

디지털교과서 메타데이터 스키마 개발 연구*

A Study on the Development of a Metadata Schema for Digital Textbooks

이 혜 원 (Hyewon Lee)**

한 승 희 (Seunghee Han)***

목 차

1. 서 론
2. 이론적 배경
3. 학습 자원 메타데이터 스키마 분석
4. 디지털교과서 메타데이터 스키마 모델링
5. 결론 및 제언

초 록

본 연구는 학습 자원인 디지털교과서의 기술 및 교육 환경을 고려한 맥락 정보를 조직화하는 메타데이터 스키마 개발에 초점을 두었다. 먼저 국가 차원의 교과서 운영 제도를 고찰하고 국가별 교과서 기술 요소를 확인하였으며, 교육부에서 제시한 디지털교과서의 특성 및 기능도 살펴보았다. 그리고 국제적인 수준의 학습 자원 메타데이터 표준 및 스키마인 ISO/IEC 19788-1:2024, OER Schema, DCMI LRMI 등을 분석하였다. 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마는 Thing을 비롯하여 교육과정, 분류코드, 자원, 평가, 교육활동, 교육대상역할, 이해관계자, 속성, 자원 메타데이터 등의 어휘로 구조화되었다. 어휘 간의 관계를 제시하기 위해 계층관계를 제외한 18개의 '어휘 간의 연결'을 규정하였다. 그리고 본 연구에서 제시한 어휘와 관계 표현이 교육부가 강조하는 디지털교과서 개념 및 기능을 잘 반영한 것임을 확인하였다.

ABSTRACT

This study focuses on developing a metadata schema for organizing contextual information of digital textbooks as learning resources, considering technological and educational environments. First, the research examines the national textbook operation systems and identifies the descriptive elements of digital textbooks in different countries. It also reviews the characteristics and functions of digital textbooks as defined by the Ministry of Education. Additionally, international metadata standards and schemas for learning resources, including ISO/IEC 19788-1:2024, OER Schema, and DCMI LRMI, are analyzed. The proposed digital textbook metadata schema is structured with vocabularies such as Thing, Curriculum, Classification Code, Resource, Assessment, Educational Activity, Educational Audience Role, Stakeholders, Attributes, and Resource Metadata. To define the relationships between vocabularies, 18 types of 'relationships between vocabulary,' excluding hierarchical relationships, are specified. In addition, this study confirms that the proposed vocabularies and relationship expressions effectively reflect the key concepts and functionalities of digital textbooks emphasized by the Ministry of Education.

키워드: 디지털교과서, 교육 메타데이터, ISO/IEC 19788-1:2024, 오픈 교육 자원 스키마, DCMI LRMI
Digital Textbooks, Educational Metadata, ISO/IEC 19788-1:2024, OER (Open Educational Resources)
Schema, DCMI LRMI (Dublin Core Metadata Initiative Learning Resource Metadata Innovation)

* 이 논문은 서울여자대학교 학술연구비의 지원에 의한 것임(2024-0131).

** 서울여자대학교 사회과학대학 문헌정보학과 교수(hwlee@swu.ac.kr / ISNI 0000 0004 6819 5799)
(제1저자)

*** 서울여자대학교 사회과학대학 문헌정보학과 교수(hanshee@swu.ac.kr / ISNI 0000 0004 6824 6058)
(교신저자)

논문접수일자: 2025년 2월 2일 최초심사일자: 2025년 2월 9일 게재확정일자: 2025년 2월 16일
한국문헌정보학회지, 59(1): 355-382, 2025. <http://dx.doi.org/10.4275/KSLIS.2025.59.1.355>

© Copyright 2025 Korean Society for Library and Information Science
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) which permits use, distribution and reproduction in any medium, provided that
the article is properly cited, the use is non-commercial and no modifications or adaptations are made.

1. 서론

디지털교과서에 대한 기초 연구는 1997년부터 시작되었으며, 교과서의 디지털화에 대한 정책 연구는 2002년 『전자교과서 개발·보급을 위한 중장기 계획』 발표를 기점으로 진행되었다. 그리고 디지털교과서 정책은 2007년에 발표된 『디지털교과서 상용화 추진 방안』으로 본격화되었다. 디지털교과서 연구가 진행되면서 디지털교과서에 대한 정의도 시간의 흐름에 따라 보다 상세하게 기술되었다. 2007년 『디지털교과서 상용화 추진 방안』에서는 교과서 내용을 디지털화하여 전자매체에 수록한 뒤 유·무선 정보통신망을 이용하여 그 내용을 읽고, 보고, 들을 수 있도록 한 교과서를 디지털교과서라고 정의하였으며, 2011년 『스마트교육 추진 전략』에서는 기존 교과 내용(서책형 교과서)에 용어사전, 멀티미디어 자료, 평가 문항, 보충·심화학습 내용 등 풍부한 학습자료와 학습 지원 및 관리 기능이 추가되고 에듀넷·티클리어 등 교육용 콘텐츠와 연계가 가능한 학생용 교재라고 설명하였다. 2023년 『인공지능(AI) 디지털교과서 추진방안』에서는 디지털교과서에 AI를 붙여 학생 개인의 능력과 수준에 맞는 다양한 맞춤형 학습 기회를 지원할 수 있도록 인공지능을 포함한 지능정보화기술을 활용하여 다양한 학습자료 및 학습지원 기능 등을 탑재한 교과서라고 정의하였다. 2007년에 제시한 정의는 디지털교과서 원형 개발을 강조하였으며 2011년의 정의는 디지털교과서의 개념 수립이라는 키워드로 대표되었다(이재진, 2024). 2023년의 정의는 AI를 강조하여 학생, 교사, 학부모에게 맞춤형 교육 자원을 제공하고 학습

과정 및 결과를 평가할 수 있는 교육 플랫폼 구축에 초점을 두었다.

한국교육학술정보원(이하 KERIS)에서는 2024학년도 2학기를 기준으로 에듀넷·티클리어 웹사이트를 통해 초등학교 3~6학년의 사회, 과학, 영어 교과 172종, 중학교 1~3학년의 사회, 과학, 영어 교과 69종, 고등학교의 영어 관련 교과 29종을 제공하고 있는데(에듀넷·티클리어 Website), 그 종의 수는 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 이와 같은 추세는 교육부 정책에도 드러난다. 2024년 교육부 정책브리핑에 따르면 수업 혁신에 의지가 있는 교사 1만여 명을 공모로 선발하고 2026년까지 3만 4,000명까지 늘려 학교당 2~3명의 수업 혁신 전문가를 배치하는 계획과 학교의 신청을 받아서 3,000개교에 대한 컨설팅을 지원하고 2026년까지 1만 2,000개 초·중·고교 모두에 대해 컨설팅을 실시할 예정이라고 발표하였다(교육부, 2024).

디지털교과서에 대한 개념은 진화하고 이를 교육 현장에 적용하는 교육 정책도 적극적으로 실행 중이다. 정부의 정책적인 지원은 학습 자원의 증가 및 교육 이해관계자의 범위 확장으로 연결되는데 이는 학습 자원에 대한 정교한 기술(description)이 보장되어야 한다.

본 연구에서는 학습 자원인 디지털교과서의 기술 및 교육 환경을 고려한 맥락 정보를 조직화하는 메타데이터 스키마 개발에 초점을 두었다. 먼저 국가 차원의 교과서 운영 제도를 고찰하고 국가별 교과서 기술 요소를 확인하였으며, 교육부에서 제시한 디지털교과서의 특성 및 기능도 살펴보았다. 또한 국제적인 수준의 학습 자원 메타데이터 표준 및 스키마를 분석하여

디지털교과서 메타데이터 스키마 개발에 고려해야 할 사항을 추출하고 이를 스키마 어휘와 어휘 관계 구조에 적용하였다.

제안하기에 앞서 현재 우리나라, 일본, 미국에서 교과서의 품질관리와 활용을 지원하기 위해 교과서 자원을 어떻게 기술, 관리하고 있는지에 대해 조사하였다.

2. 이론적 배경

본 장에서는 먼저 국가별 교과서 운영 제도와 교과서의 기술 요소를 살펴보고, 교과서 운영 제도와 교과서 기술 요소와의 관계를 분석하였다. 그리고 교육부에서 제시한 디지털교과서의 특성 및 기능을 확인하고 관련 연구도 살펴보았다.

2.1 교과서 기술 요소 분석

디지털교과서를 위한 메타데이터 스키마를

2.1.1 우리나라와 일본

먼저 우리나라의 경우를 살펴보면, 한국교과서연구재단(<https://textbook.ac/>)에서 구축·운영하고 있는 교과서정보관(<https://www.kotry.kr/>)은 교과서 연구·개발에 필요한 정보·연구자료를 누구나 이용할 수 있도록 전국의 교육기관과 대학, 공공도서관 등에 산재되어 있는 교과서 및 교과 관련 정보의 통합검색을 지원하기 위해 개발되었다. 해당 사이트에서 교과서의 통합검색을 지원하기 위해 사용하고 있는 기술 요소를 조사한 결과, <표 1>과 같이 교과서의 서지정보를 중심으로 기술하되, 교과

<표 1> 한국교과서연구재단 교과서정보관의 교과서 기술 요소

기술 요소	세부 요소	기술 요소	세부 요소
고유식별번호	콘텐츠번호 ISBN	소장정보	등록번호
자료유형	인정/검정 여부		소장처
서명/저자사항	서명		청구기호
	교육과정 차수		매체구분
	저자명		발행형태
발행사항	발행지		도서상태
	출판사	부록정보	목차정보
	출판년도		부록등록번호
형태사항	페이지 수		부록명
	삽도여부		형식구분
	크기		매체구분
주기사항	일반사항	유사컨텐츠	자료실
	서지주기		배기상태
	이용대상주기		자료명
검색 접근점	주제명		저자
	키워드		출판사
			출판년도

서의 특징을 반영한 일부 요소(자료유형, 교육과정 차수, 이용대상주기, 유사컨텐츠 등)를 추가 혹은 변형하여 기술하고 있는 것으로 나타났다.

일본 문부과학성 산하 교과서연구센터(<https://textbook-rc.or.jp/>) 부속 교과서도서관에서는 교과서 조사·연구를 지원하기 위해 교과서 목록정보 데이터베이스(https://textbook-rc-lib.net/Opac/search.htm?s=-cKZ-xZqMVYzA_3dOR9fO1zB6wh)를 구축·운영하고 있다(〈그림 1〉참고). 이 사이트에서는 우리나라 교과서정보관에서의 유사하게 교과서의 서지정보를 중심으로 교과서 정보를 기술하고 이외에 교과서 검정 관련 정보(검정년도)와 디지털교과서 및 큰글자 교과서 발행예정 정보 등을 기

술하고 있다.

두 국가가 현재 구축·운영하고 있는 교과서 목록정보는 서책형 교과서의 서지정보를 중심으로 기술요소를 구성하고 있다. 서지정보 중심의 기술요소는 발간 교과서의 목록 관리와 검색에는 유용한 접근법이나 교과서를 선택하고 활용하는 교육 이해관계자들에게 필요한 다양한 정보를 제공하기에는 어려움이 있다. 또한 서지정보 중심의 기술요소로는 디지털교과서 또는 온라인 교육 자원으로 기술대상을 확장하기 어렵다는 한계가 있다.

2.1.2 미국

우리나라와 일본이 국가에서 중앙집중적으로 교과서의 검정 체계를 관리·운영하는 것과

公益財団法人教科書研究センター附属教科書図書館 教科書目録情報データベース	
[公財]教科書研究センター [教科書図書館] [教科書目録情報データベース TOP] [項目データ詳細] [検索時の注意] [発行会社一覧] [ヘルプ]	
学校種類 教科種目	小学校 国語 国語
発行者番号 略称 発行者名	17 教出 教育出版株式会社
使用学年	6
教科書記号 番号	国語 612
書 名	ひろがる言葉 小学国語 六下
著作者	樺山 敏郎, 青木 伸生, ほか81名
判型 ページ数 定価・予定定価(円)	B5 169 355
拡大教科書発行予定	※ あり
デジタル教科書発行予定	◆ あり
検定済年・著作年(和暦西暦)	令和5年 2023
教科書目録出版年(和暦西暦)	令和5年 2023
教科書目録掲載ページ	2
使用年度(和暦西暦)	令和6年～ 2024～
当館所蔵	あり [当館所蔵データはこちら]

Copyright (C) 2006-2025 CPAG Co., Ltd. All rights reserved.

〈그림 1〉 일본 교과서도서관의 교과서 목록정보 DB 검색 화면 일부

달리 미국은 각 주에 따라 교과서 발행제도를 다양하게 운영하고 있다. 즉, 민간 출판사가 개발한 교육용 교재를 주 교육부가 심의하여 선정된 교과서 목록을 발표하고 각 지역 교육청이나 학교가 발표된 목록에서 교과서를 채택하는 제도를 취하고 있다(강신천, 2008). 미국 텍사스 주는 우리나라 검정 체계와 유사하면서, 캘리포니아, 플로리다와 더불어 미국 교과서 시장에 영향력을 크게 미치는 인정제도를 갖고 있다(한국교과서협회, 2020). 이 연구에서는 텍사스 주 교육청의 교과서 인정 관련 정보를 제공하는 IMRA(Instructional Materials Review and Approval, <https://im.tea.texas.gov/>)에서의 인정 교과서를 위한 기술 요소들을 분석하였다. 기술 요소는 크게 교과서에 대한 기본 정보와 교과서 평가 정보로 구성되어 있다. 자세한 기술 요소는 <표 2>와 같다.

평가 정보는 교과서 주제 영역(언어, 수학 등)별 평가기준과 기준별 세부 점수 등 교과서의 인정 과정과 결과를 모두 제공하고 있다. 모든 교과 영역에 공통적으로 적용되는 평가 항목 중 '의도적인 교육 설계'와 '진행 상황 모니터링'은 평가 대상이 되는 교과서가 교수자와 학습자 모두에게 교육과정 운영에 필요한 정보(예: 수업목표의 체계적 구성, 학생 진도 모니터링 등)를 제공하고 있는지를 확인할 수 있도록 하고 있다. 또한 '모든 학습자를 위한 지원' 항목은 해당 교과서가

다양한 학습자의 수준을 고려하여 수업 운영이 가능한지를 평가한 정보를 제공하고 있다.

우리나라와 일본이 서지정보를 중심으로 교과서 정보를 기술한 것과 달리, 미국의 텍사스 주의 사례에서처럼 교과서 기본 정보 외에 다양한 정보를 제공한다면 교육 이해관계자들의 교과서 선택과 활용을 효과적으로 지원할 수 있다. 특히 앞에서 살펴본 평가 항목들은 상호 작용, 학습 분석을 통한 학습자 수준별 맞춤형 학습 구성 등 디지털교과서의 효과적 활용을 위해 고려되어야 하는 중요한 요소들과 관련이 있다. 이러한 관점에서 볼 때 다양한 교육 이해관계자들을 대상으로 디지털교과서에 필요한 정보를 체계적으로 관리·제공하기 위해 디지털교과서를 위한 새롭고 확장된 형태의 메타데이터 기술이 제안되어야 할 필요가 있다.

2.2 디지털교과서 관련 연구

디지털교과서 정책은 2007년부터 추진되기 시작하여 2008년부터 2013년까지 디지털교과서의 개념 및 기술 도입을 위한 원형개발이 이루어졌고 2014년부터 2017년까지 연구학교 시범적용 단계를 거쳐 2018년부터 일반 학교에도 적용되고 있다(KERIS, 2023, 1).

디지털교과서 관련 연구는 정부의 주도하에 체계적으로 진행되어 왔으며, 특히 디지털교과

<표 2> 미국 텍사스 주의 인정 교과서를 위한 기술 요소

유형	기술 요소
기본 정보	서명, 과목명, 교과영역, 학년, 출판사, 발행년도, 관련 시리즈 교과서 정보
평가 정보	승인여부, 승인년도, TEKS(Texas Essential Knowledge and Skill) 달성 비율, 교과서 품질평가 정보(점수 및 상세 보고서)

서 개발 원칙 및 정책 방향에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 교육부, KERIS(2023, 13)는 디지털교과서 추진 방향으로 학습자의 특성을 고려한 맞춤형 학습 경험 제공(맞춤 학습), 학습자가 학습에 흥미를 가지고 몰입할 수 있는 학습경험 제공(흥미와 몰입), 다양한 학습자를 고려하며 데이터에 기반한 학습 경험 제공(다양성과 데이터 기반), 생성형 AI, VR, MR, 메타버스 등 첨단 기술을 접목한 학습 경험 제공(첨단 기술 제공) 등을 제시하였다. 그리고 학생, 교사, 학부모의 역할을 지정하고 추진 내용을 <그림 2>와 같이 정리하여 게시하였다.

또한 교육부, KERIS(2023, 13)에서는 10개

의 핵심 서비스를 다음과 같이 제안하였다(<표 3> 참고).

최효성, 이경화의 연구(2024)에서는 미국의 AI 디지털교과서 분석을 통해 국내 디지털교과서 개발 시 고려해야 할 시사점을 학생, 교사, 공통의 차원으로 나누어 제시하였다. 학생 차원에서는 실제적인 언어 수행과 사고력을 평가하는 진단 문항의 개발, 인지와 정서를 고려한 개인별 최적의 학습 경로 및 콘텐츠 추천, 사회적 상호작용이 가능한 콘텐츠 제공, 국어과 영역별 AI 튜터 제공이 필요함을 보여주었으며, 교사 차원에서는 학습자의 언어 수행에 대한 시선추적, 녹화, 녹음 등의 데이터를 바탕으로



〈그림 2〉 디지털교과서 추진 내용

출처: 교육부, KERIS(2023, 13)

〈표 3〉 디지털교과서 핵심 서비스(교육부, KERIS(2023))

공통 서비스(학생·교사·학부모)	학생 서비스	교사 서비스
<ul style="list-style-type: none"> 대시보드를 통한 학생의 학습데이터 분석 제공 교육주체(학생, 교사, 학부모) 간 소통 지원 통합 로그인 쉽고 편리한 UI/UX 구성 및 접근성 보장(UDL, 다국어 지원 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 학습 진단 및 분석 학생별 최적의 학습경로 및 콘텐츠 추천 맞춤형 학습 지원(AI 튜터) 	<ul style="list-style-type: none"> 수업 설계와 맞춤 처방 지원(AI 보조교사) 콘텐츠 재구성·추가 학생의 학습 이력 등 데이터 기반 학습 관리

수업 설계를 지원하는 AI 보조교사 기능, 학생의 수준에 맞게 콘텐츠를 재구성할 수 있는 기능, 데이터 기반 학습 관리로 교사에게 국어 학습 프로파일을 제공하는 기능이 필요함을 확인하였다. 공통 차원에서는 학생의 언어 사용에 대한 정보가 잘 드러나는 대시보드 개발 및 학습자의 국어 학습에 대한 정보가 효과적으로 교환되는 소통 체계가 필요함을 시사하였다.

최효성, 이경화(2024)의 연구 결과는 교육부와 KERIS(2023)의 디지털교과서 추진 방향과 유사하며 본 연구에서 제안하는 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발의 기초 자료로 활용될 수 있겠다.

3. 학습 자원 메타데이터 스키마 분석

본 장은 디지털교과서 메타데이터 스키마 설계를 위한 기초 연구의 단계로, 교육 및 학습 관련 메타데이터 표준과 스키마를 분석하였다. 분석 대상은 국제 표준 ISO, 교육 분야 OER 스키마, DC 학습 자원 메타데이터 스키마 등을 삼았다.

3.1 ISO/IEC 19788-1:2024

ITLET(Information Technology for Learning, Education and Training)는 ISO/IEC JTC 1/SC 36 사무국(이하 SC 36)을 지칭한다. SC 36에서 관리하는 표준 중 'metadata' 용어가 표준명에 포함된 건만을 추출하여 표준번호, 표준명, 이전 표준, ICS, 표준 단계 등으로 구분하여

정리하면 <표 4>와 같다.

<표 4>의 표준 단계는 00부터 90까지의 숫자로 해당 표준의 생명주기를 표현한다. 표준 단계의 숫자로 문서 상태를 알 수 있는데, 표준 단계 60.00을 기준으로 그 이상이면 발행이고 그 이하이면 개발 중임을 나타낸다. SC 36 표준 중 'ISO/IEC PRF 4932', 'ISO/IEC CD 19788-2', 'ISO/IEC AWI 19788-3', 'ISO/IEC AWI 19788-4' 등은 개발 중이고 나머지는 발행되었다. 본 연구에서는 발행된 문서 중 가장 최신의 자료이며 학습 자원 메타데이터에 대한 전반적인 프레임워크를 설명하는 'ISO/IEC 19788-1:2024 (Information technology for learning, education and training-Metadatas for learning resources, Part 1: Framework)'에 초점을 맞춰 분석하였다.

International Organization for Standardization (2024, ISO/IEC 19788-1, vii)은 학습 자원을 설명하는 메타데이터 명세로 설계되었으나 SC 36에서 역량(competences) 및 접근성(accessibility)에 대한 메타데이터를 기술하는데 사용되면서 해당 표준에 대한 적용 범위가 처음의 의도보다 더 넓어졌다. 해당 표준은 여러 위원회와 산업 분야에 관련된 메타데이터 프레임워크를 제공하는 것을 목표로 하며, 표준화 결과물 간의 일관성을 보장하는데 중요한 역할을 하였다 (International Organization for Standardization (2024, ISO/IEC 19788-1, vii)).

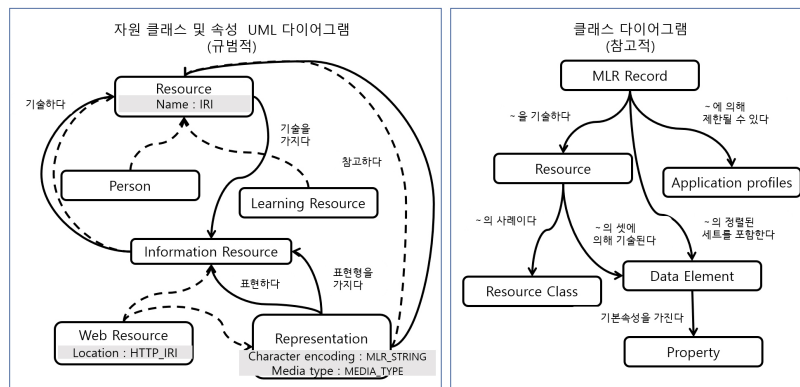
International Organization for Standardization (2024, ISO/IEC 19788-1)은 클래스에 대한 전체적인 다이어그램을 <그림 3>과 같이 제시하였다. <그림 3>은 두 개의 다이어그램을 포함하는데 왼쪽의 규범적(normative) 구조는 일반

〈표 4〉 표준명에 ‘metadata’ 용어가 포함된 SC 36 표준

표준번호	표준명	이전 표준	ICS*	표준 단계
ISO/IEC PRF 4932	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 접근성 핵심 속성을 위한 Access for All(AfA) 메타데이터		• 35.240.90	50.00
ISO/IEC 19788-1:2024	학습, 교육 및 훈련을 위한 정보 기술 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제1부: 프레임워크	ISO/IEC 19788-1:2011	• 35.240.90	60.00
ISO/IEC CD 19788-2	학습, 교육 및 훈련을 위한 정보 기술 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제2부: 더블린 코어 요소	ISO/IEC 19788-2:2011 ISO/IEC 19788-2:2011/ Amd 1:2016	• 35.240.90	30.60
ISO/IEC AWI 19788-3	학습, 교육 및 훈련을 위한 정보 기술 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제3부: 기본 응용 프로파일	ISO/IEC 19788-3:2011/ Amd 1:2016 ISO/IEC 19788-3:2011		20.00
ISO/IEC AWI 19788-4	학습, 교육 및 훈련을 위한 정보 기술 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제4부: 기술(Technical) 요소	ISO/IEC 19788-4:2014		20.00
ISO/IEC 19788-5:2012	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 학습 자원을 위한 메타데이터 제5부: 교육 요소 (Edition 1, 2012) (리뷰 중: 2024)		• 35.240.90 • 03.100.30	90.93
ISO/IEC 19788-7:2019	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제7부: 바인딩		• 35.240.90 • 03.100.30	90.93
ISO/IEC 19788-8:2015	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제8부: MLR Resource를 위한 데이터 요소		• 35.240.90 • 03.100.30	90.93
ISO/IEC 19788-9:2015	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제9부: 개인을 위한 데이터 요소		• 35.240.90 • 03.100.30	90.93
ISO/IEC TR 19788-11:2017	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 학습 자원을 위한 메타데이터 - 제11부: LOM에서 MLR로의 이전		• 35.240.90 • 03.100.30	60.60
ISO/IEC 23127-1:2021	정보 기술 - 학습, 교육 및 훈련 - 온라인 학습 진행자를 위한 메타데이터 - 제1부: 프레임워크		• 35.240.90 • 03.180	60.60

출처: <<https://www.iso.org/committee/45392/x/catalogue/p/1/u/1/w/0/d/0>>의 내용을 정리함

* ICS는 International Classification for Standards임



〈그림 3〉 ISO/IEC 19788-1 클래스 다이어그램

출처: International Organization for Standardization(2024, ISO/IEC 19788-1, 69-70) 수정 및 보완함

적인 Resource 클래스와 관련 속성을 UML 다이어그램으로 제시한 것이고, 오른쪽의 참조적(informative) 구조는 International Organization for Standardization(2024, ISO/IEC 19788-1)에 적용되는 클래스 다이어그램을 표현하고 있다. 이를 좀 더 자세히 살펴보면, 왼쪽 다이어그램은 Resource를 중심으로 클래스 간의 관계를 제시하고, 실선 화살표는 속성으로 연결되는 출발 도메인(domain)과 도착 도메인(codomain)을 표시하며, 점선 화살표는 출발점에 있는 클래스가 화살표의 도착점에 있는 클래스의 하위 클래스임을 나타낸다. 'Resource'의 하위 클래스는 'Person', 'Learning Resource', 'Information Resources', 'Representation'이고, 'Web Resource'는 'Information Resources'와 'Representation'의 하위에 속한다. <그림 4>의 오른쪽 다이어그램은 학습 자원을 기술한 MLR(Metadata for Learning Resources) 데이터

요소 집합인 'MLR Record'를 중심으로 클래스를 구조화하였다. <그림 3>에서 제시한 클래스는 <표 5>로 정리하였다.

<그림 3>과 <표 5>를 살펴보면, International Organization for Standardization(2024, ISO/IEC 19788-1)에서는 MLR에 대한 클래스를 설명하고 그와 관련된 속성과 관계를 제시한다. 해당 표준은 글로벌 관점에서 다국어 및 문화 적응성 요구 사항을 기반으로 한 이용자 중심의 맥락 정보를 제공하는 것을 핵심 원칙으로 삼고 있으며, 이는 콘텐츠와 그 의미를 효과적으로 연결함으로써 실현된다고 강조하였다. International Organization for Standardization(2024, ISO/IEC 19788-1)의 클래스 다이어그램은 본 연구에서 제시한 디지털교과서 메타데이터 스키마 구조화에 참고 자료로 활용되었다.

<표 5> ISO/IEC 19788-1 클래스

다이어그램	클래스	설명
자원 및 속성 UML 다이어그램	Resource	문자 그대로의 값(literal) 보다는 고려될 수 있는 모든 대상
	Person	개인을 포함하는 집합
	Learning Resource	학습, 교육 또는 훈련에 사용되는 자원
	Information Resource	모든 필수적인 특성이 메시지로 전달될 수 있는 자원
	Web Resource	월드 와이드 웹에 존재하는 정보 자원
	Representation	자원 상태에 대한 정보를 인코딩하는 데이터
클래스 다이어그램	MLR Record	학습 자원을 기술한 MLR 데이터 요소 집합과 자원과 직접적으로 관련된 자원을 말함. 참고, MLR 레코드는 메타데이터 레코드임
	Resource	문자 그대로의 값(literal) 보다는 고려될 수 있는 모든 대상
	Application Profiles	특정 커뮤니티 또는 여러 커뮤니티의 요구를 충족시키기 위해 정의된 구조화된 속성 집합
	Resource Class	명확한 경계와 의미로 식별될 수 있으며, 그 특성이나 규칙을 동일하게 따르는 자원의 집합
	Data Element	자원의 특성을 표현하는 데이터 집합
	Property	자원 간 또는 자원과 속성 값 간의 관계

출처: International Organization for Standardization(2024, ISO/IEC 19788-1, 69-70) 수정 및 보완함

3.2 OER Schema

OER(Open Educational Resources) Schema는 schema.org, 크리에이티브 커먼즈(Creative Commons), 더블린 코어(Dublin Core) 등을 확장하여 적용하는 RDF(Resource Description Framework) 어휘이다. 공공 및 민간 영역에서 사용하는 OER 콘텐츠를 표준 어휘로 통합하여 검색 가능성을 향상시키고, 콘텐츠가 보다 쉽게 재구성 및 재활용될 수 있도록 지원한다. 디지털 교육 종사자들이 서로 다른 플랫폼, 워크플로우, 도구에서 학습 콘텐츠를 제작하더라도 OER Schema를 통해 상호운용성을 확보할 수 있으며, 더 나아가서는 교육 자료를 재구성하는 인터페이스 개발에도 활용된다(OER Schema).

OER Schema에서는 교육 관련 주요 개념을 타입(Types)이라고 하며, 계층적 트리 구조로 표현하였다. 최상위 타입 'Resource(자원)'는 모든 개방형 교육 자료를 지칭하며, 계층 트리에서 'Resource' 아래에 들여쓰기 된 모든 타입의 부모 역할을 하였다. 트리 구조에서 자식 타입은 부모 타입을 확장(extend)하며, 이는 부모 및 상위 부모의 모든 속성을 상속받는다는 것을 의미한다(OER Schema).

OER Schema의 '속성(Property)'은 하나 이상의 타입과 연결되고 그에 대한 특정 값으로 표현된다. 예를 들면, 'LearningComponent(학습 구성 요소)'의 속성은 'LearningComponent' 자체이거나 하위 타입인 'Lesson(수업)'(〈표 6〉참고)과 연결되어 속성의 값을 표시한다.

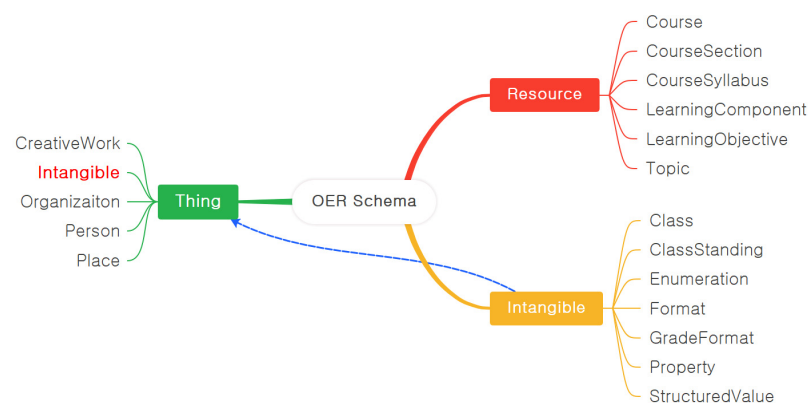
OER Schema는 자원의 일반적인 구성 요소인 'Resource' 타입과 수량, 구조화된 값 등과

같은 여러 무형 요소를 표현하는 'Intangible(추상적)' 타입으로 구조화되었다(〈표 6〉참고). 〈표 6〉을 살펴보면 타입은 1단계부터 6단계의 계층을 가지고 있다. 'Resource'의 자식 타입에는 Course(코스), CourseSection(코스 섹션), CourseSyllabus(코스 강의 계획서), LearningComponent(학습 구성 요소), LearningObjective(학습 목표), Topic(토픽) 등이 있으며, 가장 단계가 깊은 타입은 'Resource-LearningComponent-InstructionalPattern-Task-Activity-Project'으로 연결된 'Project'였다. 'Intangible'의 자식 타입은 'Class(클래스)', 'ClassStanding(클래스 스탠딩)', 'Enumeration(열거형)', 'Format(형식)', 'GradeFormat(성적 형식)', 'Property(속성)', 'StructuredValue(구조화된 값)' 등이 있다. 〈그림 4〉는 〈표 6〉의 1, 2 단계를 그림으로 표현한 것이다.

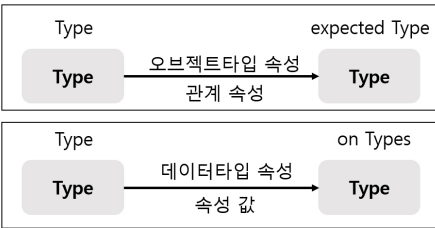
〈표 7〉은 〈표 6〉를 작성하는 과정에서 확인된 타입을 정리한 것이다. 〈표 6〉의 'Intangible' 타입은 〈표 7〉에도 출현한다(〈그림 4〉참조). 〈표 7〉은 요소에 대한 가장 일반적인 유형 'Thing(모든 개체)'을 중심으로 타입을 구조화하고 타입과 관련된 속성도 제시하였다. 〈표 7〉의 최상위 계층은 'Thing'이며, 'CreativeWork(창작물)', 'Intangible(추상적)', 'Organization(조직)', 'Person(개인)', 'Place(장소)' 등이 그 다음 단계이다. 〈표 7〉에서는 속성도 표현하였는데 〈그림 5〉를 참고하여 두 개의 속성으로 나누어 표시하였다. 'expected Type'은 클래스 간의 관계를 표현하는 온톨로지 오브젝트타입 속성처럼 타입을 연결한다. 'on Types'는 속성 값을 표시하는 온톨로지 데이터타입 속성과 역할이 같다.

〈그림 4〉를 살펴보면 OER Schema는 인간이 이해하는 교육 자원에 대한 논리적인 개념을 컴퓨터가 이해할 수 있는 표현으로 구조화하였다. Thing을 두어 인간과 관련된 모든 개념을 표현하고자 하였으며, 자원 자체에 대한 정보인

‘Resource’와 교육 환경과 관련된 정보를 포함하는 유틸리티 클래스 ‘Intangible’로 나누어 정리하였다. 또한 속성도 클래스 단위인 타입에 두어 하나의 의미를 가지는 개념이 속성의 값이 될 수 있는 정보 환경을 자연스럽게 반영하였다.



〈그림 4〉 OER Schema 타입 관계도; 2단계까지 표현
출처: OER Schema를 재정리함



〈그림 5〉 OER Schema 속성

〈표 6〉 OER Schema 타입; Resource 및 Intangible 중심으로

1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
Resource	Course	-	-	-	-
	CourseSection	-	-	-	-
	CourseSyllabus	-	-	-	-
	LearningComponent	AssociatedMaterial	ReferencedMaterial	-	-
			SupportingMaterial	-	-

1단계	2단계	3단계	4단계	5단계	6단계
		InstructionalPattern	Assessment	Quiz	-
				Submission	-
			Lesson	-	-
			Module	-	-
			Task	Activity	Project
				Practice	-
			Unit	-	-
	LearningObjective	-	-	-	-
	Topic	-	-	-	-
Intangible	Class	DataType	Action Type	Assess	-
				Discussing	-
				Listening	-
				Making	-
				Observing	-
				Presenting	-
				Reading	-
				Reflecting	-
				Researching	-
				Watching	-
				Writing	-
			Boolean	False	-
				No	-
				True	-
				Yes	-
			Date	-	-
			DateTime	-	-
			Number	Integer	-
			Text	URL	-
			Time	-	-
	ClassStanding	-	-	-	-
	Enumeration	-	-	-	-
	Format	FaceToFaceFormat	-	-	-
	GradeFormat	CompletionGradeFormat	-	-	-
		LetterGradeFormat	-	-	-
		PercentGradeFormat	-	-	-
		PointGradeFormat	-	-	-
	Property	-	-	-	-
	StructuredValue	-	-	-	-

〈표 7〉 OER Schema 타입; Thing 중심으로

타입	속성	관련 타입 간의 관계	관련 타입
Thing	name	expected Type	Text
	additionalType	expected Type	Class
	description	expected Type	Text
	image	expected Type	CreativeWork, URL
	mainEntityOfPage	expected Type	CreativeWork, URL
	sameAs	expected Type	URL
	uri	expected Type	URL
..CreativeWork	*Properties of thing	expected Type	-
	image	on Types	Thing
	mainEntityOfPage	on Types	Thing
...MediaObject	*Properties of thing	expected Type	-
.....ImageObject	*Properties of thing	expected Type	-
..Intangible	*Properties of thing	expected Type	-
..Organization	*Properties of thing	expected Type	-
..Person	department	on Types	Resource
..Place	institution	on Types	Resource
	program	on Types	Resource
	*Properties of thing	expected Type	-
	instructor	on Types	Resource
	primaryInstructor	on Types	Resource
	*Properties of thing	expected Type	-

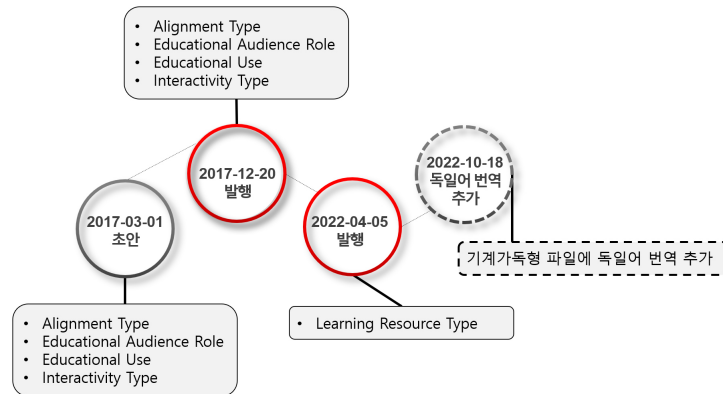
3.3 DCMI LRMI

DCMI LRMI(Dublin Core Metadata Initiative Learning Resource Metadata Innovation)는 학습 객체 메타데이터인 LOM(Learning Object Metadata)으로 시작되었다. LOM은 1990년대 후반에 설계되어 2002년에 완성된 최초의 교육 기술 국제 표준이다(Baker, 2015). DCMI LRMI는 〈그림 6〉과 같이 발전하였는데, Alignment Type, Educational Audience Role, Educational Use, Interactivity Type을 중심으로 발표된 초안은 2017년에 정식 발행되었다. 2022년에는 Learning Resource Type을 기술하였고 기계가 독형 파일에 독일어 번역을 추가하였다(DCMI

LRMI, 2025b).

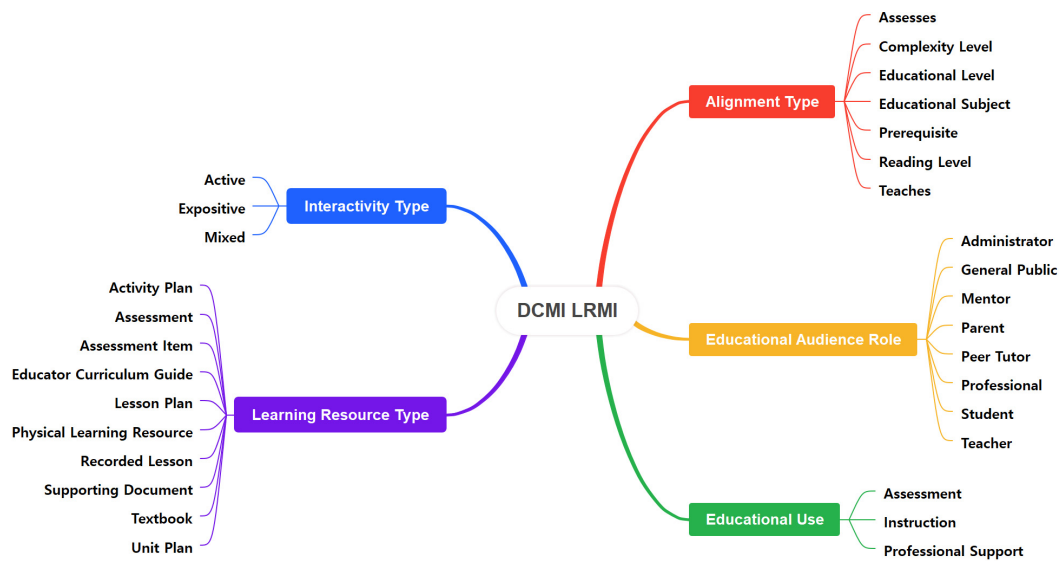
DCMI LRMI는 ‘Alignment Type(정렬 유형)’, ‘Educational Audience Role(교육 대상 역할)’, ‘Educational Use(교육적 활용)’, ‘Interactivity Type(상호작용 유형)’, ‘Learning Resource Type(학습 자원 유형)’ 등의 어휘를 가진다(〈그림 7〉 참고). 개별 어휘는 웹 문서로 발행되는데, 사람이 읽을 수 있는 정의를 포함하여 기계가 가독할 수 있는 터틀 구문을 포함한다(DCMI LRMI, 2025a).

다섯 개의 주요 어휘 중 ‘Learning Resource Type’은 광범위한 최상위 개념을 제공한다(DCMI LRMI, 2025a). 보다 구체적인 개념으로 분류해야 하는 커뮤니티는 SKOS(Simple Knowledge



〈그림 6〉 DCMI LRMI 발전 방향

출처: DCMI LRMI(2025b) 정리함



〈그림 7〉 DCMI LRMI 스키마 어휘

출처: DCMI LRMI(2025a)를 그림으로 정리함

Organization System)를 사용하여 해당 개념을 선언하고, skos:broadMatch를 통해 적절한 LRMI 개념과 매핑할 것을 권장하고 있다(DCMI LRMI, 2025a).

DCMI LRMI(2025a)를 살펴보면 가장 최상위

개념인 'Learning Resource Type'과 'Alignment Type', 'Educational Audience Role', 'Educational Use', 'Interactivity Type' 등은 어휘를 설명하는 방식이 다르다(〈표 8〉과 〈표 9〉 참고). 그러나 'Learning Resource Type', 'Alignment Type',

‘Educational Audience Role’, ‘Educational Use’, ‘Interactivity Type’ 모두 SKOS:ConceptScheme를 사용하고 있다(DCMI LRMI, 2025a). <표 8>은 ‘Alignment Type’, ‘Educational Audience Role’, ‘Educational Use’, ‘Interactivity Type’의 기술 정보이며, <표 9>는 ‘Learning Resource Type’에 대한 것이다.

<표 8>에서는 어휘별로 Definition(정의), Scope Note(범위 주기), Source(출처)를 정리하였다. Definition에서는 개념적인 정의를 제시하고 Scope Note에서는 DCMI LRMI 스키마에 적용될 때의 주의점 및 예시를 제공한다. 다른 스키마나 기준에서 사용한 어휘를 재사용한 경우에는 Source를 사용하여 출처에 대한 링크 연결이나 개념 어휘를 지정할 수 있다. <표 9>는

어휘별로 Definition(정의), Scope Note(범위 주기), Source(출처) 등 뿐만 아니라 Exact Match(동의 개념), Close Match(유사 개념), Broad Match(상위 개념), Narrow Match(하위 개념), Related Match(연관 개념) 등을 사용하여 다른 스키마와의 의미적인 연결을 제공한다.

<표 8>과 <표 9>의 Source(출처)¹⁾에서 제일 많이 언급되는 CEDS(Common Education Data Standards)는 P20W²⁾ 기관 및 해당 분야 내에서 데이터의 이해를 능률화하기 위한 교육 데이터 관리 이니셔티브이다(CEDS, n.d.). DCMI LRMI 스키마는 미국 내 교육 분야 데이터 모델인 CEDS와 의미적으로 연결되어 있음을 확인할 수 있었다.

<표 8> DCMI LRMI 스키마 어휘 기술 정보

Vocabulary	Definition	Scope Note	Source
Alignment Type (정렬 유형)	해당 학습 자원과 교육 프레임워크 내 노트 간의 관계 유형을 정의하는 개념 스킴		
Assesses (평가)	해당 학습 자원은 참조된 역량을 평가하는 데 사용될 수 있음		https://ceds.ed.gov/element/000869#Assesses
Complexity Level (복잡성 수준)	학습 자원의 난이도 또는 도전 수준을 측정하는 단계나 범위를 정의함	대표적인 프레임워크 예시에는 블룸의 교육 목표 분류(Bloom’s Taxonomy) 등이 있음	
Educational Level (교육 단계)	교육 시스템에서 활용한 자원에 대한 단계 또는 수준을 정의함		https://ceds.ed.gov/element/000869#EducationalLevel
Educational Subject (교육 과목)	해당 학습 자원의 교과 맥락을 정의함	교육 과목은 “수학”, “영어” 등과 같이 해당 자원의 교육적 맥락을 식별함	https://ceds.ed.gov/element/000869#EducationalSubject
Prerequisite (선수 조건)	참조된 역량이 해당 학습 자원의 효과적인 학습 결과를 위한 선수 학습 요건임		https://ceds.ed.gov/element/000715

1) <표 7>의 Source에서는 “<https://ceds.ed.gov/element/>”이라는 접두어를 쓰고 <표 8>의 Source에서는 “cedslrt:”라는 접두어를 사용하고 있다. 링크로 연결된 문서를 확인하면 페이지 링크에는 차이가 없다. 일단, 본 연구에서는 DCMI LRMI에서 사용한 용어를 그대로 옮겨 적었다.

2) 미국의 CEDS에서 사용하는 용어로 P(Preschool: 유아 교육), 20(K-12: 초·중·고등학교 교육, 13-20: 대학 및 대학원 교육), W(Workforce: 노동 시장 및 직업 교육)를 포함한다(ChatGPT를 통해 정리함).

Vocabulary	Definition	Scope Note	Source
Reading Level (읽기 수준)	학습자의 읽기 능력 수준 또는 범위를 정의함	대표적인 프레임워크 예시에는 MetaMetrics의 Lexile Framework, Renaissance Learning의 ATOS 등이 포함됨	https://ceds.ed.gov/element/000869#ReadingLevel
Teaches (가르침)	해당 학습 자원은 참조된 역량을 가르치는 데 사용될 수 있음		https://ceds.ed.gov/element/000869#Teaches
Educational Audience Role (교육 대상 역할)	해당 학습 자원의 주요 또는 의도된 수혜자(대 상)의 역할을 정의하는 개념 스킴		
Administrator (관리자)	행정적 권한과 책임을 가진 교육자 또는 트레 이너		
General Public (일반대중)	전체 대중		
Mentor (멘토)	조언을 제공하고 교육하며, 지원하거나 지도하 는 사람		
Parent(부모)	아버지, 어머니 또는 법적 보호자		
Peer Tutor (또래 튜터)	또래 학습자로서 다른 학습자를 지도하는 사람		
Professional (전문가)	특정 직업을 갖고 있는 사람, 산업 파트너 또는 직업 개발 트레이너		
Student (학생)	학습자 또는 훈련생		
Teacher (교사)	교육 방법 및 실습을 실행하도록 훈련된 사람		
Educational Use (교육적 활용)	학습 자원의 교육적 활용 목적을 열거하는 개념 스킴		
Assessment (평가)	해당 자원의 주요 목적은 학습을 평가하는 것이 며, 이는 수업 이전, 진행 중, 또는 이후에 이루어 질 수 있음		https://ceds.ed.gov/element/001002#Assessment
Instruction (수업)	해당 자원의 주요 목적은 교수 과정, 학생 학습 을 지원하거나 교육과정에 대한 정보를 제공하 는 것임		https://ceds.ed.gov/element/001002#CurriculumInstruction
Professional Support (전문가 지원)	해당 자원의 주요 목적은 교사 또는 기타 교육 전문가를 위한 교육을 제공하는 것이며, 전문성 개발을 포함함		https://ceds.ed.gov/element/001002#ProfessionalDevelopment
Interactivity Type (상호작용 활용)	해당 학습 자원의 주요 상호작용 방식을 정의하 는 개념 스킴		
Active (능동적)	학습자가 실제 또는 가상의 상황을 활용하여 사고력을 키우고 도전할 수 있도록 하며, 탐구, 탐색, 사건 및 생활 경험을 통해 제공되는 학습 기회를 활용하는 학습 방식		
Expositive (설명적)	주제 전문가가 개념을 설명하거나 명확하고 간 결한 정보를 수동적 학습자에게 목적성있게 제 공하는 방식		IEEE 1484.12.1.-202 (LOMv1.0)
Mixed (혼합형)	능동적 학습과 설명 중심 접근법이 혼합된 교수 적 상호작용 방식		IEEE 1484.12.1.-202 (LOMv1.0)

출처: DCMI LRMI(2025a)를 표로 정리함

〈표 9〉 DCMI LRMI 스키마 어휘 기술 정보; 최상위 어휘인 Learning Resource Type을 중심으로

Vocabulary	Definition	Scope Note	Source	Exact Match	Close Match	Broad Match	Narrow Match	Related Match
Learning Resource Type (학습 자원 유형)	다양한 유형의 학습 자원을 열거하는 개념 수준 여기서 학습 자원이란, 학년 이상의 문학적 또는 디지털 형태로 존재하는 지속적인 자원으로, 명시적으로 학습 활동 또는 학습 경험을 포함하거나 규정하거나 수반하는 것을 의미함		https://oeds.ed.gov/element/000928					
Activity Plan (활동 계획)	특정 기술, 개념 또는 지식을 습득하기 위해 학습자가 수행하는 활동에 대한 상세한 설명으로 강사의 지도 여부와 관계없이 이루어질 수 있음				http://id.loc.gov/authorities/genreForms/g2014026096		cedsiirt: AlternateAssessment, cedsiirt: FormativeAssessment, cedsiirt: InterimSummativeAssessment, cedsiirt: SelfAssessment	
Assessment (평가)	학습을 평가하거나 촉진하기 위해 사용되는 평가 항목들의 집합		cedsiirt: AssessmentItem					
Assessment Item (평가 항목)	측정 가능한 활동에 대한 질문이나 프로젝트 등을 정의하여 학습자가 학습 목표를 달성했는지 여부를 판단하는 데 사용		cedsiirt: AssessmentItem	cedsiirt: AssessmentItem		loc:gf2014026096 (Examinations)		
Educator Curriculum Guide (교육자 교육과정 안내서)	어떤 개념을 가르쳐야 하는지 및/또는 해당 개념을 효과적으로 가르치는 방법을 정의하는 문서		cedsiirt: EducatorCurriculumGuide	cedsiirt: EducatorCurriculumGuide		loc:gf2014026188 (Teachers guides)		
Lesson Plan (수업 계획서)	교사가 수업 지도에 사용하며, 비교적 짧은 기간 동안의 진행되는 수업 과정에 대한 자세한 설명		cedsiirt: Lesson	loc:gf2018026088 (Lesson Plans) cedsiirt: Lesson				
Physical Learning Resource (물리적 학습 자원)	학습자가 특정 학습 목표를 달성하는 데 도움을 주도록 설계된 물리적 객체, 하드웨어 또는 장치	예시로는 교육용 장난감, 프로그래밍 등 있음					loc:gf2018026057 (Manipulatives)	
Recorded Lesson (수업 녹화본)	수업, 강의 또는 유사한 짧은 교육 활동의 오디오 또는 비디오 녹음, 혹은 녹취록이나 편집된 대본과 같은 텍스트 기록							loc:gf2011026219 (Educational films) loc:gf2014026122 (Lectures)
Supporting Document (보조 문서)	학습자가 특정 학습 목표를 달성하는 데 도움을 주도록 설계된 보조 요소를 포함한 문서	예시로는 교육 매뉴얼, 인포그래픽 등이 있음	http://oerschema.org/SupportingMaterial/				loc:gf2014026073 (Course materials)	
Textbook (교과서)	특정 과목의 학습을 돕기 위해 표준 정보원으로 사용되도록 설계된 도서		cedsiirt: Textbook				loc:gf2014026191 (Textbooks), cedsiirt: Textbook	
Unit Plan (단원 계획서)	특정 개념에 대한 장기적인 교수 계획		cedsiirt: Unit	cedsiirt: Unit		loc:gf2014026114 (Instructional and educational works)		

출처: DCMI LRMI(2025a)를 표로 정리함

지금까지 DCMI LRMI 스키마 주요 어휘인 ‘Alignment Type(정렬 유형)’, ‘Educational Audience Role(교육 대상 역할)’, ‘Educational Use(교육적 활용)’, ‘Interactivity Type(상호작용 활용)’, ‘Learning Resource Type(학습 자원 유형)’ 등의 개념을 이해하였고, 어휘의 정의 및 의미 연결 등을 통해 본 연구에서 제안할 디지털 교과서 메타데이터 스키마 설계 시 반영할 교육 맥락 정보를 추출하였다.

3.4 학습 자원 메타데이터 스키마 비교 분석

지금까지 국제 표준인 ISO/IEC 19788-1:2024, OER Schema, DCMI LRMI 등을 심층적으로 분석하였다. 스키마 분석은 다양한 자원 표현 기술과 이를 담고 있는 여러 개의 시스템을 통합할 수 있는 기반을 마련하고 교육 자원의 개념과 의미를 이해하는 데에 목표가 있었다.

3.1부터 3.3장에서 살펴본 ISO/IEC 19788-1:2024, OER Schema, DCMI LRMI 스키마를 비교 분석해서 정리하면 <표 10>과 같다. 먼저, 학습 자원 메타데이터의 가장 일반적인 요소인 ‘자

원’은 세 개의 스키마 모두 잘 표현하고 있었다. ‘자원집합’ 측면에서는 ISO/IEC 19788-1:2024가 자원 집합인 ‘Resource Class’와 그 속성을 다룬 클래스 ‘Data Element’를 제시한 것으로 볼 때 가장 상세하게 표현하고 있음을 알 수 있었다. ‘이해관계자’에 대해서는 DCMI LRMI가 직관적으로 하위 타입의 전개를 통해 자세한 역할을 구분한 것을 확인하였다. 속성의 값을 지정하거나 유틸리티 클래스로 처리될 수 있는 ‘추상적인 개념 표현’은 세 개의 스키마 모두 잘 제시하였다. ‘교육적 활용’과 ‘상호작용 활용’은 ‘이해관계자’와 마찬가지로 DCMI LRMI의 하위 타입 전개를 통해 잘 표현되었다. ‘메타데이터 자체에 대한 정보’는 ISO/IEC 19788-1:2024에서 잘 드러났는데 특히 Application Profiles를 통해 이종의 스키마나 시스템을 통합하는데 유연한 구조임을 보여주었다.

남태우, 이승민(2010)은 메타데이터를 적용하는 환경에서 메타데이터로 하여금 어떤 역할을 하도록 기대하고 있는지에 따라 메타데이터 레코드에 특별한 의미를 부여해야 한다고 주장하였다. 이런 맥락에서 본 연구는 학습 자원 중

<표 10> 학습 자원 메타데이터 스키마 비교 분석

구분	ISO/IEC 19788-1	OER Schema	DCMI LRMI
자원	Resource, Learning Resource, Information Resource, Web Resource	Resource	Learning Resource Type, Alignment Type
자원 집합	Resource Class, Data Element	Resource	Learning Resource Type
이해관계자	Person	..Person	Educational Audience Role
추상적인 개념에 대한 표현	Representation, Property	..Intangible	Alignment Type
교육적 활용		Resource	Educational Use
상호작용 활용		Resource	Interactivity Type
메타데이터 자체에 대한 정보	MLR Record, Application Profiles		

가장 기본적인 교과서의 메타데이터 개발에 초점을 두고 있다. 특히 우리나라의 현재 교육 현장을 반영하여 디지털교과서로 그 범위를 한정하였다. 다음 장에서는 3.4장의 분석 결과를 바탕으로 우리나라 교육 현장에 적용할 디지털교과서 메타데이터 주요점을 도출하고자 하였다.

4. 디지털교과서 메타데이터 스키마 모델링

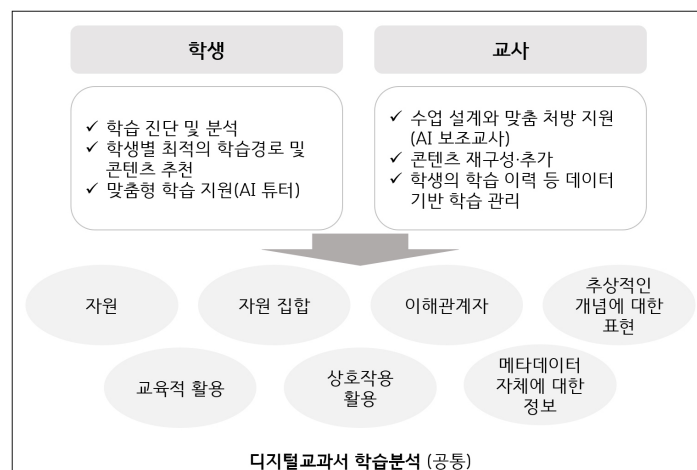
본 장에서는 디지털교과서에 관한 선행 연구 및 학습 자원 메타데이터 스키마 분석을 바탕으로 디지털 교육 메타데이터 스키마를 모델링하였다.

4.1 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발 시 고려 사항

2.2장과 3.4장을 반영하여 디지털교과서 메

타데이터 스키마 개발 시 집중해야 할 개념 요소들을 정리하면 다음 <그림 8>과 같다. <그림 8>의 중간 화살표 기준으로 위 영역은 2.2장에서 정리한 교육부, KERIS(2023)의 내용을 정리한 것이고, 아래 영역은 3.4장에서 제시한 학습 자원 메타데이터 스키마 비교 분석을 통해 도출된 주요 개념이었다.

<그림 8>을 바탕으로 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발 시 고려해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째, 학생의 자기주도학습과 협력수업을 지원하기 위해서는 디지털교과서 뿐만 아니라 다양한 학습 자원에 대한 정보를 확보하고 수업과 관련된 설명 정보도 필요하다. 또한 학생이 미리 준비해야 하는 선행 과제에 대한 표현 정보도 중요하다. 이는 ‘자원’, ‘자원 집합’, ‘교육적 활용’, ‘상호작용 활용’ 등과 연결될 수 있다. 둘째, AI 튜터 및 AI 보조교사의 역할을 지원하기 위해서는 전문가 연결 및 학습 자원에 대한 폭넓은 설명 정보를 포함해야 한다. ‘자원 집합’, ‘이해관계자’, ‘교육적 활용’, ‘상호작용



<그림 8> 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발에 필요한 개념 요소

용 활용' 등에 초점을 두어야 한다. 셋째, 교사의 콘텐츠 재구성 및 추가를 위해서는 콘텐츠 즉 자원에 대한 정보를 자세히 기술할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 이는 '자원', '자원 집합', '교육적 활용' 등과 연결될 수 있다. 넷째, 교육 '메타데이터 자체에 대한 기술'을 위해서는 메타데이터 기술의 수정 및 변경 사항을 기록할 요소가 개발되어야 한다. 이는 교육 자원 자체 관리와도 연결된다. 다섯째, 유틸리티 클래스 개발을 통해 정형화된 속성 값이 표현될 수 있는 장치를 제공해야 한다. 이를 통해 메타데이터 요소에 대한 정확한 표현을 보장하고 속성 값을 일관성 있게 부여할 수 있다.

4.2 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발

본 연구에서는 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발과 직접적으로 연결될 수 있는 KERIS의 연구(2022)도 분석하였다. KERIS의 연구(2022)는 국가 차원에서 발행한 디지털교과서 메타데이터에 관한 가장 최신의 지침이다. 2015

년과 2022년 초 · 중등학교 교육과정을 반영한 KERIS의 연구(2022)에서는 <표 11>과 같이 교육용 메타데이터를 콘텐츠 영역과 분류체계 영역으로 구분하였다. 먼저 콘텐츠 영역의 메타데이터 항목은 일반정보, 분류정보, 기술정보, 자료정보, 권한정보 등으로 선언되었다. 각 항목에 대한 기술 요소 다음 <표 11>과 같다.

분류체계 영역은 분류체계정보와 분류영역정보로 구분하였으며 항목과 기술 요소는 다음 <표 12>와 같다.

KERIS의 연구(2022)에서 제시한 교육용 콘텐츠 메타데이터 가이드라인은 자원 기술에 대한 이론적인 접근이나 국제적인 표준 분석보다는 콘텐츠를 개발하고 관리하는 기관(유 · 초 · 중등 교육용 콘텐츠 개발 및 관리하는 32개 중앙부처와 각종 위원회, 공공기관 등)의 메타데이터 요소 및 값을 확인하는 데에 초점을 맞추었다. 따라서 최종적으로 제시한 메타데이터 셋은 프레임워크 수준이 아니라 기초 수준의 교육용 콘텐츠 기술 항목과 그에 대한 간단한 속성 표현(필수 여부, 다중성, 순서, 자료형 등)으로

<표 11> KERIS의 연구(2022, 96-97)에서 제시한 콘텐츠 영역 메타데이터

항목	기술 요소
일반정보(general category)	식별코드, 제목, 설명, 주제어, 태그, 위치, 대상, 수준
분류정보(classification category)	분류코드, 분류체계설명
기술정보(technical category)	콘텐츠형태, 활용시간, 기술 환경
자료정보(resource category)	자료유형, 자료경로
권한정보(rights category)	기여자, 저작권자, 공유유형, 공유조건

<표 12> KERIS의 연구(2022, 98)에서 제시한 분류체계 영역 메타데이터 항목

항목	기술 요소
분류체계정보(GeneralClassification)	분류체계코드, 분류체계설명, 연관코드, 연관코드설명
분류영역 정보(ClassificationArea)	학교급, 학년 교과목, 영역명, 단원명

구성되었다. KERIS(2022)의 교육용 콘텐츠 메타데이터는 교육부, KERIS의 연구(2023)에도 영향을 미쳤다. 반면, 본 연구에서는 콘텐츠 기술 항목과 속성을 확장할 수 있는 기반 연구를 진행하였으며, 이를 위해 교육 맥락 정보를 표현할 수 있는 스키마를 다음과 같이 개발하고자 하였다.

〈표 13〉은 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마 어휘를 정의한 것이다. ‘어휘 1단계’를 기준으로 하위 어휘는 ‘.’ 기호로 표시하여, 2단계는 ‘..’, 3 단계는 ‘....’으로 표현하였다. ‘정의’는 어휘의 의미적인 개념이나 범위주기 내용을 포함하였다. ‘어휘 간의 연결’은 관련 어휘 간의 관계를 제시하였고 특정 어휘와 연결된 어휘는 ‘연결 어휘’로 표시하였다. ‘어휘 간의 연결’은 디지털교과서와 관련된 특정 개념을 표현하기 위한 것으로 다소 제한적으로 제안되었다. ‘참고 스키마’는 ‘어휘’를 개발하는데 참고한 스키마를 제시한 것이었다.

〈표 13〉과 같이, 디지털교과서 메타데이터 스키마는 Thing을 비롯하여 교육과정, 분류코드, 자원, 평가, 교육활동, 교육대상역할, 이해관계자, 속성, 자원 메타데이터 등의 어휘로 구조화되었다. Thing은 OER Schema에서 차용한 것으로 교육 환경에 존재하는 모든 개체, 개념 등을 지칭하며, 때로는 다른 어휘들의 최상위 어휘로도 활용된다. Thing의 하위 어휘는 다른 어휘들을 설명하는 기본 정보로 사용되며, 식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그, URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유 등으로 전개되었다. 교과과정의 하위 어휘는 교과, 과목, 학년, 단위이며 그 중 단위는 내용 영역과 내용 요소로 세분화하였다. 분류코드는 KERIS의 연구(2022, 98)에 따라 국가교육과정 정보센터(NCIC)에서 제

공하는 2022년 초·중등학교 교육과정(국가교육과정 정보센터, 2024)을 연결하여 교과과정을 표현하였다. 자원의 하위 어휘는 디지털교과서, 활동 계획, 자원평가, 자원평가 항목, 교육자 교육과정 안내서, 물리적 학습 자원, 수업 녹화본, 보조 문서 등이었다. 평가의 하위 어휘는 성취기준과 평가기준을 두었고, 교육활동의 하위 어휘는 학습방식과 수업방식으로 구분하였다. 학습방식은 능동적, 설명적, 혼합형 등으로 세분화하고 수업방식은 수업형, 발표형, 모둠형, 전문가 지원 등으로 확장하였다. 교육대상역할의 하위 어휘는 학생, 멘토, 관리자, 전문가, 부모, 교사, 또래 집단 등으로 나누었다. 이해관계자의 하위 어휘는 학생, 교사, 부모 등으로 구분하였다. 속성은 자원과 교육대상역할과 관계가 있는 어휘로, 복잡성 수준, 선수 조건, 읽기 수준, 평가, 계획서 등의 하위 어휘를 갖고 있다. 자원 메타데이터는 학습한 자원과 관련된 메타데이터로써 자원과 연결되었다.

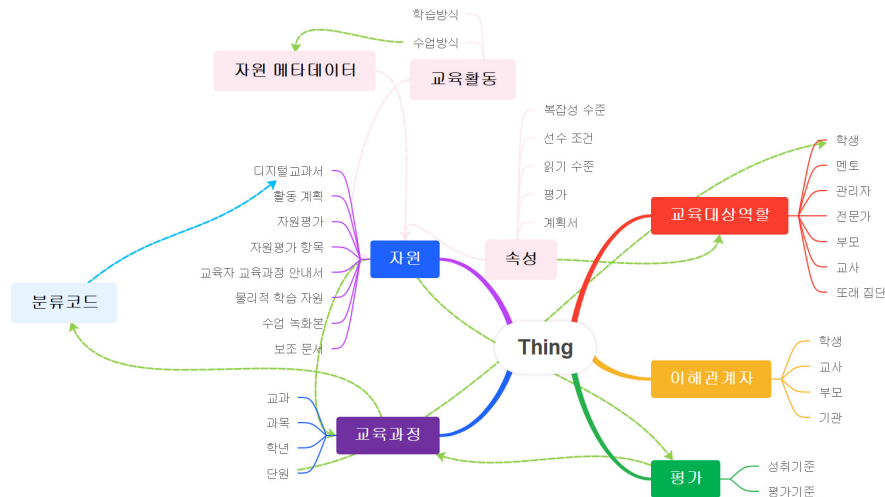
이와 같이 특정 어휘는 다른 어휘와 관계를 가지게 되는데 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마에서도 18개의 ‘어휘 간의 연결’을 규정하였다(〈표 13〉 참고). 기본적으로 단계로 표현된 어휘는 계층관계를 가지고 있지만 어휘 구조상 직관적으로 확인 가능함으로 ‘어휘 간의 연결’에서는 제외하였다. 어휘 중 가장 많은 관계를 가지고 있는 것은 Thing이었다. 〈그림 9〉를 살펴보면, Thing과 교육과정, 자원, 평가, 교육대상역할, 이해관계자 등과의 관계는 Thing의 하위 어휘를 연결 어휘들에서도 공유할 수 있음을 보여준다(〈표 13〉에서는 ‘Thing의 어휘 공유’로 표시함). 교육과정은 분류코드와 연결하여(〈표 13〉 참고) 교과, 과목,

〈표 13〉 디지털교과서 메타데이터 스키마 어휘

어휘 1 단계	어휘 2, 3 단계	정의	어휘 간의 연결	연결 어휘	참고 스키마
Thing	..식별코드	교육 환경에 존재하는 모든 개체, 개념 등			OER Schema
	..제목	콘텐츠를 구분하는 고유 코드			
	..설명	콘텐츠에 대한 제목			
	..주제어	개발자가 입력한 핵심어			
	..해쉬태그	해시 기호(#)를 붙여 입력한 핵심어			
	..URL	콘텐츠의 파일 위치나 링크 주소			
	..유형	콘텐츠의 주된 형태			
	..구동환경	사용환경 및 기술조건			
	..권한	콘텐츠 사용 및 공유 권한 정보			
	..공유	콘텐츠 이용 조건			
교육과정		교육과정 제시	교육과정_분류코드	분류코드	OER Schema, DCMI LRMI, 교육부&KERIS(2023)
	Thing의 어휘 공유	'식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그, URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유' 어휘 사용	교육과정_Thing	Thing	
	..교과	교육 학교에서 교육의 목적에 맞게 가르쳐야 할 내용을 체계적으로 짜 놓은 일정한 분야			
	..과목	교육 가르치거나 배우야 할 지식 및 경험의 체계를 세분하여 계통을 세운 영역			
	..학년	업하는 과목의 정도에 따라 일 년을 단위로 구분한 학교 교육의 단계			
	..단원	어떤 주제나 내용을 중심으로 묶은 학습 단위	단원_학습(교육대상연월)	학습(교육대상연월)	
	...내용 영역	단원에서 다루는 내용의 영역			
	...내용 요소	단원에서 다루는 내용 요소			
		KERIS(2022)가 제공하는 교육용 콘텐츠 메타데이터 항목을 분류코드로 사용	분류코드_디지털교과서	디지털교과서	
		학습 자원을 지정하는 개념			
자원		자원과 교육과정과의 관계	자원_교육과정	교육과정	ISO/IEC 19788-1, OER Schema, DCMI LRMI, 교육부&KERIS(2023)
		자원 간의 연계	자원_자원	자원	
	Thing의 어휘 공유	'식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그, URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유' 어휘 사용	자원_Thing	Thing	
	..디지털교과서	특정 과목의 학습을 돕기 위해 표준 정보원으로 사용되도록 설계된 도서	디지털교과서_교육과정	교육과정	
	..활동 계획	특정 기술, 개념 또는 지식을 습득하기 위해 학습자가 수행하는 활동에 대한 상세한 설명			
	..자원평가	학습을 평가하거나 촉진하기 위해 사용되는 평가 항목들의 집합	자원 평가	평가	
	..자원평가 항목	학습 목표의 숙달 여부를 판단하기 위한 수단			
	..교육자 교육과정 안내서	효과적으로 가르치는 방법을 정의하는 문서			
	..물리적 학습 자원	학습자가 특정 학습 목표를 달성을 위한 물리적 객체, 하드웨어 또는 장치			
	..수업 녹화본	수업, 강의 등의 오디오 또는 비디오 녹음, 혹은 녹취록 등을 말함			
	..보조 문서	학습자가 특정 학습 목표를 달성하는데 도움을 주도록 설계된 교수 요소를 포함한 문서			

어휘 1 단계	어휘 2, 3 단계	정의	어휘 간의 연결	연결 어휘	참고 스키마
평가	Thing의 어휘 공유	교육과정용 기준으로 이루어지는 평가			
	..상위기준	평가와 교육과정과의 관계	평가_교육과정	교육과정	OER Schema, DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)
	..평가기준	'식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그 URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유' 어휘 사용	평가_Thing	Thing	
		상위기준을 제시			
교육활동		평가기준을 제시		자원	
	..학습방식	자원과 연결된 교육활동을 열거	교육활동_자원		
	..능동적	학습방식을 열거			
	..선택적	능동적 학습방식			
	..혼합형	선택적 학습방식			
	..수업방식	혼합형 학습방식			
	..수업형	수업방식을 열거	수업방식_자원 메타데이터	자원 메타데이터	OER Schema, DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)
	..발표형	수업형 수업방식			
	..모듬형	발표형 수업방식			
	..전문가 지원	모듬형 수업방식			
교육대상역할		전문가 지원 수업방식			
	Thing의 어휘 공유	교육대상자의 역할을 기술			
	..학생	'식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그 URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유' 어휘 사용	교육대상역할_Thing	Thing	OER Schema, DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)
	..멘토	학생 학습방식			
	..관리자	멘토 학습방식			
	..전문가	관리자 학습방식			
	..부모	전문가 학습방식			
	..교사	부모 학습방식			
	..또래 집단	교사 학습방식			
		또래 집단 학습방식			
이해관계자	Thing의 어휘 공유	교육 환경에 속한 모든 개인 및 기관			
	..학생	'식별코드, 제목, 설명, 주제어, 해쉬태그 URL, 유형, 구동환경, 권한, 공유' 어휘 사용	이해관계자_Thing	Thing	DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)
	..교사	학생에 대한 정보			
	..부모	교사에 대한 정보			
속성	..기관	부모에 대한 정보			
		기관에 대한 정보			
		모든 어휘에서 사용되는 속성 집합			
	..복합성 수준	속성과 자원과의 관계	속성_자원	자원	ISO/IEC 19788-1, OER Schema, DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)
	..선수 조건	자원의 난이도 수준	속성_이해관계자	이해관계자	
	..임기 수준	선수 학습 요건인			
자원 메타데이터	..평가	학습자에게 읽기 능력 수준 또는 범위를 정의함			
	..계획서	역량을 평가하는 데 사용될 수 있음			
		교사가 수업 지도에 필요한 항목들을 기술한 문서			
		학습 자원과 관련된 메타데이터			
		자원과 자원 메타데이터와의 관계	자원 메타데이터_자원	자원	ISO/IEC 19788-1, OER Schema, DCMI LRMI, 교육부 & KERIS(2023)

* 국가교육과정정보센터(NCIC) _교육과정_2022년개정 정보센터, 2021)



〈그림 9〉 디지털교과서 메타데이터 스키마 구조

학년, 단원을 표준화된 방식으로 표현하고 해당 자원에 대한 교육과정 위치를 파악할 수 있게 하였다. 자원은 평가와 연결됨으로써 특정 교육과정-자원-평가로 이어지며, 자원의 하위 어휘인 단원과 교육대상영역의 학생을 연결하여 특정 교육과정-자원-학생-평가의 흐름을 가능하게 한다. 이는 교육부, KERIS(2023)에서 제시한 학생의 자기주도학습을 지원하고 단위별 평가를 수행할 수 있는 기반을 제공하는 것이다. 디지털교과서를 중심으로 한 ‘어휘 간의 연결’을 통해 특정 디지털교과서의 교육과정과 분류코드를 확인할 수 있다(분류코드-디지털교과서-교육과정). 자원과 자원메타데이터를 연결하여 특정 자원에 대한 설명 정보를 추가할 장치를 확보할 수 있음을 보여주었다. 또한 수업방식과 학습한 자원과 관련된 메타데이터를 연결하여 특정 수업에 활용된 자원 정보를 확보할 수 있게 하였다. 마지막으로 속성은 스키마 구조 안에서 어휘로 표현되지만 메타데이터셋 안에서는 개체의 속성으로 간주될 수 있다.

앞서 살펴본 바와 같이 속성의 하위 어휘는 자원과 교육역할대상을 표현하는 특성을 나열한 것이었다(〈표 13〉 참고).

〈그림 9〉는 〈표 13〉을 도식화한 것으로 디지털교과서 메타데이터 스키마 구조를 확인할 수 있다.

종합적으로 살펴보면, 4.1장 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발 시 고려해야 할 사항으로 제시한 1) 수업에 대한 정보, 2) 전문가 연결 및 학습 자원에 대한 폭넓은 설명 정보, 3) 교사의 콘텐츠 재구성 및 추가를 위한 자원에 대한 정보, 4) 메타데이터 기술의 수정 및 변경 사항을 기록할 요소, 5) 유틸리티 클래스 설정 등이 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마에 잘 적용되었음을 확인할 수 있었다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 디지털교과서 메타데이터 스키마 개

발을 위해 ISO/IEC 19788-1:2024, OER Schema, DCMI LRMI 등과 같은 교육 자원 스키마를 분석하고 디지털교과서의 서비스 구성 및 개발에 필요한 세부 사항을 단계별로 정리한 가이드라인(교육부, KERIS, 2023)을 살펴보았다. 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마는 Thing을 비롯하여 교육과정, 분류코드, 자원, 평가, 교육활동, 교육대상역할, 이해관계자, 속성, 자원 메타데이터 등의 어휘로 구조화되었다. 특정 어휘는 다른 어휘와 관계를 가지게 되는데, 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마에서도 어휘의 계층관계를 제외한 18개의 '어휘 간의 연결'을 규정하였다. 어휘와 관계 표현을 통해 4.1장에서 제시한 디지털교과서 메타데이터 스키마 개발 시 고려해야 할 사항인 1) 수업에 대한 정보, 2) 전문가 연결 및 학습 자원에 대한 폭넓은 설명 정보, 3) 교사의 콘텐츠 재구성 및 추가를 위한 자원에 대한 정보, 4) 메타데이터 기술의 수정 및 변경 사항을 기록할 요소, 5) 유틸리티 클래스 설정 등이 디지털교과서 메타데이터 스키마에 잘 적용되었음을 확인하였다.

김진두의 연구(2024)에 따르면 디지털교과서 관련 논문 180편 중 50건이 '디지털교과서 성과 교육 활동(27.8%)'으로 가장 비중이 높았다. 그리고 '디지털교과서 제작기술 분석(11.1%)', '디지털교과서 콘텐츠 구성 분석(10%)', '디지털교과서 디자인(3.9%)' 순으로, 디지털교과서와 관련된 선행 연구가 디지털교과서의 성과, 기술(technical) 및 디자인 영역에 집중된 것을 확인할 수 있었다. 디지털교과서의 효과적 활용을 위해 이러한 연구들도 필요하지만 교육 이해관계자들의 다양한 요구를 반영하고 교육 맥락

정보를 포함하며 이중의 시스템을 통해 발행되는 디지털교과서를 통합 운영하기 위한 교육 자원 기술(description)에 대한 연구도 매우 중요하다. 본 연구는 이론적 접근을 통해 국제적인 표준 및 스키마를 분석하여 교육 맥락 정보를 반영하는 구조화된 디지털교과서 메타데이터 스키마를 제안한 첫 연구라는 점에서 의미를 가진다. 또한 교육과 관련된 다양한 학문 영역에서 메타데이터 관련 연구를 시작할 때 고민해야 하는 사항들을 제시하고 선행 연구 및 이론적 배경을 이해하는 방식을 보여주는 모범 연구로 활용될 수 있을 것이다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있으며 이를 해결할 수 있는 후속 연구가 필요하다. 첫째, 본 연구에서는 국제적 수준의 학습 자원 메타데이터 스키마에 대해 전체적인 프레임워크를 중심으로 분석하였지만, 구문의 의미론적인 해석을 시도하고 각 스키마에 대한 교육학적인 특징을 나열하는 후속 연구가 필요하다. 그리고 국제적인 수준의 메타데이터 스키마와 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마와의 차이점을 확인할 필요가 있다. 이는 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마와의 상호운용성을 확보하고 우리나라의 교육 환경을 반영한 한국형 학습 자원 메타데이터 셋의 특수성을 제시하는 연구로 이어질 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서 제안한 디지털교과서 메타데이터 스키마는 어휘를 중심으로 주요 개념을 표현하고 교육 환경을 고려한 맥락 정보를 추상적으로 구조화한 것이므로 교육 시스템에 적용할 수 있도록 클래스와 속성을 표현하는 명세서를 작성할 필요가 있다. 특히 속성을 오브젝트타입과 데이터타입으로

나누어 보다 자세하게 표현한다면, 본 연구에서 제안한 '어휘 간의 연결'은 오브젝트타입으로 확장하고 Thing의 하위 어휘는 데이터타입 속성으로 정의하여 구체화할 수 있을 것이다. 그리고 디지털교과서 사례를 적용하여 본 연구에서 제안한 메타데이터 스키마의 실효성을 분석하는 후속 연구 또한 필요하다. 셋째, 교과별

특성을 고려하여 디지털교과서 메타데이터 스키마를 수정하고 보완할 수 있는 방안을 제시할 필요가 있다. 교과별 특성을 반영하기 위해서 메타데이터 스키마를 모듈로 분해하여 공통적인 어휘와 교과별 특성을 파악할 수 있는 어휘를 구분하는 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- 강신천 (2008). 디지털교과서 검인정 제도에 관한 연구. 국립공주대학교, 교육부 (2024.4.15). [정책브리핑] 디지털 기반 교육혁신 역량 강화 지원방안. 출처: <https://kcg.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=156625382>
- 교육부, KERIS (2023). AI 디지털교과서 개발 가이드라인. 대구: KERIS.
- 국가교육과정 정보센터(NCIC) (2024). 출처: <https://ncic.re.kr/dwn/ogf/inventory.cs>
- 국가기술표준원 (2017). 교육 기술 전망과 표준화 동향(KATS기술보고서 제94호). 출처: https://www.kats.go.kr/cwsboard/board.do?mode=download&bid=132&cid=19222&filename=19222_201702151533083862.pdf
- 김진두 (2024). 스마트 교육과 디지털교과서 연구 동향. 한국출판학연구, 115, 25-47. <https://doi.org/10.21732/skps.2024.115.25>
- 남태우, 이승민 (2010). 메타데이터의 의미론적 확장에 관한 연구. 한국문헌정보학회지, 44(4), 373-393. <https://doi.org/10.4275/KSLIS.2010.44.4.373>
- 이재진 (2024.10.2). [분야별 검색] AI 디지털교과서. 출처: <https://www.archives.go.kr/next/newsearch/listSubjectDescription.do?id=010817&pageFlag=&sitePage=>
- 최효성, 이경화 (2024). 미국의 자국어 AI 디지털교과서 분석을 통한 국어과 개발에의 시사점. 학습자중심교과교육연구, 24(18), 1061-1075. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2024.24.18.1061>
- 한국교과서연구재단. 교과서정보관. 출처: <https://www.kotry.kr>
- 한국교과서협회 (2020). 교과서 기본정보: 미국의 제도. 출처: <https://www.ktbook.com/user/e-data/info/foreign/foreign03.do>
- KERIS (2022). 교육용 콘텐츠 현황 분석 및 개발·관리 가이드라인 연구(연구보고 RR 2022-04).

- KERIS (2023). 2022 개정 교육과정에 따른 디지털교과서 개선 방안 연구(연구자료 KR 2023-01). KERIS 에듀넷·티클리어 (2024). 출처: <https://dtbook.edunet.net/>
- 教科書研究センター附屬教科書図書館 教科書目録情報データベース.
출처: https://textbook-rc-lib.net/Opac/search.htm?s=-cKZ-xZqMVYzA_3dOR9fO1zB6wh
- Barker, Phil (2015). LRMI, Learning Resource Metadata on the Web. From the #LiLE2015 workshop. Available: <https://blogs.pjtk.net/phil/lrmi-learning-resource-metadata-on-the-web-from-the-lile2015-workshop/>
- CEDS (n.d.). The History of CEDS. Available: <https://ceds.ed.gov/History.aspx>
- DCMI LRMI (2025a). LRMI. Available: <https://www.dublincore.org/specifications/lrmi/>
- DCMI LRMI (2025b). LRMI Concept Schemes Release History. Available: https://www.dublincore.org/specifications/lrmi/concept_schemes/release-history/
- International Organization for Standardization (2024). Information technology for learning, education and training - Metadata for learning resources-Part 1: Framework (ISO/IEC 19788-1:2024). Available: [https://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_IEC_19788-1_2024_ed_2_-_id_81950_Publication_PDF_\(en\).zip](https://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_IEC_19788-1_2024_ed_2_-_id_81950_Publication_PDF_(en).zip)
- OER Schema. Open Educational Resource Schema. Available: <https://oerschema.org/>
- Texas Education Agency. IMRA. Available: <https://im.tea.texas.gov>

• 국문 참고자료의 영어 표기

(English translation / romanization of references originally written in Korean)

- Choi, Hyo-Seong & Lee, Kyeong-Hwa (2024). Implications for developing Korean language AI digital textbooks through functional analysis of U.S. language art AI digital textbooks. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(18), 1061-1075.
<https://doi.org/10.22251/jlcci.2024.24.18.1061>
- Kang, Shin-Cheon (2008). A Study on the Accreditation System of Digital Textbooks. Kongju National University.
- KERIS Edunet·T-Clear (2024). Available: <https://dtbook.edunet.net/>
- Kim, Jin-Doo (2024). A Study on Smart education and Studying tendency of digital textbook from 2004 to 2022. *Studies of Korean Publishing Science*, 115, 25-47.
<https://doi.org/10.21732/skps.2024.115.25>
- Korea Education and Research Information Service (KERIS). (2022). Analysis of the Current Status of Educational Content and Research on Development and Management Guidelines

- (Research Report RR 2022-04).
- Korea Education and Research Information Service (KERIS). (2023). Research on Digital Textbook Improvement Plans according to the 2022 Revised Curriculum (Research Report KR 2023-01).
- Korea Textbook Association (2020). Basic information on textbooks: The U.S. system. Available: <https://www.ktbook.com/user/e-data/info/foreign/foreign03.do>
- Korea Textbook Research Foundation. Korea textbook research library. Available: <https://www.kotry.kr/>
- Korean Agency for Technology and Standards (KATS) (2017). Educational Technology Outlook and Standardization Trends (KATS Technical Report No. 94). Available: https://www.kats.go.kr/cwsboard/board.do?mode=download&bid=132&cid=19222&filename=19222_201702151533083862.pdf
- Lee, Jae-Jin (2024, October 2). AI digital textbook[Subject search]. Available: <https://www.archives.go.kr/next/newsearch/listSubjectDescription.do?id=010817&pageFlag=&sitePage=>
- Ministry of Education & Korea Education and Research Information Service (KERIS). (2023). AI Digital Textbook Development Guidelines. Daegu: KERIS.
- Ministry of Education (2024, April 15). Support measures for strengthening digital-based educational innovation capabilities [Policy briefing]. Available: <https://kcg.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=156625382>
- Nam, Tae-Woo & Lee, Seung-Min (2010). Study on the semantic extension of the concept of metadata. Journal of the Korean Society for Library and Information Science, 44(4), 373-393. <https://doi.org/10.4275/KSLIS.2010.44.4.373>
- National Curriculum Information Center (NCIC) (2024). Available: <https://ncic.re.kr/dwn/ogf/inventory.cs>