

신재생에너지 분야 교과목 수강생의 학습 효과성 분석

최지현[†]

고려대학교 에너지신산업 혁신융합대학사업단 연구교수

Analysis of Learning Effectiveness of Students Who Took New and Renewable Energy Courses

Choi, Jeehyun[†]

Research Professor, New Energy Industry-Convergence Open Sharing Center, Korea University

ABSTRACT

This study aimed to verify the learning effectiveness of students who took courses in the field of new and renewable energy, which have been operated within a convergence university system. To achieve this, data were collected from 1,228 students who participated in 34 courses jointly developed and conducted by seven universities as part of standard curriculum offerings. The study analyzed learning effectiveness (course satisfaction, transfer motivation, learning transfer, creativity-convergence competency) using Excel 2018 and SPSS 25.0. It also examined inter-university differences in learning effectiveness and identified factors influencing creativity-convergence competency. The main findings are as follows: (a) Course satisfaction (M= 4.20), transfer motivation (M=3.62), learning transfer (M= 4.06), and creativity-convergence competency (M=3.92) were generally high. (b) Analysis of learning effectiveness differences between universities showed no significant differences among universities A, B, C, D, and E. University F was lower compared to other universities, while University G was significantly higher than others. (c) Sex, grade, number of courses taken, course satisfaction, transfer motivation, and learning transfer had effect on creativity-convergence competency. The results of this study provided implications for promoting activities to attract students, expanding transfer opportunities, and ensuring student agency.

Keywords: Learning effectiveness, New energy industry, New and renewable energy, Creativity-convergence competency

1. 서 론

전 세계적으로 기후 위기 대응을 위한 에너지 대전환과 탄소 중립을 위한 목표 달성은 중대한 과제가 되었다. 이와 맞물려 에너지 분야의 전문인력에 대한 수요가 급증하였고, 국내에서는 과학기술정보통신부, 교육부, 환경부 등 각 부처에서 전문 인력난을 해소하기 위해 미래 인재 양성장업에 박차를 가해왔다. 이러한 기조는 더욱 폭넓게 추진되었는데, 2023년 초 정부는 국가적 역량결집이 필요한 5대 핵심 분야를 A-B-C-D-E 분야로 선정하고 인력수급의 시급성을 고려하여 인재 양성 계획을 발표하였다. 5대 핵심 분야(Aerospace·Mobility: 항공·우주 미래모빌리티, Bio health: 바이오헬스, Component: 반도체, 배터리 등 첨단부품·소재, Digital: 디지털, Eco·

Energy: 환경·에너지) 중 E 분야에는 에너지가 포함된다. 여기서 에너지는 기존의 에너지에 차세대 기술이 필요한 신에너지와 재생에너지를 아우르는 신재생에너지를 의미한다.

신재생에너지란, 수소, 연료전지 등 화석연료의 변환이나 화학적 반응으로 발생하는 신에너지와 태양, 바람, 물, 땅 등 재생 가능한 에너지원으로부터 얻는 풍력, 수력, 태양·해양·지열·바이오·폐기물에너지와 같은 재생에너지를 의미한다(국가법령정보센터, 2024.01.19. 검색). 신재생에너지 분야는 석유, 석탄, 천연가스 등 화석연료와 원자력에너지인 전통에너지를 대체하는 것이기 때문에 에너지 분야의 다양한 학문적 융합과 창의적 사고가 요구된다. 그러나 기존의 대학 시스템으로는 다양한 학문의 지식을 학습하고 신기술 동향을 습득하는 것에 한계가 있기 때문에 혁신적인 대학 시스템에 대한 갈증이 있었다. 이러한 요구는 여러 개의 대학이 협력하여 역량을 결집하고 하나의 표준교육과정을 설계하여 개방 및 공유하는 혁신융합대학사업을 통해 가능해졌다.

3년 단위로 운영되는 본 사업은 1단계(2021~2023)와 2단

Received March 18, 2024; Revised April 22, 2024

Accepted April 29, 2024

[†] Corresponding Author: hrd-ace@korea.ac.kr

©2024 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

계(2024~2026)로 운영되는 총 6년의 사업이다. 신재생에너지 분야는 1차년도에 수도권 연구중심 종합대학과 지역거점 국립대학, 그리고 하나의 전문대학이 융합대학 체계를 구축하였다. 각 대학의 강점을 살려 인적, 물적 인프라를 결합하여 수준별, 분야별로 교과목을 구성하고 교육과정을 설계하였다. 2차년도에는 창의·융합형 글로벌 인재 양성이라는 비전과 목표달성을 위해 교육과정을 본격적으로 운영하였다. 3차년도에는 활발히 수행해온 교육과정의 학습성고를 도출하고 점검해야 하는 단계에 도달하였다.

이에 본 연구는 1단계를 마무리하고 융합대학 체계를 기반으로 운영해온 신재생에너지 분야의 학습 효과성을 분석함으로써 신재생에너지 분야의 미래 인재 양성 지원사업에 대한 실효성을 검증해보고자 한다. 이러한 시도는 융합대학 체계로 운영되는 인재 양성사업에 대한 객관적인 성과평가 근거를 마련함으로써 향후 3년간의 인재 양성사업의 운영방안을 모색하는데 유용한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 다음과 같이 연구문제를 설정하였다. 첫째, 신재생에너지 분야의 교과목 수강생의 학습 효과성(수강 만족도, 전이동기, 학습전이, 창의·융합역량)은 어떠한가? 둘째, 소속 대학 간 수강생집단의 학습 효과성의 차이는 있는가? 셋째, 수강생의 창의·융합역량에 영향을 미치는 요인은 무엇인가?

II. 신재생에너지 분야의 학습 효과성 평가

1. 선행연구 고찰

기후변화와 에너지 위기에 직면하여 신재생에너지 관련 학습이 더욱 중요해졌다. 초·중등 교육과정에서 2007년 개편된 환경 과목은 ‘환경과 녹색성장’ 과목으로 수정되어 녹색성장 교육과정이 교과에 반영되었고, 2009년 제정된 ‘저탄소 녹색성장법’을 계기로 에너지 절약 등 녹색교육이 강화되었다. 2023년 3월에는 초·중등 교육과정에서 환경교육이 의무화되었고, 올해 초부터는 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법’이 시행되어 학교뿐만 아니라 기업, 기관, 생활권에서의 녹색생활 교육이 확대되었다.

이처럼 신재생에너지 분야의 학습이 활발히 진행되고 있는 가운데 일부 학습 효과성에 대한 연구가 수행되었다. 신재생에너지 분야의 학습 효과성에 관한 연구는 주로 초·중등교육 현장에서 수행되었는데, 다수의 선행연구는 교육 전후로 학생의 에너지 절약인식이나 에너지 절감효과를 측정하는 방식을 채택하였다(김영룡 외, 2016; 김형욱, 2023; 이성희·조현국,

2015; 임경민·유병길, 2017). 구체적으로, 김영룡 외(2016)는 신재생에너지 학습 전후로 학생들의 환경소양(60문항)과 과학 관련 태도(39문항), 과학적 태도(21문항)를 측정하여 학습 이후 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 에너지 절약 시범 초등 학교를 대상으로 한 선행연구들(김형욱, 2023; 임경민·유병길, 2017)도 학습 전후 학생들의 에너지 절약인식과 행동(25문항), 에너지 개념(10문항) 또는 기후변화에 대한 인식(24문항), 에너지 절약 태도(20문항)가 향상되었다고 평가하였다. 중등교육 현장을 조사한 연구는 활발하지 않은데, 이성희와 조현국(2015)은 초·중·고등학교에서 실시한 에너지·기후변화 교육 이후 에너지 사용량과 요금의 절감 효과를 근거로 학습 효과성을 긍정적으로 평가하였다.

한편, 고등교육 현장에서는 이공계 대학생을 대상으로 학습 성과(예: 박기문·이규녀, 2011)나 융합역량(예: 진성희·김재희, 2017)을 분석한 사례는 있었으나, 신재생에너지 분야의 학습 효과성 평가에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 그동안 대학에서는 전공학습에 따른 수강 만족도나 학습성취로써 학습 효과성을 평가해왔다. 신재생에너지 분야의 체계적인 학습은 2021년 융합대학체계를 구축하면서 가능해졌는데, 이에 대한 학습 효과성 평가 역시 체계적인 분석이 필요하다. 고등교육에서는 신재생에너지 분야의 전문지식과 기술 향상을 위해 학습하므로 초·중등 교육과정에서처럼 에너지 절감에 대한 인식이나 생활 속 절약 행동으로 학습 효과성을 평가하는 것은 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 보다 체계적인 방법으로 Kirkpatrick 모형을 적용하여 신재생에너지 학습의 효과성을 평가하고자 한다.

2. Kirkpatrick 모형의 4단계 평가

학습성과는 교육 운영의 성과를 판단하고 향후 지금의 전략을 유지, 수정, 종료할지에 대한 합리적인 의사결정을 위해 시행한다. 고등교육은 교육중심에서 학습중심의 학생 결과를 강조하는 방향으로 발전하였고 그에 따라 학습성과 평가가 중요해졌다. 그 이유는 학습성과가 외부 이해관계자의 요구사항을 충족시켜주는 것뿐만 아니라, 고등교육기관으로서의 사명을 실현한 것에 대한 중요한 피드백 역할을 하기 때문이다(Praslova, 2010). 흔히 교육 종료 후 학습자를 대상으로 수강 만족도를 조사하여 학습 효과성을 분석하는데, 학습자가 느끼는 정서적 만족감만으로는 실제의 학습 효과성을 평가하는 데 한계가 있다. 따라서 학습 효과성의 결과를 활용(예: 의사결정에 반영)하기 위해서는 보다 체계적인 방법으로 분석해야 한다.

대표적인 교육 평가방법 중 하나인 Kirkpatrick(1959)의 Kirkpatrick 모형은 학습자의 반응(Reaction), 학습(Learning),

행동(Behavior), 결과(Result)를 4단계로 분석하여 체계적이고 포괄적으로 평가한다. Kirkpatrick의 4단계 평가 모형은 약 60년간 다양한 교육훈련 평가에서 유용성이 입증되었고 (Alsalamah & Callinan, 2022), 여전히 널리 사용되고 있다. 1단계 반응은 학습자들의 선호나 몰입 정도를 측정하는데, 이것은 교육 종료 후 수강 만족도를 조사하여 측정할 수 있다. 본 연구에서는 교과목 수강 이후에 수강생을 대상으로 교과목 수강 만족도를 측정하였다. 2단계 학습은 학습자가 습득한 지식, 기술, 태도에 대한 이해, 자신감, 동기 등을 측정하는데, 본 연구에서는 수강 이후 전이동기를 측정하였다. 전이동기는 교육 훈련을 통해 학습자가 배운 지식과 기술을 과제(업무)수행 시 활용하려는 의지와 동기를 의미한다(Kim et al., 2019; Noe & Schmitt, 1986). 3단계 행동은 학습자가 배운 것을 실제 상황에서 적용하는 정도를 평가하는 것인데, 본 연구에서는 학습 전이로 측정하였다. 학습전이는 학습자가 교육훈련을 통해 배운 것을 실제 상황에 적용함으로써 행동의 변화를 유지하는 것을 의미한다(김준희 외, 2020). 즉, 학습전이는 배운 것을 활용하겠다는 열망에 그치는 것이 아니라 실천적인 행동을 뜻한다. 4단계 결과는 교육을 지원한 결과로 나타난 목표달성도를 평가하는 것이다. 목표달성도는 비용절감, 역량개발 등 교육제공자가 설정한 목표에 따라 달라지게 된다. 여기에서는 창의·융합형 전문인력 양성을 목표로 교육을 제공하므로 창의·융합역량으로 측정하였다. 창의·융합역량은 기존의 지식과 학습을 통해 습득한 새로운 지식을 종합, 결합, 연결함으로써 창의적 능력과 융합적 사고를 할 수 있는 능력을 의미한다(김정원·조대연, 2023).

3. 신재생에너지 분야 교과목

신재생에너지 분야에서 운영하는 교과목은 융합대학 체계를 구축하면서 인재상과 핵심역량에 맞게 새롭게 개발한 과목들이다. 3차년도에 운영한 교과목은 총 34개이며, 이중 7개 대학에서 1학기에만 개설된 과목은 8개, 2학기에만 운영된 과목은 11개, 그리고 매 학기 운영한 교과목은 15개이다(Table 1. 참고).

III. 연구방법

1. 연구대상 및 자료수집

본 연구의 모집단은 융합대학 체계하에 7개 대학이 공동개발 및 운영한 신재생에너지 분야 교과목을 수강한 학생들이다. 조사에 참여한 대상은 3차년도에 운영한 교과목을 수강한 학생들이며, 수강생을 대상으로 수강 종료 후 온라인 공유플랫폼을

Table 1 Course List

Course (34)	
1. Introduction to Energy Storage Engineering*	18. Energy and Climate Change*
2. Large Energy Storage System	19. Wireless Energy Transfer
3. AI-based Energy Safety Engineering*	20. Design of Energy Storage Materials*
4. Experiment on Hydrogen Production and Fuel Cell Applications	21. Energy and Environmental Technology*
5. Hydrogen Energy Engineering*	22. Thermal Energy Conversion Engineering
6. Introduction to Hydrogen Fuel Cells*	23. Feasibility Evaluation of Energy Projects
7. Utilization and Storage of Carbon Dioxide Capture*	24. Introduction to Renewable Energy Engineering*
8. Introduction to New Energy Engineering*	25. Introduction to Electrical Energy*
9. Energy and Climate Change Policy*	26. Electric Vehicle Battery Engineering
10. Advanced Energy Storage Conversion Engineering	27. Theory and Experiment of Electrochemical Energy Storage
11. Smart Grid	28. Zero Energy Systems
12. Materials Engineering for Energy Production	29. Geothermal Energy Engineering
13. Introduction to Energy Materials*	30. Reaction Engineering for Energy Production
14. Research on Issues in the New Energy Industry*	31. Advanced Power Electronics and Electric Machines
15. New Energy Industry-Capstone Design1	32. Solar Cell Energy Engineering*
16. New Energy Industry-Capstone Design2	33. Plasma Energy Engineering
17. Energy and Technology Economics	34. Chemical Energy Transport

Note. *Operated every semester

사용하여 설문조사를 실시하였다. 1학기 와 2학기의 연속 수강한 경우와 한 학기에 2개 이상 과목을 수강한 경우에는 동일인 자료의 중복처리를 방지하기 위해 평균값을 산출하여 사용하였다. 최종적으로 1,228명의 응답자료를 분석에 활용하였다.

응답자는 남학생(65.9%)이 여학생(34.1%)보다 많았고, 고학년일수록 응답 비중이 높았다(4학년 43.5%, 3학년 27.3%, 2학년 18.5%, 1학년 10.7%). 응답자의 전공을 계열로 구분해 보면, 공학계열(72.6%)이 가장 많았고, 다음으로 자연계열(18.9%), 사회계열(3.7%), 인문계열(1.6%), 교육계열(1.5%), 의약계열(1.1%), 예체능계열(0.7%) 순으로 조사되었다. 수강생의 소속 대학은 F대(33.6%) 학생이 가장 많았고, 수도권 내 연구중심대학의 수강생들은 한자리 수로 응답 비중이 적었다(A대 6.9%, B대 4.3%, C대 6.1%). 구체적인 응답자의 특성은 Table 2와 같다.

Table 2 Characteristics of Respondents

Contents		Frequency	%
Sex	Male	809	65.9
	Female	419	34.1
Grade	1	132	10.7
	2	227	18.5
	3	335	27.3
	4	534	43.5
Major	Engineering	891	72.6
	Natural Science	232	18.9
	Medical	13	1.1
	Humanities	20	1.6
	Social Sciences	45	3.7
	Education	19	1.5
	Arts and Sports	8	0.7
University	A	85	6.9
	B	53	4.3
	C	75	6.1
	D	267	21.7
	E	203	16.5
	F	412	33.6
	G	133	10.8
Total		1,228	100.0

2. 조사도구 및 자료분석

온라인 설문에 사용한 조사도구는 수강 교과목 수, 교과목 수강 만족도, 전이동기, 학습전이, 창의·융합역량을 측정하는 자기보고식 문항으로 구성하였다. 그 외 인구통계학적 특성(성별, 학년, 전공, 소속 대학)을 묻는 문항을 포함하였다. 분석을 위해 사용한 조사도구는 다음과 같다.

첫째, ‘수강 교과목 수’는 지금까지 수강한 신재생에너지 분야의 교과목 개수를 묻는 단일 문항으로 측정하였다. 둘째, ‘교과목 수강 만족도’는 8문항으로 구성되어 있으며, 한국연구재단이 일괄 배포한 문항을 사용하였다. 교과목 만족도 3문항, 교육내용 만족도 1문항, 교수자의 전문성 만족도 2문항, 학생 참여 유인 만족도 1문항, 교육환경 만족도 1문항으로 구성되며, 5점 척도(1=전혀 만족하지 않음, 5=매우 만족함)로 측정하였다. 문항의 내적일관성을 의미하는 Cronbach’s α 계수는 .939로 높았다. 셋째, ‘전이동기’는 Kim et al.(2019)가 LTSI (Learning Transfer System Inventory)를 한국인 대상으로 타당화 한 K-LTSI(Korean Learning Transfer System Inventory)의 3문항을 사용하였다. 5점 척도(1=전혀 그렇지 않음, 5=매우 그러함)로 측정하였고, Cronbach’s α 계수는 .882로 적합하였다. 넷째, ‘학습전이’는 Rouiller와 Goldstein (1993)이 개발한 5문항을 사용하여, 5점 척도(1=전혀 그렇지 않음, 5=매우 그러함)로 측정하였다. Cronbach’s α 계수는

.942로 신뢰도가 높은 것으로 확인되었다. 다섯째, ‘창의·융합 역량’은 김정원과 조대연(2023)이 개발한 창의융합역량 진단 도구의 12문항을 사용하여 5점 척도(1=전혀 동의하지 않음, 5=매우 동의함)로 측정하였다. Cronbach’s α 계수는 .963으로 신뢰도가 높은 것으로 확인되었다.

수집된 자료는 MS Office Excel 2018과 SPSS 25.0을 사용하여 기술통계, ANOVA 분석, 다중회귀 분석을 실시하였다.

IV. 연구결과

1. 학습 효과성 분석

전체 학습자의 수강 교과목 수는 1개에서 17개까지 범위가 폭넓었으며, 평균 2.47개 과목을 수강한 것으로 조사되었다. 1개 교과목을 수강했다고 응답한 학생이 603명(49.1%)으로 가장 많았고, 다음으로 2개 교과목 수강생 237명(19.3%), 3개 교과목 수강생 116명(9.4%), 4개 교과목 수강생 87명(7.1%), 5개 교과목 수강생 64명(5.2%) 순으로 나타났다. 6개 이상 10개 미만의 교과목 수강생은 99명(8.1%), 10개 이상의 교과목 수강생은 22명(1.8%)이었다. 평균 수강 교과목 수가 가장 많은 대학은 전문대학인 G대학(3.6개)으로 나타났고, 가장 적은 곳은 수도권의 종합대학인 B대학(1.42개)으로 확인되었다.

첫째, 교과목 수강 만족도를 분석한 결과, 전체 수강생의 수강 만족도는 평균 4.20점(표준편차 0.67)이었고, 모든 대학이 4점을 상회하였다. 구체적으로 교과목 수강 만족도가 가장 높은 곳은 G대학(4.54점)이었다. 그리고 A대학(4.28점), C대학과 E대학(4.27점), B대학(4.26점)이 높았고, 다음으로 D대학(4.17점), F대학(4.02점) 순으로 확인되었다.

둘째, 전이동기를 분석한 결과, 전체 수강생의 전이동기 평균은 3.62점(표준편차 0.92)으로 산출되었다. 학습한 것을 향후 과제수행이나 문제해결 상황에서 적용하고자 하는 의지가 가장 높은 대학은 G대학(4.42점)이었다. 다음으로는 A대학(3.70점), C대학(3.68점), B대학(3.52점), F대학(3.51점), E대학(3.47점), D대학(3.46점) 순으로 나타났다.

셋째, 학습전이를 분석한 결과, 전체 수강생의 학습전이 평균은 4.06점(표준편차 0.75)으로 교과목 수강 이후 학습자들이 학습한 내용을 실제 과제수행이나 문제해결 상황에서 적용한 것으로 분석되었다. 수강생의 소속 대학별로 살펴보면, 학습전이가 가장 높게 산출된 곳은 G대학(4.56점)이었다. 다음으로 A대학(4.19점), C대학(4.18점), B대학(4.15점), E대학(4.07점) 순으로 4점을 상회하였다. 그리고 D대학(3.96점)과 F대학(3.90점)이 뒤를 이었다.

Table 3 Learning Effectiveness

		M	SD	Skew.	Kurt.
Total n=1228	NoC	2.47	2.21	2.22	6.35
	CS	4.20	0.67	-0.62	0.07
	TM	3.62	0.92	-0.23	-0.34
	LT	4.06	0.75	-0.60	0.35
	CCC	3.92	0.70	-0.01	-0.74
A n=85	NoC	1.69	1.75	4.94	30.38
	CS	4.28	0.61	-0.54	-0.4
	TM	3.70	0.93	-0.64	0.33
	LT	4.19	0.59	0.07	-1.02
	CCC	4.00	0.61	-0.01	-0.44
B n=53	NoC	1.42	1.15	3.52	12.96
	CS	4.26	0.54	-0.66	-0.18
	TM	3.52	0.8	-0.06	-0.53
	LT	4.15	0.58	-0.44	0.01
	CCC	3.81	0.62	0.03	-0.6
C n=75	NoC	3.03	2.46	1.14	0.39
	CS	4.27	0.57	-1.01	1.79
	TM	3.68	0.92	-0.47	-0.21
	LT	4.18	0.72	-1.53	4.41
	CCC	4.08	0.54	0.06	-0.94
D n=267	NoC	2.04	2.39	3.33	12.63
	CS	4.17	0.61	-0.33	-0.44
	TM	3.46	0.91	-0.16	-0.2
	LT	3.96	0.77	-0.38	-0.13
E n=203	NoC	2.23	1.88	1.91	4.09
	CS	4.27	0.63	-0.53	-0.58
	TM	3.47	0.91	-0.19	-0.17
	LT	4.07	0.79	-0.85	0.59
F n=412	NoC	2.70	2.15	1.84	4.1
	CS	4.02	0.74	-0.47	0.06
	TM	3.51	0.87	-0.01	-0.16
	LT	3.90	0.73	-0.37	0.39
G n=133	NoC	3.60	2.34	1.56	4.21
	CS	4.54	0.59	-1.45	1.94
	TM	4.42	0.68	-1.24	1.33
	LT	4.56	0.58	-1.34	1.48
	CCC	4.48	0.61	-1.09	0.66

Note. NoC=Number of Courses Taken; CS=Course Satisfaction; TM=Transfer Motivation; LT=Learning Transfer; CCC=Creativity-Convergence Competency

넷째, 창의·융합역량을 분석한 결과, 전체 수강생의 창의·융합역량의 평균은 3.92점(표준편차 0.70)으로 산출되었다. G대학(4.48점)이 가장 가장 높은 것으로 확인되었고, 다음으로는 C대학(4.08점)과 A대학(4.00점)이 높게 산출되었다. 그리고 E대학(3.92점), D대학(3.82점), B대학(3.81점), F대학(3.78점) 순으로 나타났다. 학습 효과성 분석결과는 Table 3과 같다.

2. 집단 간 학습 효과성 차이 분석 결과

대학 간 학습 효과성에 차이가 있는지 분석하기 위해 먼저 Levene의 등분산 가정을 검토하였다. 교과목 수강 만족도($F=15.82, p<.001$), 전이동기($F=6.57, p<.01$), 학습전이($F=9.01, p<.001$)는 등분산 가정이 위배 되었고, 창의·융합역량($F=3.67, p>.05$)은 등분산 가정을 충족하였다. 따라서 대학별

Table 4 Comparison of Learning Effectiveness

	I	J	I-J	SE	p	Contrast	
CS	F	A	-0.257*	.076	.015	F<A	
		B	-0.237	.083	.078	-	
		C	-0.251*	.075	.019	F<C	
		D	-0.146	.052	.079	-	
		E	-0.247*	.057	.000	F<E	
		G	-0.521*	.063	.000	F<G	
		G	A	0.264*	.084	.032	G>A
	B		0.284*	.091	.035	G>B	
	C		0.271*	.083	.023	G>C	
	D		0.376*	.063	.000	G>D	
	E		0.275*	.068	.001	G>E	
	F		0.521*	.063	.000	G>F	
	TM		G	A	0.719*	.117	.000
		B		0.901*	.125	.000	G>B
C		0.739*		.121	.000	G>C	
D		0.956*		.081	.000	G>D	
E		0.950*		.087	.000	G>E	
F		0.908*		.073	.000	G>F	
LT		F		A	-0.296*	.073	.002
	B		-0.251	.088	.078	-	
	C		-0.282*	.090	.037	C>F	
	D		-0.066	.059	.926	-	
	E		-0.175	.066	.118	-	
	G		-0.666*	.062	.000	F<G	
	G		A	0.371*	.081	.000	G>A
		B	0.415*	.095	.001	G>B	
		C	0.385*	.097	.002	G>C	
		D	0.601*	.069	.000	G>D	
		E	0.491*	.075	.000	G>E	
		F	0.666*	.062	.000	G>F	
		CCC	F	A	-0.217	.080	.287
	B			-0.029	.098	1.00	-
C	-0.300*			.084	.049	C>F	
D	-0.033			.053	.999	-	
E	-0.133			.058	.505	-	
G	-0.693*			.067	.000	F<G	
G	A			0.475*	.093	.000	G>A
	B		0.664*	.109	.000	G>B	
	C		0.392*	.097	.012	G>C	
	D		0.659*	.071	.000	G>D	
	E		0.560*	.075	.000	G>E	
	F		0.693*	.067	.000	G>F	

Note. * $p<.05$; CS=Course Satisfaction; TM=Transfer Motivation; LT=Learning Transfer; CCC=Creativity-Convergence Competency

표본의 크기가 상이하고 등분산 가정이 충족되지 않는 교과목 수강 만족도, 전이동기, 학습전이는 Games-Howell 검정으로 분석하고, 창의·융합역량은 Scheffe 검정을 실시하였다.

첫째, 교과목 수강 만족도에 대학 간 차이가 있는지 분석한 결과, A, B, C, D, E 대학 간 차이는 유의하지 않았으나, F대학과 G대학은 타 대학들과 차이가 유의하였다. 지역거점 국립대학 중 하나인 F대학은 A, C, E, G대학 보다 교과목 수강 만족도가 유의하게 낮은 것으로 분석되었다. 반대로 전문대학인 G대학은 6개 모든 대학보다 교과목 수강 만족도가 유의하게 높은 것으로 분석되었다.

둘째, 전이동기에 대한 대학 간 차이가 있는지 분석한 결과, 6개 대학(A~F) 간 전이동기 차이는 유의하지 않았으나, G대학은 6개 대학보다 전이동기가 현저히 높은 것으로 확인되었다.

셋째, 학습전이에 대한 대학 간 차이를 보면, 5개 대학(A~E) 간 차이는 유의하지 않았으나, F대학과 G대학은 5개 대학들과 차이가 유의한 것으로 확인되었다. F대학은 A, C, G대학보다 학습전이가 유의하게 낮았고, G대학은 6개 대학보다 학습전이가 유의하게 높았다.

넷째, 창의·융합역량에 대한 대학 간 차이를 분석한 결과, 5개 대학(A~E) 간 차이는 유의하지 않았다. F대학과 G대학은 5개 대학들과 차이가 유의했는데, F대학은 C와 G대학에 비해 창의·융합역량이 낮았고, G대학은 6개 대학보다 유의하게 높게 나타났다. 대학별 학습 효과성의 차이 분석 결과는 Table 4와 같다.

3. 창의·융합역량의 영향요인 분석 결과

먼저 변인 간 상관관계를 분석하기 위해 Pearson의 상관계수를 확인하였다(Table 5. 참고). 수강생의 개인 특성에 해당하는 성별, 학년, 전공은 다른 변인들과 상관없이 낮은 상관 수준에서 상관이 있는 것으로 확인되었다. 개인 특성 중에서는 학년이 학습 효과성(교과목 수강 만족도, 전이동기, 학습전이, 창의·융합역량)과 모두 부(-)적으로 낮은 상관이 있는 것으로 나타났다($r=-.114\sim-.173, p<.001$). 수강 교과목 수, 교과목 수강 만족도, 전이동기, 학습전이, 창의·융합역량 간 상관관계는 모두 정(+)적 상관이 있었다. 특히 학습 효과성 간 관계는 모두 높은 상관이 있는 것으로 확인되었다($r=.562\sim.792$).

수강생의 창의·융합역량에 영향을 미치는 요인을 탐색하기 위해 성별, 학년, 전공계열, 수강 교과목 수, 교과목 수강 만족도, 전이동기, 학습전이를 독립변수로 투입하여 다중회귀를 분석하였다. 회귀모형은 적합한 것으로 확인되었고($F=172.930, df=7, p<.001$), 분석 결과는 Table 6과 같다.

Table 5 Correlations Coefficients

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1							
2	.074**	1						
3	.221***	-.005	1					
4	-.041	.073*	-.182***	1				
5	.024	-.114***	-.046	.074**	1			
6	-.110***	-.131***	-.143***	.209***	.645***	1		
7	-.010	-.136***	-.153***	.127***	.768***	.792***	1	
8	-.134***	-.173***	-.102***	.153***	.562***	.646***	.660***	1

Note. * $p<.05$; ** $p<.01$; *** $p<.001$; 1=Sex; 2=Grade; 3=Major; 4=Number of Courses Taken; 5=Course Satisfaction; 6=Transfer Motivation; 7=Learning Transfer; 8=Creativity-Convergence Competency

성별은 남학생일 경우($B=-0.149, p<.001$), 학년은 저학년일 수록($B=-0.051, p<.001$), 교과목 수강을 많이 할수록($B=0.016, p<.05$), 창의·융합역량에 긍정적인 영향을 미쳤고, 전공계열은 창의·융합역량에 유의한 영향을 미치지 않았다($B=0.016, p>.05$). 교과목 수강 만족도($B=0.119, p<.001$), 전이동기($B=0.210, p<.001$), 학습전이($B=0.323, p<.001$)는 모두 창의·융합역량에 긍정적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 즉, 수강생의 교과목 수강 만족도가 높을수록, 학습한 것을 향후 적용하고자 하는 의지가 높을수록, 실제 학습한 것을 적용할수록 창의·융합역량을 높이는 것으로 나타났다.

Table 6 Result of Multiple Regression Analysis

Model	B	SE	β	t	p
(Constant)	1.645***	0.114		14.440	.000
Sex	-0.149***	0.031	-0.101	-4.767	.000
Grade	-0.051***	0.014	-0.074	-3.572	.000
Majors	0.016	0.013	0.025	1.185	.236
Number of Courses Taken	0.016*	0.007	0.050	2.349	.019
Course Satisfaction	0.119***	0.034	0.114	3.540	.000
Transfer Motivation	0.210***	0.026	0.273	7.938	.000
Learning Transfer	0.323***	0.038	0.343	8.497	.000

Note. * $p<.05$, *** $p<.001$

V. 논의 및 결론

본 연구는 융학대학 체계로 운영해온 신재생에너지 분야의 교과목 운영의 학습 효과성을 분석함으로써 전문인력 양성사업의 실효성을 검증하고 향후 과제를 탐색하기 위해 수행되었다. 이를 위해 7개 대학이 표준교과목으로 공동 개발하여 운영한 34개 교과목의 수강생을 대상으로 온라인 설문을 실시하여 1,228건의 유효자료를 확보하였고, 학습 효과성, 대학별 차이 분석, 그리고 창의·융합역량의 영향요인을 분석하였다. 주요 결과를 바탕으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 수강생이 인식한 학습 효과성은 교과목 수강 만족도 평균 4.20점, 전이동기 평균 3.62점, 학습전이 평균 4.06점, 창의·융합역량 평균 3.92점으로 대체로 긍정적이었다. 전체 교과목 수강 만족도는 전국 대학의 환경, 수업내용, 학습 분위기, 교수진 만족도의 평균(3.62점)을 고려하면(김진희 외, 2017), 높은 수준이었다. 일반적으로 소속 대학에서 운영되는 수업과 달리, 여러 대학의 교수진과 학습자원을 공유하기 때문에 수강생의 만족도가 높은 편이었다. 또한, 전이동기, 학습전이, 창의·융합역량의 비교 준거는 없지만, 수강 이후 학생들은 배운 것을 과제나 문제상황에서 적용하고자 하는 동기가 있거나 실제로 많이 적용한 것으로 분석되었다. 교육과정 목표에 해당하는 창의·융합역량도 어느 정도 목표를 달성한 것으로 보이나 향후 변화추이를 분석하는 것이 필요하다.

둘째, 수강생이 인식한 학습 효과성이 대학별 차이가 있는지 분석한 결과, A, B, C, D, E대학 간 차이는 유의하지 않았으나, F대학은 타 대학보다 유의하게 낮았고, G대학은 타 대학보다 유의하게 높았다. F대학과 G대학의 공통점은 특정 전공에서 교과목을 의무적으로 수강하도록 운영하는 방식을 취하고 있다. 두 대학의 차이점으로는 F대학은 지역거점 국립대학으로 초급, 중급, 고급 수준을 모두 운영하지만, 전문대학인 G대학은 초급 수준의 수업만을 운영한다. 따라서 F대학의 학습 효과성이 가장 낮은 것과 G대학의 학습 효과성이 가장 높은 것의 이유를 교과목 난이도와 수강 선택권 제한의 측면에서 해석할 수 있다. 수강생의 자율적 동기는 높은 수준의 과제를 선호하고 능동적으로 학업에 참여하며 성취 의지를 높이고 긍정적 정서를 인식하게 한다(고홍월, 2012). 또한, 대학생의 자율성 인식은 자기동기를 조절하고 학습성과에 긍정적인 영향을 미치기 때문에(이미옥 외, 2015), 교과목 난이도가 높은 수업을 의무 수강해야 하는 F대학의 경우 학습 효과가 낮게 나타날 수 있다.

셋째, 창의·융합역량에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과, 성별, 학년, 수강 교과목 수, 수강 만족도, 전이동기, 학습전이는 창의·융합역량의 긍정적인 영향요인으로 밝혀졌다. 남학생일 경우, 저학년일수록, 교과목을 많이 수강할수록 창의·융합역량을 높이는 것으로 분석되었고, 전공계열은 유의하지 않았다. 본 조사에서는 남학생 비율이 약 66%로 자료에 성별 편향이 반영되었을 가능성이 있다. 저학년일수록 핵심역량이 높게 나타난 것은 학습 효과가 가장 높게 나타난 G대학이 전문대학으로 고학년이 없다는 점, 고학년일수록 난이도가 높은 과목을 수강하는데 전이동기가 제한적이기 때문인 것으로 해석된다. 초급 수준의 교과목을 수강한 학생들은 이후에 학습한 내용을 적용할 기회가 많지만, 상대적으로 고급 과목을 수강한

고학년은 이후 실제 문제나 현장에 투입되어야만 적용할 기회가 생긴다. 특히 G대학은 산업계 진출을 위해 실무중심의 수업을 운영하므로 타 대학에 비해 전이동기가 많은 편이다.

이상의 연구결과를 종합하면, 신재생에너지 분야의 1단계 학습 효과성은 일부 대학 간 편차가 있으나, 대체적으로 높게 나타났다. 교육과정 목표인 창의·융합역량을 높이는 것으로 분석되었다. 또한, 공학계열 외 타 전공계열이 수강하고(27.4%), 전문대학이 가장 높은 학습 효과성을 도출한 것은 본 인재 양성 지원사업의 목표인 지역 간, 대학 간 교육역량 차이 해소를 달성한 것으로 이해할 수 있다. 이를 근거로 신재생에너지 분야의 교육과정은 사업목적과 교육과정 목표에 부합하도록 잘 운영했으며, 인재 양성 지원사업의 실효성을 보여준 것으로 판단할 수 있다.

이를 토대로 2단계 고도화를 위한 시사점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 수도권 연구중심 대학인 A, B, C대학은 타 대학에 비해 수강생이 저조하므로 수강생 확대를 위한 학생 유인전략이 필요하다는 것을 시사한다. 많은 학생들이 융합대학 체계로 운영되는 방식이 생소할 것이므로 교과목 수강 시 경험할 수 있는 성취 수준과 혜택에 대해 적극적으로 홍보할 필요가 있다. 7개 대학의 전문교수진, 학습자원의 공유, 다양한 배경을 가진 학생들과의 교류 및 프로젝트 기회, 교과과정과 연계되는 국내외 프로그램 참여 혜택, 전문분야의 마이크로 디그리 취득과 같은 장점을 알리려는 노력이 필요하다. 둘째, 학습 효과성을 높이기 위해서는 특히 학습전이를 발휘할 수 있도록 수강생에게 전이동기를 마련해주어야 한다는 것을 시사한다. 왜냐하면, 교과목 수강 이후 수강생들이 학습한 것을 과제수행이나 실제 문제상황에서 적용하려는 동기를 가지고 있더라도 전이동기가 제공되지 않는다면 학습전이를 할 수 없기 때문이다. 모든 대학이 교과목과 연계되는 공모전, 현장실습, 인턴십 등의 전이동기를 확대하고, 특히 고학년들에게 학-석 연계, 지·산·학·연 연계 프로젝트 기회를 부여하여 학습전이 활동을 촉진시키는 것이 필요하다. 셋째, 융합대학 체계로 운영되는 수준별 교과목은 수강생의 자율성을 보다 확대했을 때 효과적이라는 것을 시사한다. 융합대학은 융합교육을 통해 창의·융합적 사고와 문제해결능력, 미래 대응을 위한 학습민첩성 등을 갖춘 인재를 양성하는 것이 중요한데, 짜여진 틀과 제한된 자율성은 방해요인으로 작용할 수 있다. 최근에는 불안정한 교육생태계를 배경으로 '학생의 행위주체성(Student Agency)'이 강조되고 있다. 행위주체성이란, 학생 스스로 학습 목표를 설정하고 성찰과 변화를 통해 책임있는 행동을 하는 것을 의미하며, 학습의 행위주체자로서 무엇을 어떻게 배울지 적극적으로 행동하는 것이다(OECD, 2019). 대학 현장에서는 안정적인 교육과

정 운영이라는 중요한 과제와 서로 다른 학칙을 존중하며 조정해야 하는 어려움이 있지만, 융합대학은 학생들이 융합인재로 성장할 수 있도록 시대적 요구를 적극 수용하려는 노력이 필요하다.

본 연구의 결과는 유용한 시사점을 도출했음에도 불구하고, 몇 가지 한계점이 있으며, 이를 토대로 후속 연구에 대해 제언하면 다음과 같다. 첫째, 융합대학은 6개의 종합대학과 1개의 전문대학이 공동으로 운영하고 있으나, 대학별 교육목표, 교육환경, 교육난이도 측면에서 차이가 있다. 향후 대학별 특성을 고려하여 분석한다면, 각 대학 수준에서 운영방안을 구체적으로 도출할 수 있을 것이다. 둘째, 대학별 학칙이 상이하여 일부 대학은 전공 내 지정 교과목으로 운영하지만 대부분의 대학은 자율적으로 운영하고 있어 대학별 표본크기에 편차가 크며, 이 때문에 자료에 의한 편향이 있을 수 있다. 향후 이점을 고려하여 충분한 표본 확보 후에 분석할 수 있다면 추가적인 해석이 가능할 것이다.

참고문헌

- 고홍월(2012). 대학생 학습동기 유형에 따른 학업소진과 학업적 실패내성의 차이. *아시아교육연구*, 13(1), 125-147.
- 국가법령정보센터(2024.01.19. 검색). 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법) 제2조(정의). <https://www.law.go.kr/법령/신에너지및재생에너지개발·이용·보급촉진법>
- 김영룡·양승원·소금현(2016). STEAM을 적용한 신재생에너지 학습 프로그램이 초등학생의 환경소양 및 과학 관련 태도에 미치는 영향. *환경교육*, 29(1), 66-78.
- 김정원·조대연(2023). 창의융합역량 진단도구 개발 연구. *문화외용합*, 45(10), 1029-1045.
- 김준희·김은비·이운수(2020). 한국 대기업 내 교육훈련특성, 전이동기, 학습전이와의 관계에서 업무성과-보상 기대가 미치는 조절된 매개효과 연구. *HRD연구*, 22(4), 102-123.
- 김진희 외(2017). *대학생의 생활과 문화: 학업과 진로를 중심으로*. 한국교육개발원. RR2017-11.
- 김형욱(2023). 에너지 절약 실천을 위한 초등학교 교육과정 재구성 사례 및 효과: 기후변화 인식, 태도 및 에너지 절약 태도를 중심으로. *환경교육*, 36(4), 358-374.
- 박기문·이규녀(2011). 공과대학생들의 학습성파(PO)에 대한 교육요구도 사례 연구. *공학교육연구*, 14(3), 38-44.
- 이미옥·김세영·이미영(2015). 대학생의 자율성지지와 자기조

절 동기가 학습성파에 미치는 영향. *한국산학기술학회논문지*, 16(8), 5223-5231.

- 이성희·조현국(2015). 에너지, 기후변화 교육성파에 관한 국내 사례 조사 연구. *에너지기후변화교육*, 5(2), 227-237.
- 임경민·유병길(2017). 에너지 절약 시범학교에서 실시한 프로그램의 교육적 효과에 대한 연구. *에너지기후변화교육*, 7(2), 213-220.
- 진성희·김재희(2017). 공학전공 학생들의 융합역량 증진을 위한 교육프로그램 개발 및 효과. *공학교육연구*, 20(6), 12-21.
- Alsalamah, A., & Callinan, C.(2022). The Kirkpatrick model for training evaluation: Bibliometric analysis after 60 years (1959-2020). *Industrial and Commercial Training*, 54(1), 36-63.
- Kim, J., Bates, R. A., & Song, J. H.(2019). Validation of the learning transfer system inventory (LTSI) in the Korean corporate context. *Human Resource Development International*, 22(3), 217-234.
- Kirkpatrick D. L.(1959). Techniques for evaluating training programs. *Journal of the American Society of Training Derectors*, 13(1), 3-9.
- Noe, R. A., & Schmitt, N.(1986). The influence of trainee attitudes on training effectiveness: Test of a model. *Personnel psychology*, 39(3), 497-523.
- OECE(2019). *OECD Future of education and skills 2030*. OECD.
- Praslova, L.(2010). Adaptation of Kirkpatrick's four level model of training criteria to assessment of learning outcomes and program evaluation in higher education. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 22, 215-225.
- Rouiller, J. Z., & Goldstein, I. L.(1993). The relationship between organizational transfer climate and positive transfer of training. *Human Resource Development Quarterly*, 4(4), 337-390.



최지현 (Choi, Jeehyun)

2022년: 고려대학교 교육학과 박사

2022년~현재: 고려대학교 에너지신산업 혁신융합대학 사업단 연구교수

관심분야: 융합교육, 학습성파, 경력개발

E-mail: hrd-ace@korea.ac.kr