

## 수학과 인공지능(AI) 핵심 개념과 <인공지능 수학> 내용 체계 분석

김창일<sup>1)</sup> · 전영주<sup>2)</sup>

본 연구는 AI 교육을 위해 수학교과에서 다루어야 할 AI 핵심 개념으로 ‘데이터 수집’, ‘데이터 표현’, ‘데이터 분석’, ‘최적화 및 의사결정’ 4가지로 선정하였다. 이를 바탕으로 선택 중심 교육과정의 각 영역별 수학 핵심 개념 및 내용 요소와 대비하여 AI 핵심 개념에 대한 포함 여부를 조사하였다. 또한 <인공지능 수학>의 내용 체계의 적정성을 핵심 개념과 관련 학습 요소 중심으로 살펴보았다. 그 결과 첫째, <인공지능 수학>의 학습 경로를 어떻게 설정할 것인가?, 둘째, <인공지능 수학>의 성격에 관한 재정의 논의가 필요한가?, 셋째, <인공지능 수학>의 핵심 개념 선정 및 용어 선택은 적절한가?, 넷째, <인공지능 수학>의 내용 체계의 관련 학습 요소 제시는 적절한가? 등에 대한 논의가 필요하다는 시사점을 도출하였다.

주요용어 : 인공지능, 핵심 개념, 인공지능 수학 내용

### I. 서론

지능정보화사회가 되었다. 자동 음성 인식, 자율 주행 자동차, 사물인터넷, 로봇 등 이전에 알지 못했던 새로운 미래지향적 생태계가 우리 곁에 도래했다. 이러한 진보된 세상은 인공지능(AI: Artificial Intelligence), 즉 인간이 가진 지적 능력을 컴퓨터를 통해 구현할 수 있는 기술로 가능해졌다. AI는 이제 주요 기업은 물론 사회 각 분야에서 다양하게 활용되고 있다. 그리고 이와 같은 AI의 영향이 사회 전반에 미치게 되면서 AI에 대한 소양 함양의 중요성도 함께 부각되었다. 이에 교육부는 2015 개정 교육과정에서 AI 교육 도입의 필요성을 강조하며, 고등학생에게 적합한 기초 수준의 AI 과목의 교육 과정을 개설하게 되었다. 그것은 AI가 교육에도 영향을 끼치면서 미래의 직업 및 기술 개발을 고려한 교육과 함께 교육의 핵심을 재구성해야 할 필요성 제기(UNESCO, 2019)에 따른 것이라 할 수 있다.

이러한 시대적 조류에 발맞추어 중국은 이미 2017년에 AI 교육의 필요성을 강조하면서, 2018년부터 초중등에서 사용할 수 있는 AI 교재를 출간하여 AI 교육을 뒷받침 하고 있다. 핀란드 역시 프로그래밍과 로봇 활용 교육을 초중등 교육과정에 도입하여 미래사회에서 필요한 AI 관련 역량을 갖추도록 지원하고 있다(한국교육개발원, 2016). 미국의 경우에도 2019년 발간된 대통령 직속 국가과학기술위원회 인공지능 위원회 보고서인 「국가 인공지능 연구개발 전략: 2019」를 통해 국가의 인공지능 연구

\* MSC2010분류 : 97B99, 97U99

1) 단국대학교 교수 (kci206@dankook.ac.kr), 제1저자

2) 전북대학교 교수 (jyj@jbnu.ac.kr), 교신저자

자 양성에 있어 K-12(초중고)의 교육 역할이 매우 중요하다는 것을 강조하고 있다(한국과학창의재단, 2020a). 이처럼 세계 각국은 각자의 교육 환경에 따라 학생이 AI 소양을 갖춘 창의융합형 인재로 성장할 수 있도록 AI 교육 여건 조성에 매진하고 있다. 우리나라도 2015 개정 교육과정에서 AI 관련 교과인 <인공지능 기초>와 <인공지능 수학> 과목을 개설하고 해당 과목의 성격, 목표, 내용체계 및 성취기준, 교수학습 방법 및 평가 방안 등을 제시하였다. 그런데 여기서 생각해 볼 것은 최근의 AI는 주어진 지식을 스스로 학습하여 판단하고 추론할 수 있는 머신러닝(machine learning)이 주도하고 있다는 것이다. 그리고 머신러닝 알고리즘을 학생이 표현하고 증명하려면 많은 양의 데이터를 해석하고 분석할 수 있는 소양을 갖추어야 하는데 이것은 대수, 확률과 통계, 미적분 등 여러 수학적 개념과 원리에 대한 이해의 바탕 위에서 가능하다. 이러한 점에서 <인공지능 수학>을 개설한 것은 매우 시의 적절하며, AI 관련 내용을 학습하고 이해하는 데에도 큰 도움이 될 수 있을 것이라 평가할 수 있다.

다만, 학교 수학의 입장에서 이를 이론으로 뒷받침해 줄 수 있는 AI 연구는 매우 빈약한 실정으로 아쉬운 부분이라 할 수 있다. 이와 관련하여 최근 출간된 AI 연구를 살펴보면, 국내 연구로는 고희경(2020)의 「인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고」와 이상구, 이재화, 함윤미(2020)의 「인공지능(Artificial Intelligence)과 대학수학교육」 등이 있다. 그리고 이밖에 다른 몇 편의 연구가 있으나 대부분은 수학교육이 아닌 컴퓨터 사이언스의 시각이나 교육적 관점에서의 연구들이다. 국외 연구의 경우, 기본 인권과 관련하여 교육에서의 AI의 이점과 위험성을 주제로 Berendt, Littlejohn과 Blakemore(2020)가 연구한 「AI in Education: Learner Choice and Fundamental Rights」, AI의 특징을 살펴보기 위한 Gadanidis(2017)의 「Artificial Intelligence, Computational Thinking, and Mathematics Education」 연구 등 ERIC을 중심으로 AI 관련 연구를 살펴본바, 대부분의 연구들이 수학교육과 연계된 연구라기보다는 초중학교 또는 일반적인 교육적 측면에서의 연구가 주를 이루고 있어 국내 연구와 연구주제 면에서는 대동소이하였다.

이에, 본 연구에서는 수학교육과 연계된 AI 교육을 위해 수학교과에서 다루어야 할 AI 핵심 개념을 선정하고, 이를 바탕으로 고등학교 선택 중심 교육과정의 각 내용 영역별 수학 핵심 개념 및 내용 요소와 대비하여 AI 핵심 개념에 대한 포함 여부를 조사하였다. 또한 <인공지능 수학>의 내용 체계의 적정성을 핵심 개념과 관련 학습 요소 중심으로 살펴보고자 하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 인공지능(AI)과 수학교육

우리는 지금 고도화된 정보통신기술을 바탕으로 축적된 데이터와 AI가 결합된 기술이 우리 삶의 모든 분야에 활용됨으로써 새로운 가치가 창출되는 지능정보화사회(위키백과, 2021)로의 전환을 맞이하고 있다. 이에 따라 사회와 산업 구조의 근본이 급변하고 있는 것을 목격하며, ‘데이터’, ‘지능’, 그리고 이를 연결하는 네트워크 기술의 중요성을 깨닫게 되었다. 이런 상황에서 무엇보다 중요한 것은 변화된 환경 속에서 삶을 영유하기 위해서는 지금의 현상을 어떻게 받아들이고 접근해야 하는가의 문제 인식과 그 문제를 해결하기 위한 지속가능한 교육정책 수립이 시급하다. 교육부(2016)는 이러한 시대 변화에 대처하기 위해 ‘지능정보사회에 대비한 중장기 교육정책의 방향과 전략’을 제시하였고, 과학기술정보통신부(2019)도 소프트웨어 친화적 교육·문화 확산을 위한 방안으로 교육체계의 혁신을 천명하였다. 미국에서도 국가과학재단(NSF: National Science Foundation)을 중심으로 초중고 AI 교육을 위해 2019년 AI4K12 Initiative를 발족시키고 인공지능 교육과정 가이드라인 개발, 교사용 교수·학습 자

료 및 도구의 온라인 보관처 구축, 해당 분야(연구, 교육, 교사, 기업, 재단, 정부 등)의 협업 활성화를 지원하고 있다. 특히 AI 교육과정 가이드라인으로 5개의 주요 영역과 내용 주제(인식, 표현·추론, 학습, 상호작용, 사회적 영향 등 인공지능)를 발표하기도 하였다. EU에서도 2020년부터 2021년까지 전 회원국 국민을 대상으로 ‘AI란 무엇인가?’, ‘AI의 문제해결’, ‘현실세계 AI’, ‘머신러닝’, ‘신경망’, ‘사회적 영향’이라는 AI 온라인 교육과정 ‘Elements of AI’를 개설하여 제공하고 있다(한국과학창의재단, 2020a). 이처럼 많은 국가들이 AI 교육에 대한 국가별 전략을 세워 미래사회에 대응하고 있다.

한편, 이와 같은 AI 교육과정을 이수하기 위해서는 기본적으로 수학적 배경이 필요하다는 것은 잘 알려진 사실이다. 예를 들어, 수와 수학 기호로 표현된 텍스트 자료나 이미지 자료를 처리하는 수학 원리를 이해해야 하고, 자료를 분석하여 사건이 일어날 확률을 구하고 예측에 이용할 수 있어야 한다. 즉, 모델링 접근을 위한 수학, 모델을 데이터에 적합하도록 치환하기 위한 최적화 알고리즘, 모델을 효율적으로 훈련시키는데 필요한 수치 연산, 그리고 그것을 풀 수 있는 수학적 개념과 원리가 뒷받침되어야 가능하다. 그래서 AI를 이해하는데 필요한 수학에 초점을 맞추는 새로운 수학과 교육과정 설계가 마련되어야 한다. 그리고 그 목적은 AI가 사물을 인식하고 수식이나 프로그래밍 언어 등으로 사물과 사고를 모델링하며 개념들 간의 관계와 원리를 표현하고 확장하는 방법을 찾아보면서 수학적 문제해결능력과 창의적 사고 함양(한국과학창의재단, 2020b)에 중점을 두어야 한다.

## 2. <인공지능 수학> 내용 체계

<인공지능 수학>은 도래하는 지능정보화사회의 변화 과정에서 새로운 세대의 인공지능 역량을 강화하고, 이를 수학적 관점에서 어떻게 가르칠 것인가를 화두에 두고, 미래 인재 육성이라는 기치아래 2015 개정 수학과 교육과정에서 진로 선택 과목으로 새롭게 개발되었다. 한국과학창의재단(2020b)은 <인공지능 수학>의 성격을 수학적 개념이나 원리를 이해하고 기능을 익히기 보다는 수학적 개념과 원리들이 어떻게 활용되는지를 탐구하는 융합적 성격을 띤 과목으로 규정하고, 고등학교 수학의 내용을 중심으로 인공지능과 관련하여 수학이 어떻게 적용되고 활용되는지 학생이 경험하고 학습할 수 있도록 내용 영역을 설정하고 재구조화하였다고 밝혔다.

<표 II-1> <인공지능 수학>의 내용 체계

영역/핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	관련 학습 요소
인공지능과 수학	수학은 인공지능의 발전을 이끌어 왔으며, 인공지능 기술 전반에 활용되고 있다.	• 인공지능과 관련된 수학	• 진리표 • 순서도
자료의 표현	수와 수학 기호는 자료를 효과적으로 표현할 수 있는 도구이고, 인공지능이 다루는 자료는 수학을 이용하여 표현된다.	• 텍스트 자료의 표현 • 이미지 자료의 표현	• 벡터 • 행렬
분류와 예측	인공지능을 이용하면 자료를 정리, 분석하고 패턴을 찾아 새로운 대상에 대한 분류와 예측을 할 수 있으며, 이때 확률과 함수 등이 활용된다.	• 자료의 분류 • 경향성과 예측	• 유사도 • 추세선 • 조건부확률
최적화	인공지능은 자료를 기반으로 합리적인 의사 결정을 내리는 기술을 제공하고, 이때 주어진 자료에 가장 적합한 의사 결정 모델을 찾기 위해 함수를 만들고 최적화하여 문제를 해결한다.	• 최적화와 의사 결정	• 함수의 극한 • 이차함수의 미분계수 • 손실함수 • 경사하강법

위 <표 II-1>은 교육부(2020)가 제시한 2015 개정 수학과 교육과정에 따른 <인공지능 수학>의 내용 체계이다. ‘인공지능과 수학’, ‘자료의 표현’, ‘분류와 예측’, ‘최적화’ 등 4개의 영역/핵심 개념을 배치하였다. 각 영역/핵심개념의 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다. ‘인공지능과 수학’에는 수학과 인공지능에서 활용되는 다양한 사례를 제시하였고, ‘자료의 표현’에서는 수학을 이용하여 다양한 자료를 표현하는 방법, ‘분류와 예측’은 자료를 정리·분석하여 자료의 패턴을 찾아보고 여기에 새로운 대상에 대한 분류와 예측을 수행하는 과정을 안내하였다. 그리고 ‘최적화’는 인공지능이 자료를 기반으로 합리적인 의사 결정을 내릴 수 있도록 하는데 적용되는 수학적 방법 이해에 초점을 두었다. ‘내용 요소’의 경우에는 기존 수학의 영역으로 구분하지 않고 핵심 개념을 중심으로 인공지능과 관련된 수학, 텍스트·이미지 자료의 표현, 분류와 경향성 및 예측, 최적화와 의사결정으로 수학교사들에게도 익숙한 내용이 아닌 주제중심의 배치로 이루어졌다. 그리고 ‘관련 학습 요소’에는 인공지능에서 수학이 어떻게 활용되는지를 제시하고 있다.

### 3. 선행연구

최근 발표된 국내외의 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. 우선 국내 연구로 고호경(2020)의 연구 「인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고」에서는 AI 역량과 밀접한 교과인 수학에서 다루어야 하는 AI 관련 교육 내용을 고찰하고, AI의 기능에 따라 학습해야 하는 수학 내용을 정리하여 제시하였다. AI의 기능으로 ‘데이터 표현’, ‘데이터 분석’, ‘텍스트 마이닝’, ‘클러스터링·신경망’, ‘비지도학습·신경망’, ‘예측’, ‘최적화’ 7가지를 제시하였고, 그 관련 내용으로 행렬의 연산, 벡터, 상대대수, 베이저안 의사 결정 등을 예로 들었다. 이상구 외(2020)의 「인공지능(Artificial Intelligence)과 대학수학교육」 연구에서는 AI를 이해하기 위한 수학 개념을 정리하였는바, 대학수학과목과 해당 과목에서 선택된 필수 수학 개념으로 분류하였다. 그 예로, 선형대수학에서 벡터, 정사영, 최단거리, 선형연립방정식 등, 다변수 미적분학에서는 극한과 도함수, 미분의 응용, 경사 하강법, 중적분, 함수의 극대·극소, 그리고 기초통계/확률에서는 통계학과 R, 순열, 조합, 확률변수, 공분산과 상관계수 등을 제시하였다.

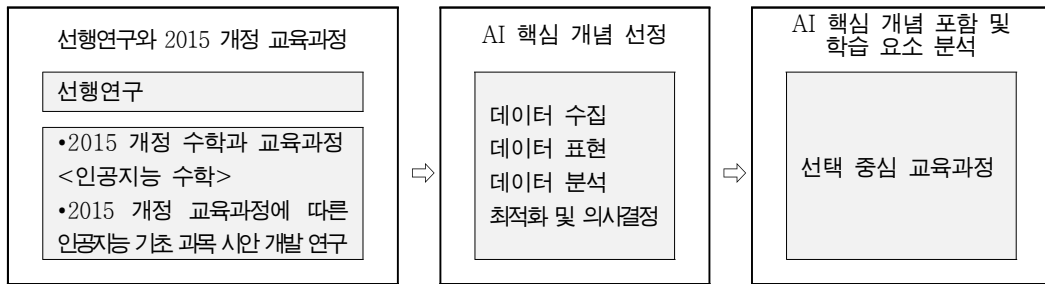
한편, 국외 연구를 살펴보면 Gadanidis(2017)는 「Artificial Intelligence, Computational Thinking, and Mathematics Education」 연구에서 K-8학년 학생을 대상으로 인공지능(AI), 컴퓨팅 사고(CT), 그리고 수학교육(ME)의 교차점을 비고츠키의 사회문화적 관점에서 지식의 상호작용을 토대로 살펴보고 AI, CT, ME의 공통적 핵심 구성 요소로 학습보조(agency), 현상 모델링, 개념 추상화 등 3가지 요소를 도출하였다. Shih(2019)는 분해, 패턴인식, 추상화, 알고리즘으로 전개되는 컴퓨팅 사고의 단계 제시를 통해 AI의 학습 원리를 이해하도록 하였다. Guo(2019) 역시도 「Coding the 7 Steps of Machine Learning」에서 AI를 교육에 적용하기 위해 머신러닝의 7단계 학습 절차(데이터 수집(Gathering Data) → 데이터 준비(Preparing that Data) → 모델 선택(Choosing a Model) → 훈련(Training) → 평가(Evaluation) → 초매개변수 조정(Hyperparameter Tuning) → 예측(Prediction))을 제시하였다. 실제로 위 연구에서 다룬 컴퓨팅 사고 기반의 추상화 과정과 기초 지식 학습을 기반으로 판단하고 추론하는 기능 구현의 머신러닝은 AI 교육의 중요한 주제이기도 하다. 이외 Berendt 등(2020)은 「AI in Education: Learner Choice and Fundamental Rights」를 통해 AI의 이점과 위험성을 연구하였다. 이처럼 최근의 AI 연구의 특징을 정리하면, 초중학교에서의 AI에 대한 기본적인 소양이나 AI의 기능, 그리고 AI를 이해하기 위한 대학 수학 개념을 정리한 연구가 별개로 진행되었음을 알 수 있다. 따라서 이러한 국내외 연구를 토대로 수학교육 측면, 특히 향후 진로설계를 위한 고등학교 수학에서의 AI 교수·학습을 위한 추가적인 연구가 필요하다는 시사점을 얻을 수 있다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 연구내용

본 연구에서는 지능정보화사회를 대비하기 위한 AI 교육이 수학과 교육과정에 어느 정도 반영되어 있는지 살펴보고자, 교육부고시 제2020-236호(2020.09.11.)에 의거 <인공지능 수학> 과목에 관한 내용 체계 및 성취기준을 근거로 하여 선택 중심 교육과정(<수학>, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계>, <기하>, <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>)을 대상으로 AI 핵심 개념 포함 여부를 비교 분석하였다.

우선, 선행연구와 한국과학창의재단(2020a)의 ‘2015 개정 교육과정에 따른 인공지능 기초 과목 시안 개발 연구’, 한국과학창의재단(2020b)의 ‘2015 개정 수학과 교육과정 인공지능 수학 과목 시안 개발 연구’, 또한 수학과 교육과정(제2020-236호)에서 제시하고 있는 영역(핵심 개념 및 내용 요소) 가운데 AI 개념 이해 및 학습을 위해 수학교과에서 다루어야 하는 AI 핵심 개념으로 ‘데이터 수집’, ‘데이터 표현’, ‘데이터 분석’, ‘최적화 및 의사결정’ 등 4가지를 선정하였다. 그리고 <인공지능 수학> 과목의 핵심 개념 및 관련 학습 요소를 중심으로 <인공지능 수학>의 내용 체계의 적정성을 살펴보았다. 연구 설계는 다음 [그림 III-1]과 같다.



[그림 III-1] 연구 설계

#### 2. 분석대상

<표 III-1>과 같이 2015 개정 수학과 교육과정의 선택 중심 교육과정의 내용 영역(핵심 개념 및 내용 요소)이다. 또한 AI 국가전략에 따라 AI 기본 소양 교육의 일환으로 새로 도입된 <인공지능 수학> 과목(<표 III-1>의 볼드체)의 내용 영역도 포함된다. 이 가운데 <인공지능 수학>을 제외한 과목에서는 AI 핵심 개념 포함 여부를 조사하고, <인공지능 수학> 과목에서는 ‘핵심 개념’ 및 ‘관련 학습 요소’의 구성 체제에 대해 분석하였다.

<표 III-1> 2015 개정 수학과 선택 중심 교육과정

공동 과목	선택 과목	
	일반 선택	진로 선택
수학	수학 I·수학 II·미적분· 확률과 통계	기하·실용 수학·경제 수학· 수학과제 탐구· 기본 수학· <b>인공지능 수학</b>

## IV. 결과 분석

### 1. AI 핵심 개념

분석대상인 선택 중심 교육과정의 공통 과목인 <수학> 1개 과목과 선택 과목 가운데 일반 선택 과목인 <수학 I> 과목을 포함하여 <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계> 등 4개 과목, 진로 선택 과목인 <기하>를 포함하여 <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>, <기본수학> 등 5개 과목, 모두 10개 과목을 대상으로 내용 영역(핵심 개념 및 내용 요소)을 조사하였다. 그리고 과목별 조사 결과는 아래 <표 IV-1>, <표 IV-3>, <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-1> 2015 개정 수학과 교육과정의 내용 영역(핵심 개념 및 내용 요소 수) 조사 결과

과목	선택 중심 교육과정									
	공통 과목	선택 과목								
		일반 선택 과목				진로 선택 과목				
	수학	수학 I	수학 II	미적분	확률과 통계	기하	실용 수학	경제 수학	수학과제 탐구	기본 수학
M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	
핵심 개념	6	3	3	3	3	3	3	4	2	6
내용 요소	16	6	8	7	6	6	6	10	8	12

\* 'M0-M9'는 과목의 임의 표기로 이하 필요시 사용함.

핵심 개념 수는 <표 IV-1>과 같이 기초 소양과 기본 학력 함양에 중심을 둔 공통 과목인 <수학> 과 학업능력이 부족한 학생을 위한 과목인 <기본 수학>이 6개로 가장 많은 것으로 나타났으며, 수학적 지식과 기능을 활용하여 경제 및 금융의 기본 개념 이해를 돕는 <경제 수학>이 4개로 다음 순이었다. 반면, <수학>을 학습한 후 수학과제 탐구 방법을 익히고 학생의 관심과 흥미에 맞는 수학 과제를 선정하여 탐구하는 <수학과제 탐구>가 2개로 가장 적었다. 그 외 나머지 과목은 모두 3개의 핵심 개념을 제시하고 있는 것으로 조사되었다. 핵심 개념 수와 마찬가지로 내용 요소의 경우에도 <수학>이 가장 많은 16개로 나타났으며, <기본 수학> 역시 12개로 많은 내용 요소를 담고 있는 것으로 나타났다. 그리고 <수학과제 탐구> 과목은 핵심 개념 수에 비해 상대적으로 높은 비율의 내용 요소(8개)를 제시하고 있는 것을 알 수 있다.

이러한 2015 개정 수학과 교육과정의 내용 영역에서 AI 핵심 개념 포함 여부를 조사하기 위한 AI 핵심 개념과 일반화된 지식, 내용 요소를 <표 IV-2>에 기술하였으며, AI 핵심 개념과 관련한 내용 요소의 구체적 하위 범주는 <표 IV-3>, 그리고 AI 핵심 개념의 내용 범주와 관련된 수학적 내용 요소는 고희경(2020), 이상구 외(2020)를 비롯한 국내외 AI 연구와 이외 관련 문헌을 통해 정리한 것을 <표 IV-4>에 나타내었다. 다만, AI 핵심 개념의 내용 범주와 관련된 수학적 내용 요소는 엄밀히 구분하기 어려우며(예를 들면, 벡터와 행렬은 데이터 표현에 이용되면서 실제 데이터를 분석할 때도 필요한 수학적 개념이다), 또한 <표 IV-4>에 제시된 이외에 많은 수학적 내용 요소가 포함될 수 있으나 여기서는 선택 중심 교육과정을 중심으로 고등학교에서 다룰 수 있는 내용 일부를 제시하였다.

수학과 인공지능(AI) 핵심 개념과 <인공지능 수학> 내용 체계 분석

<표 IV-2> AI 핵심 개념, 일반화된 지식, 내용 요소

AI 핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소
데이터 수집	정보기술을 활용하여 문제 해결에 필요한 데이터 수집	• 필요한 데이터 수집
데이터 표현	정보 활용 목적에 따라 효율적인 디지털 표현 방법 (숫자, 문자, 그림, 소리 등)	• 데이터의 유형과 디지털 표현 • 효율적인 디지털 표현
데이터	문제해결을 위한 방법과 절차로 분류, 처리, 구조화	• 데이터 • 정보의 구조화 및 관리 (분류, 경향성과 예측)
최적화 및 의사결정	데이터에 가장 적합한 의사 결정을 위한 모델링	• 최적화와 의사결정

<표 IV-3> AI 핵심 개념과 내용 범주

AI 핵심 개념	내용 범주
데이터 수집	직접수집(설문, 센서를 통한 수집), 간접수집(제공되는 공공·민간 데이터) 데이터 포맷의 종류(CSV, JSON, XLSX), 데이터의 정제 및 선택
데이터 표현	정형 데이터, 비정형 데이터, 범주형 데이터, 연속형 데이터
데이터	군집화, 차원축소, 회귀, 분류, 강화학습
최적화 및 의사결정	손실함수, 경사하강법

<표 IV-4> AI 핵심 개념의 내용 범주와 관련된 수학 내용 요소

AI 핵심 개념	수학 내용 요소
데이터 수집	자료의 정리
데이터 표현	벡터, 행렬, 집합, 그래프
데이터	명제, 진리값, 삼각함수, 거리(Norm, Mahalanobis distance), 지수함수, 로그함수, 집합의 분할, 순열, 조합, 확률, 조건부확률, 결합확률분포, 통계, 공분산, 베이즈 정리 (Bayes' Rule), 회귀분석, 선형대수
최적화 및 의사결정	함수, 함수의 극한, 미분, 편미분, 다변수 함수, 분포, 선형회귀, 최적화 이론 (Bellman equation), 마르코프 결정 과정(Markov Decision Process)

다음 <표 IV-5>는 AI 핵심 개념의 내용 범주와 관련된 수학적 내용 요소인 <표 IV-4>와 관련하여 선택 중심 교육과정 과목인 <수학>, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계>, <기하>, <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>, <기본 수학>을 대상으로 AI 핵심 개념 포함 여부를 조사한 결과이다.

<표 IV-5> AI 핵심 개념 포함 여부 조사 결과

AI 핵심 개념	선택 중심 교육과정									
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
데이터 수집							1(1)			
데이터 표현	2(2)					1(2)				2(2)
데이터	3(4)*	2(2)			3(4)		2(2)			2(2)
최적화 및 의사결정	1(1)		2(2)	2(2)				1(1)		1(1)

\* M0 과목의 데이터 분석 '3(4)' 표기는 3개의 수학적 핵심 개념과 4개의 내용 요소를 나타낸 것임.

<표 IV-5>에서와 같이 <수학과제 탐구> 과목(M8)을 제외하고서는 모든 교과목에서 AI 핵심 개념과 관련된 수학적 개념을 다루고 있는 것을 알 수 있다. 다만, <M8> 과목의 경우에는 AI 학습과는 형식적으로 관련성이 매우 적다고 할 수도 있겠으나 수업 담당 교사가 AI 관련 주제를 탐구과정으로 운용할 경우 내용면에서 얼마든지 AI 핵심 개념을 다루는 교과목이 될 수 있어 <M8> 과목의 AI 핵심 개념 포함 여부 판단은 제외하는 것이 타당하다. 한편, AI 핵심 개념 포함 여부를 정량적으로 살펴보면, <수학> 과목이 6개의 수학적 개념과 7개의 내용 요소로 타 교과목에 비해 상대적으로 AI 핵심 개념과 관련된 수학적 개념을 많이 다루고 있었으며, 그 다음은 <기본 수학>이 5개의 수학적 개념과 5개의 내용 요소, 그리고 3개의 수학적 개념과 4개의 내용 요소를 다루고 있는 <확률과 통계> 과목 순으로 나타났다. 그렇지만 <표 IV-1>에서의 수학적 개념 수와 내용 요소의 비율 측면에서는 <확률과 통계>가 가장 높은 과목으로 나타났다. 그것은 <확률과 통계> 과목의 3개의 수학적 개념(경우의 수, 확률, 통계) 모두와 내용 요소 6개 가운데 4개(순열과 조합, 조건부확률, 확률분포, 통계적 추정)가 AI 핵심 개념과 관련되어 다른 교과목에 비해 상대적 비율이 높기 때문이었다. 아래 <표 IV-6>은 <표 IV-5>의 AI 핵심 개념 포함 여부를 수학적 핵심 개념과 내용 요소로 구분하여 정리한 것이다.

<표 IV-6> AI 핵심 개념 포함 내용 영역(핵심 개념과 내용 요소)

AI 핵심 개념	데이터 수집	데이터 표현	데이터 분석	최적화 및 의사결정	
과 목	M0	<ul style="list-style-type: none"> <li>도형의 방정식(평면좌표)</li> <li>집합과 명제(집합)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도형의 방정식(직선의 방정식)</li> <li>집합과 명제(명제)</li> <li>경우의 수(경우의 수, 순열과 조합)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>함수와 그래프(함수)</li> </ul>	
	M1		<ul style="list-style-type: none"> <li>지수함수와 로그함수(지수함수와 로그함수)</li> <li>삼각함수(삼각함수)</li> </ul>		
	M2			<ul style="list-style-type: none"> <li>함수의 극한과 연속(함수의 극한)</li> <li>미분(미분계수)</li> </ul>	
	M3			<ul style="list-style-type: none"> <li>미분법(여러 가지 함수의 미분, 여러 가지 미분법)</li> </ul>	
	M4		<ul style="list-style-type: none"> <li>경우의 수(순열과 조합)</li> <li>확률(조건부확률)</li> <li>통계(확률분포, 통계적 추정)</li> </ul>		
	M5		<ul style="list-style-type: none"> <li>평면벡터(벡터의 연산, 평면벡터의 성분과 내적)</li> </ul>		
	M6	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료(자료의 정리)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>규칙(식과 규칙)</li> <li>자료(자료의 해석)</li> </ul>	
	M7				<ul style="list-style-type: none"> <li>미분과 경제(미분)</li> </ul>
	M8				
	M9		<ul style="list-style-type: none"> <li>집합(집합)</li> <li>도형의 방정식(평면좌표)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경우의 수(순열과 조합)</li> <li>도형의 방정식(직선의 방정식)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>함수와 그래프(함수)</li> </ul>



위 <표 IV-6>을 보면, ‘데이터 분석’과 관련된 수학적 핵심 개념과 내용 요소의 비중은 높은 반면 ‘데이터 수집’과 관련된 수학적 내용의 비중은 낮은 것을 알 수 있다. 또한 교과목별 취급하고 있는 AI 핵심 개념도 다소 차이가 있음을 살펴볼 수 있다. 예를 들어, <수학> 과목(M0)은 ‘데이터 표현’, ‘데이터 분석’, ‘최적화 및 의사결정’ 등 여러 AI 핵심 개념을 다루고 있으나, <M1>은 ‘데이터 분석’, <M2>, <M3>, <M7>은 최적화 및 의사결정, <M5>는 ‘데이터 표현’과 관련된 개념과 내용 요소에 집중된 교육과정으로 편성되어 있음을 알 수 있다. 그러나 여기서 주목해야 하는 것은 AI 교육에 필요한 선택 중심 교육과정에 담긴 수학적 개념 및 내용 요소의 한계이다. 예를 들어, 데이터의 분포를 고려한 거리 계산 방법인 마할라노비스 거리(Mahalanobis distance), 여러 개의 확률변수를 고려한 분포인 결합확률분포(joint probability distribution), 다변수 함수를 다루기 위한 편미분(partial derivative) 등은 AI 핵심 개념을 충분히 이해하기 위해 필요한 수학적 개념과 내용 요소임에도 현 고등학교 교육 과정에는 다루고 있지 않다는 사실이다.

이상을 다음과 같이 세 가지로 요약할 수 있겠다. 첫째, <수학>을 비롯한 <확률과 통계> 등 선택 중심 교육과정의 수학적 핵심 개념과 내용 요소가 AI 핵심 개념을 이해하는데 긍정적 영향을 미칠 것이라는 예상이 가능하다. 둘째, 선택중심 교육과정의 수학적 개념 12개, 내용 요소 14개가 AI 핵심 개념인 ‘데이터 분석’에 활용되는 것을 비롯하여 여러 수학적 개념과 원리가 지능정보화사회에서 요구되는 AI 학습에 매우 유용하게 적용되고 있음을 알 수 있다. 셋째, 선택중심 교육과정의 수학적 핵심 개념과 내용 요소의 학습으로는 AI 핵심 개념에 대한 이해가 제한된 범위 내에서만 이루어질 수밖에 없는 한계가 있다.

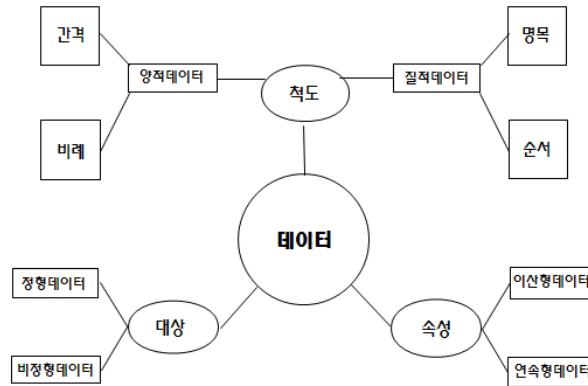
## 2. <인공지능 수학> 과목의 내용 체계

<인공지능 수학>의 내용 체계 특징을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, ‘자료3’, ‘분류와 예측’이라는 핵심 개념 용어의 사용이다. 사전적 의미(국립국어원, 2021)로 ‘자료’는 연구나 조사 따위의 바탕이 되는 재료 또는 만들거나 이루는데 바탕이 되는 물자나 재료를 가리킨다. 그러므로 ‘자료’에는 ‘정보’가 담고 있는 관찰이나 측정을 통하여 수집한 자료를 정리한 지식이라는 의미가 잘 드러나지 않는다. 그래서 ‘자료’ 용어의 사용은 지식과 인지 데이터 기반의 학습을 통해 새로운 상황을 판단 및 분석하고 문제를 해결하는 능력을 포함하는 최근의 AI 핵심 개념을 설명하는데 제약이 있을 수 있다. 따라서 ‘자료’보다는 AI 관련 산업에서 가장 많이 사용하는 용어인 데이터(data)로 핵심 개념의 용어를 대체하는 것을 고려해 볼 수 있다. 데이터는 컴퓨터가 처리할 수 있는 정보(문자, 숫자, 소리, 그림 등) 이외에 앞서 언급한 ‘자료’의 의미를 동시에 함의하고 있기 때문이다.

또 다른 핵심 개념인 ‘분류와 예측’의 용어 사용인데, 여기서 2가지 문제를 놓치고 있다고 볼 수 있다. 그 가운데 하나는 ‘분류와 예측’이라는 용어의 외현적 표현에 의한 것으로, ‘분류’는 범주형 데이터와 이산형 데이터, ‘예측’은 연속형 데이터에 국한된다고 간주할 가능성이 있다. 이것은 데이터의 분류, 즉 형식, 척도, 속성에 따른 데이터의 다양한 분류 방법이 있음에도 이에 대한 접근을 어렵게 만들고, 이로 인해 형식에 따라 구분되는 정형 데이터(structured data)와 비정형 데이터(unstructured data), 척도에 따라 구분되는 양적 데이터(quantitative data)와 질적 데이터(qualitative data), 그리고 속성에 따라 구분되는 연속형 데이터(continuous data)와 범주형 데이터(categorical data) 등 목적과 방법에 따라 데이터를 다르게 취급 처리될 수 있다는 점을 간과할 수 있다는 것이다([그림 IV-1]).

3) 황선욱 외(2021)의 <인공지능 수학> 교과서에서는 자료(data)로 제시하고 있음.



[그림 IV-1] 데이터의 종류

그리고 다른 하나는, ‘분류와 예측’은 의사 결정 활동으로 AI가 이를 수행하는 과정의 기술(한국과학창의재단, 2020)로 해석할 여지가 있어 AI가 문제해결을 위해 수행하는 절차와 방법인 알고리즘 구현을 온전하게 이해하기 어렵게 만들 수 있다. 그것은 AI 분야의 핵심은 데이터 기반의 기계 학습(machine learning)으로, AI가 단지 명시된 프로그램에 따라 수행하는 것이 아니라 해당 작업을 하는 동안 학습을 통해 기존의 알고 있던 방식을 심화·수정·개선하려는 인간의 수행 방식으로 처리하기 때문이다. 따라서 ‘분류와 예측’보다는 오히려 ‘데이터 분석’이 AI 교과목 학습의 취지에 더 부합하는 용어에 가깝다고 할 수 있다. 그리고 데이터를 분석한다는 것은 ‘분류와 예측’은 물론 기계 학습의 프로그래밍까지 포함할 수 있어 그 용어 사용의 범주가 더 넓다 하겠다.

둘째, <인공지능 수학>의 내용 체계에는 ‘데이터 수집’과 AI 윤리 관련 내용을 별도로 세분화하거나 제시하지 않았다. <표 II-1>에서 볼 수 있듯이 <인공지능 수학>의 ‘분류와 예측’의 ‘일반화된 지식’에서 ‘인공지능을 이용하면 자료를 정리, 분석하고 패턴을 찾아 새로운 대상에 대한 분류와 예측을 할 수 있으며, 이때 확률과 함수 등이 활용된다.’라며, 자료를 효과적으로 표현하는데 수와 수학 기호가 효과적인 도구라는 것, 그리고 자료를 정리, 분석하여 자료의 패턴을 찾을 수 있다는 것을 강조하고 있을 뿐, 데이터의 수집과 그 무엇보다 중요한 윤리적 행위자로서의 AI가 갖는 지위에 대한 포괄적 개념 제시가 없다. 따라서 데이터를 다룰 때 윤리적 측면을 고려하면서 필요한 데이터를 파악·정제하고 어떻게 수집할 것인가의 문제, 즉 데이터의 처리 과정과 AI 윤리를 접목시키는 복합적 접근 방식의 학습 내용이 <인공지능 수학>에 포함되어야 한다. 그것은 AI 교육은 윤리적인 가치 규범에 의해 판단과 행동이 통제받는 도덕적 AI를 대상으로 진행되어야 한다는 의미이다. 그러면서 AI의 역할에 대한 이해 증진과 AI의 사회 윤리적 문제에 관한 최소한의 해법이라도 찾을 수 있도록 학생을 안내하는 것이 바람직하다.

셋째, ‘관련 학습 요소’의 제시이다. 이 부분과 관련하여 한국과학창의재단(2020)은 <인공지능 수학> 과목에서 다루는 수학 개념과 원리를 다음과 같이 제시하였다.

2015 개정 초중고 수학과 교육과정의 내용 범위를 포함하여 인공지능(AI)에서 수학이 활용될 때 관련되는 주요 수학적 내용(함수, 확률, 행렬, 벡터, 미분, 통계 등)을 다룰 수 있도록 구성하되, 고등학교 공통 <수학> 내용 범위 이상의 수학 개념과 원리들은 인공지능에서의 쓰임을 알거나 활용할 수 있는 정도로 다루는 수준에서 제시하였다. (중간 생략) 관련 학습 요소는 고등학교 공통과목 <수학>까지 학습하지 않은 관련 내용 요소를 제시한 것 (이하 생략)

이를 근거로 <인공지능 수학> 과목에서는 본 과목의 성격에 부합하도록 다른 수학 교과목에서 제시한 ‘학습 요소’ 대신 ‘관련 학습 요소’로 제시하고 있는 바, 이것은 신설된 교과로 추가되는 학습 부담을 최소화한다는 취지와, 앞서 언급하였듯이 수학적 개념이나 원리를 이해하고 기능을 익히기보다는 그것들이 어떻게 AI에 활용되는지에 중점을 두었음을 주장한 것이라 할 수 있다. 또한, ‘분류와 예측’ 관련 학습 요소인 중학교 과정에서의 ‘두 점 사이의 거리’, ‘산점도’, ‘상관계수’, 그리고 ‘최적화’와 관련된 학습 요소인 공통과목 <수학>에서의 이차함수의 그래프와 이차함수의 최대, 최소는 ‘관련 학습 요소’에 제시하지 않았고, 반면 공통교육과정과 선택 중심 교육과정인 고등학교 수학에서 전혀 다루지 않았던 진리표, 순서도, 행렬, 유사도, 추세선, 손실함수, 경사하강법 등의 내용 요소들만을 제시하고 있다. 그러나 수학교실에서 직접 학생을 가르치는 수학교사는 이것을 다른 입장에서 받아들일 수도 있다. 우선 <인공지능 수학> 이외의 교과목에 제시된 ‘학습 요소’는 ‘수학적 활용보다 수학적 개념과 원리만을 강조하여 지도해도 된다는 것인가?’, 그리고 고등학교 공통과목 <수학>까지 지도한 내용을 제시하지 않은 것은 ‘<인공지능 수학> 지도 과정에서 전시 학습과의 연계성을 무시해도 된다는 것인가?’라고 왜곡 해석할 수 있다. 따라서 이에 대해서는 현장 교사를 비롯한 관련 종사자들이 충분히 이해할 수 있도록 좀 더 명확한 근거 제시와 배경 설명이 이루어져야 한다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 AI 교육을 위해 기본적으로 필요한 수학적 개념과 원리가 현재 적용되고 있는 2015 개정 수학과 교육과정(선택 중심 교육과정을 중심으로)에 어느 정도 반영되어 있는가를 살펴보고자, 한국과학창의재단(2020)의 ‘2015 개정 교육과정에 따른 인공지능 기초 과목 시안 개발 연구’, ‘2015 개정 수학과 교육과정 인공지능 수학 과목 시안 개발 연구’를 토대로 AI 개념 이해 및 학습을 위해 수학교과에서 다루어야 할 AI 핵심 개념으로 ‘데이터 수집’, ‘데이터 표현’, ‘데이터 분석’, ‘최적화 및 의사결정’ 등 4가지를 선정하였다. 그리고 AI 핵심 개념과 관련된 수학 내용 요소를 분석하고 이를 바탕으로 선택 중심 교육과정인 <수학>, <수학 I>, <수학 II>, <미적분>, <확률과 통계>, <기하>, <실용 수학>, <경제 수학>, <수학과제 탐구>, <기본 수학>의 각 영역별 핵심 개념과 내용 요소와 대비하여 AI 핵심 개념에 대한 포함 여부를 조사하였다. 또한 2015 개정 수학과 교육과정의 <인공지능 수학>의 내용 체계의 적정성을 핵심 개념과 관련 학습 요소 중심으로 살펴보았다. 이에 다음과 같은 몇 가지 시사점을 얻었다.

첫째, <인공지능 수학>의 학습 경로를 어떻게 설정할 것인가의 문제이다.

<인공지능 수학> 과목을 제외한 선택중심 교육과정 10개 과목 가운데 <수학과제 탐구> 이외의 9개 과목에서 AI 교육의 기초 배경이 될 수 있는 수학적 개념과 원리가 포함되어 있다. 특히, <수학>과 <확률과 통계>는 AI 핵심 개념과 밀접한 관련성이 있는 것으로 조사되었다. 이를 따르면 <인공지능 수학>은 <수학>, <확률과 통계> 최소한 2개 과목을 학습한 이후의 이수 과정으로 학습 경로를 설정하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 여기에 <수학 I>과 함수의 극한과 미적분을 다루는 <수학 II>, <미적분>을 학습 경로에 포함(예를 들어, <수학> → <수학 I> → <수학 II> → <미적분> → <확률과 통계> → <인공지능 수학> 또는 <미적분>과 <확률과 통계>는 이수 순서를 바꾸어도 됨)시킨다면 좀 더 이상적인 학습이 이루어질 것으로 기대할 수 있다. 다만, <인공지능 수학>이 진로 선택 과목으로 운영되어 해당 과목을 이수하기가 좋은 조건은 아니라고 할 수 있다. 또한 일반계고, 특성화고, 특수목적고 등 다양한 학교 형편에 따라 <인공지능 수학>을 학교 교육과정 내에 편성하고 운영하기가 쉽지

않을 것으로도 예상된다. 그렇지만 지능정보사회에 대비하고 학생의 진로·적성을 고려한 학습 선택권 보장이라는 취지에서 <인공지능 수학>에 대한 학교 현장의 적극적인 교수·학습 지원이 필요하다고 할 수 있다.

둘째, <인공지능 수학>의 성격에 관한 재정의 논의 문제이다.

한국과학창의재단(2020)은 <인공지능 수학>의 성격에 대해 다음과 같이 설명하고 있다.

인공지능에 필요한 공통 <수학> 이상의 수학 내용은 이해를 돕는 수준에서 진행하고 대신 이를 활용하여 인공지능의 여러 기술들과 어떻게 연결되는지 학생들이 경험할 수 있도록 한다.

2015 개정 수학과 교육과정의 수학 핵심 개념과 내용 요소의 학습을 통해 현재의 성격 정의에 따라 편찬된 <인공지능 수학> 교과목 학습에는 다소 접근이 가능하겠으나, 실질적인 AI 핵심 개념 이해에는 제한적일 수밖에 없다. 예를 들어, 데이터의 분포를 고려한 거리 계산 방법인 마할라노비스 거리(Mahalanobis distance), 여러 개의 확률변수를 다루는 결합확률분포(joint probability distribution), 2개의 확률변수의 선형 관계를 나타내는 값인 공분산(covariance), 빅데이터와 AI에 적극적으로 활용되고 있는 베이즈 정리(Bayes' Rule) 등의 학습이 이루어지지 않은 상태에서 AI가 수행하는 데이터 분석(<인공지능 수학> 교과목에서는 '분류와 예측')에 대한 실제적 이해에는 한계가 있을 수 있다. 그리하기에 <인공지능 수학>의 '자료의 표현'에서 AI 핵심 개념의 이해를 돕기 위한 관련 학습 요소에 선택 중심 교육과정에서 다루지 않았던 행렬 내용을 포함시킨 것(예를 들어, 이미지 자료는 행렬로 표현할 수 있음)이 충분히 납득된다. 교육부(2020)에서도 '포스트코로나 대비 미래지향적 수학과 교육과정 구성 방안 연구'를 통해 지능정보 소양 교육을 위한 내용 재구조화를 주문하면서 미래 지향적인 수학 교육 내용으로 행렬과 공간벡터, 알고리즘의 필요성을 확인하였다고 선언하였다. 따라서 '인공지능에 필요한 공통 <수학> 이상의 수학 내용은 이해를 돕는 수준'과 관련하여 2022 개정 수학과 교육과정에서의 <인공지능 수학>의 성격에 대한 새로운 정의 논의와 '이해를 돕는 수준'이 어디까지인지 명확한 기준 설정이 필요하다고 할 수 있다.

셋째, <인공지능 수학>의 '핵심 개념' 선정 및 용어 선택에 관한 문제이다.

<인공지능 수학>에서는 '인공지능과 수학', '자료의 표현', '분류와 예측', '최적화'의 4개 핵심 개념으로 구성하고, 이에 대한 각각의 핵심 개념 선정 이유를 밝히고 있다. 먼저, '인공지능과 수학'은 인공지능에 수학이 활용되고 있고 그 활용의 예시를 찾아보는 활동을 할 수 있도록 위함이며, '자료의 표현'은 텍스트 자료와 이미지 자료를 통해 자료를 컴퓨터가 쉽게 처리하는 방법을 다루어봄으로써 대상을 조작적으로 다루는 수학적 체계 활용 방법과 수학의 유용성을 배울 수 있도록 하고, '분류와 예측'에서는 컴퓨터가 체계적으로 진행하기 위해서 어떻게 기준을 정하고 수학적 방법을 적용할 수 있는지를 살펴봄으로써 수학의 역할을 잘 이해하도록 도우며, '최적화'는 '분류와 예측'의 정확도를 높이는 AI의 핵심 요소이기 때문에 반드시 필요하다는(한국과학창의재단, 2020) 이유에서였다.

하지만 AI가 수행하는 프로그래밍을 더 잘 이해하기 위해서는 실제 데이터를 수집하고 분석하는 처리 과정을 직접 다뤄보는 경험이 필요하다. 그리고 이러한 경험은 데이터를 다루는 역량 함양에 기여할 뿐만 아니라 다양한 데이터의 소재 발굴을 통해 AI 교육에 흥미를 갖도록 동기유발을 촉진할 수 있으며, 특히 간과하기 쉬운 AI 윤리에 대해 자가 점검하는 계기가 될 수도 있기 때문이다. 이에 대해 <인공지능 수학>의 내용 체계에 '데이터 수집' 단원을 제시하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 또한 '자료', '분류와 예측'이라는 용어 사용 선택에 있어서도 살펴볼 필요도 있다. 먼저 '자료'는 <인공지능 수학>에서 본래 다루고자 하는 데이터의 의미를 제대로 살리기 어려운 용어이다. '자료'에는 관찰이나 측정을 통해 수집한 자료의 정리 지식인 '정보'의 의미가 잘 드러나지 않을 뿐만 아니라, 전술하였듯

이 ‘자료’ 용어는 지식과 인지 데이터 기반 학습을 통해 새로운 상황을 판단·분석하고 문제를 해결하는 능력을 설명하는데 한계가 있을 수 있기 때문이다. 따라서 AI와 관련해서 가장 많이 사용되고 있는 ‘데이터’로 해당 용어를 대체하는 것도 생각해 볼 수 있다. 또한 ‘분류와 예측’에는 디지털 시대를 살아가는 데 필요한 기본적인 수학 소양으로 최근 화두가 되고 있는 알고리즘(교육부, 2020)의 의미를 확인하기 쉽지 않다. 그리고 ‘분류와 예측’이라는 용어의 외현적 표현으로 인해 ‘분류’는 범주형 데이터와 이산형 데이터, ‘예측’은 연속형 데이터로만 받아들여진 수 있어 형식, 척도, 속성에 따른 데이터의 다양한 분류 방법 사고에 접근하기 어렵게 만들 수 있다. 따라서 AI 교과목 학습의 취지에 더 부합하고 기계 학습의 프로그래밍 의미까지 포함할 수 있어 그 용어의 범주가 넓은 ‘데이터 분석’이 적절하다는 판단이 든다.

넷째, <인공지능 수학> 내용 체계의 ‘관련 학습 요소’ 제시에 관한 문제이다.

한국과학창의재단(2020)은 <인공지능 수학>을 기존 수학 과목들처럼 수학적 개념과 원리를 이해하고 이를 적용한 문제풀이 보다는 AI 사례에서 어떠한 수학적 개념과 원리가 어떻게 쓰이는지 이해하고 이를 활용한 경험이 중요시 되는 과목이라고 설명하고 있다. 그리고 이러한 취지를 살리기 위해 다른 수학 교과목에서 제시한 ‘학습 요소’가 아닌 ‘관련 학습 요소’로 대체 제시하였다고 부연하였다. 그러면서 ‘관련 학습 요소’에 고등학교 공통과목 <수학>까지 학습하지 않은 내용 요소만을 제시하였는데, 예를 들어, 초중고 수학에서 전혀 다루지 않았던 진리표, 순서도, 행렬, 유사도, 추세선, 손실함수, 경사하강법 등의 제시가 그 예이다. 그렇지만 이러한 제시 방법은 다른 2가지 해석을 낳을 수 있다. 하나는 <인공지능 수학> 이외의 교과목에 제시된 ‘학습 요소’는 ‘학생에게 수학적 활용 측면은 축소하고 단지 수학적 개념과 원리만을 익히도록 지도해도 되는 것인가?’이다. 또 다른 하나는 수학 내용의 연결성에 관한 것으로, ‘초중학교와 고등학교 공통과목 <수학>까지 지도한 내용을 ‘관련 학습 요소’에 제시하지 않은 것이 <인공지능 수학> 지도 과정에서 오히려 전시 학습과의 연계성을 강조하지 않아도 되는 것인가?’라는 물음이다. 따라서 이 문제에 대해서는 더 많은 관련 종사자들의 적극적인 논의와 숙의 과정이 필요하다고 할 수 있다.

이외, 후속 연구에서는 <인공지능 수학>을 현재 교육과정 내용 체계 내에서 가르칠 것인지, 아니면 ‘행렬’ 내용을 추가한 것처럼 AI 학습과 관련된 내용 요소를 추가하여 좀 더 풍부한 수학적 배경 위에서 학생을 가르칠 것인지, 내용을 추가한다면 어느 수준의 어느 내용 영역까지를 추가 할 것인가의 논의가 요구된다. 또한 AI 학습에서 다루는 일반적 내용 체계인 비지도 학습(unsupervised Learning), 지도 학습(supervised Learning), 강화 학습(Reinforcement Learning)으로 내용 체계를 구성하는 것이 추후 AI와 관련된 진로 결정의 학생에게 학습의 일관성 측면에서 도움이 되는 것은 아닌지 숙고할 필요도 있다. 여기에, 지능정보화사회를 대비하기 위한 수학과 핵심역량의 방향이 올바르게 설정되어 있는가, <인공지능 수학>의 적절한 운영 시수 연구와 지능정보화사회에 따른 수학교사의 전문성 강화 방안, 그리고 <인공지능 수학>에서 탐구가 가능한 공학적 도구의 활성화 방안 연구 등이 이루어지길 바란다.

## 참고 문헌

- 고호경(2020). 인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고, **한국학교수학회 논문집**, 23(2), 223-237.
- 과학기술정보통신부(2019). “IT 강국을 넘어 인공지능 강국으로!” 인공지능 국가전략. 보도자료 (2019.12.17.)
- 교육부(2016). **지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략**. 세종: 교육부.
- 교육부(2020). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2020-236호 [별책 8]. 세종: 교육부.
- 국립국어원(2021). **표준국어대사전**. Retrieved from <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do>
- 위키백과(2021). **위키백과**. Online Edition. Retrieved from <https://ko.wikipedia.org/wiki>
- 이상구, 이재화, 함윤미(2020). 인공지능(Artificial Intelligence)과 대학수학교육, **한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>**, 34(1), 1-15.
- 한국교육개발원(2016). **2016 해외교육동향**. 한국교육개발원 연구자료 CRM 2016-184-01.
- 한국과학창의재단(2020a). **2015 개정 교육과정에 따른 인공지능 기초 과목 시안 개발 연구**. 한국과학창의재단 연구자료 BD20120003.
- 한국과학창의재단(2020b). **2015 개정 수학과 교육과정 인공지능 수학 과목 시안 개발 연구**. 한국과학창의재단 연구자료 BD20100001.
- 황선욱, 권성운, 정두섭, 박상의, 홍창섭(2021). **고등학교 인공지능수학**. 서울: (주)미래엔
- Berendt, B., Littlejohn, A., & Blakemore, M. (2020). AI in Education: Learner Choice and Fundamental Rights. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 312-324.
- Gadanidis, G. (2017). Artificial Intelligence, Computational Thinking, and Mathematics Education. *International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2), 133-139.
- Guo, Y. (2019). Coding the 7 Steps of Machine Learning. Retrieved September 22, 2021, from <https://www.slideshare.net/Codemotion/yufeng-guo-coding-the-7-steps-of-machine-learning-codemotion-madrid-2018>
- Shih, W. C. (2019). Integrating Computational Thinking into the Process of Learning Artificial Intelligence. *In Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education and Multimedia Technology*, 364-368. ACM.
- UNESCO (2019). *Planning Education in the AI Era: Lead the Leap*. International Conference on Artificial Intelligence and Education.

# The Core Concepts of Mathematics for AI and An Analysis of Mathematical Contents in the <AI Mathematics> Textbook

Kim Changil<sup>1)</sup> · Jeon, Youngju<sup>2)</sup>

## Abstract

In this study, 'data collection', 'data expression', 'data analysis, and 'optimization and decision-making' were selected as the core AI concepts to be dealt with in the mathematics for AI education. Based on this, the degree of reflection of AI core concepts was investigated and analyzed compared to the mathematical core concepts and content of each area of the elective course. In addition, the appropriateness of the content of <AI Mathematics> was examined with a focus on core concepts and related learning contents. The results provided some suggestions for answering the following four critical questions. First, How to set the learning path for <AI Mathematics>? Second, is it necessary to discuss the redefinition of the nature of <AI Mathematics>? Third, is it appropriate to select core concepts and terms for <Artificial Intelligence Mathematics>? Last, is it appropriate to present the relevant learning contents of the content system of <AI Mathematics>?

Key Words : Artificial intelligence, Core concepts, Mathematics content for artificial intelligence

Received November 22, 2021

Revised December 19, 2021

Accepted December 20, 2021

---

\* 2010 Mathematics Subject Classification : 97B99, 97U99

1) DanKook University (kci206@dankook.ac.kr)

2) JeonBuk National University (jyj@jbnu.ac.kr), Corresponding Author