



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2019년 2월
석사학위 논문

컴퓨팅 사고를 반영한
초등과학교육 프로그램 개발
연수과정에서 나타난 교사의 인식 탐색

조선대학교 대학원

과학교육학과

황 규 진

컴퓨팅 사고를 반영한
초등과학교육 프로그램 개발
연수과정에서 나타난 교사의 인식 탐색

Exploring elementary teachers' perception
about computational thinking included science program
during professional development program

2019년 2월 25일

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

황 규 진

컴퓨팅 사고를 반영한
초등과학교육 프로그램 개발
연수과정에서 나타난 교사의 인식 탐색

지도교수 조 정 훈
공동지도교수 박 영 신

이 논문을 교육학 석사학위신청 논문으로 제출함

2018년 10월

조선대학교 대학원

과 학 교 육 학 과

황 규 진

황규진의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 조 은 희

위 원 조선대학교 교수 조 정 훈

위 원 조선대학교 교수 박 영 신



2018년 11월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	1
I . 서론	5
II . 이론적 배경	9
A. 과학교육의 새로운 패러다임, 창의융합인재교육	9
1. 교육과정에 나타난 핵심역량과 STEAM 교육	10
B. STEAM교육의 활성화를 위한 컴퓨팅 사고	15
1. 컴퓨팅 사고의 정의	15
2. 컴퓨터 사고의 국내외 연구 동향	20
3. 컴퓨터 사고와 과학교육의 연계	23
C. 교사 연수를 통한 교사의 전문성 및 인식의 변화	26
III . 연구방법	29
A. 교사 전문성 강화 연수	30
IV . 연구 결과	34
A. 전문연수 과정에서 나타난 컴퓨팅 사고에 대한 교사의 인식	34
1. 과학교육의 목적인 과학적 소양의 정의 확장이 일어난다.	34
2. 과학적 사고가 강조된 개념형성 단계와 컴퓨팅 사고가 강조된 개념활용 단계로 구분되어 나타난다.	50
3. 컴퓨팅 사고는 인지적 사고과정이며, ICT는 기능적 도구이다.	63
4. 컴퓨팅 사고의 9가지 요소는 중복되어 반복적으로 나타나며, 순차적이지 않다.	71
5. 컴퓨팅 사고의 활용을 통해 STEAM교육의 활성화를 유도할 수 있다.	81

V. 결론 및 제언	84
참고문헌	87

표 목 차

표 1. 과학과 핵심역량과 그 의미 (교육부, 2015b) -----	11
표 2. 과학과 핵심역량의 하위항목 및 조작적 정의(박구름, 2017) -----	12
표 3. 컴퓨팅 사고 9가지 요소 (CSTA와 ISTE, 2011) -----	17
표 4. 교과별 컴퓨팅 사고 요소 정의 예시 (Valerie & Chris, 2011) -----	18
표 5. 과학과 공학의 실천 중 수학 및 컴퓨팅 사고 (NGSS, 2013) -----	22
표 6. 컴퓨팅 사고 분석도구 CT_STEAM_AT(박영신과 황진경, 2017 수정) -----	24
표 7. 과학교육임장에서의 컴퓨팅 사고 세부요소와 조작적 정의(박미소, 2018 수정) -----	25
표 8. 연구 방법 설계 -----	29
표 9. 연구에 참여한 교사 -----	30
표 10. 연수참여교사별 자료수집원 -----	31
표 11. 교사연수과정 최의 내용 -----	32
표 12. 손교사의 교수학습과정안(손 TL6) 중 CT가 반영된 수업 절차의 개발 -----	36
표 13. 손교사 교수학습 과정안 1차시 -----	37
표 14. 손교사 교수학습 과정안 2차시 -----	38
표 15. 손교사 교수학습 과정안 8차시 -----	40
표 16. 손교사 교수학습 과정안 3-4차시 -----	47
표 17. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 단원 재구성의 이유와 목적 -----	51
표 18. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 기존단원의 문제점 -----	52
표 19. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 단원의 재구성 -----	53
표 20. 연수초기 손교사의 1차 교수학습과정안(손 TL1) 중 CT구성요소와 문제상황 -----	56
표 21. 김교사의 학습활동 설계방안 2 -----	60
표 22. 김교사 재구성 수업의 교수학습 과정안 -----	61
표 23. 김교사 ICT수업과 CT in STEAM 수업의 차이 -----	64
표 24. 손교사 교수학습 과정안 6-7차시 -----	67
표 25. 손교사 교수학습 과정안 5차시 -----	73
표 26. 손교사 교수학습 과정안 8차시 -----	74

그림 목 차

그림 1. 손교사 2차시 수업 활동지(문제상황 제시, 문제분해, 1차 추상화) -----	39
그림 2. 손교사의 수업 중 탐구를 통한 문제해결과정 -----	41
그림 3. 손교사의 수업 중 탐구를 통한 문제 결과 분석과정 -----	41
그림 4. 손교사 6-7차시 수업 중 학생들이 작성한 실험결과 분석 -----	44
그림 5. 손교사 3-4차시 수업 중 기상청 생활천문관 자료의 분석 -----	48
그림 6. 손교사 3-4차시 수업 중 어플리케이션 ‘Sun Facts’ 활용 -----	49
그림 7. 교사연수에 따른 손교사가 인지한 수업과정의 변화 -----	58
그림 8. 김교사의 학습활동 설계방안 1 -----	60
그림 9. 초등과학교육에서 컴퓨팅 사고 기반 활동의 특이점 -----	62
그림 10. 손교사 7-8차시 아두이노 보드를 활용한 조도센서 연결 -----	68
그림 11. 손교사의 수업 중 ICT기기를 활용하는 학생들의 모습 -----	69
그림 12. 손교사의 수업 중 코딩 프로그램을 활용하는 학생들의 활동 -----	69
그림 13. 김교사 수업 중 ICT기기를 활용하는 학생들의 모습 -----	70
그림 14. 손교사 5차시 수업 중 학생들이 작성한 문제해결 알고리즘 -----	76
그림 15. 손교사가 개발한 수업에서 나타난 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소 분석 -----	78
그림 16. 김교사가 개발한 수업에서 나타난 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소 분석 -----	79

ABSTRACT

Exploring elementary teachers' perception about computational thinking included science program during professional development program

Hwang Gyu Jin

Advisor : Prof. Cho Jeong Hoon, Ph.D.

Co-Advisor : Prof. Park Young-Shin, Ph.D.

Department of Science Education

Graduate School of Chosun University

In the science subject, it requires an experience to acquire objective data by using a digital measuring device, to understand phenomena based on this and to solve real life problems, rather than merely satisfying curiosity and exploring an concept through analog measurement. The utilization of computational thinking in the process of problem-solving using this technology and engineering can have a great effect. Computational thinking is not simply the use of digital devices or software, but the process of thinking that selects the knowledge needed in the process of problem-solving and solves in a suitable way. In science education, many studies are being conducted to apply computational thinking. From the viewpoint of science education, the detailed components and operational definition of computational thinking elements are presented, and a computational thinking practice analyzing tool for see how computational thinking appears in class has been developed. However, it is very teachers who implement those practices into the classroom. It needs to train professional teachers in order to develop and apply a class program that reflects computational thinking based on deep understanding and understanding of computational thinking.

Therefore, this study aimed to investigate how teachers' understanding is formed and structured in the course of program development during professional development program Two elementary teachers attended 9-month professional development program (After this PDP) to develop their understanding of

computational thinking in science education, and to develop an elementary science education program reflecting computational thinking and to teach a class. The two teachers(Teacher Kim and Teacher Son) had much experience in science and technology field and both of them had 20 years of teaching. Basically both of teachers showed their understandings through meetings as well as their interview with the researcher. In addition, the program during PDP was developed to be implemented into the classroom and researcher participated as an observer in the main class in which the components of computational thinking were reflected the most in each teacher separately, two classes observed were transcribed for data analysis. In addition, both of teachers participated in the study also performed one lecture each on the basis of their experience as experts about computational thinking with science educator expert. The researcher attended these all series PDP as participating observe. both of teachers participated in the study also performed one lecture each on the basis of their experience as experts about computational thinking with science educator expert. The researcher attended these all series PDP as participating observe.

The results of this study were as follows. First, there is an extension in definition of scientific literacy. There has been more emphasis and improvement in recognizing the problem and problem solving competency resulting from analyzing the science program including computational thinking. There had been steps of recognizing the given problem to be implemented into the real life so that students could have chances to decompose the given problem, frame the questions again to be possible to collect the data, analyze the data, and represent the data. After then, students could have chances to construct the solution to be logic and affordable for generalization. Teachers showed their perception about scientific literacy to be more practical in the daily lives.

Second, the science class to which computational thinking is applied is divided into a concept formation stage that experiences scientific thinking based on scientific inquiry, and a concept application stage which experiences computational thinking which aims to solve a problem. Among the 9 components of computational thinking, data collection, data analysis, and data representation

are a concept formation stage through curriculum-based scientific inquiry. Based on the formed application from problem solution abstraction, automation, to generalization, it is divided into a concept application stage that solves an actual problem or devises a new strategy. Although the existing science inquiry emphasized problem solving, it was just applied at the end of the class. However, in the case of the class applying computational thinking, the ability to apply and solve a problem, which is just shown explicitly, is significantly strengthened by a concept application with computational thinking.

Third, computational thinking is a cognitive thinking process, and ICT is a functional tool. The goal of science education is the acquisition and application of science concepts. This process is made through computational thinking, and ICT, such as programming or coding, serves as a tool to help the process of thinking. The use of ICT can make the data possible more precise from qualitative data to quantitative one or from analogue to digital. For example, students can confirm if the data from experiment is enough to stop collecting or not by checking its level through ICT, which made explicit components of computational thinking practice appear.

Fourth, the nine components of computational thinking can be duplicated and repetitive, not sequential. According to the level of teachers' understandings about computational thinking, teaching strategies can differ then, and the components of computational thinking can be repetitive and non-sequential. Fifth, the utilization of computational thinking can lead to the revitalization of STEAM education. The existing STEAM education did not show the convergence of technology and engineering. However, it can be expected that the lesson using computational thinking will overcome these problems and find the essence of STEAM education based on the utilization of ICT and engineering understanding.

The conclusion of the study is as follows. The practice of computational thinking can be used as a tool for activating STEAM education and as a practical tool for fostering convergence talents, which is the purpose of science education, through the formation and application of science concepts. The teachers expertise can be performed through well developed system of

professional development program, which must be situated one with much interaction between teachers and science educators who can inquire the problem with the purpose of improving teachers teaching competency. The PDP of computational thinking must be well prepared through situated learning context where participatory action research theory can be applied on the basis of strong relationship between teachers and science educators as experts.

1. 서론

2015년 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)에서는 4차 산업혁명을 ‘3차 산업혁명을 기반으로 한 디지털과 바이오산업, 물리학 등의 경계를 융합하는 기술혁명’ 이라고 말하였다. 4차 산업이 도래함에 따라 세상은 변하고 있다. 단순 지식은 대체되고 여러 분야의 지식이 융합되는 초지능화, 가상현실과 증강현실을 기반으로 시간과 공간의 제약을 뛰어넘는 가상화, 인터넷을 통한 글로벌화가 가속화되고 인간의 교류 범위가 무한히 확대되는 초연결화의 세상이 되었다. 급변하는 세상에서 사회가 요구하는 인재는 어떤 모습일까? 그 답은 교육에서 찾아볼 수 있다. 2004년 과학기술정보통신부에서는 단순한 지식 전달 방식의 교육에서 벗어나 학생 스스로 생각하여 궁금한 것을 찾고 탐구하여 문제를 해결하고 더 나아가 새로운 것을 창출해 낼 수 있는 능력을 길러주어야 한다고 보았다(과학기술정보통신부, 2004). 미국에서는 차세대교육과정표준(NGSS, 2013)을 발표하면서 모든 학생이 배워야 할 역량으로 과학과 공학의 중요개념과 실천 등을 기술하였다. 이와 함께 STEAM에 대한 관심을 불러일으키며 특정 내용에 강한 것이 아닌 과학, 수학, 기술, 공학 등 여러 분야에 걸친 융합적 사고와 비판적 사고, 탐구기반 문제해결력 등을 겸비한 사람을 양성하고자 하였다(National Research Council, 2012). 국내의 교육과정에서도 급변하는 세상에 적합한 인재를 양성하기 위해 2009, 2015 개정교육과정을 발표하며 교육과정을 지속적으로 수정해왔다. 2009 개정교육과정에서는 미국의 STEM교육에 인문학적 요소인 A(Art)를 포함하여 STEAM을 강조하였으며 ‘배려와 나눔을 실천하는 창의적 인재 양성’을 목표로 하였다. 2015 개정교육과정에서는 핵심역량을 도입하고 ‘인문학적 상상력과 과학기술 창조력을 갖춘 창의융합형 인재 육성’을 목표로 하였다. 두 교육과정 모두 공통적으로 창의·융합인재 양성에 중점을 두고 있음을 알 수 있다(국가교육과정정보센터, 2016).

국내 STEAM의 도입 이후 STEAM을 여러 교과에서 적용하려는 연구와 발표가 있었다. 특히 과학교과 영역에서 활발한 연구가 이루어졌으며, 교육현장에서 STEAM의 적용이 학생들의 교과관련 흥미와 관심, 지식의 습득, 자기효능감, 창의성, 협업능력, 의사소통 능력 등의 향상에 효과적이라는 연구결과가 발표되었다(이현동 외, 2016). 또한 교사의 프로그램 개발에 소요되는 부담을 덜어주고자 다양한 교육프로그램이 개발되었고

학교교육에 손쉽게 적용될 수 있도록 하였다. 다양한 교육적 효과를 가진 STEAM교육을 학교교육에서 실현하고자 하였으나 실제 초·중·고등학교 STEAM의 적용은 30%도 시행되지 않는 것으로 나타났다. 이 이유로는 프로그램 진행을 위해 교사들이 추가적인 시간과 노력을 투자해야 하며 실습공간, 과다한 학생 수 등 모든 학교에서 적용하기엔 교육적 환경이 뒷받침되지 못한다는 이유를 들었다. 또한 STEAM을 실시하고 있더라도 과학, 기술, 공학, 수학, 예술 등 여러 분야를 통합시키지 못하는 문제가 있음이 지적되고 있다(박현주 외, 2016). 교육현장의 교사들은 자신의 개별 전공을 가진 교사로서 타 분야에 대한 접근과 이해의 한계가 있고 특히 기술, 공학의 분야와의 융합에 많은 교사들이 어려움을 호소하고 있다. 이러한 과정에 2015 개정 교육과정이 발표되었다. 개정 교육과정의 과학과에서는 과학에 대한 흥미와 관심, 핵심개념에 대한 이해를 통한 탐구능력 함양, 창의적 문제해결능력을 위한 과학적 소양을 증진시키고자 과학적 사고력, 과학적 탐구력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습능력의 5가지 핵심역량을 제시하였다. 또한 교과 간 통합수업과 협력적 문제해결학습 등을 강조하였다. 이러한 목표를 달성하기 위한 수업은 기존의 수업방식보다 STEAM을 적용한 수업이 학생들의 학습동기를 유발하고 능동적이고 자기주도적인 학습을 통해 문제해결능력을 함양할 수 있어 핵심역량의 증진에 효과적이다(정현도, 2016). STEAM이 발표된 이후 다양한 STEAM프로그램이 개발되었고 이를 핵심역량과 연결지어 분석한 결과 STEAM을 적용한 학습프로그램에 다양한 핵심역량요소가 반영된 것으로 나타났으며, 핵심역량의 함양을 위해서는 STEAM교육이 지속적으로 수업에 적용되어야 한다고 보았다(박구름, 2018; 최재민, 2017). 그러나 STEAM수업의 효과를 극대화하기 위해서는 앞서 언급한 기술과 공학 분야의 융합에 대한 어려움을 개선할 필요가 있다.

이때, 기술과 컴퓨터, 실과교육에서는 컴퓨팅 사고를 교육에 접목하려는 노력을 하고 있다. 컴퓨팅 사고란 2006년 Wing에 의해 대두되었으며 ‘컴퓨터 과학의 기초적인 개념들을 기반으로 문제해결, 시스템설계, 인간 행동의 이해를 포괄하는 개념’ 이라 정의하였다. 그러면서 21세기를 살아가는 사람들이 갖추어야 할 기본 능력이라 하였다(Wing, 2006). 이러한 컴퓨팅 사고는 미국을 중심으로 교육과정에서 도입하기 위한 다양한 노력을 하고 있으며 특히 컴퓨터 과학이 미국의 STEM교육에서 추구하는 목표에 포함되면서 핵심적으로 다루어지고 있다(한국과학창의재단, 2014). 국내에서도 2007 개정 교육과정에서 정보 교과의 교육목표로서 컴퓨팅 사고가 도입되었고, 이후 수학과

과학교육 등 다양한 교과에서 컴퓨팅 사고를 적용하고자 한다(박경은과 이상구, 2015; 안대영, 2014). 특히 과학 교과에서는 STEAM의 적용과 핵심역량의 증진이 중요한 과제인 만큼 기술과 공학을 바탕으로 하는 컴퓨팅 사고가 적용된 다양한 과학교육프로그램이 개발되어 실제 교육현장에 적용된다면 기존의 STEAM이 가지고 있던 기술공학과 융합에 대해 큰 효과를 볼 수 있을 것으로 기대된다.

컴퓨팅 사고가 적용된 교육이 활성화되기 위해서는 무엇보다 학교현장에서 실제 수업을 진행하는 교사들의 역량을 기르는 것이 중요하다. 학생들이 컴퓨팅 사고를 기반으로 과학적 문제를 해결해 나갈 수 있도록 적절히 지도하기 위해서는 교사 스스로가 컴퓨팅 사고에 대한 전반적인 이해를 가지고 제시된 컴퓨팅 사고 적용 교육프로그램을 분석하여 활용하거나 직접 제작할 수 있는 역량을 기를 수 있도록 해야 한다. 지금까지 과학교육에서 컴퓨팅 사고를 적용하기 위한 연구들을 살펴보면 박영신과 황진경(2017)은 과학교육에서 컴퓨팅 사고의 실천을 위한 분석도구를 개발하였고, 박미소(2018)는 과학교육의 입장에서 컴퓨팅 사고의 요소에 대한 개념요소를 정의하였다. 또한 김재경(2017)은 컴퓨팅 사고를 이용한 개념의 학습과 컴퓨터 과학의 기본이 되는 프로그래밍의 역량을 평가하기 위한 루브릭을 개발하였다. 이 외에도 컴퓨팅 사고를 과학교과와 스크래치 기반의 컴퓨터 프로그래밍과 연계된 초·중·고등학생교육프로그램을 개발 및 적용하거나(최은정, 백성혜, 2014; 황요한, 문공주, 박윤배, 2016) 컴퓨팅 사고가 적용된 STEAM프로그램을 개발하는 등 활발한 연구가 진행되고 있다(함성진, 2014). 그러나 교사의 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 연구는 부족한 실정이다. 장기적으로 교육현장에 컴퓨팅 사고가 적용된 교육이 이루어지기 위해서는 교사를 대상으로 컴퓨팅 사고에 대한 깊이있는 이해와 지식을 통해 스스로 교수학습자료를 설계하고 개발하여 수업에 적용할 수 있도록 하는 교사연수가 꼭 필요하다.

이에 본 연구에서는 초등과학교사를 대상으로 컴퓨팅 사고에 대한 기본지식, 요소, 컴퓨팅 사고 관련 교수모형, 수업적용을 위한 토론 등을 포함한 교사연수를 통해 교사의 컴퓨팅 사고의 이해를 높이고 이를 수업에 적용하기위한 방법과 절차를 고민할 수 있도록 하였다. 특히 일회성으로 끝나는 연수가 아닌 지속적인 피드백을 제시하는 PAR과 연수를 통해 형성된 인식이 실제 수업과 연계되도록 컴퓨팅 사고가 적용된 초등과학프로그램을 개발하여 수업에 적용하도록 하는 상황학습에 근거한 연수를 실시하였다. 최종적으로 형성된 인식은 대면 인터뷰와 관련 강연을 실시하여 컴퓨팅 사고에 관

한 인식을 확인하였다. 연구 결과의 분석을 위해 약 연수과정에서 수집된 교사회의내용, 수업개발자료, 수업 및 연수강의자료, 인터뷰 등을 모두 전사하여 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학교육프로그램 개발 연수 과정 전반에 걸쳐 교사의 컴퓨팅 사고에 대한 인식이 어떻게 나타났으며 어떤 특징을 갖는지를 교육전문가와 교차분석하여 확인하였으며 공통된 인식을 확인하였다. 이에 본 연구의 문제는 다음과 같다.

컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학교육 프로그램 개발 연수 과정 중에 나타나는 컴퓨팅 사고에 대한 교사의 인식은 무엇이고 그 특징은 무엇인가?

본 연구를 통해 컴퓨팅 사고가 적용된 초등과학교육프로그램을 교사가 직접 개발할 수 있도록 함으로서 교사는 컴퓨팅사고에 대한 깊이있는 실천 경험을 얻게 되고, 이를 기반으로 앞으로의 수업설계에서 컴퓨팅 사고를 적용함으로써 학생들을 창의융합형 인재로 양성하는데 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 교사는 학습을 통해 더 나은 교육을 할 수 있다는 자신감을 가져 더욱 우수한 교사로 성장할 수 있을 계기가 될 것이다. 과학교육의 입장에서는 컴퓨팅 사고가 적용된 STEAM프로그램의 특성을 통해 이후 유사한 교육프로그램 개발에 가이드 역할을 할 수 있기를 기대한다.

II. 이론적 배경

본 장에서는 연구를 위하여 필요한 이론적 배경을 알아보고자 한다. 먼저 4차 산업혁명의 시대에 요구하는 교육상이 무엇이고 이에 따른 과학교육에서 요구하는 인재상인 융합인재양성을 위해 핵심역량과 STEAM의 도입을 설명한다. STEAM교육은 도입 이후 여러 긍정적 효과라 있었으나 제한정도 적지 않다. 이러한 제한점을 극복하기 위한 방법으로 컴퓨팅 사고를 제시하고, 컴퓨팅사고가 등장하게 된 배경과 국내외 연구동향을 이야기한다. 또한 컴퓨팅 사고와 STEAM교육이 연계됨으로서 나타나는 효과와 컴퓨팅 사고가 적용된 STEAM교육이 학교교육에서 활성화되기 위해서 교사를 대상으로 한 교사 연수가 필요함을 확인할 것이다.

A. 과학교육의 새로운 패러다임, 창의융합인재교육

21세기 융합인재양성을 위한 국내외 교육과정의 변화

21세기에 들어서면서 디지털 시대가 도래하였으며 가상과 현실, 정보와 시간이 융합되는 4차 산업혁명에 따라 시대는 이전에 볼 수 없었던 형태로 급변하고 있다. 이러한 사회에서는 단순한 하나의 문제를 해결하는 것을 넘어 여러 분야의 다양한 문제가 뒤섞이는 융복합의 시대라 할 수 있다. 빠른 속도로 변해가는 세상을 이끌어 나갈 핵심인재로 성장하기 위해서는 단순한 지식의 전달과 암기를 통한 지식의 축적에서 벗어나 다양한 분야의 복잡한 문제를 구조화하고 넘쳐나는 정보 속에서 적절한 데이터를 선별하여 적용할 수 있는 지식의 활용능력이 필요하다(곽영순 외, 2014). 세계 각국에서는 시대의 변화에 발맞추기 위해 교육과정, 특히 과학과 교육과정에서 전환이 이루어지고 있다. 국내외 과학과 교육과정의 개정은 핵심역량의 증진과 융합인재의 양성을 위한 교육으로 바뀌고 있다. OECD의 DeSeCo보고서는 핵심역량교육이란 현대 사회를 살아갈 학습자들에게 요구되는 역량을 길러주는 과정으로서 교육의 목적과 방법, 내용 및 평가를 모두 포괄하는 것을 의미한다. 미국의 경우 차세대과학표준(Next Generation Science Standards, 이하 NGSS)을 통해 학생들이 필수적인 지식을 습득하는 과정에서 과학탐구와 공학적 설계 등의 지식적용을 더욱 깊이있는 이해를 할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다(NGSS, 2013). 이 외에도 뉴질랜드와 호주 등 여러 국가에서 핵심역량을 과학교육과정 내에 포함시켜 강조하고 있으며 우리나라도 2009, 2015 개정교육과정

을 통해 STEAM교육과 핵심역량을 강조하며 미래를 대비하기 위한 창의융합형인재를 양성하고자 하였다(교육부, 2015a). 국내의 STEAM교육과 핵심역량이 어떻게 시작되었으며, 어떤 특징을 가지는지, 그리고 어떤 문제점을 가지고 있는지를 알아보하고자 한다.

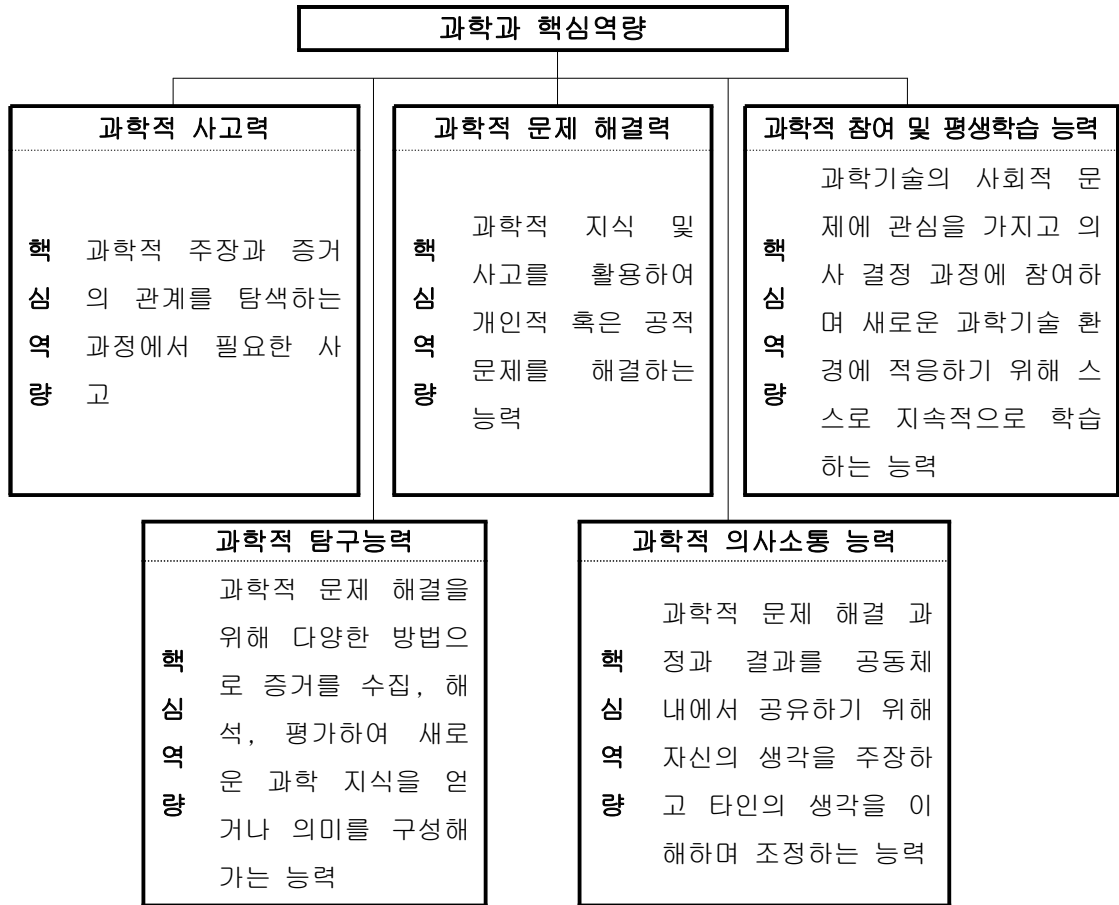
1. 교육과정에 나타난 핵심역량과 STEAM 교육

국내에서도 급변하는 사회에 적합한 인재를 양성하기 위해 교육과정을 수정해왔다. 우리나라는 국가교육과정의 제도를 채택하고 있어 교육과정이 학교교육에 미치는 영향력이 절대적이며(송진웅과 나지연, 2015), 7차 교육과정 이후 2009, 2015 개정 교육과정을 거치며 변화하는 사회에 대처할 수 있는 창의융합인재를 양성하고자 하였다(교육부, 2015a). 특히 2009 개정 교육과정에서 융합형 인재 양성을 위한 STEAM교육(Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics, 융합인재교육)을 도입하였다. 또한 창의성과 체험교육을 강조하며 융합과학을 가르치게 하였다. 2015 개정 교육과정에서는 미래사회를 위한 핵심역량(Core Competence)을 제시하였다. 핵심역량이란 ‘다양한 현상이나 문제를 효율적으로 또는 합리적으로 해결하기 위해 요구되는 지식, 기능, 태도의 총체’를 의미하며 특별한 능력이 아닌 초·중등 교육을 통해 모든 사람이 길러야 할 보편적이고 공통적인 능력이다(KICE, 2009). 이를 함양함으로써 바른 인성과 창의성을 겸비한 창의융합형 인재를 양성하고자 하였다.

과학과 핵심역량의 의미와 목적

2015 개정 교육과정에서는 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량 등 6가지의 핵심역량을 총론수준에서 제시함으로써 교육과정이 추구하는 인간상을 구현하였다(교육부, 2015a). 과학과에서는 다양한 탐구 활동을 중심으로 학습이 이루어지도록 하였으며, 교육목표로서 흥미와 호기심 → 과학탐구능력 → 개념의 이해 → 과학·기술·사회(STS) 관계의 인식 → 평생학습능력 순서로 하였다. 즉, 2015 과학과교육과정에서는 자연현상에 대한 흥미와 호기심을 통해 문제를 인식하고 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기르는 것을 가장 중요한 목표로 강조한다(송진웅과 나지연, 2015). 이와 별도로 ‘과학적 사고력’, ‘과학적 탐구능력’, ‘과학적 문제해결력’, ‘과학적 의사소통 능력’, ‘과학적 참여와 평생학습능력’ 등 5가지 핵심역량을 도입하였다(교육부, 2015b; 표1).

표 1. 과학과 핵심역량과 그 의미(교육부, 2015b)



2015 개정 과학과 핵심역량은 다음과 같은 특징을 갖는다. 우선 과학과 핵심역량은 과학과의 내용지식과 개념을 기반으로 학습 가능한 능력을 말하며, 인성, 지식, 사회성 등 전반에 걸친 다차원적이고 포괄적인 개념이다. 또한 과학적 참여와 평생학습능력을 강조하며, 훈련과 개발에 의해 향상될 수 있다. 과학과 핵심역량은 ‘과학탐구’를 기업교육과 평생학습의 입장에서 해석한 것이며, 다양한 경험을 제공하고 교과 간 통합을 이룰 수 있도록 한다. 이를 통해 세상과 연계하여 지식을 적용하고 문제를 해결하는 데 필요한 능력을 기르도록 하였다. 이를 위해서는 2009 개정교과과정에서 도입한 STEAM교육이 효과적인 역할을 할 수 있다. 박구름(2018)은 과학과 핵심역량의 하부항목을 분류하고 각각의 조작적 정의를 하였다(표2). 그리고 해당 하위항목을 STEAM 프로그램에 적용 및 분석하여 STEAM 프로그램과 핵심역량간의 연관을 분석하였다.

표 2. 과학과 핵심역량의 하위항목 및 조작적 정의(박구름, 2017)

과학과 핵심역량	하 위 항 목	조 작 적 정 의
과학적 사고력	논리적 사고하기	현상에 대해 증거를 바탕으로 설명할 수 있고 분석할 수 있는 사고
	비판적 사고하기	현상이나 논증에 대해 평가할 수 있는 사고
	창의적 사고하기	다양한 방법으로 자신의 생각을 표현할 수 있는 사고
과학적 탐구 능력	가설 설정 및 탐구 설계하기	과학적 문제에 대해 가설을 설정하고 그에 맞는 탐구 설계하기
	기초탐구기능을 통한 자료 수집하기	관찰, 예상, 추론 등 탐구 기능을 통해 자료 수집하기
	자료 분석 및 해석하기	수집된 자료를 통해 요소들 간의 관계를 분석하고 해석하기
	결론 도출 및 일반화하기	분석한 자료의 공통성, 규칙성을 찾아 결론 도출하고 일반화하기
과학적 문제 해결력	일상생활 속 과학적 문제 파악하기	일상에서 일어날 수 있는 문제 중 과학으로 설명할 수 있는 문제 파악하기
	자료 선택 및 평가하기	문제 해결에 적합한 자료 선택하고 평가하기
	문제해결방안 제시하기	문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하기
	실천방법 모색하기	문제해결방안을 실천할 수 있는 방법 찾기
과학적 의사소통 능력	다양한 의사표현 방법 사용하기	말, 글, 그림 등 다양한 양식으로 의사 표현하기
	과학적 근거로 논증하기	문제 상황에 대해 옳고 그름을 과학적으로 증명하기
	상대방의 의견 수용 및 조율하기	자신의 생각을 제안하고 타인의 생각을 이해하여 의견을 조율하기
	다양한 매체 속 정보 이해하기	컴퓨터, 시청각 기기 등 다양한 매체를 통해 정보를 습득하고 이해하기
과학적 참여와 평생 학습 능력	공동체 문제 이해하기	개인만의 문제가 아닌 공동체적인 문제임을 이해하기
	사회적 이슈에 대해 이야기하기	사회적 이슈임을 알고 자신의 의견 말하기
	자기주도적이고 지속적으로 참여하기	과학현상, 문제, 행사와 관련하여 스스로 지속적으로 참여하기
	새로운 과학기술에 적응하고 활용하기	발전하는 새로운 과학기술에 적응하고 기술 활용하기

STEAM교육의 도입과 현황 그리고 문제점

STEAM 교육은 1990년대 미국의 미국과학재단(National Science Foundation, 이하 NSF)에서 사용된 STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)교육을 국내로 도입하면서 인문학적 요소인 A(Art)를 추가하여 도입된 교육정책이다. 교육부에 따르면 1990년대 이후 과학과 수학에 대한 관심이 줄어들고, 이공계 기피현상이 심화되면서 과학교육의 새로운 대안으로서 제시되었다(교육과학기술부, 2009). STEAM교육은 과학기술에 대한 흥미 증진, 실생활 속의 과학기술과의 연계, 융합적 사고력 배양에 초점을 두고 있으며, 문제적 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험을 바탕으로 과학적 원리를 깨우치고 실생활 문제를 해결하기 위한 창의적 아이디어를 제시하고 다양한 결과물을 만들어내는 교육을 지향한다(교육부, 2009; 김진수, 2012; 이효녕 외, 2013). 김진수(2007)가 처음 STEAM을 소개한 이후 지속적으로 STEAM을 반영한 다양한 학습 준거와 프로그램이 개발되어 제시되고 있으며, 이를 적용시킨 결과 교과와 관련된 흥미, 호기심, 이해도, 창의성, 자기효능감, 의사소통능력 등 인지적, 정의적 측면에서 긍정적인 효과가 나타남을 확인하였다(이영은과 이효녕, 2014; 이현동 외, 2016). 단순히 지식을 습득하던 교육에서 벗어나 학생들이 기존에 가지고 있던 추억과 경험적 회상 등을 통해 주어진 상황에 대한 공감을 느끼게 하고 수행과정상에서 긍정적 감성을 느끼고 적극적인 의사소통을 하게 되었다(정상윤, 2013). 또한 창의적 설계 등 문제를 해결해 나가는 과정에서 학생 스스로가 주도적으로 창의성을 발휘하여 수업에 참여함으로써 과학에 대한 태도가 개선되고 이는 과학관련 직업으로의 진출에 긍정적 영향을 미칠 것으로 판단된다(황광석, 2013).

이처럼 융합인재양성을 위한 STEAM교육의 적용이 여러 긍정적 효과를 불러오지만, 실제 학교 현장에서는 적극적으로 실시되지 않는 것으로 나타났다. 교육부 공문을 통해 전국 17개 시·도 교육청 관내 모든 초·중·고등학교를 대상으로 STEAM교육의 실행여부를 온라인 설문으로 실시한 결과 30% 미만의 학교에서만 STEAM교육을 시행하는 것으로 나타났다. STEAM교육을 시행하지 않는 이유로는 학생 수와 수업공간 등 교육환경의 부적절성, 추가적인 시간등의 노력투자 부담, STEAM교육에 대한 교사의 이해 및 인식부족 등 여러 요인에 의해 현장 적용이 어렵다고 응답하였다(박현주 외, 2016). 무엇보다도 STEAM에서 기술(Technology)과 공학(Engineering)에 대한 교사들의 부담이 크다. 한 교사는 “STEAM을 하려면 기술 공학적인 내용이 추가되어야 하는데 과학교사의 입장에서 기술공학을 잘 알지 못하기 때문에 적용도 쉽지 않고 기껏해야 컴퓨터로

자료 조사하는 정도인데 이게 진정한 STEAM이라 할 수 있는지 모르겠다” 는 이야기를 한다. 이처럼 교사들이 기술분야에 대한 부담이 크고 학교현장에서는 기술공학의 교육을 위한 시설도 충분히 갖추지 못하고 있으며, STEAM 자체에 대한 전문성을 향상시킬 수 있는 관련 연수 또한 부족한 실정이다.

STEAM교육과 핵심역량의 향후 방향

2009, 2015 개정 교육과정에서는 학생들을 창의 융합형 인재로 양성하기 위하여 교과간 통합과 협력적 문제해결학습이 이루어 질 수 있도록 하고 있다. 이러한 학습은 융합인재교육인 STEAM을 적용한 교육프로그램이 학생들의 학습동기를 유발하고 기존의 경험을 통해 능동적이고 자기주도적인 참여를 이끌어 낼 수 있도록 하여 문제해결능력을 함양하는데 도움이 된다(정현도, 2016). 이는 과학과 핵심역량의 함양에도 STEAM교육이 도움이 됨을 의미한다. 또한 박구름(2018)의 연구에 따르면 2015 과학과 교육과정의 핵심역량을 분석한 후 이를 STEAM 교육프로그램과 연계하여 분석한 결과 STEAM교육프로그램에 핵심역량을 증진할 수 요소가 다수 포함되어 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 지금까지의 STEAM교육을 그대로 사용하기에는 기술(Technology)과 공학(Engineering)을 과학, 수학과 통합시키는데에 어려움을 가지고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 기존의 STEAM에서 기술과 공학을 집중적으로 접목하고, 단순히 과학적 원리가 반영된 예시를 보여주는 정도가 아니라 교육의 과정 전반에 걸쳐 기술공학의 관점과 지식이 녹아있도록 하는 것이 중요하다.

본 연구자는 이러한 STEAM의 문제를 해결하고 교육과정 전반에 기술과 공학의 사고와 사용이 적용되기 위한 노력에 컴퓨팅 사고가 도움을 줄 것이라 판단한다. STEM이나 STEAM의 적용에서의 많은 제한점을 극복하기 위해 국내외 여러 국가에서 다양한 방법을 시도하고 있으며, 그 중에서 컴퓨팅 사고의 활용은 가장 각광받는 방법 중 하나이다. 컴퓨팅 사고가 적용된 STEAM교육을 실시하면 기존의 STEAM에서 기술공학분야의 부족에 대한 문제점을 해결하고 교사들이 기술과 공학에 대한 두려움을 해소할 수 있을 것이며, 정보와 스마트기기로 넘쳐나는 미래사회를 살아가야 할 융합인재의 양성에도 효과적인 역할을 할 것으로 기대한다. 다음에서는 컴퓨팅 사고가 무엇이고 어떻게 STEAM교육의 제한점을 극복하기 위한 대안으로 떠올랐는지를 알아보려고 한다.

B. STEAM교육의 활성화를 위한 컴퓨팅 사고

1. 컴퓨팅 사고의 정의

컴퓨팅 사고의 배경과 정의

컴퓨팅 사고(Computational Thinking, CT)라는 용어는 1996년 Seymour Papert가 기하학적 아이디어 생성을 위한 접근방법으로 사용하면서 처음 소개되었으며, 2006년 Jennette Wing에 의해 컴퓨터학계에 알려지게 되었다. Wing(2006)은 Computational Thinking이 문제를 해결하기 위한 일련의 사고과정이며, 3R(읽기, 쓰기, 셈하기)과 더불어 21세기를 살아가는 모든 사람이 기본적으로 갖추어야 할 기본 능력이라 하였다. 또한 컴퓨팅 사고를 ‘컴퓨터 과학의 기초적인 개념들을 기반으로 문제해결, 시스템설계, 인간 행동의 이해를 포괄하는 개념’이라 정의 하였다(Wing, 2006).

Wing(2008)은 컴퓨팅 사고가 수학적, 공학적, 과학적 사고와 결합함으로써 우리가 문제를 이해하고 해결가능한 접근을 할 수 있도록 하는 분석적인 도구라 하였다. 즉 컴퓨팅 사고는 넓은 범위의 컴퓨터과학의 분야가 융합된 인지적·정의적 도구라 할 수 있다. 그러면서 컴퓨팅 사고의 요소를 크게 추상화(abstracting)와 자동화(automating)로 나누었다. 추상화란 문제해결을 위한 핵심적인 요소를 추출함을 통해 문제의 복잡성을 효과적으로 단순화하여 일련의 문제해결을 위한 모델링 과정을 말하며, 자동화란 추상화 과정에서 만들어진 문제해결모델을 컴퓨팅 기기를 활용하여 해결할 수 있도록 해결과정을 알고리즘화 하는 것을 의미한다. 컴퓨팅 사고는 단순히 컴퓨팅 기기 자체나 이를 활용하는 것을 말하는 것이 아니라 문제의 인식과 분석, 자료수집과 표현, 모델링을 위한 절차적 사고, 컴퓨팅 활용능력, 컴퓨팅 기기를 활용한 문제해결방법 구현 등 문제해결을 위한 모든 과정을 컴퓨팅 사고라 말하였다. 이러한 과정은 공학자나 과학자에게만 필요한 것이 아닌 세상을 살아가는 모든 사람들이 필요로 하는 능력으로 지속적인 노력을 통해 실질적인 문제해결능력을 함양하는 것이 중요하다고 하였다(Wing, 2008).

Cuny, Snyder과 Wing은 최근의 연구에서 컴퓨팅 사고를 문제에 대한 해법을 찾고 정보를 처리할 때 에이전트를 활용하여 효과적으로 수행할 수 있는 형태로 나타내는 전과정의 사고 과정으로 구체화 하였다.(Wing, 2010)

Wing의 발표 이후로 컴퓨팅 사고에 대한 논의가 지속적으로 이루어져 왔으며, 많은 학자들에 의해 컴퓨팅 사고의 정의에 대한 연구가 발표되었다. 또한 Google에서는 컴퓨팅 사고를 많은 교사들이 수업에 적용할 수 있도록 다양한 수업자료를 제공하고 있다. 미국의 국가 연구 위원회(National Research Council, 2010)는 컴퓨팅 사고가 보통의 사람이 가져야 할 인지기술이라 하였으며, 컴퓨터과학교사협회(CSTA: Computer Science Teacher Association; 2011a; 2011b)에서는 문제를 해결하기 위해 필요한 관련된 자료를 논리적으로 처리·분석하고 모델링이나 시뮬레이션 등의 추상화 작업을 통해 자료를 표현하고 이를 컴퓨터 등의 장비에서 사용될 수 있는 형태로 제시된 문제를 전환하고 여러 단계로 구성된 알고리즘을 통해 자동화를 이루고 해결책을 찾은 후 이러한 해결책을 바탕으로 좀 더 확장된 상태로 일반화하거나 변환하여 다른 문제에 적용해보는 것으로 컴퓨팅 사고를 정의하고 있다. CSTA에서는 이러한 컴퓨팅 사고의 실천을 통해 학생들이 복잡한 문제를 직면했을 때 자신감과 끈기를 가지고 지속적으로 집중하고 고민하여 개방적으로 문제를 해결하려는 자세를 갖출 수 있으며, 이 과정에서 공동의 해결책을 찾기 위해 동료들과 적극적으로 소통하는 의사소통능력을 길러야 한다는 목표를 함께 제시하였다. 이는 컴퓨팅 사고의 실천을 통해 학생들의 인지발달과 태도의 함양이 동시에 이루어질 수 있도록 해야 한다고 주장한다.

ISTE와 CSTA(International Society for in Education & Computer Science Teacher Association)에서는 컴퓨팅 사고가 복잡하고 어려운 문제뿐 아니라 일반적인 학습과정에서 학습목표의 달성을 위한 학생들의 절차화, 구조화된 사고 및 학습과정이라고 보았다. 그리고 그 과정에서 다음과 같은 6가지 구성요소를 포함한다고 하였다. 첫째, 문제를 컴퓨터가 해결할 수 있는 형태로 구조화 하기 둘째, 자료를 분석하고 논리적으로 조작하기 셋째, 시뮬레이션이나 모델링 등의 추상화 과정을 통해 자료를 표현하기 넷째, 알고리즘을 사용하여 문제해결방법을 자동화하기 다섯째, 효율적인 해결방법을 수행하기 여섯째, 문제해결방법을 다른 문제에 적용하고 일반화하기 이상의 구성요소를 바탕으로 컴퓨팅 사고 개념에 관한 9가지 구성요소 분류하고 각각의 조작적 정의를 내렸다. 9가지 요소는 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘 및 절차화, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화 이다. 컴퓨팅 사고에서 각각의 요소가 모두 나타날 필요는 없으며 특정 단계가 여러 형태로 반복될 수 있으며 문제의 복잡성에 따라 생략될 수 있다고 하였다. 각각의 조작적 정의는 다음(표3)과 같다(CSTA와 ISTE, 2011).

표 3. 컴퓨팅 사고 9가지 요소 (CSTA와 ISTE, 2011)

구성요소	정의
자료수집	문제의 이해와 분석을 토대로 문제를 해결하기 위한 자료를 모으는 단계
자료분석	자료의 이해, 패턴 찾기, 결론을 도출하기
자료표현	문제의 자료 내용을 그래프, 차트, 단어, 이미지 등으로 표현하는 단계
문제분해	문제를 해결하기 위해 문제를 나누어 분석하는 단계
추상화	문제의 복잡도를 줄이기 위해 문제를 나누어 분석하는 단계
알고리즘과 절차화	지금까지의 문제를 해결하기 위한 과정을 순서적 단계로 표현하는 단계
자동화	순서적으로 나열하고 표현한 내용을 컴퓨팅 기기를 이용하여 문제해결의 최선책을 선택하는 단계
시뮬레이션	복잡하고 어려운 해결책이나 현실적으로 실행이 불가능한 해결책을 선택하기 위해 모의 실험하는 단계
병렬화	목표를 달성하기 위한 작업을 동시에 수행하도록 자원 구성

Valerie와 Chris(2011)의 연구에서는 컴퓨팅 사고가 컴퓨터과학, 수학, 과학, 사회, 언어 등 k-12 교육현장의 다양한 학문에서 적용될 수 있음을 예시를 통해 제시하였다. 각 과목에서 컴퓨팅 사고를 9가지 세부요소로 나누어 정의하였으며 이는 아래의 표4와 같다. 특히 과학교과와 경우 9가지 요소가 모두 반영될 수 있으며 어렵고 복잡한 문제를 해결하기 위해 모든 학생들이 컴퓨팅 사고능력과 세부요소의 기능을 향상시켜야 한다고 보았다. 이를 위해 컴퓨팅 사고가 적용된 여러 교수학습모형과 교육프로그램을 개발하고 적용하는 등 교육현장의 변화가 필요하다고 보았다(Valerie & Chris, 2011).

표 4. 교과별 컴퓨팅 사고 요소 정의 예시 (Valerie & Chris, 2011)

컴퓨팅 사고 요소	컴퓨터 과학	수학	과학	사회	국어
자료수집	문제 지역을 위해 자료를 찾는 것	문제 지역을 위해, 자료를 찾는 것 예를 들어 동전 뒤 집기나 주사위 굴리기	실험으로부터 데이터 모으기	전투 통계 또는 인구 자료 연구 하기	문장의 언어 분석하기
자료분석	설정된 자료에서 기본적인 통계적인 계산을 하기 위하여 프로그램을 작성하는 것	팅기거나 주사위를 굴리는 현상을 세고 결과를 분석하기	실험으로부터 나온 데이터 분석하기	통계에서 나온 자료의 경향 확인하기	다양한 문장 유형의 패턴을 식별하기
자료표현	배열, 관련된 리스트, 스택, 큐, 그래프, 표 등과 같은 데이터 구조 사용하기	데이터를 표현하기 위해 막대그래프, 원 그래프 사용하기; 데이터를 처리하기 위해 세트, 리스트, 그래프 등 사용하기	실험으로부터 나온 데이터 요약하기	경향을 재표현하고 요약하기	다양한 문장 유형의 패턴 나타내기
문제분해	목적과 방법을 정의하는 것; 주(main)와 기능을 정의하는 것	표현의 운용 순서를 적용하기	증을 분류하기		개요 쓰기

추상화	수행기능을 가진 반복되는 명령을 요약하기 위하여 절차를 사용하는 것	대수학에 변수를 사용하고, 단어 문제에서 필수적인 사실을 확인하며, 프로그래밍 기능과 비교하여 대수학의 기능을 연구하기; 단어 문제를 해결하기 위해 반복을 사용하기	물리적 실체의 모델 만들기	요소 요약하기; 사실에서 결론 추론하기	은유와 비유 사용하여 맥락을 가진 이야기 쓰기
알고리즘과 절차화	최고의 알고리즘을 연구하는 것	분할 작업 수행; 덧셈과 뺄셈 병행하기	실험 절차 수행		지침 쓰기
자동화		도구 사용하기 예를들어 지오미터 스케치패드, 스타 레고; 파이썬 코드 조각	프로브웨어 (컴퓨터 활용 과학 탐구 도구) 사용하기	엑셀 사용하기	철자 확인이 용하기
병렬화	나사깎기, 파이프라이닝,	선형 체계를 풀기; 행렬 짓기	다른 매개 변수를 사용하여 동시에 실험하기		
시뮬레이션	알고리즘 애니메이션, 한도 쓰기	데카르트 평면의 함수를 그래프로 표시하고 변수 값 수정하기	태양계의 움직임을 시뮬레이션하기	제국의 시대 실행하기	스토리에서 다시 삼입하기

Advanced Placement Computer Science Principles Draft Curriculum Framework(2017)에서는 컴퓨팅 사고의 7가지 개념과 6가지 실천요소를 소개하였다. 7개의 개념요소는 창의성(Creativity), 추상화(Abstraction), 자료와 정보(Data and Information), 알고리즘(Algorithms), 프로그래밍(Programming), 인터넷(Internet), 세계적인 영향(Global Impact)이며, 6가지 실천요소는 인간사고와 컴퓨팅의 연결[P1], 컴퓨팅 산출물 개발[P2], 추상화[P3], 산출물 분석[P4], 의사소통[P5], 협력[P6]이다. 컴퓨팅 사고의 실천은 제시된 문제를 구체화하고 분석하여 산출물을 만드는 과정에서 이루어지며, 6가지 실천요소는 7가지 개념요소를 바탕으로 이루어진다고 보았다. 컴퓨팅 사고의 실천을 위해 먼저 7가지의 개념요소를 제시하고 세부적으로 각각의 개념과 관련된 학습목표를 제시하였다.

2. 컴퓨팅 사고의 국내외 연구 동향

컴퓨팅 사고에 대한 국내외 연구

컴퓨팅 사고를 교육현장에 적용하고자 하는 노력은 미국을 중심으로 영국을 비롯한 각국에서 이루어지고 있다. 미국의 경우에는 컴퓨팅사고 교육을 위해 컴퓨터과학을 전공하는 대학학과에서부터 바뀌고 있다. 기존에는 단순히 프로그래밍을 학습하였다면 최근에는 컴퓨팅 사고를 위한 근본적인 원리와 개념을 포함할 수 있도록 하고 있다. 또한 대학과정을 넘어 초중등교육과정인 K-12교육과정에 컴퓨팅 사고를 접목시키기 위한 프로젝트와 연구를 실시하고 있다. 특히 미국국가과학재단(NSF)에서는 2010년도에 K-12 학생과 교사, 대학교1,2학년 학생들의 컴퓨팅 사고 능력의 향상을 위해 ‘21세기를 위한 컴퓨팅교육(CE21)’ 프로젝트를 진행하였다. 이 프로젝트는 컴퓨터 과학에 대한 새로운 AP 강의를 개설하고 중등학교의 교육과정 개편을 준비하고 있다. 또한 컴퓨터 과학분야의 교사 양성을 지원하고 있다(Wing, 2011).

세계각국에서 컴퓨팅 사고를 교육과정에 적극적으로 도입하려는 노력이 있다. 특히 미국에서는 2013년 교육과정 개편에서 차세대 과학 표준(Next Generation Science Standard, NGSS)이라는 새로운 교육과정을 발표하였다. NGSS는 과학자들이 과학적 궁금증과 문제를 해결하는 과정에서 사용하는 과학적 실천과 기술공학자들이 시스템을

설계하고 만들기 위해 사용하는 공학적 실천을 기반으로 8가지 과학과 공학의 실천을 제시하였다. 실천의 세부요소는 자료수집, 자료분석, 자료표현, 추상화, 모델링, 자동화 등이 있으며 이 중 수학과 컴퓨팅사고 활용하기가 있다. 수학과 컴퓨팅 과학과 공학에서 사용하는 기본적인 도구로서 문제를 해결하는 전 과정에 걸쳐 사용된다. 특히 변인과 변인사이의 관계를 분석, 표현, 적용하는데 사용되며 이를 통해 규칙성과 타당성을 검증한다. 이러한 방법을 교육에 적용하여 학생들이 컴퓨팅 기기를 활용하여 문제해결을 위한 분석, 계산, 관찰, 측정, 자료처리 등의 과정을 통해 컴퓨팅 사고가 향상될 것으로 기대한다. 또한 더 나아가 위 과정을 알고리즘, 절차화 하고, 시뮬레이션을 통해 자동화 할 수 있도록 하여 모든 학생들이 컴퓨팅 능력을 향상시켜야 한다고 보았다(NGSS, 2013). 특히 NGSS에서는 K-12단계를 세분화하여 각 단계별로 달성해야 할 세부사항을 제시하였다(표 5).

영국에서는 2013년 교육과정 개편에서 새로운 학교교육과정(New National Curriculum)을 발표하면서 컴퓨팅을 국가 교육과정으로 지정하고 필수과목으로 이수하도록 하였으며 유치원부터 대학까지 교육의 모든 단계에서 학습할 수 있도록 하였다. 이는 기존의 교육과정에서 디지털 소양으로서 코딩기술이나 소프트웨어의 사용법 등을 익히는데 중점을 두었다면, 단순 소양을 뛰어넘어 프로그래밍, 알고리즘, IT등 컴퓨터 과학의 영역을 다양한 교과와 연계하여 학습 할 수 있도록 하고 있다(황요한, 문공주, 박윤배, 2016; 한국과학창의재단, 2014)). 즉 컴퓨팅 사고가 프로그래밍을 통한 결과물의 산출보다는 문제해결을 위한 사고의 과정으로 인식하고 학습자들이 문제를 해결하기 위한 전략으로서 컴퓨팅 사고를 이용할 수 있도록 한다(최속영, 2016)

표 5. 과학과 공학의 실천 중 수학 및 컴퓨팅 사고 (NGSS, 2013)

K-2학년	3-5학년	6-8학년	9-12학년
정량적 자료와 정성적 자료 중 어느 것을 언제 사용할지 결정	제안된 사물 또는 도구가 성공 준거에 맞는지 확인하기 위하여 정량적 자료와 정성적 자료 중 어느 것이 적합한지 결정		
· 숫자로 세는 법을 사용하여 자연계 및 인공 세계에서 나타나는 규칙성 확인 및 기술	· 간단한 자료를 정리하여 관계의 규칙성 표현	· 디지털 도구를 사용하여 매우 많은 자료에서 규칙성과 경향 분석	· 현상, 설계된 도구, 과정 또는 시스템에 대하여 전산적 모델이나 시뮬레이션 제작 및 수정
· 여러 가지 물체의 정량적 특성을 기술, 측정하고 비교하여 간단한 그래프 자료로 표현	· 물리량을 기술, 측정, 추정하고 그래프로 표현하여 과학, 공학적 질문 및 문제 다룸	· 수학적 표상을 사용하여 과학적 결론이나 공학적 해결책을 기술하고 뒷받침	· 현상이나 설계안에 대한 수학적, 전산적, 알고리즘적 표상을 사용하여 주장, 설명을 기술하거나 뒷받침
· 정량적 자료를 사용하여 문제에 대한 두 가지 대안적 해결책을 비교	· 간단한 알고리즘에 따르는 그래프, 차트를 만들어 공학 문제의 대안적 해결책 비교	· 알고리즘을 만들어 문제 해결 · 과학적 질문과 공학적 문제에 수학 개념 및 과정 적용 · 디지털 도구 및 수학적 개념, 논증을 사용하여 공학적 설계 문제에 대한 제안된 해결책 검증 및 비교	· 대수, 함수 기법을 사용하여 수학, 공학적 문제를 표현하고 해결 · 간단한 제한적 사례를 사용하여 수학적 표현, 컴퓨터 프로그램, 알고리즘 또는 시뮬레이션을 검증하고 그 결과를 실제 발생하는 것과 비교함으로써 모델 확인 · 유도된 단위, 복합 단위를 활용하여 복잡한 측정 문제 상황에서 단위 변환을 적용

국내에서는 2007 개정 교육과정의 정보교과에 처음 컴퓨팅 사고가 도입되었다. 이후 2009, 2015 개정 교육과정에서도 정보교과에서 컴퓨팅 사고의 증진을 교육목표로 제시하고 있다. 최속영(2011)에 따르면 우리나라 교육과정에서 컴퓨팅 사고의 개념을 단순히 프로그래밍이나 소프트웨어 등으로 잘못 인식하고 있는 경우가 많으며, 기본개념 자체를 생소하고 낯설게 느끼는 경우가 많다고 한다. 따라서 컴퓨팅 사고의 기본개념을 분석하고 이해하기 위한 체계적인 교육 연구가 이루어져야 한다고 보았다. 주로 기술교육의 입장에서 컴퓨팅사고의 증진을 위한 연구가 진행되었다. 컴퓨팅 사고를 기반으로 실생활 문제해결의 교육 콘텐츠를 개발하여 적용함으로써 교육주제에 관한 흥미와 창의성에 관한 연구를 통해 컴퓨팅 사고를 기반으로 하는 교육프로그램이 학습자의 흥미와 적극성, 창의적 사고, 비판적 사고, 논리적 사고, 의사소통 능력 등에 효과적임을 확인하였다(권정인, 2013; 김병조, 2015). 이 외에도 컴퓨팅 사고의 세부요소 달성기준의 확인을 위한 기초, 발달, 능숙 3단계의 평가 루브릭을 개발(최형신, 2014)하거나 일반적인 문제해결의 과정과 컴퓨팅 사고의 요소별 연결을 통한 컴퓨팅 사고 증진의 수업 프레임 개발(최속영, 2016) 등 컴퓨팅 사고의 증진을 위한 교육프로그램개발, 효과성 분석, 평가도구 개발 등 다양한 연구가 진행되고 있다.

3. 컴퓨팅 사고와 과학교육의 연계

과학교육에서도 컴퓨팅 사고를 접목하기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 황요한 외(2016)의 연구에서는 소프트웨어를 활용한 과학탐구학습이 학생들의 컴퓨팅 사고에 대한 긍정적인 효과를 주는 것으로 확인하였다. 또한 이은경(2012)은 컴퓨팅 사고가 적용된 STEAM수업을 통해 교과 간 융합을 유도할 수 있으며, 적절한 틀로서 작용할 수 있을 것이라 보았다. 이후 컴퓨팅 사고를 기반으로 한 STEAM교육인 CT-STEAM이 개발되었으며, 여러 연구에서 적용되었다. 박영신과 황진경(2017)의 연구에서는 미국의 컴퓨터 과학교육과정(The college Board, 2013)에서 제시한 컴퓨팅 사고의 6가지 실천과 ISTE와 CSTA가 정의한 구성요소를 교실상황에 적용하여 차세대교육과정과 연계한 과학교육의 입장에서 STEAM 교육의 기반에서 컴퓨팅 사고의 실천적 내용을 평가할 수 있는 평가도구(CT_STEAM_AT)를 개발하였다(표 6). 해당 연구에서는 개발한 평가도구를 STEAM교육프로그램에 적용하여 타당성을 확인하였다.

표 6. 컴퓨팅 사고 분석도구 CT_STEAM_AT(박영신과 황진경, 2017 수정)

	CT의 실천요소	CT의 구성요소
1	현실문제와 컴퓨팅 연결하기(Connecting Computing, CC)	CC-1) 컴퓨터를 이용하여 문제와 관련된 <u>정보를 탐색하고 선정하기</u> CC-2) 컴퓨터로 해결 가능한 문제인가를 파악하기 CC-3) 현실문제와 관련된 지식 및 통찰력을 위해 컴퓨터를 이용하여 <u>정보처리하기</u> CC-4) 풀어야 할 문제를 해결 가능성 있는 적합한 <u>알고리즘 과정으로 연계</u> 하여 해결하기
2	컴퓨팅 산출물을 개발하기 위한 도구나 컴퓨터 사용하기 (Developing Computational Artifacts, DCA)	DCA-1) <u>산출물</u> 을 위한 컴퓨팅 도구와 기술/프로그램 <u>사용하기</u> DCA-2) 컴퓨터로 실행할 수 있는 <u>알고리즘/프로그램 개발하기</u> DCA-3) 문제해결에 <u>적합한 알고리즘/프로그램</u> 인지 분석하기 DCA-4) 효과적인 문제해결을 위해 <u>기존의 방법을 결합, 수정하여</u> 최적의 알고리즘/프로그램 사용하기
3	추상화(정보와 자료들이 어떻게 표상화 되는지 설명하기) (Abstracting, Abs)	Abs-1) <u>문제구체화</u> 를 위한 추상화 개발하기 Abs-2) 자료 <u>표상화</u> 를 위해 구체적으로 기술하기 Abs-3) 컴퓨팅 실천을 위해 추상화의 <u>여러(다양한) 단계 사용하기</u> . Abs-4) 알고리즘을 이용하여 <u>프로그램을 실행</u> 하는 과정에서 <u>추상화</u> 사용하기
4	컴퓨팅 실천과정 및 산출물 분석하고, 평가하기 (Analyzing problems and artifacts, APA)	APA-1) 프로그램을 만들기 전에 먼저 고려해야 할 <u>조건 분석하기</u> APA-2) 설계한 알고리즘이 개발된 프로그램에서 <u>제대로 적용되어 있는지</u> 직접 실행하면서 구체적으로 <u>평가하기</u> APA-3) 프로그램이 <u>고칠 부분이나 잘못된 부분</u> 이 있는지 <u>평가하기</u> APA-4) 프로그램에서 <u>수학적이고 논리적인 개념</u> 들이 적절하게 적용되었는지 <u>평가하기</u>
5	의사소통하고 협력하기 (Communicating & Collaborating, Co-Co)	Co-Co-1) <u>정보처리를</u> 위해 컴퓨터 프로그램을 사용하여 얻는 지식과 통찰력에 대해 <u>의사소통하기</u> Co-Co-2) 모동별로 <u>협력하여 알고리즘(일련의 과정)</u> 개발하기 Co-Co-3) 개발된 프로그램이 경제, 사회, 문화 등 <u>다른 분야로 혁신(적용)</u> 의 가능성에 대해 <u>의사소통하기</u> Co-Co-4) <u>프로그래밍을 사용</u> 하면서 문제를 풀기 위해 <u>협력하기</u>

CT_STEAM_AT의 경우는 문제를 해결하는 과정에서 학습자가 문제의 해결을 위해 어떤 방법을 거쳤는지에 대한 학습과정에서 컴퓨팅 사고를 확인하는데 초점이 맞춰져 있다. 박미소(2018)의 연구에서는 컴퓨팅 사고의 개념요소를 통해 컴퓨팅 사고 발달정도를 측정하기 위해 컴퓨팅 사고에 대한 세부요소와 조작적 정의가 제시되어있는 2014년의 한국과학창의재단의 보고서와 ISTE와 CSTA보고서, Valerie와 Chris의 연구를 바탕으로 과학교육의 관점에서 컴퓨팅 사고를 분석할 수 있는 분석틀의 세부요소와 조작적 정의를 구안하였다(표 7). 특이한 점은 기존의 ISTE와 CSTA보고서에서 제시한 요소 중 마지막의 ‘병렬화’를 ‘일반화’로 바꾸어 제시하였음을 알 수 있다. 과학교육에서는 단순히 반복적인 작업을 동시에 진행하는 병렬화보다 문제해결을 위한 산출물을 다양한 상황에 적용하여 문제해결의 타당도와 적합성을 높이는 일반화 과정이 필요하다고 보았다. 이처럼 컴퓨팅 사고가 과학교육에 적용되기 위한 기반적 연구는 진행되고 있음을 확인할 수 있다. 그러나 실질적으로 컴퓨팅 사고가 학교현장에 적용되기 위해서는 교사연수를 통한 교사의 전문성을 향상하고 실질적으로 수업에 적용해볼 수 있도록 하는 것이 필요하다.

표 7. 과학교육입장에서의 컴퓨팅 사고 세부요소와 조작적 정의(박미소, 2018 수정)

컴퓨팅 사고 세부 요소	조작적 정의
자료수집	문제를 해결하기 위한 과학적 개념을 습득하거나 문제 해결 과정에서 실험, 검색 등을 통하여 관련된 자료를 모으는 과정
자료분석	수집하거나 제시된 자료를 분석하여 이해하고 패턴을 찾아 결론을 도출하는 것
자료표현	개념을 습득하거나 문제를 해결하기 위하여 데이터를 그래프, 차트, 글, 그림 등 자료를 변환하거나 정리하는 것
문제분해	문제를 해결하기 위하여 문제를 해결가능한 수준이 되도록 작게 나누는 것
추상화	여러 가지 데이터 혹은 해결방안 중에서 필요한 것을 추출하거나 필요 없는 요소를 제거하는 과정을 통해 문제를 해결하기 위한 방안을 세우는 것
알고리즘과 절차화	해결 방안에서 패턴을 찾아 알고리즘 또는 절차를 만드는 것
자동화	문제를 제시하였을 때 해결하기 위하여 문제해결을 위한 장치 및 방안(산출물)을 만들어 내는 과정

C. 교사 연수를 통한 교사의 전문성 및 인식의 변화

교육에서 교사의 역할

학교교육에서 가장 중요한 요소는 학생과 교수학습내용, 그리고 교사이다. 교사는 교육의 주체로서 학생들에게 가장 큰 영향을 미친다고 해도 과언이 아닐 것이다. 또한 실질적인 수업의 진행자로서 국가교육정책 및 교육과정에 따라 책임있는 수업을 실시하여야 하는 의무를 가지고 있다. 시대가 변화함에 따라 교사의 위치와 역할도 달라지고 있다. 과거의 교사는 단순한 지식을 학생에게 전달하고 주입시키는 역할을 했다면, 지금은 학생들 스스로가 주어진 문제를 주도적으로 해결해나갈 수 있는 능력을 키우는 과정에서 방향을 안내하고, 보조적 도움을 주는 협력자로서의 역할로 변해가고 있다(최숙영, 2011). 기술정보 기반의 스마트 시대에 따라 학교 교육현장에서도 수업시간에 스마트폰이나 태블릿PC 등 ICT기기와 컴퓨팅 자원을 사용하는 등 단순한 지식을 암기하도록 하는 교육보다는 위와 같은 자원을 효과적으로 사용하여 교육의 효과와 효율성을 극대화할 필요가 있다. 이러한 스마트 학습 환경의 구축은 ICT중심의 학습활동, 물리적 교수학습환경 변화, 새로운 교육과정과 교수프로그램 운영 등이 이루어지고 있다. 그러나 학교의 물리적, 제도적 변화만으로는 미래사회가 요구하는 학생을 양성하는데 한계가 있다. 학생들의 변화를 위해서는 교수자인 교사가 먼저 변화하여 스마트 교육에 필요한 교수기법과 역량을 키울 필요가 있다(전미애 외, 2014).

교사의 역할은 여러 가지가 있지만 특히 학생들의 학습에 영향을 주는 것을 감안할 때에는 교사의 양성이나 그 역량의 지속적인 연수과정은 교사의 전문역량을 함양하는데 중요한 것임을 알 수 있다. 이러한 다양한 역할에 대해서 앞으로 변해가는 산업혁명 시대에 어떠한 교사의 역량이 더욱 강조되어야 하며 이를 교사들에게 요구해야 하는지는 시대적인 흐름에 따라 그러한 교사연수기회가 적절한 시기에 적절한 내용으로 구성되어 주어져야 할 것이다(Crawford, 2000; Park, 2010; Roehrig and Luft, 2006). 특히 교사의 체계적인 인식은 이들의 교수수업 실천에 영향을 주기에 새로운 교육정책에 따라 연수를 제공하여 교사의 인식변화 및 형성을 주는 기회를 제공하는 것은 중요한 것이라고 하겠다. 교사의 인식은 어떻게 형성 및 변화되는지 이의 의미가 무엇인지 다음에서 알고자 한다(강순민 외, 2008; 양일호 외, 2006).

교사의 인식과 실천

지영래 외(2017)의 연구에 따르면 교사들이 미래지향형 교육을 위한 수업혁신을 필요로 하지만 어려움을 토로한다. 나지연과 장병기(2016)는 스마트 기기를 활용한 수업과 교사면담을 통해 과학교사들이 수업의 실천에서 겪는 어려움을 확인하였다. 과학교사들은 수업에 스마트 기기를 활용하기 위한 교사 본인들의 지식 부족과 학교환경의 부적합성을 이야기 하며 컴퓨팅 기기의 효과적 사용을 위한 교사교육과 교육환경의 개선을 요구하였다. 이러한 요구에 따라서 주어지는 연수에 대해서는 교사들의 인식을 새롭게 재정비하는데 효과적임을 알려주고 있다. 강순민 외(2008)에 의하면 과학교사나 예비교사 모두 첨단과학실험장비의 사용에 대해서는 필요성을 느끼고 있으며 이의 활용에 대해서 배우려는 의욕이 있었으나 이를 이용한 연수의 다양성이 부재는 이들의 전문성 함양에 부정적으로 작용함을 보여주었다. 이에 참여의사를 알아본 결과 많은 상당수의 교사들이 첨단과학의 사용에 대한 연수를 참여하고자 하는 것은 의욕이 있어야 인식의 변화를 주는 동기부여가 됨을 알 수 있음을 보여주고 있다.

하지만 박영신(2010)에 의하면 이러한 교사의 인식의 형성 및 변화를 위해서는 초임교사의 경우에는 지속적인 멘토링을 하지 않으면 원래대로 인식이 퇴행하여 새로운 교수법이나 전략에 대해서 수업중에 적용하지 않음을 진술하고 있다. 즉 교사의 수업 개선을 위해서 과학교육전문가는 멘토로서 교사와 지속적인 상호작용을 통해서 인식형성에 영향을 주어야 하며 이는 수업과정안이나 교사의 수업을 토대로 하여 과연 새롭게 형성이 되는 인식이 수업중에 나타나는지를 확인해야 한다고 하였다. 즉 상황학습(박영신, 2015)의 맥락에서 초임교사는 인식형성이 일어나며 이는 곧 실무적인 부분과 연계가 가능하다고 보고하였다. 즉 연수를 통해서나 다양한 기회로 접하게 되는 교육 정책에 대해서는 교사들이 의도를 가지고 연수에 참가하게 되면 충분히 인식 형성이 생기며 이는 곧 교수실천과도 연계가 됨을 보여주는 것이다. 단 이때 지속적인 전문가의 멘토가 있어야 이는 가능함을 보여준다.

교사연수를 통한 전문성 향상

교사연수는 교사의 직무와 관련된 기술이나 기능, 지식을 확대하거나 개선하기 위한 활동으로 교사의 연수요구를 파악하여 주제와 내용을 선정하게 된다. 교사를 교육하기 위하여 설계된 활동으로 구체적인 학습목표와 활동순서를 내포하고 있으며, 임용권자가 비용을 부담하여 시행하는 프로그램이나 활동을 말한다(Orlich, 1989). 또한 김기태(1995)는 교직에 종사하는 현직교사의 전문성 신장을 위해 실시하는 교육으로, 교사

들이 교사로서의 책임을 다하기 위해 꼭 필요한 능력이나 기술, 태도를 함양할 수 있도록 하는 것을 교사연수라 하였다.

더불어 교사연수의 맥락은 단순한 강의식이 아닌 교사와의 진정한 의미있는 상호작용을 바탕으로 해야 수업의 개선이 가능함을 보여주고 있다 (정진수 외, 2014; 박종원 외, 2017). 이 연구에서는 8명의 교사가 본인들이 개선할 내용을 전문가와 지속적으로 상호작용을 하여 개선에 대한 방법을 찾고 해결책은 타협하여 의논하고 이를 다른 수업에 지속적으로 개선사항을 포함함으로써 수업의 전문성이 향상되고 있음을 보여주고 있다. 이 때 중요한 것은 교사는 단순한 대상이 아닌 참여자로 본인의 수업개선에 대한 의지가 중요한 요소로 파악되고 있으며 이러한 개선사항에 대해서 같이 탐구하고 해결책을 찾는 멘토로서의 전문가 역할은 교사전문성 함양에 결정적인 요소임을 보여주고 있다. 이는 PAR (Participatory Action Research)의 이론으로 교사와 전문가와 지속적인 영향을 주고 받으면서 전문성을 함양하는 것이라 할 수 있다.

컴퓨팅 사고가 과학교육에 효과적으로 적용되도록 하기 위해서 학교현장의 교사를 대상으로 상황학습과 PAR에 근거한 지속적인 교사연수를 실시한다. 이를 통해 컴퓨팅 사고에 대한 인식을 새롭게 형성하고 수업을 계획하여 실제 수업에 적용해보도록 한다. 컴퓨팅 사고가 반영된 수업프로그램을 개발하는 연수과정에서 나타나는 교사의 컴퓨팅 사고 관련 인식과 이러한 인식이 어떤 특징을 갖는지를 파악하고자 한다. 이에 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

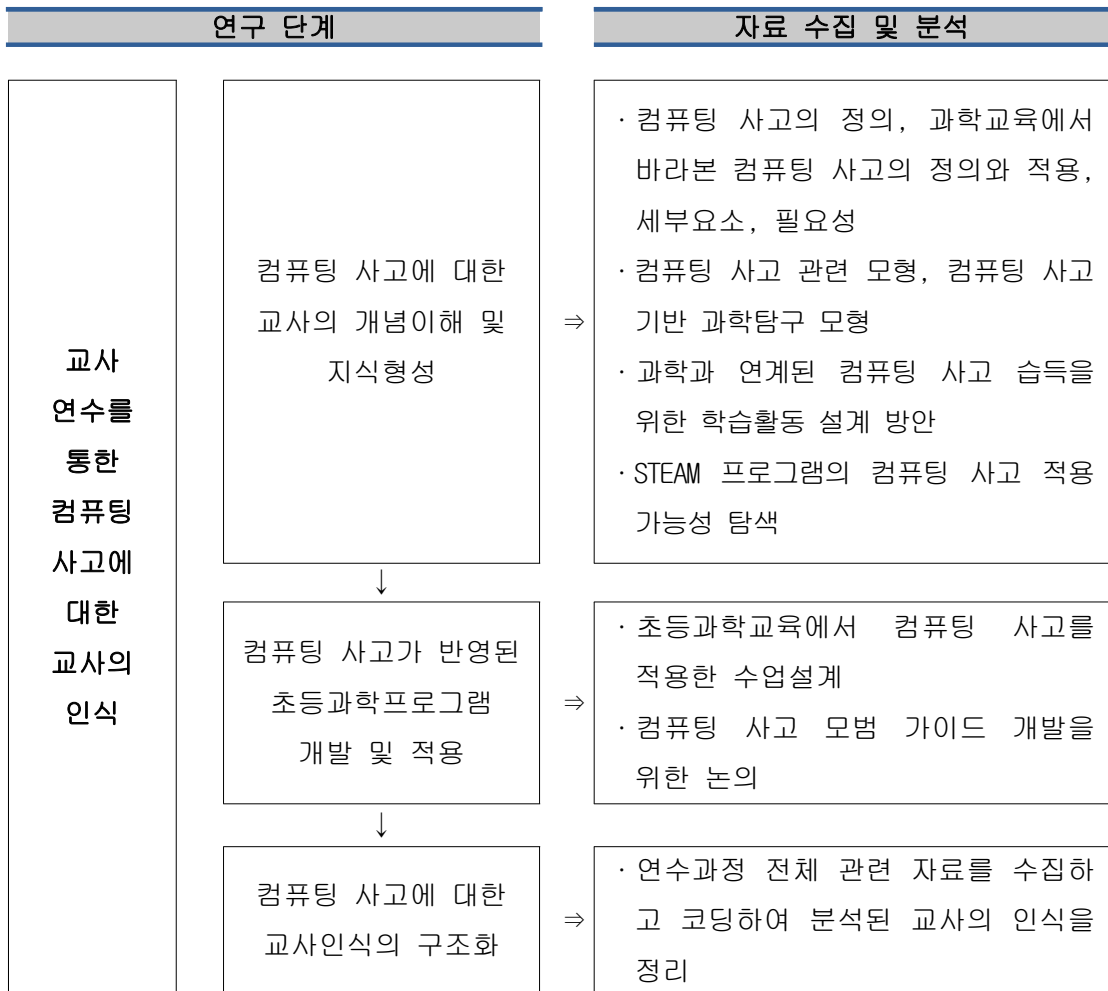
<연구 문제>

컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학교육 프로그램 개발 연수 과정 중에 나타나는 컴퓨팅 사고에 대한 교사의 인식은 무엇이고 그 특징은 무엇인가?

III. 연구방법

본 연구는 초등과학교사를 대상으로 컴퓨팅 사고를 주제로 교사 전문성 강화 연수를 실시하였다. 연구과정을 통해 교사들의 컴퓨팅 사고에 대한 이해와 지식의 형성 및 인식의 변화를 탐색하였다. 또한 교사 개개인이 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학프로그램을 개발하고 실제 학교수업에 적용하는 과정을 통해 교사 본인의 수업전략 및 인식이 어떻게 변화하는지를 확인함으로써 컴퓨팅 사고의 현장 적용가능성과 타당성을 확인하였다.

표 8. 연구 방법 설계



A. 교사 전문성 강화 연수

본 장에서는 초등교사들의 전문성 강화 연수를 통해 초등과학교사가 가지는 컴퓨팅 사고에 대한 인식의 형성 및 구조화를 관찰하고 교사가 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학프로그램을 개발하고 교육현장에 적용하도록 하였다. 개발된 컴퓨팅 사고의 실천을 반영한 초등과학프로그램의 특징을 파악하고 이 과정에서 컴퓨팅 사고와 관련하여 교사가 중점적으로 인식하는 사항을 분석하였다.

연구 대상

본 교사연수에 참여한 교사는 현재 초등학교에 근무 중인 교사로 과학 교과를 지도하고 있다. 각 교사는 컴퓨팅 사고와 관련한 세미나에 참여한 경험이 있는 교사 2인으로 구성되었다. 연수에 참여한 교사 2인은 다음(표9)과 같은 특징은 갖는다.

표 9. 연구에 참여한 교사

대상	교육경력	관심분야	특이사항
김교사	20년	교육공학, 수업설계	컴퓨팅 사고 및 소프트웨어 교육 관련 책 집필 중
손교사	18년	STEAM, 지구과학	수석 교사

김교사는 20년 경력의 초등교사로 교육공학과 소프트웨어교육, 교육컨텐츠 개발에 관심을 두고 있다. 특히 기술과 컴퓨터 분야 수업 설계 컨설팅을 진행하는 등 컴퓨팅 사고에 관한 지식과 경험이 풍부하고 이와 관련한 주제의 책을 집필중이다.

손교사는 18년 경력의 초등 수석교사이며 융합인재교육과 지구과학분야에 큰 관심과 지식을 가지고 있다. 본 연구자는 참여관찰자로서 교사들과 함께 컴퓨팅 사고 관련 교사 전문성 강화 연수에 참여하여 교사들을 관찰하고 분석하여 교사의 인식변화를 분석한다.

연구 자료수집

컴퓨팅 사고가 반영된 연수를 통한 교사의 인식이 어떻게 나타나는지 확인하기 위하여 손교사와 김교사를 대상으로 그들의 인식을 확인할 수 있는 자료들을 수집하고 이를 전사와 코딩을 통해 공통된 인식을 파악하였다. 교사에 따라 수집된 자료원(표 10)으로는 총 9번간 진행한 교사회의(TM, Teachers' Meeting)가 있으며 그 과정에서 개별교사에 의해 작성된 수업계획안이나 교사연수집 등의 교수학습자료(TL, Teacher Lessonplan)를 연계하여 분석하였다. 또한 개발된 수업을 바탕으로 수업을 진행할 때 1차시의 수업을 연구자가 참관하고 녹화하여 수업을 관찰(TC, Teacher Class)하였다. 마지막으로 교사와 1대 1 대면인터뷰(TI, Teacher interview)를 진행하여 최종적인 교사의 인식을 확인하였다.

표 10. 연구참여교사별 자료수집원

분석자료 종류	손교사		김교사	
교사 및 전문가 회의(TM)	(공통) 총 9번의 회의(TM1 - TM9)			
교수학습자료 (TL)	손TL1	‘환경과 생태계’ 주제의 1차 수업계획안	김TL1	과학과 연계 CT 학습설계방안
	손TL2	‘지구와 달의 운동’ 주제의 CT수업계획안		
	손TL3	‘계절의 변화’ 주제의 CT수업계획안	김TL2	CT 신장을 위한 과학과 교수학습활동 설계
	손TL4	재구성 수업의 수업설계 초안	김TL3	최종 수업과정안
	손TL5	최종 수업 활동지		
	손TL6	최종 수업과정안	김TL4	교사연수집
	손TL7	교사연수집		
수업 관찰(TC)	1회 수업관찰 및 녹화(8차시)		1회 수업관찰 및 녹화(1차시)	

분석에 사용한 자료수집원 중 교사회의는 총 9번 진행되었으며, 회의의 내용은 크게 컴퓨팅 사고에 대한 개념과 특징, 이를 프로그램에 적용하기 위한 방법, 개발과정에서 주의할 점, 수업에 사용할 컴퓨팅 요소 등을 논의하였다. 세부적인 회의 내용은 아래의 표에 제시하였다(표 11). 교사회의에는 연구에 참여한 참여교사 두명과 과학교육전문가, 일반교사 그리고 보조연구원이 동참하였다.

표 11. 교사연구과정 회의 내용

	연수 내용
1차	과학교육의 관점에서 컴퓨팅 사고에 대한 정의, 과학교육에서의 컴퓨팅 사고 세부요소, 과학과 연계 컴퓨팅 사고 습득을 위한 학습활동 설계 방안, 컴퓨팅 사고를 통한 역량의 증진, CT와 ICT의 구별
2차	컴퓨팅 사고 관련 모형, 컴퓨팅 사고 기반 과학탐구 모형, STEAM 프로그램의 컴퓨팅 사고 적용 가능성
3차	컴퓨팅 사고 모범 가이드 개발을 위한 논의, 코딩 및 프로그래밍 실습
4차	초등과학교육에서 컴퓨팅 사고 적용, 과학교육에서의 컴퓨팅 사고 필요성, 과학교육에서의 컴퓨팅 사고 적용 시 유의점
5차	초등과학교육에서 CT를 적용한 수업의 설계를 위한 고려사항, CT를 적용한 초등과학프로그램의 목적, CT와 STEAM의 융합
6차	CT를 반영한 초등과학프로그램의 구성 및 절차, 문제상황 제시에 따른 연역적·귀납적 접근, 컴퓨팅 사고가 반영된 과학교육의 차별화된 특징
7차	개발한 컴퓨팅 사고 반영 초등과학프로그램에 대한 자체 피드백, 컴퓨팅 사고를 위한 발문의 유형
8차	과학탐구과 컴퓨팅 사고의 차이점, ICT의 효과성과 필요성, 컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM의 목적과 특징
9차	과학교육에서 자동화와 시뮬레이션, 컴퓨팅 사고의 지속적 안정적 정착의 방법

연구 방법

교사의 컴퓨팅 사고 관련 전문성의 향상을 위해 상황학습과 PAR에 근거한 연수를 실시하였다. 교사연수는 총 9차례, 회당 2-3시간씩 진행되었으며, 과학교육의 입장에서 컴퓨팅 사고를 이해하고 이를 바탕으로 교육현장에 적용을 위한 초등과학교육프로그램을 개발하는 것을 목적으로 진행하였다. 연수의 내용은 컴퓨팅 사고가 과학교육에 적용되기 위한 전반적인 내용을 논의 하였으며 이를 바탕으로 컴퓨팅 사고가 반영된 수업프로그램을 개발하고 이를 실제 학교 수업에 적용하도록 하였다. 또한 논의한 컴퓨팅 사고 관련 일반초등교사 대상의 교육을 실시하였으며 최종적으로 대면인터뷰를 진행하였다. 총 9개월간의 연수과정에 참여한 교사의 인식의 변화와 구조화를 종합적으로 판단하기 위하여 회의과정 전체를 전사 및 코딩을 통해 분석하였다. 또한 교사의 인식이 수업에 어떻게 나타났는지에 대한 근거자료로 연수과정 중에 교사가 작성한 수업계획서, 수업과정안, 교사연수집을 분석하고 개발한 프로그램을 실시하는 수업과정을 참관하고 전사하여 분석하였다. 마지막으로 실시한 교사와의 대면 인터뷰를 전사하여 분석하였다. 연수과정의 모든 자료는 녹화하였으며 이를 전사하여 코딩 작업 하였다. 이를 과학교육전문가와 교차분석하여 타당성을 구축하였다. 이를 통해 컴퓨팅 사고가 반영된 수업 프로그램 교사연수과정에서 나타난 교사의 인식과 그 특징을 알아보 고자 한다.

IV. 연구 결과

A. 전문연수 과정에서 나타난 컴퓨팅 사고에 대한 교사의 인식

다음은 컴퓨팅 사고 교사전문연수를 통하여 형성 및 변화되는 교사의 인식에 대해서 참여 두 교사의 인터뷰, 대화 및 수업관련 자료를 바탕으로 도출된 특징을 기술하고자 한다. 우선 도출된 특징을 기술하고 이를 뒷받침하는 증거를 각 교사의 인터뷰, 대화, 강의, 및 수업자료에서 나타난 것을 순서대로 제시하여 결과를 제시하고자 한다.

1. 과학교육의 목적인 과학적 소양의 정의 확장이 일어난다.

문제해결을 위한 역량 강화

컴퓨팅 사고가 적용된 과학수업의 목적은 실질적인 문제해결을 통한 문제해결능력자의 양성에 있다. 기술교육에 경험이 많은 김교사의 경우 연수 초기부터 컴퓨팅 사고가 적용된 수업의 목적을 일생활속 과학적 지식을 활성화하고 학생들이 스스로 학습한 지식을 바탕으로 새로운 지식을 탐구할 수 있으며, 이를 활용할 수 있는 정의적 기능을 높일 수 있는 사고 기능이라고 정의하고 이를 바탕으로 융합인재교육인 STEAM교육의 본질을 찾고 활성화 하는데 도움이 된다고 인식하고 있음을 확인할 수 있었다.

과학적 원리를 탐구하면서 문제를 정의하고 지식을 탐구하는 게 목적이 아니라 문제를 해결하기 위한 과학적 원리를 발견하는 수업을 통해서 적용을 하려다 보니까 컴퓨팅 사고가 필요한거고 자동화를 통해 마지막에 문제를 해결하려면 결국 교육과정에서 추구하는 융합교육의 형태로 가는거죠(김교사, 1차 교사회의).

컴퓨팅 사고가 실생활의 문제를 해결하기 위해서 산출물을 구현해내는 수업인데, 이걸 결국 프로젝트수업이나 PBL수업같은 여러 교과목간의 융합이 필수적이거든요. 마치 우리 STEAM수업 같은 거죠(김교사, 3차 교사회의).

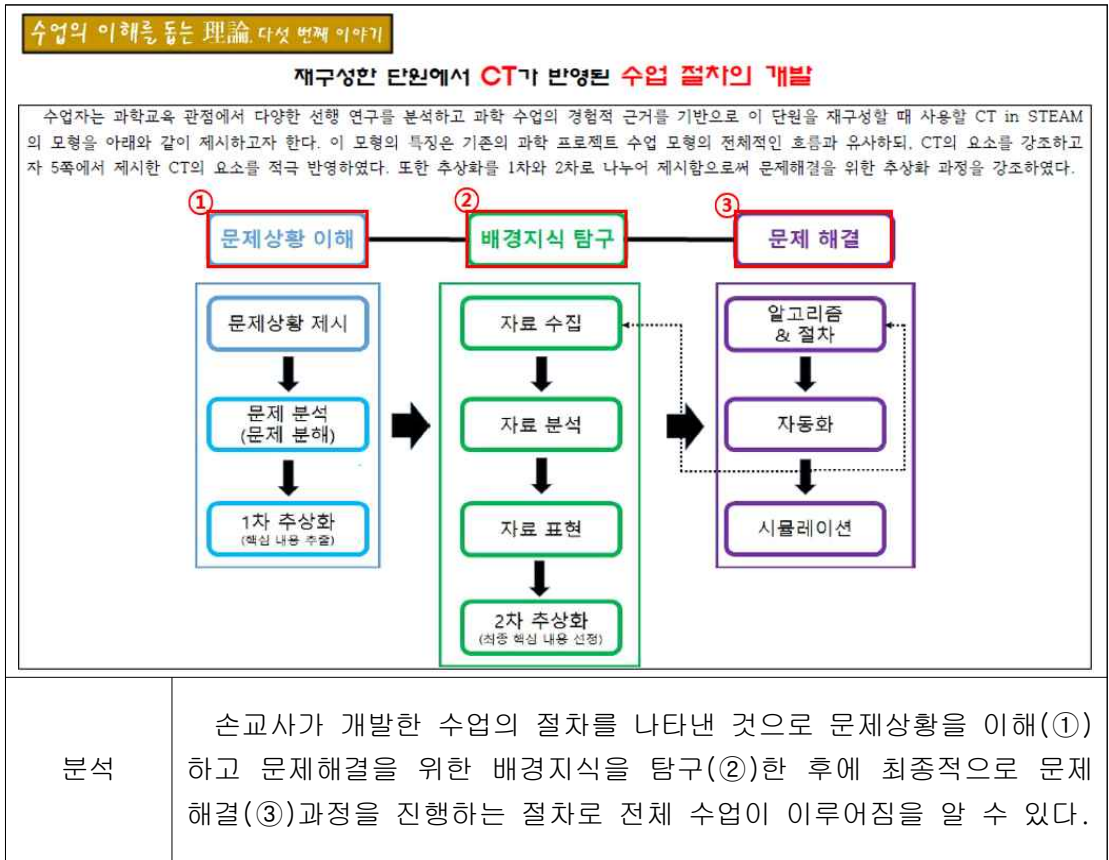
이를 통해 김교사는 컴퓨팅 사고가 미래사회가 요구하는 융합인재 양성에 도움이 된다고 인식하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 이러한 인식은 STEAM수업을 주로 실시하는 손교사에게도 나타났다.

저는 CT의 시작이 문제상황을 제시하는 것에서 시작한다고 생각했어요. 기존의 과학탐구에서 문제상황을 제시할 때 엔지니어링 쪽과 관련이 없이 제시하였다면 CT in STEAM에서는 한단계 더 나아가서 엔지니어링쪽을 강조한 문제상황을 제시하고 잘 정교화 한다면 과학교육에서 목적으로 하는 문제해결역량도 기르고 특히 기술공학과 연계된 문제해결역량이 증가할 수 있을것이다라고 보는거예요(손교사, 8차 교사회의).

손교사는 기존의 과학교육에서 문제해결을 수업의 목적으로 나타나기는 하였으나 실질적인 문제해결의 과정이 약하며 추상적으로 제시되었다면, 컴퓨팅 사고가 적용된 수업에서는 기술, 공학적 요소가 반영된 해결하고자 하는 구체적인 문제상황을 제시함으로써 기존의 STEAM에서 기술 공학적 요소가 융합되지 못했던 문제를 극복하고 실질적인 문제해결 역량을 기를 수 있다고 보았음을 알 수 있다. 이러한 김교사와 손교사의 인식은 그들이 개발한 수업 프로그램에서도 나타남을 확인할 수 있다.

먼저 손교사가 수업을 어떻게 계획하였으며 실제 수업의 차시에서는 어떻게 나타났는지를 확인한다(표 12).

표 12. 손교사의 교수학습과정안(손 TL6) 중 CT가 반영된 수업 절차의 개발



손교사가 개발한 수업의 수업 절차를 보면 가장 먼저 문제상황을 제시하고 이 문제를 분해하고 추상화 과정을 통해 문제상황을 이해하는 과정을 첫 부분에 나타냄으로서 강조하였음을 확인할 수 있다. 또한 수업의 끝부분은 문제를 해결하는 단계로 관련된 지식을 바탕으로 알고리즘 및 절차를 설계하고, 이를 자동화하여 시뮬레이션을 거치는 것을 통해 실질적으로 문제를 해결함을 확인할 수 있다. 다음은 손교사가 개발한 수업의 초반부 문제상황 이해과 관련된 차시이다.

표 13. 손교사 교수학습 과정안 1차시

		[재구성 단원명] 한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다						
학습내용 성취기준	차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT 구성 요소	준비물
계절에 따라 자연 환경이 변화됨을 안다.	1	20'	한옥의 처마는 어떤 기능을 하고 있을까?	한옥 처마의 기능을 생각해 봅시다.	▶관찰 및 피드백 교과서에 있는 그림에서 태양, 기온, 그림자의 길이를 찾을 수 있는지 확인 -교과서에 표시한 내용 중심 확인	- 과유형 사계절에 따른 자연 환경의 변화 찾기 -한옥의 모습을 보여주고 계절에 따른 처마의 역할 생각해 보기 - 문제상황 제시 ①	문제 상황 제시	사진 (계절에 따른 환경, 한옥)
손교사의 교수·학습 과정안 중 1차시		<p>■ 문제상황 제시</p> <p>평소 한옥에 관심이 많은 광주에 사는 친구 주노는 할아버지와 할머니께서 한옥을 짓겠다는 말씀에 들떠있었다.</p> <p>주노 : 할아버지와 할머니께서 드디어 한옥을 직접 지으실데 평소에 내가 한옥 집에 살고 싶다고 했는데 드디어 살 수 있게 되었어. 앗! 나는 한옥의 처마를 같이 만들 계획이야.</p> <p>여러분 : 와, 부럽다. 그런데 주노야, 한옥의 처마를 어떻게 만들고 싶은데?</p> <p>주노 : 여름에는 햇빛을 막아주고 겨울철은 햇빛이 들어와야 하니까 일단 길게 나오도록 만들면 되지 않을까?</p> <p>여러분 : 무조건 만들면 안 될 텐데...</p> <p>여러분은 주노에게 여름과 겨울철 태양 빛을 고려하여 가장 효율적인 처마 길이와 처마 고도를 알려주자고 실험을 통해 그 값을 찾아보고자 하였다. 그래서 주변에서 준비물(큰 상자, 백열전구, 조도센서, LCD모듈, 각도기, 실, 자 등)을 준비하였다. 하지만 막상 실험을 하려고 보니 막막했다.</p> <p><u>위의 문제를 해결하기 위해 여러분은 무슨 내용을 알아야 할까요? 그리고 가장 이상적인 처마 길이와 처마 고도를 알아내기 위해서 어떤 실험을 설계하면 좋을까요?</u> ②</p>						
분석		손교사가 재구성한 ‘한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다’ 1차시는 문제상황 제시 단계이다. 학생들에게 문제상황을 제시하고(①) 그 과정에서 해결해야 할 문제를 파악할 수 있도록(②) 한다.						

표 14. 손교사 교수학습 과정안 2차시

	학습내용 성취기준		차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT 구성 요소	준비물
	차시	시간								
손교사의 교수·학습 과정안 중 2차시	2	60'	무엇을 해결해야 할까요?	문제상황을 어떻게 해결하면 좋을지 이야기 해 봅시다.	▶연달 및 피드백 각 모둠별로 문제 분석 - 문제 분해 - 1차 추상화의 과정을 어떻게 진행하고 정리하는지 모둠별 중간논의를 하면서 질문을 통해 확인하고 피드백 한다. 특히 문제 분해에서 내용과 실험으로 난 어 길이 있는 생각이 되지 않는 모듬이 있을 경우, 교과서를 참고해 찾아보도록 하고, 문제상황에 제시된 준비물을 활용할 수 있도록 특 사고의 폭을 제한 또는 확장시킨다. 문제 분해는 이번 시간만 하는 것이 아니라 매 시간 지속적으로 수정/보충할 것임을 알려주고 모듬별 토의가 중요함을 안내한다.	문제상황 이해하기 ① 1. 주노가 말한 내용 중 무엇이 문제입니까? 2. 주노가 생각한 것이 문제가 되는 이유는 무엇이라고 생각합니까? 3. 여희분이 해결해야 할 내용은 정확하게 무엇입니까? 4. 여희 문제를 해결하기 위해 실험을 설계할 때 가장 어려운 점은 무엇일까요? 5. 여희 문제를 해결하기 위해 필요한 자료나 과학적 내용은 무엇이라고 생각합니까? (예, 참고)	② 과용형 문제상황 해결에 필요한 내용 정리하기 : 처마의 길이를 고려할 때 필요한 내용은? : 건물 안의 햇빛의 양을 객관적으로 측정하기 위한 장치는? : 여름철과 겨울철 태양의 남중 고도를 백열전구로 어떻게 정확하게 표현할 것인가?	③ 1차 추상화	문제 분석 문제 분해 1차 추상화	·모듬칠판, 보드마카, 지우개 ·학습지 ·중이집 모형
분석	2차시는 문제상황에 대한 이해(①)와 문제해결에 필요한 개념요소를 파악하는 문제분해(②), 그중에서도 핵심적인 요소를 선별하고 불필요한 요소를 제거하는 추상화(③)가 일어난다. 문제상황에 대한 효과적인 분석과 문제분해를 돕기 위해 활동지를 사용하였다.									

1차 추상화

주제 : 한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다

■ 문제상황 문제상황 제시

물소 한옥에 관심이 많은 영주에 사는 친구 주노는 활아버치와 활아니로서 한옥을 짓겠다는 말씀에 들었습니다.

주노 : 활아버치와 활아니로서 드디어 한옥을 짓길 지요실에 영주에 내가 한옥 짓게 살고 싶다고 했는데 드디어 살 수 있게 되었어. 영희! 나는 한옥의 처마를 같이 만들 계획이야.

영희 : 아, 부럽다. 그런데 주노야 한옥의 처마를 어떻게 만들고 싶은데?

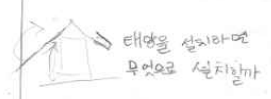
주노 : 영희는 한옥을 막아주고 겨울철은 햇빛이 들어와야 하니까 일단 길게 나오도록 만들면 되지 않겠어?

영희 : 무조건 길게만 만들 텐데...

여러분은 주노에게 여름과 겨울철 태양 빛을 고려하여 가장 효율적인 처마 길이와 처마 고도를 알려주고자 실형을 통해 그 값을 찾아보고자 하였다. 그래서 주변에서 준비물(큰 상자, 백열전구, 조도센서, LCD모듈, 각도기, 실, 자 등)을 준비하였다. 하지만 막상 실형을 하려고 보니 막막했다. 위의 문제를 해결하기 위해 여러분은 무슨 내용을 알아야 할까요? 그리고 가장 이상적인 처마 길이와 처마 고도를 알아내기 위해서 어떤 실험을 설계하면 좋을까요?

■ 문제상황을 분석해 볼까요? 문제분해

1. 주노가 말한 내용 중 무엇이 문제입니까?
여희의 질문에 어떻게 할지
2. 주노가 생각한 것이 문제가 되는 이유는 무엇이라고 생각합니까?
중요조건인 양에 결여가 문제라고 겨울철 햇빛이 재드 들어 오지 않음
3. 여러분이 해결해야 할 내용은 정확히 무엇입니까?
가장 적절한 길이와 처마를 찾는 것
4. 위의 문제를 해결하기 위해 실험을 설계할 때 가장 어려운 점은 무엇일까요?
태양이 떠있는 높이와 처마의 길이, 지붕의 각도를 고려하여 직각구성하는 것
5. 위의 문제를 해결하기 위해 필요한 자료나 과학적 내용은 무엇이라고 생각합니까(책 참고)
태양고도와 기온의 관계, 태양의 높고낮

	문제 정의	핵심 요소
<p>내용</p> <p>우리의 지역의 한옥 방문객들은 여희에게 가운뎃길 추상화를 보일거야 내 계획은 남의 길이 계절별 높기 태양고도와 기온의 상관관계</p>	<p>(1) 처마의 길이와 처마 고도를 어떻게 결정할 수 있는가</p> <p>(2) 처마의 길이와 처마 고도를 어떻게 결정할 수 있는가</p>	<p>(1) 처마의 길이와 처마 고도를 어떻게 결정할 수 있는가</p> <p>(2) 처마의 길이와 처마 고도를 어떻게 결정할 수 있는가</p>
<p>실험</p> <p>태양을 설치하면 무엇으로 설치할까</p> 	<p>(1) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가</p> <p>(2) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가</p>	<p>(1) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가</p> <p>(2) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가</p>

■ 문제해결을 위한 모형을 만들기 위한 문제상황 제시하기

(1) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가 (2) 태양이 떠있는 높이를 어떻게 측정할 수 있는가

태양고도와 기온의 관계, 태양의 높고낮

그림 1. 손교사 2차시 수업 활동지(문제상황 제시, 문제분해, 1차 추상화)

손교사는 수업의 첫차시에서 학생들이 본 수업을 통해 최종적으로 해결해야 할 문제 상황을 구상하여 제시함으로써 학생들이 문제에 대한 관심을 가지고 수업에 임하도록 하였음을 알 수 있다(표 13). 또한 이를 수업의 2차시에서 학습지(그림 1)를 통해 문제 상황을 다시 제시하였으며 문제를 세부적으로 파악하는 문제분해와 문제해결을 위해 필요한 핵심요소를 파악하는 1차 추상화 과정이 나타났음을 2차시 교수학습과정안(표 14)을 통해 확인할 수 있다.

또한 이후의 8차시 수업에서 기술과 공학적 요소를 바탕으로 해결해야 할 문제의 요소를 설계한 실험과 모형을 통해 파악한 후 실질적 문제를 해결하는 과정을 가졌음을 확인할 수 있다. 해당 차시의 수업과정안(표 15)을 통해 구체적으로 해당 수업이 어떻게 진행되었는지를 확인할 수 있다. 그림 2는 해당 수업의 촬영사진으로 손교사는 학생들이 기술적 요소를 사용하여 실제 탐구를 스스로 진행할 수 있도록 하였으며, 과정 중심평가에 기반하여 학생들의 설명을 듣고 질문하고 있다. 또한 그림 3은 학생들이 모둠별로 연구한 결과를 바탕으로 결론을 도출하고 있는 모습이다.

표 15. 손교사 교수학습 과정안 8차시

	학습내용 성취기준		차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT 구성 요소	준비물
	태 양 의 고 도 와 그 림 자 길 이, 기 온 의 관 계 를 이 해 한 다.	계 절 에 따 른 태 양 의 남 중 고 도 와 낮 과 밤 의 길 이, 기 온 변 화 를 이 해 한 다.								
손교사의 교수·학습 과정안 중 8차시	태 양 의 고 도 와 그 림 자 길 이, 기 온 의 관 계 를 이 해 한 다.	계 절 에 따 른 태 양 의 남 중 고 도 와 낮 과 밤 의 길 이, 기 온 변 화 를 이 해 한 다.	8	50'	계절의 변화를 고려하여 만든 한옥 처마를 설명해 볼까요?	계절의 변화와 관련된 과학 내용을 활용하여 한옥의 처마를 설명해 봅시다. 태양 남중 고도의 뜻 과 측정 방법을 실제 적용할 수 있는지를 살펴본다. 6~7차시에 서 마구했던 학생 위 주로 확인한다. 계절의 변화를 고려 한 처마 길이를 여러 측정값을 활용해서 제안할 수 있도록 피 드백 해 준다. 한옥 처마 길이를 제 안하기까지의 전 학적 인 과정 을 과학 개념 을 활용해 설명하도 록 하되, 미흡한 경 우는 사리문을 주 고 연습을 시킨다.	▶동료평가 ▶시연 및 피드백 최종 산출물을 시연 할 때 아래의 사항을 염두 해 두고 피드백 을 한다.	-한옥 처마 제작 최종 점검하기 : 조도센서와 LCD 및 컴퓨터의 값이 백열전 구의 고도에 따라 달라지는지 확인 : 점검표에 의한 최종 확인 : 발표하기 위한 최종 마무리 -계절의 변화를 고려한 한옥 처마 설명하기 : 과중평 한옥 처마 길이 제작에 활용되었던 과학 관련 내용 설명하기(조도센서 측정 값 활용하기) : 과중평 동료평가하기 -한옥 처마의 길이 제안하기 : 모둠별 처마 길이/처마 고도 값을 자석칠 판에 적어 붙이고 평균값 구하기 : 한옥 처마의 길이를 다른 방법으로 표현해 보기(기둥과 비교하거나 각도로 나타내기) ② -사고확장하기 : 위도별 처마 길이는 어떻게 변화되는 것이 좋을지 생각해 보기	① 시뮬레이션	·박스, 칼, 가위, 자, 셀로판테이프, 풀, 백열전구, 온도계(적외선), 각도기, 실, 네임펜 등 ·아두이노보드, 조도센서, LCD모듈, 프로그램 다운로드용 USB 케이블, 모듈연결용 케이블(3pin, 4pin), 스크래치, 노트북 ·평가지
분석	8차시는 시뮬레이션 단계가 적용된 차시로서 학생들이 자신이 설계한 알고리즘과 자동화 결과를 재실험하고 동료 학생들에게 상호 간 설명하는 활동을 갖는다. 이후 다양한 위도에 설계한 알고리즘을 적용하는 일반화(②)을 실시함으로 복합적인 이해를 유도한다.									



그림 2. 손교사의 수업 중 탐구를 통한 문제해결과정

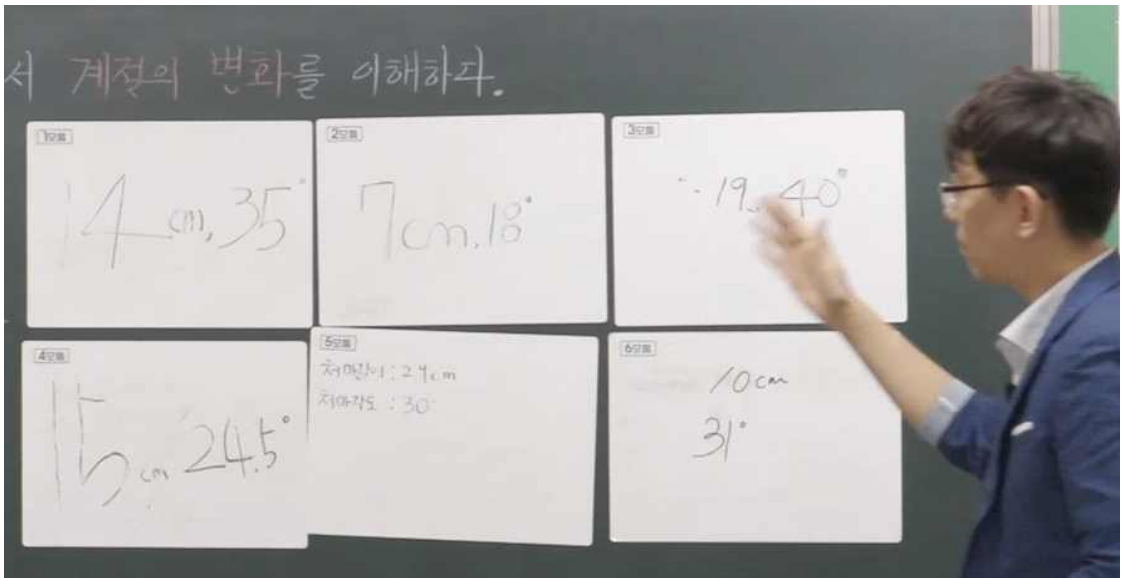


그림 3. 손교사의 수업 중 탐구를 통한 문제 결과 분석과정

이러한 수업의 진행을 통해 기존의 과학탐구에서 제한적으로 나타났던 문제해결과정 이 본 프로그램에서는 주된 활동으로 이루어짐을 알 수 있었다. 이는 컴퓨팅 사고가 반영된 수업은 학생들의 실질적인 문제해결역량을 증진시킨다는 것을 확인할 수 있다.

자료 분석 및 상관관계파악 역량 강화

과학교육의 기본 목표는 기본적인 과학개념에 대한 이해와 탐구 등을 통해 수집된 자료들을 분류, 분석하고 분석된 자료들 사이의 상관관계를 파악하고 이를 통해 결론을 내리는 것이 중요한 과정이다. 컴퓨팅 사고가 적용된 수업 역시 이러한 과정이 나타나며 데이터 분석 및 자료간의 관계파악 역량이 강화될 수 있음을 교사들이 인식하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

단순히 컴퓨터를 사용하는 것이 컴퓨팅 사고가 아니고 과학탐구의 아주 기초적이고 가장 중요한 자료와 자료 간의 상관관계를 분석하고 패턴을 찾아 일반화시킬 수 있도록 하는 것이 컴퓨팅 사고의 적용이라 할 수 있어요. 변수들 사이의 상관관계를 학생들이 알아내고 실질적인 상황에 적용하는 것은 문제해결을 할 수 있는 학생들의 머리를 키워주는 거죠(김교사, 8차 교사회의).

이러한 김교사의 인식은 마지막 인터뷰에서도 나타난다. 그는 과거와 달리 디지털로 해결해야 할 문제들이 증가함에 따라 이에 적절히 대응되는 사고가 필요하며, 이러한 사고과정 많아지고 있고, 이를 위해서는 그에 맞는 사고과정인 컴퓨팅 사고가 필요하다고 보았으며, 학생들이 이러한 사고방식에 지속적으로 노출이 되어 자연스럽게 체득할 필요가 있음을 강조하였다.

옛날에는 문제 상황 자체가 아날로그적인 해결방식이 많았다면 지금은 디지털로 해결해야 할 문제가 많아지고 있잖아요. 그렇다면 디지털로 해결하기 위한 사고방식이 필요한 것이죠. 그래서 컴퓨팅 사고가 필요하고 그 컴퓨팅 사고의 절차에 따라서 문제를 해결할 때 아이들이 가장 효과적으로 문제를 해결할 수 있더라구요. [중략] 결국에는 컴퓨팅 사고력은 문제해결 역량을 기르기 위한 또 하나의 역량이자 수단이죠(김교사, 인터뷰).

지속적으로 컴퓨터교육이나 코딩교육을 해왔던 김교사의 경우 명시적으로 컴퓨팅 사고를 수업에 접목시키기 이전의 교육과 컴퓨팅 사고를 구체적 수단으로 사용하여 수업을 설계한 경우 차이가 있었다고 말하였다.

*기존에는 암묵적으로 기능 중심으로만 미니레슨을 던져주면서 수업을 했다
 면 이번에는 단계를 통해서 학생들이 스스로 생각을 좀 더 하게 만들었다
 는 부분이 좀 다른 것 같고 [중략] 이전에는 교사가 학생들의 사고과정을
 리드했다면 이번에는 애들이 한번 고민하게 만들어보는 그런 시간이 되었
 습니다(김교사, 인터뷰).*

컴퓨팅 사고가 기반이 된 수업이 학생들의 데이터 분석 및 관계파악 역량이 강되된
 다는 인식은 손교사의 인터뷰에서도 확인할 수 있다.

*STEAM의 본질을 찾기 위해서는 창의적 설계가 가능해야 하며, 이 창의적
 설계는 데이터를 수집하고 분석하는 과정을 통해 결론에 도달해야 합니
 다. [중략] 학생들이 직접 측정된 데이터를 바탕으로 문제상황에서 제시
 한 문제의 해답을 도출해 내는 과정을 통해 학생들은 자신의 결과물에 만
 족할 수 있습니다(손교사, 인터뷰).*

다음의 그림 4는 손교사의 6-7차시 수업에서 수행된 활동지를 학생들이 답한 것이
 다. 본 활동지를 보면 문제를 해결하기 위해 조도센서를 활용한 실험을 반복적으로 수
 행하여 데이터를 얻었으며 학생들은 이를 기록하고 수집된 데이터를 바탕으로 문제상
 황에서 제시하는 답을 제시하였음을 확인할 수 있다. 또한 수행한 방법이 아닌 다른
 방법으로 문제를 해결 할 수 있는지를 생각할 수 있도록 하였음을 확인할 수 있다.

처마 길이에 따른 조도센서 측정 결과

(4) 모둠 (, , ,)

	처마 길이					
	11 cm		13 cm		15 cm	
1회 측정 값	247	566	271	556	256	518
2회 측정 값	233	562	266	549	208	556
3회 측정 값	236	558	26	553	213	510
평균	239	562	200	552	226	568
우리 모듬이 제안하는 처마 길이	15cm 거둬서 한 번씩 측정해서 한 번씩 기록하세요					
다른 방법으로 처마 길이를 제안하기	이런 모양이 되는데 지붕과 처마의 각이 약 53°가 되어 가장 최상의 상태라고 우리 모듬은 생각합니다.					

24.5

처마 길이에 따른 조도센서 측정 결과

(2) 모듬 (, , ,)

	처마 길이					
	7 cm		10 cm		13 cm	
1회 측정 값	100	417	436	531	210	510
2회 측정 값	330	856	153	813	65	100
3회 측정 값	245	846	113	815	1	150
평균	208.5	543	548	483	45	270
우리 모듬이 제안하는 처마 길이	11cm					
다른 방법으로 처마 길이를 제안하기	당부터 처마와의 각도가 28°입니다					

그림 4. 손교사 6-7차시 수업 중 학생들이 작성한 실험결과 분석

도구로서의 ICT와 인공지능으로서의 CT의 활용

손교사의 경우 기술교육보다는 전통적인 STEAM교육을 중점적으로 실시하던 교사로서 컴퓨팅 사고에 관하여 관심이 있었지만 연수과정 초기에는 CT가 반영된 수업과 ICT적 요소를 포함한 기존의 STEAM에 차이에 대한 구별에 대해 분명하지 않은 인식을 가지고 있었음을 확인할 수 있었다.

기존의 STEAM에서도 분명히 컴퓨팅 사고라는 말을 쓰진 않았지만 ICT적인 요소들이 포함되었던 말이죠. 그럼 기존의 STEAM에서 ICT가 CT in STEAM으로 넘어온다면 어떻게 좀 더 구체화 시킬 수 있을지 잘 모르겠어요(손교사, 1차 교사회의).

그러나 회의를 지속하면서 ICT기기를 활용하는 것과 컴퓨팅 사고를 구별하게 되고, 컴퓨팅 사고가 학생들의 문제해결능력을 포함한 과학적 소양의 함양을 목표로 한다는 것을 인지하였음을 교사회의와 인터뷰를 통해 파악할 수 있었다.

저는 회의를 하면서 계속 어디서부터가 CT일까 하는 생각을 많이 해봤어요. 아두이노나 엑셀, 파워포인트, 스크래치를 사용하면 CT인가? 아니죠, 저는 그런 프로그램을 사용하는 것은 단순한 ICT라 생각을 하고 수업을 설계하고 진행하다 보니 과학교육에서 진짜 중요한 것은 알고리즘을 만드는 것이라 생각을 했어요. [중략] 복잡한 컴퓨터를 사용하는 것에 집중하는 것이 아니라 문제 상황을 해결하기 위한 사고의 알고리즘을 구성하고 각 단계가 어떤 의미를 갖는지 생각하면서 전제 절차를 잡아가는 것이 학생들의 논리적 사고를 키우고 진정한 문제해결을 할 수 있는 사람을 만드는 것이 아닌가 생각을 했습니다(손교사, 8차 교사회의).

기존에 쓰고 있던 아날로그적 실험 방법을 사용한 수업보다 디지털 장치를 활용한 CT수업은 아이들이 좀 더 재미있게 수업에 참여할 수 있을 것이고 당장은 어렵겠지만 자연스럽게 코딩을 활용할 수 있는 능력과 사고하는 능력을 키울 수 있다면 우리가 목표로 하는 문제해결 능력자를 양성하는데 도 도움이 될 수 있지 않을까 생각합니다(손교사, 인터뷰).

손교사는 인터뷰에서 컴퓨팅 사고가 반영된 수업을 지속적으로 실시함에 따라 자연스럽게 코딩에 대한 이해를 가지고 자유롭게 코딩을 사용할 수 있도록 하는 것이 필요하다고 하였다. 그러면서 ICT의 기기를 사용하는 것 자체가 컴퓨팅 사고는 아니지만, 기존의 아날로그적 탐구를 아두이노 등을 활용한 코딩이나 빅데이터 분석을 통한 디지털 탐구로 바꾸고 기기의 활용을 통해 ICT 활용 역량이 강화될 수 있음을 말하였다. 이러한 손교사의 인식은 앞서 제시한 김교사의 인식과 유사함을 확인할 수 있다. 교사들의 이러한 인식은 그들이 개발한 프로그램에서도 확인할 수 있다.

손교사가 개발한 수업의 3, 4차시는 문제해결을 위한 관련 개념을 형성하는 단계로서 기존의 과학탐구에서는 교사가 임의의 자료를 제시하거나 선별된 자료만을 제시하였다면, 개발된 수업에서는 다양한 어플리케이션과 실제 데이터를 제시한 사이트의 빅데이터를 수집하여 분석하고 이를 자신만의 문제해결을 위한 방법으로 표현하고 있음을 확인할 수 있다(표 16).

표 16. 손교사 교수학습 과정안 3-4차시

학습내용 성취기준	차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	ICT 구성 요소	준비물	
<p>손교사의 교수·학습 과정안</p> <p>중</p> <p>3, 4차시</p>	3	40'	태양의 고도와 그림자 길이, 기온은 어떤 관계가 있을까요?	<p>① 태양 고도와 그림자 길이, 기온의 관계를 알아봅시다.</p>	<p>▶실습 및 피드백</p> <p>태양 고도 측정하는 방법을 연습하여 최종 산출을 제작 시 발표한다. 태양 고도 측정하는 방법을 시연할 수 있도록 안내한다. 이 시간에는 수습장을 이용한 측정 방법을 연습하는 시간을 준다.</p> <p>▶실습 및 피드백</p> <p>교과서에 제시된 태양 고도/ 기온의 자료를 광주광역시 자료로 바꾸어 수정한 후 이를 그래프로 나타내는 것을 과제로 제시한다. 이 때 Sun Facts 앱을 사용하여 데이터를 찾아 수정하는 방법을 자세히 안내한다.</p> <p>그래프 작성 시 세로축의 값을 정할 때 최고값과 최저값을 고려해 최대한 그래프를 크게 나타낼 수 있도록 개인/집체 피드백 한다.</p>	<p>-태양 고도의 정의와 측정 방법 이해하기</p> <p>: ② 교과서에 제시된 측정 방법 실습하기</p> <p>: 다양한 측정 방법 생각해 보기</p> <p>-우리 지역의 태양 고도/그림자 길이/기온 자료를 찾아 그래프로 나타내기</p> <p>: 'Sun Facts' 앱 활용 방법 이해하기</p> <p>: ② 광주광역시에 맞는 태양 고도와 기온 값으로 측정값을 수정하여 그래프로 그리기</p> <p>: 'Sun Position Calculator Lite' 앱을 이용하여 태양 고도에 따른 그림자 길이 이해하기 (모둠별 협력하여 자료 찾기)</p> <p>: 태양 고도, 기온 그래프를 그려 서로 겹쳐 보면서 관계 이해하기</p> <p>③ 태양 고도와 한옥 처마의 길이와의 관계 생각해 보기</p> <p>-문제상황 해결을 위한 논의</p> <p>: 문제 분해와 추상화 내용 수정 및 보완하기</p>	<p>자료 수집</p> <p>자료 분석</p> <p>자료 표현</p>	<p>② 앱 (Sun Facts, Sun Position)</p> <p>② 컴퓨터 (기상청> 생활천문관> 태양고도/ 방위각계산)</p> <p>③ 모눈종이, 네임펜, 자</p>	
				<p>계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화 를 이해한다.</p>	4	40'		계절에 따라 태양의 남중 고도와 낮의 길이는 어떻게 달라질까요?	<p>① 계절에 따라 태양의 남중 고도와 낮의 길이가 어떻게 달라지는지 알아봅시다.</p>
분석	<p>3, 4차시는 2차시에서 분해한 문제요소를 바탕으로 문제해결을 위한 개념을 형성하는 단계(①)이다. 어플리케이션이나 빅데이터 등 다양한 컴퓨팅 요소와 ICT적 요소(②)를 활용하여 자료를 수집하고 분석하여 표현하는(③) 활동이 이루어짐을 알 수 있다.</p>								

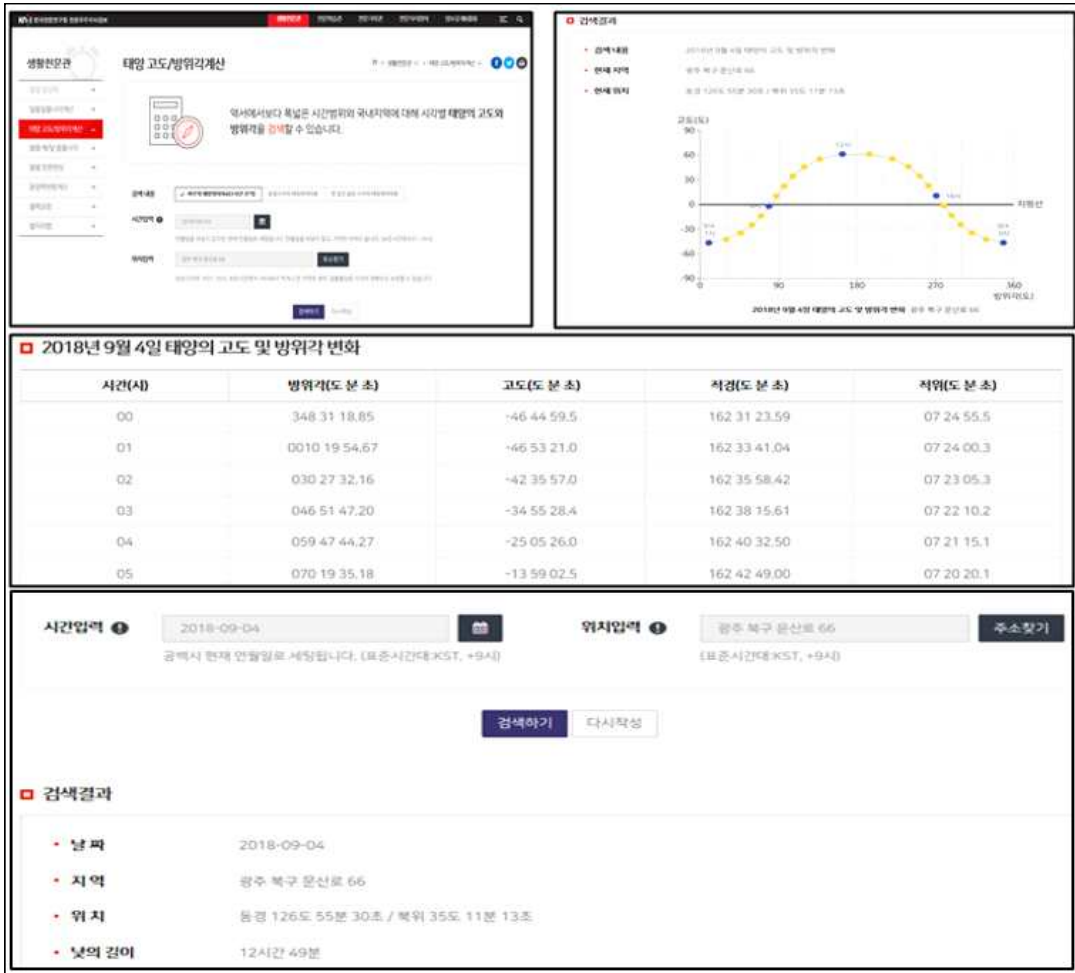


그림 5. 손교사 3-4차시 수업 중 기상청 생활천문관 자료의 분석

손교사의 수업 중 문제해결을 위한 개념을 형성하는 3-4차시 수업에서 기상청 홈페이지의 위치와 시간에 따른 태양의 고도와 방위각, 낮의 길이 등의 빅데이터가 제시된 생활천문관의 자료를 수집 및 분석하였다(그림 5). 손교사는 교사연수집에서 기존의 수업자료는 대부분 서울 특별시를 기준으로 한 자료가 대부분이며 충분한 자료를 제공하지 않음을 지적하며 수업이 이루어지는 지역의 기상청의 홈페이지를 통해 자료를 제시함으로써 학생들이 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 하며 방대한 양의 자료를 분석하는 능력을 키울 수 있다고 제시하였다.

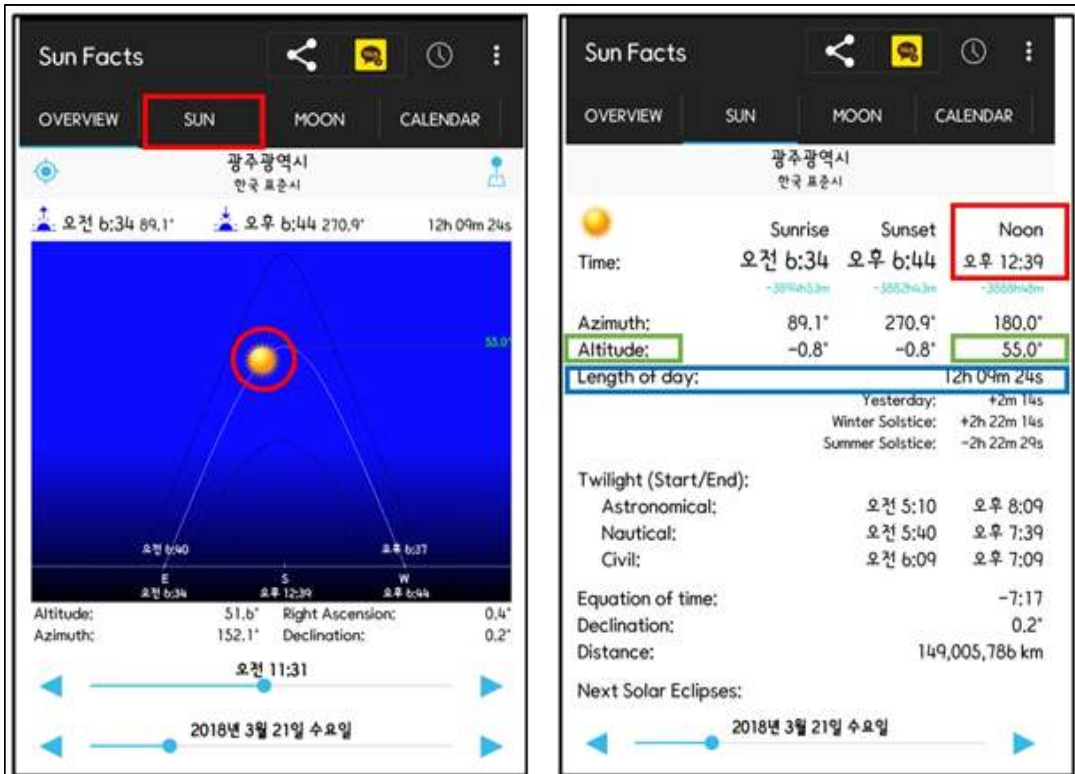


그림 6. 손교사 3-4차시 수업 중 어플리케이션 ‘Sun Facts’ 활용

동일차시에서 손교사는 문제해결에 필요한 개념인 계절별 태양의 남중고도에 대해 학습하기 위해 어플리케이션 ‘Sun Facts’ (그림 6)를 활용하여 자료를 수집하도록 하였음을 알 수 있다.

손교사는 교사연수집에서 어플리케이션을 활용한 이유에 대하여 인터넷 접속이 원활하지 않은 수업환경에서 수업이 이루어지거나 학생들 개개인이 자료를 찾기 어려운 경우 어플리케이션을 통해 이러한 문제점을 극복할 수 있다고 제시하였다. 또한 선별되거나 정제된 데이터가 아닌 실제 자연의 빅데이터를 수집하고 어플리케이션을 통한 자료의 해석은 21세기 디지털 시대를 살아갈 학생들에게 적합하며 관련 역량을 증진시켜야 할 필요가 있음을 제시하였으며 이러한 ICT의 활용은 컴퓨팅 사고를 기반으로 한 수업에서 적절하게 나타날 수 있음을 확인할 수 있다.

2. 과학적 사고가 강조된 개념형성 단계와 컴퓨팅 사고가 강조된 개념활용 단계로 구분되어 나타난다.

단원의 재구성을 통한 수업계획

컴퓨팅 사고가 적용된 초등과학수업 프로그램을 개발하기 위해 두명의 교사는 모두 수업을 재구성하였다. 기존의 교육과정에서 제시하는 수업을 주제와 관련된 지식을 학년군에 따라 난이도별로 제시하였다. 그러나 컴퓨팅 사고가 적용된 수업의 경우 실생활과 관련된 문제를 해결하기 위한 과정이 이루어지는 것이며, 이 문제를 해결하기 위해 관련 지식을 학습하는 개념형성단계와 실질적으로 문제를 해결하는 과정에서 컴퓨팅 사고를 활용하는 개념활용 단계로 나뉜다. 이러한 절차를 위해 수업을 재구성할 필요가 있음을 제시하였다.

손교사의 경우 ‘계절의 변화’ 단원을 ‘한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다’ 라는 11차시의 수업으로 재구성하였다. 이는 기존의 수업에서 단순히 태양고도와 계절의 변화, 계절에 따른 기온의 변화를 개념적으로만 학습하고 끝났다면, 재구조화된 수업을 통해 계절의 변화와 관련된 학습개념을 고려하여 우리가 사는 지역(위도)에 적합한 처마고도를 제안하는 등 실생활의 문제에 적용해 볼 수 있도록 하였다. 다음은 손교사가 컴퓨팅 사고가 반영된 수업의 개발을 위해 단원을 선정한 이유와 목적, 교육과정에서 제시한 기존 단원의 문제점 및 재구성을 통한 보완을 교수학습과정안을 통해 제시하였다.

표 17. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 단원 재구성의 이유와 목적

<p>손교사의 교수·학습 과정안 중 단원의 재구성</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; color: white; margin: 0;">단원의 재구성 첫 번째 이야기</p> </div> <h3 style="text-align: center; color: green; margin: 0;">단원 재구성의 필요성</h3> <p style="margin: 5px 0;">2009 개정 교육과정에서 제시한 '6-2-3. 계절의 변화' 단원은 4개의 학습 내용 성취기준과 탐구활동을 학습할 수 있도록 총 11차시로 구성되어 있다. 사실 다른 단원에 비해 개인적으로는 완성도가 높은 단원이라고 생각하는 이 단원을 재구성한다는 것은 수업자에게 상당한 부담감이 있었다. 왜냐하면 다른 단원에 비해 이 단원은 초등학교에서 배우는 지구과학 분야의 마지막 내용임과 동시에 1학기에 배운 지구의 자전과 공전 부분을 확장하여 학습하되, 통합탐구 과정이 매우 강조되는 단원이기 때문이다. 그래서 성취기준을 달성하기 위해서는 개념의 위계가 필요한데, 교과서 집필진이 내용을 잘 파악하여 완성도를 높여 집필해 놓았다고 생각하였다. 그럼에도 불구하고 난 이 단원을 재구성하고 싶었다. 그 이유는 무엇이었을까?</p> <div style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="color: white; margin: 0;">'계절의 변화'에 관심 없는 대다수의 학생들</p> </div> <p style="margin: 5px 0;">'계절의 변화' 단원에 대한 사전 조사 결과, 한 반에 5~7명 정도만 관심을 갖고 있다고 손을 들뿐, 나머지 학생들은 계절의 변화에 대한 부정적인 인식과 함께 그 이유를 몰라도 사는데 지장이 없다는 식의 생각을 갖고 있었다. 옛날 같으면 화를 냈겠지만, 학생 입장에서 생각해 보면 그럴 수도 있겠다는 생각이 들었다. 작년까지 교과서의 순서대로 가르치면서 좀 더 정확하고 깊이 있게 과학 개념을 이해하는데 초점을 두었던 수업 방식을 떠올려 보면, 유독 '계절의 변화' 단원은 파편한 자료 조사와 그래프 작성이 많았다. 특히 지역의 관측 자료를 방대하게 제시하고 이를 찾아가는 활동 속에서 학생들은 정말 힘들어 했었다. 그렇다면 올해도 과거의 방식대로 수업을 진행해야 할까? 사전 조사 결과를 토대로 과감하게 단원을 재구성하기로 결정했다. 하지만 성취기준에서 벗어나 자유롭게 아무거나 할 수는 없기에 교사용 지도서에 제시된 내용 중에서 학생들의 흥미에 맞는 내용을 찾아보기로 하였다.</p> <div style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="color: white; margin: 0;">단원 재구성의 목적 = 실생활에서의 협력과 도전에 대한 경험</p> </div> <p style="margin: 5px 0;">우선 단원을 재구성하기 전에 수업자만의 철학을 정립하였다. 단원 재구성의 목적을 무엇으로 정해야 할까? 오랜 고민 끝에 '실생활에서의 협력과 도전에 대한 경험'을 목적으로 정했다. '계절의 변화' 단원 속에는 상당히 많은 과학개념이 나오는데, 이것들이 자신의 삶에서 어떤 의미를 갖는지, 학습하는 과학개념이 나와 우리가 살아가고 있는 이 시대에 어떤 역할을 할 수 있으며, 앞으로 이 과학개념을 어떻게 활용하면 우리의 삶이 어떻게 더 나아지거나 바뀔 수 있는지에 대한 경험을 제공하는 것이 바람직하다는 생각을 하게 되었다. 그리고 역량을 강조하는 시대에 지금 학생들에게 필요한 것은 '협력'이며, 새로운 문제 상황에서 당황하지 않고 원하는 방향을 문제를 해결하기 위해 서로 협력하여 순서와 절차를 고려해 시행착오를 최소화하고 끝까지 도전해 보는 경험을 과학시간에 펼쳐주고 싶었다. 왜냐하면 이제 과학은 탐구에서 머무르는 것이 아닌 실전을 행하는 것으로 패러다임이 바뀌고 있기 때문이다.</p> </div>
<p>분석</p>	<p>손교사의 경우 '계절의 변화' 단원을 재구성한 목적으로 '실생활에서의 협력과 도전에 대한 경험'이라 제시하였다. 이 단원에서 학습한 여러 가지 과학개념을 어떻게 실천적으로 활용할지를 생각할 수 있도록 하였다.</p>

표 18. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 기존단원의 문제점

<p>손교사의 교수·학습 과정안 중 단원의 재구성</p>	<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 10px; display: inline-block;">단원의 재구성, 즉 번째 이야기</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p style="color: #4CAF50; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">단원 분석 및 재구성</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p style="background-color: #4CAF50; color: white; padding: 2px 10px; display: inline-block; font-weight: bold;">단원 분석</p> </div> <p>교사용 지도서에 제시된 '계절의 변화' 단원의 내용을 살펴보고 그동안의 지도 경험에 입각하여 몇 가지 문제점을 함께 제시하면 다음과 같다.</p> <p>표 4. '계절의 변화' 단원 학습 체계 및 문제점</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; background-color: #f2f2f2;">단원 학습 체계</th> <th style="text-align: center;">문제점</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e8f5e9;">학습 내용 상위기준</th> <th style="background-color: #e8f5e9;">관련 지식명</th> <th style="background-color: #e8f5e9;">탐구활동</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>계절에 따라 자연환경이 변화함을 안다.</td> <td>계절에 따라 달라진 모습 찾아보기 (1/11)</td> <td></td> <td rowspan="11"> <ul style="list-style-type: none"> ● 태양 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하는 활동을 때 시간 밖에 나가서 실시하기가 쉽지 않음 ● 3차시, 4차시, 5차시의 경우, 그래프를 그리는 활동이 맹목적으로 진행될 경우, 학생들은 지루해 할 경향이 높음 ● 태양 고도에 따른 기온 변화 측정 실험에 흥미를 느끼지 못하고, 지구본을 이용한 실험을 하여도 결국은 교과서에 제시된 계절의 변화 원인을 암기하는 것으로 끝나는 경우가 많음 ① ● STEAM 차시로 제시된 9~10차시의 경우, 학생들이 태양 고도와 방위를 고려한 집을 디자인하기 보다는 단순히 집을 만들고 정확한 측정 결과값이 없이 추상적으로 실험하고 마무리되는 경우가 많음 ● 학습한 과학개념을 수업시간에 종합적으로 활용해 보는 경험이 거의 없음 ● 학습한 과학개념을 확장해서 활용할 수 있는 내용이 별로 없음 ● 전통적인 실험이나 탐구방법을 강조한 내용으로 구성되어 있어 학생들의 자발적인 참여를 이끌어내는데 한계가 있음 </td> </tr> <tr> <td>태양의 고도와 그림자의 길이, 기온의 관계를 이해한다.</td> <td>하루 동안 태양의 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하여 볼까요? (2/11)</td> <td>하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기</td> </tr> <tr> <td></td> <td>태양 고도와 그림자 길이, 기온은 어떤 관계가 있을까요? (3/11)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>계절에 따라 태양의 남중고도는 어떻게 달라질까요? (4/11)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.</td> <td>계절에 따라 낮의 길이는 어떻게 달라질까요? (5/11)</td> <td>지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이 측정하기</td> </tr> <tr> <td></td> <td>계절에 따라 기온은 달라지는 까닭은 무엇일까요? (6/11)</td> <td>태양의 고도에 따른 기온 변화 측정하기</td> </tr> <tr> <td>계절 변화와 행인을 자연력과 기술기와 지구의 공간으로 설명할 수 있다.</td> <td>계절이 변하는 까닭은 무엇일까요? (7-8/11)</td> <td>지구본을 이용하여 계절별 태양의 남중 고도 측정하기</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 2px dashed red;">태양 고도와 방위를 고려한 집 디자인하기 (9-10/11)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>계절의 변화에 대하여 정리해 볼까요? (11/11)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	단원 학습 체계			문제점	학습 내용 상위기준	관련 지식명	탐구활동		계절에 따라 자연환경이 변화함을 안다.	계절에 따라 달라진 모습 찾아보기 (1/11)		<ul style="list-style-type: none"> ● 태양 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하는 활동을 때 시간 밖에 나가서 실시하기가 쉽지 않음 ● 3차시, 4차시, 5차시의 경우, 그래프를 그리는 활동이 맹목적으로 진행될 경우, 학생들은 지루해 할 경향이 높음 ● 태양 고도에 따른 기온 변화 측정 실험에 흥미를 느끼지 못하고, 지구본을 이용한 실험을 하여도 결국은 교과서에 제시된 계절의 변화 원인을 암기하는 것으로 끝나는 경우가 많음 ① ● STEAM 차시로 제시된 9~10차시의 경우, 학생들이 태양 고도와 방위를 고려한 집을 디자인하기 보다는 단순히 집을 만들고 정확한 측정 결과값이 없이 추상적으로 실험하고 마무리되는 경우가 많음 ● 학습한 과학개념을 수업시간에 종합적으로 활용해 보는 경험이 거의 없음 ● 학습한 과학개념을 확장해서 활용할 수 있는 내용이 별로 없음 ● 전통적인 실험이나 탐구방법을 강조한 내용으로 구성되어 있어 학생들의 자발적인 참여를 이끌어내는데 한계가 있음 	태양의 고도와 그림자의 길이, 기온의 관계를 이해한다.	하루 동안 태양의 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하여 볼까요? (2/11)	하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기		태양 고도와 그림자 길이, 기온은 어떤 관계가 있을까요? (3/11)			계절에 따라 태양의 남중고도는 어떻게 달라질까요? (4/11)		계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.	계절에 따라 낮의 길이는 어떻게 달라질까요? (5/11)	지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이 측정하기		계절에 따라 기온은 달라지는 까닭은 무엇일까요? (6/11)	태양의 고도에 따른 기온 변화 측정하기	계절 변화와 행인을 자연력과 기술기와 지구의 공간으로 설명할 수 있다.	계절이 변하는 까닭은 무엇일까요? (7-8/11)	지구본을 이용하여 계절별 태양의 남중 고도 측정하기		태양 고도와 방위를 고려한 집 디자인하기 (9-10/11)			계절의 변화에 대하여 정리해 볼까요? (11/11)	
	단원 학습 체계			문제점																																	
학습 내용 상위기준	관련 지식명	탐구활동																																			
계절에 따라 자연환경이 변화함을 안다.	계절에 따라 달라진 모습 찾아보기 (1/11)		<ul style="list-style-type: none"> ● 태양 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하는 활동을 때 시간 밖에 나가서 실시하기가 쉽지 않음 ● 3차시, 4차시, 5차시의 경우, 그래프를 그리는 활동이 맹목적으로 진행될 경우, 학생들은 지루해 할 경향이 높음 ● 태양 고도에 따른 기온 변화 측정 실험에 흥미를 느끼지 못하고, 지구본을 이용한 실험을 하여도 결국은 교과서에 제시된 계절의 변화 원인을 암기하는 것으로 끝나는 경우가 많음 ① ● STEAM 차시로 제시된 9~10차시의 경우, 학생들이 태양 고도와 방위를 고려한 집을 디자인하기 보다는 단순히 집을 만들고 정확한 측정 결과값이 없이 추상적으로 실험하고 마무리되는 경우가 많음 ● 학습한 과학개념을 수업시간에 종합적으로 활용해 보는 경험이 거의 없음 ● 학습한 과학개념을 확장해서 활용할 수 있는 내용이 별로 없음 ● 전통적인 실험이나 탐구방법을 강조한 내용으로 구성되어 있어 학생들의 자발적인 참여를 이끌어내는데 한계가 있음 																																		
태양의 고도와 그림자의 길이, 기온의 관계를 이해한다.	하루 동안 태양의 고도와 그림자 길이, 기온을 측정하여 볼까요? (2/11)	하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기																																			
	태양 고도와 그림자 길이, 기온은 어떤 관계가 있을까요? (3/11)																																				
	계절에 따라 태양의 남중고도는 어떻게 달라질까요? (4/11)																																				
계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.	계절에 따라 낮의 길이는 어떻게 달라질까요? (5/11)	지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이 측정하기																																			
	계절에 따라 기온은 달라지는 까닭은 무엇일까요? (6/11)	태양의 고도에 따른 기온 변화 측정하기																																			
계절 변화와 행인을 자연력과 기술기와 지구의 공간으로 설명할 수 있다.	계절이 변하는 까닭은 무엇일까요? (7-8/11)	지구본을 이용하여 계절별 태양의 남중 고도 측정하기																																			
	태양 고도와 방위를 고려한 집 디자인하기 (9-10/11)																																				
	계절의 변화에 대하여 정리해 볼까요? (11/11)																																				

표 19. 손교사의 교수학습 과정안(손 TL6) 중 단원의 재구성

	학습 내용 성취기준	재구성 차시명	탐구활동
손교사의 교수·학습 과정안 중 단원의 재구성	계절에 따라 자연환경이 변화됨을 안다.	한옥의 처마는 어떤 기능을 하고 있을까? (1/11)	
		무엇을 해결해야 할까요? (2/11)	하루 동안 태양의 고도와 그림자의 길이, 기온 측정하기
	태양의 고도와 그림자의 길이, 기온의 관계를 이해한다.	태양의 고도와 그림자 길이, 기온은 어떤 관계가 있을까요? (3/11)	Sun Facts 앱/기상청 자료를 활용해 우리 지역의 태양 고도와 기온 자료 찾기
	계절에 따른 태양의 남중 고도와 낮과 밤의 길이, 기온 변화를 이해한다.	계절에 따라 태양의 남중 고도와 낮의 길이는 어떻게 달라질까요? (4/11)	Sun Facts 앱을 활용해 우리 지역의 태양 남중 고도와 낮의 길이 자료 찾기
		계절의 변화를 고려한 처마를 제작하기 위해 순서도를 작성해 볼까요? (5/11)	문제상황 해결을 위한 알고리즘 작성하기
		계절의 변화를 고려한 한옥 처마를 만들어 볼까요? (6~7/11)	한옥 제작 및 조도센서 측정
		계절의 변화를 고려하여 만든 한옥 처마를 설명해 볼까요? (8/11)	한옥 처마 길이의 과학적 설명 및 처마 길이 제안하기
		계절에 따라 기온이 달라지는 까닭은 무엇일까요? (9/11)	태양의 고도에 따른 기온 변화 측정하기
	계절 변화의 원인을 자전축의 기울기와 지구의 공전으로 설명할 수 있다.	계절이 변하는 까닭은 무엇일까요? (10/11)	지구본을 이용하여 계절별 낮과 밤의 길이, 태양의 남중 고도 측정하기
		계절의 변화에 대해 정리해 볼까요? (11/11)	
분석	손교사는 총 기존의 ‘계절의 변화’를 재구성하여 ‘한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다’라는 제목의 11차시의 수업을 구성하였다. 1-2차시는 문제에 대한 이해를 하는 단계이며, 3-4차시는 문제 해결을 위한 관련 개념을 형성하는 단계이다. 5차시는 문제해결을 위한 계획 및 절차를 설계하는 단계이며, 6-8차시는 실제 문제를 해결하는 개념 활용 단계이다.		

손교사는 기존의 ‘계절의 변화’ 단원을 컴퓨팅 사고가 반영된 수업으로 재구성하여 ‘한옥의 처마에서 계절의 변화를 이해하다’ 라는 11차시의 수업을 구성하였다. 표 18과 표 19를 비교하면 기존의 단원과 재구성 학습단원의 차시와 학습내용성취기준은 차이가 없음을 알 수 있다. 단원을 재구성하면서 차시별 세부 제목과 탐구활동이 변화되었다. 손교사는 기존의 단원에서 9-10차시 ‘태양 고도와 방위를 고려한 집 디자인하기’ 수업을 중심으로 한옥의 처마와 연계하여 수업을 재구성하였다. 또한 기존의 교육과정에서 제사한 탐구활동등이 담임이 아닌 교과담당교사의 수업에서는 수행이 부적절함을 제시하며 이를 기상청의 자료를 통한 빅데이터 분석 및 어플리케이션을 통한 자료수집, 아두이노와 조도센서를 활용한 빛의 양 측정 등 ICT와 관련된 탐구를 통해 학생들이 문제를 해결하는 실질적인 활동을 수행할 수 있도록 하였다.

문제제시에 따른 수업의 절차

손교사의 경우 컴퓨팅 사고가 반영된 수업에서 크게 해결해야 할 문제가 존재하고, 문제해결에 필요한 관련 개념을 학습하는 개념형성단계와 실질적으로 문제를 해결하는 개념활용단계로 나누어 진행된다는 것은 일찍 인지하였으나, 연수를 진행함에 따라 컴퓨팅 사고가 적용된 수업을 설계할 때 문제가 제시되는 시기가 지속적으로 조정되었음을 확인할 수 있었다.

최종적으로 손교사가 구성한 수업은 크게 3단계로 제시된 문제상황을 이해하고, 이 문제를 해결하기 위한 관련 지식을 습득하고, 학습한 지식을 바탕으로 문제를 해결하는 절차로 진행된다. 이러한 손교사의 인식은 초기와는 차이가 있다.

문제를 먼저 제시한다고 해도 학생들은 아는 바가 없으면 자신들이 자기 나름대로 문제분해를 진행합니다. 그러니 자료수집을 먼저 하고 관련된 지식을 습득한 다음에 문제분해를 하고 추상화하여 문제해결을 위한 알고리즘, 자동화를 하는게 보편타당하지 않을까요(손교사, 1차 교사회의).

연수 초반 손교사는 컴퓨팅사고에 대해 학습하면서 9가지 요소가 순차적으로 진행되며 자료수집, 분석, 표현에 해당하는 개념 습득이 일어난 후에 문제를 제기하여 문제 분해와 추상화가 일어나고 다음의 알고리즘과 절차화, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화(또는 일반화)의 과정이 진행된다고 생각하였다. 즉 개념형성이 일어난 후 문제를 제시하고 개념적용이 일어난다고 보았다. 그러나 CT가 반영된 수업을 설계하기 시작하면서 개념형성을 위한 문제를 먼저 제시한 후 개념형성이 일어나고 개념활용을 위한 문제를 제시하고 뒷부분을 진행하는 방식으로 변화하였다. 이는 손교사가 2차 교사회의를 위해 작성한 기초적인 수업과정안(표 20)과 회의내용을 통해 알 수 있다.

표 20. 연수초기 손교사의 1차 교수학습과정안(손 TL1) 중 CT구성요소와 문제상황

6학년 과학에서의 CT STEAM 적용 가능성			
구성요소	6-1-2. 생물과 환경		
개념 형성 자료 수집	자료 수집	-광주 지역에서 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례 조사 -우리나라에서 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례 조사 -아시아 지역에서 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례 조사 -유럽, 아메리카 등 다른 대륙 지역에서 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례 조사	[문제상황] ① 우리 주변을 비롯해 세계에서 벌어지고 있는 환경오염의 원인과 이로 인한 생태계 파괴 사례에는 어떤 것들이 있는가?
	자료 분석	-광주 지역, 우리나라, 아시아, 유럽, 아메리카 등 전 세계적으로 발생한 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례를 원인을 분석하여 원인별로 분류하기	
개념 이해 자료 표현	자료 표현	-환경오염의 원인과 이로 인한 생태계 파괴 사례를 싹틔맵, 마인드맵, 통계를 활용한 그래프, 신문 기사나 다양한 글, 홍보용 리플렛 등 다양한 방법으로 자료를 정리하기	[문제상황] ② 최근 전 세계적으로 대기오염으로 인해 생태계 파괴가 심각해지고 있다. 이는 인간의 생활에도 위협적인데 이러한 원인으로부터 생태계를 보전하기 위한 방안에는 어떤 것들이 있을까? 그리고 위의 내용을 국립광주과학관 특별전으로 컴퓨터를 이용하여 국민을 계몽을 위해 구현하고자 한다면 어떻게 제작하면 좋을까?
	문제 문해	-여러 가지 환경오염의 원인과 생태계 파괴 사례 중에서 대기오염으로 인한 생태계 파괴 사례와 생태계 보전 방안으로 문제를 세분화하여 정리하기	
개념 적용 추상화	추상화	-대기오염의 종류를 산성비, 황사, 자동차 매연으로 그 범위를 정함 -생태계 보전 방안은 대기오염의 원인별로 나누되, 우리나라의 사례는 반드시 포함시키고 다른 국가의 사례는 2-3가지 정도로만 제한함	[학습내용 성취기준] (다) 환경오염의 원인을 알고 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례를 이해하며, 인간 생활이 생태계에 미치는 영향을 안다. (라) 생태계 보전의 필요성과 생태계 보전을 위한 인간의 노력을 안다. [탐구 활동] 생태계 보전 방안 조사하기
	알고리즘 및 절차	-(예시) 생태계의 종류와 평형의 중요성 → 환경오염의 원인 → 생태계 파괴 사례 → 환경오염의 원인별 생태계 파괴 사례를 o,x 퀴즈로 구성 → 대기오염의 뜻과 원인 → 대기오염의 원인별 생태계(환경) 파괴 사례 제시(산성비의 뜻과 원인 - 파괴 사례 - 문제 o,x 퀴즈 - 통과되면 황사의 뜻과 원인 - 파괴 사례 - 문제 o,x 퀴즈 - 통과되면 자동차 매연의 원인 - 파괴 사례 - 문제 o,x 퀴즈) - 대기오염의 원인별 우리나라와 다른 국가의 노력 사례 총 3가지 제시 - 참여자가 생각하는 보전 방안 제안하기(이메일, 카톡, 밴드 등 SNS 등을 이용) - 맨 처음 코너로 이동	
개념 평가 자동화	자동화	-동영상, 파워포인트, 한글, SNS를 활용하여 위의 알고리즘을 구현	
	시뮬레이션	-모둠별 시뮬레이션을 통해 문제상황에 대한 수행 정도를 파악하여 수정 및 보완하기	
개념 평가 병렬화	병렬화	-대기오염의 종류를 산성비, 황사, 자동차 매연으로 국한지은 후, 각 원인별 2개 모둠씩 배정하여 동시에 문제상황을 해결하기 위해 구성하여 진행함	
분석	손교사가 초기에 구상한 수업의 절차를 나타낸 것으로 개념을 형성하는 시기의 문제상황(①)과 개념을 활용하는 시기의 문제상황(②)을 분리하여 제시하였다. 또한 각각의 문제상황은 학습성취기준에 근거하였다.		

손교사가 처음 작성한 컴퓨팅 사고 기반의 수업지도안(표 20)을 보면 개념형성에 해당하는 문제상황과 개념적용에 해당하는 문제상황을 성취기준을 바탕으로 분류하여 각각 차이가 있는 2개의 문제상황을 제시하고자 함을 확인할 수 있다. 손교사의 1차 교수학습과정안에 대한 교사회의 과정의 손교사 발언은 다음과 같다.

2009 개정 교육과정의 성취기준을 보면 4가지가 있는데 그중 2가지를 가져왔습니다. 하나는 ‘환경오염의 원인을 알고 환경오염으로 인한 생태계 파괴 사례를 이해하며, 인간 생활이 생태계에 미치는 영향을 안다’ 이게 하나의 성취기준이구요, ‘라’ 를 보시면 ‘생태계 보전의 필요성과 생태계 보전을 위한 인간의 노력을 안다’ 라고 되어있습니다. 이 두 개의 성취기준을 문제로 하여 수업을 하면 CT가 적용된 STEAM수업이 되지 않을까 생각했습니다. [중략] 먼저 수업 도입부에 첫 번째 성취기준과 연관된 문제상황을 제시합니다. 이를 바탕으로 다양한 사례를 조사하고 분석하고 표현하겠죠? 그렇게 개념을 학습한 다음에 두 번째 성취기준을 제시하여 생태계를 보존하는 방법이라는 두 번째 문제를 제시합니다. 이 문제를 해결하기 위해 앞에서 배운 개념을 이용하는 거죠. 이때는 추상화와 알고리즘, 자동화까지 갑니다(손교사, 2차시).

개념형성 부분과 개념활용 부분에 연계되는 각각의 문제를 별도로 제시하여 수업을 계획하였으나 이후 지속적인 회의과정과 수업설계를 진행하면서 재구성 수업 전체의 해결목표로 하는 하나의 문제를 수업의 도입부에 제시하는 최종적인 수업과정안이 작성되었고 수업을 실시하였다. 이와 같은 손교사의 컴퓨팅 사고가 반영된 수업개발 과정에서 문제를 제시하는 방식과 개념형성, 개념활용 단계를 나타내면 그림 7과 같다. 손교사가 연수를 진행하며 형성된 컴퓨팅 사고가 반영된 프로그램의 수업과정은 3단계로 변하였다. 초기에는 자연현상에 대한 개념을 학습하고 학습한 개념과 관련된 문제를 제시한 후 이 문제를 해결하는 과정으로 진행하였다. 그러나 수업의 설계과정에서 도입부에 문제상황을 제시해야 학습이 이루어질 것이라 판단하여 문제제시를 1과 2로 나누어 제시하였다. 이후 지속적인 교사회의 결과 수업 도입부에 최종적으로 해결할 문제를 제시한 후 이를 위한 개념을 형성하고 이를 해결하는 방향으로 수정되었음을 확인할 수 있다.

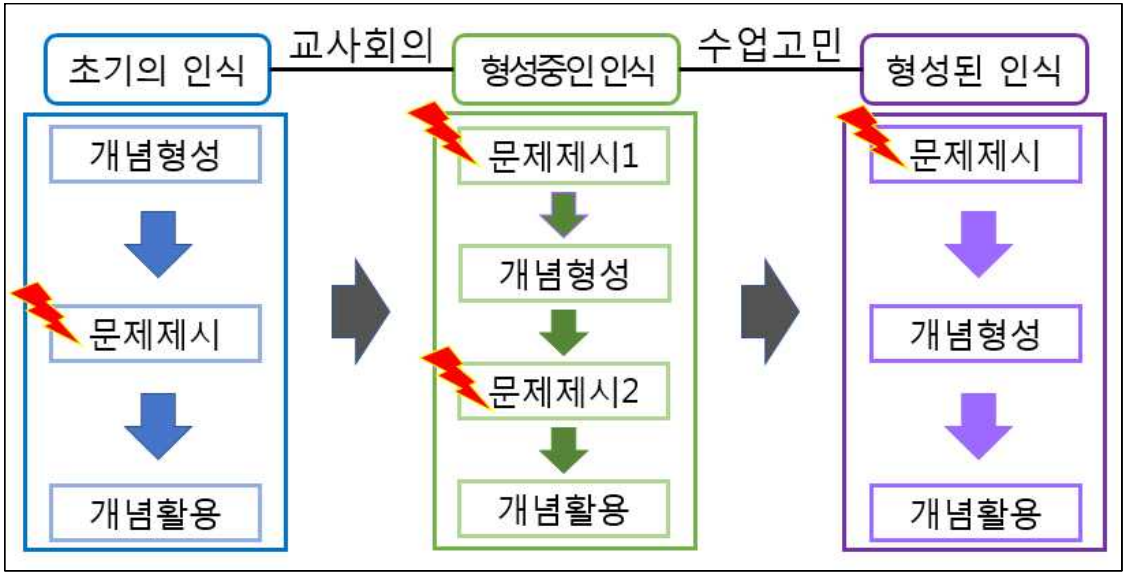


그림 7. 교사연수에 따른 손교사가 인지한 수업과정의 변화

컴퓨팅 사고가 적용된 과학수업을 실시하고 나서 진행한 인터뷰를 통해 손교사와 손교사의 수업을 들은 학생들의 인식을 파악할 수 있다.

저는 이제까지 했었던 수업과 CT가 반영된 수업의 가장 큰 차이가 바로 추상화 과정과 알고리즘 및 절차화 과정이라고 생각합니다. 해결해야 할 문제제시하고 이를 분해하여 학습할 내용을 인지하는 추상화 과정을 통해 개념형성의 과정이 잘 나타났고, 아이들도 어떤 개념을 학습해야 하는지 잘 받아들였습니다. 알고리즘과 절차화 과정도 마찬가지였습니다. [중략] 실험의 순서도를 작성하는 과정을 통해 자기들이 학습한 내용이 해당 실험과정에 어떻게 나타나는지, 왜 필요한지를 알고 실험도 순서대로 진행하는 모습을 볼 수 있었습니다. [중략] 이전의 수업이 아이들 입장에서 대략 이렇구나 정도였다면, 이번의 수업은 약간 감탄사가 나올 정도였어요(손교사, 인터뷰).

손교사의 경우 초등학교 과학교과 교과담당교사이자 수석교사로서 STEAM교육을 주로 해오면서 STEAM교육이 처음 도입의 취지인 과학과 수학, 기술과 공학이 융합되면서 인문학적 감수성까지 겸비한 융합형 미래인재 양성의 목적을 잇고 점점 예술과 놀이활동

으로 이루어진 STEAM교육에서 실질적 문제를 바탕으로 관련된 개념을 형성하고 학습한 개념을 활용하는 것을 통해 CT가 접목된 STEAM교육은 꼭 필요하다는 인식을 보였다.

사고의 유형에 따른 수업의 절차

손교사가 교사연수를 통해 수업의 계획과 단계가 변형된 것과 달리 김교사의 경우 다년간 컴퓨터와 기술 분야의 교육을 해온 교사로서 자신만의 고유한 일정 수준의 고유한 수업체계를 가지고 있었다. 그는 지식습득과정과 지식활용단계를 각각 과학탐구 기반과 컴퓨팅 기기를 통한 문제해결 단계로 나누어 인식하였다. 다음은 김교사의 회의 중 발언이다.

*컴퓨팅 사고에서 가장 기본적인 자료를 수집하고 분석, 표현하는 것은 과학탐구기능과 연결이 되잖아요? 근데 그렇게 지식을 형성해도 그걸 바탕으로 문제를 해결하려고 했더니 요즘 **대부분의 문제는 새로운 장치를 구안하는 등 지식을 적용**해야하는데 그 과정에서 컴퓨팅 사고가 본격적으로 쓰이는거죠(김교사, 1차 교사회의).*

그러나 김교사와 손교사와는 다른 부분이 있다. 손교사의 경우는 수업도입부에 최종적으로 해결해야 할 큰 문제를 제시했다면 김교사의 경우 문제를 처음 제시하기보다는 자연현상을 관찰하여 학습하듯 지식을 발견하고 습득한 지식을 바탕으로 해결할 수 있는 문제를 찾도록 한 후 그 문제를 해결하는 과정으로 진행하였다.

*결국은 문제를 찾아내려면 우리의 **일상생활을 관찰하는 것부터 시작**하는데 그러다 보니 문제가 뭔지, 어떤 자료가 필요한지에 대한 궁금증에서부터 본격적으로 시작하는거죠, **문제를 명료화 한 후에** 문제를 해결하기 위해 문제를 분해하고 추상화하고 알고리즘 만들어서 자동화 하는거죠(김교사, 2차 교사회의),*

김교사는 자연의 문제는 복잡하고 여러 요인들이 서로 영향을 미치기 때문에 각각의 요소를 학습하고 이해한 후 문제상황을 자연현상에서 스스로 찾을 수 있도록 하는 것이 중요하다고 보았다. 즉 먼저 개념을 형성하고 형성된 개념을 바탕으로 자연의 문제를 찾고 이를 분석하고 학습한 개념을 적용하여 문제를 해결하는 과정이 나타난다고

인식하고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 김교사의 인식은 그가 작성한 학습활동 설계방안(그림 8, 표 21)에 나타나있다.

● 과학과 연계 CT 습득을 위한 학습활동 설계 방안 (안)

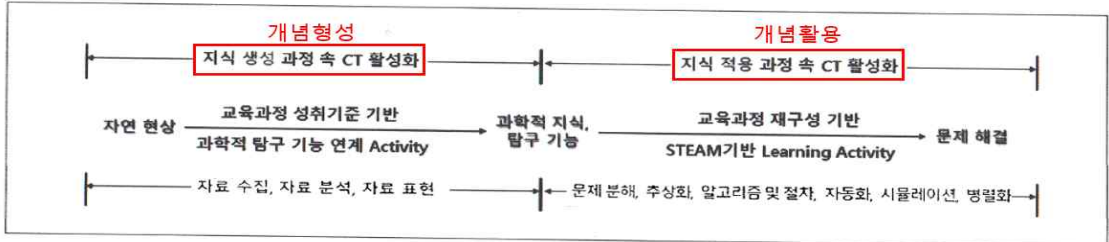
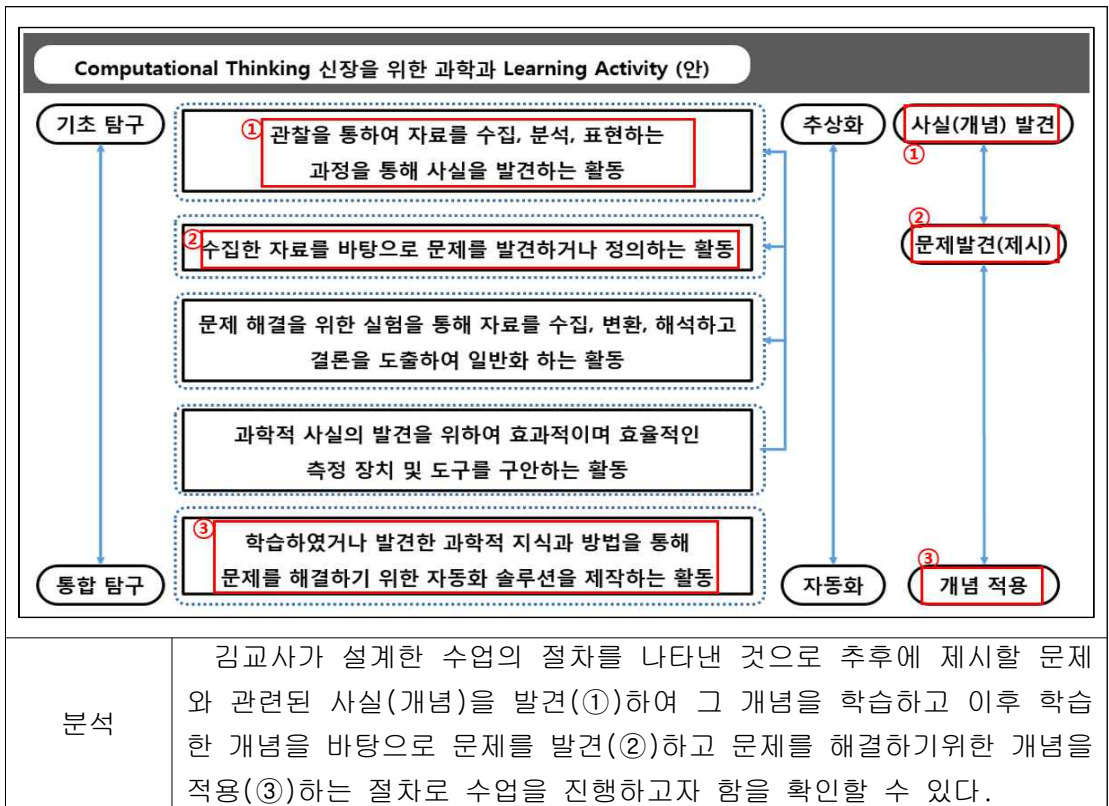


그림 8. 김교사의 학습활동 설계방안 1

표 21. 김교사의 학습활동 설계방안 2



이러한 김교사의 인식은 그가 작성한 수업과정안(표 22)에서도 나타나있다.

표 22. 김교사 재구성 수업의 교수학습 과정안

컴퓨팅 사고력 신장을 위한 CT & STEAM ‘풍력 자동차 경기장 제작하기’ (재구성 단원 : 과학 5-2-3. 물체의 빠르기)				
차시	차시 학습 주제	재구성 주제	비고	CT 요소
1	▶신나는 풍선 자동차 경기하기	■경주대회용 풍력 자동차 만들어 경기하기	Maker 활동	
2	▶물체의 위치는 어떻게 나타낼까요?	■위치를 나타내는 방법을 알고 로봇을 원하는 위치로 이동시켜 보기	Robot & EPL	① 개념 형성 - 자료수집 - 자료분석 - 자료표현
3	▶물체의 운동은 어떻게 나타낼까요?	■운동을 나타내는 방법을 알고 이동하는 로봇의 모습을 관찰하고 운동 설명하기	Robot & EPL	
4	▶일정한 거리를 이동한 물체의 빠르기는 어떻게 비교할까요? (육상경기 50m 달리기)	■일정한 거리를 이동하는 로봇의 빠르기는 어떻게 비교할까요?	Robot & EPL	
5	▶일정한 시간 동안에 이동한 물체의 빠르기는 어떻게 비교할까요?	■일정한 시간 동안 이동하는 로봇의 빠르기는 어떻게 비교할까요?	Robot & EPL	
6	▶물체의 속력은 어떻게 구할까요?	■로봇의 속력 구하는 방법 알아보기	Robot & EPL	
7	▶풍선 자동차의 속력을 비교하여 볼까요?	■풍력 자동차의 속력을 비교하여 보기(초시계 이용하기)		② 문제제시
8	▶어린이 교통안전 수칙을 만들어볼까요?	■과속방지 카메라 작동원리를 살펴보고 속도 측정 장치 제작 아이디어 구안하기	Robot & EPL	③ 개념 활용 - 문제분해 - 추상화 - 알고리즘 및 절차 - 자동화 - 시뮬레이션 - 병렬화
9-10	▶움직이는 물체의 속력 측정하기	■속력 측정 장치 제작하고 풍력 자동차 시험하기	Robot & EPL	
11	▶물체의 빠르기에 대하여 정리해 볼까요?	■풍력 자동차 시험과 측정 장치 제작 활동 속에 담긴 물체의 빠르기의 의미에 대한 서술형 평가하기	과정 중심평가	
분석	김교사가 설계한 수업의 절차를 나타낸 것으로 추후에 제시할 문제와 관련된 사실(개념)을 발견(①)하여 그 개념을 학습하고 이후 학습한 개념을 바탕으로 문제를 발견(②)하고 문제를 해결하기 위한 개념을 적용(③)하는 절차로 수업을 진행하고자 함을 확인할 수 있다.			

김교사는 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학교육 프로그램 개발을 위해 초등학교 5-6학년군 5-2-3 ‘물체의 빠르기’ 단원을 재구성하였다. 총 11차시의 수업으로 구성되며 손교사와 달리 문제를 중반부에 제시하였으며 문제제시를 중심으로 앞부분은 개념형성, 뒷부분은 개념활용이 나타났다. 총 11차시의 수업 중 1차시는 학생들의 흥미를 유발하기 위한 바람자동차를 만드는 활동을 하고 2차시부터 7차시까지 위치, 운동, 빠르기(속력), 속력의 비교 등을 학습한 후 8차시에서 ‘어린이 교통안전 수칙 만들기’라는 문제를 제시한다. 이때 앞서 학습한 내용들을 적용하여 수업이 진행되며 최종적으로는 구안하여 적용하는 수업이 이루어진다.

손교사와 김교사의 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학수업의 설계 및 실행에 대해 확인하였다. 문제를 제기하는 시기와 방법적 측면에서 두 교사에 차이가 있었으나 실생활과 연계된 문제를 제시하여 해결하는 것과 개념을 학습하고 이를 적용 및 활용하는 절차, 학습개념 습득의 방식이나 학습개념의 활용에서 나타난 컴퓨팅 사고의 요소 등의 일치 등 큰 틀에서 일치하였음을 확인 할 수 있다. 두 교사 모두 학습한 개념이 단순 개념의 습득에서 끝나는 것이 아니라 학습한 개념을 활용하는 것의 중요성과 ICT기술 또는 빅데이터 분석 등을 통해 디지털로 이루어질 미래 사회의 문제해결에 적합한 능력의 함양을 강조하였다. 이러한 두 교사의 수업에서 공통적으로 나타난 특징과 인식을 정리하면 다음과 같다(그림 9).



그림 9. 초등과학교육에서 컴퓨팅 사고 기반 활동의 특이점

3. 컴퓨팅 사고는 인지적 사고과정이며, ICT는 기능적 도구이다.

컴퓨팅 사고와 ICT의 기능적 구분

컴퓨팅 사고는 흔히 컴퓨터가 사고하는 방식이라 생각하기 쉽지만 그렇지 않다. 컴퓨팅 사고는 인간이 문제를 해결하는 방법의 하나로 복잡하고 다양한 문제를 해결하기 위해 필요한 자료를 수집, 분석하여 문제의 해결모형을 구축하고, 이러한 모형을 컴퓨터가 이해할 수 있는 언어로 구현하여 문제의 해결방법을 발견하는 것이다.

ICT(정보통신기술, Information and Communication Technology)는 정보기기의 하드웨어와 소프트웨어 그리고 이 기술을 사용하는 모든 과정을 총칭한다. 이 두 요소는 많은 교사들이 가장 헛갈려 하는 것 중 하나이다. 손교사 역시 연수 초기 CT와 ICT를 구별하는데 어려움을 가지고 있음이 나타났다.

저는 ICT랑 CT in STEAM을 구별을 못하겠어요. 그냥 저는 아두이노는 못하니까 파워포인트를 쓰자. 파워포인트 내에서 클릭하고 넘어가고 돌아가게 만들어서 그 많은 정보를 수집해서 분석하고 재구조화해서 넣으면 그 것도 CT in STEAM이라 할 수 있나요(손교사, 2차 교사회의)?

위와 같은 손교사의 생각에 기술교육과 컴퓨터 교육을 실시해온 김교사는 ‘아니다’ 라 답했다. 김교사는 CT와 ICT의 차이를 다음과 같이 말하였다.

과학교육의 목적은 결국 과학학습목표달성이 목적이에요. 그 과정에서 프로그래밍이나 코딩은 도구로서 도와주는거죠. 우리는 이 도구를 이용하는 거구요. 그런데 그 도구를 사용하려면 기존의 아날로그 방식으로는 명령을 내릴 수 없어요. 그래서 도구에 디지털 명령을 내리기 위해 도구가 움직이는 사고과정을 배워야해요. 그걸 위해서 CT를 배우는거예요(김교사, 5차 교사회의).

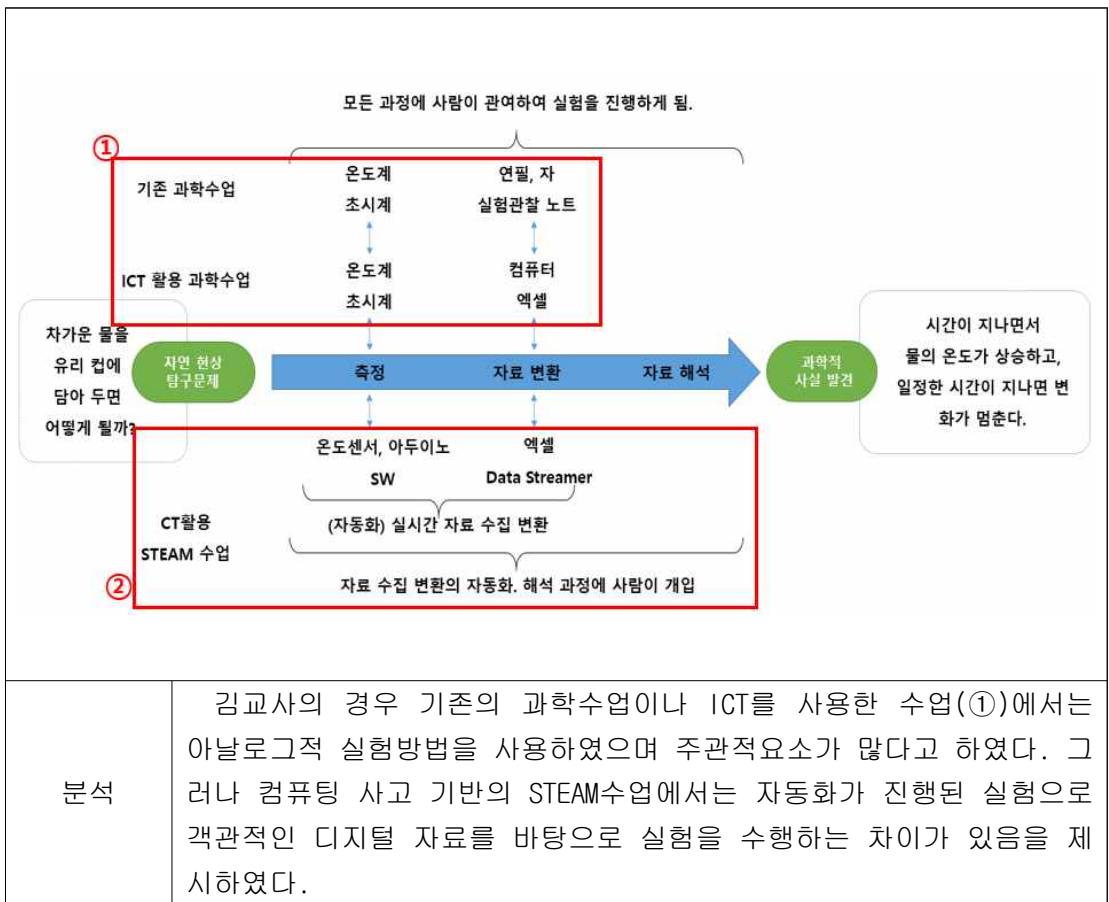
김교사는 ICT와 CT를 나누는 가장 큰 기준을 자동화로 보았다. 단순히 자료수집이나 표현을 위해 컴퓨팅 기기를 사용하는 것은 ICT의 기술적 활용에 그친다고 보았다. 그러나 진정한 컴퓨팅 사고의 촉진을 위해서는 자동화 절차가 있어야 하며, 문제를 해결

하는 과정으로 문제를 해결하는 도구로서 ICT가 활용되는 것으로 보았다.

ICT를 활용하는 것은 아주 기초적인 CT라고 할 수 있어요. 하지만 대부분 ICT를 활용하는 것은 자동화까지 안가고 끝납니다. 대부분 자료를 수집해서 분석하고 표현하는 정도에서 끝나요. 하지만 결국 CT라는건 자동화를 위해 있는건데 단순히 단순히 ICT를 사용하는걸로 CT라 할 수는 없지요. ICT를 통해 얻은 정보나 지식을 확장하여 실제 문제에 적용해야 진정한 CT라 할 수 있어요(김교사, 6차 교사회의).

김교사는 ICT와 CT가 반영된 STEAM수업을 표 23과 같이 비교하여 나타내었다.

표 23. 김교사 ICT수업과 CT in STEAM 수업의 차이



또한 김교사는 ICT와 MBL실험장치를 비교하여 말하기도 하였다.

기존에는 MBL실험장치를 이용해서 실험데이터를 얻고 분석하여 비교하는 자동화 과정을 했다고 할 수도 있어요. 그럼 ICT와 MBL은 어떤 차이나면 기존의 MBL은 이미 제작된 실험장비를 사용하는건데 아두이노와 같은 ICT는 학생들이 직접 실험을 설계하여 장치를 구안하고 프로그램을 통해 구현까지 전 과정을 직접 해볼 수 있는거죠(김교사, 교사연수자료집).

CT의 활용과 ICT의 필요성

김교사는 ICT와 컴퓨팅 사고를 구별하면서도 과학교육의 목적을 달성하기 위하여 ICT의 중요성을 강조하였다. 그는 컴퓨팅 사고가 잘 일어나기 위해서는 ICT의 활용이 꼭 필요하다고 하였다.

기존의 과학탐구에서는 대부분 아날로그적 실험방법을 통해 데이터를 얻었던 말이에요. 아날로그적 데이터는 상당히 주관적이고 사람에 따른 개인차도 있었어요. 그런데 디지털로 데이터를 얻으면 이런 부분이 상당히 좋아지죠. [중략] 실시간으로 데이터를 얻을 수도 블루투스로 무선으로 데이터를 받을 수도 있어요. 그만큼 데이터는 객관적이고 많은 데이터를 얻을 수 있죠. 점차 아이들의 탐구는 이렇게 가야 해요. 그리고 확보된 많은 데이터를 통해 자료와 자료의 상관관계를 학생들이 분석할 수 있고 패턴을 찾는다면 이때부터 CT라고 할수 있지않나 생각하죠(김교사, 8차 교사회의).

손교사의 경우도 컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM수업에서 ICT기기를 사용하는 것에 대한 필요성과 효능성을 이야기 하였다.

간단한 프로그래밍을 통해 다양한 센서를 과학탐구수업에 활용하게 되면 수업을 훨씬 역동적으로 바꿀 수 있습니다. [중략] 탐구에서 자주 사용하는 기온의 변화를 측정할 때 주로 알코올 온도계를 사용하는데요. 이를

사용하여 변화의 정도를 확인하기 위해선 지속적 관찰을 해야 합니다. 그러나 온도센서를 사용해서 자동으로 원하는 간격으로, 원하는 시간동안, 미세한 변화까지 측정해낼 수 있다면 학생들은 보다 정확한 탐구가 가능해지는거죠(손교사, 수업지도안6).

이처럼 ICT의 활용이 필요함을 강조한 손교사는 수업에서도 ICT의 활용이 자주 나타났다. 앞서 제시한 것처럼 개념형성단계인 3-4차시에서 기상청 홈페이지를 통한 빅데이터 수집 및 분석이나 어플리케이션을 활용한 태양의 고도를 파악하는 등 ICT기능을 활용하였다. 다음은 컴퓨팅 사고가 반영된 수업의 핵심이라 할 수 있는 문제를 해결하는 단계에서의 수업이 어떻게 구성되었으며 어떤 ICT요소를 활용하였는지를 제시하고자 한다. 표 24를 통해 수업지도안을 확인하고, 손교사가 교사연수에 사용한 자료에 제시된 해당 수업에서 사용한 ICT요소인 아두이노와 조도센서 연결 프로그래밍에 설명(그림 10)을 통해 수업의 진행을 알 수 있다. 그림 11과 그림 12는 손교사의 수업에서 실제 프로그래밍을 다루는 학생들의 모습을 나타낸 것이다.

표 24. 손교사 교수학습 과정안 6-7차시

학습내용 성취기준	차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT	준비물
							구성 요소	
태 양 의 고 도 와 그 림 자 길 이, 기 온 의 관 계 를 이 해 한다. 계 절 에 따 른 태 양 의 남 중 고 도 와 낮 과 밤 의 길 이, 가 온 변 화 를 이 해 한다.	6~7	80'	계절의 변화를 고려한 한옥 처마를 만들어 볼까요?	계절의 변화를 고려한 한옥 처마를 만들어 봅시다.	<p>▶ 자기평가</p> <p>문제상황을 해결하는데 있어 적극적인 참여가 될 수 있도록 성찰을 통한 참여자를 강화시킨다.</p> <p>▶ 실습 및 피드백 (태양 남중 고도 측정)</p> <p>3차시에 안착된 태양 고도 측정을 학생 개인이 잘 이해하는지 모듈별도 순회하면서 개별 평가를 진행한다. 측정하는 방법을 모를 경우는 옆 학생의 측정 방법을 보도록 한 후, 일정 시간 이후에 다시 기회를 주어 평가한다.</p>	<p>-알고리즘 확인하기</p> <p>-한옥 제작하기 : 집, 처마, 창문 제작하기</p> <p>-백열전구로 태양 고도 측정하기 : 과중형 여름, 겨울철 우리 지역의 태양의 남중 고도값에 맞게 설치하기</p> <p>② -조도센서 설치하기 : 아두이노 보드에 조도센서와 LCD 모듈 연결하기 : 스크래치를 이용하여 코딩 완성하기</p> <p>③ -처마 길이 측정값 제안을 위한 실험 반복 측정 : 조도센서와 LCD값을 활용해 최적의 처마 길이를 제안할 수 있도록 3회 이상 처마의 길이를 달리하면서 제작하기</p>	<p>① 자동화</p>	<p>·박스, 칼, 가위, 자, 셀로판 테이프, 풀, 백열전구, 온도계(적외선), 각도기, 실, 네임펜 등</p> <p>② ·아두이노보드, 조도센서, LCD모듈, 프로그램 다운로드용 USB 케이블, 모듈연결용 케이블(3pin, 4pin), 스크래치, 노트북</p> <p>·평가지</p>
분석	6-7차시는 시뮬레이션으로 설계한 실험내용을 수행하는 자동화단계(①)이다. 손교사의 수업에서는 아두이노와 조도센서를 활용(②)하여 처마길이와 처마고도에 따른 조도값을 이용하여 반복적으로 측정(③)하여 적합한 처마고도를 제안한다.							

정제공제

LCD 연결용 4pin 케이블을 이용해서 아날로그 입력포트 A4A5에 연결함.

3pin 케이블을 이용해서 아날로그 입력포트 A0에 연결함.

작업원리

지리

텍스트 문자열과 입력값 연결 "Light Value : " + (A0입력값)

유역

아두이노에서 처리된 결과를 LCD에 출력함. (영문만 출력 가능)

A4A5포트

처리된 결과 전송

A0 포트

0~1023 값 입력

빛

입력

CDS를 통해 입력되는 빛의 강약에 따라 저항 값이 변하는 원리를 이용해 빛의 세기 측정 0~1023의 수치 값으로 빛의 세기를 측정

구상

아두이노 프로그램을 작성하겠다는 이벤트 표시

LCD 모듈을 사용하기 위해 지정하는 명령

입력 받은 A0의 값을 문자열과 연결하여 LCD에 출력하는 명령

아두이노 프로그램

LCD: 1 번을 주소 (0x27)로 정하게

무한 반복하기

LCD: 1 번의 1 번째 줄, 1 번째 칸에 Light Value : 아날로그(A) 0 번 입력값 출력하기 출력하기

0.5 초 기다리기

LCD: 1 번 지우기

계속적으로 반복 측정하겠다는 반복구조 명령

0.5초 동안 LCD결과를 출력한 후 화면을 지워라

Light Value : 출력하기

아날로그(A) 0 번 읽기

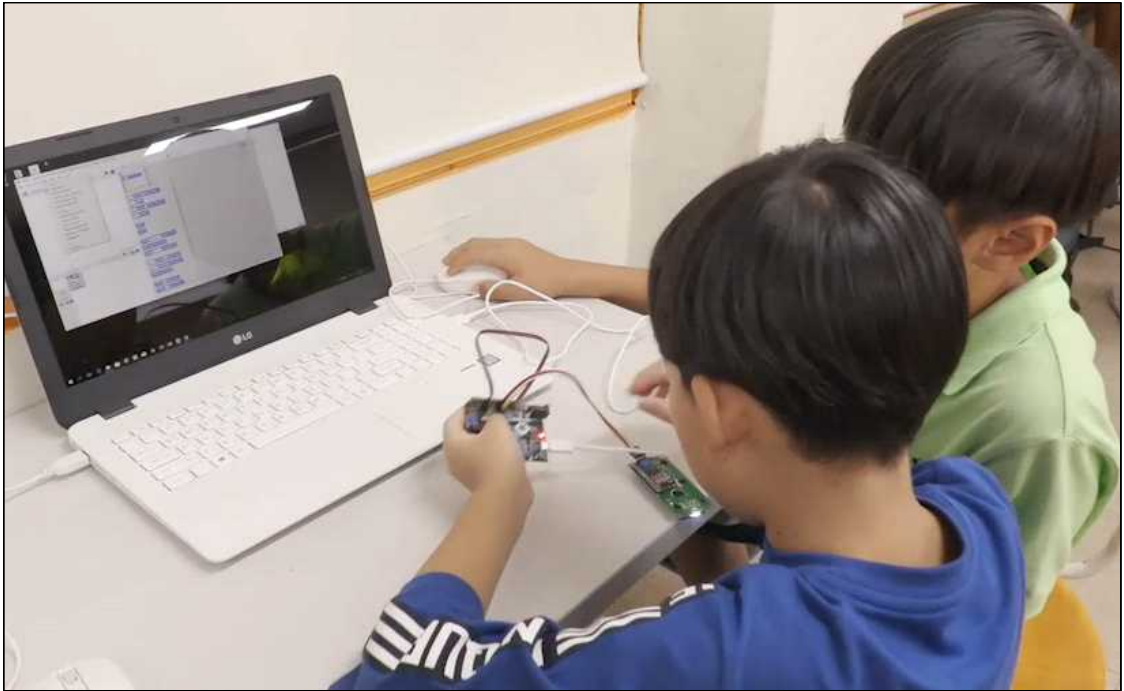
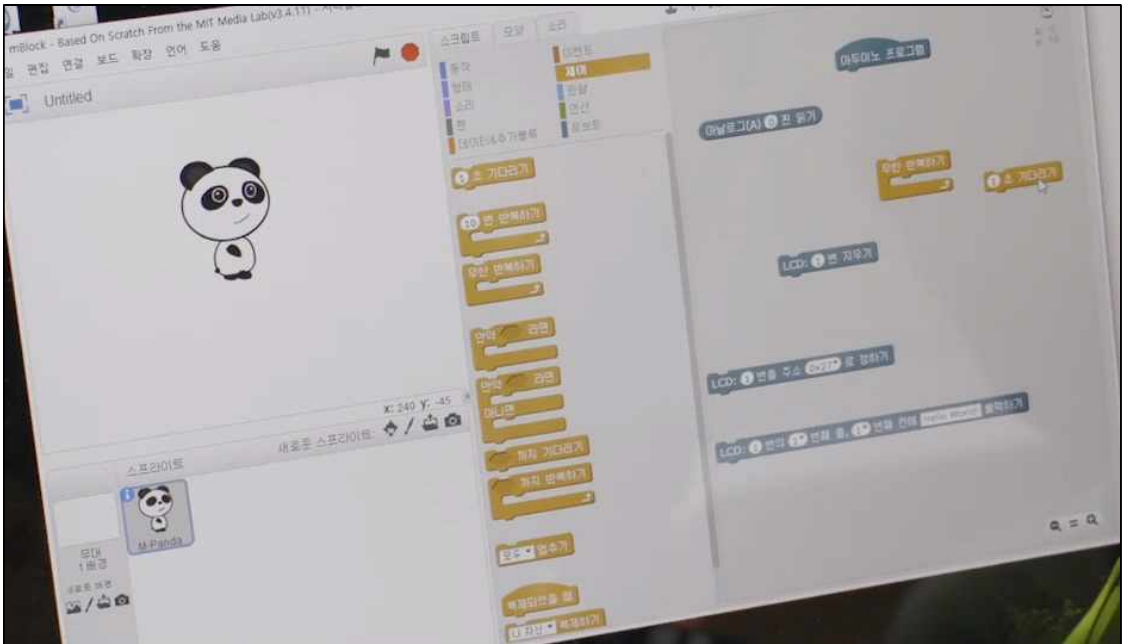


그림 11. 손교사의 수업 중 ICT기기를 활용하는 학생들의 모습



손교사의 수업 중 5차시부터는 본격적으로 컴퓨팅 사고가 적용되는 단계라 할 수 있다. 문제분해와 추상화 과정을 통해 문제를 해결하기 위한 절차를 알고리즘의 형태로 구안하고, 이를 ICT를 활용한 실험장치를 구안하고 이를 이용하여 데이터를 얻고 분석하여 문제의 해결책을 제시한다. 이과정에서 손교사는 ‘아두이노 우노보드’와 ‘엠블럭’이라는 프로그램을 활용하여 수업을 실시하였다. 이러한 ICT를 활용한 수업에 대하여 손교사는 다음과 같이 말하였다.

*학생들이 코딩을 손쉽게 활용할 수 있는 능력을 갖추 수 있다면 학생들이 창의적 설계를 자유자재로 할 수 있도록 할 수 있을거예요. [중략] 기존에 아날로그로 실시했던 간단한 실험도구를 **ICT실험도구로서 대체할 수 있는 방법을 통해 아이들은 좀 더 수업을 적극적으로 참여**할 수 있을거라 생각합니다(손교사, 인터뷰).*

김교사의 수업 역시 ICT를 활용한 부분이 많이 나타났다, 특히 컴퓨터와 기술교육등을 바탕으로 지속적으로 코딩교육을 해온 전문가답게 재구성한 수업 중 대부분의 차시에서 ICT기기를 활용하는 모습이 나타났다. 다음(그림 13)은 김교사의 수업에서 학생들이 ICT기기인 ‘햄스터 로봇’과 ‘엔트리’를 활용하는 모습이다.



4. 컴퓨팅 사고의 9가지 요소는 중복되어 반복적으로 나타나며, 순차적이지 않다.

교사의 신념에 따른 수업의 구성

컴퓨팅 사고에서 말하는 9가지 요소는 자료수집, 자료분석, 자료표현, 문제분해, 추상화, 알고리즘과 절차화, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화(과학교육의 일반화)가 있다. 각 요소의 반영을 통해 컴퓨팅 사고의 반영과 정도를 파악할 수 있다.

손교사의 경우 초등학교 6학년 2학기 ‘계절의 변화’ 단원을 재구성 하였다. 총 11차시의 수업으로 구성되어 있으며 수업의 도입부(1~2차시)에 해결해야 할 큰 문제를 제시하고 문제분해를 통해 문제해결을 위해 필요한 요소를 선별하는 추상화 과정이 나타난다. 이후 3-4차시에서는 문제해결에 필요한 개념을 형성하기 위한 관련 자료를 수집, 분석, 표현하는 과정을 다음 차시에서 진행한다. 개념에 대한 학습과정에서도 전통적 수업방식보다는 빅데이터 분석이나 ICT를 활용한 자료수집 등의 과정으로 이루어지도록 하였다. 이후 5차시에서 형성된 개념을 바탕으로 문제분해와 추상화가 다시 일어난다. 이를 바탕으로 6-8차시는 문제해결을 위한 알고리즘을 짜고 자동화와 시뮬레이션을 하고 일반화를 진행한다. 손교사는 도입부에서 문제를 분해하고 추상화하는 작업을 1차 추상화라 하였으며 그 결과 자료를 수집, 분석, 표현하는 개념형성 과정이 반복된다고 하였다, 이후 개념형성이 완료되면 문제해결을 위한 2차 추상화 과정이 이루어지며 이후 개념활용 단계가 진행된다고 말하였다.

*일단 수업을 한번 짜봤는데요. 차시 순서로 말씀드리면 우선은 **제일 먼저 문제상황을 제시**합니다. 우리가 끝까지 가져가서 해결할 큰 문제를 제시해요. 그리고 **두 번째로 문제분해**. 문제를 해결하기 위해 어떤 지식이 필요할지 나누어보는거죠, 그리고 **세 번째로 추상화**가 옵니다. 저는 이걸 **1차 추상화**라 했는데요. 그 다음에 **필요한 지식을 배우는 자료수집 분석 및 표현**이 옵니다. 그리고 그 다음이 **알고리즘 및 절차화, 그리고 자동화 이런 식으로 진행**합니다. 원래 처음에는 9가지 요소 순서대로 하려 했는데 도저히 제 생각으로는 안되는 거예요(손교사, 6차 교사회의).*

손교사의 경우 크게 컴퓨팅 사고가 반영된 수업을 개념형성 부분인 추상화 이전까지와 개념활용 부분인 추상화 이후 부분을 나누어 인식하였으며, 추상화를 중심으로 양쪽은 그 안에서 순서가 반복적으로 나타날 것이라 인지하고 있음을 알 수 있다.

제 생각에는 추상화까지를 하나의 단계로 본다면 자료수집부터 추상화까지는 각 내용이 왔다갔다 할 수 있지 않을까 하는 생각이 들었어요. 저는 먼저 문제상황을 제시를 했어요. 그리고 그 문제에 대해서 아이들이 문제분해를 바로 해볼 수 있도록 하고 싶었어요. 교사가 문제에 대한 다양한 질문을 통해 문제분해를 할 수 있도록 하고 나서야 뒷부분에 추상화든 알고리즘 절차화든 자동화든 가능할 것 같아요(손교사, 6차 교사회의).

추상화를 제가 마음대로 1차와 2차로 나누어봤어요. 첫 번째 추상화는 문제 상황을 보고 아이들이 문제를 분해하면서 자연스럽게 이루어질 수 있을거라고 생각했습니다. 1차 추상화를 통해 넓은 범위의 필요한 개념에 대한 자료수집분석표현을 하여 배경지식을 갖도록 합니다. 그다음에 2차 추상화는 최종적으로 필요한 핵심내용을 선정하는 과정입니다(손교사, 8차 교사회의).

손교사는 컴퓨팅 사고의 9가지 요소에 대한 개별적 이해를 통해 과학교육자로서 컴퓨팅 사고를 이해하고자 하였다. 손교사의 경우 개념형성에 해당하는 자료수집, 자료분석, 자료표현은 기존의 과학탐구와 큰 차이를 인지하지 못하였으나 문제분해와 추상화, 알고리즘과 자동화 부분을 중요하게 생각하였음을 파악할 수 있다. 이러한 손교사의 인식은 수업과정안을 통해 확인할 수 있다.

표 25. 손교사 교수학습 과정안 5차시

학습내용 성취기준	차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT 구성 요소	준비물
손교사의 교수·학습 과정안 중 5차시	5	40'	계절의 변화를 고려한 차를 제작하기 위해 순서도를 작성해 볼까요?	계절의 변화를 고려한 차를 제작하기 위해 순서도를 작성해 봅시다.	▶알고리즘 작성 및 피드백 ▶자기/동료평가 2차시에 작성한 학 습지를 활용해 모둠 별로 알고리즘을 작 성하도록 한다. 대 부분 처음 작성해 보는 것으로 많은 어려움을 느끼므로 예시작성도를 보면 서 모듈의 특성에 맞게 다르게 작성하 도록 꾸준한 피드백 을 통해 완성될 수 있도록 지도한다. 자기평가와 동료평 가를 통해 적극적인 참여가 될 수 있도 록 안내한다.	① 문제상황 해결을 위한 최종 핵심 내용 선정 : 수집된 자료를 통해 문제상황 해결을 위한 최종적인 핵심 내용 추출 및 계획 구체화 하기(차마의 길이 정도, 조도센서 설치 및 작동, 측정 횟수별 시기 등) 알고리즘 작성하기 : 알고리즘 작성에 필요한 기호와 방법 안내 : 과용평 차마 제작을 위한 전체적인 순서를 <u>알고리즘으로 작성하기</u> ②	① 2차 추상화 알고리즘 & 절차 ②	·학습지 (알고리즘 예시작성도, A4 종이) ·평가지
분석	5차시는 개념형성이 모두 완료된 후 실질적인 문제해결과정을 위한 2차 추상화와 알고리즘과 절차화 과정이 이루어진다. 1차 추상화는 문제에 대한 분해를 통해 학습요소를 선정했다면 2차 추상화는 문제해결을 위한 요소를 선별하는 과정(①)이다. 이후 알고리즘(②)을 학생들이 작성하도록 하였다.							

표 26. 손교사 교수학습 과정안 8차시

	학습내용 성취기준		차시	시간	재구성 차시명	학습 목표	과정 중심 평가 계획	학습활동	CT 구성 요소	준비물
	태 양 의 고 도 와 그 림 자 길 이, 기 온 의 관 계 를 이 해 한 다.	계 절 에 따 른 태 양 의 남 중 고 도 와 낮 과 밤 의 길 이, 기 온 변 화 를 이 해 한 다.								
손교사의 교수·학습 과정안 중 8차시	태 양 의 고 도 와 그 림 자 길 이, 기 온 의 관 계 를 이 해 한 다.	계 절 에 따 른 태 양 의 남 중 고 도 와 낮 과 밤 의 길 이, 기 온 변 화 를 이 해 한 다.	8	50'	계절의 변화를 고려하여 만든 한옥 처마를 설명해 볼까요?	계절의 변화와 관련된 과학 내용을 활용하여 한옥의 처마를 설명해 봅시다. 태양 남중 고도의 뜻 과 측정 방법을 실제 적용할 수 있는지를 살펴본다. 6~7차시에 서 마구했던 학생 위 주로 확인한다. 계절의 변화를 고려 한 처마 길이를 여러 측정값을 활용해서 제안할 수 있도록 피 드백 해 준다. 한옥 처마 길이를 제 안하기까지의 전 체적 인 과정 을 과학개념 을 활용해 설명하도 록 하되, 미흡한 경 우는 사리모를 주 고 연습을 시킨다.	▶동료평가 ▶시연 및 피드백 최종 산출물을 시연 할 때 아래의 사항을 염두 해 두고 피드백 을 한다. ▶동료평가하기	-한옥 처마 제작 최종 점검하기 : 조도센서와 LCD 및 컴퓨터의 깊이 백열전 구의 고도에 따라 달라지는지 확인 : 점검표에 의한 최종 확인 : 발표하기 위한 최종 마무리 -계절의 변화를 고려한 한옥 처마 설명하기 : 과중평 한옥 처마 길이 제작에 활용되었던 과학 관련 내용 설명하기(조도센서 측정 값 활용하기) : 과중평 동료평가하기 -한옥 처마의 길이 제안하기 : 모둠별 처마 길이/처마 고도 값을 자석칠 판에 적어 붙이고 평균값 구하기 : 한옥 처마의 길이를 다른 방법으로 표현해 보기(기둥과 비교하거나 각도로 나타내기) ② -사고확장하기 : 위도별 처마 길이는 어떻게 변화되는 것이 좋을지 생각해 보기	① 시뮬레이션	·박스, 칼, 가위, 자, 셀로판테이프, 풀, 백열전구, 온도계(적외선), 각도기, 실, 네임펜 등 ·아두이노보드, 조도센서, LCD모듈, 프로그램 다운로드용 USB 케이블, 모듈연결용 케이블(3pin, 4pin), 스크래치, 노트북 ·평가지
분석	8차시는 시뮬레이션 단계가 적용된 차시로서 학생들이 자신이 설계한 알고리즘과 자동화 결과를 재실험하고 동료 학생들에게 상호 간 설명하는 활동을 갖는다. 이후 다양한 위도에 설계한 알고리즘을 적용하는 일반화(②)을 실시함으로 복합적인 이해를 유도한다.									

손교사의 수업에서 특징적으 나타나는 부분은 추상화 과정을 1차와 2차로 구분하였다는 것이다. 1차시에서 문제를 제시함으로써 수업 초반에 문제를 이해하는 1차 추상화가 나타나며 이를 통해 학습할 내용을 파악하고 개념을 형성한다. 이후 4차시와 5차시를 거쳐 실제 문제해결을 위한 요소를 찾는 문제분해와 2차 추상화를 실시한다. 5차시 후반부에는 선정된 요소들을 바탕으로 순서도를 작성하여 문제해결 절차를 구성하는 알고리즘과 절차화 과정을 거친 후 자동화와 시뮬레이션, 일반화까지 나타나도록 하였음을 확인할 수 있었다. 손교사의 경우 교사회와의 인터뷰에서 알고리즘과 절차화 과정인 탐구순서도 작성하기 부분이 의미 있었다고 하였다.

수업을 준비하면서 가장 큰 고민을 했던 것이 ‘어디서부터가 CT일까?’였어요. 어떻게 보면 과학탐구기능과 큰 차이가 없다고 볼 수도 있어서요. 그런데 순서도를 딱 작성해보는 순간 ‘여기서부터 CT다’라고 생각을 했어요. 학생들이 직접 설계도 해보고, 변인도 통제하고 하는 과정들이 알고리즘에 다 들어있어서 중요하다고 생각을 했습니다(손교사, 8차 교사회의).

손교사는 학생들이 문제해결과정인 탐구과정에 대한 알고리즘을 작성하도록 한 후 기존에 단순히 탐구방법이나 실험방법을 제시한 것과 차이가 있음을 인지하였다.

제가 생각했을 때 이번 수업의 가장 좋았던 점은 아이들이 알고리즘을 사용하여 문제를 해결했다는 것입니다. 이전까지 단순히 실험방법을 알려주고 실험에 임했을 때, 실험순서와 학생들의 수행이 차이가 있었거든요. 그런데 알고리즘을 학생들이 직접 작성 할 수 있도록 하니 학생들이 절차에 대한 이해와 문제가 있을 때 어디로 돌아가야 할지 알고 있더라는 거죠. 이런 점들이 이전에 해왔던 수업과 큰 차이지 않나 생각합니다(손교사, 인터뷰).

다음은 손교사의 5차시 수업에서 실제 학생들이 작성한 순서도(그림 14)이다. 학생들은 제시된 문제를 해결하기 위해 자신들이 설계한 문제해결절차인 다음의 알고리즘을 따라 해결을 수행하게 된다.

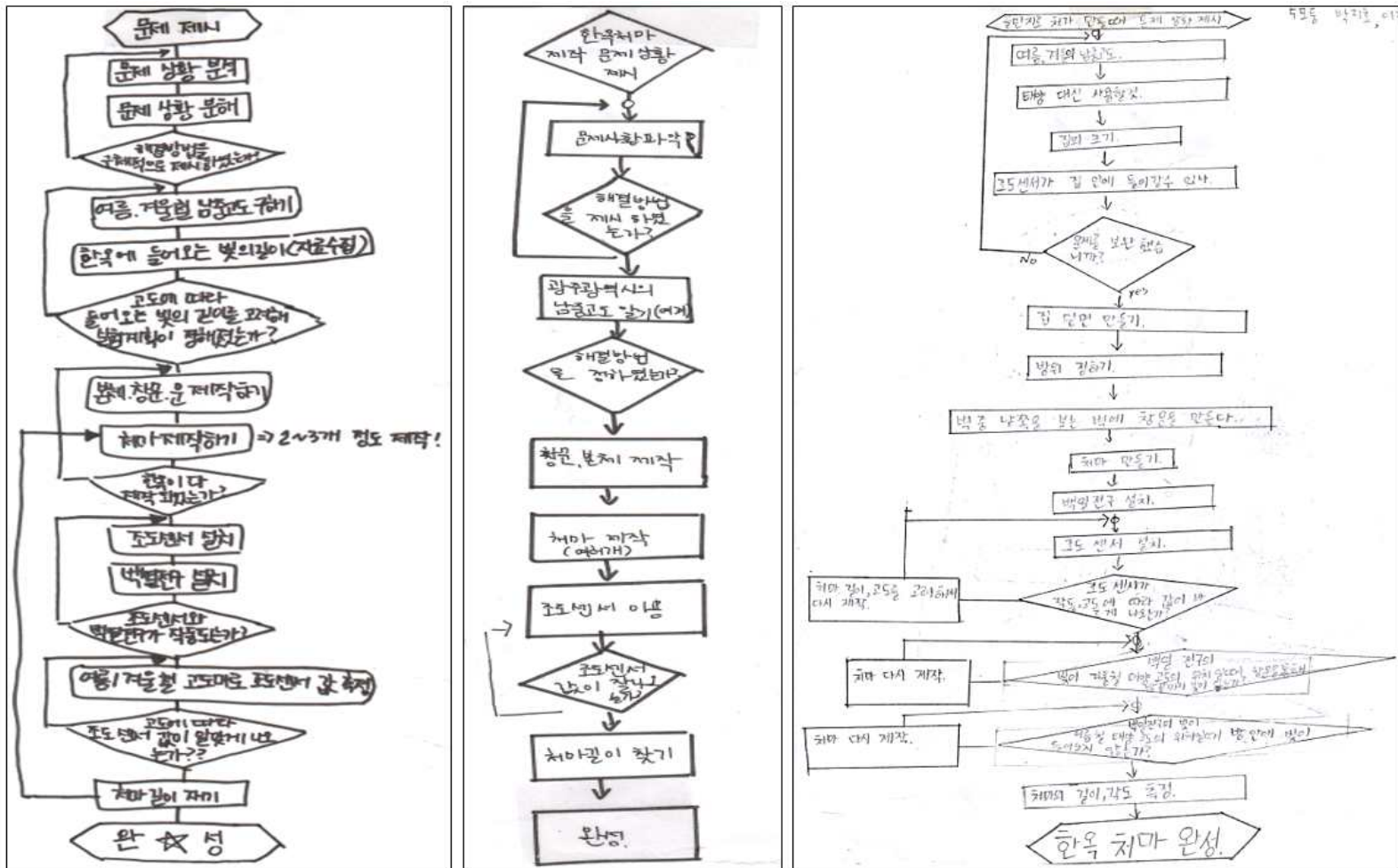


그림 14. 손교사 5차시 수업 중 학생들이 작성한 문제해결 알고리즘

수업에 반영된 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소

이제까지 손교사와 김교사가 개발한 컴퓨팅 사고가 반영된 수업이 교사의 인식과 어떻게 연관성을 가지고 수업에서 나타나는가를 분석하였다. 과학교육의 입장에서 컴퓨팅 사고 관련 기존의 연구를 보면 교사를 대상으로 한 연구는 아직 진행되지 않았으며, 과학교육의 입장에서 컴퓨팅 사고가 반영된 수업 프로그램의 9가지 세부구성요소(박영신과 박미소, 2018)와 수업에서의 실천과정에서 나타나는 5가지 실천요소(박영신과 황진경, 2017)를 제시한 연구가 있다. 각 연구에서는 컴퓨팅 사고 기반의 수업이 아닌 STEAM수업 프로그램을 기반으로 분석하였다. 이에 두명의 교사가 개발한 각각의 수업 프로그램에서 컴퓨팅사고의 구성요소와 실천요소가 차시별로 어떻게 나타나는지를 분석하였다. 분석 결과는 다음과 같다(표 15, 표 16).

	CT 구성요소									CT 실천요소				
	자료 수집 (C1)	자료 분석 (C2)	자료 표현 (C3)	문제 분해 (C4)	추상화 (C5)	알고리즘과 절차화 (C6)	자동화 (C7)	시뮬레이션 (C8)	일반화 (C9)	현실 문제와 컴퓨팅 연결하기 (P1)	컴퓨팅을 위한 도구나 컴퓨터 사용하기 (P2)	추상화 (P3)	컴퓨팅 실천 과정 및 산출물 분석과 평가 (P4)	의사소통하고 협력하기 (P5)
1차시				①								①		
2차시	②			●	●					②		●	●	
3차시	●	●	●							●	●			
4차시	●	●	●							●	●			
5차시				③	●	●				③	●	●	●	
6차시						●	●	●	●		●	●	●	●
7차시						●	●	●	●		●	●	●	●
8차시						●	●	●	●		●	●	●	●
9차시	●	●	●						④					④
10차시	●	●	●											
11차시														

그림 15. 손교사가 개발한 수업에서 나타난 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소 분석

	CT 구성요소									CT 실천요소				
	자료 수집 (C1)	자료 분석 (C2)	자료 표현 (C3)	문제 분해 (C4)	추상화 (C5)	알고리즘과 절차화 (C6)	자동화 (C7)	시뮬레이션 (C8)	일반화 (C9)	현실 문제와 컴퓨팅 연결하기 (P1)	컴퓨팅 산출물 을 위한 도구나 컴퓨터 사용하기 (P2)	추상화 (P3)	컴퓨팅 실 천 과정 및 산출물 분석과 평가 (P4)	의사소 통하고 협력 하기 (P5)
1차시	●													
2차시	●	●	●							●	●			
3차시	●	●	●							●	●			
4차시	●	●	●							●	●	●		
5차시	●	●	●							●	●			
6차시	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●
7차시				●	●	●	●			●	●	●	●	●
8차시				●	●	●	●			●	●	●	●	●
9차시							●	●	●		●	●	●	●
10차시							●	●	●		●	●	●	●
11차시									●	●	●	●	●	●

그림 16. 김교사가 개발한 수업에서 나타난 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소 분석

손교사의 수업에 나타난 컴퓨팅 사고 구성요소와 실천요소를 분석한 결과(그림 16) 위와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 2차시에서 문제분해(C4)와 1차 추상화(C5) 과정에서는 추상화(P2)와 컴퓨팅 실천과정 및 산출물 분석과 평가(P4)가 나타났다. 3-4차시에서 개념형성의 부분으로 CT구성요소로는 자료수집(C1), 자료분석(C2), 자료표현(C3)이 있었으며, 실천요소로는 현실문제와 컴퓨팅 연결하기(P1), 컴퓨팅 산출물을 위한 도구나 컴퓨터 사용하기(P2)가 나타났다. 5차시에서는 2차 추상화(C5)와 알고리즘과 절차화(C6)과정이 나타났으며 실천요소로는 P2와 P3, P4(컴퓨팅 실천과정 및 산출물 분석과 평가)가 나타났다. 6-8차시는 컴퓨팅 사고에서 특징적으로 나타나는 알고리즘과 절차화(C6), 자동화(C7), 시뮬레이션(C8), 일반화(C9)이 나타난다. 동시에 실천요소로서 P2, P3, P4, P5(의사소통하고 협력하기)가 나타났다.

김교사의 수업역시 손교사의 수업과 비슷한 결과를 확인할 수 있다(그림 17). 김교사는 1차시에서 학생들의 주제관련 흥미를 유발한 후 2차시부터 6차시까지 개념형성단계로 보았다. 그과정에서 CT구성요소로 자료수집(C1), 자료분석(C2), 자료표현(C3)이 나타났으며, 동일 차시에 컴퓨팅 사고 실천요소로는 현실문제와 컴퓨팅 연결하기(P1), 컴퓨팅 산출물을 위한 도구나 컴퓨터 사용하기(P2)가 나타났다. 6-8차시는 문제를 해결하기 위한 준비단계로 컴퓨팅 사고 구성요소로는 C4, C5, C6, C7이 나타났으며, 실천요소로는 P3, P4, P5가 나타났다. 문제를 해결하는 9-10차시에서는 C7, C8, C9과 P2, P3, P4, P5가 골고루 나타났음을 확인하였다.

컴퓨팅 사고가 적용된 수업 프로그램의 구성요소와 실천요소를 분석한 결과 개념형성단계인 C1, C2, C3 단계는 실천요소의 P1, P2와 병렬적으로 나타남을 알 수 있었다. 또한 구성요소의 추상화(C5)와 실천요소의 추상화(P3)는 정의적 요소와 실천적 요소가 유사한 의미를 가지며 함께 나타남을 확인할 수 있다. 구성요소의 문제분해(C4)는 추상화와 같이 나타나며 추상화를 위한 하위적 요소로 판단된다. 개념을 활용하는 C6, C7, C8, C9의 단계는 실천요소의 P2, P3, P4, P5와 함께 나타남을 알 수 있었다.

5. 컴퓨팅 사고의 활용을 통해 STEAM교육의 활성화를 유도할수 있다.

ICT기반의 컴퓨팅 사고가 STEAM에 미치는 효과

ICT와 CT의 활용은 진정한 본질의 STEAM교육을 활성화시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본래의 STEAM교육은 과학과 수학을 기반으로 기술공학적 내용을 다루면서 이 과정에서 인문학적, 예술적 감성을 함양하고자 하였다. 그러나 본질인 T와 E는 등한시되고, 예술적 요소만이 부각되고 있는 현실에서 컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM교육은 기술과 공학적 내용을 부각할 수 있을 것으로 기대하였다.

기존의 STEAM에서는 측정하는 것 자체가 없었어요. 많은 사람들이 STEAM에서 T와 E가 매우 약하다고 하잖아요. 예술적 요소가 중요하지 않은건 아니지만 너무 그쪽으로만 집중하고 있다고 생각하구요. 그래서 이 CT가 강조된 CT in STEAM을 하면 T와 E가 강조된 진정한 STEAM이라 볼 수 있을 것 같아요(김교사, 8차 회의).

컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM 수업이 STEAM의 본질을 찾을 수 있을 것이라는 김교사의 인식은 STEAM을 주로 실시하는 손교사에게도 동일하게 나타남을 확인할 수 있다.

지금까지의 STEAM 수업은 말만 STEAM이었어요. 우리나라 초등에서의 STEAM은 아트적인 요소가 강합니다. [중략] T와 E를 고려하면서 과학이 강조된 STEAM의 본질을 찾기 위해서는 STEAM이 창의적 설계가 가능해야 합니다. 그 창의적 설계는 데이터 분석을 통한 결론에 의해 나오는 겁니다. 기존의 아날로그적 데이터가 아니라 디지털을 활용한 정량적이고 정확한 데이터가 나왔을 때 학생들은 자신만의 결과물에 만족할 수 있습니다. 과학교육과 T와 E가 접목되어 실생활의 문제를 실질적으로 해결할 수 있도록 하는데 CT가 반영된 STEAM이 큰 효과를 발휘할 수 있을것이라 생각합니다(손교사, 인터뷰).

그러나 손교사는 CT가 STEAM에 들어오는 것을 환영하면서도 약간의 주의할 부분도 있음을 지적하였다.

CT가 STEAM에 들어오는 것은 정말 바람직하다고 생각하는데요. 문제는 CT가 STEAM을 덮으면 안된다고 생각합니다. STEAM의 활성화와 효과성을 위해 CT를 활용하는 것이지 CT를 너무 강조하여 CT를 적용하기 위해 STEAM을 활용하는 것은 주객이 전도된 것입니다(손교사, 인터뷰).

컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM수업의 활성화

손교사와 김교사 모두 본질적인 STEAM이 이루어지기 위해서는 CT가 꼭 필요함을 강조하며 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 그러면서 컴퓨팅 사고가 반영된 STEAM수업이 더욱 확산되기 위해서 필요한 몇가지를 제시하였다.

기존에 STEAM에서 기술공학적 파트는 너무 기구적인 측면이나 융합만을 강조했는데 이제는 소프트웨어가 연계되거든요. 근데 선생님들은 아직 너무 어려워해요. 학교현장의 교사들이 너무 진입장벽을 높게만 생각하는데 그렇지 않거든요. 과학실험에서도 아주 기초적인 역량이 안되면 제대로 된 탐구를 못 하듯이 컴퓨터 기기를 다루고 원리를 이해할 수 있도록 하는 아주 기초적인 연수는 필요합니다. 그리고 많은 선생님들이 원리를 이해한 상태에서 쉽게 접할 수 있도록 기초적인 프로그램은 보급해야 CT가 적용된 STEAM 수업이 더 활성화되고 효과를 볼 수 있지 않을까 생각합니다(김교사, 인터뷰).

이러한 김교사의 인식에 손교사도 유사한 생각을 가지고 있음을 확인할 수 있었다.

STEAM에 CT가 사용되는 것이 분명 좋긴 한데 지금 교사들은 너무 어렵게 생각을 해요. CT가 STEAM에 지속적으로 사용되기 위해서는 우선 많은 교사들이 당장 쉽게 따라서 할 수 있는 초보적인 메뉴얼을 제작하여 보급하는 게 필요하다고 생각합니다. 그리고 단순히 코딩을 하나 더 배우는 것이 중요한게 아니라 이게 필요하고 효과적이라는 철학을 가질 수 있도록 하는 게 중요할 것 같아요(손교사, 인터뷰).

특히 기술교육이나 컴퓨팅 사고에 대해 알지 못하던 손교사의 경우는 과학교육에서 바라보는 컴퓨팅 사고를 보다 유연한 관점에서 바라보면 과학교육과 STEAM수업에 컴퓨

팅 사고가 정착하고 유지되어 발전할 수 있을 것으로 인식하고 있었다.

컴퓨터 전공자가 바라본 제 수업이 컴퓨팅 사고가 충실히 반영되었다고 판단할지는 잘 모르겠어요. 다만, 과학교육과 융합교육의 관점에서 컴퓨팅 사고를 재해석하여 폭넓게 CT로 인정해주고, CT의 각 요소를 모두 반영한 수업보다 추상화나 자동화, 알고리즘 및 절차화와 같이 **중요한 요소들은 부분적으로만 반영한 수업도 컴퓨팅 사고가 반영된 수업**이라고 인정해준다면 앞으로도 CT는 살아남을 수 있을 것이라 생각합니다(손교사, 인터뷰).

손교사와 김교사 모두 컴퓨팅 사고가 STEAM교육에 잘 반영되기 위해서는 현재처럼 실과수업에서만 컴퓨팅 사고를 사용하는 것이 아니라 다양한 교과에서 여러 번에 걸쳐 반복적으로 컴퓨팅 사고에 대한 경험을 가지게 되면 자연스럽게 컴퓨팅 사고 관련 역량이 증진될 수 있을 것으로 판단하였다.

저는 이번에 단원 재구성을 했습니다만, 다시 하라고 하면 짧은 차시의 재구성을 통해 짧게 짧게 코딩경험이나 디지털 실험기구를 사용하는 등을 통해 추상화나 알고리즘 등을 통해 조금씩 **학생들이 익숙하고 친숙하게 받아들일 수 있도록 하는 것이 중요하다고** 봤어요. 그렇게 학생들이 익숙해지면 그때 단원이나 교과 단위의 재구성을 통해 CT를 반영할 수 있을 것이라 생각합니다(손교사, 인터뷰).

뿐만 아니라 손교사는 컴퓨팅 사고가 학교현장에 꼭 필요함을 강조하면서 기술이나 재정적, 제도적 뒷받침이 꼭 필요하다고 강조하였다.

학교현장에 컴퓨팅 사고가 제대로 정착하기 위해선 **예산지원을 비롯한 물적, 인적 인프라는 기본**이에요. 지금 학교에 와이파이도 안되어있고, 수업에서 사용할 노트북이나 패드같은건 갖춰져야 합니다. 그리고 기본적인 센서나 장비들을 구축해주어야 합니다. 그리고 교사들이 이런 장비들을 사용하다가 의문이 있거나 심도깊은 사용을 위해서 자문을 요청하면 도움을 받을 수 있는 **자문시스템**이 갖춰져야 합니다(손교사, 인터뷰).

V. 결론 및 제언

1. 컴퓨팅 사고의 실천은 STEAM교육의 활성화를 위한 도구로 사용될 수 있다.

컴퓨팅 사고의 실천은 과학교육에서 목표로 하는 STEAM교육과 핵심역량의 증진, 즉 창의적 문제해결역량을 갖춘 융합인재 양성에 효과적이다. 그 근거로는 기존의 과학탐구수업에서 학습한 내용을 문제에 적용하는 부분이 활동의 말미에 나타났다면 컴퓨팅 사고가 반영된 수업은 실제적 문제상황을 제시하고 제시된 문제를 해결하는 것을 수업의 주된 목적으로 하여 수업의 절반 이상이 문제해결과정에 집중되며 명시적으로 문제 해결을 강조한다. 또한 문제를 해결하기 위해 문제를 분해하고, 핵심적 요소를 추출하는 추상화과정, 문제해결의 절차를 설계하는 알고리즘과 절차화, 실제 문제해결을 적용해보는 시뮬레이션, 여러 상황에 대입해보는 일반화 등의 과정을 통해 문제해결을 복합적이 단계적으로 진행할 수 있다. 이러한 과정을 통해 자연스럽게 문제해결역량이 증대됨을 확인할 수 있다. 또한 ICT등의 공학적 측정장치를 사용함으로써 정량적이고 객관적인 데이터를 얻을 수 있으며 빅데이터 분석등을 통해 데이터 분석역량 역시 증대될 수 있다.

기존의 STEAM 교육에서 교사가 기술과 공학 분야에 대한 이해가 부족하며, 적용이 어려웠다는 문제점이 지속적으로 제기되어 왔으며, 실질적으로 극복하기 어려운면이 있었다. 그러나 컴퓨팅 사고가 반영된 수업을 통해 기술공학적 부분이 강조된 문제상황을 제시하고 이를 해결하기 위한 방법으로 ICT요소를 사용하는 등 공학적 요소를 사용한다면 기존의 STEAM에서 제기된 문제를 해결하고 STEAM수업을 보다 효과적으로 활성화 할 수 있는 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 컴퓨팅 사고 실천은 차별화된 추상화 작업과 자동화 작업으로 인한 개념형성과 개념활용으로 구분되며, 이는 과학교육의 목적인 융합 인재의 양성을 위한 실천도구로 사용될 수 있다.

컴퓨팅 사고가 반영된 수업의 핵심은 추상화 작업과 자동화 작업이라 할 수 있다. 문제해결을 목적으로 하는 컴퓨팅 사고 기반의 수업의 경우 문제를 해결하기 위해 문제를 분해하고 핵심요소를 추출하는 추상화 과정을 통해 관련된 개념을 학습하고 문제 해결을 위한 방법을 구안할 수 있다. 이러한 추상화 과정이 원활하게 이루어지기 위해서는 관련된 과학적 개념의 학습이 필수적이다. 이에 과학탐구를 통해 관련된 개념을 형성하는 개념형성 단계가 나타난다. 그러나 기존의 과학탐구에서 아날로그적 방법을 통해 수집된 데이터나 교사에 의해 정제된 데이터를 분석하여 자료간의 상관관계를 파악하였다면, 컴퓨팅 사고 기반의 수업은 ICT요소를 활용하여 객관적인 데이터를 수집하거나 빅데이터를 분석하여 상관관계를 파악하고 이를 표상화하는 점에서 기존의 과학탐구와 차이를 갖는다. 개념학습을 통해 추상화가 이루어지면 학습한 개념을 바탕으로 실질적인 문제를 해결하는 개념활용 단계가 진행된다. 개념활용 단계는 추상화된 요소를 바탕으로 문제해결의 과정을 설계하는 알고리즘 및 절차화 과정을 바탕으로 문제해결장치를 만드는 자동화를 진행한다. 이후 실제 문제의 해결이 가능한지를 시뮬레이션한다. 과학교육에서 일반화는 여러 상황에 해당 시뮬레이션을 적용해보는 것이다. 이러한 개념형성과 개념활용단계를 통해 실질적인 문제를 해결해봄으로서 과학교육의 목적인 문제해결역량을 갖춘 융합인재 양성이 가능함을 확인할 수 있다.

3. ICT의 사용이 아닌 컴퓨팅 사고의 실천은 인지과정으로 교사의 구체적인 수업전략 및 질문의 가이드가 필요하다.

ICT와 컴퓨팅 사고는 차이가 있다. ICT는 프로그래밍이나 코딩 등의 과정이 나타나는 하드웨어 장치나 소프트웨어적 프로그램 자체를 말한다. 그러나 컴퓨팅 사고는 그러한 기기를 사용하여 실질적으로 문제해결 등의 목적에 적합한 장치를 구안하고 이를 대입하는 인간의 인지적 사고과정을 말한다. 이러한 컴퓨팅 사고의 과정에 ICT는 도구적으로 도움을 줄 요소이다. 컴퓨팅 사고가 반영된 수업의 경우 학생들이 ICT기기를 사용하여 문제를 해결할 수 있는 절차적 과정을 생각할 수 있도록 하여야 한다. 이 과

정에서 학생들이 컴퓨팅 사고를 할 수 있도록 교사는 체계적으로 수업을 구성하여 설계하고 적절한 발문을 하여야 한다.

4. 새로운 교육정책에 대한 일회성이 아닌 지속적이고 전문적인 교사 연수를 통해 전문 역량 강화 연수 시스템으로 변화가 필요하다.

본 연구에서는 PAR기법과 상황학습에 근거한 교사연수를 실시하였다. PAR기법이란 일회성의 연수가 아닌 반복적이고 지속적인 피드백을 통해 교사의 지식과 전문성을 형성하는 것을 말한다. 상황학습이란 연수를 통해 학습한 지식을 실제 학교수업에 적용함으로써 이론과 실천을 연계하는 것을 말한다. 기존에 실시된 교사연수를 보면 대부분 일회성의 단순 지식전달형태의 교사연수가 많았다. 그러나 연수의 효과가 지속적이고 실제수업에서 나타나려면 지금과는 연수의 형태가 달라져야 한다. 교사는 전문직으로 끊임없이 공부하고 성장하여 보다 나은 방법으로 교육을 실시해야 한다. 이러한 교사의 전문성 신장을 위한 교사연수는 새로운 교육정책을 잘 반영할 수 있는 지속적이고 전문적인 연수의 형태로 바뀌어야 한다. 본 연구에서 실시된 컴퓨팅 사고관련 연수 역시 주제에 대해 지속적으로 토의하였으며 학습한 내용을 실제 수업에 실시할 때까지 지속적으로 피드백하고 보완하였다. 이를 통해 컴퓨팅 사고가 반영된 초등과학교육 프로그램을 완성하였으며 이 과정에서 나타난 교사의 인식을 확인하였다.

참 고 문 헌

- Barr, V. & Chris, S.(2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?, ACM Inroads, 2(1), 48-54p.
- Computer Science Teacher Association(2011). computational Thinking Leadership Toolkit.
- Roehrig, G. H. & Luft, J.A.(2006). Does one size fit all? the induction experience of beginning science teachers from different teacher-preparation programs. Journal of Research in Science Teaching, 43, 963-985p.
- Crawford, B.a.(2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. Journal of Research in Science Teaching, 37, 916-937p.
- Cuny, J., Snyder, Larry., Wing, Jeannette. (2010). Demystifying computational thinking for non-computer scientists. work in progress.
- Grover, S. & Pea, R.(2013). Computational Thinking in K-12: Review of the state of the field, Educational Researcher, 42(1), 38-43p.
- National Research Council (2012). A framework for K-12 Science education, Washinton. D.C: The National Academies Press.
- NGSS(2013). Next Generation Science Standards; For States, by states. USA; NGSS Lead States
- Park, Y-S. (2010). Secondary Beginning Teacher' Views of Scientific Inquiry;

With the View of Hands-on, Minds-on and Hearts-on. Journal of Korean Earth Science society, 31(7), 798-812p.

The College board(2013). Advanced Placement Computer Science Principles Draft Curriculum Framework.

The College board(2017). Advanced Placement Computer Science Principles Draft Curriculum Framework. Updated Fall 2017.

The International Society for Technology in Education(2011). Computational Thinking teacher resources second edition.

The International Society for Technology in Education & Computer Science Teacher Association (2011). Computational Thinking leadership toolkit.

Wing, J. M(2006). Computational Thinking, Communication of the ACM, 49(3), 33-35p.

Wing, J. M(2008). Computational thinking and thinking about computing, Phil.

과학기술정보통신부(2004). 지식 정보화 사회에서의 과학인재 육성을 위한 시도교육청 과학교육 제도 문제점 분석 및 개선방안, 인재정책총괄과.

국가교육과정정보센터(2016). 초중등학교 교육과정 총론 신규 대조표(최종).

권정인(2014). Computational thinking 기반의 교수-학습이 학습자의 창의적 문제해결에 미치는 효과성 연구, 성균관대학교 일반대학원 박사학위논문.

교육과학기술부(2009). 2009 개정 교육과정 총론, 교육과학기술부 고시 제 2009-41호.

교육과학기술부(2011). 2009 개정 과학과 교육과정, 교육과학기술부 고시 제 2011-361호[별책 9].

교육부(2015a). 2015 개정 교육과정 총론, 교육부 고시 제2015-74호.

교육부(2015b). 과학과 교육과정, 교육부 고시 제 2015-74호[별책 9].

김병조(2015). 초등 융합영재를 위한 Computational Thinking 기반 실생활 문제해결 수업콘텐츠 개발 및 적용, 한국교육대학교 대학원, 석사학위논문.

김순화, 함성진, 송기상(2015). 융합적사고력 신장을 위한 초등학생용 CT 기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발, 컴퓨터교육학회 논문지, 17(6), 81-91p.

김재경(2017), 컴퓨팅 사고 개념학습과 프로그래밍 역량 평가를 위한 루브릭 개발, 컴퓨터교육학회, 20(6), 27-36p.

김진수(2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. 한국기술교육학회지, 7(3), 1-29p.

김현경, 나지연(2017). 2015 개정 과학과 교육과정의 적용에 대한 초·중학교 교사의 인식과 요구, 한국과학교육학회, 37(1), 103-112p.

강순민, 이효녕, 김영신, 김경대(2008). 첨단 과학 실험장비 활용 및 연수에 대한 과학교과 과학교사와 예비교사들의 인식, 한국과학교육학회, 28(8), 880-889p.

곽영순, 손정우, 김미영, 구자옥(2014). 핵심역량과 융합교육에 초점을 둔 과학과 교육과정 개선방향 연구, 한국과학교육학회, 24(3), 321-330p.

나지연, 장병기(2016). 교육실습에 참여한 예비 초등교사들이 테크놀로지 활용 과학수업 실행에서 느끼는 어려움과 요구, 한구초등과학교육학회, 35(1),

98-110p.

노희진, 백성혜(2015). 스크래치를 활용한 고등학교 과학 수업에 대한 학생 인식, 한국과학교육학회, 35(1), 53-64p.

박경은, 이상구(2015). “컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)” 향상과 Sage 도구를 이용한 수학교육, 한국수학교육학회, 29(1), 19-33p.

박구름(2017). 과학과 핵심역량 측정도구 개발 및 적용 가능성 탐색, 조선대학교 일반대학원 석사학위논문.

박미소(2018). 과학교육관점에서의 컴퓨팅 사고 실천에 대한 조작적 정의와 이에 따른 과학교육에서의 제언, 조선대학교 일반대학원 석사학위논문.

박영신, 황진경(2017). 컴퓨팅 사고 실천 분석도구 개발 및 이의 활용에 대한 기초 연구, 대한지구과학회, 10(2), 140-160p.

박영신(2015), 상황학습을 통한 과학 도슨트의 전문성 연구, 한국지구과학교육학회, 8(1), 98-113p.

박종원, 김영민, 정진수, 박영신, 박종석(2017), 과학수업의 실제적 개선을 위한 POCoM의 확장 적용, 경북대학교 과학교육연구소, 41(3), 365-381p.

박현주, 변수용, 심재호, 백윤수, 정진수(2016). 우리나라 초·중·고등학교의 STEAM 교육 운영 현황 실태 조사, 한국과학교육학회, 36(4), 669-679p.

송진웅, 나지연(2015). 2015 과학과 교육과정 개정의 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화의 방향, 교과교육학연구, 18(3), 827-845p.

우정주(2012). STEAM 교육에 대한 고등학교 교사의 인식과 관련한 질적 연구, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 양일호, 조현준, 한인경(2006). 초등과학교육에서 실험활동의 목적에 대한 교사와 학생의 인식, 학습자중심교과교육학회, 6(1), 235-252p.
- 이영은, 이효녕(2014). 공학적 설계와 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과, 교과교육학연구, 18(3), 513-540p.
- 이영준(2008). Computational Thinking 향상을 위한 초·중등학교 정보 교육의 방향, 컴퓨터교육학회, 2(1), 17-21p.
- 이현동, 배태윤, 이효녕(2016). 지진에 대한 과학 탐구 기반의 STEAM 교육 프로그램 개발과 적용, 한국지구과학회, 37(7), 476-488p.
- 정진수, 박종원, 박종석, 김영민, 박영신(2014). POCoM 확장을 위한 교사 연수 프로그램의 개발과 적용, 한국과학교육학회, 34(3), 361-272p.
- 정현도(2016). 중학교 자유학기제에 적합한 과학 탐구 중심의 융합인재교육 프로그램 개발 및 적용, 경북대학교 교육학석사학위논문.
- 최숙영(2011). 21st Century Skills와 Computational Thinking 관점에서의 ‘정보’ 교육과정 분석, 컴퓨터교육학회, 14(6), 19-30p.
- 최숙영(2016). 문제해결의 관점에서 컴퓨팅 사고력 증진을 위한 교수학습에 대한 연구. 한국컴퓨터교육학회, 19(1), 53-62p.
- 최은정, 백성혜(2014). 과학교육을 위한 컴퓨팅 사고력 도입 수업 설계, 한국컴퓨터 정보학회, 22(2), 169-170p.
- 최재민(2017). STEAM 연구학교 프로그램에 제시된 핵심역량 분석, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

최정원, 이은경, 김경훈, 이영준(2015). 2015 개정 정보 교과 교육과정에서 학습자의 컴퓨팅 사고력 평가 방안에 대한 제언, 한국컴퓨터교육학회, 19(2), 9-12p.

최형신(2014). Computational Thinking역량 계발을 위한 수업 설계 및 평가 루브릭 개발, 정보교육학회논문지, 18(1), 57-64p.

한국과학창의재단(2014). 초중등 단계 Computational Thinking 도입을 위한 기초연구.

함성진, 김순화, 박세영, 송기상 (2014). 융합적사고력 신장을 위한 초등학생용 CT 기반 융합인재교육(CT-STEAM) 프로그램 개발, 컴퓨터교육학회, 17(6), 81-91p.

황요한, 문공주, 박윤배(2016). 소프트웨어 활용 탐구 활동을 통한 고등학생의 프로그래밍과 컴퓨팅 사고력에 대한 인식 변화와 과학 학습에 대한 태도 조사 - 스크래치와 피지컬 컴퓨팅 교구의 활용을 중심으로-, 한국과학교육학회, 36(2), 325-335p.

황진경(2015). STEAM 프로그램에 반영된 컴퓨팅 사고(Computational Thinking) 실천의 탐색과 발전, 조선대학교 교육대학원 석사학위 논문.