



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](#)

석사학위논문

MBL을 활용한 2015 개정 중학교
과학 ‘생명’영역 실험모듈 개발

제주대학교 교육대학원

생물교육전공

김 정 훈

2020년 8월

MBL을 활용한 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 실험모듈 개발

지도교수 강 경 희

김 정 훈

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

2020년 6월

김정훈의 교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

오 흥 식



위 원

안 근 직



위 원

강 경 희



제주대학교 교육대학원

2020년 6월



Development of the 2015 Revised Middle School
Science 'Life' Area Experimental Module Using
MBL

Jung-Hun Kim
(Supervised by Professor Kyung-Hee Kang)

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

2020. 6.

This thesis has been examined and approved.

Hongshik Oh

Thesis director, Hong-Shik Oh. Prof. Faculty of Science Education

Keon-Jae Ahn

Kyunghee Kang

June 2020

Department of Biology Education
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

<국문초록>

MBL을 활용한 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 실험모듈 개발

김 정 훈

제주대학교 교육대학원 생물교육전공

지도교수 강 경 희

4차 산업혁명이라는 시대적 변화가 교육현장에서도 영향을 미치고 있으며, 교육과정의 변화와 함께 4차 산업을 선도할 수 있는 인재 양성을 위한 다양한 변화들이 시도되고 있다. 2015 개정 교육과정은 이러한 사회의 변화와 함께 과학교육이 변화해야 하는 방향성을 제시하고 있다. 특히, 과학탐구는 정해진 방법과 방향에 따라 진행되는 전통적인 과학탐구 방식에서 벗어나 창의적인 방법으로 다양한 과정과 결과를 도출할 수 있는 과학탐구로의 변화가 필요하다. 또한, 4차 산업혁명과 함께 과학교육의 역할이 중요해진 만큼 이를 반영한 탐구가 요구된다. 4차 산업을 대표하는 인공지능, 로봇, 스마트카, 사물인터넷 등에 공통적으로 요구되는 능력인 센서(SENSOR)의 적용과 활용에 대한 학생들의 역량을 MBL을 활용한 탐구를 통하여 교육할 수 있다. MB 장치는 학생들에게 탐구능력 향상 및 학습의 효율성이 높은 장비임에도 불구하고, 사용의 어려움과 교육과정 적용 방안에 대한 연구가 부족하여 활용에 어려움이 많았다. MBL 장치의 기술 발전과 함께 문제점이 개선되고, 사용에 제약이 낮아진 만큼 효율적인 수업모듈 개발을 통하여 활용 방법에 대한 연구가 진행된다면, MBL을 활용한 탐구가 학교현장에서 활성화 될 수 있을 것이다. 이 연구에서는 기존 MBL 실험의 문제점을 보완하고, 학교현장에 활용할 수 있는 수업모듈을 개발하여 활용 방안을 제시함으로써 4차 산업을 선도할 수 있는 인재 양성을 위한 교육의 한 방법을 제안한다.

목 차

국문초록	i
목 차	ii
표 목차	iv
그림 목차	v
I. 서 론	1
1. 연구의 목적 및 필요성	1
2. 연구 문제	5
II. 이론적 배경	6
1. 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 교육과정	6
2. 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 평가기준	12
3. MBL 실험관련 선행연구 검토	14
4. MBL 장치	16
III. 연구방법	18
1. 연구 절차	18
2. 분석 방법	19
3. 수업모듈설계	20
4. 교수학습 자료 개발	23

IV. 연구결과 및 논의	24
1. 실험실 환경 설계	24
2. 교과서 내용 및 탐구분석	28
3. ING 수업모듈 개발	30
4. 교수학습자료 개발	36
5. 수업지도안 개발	43
V. 결론 및 제언	48
참고문헌	52
Abstract	70
부록 1. 교과서 내용 및 탐구활동 분석 자료	55
부록 2. 2단계 교수학습자료 예시	64
부록 3. 3단계 교수학습자료 예시	67

표 목차

<표 1> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 내용체계	6
<표 2> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 단위별 성취기준	9
<표 3> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 단위별 탐구 활동	10
<표 4> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 단위별 학습 요소	11
<표 5> MBL을 활용할 수 있는 탐구분석	28
<표 6> 1단계 교수학습자료 예시	36
<표 7> 온도센서를 활용한 교수학습자료 2단계 예시	38
<표 8> 온도센서를 활용한 교수학습자료 3단계 예시	40
<표 9> 이산화탄소센서, 산소센서를 활용한 교수학습자료 예시	41
<표 10> 이산화탄소센서, 산소센서를 활용한 교수학습자료 예시	42
<표 11> 1단계 수업지도안 예시	44
<표 12> 2, 3단계 수업지도안 예시	45
<표 13> 4단계 수업지도안 예시	46
<표 14> 5단계 수업지도안 예시	47

그림 목차

<그림 1> 연구절차	18
<그림 2> 실험실 환경 모식도	24
<그림 3> 무선공유기 설치	25
<그림 4> 미라캐스트 어댑터 설치 및 화면 공유	26
<그림 5> 애플리케이션을 이용한 화면 공유	27
<그림 6> MBL 기본 구성품	30
<그림 7> 센서 연결 및 인터페이스 조작	31
<그림 8> 손바닥 온도 측정 탐구	31
<그림 9> 조도센서를 이용한 높이 탐구	32
<그림 10> 광합성에 필요한 물질 탐구	33
<그림 11> 호흡과 광합성의 관계 탐구	34
<그림 12> 호흡에 필요한 물질 탐구	34

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

3차 산업혁명을 추동하는 컴퓨터 기술의 발전은 컴퓨터를 상용화시켰고, 이와 함께 우리의 생활방식과 교육현장에 큰 변화를 불러일으켰다. 1970년대 후반 컴퓨터가 교육 현장에 보급되고 컴퓨터 보조 수업 CAI(Computer Assisted Instruction)을 통하여 과학 실험에 컴퓨터를 활용하려는 시도가 나타났다(Tinker & Stringer, 1978). 이 후, 컴퓨터가 학교에 보급되면서 컴퓨터를 활용한 교육방법들이 연구되었다. 컴퓨터 보조 수업을 시작으로 물리교육에 처음으로 컴퓨터가 활용되었고(김창식 외, 1989), 초음파 센서의 개발을 시작으로 센서를 활용한 교육에 대한 연구가 시작되었다. 우리나라에서는 1990년대에 들어서 인터페이스와 센서를 사용한 컴퓨터 기반 실험이란 이름으로 MBL(Microcomputer Based Laboratory)이 과학수업에 도입되어 이에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 구혜원(1993)은 온도 센서를 열과 태양 에너지 및 대기와 해수 운동에 적용하여 센서를 활용한 과학수업의 발전가능성을 확인하였고, 진영팔(1994)은 MBL실험과 기존의 전통적인 실험방식과의 차이에 대한 학생들의 반응을 연구하여 MBL 실험 수업이 학생들의 호기심을 향상시킨다고 하였다. 거리감지 센서를 활용하여 속력 개념 학습에 대한 연구를 통하여 MBL을 활용한 수업이 긍정적 효과를 나타낸다는 연구도 이루어졌다(김형수 외, 1995).

전통적인 과학 실험 수업은 준비의 어려움과 실험 활동의 시공간적 제약, 실습 기자재의 부족 등으로 학생들의 실험 활동이 수업에서 배운 내용을 확인해 보는 정도에 그친다는 비판이 있어 왔다(Gangoli, 1995). 또한 전통적 과학 실험 수업은 교과서에 제시된 보편적 절차에 따라 순서대로 실험을 수행하여 결과를 확인하는 방식으로 진행하여 학습자의 사고에 대한 충분한 피드백 없이 이루어졌다(최성봉, 2008). 실험활동은 지적 발달과 탐구능력향상, 문제해결 기술을 촉진시키는데 효과적일 수 있으며 관찰과 조작 기술의 발달 및 과학 개

념의 이해를 돕는다고 한다(Hofstein & Lunetta, 1982). 하지만 실제 수업에서는 요리책을 보면서 요리를 따라하듯이 사전에 정해진 과정을 그대로 수행하여 결론을 확인하는 식의 수업 형태를 취하곤 한다고 지적하였다(Tobin & Berger, 1998). 또한 많은 시간이 데이터의 수집 및 정리 등에 사용되어 탐구에 목적에 맞는 결과분석 및 고찰의 시간이 부족하였다.

이러한 과학 실험 수업의 문제점을 해결하기 위한 노력들의 한 방법으로 MBL 수업을 과학실험수업에 활용하기 위한 방법에 대한 연구가 2000년대 들어서 활발히 이루어졌다. MBL의 현장 적용 방안에 관한 연구(전재록, 2004)와 초등 과학교육에서 MBL수업의 효과를 알아보기 위한 연구들(박상용 외, 2006; 유병길, 2006)이 물리, 화학 영역을 중심으로 이루어졌다. MBL 실험수업은 전통적 실험에 비해 데이터 수집에 시간이 적게 소요되기 때문에 많은 현상을 관찰할 수 있고, 자료를 수집에 컴퓨터를 이용하여 신속하게 수행함으로써 수집에 많은 시간이 소요되는 전통적 실험 방식보다 분석 또는 해석, 토론을 할 수 있는 활동을 늘릴 수 있어서 사고 중심의 활동으로 수업을 변화시켜 줄 수 있다(Thornton & Sokoloff, 1990). MBL 실험수업은 수집된 데이터를 도표나 그래프로 변환하여 학습자에게 제시하여 다양한 학습을 유발 할 수 있으며, 측정하고자 하는 물리량을 센서를 이용하여 획득함으로써 측정의 객관성을 확보할 수 있는 장점이 있다.(구혜원, 1993; 박금홍 외, 2005) MBL 수업 후 이해가 높아졌다는 연구(이재희 외, 1997)와 학생들에게 친근한 컴퓨터를 활용한 새로운 실험 방식이 호기심을 유발할 수 있다는 연구결과는 과학에 대한 흥미가 떨어진 학생들에게 호기심을 유발할 수 있는 대안이 MBL 실험 수업이 될 수 있다(박금홍 외, 2007).

교육과정에서도 MBL을 활용한 현장 적용을 장려하고 있다. 2007 개정 과학과 교육과정(교육인적자원부, 2007)에서는 컴퓨터를 활용한 인터넷과 멀티미디어 활용을 권고하고 있으며, 중학교 및 고등학교 과학과 교육과정 해설서에 제시된 소개 글에서 실험 관찰의 과정에서 정보의 검색, 실험 자료의 처리, 실험의 계측 등에 컴퓨터와 정보 통신 네트워크를 적극적으로 활용할 것을 강조하는 것을 언급하며 MBL을 통한 센서의 활용을 안내하고 있다(정은아 외, 2016). 2009 개정 교육과정에서는 탐구와 실험에 대한 교육을 강조하고, MBL

활용에 대한 보다 적극적인 입장을 취하고 있으며 물리실험, 화학실험, 생명과학실험 교과에 컴퓨터를 활용한 실험 장치의 활용을 명시하고 있다(교육과학기술부, 2011).

2015 개정 교육과정에서도 ‘과학’은 “모든 학생이 과학의 개념을 이해하고 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결할 수 있는 과학적 소양을 기르기 위한 교과”라고 정의하며 탐구를 중요시 하고 있다(교육부, 2015). 자연에 대한 흥미와 호기심, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도, 과학적 탐구 능력, 핵심 과학 개념의 이해, 과학과 기술 및 사회의 상호 관계 인식 및 민주 시민으로서의 소양과 함께 과학 학습의 즐거움과 평생학습능력의 향상을 목표로 하면서 2015개정 교육과정에서도 MBL 등, 다양한 탐구방법을 활용한 실험을 권장하고 있다(정은아 외, 2016).

하지만 MBL 수업의 장려와 수업 활용 시 많은 장점에도 불구하고 실제 활용도가 낮다는 연구에서 보듯이 개선이 필요하다(황요한 외, 2012). 아무리 좋은 기자재도 교육 수요자가 활용을 하지 않으면 교육적 효과를 기대할 수 없기 때문이다. 교사들이 MBL 활용이 필요하다 생각은 하지만 새로운 실험장비의 활용에 대한 부담과 시행착오, 한정된 예산에 대한 부담을 느낀다는 연구(박금홍 외, 2007)와 MBL 수업은 영재수업, 과학탐구대회, 전람회 등 소수의 학생들을 위한 과학수업방법에 활용될 수 있지만 일반 현장 수업에는 적용하기 어렵다는 인식(황요한 외, 2012)에서 보듯이 MBL을 활용한 수업의 활성화를 위해 수업에 대한 방향과 방법에 대한 변화가 요구된다.

MBL 연수에 참석한 초·중등교사 및 예비교사의 연수 프로그램에 관한 만족도와 MBL 활용에 관한 인식 조사(황요한 외, 2012)에 따르면 연수 중 상담을 한 현장 교사들은 MBL 수업을 현장 적용하는 것에 어려움을 느끼며, 실험 안내서나 실제 적용하는 방법 등 실질적인 자료를 요구했다. 실제 현장교사들은 학교에 MBL 장치를 가지고 있으나 활용 방법을 모르고 있기 때문에 다양한 연수를 통한 쉬운 사용방법의 교육 또한 필요하다고 했다. MBL 장치 구입에 많은 예산이 필요하기 때문에 보유 수량에 제한이 있어 활용이 어렵다는 연구(서정희 외, 2007)는 MBL 장치의 보급을 위해 예산 문제의 해결도 MBL을 활용한 수업을 활성화하기 위한 중요한 과제라 하겠다.

1990년대 MBL이 학교현장에 보급이 시작된 이후 지금까지 30년의 흐르는 동안 MBL장치와 교육환경은 많은 변화를 이루었다. MBL장치의 호환성과 휴대성 등 활용성이 높아지고, 다양한 센서와의 연결성이 편리해짐에 따라 그동안 교육적 장점에도 불구하고 교육현장에서 실제적으로 활용되지 못했던 MBL 장치들이 개선되면서 문제점으로 지적되었던 사용의 복잡성과 어려움을 해결할 수 있게 되었다. MBL을 활용할 수 있는 실험 안내서나 실제 적용하는 방법에 대한 연구가 보완 된다면 MBL 장치를 활용한 다양한 탐구를 활성화할 수 있다. MBL을 활용한 수업 방법을 연구함으로써 많은 예산을 투입하였음에도 자칫 사양 장비로 취급될 수 있던 MBL 장치의 교육적 활용을 통하여 가치를 재창출할 수 있을 것으로 기대된다.

그러기 위해서는 변화하는 시대와 환경에 맞도록 MBL 실험수업의 방향성과 목적성에도 변화가 필요하다. 현재 컴퓨터와 인터넷의 상용화에 의한 정보화, 디지털화의 3차 산업혁명을 뛰어 넘어 정보통신기술(ICT)의 융합으로 이루어지는 ‘초연결’, ‘초지능’, ‘초융합’ 네트워크 사회인 제 4차 산업혁명이 세계적으로 화두가 되고 있다(이경호, 2020). 미래 사회의 환경 변화에 대응하기 위해 학교교육이 어떻게 변화할 것인가를 예측하고 이에 맞는 변화가 필요하다(조현국, 2017). 과학기술의 혁신은 사회의 변화를 일으켜 왔으며, 사회의 변화는 교육제도 및 방식의 변화를 이끌어 왔듯이 이러한 거대한 변화를 맞아 새로운 교육혁신이 필요하다(안종배, 2017; 정재영, 2017).

시대가 변한 만큼 MBL 실험수업에 대한 인식의 변화가 필요하다. 2017년 POSRI 이슈리포트 ‘4차 산업혁명을 이끄는 센서’(김영훈, 2017)에 의하면 4차 산업혁명을 주도하는 핵심 아이템으로 센서를 선정하고 센서 산업 경쟁력 강화를 위한 교육을 주문하고 있다. MBL 장치는 다양한 센서를 활용하여 실험할 수 있는 교육기자재로써, 활용 가능성이 높은 고기능의 우수한 장비이다. 3차 산업혁명 시대에 도입된 MBL은 데이터의 빠른 수집과 정확한 측정에 목적이 있었다면, 4차 산업혁명 시대에 MBL은 4차 산업혁명을 주도할 수 있는 핵심 아이템인 센서를 학생들이 경험하고 체험하는 수업도구로 활용될 수 있는 장비로써 활용하고자 한다. 기존 컴퓨터를 활용한 정보의 수집과 처리에 목적을 둔 MBL 장치의 단순 활용이 아닌 각종 센서를 경험하고, 이를 융복

합적으로 응용하여 창의적인 아이디어 및 산출물을 생산할 수 있는 MBL 실험수업모듈을 교육현장에 도입함으로써 2015 개정 중학교 ‘과학’ 교육과정의 취지의 맞는 다양한 방법의 탐구 활동을 통하여 학생들의 과학에 대한 호기심과 흥미를 고취시키고 4차 산업을 선도할 수 있는 융복합, 창의 인재 양성을 위한 교육에 활용할 수 있다.

이에 본 연구는 2015 개정 중학교 ‘과학’ 교육과정 내용 체계에 편성되어 있는 ‘생명’영역을 중심으로 MBL을 활용할 수 있는 탐구를 분석하고, MBL 탐구를 쉽고 재미있게 현장 수업 및 탐구활동에 적용할 수 있도록 교육과정 운영 측면에서 성취수준과 평가기준을 바탕으로 교사들이 필요로 하는 실험 안내서 및 실제 적용 가능한 수업모듈을 개발하고자 한다. 이를 활용하여 과학 탐구활동에 학생들의 참여를 높이고 호기심을 유도할 수 있는 MBL 수업의 기초 자료를 제공함으로써 학교현장에 보급되어 있지만 활용성이 떨어졌던 MBL장치의 가치를 재창출하고, MBL을 활용한 탐구의 활성화할 방안을 모색하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구는 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 교과서 분석을 통하여 탐구와 연계된 센서를 선정하고, 이를 활용할 수 있는 MBL 실험수업모듈 제시하여 학교 현장에서 다양한 방식의 탐구활동이 이루어 질 수 있도록 하는데 목적이 있다.

첫째, 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역을 분석하여 MBL 적용 가능한 탐구를 분석한다.

둘째, MBL을 수업에 활용할 수 있도록 수업모듈을 개발한다.

셋째, 수업모듈을 활용할 수 있도록 교수학습자료를 개발한다.

II. 이론적 배경

1. 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 교육과정

1) 내용체계

2015 개정 과학 교육과정의 내용체계를 살펴보면 영역, 핵심개념, 일반화된 지식, 내용요소, 기능으로 구성되어 있다. <표 1>은 과학 교육과정의 전체 내용체계에서 중학교 1~3학년 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’, ‘통합주제’ 5개의 영역 중 ‘생명’영역의 내용체계를 정리한 것이다.

<표 1> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 내용체계

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
			중학교 1~3학년	
생물의 구조와 에너지	생명의 구성 단위	세포는 세포막으로 둘러싸여 있고 세포 소기관을 가진다.	<ul style="list-style-type: none"> 생물의 구성 단계 	<ul style="list-style-type: none"> 문제 인식 탐구 설계와 수행 자료의 수집·분석 및 해석 수학적 사고와 컴퓨터 활용 모형의
	동물의 구조와 기능	소화 기관을 통해 영양소를 흡수하고 배설 기관을 통해 노폐물을 배출한다.	<ul style="list-style-type: none"> 영양소 소화 효소 소화계, 배설계의 구조와 기능 	
		호흡 기관과 순환 기관을 통해 산소와 이산화 탄소를 교환한다.	<ul style="list-style-type: none"> 순환계, 호흡계의 구조와 기능 소화·순환·호흡·배설의 관계 	
	식물의 구조와 기능	뿌리에서 흡수된 물은 줄기를 통해 잎으로 이동한다.	<ul style="list-style-type: none"> 물의 이동과 증산 작용 	
		잎에서 만들어진 양분은 줄기를 통해 식물체의 각 부분으로 이동하고 저장된다.	<ul style="list-style-type: none"> 광합성 산물의 생성, 저장, 사용 과정 	
광합성과 호흡	광합성을 통해 빛에너지가 화학 에너지로 전환된다.	<ul style="list-style-type: none"> 광합성에 필요한 물질 광합성 산물 광합성에 영향을 미치는 요인 		

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소	기능
			중학교 1~3학년	
		호흡을 통해 생명 활동에 필요한 에너지를 얻는다.	<ul style="list-style-type: none"> 식물의 호흡과 광합성의 관계 	<ul style="list-style-type: none"> 개발과 사용 증거에 기초한 토론과 논증 결론 도출 및 평가 의사소통
항상성과 몸의 조절	자극과 반응	감각 기관과 신경계의 작용으로 다양한 자극에 반응한다.	<ul style="list-style-type: none"> 눈, 귀, 코, 혀의 구조와 기능 피부 감각과 감각점 뉴런과 신경계의 구조와 기능 중추 신경계와 말초 신경계 자극에서 반응하기까지의 경로 	
		내분비계와 신경계의 작용으로 항상성을 유지한다.	<ul style="list-style-type: none"> 자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할 	
생명의 연속성	생식	생물은 유성 생식 또는 무성 생식을 통해 종족을 유지한다.	<ul style="list-style-type: none"> 생식 염색체 체세포 분열 생식 세포 형성 과정 	
		다세포 생물은 배우자를 생성하고 수정과 발생 과정을 거쳐 개체를 만든다.	<ul style="list-style-type: none"> 동물의 발생 과정 	
	유전	생물의 형질은 유전 원리에 의해 자손에게 전달된다.	<ul style="list-style-type: none"> 멘델 유전 실험의 의의 멘델 유전 원리 	
		생물의 형질은 유전자에 저장된 정보가 발현되어 나타난다.	<ul style="list-style-type: none"> 사람의 유전 형질 가계도 조사 방법 	
	진화와 다양성	생물은 환경 변화에 적응하여 진화한다.	<ul style="list-style-type: none"> 생물다양성의 중요성 	
		진화를 통해 다양한 생물이 출현한다.	<ul style="list-style-type: none"> 변이 	
다양한 생물은 분류 체계에 따라 분류한다.		<ul style="list-style-type: none"> 생물 분류 목적과 방법 종의 개념과 분류 체계 		

출처 : 교육부(2015)

2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용체계를 바탕으로 중학교 과학 교과서의 '생명' 영역은 크게 1학년 '생물의 다양성', 2학년 '식물과 에너지', '동물과 에너지', 3학년 '자극과 반응', '생식과 유전' 5개의 대단원으로 구성되어 있다.

‘생물의 다양성’ 단원에서는 생물이 환경과 변이에 의해 다양하게 나타나는 것을 이해하고 다양한 생물을 구분하는 분류 체계를 알고 분류 기준에 따라 생물을 분류하도록 하며, 생물다양성의 의미를 이해하고 다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사함으로써 생물 다양성의 중요성과 필요성을 이해하는 단원이다.

‘식물과 에너지’ 단원은 식물이 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 양분을 만들고, 이를 이용하여 에너지를 얻는 방법을 이해함으로써 식물이 에너지를 얻는 과정에 대해 호기심을 갖도록 하고, 양분을 만드는 광합성 장소와 광합성에 필요한 물질과 산물에 대해 학습하고 양분을 통해 에너지를 얻는 호흡 과정을 학습함으로써 광합성과 호흡의 관계를 이해하도록 한다.

‘동물과 에너지’ 단원은 우리 몸의 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계가 유기적으로 작용하여 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 과정을 학습하고 이해함으로써 사람의 대사 과정에 대한 호기심을 갖도록 한다.

‘자극과 반응’ 단원은 우리 몸의 눈, 귀, 코, 혀, 피부 감각기가 서로 다른 자극을 감지할 수 있음을 이해하고, 자극의 감지 및 전달하는 반응에서 신경에 대한 호기심을 가지도록하고, 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해함으로써 감지된 자극이 생물의 신경계에 전달 될 수 있음을 이해하며, 서로 다른 자극이 신경계와 내분비계를 거쳐 반응함으로써 환경의 변화에 우리 몸이 최적의 상태로 유지할 수 있음을 이해하도록 한다.

마지막으로 ‘생식과 유전’ 단원에서는 생물이 세포 분열 과정을 거쳐 성장하고 자손을 번식할 때 어떤 원리에 의해 부모의 형질이 자손에게 전달되는지에 대해 흥미와 호기심을 갖도록 하고, 체세포 분열을 통한 성장과, 생식 세포 분열을 통해 자손을 번식하는 과정을 이해하도록 한다.

2) 성취기준

‘과학’에서는 각각의 단원들은 학생들이 교과를 통해 배워야할 내용과 이를 통해 수업 후 할 수 있기를 기대하는 능력을 결합하여 나타낸 수업 활동의 기준인 성취기준을 제시하고 있다. <표 2>는 각 대단원에 따른 성취기준을 정리한 것이다.

<표 2> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’ 영역 단원별 성취기준

대단원	성취기준
생물의 다양성	<ul style="list-style-type: none"> · 생물의 다양성을 이해하고, 변이의 관점에서 환경과 생물다양성의 관계를 설명할 수 있다. · 생물 종의 개념과 분류 체계를 이해하고 생물을 계 수준에서 분류할 수 있다. · 생물다양성 보전의 필요성을 이해하고, 생물다양성 유지를 위한 활동 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
식물과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 식물이 생명 활동에 필요한 에너지를 얻기 위해 양분을 만드는 광합성 과정을 이해하고, 광합성에 영향을 미치는 요인을 설명할 수 있다. · 광합성에 필요한 물의 이동과 증산 작용의 관계를 이해하고, 잎의 증산 작용을 광합성과 관련지어 설명할 수 있다. · 식물의 호흡을 이해하고, 광합성과의 관계를 설명할 수 있다. · 광합성 산물의 생성, 저장, 사용 과정을 모형으로 표현할 수 있다.
동물과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 생물의 유기적 구성 단계를 설명할 수 있다. · 음식물이 소화되어 영양소가 흡수되는 과정을 소화 효소의 작용과 관련지어 설명할 수 있다. · 순환계의 구조와 기능을 이해하고, 혈액의 순환 경로를 나타낼 수 있다. · 호흡 기관의 구조와 기능을 이해하고, 호흡 운동의 원리를 모형을 사용하여 설명할 수 있다. · 배설 기관의 구조와 기능을 알고, 노폐물이 배설되는 과정을 표현할 수 있다.

	<ul style="list-style-type: none"> · 동물이 세포 호흡을 통해 에너지를 얻는 과정을 소화, 순환, 호흡, 배설과 관련지어 설명할 수 있다.
자극과 반응	<ul style="list-style-type: none"> · 눈, 귀, 코, 혀, 피부 감각기의 구조와 기능을 이해하고 자극의 종류에 따라 감각기를 통해 뇌로 전달되는 과정을 설명할 수 있다. · 뉴런과 신경계의 구조와 기능을 이해하고 자극에 대한 반응 실험을 통해 자극의 종류에 따라 자극에서 반응이 일어나기까지의 과정을 표현할 수 있다. · 우리 몸의 기능 조절에 호르몬이 관여함을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
생식과 유전	<ul style="list-style-type: none"> · 세포 분열을 개체의 성장과 관련지어 설명할 수 있다. · 염색체와 유전자의 관계를 이해하고, 체세포 분열과 생식 세포 형성 과정의 특징을 염색체의 행동을 중심으로 설명할 수 있다. · 수정란으로부터 개체가 발생하는 과정을 모형으로 표현할 수 있다. · 멘델 유전 실험의 의의와 원리를 이해하고, 원리가 적용되는 유전 현상을 조사하여 발표할 수 있다. · 사람의 유전 형질과 유전 연구 방법을 알고, 사람의 유전 현상을 가계도를 이용하여 표현할 수 있다.

출처 : 교육부(2015)

3) 탐구 활동 및 학습요소

‘과학’에서는 다양한 탐구 중심의 학습이 이루어질 수 있도록 대단원 별 탐구활동<표 3>과, 기본 개념의 통합적인 이해 및 성취기준에서 학생들이 배워야 할 학습요소<표4>를 핵심어 통하여 제시하고 있다.

<표 3> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 ‘생명’영역 단위별 탐구 활동

대단원	탐구 활동
생물의 다양성	<ul style="list-style-type: none"> · 생물을 계 수준에서 분류하기 · 생물다양성 보전을 위한 활동 방법 찾아보기
식물과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 광합성이 일어나는 장소와 산물 탐구하기

	<ul style="list-style-type: none"> · 광합성에 영향을 미치는 환경 요인 탐구하기 · 공변세포 관찰하기
동물과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> · 영양소 검출하기 · 소화 작용 실험하기 · 혈액 관찰하기 · 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계에 대한 역할 높이기
자극과 반응	<ul style="list-style-type: none"> · 시각 관련 실험하기 · 자극에 대한 반응 실험하기 · 호르몬 관련 질병 조사하기
생식과 유전	<ul style="list-style-type: none"> · 세포의 표면적과 부피 간의 관계 실험하기 · 체세포 분열 관찰하기 · 가계도 자료 해석하기 · 유전 현상 모의 활동을 하기

출처 : 교육부(2015)

<표 4> 2015 개정 교육과정 중학교 과학 '생명'영역 단원별 학습 요소

대단원	학습 요소
생물의 다양성	생물다양성의 중요성, 변이, 생물 분류 목적과 방법, 종의 개념과 분류 체계
식물과 에너지	광합성에 필요한 물질, 광합성 산물, 광합성에 영향을 미치는 요인, 물의 이동과 증산 작용, 식물의 호흡과 광합성의 관계, 광합성 산물의 생성, 저장, 사용 과정
동물과 에너지	생물의 구성 단계, 영양소, 소화 효소, 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계의 구조와 기능, 소화·순환·호흡·배설의 관계
자극과 반응	눈, 귀, 코, 혀의 구조와 기능, 피부 감각과 감각점, 뉴런과 신경계의 구조와 기능, 중추 신경계와 말초 신경계, 자극에서 반응하기까지의 경로, 자극에 대한 반응에 관여하는 호르몬의 역할
생식과 유전	생식, 염색체, 체세포 분열, 생식 세포 형성 과정, 동물의 발생 과정, 멘델 유전 실험의 의의, 멘델 유전 원리, 사람의 유전 형질, 가계도 조사 방법

출처 : 교육부(2015)

2. 2015 개정 중학교 과학 ‘생명’영역 평가기준

1) 교육과정 성취기준

국가 교육과정에 진술된 성취기준으로 교과를 통해 학생들이 배워야 할 지식과 기능, 수업 후 학생들이 할 수 있어야 할, 또는 할 수 있기를 기대하는 교과의 내용을 적용하고 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미한다. 학생들이 교과를 통해 배워야 할 내용과 이를 통해 수업 후 할 수 있거나 할 수 있기를 기대하는 능력을 결합하여 나타낸 수업 활동의 기준이 된다. 우리나라 교과 교육과정 문서에 제시되어 있는 ‘성취기준’은 모든 학교에 적용하기 위한 일반적인 기준의 성격을 갖는다. 성취기준은 학교 현장에서 수업의 방향을 설정하고 수업 계획 및 전개에 활용된다. 교과 내용 재구성, 교과 간 연계·융합 수업 계획 및 전개에 등 교수·학습 내용의 선정뿐만 아니라 교과서 개발 및 검·인정을 위한 중요한 기준으로도 활용된다. 또한 단위 학교에서는 학생들의 학업성취 정도를 확인하기 위한 기준으로 활용할 수 있다. 학생들이 어느 정도 학습되었는지를 교육과정의 성취기준 달성 정도로 확인할 수 있다(한국 교육과정평가원, 2016).

2) 평가기준

교육과정 성취기준에 도달한 정도를 상/중/하로 나누어 진술한 것으로 평가 활동에서 학생들이 어느 정도 수준에 도달했는지 판단하기 위한 실질적인 기준 역할을 할 수 있도록 각 성취기준에 도달한 정도를 구분하고 각 도달 정도에 속한 학생들이 무엇을 알고 있고, 수행 할 수 있는지를 기술한 것이다. 평가 기준은 단위 학교에서 반드시 그대로 따라야 하는 것이 아니라 예시적 성격을 가지고 있으며, 학교의 상황 및 여건 등을 고려하여 평가기준을 수정·

보완하여 사용할 수 있다. 기본적으로 평가기준은 해당 성취기준에 대한 학생의 도달 정도를 판단하는 데 활용되며, 교수·학습 관련 정보 제공 및 학생 수준을 고려한 수업 설계에 활용된다. 또한 평가 문항 제작 및 채점 기준 설정의 근거로 활용될 수 있다(한국교육과정평가원, 2016).

3) 단위/영역별 성취수준

각 단위 또는 영역에 해당하는 교수·학습이 끝났을 때 학생이 성취하기를 기대하는 지식, 기능, 태도에 도달한 정도를 A/B/C/D/E 또는 A/B/C로 성취 기준들을 포괄하는 전반적인 특성에 도달한 정도를 구분해 진술한 것이다. 이 성취수준은 단위/영역별 교수·학습 계획 수립을 비롯하여 교수·학습 설계 및 개선에 활용되며, 일정 단위 및 영역에 대한 교수·학습이 완료되었을 때, 학생이 성취한 지식, 기능, 태도를 종합적으로 판단하고 평가하는 평가준거로 활용된다. 특정 영역 및 단위내의 평가 기준들을 포괄하여 종합적으로 진술한 성취수준을 참고한다면, 개별 학생 및 학부모에게 구체적이면서도 일관성 있게 평가 결과를 안내함으로써 학생 및 학부모와의 의사소통 등에 도움이 될 수 있다(한국교육과정평가원, 2016).

3. MBL 실험관련 선행연구 검토

1990년대 도입이 시작된 MBL 실험은 2000년대 들어서면서 국내 실정에 맞는 MBL 장치가 도입되면서 과학교육 연구자들이 MBL 활용의 활성화를 위해 활발히 노력(황요한 외, 2012)하였다. 그러나 아직까지 국내에서 MBL 실험은 장치활용에 어려움 및 현장에 맞는 교육자료의 부재로 인해 교육현장에 널리 보급되지 못하고 있으며(이연상, 2009), 2010년대 이후에는 과학교육학계에서도 MBL 실험에 대한 연구가 활발히 일어나지 않고 있다(황요한 외, 2012). MBL 실험의 장·단점을 연구한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

최혁준과 장세중(1990)은 컴퓨터를 활용하여 역학 분야의 실험을 개발하였고 전통적인 실험과 비교하여 MBL 실험에서 더 정확한 실험 결과를 얻을 수 있었으며, 실험 수행 및 결과를 분석하는데 소요되는 시간이 줄었다고 하였다. 이재희와 장세중(1997)은 물체의 운동 상태를 관찰 측정할 수 있는 프로그램을 개발하여 정량적 역할 실험 수업이 충실이 이루어질 가능성을 확인하였다. 김덕곤(2005)은 MBL 실험이 실험자가 보다 편리하고 빠르게 실험을 할 수 있었으며 그 흥미도도 높았다. 구혜원(1993)은 MBL 실험 방식이 수업에 대한 학생의 의견 조사에서 학생들은 긍정적이고 호의적으로 반응한다고 하였다. 이향미(2002)는 전통적인 실험을 수행할 때보다 변인통제가 수월하였고 실험 시간을 절약할 수 있으며, 학생들이 실험을 통해 과학적 지식을 쉽게 얻을 수 있다고 하였다. 외국사례로는 Laws & P. fister(1998)는 MBL을 활용한 움직이는 사람의 운동을 분석하는 실험에 적용한 결과 전통적인 실험과 비교할 때 교육적으로 효과적이라는 결론을 얻었다.

전통적 실험이 실험값의 정확한 측정과 기록, 작성 등 결과처리에 많은 시간을 보내야했다면 MBL 실험은 이 과정을 센서와 컴퓨터가 대신 해주기 때문에 실험자가 보다 편하게 결과 해석에 집중할 수 있도록 도와준다(정은아 외, 2016). 또한 MBL 실험은 학업성취도나 과학개념은 물론, 과학 탐구능력이나 그래프 해석능력, 학습 동기나 과학적 태도와 같은 정의적 측면에서도 긍정적

인 효과가 있다(정은아 외, 2016). MBL 실험이 실험시간을 줄여주는 대신 학생간의 상호작용이 증가 된다(Ryu, Lee & Kang, 2007; Rtu *et al.*, 2008). 실험시간의 단축과 토론중심의 실험수업이 가능하며 빠른 피드백을 통해 인지갈등을 해소할 수 있는 장점을 가진다(Choi *et al.*, 2016).

지금까지 MBL은 영재수업, 과학탐구대회 등 제한된 학생들만 활용할 수 있는 실험으로 일반 현장 수업에는 적용하기 어렵다는 인식이 많다(황요한 외, 2012). MBL의 유용성에 대해 동의하고 기대하지만, 현재 우리나라 중등학교 MBL 장치의 구비실태는 매우 저조하고, 제한된 학생들만 활용할 수 있는 상태라고 지적하였다(서정희 외, 2007). 교사들이 MBL 활용한 새로운 실험에 대한 시행착오에 대한 두려움과 인터페이스 및 센서 등 장비 구입에 필요한 예산 등으로 많은 부담을 느끼고 있다. 특정 실험에 대한 MBL 효과성 연구만 이루어져 있어서 교과과정에서 MBL을 활용할 수 있는 안내서 등 관련 연구가 부족하다. 교사들이 MBL에 대한 긍정적인 인식이나 의지를 가질 수 있도록 MBL 활용에 대한 방안이 필요하다.

4. MBL 장치

Vernier MBL 장치는 학교현장에 일반적으로 많이 보급되어 있으면서, 지속적으로 보완된 제품이 출시되고 있는 개발사의 제품이다. 중·고등학교 전반적인 실험을 할 수 있도록 70여종의 다양한 센서를 보유하고 있으며, 지속적으로 발전된 센서를 출시하고 있다. 정밀한 MBL 센서를 이용하여 물리량을 측정할 수 있다. 컴퓨터에 분석 프로그램인 로거프로3(LoggerPro3)을 설치하여 데이터를 수집, 분석 할 수 있으며 랩케스트2 인터페이스는 컴퓨터 없이 독립적으로 실험을 수행할 수 있도록 간편화 되어있다.

1) 인터페이스

버니어 랩케스트2 인터페이스는 내장된 응용 프로그램과 화면을 통해 센서 데이터를 수집하는데 사용되는 독립형 인터페이스이다. 사용자는 대형 고해상도 터치스크린을 통해 실험데이터를 쉽고 직관적으로 수집, 분석 및 공유 할 수 있다. 무선 연결을 이용해 협업 실험과 맞춤형 학습도 가능하도록 발전되고 있다. 또한 로거프로3 분석 프로그램을 사용하거나 Graphical Analysis4 앱을 사용하여 휴대기기에 무선으로 데이터 스트리밍이 가능하여 실험을 하는 구성원들이 모바일 장치를 이용하여 실험 결과를 공동으로 수집, 분석이 가능하다.

주요 특징으로는 터치스크린이 있는 독립형 인터페이스로 Window 및 macOS 컴퓨터와 호환 가능하며, 버니어 MBL의 모든 센서와 호환 가능하다. IOS, 안드로이드 및 크롬기반 기기를 사용하여 무선으로 센서 데이터 수집, 공유가 가능하고 대형 고해상도 화면과 충전식 고용량 배터리가 탑재되어 무선으로 이동이 자유로우며 WIFI 및 블루투스를 통한 무선 연결이 가능하며 초당 100,000번의 빠른 속도로 데이터를 수집할 수 있다.

2) 프로그램 (한글 로거프로3 데이터분석 프로그램)

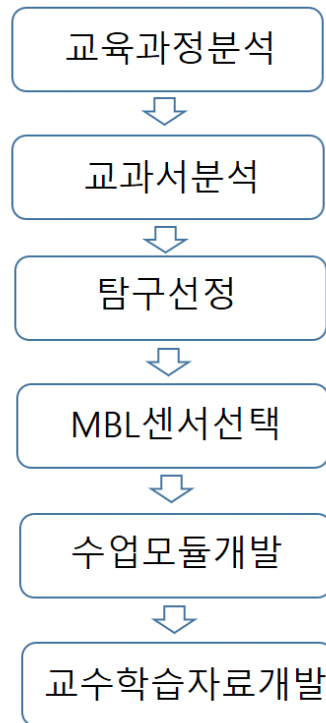
버니어 MBL의 데이터 수집 및 분석 프로그램으로 본 프로그램 하나만으로 모든 기능을 사용할 수 있다. 70여 종의 센서에서 수집한 데이터를 분석, 저장, 그래프화가 가능하며 디지털 카메라, 웹 카메라를 이용한 동영상 분석도 가능하다. 다양한 호환성과 실험 데이터를 워드, 엑셀에 삽입해서 리포트나 논문으로 제출 가능하게 쉬운 편집을 제공하며 미적분, 추세선, 평균, 중간값, 최대/최소값 등 수학적 개념 학습이 가능하다. GPS에서 수집한 자료와 구글어스를 이용한 데이터 분석도 가능한 프로그램이다.

3) 센서

뛰어난 수행능력을 지며 견고하고 상용이 쉬운 설계로 되어 있다. 간단한 연결로 수집이 가능하고 데이터 분석 프로그램 실행시 연결된 센서를 자동 감지한다. 한번의 클릭으로 데이터 수집이 가능하다. 여러 개의 센서를 동시에 측정하여 각자의 수치와 그래프를 바로 확인 가능하며 70여 종의 유·무선 센서가 있다.

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구 절차



<그림 1> 연구절차

연구 절차는 <그림 1>과 같다. 먼저 2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용체계 중에서 ‘생명’영역의 교육과정을 분석하고, 이를 바탕으로 실제 중학교 과학 교과서 3종을 구성하는 내용 및 탐구를 분석하였다. 교과서 내용 및 탐구 중에서 MBL을 활용하여 탐구를 수행할 수 있는 실험 주제 및 내용을 추출하고, 이를 수행할 수 있는 MBL 센서를 선정하였다. MBL을 활용하여 탐구를 수행할 때 얻게 되는 장점을 활용하고, 그동안 MBL 실험에 대한 문제점을 보완하면서 MBL을 수업에 활용할 수 있는 수업모듈을 개발하였다. 또한 이러한 수업모듈에 활용 가능한 교수학습자료를 개발함으로써 학교현장에서 수업모듈의 활용가능성을 높이고자 하였다.

2. 분석 방법

1) 교과서 탐구 분석

2015 개정 교육과정 중학교 과학 내용영역 중 ‘생명’영역의 내용 및 실제 교과서에 수록된 탐구를 분석하여 MBL 활용이 적합한 탐구를 선정하고, 활용 가능한 MBL 센서를 조사하였다. MBL에 활용할 수 있는 약 72종의 센서가 개발되어 있지만 실제로 학교현장에는 구비될 수 있는 센서는 관련 예산의 문제로 한정되어 있으므로, 학교 현장에 구비될 수 있는 센서들 중에서 이를 활용할 수 있는 교과서 내용 및 탐구를 바탕으로 분석하였다.

2) 탐구 분석 및 센서의 선정

교과서의 탐구 및 내용 영역 중에서 MBL 센서와 연관되어 있는 맥락을 출판사 측면에서 분석틀을 개발하여 분석하였다. 이 연구에서 사용한 분석틀 <표 5>은 과학교육학박사 1인과 과학교육 전공 대학원생 1명이 MBL관련 선행연구와 교과서 관련 선행연구 내용을 토대로 초안을 개발하였고, 교과서 일부 내용을 분석 하면서 수정·보완 하였다.

<표 5> 교과서 탐구 분석틀

분석항목		세부내용
교육과정		2015 개정교육과정
교과서(학년)		중학교1, 중학교 2학년, 중학교 3학년 ‘과학’
MBL센서와 연관되어 있는 맥락		교과서 탐구 및 내용
‘생명’ 영역 단원별	생물의 다양성	다양한 생물, 생물 분류, 분류 체계, 생물다양성 보전, 환경과 생물 다양성
	식물과 에너지	광합성에 필요한 물질, 광합성 조건, 증산작용, 호흡, 세포호흡, 물의 이동, 양분의 이동

탐구 및 내용	동물과 에너지	생물의 구성, 영양소, 소화, 흡수, 순환, 심장과 혈관, 혈액, 호흡, 기체교환, 배설, 노폐물의 이동, 소화계·순환계·호흡계·배설계의 상호작용
	자극과 반응	시각, 청각, 피부감각, 미각, 후각, 신경계, 반응경로, 호르몬, 신경계·호르몬 상호작용
	생식과 유전	체세포분열, 염색체와 유전자, 감수분열, 발생과정, 멘델의 유전원리, 가계도 분석, 유전현상
실험에 사용 가능한 센서		스테인레스온도센서, 이산화탄소센서, 산소센서, 기체압력센서, 조도센서, 용존산소센서, 혈압센서
출판사	3개 출판사별 분석	

<부록 1>에 제시된 바와 같이 교과서 3종의 내용 및 탐구를 분석하여, 관련 센서들은 선정하였다. MBL이 보급되어 있는 주변 학교의 도움을 받아 필요한 센서를 구비하였다.

3. 수업모듈 설계

실험모듈은 학생들의 활동과 직접경험을 중요시 하는 의미로 각 단계를 동시형으로 표현하였고, 명칭을 ING수업 모듈이라 명명하였다.

실험 모듈은 기본 5단계 순서로 설계하였으며, 각 단계별 설명은 다음과 같다.

- 1단계 : 설명하기 (explaining)
- 2단계 : 해보기 (doing)
- 3단계 : 놀이하기 (playing)
- 4단계 : 복합탐구 수행 (combining)
- 5단계 : 창의적 발명 아이디어 산출 (creating)

1) 1단계 : MBL 소개 및 사용법 설명 (explaining)

MBL 장치를 처음 접하는 중학교 학생들에게 MBL 구성 요소를 소개하고 사용방법을 설명하는 단계이다. 학생들은 인터페이스의 활용법을 숙지하고, 직접 조작해 본다. 그리고 각 종 센서의 종류와 사용법을 확인하고 인터페이스와 센서를 연결하는 방법을 익힌다.

예시) 인터페이스, 센서의 사용법 설명

2) 2단계 : 해보기를 통한 기초 센서 교육 (doing)

MBL 인터페이스에 센서를 선택한 후 사용방법에 맞게 연결하여 데이터를 수집해 본다. 탐구를 위한 정확한 측정의 목적이 아닌, 각 종 센서들이 자료를 수집하여 인터페이스를 통하여 화면에 그래프 또는 데이터로 변환되는 과정을 확인하면서 MBL 장치에 대한 흥미와 호기심을 향상시키는 단계이다.

예시) 온도센서를 연결하고, 손으로 움켜쥐고, 펼치기를 반복하면서 온도변화를 관찰한다. 찬물(얼음물), 상온수(수돗물), 더운물(끓인물)을 준비하여 온도센서를 상온수→찬물→상온수→더운물→상온수 순서로 담귀보면서 온도면화를 관찰한다.

3) 단계 : 놀이를 통한 기초 센서 활용 (playing)

탐구 목적에 맞는 센서를 선택하고, 선택한 센서를 활용하여 놀이 또는 게임을 함으로써 MBL 장치에 대한 두려움을 극복하고, MBL을 활용한 탐구에 대한 자신감을 가질 수 있도록 경험을 제공하는 단계이다. 센놀이를 통하여 탐구에 대한 흥미를 높이고, 학생들의 자발적 참여를 통하여 적극적으로 탐구를

수행할 수 있도록 한다.

예시) 다양한 방법을 이용하여 그래프의 모양을 포물선 또는 알파벳 N 모양으로 만들어 보자.

4) 4단계 : 기초센서를 융합하여 복합탐구 적용 (combining)

1, 2, 3단계를 통하여 인터페이스와 센서 사용에 대한 자신감을 획득하고 활용법을 익혔기 때문에 4단계에서는 센서를 이용하여 탐구를 수행한다. 한 가지 또는 두 가지 이상의 센서를 활용하는 실험을 수행할 수 있는 단계로 활용하여 창의적 실험 및 교과서 실험을 MBL을 통하여 수행한다.

예시) 온도센서를 활용한 교과서 탐구를 수행한다.

5) 5단계 : 센서들을 활용한 창의적 발명 아이디어 산출 (creating)

MBL을 통하여 얻은 센서의 경험을 바탕으로 센서를 활용한 미래의 제출에 대한 발명아이디어를 생각하고 작성해보는 단계로 학생들에게 발산적 사고를 통한 창의성을 증진시킬 수 있는 단계이다.

예시) 1. 기초 센서를 활용한 기존 발명품

예) 디지털 온도계(온도센서), 음주측정기(가스센서) 등

2. 복합 센서를 활용한 기존 발명품

예) 공기청정기(가스센서, 온도센서, 습도센서)

3. 새로운 발명 아이디어 구상 및 표현하기

예) 화장실 냄새 감지하는 인공지능 환풍기

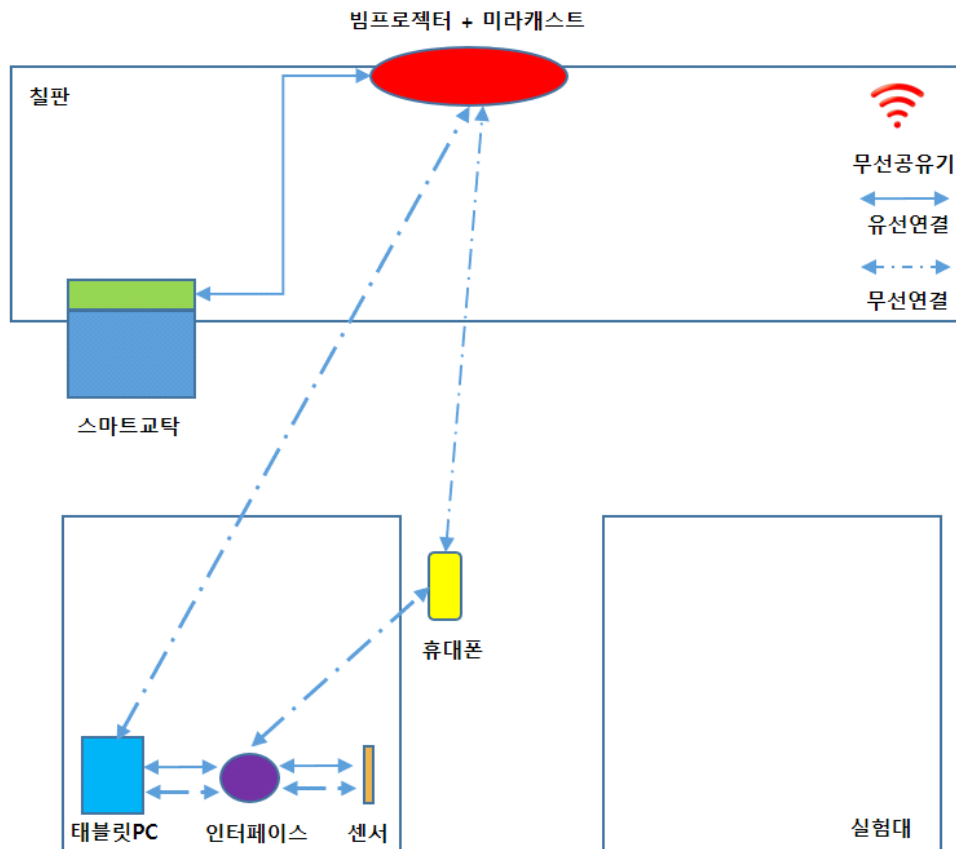
4. 교수학습자료 개발

2015 개정 중학교 ‘과학’ 교육과정 ‘생명’영역의 내용체계 안에서 교과서 3종의 탐구 및 내용을 바탕으로 MBL 장치를 활용할 수 있는 탐구를 분석하였다. 사용 가능한 빈도가 높은 MBL 실험 센서를 활용한 교수학습자료를 교육과정 성취수준 및 평가기준을 반영하여 MBL 실험을 학교 현장에서 활용할 수 있도록 교수학습자료를 개발하였다.

IV. 연구결과 및 논의

1. 실험실 환경 설계

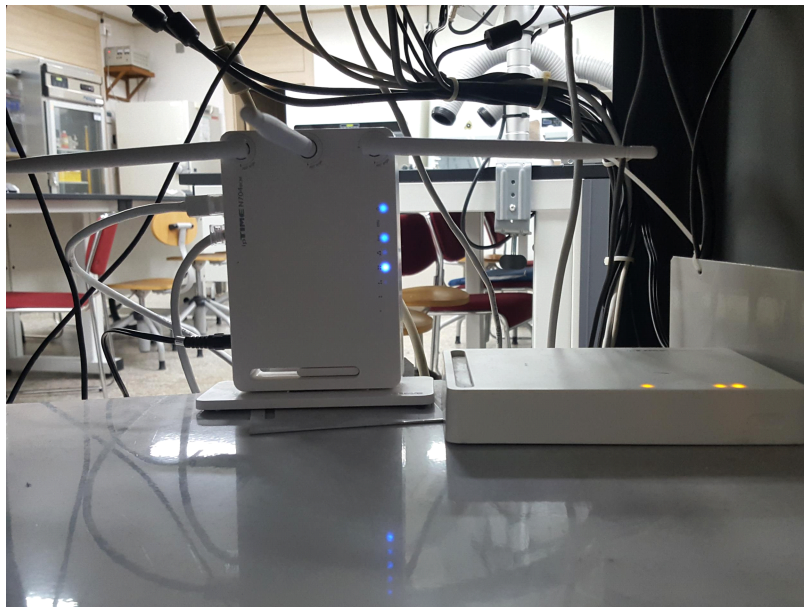
실험실 환경이 점차 현대화 되고 최신장비가 도입되면서 환경의 개선 이루어지고 있지만, 구축에 많은 예산이 필요하기 때문에 기존 학교 실험실에 구비되어 있는 시설을 보완하여 MBL 실험을 효과적으로 할 수 있도록 실험실 환경을 개선하였다. 학교 실험실에 기본으로 설치되어 있는 컴퓨터, 빔프로젝터와 태블릿PC, 무선공유기, 미라캐스트를 준비하여 <그림 2>와 같이 교실 환경을 개선하였다.



<그림 2> 실험실 환경 모식도

1) 무선인터넷망(WIFI) 설치

기존 실험실에 <그림 3>과 같이 무선 공유기를 활용하여 무선 인터넷 환경을 만들어 MBL 장비의 연결성과 활용성을 높였다.

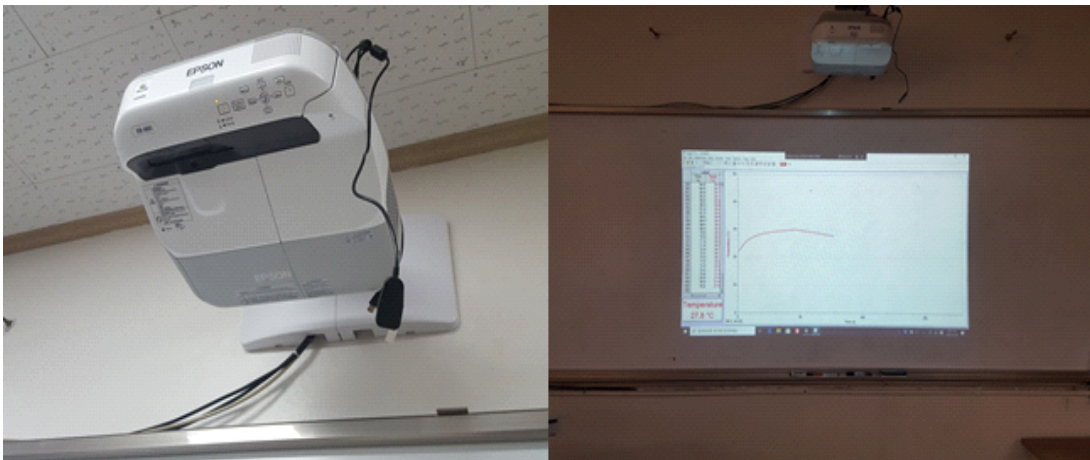


<그림 3> 무선공유기 설치

실험에 사용된 랩퀘스트2 인터페이스는 WIFI를 통한 연결을 지원하기 때문에 무선 인터넷 환경이 구축이 되면 WIFI를 통하여 인터페이스와 센서, 인터페이스와 휴대폰, 인터페이스와 태블릿PC와 무선으로 연결할 수 있어서, 화면 공유의 기능이 강화되어 한 화면을 여러 사람이 보는 것이 아니라, 한 화면을 여러 대의 태블릿PC 또는 휴대폰을 통하여 공유가 가능하기 때문에 탐구수행을 편리하게 할 수 있다.

2) 미라캐스트(Miracast) 기능 설치를 이용한 화면 공유

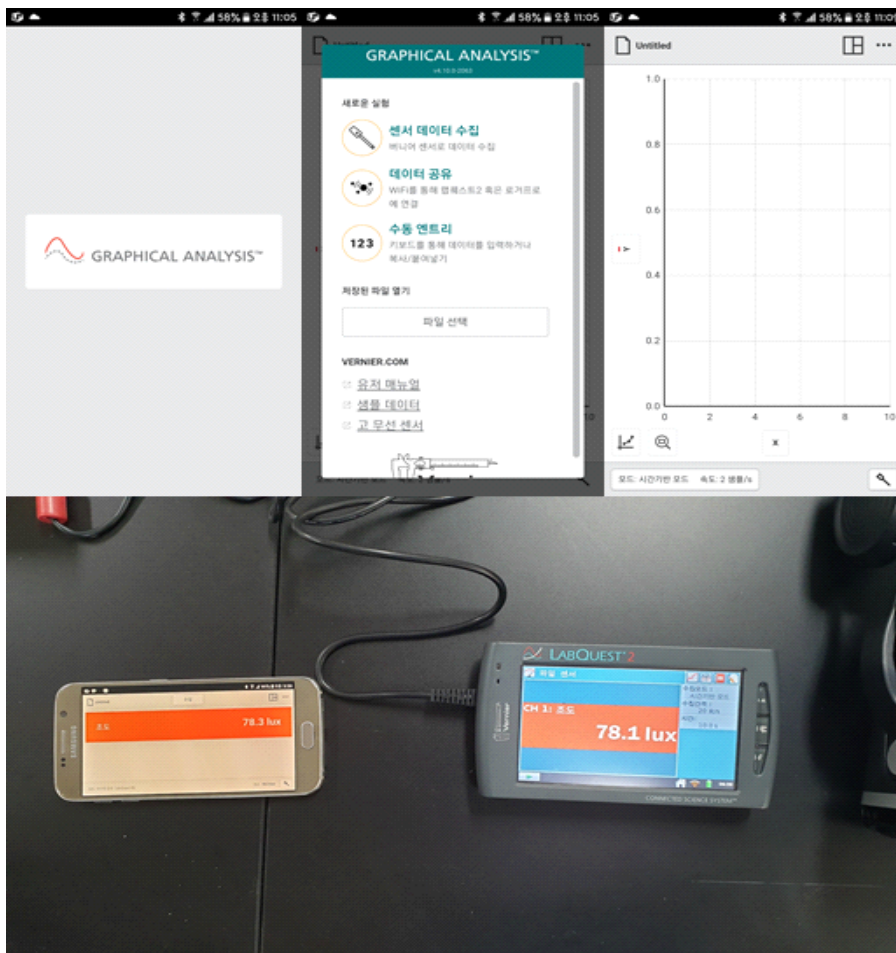
미라캐스트는 기능은 WIFI를 통해 같은 화면과 음성을 무선으로 공유할 수 있는 기술로 태블릿PC와 휴대폰의 작은 화면을 TV 또는 빔프로젝터를 통해 큰 화면으로 공유할 수 있다. 단점으로는 태블릿PC와 휴대폰 그리고 TV 또는 빔프로젝터에서 미라캐스트 기능을 지원해야 활용할 수 있다. 학교현장에서는 빔프로젝터 또는 대형 TV이는 대부분 미라캐스트 기능 지원이 어려운 환경이기 때문에 <그림 4>와 같이 어댑터 설치를 통하여 미라캐스트 기능을 지원함으로써 휴대폰 또는 태블릿PC의 작은 화면을 대형 TV 또는 빔프로젝터를 통해 큰 화면에 공유함으로써 MBL 탐구 수행 과정을 많은 학생들이 공유할 수 있도록 하였다.



<그림 4> 미라캐스트 어댑터 설치 및 화면 공유

3) 애플리케이션(application) 설치를 이용한 화면 공유

버니어 MBL의 인터페이스 랩퀘스트2는 <그림 5>와 같이 WIFI를 통하여 휴대폰 애플리케이션과 연동하여 자료수집 화면을 공유할 수 있기 때문에 인터페이스의 화면을 휴대폰으로 관찰할 수 있다. 실험 탐구 수행과정을 휴대폰을 통하여 관찰함으로써 탐구의 편리성을 증진시켰다.



<그림 5> 애플리케이션을 이용한 화면 공유

2. 교과서 내용 및 탐구분서

2015 개정 교육과정 중학교 ‘과학’ 내용체계 ‘생명’영역 중에서 MBL을 활용할 수 있는 탐구를 선정하기 위하여 교과서 3종의 1, 2, 3학년 교과서 내용 및 탐구를 분석하였다. 분석 결과는 <표 5>에 제시하였고, 세부 분석 내용은 <부록 1>에 첨부하였다.

<표 5> MBL을 활용할 수 있는 탐구분석

대단원	중단원	센서
생물의 다양성	1. 생물 다양성과 분류	
	2. 생물 다양성 보전	
식물과 에너지	1. 광합성과 에너지	온도센서, 조도센서, CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 기체압력센서
	2. 식물의 호흡과 에너지	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 용존산소센서
동물과 에너지	1. 소화	온도센서
	2. 순환	혈압센서
	3. 호흡과 배설	CO ₂ 센서, O ₂ 센서
	4. 세포 호흡과 에너지	
자극과 반응	1. 감각 기관	조도센서
	2. 신경계와 호르몬	
생식과 유전	1. 생식과 발생	온도센서
	2. 유전	

중학교 1학년 ‘생명의 다양성’ 단원에서는 교과서 3종 모두에서 MBL을 활용할 수 있는 내용 및 탐구가 없었다. 2학년 ‘식물과 에너지’ 대단원 내용영역 중 ‘1. 광합성과 에너지’ 내용영역에서 광합성에 필요한 물질 및 광합성 산물, 광합성에 영향을 미치는 환경 요인 분석 탐구를 위하여 CO₂센서, O₂센서, 조도센서를 활용한 MBL 실험이 가능하게 분석되었고, 증산작용의 탐구를 위하여 기체압력센서가 사용가능하였다. ‘2. 식물의 호흡과 에너지’ 내용영역에서는 호흡과 광합성의 관계 탐구를 위하여 CO₂센서, O₂센서, 용존산소센서를 활용한 MBL 실험이 가능하였다. 2학년 ‘동물과 에너지’ 대단원 내용영역 중 ‘1. 소화’ 내용영역에서 침의 소화 작용 탐구에 온도센서가 활용 가능하였고, ‘2.

순환' 내용영역에서 혈압센서와 '3. 호흡과 배설' 내용영역, 기체를 교환하는 호흡계 탐구에서 CO₂센서, O₂센서가 활용가능하게 분석되었다. 3학년 '자극과 반응' 대단원 내용영역 중 '1. 감각 기관' 내용영역에서 물체를 보는 과정 및 주변 밝기에 따른 눈의 변화 탐구에서 조도센서가 활용 가능하였으며, '생식과 유전' 대단원에서는 '1. 생식과 발생' 내용영역의 체세포 분열 관찰하기 탐구에서 온도측정을 위해 온도센서가 활용 가능하였다. 중학교 과학 '생명' 내용체계에서는 주로 온도센서, O₂센서, CO₂센서, 조도센서를 활용할 수 있는 탐구 및 내용이 자주 제시되는 만큼 이들을 활용한 교수학습자료를 개발하였다.

3. ING 수업모듈

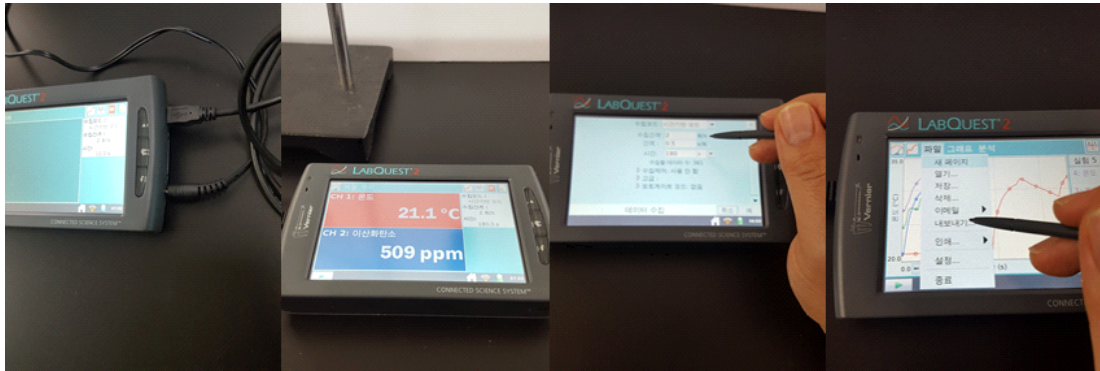
ING 수업모듈은 학생들의 경험과 적극적 참여를 이끌어 내기 위한 활동형 수업모듈로 학생들의 MBL 탐구에 대한 거부감을 없애고, 흥미를 높이기 위하여 개발하였다. MBL 실험장비는 가격이 비싸고, 예민한 실험장비로 인식되어 있어 처음 접하는 경우 장비에 대한 부담으로 인해 적극적으로 탐구에 참여하기가 어렵다. 이러한 부담을 없애기 위해서는 적극적으로 장비를 체험하고 조작할 수 있도록 모듈을 구성하였다. ING 수업모듈은 중학생 수준에서 쉽고 재미있는 탐구를 수행하게 함으로써 학생들이 MBL에 대한 거부감을 극복하고 적극적으로 활용하는데 초점 두었다. 이러한 학생들의 활동을 강조하기 위하여 각 단계별 동사형 명칭을 붙여 ING 수업모듈이라고 명명하였다.

1단계 설명하기(explaining) 단계는 MBL 장치의 사용을 위한 사전 준비 단계로 구성품 및 사용방법에 대한 기초 지식을 학습하는 단계이다. 교사가 제시한 사용설명서 및 안내서를 바탕으로 MBL 장비에 대하여 이해하고 대면한다. < 그림 6 > 은 MBL의 기본 구성으로 왼쪽부터 센서, 인터페이스, 분석프로그램을 나타낸 것이다. 이 단계에서는 기본 구성품의 사용법을 익힌다.



<그림 6> MBL 기본 구성품

2단계 해보기(doing) 단계는 MBL 장치의 인터페이스와 각 종 센서를 직접 연결하여 경험해보는 단계로 인터페이스에 센서를 연결해보고, 인터페이스 환경을 조작해 보면서 기능을 익히는 상황을 <그림 7>에 제시하였다.



<그림 7> 센서 연결 및 인터페이스 조작

이 단계에서는 학생들에게 MBL 장치에 대한 두려움을 없애고 적극적으로 참여할 수 있도록 교사가 제시한 단순한 자료를 수집하는 쉬운 탐구를 직접 해보면서 조작법을 익힌다. <그림 8>은 온도센서를 이용한 손바닥 온도 측정 탐구를 수행하는 과정을 나타낸 것이다.



<그림 8> 손바닥 온도 측정 탐구

가장 단순한 탐구를 제시하여 학생들이 쉽게 수행함으로써 성공경험을 얻게 하여 MBL 장비 활용에 대한 자신감을 가질 수 있도록 한다.

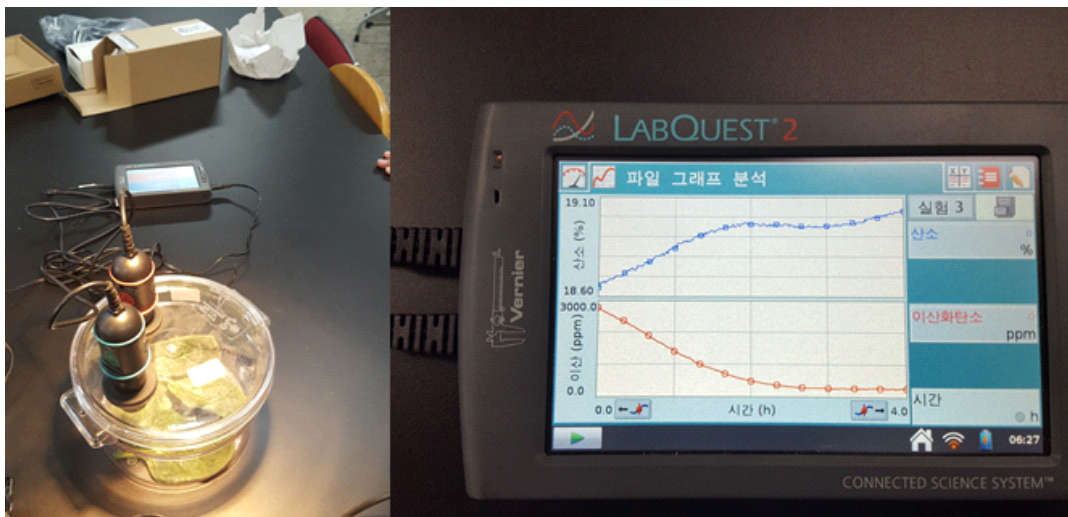
3단계 놀이하기(playing) 단계는 2단계에서 경험해본 MBL 장치를 게임이나 놀이를 통한 탐구를 수행하면서 보다 적극적으로 장비에 대한 두려움을 극복하고, 장비 조작에 대한 자신감을 가질 수 있는 단계이다. <그림 9>는 조도센서를 활용하여 놀이를 통한 탐구를 수행하는 과정으로 VR 장비와 휴대폰 애플리케이션을 활용하여 빛을 찾아가는 미션을 수행하였다.



<그림 9> 조도센서를 이용한 놀이 탐구

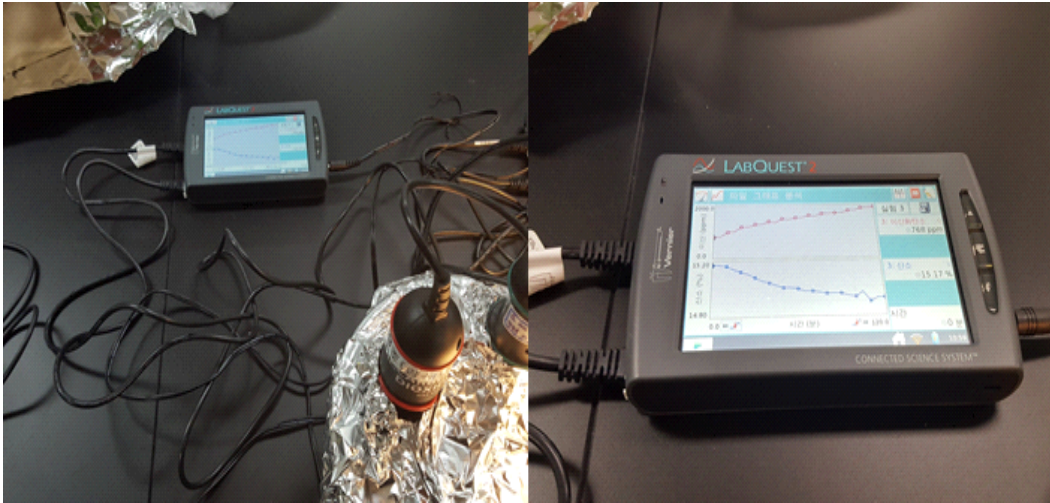
이 단계에서는 MBL을 활용한 탐구에 대하여 흥미와 호기심을 향상시켜 두려움을 극복하고 긍정적인 인식을 심어 탐구에 적극적으로 참여할 수 있도록 한다. 교사는 MBL 센서를 활용한 흥미있는 교수학습자료를 제시하여 학생들이 적극적으로 수행할 수 있도록 안내한다.

4단계 복합탐구수행하기(combining) MBL 장비 활용에 대한 자신감을 바탕으로 교과서 내용 및 탐구를 수행하는 단계로 한 종류 또는 두 종류 이상의 센서를 복합적으로 활용하여 탐구를 수행한다. <그림 10>은 중학교 과학 ‘생명’영역 식물과 에너지 단원의 ‘광합성에 필요한 물질 알아보기’ 탐구를 MBL을 활용하여 탐구를 수행한 것이다.



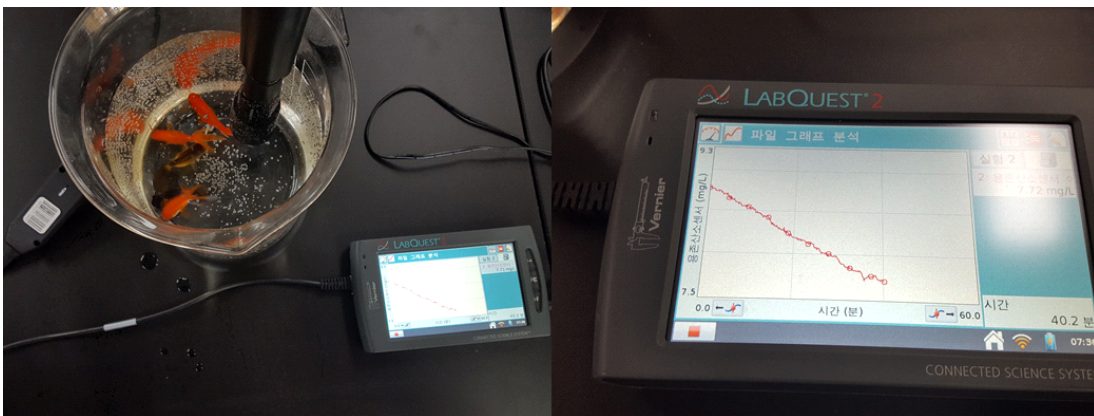
<그림 10> 광합성에 필요한 물질 탐구

<그림 11> 은 식물의 호흡과 에너지 단원에서 ‘호흡과 광합성의 관계 표현하기’ 탐구를 수행한 것이다.



<그림 11> 호흡과 광합성의 관계 탐구

<그림 12> 는 용존산소센서를 활용하여 ‘호흡에 필요한 물질’ 탐구를 수행한 것이다.



<그림 12> 호흡에 필요한 물질 탐구

이 단계에서는 1, 2, 3단계를 탐구를 수행하면서 MBL 장치의 활용법을 습득한 학생들이 자신감을 가지고 교과서 탐구 및 복합탐구에 MBL을 적용할 수 있는 단계이다.

5단계는 창의적 발명 아이디어 산출(creating) 단계로 탐구를 수행한 센서를 활용한 제품에 대하여 조사하고, 이 센서를 활용하여 개발할 수 있는 제품에 대한 아이디어를 작성하는 단계로 학생들에게 발산적이고 창의적인 사고를 할 수 있도록 한다.

4. 교수학습자료

1) 1단계 교수학습자료

센서의 종류에 따라 공통으로 활용할 수 있는 1단계 교수학습자료를 <표 6>과 같이 개발하여 제시하였다.

<표 6> 1단계 교수학습자료 예시

<p>주제 : MBL 이란 무엇일까요?</p>
<p>목표 1. MBL의 의미와 역사에 대하여 설명할 수 있다. 2. MBL 구성품의 종류를 확인하고, 사용 방법을 익힌다.</p>
<p>실험 준비물 : 센서, 인터페이스, 컴퓨터(프로그램 설치), 제품 사용설명서 등</p>
<p>실험 과정 1. MBL 이란 무엇일까요? MBL의 의미와 역사에 대하여 조사해 보자. : OECD 선진국을 중심으로 보았을 때 MBL(Microcomputer Based Laboratory, 이하 MBL) 시스템을 활용하고 연구, 개발하는 나라는 미국, 영국, 호주, 일본, 이스라엘, 싱가포르 등을 들 수 있다. 각 나라에서 사용하는 센서와 프로그램 및 교수 학습 자료는 그 나라의 과학교육 과정 특성에 따라 다소 차이를 보이고 있다. 미국의 경우 30여년이 넘는 MBL의 역사를 가지고 있으며 다양하고 풍부한 센서와 교육 자료가 있다. 또한 MBL 활용을 위한 전략과 교육 안내를 전문적으로 다루고 있는데 STS교육과정과 과학 대중화 정책 등에 힘입어 인문계 일반학교에서도 보편적으로 사용하고 있다. 우리나라의 경우는 1990년대 초반부터 다양한</p>

MBL 연구와 교육활동이 여러 전문가들을 통해 이루어져 왔으나, 학교현장에서의 본격적인 연구와 보급은 2003년 들어서 시작된 정부의 과학교육 활성화 정책 부터라고 할 수 있다. 오늘날 MBL은 컴퓨터 모니터, 노트북과 같은 디스플레이를 의사소통 수단으로 사용하고 있으며, 다양한 개인용 연결형 기기(휴대폰)와 결합되어 사용되고 있다.

2. MBL은 어떻게 구성되나요?

(1) 센서 (Sense)

: 실험활동에서 발생하는 데이터를 전기적 신호(아날로그)로 바꾸어 인터페이스로 전달하는 장치이다. 실험 방법에 따라 다양한 센서가 존재하고 각각의 실험에 쓰이는 센서 또한 종류 또한 다양하다. 현재 가장 정확하고 다양한 센서를 보유한 버니어MBL은 60여가지 센서를 보유하고 있으며 다양한 콘텐츠에 맞게 현재도 계속 개발되고 있다. 또한 사용자 편의에 맞게 WIFI를 이용한 무선 연결을 지원하는 등, 꾸준하게 디자인 및 성능도 개선되고 있다.

(2) 인터페이스 (Interface)

: 센서에서 발생하는 전기적 신호(아날로그)를 디지털 신호로 바꾸어서 컴퓨터로 보내는 역할을 하는 컴퓨터와 센서의 매개체이다. 많은 종류의 인터페이스가 개발되면서 컴퓨터 없이 터치스크린형 LCD가 내장이 되어 자체적으로 데이터를 수집하고 분석할 수 있는 인터페이스도 있다.

(3) 프로그램 (Program)

: 인터페이스에서 보내는 디지털 신호를 컴퓨터 화면에 표현하는 역할을 한다. 각 제품마다 프로그램이 다르며, 전용 프로그램이 있다. 기존의 프로그램은 센서와의 호환성 부족으로 MBL실험을 할 때 여러 가지 프로그램을 설치, 사용해야 하는 번거로움이 있었으나 현재는 기술적 발달로 하나의 프로그램에서 모든 사용이 가능하며, 동영상 분석과 동영상 동기화 또한 가능하다. 현재 MBL에서 가장 중요한 부분을 차지하는 구성요소이다.

3. 인터페이스(랩퀘스트2) 사용법 및 기능에 대하여 알아보자.

: 제품사용설명서 활용

4. 컴퓨터 프로그램(로거프로3) 사용법 및 기능에 대하여 알아보자.

: 제품사용설명서 활용

5. 여러 가지 센서의 사용법 및 기능에 대하여 알아보자.

: 제품사용설명서 활용

활용

1. 인터페이스(랩퀘스트2) 또는 프로그램(로거프로3)의 기능을 이용하여 자료수집 시간을 3분(180초), 자료수집 간격을 2회/1초 로 변경해보자.
2. 인터페이스(랩퀘스트2) 또는 프로그램(로거프로3)의 기능을 이용하여 데이터 자료를 자신의 이메일로 전송해보자.
3. 인터페이스(랩퀘스트2) 또는 프로그램(로거프로3)의 기능을 이용하여 그래프를 인쇄해보자.
4. 휴대폰에 전용 어플리케이션(Graphical)을 다운받아 설치한 후 인터페이스(랩퀘스트2)와 연결해보자.

※ 유의사항

실험실(교실)에 무선인터넷(WIFI)이 사용가능해야하며, 인쇄를 할 수 있도록 네트워크로 연결된 프린터가 연결되어 있어야 함. 사전에 수집된 데이터 및 그래프가 인터페이스에 저장되어 있어야 함.

2) 2단계 교수학습자료

온도센서를 활용한 교수학습자료 2단계를 개발하여 <표 7>에 제시하였다. 센서의 종류에 따라 교수학습자료를 변환하여 사용할 수 있도록, 기본자료 수집 및 인터페이스의 활용에 개발 중점을 두었다. 이산화탄소센서, 산소센서, 조도센서를 활용한 2단계 교수학습자료는 <부록 2>에 첨부하였다.

<표 7> 온도센서를 활용한 교수학습자료 2단계 예시

주제 : MBL을 사용하여 온도를 측정해보자.

목표 1. 온도센서, 인터페이스, 컴퓨터를 연결할 수 있다.

2. MBL을 활용하여 온도 자료를 수집할 수 있다.

실험 준비물

: 온도센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북, 따뜻한 물 한 컵, 차가운 물 한 컵, 타월.

실험과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 온도센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 1분(60초), 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
3. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 관찰해보자.
4. 같은 방법으로 따뜻한 물의 온도를 센서를 이용하여 자료를 수집해 보자.
5. 같은 방법으로 차가운 물의 온도를 센서를 이용하여 자료를 수집해 보자.

활용

1. 수집된 자료의 그래프를 인쇄해보자.
2. 수집된 자료의 테이블을 이메일로 전송해보자.
3. 수집된 자료를 분석창을 이용하여 1차 함수 추세선으로 변환해 보고, 1차 함수 식으로 표현해 보자.

3) 3단계 교수학습자료

온도센서를 활용한 교수학습자료 3단계를 <표 8>에 제시하였다. 3단계는 센서를 활용한 간단한 놀이나 게임을 교사가 창의적으로 고안하여 학생들에게 제시함으로써 학생들의 흥미를 유발하고 적극적인 참여를 할 수 있도록 개발

하였다.

이산화탄소센서, 산소센서, 조도센서를 활용한 교수학습자료를 부록에 첨부하였다.

<표 8> 온도센서를 활용한 교수학습자료 3단계 예시

주제 : 내맘대로 그래프 만들기!

- 목표 1. MBL을 활용하여 온도를 측정할 수 있다.
2. MBL을 활용하여 그래프의 변화를 유도할 수 있다.

실험 준비물

: 온도센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북, 따뜻한 물 한 컵, 차가운 물 한 컵, 타월 등

실험과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 온도센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 1분(60초), 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
3. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 관찰해보자.
4. 같은 방법으로 손바닥을 이용하여 온도센서를 권 후 30초 동안 온도를 측정하고, 30초 후에 손을 떼고 온도 자료를 수집해 보자.
5. 같은 방법으로 따뜻한 물의 온도를 센서를 이용하여 자료를 30초 동안 측정한 후 바로 차가운 물에 센서를 넣어 온도변화를 관찰한다.

활용

1. 4번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.
2. 5번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.

3. 온도센서를 자율적으로 활용하여 그래프의 모양을 알파벳 N, M, L 의 모양으로 만들 수 있는 방법을 생각해보고 이를 수행해보자.
4. 그래프를 인쇄하고, 살펴보자. 그래프는 알파벳 모양과 정확히 일치하는가? 일치하지 않다면 보다 정확한 알파벳 모양을 얻을 수 있는 방안을 생각해보자.

4) 4단계 교수학습자료

4단계는 교과서 또는 고안된 탐구를 수행하는 단계로 MBL을 활용하여 탐구할 수 있는 생명영역의 탐구 중 ‘광합성에 필요한 물질’탐구에 대한 교수학습 자료를 <표 9>에 제시하였다.

<표 9> 이산화탄소센서, 산소센서를 활용한 교수학습자료 예시

<p>주제 : 광합성에 필요한 물질</p>
<p>목표 : 광합성에 필요한 물질이 무엇인지 실험을 통해 확인할 수 있다.</p>
<p>실험준비물 : 기체챔버, 이산화탄소센서, 산소센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북, 시금치, 스탠드 등, 알루미늄 호일 등</p>
<p>실험방법</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 이산화탄소센서, 산소센서를 연결하여 작동을 확인한다. 2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 120분, 수집간격을 1회/1초로 설정한다. 3. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 관찰해보자. 4. 기체챔버에 이산화탄소센서 및 산소센서를 끼운후 3분 동안 챔버안의 기체 조성을 확인한다.

5. 기체챔버 안에 시금치 잎을 깔고 뚜껑을 덮고 알루미늄호일로 챔버를 감싼 후에 일정시간(60분) 동안 기체 조성의 변화를 관찰한다.
 6. 일정시간이 지난 후 알루미늄호일을 제거하고 전등을 비추어 기체 조성 변화를 일정시간(60분)관찰한다.
- 활용
1. 5번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.
 2. 6번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.
 3. 실험 결과를 근거로 광합성에 필요한 물질은 무엇인지 토의하여 발표해 보자.

5) 5단계 교수학습자료

5단계는 탐구에 사용한 센서를 활용하여 현재 만들어진 발명품을 조사해보고 이를 바탕으로 앞으로 발명 가능한 창의적 아이디어를 고안하고 발표할 수 있도록 개발에 중점을 두었다. 개발된 교수학습자료를 <표 10>에 제시하였다.

<표 10> 5단계 교수학습자료 예시

<p>주제 : 센서를 이용한 발명 아이디어 제안</p>
<p>목표 : 탐구에 사용한 센서를 활용하여 개발 가능한 제품에 대한 아이디어를 창출한다.</p>
<p>탐구과정</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 탐구에 사용한 센서를 활용하여 개발된 제품 조사하기

예) 디지털 온도계(온도센서), 음주측정기(가스센서) 등

2. 다음에 제시된 제품에 사용된 센서의 종류를 알아보자.

예) 공기청정기(가스센서, 온도센서, 습도센서)

3. 센서를 활용한 새로운 발명 아이디어를 고안하고 발표해보자.

예) 화장실 냄새 감지하는 인공지능 환풍기

활용

1. 발명아이디어 중 우수작을 선정하여 교내외 대회에 참가해 본다.

2. 발명아이디어의 특허 신청 과정을 알아보고, 우수작에 대한 특허를 신청 해보자.

5. 수업지도안

중학교 2학년 ‘생명’의 ‘식물과 에너지’ 대단원 내용영역 중 ‘식물의 호흡과 광합성 산물의 이용’ 중단원의 탐구활동 중 ‘식물도 동물처럼 숨을쉴까?’ 소단원의 탐구를 MBL을 활용하여 수행할 수 있도록 수업모듈을 적용한 단계별 수업지도안을 제시하였다.

<표 11> 1단계 수업지도안 예시

과목	과학	학년	2학년
교재	천재교육	단계	설명하기
소단원	MBL 이란 무엇일까요?	차시	1/4차시
<p>학습목표</p> <p>1. MBL의 의미와 역사에 대하여 설명할 수 있다.</p> <p>2. MBL 구성품의 종류를 확인하고, 사용 방법을 익힌다.</p>			
구분 단계	학습내용	교수-학습활동	유의점 및 학습자료
도입	-학습목표 안내 -MBL 개념 소개	학습목표를 안내한다 MBL 개념 설명	
전개	-MBL 개념 및 역사 설명 -MBL 구성 -사용방법 설명 -인터페이스 사용 -센서의 연결 -자료수집 -인터페이스 조작 -수집된 자료를 저장 및 프린트	MBL개념 및 역사에 대하여 설명한다. MBL 구성품을 소개한다. 사용방법을 설명한다. 인터페이스 설정을 조작해본다 센서를 인터페이스에 연결해본다 센서를 이용하여 자료를 수집해본다. 인터페이스의 설정을 변경하여 자료를 수집해 본다. 수집된 데이터 및 그래프를 저장하고 인쇄해 본다.	MBL 장비를 학생들이 직접 경험하면서 시행착오를 거치며 조작해 볼 수 있도록 안내한다.
정리	사용방법에 대한 안내 및 주의사항 전달 정리정돈	MBL을 사용하면서 상용방법에 대한 어려움을 팀원들과 공유하고 문제점을 해결해본다. 실험 장비를 정리한다.	

<표 12> 2, 3단계 수업지도안 예시

과목	과학	학년	2학년
교재	천체교육	단계	해보기, 놀이하기
소단원	MBL을 사용하여 대기 중의 기체 농도를 측정해보자.	차시	2/4차시
학습목표 1. 이산화탄소센서, 인터페이스, 컴퓨터를 연결할 수 있다. 2. MBL을 활용하여 자료를 수집할 수 있다. 3. 인터페이스의 활용방법을 익힐 수 있다.			
구분 단계	학습내용	교수-학습활동	유의점 및 학습자료
도입	-전시 학습 내용 확인 -학습 목표 안내	MBL 구성품 및 사용방법을 확인한다. 학습목표를 안내한다.	
전개	-실험 준비물 안내 -실험과정 안내 -MBL장치 연결 -대기의 농도측정 -인터페이스 사용 -날숨의 기체농도 측정 -수집된 자료를 저장 및 프린트	실험준비물을 소개한다.(CO ₂ 센서,O ₂ 센서) 실험과정을 안내한다. 인터페이스와 센서를 연결한다. 센서를 기체 챔버에 연결한다 CO ₂ 센서를 연결하여 대기 중의 농도를 측정한다. O ₂ 센서를 연결하여 대기 중의 농도를 측정한다 수집된 자료를 저장하고 그래프를 인쇄한다. 기체챔버에 CO ₂ 센서를 연결하고 날숨을 불어넣어 변화를 관찰한다. 기체챔버에 O ₂ 센서를 연결하고 날숨을 불어넣어 변화를 관찰한다. 수집된 데이터 및 그래프를 저장하고 인쇄해 본다.	정확한 수치의 측정보다는 MBL을 활용하여 변화를 측정할 수 있도록 안내한다.
정리	- 대기과 날숨의 기체 성분 차이 분석 - 정리정돈	MBL에 수집된 정보를 바탕으로 대기과 날숨의 성분의 차이를 비교하여 발표한다. 실험 장비를 정리한다.	

<표 13> 4단계 수업지도안 예시

과목	과학	학년	2학년
교재	천재교육	단계	복합탐구 수행
소단원	식물도 동물처럼 숨을 쉰까?	차시	3/4차시
<p>학습목표</p> <p>1. 식물의 호흡을 이해하고, 광합성과의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>2. MBL을 활용하여 교과서 탐구를 수행할 수 있다.</p>			
구분 단계	학습내용	교수-학습활동	유의점 및 학습자료
도입	-전시 학습 내용 확인 -학습 목표 안내	MBL 구성품 및 사용방법을 확인한다. 학습목표를 안내한다.	
전개	-실험 준비물 안내 -실험과정 안내 -MBL장치 연결 -식물의 호흡량 측정	실험준비물을 소개한다.(CO ₂ 센서,O ₂ 센서) 실험과정을 안내한다. 인터페이스와 센서를 연결한다. 센서를 기체 챔버에 연결한다. 3분동안 챔버 안의 기체농도를 측정한다. 기체챔버에 시금치 입을 넣은 후 뚜껑을 닫고 센서(CO ₂ 센서,O ₂ 센서)를 연결한다. (시금치는 사전에 암실에서 만나질 이상 둘 것) 알루미늄 호일로 챔버를 감싸서, 빛이 들어가지 못하게 한다. 자료수집을 시작한다. (30분 이상)	
정리	- 실험결과 제시 - 정리정돈	- 사전에 수집된 결과를 준비하고 자료가 수집되는 동안 학생들에게 제세히여 식물의 호흡과 광합성과의 관계를 설명한다. -수업 종료 후 탐구결과를 확인하고 차시에 이에 대하여 발표하도록 안내한다.	유의미한 변화를 측정하기 위해서는 자료수집 시간이 많이 필요함.

<표 14> 5단계 수업지도안 예시

과목	과학	학년	2학년
교재	천재교육	단계	창의적 발명 아이디어 산출
소단원	식물도 동물처럼 숨을 쉴까?	차시	4/4차시
학습목표 1. 식물의 호흡을 이해하고, 광합성과의 관계를 설명할 수 있다. 2. MBL 센서를 활용한 창의적인 발명 아이디어를 고안할 수 있다.			
구분 단계	학습내용	교수-학습활동	유의점 및 학습자료
도입	-전시 학습 내용 확인 -학습 목표 안내	전시 탐구 과정을 확인한다. 학습목표를 안내한다.	
전개	-탐구 결과 발표 -내용 정리 -센서를 활용한 제품 - 제품에 활용된 센서 종류 - 발명 아이디어 고안	탐구결과 수집된 그래프를 바탕으로 결과를 팀별로 발표한다. 결과를 바탕으로 식물의 호흡과 광합성의 관계를 설명한다. CO ₂ 센서, O ₂ 센서를 활용한 일상생활속의 제품에 대하여 조사한다. 교사가 제시한 제품(예:공기청정기)에 사용된 센서의 종류와 기능에 대하여 발표한다. 센서를 활용한 미래의 제품에 대한 아이디어를 생각하고, 그림으로 표현하여 발표한다.	제한이나 조건 없이 다양한 아이디어를 창출할 수 있도록 안내한다.
정리	- 실험결과 제시 - 정리정돈	- 발명아이디어 평가 및 발표 - 우수작 선정	동료 평가를 활용한 우수작 선정

V. 결론 및 제언

본 연구는 MBL 실험이 우수한 교육적 효과에도 불구하고 학교현장에 활용도가 낮은 데 대해 근본적인 원인을 분석하고 이를 보완하여, 다양한 방법을 활용한 탐구를 강조하는 2015 개정 과학 교육과정의 목적에 맞춰 학교현장에서 MBL 장치를 활용한 탐구를 수행할 수 있는 방법 안내에 목적이 있다. MBL 실험이 활발하게 수행되지 못하는 이유 중에 하나는 교사들이 장비 사용 및 활용에 어려움을 느끼는 것이다. 아무리 좋은 실험 장비도 사용하지 않으면 교육적 가치를 잃듯이 MBL 장치도 사용자가 편리하게 이용할 수 있도록 개선되어야 하며, 사용할 수 있는 환경 또한 보완해야 한다. 그리고 MBL을 활용할 수 있는 교수학습 과정과 자료를 제시하여 쉽고 재미있게 활용할 수 있도록 해야 한다. 이러한 단점을 보완하여 학교현장에서 MBL 실험수업이 보다 활발히 수행될 수 있도록 사용자 환경을 개선하고, MBL을 활용한 ING 수업모듈을 제시하여 과정을 제안하고, 이에 활용할 수 있는 교수학습자료를 개발하였다.

첫째, MBL을 활용할 수 있도록 실험실 환경을 개선하고, 설치된 학습 기기들의 기능을 보완하여 연결성을 편리하게 하였다. MBL은 센서와 인터페이스, 분석프로그램이 설치된 PC가 함께 연결되어야 활용가능하기 때문에 연결이 복잡하고 이동성과 활용에 어려움이 많다. 이를 보완할 수 있도록 무선연결을 지원하고 자체에 분석프로그램이 내장되었으며 배터리가 탑재되어 전원 연결이 자유로운 인터페이스를 사용함으로써 연결성과 이동성을 개선하였다. 인터페이스와 센서를 간편하게 이동시키며 자료를 수집하고, 이 과정을 인터페이스와 무선으로 연결된 출력장치인 빔프로젝터를 통하여 대형화면으로 볼 수 있도록 하면서 다수의 학생들이 자료수집의 과정을 지켜볼 수 있도록 하여 탐구의 진행상황을 지켜볼 수 있도록 하였다.

둘째, MBL을 활용한 효과적인 탐구를 수행할 수 있도록 수업모듈을 제시하여 교사가 수업을 상황에 맞게 구성할 수 있도록 하였다. MBL을 활용한 탐구를 수행하기 위해서는 먼저 장치에 대한 이해를 바탕으로 손쉽게 조작할 수

있도록 사용방법을 익혀야 한다. MBL 장치를 처음으로 대면했을 때 학생들은 새로운 장비활용에 대하여 어려움을 느낄 수 있으므로 이를 극복하여 장비를 활용하여 적극적으로 참여할 수 있도록 방법을 제시하였다. ING 수업모듈은 MBL 장치활용 과정을 단계별로 제시하여 점차 장비에 대한 두려움을 극복하고 사용법을 익혀 탐구에 적극적으로 활용할 수 있도록 구성하였다.

1단계 ‘설명하기(explaining)’ 단계에서는 MBL 장치에 대한 구성을 살펴보고 사용방법을 학습한다. 2단계 ‘해보기(doing)’ 단계에서는 센서, 인터페이스를 직접 연결해보고 이를 활용한 간단한 자료 수집을 통해서 MBL 장치를 경험하고, 사용방법대로 수행하여 MBL 장치에 대한 두려움을 극복하고 흥미와 호기심을 가지도록 하였다. 3단계 ‘놀이하기(playing)’ 단계에서는 놀이를 통한 재미있는 탐구를 제시하여 MBL 장치를 활용하여 탐구를 수행하면서 학생들의 적극적 참여를 이끌고, 장비 사용에 자신감을 가질 수 있도록 단계를 구성하였다. 4단계 ‘복합탐구수행하기(combining)’에서는 3단계를 지나면서 MBL 장치 사용에 대한 자신감을 바탕으로 교과서 탐구를 수행하는 단계이다. MBL 장치 사용이 익숙해져야만 교과서에 제시된 탐구를 스스로 수행할 수 있는 능력이 생기고 이를 통하여 탐구 수행의 목적을 이룰 수 있기 때문에 1, 2, 3 단계를 거치면서 장비활용 방법을 익히는 것이 중요하다. 1, 2, 3 단계에서 제시된 탐구의 수행은 정확한 데이터 수집에 목적이 있는 것이 아니라 MBL 장치를 직접 경험하고, 사용해 보면서 자신감을 획득하는데 목적이 있다. 이러한 자신감을 바탕으로 4단계 탐구를 수행하면서 탐구 목적에 맞는 데이터 수집 및 결과의 확인에 MBL을 활용할 수 있다. 5단계 ‘창의적 발명 아이디어 산출(creating)’는 2015 개정 과학 교육과정 목표에 맞는 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기를 수 있도록 발산적이고 창의적인 사고를 통하여 발명 아이디어를 구상할 수 있게 단계를 구성하였다. 교사는 학생들의 사전경험과 수준에 맞는 단계를 활용하여 MBL 실험 수업을 효과적으로 구성함으로써 탐구의 목적을 이룰 수 있도록 모듈을 활용할 수 있다.

셋째, 사전 연구된 MBL을 활용한 탐구는 특정 실험에 대한 정확한 데이터 수집을 위한 장비활용에 목적을 두고 연구가 진행되어서, 실제 학교현장에서

교사가 학생들과 함께 MBL을 활용한 탐구를 진행하기에 어려웠다. 또한 대부분 물리 및 화학 영역에 대한 연구가 집중되어 있어서 생물 영역의 탐구에 대한 연구는 자료가 부족하였다. 특히 중학교 과학 수준에서의 탐구에 대한 안내서 및 자료의 개발이 미진하였기에 본 연구에서는 중학교 과학 ‘생명’ 영역의 탐구를 중학교 수준에서 수행할 수 있도록 교수학습자료를 개발하였다. 기존 MBL 실험의 목적인 빠르고 정확한 데이터 수집을 위해서는 장치의 보정이 요구되고 변인통제가 잘 이루어져야 하는데 중학교 수준에서는 이러한 탐구를 수행하기 어렵기 때문에 활용하기 어려웠다. 중학교 수준에서는 MBL 장치를 경험하고, 실제적으로 활용해보면서 탐구에 대한 흥미와 호기심을 기르고, 장치활용에 자신감을 가질 수 있도록 방법과 목적의 변화가 필요하다. 개발된 수업모듈은 MBL의 활용 중점을 정확한 측정에 목적이 있는 것이 아니라 MBL을 직접 체험하고 자신감을 가지고 적극적으로 활용하는데 목적을 두고 개발하였다. 모듈과 함께 제시된 교수학습 자료를 활용한 탐구가 실제 학교현장에서 이루어 질 수 있기를 기대한다.

넷째, MBL 실험장치를 구입하기에는 많은 예산이 필요하기 때문에 장비구입에 어려움이 많다. 한 학급에 MBL을 활용한 실험을 진행하기 위해서는 학생 수를 고려하여 장비를 준비해야하기 때문에 더욱 어렵다. 목적에 맞는 탐구를 수행하기 위해서는 탐구에 적용할 수 있는 센서를 구비하고 있어야하기 때문에 많은 센서들을 구입해야 한다. 이러한 상황들은 일선 학교에서는 감당하기 어렵다. 이러한 문제점을 보완해 나가기 위해서는 일선 학교에서의 노력과 함께 교육청의 지원이 필요하다. MBL 장치를 비롯하여 고가의 실험장비들은 일선 학교에서 구비하기 어렵고, 구비를 하더라도 그 수가 제한적이어서 다수의 학생들이 사용해야하는 수업에 활용하기 어렵다. MBL 장치 또한 한 두 세트의 장비만을 구비하고 있기 때문에 교사들의 인식이 특정 학생 또는 특정 소수의 수업에만 활용 가능한 장비라고 인식하고 있다. 현 학교현장 상황에서 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 각 학교별 구비한 실험 장비를 주변 학교들과 공유할 수 있도록 지역교육청 차원에서의 지원과 노력이 필요하다. 근거리 주변 학교들과 네트워크를 구성하여 실험장비 목록을 공유하고, 학교 간 장비를 대여할 수 있도록 하여 필요한 학교의 요청에 의하여 실험 장비

를 대여 및 활용할 수 있도록 하면 문제점을 개선할 수 있다. 궁극적으로는 지역교육청 차원에서 실험실습센터 운영을 통하여 실험 장비를 공동으로 구비하고 필요한 학교요청에 따라 장비를 대여할 수 있는 센터의 운영이 필요하다. MBL 장치도 이러한 방안들이 마련된다면 개선되는 인터페이스 및 다양한 종류의 센서를 활용하여 수업 환경과 사용목적에 맞게 구비할 수 있기 때문에 적극적으로 활용할 수 있다.

MBL을 활용한 탐구가 적극적으로 활용되기 위해서는 장치의 구비와 환경의 개선, 교수학습자료 제시도 중요하지만 무엇보다도 이를 수업에 활용할 수 있는 능력과 교사의 의지가 중요하다. 교사들이 수업에 MBL을 활용한 탐구를 수행하려면 학생보다 높은 수준에서 장비에 대한 이해와 활용할 수 있는 능력이 필요하기 때문에 MBL을 활용한 탐구가 실제 교육현장에서 수행될 수 있도록 적극적인 연수가 필요하다. 예비 과학 교사를 양성하는 기관에서도 학교현장에서 활용할 수 있는 MBL 및 새로운 교수학습기자재를 활용할 수 있는 교과목을 교육과정에 반영함으로써 기자재 활용에 대한 역량을 강화할 필요가 있다. 이러한 노력이 뒷받침 되었을 때 학교현장에서 MBL을 비롯한 새로운 기자재를 활용한 적극적인 탐구들이 활발히 수행될 수 있을 것이다.

VI. 참고문헌

- 교육과학기술부. 2009. 고교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부 고시 제 2009-41호(별책 9).
- 교육부. 2015. 과학과 교육과정 해설서, 교육부 고시 제2015-74호(별책 9).
- 교육인적자원부. 2007. 과학과 교육과정 해설서, 교육인적자원부 고시 제 2007-79호(별책 9).
- 구혜원. 1993. 과학과 수업에 적용한 MBL실험 방식의 효과 연구. 이화여자대학교 박사학위논문.
- 김덕곤. 2005. MBL을 이용한 저기 회로 실험 매뉴얼 작성 및 적용. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김영훈. 2017. 4차 산업혁명을 이끄는 센서 - 시장구조는 어떻게 바뀌나?-. 포스코경영연구원, 7, 1-13.
- 김창식, 윤성로, 조영석, 김철성. 1989. 이공계 학생을 위한 일반물리학 CAI 프로그램의 개발. 한국과학교육학회지, 9(1), 53-67.
- 김형수, 권재술. 1995. 국민학교 아동들의 속력 개념 형성에서 컴퓨터 인터페이스의 활용 효과. 한국과학교육학회지, 15(2), 164-172.
- 박금홍, 구양삼, 고석범. 2005a. 컴퓨터 기반 실험교육(MBL)이 과학과 관련된 탐구능력과 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 전북대학교 과학교육논총, 30, 93-103.
- 박금홍, 구양삼, 최병순, 신애경, 이국행, 고석범. 2005b. 중학생들의 끊는점 학습에서 컴퓨터를 기반으로 하는 실험수업의 효과. 한국과학교육학회지, 25(7), 867-882.
- 박금홍, 구양삼, 최병순, 신애경, 이국행, 고석범. 2007. 연수에 참여한 교사들의 MBL실험에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 27(1), 59-63.
- 박금홍, 구양삼, 최병순, 신애경, 이국행, 고석범. 2008. 중학교 과학수업에서 MBL실험 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 28(4), 331-339.

- 박상용, 박재근, 여상인. 2006. 과학 실험 수업에서 MBL의 적용이 초등학생의 학업 성취도 및 과학 관련 정의적 특성에 미치는 효과. 초등과학교육, 25(4), 454-464.
- 서정희, 문경원, 류선화, 김영수. 2007. 중등 과학 교사의 컴퓨터 접속 실험에 대한 인식 및 활용 실태 조사 연구. 한국생물교육학회지, 35(2), 253-265.
- 안중배. 2017. 4차 산업혁명에서의 교육 패러다임의 변화. 미디어와 교육, 7(1).
- 유병길. 2006. 초등학교 학생의 컴퓨터 기반 실험 수업 효과. 초등과학교육, 25(1), 1-7.
- 이경호. 2020. 제4차 산업혁명시대 학교교육 혁신방안 탐색: 미국 '미네르바스쿨' 혁신사례를 중심으로. 교육문화연구, 26(1), 179-199.
- 이연상. 2009. MBL-KNUE를 이용한 물리시범실험의 현장적용 가능성에 대한 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이재희, 장세중. 1997. 디지털 비디오를 이용한 운동 분석 프로그램의 개발. 물리교육, 15(2), 129-134.
- 이향미. 2002. 고등학생의 역학적 에너지 보존 학습에서 컴퓨터 기반으로 하는 상호작용적 시범실험 수업의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 전재록. 2004. 운동 제 2법칙에서 MBL의 현장 적용에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 조현국. 2017. 4차 산업혁명에 따른 미래사회와 교육환경의 변화, 그리고 초·중등 과학교육의 과제. 초등과학교육, 36(3), 286-301.
- 정은아, 차정호, 김인환. 2016. 2007 개정 및 2009 개정 중등 과학 및 고등학교 화학 교과서의 MBL 실험 분석. 과학교육연구지, 40(3), 254-266.
- 정재영. 2017. 4차 산업혁명 시대 학교교육의 전망과 과제. 이슈페이퍼. 1-36.
- 진영팔. 1994. 컴퓨터를 이용한 물리 실험과 전통적인 물리 실험에 대한 학생들의 반응 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 최성봉. 2008. MBL 활용 수업이 중학교 학생들의 과학탐구능력과 그래프 작성 및 해석능력에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 29(6), 487-494.
- 최혁준, 장세중. 1990. 컴퓨터를 이용한 고등학교 물리의 역학 실험에 관한 연구. 물리교육, 8(1), 7-13.

- 한국교육과정평가원. 2016. 2015 개정 교육과정에 따른 초·중학교 과학과 평가 기준 개발 연구. 연구보고 CRC 2016-2-7.
- 황요한, 윤은정, 박윤배. 2012. MBL 연수에 참석한 초·중등교사 및 예비교사의 연수 프로그램에 관한 만족도와 MBL 활용에 관한 인식 조사. *과학교육 연구지*, 36(2), 313-328.
- Choi, B. S. 2016. *Chemistry textbook analysis and teaching strategy* (4th ed). Paju: Free Academy.
- Gangoli, S.G.. 1995. A study of the effect of a guided open-ended approach to physics experiments. *International Journal of Science Education*, 17, 233-241.
- Hofstein. A. and V. N. Lunetta. 1982. The Role of the laboratory in science Teaching : Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2). 201-217.
- Laws, P., Pfister, H. 1998. Using digital video analysis in introductory mechanics projects. *The Physics Teacher*, 40, 405-407.
- Ryu, E.-H., Lim, H.-Y., Kang S.-J., & Choi, B.-S. 2008. A case study on student to student verbal interaction on the acid-base titration experiment using MBL. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(1), 67-74.
- Thornton, R., Sokoloff, D. 1990. Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858-866.

<부록 1> 교과서 내용 및 탐구활동 분석 자료

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서
생물의 다양성	A (비상)	1. 생물 다양성과 분류	• 지구 곳곳의 다양한 생물	• 바지락 껍데기의 특징 비교하기 • 생물 다양성의 뜻 토의하기	-
			• 생물을 분류하는 방법 • 생물을 분류하는 체계	• 가상 생물 분류하기	-
			• 생물 분류하기	• 생물 분류하기 • 독특한 특징을 지닌 생물 분류하기	-
		2. 생물 다양성 보전	• 위협받는 생물 다양성	• 생물 다양성이 감소하는 까닭 알아보기	-
			• 소중한 생물 다양성	• 주변에 있는 생물 다양성의 혜택 알아보기 • 생물 다양성 보전을 위한 활동 방법 보사	-
	B (천재)	1. 생물 다양성과 분류	• 생명의 풍요로움, 생물 다양성	• 어느 지역의 생물이 더 다양할까?	-
			• 환경에 따라 다양한 생물	• 사는 곳에 따라 눈썹나무의 모습은 어떻게 다를까?	-
			• 생물을 분류하는 방법과 목적	• 어떤 기준에 따라 파스타 면을 나눌 수 있을까? • 여러 가지 식물과 동물 분류하기 • 당나귀와 말 사이의 관계는?	-
			• 주변의 다양한 생물 분류하기	• 다양한 생물을 계 수준에서 분류하기	-
		2. 생물 다양성 보전	• 생물 다양성의 중요성	• 인간은 자연으로부터 어떤 도움을 받고 있을까?	-
			• 생물 다양성의 위기와 보전	• 지역주민은 강화 매화마름 군락지를 어떻게 지켜냈을까?	-

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서		
	C (미래)	1. 생물의 다양성	• 생물의 다양성	• 코끼리를 사고팔 수 없는 까닭은 무엇일까? • 생물 다양성 보전을 위한 활동 사례 조사하기			
			• 환경과 생물 다양성	• 우포늪에는 어떤 생물이 살고 있을까? • 생물 다양성이란? • 여우의 생김새와 특징이 다른 이유는 무엇일까?	-		
		2. 생물의 분류	• 생물 분류의 목적과 방법	• 생물은 어떤 특징을 기준으로 분류해야 할까?	-		
			• 생물 분류 체계	• 좋은 어떤 특징을 가진 생물 무리일까?	-		
			• 생물 분류(1)	• 원핵생물계, 원생생물계, 균계에 속하는 생물에는 무엇이 있을까?	-		
		3. 생물 다양성의 보전	• 생물 분류(2)	• 우리 주변의 생물을 어떻게 분류할 수 있을까?	-		
			• 생물 다양성의 중요성	• 다양한 생물에서 얻을 수 있는 것은 무엇일까?	-		
		• 생물 다양성의 보전	• 생물 다양성 유지를 위한 활동 사례에는 어떤 것이 있을까? • 생물 다양성 보전을 위한 활동 방법에는 어떤 것이 있을까?	-			
		식물과 에너지	A (비상)	1. 광합성과 에너지	• 양분을 만드는 광합성	• 광합성에 필요한 물질 알아보기	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 조도센서
					• 광합성이 잘 일어나는 조건	• 광합성이 일어나는 장소와 광합성 산물	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 조도센서
• 물을 끌어올리는 증산 작용	• 광합성에 영향을 미치는 환경 요인			온도센서, 조도센서, CO ₂ 센서, O ₂ 센서			
2. 식물의 호흡	• 공변세포 관찰			기체압력센서			
	• 식물이 에너지를 얻는 호흡			• 호흡과 광합성의 관계 표현하기	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 용		

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서		
B (천재)		흡과 에너지	<ul style="list-style-type: none"> 광합성으로 만든 양분의 사용 	<ul style="list-style-type: none"> 광합성으로 만들어진 양분의 생성, 저장, 사용 과정 표현하기 	존산소센서		
				<ul style="list-style-type: none"> 광합성이 일어난 장소와 산물 	O ₂ 센서		
	1. 광합성			<ul style="list-style-type: none"> 잎의 마술 광합성 	<ul style="list-style-type: none"> 광합성에는 무엇이 필요할까? 	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 조도센서, 기체압력센서	
				<ul style="list-style-type: none"> 광합성이 잘 일어나려면 	<ul style="list-style-type: none"> 빛의 세기가 광합성에 미치는 영향 	조도센서, O ₂ 센서, 온도센서	
				<ul style="list-style-type: none"> 광합성에 필요한 물의 여행 	<ul style="list-style-type: none"> 남극에서 채소를 재배할 수 있는 방법은? 기공과 공변세포 관찰하기 	기체압력센서	
				2. 식물의 호흡과 광합성 산물의 이용	<ul style="list-style-type: none"> 식물도 동물처럼 숨을 쉰까? 	<ul style="list-style-type: none"> 시금치가 페트병 속 공기를 어떻게 바꾸었을까? 	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 용존산소센서
	<ul style="list-style-type: none"> 광합성으로 만든 양분은 어떻게 이용될까? 	<ul style="list-style-type: none"> 식물은 촛불의 연소에 어떤 영향을 줄까? 광합성 산물의 이동 통로를 찾아라 	CO ₂ 센서, O ₂ 센서				
	<ul style="list-style-type: none"> 광합성 산물의 생성에서 저장까지 						
	C (미래)	1. 광합성		<ul style="list-style-type: none"> 광합성에 필요한 물질 	<ul style="list-style-type: none"> 식물의 생명 활동을 관찰해 보자! 광합성에 필요한 물질은 무엇일까? 	CO ₂ 센서	
				<ul style="list-style-type: none"> 광합성으로 생성되는 물질 	<ul style="list-style-type: none"> 광합성으로 생성되는 기체는 무엇일까? 광합성이 일어나는 장소와 광합성 산물은 무엇일까? 	CO ₂ 센서, O ₂ 센서	
				<ul style="list-style-type: none"> 광합성에 영향을 미치는 환경 요인 	<ul style="list-style-type: none"> 빛의 세기는 광합성에 어떤 영향을 줄까? 	CO ₂ 센서, O ₂ 센서, 조도센서, 온도센서	
					<ul style="list-style-type: none"> 환경 요인에 따라 광합성은 어떻게 달라질까? 		
				2. 증산작용	<ul style="list-style-type: none"> 물의 이동과 증산 작용 	<ul style="list-style-type: none"> 식물의 증산 작용 	기체압력센서

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서
			• 증산 작용과 광합성	• 증산 작용과 광합성은 어떤 관계가 있을까? • 공변세포는 어떻게 생겼을까?	
			3. 식물의 호흡	• 식물의 호흡과 에너지 • 식물의 호흡과 광합성	• 식물의 호흡을 확인할 수 있을까? • 광합성과 호흡에서의 기체 출입은 어떻게 다를까?
		4. 광합성 산물의 이용	• 광합성 산물의 이동, 저장, 사용	• 광합성 산물의 이동과 저장 • 광합성 산물의 생성과 이동, 저장, 사용 과정을 어떻게 표현할까?	
		동물과 에너지	A (비상)	1. 소화	• 여러 단계로 구성된 생물의 몸
• 몸에 필요한 영양소	• 영양소 검출				
• 영양소가 소화되는 과정	• 침의 작용				온도센서
2. 순환	• 순환계를 이루는 심장과 혈관			• 심장의 구조 알아보기	
	• 돌고 도는 혈액			• 혈액 관찰 • 혈액 순환 경로 놀이하기	혈압센서
3. 호흡과 배설	• 기체를 교환하는 호흡계			• 돼지의 폐 관찰하기 • 모형으로 호흡 운동 원리 확인하기	CO ₂ 센서, O ₂ 센서
	• 노폐물을 내보내는 배설계		• 배설 과정 표현하기		
4. 세포 호흡과 에너지	• 에너지를 얻는 세포 호흡		• 세포 호흡으로 방출된 에너지 확인하기	온도센서, CO ₂ 센서, O ₂ 센서	
	• 함께 일하는 기관계		• 함께 일하는 기관계		
B (천재)	1. 소화와 순환		• 세포가 모이고 모여, 개체	• 우리 몸을 이루는 기본 구조의 특징은 무엇일까?	
			• 생명 활동에 필요한 물질, 영양소	• 괴혈병을 치료한 것은? • 내가 먹은 음식물에는 어떤 영양소가 있을까?	
			• 음식물의 여행, 소화와 흡수	• 입에서의 소화	온도센서

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서
C (미래)			• 들고 도는 혈액, 순환	• 혈액의 순환 경로 나타내기 • 혈액 관찰하기	혈압센서
			2. 호흡과 배설	• 공기가 들락날락 숨쉬기, 호흡	• 호흡 운동 원리 알아보기
		• 몸 밖으로 나가는 노폐물, 배설		• 노폐물이 배설되는 과정을 모식도로 설명하기	
		• 함께하는 기관계, 소화 • 순환 • 호흡 • 배설		• 소화, 순환, 호흡, 배설의 유기적 관계 알아보기	
		1. 생물의 구성		• 동물의 기관계는 어떤 기관으로 구성되어 있을까?	
		2. 소화	• 영양소	• 영양소 검출하기	
	• 소화계의 구조와 기능		• 침은 어떤 영양소를 소화할까? • 영양소는 어떻게 소화될까?	온도센서	
	• 영양소의 흡수		• 영양소의 흡수		
	3. 순환	• 순환계의 구조와 기능	• 혈관의 종류와 기능	혈압센서	
		• 혈액의 순환	• 혈액의 순환 경로를 모형으로 표현하기 • 혈액 속 혈구는 어떤 모양일까?		
	4. 호흡	• 호흡계의 구조와 기능	• 우리 몸에는 기체 교환은 어떻게 일어날까?	CO ₂ 센서, O ₂ 센서	
		• 호흡 운동의 원리	• 호흡 운동은 어떻게 일어날까?		
	5. 배설	• 배설계의 구조와 기능	• 영양소가 분해되어 만들어진 물질은 어떻게 몸 밖으로 나갈까?		
		• 오줌의 생성과 배설	• 오줌은 어떻게 생성될까?		
	6. 소화, 순환, 호흡, 배	• 소화, 순환, 호흡, 배설의 작용	• 소화, 순환, 호흡, 배설은 세포 호흡과 어떻게 연관되어 있을까?		

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서
		설의 관계		<ul style="list-style-type: none"> • 소화, 순환, 호흡, 배설의 관계를 역할놀이로 표현하기 	온도센서, 혈압센서
자극과 반응	A (비상)	1. 감각 기관	<ul style="list-style-type: none"> • 시각을 담당하는 감각 기관 	<ul style="list-style-type: none"> • 물체를 보는 과정 • 주변 밝기가 변할 때 눈에서 일어나는 변화 알아보기 	조도센서
			<ul style="list-style-type: none"> • 청각과 피부 감각을 담당하는 감각 기관 	<ul style="list-style-type: none"> • 소리를 듣는 과정과 피부 감각을 느끼는 과정 비교하기 	조도센서
			<ul style="list-style-type: none"> • 미각과 후각을 담당하는 감각 기관 	<ul style="list-style-type: none"> • 미각과 후각 알아보기 	
		2. 신경계와 호르몬	<ul style="list-style-type: none"> • 자극을 전달하는 신경계 	<ul style="list-style-type: none"> • 중추 신경계 모형 만들기 • 뉴런을 통한 자극 전달 과정을 모형으로 표현하기 	
			<ul style="list-style-type: none"> • 신경계를 통해 일어나는 반응 	<ul style="list-style-type: none"> • 자극에 대한 반응 경로 	
			<ul style="list-style-type: none"> • 몸의 기능을 조절하는 호르몬 	<ul style="list-style-type: none"> • 체온 조절 과정 알아보기 • 호르몬과 관련된 질병 조사 	
				<ul style="list-style-type: none"> • 온몸의 감각 기관으로 느끼는 세상 	조도센서
				<ul style="list-style-type: none"> • 맹점 확인 실험하기 	
	B (천재)	1. 감각 기관	<ul style="list-style-type: none"> • 세상을 보는 눈 	<ul style="list-style-type: none"> • 광원의 밝기에 따른 홍채와 동공의 움직임 관찰하기 	조도센서
			<ul style="list-style-type: none"> • 소리와 움직임을 느끼는 귀 		
			<ul style="list-style-type: none"> • 맏고 맛보고 통증을 느끼다 	<ul style="list-style-type: none"> • 후각과 미각의 상호 작용 • 피부에서 감각점의 분포 알아보기 	
		2. 신경계	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴런이 모이고 모여 신경계 	<ul style="list-style-type: none"> • 모형 활동으로 알아보는 신경계 	
			<ul style="list-style-type: none"> • 자극에서 반응까지 	<ul style="list-style-type: none"> • 자극에 대한 반응 실험하기 	
				<ul style="list-style-type: none"> • 무조건 반사 검험하기- 무릎 반사 	

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서			
		C (미래)	<ul style="list-style-type: none"> • 적은 양으로 중요한 일을 하는 호르몬 	<ul style="list-style-type: none"> • 호르몬과 관련된 질병 조사하기 				
				<ul style="list-style-type: none"> • 함께 작용하는 신경과 호르몬 	<ul style="list-style-type: none"> • 체온의 항상성 유지 			
			1. 감각기관	<ul style="list-style-type: none"> • 눈의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 시각 관련 실험하기 	조도센서		
				<ul style="list-style-type: none"> • 귀의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 우리는 어떤 과정을 거쳐 소리를 들을까? 			
				<ul style="list-style-type: none"> • 코와 혀의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 맛은 어떻게 느낄까? 			
				<ul style="list-style-type: none"> • 피부의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 피부의 감각점 분포 조사하기 			
				<ul style="list-style-type: none"> • 뉴런의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 자극은 어떤 경로로 전달될까? 			
			2. 뉴런과 신경계	<ul style="list-style-type: none"> • 신경계의 구조와 기능 	<ul style="list-style-type: none"> • 상황에 따라 자율 신경은 어떻게 작용할까? • 중추 신경계 모형 만들기 			
				<ul style="list-style-type: none"> • 자극에 따른 반응의 경로 	<ul style="list-style-type: none"> • 자극에 따라 반응은 어떤 경로로 일어날까? • 자극에 대한 반응 실험하기 			
				3. 호르몬과 항상성 유지	<ul style="list-style-type: none"> • 호르몬의 조절 작용 	<ul style="list-style-type: none"> • 호르몬과 신경계의 작용은 어떻게 다를까? 		
			<ul style="list-style-type: none"> • 항상성 유지 		<ul style="list-style-type: none"> • 혈당량은 어떻게 일정하게 유지될까? • 호르몬 관련 질병에는 무엇이 있을까? 			
			생식과 유전	A (비상)	1. 생식	<ul style="list-style-type: none"> • 세포 분열이 필요한 까닭 	<ul style="list-style-type: none"> • 세포의 표면적과 부피 사이의 관계 	
						<ul style="list-style-type: none"> • 염색체 수가 유지되는 세포 분열 	<ul style="list-style-type: none"> • 염색체와 유전자의 관계 알아보기 	온도센서
						<ul style="list-style-type: none"> • 생식세포가 만들어지는 과정 	<ul style="list-style-type: none"> • 감수 분열과 체세포 분열 비교하기 	
<ul style="list-style-type: none"> • 수정란이 개체가 되는 과정 	<ul style="list-style-type: none"> • 발생 과정 표현하기 							
2. 유전	<ul style="list-style-type: none"> • 멘델이 밝힌 유전 원리(1) 	<ul style="list-style-type: none"> • 한 가지 형질에 대한 순종 완두의 교배 실험 알아보기 • 분리의 법칙 확인하기 						
	<ul style="list-style-type: none"> • 멘델이 밝힌 유전 원리(2) 	<ul style="list-style-type: none"> • 멘델의 유전 원리가 적용되는 사례 조사하기 						
	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 유전을 연구하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 귀지 상태의 유전에 대한 가계도 분석하기 						
		<ul style="list-style-type: none"> • 가계도 자료 해석 						

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서		
			<ul style="list-style-type: none"> • 모의 활동으로 알아보는 유전 현상 	<ul style="list-style-type: none"> • 모의 활동으로 알아보는 유전 현상 			
		B (천재)	1. 생식과 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 생명 정보 전달자, 염색체 • 세포의 수를 늘려, 체세포 분열 	<ul style="list-style-type: none"> • 세포 안에 염색되는 물질 • 세포의 부피와 표면적 간의 관계 실험하기 • 체세포 분열 관찰하기 	온도센서	
				<ul style="list-style-type: none"> • 내 염색체 절반을 자손에게, 생식세포 분열 • 수정되어 개체가 되기까지 	<ul style="list-style-type: none"> • 생식세포 분열 관찰하기 • 체세포 분열과 생식세포 분열 과정 비교하기 		
				<ul style="list-style-type: none"> • 멘델의 친구, 완두 • 열성 유전자가 드러나다 • 모양과 색깔이 동시에 유전되면 • 사람의 유전을 연구하려면 	<ul style="list-style-type: none"> • 대립 형질을 가진 두 순종을 교배하면? • 유전 현상 모의 활동하기 • 완두의 모양은 완두의 색깔 유전에 어떤 영향을 줄까? • 환경의 영향을 더 많이 받는 형질은? • 가계도를 어떻게 그릴 수 있을까? • 미행 가계도 해석하기 		
				<ul style="list-style-type: none"> • 복잡하고 다양한 사람의 유전 	<ul style="list-style-type: none"> • 다수로 구성된 하나 만들기 		
			C (미래)	1. 세포분열	<ul style="list-style-type: none"> • 세포의 분열 	<ul style="list-style-type: none"> • 대립 형질을 가진 두 순종을 교배하면? • 유전 현상 모의 활동하기 • 완두의 모양은 완두의 색깔 유전에 어떤 영향을 줄까? • 환경의 영향을 더 많이 받는 형질은? • 가계도를 어떻게 그릴 수 있을까? • 미행 가계도 해석하기 	
					<ul style="list-style-type: none"> • 염색체 • 체세포 분열 • 생식세포 형성 과정 	<ul style="list-style-type: none"> • A형과 B형 부모 사이에 태어날 수 있는 자손의 혈액형은? • 색맹이 유전되는 원리는? • 생물은 어떻게 성장할까? • 세포가 분열하는 까닭은 무엇일까? 	
					<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 염색체 • 체세포 분열 관찰하기 • 체세포 분열과 감수 분열의 비교 	온도센서
					<ul style="list-style-type: none"> • 멘델의 유전 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 유전자의 전달 과정 	
				2. 발생	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 발생 	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 발생 과정 표현하기 	
				3. 멘델 유전	<ul style="list-style-type: none"> • 멘델의 유전 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 유전자의 전달 과정 	

대단원	출판사	중단원	소단원	탐구활동	센서
			<ul style="list-style-type: none"> • 분리의 법칙 • 독립의 법칙 	<ul style="list-style-type: none"> • 한 쌍의 대립 형질은 어떻게 유전될까? • 두 쌍의 대립 형질의 유전 	
		4. 사람의 유전	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 유전 연구 		
			<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 유전 현상 	<ul style="list-style-type: none"> • ABO식 혈액형 유전의 가계도 분석 • 성염색체에 의한 형질의 가계도 분석 	

<부록 2> 이산화탄소센서, 산소센서, 조도센서를 활용한 교수학습자료 2단계 예시

<이산화탄소센서, 산소센서>

주제 : MBL을 사용하여 대기중의 기체 농도를 측정해보자.

- 목표 1. 이산화탄소센서, 인터페이스, 컴퓨터를 연결할 수 있다.
2. MBL을 활용하여 자료를 수집할 수 있다.
3. 인터페이스의 활용방법을 익힐 수 있다.

실험 준비물

: 기체챔버, 이산화탄소센서, 산소센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북.

실험과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 이산화탄소센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 1분(60초), 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
3. 기체 챔버 한쪽에 이산화탄소센서를 장착하고, 다른 한쪽은 기체 출입이 자유롭도록 열어둔다.
3. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 관찰해보자.
4. 대기의 이산화탄소 농도를 센서를 이용하여 자료를 수집해 보자.
5. 같은 방법으로 이산화탄소센서를 산소센서로 교체하여 반복하여 수행해 보자.

활용

1. 수집된 자료의 그래프를 인쇄해보자.
2. 수집된 자료의 테이블을 이메일로 전송해보자.
3. 수집된 자료를 분석창을 이용하여 1차 함수 추세선으로 변환해 보고, 1차 함수 식으로 표현해 보자.

<조도센서>

주제 : MBL을 사용하여 빛의 밝기를 측정해보자.

- 목표 1. 조도센서, 인터페이스, 컴퓨터를 연결할 수 있다.
 2. MBL을 활용하여 자료를 수집할 수 있다.

실험 준비물

: 조도센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북.

실험과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 조도센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 1분(60초), 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
3. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 관찰해보자.
4. 조도 센서를 천천히 움직이면서 자료를 수집해 보자.
5. 같은 방법으로 조도센서를 저

활용

1. 수집된 자료의 그래프를 인쇄해보자.
2. 수집된 자료의 테이블을 이메일로 전송해보자.
3. 수집된 자료를 분석창을 이용하여 1차 함수 추세선으로 변환해 보고, 1차 함수 식으로 표현해 보자.

<이산화탄소센서, 산소센서>

주제 : 들숨과 날숨은 어떻게 다를까?

목표 : MBL을 활용하여 들숨과 날숨의 기체 성분 변화를 측정할 수 있다.

실험 준비물

: 기체챔버, 이산화탄소센서, 산소센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북, 저압이산화탄소캔, 산소캔

실험과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 이산화탄소센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 3분(180초), 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
3. 기체챔버에 이산화탄소센서, 산소센서를 장착한다.
4. 재생 버튼을 눌러 자료를 수집하면 미터창, 그래프창, 테이블창을 통해 수집된 자료를 3분 동안 관찰하면서 대기의 산소와 이산화탄소 농도를 측정한다.
5. 같은 방법으로 기체챔버 한쪽의 센서를 제거 후 날숨을 불어넣고, 바로 즉시 떠어난 센서로 봉한다. 날숨의 산소와 이산화탄소 농도의 변화를 관찰해보자.

활용

1. MBL로 확인한 대기와 날숨의 기체 조성의 변화를 바탕으로 공통점과 차이점을 이야기해 보자.

2. 자발적 호흡이 어려울 때, 인공호흡으로 생존 확률을 높일 수 있는가? 가능하다면 그 이유에 대하여 이야기해 보자.
3. 산소캔과 이산화탄소 캔을 이용하여 기체챔버의 기체 조성을 변화 시킨 후 MBL을 활용하여 기체농도를 측정해보자. 측정된 기체조성의 대기에서 생물이 살아 갈 때 일어날 수 있는 변화에 대하여 이야기해 보자.

<조도센서>

주제 : 어둠속의 불빛 찾기

목표 1. MBL의 조도센서를 활용하여 빛의 밝기를 측정할 수 있다.
 2. MBL의 조도센서를 활용한 탐구에 흥미와 호기심을 갖는다.

실험 준비물
 : 조도센서, 인터페이스(랩퀘스트2), 노트북, 휴대폰(Graphical Analysis4 전용 앱 설치), VR헤드셋.

탐구과정

1. 인터페이스(랩퀘스트2)의 전원을 키고, 조도센서를 연결하여 작동을 확인한다.
2. Graphical Analysis4 앱을 열어 인터페이스와 연동하여 수집된 정보를 휴대폰 화면으로 공유할 수 있도록 한다.
3. 인터페이스(랩퀘스트2)의 자료수집 시간을 5분(300초)이상, 수집간격을 2회/1초로 설정한다.
4. 조도센서를 불빛을 향하게 한 후 조도를 감지한다. 센서의 방향을 좌·우로 반복적으로 움직이면서 그래프의 변화를 관찰해보자.
5. 같은 방법으로 센서를 불빛을 향해 고정한 후, 앞·뒤로 움직이면서 그래프의 변화를 관찰해보자.

활용

※ 팀원 중에서 형사 1명과 범인 1명 이상을 사전에 선발, 안전한 공간 확보

1. 4번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.
2. 5번 활동 후 그래프의 모양에 대하여 설명해보자.
3. 팀원과 함께 MBL을 활용한 게임을 함께 해 보자.
 - VR 헤드셋에 휴대폰을 장착하고, 형사는 VR을 착용한다.
 - 인터페이스와 연결된 조도센서를 움직이면서 수집된 정보가 휴대폰으로 잘 전송되는지 확인한다.
 - 교실을 어둡게 설정하고 팀원 중 범인은 숨어서 휴대폰의 손전등 기능을 켜고, 불빛을 항상 형사의 얼굴을 향하도록 한다.
 - 형사는 조도 센서에 수집되는 정보를 이용하여 범인이 있는 곳을 찾는다.
 - 역할을 바꾸어 수행하면서 게임에 참여해 보자.

<Abstract>

Development of the 2015 Revised Middle School Science 'Life' Area Experimental Module Using MBL

Jung-Hun Kim

Major in Biology Education, Graduate School of Education, Jeju National University
(Supervised by Professor Kyung-Hee Kang)

The changes in the era of Fourth Industrial Revolution is affecting the educational field, and various changes are being attempted to foster talent that can lead the fourth industry along with the changes in the curriculum. The 2015 revised curriculum presents the direction in which science education should change with the changing society. In particular, it is necessary to change from the traditional method of scientific exploration to the latest technical methods which can process and produce result in creative ways. The ability of students' to apply and utilize sensors (SENSOR), which are commonly required capabilities for artificial intelligence, robots, smart cars, and the Internet of Things (represent the fourth industry) can be increased through MBL-based exploration. The MBL devices are highly efficient equipment for students to improve their exploratory skills and knowledge but are difficult to implement in curriculum as they are lack in research and impact. If the development of the MBL device and studies improves with the technological advancement, it will help to develop effective class module as their restriction on use has been lowered. In this study, we propose a method of education for fostering talents who can lead the fourth industry by

supplementing the problems of the existing MBL experiment, developing a class module that can be used in school sites and presenting utilization measures.

감사의 글

석사과정을 시작한지가 엇그제 같은데 벌써 2년 반이라는 시간이 흘러 영광스런 졸업을 앞두고 있는 지금 많은 분에게 감사할 따름입니다. 먼저 부족한 저를 이끌어 주시며 지도해주신 강경희 교수님께 깊이 감사드립니다. 연구의 주제와 방향을 잡지 못해 헤매고 있을 때 따뜻한 지도와 조언이 저에게는 큰 힘이 되었습니다. 부족함이 많은 연구이지만 교수님 말씀에 용기를 얻어 끝까지 마칠 수 있었습니다. 감사합니다. 교수님. 그리고 2002년 학부 시절부터 은사님이시자 저를 다시 이 자리에 있을 수 있도록 이끌어 주신 오홍식 교수님, 이 시간을 빌어 정말 감사하단 말씀 올립니다. 항상 저를 살피주시고, 오가며 건네주신 따뜻한 말씀 한 마디, 출장 다녀오시면 꼭 제 책상 위에 놓여 있는 선물 하나하나, 교수님의 배려가 저에게는 큰 힘이 되었습니다. 살면서 꼭 갚도록 하겠습니다. 늘 학생입장에서 학생을 위하여 고민하시는 안근재 교수님, 교수님의 관심과 배려 덕분에 여기까지 올 수 있었습니다. 정말 감사합니다. 바쁘신 와중에도 제 연구에 관심 가져주시고 조언해주시며, 격려해주신 김정식 교수님께도 깊이 감사드립니다. 교육대학원 석사과정을 함께 지내면서 많은 추억 함께한 진우용, 주상민, 정영훈, 김경환, 강대현, 신영재, 안성희 동료 여러분, 여러분의 응원이 큰 힘이 되었습니다. 감사합니다.

마지막으로 사랑하는 가족에게 너무너무 감사합니다. 먼저 늘 큰아들 잘되라고 응원해주시고 걱정해주는 어머니 김연숙님, 그리고 아버지 김계룡님. 감사합니다. 크고 깊은 은혜 갚아갈 수 있도록 항상 건강하세요. 장모님 김영숙님. 부족한 사위 언제나 아껴주시고 응원해주는 마음 덕분에 잘 마칠 수 있었습니다. 감사합니다. 아빠로서 열심히 놀아줘도 부족할 시기에 늦은 시간까지 아빠를 기다려주며 응원해준 김나윤, 김시후. 정말 고마워. 너희들은 최고의 보물이야. 더 좋은 아빠가 되도록 노력할게. 그리고 늦은 시기에 대학원 진학한다고 했을 때 멋있게 응원해주고 지원해준 사랑하는 배우자 양소라님. 너무너무 감사합니다. 당신의 배려와 응원 덕분에 잘 마칠 수 있었습니다. 너무 고맙고 사랑합니다.

많은 분들의 감사함을 기억하며, 겸손한 마음으로 앞으로도 정진하는 연구자가 되도록 노력하겠습니다.