

# 한국과 미국의 교육과정에 나타난 컴퓨팅 사고력 관련 성취기준 비교 분석

이은경<sup>†</sup>

## 요 약

최근 컴퓨팅 사고력 교육에 관한 중요성이 강조됨에 따라 전 세계 교육과정이 개편되고, 컴퓨팅 사고력 평가를 위한 국제 비교 연구가 추진되었다. 본 연구에서는 최근 개정된 한국과 미국의 교육과정에 나타난 컴퓨팅 사고력 관련 성취기준을 비교·분석하였다. 연구 결과, 컴퓨팅 사고력 요소와 관련성이 있다고 판단되는 성취기준의 수는 한국이 16개, 미국이 21개로 한국과 미국 교육과정 모두 높게 나타났으며, 포함된 개념 요소는 비슷하나, 기능 수준에서 차이를 보였다. 한국은 '문제 분석 및 정형화' 측면에서 보다 구체적인 성취기준을 다루는 반면, 미국은 '해결 방안 계획 및 평가' 측면에 중점을 둔 것으로 나타났다. '알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발' 측면에서는 한국과 미국 모두 구체적인 성취기준을 제시하고 있으나, 기능적 측면에서 볼 때 미국 성취기준이 한국에 비해 보다 다양하고 구체적인 진술을 포함하고 있으며, 모델링, 모듈 생성, 기술 평가 및 활용과 관련된 추가적으로 필요한 성취기준을 포함하고 있다. 이러한 분석 결과는 향후 교육과정 개정 시 내용 요소와 함께 기능적 측면의 개선 사항을 제안하는데 활용될 수 있다.

주제어 : 컴퓨팅 사고력, 2015 개정 정보과 교육과정, 성취기준

## A Comparative Analysis of Achievement Standards Related to Computational Thinking in Korean and U.S. Curriculum

Eunyoung Lee<sup>†</sup>

### ABSTRACT

Recently, as the importance of computational thinking(CT) education, the national curriculums of the world have been revised and the international comparative assessment studies have been conducted to evaluate the CT education effects. In this study, researchers compared and analyzed the achievement standards related to CT in Korean and U.S. curriculum. As a result, the number of CT related achievement standards is 16 in Korean and 21 in American. While Korean deals with more specific achievement standards of 'formulating and analyzing problems', American emphasized 'planning and evaluating solutions'. In terms of 'developing algorithms, programs and interfaces', both of them offer concrete related achievement standards, U.S. curriculum include more diverse and concrete practical achievement statements. The results of this study can be used to suggest improvements in practical aspects as well as contents in future Korean curriculum revision.

**Keywords** : Computational Thinking, The Revised 2015 Informatics Curriculum, Achievement Standards

<sup>†</sup>중심회원: 한국교육과정평가원 부연구위원  
논문접수: 2019년 4월 25일, 심사완료: 2019년 5월 8일, 게재확정: 2019년 5월 9일

## 1. 서론

최근 전 세계적으로 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, 이하 CT)에 관한 관심이 높아지고, CT 교육의 중요성이 강조됨에 따라 국가단위 교육과정 개정 및 국제 학업성취도 평가 비교 연구 등에서 CT가 주요 역량으로 간주되고 있다. 한국의 경우 2015 개정 교육과정을 통해 CT 기반 소프트웨어 교육을 초·중학교에서 필수화하였다. 미국은 컴퓨터 과학(Computer Science, 이하 CS) 교육과정의 개정을 통해 내용 요소 및 성취기준 구성에 있어서 CS 교육의 주요 목표와 내용, 기능 요소로 CT를 강조하고 있다.

국제 교육성취도 평가 협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 이하 IEA)에서는 5년 주기로 만 14세 학생들의 컴퓨터·정보 소양(Computer and Information Literacy, 이하 CIL)을 평가하고 비교하는 국제 컴퓨터·정보 소양 연구(International Computer and Information Literacy Study, 이하 ICILS)를 추진하고 있다. ICILS는 처음 시도된 국제 CIL 비교·평가 연구로서, 첫 번째 주기인 ICILS 2013에 한국도 참여하였으며, 시행 결과, 한국의 중학교 2학년 학생들의 CIL 평균은 비교 대상으로 선정된 14개 국가 중 5위로 나타났다. 두 번째 주기인 ICILS 2018에서는 ICILS 2013의 평가 틀과 평가 도구를 유지하되, 최근 미래 사회 대비 학생들이 갖추어야 할 역량으로 활발히 논의되고 있는 CT 관련 평가 틀 및 평가 도구를 추가하였다 [1][2]. 이는 한국 뿐 아니라, 미국, 영국을 포함한 유럽 국가들의 교육과정 개정 및 ICILS 참여국들의 요구에 의해 추진된 것으로 CT의 중요성을 강조하는 국제적인 경향성을 반영한 것으로 보인다.

따라서 ICILS 2018 시행 결과 분석과 더불어, ICILS 2018 CT 평가 틀 및 평가 도구는 향후 우리나라 초·중학교 소프트웨어 교육을 위한 교육과정 개정 및 정책 방향 설정에 있어서 유의미한 시사점을 제공할 수 있다. 특히, 교육과정 내용 요소 및 성취기준 개정에 있어서 ICILS CT 평가 틀의 각 항목들은 구체적인 대안으로 활용될 수 있다. 또한 2017년 개정된 미국의 K-12 CS 표준(K-12 CS Standards)은 유치원부터 12학년에 이르기까

지 CT 교육을 위한 체계적인 교육 내용 및 구체적인 성취기준을 제시하고 있으며, 가장 최근의 CT 교육 동향을 반영하고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 ICILS 2018 CT 평가 틀을 기준으로 한국과 미국의 교육과정 상에 나타난 성취기준을 비교·분석하고자 한다. 즉, 국제적인 CT 평가를 목적으로 개발된 ICILS 2018 CT 평가 틀을 근거로 하여 CT와 관련된 학습 내용 및 성취기준이 최근 한국과 미국 교육과정에 얼마나, 어떻게 반영되어 있는지 살펴보고 향후, 한국 교육과정 개정을 위한 시사점을 제시하고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 정보과 교육과정에 나타난 CT 교육

우리나라 정보과 교육과정에 CT 교육이 적용되기 시작한 것은 2007 개정 교육과정부터이다. 2007 개정 정보과 교육과정은 교육 목표 및 내용적 측면에서 정보 교육의 가장 큰 전환점이 된 교육과정으로 볼 수 있다. 2007 개정 정보과 교육과정에서는 교과 정체성 및 연계성 확보를 위해 과목 명칭을 '정보(Informatics)'로 통일하고 중학교와 고등학교의 교육 내용을 체계화하였다[3]. 또한 ICT 소양 및 활용 교육 중심의 내용 체제에서 벗어나 CT 함양을 위한 CS의 기본 개념과 원리 중심으로 내용 체제를 구성하였다(<표 1> 참조). 이러한 변화는 2000년대 초반부터 야기된 CT 교육의 중요성 및 국제적인 동향을 반영한 것으로 실생활에서의 ICT 활용 능력의 함양을 넘어 CS의 기본 개념과 원리에 기반한 실생활과 다양한 학문 분야의 창의적 문제 해결력 함양으로 정보 교육의 목표를 전환한 것으로, 직업 교육이나 실업 분야의 교육과정에서 다루는 ICT 소양이나 활용 관련 내용과는 명확히 구분된다. 2009 개정 교육과정에서는 2007 개정 교육과정에 비해 교육내용의 양이 대폭 축소되었으나, CT 중심의 교육 목표를 유지하고 있음을 알 수 있다(<표 1> 참조). 2015 개정 교육과정에서는 본격적인 CT 함양을 위한 교육과정의 내용 체계와 성취기준 개정이 추진되었으며, 특히, 교과 역량으로 CT를 포함하고 관련 하위 요소 및 정의 등을 교육과정 문서에 구체적으로 제시

하고 있다. 제7차 교육과정부터 2015 개정 정보과 교육과정에 이르기까지 교육 목표의 변화를 살펴보면 <표 1>과 같다[4][5][6][7].

<표 1> 정보과 교육과정 개정에 따른 목표 변화

	교육 목표
제7차	- 컴퓨터 활용에 대한 적극적인 태도와 능력
2007 개정	- 자신의 생각을 다양한 형태의 정보로 표현 - 실생활 문제를 창의적이고 능동적인 방법으로 해결할 수 있는 능력과 태도
2009 개정	- 정보 과학 기술의 기본 개념과 원리 이해 - 실생활의 다양한 문제를 계산적 사고(computational thinking)로 관찰하고 해결하는 능력 - 정보 윤리적 소양
2015 개정	- 정보문화소양 - 컴퓨팅 사고력 - 협력적 문제해결력

## 2.2 미국의 CS 교육과정에 나타난 CT 교육

미국의 CS 교육은 학교 교육에서의 CS 교육의 부재가 미래 사회 인재 양성의 큰 걸림돌이 될 것이라는 인식에서부터 출발하였으며 2006년 Wing 이 제시한 CT의 개념과 중요성을 토대로 K-12 CS 모델 교육과정 및 성취기준 연구가 추진되어 왔다. 최근 2017 개정 K-12 CS 프레임워크와 표준을 제시하였으며, K-12 CS 프레임워크는 미국 14개 주, 4개 교육청이 참여하고, ACM, Code.org, CSTA, Cyber Innovation Center, National Math and Science Initiative의 협력 연구를 통해 성취기준 및 교육과정의 개발, 교사 연수 지원 등에 활용하기 위한 목적으로 개발되었다. 프레임워크는 크게 개념(Concepts) 영역과 기능(Practices) 영역으로 구분되며, 개념 영역에는 CS의 기본 개념을, 기능 영역에는 CT의 구성 요소들을 포함하고 있다(<표 2> 참조)[8][9].

<표 2> K-12 CS 프레임워크

개념(Concepts)	기능(Practices)
컴퓨팅 시스템	포괄적인 컴퓨팅 문화의 조성
네트워크와 인터넷	컴퓨팅 협업
데이터와 분석	컴퓨팅 문제의 인식과 정의
알고리즘과 프로그래밍	추상화의 개발과 사용
컴퓨팅의 영향력	컴퓨팅 창작물의 생성
	컴퓨팅 창작물의 테스트와 정교화
	컴퓨팅 의사소통

K-12 CS 성취기준은 이러한 프레임워크의 개념

과 기능 요소의 조합으로 개발되었으며, 측정 가능하고 구체적인 성취기준을 단계별로 제시하고 있다 [8][9].

## 2.3 ICILS 2018 CT 평가 틀

IEA에서는 CIL 교육의 중요성을 인식하고 유럽의 국가들을 중심으로 ICILS를 추진하기 시작하였다. ICILS는 만 14세 학생들의 CIL을 비교하고 참여국의 교육 환경을 비교 분석하는 것을 목적으로 한 최초의 CIL 국제 비교 연구이다[10]. 우리나라에서도 ICILS 2013 시행에 참여함으로써 국제적 수준의 신뢰할 수 있는 CIL 관련 자료를 생성하고 국제적 측면에서 우리나라 학생들의 CIL 향상을 위한 교육 정책에 다양한 시사점을 제시하였다. ICILS 2013 CIL 평가 틀의 주요 요소를 구체적으로 살펴보면 ‘정보 수집 및 관리’, ‘정보 생산 및 교환’의 두 영역으로 구분된다. ‘정보 수집 및 관리’ 영역은 컴퓨터 사용과 관련된 기본적인 지식과 기능을 바탕으로 정보를 수집하고, 평가하고 관리하는 능력을 평가하기 위한 요소들을 포함하고 있으며, ‘정보 생산 및 교환’ 영역은 문제 해결을 위해 생각하고, 새로운 정보를 생성하고, 공유하기 위한 도구로서의 컴퓨터와 정보를 사용하는 능력을 평가하기 위한 요소들을 포함하고 있다.[10][11][12]. ICILS의 두 번째 주기 평가인 ICILS 2018에서는 ICILS 2013의 CIL 평가 틀 및 평가 도구를 일부 수정하고 CT 평가를 위한 평가 틀 및 평가 도구를 추가하였다. ICILS 2018 CIL 평가 틀의 주요 요소를 구체적으로 살펴보면, ICILS 2013 평가 틀의 두 주요 영역을 보다 세분화하여 ‘컴퓨터 사용에 대한 이해’, ‘정보 수집’, ‘정보 생성’, ‘디지털 커뮤니케이션’의 네 영역으로 제시하였다[13]. ‘컴퓨터 사용에 대한 이해’는 기초적인 컴퓨터 사용 방법과 더불어 일상생활에서의 컴퓨터 사용 능력 평가를 위한 요소들을 포함한다. ‘정보 수집’은 정보 접근 및 평가, 정보 관리 능력 평가를 위한 요소들을 포함하고 있으며, ‘정보 생성’은 정보 변경 및 정보 생산 능력을 포함하고 있다. ‘디지털 커뮤니케이션’은 정보 공유와 정보의 책임 있고 안전한 사용을 위한 능력 평가 요소를 포함하고 있다[13].

<표 3> ICILS 2018 CT 평가 틀의 하위 요소

주요 영역	하위 요소	요구 능력의 예
문제의 개념화	디지털 시스템에 대한 지식과 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>○시스템 사용에 대한 규칙을 설명하기 위한 시스템을 탐색한다.</li> <li>○분석을 위한 관련 데이터를 생산하기 위해 시스템을 운영한다.</li> <li>○효율성 및 자동화에 대한 기회를 식별한다.</li> <li>○시뮬레이션이 문제 해결에 도움이 되는 이유를 설명한다.</li> </ul>
	문제 분석 및 정형화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○복잡한 문제를 보다 작고 관리 가능한 문제로 쪼갬다.</li> <li>○여러 번 사용할 수 있는 자급식 서브 문제를 만든다.</li> <li>○전체와 부분 간의 관계를 탐색한다.</li> </ul>
	관련 데이터의 수집 및 표현	<ul style="list-style-type: none"> <li>○지도 방향에 대한 개략적인 표현을 식별한다.</li> <li>○데이터를 저장할 수 있는 경로 시뮬레이션 도구를 이용한다.</li> <li>○데이터의 패턴을 보여 주기 위해 데이터를 그래픽으로 표시한다.</li> <li>○사고와 관련 있는 조건에 대한 데이터를 수집하고 저장하기 위해 충돌 시뮬레이션 도구를 사용한다.</li> </ul>
해결 방안의 운영	해결 방안 계획 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>○주어진 문제 해결에 관련된 디지털 테크놀로지를 선택한다.</li> <li>○새로운 목적을 위한 출발점으로 사용될 수 있는 유사한 상황에서 시도된 단순하고 실용적인 방법 또는 경험의 법칙을 식별한다.</li> <li>○시스템의 한계와 사용자의 요구 사항을 고려한 해결책의 구성 요소를 설계한다.</li> <li>○알려진 결과에 대한 해결책을 시험하고 필요에 따라 조정한다.</li> <li>○대안의 해결방법과 본 해결방법의 장단점을 비교한다.</li> <li>○알고리즘에 결함이 있는 단계를 찾는다.</li> <li>○많은 해결책과 그들이 왜 최선의 해결책인지 설명하는 방법을 설명한다.</li> <li>○해결방법의 효율성을 테스트하기 위해 전략을 실행하고 관리한다.</li> </ul>
	알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○새로운 목적으로 기존의 알고리즘을 수정한다.</li> <li>○컴퓨터의 지시 사항에 대한 시각적 지침을 준수한다.</li> <li>○단순한 알고리즘을 생성한다.</li> <li>○단순한 알고리즘에서 새로운 설명을 만든다.</li> <li>○일반적 진술과 반복을 결합하는 알고리즘을 생성한다.</li> <li>○하나의 알고리즘에서 구체화된 과정을 수정한다.</li> </ul>

ICILS 2018에 추가된 CT 평가 틀의 하위 요소 및 요구 능력을 구체적으로 살펴보면 <표 3>과 같다[13].

### 3. 연구 방법

#### 3.1 분석 대상

본 연구의 분석 대상은 한국의 2015 개정 교육과정의 중학교 정보과 성취기준과 미국 K-12 CS 표준의 Level 2에 해당하는 성취기준이다. 분석 대상이 되는 한국과 미국의 교육과정 상의 성취기준 수는 <표 4>와 같다.

<표 4> 분석 대상

국가	한국	미국
대상	2015 개정 정보과 교육과정	K-12 CS 표준
	중학교: 1~3학년 (만 13~15세)	Level 2: 6~8학년 (만 11~14세)
성취기준 수	17개	23개

#### 3.2 분석 방법

본 연구에서는 한국과 미국의 중학교 교육과정에서 CT 교육이 어떻게 다루어지고 있는지 분석하기 위한 기준으로 ICILS 2018의 CT 평가 틀을 활용하였다. ICILS 2018 컴퓨팅 사고력 평가 틀의 각 영역과 요소를 기준으로 한국과 미국의 성취기준 관련성 여부를 분석하였다. 성취기준과의 관련성 분석은 직접과 간접으로 구분하여 정리하였다. 직접 관련은 성취기준이 분석 기준 각 요소의 내용을 명시적으로 표현한 경우로 한정하고, 해당 성취기준의 학습을 통해 각 요소의 목표 달성에 도달할 것으로 기대되는 경우 간접 관련으로 분류하였다. 연구자의 개별 분석 결과는 전문가 3인(정보교육 및 교육과정, 교육평가 전문가)의 검토와 논의를 통해 관련 내용을 확정하였다. 최종 검토 단계에서는 역 검토 방식(분석 기준 요소별 성취기준과의 관련성 확인)을 적용하여 검토를 진행하고, 분류

결과를 수정·보완하였다.

## 4. 연구 결과

### 4.1 성취기준 관련성 분석

ICILS 2018 CT 평가 틀에 기초하여 한국과 미국의 교육과정을 분석한 결과, CT 요소와 관련성이 있다고 판단되는 성취기준의 수는 한국이 16개(분석 대상 17개), 미국이 21개(분석 대상 23개)로 나타났다(<표 5> 참조).

CT 각 요소별 관련성을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

먼저, ‘디지털 시스템에 대한 지식과 이해’ 요소의 경우, 시스템 구성 요소, 동작 원리, 효율성 탐색 및 평가를 포함하고 있으며, 이러한 이해를 바탕으로 실세계의 현상을 이해하고 문제 해결에 연결 지어 설명할 수 있는 능력을 의미한다[13]. 한국 교육과정의 경우, “[성취기준 9정02-01] 디지털 정보의 속성과 특징을 이해하고 현실 세계에서 여러 가지 다른 형태로 표현되고 있는 자료와 정보를

<표 5> 중학교 성취기준 분석 결과

영역	하위 요소	한국		미국	
		직접	간접	직접	간접
문제의 개념화	디지털 시스템에 대한 지식과 이해	2	-	6	-
	문제 분석 및 정형화	2	-	1	-
	관련 데이터의 수집 및 표현	2	-	2	1
	소계	6	-	9	1
		6		10	
해결 방안의 운영	해결 방안 계획 및 평가	-	2	3	3
	알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발	8		5	
		8	2	8	3
	소계	10		11	
		10		11	
총계		14	2	17	4
		16		21	

영역별로 살펴보면, ‘문제의 개념화’ 영역이 한국이 6개, 미국이 10개로 나타났으며, ‘해결 방안의 운영’ 영역이 한국이 10개, 미국이 11개로 나타나 한국의 경우, 문제의 개념화 영역보다 해결 방안의 운영 영역에 치중한 것으로 나타났다(<표 5> 참조).

국가별 특성을 살펴보면, 한국과 미국 모두 ‘문제의 개념화’ 영역에 해당하는 요소 중 ‘문제 분석 및 정형화’, ‘관련 데이터의 수집 및 표현’ 요소와 직접적인 관련이 있는 성취기준이 나타난 것으로 확인되었고, ‘디지털 시스템에 대한 지식과 이해’의 경우, 한국보다 미국이 직접적인 관련이 있는 성취기준의 수가 많은 것으로 확인되었다. ‘해결 방안의 운영’ 영역과 관련된 각 요소의 경우, 한국 교육과정에서는 ‘해결 방안 계획 및 평가’ 요소와 직접적인 관련성은 나타나지 않았고, 대부분의 성취기준이 ‘알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발’ 요소와 직접적인 관련이 있는 것으로 나타났다. 미국 교육과정의 경우, 한국과 달리 ‘해결 방안의 운영’ 영역의 각 요소별 직·간접적으로 관련된 성취기준을 포함하고 있는 것으로 나타났다.

디지털 형태로 표현한다.”[7], “[성취기준 9정05-01] 컴퓨팅 시스템을 구성하는 하드웨어와 소프트웨어의 역할을 이해하고 유기적인 상호 관계를 분석한다.”[7]에서 구체적인 내용을 명시하고 있다. 미국의 경우, 한국과 마찬가지로 컴퓨팅 시스템 구성 요소 및 동작 원리에 관한 이해와 데이터의 디지털 표현에 관한 이해를 포함할 뿐 아니라, 네트워크와 인터넷 구조와 동작 원리 등에 관한 구체적인 성취기준을 포함하고 있음을 확인할 수 있다.

다음으로, ‘문제 분석 및 정형화’ 요소의 경우, 한국은 미국에 비해 ‘문제 분석 및 정형화’ 요소와 관련하여 직접적으로 관련된 성취기준이 보다 구체적으로 포함된 것을 확인할 수 있다. 즉, 한국은 성취기준 “[9정03-01] 실생활 문제 상황에서 문제의 현재 상태, 목표 상태를 이해하고 목표 상태에 도달하기 위해 수행해야 할 작업을 분석한다.”[7]와 “[9정03-02] 문제 해결에 필요한 요소와 불필요한 요소를 분류한다.”[7]를 통해 문제를 분석하고 해결 가능한 형태로 정형화하는 내용을 구체화하여 표현하고 있다. 미국의 성취기준은 “[2-AP-13] 프로그램의 설

계, 구현 및 검토를 용이하게 하기 위해 문제 및 하위 문제를 부분으로 분해할 수 있다.”[8]로 ‘문제 분해’와 관련한 직접적인 개념을 명시하고 있다.

‘문제의 개념화’ 영역의 마지막 요소인 ‘관련 데이터의 수집 및 표현’은 문제 해결을 위해 필요한 데이터를 수집하고 표현하는 능력을 의미한다. 한국과 미국 교육과정의 성취기준 모두 직접 관련성을 보여주고 있다. 한국의 경우, 문제 해결을 위한 데이터 수집과 관리, 표현을 성취기준에 명시적으로 나타내고 있으며, 미국의 경우, 이와 더불어 데이터에 기반한 계산 모델 정교화 능력을 포함한 성취기준까지 구체적으로 명시하고 있다.

‘해결 방안의 운영’ 영역의 하위 요소는 ‘해결 방안 계획 및 평가’, ‘알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발’로 구분된다. 한국의 경우, ‘알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발’과 직접 관련된 성취기준을 구체적으로 포함하고 있으나, ‘해결 방안 계획 및 평가’ 요소와 관련된 성취기준은 다소 부족한 것으로 드러났다. 미국의 경우, 두 요소 모두 직접 관련성이 있는 성취기준들을 포함하고 있는 것으로 나타났다. 미국의 성취기준을 구체적으로 살펴보면, “[2-AP-10] 복잡한 문제를 해결하기 위한 알고리즘을 순서도 또는 의사 코드를 사용하여 설명할 수 있다.”[8], “[2-AP-15] 팀 구성원과 사용자로부터 받은 의견을 반영하여 사용자의 요구를 충족시키는 해결책을 만들 수 있다.”[8], “[2-AP-17] 다양한 테스트 케이스를 사용하여 프로그램을 체계적으로 테스트하고 개선할 수 있다.”[8]를 통해 해결 방안 계획 및 평가와 직접적으로 관련한 성취기준을 제시하고 있다.

#### 4.2 성취기준별 개념과 기능 요소 비교

직접 관련성이 있는 성취기준(한국 14개, 미국 17개)을 대상으로 각 성취기준에 포함된 개념과 기능 요소를 분석하였으며, 구체적인 내용은 <표 6>과 같다[7][8].

‘문제의 개념화’ 영역과 관련된 성취기준에 포함되어 있는 개념과 기능을 국가별로 비교해보면, 한국과 미국 모두 데이터 시각화, 컴퓨팅 시스템 구성 및 동작 원리와 관련한 개념을 포함함에 따라 다루는 개념 측면에서는 큰 차이가 없으나, 기능

수준에서 차이를 보인다. 예를 들어, 한국의 성취기준은 분석, 표현, 구조화에 초점을 두고 있으나, 미국의 교육과정은 계획, 평가, 수정, 개발, 모델링에 중점을 두고 있다.

‘해결 방안의 운영’ 영역과 관련된 성취기준에 포함된 개념과 기능의 경우, 한국과 미국 공통적으로 알고리즘, 프로그래밍을 통한 컴퓨팅 창작물 생성에 중점을 두고 있으나, 미국의 경우, 한국보다 심화된 내용을 추가적으로 다루고 있음을 알 수 있다. 미국은 초등학교 단계에서부터 변수, 입출력, 제어 구조를 도입하고, 중학교 단계에서는 함수, 프로시저와 같은 모듈화와 중첩 제어 구조를 다룬다. 또한, 미국의 성취기준에는 프로그램 개발과 관련한 학습 내용을 사용자 요구를 반영한 프로그램 개발 계획 수립에서부터 프로그램 설계, 구현, 검토의 전 과정에서의 협력과 프로그램 재사용 및 개선을 위한 문서화 역량까지 포괄하여 제시하고 있다.

### 5. 결론

본 연구에서는 한국과 미국의 중학교 교육과정에 나타난 CT 관련 성취기준을 비교·분석하고, 미래 교육과정 개정의 방향 설정을 위한 시사점을 제시하고자 하였다. 이에 따라 한국의 2015 개정 정보과 교육과정, 미국의 K-12 CS 표준의 중학교 단계에 해당하는 내용을 분석하였다. 분석 기준으로 ICILS 2018의 CT 평가 틀을 활용하였으며, 각 국가의 교육과정에서 다루는 세부 개념 및 기능 요소를 확인하기 위한 분석을 추가적으로 진행하였다. 분석 결과를 종합해보면, CT 요소와 관련 있다고 판단되는 성취기준의 수가 한국은 17개 중 16개, 미국은 23개 중 21개로 나타나, 한국과 미국 모두 CT 요소와 관련성이 높은 성취기준을 대부분 포함하고 있는 것으로 판단할 수 있으나, 세부 영역 및 요소별로 살펴보면 중요도와 비중이 있어 차이를 보인다. CT 요소별 차이를 분석한 결과 및 그에 따른 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 한국과 미국 교육과정 모두 ‘디지털 시스템에 대한 지식과 이해’ 항목과 관련성이 높은 성취기준을 구체적으로 제시하고 있으나, 한국과 미국 공통적으로 컴퓨팅 장치의 구성 요소와 동작 원리 이해, 데이터의 디지털 표현 원리 이해 단계에

<표 6> 성취기준별 개념 및 기능 요소 분석

영역	하위 요소	한국			미국			
		영역	개념	기능	영역	개념	기능	
문제의 개념화	디지털 시스템에 대한 지식과 이해	자료와 정보	자료와 정보의 표현	디지털 표현	컴퓨팅 시스템	장치	평가	
		컴퓨팅 시스템	컴퓨팅 시스템의 동작 원리	관계 분석		하드웨어와 소프트웨어	계획	
	문제점해결					오류 확인 및 수정		
	문제 분석 및 정형화	문제 해결과 프로그래밍	추상화	작업 분석 핵심요소추출	알고리즘과 프로그래밍	네트워크와 인터넷	네트워크 통신과 조직 사이버보안	모델링
						데이터와 분석	저장	추상화의 개발과 사용
	관련 데이터의 수집 및 표현	자료와 정보	자료와 정보의 분석	자료 수집 자료 관리 정보 구조화	데이터와 분석	수집 시각화와 모델 추론과 모델	평가 및 개선	
수정 모델링								
해결 방안의 운영	해결 방안 계획 및 평가	-	-	-	알고리즘과 프로그래밍	알고리즘	모델링 공통요소추출	
						프로그램 개발	피드백 요구 및 적용 개인의 관점 반영 테스트	
							변수 제어	계획 컴퓨팅 창작물 생성
							모듈화	공통요소추출 모듈 생성
	알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발	문제 해결과 프로그래밍	알고리즘	구상	알고리즘과 프로그래밍	프로그램 개발	기술 평가 및 통합 컴퓨팅 창작물 생성 저작권 표기 테스트	
				표현				
				프로그래밍				설계 협력
								컴퓨팅 창작물 생성 비교 분석
		컴퓨팅 시스템	피지컬 컴퓨팅	컴퓨팅 창작물 생성				

머무르고 있다. 그러나 ICILS 2018 CT 평가 틀에서 제시하고 있는 해당 항목은 디지털 시스템 내 구성 요소 간의 상호작용 이해를 통한 시스템 사고를 실제 문제 해결 상황에 적용하기 위해 개념화할 수 있는지에 중점을 둔다. 따라서 디지털 시스템의 개념과 동작 원리를 이해하고 이를 실생활 문제 해결 상황에 적용하고자 할 경우, 자동화 가능성 및 효율성을 판단하고 설명할 수 있는 성취기준의 추가가 필요하다.

둘째, ‘문제 분석 및 정형화’ 항목의 경우 한국의 교육과정이 미국에 비해 관련성이 높은 것으로 드러났으나, 세부 내용적 측면에서 차이가 있다.

ICILS 2018 CT 평가 틀에서 설명하고 있는 ‘문제 분석 및 정형화’ 항목에서는 문제의 복잡성을 제거하기 위해 문제를 부분 문제로 분해하고, 전체 문제와 부분 문제와의 관계 탐색 활동을 강조하고 있다[13]. 미국의 교육과정에서는 문제의 복잡성을 제거하기 위한 문제 분해 기법을 성취기준에 명시하고 있다. 한국 교육과정에서는 문제 분해 기법은 고등학교 교육과정에서 구체적으로 명시하고 있으며[8], 중학교 교육과정에서는 문제의 복잡성 제거를 위한 핵심 요소 추출 기법과 문제를 정형화하는 단계를 구체화하여 다루고 있다는 특성을 보인다.

셋째, ‘관련 데이터의 수집 및 표현’ 항목의 경

우, 한국과 미국 교육과정의 성취기준 모두 공통적으로 직접적인 관련성을 보이고 있다. 단, 기능과 수준 측면에서 차이를 보이고 있다. 한국 교육과정은 데이터의 수집, 분석, 관리에 중점을 두고 있으나, 미국 교육과정의 성취기준은 수집한 데이터를 유용한 형태로 변경하고, 데이터를 활용한 계산 모델의 정교화를 포함하고 있다. ICILS 2018 CT 평가 틀에서 정의하고 있는 해당 항목의 기능은 문제 해결 과정에서 효과적인 판단을 내리기 위해 데이터를 수집, 분석, 표현하는 방법 뿐 아니라 유용한 정보 생성을 위해 복잡한 시스템의 시뮬레이션을 사용하거나 만드는 모델링 과정을 포함하고 있다. 이에 따라 향후 교육과정에 개정에 있어서 해당 항목의 포함여부를 고려할 필요가 있다.

넷째, ‘해결 방안 계획 및 평가’ 항목은 한국과 미국 교육과정 모두 해결 방안 계획과 관련된 성취기준을 포함하고 있으나, 한국의 경우, 해결 방안 평가와 관련한 직접적인 성취기준이 포함되어 있지 않다. 해결 방안을 평가하는 것은 알고리즘, 코드, 프로그램, 사용자 인터페이스 디자인, 시스템 등 컴퓨터의 품질에 대해 주어진 기준과 효율성에 기초한 기준에 의하여 비판적인 판단을 내리는 것을 말한다[13]. 따라서 다양한 관점에서 해결 방안을 계획하고 평가하기 위해 해결 방안에 대한 장단점 및 영향력을 잘 이해하는 것이 매우 중요하며, 한국 교육과정에도 이러한 경험을 제공하기 위한 성취기준 추가가 필요하다.

다섯째, ‘알고리즘, 프로그램, 인터페이스 개발’ 항목의 경우, 한국과 미국 교육과정 모두 관련성이 높은 구체적인 성취기준을 포함하고 있다. ICILS 2018 CT 평가 틀에서 제시한 해당 항목의 내용을 구체적으로 살펴보면, 프로그래밍 언어의 도구적 사용보다는 기존의 알고리즘이나 프로그램을 수정·보완하여 목적에 맞게 활용하거나, 제어 구조를 활용하여 문제 해결을 위한 간단한 알고리즘이나 프로그램을 생성하는데 중점을 두고 있다. 이런 측면에서 한국과 미국 교육과정은 해당 항목의 내용을 충실히 반영하고 있다 판단할 수 있으나, 한국 교육과정의 경우, 프로그램이나 시스템과 사용자와의 상호작용을 위한 인터페이스 설계와 관련된 내용은 부족한 편이며, 이를 위한 성취기준의 추가가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 박상옥·이은경·전성균·정채관 (2018). 컴퓨터·정보 소양 함양 방안 탐색. 연구보고 RRE 2018-9. 충북: 한국교육과정평가원.
- [2] 박상옥·이은경·전성균·정채관 (2018). 국제 컴퓨터·정보 소양 연구: ICILS 2018 본검사 시행 보고서. 연구보고 RRE 2018-11. 충북: 한국교육과정평가원.
- [3] 김경훈·강신천·강의성·김성식·김영식·김용·송재신·유현창·이병모·이영준·이원규·조현철·최재혁·최현종 (2006). 중·고 컴퓨터 선택과목 교육과정 개정 시안 연구 개발. 연구보고 CRC 2006-40. 서울: 한국교육과정평가원.
- [4] 교육부 (1997). 중학교 재량활동의 선택과목 교육과정 -한문, 컴퓨터, 환경, 생활 외국어-. 교육부 고시 제1997-15호 [별책 16].
- [5] 교육부 (2007). 중학교 재량활동의 선택 과목 교육과정. 교육부 고시 제2007-79호 [별책 16].
- [6] 교육과학기술부 (2011). 중학교 선택 교과 교육과정. 교육부 고시 제2011-361호 [별책 18].
- [7] 교육부 (2015). 실과(기술·가정)/정보과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책 10].
- [8] Computer Science Teachers Association (2017). *K-12 Computer Science Standards, Revised 2017*. USA: Computer Science Teachers Association.
- [9] 이은경 (2018). 정보교육의 전망과 과제: 미래 정보과 교육과정 개발 방향. 컴퓨터교육학회 논문지, 21(2), 1-10.
- [10] 김수진·박지현·전경희·김미영·이영준 (2014). 국제 컴퓨터·정보 소양 연구: ICILS 2013 결과 보고서. 연구보고 RRE 2014-3-2. 서울: 한국교육과정평가원.
- [11] 김수진·진의남·동효관·박지현·서지희·김민정 (2013). 국제 컴퓨터·정보 소양 연구: ICILS 2013 본검사 시행보고서. 연구보고 RRE 2013-7-1. 서울: 한국교육과정평가원.
- [12] Fraillon, J., Schulz, W., Ainley, J. (2013). *International Computer and Information*



*Literacy Study: Assessment framework.*  
Amsterdam: IEA.

- [13] Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Duckworth, D., & Friedman, T. (2019). *IEA International Computer and Information Literacy Study 2018: Assessment Framework.* Amsterdam: IEA.

## 이 은 경



1998 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2005 한국교원대학교  
컴퓨터교육과(교육학석사)

2009 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)

2013 ~ 현재 한국교육과정평가원 부연구위원

관심분야: 컴퓨터교육, 학습과학

E-Mail: ekleee76@kice.or.kr