●○ 수학분야 학습자 역량 측정 과제

수학분야 학습자 역량 측정

●○ 개요: 인공지능 학습용 데이터세트란?

인공지능 학습용 데이터세트는 2종류로 구성되어 있다.

가. 학습자 성취수준 데이터세트

실시된 시험을 기반으로 하여, 각 시험지당 응시한 학생이 제출한 답안지(정오답표)와 시험에 실시된 각 문항을 시험지 문항 IRT 3모수값(난이도, 변별도, 추측도 - 문항정보 레이블링)으로 나타내고, 시험에 응시한 각 학생 수준을 2개의 응시자 IRT 값(능력치, 진점수 - 학습자 레이블링)으로 나타낸 데이터세트다. 문항의 3모수값 및 응시한 학생 수준은 문항반응이론(Item Response Theory), 즉 IRT로 추출된 값으로 한다.

나. 수학 지식 데이터세트

3000개의 지식체계 노드를 구축한다. 인공지능이 탐색하여 학습 추천할 수 있도록 각 노드들이 연결된 구조이다. “가”에서 구축된 학습자 성취수준 데이터세트의 각 문항이 수학 지식 데이터세트와 연결되어, 학습자의 성취수준에 따른 다음 단계의 학습을 인공지능이 추천할 수 있게 해주는 연결고리를 구성한다.

●○ 데이터세트의 활용

- ”학습자 성취수준 데이터셋” AI 문항 정오답 예측 모델의 학습 및 추론에 활용
- “수학 지식 데이터셋”은 응용 서비스(취약점 진단 모델)에 활용

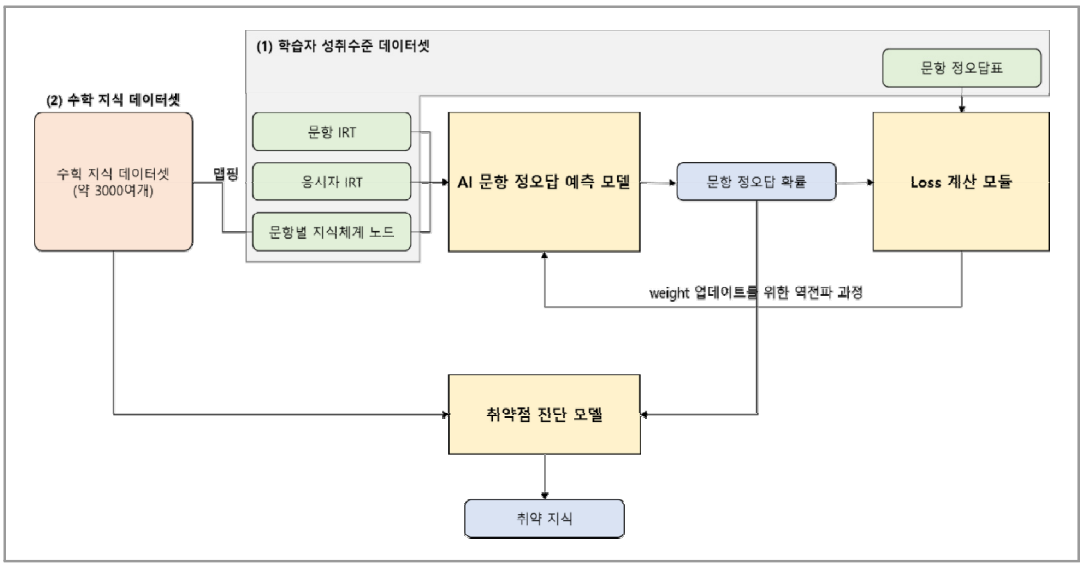


그림 | 데이터 세트를 활용하는 전체 아키텍처

| AI 문항 정오답 예측 모델의 학습과 추론 |

- "학습자 성취수준 데이터세트"에는 총 4가지 영역으로 데이터가 나뉠 수 있음 (①문항 IRT[문항 정보 레이블링], ②응시자 IRT[학습자 레이블링], ③문항별 지식체계 노드, ④문항 정오답표)
- "문항 정오답 예측 모델"을 통해 문항에 대한 정오답 확률을 예측하고, 그 예측값과 문항 정오답표를 비교하여 Loss를 계산한 후, 해당 손실함수를 최소화하는 방향으로 모델을 학습함

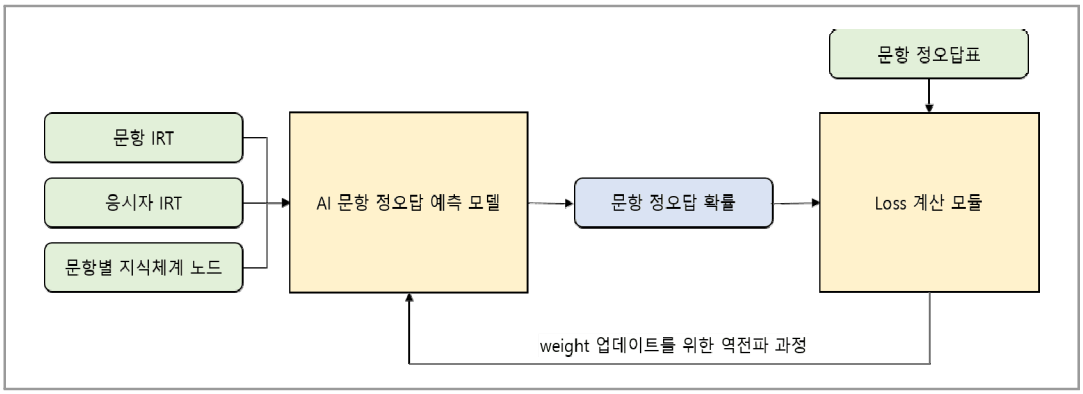


그림 | AI 문항 정오답 예측 모델 학습과정

- 다음은 “학습자 성취수준 데이터 세트”를 위 AI 문항 정오답 예측 모델의 활용 측면에서 구분한 표임

데이터 세트 항목	데이터 구분	활용처
학습자 성취수준 데이터 세트	문항 IRT [문항정보 레이블링]	문항 정오답 확률을 추론의 입력값으로 활용 (예측값 도출)
	응시자 IRT [학습자 레이블링]	
	문항별 지식체계 노드 정보	
	문항 정오답표	추론된 정오답 확률과 비교 연산하여 Loss를 계산하는 입력값으로 활용

- 위에서 잘 학습된 모델은 아래와 같이 문항 정오답 확률을 추론할 수 있음

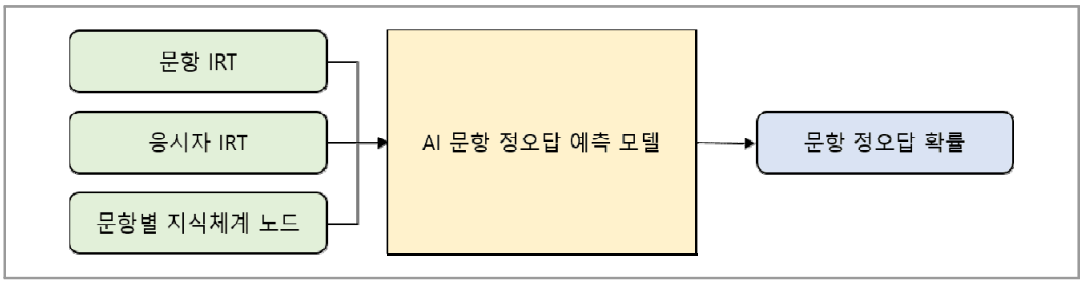


그림 | AI 문항 정오답 예측 모델 추론 과정

| 모델 학습 환경 |

- “학습자 성취수준 데이터세트”에는 총 4가지 영역으로 데이터가 나뉠 수 있음 (①문항 IRT[문항 정보 레이블링], ②응시자 IRT[학습자 레이블링], ③문항별 지식체계 노드, ④문항 정오답표)

(1) 데이터 준비

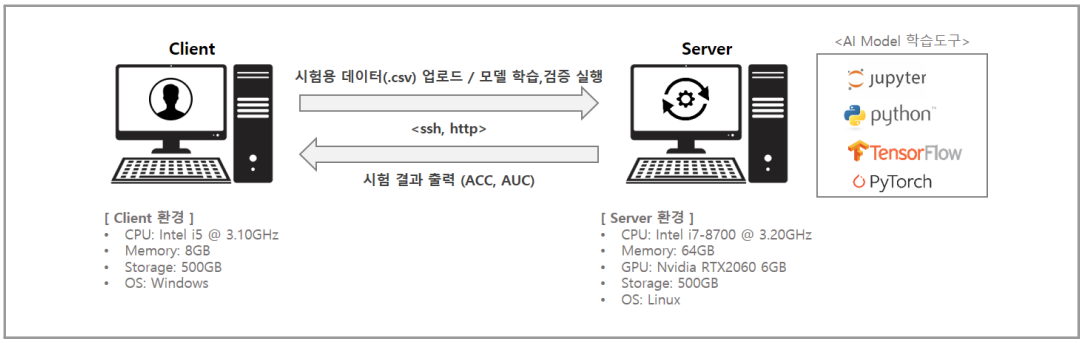
- Input 데이터

데이터 세트 항목	데이터 구분	활용처
학습자 성취수준 데이터 세트	문항 IRT[문항정보 레이블링]	문항 정오답 확률을 추론의 입력값으로 활용 (예측값 도출)
	응시자 IRT[학습자 레이블링]	
	문항별 지식체계 노드 정보	
	문항 정오답표	추론된 정오답 확률과 비교 연산하여 Loss를 계산하는 입력값으로 활용

- Output 데이터
  - 문항에 대한 “정오답 확률” 예측값

| 모델 학습 방법 |

- 권장 학습 분배량
  - 학습 네트워크의 차원 크기에 따라 유동적으로 결정
  - 통상적으로 학습 데이터와 검증 데이터는 8:2의 비율
  - K-Fold 교차 검증 활용
  - 학습 환경 셋팅



구분	항목	비고 (사양, 버전 등)
학습 서버 환경	CPU	Intel i7-8700 @ 3.20GHz
	Memory	64GB
	GPU	Nvidia RTX2060 6GB
	Storage	500GB
	OS	Linux
학습도구	Python	3.7 x64
	Tensorflow	1.2.0 (or tensorflow-gpu 1.3.0)
	scikit-learn	0.18.1
	scipy	0.19.0
	numpy	1.13.3
	seaborn	latest
	matplotlib	latest
하이퍼 파라미터	hidden dimension	권장 200
	mini-batch size	권장 100

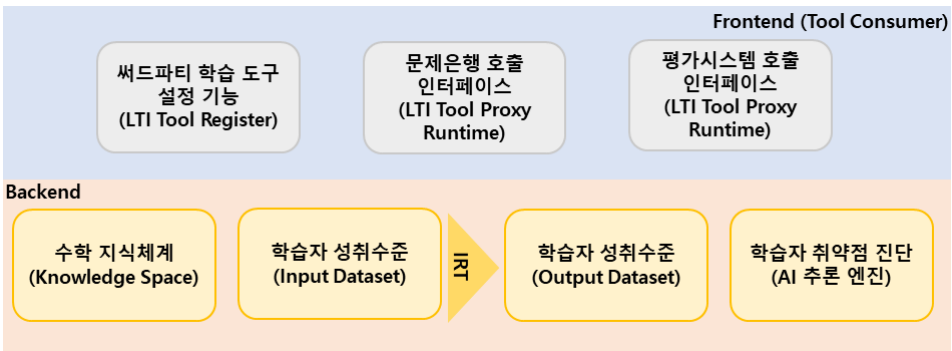
- 학습 진행 방법
  - 환경 셋팅: 위 제원에 알맞게 학습 환경을 셋팅
  - 예측값 도출: Input 데이터로 문항 IRT[문항정보 레이블링], 응시자 IRT[학습자 레이블링], 문항별 지식체계 노드 정보를 입력하여 문항 정오답 확률값(예측값) 도출
  - 손실함수 계산 및 역전파: Binary Cross-Entropy를 기반으로 Loss를 계산한 후 역전파 수행
  - 배치 반복: 전체 데이터 세트의 분량을 소모할 때 까지 위 단계들을 반복

| 서비스 활용 시나리오 |

- LTI (Learning Tools Interoperability) 표준을 준수하는 학습자 취약점 진단 써드파티 툴
- LMS (Learning Management System)에 종속되지 않는 진단 도구로 활용

[자가 학력진단 서비스 프레임워크]

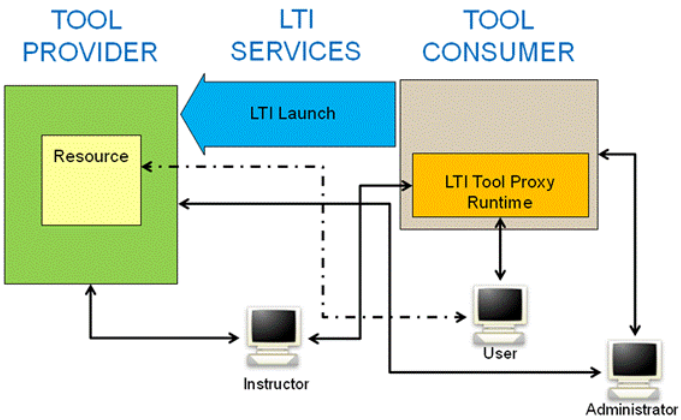
- (백엔드) 수학 교과 지식체계, 학습자 성취수준 데이터세트, AI 학습모델을 구성요소로 포함하고 있는 추론 부문
- (프론트) Learning Tools Interoperability 표준을 적용하여 써드파티 문제은행과 평가시스템을 호출하는 서비스 인터페이스



- 백엔드 부문 구성 요소
  - 자가 학력진단을 위한 서비스 프레임워크의 백엔드에는 학습자의 이해 수준을 진단할 수 있는 기준 데이터세트와 추론기능을 수행하는 AI 모델이 위치한 부분
  - 서비스 프레임워크의 백엔드 구성 요소:
    - 수학 교과의 지식체계를 노드로 구성한 개념 공간(knowledge space)
    - 학습자의 성취수준을 기록한 데이터세트
    - 학습자의 취약점을 진단하는 AI 모델과 학습자의 지식 상태(이해 수준)을 표현한 벡터 공간 (개인별 현재 이해 수준을 표시하는 그래프 공간)
- 프론트 부문 구성 요소
  - 자가 학력진단을 위한 서비스 프레임워크의 프론트에는 활용기관에서 보유한 문제은행과 평가시스템을 간단히 연결할 수 있는 Learning Tools Interoperability 표준 인터페이스로 구성
  - 서비스 프레임워크의 프론트 구성 요소:
    - 써드파티 문제은행 및 평가시스템을 등록할 수 있는 인터페이스
    - 문제은행을 호출할 수 있는 LTI 표준 인터페이스
    - 평가시스템을 호출할 수 있는 LTI 표준 인터페이스

[Learning Tools Interoperability]

■ 웹 기반 학습용 도구를 학습 플랫폼(LMS; Learning Management System)에 설치하지 않고 상호 인증과 호출방식을 정의한 표준
- 주요 용어 및 개념
  - Tool Consumer: 써드파티 학습 도구를 필요로 하는 플랫폼 (본 과제에서는 자가 학력진단 서비스 플랫폼)
  - Tool Provider: 플랫폼에 제공하는 학습용 도구 (본 과제에서는 문제은행과 평가시스템)
- 써드파티 학습용 도구 등록 및 실행 순서:
  1) 관리자가 학습 플랫폼에 써드파티 접속 및 인증 정보(키 포함)를 설정
  2) 관리자(또는 교수/교사)가 사용할 써드파티 학습용 도구를 학생에게 공개
  3) 학습자가 써드파티 학습용 도구를 클릭해서 호출
  4) Tool Consumer(학습 플랫폼)과 Tool Provider(학습용 도구) 간 통신 및 인증
  5) 학습 플랫폼에 임베딩 또는 팝업 형태로 학습용 도구 실행
  6) 학습이 종료되면 Tool Provider와 Tool Consumer 간 통신 종료



●○ 데이터 제공

- 모델의 성능 수준 정보 제공 및 시나리오 정보 등을 제공하고 서비스 개발에 활용할 수 있는 형태의 탬플릿 수준의 서비스 프레임워크를 개발하여 공개
- 본 과제 내에서 수행되는 모든 구축 공정별로 산출되는 데이터 세트, 저작도구, 모델 등은 사업 후 공개를 원칙으로 하며 공개 후 활용이 용이하도록 각 산출물에 대한 활용 방안을 매뉴얼화 해서 함께 공개

과정	산출물	상세	형태	성과기준	공개방안
수집	수학 교과 체계	수학 교육과정 및 성취기준 주요 속성 정보 추출 내역	스프레드시트	약 3,000개 이상	AIHub 공개
	매뉴얼	원천데이터 수집 및 정제 과정 프로세스 매뉴얼	pdf	1식	
가공	학습용 데이터세트	수학 지식체계 데이터 세트	json	약 3,000개 이상	AIHub 공개
		학습자 성취수준 데이터 세트	json	약 227만 건 이상	
	저작 도구	수학 지식체계 노드 연결용 (레이블링) 저작 도구	source	1식	
	매뉴얼	데이터세트 도구 활용 매뉴얼	pdf	1식	
활용	모델	AI 문항 정오답 예측 모델	bin	정확도 80% ↑	AIHub 공개
응용 서비스	수학 자가 학력진단 서비스 프레임워크 (프로토타입)		-	1식	AIHub 공개

●○ 데이터세트의 구성 및 분포

학습자 성취수준 데이터세트 규모

원천 데이터 종류	자료 형태	데이터세트 규모	비고 (범위 등)
학습자의 성취 수준 (정오답표)	JSON 포맷의 파일	최소 227만건* 이상	초1 ~ 중3 (9개 학년 구간)
문항정보 레이블링 (문항 IRT 데이터)	JSON 포맷의 파일	2,140 건 이상	
학습자 수준 레이블링 (응시자 IRT 데이터)	JSON 포맷의 파일	100,000 건 이상	

- 산출 내역: 문항 정오답표 (1차 분량의 평가에 응시자들이 푼 모든 문항 수) = 2,160,000 이상
  문항 IRT(1차시 분량의 총 평가문항 수) = 2,160 이상
  응시자 IRT(1차시 분량의 시험에 응시한 학습자수) = 10만 이상

수학 지식체계 데이터세트 규모

원천 데이터 종류	자료 형태	데이터세트 규모	비고 (범위 등)
수학 지식체계 데이터 세트	json	단위개념 기준 약 3,000개 항목	K-12 전체

- 표본 선정 방법

구분	표본 선정 방법
학년별 응시자 수	• 초등학교 1학년부터 중학교 3학년까지 모든 학년의 한 개 차시 분량의 학습 단위(주제) 별로 시행된 온라인 평가(5~7 문항으로 구성)에 응시한 학습자 수 • 각 학년당 240,000 건 이상의 정오답 데이터(관계형 데이터베이스의 rows)를 생성하는데 필요한 학습자 수를 결정하기 위해 50명 단위로 근사치를 늘여나가면서 확정
학년별 평가시험지	• 각 학기별 단원은 약 3개씩으로 구성되며, 각 단원은 약 8개의 주제(1차시 분량)들로 구성되므로 각 학년별 평가시험지는 약 48개(2개 학기 * 3개 단원 * 8개 주제)가 활용됨 * (참고) 초등학교보다 중학교의 주제별 평가시험지 개수는 더 많은 경우 있음 • 각 평가시험지에 응시한 학습자는 시험지의 해당 학년인 경우만 인정 * 3학년이 보충학습을 위해 2학년 시험지를 푸는 경우도 있기 때문임
성별	- 학년별 성별 비율은 최대한 5:5 비율을 유지할 수 있도록 표본집단 선정
응시자 분포	- 각 주제별 평가시험지의 응시자를 5개의 정답률 구간으로 나눔. (정답률 구간1-0~20%, 정답률 구간2-20~40%, 정답률 구간3-40~60%, 정답률 구간4-60~80%, 정답률 구간5-80~100%) - 정답률 구간의 응시자 분포를 구한 후, * 응시자 분포가 가장 많은 정답률 구간에 40% * 차순위 분포 2구간에 20% * 차순위 분포 2구간에 10% - 해당 정답률 구간의 응시자가 없을 경우, 정답률 구간이 큰 구간을 중심으로 인근 구간의 응시자로 정함

- IRT를 활용한 문항정보 레이블링, 학습자 수준 레이블링
  - 문항 정오답표의 데이터를 이용하여 생성

세부사항 및 기준	정량 목표	메타데이터	비고
IRT 라벨링 툴에 원천데이터(정오답 데이터 227만건 이상)를 입력하여, (1) 문항정보에 대한 레이블링, (2) 학습자 수준에 대한 레이블링 → AI 학습에 사용할 데이터세트 생성	문항정보 레이블링 (2140건 이상)	난이도, 변별도, 추측도,	JSON 포맷
	학습자 수준 레이블링 (10만건 이상)	능력치, 진점수	

  - 문항 반응 이론에 의하면, 각 문항별 난이도 및 변별도의 구분은 아래와 같다.

난이도	매우 쉽다	-2.0 미만
	쉽다	-2.0 이상 -0.5 미만
	보통이다	-0.5 이상 +0.5 미만
	어렵다	+0.5 이상 +2.0 미만
	매우 어렵다	+2.0 이상

변별도	없다	0.0
	매우 낮다	0 초과 0.34 미만
	낮다	0.34 이상 0.64 미만
	적절하다	0.64 이상 1.34 미만
	높다	1.34 이상 1.70 미만
	매우높다	1.70 이상
	완벽하다	+무한대
추측도		0~1 사이의 값

실험에 의하여 각 구간의 값은 변경될 수 있다.

문항별 IRT 3모수값의 분포도가 문항반응이론에서 정의된 적절한 값으로 추출되는지 확인한다. 인공지능 추천학습 모델에 따라 적절하지 않은 값들은 사용되지 않을 수 있다. 문항별 추측도가 0.35이상이거나 변별도가 음수를 갖는 경우. 또한, 난이도가 지나치게 높거나(+5초과), 혹은 난이도가 지나치게 낮은 경우(-5 미만)등은 적절하지 않은 값으로 분류될 수 있다.

●○ 데이터 구조

가-1) 시험지별 학생당 시험지 정오답표 (JSON 포맷)

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
1	learnerID	학습자 ID (비식별조치 된 ID로 생성)	String	필수	
2	learnerProfile	학습자의 기본적인 특성 정보 (성별, 학교급, 학년)	List	필수	
3	testID	평가 (시험) ID	Integer	필수	
4	assessmentItemID	평가 문항 ID	Integer	필수	
5	answerCode	평가 문항별 정오답 구분	String	필수	
6	assessmentType	평가의 유형 (단원평가로 기본값 셋팅)	String	선택	
7	Note	레이블링 과정에서 특이점이 발생할 경우의 메모	String	선택	
8	timeStamp	데이터가 생성/수정 된 시간	Date&Time	필수	

가-2) 시험지 각 문항별 IRT 3모수 값 및 문항별 지식체계 (JSON 포맷)

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
1	testID	평가 (시험) ID	String	필수	
2	assessmentItemID	평가 문항 ID	String	필수	
3	difficultyLevel	문항 난이도	Float	필수	
4	discriminationLevel	문항 변별도	Float	필수	
5	guessLevel	문항 추측도	Float	필수	
6	reliabilityLevel	문항 신뢰도	Float	선택	
7	Note	레이블링 과정에서 특이점이 발생할 경우의 메모	String	선택	
8	timeStamp	데이터가 생성/수정 된 시간	Date& Time	필수	
9	Knowledge Tags	수학 지식체계의 노드 고유 아이디(지식체계)	List	필수	

가-3) 시험지 각 응시자별 IRT 능력치 및 진점수 값 (JSON 포맷)

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
1	learnerID	학습자 ID (비식별조치 된 ID로 생성)	String	필수	
2	testID	평가 (시험) ID	Integer	필수	
3	Theta	학습자의 이해력 수준	Float	필수	
4	realScore	학습자의 진점수	Float	필수	
5	Note	레이블링 과정에서 특이점이 발생할 경우의 메모	String	선택	
6	timeStamp	데이터가 생성/수정 된 시간	Date& Time	필수	

나-1) 수학 지식체계 데이터세트

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
1	unitConcept	수학 지식체계의 가장 작은 단위인 단위 개념 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	
2	Description	단위 개념에 대한 설명	String	필수	
3	Area	수학의 큰 영역 정보 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	
4	coreConcept	핵심 개념 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
5	generalKnowledge	일반화된 지식 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	
6	contentItem	내용 요소 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	
7	functionBehavior	기능과 행동 영역 태그	List	필수	
8	achievement	성취 기준 정보 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	
9	curriculumStandard	교육과정 표준 정보 (예, 2015 교육과정)	String	선택	
10	knowledgeTag	개념적 지식 태그 (ID와 NAME으로 구분)	String Pair	필수	학습자 성취수준 데이터세트와 연결
11	note	레이블링 과정에서 특이점이 발생할 경우의 메모	String	선택	
12	timeStamp	수학 지식 노드가 생성/수정 된 시간	Date& Time	필수	

●○ 데이터 예시

가-1) 시험지별 학생당 시험지 정오답표 (JSON 포맷)

```
{
    "learnerID": "2",
    "learnerProfile": "M,elementary,1",
    "testID": "0101",
    "assessmentItemID": "202045",
    "answerCode": "0",
    "timeStamp": "2020-11-16 18:14:41.976979"
}
```

가-2) 시험지 각 문항별 IRT 3모수 값 및 문항별 지식체계 (JSON 포맷) - 문항정보 레이블링


```
{
    "testID": "0101",
    "assessmentItemID": "202045",
    "difficultyLevel": -1.8244838907,
    "discriminationLevel": 0.973199224,
    "guessLevel": 0.0000112539,
    "timeStamp": "2020-11-16 18:14:41.976979"
    "KnowledgeTag": "중등-중1-1학-01-01-02"
}
```


가-3) 시험지 각 응시자별 IRT 능력치 및 진점수 값 (JSON 포맷) - 학습자 레이블링


```
{
    "learnerID": "2",
    "learnerProfile": "M,elementary,1",
    "testID": "0101",
    "theta": -3.3324862736,
    "realScore": 4.3644945705,
    "timeStamp": "2020-11-16 18:14:41.976979"
}
```


나-1) 수학 지식체계 데이터세트

- unitConcept을 기준으로 약 3000여개의 데이터 수집


```
{
    unitConcept: {
        ID: "01-00-01",
        NAME: "소인수분해"
    },
    Descprition: "소인수분해는 어떤 자연수를 작은 단위의 자연수의 곱으로 나타내는 과정",
    Area: {
        ID: "영역01",
        NAME: "수와연산"
    },
    coreConcept: {
        ID: "영역01-핵심01",
        NAME: "수의체계"
```

```
    },
    generalKnowledge: {
        ID: "영역01-지식01",
        NAME: "수는 사물의 개수와양을 나타내기 위해 발생앴으며, 방정식의 해의 존재를 보장하기 위해 자연수,정수,유리수,,실수,복소수로 확장된다."
    },
    functionBehavior: {
        ID: "영역01-행동01",
        NAME: [(수) 세기,(수) 읽기,(수) 쓰기,이해하기,비교하기],
    },
    achievement: {
        ID: "9수01-01",
        NAME: "소인수분해의 뜻을 알고,자연수를 소인수분해 할 수 있다."
    },
    curriculumStandard: "2015교육과정",
    knowledgeTag: {
        ID: "중등-중1-1학-01-01-02",
        NAME: "소인수분해"
    },
    note: NULL,
    timestamp: 1035876510
}
```


●○ 데이터 구축 과정

1. 학습자 성취수준 데이터세트

문항 정오답표는 아이스크림에듀 데이터베이스에 저장되어 있는 값을 원천데이터로 하여 표본 선정 방식에 의하여 추출한다. 문항별 IRT 3모수값(문항정보 레이블링) 및 응시자별 능력치, 진점수(학습자 레이블링)는 문항 정오답표를 입력으로 하여 개발된 IRT값 자동생성 툴을 이용하여 추출한다.

2. 수학 지식체계 데이터세트

- 초, 중, 고교 수학 공통교육과정 및 선택교육과정에 대한 교과지식체계를 구축
- 크라우드 소싱으로 교육과정의 통합 위계를 탐색할 수 있는 구조 마련
- (1) 학습자 성취수준 데이터세트수학의 지식체계에 맵핑되어 있음
- 자세한 데이터 구축 방법 (크라우드 소싱 매뉴얼)은 ‘부록. 크라우드 소싱 매뉴얼’ 참조

●○ 검수와 품질 확보

학습자 성취수준 문항 정오답표의 경우 표본선정기준에 적합한지 확인한다. 문항반응이론에 따른 문항독립성, 모형적합도가 정량목표범위에 속하는 지 확인한다. 문항독립성의 경우 고유값이 전체 문항의 70%이상, 모형적합도의 경우 카이 분포에 대한 확률값이 0.05 이상인지 확인한다. 문항 IRT(문항정보 레이블링)의 경우 분포도가 "데이터세트의 설계 기준과 분포"에 따른 적절한 범위에 분포되어 있는지 확인한다.

수학 지식체계 데이터세트의 경우 전문가의 리뷰를 통해 데이터세트의 품질을 확보한다.

●○ 데이터 구축 담당자

수행기관(주관) : ㈜아이스크림에듀
(전화: 02-3440-2350, 이메일:)

●○ 부록

6.1. 교육과정 체계작업

- 교육과정 데이터 입력 작업은 수학 지식 체계의 기본이 되는 교육과정 데이터를 구조화하는 작업
- 이후 학습태그 및 문제유형 데이터의 기준
- 필수 선행
- 초등, 중등, 고등〈수학〉, 고등〈수학1〉, 고등〈수학2〉, 고등〈미적〉, 고등〈확통〉, 고등〈기하〉의 범위로 이루어짐

6.1.1 소스리스트

- 교육과정 체계작업에 필요한 소스들과 그들의 활용범위는 다음과 같다.

표 | 소스별 참고범위 및 추출할 항목

No	소스명	참고범위	추출할 항목
1	수학과-교육과정-부록	초등 중등 고등〈수학〉	1) 영역 2) 핵심개념 3) 일반화된 지식 4) 내용요소 5) 기능
2	수학과-교육과정-본문	초등, 중등, 고등〈수학〉	1) 학습요소
		고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉	1) 영역 2) 핵심개념 3) 일반화된 지식 4) 내용요소 5) 기능 6) 학습요소
3	성취기준	모든 범위	1) 교육과정 성취기준 2) 평가준거 성취기준 3) 평가기준(상/중/하)
4	교과서들	모든 범위	1) 위 문서들에서 추출된 학습요소 리스트를 '내용요소' 별로 분할할 때 참고하는 기준 문서

- 이와 같이 제공되는 소스로부터 추출할 항목들은 아래의 데이터 형식에 맞추어 입력한다.
- 추출할 항목들에 대한 리스트는 다음과 같다.

표 | 교육과정 체계작업 데이터 형식

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
1	영역_ID	영역의 고유 ID	String	필수	
2	영역_NAME	교과과정 내용 체계에서 가장 큰 범위인 '영역'의 이름	String	필수	
3	핵심 개념_ID	핵심 개념의 고유 ID	String	필수	
4	핵심 개념_NAME	교과과정 내용 체계에서 '영역'의 하위개념인 '핵심 개념'의 이름	String	필수	
5	일반화된 지식_ID	일반화된 지식의 고유 ID	String	필수	
6	일반화된 지식_NAME	교과과정 내용 체계에서 '핵심 개념'을 이해하기 쉽게 표현한 '일반화된 지식'의 이름	String	필수	
7	내용 요소_ID	내용 요소의 고유 ID	String	필수	
8	내용 요소_NAME	교과과정 내용 체계에서 '핵심 개념'의 하위개념인 '내용 요소'의 이름	String	필수	
9	기능	교과과정 내용 체계에서 '영역'에 대한 학습을 통해 발달시킬 수 있는 기능들을 리스트화 한 것	List	필수	
10	학습요소	영역별, 학년별로 구분되어 있는 학습요소를 '내용요소' 기준으로 잘라서 만든 리스트, 교과서를 기준으로 Mapping	List	필수	

No	속성명	설명	타입	필수 여부	비고
11	교육과정 성취기준_ID	교육과정 성취기준의 고유 ID	String	필수	
12	교육과정 성취기준_NAME	'내용 요소'의 하위개념으로 교육과정상 성취기준이 되는 '교육과정 성취기준'의 이름	String	필수	
13	평가준거 성취기준_ID	평가준거 성취기준의 고유 ID	String	필수	
14	평가준거 성취기준_NAME	'교육과정 성취기준'의 하위개념으로 평가준거 항목이 되는 성취기준인 '평가준거 성취기준'의 이름	String	필수	
15	평가기준_상	'평가준거 성취기준'을 난이도별로 나타낸 것 중 '상' 난이도에 대한 내용	String	필수	
16	평가기준_중	'평가준거 성취기준'을 난이도별로 나타낸 것 중 '중' 난이도에 대한 내용	String	필수	
17	평가기준_하	'평가준거 성취기준'을 난이도별로 나타낸 것 중 '하' 난이도에 대한 내용	String	필수	
18	교육과정 표준정보	데이터 추출의 근거가 되는 문서의 교육과정 표준정보	String	필수	

6.2 데이터 입력 항목별 작업방법

1) 영역

(1) 추출

A. 초등, 중등, 고등〈수학〉

"초등, 중등, 고등〈수학〉" 범위는 "수학과-교육과정-부록" 문서의 "학교 급별 내용 체계" 표에서 추출한다.

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소							기능
			초등학교			중학교			고등학교 〈수학〉	
			1~2학년	3~4학년	5~6학년	1~3학년				
문자와 식	다항식	문자를 통해 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하고 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해가 다항식으로 확장되어 적용된다.				• 문자의 사용과 식의 계산	• 식의 계산	• 다항식의 곱셈과 인수분해	• 다항식의 연산 • 나머지 정리 • 인수분해	표현하기 계산하기 문제 해결하기 이해하기 활용하기 검토하기 설명하기
	방정식과 부등식	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.				• 일차방정식	• 일차부등식과 연립일차방정식	• 이차방정식	• 복소수와 이차방정식 • 이차방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	
규칙성과 함수	규칙성과 대응	규칙성은 생활 주변의 여러 현상을 탐구하는 데 중요하며 함수 개념의 기초가 된다.	• 규칙 찾기	• 규칙을 수나 식으로 나타내기	• 규칙과 대응 • 비와 비율 • 비례식과 비례배분					배열하기 표현하기 추측하기 규칙찾기 규칙정하기

149

부록

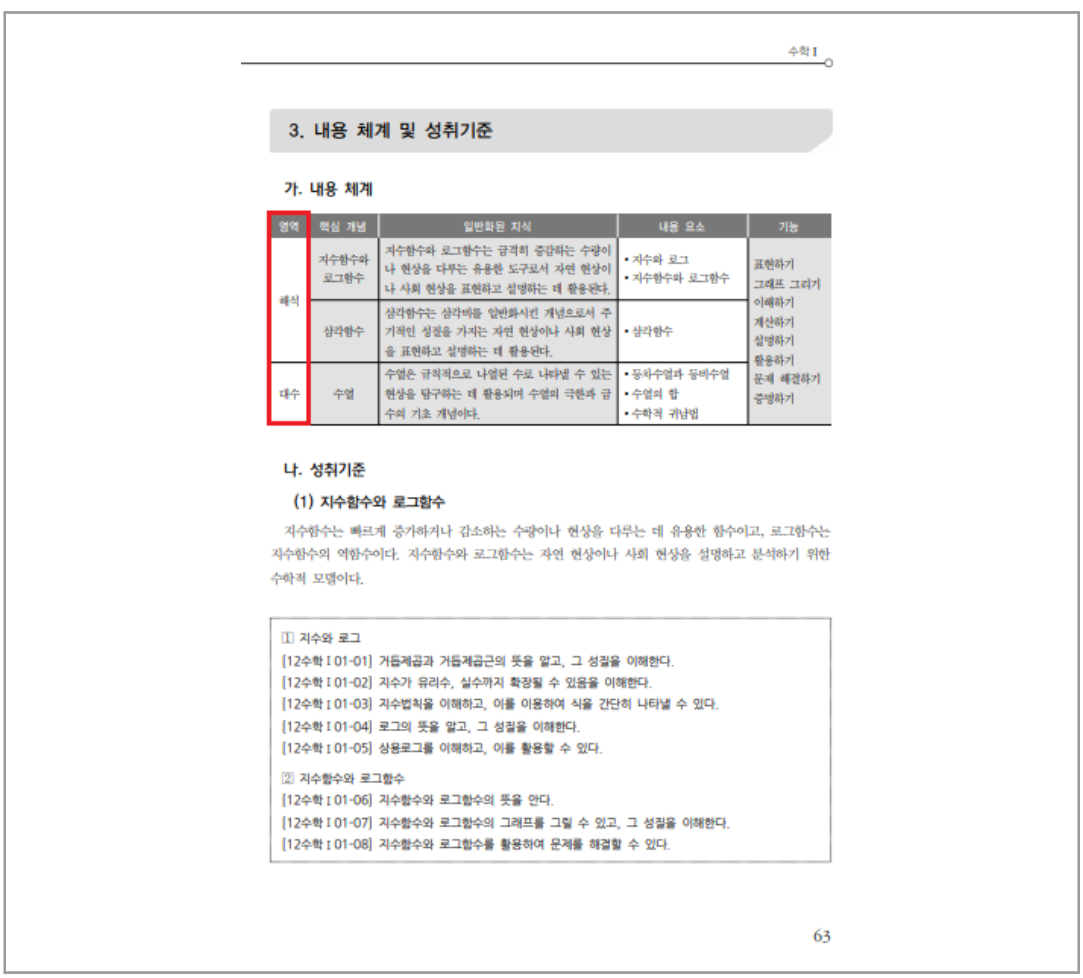
예시 | '문자와 식' 영역 추출 대상 표시

B. 고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉

"고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉" 등 고등범위는 부록 문서에서 포함되어있지 않기 때문에 "수학과-교육과정-본문" 문서 상의 "가. 내용 체계" 표에서 추출한다. 각 범위 별 페이지 출처는 아래와 같다.

- 고등〈수학1〉: 63p
- 고등〈수학2〉: 74p
- 고등〈미적분〉: 85p
- 고등〈확률과 통계〉: 96p
- 고등〈기하〉: 109p

해당 내용은 "영역"뿐만 아니라 "핵심개념", "일반화된 지식", "내용 요소", "기능" 항목에서도 동일하게 적용된다.



수학 I

3. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
해석	지수함수와 로그함수	지수함수와 로그함수는 급격히 증감하는 수량이나 현상을 다루는 유용한 도구로서 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 지수와 로그 • 지수함수와 로그함수	표현하기 그래프 그리기 이해하기 계산하기 설명하기 활용하기 문제 해결하기 증명하기
	삼각함수	삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로서 주기적인 성질을 가지는 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 삼각함수	
대수	수열	수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 활용되며 수열의 극한과 급수의 기초 개념이다.	• 등차수열과 등비수열 • 수열의 합 • 수학적 귀납법	

나. 성취기준

(1) 지수함수와 로그함수

지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수와 로그함수는 자연 현상이나 사회 현상을 설명하고 분석하기 위한 수학적 모델이다.

1 지수와 로그
[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.
[12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
[12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2 지수함수와 로그함수
[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다.
[12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

63

예시 | 수학1 '해석', '대수' 영역 추출 대상 표시

(2) 입력

- ID: 수학 교육과정에서 영역은 총 8개로 이루어져 있으며, 미리 정의된 아래의 표를 보고 해당되는 ID를 입력하면 된다.

ID	영역명
영역01	수와 연산
영역02	문자와 식
영역03	규칙성과 함수
영역04	기하
영역05	측정
영역06	확률과 통계
영역07	해석
영역08	대수

- NAME: 위의 표에서 해당하는 영역명을 글자 그대로 NAME 컬럼에 입력한다.

영역		핵심 개념		일반화된 지식	
ID	NAME	ID	NAME	ID	NAME
영역02	문자와 식	영역02-핵심02	방정식과 부등식	영역02-지식02	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.

2) 핵심개념

(1) 추출

A. 초등, 중등, 고등〈수학〉

"초등, 중등, 고등〈수학〉" 범위는 "수학과-교육과정-부록" 문서의 "학교 급별 내용 체계" 표에서 추출한다.

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소						고등학교 〈수학〉	기능
			초등학교			중학교				
			1~2학년	3~4학년	5~6학년	1~3학년				
문자와 식	다항식	문자를 통해 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하고 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해가 다항식으로 확장되어 적용된다.				• 문자의 사용과 식의 계산	• 식의 계산	• 다항식의 곱셈과 인수분해	• 다항식의 연산 • 나머지 정리 • 인수분해	표현하기 계산하기 문제 해결하기 이해하기 활용하기 검토하기 설명하기
	방정식과 부등식	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.				• 일차방정식	• 일차부등식과 연립일차방정식	• 이차방정식	• 복소수와 이차방정식 • 이차방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	
규칙성과 함수	규칙성과 대응	규칙성은 생활 주변의 여러 현상을 탐구하는 데 중요하며 함수 개념의 기초가 된다.	• 규칙 찾기	• 규칙을 수나 식으로 나타내기	• 규칙과 대응 • 비와 비율 • 비례식과 비례배분					배열하기 표현하기 추측하기 규칙찾기 규칙정하기

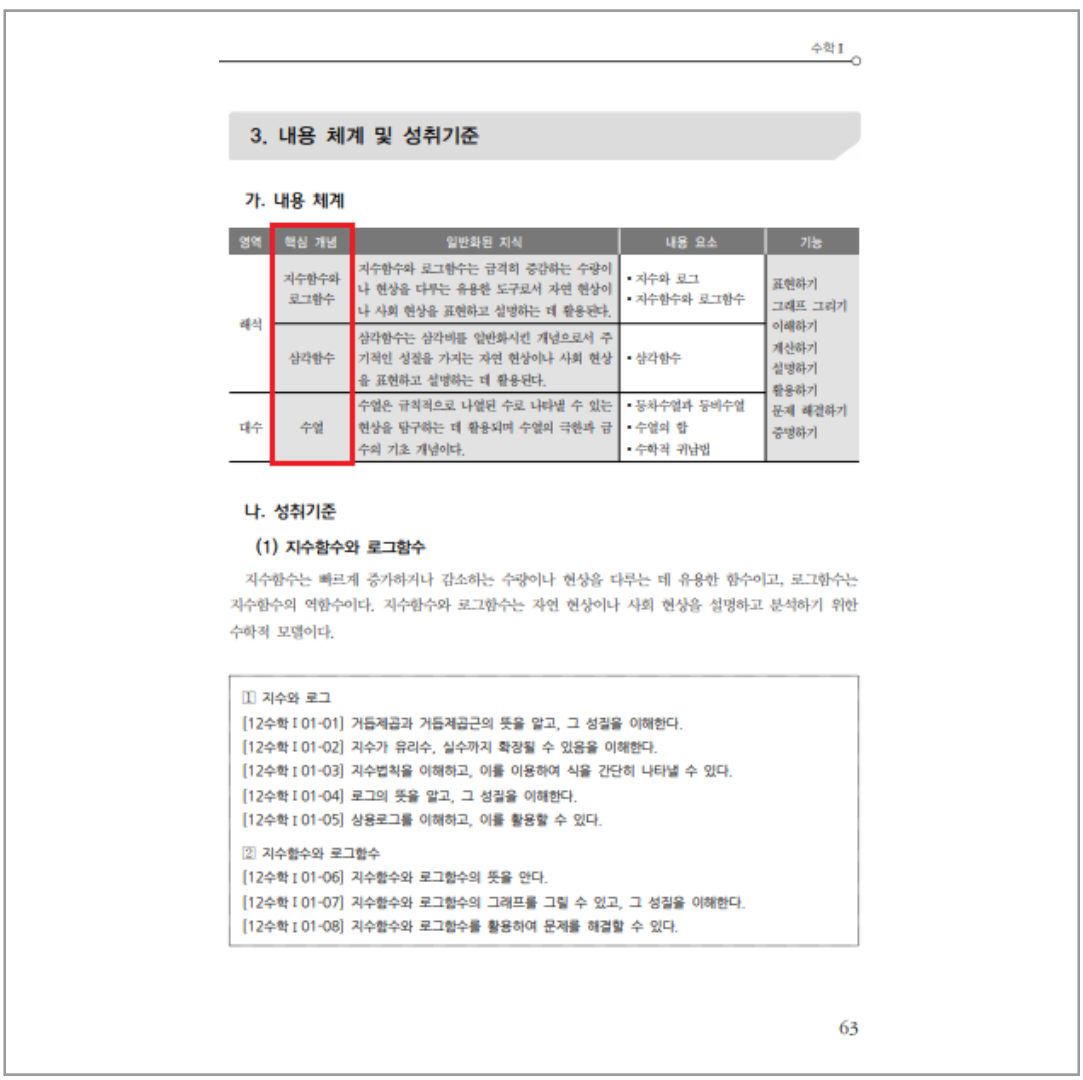
149

예시 | '문자와 식' 영역 핵심 개념 추출 대상 표시

B. 고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉

"고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉" 등 고등범위는 부록 문서에서 포함되어있지 않기 때문에 "수학과-교육과정-본문" 문서 상의 "가. 내용 체계" 표에서 추출한다. 각 범위 별 페이지 출처는 아래와 같다.

- 고등〈수학1〉: 63p
- 고등〈수학2〉: 74p
- 고등〈미적분〉: 85p
- 고등〈확률과 통계〉: 96p
- 고등〈기하〉: 109p



수학 I

3. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
해석	지수함수와 로그함수	지수함수와 로그함수는 급격히 증감하는 수량이나 현상을 다루는 유용한 도구로서 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 지수와 로그 • 지수함수와 로그함수	표현하기 그래프 그리기 이해하기 계산하기 설명하기 활용하기 문제 해결하기 증명하기
	삼각함수	삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로서 주기적인 성질을 가지는 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 삼각함수	
대수	수열	수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 활용되며 수열의 극한과 급수의 기초 개념이다.	• 등차수열과 등비수열 • 수열의 합 • 수학적 귀납법	

나. 성취기준

(1) 지수함수와 로그함수

지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수와 로그함수는 자연 현상이나 사회 현상을 설명하고 분석하기 위한 수학적 모델이다.

1 지수와 로그
[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.
[12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
[12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2 지수함수와 로그함수
[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다.
[12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

63

예시 | 수학1 '해석', '대수' 영역 핵심 개념 추출 대상 표시

(2) 입력

영역		핵심 개념		일반화된 지식	
ID	NAME	ID	NAME	ID	NAME
영역02	문자와 식	영역02-핵심02	방정식과 부등식	영역02-지식02	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.

- ID: 핵심개념의 ID 는 문서에 기재되어 있지 않으므로, 상위 영역의 ID 뒤에 핵심01, 핵심02, … 의 순서를 붙여 "영역XX-핵심XX"의 형태로 입력한다. (예시 - 영역02-핵심02)
- NAME: 문서상의 표현을 문자 그대로의 형태로 입력한다.

3) 일반화된 지식

(1) 추출

A. 초등, 중등, 고등〈수학〉

"초등, 중등, 고등〈수학〉" 범위는 "수학과-교육과정-부록" 문서의 "학교 급별 내용 체계" 표에서 추출한다.

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소						고등학교 〈수학〉	기능
			초등학교			중학교				
			1~2학년	3~4학년	5~6학년	1~3학년				
문자와 식	다항식	문자를 통해 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하고 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해가 다항식으로 확장되어 적용된다.				• 문자의 사용과 식의 계산	• 식의 계산	• 다항식의 곱셈과 인수분해	• 다항식의 연산 • 나머지 정리 • 인수분해	표현하기 계산하기 문제 해결하기 이해하기 활용하기 검토하기 설명하기
	방정식과 부등식	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.				• 일차방정식	• 일차부등식과 연립일차방정식	• 이차방정식	• 복소수와 이차방정식 • 이차방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	
규칙성과 함수	규칙성과 대응	규칙성은 생활 주변의 여러 현상을 탐구하는 데 중요하며 함수 개념의 기초가 된다.	• 규칙 찾기	• 규칙을 수나 식으로 나타내기	• 규칙과 대응 • 비와 비율 • 비례식과 비례배분					배열하기 표현하기 추측하기 규칙찾기 규칙정하기

149

부록

예시 | ‘문자와 식’ 영역 일반화된 지식 추출 대상 표시

B. 고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉

“고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉” 등 고등범위는 부록 문서에서 포함되어있지 않기 때문에 “수학과-교육과정-본문” 문서 상의 “가. 내용 체계” 표에서 추출한다. 각 범위 별 페이지 출처는 아래와 같다.

- 고등〈수학1〉: 63p
- 고등〈수학2〉: 74p
- 고등〈미적분〉: 85p
- 고등〈확률과 통계〉: 96p
- 고등〈기하〉: 109p

수학 I

3. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
해석	지수함수와 로그함수	지수함수와 로그함수는 급격히 증감하는 수량이나 현상을 다루는 유용한 도구로서 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	▪ 지수와 로그 ▪ 지수함수와 로그함수	표현하기 그래프 그리기 이해하기 계산하기 설명하기 활용하기 문제 해결하기 증명하기
	삼각함수	삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로서 주기적인 성질을 가지는 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	▪ 삼각함수	
대수	수열	수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 활용되며 수열의 극한과 급수의 기초 개념이다.	▪ 등차수열과 등비수열 ▪ 수열의 합 ▪ 수학적 귀납법	

나. 성취기준

(1) 지수함수와 로그함수

지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수와 로그함수는 자연 현상이나 사회 현상을 설명하고 분석하기 위한 수학적 모델이다.

1 지수와 로그

[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.
[12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
[12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2 지수함수와 로그함수

[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다.
[12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

63

예시 | 수학1 '해석', '대수' 영역 일반화된 지식 추출 대상 표시

(2) 입력

영역		핵심 개념		일반화된 지식	
ID	NAME	ID	NAME	ID	NAME
영역02	문자와 식	영역02-핵심02	방정식과 부등식	영역02-지식02	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.

- ID: 일반화된 지식의 ID 또한 문서에 기재되어 있지 않으므로, 핵심개념과 같은 룰을 적용하여 상위 영역의 ID 뒤에 지식01, 지식02, … 의 순서를 붙여 "영역XX-지식XX"의 형태로 입력한다. (예시 - 영역02-지식02)
- NAME: 문서상의 표현을 문자 그대로 입력한다.

4) 용요소

(1) 추출

A. 초등, 중등, 고등〈수학〉

"초등, 중등, 고등〈수학〉" 범위는 "수학과-교육과정-부록" 문서의 "학교 급별 내용 체계" 표에서 추출한다.

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소						고등학교 〈수학〉	기능
			초등학교			중학교				
			1~2학년	3~4학년	5~6학년	1~3학년				
문자와 식	다항식	문자를 통해 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하고 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해가 다항식으로 확장되어 적용된다.				• 문자의 사용과 식의 계산	• 식의 계산	• 다항식의 곱셈과 인수분해	• 다항식의 연산 • 나머지 정리 • 인수분해	표현하기 계산하기 문제 해결하기 이해하기 활용하기 검토하기 설명하기
	방정식과 부등식	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.				• 일차방정식	• 일차부등식과 연립일차방정식	• 이차방정식	• 복소수와 이차방정식 • 이차방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	
규칙성과 함수	규칙성과 대응	규칙성은 생활 주변의 여러 현상을 탐구하는 데 중요하며 함수 개념의 기초가 된다.	• 규칙 찾기	• 규칙을 수나 식으로 나타내기	• 규칙과 대응 • 비와 비율 • 비례식과 비례배분					배열하기 표현하기 추측하기 규칙찾기 규칙정하기

149

부록

예시 | '문자와 식' 영역 내용 요소 추출 대상 표시

B. 고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉

"고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉" 등 고등범위는 부록 문서에서 포함되어있지 않기 때문에 "수학과-교육과정-본문" 문서 상의 "가. 내용 체계" 표에서 추출한다. 각 범위별 페이지 출처는 아래와 같다.

- 고등〈수학1〉: 63p
- 고등〈수학2〉: 74p
- 고등〈미적분〉: 85p
- 고등〈확률과 통계〉: 96p
- 고등〈기하〉: 109p

3. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
해석	지수함수와 로그함수	지수함수와 로그함수는 급격히 증감하는 수량이나 현상을 다루는 유용한 도구로서 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 지수와 로그 • 지수함수와 로그함수	표현하기 그래프 그리기 이해하기 계산하기 설명하기 활용하기 문제 해결하기 증명하기
	삼각함수	삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로서 주기적인 성질을 가지는 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 삼각함수	
대수	수열	수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 활용되며 수열의 극한과 급수의 기초 개념이다.	• 등차수열과 등비수열 • 수열의 합 • 수학적 귀납법	

나. 성취기준

(1) 지수함수와 로그함수

지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수와 로그함수는 자연 현상이나 사회 현상을 설명하고 분석하기 위한 수학적 모델이다.

1 지수와 로그

[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.
[12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
[12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2 지수함수와 로그함수

[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다.
[12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

예시 | 수학1 '해석', '대수' 영역 내용 요소 추출 대상 표시

(2) 입력

내용 요소		기능
ID	NAME	
영역02-요소01	일차방정식	표현하기; 계산하기; 문제 해결하기; 이해하기; 활용하기; 검토하기; 설명하기;

- ID: 내용 요소의 ID 또한 문서에 기재되어 있지 않으므로, 상위 영역의 ID 뒤에 요소01, 요소02, ...의 순서를 붙여 "영역XX-요소XX"의 형태로 입력한다. (예시 - 영역02-요소01)
- NAME: 문서상의 표현을 문자 그대로 입력한다.

5) 기능

(1) 추출

A. 초등, 중등, 고등〈수학〉

"초등, 중등, 고등〈수학〉" 범위는 "수학과-교육과정-부록" 문서의 "학교 급별 내용 체계" 표에서 추출한다.

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소						고등학교 〈수학〉	기능
			초등학교			중학교				
			1~2학년	3~4학년	5~6학년	1~3학년				
문자와 식	다항식	문자를 통해 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하고 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해가 다항식으로 확장되어 적용된다.				• 문자의 사용과 식의 계산	• 식의 계산	• 다항식의 곱셈과 인수분해	• 다항식의 연산 • 나머지 정리 • 인수분해	표현하기 계산하기 문제 해결하기 이해하기 활용하기 검토하기 설명하기
	방정식과 부등식	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.				• 일차방정식	• 일차부등식과 연립일차방정식	• 이차방정식	• 복소수와 이차 방정식 • 이차 방정식과 이차함수 • 여러 가지 방정식과 부등식	
규칙성과 함수	규칙성과 대응	규칙성은 생활 주변의 여러 현상을 탐구하는 데 중요하며 함수 개념의 기초가 된다.	• 규칙 찾기	• 규칙을 수나 식으로 나타내기	• 규칙과 대응 • 비와 비율 • 비례식과 비례배분					배열하기 표현하기 추측하기 규칙찾기 규칙정하기

예시 | ‘문자와 식’ 영역 기능 추출 대상 표시

B. 고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉

“고등〈수학1〉, 〈수학2〉, 〈미적〉, 〈확통〉, 〈기하〉” 등 고등범위는 부록 문서에서 포함되어있지 않기 때문에 “수학과-교육과정-본문” 문서 상의 “가. 내용 체계” 표에서 추출한다. 각 범위별 페이지 출처는 아래와 같다.

- 고등〈수학1〉: 63p
- 고등〈수학2〉: 74p
- 고등〈미적분〉: 85p
- 고등〈확률과 통계〉: 96p
- 고등〈기하〉: 109p

3. 내용 체계 및 성취기준

가. 내용 체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
해석	지수함수와 로그함수	지수함수와 로그함수는 급격히 증감하는 수량이나 현상을 다루는 유용한 도구로서 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 지수와 로그 • 지수함수와 로그함수	표현하기 그래프 그리기 이해하기 계산하기 설명하기 활용하기 문제 해결하기 증명하기
	삼각함수	삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로서 주기적인 성질을 가지는 자연 현상이나 사회 현상을 표현하고 설명하는 데 활용된다.	• 삼각함수	
대수	수열	수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 활용되며 수열의 극한과 급수의 기초 개념이다.	• 등차수열과 등비수열 • 수열의 합 • 수학적 귀납법	

나. 성취기준

(1) 지수함수와 로그함수

지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수와 로그함수는 자연 현상이나 사회 현상을 설명하고 분석하기 위한 수학적 모델이다.

1 지수와 로그

[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다.
[12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다.
[12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2 지수함수와 로그함수

[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다.
[12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
[12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

예시 | 수학1 '해석', '대수' 영역 기능 추출 대상 표시

(2) 입력

- 기능: ‘영역’에 1:N으로 대응되는 개념이나, 리스트 형태로 하나의 셀에 여러 개의 기능을 입력한다. 각 기능은 세미콜론(;)을 이용하여 구분한다.

내용 요소		기능
ID	NAME	
영역02-요소01	일차방정식	표현하기; 계산하기; 문제 해결하기; 이해하기; 활용하기; 검토하기; 설명하기;

6) 학습요소

(1) 추출

- 학습 요소는 전 범위에 공통적으로 “수학과-교육과정-본문” 문서의 (가) 학습 요소 항목에서 추출한다.

수학과 교육과정

(2) 문자와 식

문자는 수량 관계를 명확하고 간결하게 표현하는 수학적 언어이다. 문자를 통해 수량 사이의 관계를 일반화함으로써 산술에서 대수로 이행하며, 수에 대한 사칙연산과 소인수분해는 다항식으로 확장되어 적용된다. 또한 방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차를 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다. 문자는 수학적 의사소통을 원활히 할 수 있도록 도와주고, 문자를 이용한 방정식과 부등식은 여러 가지 문제를 해결하는 중요한 도구가 된다.

1 문자의 사용과 식의 계산
[9수02-01] 다양한 상황을 문자를 사용한 식으로 나타낼 수 있다.
[9수02-02] 식의 값을 구할 수 있다.
[9수02-03] 일차식의 덧셈과 뺄셈의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.

2 일차방정식
[9수02-04] 방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.
[9수02-05] 일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

3 식의 계산
[9수02-06] 지수법칙을 이해한다.
[9수02-07] 다항식의 덧셈과 뺄셈의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.
[9수02-08] '(단항식)×(다항식)', '(다항식)÷(단항식)'과 같은 곱셈과 나눗셈의 원리를 이해하고, 그 계산을 할 수 있다.

4 일차부등식과 연립일차방정식
[9수02-09] 부등식과 그 해의 의미를 알고, 부등식의 성질을 이해한다.
[9수02-10] 일차부등식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
[9수02-11] 미지수가 2개인 연립일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

5 다항식의 곱셈과 인수분해
[9수02-12] 다항식의 곱셈과 인수분해를 할 수 있다.

6 이차방정식
[9수02-13] 이차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

(가) 학습 요소

- 대입, 다항식, 항, 단항식, 상수항, 계수, 차수, 일차식, 동류항, 등식, 방정식, 미지수, 해, 근, 항등식, 이항, 일차방정식, 전개, 부등식, 일차부등식, 연립방정식, 인수, 인수분해, 완전제곱식, 이

30

예시 | '문자와 식' 영역 학습 요소 추출 대상 표시

(2) 입력

- 추출에 따르면 '영역'에 1:N으로 대응되는 개념임, 즉 하나의 영역에 여러 학습요소가 나열되어 있음
- 하지만, 입력 시에는 해당 영역의 '내용요소' 단위로 기재한다. '내용 요소' 에 1:N으로 맵핑한다.
- 즉, 하나의 내용 요소에 여러 개의 학습 요소를 리스트 형태로 입력한다.
- 해당 영역 내에 있는 학습 요소들 중에서 내용 요소와 연관된다고 판단되는 요소들을 맵핑시키되,
- 하나의 학습 요소가 여러 내용 요소에 맵핑될 수 있다.

[Note]

- 내용요소에 어떤 학습요소들이 포함되는지를, 내용요소의 이름만으로는 판단하기가 어렵습니다. 따라서 주어진 **교과서를 참고**하여 내용요소에 어떤 학습요소들이 포함될지 판단하는 것이 중요합니다.
- **교과서를 기준으로 기재**하는 것이 가장 바람직한 것으로 생각됩니다.

영역		핵심 개념		일반화된 지식		내용 요소		기능	학습요소
ID	NAME	ID	NAME	ID	NAME	ID	NAME		
	string		string		string		string	list	list
영역XX	교육과정 문서 내 정의된 수학의 영역 정보	영역XX-핵심XX	교육과정 문서 내 정의된 내용으로 영역 내의 핵심 개념 정보	영역XX-지식XX	교육과정 문서 내 정의된 내용으로 핵심 개념에 해당되는 일반화된 지식 정보	영역XX-요소XX	교육과정 문서 내 정의된 내용으로 핵심 개념 내의 내용 요소 정보	교육과정 문서 내 정의된 내용	교육과정 문서 내 정의된 학습 요소들
수02	문자와 식	수02-핵심02	방정식과 부등식	수02-지식02	방정식과 부등식은 양 사이의 관계를 나타내며, 적절한 절차에 따라 이를 만족시키는 해를 구할 수 있다.	9수02-요소01	일차방정식	표현하기; 계산하기; 문제 해결하기; 이해하기; 활용하기; 검토하기; 설명하기;	일차방정식
						9수02-요소02	일차부등식과 연립일차방정식		부등식; 일차부등식; 연립방정식

7) 교육과정 성취기준

(1) 추출

- ‘성취기준’ 문서를 참고하여 ‘교육과정 성취기준’ 컬럼에 입력한다. ‘내용 요소’의 하위 개념으로 취급한다. ‘내용 요소’에 해당하는 내용이 포함된 표가 등장하는 위치를 찾아 추출한다. 아래의 예시에서는 ‘(나) 일차방정식’이 ‘내용요소’에 해당된다.

2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 수학과 평가기준 개발 연구

(나) 일차방정식

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-04] 방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	[9수02-04-01] 방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	상	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.
		중	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다.
		하	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.
	[9수02-04-02] 등식의 성질을 설명할 수 있다.	상	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.
		중	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.
		하	등식의 성질을 말할 수 있다.
[9수02-05] 일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	[9수02-05-01] 일차방정식을 풀 수 있다.	상	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		중	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		하	간단한[4] 일차방정식을 풀 수 있다.
	[9수02-05-02] 일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	상	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.
		중	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.
		하	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다.

(다) 식의 계산

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-06] 지수법칙을 이해한다.	[9수02-06-00] 지수법칙을 이해한다.	상	지수법칙을 이용하여 단항식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		중	거듭제곱으로 나타낸 간단한 식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		하	거듭제곱으로 나타낸 간단한 수의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
[9수02-07] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	[9수02-07-00] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	상	다항식의 덧셈과 뺄셈을 계산하고, 그 과정을 설명할 수 있다.

4) 간단한 일차방정식은 $x-3=2$, $2x=3$ 등과 같이 등식의 성질 중 한 가지 성질만으로 바로 해결할 수 있는 정도의 방정식을 말한다.

244

(2) 입력

- ID: ‘성취기준’ 문서의 표에 등장하는 그대로 입력한다. 그림의 예시에서는 [9수02-04]라고 입력되어 있는 부분에서 대괄호([,]) 제외한 텍스트 만을 입력한다. (예시 - 9수02-04)
- NAME: ‘성취기준’ 문서의 표에 등장하는 텍스트에서 ID에 해당되는 부분을 제외하고 그대로 입력한다.

교육과정 성취기준		평가준거 성취기준		평가기준			교육과정 표준 정보
ID	NAME	ID	NAME	상	중	하	
9수02-04	방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	9수02-04-01	방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-04-02	등식의 성질을 설명할 수 있다.	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.	등식의 성질을 말할 수 있다.	2015 교육과정
9수02-05	일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	9수02-05-01	일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	간단한 일차방정식을 풀 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-05-02	일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다	2015 교육과정

8) 평가준거 성취기준

(1) 추출

- ‘성취기준’ 문서를 참고하여 ‘평가준거 성취기준’ 컬럼에 입력한다. ‘교육과정 성취기준’의 하위 개념으로 취급한다. ‘내용 요소’에 해당하는 내용이 포함된 표가 등장하는 위치를 찾아 추출한다. 아래의 예시에서는 ‘(나) 일차방정식’이 ‘내용요소’에 해당된다.

2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 수학과 평가기준 개발 연구

(나) 일차방정식

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-04] 방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	[9수02-04-01] 방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	상	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.
		중	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다.
		하	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.
	[9수02-04-02] 등식의 성질을 설명할 수 있다.	상	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.
		중	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.
		하	등식의 성질을 말할 수 있다.
[9수02-05] 일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	[9수02-05-01] 일차방정식을 풀 수 있다.	상	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		중	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		하	간단한[4] 일차방정식을 풀 수 있다.
	[9수02-05-02] 일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	상	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.
		중	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.
		하	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다.

(다) 식의 계산

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-06] 지수법칙을 이해한다.	[9수02-06-00] 지수법칙을 이해한다.	상	지수법칙을 이용하여 단항식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		중	거듭제곱으로 나타낸 간단한 식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		하	거듭제곱으로 나타낸 간단한 수의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
[9수02-07] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	[9수02-07-00] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	상	다항식의 덧셈과 뺄셈을 계산하고, 그 과정을 설명할 수 있다.

4) 간단한 일차방정식은 $x-3=2$, $2x=3$ 등과 같이 등식의 성질 중 한 가지 성질만으로 바로 해결할 수 있는 정도의 방정식을 말한다.

244

(2) 입력

- ID: ‘성취기준’ 문서의 표에 등장하는 ‘평가준거 성취기준’ 열의 텍스트를 그대로 입력한다. 그림의 예시에서는 [9수02-04-01]라고 입력되어 있는 부분에서 대괄호([,]) 제외한 텍스트 만을 입력한다. (예시 - 9수02-04-01)
- NAME: ‘성취기준’ 문서의 표에 등장하는 ‘평가준거 성취기준’ 열의 텍스트에서 ID에 해당되는 부분을 제외하고 그대로 입력한다.

교육과정 성취기준		평가준거 성취기준		평가기준			교육과정 표준 정보
ID	NAME	ID	NAME	상	중	하	
9수02-04	방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	9수02-04-01	방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-04-02	등식의 성질을 설명할 수 있다.	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.	등식의 성질을 말할 수 있다.	2015 교육과정
9수02-05	일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	9수02-05-01	일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	간단한 일차방정식을 풀 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-05-02	일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다	2015 교육과정

9) 평가기준

(1) 추출

- ‘성취기준’ 문서를 참고하여 ‘평가준거 성취기준’ 컬럼에 입력한다. ‘평가준거 성취기준’의 하위 개념으로 취급한다. ‘내용 요소’에 해당하는 내용이 포함된 표가 등장하는 위치를 찾아 추출한다. 아래의 예시에서는 ‘(나) 일차방정식’이 ‘내용요소’에 해당된다.

(2) 입력

3085 개정 교육과정에 따른 초·중학교 수학과 평가기준 개발 연구

(나) 일차방정식

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-04] 방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	[9수02-04-01] 방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	상	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.
		중	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다.
		하	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.
	[9수02-04-02] 등식의 성질을 설명할 수 있다.	상	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.
		중	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.
		하	등식의 성질을 말할 수 있다.
[9수02-05] 일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	[9수02-05-01] 일차방정식을 풀 수 있다.	상	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		중	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.
		하	간단한[4] 일차방정식을 풀 수 있다.
	[9수02-05-02] 일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	상	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.
		중	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.
		하	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다.

(다) 식의 계산

교육과정 성취기준	평가준거 성취기준	평가기준	
[9수02-06] 지수법칙을 이해한다.	[9수02-06-00] 지수법칙을 이해한다.	상	지수법칙을 이용하여 단항식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		중	거듭제곱으로 나타낸 간단한 식의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
		하	거듭제곱으로 나타낸 간단한 수의 곱셈과 나눗셈을 할 수 있다.
[9수02-07] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	[9수02-07-00] 다항식의 덧셈과 뺄셈의	상	다항식의 덧셈과 뺄셈을 계산하고, 그 과정을 설명할 수 있다.

4) 간단한 일차방정식은 $x-3=2$, $2x=3$ 등과 같이 등식의 성질 중 한 가지 성질만으로 바로 해결할 수 있는 정도의 방정식을 말한다.

244

- 상/중/하: ‘성취기준’ 문서의 표에 등장하는 ‘평가기준’ 열의 하위인 ‘상’, ‘중’, ‘하’에 해당되는 텍스트를 그대로 입력한다.

교육과정 성취기준		평가준거 성취기준		평가기준			교육과정 표준 정보
ID	Text	ID	Text	상	중	하	
9수02-04	방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	9수02-04-01	방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-04-02	등식의 성질을 설명할 수 있다.	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.	등식의 성질을 말할 수 있다.	2015 교육과정
9수02-05	일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	9수02-05-01	일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	간단한 일차방정식을 풀 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-05-02	일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다	2015 교육과정

10) 교육과정 표준정보

(1) 추출/입력

- ‘교육과정 표준정보’는 따로 문서에서 추출하지 않고, 문서의 출처를 입력하는 것으로, 해당 작업에서는 ‘2015 교육과정’으로 일괄 입력한다.

교육과정 성취기준		평가준거 성취기준		평가기준			교육과정 표준 정보
ID	Text	ID	Text	상	중	하	
9수02-04	방정식과 그 해의 의미를 알고, 등식의 성질을 이해한다.	9수02-04-01	방정식과 그 해의 의미를 알 수 있다.	방정식과 항등식을 구별하고 그 차이를 말할 수 있다.	방정식과 그 해의 의미를 말할 수 있다	주어진 수가 방정식의 해인지 판단할 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-04-02	등식의 성질을 설명할 수 있다.	등식의 성질을 방정식의 풀이에 활용할 수 있다.	간단한 방정식을 푸는데 사용된 등식의 성질을 말할 수 있다.	등식의 성질을 말할 수 있다.	2015 교육과정
9수02-05	일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	9수02-05-01	일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 유리수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	계수와 상수가 정수 범위인 일차방정식을 풀 수 있다.	간단한 일차방정식을 풀 수 있다.	2015 교육과정
		9수02-05-02	일차방정식을 활용하여 문제를 해결할 수 있다	일차방정식을 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있다.	일차방정식을 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.	문제의 뜻에 맞는 간단한 일차방정식을 세울 수 있다	2015 교육과정