

## 태양전지 실험을 활용한 중학생 신재생 에너지 교육의 효과

박성종<sup>1</sup> · 김은주<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>전주서신중학교, 전주 54950

<sup>2</sup>전북대학교 사범대학 과학교육학부, 전주 54896

## The Effects of Renewable Energy Education Using Solar Cell Experiments for Middle School Students

Seong-Jong Park<sup>1</sup> and Eun-Joo Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Seoshin Middle School, Jeonju 54950, Korea

<sup>2</sup>Division of Science Education, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

**초 록:** 현재 인류는 기후 위기의 심각성에 직면하고 있으며, 온실가스 배출로 인한 지구 온난화는 인간의 삶과 환경에 직접적인 위협이 되고 있다. 이에 국제사회는 지구 평균 온도 상승을 억제하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 교육 분야에서도 기후 변화와 에너지 전환의 중요성을 강조하는 방향으로 변화하고 있다. 본 연구는 중학생을 대상으로 태양전지 실험을 활용한 신재생 에너지 학습을 통해, 태양광 발전의 원리를 학습하고 이를 확장하여 태양광 자동차 모형을 제작하는 수업을 설계하고 적용했다. 연구 결과, 태양광 발전에 대한 과학적 이해와 신재생 에너지의 필요성을 인식하게 되었으며, 태양전지의 작동 원리와 성능 조건에 대한 이해도가 향상되었다.

**중심어:** 중학생, 태양전지, 신재생 에너지

**Abstract:** Humanity is currently facing the severity of the climate crisis, with global warming caused by greenhouse gas emissions posing a direct threat to human life and the environment. In response, the international community has been striving to limit the rise in global average temperatures, and the education sector has also been shifting toward emphasizing the importance of climate change and energy transition. This study developed and implemented a renewable energy learning program using solar cell experiments for middle school students. Through this program, students learned the principles of solar power generation and extended their knowledge by constructing solar-powered car models. The results showed that students gained a scientific understanding of solar power generation, recognized the necessity of renewable energy, and improved their understanding of the operational principles and performance conditions of solar cells.

**Keywords:** Middle School, Solar Car, Renewable Energy

\*Corresponding Author: Eun Joo Kim

Phone: +82-63-270-2776

Email: [ejkim@jbnu.ac.kr](mailto:ejkim@jbnu.ac.kr)



All the content in Journal of Science & Science Education(JSSE) is Open Access, meaning it is accessible online to everyone, without fee and authors' permission. All JSSE content is published and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Under this license, the authors retain full ownership of their work, while permitting anyone to use, distribute, and reproduce the content in any medium, as long as the original authors and source are cited. For any reuse, redistribution, or reproduction of a work, users must clarify the license terms under which the work was produced.

## I. 서 론

현재 인류는 전례 없는 규모의 지구의 온도 상승으로 기후 위기에 직면하였다. 2022년 기준, 전 세계 평균 기온은 산업화 이전 대비 약 1.15°C 상승했으며, 2023년 한 해에만 전 세계적으로 약 3억 3천만 명이 홍수, 폭염, 가뭄 등의 자연 재난에 직접적인 영향을 받았다. 세계보건기구(WHO)에 따르면, 기후 변화로 인해 2030년부터 매년 약 25만 명이 기후 관련 질병으로 사망할 것으로 예상되고 있다. 이러한 문제들은 주로 인간 활동으로 인한 온실가스 배출 때문이며, 이러한 기후 변화는 다시 인간의 삶과 직결되며 우리의 삶을 위협하고 있다.

국제사회는 이러한 인간 활동에 의해 배출된 온실가스가 야기한 기후 변화의 심각성을 인식하고 오래 전부터 교토의정서, 파리협정 등의 협력을 통해 산업화 이전 대비 지구 평균 온도 상승을 1.5°C로 억제하기 위해 노력하고 있다. 이러한 노력에도 불구하고 세계경제포럼의 2019년 글로벌 리스크 보고서에 따르면 10년간 인류에게 다가올 위협요소 중 1위를 기후 위기로, 2위를 기후 위기 대응 실패로 뽑는다[1].

기후 변화의 심각성은 교육 분야에도 변화를 불러오고 있다. 먼저 OECD, UNESCO의 보고서들이 교육의 변화를 제안하고 있고 2022 교육과정에도 그 흐름이 반영되었다[2]. 또한 2021년과 2022년에 걸쳐 탄소중립녹색성장기본법 제정, 지속가능발전기본법 제정, 환경교육 활성화와 지원에 관한 법률 개정 등 환경교육 관련 제도화가 다수 이루어졌고, 이의 후속으로 전국의 시도교육청에서는 학교 환경교육 관련 조례를 통과시키고 학교 환경교육 기본 계획을 수립하여 시행하는 등 많은 변화가 시도되고 있다[3].

이에 맞춰 각 학교에서도 기후 변화에 대응하기 위해 학생 중심의 환경교육이 이뤄져야 하며, 특히 학생들이 기후 변화와 에너지 소비의 관계 및 에너지 전환의 필요성을 이해하고, 문제 해결 방안을 탐구하는 교육이 필요하다. 이를 위해서는 신재생 에너지원에 대한 교육도 반드시 수반되어야 한다. 이러한 신재생 에너지에 대한 교육은 학생들이 환경 문제를 이해하고 적극적으로 대응할 수 있는 능력을 기르는 데 중요한 역할을 한다.

이러한 상황에서 사회 전반적으로 신재생 에너지원에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있으며, 환경에 무해하며 무한한 에너지원에 대한 연구가 증가하고 있다. 그리고 태양전지는 이러한 에너지 기술 중 하나다. 태양전지는 태양광을 직접 전기로 변환하는 기술로, 환경에 무해하고 무한한 태양 에너지를 활용하여 전력을 생산할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 가진다[4].

본 논문에서는 중학생을 대상으로 태양전지 실험 장치를 통해 태양광 발전의 원리를 알아보는 수업을 진행하고, 이를 확장하여 태양광 자동차 모형을 제작한다. 이러한 경험을 바탕으로, 중학생을 위한 태양전지 기반 신재생 에너지 학습 프로그램의 교육적 효과를 탐구하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 2.1. 이론적 배경

#### 1) 신재생 에너지

신재생에너지는 개념적으로 엄밀히 따져보면 신에너지와 재생에너지로 나누어 볼 수 있다[5]. 이는 자연적으로 반복 생성되는 재생 가능한 에너지와 기존 에너지를 첨단 기술로 개선하여 효율적으로 사용하는 신기술 에너지를 모두 포함하는 개념이다. 신재생에너지는 환경 친화적이며, 탄소 배출을 줄이고 기후 변화에 대응하는 데 있어 핵심적인 역할을 한다.

재생에너지는 자연계에서 반복적으로 생성되는 자원을 이용한 에너지 형태로, 태양광, 풍력, 수력, 지열, 바이오에너지가 주요한 예에 해당한다. 태양광 에너지는 태양빛을 활용하여 전기를 생산하며, 그 효율성은 점점 개선되고 있다. 풍력 에너지는 바람의 운동 에너지를 전기로 전환하는 기술로, 해상 풍력과 육상 풍력으로 나뉜다. 수력 에너지는 강이나 댐에서 물의 흐름이나 낙차를 이용해 에너지를 생성한다. 지열 에너지는 지구 내부의 열을 활용하며, 난방과 전기 생산 모두에 사용 가능하다. 바이오에너지는 농업 및 임업 폐기물, 유기물질 등 생물 자원에서 추출한 에너지를 의미하며, 지속 가능한 에너지 공급원으로 평가받는다.

신에너지는 기존 화석연료를 대체하거나 변환하여

에너지 효율을 크게 개선하는 기술에 중점을 둔 에너지 형태다. 대표적인 예로는 수소 에너지와 연료전지가 있다. 수소 에너지는 수소를 연료로 사용해 전력을 생산하는 기술로, 수소는 연소 시 물만 배출하여 환경오염이 거의 없다. 연료전지는 수소와 산소의 화학 반응을 통해 전력을 생산하며, 고효율성과 무공해 특성을 가진다. 이 외에도 석탄 가스화 및 액화 기술, 해양 에너지 등도 신에너지의 한 축을 이루며, 첨단 기술을 기반으로 자원 활용도를 높이는 데 기여하고 있다.

이처럼 신재생에너지는 다양한 자원과 기술을 통해 인류가 직면한 에너지 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 신재생에너지는 단순히 에너지를 대체하는 데 그치지 않고, 사회 경제적 발전과 환경적 지속 가능성을 동시에 달성하기 위한 핵심적인 수단으로 자리 잡고 있다.

## 2) 태양광 발전

태양광 발전은 태양빛을 전기 에너지로 변환하는 기술로, 신재생에너지 중 가장 널리 활용되는 에너지 형태 중 하나이다. 이는 화석연료 사용에 따른 환경문제를 해결하고, 지속 가능한 에너지 공급 체계를 구축하기 위해 중요한 역할을 한다. 태양광 발전은 자연에서 무한히 공급되는 태양 에너지를 활용하므로, 에너지 자원의 고갈 위험이 없고 탄소 배출이 거의 없는 친환경적인 에너지 생산 방식이다. 또한 설치 환경에 따라 소규모 가정용 발전부터 대규모 태양광 발전소까지 다양한 형태로 구현 가능하다는 특징을 가진다.

태양광 발전의 원리는 태양전지의 물리적, 전기적 특성을 기반으로 한다. 태양광 발전 시스템은 주로 태양전지 패널(모듈), 인버터, 배터리 및 전력 계통으로 구성된다. 태양전지는 태양빛에 포함된 광자를 흡수하면, 반도체 내에서 전자가 높은 에너지 상태로 이동하게 되는 광기전 효과(photoelectric effect)를 이용한다. 이를 통해 전자와 정공이 생성되며, 이들의 이동을 통해 전류가 발생하게 된다.

태양광 발전은 여러 가지 장점을 가지고 있다. 첫째, 태양광 발전은 탄소 배출이 거의 없는 친환경적인 에너지 기술로, 기후변화에 대응하는 데 효과적이다. 둘째, 태양광 발전은 자연에서 무한히 제공되는 태양 에너지를 사용하기 때문에 에너지 자원의 고갈

위험이 없다. 셋째, 태양광 발전 시스템은 모듈형 설계로 인해 소규모 가정용 발전부터 대규모 발전소까지 다양하게 설치할 수 있어 높은 유연성을 제공한다. 또한 유지보수가 비교적 간단하다는 장점도 있다.

그러나 태양광 발전에는 한계점도 존재한다. 태양광 발전은 일사량에 따라 발전량이 달라지기 때문에, 날씨가 흐리거나 밤에는 전력을 생산할 수 없다. 이로 인해 안정적인 전력 공급을 위해 에너지 저장장치(ESS)의 보조나 다른 에너지원과의 혼합이 필요하다. 또한 초기 설치비용이 높아 대규모 설치를 위한 경제적 부담이 있을 수 있다. 그러나 기술 발전과 대규모 상용화로 인해 이러한 단점은 점차 개선되고 있는 추세이다.

이처럼 태양광 발전은 신재생에너지 기술의 핵심 분야로, 기술적 발전과 환경적 이점을 동시에 추구하고 있다. 태양광 발전의 확산은 화석연료에 의존하던 기존의 에너지 체계를 대체하며, 지속 가능한 에너지 전환의 중요한 기반을 마련하고 있다.

## 3) 태양전지

태양 전지의 기본 원리는 다음과 같다(그림 1). 실리콘에 불순물을 주입해 p형과 n형의 반도체를 만들어서 빛을 조사하면 광기전효과 등에 의해 p형과 n형의 반도체에는 양극과 음극의 전위차가 발생하게 된다[6]. 여기서 n형 반도체는 전자가 전하를 옮기는 주된 역할을 하며, p형 반도체는 정공이 전하를 옮기는 주된 역할을 한다. 이 두 반도체를 서로 접합하면 상대적으로 전자가 많은 n형 반도체에서 p형 반도체로 전자가 확산하고, 반대로 p형 반도체에서 n형 반도체로 정공이 퍼져나간다. 따라서 접합부를 중심으로 n형 반도체 쪽에는 양의 전하를 가진 정공이, p형 반도체 쪽에는 음의 전하를 가진 전자가 몰려있게 된다. 이에 따라 접합부에는 n형 반도체에서 p형 반도체 방향으로 향하는 내부 전기장이 생성된다. 전하의 확산이 충분히 이루어지면 전기장의 세기도 따라서 강해지고, 어느 순간에는 한 방향으로 확산하려는 힘과 전기장에 의해 반대 방향으로 이동하려는 힘이 같아져 더 이상 전자나 정공이 이동하지 않는 상태에 이르게 된다. 이렇게 전기장이 생기는 영역을 결핍 영역(depletion region, space charge region)이라고 부른다.

반도체의 밴드 갭보다 더 큰 에너지를 가진 빛이 태

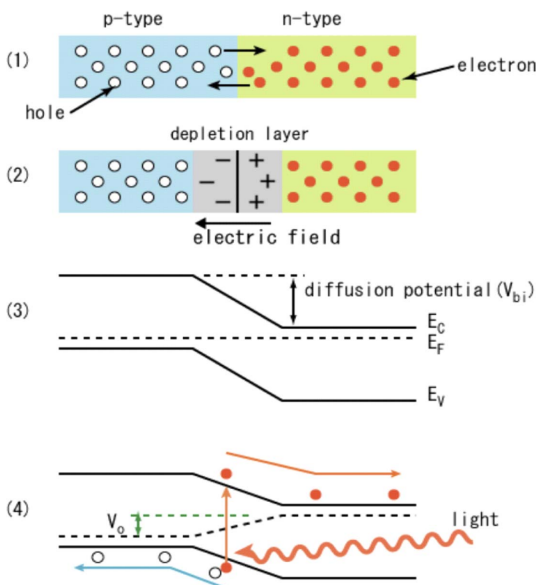


그림 1. 전통적인 p-n 접합의 태양전지.

양 전지에 들어오면 태양 전지 내부에 존재하는 전자를 더 높은 에너지 상태로 들뜨게 하고, 전자가 있던 자리에 정공이 만들어지면서 전자-정공 쌍(electron-hole pair)이 생성된다. 이때 n형 반도체와 p형 반도체의 접합으로 인해 발생한 내부 전기장의 영향을 받아 들뜬 전자는 n형 반도체 쪽으로 이동하고, 정공은 p형 반도체 쪽으로 이동하게 된다. 각각 음전하와 양전하를 가진 전자와 정공이 서로 반대 방향으로 이동하기 때문에 태양전지 내부에 정공의 이동 방향을 따라 전류가 흐르게 된다. 따라서 이 태양 전지에 외부 회로를 연결하면 이 회로를 따라서 전류가 흐르게 되며, 이것이 태양광 발전의 기본적인 원리이다.

2.2. 연구 절차

1) 연구 참여자

연구에 참여한 대상은 중학교 2학년 5명으로, 남학생 3명, 여학생 2명으로 구성되었다.

2) 학습 단계 구성

태양 전지를 활용한 신재생 에너지 학습 단계는 표 2와 같다. 총 수업은 5차시로 구성하였으며, 개념 학습, 실험 수행, 개념 확장 3단계로 구성하였다.

개념 학습 단계는 총 2차시로 구성되었으며, 신재

표 1. 태양 전지를 활용한 신재생 에너지 학습 단계

단계	차시	내용
개념 학습	1차시	신재생 에너지 원리
	2차시	태양광 발전의 원리
실험 수행	3차시	태양 전지 실험 설계
	4차시	태양 전지 실험 수행
개념 확장	5차시	태양광 자동차 만들기

생 에너지와 태양광 발전 원리를 학습하도록 하였다. 1차시에서는 신재생 에너지의 정의, 종류, 중요성에 대해 학습하였으며, 이를 통해 학생들이 태양광 에너지가 환경 친화적이고 지속 가능한 에너지 자원이라는 점을 이해하도록 하였다. 2차시에서는 태양광 발전의 작동 원리와 태양 전지의 구조 및 특성을 다루었다. 이 단계는 실험 수행 단계에서의 탐구 활동을 위한 기초 개념을 형성하는 데 목적이 있다.

실험 수행 단계는 총 2차시로 구성되었으며, 학생들이 태양 전지 실험을 설계하고 직접 수행하는 활동을 통해 태양광 에너지의 작동 원리를 탐구하도록 하였다. 3차시에서 학생들은 태양 전지 실험 장치의 구성 요소를 이해하고, 실험 목적에 따라 전동기, 부저, 다이오드 등 부품의 작동을 관찰하는 실험 계획을 세웠다. 실험 설계 단계에서는 태양광 패널의 조명 조건(LED와 백열전등)을 변경하는 실험 설계를 논의하였다. 4차시에서 학생들은 실험 설계에 따라 태양 전지 실험 장치를 사용하여 실제 실험을 수행하였다.

개념 확장 단계는 총 1차시로 구성되었으며, 태양 전지와 태양광 에너지 원리를 바탕으로 태양광 자동차 모형 제작 활동을 수행하였다. 이 활동은 학생들이 실험에서 학습한 개념을 응용하여 실생활에서의 활용 가능성을 탐구하도록 하였다. 학생들은 태양광 자동차 모형 제작 과정을 통해 창의적 문제 해결 능력을 발휘하고, 협동 학습을 경험하며 태양광 에너지의 실제 적용 사례를 이해하도록 하였다.

3) 실험 과정

(1) 기본 실험

본 연구에서는 태양 전지 실험장치를 활용하여 태양광 에너지의 작동 원리를 이해하기 위해 실험을

수행하였다. 실험 장비로는 태양 전지 실험장치, 3V 전지, 60W 백열전등, 60W LED, 전동기, 부저, 다이오드가 사용되었다(그림 2). 실험 과정은 아래와 같다.

1단계, 태양 전지 실험 장치에 3V 전지를 연결한 뒤, 전동기, 부저, 다이오드를 각각 단독으로 작동시키고 작동 상태를 관찰하였다. 이후 전동기, 부저, 다이오드를 동시에 작동시키며 각 부품의 작동 변화를 관찰하였다.

2단계, 조명의 조건에 따라 전동기, 부저, 다이오드의 작동 여부를 비교하는 실험을 진행하였다. 이를 위해 60W 백열전등과 LED를 태양광 패널에 비추어 전동기, 부저, 다이오드를 각각 단독으로 작동시킨 후 상태를 기록하였으며, 동일한 조건에서 세 부품을 동시에 작동시켜 결과를 비교하였다.

## (2) 확장 실험

태양광 자동차 모형 제작 실험은 기본 실험에서 학습한 개념을 응용하는 것을 목표로 하였다(그림 3). 이를 통해 태양광 에너지를 활용한 자동차의 구동 원리를 이해하고자 하였다. 실험 과정은 아래와 같다.

자동차 모형을 제작한 뒤 태양광 패널을 자동차의 에너지 공급원으로 연결하였다. 이후 기본 실험과 동일하게 조명의 조건에 따라 자동차 모형의 구동을 비



그림 2. 태양전지 실험 장치



그림 3. 태양광 자동차 모형.

교하기 위해 태양광 패널에, 60W 백열전등과 LED를 비추어 자동차의 작동 여부를 비교 분석하였다.

## 4) 자료 수집

본 연구에서는 수업을 진행하는 동안 학생들에게 수업 활동 기록일지를 작성하도록 하였다. 활동일지에는 수업 과정에서 발생한 의문 사항, 느낀 점, 그리고 새롭게 알게 된 점을 구체적으로 기록하게 하여, 학생들의 학습 과정과 이해 수준을 파악할 수 있도록 하였다. 이를 통해 학생들의 사고 과정과 학습 태도, 그리고 태양광 에너지 및 신재생 에너지에 대한 이해가 어떻게 변화하는지를 분석하였다.

# III. 결 과

## 3.1. 탐구 결과

### 1) 기본 실험

(1) 태양전지 실험장치에 3V 전지를 연결한 경우 태양전지 실험장치에 3V 전지를 연결(1개의 출력

표 2. 태양전지 실험장치에 3V 전지를 연결한 경우

출력장치	연결 방식	내용	특이사항
전동기	단독 동시	매우 빠른 속도	
다이오드	단독 동시	빨, 파, 초의 빛이 반복적으로 나타남. 백색 빛만 나타남.	없음.
부저	단독 동시	소리가 들림.	

장치에 단독 연결, 3개의 출력장치에 동시 연결하여 출력장치(전동기, 다이오드, 부저)의 반응은 표 2와 같다. 그리고 실험 결과를 기반으로 각 출력 장치의 동작 특성을 아래와 같이 정리하였다.

전동기의 경우, 단독 연결 시와 동시 연결 시의 회전 속도를 비교하였다. 단독 연결 및 동시 연결의 경우 전동기의 회전 속도는 거의 비슷했으며, 매우 빨랐다. 이는 연결 방식에 관계 없이 3V 전지가 전동기에 충분한 전력을 제공함을 알 수 있다.

다이오드 출력은 연결 방식에 따라 서로 다른 광학적 특성을 나타냈다. 단독 연결 시, 다이오드는 빨강, 파랑, 초록 빛이 반복적으로 점멸되며 다양한 색상이 관찰되었다. 반면, 동시 연결의 경우, 단색의 백색 빛만이 나타났다. 이러한 결과는 동시 연결 시, 다이오드에 공급되는 전류가 감소하여 RGB LED가 동시에 작동하여 백색 빛이 나타남을 확인할 수 있다.

부저는 단독 연결 및 동시 연결 모두에서 소리가 들리는 결과를 나타냈다. 그러나 소리의 명료도나 강도에 대한 정량적인 분석은 본 연구에서 포함되지 않았다. 부저의 동작 확인은 태양전지 장치의 출력 신호가 음향 장치로 변환될 수 있음을 입증하였다.

이와 같은 실험 결과를 통해 출력 장치의 동작이 전지 연결 방식에 따라 달라짐을 확인할 수 있었으며, 이는 태양전지와 같은 에너지 공급 장치의 효율적인 활용 방안을 탐구하는 데 중요한 데이터를 제공한다.

### (2) 태양전지 실험장치에서 60W 백열전등으로 태양전지를 비춘 경우

태양전지 실험장치의 태양전지에 출력장치(전동기, 다이오드, 부저)를 연결(단독, 동시)한 뒤, 60W 백열

전등으로 비췌었을 때의 반응은 표 3과 같다. 그리고 실험 결과를 기반으로 각 출력 장치의 동작 특성을 아래와 같이 정리하였다.

전동기를 단독으로 연결했을 때는 비교적 빠른 속도로 동작하였다. 이는 태양전지가 백열전등에서 흡수한 빛 에너지를 전기에너지로 변환하여 전동기에 충분한 전류와 전압을 공급했기 때문이다. 반면, 전동기와 다른 장치를 동시에 연결했을 때는 매우 느린 속도로 동작하였다. 이는 병렬 연결로 인해 태양전지의 출력 전류가 분배되면서 전동기에 전달되는 전력이 감소하였기 때문이다. 이는 첫 번째 실험에서 전지를 사용했을 때와 비교해 태양전지의 출력 효율이 상대적으로 낮음을 보여준다.

다이오드를 단독으로 연결했을 때는 백색 빛만 나타났으며, 동시에 연결했을 때도 동일한 결과가 나타났다. 첫 번째 실험에서는 다이오드가 빨강, 파랑, 초록색 빛을 반복적으로 나타냈던 반면, 이번 실험에서는 백색 빛만 나타났다. 이는 태양전지에서 공급되는 출력 전력이 상대적으로 낮아 다이오드의 색상 변화에 필요한 전류량을 충족하지 못했기 때문이다. 또한, 태양전지가 안정적인 출력을 제공하는 데 시간이 걸려 작동까지 시간이 오래 걸렸음을 확인하였다.

부저의 경우 단독으로 연결했을 때와 동시에 연결했을 때 모두 소리가 들렸다. 이는 부저가 동작하는 데 필요한 전력 요구량이 낮아 태양전지가 충분히 충족할 수 있었음을 보여준다. 첫 번째 실험에서도 부저는 소리가 들렸으나, 전지를 사용했을 때보다 출력이 약간 느린 특성을 나타낼 수 있다.

이 실험 결과를 통해, 태양전지는 전지에 비해 전력 공급이 부족하다는 점을 확인할 수 있었다. 또한,

표 3. 태양전지 실험장치의 태양전지에 60W 백열전등으로 비춘 경우

출력장치	연결 종류	내용	특이사항
전동기	단독	비교적 빠른 속도	작동까지 시간이 오래 걸림.
	동시	매우 느린 속도	
다이오드	단독	백색 빛만 나타남	
	동시	백색 빛만 나타남	
부저	단독	소리가 들림.	
	동시		

표 4. 태양전지 실험장치의 태양전지에 60W LED로 비추는 경우

출력장치	연결 종류	내용	특이사항
전동기	단독	작동하지 않음.	없음.
	동시		
다이오드	단독	작동하지 않음.	없음.
	동시		
부저	단독	작동하지 않음.	없음.
	동시		

태양전지가 전력을 공급하기까지 시간이 걸리므로 초기 출력 안정화를 위해 추가적인 장치가 필요하다는 것을 알 수 있었다. 더불어, 태양전지의 출력 효율은 광원의 스펙트럼과 강도에 따라 크게 달라진다는 점도 확인되었다. 이는 태양전지를 활용한 시스템 설계 시 광원 선택과 출력 안정화를 위한 보조 장치의 필요성을 고려해야 함을 시사한다.

(3) 태양전지 실험장치에서 60W LED로 태양전지를 비추는 경우

태양전지 실험장치의 태양전지에 출력장치(전동기, 다이오드, 부저)를 연결(단독, 동시)한 뒤, 60W LED로 비췄을 때의 반응은 표 4와 같다. 그리고 실험 결과를 기반으로 각 출력 장치의 동작 특성을 아래와 같이 정리하였다.

전동기를 단독으로 연결하거나 다른 장치와 동시에 연결한 경우 모두 작동하지 않았다. 이는 LED 조명의 스펙트럼 특성과 관련이 있다. LED 조명은 특정 파장의 빛만을 방출하며, 태양전지가 최대 효율로 작

동하기 위해 필요한 다양한 파장의 빛을 충분히 제공하지 못했기 때문에 전동기를 구동할 만큼의 전력을 생성하지 못했을 가능성이 높다. 이와 달리, 이전 실험에서 사용된 백열전등은 넓은 스펙트럼의 빛을 방출하여 태양전지의 출력 효율이 더 높았다.

다이오드를 단독으로 연결하거나 다른 장치와 동시에 연결했을 때도 작동하지 않았다. 이는 LED 조명에서 공급된 빛 에너지가 태양전지의 출력 전압을 생성하기에 충분하지 않았기 때문으로 해석된다. 이전 실험에서는 백열전등으로 다이오드가 백색 빛을 나타냈으나, 이번 실험에서는 태양전지의 출력 부족으로 인해 다이오드가 작동하지 않았다.

부저의 경우 단독으로 연결하거나 다른 장치와 동시에 연결했을 때 모두 작동하지 않았다. 이는 부저가 동작하기 위한 최소 전력 요구량을 태양전지가 제공하지 못했기 때문이다. 이는 태양전지가 LED 조명의 특정 파장만 흡수할 수 있었고, 결과적으로 발생하는 출력 전력이 부족했음을 보여준다.

이번 실험 결과는 태양전지의 출력 특성이 조명 광원의 스펙트럼과 강도에 따라 크게 영향을 받는다는 점을 확인시켜준다. 백열전등과 LED 조명을 사용한 실험의 차이는 태양전지의 효율이 다양한 파장의 빛을 얼마나 잘 흡수하느냐에 따라 달라짐을 보여주는 중요한 결과이다.

## 2) 확장 실험

다양한 조건에서 태양전지 효율 측정 실험을 진행한 뒤, 태양광 자동차 모형 만들기 실험을 통해 실제 광원에 따른 태양광 자동차 모형의 작동 여부를 학습했다. 태양광 자동차 모형의 작동 상태는 표 5와 같다.



그림 4. 태양전지 실험.

표 5. 태양 전지를 활용한 신재생 에너지 학습 단계

단계	작동 상태
60W 백열전등	작동하지만 느린 속도로 움직인다.
60W LED	작동하지 않는다.

태양전지의 효율성과 출력 특성을 이해하기 위해 3가지 실험을 진행한 후, 태양광 자동차 모형 만들기 실험을 실시하였다. 앞선 실험을 통해 태양전지가 전지보다 출력 전력이 부족하며, 광원의 종류에 따라 효율이 크게 달라진다는 점을 확인하였다. 또한, 태양전지는 초기 출력 안정화에 시간이 걸리므로 추가적인 보조 장치가 필요하다는 결론에 도달하였다.

이러한 결과를 바탕으로 태양광 자동차 모형을 제작하여 다양한 광원에서 작동 여부를 확인하였다. 60W 백열전등을 광원으로 사용한 경우, 자동차 모형은 움직이기까지 시간이 걸렸으며, 이후 느린 속도로 움직였다. 이는 백열전등이 넓은 스펙트럼의 빛을 방출하여 태양전지가 최소한의 출력 전력을 생성할 수 있었지만, 초기 출력 안정화에 시간이 소요되었기 때문으로 해석된다. 반면, 60W LED를 광원으로 사용한 경우 자동차 모형은 작동하지 않았다. 이는 LED의 좁은 스펙트럼 범위와 상대적으로 낮은 출력 강도로 인해 태양전지가 필요한 전력을 생성하지 못했기 때문이다.

이 실험은 태양전지가 전지보다 출력이 부족하고, 광원의 특성에 따라 출력 효율이 크게 달라짐을 실질적으로 보여주었다. 또한, 태양전지를 활용한 에너지 시스템 설계 시 광원 선택과 초기 출력 안정화를

위한 기술적 고려가 필수적임을 확인하였다. 이를 통해 신재생 에너지의 실제 응용 가능성을 탐구하고, 태양광 에너지의 효율적 활용 방안을 학습할 수 있었다.

### 3.2. 느낀 점과 더 알고 싶은 점 및 보완점

이번 실험을 통해 태양전지가 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 원리를 직접 확인할 수 있었다. 특히, 백열전등과 LED를 사용해 태양광 발전의 효율 차이를 비교하면서 광원의 종류와 조건에 따라 태양전지의 성능이 크게 달라진다는 점을 알게 되었다. 또한, 태양광 자동차 모형 실험에서는 태양전지가 안정적으로 전력을 공급하는 데 시간이 걸리고, 모형을 더 세부적으로 설계하고 보완해야 한다는 점을 느꼈다. 신재생에너지 중 태양광 에너지는 환경을 오염시키지 않고 기후 변화에 대응할 수 있는 중요한 에너지원이라고 생각한다. 화석 연료를 대체하기 위해 신재생에너지가 꼭 필요하며, 이번 실험을 통해 태양광 에너지가 왜 중요한지, 그리고 이를 어떻게 활용할 수 있을지 고민해볼 수 있었다.

#### 학생 1

태양광 자동차의 구동원리에 대해 새롭게 배웠다. 태양전지 실험장치로 실험하여 부저, 다이오드, 전동기의 작동 여부를 비교하면서 즐겁게 탐구하여서 더욱 기억에 남았던 것 같다.

#### 학생 2

60W 백열전등으로 패널을 비출 경우, 전동기, 부저,



그림 5. 태양광 자동차 모형 실험.

다이오드가 작동하는데 시간이 좀 걸렸지만, 모두 잘 작동하였다. 다만 3개를 모두 작동할 경우 전동기가 돌아가는 회전 속도가 엄청 느려지는 것을 확인했다.

### 학생 3

태양전지 실험 세트라는 새로운 실험도구를 보게 되어 신기했고, 태양광 자동차에 들어가는 패널이 작동하는 원리를 배우며 광전효과를 간단하게 배웠는데 새로운 개념을 알 수 있어 유익했다. 또한 백열 등에서는 태양전지가 장착된 자동차가 잘 작동되지 않았지만, 태양 아래서 잘 작동된다 하셔서 기회가 된다면 밖에 나가서 해보고 싶다.

### 학생 4

태양광이 친환경에 생각보다 많이 좋다는 것을 알게 되었다. 다른 신재생에너지보다 효율이 몇 배는 더 좋다는 것을 알고 놀랐다.

## IV. 결 론

본 연구에서는 2022 개정 교육과정에서 제시된 기후와 환경 교육의 필요성을 바탕으로, 신재생에너지 중 특히 태양광 발전의 중요성을 강조한 학습 프로그램을 개발하고 적용하였다. 해당 프로그램은 태양전지의 기본 원리를 다양한 실험 조건에서 관찰하고 학습하며, 이를 태양광 자동차 제작 및 응용 활동으로 확장하여 학생들이 태양광 발전 기술의 핵심 개념과 실제 활용 사례를 이해할 수 있도록 설계되었다.

수업 과정에서 학생들은 태양전지가 빛 에너지를 전기 에너지로 변환하는 작동 원리를 구체적으로 학습하였으며, 다양한 조건에서 태양전지의 효율에 미치는 영향을 실험적으로 탐구하였다. 이를 통해 학생들은 태양광 발전의 기본 원리뿐만 아니라, 실제 발전 시스템에서 고려해야 할 다양한 요소를 이해할

수 있었다. 또한, 태양광 발전이 신재생에너지의 주요 축으로 자리 잡고 있음을 인식하며, 이를 통한 기후 위기 대응 방안의 필요성과 실질적 중요성을 인식할 수 있었다.

프로그램 적용 결과, 학생들은 태양광 발전에 대한 과학적 이해와 신재생 에너지의 필요성을 명확히 인식하게 되었으며, 태양전지의 작동 원리와 성능 조건에 대한 이해도가 크게 향상되었다. 특히, 태양광 발전의 친환경적 특성과 에너지 전환의 효율성에 대해 깊이 생각하게 되었으며, 지속 가능한 에너지 활용 방안에 대한 관심과 동기를 높이는 데 긍정적인 영향을 미쳤다.

본 연구는 태양광 발전 기술을 중심으로 한 신재생에너지 교육이 학생들의 과학적 사고력과 환경 인식 향상에 효과적임을 보여주었다. 앞으로 태양광 발전을 비롯한 다양한 친환경 에너지 기술을 기반으로 한 교육 프로그램이 개발되어, 학생들이 지속 가능한 미래를 설계하는 데 실질적으로 기여할 수 있기를 기대한다.

## 참고문헌

- [1] 이채원, 박지현, 윤진영, 지속 가능한 환경을 위한 미디어아트 기반 융복합 교육 프로그램 연구, 한국과학예술융합학회, **40(5)**, 319-331 (2022).
- [2] 김문옥, 조아라, 아디희, 조성희, 최병무, 지역형 환경교육표준 개발의 필요성:충청남도 지역을 중심으로, 한국환경교육학회 학술대회 자료집, 157-161 (2024).
- [3] 이선경 외, 2022 개정 환경 교육과정의 개정 방향과 주요 내용, 환경교육, **36(3)**, 291-312 (2023).
- [4] 김무진, 차세대 박막 태양전지 기술 동향 및 미래 기술에 대한 연구, 산업과 과학, **3(4)**, 8-15 (2024).
- [5] 손영준, 신재생에너지의 현재와 미래, 기계저널, **59**, 1호 (2019).
- [6] 손영준, 신재생에너지의 현재와 미래, 기계저널, **59**, 3호 (2019).