creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

교육학 석사 학위논문

마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 방안

- 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원을 예시로 -

2023년 2월

서울대학교 대학원

과학교육과 화학전공

최 민 지

마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 방안

- 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원을 예시로 -

지도교수 홍 훈 기

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
과학교육과 화학전공
최 민 지

최민지의 석사 학위논문을 인준함
2022년 12월

위 원 장 노 태 희 (인)

부위원장 홍 훈 기 (인)

위 원 Junhua Yu (인)

국문초록

게임 기반 학습은 게임이 가진 도전, 목표, 규칙, 경쟁 등의 특성을 이용하여 학습자를 몰입시킬 수 있고 학생들의 흥미를 유발하여 학습 효과를 높일 수 있다는 아이디어로부터 비롯되어 학습 동기, 학습성취도, 자기효능감 등 다양한 학습효과가 검증되었다. 과학 교과의 경우 시·공간 및 경제적 한계로 실시하기 어려운 과학 실험을 게임을 통해 체험해볼 수 있기 때문에 유용하게 적용할 수 있으나 우리나라 과학과 교육과정과 연계시킨 연구는 드물게 이루어져 이에 관한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 '마인크래프트'를 활용하여 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원을 대상으로 하는 게임 기반 학습 방안을 개발하였다. '마인크래프트'는 게임 세계를 실제 지구 환경과 가깝게 구현해 과학교육 분야의 교수-학습 방안이 자주 연구되었으며, '마인크래프트: 에듀케이션 에디션'에 화학 요소가 추가되어 '원소 구성기', '실험대', '화합물 생성기'와 '물질 분해기'를 활용할 수 있게 되었다. 그 중 '원소 구성기', '화합물 생성기'와 기존의 마인크래프트에 있던 '작업대'를 활용하였으며, 개발된 게임 기반 학습에 대한 맵 파일과 지도안 및 활동지 예시를 함께 제공하였다. 개발된 학습 방안의 현실적인 적용 가능성과 기대효과를 검증하고자 중학생 8명을 대상으로 예비적용 후 면담을 실시하였다. 면담 결과 학생들의 게임 기반 학습에 대한 긍정적인 답변을 들을 수 있었으며, 이러한 게임 기반 학습 방안은 온라인 비대면 수업 환경에서 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

주요어 : 게임 기반 학습, 마인크래프트, 물질의 구성
학 번 : 2020-24516

목 차

I. 서론 ····· 1

II. 이론적 배경 ····· 5
1. 과학교육과 게임 기반 학습 ····· 5
2. 마인크래프트와 게임 기반 학습 ····· 7
3. 마인크래프트: 에듀케이션 에디션 ····· 8
1) 학습 지원 도구 ····· 8
2) 코딩 시스템 ····· 9
3) 멀티플레이 ····· 10
4) 화학 요소 ····· 11

III. 연구방법 ····· 16
1. 연구 과정 ····· 16
2. 연구참여자 및 예비 적용 ····· 17
3. 자료 수집 및 분석 ····· 19

IV. 교육자료의 적용 및 결과 ····· 20
1. 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원에의 적용 ····· 20
1) 원소 ····· 21
2) 원소의 구별 ····· 22
3) 원자 ····· 23
4) 분자 ····· 24
5) 원소 기호 ····· 25
2. 마인크래프트: 에듀케이션 에디션 맵 개발 ····· 26

3. 교육자료의 예비 적용 및 결과 ····· 28

V. 결론 및 제언 ····· 32

참고문헌 ····· 34
부록 ····· 39
출판물 ····· 47
Abstract ····· 48

표 목 차

[표 1] 게임 기반 과학 학습 관련 주요 선행연구 분석 결과 ····· 6
[표 2] 연구참여자의 구성 ····· 17
[표 3] 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원 구성 ····· 20

그 림 목 차

[그림 1] NPC와 칠판에 사전에 입력한 내용이 학생들이 보는 화면에 나타나게 하는 모습 ····· 8
[그림 2] code builder에서 JavaScript와 블록 코딩을 사용하여 코드를 제작한 모습 ····· 9
[그림 3] '참여 코드'를 입력하여 같은 게임 공간에 다수의 인원이 접속한 모습 ····· 10
[그림 4-1] 원소 구성기에서 양성자, 중성자, 전자를 각각 8개씩 입력해 산소 블록을 생성하는 모습 ····· 11
[그림 4-2] 실험대에서 암모니아 화합물과 인 블록을 결합하여 비료를 생성하는 모습 ····· 11
[그림 4-3] 화합물 생성기에서 수소 블록 2개와 산소 블록 1개를 조합하여 물을 생성하는 모습 ····· 12
[그림 4-4] 물질 분해기에서 석영 블록을 분해하여 규소 블록과 산소 블록이 1:2의 비율로 생성되는 모습 ····· 12
[그림 5-1] 원소 구성기에서 양성자, 중성자와 전자의 개수를 올바르게 입력했을 때만 원소 블록이 만들어지는 모습· 13

[그림 5-2] 화합물 생성기에서 염화칼슘은 생성되지만 에탄올은 생성되지 않는 모습 ····· 13
[그림 6-1] 실험대에서 물, 철, 숯, 소금을 합성하여'열 블록'을 제작하는 모습 ····· 15
[그림 6-2] 물질 분해기에 '에메랄드'를 입력한 결과 원소 구성비에 따라 원소 블록이 출력되는 모습 ····· 15
[그림 7] 연구 과정 ····· 16
[그림 8] 예비 적용 Zoom 수업 화면 ····· 18
[그림 9-1] 교과서에 제시된 '여러 가지 원소의 이용' 예시 (미래엔 과학2 15p) ····· 21
[그림 9-2] 마인크래프트에서 찾을 수 있는 '금' 원소의 이용 예시 ····· 21
[그림 10-1] 교과서에 제시된 '여러 가지 원소의 불꽃색' 예시 (미래엔 과학2 18p) ····· 22
[그림 10-2] 마인크래프트에서 염화칼슘을 이용하여 칼슘 원소의 불꽃색에 해당하는 스파클러를 제작한 모습 ····· 22
[그림 11-1] 교과서에 제시된 '원자를 어떻게 나타낼 수 있을까?' 예시 (미래엔 과학2 22-23p) ····· 23
[그림 11-2] 교과서에 제시된 탐구 활동의 답을 마인크래프트의 원소 구성기를 이용하여 작성하는 모습 ····· 23
[그림 12-1] 교과서에 제시된 '원자와 분자는 어떻게 다를까?'예시 (미래엔 과학2 24p) ····· 24
[그림 12-2] 교과서에 제시된 탐구 활동의 답을 마인크래프트의 화합물 생성기를 이용하여 작성하는 모습 ····· 24
[그림 13-1] 교과서에 제시된 '스스로 확인하기'예시 (미래엔 과학2 27p) ····· 25
[그림 13-2] 마인크래프트의 원소 블록의 이름과 기호를 확인하여

확인 문제의 답을 찾아내는 모습 ····· 25
[그림 14] 제작된 마인크래프트 맵의 구성도 ····· 26
[그림 15] 제작된 마인크래프트 맵의 모습 ····· 27
[그림 16] 수업 중 학생들이 염화칼슘을 이용해 스파클러를 만드는 모습 ····· 28

부 록 목 차

[부록 1] 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 지도안 예시(약안) ····· 39
[부록 2] 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 활동지 예시 ····· 44

I. 서론

21세기 들어 급격한 정보 통신 기술(ICT)의 발달로 인해 지금의 학생들은 태어날 때부터 디지털 콘텐츠를 경험한 디지털 원주민(digital native)으로 불린다(유은정, 김경화, 2020; 이연승, 김주원, 2019; Prensky, 2003). 이들은 이전 세대에 비해 디지털 리터러시(digital literacy)가 매우 높으며, 새로운 디지털 콘텐츠에 빠른 속도로 적응하면서 디지털 문화의 흐름을 조절한다(Buckingham & Willett, 2013; Calvani et al. 2012).

학생들이 소비하는 디지털 콘텐츠에는 다양한 것들이 있으나, 그 중에서도 디지털 게임(이하 게임)에[1] 대한 관심이 높다(Lacasa et al., 2008; Virvou et al., 2005). 게임은 학생들의 학습 동기를 충족시키기 쉬운데(Salen et al., 2011), 도전, 목표, 규칙, 상호작용, 피드백, 경쟁 등 게임이 가진 특성은 학습자가 몰입하는 데에 중요한 역할을 한다(장원형, 2022; Van Eck, 2006). 또한 게임은 학습자가 능동적이고 비판적으로 자신의 아이디어를 경험하고, 성찰할 수 있는 기회를 제공함으로써 효과적인 학습의 동기를 부여하고 학습을 촉진시킬 수 있다(Becker 2007; Oblinger 2004; Squire & Jenkins 2003). 이렇듯 학생들에게 친숙하고 인기 있는 게임을 교육현장에 활용하는 게임 기반 학습(game-based learning)이 연구되었으나, 많은 교육자들과 학부모들은 게임 기반 학습이 학생들에게 이로운 효과를 가져다주는지에 대해 확신을 갖지 못했고, 게임이 그저 시간을 버리는 것이라고 생각하며 경계심을 나타내었다(Lacasa et al., 2008; Virvou et al, 2005).

하지만, 그간 게임 기반 학습 관련 연구를 살펴보면 게임을 활용한 학습은 학생들의 학습동기, 학업성취도, 창의력 등 학습성과에 긍정적인 영

---

1) 컴퓨터, 콘솔, 태블릿, 스마트폰 등의 디지털 장치로 실행하는 게임(Bereitschaft, 2021)

향을 미치는 것을 알 수 있다. 박은경 외(2008)는 게임 기반 학습을 통해 수학 학습부진아를 지도하는 방안을 마련하였다. 연구 결과 게임 기반 학습은 학습부진아들에게 학습동기를 부여 및 유지시켰으며, 자기주도적 학습이 가능하게 하였다. 또한 학생들은 학습에 대한 낮은 거부감을 보였으며, 지속된 학습 결과 학습부진을 벗어나게 되면서 학업성취도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 오영범과 정희재(2011)는 초등학교 영어 학습을 위한 RPG 게임 기반 학습 콘텐츠를 직접 개발하고, 학습부진아를 대상으로 적용하였다. 연구 결과 학생들은 영어 학습을 게임 형태로 진행하는 것에 많은 흥미를 느꼈으며, 이로 인해 높은 학습 기대감 및 만족감을 나타내었다. 또한 학습동기가 지속적으로 높아지면서 결국 학업성취도 역시 높아진 것을 확인할 수 있었다.

위정현과 김태연(2010)은 게임 기반 학습이 초등학생의 학업성취도에 미치는 영향을 탐구하였다. 701명의 초등학생을 대상으로 게임 기반 학습의 사전-사후 학업성취도를 조사한 결과 전통적 수업방식에 비하여 높은 학업성취도의 향상을 나타낸 것을 알 수 있었다. Wouters et al.(2013)은 메타분석을 통해 게임 기반 학습이 기존의 교육 방법보다 학습 면에서 효과적인지 조사하였다. 연구 결과 게임 기반 학습이 학업성취도 면에 있어서 전통적인 학습보다 효과적인 것으로 밝혀졌다. 또한 게임 기반 학습을 단독으로 사용했을 때보다 다른 학습 방법과 병행했을 때, 개인이 아닌 그룹 형태로 학습했을 때 효과가 높은 것으로 나타났다.

심은지 외(2019)는 고등학생의 과학의 본성 이해를 위하여 대륙이동설을 주제로 한 과학사 RPG 게임을 개발 및 적용하였다. 연구 결과 학생들은 게임 기반 학습을 통하여 대륙이동설의 맥락을 잘 이해하였으며, 창의력 면에 있어서 유의미한 신장을 나타낸 것을 알 수 있었다. 또한 학습에 큰 재미를 느꼈으며, 게임 기반 학습을 통해 학습 내용을 쉽게 이해할 수 있었다는 의견이 제시되었다. Yang et al.(2018)은 학습자의 불안 정도를 변수로 하여 외국어 학습을 위한 게임 기반 학습 방안을 설계 및 적용하였다. 연구 결과 불안감이 높은 학습자는 학습 성과와 게임 진척도 사이에 유의미한 상관관계가 나타난 반면, 불안감이 낮은 학습자

는 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않아 게임 기반 학습이 고불안 학습자에게 더 유익함을 알 수 있었다.

한편, 앞서 제시된 게임 기반 학습 연구에서는 대부분 학습을 목표로 제작된 교육용 게임을[2] 활용하거나(박성진, 김상균, 2018; Echeverría et al., 2011) 연구자가 직접 게임을 만들어 사용하며(심은지 외, 2019; Cengiz, 2009) 학생들에게 익숙한 상업용(commercial) 게임을 사용하는 경우는 드물다. 교육용 게임은 게임의 난이도 수준, 점수내기, 규칙, 도전, 사용자 통제 등의 요인이 고려되어야 하며 게임의 시나리오가 반드시 교육적인 의도로 구성되어야 한다는 특징(Allessi & Trollip, 1985)을 가지고 있다. 따라서 이러한 교육용 게임은 단순하게 구성될 수밖에 없고, 이에 학생들은 금방 싫증을 느끼며 학습에 흥미를 잃게 된다(황민철, 윤지숙, 2004). 이 경우 흥미 유발을 바탕으로 하는 게임 기반 학습의 본질이 흐려질 가능성이 있다.

이에 최근에는 교육적 목적을 고려하지 않고 출시된 상업용 게임을 학습에 적용하는 시도가 늘어나고 있다(Lacasa et al., 2008; Barr, 2018). 상업용 게임은 게임 제작사가 자본을 투자받아 시장에서 수익을 얻기 위해 제작되었기 때문에 교사가 교육을 목적으로 제작한 게임에 비해 사용자의 흥미를 더 유발하도록 설계되며, 학생들에게도 익숙하다는 장점이 있다. 하지만 이러한 상업용 게임들은 개발 과정에서 게임의 교육적 사용에 대하여 고민하지 않는 경우가 대부분이기 때문에 이를 그대로 학습 도구로 사용하기는 어렵다. 특히 연구자들은 오락용으로 만들어진 상업용 게임이 교육적 내용을 깊이 고려하지 않고 만들어지다 보니 현실과 재미 사이의 절충으로 인해 잘못된 정보를 전달하거나 잘못된 인식을 조장할 수 있다고 우려하기도 한다(Oblinger, 2004; Van Eck, 2006).

따라서 게임의 외형은 인기 상업용 게임의 틀을 유지하되 게임 내 요소들을 교수자가 자유롭게 변형할 수 있는 높은 자유도를 지닌 게임의 사용이 필요하다. 게임 내 높은 자유도는 샌드박스(sandbox) 장르에서 우세하게 나타난다. 샌드박스는 단어 그대로 직역하면 모래상자라는 뜻

2) 언어, 지식, 기술 습득과 같은 교육을 목적으로 하는 게임(박정은 외, 2009)

으로, 어린이들이 모래성을 짓고 허무는 행위와 같이 게임 내 요소들을 자유롭게 활용하여 플레이어가 원하는 대로 무엇이든 구현 가능한 플레이 방식이나 시스템, 혹은 게임 종류를 말한다(송명길, 2020; 전인성, 김정랑, 2016). 타 장르 게임의 경우 정해진 시나리오의 수행을 통해 미리 주어진 목표를 향해 가는 것을 기본적인 진행 방식으로 삼으나, 샌드박스 게임은 명백한 목표가 없으며, 플레이어가 원하는 대로 목표를 설정하여 게임의 진행 방식을 창조할 수 있다는 특징이 있다. 이에 따라 샌드박스 게임들은 공통적으로 높은 자유도와 높은 상호 교류성이라는 특성을 가지며, 아무 것이나 만들고 즐기는 무지향성으로 인해 자유로운 발상과 표현에 강점을 가지게 된다.

이에 본 논문에서는 샌드박스 장르의 대표적인 게임인 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 이용한 게임 기반 학습 방안을 소개하고, 제작된 교육자료를 소수의 중학생을 대상으로 예비적용하여 현실적인 적용 가능성과 기대효과를 검증하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 과학교육과 게임 기반 학습

과학은 전통적으로 학생들에게 '비인기 과목'으로 인식되어 왔다. 윤미선과 김성일(2003)의 주요 교과 흥미도 조사에 따르면 고등학생의 경우 과학은 모든 주요 교과 중 가장 낮은(37.15%) 선호도를 보였으며 중학생의 경우 사회(37.41%)보다 근소하게 높아(37.85%) 꼴찌를 겨우 면한 정도였다. 또한 TIMSS에서의 정의적 영역에 대한 분석 결과에 따르면 '과학 학습이 매우 즐겁다'라고 응답한 학생의 비율은 9%로 국제평균(44%)에 한참 못 미쳤고, 과학 학습에 높은 자신감을 나타내는 학생비율 또한 20%로 국제평균(48%)에 비해서 낮은 것을 알 수 있다(한국교육과정평가원, 2004; 김성일 외, 2008). 곽영순 외(2006)의 연구에 따르면 과학이 재미없다고 인식하는 학생들의 대다수는 '학습 내용이 어려워서'라고 응답하였으며, 과학 수업을 재미있게 하는 방법 중 하나로 '수업에서 게임, 노래, 만화 등을 활용하여 재미있게 진행할 것'이 제안되었다. 선행 연구 결과로 미루어 볼 때 과학교육에 있어서 학생들에게 흥미를 유발시킬 수 있는 학습을 제공하는 것이 필요하며, 방법으로 게임을 활용할 수 있을 것으로 보인다.

이러한 요구에 따라 게임 기반 과학 학습과 관련한 연구가 일부 이루어졌으나, 관련 연구의 수행은 여전히 적은 편이다. 특히 게임 기반 과학 학습 관련 연구들은 게임이 채택된 맥락에 대한 설명이 불분명한 경우가 많으며, 연구 방법이 하나로 정립되지 않고 학습 성과를 평가하기 위한 도구를 부적절하게 선택하는 등 아직은 불안정한 측면이 있다(Honey & Hilton, 2011; Li & Tsai, 2013). 현재까지 수행된 게임 기반 과학 학습 관련 국내·외 주요 선행연구를 분석하면 [표 1]과 같다.

[표 1] 게임 기반 과학 학습 관련 주요 선행연구 분석 결과

연구자	대상 학년	디자인 (학생 수)	장르	내용	연구 방법
Miller et al. (2006)	7-8	단일 집단 (289명)	아케이드	신경계	사전/사후 설문(성취도)
Annetta et al. (2009)	9-12	실험-비교 집단 (129명)	퍼즐	유전	사후 설문(성취도)
Papastergiou (2009)	10	실험-비교 집단 (88명)	퍼즐	컴퓨터 정보과학	사전/사후 설문 (CMKT; 컴퓨터 지식)
Tüysüz (2009)	예비 교사	실험-비교 집단 (176명)	아케이드	주기율표, 화학결합	사전/사후 설문 (성취도, 태도, 메타인지)
Li (2010)	7-11	단일 집단 (21명)	퍼즐	물리	사례연구(면담)
Wrzesien (2010)	5-6	실험-비교 집단 (48명)	VR	생태계, 환경	사후 설문 (성취도, 흥미, 참여, 태도 등)
Carr et al. (2011)	9-10	단일 집단 (67명)	슈팅	상대성 이론	사후 설문(성취도) 면담(경험, 흥미)
Nilsson et al. (2011)	9	단일 집단 (42명)	건축	환경, 지구온난화	사례연구(면담)
Sung et al. (2013)	6	실험-비교 집단 (93명)	RPG	식물	사전/사후 설문 (성취도, 태도, 동기 등)
Chen et al. (2015)	7	실험-비교 집단 (50명)	아케이드	실험 설계	사후 설문 (동기, 성취도, 자기효능감 등)
Khan et al. (2017)	8	실험-비교 집단 (72명)	아케이드	화학	사전/사후 설문 (재미, 흥미 등)
심은지 외 (2019)	11	단일 집단 (36명)	RPG	대륙이동설	VNOS-C 사전/사후 조사 사후 설문 (재미, 공감, 몰입 등) 면담 (NOS, 경험, 피드백, 재미 등)
Wang et al. (2020)	7	실험-비교 집단 (93명)	퍼즐	빛(반사)	사전/사후 설문(성취도)

2. 마인크래프트와 게임 기반 학습

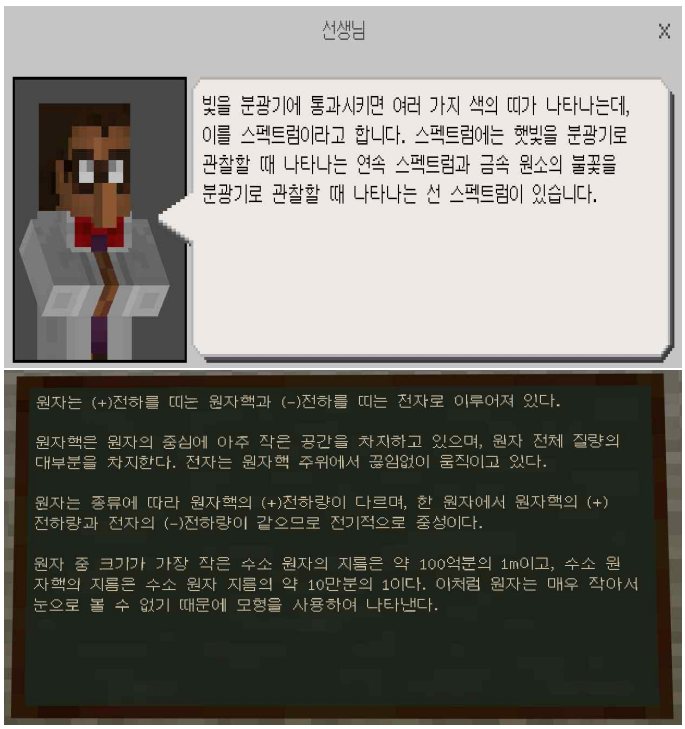
마인크래프트는 스웨덴의 모장(Mojang) 사에서 개발된 게임으로, 모든 것이 정육면체 블록으로 표현된 세계에서 집을 짓고 도구를 만들며 채광을 하거나, 농사를 짓는 등의 활동을 통해 생존하는 것을 목표로 한다. 정육면체 블록의 경우 플레이어가 원하는 형태로 쌓거나 부술 수 있기 때문에 지형을 원하는 대로 변화시키거나 건축을 하는 데에 이용할 수 있다. 이를 응용해 거대한 성을 짓거나 다양한 색깔의 블록을 배치해 그림을 그리는 등의 작업이 가능하다(Bos et al., 2014).

마인크래프트는 게임 세계를 실제 지구 환경과 가깝게 구현해놓아 이를 이용하여 과학교육 분야에서 교수-학습 방안이 자주 연구되었다. 다음의 선행연구들을 통해 마인크래프트를 활용한 게임 기반 학습의 형태와 학습 결과에 대한 학생들의 반응을 확인할 수 있다. Short(2012)는 게임 내 지형이 여러 생물군계로 분리되어 해당 군계에서 주로 생존하는 동식물 등이 배치되는 것을 소개하며 이를 활용한 생태환경 교육 방안을 제안하였다. Pusey & Pusey(2015)는 지구과학 분야의 암석, 화석 등을 가르치기 위하여 5차시로 구성된 프로그램을 제작하였으며, 학생들에게 적용 결과 과학에 대한 흥미, 지구과학에 대한 흥미, 학습에서의 ICT 사용 등에 있어서 긍정적인 반응을 나타내었다. Callaghan(2016)은 중등학교 학생을 대상으로 마인크래프트를 이용한 프로젝트 기반 학습을 실행하여 참여, 협업과 학습 결과 달성이 향상되었음을 확인할 수 있었다. Hobbs et al.(2019)은 다양한 과학 주제를 담은 'Science hunters'라는 이름의 맵을 오픈 월드의 형태로 제작하여 4년 동안 누구나 접속하여 학습할 수 있도록 하였다. 연구 결과 8,000명 이상의 학생이 맵을 방문하였으며, 대부분의 참여자가 긍정적인 반응을 나타냄을 알 수 있었다. 이처럼 마인크래프트는 게임 기반 학습의 도구로써 지속적으로 연구되어왔으며, 특히 과학교육 분야에서 널리 사용되어 마인크래프트를 기반에 둔 학습에 참여한 연구참여자들에게서 긍정적인 반응이 나타남을 알 수 있었다.

3. 마인크래프트: 에듀케이션 에디션

1) 학습 지원 도구

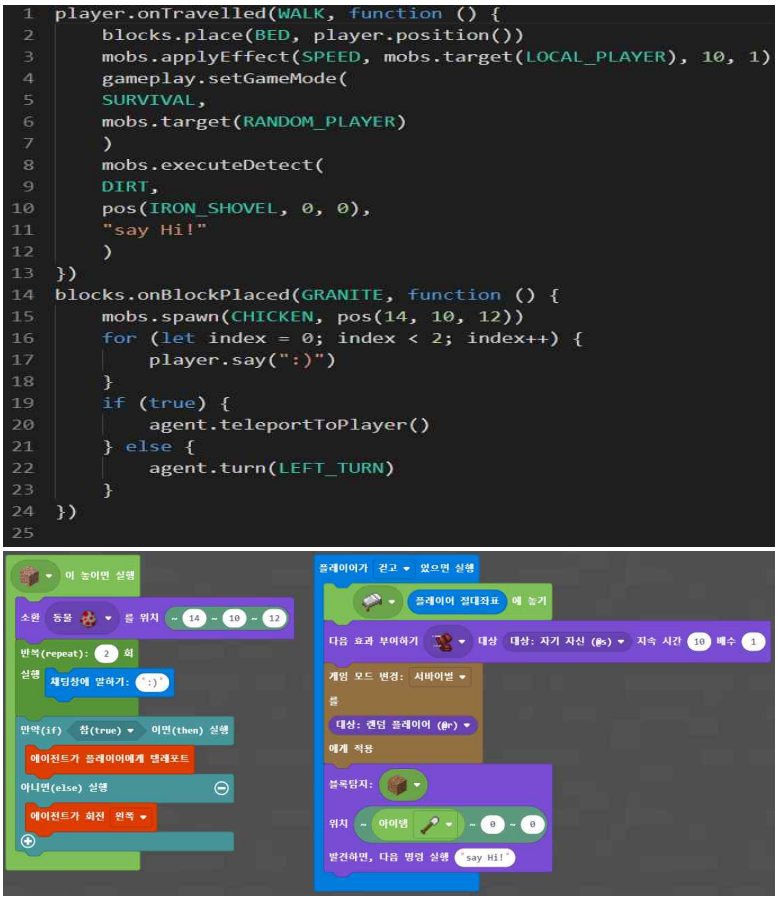
마인크래프트에서는 2016년 11월 게임 내 대부분의 기능을 제거하고 대신 교육을 위한 기능을 추가한 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 출시하였다. 에듀케이션 에디션에서는 게임 내 화면 저장을 위한 '카메라', 게임 내 활동을 기록할 수 있는 '포트폴리오', 게임 내에서 교사의 역할을 대신해 학생들에게 교육할 내용을 전달하는 'NPC', 글씨를 입력하여 게임 내 화면에 출력할 수 있는 '칠판' 등의 기능이 포함되었다[그림 1]. 교사는 이 기능들을 활용하여 사전에 NPC에 학습 내용을 입력하여 학생들이 NPC를 클릭하면 입력한 내용이 출력되게 하거나, 칠판에 판서 내용을 작성하여 실제 교실의 칠판과 같이 활용할 수 있다.



[그림 1] NPC와 칠판에 사전에 입력한 내용이 학생들이 보는 화면에 나타나게 하는 모습

2) 코딩 시스템

최근 강조되고 있는 코딩 수업에 활용할 수 있도록 마인크래프트의 각종 게임 요소들을 조작할 수 있는 코딩 시스템을 제공하였다[그림 2]. 코딩은 Java를 기반으로 하여 명령어를 줄글로 입력하는 전통적인 코딩 방식과 블록 코딩 방식 두 가지를 병행하여 사용할 수 있도록 하였다. 블록코딩의 경우 아이템의 좌표를 지정하여 놓거나 효과를 부여하는 등의 블록을 연결함으로써 전통적인 코딩 방식보다 쉽게 코딩을 할 수 있게 해준다. 이러한 코딩 시스템을 활용하여 일반적인 코딩교육을 진행할 수도 있고, 이를 응용하여 쌓기나무, 좌표계 등 수학교육에 활용할 수도 있다(김예림과 장혜원, 2020; 정인우와 조한혁, 2020).



[그림 2] code builder에서 JavaScript와 블록 코딩을 사용하여 코드를 제작한 모습

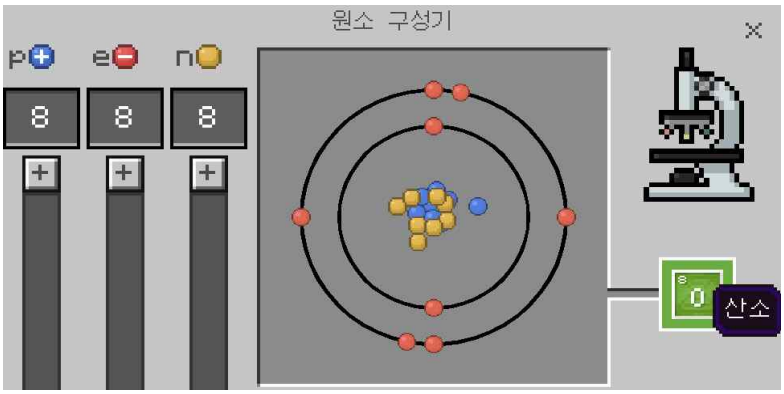
3) 멀티플레이

기존의 마인크래프트는 다수의 인원이 같은 게임 공간 안에 접속하기 위해서 별도의 비용을 지불하거나(Realm) 접속 인원의 IP주소를 입력하는 등(LAN 멀티플레이) 복잡한 과정이 필요했으나, 에듀케이션 에디션에서는 교사와 학생들이 같은 게임 공간 안에 빠르게 접속하도록 [그림 3]과 같이 참여 코드를 입력하여 교사와 학생의 참여 코드가 일치하면 접속이 이루어지는 간단한 멀티플레이 방식을 지원하였다.

[그림 3] '참여 코드'를 입력하여 같은 게임 공간에 다수의 인원이 접속한 모습

4) 화학 요소

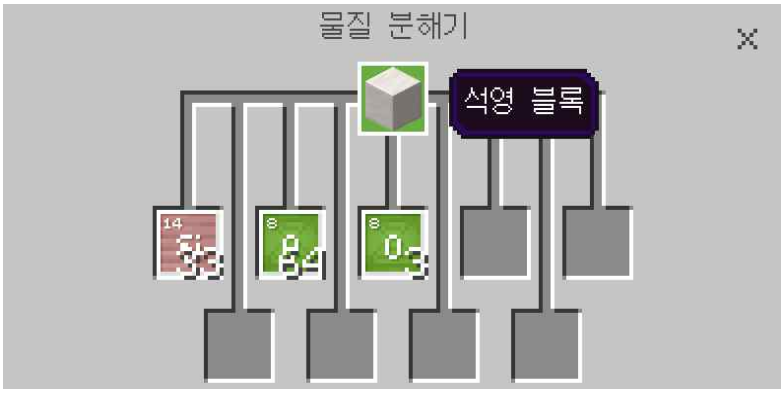
이후 2017년 9월에 '화학' 업데이트를 통해 '원소 블록'을 기반으로 다양한 화학 요소가 추가되었다. 세부적으로는 양성자, 중성자, 전자의 수를 입력하여 그에 해당하는 원소 블록을 만들어내는 '원소 구성기', 원소 블록을 조합하여 다양한 화합물을 생성할 수 있는 '실험대'와 '화합물 생성기', 여러 가지 물질을 원소 블록 단위로 분해할 수 있는 '물질 분해기'가 추가되었다[그림 4]. 여기에 기존의 마인크래프트에 있던 '작업대'와 '양조대'에 제작 가능한 생산물이 추가되었다.



[그림 4-1] 원소 구성기에서 양성자, 중성자, 전자를 각각 8개씩 입력해 산소 블록을 생성하는 모습

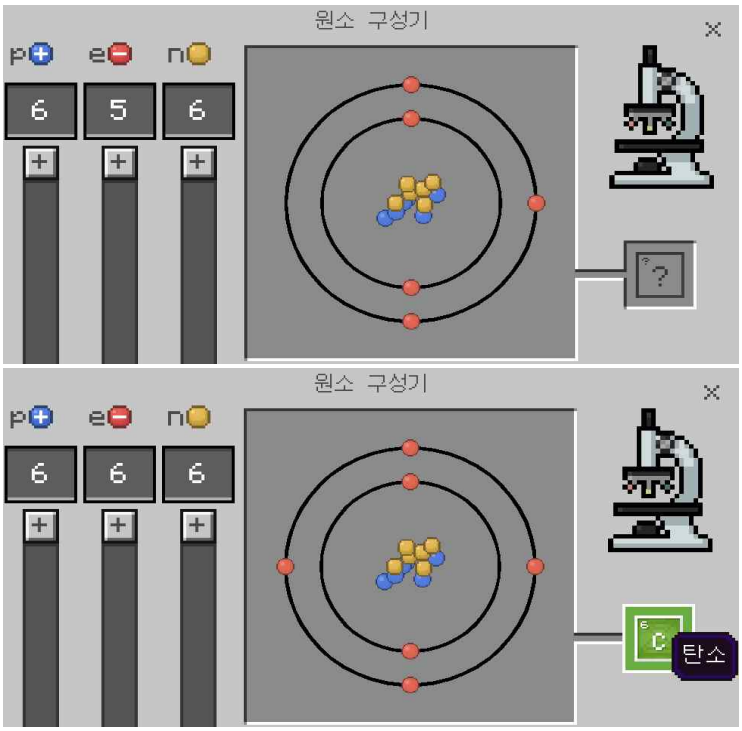
[그림 4-2] 실험대에서 암모니아 화합물과 인 블록을 결합하여 비료를 생성하는 모습

[그림 4-3] 화합물 생성기에서 수소 블록 2개와 산소 블록 1개를 조합하여 물을 생성하는 모습

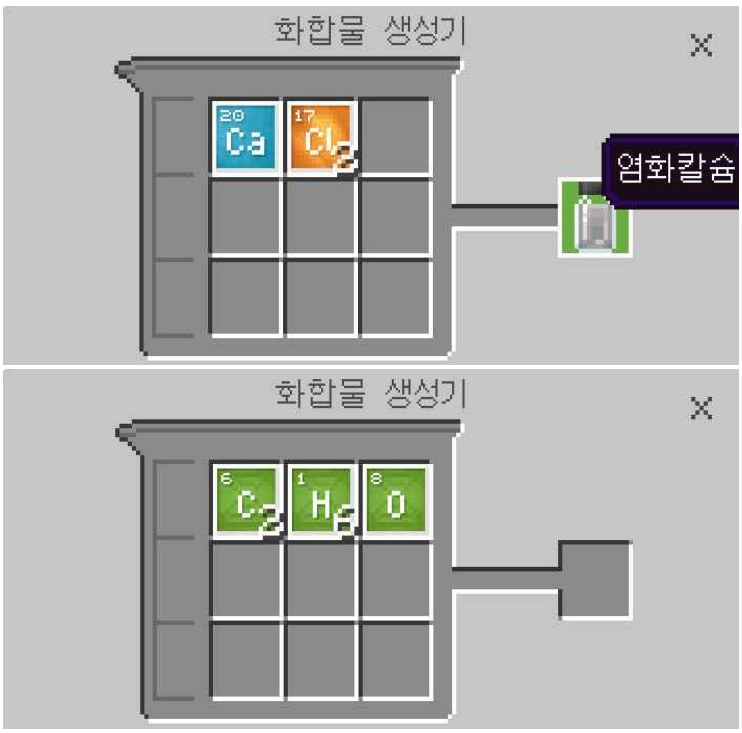


[그림 4-4] 물질 분해기에서 석영 블록을 분해하여 규소 블록과 산소 블록이 1:2의 비율로 생성되는 모습

원소 블록의 경우 현존하는 118종의 원소를 모두 구현하였으며, 원소 구성기에서 올바른 양성자, 중성자, 전자 값을 입력하면 그와 일치하는 원소가 출력된다[그림 5-1]. 화합물 생성기의 경우 현존하는 모든 화합물을 합성할 수 있는 것은 아니지만[그림 5-2], 암모니아(NH_3), 산화마그네슘(MgO), 염화칼슘($CaCl_2$) 등 중학교 수준의 대표적인 화합물들은 대부분 합성되기에 수업에 사용하기에는 부족하지 않다.



[그림 5-1] 원소 구성기에서 양성자, 중성자와 전자의 개수를 올바르게 입력했을 때만 원소 블록이 만들어지는 모습



[그림 5-2] 화합물 생성기에서 염화칼슘은 생성되지만 에탄올은 생성되지 않는 모습

실험대·양조대의 경우 이용이 다소 제한된다. 실험대에서 합성 가능한 물질은 비료, 얼음 폭탄, 열 블록, 표백제의 4가지 경우밖에 없는데, 이 중 열 블록과 얼음 폭탄은 사실상 게임 아이템으로써 교육과정 상 연결될 수 있는 요소가 없으며[그림 6-1], 비료와 표백제 역시 특정 단원과 연결 짓기 어렵다. 양조대 역시 해독제, 인공눈물 등 4가지 시약을 제작할 수 있는데, 모두 판타지적인 요소가 큰 게임 아이템으로써 특정 교육과정 요소와 연결시키기는 어렵다. 작업대의 경우 몇 가지 아이템을 합성할 수 있는데, 가장 눈에 띄는 것은 '스파클러'이다. 스파클러는 막대기에 염화물을 합성하여 제작하는데, 이때 결과물로 나타나는 스파클러의 색깔이 염화물의 불꽃 반응색에 맞추어 나타나기 때문에 원소의 불꽃 반응 실험을 대체하기에 용이하다. 마지막으로 물질 분해기의 경우 특정 물질을 분해기에 넣으면 원소 블록 단위로 분해해서 출력해주는데, 화합물 생성기·실험대·양조대에서 합성한 물질은 합성하기 이전 상태로 되돌려주며, 기존의 마인크래프트에 존재하던 몇몇 물질들은 해당 물질을 구성하는 원소 구성비에 따라 원소 블록을 출력해준다. 예를 들어 '에메랄드 광석'을 분해하면 알루미늄 블록 15개, 베릴륨 블록 25개, 규소 블록 20개, 산소 블록 40개가 출력되는 형식이다[그림 6-2]. 물질 분해기에는 나무, 돌, 흙, 물 등 우리 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있는 물질이 대부분 입력되기 때문에 이들의 원소 구성비를 학습하는 데에 사용할 수 있다.

정리하자면, 앞서 말한 마인크래프트의 교육적 요소들을 학습에 활용할 경우 과학 교과에서 학생들이 이론적으로 습득해야 하지만 눈에 보이지 않아 이해가 어려운 원소, 원자, 분자 등의 개념을 게임에서의 구체적인 활동을 확인하고, 그 결과를 원소 기호나 분자식 등으로 나타내거나 반응에 따른 생성물을 확인할 수 있다는 장점이 있다.

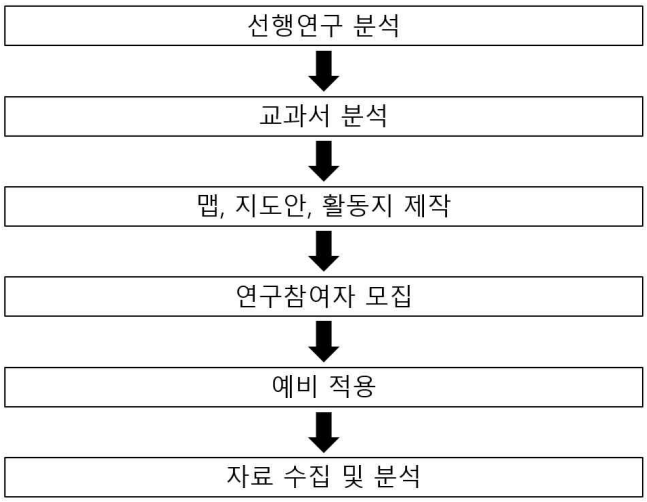
[그림 6-1] 실험대에서 물, 철, 숯, 소금을 합성하여'열 블록'을 제작하는 모습

[그림 6-2] 물질 분해기에 '에메랄드'를 입력한 결과 원소 구성비에 따라 원소 블록이 출력되는 모습

III. 연구방법

1. 연구 과정

연구 과정은 [그림7]과 같다. 선행연구를 분석한 뒤 교과서를 분석하여 마인크래프트: 에듀케이션 에디션 적용 단원으로 중학교 과학 2 '물질의 구성' 단원을 선택하였다. 수업을 위한 맵 제작은 마인크래프트 베드락 1.17 버전에서 진행하였다. 게임 모드는 크리에이티브, 난이도는 평화로움으로 지정하였으며 에듀케이션 에디션을 활성화하여 맵을 제작하였다. 교과서의 구성 순서에 따른 지도안과 개발된 마인크래프트 맵의 활동 위치와 조작 순서를 함께 안내한 활동지를 제작하였다[부록 1, 2]. 예비 적용을 위한 연구참여자 8인을 모집하여 예비 적용한 뒤, 면담을 통해 학생들의 반응을 분석하였다.



[그림 7] 연구 과정

2. 연구참여자 및 예비 적용

본 연구는 중학교 과학 2 '물질의 구성' 단원을 활용하여 만들었으므로 예비 적용을 위한 연구참여자로 중학생을 모집하였다. 모집된 8명의 학년 및 성별의 구성은 [표 2]와 같다. 예비 적용에 참여한 연구참여자와 법적대리인은 모두 자발적인 참여 의사를 밝혔으며, 동의를 거친 후 연구에 참여하였다.

[표 2] 연구참여자의 구성

연구참여자	성별	학년	마인크래프트 사전경험
A	남	중학교 3학년	유
B	남	중학교 3학년	유
C	여	중학교 3학년	무
D	남	중학교 3학년	유
E	남	중학교 2학년	유
F	여	중학교 2학년	유
G	여	중학교 1학년	유
H	남	중학교 1학년	유

예비 적용은 1, 2학년과 3학년을 나누어 4명씩 진행했으며, Zoom을 이용한 비대면 수업으로 진행하였다. 학생들은 모두 Zoom과 마인크래프트 실행을 위한 기기를 각각 1대씩, 총 2대의 기기를 준비하여 수업에 참여하였다. 수업은 지도안[부록1]의 구성대로 총 90분간 진행되었다[그림 8].

[그림 8] 예비 적용 Zoom 수업 화면

3. 자료 수집 및 분석

개발된 게임 기반 학습 방안에 대한 중학생들의 학습 흥미, 학습 효과 등을 알아보기 위해 반구조화된 개별 면담을 진행하였다. 면담 질문은 수업을 개발하고 적용한 선행연구(노정욱 외, 2021; 박정호, 2021)의 면담 질문을 수정하여 사용했고, 면담 답변을 이용한 추가 질문을 하기도 하였다. 면담은 모두 코로나-19 상황을 고려하여 Zoom을 이용한 비대면 면담으로 이루어졌으며, 1명 당 20분 정도 소요되었다. 모든 면담은 녹음 후 즉시 전사되었으며, 석사과정 1인과 박사과정 1인이 함께 분석하였다. 분석 결과에 대해 박사과정 2인, 석사과정 3인, 전문가 1인으로 이루어진 정기적인 세미나를 통해 검증하였다.

IV. 교육자료의 적용 및 결과

1. 중학교 과학2 ‘물질의 구성’ 단원에의 적용

마인크래프트: 에듀케이션 에디션에는 양성자, 중성자, 전자 수를 맞추어 원소를 만들고, 이렇게 만든 원소를 조합하여 화합물을 만들거나 간단한 반응을 일으키는 요소가 다수 포함되어 있어 교육과정 상 원소 및 화합물 관련 단원에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 보인다. 이는 2015 개정 교육과정상 성취기준으로 ‘[9과08-01] 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 이해하고 실험을 통해 원소의 종류를 구별할 수 있다. [9과08-02] 원자는 원자핵과 전자로 구성됨을 설명할 수 있다. [9과08-03] 원자와 분자의 개념을 구별하고, 원소와 분자를 원소 기호로 나타낼 수 있다. 관련 내용을 학습하는 데에 있어 최적화되어있다.’에 해당된다. 이에 본 자료에서는 미래엔 중학교 과학2 교과서를 예시로 에듀케이션 에디션에서 제공하는 화학 요소들을 어떻게 실제 수업에 적용할 수 있을지 살펴보고자 한다. 중학교 과학2의 첫 단원인 '물질의 구성'은 표 1과 같이 구성되어 있다. 본 자료에서는 이 중 1-1 ‘원소’에서부터 2-3 ‘원소 기호’까지의 모든 소단원의 학습 요소를 포함시키고자 한다.

[표 3] 중학교 과학2 ‘물질의 구성’ 단원 구성

중단원	소단원
1. 물질의 기본 성분	1) 원소 2) 원소의 구별
2. 물질을 구성하는 입자	1) 원자 2) 분자 3) 원소 기호 4) 원소 기호를 이용한 물질의 표현
3. 전하를 띠는 입자	1) 이온의 형성 2) 이온의 표현 3) 이온의 확인

1) 원소

1-1 ‘원소’ 단원에서는 모든 물질이 원소로 이루어져 있음을 설명하는 것을 목표로 한다. 원소는 더이상 분해되지 않으면서 물질을 이루는 기본 성분이라고 하며, 종류에 따라 성질이 다르며, 이렇게 다양한 원소의 성질을 일상생활에 이용한다는 것을 보이기 위해 다양한 원소의 쓰임을 예시로 보여준다. ′여러 가지 원소의 이용′은 마인크래프트의 블록을 예시로 들어 설명할 수 있다[그림 9]. 가령 ‘탄소’의 경우 ‘숯’, ‘석탄’, ‘다이아몬드’ 등에 사용된다는 것을 설명하며 학생들로 하여금 특정 원소로 이루어진 블록의 예시를 찾아 책상 위에 올려놓도록 하는 퀴즈를 진행할 수도 있다.

[그림9-1] 교과서에 제시된 ‘여러 가지 원소의 이용’ 예시 (미래엔 과학2 15p)

[그림 9-2] 마인크래프트에서 찾을 수 있는 ‘금’ 원소의 이용 예시

2) 원소의 구별

1-2 '원소의 구별' 단원에서는 불꽃 반응 실험을 통해 원소의 종류를 구별하는 것을 목표로 한다. 이는 마인크래프트의 '스파클러' 제작과 대응된다. 스파클러는 합성한 화합물의 종류에 따라 다른 색깔을 나타내는데, 염화칼륨 용액을 사용할 경우 보라색, 염화칼슘 용액을 사용할 경우 주황색과 같이 교과서에서 요구하는 불꽃 반응 실험의 결과와 일치하는 결과가 나타난다[그림 10].

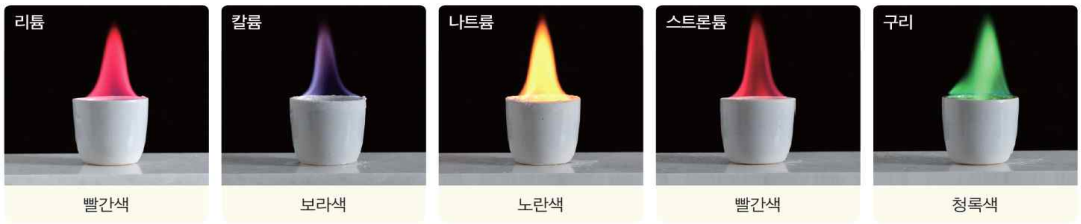


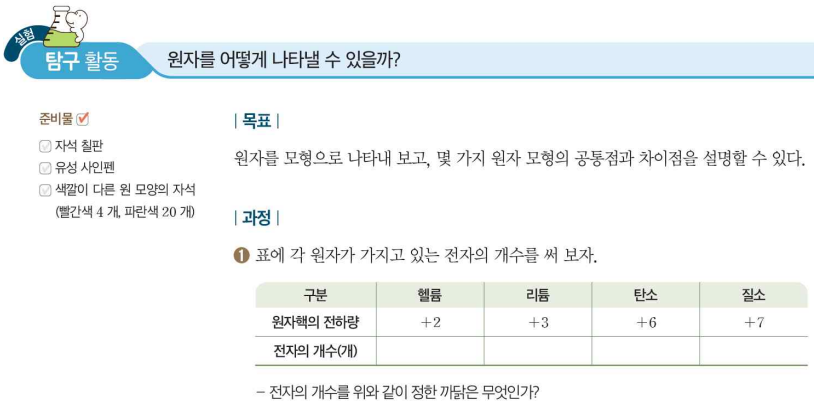
그림 2 여러 가지 원소의 불꽃색

[그림 10-1] 교과서에 제시된 '여러 가지 원소의 불꽃색' 예시 (미래엔 과학2 18p)

[그림 10-2] 마인크래프트에서 염화칼슘을 이용하여 칼슘 원소의 불꽃색에 해당하는 스파클러를 제작한 모습

3) 원자

2-1 '원자' 단원에서는 원자가 원자핵과 전자로 구성됨을 이해하고, 원자를 모형으로 나타내는 것을 목표로 한다. 이에 원자는 종류에 따라 원자핵의 전하량이 다르며, 원자에서 (+) 전하량과 (-) 전하량이 같아 중성이라는 것을 강조한다. 이 내용은 마인크래프트의 '원소 구성기'에 잘 대응한다. 원소 구성기를 작동시키면 보어의 원자 모형의 형태가 나타나고, 여기에 양성자와 중성자, 전자의 개수를 임의로 입력하면 그에 해당하는 원소가 생성된다. 이때 해당 원소가 실존할 수 있도록 핵과 전자의 전하량의 합이 0이 되도록 숫자를 입력해야만 원소가 생성되기 때문에 교과서의 내용을 학습하는 데에 적합하다[그림11].

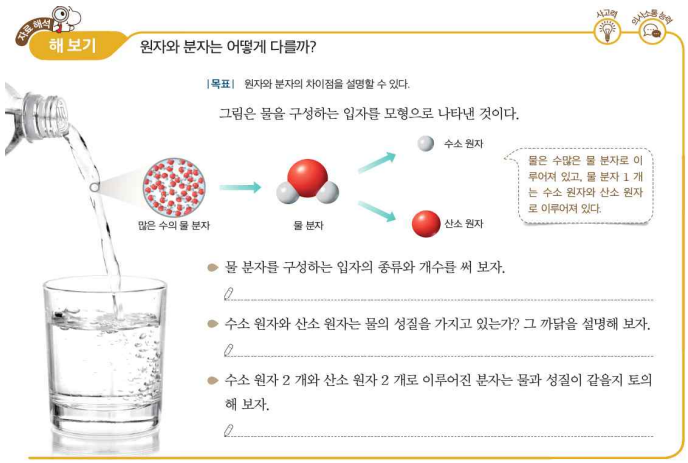


[그림 11-1] 교과서에 제시된 '원자를 어떻게 나타낼 수 있을까?'예시 (미래엔 과학2 22-23p)

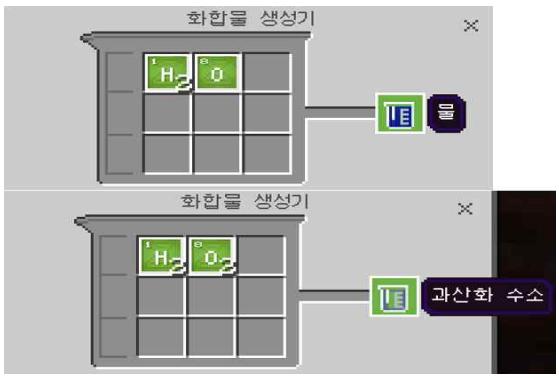
[그림 11-2] 교과서에 제시된 탐구 활동의 답을 마인크래프트의 원소 구성기를 이용하여 작성하는 모습

4) 분자

2-2 '분자' 단원에서는 원자와 분자를 구별하여 설명하는 것을 목표로 한다. 여기서 분자는 독립된 입자로 존재하여 물질의 성질을 나타내는 가장 작은 입자이며, 분자가 원자 단위로 나누어지면 분자로써 가졌던 성질을 잃는다고 설명하고 있다. 이는 '화합물 생성기'를 이용하여 학습해볼 수 있다. 예를 들어 교과서의 '해 보기' 활동을 한다면, 화합물 생성기에서 직접 수소 블록 2개와 산소 블록 1개를 합성하여 물을 제작할 수 있다[그림 12]. 다만, 분자라는 표현이 직접적으로 나타나지 않고, 모든 분자가 만들어지는 것이 아니기 때문에 주의가 필요하다.



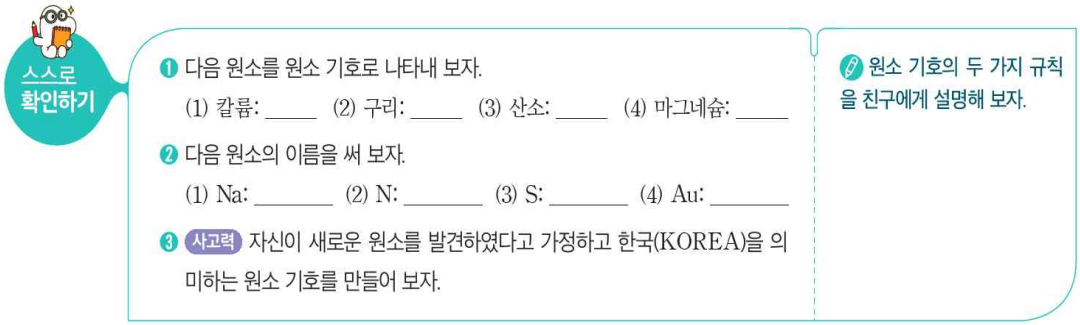
[그림 12-1] 교과서에 제시된 '원자와 분자는 어떻게 다를까?'예시 (미래엔 과학2 24p)



[그림 12-2] 교과서에 제시된 탐구 활동의 답을 마인크래프트의 화합물 생성기를 이용하여 작성하는 모습

5) 원소 기호

2-3 '원소 기호' 단원에서는 원소 기호를 사용하여 원소를 표현하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위하여 원소의 이름을 기호로 표현하는 것과, 원소 기호를 이름과 대응시키는 활동을 강조하고 있다. 이는 마인크래프트의 원소 블록을 이용하면 유용하게 학습할 수 있다. 모든 원소 블록에 원자 번호와 원소 기호가 표시되어 있으며, 마우스를 원소 블록에 가져다 대면 원소의 이름을 표시해주기 때문에 원소 기호와 이름을 대응시키는 데에도 유용하다. 이를 이용하여 교과서에 제시된 '스스로 확인하기' 활동을 해결할 수 있다[그림 13].


스스로 확인하기

❶ 다음 원소를 원소 기호로 나타내 보자.
(1) 칼륨: ____ (2) 구리: ____ (3) 산소: ____ (4) 마그네슘: ____

❷ 다음 원소의 이름을 써 보자.
(1) Na: _____ (2) N: _____ (3) S: _____ (4) Au: _____

❸ 사고력 자신이 새로운 원소를 발견하였다고 가정하고 한국(KOREA)을 의미하는 원소 기호를 만들어 보자.

원소 기호의 두 가지 규칙을 친구에게 설명해 보자.

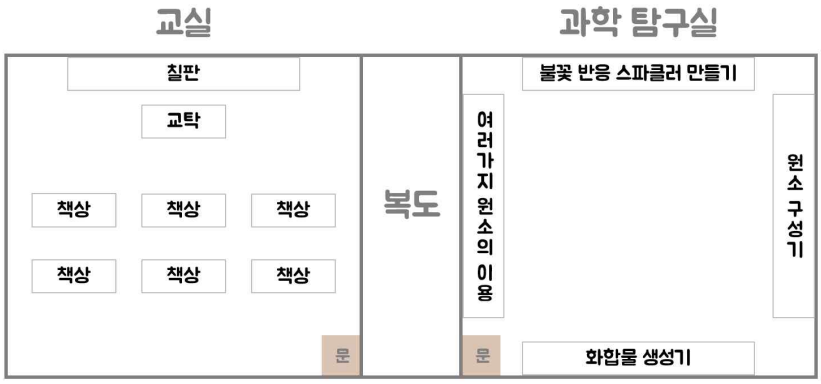
[그림 13-1] 교과서에 제시된 '스스로 확인하기'예시 (미래엔 과학2 27p)

[그림 13-2] 마인크래프트의 원소 블록의 이름과 기호를 확인하여 확인 문제의 답을 찾아내는 모습

2. 마인크래프트: 에듀케이션 에디션 맵 개발

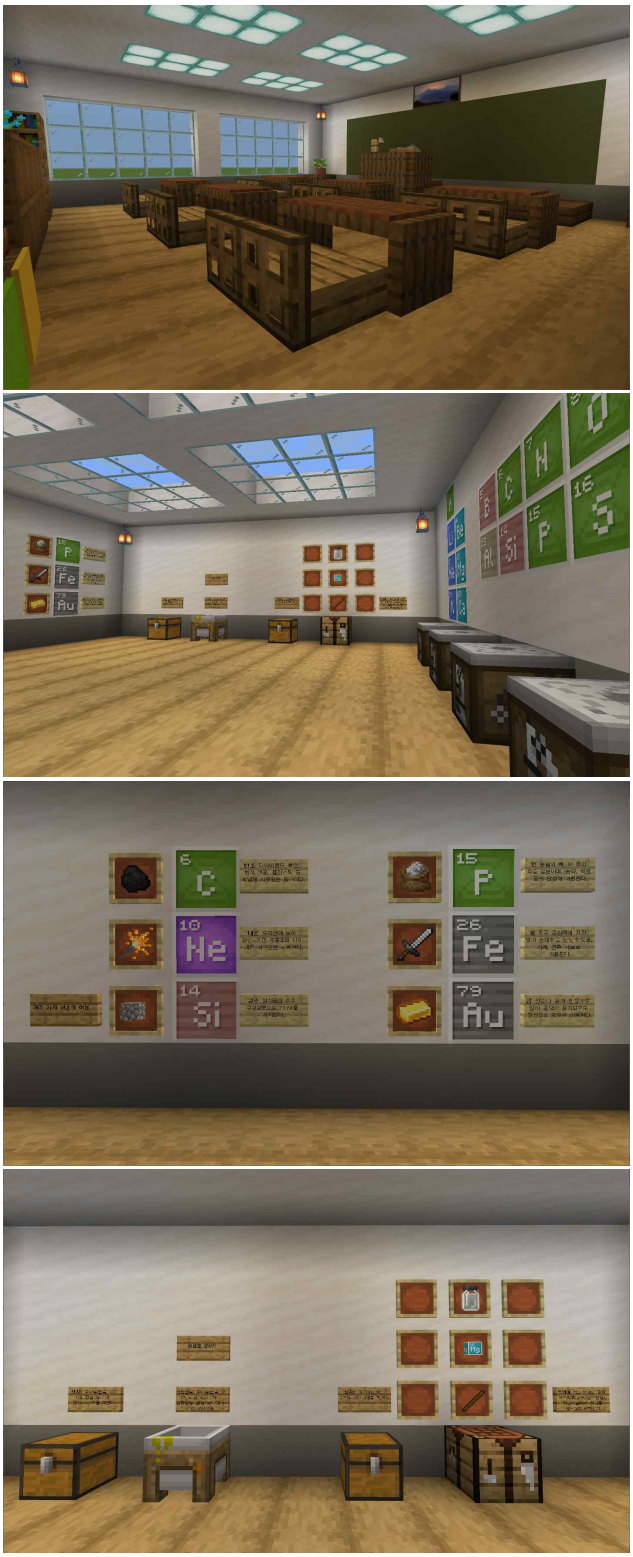
맵은 실제 현실세계와 비슷하고, 학생들이 동시접속 하였을 때 혼잡함을 방지하기 위해 교실과 과학 탐구실을 구분하여 설계하였다[그림14]. 건물 안으로 들어가면 왼쪽에 책상 및 칠판과 단상을 포함한 작은 교실이 나타나며, 오른쪽에 실험 공간이 나타난다. 실험 공간에는 교과서의 학습 순서에 따라 필요한 물건을 상자에 비치해 놓아 학생들이 편리하게 사용할 수 있도록 하였다[그림 15].

제작된 맵 파일은 구글 드라이브에 공유해 누구나 사용할 수 있도록 하였다[3]. 예비 적용에서도 연구 참여자에게 구글 드라이브 공유 링크를 제공하여 다운로드하여 수업에 참여할 수 있도록 하였다.



[그림 14] 제작된 마인크래프트 맵의 구성도

3) https://drive.google.com/file/d/1Dcdm1KvwCNqyUtfRwNOJQO_0wqL8_U30/view?usp=sharing



[그림 15] 제작된 마인크래프트 맵의 모습

3. 교육자료의 예비 적용 및 결과

제작된 교육자료의 현실적인 적용 가능성과 기대효과를 검증하고자 예비적용하였다[그림 16]. 적용 대상은 다양한 지역 소재의 중학생 8명이며 Zoom을 이용한 비대면 수업을 진행하였다. 지도안[부록 1]을 따라 약 90분의 수업 후, 수업 만족도에 대한 개별 면담을 진행하였다. 면담 결과는 다음과 같다.

[그림 16] 수업 중 학생들이 염화칼슘을 이용해 스파클러를 만드는 모습

학생들은 대체로 마인크래프트를 이용해 직접 제작해보는 활동에 참여하며 흥미를 느꼈다. 학생 A와 G는 원소 블록이나 화합물을 생성하는 것과 같은 다양한 활동을 통해 신기함과 흥미를 느꼈다고 언급하였다. 학생 B와 C는 자기가 직접 해보는 것이라는 점을 강조하며 이런 방식의 수업이 이해를 높여줄 뿐 아니라 기억에 오래 남을 수 있다고 이야기하였다. 특히 학생들은 '직접 해보는 것'을 반복해서 이야기하였는데, 영상 등의 매체와 달리 학생 자신의 직접적인 조작을 통해 실험 결과를 확인할 수 있다는 것이 큰 인상을 주었음을 알 수 있었다.

> 그걸 조작을 하면은 이게 만들어지는 게 진짜 신기했어요. 원소를 양성자랑 중성자랑 전자 개수 맞춰서 만드는 이런 거나 물, 염화칼슘, 염화나트륨 이런 거 만드는 거 (학생 A)

마인크래프트는 실제 상황이 아니지만 직접 해보는 느낌이 들었기 때문에 더 재미있었던 것 같습니다. 예를 들자면 불꽃 반응 실험을 했는데 직접 불꽃을 만드는 과정에서 원리가 이해가 됐었고, (중략) 굉장히 신기해서 그것이 흥미를 더 높여준 것 같습니다. (학생 B)

직접 만들어보고 이런 게 나중에 기억에 많이 남을 것 같아요. (중략) 이거는 자기가 직접 해보는 거니까 결합도 하고 생성도 해보고 훨씬 더 머리의 기억이 오래 남고 실험실에서 직접 실행한 건 아니지만 비슷한 효과가 있을 거라 생각합니다. (학생 C)

과학을 딱히 좋아하긴 했는데 되게 재밌다 이 정도는 아니었는데 다양한 거 해보니까 뭔가 더 흥미가 있다고 그래야 되나 (학생 G)

학생들은 학교에서 접하는 수업과 마인크래프트를 활용한 수업을 비교해서 이야기하기도 하였다. 학생들은 학교에서 이루어지는 수업은 교과서를 중심으로 이루어지고 추가 자료가 있더라도 영상이 제공되는 정도라 한계를 느꼈다고 하였다. 하지만 마인크래프트를 활용한 수업은 집중이 잘 되고 수소와 산소 원소 블록을 넣었을 때 바로 물 아이템이 생성되는 것과 같이 결과를 눈으로 확인할 수 있어 이해가 잘 되었다고 이야기하였다.

일반 수업은 듣고 영상을 보는 경우가 많아서 받아들이는 데 한계가 있을 수 있는데 이것은 직접 하는 거다 보니까 바로바로 이해가 잘 됐던 것 같아요. (학생 B)

학교 수업에서는 이론만 머릿속으로 배우고 자기가 직접 체험해보는 기회가 없었는데 마인크래프트로 (중략) 직접 체험을 해보니까 예를 들면 수소 원소랑 산소 원소 넣으니까 물이 나오는 거를 직접 눈으로 확인할 수 있어서 더 이해가 잘 됐어요. (학생 D)

학교는 그냥 교과서에 있는 대로 알려주면, 제가 안 해보면 모르는 부분이 많잖아요. 근데 이렇게 자기가 스스로 해보니까 모르는 점을 알게 돼서 좋았어요. (학생 G)

원래 과학 공부를 책상에 앉아서 하잖아요. 그게 굉장히 학생들에게는 굉장히 힘들단 말이에요. 그나마 약간 게임을 통해서 공부를 하니까 집중이 잘 됐어요. (학생 H)

추가적으로 학생 D는 게임에 관심이 많은 친구들이 게임 기반 학습에 흥미 있게 참여할 수 있을 것이라고 이야기하였으며, 학생 E는 여러 명의 학생이 동시 접속하여 한 공간에서 수업할 수 있다는 것에 관심을 보였다. 이는 게임 기반 학습이 코로나-19로부터 촉발된 원격 수업에서 유용하게 사용될 수 있음을 시사하는 것으로, 실험실에서 대면하지 않더라도 게임 환경에서 간접적으로 실험을 실시할 수 있기 때문에 코로나-19와 같은 상황에서 실험 수업의 한 가지 대안으로 검토해볼 수 있을 것이다.

학교 친구들을 보면 게임에 관심이 많은 친구들이 많으니까, 그런 친구들이 자기가 좋아하는 게임을 통해서 그 과목을 배우는 거를 같이 하면 그런 친구들한테는 흥미가 올라갈 것 같아요. (학생 D)

마인크래프트를 여러 명의 플레이어가 같이 할 수 있다는 게 재밌었어요. (학생 E)

반면 게임 기반 학습의 문제점도 이야기되었다. 학생 B는 마인크래프트 상에 아직 수업에서 다뤄지지 않은 내용 요소가 포함되어 있어 기본적인 지식이 있어야 수업이 수월하게 이루어질 것이라고 하였다. 학생 C와 D는 어플리케이션 조작의 어려움을 겪었으며 이로 인해 수업 진행이 원활하게 이루어지지 않을 수 있음을 이야기하였다. 학생 H는 수업 중 서버가 끊기는 기술적인 문제로 인해 수업에 불편을 느꼈음을 이야기하였다. 이러한 부분은 게임 기반 학습의 제한점으로, 게임 기반 학습이 교

육 현장에 정착하기 위해서는 해결되어야 할 것이다.

> 기본적인 지식이 있어야 수월할 것 같아요. 예를 들어서 마그네슘을 만들어야 되는데 마그네슘이 몇 번인지에 대한 걸 처음 배운다고 생각하면 바로바로 하는 데 있어서 살짝 어려움이 있지 않을까 (학생 B)

> 움직이는 거나 이런 거에 적응이 안 돼서 (중략) 저는 마인크래프트를 처음 하는 거기 때문에 그런 문제가 발생할 수 있었던 것 같고. (중략) 온라인으로 하는 수업이 다 공통점이긴 한데 어떤 한 친구가 잘 못 했을 때 다른 사람한테 미치는 영향이 너무 크다 (중략) 모든 친구들이 프로그램을 잘 다룰 수 있을 때에 수업이 원활하게 진행될 수 있을 것 같아요. (학생 C)

> 저는 가끔 클릭하다가 계속 블록이 부서져서 이게 조금 (조작이 어려웠어요.) (학생 D)

> 서버가 약간 끊겨서 화면이 이렇게 움직이는데 뚝뚝 끊겨요. (학생 H)

학생들의 면담 결과를 종합하면 학생들이 대체로 마인크래프트를 활용한 수업에 대해 긍정적으로 생각함을 알 수 있었고, 추후 마인크래프트를 교육자료로 활용할 시 학생들의 참여도가 높아질 수 있을 것으로 기대되었다. 학생 B와 C는 직접 해보는 느낌이 들었다고 하였고, 학생 D는 결과를 눈으로 확인할 수 있어 좋았다는 의견을 제시하는 등 직접 실험을 수행하지 않아도 게임상의 조작을 통해 간접적으로 실험 결과를 확인할 수 있는 마인크래프트의 장점이 잘 드러났다. 다만, 조작이 미숙한 학생들을 위한 조치 방안이나 온라인상에서 발생할 수 있는 기술적인 문제 등은 해결 과제로 남았다.

V. 결론 및 제언

본 논문에서는 학생들이 선호하는 게임 '마인크래프트'를 활용하여 중학교 과학2 '물질의 구성' 단원을 대상으로 하는 게임 기반 학습 방안을 개발하였다. 개발된 학습 방안의 현실적인 적용 가능성과 기대효과를 검증하고자 중학생 8명을 대상으로 예비적용 후 면담을 실시하였다. 면담 결과 학생들이 흥미를 느꼈고, 이해가 잘 되었다고 응답하는 등 게임 기반 학습을 대체로 긍정적으로 생각함을 알 수 있었다.

연구 결과 과학교육에 있어서 게임 기반 학습이 유의미한 학습 도구로 활용될 수 있음이 확인되었으며, 특히 상업용 게임을 교수-학습에 적용한 국내 연구가 드물게 이루어진 만큼(위정현과 오나라, 2009; 전인성과 김정랑, 2016) 학교 현장에 신선한 교수-학습 방식을 소개할 수 있게 될 것으로 기대한다. 또한 코로나-19 및 유사 상황에 의한 온라인 비대면 수업 환경에서도 게임 기반 학습은 유용하게 사용될 수 있다. 게임 기반 학습은 온라인 환경에서 이루어지는 것을 전제 조건으로 하기에 특히 원격 수업 하에서 효용성이 높을 것으로 기대한다.

본 마인크래프트를 활용한 게임 기반 학습은 다음과 같은 제한점을 가진다. 우선, 교육 요소가 양적·질적으로 충분하지 않다. 양적인 요소로는 [그림 5-2]와 같이 에탄올 등의 일부 화합물이 포함되어 있지 않다는 점이나 교과서 상에 제시되는 모든 원소 불꽃 반응의 색을 확인할 수 없다는 점을 예로 들 수 있다. 질적인 요소로는 이온 상태로만 존재하는 황산염이 SO_4와 같이 부정확한 화학식을 가진 물질로 유리병 안에 담겨 있는 묘사를 예로 들 수 있다. 다음으로 교육과정 상 학습하지 않은 개념이 등장한다는 것이다. 예를 들어 원소 구성기에서 중성자의 개념이 등장하거나 원자 모형이 교과서 상에서는 러더퍼드 모형에 가깝게 제시되지만 마인크래프트 상에서는 궤도가 표현된 보어 모형에 가깝게 나타나는 것이 있다. 이러한 점은 마인크래프트가 우리나라의 교육과정을 염

두에 두고 개발되지 않았다는 점에서 비롯된 것으로, 마인크래프트를 이용한 게임 기반 학습을 실시함에 있어 큰 제한점으로 작용할 수 있다.

여기에 더해 학습에 참여한 일부 학생들은 '마인크래프트를 처음 경험하여 조작에 적응하기 어려웠다'라고 이야기하거나, '서버가 끊겨 조작에 제한이 있었다'라고 응답하는 등 교육적 요소 외의 제한점을 이야기하였다. 따라서 게임 기반 학습이 학교 현장에서 원활히 적용되기 위해서는 게임 조작에 익숙하지 않은 학생들을 위한 안내와 서버 등의 기술적인 문제 발생에 대한 해결 방안이 마련되어야 할 것이다. 마지막으로, 본 교육자료는 개발된 학습을 다수의 학생들에게 적용하여 교육 효과를 검증한 것이 아니라는 점에서 한계가 있다. 따라서 게임 기반 학습을 실제 학교 현장에서 적용한 후 학습 효과를 분석하는 추가 연구가 이루어지기를 제언한다.

참 고 문 헌

곽영순, 김찬종, 이양락, 정득실 (2006). 초, 중등 학생들의 과학 흥미도 조사. 한국지구과학회지, 27(3), 260-268.

김성일, 윤미선, 소연희 (2008). 한국 학생의 학업에 대한 흥미: 실태, 진단 및 처방. 한국심리학회지: 문화 및 사회문제, 14(1), 187-221.

김예림, 장혜원 (2020) 가상현실공간게임을 활용한 수학 수업이 공간감각과 수학 정의적 영역에 미치는 영향-6 학년 쌓기나무 단원을 중심으로. 학교수학 22(1): 51-68.

노정욱, 조재형, 서단비, 김완연 (2021). TPOX 유전자 STR 서열 분석에 관한 분자생물학 실험 프로그램 개발 및 적용. 현장과학교육, 15(2), 193-208.

박성진, 김상균 (2018). 게이미피케이션을 활용한 과학과 공학의 인식 개선 검증. 한국게임학회논문지, 18(2), 37-45.

박은경, 윤성철, 정재엽, 한상훈 (2008). 게임기반학습 (Game Based Learning)을 통한 수학교과 학습부진아 지도의 근거이론적 연구. 학습자중심교과교육연구, 8(2), 181-201.

박정은, 권혁인, 최용석 (2009). 기능성게임 몰입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구. 한국컴퓨터게임학회논문지, (19), 85-94.

박정호 (2021). 뉴노멀시대 마인크래프트 활용 비대면 SW 교육 사례 연구. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 22(6), 951-958.

송명길 (2020). 샌드박스 게임의 미술관 교육 활용 가능성 탐색. 미술교육연구논총, 62, 155-174.

심은지, 최승언, 김찬종 (2019) 고등학생의 과학의 본성 이해를 위한 과학사 롤플레잉게임 (SHRPG) 개발 및 적용-대륙이동설 스토리텔링을 중심으로. 한국과학교육학회지 39(1): 45-57.

오영범, 정희재 (2011) 초등학교 영어과 학습 부진아를 위한 RPG 게임 기반 학습 콘텐츠 개발 및 적용. 정보교육학회논문지 15(3): 335-344.

위정현, 김태연 (2010) G 러닝 (온라인게임 기반 학습) 콘텐츠의 학습효과 분석-초등학생의 학업성취도에 미치는 영향. 디지털영상학술지 7(1): 67-82.

위정현, 오나라 (2009) 온라인 게임을 활용한 전략경영 교육의 효과 분석: 경영의사결정 효능감을 중심으로. 전략경영연구 12(2): 135-149.

유은정, 김경화 (2020). 디지털기기를 활용한 미래학교의 2015 개정 과학과 교육과정 운영 실태 조사. 현장과학교육, 14(3), 289-306.

윤미선, 김성일 (2003). 중·고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. 교육심리연구, 17(3), 271-290.

이연승, 김주원 (2019). 디지털 네이티브 세대를 위한 유아교사의 디지털 기술 활용 태도 및 역할 인식. 학습자중심교과교육연구, 19(12), 1-22.

장원형 (2022). 디지털 게임 기반 학습을 통한 정신전력교육 방안 개발 및 적용-'마인크래프트'를 이용한 옹진반도 전투 상황 재현을 중심으로. 정신전력연구, 68, 45-84.

전인성, 김정랑 (2016) 샌드박스형 게임을 활용한 게임기반학습이 학생들의 창의적 문제해결력과 학습몰입도에 미치는 영향. 정보교육학회논문지 20(3): 313-322.

정인우, 조한혁 (2020) 3 차원 좌표계 기반 코딩환경을 활용한 수학적 창의성 발현 방안: 코딩과제 설계 및 코드표현의 분석을 중심으로. 학교수학 22(1): 161-181.

한국교육과정평가원 (2004). 학업성취도 국제비교연구 성과와 과제. 연구자료 ORM 2004-26.

황민철, 윤지숙 (2004). 교육용게임의 흥미유발을 위한 디자인 연구. 소프트웨어미디어연구, 2004(1), 1-17.

Allessi, S., & Trollip, S. (1985). Designing computer-based instruction. New Jersey: Prentice Hall

Barr, M. (2018). Student attitudes to games-based skills development: Learning from video games in higher education. Computers in Human Behavior, 80, 283-294.

Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. British Journal of Educational Technology, 38(3), 478-488.

Bos B, Wilder L, Cook M and O'Donnell R (2014) Learning mathematics through Minecraft. Teaching Children Mathematics 21(1): 56-59.

Buckingham, D., & Willett, R. (2013). Digital generations: Children, young people, and the new media. London: Routledge.

Callaghan N (2016) Investigating the role of Minecraft in educational learning environments. Educational Media International 53(4): 244 - 260.

Calvani, A., Fini, A., Ranieri, M., & Picci, P. (2012). Are young generations in secondary school digitally competent? A study on Italian teenagers. Computers & Education, 58(2), 797-807.

Cengiz, T. Y. Z. (2009). Effect of the computer based game on pre-service teachers' achievement, attitudes, metacognition and motivation in chemistry. Scientific Research and Essays, 4(8), 780-790.

Echeverría, A., García-Campo, C., Nussbaum, M., Gil, F., Villalta, M., Améstica, M., & Echeverría, S. (2011). A framework for the design and integration of collaborative classroom games. Computers & Education, 57(1), 1127-1136.

Hobbs L, Stevens C, Hartley J and Hartley C (2019) Science Hunters: an inclusive approach to engaging with science through Minecraft. Journal of Science Communication 18(2): 1-12.

Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). Learning science through

computer games and simulations. Washington: National Academy of Sciences.

Lacasa, P., Méndez, L., & Martínez, R. (2008). Bringing commercial games into the classroom. Computers and Composition, 25(3), 341-358.

Li MC and Tsai CC (2013) Game-based learning in science education: A review of relevant research. Journal of Science Education and Technology 22(6): 877-898.

Nilsson, E. M., & Jakobsson, A. (2011). Simulated sustainable societies: Students' reflections on creating future cities in computer games. Journal of Science Education and Technology, 20(1), 33-50.

Oblinger, D. (2004). The next generation of educational engagement. Journal of Interactive Media in Education, 2004(8), 1-18.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education Impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education, 52(1), 1-12.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. Computers in Entertainment, 1(1), 21-21.

Pusey M and Pusey G (2015) Using Minecraft in the science classroom. International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education 23(3): 22-34.

Salen, K., Torres, R., Wolozin, L., Rufo-Tepper, R., & Shapiro, A. (2011). Quest to Learn: Developing the School for Digital Kids. Cambridge: MIT Press.

Short D (2012) Teaching scientific concepts using a virtual world-Minecraft. Teaching Science 58(3): 55-58.

Squire, K., & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. Insight, 3(1), 5-33.

Tüysüz, C. (2009). Effect of the computer based game on pre-service teachers' achievement, attitudes, metacognition and motivation in chemistry. Scientific Research and Essay, 4(8), 780-790.

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. EDUCAUSE Review, 41(2), 1-16.

Virvou, M., Katsionis, G., & Manos, K. (2005). Combining software games with education: Evaluation of its educational effectiveness. Journal of Educational Technology & Society, 8(2), 54-65.

Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of Educational Psychology, 105(2), 249-265.

Yang, J. C., Lin, M. Y. D., & Chen, S. Y. (2018). Effects of anxiety levels on learning performance and gaming performance in digital game based learning. Journal of Computer Assisted Learning, 34(3), 324-334.

부록

[부록 1] 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 지도안 예시(약안)

<table>
<tr><td colspan="2">과목</td><td>과학 2</td><td>총 차시</td><td colspan="2">2 (차시 당 45분, 총 90분)</td></tr>
<tr><td colspan="2">주제
(단원명)</td><td>Ⅰ. 물질의 구성
1. 물질의 기본 성분
2. 물질을 구성하는 입자</td><td>수업 환경</td><td colspan="2">마인크래프트가 설치된 컴퓨터실
(혹은 스마트폰·태블릿을 휴대한 교실)</td></tr>
<tr><td colspan="2">학습 목표</td><td colspan="4">• 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 이해하고 실험을 통해 원소의 종류를 구별할 수 있다.
• 원자는 원자핵과 전자로 구성됨을 설명할 수 있다.
• 원자와 분자의 개념을 구별하고, 원소와 분자를 원소 기호로 나타낼 수 있다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">단계</td><td rowspan="2">학습 과정</td><td colspan="3">교 수 - 학 습 활 동</td><td rowspan="2">시간
(누적 시간)</td></tr>
<tr><td>교 사</td><td colspan="2">학 생</td></tr>
<tr><td rowspan="2">도입</td><td>도입</td><td>- 사전에 준비된 마인크래프트 맵을 LAN 서버 혹은 Realm로 생성하거나 관리자로 접속하여 참여 코드를 학생들에게 공개한 뒤 접속 승인을 받는다.</td><td colspan="2">- 교사의 지시에 따라 교사가 개설한 맵에 접속하여 대기한다. 이때 마인크래프트가 익숙하지 않은 학생은 타인에게 방해가 되지 않는 선에서 조작 등을 연습한다.</td><td>8분
(8분)</td></tr>
<tr><td>전시 학습 복습</td><td>- 과학1 ‘물질의 상태 변화’단원을 언급하며 전시학습을 간단히 복습한다.</td><td colspan="2">- 교사의 설명을 들으며 이전에 배운 내용을 되새긴다.</td><td>2분
(10분)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">전개 1
(원소)</td><td>학습 목표</td><td>- 수업이 시작됨을 알리며 본 소단원의 학습목표를 소개한다.</td><td colspan="2">- 교사에 지시에 따라 교과서 14페이지를 펴 학습목표를 이해한다.</td><td>1분
(11분)</td></tr>
<tr><td>개념 도입</td><td>- 우리 주변에 있는 다양한 물질이 무엇으로 이루어져 있을지 묻는다. 이후 많은 과학자들이 물질의 바탕이 되는 기본 성분을 알아내기 위해 노력해 왔음을 설명한다.</td><td colspan="2">- 교사의 질문에 대답하며 우리 주변에 있는 다양한 물질들의 바탕이 되는 기본 성분이 무엇일지 생각한다.</td><td>3분
(14분)</td></tr>
<tr><td>설명</td><td>- 물의 전기 분해 장치를 소개하며 물이 분해되어 수소와 산</td><td colspan="2">- 교사의 설명을 들으며 원소의 개념에 대하여 이해한다. 그</td><td>5분
(19분)</td></tr>
</table>

전개 1 (원소)	설명	소가 생성되며, 이렇게 생성된 수소와 산소는 더 이상 다른 물질로 분해되지 않음을 설명한다. 이처럼 더 이상 분해되지 않으면서 물질을 이루는 기본 성분이 원소임을 설명한다. - 이어서 우리는 원소의 다양한 성질을 일상생활에 이용한다는 것을 설명한 뒤, 그 예시로 교과서 15페이지에 나타난 것과 같이 수소가 우주 왕복선의 연료로 이용된다는 것 등을 예시로 보여준다.	후 교사가 제시하는 원소의 이용 예시를 살펴보며 일상 생활에서 다양한 원소가 이용되고 있음을 이해한다.	5분 (19분)
	게임 학습	- 마인크래프트의 아이템 창을 열어 특정 원소가 어떠한 아이템에 사용되었는지 질문한다. 예를 들어 철 원소는 어떠한 아이템에 포함되어 있을지 질문한다. 금 원소, 탄소 원소 등으로 바꾸어 재질문한다.	- 교사에 질문에 '양동이' 혹은 '가위'와 같이 대답한다. 이어진 질문에도 '금 투구', '석탄'과 같이 대답한다.	5분 (24분)
	정리	- 교과서 15페이지에 나타난 '스스로 확인하기'의 답을 작성하도록 한다. 작성을 완료한 학생에게는 휴식을 부여한다.	- '스스로 확인하기'의 답을 작성하며 소단원에서 학습한 내용을 정리한다.	1분 (25분)
전개 2 (원소의 구별)	학습 목표	- 본 소단원의 학습목표를 소개한다.	- 교사에 지시에 따라 교과서 16페이지를 펴 학습목표를 이해한다.	1분 (26분)
	개념 도입	- 물질을 이루는 각기 다른 원소들을 어떤 방법으로 구별할 수 있을지 질문한다.	- 교사의 질문에 대답하며 원소의 구별 방법에 대하여 생각한다.	3분 (29분)
	영상 시청	- 불꽃 반응 실험을 소개하며 사전에 준비된 실험 영상을 재생한다.	- 불꽃 반응 실험 영상을 시청하며 불꽃색 관찰에 따른 원소의 구별 방법에 대하여 이해한다.	5분 (34분)
	게임 학습	- 마인크래프트에서 학생들의 앞에 놓인 상자의 아이템을 모두 꺼내도록 지시한다. 이어 작업대의 위치에 맞게 아이템을	- 교사의 지시에 따라 첫 번째 상자에 담긴 마그네슘 블록, 막대기, 염화칼슘 용액, 염화칼륨 용액을 꺼낸다. 이어 작업대의	5분 (39분)

전개 2 (원소의 구별)	게임 학습	배치하여 스파클러를 만든 뒤 제작된 스파클러를 우클릭하여 관찰된 불꽃색을 기록하도록 한다.	위치에 맞게 아이템을 배치하여 스파클러 2종을 제작한다. 제작된 스파클러의 불꽃색을 손에 들고 우클릭하여 칼슘 원소와 칼륨 원소의 불꽃색을 기록한다.	5분 (39분)
	설명	- 스펙트럼에 대하여 설명한다. 연속 스펙트럼과 선 스펙트럼의 차이를 강조하며 스펙트럼과 불꽃 반응 실험을 연결짓는다.	- 교사의 설명을 들으며 스펙트럼에 대하여 이해하고, 스펙트럼이 앞서 학습한 원소의 불꽃색과 어떠한 연관성이 있는지 생각한다.	5분 (44분)
	정리	- 교과서 19페이지에 나타난 '스스로 확인하기'의 답을 작성하도록 한다. 작성을 완료한 학생에게는 휴식을 부여한다.	- '스스로 확인하기'의 답을 작성하며 소단원에서 학습한 내용을 정리한다.	1분 (45분)
전개 3 (원자)	학습 목표	- 수업이 시작됨을 알리며 본 소단원의 학습목표를 소개한다.	- 교사에 지시에 따라 교과서 20페이지를 펴 학습목표를 이해한다.	1분 (46분)
	개념 도입	- 교과서 20페이지의 데모크리토스와 아리스토텔레스의 주장이 담긴 만화를 읽게하여 두 사람 중 누구의 생각이 옳을지 학생들에게 질문한다.	- 만화를 읽으며 데모크리토스와 아리스토텔레스의 서로 다른 주장을 이해하고, 누구의 생각이 옳은지에 대하여 자신의 생각을 발표한다.	3분 (49분)
	설명	- 돌턴의 원자설에 대하여 설명한다. 원자는 (+) 전하를 띠는 원자핵과 (-) 전하를 띠는 전자로 이루어져 있음을 설명한 뒤, 원자가 전기적으로 중성이라는 것과 원자의 크기가 매우 작아 모형을 사용하여 나타낸다는 것을 설명한다.	- 교사의 설명을 들으며 원자의 개념에 대하여 이해한다.	5분 (54분)
	게임 학습	- 학생들에게 '원소 구성기'를 클릭하도록 한다. 학생들이 모두 볼 수 있는 화면에서 알맞게 값을 입력하여 산소 원자 모형을 만드는 것을 시연한다. 이어 교과서 23페이지에 나타난 '결과 및 정리' 활동을 하도	- 교사의 시연을 보며 작동 방법을 익힌 뒤 헬륨, 리튬, 탄소, 질소 원자 모형을 직접 만들며 교과서 23페이지의 '결과 및 정리' 활동 문제의 답을 그린다.	5분 (59분)

전개 3 (원자)	게임 학습	록 지시한다.		5분 (59분)
	정리	- 발표를 원하는 학생에게 자신의 정답을 발표하도록 한다.	- 손을 들어 자신이 그린 헬륨, 리튬, 탄소, 질소 원자 모형의 그림을 다른 친구들에게 발표한다.	1분 (60분)
전개 4 (분자)	학습 목표	- 본 소단원의 학습목표를 소개한다.	- 교사에 지시에 따라 교과서 24페이지를 펴 학습목표를 이해한다.	1분 (61분)
	개념 도입	- 교과서 24페이지의 만화를 읽게하여 블록 조각과 블록을 조립하여 만든 자동차는 같다고 할 수 있을지 질문한다.	- 만화를 읽으며 블록 조각과 블록을 조립하여 만든 자동차가 같다고 할 수 있을지에 대하여 자신의 생각을 발표한다.	3분 (64분)
	설명	- 분자에 대하여 설명한다. 분자는 독립된 입자로 존재하여 물질의 성질을 나타내는 가장 작은 입자임을 설명하며 교과서에 제시된 암모니아, 이산화탄소 등의 예시를 소개한다.	- 교사의 설명을 들으며 분자의 개념에 대하여 이해한다.	5분 (69분)
	게임 학습	- 교과서 24페이지의 '해 보기' 활동을 하도록 지시한다. 학생들에게 '화합물 생성기'를 클릭하도록 하여 교사가 물 분자를 생성하는 것을 따라하도록 지시한다. 수소 블록 2개와 산소 블록 1개를 화합물 생성기에 입력하여 물이 생성되는 과정을 학생들과 함께한다. 이후 '해 보기' 활동의 3가지 질문에 답을 작성하도록 한다.	- 교사와 함께 수소 블록 2개와 산소 블록 1개를 이용하여 물을 생성한다. 이를 통해 물 분자를 구성하는 입자의 종류와 개수에 대한 답을 작성한다. 이어 수소 블록 2개와 산소 블록 2개를 입력하여 물이 아닌 다른 물질이 나타남을 확인하고, 수소 원자 2개와 산소 원자 2개로 이루어진 분자는 물과 성질이 같을지 묻는 질문에 답한다.	5분 (74분)
	정리	- 교과서 25페이지에 나타난 '스스로 확인하기'의 답을 작성하도록 한다. 작성을 완료한 학생에게는 휴식을 부여한다.	- '스스로 확인하기'의 답을 작성하며 소단원에서 학습한 내용을 정리한다.	1분 (75분)
전개 5 (원소 기호)	학습 목표	- 본 소단원의 학습목표를 소개한다.	- 교사에 지시에 따라 교과서 26페이지를 펴 학습목표를 이해한다.	1분 (76분)

전개 5 (원소 기호)	개념 도입	- 교과서 25페이지의 설명과 같이 스마트폰의 전화, 문자, 카메라 등의 기능을 글자가 아닌 기호로 표현한다는 것을 통해 기호의 편리성에 대하여 설명한다. 이어 원소 역시 원소 기호로 나타내어 서로 다른 언어를 사용하는 사람들과 정보를 쉽게 교환할 수 있음을 설명한다.	- 교사의 설명을 들으며 일상생활에서 기호를 사용했을 때의 편리성에 대하여 생각한다. 이어 교과서 27페이지에 제시된 여러 가지 원소 기호를 보며 원소 기호의 사용에 대하여 이해한다.	3분 (79분)
	게임 학습	- 학생들이 모두 볼 수 있는 화면에서 마인크래프트의 여러 가지 원소 블록을 배치하여 원소 기호를 확인하도록 한다. 교과서 27페이지에 제시된 여러 가지 원소 기호 중 처음에 나타난 '리튬', '탄소' 블록을 배치하여 블록에 어떠한 기호가 표시되어 있는지 읽어보도록 한다. 이어 학생들에게 '스스로 확인하기'의 답을 작성하도록 한다.	- 교사의 시연을 보며 리튬 블록에 Li, 탄소 블록에 C라는 기호가 입력되어 있음을 확인한다. 이어 '스스로 확인하기'에 답을 작성하기 위하여 칼륨, 구리, 산소, 마그네슘, 나트륨, 질소, 황, 금 블록을 배치하여 블록에 작성된 기호를 확인한 뒤 답을 작성한다.	5분 (84분)
	정리	- 발표를 원하는 학생에게 자신의 정답을 발표하도록 한다.	- 손을 들어 칼륨, 구리, 산소, 마그네슘, 나트륨, 질소, 황, 금의 원소 기호를 발표한다.	1분 (85분)
정리	과제 제시	- 수업 내용에 대한 간단한 형성평가를 과제로 제시하여 학생들에게 제출하도록 한다.	- 제시된 과제를 확인한다.	2분 (87분)
	전시 학습 복습	- 후속 차시에 '원소 기호를 이용한 물질의 표현'을 학습할 것을 예고한다.	- 교사의 차시예고를 들으며 금일 학습한 내용을 복습한다.	1분 (88분)
	수업 종료	- 수업이 종료되었음을 알리고, 주변을 정리한다.	- 주변을 정리하고, 다음 수업을 준비한다.	2분 (90분)

[부록 2] 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 활동지 예시

학습 활동지

과목	과학	교과서	미래엔 과학2 14-19페이지
단원명	I. 물질의 구성 1-1. 원소 1-2. 원소의 구별	내 이름	학번 : 이름 :
학습 목표	• 모든 물질은 원소로 이루어져 있음을 설명할 수 있다. • 불꽃 반응 실험을 통해 원소의 종류를 구별할 수 있다. • 스펙트럼을 분석하여 불꽃색이 비슷한 원소를 구별할 수 있다.		

¶ 마인크래프트에서 아래의 원소로 이루어진 아이템을 찾아봅시다.

원소	아이템
철	
금	
탄소	

¶ 불꽃 반응 실험 영상

- 주소: https://youtu.be/XW0cFrzJBE4

¶ 마인크래프트에서 스파클러를 제작하여 불꽃 반응을 확인해봅시다.

1) 첫 번째 상자에서 포타슘(칼륨, K) 1개, 칼슘(Ca) 1개, 염소(Cl) 3개를 꺼낸다.
2) 화합물 생성기에서 포타슘(칼륨, K) 1개 + 염소(Cl) 1개 ⇒ 염화칼륨 / 칼슘(Ca) 1개 + 염소(Cl) 2개 ⇒ 염화칼슘을 만든다.
3) 두 번째 상자에서 마그네슘(Mg) 2개, 막대 2개를 꺼낸다.
4) 작업대에서 안내에 따라 염화칼륨/염화칼슘 - 마그네슘(Mg) - 막대를 순서대로 배치한다.
5) 제작된 스파클러를 아이템창으로 옮긴다.
6) 스파클러를 장착하고, PC 버전에서는 오른쪽 마우스를 누르고 모바일 버전에서는 꾹 눌러서 불꽃 반응을 확인한다.

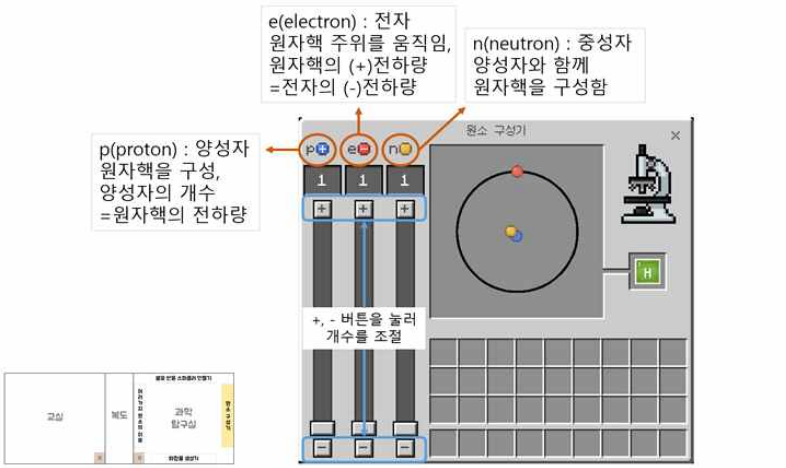
스파클러에 사용된 물질 종류	불꽃 반응색
염화칼륨	
염화칼슘	

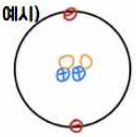
학습 활동지

과목	과학	교과서	미래엔 과학2 20-23페이지
단원명	I. 물질의 구성 2-1. 원자	내 이름	학번 : 이름 :
학습 목표	• 원자는 원자핵과 전자로 구성됨을 설명할 수 있다. • 원자를 모형으로 나타낼 수 있다.		

¶ 원자를 어떻게 나타낼 수 있을까?

- 목표: 마인크래프트를 이용하여 원자를 모형으로 나타내보고, 몇가지 원자 모형의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
- 원소구성기를 사용해 아래의 표를 완성해봅시다.



구분	헬륨(He)	리튬(Li)	탄소(C)	질소(N)
원자핵의 전하량	+2	+3	+6	+7
중성자의 개수	2	3	6	7
전자의 개수				
원자 모형 그리기	예시) 			

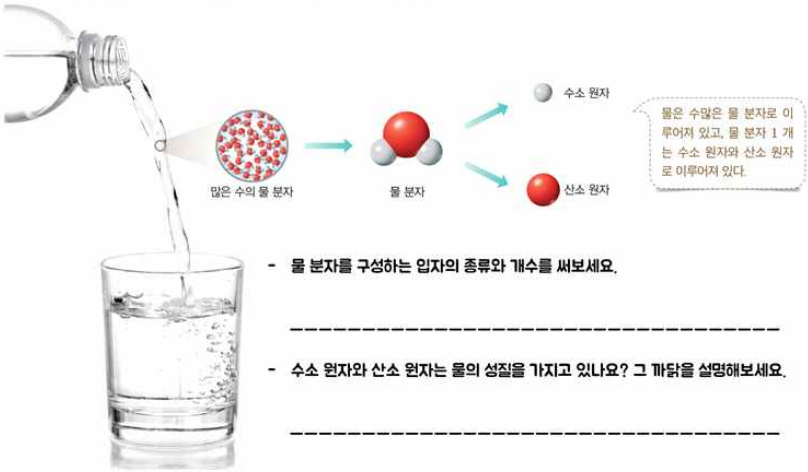
- 위의 원자 모형 그리기 활동을 통해 알게 된 원자의 특징 두 가지를 써보세요.
  1) 원자는 ( )과 ( )로 이루어져 있다.
  2) 원자핵의 (+)전하량과 전자의 (-)전하량이 ( ) 원자는 전기적으로 ( )이다.

학습 활동지

과목	과학	교과서	미래엔 과학2 24-27페이지
단원명	I. 물질의 구성 2-2. 분자 2-3. 원소 기호	내 이름	학번 : 이름 :
학습 목표	• 원자와 분자를 구별하여 설명할 수 있다. • 원소 기호를 사용하여 원소를 표현할 수 있다. • 원소 기호로 원소를 표현할 때의 장점을 말할 수 있다.		

¶ 원자와 분자는 어떻게 다를까?

- 목표: 원자와 분자의 차이점을 설명할 수 있다.
- 그림(미래엔 과학2 24p)은 물을 구성하는 입자를 모형으로 나타낸 것이다.



- 물 분자를 구성하는 입자의 종류와 개수를 써보세요.

_____

- 수소 원자와 산소 원자는 물의 성질을 가지고 있나요? 그 까닭을 설명해보세요.

_____

- 마인크래프트를 이용하여 화합물을 만들어 봅시다.
  1) 상자에서 수소(H) 4개와 산소(O) 3개를 꺼낸다.
  2) 첫 번째 화합물 생성기에서 수소(H) 2개와 산소(O) 1개를 이용해 화합물을 만들고, 이름을 확인한다.
  3) 두 번째 화합물 생성기에서 수소(H) 2개와 산소(O) 2개를 이용해 화합물을 만들고, 이름을 확인한다.

- 마인크래프트를 이용하여 수소 원자 2개와 산소 원자 2개로 이루어진 분자의 이름은 무엇인가요? 이 분자는 물과 성질이 같을까요?

_____

¶ 마인크래프트를 이용하여 원소 기호를 찾아보세요.

- 다음 원소를 원소 기호로 나타내 보자.

(1) 칼륨: (2) 구리: (3) 산소: (4) 마그네슘:

- 다음 원소의 이름을 써 보자.

(1) Na: (2) N: (3) S: (4) Au:

출 판 물

최민지, 장원형, 홍훈기. (2022). 마인크래프트: 에듀케이션 에디션을 활용한 게임 기반 학습 방안-중학교 과학 2 ‘물질의 구성’단원을 예시로. 현장과학교육, 16(2), 300-315.

Abstract

Game-based Learning using Minecraft: Education Edition -'Composition of Substance' Unit as an Example-

Minji Choi

Department of Science Education, Major in Chemistry

The Graduate School

Seoul National University

Game-based learning has been verified for various learning effects such as learning motivation, learning achievement, and self-efficacy, based on the idea that it can immerse learners using the games' characteristics of challenges, goals, rules, and competition. In the case of science education, it can be useful because science experiments are difficult to conduct due to time, space, and economic limitations. But research related to the Korean science curriculum is rare, so research on this is needed. Therefore, in this study, a game-based learning

method was developed for Middle School Science 2 ‘compositions of substances’ using ‘Minecraft’. ‘Minecraft’ has frequently been studied as a teaching-learning method in the field of science education by implementing the game world close to the actual global environment. And ‘Minecraft: Education Edition’ added chemical elements like ‘element constructor’, ‘lab table’, ‘compound creator’, and ‘material reducer’. Among them, ‘element constructor’, ‘compound creator’, and ‘crafting table’ were utilized. A map file, learning plan, and examples of activity papers for developed game-based learning method were provided together. To verify the realistic applicability and expected effect of the developed learning method, preliminary applications and interviews were conducted with 8 middle school students. Through the interviews, students said positive answers about game-based learning, and this game-based learning method is expected to be useful in an online non-face-to-face class environment.

keywords : Game-based learning, Minecraft, Composition of substance
Student Number : 2020-24516