통한 새로운 교수학습 모형 및 방법이 모색될 수 있도록, Smart Technology를 활용하는 다양한 실험 방법, 교육자료, 교수학습방법, 평가 방안, 교사 연수 방법 등등이 종합적으로 이루어질 수 있는 방안들이 보다 적극적으로 모색되었으면 함

o 미래형 인재 양성을 위한 신교육시스템 구축 방안 연구

- 초중고 교육에서의 컴퓨팅적 사고와 통계적 사고를 위한 교육 프로그램을 개발하고 적용할 필요가 있음

o 최첨단 기술에 대한 교육적 이해

- AI를 기반으로 한 최첨단 로봇 및 VR 등의 기술을 수학과 과학 교육에 연계하는 연구들을 많이 해가도록 할 필요가 있음. 공학자나 컴퓨터 프로그래머

들은 교육에 대한 아이디어가 부족할 수 있기 때문에 이런 부분에 대한 연구 지원도 필요함

3.3.6 핵심과제 3가지에 대한 전반적인 전문가 의견

o 기초 연구의 필요성

- 기초연구는 다른 기관에서 별도의 과제로 다룰 수도 있지만, 그와 같이 별개의 과제로 독립적으로 수행되기보다는 하나의 과제 속에서 연동하여 다루면 좋을 것임

o 핵심과제 3가지 선정의 타당성

- 수학·과학의 융합을 다양하게 추진하고 있는 것은 매우 바람직해 보임
- 교육내용과 교사, 교육환경이라는 세 측면으로서 접근으로 충분해 보임.
- 핵심과제 ①은 학생 역량 강화, 핵심과제 ②는 교사역량 강화, 핵심과제 ③은 인프라 구축에 초점을 두어, 교육의 핵심축을 중심으로 잘 구성되었음

o 핵심과제 3가지의 개선할 점

- 세 가지 핵심과제는 그 명칭과 방향성이 다소 변경되었을 뿐 이제껏 수학·과학 교육 개선을 위해 진행해왔던 세 측면(교수학습 및 교육과정/교사전문성/학교·국가 환경 조성)에서 접근하는 것은 동일함. 실제로 추진하는 데 있어 기존의 연구와 노력 및 성과 등을 분석하고 이를 바탕으로 중복을 피하거나 추가 또는 개선·발전할 수 있는 방향으로 실행해야 함
- 국가 차원의 거시적 접근과 함께 교실 현장의 실질적 개선을 위해 미시적인 접근이 동시에 이루어지길 바람
- 세 가지 핵심과제들을 관통하는 가치들이 핵심역량 및 인재상과 연결돼야 함

4. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 혁신방안 모색

문헌조사와 포커스그룹 인터뷰, 델파이 조사 분석을 통하여 ‘4차 산업혁명 시대 인재육성을 위한 수학·과학교육 혁신’이라는 목표에 걸맞은 인재상과 핵심역량 및 전략과제와 실행과제를 [그림4-1]과 같이 도출하고 각 실행과제별로 배경과 필요성, 연구 내용을, 기대효과를 분석하였음



[그림 4-1] 4차 산업혁명 시대 인재육성을 위한 수학·과학교육 혁신 중단기 로드맵(안)

4.1 교육과정 및 교육자료 개발

□ 실행과제 1-1. 수학·과학 기초교육 강화

○ 배경 및 필요성

정보와 기술을 기초로 하는 첨단 정보 산업화 사회에서는 고도로 발전한 수학 및 과학 기술이 근간이 되므로 수학·과학에 대한 깊이 있는 이해와 응용 능력이 요구된다. 이를 위해서는 초·중등교육 단계에서 수학과 과학에 대한 기초 개념 및 지식에 대한 체계적 교육이 선행되어야 하며 개념, 원리, 법칙을 체계적으로 이해하는 기초 소양 교육으로서의 수학·과학 교육이 절실하게 요구된다.

4차 산업혁명 시대에는 인간이 계산, 정보의 저장, 정보의 수집과 같은 단순한 작업을 수행하게 되는 경우가 많지 않을 것이다. 따라서 학습의 과정에서도 지식을 획득하고 이에 대한 적용 중심의 교육 활동도 매우 축소될 가능성이 높다. 고도로 산업화된 시대에 능동적으로 대처하기 위한 기초 소양으로서 수학·과학교육이 활발하게 이루어질 필요가 있다. 4차 산업혁명 시대는 타학문 분야와의 융합 및 협업이 다양하게 요구되는데, 이에 대처하기 위해 수학·과학 분야의 기초지식이 기본이 되므로 핵심내용 추출 및 기초 교육 강화가 필요하다.

○ 주요내용

- 수학·과학과 교육과정에 대한 분석을 통한 내용 요소의 분류화 연구: 계산 중심 내용, 이해 중심 내용, 문제해결 중심 내용, 추론 중심 내용 등으로 분류화하여 4차 산업혁명 시대에 부합된 핵심 내용 선정 연구
- 4차 산업혁명 시대에 부합하는 계산 중심(이해 중심, 문제해결 중심, 추론 중심) 학습내용에 대한 재구조화 및 학습 자료의 구성 방안 연구
- 기존 교육과정에 포함되지 않은 새로운 학습 요소의 추출 연구
- 기존 교육과정에 포함되지 않은 새로운 학습 요소를 정규교육과정에 포함시키기 위한 교수학적 변환 방법 및 학습자료 구성을 위한 방향 설정에 대한 연구
- 4차 산업혁명시대에 대비한 수학·과학 교육의 내실화 방안 및 기초 소양 교육 강화 방안 연구

○ 기대효과

- 수학·과학의 발달로 인해 새롭게 제기되는 다양한 분야에 대한 교육적 가치를 부여하고, 새로운 교육과정 개발을 위한 기반 제공
- 새로운 학문 분야에 대한 교육적 이해를 바탕으로 융·복합적 사고력을 가지고 4차 산업혁명 시대에 적극적으로 대처할 수 있는 인재 양성 실현

□ 실행과제 1-2. 테크놀로지 기반 수학 과학 교육과정 개발

o 배경 및 필요성

새로운 기술과 공학의 발달로 인해 세계 여러 나라는 수학·과학교육에도 기술과 공학 도구의 필요성을 인지하고 이를 활용하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다. 기술과 공학을 도입한 수학교육이 학습자들의 성취도 향상에 도움이 된다는 연구 결과도 속속들이 나오고 있는 상황에서, 테크놀로지 기반 학습은 수학과 과학의 개념학습과 문제 해결력 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

테크놀로지 기반 학습은 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 다양한 공학적 도구와 교구 활용을 의미하며, 4차 산업혁명을 대비한 교육에의 새로운 기술 도입으로 고려되어야 한다. 즉 컴퓨터 기반 수학·과학교육은 기존 학습에 도입되었던 엑셀과 같은 프로그램, 탐구를 위한 시뮬레이션 및 웹 기반학습의 활용으로부터 출발할 수 있다. 그리고 수학과 과학 학습도구로 떠오르고 있는 스크래치, 엔트리, 파이썬과 같은 컴퓨터 프로그래밍 언어도 사용될 수 있으며 사물인터넷 기술이 도입될 수 있는 아두이노, 라즈베리파이도 활용이 가능하다. 이 아두이노, 라즈베리파이에 센서를 연동하여 만들 수 있는 메이커 도구는 과학 실험에 활용될 가능성이 충분하다. 마지막으로 더 적극적인 도구로는 4차 산업혁명의 대표 기술인, 드론, VR, AR을 활용하는 교육으로도 확대될 수 있다.

교사들이 이러한 다양한 도구를 활용하기 위해서는 무엇보다도 테크놀로지 기반의 수학·과학 교육과정을 운영하기 위한 구체적인 교수학습 자료 개발(교사용 지도서 포함)이 필수적이다. 이 개발된 교수학습 자료는 교사 연수로 이어져야 할 것이다. 더불어 이러한 컴퓨터 기반 도구들이 학교 현장에 보급, 확산이 반드시 이루어져야 한다. 테크놀로지 기반 학습은 많은 예산이 많이 소요되며 학습 환경을 구축하는 데 다양한 고려사항들이 존재하므로 관계부처의 협력이 필수적으로 요구된다.

o 주요내용

- 테크놀로지 기반 수학·과학 교육과정 개발 연구 (교육과정과 학습도구의 연계성 찾기)
- 테크놀로지 기반 수학·과학 교수학습 자료집 개발 연구
- 테크놀로지 기반 수학·과학 교수학습 자료를 활용한 교사 연수
- 테크놀로지 기반 수학·과학 교육의 효과성 분석 연구

o 기대효과

- 수학과 과학 학습에 컴퓨터를 도입하면서 학생의 흥미도와 몰입도 향상
- 기술공학과 수학·과학 학습의 연관성 인식을 통한 학생의 융합적 경험과 사고력 신장
- 컴퓨터를 기반으로 하는 수학·과학 학습을 통해 학생의 미래 진로탐색 경험 확장
- 새로운 기술·공학을 학습에 도입하면서 4차 산업혁명 시대의 인재 육성 가능
- 프로그래밍 언어 및 메이커 도구 등의 활용으로 수학·과학 수업에서 자기 주도적 학습 역량 신장, 창의적 산출물 생성 능력 증가

□ 실행과제 1-3. 수학·과학 교과목 다양화

○ 배경 및 필요성

교육과정이 여러 차례 개정되면서 교과목을 다양화하려는 시도가 있었지만 학교 운영과 입시 제도를 실질적으로 고려한 결과, 현재까지는 학생들의 흥미와 적성에 적합한 다양한 교과목이 교육과정에 반영되지 못했다. 특히 초등학교와 중학교에서는 학년군제에 바탕을 두고 교육과정이 운영되도록 하고 있으나 교과서가 학년, 학기별로 출판되는 현 상황에서는 한 번 수강한 교과목을 다시 수강할 기회가 주어지지 않아 학습 결손이 생겼을 경우 이를 보완할 기회가 주어지지 않는 문제점이 있다.

또한 고등학교에서는 입시 과목을 우선적으로 학교에서 선정하여 가르치고 있어 학생들이 다양한 과목을 선택할 기회가 부족하다. 이처럼 과목이 교과별로 개발·선정되어 있는 상황에서는 미래 사회에 필요한 융합 역량을 기르는 데 한계가 있다. 기존의 학문 중심 교육과정을 벗어나 사회의 수요와 활용 목적에 따라 수학·과학 교과목을 혁신적으로 다변화할 필요가 있으며, 고교학점제와 연계하여 현재의 5단위 구조가 아니라 1단위, 2단위 과목도 개설 가능하도록 다양한 교과목 연구가 필요하다.

○ 주요내용

- 초등학교와 중학교에서 개설 가능한 수학·과학 과목 및 융합과목명(수업 시수, 과목 위계 등 포함) 제안 및 개설 운영 방안(평가 방안 등 포함) 모색
- 학생들의 진로와 적성을 고려한 고등학교 수학·과학 과목 및 융합과목명(단위 수, 과목 위계 등 포함) 제안 및 개설 운영 방안(평가 방안 포함) 모색
- 실제 산업 현장에서 활용 가능한 내용 위주의 프로젝트 교과목 제안 및 개설 운영 방안 모색
- 학교급별 수학·과학, 융합 과목 등의 시범 운영 및 문제점 개선
- 학교 정규 교육과정을 벗어나 방과 후 수업이나 외부 시설을 활용하여 운영 가능한 수학·과학 체험 과목 및 운영 방안 모색

○ 기대효과

- 미래 사회에 필요한 내용 중심의 교육과정 개편으로 학문 중심에서 벗어나 학습자 중심의 교육과정 실현
- 학생들의 과목 선택권 실현 및 보장
- 미래 사회를 살아가는 데 필요한 지식 함양

참고자료

[표 1] 2050년 학교 과학소양 교육을 위한 교과목의 적절성 응답결과 (김도훈 외, 2016)

직업군별	응답자 수 (비율, %)			
	현재 교과목이 적절함		교과목 변화가 필요함	
초중고등학교 교사	9	(32.1)	19	(67.9)
교육분야 전문가	39	(32.2)	82	(67.8)
과학기술 전문가	446	(51.9)	414	(48.1)
인문사회 전문가	70	(33.3)	140	(66.7)
예술분야 전문가	3	(18.8)	13	(81.3)
일반인	92	(53.2)	81	(46.8)
전체	659	(46.8)	749	(53.2)
				1,408 (100.0)

[표 2] 2050년 학교 과학소양 교육을 위한 교과목 제안 (김도훈 외, 2016)

	응답자 수 (%)				
	교육 분야 전문가 (교사 포함)		과학기술 전문가		기타 (일반인, 예술 포함)
자연과학(기초과학)	15	(16.5)	85	(23.9)	21 (17.1)
응용과학	25	(27.5)	132	(37.1)	47 (38.2)
생명공학(의료포함)	10	(11.0)	43	(12.1)	17 (13.8)
지구,환경(기후변화등)	9	(9.9)	30	(8.4)	15 (12.2)
천문,우주	4	(4.4)	21	(5.9)	7 (5.7)
해양	1	(1.1)	1	(0.3)	0 (0.0)
뇌과학	0	(0.0)	4	(1.1)	1 (0.8)
응용과학 학문	1	(1.1)	33	(9.3)	7 (5.7)
융합,통합 교과	59	(64.8)	155	(43.5)	63 (51.2)
융합과학(통합과학)	34	(37.4)	96	(27.0)	38 (30.9)
인문,사회,경제	8	(8.8)	21	(5.9)	11 (8.9)
과학사	5	(5.5)	15	(4.2)	2 (1.6)
윤리	6	(6.6)	9	(2.5)	3 (2.4)
과학철학	3	(3.3)	10	(2.8)	4 (3.3)
지속가능	1	(1.1)	1	(0.3)	2 (1.6)
심리학	0	(0.0)	3	(0.8)	3 (2.4)
기업가정신	2	(2.2)	0	(0.0)	0 (0.0)
빅아이디어(주제중심)	17	(18.7)	44	(12.4)	24 (19.5)
에너지	0	(0.0)	5	(1.4)	4 (3.3)
물질	0	(0.0)	2	(0.6)	1 (0.8)
재난,안전	2	(2.2)	1	(0.3)	1 (0.8)
보건	0	(0.0)	7	(2.0)	1 (0.8)
미래이슈(AI,IoT,로봇)	9	(9.9)	22	(6.2)	11 (8.9)
빅아이디어 주제	6	(6.6)	7	(2.0)	6 (4.9)
역량(창의,탐구)	8	(8.8)	43	(12.1)	6 (4.9)
STS(과학기술사회 적용, 실생활)	6	(6.6)	21	(5.9)	6 (4.9)
수학	10	(11.0)	43	(12.1)	16 (13.0)
공학(기술)	7	(7.7)	35	(9.8)	7 (5.7)
컴퓨터(소프트웨어, 코딩)	3	(3.3)	36	(10.1)	4 (3.3)
기타	5	(5.5)	42	(11.8)	10 (8.1)
전체 응답자 수	91	(100.0)	356	(100.0)	123 (100.0)
					76 (100.0)

□ 실행과제 1-4. 지속가능발전 주제 중심 교육과정 및 교재 개발

○ 배경 및 필요성

산업혁명 이후 성장 위주의 자연환경 개발로 인하여 자원고갈, 환경오염, 에너지 문제, 식량 부족, 사회적 불평등의 심화 등 여러 가지 부작용이 나타나고 있다. 인류가 당면하고 있는 이러한 문제들의 해결 방안을 지구적 차원에서 모색하게 되었고 현재, 그리고 미래에도 더 나은 삶의 질을 유지하며 살아가려는 ‘지속가능발전’에 대한 사회적 관심이 높아지게 되었다. 성장과 환경 자원이 공존할 수 있는 지속가능하고 발전된 사회를 이루기 위한 노력에 있어서 무엇보다도 인간의 가치와 태도를 효과적으로 변화시킬 수 있는 교육의 역할이 커지게 되었다. 세계적으로 국가차원에서 지속가능발전교육 전략이나 실행 계획을 마련하여 실천하고 있는 나라가 늘고 있으며, 지속가능발전교육에 관한 연구 및 논의가 활발하게 진행되고 있다.

그러나 초·중·고등학교에서의 지속가능발전교육에 대한 인식 정도는 그다지 높지 않고 활성화되지 않은 것으로 나타났다. 교육 현장에서 지속가능발전교육을 활성화하기 위해서는 무엇보다도 이에 대한 인식을 높이기 위한 방안 수립 및 교수·학습 자료, 교육 프로그램 연구·개발이 요구되고 있으며, 초등학교에서부터 체계적이고 지속적으로 교육하는 것이 중요하고 지속가능발전교육의 구현을 위한 목표나 내용을 포괄할 수 있는 교과에서 학습하는 것이 바람직하다. 지속가능발전교육은 삶의 전영역과 연관되어 있는 사회·경제·환경을 통합적으로 다루어야 하는 복잡한 주제이며 사람들이 학습을 통해 지속가능발전원칙을 일상에 적용하고, 그들의 행동과 태도가 미치는 영향에 대해 인식할 수 있도록 계획하고 실행하는 것이 중요하다.

○ 주요내용

- 초·중·고 지속가능발전 교육 프로그램 개발 주제 선정 및 프로그램 개발
- 환경, 사회, 경제 영역에서 지속가능발전교육의 목표, 교육과정을 성취수준에 포함시키는 방안 연구
- 초중등 교과교육 또는 자유학기제, 창의적 체험활동에의 적용 연구

○ 기대효과

- 학생들의 수준에 맞추어 실생활과 연관된 통합적 주제 중심 체험 활동으로 구성하여 지속가능발전에 대한 이해도를 향상시키고 태도 변화를 이끌 수 있음
- 지속가능발전교육과 통합되기에 적절하면서도 학생들이 일상에서 다룰 수 있고 흥미와 관심이 있는 주제를 선정하여 지식, 행동, 가치를 경험하게 함으로써 환경, 사회, 경제적으로 통합적인 관점 및 역량을 기를 수 있음
- 주제 중심 통합적 접근을 통한 지속가능발전교육 프로그램이 융합인재교육(STEAM)과 접목되어 활용 가능하며, 자유학기제 프로그램으로 활용 가능함

□ 실행과제 1-5. 실감체험형 수학·과학 학습 콘텐츠 개발

o 배경 및 필요성

학습은 외부환경과 인지적인 사고과정의 상호작용에 의해서 일어나는 지식의 변화과정이다. 그렇기 때문에 외부환경과의 상호작용은 지식을 형성하는 다리 역할을 하게 된다. 따라서 새로운 개념을 배우거나 원리를 이해할 때, 그러한 현상과 관련된 환경요인의 물리적인 속성을 이해하는 것이 학습을 촉진시키는 데 중요한 역할을 한다. 이러한 연구주제를 반영하여 체화된 인지이론적인 접근은 개념적인 학습을 강조하던 전통적인 교수-학습적인 관점을 다르게 적용하도록 만들고 있다. 체화된 인지는 수학이나 과학에서 다루는 복잡한 원리에 대한 학습 등을 강조한다. 예를 들어 비율의 개념이나 거리의 측정 등과 같이 공간 및 기하학적인 치환이 요구되는 학습 분야에서는 학습자의 물리적인 운동이나 제스처가 학습내용을 이해하는 데 결정적인 역할을 할 수 있다. 이러한 체화된 인지는 학습하는 내용에 맞는 신체활동을 수반해 학습을 촉진시키려는 노력이다.

체화된 인지에 대한 아이디어는 충분히 오래되었지만 학습자의 신체적인 활동과 체화된 인지를 결합한 학습 자료를 개발하기 위해서는 적절한 수준의 기술공학적인 뒷받침이 필요하다. 그런 점에서 실감매체는 체화된 인지를 구현시켜 줄 수 있는 기술공학을 제공하고 있다. 실감미디어는 학습자의 제스처를 인식하거나 학습활동을 인식해서 실제의 학습 활동으로 연결시켜주는 역할을 한다. 실감미디어를 적용해서 수학적 개념이나 과학의 원리를 학습할 수 있도록 한다면 전통적인 학습체제가 극복하지 못한 문제점을 해결해 줄 수 있는 실마리가 될 것이다. 또한 수학과 과학 교육은 어렵고 재미없다는 편견을 가진 많은 학습자들에게 실감미디어 기반의 체험형 콘텐츠를 활용함으로써 교과에 흥미를 가지게 할 수도 있다. 이런 이유로 학생들이 학교에서 접하는 교과 내용을 실감미디어로 개발하여 보급하고 활용하는 일이 무엇보다 중요하다.

o 주요내용

- 수학 및 과학에서 체화된 인지를 적용한 실감형 학습콘텐츠의 설계원리 및 개발방법에 대한 연구
- 학교급별 교과 연계 실감형 콘텐츠의 발굴
- 교과 연계 실감형 콘텐츠의 개발
- 수학과 과학 저성취자를 위한 실감형 콘텐츠의 활용과 효과분석

o 기대효과

- 실감미디어 활용 영역의 확대
- 체화된 인지에 대한 연구는 교수-학습 전략을 변경시키는 기저이론이 될 수 있음
- 수학이나 과학영역에서 공간지각 및 운동기능이 필요한 학습개념에 적용하여 수학·과학의 기초를 강화
- 체화된 인지를 적용함으로써 학습부진을 겪는 학습자를 위한 대안을 제시
- 실감형 미디어 기반 콘텐츠를 통해 수학·과학 학습에 대한 흥미 유발 가능성

□ 실행과제 1-6. 수학·과학 디지털 콘텐츠 개발

o 배경 및 필요성

개인용 컴퓨터의 보급과 태블릿 PC 및 스마트폰의 일상화를 통하여 디지털 정보의 취득은 일상이 되었다. 특히 정보의 전달이라는 측면에서 전통적인 종이 형태의 매체가 전달 할 수 있는 자료는 문자와 사진 정도로 매우 제한적이었다. 그에 비해 디지털 매체를 통한 정보의 전달은 문자와 그림뿐만 아니라 동영상, 3D 등 다양한 정보가 전달될 수 있다. 이와 같은 추세에 따라 전통적인 교과서에서 벗어나 태블릿 PC형태의 디지털 교과서의 필요성이 더 높아지고 일부 개발되어 보급되어 있기도 하다. 디지털 교과서가 기존의 교과서에 비하여 더 많은 효과를 발휘하기 위해서는 3D 이미지, 동영상, 애니메이션 등 디지털 매체를 통해서만 전달될 수 있는 새로운 콘텐츠가 필요하다.

디지털 콘텐츠 개발은 상당히 많은 예산과 시간이 필요하기 때문에 새로운 콘텐츠를 개발하는 연구와 함께 기존의 자료들을 효율적으로 활용할 수 있는 방안 연구가 함께 이루어져야 한다. 현장 교육 맞춤형 디지털 콘텐츠를 효율적으로 개발하기 위해서 교사의 역할 또한 중요하다. 교사가 디지털 콘텐츠 개발을 잘 활용할 수 있도록 하는 도구를 개발하거나 기존 도구를 확보하여 보급하는 방안 연구가 필요하다. 동영상, 애니메이션과 3D 이미지 등 디지털 콘텐츠 등은 장기적으로 사고하는 수학·과학 교육을 위해 AR, VR, 햅틱 등의 신기술을 적용하여 미디어 기반 콘텐츠를 다양하게 구현하여 보급할 수 있을 것이다.

o 주요내용

- 공유 가능한 디지털 콘텐츠 확보 및 협약 체계 방안에 대한 연구
- 디지털 콘텐츠 개발을 위한 사용자 편의성이 확보된 도구 개발
- 디지털 콘텐츠 بانک 구축
- AR, VR, 햅틱 등의 신기술을 적용하여 미디어 기반 디지털 콘텐츠 개발 연구

o 기대효과

- 다양한 교육 목적을 달성 시킬 수 있는 효과적인 디지털 교육 콘텐츠 확보
- 디지털 콘텐츠 개발에 현장 교사 참여를 유도하여 양적·질적 수준 향상

참고자료

<http://www.3dtoad.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=f2yd4kOyoF0>

<https://www.seemath.com/#/Animation-Lattice-multiplication-1/>

4.2 교수·학습 방법 및 평가

□ 실행과제 2-1. 수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원

○ 배경 및 필요성

기술공학이 발달하면서 다양한 사회적, 의료적 문제를 수학·과학지식을 기반으로 해결한 사례들이 세계적으로 증가하고 있다. 시각장애인이 직접 운전할 수 있는 자동차가 개발되고 이재민을 위한 종이집을 짓는 프로젝트가 실행되기도 하였다. 또한 루게릭 병을 앓고 있는 환자를 위한 Eyewriter(눈동자의 움직임으로 글씨를 입력할 수 있는 기술)를 제작하고, 내전으로 팔을 잃은 아이들을 위해서 3D프린터로 의수가 제작되기도 하였다. 한국전자통신연구원에서 시각장애인도 스마트폰 같은 전자 장비를 이용해 자유롭게 야외 활동을 할 수 있게 하는 'IT 기반 장애인 외출 지원 시스템'을 발표하고, 한국화학연구원에서도 최근 잇따라 불거진 산업체 화학물질 유출 사고를 방지할 수 있는 '화학물질 사고 예방·감시·대응기술'을 개발하였다. 이처럼 최근 우리나라에서도 수학·과학을 기술공학과 접목시켜 사회문제를 해결하기 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다.

이러한 연구는 우리의 삶과 닿아있는 실제적인 문제와 직접적으로 연관되어있으며 수학·과학을 학생들에게 보다 친숙하게 알려줄 수 있는 사례들이다. 이처럼 수학·과학은 더 나은 사회로 나아감과 동시에 개인의 삶의 질 향상을 위해서, 그리고 끊임없이 발생하는 사회의 다양한 문제들을 해결할 수 있는 기초학문이다. 예를 들어 지역의 하천의 수질을 정화하기 위한 활동부터 교실 내로 유입되는 미세먼지를 측정하고 줄이기 위한 문제해결형 탐구를 진행하는 것이나, 공개된 통계 데이터를 통해서 국가별 현재 기후변화의 진행도를 비교해보고 각 나라의 정책이 어떤 것을 줄이기 위한 실천으로 이어져야 하는지 제안을 도출해 보는 것도 의미 있는 교육 프로그램의 예시가 될 것이다. 이러한 수학 과학적 사고와 방법을 활용하여 사회문제해결을 위한 프로젝트를 직접 경험하고 실천해 보는 것은 미래 사회를 살아가기 위한 학생들의 문제해결력 신장에 도움을 줄 수 있다.

○ 주요내용

- 수학 과학 사회문제해결 프로젝트 시범 운영 및 우수사례 발굴
- 수학 과학 사회문제해결 프로젝트 지도를 위한 교사 연수 및 학생 교육 프로그램

○ 기대효과

- 학생이 수학과 과학의 가치를 깨달을 수 있는 직접적인 기회 제공
- 사회문제를 발견하고, 사회문제를 수학과 과학으로 해결하는 경험을 가진 시민 양성
- 학생의 자기 주도적 학습 역량을 신장하고 평생학습을 위한 역량의 기초를 다짐
- 4차 산업혁명시대에 수학과과학적 성찰이 가능한 시민이 가능하며, 산업의 변화로 예상치 못한 사회문제발생시 적극적 대체자로 성장할 수 있음

□ 실행과제 2-2. 협동학습 중심 교수·학습 설계 연구

○ 배경 및 필요성

4차 산업혁명 시대의 큰 변화 중 하나는 사람과 사람이 얼굴을 마주하고 진행되는 서비스가 점차 사라지게 된다는 것이다. 벌써 여러 패스트푸드점이나 음식점들은 사람이 주문을 받지 않고 키오스크(KIOSK) 기기를 통해서 구매자가 직접 음식을 주문, 결제하는 시스템을 운영하고 있다. 또한 배달 음식 주문, 병원 예약, 은행 업무 등 모두 사람을 거쳐 진행되던 서비스가 이제 스마트폰을 몇 번 터치하는 O2O(online to offline) 방식으로 모두 가능하게 되었다. 꼭 필요한 경우가 아니면 사람을 직접 만나거나 대화하지 않고도 많은 서비스가 가능해지면서 통화율증(낮선 사람과 전화통화를 할 때 심하게 긴장하고 불안해져 통화를 기피하고 문자나 SNS 서비스를 더 선호하게 되는 현상)이라는 새로운 심리적 현상까지 생겨나게 되었다. 개인 맞춤형 정보, 뉴스, 상품광고가 제공되면서 사람들은 자기가 관심 있는 것을 자주 보게 되고 보고 싶어 하는 것만 보게 되며 듣고 싶은 기사만 접하게 된다. SNS 서비스가 활발해져서 지구 반대편에 있는 친구와도 소식을 전할 수 있지만, 반대로 소통의 질과 다양성은 저하되고 있으며 자기중심적인 사고방식이 강화되는 방식으로 변모하고 있는 것이다.

이런 상황에서 학생들의 대인적(代人的) 소통 역량은 줄어들 수밖에 없다. 하지만 미래사회에 발생할 다양한 사회적 문제들은 여러 분야의 사람들이 집단 지성을 발휘하여 해결해야 할 성격의 것들이 많아질 것으로 예상된다. 이런 상황에서는 건설적인 의사소통을 통한 협동적 문제 해결 방식이 반드시 요구된다. 인공지능과 기계의 자동화가 일상이 되는 시대에서는 인간성에 대한 존중과 인간에 대한 관심을 유지하기 어려울 수 있다. 발전하는 기술공학의 유용한 결과물들을 효과적으로 활용하면서도 그에 함몰되어 인간의 존재론적 의미를 잃어서는 안 될 것이다. 이에 수학·과학 교육도 기술공학의 발전을 수용하고 그에 기여함과 동시에 사람과 사람 사이의 소통, 서로 돕고 배려하는 자세, 효율보다 공공의 선을 추구하는 사고방식을 길러주는 방향으로 나아가야 한다. 이를 위해 협동과 협력을 장려하는 교수학습 방식이 확대되어야 한다는 것은 거의 자명해 보인다.

○ 주요내용

- 협동학습, 토의·토론 학습, 설명식 학습 등 다양한 학습방법의 국제 비교 연구
- 성공적인 협동학습을 위한 학습 원리의 추출 및 새로운 수업모형 개발
- 수학·과학의 협동적 과제 해결 과정에서 바람직한 의사소통의 조건 탐색 연구
- 협동학습의 과정중심 평가의 실행 방안 탐색 및 적용

○ 기대효과

- 새로운 최첨단 환경에 능동적으로 대처하는 새로운 협동학습 실행 방안 개발
- 협동학습 참여를 통해 바람직한 인간관계를 형성할 수 있도록 하는 토대 형성

- 공동의 목표 설정 및 수행에 따른 새로운 과정중심 평가 체제의 구축

□ 실행과제 2-3. 정보 판단능력 함양 프로그램 개발

o 배경 및 필요성

4차 산업혁명 시기에는 매일 셀 수 없을 만큼 방대한 양의 정보가 쏟아지게 될 것이다. 인공지능 및 머신러닝 기술이 많은 정보의 처리를 도와주겠지만 그럼에도 최종적인 판단은 인간이 내려야 할 중요한 사회적 문제들이 많이 발생할 것으로 생각된다. 이런 상황에서 어떤 정보가 유용하고 문제 해결에 핵심적인지, 특정 정보를 공유해야 할 집단은 무엇이며 어디까지 공유되어야 하는지 등 정보의 선별, 공유, 제한의 문제는 인간의 판단력에 계속해서 의존하게 될 것이다. 이러한 정보 판단력은 쏟아지는 수많은 정보를 자신이 원하는 것인지, 정확한 정보인지 바르게 판단하고 선별하여 적재적소에 활용할 수 있는 것으로부터 시작된다. 정보 판단력은 정보 분야 소양(Information literacy)의 기초로서 지식과 정보라는 자원을 바탕으로 인간의 지혜를 발휘할 때 효과적으로 성취될 수 있다. 이를 위한 교육 프로그램은 보다 실제적인 문제에 대해 실천적인 해결 방안을 도출하는 방식으로 설계되어야 한다.

o 주요내용

- 정보판단능력에 대한 역량 모델링 (어떤 것이 정보판단 능력에 해당되는가를 정의)
- 정보판단능력 함양을 위한 교육과정 도출
- 정보판단 능력 함양 현장 교육 프로그램 개발
- 정보판단 능력 측정 도구 개발

o 기대효과

- 정보사회의 기초적인 능력을 바탕으로 다양한 분야의 문제에 대처할 수 있도록 하는 능력을 함양
- 정보의 홍수 속에서 뛰어난 판단력으로 복잡한 문제 해결을 단순화 하는 스킬 신장
- 미래 사회가 요구하는 디지털 시민 양성에 기여

참고자료

- * 국내: 정보사회에 맞춰 영재교육에 정보수행능력 교육을 시킬 것을 꾸준히 제안하고 있음. (예, Ref. 심재권, 김자미, 이원규(2011), 초등 영재의 정보과학교과 수행능력과 영재성 간의 관계분석, 정보교육학회논문지, 15(3), 365-373), 그러나 최근 이러한 교육이 영재아뿐만이 아니라 일반 학습자에게도 기본적으로 필요한 것이라는 사회적인 인식이 확산되고 있음
- * 국외: ACRL(전미정보학회, 구,전미도서관협회)와 AASL(전미 학교 사서협회)는 21세기 학습자를 위한 스탠다드를 제시하고 있는데, 이 중 정보의 수집과 판단, 활용 능력에 대한 구체적인 스탠다드 등을 제공하고 있음.

□ 실행과제 2-4. 학생맞춤형 수학·과학 자기진단 도구 개발

○ 배경 및 필요성

교수법에 구성주의적 관점이 도입된 이후 학습자 맞춤형 수업이 강조되었다. 학습에 영향을 줄 수 있는 선개념, 학습동기, 학습태도, 직업적 관심 등이 학습자마다 다르기 때문에 일률적인 교육은 학습자 중심 교육이라고 보기 어렵다. 학습자는 학습에 대한 자신의 상황을 보다 면밀하게 이해할 필요가 있으며 학습자 상황에 따라 교육적 효과를 최대화할 수 있는 학습법을 찾기 위해서 자기 진단이 선행되어야 한다. 학습자는 자기 진단을 통하여 자신의 상황을 이해하고 평가 결과에 따라 자신에게 맞는 교육을 선택할 수 있어야 한다. 따라서 인공지능 기반의 개인별 맞춤형 학습에 대비하기 위해 수학·과학의 주요 핵심 개념의 이해, 학습 동기, 학습 태도 등 학습에 영향을 주는 다양한 요인들을 수준별, 단계별로 측정하고 평가할 수 있는 평가 문항 및 평가 체계 개발이 요구된다.

또한 평가 결과를 토대로 주요 유형으로 분류하는 분류 알고리즘 개발 연구가 필요하다. 예를 들어서 개념의 이해 수준은 매우 높으나 학습 동기가 낮은 학생과 개념의 이해 수준은 낮으나 학습 동기가 높은 학생은 차별적인 교육이 제공되어야 할 것이다. 또는 횡단으로 수집된 자료의 경우 지속적으로 개념 이해가 낮아지는 집단과 점점 개념 이해 점수가 올라가는 집단에 따라 제공되어야 하는 교수 프로그램도 달라져야 한다. 분류 과정에서 분류된 집단의 수가 많을 경우 학습자 맞춤이라는 목적은 더 이상적으로 달성될 수 있으나 집단의 수가 많을 경우 관리하기 위한 비용적 측면은 높아진다. 따라서 평가 결과를 토대로 학습자를 분류하는 알고리즘은 최적화의 관점에서 접근하여 교육현장이 관리할 수 있는 적정 수준의 집단의 수를 고려하여야 할 것이다. 더불어 장기적으로 평가와 분석이 자동으로 이루어지는 웹기반 자기 진단 도구를 개발할 필요가 있을 것이다.

○ 주요내용

- 개발된 자기 진단 도구의 확보 및 بانک 구축
- 기존에 개발되지 않은 도구들 중심으로 평가 도구 개발
- 평가 결과에 기반 학습자 유형 분류 알고리즘 개발 연구
- 웹기반 자기 진단용 온라인도구 개발

o 기대효과

- 자기 진단 자료들의 확보로 교육의 수월성 향상
- 자기 진단 도구를 활용한 학습자 맞춤형 교육 가능성 향상
- 평가 결과를 토대로 학습자를 분류하여 학습자들의 특성 파악
- 학습자들의 누적된 평가 결과를 분석하여 학습자 분류 알고리즘 개발 가능

□ 실행과제 2-5. 수학·과학 진로설계 프로그램 개발

o 배경 및 필요성

정규 교과 이외에 이루어지는 학교 밖 과학교육은 과학 선호도가 낮은 학생들에게 다양한 공간과 시간을 이용하여 과학에 대한 흥미를 불러일으켜 과학학습의 향상과 더불어 학창시절과 인생 전반에 걸쳐 호기심을 자극할 수 있다(NSTA, 2001). 체험활동을 통한 경험은 호기심과 상상력을 자극하며 과학에 대한 흥미를 불러일으키고, 과학에 대한 긍정적인 태도를 갖게 한다. 이러한 효과는 학생들이 대학에서 과학을 전공하게 하거나 과학 관련 직업을 선택하게 한다. 또한 과학과 관련된 다양한 경험을 해 보는 과학자 역할 체험은 과학 선호도가 높은 학생들에게 과학 계통의 진로를 독려하는 좋은 계기가 될 수 있다. 과학의 진로를 선택해야 하는 중요한 시기인 청소년기에 교과 이외의 시간에 이루어지는 과학·수학 체험활동은 학생들의 진로를 선택하는 데 영향을 끼칠 수 있으므로 이와 관련한 진로설계 프로그램의 개발이 필요하다. 독일의 9학년 학생들을 대상으로 한 연구에서는 과학 클럽, 수업 외 과학 프로젝트, 필드 트립(field trip)과 같은 과학 활동에 더 많이 참여한 학습자가 과학 학습에 대한 즐거움과 흥미 같은 내재가치가 높을 뿐만 아니라 과학 학습에 대한 자기효능감도 높은 것으로 확인되었다.

장경애(2004)는 국내 과학자 30명을 대상으로 과학자들의 진로선택 과정에서 나타난 부각 요인과 연령, 학문 분야 등의 집단별 부각 요인의 차이를 연구한 결과, 진로 결정에 영향을 준 요인 분포를 학교 안 환경과 학교 밖 환경으로 구분했을 때 학교 밖의 환경이 월등히 부각되는 것으로 파악되었다. 따라서 고등학교와 대학교 시절 과학 분야에 다양한 프로그램이 필요하고 자신의 적성과 능력을 파악할 기회를 가져야하며 우수한 능력을 지닌 교사와 교수의 확보가 필요하고 과학에 대한 긍정적인 인식이 이루어질 수 있는 과학 교육적 환경이 필요함을 시사했다. 따라서 이공계 진로를 희망하는 학생 스스로 진로를 설계할 수 있는 수학·과학 진로 프로그램의 개발 및 적용이 필요하다.

o 주요내용

- 중, 고등학생을 위한 다양한 형태의 수학·과학 진로설계 프로그램 개발 기초 모형 연구
- 집단 활동보다는 개별 활동, 수동적 참여보다는 능동적 참여, 일회성 활동보다는

- 이공계를 희망하는 학생들의 적성과 흥미를 지속적으로 깊이 있게 탐색할 수 있는, 진로 설계 모형에 기반을 둔 심화적인 과학·수학 체험활동 개발 및 확산
- 수학·과학 진로설계 프로그램 개발에 따른 적용 효과(이공계 진로지향도, 진로인식 등에 미치는 영향 양적, 질적 분석)

o 기대효과

- 학생 스스로 자신의 이공계 적성과 흥미를 파악할 수 있는 기회 얻음
- 수학과 과학관련 진로 지향도가 향상되어 이공계 진로 유도에 효과 있음

4.3 교사 전문성 강화

□ 실행과제 3-1. 수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원

o 배경 및 필요성

사회의 급격한 변화로 인해 교수학습 방법 및 평가에 대한 관점도 변화하면서 점차 수업에 대한 반성을 통하여 자신의 수업을 개선하는 반성적 교사에 대한 교사 교육적 접근이 이루어졌다. 반성적 교사교육에 대한 접근은 탐구적 교사교육에 대한 접근을 유도하였다. 교사가 수업을 하는 것은 하나의 탐구이다. 어떤 수업을 계획하고, 계획한 수업을 어떻게 실행할지에 대해 교사가 스스로 탐구를 하는 것이다. 그리고 자신의 실행이 학생의 학습으로 어떻게 이어졌는지에 대해 분석하고 이 결과를 자신의 수업에 반영하는 탐구자로서의 교사가 현재 요구되는 교사상이며, 이를 위한 교사교육이 이루어질 필요가 있다. 이런 효과적 전달자, 자신의 수업에 대해 반성하는 교사, 자신의 수업을 탐구하는 교사는 모두 교사의 역량과 관련된다. 최근에는 교사 집단에 대한 공동체적 관점의 역량 강화로 그 초점이 옮겨가고 있기 때문에 교사들의 공동 연구에 대한 필요성이 증가하였다.

학교는 현재의 교육적 요구에 맞추어 STEAM교육을 실천에 주력하는 모습을 보이고 있다. 그 중심에는 학생중심수업에 대한 실천과 과정중심평가의 실천이 있는데 이런 학생중심수업과 과정중심평가의 실천은 학교 내 교육과정 재구성을 통해 가능하다. 이러한 교육과정 재구성은 교사의 공동 연구, 공동 실천을 기반으로 하는 ‘교사연구학습공동체’가 학교 내에서 형성되고 장려되어야 가능해진다. 또한 실질적인 지원이 이루어져야 한다. ‘교사 연구학습 공동체’에 대한 지원은 교사가 도전하고 싶은 실천적 문제에 관심을 가지고 교사들이 연구자로서 제 역할을 다할 수 있도록 뒷받침해야 할 것이다.

o 주요내용

- 테크놀로지 기반 수학 과학 교육과정 개발 연구
- 수학·과학 교사연구학습공동체 시범 운영
- 수학·과학 교사연구학습공동체 실천 공유회

- 수학·과학 교사연구학습공동체 운영을 위한 교사 연수
- 수학·과학 교사연구학습공동체 확대 운영

○ 기대효과

- 4차 산업혁명시대를 살아 갈 학생 지도를 위한 교사 역량 향상
- 교사집단의 집단적 역량 신장 및 학교의 협력적 문화 조성
- 교사의 자발적 수업 개선과 지속적인 수업 개선 유도
- 교사간의 협업을 통한 학교 내 문화의 개선

□ 실행과제 3-2. 수학·과학 교사 재교육 거점센터 운영

○ 배경 및 필요성

“교육의 질은 교사의 질을 능가하지 못한다.”라는 말이 있듯이 교사요인은 교육의 질을 향상시키기 위한 결정적인 요인이라고 할 수 있다. 4차 산업혁명과 같은 지능정보시대를 이끌어나가기 위해서는 전문성을 지닌 교사의 지속적 성장이 필요하다. 교육의 질 제고를 위해서는 현직교사의 재교육을 개선하여 급속하게 변화하는 시대의 교원의 전문성을 제고해야 한다.

수학·과학 교사 재교육은 연수대상자의 관심과 요구 충족 미흡, 현장에서의 적용가능성 부족, 현장의 학습지도방법 구체적인 예시 미흡, 연수의 일관성과 체계성 부족, 교직의 전문성 증대를 위한 본질적인 목적 인식 부족, 직전교육과 연계성 부족, 이론과 실천의 통합 부족, 이론과 실재를 겸비한 강사부족, 새로운 수학·과학 교수방법 미흡, 수학·과학의 새로운 연구동향이나 수학·과학교육에 대한 새로운 정보와 이론 부족, 유인체제 미흡, 연수기회 부족 등과 같은 문제 등을 안고 있다. 4차 산업혁명 시대는 기존의 일자리가 사라지고 새로운 일자리가 등장하게 될 것이며 새로운 일자리의 분야는 과학기술 관련 분야일 가능성이 높아진다. 따라서 수학·과학 분야에서의 교육적 혁신이 필요하며 교사들의 재교육의 필요성 역시 어느 때보다 높아진 실정이다.

수학·과학교육 및 교사 재교육에 대한 재정적 지원이 확대되어야 하며, 재교육 프로그램 운영의 다양화가 필요하다. 또한 미래지향적 창의·융합형 인재 양성과 관련된 학습 지도에 도움이 되는 연수 프로그램으로 전환되어야 한다. 또한 새로운 교수·학습 방법의 도입 및 학교 현장 적용이 신속하게 일어날 수 있어야 한다. 따라서 현재 교육지원청 중심, 방학 때 일정기간 동안 집합 연수로 이루어지는 교사 재교육 시스템의 변화가 필요하며 상시로 교사 재교육을 담당할 수 있는 재교육 거점센터의 설립 및 운영이 필요하다.

○ 주요내용

- 국외 수학·과학 교사 재교육 체제 및 시설 운영에 관한 조사 연구
- 수학·과학 교사 재교육 거점센터 설립 및 운영에 대한 교사, 교육 지원청 인식 조사
- 재교육 거점센터의 운영 형태 연구(재교육 프로그램 상설, 수시 운영)

- 사이버 재교육 프로그램 등의 개발 보급 등을 포함한 다양한 재교육프로그램 개발

o 기대효과

- 4차 산업혁명 시대의 인재양성에 필요한 수학·과학교사의 전문성 신장
- 교사 요구 맞춤형 연수 제공
- 다양한 사회변화에 맞춰 수학·과학 교사의 대응능력 신장

□ 실행과제 3-3. 실용형 IT 교육 교사연수 강화

o 배경 및 필요성

정보화 사회에 정보통신 기술을 활용한 교육은 교육 정보화의 주요 정책으로 시행되고 있으며 이를 지원하기 위한 교원의 연수는 필수적이다. 현재 우리나라는 수많은 교사 연수를 시행하고 있지만 연수를 받은 양적 수치에 비하여 그 활용 능력이나 활용 현황은 매우 저조한 편이고 일부 교사만 활발하게 사용하는 경향을 나타내고 있다. 그 이유로는 IT 교사 연수에 대한 필요성에 대한 인식이 저조하고 연수 교육의 내용이 실습보다는 이론에 치우치는 경향이 크며 학교 교육현장에서 바로 사용할 수 있는 실용적 연수가 부족했기 때문이라는 보고가 많다.

IT교육 교사연수가 더 실용적으로 이루어지기 위해서는 실제 교실에서 활용할 수 있게 하는 데 중점을 두어야 할 것이다. IT기기를 직접 사용해 보지 않고 사용하는 방법이나 활용 방법을 강의로만 접하게 되는 경우에는 그 실용성이 떨어지므로 원격 연수를 지양하고 직접 기기를 다뤄보게 하는 경험을 제공하도록 해야 한다. 나아가 연수교육 때 배운 IT기기 및 프로그램, 교육 콘텐츠 등을 교사의 실제 수업에 직접 사용할 수 있도록 후속 지원이 이루어져 교사들이 배우는 데서 그치지 않고 활용으로 이어질 수 있도록 적극 도와야 할 것이다. 또한 연수 기간이 아날 때라도 교사들이 요청할 경우 전문가를 파견하여 단기적 IT 교육이 가능하도록 ‘찾아가는 IT 교육’시스템을 구축할 필요가 있다. 이와 같은 방식으로 정보화 사회에 어울리는 IT 지식을 가진 교사를 양성하기 위하여 그 어느 때보다 미래지향적이고 실용적인 교사 연수가 강화될 필요가 있다.

o 주요내용

- IT 교육의 중요성 전파를 위한 인식(awareness) 교육 확대 방안 마련 연구
- 현장 교과별 학년별 실용형 IT 항목 요구도 조사
- 전문가 집단을 통한 학교현장 미래형 IT 필요 항목 발굴 연구
- 현장 요구조사와 미래형 발굴 항목을 바탕으로 IT 스탠다드 구성
- IT 스탠다드에 기초한 실습형 직무 교육 프로그램 개발 및 적용

- 찾아가는 IT 교육 프로그램의 설계 및 적용
- 장기 교사 IT교육 로드맵 구축 및 실행

o 기대효과

- 다양한 IT활용을 통한 풍부한 학습 콘텐츠 제공
- 교수자들과 학습자들의 동시적인 IT 역량 강화
- 미래 사회 맞춤형 교육 가능 및 교육 방식의 근본적인 변화

□ 실행과제 3-4. 연구자 연계 DIY형 교사 연구 지원

o 배경 및 필요성

교사의 전문성 향상은 교육의 전체 질을 높이는 가장 핵심적인 방법이다. 기존의 교사 전문성 향상을 위한 연수 시스템은 많은 교사들을 한 곳에 모아서 일률적으로 정보가 전달되는 형태였다면 미래의 교사 연수는 교사 개인의 요구에 맞는 형태가 될 것이다. 집단 교육 중심인 기존의 연수 시스템에서 벗어나 교사 개별적으로 자신의 연수 계획을 스스로 세워 전문가 집단의 승인 및 조언을 받아 전문적 지식을 생성하는 형태의 방안이 바람직하다. 교사는 전문 연구원의 도움을 받아 자신의 설계한 자신만의 연구 과제를 생성하고 일정 수준의 지식을 함양하였을 경우 인증서와 같은 nano-degree를 받아 전문적 역량을 인정받는다. 전문적 역량을 함양한 교사는 준전문가의 지위로 다른 교사들에게 전문적 지식을 전달하는 역할을 수행할 수 있다.

이와 같은 시스템을 구축하기 위해서 먼저 수요조사와 요구도 조사가 수행되어야 한다. 교사를 지도해야 되는 연구자, 연구자와 같이 과학 연구를 수행해야 되는 양쪽 모두 부담이 있는 상황에서 어떤 조건이 적용되었을 때 두 집단 모두 긍정적인 동기를 형성할 수 있는지에 대한 방안 연구가 필요하다. 교사는 nano-degree가 승진 등에 긍정적인 영향을 주고 연구 역량을 발휘할 수 있는 연구년 등의 혜택이 필요할 수 있으며, 연구자는 연구비 등의 혜택이 주어져야 가능할 것이다. 또한 교사가 계획한 연수 과정을 운영할 수 있는 연구자가 인접한 곳에 있지 않을 경우 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 온라인형 연수과정에 대한 논의가 필요하다. 공통 관심 주제를 가진 교사들은 요청에 의하여 온라인 연수를 먼저 개설할 수 있으며, 과제 연구에 흥미를 가지는 교사들 중심으로 오프라인 모임을 통해 교사 연구를 지원받을 수 있을 것이다. 연구자와 교사를 연결하기 위해서는 참여를 희망하는 교사와 연구자의 정보를 확보하고, 매칭할 수 있는 시스템을 갖추는 것이 필요할 것이다.

o 주요내용

- 연구자 연계 DIY형 교사연구에 관한 연구자와 교사들을 대상으로 한 설문조사 및 지원 방안 연구

- 참여 연구자 بانک 및 매칭시스템 구축
- 온라인형 연구 모임 활성화 연구 (온라인 교육 시스템 연구)

o 기대효과

- 교사 전문성 향상
- 교사 맞춤형 연수 구현
- 연구자와 교사 간의 교류 확산

□ 실행과제 3-5. 수학·과학 코치 양성

o 배경 및 필요성

최근 정부에서는 초·중등 교육과 관련하여 ‘1수업 2교사제’를 채택하겠다고 밝힌 바 있다. ‘1수업 2교사제’는 초·중등학교 수업에 정교사 외에 코치 역할을 하는 보조교사를 한 명 더 배치하여 학생 간 학력 격차를 줄이고 학생들의 학습 참여를 더욱 적극적으로 돕는 것을 목적으로 한다. 특히 학습내용에 대한 학생 간 개인차가 매우 큰 수학·과학 수업에서 보조교사가 수업에 뒤처질 수 있는 학생들을 뒷받침하는 역할이 더욱 중요해질 것으로 예상된다. 과거에는 학생별 수준을 고려하기 위해 학생을 분리해 수준별 수업을 하였지만 이에 대한 반론이 많았다. 학생들의 성취도 수준이 양극화되고 성취도가 낮은 학생들이 소외되는 현상이 나타나기 때문이었다. 그러나 코치 교사 양성을 통한 ‘1수업 2교사제’ 다양한 성취도의 학생들을 구분하지 않으면서 수업이 진행되는 중에 학생들을 즉각적으로 서포트 해줄 수 있다는 장점이 있다.

수학·과학 코치는 정교사가 아니라 수업 진행과 학습을 도와주는 역할을 하는 ‘수업 도우미’의 성격이 강하다. 그러나 코치가 단순히 도우미 역할에만 그친다면 학생들의 코치에 대한 신뢰도가 하락할 수 있고 오히려 수업의 전문성을 저해하는 결과가 생길 수 있기 때문에 코치를 양성하는 교육 시스템이 체계적이고 전문적으로 갖춰져야 할 필요가 있다. 또한 선발과정과 선발 후 관리, 역할에 대한 규정과 분담 등에 관해 철저한 제도적 장치가 필요할 것이다. 이를 위해 해외 사례나 시범 사례에 대한 선행 연구, 잠정안 개발 및 적용 연구 등이 이루어져야 하며 실제로 이런 코치 도입 방식이 효과가 있는지 알아보는 효과성 분석 연구도 반드시 수행되어야 할 것이다.

o 주요내용

- 단계형 수준별 수업, 수준별 이동수업 등 개인차를 고려한 다양한 수업 방법의 장·단점에 대한 선행연구 및 1교사 2교사제에 대한 국외 문헌 탐색
- 학급당 인원수를 줄여서 진행하는 수업과 1교실 2교사제 수업의 효과성에 대한 비교 분석 연구
- 1교사 2교사제에 필요한 학습 코치 양성을 위한 체제 구축 및 양성 프로그램 개발

- 사범대학 차원에서 학습 코치 양성을 위한 부전공 과정 개설 방안 탐색
- 초중 연계 학습 코치 및 중고연계 학습 코치 운영에 대한 방안 탐색

○ 기대효과

- 수학 및 과학에 대한 수업의 참여도 향상 및 수업에 대한 흥미도 제고
- 수준별 수업에 대한 효과성 증대 및 자신의 필요에 맞는 교육의 기회 제공
- 4차 산업혁명 시대가 요구하는 창의적이고 융·복합적 수업 실행
- 사범대학 및 교육대학 학생들의 재교육 및 우수인력의 활용도 증대

4.4 학교 수준의 교육환경 조성

□ 실행과제 4-1. 첨단 IT 기반 수학·과학 전용 교실 구축

○ 배경 및 필요성

수학·과학 수업은 현재 발전하는 첨단 IT 도구 및 인프라를 확장하여 활용하기에 적합한 과목이다. 특히 과학과목은 우리 생활에도 깊숙이 침투해 있는 IT 기술이 과학기술 이론과 적용을 바탕으로 발전하였다는 점에서 더욱 IT기술과 관련이 깊은 과목이다. 미래의 과학 수업은 기술, 공학과 떼어 수 없는 관계로 발전할 것이며 STEAM교육으로 나아가고 있는 현 상황을 반영할 때 수학과도 밀접한 관계가 유지될 것이다. 이에 수학·과학 수업을 위한 전용 교실을 만들어 학생들이 수학·과학에 대한 첨단 이미지를 갖게 만들 필요가 있고 주변에 쉽게 찾아볼 수 있는 기술공학 발명품들의 기반이 수학·과학 이론임을 자연스럽게 인식할 수 있게 할 필요가 있다. 수학·과학 전용교실은 협동학습, 프로젝트학습 등 새로운 학습방법의 실현, 수준별 이동수업, 학습부진학생 지도, 교과 동아리 활동 등 4차 산업혁명 시대를 능동적으로 대처하는 인재 양성에 필요한 교육 센터 기능을 복합적으로 수행할 수 있다.

전통적인 교실환경에서는 수학·과학의 미래의 모습을 보여주기가 힘들다. 이런 한계를 직시하고 좀 더 실천적이면서 학습자의 삶과 환경에 가까운 교육을 실행하기 위해서는 새로운 관점에서 과학기술적 역량을 결집한 교실환경 구축이 필요하다. 최근 수학·과학 교과교실을 폭넓게 구축하였지만 이러한 교실에 대한 운영실태 및 교사와 학생의 요구에 대한 체계적인 점검은 미비한 실정이다. 따라서 현재 진행 중인 교과교실에 대한 실태를 점검하고, 향후 급변하는 사회 환경에 대처할 수 있는 전용 교실을 구축에 대한 연구가 진행되어야 한다.

○ 주요내용

- 교실 환경 변천 과정 및 새로운 첨단 교실 환경 구축을 위한 선행 연구 탐색
- 수학·과학 교과 교실의 구축 사례에 대한 연구 및 활용 실태에 대한 분석 연구
- 수학·과학 교과 교실의 활용 및 실태에 대한 현장 교사와 학생의 요구도 조사

- 4차 산업혁명 시대 수학교과교실, 과학교과교실, 실험실의 모델 구축
- 최첨단 교과교실의 효과적 활용을 위한 방안 모색 및 운영 프로그램 개발

○ 기대효과

- 실험실을 비롯한 교실환경의 변천과정에 대한 인식조사 및 개선방향 설정
- 수학 및 과학 교과 교실 운영 실태에 대한 분석을 통한 대안 모색
- 새로운 과학기술을 접목한 첨단 교과교실의 모델 구축 및 실제 학교 현장 적용
- 최첨단 교과교실 활용을 위한 프로그램 개발과 보급 가능성 향상

□ 실행과제 4-2. 융합프로젝트 학습 공간 구축

○ 배경 및 필요성

지식기반사회가 도래하고 예측되는 미래사회의 변화에 대응하기 위해서 융합교육, 학습자 중심 수업, 자기 주도적 학습, 프로젝트 기반 학습, 문제 기반 학습의 필요성이 커지고 있는 시점이다. 이에 학생의 자기 주도적 학습과 친구들과의 협업 및 융합교육을 위한 프로젝트 학습이 가능한 학교 내 전용 공간이 있어야 한다. 학업성취도 같은 학습의 결과보다는 학습의 과정을 위한, 습득보다는 경험을 위한 공간을 제공함으로써 교실 다양화를 통한 공간 구성의 변화를 도모해야 한다.

미래학교는 자유로운 협력, 개별학습, 체험학습을 지원해주는 공간이 필요하다. 이러한 학습을 지원하기 위해서는 첨단 네트워크 시스템이 구축되어야 한다. 통합적 사고를 장려하고 학생이 주도적으로 새로운 창작물을 창조해내는 체험형 학습 환경이 절실하다. 미래 교육시설을 위해서 자기 주도적 학습 활동과 학교 내 무선 인터넷 환경에 대한 요구가 증가하고 있다. 더불어 학교 안팎의 전문자원을 연계한 글로벌 학습과 특화된 시설을 지역사회와 공동으로 활용하여 지역주민의 교육과정의 참여를 유도하고 지역사회 기관들과 연계할 수 있다.

학습 공간은 영감을 불러일으키고 혁신을 추구하고 테크놀로지를 기반으로 한 새로운 교수 및 학습이 가능한 모델이 실현되어야 하며 각 교실에는 비디오 화상통화와 디지털 스마트 보드 등이 설치되어 교사와 학생은 언제든지 원하는 정보에 접근 및 사용할 수 있는 환경 구현이 필요하다. 학습공간에서 학생의 참여적 학습 공동체가 운영되고 개인별 교육과정이 주도되는 환경으로 꾸며져야 한다. 다학문적 교육과정 통합적으로 운영될 수 있고, 학습동기와 학생 협력을 고려한 공간 구성이 필요한 것이다. 4차 산업혁명시대에 발맞추어 학교에 정보검색 환경, 협업학습 환경, 손으로 만드는 작업 환경을 만들 필요성이 제기 되고 있다. 이렇게 4차 산업혁명시대에 맞추어 융합프로젝트가 가능한 학습광장 또는 학습스튜디오를 설치하여 각 학교 내에서 학생의 융합프로젝트를 장려할 필요가 있다.

○ 주요내용

- 교내 융합프로젝트 학습 공간 구축 시범 운영

- 교내 융합프로젝트 학습 공간 구축 확대 운영
- 교내 융합프로젝트 학습 공간 활용 우수 사례 발굴

o 기대효과

- 4차 산업혁명에 의한 교육적 변화 요구에 대응
- 학생의 창의적이고 융합적인 역량 신장 도모 가능
- 학생들에게 협력적으로 실생활의 문제를 해결해보는 경험을 제공함

□ 실행과제 4-3. 수리과학 온라인 학교 설립

o 배경 및 필요성

유엔 미래보고서 2050에 따르면 미래 사회에서는 온라인 교육, 머신 러닝이 대세를 이룰 것으로 예측되고 있다. 시공간의 제약을 받지 않는 온라인상의 학습 활동은 더욱 촉진될 전망이다. 이에 따라 온라인 강좌시스템을 구축한 온라인 학교 설립이 가능할 것이다. 온라인에서는 면대면의 물리적 환경에서 벗어나 학생들이 창의적 상상력을 펼칠 수 있는 교육 콘텐츠 제공이 가능하며 이러한 시스템이 지원되는 가상공간의 학교가 실제 학교의 기능을 대신하게 될 수 있다. 기존 학교에서 개설되지 않는 과목을 온라인 학교에서 기초과목, 심화과목, 선택과목 등으로 개설할 수 있으며 학점제를 통해 정규 학점을 인정받아 기존 학교의 대안체제로서도 기능할 것으로 기대된다.

하지만 이런 온라인 학교는 자칫 잘못하면 기존의 인터넷 강의 제공 사이트들과 다르지 않은 수준에 그칠 우려가 있다. 온라인 학교에서 시행될 인터넷 기반 수업은 그 자체로 강점이자 단점이 될 수 있다. 학습자의 수업 참여도가 전통적 학교에서 이루어지는 오프라인 수업에 비해 현저히 떨어질 수 있기 때문이다. 온라인 수업에의 참여도와 집중도를 유지하기 위해서 수업 내용에 대한 평가 방식을 엄격히 하는 등의 부정강화를 유도하는 것은 근본적인 해결책이 될 수 없다. 이에 대한 차별화된 프로그램 개발이 요구되며 실제 학생들에게 일부 적용해보고 효율성을 진단하여 지속적으로 온라인 교육 시스템을 개선해 나갈 필요가 있다. 학생의 참여도를 높일 수 있는 온라인 교육 콘텐츠와 인프라에 관한 경험적 연구도 절실하게 요구된다.

o 주요내용

- 학생들의 창의적 상상력을 신장시킬 수 있는 온라인 교육 콘텐츠 개발
- 온라인 학교 설립에 필요한 행정 사항 및 양방향 온라인 강좌 시스템 구축
- 현재의 온라인 강좌 시스템을 온라인 학교와 연동시키는 방안 연구
- 거꾸로 학습이나 블렌디드 학습 등의 교수·학습 방법을 활용하고 기존 학교의 환경을 조정하여 온라인 학교 수업과 연계하는 방안 제시

o 기대효과

- 시·공간을 초월한 학습 환경 조성
- 온라인 강좌를 통한 평생학습 시스템 조성
- 학생들 수요에 따른 다양한 교과목 개설로 기초·심화 학습 가능
- 교육 수요자의 다양한 요구에 따른 맞춤형 교육 가능

□ 실행과제 4-4. 개인 맞춤형 수업공간 구축

o 배경 및 필요성

디지털 교육이 강화되면서 학습자들의 학습 도구들도 디지털화 되어 있으며, 학습자들의 학습 결과들 역시 디지털화 되어 축적될 수 있다. 이와 같은 교육의 디지털화가 가속될수록 학습자들의 학습과정 및 결과들을 보관할 수 있으며, 분석하여 새로운 학습과제를 부여할 수 있는 가상의 디지털 공간의 확보가 필요하다. 온라인의 수업공간에서 학습자는 자신이 원하는 수업을 선택하고, 또는 자기 진단을 통하여 자신에게 맞는 수업들이 자동으로 선택된다. 자신에게 필요한 수업들은 가상의 공간에 주제에 맞게 정렬되어 학습자는 진도에 맞게 학습을 이끌어 간다. 학습자의 학습 과정은 온라인의 수업공간에 축적되어 교사의 피드백을 위한 자료로 활용될 수 있으며, 새로운 학습과제를 선정하기 위한 자료로 활용될 수 있다.

학습자가 초·중·고등학교로 진학하면서 물리적인 공간은 변화하지만 온라인 수업공간은 그대로 유지될 수 있다. 이 공간에서는 학습자의 학습과정과 결과물을 12년에 걸쳐서 시간별로 축적될 수 있으므로 연구 목적으로도 활용가치가 매우 높다. 온라인 학습 공간은 구글 클래스룸과 같은 형태로 구성되며, 구글 드라이브와 같은 형태의 저장소로 자신의 학습 결과물들을 정리할 수 있는 형태로 구성될 수 있다. 또한 학습결과물을 자동으로 분류하고 저장할 수 있는 알고리즘 역시 개발되면 탑재하여 학습자가 따로 자신의 학습 결과물을 정리하지 않도록 설계 될 수 있을 것이다.

o 주요내용

- 1학습자 1계정 시 사용되는 예산안 책정 연구
- 클라우드형 학습 공간 설계 연구

o 기대효과

- 학습자의 학습과정과 결과물을 온라인에 축적하여 학습의 효과도 분석에 활용함
- 학습자의 학습과정의 제적을 파악하여 앞으로의 학습 계획 수립에 활용함
- 학습자의 학습과정을 교사가 장기간에 걸쳐 관찰 가능함

4.5 국가 수준의 교육 시스템 구축 및 환경 조성

□ 실행과제 5-1. 수학·과학 지능형 학습 플랫폼 구축

○ 배경 및 필요성

학습자의 학습 준비도, 학습 속도, 동기 및 태도 등 학습에 영향을 주는 여러 요인에 따라 학습자가 요구하는 교육의 종류와 수준은 매우 다양할 것이다. 하지만 교사 1인이 30여명의 학생들을 지도해야 되는 현재의 시스템에서는 그와 같은 다양한 학생들의 요구를 반영한 교육은 어려울 수밖에 없다. 이와 같은 상황에서 학습자 맞춤형 수업을 교실 현장에서 가능케 하기 위해서는 학생의 수학·과학 역량을 진단하고 이에 따라 맞춤형 교육콘텐츠를 지원하는 형태의 시스템이 요구된다. 학습자의 진단 결과를 토대로 추가 질문이나 다음 단계의 학습과제를 제시할 수 있는 인공지능형 학습 플랫폼이 개발될 필요성이 있다. 이와 같은 플랫폼은 학습자의 반응에 따라 다음 단계의 학습과제를 인식할 수 있는 인지 기반 튜터를 활용한 문제 해결형 학습을 지원하는 학습 플랫폼이다. 이런 플랫폼이 개발되기 위해서는 개인에 관한 다양한 정보를 수집해 빅 데이터 환경을 구축하고 분석하는 연구를 통하여 학습자의 응답에 컴퓨터 튜터가 어떤 반응을 하는 것이 적절한지를 평가하는 연구가 함께 수반되어야 한다.

지능형 학습 플랫폼을 개발하기 위해서는 다양한 컴퓨터 활용 기술이 요구됨과 동시에 기계 학습 등의 인공지능에 관한 연구 역시 동반되어야 한다. 우리나라의 강력한 인터넷 구축 환경과 상당 수준으로 발전한 첨단 IT 기술 등을 활용하여 독자적인 인프라를 갖춘 지능형 학습 플랫폼을 개발하여 미래의 교육을 이끌어야 가야 할 것이다.

○ 주요내용

- 국외에서 개발된 컴퓨터 활용 인지 튜터 플랫폼의 도입 방안 연구
- 한국형 컴퓨터 활용 인지 튜터 플랫폼의 개발 방안 연구

○ 기대효과

- 학습자 수준 맞춤형 수업의 구현
- 교사의 업무 부담 경감

□ 실행과제 5-2. 미래사회 대비 수학·과학 중장기 연구

○ 배경 및 필요성

4차 산업혁명 시대가 시작되고 있는 현 시점에서 미래 사회에 필요한 인재 육성을 위해 수학·과학 분야에서 시도하는 연구 내용과 방안에 대한 체계적이면서 장기적인 지원이 필요하다. 산업 구조와 일자리가 변화되고 창의력을 갖춘 인재가 요구되면서 미래 사회의 변화된 모습과 그 사회에 적응하며 살아야 할 다음 세대들을 양성하기 위한 교육뿐 아니라 수학과 과학 학문 분야의 연구가 뒷받침되어야 한다. 이를 위해 미래 사회에 대한 전망, 수학·과학의 연구 방법의 변화에 관한 연구부터 수학·과학 분야의 전문성이 필요한 직업 분야, 미래 사회나 환경에 대한 전망, 인간의 정체성에 대한 연구까지 다각적인 관점의 연구가 수행될 필요가 있다.

특히 미래사회를 대비하기 위한 연구는 기존의 연구와 그 목적에서 차별성을 가져야 한다. 미래사회에 발생할 문제들은 지금까지의 문제들과는 그 성격과 복잡성, 관계 분야의 다양성 등에서 상당히 달라질 것이므로 이에 대비한 수학·과학 중장기 연구도 그 모습에 다양화를 꾀해야 한다. 이를 위해 먼저 미래사회에 발생할 수 있는 다양한 문제들에 대한 예측이 이루어져야 한다. 이 문제들은 비단 수학·과학 내의 문제가 아니라 환경, 문화, 정치, 경제, 윤리 등 다른 분야와 얽혀있을 가능성이 높다. 또한 과학기술이 발달하고 사회가 글로벌화 되면서 단기간에 해결할 수 있는 문제들보다는 몇 십 년이 넘는 긴 시간을 두고 해결해야 하는 문제들이 더 자주 발생하고 있으므로 이에 대한 수학·과학 연구도 중장기 규모로 수행되어야 한다. 다양한 문제들에 대한 예측과 이에 대비한 중장기 규모의 연구계획 수립이 이루어진 다음에는 수학·과학이 야기할 수 있는 문제들에 대한 탐색도 필요하다. 수학·과학이 항상 모든 문제들을 해결하는 입장에 있는 것이 아니라 문제를 야기하는 측면이 분명히 있으므로 반성적 입장에서 되돌아보고 발생 가능한 문제들을 진단하는 연구도 동시에 진행되어야 할 것이다.

○ 주요내용

- 미래 사회의 모습에 대한 청사진 제시
- 기초과학, 원천기술, 응용기술 분야의 연구 방법 제안
- 미래 사회나 환경의 위기와 갈등에 대한 전망과 수리 과학적 해법 제시
- 과학기술 시대의 인간 중심 교육 방안
- 기업 및 산업 현장의 기술 난제 발굴 및 수학·과학적 해결 방안 제시

○ 기대효과

- 기초 학문인 수학·과학의 발전 방향을 체계적으로 구상
- 과학 기술 분야에 적용될 수 있는 수학·과학 내용 및 방법론 창안
- 기업 및 산업 현장의 기술적인 문제에 대한 이론적 해결 접근으로 기초과학과 응용기술 분야의 접목 시도

□ 실행과제 5-3. 수학·과학 공유형 교육 플랫폼 구축

○ 배경 및 필요성

과학기술의 급속한 발전으로 인해 나타날 미래사회의 큰 변화 중 하나는 소유 중심에서 공유 중심으로의 경제 체제 변화이다. 특히 교육에서도 스마트 기기와 인공지능, 빅데이터와의 결합을 통해 개인별 맞춤형 학습이 가능해질 것으로 예상된다. 수학·과학교육에서는 IoT 및 가상현실이나 증강현실 등과 결합하여 가상/원격 실험 등이 가능해지면 더 이상 교실 중심의 교육에 얽매이지 않게 된다. 즉, 첨단 장비나 시설, 실험을 갖춘 특정 장소 중심의 교육에서 첨단 과학기술의 발전을 통해 어디에서나 교육 환경에 쉽게 접근할 수 있게 될 것이다. 이를 위해서는 수학·과학 공유형 교육 플랫폼 구축이 필수적으로 요구된다. 그러나 이러한 플랫폼에 대한 개발은 많은 노력과 투자를 필요로 하고 사유화할 경우 많은 사회적 문제를 야기할 수 있으므로 공유형 교육 플랫폼 구축은 신중하게 이루어져야 할 것이다. 이를 위해 관련 분야의 전문가들을 활용한 사전 연구가 반드시 수행되어야 한다.

○ 주요내용

- 증강현실 또는 가상현실에서의 학습자 개념이해 및 탐구능력 진단 연구
- 사물인터넷(IoT) 및 증강현실 등을 활용한 수학·과학교육 환경 구축
- 수학·과학 공유형 플랫폼 구축 시범 사업
- 수학·과학 공유형 플랫폼 개발을 위한 개발자 및 교사 연수
- 수학·과학 공유형 플랫폼 확대 적용 방안

○ 기대효과

- 초·중등 교육에서의 개방형 공유 플랫폼 개발을 통한 교육 기회 확대
- 분산형 교육 시스템을 통한 학습 성과 및 탐구 능력 증진
- 미래형 수학·과학 교육 생태계 구축
- 교사 주도 프로그램 개발 및 공유를 통한 교육 기반 비즈니스 모델 구축

□ 실행과제 5-4. 수학·과학교육 R&D 지원

○ 배경 및 필요성

수학·과학은 과목 특성상 그 학년에 배워야 할 기초적인 개념을 배우고 알아야만 다음으로 확장된 개념을 이해할 수 있다. 그 학년에 제대로 배우지 않거나 이해를 잘 하지 못하면 다음 단계의 것 역시 어려울 수밖에 없는 것이다. 교과서를 유용하게 학습하여, 학습효과를 높이기 위해서는 주변생활과 연계된 많은 학습을 직접 해보며 정해진 답을 찾는 데 집중하기보다는 유추 가능한 여러 가지 가설이나 답을 설정하고 그런 사실들이 왜 옳지 않은지 파악해 본 뒤에 토론하는 학습이 필요하며, 무엇보다 복습이 절대적으로 필요하다. 또한 현시대에 맞게 발전시켜야 할 초등학교 수학·과학의 기능성 게임의 형태는 공교육을 위한 형태의 게임으로 개발 시켜야 할 것이다. 교사는 다양한 수업방법을 통해 학생들의 흥미와 관심을 이끄는 노력이 필요하다. 이를 위해서는 교사의 노력도 학교뿐만 아니라 국가의 지원이 필요할 것이다.

디지털 시대를 살아가고 있는 현재의 학생들에게 맞는 게임을 효과적으로 수학교과목에 접목시키기 위해서는 다수 또는 혼자서 할 수 있는 형태의 게임으로 개발하는 것이 효과적일 것이다. 기능성게임(Serious Game)의 특징인 기능성과 놀이성은 상호배타적인 개념이 아니며, 특정 목적성과 게임의 재미요소가 상호 유기적으로 결합하여 상승효과를 기대하는 목적으로 디자인된 것으로 과정 추론적 재미만 추구하지 않는다는 점에서 상업용 게임 (Entertainment Game)과 구분되고, 결과론적 학습효과만 중시하지 않는다는 점에서 교육용콘텐츠(Edu-Contents)와도 구분된다. 교육적 기능성 게임은 게임의 재미성외에 학습적 효과를 주는 게임으로 교육과 엔터테인먼트의 합성어인 에듀테인먼트 또는 에듀게임으로 불리고 있다. 위험한 상황을 대신해서 실험하거나 예측하는 시뮬레이션적 요소는 상대적으로 아주 적거나 아예 없으며, 사실적 자료나 현장의 모사 보다는 교육이론을 바탕으로 학습효과를 극대화하는 것에 초점을 두고 있다. 초등교육과정과 게임을 결합한 기능성게임은 일대일 경쟁을 통한 평가와 팀으로 경쟁할 수 있는 구조 즉 학교 대항전, 반 대항전과 같이 협업을 통해 문제를 해결하고, 성취감을 함께 느끼며 즐거워 할 수 있는 형태로 개발하여야 보다 활성화 될 수 있을 것이다. 이를 위해 수학·과학 R&D 지원이 반드시 이루어져야 한다.

○ 주요내용

- 수학·과학교육에 에듀게임, 에듀테인먼트, 에듀테크놀로지 기반 R&D 산업 활성화 (소프트웨어, AR, VR 기반 실험 등)
- 수학을 어려워하거나 이공계 진로를 기피하는 학생들에게 적용한 후 효과 분석

○ 기대효과

- 수학과 과학 학습에 대한 학생의 흥미도와 개념 이해도, 창의적 문제해결력 향상
- 학습자들의 이공계 분야로의 진로 유도

□ 실행과제 5-5. 1학생 1프로젝트 플랫폼 구축

o 배경 및 필요성

4차 산업혁명으로 인해 미래의 직업 세계는 지금과 상당히 다른 모습이 될 것이다. 단순 노무적인 일은 사라지고, 지금은 예상하지 못한 새로운 직업이 출현할 것으로 예측되고 있다. 새롭게 생겨날 다양한 직업에 대해 구체적 예측은 어렵지만 그 직업은 창의적인 일은 기반으로 한다는 것에는 모두가 동의하고 있다. 따라서 현재 우리 학생들은 창의적인 인재가 되어야 할 필요성이 그 어느 때보다 크다. 창의성을 높이고 창의적 산출물을 직접 얻어 보는 경험은 학생의 학교생활을 통해서 가능해야 한다.

개인의 창의적 작업에 관심을 기울이고 창조적 작업을 통해 기쁨과 성취감, 다음 작업에 대한 도전의식을 느낄 수 있도록 지원해야 한다. 이러한 창조적 작업을 통한 기쁨, 성취감, 도전의식을 기르는 구체적인 교수학습방법은 ‘프로젝트 기반 학습(Project Based Learning)’이다. 일반적으로 PBL은 능동적인 학습의 한 가지 형태로서 제시된 문제를 해결하는 과정에서 학습이 이루어지는 학습자 중심의 학습 모형을 일컫는다. 따라서 모든 학생이 학교생활을 통해 프로젝트를 경험할 수 있도록 교육과정을 준비해야 한다. 이를 위해서는 교사가 아이들의 엉뚱한 상상에 하나의 체계를 만들어주어 창의적 산출물을 만들어내게 하는 것도 하나의 방법이 될 수 있다. 이러한 교사의 지원을 통해 굉장히 흥미로운 학생의 산출물을 볼 수 있을 것이라 생각한다. 현재 학교에서 이루어지고 있는 프로젝트 학습은 거의 조사하고 정리하는 형태로 이루어져있다. 또한 대부분 아이들의 흥미나 창의성을 고려하지 않는 따분한 연구 주제일 때가 많다. 그러다보니 아이들도 굉장히 힘들어하고 교사들도 지도하는데 어려움을 겪고 있다. 따라서 지원은 크게 두 가지 영역에서 이루어질 수 있다. 교사가 프로젝트를 지도하기 위한 지원이 필요하며, 학생의 프로젝트를 진행하기 위한 지원이 필요하다. 이러한 지원을 바탕으로 아이들로부터 출발한, 아이들이 해결하고 싶은 주제를 가지고 맘껏 놀고 자신만의 창의적 결과물을 만들어낼 수 있도록 하는, 즐거운 수업 및 교육과정 개발이 필요하다.

o 주요내용

- 1학생 1프로젝트 플랫폼을 위한 PBL교육과정 운영 시범학교 운영 및 교과 개발 (교과서, 교사용지도서 등)
- 1학생 1프로젝트 플랫폼을 위한 PBL교육과정 운영을 위한 교사 연수
- 1학생 1프로젝트 플랫폼을 위한 PBL교육과정 운영에 대한 효과 분석
- 1학생 1프로젝트 플랫폼을 위한 PBL교육과정 확대 운영 및 일반화

o 기대효과

- 4차 산업혁명시대를 대비한 학생의 미래 진로에 대한 준비를 도움
- 학생들의 학교생활에 대한 흥미도, 만족도 상승

□ 실행과제 5-6. 산업과 연계된 수학·과학 체험관 구축

○ 배경 및 필요성

현대사회가 지식 중심 사회로 빠르게 변화하면서 산업혁신을 위해서는 융·복합기술과 소프트웨어 혁신이 강조되고 원천 알고리즘 개발을 위한 수학·과학의 중요성이 증대되고 있다. 알파고의 핵심 알고리즘인 딥러닝(deep learning)처럼 수학기반의 분석기술이 산업혁신의 핵심으로 등장하고 있다. 이처럼 산업수학·과학은 수학·과학 이론과 분석 방법을 활용하여 세상의 문제를 해결하고 산업의 부가가치를 창출하는 활동이다. 다양한 분야의 복잡한 문제를 해결하는 수학·과학의 측면을 연구와 교육 모두에서 획기적으로 강화해야 한다는 목소리가 대학과 기업 등에서 계속 이어지고 있다. 혁신적인 아이디어들이 나오고 세상을 놀라게 하는 스타트업들이 출현하도록 기업들과의 현재의 연구개발 협력을 보다 적극적으로 추진해야 할 뿐 아니라, 수학·과학 기반의 특화된 인큐베이터 프로그램들을 갖추어 나가야 한다.

그런데 이러한 문제를 찾고, 세상의 문제를 적절히 모델링하는 것은 간단하지 않다. 따라서 산업과 연결된 수학·과학문제들의 실제적 상황을 경험할 수 있는 기회가 충분히 제공할 필요가 있다. 수학·과학 체험관에서의 다양한 체험을 통해 한 산업계와의 연결고리를 인식하고 미래의 주인공인 학습자가 직관적 경험을 통해 학문과 산업과의 깊은 관련성을 인지하도록 하여야 한다. 체험관을 통한 이런 직관적 경험은 4차 산업혁명을 선도할 인력양성을 위해 절대적으로 필요하다.

○ 주요내용

- 수학과 산업, 과학과 산업의 관련성에 대한 국내·외 사례 탐색 및 선행연구 분석
- 최첨단산업과 수학 및 과학과의 관계성 탐색 및 실제적 사례 발굴
- 기존의 체험관 및 과학관의 모니터링 및 4차 산업혁명 시대 융·복합적 요소를 가미한 산업체험관의 필요성 탐색
- 산업수학(과학)체험관 구축을 위한 기초 이론 연구 및 실행 연구

○ 기대효과

- 수학(과학)의 유용성에 대한 인식 및 산업과 결부된 수학(과학) 학습의 기회 제공
- 수학 및 산업과 연계된 실제적인 사례에 대한 확산
- 수학·과학이라는 기초학문과 산업의 연계성에 대한 인식 확산
- 융·복합적 사례에 대한 직관적 경험 및 체험의 장 구축

5. 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 핵심과제 제안

4장에서 제안한 26가지의 실행과제 중 델파이 조사에 참가한 전문가의 25% 이상이 필요성 높은 과제로 선정한 실행과제를 중심으로 연관되는 과제를 연결하여 복합 성격의 핵심과제 3가지를 도출하였음



* 실행과제 26가지 중 델파이 조사에 참여한 전문가의 25% 이상이 필요성 높다고 평가한 과제를 굵은 글씨로 표시

[그림 5-1] 4차 산업혁명 시대 인재육성을 위한 수학·과학교육 핵심과제

5.1 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학 · 과학 교육 패키지 개발 연구

□ 관련 실행과제

- 중심과제 : (1-1) 수학·과학 기초교육 강화
- 연계과제 : (1-3) 수학·과학 교과목 다양화
 - (1-4) 지속가능 주제 중심 교육과정 및 교재 개발
 - (1-6) 수학·과학 디지털 콘텐츠 개발
 - (2-5) 수학·과학 진로 설계 프로그램 개발
 - (3-1) 수학·과학 교사 연구·학습공동체 지원
 - (5-2) 미래사회 대비 수학·과학 중장기 연구

□ 추진배경

- 4차 산업혁명 시대 일자리 변화에 대응한 수학·과학교육의 새로운 패러다임 제시 필요
 - － 4차 산업혁명에 따른 일자리의 변화에서 새롭게 생겨나는 일자리는 STEM(과학·기술·공학·수학) 분야일 것으로 전망되며, 학교 교육에서 STEM 분야 교육이 강화되어야 함
- ※직업의 미래(The Future of Jobs) 보고서는 2020년까지 710만 개의 일자리가 사라지고, 경영·금융, 컴퓨터, 수학, 건축·공학 등 분야에서 200만 개의 일자리가 생길 것으로 전망 ('16.1, 세계경제포럼)
- － 현재 국가 교육과정에 따른 수학·과학 교과목만으로는 일자리 변화에 대응하기 어렵고 직업군별 핵심 스킬 함양을 지원하기에 적절하지 않으므로 다양한 직업에 대비할 수 있는 수학·과학 교과목 패키지 개발이 필요함

[표 5-1] 2015 개정 교육과정 수학과, 과학과 고등학교 과목 구성

교과	공통 과목	선택 과목		전문 교과 I
		일반 선택	진로 선택	과학 계열
수학	수학	수학 I, 수학 II, 미적분, 확률과 통계	실용 수학, 기하, 경제 수학, 수학과제 탐구	심화 수학 I, 심화 수학 II, 고급 수학 I, 고급 수학 II, 고급 물리학, 고급 화학, 고급 생명과학, 고급 지구과학,
과학	통합과학 과학탐구실험	물리학 I, 화학 I, 생명과학 I, 지구과학 I	물리학 II, 화학 II, 생명과학 II, 지구과학 II, 과학사, 생활과 과학, 융합과학	물리학 실험, 화학 실험, 생명과학 실험, 지구과학 실험, 융합과학 탐구, 정보과학, 과학과제 연구, 생태와 환경

- － 그간 이산수학, 컴퓨터와 수학, 데이터와 수학, 의학물리, 바이오화학, 생물공학 등 수학·과학 교과목 다양화의 필요성이 제기되어 왔으나 기초연구 부족, 1~2단

위 교과목 개설 불가, 교사 역량 강화 지원 어려움 등의 이유로 실현되지 못함

- 최근 고교학점제 도입, K-MOOC 확대 등 맞춤형 교육 강화 정책이 발표됨에 따라 시대의 변화에 대응하는 수학·과학 교과목 기초연구 및 콘텐츠 개발·보급이 시급함

○ 사회 전반의 변화 방향을 고려한 수학·과학 교과목 설계 및 실제적 자료 개발 필요

- 4차 산업혁명에 따른 직업의 변화 등 사회의 변화를 고려한 수학·과학 교과목의 방향을 설정하고, 이를 고려하여 학생과 교사에게 적합한 교육 패키지(교과목, 교재, 교사용 지도자료, 교사 커리큘럼) 제공이 필요함
- 2015 개정 교육과정은 문이과 통합형 교육과정을 지향하나, 이를 현실화하고 사회 변화를 선도하기 위해서는 미래 직업을 고려하여 맞춤형 수학·과학교육을 지원할 수 있는 교과목 설계가 필요함
- 개발된 교과목이 학교교육에서 실제적으로 활용되려면 교과목이 구체화된 교재 개발 및 교사 재교육을 위한 커리큘럼 개발이 수행되어야 하며 이를 지원하기 위한 교육 시스템 구성 방안 연구도 병행되어야 함

□ 목표

- 4차 산업혁명 시대 일자리 변화에 대응하여 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육 내용 연구 및 교육 패키지 개발
 - 4차 산업혁명 시대가 요구하는 복잡한 문제해결력, 비판적 사고력, 창의성, 협업능력을 키울 수 있도록 수학·과학 교육용 콘텐츠 개발
 - 개발 결과물의 현장 안착 및 확산을 고려하여 교과목, 학생용 교재, 교사용 지도자료, 교사교육 커리큘럼으로 구성된 교육용 패키지 개발
 - 고교학점제 도입, K-MOOC 확대 등 맞춤형 교육 강화 정책 등 시대의 변화에 대응하는 수학·과학 교과목 기초연구 및 현장지원 콘텐츠 개발

□ 세부 실천전략



[그림 5-2] 핵심과제 1에 대한 단계별 추진전략

o (1차년도) 기초연구

- 4차 산업혁명 시대 일자리 분석을 통해 직업군별 핵심 스킬 도출
 - KISTEP(2017)은 산업분야를 농·임·어업/광업, 제조업, 전기/하수/국제 및 외국기관, 건설업, 도매 및 소매업, 운수/숙박/출판/예술/개인서비스, 금융/부동산/과학/사업시설관리, 공공행정/교육/사회/복지로 분류하고 분야별 상위 중요역량을 도출함
 - ※ 예: ‘과학’ 분야의 경우 복합적 문제해결역량, 테크놀로지 역량, 인지능력, 업무처리 관련 역량, 시스템적 역량 순으로 높게 나타남
 - 김영욱 외(2017)는 수리과학 역량이 필요한 신직업군(금융, 인지·뇌공학, 녹색·에너지, R&D 기획·관리·평가, 생명·의공학, 로봇, 정보시스템, 사이버·네트워크, 헬스케어, 항공·우주·선박) 제안
- 직업군별 핵심 스킬을 중심으로 수학·과학 교과목 설계
 - 직업군별 핵심 스킬을 활용하되, 4차 산업혁명 시대 기초소양으로서 수학·과학의 핵심내용을 추출하여 교과목 설계

o (2차년도) 개발연구

- 고교용 모델 교재 개발 및 모델 교재의 현장 활용을 위한 교사용 지도자료 개발 및 시범적용 (사회문제해결 기반 학습, 프로젝트 기반 학습, 모델링 기반 학습, STEAM 기반 학습 등 적용)
 - ※ 참고 : 중국 인민교육출판사에서는 ‘기하학적 증거의 선택’, ‘불평등의 선택’, ‘예비 실험 설계와 최적화’, ‘위험과 의사결정’ 등을 고등학교 수학 선택과목으로 발간
 - ※ 참고 : 미국 COMAP(Consortium for Mathematics and Its Applications)는 경영에 수반되는 문제 (Management Science), 투표와 사회적 선택 (Voting and Social Choice), 크기와 증가에 대한 문제 (On Size and Growth) 등 수학의 실생활 활용에 초점을 맞춘 수학교과서 발간
- 과학기술 분야 인재를 위한 지식·역량 정의 및 수학·과학교육 표준 개발 연구
 - ※ 한국과학창의재단이 개발한 ‘모든 한국인을 위한 과학’ 참고

o (3차년도) 확산연구

- 모델 교재의 확산을 위한 교사교육 커리큘럼 개발 및 현장 안착 방안 마련
- 교과목, 모델 교재, 교사용 지도자료, 교사 교육 커리큘럼 및 전 과정을 정리한 안내서를 교육용 패키지로 정리하여 개발 완료

□ 기대효과

o 수학·과학 수업의 혁신을 통해 교육의 패러다임 변화 선도

- 4차 산업혁명 시대 인재 양성을 위한 학교 현장의 유연한 변화 기반 조성
- 지식 전달 중심에서 벗어나 핵심 스킬을 함양하는 방향으로 교육의 변화 선도
- 새 정부의 교육정책인 고교학점제와 관련하여 학생의 과목 선택권의 실질 보장
- 4차 산업혁명 시대 수학·과학교사의 전문성 신장에 기여

[참고] 분야별 학교에서 다루어야 할 과학소양의 내용 및 주제 (한국과학창의재단, 2017)

(1) 수학 및 기초과학(N=843)		(2) 생명, 의료과학(N=909)		(3) 환경, 지구우주과학(N=822)	
과학(물리학, 현대물리 등), 기초과학, 순수과학	137 (16.3)	줄기세포, 복제	193 (18.6)	기후변화, 기상학	207 (25.2)
빅데이터, 통계, 확률	130 (15.4)	인공장기, 장기복제	143 (13.8)	천문학, 우주 항공학, 행성탐사	164 (20.0)
수학(함수, 방정식, 이산수학, 행렬, 수열, 급수 등), 선형대수	111 (13.2)	생물학, 기초과학, 의료과학, 보건의학, 유전학, 기초의학, 약학	113 (10.9)	환경보호, 지구의 지속가능성	69 (8.4)
화학, 유기화학, 약학, 약물오남용, 물질 이해	64 (7.6)	생명존중, 생명윤리	102 (9.8)	생태계, 생물다양성, 유전자변형	66 (8.0)
인공지능	48 (5.7)	첨단기술과 의료기기, 바이오산업	40 (3.9)	기초과학, 환경학, 생태학	58 (7.1)
생활 속 과학, 생활 속 수학	41 (4.9)	생물다양성, 생물자원보존	36 (3.5)	신재생에너지	55 (6.7)
생명과학, 생화학	40 (4.7)	의료, 생활과 건강, 질병, 헬스케어	34 (3.3)	환경 오염, 파괴	34 (4.1)
IT, 디지털 소양, 코딩	37 (4.4)	신약개발, 백신, 진단	30 (2.9)	자연의 이해, 예측, 자연관	29 (3.5)
양자역학	33 (3.9)	생명연장, 수명연장, 노화	26 (2.5)	자연환경, 인간- 자연의 상호작용	28 (3.4)
논리적사고, 문제해결능력	33 (3.9)	인공지능, AI	26 (2.5)	지구온난화	26 (3.2)
중력과 우주, 우주기술	25 (3.0)	맞춤형치료, 맞춤의학, 원격의료	24 (2.3)	대기오염, 대기과학	25 (3.0)
기후변화와 환경	25 (3.0)	빅데이터	24 (2.3)	수자원, 해양자원	22 (2.7)
전자기학, 원자력, 전파	17 (2.0)	뇌과학	24 (2.3)	지속가능한 발전	14 (1.7)
상대성이론, 시공간 여행, 4차원	15 (1.8)	예방의학, 예방방법, 면역, 질병예방, 재활	21 (2.0)	자원의 한계, 신소재	12 (1.5)
역학	15 (1.8)	전염병, 감염병, 성인병, 바이러스	18 (1.7)	빅데이터	8 (1.0)
신소재, 신물질, 재료분석	15 (1.8)	영양, GMO	14 (1.4)	토양학, 지질학, 토질	5 (0.6)
미적분, 미분방정식	15 (1.8)	응급처치, 응급의학, 안전교육	11 (1.1)		
과학사, 수학사, 과학/수학철학	14 (1.7)	불치병, 난치병, 만성질환, 장애	10 (1.0)		
나노과학, 나노소재, 나노입자	8 (0.9)	암치료, 암정복, 암발생원인	10 (1.0)		
비언어적 소통	8 (0.9)	죽음, 안락사, 호스피스	10 (1.0)		
(4) 인간과 사회		(5) 공학과 기술		(6) 융복합 과학	
소통, 공감, 비언어적소통	97 (14.1)	인공지능, VR, AR, IoT	120 (20.8)	융복합적 사고	62 (14.0)
인간과학(인문학, 인류학, 언어학, 철학, 윤리학, 역사학, 고고학, 논리학)	89 (12.9)	기초공학, 기술, 공학	64 (11.1)	인공지능	40 (9.0)
사회과학(정치, 경제, 심리), 인간행동	89 (12.9)	인간중심의 공학과 기술	49 (8.5)	인공생물, 인공뇌, 바이오 생물	40 (9.0)
디지털소양, 정보통신발달	85 (12.3)	정보처리, IT, 디지털소양, 보안	41 (7.1)	인문학(문학, 철학, 논리학, 인간행동학등)과의 융합	35 (7.9)
윤리, 공동체, 협동, 통합	81 (11.7)	빅데이터, 통계	39 (6.8)	빅데이터, 통계, 통계학	27 (6.1)
인지 및 뇌과학	53 (7.7)	컴퓨터공학, 프로그래밍, 코딩	36 (6.2)	디지털 융합, ICT, IT 소양	27 (6.1)
대인관계, 인간관계	41 (5.9)	기초과학, 기술의원리	25 (4.3)	첨단과학 기술	25 (5.6)
계층갈등, 빈부격차, 평등, 갈등해소, 사회문제, 고령화사회	35 (5.1)	차세대 기술 및 신기술, 기술의 사회적가치, 기술고도화, 혁신	24 (4.2)	다양성의이해, 타학문에대한포용, 윤리, 양심, 협력, 인간의기본가치	18 (4.1)
통계, 빅데이터	34 (4.9)	이동시스템, 무인자동차, 드론	24 (4.2)	감정인지기술, 인지과학, 인지공학	17 (3.8)
인공지능, 가상현실, 유비쿼터스	31 (4.5)	로봇, 로봇공학	21 (3.6)	게놈, 유전자편집, 생명복제	15 (3.4)
다문화, 다양성, 다민족, 세계화, 전쟁	27 (3.9)	윤리, 기술윤리, 공학윤리	21 (3.6)	예술과의융합, 예술감상, 디자인	15 (3.4)
로봇, 기계	11 (1.6)	에너지저장시스템, 대체에너지, 저전력	17 (2.9)	에너지, 신재생에너지	15 (3.4)
과학적사고, 문제해결, 기본과학소양	9 (1.3)	의료공학, 인공장기, 의료장비, 스마트의료, 게놈	16 (2.8)	소통, 비언어적소통, 토론, 커뮤니케이션	13 (2.9)
융합	5 (0.7)	감정인지기술, 인지과학	14 (2.4)	생활속과학, 사회참여적 융복합	13 (2.9)
진화론	3 (0.4)	융합, 응용, 적용, ICT 융합	13 (2.3)	기초과학, 기초공학	13 (2.9)
		인공위성, 우주공학, 우주기술, 우주선	12 (2.1)	사회과학과의융합	13 (2.9)
		과학적 문제해결력	8 (1.4)	STEAM교육, 융합교육	12 (2.7)

5.2 수학과학교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학과학 브릿지 센터 운영

□ 관련 실행과제

- 중심과제 : (3-2) 수학과학 교사 재교육 거점센터 운영
- 연계과제 : (3-1) 수학과학 교사 연구·학습 공동체 지원
 - (1-2) 테크놀로지 기반 수학과학 교육과정 개발
 - (1-5) 실감체험형 수학과학 학습 콘텐츠 개발
 - (5-1) 수학과학 지능형 학습 플랫폼 구축
 - (5-4) 수학과학교육 R&D 지원
 - (5-6) 산업과 연계된 수학과학 체험관 구축

□ 추진배경

- 4차 산업혁명 시대에 폭발적으로 증가하는 새로운 지식과 데이터를 교육 현장에 접목하기 위해서는 세상의 변화와 교육의 간극을 좁히는 가교 역할 필요
 - － 인공지능, 사물인터넷(IoT), 클라우드, 빅데이터, 무선통신 등 지능정보기술이 사회의 혁신적 변화를 이끄는 4차 산업혁명 시대에는 수학과학 분야의 새로운 전문지식이 등장하며, 데이터와 지식이 경쟁의 원천으로 작용함
 - － 새로운 전문지식과 핵심 스킬을 수학과학교육 현장에 접목하기 위해서는 수학과학 교사의 가교 역할이 중요하며, 수학과학교사의 신(新) 전문성 함양을 위해 체계화된 교육의 기회가 제공되어야 함
 - － 수학자와 수학교사를 연결하는 교육, 과학자와 과학교사를 연결하는 교육 등 수학과학의 각 학문 체제 내에서 학술 전문가, 산업계 전문가, 현장교육 전문가 사이의 연결고리가 강화되어야 함



[그림 5-3] 기술과 교육의 관계 (Schleicher, 2015)
: 디지털 발달을 교육이 따라가지 못하여 간극이 커지면 사회적 고통 발생

□ 목표

- 4차 산업혁명 시대, 사회의 변화를 선도할 인재양성을 위한 지식·역량 교육 중심 수학·과학교사 신(新) 전문성 정의 및 재교육 실행
 - － 수학자, 과학기술자, 산업계 전문가와 교사 간 협력을 통해 새로운 학습내용, 콘텐츠, 교육환경의 설계 및 확산 활동 전개
- 4차 산업혁명에 따른 세상의 변화와 교육 사이의 간극을 좁힐 브릿지 역할 수행
 - － 수학기계, 산업수학기계, 과학기술계는 끊임없이 현실의 문제를 해결하기 위한 새로운 지식을 창출하고, 수학교육은 새롭게 창출된 지식을 능동적으로 수용하여 사회와 학교의 연결성 강화
 - － 수학·과학교사와 수학자·과학자 공동연구를 통해 실생활 연계 학습 콘텐츠 개발

□ 세부 실천전략



[그림 5-4] 핵심과제 2에 대한 단계별 추진전략

○ (1차년도) 기초연구

- － 수학과학 분야의 새로운 전문지식과 역량 교육을 위한 교수인력의 신(新) 전문성 탐색 및 수학·과학교사 재교육 거점센터로서의 브릿지 센터 역할 탐색
- － 산업수학 점화 프로그램, 산업수학센터, 과학기술분야 정부출연연구기관 등의 우수 성과물과 연계하여 학생, 교사용 실감체험형 콘텐츠 개발

o (2차년도) 개발연구

- 신(新) 전문성 기반 교수 인력 양성 커리큘럼 개발
 - 콘텐츠, 교육과정, 교과목, 교재, R&D 성과물 등 각종 산출물에 대한 지속적인 교사 재교육 거점 역할 수행 고려
- 산업 분야의 지식·데이터 활용형 콘텐츠 개발
 - 수학자·과학기술자가 탐구하는 새로운 내용(예: 산업수학) 중 중등교육에 활용할 수 있는 내용을 추출하고, 수학·과학교사와 수학자·과학자 공동연구를 통해 실생활 연계 학습 콘텐츠 개발

o (3차년도) 확산연구

- 수학·과학교수 인력 대상 교육 실시
 - 신(新) 전문성 기반 교수 인력 양성 커리큘럼 기반 수학·과학교수 인력 교육 실시
- 산학협력을 통해 미래 수학·과학교육의 방향을 선도하는 지능정보기술 개발
 - ※ 예: 수학 서술형 풀이 인식 종이패드(계산, 시각화, 데이터 분석 등의 기능 포함) 개발을 통해 수업 및 평가를 서술형 중심으로 변화 유도

□ 기대효과

o 4차 산업혁명 시대에 적합한 수학·과학 교육 콘텐츠의 개발 및 적용

- 산업과 교육의 연계를 통해 새로운 수학·과학 교육 콘텐츠를 통해 4차 산업혁명 시대 인재상에 부합하는 인력 양성

o 새로운 시대를 선도하는 수학·과학 교육인력 양성

- 단편적인 지식을 전달하는 교사가 아니라, 전인적인 교육을 실현할 수 있는 미래 지향적 교사 양성
- 새로운 지식을 효과적으로 습득하여 능동적으로 수업을 개선하는 교사상 정립

5.3 사회문제해결형 융합연구실(Convergence LAB) 지원사업

□ 관련 실행과제

- 중심과제 : (4-1) 첨단 IT 기반 수학·과학 전용 교실 구축
- 연계과제 : (4-2) 융합 프로젝트 학습 공간 구축
 - (1-5) 실감체험형 수학·과학 학습 콘텐츠 개발
 - (2-1) 수학·과학 사회문제해결 프로젝트 지원
 - (2-2) 협동학습 중심 교수·학습 설계 연구
 - (3-3) 실용형 IT 교육 교사연수 강화
 - (5-3) 수학·과학 공유형 교육 플랫폼 구축
 - (5-5) 1학생 1프로젝트 플랫폼 구축

□ 추진배경

- 4차 산업혁명으로 인한 교육혁신의 일환으로 학생 맞춤형 교육을 강화하기 위해서는 온라인 기반 개인 맞춤형 학습 공간과 공동 작업(협업)을 위한 학습 공간 구축 필요
 - － 모든 학생이 미래 사회의 참여적 시민으로 성장하기 위해 개인 맞춤형 교육과정 설계와 더불어 개인별 학습을 돕는 온라인 시스템 구축이 필요하며, 학생 누구나 혁신적인 콘텐츠를 공유할 수 있는 공유형 교육 플랫폼 개발이 필요함
 - － 학생이 사회문제해결형 프로젝트를 수행하기 위해서는 교수자 또는 동료 학습자와 상호작용이 충분히 일어나고 팀 프로젝트를 수행할 수 있는 공간이 마련되어야 함
- 4차 산업혁명 시대에는 “복잡한 문제 해결능력(complex problem solving skills)”이 요구되며, 이는 여러 교과와 융합을 통해 길러질 수 있으므로 이를 위한 전용 공간이 필요함
 - － 복잡한 문제해결능력을 신장하기 위해서는 융합프로젝트를 지원하는 공간 구축과 이 공간에서 활용할 수 있는 프로그램의 개발·보급이 요구됨
 - － 4차 산업혁명시대의 새로운 산업과 직업은 IT 및 S/W분야와 관련이 깊으므로 초고속 인터넷 및 최첨단 학습도구 활용이 가능한 첨단 IT기반의 수학체험 또는 과학실험실의 도입이 요구됨

□ 목표

- 4차 산업혁명 시대를 선도할 과학기술 인재의 핵심역량 강화를 위해, 체험·실험·탐구 활동을 수행하며 사회문제해결형 융합연구를 수행할 수 있는 미래 교육환경 구축
 - － 기존 실험·실습실을 STEAM, 첨단과학기술 활용 프로젝트, 과제연구 등을 통해 협력적으로 사회문제를 해결하는 창의적 융합연구 공간으로 혁신
 - － AR/VR 가상실험 콘텐츠, 사물인터넷 활용 콘텐츠 등을 통해 언제, 어디서나 첨단수학·과학 체험·탐구활동을 즐길 수 있는 수학·과학교육 O2O환경 구축
 - － 실제생활(real life)과 연계된 빅데이터 수집·분석·예측을 통해 실생활 문제해결력을 기를 수 있는 수학·과학수업 도입·확대

□ 세부 실천전략

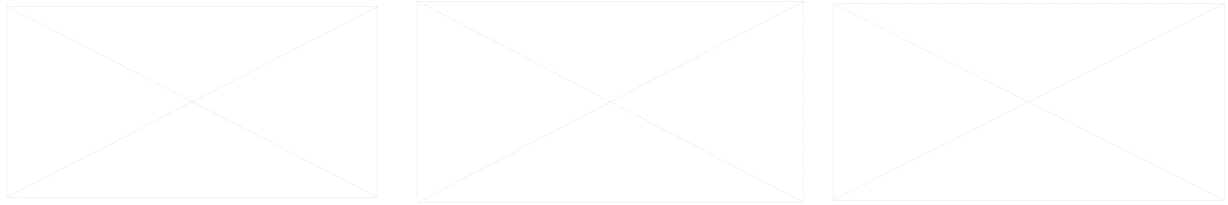


[그림 5-5] 핵심과제 3에 대한 단계별 추진전략

○ (1차년도) 기초연구

- － 융합연구실 공간(예; 초고속 인터넷, 협력학습 공간 등)에 대한 모델 제시와 함께 필수 교구 및 권장 교구(예; 3D 프린터, VR, AR, IoT 등) 제시
- － 융합연구실 공간에서 이루어지는 학습 사례(예; 빅데이터를 활용한 기후변화 모델링, IoT를 활용한 우리 지역의 미세먼지 변화 예측, 3D 프린터를 활용한 시각장애인의 학습을 돕기 위한 프로젝트 수행 등)에 대한 모델 제시
- － 사회문제해결형 융합연구실에서 가능한 학생의 학습 형태 및 학습 경험 도출

- 안전사고 위험 및 과학 윤리적 문제 발생 가능 실험, 추상적 개념 등 직관적·체험적 학습 필요 주제 중심으로 AR/VR 가상 과학 실험실 콘텐츠 개발
- (예시) 개구리 해부 실험, 위험한 화학반응 실험, 빅뱅 시뮬레이션 등



(도입)실험기기 등 실험실 소개 실험과정에 따라 가상 실험탐구 분자 수준 개념 직관적 이해

[그림 5-6] 웹기반 생명과학 가상 실험실 예시

o (2차년도) 개발연구

- 융합연구실 시범공간 구축
 - 시범공간의 특색에 맞추어 필수 교구 및 권장 교구 선정 및 구축
(학교 내 구축 시 무선 AP환경 구축(공공 와이파이존 설치 등) 등 환경 지원)
 - 시범공간에서의 실제적이고 구체적인 학습 사례 수집·분석·공유
- 융합연구실에서 진행할 수 있는 사회문제활용형 수업모델 개발·보급
 - 지능정보기술을 활용한 콘텐츠 활용 방법, 디지털 탐구도구 등을 활용한 실험, 조사, 토론, 발표, 협업방법 등 제시
 - 과학교과 수업과 연계하여 IoT 기술 활용 실생활 연계 데이터 수집·분석·문제해결 탐구활동 통해, 내 주변의 다양한 사회문제해결 프로젝트 경험 제공
- 기존 초중고 과학실에 지능정보기술(VR, AR, IoT, Big data등)을 활용한 표준화된 수학·과학 체험·실험탐구용 교육콘텐츠 지도를 위한 교사 연수 추진

o (3차년도) 확산연구

- 기존 초중고 과학실에 지능정보기술(VR, AR, IoT, Big data등)을 활용한 표준화된 수학·과학 체험·실험탐구용 교육콘텐츠 보급 확대
 - 향후 장비를 활용한 콘텐츠의 활용은 권역별 접근이 용이한 대학, 과학관, 무한상상실 등 공간을 활용하여 지원 추진
- 융합연구실에서 수행한 사회문제해결형 프로젝트를 공유하고 지속 수행·관리할 수 있는 플랫폼 구축
- 융합연구실 활용 학습 사례 공유 및 우수사례 확산
 - (예시) 학교 주변에 감지센서를 설치하고 인터넷 연결 디지털 측정 장치로 미세먼지 변화, 생태변화 측정, 데이터를 수집·분석·예측(전남 A중학교), 실

내공기질 실시간 측정장치 활용, 교실내 이산화탄소 분석 수업(서울A초교)

□ 기대효과

o 4차 산업혁명 시대 통합적 문제해결자 양성을 위한 학습 환경 구축

- 학생들을 미래 사회의 복잡한 사회문제를 해결할 수 있는 잠재적 해결자로 성장시키는 학습 환경 구축
- 학생이 미래사회에서 활용되는 첨단과학기술에 대해 이해하고 이를 활용할 수 있는 시민으로 성장할 수 있는 학습 환경 구축

o 개인맞춤형 학습과 협력 학습의 공동 실현으로, 혁신적인 학습 플랫폼 구축

- 학교 내 온라인 학습 환경 구축으로, 학생이 흥미·적성에 맞게 배울 수 있는 맞춤형 교육과정 설계·운영 가능
- 학교 안과 밖에서 지속적인 협력 학습이 가능하고, 학교 안과 밖이 연결되는 혁신적인 학습 플랫폼 구축

6. 결론 및 시사점

- 지능정보기술이 동인이 되어 산업구조 근본이 변하는 4차 산업혁명 시대에는 탈추격 패러다임 전환을 위한 창의적 인재 양성이 시대적 과제가 되었으며, 사회 변화를 선도하는 교육혁신이 시급함
- 특히 STEM(과학·기술·공학·수학) 분야 인재 양성에 대한 요구가 급증하는 상황을 고려할 때, 많은 국가에서 국가 경쟁력 강화를 위한 핵심교과로 인식하고 있는 수학·과학교육의 혁신이 절실하나 우리나라는 아직까지 이에 대비한 국가적 차원의 수학·과학 교육 대비책을 마련하지 못함
- 현재 고등학생들이 직업을 갖게 되는 시점은 기술진보에 의한 본격적인 일자리 변화 시기와 맞물리므로 새로운 사회가 요구하는 역량과 지식을 갖춘 인재 양성을 위한 교육 혁신이 시급함
- 초·중·등 수학·과학 교과 내용은 국가 간 차이가 거의 없으나, 교육과정-수업-평가에 있어 우리나라의 특수한 맥락이 존재하므로 이를 고려하여 4차 산업혁명 시대에 대응하는 수학·과학교육의 방향·방법·내용이 제안되어야 함
- 본 연구에서는 문헌연구, 포커스그룹 인터뷰, 전문가 델파이 조사, 워킹그룹 협의회, 정책토론회 등을 통해 4차 산업혁명 시대에 수학·과학교육이 지향하는 핵심역량을 4개 카테고리로 제안함 : ① 실행역량 (문제해결, 정보처리 및 활용, 정보판단), ② 사회적역량 (협업, 의사소통, 윤리적 책무성), ③ 사고역량 (문제발견 및 인식, 창의적 사고, 융합적 사고), ④ 학습역량 (자기주도학습, 지식의 유기적 연결, 평생학습)
- 또한 핵심역량을 기르기 위한 실행과제로서 ‘교육과정 및 교육자료 개발’, ‘교수·학습 방법 및 평가’, ‘교사 전문성 강화’, ‘학교 수준의 교육환경’, ‘국가 수준의 교육 시스템 및 환경 조성’에 대한 26가지의 실행과제를 제안함
- 특히 실행과제의 필요성을 분석하여 4차 산업혁명 시대 수학·과학교육 혁신을 위한 핵심과제를 다음과 같이 제안함
 - 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육 패키지 개발 연구
: 4차 산업혁명 시대 일자리 변화에 대응하여, 직업군별 핵심 스킬 함양을 위한 수학·과학 교육 내용 연구 및 교육 패키지 개발 연구
 - 수학·과학교사의 신(新) 전문성 함양을 위한 수학·과학 브릿지 센터 운영
: 미래의 변화를 선도할 인재양성을 위해 필요한 수학·과학교사의 신(新) 역량 설계

및 재교육 실행

- 사회문제해결형 융합연구실(Convergence LAB) 지원사업

: 4차 산업혁명 시대를 선도할 과기인재 핵심역량 강화를 위해, ICT를 접목한 체험·실험·탐구 활동을 수행하며 사회문제해결형 융합연구를 수행할 수 있는 미래 교육환경 구축

- o 본 연구는 4차 산업혁명으로 인한 시대의 변화에 맞춰 기초학문 중심이었던 수학·과학 교육의 방향·방법·내용을 재설정함으로써 시대가 요구하는 과학기술 인재 육성을 위한 기초 자료로 활용될 수 있음
- o 본 연구에서 제안한 핵심과제 및 실행과제가 수학·과학교육을 통한 국가 수준의 인재 양성 전략 및 시스템 구축에 활용됨으로써 4차 산업혁명을 선도할 인재 육성에 기여 하길 기대함

참고문헌

- 강현영, 신보미, 고은성, 이동환, 심송용, 김정자, 구나영, 정인수, 최경식, 홍지혜, 이상배. (2014). **통계 교육 활성화를 위한 수학 교육과정 개선 방안 연구** (한국과학창의재단 BD15020002). 서울: 한국과학창의재단.
- 고용노동부·한국고용정보원. (2015). **2015 한국직업전망**.
- 곽영순, 김종운, 이광우. (2015). **교사 학습공동체를 통한 학교교육 개선 방안: 교사의 학교 수준 교육과정 편성·운영 역량 강화 방안** (한국교육과정평가원 ORM 2015-50-4). 충북: 한국교육과정평가원.
- 관계부처 합동. (2016). **제4차 산업혁명에 대응한 「지능정보사회 중장기 종합대책」** (관계부처 합동, 2016).
- 교육부 & 한국과학창의재단. (2015). **과학교육종합계획 2015~2019**.
- 교육부 & 한국과학창의재단. (2016). **과학교육종합계획 2016~2020**.
- 교육부. (2016). **지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략 (시안)**.
- 국정기획자문위원회. (2017). **문재인정부 국정운영 5개년 계획**.
- 권오남, 박지현, 박정숙. (2011). **창의, 인성교육을 위한 수학 수업 모형 사례**. A-수학교육, 50(4), 403-428.
- 김도훈, 한경희, 장덕호. (2016). **2045 미래 사회 인재상 및 핵심 과학역량 마일스톤 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 김보경(2017, 3). 유니콘으로 바라본 스타트업 동향과 시사점. TRADE BRIEF, 8, 1-8.
- 김영옥, 고성은, 김영록, 박혜숙, 이상옥, 장정옥, 조도상. (2017). **미래 인재상에 적합한 수학학습 내용 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 김영옥, 김영록, 신동관, 이상옥, 장정옥, 조도상. (2015). **수학학습 내용요소 추출 연구** (한국과학창의재단 BD16030007). 서울: 한국과학창의재단
- 김재덕, 고연주, 이현주. (2017). **과학관련 사회쟁점 수업이 초등학생의 과학과 핵심역량 함양에 미치는 효과**. 학습자중심교과교육연구. 17(8). 339-362.
- 김희백, 강남화, 김명화, 맹승호, 박종석, 백운수, 손정우, 심규철, 오필석, 이기영, 이봉우, 정은영, 한인식. (2017). **미래세대 과학교육표준 개발을 위한 기초 연구** (한국과학창의재단 BD17020011). 서울: 한국과학창의재단.
- 미래창조과학부·미래준비위원회·KISTEP·KAIST. (2017). **10년 후 대한민국, 미래 일자리의 길을 찾다**.
- 박영숙, Jerome C. Glenn. (2016). **세계미래보고서 2050 - 미래사회, 인류에게 가장 중요한 것을 말한다 (이영래, 옮김)**. 서울: 교보문고.
- 박현주, 백운수, 김재현, 이성민, 김나형, 민병욱, 박기락, 신주란, 손준호, 송진여, 송명희, 김건희. (2016). **SSI(Socio-Scientific Issues) 교수학습프로그램 개발 연구**. (한국과학창의재단 BD17030001). 서울: 한국과학창의재단.
- 백승철, 조성혜, 김남희, 노규성. (2017). **디지털 융합시대의 디자인 사고 기반 사회문제 해결 아이디어 구체화 프로세스에 관한 연구**. 디지털융복합연구, 15(2). 155-163
- 성지은, 송위진, 김종선, 정서화, 한규영. (2016). **멘토링을 통해 본 사회문제 해결형 기술개발사업**.

- STEPI Insight. 191(0). 1-31.
- 심재권, 김자미, 이원규. (2011). **초등 영재의 정보과학교과 수행능력과 영재성 간의 관계분석**. 한국정보교육학회. 15(3). 365-373.
- 영국 교육청(Department for education) (2013). **국가 수준 교육과정**. <https://www.gov.uk> 에서 2017. 8. 11. 인출
- 이민화. (2017). **4차산업혁명과 미래사회**. 서울: 창조경제연구회.
- 이승규, 지선미. (2017). **4차 산업혁명과 일자리 변화에 대한 국내 산업계의 인식과 전망**. ISSUE PAPER 2017-02. 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 이환철, 이화영, 이은정, 조혜정, 정나리, 나준영. (2016). **수학기반 인재양성 미래비전 연구**. 서울: 한국과학창의재단.
- 일본 문부과학성. (2017). **4차 산업혁명대응 인재육성시책**.
- 장경애. (2004). **과학자들의 진로선택과정에서 나타난 부각요인**. 한국과학교육학회. 24(6). 1131-1142
- 전승준, 고훈영, 이영식, 곽영순, 최성연, 강훈식, 박민아. (2017). **모든 한국인을 위한 과학 개발** (한국과학창의재단 BD17020010). 서울: 한국과학창의재단.
- 홍후조. (2017). “새로운 학력관! 교육과정-수업-평가에서 어떻게 구현할 것인가?”에 관한 토론 (한국교육개발원, 교육정책네트워크 CRM-2017-64-04). 충북: 한국교육개발원
- 황우형, 이중권, 김동중, 신재홍, 임웅, 박정은, 박승렬. (2015). **공학 도구 활용 수학교과서 개선 방안 연구** (한국과학창의재단 BD16010003). 서울: 한국과학창의재단.
- Andreas Schleicher (2015, November). *Skilled for Life*. Presented at the PIAAC International Conference held in Haarlem, the Netherlands.
- Baweja, B., Donovan, P., Haefele, M., Siddiqi, L., & Smiles, S. (2016). Extreme automation and connectivity: the global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution. In *UBS White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting*.
- CEDA. (2015). *Australia's future workforce*.
- Common Core State Standards Initiative. (2014). *Common Core State Standards for Mathematics*. retrieved from <http://www.corestandards.org/Math/>
- Edge Foundation. (2016). *The digital revolution: The impact of the Fourth Industrial Revolution on employment and education*.
- Eric, B. (2012). *Integrating Engineering + Science in Your Classroom*. NSTA.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment. *How susceptible are jobs to computerisation*.
- John, E. (2009). *Activities Linking Science Match 5-8*. NSTA.
- Kankaraš, M., Montt, G., Paccagnella, M., Quintini, G., & Thorn, W. (2016). Skills Matter: Further Results from the Survey of Adult Skills. *OECD Skills Studies*. OECD Publishing.
- Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. (2006). Project-based learning. In Sawyer, R. K. (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge.
- Michigan State University. Retrieved August 11, 2017, from

<http://create4stem.msu.edu/project/list.html>

NSF. Retrieved August 11, 2017, from <https://www.nsf.gov/>

Partnership for 21st century learning. Retrieved August 11, 2017, from <http://www.p21.org.html>

Phyllis, C. B., Elliot, S., Ronald, W. M., Joseph, S. K., Mark, G., and Annemarie, P. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*. 26(3-4). 369-398.

Platform Onderwijs 2032. (2016). *Ons onderwijs2032 Advisory Report*.

Richard H. M. & Susan A. E. (2016). *More Everyday Engineering*. NSTA.

Streefland, L. (Ed.). (1991). *Realistic mathematics education in primary school: on the occasion of the opening of the Freudenthal Institute*.

The Royal Society. (2014). *Vision for science and mathematics education*.

WEF. (2015). *New Vision for Education, Fostering Social and Emotional Learning through Technology*.

WEF. (2015). *New Vision for Education, Unlocking the Potential of Technology*.

WEF. (2016). *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.