

Development and Application of an Experience Activity Task related to New and Renewable Energies and Energy Conversion in Middle School Technology and Home Economics

Dong-Yeon Park(Teacher)¹ · Kyung Taek Lee(Professor)^{2*}

Seonju Middle School¹

Korea National University of Education²

<ABSTRACT>

This study aims to develop an experience activity task that can be applied to real life to understand new and renewable energy and energy conversion in the unit of "energy and transportation technology" of middle school technology and home economics.

In the preparation stage for the development of this experience task, the 2015 revised curriculum and relevant researches were reviewed to establish achievement standards and instructional goals, and the content of the textbook 'energy and transportation technology' were analyzed.

In the development stage, first, the 'temperature difference generator' and 'electric refrigerator' using thermoelectric device, which is the energy conversion device, were chosen as the subject of the experience activity task and the class model was designed as the experiential learning class strategy based on the problem solving approach. Next, an experience activity task on making 'temperature difference generators' and 'electric refrigerators', that can pursue the understanding of renewable energy and energy conversion at the same time and to be applied to real life, was developed. Also, a teaching-learning process consisting of 8 classes, teacher study materials and student study materials were developed. Finally, the validity of these outcomes was verified by the related experts of 7 persons. The validity of the result was obtained with a score of 4.29 or higher for each of the 9 items on the 5-point scale. Reflecting the expert opinions, the task was improved.

In the improvement stage, the preliminary test was applied to 12 students in S Middle School, and the results were reflected and corrected.

Finally, the experience task was handled by 50 second grade students in S middle school. the results are as follows. The average response scores of the 5 items of 5 point scale were more than 4 points. It is revealed that this experience activity task improves the interest, understanding and attitude about new and renewable energy and energy conversion to most learners. Especially, they were interested in the fact that electricity is obtained by the temperature difference without electric generators and also interested in the principle of electric refrigerators.

Key words : Experience activity, New and renewable energy, Thermoelectric device, Temperature difference electricity generation, Electric refrigerator

※ 이 논문은 Dong-Yeon Park의 2018년도 한국교원대학교 석사학위논문을 요약·정리한 것임.

* Corresponding Author: Kyung Taek Lee, ktlee@knue.ac.kr

Received November 9, 2018; Reviewed November 20, 2018 Accepted December 3, 2018; Published December 31, 2018

© 2018. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

Introduction

Research Background and Purpose

에너지산업은 국민생활과 각종 산업에 동력을 공급하는 필수적인 산업이며, 지속가능한 사회를 이끌어가는 국가 경제의 버팀목이라고 할 수 있다. 그러므로 필요한 에너지의 해외 의존 비율이 97%인 우리나라의 실정에서는 에너지의 안정적 수급이 국민복지와 경제성장을 위해 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 그러나 현재 우리나라는 대부분 해외에서 도입되는 화석연료를 사용하여 대규모 발전을 하고 각종 동력기관을 움직이고 있어서, 국제 정세에 따라 에너지 수급이 영향을 받고 환경오염 문제가 클 수밖에 없다. 그래서 화석연료에 대한 의존도를 낮추려는 노력의 일환으로, 풍력발전, 태양광발전, 지열발전 등 다양한 친환경에너지 생산에 범국가적 관심을 기울이고 있다. 그러므로 이러한 주변 여건에 발맞추기 위해 학교 현장에서는 미래사회의 주역인 학생들에게 에너지 절약과 실천, 그리고 친환경에너지에 대한 관심을 높이기 위한 교육이 무엇보다 중요한 때이다.

중학교 ‘에너지와 수송 기술’ 관련 단원의 내용 요소는 ‘수송 기술시스템’, ‘수송 기술 문제해결’, ‘신·재생 에너지’로 분류되어 있다(Ministry of Education, 2015). 2018학년도부터 적용되는 2015 개정 교육과정의 중학교 12종 교과서의 신·재생 에너지 관련 체험활동을 살펴보면 태양광 10개, 풍력발전 3개, 연료전지 2개, 압전소자 2개, 에너지 프로젝트 1개이다. 2009 개정 교육과정 교과서의 태양광 관련 6개, 풍력발전 관련 2개 체험활동과제(Kim, 2014)와 비교해도 11가지의 신·재생에너지 종류 중 태양광을 활용한 체험활동에 집중되어 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 <Table 1>과 같이 이 영역에 대한 교육연구가 많지 않을뿐더러 솔라보트 만들기(Kim et al., 2013)와 같이 수송기술과 연계된 체험활동과제에 신·재생에너지만 주제를 찾기가 어려우며, 대부분의 연구가 수송 기술 체험과 문제 해결을 위한 체험활동과제 혹은 수송 기술과 관련된 만들기에 치중하고 있어서, 다양한 활동 과제 수행 방

법이나 체험활동 주제 개발에 대한 연구가 필요함을 알 수 있다(Kim et al., 2013; Kim, 2016).

<Table 1> Priority researches for learning in ‘energy and transportation technology’ unit

Author (Year)	Research title
Kim (2016)	Development and the effect of a flipped learning activity task for ‘energy and transportation technology’ unit in technology and home economics of middle school education
Yi et al. (2015)	Development of instructional process plan and performance assessment instrument for ‘energy and transportation technology’ unit at the subject ‘technology-home economics’ subject in middle school
Jeong (2015)	Development of appropriate technology hands-on activity for ‘energy and transportation technology’ unit at the subject in middle school
Kim et al. (2013)	The Development of STEAM Program with the Unit “Energy and Transportation Technology” on the Subject of Technology·Home Economics
Choi et al. (2013)	The effects of digital mind-map instruction on ‘energy and transportation technology’ to bring up the creativity
Kim et al. (2013)	Analysis of the ‘energy and transportation technology’ unit of technology and home-economics 2 textbook
Kim et al. (2010)	The effect of project method on the girl student’s task performance ability in the unit of ‘energy and transportation technology’ of technology·Home Economics subject in high schools
Hong (2010)	The effect of newspaper utilization education on energy-related recognition and attitude on ‘energy and transport technology’ unit in high school technology and home economics
Kim (2009)	Development of STS instruction materials of ‘energy and transportation technology unit’ on the subject of technology & home economics
Lee (2002)	Design and implementation of WBI on energy & transport unit in technology subject

따라서 신·재생에너지 산업에 대한 높아지는 관심

에 비해 학생들이 신·재생에너지에 대한 이해의 폭을 확장시킬 수 있는 교육 기회는 부족하다고 판단된다.

에너지 교육 관련 성취기준은, 신·재생에너지 활용의 이해, 신·재생에너지 개발의 중요성을 인식하여 효율적인 에너지 이용 방안을 제안하고, 에너지와 관련된 문제를 이해하고 해결책을 창의적으로 탐색하고 실현하는 문제해결 체험활동을 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015). 따라서 ‘에너지와 수송 기술’ 단위에서는 에너지 관련 이론적 교육활동뿐만 아니라 학습자가 호기심이나 흥미를 가질 수 있도록 하여 학습 효과를 높일 수 있으며(Cho et al, 2015), 창의적으로 문제를 해결할 수 있도록(Lim et al, 2018) 신·재생에너지 체험 활동과제와 관련 수업자료를 개발할 필요가 있다. 또한 부족한 수업시수를 위해 ‘신·재생에너지’와 ‘에너지 변환’이라고 하는 동시에 두 가지 학습 경험을 할 수 있는 체험활동과제를 개발하는 것도 필요하다.

이 연구는, 중학교 기술·가정과 ‘에너지와 수송 기술’ 단위에서 ‘신·재생에너지’와 ‘에너지 변환’에 관한 학습경험과 올바른 이해를 동시에 제공하기 위하여, 에너지 변환 장치인 열전소자(thermoelectric device)를 활용하여 온도차로 전기를 발생시키는 ‘온도차 발전기’와 역으로 이 열전소자에 전기를 공급하여 온도차를 유발할 수 있는 장치인 ‘전기식 냉장고’를 만드는 체험활동과제와 수업자료를 개발하는 것을 목적으로 한다.

Definition of Terminology

1. New and Renewable Energy

신·재생에너지란 신에너지와 재생에너지를 합쳐 부르는 말로 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하여 재생이 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지를 말한다. 과거에는 석탄, 석유 같은 화석연료를 대체한다는 의미에서 ‘대체에너지’란 용어를 사용하였지만 환경오염 문제의 심각성과 에너지 고갈의 위기로 인해 최근에 들어 청정에너지(clean energy)와 지속가능한 에너지(sustainable energy)로서의 개념인 신·재생에너지란 말을 사용하기 시작하였다(Baek, 2015). 신·재생에너지개발 및 이용·보급촉진법 제 2

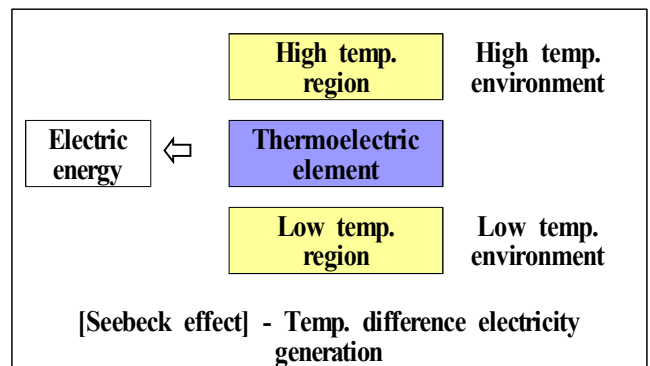
조에 따르면 우리나라는 미래에 사용될 신·재생에너지로 11개를 지정하였는데, 신에너지 3개(수소에너지, 석탄액화·가스화, 연료전지)와 재생에너지 8개(태양광, 태양열발전, 바이오, 풍력, 수력, 지열, 폐기물, 해양에너지)로 나누어진다.

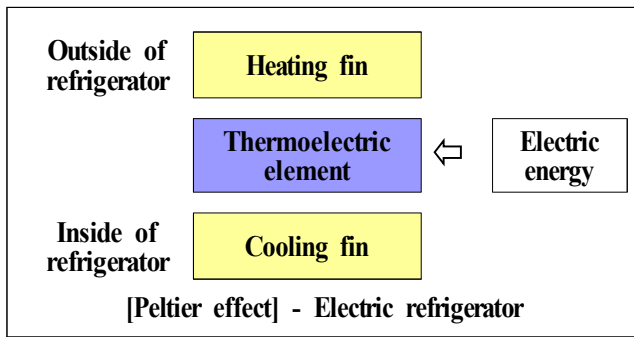
2. Energy Conversion and Device

에너지는 형태에 따라 열, 빛, 전기, 화학, 핵에너지, 역학적 에너지 등으로 분류할 수 있으며, 에너지를 생활에 유용하게 활용하기 위해서는 사람들이 사용하기 편리한 형태로 변환시켜 주어야 한다. 이때 에너지를 사용하기 편리한 형태로 바꾸어 주는 것을 에너지 변환이라 하며, 이를 도와주는 장치를 에너지 변환 장치라고 한다. 예컨대, 수력발전소의 ‘수차와 발전기’는 물의 역학적에너지(위치에너지)를 전기에너지로 바꾸는 에너지 변환 장치인 것이다.

3. Thermoelectric device

[Figure 1]과 같이 열전소자는 열에너지와 전기 에너지의 상호 변환을 유도하는 반도체 소자로, 온도차에 의해 전기를 만드는 제에백 효과(Seebeck effect), 전기를 통해 온도차를 만드는 펠티어 효과(Peltier effect), 도체에 온도차가 있을 때 전기를 흘려주면 원래의 열 이외에 새로운 열이 발생 혹은 흡수되는 톰슨 효과(Thomson effect) 등과 같은 열전 효과를 일으킨다(Ha, 2015). 열전소자의 대표적인 종류로는 펠티어소자(Peltier device)를 들 수 있다. 제에백 효과는 ‘온도차 발전’에 적용되며, 펠티어 효과는 ‘전기식 냉장고’에 적용되는 원리이다.





[Figure 1] Seebeck & Peltier effects

4. Electric Refrigerator

우리가 주로 사용하는 기계식 냉장고는 열 접촉함으로써 물체의 온도를 낮추고 자신은 증발하는 냉매를, 모터와 압축기(compressor), 응축기(condenser)가 다시 액화시켜서 냉각하고자 하는 물체 주변에 이 냉매를 순환시키는 방식을 사용한다. 반면에 전기식 냉장고는 기계적인 동작 없이 열전소자를 이용하여 냉각하고자 하는 물체 주변의 온도를 직접 낮추는 방식을 사용한다(Kim et al., 2018).

Materials and Methods

이 연구에서는 [Figure 2]와 같이 Mager & Beach(1967)가 제시한 준비(preparation), 개발(development), 개선(improvement) 단계와 단계별 개발 절차를 따라 체험활동과제를 개발한다.

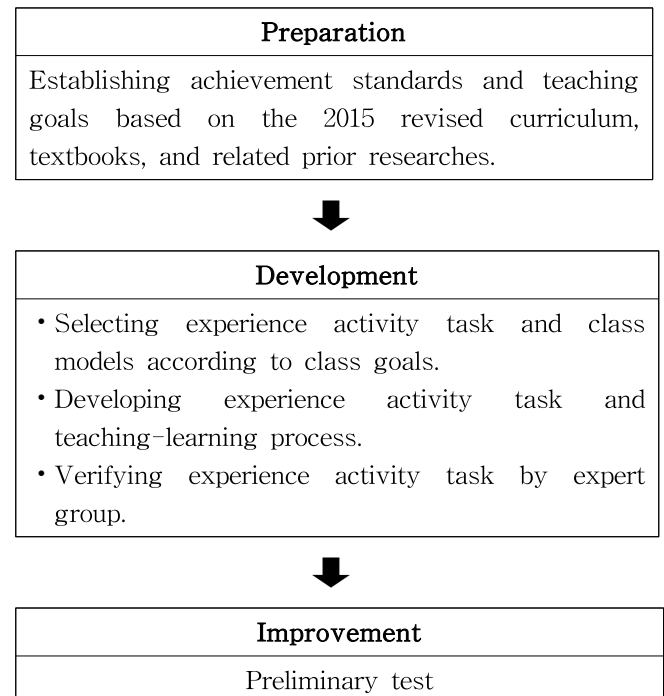
첫째, 준비 단계에서는 2015 개정 교육과정 및 선행 연구를 토대로 성취기준 및 수업 목표를 설정하고 교과서 '에너지와 수송기술' 단원의 내용을 분석한다.

둘째, 개발 단계에서는 열전소자를 체험활동과제의 주제로 선정하고, 문제해결 접근 방법에 의한 체험학습 수업 모형으로 수업을 설계한다. 또한 선정된 과제의 주제를 토대로 수업과정안을 구성하고 체험활동과제를 개발한다. 마지막으로 기술 및 공업교육 박사 학위 소지자 2명, 현장교육 5년 이상 경력을 가진 기술교사 5명 등 총 7명으로 구성된 전문가를 통해 이 체험활동과제를 검증하고 보완한다.

셋째, 개선 단계에서는 개발되어진 체험활동과제 및 수업자료를 경상북도 구미시에 소재한 S중학교 2

학년 학생 12명(3개 모둠)을 대상으로 예비시험의 결과를 반영하여 체험 활동의 문제점을 파악하고 수정·보완하여 체험활동과제를 완성한다.

마지막으로 개선 완료된 체험활동과제를 현장에 적용하여 이 수업에 참여한 S중학교 2학년 2개 반 50명을 대상으로 만족도를 조사한다.



[Figure 2] Experience activity task development procedure

Results

Preparation Phase

1. Curriculum Analysis for 'Technology World'

2015 개정 교육과정은 미래 사회가 요구하는 핵심 역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합인재를 양성하는 것을 강조하고 있다. 중학교 교육은 학습과 생활에 필요한 기본 능력을 기름으로써 문제해결력을 바탕으로 하여 도전정신과 창의적 사고능력을 기르는 것에 목표를 두고 있다(Ministry of Education, 2015).

국가의 미래 인재로서 필요한 핵심 역량을 기르기

<Table 2> Scheme for the world of technology, home-economics in 2015 revised curriculum

Domain	Core concept	Generalized knowledge	Content element (middle school grade 1~3)
Technology system	Creation	Production technology produce useful goods for human life by using a variety of resources.	• Manufacturing technology system • Troubleshooting manufacturing technology issues • Construction technology system • Troubleshooting Construction technology issues • Future technology and life technology
	Efficiency	Transportation technology increases the efficiency of space movement of people or objects.	• Transportation technology system • Troubleshooting transportation technology issues • New and Renewable Energy
	Communication	Communication technology produces, processes, and shares information through various means and devices.	• Communication technology system • Troubleshooting communication technology issues • Media and mobile communication
Utilization of technology	Adaptation	Human beings design their future and respond to the development of technology and social change through rational decision-making processes.	• Development of technology • Technology and Social Change
	Innovation	Standards in invention and technology development in problem solving contribute to innovation and development of the country and society.	• Technical problem solving • Realization of invention idea • Uses and Standards of Technology
	Sustainability	Human beings predict the change of life according to technological development and maintain and develop society sustainably.	• Appropriate technology • Sustainable development

Source: Ministry of Education(2015).

위해 2009 개정 교육과정에서는 ‘기술의 세계’를 통하여 창의적 문제 해결활동과 다양한 실천적 경험을 강조하였고, 2015 개정 교육과정에서는 ‘기술 시스템’, ‘기술 활용’ 영역을 중심으로 하여 창조, 소통, 적응, 효율, 혁신, 지속가능을 핵심 개념으로 설정하고 교육내용을 구성·제공함으로써 기술시스템설계능력, 기술적문제해결능력, 기술활용능력을 기를 수 있도록 하였다. 즉 생산·수송·통신 기술의 ‘기술 시스템’ 영역과 발명, 표준, 지속가능 발전의 ‘기술 활용’ 영역에 대한 실천과 경험을 구분하여 강조하고 있다. 2015 개정 교육과정 ‘에너지와 수송 기술’ 단원은

‘효율’을 핵심개념으로 제시하고 있으며, 2009 개정 교육과정에서 다루고 있었던 ‘에너지와 동력’ 영역에서 동력에 대한 내용이 제외되면서 단원명이 ‘신·재생 에너지’로 변경되었다. 이는 친환경 에너지와 대체 에너지에 대한 시대적 흐름이 반영되었음을 알 수 있게 한다(Kim, 2016). <Table 2>는 2015 개정 교육과정 ‘기술 세계’ 분야의 내용 체계를 나타낸 것이다(Ministry of Education, 2015).

2. Analysis of ‘Energy and Transportation’ Unit

‘에너지와 수송 기술’ 단원 관련 성취기준에는 신·

재생에너지와 관련한 문제해결 과제가 추가되어 에너지 관련 교육의 중요성이 부각되었다고 할 수 있다. Kim(2016)은 2015 개정 교육과정 ‘에너지와 수송 기술’ 단원을 위한 성취기준을 내용 요소와 관련지어 나타냈다<Table 3>.

성취기준의 변화를 살펴보면, 2009 개정 교육과정에 비하여 ‘에너지 수송 기술’ 단원의 성취기준이 7개에서 5개로 줄어들었으며, 내용면에서도 동력 기관, 에너지 생산, 우리나라 전통 수송기술의 내용들이 삭제되었다. 환경 문제 및 미래 대체 에너지의 중요성으로 인해 ‘신·재생에너지’ 내용요소를 독립적으로 다루었으며, 성취기준 [9가04-14]와 같이 기존 수송기술과 관련한 문제해결 과제와 더불어 에너지 관련 문제해결 과제가 추가되어 신·재생에너지 관련 체험활동의 필요성이 부각되었다.

<Table 3> 2015 Revised Curriculum Achievement Criteria for ‘Energy and Transportation Technology’ Unit

Content Element	Achievement criterion
Transportation technology system	[9가04-10] Understand the detailed elements of each stage of the transportation technology system and explain the characteristics and developmental process of the transportation technology. [9가04-11] Know how to use transportation safely, investigate cause of accident, prevent and cope with the accident, and also practice all of them.
Transportation technology problem solving	[9가04-12] Understand the problems associated with transportation technology, explore creatively solutions, and implement and evaluate them.
New·renewable energy	[9가04-13] Understand the use of new and renewable energy, recognize the importance of developing new and renewable energy, and propose efficient energy usage plan. [9가04-14] Understand energy-related issues, explore creatively solutions, realize and evaluate them.

Source: Kim, J. S. (2016)

3. Analysis of Experience Activities in textbooks

2015 개정교육과정이 적용된 중학교 12종 교과서의 ‘에너지와 수송기술’ 단원의 신·재생에너지 관련 체험활동 내용은 <Table 4>와 같다. 각 교과서에 등재된 신·재생에너지 관련 체험활동 16개 중 태양광 관련 체험활동이 8개 50%로 반 이상을 차지하고 있으며, 풍력 3개(18.8%), 연료전지 2개(12.5%), 압전 소자 2개(12.5%), 에너지 프로젝트 1개(6.3%)로 나타났다. 신·재생에너지 기술의 소개와 실용성 등을 학습자에게 전달하는 측면에서는 적절하지만, 기술 영역의 다양화 측면에서는 부족한 점이 있으므로 새로운 체험활동과제를 제시할 필요가 있다.

<Table 4> New and renewable energy experience activity tasks in ‘energy and transportation technology’ unit of all textbooks

Publisher	Author	Experience activity task
Gyomoon	Choi et al.	Making portable solar power generator, Making eco-friendly solar cell.
Kyohakdosoe	Lee et al.	Making electricity using wind and sunlight.
Kyohaksa	Jeong et al.	Making solar amphibious car model.
Kumsung publishing	Cho et al.	Creating solar smartphone charger, making solar oven.
Dongapublishing	Wang et al.	Making photovoltaic charge using waste products.
Mirae N	Yun et al.	Electric charging with solar, wind, and chemical cells.
Bisang education	Kim et al.	Making solar car, Making a toy using piezoelectric elements.
Samyang media	Chae et al.	Learning about neighborhood energy projects.
Cmass	Moon et al.	Making a flashlight using piezoelectric elements.
Wonn textbook	Kim et al.	Creating a solar racing car.
Jihaksa	Choi et al.	Creating a solar treadmill, Making a fuel cell car.
Cheonjae textbook	Lee et al.	Making a wind power generator.

Development Phase

1. Selection of Experience Activity task

체험활동과제에 관한 선행 연구를 살펴보면 Lee(2001)는 현실성, 흥미 유발성, 활동성, 단계성을 가지는 주제로 선정해야 한다고 하였고, Park(2008)은 현실성, 적합성, 흥미 유발성, 협동학습을 주제 선정 기준으로 제시하였다. 따라서 이 연구의 체험활동 과제는 신·재생에너지 수업의 필요성과 과제 적합성, 학생들의 흥미 유발과 동기부여를 위해 실생활에서 사용할 수 있는지에 관한 실용성을 생각하여야 하며 학습자의 수준을 고려한 학습내용을 담고 다양한 체험활동을 할 수 있도록 장소 및 실습 시간을 충분히 활용하여 협동학습 할 수 있도록 구성되어야 하는 것이다. 이에 수업의 필요성과 과제 적합성, 실용성을 감안하여 몇 가지 신·재생에너지에 관한 활동과제의 주제의 순위를 매기기 위해 <Table 5>와 같은 항목으로 5년 이상 기술교과 경력을 가진 경북 기술교과 연구회 소속 교사 12명을 대상으로 조사하였다. 각 요소별 5점 척도로 합계 순위를 낸 결과, ‘온도차 발전기’와 ‘전기식 냉장고’ 만들기가 1 순위가 되어 이 연구에서의 체험활동과제의 주제로 선정되었다.

이 ‘온도차 발전기’와 ‘전기식 냉장고’ 만들기는 신·재생에너지와 에너지 변환이라는 두 가지 체험활동을 동시에 할 수 있게 하므로 수업시수가 부족할 때 적합하다. 이 때 필수적으로 필요한 전기 소자가 ‘펄티어 소자’인데, 이 소자의 ‘제에백 효과’는 온도

차에 의한 전기발생, 즉 신·재생에너지 발전에 적용되며, 동일한 소자의 ‘펄티어 효과’는 에너지 변환을 이용한 전기식 냉장고를 만들 때 적용된다. 중학생인 학습자를 감안한다면 온도차 발전 및 전기식 냉장고에 대한 이론적 지식과 열전소자(펄티어 소자)의 활용에 대한 깊이 있는 이해를 기대하는 것은 무리가 있다. 따라서 우선 온도차 발전의 개념과 열전소자의 기본 지식을 이해시키고, 중학교 수준의 학습자가 열전소자를 활용한 온도차 발전기를 제작할 수 있도록 체험활동과제를 구성하며, 또한 학생들이 열전소자의 특성을 역이용하여 손쉽게 제작할 수 있는 일상생활제품(전기식 냉장고) 만들기 체험활동과제를 수행함으로써 에너지 변환에 대한 이해도를 높일 수 있게 한다. 또한 일상생활 속 제품에 학습한 내용 지식을 적용하여 문제를 해결하는 과정을 통하여 문제해결능력을 향상시키고 이해도를 높일 수 있도록 한다.

2. Selection of Instruction Model

창의적인 문제 해결 능력을 함양하는 체험활동중심 수업은 수업목표를 실현시키기 위해서 구체적인 수업 모형을 세워야 한다(Jeong, 2007). 이 연구에서는 수업 전략과 수업 과정으로 나누어 수업 모형을 선정하였다. 기술교육에서 주로 활용되는 수업 전략에는 강의법, 문제 해결법, 프로젝트법, 협동학습법, 토의학습법 등이 있는데(Yi, 2001), 이 연구에서는 체험활동과제의 성격에 맞춰 문제해결법, 협동학습법을

<Table 5> Rank of experience activity task topics

Experience activity task	Necessity	Suitability	Interest	Practicality	Diversity	Performance	Sum	Rank
Making solar charging lights	5	5	3	4	3	4	24	3
Creating a solar car	5	3	4	2	3	3	20	5
Creating temperature difference electric generator and electric refrigerator	5	4	5	5	5	3	27	1
Creating piezoelectric element flashlight	5	4	5	4	4	4	26	2
Making a wind power charger	5	5	3	3	3	4	23	4

주 수업 전략으로 선정하였다. 협동학습이 이루어질 수 있도록 4명의 학생들로 한 모둠을 구성하였으며, 토의학습법을 추가하여 정보 수집 및 확산적 사고를 통해 아이디어를 도출해낼 수 있도록 학습자의 참여를 유도하였다. 수업과정은 Kim(2014)이 ‘문제 확인-계획-실행-평가’ 4단계로 분류한 문제 해결 과정을 약간 수정하여 ‘문제 이해-아이디어 탐색과 개발-실행-평가’의 4단계로 진행하였다.

Understanding problem	· Understanding problem conditions, limitations, and conditions for troubleshooting · Clarifying understanding of the problem
Exploring and developing ideas	· Exploring a variety of ideas related to issue · Comparing, analyzing and evaluating the created solutions to select the best solution · Planning the use and development of materials
Execution	· Selection of tools and equipment suitable for material characteristics · Producing products that meet problem conditions and constraints · Identifying and improving issues in the implementation process
Evaluation	· Evaluating problem solving process and results · Correcting or complementing problems or improvement points

[Figure 3] Content elements of problem solving process

3. Development of Experience Activity Task and Teaching-learning Process Plan

1) Teaching-learning Process Plan and Instruction Material

교수-학습 과정안 및 학생용 활동지는 총 8차시 수업으로 구성하였고, 체험활동과제를 수행하면서 학습자가 이해할 수 있도록 ‘문제 이해하기-아이디어 탐색하고 개발하기-실행하기-평가하기’ 단계로 나누어 각각의 수업목표를 설정하였다. 학습 활동은 도입-전개-정리의 3단계로 구성하여 교사활동, 학생활동, 지도상의 유의점을 나누어 제시하였다[Figure 4]. 이 외에 각 차시 별로

주요 활동 내용과 수업 방법을 참고 내용으로 제시하였다(Park, 2018).

수업 자료 및 학생 활동지에는 체험활동 내용을 학습자에게 명확히 전달하고 수업의 흥미도와 이해도를 향상시킬 수 있도록 우선 읽을거리를 제공하여 학생들이 친환경 에너지에 대한 내용을 모둠원과 함께 조사하여 찾아보도록 하였으며, 신·재생에너지의 종류, 열전소자의 원리, 에너지의 변환, 냉장고의 원리 등을 제시하여 학습자들이 스스로 내용을 이해하고 심화학습으로 발전할 수 있도록 구성하였다(Park, 2018). 체험활동을 위한 내용은 제품 제작 과정의 각 단계마다의 학습 및 활동 내용으로 구성되었고 문제 확인 단계에서는 문제 상황을 제시하여 학급 구성원들이 문제에 대해 충분한 토의를 할 수 있도록 하였으며, 또한 관련 자료를 검색하도록 하였다. 아이디어 탐색 및 개발 단계에서는 기본설계도와 부품도를 구분하여 제품에 대한 설계와 함께 제품을 직접 제작하고 시험을 통해 만든 제품을 최종 수정 보완할 수 있도록 하였고, 제품을 만들기 위해 필요한 이론적인 내용을 읽을거리로 첨부하여 지식적인 부분을 전달할 수 있도록 구성하였다(Park, 2018).

[Teaching-learning process plan]				
단원	V. 에너지와 수송기술 3. 신·재생에너지 체험과 문제해결활동	대상	중1	
		차시	4차시	
학습 목표	·에너지와 관련된 문제를 이해하고 해결책을 탐색한다. ·신·재생에너지 활용 사례를 조사하여 신·재생에너지 개발의 중요성을 인식 및 효율적인 에너지 활용 방안을 제안한다. ·열전소자를 활용하여 온도차 발전기를 창의적으로 제작할 수 있다.			
학습 자료	수업관련 PPT, 동영상 자료, 학습지			
수업 단계	수업활동			자료 및 유의점
	교사	학생		
도입	·화석에너지 사용으로 인한 환경오염에 대하여 생 각할 수 있는 기회를 제공한다. ·여러 방법으로 전기를 발생시켜야 환경오염을 방지할 수 있는지 생각해보게 한다.	·영상을 보며 모둠원과 함께 의견을 교환한다. ·환경오염을 야기하지 않고 에너지를 얻을 수 있는 방법에 대하여 이야기 해본다.		영상 자료 제시
문제의 이해	1. 화석 에너지와 지구 온난화 ·화석 연료와 화석에너지 사용에 따라 발생할 수 있는 문제에 대하여 모둠별 토의를 통해 문제를 해결 하기 위한 다양한 아이디어를 구상하여 마인드맵으 로 나타내도록 한다.	·모둠별 토의를 통해 다양한 아이디어를 구상하여 마인드맵을 그린다.		체험 활동 자료 준비
아이디어 탐색 및 개발	·전기 에너지의 미래상에 대하여 모둠별 토의를 통해 발표하게 한다. ·신·재생에너지를 이용한 발전 방법에 대하여 모 둠별로 조사하여 발표한다. ·온도차 발전기 개발을 위한 모둠별 아이디어 토 의를 하게 한다.	·전기 에너지의 미래상에 대하여 모둠별로 토의를 하고 발표한다. ·신·재생에너지와 관련하여 자료를 찾아서 정리하고 발표한다. ·모둠별로 아이디어 및 개발을 위 한 토의를 한다.		포트폴리오 작성
실행	2. 열전소자를 활용한 온도차발전기 만들기 ·구상한 아이디어를 선정하여 구상도를 스케치 하도 록 한다. ·모듬별로 제품을 제작한다. ·선정한 아이디어의 문제점을 파악하여 수정하도 록 한다.	·최선의 아이디어를 선정하여 구상도 를 스케치한다. ·제품을 제작한다. ·선정한 아이디어를 수정하여 보완 한다.		
정리 평가	·학습결과에 대한 평가 및 정리 ·학습결과에 대한 자신의 생각 기록			
차시 예고	·다음 차시 간략히 설명 ·다음 차시 준비			

[Student learning materials]

열전소자를 활용한 체험활동 과제
[신·재생에너지의 활용]

학년 반 모둠:

■ 신·재생에너지

1) 신·재생에너지: 화석에너지를 대체할 수 있는 에너지

- 재생에너지(8개 분야): 태양열, 태양광발전, 바이오매스, 풍력, 소수력, 지열, 해양에너지, 폐기물에너지
- 신에너지(3개 분야): 연료전지, 석탄액화·가스화, 수소에너지

■ 화석 에너지 사용으로 인한 환경오염 문제와 자원 고갈 문제가 심각해지고 있다. 지속적으로 사용이 가능하고 환경 문제, 자원 고갈 문제가 되지 않는 신·재생에너지에 대해 다음 내용을 조사하여 보자.(5개만 선택하여 조사)

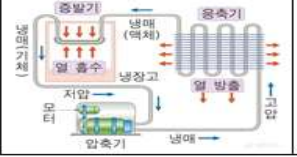
종류	기술 개요
태양광에너지	
태양열에너지	
바이오에너지	
풍력에너지	
수력에너지	
해양에너지	

열전소자를 활용한 체험활동 과제
[펄티어 소자를 활용한 전기냉장고 만들기]

학년 반 모둠:

■ 냉장고의 작동원리

1) 일반적 기계식 냉장고의 작동원리



■ 기계식 냉장고의 작동원리를 토의하고 기록하세요.

2) 일반 기계식 냉장고와 펄티어효과를 이용한 전기냉장고의 차이




[Figure 4] Teaching-learning process plan and student learning materials

2) Contents of Experience Activity Tasks

가) 열전소자(펄티어 소자)를 활용한 온도차 발전기 만들기

우선 학습자들은 학생용 학습지를 통해 신·재생에너지에 관한 기초 지식을 습득하고 모둠별로 제시된 문제 상황을 이해하고 아이디어를 탐색하여 문제를 해결하면서 온도차 발전기를 제작한다.

① 재료 및 제작 도구 준비

<Table 6>에서 온도차 발전기 만들기에 필요한 도구와 재료를 나열하였다.

<Table 6> Tools and materials for making temperature difference electric generator

Division	Name	Standard	Q'ty
Tool	Scissors, ruler, insulation tape		1
	Peltier element	40×40mm ² , 0.5~4.8V	1
Material	Aluminum (copper) plate, aluminum foil	50×200mm ²	2
	Plastic cup		2
	Low voltage DC motor	Minimum starting voltage 0.5V, rating 2V, 0.038A, 2500rpm, or similar products	1
	Propeller	Dia. 140mm	1
	Wooden chopsticks		1

② 펄티어 소자와 알루미늄(구리) 판 연결

고온부(100℃ 물에 넣는 알루미늄 판)와 저온부(0℃ 물에 넣는 알루미늄 판)는 열전도율이 높은 금속으로 만드는 것이 좋다. 본 체험활동과제에서는 알루미늄 호일을 감아서 사용하였다. 이렇게 만들어진 고온부와 저온부 사이에 펄티어 소자를 삽입하여 절연테이프로 고정시킨 후 전선을 정리해 준다.

③ 펄티어 소자와 DC모터 연결

모듈별로 발생 전압의 차(0.2~1V)가 있어서 낮은 전압에서 작동할 수 있도록 저전압 DC모터를 사용하였다.

④ DC모터 고정

나무젓가락을 이용하여 금속판에 DC모터를 고정하고 이 DC모터 축에 프로펠러를 끼운다.

⑤ 0℃ 물컵, 100℃ 물컵 준비

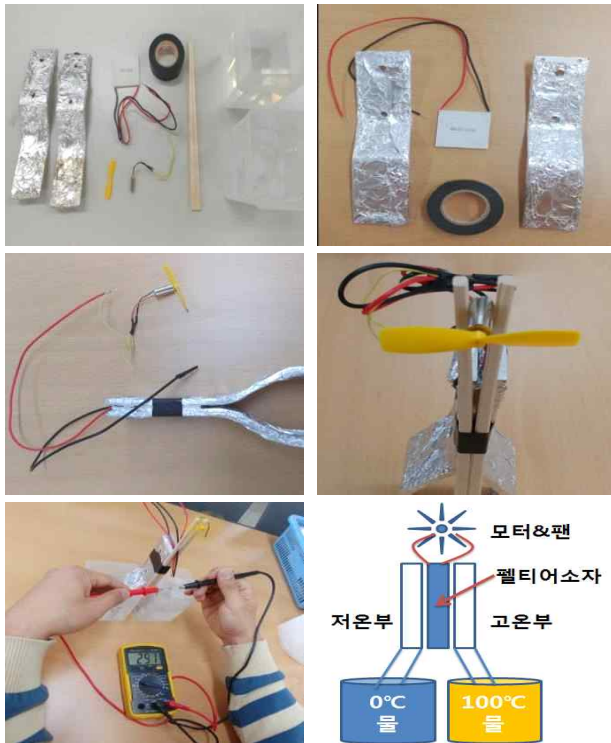
끓는 물을 사용할 때는 사전에 안전에 대해 학생들에게 강조해야 하며, 물컵 역시 안전을 고려하여 그 재질과 크기를 선택한다.

⑥ 담그기

이 두 물컵에 DC모터를 고정한 두 개의 금속판을 각각 담근다.

⑦ 동작 확인

회전하고 있는 프로펠러를 보면서 온도차로 인해 전기가 발생하는 현상을 확인한다.



[Figure 5] Making process of temperature difference electric generator and measuring current

나) 펠티어 소자를 활용한 전기식 냉장고 만들기
 심화 학습으로 열전소자의 펠티어 효과를 이용하여 실생활에서 사용할 수 있는 전기식 냉장고를 직접 설계하고 제작하게 함으로써 에너지 변환에 관한 이해와 기술적 문제해결력 향상을 기대한다.

① 재료 및 제작 도구 준비

펠티어 소자를 활용한 전기식 냉장고 만들기 체험활동과제는 크게 두 부분으로 나누어 진행된다. 하나는 냉장고의 본체를 만드는 것이고 다른 하나는 냉장고를 작동시키는 실외기를 만드는 것이다. 사용된 도구와 재료는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Tools and materials for electric refrigerator(body and outdoor unit)

Division	Name	Standard	Q'ty	Remarks
Tool	Scissors, knife, ruler, glue gun, wood glue, driver(+)		1	
Material	Peltier element	40×40mm ² , 0.5~4.8V	1	

Cooling fin	40×40×20mm ³ (recommended dimensions)	1	CPU cooler or similar products
Heating fin	80×80×25mm ³ (recommended dimensions)	1	
Heat-dissipating fan	0.038A, 2500rpm	1	Option
DC adaptor	1~12V, 2.5A	1	Driving Peltier element and heat-dissipating fan
DC terminal jack(-)	Inner dia. 2.1mm	1	
Foam board	A3 size (420×297×5mm ³)	1	
Glued laminated rectangular timber	10×10×500mm ³	4	

② 전기식 냉장고 본체의 구상도 및 부품도 설계
 전기식 냉장고 본체의 구상도 및 부품도를 설계할 때는 일반 생수병(500ml)이 잘 들어갈 수 있는 크기(300×200×200mm³)로 제한해 준다.

③ 전기식 냉장고 본체 제작

본체는 일정한 무게를 견딜 수 있도록 적당한 강성을 가지고 있는 재료를 사용하여야 한다. 따라서 구하기 쉽고 가공이 용이한 폼보드를 사용하여 제작해 보았으며 본체 보강을 위해 집성목 각재를 사용하였다

④ 전기식 냉장고 실외기 제작

열전소자(펠티어 소자)의 앞면이 냉각부분이며 반대편은 발열부분이라는 사실을 학생들에게 주지시킨다. 이 펠티어 소자의 앞면에 냉각핀(40×40×20mm³), 반대면에 발열핀(80×80×25mm³)을 고정한다. 이때 발열핀에 방열팬을 부착하면 효율을 높일 수 있어서 제작 시 방열팬을 추가할 수 있다.

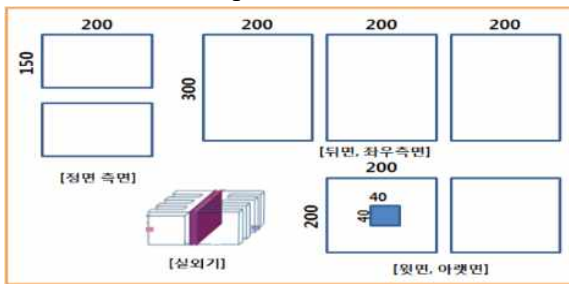
⑤ 전기식 냉장고 본체와 실외기 결합

냉장고 본체에 실외기를 결합시킬 때 실외기의 냉각핀이 냉장고 안쪽에, 발열핀은 냉장고 바깥쪽에 두도록 하며, 냉장고 본체 상단 쪽에 설치하는 것을 권장하는데 이 때 실외기 무게를 고려해야 한다. 또한 내부의 찬 공기가 외부로 새어나가지 않도록 밀폐 작업에 신경 쓸 수 있도록 한다.

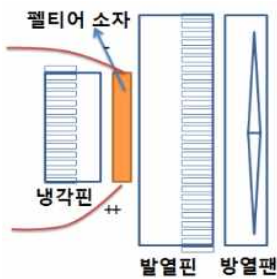
⑥ 온도 측정

30분 간 전기식 냉장고를 작동시키고 나서 전기식 냉장고 내외부의 온도를 측정하고 비교해 본다. 참고로 이렇게 만들어진 전기식 냉장고를 온도를 측정해 본 결과, 전기식 냉장고 외부 온도가 21.9°C 일 때, 내부 온도가 4.8°C이었다.

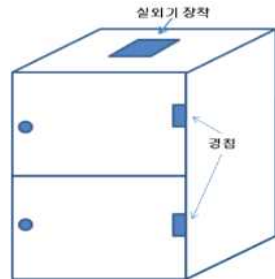
Exploded view



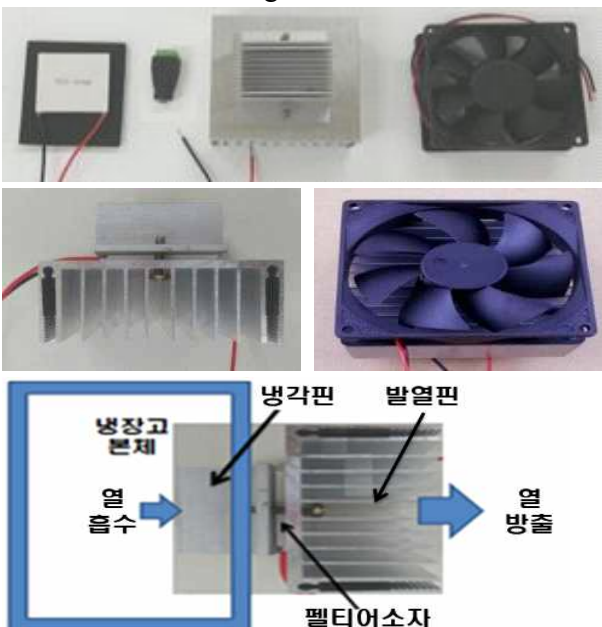
Exploded view of outdoor unit



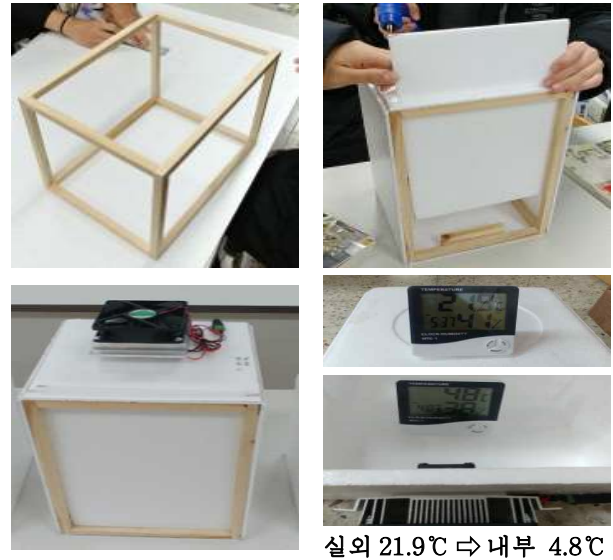
Concept for refrigerator body



Making outdoor unit



Making refrigerator body



[Figure 6] Electric refrigerator making process and internal and external temperature measurement

4. Validity Verification by Experts

전문가 타당도 평가 결과, <Table 8>과 같이 9개 항목의 개별 평균이 4.29 이상으로 나타나(상위 7개 항목의 개별 평균은 4.5 이상으로 나타나) 전체적으로 타당도가 확보되었다고 볼 수 있다.

본 체험활동과제는 교과서의 신·재생에너지 단원에서 접하지 못하는 체험활동과제이지만, 신·재생에너지에 관한 과제로서의 적절성, 수업의 수행성, 내용의 연관성 등에서 전반적으로 학생들의 학습에 도움이 되는 것으로 나타났다. 과제 수정·보완에 관한 의견으로는 온도차 발전기를 제작할 때 냉각핀과 발열핀의 재료를 다양화하여 금속의 열전도에 대한 내용도 같이 수업에서 다루면 좋을 것 같다는 의견과, 냉장고의 본체 만드는 과정에 집성목 각재를 냉장고 본체의 기둥으로 사용하면 더 튼튼하게 제작할 수 있다는 의견이 있었다. 또한 학생들에게 제공되는 학습지에서 설계도면을 작성할 공간이 협소해 부품들을 다 그릴 수 없다는 의견과, 학생들이 열전소자의 특징을 스스로 찾아 학습할 수 있도록 수업자료를 만드는 것이 좋겠다는 의견 등을 반영하여 이 체험활동과제를 수정·보완하였다.

Improvement Phase

학생들에 의한 예비시험 결과, 발전기 대신 온도차로 전기를 일으킬 수 있다는 것에 학생들이 흥미를 보였으며, 전기발생 원리에 대해 일부 학생들이 다소 어려웠다고 하였다. 이에 학습 자료에 설명을 추가하였고 시청각 자료를 추가하여 전기 발생에 대한 내용을 보강하였다. 냉장고의 크기를 크게 한 모듈에서 시간이 부족하다고 하여, 냉장고 본체의 적정 크기를 '300×200×200mm'로 제시하였고 제작시간도 늘렸다.

<Table 8> Expert Validity Evaluation Results

No.	Classification	Question	M	SD
1	Suitability	Is the experience activity task easy to understand?	4.57	0.49
2		Is the experience activity task easy to use?	4.57	0.49
3		Are the experience activity task organized systematically?	4.71	0.45
4		Is the time of the activity organized appropriately?	4.29	0.45
5	Relevance	Does the experience activity task include new and renewable energy lesson goals?	4.86	0.35
6		Is it structured according to the instructional model that can realize the educational goal?	4.71	0.45
7		Do you think that this experience activity task helps you learn new and renewable energy?	4.86	0.35
8	Performance	Is this experience activity task appropriate for middle school students?	4.43	0.49
9		Can you practice at the junior high school level if it is actually applied to your course?	4.57	0.49

Field Test

개선 완료된 이 체험활동과제를 2018년 4월, 총 8

차시에 걸쳐 현장수업에 적용하여 만족도를 조사한 <Table 9>의 결과에 따르면, 응답 평균점수가 4.0점 이상이어서 신·재생에너지와 에너지변환에 대한 이 연구의 체험활동을 통해 대부분의 학습자의 이해도, 흥미도, 태도 측면이 향상되었다는 것을 알 수 있다. 이러한 체험활동을 통해 학생들은, 기계식 냉장고 이외에 전기식 냉장고가 있다는 사실을 알게 되었고 학생 스스로 제작한 온도차 발전기에서 전기에너지가 발생하고 전기식 냉장고가 실제 작동하는 모습에서 흥미를 느꼈으며, 냉장고 본체를 만드는 재료로 폼보드 보다는 스티로폼을 활용하면 냉장고 실내 온도를 더 낮출 수 있다는 사실을 알게 되었다. 또한 학습자에게 제공된 학습지와 시청각 자료 등 수업 자료의 심화학습 내용이 학생들의 이해력을 높이는 데 도움이 된 것으로 생각된다. 대부분 학생들은, 본 연구의 체험활동 시간이 적절하다고 답하고 있으나, 제작과정에서의 재료의 정밀한 제단과 조립을 어려워하고 있어서 이에 대해 조정이 필요하다.

<Table 9> Student satisfaction survey results on experience activity task

No.	Classification	Question	M	SD
1	Interest	I was interested in the experience activity task for the new and renewable energy unit.	4.22	0.67
2	Understanding	I was helped to understand the contents of new and renewable energy by this experience activity task.	4.06	0.76
3	Attitude	I have been helped to recognize the importance of environmental protection and energy saving from this experience activity task.	4.34	0.62
4	Time	I think that the time of this experience activity task for the new renewable energy unit was appropriate.	4.12	0.71
5	Level	I had no difficulty in carrying out this experience activity task for the new and renewable energy unit.	4.04	0.59

Conclusions and Implications

2015 개정 교육과정에 맞춰서 중학교 기술·가정 교과 ‘에너지와 수송 기술’ 단원의 신·재생에너지 중 단원을 위해 열전소자를 활용한 ‘온도차 발전기’, ‘전기식 냉장고’ 만들기에 관한 체험활동과제와 함께 교수-학습 과정안, 수업 자료를 개발하였다. 전문가 7인에 의한 타당도 평가와 12인의 학생에 의한 예비시험을 통해 과제를 수정·보완한 후 중학교 2학년 50명에게 수업·처치하여 신·재생에너지와 에너지 변환에 관한 흥미도, 이해도와 태도 면에서 향상된 결과를 얻었다. 이에 대한 결론은 다음과 같다.

첫째, ‘에너지와 수송 기술’ 단원의 신·재생에너지 학습을 위해, 중학생 정도의 학습자가 이해하고 제작할 수 있는 수준으로 체험활동을 구성하였으며, 학생들의 수업 참여도를 높이기 위해 일상생활에 활용될 수 있는 주제로 하여 신·재생에너지 및 에너지의 변환의 이해를 돕기 위한 체험활동과제와 교수-학습 과정안, 수업 자료를 개발하다. 현장 투입 결과, 학생 만족도가 높았으므로 중학교 신·재생에너지 수업에 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

둘째, 에너지 변환에 관한 내용과 지식을 포함하고 있으므로 타 교과, 특히 과학교과와의 연계학습이나 통합학습이 어느 정도 가능할 것으로 생각된다.

셋째, 만들기 과정, 유의사항, 만들기 도구 및 재료 등을 자세히 소개하여, 다양한 학습지와 과정을 통한 평가, 교과 역량이 함양될 수 있도록 체험활동과제를 구성하였으므로, 현장 교사들이 쉽게 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

이 연구의 결과를 통해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 2015 개정 교육과정이 적용된 교과서 내 신·재생에너지 관련 체험활동은 아직 태양광 에너지 관련 내용에 편중되어 있으므로, 본 연구에서 개발한 과제와 같이 신·재생에너지 원리를 다양한 형태로 적용하고 표현할 수 있는 기술·가정교과 체험활동과제가 개발되기를 기대한다.

둘째, 온도차 발전과 본 연구에서 사용된 열전소자(펄티어 소자)에 대한 개념을 알려주기 위해서 과학교과와의 통합교육이나 과학교과에서의 교육을

기대한다.

셋째, 기술가정 교과 수업 뿐 아니라 자유학기제 수업, 동아리, 방과후학교 등에서도 이 체험활동과제와 수업 자료가 활용되기를 기대한다.

References

- Ministry of Education(2015). *Curriculum of Practical Arts (Technology · Home Economics) / Information Science (Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Separate Issue 10])*. Seoul: Ministry of Education.
- Cho, H. I., Kim, Y. J.(2015). The Discrimination Analysis of Career Choice by Gender, Subject Difficulty, and Science Achievement in Integrated Science of High School 1st Year. *Brain, Digital, & Learning*, 8(3), 117-135.
- Choi, J. S., Baek, K. R., & Kim, K. A.(2013). The effects of digital mind-map instruction on ‘energy and transportation technology’ to bring up the creativity. *The Korean Journal of Technology Education*, 13(1), 178-196.
- Ha, J. T.(2015). *Development and utilization of a cloud chamber by using the Peltier thermos electric cooling device and water cooling heat pump*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju.
- Hong, J. Y.(2010). *The Effect of Newspaper Utilization Education on Energy-related Recognition and Attitude on ‘Energy and Transport Technology’ Unit in High School Technology and Home Economics*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju.
- Jeong, J. W.(2007). *The Development on Invention Hand on Activity Lesson Plan for Junior High School Students by Problem Structural Level*. Unpublished master's thesis,, Korea National University of Education, Cheongju.
- Jeong, J. W.(2015). Development of appropriate technology hands-on activity for ‘energy and transportation technology’ unit at the subject in middle school. *The Journal of Practical Arts*

- Education Research*, 21(4), 247-264.
- Kim, B. J.(2014). *Analysis of Problem Solving Activity Task on Technology Area in Middle School 'Technology·Home Economics' Textbook according to Revised National Curriculum in 2009*. Unpublished master's thesis,, Korea National University of Education, Cheongju.
- Kim, J. S.(2016). *Development and the Effect of a Flipped Learning Activity Task for 'Energy and Transportation Technology' Unit in Technology and Home Economics of Middle School Education*. Unpublished doctoral dissertation, Korea National University of Education, Cheongju.
- Kim, K. A.(2009). *Development of STS Instruction Materials of 'Energy and Transportation Technology Unit' on the Subject of Technology & Home Economics*. Unpublished master's thesis,, Korea National University of Education, Cheongju.
- Kim, K. A., Choi, J. S.(2013). Analysis of the 'energy and transportation technology' unit of technology and home-economics 2 textbook. *The Korean Journal of Technology Education*, 13(3), 245-263.
- Kim, K. Y., Ham, H. I., & Kim, K. S.(2013). The Development of STEAM Program with the Unit "Energy and Transportation Technology" on the Subject of Technology·Home Economics. *Journal of the Korean Institute of Industrial Educators*, 38(1), 27-48.
- Kim, M. S., Lee, C. W.(2018). A study on the subcooling system of refrigerator using Peltier module. *J. Korean Soc. Mech. Technol.*, 20(2), 148-153.
- Kim, Y. R., Lee, S. H., & Lee, Y. J.(2010). The effect of project method on the girl student's task performance ability in the unit of 'energy and transportation technology' of technology·Home Economics subject in high schools. *Journal of the Korean Institute of Industrial Educators*, 35(2), 159-181.
- Lee, S. G.(2001). *The Development of Technology Education Program Based on Theme-centered Integrative Approach*. Unpublished doctoral dissertation, Korea National University of Education, Cheongju.
- Lee, S. K.(2002). *Design and Implementation of WBI on Energy & Transport Unit in Technology Subject*. Unpublished master's thesis, Seowon University, Cheongju.
- Lim, G. H., Kim, Y. T.(2018). A Study of the Project-Based Learning Methods for Reinventing Ideas of Mathematician via the Strategy of Polya's Problem Solving. *Brain, Digital, & Learning*, 8(3), 117-135.
- Mager, R. F., Beach, K. M.(1967). *Developing Vocational Instruction*. Belmont: Pitman Publishing.
- Park, D. Y.(2018). *Development of Experience Activity Tasks for Understanding New and Renewable Energies and Energy Conversion in Energy and Transportation Technology Unit of Middle Schools*. Unpublished master's thesis Korea National University of Education, Cheongju.
- Park, I. U.(2008). *Development of Hands-on Activity Task for Communication Technology Based on Types of Technological Problem in Technology Education*. Unpublished master's thesis Korea National University of Education, Cheongju.
- Paek, J. W.(2015). *Development of Digital Textbook Based on SMART Education in the New-Renewable Energy part -use for Activity of Creative Experience in Middle School-*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju.
- Yi, S. B.(2001). Challenges and improvement measure of Korean technology education to meet knowledge-based society. *The Korean Journal of Technology Education*, 1(1), 15-29.
- Yi, S. B., Lee, D. H.(2015). Development of instructional process plan and performance assessment instrument for 'energy and transportation technology' unit at the subject 'technology-home economics' subject in middle school. *Journal of the Korean Institute of Industrial Educators*, 40(2), 196-215.