



### 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



**저작자표시.** 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



**비영리.** 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



**변경금지.** 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

**저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.**

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

중학교 과학 교과서 비교 분석을 통한  
수행평가 도구 개발

-중학교 1학년 화학영역을 중심으로



濟州大學校 教育大學院

化學教育專攻

玄 丞 我

2007年 8月

碩士學位論文

중학교 과학 교과서 비교 분석을 통한  
수행평가 도구 개발

-중학교 1학년 화학영역을 중심으로



濟州大學校 教育大學院

化學教育專攻

2007年 8月

# 중학교 과학 교과서 비교 분석을 통한 수행평가 도구 개발

-중학교 1학년 화학영역을 중심으로

指導教授 姜 昌 禧

玄 丞 我

이 論文을 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

2007年 6月

玄丞我的 教育學 碩士學位 論文을 認定함

審査委員長 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

濟州大學校 教育大學院

2007年 8月

# Development of Performance Assessment Tools through Comparative Analysis of Science Textbooks for Middle School Students

- Based on chemistry study subjects for the 1st grade of middle school-

Seung-A Hyun

(Supervised by Professor Chang-Hee Kang)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the  
degree of Master of Education of Chemistry

2007 . 8 .

This thesis has been examined and approved.

---

Thesis director, Duck-Su Kim of education of chemistry

---

---

(Name and signature)

MAJOR IN EDUCATION OF CHEMISTRY  
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## 국문초록

교과 내용에 적합한 새로운 평가도구 개발을 위해, 중학교 1학년 과학 교과서의 화학 단원 내용을 비교, 분석하였다. 비교 대상 화학영역은 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘분자의 운동’, ‘상태변화와 에너지’ 등의 3개 단원이다. 현재 중학교에서 사용 중인 5종 교과서의 구성 체계를 비교해 본 결과, 대체적으로 ‘대단원 도입부 - 중, 소단원 - 정리하기 - 심화, 보충 학습 - 단원의 마무리’ 형태로 구성되고 있었다.

중, 소단원의 ‘탐구 학습 및 심화, 보충 학습’ 내용은 교과서별로 비교해 본 결과, ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 ‘얼음의 용해’, ‘양초의 응고’ 등을 제시하고 있고, ‘분자의 운동’ 단원에서는 대부분 보일의 법칙과 샤를의 법칙을 기술하고 있었다. 또 ‘상태변화와 에너지’ 단원에서는 ‘간이 냉장고 및 아이스크림 만들기’, ‘손난로 만들기’ 실험에 대해 기술하고 있는 것으로 나타났다.

교과서 구성 단계 중 ‘단원 마무리 활동’ 부분에서는 대상 교과서 5종이 모두 유사한 내용으로 구성되었으나 전개 순서에서만 다소 차이를 보였다. 또 단원 마무리 문제로 학습 내용을 정리하거나 학생들의 흥미 유발을 위해, ‘용어 연결하기’, ‘과학 콩트’, ‘숨은 그림 찾기’ 등의 활동을 제시하고 있었다.

교과서 비교, 분석 결과를 바탕으로 중학교 과학과 교육목표에 따라 창의력 및 문제 해결력 능력의 향상을 위한 수행평가 도구 8 가지를 개발하였다. 개발된 수행평가 도구는 ‘실험 - 보고서’형 평가 방식으로, 학생한테 주어진 평가 과제의 수행 과정과 결과를 동시에 평가할 수 있고, 관찰이나 지필 검사로 놓치기 쉬운 과학적 창의력이나 탐구 능력을 효과적으로 평가할 수 있도록 작성하였다.

개발된 평가 도구를 제주도 소재 중학교 1학년 학생 140명을 대상으로 평가에 활용하고, 설문 조사를 통해 학생들의 반응을 조사하였다. 설문 조사 결과, 개발된 수행평가는 학생들의 흥미 유발과 이해에 도움을 주는 것으로 나타났다. 또한 수업 목표에 도달하는데 어느 정도 도움이 되고, 수행 평가의 수준도 적절하게 생각하는 것으로 조사되었다.

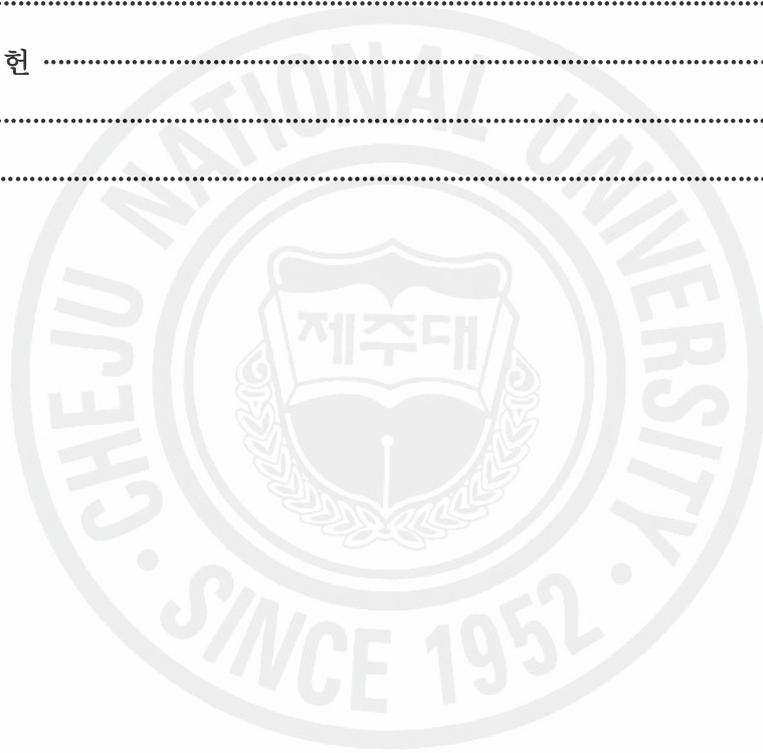
---

※ 본 논문은 2007년 8월 제주대학교 교육대학원 위원회에 제출된 교육학 석사학위 논문임.

# 목 차

국 문 초 록 .....	i
표 목 차 .....	iii
그 립 목 차 .....	iv
<b>I. 서 론</b> .....	1
<b>II. 이론적 배경</b> .....	3
<b>1. 과학과 교육과정</b> .....	3
1.1 7차 교육과정의 기본 방향 및 내용 .....	3
1.2 중학교 과학과 교육과정의 목표 및 평가 .....	6
<b>2. 수행평가의 이해</b> .....	8
2.1 수행평가의 정의 및 특징 .....	8
2.2 수행평가의 필요성 .....	10
2.3 과학과 수행평가의 유형 .....	11
2.4 수행평가의 도구 과제 개발 및 시행 절차 .....	14
2.5 수행평가의 신뢰도와 타당도 .....	19
<b>III. 연구 방법</b> .....	21
<b>1. 과학 교과서 화학영역 비교 분석</b> .....	21
<b>2. 수행평가 도구 개발</b> .....	21
2.1 수행평가 주제 선정 .....	21
2.2 수행평가 도구 평가 기준 .....	22
2.3 수행평가 적용 및 반응조사 .....	22
<b>IV. 결과 및 고찰</b> .....	23
<b>1. 중학 과학 교과서 화학영역 비교 분석</b> .....	23
1.1 연구 대상 교과서 선정 .....	23
1.2 교과서 구성 체계의 특징 .....	24
1.3 탐구학습 및 심화, 보충학습 내용 비교 분석 .....	30

1.4 단원 마무리 활동 .....	37
<b>2. 수행평가 단원의 주요 내용, 목표 및 지도 계획 .....</b>	<b>39</b>
2.1 각 단원의 주요 학습 내용 .....	39
2.2 각 단원의 주요 학습 목표 .....	39
2.3 각 단원의 학습 지도 계획 .....	41
<b>3. 수행평가 도구 개발 .....</b>	<b>45</b>
3.1 수행평가 도구 .....	48
3.2 과학 수업에 대한 반응 조사 결과 .....	76
<b>V. 결 론 .....</b>	<b>78</b>
<b>VI. 참고문헌 .....</b>	<b>81</b>
<b>VII. 부록 .....</b>	<b>83</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>89</b>



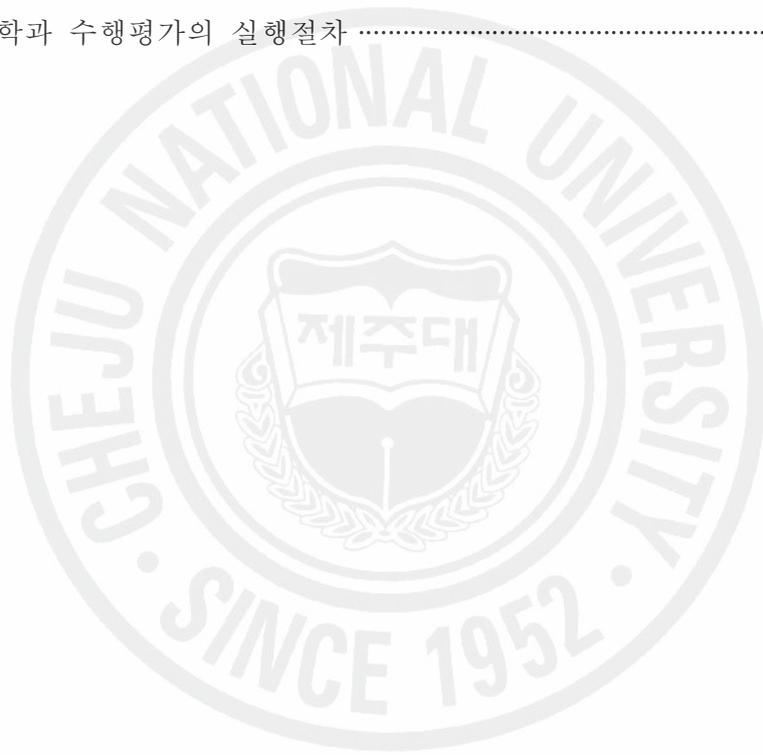
## <표목차>

표 1. 제 7차 교육과정에 따른 학년별 단원의 구성 .....	5
표 2. 중학교 과학의 학년별 내용 체계 .....	6
표 3. ‘수업 및 평가 계획서’의 예시 .....	18
표 4. 연구대상-중학교 1학년 과학 교과서의 기호 .....	23
표 5. A 교과서의 화학영역 대, 중, 소 단원명 .....	25
표 6. B 교과서의 화학영역 대, 중, 소 단원명 .....	26
표 7. C 교과서의 화학영역 대, 중, 소 단원명 .....	27
표 8. D 교과서의 화학영역 대, 중, 소 단원명 .....	28
표 9. E 교과서의 화학영역 대, 중, 소 단원명 .....	29
표 10. 탐구 학습 내용 주제 비교 .....	30
표 11. 단원별 보충, 심화 학습 주제 비교 .....	32
표 12. 보충, 심화 학습 내용의 비교 .....	36
표 13. 단원 마무리 제시 형태 비교 .....	38
표 14. ‘물질의 세 가지 상태’ 단원의 지도 계획 .....	41
표 15. ‘분자의 운동’ 단원의 지도 계획 .....	42
표 16. ‘상태변화와 에너지’ 단원의 지도 계획 .....	44
표 17. 수행평가 도구 개발 주제 .....	47
표 18. 도구 1의 평가 기준표 .....	49
표 19. 도구 2의 평가 기준표 .....	51
표 20. 도구 3의 평가 기준표 I .....	54
표 21. 도구 3의 평가 기준표 II .....	54
표 22. 도구 4의 평가 기준표 .....	57
표 23. 도구 5의 평가 기준표 .....	59
표 24. 도구 6의 평가 기준표 .....	63
표 25. 도구 7의 평가 기준표 I .....	68
표 26. 도구 7의 평가 기준표 II .....	68

표 27. 도구 8의 평가 기준표 I .....	74
표 28. 도구 8의 평가 기준표 II .....	74
표 29. 수행평가에 관한 학생의 반응 조사 결과 .....	77

### <그림목차>

그림 1. 수행평가 과제의 개발절차 .....	15
그림 2. 과학과 수행평가의 실행절차 .....	17



## I. 서 론

21세기는 사회 전반에 걸쳐 정보와 지식의 가치가 중요시 되는 지식기반사회이다. 그리고 사회는 빠른 속도로 발전하여 하루가 다른 새로운 모습으로 변화되고 있다. 이처럼 급변하는 사회에 적응하고 대처하기 위해서는 스스로 변화를 계획하고 추구하는 창의적이고 탐구적인 자세가 요구된다. 이러한 시대적 변화는 구시대적인 지식과 경험들을 함께 공유하던 집단적 우월성보다는 새로운 지식을 창조해 내는 창조력을 지닌 인간을 필요로 한다. 그리고 새 지식을 다른 사람들에게 전달할 수 있는 의사소통 능력을 지닌 인간형으로의 변화를 요구하고 있다.

우리나라 교육도 이러한 시대적 요구에 부응하려면 단편적인 암기위주의 주입식 교육보다는 정보를 수집하고 분석, 이해, 종합하여 스스로 문제를 해결하는 창의적 교육으로의 전환이 필연적이다. 우리 정부도 이러한 시대적 요구에 따라 '21세기 미래를 주도할 수 있는 자율적이고 창의적인 한국인 육성'을 지향하고 있다. 이미 제7차 초·중등 교육과정에 이어 제7차 교육과정 개정안이 마련되었고, 고등 정신 능력을 타당하게 측정하는 수행평가 방식을 적극적으로 도입하였다. 또 「교육비전 2002: 새 학교문화 창조」(1998)를 제안하면서 1999년 3월 이후 전국 모든 학교에서 수행평가가 초, 중, 고등학교에서 일제히 실시되어 오고 있다.

제7차 교육과정 개정 시안을 살펴보면 중학교 1학년의 과학 수업 시간이 주당 4시간으로 1시간 증가하였으며, 고등학교 1학년의 과학 수업도 주당 3시간에서 4시간으로 증가되었다. 이는 점점 강조되는 과학과목의 중요성을 반영한 것이라고 볼 수 있다.

과학 교육은 가급적 학생들에게 구체적인 체험을 할 수 있도록 환경을 조성해 주고 경험의 일반화를 통해 과학적 지식을 얻을 수 있도록 하는 방식이 바람직하다. 특히 화학 교육은 이론적으로 배우는 것보다는 직접 실험을 하거나 적절한 수업 매체를 이용하여 학생들의 호기심을 자극하고, 학습 참여 동기를 부여하여 화학적 개념에 대한 이해도를 높일 필요가 있다.

최근 이러한 과학적 특성에 걸맞는 수행평가가 교육 현장에서 다양한 방식으로 이루어지고 있다. 수행평가(performance assessment)란 가치 있고, 중요하며, 유의미한 과제를 포함한 평가(Hart, 1994), 또는 선택형 검사보다 더 실제적이고 사실적이며, 도전적인 방식으로 고안된 과제를 포함하고 있는 평가(Torrance, 1995)로 정의된다. 이러한 수행평가는 교수·학습 과정의 질적인 측면을 평가하고 그 과정을 개선함으로써 교사의 자질을 향상시키고 학생의 창의성과 문제 해결 능력을 신장시키는데 그 목적이 있다. 하지만 다소 급격한 수행평가의 도입으로 적절한 적용방안과 모형 개발 등에 관한 체계적인 연구가 부족한 실정이다. 현장에서의 교사들은 학생들의 학습 자료나 수행평가 도구 제작에 소모되는 시간이 너무 많음을 지적하고 있다. 이에 교과 내용을 중심으로 학생의 과학 탐구 능력을 평가하기 위한 수행평가 도구의 개발이 요구된다.

본 연구는 중학교 1학년 과학 교과서에서 화학탐구 관련 단원의 분석을 통해, 교과서 내용을 검토하고 이를 바탕으로 질 높은 수행평가 도구를 개발하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위해 과학교과서의 화학영역을 대상으로 교과서 구성 체계의 특징과 탐구학습 및 심화, 보충 학습의 내용 및 단원 마무리 활동을 비교, 분석하였다. 또 이를 바탕으로 실험을 통하여 화학적인 현상을 이해하고, 그 결과를 실험-보고서 형식으로 작성하도록 함으로써 학생들로 하여금 창의적이고 과학적인 사고를 할 수 있는 수행평가 도구를 고안하였다. 그리고 이를 학생들에게 적용하고, 설문 조사를 통해 학생들의 반응을 조사한 결과이다.

## II. 이론적 배경

### 1. 과학과 교육과정

국민 공통 기본 교육 과정의 ‘과학’은 초등학교 3학년부터 고등학교 1학년까지의 학생을 대상으로 하며, 기본적인 과학적 소양을 기르기 위하여 자연을 탐구하는 능력과 과학의 기본 개념을 습득하고, 과학적인 태도를 기르기 위한 과목으로 명시되어 있다.

이러한 과학과 교육과정의 기본 방향 및 주요 내용, 목표 분석 및 평가는 다음과 같다.

#### 1.1 7차 교육과정의 기본 방향 및 내용

7차 교육과정은 다른 어떤 교육 과정보다 많은 변화가 있었다. 「21세기의 세계화, 정보화 시대를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인의 육성」을 기본 방향으로 하여 변화되었다. 건전한 이성과 창의성을 함양하는 기초, 기본 교육을 충실히 하며, 세계화, 정보화에 적응할 수 있는 자기 주도적 능력을 신장시키는 방향으로 개정되었다. 또한 학생의 적성, 능력, 진로에 적합한 학습자 중심의 교육을 실천하며, 지역 및 학교의 교육과정 편성과 운영의 자율성을 확대하는 것에 중점을 두고 개정되었다. 이러한 교육 이념을 바탕으로 다음과 같은 교육과정의 구성방침을 정하였다(교육부, 1997).

- 1) 사회적 변화의 흐름을 주도할 수 있는 기본 능력을 길러 줄 수 있도록 교육 과정을 구성한다.
- 2) 국민 공통 교육 과정과 선택 중심 교육 과정 체제를 도입한다.
- 3) 교육 내용의 양과 수준을 적정화하고, 심도 있는 학습이 이루어지도록 수준

별 교육 과정을 구성한다.

- 4) 학생의 능력, 적성, 진로를 고려하여 교육 내용과 방법을 다양화 한다.
- 5) 교육 과정 편성과 운영에 있어서 현장의 자율성을 확대한다.
- 6) 교육 과정 평가 체제를 확립하여 교육에 대한 질 관리를 강화한다.

또한, 이를 달성하기 위하여 교과와 특성 및 학교급의 단계를 고려하여 단계형 수준별 교육과정, 심화 보충형 교육과정, 과목 선택형 교육과정을 운영하도록 하였다. 학교 재량 시간을 대폭 확대하였으며 이러한 기본 방향을 각 교과 교육과정의 구성과 교과서 구성에 많은 영향을 줄 수 밖에 없었다(김주훈, 2004).

이러한 제 7차 교육과정의 가장 큰 변화는 기존의 교육 제도를 무시하고 초등학교부터 고등학교 1학년까지 10년을 국민 공통 기본 교육과정이라는 하나의 단위로 묶은 것이라고 할 수 있다. 종전의 제6차 교육과정 체제에서는 초등학교 6학년에서 중학교 1학년, 중학교 3학년에서 고등학교 1학년으로의 진급 과정에 큰 문제점이 나타났었다. 학년 진급 과정에 있어서 1년의 차이임에도 불구하고 급격한 교육과정의 변화로 인해 학생들은 적응하기에 상당한 어려움이 있었다. 이에 제7차 교육과정에서는 연속적인 변화를 주는데 주안점을 두어, 초, 중, 고의 구분을 없애는 대신 표 1과 같이 3단계로 구분하였다.

표 1과 같은 구분은 초등학교 6학년에서 중학교 1학년, 중학교 3학년에서 고등학교 1학년 사이의 간극을 줄이는데 기여할 것이며, 내용이 현상 및 활동 중심에서 개념 중심으로의 점진적인 이행이 이루어질 수 있도록 하는데 그 목적이 있다. 따라서 교과 내용의 선정 및 조직 방법은 학생들의 발달 단계와 집중력의 차이를 고려하여 저학년에서는 현상 중심으로 하되 한 개의 단원의 크기를 줄이는 대신 단원 수를 늘리도록 하고 고학년으로 갈수록 점차 개념 중심의 내용으로 하면서 단원의 크기를 크게 하고 단원수를 줄이는 방법으로 구성하였다(김범기 등, 1997).

표 1. 제7차 교육과정에 따른 학년별 단원의 구성.

	3~5학년	6~7학년	8~10학년	11~12학년
단원의 성격	현상중심	현상 및 개념 중심	개념중심	과목 I, II를 순차적으로 이수 일반 선택: 생활과 과학
단원의 크기	6차시/단원	8차시/단원	17차시/단원	
단원의 수	16	12	8(6)	
주당 수업 시수	3시간	3시간	4(3)시간	

\*( )는 10학년에 해당

‘과학’의 내용은 에너지, 물질, 생명, 지구 등의 지식과 탐구 과정 및 탐구 활동으로 구성되어 있는 탐구로 나눌 수 있으며 과학지식의 각 분야는 다시 여러 개의 영역으로 구분하여 전 학년에 걸쳐서 연계성이 있도록 하며, 과학의 기본 개념은 탐구 과정과 탐구 활동을 통하여 체계적으로 학습하도록 구성되어 있다. 중학교의 학년별 내용체계는 표 2와 같다(교육부, 1997).

표 2. 중학교 과학의 학년별 내용체계

( 0 :학습 활동시 활용 빈도).

분야		학년	7학년(중학교1학년)	8학년(중학교2학년)	9학년(중학교3학년)
지식	에너지		· 빛 · 힘 · 파동	· 여러 가지 운동 · 전기	· 일과 에너지 · 전류의 작용
	물질		· 물질의 세 가지 상태 · 분자의 운동 · 상태변화와 에너지	· 물질의 특성 · 혼합물의 분리	· 물질의 구성 · 물질변화에서의 규칙성
	생명		· 생물의 구성 · 소화와 순환 · 호흡과 배설	· 식물의 구조와 기능 · 자극과 반응	· 생식과 발생 · 유전과 진화
	지구		· 지구의 구조 · 지각의 물질 · 해수의 성분과 운동	· 지구와 별 · 지구의 역사와 지각변동	· 물의 순환과 날씨 변화 · 태양계의 운동
탐구	과정	관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등	000	000	000
		문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화	00	000	000
	활동	통의, 실험, 조사, 견학, 과제연구 등	000	000	000

### 1.2 과학과 교육과정의 목표 및 평가

과학과의 목표는 과학의 본질적 측면인 기본 개념과 탐구 과정, 과학의 호기심 및 과학 학습 동기 유발, 표현력 신장, 탐구 능력 신장, 과학, 기술, 사회와의 관계 등 전인적 학습이 가능하도록 설정하는데 다음 4가지로 제시된다.

- 1) 자연의 탐구를 통하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 실생활에 이를 적용한다.
- 2) 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고, 실생활에 이를 활용한다.

- 3) 자연 현상과 과학 학습에 흥미와 호기심을 가지고 실생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 4) 과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 인식한다.

이와 같은 과학의 목표가 잘 이루어질 때, 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학의 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가질 수 있을 것이다.

교수·학습 과정에서 평가는 교사가 의사 결정을 하기 위해 정보를 수집하고 해석하여 이를 이용하는 과정이다. 그리고 교수·학습과 관련된 평가는 크게 교수·학습 이전의 사전 평가, 교수·학습 활동 중의 평가, 교수·학습 후의 평가로 구분할 수 있다(이성목, 2006).

교수·학습 이전의 사전 평가는 교육 과정에 제시된 일반적인 목표를 보다 구체적인 학습 목표로 전환시키는데 이용된다. 또한 지도하려는 학습 내용에 대해서 학생들이 어떤 개념과 사전 경험을 가지고 있는지를 파악하여 목표를 세우는데 필요하다. 학습 목표가 세워지면 그 목표를 달성하기 위한 교수 전략과 활동을 계획하는데, 교수·학습 이전의 평가에서 알아낸 학생들의 사전 지식과 경험을 바탕으로 학습 내용을 제시하는 방법과 순서 등을 정하는데 바탕이 된다.

교수·학습 활동 중의 평가는 교사와 학생 간에 끊임없이 상호 작용이 일어나며, 교사는 이러한 상호 작용 동안에 학생의 반응을 지속적으로 관찰하고 대처해야 한다. 이 과정 동안에 일어나는 학생의 변화를 점검하고, 학습 문제를 진단하는데 평가 정보를 이용하여야 한다.

교수·학습 후의 평가는 학습 목표의 성취 여부를 밝히기 위해 좀 더 형식을 갖춘 평가가 이루어져야 하며, 다음의 교수·학습 목표의 설정, 계획 수립, 학습 지도에 이용된다. 이와 같은 교수·학습 과정과 평가와의 관계에서 핵심은 평가가 교수·학습 활동 완료 후에 일어나는 부가적인 활동만이 아니라는 것이다.

평가는 과학 교육 체계에서 피드백의 기능을 가진다. 이러한 과학과 교육과정의 평가는 설정한 목표의 성취 여부를 판단할 수 있고, 목표 성취에 바람직한 교수·학습 방법을 유도할 수 있도록 평가가 이루어져야 할 것이다. 그러므로 교육과정의 평가에서는 과학의 기본 개념 이해, 탐구 능력, 과학적 태도를 균형 있게

평가하되, 다음과 같은 사항에 주안점을 두고 있다.

- 1) 기본 개념의 유기적이고 통합적인 이해도를 평가한다.
- 2) 탐구 활동 수행 능력과 실생활 문제 해결에 적용하는 능력을 평가한다.
- 3) 학습 과정에서 계속 탐구하려는 의욕, 상호 협동, 증거를 존중하는 태도 등을 평가한다.

## 2. 수행평가의 이해

### 2.1 수행평가의 정의 및 특징

‘수행평가’ 단어의 사전적 의미를 살펴보면 구체적인 상황 하에서 실제로 행동을 수행하는 과정이나 그 결과물을 의미한다. 즉 수행평가란 학생 스스로가 자신의 지식이나 능력을 나타낼 수 있도록 산출물을 만들어 내거나, 행동으로 나타내거나, 답을 작성하도록 하여 이를 평가하는 방식으로 정의된다(백순근, 1999). 또 다른 학자의 정의를 살펴보면 학생으로 하여금 학습과제를 수행하도록 요구하고 그 과정과 결과를 통하여 보여지는 지식, 기능, 태도를 관찰하고 평가하는 방식이라고 설명한다(배호순, 2003). 또한 수행에 근거하여 관찰과 판단을 통해 이루어지는 평가를 수행평가로 정의하고 이 때 수행이라는 의미를 학습과제 및 문제 해결 상황에서 학습자가 보여주는 구성적 반응으로서 관찰 가능한 학습자의 행동이나 학습의 산출물 및 그 기록물이라고 부연 설명하기도 한다. 즉 수행평가 정의는 학자들의 관점이나 강조점에 따라서 달라지는 것이다(허경철, 1999).

여러 학자들의 수행평가의 정의에서 공통적으로 중시되는 개념들은 ‘과제의 수행’, ‘결과와 과정’, ‘직접적 관찰’, ‘전문적 판단’ 등이다. 따라서 이러한 개념들을 종합하면 수행평가란 ‘교사가 학습자의 학습과제 수행 과정이나 결과를 직접 관찰하고, 관찰결과를 토대로 학생들의 능력을 전문적으로 판단하는 평가 방식’으로 정의할 수 있다.

과학 학습 평가에서 중요한 변화의 한 가지는 수행평가의 강조이다. 과학에서

평가 대상이 과학 지식뿐만 아니라 태도, 탐구 기능, 문제 해결, 과학의 본성 이해까지 확대되고, 전통적 지필 평가에서 심층적 면담, 관찰, 포트폴리오, 실기 시험과 같은 대안적인 평가가 보완적으로 이용된다면, 교수·학습 과정에서 학생들이 학습할 수 있는 경험을 얻게 될 것이다. 그리고 그러한 경험에는 교사의 강의가 아닌 실험 실습, 토의 조사, 개념도 작성 등이 포함될 것이다.

또 다른 경향은 지식과 기능이 통합된 평가의 강조이다. 지식과 기능의 적용 및 이용을 함께 평가하는 것, 그리고 기능과 다른 사람과 협동적으로 활동하는데 필요한 협동 기술을 보다 더 강조하고 있다(McMillan, 1997).

전통적인 선다형 시험에 대한 대안으로서 수행평가를 논의할 때 대안적 평가, 참 평가 등의 다양한 용어들을 사용한다. 이 용어들은 모두 학생들이 반응을 ‘선택’하게 하기 보다는 ‘산출’하도록 하는 평가로서, 수행평가와 상호 교환되면서 사용되고 있다. 선택형 검사나 단답형 검사에 대비되는 이러한 수행평가의 일반적인 특징은 다음과 같다(박도순, 1999).

첫째, 수행평가는 학생이 문제의 정답을 선택하는 것이 아니라, 자기 스스로 답을 작성하거나 행동으로 나타내도록 하는 평가방식이다. 한 가지 정답을 선택하게 하는 평가의 방법으로는 학생이 그 반응을 선택하게 하는 인지 과정이나 문제해결의 과정을 파악하기 어렵다.

둘째, 수행평가는 추구하고자 하는 교육목표의 달성여부를 가능한 한 실제 상황에서 파악하고자 하는 평가 방식이다.

셋째, 수행평가는 교수·학습의 결과뿐만 아니라 교수·학습의 과정도 함께 중시하는 평가 방식이다.

넷째, 수행평가는 단편적인 영역에 대해 일회적으로 평가하기 보다는, 학생 개개인의 변화·발달 과정을 종합적으로 평가하기 위해 전체적이면서도 지속적으로 이루어지는 것을 강조하는 방식이다.

다섯째, 수행평가는 개개인을 단위로 해서 평가하기도 하지만, 집단에 대한 평가도 중시하는 평가방식이다.

여섯째, 수행평가는 학생의 학습과정을 진단하고 개별 학습을 촉진하려는 노력을 중시하는 평가 방식이다.

일곱째, 수행평가는 학생의 인지적 영역뿐만 아니라, 학생 개개인의 행동발달 상

황이나 흥미·태도 등 정의적인 영역, 그리고 운동기능 영역에 대한 종합적이고 전인적인 평가를 중시하는 평가방식이다.

여덟째, 수행평가는 기억, 이해와 같은 단순 사고능력보다는 창의, 비판, 종합과 같은 고등 사고능력의 측정을 중히 여기는 평가방식이다.

## 2.2 수행평가의 필요성

과학 교육론 및 교육학에서는 수행평가를 도입해야 할 필요성을 다양하게 제시하고 있다. 그러나 대체로 다음과 같이 여섯 가지로 대별할 수 있다(이범홍, 1999): ① 창의성, 문제해결력 등 고등사고력 신장을 위해, ② 교수-학습 개선을 위해, ③ 아는 것뿐만 아니라 안 것을 적용할 수 있는지 파악하기 위해 ④ 의미 있는 학습을 위하여 ⑤ 다양성 속에서 학습자의 특성에 적합한 평가를 위해 ⑥ 보다 타당한 평가를 위해, 각급 학교의 과학 교육 현장에서 수행평가를 도입해야 하는 필요성은 이외에도 다양하다(한국교육과정평가원, 1999). 백순근(2000)은 수행평가의 필요성을 다음과 같이 주장하고 있다.

첫째, 다가오는 새로운 사회는 지식, 정보화의 시대로 사고의 다양성과 창의성을 요구하게 되는데, 수행평가를 통해 고등 사고 기능을 직접 평가함으로써 그러한 능력을 신장 시킬 수 있기 때문이다.

둘째, 수행평가는 여러 측면의 지식이나 능력을 지속적으로 평가함과 아울러 교수·학습 활동을 개선하기 위해서 필요하다. 기존의 평가에서 중요하게 여긴 것은 총괄적인 평가를 통해 선발이나 분류, 배치를 하는 것이었다. 이는 교수·학습 활동 자체를 개선하기에는 부적절한 방법이었다.

셋째, 학생이 인지적으로 아는 것뿐만 아니라, 아는 것을 실제적으로 적용할 수 있는지의 여부를 파악하기 위해서도 필요하다. 인지적으로 ‘아는 것’과 실제로 적용하는 것, 즉 ‘할 줄 아는 것’은 별개의 것이 될 수도 있기 때문이다. 다시 말하면 스포츠 해설자가 실제로 설명하는 것처럼 그 분야의 운동선수보다 잘 하는 것은 아니다. 따라서 지식을 살아있는 지식으로 만들기 위해서는 아는 것도 중요하지만 이를 실천적으로 잘 할 수 있는 것 또한 매우 중요하기 때문이다.

넷째, 학습자 개인에게 의미 있는 학습 활동이 이루어지도록 하기 위해서 필요하다. 즉 평가의 내용이나 과정을 개인에게 의미 있는 것으로 바꿈으로써 학습과 이해력을 향상시킬 수 있는 수행평가가 필요하다.

다섯째, 교수·학습 목표 또는 평가 목표와 학습 내용을 부합시키기 위해서 필요하다. 다시 말해 선택형 검사는 간접적인 평가 방법일 수밖에 없으므로 수행평가의 한 형태인 논술형 검사와 연구 보고서법과 같이 좀 더 직접적인 평가 방법이 활용되어야 한다. 제 7차 국가수준의 교육과정에서 제시하고 있는 학교 급별, 학년별, 교과별 교수·학습 목표나 내용들은 매우 다양하고 전문화, 특성화되어 있어서 그러한 목표나 내용들을 평가하기 위해서는 평가 방법의 다양화, 특성화, 전문화가 동시에 요구되기 때문에 이러한 평가를 위해서는 수행평가가 필요하다.

이 외에도 다양한 수행평가의 필요성에 대한 이론들이 많은데, 이를 요약해 보면 다음과 같다.

- 1) 학생들이 아는 것도 중요하지만, 아는 것을 응용하는 것도 중요하다.
- 2) 획일적인 표준화검사로써는 사회속의 다양성을 인정하고 그것을 타당하게 평가하기 어렵다.
- 3) 여러 측면의 지식이나 기능을 지속적으로 평가할 수 있다.
- 4) 학습자에게 의미 있는 학습활동이 이루어지게 한다.
- 5) 그 과정에서 학생의 학습과 이해력을 직접적으로 조장한다.
- 6) 창의성, 고차원적 사고, 학습의 과정 등의 평가에 적절하다.

### 2.3 과학과 수행평가의 유형

수행평가는 어떤 용어로 지칭되든지 간에 학생들에게 복잡하고 중요한 과제를 능동적으로 수행하도록 요구한다. 학생들은 실제적인 문제를 자신이 이미 가지고 있는 지식, 최근에 학습한 지식, 그리고 과제 해결에 필요한 적절한 기술을 사용하여 해결하여야 한다. 전시, 조사, 시범, 구두 반응 보고서, 저널, 포트폴리

오 등은 우리가 수행평가라는 용어를 사용할 때 머릿속에 떠올리는 ‘대안적 평가’ 방법들이다. 이러한 평가 방법들은 수행평가 활동을 구현하기 위한 하나의 도구들이며, 수행평가의 특성들이 평가 상황에서 제대로 구현될 때 비로소 수행평가가 시행되고 있다고 할 수 있다. 각 수행평가 기법에 대한 설명은 다음과 같다.

#### 1) 서술형 및 논술형 시험

서술형 시험이란 주어진 주제나 요구에 대해 자유로운 형식으로 서술하는 시험을 의미한다. 주로 어떤 대상을 설명하거나 생각을 짧게 서술하는 경우에 많이 활용한다. 논술형 시험은 주어진 과제를 논리적 과정을 통해 해결하고 그 과정을 언어로 서술하는 글쓰기로서, 생각이나 주장을 논리적이면서도 설득력 있게 서술하는 것을 강조한다는 점에서 일반 서술형과 구별할 수 있다.

#### 2) 구술시험

구술시험은 종이와 붓이 발명되기 전부터 시행되어 오던 가장 오래된 수행평가 방법의 한 형태이다. 학생들에게 특정 교육 내용이나 주제에 대하여 질문한 다음, 학생의 의견이나 생각을 발표하도록 하여 평가한다. 구술시험법은 면접법과 같이 특정 생물에 대한 이해 혹은 과학에서 중요한 개념에 대한 이해를 파악하려고 할 때 사용할 수 있으며, 서술식이나 다른 방식으로 발견할 수 없는 정보를 찾을 수 있도록 해준다.

#### 3) 토론법

토론법이란 교육 내용 혹은 교육 목표와 관련 있게 특정 주제에 대해 학생들이 서로 토론하는 것을 관찰하면서 평가하는 것이다. 단지 토론하는 과정만을 평가하는 것이 아니라 토론을 위해 자료를 준비하는 과정 또한 평가한다. 과학에서의 토론법은 원자력 발전소, 배아세포 복제 연구와 같은 현대 사회에서 쟁점이 되는 문제들에 대한 토론이나 식물과 동물, 산과 염기 등 서로 상반되는 두 가지 개념이나 원리 혹은 사물에 대한 것을 중심으로 실시할 수 있다.

#### 4) 실기시험

실기시험이란 학생들이 알고 있는 것이나 능력을 직접 행동으로 나타내도록 하는 시험이다. 이런 시험을 통해 학생이 제대로 알고 있는지, 알고 있는 것을 제대로 행동으로 나타낼 수 있는지 등을 평가할 수 있다. 음악, 미술, 체육 시간에 많이 활용한다.

#### 5) 실험, 실습법

실험, 실습법은 과학이나 가정, 기술 시간에 많이 활용하는 평가 방법이다. 실험, 실습하는 과정을 관찰하면서 평가하거나, 실험이나 실습의 결과를 학생들로 하여금 발표하거나 혹은 결과 보고서로 제출하게 하여 평가하기도 한다.

#### 6) 면접법

면접법이란 학생들에 대하여 얻고자 하는 자료나 정보를 학생들과의 대화를 통해 수집하여 평가하는 방법이다.

#### 7) 관찰법

관찰법은 학생들의 지식이나 기능을 평가하기 위한 보편적인 방법 중의 하나로, 개별 학생이나 집단 단위로 관찰하면서 평가하는 방법이다.

#### 8) 자기 평가 보고서법 및 동료 평가 보고서법

자기 평가란, 특정 주제에 대하여 학생 스스로 학습 과정이나 학습 결과에 대해 자세하게 평가하도록 하고 그 결과(보고서)를 평가하는 것이다. 동료 평가란 학생들끼리 서로 평가하도록 하고 그 결과(보고서)를 보고 평가하는 것이다.

#### 9) 연구 보고서법

연구 보고서법이란, 특정 학습 과제에 대하여 학생 스스로 자료를 수집, 분석, 종합하여 연구 보고서를 작성, 제출하도록 한 후 평가하는 것이다.

#### 10) 포트폴리오(Portfolio 법)

포트폴리오법이란 보통 자신이 쓰거나 만든 작품을 누가적이면서도 체계적으로 모아 둔 개인별 작품집 혹은 서류철을 이용한 평가 방법이라 할 수 있다. (백순근, 1995) 즉 학생 자신이 작성하거나 만든 작품을 지속적, 체계적으로 모아 둔 개인별 작품집 혹은 서류철을 대상으로 하여 평가하는 방법을 말한다.

## 2.4 과학과 수행평가의 도구 과제 개발 및 시행 절차

수행평가 도구의 과제는 그 목적에 따라 다양한 형식과 절차에 따라 개발할 수 있다. 비교적 구체적인 지식과 기능을 평가하기에는 짧은 과제로 충분하지만 포괄적인 지식, 과정, 능력 등을 평가하기 위해서는 그 만큼 더 길고 복잡한 과제가 필요하다. 그러나 수행평가 과제는 그 길이에 관계없이 구성하기 쉽지 않다. 좋은 과제를 개발하기 위해서는 다음과 같은 질문에 유념할 필요가 있다 (Hart, 1994).

- 1) 전통적 평가에서 다루지 못하는 기본적 과제, 성취도, 기질, 중요한 전문적 지식 등이 무엇인가?
- 2) 학생들이 직면할, 또는 숙달해야 할 핵심적 수행, 역할, 상황이 무엇인가?
- 3) 실제의 수행 판단에 이용할 독특한 준거가 무엇인가?
- 4) 평가과제의 숙달이 실제로 무엇을 의미하는가?
- 5) 다른 사람의 도움, 자료의 수집, 시간, 보조자, 기준에 관한 사전 지식 등 검사에 필요한 조건들이 실제적인가?
- 6) 과제가 학생들의 능력을 충분히 평가할 수 있을 만큼 포괄적이고 심도 있는 것인가?
- 7) 검사를 객관적으로 실시할 수 있는가?
- 8) 그 결과를 누구에게 알릴 것인가?

수행평가 과제는 그 형식과 종류에 관계없이 모두 어느 학습 형태나 상황에서 적용할 수 있을 만큼 융통성 있게 개발해야 한다. 그것은 또한 그들이 알거나 이해하고 있는 것, 또는 할 수 있는 것을 다양한 방법으로 보일 수 있도록 개

발한다. 이런 수행평가 과제는 일방적, 직선적 절차가 아니라 그림1과 같이 연속적 과정을 통해 개발하는 것이 보통이다(Doran, Chan, & Tamir, 1998).

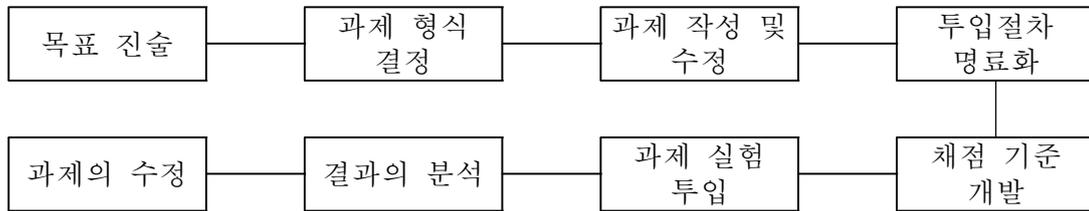


그림1. 수행평가 과제의 개발절차

수행평가 과제 개발의 첫째 단계에서는 평가 목표를 진술한다. 평가 목표는 교사에게 평가할 방향과 수집한 정보를 수업의 개선에 이용할 방법을 말해주며, 학생에게는 피드백을 제공한다. 수행평가의 목표는 교육과정 내용과 교과서의 차례를 세부적으로 나열하고, 평가하려는 내용을 확인하여 평가의 틀을 작성한 다음, 각 내용을 골고루 포괄할 수 있을 만큼 포괄적으로 진술한다. 그러므로 평가의 목표를 선정할 때는 그 결과를 이용할 목적도 고려한다.

둘째 단계에서는 과제의 형식을 결정한다. 수행평가의 효과는 목적, 결과의 용도, 측정하려는 과학지식의 영역, 기능의 종류, 채점 및 결과 발표 방법 등에 따라 달라 인지적 발달 수준, 협동학습 또는 개별화 수업에 따라서도 달라진다. 수행평가 방법과 그 과제의 형식을 선정할 때에는 이외에 시간, 돈, 공간 등도 고려해야 한다(Doran, Chan, & Tamir, 1998).

셋째 단계에서는 수행평가 과제를 작성한다. 수행평가 과제는 수업의 방법과 그 내용에 부합되며, 선행학습 경험이나 지적 수준이 다른 학생들이 모두 이해할 수 있는 용어로 작성한다. 과제의 내용은 교과서의 주요한 영역과 핵심적 기능으로 선정하며, 그 소재와 상황은 자신뿐만 아니라 학생들에게도 친숙한 것을 선정하여 작성한다. 과제를 처음 쓸 때에는 기존의 객관식 문제를 참평가 형식으로 고쳐서 써도 좋다.

넷째 단계에서는 그것을 투입하는 방법을 결정한다. 수행평가 과제는 유의 사항, 문제, 답안지를 하나의 통합된 작은 책자(booklet)나 각각 분리된 형태로 제

시할 수 있다. 그 형식은 과제나 평가의 대상에 따라 결정한다. 통합된 책자는 보통 그 분량이 많기 때문에 학년이 낮은 학생들에게는 부적절하다. 한편, 분리된 형태에서는 주의사항을 전체를 대상으로 알려주고 한 장에 문제와 답을 쓸 공간을 제시하는 것이 보통이다.

다섯째 단계에서 개발하는 채점기준이야말로 수행평가의 핵심적 골간이다. 채점 기준은 문제나 과제에 대한 학생들의 반응과 답을 채점하는 방법과 준거를 제시한다. 즉 그것은 학생들의 성취도와 그 과정을 판단하는 기준이 된다. 채점 기준은 과제의 목적에 합당하고, 간단명료하게 설정하며, 적용하기 전에 여러 교사로 하여금 검토하게 한 다음, 몇 개의 답안을 채점해 보고, 그에 따라 수정, 보완한다.

여섯째 단계에서는 과제를 현장에 투입하기 전에 4~5명을 대상으로 실험적으로 적용해 본다. 실험적으로 적용할 때에는 학생들의 수행이나 그 과정보다 과제의 평가에 더 관심을 집중한다. 실험적으로 적용하는 과정에서 교사는 학생들이 그 과제를 제대로 읽고 이해하는지, 주어진 시간 안에 마칠 수 있는지 등을 확인한다. 실험적 적용이 끝나면, 학생들에게 그 과제가 가지고 있는 문제, 개선해야 할 사항 등에 관하여 기탄없이 말하게 한다.

일곱째 단계에서는 과제의 신뢰도, 타당도, 곤란도 등 문항분석을 실시한다. 이 단계에서는 과제와 교수-학습의 목표 및 내용이 일치하는 정도, 과제의 구조와 그 특성, 채점 기준 등을 종합적으로 조사, 분석한다. 그 결과는 과제를 수정, 보완해야 할 부분과 내용을 말해줄 뿐만 아니라 학생들이 잘 반응할 수 있는 분야나 기능도 암시해 준다. 그 결과에 따라 수행평가 방법이나 과제의 형식을 바꿀 수도 있다.

여덟째 단계에서는 과제를 수정, 보완한다. 과제는 그 형식뿐만 아니라 그 내용, 소재, 곤란도 등도 수정, 보완할 수 있다. 그것은 구조, 서열, 창의성 등 과제를 이루는 몇 가지 측면을 수정할 수도 있다. 여기서, 구조는 유의사항, 문제, 도표, 답지, 수행절차 등 과제에 포함시킬 각종 자료를, 서열은 과제를 수행하는 과정의 기능을, 그리고 창의성은 과학지식과 기능을 새롭고 다양한 상황에 적용하게 하는 특성을 지칭한다.

과학과 수행평가를 실시하기 위해서는 학교 실정을 고려하여 미리 계획을 세

위야 하며, 절차에 맞추어 체계적으로 시행하는 것이 바람직하다. 과학과 수행평가의 시행절차는 대략적으로 수업 및 평가 계획서 작성, 평가 목표 구체화, 평가 도구 개발, 수업 실시, 평가 실시, 채점 및 결과 보고, 그리고 평가 결과 활용으로 이루어진다. 수업 및 평가 계획서에는 구체적인 평가 시점 및 방법, 그리고 그에 따른 교수·학습 방법 등이 포함된다. 그림 2에 제시된 것과 같은 절차를 거치는 것이 바람직하다.

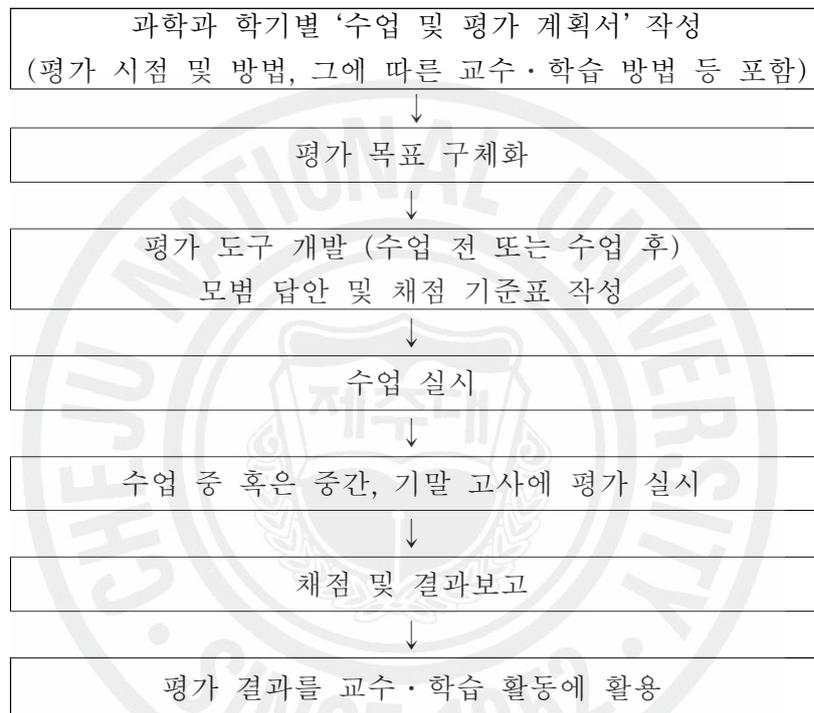


그림 2. 과학과 수행평가의 시행 절차

첫째, 학기 초에 미리 과학과 담당 교사들이 협의하여 학기별로 ‘수업 및 평가 계획서’를 작성한다. 여기에는 교육 목표 및 내용, 수업 주차, 수업 방법, 평가 방법, 평가 시기, 교육 내용별 배점, 수행평가 반영 비율 등이 포함되어야 한다. 이 계획서가 다 작성되면, 다른 교과 담당교사들과의 협의를 거쳐 학생들에게 너무 부담을 주지 않고 학교 운영에 무리가 없도록 과제물의 분량과 수행평가 실시시기를 조정하는 것이 필요하다. 예를 들어, 같은 기간에 여러 교과목의 수행평가가 실시된다면, 학생들은 과중한 수행평가에 대한 부담이 클 것이다. 그러므

로 과목 간에 미리 평가 방법과 시기 등을 의논하는 것이 바람직하다. 그리고 '수업 및 평가 계획서'를 미리 학기 초에 학생들에게 배포하여 학생들에게 무슨 내용을 어떻게 학습하는지 알 수 있도록 한다.

표 3과 같이 예시로 제시된 '수업 및 평가 계획서'에서 수업 시기, 평가 시기, 수업 방법 등의 항목은 학교 사정에 맞추어 수정, 작성하여 사용할 수 있다.

표 3. '수업 및 평가 계획서'의 예시

항목	세 부 사 항								
분기	1/4분기				2/4분기				
대영역	I. □□□			II. △△△			III. ○○○		종합
중영역 (교육내용)	1. ○○	2. ●●	3. ◎◎	4. ◇◇	5. ◆◆	6. □□	7. ■■	8. △△	참여도
수업시기 (주차별)	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	9, 10	11, 12	13, 14	15, 16	
수업방법	강의	강의 1/2 발표 1/2	강의	강의	강의 1/2 토론 1/2	강의 1/2 실험 1/2	강의	강의	
평가방법	선택형	실기 시험	서술형	선택형	토론법	실험, 실습법	선택형	연구 보고서	관찰, 면담
평가지기 (주차별)	9주차 (중간 고사)	수업중	9주차 (중간 고사)	9주차 (중간 고사)	수업중	수업중	17주차 (기말 고사)	17주차 (기말 고사)	수시
배점	10점	10점	15점	10점	10점	15점	10점	10점	10점
특기사항	****								
기 타	중간고사는 9주차에 실시, 기말고사는 17차에 실시한다. 실험은 실험실에서 실시하며, 실험이 끝난 다음 실험보고서를 제출하도록 한다.								

\* 특기 사항 란에는 수업방법(예: 외부인사 특강이나 견학)이나 평가방법 등에 대한 특기사항을 기록한다.

둘째, 평가 목표를 구체화하여야 한다. 평가 목표를 명확하게 세워야 하고 지식, 탐구 태도 영역이 골고루 포함되어야 한다.

셋째, 평가 목표를 제대로 구현할 수 있는 평가 방법을 정하고, 평가 도구를 개

발한다.

넷째, 수업을 실시하고 교수·학습 방법에 맞추어 수시, 혹은 정규 평가를 실시한다.

다섯째, 채점 기준표에 따라 채점을 실시하고 결과를 보고한 후, 그 결과를 교수·학습 활동에 피드백한다(이명준, 1999).

## 2.5 수행평가의 신뢰도와 타당도

수행평가가 이상적인 과학 교수-학습 평가 방법은 아니다. 동일한 주제나 과제에 대한 수행평가의 신뢰도와 타당도는 그 방법에 따라서도 달라진다. 이 절에서는 수행평가의 신뢰도, 타당도의 질과 가치를 알아본다.

### 2.5.1 신뢰도

신뢰도(reliability)는 학생들이 얻은 점수의 일관성과 관련되어 있다. 한 평가도구의 신뢰도는 반복적인 검사에도 동일한 결과가 나올 때 높다고 말한다. 학생들의 점수는 채점자나 과제에 관계없이 언제나 일관성이 있어야 하는데 국가수준의 표준화검사에는 높은 신뢰도가 요구된다. 신뢰도는 검사를 실시한 방법과 얻은 점수의 특성에 따라 다양한 방법으로 계산할 수 있다(Doran, Chan, & Tamir, 1998).

신뢰도는 여러 가지 요인의 영향을 받는다. 수행평가 문항의 신뢰도에는 평가를 받는 학생수, 평가하는 학생들의 다양성, 문항 또는 과제의 난이도 등이 특히 큰 영향을 미친다. 난이도가 상, 중, 하에 골고루 퍼져 있는 문항의 신뢰도가 어느 한 두 수준으로 구성된 문항의 신뢰보다 더 높은 경향을 나타낸다.

### 2.5.2 타당도

타당도(validity)는 주어진 집단에 관하여 측정하려는 것을 정말로 측정하는 정도로 정의할 수 있다(Doran, Chan, & Tamir, 1998). 그것은 주로 내용 및 절차의 타당성, 검사 방법의 교환성 등과 관련되어 있다(Brown & Shavelson, 1996). 타당도는 측정 방법에 따라 내용 타당도, 안면 타당도, 준거 관련 타당도,

구인 타당도로 대별된다. 내용(content) 타당도는 전문가에 의해 평가되며, 통계적으로 계산하지 않는다. 문항이 측정하려는 분야와 관련이 있고, 골고루 측정하며 목적과 집단에 부합되면 내용 타당도가 높다고 말한다.

안면(face) 타당도는 검사문항이 그 검사가 측정하고자 하는 바를 충실하게 재고 있다고 피검사자의 입장에서 보는 정도를 말하며 피검사자에 의해 그 검사의 어느 정도 피상적인 관찰에 의해서 결정된다.

준거 관련(criterion-related) 타당도는 한 검사 결과와 동일한 것을 측정하는 다른 검사 결과를 비교할 때 주로 활용한다. 준거 관련 타당도는 동일한 시간에 실시된 공인 타당도와 미래의 검사와 비교할 예언 타당도로 나뉜다. 과학의 교수-학습 평가에서 수행평가 대신에 지필검사법을 적용할 때는 공인 타당도가 높기 때문이며, 대학수학능력시험은 예측 타당도의 원리에 기초를 둔 것이다.

구인(construct) 타당도는 문항 또는 과제에 반영된 특성이나 행동에 영향을 미치는 속성을 측정하는 정도를 말한다. 구인 타당도는 지능검사, 창의성 검사와 같이 준거척도가 없는 심리적 특성이나 속성의 평가와 관련되어 있다. 지능 검사 문항이 지능의 존재와 성질을 측정한다고 믿어지면 구인 타당도가 높다고 말한다( Brown, J. H., & Shavelon R. J., 1996).

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 과학 교과서 화학영역 비교 분석

중학교에서 교재로 활용하고 있는 교육 인적 자원부 검정 중학교 1학년 과학 교과서 5종을 선정하여 화학영역을 대상으로 내용을 분석하였다. 비교 대상 화학 영역은 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘분자의 운동’, ‘상태변화와 에너지’ 등의 3개 단원이며, 다음과 같은 방법으로 비교, 분석하였다.

- 1) 과학교과서 5종의 구성 체계를 서로 비교하였다.
- 2) 과학교과서 5종의 탐구 학습, 심화 및 보충과정을 비교, 분석하였다.
- 3) 과학교과서 5종의 단원 마무리 활동을 비교, 분석하였다.

#### 2. 수행평가 도구 개발

교과서 비교, 분석 결과에 따라 선정된 실험 주제를 바탕으로 ‘예측(P) - 관찰(O) - 설명(E)’ 단계의 탐구실험을 개발하고, 이를 객관적으로 평가 할 수 있는 수행평가 기준을 마련하였다. 또한 개발된 수행평가 도구들은 제주시 소재 중학교 1학년 학생을 대상으로 적용하였으며, 설문조사를 통하여 학생들의 반응을 조사하였다.

##### 2.1 수행평가 주제 선정

교과서 비교, 분석을 통해 아래와 같은 기준으로 수행평가에 적절한 주제를 선정하였다. 이러한 기준을 바탕으로 선정한 수행평가의 주제 선정 방법은 다음과 같다.

- 1) 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 주제인가?
- 2) 필수 학습 목표에 도달할 수 있는 주제인가?
- 3) 수행평가를 실시하기 어렵거나 위험하지 않은 주제인가?.

## 2.2 수행평가 도구의 평가 기준

개발된 수행평가 도구에 맞게 채점 기준을 상, 중, 하의 3단계로 구분하였다. 이렇게 3단계로 좀 더 세분화한 목적은 주로 성공과 실패, 두 가지 결과로만 학생의 능력을 평가하던 이분법적 방법에서 탈피하고, 학생들의 잠재된 능력을 더 다양하게 평가하기 위해서이다.

‘상’ 수준은 학생이 제7차 교육과정 과학1의 교수 학습활동을 충실하게 하였을 때 도달하여야 할 것으로 기대되는 이상적인 능력 수준이다. ‘중’ 수준은 ‘상’ 수준의 성취가 양적, 질적으로 다소 미흡한 경우를 말한다. ‘하’ 수준은 보통의 중학교 1학년 학생이 성취하도록 기대되는 필수적인 내용을 성취하지 못한 수준이라고 말할 수 있다.

## 2.3 수행평가 적용 및 반응 조사

개발한 수행평가 도구를 실제로 학생들에게 적용하고, 이에 대한 학생들의 반응을 설문을 통해 조사하였다. 제주시 소재 중학교 1학년 학생 140명을 대상으로 개발한 8 가지 화학영역의 수행평가를 적용하였다. 그리고 수행 평가에 대한 학생들의 반응은 설문을 통하여 조사하였다. 설문지는 9개 문항으로 구성하였고 (부록3), 각 문항별로 ‘① 매우 그렇다 ② 대체로 그렇다 ③ 그저 그렇다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다’의 답변 중 한 개를 선택하도록 하여, 그 결과를 백분율로 비교하였다.

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 중학 과학 교과서 화학영역 비교 분석

교과서는 교육 과정 구현을 위한 가장 기본적인 자료이다. 따라서 교과서에는 제7차 교육 과정에서 제시한 추구하는 인간상, 구성방침, 학급별 교육목표, 편제와 시간 배당, 편성 및 운영지침, 교과 성격과 내용 등이 충실하게 반영되어야 한다. 중학교 과학 교과서는 저자들과 출판사에 따라 교과 내용과 구성 체계에서 다소간 차이를 보이고 있다.

본 연구에서는 제7차 교육과정 중 중학교 1학년 과학 교과서 5종을 대상으로 구성 체계와 내용을 검토하고, 각 교과서별로 그 특징과 차이점들을 비교, 분석하였다.

#### 1.1 연구 대상 교과서 선정

대상 교과서는 1997년 교육부에서 개정 고시한 제7차 교육과정에 따라 출판된 중학교 1학년 과학 교과서 9종 중 5종을 선정하였다. 선정한 5종의 교과서는 표 4와 같다.

표 4. 연구대상-중학교 1학년 과학 교과서의 기호.

교과서	저자	제목	출판사
A	정완호 외 9인	과학 1	(주)교학사
B	김찬중 외 11인	과학 1	(주)디딤돌
C	이성물 외 11인	과학 1	(주)금성출판사
D	김정률 외 9인	과학 1	(주)블랙박스
E	소현수 외 11인	과학 1	(주)두산

## 1.2 교과서 구성 체계의 특징

### 1.2.1 A 교과서의 구성 체계

A 교과서의 구성 체계는 ‘대단원도입부 - 중단원 - 학습 마무리 - 자율 형성 평가 - 보충학습 - 심화학습 - 단원의 마무리’ 형태로 이루어져 있다. 그리고 각 단원의 내용을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 대단원 도입부는 한 단원의 학습을 시작하는 부분으로 단원에서 공부할 내용과 단원 내용을 학습하는데 길잡이 역할을 하며, 학습 동기를 유발할 수 있는 질문들이 제시되어 있다.
- 2) 중단원은 학습하는데 가장 많은 시간을 보내는 곳으로, 다양한 학습 방법을 사용하게 된다. 탐구 활동에는 실험, 관찰, 토의, 역할 놀이, 자료 해석, 예상, 조사, 추리 등의 다양한 학습 형태가 제시되어 있다.
- 3) 학습 마무리는 학생 스스로가 본문에서 배운 내용을 이해하고 있는지 스스로 확인해 보는 부분이다.
- 4) 자율 형성 평가는 학생의 학습 정도를 점검하는데 도움을 주기 위한 부분이다. 단원에서 학습한 내용이 충분히 이해되었는지 알아볼 수 있으며 단원을 이해한 정도에 따라 다음 단계에 있는 보충 학습과 심화 학습 하나를 선택할 수 있다.
- 5) 보충학습은 자율 형성 평가에서 이해가 어려운 부분이 많은 경우, 그 주제와 관련된 중요한 개념을 보완하기 위한 학습 단계이다.
- 6) 심화 학습은 자율 형성 평가에 의해 우수한 학생을 대상으로 선택할 수 있다. 심화학습에서 교사는 조를 편성하여 탐구 계획을 세우고, 체계적으로 문제를 해결할 수 있도록 지도해야 한다.
- 7) 단원의 마무리는 한 단원의 학습을 마무리 하는 단계로 이를 통해 자신이 학습한 것을 요약, 정리 할 수 있다. A 교과서의 화학영역의 대, 중, 소단원명을 표 5에 나타내었다.

표 5. A 교과서의 화학영역 대, 중, 소단원명.

대단원명	중단원명	소단원명
IV. 물질의 세 가지 상태	1. 물질의 상태 변화	1) 모든 물질은 상태가 변할까? 2) 상태 변화에는 어떤 것들이 있을까? 3) 물질의 상태가 변할 때 그 성질은 어떻게 될까? 4) 물질을 이루고 있는 것은 무엇일까?
	2. 물질의 상태와 분자모형	1) 물질의 상태를 어떻게 나타낼 수 있을까? 2) 물질의 상태에 따른 분자 배열의 차이는?
V. 분자의 운동	1. 움직이는 분자	1) 분자의 움직임을 어떻게 알 수 있을까? 2) 분자 운동의 빠르기는 무엇과 관련이 있을까?
	2. 기체의 압력과 부피	1) 기체의 압력은 왜 생길까? 2) 기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 있을까?
	3. 기체의 온도와 부피	1) 온도가 변하면 기체의 부피는 어떻게 될까? 2) 온도에 의한 기체의 부피 변화는 분자 운동과 어떤 관련이 있을까?
VII. 상태 변화와 에너지	1. 상태 변화와 열에너지	1) 상태가 변할 때 열에너지를 흡수하는 경우는? 2) 상태가 변할 때 열에너지를 방출하는 경우는?
	2. 상태 변화와 분자 운동	1) 물질의 상태에 따라 분자 운동은 어떻게 다를까? 2) 물질의 상태에 따라 분자 운동이 달라지는 이유는 무엇일까?

### 1.2.2 B 교과서의 구성 체계

B 교과서는 ‘대단원 도입부 - 중, 소단원 - 정리하기 - 더 생각해보기 - ‘과 학이 세상을 바꾼다’ - 부록’ 형태로 구성되어 있고, 각 단원별 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 대단원 도입부에는 ‘들어가면서’로 학습 동기를 유발시킨다. 각 단원별로 일상 생활에서 궁금해 할 수 있는 부분을 제시하였고, 단원 내용과 관련된 폭넓은 내용을 다뤘다.
- 2) 중, 소단원에서는 학습목표, 탐구 - 읽고 생각하기, 보고 생각하기, 자료 해석하기, 실험, 해보기 등을 통해 학습하게 된다.

- 3) ‘정리하기’에서는 단원을 어느 정도 이해하였는지 알아볼 수 있도록 하였다.
- 4) ‘더 생각해보기’는 보충, 심화 단계로 학습한 수준에서 한 단계 더 나아갈 수 있도록 하였다.
- 5) ‘과학이 세상을 바꾼다’에서는 단원과 연관된 현재 이슈가 되어 있는 문제라든지 현대 과학 경향에 대한 내용이 제시되어 있다. B 교과서의 화학영역의 대·중·소단원명을 표 6에 나타내었다.

표 6. B 교과서의 화학영역 대, 중, 소단원명.

대단원명	중단원명	소단원명
IV. 물질의 세 가지 상태	1. 물질의 상태변화	1) 물질의 상태변화가 어떻게 일어나는가? 2) 생활 속에서 어떤 상태 변화를 경험 할 수 있을까?
	2. 물질의 상태와 구성 입자의 배열	1) 물질의 상태가 변할 때 질량과 부피는 어떻게 변할까? 2) 물질의 상태에 따라 분자 배열은 어떻게 달라질까?
V. 분자의 운동	1. 스스로 움직이는 분자	1) 냄새는 왜 멀리까지 퍼져 나갈까?
	2. 압력과 온도에 따른 부피 변화	1) 압력의 효과를 눈으로 볼 수 있을까? 2) 기체의 압력에 따라 부피는 어떻게 달라질까? 3) 공기를 가열하거나 냉각시키면 부피가 변할까?
VII. 상태변화와 에너지	1. 상태변화와 열	1) 얼음을 가열하거나 물을 냉각시키면 온도는 어떻게 변할까? 2) 물을 계속 가열하면 온도는 어떻게 변할까?
	2. 분자 운동과 열 에너지	1) 물질의 상태에 따라 분자의 운동은 어떻게 다를까? 2) 상태 변화가 일어날 때 열에너지가 출입하는 이유는?

### 1.2.3 C 교과서의 구성 체계

C 교과서는 ‘대단원 도입부 - 중, 소단원 - 보충 학습과제 - 심화 학습과제 - 단원 마무리 학습 - 모둠 과제’의 형태로 구성되어 있고, 각 단원별 특징을 다음과 같다.

- 1) 대단원 도입부에는 ‘이 단원에서는...’으로 한 단원에서 학습할 내용을 미리 제시하고 있으며, ‘단원도입활동’으로 학습 내용과 관련된 그림과 재미있는 내용을 학습하기 전에 미리 학생들에게 생각해 볼 수 있도록 하였다.
- 2) 중·소단원에서는 탐구/실험, 조사, 관찰, 토의를 통해 학습 내용을 충분히 학습할 수 있도록 하였다.
- 3) 보충 학습 과제와 심화 학습 과제는 학습자 개개인이 능력에 따라 진단평가 문항을 두어 자가 진단이 가능하도록 하였고, 심화 활동을 위한 참고 자료로 인터넷 사이트를 수록하였다.
- 4) 단원 마무리 학습은 한단원의 내용을 스스로 정리할 수 있도록 하였으며, 모둠 과제는 모둠별 활동을 통하여 보고서를 작성할 수 있도록 하였다. C 교과서의 화학영역의 대, 중, 소단원명을 표 7에 나타내었다.

표 7. C 교과서의 화학영역 대, 중, 소단원명.

대단원명	중단원명	소단원명
IV. 물질의 세 가지 상태	중단원명 없음	1. 고체, 액체, 기체의 성질 2. 모습을 바꾸는 물질 3. 물질을 이루는 알갱이-분자 4. 상태 변화와 분자 모형
V. 분자의 운동		1. 스스로 움직이는 분자 2. 기체의 압력 나타내기 3. 압력과 기체의 부피 4. 온도와 기체의 부피
VII. 상태변화와 에너지		1. 끓는 물의 온도 2. 상태 변화와 열에너지의 관계 3. 상태 변화할 때 출입하는 에너지의 이용

### 1.2.4 D 교과서의 구성 단계

D 교과서는 ‘대단원 도입부 - 중·소단원 - ‘되돌아보기’ - ‘더 나아가기’ - 단원 마무리 - 열린 마당’ 형태로 구성되어 있다.

표 8. D 교과서의 화학영역 대, 중, 소단원명.

대단원명	중단원명	소단원명
7. 물질의 세 가지 상태	1. 물질의 상태 변화	1)기화와 액화는 어떤 현상일까? 2)용해와 응고는 어떤 현상일까? 3)승화는 어떤 현상일까?
	2. 분자와 물질의 상태	1)물질은 무엇으로 이루어져 있을까? 2)물질의 상태는 분자 배열에 따라 어떻게 될까?
8. 분자의 운동	1. 증발과 확산	1)물질의 분자는 운동하고 있을까?
	2. 기체의 압력과 부피	1)압력에 따라 기체의 부피는 어떻게 될까? 2)기체의 부피를 변화시키면 압력은 어떻게 될까?
	3. 기체의 온도와 부피	1)온도에 따라 기체의 부피는 어떻게 될까? 2)온도에 따라 기체 분자의 운동은 어떻게 될까?
9. 상태변화와 에너지	1. 상태 변화와 에너지	1)기화가 일어나게 하려면 어떻게 해야 할까? 2)용해가 일어나게 하려면 어떻게 해야 할까?
	2. 물질의 상태와 분자 운동	1)상태에 따라 분자간의 인력은 어떻게 달라질까? 2)상태 변화에 쓰이는 에너지는 어떤 일을 할까?

- 1) 대단원 도입부에는 ‘단원을 시작하며’를 통하여 학생들이 보고, 읽고, 생각하게 함으로서 단원 학습에 대해 흥미를 갖게 하였다.
- 2) 중·소단원에서는 ‘무엇을 공부할까?’를 통해 학습 목표를 제시하였으며, 탐구 과정을 통해 학습 내용을 제시하였다. 그리고 소단원 별로 ‘이것이 요점’을 통해 중요한 점이 무엇인지를 알 수 있도록 하였다.
- 3) 보충학습인 ‘되돌아보기’와 심화학습인 ‘더 나아가기’에서는 간단한 실험을 통하여 학습할 수 있도록 하였다.

- 4) 단원 마무리를 통해 한 단원이 끝나면 학습한 내용을 확인해 볼 수 있도록 문제를 제시하고 있다.
- 5) 열린 마당에서는 ‘알쏭달쏭 과학퀴즈’로 조금 더 재미있게 단원을 마무리 할 수 있도록 하였다. D 교과서의 화학영역의 대, 중, 소단원명을 표 8에 나타내었다.

### 1.2.5 E 교과서의 구성 단계

E 교과서는 ‘대단원 도입부 - 중, 소단원 - 심화학습 - 보충학습 - 단원 매듭짓기’의 순서로 구성되어 있고 각 단원의 특징을 요약하면 다음과 같다.

표 9. E 교과서의 화학영역 대, 중, 소단원명.

대단원명	중단원명	소단원명
IV. 물질의 세 가지 상태	중단원명 없음	1. 물질은 상태에 따라 어떤 특성이 있을까? 2. 물질의 상태를 어떻게 변화시킬까? 3. 물질의 상태를 분자 모형으로 어떻게 설명할까?
V. 분자의 운동		1. 증발과 확산이 일어나는 이유는 무엇일까? 2. 기체의 부피는 압력에 따라 어떻게 변할까? 3. 기체의 부피는 온도에 따라 어떻게 변할까?
VII. 상태 변화와 에너지		1. 액체를 가열할 때 온도는 어떻게 변할까? 2. 고체를 가열할 때 온도는 어떻게 변할까? 3. 상태가 변할 때 분자 운동은 어떻게 달라질까?

- 1) 대단원 도입부에는 먼저 추천 인터넷 사이트가 나와 있으며 가장 단원의 핵심이 되는 사진을 통해 학생 스스로 생각할 수 있도록 하였다.
- 2) 중·소단원에서는 ‘이 내용을 배우면’을 통해 학습 목표를 제시하고, ‘생각해 보자, 관찰해 보자, 비교해 보자 등’을 통해 학생들의 동기를 유발시킨다. 자료 해석, 실험, 관찰을 통해 교과 내용을 학습한다. 소단원이 끝날 때마다 평가문제를 두어 바로바로 학습 내용을 확인할 수 있도록 하였다.
- 3) 심화학습, 보충 학습을 통해 학생 스스로 실험할 수 있도록 실험 과정과 생각

해 볼 점 등이 제시되어 있다.

- 4) 단원 매듭짓기를 통해 한 단원이 끝나면 단원 평가 문제를 풀어봄으로서 학습 정도에 대해 스스로 판단할 수 있도록 하였다. E 교과서의 화학영역의 대, 중, 소단원명을 표 9에 나타내었다.

### 1.3 탐구학습 및 심화·보충학습 내용 비교 분석

#### 1.3.1 탐구학습 내용

교과서는 수업에서 가장 기본이 되는 학습 교재로 실제 수업에 편리하게 사용할 수 있어야 한다. 제7차 교육과정에서는 학생들의 창의성을 높이고 문제 해결력을 신장시키기 위한 여러 가지 탐구 유형의 다양화를 강조하고 있다. 이에 따라 중학교 과학1에서 교과서별 화학영역의 탐구 주제를 표 10에 나타내었다 (박지현, 2006). 그리고 본 연구에서 대상으로 선정한 5종 교과서의 화학 영역에 대한 구성 체계와 내용을 상호 비교, 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1) ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 액체와 고체, 고체와 기체, 기체와 액체 사이의 상태 변화를 실험을 직접 관찰하도록 하고 상태 변화에 따른 부피와 질량의 변화를 알 수 있도록 하였다. 드라이아이스를 이용하여 부피 변화를 관찰한 실험은 E 교과서를 제외한 모든 교과서에서 다루고 있다. 그러나 양초를 이용하여 질량 변화를 관찰한 실험은 A 교과서에서만 기술되어 있다. 질량과 부피를 동시에 측정하는 실험은 D, E 교과서에서 다루고 있고, 모든 교과서에서 상태에 따른 분자 배열 모형을 제시하고 있다.
- 2) ‘분자의 운동’ 단원에서는 전 교과서에서 공통적으로 에탄올을 이용한 증발 실험을 수록하였다. A, C, D 교과서에서는 에탄올을 이용하여 증발 현상을 눈으로 직접 관찰하도록 하였고, E 교과서에서는 에탄올과 물의 증발 속도를 비교하였다. 기체분자의 확산에서 A, D 교과서는 향수병을 이용하여 직접 확산을 느낄 수 있도록 제시하였으며, 나머지 B, C, E 교과서는 암모니아수 확산 실험을 통하여 눈으로 관찰할 수 있도록 하였다. 반면에 액체에서의 확산은 B,

D 교과서에서 제시하고 있다. 압력의 의미를 이해하도록 하기 위해 C, E 교과서는 플라스크나 벽돌을 사용하여 정의하고 있으며, A, D 교과서는 역할 놀이를 통하여 분자 운동의 의미를 제시하고 있다.

전 교과서에서 ‘보일의 법칙’과 ‘샤를의 법칙’을 설명하고 있는데, 특히 보일의 법칙에 대한 정량적 실험법을 제시하고 있다. A, B, C, E 교과서는 주사기를 이용하여 압력에 따른 부피의 변화를 설명하였으나, D 교과서에서는 기체 분자 운동 실험 장치를 이용하여 실험하였다. 샤를의 법칙에 대한 정량적 실험은 D 교과서에서만 제시하고 있고, 다른 교과서들은 정성적 실험을 기술하고 있다. 동전이 놓인 음료수병의 온도를 변화시키는 실험은 A, C 교과서에서 기술하고 있으며, 피펫이나 스포이트의 물방울은 B, E 교과서에서 풍선이 연결된 플라스크를 가열 또는 냉각하는 실험은 B 교과서에서 제시하고 있다.

- 3) ‘상태변화와 에너지’ 단원에서는 열에너지의 출입에 따른 상태 변화의 예를 다양하게 제시하고 있다. A 교과서에서는 차가운 컵을 손으로 만질 때와 뜨거운 컵을 손으로 만질 때 열에너지의 출입에 대하여 설명하고 있다. 그리고 B, D 교과서를 제외한 나머지 교과서에서는 열에너지를 흡수하는 세 가지 경우(용해, 승화, 기화)와 방출하는 세 가지 경우(응고, 승화, 액화)를 나누어서 설명하고 있다.

용해의 경우 A, C 교과서는 가장 간단한 얼음을 이용하여 설명하고 있으며, E 교과서는 파라디클로로벤젠의 용해 실험의 자료를 해석하여 설명하고 있다. 기화의 경우 B, C, D 교과서는 물을 끓였을 때 기화하는 실험을 제시하고 있으며, 승화의 경우 A 교과서는 드라이아이스를, E 교과서는 요오드를 이용하여 설명하고 있다. 응고의 경우, A 교과서는 액체 양초의 응고 현상을 제시하고 있으며, E 교과서에서는 이글루에 물을 뿌리거나 과일의 냉해를 막는 방법 등 실생활에 적용할 수 있는 응고열에 대하여 기술하고 있다. 액화의 경우 A 교과서에서는 쉽게 접할 수 있는 스팀 보일러의 원리와 냉장고의 원리를 설명하고 있으며, E 교과서에서는 수증기를 응결시킬 때의 시간에 따른 온도변화 그래프로 액화열 방출을 설명하고 있다.

A, B, D 교과서에서는 물질의 상태와 분자운동을 모형으로 제시하고 있으며,

상태 변화시 분자 운동의 변화뿐만 아니라 분자 간 인력, 부피 등도 제시하고 있다. D 교과서는 에탄올의 부피변화 실험을 통해 분자 운동을 설명하고 있으며, B 교과서는 드라이아이스의 승화, 이글루에 물을 뿌릴 때의 온도 변화와 분자 운동과의 관계를 토의하도록 제시하고 있다.

표 10. 탐구 학습 내용 주제 비교.

교과서	물질의 세 가지 상태	분자의 운동	상태변화와 에너지
A	<분류>물질의 상태 구별하기 <자료해석>물질의 상태 변화 <조사>우리 주변의 상태 변화 <실험>양초의 용해와 응고 <실험>공기 중의 물 확인하기 <토의>나프탈렌이 사라진 이유 <해보기>기체 분자 그려보기 <실험>액체 분자의 배열 <해보기>장난감 블록과 고체의 분자 배열 <실험>아세톤의 기화를 분자 모형으로 설명하기	<추리>분자의 움직임 추리 <실험>온도에 따른 잉크의 확산 비교 <추리>분자 운동의 빠르기 비교 <역할놀이>분자의 충돌놀이 <실험>기체의 압력과 부피 변화 <해보기>풍선에 컵 붙이기	<관찰>기화와 열에너지 흡수 <실험>스테아르산 용해 <관찰>승화의 빠르기 비교 <자료해석>응고와 온도 변화 <자료해석>스팀 보일러의 원리 <토의>냉동실에 성애가 생기는 이유 <추리>물질의 상태와 분자운동 모형 <관찰>상태변화와 분자운동 모형
B	<실험>상태변화 알아보기-마가린, 에탄올의 상태 변화 <실험>서리를 만들어보자 <보고 생각하기>우리 주변의 상태 변화 <해보기>생활 속의 상태 변화 찾기 놀이 <실험>상태 변화에 따른	<해보기>에탄올의 증발 지도를 그려보자 <실험>암모니아는 어떻게 퍼져 나갈까? <해보기>보라색 결정이 녹으면서 왜 퍼질까? <해보기>공기 압력의 효과 눈으로 보기 <해보기>기체의 부피와	<실험>얼음이 녹고 물이 얼 때의 온도 측정 <자료 해석>그래프 그리고 해석하기 <읽고 생각하기>어떻게 하면 오렌지가 냉해를 입지 않게 할 수 있을까? <실험> 물이 끓을 때의

	<p>질량과 부피 변화 &lt;해보기&gt;물질의 상태에 따른 분자 배열</p>	<p>압력 사이의 관계 &lt;해보기&gt;압력에 따른 기체의 부피 변화 측정하기 &lt;실험&gt;온도에 따른 공기의 부피 변화 &lt;보고 생각하기&gt;기체의 온도가 올라가면 왜 부피가 늘어날까?</p>	<p>온도 측정 &lt;보고 생각하기&gt;물질의 상태에 따른 분자 구조와 인력 &lt;보고 생각하기&gt;열과 분자 운동 &lt;자료 해석&gt;물질을 가열하면 온도 변화는 어떻게 나타날까? &lt;보고 생각하기&gt;생활 속의 상태 변화</p>
C	<p>&lt;토의&gt;성질이 비슷한 물질 찾기 &lt;실험&gt;양초의 변신 &lt;토의&gt; 주변에서 볼 수 있는 상태변화 &lt;실험&gt;요오드의 상태 변화 &lt;실험&gt;설탕을 이루고 있는 작은 알갱이 &lt;실험&gt;상태변화에 따른 부피와 질량 변화 &lt;토의&gt;상태와 분자 배열</p>	<p>&lt;실험&gt;에탄올의 증발 &lt;토의&gt;사라지는 물 &lt;실험&gt;움직이는 기체 &lt;실험&gt;스펀지에 작용하는 압력의 크기 비교 &lt;실험&gt;주사기 속 공기의 부피 &lt;실험&gt;기체의 부피와 온도의 관계</p>	<p>&lt;실험&gt;물의 상태변화와 온도 &lt;토의&gt;얼음돌이의 여행</p>
D	<p>&lt;분류&gt;물질의 상태 찾기 &lt;실험&gt;물의 기화와 액화 &lt;조사&gt;연료의 상태 변화 &lt;실험&gt;장식용 초 만들기 &lt;토의&gt;지붕에서 일어나고 있는 현상 &lt;실험&gt;나프탈렌의 승화 &lt;과제연구&gt;여러 가지 상태 변화  &lt;자료해석&gt;물의 상태 변화 &lt;실험&gt;상태변화와 물질의 성질</p>	<p>&lt;실험&gt;에탄올의 증발 &lt;실험&gt;잉크의 확산 &lt;실험&gt;향수 냄새가 퍼지는 이유 &lt;실험&gt;기체의 압력과 부피 변화 &lt;게임&gt;원의 크기와 분자의 충돌 횟수 &lt;시범실험&gt;기체의 부피와 압력 &lt;실험&gt;온도와 기체의 부피 &lt;실험&gt;기체의 온도와 분자 운동</p>	<p>&lt;실험&gt;물이 끓고 있는 동안의 온도와 열에너지 &lt;토의&gt;액화와 열에너지 &lt;실험&gt;얼음이 녹고 있는 동안의 온도와 열에너지 &lt;실험&gt;물이 얼고 있는 동안의 온도와 열에너지 &lt;토의&gt;고드름이 자라는 이유 &lt;추리&gt;농장에서 물질의 상태 찾기 &lt;실험&gt;상태변화에 따른</p>

	<추리>물질의 상태 모형 찾기 <만들기>블록으로 물질의 세 가지 상태 만들기 <추리>모형으로 알아본 기화 현상	<자료 해석>기체 온도와 기체의 분자 운동 실험 장치	분자 운동
E	<실험>물질의 세 가지 상태의 특징 <실험>아세트산의 상태 변화 <실험>요오드의 상태 변화 <실험>분자 모형으로 설명하는 액체의 성질	<실험>액체의 증발 <실험>기체의 확산 <실험>기체의 부피와 압력 <자료 해석>기체의 부피와 압력의 관계 <실험>기체의 부피와 온도의 관계	<실험>에탄올을 가열할 때의 온도 <실험>고체가 용해할 때와 액체가 응고할 때의 온도 <자료 해석>상태가 변할 때의 분자들의 행동

### 1.3.2 심화, 보충 학습 내용

제7차 교육과정의 큰 특징은 바로 학생의 수준에 따른 심화, 보충형 수준별 수업이다. 이에 맞추어 각 교과서에는 심화, 보충과정을 제시하고 있다. 학생의 수준에 따른 학습 내용의 선정과 난이도 조절은 교수, 학습 과정의 성패를 좌우하는 가장 중요한 요소이다. 따라서 보충학습에서는 기본 과정의 성취도가 낮은 학생들이 흥미를 느낄 수 있도록 하기 위하여 기본 과정에서 배운 학습 내용을 중심으로 간단하고 이해하기 쉬운 실험 활동으로 수업이 구성되어야 한다. 심화 학습에서는 활동 중심으로 학생들이 스스로 문제 인식이나 가설 설정, 자료 해석을 할 수 있도록 수업이 이루어져야 할 것이다. 이와 같은 측면에서 교과서별로 단위별 심화, 보충학습 주제와 내용을 비교 분석한 결과를 표 11, 12에 나타내었다. 그리고 이러한 심화, 보충 학습의 내용에 있어서 교과서별 차이점을 검토한 결과는 다음과 같다.

표 11. 단원별 보충, 심화 학습 주제 비교.

단원명	교과서	보충 학습 주제	심화 학습 주제
물질의 세 가지 상태	A	드라이아이스와 얼음의 차이	드라이아이스 주위에서 일어나는 상태 변화
	B	양초로 글자 만들기	드라이아이스의 상태변화는 얼음과 어떻게 다를까?
	C	세 가지 상태의 분자 배열 비교하기	드라이아이스 로켓 만들기
	D	여러 가지 상태 변화	드라이아이스를 이용한 승화
	E	물질과 분자	드라이아이스 권총
분자의 운동	A	온도에 따른 부피 변화 관찰하기	공기의 부피 변화와 압력 측정하기
	B	감자 공기층 만들기 팝콘이 튀겨지는 원리는 무엇일까	기체의 부피와 압력의 관계 알아보기: 보일의 법칙
	C	동전이 춤추는 까닭은?	기체의 부피는 압력과 어떤 관계가 있을까?
	D	냄새 알아맞히기	보일의 법칙 실험하기
	E	기체의 부피와 온도	기체의 부피와 압력의 실험 설계
상태변화와 에너지	A	얼음 빨리 녹이기	음료수를 시원하게 하는 장치 만들기
	B	종이컵에 메추리 알 삶기	하이포를 이용해서 손난로 만들기
	C	상태 변화가 일어날 때 출입하는 열 느끼기	아이스크림 만들기
	D	얼음 녹이기	기화열을 이용한 냉장고 만들기
	E	아이스크림 만들기	손 난로 만들기

표 12. 보충, 심화학습 내용의 비교.

단 원 명	교 과 서	보충 학습 내용			심화 학습 내용		
		내용	탐구 유형	자료	내용	탐구 유형	자료
물 질 의 세 가 지 상 태	A	드라이아이스 와 얼음	실험	실험과정 사진	드라이아이스 승화	실험	드라이아이스 사용 사진
	B	양초의 응고	실험	실험과정 사진	드라이아이스 승화와 얼음의 용해	실험	실험과정 사진
	C	분자 배열 상 태 비교	개인 활동	세 가지 상태 의 그림	드라이아이스 승화	실험	실험과정 사진
	D	아세톤의 기화	실험	실험과정 사진	드라이아이스 승화	실험	실험과정 사진
	E	고체와 액체 비교	실험	실험과정 사진	드라이아이스 승화	실험	실험과정 사진
분 자 의 운 동	A	보일의 법칙	실험	실험과정 사진	샤를의 법칙	실험	실험과정 사진
	B	샤를의 법칙	실험	실험과정 사진	보일의 법칙	실험	실험과정 사진
	C	샤를의 법칙	실험	실험과정 사진	보일의 법칙	실험	실험과정 그림
	D	냄새를 통한 분자의 운동	개인 활동	실험과정 그림	보일의 법칙	실험	실험과정 그림
	E	샤를의 법칙	실험	실험과정 사진	보일의 법칙	실험	기체의 부피와 압력 그래프
상 태 변 화 와 에 너 지	A	융해열 흡수	실험	빙하 사진	기화열 흡수	실험	실험과정 사진
	B	기화열 흡수	실험	실험과정 사진	응고열 방출	실험	실험과정 사진
	C	상태 변화시 열의 이동	자료 해석	실험과정 그림	액체의 응고	실험	실험과정 사진
	D	얼음의 용해	모둠 활동	실험과정 사진	기화열 흡수	개인 활동	실험과정 사진
	E	액체의 응고	개인 활동	실험과정 그림	응고열 방출	실험	손난로 사진

- 1) ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서 심화학습의 내용은 모든 교과서가 드라이아이스의 승화를 실험을 통해 학습하도록 제시하였다. 보충학습의 경우 A 교과서는 드라이아이스와 얼음의 용해 과정을 비교할 수 있는 실험을, B 교과서는

양초의 응고과정을 바탕으로 재미있는 실험을 제시하였다. C 교과서는 수업시간, 쉬는 시간, 방과 후를 분자 배열 상태와 비교하여 생각해 볼 수 있도록 하였으며, D 교과서는 풍선을 이용하여 아세톤의 기화를 통한 실험을 제시하였다.

- 2) ‘분자의 운동’단원에서는 A 교과서를 제외한 모든 교과서가 보일의 법칙을 심화학습으로 학습하도록 하였으며, B, C, E 교과서가 보충학습으로 샤를의 법칙을 학습하도록 하였다. 전 교과서가 일상생활에서 느낄 수 있는 보일, 샤를의 법칙의 예를 들어 자칫 어려워할 수도 있는 법칙에 학생들의 흥미를 유발시켰다.
- 3) ‘상태변화와 에너지’ 단원에서는 열에너지의 출입을 통한 상태 변화의 예를 다양하게 찾아서 학생 스스로 느낄 수 있도록 하였다. A, D 교과서에서는 기화열의 흡수를 이용한 간이 냉장고를 만들어 볼 수 있도록 하였으며, C, E 교과서에서는 얼음이 용해하면서 주위의 열에너지를 흡수하는 성질을 이용하여 아이스크림을 만들어 볼 수 있도록 하였다. 특히 B, E 교과서의 심화 학습에서는 다소 어렵게 느낄 수도 있는 ‘손난로 만들기’ 실험을 제시하고 있다. 아세트산나트륨 또는 하이포를 재료로 응고열, 용해열을 이용하여 손난로를 만드는 방법이다.

#### 1.4 단원 마무리 활동

단원 마무리 활동은 대단원의 학습을 마무리하는 단계로, 교육과정에서 제시한 목표를 성공적으로 달성했는지 확인하도록 하였다. 특히 종래의 지식 확인 성격의 문제 방식을 탈피하여 다양한 방법을 제시하여 창의력을 키울 수 있도록 하고 있다. 화학 영역의 단원 마무리 활동은 과학 1 교과서의 다른 영역과 유사한 형태로 제시되어 있는데, 각 교과서별로 제시된 형태를 표 13에 나타내었다. 그리고 그 내용을 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) A 교과서는 학습 마무리에서 이해, 탐구, 적용 등 각 영역별 문제를 제시하고 있으며, 단원 마무리는 용어 연결하기, 상상과 추리, 생활 속의 과학, 탐구력

키우기, 과학 콩트, 퍼즐 완성하기 등을 통하여 창의력 형성에 초점이 맞추어져 있다.

- 2) B 교과서는 중단원 끝 부분에 독립된 형태의 단원 마무리 활동은 따로 없다. 하지만 상태 변화, 공기의 구조, 냉방 장치 등 학습 내용과 밀접한 관련이 있는 읽을거리들을 제시함으로써 재미있게 단원을 정리할 수 있도록 하였다. 대단원이 끝나면 정리하기의 다양한 문제들을 통하여 한단원의 학습 내용을 마무리 할 수 있도록 하였다.
- 3) C 교과서는 중단원이 끝날 때마다 교과서 하단부에 기본 과제와 심화 과제를 제시함으로써 간단한 문제를 통하여 학습 내용을 확인할 수 있도록 하였으며, 대단원의 학습이 모두 종료된 후에는 개념 정리를 통하여 한 단원의 요점을 짚고 넘어갈 수 있도록 단원 종합 문제가 제시되어 있다. 또한 타 교과서와는 달리 모듈과제를 통하여 학생들의 협동성, 창의성을 높일 수 있도록 하였다.
- 4) D 교과서는 ‘이것이 요점’을 통해 재미있는 그림을 통하여 중단원의 요점을 정리할 수 있도록 하였으며, 단원 마무리를 통하여 대단원의 학습 내용을 확인할 수 있도록 하였다. 특히 열린 마당에서는 숨은 그림 찾기, 만화 형식으로 표현된 저절로 떨어지는 법, 알쏭달쏭 과학퀴즈를 통하여 학습의 흥미도를 높일 수 있도록 하였다.
- 5) E 교과서는 중단원마다 1~2 문제가 제시되어 있어서 학습한 내용을 중단원이 끝날 때마다 확인할 수 있도록 하였으며, 단원 매듭짓기에서는 개념도 만들기, 만화로 상상하기 등을 통하여 대단원의 학습 내용을 정리할 수 있도록 하였다.

표 13. 단원 마무리 제시 형태 비교.

교과서	중단원	대단원
A	학습 마무리	단원 마무리
B	각종 읽을거리	정리하기
C	기본과제, 심화과제	단원 마무리 학습, 모듈 과제
D	이것이 요점	단원 마무리, 열린 마당
E	평가 문제	단원 매듭짓기

## 2. 수행평가 단원의 주요 내용, 목표 및 지도계획

### 2.1 각 단원의 주요 학습 내용

- 1) ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 물질의 세 가지 상태에 대한 이해를 바탕으로 주변에서 볼 수 있는 상태 변화 현상을 실험을 통하여 관찰한다. 이로부터 물질은 분자로 되어 있다는 것을 이해하는 것이 중요하다. 즉, 이 단원의 학습을 통하여 학생들은 입자론적 물질관을 터득하게 된다.
- 2) ‘분자의 운동’ 단원에서는 눈에 보이지 않는 분자의 운동에 대한 미시적인 이해는 거시적인 자연 현상에 대한 올바른 해석을 가능하게 하며, 이를 통해 생활 속에서 발생하는 실질적인 문제를 해결할 수 있다. 이 단원에서는 구체적으로 관찰 가능한 다양한 현상들을 통해 분자가 어떻게 운동하는지를 알아보고 분자 운동에 영향을 주는 요인이 무엇인지 조사한다. 또한, 닫힌계에서 외부 압력과 온도에 따른 기체의 부피 변화를 관찰하고 이를 분자 운동으로 설명해 보도록 한다.
- 3) ‘상태변화와 에너지’ 단원에서는 물질의 상태 변화를 현상적으로 다루고, 물질이 분자로 이루어 졌음을 학습한 ‘물질의 세 가지 상태’ 단원을 토대로 상태 변화가 일어날 때의 온도 변화를 측정함으로써 상태 변화와 열에너지의 관계를 명확히 이해한다. 또한 물질이 상태 변화를 일으킬 때는 온도 변화가 없음을 실험을 통해 관찰하고, 이로부터 열에너지의 관계를 이해하는 것이 핵심이다. 또한 분자 모형을 도입해 물질의 상태 변화 과정을 분자 운동과 관련짓는 것을 학습하게 된다.

### 2.2 각 단원의 주요 학습 목표

#### 2.2.1 ‘물질의 세 가지 상태’ 단원의 학습 목표

- 1) 모든 물질은 상태가 변하며, 물질에는 고체, 액체, 기체의 세 가지 상태가 있

음을 예를 들어 설명할 수 있다.

- 2) 우리 주변에서 볼 수 있는 물질의 상태 변화를 기화, 액화, 용해, 응고, 승화로 구별할 수 있다.
- 3) 물질이 상태 변화를 거쳐 원래의 상태로 다시 되돌아와도 그 성질이 변하지 않는 것을 관찰할 수 있다.
- 4) 상태 변화를 관찰하여 물질이 분자로 이루어져 있음을 설명할 수 있다.
- 5) 분자 모형을 사용하여 고체, 액체, 기체 상태를 표현할 수 있다.
- 6) 물질의 상태가 변할 때 부피가 달라지는 것을 분자 배열의 차이로 설명할 수 있다.

### 2.2.2 '분자의 운동' 단원의 학습 목표

- 1) 분자 운동을 알아볼 수 있는 방법을 설명할 수 있으며, 주위에서 분자 운동에 의한 여러 가지 현상을 찾을 수 있다.
- 2) 분자의 운동의 빠르기에 영향을 미치는 요인을 설명할 수 있다.
- 3) 기체의 압력을 분자 모형으로 설명할 수 있다.
- 4) 온도가 일정할 때 기체를 누르는 압력과 부피와의 관계를 말할 수 있으며, 보일의 법칙을 분자 모형으로 설명할 수 있다.
- 5) 온도가 변할 때 기체의 부피가 어떻게 변하는지 살펴보고 샤를의 법칙을 설명할 수 있다.
- 6) 온도에 의한 기체의 부피 변화를 분자 운동으로 설명할 수 있다

### 2.2.3 '상태변화와 에너지' 단원의 학습 목표

- 1) 물질이 상태 변화할 때 온도변화를 측정하고 그래프로 나타낼 수 있다.
- 2) 물질이 상태 변화할 때 열에너지의 흡수와 방출을 이해할 수 있다.
- 3) 모형을 이용하여 기체, 액체, 고체 상태에서의 분자 운동의 차이를 설명할 수 있다.
- 4) 물질의 상태가 변할 때 분자의 움직임이 달라짐을 이해할 수 있다.
- 5) 실생활에서 상태 변화 시 수반되는 열을 이용한 예를 찾을 수 있다.

## 2.3 각 단원의 학습 지도 계획

### 2.3.1 ‘물질의 세 가지 상태’ 단원의 학습 지도 계획

소단원 1. 모든 물질은 상태가 변할까? 에서는 물질의 상태를 분류하고, 물질의 상태가 변할 수 있음을 이해하고 있는지를 평가한다.

소단원 2. 상태 변화에는 어떤 것들이 있을까? 에서는 실생활 주변의 상태 변화를 찾아서 분류하는 능력과 활동의 참여도를 평가한다.

소단원 3. 물질의 상태가 변할 때 그 성질은 어떻게 될까? 에서는 양초의 용해와 응고 실험의 수행 능력과 윗접시 저울의 사용법을 평가한다.

소단원 4. 물질을 이루고 있는 것은 무엇일까? 에서는 실험 절차의 고안 능력과 분자 개념의 정확한 이해도 및 실험 태도, 토론의 참여도를 평가한다.

표 14. ‘물질의 세 가지 상태’ 단원의 지도 계획.

	소단원	학습 활동	탐구 과정
물질의 세 가지 상태	1. 모든 물질은 상태가 변할까?	물질의 상태 구별하기 물질의 상태 변화	분류, 자료 해석
	2. 상태 변화에는 어떤 것들이 있을까?	우리 주변의 상태 변화	조사
	3. 물질의 상태가 변할 때 그 성질은 어떻게 될까?	윗접시 저울의 사용법 양초의 용해와 응고	토의, 실험
	4. 물질을 이루고 있는 것은 무엇일까?	윗접시 저울의 사용법 양초의 용해와 응고	실험, 토의
	5. 물질의 상태를 어떻게 나타낼 수 있을까?	기체 분자 그려보기 액체 분자의 배열 장난감 블록과 고체 분자 배열	해보기, 실험
	6. 물질의 상태에 따른 분자 배열의 차이는?	아세톤의 기화를 분자 모형으로 설명하기	실험

### 2.3.2 ‘분자의 운동’ 단원의 학습 지도 계획

소단원 1. ‘분자의 움직임을 어떻게 알 수 있을까?’ 에서는 향수의 확산 및 물

과 에탄올의 증발 현상에서 분자 운동을 추리하고 설명하는지를 평가한다.

소단원 2. ‘분자 운동의 빠르기는 무엇과 관련이 있을까?’에서는 온도에 따른 분자 운동을 비교하고 분자 모형을 통해 확산을 올바르게 설명하는지를 평가한다. 또한 분자 운동의 빠르기를 분자의 질량, 온도와 관련지어 설명하는지를 평가한다.

소단원 3. ‘기체의 압력은 왜 생길까?’에서는 역할 놀이를 통해 분자가 압력을 나타내는 원리를 올바르게 추론하는지를 평가한다.

소단원 4. ‘기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 있을까?’에서는 기체의 압력에 따른 부피 변화를 관찰하고, 기체의 압력과 부피 사이의 관계를 이해하고 있는지를 평가한다. 그리고 기체의 압력에 따른 부피 변화를 분자 모형을 통해 올바르게 설명하는지를 평가한다. 또한 생활 주변의 현상을 보일의 법칙으로 설명하는지를 평가한다.

소단원 5. ‘온도가 변하면 기체의 부피는 어떻게 될까?’에서는 온도에 따른 기체의 부피 변화로 인하여 나타나는 현상을 관찰하고 이를 올바르게 설명하는지를 평가한다.

소단원 6. ‘온도에 의한 기체의 부피 변화는 분자 운동과 어떤 관련이 있을까?’에서는 온도를 변화 시켜 풍선에 컵을 붙이는 실험 수행과 원리의 이해를 평가한다.

표 15. ‘분자의 운동’ 단원의 지도 계획

	소단원	학습 활동	탐구 과정
분 자 의 운 동	1. 분자의 움직임을 어떻게 알 수 있을까?	분자의 움직임 추리	추리
	2. 분자 운동의 빠르기는 무엇과 관련이 있을까?	주변의 현상을 분자 운동으로 설명하기 온도에 따른 잉크의 확산 비교 분자 운동의 빠르기 비교 생활 속에서 확산, 증발 현상 찾기	토의 실험 추리
	3. 기체의 압력은 왜 생길까?	분자의 충돌 놀이 기체의 압력을 나타내는 원리	역할 놀이 토의, 설명

4. 기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 있을까?	압력의 정의와 실생활에 원리 적용 기체의 압력과 부피 변화 보일의 법칙	토의 실험 읽기
5. 온도가 변하면 기체의 부피는 어떻게 될까?	온도에 따른 기체의 부피 샤를의 법칙	토의 실험, 설명
6. 온도에 의한 기체의 부피 변화는 분자 운동과 어떤 관련이 있을까?	풍선에 컵 붙이기 샤를의 법칙 적용	해보기 토의

### 2.3.3 '상태변화와 에너지' 단원의 학습 지도 계획

소단원 1. '상태가 변화할 때 열에너지를 흡수하는 경우는?'에서는 에탄올을 바른 손등이 시원해지는 이유를 이해하고 있는지를 평가한다. 실험 절차 및 결과 처리 능력, 도출된 결과를 설명할 수 있는지를 평가한다. 얼음의 용해 그래프를 상태 변화에 따른 온도 변화로 설명하는지를 평가한다. 또한 서로 다른 조건에서 드라이아이스 승화의 빠르기가 달라지는 이유를 이해하고 있는지를 평가한다.

소단원 2. '상태가 변화할 때 열에너지를 방출하는 경우는?'에서는 양초의 온도 변화 자료를 통해 상태 변화가 일어난 지점을 해석하는지를 평가한다. 스팀 보일러의 원리를 상태 변화에 따른 열에너지의 출입으로 설명하는지를 평가한다. 또한 토론의 참여도와 발표하는 태도를 평가한다.

소단원 3. '물질의 상태에 따라 분자 운동은 어떻게 다를까?'에서는 물질의 상태에 따른 분자 운동을 올바르게 추리하는지를 평가한다.

소단원 4. '물질의 상태에 따라 분자 운동이 달라지는 이유는 무엇일까?'에서는 물질의 상태에 따라 분자의 움직임이 달라지는 이유를 올바르게 추리하는지를 평가한다.

표 16. '상태변화와 에너지' 단원의 지도 계획

	소단원	학습 활동	탐구 과정
상 태 변 화 와 에 너 지	1. 상태가 변화할 때 열 에너지를 흡수하는 경우는?	기화와 열에너지 흡수 스테아르산의 용해 얼음의 용해와 온도변화 승화의 빠르기 비교	실험, 관찰 설명, 자료 해석
	2. 상태가 변화할 때 열 에너지를 방출하는 경우는?	응고와 온도변화 스팀 보일러의 원리 냉동실에 성애가 생기는 이유	자료 해석, 토의
	3. 물질의 상태에 따라 분자운동은 어떻게 다를까?	물질의 상태와 분자 운동 모형	추리
	4. 물지의 상태에 따라 분자운동이 달라지는 이유는 무엇일까?	상태 변화와 분자 운동 모형	관찰



### 3. 수행평가 도구 개발

학생들의 학습 성과를 평가하기 위해서는 지필 검사만으로는 충분하지 못하다. 그래서 현재 각 학교에서는 학생이 답안을 작성하거나 행동으로 나타내는 것을 통해 지식이나 기능을 직접적으로 측정, 평가하는 평가 방법인 수행평가를 실시하고 있다.

대부분의 과학 교수·학습 주제는 그 실례나 그에 관련된 현상을 구체적인 형식으로 보이지 않고 말만으로는 이해시키기가 어렵다. 특히 과학의 화학영역은 말로 듣는 것보다는 직접 보고, 또 스스로 실행하여 사고하고 느껴야 쉽게 이해되기 때문에, 실험은 과학 교수·학습은 물론 수행평가에 유용하게 활용될 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 7차 교육과정의 중학교 과학교과서에서 화학영역 분야를 중심으로 수행평가에 적절한 실험 주제를 선정하여 평가 도구를 개발하였다. 또한 개발한 수행평가 도구는 POE (Prediction, Observation, Explanation) 활동에 그 바탕을 두고 있다. POE 활동에서 학습자로 하여금 예측하게 하는 과정은 학습자의 개념을 파악하는 다른 어떠한 방법보다 효과적이다.

수행 평가 도구 개발에 앞서서 먼저 현재 중학교에서 교재로 사용되고 있는 중학교 1학년 과학 교과서 5종을 선정하여 화학영역을 비교 분석하였다. 현재 사용되는 교과서는 출판사와 저자들에 따라 교과 내용과 구성 체계가 상이하므로 알맞은 평가도구 제작을 위해 교과서 별로 구분하여 비교 분석하였다. 과학 교과서의 화학 탐구 영역은 크게 3개 단원으로 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘분자의 운동’, ‘상태변화와 에너지’가 이에 해당된다. 수행평가는 이 화학영역 세 개 단원을 중심으로 총 8개의 도구를 개발하였다.

먼저, ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 기화, 액화, 응고, 용해, 승화와 같은 여러 가지 상태 변화와 이때 나타나는 현상을 실험을 통해 관찰하고, 이로부터 물질은 분자라는 기본 입자로 이루어져 있다는 것을 이해해야 한다. 또한 분자 모형을 이용하여 물질의 상태를 표현하고, 물질의 상태에 따른 분자 배열의 차이를 비교하는 것이 중요하다.

학생들은 물질의 상태가 변화하게 되면 다른 물질로 변한다는 잘못된 생각을 가지고 있다. 따라서 기화와 액화, 용해와 응고, 승화와 같이 서로 상대적인 방향의 변화를 통하여 물질의 원래의 상태도 되돌아올 수 있음을 관찰하고, 이를 통하여 물질의 상태 변화는 분자의 배열만을 변화시키며 분자 자체는 변하지 않는다는 것을 이해할 수 있도록 수행평가 도구를 개발하였다.

또 ‘분자의 운동’ 단위에서는 눈에 보이지 않는 분자의 운동에 대해 학습한다. 따라서 눈으로 관찰할 수 있는 현상들과 그 내부에서 이루어지는 미시적인 입자의 운동을 연결 지을 수 있는 구체적 활동과 예를 강조해야 한다. 이 단위에서는 분자 운동을 입자 모형으로 그리는 수행평가를 통해 학생들이 물질의 입자성에 대해 올바르게 이해할 수 있도록 하였다.

또한 ‘상태변화와 에너지’ 단위의 핵심은 생활 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 물질의 상태 변화를 열에너지와 관련짓는 것이다. 그러므로 상태변화와 그 원리를 이해하도록 중점을 두어 수행평가를 개발하여야 한다. 실험에 사용되는 시약은 물, 알코올, 드라이아이스 등과 같이 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 것을 사용하도록 한다. 단, 드라이아이스는 손이나 피부에 닿으면 동상의 위험이 있으므로 실험할 때 주의하도록 강조해야 한다. 이 단위의 학습은 기본적으로 실험 결과에 바탕을 두고 추리하는 것이므로, 추리 과정에서 비약이 없는지 항상 염두에 두고, 가능한 한 모형을 사용한 수행평가를 개발하였다. 수행평가 도구 개발 주제는 표 17과 같다.

표 17. 수행평가 도구 개발 주제.

단원명	수행평가 주제	필수 학습 내용	모둠 수행평가
물질의 세 가지 상태	1. 나만의 초콜릿 만들기	고체와 액체 사이의 상태변화	비실시
	2. 드라이아이스 총 만들기	드라이아이스의 승화	비실시
	3. 물의 상태변화 관찰하기	물의 기화와 액화	실시
분자의 운동	4. 온도에 따른 잉크의 확산	분자의 확산	비실시
	5. 마시멜로 팽창시키기	보일의 법칙	비실시
상태변화와 에너지	6. 플라스크로 풍선 부풀리기	샤를의 법칙	실시
	7. 비커 안의 얼음을 계속 가열해 보기	융해열 흡수	실시
	8. 비커 안의 물을 계속 가열해 보기	기화열 흡수	실시

### 3. 1. 수행평가 도구

#### 1) 수행평가 도구 1. 나만의 초콜릿 만들기

##### [학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	나만의 초콜릿 만들기		
학습 목표	고체와 액체 사이의 상태 변화를 이해한다. 상태 변화시 물질의 성질은 변하지 않는다는 것을 이해할 수 있다.		

#### 1. 생각해 봅시다.

민선이는 쓰다 남은 양초를 녹여서 크리스마스 조명 촛불을 만들었다. 양초를 녹인 후 크레파스를 잘게 부수어 섞고 심지를 넣어 양초를 굳혔다. 그리고 불을 붙였더니 예쁜 촛불이 되었다. 양초의 상태가 변해도 양초의 성질이 변하지 않는 이유는 무엇일까?



#### 2. 실험해 봅시다.

- 1) 깨끗한 비닐봉지에 초콜릿을 부수어 담고 입구를 묶는다.
- 2) 물이 담긴 비커를 가열하다가 물의 온도가 50~60℃가 되면 봉지를 넣는다.
- 3) 가끔씩 비닐봉지를 꺼내어 만져보며 초콜릿을 관찰한다.
- 4) 비닐봉지에 작은 구멍을 내어 초콜릿을 접시에 짜면서 자신의 원하는 모양의 초콜릿을 만든다.

#### 3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

- 1) 초콜릿의 상태 변화를 열의 출입과 관련지어 설명해 보자.
- 2) 자신이 만든 초콜릿이 원래의 고체 초콜릿과 같은 물질인지 생각해 보고 그 이유를 적어보자

표 18. 도구 1의 평가 기준표

<학생 수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	상태가 변해도 분자는 변하지 않았기 때문에 양초의 성질은 유지된다고 설명한다.	상태가 변해도 분자는 변하지 않았다고 설명하나, 양초의 성질이 유지되는 이유를 설명하지 못한다.	상태가 변하면 분자도 변한다고 생각한다.
관찰 단계	관찰	세 단계의 상태 (고체 ↔ 액체 ↔ 고체)를 모두 표현하고 열의 출입과 바르게 관련짓는다.	세 단계의 상태를 모두 표현하나 열의 출입과 관련짓는 것이 미흡하다.	세 단계의 상태를 표현하지 못한다.
설명 단계	설명	물질이 상태 변화할 때 성질이 변하지 않으므로 같은 물질이라고 서술한다.	물질이 상태 변화할 때 성질이 변하지 않으므로 같은 물질이라고는 서술하나 다소 미흡하다.	물질이 상태 변화할 때 성질이 변하지 않는 것을 서술하지 못한다.

이 탐구 활동은 액체와 고체 사이의 상태변화를 실생활에서 친숙한 초콜릿을 가지고 실험해 보는 것이다. 고체 초콜릿을 자신이 원하는 모양으로 손쉽게 만들 수 있다는 사실은 과학을 어려워하는 학생들에게 좋은 경험을 제공해 줄 것이다. 이 실험은 비교적 간단한 실험이므로 개인별 수행평가만을 실시한다.

<진행방법>

- (1) 깨끗한 비닐봉지와 접시를 사용하여 실험 후 학생들이 먹어볼 수 있도록 한다. 덩어리 초콜릿보다 시중에서 파는 납작한 초콜릿을 사용하면 빨리 녹는다.
- (2) 초콜릿은 50℃에서 충분히 녹을 수 있다. 물이 끓을 때까지 높은 온도로 가열하면 초콜릿이 잘 녹지 않는다.
- (3) 교사가 미리 60℃ 정도의 물을 준비하여 학생들에게 나누어주면 가열장치를 사용할 필요 없이 실험을 진행할 수 있다.

2) 수행평가 도구 2. 드라이아이스 총 만들기

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	드라이아이스 총 만들기		
학습 목표	고체에서 기체로 상태 변화할 때 부피가 증가함을 설명할 수 있다.		

1. 아래의 기사를 읽고 왜 폭발 사고가 났는지 생각해 봅시다.

야구장 전체를 뒤흔들 정도의 강렬한 폭발음이 들려온 것은 2001년 5월 27일 롯데 : 두산 프로야구 5회말 경기가 한창 진행되던 사직야구장에서 일이었다. 포수 뒤에 위치한 사진기자석에서 600mm 망원렌즈로 폭발음이 들린 센터 쪽 외야석을 살펴보니 관중들이 우왕좌왕하는 가운데 한 어린이가 공포에 질린 표정으로 비명을 지르고 있었다. 주변 상황을 취재한 결과 한 초등학생이 더위를 식히기 위해 드라이아이스를 플라스틱 용기에 넣고 흔들다가 무더운 날씨에 빠른 속도로 승화한 드라이아이스가 밀폐된 용기 내에서 폭발한 사고임을 알게 되었다. 이 사고로 당사자인 김종현군이 양손과 목에 플라스틱 파편이 박히는 부상을 입었고, 강렬한 폭발음에 놀란 일부 관중들이 대피하는 등 소동이 벌어졌다.

2. 실험해 봅시다.

- 1) 두꺼운 도화지를 작게 잘라 페트병 입구에 꼭 맞게 단단히 만든다.
- 2) 빈 페트병에 드라이아이스 몇 조각을 넣는다.
- 3) 병 입구에 1)에서 만든 종이 포탄을 꽂는다.
- 4) 과녁을 향해 겨누면서 조금 기다린다.

3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

- 1) 페트병에서 어떤 일들이 벌어졌는가?
- 2) 1)과 같은 결과가 나타나게 된 이유는 무엇인가?

<학생 수행평가 채점 기준>

표 19. 도구 2의 평가 기준표

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	드라이아이스가 든 페트병 폭발 사건이 드라이아이스의 승화로 인한 기체부피 증가로 인한 것임을 바르게 설명한다.	드라이아이스가 든 페트병 폭발 사건이 드라이아이스의 승화인 것은 설명하나 왜 폭발했는지는 설명하지 못한다.	드라이아이스가 든 페트병 폭발 사건이 왜 일어났는지를 설명하지 못한다.
설명 단계	관찰 및 설명	고체 드라이아이스가 기체 이산화탄소로 상태 변화하면서 부피가 증가하여 페트병 내부 압력이 증가하였다고 서술한다.	고체 드라이아이스가 기체 이산화탄소로 상태 변화했음을 설명하나 왜 포탄이 나아가는지는 설명하지 못한다.	드라이아이스의 승화와 부피변화를 설명하지 못한다.

이 탐구 활동은 드라이아이스가 기체로 상태변화하면서 부피가 크게 증가하는 것을 이용한 실험이므로 학생들의 놀이 활동으로 이루어져 있어 동기 부여가 용이하다. 비교적 간단한 실험이지만 학생들이 상태변화로 인하여 부피가 변화함을 직접 느낄 수 있는 흥미로운 실험이다. 이 실험의 관찰 결과는 쉽게 관찰할 수 있으므로 따로 평가하지 않고 신문기사를 통한 예상 과정과 드라이아이스 총의 원리를 바르게 추리할 수 있는지 평가한다.

<진행방법>

- (1) 드라이아이스를 손으로 만지면 동상에 걸릴 위험이 있으므로 반드시 목장갑을 끼고 만지도록 주의시킨다.
- (2) 더 멀리 날아가기 위해 드라이아이스를 많이 넣는 학생이 있을 수 있으므로 주의시키고, 종이 포탄이 새지 않게 단단히 만들어야만 멀리 날아갈 수 있음을 알 수 있게 한다.
- (3) 실험 시 드라이아이스 총이 사람을 향하지 않도록 주의시킨다.

3) 수행평가 도구 3. 물의 상태변화 관찰하기

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	물의 상태변화 관찰하기		
학습 목표	액체와 기체 사이의 상태 변화를 이해할 수 있다. 상태 변화의 조건을 설명할 수 있다.		

1. 생각해 봅시다.

민준이는 라면을 먹으려고 라면 봉지에 적힌 대로 물 3컵을 넣고 물을 끓이기 시작했다. 친구와 전화를 하고 나서 좀 늦게 라면을 넣어 끓였더니 맛이 좀 째다. 왜 그럴까?



2. 실험해 봅시다.



- 1) 비커에 물을 절반만 넣고, 그 위에 물이 들어 있는 둥근 바닥 플라스크를 올려놓고 플라스크 바닥을 관찰한다.
- 2) 둥근 플라스크를 치우고, 비커의 물을 김이 날 때까지 가열한다.
- 3) 그 위에 둥근 바닥 플라스크를 올려놓고 플라스크 바닥의 표면을 관찰한다.
- 3) 비커 속의 물과 플라스크 바닥에 염화코발트 종이를 갖다대고 색깔을 관찰한다.

3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

- 1) 과정 1, 2에서 플라스크 바닥의 표면은 어떻게 되었는가? 그 이유를 액체, 기체라는 단어를 넣어서 설명해 보자.
- 2) 과정 3에서 염화코발트 종이의 색은 어떻게 되었는가? 그 이유는 무엇인지 설명해 보자.

[모둠용 수행평가지]

1학년	반	조
실험 제목	물의 상태변화 관찰하기	
학습 목표	액체와 기체 사이의 상태 변화를 이해할 수 있다. 상태 변화의 조건을 설명할 수 있다.	

\* 조별 토의를 거쳐, 다음 질문을 해결해 보자.

물의 상태 변화가 일어나는 조건은 무엇인가?

1. 그림을 보고 실험 후 관찰한 각 부분의 상태와 상태변화를 적어보자.

	상 태	상 태 변 화

2. 실험 과정에서 물을 끓인 이유와 등근 바닥 플라스크를 위에 얹은 이유는 각각 무엇인가?

3. 물의 상태가 변화는 조건은 무엇인가?

표 20. 도구 3의 평가 기준표 I

<수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	물이 기화하여 수증기로 되었으므로 액체상태의 물의 질량이 감소했음을 설명한다.	물의 기화는 설명하나, 어떻게 물의 질량이 감소했는지는 설명하지 못한다.	물의 기화와 물의 질량의 감소에 대하여 설명하지 못한다.
관찰 및 추리 단계	관찰 및 설명	플라스크 표면에는 물의 생성과정과 염화코발트 종이로 인하여 붉은색으로 변함을 설명한다.	플라스크 표면의 물의 생성 과정이나 염화코발트 종이의 색 변화들 중 한 가지만 설명한다.	플라스크 표면의 물의 생성 과정이나 염화코발트 종이의 색 변화 현상을 모두 설명하지 못한다.

표 21. 도구 3의 평가 기준표 II

<모둠별 수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
설명 단계	관찰 및 설명	상태와 상태변화를 모두 정확하게 기록한다.	상태와 상태 변화 중 한 가지를 정확하게 기록한다.	모두 틀리게 기록한다.
	설명	실험 과정에서 가열, 냉각을 모두 제시하고 열 출입을 제시한다.	하나만 바르게 제시한다.	모두 제시하지 못한다.

이 탐구 활동에서는 물의 기화와 액화를 직접 관찰하여, 상태 변화의 이유를 추리하는 실험이다. 플라스크와 뜨거운 물이 있는 비커 사이에 수증기가 있음을 관찰하도록 지도하고, 눈에는 보이지 않는 기체의 특성을 제시하여 올바른 이해를 할 수 있도록 유도한다. 실험 과정에서 상태 변화의 조건을 추리할 수 있도록 가역 장치로 알코올램프를, 냉각 장치로 물이 들어 있는 둥근 바닥 플라스크를

사용했음을 설명하도록 한다.

또한, 학생들은 ‘액체는 기화시킬 수 있어도 기체는 날아가 버려 원래 상태인 액체로 되돌릴 수 없다’ 또는 ‘기체로 상태변화하면 다른 물질로 변화한다.’ 라는 오개념을 가지고 있는 경우가 있으므로, 이 실험을 통하여 올바르게 개념을 확립할 수 있도록 지도한다.

#### <진행방법>

- (1) 실험 전에 가열 과정에서 가열된 비커를 취급할 때의 안전상 주의점을 숙지시킨다.
- (2) 실험 전에 예측되는 결과를 기록하도록 하여 선개념을 먼저 정리해 보도록 한다. 실험 상황을 파악할 수 있도록 학생들의 질문을 유도한다.
- (3) 관찰해 보는 단계에서는 조별로 실험을 진행하고 관찰 결과를 각자 기록하도록 한다. 예측한 사실에 대해 관찰 결과를 토론 없이 개인적으로 기록하도록 한다. 이렇게 함으로서 같은 현상을 관찰했다 하더라도 학생에 따라 다르게 받아들일 수 있음을 확인할 수 있다.

4) 수행평가 도구 4. 온도에 따른 잉크의 확산

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	온도에 따른 잉크의 확산		
학습 목표	물질이 확산하려는 이유는 분자들이 스스로 운동하기 때문이라는 것을 알 수 있다. 온도에 따른 분자의 운동 빠르기를 설명할 수 있다.		

1. 생각해 봅시다.

- 1) 아름다운 꽃향기가 나의 코를 찔렀다. 꽃향기는 어떻게 퍼지는 것일까?



- 2) 민용이는 코코아를 타 마시려고 냉장고에서 차가운 우유를 꺼냈다. 뜨거운 물에는 잘 녹던 코코아가 차가운 우유에는 잘 녹지 않았다. 그 이유는 무엇일까?

2. 실험해 봅시다.

- 1) 잉크와 따뜻한 물, 찬물, 비커, 스포이트를 준비한 후 두개의 비커에 같은 양의 따뜻한 물과 찬물을 각각 넣는다.
- 2) 두개의 비커에 동시에 잉크를 한 방울씩 떨어뜨린다.
- 3) 어느 쪽의 잉크가 더 빨리 퍼지는지 자세히 관찰한다.



3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

어느 쪽의 잉크가 더 빨리 퍼지는가? 관찰한 실험 결과에 대한 이유를 분자 운동과 관련 지어 설명해 보자.

표 22. 도구 4의 평가 기준표

<수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	향기를 내는 분자가 스스로 운동하여 퍼져 나갔기 때문인 것으로 예상한다.	향기 분자가 스스로 움직였다고 예상하지 못하고 공기나 다른 물질이 이동하여 향기가 퍼져나갔다고 예상한다.	분자 운동과는 무관한 것으로 예상한다.
		온도가 높을수록 분자 운동이 활발하기 때문이라고 예상한다.	뜨거운 물에서 분자의 운동이 활발하기 때문이라고 예상하나 온도에 따른 것임을 생각하지 못한다.	코코아가 녹는 것이 온도에 따른 분자의 운동임을 설명하지 못한다.
관찰 및 추리 단계	관찰 및 설명	차가운 물에서 보다 따뜻한 물에서 잉크의 확산이 잘 일어난다는 사실을 관찰하고 온도에 따른 분자의 운동을 정의한다.	차가운 물보다 따뜻한 물에서 확산이 잘 일어난다는 사실은 관찰하나 온도에 따른 분자의 운동을 연관짓지 못한다.	차가운 물보다 따뜻한 물에서 확산이 일어난 것을 정확히 관찰하지 못하고 분자의 운동을 이해하지 못한다.

이 탐구 활동에서는 분자의 확산 속도가 온도에 의하여 변화한다는 것이 핵심이다. 액체의 확산 속도와 온도와의 관계는 분자 수준에서 설명하여야 과학적인 결론에 이를 수 있는 개념이므로 시각적 자료를 이용하여 입자적인 관점에서 설명해줄 필요가 있다. 따뜻한 물에서 잉크가 잘 확산된다고 답한 학생들도 따뜻한 물에서는 물분자의 운동이 활발해진다고 생각하는 학생이 대다수이다. 그러므로 학생들에게 물 분자 뿐만 아니라 잉크 분자의 운동에 대해서도 생각해 보도록 하고, 학생들이 올바른 개념을 학습할 수 있도록 지도한다.

<진행방법>

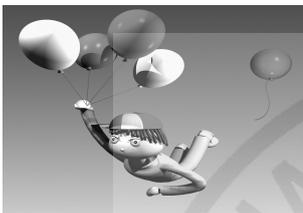
- (1) 따뜻한 물의 온도는 50~60℃가 적당하므로 너무 뜨거운 물을 사용하지 않도록 한다.
- (2) 물 분자와 잉크 분자의 운동을 모두 생각하도록 유도한다.

5) 수행평가 도구 5. 마시멜로 팽창시키기

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	마시멜로 팽창시키기		
학습 목표	기체의 부피와 압력간의 관계를 분자의 운동과 관련지어 설명할 수 있다.		

1. 생각해 봅시다.



1) 민용이는 헬륨가스를 채운 풍선을 샀다. 하지만 친구들과 장난을 치다 풍선을 놓쳤고, 놓친 풍선은 하늘 위로 올라갔다. 이 풍선은 나중에 어떻게 될까?



2) 바다 속 잠수부의 호흡 때문에 생기는 기포들은 물 표면으로 올라갈수록 커진다. 그 이유는 무엇일까?

2. 실험해 봅시다.

- 1) 큰 피스톤, 마시멜로(설탕 과자) 또는 초코파이, 플라스크, 고무마개를 준비한 다음 플라스크에 마시멜로를 반쯤 채워 넣는다.
- 2) 플라스크를 고무마개로 막고 마개에 주사기를 꽂는다. 주사기의 실린더를 끌어당겨 플라스크 안쪽의 공기를 뽑아낸다.
- 3) 플라스크 안의 마시멜로가 어떻게 변화하였는지 관찰한다.

3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

마시멜로 외부의 공기가 약간 제거 되면, 왜 마시멜로 내부의 공기는 보다 큰 부피를 차지하게 될까? 분자의 운동과 관련지어 설명해 보자.

표 23. 도구 5의 평가 기준표

<수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	하늘위로 올라가면 압력이 감소하여 풍선의 부피가 증가하여 풍선이 터진다고 예상한다.	하늘위로 올라가면 대기압이 감소하는 것은 설명하나 풍선의 부피와 연관짓지는 못한다.	하늘위로 올라가면 압력이 어떻게 변화하는지 알지 못하며 풍선의 변화도 설명하지 못한다.
		바다 속에는 수압이 작용하여 수압이 크면 기포가 작지만 수압이 작으면 기포가 커진다고 예상한다.	바다 속에는 수압이 작용하여 수압에 의하여 기포의 부피 변화를 예상하나 크기와 관계는 설명하지 못한다.	바다 속의 수압과 기포의 크기 관계를 설명하지 못한다.
관찰 및 추리 단계	관찰 및 설명	주사기로 플라스크의 공기를 빼내면 압력이 줄어들어 마시멜로의 크기가 커진다는 것을 알고 압력이 줄어들면 부피가 커지는 보일의 법칙을 설명한다.	주사기로 플라스크의 공기를 빼내면 압력이 줄어들어 마시멜로의 부피가 변화한다는 것을 관찰하고 설명하나 이를 보일의 법칙과 연관짓지 못한다.	플라스크 내부의 압력이 줄어들면 마시멜로의 부피가 커지는 것을 관찰하나 이를 설명하지 못하고 보일의 법칙과 연관짓지 못한다.

이 탐구 활동은 학생들이 좋아하는 마시멜로를 이용하여 보일의 법칙을 간단히 하는 것이다. 마시멜로는 많은 양의 공기를 탄수화물 구조 속의 작은 공간에 함유하고 있다는 것을 실험 전에 미리 설명한다. 외부의 공기를 감압하면, 마시멜로 내부의 공기는 팽창하게 되고, 결국 마시멜로는 부풀게 된다. 이 실험은 피스톤을 이용하여 공기를 빼주면 기체의 충돌 횟수가 줄어들어 압력이 낮아지게 되는데 이를 관찰하도록 한다. 마시멜로 내부의 공기는 이로 인해 부피가 커지게 되고 압력이 줄어들면 기체의 부피가 증가하는 보일의 법칙을 학생들에게 이해하도록 유도할 수 있다. 이 마시멜로 실험을 실시 전에 하늘위로 날아간 풍선이나, 잠수부의 기포 크기 변화를 예측하게 함으로서 학생들의 경험을 바탕으로 보

일의 법칙을 예측할 수 있도록 한다.

이 실험은 감압 장치와 가압장치라 불리는 Fizz Keeper를 사용하여야 실험이 용이하나 실험기구가 없는 경우가 대부분이므로 플라스크와 주사기를 사용하도록 한다.

실험 후 남은 마시멜로는 샴의 법칙 실험에도 응용할 수 있다. 뜨거운 코코아 속에 마시멜로를 올려두면 마시멜로 속의 공기는 분자운동이 활발해져 팽창하게 된다. 하지만 마시멜로가 녹기 전에 빨리 관찰하여야 하는 단점이 있다.

#### <진행방법>

- (1) 일반적으로 이 마시멜로 실험은 처음 시도할 때는 잘 되나, 같은 마시멜로를 두 번 이상 반복사용하면 결과가 잘 나오지 않는다.
- (2) 크기가 큰 마시멜로보다는 작은 마시멜로를 사용하도록 한다.
- (3) 크기가 큰 피스톤을 사용하여야 플라스크 안의 공기를 쉽게 뺄 수 있다.
- (4) 단순한 흥미로운 경험에 머무르지 않도록 보일의 법칙에 관련된 정리를 명확하게 해야 한다

6) 수행평가 도구 6. 플라스크로 풍선 부풀리기

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험	제목	플라스크로 풍선 부풀리기	
학습	목표	온도가 변할 때 기체의 부피 변화를 나타낼 수 있다.	

1. 생각해 봅시다.



1) 민수는 부모님과 함께 열기구를 탔다. 하늘 위를 나는 것 같아 너무 기분이 좋았다. 그런데 열기구를 올려다보니 불로 열기구 안을 계속 가열하고 있었다. 열기구를 띄울 때 열기구 속의 기체를 가열하는 이유는 무엇일까?



2) 더운 여름날 지형이 아버지께서 타이어에 공기를 넣고 계셨다. 그런데 지형이 아버지께서는 겨울철보다 타이어의 공기를 약간 적게 넣으셨다. 지형이 아버지께서 공기를 적게 넣으신 이유는 무엇일까?

2. 실험해 봅시다.

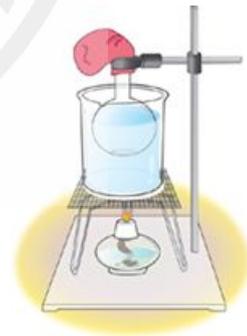
1) 둥근바닥 플라스크와 비커, 고무풍선, 알코올램프, 삼발이, 쇠그물, 스탠드, 클램프, 성냥 등을 준비한다.

2) 플라스크에 어느 정도 불어 넣은 고무풍선을 플라스크 입구에 씌운다.

3) 둥근바닥 플라스크를 비커의 바닥에 닿지 않으면서 깊숙하게 놓이도록 장치한 후 플라스크가 잠기도록 물을 넣고 알코올램프로 비커를 가열한다.

4) 물이 끓기 시작하면 풍선의 부피 변화를 관찰한다.

5) 부피 변화를 관찰한 후 얼음을 담은 큰 비커에 3)의 플라스크를 넣고 풍선의 부피 변화를 관찰한다.



**3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.**

1) 처음 상태를 ㉠, 가열한 상태를 ㉡, 냉각한 상태를 ㉢으로 표시하고 각각의 플라스크 속의 공기의 온도가 낮은 순으로, 부피가 가장 작은 순으로 나열해 보자.

2) 온도와 부피와의 관계를 플라스크와 고무풍선 속에 들어 있는 공기 분자의 모형으로 나타내고 설명해 보자.

-가열하기 전 플라스크:

-가열한 후 플라스크:

-냉각한 후 플라스크:

3) 기체의 부피와 온도사이에는 어떤 관계가 성립하는지 설명하세요.

표 24. 도구 6의 평가 기준표

<수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	열기구 안의 공기를 가열하면 분자 운동이 활발해져 부피가 증가한다고 설명한다.	열기구 안의 공기를 가열하면 부피가 증가한다고 설명하나 분자 운동과는 관련짓지 못한다.	열기구 안의 공기를 왜 가열하는지 부피와 분자 운동과는 어떠한 연관이 있는지 설명하지 못한다.
	예측	여름철에는 온도가 높으므로 공기 분자들의 운동이 겨울철보다 더 활발해져 부피가 증가하므로 타이어가 팽창한다고 설명한다.	여름철에는 온도가 높으므로 기체의 부피가 증가하여 타이어가 팽창한다고 설명하나 공기 분자의 운동과는 관련짓지 못한다.	여름철 온도와 분자의 운동, 기체의 부피와의 관계를 설명하지 못한다.
관찰 및 추리 단계	관찰 및 설명	부피와 온도를 ㉠-㉡-㉢으로 올바르게 표시한다.	부피와 온도 중 하나를 ㉠-㉡-㉢순으로 표시하지 못한다.	부피와 온도 모두를 올바르게 표시하지 못한다.
		분자 운동을 분자 크기, 개수, 분자 간 분포, 운동 속도를 고려하여 분자 모형을 바르게 표현한다.	분자 운동을 모형으로 나타내었으나 분자 크기, 개수, 분자 간 분포, 운동 속도 중에서 하나 이상이 바르지 못하다.	분자 운동을 모형으로 나타내지 못한다. 분자 모형으로 나타내어도 분자 크기, 개수, 분포, 운동 속도가 모두 틀리다.
		온도가 높을수록 분자의 운동이 활발해지고 부피가 증가한다는 것을 설명한다.	온도가 높아지면 부피가 증가한다고 설명하나 분자 운동과 관련짓지 못한다.	온도와 분자의 운동, 기체의 부피와의 관계를 설명하지 못한다.

이 탐구 활동에서는 등근 바닥 플라스크를 가열하여 풍선이 부풀어 오르는 현상을 직접 관찰하고 그림 그리기 과정을 통해 분자를 직접 그려볼 수 있도록 한다. 즉 직접 실험을 하고 실험 결과 관찰을 통해 분자 모형을 추측하여 그려봄

으로서 오개념을 찾고 관련된 변인들(분자의 크기, 개수, 분포, 운동 속도 등)에 대해 생각해 볼 수 있다는 장점이 있다. 오개념을 찾고 분자에 대한 올바른 개념이 정립될 때까지 다소 시간이 많이 걸리는 단점이 있으므로 실험 시간을 줄일 필요가 있다. 실험 시에 풍선을 미리 여러 번 불어두어 풍선의 탄력을 줄여주면 풍선이 쉽게 부풀게 된다. 또 미리 물을 가열해 두어 가열 시간을 줄일 수 있도록 한다.

온도가 높아지면 분자의 크기나 개수가 변화한다는 오개념을 갖고 있는 학생이 많으므로, 크기와 개수는 변함이 없고 분자의 운동만 활발해지는 것을 이해할 수 있도록 지도한다.

#### <진행방법>

- (1) 관찰단계에서 실험 시간을 최소한으로 줄여 설명 단계에서 학생 자신의 오개념을 스스로 찾을 수 있도록 충분한 시간을 준다.
- (2) 분자의 모형 그리기에서 생소해 하지 않도록 분자 모형 그리는 방법을 설명하도록 한다.
- (3) 분자의 운동은 화살표로 표시한다는 것을 설명하도록 한다.
- (4) 실험 시 등근바닥 플라스크에 풍선을 빈틈 없이 씌울 수 있도록 한다.

7) 수행평가 도구 7. 비커 안의 얼음을 계속 가열하면 어떻게 될까?

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	비커 안의 얼음을 계속 가열하면 어떻게 될까?		
학습 목표	얼음이 녹을 때의 온도변화를 상태 변화시 열에너지의 출입으로 설명할 수 있다.		

1. 생각해 봅시다.

1) 더운 여름날, 희순이네 가족은 바닷가로 피서를 가기로 하였다. 그래서 여러 가지 음식물을 준비하여 아이스박스에 넣었다. 이 아이스박스에 있는 음식물은 시간이 지나도 시원하게 유지되는데 그 이유는 무엇일까?



2) 수민이는 다리를 빼어 얼음을 올려놓고 냉찜질을 하였다. 시간이 지나니 얼음이 녹기 시작했다. 얼음이 녹는 이유는 무엇일까?

2. 실험해 봅시다.

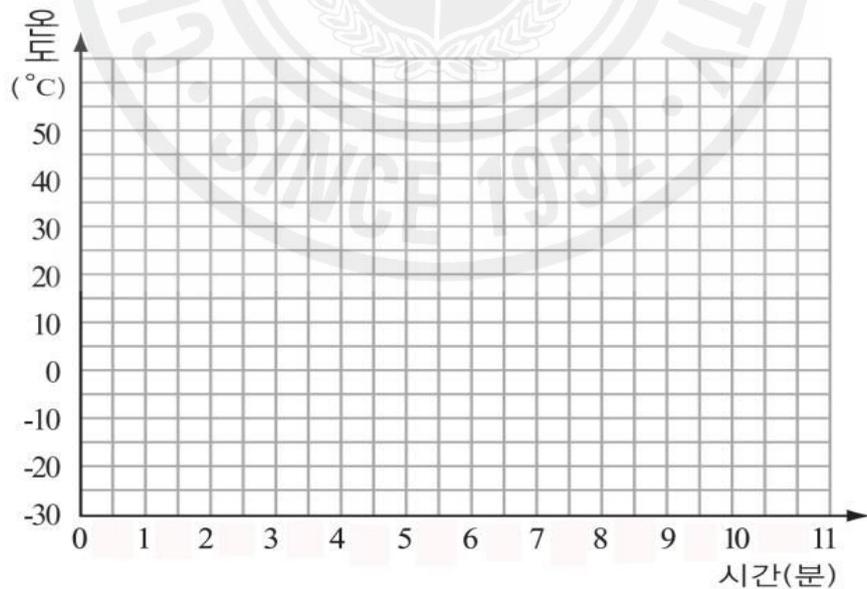
- 1) 얼음을 비커에 담고 시험관을 고정시킨다.
- 2) 알코올램프에 불을 붙여 비커를 가열한다.
- 3) 비커 안의 온도계의 눈금을 30초 간격으로 읽어 아래의 표에 기록하면서 비커에서 일어나는 현상을 관찰한다. 이때 얼음이 녹기 시작하면 5분 정도 더 가열한 후에 알코올램프의 불을 끈다. 이때 시험관 속 물질의 상태도 함께 표에 기록한다.
- 4) 가로축을 시간, 세로축을 온도로 정하여 측정값을 그래프로 나타내어 보자.

3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

1) 관찰 결과를 기록하세요.

시간 (분)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0
온도 (°C)										
물질의 상태	고체									
시간 (분)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
온도 (°C)										
물질의 상태										

2) 관찰 결과를 그래프로 작성하세요.



[모둠용 수행평가지]

1학년	반	조
실험 제목	비커 안의 얼음을 계속 가열하면 어떻게 될까?	
학습 목표	얼음이 녹을 때의 온도변화를 상태 변화 시 열에너지의 출입으로 설명할 수 있다	

1. 위에서 나타낸 물질의 상태변화 그래프에서 온도 변화에 따라 몇 개의 구간으로 나누고 각 구간에서의 물질의 상태를 기록해 보자.

2. 구간별로 가해 준 열이 주로 어디에 이용되었는지 생각해 보자.

3. 비커 안의 얼음을 계속하여 가열해 주는데도 온도가 올라가지 않는 구간이 생기는 이유는 무엇인지 생각해 보자.

4. 아이스박스 속에 얼음과 음식을 같이 보관하면 음식물이 시원하게 보관되는 이유를 얼음의 상태 변화 시 열의 출입과 관련지어 설명해 보자.

표 25. 도구 7의 평가 기준표 I

<수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	아이스박스의 얼음이 용해하면서 용해열을 흡수하기 때문이라고 설명한다.	아이스박스의 얼음이 용해하기 때문이라고 설명하지만 용해열을 흡수한다고 설명하지 못한다.	얼음이 용해하면서 주위의 열에너지를 흡수한다고 설명하지 못한다.
	예측	얼음이 용해하면서 따뜻한 사람의 체온을 상태 변화하는데 사용한다고 설명한다.	얼음이 상태 변화한다고는 설명하지만 사람의 체온이 어떻게 사용되는지는 설명하지 못한다.	얼음의 용해와 체온과의 관계를 설명하지 못한다.
관찰 단계	관찰	30초 간격으로 온도를 측정하여 모두 기록한다.	온도를 측정하여 기록하나 일부 측정값이 빠져있다.	온도를 측정하여 기록하지 못했다.
	자료 변환	측정값을 그래프에 정확한 위치에 점으로 표시하고, 선으로 부드럽게 연결한다.	측정값을 그래프 상의 정확한 위치에 점으로 표시는 하나, 선으로 부드럽게 연결하지 못한다.	측정값을 그래프 상의 정확한 위치에 점으로 표시하지 못한다.

표 26. 평가 기준표 II

<모둠별 수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
설명 단계	관찰 설명	온도 변화에 따라 세 구간으로 나누고 각 구간에서의 물질의 상태를 바르게 설명한다.	온도 변화에 따라 세 구간으로 나누었으나 각 구간에서의 물질의 상태를 기록하지 못한다.	온도 변화에 따라 세 구간으로 나누지 못하고 각 구간에서의 물질의 상태를 알지 못한다.
	설명	온도가 상승하는 구간이 열이 온도를 변화시키는데 사용되고	온도가 상승하는 구간과 일정하게 유지되는 구간에 대하여 두 구	온도가 상승하는 구간에 일정하게 유지되는 구간에 대하여 그 이

	온도가 일정한 구간에서는 열이 상태 변화하는데 이용되었다고 설명한다.	간 중 한 가지만 바르게 설명한다.	유를 두 구간 모두 설명하지 못한다.
설명	얼음이 용해될 때 열에너지가 필요하므로 온도가 상승하지 않는다고 설명한다.	얼음이 용해된다고는 설명하나 열에너지와의 관계를 설명하지 못한다.	얼음이 용해되면서 온도가 상승하지 않는다는 사실을 설명하지 못한다.
설명	음식물을 시원하게 보관할 수 있는 이유는 얼음이 용해하면서 주위의 열에너지를 흡수하기 때문이라고 설명한다.	음식물을 시원하게 보관할 수 있는 이유는 얼음이 용해하기 때문이라고는 설명하나 열에너지와의 관계를 설명하지 못한다.	음식물을 시원하게 보관할 수 있는 이유에 대해 설명하지 못한다.

이 탐구 활동에서는 얼음의 상태변화를 이용하여 열 출입을 알 수 있도록 한다. 예측 단계에서는 실험의 진행에 앞서 동기 유발을 위해 아이스박스 안의 음식물은 왜 시원한지, 또 얼음을 손바닥 위에 올려놓으면 얼음이 어떻게 되는지에 대하여 생각해 보도록 한다. 그리고 이러한 경험을 바탕으로 얼음에 열을 가하여 얼음을 용해시킴으로써 용해하기 위해서는 주위의 열을 흡수하여야 한다는 것을 알 수 있도록 하였다. 또한 온도가 일정하게 유지되는 구간에서 가열된 열은 상태 변화에 사용된다는 것을 확인하게 한다.

설명 단계에서 ‘비커 안의 물을 계속하여 가열해 주는데도 온도가 올라가지 않는 이유는 무엇일까?’ 라는 인과적 질문을 제시하였는데, 이 질문은 관찰단계의 실험결과에 대한 해답이 될 수가 있다. 따라서 실험을 실시하고 수행 평가를 작성하게 하도록 일정 시간을 충분히 준 다음, 모든 관찰이 끝난 후에 학생들에게 설명 해 주도록 한다. 실험 후의 설명 단계에서는 모둠별 토론을 통해 ‘비커 안의 얼음을 가열해 주는데도 온도가 올라가지 않는 구간이 생기는 이유는 무엇인가?’ 라는 질문의 답을 구체화할 수 있도록 한다.

#### <진행방법>

- (1) 얼음의 녹는점을 측정하기 위해서는 실험 전에 미리 시험관에 물을 담아

얼려 놓는다. 온도계를 고무마개에 꽂아 온도계의 구부가 시험관의 물에 닿도록 하여 고무마개를 끼운 시험관을 냉동실에서 얼린다.

- (2) 얼음이 얼어 있는 시험관은 미리 준비하여 실험하기 직전에 나누어 주도록 한다. 도중에 얼음이 녹게 되면 처음부터 온도가 0℃가 될 수 있으므로 충분히 얼음이 얼려 두어 0℃이하가 되도록 한다.
- (3) 실험 시간을 줄이기 위하여 중탕에 사용하는 물은 미리 따뜻하게 준비한다.
- (4) 학생들이 알코올램프에 불을 붙이기 전에 실험 기구가 바르게 장치되었는지 확인하여 안전사고를 예방하도록 한다.



8) 수행평가 도구 8. 물을 계속 가열하면 어떤 변화가 일어날까?

[학생용 수행평가지]

1학년	반	조	이름
실험 제목	비커 안의 물을 계속 가열하면 어떤 변화가 일어날까?		
학습 목표	물이 기화될 때의 온도 변화를 상태 변화의 열에너지 출입으로 설명할 수 있다.		

1. 생각해 봅시다.

- 1) 수아가 감기에 걸려 병원에 갔다. 간호사 언니가 주사를 놓기 전에 알콜이 묻은 솜으로 팔을 문질렀다. 솜으로 문지르기 전과 문지른 후의 느낌을 생각해 보자.



- 2) 상현이는 해수욕장에 수영을 하러 갔다. 재미있게 수영을 하고 몸에 물이 묻은 채로 나왔더니 몸이 떨리고 추웠다. 왜 그런 느낌이 드는지 생각해 보자.

2. 실험해 봅시다.

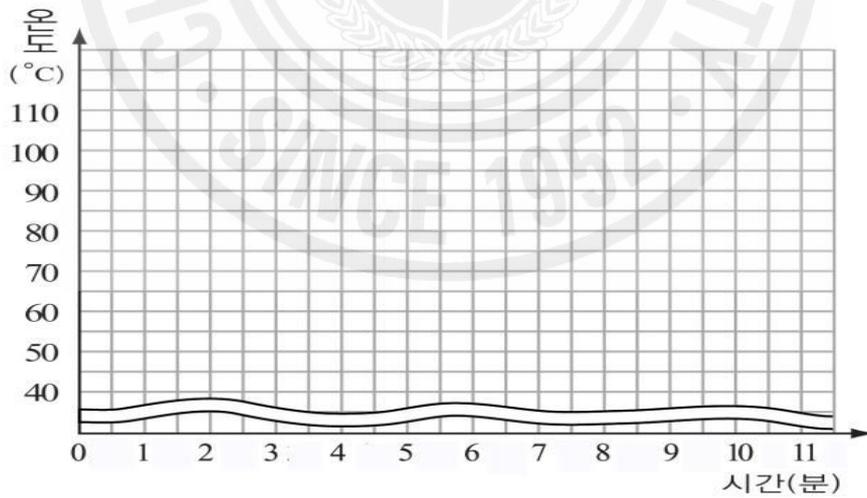
- 1) 물이 반쯤 들어있는 비커에 끓임쪽을 적당히 넣고 비커의 바깥쪽에 물의 높이를 네임펜으로 표시해 두자.
- 2) 온도계를 실로 매달아 스탠드에 고정시키고 비커 안에 들어있는 물속에 잠기게 한다.
- 3) 알코올램프에 불을 붙이고 비커 안에 있는 온도계의 눈금을 30초 간격으로 읽어 표에 기록하면서 비커에서 일어나는 현상을 관찰한다. 이때 물이 끓기 시작하면 1~2분 정도 더 가열한 후에 알코올램프의 불을 끈다
- 4) 가로축을 시간, 세로축을 온도로 정하여 측정값을 그래프로 나타내어 보자.

3. 관찰 결과를 기록해 봅시다.

1) 관찰 결과를 기록하여라.

시간	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
물의 온도											
시간	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	
물의 온도											

2) 관찰 결과를 그래프로 작성해보자.



[모둠용 수행평가지]

1학년	반	조
실험 제목	비커 안의 물을 계속 가열하면 어떤 변화가 일어날까?	
학습 목표	물이 기화될 때의 온도 변화를 상태 변화의 열에너지 출입으로 설명할 수 있다.	

1. 물을 가열한 후에 비커에 담긴 물의 양은 어떻게 변하는가? 그 이유는 무엇인가?

2. 실험 결과로부터 얻은 그래프를 크게 두 구간으로 나누고 구간별로 가해진 열이 어디에 쓰였는지 생각해 보자.

3. 물을 계속 가열해 주는데도 온도가 더 이상 올라가지 않는 구간이 생기는 이유는 무엇인지 생각해 보자.

4. 더운 여름에 폭포 근처에 가면 시원하게 느껴진다. 그 이유를 상태변화 시 열에너지의 출입으로 설명해 보자.



표 27. 도구 8의 평가 기준표 I

<학생 수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
도입 단계	예측	기화하면서 열에너지를 흡수한다.	기화한다고는 예측하나 열에너지의 이동을 생각하지 못한다.	기화와 열에너지 둘다 생각하지 못한다.
	예상	기화하면서 열에너지를 흡수한다.	기화한다고는 예측하나 열에너지의 이동을 생각하지 못한다.	기화와 열에너지 둘다 생각하지 못한다.
관찰 단계	관찰	30초 간격으로 온도를 측정하여 모두 기록한다.	온도를 측정하여 기록하나 일부 측정값이 빠져있다.	온도를 측정하여 기록하지 못했다.
	자료 변환	측정값을 그래프에 정확한 위치에 점으로 표시하고, 선으로 부드럽게 연결한다.	측정값을 그래프 상의 정확한 위치에 점으로 표시는 하나, 선으로 부드럽게 연결하지 못한다.	측정값을 그래프 상의 정확한 위치에 점으로 표시하지 못한다.

표 28. 도구 8의 평가 기준표 II

<모둠별 수행평가 채점 기준>

단계	탐구 과정	채점 기준		
		상	중	하
설명 단계	관찰 및 설명	비커의 물이 줄어드는 것을 관찰하여 기록하고, 그 이유를 물이 기화되어 수증기가 되기 때문이라고 설명한다.	비커의 물이 줄어드는 것을 관찰하여 기록하나, 그 이유를 설명하지 못한다.	비커의 물이 줄어드는 것을 관찰하여 기록하지 못하고, 그 이유를 설명하지 못한다.
	설명	온도가 상승하는 구간은 열이 물의 온도 변화에 쓰이고, 온도가 일정한 구간은 열이 물의 상태 변화에 쓰인다고 설명한다.	온도가 상승하는 구간과 온도가 일정한 구간으로 올바르게 나누나, 열이 어디에 사용되었는지는 설명하지 못한다.	온도가 상승하는 구간과 온도가 일정한 구간으로 나누지 못하고, 가해진 열이 어디에 쓰이는지 설명하지 못한다.

설명	물이 기화열을 흡수하므로 온도가 상승하지 않는다고 설명한다.	물이 기화된다고는 설명하나 온도가 상승하지 않는 이유를 설명하지 못한다.	물이 기화하면서 온도가 상승하지 않는다는 사실을 설명하지 못한다.
설명	폭포의 물방울이 기화되면서 주위의 열 에너지를 흡수하기 때문이라고 설명한다.	폭포의 물방울이 기화하기 때문이라고는 설명하나 열에너지와의 관계를 설명하지 못한다.	폭포의 물방울이 기화한다는 사실을 알지 못하고 열에너지와의 관계도 설명하지 못한다.

이 탐구 활동에서는 흔히들 경험할 수 있는 소재를 사용하여 동기를 유발한다. 알콜이 묻은 손을 문질렀을 때의 시원함과, 수영을 마치고 나와서의 느껴지는 한기 등의 소재를 이용하여 액체가 기체 상태로 상태변화하면서 열의 이동이 있음을 생각하게 한다. 이러한 예측을 바탕으로 직접 물을 가열하면서 온도변화를 측정하여 구체화할 수 있도록 한다.

액체를 가열하면 온도가 일정하게 유지되는 구간이 존재한다는 사실을 실험을 통하여 관찰하고 왜 온도가 일정하게 유지되는지에 대하여 생각하게 한다. 설명 단계에서 ‘비커 안의 물을 계속하여 가열해 주는 데도 온도가 올라가지 않는 이유는 무엇일까?’ 라는 인과적 질문을 제시하였는데, 이 질문은 관찰단계의 실험결과에 대한 해답이 될 수 있다. 따라서 실험을 실시하고 수행 평가지를 작성하게 하도록 일정 시간을 충분히 준 다음, 모든 관찰과 수행이 끝난 후에 학생들에게 설명을 해주도록 한다.

<진행방법>

- (1) 실험활동이 원활하게 이루어지기 위해서는 실험 전에 온도계의 사용법을 알려주어야 한다. 온도계의 사용방법은 초등학교 때도 학습은 되었으나 온도계 눈금의 1/10까지 읽는다는 것은 알지 못하므로 온도계의 사용법을 제시한다.
- (2) 실험시간을 단축하기 위하여 미리 적당한 온도의 물을 준비한다. 찬물을 사용하게 되면 물이 데워지는 동안 상당한 시간이 소비된다.
- (3) 알코올램프를 사용하는 실험이므로 미리 심지의 길이를 알맞게 하여 화력

을 조절하고 안전한 실험을 위하여 학생들에게 주의 사항을 주지시킨다.

### 3. 2. 과학 수업에 대한 반응 조사 결과

개발한 수행평가 도구를 제주시내 중학교 1학년 학생 140명을 대상으로 적용하고 설문조사를 통해 반응을 조사하였다.

수행평가에 대한 학생들의 인식을 살펴보면 ‘수행평가가 여러분의 학습 흥미를 유발시키는데 도움이 되었다고 생각합니까?’ 라는 질문에서 ‘대체로 그렇다’로 응답한 학생이 71명(50.9%)인 것으로 나타났다. 또한 실험으로 실시하는 수행평가와 관련된 ‘실험을 통한 과학수업이 흥미롭다고 생각합니까?’ 라는 문항에서는 45명(32.3%)이 ‘대체로 그렇다’고 응답하여 수행평가로 인하여 학생들의 흥미가 어느 정도 유발되었음을 알 수 있었다. 하지만 ‘수행평가를 실시함으로써 실력향상에 도움이 되었다고 생각합니까?’ 에서는 그저 그렇다가 52명(37.1%), 아니다가 36명(25.8%)으로 개발된 수행평가가 실력향상에는 큰 도움이 되지 않는다고 생각하는 것으로 나타났다.

‘과학 시간의 수행평가가 수업 목표를 달성하는데 도움이 되었다고 생각합니까?’ 에서는 ‘대체로 그렇다’로 응답한 학생이 54명으로 38.6%이었다. ‘수행평가는 여러분의 능력으로 해결할 수 있었다고 생각합니까?’라는 질문에서는 ‘매우 그렇다’ 또는 ‘대체로 그렇다’가 92명(65.6%)으로 나타났다. 이로 보아 개발된 수행평가가 어느 정도 수업 목표에 도달하는데 도움을 주었으며 수행평가의 수준도 적절하게 생각하는 것으로 평가된다.

수행평가의 평가 기준에 대한 문항 ‘수행평가의 평가 기준이 타당하다고 생각합니까?’ 의 질문에서는 ‘대체로 그렇다’로 응답한 학생이 58명(41.4%)로 평가 기준에 어느 정도 만족하고 있는 것으로 나타났다. 모둠으로 실시하는 수행평가에 대한 문항 ‘과학 수행평가 시 모둠별 활동은 유익한 점이 많다고 생각합니까?’ 문항에서는 ‘그저 그렇다’라고 대답한 학생이 45명(32.1%)이었다.

‘모둠별 수행평가를 채점할 때 모둠원 모두에게 동일 점수를 주는 것에 찬성합니까?’ 라는 문항에서는 ‘매우 그렇다’와 ‘대체로 그렇다’가 모두 65명(46.4%)이었다. 모둠별로 실시하는 수행평가가 많은 효과를 나타내지는 않지만 평가 시에

는 모둠원에게 동일한 점수를 주어야 공정하다고 생각하는 것으로 나타났다.

표 29. 수행평가에 관한 학생의 반응 조사 결과

N=140

질문 내용		반응				
		매우 그렇다	대체로 그렇다	그저 그렇다	아니다	전혀 아니다
1. 실험을 통한 과학 수업이 흥미롭다고 생각합니까?	인원	21	45	40	22	12
	%	15	32.2	28.5	15.7	8.6
2. 과학 시간의 수행평가가 여러분의 수업에 대한 흥미를 유발시키는데 도움이 되었다고 생각합니까?	인원	17	54	41	17	11
	%	12.1	38.6	29.3	12.1	7.9
3. 과학 시간의 수행평가가 수업목표를 달성하는데 도움이 되었다고 생각합니까?	인원	16	49	38	27	10
	%	11.4	35	27.1	19.3	7.2
4. 과학 수행평가 시 모둠별 활동은 유익한 점이 많다고 생각합니까?	인원	24	42	45	20	9
	%	17.2	30	32.1	14.3	6.4
5. 모둠별 수행평가를 채점할 때 모둠원 모두에게 동일 점수를 주는 것에 찬성합니까?	인원	42	23	31	25	19
	%	30	16.4	22.1	17.9	13.6
6. 수행평가 평가 기준이 타당하다고 생각합니까?	인원	20	58	40	16	6
	%	14.3	41.4	28.6	11.4	4.3
7. 수행평가는 여러분의 능력으로 해결할 수 있었다고 생각합니까?	인원	33	59	31	14	3
	%	23.5	42.1	22.2	10	2.2
8. 수행평가를 실시함으로써 실력 향상에 도움이 되었다고 생각합니까?	인원	15	30	52	36	7
	%	10.7	21.4	37.1	25.8	5
9. 수행평가가 여러분의 학습 흥미를 유발시키는데 도움이 되었다고 생각합니까?	인원	17	71	25	15	12
	%	12.14	50.7	17.9	10.7	8.6
10. 수행평가의 실시 횟수는 어느 정도가 적당하다고 생각합니까?	인원	42	49	22	19	8
	%	30	35	15.7	13.6	5.7

## V. 결 론

과학의 기본 개념에 관한 이해와 자연현상을 탐구하는 능력, 그리고 호기심을 기르기 위해 수행평가는 과학교과에서 매우 요소이다. 타 교과에 비해 과학, 특히 화학 탐구 영역은 실제로 실험과 관찰을 통하여 학습이 이루어지기 때문에 수행평가가 차지하는 비중은 매우 크다고 볼 수 있다. 본 연구는 실험학습을 통한 수행 평가 도구를 개발하기 위한 목적으로 수행되었으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 수행 평가 도구 개발에 있어 우선적으로 현재 중학교에서 교재로 사용되고 있는 중학교 1학년 과학 교과서 5종을 선정하여 화학영역을 비교 분석하였다. 현재 사용되는 교과서는 출판사와 저자들에 따라 교과 내용과 구성 체계가 상이하므로 알맞은 평가도구 제작을 위해 교과서 별로 구분하여 비교 분석하였다. 과학 교과서의 화학 탐구 영역은 3개 단원으로 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘분자의 운동’, ‘상태변화와 에너지’가 이에 해당된다.
2. 5종의 교과서의 구성 체계를 비교해 본 결과, 부분적으로는 다소 차이는 있지만, 큰 틀의 내용은 모두 동일하게 구성되어 있는 것으로 나타났다. 대략적인 구성을 보면, ‘대단원 도입부 - 중·소단원 - 정리하기 - 심화, 보충 학습- 단원의 마무리’의 형태로 전개되고 있다. 이 중 주로 실험- 보고서형 수행평가 도구 개발과 관련이 큰 중·소단원에서 ‘탐구 학습’ 및 ‘심화, 보충 학습’을 중심으로 내용을 비교, 분석하였다. 이 단원의 내용을 교과서별로 비교해 본 결과, ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 ‘얼음의 용해’, ‘양초의 응고’ 등을 제시하고 있고, ‘분자의 운동’ 단원에서는 대부분 보일의 법칙과 샤를의 법칙을 기술하고 있었다. 또 ‘상태변화와 에너지’ 단원에서는 ‘간이 냉장고 및 아이스크림 만들기’, ‘손난로 만들기’ 실험에 대해 기술하고 있는 것으로 나타났다.
3. 교과서 구성 단계 중 ‘단원 마무리 활동’은 대단원의 학습을 마무리 하는 단계

로 교과 학습 목표에 성공적으로 달성했는지 확인하는 부분이다. 이 단원에서는 대상 교과서 5종이 모두 유사한 내용으로 구성되었으나 전개 순서에서만 다소 차이를 보였다. 또 단원 마무리 문제로 학습 내용을 정리하거나 학생들의 흥미 유발을 위해, ‘용어 연결하기’, ‘과학 콩트’, ‘숨은 그림 찾기’ 등의 활동을 제시하고 있었다.

4. 교과서 비교 분석을 바탕으로 중학교 과학과 교육목표에 따라 창의력 및 문제 해결력 능력의 향상을 위한 수행평가 도구 8가지를 개발하였다. 개발된 수행평가 도구는 ‘실험-보고서형’ 평가 방식으로 이러한 방식은 학생에게 주어진 평가 과제의 수행 과정과 결과를 동시에 평가할 수 있고, 관찰이나 지필 검사로 놓치기 쉬운 과학적 창의력이나 탐구능력을 효과적으로 평가할 수 있도록 작성하였다.
5. 수행평가 도구 중 ‘물질의 세 가지 상태’ 단원에서는 ‘1) 나만의 초콜릿 만들기’, ‘2) 드라이아이스 총 만들기’, ‘3) 물의 상태 변화 관찰하기’ 세 가지를 개발하였다. ‘1) 나만의 초콜릿 만들기’는 초콜릿의 용해와 응고 현상으로 고체와 액체 사이의 상태변화에 대하여 이해할 수 있도록 하였다. ‘2) 드라이아이스 총 만들기’는 드라이아이스를 이용하여 승화란 무엇이며 상태변화로 기체의 부피가 변화할 수 있음을 실험을 통하여 확인할 수 있도록 하였다. ‘3) 물의 상태변화 관찰하기’에서는 물의 기화와 액화 현상을 관찰하여 상태가 변화하더라도 물질의 고유한 성질은 변하지 않는다는 것을 확인할 수 있도록 하였다.
6. ‘분자의 운동’ 단원에서는 ‘4) 온도에 따른 잉크의 확산’, ‘5) 마시멜로 팽창시키기’, ‘6) 플라스틱로 풍선 부풀리기’ 세 가지를 개발하였다. ‘4) 온도에 따른 잉크의 확산’은 온도에 의하여 분자의 확산속도가 변화한다는 것을 시각적인 경험으로 이해할 수 있도록 하였다. ‘5) 마시멜로 팽창시키기’에서는 학생들이 좋아하는 마시멜로를 이용하여 동기를 유발하고 마시멜로 모양변화를 통하여 압력이 감소하면 부피가 증가하는 것을 이해하도록 하였다. 또한 보일의 법칙

의 개념도 정의할 수 있도록 하였다. ‘6) 플라스크로 풍선 부풀리기’에서는 플라스크 내부의 공기를 가열하여 활발해진 분자 운동으로 인해 풍선의 부피가 증가하는 것을 관찰하도록 하였다. 이 실험을 통하여 샤를의 법칙의 개념을 확립할 수 있도록 하였다.

7. ‘상태 변화와 에너지’ 단원에서는 ‘7) 비커 안의 얼음을 계속 가열해보기’, ‘8) 비커안의 물을 계속 가열해 보기’의 두 가지 평가도구를 개발하였다. ‘7) 비커 안의 얼음을 계속 가열해보기’는 얼음의 용해 시 열이 흡수되는 것을 이해할 수 있도록 하였다. ‘8) 비커 안의 물을 계속 가열해 보기’ 실험도 7번 도구와 비슷한 형태로 물의 기화 시 열이 흡수되는 것을 이해할 수 있도록 하였다. 7, 8번 평가 도구를 통하여 온도가 일정하게 유지되는 구간에서 가열된 열이 상태변화에 사용되는지를 확인하게 하였다.
8. 개발된 평가도구는 제주시 소재 중학교 1학년 학생 140명을 대상으로 실제 학생 평가에 활용하였으며, 간단한 설문 조사를 통해 학생들의 의견을 조사하였다. 조사 결과, 개발된 평가 도구는 학생들에게 어느 정도 학습 흥미가 유발되었으며, 실험을 통한 과학 수업에 흥미를 갖는 것으로 나타났다. 또한 수행평가가 수업 목표를 달성하는 데 대체적으로 도움이 되었다고 생각하는 것으로 나타났다. 수행평가의 평가 기준에 대해서도 긍정적인 반응을 보였다. 하지만 개발된 수행평가가 과학 학습의 실력향상에는 큰 도움이 되지 않는다고 생각하는 것으로 나타났다. 그리고 모듈별로 실시하는 수행평가는 많은 효과를 나타내지는 않지만 평가 점수는 모듈 원에게 모두 동일하게 점수를 주어야 한다고 생각하는 것으로 나타났다.

## V. 참 고 문 헌

- 1) 김영하, 수행평가를 활용한 과학수업이 중학생들의 탐구능력에 미치는 효과, 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 청구논문, 2003.
- 2) 허경철, 초, 중등학교 수행평가 현장 적용 평가 및 개선 방안 연구, 교육인적자원부, 2001.
- 3) 김종두, 7차 교육과정의 주요 특징과 추진 방향. 학교 경영: 1998 ~ 2002년 측정자료, 19(3), 333-343, 2001.
- 4) 국회의원 이근현 ; 혁신적인 과학인재 육성을 위한 과학교육제도 개선: 지식정보화 사회에서의 과학인재 육성을 위한 포럼, 2005.
- 5) 김은경, 제 7차 교육과정에 따른 과학 교과서의 연계성 및 학생 이해도 측정, 중앙대학교 교육대학원 석사학위 청구 논문, 2005.
- 6) 구명희, 제 7차 교육과정에 따른 중학교 3학년 과학교과서 비교 분석: 화학영역을 중심으로, 건국대학교 교육대학원 석사학위 청구 논문, 2005.
- 7) 노영지, 중학교 과학1 생물 단원의 수행평가 도구 개발과 적용, 전남대학교 교육대학원 석사학위 청구 논문, 2000.
- 8) 김진옥, 고등학교 물리 I 실험 보고서형 수행평가 도구 개발: 연세대학교 교육대학원 석사학위 청구 논문, 2004.
- 9) 이양락, 중학교 과학과 수행평가 시행방안 및 자료개발 연구, 한국교육과정평가원, 1999.
- 10) 김승근, 강덕수 외, 제 7차 교육과정에 따른 중학교 학업성취 기준, 제주도 교육청, 2003.
- 10) 백순근, 수행평가의 원리, 교육과학사, 2000.
- 11) 제 7차 교육과정과 교과서 과학, 경상대학교 과학교육연구 센터, 교육과학사, 2004.
- 12) 조희형, 박승재, 과학론과 과학교육, 교육과학사, 1994.
- 13) 김찬중, 채동현, 임채성, 과학교육학개론, 북스힐, 2006.

- 14) 우규환, 강순희, 노태희 외, 중학교 1학년 과학 탐구수업 지도자료, 서울대학교 과학교육연구소, 2004.
- 15) 이성복, 채광표 외, 중학교 과학 1 교사용 지도서, 금성출판사. 2002.
- 16) Hart, D. (1994). *Authentic assessment: A handbook for educators*. Menlo Park, California :Addison- Wesley Publishing Company.
- 17) Doran, R., Chan, F., & Tamir, P.(1998). *Science educator's'guide to assessment*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association
- 18) Brown, J. H., & Shavelon R. J.(1996). *Assessing hands-on science: A teacher's guide to performance assessment*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.
- 19) <http://chemi.ds.net>.



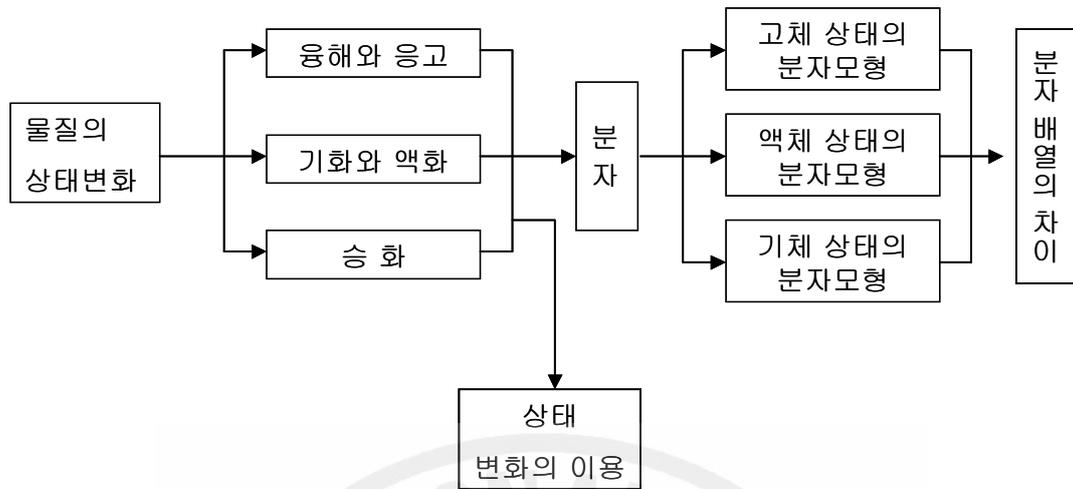
## VI. 부 록

### 1. 중학교 1학년 9종 과학 교과서 화학영역 목차

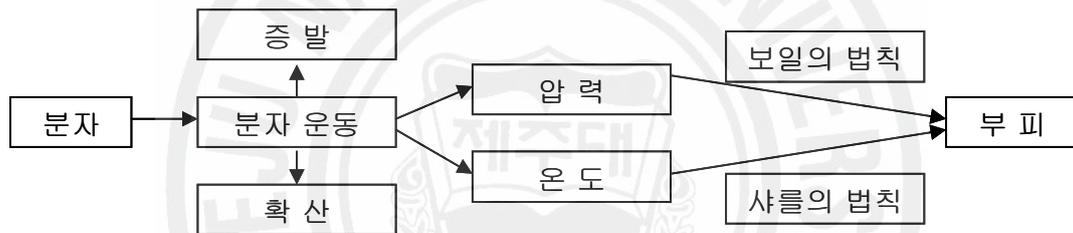
출판사	교학사(강)	교학사(정)	디딤돌	두산
목 차	4. 물질의 세 가지 상태	4. 물질의 세 가지 상태	4. 물질의 세 가지 상태	4. 물질의 세 가지 상태
	1) 물질의 상태와 상태변화	1) 물질의 상태변화와 분자	1) 물질의 상태변화	1) 물질은 상태에 따라 어떤 특징이 있을까?
	2) 상태에 따른 구성입자의 배열	2) 여러 종류의 상태변화	2) 물질의 상태와 구성입자의 배열	2) 물질의 상태를 어떻게 변화시킬까?
		5. 분자의 운동		3) 물질의 상태를 분자 모형으로 어떻게 설명할까?
	5. 분자의 운동	1) 분자 운동으로 일어나는 현상	5. 분자의 운동	
	1) 분자의 움직임	2) 압력에 따른 기체의 변화	1) 스스로 움직이는 분자	5. 분자의 운동
	2) 기체의 압력과 부피	3) 온도에 따른 기체의 변화	2) 압력과 온도에 따른 부피 변화	1) 증발과 확산이 일어나는 이유는 무엇일까?
	3) 기체의 온도와 부피		7. 상태변화와 에너지	2) 기체의 부피는 압력에 따라 어떻게 변할까?
	7. 상태변화와 에너지	7. 상태변화와 에너지	1) 상태변화와 열	3) 기체의 부피는 온도에 따라 어떻게 변할까?
	1) 상태변화와 열	1) 열에너지	2) 분자운동과 열에너지	7. 상태변화와 에너지
2) 상태 변화과정과 분자운동	2) 상태변화와 열에너지		1) 액체를 가열할 때 온도는 어떻게 변할까?	
	3) 상태변화와 분자운동		2) 고체를 가열할 때 온도는 어떻게 변할까?	
			3) 상태가 변할 때 분자운동은 어떻게 달라질까?	

출판사	지학사	금성출판사	블랙박스
목차	<p>4. 물질의 세 가지 상태</p> <p>1) 우리 주변의 물질은 어떤 상태로 존재할까?</p> <p>2) 녹은 아이스크림도 아이스크림</p> <p>3) 물방울이 사라진 까닭은</p> <p>4) 무대 위 안개의 정체는</p> <p>5) 상태가 변하면 분자배열은 어떻게 달라질까</p> <p>5. 분자의 운동</p> <p>1) 냄새는 어떻게 멀리 퍼져 나갈까?</p> <p>2) 못은 왜 뾰족하게 만들까</p> <p>3) 하늘로 날아간 풍선은 어떻게 될까</p> <p>4) 풍선도 추우면 움추러드나</p> <p>7. 상태변화와 에너지</p> <p>1) 녹는 마가린을 식히면 어떻게 될까</p> <p>2) 찌개 국물은 왜 줄어들까</p> <p>3) 증약이 서서히 없어지는 까닭은</p> <p>4) 열은 물질의 상태를 어떻게 변화시킬까</p>	<p>4. 물질의 세 가지 상태</p> <p>1) 물질의 상태변화</p> <p>2) 물질의 상태와 분자모형</p> <p>5. 분자의 운동</p> <p>1) 움직이는 분자</p> <p>2) 기체의 압력과 부피</p> <p>3) 기체의 온도와 부피</p> <p>7. 상태변화와 에너지</p> <p>1) 상태변화와 열에너지</p> <p>2) 상태변화와 열에너지</p>	<p>4. 물질의 세 가지 상태</p> <p>1) 고체, 액체, 기체의 성질</p> <p>2) 모습을 바꾸는 물질</p> <p>3) 물질을 이루는 알갱이-분자</p> <p>4) 상태변화와 분자모형</p> <p>5. 분자의운동</p> <p>1) 스스로 움직이는 분자</p> <p>2) 기체의 압력 나타내기</p> <p>3) 압력과 기체의 부피</p> <p>4) 온도와 기체의 부피</p> <p>7. 상태변화와 에너지</p> <p>1) 끓는 물의 온도</p> <p>2) 상태변화와 열에너지의 관계</p> <p>3) 상태 변화 할 때 출입하는 에너지의 이용</p>

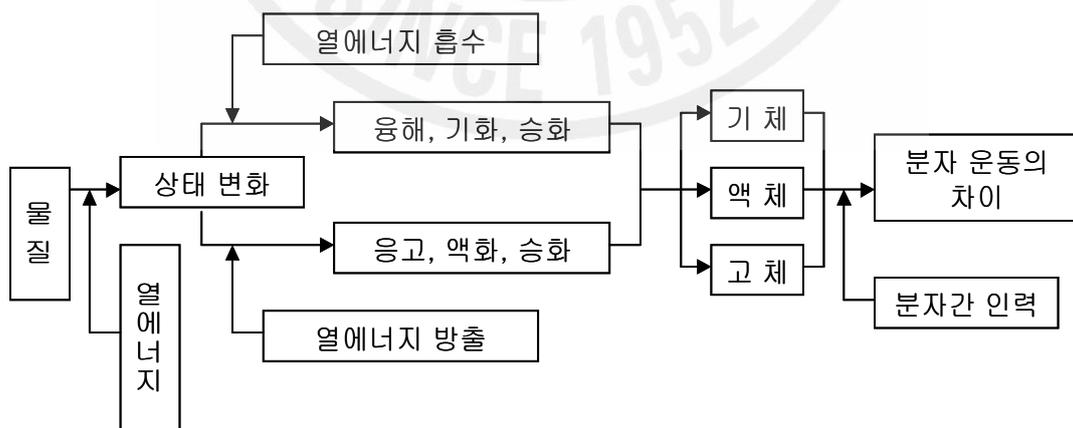
2. 1) '물질의 세 가지 상태' 단원의 개념 구조도



2) '분자의 운동' 단원의 개념 구조도



3) '상태변화와 에너지' 단원의 개념 구조도





6. 수행평가 평가 기준이 타당하다고 생각합니까?

- ① 매우 그렇다 ② 대체로 그렇다 ③ 그저 그렇다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

7. 수행평가는 여러분의 능력으로 해결할 수 있었다고 생각합니까?

- ① 매우 그렇다 ② 대체로 그렇다 ③ 그저 그렇다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

8. 수행평가를 실시함으로써 실력향상에 도움이 되었다고 생각합니까?

- ① 매우 그렇다 ② 대체로 그렇다 ③ 그저 그렇다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

9. 수행평가가 여러분의 학습 흥미를 유발시키는데 도움이 되었다고 생각합니까?

- ① 매우 그렇다 ② 대체로 그렇다 ③ 그저 그렇다 ④ 아니다 ⑤ 전혀 아니다

10. 수행평가의 실시 횟수는 어느 정도가 적당하다고 생각합니까?

- ① 한 학기에 1회 ② 한 학기에 2회 ③ 한 학기에 4회 ④ 수시로 ⑤ 수업시간 마다

11. 과학 수행평가의 개선을 위해서 좋은 의견이 있으면 제시해 주시기 바랍니다.



## Abstract

In a bid to develop a new method of evaluation that suits the contents of the curriculum, this study made a comparative analysis of the contents of chemistry in the middle school science textbook. The objects of the comparative analysis were 'the three status of materials', 'molecular motion' and 'status change and energy'. As a result of the comparison of the five kinds of textbooks available recently in the middle schools, it was found that the textbooks in general were made up of 'introductory part of the big unit - middle and small units - wrapping up - in-depth and supplementary study - closure of the unit'.

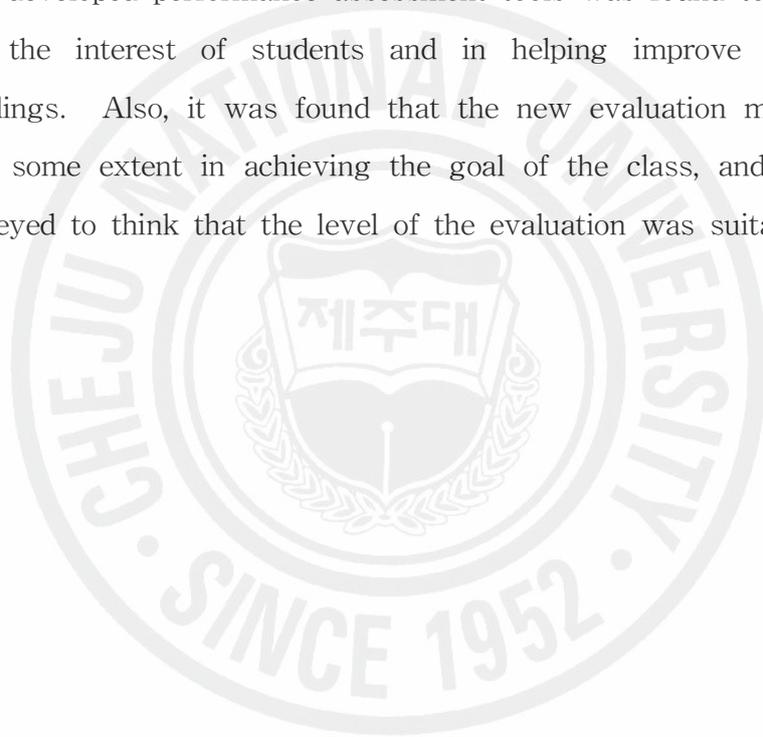
As a result of the comparative analysis into the part of investigative study, 'in-depth and supplementary study' of each textbook, it was found that the unit for 'the three status of materials' presented 'melting of ice' and 'solidification of candles' while the unit for 'molecular motion' was mostly about the Boyle's law and Charles' law. Also, in the unit of 'status change and energy'. The textbooks were found to present experiments regarding 'making of a simplified refrigerator and ice cream' and 'making of a hand heater'.

In the 'activities to finish the unit' part in the textbook formation, the five textbooks were all made up of similar contents yet with small difference in the order of development. Also, the textbooks presented problems like 'connecting the terms', 'funny short stories on science' or 'pictorial puzzles' as the closing part of the unit, in a bid to wrap up the contents of learning or in order to attract students' interest.

Based on the comparison and analysis of the textbooks eight different tools for achievement assessment have been created toward the development of creativity and problem-solving skills according to the objectives of

middle-school science education. The tools use an experiment-report-style assessment method that can evaluate both the process and the result of carrying out a given task at the same time; they can also effectively measure the scientific creativity and research capability that observations and surveys usually fail to recognize.

The assessment tools that were newly developed have been presented to a group of 140 first graders of a middle school located in Jeju Island, and the students were later surveyed to give reactions. As a result of the survey, the newly developed performance assessment tools was found to be helpful in attracting the interest of students and in helping improve the students' understandings. Also, it was found that the new evaluation method was of service to some extent in achieving the goal of the class, and the students were surveyed to think that the level of the evaluation was suitable.



## 감사의 글

하얗게 눈이 내리던 날, 대학원을 진학하겠다는 설레는 마음으로 제주대학교 교정을 찾았던 것이 바로 엇그제 같은데 벌써 졸업을 앞두고 있습니다. 짧은 대학원 기간 동안 열심히 노력했지만, 저의 부족함을 다시금 느끼며 앞으로 훌륭한 교사가 되기 위해 더욱더 배우고 정진하겠다는 다짐을 해봅니다.

직장생활과 학업을 병행하는 일이 결코 쉽지는 않았지만 뒤처지지 않고 무사히 졸업을 할 수 있게 된 것은 그동안 저를 도와주시고 격려해주신 많은 고마운 분들이 계셨기에 가능했던 일입니다. 좁은 지면에 그 분들을 일일이 열거하면서 감사의 뜻을 전하지는 못하지만 이 모든 것이 결코 저의 혼자만의 힘으로 된 것이 아니었음을 말씀드리고 싶습니다.

우선 대학원 생활동안 저를 많은 관심과 격려로 지도해주신 강창희 교수님께 머리 숙여 깊은 감사를 드립니다. 제가 대학원에 입학할 수 있도록 많은 도움을 주셨던 정덕상 교수님, 그리고 늘 따뜻하게 이끌어 주신 김원형 교수님, 또 부족한 저를 학문의 길로 이끌어 주신 이남호 교수님, 이선주 교수님, 변종철 교수님, 한성빈 교수님께 진심으로 감사를 드립니다.

교사는 많은 배움이 필요하시며 저의 대학원 생활을 무사히 끝마칠 수 있도록 배려해주신 귀일중학교 송광진 교장선생님, 이영부 교감선생님께 감사의 말씀 드립니다. 항상 많은 격려와 배려를 아끼지 않으셨던 우리 귀일중학교 모든 선생님들께도 감사의 말씀드리고 싶습니다.

또한, 제주대학교 학부 출신이 아니라 모든 것이 낯설었던 저를 많이 도와주었던 우리 화학교육대학원 선배님, 후배님들 감사합니다. 대학원 입학부터 졸업까지 모든 대학원생활을 함께 했던 현주, 부족한 날 많이 도와주고 이끌어 주었던 종현 오빠, 장난도 많이 치지만 마음은 따뜻한 동우오빠, 언제나 밝은 미소로 웃어주는 성문이, 좋은 이야기 많이 들려주던 장환오빠, 혼자 지낸다고 많이 챙겨주었던 화숙 언니, 마음 따뜻한 미정언니, 세 마리의 토끼를 멋지게 잡아내는 멋진 은경언니, 항상 열심히 하는 한나 그리고 우리 분석방 희정이와 정민오빠, 민영이 등 모든 화학과 대학원생 모든 분들께 고마움을 전합니다.

마지막으로 비록 몸은 멀리 계시지만 마음은 항상 제 곁에서 아껴주시고 사랑해 주신 저의 부모님과 하나뿐인 동생 수아에게 감사의 말씀 전하고 싶습니다.

항상 저에게 든든한 버팀목이 되어주신 아빠, 늘 깊고 넓은 사랑으로 지켜봐주시는 엄마, 부족한 언니에게는 너무 착하고 사랑스럽기만 한 수아, 우리 가족이 있기에 제가 이렇게 작은 결실을 맺을 수 있었습니다. 이날이 있기까지 아낌없는 사랑으로 저를 키워 주신, 저에게 있어 이 세상에서 가장 소중한 부모님께 이 논문을 바치고 싶습니다. 엄마, 아빠 사랑합니다.

2007년 8월

현 승 아

