

인공지능 수학

1. 성격 및 목표

가. 성격

〈인공지능 수학〉은 인공지능의 데이터 처리와 의사 결정에 수학이 활용되는 다양한 사례를 경험함으로써, 인공지능과 수학의 관련성을 탐구하는 과목이다. 〈인공지능 수학〉에서 학습한 내용은 수학의 개념, 원리, 법칙을 인공지능과 같은 타 영역과의 융합적 관점에서 이해하고 활용하는데 도움이 된다.

〈인공지능 수학〉을 학습한 학생들은 다양한 인공지능의 활용 상황에서 논리적 근거를 토대로 합리적인 의사 결정을 할 수 있고, 인공지능의 개념과 역사를 통해 인공지능의 알고리즘이 논리와 수학에 기초하며 빅데이터의 활용을 통해 새로운 가치가 만들어짐을 인식할 수 있다. 또한 인공지능의 데이터 처리와 의사 결정에 다양한 수학적 원리가 사용됨을 이해하고, 인공지능이 데이터의 경향성을 파악하고, 최적화함으로써 미래를 예측할 수 있음을 이해할 수 있다. 나아가 인공지능에 활용되는 수학의 유용성을 인식할 뿐 아니라, 데이터의 공정성을 확보하기 위한 태도를 갖추고 적절한 공학 도구를 활용함으로써 디지털·인공지능 소양을 함양할 수 있다. 〈인공지능 수학〉은 자신의 진로와 적성을 고려하여 인공지능 분야에서 수학이 어떻게 활용되는지 알기를 원하는 학생들이 선택할 수 있다. 〈인공지능 수학〉에서 학습한 내용은 자연과학, 공학, 의학뿐만 아니라 경제·경영학을 포함한 사회과학, 인문학, 예술 및 체육 분야를 학습하는 데 기초가 된다.

학생들은 〈인공지능 수학〉의 학습을 통해 수학 지식을 이해하고 수학적 사고 과정에 요구되는 기능을 형성하며 수학의 가치를 인식하고 바람직한 수학적 태도를 갖추어 수학 교과 역량을 함양할 수 있다. 또한 〈인공지능 수학〉을 학습하는 과정에서 협력하여 문제를 해결하고 성찰하는 경험을 통해 다른 사람에 대한 포용성을 갖춘 민주 시민이자 인간과 환경의 공존 및 지속가능한 발전을 추구하며 사회적 책임감을 가지고 합리적으로 의사 결정하는 세계 공동체의 일원으로 성장할 수 있다.

나. 목표

〈인공지능 수학〉의 개념, 원리, 법칙을 이해하고 수학의 가치를 인식하며 바람직한 수학적 태도를 길러 수학적으로 추론하고 의사소통하며 다양한 현상과 연결하여 정보를 처리하고 문제를 창의적으로 해결하는 수학 교과 역량을 함양한다.

- (1) 인공지능과 관련된 수학을 이해하고 활용하여 적극적이고 자신감 있게 여러 가지 문제를 해결한다.
- (2) 인공지능과 관련된 수학에 흥미와 관심을 갖고 추측과 정당화를 통해 추론한다.
- (3) 인공지능에서 활용되는 수학적 사고와 전략에 대해 의사소통하고 수학적 표현의 편리함을 인식한다.
- (4) 인공지능과 관련된 수학의 개념, 원리, 법칙 간의 연결성을 탐구하고 실생활이나 타 교과에 수학을 적용하여 수학의 유용성을 인식한다.
- (5) 목적에 맞게 교구나 공학 도구를 활용하며 자료를 수집하고 처리하여 정보에 근거한 합리적 의사 결정을 한다.

2. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

핵심 아이디어		<ul style="list-style-type: none"> · 수학은 인공지능의 기반이 되며 인공지능 기술 전반에 활용된다. · 집합, 벡터, 행렬 등은 인공지능의 데이터 처리에 이용된다. · 확률, 함수, 미분 등에 기반한 인공지능 기술은 데이터의 경향성을 파악하고 최적화하며 합리적인 의사 결정을 하는 데 활용된다. · 인공지능으로 실생활 문제를 해결하는 과정에는 수학적 원리가 활용된다.
범주	구분	내용 요소
지식 · 이해	인공지능과 빅데이터	<ul style="list-style-type: none"> · 인공지능의 개념과 역사 · 빅데이터와 인공지능
	텍스트 데이터 처리	<ul style="list-style-type: none"> · 텍스트 데이터 표현 · 텍스트 데이터 분석
	이미지 데이터 처리	<ul style="list-style-type: none"> · 이미지 데이터 표현 · 이미지 데이터 분석
	예측과 최적화	<ul style="list-style-type: none"> · 경향성과 예측 · 최적화
	인공지능과 수학 탐구	<ul style="list-style-type: none"> · 합리적 의사 결정 · 인공지능과 수학 탐구
과정 · 기능		<ul style="list-style-type: none"> · 인공지능을 사용하여 합리적으로 문제해결하기 · 인공지능의 학습방식을 수학적으로 해석하기 · 인공지능과 관련된 수학의 개념, 원리, 법칙 탐구하기 · 최적화된 예측을 위한 추세선 찾기 · 데이터를 목적에 맞게 표현하기 · 인공지능과 관련된 수학의 원리와 방법 설명하기 · 인공지능을 위한 빅데이터의 활용 방법 찾기 · 수학적 표현을 사용하며 데이터 변환하기 · 데이터를 요약하고 유용한 정보 추출하기 · 수학적 원리 및 공학 도구를 예측에 이용하기
가치 · 태도		<ul style="list-style-type: none"> · 데이터 편향성을 고려하여 공정성을 추구하는 태도 · 데이터를 표현하는 수단으로서 수학적 표현의 유용성 인식 · 수학적 원리를 이용한 최적화 과정을 통해 합리적으로 의사 결정하는 태도 · 인공지능에 활용되는 수학적 원리에 대한 흥미

나. 성취기준

(1) 인공지능과 빅데이터

- [12인수01-01] 인공지능의 개념을 이해하고 학습 방식을 수학적으로 해석할 수 있다.
- [12인수01-02] 인공지능에서 수학을 활용한 역사적 사례를 탐구하고 설명할 수 있다.
- [12인수01-03] 빅데이터의 개념과 특성을 알고 인공지능에서 빅데이터를 활용한 사례를 찾을 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12인수01-01] 기계학습에서 지도학습, 비지도학습, 강화학습의 특성을 소개하고, 딥러닝에서 퍼셉트론의 가중치와 활성화함수의 의미를 이해하게 한다.
- [12인수01-02] 논리합(OR), 논리곱(AND), 배타적논리합(XOR)과 같은 논리 연산을 진리표를 사용하여 소개하고, 다층퍼셉트론으로 배타적논리합(XOR) 문제를 해결하는 과정을 이해하게 한다. 실생활 예제를 활용하여 전문가시스템의 규칙 기반 표현 방법과 추론 과정을 설명하게 한다.
- [12인수01-03] 빅데이터의 수집 및 분석과정과 이를 인공지능에서 활용한 사례를 소개하고, 데이터 활용에서 발생할 수 있는 편향성을 고려하여 공정성을 추구할 수 있게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- ‘인공지능과 빅데이터’ 영역에서는 용어와 기호로 ‘활성화함수, 진리표, 순서도, 빅데이터’를 다룬다.
- 인공지능의 학습 방식 및 빅데이터의 활용 사례를 다룰 때 공학 도구를 이용할 수 있다.

(2) 텍스트 데이터 처리

- [12인수02-01] 집합과 벡터를 이용하여 텍스트 데이터를 목적에 맞게 표현할 수 있다.
- [12인수02-02] 빈도수 벡터를 이용하여 텍스트 데이터를 요약하고 유용한 정보를 추출할 수 있다.
- [12인수02-03] 인공지능이 텍스트를 특성에 따라 분석하는 수학적 방법을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12인수02-01] 실생활의 텍스트 데이터에서 불용어를 제거하여 단어 집합을 만들고, 이를 벡터를 이용하여 표현하게 한다.
- [12인수02-02] 빈도수 기반의 단어가방(Bag of Words)모형을 활용하여 텍스트 데이터를 요약하게 한다. 또한 TF-IDF(Term Frequency - Inverse Document Frequency) 등을 사용하여 텍스트에서 유용한 정보를 추출하게 한다. 역문서빈도(IDF)는 문서빈도(DF)의 역수로 표현하게 한다.
- [12인수02-03] 영화 리뷰, 기사 등 다양한 텍스트 데이터의 감성 정보를 분석하고, 텍스트들 사이의 유사한 정도를 분석하게 한다. 이때 유클리드 유사도, 코사인 유사도, 자카드 유사도 등을 다룰 수 있다. 코사인 유사도에서 내적과 관련된 용어 및 기호는 사용하지 않는다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- ‘텍스트 데이터 처리’ 영역에서는 용어와 기호로 ‘집합, 벡터, 단어집합, 유사도’를 다룬다.
- 집합과 벡터는 텍스트 데이터를 효과적으로 표현할 수 있는 유용한 도구임을 인식하게 한다.
- 수학적 개념이나 원리를 자세히 다루기보다는 인공지능에서 어떻게 활용되는지를 중심으로 다루도록 유의한다.
- 텍스트 데이터를 집합과 벡터로 표현하고 분석할 때 공학 도구를 이용할 수 있다.
- <대수>를 이수한 학생은 로그를 이용하여 역문서빈도(IDF)를 표현할 수 있게 한다.

(3) 이미지 데이터 처리

- [12인수03-01] 행렬을 이용하여 이미지 데이터를 목적에 맞게 표현할 수 있다.
- [12인수03-02] 행렬의 연산을 이용하여 이미지 데이터를 다양하게 변환할 수 있다.
- [12인수03-03] 인공지능이 이미지를 자동으로 분류하는 수학적 방법을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12인수03-01] 이미지 데이터의 각 픽셀 위치와 색상 정보(RGB)를 행렬을 이용하여 표현하게 한다.
- [12인수03-02] 이미지의 구도, 색상, 휘도, 밝기, 선명도 등을 행렬의 연산을 활용하여 다양하게 변환하게 한다. 이때 회전변환은 다루지 않는다.
- [12인수03-03] 개와 고양이의 사진을 구별하거나 손글씨를 인식하는 문제 등을 다룬다. 행렬의 유사도를 위해 해밍 거리(Hamming distance) 등을 사용하게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- ‘이미지 데이터 처리’ 영역에서는 용어와 기호로 ‘행렬, 전치행렬’을 다룬다.
- 행렬은 이미지 데이터를 효과적으로 표현할 수 있는 유용한 도구임을 인식하게 한다.
- 이미지 데이터를 행렬로 표현하고 분석할 때 공학 도구를 이용할 수 있다.

(4) 예측과 최적화

- [12인수04-01] 데이터를 분석하여 사건이 일어날 확률을 구하고 이를 예측에 이용할 수 있다.
- [12인수04-02] 공학 도구를 사용하여 데이터의 경향성을 추세선으로 나타내고 이를 예측에 이용할 수 있다.
- [12인수04-03] 손실함수를 이해하고 최적화된 추세선을 찾을 수 있다.
- [12인수04-04] 경사하강법을 이해하고 최적화된 예측을 위한 인공지능의 학습 방법을 설명할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12인수04-01] 확률의 계산은 상대도수를 활용하게 하며, 조건부확률의 용어와 기호는 다루지 않는다.
- [12인수04-02] 다양한 추세선의 비교를 통해 최적화된 추세선의 필요성을 인식하게 한다.
- [12인수04-03] $y = ax$ 형태의 추세선에 대하여 일변수함수로 정의된 손실함수만을 다룬다.
- [12인수04-04] 경사하강법을 다룰 때, 함수의 극한 개념과 미분계수는 직관적으로 이해하게 한다. 손실함수의 최솟값을 구하는 과정에서 경사하강법의 유용성을 인식하게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- ‘예측과 최적화’ 영역에서는 용어와 기호로 ‘확률, 추세선, 함수의 극한, 이차함수의 미분계수, 손실함수, 경사하강법’을 다룬다.

(5) 인공지능과 수학 탐구

[12인수05-01] 수학적 원리를 이용하여 인공지능이 실생활 문제를 합리적으로 해결하는 사례를 찾을 수 있다.

[12인수05-02] 인공지능과 관련된 수학 주제를 선정하여 탐구할 수 있다.

(가) 성취기준 해설

- [12인수05-01] 실생활 데이터의 경향성을 바탕으로 최적화된 예측을 통한 합리적 의사 결정 사례를 찾게 한다. 비합리적 의사 결정 사례를 통해 의사 결정의 윤리성을 판단해 보게 하여 민주 시민으로서의 소양을 함양하게 한다.
- [12인수05-02] 인공지능에서 사용되는 다양한 수학적 아이디어를 탐색하고, 이를 활용한 탐구 학습 및 프로젝트 학습을 수행하게 하여 수학적 원리에 대한 흥미를 갖게 한다.

(나) 성취기준 적용 시 고려 사항

- 환경, 생태, 지속가능한 발전, 기후변화 등에서 활용되는 인공지능의 수학적 원리를 탐구하게 하여 생태전환을 실천하게 할 수 있다.

3. 교수 · 학습 및 평가

가. 교수 · 학습

(1) 교수 · 학습의 방향

- (가) 〈인공지능 수학〉 교육과정에 제시된 성격, 목표, 내용 체계, 성취기준, 평가와 일관성을 가지도록 교수 · 학습을 운영한다.
- (나) 핵심 아이디어를 중심으로 수학의 지식 · 이해, 과정 · 기능, 가치 · 태도를 통합적으로 교수 · 학습하여 수학 교과 역량을 함양하고 수리 소양을 갖추게 한다.
- (다) 학생이 주도적으로 수학을 학습하여 〈인공지능 수학〉 교육과정에 제시된 목표를 달성하도록 교수 · 학습을 운영한다.
- (라) 〈인공지능 수학〉 내용 특성에 적합한 교구나 공학 도구를 선택하여 효율적인 교수 · 학습이 이루어지도록 하고 학생들의 디지털 · 인공지능 소양 함양을 도모한다. 그리고 수학 교과서 읽기, 수학 학습 과정과 결과 쓰기, 문장제 해결 등을 통해 학생들의 언어 소양 함양을 도모한다.
- (마) 〈인공지능 수학〉 내용의 특성, 학교 여건, 학생의 학습 능력과 수준 등을 고려하여 교수 · 학습을 운영한다.
- (바) 학생 개인의 필요, 수학 학습 속도, 학습 능력 등을 고려하여 학생 맞춤형 수업을 실시하고 보충 학습과 심화 학습의 기회를 제공한다.
- (사) 〈인공지능 수학〉 교수 · 학습에서 범교과 학습 주제(안전 · 건강, 인성, 진로, 민주 시민, 인권, 다문화, 통일, 독도, 경제 · 금융, 환경 · 지속가능발전 등)를 현상이나 소재로 선택하여 활용할 수 있다.
- (아) 사회적 환경, 학생의 요구, 수학 내용의 특성, 수업 방식 등에 따라 온라인을 활용한 교수 · 학습을 운영할 수 있다.
- (자) 〈인공지능 수학〉의 최소 성취수준을 설정하고 최소 성취수준 보장을 위한 학습 기회를 제공한다.

(차) <인공지능 수학>의 교수·학습 계획을 수립하거나 교수·학습 자료 개발 등을 할 때 교육 과정을 재구성할 수 있다.

(2) 교수·학습 방법

(가) 수학 교과 역량 함양을 통해 수학을 깊이 있게 학습하고 적용할 기회를 제공한다.

① 다음과 같은 교수·학습 방법을 통해 문제해결 역량을 함양하게 한다.

- ㉠ 인공지능과 관련된 수학의 개념, 원리, 법칙을 이용하여 해결 가능한 문제를 학생에게 제시한다. 이때 다양한 방법으로 해결 가능한 문제, 여러 가지 해답이 나올 수 있는 문제 등을 활용할 수 있다.
- ㉡ 문제에 주어진 조건과 정보를 분석하고 적절한 문제해결 계획을 수립하고 실행하며 문제 해결 과정을 반성하도록 구체적인 발문과 권고를 제시한다.
- ㉢ 문제해결 과정 및 결과의 의미를 재해석하여 주어진 문제를 변형하거나 새로운 문제를 만들어 해결하게 한다.
- ㉣ 성공적인 문제해결 경험을 바탕으로 적극적이고 자신감 있게 문제해결에 참여하게 하고, 단번에 답이 나오지 않는 문제라도 끈기 있게 도전하여 성취감을 느끼게 한다.

② 다음과 같은 교수·학습 방법을 통해 추론 역량을 함양하게 한다.

- ㉠ 수학의 개념, 원리, 법칙에 흥미와 관심을 갖고 인공지능에 활용되는 방법을 다양하게 탐구하고 이해하게 한다.
- ㉡ 귀납, 유추 등의 개연적 추론을 통해 인공지능에 활용되는 수학에 대한 추측을 제기하고 일반화하며 증명하면서 논리적 근거를 바탕으로 비판적으로 사고하는 태도를 갖게 한다.
- ㉢ 수학의 개념, 원리, 법칙이 인공지능에 활용되는 과정과 수학적 절차를 논리적이고 체계적으로 수행하고 반성하게 한다.

③ 다음과 같은 교수·학습 방법을 통해 의사소통 역량을 함양하게 한다.

- ㉠ 집합, 벡터, 행렬 등의 수학적 표현을 정확하게 사용하고 표현끼리 변환하게 한다.
- ㉡ 학생이 자신의 사고와 전략을 수학적 표현으로 나타내고 설명하면서 수학적 표현의 편리함을 인식하게 한다.
- ㉢ 학생 간 상호 작용과 질문이 활발한 교실 문화를 조성하고 인공지능에 활용되는 수학과 관련하여 수학적으로 의미 있는 의사소통이 이루어지도록 적절한 과제를 제시하고 안내한다.
- ㉣ 인공지능에 활용되는 수학적 아이디어에 대해 상호 작용하는 과정에서 타인을 배려하고 의견을 존중하는 태도를 기르게 한다.

④ 다음과 같은 교수·학습 방법을 통해 연결 역량을 함양하게 한다.

- ㉠ 인공지능에 활용되는 수학의 개념, 원리, 법칙 등을 유기적으로 연계하여 새로운 지식을 생성하면서 창의성을 기르게 한다.
- ㉡ 수학이 활용된 인공지능이 실생활 및 산업 분야의 문제를 해결한 사례를 제시하여 탐구하게 한다.
- ㉢ 학생의 삶과 연계된 실생활 맥락에서 인공지능과 관련된 수학의 유용성을 인식하게 한다.
- ㉤ 다음과 같은 교수·학습 방법을 통해 정보처리 역량을 함양하게 한다.
 - ㉦ 실생활 및 수학적 문제 상황에서 데이터를 탐색, 수집, 분석하며 경향성을 바탕으로 최적화된 예측을 통해 합리적인 의사 결정을 하는 태도를 기르게 한다.
 - ㉧ 교구나 공학 도구를 활용하여 추상적인 수학 내용을 시각화하고 인공지능에 활용되는 수학의 개념, 원리, 법칙에 대한 직관적 이해와 논리적 사고를 돕는다.
 - ㉨ 학생이 주도적으로 교구나 공학 도구를 활용하여 탐구하게 한다.
 - ㉩ 공학 도구를 활용하여 빅데이터의 수집, 데이터 처리, 분석 및 예측, 시각화 등 인공지능에 활용되는 수학을 경험할 수 있도록 한다.
- (나) 학생들이 수학 학습에 주도적으로 참여하는 교수·학습 환경과 분위기를 조성한다.
 - ㉪ 수학 학습의 주체가 학생 자신임을 인식하고 수학 학습에 적극적으로 참여하도록 유도한다.
 - ㉫ 스스로 수학 학습 목표와 계획을 세우고 학습 결과를 평가하고 성찰하도록 안내한다.
 - ㉬ 수학을 효과적으로 학습하는 방법을 탐색하고 자신의 학습 과정과 태도를 돌아보고 조절하는 자기주도적 학습 습관을 형성하도록 지도한다.
 - ㉭ 교사 및 동료와 협력적 관계 속에서 수학 학습에 대한 조언과 의견을 경청하고 수용할 수 있도록 허용적인 분위기를 조성한다.
 - ㉮ 수학 학습에 자신감을 가지고 실수가 배움의 기회임을 인식하며 끈기 있게 도전하도록 격려하고 지원한다.
- (다) <인공지능 수학>의 수업은 학습 내용, 학생의 학습 능력과 수준 등을 고려하여 다음의 교수·학습 방안을 적절히 선택하여 적용한다.
 - ㉯ 설명식 교수는 교사가 설명과 시연을 통해 수업을 주도하는 교수·학습 방안으로, 수업 내용을 구조화하여 체계적으로 지도하는 데 효과적이다. 이때, 교사는 학생의 적극적인 수업 참여를 유도하고, 사고를 촉진하는 발문을 적절히 활용한다.
 - ㉺ 토의·토론 학습은 수학에 대해 협의하거나 논의하는 교수·학습 방안으로, 학생들이 수학 내용을 폭넓게 이해하고 자신의 주장을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 비판적 사고를 통해 수용하여 합리적으로 의사 결정하는 태도를 기를 수 있게 한다.

- ③ 협력 학습은 모둠 내의 상호 작용, 의사소통, 참여를 통해 공동의 학습 목표에 도달하도록 하는 교수·학습 방안으로, 다른 사람을 존중하고 배려하며 모둠 내의 역할을 수행하고 책임감을 기를 수 있게 한다.
 - ④ 탐구 학습은 학생이 중심이 되어 수학의 개념, 원리, 법칙을 발견하고 구성하는 교수·학습 방안으로, 학생 스스로 자료와 정보로부터 지식을 도출하거나 지식의 타당성을 확인하는 것이 중요함을 알게 할 수 있다.
 - ⑤ 프로젝트 학습은 학생 스스로 결과물을 산출하고 공유하는 교수·학습 방안으로, 자기주도적으로 수학 지식과 경험을 통합하게 할 수 있다.
 - ⑥ 수학적 모델링은 학생의 삶과 연계된 현상을 다양한 수학적 표현 방식을 이용하여 수학적 모델로 만들고 수학적 모델을 다시 실생활이나 사회 및 자연 현상에 적용하는 교수·학습 방안으로, 수학에 대한 넓은 안목을 갖게 할 수 있다.
 - ⑦ 놀이 및 게임 학습은 호기심과 흥미를 유발하는 놀이 및 게임 활동을 활용하는 교수·학습 방안으로, 활동 속에서 수학 개념이나 원리를 탐구하고 동료와 경쟁 또는 협력하면서 자연스럽게 수학에 접근하고 수학 학습에 대한 자신감 및 의사소통 역량을 기르게 할 수 있다.
- (라) 수학 교수·학습 과정에서 학생의 다양성을 고려하고 학생의 성장을 지원하기 위한 맞춤형 지도를 실시한다.
- ① 학생의 수학 학습 수준이나 사고방식의 차이를 존중하여 학생 개인에게 적합한 학습 과제를 선정하여 제시하고, 학생이 소재나 과정을 선택하고 구성할 수 있도록 수학 학습 활동을 설계한다.
 - ② 학생의 시도와 성취에 대해 구체적으로 격려하고 칭찬하며, 동료 학생의 학습 수준이나 학습 결과에 대해 포용적인 교실 문화를 형성한다.
 - ③ 학생의 수학 학습 과정과 결과를 점검하여 학생의 성장 발전을 지원하고, 이때 온라인 학습 관리 시스템을 활용할 수 있다.
- (마) 범교과 학습 또는 타 교과와의 연계를 고려하여 수학 교수·학습 과정을 설계할 수 있다.
- ① 범교과 학습 주제에 관심을 갖고 각종 자료와 정보를 수집하여 수학적으로 분석 및 해석하게 하고, 수학적 분석 결과에 근거하여 토의와 토론에 참여하게 한다.
 - ② 가정, 학교, 지역사회와의 연계나 타 교과와의 연계를 고려하여 범교과 학습 주제에 대한 프로젝트를 수행할 수 있다.
 - ③ 수학적 모델링을 활용하여 타 교과의 내용을 맥락으로 수학의 개념, 원리, 법칙 등을 다루는 연계 수업을 할 수 있다.

(바) 온라인 수학 교수·학습 상황에서는 다음 사항에 유의한다.

- ① 원격수업을 실시하는 경우, 학생의 특성과 학습 내용의 성격에 적합하고 안정적으로 운영할 수 있는 온라인 학습 플랫폼을 선택하여 수업 목표, 수업 내용, 수업 전략을 설계하고 운영한다.
- ② 학습 내용과 학생의 수준에 적합한 매체와 도구를 활용하여 학습의 효율성과 다양성을 도모한다.
- ③ 원격수업에서도 학생 참여형 수업이 이루어질 수 있도록 하고 적절한 조언과 발문을 통하여 학습 참여를 이끌어 낸다.
- ④ 온라인 교수·학습 자료를 활용할 때는 공표된 저작물의 출처를 명시하고 다른 누리집 등에 공유하지 않도록 안내한다.

나. 평가

(1) 평가의 방향

- (가) 학생의 수학 학습에 대한 정보를 수집·활용하여 학생의 주도적 학습과 성장을 지원하고 교사의 수업 개선을 돕도록 지속적으로 평가를 실시한다.
- (나) <인공지능 수학> 교육과정에 제시된 성격, 목표, 내용 체계, 성취기준, 교수·학습과 일관성을 가지도록 평가를 실시한다.
- (다) 학생의 수학 학습을 돕기 위해 수업과 평가를 통합하여 과정을 중시하는 평가를 실시한다.
- (라) 수학 내용 체계의 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 학습 결과뿐 아니라 학습 과정에서 균형 있게 평가한다.
- (마) <인공지능 수학> 이수 전에 최소 성취수준을 학생에게 제시하고, 학생이 평가 과정에 적극적으로 참여하고 스스로 설정한 수학 학습 목표 달성 여부를 점검할 수 있게 한다.
- (바) 학생의 사회·문화적 배경, 신체 특성 등이 불리하게 작용하지 않도록 평가를 실시하고, 학생의 사전 지식, 수학에 대한 흥미, 학습 유형, 학습 수준을 고려하여 평가 목적, 교수·학습 내용 및 방법에 따라 다양한 평가 방법을 적용한다.
- (사) 진단평가, 형성평가, 총괄평가 등을 적절히 활용하여 수학 학습 과정과 결과에 대한 구체적인 정보를 바탕으로 학생의 특성과 학습 결손을 파악하고 개별적 지원 방안을 마련한다.

(아) 온라인 수학 수업에서 평가를 할 때 학습 환경 등의 외적 요소가 수학 학습 과정과 평가 결과에 영향을 미치지 않도록 한다.

(자) 평가 절차를 개방적이고 공정하게 시행하고 학생의 수학 학습에 대한 의미 있는 정보를 학생, 학부모에게 제공한다.

(2) 평가 방법

(가) 수학 수업과 연계하여 과정을 중시하는 평가를 실시할 때는 다음 사항을 고려한다.

- ① 성취기준을 중심으로 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도 범주를 평가 요소로 구체화한다.
- ② 교수·학습과 연계하여 적절한 평가 도구와 준거를 개발하고 평가를 실시한다.
- ③ 평가 결과에 기반하여 학생의 학습 정보 및 수행 과정을 학생과 학부모에게 환류한다.

(나) 수학 교과 역량을 평가할 때는 다음 사항을 고려한다.

- ① 문제해결 역량의 평가는 수학의 개념, 원리, 법칙을 문제 상황에 적절히 활용하는지, 주어진 조건과 정보를 분석하고 적절한 해결 전략을 탐색하여 해결하는지, 문제해결 과정을 돌아보며 절차에 따라 타당하게 결과를 얻어내고 이를 반성하는지, 적극적이고 자신감 있게 문제해결에 참여하는지, 적절한 방법을 찾기 위해 끈기 있게 도전하는지 등을 고려한다.
- ② 추론 역량의 평가는 수학의 개념, 원리, 법칙을 이해하는지, 논리적으로 절차를 수행하는지, 수학적 지식을 다양한 방법으로 탐구하는지, 관찰에 근거하여 추측하고 일반화를 할 수 있는지, 추측의 근거를 제시하는지, 타당한 정당화를 하는지, 수학에 대한 흥미와 관심을 갖는지, 체계적으로 사고하려는 성향이 있는지, 수학적 증거와 논리적 근거를 바탕으로 비판적으로 사고하는 태도를 갖는지 등을 고려한다.
- ③ 의사소통 역량의 평가는 수학 용어, 기호, 표, 그래프 등 수학적 표현을 이해하고 정확하게 사용하는지, 적절한 수학적 표현을 선택할 수 있는지, 수학적 표현 간에 변환을 할 수 있는지, 수학적 아이디어나 수학 학습 과정 및 결과에 대해 표현하고 다른 사람의 견해를 이해하는지, 수학적 표현의 편리함을 인식하는지, 타인을 배려하고 의견을 존중하는지 등을 고려한다.
- ④ 연결 역량의 평가는 영역이나 학년(군) 내용 사이에서 개념, 원리, 법칙을 적절하게 관련지어 이해하는지, 수학의 개념, 원리, 법칙을 연계하여 새로운 지식을 생성할 수 있는지, 수학을 실생활이나 타 교과와 지식, 기능, 경험에 적용할 수 있는지, 실생활이나 타 교과와 지식, 기능, 경험을 수학적으로 해석할 수 있는지, 수학을 바탕으로 창의적으로 관련성을 찾을 수 있는지, 수학의 유용성을 인식하는지 등을 고려한다.
- ⑤ 정보처리 역량의 평가는 자료와 정보를 목적에 맞게 수집하고 변환하고 정리하는지, 자료를 바탕으로 도출한 결론이 적절한지, 교구나 공학 도구를 적절하게 활용하는지, 수학적

근거를 바탕으로 합리적으로 의사 결정하는 태도를 갖는지 등을 고려한다.

(다) 학생의 수학 학습 과정과 결과는 다양한 평가 방안을 사용하여 양적 또는 질적으로 평가한다.

- ① 지필평가는 수학 내용 체계의 지식·이해, 과정·기능을 평가하는 데 활용할 수 있고, 선택형, 단답형, 서·논술형 등의 다양한 문항 유형을 사용할 수 있다.
- ② 프로젝트 평가는 학생 스스로 특정 주제나 과제를 탐구하고 해결하기 위해 계획을 수립하고 수행하는 과정과 그 결과물을 평가하는 방안으로, 수학 내용 체계의 세 범주를 종합적으로 평가할 때 활용할 수 있다.
- ③ 포트폴리오 평가는 학생의 성장에 대한 정보를 얻기 위해 수학 학습 수행과 그 결과물을 일정 기간 수집하여 평가하는 방안으로, 수학 교과 역량의 발달을 종합적으로 평가할 때 활용할 수 있다.
- ④ 관찰 평가, 면담 평가, 구술 평가는 학생 개인 및 소집단을 관찰, 학생과의 질의응답, 학생의 발표를 통해 평가하는 방안으로, 학생의 사고 방법, 수행 과정, 수학 내용 체계의 가치·태도 등을 평가할 때 활용할 수 있다.
- ⑤ 자기 평가는 학생 스스로 자신의 학습 과정과 결과를 평가하는 방안으로, 수학 내용의 이해와 수행 과정, 문제해결과 추론 과정의 반성, 자신의 생각 표현, 수학 내용 체계의 가치·태도 등을 평가할 때 활용할 수 있다.
- ⑥ 동료 평가는 동료 학생들이 상대방을 서로 평가하는 방안으로, 협력 학습 상황에서 학생 개개인의 역할 수행이나 집단 활동의 기여를 평가할 때 활용할 수 있다.

(라) 교구나 공학 도구를 활용하여 평가할 때는 다음 사항을 고려한다.

- ① 성취기준의 도달 여부를 판단하는 데 교구나 공학 도구의 사용이 효과적인 경우 이를 활용한 평가를 실시할 수 있다.
- ② 교구나 공학 도구를 활용하여 평가할 때는 교구나 공학 도구의 기능 및 조작이 아닌 수학 내용의 탐구 과정을 평가한다.

(마) 온라인 수학 교수·학습 환경에서 평가할 때는 다음 사항을 고려한다.

- ① 온라인 수학 학습에서는 학생의 활동에 근거한 구체적인 자료를 사용하여 평가한다.
- ② 온라인 학습 플랫폼이나 학습 관리 시스템을 이용하여 학생의 수행 과정을 관찰하고 개별 맞춤형으로 환류할 수 있다.
- ③ 학생의 접속 환경 미비로 인한 불참 시 기회 부여 등에 대해 방안을 마련하고 형평성의 문제가 제기되지 않도록 사전에 안내한다.

(바) <인공지능 수학>의 최소 성취수준 보장을 위해 다음 사항에 유의한다.

- ① <인공지능 수학>의 최소 성취수준을 학생에게 공지하여 학생 스스로 성취목표를 설정하고 학습에 참여하도록 한다.
- ② 진단평가를 통해 학생의 <인공지능 수학>의 최소 성취수준 도달 가능성을 예측하고 학습 의욕과 동기를 유발하여 최소 성취수준에 도달하도록 안내한다.
- ③ 형성평가를 통해 학생의 <인공지능 수학>의 학습 과정을 지속적으로 관찰하고 학생이 자신의 학습에 대한 조치를 할 수 있도록 평가 결과를 환류한다.