

# 특성화고의 태양광 추적 제어 시스템 개발 프로젝트법이 학습자의 과제 수행 능력에 미치는 효과

한유진\* · 김방희\*\* · 김진수\*\*†

\*삼례공업고등학교

\*\*한국교원대학교

## The Effect on Task Performance Ability of Project Method to Develop Solar Tracking Control System in Specialized High School

Yu-Jin Han\* · Bang-Hee Kim\*\* · Jinsoo Kim\*\*†

\*Samrye Technical High School

\*\*Korea National University of Education

### ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the effect of project method on the task performance ability in development of a solar-tracking-control-system of specialized high school. In order to carry out this study, 2 classes of technical high school in Jeonbuk are chosen as experimental and control groups. The experimental group was taught by project method and the control group was taught by traditional instruction. Project method was designed by 4 stages-selection of goal, planning, implementation and evaluation. According to these stages, experimental group's students carried out the project that developing solar tracking control system in solar generation. The results of this study are as follows; the project method was more effective than the traditional instruction in planning ability for task performance and implementation ability, subordinates of task performance ability. However, information gathering ability and evaluation ability on task performance, others in subordinates, it is not clear that the project method is more effective.

**Keywords:** Solar-tracking-control-system, Task performance ability, Project method, Specialized high school

## 1. 서 론

21세기 사회의 원동력은 정보와 지식이며, 정보와 지식의 양적 팽창 뿐 아니라 그것이 생성되고 습득, 활용되는 주기가 점점 짧아져 지적 창의력과 기술혁신이 가속적으로 진행된다. 지식의 중요성과 역할이 강조되는 창조적 지식 기반 사회가 되어 비판적 사고, 창의적 사고, 의사결정능력, 문제해결 능력, 협동 또는 대인관계능력, 배우는 방법을 배우는 능력 등을 갖춘 사람을 요구하게 된다(교육개혁위원회, 1995; 장창원·이상준, 1999). 또한 전문화된 직능집단이 분화되면서 직업의 전문화와 다양화가 촉진될 전망이다. 다양한 분야에서 전문지식과 창의력을 갖춘 전문 인력이 창의적 생산을 상호보완 하는 인력구조로의 전환이 요구되므로 미래를 대비하는 직업교육의 핵심전략은 지식

정보사회에 적합한 인재를 육성하고 직업기초능력을 향상시킬 수 있어야 한다. 또한 산업구조 변화에 필요한 해당 분야의 소질, 적성을 가진 학생을 조기에 발굴하여 지식과 실무 기술을 겸비한 산업 기술 인력으로 양성하기 위해서는 학생들에게 소질과 적성에 맞는 다양한 진로 안내 및 직업인으로서의 비전을 제시해야 한다. 따라서 단순기능습득 위주의 교육에서 전문 기능 향상을 위한 교육으로의 전환되어야 하며, 이에 특성화고 교육은 시대적 요구의 반영과 함께 학생들의 문제 해결 능력 및 창의성 신장을 위한 교수·학습 방법 개선이 필요하다(김종희, 2011).

직업 교육 환경 변화에 따른 교실수업혁신을 위한 창의적 교수·학습 방법으로 김선태 외(2010)는 프로젝트법, 문제해결법, 프로그램 학습법을 제시하였다. 프로젝트 학습법은 학생들이 뚜렷한 목적을 가지고 자신이 계획을 세워 활동함으로써 학습 결과로서 광범위하고 다양한 학습 활동이 기대되며, 해당 학습 주제와 관련된 일련의 여러 단일 과제를 통해 교수·학습 활동을 이끌어 가는 학습 방법으로(류창열, 2009; 전국교대 실과교과교

Received 10 October, 2013; Revised 5 December, 2013

Accepted 8 January, 2014

† Corresponding Author: jskim@knue.ac.kr

육연구회, 2012), 학습자의 문제해결능력과 창의적인 제품 구상 능력을 향상시키며 문제를 해결하는 과정에서 동료와의 협동학습을 통해 태도에도 긍정적인 영향을 미친다(김병형 외, 2007).

초·중등 및 대학교의 프로젝트 학습의 설계 및 효과 분석에 대한 선행 연구(김영례 외, 2010; 김진수 외, 2007; 이미영·최지연, 2009)는 많으나 특성화고에서 프로젝트법을 위한 실천 방안 및 그에 대한 효과를 제시한 연구들이 많지 않다. 또한 이론적으로는 프로젝트법을 중요시하고는 있으나 실제 교육현장에서는 대부분 강의법 및 단순한 시범·실습수업으로 제시하고 있어 학습자 중심의 체험 학습 등을 통한 학습 효과 향상이 필요한 실정이다. 따라서 실천적이고 구체적이며 조작적인 활동으로 개념이나 원리의 구체적인 이해와 의사결정능력, 창의력, 문제해결력 등의 향상에 도움을 줄 수 있는 프로젝트법이 적용된 다양한 프로그램이 개발되어야 하며, 그에 따른 다양한 효과를 분석하는 연구가 필요하다.

따라서 이 연구에서는 특성화고등학교에서 태양광 추적 제어 시스템 개발을 통한 프로젝트 학습이 학습자의 과제 수행 능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 프로젝트법

프로젝트법이란 프로젝트를 매개로 하는 학습으로 교실의 형식적이고 추상적인 수업과는 달리 학습자가 중심이 되어 학습 주제와 방법을 정하며 지적 신체적 활동을 통해 전인적 인간의 발전을 강조하는 학습 방법이다(박승호, 2000). 교사 중심의 지적 활동을 강조한 전통적인 교수·학습방법과는 달리 학습자 중심의 전인적 활동을 강조한다(김영례 외, 2010). 따라서 프로젝트법은 교육적 목적을 달성하기 위해 교사와 학습자가 그에 부합한 주제와 수행 방법을 선정하여 활동하는 학습 방법이라고 할 수 있다.

프로젝트법의 가장 큰 특징은 실천적이고 구체적이며 조작적인 활동으로 이루어진다는 점이며(이상혁, 2002), 이 과정에서 학생들은 학습에 흥미를 느끼고 스스로가 문제를 해결하기 위하여 노력을 하게 된다. 즉, 프로젝트법은 지식의 습득과 이해를 목적으로 하는 전통적인 교수·학습방법의 단점을 보완하여 문제해결능력을 기르는 데 크게 기여하는 학습 방법이다. 이러한 특성의 프로젝트법은 학습관, 학습 방식, 학습 내용, 학습자의 역할, 교사의 역할, 강조점 등에서 강의식 수업과 많은 차이를 가진다.

정성봉(2002)은 Kilpatrick의 프로젝트법 모형에서 목적의 단계, 계획의 단계, 실행(수행)의 단계, 비판(평가)의 단계는 상

호 연관을 가지고 왕래하며 진행되는 과정으로 하위 요소들의 성격을 제시하였다. 한국교육과정평가원(2003)은 프로젝트 준비하기, 프로젝트 선정하기, 정보 탐색하기, 설계하기, 실행하기, 평가하기의 6단계의 프로젝트법 모형을 제시하였으며, 이는 Kilpatrick의 모형을 보완하여 기술적 활동을 통해 산출물을 제작하는데 적절하도록 구체화하였다는 특징이 있다. 이춘식(2005)은 기존의 프로젝트 학습에서 범교과적으로 활용되고 있는 4단계(목적설정하기, 계획하기, 실행하기, 평가하기)를 확장하여 '프로젝트준비하기→프로젝트선정하기→정보탐색하기→설계하기→만들기→평가하기'의 6단계로 구체화하였다.

### 2. 과제 수행 능력

교실 수업에서 과제(task)란 학습 목표를 달성하기 위해 설정된 학습 문제들을 효과적으로 해결하기 위하여 계획적으로 수행해야 할 일련의 교육적 활동을 의미하며 학습 주제에 따라 특정 프로젝트 형태로도 운영될 수 있다(Nunan, 1989). 과제 수행 능력이란 학습자가 어떤 문제를 해결하는 능력이라고 할 수 있으며 문제 상황에 직면하여 새로운 반응 양식으로 그 문제 상황을 타개해 나아가는 행위로(최유현, 2010) 주어진 과제를 수행하는데 있어서 학습자가 필요로 하는 모든 능력을 의미한다.

과제 수행 능력의 평가는 수행 중심적 평가에 의하여 측정되어지며 학생들이 과제와 관련된 정보를 수집하는 능력, 과제 수행을 계획하는 능력, 실제적인 실행 능력, 평가 능력의 4단계로 구분된다(유연숙, 김영희, 2002). 세부적인 평가 준거는 내용 영역(주제의 적절성, 다양한 시각의 이해, 자신의 판단과 의견을 제시하고 있는지를 살피는 성찰, 사고의 참신성을 보는 창의력)과 조직화(정보 수집, 정보 출처, 정보 조직)의 두 영역으로 분류된다(Wen, 1998).

이 연구에서의 과제 수행 능력은 학습 과제를 실제로 수행하는 수행 중심 평가에 의해 측정되는 능력으로, 선행 연구 결과를 재구성하여 정보 수집 능력, 과제 활동에 대한 계획 능력, 과제 활동에 대한 실행 능력, 과제 활동에 대한 평가 능력의 4개 하위 요소로 구성하였다.

### 3. 태양광 추적 시스템

태양광 발전의 발전효율의 향상을 위해 건물의 지붕이나 벽면 및 유리에 태양전지를 부착하여 에너지를 얻는 기존의 방식에서 태양의 이동경로를 따라 이동하며 태양을 추적하는 방식이 각광을 받고 있다(박종화, 2013). 고정식 태양광 발전은 어레이(array) 형태의 가장 일반적인 방식으로 추적방식에 비해 설치비용 면에선 저렴하나 발전효율이 낮으며 설치 면적의 제한

Table 1 Literature review of advanced research

연구자(연도)	논문 및 연구지 제목	출처
김영례 외(2010)	▶ 고등학교 기술과정과 '에너지와 수송기술'단원에서 프로젝트법이 여학생의 과제 수행 능력에 미치는 효과	대한공업교육학회지 35(2)
김재향(1998)	▶ 프로젝트 접근법이 초등학교 아동의 과제성취도, 자아개념 및 프로젝트 수행능력에 미치는 영향	동아대학교(석사학위논문)
지옥정(1996)	▶ 프로젝트 접근법이 유아의 학습준비도, 사회-정서 발달, 자아개념 및 프로젝트 수행능력에 미치는 효과	한국교원대학교(박사학위논문)
이좌택(2005)	▶ 초등 실과 '정보검색과 발표 자료 만들기' 단원에서 웹을 활용한 프로젝트기반학습(NetPBL)이 과제 수행능력에 미치는 효과	한국기술교육학회지 5(1)
김방희 외(2011)	▶ ADDIE 모형을 활용한 '전자 기계 기술' 단원의 태양광 발전기 수업 자료 개발	한국기술교육학회지 11(1)
우은경(2007)	▶ 실시간 태양추적모듈을 가진 태양광 발전 시스템 구현에 관한 연구	한국해양대학교(석사학위논문)
심명규(2012)	▶ CdS 센서를 이용한 이동형 태양 추적 시스템 설계	동아대학교(석사학위논문)

이 없는 비교적 원격지역에 많이 이용되고 있다. 추적식은 발전 효율을 극대화하기 위한 방식으로 태양광이 항상 태양 전지판에 최대도 입사할 수 있도록 태양의 위치를 추적하는 방식으로 구동축의 수에 따라 단방향(1축) 또는 양방향(2축) 추적 시스템으로 분류된다. 단방향(1축) 추적식은 태양전지 어레이가 태양의 한축만을 추적하도록 설계된 방식으로 태양광의 방위각 변화에 따라 발전장치가 회전한다. 양방향(2축) 추적식은 태양 전지판이 상·하, 좌·우를 동시에 추적하도록 설계된 방식으로 최대 발전량을 얻을 수 있는 장점이 있다.

신호방식에 의한 분류로 포토센서 및 조도센서를 사용하는 센서식, GPS 및 계측 장치를 사용하는 프로그램식, 그리고 센서식과 프로그램식을 혼합한 혼합식으로 나눌 수 있다. 태양 추적 시스템에 의한 높은 일사량 획득을 위해서는 정확도가 높은 2축 구동방식을 선정하며 태양위치 값의 적용을 위해 고도각과 방위각에 대해 추적이 가능한 고도각-방위각 추적 방식을 사용한다. 이러한 각 신호방식에 따라 실제 적용되는 시스템의 정밀도가 결정된다. 실제 적용에 있어 가장 정밀도가 높은 프로그램/센서 혼합식을 사용해야 하나 매우 고가이며 다수의 센서를 필요로 한다. 또한 제어기 구현에 있어서도 매우 복잡해지므로 경제성과 적용성에 비춰볼 때 적정하지 않다는 문제점이 있다.

선행연구 고찰을 통해 이 연구에서는 이동형 태양광 추적 제어 방식으로 가장 경제적이며 회로 구성이 쉬운 양방향 센서식 태양광 추적 제어 시스템을 선정하였다.

#### 4. 선행연구 고찰

프로젝트법이 과제 수행 능력에 미치는 효과에 대한 선행 연구와 태양광 추적 제어에 관한 선행연구를 Table 1과 같이 고찰해본 결과 다음과 같은 시사점을 확인하였다.

첫째, 특성화고에서 이론·실습 교과를 위한 프로젝트 학습 과제에 관한 연구가 많지 않고 대부분이 학업 성취도 및 흥미도와

관련되어 기능 습득을 위한 과제 수행 능력에 관한 연구가 많지 않았다. 프로젝트 기반 학습이 과제수행능력에 미치는 효과를 분석한 연구(김영례 외, 2010; 김재향, 1998; 지옥정, 1996; 이좌택, 2005)를 보면 전반적으로 효과적이라는 결과를 확인할 수 있다.

둘째, 태양광 발전과 관련된 대부분의 일반적인 연구(심명규, 2012; 우은경, 2007)에서는 교육적인 활용보다는 실제적으로 계통과 연계시켜서 효율적으로 실생활에 적용시킬 수 있는 전문적인 내용과 관련된 것이 주를 이루고 있고, 태양광 발전 수업자료로 개발된 연구(김방희 외, 2011)에서는 태양전지를 이용해 만들어진 전기에너지를 단순히 다른 형태의 에너지로 변환시키는 것에 초점을 맞추고 있다.

이 연구에서의 태양광 추적 제어 시스템 개발은 태양전지의 발전 효율에 초점을 맞춰 발전효율에 영향을 미치는 태양의 고도와 채광, 태양전지의 연결방법을 고려하여 제작하도록 하는 프로젝트 과제를 선정하였다. 변인에 따른 실제 발전량을 측정해 봄으로써 실제 태양광 발전기를 개발하는데 있어서 발전 효율을 증대시킬 수 있는 방법을 학습자 스스로 모색하여 과제를 수행하는 프로젝트 학습으로 구성하였다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 대상

이 연구의 대상은 전라북도 소재 특성화고등학교 S공업고등학교 전기제어과 2학년 2개 학급으로 전력설비 I 과목의 발전 단원의 수업을 위하여 실험 집단으로 25명, 통제 집단으로 25명으로 구분하였다.

과제 수행 능력 사전 검사는 실험 집단과 통제 집단 모두 2013년 3월 12일에 실시하였다. 두 집단 간의 사전 검사 점수를 t 검정한 결과, 실험 집단(M=25.96)과 통제 집단(M=26.72) 간에

는 평균에서 근소한 차이가 있었으나, 통계적으로는 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타나( $t = 0.622, p = .497$ ) 두 집단이 동일한 집단이라고 판단할 수 있었다.

### 2. 실험 설계

이 연구에서는 Fig. 1과 같이 준실험 설계로 이질 통제 집단 전후 검사 설계를 활용하였다(김진수, 2006). 실험 집단은 프로젝트법을 적용하였고, 통제 집단은 강의식 학습을 적용하여 사전검사, 사후검사를 실시하여 분석하였다.

실험 과정에서 연구와 무관한 외적 변인의 작용을 배제하기 위해 두 집단의 수업은 동일 교사가 담당하였으며, 수업 시수 및 수업 진도를 동일하게 진행하였다. 또한 학습 환경으로 인한 변인을 통제하기 위해 과제 수행 학습이 완료될 때까지 교실과 실습실에서 수업을 진행하였다.

### 3. 프로젝트법 설계

프로젝트법은 학습자의 자발적인 학습으로 진행되어야 하므로 Table 2와 같이 각 단계에서 과제 해결에 필요한 내용을 직접 작성하여 수행하도록 하였다. 프로젝트 계획서를 통해 태양광 추적 제어 시스템을 설계·제작하기 위한 학습 내용, 필요 재료 및 공구, 학습 단계에서 해야 할 일 등을 직접 계획하도록 하였으며, 프로젝트 보고서에서는 선정 과제명과 선정 이유, 제작 기간, 사전 정보 수집 방법, 설계방법, 활동 소감 등을 기록하도록 하였다. 또한 프로젝트 준비-계획-실행-평가의 활동 단계별

실험집단	$O_1$	$X_1$	$O_2$
통제집단	$O_3$	$X_2$	$O_4$

$O_1, O_3$  : 사전검사,  $O_2, O_4$  : 사후검사  
 $X_1$  : 프로젝트법 학습,  $X_2$  : 강의식 학습

Fig. 1 Design of experiment

Table 2 Consist of project method instruction material for self-directed learning

구분	내용
프로젝트 계획서	학습내용, 재료, 공구, 각 단계에서 해야 할 일, 주의사항, 기타
프로젝트 보고서	선정과제, 과제선정이유, 제작기간, 자료수집, 재료 및 공구, 설계도, 작품사진, 활동 소감
포트폴리오	1. 프로젝트 준비하기 - 프로젝트 단계 이해 2. 계획하기 - 스케치도, 구상도, 제작도 그리기 3. 실행하기 - 각 단계별 문제 상황 및 해결책 모색 4. 평가하기 - 수행 결과 평가

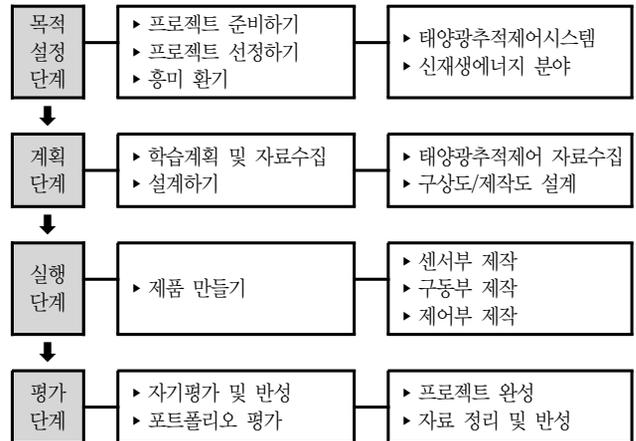


Fig. 3 Design of project method

포트폴리오를 구체화하여 선정한 내용에 따른 방법을 자기 주도로 구체화하여 과제를 수행할 수 있도록 하였다.

태양광 추적 제어 시스템 개발의 프로젝트 학습은 Kilpatrick (1918) 모형과 한국교육과정평가원(2003)의 모형을 참고하여 Fig. 3과 같이 목적의 설정, 계획, 실행, 평가의 4단계로 구성하였다.

#### 가. 목적의 설정 단계

환경문제와 연계하여 새롭게 주목을 받고 있는 신·재생에너지 개발과 관련된 요구를 분석하고, 신·재생에너지 자원 중 태양광 발전과 관련된 교육적 요구와 대상 학생들의 태양광 활용 방안에 대한 관심, 그리고 교사들이 요구하는 태양광 발전 장치 수업내용에 대한 문헌 고찰을 수행하였다.

#### 나. 계획 단계

수업에서 학생들이 태양광 추적 제어 시스템을 직접 제작하기 위해 프로젝트법 보고서를 작성하고 프로젝트 준비 및 계획과 관련된 포트폴리오 작성을 통하여 시스템 개발을 계획하도록 하였다. 제작과정에서 학생들의 안전성 고려 및 숙련도를 위하여 사전에 안전교육 및 기자재 사용교육을 실시하고, 절차에 맞는 수행이 이루어지도록 하였다.

#### 다. 실행 단계

계획 단계에서 작성한 태양광 추적 제어 시스템의 외관 스케치도, 구상도, 제작도와 완성된 제작 관련 포트폴리오를 기반으로 실제적인 태양광 추적 제어 시스템을 개발하였다. 제작과정에서 예상하지 못했던 문제 상황이 발생한 경우 방과 후 활동을 통하여 문제 해결 방안을 도출하도록 하였으며, 완성된 시스템

템을 작동해보고 문제점이 있다면 토의를 통하여 해결하도록 하였다.

라. 평가 단계

평가 단계에서는 평가관련 포트폴리오를 통하여 채광, 고도, 태양전지의 연결방법 등의 각 변인을 조절하여 태양광 추적여부를 확인하였다. 최대한 학생들의 자발적인 활동이 가능하도록 평가 관련 활동 내용을 단계적으로 제시하고, 이에 발생하는 문제점 및 개선사항을 확인하여 수정 보완하였다.

4. 검사 도구

학습자의 과제 수행 능력을 측정하기 위하여 사용한 도구는 정보 수집 능력, 과제 수행 계획 능력, 과제 수행 실행 능력, 과제 평가 능력으로 구성된 김영례 외(2010)의 프로젝트법의 과제 수행 능력 검사지를 프로젝트 과제의 내용에 맞게 재구성하였다. 검사 내용은 정보 수집 능력, 과제 수행 계획 능력, 과제 수행 실행 능력, 과제 평가 능력의 4영역으로 구성하였으며, 측정하는 방법은 수행 중심 평가 방법인 교사의 관찰을 통한 5단계 평정척 10문항의 체크리스트(checklist)로 작성하였다.

검사 도구는 교수 1명, 공업교육전공 석·박사 학위를 소지한 현직교사 5명을 대상으로 설문 의견을 수렴하여 타당도를 검증하였고, 신뢰도 검증을 위해 예비조사를 실시한 결과 Cronbach  $\alpha$  값이 .785로 비교적 신뢰로운 것으로 나타났다.

5. 자료 분석

이 연구에서는 각 연구 가설 내용을 실험 집단과 통제 집단

의 차이로 검증하기 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 이 연구에서 가설 검증의 유의도 수준은  $p < .05$ 이며, 통계 처리는 windows용 SPSS 10.1 프로그램을 사용하였다.

IV. 연구 결과

1. 프로젝트 수행 결과

학습자용 포트폴리오를 통해 학습자 스스로 프로젝트를 수행한 결과로 산출된 태양광 추적 제어 시스템의 개발 결과이다.

가. 태양광 추적 제어 시스템 설계

태양광 추적 제어 시스템의 외관 설계를 위해 스케치도를 그리고 AutoCAD 6.0으로 구상도를 완성하였다. 구상도에 치수를 기입하여 태양전지 판넬과 프레임의 구조 제작도, 태양광 추적 제어 시스템의 정면 및 측면 제작도를 Fig. 4와 같이 완성하였다.

나. 태양광 추적 제어 시스템 제작

1) 센서부

이 연구에서 사용한 CdS 센서는 입사광량에 따라 저항 값이 변화하는 광 도전 효과를 가진 반도체 포토센서이다. CdS의 특성을 보면 10[lx]의 빛의 양을 센서에 비췄을 때 센서의 저항 변화가 최소 20 $\Omega$ 에서 최대 50k $\Omega$ 으로 변화하며, 어두울 때는 최소 2M $\Omega$ 의 저항값으로 변화한다.

센서부는 Fig. 5와 같이 CdS 센서 4개를 이용하여 태양의 위치에 따라 중앙의 십자모양 가림막에 의해 생긴 그림자로 빛의 유무 판별을 하도록 하였다.

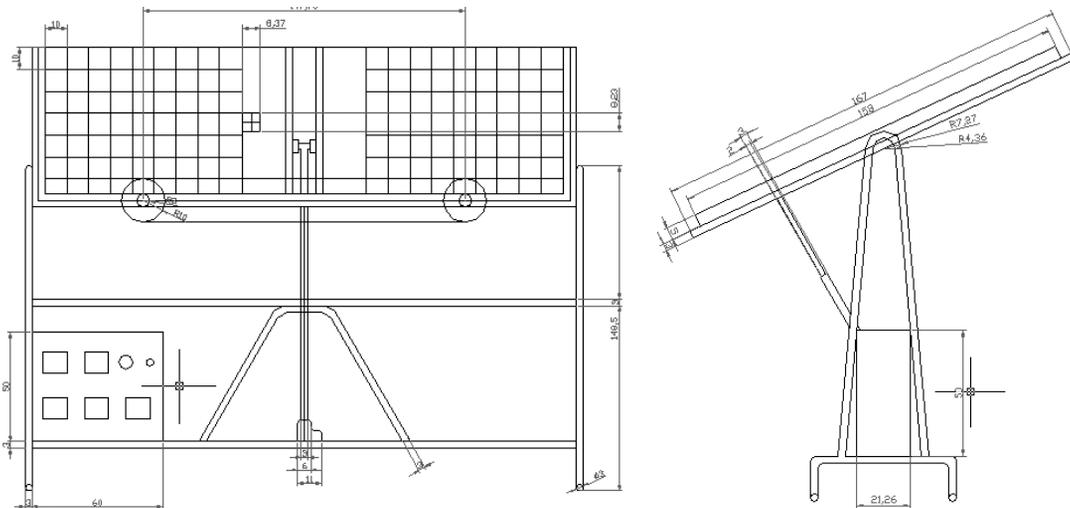


Fig. 4 Working drawing of solar-tracking-control system

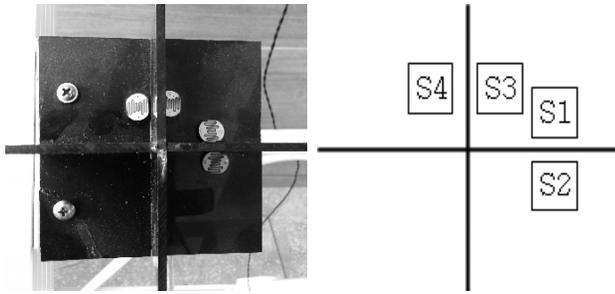


Fig. 5 Sensor parts of solar-tracking-control system

태양이 이동함에 따라 CdS 센서를 가리게 되며, 빛의 광량에 따라 저항값이 변화하여 연산 증폭기 비반전 입력(LM741의 3번)에 인가하여줌으로써 출력과 동위상 증폭을 하게 된다. 연산 증폭기의 반전 입력(LM741의 2번)에는 태양전지의 위치 보정을 위한 포텐셜 메터가 연결되어 있어 태양광선이 정확하게 직각으로 태양전지에 입사될 수 있도록 보정하는 역할을 한다. 연산 증폭기에서는 두 신호를 비교하여 그 차이 값을 출력하게 구성되었으며, 출력 전압은 고도 구동모터와 방위 구동모터를 작동시키기 위해 제어부로 보내지도록 제작하였다.

### 2) 제어부

제어부의 구성은 학습자의 이해력을 높이기 위하여 아날로그 제어방식을 이용하였다. 제어부는 센서부에서 받은 미약한 신호를 전력 증폭하여 모터를 구동할 수 있는 정도의 에너지를 만드는 과정으로 모터는 DC 24V 3A의 감속 기어드 모터를 사용하였다.

제어부는 상보대칭인 NPN형과 PNP형 트랜지스터를 이용하여 연산증폭기로부터 발생된 오차 값을 증폭하였다. NPN형 트랜지스터에서는 (+)전기를, PNP형 트랜지스터에서는 (-)전기를 증폭함으로써 빛으로 인해 얻어지는 아주 미약한 전기에너지의 변화를 모터가 구동될 수 있을 정도의 최대전압 30[V], 최대전류 5[A]의 전력으로 증폭하였다. 즉, 센서부로부터 받은 전기신호의 값이 (+)이면 모터가 시계방향으로 정회전하고, (-)이면 반시계방향으로 역회전할 수 있도록 하였다. 센서부의 오차 값이 0이 될 때까지 고도와 방위를 추적하는 모터가 회전하여 평형점을 찾는 자동 제어가 이루어지게 제작하였다.

### 3) 구동부

태양광 추적 제어 시스템의 고도 제어 모터는 CdS센서의 S1과 S2의 광량을 분석하여 구동되며, 태양전지의 각도를 태양의 고도에 따라 변화시켜야 하므로 작동의 안정성과 제작의 편의성을 고려하여 선택하였다. 모터의 최대 부하 하중은 사용하고

자 하는 태양전지의 중량과 최대 풍속을 고려하여 1000N으로 보고 여유하중을 고려하여 1500N의 힘을 갖는 모터를 사용하였다. 작동 토크를 크게 하기 위하여 원주에서 직선 운동으로 고도를 추적하도록 하였으며, 고도는 1년을 주기로 1사이클의 변화를 갖게 되므로 속도와는 무관하다. 이에 적합한 DC 24V 1500N Duty Cycle 10% 50W 급 모터로 이송 행정 거리가 500mm인 직선 이송 액추에이터를 사용하였다.

태양광 추적 제어 시스템의 방위 제어 모터는 CdS센서의 S3과 S4의 광량을 분석하여 컨트롤러에 의해 구동된다. 바람 등에 의한 주변상황의 부하변화가 모터에 영향을 적게 주도록 워엄 기어를 이용한 감속 모터를 이용하였다. 방위 제어 모터는 1일을 주기로 1사이클 운동을 하게 되므로 큰 감속비와 충분한 토크를 갖는 DC 24V 80W급 80:1 워엄기어 감속모터를 사용하였다.

### 4) 기구부

기구부는 방위 제어 모터를 지지할 수 있는 지지대와 고도 제어 모터를 고정할 수 있는 프레임, 그리고 태양 전지를 설치하기 위한 전지판으로 구분된다. 이동의 편의성을 위하여 바퀴가 장착된 지지대를 선정하였고, 태양전지판을 고정시키는 프레임을 이용하여 위치제어 모터를 고정시켰다. 태양전지는 24V 180W 급 2개를 사용하였고, 각각의 회전축에는 구면베어링(spherical bearing)을 사용하여 회전 운동의 부하를 최소화하여 부드럽게 작동되도록 하였다. 또한 두 개의 태양전지의 움직임을 동기화하기 위하여 두 개의 풀리와 로프 체인을 이용하여 동력을 전달 시키도록 하였다. 이 로프 체인은 2개의 태양전지의 중심축과 모터 축에 풀리를 설치하고 가운데 스프링 및 턴버클을 설치하여 로프의 장력을 편리하게 조절할 수 있는 구조로 제작하였다.

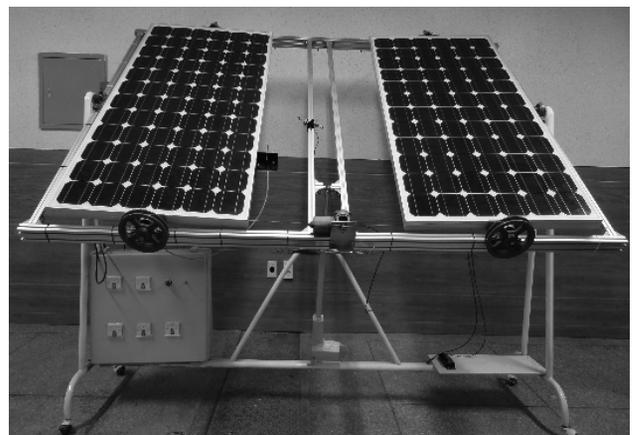


Fig. 6 Product of solar-tracking-control system

센서부는 태양 전지가 태양의 일사량을 최적으로 받을 수 있도록 2개의 태양 전지판 사이에 부착하여 태양 전지의 전력 생산을 용이하게 하였다.

Fig. 6은 프로젝트법을 통해 학습자가 완성한 태양광 추적 제어 시스템이다.

다. 제어 동작 특성

태양광 추적 제어 시스템의 위치제어 계통도는 Fig. 7과 같다. 태양의 이동에 따라 CdS센서의 광량은 변화하게 되며, 변화된 태양의 광량에 따라 위치(방위 및 고도) 제어기의 모터를 동작 시키도록 회로를 구성하였다.

최초 태양 추적 제어 시스템 구동 시 고도 모터를 제어하는 S1센서와 S2센서의 값을 비교하게 된다. 비교된 두 센서의 값을 처리하여 S1센서의 값이 S2센서의 값보다 큰 경우 모터는 정회전을 하게 되며 S2센서의 값이 클 경우 모터는 역회전을 하게 된다. S3센서와 S4센서의 경우 역시 두 센서의 값을 비교하여 모터를 제어하게 되며 네 가지 센서의 값이 동일할 경우, 즉 센서의 위치와 일직선상이 된 경우 그림자가 생성되지 않기 때문에 동작을 멈추며, 또한 어두운 밤의 경우 빛이 없으므로 센서의 값들이 동일하므로 동작을 하지 않도록 설계하였다.

Fig. 8은 태양광 추적 제어 시스템의 구동에 의한 태양전지 충전/방전 제어회로의 구조이다.

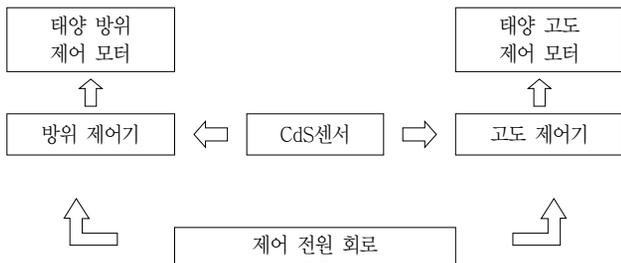
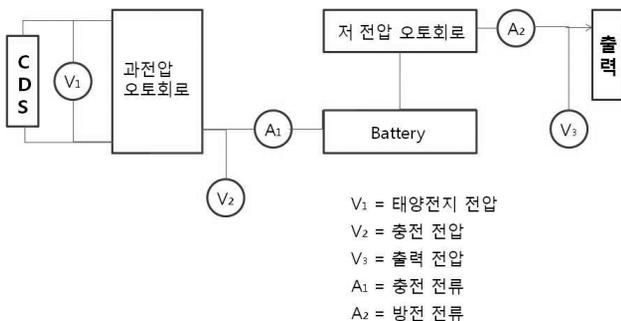


Fig. 7 Block diagram of positioning control



V<sub>1</sub> = 태양전지 전압  
 V<sub>2</sub> = 충전 전압  
 V<sub>3</sub> = 출력 전압  
 A<sub>1</sub> = 충전 전류  
 A<sub>2</sub> = 방전 전류

Fig. 8 Solar cell charge and discharge control circuit

2. 과제 수행 능력에 미치는 효과

실험 처치 후 과제 수행 능력의 사후 검사는 태양광 추적 제어 시스템 개발 과제를 제시하여 실험 집단과 통제 집단에 학습 활동을 하게 한 후 과제 수행 능력을 측정하였다. 과제 수행 능력 사후 검사는 실험 집단과 통제 집단 모두 2013년 4월 16일에 실시하였다. 과제 수행 능력의 사후검사 분석 결과는 Table 3과 같다.

프로젝트법을 적용한 집단의 사후 검사 평균은 31.28점이고, 강의식 학습을 적용한 집단의 사후 검사 평균은 28.08점으로 실험 집단의 평균이 3.2점 더 높게 나왔다. 이와 같은 평균의 차이가 통계적으로 의미 있는지 알아보기 위해 t검정한 결과, 두 집단 간에는 평균 점수 사이에 유의한 차이가 있어 과제 수행 능력에서는 프로젝트법이 강의식 학습보다 효과적인 것을 알 수 있었다.

정보 수집 능력 영역에서는 실험 집단의 평균이 0.32점 더 높았으나, 두 집단 간에는 평균 점수 사이에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 과제 수행 평가 능력 또한 실험 집단의 평균이 0.24점 더 높게 나왔으나 두 집단 간에는 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 따라서 정보 수집 능력과 과제 수행 평가 능력에서는 프로젝트법이 강의식 학습보다 효과적이라고 할 수 없었다.

과제 수행 계획 능력 영역에서는 실험 집단의 평균이 1.72점 더 높았고 두 집단 간에는 평균 점수 사이에 유의한 차이가 있었다. 과제 수행 실행 능력 영역에서도 실험 집단의 평균이 0.92점 높았고 두 집단 간 평균 점수에 유의한 차이가 있었다. 따라서 과제 수행 계획 능력과 실행 능력에서는 프로젝트법이 강의식 학습보다 효과적인 것을 알 수 있었다.

과제 수행 능력에 대한 분석 결과를 요약하면 특성화고등학교

Table 3 Result of t-test on task performance ability

구분	대상	M	SD	t	p
정보수집 능력	실험집단	5.84	1.818	0.742	.462
	통제집단	5.52	1.159		
과제수행 계획능력	실험집단	10.12	2.128	3.553	.001*
	통제집단	8.40	1.155		
과제수행 실행능력	실험집단	6.60	1.258	2.704	.009*
	통제집단	5.68	1.145		
과제수행 평가능력	실험집단	8.72	1.646	0.525	.602
	통제집단	8.48	1.584		
전체영역	실험집단	31.28	6.188	2.307	.025*
	통제집단	28.08	3.135		

\*p < .05

교에서 태양광 추적 제어 시스템 개발의 프로젝트법이 과제 수행 능력 향상에 전체적으로는 비교적 효과가 있는 방법이라 할 수 있으나, 과제수행능력 하위요소 모두에는 긍정적인 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 프로젝트가 진행되어가면서 전반적인 과제 수행 능력은 향상되었으나, 교사의 역할과 집단 내, 집단 간의 학습자의 관계, 물리적인 환경, 학습에서의 정보 제공 등과 같은 많은 수행 변인들이 프로젝트법을 적용하여 학습한 결과에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

## V. 결론 및 제언

이 연구는 특성화고등학교에서 태양광 추적 제어 시스템 개발의 프로젝트법이 과제 수행 능력에 미치는 효과를 검증하는 데 있으며, 그 결론은 다음과 같다.

첫째, 태양광 추적 제어 시스템을 제작하는 프로젝트 학습은 특성화고등학교 전력설비 발전단원의 실제 수업에서 활용이 가능하였다. 교사는 학생들의 창의적인 문제 해결 아이디어를 보다 정교하고 구현 가능하도록 도와주는 최소한의 역할을 하였으며, 학습자는 목적의 확인, 계획, 실행, 평가의 4단계 과정에 따라 각 단계별 포트폴리오를 작성하면서 자발적이고 능동적으로 프로젝트 과제를 수행할 수 있었다.

둘째, 과제 수행 능력의 하위 요소인 정보 수집 능력과 과제 수행 평가 능력에 대해서 검증한 결과 실험 집단이 통제 집단보다 과제 수행 계획 능력에서는 평균값이 높게 나타났으나, 통계적으로는 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 프로젝트법이 강의식 학습 방법보다 정보 수집 능력과 과제 수행 평가 능력에 있어서 더 효과적이라는 알 수 없었다. 이는 제시된 과제가 학습자에게 생소하게 느껴져서 소극적인 과제 수행이 이루어졌다고 판단할 수 있으므로 정보 수집 및 평가의 과정에서 학습자들이 쉽게 접근할 수 있도록 어느 정도의 정보를 제공하는 것이 필요하다고 사료된다.

셋째, 수행 계획 능력과 과제 수행 실행 능력에 대한 검증 결과 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 즉 프로젝트법이 강의식 학습 방법보다 과제 수행 계획 능력과 실행 능력에 있어서 더 효과적이다. 프로젝트법은 학습자의 실제적 활동을 기반으로 하며, 수집된 다양한 정보를 가공하는 자발적인 학습 과정이 포함되어 과제 수행을 적극적으로 할 수 있었기 때문에 피동적인 강의식 수업에 비해 스스로 계획하고 실행하는 능력이 보다 높게 나타났다고 분석할 수 있다.

이 연구를 통하여 얻은 결론을 토대로 하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 프로젝트법을 수업에 적용하여 과제 수행 능력의 효과를

높이기 위해서는 수업 설계에 대한 철저한 준비가 전제되어야 한다. 학습자의 자발적인 참여와 능동적인 자세가 필요하므로 프로젝트 학습에 대한 사전의 충분한 교육과 이해가 요구된다.

둘째, 연구 결과의 일반화를 위해 다양한 학습 내용의 프로젝트법 수업을 개발하고 적용하는 연구가 수행되면서 과제 수행 능력 검사지를 세분화하고 구체화하여 그 효과를 지속적으로 분석하는 후속 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구에서는 프로젝트 산출물의 태양광 추적 동작 여부만을 확인하였다. 개발된 태양광 추적 제어 시스템을 활용한 태양광 발전의 효율을 지속적으로 관측하여 태양광 추적방식이 발전효율에 미치는 효과를 직접 확인해보는 학습을 연계한다면 더 큰 교육적 효과를 기대할 수 있을 것이라 사료된다.

## 참고문헌

1. 교육개혁위원회(1995). **(세계화·정보화 시대를 주도하는) 신교육체제 수립을 위한 교육개혁방안**. 대통령자문 교육개혁위원회.
2. 김병형·우상호·김진수(2007). 기술·가정 교과의 ‘운동 물체 만들기’ 단원에서 프로젝트 수업이 학업성취도에 미치는 효과. **한국기술교육학회지**, 7(1): 133-148.
3. 김선태·전종호·장혜정(2010). **직업교육훈련 교수-학습 방법 우수사례 발굴·보급**. 한국직업능력개발원, p. 76.
4. 김영례·이상혁·이용진(2010). 고등학교 기술·가정과 ‘에너지와 수송기술’ 단원에서 프로젝트법이 과제 수행 능력에 미치는 효과. **대한공업교육학회지**, 35(2): 159-181.
5. 김종희(2011). **전문계 고등학교 ‘기초제도’ 과목의 ‘컴퓨터를 이용한 제도’ 단원에 프로젝트법이 학업성취도에 미치는 효과**. 석사학위논문, 경기대학교 교육대학원.
6. 김진수(2006). **공업교육연구법과 SPSS**. 오보출판사.
7. 김진수(2012). **STEAM 교육론**. 양서원.
8. 김진수 & Mullin, J. & Lohani, V. (2007). 미국 버지니아텍 공대 신입생에 대한 “지속가능에너지 설계” 프로젝트 수업의 효과. **공학교육연구**, 10(1): 60-76.
9. 류장열(2009). **기술교육원론** (pp. 316-319). 충남대학교출판부.
10. 박승호(2000). **교육심리학용어사전**. 학지사.
11. 박종화(2013). **알기쉬운 태양광발전**. 문운당.
12. 유연숙·김영희(2002). 초등실과 교육에서 문제해결학습이 과제 수행능력에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 15(1): 217-232.
13. 이미영·최지연(2009). 실과 ‘간단한 생활용품 만들기’ 단원에서 프로젝트법이 자기주도적 학습 능력에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 22(4): 243-260.
14. 이상혁(2002). **21세기 산업구조 변화에 따른 공업계열 교육과정 운영의 연계·협력 방안**. 한국직업능력개발원.
15. 이춘식(2005). 기술 수업에서 프로젝트 학습의 절차. **교육과학**

연구, 36(2): 231-252.

16. 장창원·이상준(1999). 지식 정보산업화에 따른 직종변화. 한국 직업능력개발원.
17. 전국교육대학교 실과교과교육연구회(2012). 실과교육의 이해. 양서원.
18. 정성봉(2002). 실과수업방법론. 교학사.
19. 한국교육과정평가원(2003). 중학교 기술가정과 교수학습방법과 자료 개발 연구; 프로젝트 학습과 문제중심 학습을 중심으로. 연구보고 RRI 2003-7.
20. Kilpatrick, W. H. (1918). The Project Method, NY: Teachers College. Columbia University.
21. Nunan, D. (1989). Designing tasks for the communicative classroom. NY: Cambridge University Press.
22. Wen, H. (1998). The effects of task structure on group process and quality of group product in a cooperative project-based learning environment. Ph.D. Thesis, Florida State Univ.



**한유진(Yu-Jin Han)**

2005년: 충북대 전기전자컴퓨터공학부 졸업  
2013년: 한국교원대 대학원 기술교육과 석사  
2008~현재: 삼례공업고등학교 교사  
관심분야: 전기전자교육, 직업교육  
Phone: 063-291-4911

Fax: 063-291-0774

E-mail: hyj810@hanmail.net



**김방희(Bang-Hee Kim)**

2004년: 충남대 전기공학교육과 졸업  
2011년: 한국교원대 대학원 기술교육과 석사  
2011년~현재: 동 대학원 박사과정  
관심분야: 전기공학교육, 기술교육, STEAM 교육  
Phone: 043-235-1571

Fax: 043-230-3787

E-mail: loio0930@empal.com



**김진수(Jinsoo Kim)**

1992년: 인하대학교 전기공학과 공학박사  
1996.1~1997.1: Pennsylvania주립대 Post-doctor  
1990.9~1992.8: 경원전문대 조교수  
2006.7~2007.6: Virginia Tech 연구교수  
2011.3~2013.2: 한국기술교육학회 회장

1992.9~현재: 한국교원대 기술교육과 교수

2012.7~현재: 한국교원대 STEAM 융합교육센터 소장

관심분야: 기술교육, 공학교육, STEAM 융합교육

Phone: 043-230-3743

Fax: 043-230-3787

E-mail: jskim@knue.ac.kr