

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제7호
<https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.7.009>



CS2023 지식 모델 기반 초등 데이터 리터러시 지식체계 개발과 2022 개정 교육과정과의 연계성 탐색*

A Study on the Development of an Elementary Data Literacy Knowledge System Based on the CS2023 Knowledge Model and the Exploration of Its Alignment with the 2022 Revised Curriculum

이예슬[†] · 최현종^{††}
 Yaesi Lee[†] · Hyunjong Choe^{††}

요약

본 연구는 초등 수준에 적합한 데이터 리터러시의 구성요소를 도출하여 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하고, 이를 바탕으로 2022 개정 초등 국어, 수학, 사회, 과학, 실과 교육과정과의 연계성을 분석하여 교과별 연계 방향을 제안하는 것을 목적으로 한다. 본 연구는 초등 교육과정에서의 산발적인 데이터 활용 경험을 체계적인 데이터 리터러시 교육으로 발전시킬 수 있는 토대가 되는 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하였다는 점에서 의의를 지닌다. 또한 2022 개정 교육과정의 성취기준을 분석함으로써 데이터 리터러시가 교육과정에 어떻게 반영되고 있는지, 그리고 어떤 영역에서 확장 가능성이 있는지를 구체적으로 확인하였다. 나아가, 교과별 연계 방향은 교과 수업 속에서 데이터 리터러시를 구현할 수 있는 전략을 제안함으로써 적용 가능성을 실질적으로 높일 것으로 기대된다.

주제어 데이터 리터러시, 초등 교육, 2022 개정 교육과정, CS 2023 지식 모델, 교육과정 연계, 데이터 과학

ABSTRACT

This study aims to identify the components of data literacy appropriate for elementary education, develop an elementary data literacy knowledge system, and analyse its alignment with the 2022 revised elementary curriculum in Korean Language, Mathematics, Social Studies, Science, and Practical Arts, thereby proposing subject-specific integration strategies.

This study is significant in that it establishes a foundational elementary data literacy knowledge system that can transform scattered data-related learning experiences in the elementary curriculum into a systematic and coherent approach to data literacy education.

In addition, by analyzing the achievement standards of the 2022 revised curriculum, this study investigates how data literacy is reflected in the curriculum and identifies areas for further development.

Furthermore, the proposed subject-specific integration strategies are expected to enhance practical applicability by providing instructional approaches for integrating data literacy into classroom practices.

Keywords Data literacy, elementary education, 2022 revised curriculum, CS2023 knowledge model, curriculum alignment, data science education

†정회원 한국교원대학교 교육대학원 소프트웨어 교육학과 석사
 ††종신회원 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신 저자)
 논문투고 2026년 04월 21일
 심사완료 2026년 06월 05일
 게재확정 2026년 06월 15일
 발행일자 2026년 07월 30일

* 본 논문은 제1저자의 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정리, 확장한 것임.

1. 서론

세계경제포럼(2025)의 Future of Jobs Report 2025는 2025년부터 2030년까지의 노동시장 변화를 전망하며 미래 핵심 역량으로 빅데이터 활용 능력과 기술 리터러시(technological literacy)를 제시하며 빅데이터 전문가(Big Data Specialists)와 데이터 분석가(Data Analysts)가 향후 가장 유망한 직종으로 지목하였다[1].

데이터 리터러시는 직업 세계뿐 아니라 민주 사회의 시민으로 살아가기 위한 핵심 자질로도 강조된다. 『데이터, 민주주의를 조작하다』에서는 데이터가 사람들의 인식을 조작하는 수단으로 활용될 수 있음을 지적하며, 소셜 미디어 환경에서 왜곡된 데이터를 비판적으로 이해하는 능력의 중요성을 강조하였다[2].

이러한 맥락에서 교육부(2022)는 2022 개정 교육과정의 핵심 역량 중 하나로 지식정보처리 역량을 제시하며, 다양한 정보와 데이터를 이해하고 비판적으로 탐구·활용하는 능력을 강조하였다. 이는 학교 교육을 통해 학생들의 데이터 리터러시를 체계적으로 함양할 필요성을 보여준다[3].

위와 같은 사회적, 교육과정적 요구에 응답하기 위해 다양한 선행연구가 이루어져 왔다. 이승철·김태영(2019)는 데이터 리터러시의 개념과 구성요소를 체계화하는 연구를 진행하였으며 이지은·김태영(2021)은 수학 교과와 융합한 데이터 리터러시 교육자료를 개발하여 교과 교육과의 융합 가능성을 보여주었다[4, 5]. 정재리(2024)는 초등·중등·고등학교의 발달 수준을 반영한 데이터 리터러시 함양을 위한 역량 체계를 개발하였다[6]. 문현우 외(2024)는 2022 개정 교육과정의 성취기준을 분석하여 Norman Webb의 지식의 깊이(Depth of Knowledge, DoK) 틀을 적용하여 초등학교 교과별, 학년별 데이터 리터러시의 반영 여부와 인지적 복잡성을 확인하였다[7]. 이들 연구는 데이터 리터러시 교육의 필요성과 방향성을 제시하고, 구성요소 및 역량 체계를 정립하거나 교육과정 반영 양상을 분석하는 데 기여하였으나 다음과 같은 한계를 보인다.

첫째, 2022 개정 교육과정과 데이터 리터러시의 연계성을 분석하려는 시도가 있었으나, 데이터 리터러시 지식체계가 충분히 정립되지 않은 상태에서 분석이 이루어졌다는 한계가 있다. 데이터 리터러시의 구성요소와 핵심 주제에 대한 명확한 합의가 이루어지지 않은 상황에서 성취기준과의 연계성을 분석함으로써, 분석의 기준과 범주 설정의 타당성을 확보하는 데 어려움이 있다.

둘째, 현장 적용을 위한 구체적인 실천 지침이 부족하다. 기존 연구들은 데이터 리터러시 교육의 필요성과 방향성을 제시하거나 특정 교과 또는 프로그램 수준에서의 적용 가능성을 탐색하는 데에는 기여하였으나, 교사가 실제 수업에서 ‘무엇을 언제 어떻게 가르쳐야 하는가’를 판단할 수 있는 실천 지침을 충분히 제공하지 못하였다.

따라서 본 연구는 이러한 문제의식을 바탕으로 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하고, 2022 개정 초등 국어·수

학·사회·과학·실과 교육과정과의 연계성을 분석하여 교과별 연계 방향을 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 데이터 리터러시

본 연구에서는 데이터 리터러시(data literacy)의 개념을 명확히 하기 위하여 국내외 선행연구를 검토하였으며, 주요 연구자들이 제시한 정의를 Table 1과 같이 정리하였다[4, 8-13].

Table 1. Definition of Data Literacy

Scholar	Definition of Data Literacy
Ridsdale, C., et al. (2015)	The ability to collect, manage, evaluate, and apply data.
Athanases, S., et al. (2013)	The ability to generate information from data, formulate relevant questions about data, and use data to solve real-world problems.
Ridgway, J. (2016)	The ability of citizens in the data revolution era to interpret and critically analyze data and use it for social decision-making.
Lee, S., & Kim, T. (2019)	The ability to understand methods for collecting, analyzing, and representing data using various tools, and to solve problems using accurate and effective real-world data.
Bae, H. (2019)	A comprehensive ability encompassing data generation and organization, data analysis and use, data-driven communication, and data ethics.
Kim, S., & Kim, T. (2021)	A knowledge-based ability to collect, analyze, process data into information, and communicate it for problem-solving.
Witte, V., et al. (2025)	An integrated competency to explore using data and make evidence-based decisions.

종합해 보면, 데이터 리터러시는 단순히 데이터를 다루는 기술적 능력에 한정되지 않고, ‘① 데이터를 수집·처리·분석하여 의미 있는 자료를 생성하는 능력, ② 이를 활용하여 문제를 해결하고 합리적 의사결정을 내리는 능력, ③ 나아가 타인과 효과적으로 의사소통하는 능력’까지 포괄하는 개념으로 자리매김하고 있다. 따라서 데이터 리터러시는 지식·기능·태도를 통합한 핵심 역량으로서, 교육과정 속에서 체계적으로 길러야 할 중요한 역량임을 확인할 수 있다. 데이터 리터러시의 구성요소에 관한 국내 및 해외 학자들의 논문을 참고하여 Table 2와 같이 정리하였다[4, 8, 11, 12, 14].

Table 2. Components of Data Literacy

Scholar	Components of Data Literacy
Han, S. (2018)	Common competencies(data understanding) and digital technical competencies(data access and collection, data cleaning and processing, data analysis and interpretation, data visualization and representation, interoperability)
Bae, H. (2019)	Data generation and organization(data formats and databases, data collection, data management and manipulation, data visualization); data use and analysis (data-driven questioning and answering, data utilization, information extraction from data, data analysis, data-driven reasoning and explanation, data evaluation and critical analysis); data-driven communication and data ethics (communication using data, ethics related to data citation and use)
Lee, S., & Kim, T. (2019)	Data understanding, data collection, data analysis, data representation, data utilization, and data ethics
Kim, S., & Kim, T. (2021)	Knowledge components (concepts and roles of data, data types and structures, data sources, data analysis and visualization, data preprocessing); skill components (data collection, interpretation, inference, summarization, representation, management, processing, communication); value and attitude components (relationships, integration, sustainability, human-centeredness, fairness)
Ridsdale, C., et al. (2015)	Conceptual framework: Introduction to data: data discovery and collection, evaluating and ensuring the quality of data and sources; data management (data organization, manipulation, conversion, metadata creation and use, data curation, security, reuse, preservation); data evaluation (data tools, basic data analysis, interpretation, identifying problems using data, data visualization, presenting data verbally, data-driven decision-making); data application (critical thinking, data culture, data ethics, data citation, data sharing, evaluating decisions based on data)

2.2 CS2023 지식 모델

CS2023은 ACM, IEEE-CS, AAAI가 공동으로 제시한 최신 컴퓨터 과학 교육과정으로, CS2013 이후 약 10년 만에 개정된 결과물이다. 이번 개정에서는 단순히 ‘무엇을 가르칠 것인가’에 초점을 두었던 기존의 지식 모델에서 나아가, ‘무엇을 학습자가 성취해야 하는가’를 강조하는 역량 모델(competency model)까지 병행 제시하였다. CS2023 지식 모델은 17개의 지식 영역으로 구성되어 있으며 ‘지식 영역(Knowledge Area, KA)-지식 단위(Knowledge Unit, KU)-주제(Topic)’의 계층적 구조로 이루어져 있다. 주제는 CS Core(모든 전공생이 반드시 이수해야 하는 최소 학습 내용), KA Core(심화 학습 내용), Non-core(선택 학습 내용)으로 구분되어 있으며, 이에 따른 학습성과가 제시되어 있어 다양한 기술 수준의 주제에 대한 능숙함을 입증할 수 있다. CS2023에는 지식 단위 외에도 전문적 성향

(Professional Dispositions)을 포함하도록 지식 영역을 확장하였다. 전문적 성향은 직장에서 바람직한 일관된 행동을 가능하게 하는 가치, 신념 및 태도이다[15].

2.3 선행연구 분석

데이터 중심 사회의 도래와 인공지능 기술의 확산으로 데이터 리터러시의 교육적 중요성이 부각되면서, 이를 학교 교육에 적용하기 위한 다양한 연구가 수행되어 왔다.

이승철·김태영(2019)은 데이터 리터러시의 개념과 구성 요소를 체계화하는 연구를 수행하였다. 국내외 데이터 리터러시 관련 선행연구를 종합적으로 분석하여 컴퓨터교육의 관점에서 데이터 리터러시를 “데이터를 수집·분석·표현하고 이를 문제 해결에 활용하는 능력”으로 정의하고, 데이터 이해, 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 표현, 데이터 활용, 데이터 윤리의 여섯 가지 구성요소를 제시하였다[4].

홍지연·김영식(2020)은 초등학교의 데이터 리터러시 향상을 목적으로 AI 데이터과학 교육프로그램을 개발하고 실험 연구를 수행하였으며 프로그램 적용 결과, 데이터 이해, 데이터 수집, 데이터 분석, 데이터 표현 역량이 통계적으로 유의하게 향상됨을 확인하였다[16].

송유경 외(2021)는 기존의 데이터 리터러시 교육이 데이터 수집·분석·시각화 등 기술적 측면에 치중되어 있다는 한계를 지적하고, 학교 현장에서 데이터 리터러시를 효과적으로 함양하기 위한 데이터 기반 토론 수업 모형과 교수전략을 개발하였다. 연구에서는 ‘문제 제기 → 데이터 탐색 및 분석 → 데이터 기반 주장 구성 → 반론 및 재구성 → 결론 도출’의 단계로 구성된 데이터 기반 토론 수업 모형과 단계별 교수전략을 제안하였으며, 이를 고등학생에게 적용한 결과 데이터 리터러시 향상에 효과적임을 확인하였다[17].

정재리(2024)는 초·중·고 학생의 발달 수준을 반영한 데이터 리터러시 역량 체계를 개발하고, 델파이 조사를 통해 11개의 세부 역량을 도출하였다. 이 연구는 데이터 리터러시의 세부 역량을 체계적으로 제시하고, 데이터 리터러시 교육과정 설계를 위한 기반을 마련하였다는 점에서 의의를 가진다[6].

종합하면, 데이터 리터러시 관련 연구는 교육적 개념 정립, 교수·학습 프로그램 개발 및 적용, 교수·학습 모형 설계 등 다양한 측면에서 의미 있는 성과를 축적해왔음에도 불구하고, 여전히 교육과정적 관점에서는 공백이 남아 있다. 대부분의 선행 연구가 교육과정 적용 이전의 이론적 논의 수준이거나 특정 교수법에 국한되어 있어, 초등 교육과정 전반에서 활용 가능한 범교과적 지식체계로 확장되지 못했다는 한계를 가진다. 따라서 데이터 리터러시의 핵심 주제를 체계적으로 구조화하여 초등 교육과정과 연계할 수 있는 범교과적 지식체계를 개발하고, 지식체계를 바탕으로 교과와의 연계성을 체계적으로 분석할 필요가 있다.

3. 연구 절차와 연구 방법

Table 3. Research Procedures and Methods

Research Procedure	Research Method												
Selection of the Structure of the Data Literacy Knowledge System	–A suitable structure was selected through a comparative analysis of the K – 12 CS Framework, the UK Computing Curriculum, and the CS2023 Knowledge Model based on criteria including systematic organization, hierarchical structuring, the inclusion of knowledge, skills, and attitudes, and alignment with the research objectives.												
↓													
Development of a Draft Elementary Data Literacy Knowledge System	–Studies related to data literacy were reviewed using Google Scholar, DBpia, and KISS. Through this literature review, the components of data literacy were identified, and the components proposed by different scholars were systematically compared and analyzed. –Redundant and similar components were analyzed and integrated, and five inappropriate components were excluded based on criteria such as cognitive demand, prerequisite knowledge, tool dependency, and feasibility, considering the developmental level of elementary learners. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Inappropriate Component</th><th>Reason for Exclusion</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Data Formats and Database Introduction</td><td>Prerequisite knowledge: Requires foundational understanding of database structures and query concepts.</td></tr> <tr> <td>Metadata Creation and Use</td><td>Cognitive demand: Involves abstract reasoning about data and its attributes.</td></tr> <tr> <td>Data Curation</td><td>Tool dependency: Requires specialized tools and technical processes for data management and cleaning.</td></tr> <tr> <td>Data Structures</td><td>Prerequisite knowledge: Structural concepts such as arrays, and trees require an understanding of mathematical relationships.</td></tr> <tr> <td>Data Interoperability</td><td>Feasibility: Difficult to implement in elementary school settings due to technical and infrastructural constraints.</td></tr> </tbody> </table> –Based on the refined components, key topics were derived, and knowledge units were established by reflecting the data use process (collection – processing – utilization) and ethical considerations, grounded in the structural principles of the CS2023 Knowledge Model –Key topics were classified according to the criteria for each knowledge unit and further categorized into common and advanced topics. –Learning outcomes appropriate to the cognitive development level and learning context of elementary students were formulated with reference to the learning outcome levels of the CS2023 Knowledge Model.	Inappropriate Component	Reason for Exclusion	Data Formats and Database Introduction	Prerequisite knowledge: Requires foundational understanding of database structures and query concepts.	Metadata Creation and Use	Cognitive demand: Involves abstract reasoning about data and its attributes.	Data Curation	Tool dependency: Requires specialized tools and technical processes for data management and cleaning.	Data Structures	Prerequisite knowledge: Structural concepts such as arrays, and trees require an understanding of mathematical relationships.	Data Interoperability	Feasibility: Difficult to implement in elementary school settings due to technical and infrastructural constraints.
Inappropriate Component	Reason for Exclusion												
Data Formats and Database Introduction	Prerequisite knowledge: Requires foundational understanding of database structures and query concepts.												
Metadata Creation and Use	Cognitive demand: Involves abstract reasoning about data and its attributes.												
Data Curation	Tool dependency: Requires specialized tools and technical processes for data management and cleaning.												
Data Structures	Prerequisite knowledge: Structural concepts such as arrays, and trees require an understanding of mathematical relationships.												
Data Interoperability	Feasibility: Difficult to implement in elementary school settings due to technical and infrastructural constraints.												
↓	Expert Validation and Revision												
Analysis of the 2022 Revised Curriculum	–Collected and catalogued a total of 398 achievement standards from the Korean Language, Mathematics, Social Studies, Science, and Practical Arts curricula based on the NCIC curriculum documents. –Applied a deductive content analysis approach by dividing achievement standards into meaning units based on learning behaviors and concepts, and coding them using the elementary data literacy knowledge framework (22 core topics) as the analytical framework. –Coding was conducted independently by the researcher and an elementary school teacher holding a master's degree in Computer Education. The specific phrases within each meaning unit that supported the coding decisions were documented, and the coding results were compared to examine the level of agreement between the two coders. –Discrepant coding results were reexamined based on the context of the achievement standards and the definitions provided in the analytical framework, and the final coding decisions were established through discussion and consensus. Subsequently, the entire coding dataset was re-reviewed after a period of time to verify coding consistency and coherence, thereby enhancing the reliability and validity of the qualitative content analysis.												
↓	Expert Validation and Revision												
Proposal of Subject-Specific Integration Strategies	–Based on the coding results, frequency analyses were conducted by grade, subject, and key topic to identify the characteristics and distribution patterns of data literacy alignment across subjects. –Based on the results of the analysis, subject-specific integration strategies were proposed, taking into account the characteristics of each subject.												

본 연구의 절차와 이에 따른 구체적인 연구 방법은 Table 3과 같이 정리할 수 있다[15, 18-22].

3.1 초등 데이터 리터러시 초안 개발 과정

초등 데이터 리터러시 지식체계 초안은 문헌 분석 절차를 기반으로 개발하였다. 먼저 데이터 리터러시 관련 국내외 문헌과 선행연구를 수집·검토하여 데이터 리터러시 구성 요소를 추출하고, 이를 바탕으로 통합 목록을 작성하였다. 다음으로 초등학생의 인지적 발달 수준, 선행지식 요구도, 도구 의존성 및 학교 현장의 실행 가능성을 기준으로 부적합한 구성요소를 제외하고, 의미가 중복되거나 유사한 구성요소는 통합하여 데이터 리터러시 핵심 주제를 도출하였다. 도출된 핵심 주제는 CS2023 지식 모델의 구성 원리를 참고하여 지식 단위로 구조화하였으며, 각 지식 단위별로 공통 핵심 주제와 심화 핵심 주제를 구분하였다. 마지막으로 CS2023의 학습성과 체계를 참고하되 초등학생의 발달 수준과 교육과정 문형에 적합하도록 재구성하여 핵심 주제별 학습성과를 도출함으로써 초등 데이터 리터러시 지식체계 초안을 개발하였다.

3.2 2022 개정 교육과정과의 연계성 분석 과정

2022 개정 교육과정의 연계성을 탐색하기 위하여 국가 교육과정정보센터(NCIC)에 탑재된 국어, 수학, 사회, 과학, 실과 교과와 초등 성취기준 총 398개를 수집하여 목록화하였다. 이후 질적 내용 분석의 연역적 접근 방법[22]을 적용하여 성취기준을 학습 행동과 개념을 기준으로 의미단위로 분리하고, 전문가 타당화를 거쳐 확정된 초등 데이터 리터러시 지식체계의 22개 핵심 주제를 분석틀로 활용하여 코딩을 수행하였다. 코딩은 연구자와 정보교육 관련 석사학위를 소지한 초등교사 1인이 독립적으로 실시하였으며, 각 의미단위에서 코딩의 근거가 되는 부분을 기록하여 분석의 투명성을 확보하였다. 이후 코딩 결과를 비교하여 일치 여부를 확인하고, 불일치 항목은 성취기준의 맥락과 분석틀의 정의를 기준으로 재검토한 후 협의의 통해 최종 코딩 결과를 확정하였다. 또한 일정 기간 후 전체 코딩 결과를 재검토함으로써 코딩의 일관성과 정합성을 점검하여 질적 내용 분석의 신뢰성과 타당성을 확보하였다.

3.3 전문가 타당화 과정

본 연구에서 초등 데이터 리터러시 지식체계와 2022 개정 교육과정과의 연계성 분석 결과에 대한 내용타당성을 검증하기 위하여 델파이 기법을 활용한 전문가 타당화를 실시하였다[23]. 전문가 패널은 목적 표집을 통해 선정하였으며, 정보교육 및 초등교육 분야의 연구자와 현장 교육 전문가 총 10명으로 구성하였다. 전문가 선정 기준은 ① 석사 이상의 학위를 소지하고 정보교육 또는 초등교육 관련 연구를 수행하고 있는 연구자, ② 교육경력 15년 이상으로 정보교육 관련 수업 및 연수 경험을 보유한 현장 교육 전문가 중 하나 이상을 충족하는 경우로 제한하였다. 최종적으로 대학교수 1명, 컴퓨터교육 분야 박사과정 연구자 2명, 초등교사 7명이 참여하였으며, 관련 경력은 7년에서 29년까지 분포하였다.

전문가 타당화는 초등 데이터 리터러시 지식체계 초안과 2022 개정 교육과정과의 연계성 분석 결과를 대상으로 각각 두 차례씩 실시하였으며 1차는 이메일을 통해 설문지를 배포하고 회수하였고 2차는 웹 기반 설문 도구를 활용하여 설문하였다. 설문 문항은 5점 리커트 척도(1점=매우 부적절함, 5점=매우 적절함)를 적용하였으며, 부정 응답을 선택한 경우에는 수정 의견을 자유롭게 기술하도록 하여 정량적 분석과 정성적 분석을 병행하였다.

전문가 타당화 결과는 평균(M), 표준편차(SD), 긍정 응답률(%), 내용타당도 비율(Content Validity Ratio; CVR)을 산출하여 분석하였으며, 백수진(2018)의 연구와 Lawshe(1975)의 기준을 참고하여 평균 4.0 이상, 표준편차 1.0 미만, 긍정응답률 75% 이상, CVR 0.62 이상(전문가 10명 기준)을 모두 충족하는 경우 내용타당도가 확보된 것으로 판단하였다[24, 25].

전체 문항은 평균 4.3~4.9, 표준편차 1.0 미만, 긍정응답률 80% 이상의 결과를 보여 전반적으로 높은 합의수준을 확보하였으나, 지식 단위와 심화 핵심 주제 및 일부 학습성과 관련 문항에서는 상대적으로 낮은 합의 수준이 나타났다. 이에 따라 전문가 검토 의견을 반영하여 지식 단위를 ‘데이터 수집-처리-활용-윤리’로 재구조화하였으며, 공공데이터 활용, 데이터 평가, 생성형 AI 윤리 등 핵심 주제를 보완하였다. 또한 구체적인 프로그램명보다는 포괄적 용어를 사용하고, 학습성과의 기술 수준을 명시하는 등의 수정·보완을 하였다.

수정된 지식체계를 대상으로 실시한 2차 전문가 타당화 결과, 모든 문항이 평균 4.7 이상, 표준편차 0.48 이하, 긍정응답률 100%, CVR 1.0을 나타내 사전에 설정한 기준을 모두 충족하였다. 이에 따라 전문가 의견이 충분히 수렴된 것으로 판단하여 델파이 조사를 종료하고 최종 초등 데이터 리터러시 지식체계를 확정하였다.

2022 개정 교육과정과의 연계성 분석 결과에 대한 1차 전문가 타당화에서는 대부분의 핵심 주제가 분석 기준을 충족하였으나, 데이터 수집 방법, 데이터 해석, 데이터 활용 의사소통과 관련된 일부 성취기준의 코딩 적절성에 대한 수정 의견이 제시되었다. 전문가들은 일부 성취기준이 데이터 리터러시의 개념적 측면보다는 교과 활동의 기능적 측면에 근거하여 코딩되었으며, 데이터 기반 활동이라는 근거가 충분하지 않다고 지적하였다. 이에 따라 데이터 수집 방법과 직접적인 관련성이 부족한 성취기준을 제외하고, 데이터 기반 추론 및 의사소통 여부를 재검토하였다. 또한 생성형 AI 윤리와 AI 윤리 관련 성취기준을 추가하고, 중복되거나 부적절하게 분류된 성취기준을 정정하여 연계성 분석 결과를 수정하였다.

수정·보완된 지식체계와 교과 연계성 분석 결과를 대상으로 2차 전문가 타당화를 실시한 결과, 모든 문항이 사전에 설정한 분석 기준을 충족하였으며, 평균 4.8 이상, 표준편차 0.42 이하, 긍정응답률 100%, CVR 1.0으로 나타나 전문가 의견이 충분히 수렴된 것으로 확인되었다. 이에 따라 추가적인 델파이 조사 없이 분석 결과를 확정하였다.

Table 4. Comparison of the K-12 CS Framework, UK Computing Curriculum, and CS2023 Knowledge Model

Criteria	K-12 CS Framework	UK Computing Curriculum	CS2023 Knowledge Model
Systematic Organization	Organizes around core concepts, crosscutting concepts, and core Practice, presenting connections across computer science domains	Organizes purpose of study, aims, subject content by grade stage	Organizes knowledge into knowledge areas, units, and topics, and provides learning outcomes for each core topic.
Hierarchical Structure	Presents learning progression across grade bands	Presents curriculum progression across grade levels	Provides a hierarchical structure by distinguishing core, Advanced, and non-core topics according to levels of knowledge
Representation of Knowledge, Skills, and Attitudes	Reflects knowledge and skills through core concepts and practices	Reflects knowledge elements through curriculum content	Integrates knowledge, skills, and attitudes through core topics, learning outcomes, and professional competencies
Alignment with Research Objectives	The structure of the knowledge framework is intuitive, so that its applicability to the field is limited.	The curriculum content is not sufficiently structured, making it less suitable.	Suitable for implementing a knowledge model that reflects learning progression through the classification of core topics by level and the presentation of learning outcomes aligned with developmental stages.

4. 연구 결과

4.1 초등 데이터 리터러시 지식체계

4.1.1 초등 데이터 리터러시 지식체계의 구조 선정

초등 데이터 리터러시 지식체계의 구조 선정 기준에 따라 K-12 CS Framework, UK Computing Curriculum, CS2023 지식 모델을 비교한 결과는 Table 4와 같다[15, 18, 19].

4.1.2 초등 데이터 리터러시 지식체계 설계 원리

CS2023 지식 모델은 핵심 주제 간 위계적 구조와 기술 수준별 학습성과 제시 방식, 그리고 지식·기능·태도 요소를 반영하고 있어 초등 데이터 리터러시 지식체계 설계에 적합하다. 이에 본 연구는 CS2023 지식 모델을 기반으로 두 가지 설계 원리를 제시하였다.

첫째, 공통 핵심 주제와 심화 핵심 주제로의 위계적 구조화이다. CS2023 지식 모델은 핵심 주제를 CS Core, KA Core, Non-core로 구분하여 필수 학습 내용과 선택적 확장 내용을 체계적으로 제시한다[15]. 이를 초등 데이터 리터러시 지식체계에 적용하면 모든 학생이 학습해야 하는 공통 핵심 주제와 선택적으로 확장할 수 있는 심화 핵심 주제로 구조화할 수 있다. 예를 들어 데이터 개념 이해, 기초적인 수집·정리·시각화 활동은 공통 핵심 주제로, 인포그래픽 제작이나 데이터 활용 코딩과 같은 활동은 심화 핵심 주제로 확장할 수 있다.

둘째, 기술 수준에 따른 학습성과의 단계적 제시이다. CS2023 지식 모델은 학습성과를 Explain, Apply, Evaluate, Develop의 네 가지 기술 수준으로 제시한다[15]. 이를 데이터 리터러시 교육에 적용하면 동일한 학습 요소라도 학습자의 발달 수준에 따라 설명-적용-평가-개발의 단계로 점진적으로 심화할 수 있다. 예를 들어 데이터 시각화 학습은 그래프의 의미를 설명하는 수준에서 시작하여 데이터를 그래프로 표현하고, 그래프를 비교·평가하며, 나아가 새로운 데이터를 생성하거나 시각화 결과물을 개발하는 단계로 확장할 수 있다.

이와 같은 설계 원리를 통해 초등 데이터 리터러시 지식 체계는 초등 학습자가 필수적으로 익혀야 할 공통 핵심 주제와 선택적으로 확장할 수 있는 심화 핵심 주제를 균형 있게 포함하고, 기술 수준에 따른 점진적 학습 경로를 제공함으로써 데이터 수집-처리-활용-윤리의 전 과정을 체계적으로 학습할 수 있도록 한다.

4.1.3 초등 데이터 리터러시 지식체계

전문가 타당화를 통하여 수정·보완하여 초등 데이터 리터러시 지식체계를 완성하였다. Table 5는 초등 데이터 리터러시 지식체계이다.

4.2 2022 개정 교육과정과의 연계성 분석

4.2.1 학년군별, 교과별 연계 빈도수 분석

학년군별로 연계성이 있다고 평가된 성취기준의 수를 산출하고 전체 빈도수에서의 상대적 비중을 비교하여 제시한 표는 Table 6이다.

분석 결과, 전체 빈도수 중 5~6학년군이 57.27%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 3~4학년군은 39.09%로 그 뒤를 이었다. 반면, 1~2학년군은 연계성이 있다고 평가된 성취기준이 4개에 불과했으며, 그마저도 기초적 데이터 처리 수준에 한정된 것으로 나타났다. 이러한 결과는 데이터 리터러시가 1~2학년군에서는 연계성이 거의 나타나지 않았으나, 3~4학년군부터 본격적으로 확보되기 시작하여 5~6학년군에서 가장 두드러지게 나타났음을 의미한다.

교과별 성취기준의 총합, 핵심 주제와 연계 빈도수, 교과별 성취기준의 총합에 대한 비율, 빈도수의 총합에 대한 비율을 정리한 표는 Table 7이다.

교과별 성취기준의 총합에 대한 비율을 살펴보면, 과학이 50%로 가장 높고, 이어 실과(25.64%), 사회(24.48%), 수학(22.31%), 국어(11.49%) 순으로 나타났다. 이는 과학 교과는 탐구 활동을 중심으로 운영되는 교과적 특성상 데이터 기반 활동이 빈번하며, 실과 교과는 '데이터의 특징', '데이터의 유형'과 같이 데이터 리터러시 요소가 성취기준에 명시적으로

Table 5. Elementary Data Literacy Knowledge System

Unit	Common Core Topics	Level	Learning Outcomes	Advanced Core Topics	Level	Learning Outcomes
(A) Data Collection	1. Meaning and Role of Data	Level 1 (Explain)	Students can define data and explain its role in everyday life.	i .Data Generation: Cameras, Sensors, Generative AI	Level 2 (Apply)	Students can generate data by using camera, sensors and create new data using generative AI.
	2. Types of Data: Images, Text, Numbers	Level 3 (Evaluate)	Students can distinguish among different types of data and select appropriate types			
	3. Data Collection Methods: Observation and Measurement, Surveys, Internet Search, Public Data Sources	Level 2 (Apply)	Students can collect data using various methods such as observation, measurement, surveys, internet searches, and public data sources.			
(B) Data Processing	1. Data Organization: Classification, Tables	Level 1 (Explain)	Students can classify collected data based on given criteria and organize them into tables.	i .Data Preprocessing: Duplicate Data, Erroneous Data, Missing Values	Level 2 (Apply)	Students can handle duplicate, erroneous, and missing data.
	2. Data Visualization: Pictographs, Line Graphs, Bar Graphs, Pie Charts	Level 3 (Evaluate)	Students can represent data using graphs and select appropriate visualizations.	ii .Data Manipulation: Spreadsheet-based Calculation, Sorting, Classification	Level 2 (Apply)	Students can use spreadsheets to automatically calculate data and sort or classify them
				iii .Data Visualization: Infographics	Level 2 (Apply)	Students can visualize data using infographics.
(C) Data Application	1. Data Interpretation: Multiple Perspectives, Problem Identification, Inference and Prediction	Level 3 (Evaluate)	Students can identify the meaning of data from multiple perspectives and make inferences and predictions based on analysis results.	i .Data Sharing: Cloud-Based Tools	Level 2 (Apply)	Students can store and share data safely using cloud-based tools.
	2. Data Exploration: Identifying Patterns and Trends	Level 1 (Explain)	Students can identify and describe recurring patterns or trends in data.	ii .AI-Based Data Application: Prediction Models, Classification Models	Level 3 (Evaluate)	Students can train AI models for classification and prediction and evaluate and improve their performance.
	3. Data Analysis: Comparison, Sum, Mean, Minimum, Maximum	Level 3 (Evaluate)	Students can compute and compare sums, means, minimums, and maximums of data.	iii .Coding With Data: Variables, Lists	Level 2 (Apply)	Students can use variables to store data and use lists to manage and process multiple data items.
	4. Data Evaluation: Critical Thinking, Source Credibility, Validity of Interpretation	Level 3 (Evaluate)	Students can evaluate the credibility of data sources and the validity of interpretations based on critical thinking.	iv .Data Evaluation: Data Bias and Distortion	Level 3 (Evaluate)	Students can identify data bias and distortion and evaluate the fairness and reliability of data.
	5. Data-Driven Communication: Q&A, Presentation, Decision-Making	Level 4 (Create)	Students can ask and answer questions based on data, present findings, and make collaborative decisions using data.			
(D) Data Ethics	1. Data Sources: Importance of data source, Attribute sources, Citation practices	Level 2 (Apply)	Students can understand the importance of data sources, attribute sources when using others' data, and apply appropriate citation practices.	i .AI Ethics: Data-Driven Learning, Generative AI Ethics, Social Impact, Responsible Use	Level 3 (Evaluate)	Students can understand how AI generates outputs based on data, evaluate the reliability and limitations of generative AI, and use it responsibly.
	2. Personal Data Protection: Concepts, Sensitivity, Safe Handling, Response to Data Breaches	Level 2 (Apply)	Students can understand the concept and sensitivity of personal data and protect personal information safely in everyday contexts.			
	3. Value of Data: Importance, Social Impact, Utility	Level 1 (Explain)	Students can explain the importance of data and its impact on society.			

Table 6. Frequency of Alignment by Grade Band

Grade Band	Data Collection	Data Processing	Data Application	Data Ethics	Total	Percentage (%)
Grades 1-2	0	4	0	0	4	3.63
Grades 3-4	15	9	17	2	43	39.09
Grades 5-6	20	4	37	2	63	57.27
Total					110	100

Table 7. Frequency of Alignment by Subject

Subject	Total Number of Achievement Standards	Frequency	Percentage of Total Achievement Standards (%) (n = total)	Percentage of Total Frequency (%) (n = 110)
Korean Language	87	10	11.49	9.09
Mathematics	121	27	22.31	24.55
Social Studies	49	12	24.48	10.91
Science	102	51	50	46.36
Practical Arts	39	10	25.64	9.09
Total	398	110		100

포함되어 있어 높은 연계 비율을 보인 것으로 분석된다.

빈도수의 총합에 대한 비율을 살펴보면, 과학이 이번에도 46.36%로 가장 높고, 수학(24.55%), 사회 (10.91%), 국어 (9.09%), 실과(9.09%)순으로 나타났다. 수학 교과는 교과별 성취기준의 총합에 대한 비율(22.31%)은 실과와 사회 교과보다 낮지만, 빈도수의 총합에 대한 비율에서는 24.55%로 두 번째로 높았다. 이는 수학 교과가 실과·사회 교과와 달리 1~2학년군부터 편성된 과목이라는 특성에 기인한 결과로 볼 수 있다. 1~2학년군에서는 전반적으로 데이터 리터러시와의 연계성이 낮아, 이러한 결과만을 근거로 수학 교과의 데이터 리터러시 연계 수준이 실과·사회 교과에 비해 낮다고 단정하기는 어렵다. 수학 교과는 데이터 비교, 자료의 정리·해석, 데이터 시각화, 규칙성 탐구 등 데이터 리터러시의 기초 역량을 폭넓게 다루고 있기에 데이터 리터러시와 연계 정도가 높다.

반면, 국어와 사회 교과는 두 지표 모두에서 상대적으로 낮은 비중을 보였다. 이는 두 교과가 데이터 리터러시의 핵심 개념을 직접적으로 다루기보다는 데이터 이해, 해석, 의사소통 등의 기능적 요소와 간접적으로 연관된 학습 내용으로 구성되어 있기 때문으로 해석된다. 그 결과 성취기준 수준에서는 데이터 기반의 활동이 명시적으로 포함되지 않은 구조적 한계를 가진다. 그럼에도 불구하고 두 교과 모두 최근 중요성이 강조되고 있는 데이터 평가와의 연계성이 있어 능동적인 데이터 사용자 교육으로 확장할 수 있는 잠재력이 있다고 볼 수 있다.

종합적으로 교과별 연계 빈도수 분석 결과, 데이터 리터러시와 교과와의 연계성은 교과의 특성에 따라 뚜렷하게 구분됨을 확인할 수 있었다. 과학은 데이터 기반 탐구 활동을 중심으로 운영되는 교과로서 높은 연계성 정도를 보였으며, 수학은 데이터를 정리하고 시각화하는 데이터 처리 과정에 강점이 있는 교과이고 실과는 데이터 리터러시의 핵심 주제에 관한 직접적인 언급이 있는 유일한 교과로 나타났다. 국어와 사회는 비교적 직접적인 연계 정도는 낮지만 데이터 평가 교육으로 확장할 수 있는 잠재성이 높은 교과로 분석되었

다. 이러한 결과는 향후 데이터 리터러시 교육을 계획할 때 교과별 전략적 접근의 필요성을 시사하며, 특히 과학·수학·실과 중심의 실천과 더불어 국어·사회에서의 재구성 노력이 중요함을 보여준다.

4.2.2 핵심 주제별 연계 빈도수 분석

Table 8은 핵심 주제별 연계 빈도수와 총 빈도수에 대한 비율을 정리한 표로 핵심 주제별 연계 빈도수에 뚜렷한 차이가 나타났음을 보여준다.

Table 8. Frequency of Alignment by Key Topic

Code	Key Topic	Frequency	Percentage (%)
(A)-1	Meaning and Role of Data	1	0.91
(A)-2	Types of Data	1	0.91
(A)-3	Data Collection Methods	33	30
(B)-1	Data Organization	11	10
(B)-2	Data Visualization	6	5.45
(C)-1	Data Interpretation	19	17.27
(C)-2	Data Exploration	5	4.55
(C)-3	Data Analysis	4	3.64
(C)-4	Data Evaluation	4	3.64
(C)-5	Data-Driven Communication	15	13.64
(D)-1	Data Sources	2	1.82
(D)-2	Personal Data Protection	0	0
(D)-3	Value of Data	1	0.91
(A)-i	Data Generation	0	0
(B)-i	Data Preprocessing	0	0
(B)-ii	Data Manipulation	0	0
(B)-iii	Data Visualization	0	0
(C)-i	Data Sharing	1	0.91
(C)-ii	AI-Based Data Application	3	2.73
(C)-iii	Data Application through Coding	3	2.73
(C)-iv	Data Evaluation	0	0
(D)-i	AI Ethics	1	0.91
Total	Total	110	100

먼저 ‘(A)-3 데이터 수집 방법’이 33개(30%)로 가장 높은 비중을 차지하였다. 특히 과학 교과에서 다수의 성취기준이 이 핵심 주제와 연계되어 전체 비율을 크게 끌어올린 것으로 해석된다. 이는 관찰·실험·조사에 기반한 탐구 학습 구조가 과학 교과의 핵심 특성이기에 데이터를 수집하는 활동이 반복적으로 제시된 결과라 볼 수 있다.

다음으로 ‘(C)-1 데이터 해석’이 19개(17.27%), ‘(C)-5 데이터 활용 의사소통’이 15개(13.64%), ‘(B)-1 데이터 정리’가 11개(10%), ‘(B)-2 데이터 시각화’가 6개(5.45%), ‘(C)-2 데이터 탐색’이 5개(4.55%), ‘(C)-3 데이터 분석’과 ‘(C)-4 데이터 평가’가 각각 4개(3.64%)로 뒤를 이었다. 이와 같은 분포는 초등 교육과정이 데이터를 ‘수집-처리-활용’하는 실제적·기능적 데이터 활용 과정을 폭넓게 반영하고 있음을 시사한다. 다시 말해, 2022 개정 교육과정이 강조하는 지식 정보처리 역량과 디지털 기초소양을 구현하기 위해 데이터 기반 학습 활동이 성취기준 전반에 걸쳐 분포되어 있음을 보여준다.

반면 ‘(A)-1 데이터의 의미와 역할’과 ‘(A)-2 데이터의 종류’는 각각 1개(0.91%)씩만 나타나, 데이터 리터러시의 기초적인 개념은 초등 교육과정에서 거의 다루어지지 않는 것으로 분석되었다. 이는 초등 교육과정이 데이터의 개념적 이해보다는 실제 데이터를 다루는 활동 중심의 기능적 측면에 초점을 두고 있기 때문으로 볼 수 있다. 데이터의 기본 개념에 대한 이해가 부족하면, 문제 해결에 적합한 데이터의 종류를 선택하거나 자료의 특성을 고려하여 분석 전략을 세우는 데 어려움을 겪을 수 있으며, 이후 데이터 기반의 의사소통과 데이터 활용 단계에서도 적절한 데이터 선택과 활용을 저해하는 요인이 될 수 있다. 따라서 향후 교육과정에서는 기능 중심의 활동뿐만 아니라 데이터에 대한 기초적 이해를 체계적으로 다루어야 한다.

데이터의 사회적·윤리적 측면과 관련된 핵심 주제의 연계 정도는 전반적으로 매우 낮게 나타났다. 표에 따르면 ‘(D)-1 데이터 출처’는 2개(1.82%), ‘(D)-3 데이터 가치’는 1개(0.91%)로 제한적으로만 등장하였으며, ‘(D)-2 개인정보 보호’는 빈도수가 0으로 성취기준 수준에서는 연계성이 나타나지 않았다. 이에 비해 ‘(C)-4 데이터 평가’는 4개(3.64%)로 상대적으로 많이 나타났지만, 데이터 평가가 수집된 데이터의 타당도와 신뢰성을 점검하는 중요한 과정임을 고려한다면 여전히 충분하다고 보기는 어렵다. 오늘날 학습자는 검색어 기반 추천 시스템, 생성형 AI와 같이 출처를 알 수 없는 데이터에 의해 작동하는 환경에서 데이터를 접하고 의사결정을 내리게 되므로, 데이터가 어떻게 수집되어 가공되는지, 출처가 신뢰할 만한지, 특정 데이터 활용이 개인과 사회에 어떤 영향을 미칠 수 있는지를 비판적으로 이해하는 능력이 필수적이다. 따라서 데이터 윤리, 데이터의 비판적 이해와 관련된 학습은 향후 교육과정에서 우선적으로 보완해야 할 지점이라 할 수 있다.

심화 핵심 주제의 경우, ‘(C)-i 데이터 공유’ 1개(0.91%), ‘(C)-ii 데이터 활용 인공지능’ 3개(2.73%), ‘(C)-iii 데이터

활용 코딩’ 3개(2.73%), ‘(D)-i AI 윤리’ 1개(0.91%) 정도가 연계된 것으로 확인되었으며, 그 외의 다섯 개의 심화 핵심 주제는 연계성이 나타나지 않았다. 이는 본 연구에서 제시한 심화 핵심 주제가 정규 교육과정에서 다루기보다는 자율 동아리 활동, 영재 교육, 프로젝트 기반 탐구 등 확장적·심화적 경험을 위한 학습 내용이라는 점을 반영한 결과로 해석할 수 있다. 다시 말해, 심화 핵심 주제가 교과와의 연계성이 적게 나타난다고 해서 교육과정의 결함을 의미하는 것은 아니며, 오히려 학교와 교사가 선택적으로 재구성할 수 있는 확장 영역으로 남겨질 수 있는 근거가 된다.

결론적으로 2022 개정 교육과정의 방향성과 일치하게 초등 교과의 성취기준은 데이터 수집·처리·활용 등 지식정보 처리역량 관련 기능 중심의 핵심 주제를 풍부하게 반영하고 있으나, 데이터의 기본 개념, 개인정보 보호, 데이터의 가치 및 출처와 같은 비판적·윤리적 데이터 이해를 다루는 성취기준은 상대적으로 부족하다. 이러한 결과는 향후 교육과정 개발에서 데이터 리터러시의 기능적 측면뿐 아니라 데이터의 기초 개념, 데이터 평가, 데이터 윤리 영역을 균형 있게 반영하는 방향으로의 보완이 요구됨을 의미한다.

4.3 교과별 데이터 리터러시 연계 방향 제안

교과별 데이터 리터러시 연계 방향은 교과별 핵심 주제 연계 빈도수 분석 결과를 바탕으로 도출하였다. 각 교과에서 상대적으로 높은 비중을 차지한 데이터 리터러시 핵심 주제를 중심으로 교과의 특성과 역할을 해석하였으며, 이를 토대로 교과 특성에 적합한 교과별 데이터 리터러시 연계 방향을 제안하였다.

4.3.1 국어 교과와의 연계 방향

국어 교과에서는 Table 9에 제시된 바와 같이 총 10개의 성취기준이 데이터 리터러시와 연계되는 것으로 확인되었다.

Table 9. Frequency of Alignment in Korean Language

Code	Key Topic	Frequency	Percentage
(A)-3	Data Collection Methods	3	30
(B)-1	Data Organization	1	10
(C)-4	Data Evaluation	3	30
(C)-5	Data-Driven Communication	1	10
(D)-1	Data Sources	2	20
Total		10	100

국어 교과에서 가장 높은 비중을 차지한 핵심 주제는 ‘(A)-3 데이터 수집 방법’ 3개(30%)와 ‘(C)-4 데이터 평가’ 3개(30%)였다. 이는 국어 교과가 텍스트 기반의 검색 활동, 정보의 타당성 판단 등 데이터 수집 및 평가 활동을 포함하고 있다는 점을 나타낸다. 예를 들어, 성취기준의 의미단위 중 ‘자료 탐색’, ‘정보 검색 도구 활용’, ‘자료 선별’ 등은 데이터 수집의 과정과 밀접하게 연결되며, ‘자료 출처 신뢰성

판단', '정보 매체 신뢰성 평가' 등은 '데이터 평가'와 연결된다. 또한 '(B)-1 데이터 정리' 1개(10%), '(C)-5 데이터 기반 의사소통' 1개(10%), '(D)-1 데이터 출처' 2개(20%) 등도 확인되었는데 이는 국어 교과가 텍스트·매체 자료의 정리, 데이터를 활용한 발표, 출처 확인 활동을 포함하고 있어, 데이터 리터러시의 일부 요소와 접점을 형성하고 있음을 보여준다. 특히 유일하게 데이터 출처와 관련된 성취기준을 포함하고 있어 정보의 신뢰성과 출처의 명확성을 강조하는 국어 교과와 특성을 보여준다. 그러나 국어 교과에서는 데이터 시각화, 데이터 분석, 데이터 탐색 등 정량적 데이터 처리 역량과의 연계는 드러나지 않았다. 이는 국어 교과의 본질적 특성이 텍스트 기반 데이터의 활용 및 평가 활동에 초점을 두기 때문으로 분석된다. 이에 따른 국어 교과와 데이터 리터러시의 연계 방향을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 텍스트 기반 정보 탐색 활동을 데이터 수집 과정으로 명확히 구조화할 필요가 있다. 단순한 자료 찾기 활동을 넘어 검색어 설정, 검색 경로 기록 등의 과정을 포함하여 데이터 수집의 절차적 이해를 강화하도록 한다.

둘째, 정보의 신뢰성 판단 활동을 데이터 평가와 연계하여 체계화할 필요가 있다. 정보의 편향성, 근거 자료의 신뢰성 등을 분석하여 텍스트 자료를 비판적으로 분석하는 활동을 강화한다.

셋째, 데이터 출처와 관련된 윤리적 측면을 강조하는 활동을 강화할 필요가 있다. 인용 표시, 저작권, 온라인 자료 활용 시의 책임 있는 태도 등을 지도하여 데이터 윤리 역량을 함께 함양하도록 한다.

4.3.2 수학 교과와의 연계 방향

수학 교과에서는 Table 10에 제시된 바와 같이 총 27개의 성취기준이 데이터 리터러시와 연계되는 것으로 확인되었다.

Table 10. Frequency of Alignment in Mathematics

Code	Key Topic	Frequency	Percentage
(A)-3	Data Collection Methods	6	22.22
(B)-1	Data Organization	3	11.11
(B)-2	Data Visualization	6	22.22
(C)-1	Data Interpretation	7	25.93
(C)-2	Data Exploration	3	11.11
(C)-3	Data Analysis	1	3.7
(C)-ii	AI-Based Data Application	1	3.7
Total		27	100

특히 높은 비중을 차지한 핵심 주제는 '(C)-1 데이터 해석' 7개(25.93%), '(B)-2 데이터 시각화' 6개(22.22%), '(A)-3 데이터 수집 방법' 6개(22.22%) 순으로 확인되었다. 이는 수학 교과가 데이터를 수집하여 그래프로 시각화하고, 그 자료를 바탕으로 경향성을 해석하는 활동을 중심으로 다루고 있음을 나타낸다.

또한 수학 교과에는 '(B)-1 데이터 정리' 3개(11.11%), '(C)-2 데이터 탐색' 3개(11.11%), '(C)-3 데이터 분석' 1개(3.7%)와의 연계성이 확보되어 데이터를 표로 정리하고 수의 규칙과 패턴을 찾는 분석적 사고 활동을 강조하는 수학 교과와 특성을 알 수 있다.

흥미롭게도 수학 교과에서는 심화 핵심 주제 중 '(C)-ii 데이터 활용 인공지능'과의 연계성이 확인되었는데, 이는 자료로 가능성을 예상하는 학습 활동으로 데이터를 활용하여 숫자를 예측하는 인공지능을 학습시키는 활동과 연계될 수 있음을 보여준다.

종합하면, 수학 교과에는 데이터 리터러시 교육에서 '데이터 처리'와 '데이터 해석'을 담당하는 핵심 교과로 기능하고 있다. 특히 데이터를 표로 정리하고 그래프를 통해 시각화하고 이를 해석하는 활동은 데이터 리터러시의 근간이 되는 중요한 기능으로, 수학 교과가 데이터 해석을 위한 데이터 처리 과정을 배우는 중요한 역할을 수행하고 있음을 시사한다. 이에 따른 수학 교과와 데이터 리터러시의 연계 방향을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 데이터 수집부터 해석까지의 전 과정을 하나의 흐름으로 통합하여 지도할 필요가 있다. '데이터 수집-정리-시각화-해석'의 전 과정을 포함하는 프로젝트형 학습을 구성함으로써 수학 교과에 분산되어 있는 데이터 처리 과정을 절차적으로 이해하도록 한다.

둘째, 데이터 해석 활동을 실생활 맥락과 연계하여 의미 있게 확장할 필요가 있다. 단순한 수치 비교를 넘어 자료의 경향성, 변화 예측, 가능성 등을 설명하도록 하여 데이터 기반 의사결정 능력을 기를 수 있도록 한다.

4.3.3 사회 교과와의 연계 방향

사회 교과에서는 Table 11에 제시된 바와 같이 총 12개의 성취기준이 데이터 리터러시와 연계되는 것으로 확인되었다.

Table 11. Frequency of Alignment in Social Studies

Code	Key Topic	Frequency	Percentage
(A)-3	Data Collection Methods	1	8.33
(C)-1	Data Interpretation	6	50
(C)-3	Data Analysis	2	16.67
(C)-4	Data Evaluation	1	8.33
(C)-5	Data-Driven Communication	1	8.33
(D)-3	Value of Data	1	8.33
Total		12	100

그중에서 가장 높은 비중을 차지한 핵심 주제는 '(C)-1 데이터 해석' 6개(50%)로, 사회 교과가 역사와 지리 영역에서 다양한 자료를 근거로 하여 사회 현상을 이해하는 학습 활동을 중심으로 다루고 있음을 보여준다. 예를 들어 성취기준의 의미단위 중 '지역별 인구 분포 특징 파악', '역사 자료 활용 고려 사회 생활 추론' 등이 '데이터 해석'과 연결된다.

또한 ‘(C)-3 데이터 분석’은 2개(16.67%)로 확인되었는데, 사회적·지리적 데이터를 비교하거나 요인 간의 관계성을 파악하는 활동과 연결된다. ‘(C)-4 데이터 평가’, ‘(C)-5 데이터 활용 의사소통’, ‘(D)-3 데이터 가치’, ‘(A)-3 데이터 수집 방법’이 각각 1개(8.33%)로 나타났는데 이는 사회 교과가 단순히 데이터를 해석하는 데 그치지 않고, 데이터의 신뢰성 판단, 사회적 의미 고찰, 데이터를 활용한 의사소통 활동까지 일부 포함하고 있음을 의미한다. ‘(A)-3 데이터 수집’의 경우 사회 교과가 탐구 교과라는 점을 고려하면 더 높은 비중으로 나타날 것으로 예상하였으나, 실제 분석 결과에서는 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 사회과 수업에서 설문조사, 인터넷 검색, 자료 조사 등 다양한 방식의 데이터 수집 활동이 빈번하게 이루어질 수 있음에도 불구하고, 성취기준에는 데이터 수집 활동이 명시되지 않아 코딩되지 못한 결과이다. 따라서 성취기준 분석만을 가지고는 실제 수업에서 이루어지는 데이터 수집 활동의 빈도를 충분히 반영한다고 보기 어려우며, 실제 교수·학습 상황에서는 표에 제시된 빈도보다 더 많은 데이터 수집 활동이 수행되고 있을 가능성이 높다. 이에 따른 사회 교과와 데이터 리터러시의 연계 방향을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 데이터 수집 과정을 탐구 활동과 연계하여 체계화할 필요가 있다. 설문조사, 인터뷰, 인터넷 자료 탐색 등의 활동을 ‘계획-수집-정리’의 단계로 구조화하여 사회과 탐구 과정 속에서 데이터 수집의 절차적 이해를 명확히 한다.

둘째, 데이터를 활용한 의사소통 활동을 강화할 필요가 있다. 조사 결과를 바탕으로 자신의 의견을 제시하고 토론하는 활동을 통해 데이터에 근거한 주장과 근거 마련 능력을 기를 수 있도록 한다.

셋째, 실제 사회 문제 해결과 연계한 데이터 활용 경험을 제공할 필요가 있다. 환경, 인구, 경제 등 다양한 사회 문제를 주제로 데이터를 수집·분석하고 해결 방안을 탐색하는 프로젝트 학습을 통해 실제적인 데이터 활용 능력을 확장한다.

4.3.4 과학 교과와의 연계 방향

과학 교과는 Table 12에 제시된 바와 같이 총 51개의 성취기준이 데이터 리터러시와 연계되었으며, 모든 교과 중 가장 많은 빈도수를 보였다.

Table 12. Frequency of Alignment in Science

Code	Key Topic	Frequency	Percentage
(A)-3	Data Collection Methods	23	45.1
(B)-1	Data Organization	7	13.73
(C)-1	Data Interpretation	6	11.76
(C)-2	Data Exploration	2	3.92
(C)-3	Data Analysis	1	1.96
(C)-5	Data-Driven Communication	12	23.53
Total		51	100

특히 ‘(A)-3 데이터 수집 방법’에서만 23개의 성취기준이 확인되었는데, 이는 과학 교과가 관찰, 측정, 조사 등의 데이터 수집 활동을 가장 적극적으로 요구하는 교과임을 보여준다. 또한 과학 교과는 ‘(C)-5 데이터 활용 의사소통’ 12개(23.53%), ‘(B)-1 데이터 정리’ 7개(13.73%), ‘(C)-1 데이터 해석’ 6개(11.76%) 순으로 폭넓게 연계되며, 데이터를 활용하여 자연 현상을 이해하고 타인과 의사소통하는 데이터 기반의 탐구 활동이 가장 충실하게 구현되는 교과로 확인되었다. 즉, 과학 교과는 ‘데이터 수집-처리-활용’의 과정이 모두 높은 수준으로 반영되어 있으며, 초등 교과 가운데 데이터 리터러시를 가장 체계적으로 반영하고 있는 교과라 할 수 있다. 이에 따른 과학 교과와 데이터 리터러시의 연계 방향을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 관찰·측정 중심의 데이터 수집 활동을 체계적인 데이터 수집 과정으로 재구조화할 필요가 있다. 실험 설계, 변인 통제, 측정 방법 설정 등을 포함하여 실험을 통해 수집된 데이터의 정확성과 신뢰성을 확보하는 과정까지 명확히 지도한다.

둘째, 수집된 데이터를 체계적으로 정리하고 시각화하는 활동을 강화할 필요가 있다. 표 작성, 그래프 표현 등 다양한 방식으로 데이터를 구조화하여 현상을 명확하게 드러내는 능력을 기르도록 한다.

셋째, 데이터 분석과 해석을 과학 개념 이해와 긴밀히 연계할 필요가 있다. 단순한 결과 확인을 넘어 자료 간의 관계를 설명하고, 변인 간 인과 관계를 추론하는 활동을 통해 과학적 사고력을 심화한다.

4.3.5 실과 교과와의 연계 방향

실과 교과는 Table 13에 제시된 바와 같이 총 10개의 성취기준이 데이터 리터러시와 연계되는 것으로 확인되었으며 다른 교과에 비해 빈도수는 적었으나 다수의 심화 핵심 주제와 연계된다는 특이점을 가진다.

Table 13. Frequency of Alignment in Practical Course

Code	Key Topic	Frequency	Percentage
(A)-1	Meaning and Role of Data	1	10
(A)-2	Types of Data	1	10
(C)-5	Data-Driven Communication	1	10
(C)-i	Data Sharing	1	10
(C)-ii	AI-Based Data Application	2	20
(C)-iii	Coding with Data	3	30
(D)-i	AI Ethics	1	10
Total		10	100

실과 교과에는 인공지능에 활용할 수 있는 데이터의 유형이나 형태, 프로그램 작성 등 데이터 기반 기술 활용 및 인공지능 관련 성취기준이 포함되어 있어 미래지향적 데이터 리터러시 측면에서 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다. 다

만 데이터 수집·처리와 직접 연결되는 활동은 상대적으로 적어 기능적 기반 형성보다는 확장·응용 차원의 연결이 이루어지고 있다. 이에 따른 실과 교과와 데이터 리터러시의 연계 방향을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 데이터를 활용한 코딩 활동을 통해 데이터 처리 과정을 경험하도록 한다. 단순한 프로그래밍 활동을 넘어 데이터를 입력·처리·출력하는 과정이 포함된 문제 해결 활동을 구성하여 다각적인 데이터 활용 능력을 기르도록 한다.

둘째, 데이터 기반 인공지능 활용 경험을 확대할 필요가 있다. 데이터를 분류할 수 있는 인공지능을 학습시키는 활동을 통해 데이터가 인공지능의 학습자료로 활용되는 과정을 이해하고, 데이터와 인공지능 간의 관계를 인식하도록 한다.

셋째, 실과 교과에서 인공지능이 명시적으로 다루어지는 점을 반영하여 인공지능 윤리 교육을 강화할 필요가 있다. 인공지능의 결과물에 대해 비판적으로 수용하도록 하여, 부적절한 인공지능 활용을 예방하도록 한다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 사회적, 교육적 요구를 바탕으로 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하고, 이를 바탕으로 2022 개정 교육과정의 연계성을 분석하여 교과별 연계 방향을 제안하는 것을 연구의 목적으로 하였다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해 문헌 분석과 선행연구 검토를 통해 데이터 리터러시의 구성요소를 도출하고, CS2023 지식 모델의 구성 원리를 기반으로 초등 수준에 적합한 데이터 리터러시 지식체계 초안을 개발하였다. 이어서 2022 개정 교육과정 국어, 수학, 사회, 과학, 실과의 성취기준 전체를 분석 대상으로 하여 지식체계와의 연계성을 탐색하고, 학년군별, 교과별, 핵심 주제별로 빈도수를 분석하여, ‘2022 개정 초등 교육과정에 데이터 리터러시가 어떻게 연계되어 있는지’를 다양한 관점에서 해석하였다. 마지막으로, 교과별로 연계되어 있는 핵심 주제를 분석하여 교과별 연계 방향을 제안하였다. 이와 같은 연구 과정은 개발된 초등 데이터 리터러시 지식체계의 이론적 타당성과 현장 적용 가능성을 동시에 확보하기 위해 설계되었다.

본 연구의 결론은 다음과 같이 첫째, CS2023 지식 모델의 구성원리를 기반으로 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하였다. 대학 전공 수준의 컴퓨터 과학 커리큘럼을 제시한 CS2023 지식 모델의 구성 원리를 초등 수준에 맞게 재해석하여, ‘데이터 수집-처리-활용’의 연속적 과정과 이 과정 전반에 적용되는 ‘데이터 윤리’를 중심으로 지식 단위를 계열화함으로써 초등 데이터 리터러시의 체계적 구조를 마련하였다. 초등 데이터 리터러시 지식체계는 데이터 수집, 데이터 처리, 데이터 활용, 데이터 윤리의 지식 단위로 구성되고 지식 단위의 하위 항목으로는 13개의 공통 핵심 주제와 9개의 심화 핵심 주제가 있다. 각각의 핵심 주제에 따라

기대되는 학습성과를 제시하였다.

둘째, 2022 개정 교육과정 성취기준 분석을 통해 학년군별, 교과별, 핵심 주제별로 연계성을 탐색하였다. 국어·수학·사회·과학·실과의 성취기준 398개를 질적 내용 분석의 연역적 접근 방법으로 분석한 결과, 학년별로는 3~4학년군부터 본격적으로 연계되기 시작하며 5~6학년군에서 가장 많이 연계되어 있는 것으로 확인되었다. 핵심 주제별로는 ‘수집-처리-활용’으로 이어지는 기능 중심의 핵심 주제가 교육과정 전반에서 두드러지게 연계되었으며, 데이터 리터러시의 기본 개념과 데이터 윤리에 관한 핵심 주제는 상대적으로 적게 연계된 것으로 나타났다. 이는 향후 교육과정에서 데이터의 개념과 데이터 윤리 관련 내용을 보다 강화할 필요가 있음을 시사한다. 교과별로는 과학·수학·실과 교과에서 높은 연계성을 보였고 국어·사회 교과에서는 상대적으로 낮은 연계성을 보였다. 과학 교과는 실험과 탐구 중심 교과로서 ‘데이터 수집’과 ‘데이터 해석’과의 연계성이 높았고, 수학 교과는 ‘데이터 정리’와 ‘데이터 시각화’와의 연계성이 높았으며, 실과 교과는 인공지능 활용과 프로그래밍 관련 성취기준이 있어 심화 핵심 주제와 연계되었다. 반면 국어와 사회 교과는 정량적 ‘데이터 처리’와의 연계성이 나타나지 않았으나, ‘데이터 평가’와 ‘데이터의 출처’와 같이 지식정보사회에서 중요성이 부각되고 있는 핵심 주제에 대한 연계성이 확보되어 교육적 잠재성을 확인하였다. 이러한 분석은 교과별 연계성이 핵심 주제에 따라 상이하므로 교과별 접근 방식이 달라질 수 있음을 시사한다. 이러한 교과별 연계성 분석 결과를 바탕으로 초등 데이터 리터러시 지식체계의 실제적 적용을 위해 교과별 데이터 리터러시 연계 방향을 제안하였다.

종합하면, 본 연구는 CS2023 기반 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하여 2022 개정 교육과정과의 연계성을 분석함으로써 초등 데이터 리터러시 교육의 개념적 틀과 실천적 방향을 동시에 마련하였다. 이는 향후 교육과정 개발, 데이터 리터러시 수업 설계 및 운영 등에 기반이 되는 이론적·실천적 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 초등 데이터 리터러시 지식체계를 개발하고 교과와의 연계 방향을 제안하였으나, 실제 교육 현장에서의 효과성과 교육적 타당성은 검증되지 않았다. 본 연구에서 개발한 초등 데이터 리터러시 지식체계가 실제로 데이터 리터러시 역량 개발에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위해서는 지식체계와 연계 방향을 반영한 프로그램 개발과 적용을 포함하는 후속 연구로 진행되어야 한다.

참고문헌

- [1] World Economic Forum. (2025). *The future of jobs report 2025*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
- [2] Shaffer, K. (2019). *Data versus democracy: How big data algorithms shape opinions and alter the course of history*. Apress.

- [3] Ministry of Education. (2022). *National curriculum of elementary and secondary schools (Notification No. 2022-33)*. Ministry of Education. <https://ncic.re.kr/dwn/ogf/inventory.cs>
- [4] Lee, S., & Kim, T. (2019). The concept and components of data literacy in computer education. *Proceedings of the Korean Association of Computer Education Conference*, Anyang, South Korea, 23(2), 33–36.
- [5] Lee, J., & Kim, T. (2021). Proposal of educational materials and achievement standards for practical and math subjects including data literacy. *Proceedings of the Korean Association of Computer Education Conference*, Jeju, South Korea, 25(2), 85–88.
- [6] Jeong, J. (2024). *Development of a systematic competency framework for cultivating data literacy*[Master's thesis], Korea National University of Education.
- [7] Moon, H., Son J., Lee S., & Lee J. (2024). An Analysis of the Depth of Knowledge in Data Literacy Reflected in the 2022 Revised Elementary Curriculum Achievement Standards. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 27(5), 89–100. <https://doi.org/10.32431/kace.2024.27.5.009>
- [8] Ridsdale, C., Rothwell, J., Smit, M., Ali-Hassan, H., Bliemel, M., Irvine, D., Kelley, D., Matwin, S., & Wuetherick, B. (2015). *Strategies and best practices for data literacy education: Knowledge synthesis report*. Dalhousie University.
- [9] Athanases, S., Bennett, L., & Wahleithner, J. (2013). Fostering data literacy through preservice teacher inquiry. *Teaching and Teacher Education*, 35, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.06.007>
- [10] Ridgway, J. (2016). Implications of the data revolution for statistics education. *International Statistical Review*, 84(3), 528–549. <https://doi.org/10.1111/insr.12110>
- [11] Bae, H. (2019). Educational implications of data literacy in social studies. *Theory and Research in Citizenship Education*, 51(1), 95–120. <https://doi.org/10.35557/trce.51.1.201903.004>
- [12] Kim, S., & Kim, T. (2021). A Study of the Definition and Components of Data Literacy for K-12 AI Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(5), 691–704. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2021.25.5.691>
- [13] Witte, V., Schwering, A., & Frischmeier, D. (2025). Strengthening data literacy in K–12 education: A scoping review. *Education Sciences*, 15(1), 25. <https://doi.org/10.3390/educsci15010025>
- [14] Han, S. (2018). A Study about the Concept of Data Literacy based on Digital Humanities. *Journal of the Korean Society for Information Management*, 35(4), 223–236. <https://doi.org/10.3743/KOSIM.2018.35.4.223>
- [15] Association for Computing Machinery (ACM), IEEE Computer Society, & Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI). (2024). *Computer science curricula 2023*. Association for Computing Machinery, <https://doi.org/10.1145/3664191>
- [16] Hong, J., & Kim, Y. (2020). Development of AI Data Science Education Program to Foster Data Literacy of Elementary School Students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 24(6), 633–641. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2020.24.6.633>
- [17] Song, Y., Song, S., Kim, Y., & Lim, C. (2021). A Developmental Study of an Instructional Model and Strategies for Data-Driven Debate (DDD) to Improve Data Literacy. *Journal of Education Technology*, 37(4), 943–982. <http://dx.doi.org/10.17232/KSET.37.4.943>
- [18] K–12 Computer Science Framework Steering Committee. (2016). *K–12 computer science framework*. Association for Computing Machinery. <https://k12cs.org>
- [19] Department for Education. (2013). *National curriculum in England: Computing programmes of study*. Department for Education. <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- [20] Ministry of Education. (2022). *Curriculum for Korean language, mathematics, science, and practical arts*. Ministry of Education. <https://ncic.re.kr/dwn/ogf/inventory.cs>
- [21] Ministry of Education. (2024). *Social studies curriculum*. Ministry of Education. <https://ncic.re.kr/dwn/ogf/inventory.cs>
- [22] Elo, S., Kaariainen, M., Kanste, O., Polkki, T., Utriainen, K., & Kyngas, H. (2014). Qualitative content analysis: A focus on trustworthiness. *SAGE Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1177/2158244014522633>
- [23] Green, R. (2014). The Delphi technique in educational research. *SAGE Open*, 4(2), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2158244014529773>
- [24] Lawshe, C. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- [25] Baek, S. (2018). *The development of the ecological curriculum content structure for students with intellectual and developmental disabilities*[Doctoral dissertation], Soonchunhyang University Graduate School.



이예슬

· 2018년 전주교육대학교 초등컴퓨터교육(교육학사)
· 2026년 한국교원대학교 소프트웨어교육학과(교육학석사)
· 2018년~현재 초등학교 교사

✚ 관심분야 : 데이터 리터러시, 인공지능 교육, 컴퓨팅 사고력

✉ uiuiu12@naver.com



최현종

· 2005년 한국교원대학교 컴퓨터교육전공(교육학 박사)
· 2006년~2021년 서원대학교 컴퓨터교육과 교수
· 2021년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
· 2021년~현재 한국교원대학교 정보교육연구소 소장

✚ 관심분야 : 컴퓨터교육학, 정보교과교육, 인공지능 교육 등

✉ chj@knue.ac.kr

부 록

본 논문을 준비하는 동안 저자는 언어 개선과 초록과 표의 영문 번역을 위하여 ChatGPT-5.3을 이용한 뒤, 저자가 최종 수정하여 완성하였습니다.

〈표 3〉 Research Procedures and Methods

연구절차	연구 방법												
초등 데이터 리터러시 지식체계의 구조 선정	-구성원리의 체계성, 구조의 위계성, 지식·기능·태도 요소 반영, 연구 목적과의 정합성을 기준으로 K-12 CS Framework, UK Computing Curriculum, CS2023 지식 모델을 비교·분석하여 적합한 구조를 선정함												
↓													
초등 데이터 리터러시 지식체계 초안 개발	-구글 학술검색, DBpia, KISS 등을 활용하여 데이터 리터러시 관련 연구를 검토하여 데이터 리터러시 구성요소를 도출하고 학자별 구성요소를 비교·정리함 -구성요소 간 중복 및 유사 개념을 분석하여 용어를 통합하고, 초등 학습자의 발달 수준을 고려하여 인지적 요구도·선행지식 요구도·도구 의존성·실행 가능성을 기준으로 부적합한 구성요소 5개를 제외함 <table border="1"> <thead> <tr> <th>부적합 구성요소</th><th>제외 사유</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터의 형식 및 데이터베이스 소개</td><td>선행지식 요구도: 데이터베이스 구조와 질의(query) 개념에 대한 기초적인 이해가 요구됨</td></tr> <tr> <td>메타데이터 생성 및 사용</td><td>인지적 요구도: 데이터와 데이터 속성에 대한 추상적 사고가 요구됨</td></tr> <tr> <td>데이터 큐레이션</td><td>도구 의존성: 데이터 관리 및 정제를 위한 전문 도구와 기술적 절차가 요구됨</td></tr> <tr> <td>데이터 구조</td><td>선행지식 요구도: 배열, 트리와 같은 구조적 개념은 수학적 관계에 대한 선행 지식을 요구함.</td></tr> <tr> <td>데이터의 상호운용성</td><td>실행 가능성: 학교 현장에서 구현하기 위한 기술적 환경과 인프라가 제한적임</td></tr> </tbody> </table> -정제된 구성요소를 바탕으로 핵심 주제를 도출하고, CS2023 지식 모델의 구성 원리를 준거로 데이터 활용 과정(수집-처리-활용)과 윤리적 요소를 반영하여 지식 단위를 설정함 -지식 단위별 핵심 주제 분류 기준에 따라 핵심 주제를 분류하고, 이를 공통 핵심 주제와 심화 핵심 주제로 구분함 -CS2023 지식 모델의 학습성과 기술 수준을 참고하여 초등 학습자의 인지 발달 수준과 학습 맥락에 적합한 학습성과를 진술함	부적합 구성요소	제외 사유	데이터의 형식 및 데이터베이스 소개	선행지식 요구도: 데이터베이스 구조와 질의(query) 개념에 대한 기초적인 이해가 요구됨	메타데이터 생성 및 사용	인지적 요구도: 데이터와 데이터 속성에 대한 추상적 사고가 요구됨	데이터 큐레이션	도구 의존성: 데이터 관리 및 정제를 위한 전문 도구와 기술적 절차가 요구됨	데이터 구조	선행지식 요구도: 배열, 트리와 같은 구조적 개념은 수학적 관계에 대한 선행 지식을 요구함.	데이터의 상호운용성	실행 가능성: 학교 현장에서 구현하기 위한 기술적 환경과 인프라가 제한적임
부적합 구성요소	제외 사유												
데이터의 형식 및 데이터베이스 소개	선행지식 요구도: 데이터베이스 구조와 질의(query) 개념에 대한 기초적인 이해가 요구됨												
메타데이터 생성 및 사용	인지적 요구도: 데이터와 데이터 속성에 대한 추상적 사고가 요구됨												
데이터 큐레이션	도구 의존성: 데이터 관리 및 정제를 위한 전문 도구와 기술적 절차가 요구됨												
데이터 구조	선행지식 요구도: 배열, 트리와 같은 구조적 개념은 수학적 관계에 대한 선행 지식을 요구함.												
데이터의 상호운용성	실행 가능성: 학교 현장에서 구현하기 위한 기술적 환경과 인프라가 제한적임												
↓	전문가 타당화 및 수정·보완												
2022 개정 교육과정 내용 분석	-NCIC 교육과정 원문을 기반으로 국어·수학·사회·과학·실과 성취기준 총 398개 수집 및 목록화함 -질적 내용 분석의 연역적 접근 방법을 적용하여 학습 행동 및 개념 기준으로 의미단위로 분리하고, 초등 데이터 리터러시 지식체계(22개 핵심 주제)를 분석틀로 활용하여 코딩함 -연구자와 정보교육 관련 석사학위를 소지한 초등교사 1인이 독립적으로 코딩을 수행하였으며 각 성취기준의 의미단위 중 코딩의 근거가 되는 부분을 표시하여 코딩 근거를 기록하고, 코딩 결과를 비교하여 일치 여부를 확인함 -불일치 항목은 성취기준의 맥락과 분석틀의 정의를 기준으로 재검토한 후 협의를 통해 최종 코딩 결과를 확정하였으며 일정 기간 후 전체 코딩 결과를 재검토하여 코딩의 일관성과 정합성을 점검하고, 질적 내용 분석의 신뢰성과 타당성을 확보함												
↓	전문가 타당화 및 수정·보완												
교과별 연계 방향 제안	-코딩 결과를 바탕으로 학년군별, 교과별, 핵심 주제별 연계 빈도 분석을 실시하여 데이터 리터러시의 교과별 연계 특성 및 분포 양상 도출함 -분석 결과를 토대로 교과의 특성을 고려하여 교과별 데이터 리터러시 연계 방향을 제안함												

〈표 5〉 초등 데이터 리터러시 지식체계

지식 단위	공동 핵심 주제	기술 수준	학습성과	심화 핵심 주제	기술 수준	학습성과
(가) 데이터 수집	1. 데이터의 의미와 역할	(1수준) 설명	데이터를 정의하고, 일상생활 속에서 데이터가 어떤 역할을 하는지 설명할 수 있다.	i. 데이터 생성: 카메라 촬영, 센서, 생성형 AI	(2수준) 적용	카메라 촬영을 하거나 센서를 이용하여 주변 환경의 데이터를 생성할 수 있으며 생성형 AI를 활용하여 새로운 데이터를 생성할 수 있다.
	2. 데이터의 종류: 이미지, 텍스트, 숫자	(3수준) 평가	다양한 데이터 종류(이미지, 텍스트, 숫자)를 구분하고, 상황에 따라 적절한 종류를 선택할 수 있다.			
	3. 데이터 수집 방법: 관찰과 측정, 설문조사, 인터넷 검색, 공공 데이터 활용	(2수준) 적용	관찰, 측정, 설문조사, 인터넷 검색, 공공데이터 활용 등 다양한 방법으로 데이터를 수집할 수 있다.			
(나) 데이터 처리	1. 데이터 정리: 분류하기, 표	(1수준) 설명	수집한 데이터를 기준에 따라 분류하고, 표로 정리할 수 있다.	i. 데이터 전처리: 중복데이터, 오류데이터, 결측치	(2수준) 적용	중복·오류·결측치를 찾아내고, 이를 적절히 처리할 수 있다.
	2. 데이터 시각화: 그림그래프, 꺾은선그래프, 막대그래프, 원그래프	(3수준) 평가	데이터를 그림·꺾은선·막대·원그래프로 나타내고 데이터에 따라 적절한 그래프를 선택할 수 있다.	ii. 데이터 조작: 스프레드 시트를 활용한 계산, 정렬, 분류	(2수준) 적용	스프레드 시트를 활용하여 데이터를 자동으로 계산하고, 필요한 조건에 따라 자료를 정렬하거나 분류할 수 있다.
				iii. 데이터 시각화: 인포그래픽	(2수준) 적용	인포그래픽을 활용하여 데이터를 시각적으로 표현할 수 있다.
(다) 데이터 활용	1. 데이터 해석: 다양한 관점, 의미 파악, 데이터 기반 문제식별, 데이터 기반 추론·예측	(3수준) 평가	다양한 관점에서 데이터의 의미를 파악하고 문제를 식별하며, 분석 결과를 바탕으로 추론하고 예측할 수 있다.	i. 데이터 공유: 클라우드	(2수준) 적용	클라우드를 이용해 데이터를 안전하게 저장하고 공유할 수 있다.
	2. 데이터 탐색: 규칙, 패턴 찾기	(1수준) 설명	데이터 속에서 반복되는 규칙이나 패턴을 찾아 설명할 수 있다.	ii. 데이터 활용 인공지능: 숫자 예측 모델, 데이터 분류 모델	(3수준) 평가	데이터를 분류하는 인공지능 모델과 숫자를 예측하는 인공지능 모델을 학습시킬 수 있으며, 학습 결과를 평가하여 개선할 수 있다.
	3. 데이터 분석: 비교, 합계, 평균, 최솟값, 최댓값	(3수준) 평가	데이터의 합계, 평균, 최솟값과 최댓값을 구하여 비교할 수 있다.	iii. 데이터 활용 코딩: 변수, 리스트	(2수준) 적용	코딩을 할 때 변수를 사용하여 데이터를 저장하고, 리스트를 활용하여 여러 데이터를 한꺼번에 다루거나 처리할 수 있다.
	4. 데이터 평가: 비판적 사고, 출처의 신뢰성, 해석의 타당성	(3수준) 평가	비판적 사고를 바탕으로 출처의 신뢰성과 해석의 타당성을 평가할 수 있다.	iv. 데이터 평가: 데이터 왜곡, 데이터 편향	(3수준) 평가	데이터의 왜곡과 편향을 인식하고, 이를 바탕으로 데이터의 공정성과 신뢰성을 평가할 수 있다.
	5. 데이터 활용 의사소통: 데이터 기반 질문·응답, 데이터 활용 발표, 데이터 기반 의사결정	(4수준) 개발	데이터를 근거로 질문하고 응답하며, 데이터를 활용하여 발표하고 협력적으로 의사결정을 할 수 있다.			
(라) 데이터 윤리	1. 데이터의 출처: 출처의 중요성, 출처 밝히기, 인용 방법	(2수준) 적용	데이터 출처의 중요성을 이해하고, 타인의 데이터를 사용할 때 출처를 밝히며 적절한 인용 방법을 실천할 수 있다.	i. AI 윤리: 데이터 기반 학습, 생성형 AI 윤리, AI의 사회적 영향, 책임 있는 사용	(3수준) 평가	AI가 데이터를 기반으로 결과를 만들어 내는 원리를 이해하고, 생성형 AI가 생성한 정보의 신뢰성과 한계를 비판적으로 판단하며, 이를 책임 있게 사용할 수 있다.
	2. 개인정보 보호: 개인정보의 개념과 민감성, 안전하게 다루는 방법, 유출 시 대처 방법	(2수준) 적용	개인정보의 개념과 민감성을 이해하고, 일상생활에서 타인과 나의 개인정보를 안전하게 보호할 수 있다.			
	3. 데이터의 가치: 중요성, 사회적 영향, 활용 가치	(1수준) 설명	데이터가 왜 중요한지, 사회에 어떤 영향을 주는지 설명할 수 있다.			