

디지털 대전환 시대의 모든 아이를 위한 보편적 정보 교육 확대 방안

2021.06



정보교육확대추진단



한국정보과학회
Korean Society for Information Scientists and Engineers



KISTIF
한국정보과학교육원



한국정보교육학회
The Korea Association Computer Education



한국컴퓨터교육학회
The Korea Association Computer Education



KOREAN SOCIETY FOR INTERNET INFORMATION
사단법인 한국인터넷정보학회



한국정보처리학회
KIPS Korea Information Processing Society



한국과학창의재단
Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity



SPRI 소프트웨어정책연구소
Software Policy & Research Institute

디지털 대전환 시대의 모든 아이를 위한
보편적 정보 교육 확대 방안

연구보고서 RE-107

발행일 2021년 6월

발행인 박현재

발행처 소프트웨어정책연구소

경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A) 4층

Tel : 031-739-7300 Fax : 031-739-7199

디자인·제작 방형식디자인 Tel : 02-2082-6388

연구진

기 획

서정연(서강대학교), 박현제(소프트웨어정책연구소), 김두현(건국대학교),
김재현(성균관대학교), 김한일(제주대학교), 김현철(고려대학교), 나연목(단국대학교),
신용태(송실대학교), 심규석(서울대학교), 유정수(전주교육대학교), 이재호(경인교육대학교),
이현숙(한국과학창의재단), 진희승(소프트웨어정책연구소)

집 필

김한성(소프트웨어정책연구소), 강신천(공주대학교), 김수환(총신대학교),
신승기(서울교육대학교), 윤일규(한국과학창의재단), 김종범(한국과학창의재단),
서영희(소프트웨어정책연구소)

도움 주신 분

김진형(중앙대학교), 김홍래(춘천교육대학교), 김자미(고려대학교), 장윤재(고려대학교),
전용주(안동대학교), 전수진(호서대학교), 정웅열(경기백신중학교), 전재천(대구매천초등학교),
이대송(함양특수교육지원센터), 유원진(대구강림초등학교), 박선우(소프트웨어정책연구소)

이 보고서는 연구진의 의견으로 과학기술정보통신부의 공식 입장과 다를 수 있습니다.

보편적 정보 교육 확대를 지지하며

한국과학기술한림원 원장

한민국



미래 사회를 살아갈 우리 아이들은 디지털 대전환 시대의 중심에 서 있습니다. 우리 교육이 디지털 대전환 시대를 준비하고 있는지, 또 미래 사회를 이끌어갈 충분한 교육을 제공하고 있는지 걱정하는 사람들이 많습니다.

코로나 사태에서도 보듯이 온라인 교육의 강화, 재택근무 등 비접촉 생활이 일상화되고 있습니다. 이러한 중심에는 IT가 자리 잡고 있습니다.

디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 강화는 우리 초·중등교육의 핵심적 요소 중 하나입니다. 소프트웨어와 인공지능 중심의 디지털 대전환이 가속화되고 있는 상황에서 종전의 교육 모델에 안주할 수 없습니다.

미래에 대비하는 정보 교육을 위해서 관련 교과목과 수업 시간을 증가하고 교육의 질을 향상하기 위한 전문 교사 배치와 체계적인 교원 연수를 실시하여야 하며 동시에 SW·AI 융합 교육을 철저히 추진하여야 합니다.

이러한 상황에서 본 보고서에서 제시하는 5대 권고 사항은 미래인재 양성을 위해 우리나라 초·중등교육이 나아가야 할 아주 중요한 방향을 담고 있습니다.

우리 교육도 종래의 틀에서 벗어나 새로운 시대를 이끌어갈 우리 학생들에게 꿈은 물론 생존할 방법을 알려주어야 합니다.

감사합니다.

‘AI하기 좋은 나라’ 초·중고 정보 교육 대혁신으로부터

한국공학한림원 회장
권오경



우리는 지금 ‘디지털 대전환’의 소용돌이 속에서, ‘교육 대변혁’의 거스를 수 없는 시대적 요구를 온몸으로 경험하고 있습니다. 인문·사회·경제·과학 전 분야가 디지털 기반의 패러다임으로 빠르게 변화하고 있고, 이에 대응하기 위한 초·중등교육 단계에서부터의 SW·AI 소양을 갖춘 인재 양성은 가장 시급하고도 절박한 국가적 차원의 문제로 대두되었습니다. 이미 미국, 영국, 이스라엘, 인도 등 선진 주요국은 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력을 중심으로 하는 디지털 혁신역량 교육으로 발 빠르게 전환하고 있습니다.

한 번 뒤처지면 영원히 뒤처지는 상황이 올 수 있는 승자독식의 경쟁에서 이번 ‘2022 초·중고 교육과정 개편’은 절체절명의 마지막 기회입니다. 과거 2000년 ‘세계에서 컴퓨터를 가장 잘 쓰는 국민 육성’을 목표로 했던 ‘ICT 교육정책’이 오늘의 ‘IT강국 코리아’를 가능케 하는 기반이 되었다면, 이제 ‘세계에서 SW, AI를 가장 잘 이해하고 만들어 낼 수 있는 나라’를 위한 교육정책의 대전환으로 ‘AI강국 코리아’로 도약해야 할 차례입니다.

인공지능 관련 교육내용이 보편적인 초·중고 정보 교육의 핵심이자 독립된 필수교육으로 자리매김하고, 적정 수업시수의 의무화, 전문 정보 교원 확충 등을 골자로 하는 ‘초·중등 SW·AI 교육과정 개선 및 교원양성 체계 개편’에 온 역량을 쏟아야 하는 이유입니다. 모든 국민이 인공지능 기술을 쉽게 이해하고 활용할 수 있는 디지털 기초 소양을 갖추 수 있다면 4차 산업혁명 시대는 분명 개인의 자아성취와 행복증진, 나아가 국가발전의 대전환점이 될 것입니다.

‘인공지능 시대’는 ‘인재 전쟁의 시대’가 될 거라고 합니다. 우수한 디지털 인재를 키우고, 세계의 우수한 인재가 모이는 ‘AI하기 좋은 나라, 대한민국’을 향한 교육 대변혁의 발걸음에 모두 함께 힘을 실어 주실 것을 응원하며 지지합니다.

보편적 정보 교육을 위한 여정을 응원하며

국가교육회의 디지털교육특별위원회 위원장

이찬규



교육에는 시간성과 공간성이 존재한다. 한국이라는 공간 속에서 과거를 읽고, 현재에 발을 디디며, 미래를 바라보고 걸어가야 한다는 점에서 시간성이 존재한다.

한국은 이미 세계와 함께 호흡하고 있으며, 우리가 살아가고 있는 세상은 디지털 시대로의 전환이 이미 진행형이고, 지금 초·중·고교에서 공부하고 있는 학생들은 향후 디지털 기술의 정점인 인공지능 사회라는 공간에서 살아갈 것이 명약관화하다. 이 추천사를 쓰고 있는 필자는 한국어학을 연구하는 인문학자이지만 나의 눈에도 우리 세상은 이미, 언어의 세계와 디지털 세계가 뒤엉킨 가상세계로 진입하고 있음이 선명하게 보이고 있다. 교육자나 선 경험자들은 학습자나 후 경험자들이 미래라는 공간에서 더 먼 미래를 계획하며 살아갈 수 있도록 터전을 마련해 주어야 한다. 그래야 세상은 발전한다.

또한 교육은 개인의 이익과 사회의 이익이 부합되는 방향으로 가는 것이 가장 바람직하다. 현재로서는 디지털 정보 교육이 그렇다. 이것은 학생 개인에게 예측 가능한 삶을 설계할 수 있는 도구가 되어 줄 것이며, 사회적으로는 일자리 창출과 번영을 가져다줄 수 있는 길이라는 점에서 이견이 없기 때문이다. 물론 자본과 기술의 결합으로 인한 부의 양극화, 개인 정보 보호, 데이터 편향성과 같은 윤리 문제 등 해결해야 할 문제도 많지만 그렇다고 해서 미래를 준비하지 않을 수는 없다. 병충해나 태풍, 가뭄 등이 무서워 법씨를 뿌리지 않는다면 우리 사회는 어찌 되겠는가? 우리는 이미 5년 전에 씨를 뿌렸어야 한다.

2022년 교육과정 개정이 우리에게 주어진 마지막 기회이다. 혹자는 일부 사람만 전문가로 기르면 되지 않겠느냐고 주장할 수 있다. 그러나 정보 교육이 전문가 교육으로 간다면 우리 사회는 앞으로 심각한 불평등과 고비용 속에서 허우적거릴 수밖에 없다. 앞으로 10년 후의 세상만 보더라도 디지털 역량은 한 개인이 자신의 삶을 주도적으로 살아갈 수 있느냐 없느냐를 결정하는 중요한 기본 자질이 될 것이라는 점이 분명하다. 그것이 디지털 정보 교육이, 보편 공통 교육으로 자리 잡아야 하는 절실한 이유이다.

보고서를 발간하며

정보교육확대추진단 단장
서정연



컴퓨터 기술의 발전으로 소프트웨어와 인공지능이 산업의 핵심이 되는 4차 산업혁명 시대가 도래하였습니다. 4차 산업혁명 시대의 도래는 산업의 변화뿐만 아니라 교육의 혁신적인 변화를 요구합니다. 소프트웨어와 인공지능 기술이 모든 분야에 적용되어 산업과 삶의 방식을 주도하기 때문에 소프트웨어와 인공지능은 모든 국민이 알아야 하는 기본교육이 되어야 하기 때문입니다. 이러한 관점에서 세계적으로 많은 국가에서 초·중등 교육과정에서 컴퓨터과학 관련 교육과정을 확대하고 있습니다. 1차 산업혁명으로 인하여 수학이나 과학과 같은 교육이 보통교육으로 모든 국민들에게 실시되기 시작한 것과 같이 4차 산업혁명 시대에는 컴퓨터과학이 모든 국민들이 알아야 하는 기초 소양이 된 것입니다.

이에 대한민국의 교육과정도 모든 학생에게 소프트웨어와 인공지능의 기본 원리인 컴퓨팅사고력을 갖추 수 있도록 초·중등 교육과정에서 정보 교육을 확대해야 합니다.

산업혁명은 일자리의 변화를 가지고 옵니다. 여러 차례의 산업혁명에서 보아 온 것과 같이, 기존의 많은 일자리가 사라지고 새로운 형태의 일자리가 늘어나게 됩니다. 산업혁명에 따른 이러한 일자리의 변화는 4차 산업혁명에서도 마찬가지로 예견되고 있습니다. 미래에는 많은 기존 일자리들이 자동화되어서 사라진다고 합니다. 이미 금융업과 같은 산업에서는 거의 모든 업무가 온라인으로 바뀌면서, 많은 지점이 사라지고 있습니다. 따라서 지점에서 근무하던 일자리들이 사라지고 있고, 온라인 업무를 관리하는 일자리는 대폭 늘어나고 있습니다.

지금 아이들이 자라나서 갖게 되는 많은 일자리는 디지털화된 환경에서 필요한 기초 역량을 요구하게 됩니다. 디지털 데이터의 개념과 이러한 데이터를 처리하여 문제를 해결하는 다양한 알고리즘에 대한 기본적인 이해 능력이 필요합니다. 이것을 컴퓨팅사고력(Computational Thinking)이라고 부릅니다. ICT활용능력과 컴퓨팅사고력을 체계적으로 가르치는 정보 교과 교육을 이번 2022년 교육과정 개편에서 확대해 실시하도록 개정을 해야 합니다. 아이들 개개인의 경쟁력을 위해서 모든 학생이 4차 산업혁명 시대에 필수적인 새로운 기초 역량을 공교육을 통해서 충분히 배울 수 있는 기회를 주는 것이 국가가 해야 할 일이라고 생각합니다.

디지털 세상을 살아가야 하는 아이들을 위한 교육과정 개편이 조속히 이루어지기를 희망하면서, 이 보고서를 내게 되었습니다.

감사합니다.

디지털 대전환 시대의 모든 아이를 위한 5대 권고문

배경 및 목적

- 본 보고서는 디지털 대전환 시대에 학생들에게 요구되는 핵심역량은 무엇인지, 그리고 어떻게 길러줄 수 있는지를 살펴보고 우리 정부의 역할과 교육적 개선 방안을 제안함
- 이를 위해 체계적 문헌 분석과 관련 학회, 유관기관 전문가들과의 숙의 과정을 거쳐 주요 내용을 분석하고 다음과 같이 5가지 주요 권고문을 도출하였음

5대 권고문

01

미래역량

- 미래 사회를 살아갈 아이들을 위해 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 강화 방안이 초·중등교육을 위한 미래 인재상, 핵심역량, 교육과정 개정의 중점 사항에 포함되어야 함
- 미래는 소프트웨어와 인공지능 중심의 디지털 대전환이 가속되고 있으며, 디지털로 세상을 바라보고 새로운 가치를 만들어 내는 능력이 요구됨
 - 이러한 능력을 ‘디지털리터러시’라고 하며, 디지털리터러시를 함양하기 위해서는 디지털에 대한 기초적인 이해·활용 교육과 컴퓨팅파워를 활용한 문제해결력 즉, 컴퓨팅사고력 교육이 균형 있게 다루어져야 함

02

교육과정

- 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 강화를 위해서는 초·중등 정보 교육과정의 완전한 독립·필수화 및 수업 시수 확대를 해야 함
- 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 교육을 담당하는 초중등 정보 교육은 초등학교 17시간, 중학교 34시간으로 매우 적은 시수로 인해 ‘교육 내용의 체계성과 연계성 결여’, ‘교육 기회의 격차’, ‘정보 교사 번아웃’ 등 학교 현장의 주요 문제를 일으키며 온전한 정보 교육이 실행되기 위한 큰 걸림돌이 되고 있음
 - 이에, 본 보고서는 초·중등학교의 정상적인 정보 교육을 위해서는 최소한 초등학교 정보 교과목의 독립·필수 68시간(3~4학년 군), 중학교 독립·필수 136시간, 고등학교 독립·필수 64시간(4학점)이 필요함을 제안함



03 교원

정보 교육의 질 담보를 위해 중·고등학교 기준 1개교 1정보 교사를 배치하고, 교육대학에 초등컴퓨터교육 전공을 강화하며, 체계적인 교원 양성 및 연수를 시행해야 함

- 현재 중학교 교사의 절반 정도(49%)가 2개교 이상을 순회하는 것으로 나타났으며, 이는 교육의 질적 문제로 이어지는 심각한 상황을 발생시킴
- 이를 해결하기 위해서는 1개교 1정보 교사 배치가 필요하며, 2026년까지 중등 정보 교사는 3,000명 확보를 목표로 매년 약 400명의 신규 교사와 200명의 전교 교사를 확보해야 함
- 또한 초등학교 교사의 정보 교육 역량을 강화하기 위해 교육대학의 초등컴퓨터교육 전공을 강화하고 현장교사 연수를 확대해야함

04 융합 교육 방법

체계적인 SW·AI 기반 융합 교육을 위해서는 정보 교과를 통한 기초교육을 강화하고 다양한 융합 교육 모델을 개발해 확산하는 과정이 선행되어야 함

- 정부에서 발표한 정책에 미래 교육의 방향 중 하나로 SW·AI 융합 교육이 제안되고 있으나, 체계적인 융합 교육을 위해서는 각 교과 또는 지식 영역별 기초 역량 교육이 선행되어야 함
- 이에, 수학, 과학과 같이 정보 교육을 위한 충분한 수업 시간 확보와 함께, CS-STE(A)M 교육 모델 등을 참고한 다양한 SW·AI 융합 교육 모델을 개발해 보급할 필요가 있음

05 인프라

지속 가능한 학교 인프라 운영 및 정보 교육을 위한 종합 플랫폼이 개발되어야 함

- 정부의 다양한 컴퓨터 실습실 인프라 개선 정책 추진을 통해 학교의 노후 컴퓨터 교체 등 대규모 시설 개선이 이루어졌으나 고정형 실습실 개선에 집중되었으며, 보다 지속 가능한 운영 모델을 도출하는 것에 한계가 있음
- 이에, 학교 실습실의 클라우드 환경 구축과 OLPC(One Laptop Per Child), BYOD(Bring Your Own Device) 정책을 적극적으로 검토해 지속 가능한 모델을 만들어야 하며, 학습자들이 공교육 환경에서 자유롭게 정보 교육을 배울 수 있는 종합 플랫폼이 함께 마련되어야 함

CONTENTS | 목 차

1. 배경 - 왜 정보 교육이 중요한가?	12
1-1 디지털 대전환 시대로의 돌입	13
1-2 디지털 대전환 시대를 살아가기 위한 두 가지 축!	16
1-3 디지털 대전환 시대의 핵심역량, 컴퓨팅사고력!	18
1-4 컴퓨팅사고력 함양을 위한 정보 교육 강화 필요!	20
2. 해외 주요국은 어떻게 가르치고 있나?	22
2-1 해외 주요국 추진 현황 및 특징	23
2-2 주요국별 특징 및 아젠다	25
3. 우리나라는 어떻게 가르치고 있나?	32
3-1 교육 현황	33
3-2 주요 문제점	35
4. 정보 교육에 대한 학생, 학부모, 교원의 생각은?	42
4-1 조사 개요	43
4-2 주요 결과 요약	44
4-3 학생 인식	45
4-4 학부모 인식	46
4-5 교원 인식	48
5. 모든 아이를 위한 정보 교육 개선 방안	50
5-1 초·중등 교육과정 개선 방안	51
5-2 교원 양성 및 역량 개선 방안	73
5-3 융합 교육 추진 개선 방안	80
5-4 고교학점제 대응 방안	85
5-5 특성화고 교육 개선 방안	93
5-6 교육 인프라 및 플랫폼 개선 방안	108
[부록] 정보 교육! 질의응답(Q & A)	114

[부록] 정보 교육! 질의응답(Q&A)	114
Q&A_1 정보 교육, SW 교육, AI 교육은 같은 건가? 다른 건가? 그리고 프로그래밍은 꼭 배워야만 하나?	115
Q&A_2 컴퓨팅사고력(Computational Thinking, CT)은 무엇인가?	116
Q&A_3 컴퓨팅사고력 함양을 위한 교육 내용은 무엇이고, 타 교과와는 어떤 관계를 갖나?	118
Q&A_4 정보 교육은 꼭 어린 시절부터 필요한가? 대학에서 하면 안 되나?	120
Q&A_5 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력은 어떤 관계인가?	123
Q&A_6 수학적사고력과 컴퓨팅사고력은 무슨 관계인가? 수학 교육만 잘하면 정보 교육은 필요 없는 것 아닌가?	126
Q&A_7 초등학교에는 정말 독립교과가 필요한가? 교과별 융합 교육으로는 안 되는 걸까?	128
Q&A_8 우리나라 중·고등학교의 실제적인 정보 교육 시수는 몇 시간인가? 문제는 없나?	130
Q&A_9 정보 교과 수업 시수를 늘리면 정말 아이들의 부담감이 증가할까? 대응 방안은 없나?	133
Q&A_10 정보 교육이 강화되면 사교육이 더욱 증가하는 거 아닌가?	134
Q&A_11 정보 교육은 누가 가르칠 수 있나? 기술·가정 교사 자격을 가진 교사가 연수받아 가르치면 안 되나?	136
Q&A_12 타 교과에서는 어떻게 AI 융합을 하고 있나? 문제점과 개선 방안은 무엇인가?	137
Q&A_13 우리나라의 SW·AI 기술 수준은 어떠한가? 초·중등 정보 교육을 열심히 하는 나라가 정말 SW·AI 수준도 높은가?	139

1. 배경 - 왜 SW·AI교육이 중요한가?

1-1 디지털 대전환 시대로의 돌입	13
1-2 디지털 대전환 시대를 살아가기 위한 두 가지 축!	16
1-3 디지털 대전환 시대의 핵심역량, 컴퓨팅사고력!.....	18
1-4 컴퓨팅사고력 함양을 위한 정보 교육 강화 필요!	20



1

배경 - 왜 정보 교육이 중요한가?

1-1 디지털 대전환 시대로의 돌입

□ **(디지털 대전환 시대 가속화)** 소프트웨어(SW)와 인공지능(AI)에 기반한 디지털 대전환은 단순한 새로운 기술의 등장 차원을 넘어, 전 분야에 걸친 빅블러(Big Blur)* 현상의 가속화를 가져옴

* Big Blur : SW · AI로 대표되는 디지털 기술로 인해 산업 간/온 · 오프라인 간 경계가 모호해지는 현상을 의미함

- 인문 · 사회 · 경제 · 과학의 전 분야는 디지털 기반의 패러다임으로 빠르게 변화하고 있으며, 이에 대응하기 위한 국가적 차원의 준비 필요
 - 디지털 시대의 빠른 변화에 대해 유토피아/디스토피아적 시각이 혼재하나, 철저한 준비가 필요하다는 것이 전문가들의 공통 인식



© World Economic Forum

마이크로소프트 창업자 빌 게이츠는 인공지능은 적은 노동력으로 더 많은 생산과 서비스를 가능하게 하는 최신 기술이며, 인간의 친구가 될 수 있다고 언급하며 제대로 된 준비가 필요함을 지적¹⁾



© World Economic Forum

세계적 역사학자인 유발 하라리는 디지털 기술의 빠른 발전은 일자리, 자유 평등과 같은 인간 삶의 기본 구조를 위협할 수도 있음을 경고하며 적극적인 대응이 필요함을 지적²⁾



© Yuichi Sakuraba

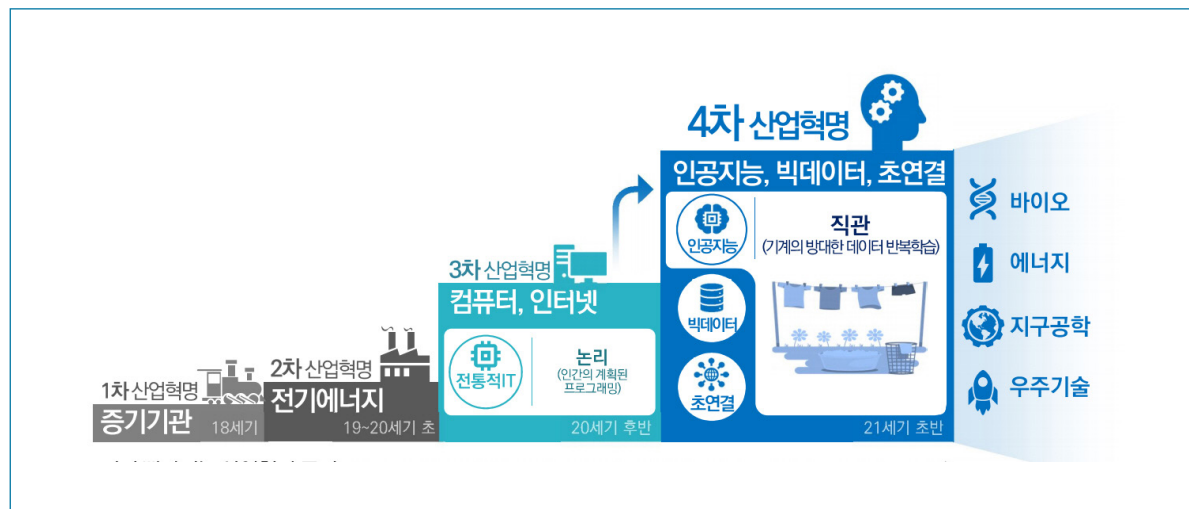
미래학자 레이 커즈와일은 디지털 기술이 인간의 능력을 넘는 순간을 '특이점(singularity)'이라고 부르며, 미래 기술 빠른 변화의 속도와 영향력으로 인해 사회의 모든 개념에 극적인 변화가 일어날 것을 예상, 이에 대한 체계적인 준비가 필요함을 지적³⁾

* 참고: 구글 검색(검색일, 2021.05.17)

1) 연합뉴스(2018). 빌 게이츠 'AI 종말론' 일축... "AI는 인간의 친구", 연합뉴스(2018.02.17.). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180217047100072>. (검색일:2021.05.17.).
 2) 연합뉴스(2017). 유발 하라리 "무지·공포 아닌 이해에 기반한 AI 규제 필요". 연합뉴스(2017.07.13.). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170713105200005>. (검색일:2021.05.17.).
 3) 동아사이언스(2020). 미래학자 레이 커즈와일 "2030년 사람 뇌와 AI 잇는 인터페이스 나온다". 동아사이언스(2020.09.18.). <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=39929>. (검색일:2021.05.17.).

□ **(디지털 대전환 시대를 이끄는 SW · AI)** 디지털 대전환 시대는 지능(AI), 정보(빅데이터), 신기술(메타버스)과 같이 SW · AI 기반의 지능정보기술이 국가 경쟁력의 핵심이자 개인의 삶 전반에 영향을 미침

구분	국가 핵심역량
1~3차 산업혁명 시대	수학, 과학, 컴퓨터에 기반한 효율적인 제조 및 자동화 역량
4차 산업혁명 시대	SW · AI에 기반한 지능정보기술 확보 및 산업 융합 역량



* 참고: 장병규(2018). 4차산업혁명위원회 주요성과 및 추진방향 자료집. 4차산업혁명위원회

□ **(사회 · 경제 전반의 대전환!)** 디지털 대전환 시대가 가속화됨에 따라 미래 일자리는 SW에 기반한 자동화로 대체되거나 특성이 변화됨

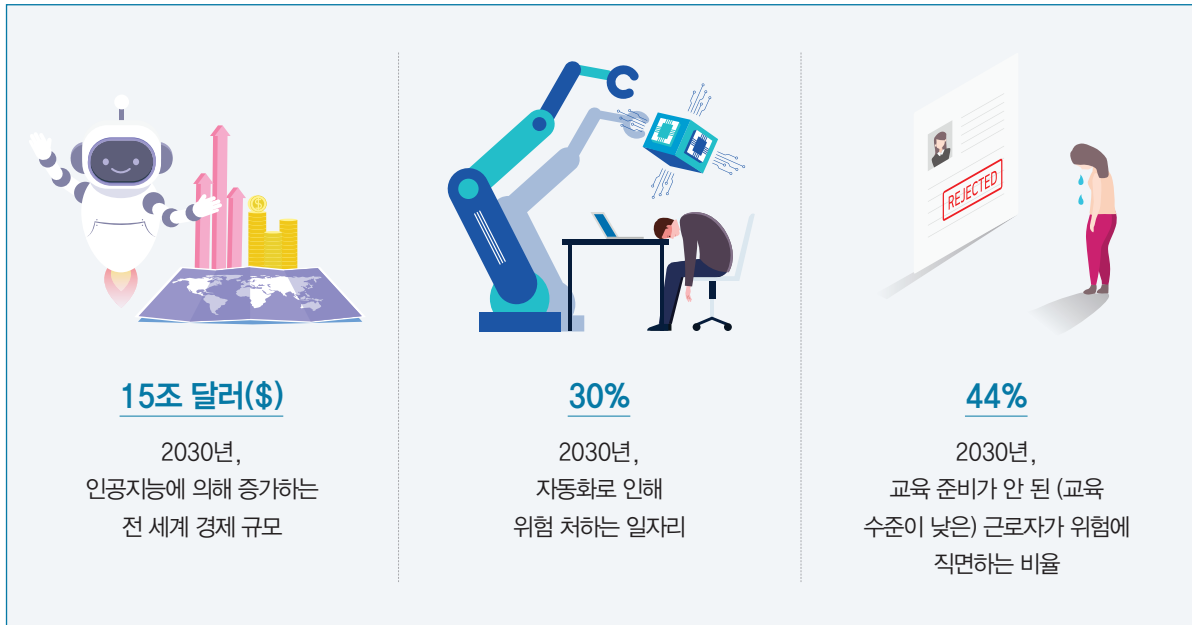
- OECD에서 따르면, 디지털 전환으로 인해 15~20년 뒤에는 일자리가 자동화로 전면 대체(약 14%) 될 뿐만 아니라, 일의 특성이 디지털로 인해 급격히 변화될 가능성(약 32%)이 클 것으로 예측(OECD, 2019)
- 전 세계적으로도 디지털 전환 시대의 핵심인 ICT Skill을 습득하지 못한 비율이 60%에 달해 글로벌 문제가 될 수 있음을 지적(OECD, 2019)



* 참고: OCED(2019), THE FUTURE OF WORK: OECD Employment Outlook 2019.

- 글로벌 컨설팅 기업인 PWC에 따르면, SW를 만들고 응용할 수 있는 일자리는 지속해서 창출되나, 관련 준비가 부족할 경우 큰 손실이 발생할 것으로 예측됨

* PWC(2020)는 2030년경, 분야별 교육 준비도(수준)가 낮은 경우 일자리 위험에 처할 비율이 44%에 해당하고 있으며, 대부분의 일자리는 도메인 지식과 SW에 대한 이해가 함께 요구됨



* 참고: John Hawksworth 외(2020), Will robots really steal our jobs?, PWC 컨설팅

1-2 디지털 대전환 시대를 살아가기 위한 두 가지 축!

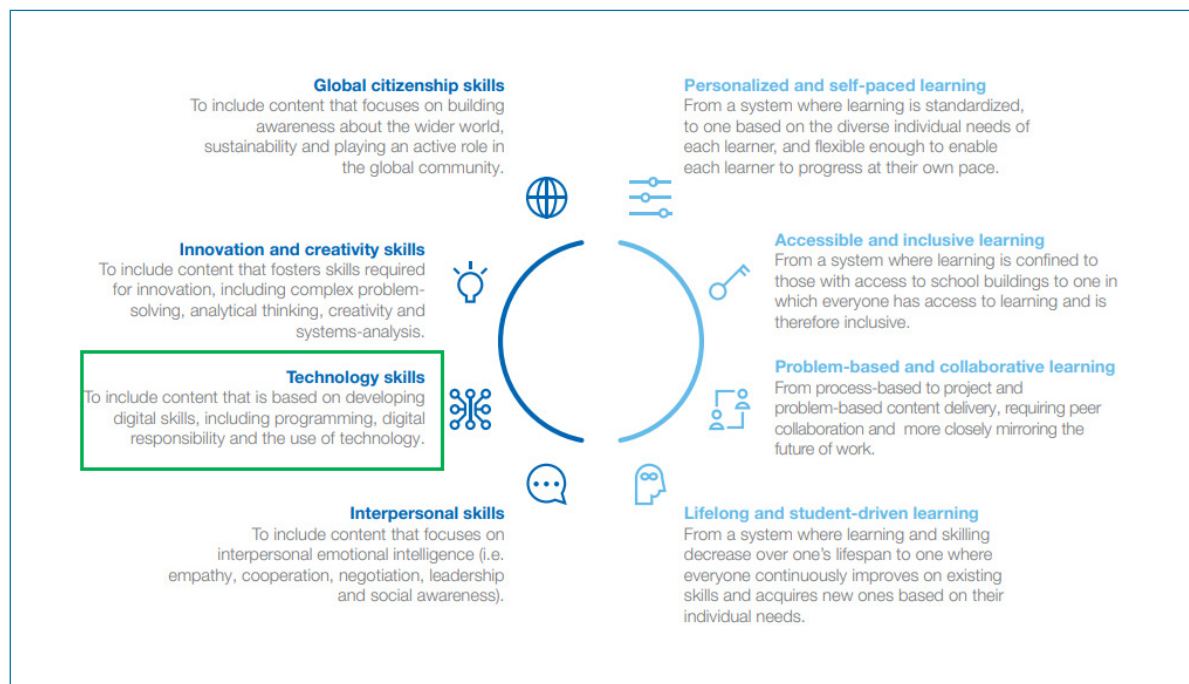
□ (기초 소양과 전문 역량) 국가 경쟁력 및 아이들의 미래 일자리를 위한 준비뿐만 아니라 디지털 기반의 미래 사회를 살아가기 위해 요구되는 기초 소양을 길러주기 위한 국가적 차원의 준비 필요

- European Union(EU)은 아이들이 미래 사회를 살아가는 데 필요한 기초 소양(디지털리터러시) 관점과 국가 경쟁력 및 일자리 준비를 위해 필요한 전문 역량 관점을 모두 고려해 정보 교육을 의무교육에 포함⁴⁾

〈 EU의 정보 교육 의무화 확대 근거 〉

1. 청소년들이 디지털을 통해 자신을 표현하며, 일상적인 문제를 다른 관점에서 분석하고 해결할 수 있도록 디지털 역량 개발 필요
2. 경제 성장을 촉진 시키고, 미래의 일자리를 위해 필요한 역량 함양을 위해 필요

- World Economic Forum(2020)는 미래 학교(School of Future) 보고서를 통해 디지털 기반 사회를 살아가기 위해서는 학교가 '프로그래밍, 디지털 책임성' 등과 같은 디지털리터러시를 적극적으로 길러주어야 함을 강조

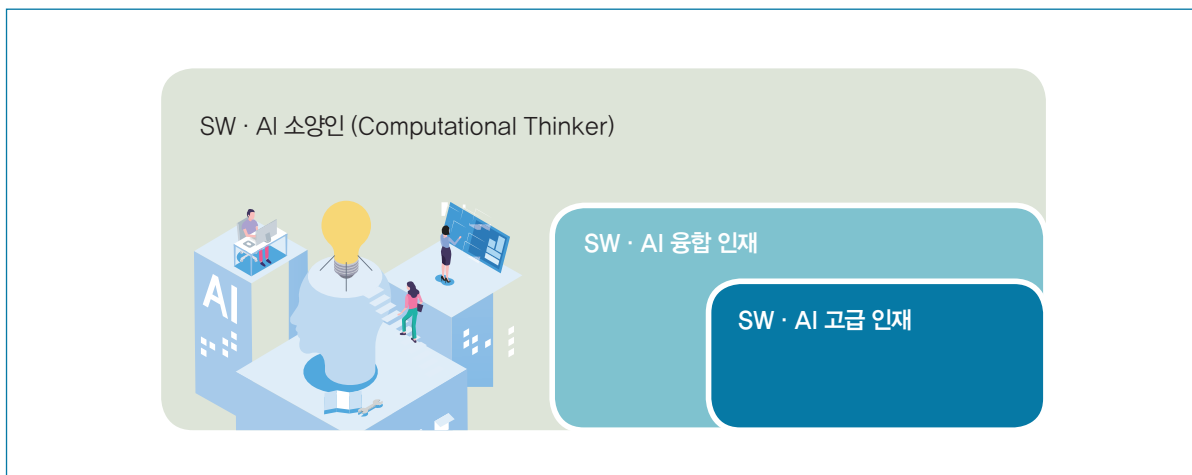


* 참고: World Economic Forum(2020), Schools of the Future. WEF.

4) S Bocconi et al(2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Implications for policy and practice*. JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT.

□ **(우리 정부의 노력!)** 정부는 디지털 대전환과 COVID-19에 따른 구조적 변화에 대응 및 선도국가로의 도약을 위해 한국판 뉴딜 종합계획을 발표했지만, 보편교육 관점의 정보 교육 강화 필요(관계부처 합동, 2020)

- 한국판 뉴딜의 큰 축인 디지털 뉴딜은 경제 전반의 디지털 혁신과 역동성을 촉진·확산, 즉 디지털 대전환의 확산을 목표로 하고 있으며, 이 중 핵심은 DNA(Data, Network, AI) 생태계 강화 정책
 - 정부는 디지털 뉴딜을 통해, 기발표된 데이터·AI 경제 활성화 계획(2019.1), 5G+ 전략(2019.4), 인공지능 국가전략(2019.12)에 이어 종합적인 DNA 생태계 강화 정책을 제시
- 디지털 뉴딜의 핵심 정책 중 하나로 'D.N.A' 생태계 강화를 제시하고 있으며, 디지털 뉴딜의 성공으로 이어지기 위해서는 인재 양성을 통한 지속 가능한 생태계 구축이 핵심
 - 과학기술정보통신부는 한국판 뉴딜의 주요 과제 중 하나인 소프트웨어·인공지능(SW·AI) 10만 인재 양성을 위해 AI 대학원, SW중심대학, ICT 이노베이션 조성 등의 고급 인재 양성을 추진
 - 미래 디지털 인재의 저변을 넓히고 지속 가능한 생태계 구축을 위해서는 초·중등교육 단계에서부터의 체계적인 정보 교육을 통해 SW·AI 소양을 갖춘 인재 양성의 기반 필요



1-3 디지털 대전환 시대의 핵심역량, 컴퓨팅사고력!

□ 교육부는 미래형 교육과정 추진계획을 발표하며, 기존의 3R(읽고, 쓰고, 셈하기)에서 벗어나 여러 교과를 학습하는데 기반이 되는 언어, 수리, 디지털리터러시 등의 기초 소양 강조(교육부, 2021)

※ OECD의 핵심 기반 중 인지적 기반의 요소와 정의(교육부, 재인용)

- (언어 리터러시) 다양한 목적을 위해 다양한 형식과 상황에서 텍스트와 시각적 정보를 이해, 해석 사용하고 창출하는 능력(부호/부호 시스템의 인코딩 및 디코딩을 기반으로 의미 만들기)
- (수리 리터러시) 디지털 환경을 포함한 일상생활에서 수학도구, 추리 및 모델링을 사용하는 능력
- (디지털리터러시) 전통적인 literacy와 같은 기초능력에 의존하지만, digital literacy는 디지털 상황에서 적용되며, 새로운 디지털 도구와 역량에 의존함
- (데이터 리터러시) 데이터로부터 의미 있는 정보를 도출할 수 있는 능력, 데이터 읽기, 작업, 분석 및 데이터와의 논쟁 능력, 그리고 '데이터의 의미'를 이해하는 능력을 포함

* 참고 : 교육부(2021), 미래형 교육과정 추진계획 중 일부 발췌 · 수정

□ (디지털리터러시의 핵심, 컴퓨팅사고력!) 디지털리터러시는 디지털 사회 구성원으로 살아가기 위한 기초 소양으로서, ICT 도구 활용할 수 있는 기초 능력(ICT 활용)에서 컴퓨팅파워(추상화와 자동화)를 활용한 문제해결력 능력(컴퓨팅사고력)까지 포함(상경아 외, 2016; 김수환 외, 2017; 이현숙 외, 2020)

– 체계적인 디지털리터러시 함양을 위해서는 디지털을 이해하고 도구를 활용할 수 있는 소양 교육에서 시작해, 컴퓨팅사고력 함양 교육으로 단계적이고 종합적인 접근 필요



- 디지털리터러시는 디지털 사회 구성원으로서의 자주적인 삶을 살아가는 데 필요한 기본소양을 의미하며, 컴퓨팅 사고력과 ICT 활용 능력을 포함한 거시적 개념으로 사용됨
- 컴퓨팅사고력은 컴퓨터과학자뿐만 아니라 누구나 길러야 할 보편적 가치이자 사고력으로, '컴퓨터과학의 기본 개념을 토대로 문제를 해결하고, 시스템을 설계하고, 인간의 행동을 이해하는 능력(Wing, 2006)'으로 정의할 수 있음

* 영국 컴퓨팅 교사 단체인 CAS에서는 컴퓨팅사고력의 하위 요소로 알고리즘, 논리, 분해, 패턴, 추상화, 등을 제시하였으며, 이를 익히는 방법으로 만들기, 디버깅하기, 협력하기 등을 제시함

〈 영국 CAS에서 정의한 컴퓨팅사고력의 하위 개념 〉



* 참고: Andrew Csizmadia et. al(2015), Computational thinking A guide for teachers, Computing At School.

1-4 컴퓨팅사고력 함양을 위한 정보 교육 강화 필요!

□ **(차세대 기초 역량! 컴퓨팅사고력!)** 컴퓨팅사고력은 1~3차 산업화 시대에 강조되던 수학적사고력, 과학적사고력의 뒤를 잇는 차세대 기초 역량으로 강조됨(OECD, 2018*⁵⁾)

- OECD는 3년 주기로 전 세계 만 15세 학생들을 대상으로 '언어', '수학', '과학' 등의 기초 역량을 측정하고 있으며 (PISA), 2021년부터 측정 프레임에 '컴퓨팅사고력'을 포함
- European Union(EU) 또한 미래를 살아가기 위해 아이들에게 필요한 기초 역량으로 컴퓨팅사고력을 제시하며 정보 교육 강화⁶⁾

□ **(보편·의무교육의 필요성!)** 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력은 디지털 대전환 시대를 살아가는 아이들에게 요구되는 기초 필수 역량!

- 지금의 시대를 살아가는 모든 아이는 태어나면서부터 디지털로 둘러싸인 환경에 노출되는 디지털 네이티브(Native)!
 - 디지털 네이티브로서 책임감 있는 디지털 소비자이자 생산자로 살아가기 위해서는 디지털을 접하게 되는 어린 시절부터의 경험이 강조됨(WEF, 2020*)
- * WEF(2020)는 디지털 시대의 핵심으로 프로그래밍을 포함한 디지털 스킬 강조
- OECD(2018)에 따르면, 우리나라 학생들이 디지털 기기를 처음 경험 시기는 초등학교 저학년(전체 응답 학생의 65%)이 가장 많으며, 고학년이 되면 전체 응답자의 93%가 경험을 하게 됨

〈 디지털 기기를 처음 사용하는 나이(비율) 〉

나이	3세 이하	6세 이하	9세 이하	12세 이하	13세 이상
비율	3.16%	22.34%	40.30%	26.79%	7.19%

* 참고: 김혜숙 외(2020). OECD PISA 2018을 통해 본 한국의 교육정보화 수준과 시사점. 한국교육학술정보원.

- 기초 역량을 길러주기 위해서는 특정 집단을 위한 전문교육이 아닌 보편교육으로 시행하여야 하며, 초·중·등 단계의 무교육에 도입 필요
 - 보편교육은 사회적 계급이나 경제적 능력과 관계없이 누구나 교육을 받아야 한다는 것을 의미하며, 사교육만을 통한 교육 경험의 제공은 사회적 배경에 따른 디지털 역량의 격차를 발생시킬 가능성이 큼
 - 우리나라 4대 취약 계층의 경우 일반 시민 대비 약 60.3% 수준의 디지털 역량을 갖춘 것으로 나타나고 있음

〈 4대 취약 계층에 대한 디지털정보격차 수준(비율) 〉

구분	일반 시민	장애인	저소득층	농어민	고령층	평균
역량 수준	100%	74.2%	92.5%	69.0%	53.7%	60.3%

* 참고: 한국정보화진흥원(2020). 2020년 디지털 정보격차 실태조사.

5) OECD(2018). PISA 2021 MATHEMATICS FRAMEWORK, OECD

6) S Bocconi et al(2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education: Implications for policy and practice*. JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT.

- 버락 오바마(前 미 대통령), 시모어 페퍼트(MIT AI연구소 공동설립자) 등과 같은 전문가들 또한, 어린 시절부터의 프로그래밍 경험을 통한 컴퓨팅사고력 함양의 필요성을 한목소리로 강조함

‘컴퓨터과학을 배우는 것은 개인에게만 중요할 뿐만 아니라 미국의 미래에도 중요하다.

남녀 어린이 모두 미국의 미래를 만들어가기 위해 컴퓨터과학을 배워야 한다.’

– 버락 오바마(전 미국 대통령) –

‘아이들이 컴퓨터에 의해 프로그램(Programmed)되는 것이 아니라,

아이들이 컴퓨터를 프로그래밍(Programming)하는 법을 배워야 한다.’

– 시모어 페퍼트(로고 창시자, MIT 인공지능연구소 공동설립자) –

‘컴퓨팅 교육의 개혁은 모든 아이에게 컴퓨터과학과 디지털 문해력을 가르치고

미래를 위한 준비를 하기 위한 것이다.’

– 마이클 고브(전 영국 교육부 장관) –

□ (다시 찾아온 기회! 2022 개정 교육과정!) 과거 2000년, 도전적으로 추진했던 ‘ICT 교육정책!’이제, 전 세계에서 ‘SW를 가장 잘 이해하고 만들어 낼 수 있는 나라’를 위한 교육정책으로 전환 필요

- 도구 활용 교육으로 한계가 있었던, 과거 ICT 교육정책에 대한 반성적 접근을 토대로, 컴퓨팅사고력 중심의 정보 교육으로 전환할 시점
- 교과별 융합 또는 활용 교육이 아닌(Using SW), SW를 이해하고 만들어 보는 경험(About SW)을 통한 사고력 교육으로 접근 필요
- 2022 개정 교육과정 시기를 맞아, 해외 주요국(영국, 일본, 중국)과 같이 수학, 과학과 동등한 핵심(Core) 교과 지위 확보 필요

※ ICT 교육정책이란?

- 정부는 2000년 대통령 신년사를 통해 언급된 ‘세계에서 컴퓨터를 가장 잘 쓰는 국민 육성’을 지식정보사회의 인재 육성 캐치프레이즈로 설정하고 관련 정책을 추진함
- ‘정보기술통신(ICT) 활용 교육 운영지침(교육부)’을 만들어 전국에 배포하였으며, 초등학교 1학년부터 고등학교 1학년에 이르기까지 ICT 소양·활용 교육 필수 실시
- (ICT 소양교육) ICT 도구 사용 방법을 익히는 ‘ICT 소양교육’은 재량활동 등을 통해 초등학교 전체 200시간 실시(학년별 34시간, 1학년은 30시간), 중·고등학교는 학교 재량으로 운영
- (ICT 활용교육) 각 교과에서 ICT를 활용하는 ‘ICT 활용수업’은 전 교과에서 10%씩 의무적으로 활용하도록 권고

2. 해외 주요국은 어떻게 가르치고 있나?

2-1 해외 주요국 추진 현황 및 특징	23
2-2 주요국별 특징 및 아젠다	25

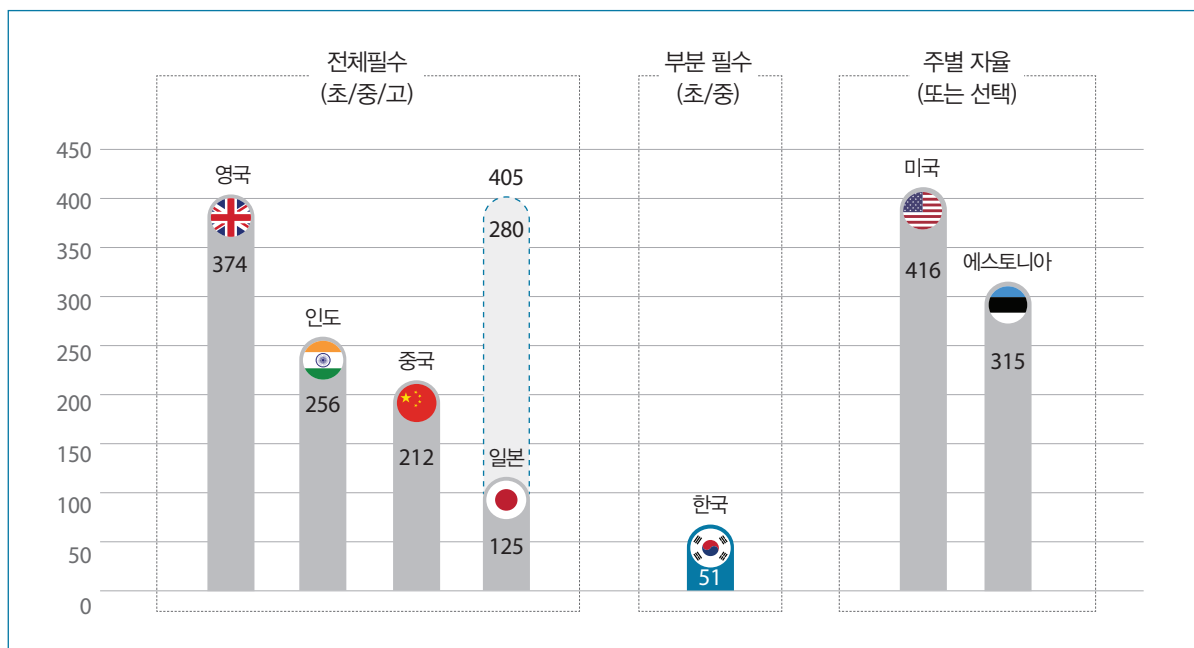


2

해외 주요국은 어떻게 가르치고 있나?

2-1 해외 주요국 추진 현황 및 특징⁷⁾

〈 주요 국가별 정보 교육 운영 방식 및 시수 비교 〉



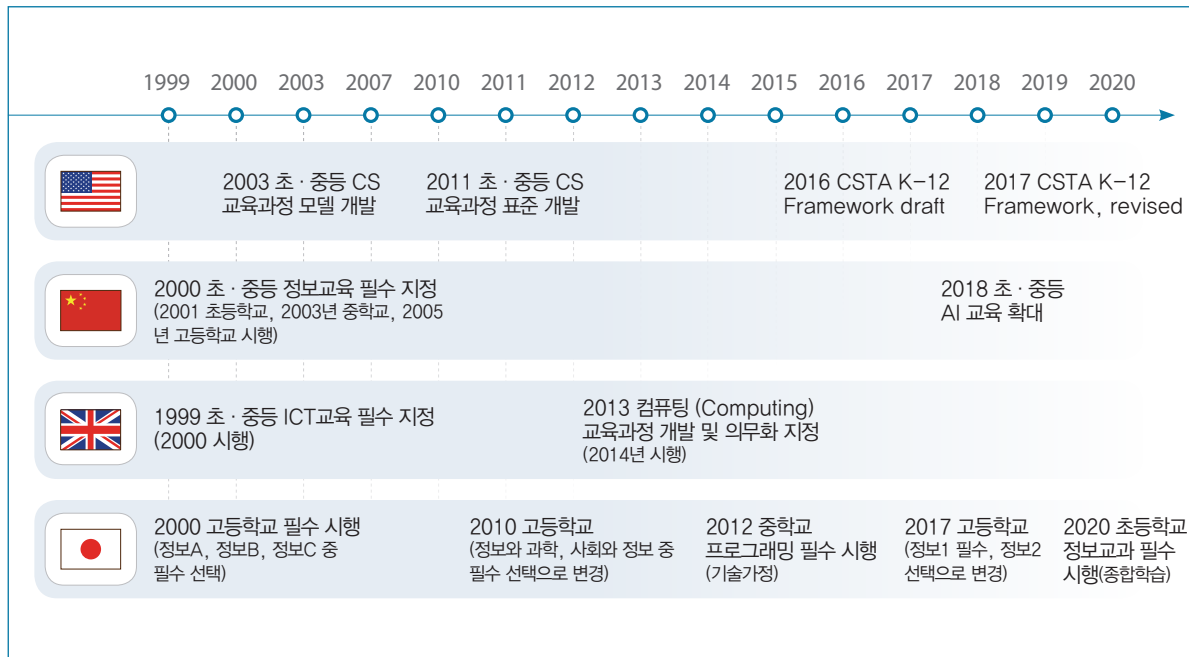
□ (해외 주요국, 체계적이고 일관된 정보 교육 운영) SW·AI 분야를 선도하고 있는 해외 주요국은 이미 전 학년에서 정보 교육 필수화 및 적정 수업시수 확보를 통해 일관성 있는 교육과정 운영

- 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력을 미래 사회에 필요한 역량으로 구분하고 초등학교에서부터 접하게 하고 있음
- 컴퓨팅사고력 향상을 위한 정보 교육⁸⁾을 필수화하는 추세를 보이며, 평균 약 300시간의 수업 시수를 확보하고 안정적으로 운영하고 있음
 - 한국은 글로벌 주요국 중 최저 수준의 시수(51시간)로 정보 교육을 진행하고 있으며 이는 주요국 평균 시수의 약 16.7%에 해당함
 - 정보 교육을 선택으로 진행하고 있는 국가도 초등학교부터 고등학교까지 300시간 이상의 수업을 통해 체계적 교육을 수행하고 있음

7) 수업 시수는 '강신천 외(2019). 해외 소프트웨어 교육 운영 현황에 대한 실증자료 분석 리포트. 한국교육학술정보원을 토대로 산출하였으며, 중국은 베이징 기준, 일본은 초등학교 280시간(프로그래밍을 포함한 정보활용수업)을 고려한 기준, 미국은 표준교육과정 선택 시 학년별 32시간 운영을 기준으로 수정·보완하였음

8) 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 함양을 위한 교과로 우리나라는 '정보', 영국은 '컴퓨팅', 미국은 '컴퓨터과학' 등으로 과목명을 운영함

〈 주요국의 초·중등 정보 교육과정 변화 〉



* 참고: 김자미(2020), 'AI교육', 고려사이버대학교 교육콘텐츠 자료 수정·보완

2-2 주요국별 특징 및 아젠다

(1) 영국

□ **(디지털경제의 핵심역량 설정)** 디지털경제 시대의 새로운 역량 제고를 위해 모든 학생에 대한 컴퓨팅 교육의 빠른 의무화를 주도함

〈 영국왕립학회의 핵심 주장 〉

- ① 그동안 진행된 ICT 교육은 컴퓨터 사용 능력에 초점이 있어서 디지털리터러시 이상의 컴퓨팅 교육을 하기에 한계가 있음
- ② 컴퓨팅의 학문적 성격과 범위에 대해 학생들이 이해하고, 특히, 컴퓨터과학이 학생들의 미래 직업에 매우 큰 영향을 미치는 학문임을 인식시켜야 함
- ③ 모든 어린이는 하나의 학문 분야로서 컴퓨터과학을 경험해야 하며, 특히 학교에서 배울 기회를 얻어야 함
- ④ 학교 수준에서 제공(수행)할 수 있는 적절한 자격(평가) 기준을 제공해야 함
- ⑤ 컴퓨팅에 관한 연구를 지원하는 현재의 행·재정적 지원을 확대 필요
- ⑥ 대학 준비를 위한 컴퓨터과학 A-Level(대입전형) 시험 강화 필요

* 참고: The Royal Society(2012), Shut down or restart?: The way forward for computing in UK schools.

- **(Shut down or restart?, 영국왕립학회)** 2012년 출판된 영국왕립학회의 「Shut down or restart?」 보고서를 통해 국가 경쟁력 제고와 미래를 살아갈 아이들을 위해 정보 교육이 핵심적으로 다루어져야 함을 주장하며, 기존 ICT 활용 교육을 혁신하여 컴퓨팅사고력 중심의 과목으로 대체해야 함을 강조

– 모든 학생을 대상으로 컴퓨팅 과목을 가르치고, 인프라, 재정적 지원 등 관련 지원 강화가 필요하다고 주장, 해당 보고서를 토대로 'Next Gen Skills 연합'*은 교육부를 설득하여 교육과정이 개편됨

* Next Gen Skills 연합 : Nesta(국립과학기술예술재단), BCS(영국 컴퓨터협회), Google, Microsoft, Computing at School(SW교육 관련 교사 모임), Raspberry Pi 등으로 구성

□ **(Computing 교육과정)** 영국 교육부는 왕립학회 등의 주장을 토대로 국가 교육과정인 「Computing programmes of study」를 발표, 기존 의무교육과정인 ICT 교육과정을 대체

〈 영국의 초·중등 학년별 교육과정 〉

구분	Key stage 1	Key stage 2	Key stage 3	Key stage 4
Age	5-7	7-11	11-14	14-16
Year groups	1-2	3-6	7-9	10-11
Core subjects				
English	✓	✓	✓	✓
Mathematics	✓	✓	✓	✓
Science	✓	✓	✓	✓
Foundation subjects				
Art and design	✓	✓	✓	
Citizenship			✓	✓
Computing	✓	✓	✓	✓
Design and technology	✓	✓	✓	
Languages		✓	✓	
Geography	✓	✓	✓	
History	✓	✓	✓	
Music	✓	✓	✓	
Physical education	✓	✓	✓	✓

* 참고: UK Department for Education(2014), National curriculum in England: framework for key stages 1 to 4

- 모든 학생에게 컴퓨터과학, 정보기술 및 디지털리터러시를 가르치는 데 초점을 두고, 컴퓨팅 과목을 영어, 수학, 과학과 함께 전 단계에서 배워야 하는 과목으로 배정하여 모든 학년에서 교육 진행
- 컴퓨팅 교육과정에는 만 5세부터 간단한 프로그램(Simple Program) 만들기 활동이 포함되며, 특정 프로그래밍 언어(블록, 텍스트 등)를 지정하고 있지는 않지만, 일반적으로 초등학교에서는 스크래치, 중학교부터는 파이썬을 활용한 수업 진행(The Royal Society, 2017)

□ **(교원 확보)** 전문 교원 확보를 위해 2014년 기준으로 320,000명의 초·중등학교 교사들의 재교육을 시행하여 내실화 도모⁹⁾

- 대표적인 컴퓨터과학 전문 단체인 BCS(British Computer Society)를 통해 전문적 컴퓨팅 교육 담당 교사를 양성하는 ‘마스터 티처’제도 운용
- 컴퓨팅 교육 전담 교사 확보가 어려울 뿐만 아니라* 체계적인 연수, 교육의 경험 제공이 어려워 국립컴퓨팅교육 센터(National Centre for Computing Education, NCCE) 설립(약 1,300억원 지원)을 통해 체계적인 교원 연수, 컴퓨팅 허브, 커뮤니티 운영

* 채용 부족의 근본 원인은 컴퓨터과학 전공자의 급여가 IT영역에서 훨씬 더 높기 때문이라고 밝혔음(B. Fowler & E. Vegas, 2021)

9) 한국교육학술정보원(2020). SW교육으로 만들어가는 미래학교-국가별 SW교육 현황. 한국교육학술정보원.

(2) 중국

□ **(첨단기술 및 인재 확보를 위한 핵심역량 설정)** AI, 블록체인 등 첨단기술 산업에서 글로벌 우위를 차지하기 위해 초·중등학교의 정보 교육 강화

시기	추진 주체	내용
2017.07.	중국 국무원 - '차세대 인공지능 발전계획(新一代人工智能發展規劃的通知)'	전국민 대상 AI교육 사업 실시, 초·중등에 AI 관련 과정을 개설해 코딩 교육을 단계적으로 확대
2018.01.	중국 교육부	단계별 인공지능 교육의 체계를 구축해 초·중등학교에 인공지능 교육을 도입한다는 점을 강조
2018.09.	중국 교육부-'초중고 인공지능 교육사업'	초중고 인공지능 교육 장비 배치 방안, 인공지능 교육과정 지침(3~8학년), 인공지능 교육 교과서(3~8학년) 개발
2019.01.	찌룽 엑스(Zhilong X) 계획	AI·SW 실험 교과서 집필, AI교육 실험 플랫폼 개발, AI 실험에 기반을 둔 다양한 학교 교육 사례 발굴 포함
2019.02.	'교육정보화와 사이버보안 업무 요점'	2019년부터 초중고 학생 정보 소양평가 및 코딩 교육을 요구

- **(빠른 의무화)** 중국은 2000년에 초·중등학교 교육과정에 정보 교육을 의무화로 지정하였음
 - 2001년부터 초등학교 3학년부터 종합실천활동 5개 영역에서 정보 교육 진행, 주별로 시수는 상이하나, 북경시를 기준으로 초등 및 중학교에서 각 70시간을 이수하고 고등학교에서 심화 과정 학습
 - 유치원부터 초·중등학교 교육과정, 나아가 직업교육에 이르는 단계별 교육 전략으로 '학습자의 발전 단계에 따른 학습 흥미 유발' 강조¹⁰⁾

□ **(AI 교육 확대)** 2018년부터 정보 교육 관련 내용을 SW중심에서 AI로 확장하고 4차 산업혁명에 대응하기 위한 관련 정책을 적극적으로 추진

- 국가 차원에서 AI 교육을 확대하여 단계별로 초·중등학교 교육과정에 적용하기 위한 AI 교과서 및 교육 플랫폼 개발 확대

□ **(교원역량 강화)** 교육부는 '정보기술 응용 프로그램 능력 향상 프로젝트 2.0'을 통해 디지털 신기술을 적극적으로 활용하여 교육할 수 있도록 지원

- 빅데이터, VR, AI 등 최신 기술을 적극적으로 적용하고 학제 간/지능형 교육을 탐구할 정보화 교육 혁신팀*을 구성하여 미래 교육 방향 선도

* 대학 및 연구기관, 교사 연수기관, 기업 등이 초중등학교의 교장 및 핵심 전문 교원을 중심으로 훈련팀을 구성하여 AI 분야 전문가와 함께 정보 교육 계획 수립 및 콘텐츠 개발을 통해 지능형 교육을 수행할 수 있도록 지원

10) 이데일리(2019). 중국의 AI 역전. "AI가 강한 청년이 강한 중국 만든다", 이데일리(2019.10.07.). <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02873286622650624&mediaCodeNo=257>. (검색일: 2021.05.17.).

11) 중국교육부(2019). 전국 초·중등 교원 정보 기술 응용 능력 향상 사업 2.0 추진에 대한 교육부 의견. (2019.03.21.). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201904/t20190402_376493.html. (검색일: 2021.05.17.).

(3) 일본

□ **(미래를 살아갈 힘을 길러주기 위한 역량 설정)** 정보 과목의 필수화를 통해 모든 학생이 프로그래밍을 접하게 하여 미래 사회를 살아갈 힘과 국가 경쟁력 확보 추진

- **(정보 교육 의무화)** 급격한 디지털전환 시대에 맞는 역량을 갖추고 소통을 통해 사회문제를 논리적으로 해결하기 위해 정보 교육을 의무화
 - 학습지도요령(2017, 1차)을 통해 교과를 넘어선 모든 학습의 기반으로 활용되는 자질로서 프로그래밍적 사고 향상을 위한 정보 교육의 중요성 강조

□ **(단계별 필수교육 확대)** 2000년부터 고등학교, 2012년부터 중학교, 2020년부터는 초등학교 정보 교육을 필수화로 진행

- 'AI전략 2019'에서 2020년부터 모든 초등학교와 중학교 과정에 프로그래밍 교육을 의무화¹²⁾
- 고등학교 정보 교과는 필수/선택 각 2단위로 구성, 목표는 문제의 발견·해결을 위해 정보와 정보기술을 효과적으로 활용하는 능력 함양, 다양한 고등학교 선택 교과 확대 진행
- 또한, 2025년부터 대학 입학 공통 시험 과목에 정보 과목을 추가할 예정(CBT 방식 활용)으로 향후 점진적인 이수 증가가 예상됨¹³⁾

□ **(부처별 협력 강화)** 정부 주도의 교육 전략을 지속해서 발표하고 부처 간 협력을 통해 초·중등학교 정보 교육의 중요성 강조

시기	추진 주제	내용
2014.06.	세계 최첨단 IT국가창조선언	초등·중등 교육 단계에서의 프로그래밍에 대한 교육의 보강하고, IT에 대한 관심을 키우는 동시에, IT를 활용하여 다양한 과제를 창의적으로 해결할 힘을 육성하는 것 강조
2017.04.	'학습지도요령에 대해 (学習指導要領について)'	총무성, 경제산업성과 협력을 명시하고 정보 활용 능력 향상을 초·중등 교육 내용의 주요 개선사항으로 제시
2018.06.	'미래투자전략 2018'	AI 인력양성 방안에 따라 초등학교부터의 통계, 정보교육을 강화하고 초·중등 과정에서 AI 시대에 필요한 기초적 소양에 대한 학습 필요성에 대해 논의 - 문과, 이과 불문 물리·수리 능력 제고 방안(초·중고 통계·정보교육, '정보' 과목을 입시에 추가)
2019.06.	AI전략 2019' (AI戦略 2019)	초·중등 리터러시 교육이 포함되어 있으며, 교육 목표는 전 국민이 디지털 사회의 기초 소양인 '수리, 데이터 사이언스, AI' 관련 지식 기능과 같은 능력을 갖는 것

□ **(교원 지도력 향상)** 2019년 초·중등학교 정보 교육 강화 정책의 추진을 위해 수업지도 사례 취합 및 교원 연수를 위한 교재 개발 진행¹⁴⁾

- 문부과학성의 초·중등과정의 정보 교육 강화 사업(18.9천만엔)을 통해 새롭게 필수가 된 초등학교 프로그래밍 교육의 원활한 실시를 위해 수업지도 사례 취합
- 교원 연수를 위한 교재 개발 추진 및 신학습지도요령에 대응한 고등학교 정보과 담당 교원 연수 교재의 제작 및 배포 진행

12) 교육부(2020c). 정보·AI 역량을 기르고, 차세대 교육기반을 조성하며, 모두가 누리는 정보교육 종합계획(안). 교육부.

13) 한국교육학술정보원(2019). 해외 소프트웨어 교육 운영 현황에 대한 실증자료 분석 리포트, 한국교육학술정보원.

14) 조규복(2018). 일본 문부과학성의 학교교육정보화 정책 최근 동향과 시사점. 한국교육학술정보원.

(4) 미국

□ **(자율성에 기반한 정보 교육)** 자율적인 정보 교육 강화를 통해 기술 지향적 미래를 대비하고 컴퓨팅 관련 일자리 증가에 대비

○ **(자율적 교육 강화)** 2015년 12월, 미국 내 학생의 교육격차를 줄이기 위해 「모든 학생 성공법(ESSA)」 제정하고 주 정부의 자율성 강화¹⁵⁾

– 컴퓨터과학¹⁶⁾을 한국의 유치원-고등학교 과정에 해당하는 K-12의 교과목으로 포함하고 전인격적 교육의 정의에서 수학, 역사와 같은 주요 과목과 함께 컴퓨터과학을 다루도록 방향 제시

– ESSA는 국가 차원의 방향성을 제시*하며 각 주와 학교에 영향을 주었으며, 학교와 교사는 컴퓨터과학 수업에 대한 연방정부의 지원을 받음

* 미국은 정부 차원의 통일된 교육과정을 제시하지 않고 각 주의 교육정책과 법에 따라 교육과정이 다르게 진행됨

○ **(모두를 위한 컴퓨터과학 교육)** 2016년 1월, '모두를 위한 컴퓨터과학 정책(Computer Science for All Initiative)'을 발표하고 컴퓨터과학 교육의 중요성을 강조함¹⁷⁾

– 정부와 사회는 모든 학생이 미래에 좋은 직업을 가질 수 있도록 지원해야 하며, 새로운 경제에서 CS는 선택의 문제가 아니라 3R(읽기, 쓰기, 셈하기)과 더불어 기본적으로 갖추어야 할 능력임

– 또한, 90%의 부모가 자녀가 컴퓨터과학을 배우기를 원한다고 밝힘

〈 모두를 위한 컴퓨터과학 정책 지원 내용 〉

- ① 유치원에서 고등학교에 이르는 과정(K-12)에 컴퓨터과학 교육과정 추진을 위해 주 정부에 40억 달러, 별도의 1억 달러 지원(K-12(한국의 고교 3학년) 학생들을 위한 컴퓨터교육 확대를 위해 집중 투입, 특히 교사 양성과 함께 고품질 교육 자재 확보, 지역사회와의 협력 프로그램 등을 확대할 계획)
- ② 국립과학재단(NSF)과 전국 지역사회 서비스 협회(CNCS)를 통해 컴퓨터과학 관련 지원금 1억 3,500만 달러를 제공
- ③ 컴퓨터과학 교사 10,000명을 양성하는 국립과학재단(NSF)의 CS10K 프로그램을 확대하여 교육과정 개선
- ④ 주지사, 시장, 교육감 등 주요 인사나 기업 CEO, 재단 등의 프로그램 참여 독려

* 참고: 한국교육학술정보원(2020), SW교육으로 만들어가는 미래학교-국가별 SW교육 현황. 재인용

○ **(국가 차원의 AI 교육 강화)** 2018년 5월에 AI4K12(AI for K-12 Students) 이니셔티브 설립*을 통해 초·중·등 정보 교육을 확대 추진하고 있음¹⁸⁾

* 국가과학재단(National Science Foundation: NSF)과 국제인공지능학회(Association for the Advancement of Artificial Intelligence: AAAI), 컴퓨터과학교사협회(Computer Science Teachers Association: CSTA)가 공동으로 추진

15) 김유향 외(2019). 초·중등 소프트웨어교육 운영실태와 개선과제, 입법·정책보고서 Vol. 34, 국회입법조사처.

16) 미국은 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력 교육을 담당하는 교과를 '컴퓨터' 과학으로 명명함

17) 오바마 행정부 기록 보관소 홈페이지. Computer Science For All(2016.01.30.). <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>. (검색일: 2021.04.21.)

18) 이은경(2020). 국내외 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석. 한국컴퓨터교육학회, 23(1).

- 초·중등학교에서 지도가 필요한 AI의 주요 5가지 개념(Big Ideas in AI)*과 단계별 성취 목표 제시
 - * 인식(perception), 표현 및 추론(Representation & Reasoning), 학습(Learning), 자연스러운 상호작용(Natural Interaction), 사회적 영향력(Societal Impact)
- **(대학과목선 이수제 과목화)** 컴퓨터과학과 컴퓨팅사고력의 중요성을 반영하여 대학과목 선이수제 과목으로 '컴퓨터과학 개론' 신설(2017.5)¹⁹⁾
- **(뉴욕 교육국)** 2015년부터 10년간 약 110만 명의 모든 공립학교 학생들에게 컴퓨터과학 교육 제공* 및 5,000여 명의 교사 양성 계획²⁰⁾
 - (필요성) 기술이 지배하는 세계를 대비하기 위해 컴퓨팅과학 교육이 필요, 모든 STEM 작업의 50% 이상은 컴퓨팅 처리가 요구됨, 또한 컴퓨터과학 관련 직업 수요는 미국 전역에서 평균 2배 정도로 증가하고 있음
 - * 초등학교에서는 컴퓨터과학 커리큘럼을 추가하였고 중·고등학교는 별도의 컴퓨터과학 과목에서 선택 과목으로 제공하며, 수업 내용은 주로 스크래치로 SW를 만들거나 직접 로봇을 제작하는 과정 등으로 구성²¹⁾
- **(컴퓨터과학 교육 및 교수자 표준 확산)** 2020년에 총 37개 주가 컴퓨터과학 표준을 채택함, 지속적인 증가 추세²²⁾를 보이고 있으며 모든 학년별로 컴퓨터과학 내용을 포함
 - * 뉴욕, 몬테나, 조지아 주에서도 컴퓨터과학 표준 개발을 진행하고 있음
 - (교수자 표준) CSTA(Computer Science Teachers Association)는 2019년 컴퓨터과학 교수자를 위한 표준 모델을 만들어 공개

19) 미국 대학입학시험인 SAT를 주관하는 칼리지 보드(College Board) 주관

20) 뉴욕교육국(2021). 컴퓨터과학. <https://www.schools.nyc.gov/> (검색일: 2021.04.20.)

21) BLOTER(2015). 뉴욕시, "10년 안에 컴퓨터과학 무상 교육", BLOTER(2015.09.17.). <https://www.bloter.net/newsView/blt201509170002>. (검색일: 2021.04.26.).

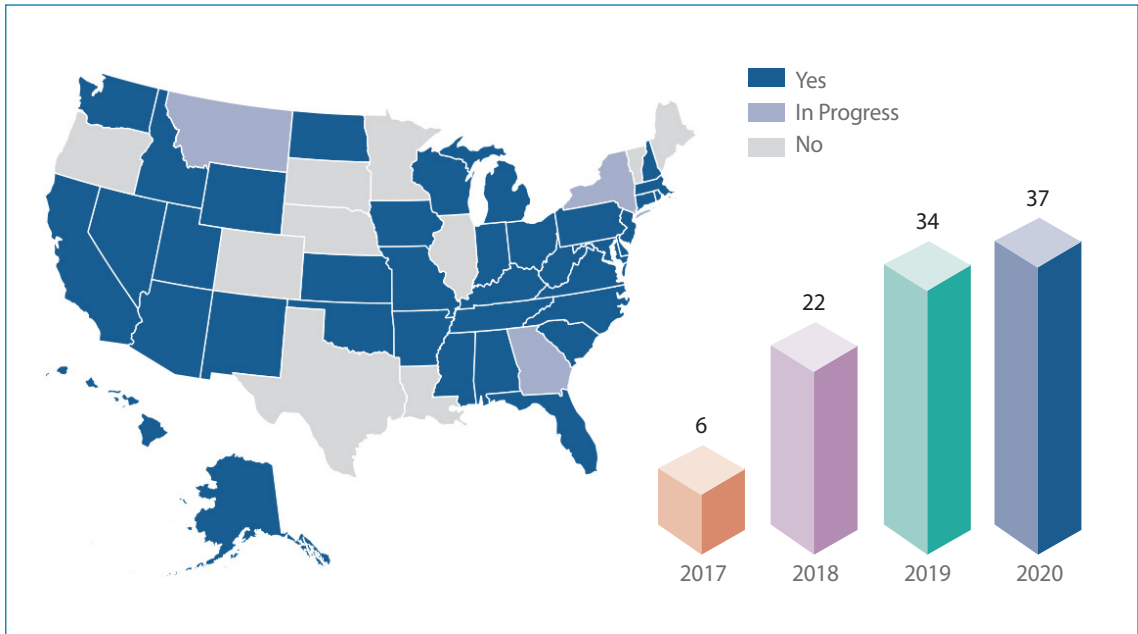
22) CSTA(2020). *Education Illuminating Disparitie. 2020 State of Computer Science. CSTA.*

〈 CS 교수자 표준모델 〉

컴퓨터과학교사연합회(CSTA)와 국제교육기술협회(ISTE)는 CS Educators에 대한 일련의 표준을 다시 작성하기 위한 이니셔티브를 개시함, 이 표준모델의 목 적은 다음과 같음

- 컴퓨터과학 교육자가 교실에서 알아야 할 것과 할 수 있는 것에 대한 명확한 지침 제공
- 교육자들에게 전문적인 학습을 안내하고, 그들의 교육 실천을 확장하는 나선형 목표 제공
- 컴퓨터과학 전문성 개발 경험을 쌓으면서 전문성 개발을 위한 방법 습득 방안 제공

〈 미국 컴퓨터과학 교육 표준 채택 주 현황(2020) 〉



* 참고: CSTA(2020), 2020 State of Computer Science Education: Illuminating Disparities

3. 우리나라는 어떻게 가르치고 있나?

3-1 교육 현황	33
3-2 주요 문제점	35



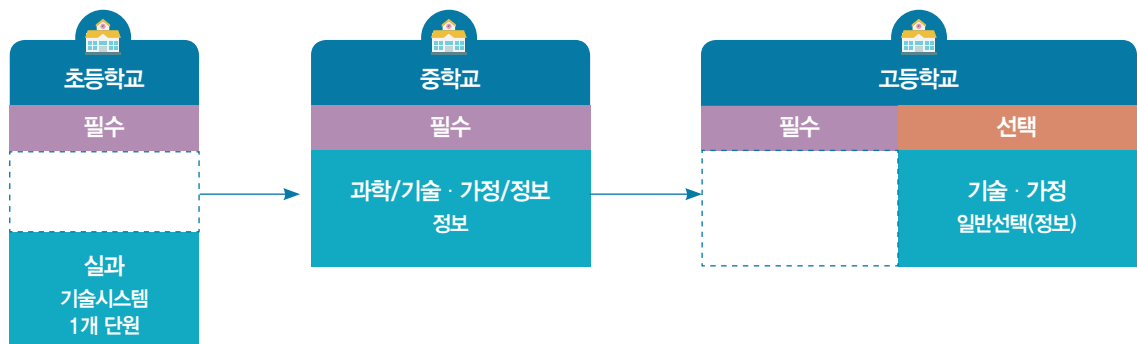
3

우리나라는 어떻게 가르치고 있나?

3-1 교육 현황

□ (개요) 2014년 정부가 발표한 'SW 중심사회 실현 전략(관계부처합동, 2014)'의 후속으로 2015 개정 교육과정을 통해 일부 실시

- 초등학교 실과 교과와 5~6학년 군 내 일부 편제, 중학교 정보 교과 필수, 고등학교 기술·가정 교과 내 선택 과목(정보)으로 편제
- 가르치는 교과군이 불일치하며, 중학교를 제외한 초등학교와 고등학교의 경우 독립된 교과 부재



□ (수업 시수 현황) 초등학교 17시간(필수), 중학교 34시간(필수), 고등학교 68시간(선택) 운영

〈 초등학교 정보(SW) 교과 시수 비중 〉



* 본 그림은 각 교과가 구분되는 초등학교 3~6학년의 수업 시간을 기준으로 SW 관련 내용의 비중표기

- 초등학교의 경우 6년간 총 17시간으로 전체 수업 시간(5,896) 대비 약 0.28% 정도로 시행되고 있음
- 중학교의 경우 3년간 총 34시간으로 전체 수업 시간(3,366) 대비 약 1% 정도로 시행되고 있음
 - * 국어(442), 영어(340), 수학(374) 대비 약 1/10, 기술·가정(272) 대비 약 1/8 정도의 수준으로 시행

〈 중학교 정보 교과 시수 비중 〉



- 고등학교의 경우 기술·가정 교과 내 여러 선택 과목 중 하나(정보)로 편제되어 있음

교과	선택 과목	
기술·가정	일반 선택	진로 선택
	기술·가정, 정보	농업생명과학, 공학일반, 창의 경영, 해양문화와기술, 가정과학, 지식재산일반, 인공지능 기초

* 2020년 개정 기준, 진로 선택 : 학생들의 다양한 진로를 고려해 선택할 수 있도록 개설한 과목으로 일반 선택과 함께 이수할 수 있음

3-2 주요 문제점

(1) 교육과정 구성/근거/운영 관련 문제점

□ (교육내용의 범위와 연계성 문제) 컴퓨터과학의 교육과정 표준으로 활용되는 ACM/IEEE의 Computing Curricula(CC2020)에 비해 교육 내용의 통합성, 계열성, 계속성의 심각한 결여가 발생

- 초등학교의 경우 기초 ICT 교육은 물론 컴퓨터 자체를 다루고 활용할 수 있는 시수도 없음. 18개 영역 중 3개 영역만 다루고 있음
- 중학교의 경우 7개의 영역, 고등학교 선택의 경우도 8개의 영역만 다루고 있음

〈 CC2020-CS에 기초한 2015 개정 정보과 교육과정의 연계성 분석표 〉

CC2020-CS	초등학교	중학교	고등학교		
	실과	정보	정보	인공지능 기초	정보과학
알고리즘 및 복잡성	1	4	4		6
구조 및 조직					
컴퓨팅 과학					2
이산구조					
그래픽 및 시각화					
인간-컴퓨터 상호작용					
정보 보호 및 보안		1	1		
정보 관리		3	3		4
지능 시스템				10	
네트워킹 및 통신		1	1		
운영 체제			1		
플랫폼 기반 개발					
병렬 및 분산 컴퓨팅					
프로그래밍 언어					
소프트웨어 개발 기본	1	4	6		6
소프트웨어 공학					
시스템 기본		1	1		2
사회 이슈 및 전문가로서의 업무	1	2	3	5	

← 계열성, 계속성 →

* 참고: 김한성 외(2020), Computing Curricula 2020을 통해 본 미래 초·중등 SW·AI 교육의 방향, 소프트웨어정책연구소.

* 각 칸의 숫자는 각 내용 요소 개수

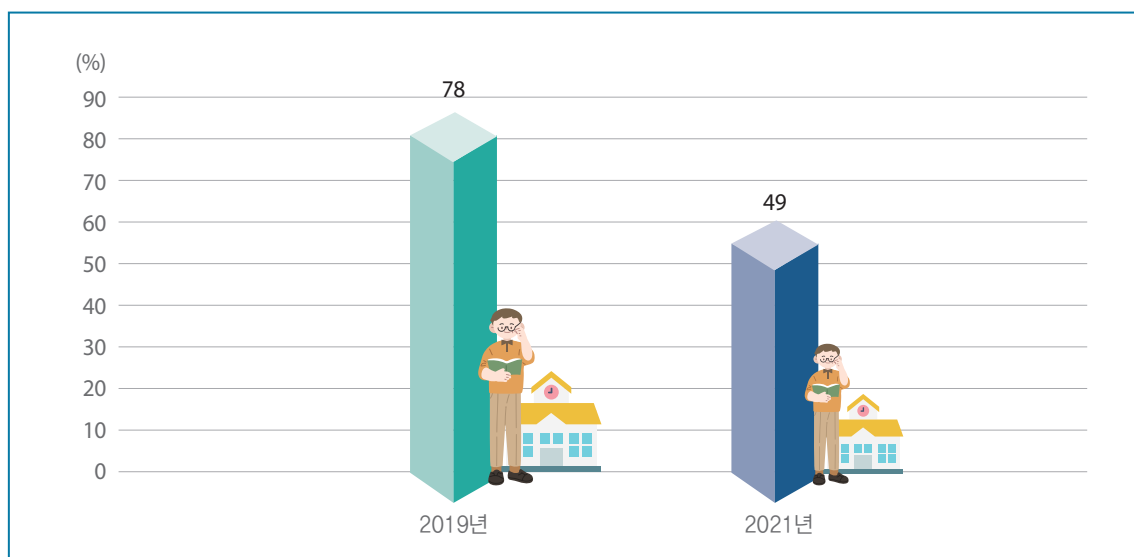
□ **(전공 교원 확보 어려움)** 중학교의 경우 34 시수로 교사별 의무 담당 시간 배정이 어려워 1개교 1정보 교사를 확보하지 못하며, 1정보 교사가 2~5개교를 순회하는 등 심각한 문제 발생

〈 2020년 12월 기준 정보 교사 현황(안성훈 외, 2021) 〉

학교급	학교 수(A)	정보 교과 담당 교사 수(B)	정보·컴퓨터 자격증 소지 교사 수(C)	학교당 평균 정보 교사 수(B/A)	담당교사 중 자격증 소지 교사 비율(C/B)
중학교	3,242개교	1,034명	795명	0.32명	76.89%
고등학교	2,365개교	1,720명	1,189명	0.73명	69.13%
계	5,607개교	2,754명	1,984명	0.49명	72.04%

- 순회 교사 관련 정보 교사 대상 2021년 온라인 설문²³⁾ 결과, 중학교 교사 235명 중 114(약 49%)명이 순회 교육을 시행하고 있음
 - 이 중, 약 60%는 총 3개 학교 이상에서 수업하는 것으로 나타남

〈 중학교 정보·컴퓨터 순회 교사 비율 〉



* 참고: 2019년 통계는 김유양 외(2019). 연구자료를 참고하였으며, 2021년 통계는 한국정보교사연합회(2021) 설문조사를 참고함

□ **(교육과정의 법적 근거 부족)** 중학교의 필수교과임에도 불구하고 초·중등교육법 시행령에 '정보' 교과가 명시되어 있지 않음

- 기준과 내용에 관한 사항을 정하도록 규정하고 있으며, 동법 시행령 제43조는 학교의 교과에 관해 규정하고 있음
- 교육부는 2015 개정 교육과정 고시, 정보 교과를 별도로 명시하였으나, 학교의 교과를 명시하고 있는 시행령 제 43조(교과) 제1항은 2013년 10월 30일에 이후로 개정되지 않아 이를 반영하지 못함

23) 한국정보교사연합회(2021), 정보 교사&정보 교육 현황 분석 및 시사점. SELF 발표 자료.

- 비록 '교육부 장관이 필요하다고 인정하는 교과'로 간주해 관련 교육과정에 따른 교과 운영이 가능하나, 온전한 법적 지위*를 갖는다고 보기 어려워 타 교과와 같이 시행령에 '정보'를 포함하여야 함

* 시행령은 법률의 시행을 위해 만들어지는 것으로 '교육과정 고시'보다 상위법적인 성격을 가지며, 엄정한 개정 절차를 가지는 만큼 교과로의 지위 확보를 위해서도 시행령에 교과 명시가 필요함

「초·중등교육법」
제23조(교육과정 등) ② 교육부장관은 제1항에 따른 교육과정의 기준과 내용에 관한 기본적인 사항을 정하며, 교육감은 교육부 장관이 정한 교육과정의 범위에서 지역의 실정에 맞는 기준과 내용을 정할 수 있다. ③ 학교의 교과(敎科)는 대통령령으로 정한다.
「초·중등교육법 시행령」
제43조(교과) ①법 제23조제3항에 따른 학교의 교과는 다음 각 호와 같다. 1. 초등학교 및 공민학교 : 국어, 도덕, 사회, 수학, 과학, 실과, 체육, 음악, 미술 및 외국어(영어)와 교육부장관이 필요하다고 인정하는 교과 2. 중학교 및 고등공민학교 : 국어, 도덕, 사회, 수학, 과학, 기술·가정, 체육, 음악, 미술 및 외국어와 교육부장관이 필요하다고 인정하는 교과 3. 고등학교 : 국어, 도덕, 사회, 수학, 과학, 기술·가정, 체육, 음악, 미술 및 외국어와 교육부 장관이 필요하다고 인정하는 교과

(2) 교육과정의 체계성 결여 및 교원 부족으로 인해 발생하는 문제점

□ (부실한 교육과정 운영 초래) 절대적으로 적은 수업 시수로 인해 교육 과정별로 필요한 교육 내용을 체계적으로 다루기 어려움

○ (초등학교 주요 내용 및 문제점) 기초적인 ICT 소양을 기르기 위한 내용이나 컴퓨팅사고력을 높이기 위한 내용이 부족함

- (ICT 소양 부족) 컴퓨터를 다루고 정보를 수집하기 위한 기초적인 ICT 소양을 가르칠 수 없음
- (컴퓨팅사고력 증진이 어려움) 알고리즘과 프로그래밍을 경험하고 문제해결에 적용할 수 있는 내용이 절대적으로 부족함

* 정보사회 영역의 시수가 교과서별로 상이하고(절차적(알고리즘) 사고의 내용도 3~6차시로 다르고 프로그래밍 내용은 2~4차시로 다름) 실과교과서 내 단원으로 포함되어 있어서 내용의 수준과 중학교 내용과의 연계가 이루어지기 어려움²⁴⁾

○ (중·고등학교 주요 내용 및 문제점) 필수 과정이나 적은 시수로 인해 핵심 내용을 충분히 가르칠 수 없음

- 중학교는 필수이지만 시수 부족으로 인해 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 정보윤리, 정보보호 등 컴퓨터과학에서 반드시 다루어야 할 핵심 내용을 충실히 가르치지 못하는 문제점 발생

24) 김정량(2019). 2015 개정 초등 소프트웨어 교육 성취기준에 따른 교과서 내용 분석. 정보교육학회논문지, 23(1), 9-18.

- **(초중등 공통 문제점)** 절대적 시수 부족으로 인해 개정된 교육과정의 목표 달성 및 창의적 문제해결력과 컴퓨팅사고력 증진이 어려움
 - **(2015 개정 교육과정의 목표 달성 어려움)** 절대적인 시수 부족은 정보 교육의 계속성, 계열성 결여로 이어지며, 단편적인 개념 및 기능 습득에 치중하게 만드는 원인이 됨
 - 학교 현장에서 정상적인 교수학습 운영, 평가 및 환류 프로세스 수행이 매우 어려운 상황임
 - **(창의적인 문제해결력 증진 어려움)** 새로운 아이디어와 통찰력이 마치 한순간에 오는 것처럼 보일지 모르지만, 그 대부분은 상상, 창작, 실험, 공유, 생각의 과정을 여러 번 반복해야만 가능함
 - 즉, 창의적 학습의 선순환을 다수 거쳐야 하는데 현재 교육과정의 단절로 컴퓨팅사고력을 기반으로 한 지속적인 학습경험을 제공하지 못함

글을 쓰면서 우리는 아이디어를 체계화하고 개선하고 검토하는 법을 배운다. 그래서 글을 잘 쓸수록 생각을 잘하는 사람이 된다.

마찬가지로 코딩을 배우면 생각을 잘하는 사람이 된다. 예를 들어, 복잡한 문제 하나를 단순한 여러 문제의 조합으로 나누어 생각하는 법을 배우고, 문제를 찾아내고 해결하는 법을 배우고, 반복적으로 계속해서 개량하고 개선하는 법을 배운다. 이는 모든 유형의 문제해결과 설계에 활용할 수 있다.

예를 들어, 프로그램을 수정하는 법을 배우고 나면, 주방에서 조리법이 잘못되었을 때나 길을 잃었을 때도 훨씬 잘 대응할 수 있다. - 종략 - 아이들은 사회에 능동적으로 이바지할 가능성을 보기 시작한다. 미래의 일부로서 자기 자신을 보기 시작한다. 바로 그들이 스크래치를 사용해서 무언가를 만들어 내는 자신감과 자부심을 쌓으면서, 점차 자신을 창의적인 사람으로 바라보기 시작한다는 사실이다.

* 참고: MIT 스크래치 창시자, 미첼 레즈닉(2018), 평생유치원.

- **(컴퓨팅사고력 함양의 어려움)** 글쓰기, 수학적 사고 학습 단계처럼 정보 교과도 단계적이고 지속적인 교육을 통해서 컴퓨팅사고력 증진이 가능

* 블룸의 고등사고력 피라미드(기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창작)처럼 컴퓨팅사고력은 지속적인 교육을 통해서 길러질 수 있음

〈 글쓰기, 수학, 정보의 학습 단계 예시 〉

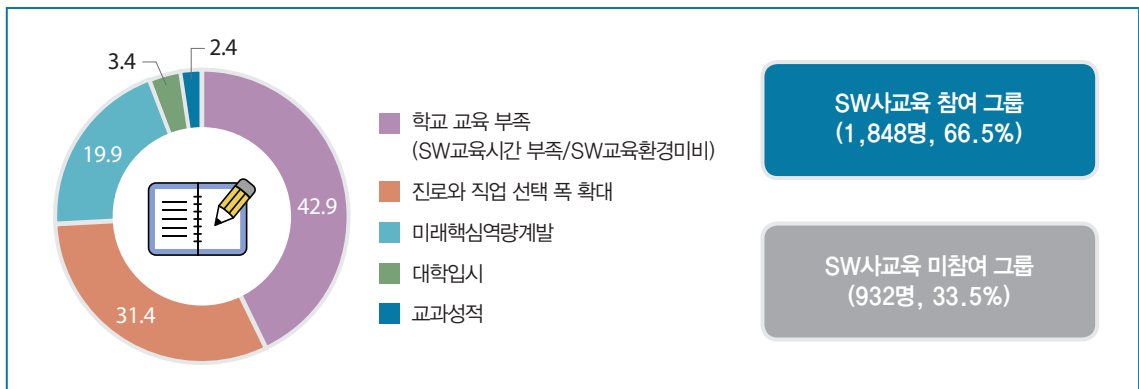
분야	단계1	단계2	단계3	단계4	단계5
언어(글쓰기)	자음, 모음	단어, 문장	단락 글쓰기	설명문, 논설문	시, 수필, 소설
수학(셈하기)	수	사칙연산	미지수	일차방정식	이차방정식
SW · AI (프로그래밍)	데이터/ 기초명령어	변수, 자료구조	조건/반복	함수	알고리즘 설계 및 구현

□ (교육 기회의 격차 발생) 공교육의 부재로 인한 SW·AI 관련 사교육 확대

- 2021년 SW·AI 교육 사교육 참여 관련 조사에 따르면(이재호, 2021) 응답한 학부모 중 66.5%가 사교육에 참여하고 있었으며 그 중, 42.9%는 학교 정보 교육의 부족함을 그 원인으로 제시함

* 사교육에 참여하는 이유로, 학교 교육의 부족함(1순위), 진로와 직업 선택 기회 확대(2순위), 미래 핵심역량(3순위)으로 나타남

* 공교육의 경우 지역별 평균 중등학교 정보 교육 시간은 최소 약 40 시간에서 최대 212 시간으로 지역 간의 교육격차가 발생하고 있으며, 일부 선도학교, 중점학교, 특목고 등에서만 이루어지는 추가 과목 및 시수 편성은 학교나 지역 간 교육격차를 강화할 수 있음(안성훈 외, 2021)



* 참고: 이재호(2021), 초등 정보 교과 독립을 위한 현황 및 과제, SPRI 48회 포럼.

○ 미국²⁵⁾과 영국²⁶⁾은 정보 교육의 경험에 대한 격차를 줄이기 위한 국가 차원의 노력을 기울이고 있음

- 미국은 컴퓨터과학(CS) 교육의 격차를 줄이기 위해 전체 평균과 주별 교육 현황 비교 등 CS 교육 관련 현황을 지속적으로 조사하여 발표함²⁷⁾

* CS 교육은 복잡한 문제를 해결하기 위한 비판적 사고, 새로운 아이디어를 육성하기 위한 창의력, 혁신을 추진하기 위한 기술을 개발하므로 CS 교육에 대한 공평한 학생 접근의 확대가 미래에 매우 중요하다고 주장하고 있음

- 영국은 향후 컴퓨팅 교육의 격차를 줄이기 위해 더 많은 학생에게 교육을 받을 수 있도록 격려해야 한다고 주장*

* 영국 '로햄튼 연간 컴퓨팅 교육 보고서(2017 The Roehampton Annual computing Education Report)'에 따르면 그래머 학교(성적 우수자들이 다니는 중고등학교)가 일반 공립 중등학교(comprehensive schools)에 비해 컴퓨팅 교육을 받을 가능성이 상대적으로 더 높음을 지적함

□ (정보 교사의 번아웃 및 교육의 질 저하) 정보 교사의 미채용으로 2~5개의 순회 수업을 시행하면 정보 교사의 책임감, 열정이 감소하고 번아웃의 우려와 교육의 질이 저하됨

- (정보 교사의 전문성 향상 프로그램 결여) 부족한 시수로 인해 새로운 학문을 가르칠 기회와 전문성을 향상할 수 있는 연수나 커뮤니티 지원이 부족

Q: 정보 교사의 효능감이 낮은 이유(230명 응답)는?

- 시수 부족으로 최소한의 정보 교육 어려움(57.4%), 순회 교육으로 집중이 어려움(41.3%), 교과 시수 부족으로 다른 수업을 떠맡아서(30%)

* 참고: 한국정보교사연합회(2021), 정보 교사&정보 교육 현황 분석 및 시사점. SELF 발표 자료.

25) Google Inc. & Gallup Inc(2017, December). *K-12 Computer Science Education*. State Reports.

26) Peter Kemp et al(2018). *The Roehampton Annual Computing Education Report*. University of Roehampton London.

27) CSTA(2020). *2020 State of Computer Science Education Illuminating Disparities*. CSTA.

□ (차별 없는 교육 부재) 컴퓨팅 교육은 특수교육이 요구되거나 장애가 있는 학생들에게 더 큰 효과를 나타냄

- (특수교육) 특수교육 대상자나 장애 학생을 대상으로 한 정보 교육이 미흡함
 - 특수교육이 요구되거나 및 장애(SEND, Special Educational Needs and Disability)가 있는 학생은 컴퓨팅 교육을 통해 더 큰 이득을 볼 수 있으며, 교육 접근성을 확대할 필요가 있음*

* After the reboot: Computing Education in UK schools(The royal society, 2017)

- 우리나라 특수교육 교육과정에서는 컴퓨팅사고력을 배울 수 있는 교과와 교육 내용이 매우 부족한 실정(권순황, 2018²⁸⁾)
- 모든 초등학교 학생이 받을 수 있는 공통 교육과정 '실과'에는 컴퓨팅사고력 함양을 위한 내용이 미흡하며, 장애 학생을 고려한 기본 교육과정의 '실과'는 컴퓨팅사고력 관련된 내용이 부족함
 - 중등학교 장애 학생을 대상으로 개발된 기본 교육과정의 선택 과목 '정보통신활용'에는 컴퓨팅사고력을 일부 다루고 있으나 그 내용이 매우 협소해 확대할 필요가 있음

28) 권순황(2018). 특수교육 교육과정 적용 대상학생의 소프트웨어 교육에 관한 분석. 교육혁신연구, 28(4).

4. 정보 교육에 대한 학생, 학부모, 교원의 생각은?

4-1 조사 개요	43
4-2 주요 결과 요약	44
4-3 학생 인식	45
4-4 학부모 인식	46
4-5 교원 인식	48



4

정보 교육에 대한 학생, 학부모, 교사의 생각은?

4-1 조사 개요

- 본 장은 정보 교육에 대한 인식을 알아보기 위해, 학생, 학부모, 교사의 생각을 조사한 주요 보고서의 결과를 종합해 메타 분석하였음
- 학생과 학부모 인식은 한국과학창의재단의 보고서(한국과학창의재단, 2020)²⁹⁾를 참고하였으며, 사교육 참여 동기와 관련한 응답은 한국정보교육학회에서 실시한 연구(이재호 외, 2021)³⁰⁾의 주요 내용을 정리하였음
- 초등학교 교사는 한국정보교육학회에서 실시한 연구(안성훈 외, 2021)³¹⁾를 참고하였으며, 중등학교 교사는 한국정보교사연합회 설문조사(한국정보교사연합회, 2021)³²⁾의 주요 내용을 토대로 분석하였음. 단, AI 교육 편제 방향은 한국과학창의재단(2020) 설문을 참고하였음

〈 정보 교육에 대한 인식조사 개요 〉

대상	인원	설문 내용
학생	26,216명 - 선도학교: 25,190명 - 일반학교: 1,026명	정보 교육에 대한 인식 - 우리 사회 발전을 위한 중요한 교육 - 학교에서 배워야 할 중요한 내용 - 미래 직업에서의 소프트웨어 지식의 필요성 진로 진학에 대한 인식 - 진도에 도움을 주는 여부 - 수업 요구 수준 대비 학습 적극성 - 소프트웨어 관련 학과 전공 의향 - 소프트웨어 관련 직업 선택 의향
학부모	2,780명	사교육 참여 동기
	8,992명 - 선도학교: 3,101명 - 일반학교: 5,891명	적정 정보 교육 도입 시기 적정 정보 교육 수업 시수 적정 인공지능 교육 편제 방향
교사	1,420명 - 초등교사 : 918명 - 중등교사 : 502명	적정 정보 교육 도입 시기 적정 정보 교육 수업 시수 적정 인공지능 교육 편제 방향

29) 한국과학창의재단(2020). 2020년 SW교육 선도학교 운영 효과성 조사. 한국과학창의재단.

30) 이재호 외(2021). 초등학교 학부모의 소프트웨어 사교육 참여동기 분석. 정보교육학회논문지, 25(2).

31) 안성훈 외(2021). 초등학교의 정보교과 신설에 대한 교사 인식 분석. 정보교육학회논문지, 25(2).

32) 한국정보교사연합회(2021). 정보교사&정보교육 현황 분석 및 시사점. SELF 발표자료.

4-2 주요 결과 요약

□ SW 선도학교 및 일반학교 학생, 교사, 학부모 대상으로 정보 교육에 대한 인식과 만족도를 조사한 주요 결과는 아래와 같음

구분	학부모	교사
 정보 관련 사교육 참여 동기	1순위 공교육 수업 시간의 부족 2순위 자녀의 진로 진학을 위해 3순위 미래역량 함양	-
 정보 교육 도입 시기	초등학교 3~4학년부터	초등학교 3~4학년부터
 정보 교육 시간	초등학생 : 204시간 중학생 : 102시간 고등학생 : 102시간	초등학생 : 136시간 중학생 : 204시간 고등학생 : 204시간
 AI교육 편제 방향	'정보' 교과 일부 영역으로 포함	

- (사교육 참여 동기) 학부모 중 66.5%는 사교육에 참여하고 있었으며, 사교육에 참여하는 이유로 '공교육의 수업 시간 부족(1순위)', '진로와 직업 선택 기회 확대(2순위)', '미래 핵심역량 계발(3순위)' 순으로 응답함
- (정보 교육 도입 시기) 학부모(37.6%)와 교사(37.9%) 모두 초등학교 3~4학년에 시작하는 것이 적절하다고 응답함
- (정보 교육 시간) 학부모는 초등학교 기준 204시간³³⁾, 중·고등학교는 학교급별 102시간³⁴⁾이 적절한 교육 시간이라고 응답함. 교사는 초등학교 136시간, 중·고등학교는 학교급별 204시간이 적절하다고 응답함
- (AI 교육 편제 방향) 학부모(48.6%)와 교사(약 60%) 모두 정보 교과 내에서 가르치는 것이 적합하다고 응답함

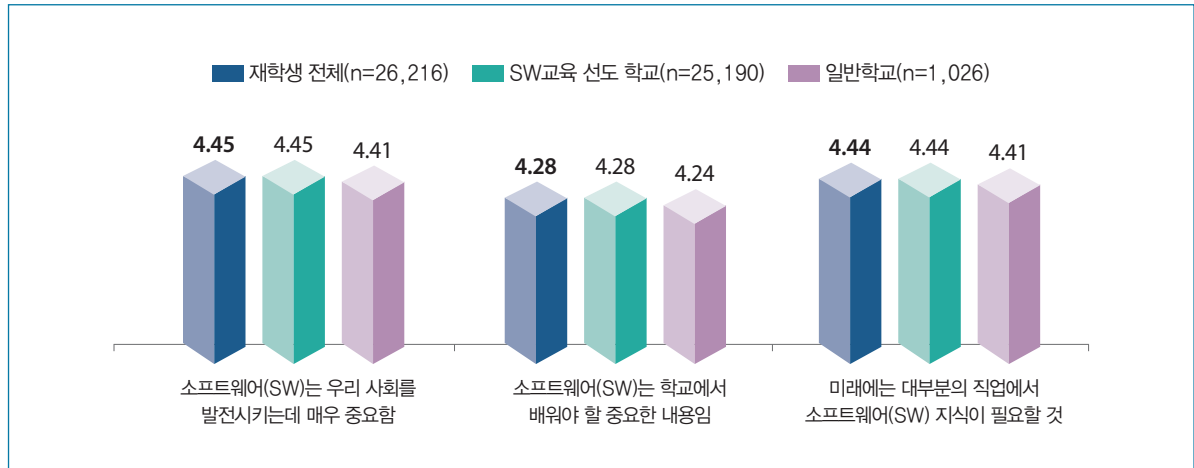
33) 매 학년 주당 1시간씩 교육(학부모의 30.2%가 해당 답변 선택)

34) 매 학년 주당 1시간씩 교육(중학교는 65.6%, 고등학교의 경우 57.1%가 해당 답변 선택)

4-3 학생 인식

□ 정보 교육에 대한 가치 인식

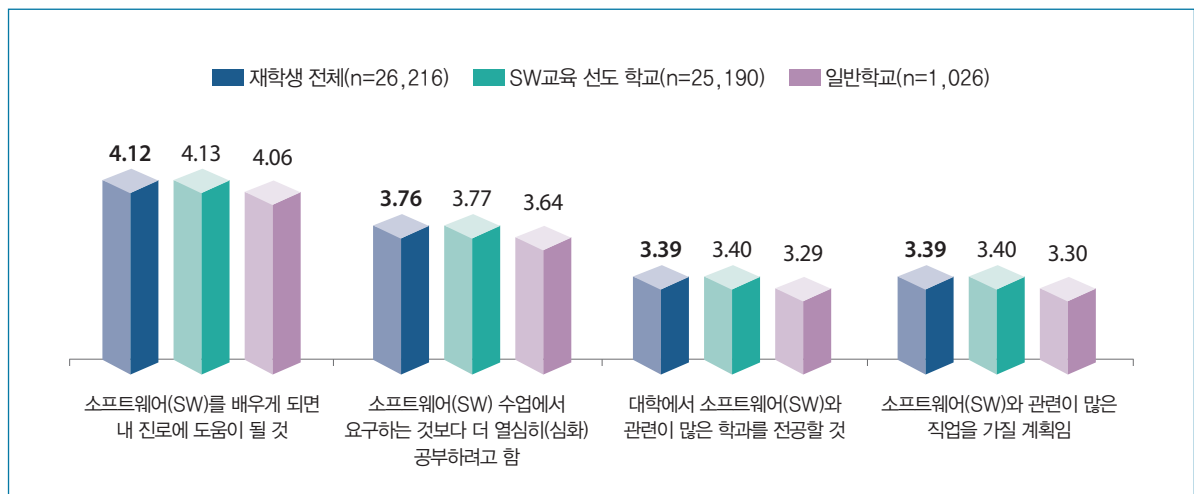
- 소프트웨어에 대한 학생들의 인식은 모든 문항에서 4점 이상으로 높게 나타났으며, 구체적으로 살펴보면 다음과 같음
 - (1) 소프트웨어는 우리 사회를 발전시키는 데 매우 중요함(4.45), (2) 소프트웨어는 학교에서 배워야 할 중요한 내용임(4.28), (3) 미래 직업에서 소프트웨어 지식이 필요한 것(4.44)



[N=(26,216) / 단위 : 5점 만점 평균(점)]

□ 정보 관련 분야 진로 · 진학에 대한 인식

- 정보 관련 분야 진로 · 진학에 대한 인식을 살펴보면, 소프트웨어가 진로에 도움이 된다는 인식은 높지만(4.12), 관련 교육에 대한 참여 의지(3.76), 대학 진학(3.39), 직업 희망(3.39)은 보통 수준으로 나타남

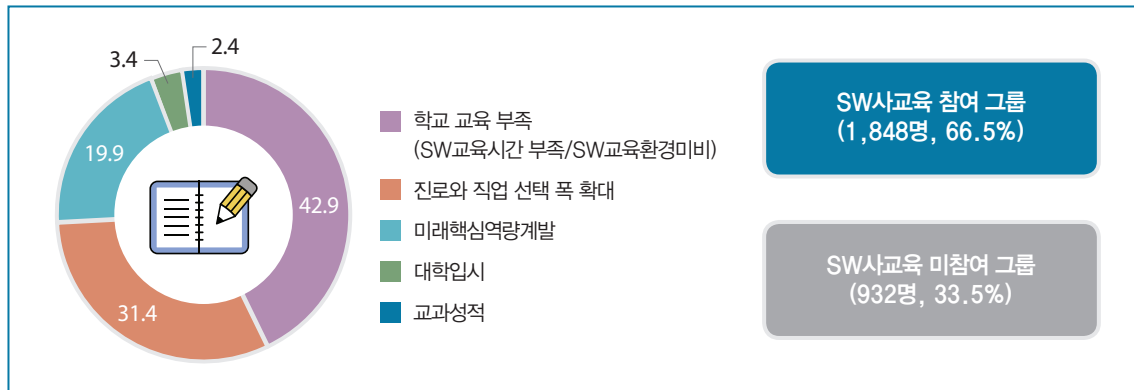


[N=(26,216) / 단위 : 5점 만점 평균(점)]

4-4 학부모 인식

□ 정보 관련 사교육 참여 동기

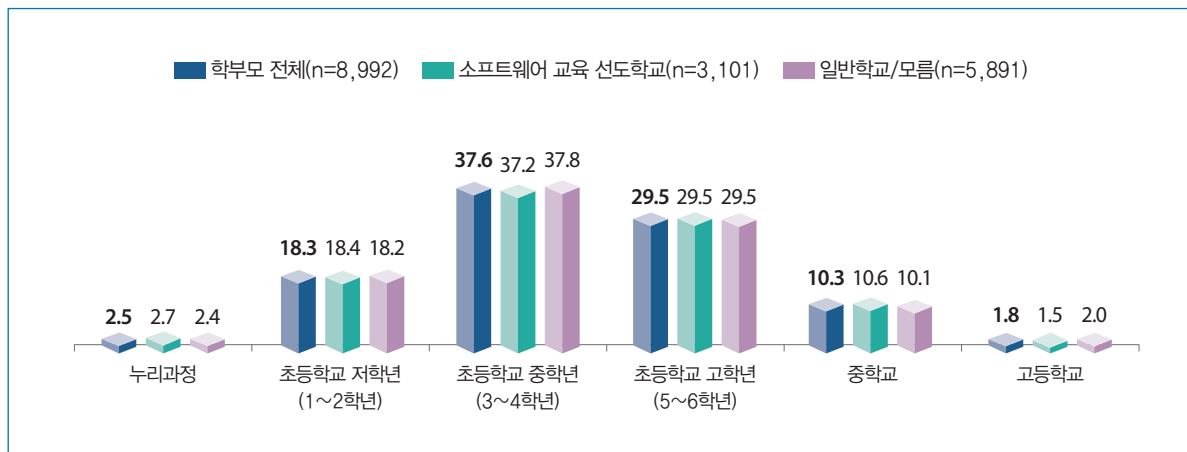
- 설문에 응답한 학부모 중 66.5%는 사교육에 참여하고 있었으며, 사교육에 참여하는 이유로 ‘공교육의 수업 시간 부족(1순위)’, ‘진로와 직업 선택 기회 확대(2순위)’, ‘미래 핵심역량 계발(3순위)’ 순으로 응답함



* 참고: 이재호(2021), 초등 정보 교과 독립을 위한 현황 및 과제, SPRI 48회 포럼.

□ 정보 교육 도입 적정 시기

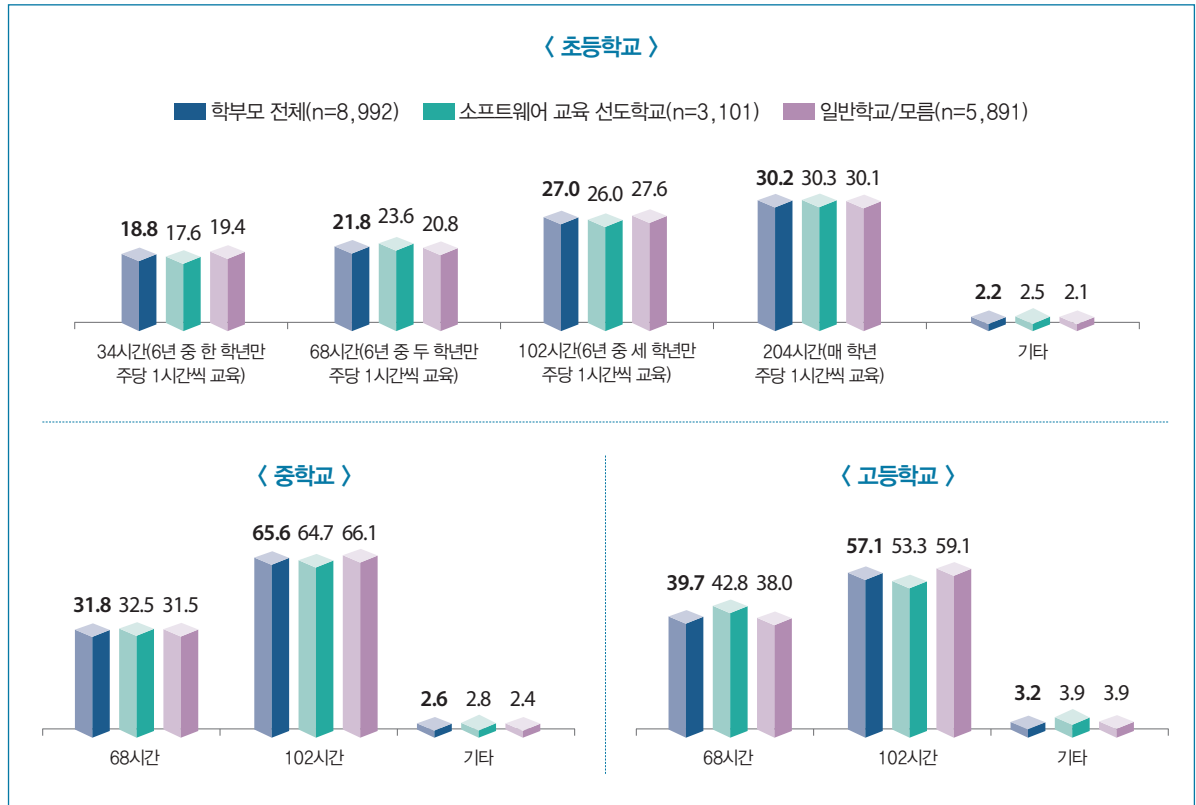
- 학부모가 생각하는 정보 교육 도입 시기는 초등학교 3~4학년부터(37.6%)가 적절하다는 응답이 가장 많음



[N=(8,992) / 단위 : %]

□ 정보 교육 적정 수업 시수

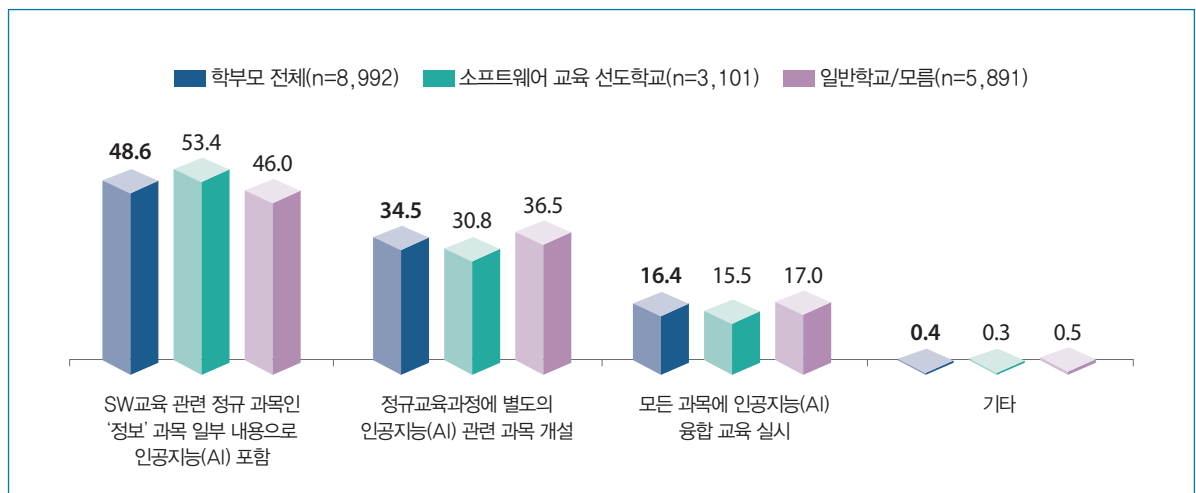
- 학부모들의 52.8%는 현행 정보 교육 시간이 부족하다고 인식하고 있음
 - 초등학생 204시간(전체학년 주당 1시간씩), 중학교 102시간(전체학년 주당 1시간씩), 고등학교 102시간(전체학년 주당 1시간씩)을 적절한 정보 교육 시간으로 응답



[N=(8,992) / 단위 : %]

□ AI 교육 편제 방향

- 학부모가 생각하는 초·중등 AI 수업 운영 유형으로는 '정보' 과목 일부 내용으로 AI 포함이 가장 높게 나타남



[N=(8,992) / 단위 : %]

4-5 교원 인식

□ 정보 교육 적정 도입 시기

- 교원은 초등학교 3학년부터 시작하는 것이 적절하다는 응답이 37.9%로 가장 높았으며, 다음으로 1학년부터(23.6%), 5학년부터(17.7%) 순으로 나타났음

	1학년부터	2학년부터	3학년부터	4학년부터	5학년부터	6학년부터
응답률	23.6%	5.0%	37.9%	14.4%	17.7%	1.4%

□ 정보 교육 적정 수업 시수

- 초등학교의 경우, 3~6학년 주당 1시간(136시간)이 가장 높았으며(37.9%), 3~6학년 주당 2시간(25.7%), 전 학년 주당 1시간(17.9%) 순으로 나타났음

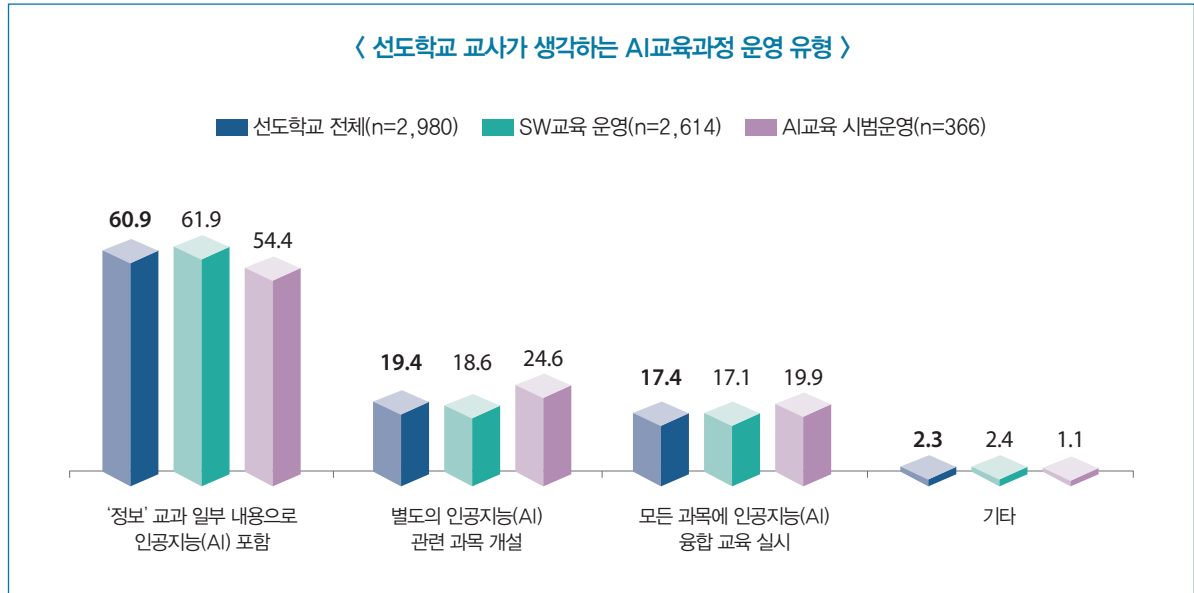
	전 학년 주 1시간	전 학년 주 2시간	3~6학년 주 1시간	3~6학년 주 2시간	5~6학년 주 1시간	5~6학년 주 2시간	기타
응답률	23.6%	5.0%	37.9%	25.7%	6.9%	5.9%	2.8%

- 중학교와 고등학교는 전 학년 주 2시간(204시간)이 가장 높았으며, 다음으로 전 학년 주당 3시간(306시간) 순으로 나타났음

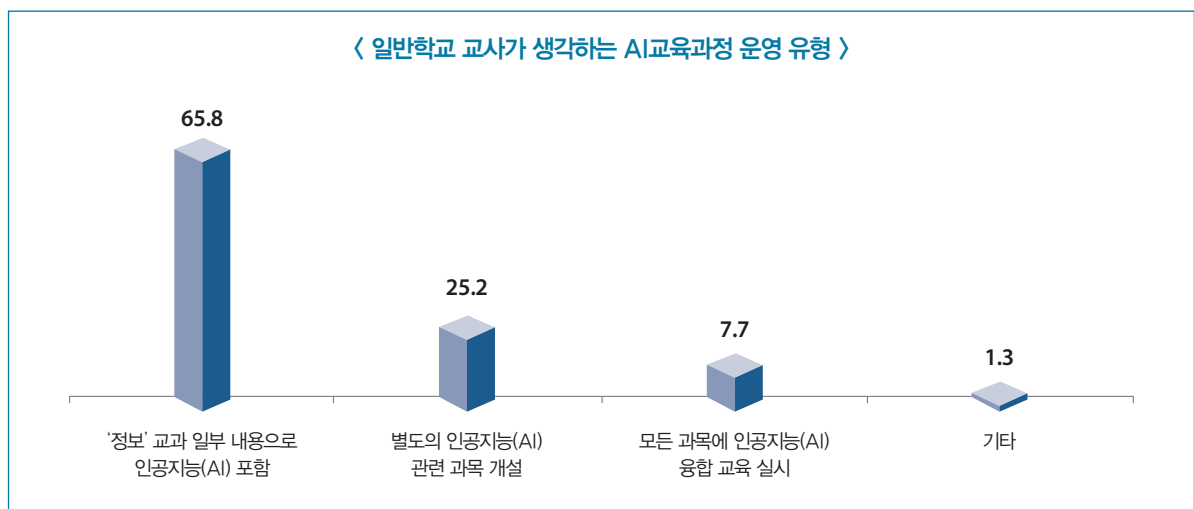
	주 1시간	주 2시간	주 3시간	주 4시간	주 5시간	주 6시간	주 7시간	기타 및 무응답
중1	6.0%	50.8%	29.1%	5.5%	0.9%	1.5%	1.5%	4.7%
중2	7.1%	51.4%	27.3%	5.8%	0.9%	1.5%	1.6%	4.4%
중3	9.7%	45.4%	26.4%	6.4%	1.3%	1.5%	1.6%	7.8%
고1	7.1%	41.3%	30.6%	10.4%	2.6%	1.5%	2.2%	4.4%
고2	10.6%	39.5%	27.1%	10.2%	2.4%	2.0%	2.0%	6.2%
고3	14.8%	34.8%	22.0%	7.7%	2.4%	1.3%	2.0%	15.1%

□ AI 교육 편제 방향

- 교사가 생각하는 초·중등 AI 교육 내용 편제 방향은 '정보' 교과 일부 내용으로 AI 포함(선도학교 60.9%, 일반 학교 65.8%)이 가장 높음



[N=(2,980) / 단위 : %]



[N=(155) / 단위 : %]

5. 모든 아이를 위한 정보 교육 개선 방안

5-1 초·중등 교육과정 개선 방안	51
5-2 교원 양성 및 역량 개선 방안	73
5-3 융합 교육 추진 개선 방안	80
5-4 고교학점제 대응 방안	85
5-5 특성화고 교육 개선 방안	93
5-6 교육 인프라 및 플랫폼 개선 방안	108



5

모든 아이를 위한 정보 교육 개선 방안

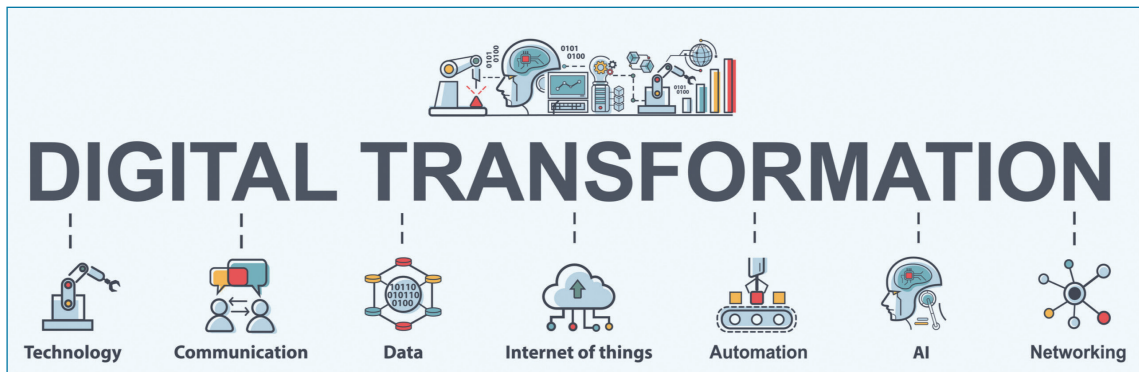
5-1 초·중등 교육과정 개선 방안

(1) 교육 패러다임 변화와 교육과정 개정의 필요성

□ (디지털 대전환과 SW 중심사회 본격화) 디지털 대전환과 SW 중심사회로의 이행 본격화에 따른 국가 시스템 정비 시급

- 빅데이터, IoT, 초자동화, 초연결(네트워킹) 그리고 인공지능(AI)이 산업계의 전 영역은 물론 우리 생활의 전반에 보급·활용되는 디지털 대전환과 소프트웨어(SW) 중심사회로의 이행 본격화
 - 전기가 처음 보급되었을 때 전기 사용을 꺼렸지만, 현재 전기 없이 살 수 없는 경험과 같이 SW와 AI는 산업의 전 영역은 물론 우리 삶의 일부가 되며 이를 준비하기 위한 국가 시스템 정비가 시급

〈 4차 산업혁명 시대의 주요 신기술과 디지털 대전환 〉



* 참고: Jean-François Martin(2018). *Unlocking success in digital transformations*, McKinsey & Company.

□ (디지털 대전환 시대 교육 패러다임 Re-thinking) 디지털 대전환 시대가 요구하는 인재상과 교육 패러다임 변화 필요

- 디지털 대전환 시대의 핵심 기술을 반영한 국가 교육 시스템 구축과 사회가 요구하는 미래인재의 역량*을 고려한 교육 시스템 구축 필요

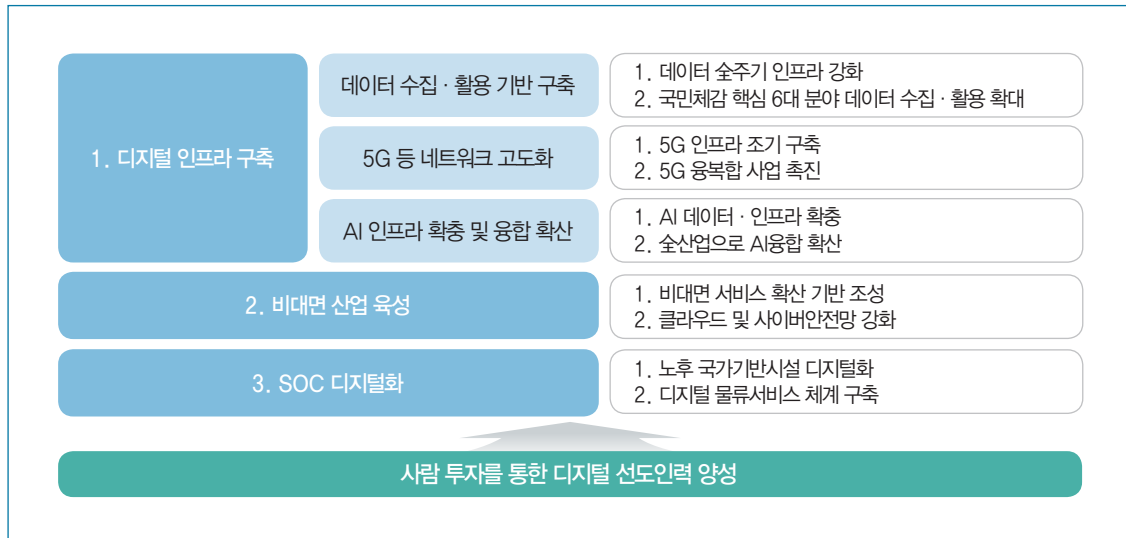
* 컴퓨팅사력, 디지털리터러시, 디지털 소셜 스킬, 디지털 연계 진로 역량 등 SW와 AI를 연계한 역량을 고려한 국가 교육 시스템 구축

- 국가 정책(한국판 뉴딜 정책)에 근거한 미래 사회상 설정 필요

– 디지털 시대로의 대전환 : 디지털경제의 사회적 전환, 디지털 멀티 플랫폼의 시대 공식화 (코로나19로 인한 언택트 시대 가속화에 따른 디지털의 사회 결정력이 점점 확대됨)

- 디지털 뉴딜 정책 중, 빅데이터 구축/개방/활용, 5G 네트워크 및 클라우드 컴퓨팅, AI·SW 핵심 인재 양성 (10만 명) 등의 이행을 위한 세부 정책 필요
- 디지털 관리체제 구축, 스마트 물류, 모든 초중고에 디지털 기반 교육 인프라 구축 필요

〈한국판 뉴딜 프로젝트〉



*참고 : 관계부처합동(2020). 한국판뉴딜 추진 방향. 비상경제 중앙대책본부.

- 현 국가 교육과정(2015 개정)이 디지털 대전환 시대를 살아갈 미래인재를 양성하기 충분인가에 대한 냉철한 점검 필요
 - SW와 AI의 사회적 영향력이 높아지는 것을 대비한 교육 시스템 점검과 이에 따른 국가 수준 교육과정 개정 필요
 - 교육 부문에서 고려할 디지털 대전환의 신기술, 경향성(인공지능, 학습 멀티플랫폼, 학습 환경과 도구, MR/VR/AR/XR, 게이미피케이션, 개인화된 (컴퓨팅) 학습)과 관련된 내용이 국가 수준 교육과정에 반영되어 있는 지에 대한 점검 필요

(2) 디지털 대전환의 관점에서 살펴본 2015 개정 교육과정 한계점

- (교육과정 총론의 한계) 디지털 대전환의 시대에 요구되는 가치를 충분히 반영하고 있지 못함
 - 2015 개정 교육과정 총론에 제시된 인간상 및 그 인재가 가져야 할 핵심역량에 디지털 대전환 시대를 살아가기 위해 요구되는 인간상과 역량을 반영하지 못함

〈인간상〉

- 가. 전인적 성장을 바탕으로 자아정체성을 확립하고 자신의 진로와 삶을 개척하는 자주적인 사람
- 나. 기초능력의 바탕 위에 다양한 발상과 도전으로 새로운 것을 창출하는 창의적인 사람
- 다. 문화적 소양과 다원적 가치에 대한 이해를 바탕으로 인류 문화를 향유하고 발전시키는 교양 있는 사람
- 라. 공동체 의식을 가지고 세계와 소통하는 민주 시민으로서 배려와 나눔을 실천하는 더불어 사는 사람

〈핵심역량〉

- 가. 자아정체성과 자신감을 가지고 자신의 삶과 진로에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기 주도적으로 살아갈 수 있는 자기관리 역량
- 나. 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 지식정보처리 역량*
- 다. 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 사고 역량
- 라. 인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 심미적 감성 역량
- 마. 다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하며 존중하는 의사소통 역량
- 바. 지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 공동체 역량

* 비록 핵심역량에 '지식정보처리 역량'을 제시하고 있으나 각 SW, IT, 디지털, 지능정보, 컴퓨팅, 컴퓨터과학 등의 핵심 용어가 생략됨

- 제5차 교육과정부터 2007 개정 교육과정까지는 교육과정 구성 및 개정의 이유를 산업화, 정보화 시대로 언급하였으나, 2009 개정 교육과정에서부터 사회변화에 대응하기 위한 인식 부재³⁵⁾

〈 국가수준 교육과정의 총론 변화 〉

구분	사회적 변화에 대한 서술 및 요약	비고
제5차 교육과정 (1987년)	지식의 급격한 팽창과 과학의 발달에서 오는 고도 산업화 정보화 시대에 능동적으로 대처하고...(후략)	총론
제6차 교육과정 (1992년)	정보화 사회에 적응할 수 있는 자질을 키우기 위하여 수량과 도형에...(후략)	수학
제7차 교육과정 (1997년)	세계화·정보화, 교육 수요자의 요구가 다양하게 분출하는 시대에 대비하기 위해서...(후략)	총론
2007 개정 교육과정 (2007년)	컴퓨터를 이용한 정보의 수집, 분석, 활용 능력을 신장	총론
2009 개정 교육과정 (2009년)	세계 속에서 자신의 능력을 발휘하여 진로를 개척하고 국가와 지구 공동체의 발전에 기여할 수 있는 사람 ※추구하는 인간상에서 정보화 관련 내용 삭제	총론
2015 개정 교육과정 (2015년)	창의융합형 인재를 양성하여 미래 사회를 대비하고 국가·사회적 요구를 반영 ※핵심역량에 지식정보처리역량 제시	총론

- (정보교육의 공백기) 2007 개정 교육과정에서는 창의적 재량활동이 도입되었으나 학교규제지침일괄정비 계획(2008.11.)의 발표에 따라 정보통신기술운동을 위한 편성 권한이 각 시도교육청으로 이관

35) 신승기(2021). 초등학교 정보교육의 국가수준 교육과정 편성에 대한 내용체계 구성 연구. 정보교육학회논문지. 25(1).

- 2009년부터 적용이 시작된 2007 개정 교육과정에서는 학교 단위 교육과정 편성 및 운영을 위한 다양한 요청이 반영되면서 학년별 연간 68시간의 재량활동 시간 중 가장 큰 비율을 차지하던 정보통신기술 교육 시수가 축소되었음³⁶⁾

□ **(정보과 교육과정 점검)** 2015 개정 정보과 교육과정의 성격, 교과 역량, 학교급별 교육 목표가 디지털 대전환 시대에 요구되는 역량을 반영하고 있지 못함

- 2015 개정 정보과 교육과정의 내용 체계와 성취기준에 디지털 대전환 시대에 요구되는 핵심적인 내용을 다루지 못함

- AI, 디지털리터러시, 윤리적 감성, 데이터 과학 등의 디지털 대전환 시대에 필요한 핵심적인 교육 내용과 학습 경험을 체계적으로 다루고 있지 못함

* 소프트웨어정책연구소 연구(김한성 외, 2020)에 따르면, 정보과 교육과정은 ACM/IEEE에서 제안한 컴퓨터과학 교육과정 표준의 지식 영역 중 지능시스템(AI), 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 그래픽 및 시각화 등 핵심 내용이 다루지 않음

- 타 교과로의 전이*를 고려한 빅아이디어(Big Idea)** 중심의 교육과정 부재

- 디지털 대전환 시대에는 전 산업 분야의 융합적 접근을 고려한 전이성이 높은 교과의 특성이 요구됨
- 2015 개정 정보과 교육과정은 핵심 개념과 일반화된 지식을 중심으로 포함되었다고 보고하고 있지만, 핵심 개념이 타 교과로의 전이를 고려한 빅아이디어인지에 대한 점검*** 필요

* 전이 : 전이란 특정 장면의 학습이 새로운 학습에 영향을 미치는 현상

** 빅아이디어는 교과의 핵심 개념을 뛰어넘는 것으로, 교과 또는 교과가 기반하는 학문의 가장 기초적인 개념이나 원리를 포함하는 근본적인 아이디어를 의미함(Wiggins & McTighe, 2005)

*** 장원영(2020)의 연구에 따르면 2015 개정 교육과정의 핵심 개념이 전이기를 고려한 '빅아이디어'라기 보다는 교과 영역의 주요 개념이나 하위 영역 수준에 머무른 점 등의 한계점 제기

(3) 2015 개정 정보과 교육과정 운영 문제점³⁷⁾

가. 교육과정 구성/근거/운영 관련 문제점

□ **(교육 내용의 범위와 연계성 문제)** 컴퓨터과학 표준교육과정으로 활용되고 있는 Computing Curricula (CC2020-CS)에 비해 교육 내용의 통합성, 계열성, 계속성의 심각한 결여가 발생

- 초등학교의 경우 기초 ICT 교육은 물론 컴퓨터 자체를 다루고 활용할 수 있는 시수도 없음. 18개 영역 중 3개 영역만 다루고 있음
- 중학교의 경우 7개의 영역, 고등학교 선택의 경우도 8개의 영역만 다루고 있음

□ **(전공 교원 확보 어려움)** 중학교의 경우 34 시수로 교사별 의무 담당 시간 배정이 어려웠던 학교당 1명의 정보 교사를 확보하지 못하며, 1명의 정보 교사가 2~5개교를 순회하는 등 심각한 문제 발생

36) 박판우 외(2019). 초등학교 소프트웨어교육의 교육과정 개선을 위한 내용체계 및 교과 편성의 선계에 대한 연구. 정보교육학회논문지, 23(3).

37) 본 장은 내용의 구성 및 가독성을 위해 본 보고서의 3장 내용을 발췌·요약해 제시함

〈 2020년 12월 기준 정보 교사 현황(안성훈 외, 2021) 〉

학교급	학교 수(A)	정보 교과 담당 교사 수(B)	정보·컴퓨터 자격증 소지 교사 수(C)	학교당 평균 정보 교사 수(B/A)	담당교사 중 자격증 소지 교사 비율(C/B)
중학교	3,242개교	1,034명	795명	0.32명	76.89%
고등학교	2,365개교	1,720명	1,189명	0.73명	69.13%
계	5,607개교	2,754명	1,984명	0.49명	72.04%

* 참고 : 안성훈 외(2021). 2020년 초·중등학교 교육정보화 실태 조사 분석. 한국교육학술정보원.

- 순회 교사 관련 정보 교사 대상 2021년 온라인 설문³⁸⁾ 결과, 중학교 교사 235명 중 114(약 49%)명이 순회 교육을 시행하고 있음
 - 이 중, 약 60%는 총 3개 학교 이상에서 수업하는 것으로 나타남

□ (교육과정의 법적 근거 부족) 중학교의 필수교과임에도 불구하고 초·중등교육법 시행령에 '정보' 교과가 명시되어 있지 않음

- 기준과 내용에 관한 사항을 정하도록 규정하고 있으며, 동법 시행령 제43조는 학교의 교과에 관해 규정하고 있음
- 교육부는 2015 개정 교육과정 고시, 정보 교과를 별도로 명시하였으나, 학교의 교과를 명시하고 있는 시행령 제 43조(교과) 제1항은 2013년 10월 30일에 이후로 개정되지 않아 이를 반영하지 못함
- 비록 '교육부 장관이 필요하다고 인정하는 교과'로 간주해 관련 교육과정에 따른 교과 운영이 가능하나, 온전한 법적 지위*를 갖는다고 보기 어려워 타 교과와 같이 시행령에 '정보'를 포함하여야 함

* 시행령은 법률의 시행을 위해 만들어지는 것으로 '교육과정 고시'보다 상위법적인 성격을 가지며, 엄정한 개정 절차를 가지는 만큼 교과로의 지위 확보를 위해서도 시행령에 교과 명시가 필요함

나. 교육과정의 체계성 결여 및 교원 부족으로 인해 발생하는 문제점

□ (부실한 교육과정 운영 초래) 절대적으로 적은 수업 시수로 인해 교육과정별로 필요한 교육 내용을 체계적으로 다루기 어려움

- (초등학교 주요 내용 및 문제점) 기초적인 ICT 소양을 기르기 위한 내용이나 컴퓨팅사고력을 높이기 위한 내용이 부족함
 - (ICT 소양 부족) 컴퓨터를 다루고 정보를 수집하기 위한 기초적인 ICT 소양을 가르칠 수 없음
 - (컴퓨팅사고력 증진이 어려움) 알고리즘과 프로그래밍을 경험하고 문제해결에 적용할 수 있는 내용이 절대적으로 부족함

* 정보사회 영역의 시수가 교과서별로 상이하고(절차적(알고리즘) 사고의 내용도 3~6차시로 다르고 프로그래밍 내용은 2~4차시로 다름) 실과교과서 내 단원으로 포함되어 있어서 내용의 수준과 중학교 내용과의 연계가 이루어지기 어려움

- (중·고등학교 주요 내용 및 문제점) 필수 과정이나 적은 시수로 인해 핵심 내용을 충분히 가르칠 수 없음
 - 중학교는 필수이지만 시수 부족으로 인해 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 정보윤리, 정보보호 등 컴퓨터과학에서 반드시 다루어야 할 핵심 내용을 충실히 가르치지 못하는 문제점 발생

38) 한국정보교사연합회(2021). 정보 교사&정보 교육 현황 분석 및 시사점. SELF 발표 자료.

- **(초중등 공통)** 절대적 시수 부족으로 인해 개정된 교육과정의 목표 달성 및 창의적 문제해결력과 컴퓨팅사고력 증진이 어려움
 - **(2015 개정 교육과정의 목표 달성 어려움)** 절대적인 시수 부족은 정보 교육의 계속성, 계열성 결여로 이어지며, 단편적인 개념 및 기능 습득에 치중하게 만드는 원인이 됨
 - 학교 현장에서 정상적인 교수학습 운영, 평가 및 환류 프로세스 수행이 매우 어려운 상황임
 - **(창의적인 문제해결력 증진 어려움)** 새로운 아이디어와 통찰력이 마치 한순간에 오는 것처럼 보일지 모르지만, 그 대부분은 상상, 창작, 실험, 공유, 생각의 과정을 여러 번 반복해야만 가능함
 - 즉, 창의적 학습의 선순환을 다수 거쳐야 하는데 현재 교육과정의 단절로 컴퓨팅사고력을 기반으로 한 지속적인 학습경험을 제공하지 못함
 - **(컴퓨팅사고력 함양의 어려움)** 글쓰기, 수학적 사고 학습 단계처럼 정보 교과도 단계적이고 지속적인 교육을 통해서 컴퓨팅사고력 증진이 가능

□ **(교육 기회의 격차 발생)** 공교육의 부재로 인한 SW·AI 관련 사교육 확대

- 2021년 SW·AI 관련 사교육 참여 관련 조사에 따르면(이재호, 2021) 응답한 학부모 중 66.5%가 사교육에 참여하고 있었으며 그 중, 42.9%는 학교 교육의 부족함을 그 원인으로 생각함
 - 사교육에 참여하는 이유로, 학교 교육의 부족함(1순위), 진로와 직업 선택 기회 확대(2순위), 미래 핵심역량(3순위)으로 나타남
 - 공교육의 경우 지역별 중등학교 정보 교육 평균 시간이 최소 40시간에서 최대 212시간으로 지역 간의 교육격차가 발생하고 있으며, 일부 선도학교, 중점학교, 특목고 등에서만 이루어지는 추가 과목 및 시수 편성은 학교나 지역 간 교육격차를 강화할 수 있음(안성훈 외, 2021)

□ **(정보 교사의 번아웃 및 교육의 질 저하)** 정보 교사의 미채용으로 2~3개의 순회 수업을 시행하면 정보 교사의 책임감, 열정이 감소하고 번아웃의 우려가 있고, 교육의 질이 저하됨

- **(정보 교사의 전문성 향상 프로그램 결여)** 부족한 시수로 인해 새로운 학문을 가르칠 기회와 전문성을 향상시킬 수 있는 연수나 커뮤니티 지원이 부족

Q: 정보 교사의 효능감이 낮은 이유(224명 응답)는?

- 시수 부족으로 최소한의 정보 교육 어려움(57.1%), 순회 교육으로 집중이 어려움(41.1%), 교과 시수 부족으로 다른 수업을 떠맡아서(29.9%)

* 참고: 한국정보교사연합회 2021 설문조사 결과

□ **(차별 없는 교육 부재)** 컴퓨팅 교육은 특수교육이 요구되거나 장애가 있는 학생들에게 더 큰 효과를 나타냄

- **(특수교육)** 특수교육 대상자나 장애 학생을 대상으로 한 SW·AI 교육이 미흡함
 - 특수교육이 요구되거나 및 장애(SEND, Special Educational Needs and Disability)가 있는 학생은 컴퓨팅 교육을 통해 더 큰 이득을 볼 수 있으며, 교육 접근성을 확대할 필요가 있음*

* After the reboot: Computing Education in UK schools(the royal society, 2017)

- 우리나라 특수교육 교육과정에서는 컴퓨팅사고력을 배울 수 있는 교과와 교육 내용이 매우 부족한 실정(권순황, 2018³⁹⁾)

39) 권순황(2018). 특수교육 교육과정 적용 대상학생의 소프트웨어 교육에 관한 분석. 교육혁신연구, 28(4).

- 모든 초등학교 학생이 받을 수 있는 공통 교육과정 '실과'에는 컴퓨팅사고력 함양을 위한 내용이 미흡하며, 장애 학생을 고려한 기본 교육과정의 '실과'는 컴퓨팅사고력 관련된 내용이 부족함
- 중등학교 장애 학생을 대상으로 개발된 기본 교육과정의 선택 과목 '정보통신활용'에는 컴퓨팅사고력을 일부 다루고 있으나 그 내용이 매우 협소해 확대할 필요가 있음

(4) 정보 교육 관련 주요 정책 현황과 한계점

가. 주요 정책 추진 현황

□ 소프트웨어 교육 활성화와 기본 계획(2016) 수립 : SW교육의 필수화를 안정적으로 지원하고, 향후 종합적·지속적 정책을 위한 계획 수립

○ 주요 내용

- 교육부 및 과학기술정보통신부는 2015 개정 교육과정에 따른 SW교육(정보교육) 필수화의 성공적 안착과 활성화를 위한 추진전략으로 4가지(①소프트웨어 교육 필수화 기반 구축, ②초·중등 소프트웨어 교육 활성화, ③대학의 소프트웨어 전문 인재 양성, ④올바른 소프트웨어 교육 문화 조성 및 홍보 강화) 제시
- 소프트웨어 교육 강화를 통해 미래 사회를 준비하기 위한 체계적인 교육 방안을 마련하여, 소프트웨어 중심사회의 국가 경쟁력을 확보 기반 마련 도모

○ 주요 성과

- (정보 교육 필수화 지원) 2015 개정 교육과정('15.9월 고시)에 따라 초등학교 및 중학교에서 정보 교육을 필수화하고, '18년부터 단계적으로 적용
 - * 중학교 필수화 현황 ('18) 1,351교(42%) → ('19) 2,638교(82%) → ('20) 3,214교(100%)
 - * 일반고 선택 현황 ('18) 707교(45%) → ('19) 809교(52%) (연차적 증가 추세)
- (학교 교육 활성화 지원) 연구 선도학교*, 교사 연구회, 학생 동아리 운영을 통해 학교 중심 SW교육 우수모델 발굴·확산
 - * ('16) 900교 → ('17) 1,200교 → ('18) 1,641교 → ('19) 1,834교

□ 정보 교육 종합계획(2020) : 모든 학교급에 '정보' 교육과정을 편성하고, 초등에서부터 고등학교까지 양질의 교육 기반 마련

○ 주요 내용

- 정보 교육에 대한 국가의 역할과 책무성 증대에 따라, 그간 SW교육의 성과를 바탕으로 정보 교육의 핵심 전략 및 과제 발굴
- 미래역량 교육강화, 차세대 교육기반 조성, 생태계 및 문화 조성이라는 3대 목표를 가지고 7대 추진 전략(①미래 핵심 역량을 갖춘 인재 육성, ②전문적 역량을 갖춘 교원 양성, ③미래형 정보 교육 환경 구축, ④첨단 정보 교육 도구 활용, ⑤체계적 정보교육 기반 구축, ⑥모두가 참여하는 정보교육 생태계 조성, ⑦모두가 누리는 올바른 정보 문화 조성) 제시

○ 주요 성과

- (정보 교육과정 강화 방향 제시) 초등학생부터 체계적인 정보 AI 역량을 기를 수 있도록 정보 교육과정 강화 방향 제시

- * (초) 1~4학년은 ICT활용교육, 5~6학년은 정보·AI교육을 체계적으로 실시하여 4차 산업 혁명에 대비한 필수 역량 함양
- * (중) 정보 수업 시간을 확대하고, 학교급을 이어주는 체계적인 정보·AI 역량 교육 강화

(예시) 1학년은 창의적 체험활동 시간을 활용하여 주당 1시간 이상 ICT 교육을 실시하고,
2학년에 정보 과목 편성 운영

- * (고) '인공지능 기초', '데이터 과학' 등 다양한 과목을 신설하여, 학생의 진로·진학 설계에 따라 심화 학습이 가능한 여건 조성

- (AI융합 교육 거점고 운영) AI 분야 기초 기반 교육의 중점 운영 및 지역 거점 역할의 'AI 융합 교육 거점형 일반고' 운영

- * ('20) 34교 → ('21) 51교 → ('22) 68교 → ('23 이후) 지속 확대

- (초·중등 교사 AI 융합 교육 역량 강화 지원) 현직 교사를 대상으로 AI 등 미래 유망 분야와 연계한 과학 수학 정보 융합 교육 실천 역량 함양 지원

- * (교육 대상) 초 중등(교과 무관) 교사(전문직 포함) 연간 1,000명 내외

- * (교육 기관) 시·도교육청과 협약을 체결한 교·사대 교육대학원

□ 전 국민 AI·SW 교육 확산 방안(2020) : 전 생애에 걸친 AI·SW 교육 경험을 제공하기 방안 마련

○ 주요 내용

- 코로나19 이후 가속화될 AI 시대를 성공적으로 대비하기 위해 전 국민의 디지털리터러시 강화 필요
- 이를 위해 3가지 대응 방안을 중심으로, 전 생애(초·중·고, 고등, 평생 교육) 관점에서 AI·SW 교육 추진 전략 제시

① 공간적 제약을 극복하고 가상공간과 현실 세계 어디에서 AI·SW 학습이 가능한 시스템 구축

- * 언제 어디서나 AI·SW 원격교육 등이 가능한 플랫폼을 구축하고, 학교·일터·지역사회 등 모든 생활공간에서 AI·SW 교육 접근성 확대

② 단절적·분절적 교육을 넘어, 생애주기에 따른 맞춤형 AI·SW 교육체계 구축

- * 초·중·고·대학 간 AI·SW 교육 체계성을 확보하고, 이와 연계하여 취·창업 및 재직자 등 역량 강화 교육을 추진

③ 지역사회부터 자생적으로 태동하는 AI·SW 교육 문화 생태계 조성

- * 지역 AI·SW 문화 거점을 구축하고, 지역 내 대학생, 거주민이 중심이 되는 자발적인 AI·SW 문화 확산을 지원

○ 주요 성과

- (디지털역량센터 운영) 기초지자체 단위에 '디지털역량센터' 1,000개소를 운영하여 원하는 국민 누구나 SW·AI 등 디지털리터러시 교육 제공('20. 下, 주민센터 등 활용)

- * 디지털 종합 역량 강사를 센터별 2명씩 배치(총 2,000명)하고, AI 기기·서비스 활용법, AI 윤리, 실생활 AI 융합사례, 기초 블록 코딩 등 AI 시대에 필수적인 AI 소양 교육 제공

- * 센터별 AI 실습·체험교육을 지원하는 디지털서포터즈 각 2명 추가 배치(총 2,000명)

- (SW미래채움센터 확대) 지역 내 학생·청소년 SW·AI교육 거점 역할을 수행하는 SW미래채움센터 확대(2019, 5개 → 2020. 下, 10개)

- * 취준생, 경단녀 등을 대상으로 AI·SW 전문지식 등 다양한 연수를 진행하여 AI·SW 교육 전문강사 양성(총 1,000명)

□ 인공지능 시대 교육정책의 방향과 핵심 과제(2020) : 인공지능의 발달과 코로나19로 인한 디지털 대전환으로 사회·경제·문화 전반의 구조적인 변화에 직면한 상황에서, 미래 교육정책이 나아가야 할 방향을 제시

○ 주요 내용

- '인간다움과 미래다움이 공존하는 교육 패러다임 실현'을 비전으로 인공지능 시대에 △「감성적 창조 인재」육성, △「초개인화 학습환경」조성, △「따뜻한 지능화 정책」구현을 3대 정책 방향으로 제시
- 주요 추진과제로 ① 자기주도적 태도를 기르고, 인간 존엄성을 중시하는 마음을 키우기 위한 미래 교육 방향 강조 ② 유치종교에 '인공지능 교육'을 도입 방안 제시

○ 주요 성과

- (교육과정 추가) 고등학교에는 내년 2학기부터 진로 선택과목으로 <인공지능 기초>, <인공지능 수학> 과목을 도입
* 초등학교 2종, 중학교 1종, 고등학교 1종 등
- (교원역량 강화) 교원의 역량을 강화하기 위해 정보·컴퓨터 교직과목과 기본 이수 과목에 인공지능 관련 내용 반영을 검토
* 교육대학원을 활용하여 2025년까지 약 5,000명의 현직 교원을 대상으로 '인공지능 융합 교육 역량 강화'를 위한 재교육 시행
- (인공지능 연구 강화) 인공지능 인재 양성 지표 개발
* 정부는 각 부처와 대학 등에서 그간 다양하게 추진해 온 인공지능 인재 양성 정책성과는 점검, 발전적인 정책을 제안할 수 있도록 지표 개발 추진

나. 정책 한계점 및 개선 방향

- (교육과정) 소프트웨어 교육 활성화 정책 및 2015 개정 교육과정을 통해 초·중학교 정보 교육의 근거를 마련하였으나 명확한 수업 시수 확보 방안 부족으로 양질의 교육을 제공하기에 한계

〈개선 방향〉

모든 학교급에 '정보' 교육과정을 독립·필수화하고, 컴퓨터과학의 내용을 체계적으로 담고
가르칠 수 있도록 연속적이고 체계적인 교육과정 편제를 지원하기 위한 정책 필요

- (교원역량) 각 정책은 교원역량 강화를 위한 다양한 방안을 제시하였으나, 순회 교사 등의 문제해결을 위한 전공 교원 확보 방안이 누락되었으며, 현재 재직 중인 교원에 대한 AI 융합 역량 이외에 SW·AI 기초 역량을 강화하기 위한 연수 적극적인 방안 제시 한계

〈개선 방향〉

중등학교에 1개교 1정보 교사 정책을 추진하기 위한 근거 마련을 위한 다양한 정책과
재직 교원의 역량을 강화하기 위한 실질적인 방안 마련 필요

- (학교 인프라 및 플랫폼) 각 정책 발표와 함께, 학교의 노후 컴퓨터 교체 등 대규모 시설 개선이 이루어졌으나 고정형 실습실 개선 방안에 집중되어, 지속 가능한 미래형 교수학습 모델에 한계
- 정보 교육을 진행할 공공 교육 플랫폼이 부재하여 민간 기업과의 연계 또는 자생적 방안 마련 미흡

〈개선 방향〉

(인프라) 학생들이 창의적으로 융합적으로 배울 수 있는 공간 구성과 과거 데스크톱 기반의 고정형 실습실에서 벗어나 지속 가능한 미래형 교육 환경 구축을 위한 방안 마련 필요
(플랫폼) 공교육에서 활용 가능한 교육 플랫폼 개발 필요, 민간과 공공 간의 플랫폼 연계 또는 종합 플랫폼 마련 등에 대한 마스터플랜 필요

(5) 2022 개정 교육과정 개정(안) : 총론과 정보과 교육과정 제안

가. 디지털 역량을 고려한 교육과정 총론 개정 제안

□ (제안의 기저) 디지털 대전환 시대에 요구되는 핵심역량을 고려한 교육과정 총론 개발 필요

〈 교육과정 제안을 위한 2가지 기저 〉

- 기저1. (미래 사회) 2022년 개정 교육과정은 미래 사회를 디지털 대전환 시대 또는 SW·AI 중심사회를 전제해야 함
- 기저2. (핵심 인재) 2022년 개정 교육과정은 학습자를 미래 사회의 디지털 소비자일 뿐만 아니라 능동적인 생산자(생산자이면서 소비자로서의 학습자)로 바라보아야 함

□ (주요 내용) 교육과정의 총론 개정을 위한 제안의 기저를 고려한 교육과정의 성격, 추구하는 인간상, 학교급별 교육 목표 등을 제안하면 다음과 같음

〈 교육과정 총론 세부 구성 요소별 총론 제안 〉

총론 구성 요소	주요 내용
교육과정의 성격	(현행) 이 교육과정은 초·중등교육법 제23조 제2항에 의거하여 고시한 것으로, 초·중등학교의 교육 목적과 교육 목표를 달성하기 위한 국가 수준의 교육과정이며, 초·중등학교에서 편성·운영하여야 할 학교 교육과정의 공통적이고 일반적인 기준을 제시한 것이다. 이 교육과정의 성격은 다음과 같다. 가. 국가 수준의 공통성과 지역, 학교, 개인 수준의 다양성을 동시에 추구하는 교육과정이다. 나. 학습자의 자율성과 창의성을 신장하기 위한 학생 중심의 교육과정이다. 다. 학교와 교육청, 지역사회, 교원·학생·학부모가 함께 실현해 가는 교육과정이다. 라. 학교 교육 체제를 교육과정 중심으로 구현하기 위한 교육과정이다. 마. 학교 교육의 질적 수준을 관리하고 개선하기 위한 교육과정이다. (개정제안) 나. 학습자의 자율성과 창의성을 신장하고 학습자 스스로 디지털 대전환의 시대를 준비하도록 도와주는 학생 중심의 교육과정이다.
교육과정 구성방향 -추구하는 인간상	(현행) 1. 추구하는 인간상 우리나라의 교육은 홍익인간의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 도야하고, 자주적 생활능력과 민주 시민으로서 필요한 자질을 갖추게 함으로써 인간다운 삶을 영위하게 하고, 민주국가의 발전과 인류 공영의 이상을 실현하는 데에 이바지하게 함을 목적으로 하고 있다. 이러한 교육 이념과 교육 목적을 바탕으로, 이 교육과정이 추구하는 인간상은 다음과 같다.

총론 구성 요소	주요 내용
교육과정 구성방향 -추구하는 인간상	가. 전인적 성장을 바탕으로 자아정체성을 확립하고 자신의 진로와 삶을 개척하는 자주적인 사람 나. 기초 능력의 바탕 위에 다양한 발상과 도전으로 새로운 것을 창출하는 창의적인 사람 다. 문화적 소양과 다원적 가치에 대한 이해를 바탕으로 인류 문화를 향유하고 발전시키는 교양 있는 사람 라. 공동체 의식을 가지고 세계와 소통하는 민주 시민으로서 배려와 나눔을 실천하는 더불어 사는 사람이 교육과정이 추구하는 인간상을 구현하기 위해 교과 교육을 포함한 학교 교육 전 과정을 통해 중점적으로 기르고자 하는 핵심역량은 다음과 같다. 가. 자아정체성과 자신감을 가지고 자신의 삶과 진로에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기주도적으로 살아가 수 있는 자기관리 역량 나. 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지식과 정보를 처리하고 활용할 수 있는 지식정보처리 역량 다. 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 사고 역량 라. 인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 심미적 감성 역량 마. 다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하며 존중하는 의사소통 역량 바. 지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 공동체 역량 (개정제안) 1) 인간상 다. <u>디지털</u>·문화적 소양과 다원적 가치에 대한 이해를 바탕으로 인류 문화를 향유하고 발전시키는 교양 있는 사람 (디지털 추가) 2) 역량 다. 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 <u>SW·AI와</u> 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 사고 역량 라. 인간에 대한 공감적 이해와 <u>디지털</u>·문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 심미적 감성 역량
교육과정 구성방향 -교육과정 구성 중점	2. 교육과정 구성의 중점 (현행) 이 교육과정은 우리나라 교육과정이 추구해 온 교육 이념과 인간상을 바탕으로, 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재를 양성하는 데에 중점을 둔다. 이를 위한 교육과정 구성의 중점은 다음과 같다. 가. 인문·사회·과학기술 기초소양을 균형 있게 함양하고, 학생의 적성과 진로에 따른 선택학습을 강화한다. 나. 교과와 핵심 개념을 중심으로 학습 내용을 구조화하고 학습량을 적정화하여 학습의 질을 개선한다. 다. 교과 특성에 맞는 다양한 학생 참여형 수업을 활성화하여 자기주도적 학습 능력을 기르고 학습의 즐거움을 경험하도록 한다. 라. 학습의 과정을 중시하는 평가를 강화하여 학생이 자신의 학습을 성찰하도록 하고, 평가 결과를 활용하여 교수·학습의 질을 개선한다. 마. 교과와 교육 목표, 교육 내용, 교수·학습 및 평가의 일관성을 강화한다. 바. 특성화 고등학교와 산업수요 맞춤형 고등학교에서는 국가직무능력표준을 활용하여 산업사회가 필요로 하는 기초 역량과 직무 능력을 함양한다. (개정제안) 바. <u>SW·AI를</u> 체험하고 원리를 탐구하여 교과와 융합하는 경험을 통해 디지털 대전환의 시대를 학습자 중심으로 준비하도록 한다.
학교급별 교육목표 -초등학교	(현행) 가. 초등학교 교육 목표 초등학교 교육은 학생의 일상생활과 학습에 필요한 기본 습관 및 기초 능력을 기르고 바른 인성을 함양하는 데에 중점을 둔다. 1) 자신의 소중함을 알고 건강한 생활 습관을 기르며, 풍부한 학습 경험을 통해 자신의 꿈을 키운다. 2) 학습과 생활에서 문제를 발견하고 해결하는 기초 능력을 기르고, 이를 새롭게 경험할 수 있는 상상력을 키운다. 3) 다양한 문화 활동을 즐기고 자연과 생활 속에서 아름다움과 행복을 느낄 수 있는 심성을 기른다. 4) 규칙과 질서를 지키고 협동정신을 바탕으로 서로 돕고 배려하는 태도를 기른다. (개정제안) 5) <u>디지털 소양과</u> 체험을 통해 디지털 대전환의 시대를 학습자 중심으로 준비한다.

총론 구성 요소	주요 내용
학교급별 교육목표 -중학교	(현행) 나. 중학교 교육 목표 중학교 교육은 초등학교 교육의 성과를 바탕으로, 학생의 일상생활과 학습에 필요한 기본 능력을 기르고 바른 인성 및 민주 시민의 자질을 함양하는 데에 중점을 둔다. 1) 심신의 조화로운 발달을 바탕으로 자아존중감을 기르고, 다양한 지식과 경험을 통해 적극적으로 삶의 방향과 진로를 탐색한다. 2) 학습과 생활에 필요한 기본 능력 및 문제 해결력을 바탕으로, 도전정신과 창의적 사고력을 기른다. 3) 자신을 둘러싼 세계에서 경험한 내용을 토대로 우리나라와 세계의 다양한 문화를 이해하고 공감하는 태도를 기른다. 4) 공동체 의식을 바탕으로 타인을 존중하고 서로 소통하는 민주 시민의 자질과 태도를 기른다. (제안사항) 5) 창의적 디지털 표현과 SW·AI를 활용하여 데이터 기반의 문제를 해결한다.
학교급별 교육목표 -고등학교	(현행) 다. 고등학교 교육 목표 고등학교 교육은 중학교 교육의 성과를 바탕으로, 학생의 적성과 소질에 맞게 진로를 개척하며 세계와 소통하는 민주 시민으로서의 자질을 함양하는 데에 중점을 둔다. 1) 성숙한 자아의식과 바른 품성을 갖추고, 자신의 진로에 맞는 지식과 기능을 익히며 평생학습의 기본 능력을 기른다. 2) 다양한 분야의 지식과 경험을 융합하여 창의적으로 문제를 해결하고, 새로운 상황에 능동적으로 대처하는 능력을 기른다. 3) 인문·사회·과학기술 소양과 다양한 문화에 대한 이해를 바탕으로 새로운 문화 창출에 기여할 수 있는 자질과 태도를 기른다. 4) 국가 공동체에 대한 책임감을 바탕으로 배려와 나눔을 실천하며 세계와 소통하는 민주 시민으로서의 자질과 태도를 기른다. (제안사항) 5) 창의적 디지털 창작과 SW·AI에 대한 심화학습을 통해 디지털 대전환의 시대의 진로를 설계한다.
학교 급별 교육과정 편성·운영의 기준 - 기본사항	(현행) 1. 기본 사항 가. 초등학교 1학년부터 중학교 3학년까지의 공통 교육과정과 고등학교 1학년부터 3학년까지의 선택 중심 교육과정으로 편성·운영한다. 나. 학년 간 상호 연계와 협력을 통해 학교 교육과정을 유연하게 편성·운영할 수 있도록 학년군을 설정한다. 다. 공통 교육과정의 교과는 교육 목적상의 근접성, 학문 탐구 대상 또는 방법상의 인접성, 생활양식에서의 연관성 등을 고려하여 교과군으로 재분류한다. 라. 선택 중심 교육과정에서는 학생들의 기초 영역 학습을 강화하고 진로 및 적성에 맞는 학습이 가능하도록 4개의 교과 영역으로 구분하고 교과(군)별 필수 이수 단위를 제시한다. 특성화 고등학교와 산업수요 맞춤형 고등학교는 보통 교과의 4개 교과 영역과 전문 교과로 구분하고 필수 이수 단위를 제시한다. 마. 고등학교 교과는 보통 교과와 전문 교과로 구분하며, 학생들의 기초 소양 함양과 기본 학력을 보장하기 위하여 보통 교과에 공통 과목을 개설하여 모든 학생이 이수하도록 한다. 바. 학습 부담을 적정화하고 의미 있는 학습 활동이 이루어질 수 있도록 학기당 이수 교과목 수를 조정하여 집중이수를 실시할 수 있다. 사. 창의적 체험활동은 학생의 소질과 잠재력을 계발하고 공동체 의식을 기르는 데에 중점을 둔다. 아. 법교과 학습 주제는 교과와 창의적 체험활동 등 교육 활동 전반에 걸쳐 통합적으로 다루도록 하고, 지역사회 및 가정과 연계하여 지도한다. 안전·건강 교육, 인성 교육, 진로 교육, 민주 시민 교육, 인권 교육, 다문화 교육, 통일 교육, 독도 교육, 경제·금융 교육, 환경·지속가능발전 교육 자. 학교는 필요에 따라 계기 교육을 실시할 수 있으며, 이 경우 계기 교육 지침에 따른다. (개정제안) 사. SW·AI교육의 교육내용과 경험은 학교급별 계열성을 고려하여 초등학교는 디지털 소양과 SW·AI 체험, 중학교는 SW·AI 기초 학습 및 진로 탐색, 고등학교는 SW·AI 심화학습 및 진로 설계에 중점을 둔다. 차. 디지털 소양 교육과 인공지능 체험, 기초교육, 심화교육은 학교의 필요에 따라 탄력적으로 교육과정을 재구성하여 지도한다.

나. 2022 개정 정보과 교육과정 개정 제안⁴⁰⁾

□ 2022 개정 정보과 교육과정 개정 방향(안)

- 디지털 대전환 시대, 인공지능 기반의 사회상 반영과 SW·AI 관련 교육내용 및 학습경험을 고려한 빅아이디어* 도출 필요
 - 정보과 교육과정의 성격에 교육과정 총론의 미래 사회상 및 교과역량 연계 방안 마련
 - 교과의 전이성과 지식의 구조를 고려한 빅아이디어 도출과 교과 역량, 지식 피라미드(체계) 도출, 교육 내용 선정·조직의 계통성, 통합성, 연계성을 고려한 교육과정 개정
- * 빅아이디어는 교과의 핵심 개념을 뛰어넘는 것으로, 교과 또는 교과가 기반하는 학문의 가장 기초적인 개념이나 원리를 포함하는 근본적인 아이디어를 의미함(Wiggins & McTighe, 2005)

□ 2022 개정 정보과 교육과정 개정의 인재상과 역량 제안

- 문헌 조사, 설문조사, 전문가 숙의 과정을 거쳐 차기 정보과 교육과정이 표방하는 인간상과 역량 제안하면 '컴퓨팅사고력과 디지털 감성을 가진 융합적 문제해결자'라고 할 수 있음
 - 핵심역량은 '컴퓨팅 사고 역량', '네트워킹 역량', '디지털 감성 역량'으로 제안할 수 있음

〈 정보과 교육과정 인간상 및 역량 도출 방안 및 제안 〉

자료 분석		숙의		최종 제안(안)	
문헌 조사	대국민 요구 조사	미래 사회 반영	전문가 협의	인간상	역량
· 2015년 중학교 정보과 교육과정 분석 (인재상, 역량) · 외국의 빅아이디어 분석	· 미래교육의 방향 · 미래 교육의 중요한 가치 · 정보 교육 시작 학년 · 미래 사회 역량 관련	· 인공지능 사회 · 데이터 기반 사회 · 디지털 대전환 시대	· 전문가 협의회 개최	· 컴퓨팅사고력과 디지털 감성을 가진 창의·융합적 문제해결자	· 컴퓨팅 사고 역량 · 네트워킹 역량 · 디지털 감성 역량

□ 2022 개정 정보과 교육과정의 빅아이디어와 내용 요소 : 타교과 전이를 고려한 정보과 교육의 본질적 내용과 핵심 요소 제안

- 정보과 교육과정의 빅아이디어는 '표현', '추상화', '자동화', '네트워킹', '디지털 감수성'과 같이 5가지로 구성됨

〈 정보과 교육과정의 5가지 빅아이디어 〉

1	2	3	4	5
표현 (representation)	추상화 (abstraction)	자동화 (automation)	네트워킹 (networking)	디지털 감수성 (digital sensitivity)
실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.	문제를 인식하고 작은 문제로 나누거나 핵심요소를 추출하여 단순화한다.	컴퓨터가 수행할 수 있는 형태로 구현한다.	컴퓨팅의 모든 대상을 서로 연결한다.	컴퓨팅의 사회적 영향에 능동적으로 반응한다.

40) 본 장은 김한일 외(2021). '제4차 산업혁명에 대비한 정보과 교육과정 재구조화 및 교수·학습방법 개선 연구' 내용을 일부 발췌해 본 연구의 성격에 맞게 수정 및 재구성하였음

○ 정보과 교육과정의 빅아이디어 중심 지식, 기능, 태도 및 가치를 살펴보면 다음과 같음

〈 정보과 교육과정 5가지 빅아이디어의 세부 내용 : 지식, 기능, 태도 및 가치 〉

빅 아이디어	지식(knowledge)		기능(skills)	태도 및 가치 (attitudes & values)
	학문 내 지식 (disciplinary knowledge)	간학문적 지식 (interdisciplinary knowledge)		
표현 (representation) 실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.	디지털 데이터 정보 지식 표현	시각화 변환	[표현력] 탐색한다 선택한다 변환한다 시각화한다	심미감
추상화 (abstraction) 문제를 인식하고 작은 문제로 나누거나 핵심요소를 추출하여 단순화한다.	핵심요소 문제 분해 패턴인식 모델링 알고리즘	분해 단순화 일반화	[분석력] 인식한다 분석한다 핵심요소를 추출한다 분류한다 분해한다 [종합력] 단순화한다 구조화한다 통합한다 설계한다 최적화한다	명확성 통찰
자동화 (automation) 컴퓨터가 수행할 수 있는 형태로 구현한다.	프로그래밍 기계학습	문제해결 학습	[문제해결력] 코드를 작성한다 재사용한다 실행한다 평가한다 수정한다 [창작성] 구상한다 새롭게 구성한다	효율성 도전 의식 끈기
네트워킹 (networking) 컴퓨팅의 모든 대상을 서로 연결한다.	컴퓨팅 시스템 구조 운영체제 인터넷 인터페이스(HCI 포함) 클라우드 컴퓨팅 지능 에이전트	연결 소통 공존 관계	[협력] 공유한다 의사소통한다 구축한다 함께 만든다	안전성 존중 배려 존엄성 융합
디지털 감수성 (digital sensitivity) 컴퓨팅의 사회적 영향에 능동적으로 반응한다.	정보문화 정보보호와 정보보안 데이터 편향성 디지털 윤리	윤리 분별 공평	[사회적 책임감] 포용한다 수행한다 행동에 따른 결과를 성찰 한다 [실천력] 대응한다 주장한다 참여한다	적응성과 유연성 타인과의 조화 책임감 내면화 공감

□ 2022 개정 정보과 교육과정의 학교급별 내용체계

- 빅아이디어를 중심으로 내용의 연계성(계속성, 계열성, 통합성)을 고려한 학교급별 내용 체계를 살펴보면 다음과 같다

〈 정보과 교육과정의 학교급별 내용 체계 : 초등학교(안) 〉

빅 아이디어	지식		학년별 지식			기능	태도 및 가치 (전체)		
	학문 내 지식	하위 요소	초등 1~2학년군	초등 3~4학년군	초등 5~6학년군				
표현 (representation) 실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.	디지털 데이터	• 데이터 개념 • 아날로그와 디지털	• 데이터의 의미	• 데이터 다루기	• 아날로그와 디지털	[표현력] • 탐색한다 • 선택한다 • 시각화한다	• 심미감 • 명확성 • 통찰 • 효율성 • 도전 의식 • 끈기 • 안전성 • 존중 • 배려 • 존엄성 • 융합 • 적응성과 유연성 • 타인과의 조화 • 책임감 • 내면화 • 공감		
		• 데이터 시각화		• 간단한 그래 프 표현	• 다양한 그래 프 표현				
		• 데이터 수집	• 데이터탐색	• 데이터 검색					
		• 데이터 구조			• 데이터 구조 화의 개념				
	정보	• 정보 추출 • 정보시스템 의 개념		• 데이터와 정보의 개념	• 정보시스템 의 개념 • 자료의 정렬 과 필터링				
추상화 (abstraction) 문제를 인식하고 작은 문제로 나누 거나 핵심요소를 추출하여 단순화 한다.	핵심요소 문제 분해 패턴인식 모델링	• 핵심요소 • 패턴인식	• 중요한 일 찾기 • 일의 내용	• 패턴 찾기 • 패턴 만들기	• 문제의 개념 • 문제 찾기	[분석력] • 인식한다 • 분석한다 • 핵심요소를 추출한다 • 분류한다			
	알고리즘	• 알고리즘 개념 • 제어구조 • 탐색, 정렬	• 일의 순서 정하기 • 명령어 만들기	• 순차 구조 • 반복 구조	• 알고리즘의 개념 • 선택 구조 • 탐색과 정렬 의 개념	[종합력] • 단순화한다			
자동화 (automation) 컴퓨터가 수행할 수 있는 형태로 구현한다.	프로 그래밍	• 프로그램 • 작성환경 • 제어구조 구현 • 프로그래밍 프로젝트 • 프로그램 • 작성환경 • 제어구조 구현 • 프로그래밍 프로젝트	• 프로그램 작성환경 체험 • 기본 프로그 램의 실행 • 프로그램 명 령어 사용하 기	• 순차 구조 프로그램 만 들기 • 반복문 사용하기 • 프로그램 설명하기 • 프로그램 공유하기	• 입·출력의 개념 • 변수 • 연산(산술, 비교, 논리) • 조건문 사용하기 • 리스트 체험	[문제해결력] • 코드를 작성한다 • 재사용한다 • 실행한다 • 평가한다 • 수정한다			
			〈----- 블록기반 프로그래밍 -----〉						
			기계학습	• 지도학습				• 일상생활 속 인공지능 찾기 • 인공지능의 개념	• 기계학습의 개념 • 기계학습 체험
	〈----- non 코딩 방식 -----〉								

빅 아이디어	지식		학년별 지식			기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식	하위 요소	초등 1~2학년군	초등 3~4학년군	초등 5~6학년군		
네트워킹 (networking) 컴퓨팅의 모든 대 상을 서로 연결한다.	컴퓨팅 시 스템 구조	• 소프트웨어 와 하드웨어 • 입출력장치	• 컴퓨터 만나기	• 입출력장치 의 개념과 종류	• 소프트웨어 와 하드웨어 의 개념 • 저장장치의 개념	[협력] • 공유한다 • 의사소통한다 • 구축한다 • 함께 만든다	
	시스템 소 프트웨어	• 운영체제			• 운영체제의 개념 • 운영체제 체험		
	인터넷	• 웹	• 인터넷 체험	• 인터넷과 웹	• 웹 서비스 체험		
	클라우드 컴퓨팅	• 클라우드 소프트웨어			• 클라우드 소프트웨어 체험		
디지털 감수성 (digital sensitivity) 컴퓨팅의 사회적 영향에 능동적으 로 반응한다.	정보문화	• 정보사회	• 디지털 공간	• 컴퓨팅과 사회변화	• 정보사회의 개념과 특징 • 디지털 문화	[사회적 책임감] • 포용한다 • 수행한다 • 행동에 따른 결과를 성찰한다	
	정보보호 와 정보 보안	• 정보보호		• 개인정보 개념	• 개인정보와 암호적용	[실천력] • 대응한다 • 주장한다 • 참여한다	
	디지털 윤리	• 디지털 윤리 와 규범	• 디지털 예절	• 디지털 중독	• 디지털 폭력		

〈 정보과 교육과정의 학교급별 내용체계 : 중학교(안) 〉

빅 아이디어	지식		학년별 지식			기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식	하위 요소	중학교 1학년	중학교 2학년	중학교 3학년		
표현 (representation) 실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.	디지털 데이터	- 데이터의 종류와 유형 - 아날로그와 디지털 - 진법 - 빅데이터	- 진법 - 숫자, 문자, 이미지 데이터	빅데이터의 개념		[표현력] - 탐색한다 - 선택한다 - 변환한다 - 시각화한다	- 심미감 - 명확성 - 통찰 - 효율성 - 도전 의식 - 끈기 - 안전성 - 존중
		데이터 시각화		데이터 시각화			
		- 데이터 수집 - 데이터 분석		데이터 객체와 속성			
		데이터 구조		선형 구조			
	정보	- 정보 추출 - 정보시스템의 개념 - 데이터베이스		- 데이터베이스의 개념 - 데이터베이스의 활용			

빅 아이디어	지식		학년별 지식			기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식	하위 요소	중학교 1학년	중학교 2학년	중학교 3학년		
표현 (representation) 실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.				- DBMS의 개념 - 기본키 - 데이터 타입 - 관계형데이터 베이스 도구			
	지식 표현	- 규칙 - 추론			- 정보와 지식의 개념 - 규칙의 개념 - 규칙 기반 추론 - 추론의 개념		
추상화 (abstraction) 문제를 인식하고 작은 문제로 나누거나 핵심요소를 추출하여 단순화한다.	핵심 요소 문제 분해 패턴 인식 모델링	- 핵심요소 - 문제 분해	- 문제 정의 - 핵심요소 추출 - 작은 문제로 나누기			[분석력] - 인식한다 - 분석한다 - 핵심요소를 추출한다 - 분류한다 - 분해한다	- 배려 - 존엄성 - 융합 - 적응 - 성과 - 유연성 - 타인 - 과의 - 조화 - 책임감 - 내면화 - 공감
	알고리즘	- 알고리즘 개념 - 제어구조 - 알고리즘 설계	알고리즘의 역할	알고리즘 작성 방법	중첩 제어구조	[종합력] 단순화한다	
자동화 (automation) 컴퓨터가 수행할 수 있는 형태로 구현한다.	프로그래밍	- 프로그램 - 작성환경 - 제어구조 구현 - 절차지향 프로그래밍 - 프로그래밍 프로젝트	- 텍스트기반 프로그래밍 환경 - 표준 입·출력	- 변수와 자료형 - 연산자 - 기본 제어문	- 중첩 제어문 - 함수와 모듈 - 디버깅	[문제해결력] - 코드를 작성한다 - 재사용한다 - 실행한다 - 평가한다 - 수정한다	
	기계 학습	- 지도학습 - 비지도학습			- 지도학습의 개념 - 비지도 학습의 개념 - 학습 모델 활용	[창작성] - 구상한다 - 새롭게 구성한다	
			<--- 텍스트기반 프로그래밍 ---> <- 블록기반 프로그래밍 ->				
네트워킹 (networking) 컴퓨팅의 모든 대상을 서로 연결한다.	컴퓨팅 시스템 구조	- 소프트웨어와 하드웨어 - 입출력장치 - 피지컬 컴퓨팅	- 컴퓨팅 시스템의 개념 - 컴퓨팅 시스템 구성	센서와 액추에이터		[협력] - 공유한다 - 의사소통한다 - 구축한다 - 함께 만든다	
	시스템 소프트웨어	- 운영체제 - 자원관리	운영체제의 종류	운영체제의 역할			

빅 아이디어	지식		학년별 지식			기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식	하위 요소	중학교 1학년	중학교 2학년	중학교 3학년		
네트워킹 (networking) 컴퓨팅의 모든 대상을 서로 연결한다.	인터넷	• 웹 • 컴퓨터 네트워크	• 웹 프로그래밍 체험	• 네트워크 환경 설정			
	휴먼 컴퓨터 인터랙션 (Human-computer interaction)	• 인간-컴퓨터 인터페이스		• 인터페이스 개념	• 상호작용 설계		
	클라우드 컴퓨팅	• 클라우드 소프트웨어	• 다양한 클라우드 소프트웨어 활용				
	지능 에이전트	• 지능 에이전트의 개념과 역할			• 지능 에이전트의 개념 • 지능 에이전트의 역할		
디지털 감수성 (digital sensitivity) 컴퓨팅의 사회적 영향에 능동적으로 반응한다.	정보 문화	• 정보사회 • 정보사회의 직업과 진로	• 정보사회와 진로 탐색			[사회적 책임감] • 포용한다 • 수행한다 • 행동에 따른 결과를 성찰한다	
	정보보호와 정보보안	• 정보보호 • 정보보안		• 개인정보보호	• 안전한 웹 사용		
	디지털 윤리	• 디지털 윤리와 규범	• 사이버 범죄		• 저작권 • 정보공유 라이선스	[실천력] • 대응한다 • 주장한다 • 참여한다	

〈 정보과 교육과정의 학교급별 내용체계 : 고등학교(안) 〉

빅 아이디어	지식(knowledge)		학년별 지식	기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식 (disciplinary knowledge)	하위 요소	고등학교 공통		
표현 (representation) 실세계의 대상을 컴퓨팅이 가능한 형태로 나타낸다.	디지털 데이터	데이터의 종류와 유형	정형 데이터 비정형 데이터	[표현력] • 탐색한다 • 선택한다 • 변환한다 • 시각화한다	• 심미감 • 명확성 • 통찰 • 효율성 • 도전의식 • 끈기 • 안전성 • 존중 • 배려 • 존엄성 • 융합 • 적응성과 유연성 • 타인과의 조화 • 책임감 • 내면화 • 공감
		데이터 수집 데이터 분석	데이터 정제 데이터 분석		
		데이터 구조	비선형 구조		
	정보	정보 추출 정보시스템의 개념 데이터베이스	정보 추출 데이터 베이스 관리 시스템의 발전 과정 관계형 데이터 모델 데이터 정의어(DDL) 데이터 조작어(DML) 관계 데이터 연산 후보키와 외래키		
	지식 표현	논리 추론	논리 논리 기반 추론		
추상화 (abstraction) 문제를 인식하고 작은 문제로 나누거나 핵심 요소를 추출하여 단순화한다.	핵심요소 문제 분해 패턴인식 모델링	핵심요소 문제 분해 패턴인식 모델링	패턴인식의 개념 패턴인식의 적용 모델링의 개념 모델링 적용	[분석력] • 인식한다 • 분석한다 • 핵심요소를 추출한다 • 분류한다 • 분해한다	
	알고리즘	알고리즘 설계 알고리즘 분석 복잡도 탐색, 정렬	탐색과 정렬 알고리즘 시간 복잡도 추론 알고리즘 알고리즘 설계	[종합력] • 단순화한다 • 구조화한다 • 통합한다 • 설계한다 • 최적화한다	
자동화 (automation) 컴퓨터가 수행할 수 있는 형태로 구현한다.	프로그래밍	프로그램 작성환경 데이터구조 구현 객체지향 프로그래밍 프로그래밍 프로젝트	절차지향과 객체지향 프 로그래밍의 개념 클래스와 객체 생성자 상속 다형성 패키지와 위젯 활용 탐색 정렬 알고리즘의 구현 동적 프로그래밍	[문제해결력] • 코드를 작성한다 • 재사용한다 • 실행한다 • 평가한다 • 수정한다	
	기계학습	지도학습 비지도학습 딥러닝	분류모델 구현 회귀모델 구현 군집화 모델 구현 딥러닝의 개념과 활용	[창작성] • 구상한다 • 새롭게 구성한다	

빅 아이디어	지식(knowledge)		학년별 지식	기능	태도 및 가치 (전체)
	학문 내 지식 (disciplinary knowledge)	하위 요소	고등학교 공통		
네트워킹 (networking) 컴퓨팅의 모든 대상을 서로 연결한다.	컴퓨팅 시스템 구조	피지컬 컴퓨팅	피지컬 컴퓨팅 시스템 설계	[협력] • 공유한다 • 의사소통한다 • 구축한다 • 함께 만든다	
	시스템 소프트웨어	운영체제 자원관리	컴퓨팅 시스템의 자원 관리		
	인터넷	웹 컴퓨터 네트워크	서버와 클라이언트 TCP/IP		
	휴먼 컴퓨터 인터랙션 (Human-computer interaction)	인간-컴퓨터 인터페이스	인터페이스 설계 및 개발		
	클라우드 컴퓨팅	클라우드 소프트웨어 클라우드 컴퓨팅	클라우드 컴퓨팅		
	지능 에이전트	지능 에이전트의 동작 원리	지능 에이전트의 인식과 행동 에이전트 함수		
디지털 감수성 (digital sensitivity) 컴퓨팅의 사회적 영향에 능동적으로 반응한다.	정보문화	정보사회의 직업과 진로	정보과학과 진로 설계	[사회적 책임감] • 포용한다 • 수행한다 • 행동에 따른 결 과를 성찰한다	
	정보보호와 정보보안	정보보안	정보보안 기법		
	디지털 윤리 데이터 편향성	디지털 윤리와 규범 데이터 편향성과 공정성	공정한 데이터 활용 정보기술과 윤리적 책임 지적재산권		

다. 2022 개정 정보과 교육과정 운영을 위한 시수 · 편제 제안

□ 학교급별 2022년 수업 시수 · 편제 제안⁴¹⁾

〈 정보과 교육과정 학교급별 수업 시수 · 편제(안) 〉

	초등학교	중학교	고등학교
총 268 시간 (필수 기준)	· 3~4학년군 독립 교과(정보) 개설 · 학년군별 68H 시수 편제 – 1~2학년: 창의적체험활동을 통한 ICT 활용 교육 (68H) – 3~4학년: 정보 (68H) – 5~6학년: 자율선택교과 (68H) 총(필수) : 68	· 정보 교과(목) 단독 표기 · 1~3학년 필수(시수 조정) 또는 중학교 동안 2과목 이수 · 학년별 68H 시수 편제 – 1학년 : 정보1(CT 중심, 34H) – 2학년 : 정보2(데이터 중심, 34H) – 3학년 : 정보3(AI 중심, 68H) 총(필수) : 136	· 정보 교과(목) 단독 표기 · 공통과목 '정보(4학점, 64H)' · 선택과목 '정보과학' 등(4학점 이상) – 1학년: 정보(4학점, 64H)' – 1~3학년 : 선택과목(고교학점제 고려) ※ 선택과목 확대: 인공지능 심화, 문제 해결과 알고리즘 등 총(필수) : 64

41) 본 테이블에서는 고교학점제 및 초·중등학교 전체 학교급의 수업 시수를 고려해, 현실적 방안(필수적인 시수)을 제안하였으며, 정보과 표준 교육과정(김한 일 외, 2021; 김갑수 외, 2020)에 근거한 전체 시수(안)은 첨부1에 제시하였음

- 디지털 대전환 시대에 요구되는 핵심 내용(인공지능, 데이터과학, 정보문화)과 교과 연계성 등을 고려한 교육 내용 편성(안)으로 초·중등학교 필수 이수 시간을 기준으로 하였을 때 최소 총 268 시간이 요구됨

○ 초등학교 교육과정 개선(안) 수업 시수 및 운영 방안 설명

- 초등학교는 창의적 체험활동의 시간을 활용해 정보과 수업 시수를 확보하며, 1~2학년은 ICT 활용교육*, 초등학교 3~4학년은 SW·AI 중심의 정보 교과를 만들어 실시**
- 5~6학년은 수업시수 확보의 현실성을 고려해 자율선택교과를 통한 SW·AI 심화 교육 실시***

* 코로나19로 인하여 초등 1학년부터 ICT 활용역량이 필요하게 됨에 따라 교사와 학부모들은 이에 대한 요구가 매우 큼

** 초등학교의 창의적 체험활동 전체 시간은 1~2학년(336H), 3~4학년(204H), 5~6학년(204H)으로 이 중 일부를 시간을 정보 교육에 활용함으로써 전체적인 교육 시간은 증가하지 않음

*** 자율선택교과란?('안전한 생활'과 유사한 개념의 과목): 학교장이 학교 사정에 따라 선택적으로 운영할 수 있는 과목을 의미함

○ 중·고등학교 교육과정 개선(안) 수업 시수 및 운영 방안 설명

- 정보과의 빅아이디어 및 지식 체계 도출을 바탕으로 한 내용 체계를 가르치기 위해서는 중학교 1학년의 경우 컴퓨터과학의 기본 개념과 원리를 통한 컴퓨팅사고력(CT) 향상을 중심의 교육으로 진행
- 중학교 2학년은 데이터를 수집, 가공, 분석하는 데이터 과학과 관련된 원리를 중심의 내용으로 진행하며, 중학교 3학년은 인공지능 기초와 관련된 원리를 중심으로 교육과정을 구성해 고등학교와의 연계성을 확보해야 함
- 고등학교 공통과목 '정보'는 중학교에서 이수한 '정보'를 바탕으로 이수하며, 고등학교의 진로 선택 과목 '인공지능 심화', 과학계열 전문교과 과목인 '정보과학'의 선수과목으로서의 연계성을 갖도록 구성해야 하며, 더 다양한 선택 과목 개발*을 통해 고교학점제 등을 대비한 학생 선택의 기회를 제공해야 함

* 문제해결과 알고리즘(고), 인공지능 심화, 고급 정보과학, 정보과학과제 연구 등

[첨부] 정보과 표준교육과정을 고려한 수업 시수 방안

	초등학교	중학교	고등학교
총 468 시간 (필수 기준)	· 3~6학년군 독립 · 필수 교과(정보) 개설 · 학년군별 68H 시수 편제 – 1~2학년: 창의적체험활동 (68H) – 3~4학년: 정보 (68H) – 5~6학년: 정보 (68H) 총(필수) : 136	· 정보 교과(목) 단독 표기 · 1~3학년 필수(시수 조정) – 1학년 : 정보1(CT 중심, 68H) – 2학년 : 정보2(데이터 중심, 68H) – 3학년 : 정보3(AI 중심, 68H) 총(필수) : 204	· 정보 교과(목) 단독 표기 · 공통과목 '정보(8학점, 128H)' – 1학년: 정보'(8학점, 128H)' – 1~3학년 : 선택과목(고교학점제 고려) ※ 선택과목 확대: 인공지능 심화, 데이터과학 등 총(필수) : 128 + @

*초등학교는 (현)전체 수업 시간(5,896) 대비 약 2.3%(136시간)

*중학교는 (현)전체 수업 시간(3,366) 대비 약 6%(204시간)

*고등학교는 전체 192학점(고교학점제 고려) 대비 4.1%(8학점)

- 한국정보교육학회(김갑수 외, 2020)⁴²⁾와 한국컴퓨터교육학회(김한일 외 2021)⁴³⁾에서 제안한 정보과 교육과정의 빅 아이디어 및 지식 체계 도출을 바탕으로 교과 편제 및 시수(안)을 살펴보면 위의 표와 같음
- 이는 정보 교과(목)의 모태 학문이라 할 수 있는 컴퓨터과학에 대한 내용 체계를 바탕으로, 초·중등 학생 수준에서 가르치기 위한 적절한 교육 내용과 이를 위해 필요한 수업 시수를 토대로 개발됨
- 초·중등 교육과정의 체계적인 내용 연계성 확보를 위해서는 초·중·고등학교에서 같은 교과, 같은 목표를 지향하는 내용을 단계별로 구성해야 함
- 이를 위해 초등학교 3~6학년 군에 '정보'를 독립교과로 만들고 중학교 정보 교과와 연계하며, 고등학교에서도 기술·가정에서 독립된 정보 교과(목)를 만들어 체계적인 연계성을 확보해야 함

42) 김갑수 외(2020). 차세대 소프트웨어(SW)교육 표준 모델 개발. 한국정보교육학회, 24(4).

43) 김한일 외(2021). 제 4차 산업혁명에 대비한 정보과 교육과정 재구조화 및 교수 학습방법 개선 연구. 한국과학창의재단.

5-2 교원 양성 및 역량 개선 방안

(1) 교원 양성 및 역량 패러다임의 변화

□ **(교육 패러다임 변화와 교사 역량의 확장)** 디지털 대전환 시대로의 돌입에 따라 학교 교육은 점점 더 불확실하고 급변하며, 모호한 세계에 대응하기 위한 변혁적 역량*을 길러주어야 함

* 미래 사회의 복잡한 요구를 충족할 수 있는 지식, 기술, 태도 및 가치를 갖춘 능력으로 과거 역량 기반 교육에서 나아가 사회적, 경제적 도전에 직면해 더 나은 삶을 만들어갈 수 있는 능력(OECD, 2019⁴⁴⁾)

○ 교사는 학생들이 아직 존재하지 않는 직업에 대비하고, 아직 발명되지 않은 기술을 자신감 있게 사용할 수 있는 능력과 이전에 제기된 적이 없는 사회적 문제를 해결할 수 있도록 준비시킬 필요가 있음

○ 특히, 디지털 대전환 시대에 요구되는 핵심역량인 디지털리터러시, 컴퓨팅사고력 등을 교사들이 더욱 전문적으로 가르칠 수 있어야 함

– 세계경제포럼(2020)⁴⁵⁾은 빠르게 변화하는 미래 사회 핵심 소양으로 수리, 과학과 함께 디지털리터러시를 제안하였으며, 미래학교와 교사의 역할로 ‘프로그래밍, 디지털 책임성’을 포함한 디지털리터러시 교육을 강조(WEF, 2020)

– 구글(2020)⁴⁶⁾은 전 세계 18개국의 전문가들을 대상으로 한 인터뷰 결과를 토대로 미래 교실에서 이루어져야 할 교육으로 ‘컴퓨팅사고력’ 교육을 포함한 8가지 트렌드로 제시하였음

* (1) 디지털 책임(Digital Responsibility), (2) 컴퓨팅사고력(Computational Thinking), (3)협업적 교실(Collaborative Classrooms), 혁신적 교육학(Innovating Pedagogy), 생활 기술과 직업 준비(Life Skills&Wordforce), 학생중심학습(Students-led Learning), 보호자와 학교의 연결(Connecting Guardians & Schools), 기술융합(Emerging Technologies)

(2) 초·중등학교 교원 양성 현황 진단

가. 초등학교 교원 양성 현황과 개선 방안

□ 현황 및 문제점

○ **(교원 양성 대학의 교육과정 관련 문제점)** 현재 진행 중에 SW 교육⁴⁷⁾이 AI 교육으로 확장됨에 따라 초등교원 양성대학은 예비교사 전원을 대상으로 SW와 AI 관련 기초 역량을 함양할 수 있도록 관련 교육 준비 필요

○ **(초등교원 임용시험 관련 문제)** 2015 교육과정에서 SW 교육이 필수화되었지만 초등교원 임용 경쟁시험(이하, 초등교원 임용시험)에서 관련 문제의 출제 비율이 매우 낮음(한국교육과정평가원, 2019⁴⁸⁾)

– SW 교육이 필수화된 2015 교육과정 이후 초등교원 임용시험에서 SW 교육 문항이 출제된 것은 현재까지 1문항(2020년)에 불과함

44) OECD(2019). OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030. OECD.

45) World Economic Forum(2020). Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. WEF.

46) Google(2020). Future of the Classroom Emerging Trends in K-12 Education Global Edition. Google.

47) 초등학교의 경우, 아직 '정보' 교과가 존재하지 않아, 정보 교육을 'SW교육'으로 사용함

48) 한국교육과정평가원(2019). 2020학년도 초등교사 임용시험(1차) 교육과정. 한국교육과정평가원.

- 온라인수업에 필요한 ICT 소양 능력을 평가할 수 있는 지필(1차) 또는 면접(2차) 문항 출제가 이루어지지 않고 있음
- 이로 인해 초등교원 임용시험을 준비하는 예비교사들에게 SW 교육 및 ICT 소양에 대한 중요도 및 관심도가 낮아 이에 대한 우수 인재를 선발하기 어려움

□ 개선 방안

- **(초등교원 양성대학 교육과정 개선 방안)** 초등교원 양성대학의 전체 학생이 SW·AI 기초 및 융합 교육에 대한 전문성을 신장할 수 있도록 교양필수 및 교양 선택적 필수 과목 개설 필요
 - 이와 함께, 컴퓨터교육 심화 과정과 일반학과 간의 융합 교육에 대한 설계 및 개발 경험을 할 수 있도록 학제 간 또는 다학제간 융합 과목 개설 필요
- **(초등교원 임용시험 개선 방안)** 정보 교육 및 ICT 소양 교육에 대해 우수한 역량을 갖춘 인재를 선발할 수 있도록 초등교원 임용시험을 개선함
 - (사례) 2007 교육과정에서는 '초중등학교 정보통신기술 활용 교육 지침'을 바탕으로 임용시험에서 ICT 소양 능력을 평가한 사례가 있음
 - (과목 개편) 컴퓨팅사고력 및 ICT 소양을 평가할 수 있도록 임용시험 평가 과목을 개편함
 - 임용시험 개선 방안 :

〈 초등교원 임용시험 방안 〉

구분	개선 내용
1차 임용시험	교육과정 지필평가에 정보 교육 평가 문항 출제
2차 임용시험	실무 능력 평가로 ICT 활용 능력 실기 문항 출제

나. 중등학교 교원 양성 현황과 개선 방안

□ 현황 및 문제점

〈 2020년 12월 기준 정보 교사 현황(안성훈 외, 2021) 〉

학교급	학교 수(A)	정보 교과 담당 교사 수(B)	정보·컴퓨터 자격증 소지 교사 수(C)	학교당 평균 정보 교사 수(B/A)	담당교사 중 자격증 소지 교사 비율(C/B)
중학교	3,242개교	1,034명	795명	0.32명	76.89%
고등학교	2,365개교	1,720명	1,189명	0.73명	69.13%
계	5,607개교	2,754명	1,984명	0.49명	72.04%

- **(교원 수급 관련 문제점)** 2015년 개정 중학교 교육과정에서 정보가 독립교과로 지정되고 고등학교 정보는 심화 선택 과목에서 일반선택 과목으로 전환되었음
- 하지만 중학교의 경우 매우 적은 시수(3년간 34시간) 편제로 인해 1개교 1정보 교사를 확보하지 못하며, 다수의 순회 교사가 발생할 뿐만 아니라 체계적인 교육 내용의 구성과 교과 운영이 어려운 상황 발생

- 한국교육학술정보원(2021)의 실태조사에 따르면, 중학교의 학교당 평균 정보교사 수는 0.32명으로 통계적으로 3학교당 1명의 정보 교사가 배정됨을 알 수 있음
- 한국정보교사연합회(2021)에서 실시한 온라인 설문(2021.4.20.-5.06) 결과에 따르면, 중학교의 정보 교사 비중은 49%로 중학교 순회 여부를 응답한 235명 중 114명에 해당함
- **(교원 양성 기관 교육과정 문제점)** 2022년 개정 중학교 교육과정에서 AI와 데이터과학과 같은 디지털 대전환 시대의 요구를 반영한 교육 내용과 학습경험이 추가로 개정될 것이 예고됨에 따라, 사범대학 및 교원 양성 기관의 교육과정이 개선되어야 함

□ 개선 방안

- **(전문 교원 확보 방안 : 1개교 1정보 교사)** 정보 교육과정 내실화 운영 및 융합 교육 주도를 위한 1개교 1정보 교사 확보 필요
 - (2025년까지 약 3천 명 필요) 1교 1정보 교사를 고려했을 때, 개정 교육과정 적용 시점인 2025년 기준, 총 2,853명(자격교사 기준 3,623명) 추가 확보 필요

[개선 방안]	
1. 중학교 : 1교 1정보 교사 근무 기준	
가. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사가 정보 교과를 가르치는 것으로 개선	
나. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사 향후 2,208명(자격교사 기준 2,447명)충원 필요	
2. 고등학교 : 1교 1정보 교사 근무 기준	
가. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사가 정보 교과를 가르치는 것으로 개선	
나. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사 향후 645명(자격교사 기준 1,176명) 충원 필요	
☞ 중·고등학교 총 2,853명(자격교사 기준 3,623명)의 정보·컴퓨터 자격을 소지한 교사 충원 필요	
☞ 정보·컴퓨터 자격증 소지자에 의한 정보 교과 수업 운영	

- **(단계적 교원 충원 전략)** 2022년부터 2026년까지 점진적인 신규 교원 배출, 타 교과로 전과한 정보·컴퓨터 교원 및 현직 교원 대상 연수를 통해 전공 확보, 최소 2026년까지는 확보해야 함을 주장

〈 중등 정보 교원 충원 방안 〉

연도	2022년(명)	2023년	2024년	2025년	2026년	총
신규교원	200	200	500	500	600	2,000
전환교원	200	200	200	200	200	1,000
합계	400	400	700	700	800	3,000

- **(교원양성대학의 교육과정 개선 방안)** ACM/IEEE의 CC2020과 같은 컴퓨터과학 분야 표준교육과정을 기반으로, 학문 분야의 기저 이론을 고려한 표준형 교원 양성 교육과정 모델 개발 및 보급

- 컴퓨터과학 관련 학문의 핵심 개념과 빅아이다이어를 제시하며, 최신 트렌드를 지속해서 반영해 보급하는 표준형 교육과정 개발을 통해 각 대학의 교육과정에 대한 지속적인 점검 기준 및 기초 자료 제공

(3) 초·중등학교 교원역량 교육(연수) 현황 및 개선 방안

□ 교원 연수 현황

〈 교사 연수 계획(한국교육학술정보원, 2021; 한국과학창의재단, 2021) 〉

	주요 내용		목표 인원	비고
한국교육 학술정보원	① -1 중학교 정보 교수·학습 지도 역량 강화		75명	중등 신규 교사
	① -2 중학교 정보 과정 중심 평가 역량 강화		75명	
	① -3 고등학교 정보 교수·학습 지도 역량 강화		69명	
	② 초·중등 교원 역량 강화	초등	250명	초·중등
		중등	150명	
	총		약 600명 이상	
한국과학 창의재단	1. 중등 핵심 교원 연수		500명	초·중등
	2. SW교육 전문연수 및 으뜸교원 워크숍		100명	
	총		약 600명 이상	

- 교육부 및 과학기술정보통신부는 2021년 다양한 연수 프로그램을 계획하고 있으나, 향후 AI 기초 및 융합 관련 내용이 추가됨에 따라 초등교원 전체를 대상으로 한 체계적인 연수 계획 필요
- 중등 정보 교사 또한, 2021년부터 인공지능 기초가 새롭게 고등학교에 개설되었으며, 향후 다양한 선택 과목이 개설될 예전에 있음에 따라 더욱 체계적인 연수 계획 필요

□ 개선 방안 : 3단계 교원역량 연수 방안

- 초·중등교원 모두 전국적인 재교육이 필요함에 따라 중앙단위의 Master 교원을 양성해 각 교원이 시도교육청 단위의 Leader 교원을 연수하고 이후, 지역교육청 단위의 Career 교원을 양성하는 방안

〈 정보 교육 관련 연수 방안 〉

구분	Master Teacher 역량 연수 (중앙단위)	Leader Teacher 역량 연수 (시도단위)	Career Teacher 역량 연수 (지원청단위)
초등학교	1. 각 시도별 5명, 총 85명의 Master Teacher 연수 2. 대상 : 컴퓨터교육 심화 전공자 또는 교육대학원 컴퓨터교육 전공자	1. Master Teacher가 각 시도별 Leader Teacher 연수 2. 시도별 사정에 따라 자율 선발 (최소 20명 이상의 Leader Teacher 연수) 3. 대상 : 컴퓨터교육 심화 전공자, 교육대학원 컴퓨터교육 전공자, SW·AI 심화 전공 자격 연수 이수자	1. Leader Teacher가 지원청 별 일반 교사 대상 SW·AI 자율/직무연수 운영 2. 대상 : 지원청 희망 교사
중등학교	1. 각 시도별 5명, 총 85명의 Master Teacher 연수 2. 대상 : 정보·컴퓨터 교사 자격 소유자 또는 교육대학원을 졸업 하여 정보·컴퓨터 교사 자격증을 취득한 전공자	1. Master Teacher가 각 시도별 Leader Teacher 연수 2. 시도별 사정에 따라 자율 선발 (최소 20명 이상의 Leader Teacher 연수) 3. 대상 : 정보·컴퓨터 교사 자격 소유자, 또는 교육대학원을 졸업 하여 정보·컴퓨터 교사 자격증을 취득한 전공자 또는 정보·컴퓨터 부전공 자격 연수를 통해 자격을 득한자	1. Leader Teacher가 지원청 별 일반 교사 대상 SW·AI 자율/직무연수 운영 2. 대상 : 지원청 희망 교사

□ 연차별 연수 운영(안) : 매년 중앙단위의 Master 교사 300명, Leader 교사 200~400명 연수를 통한 체계적 재 교육 방안 마련 필요

〈 연차별 연수 방안 〉

연도	구분	Master Teacher	Leader Teacher	Career Teacher
2021		300명 (초:200, 중등:100명) (시도별 차등 선발)	시도별 400명 (초:300, 중등:100명)	교육지원청별 자율 선발
2022		300명 (초:200, 중등:100명) (시도별 차등 선발)	시도별 200명 (초:300, 중등:100명)	교육지원청별 자율 선발
2023		300명 (초:200, 중등:100명) (시도별 차등 선발)	시도별 200명 (초:300, 중등:100명)	교육지원청별 자율 선발

(4) 교육전문대학원 SI 융합 교육 전공 현황 및 개선 방안

□ 주요 현황

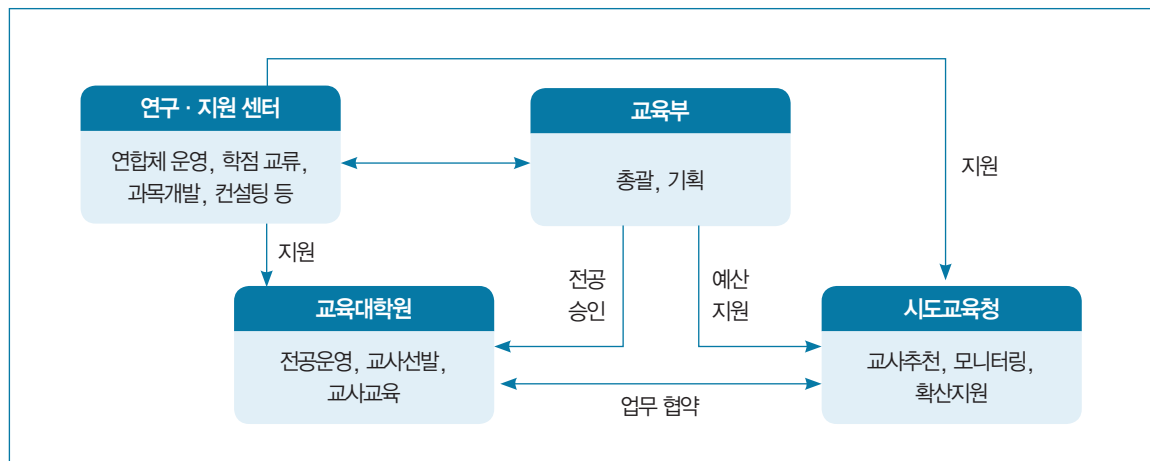
- **(추진목적)** 4차 산업 혁명에 대비하여 교사들이 인공지능을 이해하고 활용하여 수업 내용과 방법을 혁신할 수 있는 인공지능 융합 교육 역량 강화

* '20년 9월부터 5년간 매년 1,000명 내외의 현직 교사 재교육 실시

- **(추진체계)** 교육부가 총괄 기획을 하며, 중앙단위의 연구·지원 센터 운영을 통해 전국 38개 교육대학원과의 소통·협력 추진

* △강원대 △경북대 △경상대△공주대 △금오공과대 △부산대 △순천대 △안동대 △전남대 △전북대 △제주대 △창원대 △충남대 △충북대(이상 국립대) △서울교대 △경인교대 △공주교대 △광주교대 △대구교대 △부산교대 △전주교대 △진주교대 △청주교대 △춘천교대 △한국교원대(이상 교대, 교원대 포함) △가천대 △경남대 △단국대 △동국대 △성균관대 △세종대 △신라대 △아주대 △우석대 △울산대 △이화여대 △인하대 △중앙대(이상 사립대)

〈 추진 체계 〉



- **(학사 운영)** 교육대학원 학칙에 따라 운영하되, 졸업에 필요한 기준 학점 이상을 취득하고, 논문, 또는 비논문과 정*을 통해 학위 수여

* 논문 외에 SI를 활용한 교육자료 개발 등을 포함한 비논문

학사 운영 권장 사항

- **(교육대학원)** 야간/계절제(주말반 포함) 등으로 운영하되, 시도교육청 및 참여 교사의 수요를 고려하여 내실 있게 운영
- **(시도교육청)** 시도 여건에 따라 학습 연구년제, 특별 연수(파견 포함)등과 연계하여 전문적 역량 강화 기회 제공 방안 마련

□ 주요 문제점 및 개선 방안

- **(교육과정 관련 문제점)** SI 융합 교육을 위해 요구되는 컴퓨터과학에 대한 기초적인 교육 부재와 학교별 교육과정 편제, 방향 차이 문제 제기*

* 언론 및 여러 전문가는 현재 SI 융합 교육 전공의 경우, 기초 소양 교육에 대한 부재와 전문 교수 확보 부재에 대한 문제점을 제기함



*참고: 한국경제, 한국교육신문(2021), (검색일 2020.05.21.)

- **(개선 방안) 기초교육 강화와 융합 교육의 방향 정립, 전문 교수 확보 등을 통한 체계적인 AI 융합 교육 전공 운영 필요**
 - **(체계적인 기초교육 필요)** 초중등 AI 교육을 선도하는 미국 AI4K12 이니셔티브는 AI 교육을 위해서는 AI와 관련된 체계적 교육이 뒷받침되어야 함을 제안하며, ‘인식’, ‘표현&추론’, ‘학습’, ‘사회적 영향’, ‘자연스러운 상호작용’을 중심으로 교육을 제안함
 - **(융합 교육에 대한 방향 정립 필요)** AI 기반의 융합 교육을 위해서는 CS-STEM 등의 기초 연구를 통한 체계적인 융합 방안이 마련되어야 함
 - **(SW·AI 전문 교수 확보 필요)** SW·AI를 가르칠 수 있는 전문가 중심의 체계적인 교육과정과 다양한 선택 과목 개설 등을 통한 학습자 선택권 제공 필요

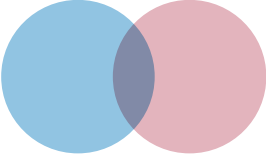
5-3 융합 교육 추진 개선 방안

(1) 융합 교육의 필요성 및 중요성

□ 융합 교육의 의미

- 융합 교육은 다양한 교과 간 학습 주제 및 방법을 통합하여 교과 내의 핵심 문제 또는 교과의 범위를 넘어서는 핵심 문제에 대해서 문제를 해결할 수 있는 역량을 키우는 교육임

〈 융합 교육의 유형 및 사례 〉

 학제간 융합	〈영어와 AI 교육과 융합한 문제 해결 학습 사례〉 - 영어과 수업 중 궁금한 표현을 알아보기 위해 AI 스피커를 활용 - 학습한 표현을 더 응용하여 활용할 수 있도록 프로그래밍을 통한 AI 챗봇 프로그램 제작 - 제작한 AI 챗봇 프로그램을 활용한 표현 심화 학습
 다학제간 융합	〈사회, 과학 및 AI 교육과 융합한 환경 문제 해결 사례〉 - ‘쓰레기 분리수거’와 관련된 환경 문제를 해결하기 위하여 문제의 원인을 분석 - 문제를 해결하기 위하여 사람이 하기 힘든 분리수거나, 분리수거의 정확성을 높이기 위해 AI를 문제해결의 방법으로 선정 - 앞서 학습한 AI의 원리 이해에 기반하여 머신러닝 프로그래밍으로 분리수거 AI 학습모델 생성 - 자신이 생성한 AI 학습모델을 통해 환경 문제를 해결

□ 미래 사회를 위한 역량 강화의 필요성

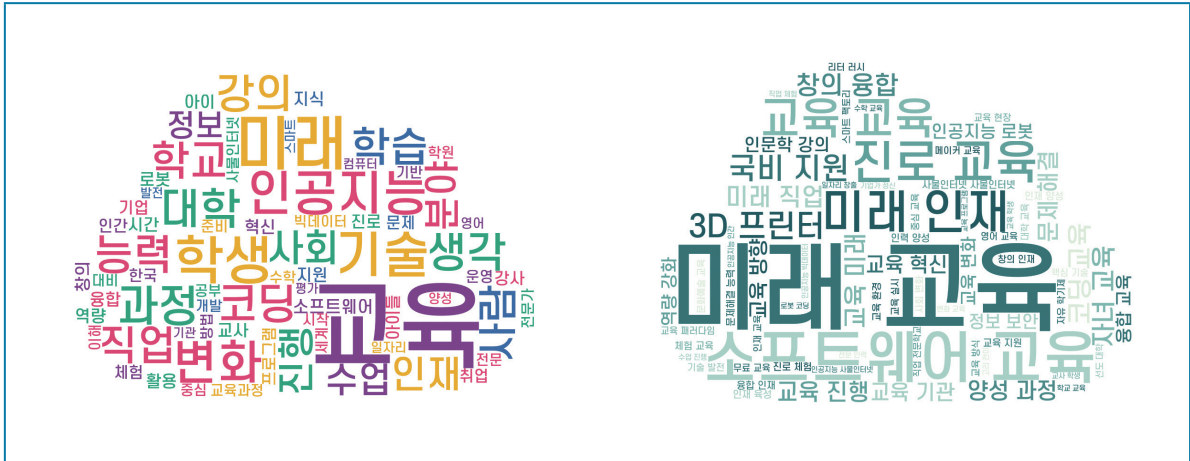
- 인공지능 기술과 같은 첨단 과학 기술이 미래 사회를 변화시킬 것이며, 이런 시대를 살아갈 현재의 학습자는 기술을 효과적으로 이용하고 새로운 지식과 가치를 창출하는 역량이 중요해짐
- 인공지능과 같은 첨단 디지털 기술이 미래 사회의 변화를 주도할 것이며, 이에 따른 교육 환경의 변화에 대한 기대감이 큼
- 디지털 기술은 그 자체로서의 가치뿐만 아니라 타 학문의 문제해결 과정에 큰 도움을 주고 있으며, 이미 많은 학문 분야에서 학문 간 융합이 이뤄지고 있음

□ SW · AI 기반 융합 교육의 중요성

- 미래 사회의 핵심역량을 강화하기 위한 교육은 첨단 디지털 기술의 기반이 되는 SW · AI와 결합한 융합 교육이 진행되어야 함

- 미래 사회 교육의 주요 키워드로 역량 강화, 창의 융합, 문제해결 등으로 추출되어, 미래 사회를 대비하기 위한 융합 교육의 역할이 중요해짐을 살펴볼 수 있음

〈 ‘4차 산업혁명’ + ‘교육’ SNS 워드 클라우드 〉



* 참고: 교육부(2021). 국민과 함께하는 미래형 교육과정 추진 계획(안). 교육부.

- 미국에서는 STEM 교육에 Computer Science 분야를 포함하여, 어릴 때부터 컴퓨터과학에 관심을 두고, 많은 분야에 STEM 전공자가 필요함을 제시하고 있으며, 핀란드는 교육과정 운영에서 현상 기반 학습*과 SW·AI 기반 교육을 통해 융합 교육을 적용하고 있음

* 현상 기반 학습(Phenomenon Based Learning) : 기존의 과목이 아닌 학습자 주변의 다양한 현상을 중심으로 교육을 진행하는 학습 방법

- 융합 교육은 실생활의 다양하고 복잡한 문제 상황을 해결할 수 있는 능력이 필요하며, 이 과정에서 SW·AI 원리 및 기술을 이용하여 학습자가 독창적이고 창의적인 문제해결 능력을 발휘할 수 있음

(2) 융합 교육정책 현황

□ 교육과정 개편을 통한 융합 교육의 강조

- 2009 개정 교육과정('09.12월) 및 2015 개정 교육과정('15.9월)을 통해 창의 융합 인재 양성을 목표로 설정함
- 2009 개정 교육과정에서는 새로운 가치를 창출하고 더불어 살 줄 아는 인재 양성을 위해, 창의 인성을 강조하는 초·중등교육의 실천 및 지원을 강조함
- 2015 개정 교육과정에서는 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재 양성을 강조하면서, “폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 역량”을 6개 핵심역량 중 하나로 제시함

□ 융합인재교육 활성화 방안 및 교육 계획 수립

- 과학기술예술 융합(STEAM) 교육 활성화 방안('11.5월)에서는 '융합인재교육(STEAM)'을 추진하여 융합적 사고력 및 문제해결력 향상을 위한 수학, 과학, 기술 등 교과 간 융합 교육 활성화 방안을 제시

- 융합인재교육(STEAM) 중장기('18~'22) 계획 수립('17.12월)에서 학생과 교사의 STEAM 교육 역량을 강화하고, STEAM 교육 현장을 확산
- 융합 교육 종합계획('20.5월)을 발표하여 융합 교육이 학교 현장에 확산할 수 있는 기반을 마련하고 미래 사회를 선도하는 글로벌 창의융합형 인재 양성 및 미래 교육 체제로의 전환을 시도함

(3) 융합 교육 문제점 및 개선 방안

가. SW · AI 융합 교육의 문제점

□ (기초 역량을 키우기 위한 교육 시수 부족) SW · AI 융합 교육을 위해 요구되는 기초 역량을 키우기 위한 충분한 시간과 체계적인 내용이 부족함

- SW · AI 융합 교육을 위해서는 SW 및 AI의 개념 및 원리에 대한 이해가 동반되어야 함
- SW · AI에 대한 기초 역량 교육을 위해 초 · 중등교육에서는 실과(초등학교), 정보(중 · 고등학교) 및 정보과학(고등학교 심화) 과목 등이 개설되어 있음
- 현행 교육과정에서는 초등학교 5~6학년의 실과에서 17차시, 중학교 정보 교과 34차시, 고등학교 정보 및 정보과학은 선택 교과로 지정되어, 모든 학생이 초등학교 저학년부터 고등학교까지 충분한 시간 동안 체계적으로 SW · AI를 학습하기에 부족한 실정임
- 2015 개정 교육과정에서는 정보 교육을 통한 관련 교육의 부족한 부분을 창의적 체험활동 시간을 활용하도록 권고하고 있으나, 학교 상황에 따라 수준 및 범위가 달라질 수 있음
- 모든 학생이 초등교육에서부터 일관성 있고 같은 수준의 교육을 받기 어려우며, 학교 이동에 따른 정보 교과 미이수 학생이 발생할 가능성이 있음

□ (SW · AI 기술 활용 교육에만 치중) 융합 역량을 키우기 위해 SW · AI의 핵심 아이디어 및 원리와 활용을 함께 학습해야 하지만 단순히 SW · AI 기술을 활용하는 수준에 그칠 수 있음

- 융합 역량을 키우기 위해서는 SW · AI 기초 역량을 바탕으로 원리의 이해와 활용이 병행되어야 함
- 그러나 관련 수업 시수의 부족, 체계적인 내용 및 교재에 대한 홍보 부족, 빠른 기술 발전과 교수자의 준비 및 대응 부족 등으로 단순한 SW · AI 활용 수준의 교육에 그칠 수 있음

영어과 수업 중 AI 스피커 활용 사례

영어과 수업 중 AI 스피커에 적용된 인공지능 원리를 활용하여 대화에 활용

- ▶ 문제해결에 AI를 활용함으로써 AI의 필요성 및 유용성에 공감할 수 있으며 원리 이해 활동으로 확장하여 나아갈 수 있음.
- ▶ 인공지능 원리 이해 활동이 병행되지 않으면 인공지능을 활용만 할 뿐 인공지능이 스피커에서 어떤 원리로 작동되는지 이해하기 힘들기 때문에 미래 역량 개발로 나아가기가 어려움.

- SW · AI에 대한 깊이 있는 이해가 없는 단순 융합은 SW · AI 교육정책 및 교육과정 목표와는 달리, 기술 전문가 양성 교육 또는 로봇, 피지컬 컴퓨팅, 인공지능 기술을 활용해 보기만 하는 교육이라는 잘못된 인식을 가질 수 있음

〈 SW 선도학교 교사의 인식 사례 〉

“소프트웨어 교육 자체와 소프트웨어 교육과 연계한 메이커교육을 구분하지 못하는 경우가 아직도 많아요.
소프트웨어 관련 사교육, 교구 시장만 커지는 것은 그 본질을 왜곡하는 것이라 생각합니다.
소프트웨어 교육을 중심으로 융합을 해나가는 방향은 바람직하다고 생각되지만,
일부에서처럼 소프트웨어 교육 이름을 걸고 주객이 전도된 경우가 매우 많습니다.”
(선도학교 교사 L씨)

*참고: 김유향 외(2019), 초·중등 소프트웨어교육 운영실태와 개선과제, 국회입법조사처.

□ **(융합 교육을 위한 학습 주제 및 교수학습 방법의 부족)** 융합 교육을 위한 학습 주제, 내용, 평가 도구 등이 제시된 교재가 부족하며 찾기가 어려움

- 2015 개정 교육과정에서 범교과학습 주제(국가적으로 필요하다는 요구와 사회적인 요청에 따라서 교육과정에 반영되는 학습 주제)를 제시하고 있지만, SW·AI 융합 교육을 위한 주제는 부족함

나. 개선 방안

□ **(SW·AI 원리 기반의 융합학습 강조)** 문제해결 과정에서 SW·AI의 핵심 원리에 기반을 둔 융합 교육 및 문제해결의 경험을 제공해야 함

- SW·AI 기반의 융합 교육을 위한 핵심역량을 설정하고, 해당 역량을 개발할 수 있는 다양한 융합 교육 주제 및 교수학습 방법을 개발하여 보급해야 함
- 정보 교과 등 독립교과에서 SW·AI 기초 역량을 강화하기 위한 충분한 수업 시수를 제공하고, 정보 교과를 포함한 다양한 교과에서 SW·AI를 활용하여 각 교과의 핵심 문제를 해결해보는 경험을 제공해야 함

□ **(교육과정의 체계성 확보)** 초·중등교육과 고등교육을 아우르는 체계적인 융합 교육과정 체계를 구축 필요

- SW·AI 기초 역량을 강화하기 위해 초등교육에서는 정보와 같은 독립교과를 개설하고, 중등학교에서 정보 교육을 필수로 지정하여 초등학교부터 고등학교까지 체계적인 SW·AI 기초 역량 교육의 기회를 제공해야 함
- SW와 AI를 아우르는 정보 교육을 강화하여 초중등 교육과정에서 충분한 시수와 내용이 적용될 수 있도록 보장해야 함

□ **(융합 교육을 위한 제도적 지원 체계 필요)** 교사 개인의 자율적 책무와 함께 융합 교육 활성화를 위한 제도적 지원 필요

- 효과적인 융합 교육 운영을 위한 교육 지원 체계를 제도화하고, 학교 교육에서 다양한 융합 교육이 구성 및 운영될 수 있도록 장려해야 함

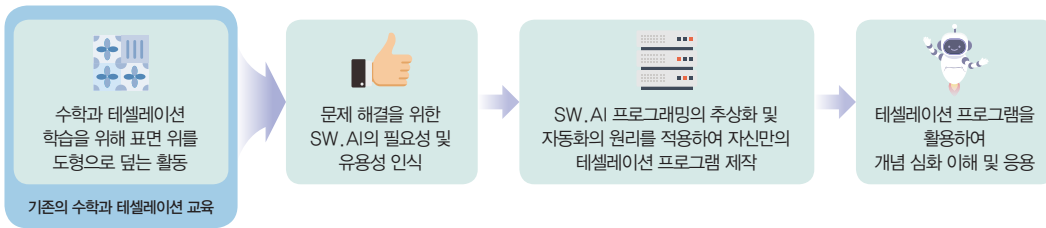
다. SW·AI 기반 교과 융합 교육 개선 사례

□ **(컴퓨팅파워를 활용한 학제 간 교과 융합학습)** SW·AI 기술의 단순 활용이 아닌 원리 학습 기반 AI 교과 융합학습으로의 개선 사례

- 기존 교과에서의 수업 활동을 분석하여 불편한 부분을 발견하고, 이를 SW·AI를 이용하여 해결하는 방안 마련
- SW·AI 적용을 통한 문제해결을 통해 해당 교과의 핵심 개념을 심화 이해하고 응용할 수 있도록 장려함

정보 + 수학 융합 교육 개선 사례

〈 수학 교과에서 테셀레이션 수업 〉

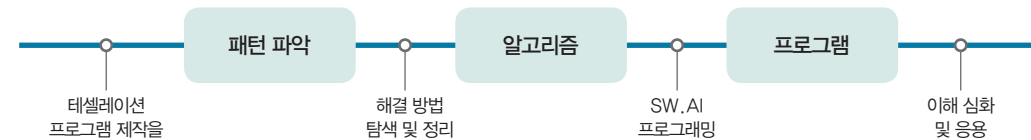


* 기존 방법 : 표면 위를 도형으로 덮는 활동 진행

* 문제점 : 직접 손으로 그리는 활동은 정확성이 떨어지거나 보다 넓은 표면을 덮을 때 번거로움이 발생함

* 개선 방안

- SW 및 AI의 추상화 및 자동화 등 프로그래밍 원리를 적용한 활동을 통해 자신만의 테셀레이션 프로그램 제작 가능



- 자신이 제작한 테셀레이션 프로그램을 통해 테셀레이션을 실행하고 개념 심화 이해 및 응용

□ (컴퓨팅파워를 활용한 다학제간 교과 융합학습) SW · AI를 단순 활용하기보다 원리를 활용한 학습 문제 상황을 해결과 관련한 교과 융합 개선 사례

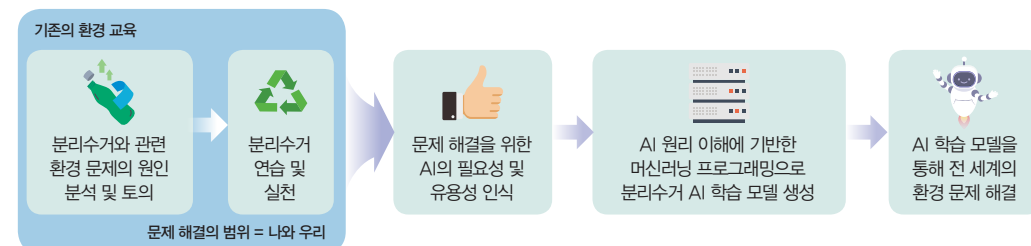
- 문제해결 과정에서 SW · AI 기술의 단순 활용은 교육이 기술 발전의 속도를 따라가지 못하는 단점이 있음
- 문제해결 과정에서 SW · AI의 원리와 기술을 적극적으로 활용하여 문제를 해결하도록 유도하여 학습자의 자기 주도 학습 역량과 융합 역량을 키울 수 있도록 함

정보 + 사회 + 과학 융합 교육 사례

〈 사회 및 과학 교과에서 분리수거를 통한 환경 보호 수업 〉

* 기존 방법 : 사회 및 과학에서의 환경 문제 해결을 위한 프로젝트 학습 중 분리수거를 통한 환경 보호를 연습하고 실천함

* 문제점 : 분리수거를 연습하고 실천하는 범위가 나와 우리로 한정됨



* 개선 방안

- SW · AI 원리 학습을 통해 분리수거의 정확성을 높이고 번거로움을 줄이기 위한 자신만의 분리수거 물품을 분류하는 머신러닝 프로그램을 제작하여 환경 문제 해결에 활용하여 문제해결의 범위를 전 세계 및 사회로 확장할 수 있음
- AI를 단순 활용하는 데 그치지 않고 생활 속에서 AI를 원리 이해에 기반하여 자기 주도적 활용하기 위한 미래역량을 신장

5-4 고교학점제 대응 방안

(1) 고교학점제 이해

가. 고교학점제 개념 및 현황

□ (개념) 고교학점제는 고등학생이 공통과목 이수 후, 진로·적성에 따라 과목을 선택하여 이수하고, 이수 기준에 도달한 과목에 대해 학점을 취득·누적하여 졸업하는 제도(교육부, 2021⁴⁹⁾)

○ 고교학점제 도입은 고교체제 개편(2025년 외고·자사고 등 일반고 전환)과 더불어 우리나라 고등학교 교육의 근본적인 패러다임 전환을 위해 추진되는 핵심 국정과제 중 하나

○ 또한, 인공지능 등 4차 산업혁명으로 인한 급격한 사회변화, 학령인구 급감 등 불확실한 환경 속에서 학생이 자신의 진로와 적성을 찾아 성장할 수 있도록 지원하는 취지를 담고 있음

※ 6~21세학령인구(총인구대비 비율):(1980)1,440만(37.8%)→(2000)1,138만(24.2%)→(2020)782만(15.1%)

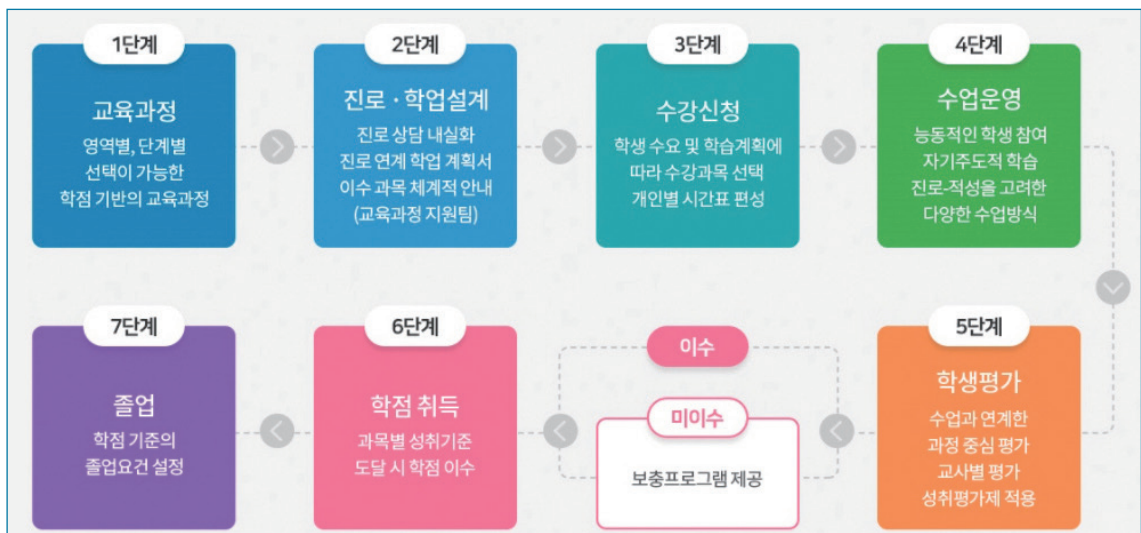
□ (도입 현황) 고교학점제는 2018학년도부터 연구·선도학교를 중심으로 학생 선택형 교육과정 운영과 지역 단위 고교학점제의 모형 및 우수 사례 개발(2021년 1,457개교)

※ 연도별 고교학점제 연구·선도학교 수: (2018)105→(2019)354→(2020)732→(2021)1,457(예정)

○ 2020년에는 산업수요 맞춤형 고등학교(51개교, 이하 마이스터고)에 우선 도입하여 현재까지 운영 중

나. 고교학점제 운영 방식 및 주요 변화 사항

〈 고교학점제 운영 방식(대한민국 정책브리핑, 2021.5월) 〉



*참고: 대한민국 정책브리핑 정책위키(2020). 고교학점제.

49) 교육부(2021). 2025년, 포용과 성장의 고교 교육 구현 -고교학점제 종합 추진계획-. 교육부.

- 고교학점제가 시행되면 학업 설계, 수강 신청, 평가와 학점 취득 등 다양한 단계에 걸친 교육이 이루어짐
- 학교는 다양한 과목 개설을 통해 학생 맞춤형 교육과정 운영을 준비하고, 학생들은 학습 계획에 따라 수강 희망 과목을 선택해 수업받을 수 있음. 이후, 수업 후 평가를 통해 과목을 이수한 학생은 학점을 취득
- 일정 정도의 성취수준에 도달하지 못한 학생은 보충 프로그램 등을 통해 학점을 이수할 수 있도록 지도하며, 학생들은 이수한 누적 학점이 기준에 도달하면 졸업을 인정받게 됨
- 고등학교 교육을 통해 반드시 배워야 하는 내용 등은 공통과목으로 지정돼 학생이 의무적으로 수강해야 하며, 이를 제외한 범위 내에서 과목을 선택하여 수강하도록 진행
- 다만, 선택 과목은 학생이 충분한 선택권을 보장받을 수 있도록 학교에서 학생수요를 반영해 최대한 많은 과목 개설 예정

□ 고교학점제 운영을 위한 교원 지원체제 변화

- 기존 단일 표시과목 중심의 교원 양성, 자격 및 배치 등을 개선하여 교원들의 다과목 지도가 활성화될 수 있도록 추진
- 희소 분야 등의 교원이 시급히 필요할 경우 교원 자격 표시과목을 수시 신설할 수 있도록 하고, 예비·현직 교원의 복수전공·부전공 활성화를 추진
 - ※ 표시과목 수시 신설 체제 마련, 부전공 학점 기준 38→30학점으로 완화(2021.2, 교원자격검정령 등 개정)
- 2021년부터 교육지원청에 교과 순회 교사를 배치하여(2021.3.1 기준, 122명) 학교에 담당 교사가 없더라도 순회 교사를 통해 학생들이 다양한 수업을 들을 수 있도록 추진
- 개설 과목 증가, 학업 설계 지원, 미이수하지도 등 학점제로 인한 교원 수요 증가* 등을 고려한 새로운 교원 수급 기준을 2022년까지 마련
 - * 고교학점제 연구학교의 경우, 행정학급 대비 수업학급이 1.14배 증가
 - * '미래 교육 환경 변화에 대응하는 교원수급정책 추진계획' 수립(2020.7, 사회관계장관회의)
- 학교 교육은 교원 자격 소지자가 담당하는 것이 원칙이나, 표시과목이 없는 희소 분야*나 농어촌 등 교사 확보가 어려운 때에만 학교 밖 전문가가 한시적으로 특정 교과를 담당할 수 있도록 제도 개선 추진
 - * 사례: 소형무인기 운용조종, 게임엔진 기초, 만화 창작, 빅데이터 분석, 마케팅과 광고 등(고등학교 공동교육과정 개설 과목 중 발췌)

□ 고교학점제 운영을 위한 과목 구조 변화

- 고등학교의 수업·학사 운영이 기존의 '단위'에서 '학점' 기준으로 전환되고, 학습량 적정화와 학사 운영 유연성 제고를 위해 졸업 기준이 204단위에서 192학점으로 조정
 - (현행) 교과 180단위, 창의적 체험활동 24단위 → (이후) 교과 174학점, 창의적 체험활동 18학점
- 학생 선택권을 높이기 위해 고등학교 과목구조를 개편하는데, 그간 주로 특목고에서 개설한 전문교과Ⅰ을 보통교과로 편제하고, 선택 과목을 일반·융합·진로 과목으로 편성할 예정(세부 사항은 2022 개정 교육과정에서 결정)

〈 현행 고교 과목구조 〉

교과	과목
보통 교과	공동과목
	일반선택과목
	진로선택과목
전문 교과	전문교과 I *(심화과목)
	전문교과 II (직업과목)

〈 개편안(2025학년도~) 〉

교과	과목	
보통 교과	공동과목	
	선택 과목	일반선택과목
		융합선택과목
전문교과		진로선택과목
		전문공동/전공일반/전공실무

* 과학, 체육, 예술, 외국어, 국제 계열의 심화 과목

※ 공동 및 선택과목 이수 경로 예시

- 수학(공동) ⇒ 미적분/확률과 통계(일반선택) ⇒ 인공지능 수학/심화수학(융합 또는 진로선택)
- 통합사회(공동) ⇒ 세계지리/경제(일반선택) ⇒ 사회문제 탐구/국제정치(융합 또는 진로선택)

□ 학사 운영은 학점 이수 기반으로 변경

- 현재 고등학교에서는 각 학년 과정 수업일수의 2/3 이상 출석하면 진급과 졸업을 할 수 있으나, 2025학년도 신입생부터는 학점 기반의 졸업제도 도입
- 학생이 과목을 이수하여 학점을 취득하기 위해서는 과목출석률(수업 횟수의 2/3 이상)과 학업성취율(40% 이상)을 충족해야 하며, 3년간 누적 학점이 192학점 이상이면 고등학교 졸업

〈 현행 〉

성취율	성취도
90% 이상	A
80% 이상 ~ 90% 미만	B
70% 이상 ~ 80% 미만	C
60% 이상 ~ 70% 미만	D
60% 미만	E

〈 향후(2025학년도~) 〉

성취율	성취도
90% 이상	A
80% 이상 ~ 90% 미만	B
70% 이상 ~ 80% 미만	C
60% 이상 ~ 70% 미만	D
40% 이상 ~ 60% 미만	E
40% 미만	I

↑ 이수
↓ 미이수

* 미이수 과목에 통상 F 학점을 부여하나, 단어의 의미(Fail)를 고려하여 I(Incomplete) 사용

- 학교에서는 학생의 미이수 예방에 중점을 두고 교육과정을 운영하되, 미이수가 발생하면 보충 이수*를 통해 학점을 취득하도록 하여, 최소 학업성취수준에 도달하지 못한 학생에 대한 책임교육 강화

* 별도 과제 수행, 보충 과정 제공 등 본 과목의 내용이나 수업량을 축소하여 수강하는 방식, 대학과 같이 미이수 과목을 다음 학기나 학년도에 수강하는 재이수 방식은 장기적 도입 검토

다. 고교학점제 도입 시기 및 절차

	2021	2022	2023	2024	2025
학점제 도입	마이스터고('20~)	특성화고 도입, 일반계고 제도 부분 도입			전체 고교 전면 적용
교육과정	2022 개정 교육과정 주요 사항 발표	2022 교육과정 개정 고시			2022 교육과정 적용 (고1~)
평가제도	진로선택과목 성취평가제 전 학년 적용	성취평가제 안착 기반 마련 (모니터링 체제 구축, 교원의 평가 전문성 제고)			성취평가제 확대 도입 (고1~)
연구·선도학교 확대	일반계고(1,680교)				모든 일반계고 및 직업계고 연구·선도학교 운영 경험 축적
		과학고(20개교)			
	외고·국제고·자사고(76개교) 중 일반고 전환(예정) 학교				
	직업계고(520개교)				
		특수학교(2개교 이상)			
학점제형 공간조성	233개교	549개교	567개교	-	학교공간 조성 연차적 지원 (시도별 추진계획에 근거, 추후 변경 가능)
교·강사	'교육과정 설계 전문가' 양성(~2022, 1,600여 명) 학점제 운영 역량 강화를 위한 교원 연수 지속 추진 학점제 수요를 고려한 새로운 교원 수급 기준 마련(~2022)				

(2) 고교학점제 대비 정보 교육 대응 방안

가. 다양한 선택 과목 개발 제안

□ 정보 교육 관련 선택 과목 구성 현황

〈 2015 개정 정보과 교육과정 과목 구성 현황 〉

교과(군)	과목				
	초등학교	중학교	고등학교		
			보통교과		전문교과 I 과학계열 과목
			일반 선택	진로 선택	
정보	*	정보	-	-	정보과학
기술·가정		-	정보	인공지능 기초	

*초등학교는 별도의 '정보' 교과가 없지만, 실과 교과 내, SW 교육을 일부 포함하고 있음

50) 주민호, 김한성, 고주은, 최진주(2020). 2019년 초·중등학교 교육정보화 실태조사: 기술 통계 분석. 한국교육학술정보원.

- 고등학교 선택 과목은 정보, 인공지능 기초 과목이 기술·가정 교과(군)의 일반 선택 과목으로 편성되어 있음
- 그 외 정보과학 과목이 전문교과 I 의 선택 과목으로 편성됨
- 중학교와는 달리 국가 교육과정 내 여러 과목이 편성됨에 따라, 학교급 내에서 교과 특성에 따른 연계성·위계성을 가지고 있음
 - 정보와 정보과학은 과목의 성격 및 내용 체계를 고려할 때 연계성과 위계성을 확보하고 있으나, 인공지능 기초 과목은 인공지능 교육을 위한 새로운 내용 체계로 구성되어 연계성과 위계성이 확보되지 못함
- 고등학교 정보 교과 선택 비율은 2019년 조사 기준 교과 활동 50%, 창의적 체험활동 약 30%로 나타남(주민호 외, 2019⁵⁰⁾)

□ 국외 정보 교육 관련 선택 과목 현황

- (영국) 영국은 만 5세에서 16세(초1 ~ 고1)까지 컴퓨팅(Computing) 과목을 필수로 듣고, 고등학교 2학년에 컴퓨터과학(Computer Science)을 선택 과목으로 이수할 수 있도록 운영하고 있음(S Bocconi et al, 2016)

〈 영국의 컴퓨팅, 컴퓨터과학 교과서 〉

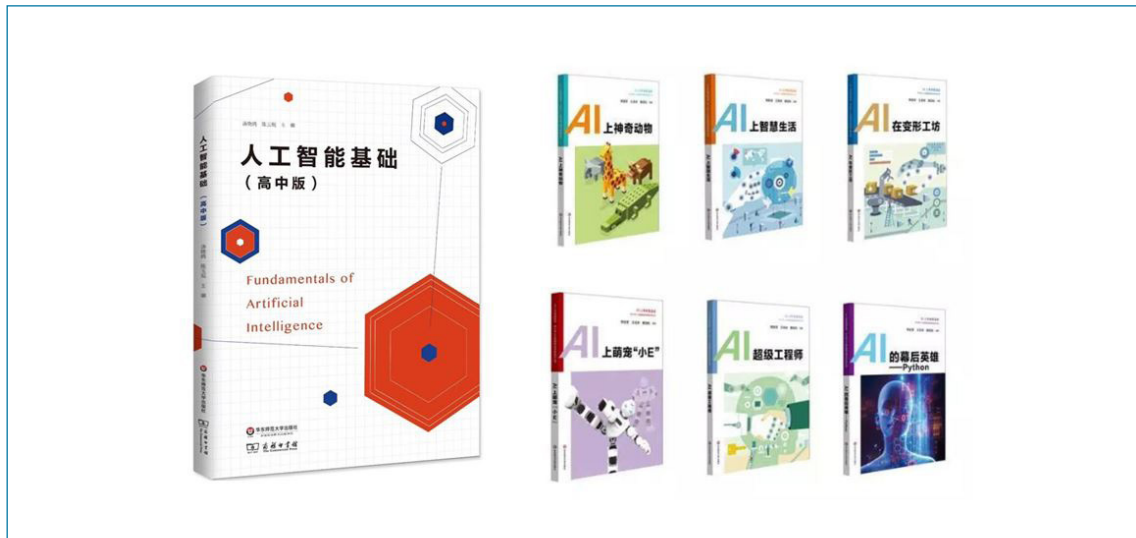


* 참고 : <https://www.risingstars-uk.com/series/switched-on-computing> (검색일, 2021.05.21.)

- 컴퓨터과학은 컴퓨팅 과목의 3대 영역인 컴퓨터과학, 정보·기술, 디지털리터러시 중 하나이며 고등학교 선택 과목으로 편성
- (미국) 미국은 컴퓨터과학교사협회(CSTA)에서 발표한 K-12 Computer Science Standards를 바탕으로 주 정부에 따라 관련 과목을 필수 또는 선택으로 편성하고 가르치고 있음(CSTA, 2020)
 - 고등학교에서는 대학과목선 이수제(AP) 과목으로 컴퓨터과학A(AP Computer Science A: CSA), 컴퓨터 과학개론(AP Computer Science Principles: CSP)를 통해 진로 준비 및 심화 학습이 가능하도록 편성
- (일본) 일본 고등학교에서는 공통 필수교과목으로 정보 I (현재, 사회와 정보)을 편성하고, 선택 과목으로 '정보 II (현재, 정보과학)'를 편성할 예정이며, 이를 통해 프로그래밍과 데이터 활용에 관한 내용을 학습하도록 구성(강신 천 외, 2019)

- (중국) 중국은 정보기술(IT) 과목을 초등학교 3학년부터 중학교 3학년까지 기본교과로 학습하도록 하고 있으며, 고등학생들은 선택 교과로서 심화 과정을 학습할 수 있도록 교육과정을 편성(강신천 외, 2019)
- 그러나 2017년 발표한 차세대 AI 발전계획을 바탕으로 K-12 전체를 아우르는 인공지능실험 교과서 33종이 개발 및 보급되었으며, 고등학교에서 인공지능 기초 과목을 통해 필수적으로 인공지능 교육이 이루어 수 있도록 각 지방정부에 권고

〈 중국의 인공지능 교과서 〉



*참고: 미디어닷컴(2018). Chinese artificial intelligence textbook.

□ 선택 과목 제안

- 선택 과목 개발을 위해서 한국정보교사연합회(KAIT, Korea Association of Informatics Teachers)에 의뢰하여 2015 개정 교육과정 내 정보 교과(목)의 연계 및 위계성을 고려할 때 어떠한 선택 과목이 필요한지에 대한 전문가 의견을 수렴

〈 현장 요구 분석을 위한 한국정보교사연합회 전문가 회의 개요 〉

차수	일정	회의 주제	전문가 의견
1차	2020.12.20.(일)	현 교육과정의 문제점	· 과목 간 위계성 문제 · 인공지능 기초 과목의 편제 문제
2차	2020.12.30.(수)	선택 과목 제안	· 일반선택 '문제해결과 알고리즘' · 진로선택 '인공지능 심화'
3차	2020.01.10.(일)	교육과정 제안	

- 교육 현장에서 정보 과목을 가르치는 교사들은 중학교 필수교과인 '정보'와 고등학교 일반 선택 과목인 '정보', 전문교과 I 선택 과목인 '정보과학'의 성격과 목표, 내용상의 연계가 적절하다고 판단함
- 그러나 고등학교 '정보'와 '정보과학' 간 내용 체계와 성취기준의 수준차를 좁힐 필요가 있다는 의견에 따라, '정보'와 '정보과학'의 내용 및 수준에 따른 연계성 확보를 위해 일반선택 과목으로서 '문제해결과 알고리즘'의 과목 개발이 제안됨

- 한편, ‘문제해결과 알고리즘’을 진로선택이 아닌 일반선택으로 제안한 까닭은 다음과 같음
 - 국어, 수학 등 기초 교과와 경우 공통과목으로 국어, 수학을 배운 후 일반선택 과목으로 독서, 문학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분 등의 과목을 이수함
 - 국어, 수학 등의 교과에서 진로선택 과목은 고전 읽기, 경제 수학 등으로 진로가 이미 결정된 특정 학생을 위한 과목이기 때문
 - 컴퓨터과학 내용 및 지식을 폭넓게 다루고 있는 ‘정보과학’ 과목의 진로선택에 편성되어야 하고,
 - ‘정보’와 ‘문제해결과 알고리즘’을 일반선택으로 편성하는 것이 선택 과목 분류 목적과 과목 성격 및 내용에 적합

〈 현장 전문가 의견 수렴 결과 및 신규 개발 과목(안) 〉

요청사항		중학교	고등학교		
			일반선택	진로선택	전문교과Ⅰ
교과목	재배치	정보	정보	정보과학	
			인공지능 기초		
	신규 개발 요청	정보	문제해결과 알고리즘(신규)	인공지능 심화(신규)	고급 정보과학(신규) 정보과학과제 연구(신규)

나. 교사 양성·역량 강화 및 외부전문가 활용 방안

□ 정보 교사 현황 및 수급 개선 방안

- 체계적인 고교학점제를 운영하기 위해서는 1교 1정보 교사 정책이 선행되어야 함

〈 2020년 12월 기준 정보 교사 현황(안성훈 외, 2021) 〉

학교급	학교 수(A)	정보 교과 담당 교사 수(B)	정보·컴퓨터 자격증 소지 교사 수(C)	학교당 평균 정보 교사 수(B/A)	담당교사 중 자격증 소지 교사 비율(C/B)
중학교	3,242개교	1,034명	795명	0.32명	76.89%
고등학교	2,365개교	1,720명	1,189명	0.73명	69.13%
계	5,607개교	2,754명	1,984명	0.49명	72.04%

[개선 방안]

1. 중학교 : 1교 1정보 교사 근무 기준

- 가. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사가 정보 교과를 가르치는 것으로 개선
- 나. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사 **향후 2,208명(자격교사 기준 2,447명) 충원 필요**

2. 고등학교 : 1교 1정보 교사 근무 기준

- 가. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사가 정보 교과를 가르치는 것으로 개선
- 나. 정보·컴퓨터 자격증을 소지한 교사 **향후 645명(자격교사 기준 1,176명) 충원 필요**

☞ 중·고등학교 총 2,853명(자격교사 기준 3,623명)의 정보·컴퓨터 자격을 소지한 교사 충원 필요

☞ 정보·컴퓨터 자격증 소지자에 의한 정보 교과 수업 운영

〈 단계별 정보 교사 총원 전략 방안 〉

연도	2022년(명)	2023년	2024년	2025년	2026년	총
신규 교원	200	200	500	500	600	2,000
전환 교원	200	200	200	200	200	1,000
합계	400	400	700	700	800	3,000

- (단계적 총원 전략) 2022년부터 2026년까지 점진적인 신규 교원 배출, 타 교과로 전과한 정보·컴퓨터 교원(전환 교원)* 및 현직 교원 대상 연수를 통해 전공 확보, 최소 2026년까지는 3,000명을 확보해야 함

□ 외부전문가 활용 방안

- 고교학점제를 통해 학교 밖 전문가가 한시적으로 특정 교과*를 담당할 수 있도록 제도 개선 추진하는 만큼, 각 전문가의 역량을 검증할 수 있는 제도가 마련되어야 함
 - * 사례: 소형무인기 운용조종, 게임엔진 기초, 만화 창작, 빅데이터 분석, 마케팅과 광고 등(고등학교 공동교육과정 개설 과목 중 발체)
- 특히, 다음의 사례들을 고려해 각각의 과정에서 체계적인 역량 검증이 필요함
 - (공통 고려사항) 외부전문가가 학교 현장에 기간제 교사로 활동하기 위해서는 정교사 자격증이 필요한 만큼 이에 대한 임시적 허용 등이 필요하며, 그렇지 않으면 강사로 활용하는 방안에 대해 검토 필요
 - (1. 현직 SW 전문가 활용 방안) 각 지역의 SW 개발자들을 대상으로 학교 현장에서 임시로 겸직하는 방안. 이를 위해서는 각 기업의 참여를 유도할 수 있는 인센티브 방안에 대한 구체적인 조사 및 연구가 필요함
 - (2. 시니어 전문가 활용 방안) 각 지역의 시니어(퇴직자) 개발자들을 대상으로 학교 현장에서 활동하는 방안
 - (3. 공공기관 전문가 활용 방안) 각 지역의 공공기관에 재직 중인 SW 관련 분야 전문가를 학교 현장에 파견하거나 겸임 교사로 활동하는 방안

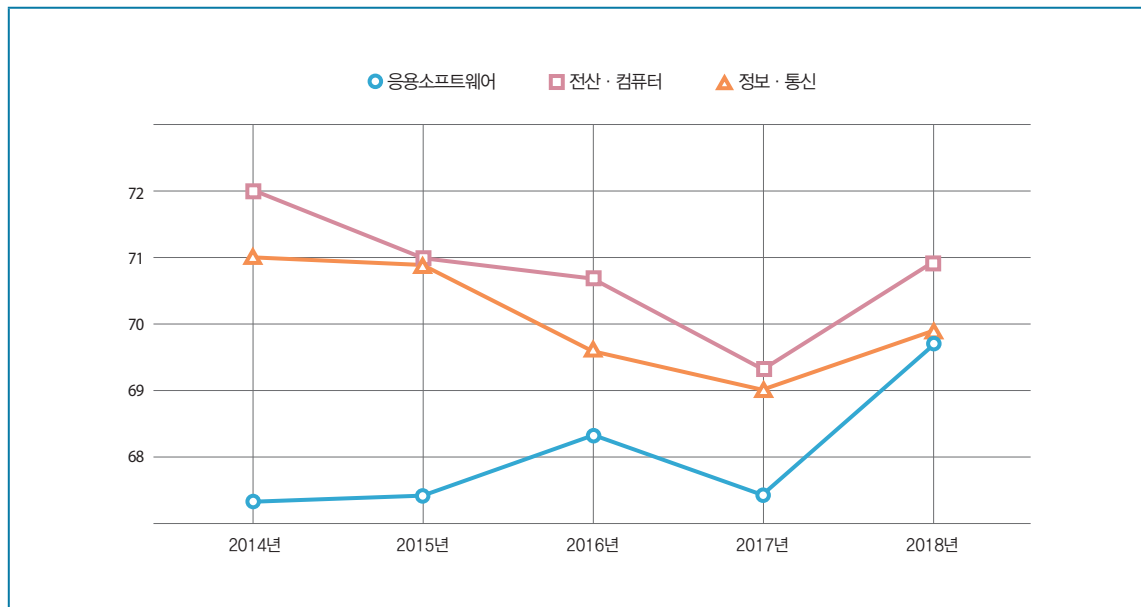
5-5 특성화고 교육 개선 방안

(1) 4차 산업혁명 시대 주요 산업 현황과 전망

가. SW 분야 현황 및 전망

- 글로벌 IT 시장 조사 기관인 IDC에 따르면, 전 세계 상위 30개 주요 국가의 SW 산업 시장 규모 중 1위는 미국으로 약 6,305억 달러로 추정되며, 이는 전체 산업 시장의 약 47.7% 규모(IDC, 2020)
 - 일본(834억 달러), 영국(794억 달러), 독일(684억 달러)이 비슷한 규모의 시장을 형성하고 있으며, 프랑스, 중국, 캐나다, 호주 등의 순서로 시장 형성
 - 한국의 SW 시장 규모는 약 128억 달러로 상위 30개 국가 산업 시장의 약 1%를 차지하고 있으며 16위 수준의 중위권에 위치
- 국내 SW 시장(패키지SW, IT서비스, 게임SW) 규모는 2020년 기준 약 28조 원으로 지속해서 성장할 것으로 예측
 - '20년 기준 패키지 SW 산업 규모는 5.7조 원, IT 서비스 산업 규모는 9.2조 원, 게임 SW는 13.3조 원의 시장을 형성하고 있으며 게임 SW 분야가 상대적으로 거대한 산업 규모
- SW 생산은 '17년 9.5% 성장 이후 2018년 5.7%, 2019년 2.1%로 점차 둔화되고 있는 상황이나 SW 분야 전공 졸업자 취업률은 소폭 상승

〈 SW 전공 졸업자 취업률 〉



* 참고 : 소프트웨어정책연구소(2020). SW 전공 졸업자 취업률.

나. AI 분야 현황 및 전망

- 2020년 포브스는 미래를 주도할 7가지 기술 트렌드 전망과 위협 기술 전망 발표

〈AI 분야 7가지 기술 트렌드〉

기술 트렌드	전략 기술
① 서비스로서의 인공지능 (AI as a Service)	- AI 알고리즘이나 컴퓨팅 자원을 고객 또는 소비자가 사용한 만큼 비용 지불
② 5G 데이터 네트워크 (5G data network)	- 5G 모바일 인터넷 접속은 초고속 다운로드와 업로드뿐만 아니라 보다 안정적인 연결과 접속 가능
③ 자율주행 (Autonomous Driving)	- 2020년 상용화 완료는 아니지만, 관심이 이어지며 점차 상용화에 다가갈 전망
④ 개인화 및 예측 치료 (Personalized and Predictive medicine)	- 스마트워치와 같은 개인 웨어러블 기기에서 건강 데이터를 수집 분석하여 예측 치료 가능
⑤ 컴퓨터 비전 (Computer Vision)	- 카메라 센서로부터 수집한 이미지를 식별할 수 있는 기술 확대 전망
⑥ 확장 현실 (Extended Reality)	- VR, AR, MR를 통합한 의미로 더욱 몰입적인 디지털 경험 가능
⑦ 블록체인 기술 (Blockchain Technology)	- 블록체인 분야에 투자했던 다수의 글로벌 기업이 결실을 볼 것으로 예상

*참고 : Forbes(2019.9.30.⁵¹⁾)

- 전 세계 AI 시장 가운데 딥러닝은 '16년 8,680만 달러에서 연평균 성장률 65.3%로 증가하여, '22년 17억 7,290만 달러에 이를 것으로 전망
 - Gartner('18)는 AI 기술로 파생될 글로벌 시장가치가 '18년에는 전년 대비 70% 증가한 1조 2천억 달러, '22년에는 3조 9천억 달러에 이를 것으로 전망⁵²⁾
 - AI 관련 데이터의 축적 속도가 기하급수적으로 증가함에 따라 헬스케어 분야에 관한 관심이 높아지고 있으며, 전 세계 AI 헬스케어 시장은 '16년 14.4억 달러에서 연평균 성장률 48.7%를 기록하여 '23년 227.9억 달러까지 성장할 것으로 예측
- 2020년 미국의 안보 유망 기술센터는 미국 내 AI 관련 인력에 대한 수요 특성과 변화를 분석
 - 미국 내 45,000개 이상의 온라인 구직 사이트 내용을 통합한 버닝 글라스(Burning Glass) 데이터를 활용하여 AI 인력에 대한 수요 특성을 분석
 - 2019년까지 총 3,390만여 건의 구인 공고 중 AI 관련 일자리는 약 310만 개로 약 11%를 차지
 - * AI 관련 기술 일자리 공고는 2010년 112만 개에서 2019년 310만 개로 3배 가까이 증가하였으며, 2017년 이후 빠르게 증가 하는 추세
- 전 세계 AI 인재 규모는 20~30만 명 수준으로 추정되며, 향후 필요 인력 수요는 점차 확대되지만 인재 육성 및 확보가 어려워 수급 불균형은 더욱 심화할 전망
 - AI 분야 고급 인력은 대부분 미국, 중국, 유럽에 집중되어 있으며, 국내 AI 중소·벤처 기업은 AI 인재난을 가장 시급한 문제로 인식(임형규 외, 2020. 재인용)⁵³⁾

51) Forbes(2019). The 7 Biggest Technology Trends In 2020 Everyone Must Get Ready For Now. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/09/30/the-7-biggest-technology-trends-in-2020-everyone-must-get-ready-for-now/?sh=7f88ba432261> (검색일: 2021.05.21.)

52) Gartner(2018). Gartner Says Global Artificial Intelligence Business Value to Reach \$1.2 Trillion in 2018. Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018> (검색일: 2021.05.21.)

53) 임형규 외(2020). AI 융합인력 양성을 위한 전략산업 분야 분석. 정보통신산업진흥원.

(2) 직업교육훈련 변화 방향 및 중등 직업교육 현황

가. 변화 방향

- 4차 산업혁명은 디지털 혁신 기초로 사회 전반의 산업구조를 혁신하고 있으며, 점점 더 가속화 중
 - 사회 전반의 일자리를 재구조화하는 등 급격한 변화는 디지털 기술에 대한 이해를 토대로 한 융합적 사고와 함께 디지털 시민성과 같은 전인적이고 종합적인 교육훈련 요구
 - OECD는 빠르게 변화하는 미래 사회에 대비하기 위한 직업교육훈련 분야에 대한 국제적인 흐름과 거시적 관점에서의 시사점 제시⁵⁴⁾

- (1) 양질의 일자리가 변창할 수 있는 환경 촉진
- (2) 노동시장의 배제 방지와 노동시장 위험으로부터의 개인 보호
- (3) 급변하는 노동시장에서 미래의 기회와 도전에 대한 대비

- 출산율의 급격한 감소, 초고령사회로의 진입 가시화로 인한 인구구조 변화는 국가 및 산업·기업의 경쟁력 약화 우려 고조
 - 기술, 산업, 인력, 제도 등 사회 각 분야의 혁신을 통해 생산성을 비약적으로 높여 지속 가능한 경제 성장 체계 구축 필요
- 직업교육훈련은 산업인력 양성, 사회안전망 등의 역할을 수행하였으나, 혁신 성장과 미래인재 양성을 위한 인적 기반 구축이라는 새로운 역할 요구
 - 지속적인 직업 활동에의 참여와 변화하는 노동시장에 맞는 새로운 역량을 갖추도록 국민의 생애 직업능력개발 지원 필요

나. 중등 직업교육 현황

- 일반고 선호 및 학생 수 감소 등으로 직업계고 학생은 감소*하지만, 일반고(3학년) 위탁과정을 통해 직업교육을 받는 학생은 증가 추세
 - * ('95) 42.2% → ('00) 36.1% → ('05) 28.9% → ('10) 23.8% → ('15) 18.8% → ('20) 15.7%
 - 산업 및 직업구조 변화와 학과·교육과정 미스매치, 교사의 현장 전문성 부족, 미흡한 교육여건 등으로 직업계고의 지속적인 발전 한계
 - 단기 목표에 치중한 단순한 지식이나 기능 위주의 교육, 누적된 학습 결손 등으로 직업기초역량 등 미래 변화 적응에 필요한 능력 부족
 - * 직업계고 수학 기초학력 미달 비율('15, PISA⁵⁵⁾) : 한국 35%, 일본 15%, 독일 17%
- 학습중심 현장실습 도입에 따른 후속 정책으로 학생 안전 등은 개선되고 있는 상황
 - 학생과 기업 간 눈높이 불일치, 고졸 일자리 부족에 따른 취업 여건 악화, 열악한 기업환경 등으로 현장은 취업 지원에 어려움 호소

54) OECD(2018). Good Jobs for All in a Changing World of Work. OECD.

55) 임연(2020). 특성화고 학생의 기초 학습능력 감소 실태와 대응책. 한국직업능력개발원.

- 현장실습 참여 학생은 소폭 증가하고 있으나, 여전히 취업 희망 학생의 50% 정도에만 현장실습 기회* 제공

* ('18) 취업 희망 62.8% 중 22.5% → ('19) 취업 희망 59% 중 29.9%

* '17년 ~ '19년 현장 실습생 취업 전환율 평균 약 80%

(3) 특성화고 SW+DNA 관련 학과 개설 현황 및 시사점

가. 개설 현황

- '20년 기준 특성화고등학교는 489개교이며, 209,401명의 학생 재학 중⁵⁶⁾

〈 2020년 고등학교 현황(한국교육개발원, 2020) 〉

구분	학교 수	학급 수	학생 수	교원 수
전체	2,367	57,150	1,330,888	131,189
일반고	1,573	39,512	955,471	89,021
특목고	160	2,882	63,942	7,929
특성화고	489	10,737	209,401	25,085
자율고	145	4,019	102,074	9,154

* 참고: 한국교육개발원(2020). 유초중등통계(하반기) 학교급별 개황

- 특성화고는 전체 고등학교 대비 20.7%를 차지하고 있으나, 전체 고등학교 재학생 대비 특성화고 재학생은 15.7%

- 직업계고인 특성화고등학교와 마이스터고에서 개설·운영 중인 DNA+SW 관련 학과 분석 결과, 특성화고 57개 교에서 84개 학과 개설·운영

〈 2021년 직업계고 DNA+SW 관련 학과 개설 현황 〉

산업 분야		특성화고		마이스터고	
		학교 수	학과 수	학교 수	학과 수
D	빅데이터	4	5	-	-
N	사물인터넷(IoT)	2	4	-	-
	네트워크	6	9	1	1
	모바일	3	8	-	-
	5G	-	-	-	-
	소계	15	26	1	1
A	AI	10	10	-	-
SW*	소프트웨어	32	48	10	18
합계		57	84	10	18

* SW 관련학과 : 소프트웨어, 게임, VR, 3D 관련 키워드 포함

56) 한국교육개발원(2020). 2020년 교육기본통계 결과 발표. 한국교육개발원.

- 교육부에서 운영 중인 특성화고·마이스터고 포털에 등록된 464개 특성화고, 51개 마이스터고의 학과를 분석하였으며, 전체 분석 대상 특성화고의 12.3%, 마이스터고의 19.6%가 DNA+SW 관련 학과 개설·운영 중

〈 17개 시도교육청별 DNA+SW 관련 학과 개설·운영 현황 〉

(단위 : 개 / %)

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
전체	70	33	16	28	10	10	8	2	70	20	23	28	24	40	46	30	6	464
학과	D	1	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		1.4	-	-	3.6	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9
	N	5	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	10
		7.1	3.0	-	-	-	-	-	4.3	5.0	-	-	-	-	-	-	-	2.2
	A	6	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	1	0	0	11
		8.6	-	-	-	-	-	-	2.9	5.0	-	-	-	2.5	2.2	-	-	2.4
	SW	9	4	1	1	0	0	1	11	2	0	0	1	0	0	1	0	31
		12.9	12.1	6.3	3.6	-	-	12.5	15.7	10	-	-	4.2	-	-	3.3	-	6.7
소계		21	5	1	2	0	0	1	18	4	1	0	1	1	1	1	0	57
		30	15.2	6.3	7.1	-	-	12.5	25.7	20	4.3	-	4.2	2.5	2.2	3.3	-	12.3

- DNA+SW 관련 학과 개설 비율이 가장 높은 지역은 서울로 약 30%의 특성화고가 개설 중이며, 경기(25.7%), 강원(20%), 부산(15.2%) 순으로 분석
- 서울, 부산, 경기, 강원 4개 지역을 제외한 나머지 시도의 특성화고는 전국 평균 개설 비율에 못 미치는 상황이며, 광주, 대전, 세종, 충남, 제주의 경우 개설 현황이 전혀 없는 것으로 분석

나. 교육과정 편성 현황

- 2015 개정 교육과정에 따른 특성화고·산업수요 맞춤형 고등학교 단위 배당 기준은 아래와 같음

〈 2015 개정 교육과정 특성화고·산업수요 맞춤형 고등학교 단위 배당 기준 〉

		교과 영역	교과(군)	공통과목(단위)	필수 이수 단위	자율 편성 단위
교과 (군)	보통 교과	기초	국어	국어(8)	24	학생의 적성·진로와 산업계 수요를 고려하여 편성
			수학	수학(8)		
			영어	영어(8)		
			한국사	한국사(6)	6	
		탐구	사회(역사/도덕 포함)	통합사회(8)	12	
			과학	통합과학(8)		
		체육·예술	체육		8	
			예술		6	
		생활·교양	기술·가정/제2외국어/ 한문/교양		10	
			소계			
	전문 교과Ⅱ	17개 교과(군) 등			86	
창의적 체험활동					24(408시간)	
총 이수 단위					204	

- ① 1단위는 50분을 기준으로 하여 17회를 이수하는 수업량이다.
- ② 1시간의 수업은 50분을 원칙으로 하되, 기호 및 계절, 학생의 발달 정도, 학습 내용의 성격 등과 학교 실정 등을 고려하여 탄력적으로 편성·운영할 수 있다.
- ③ 공통과목은 2단위 범위에서 감하여 편성·운영할 수 있다. 단, 한국사는 6단위 이상 이수하되 2개 학기 이상 편성하도록 한다.
- ④ 필수 이수 단위의 단위 수는 해당 교과(군)의 '최소 이수 단위'를 의미한다.
- ⑤ 창의적 체험활동의 단위는 최소 이수 단위이며 ()안의 숫자는 이수 단위를 이수 시간 수로 환산한 것이다.
- ⑥ 총 이수 단위 수는 고등학교 3년간 이수해야 할 '최소 이수 단위'를 의미한다.

○ 부산컴퓨터과학고 교육과정 편성 예시

- '소프트웨어과'는 학점제 과정 선택에 기초하여 공통(보통교과)⁵⁷⁾ 86단위, 전문교과 68단위, 학점제 과정선택 26단위, 창의적 체험활동 24단위 개설·운영

학과명	주요 이수 과목(단위)
소프트웨어과	프로그래밍(6), 응용프로그래밍 화면 구현(8), 응용프로그래밍 개발(16), 컴퓨터그래픽(4), Java 프로그래밍(8), 인공지능과 미래사회(6) 등
3D 콘텐츠 제작과	프로그래밍(6), 컴퓨터그래픽(4) 등
서비스마케팅과	프로그래밍(6), 컴퓨터그래픽(4) 등

☞ 전문교과 SW·AI 관련 과목 개설 현황(6과목)

- 프로그래밍, 응용프로그래밍 화면 구현, 응용프로그래밍 개발, 컴퓨터그래픽, 프로그래밍, 인공지능과 미래사회

☞ 학점제 과정선택 개설과목(소프트웨어과정 : 5과목)

- 자료구조, 데이터베이스 프로그래밍, 프로그래밍(파이썬), 서버 구축 및 운영, 스마트문화앱콘텐츠제작

○ 선린인터넷고 교육과정 편성 예시

- '소프트웨어과'는 공통(보통교과) 88단위, 전문교과 92단위, 창의적 체험활동 24단위 개설·운영

☞ 보통교과 SW·AI 관련 과목 개설 현황(1과목)

- 컴퓨터시스템일반(6단위)

☞ 전문교과 SW·AI 관련 과목 개설 현황(11과목)

- 프로그래밍, 인공지능과 미래사회, 정보통신, 빅데이터 분석, 인공지능 모델링, 게임 프로그래밍, 스마트 문화 앱 콘텐츠 제작, 응용프로그래밍 화면 구현, 서버 구축 및 운영, 웹 프로그래밍 실무, 인공지능 실무

다. 시사점

- 일정 수준 이상의 기업으로만 현장실습 및 취업이 가능하도록 제도가 변화됨에 따라 현장실습·취업이 감소하고 있으며, 취업지원 역량이 미흡한 교육청과 학교는 제도변화에 적응하지 못하고 있으므로 우수 SW·AI 기업 발굴 등 취업 연계 지원 방안 마련 필요
- 산업변화에 부응하는 교육이 운영될 수 있도록 SW·AI 분야 교육과정, 교원, 실습환경 혁신 필요

57) 국어, 수학, 영어, 한국사, 사회탐구, 과학탐구, 체육, 예술, 기술가정, 제2외국어 등

- 신규 학과 개설, 교육과정 개발, 지역사회 자원 활용, 학생진로 지도를 공통으로 추진하여, 매력적인 학교로 탈바꿈 필요
- 현장 교원의 역량 강화를 위해 체계적인 연수 지원 체계를 구축하고, 교원 자격이 없는 신산업의 경우 산업 분야 전문가들이 현장 교사와 함께 수업을 진행할 수 있도록 제도 개선 필요
- 산업현장의 우수 전문가들의 학교 교육 참여 유도를 위해 산학겸임교사의 보수·처우 개선 필요

(4) 특성화고 교원 운영 현황 및 시사점

가. 교원 양성 및 자격 취득

- 직업계고 전문교과 교사는 「초·중등교육법」에서 정한 자격을 갖추어야 하며, 「초·중등교육법」 제21조 '교원의 자격'에 따라, 정교사(1급·2급), 준교사, 전문상담교사(1급·2급), 사서교사(1급·2급), 실기교사, 보건교사(1급·2급) 및 영양교사(1급·2급)로 구성

〈 직업계고 전문교과 교사 자격기준(중등학교, 정교사) 〉

구분	자격 기준
정교사 1급	1. 중등학교의 정교사(2급) 자격증을 가지고 교육대학원 또는 교육부장관이 지정하는 대학원 교육과에서 석사학위를 받은 사람으로서 1년 이상의 교육경력이 있는 사람 2. 중등학교 정교사 자격증을 가지지 아니하고 교육대학원 또는 교육부장관이 지정하는 대학원 교육과에서 석사학위를 받은 후 교육부장관으로부터 중등학교 정교사(2급) 자격증을 받은 사람으로서 3년 이상의 교육경력이 있는 사람 3. 중등학교의 정교사(2급) 자격증을 가진 사람으로서 3년 이상의 교육경력을 가지고 일정한 재교육을 받은 사람 4. 교육대학·전문대학의 교수·부교수로서 3년 이상의 교육경력이 있는 사람
정교사 2급	1. 사범대학을 졸업한 사람 2. 교육대학원 또는 교육부장관이 지정하는 대학원 교육과에서 석사학위를 받은 사람 3. 임시 교원양성기관을 수료한 사람 4. 대학에 설치하는 교육과를 졸업한 사람 5. 대학·산업대학을 졸업한 사람으로서 재학 중 일정한 교직과(敎職科) 학점을 취득한 사람 6. 중등학교 준교사 자격증을 가진 사람으로서 2년 이상의 교육경력을 가지고 일정한 재교육을 받은 사람 7. 초등학교의 준교사 이상의 자격증을 가지고 대학을 졸업한 사람 8. 교육대학·전문대학의 조교수로서 2년 이상의 교육경력이 있는 사람 9. 제22조에 따른 산학겸임교사 등(명예교사는 제외한다)의 자격기준을 갖춘 사람으로서 임용권자의 추천과 교육감의 전형을 거쳐 교육감이 지정하는 대학 또는 교원연수기관에서 대통령령으로 정하는 교과목과 학점을 이수한 사람. 이 경우 임용권자의 추천 대상자 선정기준과 교육감의 전형 기준에 관하여는 대통령령으로 정한다.

* 참고: 「초·중등교육법」 제21조.

- 교육부장관은 자격검정에 합격한 자에 대하여 교원자격증 수여
 - 사범대학의 졸업자(대학에 설치된 교육과 졸업자 및 교직과정 이수자 포함)로서 교육부장관이 정하는 학과(학부 포함) 또는 전공 분야를 복수전공(연계 전공 포함)한 자
 - 중등학교 정교사(2급) 자격 제9호에 따른 연수(이하 “교사양성특별과정”이라 한다)를 이수한 사람에게는 해당 분야에 대한 전문 자격증을 수여가능(「교원자격검정령」 제3조)

○ 교원이 담당할 과목은 교원자격증에 표시과목으로 표시

자격증 표시과목은 재학 중 전공과목을 50학점 이상⁵⁸⁾ 이수한 자에 한하며, 중등학교 현장교사는 교육감이 지정한 교육기관이나 교육대학원 및 교육부장관이 지정한 대학원 교육과에서 학점 및 과목을 이수하고 석사학위를 취득한 경우에는 해당 과목을 부전공 과목으로 표시할 수 있다⁵⁹⁾(「교원자격검정령」 제4조).

〈 직업계고 전문교과 교사자격증 표시과목 〉

표시과목	관련 학과 또는 학부
식물자원 · 조경	농업교육, 농학, 원예학, 임학, 조경학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
동물자원	농업교육, 축산학, 잠사학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
농공	농업교육, 농공학, 농업기계공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
농산물유통	농업경제학, 농업교육(농업경제 및 유통 전공), 농업경영학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
식품가공	농업교육, 수산교육, 수산가공학, 식품공학, 식품영양학, 식품가공학, 축산가공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
정보 · 컴퓨터	컴퓨터(공학)교육, 컴퓨터(공)학, 전산통계학, 전자계산학, 상업교육, 수산교육, 농업교육, 산업공학, 해상정보 전공 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
전기	전기공학교육, 전기공학, 전기제어공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
전자	전자공학, 항공전자(공)학, 전자재료공학, 제어계측공학, 전자기계공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
통신	통신공학, 항공통신공학, 전자통신공학, 통신학, 전파공학, 정보통신공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
화공	기계공학교육, 기계공학, 정밀기계공학, 생산기계공학, 항공(기계)공학, 조선공학, 선박해양공학, 기계공학교육(자동차전공), 자동차공학, 전자기계공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
섬유	섬유공학, 섬유시스템공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
기계	기계공학교육, 기계공학, 정밀기계공학, 생산기계공학, 항공(기계)공학, 조선공학, 선박해양공학, 기계공학교육(자동차 전공), 자동차공학, 전자기계공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
재료	재료공학, 금속공학교육, 금속(공)학, 금속재료공학, 금형설계학, 신소재공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
자원	자원공학, 해양에너지자원공학, 자원에너지공학, 에너지자원공학
환경공업	환경공업교육과, 환경공학과, 환경에너지공학과 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
건설	건축공학교육, 건축(공)학, 토목공학교육, 토목공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
세라믹	세라믹공학과, 신소재공학과 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
인쇄	인쇄공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
상업	상업교육, 상경학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
수산 · 해양	수산교육, 항해 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
항해	수산교육, 항해 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
기관	수산교육, 기관공학, 기관 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
냉동	수산교육, 냉동(공조)공학, 기계공학, 기계교육공학, 자동차공학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)

58) 표시과목별 기본 이수과목 21학점(7과목) 이상 포함, 표시과목별 교과교육 영역 8학점(3과목) 이상 포함(유치원 및 초등 · 중등 · 특수학교 등의 교사자격 취득을 위한 세부기준, 제3조)

59) 부전공 자격연수: 38학점 이상(표시과목 관련), 교육대학원 석사과정: 30학점 이상(표시과목 관련) (유치원 및 초등 · 중등 · 특수학교 등의 교사자격 취득을 위한 세부기준, 제3조)

표시과목	관련 학과 또는 학부
의상	가정교육학, 의류학, 의상디자인학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
조리	가정교육, 조리 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
미용	가정교육, 미용 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
사진	사진학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
디자인	디자인학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
공예	공예학, 산업공예 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
연극영화	연극영화 및 관련되는 학부(전공 · 학과)
관광	관광(경영)학, 호텔경영학 및 관련되는 학부(전공 · 학과)

* 참고: 교육부(2020). 2020년도 교원자격검정 실무편람.

나. 교원 선발 및 역량 강화

- 직업계고 전문교과 교사의 양성은 사범대학, 사범계학과(대학에 설치하는 교육과), 교직과정(교육부장관의 승인을 받아 교직과정이 설치된 학과), 교육대학원(교육부장관이 지정하는 대학원 교육과 포함)을 통해 양성되며 무시험검정 합격 기준 적용(교육부, 2020).
- 기본 이수 과목은 동일한 교사자격을 취득하기 위하여 모든 교원양성기관에서 기본적으로 이수하여야 할 과목으로 교사의 자격 종별 · 표시과목별로 다르게 운영
 - 교과교육 영역에는 표시과목별로 기본 이수 과목으로 고시된 '교과 교육론'을 포함하여 '교과 논리 및 논술', '교과 교재 연구 및 지도법', '교과별 교수법', '교과별 교육과정', '교과별 평가방법론' 등을 대학별로 개발하여 운영 가능하며, 교과교육 영역은 동일 계열 간에 통합하여 운영 가능

전문교과의 경우 '공업'(전기 · 전자 · 통신, 기계 · 금속, 화공 · 섬유, 자원 · 환경, 건설, 냉동, 요업, 인쇄), '상업정보'(상업정보, 정보 · 컴퓨터), '농업'(식물자원 · 조경, 동물자원, 농공, 농산물유통, 식품가공), '수산 · 해운'(수산 · 해양, 항해 · 기관, 냉동, 식품가공)으로 한다(유치원 및 초등 · 중등 · 특수학교 등의 교사자격 취득을 위한 세부기준, 제3조).

- 직업계고 전문교과 교사의 선발(신규채용)은 공개 전형으로 추진

응시자격은 채용 예정직에 해당하는 교사자격증(중등학교 교사의 경우에는 채용 예정직에 해당하는 표시과목이 기재된 교사자격증을 말한다)을 취득한 자(학교 또는 교원양성기관에서 소정의 과정을 이수하여 채용 예정직의 해당 과목에 관한 교사자격증을 취득할 졸업예정자 또는 수료예정자를 포함한다)이어야 한다(「교육공무원임용령」 제9조, 제11조).

- 공개전형은 임용권자인 각 시 · 도교육청의 '교사 임용후보자 선정 경쟁시험'을 통해 실시하며, 1차 필기시험은 교육학, 전공(교과내용학, 교과교육학)으로 구성되고 2차 시험은 교직적성 심층 면접과 수업 능력으로 구성되며, 필요한 경우 실기 · 실험시험을 실시

〈 직업계고 담당 교과목별 교원 수(2019년) 〉

구분	전문교과					
	농생명산업	공업	산업정보	수산·해운	가사·실업	총계
국립	-	-	-	-	-	-
공립	587 (10)	4,125 (76)	1,478 (20)	95 (7)	720 (46)	7,005 (159)
사립	20	2,102 (8)	1,976 (14)	3	901 (11)	5,002 (33)
총 계	607 (10)	6,227 (84)	3,454 (34)	98 (7)	1,621 (57)	12,007 (192)

* 참고: 교육부(2020). 2021년 교원 연수 중점 추진방향(안). 교육부.

- 직업계고 전문교과 교사의 역량개발은 대부분 연수를 통해 이루어지고 있으며, 지능정보사회에 필요한 교원의 핵심역량을 교직 경력에 따라 구체화, 생애 단계별 필요한 핵심역량의 우선순위를 도출

【예시】 생애단계별 교원 핵심역량

※ 지능정보사회 대비 교원의 핵심역량 도출 및 교원연수 분류체계 개발('17, 홍후조 외)



- ① **(수업 역량)** 수업과 평가에 관한 지식과 학생에 대한 이해를 바탕으로 교수·학습을 효과적·효율적으로 운영하여 교육목표 달성에의 책무를 다하는 능력
- ② **(교육과정 역량)** 교육과정 문해력과 교과 내용 지식을 바탕으로 학생의 수준과 요구 및 교육 상황에 적합하게 교육과정을 재구성하여 창의적으로 교수·학습을 설계하는 능력
- ③ **(생활지도 역량)** 생활지도 및 상담이 관한 전문적인 지식과 기능, 학생에 대한 애정을 바탕으로 학생의 상황에 공감하며 건강하고 행복한 학교생활 및 성장발달을 지원하는 능력
- ④ **(진로지도 역량)** 미래사회 변화를 이해하고 학생의 소질과 적성, 학업과 직업에 관한 장래 희망을 파악하여 적절한 정보 제공과 상담을 통해 학생의 진로를 안내할 수 있는 능력
- ⑤ **(학교·학급 경영 역량)** 학교와 학급 경영에 대한 지식과 전략, 책임감과 소통능력을 갖고 교원, 학부모, 지역사회와의 협력적 관계를 구축하여 학교·학급을 민주적이고 창의적으로 운영하는 능력
- ⑥ **(변화대응 역량)** 국가 및 국제 사회, 교육 정책 및 환경, 학생과 학부모, 과학기술 등의 변화와 발달에 따라 그 변화 방향을 이해하고 변화에 적극적으로 대응하는 능력
- ⑦ **(자기관리 역량)** 자기성찰을 바탕으로 교양적 지식과 기능의 학습에 자발적으로 참여하고 자신의 감정과 스트레스를 관리하여 교원으로서의 품위 있고 건강한 삶을 영위하는 평생학습자로서의 능력

* 참고: 교육부(2020). 2021년 교원 연수 중점 추진방향(안). 교육부.

- 직업계고 전문교과 교사의 평가/보상은 교원 근무성적평정 및 다면평가, 교원능력개발평가, 교원성과 상여금제를 통해 이루어지며, 승진, 전보, 포상, 역량개발(연수), 성과상여금 등의 보상

- 교원 근무성적평정 및 다면평가는 매 학년도 종료일을 기준으로 근무실적 및 근무 수행 능력(학습지도 40점, 생활지도 20점, 전문성 개발 5점, 담당업무 15점), 근무 수행 태도(20점)를 평가하고 근무성적평정의 결과는 전보·포상 등 인사관리에 반영
- 직업계고 전문교과 교사는 교육공무원으로서 교원자격증을 통해 자격의 취득에 관해 엄격하게 관리하고 있으며, 담당 과목에 대해서도 표시

다. 주요 시사점

- 직업계고 교사의 전문성과 실무 능력에 관한 문제점이 점점 더 심각해짐에 따라 부전공과정 개설요건을 낮추고, 부전공 개설이 어려운 소수 과목은 학습자 수요를 고려하여 공동교육과정 개설 지원 필요
 - 교원 자격이 없는 신산업(드론, 인공지능, 자율주행 등)의 경우, 국가자격·국가기술자격(산업기사 이상) 취득을 통해 해당 과목의 수업을 시행하는 등 제도 개선 필요
- 교원양성과정인 없는 신산업 등의 수요 폭증에 대응해 산업현장의 우수 전문가들의 학교 교육 참여 유도
 - 산학겸임교사의 보수·처우 개선('19년 기준 수당 시간당 약 36천 원)
- 직업계고 전문교과 교사는 교육부와 시·도 교육청 및 다양한 연수기관의 연수를 통하여 수시 역량개발 지원 필요
 - 타 교과/영역에 비해 정보 분야 전문교과의 전공 역량을 효과적으로 향상하기 위한 연수 프로그램이 상대적으로 부족하여 확충 필요

(5) 개선 방안

- (특성화고 교육과정 혁신) 산업변화에 부응하는 교육이 운영될 수 있도록 특성화고의 교육과정, 교원, 실습환경 혁신 지원 필요
 - 지역사회 연계 교육과정 특성화, 진로 연계 프로그램 운영 등 매력적인 학교로 재탄생할 수 있도록 특성화고 브랜드화 지원
 - 4차 산업혁명에 대비한 SW·AI 관련 학과 및 융합학과 개설 지원
 - * (대전광역시교육청 사례) 특성화고 경쟁력을 높이기 위해 특성화고 3개교 8개 학과 개편(대전공업고 스마트기계과, 친환경자동차과, 스마트전자과 등 신설·개편)
- (교원 전문성 제고) 신산업 분야의 교원 수급 및 현직 교사 전문성 제고를 위한 제도 개선
 - 교원 자격이 없는 신산업의 경우 국가자격·국가기술자격 취득을 통해 해당 과목의 수업을 시행할 수 있도록 제도 개선
 - 부전공 개설이 어려운 소수 과목에 대해 현직 교사 부전공과정 개설 지원
 - 산업체 우수 인력을 직무연수 강사로 선정해 현장 실무 능력을 키우고 전문교과 수업의 협력 교사로 활용
 - * 특성화고 교원 대상 산업체 현장 연구 휴직제 도입, 직무연수 및 산업체 현장 연수 강화 지원 추진
- (취업 연계 기반 확충) 취업전담교사(가칭) 도입을 통해 학생 맞춤형 취업 지원 확대
 - (경기도교육청 사례) 취업전담교사를 지정·운영하고, 취업전담교사의 업무 여건 마련을 위해 학교당 1~2명의 기간제 교사 증원('20년 73명 배치 완료)
- (자격 취득 유연화) 코로나19 확산으로 인한 실습수업 진행 어려움 등을 고려하여 기능사 자격 취득 시기, 요건 등을 유연하게 조정

참고 1

특성화고 DNA+SW 개설 학교 및 학과 현황⁶⁰⁾

– 직업계고 학생을 위한 기능사 자격검정을 별도로 개설 추진

시도	학교명	학과명	1학년	현원	2학년	현원	3학년	현원
서울	경기상업고	스마트소프트웨어과	2	25	1	9	0	0
서울	광운전자공업고	모바일소프트웨어과	0	0	2	20	2	36
서울	광운전자공업고	인공지능소프트웨어과	2	40	0	0	0	0
서울	단국대학교부속SW고	게임콘텐츠과	1	22	0	0	0	0
서울	단국대학교부속SW고	사물인터넷소프트웨어과	2	41	0	0	0	0
서울	단국대학교부속SW고	인공지능소프트웨어과	2	44	0	0	0	0
서울	대경상업고	SW디자인과	2	0	2	0	2	51
서울	대진디자인고	소프트웨어콘텐츠과	3	64	3	61	3	69
서울	덕수고	게임콘텐츠과	1	13	1	17	1	23
서울	덕수고	스마트소프트웨어과	1	15	1	13	2	35
서울	미래산업과학고	인공지능콘텐츠과	2	40	0	0	0	0
서울	상일미디어고	스마트소프트웨어	3	60	3	58	3	75
서울	서울금융고	3D프린팅과	2	27	2	26	0	0
서울	서울금융고	소프트웨어과	2	27	2	27	0	0
서울	서울디지털고	IOT(사물인터넷)과	0	0	1	13	1	25
서울	서울디지털고	VR콘텐츠과	0	0	1	22	1	25
서울	서울디지털고	게임개발	2	48	0	0	0	0
서울	서울디지털고	게임콘텐츠과	0	0	1	23	1	23
서울	서울디지털고	인공지능융합	2	48	0	0	0	0
서울	서울문화고	IOT(사물인터넷)과	1	12	2	31	2	34
서울	서울아이티고	네트워크보안솔루션과	2	44	2	50	0	0
서울	서울전자고	게임콘텐츠과	2	25	0	0	0	0
서울	서울전자고	컴퓨터네트워크과	0	0	2	0	1	13
서울	선린인터넷고	소프트웨어과	3	76	3	76	3	77
서울	선일이비즈니스고	빅데이터소셜마케팅과	4	35	0	0	0	0
서울	선일이비즈니스고	빅데이터소셜미디어과	3	45	0	0	0	0
서울	세명컴퓨터고	게임소프트웨어과	2	44	2	45	2	51
서울	세명컴퓨터고	인공지능소프트웨어과	2	45	2	47	2	51
서울	송파공업고	AI컴퓨터과	2	40	0	0	0	0
서울	송파공업고	모바일전자과	2	0	2	0	2	44

60) 특성화고 · 마이스터고 포털(하이파이브)의 특성화고 통계자료의 개설학과명을 토대로 DNA+SW 개설학과 현황 분석(2021.5월 기준)

시도	학교명	학과명	1학년	현원	2학년	현원	3학년	현원
서울	송파공업고	컴퓨터네트워크과	0	0	2	0	2	43
서울	영락의료과학고	3D콘텐츠디자인과	1	20	1	14	1	19
서울	예일디자인고	3D공간제품디자인과	2	44	2	46	2	51
서울	한세사이버보안고	U-센서네트워크보안과	0	0	0	0	2	43
서울	한세사이버보안고	게임과	1	22	1	24	1	26
서울	한세사이버보안고	네트워크보안과	0	0	2	34	0	0
서울	한양공업고	컴퓨터네트워크과	2	48	2	51	2	48
부산	대광고	3D프린팅과	2	36	2	32	2	36
부산	대광고	VR콘텐츠과	1	18	0	0	0	0
부산	대양고	IT네트워크	4	75	0	0	0	0
부산	대진전자통신고	컴퓨터소프트웨어과	2	38	2	39	2	45
부산	부산정보고	소프트웨어콘텐츠과	0	0	2	42	0	0
부산	부산컴퓨터과학고	3D콘텐츠제작과	0	0	2	42	2	43
부산	부산컴퓨터과학고	소프트웨어과	0	0	3	61	3	65
대구	경북여자상업고	3D융합콘텐츠과	2	42	0	0	0	0
인천	문학정보고	빅데이터금융과	0	0	2	22	3	49
인천	인천산업정보학교	소프트웨어과	0	0	0	0	1	8
울산	울산애니원고	컴퓨터게임개발과	1	23	1	23	1	21
경기	경기모바일과학고	모바일그래픽디자인과	3	53	3	44	3	56
경기	경기모바일과학고	모바일비즈니스과	4	47	4	49	4	74
경기	경기모바일과학고	모바일콘텐츠과	3	57	3	60	3	60
경기	경일관광경영고	3D융합크리에이터과	1	22	0	0	0	0
경기	광명경영회계고	IT소프트웨어과	2	23	2	36	2	35
경기	군포e비즈니스고	스마트소프트웨어과	2	29	2	33	2	31
경기	덕영고	빅데이터과	2	21	2	36	2	53
경기	덕영고	소프트웨어과	2	45	2	43	2	51
경기	부천정보산업고	SW콘텐츠과	3	57	3	37	3	61
경기	분당경영고	IT소프트웨어과	2	0	2	0	2	36
경기	삼일공업고	3D융합콘텐츠과	1	0	1	0	1	25
경기	삼일공업고	사물인터넷과	2	47	2	45	0	0
경기	성남금융고	스마트 소프트웨어과	2	22	2	29	0	0
경기	성일정보고	소프트웨어개발과	3	67	3	64	3	75
경기	세경고	인공지능반도체디스플레이과	2	52	0	0	0	0
경기	수원공업고	건설정보과	2	49	2	49	2	57

시도	학교명	학과명	1학년	현원	2학년	현원	3학년	현원
경기	수원공업고	디지털게임과	0	0	1	27	1	29
경기	수원공업고	융합소프트웨어과	1	24	0	0	0	0
경기	수원공업고	정보네트워크과	2	48	2	48	2	51
경기	수원정보과학고	IT소프트웨어과	1	24	1	25	1	26
경기	수원정보과학고	디지털네트워크과	0	0	2	50	2	54
경기	양명디지털고	소프트웨어개발과	2	42	2	44	2	45
경기	오산정보고	융합소프트웨어과	3	74	0	0	0	0
경기	일산국제컨벤션고	IT소프트웨어과	2	0	2	0	2	47
경기	한국애니메이션고	컴퓨터게임제작과	1	24	1	25	1	21
경기	한복고	IT모바일과	0	0	0	0	4	103
경기	한복고	빅데이터정보과	2	48	2	48	0	0
강원	강릉정보공업고	소프트웨어과	1	20	2	33	2	33
강원	원주공업고	모바일전자과	3	0	3	0	3	73
강원	춘천한샘고	게임개발과	1	24	1	25	1	18
강원	화천정보산업고	SI게임개발과	1	10	0	0	0	0
충북	청주IT과학고	스마트소프트웨어과	3	21	2	0	2	43
전북	한국게임과학고	컴퓨터게임개발과	2	21	3	59	3	53
전남	여수정보과학고	시디자인과	2	42	0	0	0	0
경북	안강전자고	모바일전자과	1	11	1	11	1	14
경남	경남로봇고	로봇소프트웨어과	1	20	1	22	1	23

교육청	학교명	학과	학급수	학생수
서울	미림여자정보과학고	뉴미디어소프트웨어과	2	40
	서울로봇고	첨단로봇설계과	2	40
		첨단로봇시스템과	2	40
		첨단로봇제어과	2	40
		첨단로봇정보통신과	2	40
부산	부산기계공업고	전자기계과 로봇제어	2	34
	부산소프트웨어마이스터고	소프트웨어개발과	2	32
		임베디드소프트웨어과	2	32
대구	대구소프트웨어고	소프트웨어개발과	2	40
		임베디드소프트웨어과	1	20
인천	인천전자마이스터고	정보통신과	2	32
광주	광주소프트웨어마이스터고	소프트웨어개발과	2	36
		임베디드소프트웨어과	2	36
대전	대덕소프트웨어마이스터고	소프트웨어개발과	2	40
		임베디드소프트웨어과	1	20
		정보보안과	1	20
경기	경기게임마이스터고	게임개발과	4	72
전북	전북기계공업고	로봇자동화과	3	54
경북	구미전자공업고	메카트로닉스와 로봇제어전공	2	32

61) 특성화고 · 마이스터고 포털(하이파이브)의 특성화고 통계자료의 개설학과명을 토대로 DNA+SW 개설학과 현황 분석(2021.5월 기준)

5-6 교육 인프라 및 플랫폼 개선 방안

(1) 교육 인프라 현황 및 개선 방안

가. 인프라 현황 및 문제점

□ (디지털 기기 보유현황) 초·중·고등학교는 데스크톱 PC를 중심으로 구축되어 있으며, 기기 1대당 학생용 PC는 5.0대, 6년 이상된 데스크톱 PC는 20.6%로 나타남

- 학교급별 보유현황을 살펴보면, 모든 학교급에서 데스크톱 PC의 비율이 절반 이상으로 나타났으며, 초등학교에서는 노트북보다 태블릿 PC의 비율이 더 높고, 고등학교는 반대로 태블릿 PC보다 노트북이 더 높게 나타남

구분	데스크톱 PC (%)	노트북 (%)	태블릿 PC (%)
초등학교	67.9	4.8	27.3
중학교	56.4	23.6	20.0
고등학교	66.5	24.8	8.7

* 참고: 안성훈 외(2021), 2020년 초·중·고등학교 교육정보화 실태 조사 분석, 한국교육학술정보원.

- 기기 1대당 학생 수는 학생용 PC 기준으로 5.0대*이며, 중학교가 5.8대, 초등학교 5.3대, 고등학교 4.0대 순으로 나타남

* 산출식 : 학생 수 / PC 수

구분	전체 (대)	초등학교 (대)	중학교 (대)	고등학교 (대)	특수학교 (대)
전체 PC 기준 기기 1대당 학생 수	2.7	2.9	2.8	2.2	0.9
학생용 PC 기준 기기 1대당 학생 수	5.0	5.3	5.8	4.0	2.8

* 참고: 안성훈 외(2021), 2020년 초·중·고등학교 교육정보화 실태 조사 분석, 한국교육학술정보원.

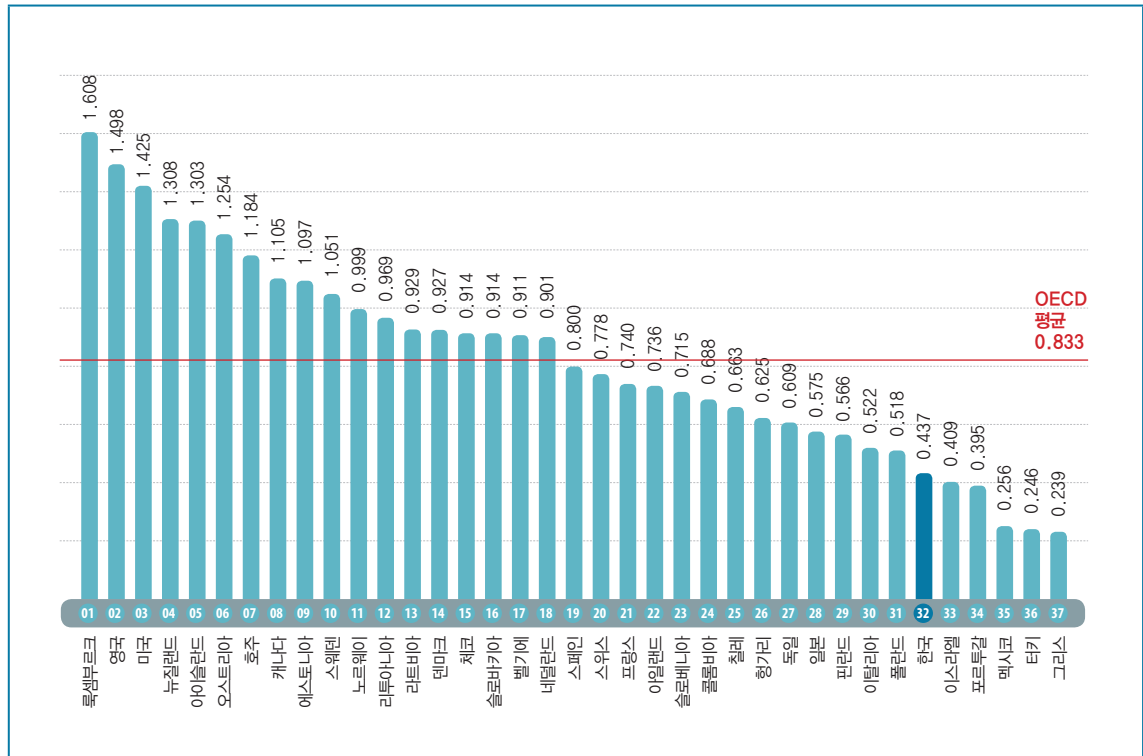
- 구입시기별 기기 보유현황을 살펴보면, 교체 주기인 6년 이상의 데스크톱 PC가 20.6%이며, 교체 시기가 곧 다가오는 3년 이상 6년 이내의 데스크톱 PC를 모두 합치면 57.9%로 나타남

구분	데스크톱 PC (%)	노트북 (%)	태블릿 PC (%)
1~3년 이내	42.08	49.68	62.48
3~6년 이내	37.3	32.65	24.65
6년 이상	20.62	17.67	12.87

* 참고: 안성훈 외(2021), 2020년 초·중·고등학교 교육정보화 실태 조사 분석, 한국교육학술정보원.

- (국제 비교) OECD에 실시한 학생 수 대비 PC 비율 조사에 의하면 우리나라는 조사 대상 37개국 중, 32위로 하위권으로 나타남(김혜숙 외, 2020)

〈OECD PISA 2018에 나타난 학생 수 대비 PC 비율〉



* 참고 : 김혜숙 외(2020), OECD PISA 2018을 통해 본 한국의 교육정보화 수준과 시사점, 한국교육학술정보원.

- (무선 인터넷 구축 현황) 노트북, 태블릿 PC 등 모바일 기기의 네트워크 연결을 위한 무선 AP는 한 학교당 평균 3.8개의 교실에 설치되어 있음

- 무선 AP가 설치된 교실 수는 학교 당 평균 3.8개이며, 시도 지역별 학교당 무선 AP 구축 교실 수를 살펴보면 세종시가 46개로 가장 많고, 충남이 2.4개로 조사되어 지역에 따른 편차가 심한 것으로 보임

지역	전체	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종
교실 수(평균)	3.8	3.5	7.7	9.8	3.2	3.8	3.9	3.5	46
지역	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
교실 수(평균)	3.3	3	2.5	2.4	3.3	4.7	2.8	3.9	5.4

* 참고: 한국교육학술정보원(2021), 2021년 교육정보화시행계획

- (학교 내 구축된 실습실 현황) 초·중등학교에 구축된 실습실* 수는 총 17,327개이며, 한 학교당 실습실 수는 1.43개로 나타남

* 실습실 : 디지털 기기를 다룰 수 있는 컴퓨터실 및 멀티미디어실

- 한 학교당 실습실 수는 특성화고등학교가 4.28개로 가장 많고, 중학교가 1.08개로 가장 적게 나타남
○ 중학교의 경우 한 학교당 컴퓨터실은 0.87개로 한 학교당 컴퓨터 실습실이 1개가 되지 않음

구분		학 교 수	실습실 수			한 학교당 실습실 수			
			컴퓨터실	멀티미디어실	합계	컴퓨터실	멀티미디어실	합계	
전체		12,140	14,095	3,232	17,327	1.16	0.27	1.43	
학 교 급	초등학교		6,333	7,848	755	8,603	1.24	0.12	1.36
	중학교		3,256	2,831	672	3,503	0.87	0.21	1.08
	고 등 학 교	계	2,368	3,220	1,786	5,006	1.36	0.75	2.11
		일반고	1,573	1,702	653	2,355	1.08	0.42	1.50
		특성화고	489	1,182	913	2,095	2.42	1.87	4.28
		자율고	146	167	83	250	1.14	0.57	1.71
		특수목적고	160	169	137	306	1.06	0.86	1.91
	특수학교		183	196	19	215	1.07	0.10	1.17

* 참고: EDS, 2020.10.

□ (문제점) 정보 교육을 원활히 수행하기 위해서는 교육 내용 및 방법을 지원하기 위한 다양한 기기 유형과 자연스러운 상호작용 및 수업을 지원하기 위한 요구되는 적정 사양의 기기, 네트워크, 지속적인 유지 보수가 필요함

- 현재 우리나라 초중등학교의 디지털 인프라는 데스크톱이 60~70%를 차지하고 있을 뿐만 아니라, 6년 이상 된 기기가 20% 이상으로 고정형 중심의 노후화된 실습환경을 갖추고 있는 것으로 나타남
- 특히, 학생 수 대비 PC 비율은 OECD 기준 최하위권으로 나타나, 효율·효과적인 정보 교육을 위해서는 혁신적인 학교 인프라 개선 방안이 필요함을 알 수 있음

나. 인프라 개선 방안

□ (학생용 PC 보급 확대) 정보 교육에 활용되는 학생용 PC를 보급하여 학습자 1인당 1 PC를 사용할 수 있도록 지원해야 함

- 정보 교육을 위해서는 데이터 수집, 처리, 모델 학습 및 결과 공유를 위해 중급 이상의 사양을 갖춘 노트북 및 실감형 콘텐츠(VR, AR) 활용을 위한 태블릿 PC 보급 필요
- 이를 위해 OLPC(One Laptop Per Child) 운동 및 BYOD(Bring Your Own Device) 정책 등을 참고해 정보 교육을 위한 기기 보급 및 활용 방안을 마련해야 함

□ (무선 인터넷 확대 및 학교 네트워크 품질 관리) 학교 내 어디서나 네트워크에 접속하여 정보 교육이 진행될 수 있도록 무선 AP 설치 수 확대 및 네트워크 품질 고도화 필요

- 학교 내 다양한 공간에서 교수학습이 이뤄질 수 있도록 모든 교실에서 디지털 기반의 수업을 할 수 있도록 AP를 설치할 필요가 있음
- 모든 교원과 학생이 플랫폼 접속 및 실감형(AR, VR 등) 콘텐츠를 실시간으로 활용하기 위해 학교 네트워크 고도화 및 접속 속도와 대역폭의 최소 사양을 제시하여 품질 관리가 필요
- 현재 선도적으로 진행 중인 학교의 모델을 각 학교급 및 지역의 특성을 고려해 확대 방안을 마련해야 함

□ (정보 교육을 위한 인프라 구성 방안) 연구 · 선도학교의 모델을 확장하여 각 학교급 및 지역의 특성이 반영된 인프라 구성 방안

- (플랫폼 및 콘텐츠) 교과 내용을 배우고 실습할 수 있는 콘텐츠와 현실 문제해결을 위한 프로젝트 수업을 수행할 수 있는 플랫폼 지원 필요
- (학교 네트워크 등) 정보 교육 및 융합 교육을 원활하게 수행하기 위한 교실별 무선 인터넷 AP 설치, 스쿨넷 대역폭 확장 필요
 - ※ 고정형 PC 중심의 컴퓨터실 인프라를 넘어, 모든 교실에서 모든 학생이 AI 교육 플랫폼에 접속하고 콘텐츠를 활용할 수 있는 인프라 확보가 필요함
- (개인 디바이스) 학생 및 교원이 활용할 PC 혹은 노트북 컴퓨터(1인 1대 기준)를 사용할 수 있는 환경 구축 및 유지 필요
 - ※ 데이터 수집 및 저장, 인공지능 라이브러리 활용 등 복합적 활동을 하기 위해서는 태블릿 PC와 같은 모바일 디바이스보다는 PC가 필요함

□ (창의융합적 인재 양성을 위한 실습실 개선) 고정형 책상의 딱딱한 실습실에서 이동형 책상과 자유로운 모둠 학습이 가능한 창의적 학습 공간으로 탈바꿈 필요

- 창의적이고 융합적으로 SW · AI를 배울 수 있도록 과거 데스크톱 기반의 고정형 실습실에서 벗어나 다양한 공간 구성과 창의적인 아이디어가 발산될 수 있는 미래형 교육 환경 구축 필요

(2) 정보 교육 플랫폼 현황 및 개선 방안

가. 플랫폼 현황 및 문제점

□ (플랫폼 현황) 정보 교육 관련 자료와 정보를 종합하여 제공하거나 학습자 참여형 콘텐츠 및 코딩 환경을 제공하는 형태로 구축 및 운영되고 있음

- “이슈⁶²⁾”은 한국교육방송공사(EBS)가 과학기술정보통신부 및 교육부와 함께 운영하고 있으며, 주제, 수준, 대상별 맞춤형 자기주도 학습을 할 수 있도록 정보를 무료로 제공하고 있음
- “소프트웨어 중심사회⁶³⁾”포털은 정보 교육자료, 진로 정보, 산업정보, 지원 정책 및 다양한 우수수업 사례를 제공하기 위해 과학기술정보통신부와 정보통신산업진흥원에서 구축함
- “소프트웨어야 놀자⁶⁴⁾”는 네이버커넥트 재단에서 제공하는 플랫폼으로, 인공지능, 데이터, 소프트웨어 등의 교육 자료를 제공하며, 소프트웨어 교육 플랫폼인 엔트리와 MOOC 교육 플랫폼인 edwith를 제공하고 있음
- “Code.org⁶⁵⁾”는 미국의 비영리 코딩교육 단체에서 제공하며, 스스로 프로그래밍 과제를 해결할 수 있는 블록 기반 코딩 환경 및 다양한 교수학습 자료를 제공하고 인공지능 교육을 위한 체험형 콘텐츠인 AI-Ocean*을 제공하고 있음

* code.org의 AI for Ocean : 시나리오 기반의 단계별 학습 모듈 형태 제시되며, 영상 콘텐츠와 체험형 시뮬레이션 콘텐츠를 결합하여 학습자가 One-Stop으로 정해진 하나의 과정을 학습할 수 있음

62) <https://www.ebssw.kr/>

63) <https://www.software.kr/>

64) <https://www.playsw.or.kr/main>

65) <https://code.org/>

〈 AI for Ocean 실행 화면 〉



* 참고: <https://code.org/oceans>

□ (교육용 도구 현황) 국내 · 외 정보 교육용 도구는 체험형과 개발형으로 개발되어 활용되고 있음

- 체험형은 '데이터 수집 - 훈련 - 모델 구현' 3단계로 이루어진 누구나 쉽고 빠르게 인공지능 모델 제작을 체험할 수 있는 교육용 도구로 구글의 티처블머신(Teachable Machine)이 대표적임
- 개발형은 전문 개발자가 사용하는 전문가 개발도구와 교육용으로 수준을 낮춰 만들어진 교육용 개발도구로 구분할 수 있음
- 전문가 개발도구는 실제 산업현장에서도 인공지능 개발할 때 사용하는 AI 플랫폼으로 교육용이 아니기 때문에 어느 정도 수준을 요구하는 텍스트 프로그래밍 기반 AI 플랫폼으로 파이썬과 텐서플로, 마이크로소프트 애저 등이 대표적임
- 교육용 개발도구는 체험형과 전문가 개발도구의 중간적 성격을 가지며, 실제 산업현장에서 사용하기는 어려우나 체험 위주의 교육용 인공지능 플랫폼보다는 학생들이 훨씬 난이도와 완성도 높은 인공지능 모델을 제작 가능한 IBM의 머신러닝포키즈(Machine Learning for Kids)와 네이버 엔트리 인공지능 기능이 대표적임

□ (문제점) 학교 현장에서 사용하기 위한 교육과정 기반의 교육 콘텐츠가 체계적으로 제공되지 못하고 있음

- 다양한 교육 플랫폼을 통한 정보 교육용 교재 및 도구가 개발되어 사용되고 있으나, 학교급에 따른 교육과정과 수준에 따른 교육 콘텐츠 제공이 부족함
- 특히, AI 교육을 위한 자료가 절대적으로 부족하며 관련 플랫폼 및 교육용 도구를 사용하기 위해 학교 현장에서 활용할 수 있는 안내와 실제 이를 이용한 수업 사례 공유가 부족한 실정
 - 향후 수준과 주제별 교재, 지도서, 가이드 자료, 실습 데이터 및 도구 등의 제공이 필요함

나. 개선 방안

- 클라우드 컴퓨팅, 데이터마이닝, 인공지능 등의 기술을 보유하고 있는 에듀테크 기업과 초·중·고 학생을 대상으로 사이버/온라인 교육을 수행한 경험이 있는 교사 연구회, 연구소, 교육계 등을 컨소시엄으로 구성하여 교육 플랫폼의 구축 및 유지 보수 수행 필요
- 코로나와 같이 긴급한 상황에서도 안정적으로 운영될 수 있도록 안정적 서버 운영과 주요 기능에 대한 도출 및 데이터, 학습모델, 프로그래밍 도구를 통합적으로 제공하는 플랫폼 개발 필요

〈정보 교육 플랫폼 주요 기능 예시〉

- **(학습자 관리)** 학습자가 로그인을 통해 가상 학습 공간에 들어왔을 때, 마이페이지로 이동하여 통합학습, 시험평가, 부가 학습, 과제평가 등의 기능 제공, 실시간 데이터 전송을 통해 학습 진행내용과 시험내용, 학습현황 및 결과 등 생성
- **(교수자 관리)** 원격 환경에서 교수자 역할을 수행하기 위해 강의계획서, 교과 설계, 문제은행 관리, 과정 관리 등을 제공하고 실시간 데이터 전송을 통해 과정 개발명세와 평가내용, 학습지원 및 관리 내용 등을 생성
- **(학습용 콘텐츠 관리)** 원격 학습 상황에서 사용자가 콘텐츠 관리 시스템을 통해 생성, 저장, 재활용, 관리, 전송 등 고려*

부록 정보 교육! 질의응답(Q&A)

Q&A_1	정보 교육, SW 교육, AI 교육은 같은 건가? 다른 건가? 그리고 프로그래밍은 꼭 배워야만 하나?	115
Q&A_2	컴퓨팅사고력(Computational Thinking, CT)은 무엇인가?.....	116
Q&A_3	컴퓨팅사고력 함양을 위한 교육 내용은 무엇이고, 타 교과와는 어떤 관계를 갖나?	118
Q&A_4	정보 교육이 꼭 어린 시절부터 필요한가? 대학에서 하면 안 되나?.....	120
Q&A_5	디지털리터러시와 컴퓨팅사고력은 어떤 관계인가?	123
Q&A_6	수학적사고력과 컴퓨팅사고력은 무슨 관계인가? 수학 교육만 잘하면 정보 교육은 필요 없는 것 아닌가?	126
Q&A_7	초등학교에는 정말 독립교과가 필요한가? 교과별 융합 교육으로는 안 되는 걸까?	128
Q&A_8	우리나라 중·고등학교의 실제적인 정보 교육 시수는 몇 시간인가? 문제는 없나?	130
Q&A_9	정보 교과 수업 시수를 늘리면 정말 아이들의 부담감이 증가할까? 대응 방안은 없나?	133
Q&A_10	정보 교육이 확대되면 사교육이 더욱 증가하는 거 아닌가?	134
Q&A_11	정보 교육은 누가 가르칠 수 있나? 기술·가정 교사 자격을 가진 교사가 연수받아 가르치면 안 되나?	136
Q&A_12	타 교과에서는 어떻게 AI 융합을 하고 있나? 문제점과 개선 방안은 무엇인가?	137
Q&A_13	우리나라의 SW·AI 기술 수준은 어떠한가? 초·중등 교육을 열심히 하는 나라가 정말 SW·AI 수준도 높은가?	139

Q&A

01

정보 교육, SW 교육, AI 교육은 같은 건가? 다른 건가? 그리고 프로그래밍은 꼭 배워야만 하나?

□ 컴퓨터과학을 모태 학문으로 하는 정보 교육!

- 정보 교육은 컴퓨터과학을 모태 학문으로 하고 있으며, 컴퓨터과학은 전통적으로 강조해오던 SW와 최근 연구성과가 나타나고 있는 AI 분야를 포함하는 기초 학문임

* 컴퓨터과학의 주요 지식 영역 : 소프트웨어개발, 지능시스템(인공지능), 프로그래밍 언어, 네트워킹, 인간-컴퓨터 상호작용 등(ACM&IEEE, 2020)

□ SW 교육은 정보 교과를 통해서!

- SW 교육은 '정보(Informatics)' 교과를 통해 시행되고 있으며, 정보 교과는 컴퓨터과학적 지식과 기술의 탐구 그리고 실생활의 문제해결을 위한 역량을 함양하는 교과로 정의됨
- (ICT 활용에서 AI 교육으로 확장!) 정보 교육은 체계적인 교육을 위해 컴퓨터과학뿐만 아니라 인터넷과 컴퓨팅 기기를 다루기 위한 ICT 활용교육을 포함하며, 최근 급격한 연구성과가 나타나고 있는 AI 분야로 확대되고 있음

□ 프로그래밍을 꼭 배워야 하는가?

- (글쓰기를 통해 언어를 배우듯!) 정보 교육과 프로그래밍은 유사한 의미로 사용되고 있으나 정보 교육의 궁극적인 목적은 컴퓨팅사고력 신장이며 프로그래밍은 이를 위한 핵심적인 활동이라 할 수 있음

〈 글쓰기, 수학, 정보의 학습 단계 예시 〉

분야	단계1	단계2	단계3	단계4	단계5
언어(글쓰기)	자음, 모음	단어, 문장	단락 글쓰기	설명문, 논설문	시, 수필, 소설
수학(셈하기)	수	사칙연산	미지수	일차방정식	이차방정식
정보 (프로그래밍)	데이터/ 기초명령어	변수, 자료구조	조건/반복	함수	알고리즘 설계 및 구현

- (프로그래밍이란?) 프로그램(Program)을 만드는 작업으로, 프로그램은 컴퓨터에 내리는 명령어의 모음을 뜻하며, 이러한 프로그램이 모여서 소프트웨어가 됨
 - 즉, 프로그래밍은 소프트웨어를 만드는 과정이고, 이러한 소프트웨어를 만들 때 사용하는 도구를 '프로그래밍 언어(Programming Language)'라고 함
 - (코딩과 프로그래밍) 코딩과 프로그래밍을 일반적으로 혼용해 사용하고 있으나, 코딩은 프로그래밍의 여러 단계(분석, 설계, 개발, 디버깅 등) 중, 코드를 작성하는 단계를 의미함. 단, 프로그래밍을 조금 더 쉽고 간단히 부를 때에는 같은 의미로도 사용되고 있음

컴퓨팅사고력(Computational Thinking, CT)은 무엇인가?

□ 컴퓨팅사고력이란(CT)?

- (정보 교육을 통해 길러지는 사고력) 수학, 과학 교육을 통해 길러지는 사고력을 수학적사고력, 과학적사고력이라고 하는 것과 같음
- (학술적 개념) 2006년, 카네기멜런 대학의 Jeannette Wing 교수는 컴퓨팅사고력을 컴퓨터과학자뿐만 아니라 누구나 길러야 할 보편적 가치이자 사고력이라 주장하며 다음과 같이 정의함

‘컴퓨터과학의 기본 개념을 토대로 문제를 해결하고, 시스템을 설계하고,
인간의 행동을 이해하는 능력(Wing, 2006)’

- (2015 개정 교육과정 내 컴퓨팅사고력 정의) 2015 개정 정보과 교육과정은 ISTE⁶⁶⁾와 CSTA⁶⁷⁾에서 정의한 개념 등을 바탕으로 아래와 같이 정의함
 - 2015 개정 정보과 교육과정은 컴퓨팅사고력을 ‘컴퓨터과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활 및 다양한 분야의 문제를 이해하고 창의적인 해법을 구현하여 적용할 수 있는 능력’으로 정의(교육부, 2015)
 - (컴퓨팅사고력의 하위 요소 1) 영국 컴퓨팅 교사 단체인 CAS(Computer at School)⁶⁸⁾에서는 컴퓨팅사고력의 하위 요소로 알고리즘, 논리, 분해, 패턴, 추상화, 평가를 제시하였으며, 이를 익히는 방법으로 만들기, 디버깅하기, 협력하기 등을 제시함

〈 영국 CAS에서 정의한 컴퓨팅사고력의 하위 개념 〉

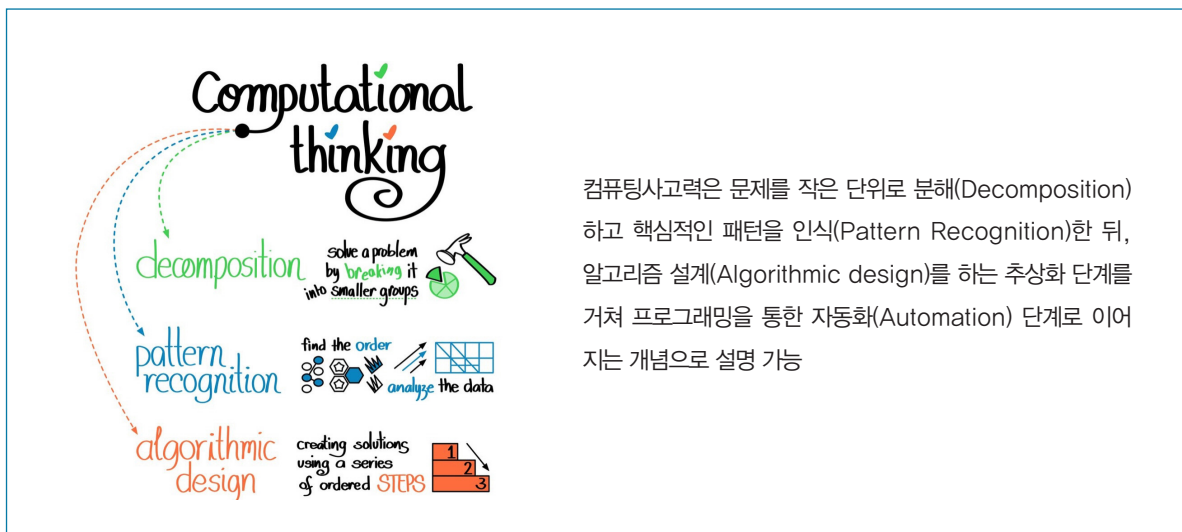


66) 국제교육기술협회 (International Society for Technology in Education)는 교육 기술사용에 관심이 있는 교육자들에게 서비스를 제공하는 미국 비영리 단체

67) 미국 컴퓨터과학교사협회 (Computer Science Teachers Association)

68) 영국 교육부와 기부 참여 기업들은 영국의 컴퓨터협회/ 학회인 BCS(British Computer Society)와 영국 컴퓨터 교사 네트워크인 CAS(Computing at school)을 통해 대대적이고 체계적인 교사 자원 및 연수 프로그램 진행

- (컴퓨팅사고력의 하위 요소 2) 컴퓨팅사고력은 복잡한 문제를 해결하거나 시스템을 설계할 때 발현되는 역량이기도 하며 다음과 같은 절차로도 설명할 수 있음



컴퓨팅사고력은 문제를 작은 단위로 분해(Decomposition)하고 핵심적인 패턴을 인식(Pattern Recognition)한 뒤, 알고리즘 설계(Algorithmic design)를 하는 추상화 단계를 거쳐 프로그래밍을 통한 자동화(Automation) 단계로 이어지는 개념으로 설명 가능

* 참고 : TES(Times Educational Supplement)의 Computational Thinking – Decomposition and Abstraction

- (컴퓨팅사고력의 실제) 아이들의 사고력 확장 경험을 제공하는 컴퓨팅사고력 (언어 교육과의 비교를 통해 본 정보 교육)

언어 교육의 핵심 도구 중 하나는 글쓰기라 할 수 있다. 글쓰기를 배우면서 우리는 아이디어를 체계화하고 개선하고 검토하는 법을 배운다. 그렇게, 글을 잘 쓸수록 생각을 잘하는 사람이 되어 간다.

마찬가지로 정보 교육의 핵심 도구 중 하나는 프로그래밍이라 할 수 있다. 프로그래밍을 배우면 복잡한 문제 하나를 단순한 여러 문제의 조합으로 나누어 생각하는 법, 반복적인 패턴을 찾아 개선하는 법, 문제를 해결하기 위한 절차를 체계적으로 설계하거나 자동화하는 법 등을 배운다. 이렇게 길러지는 사고력을 컴퓨팅사고력이라고 한다.

이러한 사고방식은 모든 유형의 문제해결과 설계에 확장되어 응용될 수 있다. 예를 들어, 프로그램을 수정하는 법(디버깅)을 배우고 나면, 음식의 조리법이 잘못되었을 때나 길을 잃었을 때, 문제 상황을 단계적으로 나누어 보면서 문제 지점이 어느 곳인지 찾거나(분해), 진행한 상황을 거꾸로 되짚어 보면서(백트래킹) 어느 시점에서 문제가 발생하였는지 찾는 등의 전략적인 사고를 할 수 있게 된다.⁶⁹⁾

- (컴퓨팅사고력 개념의 확대) 과학의 범위가 확장되었듯이 컴퓨팅사고력 개념도 확장됨
 - (모든 아이에게 필요한 능력) 페퍼트⁷⁰⁾의 경우 컴퓨팅사고력을 컴퓨팅파워를 이용한 표현력(Expression)으로 보면서 모든 아이에게 필요한 능력이라고 역설함
 - (사고의 확장) 일을 수행하는데 컴퓨팅을 활용하도록 설계하고, 세상을 복잡한 정보 프로세스로 설명하고 해석하는 정신적 능력과 수행 능력이라고 확장 가능(Denning & Tedre, 2019)

69) 레즈닉 교수의 평생유치원과 지넷 윈의 컴퓨팅사고력 논문 내용을 각색함.

70) Seymour Papert(1981), "Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas", New York: Basic Books.

컴퓨팅사고력 함양을 위한 교육 내용은 무엇이고, 타 교과와는 어떤 관계를 갖나?

□ 컴퓨팅사고력 함양을 위한 단계별 교육 내용 요소는 무엇인가?

〈 컴퓨팅사고력 함양을 위한 빅아이디어별 단계별 교육내용 요소 〉

빅아이디어 기반 대영역	초등학교	중학교	고등학교
표현 (representation)	- 디지털 데이터의 개념 - 데이터 개념, 데이터 탐색 및 조작	- 빅데이터 개념 - 데이터베이스 개념	정형/비정형 데이터 이해 · 분석
추상화 (abstraction)	- 알고리즘 개념 - 선택 · 반복 구조 개념	- 문제 나누기 및 핵심 요소 추출 - 알고리즘 작성	- 패턴인식 - 탐색 · 정렬 · 추론 알고리즘 이해
자동화 (automation)	- 블록 기반 프로그래밍 - 선택 · 반복 구조 프로그램 만들기 - 프로그램 설명하기 - 기계학습 개념 및 체험	- 텍스트 기반 프로그래밍 - 함수와 모듈 - 기계학습 모델 활용 프로그래밍	- 절차지향과 객체지향 프로그래밍 이해 - 탐색 정렬 알고리즘 구현 - 분류/회귀 모델 구현 - 딥러닝 이해
네트워킹 (networking)	- 인터넷과 웹 - 운영체제 개념	- 네트워크 환경 - 상호작용 설계 - 지능 에이전트 개념	- 서버 클라이언트 - 사용자 중심 설계 - 지능 에이전트 인식과 행동
디지털 감수성 (digital sensitivity)	- 컴퓨팅과 사회 변화 - 개인정보와 디지털 예절/중독/폭력	- 정보사회와 진로 탐색 - 안전한 웹 사용 - 사이버범죄	- 정보과학과 진로설계 - 정보 보안 기법 - 정보기술과 윤리적 책임

* 참고: 김한일 외(2021)에 제시된 정보과 빅아이디어별 지식 체계 중 주요 내용 발췌 · 수정

- (단계별로 체계적인 교육 필요) 컴퓨팅사고력 함양을 위해서는 초 · 중 · 고등학교별 학습자 수준과 교과 지식의 체계성을 고려한 단계별 교육 필요함
 - (단계별 핵심 교육) 컴퓨팅사고력의 핵심이라 할 수 있는 추상화의 경우, 초등학교에서는 ‘선택 · 반복 구조’의 개념을 중학교에서는 ‘문제를 분해하고 핵심 요소를 추출’하는 방법을 고등학교에서는 ‘패턴을 인식’하고 구체적인 알고리즘으로 작성하는 방법까지 단계별 교육이 필요
 - ‘빅데이터’에 대한 이해와 분석 방법을 익히기 위해서는 초등교육 단계에서부터 ‘디지털 데이터’, ‘빅데이터’, ‘정형/비정형 데이터’에 대한 이해와 응용 순으로 체계적인 교육이 이루어져야 함
 - ‘인공지능’에 대한 이해를 위해서는 초등교육 단계에서부터 ‘기계학습’, ‘기계학습 모델 활용’, ‘분류/회귀 모델 구현’, 그리고 ‘딥러닝’ 등에 대한 순으로 체계적인 교육이 필요함
- (언어, 수학과 비교한 단계별 교육 예시) 지식 영역의 단계적 습득을 통해 사고력 향상을 교육을 진행, 언어 교육, 수학 교육 등도 글쓰기와 셈하기 등의 도구를 활용하는 것과 같음
 - 정보 교육도 단계적이고 체계적인 프로그래밍 교육을 통해서 컴퓨팅사고력 증진이 가능함
 - 불륨의 고등사고력 피라미드(기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창작)처럼 컴퓨팅사고력은 지속적인 교육을 통해서 길러질 수 있음

〈 글쓰기, 수학, 정보의 학습 단계 예시 〉

분야	단계1	단계2	단계3	단계4	단계5
언어(글쓰기)	자음, 모음	단어, 문장	단락 글쓰기	설명문, 논설문	시, 수필, 소설
수학(셈하기)	수	사칙연산	미지수	일차방정식	이차방정식
정보 (프로그래밍)	데이터/ 기초명령어	변수, 자료구조	조건/반복	함수	알고리즘 설계 및 구현

* ex) 프로그래밍 단계별 수행 예제 : 1단계에서는 데이터의 개념을 이해하고 다양한 입/출력과정을 통해 프로그래밍의 기초를 이해한다. 이후, 변수와 데이터의 유형과 구조를 익혀 프로그래밍을 활용해 데이터를 다루는 방법을 익힐 수 있다. 이 후, 조건/반복문에 대한 개념과 함수의 개념을 익혀 자동화된 프로그램을 개발할 수 있으며, 탐색/정렬 등의 특정 알고리즘에 대한 이해와 적용을 통해 더욱 효율적인 프로그램으로 발전시킬 수 있다.

□ 단계별 교육 내용은 타 교과와 어떠한 관계를 갖는가?

- (통합성 교과 설계 필요) 학교급별 편제된 여러 교과의 내용 요소 선·후 관계 등의 통합성을 고려한 교육과정 설계가 필요함
 - (정보과목의 선행 필요) 교과별 ICT 활용 교육 및 SW·AI 융합 교육을 교육하기 위해서는 정보과에 대한 이해가 선행되어야 함
 - * 사회과 과목에서 ‘오늘날의 통신 수단(초등 3~4)’과 ‘사회변화와 문화 다양성(초등 3~4)’에 대한 수업을 진행하는 교육을 하기 위해서는 정보과 초등교육 단계의 ‘디지털과 컴퓨팅’에 대한 이해가 선행되어야 함
 - * 사회과 과목 ‘우리 고장의 모습(초등 3~4)’에 제시된 ‘디지털 영상 지도를 활용’한 학습활동 등을 하기 위해서는 정보과 초등교육 단계의 ‘인터넷과 웹’에 대한 이해와 기능적인 숙달이 선행되어야 함

교과 간 통합성이 적절히 고려되지 않을 경우, 각 교과의 핵심 주제를 배우는 과정에서 등장하는 세부 개념에 대한 추가적인 소양이 요구되어, 해당 수업의 목적 도달에 어려움 발생

- (융합 교육을 위한 기초 역량) 컴퓨팅사고력이 있어야 각 교과에서 융합 교육이 이루어질 수 있음
 - ‘데이터를 활용한 사회·자연 현상을 탐구’ 등의 융합 수업을 하기 위해서는 정보과에서 학교급별로 다루고 있는 ‘디지털 데이터의 개념’, ‘빅데이터의 개념’, ‘빅데이터 분석 방법’에 대한 이해가 선행되어야 하며, 이에 따른 학교급별 융합 내용과 수준이 설정되어야 함
 - ‘인공지능 기반 사회적 문제해결’ 등의 융합 수업을 위해서는 정보과에서 다루어지는 ‘기계학습’, ‘기계학습 모델 활용’, ‘분류/회귀 모델 구현’, 그리고 ‘딥러닝’ 등에 이해가 선행되어야 각 학교급 단계에 적절한 융합 교육이 이루어질 수 있음

적절한 SW·AI 역량이 갖추어지지 않을 경우, 주제 중심 또는 교과 간 융합 활동이 아닌 단순 SW·AI 도구 활용 교육으로 이루어질 가능성이 있어, 해당 주제의 학습 목표 도달에 어려움 발생

- (‘전이가’가 높은 정보 교육) ‘전이가’라 함은 특정 학습이 새로운 학습에 영향을 미치는 현상으로, 정보 교육을 통해 길러진 컴퓨팅사고력은 보편적 사고력이라 할 수 있는 논리적 사고력(김경규, 이종연, 2016), 창의력(서영호, 염미령, 2016) 등의 향상에 유의미한 영향을 미침
- 디지털 대전환 시대와 같이 지식과 기술의 폭발적인 증가에 대처하기 위해서는 학습의 전이가가 높은 지식을 가르쳐야 함

정보 교육은 꼭 어린 시절부터 필요한가? 대학에서 하면 안 되나?

□ 이유 1 : 아이들의 미래 핵심역량

- (미래 핵심역량, 컴퓨팅사고력) 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력은 디지털 대전환 시대를 살아갈 모든 아이에게 요구되는 기초 필수 역량으로 정보 교육을 통해 기를 수 있음
- 버락 오바마(전 미 대통령), 시모어 페퍼트(MIT 인공지능연구소 공동설립자), 마이클 고브(전 영국 교육부 장관) 등과 같은 전문가들 또한, 어린 시절부터의 프로그래밍 경험을 통한 컴퓨팅사고력 함양의 필요성을 한목소리로 강조함

‘컴퓨터과학을 배우는 것은 개인에게만 중요할 뿐만 아니라 미국의 미래에도 중요하다.

남녀 어린이 모두 미국의 미래를 만들어가기 위해 컴퓨터과학을 배워야 한다.’

– 버락 오바마(전 미국 대통령) –

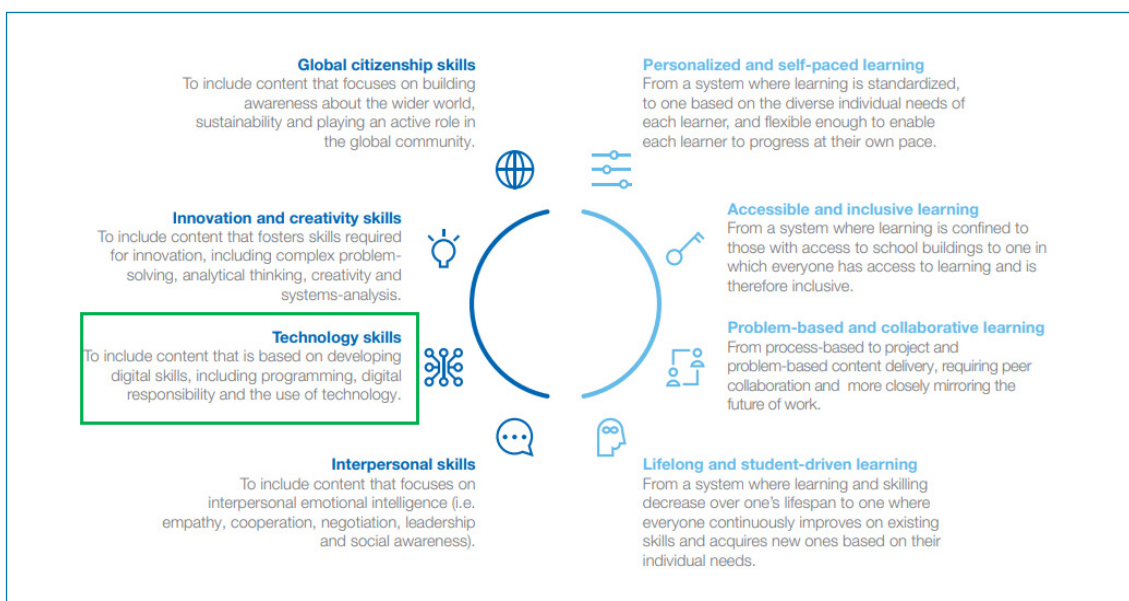
‘아이들이 컴퓨터에 의해 프로그램(Programmed)되는 것이 아니라,
아이들이 컴퓨터를 프로그래밍(Programming)하는 법을 배워야 한다.’

– 시모어 페퍼트(로고 창시자, MIT 인공지능연구소 공동설립자) –

‘컴퓨팅 교육의 개혁은 모든 아이에게 컴퓨터과학과 디지털 문해력을 가르치고
미래를 위한 준비를 하기 위한 것이다.’

– 마이클 고브(전 영국 교육부 장관) –

- 세계 경제와 미래 국가 비전을 논의하는 단체인 World Economic Forum(2020)은 앞으로 살아갈 아이들에게 요구되는 핵심역량으로 프로그래밍을 포함한 디지털 스킬을 강조함



□ 이유 2 : 어린 시절 접하는 디지털 경험의 중요성!

- (디지털 네이티브를 위한 교육의 필요성) 디지털 시대를 살아가는 모든 아이는 태어나면서부터 디지털로 둘러싸인 환경에 노출되는 디지털 네이티브(Native)
 - 디지털 네이티브로서 책임감 있는 디지털 소비자이자 생산자로 살아가기 위해서는 디지털을 접하게 되는 어린 시절부터의 경험이 강조됨(WEF, 2020)
- (초등학교 저학년까지 학생이 대부분이 경험) OECD(2018)에 따르면, 우리나라 학생들이 디지털 기기를 처음 경험 시기는 초등학교 저학년(전체 응답 학생의 65%)이 가장 많음
 - 고학년이 되면 전체 응답자의 93%가 경험을 하게 됨에 따라 어린 시절부터의 올바른 경험이 매우 중요

〈 디지털 기기를 처음 사용하는 나이(비율) 〉

나이	3세 이하	6세 이하	9세 이하	12세 이하	13세 이상
비율	3.16%	22.34%	40.30%	26.79%	7.19%

* 참고: 김혜숙 외(2020). OECD PISA 2018을 통해 본 한국의 교육정보화 수준과 시사점.

□ 이유 3 : 사고의 확장과 미래 일자리 준비

- 정보 교육을 도입한 유럽의 나라들을 분석한 보고서에 따르면, 공통적으로 다음의 두 가지 목적을 가짐⁷¹⁾
- 첫째, 어린이와 청소년이 디지털 시대를 살아가기 위해, 디지털을 이해하고, 디지털로 표현하고, 일상적인 문제를 컴퓨팅사고력을 통해 다른 관점에서 해결할 수 있는 기초 소양
- 둘째, 미래 일자리를 갖기 위한 기초 역량으로서의 교육
 - ※ 미국⁷²⁾과 영국 사례⁷³⁾를 보면 컴퓨팅 교육의 격차를 줄이기 위해 계속해서 보고서를 발표하고 노력하고 있음
 - ※ EU의 13개국에서 컴퓨팅사고력 교육을 의무교육에 포함하는 근거는 미래인재 양성 기반을 제공하여 교육 기회균등을 실현하기 위함⁷⁴⁾

〈 EU의 정보 교육 의무화 확대 근거 〉

1. 청소년들이 디지털을 통해 자신을 표현하며, 일상적인 문제를 다른 관점에서 분석하고 해결할 수 있도록 디지털 역량 개발 필요
2. 경제 성장을 촉진 시키고, 미래의 일자리를 위해 필요한 역량 함양을 위해 필요

- (어린시절부터의 지속적 교육의 중요성) 스크래치⁷⁵⁾를 만든 레즈닉 교수는 10년간의 교육실험을 정리한 '평생유치원' 책⁷⁶⁾에서 창의성은 상상, 창작, 실험, 공유, 생각의 과정을 여러 번 반복해야 길러지므로 지속적인 교육이 필요하다고 주장함

71) Stefania Bocconi et al. (2016). Developing Computational Thinking in Compulsory Education. - Implications for policy and practice.

72) Google Inc. & Gallup Inc (2017, December). K-12 Computer Science Education. State Reports.

73) The ROYAL SOCIETY(2017). After the reboot: Computing Education in UK schools.

74) S Bocconi et al(2016). 의무 교육 과정에서의 컴퓨팅 사고 개발. JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT.

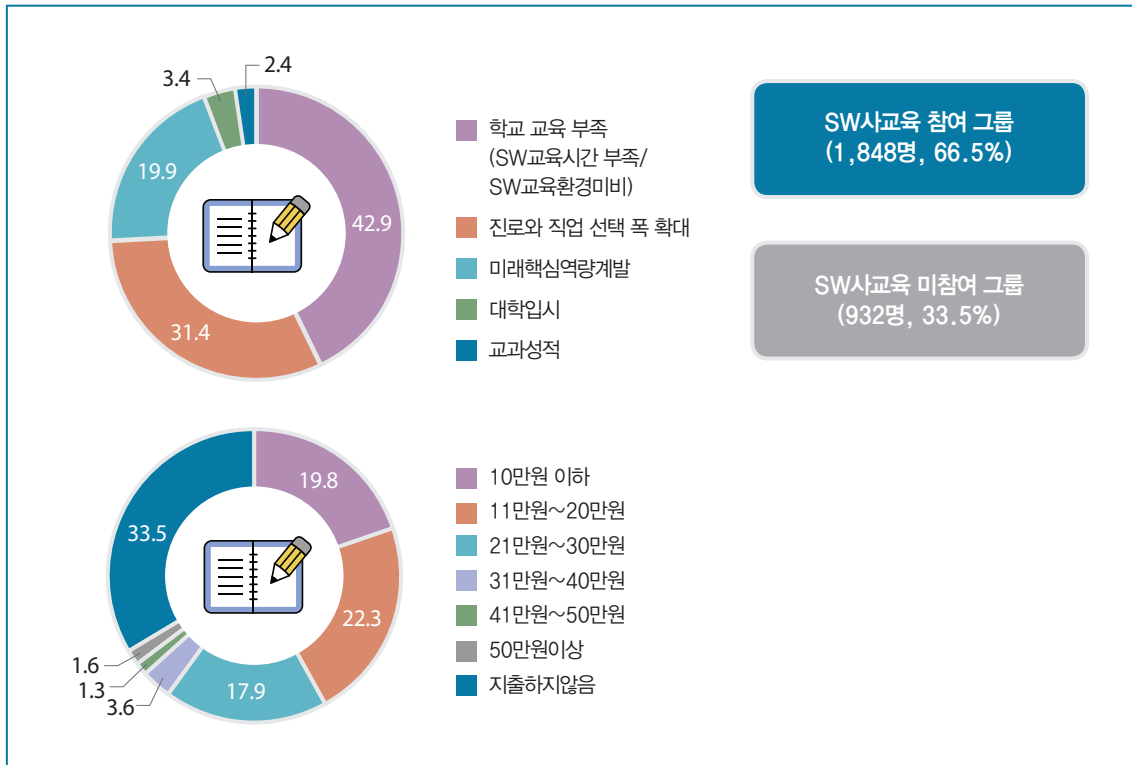
75) MIT대학교 미디어 연구소에서 만든 교육용 프로그래밍 언어 및 환경.

76) 미첼 레즈닉(2017). 평생유치원. 최두환 역. 다산 사이언스.

□ 이유 4 : 교육격차 해소를 위해!

- 지속해서 확산되어 가는 정보 관련 사교육 속에서 공교육을 통한 교육격차 해소 방안 마련 등의 실질적 지원 필요
 - 2021년 조사 참가한 학부모 중 66.5%가 사교육에 참여하고 있었으며 그 중, 42.9%는 학교 교육의 부족함을 그 원인으로 생각함

* 사교육에 참여하는 이유로, 학교 교육의 부족함(1순위), 진로와 직업 선택 기회 확대(2순위), 미래 핵심역량(3순위)으로 나타남



* 출처 : 이재호(2021), 초등 정보교과 독립을 위한 현황 및 과제

- 부실한 공교육은 사교육으로의 진입을 유도하고 있으며, 경제적 배경 차이 등으로 인해 학생들 간의 경험 차이를 유발하고 있음
 - 기초 역량을 길러주기 위해서는 특정 집단을 위한 전문교육이 아닌 보편교육으로 시행하여야 하며, 초중등 단계 의무교육에 도입 필요
 - 사교육만을 통한 교육 경험의 제공은 사회적 배경에 따른 디지털 역량의 격차를 발생시킬 가능성이 큼
 - 우리나라 4대 취약 계층의 경우 일반 시민 대비 약 60.3% 수준의 디지털 역량을 갖춘 것으로 나타나고 있음

구분	일반 시민	장애인	저소득층	농어민	고령층	평균
역량 수준	100%	74.2%	92.5%	69.0%	53.7%	60.3%

* 참고: 한국정보화진흥원(2020). 2020년 디지털정보격차 실태조사.

디지털리터러시와 컴퓨팅사고력은 어떤 관계인가?

□ 디지털리터러시란 무엇인가?

- 디지털리터러시는 디지털 사회 구성원으로서의 자주적인 삶을 살아가기 위해 요구되는 기본소양을 의미하는 거시적 개념
 - 디지털리터러시는 ICT 도구 활용할 수 있는 기초 능력(ICT 활용)에서 컴퓨팅파워(추상화와 자동화)를 활용한 문제해결력 능력(컴퓨팅사고력)까지를 포함한 의미(이현숙 외, 2019)⁷⁷⁾
- 교육부는 미래 환경에 대비하기 위해서 기존의 3R(읽고, 쓰고, 셈하기)에서 벗어나 여러 교과를 학습하는 데 기반이 되는 언어, 수리, 디지털리터러시 강조(교육부, 2021)⁷⁸⁾
 - 디지털 대전환 시대의 핵심역량 중 하나로 디지털리터러시를 강조함

※ OECD의 핵심 기반 중 인지적 기반의 요소와 정의

- **(언어 리터러시)** 다양한 목적을 위해 다양한 형식과 상황에서 텍스트와 시각적 정보를 이해, 해석 사용하고 창출하는 능력(부호/부호 시스템의 인코딩 및 디코딩을 기반으로 의미 만들기)
- **(수리 리터러시)** 디지털 환경을 포함한 일상생활에서 수학도구, 추리 및 모델링을 사용하는 능력
- **(디지털리터러시)** 전통적인 literacy와 동일한 기초능력에 의존하지만, digital literacy는 디지털 상황에서 적용되며, 새로운 디지털 도구와 역량에 의존함
- **(데이터 리터러시)** 데이터로부터 의미 있는 정보를 도출할 수 있는 능력, 데이터 읽기, 작업, 분석 및 데이터와의 논쟁 능력, 그리고 '데이터의 의미'를 이해하는 능력을 포함

- 소양(리터러시)은 교과의 지식과 기능을 적용하여 실생활 문제를 다루는 능력
- 역량은 리터러시를 근간으로 하여 삶의 여러 영역에 걸쳐 자기 능력들을 끌어내어 복합적인 방식으로 그것들을 통합하여 새로운 맥락이나 상황에 맞게 사용하는 능력

* 참고: 교육부(2021), 미래형 교육과정 추진 계획 중 일부 발췌·수정

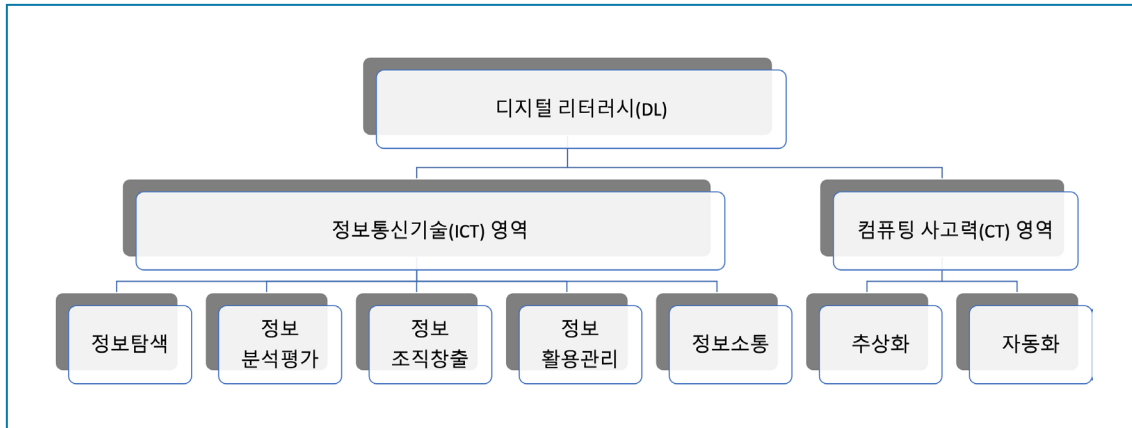
77) 이현숙, 김수환, 이운지, 김한성(2019). 2019년 국가수준 초·중학생 디지털리터러시 수준 측정 연구. 한국교육학술정보원.

78) 교육부(2021). 미래형 교육과정 추진 계획. 교육부.

□ 컴퓨팅사고력으로 확장한 디지털리터러시 연구 프레임의 등장

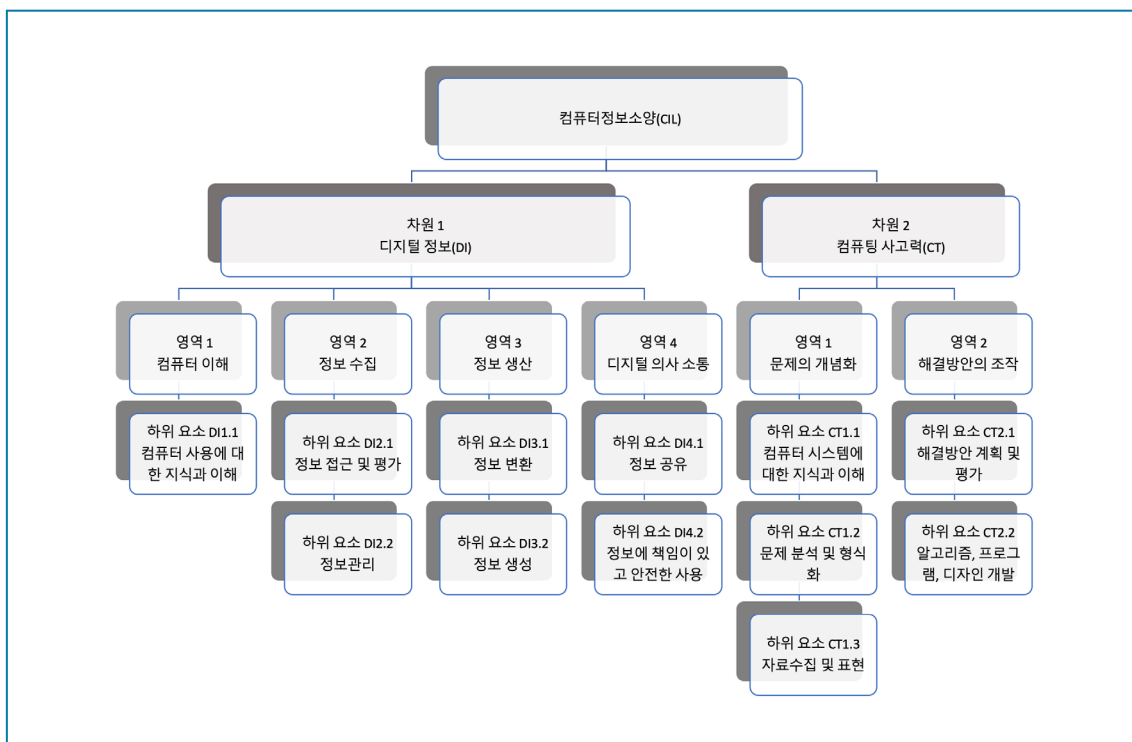
- (국내) 우리나라는 한국교육학술정보원의 다양한 연구를 통해⁷⁹⁾⁸⁰⁾ 디지털리터러시의 주요 개념과 수준 측정 방안, 하위 요소를 볼 수 있음

〈 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력(이현숙 외, 2019) 〉



- (디지털리터러시의 핵심, 컴퓨팅사고력!) 체계적인 디지털리터러시 함양을 위해서는 디지털을 이해하고 도구를 활용할 수 있는 소양 교육에서 시작해, 컴퓨팅사고력 함양 교육으로 단계적이고 종합적인 접근 필요
- 컴퓨팅사고력은 컴퓨터과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활 및 다양한 분야의 문제를 이해하고 창의적인 해법을 구현하여 적용할 수 있는 능력으로 정의

〈 국제교육성취도평가협회(IEA)의 디지털리터러시와 컴퓨팅사고력(상경아 외, 2016) 〉



79) 김수환 외(2017). 디지털리터러시의 교육과정 적용 방안 연구. 한국교육학술정보원. 연구보고 KR2017-4.

80) 이현숙 외(2019). 국가수준 초중등학교 디지털리터러시 수준 측정 연구. 한국교육학술정보원.

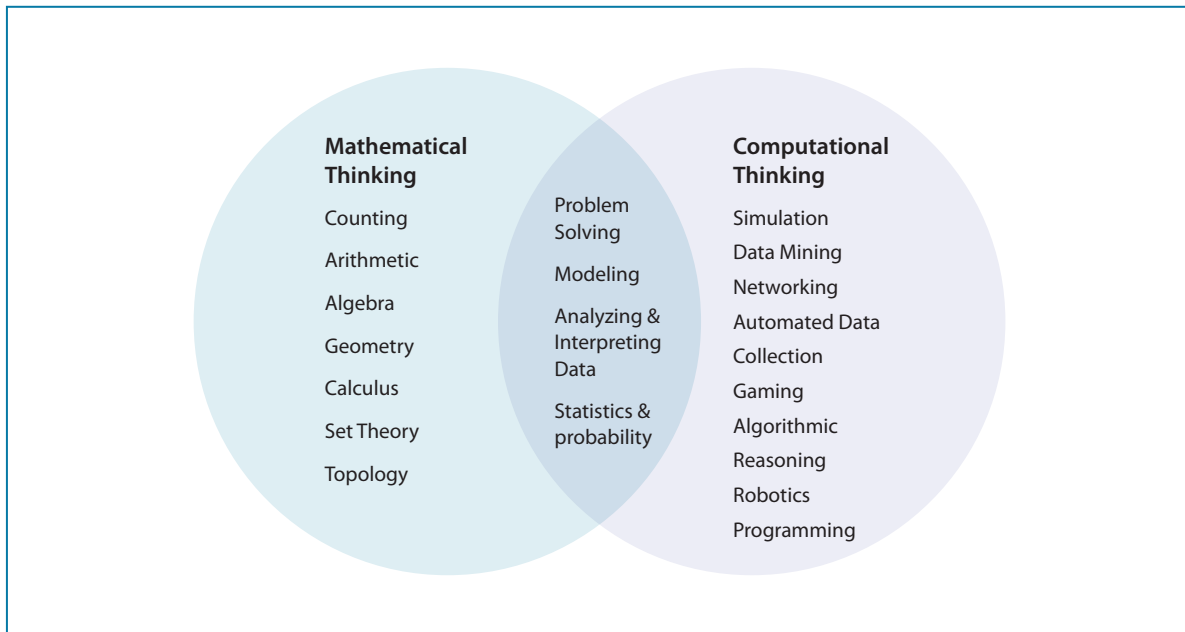
- (해외) 국제교육 성취도 평가협회(IEA)에서 실시하는 디지털리터러시 국제 비교 연구(국제 컴퓨터·정보 소양 연구)의 측정 프레임 또한, 디지털 정보와 컴퓨팅사고력으로 구성됨⁸¹⁾
 - 미국, 영국, 호주, 독일, 그리스, 인도, 이스라엘, 뉴질랜드, 한국 등과 같이 초·중등교육에 컴퓨팅사고력을 포함하는 국가가 확산됨에 따라 컴퓨팅사고력을 국제 비교 연구의 핵심축으로 구성
 - (디지털리터러시의 목표, 컴퓨팅사고력) EU에서 발간한 보고서에 따르면, 컴퓨팅사고력과 디지털리터러시를 구분하던 추세에서 디지털 환경의 확장으로 인해, 디지털리터러시의 전제조건 혹은 목표로 '컴퓨팅사고력'을 포함하고 있음⁸²⁾

81) 상경아 외(2018), 국제컴퓨터·정보소양 연구:ICILS2018평가 체제구축, 한국교육과정평가원.

82) S Bocconi et al(2016), 의무 교육 과정에서의 컴퓨팅 사고 개발, JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT.

수학적사고력과 컴퓨팅사고력은 무슨 관계인가? 수학 교육만 잘하면 정보 교육은 필요 없는 것 아닌가?

〈 Mathematical Thinking & Computational Thinking 〉



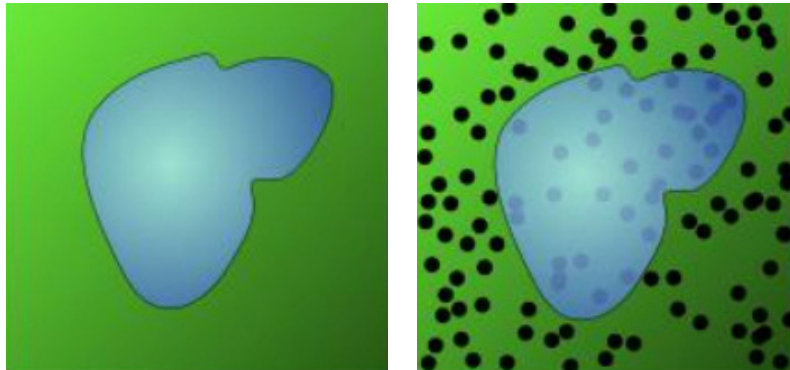
* 참고 : Larry Flick et al(2014). Computational Thinking in High School Science Classrooms.

□ 사례로 본 수학적사고력과 컴퓨팅사고력 차이는?

- (컴퓨팅사고력 고유의 역량) 데이터를 분석하거나 통계, 확률에 대한 지식은 수학적사고력과 컴퓨팅사고력에 공통으로 요구되는 역량이지만, 시뮬레이션과 데이터 마이닝, 데이터 자동화 수집, 프로그래밍 등은 컴퓨팅사고력 함양에 요구되는 고유의 역량임을 알 수 있음
- 데이터 분석 과정에서의 수학과 컴퓨팅사고력의 발현 사례(Sneider 외(2014)⁸³⁾가 제시한 사례 인용)
 - (수학적사고력) 학생들에게 실험 데이터가 있을 때 각 데이터를 그래프로 표기하면서 패턴을 알아차리고 이를 방정식으로 표현하며 수학적 사고가 이루어짐
 - (컴퓨팅사고력) 반면, 학생이 직접 또는 계산기로 표현(해결)할 수 없을 정도로 수많은 데이터가 입력될 때 각 패턴을 찾는 과정이 어렵기 때문에 컴퓨터를 통해 이를 시각화하고, 컴퓨터에 명령을 내려 컴퓨터가 데이터의 패턴을 찾도록 해 해결하는 과정에서 컴퓨팅사고력이 발현됨

83) Larry Flick et al(2014). Computational Thinking in High School Science Classrooms. The Science Teacher. 081(05).

〈 원의 면적을 구하는 접근 방식으로 본 사례 : 수학과 컴퓨팅 〉



수학적 사고 접근 : 원의 면적을 구할 때, 반지름과 원주율 등을 활용한 방정식의 도출을 통해 계산할 수 있음

컴퓨팅 사고 접근 : 해당 원의 반지름과 수학적 정보를 알아내기 어려울 만큼 복잡하고 거대할 경우, 컴퓨터를 활용해 수많은 난수의 순서쌍을 발생시켜 원안에 포함된 순서쌍의 비율 등을 자동으로 계산해 면적을 구함(몬테카를로 알고리즘)

컴퓨팅 사고 접근의 특징 : 인간이 계산하기 복잡하고 어려운 경우, 휴리스틱(경험적) 방법을 활용해 컴퓨터가 잘하는 단순하고 반복적인 접근으로 해결하는 방안을 강구하고 프로그래밍을 통해 컴퓨터에 해결하게 시킴*

* 컴퓨팅파워는 인간의 계능 분석, 코로나19 바이러스의 특성 분석뿐만 아니라, 다양한 난제를 해결하는 데 사용됨

- (본질적으로 언어에 가까운 성격) 프로그래밍 개발 작업에서 가장 핵심적인 역량으로 꼽히는 것은 수학적 역량이 아닌 문제를 분석 · 이해하고, 컴퓨터와 대화할 수 있는 언어적 능력(Programming & Communication)⁸⁴⁾

84) Sarah Mei(2014). Programming Is Not Math.
<http://www.sarahmei.com/blog/2014/07/15/programming-is-not-math/>

초등학교에는 정말 독립교과가 필요한가? 교과별 융합 교육으로는 안 되는 걸까?

□ 초등 독립교과(정보) 부재로 인해 발생하는 문제점

- (체계성 부족) 현재 초등학교 정보 교과 부재로 인해 초, 중, 고 학교급별 정보 교육의 연계성, 계속성, 계열성이 충분히 확보되지 못함
 - 초등의 경우 실과 내 기술시스템 영역의 3가지 내용 요소(소프트웨어의 이해, 절차적 문제해결, 프로그래밍 요소와 구조)를 기반으로 6학년 한 학기 정도(주당 1시간 기준)를 운영할 수 있는 17차시를 제시하고 있음
 - * 기술 활용 영역은 17차시에 포함되지는 않지만 SW 교육과 연계하여 지도할 수 있도록 교육과정의 교수·학습 방법 및 유의사항에 제시하고 있음
 - 실과 교과서 내 SW 관련 단원의 배치가 각 검정교과서 6종 별로 상이해 교과의 이수 시기에 차이가 발생함. 전 학 등으로 학교를 옮겼을 때 학습 미이수 학생이 발생할 가능성이 있음

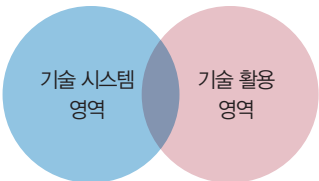
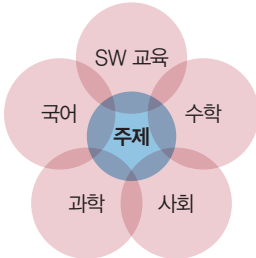


- (계열성 부재) 정보 교과의 내용 체계가 초등학교급에서는 실과 교과 내 하나의 영역으로 구성되어 있어 초·중·고의 연계성과 계열성이 부족함
 - 초등학교 내용 체계를 기반으로 상급학교에서 확대, 심화, 향상된 내용이 제시되어야 하나, 초등학교 소프트웨어 교육과 관련된 교과 목표, 교과 역량, 영역, 핵심 개념, 일반화된 지식, 기능 등이 중학교 및 고등학교 정보 과와 연계되지 못한 형태로 제시됨

□ 교과별 융합 교육의 실효성

- (정보 교육을 통한 융합 교육 실현) 2015 개정 교육과정은 문·이과 구분 없는 과목 간의 융합 교육을 강조
 - (정보 교육에서 융합의 목표) 컴퓨터과학의 지식과 원리를 이용하여 수학과 과학의 지식 및 개념을 연계한 컴퓨팅사고력과 인문 영역의 응용을 통합하고, 실생활에서 도움이 되는 융합적 산출물과 창의력 발현
 - 그러나 17차시에 불과한 교육 시간으로 컴퓨터과학의 지식과 원리를 체계적으로 교육하기는 어려움

○ (초등학교의 SW, 컴퓨팅사고력 등과 연계한 융합 교육)

구분	교과 내 융합	교과 간 융합
영역	기술 활용	교과 간 융합
교수 · 학습방법 및 유의사항	소프트웨어를 활용하여 소프트웨어와 로봇을 연계하여 지도하도록 함	컴퓨팅적인 사고는 소프트웨어 교육에 국한되는 것이 아니므로, 국어, 사회, 수학, 과학 등 다양한 교과에서도 반영하여 지도하도록 함
교육 방법		

- (목표에 따른 융합 교육) 소프트웨어에 대한 깊이 있는 이해가 없는 단순 융합은 SW 교육의 정책 및 정보 교육 과정 목표와는 달리, 융합 교육이 SW 전문가 양성 교육 또는 피지컬 컴퓨팅, 로봇만을 활용하는 교육이라는 잘못된 인식을 심어줄 가능성이 큼

“소프트웨어 교육 자체와 소프트웨어 교육과 연계한 메이커교육을 구분하지 못하는 경우가 아직도 많아요.
소프트웨어 관련 사교육, 교구 시장만 커지는 것은 그 본질을 왜곡하는 것이라 생각합니다.
소프트웨어 교육을 중심으로 융합을 해나가는 방향은 바람직하다고 생각되지만,
일부에서처럼 소프트웨어 교육 이름을 걸고 주객이 전도된 경우가 매우 많습니다.”

– 선도학교 교사 L씨 –

우리나라 중·고등학교의 실제적인 정보 교육 시수는 몇 시간인가? 문제는 없나?

1. 정보 교육 현황은?

□ 교육과정 내 수업 시수 현황은?

- 초등학교 17시간(필수), 중학교 34시간(필수), 고등학교 68시간(선택) 운영
- 초등학교의 경우 6년간 총 17시간으로 전체 수업 시간(5,896) 대비 약 0.28% 정도로 시행되고 있음
- 초등학교 실과 교과와 5~6학년 군 내 일부 편제, 중학교 정보 교과 필수, 고등학교 기술·가정 교과 내 선택 과목(정보)으로 편제
- 중학교의 경우 3년간 총 34시간으로 전체 수업 시간(3,366) 대비 약 1% 정도로 시행되고 있음
* 국어(442), 영어(340), 수학(374) 대비 약 1/10, 기술·가정(272) 대비 약 1/8 정도의 수준으로 시행
- 고등학교의 경우 기술·가정 교과 내 여러 선택 과목 중 하나(정보)로 편제되어 있음
- 초·중등 학교급에서 가르치는 교과군이 불일치하며, 중학교를 제외한 초등학교와 고등학교의 경우 독립된 교과 부재

□ 실제 수업 시수 현황은?

- 공교육의 경우 지역별 중등학교 정보 교육 평균 시간이 최소 40시간에서 최대 212시간으로 지역 간의 교육격차가 발생하고 있으며, 일부 선도학교, 중점학교, 특목고 등에서만 이루어지는 추가 과목 및 시수 편성은 학교나 지역 간 교육격차를 강화할 수 있음(안성훈 외, 2021)

2. 어떠한 문제가 발생하나?

□ (교육 내용의 범위와 연계성 문제) 컴퓨터과학의 교육과정 표준으로 활용되는 ACM/IEEE의 Computing Curricula(CC2020)에 비해 교육 내용의 통합성, 계열성, 계속성의 심각한 결여가 발생

- 초등학교의 경우 기초 ICT 교육은 물론 컴퓨터 자체를 다루고 활용할 수 있는 시수도 없음. 18개 영역 중 3개 영역만 다루고 있음
- 중학교의 경우 7개의 영역, 고등학교 선택의 경우도 8개의 영역만 다루고 있음

□ (전공 교원 확보 어려움) 중학교의 경우 34 시수로 교사별 의무 담당 시간 배정이 어려워 1개교 1정보 교사를 확보하지 못하며, 1정보 교사가 2~5개교를 순회하는 등 심각한 문제 발생

〈 2020년 12월 기준 정보 교사 현황(안성훈 외, 2021) 〉

학교급	학교 수(A)	정보 교과 담당 교사 수(B)	정보·컴퓨터 자격증 소지 교사 수(C)	학교당 평균 정보 교사 수(B/A)	담당교사 중 자격증 소지 교사 비율(C/B)
중학교	3,242개교	1,034명	795명	0.32명	76.89%
고등학교	2,365개교	1,720명	1,189명	0.73명	69.13%
계	5,607개교	2,754명	1,984명	0.49명	72.04%

○ 순회 교사 관련 정보 교사 대상 2021년 온라인 설문⁸⁵⁾ 결과, 중학교 교사 235명 중 114(약 49%)명이 순회 교육을 시행하고 있음

○ 이 중, 약 60%는 총 3개 학교 이상에서 수업하는 것으로 나타남

□ (교육과정의 법적 근거 부족) 중학교의 필수교과임에도 불구하고 초·중등교육법 시행령에 '정보' 교과가 명시되어 있지 않음

- 기준과 내용에 관한 사항을 정하도록 규정하고 있으며, 동법 시행령 제43조는 학교의 교과에 관해 규정하고 있음
- 교육부는 2015 개정 교육과정 고시, 정보 교과를 별도로 명시하였으나, 학교의 교과를 명시하고 있는 시행령 제 43조(교과) 제1항은 2013년 10월 30일에 이후로 개정되지 않아 이를 반영하지 못함
- 비록 '교육부장관이 필요하다고 인정하는 교과'로 간주해 관련 교육과정에 따른 교과 운영이 가능하나, 온전한 법적 지위*를 갖는다고 보기 어려워 타 교과와 같이 시행령에 '정보'를 포함하여야 함

* 시행령은 법률의 시행을 위해 만들어지는 것으로 '교육과정 고시'보다 상위법적인 성격을 가지며, 엄정한 개정 절차를 가지는 만큼 교과로의 지위 확보를 위해서도 시행령에 교과 명시가 필요함

□ (부실한 교육과정 운영 초래) 절대적으로 적은 수업 시수로 인해 교육과정별로 필요한 교육 내용을 체계적으로 다루기 어려움

○ (초등학교 주요 내용 및 문제점) 기초적인 ICT 소양을 기르기 위한 내용이나 컴퓨팅사고력을 높이기 위한 내용이 부족함

- (ICT 소양 부족) 컴퓨터를 다루고 정보를 수집하기 위한 기초적인 ICT 소양을 가르칠 수 없음
- (컴퓨팅사고력 증진이 어려움) 알고리즘과 프로그래밍을 경험하고 문제해결에 적용할 수 있는 내용이 절대적으로 부족함

* 정보사회 영역의 시수가 교과서별로 상이하고(절차적(알고리즘) 사고의 내용도 3~6차시로 다르고 프로그래밍 내용은 2~4차시로 다름) 실과교과서 내 단원으로 포함되어 있어서 내용의 수준과 중학교 내용과의 연계가 이루어지기 어려움⁸⁶⁾

○ (중·고등학교 주요 내용 및 문제점) 필수 과정이나 적은 시수로 인해 핵심 내용을 충분히 가르칠 수 없음

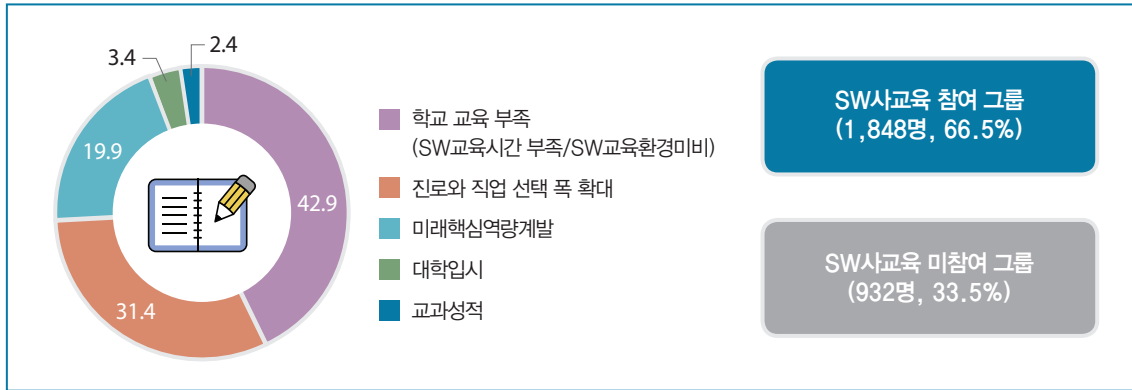
- 중학교는 필수이지만 시수 부족으로 인해 인공지능, 빅데이터, 사물인터넷, 정보윤리, 정보보호 등 컴퓨터과 학에서 반드시 다루어야 할 핵심 내용을 충실히 가르치지 못하는 문제점 발생

85) 한국정보교사연합회(2021), 정보 교사&정보 교육 현황 분석 및 시사점, SELF 발표 자료.

86) 김정량(2019), 2015 개정 초등 소프트웨어 교육 성취기준에 따른 교과서 내용 분석, 정보교육학회논문지, 23(1), 9-18.

□ (교육 기회의 격차 발생) 공교육의 부재로 인한 정보 관련 사교육 확대

- 2021년 정보 관련 사교육 참여 관련 조사에 따르면(이재호, 2021) 응답한 학부모 중 66.5%가 사교육에 참여하고 있었으며 그 중, 42.9%는 학교 정보 교육의 부족함을 그 원인으로 제시함
 - 사교육에 참여하는 이유로, 학교 교육의 부족함(1순위), 진로와 직업 선택 기회 확대(2순위), 미래 핵심역량(3순위)으로 나타남



* 참고: 이재호(2021), 초등 정보 교과 독립을 위한 현황 및 과제, SPRI 48회 포럼.

□ (정보 교사의 번아웃 및 교육의 질 저하) 정보 교사의 미채용으로 2~5개의 순회 수업을 시행하면 정보 교사의 책임감, 열정이 감소하고 번아웃의 우려와 교육의 질이 저하됨

- (정보 교사의 전문성 향상 프로그램 결여) 부족한 시수로 인해 새로운 학문을 가르칠 기회와 전문성을 향상시킬 수 있는 연수나 커뮤니티 지원이 부족

Q: 정보 교사의 효능감이 낮은 이유(230명 응답)는?

- 시수 부족으로 최소한의 정보 교육 어려움(57.4%), 순회 교육으로 집중이 어려움(41.3%), 교과 시수 부족으로 다른 수업을 떠맡아서(30%)

* 참고: 한국정보교사연합회(2021), 정보 교사&정보 교육 현황 분석 및 시사점, SELF 발표 자료.

□ (차별 없는 교육 부재) 컴퓨팅 교육은 특수교육이 요구되거나 장애가 있는 학생들에게 더 큰 효과를 나타냄

- (특수교육) 특수교육 대상자나 장애 학생을 대상으로 한 정보 교육이 미흡함
 - 특수교육이 요구되거나 및 장애(SEND, Special Educational Needs and Disability)가 있는 학생은 컴퓨팅 교육을 통해 더 큰 이득을 볼 수 있으며, 교육 접근성을 확대할 필요가 있음*

* After the reboot: Computing Education in UK schools(The royal society, 2017)

- 우리나라 특수교육 교육과정에서는 컴퓨팅사고력을 배울 수 있는 교과와 교육 내용이 매우 부족한 실정(권순황, 2018⁸⁷⁾)
- 모든 초등학교 학생이 받을 수 있는 공통 교육과정 '실과'에는 컴퓨팅사고력 함양을 위한 내용이 미흡하며, 장애 학생을 고려한 기본 교육과정의 '실과'는 컴퓨팅사고력 관련된 내용이 부족함
 - 중등학교 장애 학생을 대상으로 개발된 기본 교육과정의 선택 과목 '정보통신활용'에는 컴퓨팅사고력을 일부 다루고 있으나 그 내용이 매우 협소해 확대할 필요가 있음

87) 권순황(2018). 특수교육 교육과정 적용 대상학생의 소프트웨어 교육에 관한 분석. 교육혁신연구, 28(4).

정보 교과 수업 시수를 늘리면 정말 아이들의 부담감이 증가할까? 대응 방안은 없나?

□ 수업 시수를 늘린다면?

- (긍정적인 영향 증가) 학교 전체 수업 시수 유지하며, 창의적 체험활동 등을 조정한 주당 1시간 정도의 정보 교과 수업 시수 확대 배정은 학생들의 학습에 큰 부담을 주지는 않을 것으로 예상됨
 - 정보 교과의 특성상 교수학습 활동의 많은 부분이 컴퓨터 등의 기기를 활용한 실습으로 진행될 것이며, 적절한 수업 시수의 확대는 학습자들의 흥미와 학습 몰입도 긍정적인 영향을 줄 수 있음
 - * 체육, 음악, 미술과 같은 과목의 시수를 1시간 증가시킨다고 학습자들의 학습 부담이 증가하지는 않음.
- (효과적인 학습 성취) 수업 시수의 확대를 통해서 실시되는 체계적인 정보 교육(ICT 활용교육, SW 교육, AI 교육)은 타 교과와의 융합 교육을 위한 기반 지식의 역할 수행
 - 융합 교육을 위해 필요한 기본적인 역량 함양을 통해서 학습 성취기준에 효과적으로 도달할 수 있으므로 오히려 학생들의 학습 부담이 줄어들 것으로 예상됨

□ 시수 증가에 대한 방안은?

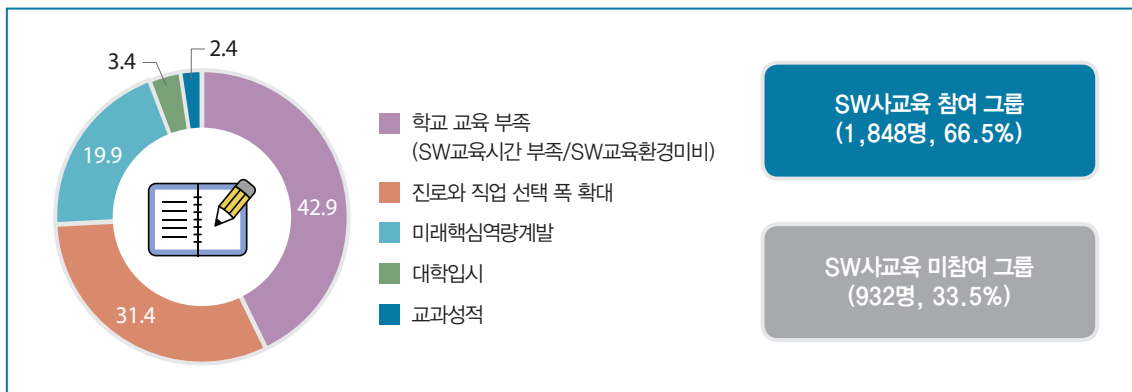
- (학생들의 흥미 고려) 특정 과목을 확대, 편성하는 것은 사회적 공감대 형성 및 협력을 먼저 끌어내야 함
 - 정보 교육의 수업 시수 확대 논의에 학생들의 관심과 흥미 정도도 중요하게 고려되어야 함
 - 초중등학교 전체 수업 시수의 확대를 방지하기 위해서는 창의적 체험활동의 시간 등을 활용해 정보과 수업 시수를 확보하는 방안을 적극적으로 검토해야 함

정보 교육이 강화되면 사교육이 더욱 증가하는 거 아닌가?

□ 공교육의 부실이 사교육으로의 유입을 확대시키고 있음

- 2021년 조사에 따르면(이재호, 2021) 학부모 중 66.5%가 사교육에 참여하고 있었으며 그 중, 42.9%는 학교 교육의 부족함을 그 원인으로 제시함

* 사교육에 참여하는 이유로, 학교 교육의 부족함(1순위), 진로와 직업 선택 기회 확대(2순위), 미래 핵심역량 함양(3순위)으로 나타남



* 참고 : 이재호(2021), 초등 정보 교과 독립을 위한 현황 및 과제

- 컴퓨팅사고력은 디지털 대전환 시대를 살아갈 아이들에게 요구되는 기초 필수 역량으로, 특정 집단을 위한 전문교육이 아닌 보편교육으로 시행하여야 함
 - 보편교육은 사회적 계급이나 경제적 능력과 관계없이 누구나 교육을 받아야 한다는 것을 의미함
 - 사교육만을 통한 교육 경험의 제공은 사회적 배경에 따른 디지털 역량의 격차를 발생시킬 가능성이 큼
 - 우리나라 4대 취약 계층의 경우 일반 시민 대비 약 60.3% 수준의 디지털 역량을 갖춘 것으로 나타나고 있음

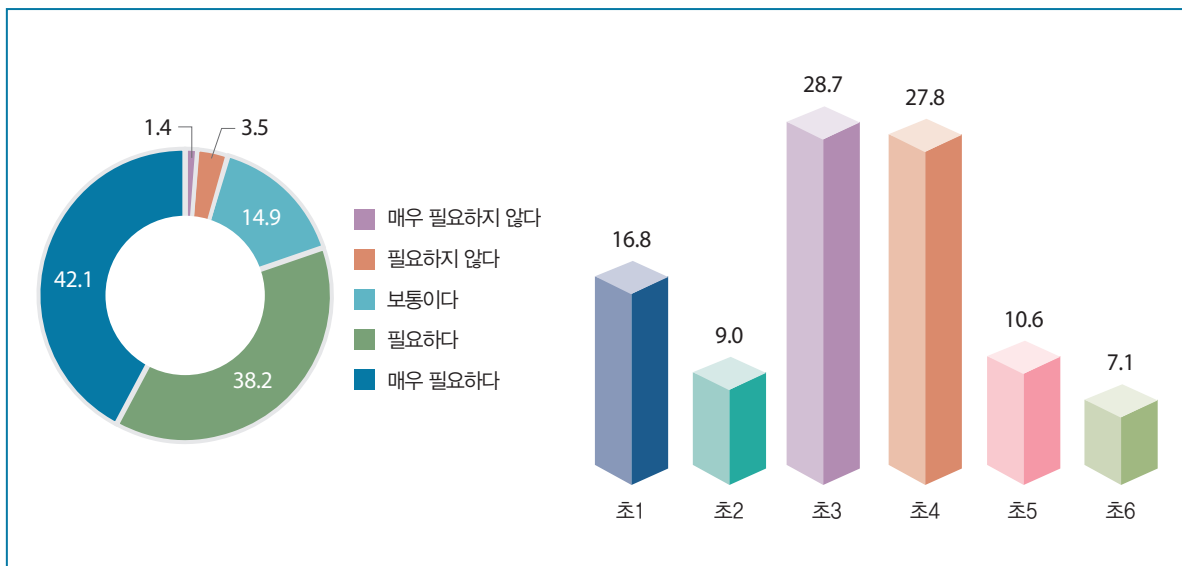
〈 4대 취약 계층에 대한 디지털정보격차 수준(비율) 〉

구분	일반 시민	장애인	저소득층	농어민	고령층	평균
역량 수준	100%	74.2%	92.5%	69.0%	53.7%	60.3%

* 참고: 한국정보화진흥원(2020). 2020년 디지털 정보격차 실태조사.

□ 학부모의 80% 독립 정보 교과 필요성 인식!

- (불안한 학부모) 학부모로서는 시대적 흐름에 뒤처지는 공교육의 정보 교육에 만족하지 못하며, 각종 실효성 없는 교육정책에서 불안감을 가지게 됨
 - (사교육 시장의 활성화를 초래) 학부모의 80% 이상이 정보 독립교과가 필요하다고 인식하고 있으며 정보 교육도 3학년부터 시작하는 것이 가장 바람직하다고 응답함



* 참고: 이재호(2021). 초등 정보 교과 독립을 위한 현황 및 과제.

- (공교육 신뢰 회복) 체계적인 정보 교육을 통해서 학부모의 불안감을 해소할 수 있으며 초등 정보 독립교과 신설을 통해서 교과의 정체성을 확보한다면 공교육을 통한 정보 교육의 신뢰를 회복할 수 있을 것임

정보 교육은 누가 가르칠 수 있나? 정보 교사가 아닌 타 교과, 예를 들어 기술·가정 교사 자격을 가진 교사가 연수받아 가르치면 안 되나?

□ 안 되는 첫 번째 이유 : 정보과 교육과정의 정합성 측면

- 2015년 개정 중학교 정보과 교육과정의 교육 내용 정합성을 고려할 때 기술·가정 교사 자격증을 가진 교사가 연수받아 가르치는 것은 현실적으로 불가능
 - (단순 연수로는 불가능) 정보 교육은 기술·가정 교사 자격을 가진 교사가 단순히 연수받아서 가르칠 수 없는 것을 확인할 수 있음
 - * 중학교 정보과 교육과정을 기준으로 교원양성대학의 학과 교육과정 분석한 표를 참고
 - (교과과정 정합의 어려움) 기술·가정 교사 자격증을 가진 교사가 단순한 연수를 받고 가르치기 어렵다는 것을 알 수 있음 (특징: 컴퓨팅사고력과 컴퓨팅 중심)
 - * 2022년 개정될 중학교 정보과 교육과정 기준으로 교원양성대학의 컴퓨터 교육과와 기술·가정교육의 교육과정 및 이수 조건이 정보과를 가르치기에 적합한지 판단

〈 컴퓨터교육과 기술·가정교육의 교육과정 및 졸업이수 요건 비교 〉

교원양성 대학 학과구분	졸업 이수 요건 (140학점 가정)				정보과 정합 교과 교육학 개설 학점	정보과 정합 교과 내용학 개설 학점	컴퓨팅 사고력 관련 학점	컴퓨팅 사고력 직접 관련 학점	컴퓨팅 학점
	교양평균 이수학점	전공평균 이수학점	교직평균 이수학점	융합*탐색 이수학점					
컴퓨터 교육과	19	80	22	19	18	62	80	9	80
기술가정 교육과	19	80	22	19	3	6	9	0	6

* 대학마다 차이가 있으나 졸업 이수요건을 맞추기 위해 19학점 전후로 배정

□ 안 되는 두 번째 이유 : 교사의 전문성 격차가 학습의 격차 야기

- (교사 전문성 차이) 연수를 받은 타 교과 자격을 가진 교사와 정보·컴퓨터 자격을 가진 교사의 내용 전문성과 내용을 고려한 교수방법의 전문성에 격차가 있으며 이는 학교별 학습력의 격차의 주요 요인이 되기 때문
- (교육격차 야기) 교육기본법 제3조와 제4조에 밝히는 학습권과 교육 기회균등 조항에서 교육의 격차의 직접적 원인이 될 수 있음
 - 교육기본법 제3조와 제4조의 내용

- 전략 -

제3조 (학습권) 모든 국민은 평생에 걸쳐 학습하고, 능력과 적성에 따라 교육 받을 권리를 가진다.

제4조 (교육의 기회균등) ① 모든 국민은 성별, 종교, 신념, 인종, 사회적 신분, 경제적 지위 또는 신체적 조건 등을 이유로 교육에서 차별을 받지 아니한다. ② 국가와 지방자치단체는 학습자가 평등하게 교육을 받을 수 있도록 지역 간의 교원 수급 등 교육 여건 격차를 최소화하는 정책을 마련하여 시행하여야 한다.

- 후략 -

Q&A

12

타 교과에서는 어떻게 AI 융합을 하고 있나? 문제점과 개선 방안은 무엇인가?

□ 현황 및 문제점

- (융합보다 AI 도구 활용에 치우침) 문제 해결 학습 과정에 단순히 AI를 활용하는 것은 AI가 어떠한 원리로 작동되는지 이해하기 힘들며 융합으로 나아가기 힘들
 - 현재 AI와 관련된 타 교과 교육은 초기 단계로서 타교과의 많은 사례에서 융합 교육으로 나아가지 못하고 아래와 같이 활용에 그치고 있으며 이러한 단순한 AI 도구 활용은 급속한 기술 발전에 따라 금방 사장될 수 있음

영어과 수업 중 AI스피커 활용 사례

영어과 수업 중 AI스피커를 활용하여 개별 대화 및 어휘 학습에 활용

*참고: 홍성주 외(2020). 학교 교육에서 인공지능(AI)의 개념 및 활용. 한국교육과정평가원.

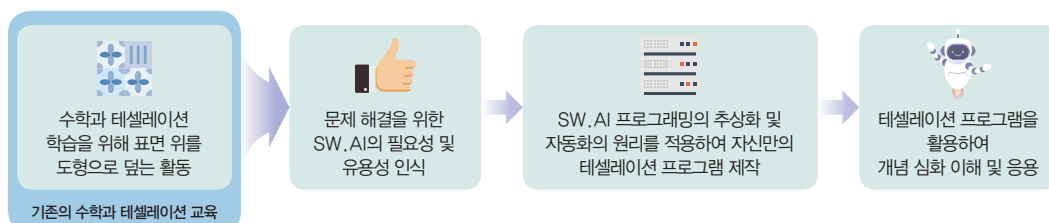
➔ **(문제점)** 인공지능 원리 이해 활동이 병행되지 않으면 인공지능을 활용만 할 뿐 인공지능이 스피커에서 어떤 원리로 작동되는지 이해하기 힘들기 때문에 미래 역량 개발로 나아가기가 어려움

□ 개선 방안

- (원리에 기반한 문제해결 융합학습) 문제해결 과정에 단순히 AI를 활용하는 것이 아닌 원리를 이해하여 미래 사회에 발전된 AI를 주도적으로 활용할 수 있는 역량을 길러야 함
 - 학습자가 AI를 단순히 활용하는 것은 생활 속 다양한 문제 상황에 대응하지 못할 수 있음
 - 이를 위해 아래와 같이 AI 교육과 타 교과 간 융합을 통해 문제를 해결하는 경험을 제공하여야 함

정보 + 수학 융합 교육 개선 사례

〈수학 교과에서 테셀레이션 수업〉

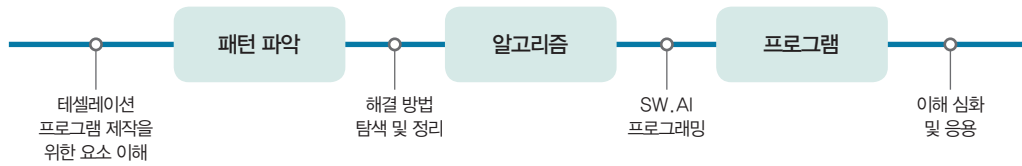


* 기존 방법 : 표면 위를 도형으로 덮는 활동 진행

* 문제점 : 직접 손으로 그리는 활동은 정확성이 떨어지거나 보다 넓은 표면을 덮을 때 번거로움이 발생함

*** 개선방안**

- SW 및 AI의 추상화 및 자동화 등 프로그래밍 원리를 적용한 활동을 통해 자신만의 테셀레이션 프로그램 제작 가능



- 자신이 제작한 테셀레이션 프로그램을 통해 테셀레이션을 실행하고 개념 심화 이해 및 응용

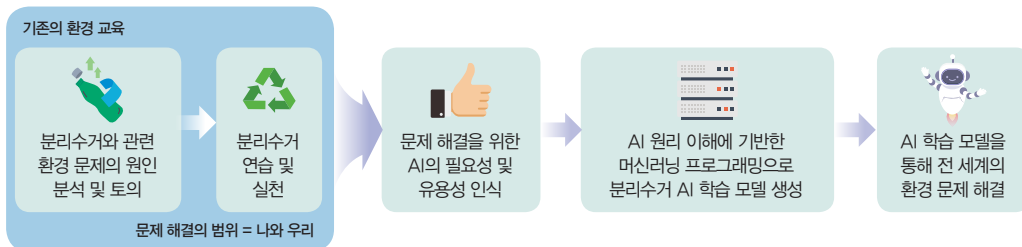
□ (컴퓨팅파워를 활용한 다학제간 교과 융합학습) SW · AI를 단순 활용하기보다 원리를 활용한 학습 문제 상황을 해결과 관련한 교과 융합 개선 사례

- 문제해결 과정에서 SW · AI 기술의 단순 활용은 교육이 기술 발전의 속도를 따라가지 못하는 단점이 있음
- 문제해결 과정에서 SW · AI의 원리와 기술을 적극적으로 활용하여 문제를 해결하도록 유도하여 학습자의 자기 주도 학습 역량과 융합 역량을 키울 수 있도록 함

정보 + 사회 + 과학 융합 교육 사례

〈사회 및 과학 교과에서 분리수거를 통한 환경 보호 수업〉

- * **기존 방법** : 사회 및 과학에서의 환경 문제 해결을 위한 프로젝트 학습 중 분리수거를 통한 환경 보호를 연습하고 실천함
- * **문제점** : 분리수거를 연습하고 실천하는 범위가 나와 우리로 한정됨



*** 개선방안**

- SW · AI 원리 학습을 통해 분리수거의 정확성을 높이고 번거로움을 줄이기 위한 자신만의 분리수거 물품을 분류하는 머신러닝 프로그램을 제작하여 환경 문제 해결에 활용하여 문제해결의 범위를 전 세계 및 사회로 확장할 수 있음
- AI를 단순 활용하는 데 그치지 않고 생활 속에서 AI를 원리 이해에 기반하여 자기 주도적 활용하기 위한 미래역량을 신장

Q&A

13

우리나라의 SW·AI 기술 수준은 어떠한가? 초·중등 정보 교육을 열심히 하는 나라가 정말 SW·AI 수준도 높은가?

□ 우리나라의 SW·AI 기술 수준은?

○ (국가 소프트웨어 기술 수준)

– 환경, 혁신 부문에서 글로벌 평균 이상이나 성과, 인력, 활용 부문은 글로벌 평균 이하

〈 글로벌 SW 경쟁력지수 결과-분야별 〉

종합순위	국가	환경		인력		혁신		성과		활용	
		점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위	점수	순위
1	미국	67.1	1	89.6	1	78.5	1	54.8	2	66.3	2
2	중국	20.9	28	35.4	8	66.9	2	11.3	18	73.6	1
3	일본	50.7	6	34.0	10	44.8	3	10.5	20	57.2	7
4	호주	51.6	5	37.9	6	33.1	7	9.2	22	62.8	3
5	캐나다	37.7	17	29.5	15	42.9	4	13.3	16	57.6	6
6	스웨덴	42.6	9	38.9	5	28.1	8	26.5	3	52.7	10
7	영국	40.9	12	46.3	3	20.3	12	23.3	6	56.6	8
8	프랑스	41.9	11	53.6	2	22.5	11	13.8	15	49.3	11
9	핀란드	42.5	10	30.5	14	22.6	10	24.9	4	59.4	4
10	한국	62.9	2	27.5	19	41.5	5	6.7	25	41.1	21
11	독일	53.1	4	39.1	4	23.0	9	22.0	9	44.0	16
12	네덜란드	39.2	14	32.9	12	17.3	15	23.1	7	58.7	5
13	인도	27.7	26	34.3	9	16.9	16	55.0	1	45.1	14
14	덴마크	48.3	7	33.7	11	17.8	14	22.1	8	46.1	13
15	노르웨이	40.4	13	32.6	13	19.3	13	9.3	21	42.7	20
16	스위스	54.6	3	14.4	26	36.6	6	24.4	5	21.1	25
17	뉴질랜드	32.7	21	15.3	23	15.5	17	21.9	10	54.0	9
18	벨기에	37.8	16	28.7	17	9.8	21	16.8	11	43.3	18
19	오스트리아	38.6	15	25.4	20	13.9	19	13.2	17	43.4	17
20	스페인	35.3	19	28.7	16	8.1	22	14.3	12	45.0	15
21	이탈리아	42.7	8	14.9	24	14.2	18	7.1	23	43.1	19
22	포르투갈	36.0	18	20.2	21	7.2	24	6.1	26	38.7	22
23	폴란드	34.7	20	37.8	7	7.4	23	10.5	19	22.6	23
24	멕시코	31.1	25	10.7	28	0.6	28	6.8	24	46.8	12
25	체코	24.5	27	28.3	18	11.6	20	13.9	14	16.1	27
26	헝가리	31.2	24	19.4	22	4.4	26	14.3	13	18.9	26
27	그리스	32.5	22	11.7	27	5.1	25	2.3	27	22.0	24
28	터키	32.3	23	14.6	25	4.2	27	0.2	28	15.0	28

* 참고: 안미소(2019), 2018 글로벌 SW 경쟁력지수, 소프트웨어정책연구소

- (글로벌 소프트웨어 경쟁력 종합지수) 2018년 미국 1위, 한국 10위

〈 글로벌 경쟁력 지수 결과-종합 〉

종합순위	국가	종합점수
1	미국	72.41
2	중국	47.03
3	일본	41.48
4	호주	40.69
5	캐나다	38.66
6	스웨덴	38.35
7	영국	38.12
8	프랑스	37.01
9	핀란드	36.69
10	한국	36.58
11	독일	35.81
12	네덜란드	34.94
13	인도	34.77
14	덴마크	33.28

* 참고: 안미소(2019), 2018 글로벌 SW 경쟁력 지수, 소프트웨어정책연구소.

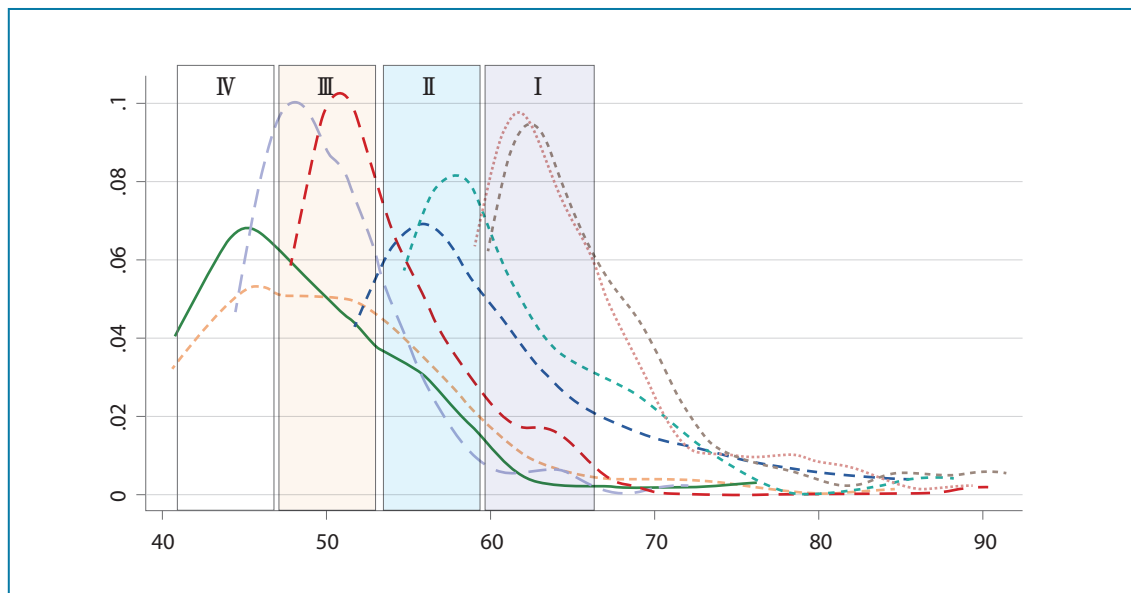
- (국가 인공지능 연구 수준) 전 세계 주요국의 인공지능 관련 연구의 양적 질적 분석을 통한 결과 한국의 인공지능 연구 역량은 91개국 중 14위로 연구 양은 우수하나 질적인 지표가 상대적으로 부진한 것으로 나타남

〈 국가 인공지능 연구 수준 〉

국가	종합순위 (점수)	부문 순위(값)		
		AI 연구 양	편당 인용 수	FWCI
미국	1 (94.01)	2 (35,775)	7 (6.1)	8 (1.60)
영국	2 (93.94)	5 (12,928)	6 (6.7)	7 (1.64)
오스트레일리아	3 (93.18)	11 (6,650)	4 (8.0)	4 (1.81)
이탈리아	4 (90.50)	8 (7,509)	9 (5.5)	9 (1.52)
캐나다	5 (88.66)	10 (6,739)	10 (5.5)	12 (1.36)
스페인	6 (87.18)	12 (6,370)	8 (5.9)	19 (1.30)
중국	7 (84.28)	1 (70,119)	12 (5.0)	37 (1.02)
싱가포르	8 (83.53)	20 (3,473)	2 (9.2)	1 (2.02)
홍콩	9 (81.52)	22 (2,831)	1 (9.6)	3 (1.94)
독일	10 (81.45)	6 (10,735)	20 (4.5)	14 (1.35)
사우디아라비아	11 (78.14)	24 (2,424)	3 (8.4)	6 (1.66)
스위스	12 (77.22)	26 (2,371)	5 (7.6)	2 (2.00)
프랑스	13 (77.12)	7 (7,888)	21 (4.4)	31 (1.14)
한국	14 (70.01)	9 (6,940)	31 (3.8)	43 (0.98)
네덜란드	15 (68.71)	21 (2,878)	15 (4.9)	20 (1.30)

* 참고: 이승환 외(2020), 국가 인공지능 연구지수 : 혁신을 향한 경쟁, 소프트웨어정책연구소.

- (국가 인공지능 두뇌 · 인재 수준) 우리나라는 세 번째 그룹인 도약 준비 군에 속함. 전 세계 주요국의 인공지능 핵심 인재 100명의 연구 수준을 비교한 보고서에 따르면, 다음과 같이 네 개의 그룹을 나눌 수 있음
 - [Ⅰ 선도국] 핵심 인재의 역량이 높아 기술을 선도함(미국, 영국, 중국, 스위스)
 - [Ⅱ 선도 추격군] 선도 군을 추격하는 나라(오스트리아, 스페인 등)
 - [Ⅲ 도약 준비군] 선도, 추격군으로 도약을 준비(벨기에, 한국 등)
 - [Ⅳ 후발군] 핵심 인재 수준이 상대적으로 취약(인도네시아, 칠레 등)



* 참고: 이승환(2019), 인공지능 두뇌 지수(AI Brain Index) : 핵심 인재 분석과 의미, 소프트웨어정책연구소.

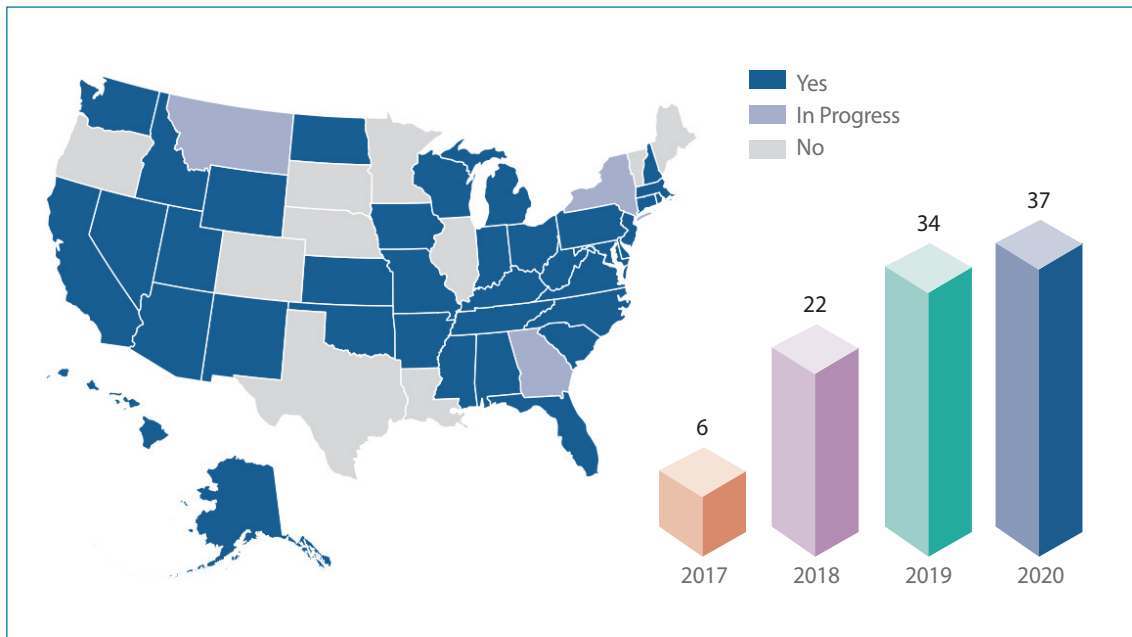
□ 초 · 중등 정보 교육을 열심히 하는 나라가 SW · AI 수준도 높은가?

- SW · AI 연구 및 인재 수준이 높은 주요국으로 '미국', '영국', '중국'을 들 수 있으며, 모두 초 · 중등교육에서의 정보 교육 강화를 핵심 교육정책으로 추진 중
- (미국) 자율적인 정보 교육 강화를 통해 기술 지향적 미래를 대비하고 컴퓨팅 관련 일자리 증가에 대비
 - (컴퓨터과학 K-12⁸⁸⁾의 교과목 제정) 2015년 12월, 미국 내 학생의 교육격차를 줄이기 위해 「모든 학생 성공법(ESSA)」 제정하고 주 정부의 자율성 강화
 - * 컴퓨터과학을 한국의 유치원-고등학교 과정에 해당하는 K-12의 교과목으로 포함하고 전인격적 교육의 정의에서 수학, 역사와 같은 주요 과목과 함께 컴퓨터과학을 다루도록 방향성을 제시함
 - (모든 학년에 컴퓨터과학 포함) 2020년에 총 37개 주가 초중등 컴퓨터과학 교육 표준을 채택, 지속적인 증가 추세를 보이고 있으며 모든 학년별로 컴퓨터과학 내용을 포함⁸⁹⁾

88) 미국의 의무 공교육 시스템 K-12 (kindergarten to grade 12)

89) 2020 State of Computer Science Education Illuminating Disparities, CSTA, 2020.11.

〈 미국 CS 표준 채택 주 현황(2020) 〉



* 참고: CSTA(2020), 2020 State of Computer Science Education: Illuminating Disparities

- (영국) 디지털경제 시대의 새로운 역량 제고를 위해 모든 학생에 대한 컴퓨팅 교육의 빠른 의무화를 주도함
 - 영국 교육부는 국가 교육과정인 「Computing programmes of study」를 발표, 모든 학생에게 컴퓨팅 과정을 의무화
 - 모든 학생에게 컴퓨터과학, 정보기술 및 디지털리터러시를 가르치는 데 초점을 두고, 컴퓨팅 과목을 영어, 수학, 과학과 함께 기초 과목으로 배정하여 모든 학년에서 교육 진행
 - 컴퓨팅 교육과정에는 만 5세부터 간단한 프로그램(Simple Program) 만들기 활동이 포함
- (중국) AI, 블록체인 등 첨단기술 산업에서 글로벌 우위를 차지하기 위해 초중등 정보 교육의 의무화 추진
 - 2000년부터 정보 교육과정이 필요하다는 합의를 이룬 중국은 초·중등학교 교육에 정보 교육과정을 적극 도입
 - 2001년 초등학교 3학년부터 종합실천활동 5개 영역에서 정보 교육 진행, 주별로 시수는 상이하나, 북경시를 기준으로 초등 및 중학교에서 각 70시간을 이수하고 고등학교에서 심화 과정 학습
 - 유치원부터 초·중·고등과정, 나아가 직업교육에 이르는 단계별 교육 전략으로 '학습자의 발전 단계에 따른 학습 흥미 유발' 강조

참 고 문 헌

- 강신천, 안성진, 성영훈, 정영식, 김영애, 서정희, 박세영(2019). 해외 소프트웨어 교육 운영 현황에 대한 실증자료 분석 리포트. 한국교육학술정보원.
- 관계부처합동(2020). 한국판뉴딜 추진 방향. 비상경제 중앙대책본부.
- 교육부(2020a). 2020년도 교원자격검정 실무편람. 교육부.
- 교육부(2020b). 2021년 교원 연수 중점 추진방향(안). 교육부.
- 교육부(2020c). 정보·AI 역량을 기르고, 차세대 교육기반을 조성하며, 모두가 누리는 정보교육 종합계획(안). 교육부.
- 교육부(2021a). 2021년 교육정보화 시행계획. 교육부.
- 교육부(2021b). 국민과 함께하는 미래형 교육과정 추진 계획(안). 교육부.
- 교육부(2021c). 미래형 교육과정 추진 계획. 교육부.
- 권순황(2018). 특수교육 교육과정 적용 대상학생의 소프트웨어 교육에 관한 분석. 교육혁신연구. 28(4).
- 김갑수, 구덕희, 김성백, 김수환, 김영식, 김자미, 김재현, 김창석, 김철, 김한일, 김현철, 박남제, 박정호, 박판우, 서인순, 서정연, 성영훈, 송태욱, 이영준, 이재호, 이정서, 이현아, 이형욱, 전수진, 전용주, 정영식, 정인기, 최숙영, 최정원, 한선관(2020). 차세대 소프트웨어(SW)교육 표준 모델 개발. 한국정보교육학회, 24(4).
- 김수환, 김주훈, 김해영, 이운지, 박일준, 김묘은, 이은환, 계보경(2017). 디지털리터러시의 교육과정 적용 방안 연구. 한국교육학술정보원.
- 김유향, 유지연, 김나정(2019). 초·중등 소프트웨어교육 운영실태와 개선과제. 국회입법조사처.
- 김자미(2020). AI 교육, 고려사이버대학교 교육콘텐츠.
- 김정량(2019). 2015 개정 초등 소프트웨어교육 성취기준에 따른 교과서 내용 분석. 정보교육학회논문지, 23(1).
- 김한성, 서영희, 송지환, 이종엽(2020). Computing Curricula 2020을 통해 본 미래 초·중등 SW-AI 교육의 방향. 소프트웨어정책연구소.
- 김한일, 강신천, 허희욱, 최현종, 전용주, 송태욱, 박연정, 김수환, 전수진, 남재현, 정영식(2021). 제 4차 산업혁명에 대비한 정보과 교육과정 재구조화 및 교수 학습방법 개선 연구. 한국과학창의재단.
- 김혜숙, 신안나, 김한성(2020). OECD PISA 2018을 통해 본 한국의 교육정보화 수준과 시사점. 한국교육학술정보원.
- 미첼 레스닉(2018). 평생유치원. 최두환 역. 다산 사이언스.
- 박판우, 신승기(2019). 초등학교 소프트웨어교육의 교육과정 개선을 위한 내용체계 및 교과 편성의 설계에 대한 연구. 정보교육학회 논문지. 23(3).
- 상경아, 곽영순, 박상욱, 박지현, 이영준(2016). 국제컴퓨터·정보소양 연구:ICILS 2018 평가 체제구축. 한국교육과정평가원.
- 신승기(2021). 초등학교 정보교육의 국가수준 교육과정 편성에 대한 내용체계 구성 연구. 정보교육학회논문지. 25(1).
- 안미소(2019). 2018 글로벌 SW 경쟁력지수. 소프트웨어정책연구소.
- 안성훈, 이승진, 이상현, 김민송(2021). 2020년 초·중등학교 교육정보화 실태 조사 분석. 한국교육학술정보원.
- 이승환(2019). 인공지능 두뇌지수(AI Brain Index) : 핵심인재 분석과 의미. 소프트웨어정책연구소.
- 이승환, 조원영(2020). 국가 인공지능 연구지수 : 혁신을 향한 경쟁. 소프트웨어정책연구소.
- 이은경(2020). 국내의 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석. 한국컴퓨터교육학회. 23(1).
- 이재호(2021). 초등 정보교과 독립을 위한 현황 및 과제. SPRI 48회 포럼.
- 이재호, 김갑수, 김중우, 김중훈, 김홍래, 마대성, 박선주, 손원성, 안성훈, 허경, 심재권(2021). 초등학생 학부모의 소프트웨어 사교육 참여동기 분석. 정보교육학회논문지. 25(2).

이재호, 허경, 손원성, 김갑수, 김종우, 김홍래, 마대성, 박선주, 안성훈(2021). 초등학교의 정보 교과 신설에 관한 교사 인식 분석. 정보교육학회논문지. 25(2).

이현숙, 김수환, 김한성, 이운지, 임선아, 박세진(2019). 2019년 국가수준 초·중학생 디지털 리터러시 수준 측정 연구. 한국교육학술정보원.

임형규, 김광혁, 오현영(2020). AI융합인력 양성을 위한 전략산업분야 분석. 정보통신산업진흥원.

장병규(2018). 4차산업혁명위원회 주요성과 및 추진방향 자료집, 4차산업혁명위원회.

장원영(2020). 2015 개정 정보과 교육과정의 반성적 고찰 및 차기 교육과정 개정 방향 탐색: 총론 관점의 교육과정 분석을 중심으로. 한국컴퓨터교육학회. 23(5).

한국정보교사연합회(2021). 정보교사&정보교육 현황 분석 및 시사점. SELF 발표자료.

조규복(2018). 일본 문부과학성의 학교교육정보화 정책 최근 동향과 시사점. 한국교육학술정보원

초중등교육법. 제21조. 국가법령정보센터.

한국과학창의재단(2020). 2020년 SW교육 선도학교 실태 설문조사. 한국과학창의재단.

한국과학창의재단(2020). 2020년 SW교육 선도학교 운영 효과성 조사. 한국과학창의재단.

한국과학창의재단(2021). 2021년 SW-AI교원 연수 계획(안).

한국교육과정평가원(2019). 2020학년도 초등교사 임용시험(1차) 교육과정. 한국교육과정평가원.

한국교육학술정보원(2020). SW교육으로 만들어가는 미래학교-국가별 SW교육 현황. 한국교육학술정보원.

한국교육학술정보원(2021). 2021년 SW-AI교원 연수 계획(안).

한국정보교사연합회(2021). 한국정보교사연합회 설문조사 자료.

한국정보화진흥원(2020). 2020년 디지털정보격차 실태조사. 과학기술정보통신부·한국정보화진흥원.

홍선주, 조보경, 최인선, 박경진(2020). 학교 교육에서 인공지능(AI)의 개념 및 활용. 한국교육과정평가원.

< 해외 문헌 >

ACM & IEEE-CS(2020). *Computing Curricula 2020: Paradigms for Future Computing Curricula*. ACM & IEEE-CS.

Andrew Csizmadia, Mark Dorling, Thomas Ng(2015). *Computational thinking A guide for teachers*. Computing At School.

B. Fowler & E. Vegas(2021). *How England implemented its computer science education program*. Center for Universal Education at BROOKINGS.

Cary Sneider, Chris Stephenson, Bruce Schafer, Larry Flick(2014). *Computational Thinking in High School Science Classrooms*. The Science Teacher. v81(05).

CSTA(2020). *2020 State of Computer Science Education: Illuminating Disparities*. CSTA.

Google Inc. & Gallup Inc(2017, December). *K-12 Computer Science Education*. State Reports.

Google(2020). *Future of the Classroom Emerging Trends in K-12 Education Global Edition*. Google.

Jean-François Martin(2018). *Unlocking success in digital transformations*. McKinsey & Company.

John Hawsworth, Richard Berriman, Euan Cameron(2020). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation*. PWC.

Kemp, P. E. J., Berry, M. G. & Wong, B(2018). *The Roehampton Annual Computing Education Report*. University of Roehampton London.

OECD(2018a). *Good Jobs for All in a Changing World of Work*. OECD.

OECD(2018b). *PISA 2021 MATHEMATICS FRAMEWORK*. OECD.

OECD(2019a). *FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS 2030: OECD LEARNING COMPASS 2030*. OECD.

OCED(2019b). *THE FUTURE OF WORK: OECD Employment Outlook 2019*. OCED.

Sarah Mei(2014). *Programming Is Not Math*.

Seymour Papert(1981). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.

Stefania Bocconi, Augusto Chiocciariello, Giuliana Dettori, Anusca Ferrari, Katja Engelhardt(2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Implications for policy and practice*. JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT.

TES(Times Educational Supplement)(2019). *Computational Thinking - Decomposition and Abstraction*. TES.

The Royal Society(2012). *Shut down or restart?: The way forward for computing in UK schools*. The Royal Society.

The Royal Society(2017). *After the reboot: Computing Education in UK schools*. The Royal Society.

UK Department for Education(2014). *National curriculum in England: framework for key stages 1 to 4*. UK Department for Education.

WEF(2020). *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution*. WEF.

Wiggins, G., & McTighe, J(2005). *Understanding by design, expanded (2nd Edition)*. Alexandria VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Jeannette, Wing(2006). Computational thinking. Commun. ACM 49(3).

<기타>

BLOTER(2015). 뉴욕시. “10년 안에 컴퓨터과학 무상 교육”. BLOTER(2015.09.17.). <https://www.bloter.net/newsView/blt201509170002>. (검색일:2021.04.26.).

Code.org 홈페이지. <https://code.org/oceans> (검색일: 2021.05.18.).

EBS SOFTware Learning Platform. URL: <https://www.ebssw.kr/>. (검색일:2021.05.17.).

Forbes(2019). The 7 Biggest Technology Trends In 2020 Everyone Must Get Ready For Now. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/09/30/the-7-biggest-technology-trends-in-2020-everyone-must-get-ready-for-now/?sh=7f88ba432261> (검색일: 2021.05.21.).

Gartner(2018). Gartner Says Global Artificial Intelligence Business Value to Reach \$1.2 Trillion in 2018. Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018> (검색일: 2021.05.21.).

Medium.com(2018). Chinese Publisher Introduces AI Textbooks For Preschoolers. (2018.12.06.). <https://medium.com/syncedreview/chinese-publisher-introduces-ai-textbooks-for-preschoolers-b95e1a89cfa0>. (검색일: 2021.05.17.).

Sarahmei 블로그(2014). Programming Is Not Math. <http://www.sarahmei.com/blog/2014/07/15/programming-is-not-math/> (검색일: 2021.05.14.).

교육학 및 교육관련 연수 자료마당(2019). 5차시 학생참여 업, 진로 업 배움이 즐거워요. <https://vkdlfl11.tistory.com/54>. (검색일: 2021.05.17.).

뉴욕교육국(2021). 컴퓨터과학. <https://www.schools.nyc.gov/> (검색일: 2021.04.20.).

대한민국 정책브리핑 정책위키(2020). 고교학점제. 대한민국 정책브리핑. <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148866513>. (검색일:2021.05.06.).

동아사이언스(2020). 미래학자 레이 커즈와일 “2030년 사람 뇌와 AI 잇는 인터페이스 나온다”. 동아사이언스(2020.09.18.). <http://dongascience.donga.com/news.php?idx=39929>. (검색일:2021.05.17.).

소프트웨어 중심사회. <http://www.software.kr/um/main.do> (검색일:2021.05.17.).

소프트웨어야 놀자. <https://www.playsw.or.kr/main>. (검색일:2021.05.17.)

소프트웨어정책연구소(2020). SW 전공 졸업자 취업률. https://stat.spri.kr/posts/view/22271?code=stat_sw_human_resources. (검색일:2021.05.19.).

연합뉴스(2017). 유발 하라리 “무지·공포 아닌 이해에 기반한 AI 규제 필요”. 연합뉴스(2017.07.13.). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170713105200005>. (검색일:2021.05.17.).

연합뉴스(2018). 빌 게이츠 ‘AI 종말론’ 일축…“AI는 인간의 친구”, 연합뉴스(2018.02.17.). <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180217047100072>. (검색일:2021.05.17.).

오바마 행정부 기록 보관소 홈페이지. Computer Science For All(2016.01.30.). <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>. (검색일: 2021.04.21.).

이데일리(2019). 중국의 AI 역전..“AI가 강한 청년이 강한 중국 만든다”, 이데일리(2019.10.07.). <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02873286622650624&mediaCodeNo=257>. (검색일:2021.05.17.).

정보통신산업진흥원. 글로벌 ICT 품목별 보고서-빅데이터. URL: https://www.globalict.kr/product/product_view.do?menuCode=030518&artclCode=DP1900&catNo=318. (검색일:2021.05.17.).

중국교육부(2019). 전국 초·중등 교원 정보 기술 응용 능력 향상 사업 2.0 추진에 대한 교육부 의견. (2019.03.21.). http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201904/t20190402_376493.html. (검색일: 2021.05.17.).

한국 IDC(2020). 한국IDC, 국내 빅데이터 및 분석 시장 연평균 11.2% 성장해 2023년 2조 5,692억원 규모 전망. (2020.01.22.). <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP45938720>. (검색일:2021.05.17.).

한국경제(2021). 교육학 교수에 ‘AI 융합’ 강의 말기는 대학원, 한국경제(2021.03.17.). <https://www.hankyung.com/it/article/2021030708411>. (검색일:2021.05.14).

한국교육개발원(2020). 유초중등통계(하반기) 학교급별 개황(2020년 10월 1일 기준). https://kess.kedi.re.kr/stats/school?menuCd=0101&cd=4978&survSeq=2020&itemCode=01&menuId=m_010102&uppCd1=010102&uppCd2=010102&flag=B (검색일:2021.05.14.).

한국교육신문(2020). AI 교육, 불꽃놀이로 끝나지 않으려면 …, 한국교육신문(2020.01.06.). <http://www.hangyo.com/news/article.html?no=90530>. (검색일:2021.05.14.).



주의

이 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 올바른 저자 표기와
소프트웨어정책연구소에서 수행한 연구결과임을 밝혀야 합니다.



[소프트웨어정책연구소]에 의해 작성된 [SPRI 보고서]는 공공저작물 자유이용허락 표시기준
제 4유형(출처표시-상업적이용금지-변경금지)에 따라 이용할 수 있습니다.
(출처를 밝히면 자유로운 이용이 가능하지만, 영리목적으로 이용할 수 없고, 변경 없이 그대로 이용해야 합니다.)



경기도 성남시 분당구 대왕판교로 712번길 22 글로벌 R&D센터 연구동(A) 4층

Global R&D Center 4F, 22, Daewangpangyo-ro 712beon-gil,
Bundang-gu Seongnam-si, Gyeonggi-do
www.spri.kr

