

수업 실천 사례를 통한 노벨 엔지니어링의 이론적 고찰

A Theoretical Review on Novel Engineering through the Case Studies

홍기천*

전주교육대학교 컴퓨터교육과

Ki-Cheon Hong*

Department of Computer Education, Jeonju National University of Education, Jeonju 55101, Korea

[요약]

본 논문에서는 현재까지 발표된 노벨 엔지니어링 수업 실천 사례들이 가지는 이론적 배경과 교육 방법적 기반을 문헌 연구를 통해서 고찰해보고자 한다. 이를 위해서 2016년부터 2023년까지 출간된 노벨 엔지니어링 관련 학술 발표 논문과 학위 논문 30여편을 선정하여 조사하였다. 조사 결과, 이론적 배경으로는 시모어 페퍼트의 구성주의와 비고츠키의 사회문화적 구성주의, 교육 방법적 기반으로는 창의적 문제 해결 학습, 문제 중심 학습, 교과 간 융합 수업, 액션 러닝, 독서 교육 및 글쓰기 교육과의 연계, 통합 교육과정 운영 가능성으로 정리할 수 있었다. 이 연구가 노벨 엔지니어링 융합 수업 모형으로서 이론적 가치를 다지고 미래 교육을 준비하는 교사들에게 하나의 대안이 될 수 있기를 기대한다.

[Abstract]

In this paper, we will examine the theoretical background and educational methodological basis of Novel engineering class cases published to date. For this purpose, we selected and investigated 30 Novel engineering-related academic papers and dissertations published from 2016 to 2023. As a result, the theoretical background is Seymour Papert's constructionism and Vygotsky's socio-cultural constructivism, and the educational methodological basis is creative problem-solving learning, problem-based learning, interdisciplinary convergence class, action learning, associating reading and writing education, possibility with integrated curriculum. We hope that this study will solidify the theoretical value of the Nobel Engineering convergence teaching model and serve as an alternative for teachers preparing for future education.

Key Words: Novel Engineering, Constructionism, Creative Problem-Solving Learning, Problem-based Learning, Action Learning

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2023.625>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 6 November 2023; **Revised** 22 November 2023

Accepted 26 November 2023

***Corresponding Author**

E-mail: kchong@jnue.kr

I. 서론

최근 발표된 2022 개정 교육과정에서는 인간상으로서 자기 주도적인 사람, 창의적인 사람, 교양 있는 사람, 배려와 나눔, 협력을 실천하는 사람으로 제시하였다. 이를 구현하기 위해서 각 교과 교육과 창의적 체험 활동에서 자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 협력적 소통 역량, 공동체 역량을 함양하도록 하였다[1].

이러한 역량은 각 교과에서 수행되어야 하지만, 교육과정 재구성을 통하여 여러 교과를 넘나들면서 수행되는 것이 가장 효과적이다. 기존의 지식을 효과적으로 학습하고 활용하는 교육을 넘어서 새로운 비전을 제시하는 교육이 학교 현장에서 정착하기 위한 대표적인 키워드가 역량과 융합이다[2]. 그래서 교육부는 2009 개정 교육과정부터 기존 교과 교육 및 교과 외 교육으로서 창의적 체험 활동을 신설함으로써 융합적 활동이 이루어지도록 강조해왔다[3].

통상적으로 융합교육이라고 하면 STEAM교육이 많이 언급된다. STEAM교육과 관련해서 이미 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 사회적 요구, 학문적 요구와 함께 현대 사회 문제의 복잡성과 다양성이 내재된 문제를 해결하기 위해서는 교사의 수업 실천에 더욱 가까이 다가갈 수 있는 융합 수업이 절실하다[2]. 이러한 수업은 기존의 STEAM교육이 가지는 주제에 적합한 문제 개발과 여러 교과와 자연스러운 융합의 어려움을 해소할 수 있는 방안이기 때문이다[4].

몇 년 전부터 노벨 엔지니어링(Novel Engineering) 융합 수업 모형이 점차 확산되고 있다[5-37]. 노벨 엔지니어링은 독서와 공학이 융합된 수업 모형으로서 2016년부터 국내에서 연구가 시작되었다. 노벨 엔지니어링은 창의적 문제 해결력, 학습 몰입도, 읽기 동기 등에 효과가 높다고 알려져 있다[5,6,8,30]. 최근 이슈인 인공지능교육을 비롯하여 소프트웨어교육, 메이커교육, 그리고 기존의 여러 교과가 서로 융합되어 진행된 수업 사례도 많이 발표되었다[9-37]. 노벨 엔지니어링은 독서를 통하여 아이들이 주인공이 겪고 있는 문제를 직접 도출하고, 그 문제의 해결책을 주도적으로 도출하기 때문에 기존의 융합교육이 가지는 자연스러운 어려움을 일정 부분 해결할 수 있다[15].

이렇듯 많은 노벨 엔지니어링 관련 연구에도 불구하고 아직 이론적 기반과 교육 방법적 연구는 전무한 실정이다. 그래서 본 연구에서는 2016년부터 2023년까지의 노벨 엔지니어링 관련 논문 중 30여편을 정리하여 이론적 배경과 교육 방법적 기반을 고찰해보았다.

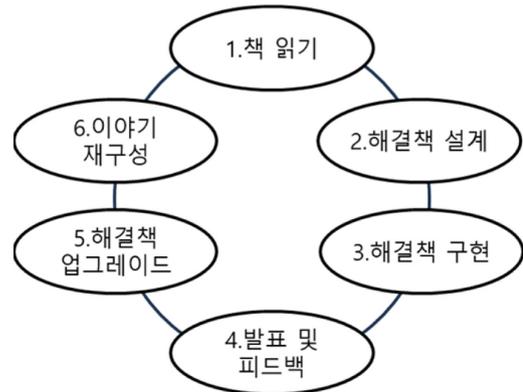


그림 1. 노벨 엔지니어링 수업 단계

Fig. 1. Step for Novel Engineering.

II. 노벨 엔지니어링 소개

노벨 엔지니어링은 미국 매사추세츠주 보스턴 인근에 있는 텡스 대학교(Tufts Univ.)의 센터 CEEO(Center for Engineering Education and Outreach)에서 오랫동안 연구해온 독서와 공학을 융합한 공학교육방법이다. 노벨(Novel)은 동화책, 소설, 시 등의 모든 문학 작품을 의미하며, 공학은 의미 있는 무언가를 만드는 과정을 의미한다. 노벨 엔지니어링은 그림 1과 같이 책 읽기, 문제 인식, 해결책 설계, 해결책 구현, 발표 및 피드백, 해결책 업그레이드, 이야기 재구성의 7단계로 구성된다[5-37].

노벨 엔지니어링 수업 단계를 간략하게 기술하면, 교사는 학교 도서관에서 수업 주제에 적절한 책을 선정하고, 아이들은 교사와 같이 책을 읽으면서 등장 인물이 겪는 문제점들을 도출한다. 해결책 설계 및 구현 단계에서는 아이들이 브레인 스토밍을 통하여 창의적으로 문제 해결 아이디어를 설계하고, 이를 실제 창작물로 구현한다. 발표 및 피드백 단계는 다른 동료들에게 우리 모둠의 아이디어와 창작물을 발표하고 이에 대한 피드백을 받는다. 이 피드백은 해결책 업그레이드에 적용된다. 이야기 재구성 단계는 등장 인물이 이 해결책을 사용한다면 책의 뒤 이야기가 어떻게 바뀔지를 상상하며 이야기를 다시 쓰는 단계이다.

III. 노벨 엔지니어링의 이론적 기반 고찰

A. 시모어 패퍼트의 구성주의 (Constructionism)

패퍼트는 현실 세계에 존재하는 구체물을 만드는 창의적

인 과정이 학습의 효율을 높이고 지식을 구성하는데 매우 효율적이라고 하였다. 페퍼트는 스승인 피아제의 구성주의(constructivism)에 의미있는 구체물을 만드는 빌딩(building) 과정을 통합하여 피아제의 인식론과 교육철학을 확장했다[38]. 페퍼트는 아이들은 창조자로서 핵심적인 역할이며 그 핵심에는 풍부한 재료가 있어야 한다고 하였다[40]. 체이스는 페퍼트의 구성주의 기준을 창의적 매체의 존재 유무, 창의적으로 매체를 다루는 과정 존재 유무, 창의적 결과물 존재 유무의 3가지를 제시하였으며, 학교 현장의 수업에서 이러한 과정을 포함한다면 개인적 재구성이 발생하는 페퍼트의 구성주의를 만족한다고 말하였다[39].

본 연구에서 대상으로 삼은 모든 논문은 페퍼트의 구성주의(constructionism)에 기반하고 있다[5-37]. 예를 들어, 프로그래밍이 가능한 교육용 로봇으로 로봇 만들기[6], 레고 블록으로 버스 모형 만들기[8], 병아리를 위한 스마트 하우스 만들기[11], 동물원 보안 시스템 만들기[12], 솜사탕 모양 유지 박스 만들기[13], 교실에 있는 클레이, 수수깡, 우드락으로 고양이용 도로 만들기[14], 정수 장치 만들기[17] 등의 모든 수업에서 주변의 손쉽게 구할 수 있는 매체부터 프로그래밍이 가능한 교육용 로봇을 이용하여 창의적 결과물을 만들었다. 아이들은 노벨 엔지니어링의 해결책 설계 및 구현 단계에서 주변의 제한된 제한된 재료를 이용하여 최대한 창의적으로 구체물을 창작한다. 해결책 설계 단계에서 교사는 아이들에게 학습지에 창작물에 필요한 재료를 모두 기록하도록 지도한다.

교사들의 인터뷰를 통해서 알아본 결과, 아이들은 무언가 의미있는 구체물을 만드는 단계를 즐기면서 높은 집중력, 협업, 소통이 일어난다고 하였다[24]. 이렇듯 노벨 엔지니어링은 앞서 기술한 페퍼트의 3가지 구성주의 기준을 모두 만족하고 있다.

B. 비고츠키의 사회문화적 구성주의 (Socio-Cultural Constructivism)

비고츠키는 학령기 교수학습과 근접발달영역의 기제로 모방과 협력을 강조하였다. 비고츠키는 학령기 아이들의 문화적 발달에 영향을 끼치는 사회적 상호작용을 넓은 의미에서의 모방이라고 하였으며, 모방이 근접발달영역을 결정하는 것으로 보고 있다[41]. 이 논리에 의하면, 모든 학교 수업은 협력을 전제로 한다. 모방을 통한 협력이 비고츠키의 근접발달영역을 확장시키는 좋은 방법이기 때문이다. 이 영역에서 학생과 유능한 타자와의 상호작용을 통해서 발달이 가능해진다. 이때의 상호작용이 곧 타자에 의해서 제공되는 ‘교

수’이고, 그 교수에 반응하면서 지식을 습득해가는 것이 ‘학습’이다[39]. 근접발달영역에서 영향을 미치는 유능한 타자들은 문제를 공동으로 해결하면서 학습이 진행되고, 이 영역은 학습하는 학생의 심리적 수준으로 내면화되어 발달에 긍정적인 영향을 미치게 된다.

통상적으로 노벨 엔지니어링 수업에 필요한 차시는 10차시 이상이다. 이 수업은 장기간의 프로젝트이며 모둠내 개인별 장점을 최대한 살려서 목표를 달성해야 하므로 수업 중 아이들은 동료와의 상호작용이 매우 필요함을 본능적으로 인지하게 된다. 모둠에서 해결하고자 하는 문제는 교사가 제시한 것이 아닌 학생 본인이 스스로 선택한 것이기 때문에 자연스럽게 책임감과 열정이 생기기 마련이다. 이 수업을 마무리한 후의 교사를 인터뷰한 결과로서, 교사는 노벨 엔지니어링 수업을 진행하면서 안내자 역할이었으며 학생은 수업을 적극적으로 이끌고 참여하는 주체가 되었다고 하였다[24].

현장 교사로서 1년에 2회 이상의 노벨 엔지니어링 수업을 진행하고 있는 베테랑 교사도 있다. 그들은 수업의 횟수가 늘어날수록 아이들은 수업을 대하는 자세, 문제 해결 집착, 집중도가 현저하게 높아진다고 말하였다. 또한 학생뿐만 아니라 교사 자신의 교육과정 재구성을 통하여 자연스러운 융합 수업이 진행되었다는 만족감과 학생들의 말과 행동을 유심히 관찰하면서 학생들을 좀 더 알게 되는 기회가 되었다고 하였다[28-31,33-36].

IV. 노벨 엔지니어링의 교육 방법적 기반

A. 창의적 문제 해결 학습

창의적 사고와 문제 해결 수행 능력은 교육과 훈련을 통하여 함양될 수 있기 때문에 우리 일상의 문제를 해결하는 경험이 이러한 사고와 능력 향상에 매우 효과적이다. 그래서 창의적 문제 해결은 우리 일상의 삶과 연관된 문제를 해결하는 과정에서 최적의 해결책을 도출하기 위해서 문제를 정의하고 그에 따른 자료를 선택 및 분석하고, 아이디어를 생성하고 해결책의 장단점도 고려한다. 이러한 문제해결 경험을 통해 문제해결 수행능력이 함양된다[42].

노벨 엔지니어링은 창의적 문제 해결력 향상에 매우 효과적이라는 것이 이미 증명되었다[6,8,30]. 이 수업은 책에 등장하는 인물이 겪는 문제를 도출하고 이를 해결하는 과정이다. 이 문제는 가상의 상황도 포함하지만 우리 일상에서 충분히 일어날 수 있는 문제들이다. 독서를 통하여 등장 인물의

삶을 들여다보고 이에 대한 문제점을 도출한 후, 이 문제점에 대한 해결책을 동료들과의 브레인스토밍을 통해서 도출한다. 이 해결책은 실제로 의미 있는 창작물 구현 과정으로 이어지게 된다. 이를 위해서는 발산적(창의적) 사고와 수렴적(비판적) 사고가 매우 필요하다. 이는 비고츠키가 제시했던 고등 사고 기능과 맥을 같이 한다. 이러한 모둠 단위로 이루어지는 노벨 엔지니어링 수업은 기존의 교과 재량활동과 창의적 재량활동, 특별활동을 통합하여 구성된 배려와 나눔의 실천을 위한 창의적 문제 해결 학습이다[44,45].

B. 문제 중심 학습

문제 중심 학습(PBL)은 구성주의적 이론을 반영하는 교수 학습 모형이다. 학습자들은 사전 지식과 경험에 기초하여 개별 또는 협동으로 탐구하여 문제를 해결하고 이를 새로운 지식을 구성하거나 기존의 지식을 재구성하게 된다. 여기서 말하는 사전 지식은 비고츠키의 과학적 개념을 말하며 경험은 일상적 개념을 말한다[45]. 문제 중심 학습의 문제는 비구조화된 문제, 실제적인 문제, 학습자에게 유의미한 문제, 교육과정에 기초한 문제이며 학생 중심 활동, 자기성찰적 학습,

협동학습, 자기주도적인 학습, 학습 과정에 대한 수행평가의 특징을 갖는다[46].

모든 노벨 엔지니어링 수업 사례는 협동을 기반으로 한 자기 주도적 문제 중심 학습 방법의 형식을 취하고 있다. 이 문제는 기존 교과들의 성취 기준을 잘 반영하고 있으며, 아이들의 실제 삶과 연결된 비구조화된 문제이다. 표 1의 수업 사례에서 보듯이, 교사는 수업의 첫 단계로서 수업 주제와 도서를 선정하고, 아이들은 독서를 통하여 주제에 맞는 문제를 스스로 이끌어낸다. 한 교실에 많은 아이들이 있기 때문에 많은 문제가 도출되는데, 교사는 유사한 문제를 도출한 아이들은 같은 모둠으로 구성한다. 이때 교사는 문제를 해결하기 위해 아이들이 개별 역량도 고려해야 한다. 아이들이 문제를 주도적으로 이끌어내기 때문에 아이들은 교사가 생각하지 못한 문제를 선택할 수도 있다. 이런 경우 교사는 수업의 본질에 접근할 수 있도록 조력자 역할이 된다.

C. 융합교육

통상적으로 융합교육이라고 하면 STEAM교육을 언급한다. 융합 수업을 지칭하는 단어가 많이 있지만 궁극적으로

표 1. 노벨 엔지니어링을 위한 주제와 도서

Table 1. Themes, Books, and Problems for Novel Engineering

Reference	Themes	Books	Problem from students
[33]	love and respect for life	"Where did the 100 cabbage white butterfly eggs go?"	Sympathy for the problems with cabbage white butterfly eggs and the life cycle of larvae and pupae.
[35]	Understanding the disabled through communication	"Gregoire speaks with his eyes"	Addressing the challenges of students with disabilities in school
[36]	cultural diversity	"Boy digging a well"	Solutions to water shortage in South Sudan
[30]	Eco-friendly lifestyle	"Earth, we will protect it"	Learn about the importance of water and electricity and how to save them.
[15]	respect for life	"Bad bike tour"	Finding a solution to elk roadkill

표 2. 노벨 엔지니어링 수업 주제와 관련 교과

Table 2. Themes and related subjects of each novel engineering lessons

Reference	Themes and Related subjects	Reference	Themes and Related subjects
[16]	Respect and understanding of life	[12]	Sense of community
	Ethics, Korean, Mathematics, Science, Social Studies, Art		Ethics, Korean, Art, Creative activity
[19]	Solving bullying problems	[13]	Cotton candy that doesn't melt
	Ethics, Korean, Practical art, Social studies		Korean, art, morals, science
[11]	Respect for life	[17]	The importance of clean water
	Ethics, Korean, Science, Art, Creative activity		Ethics, Korean, Creative activity, Science
[18]	Consideration and understanding of others	[29]	Firefighter and family
	Ethics, Korean, Art, Creative activity		Ethics, Korean, Practical art, Fine arts, Creative activity

지향하는 교육 목적, 교육 방법, 교육과정 차원에서 공통된 부분이 많다. 강정찬은 융합교육이 가지는 특징을 교과나 학문이 유기적으로 통합된 교육, 창의력-문제해결력-인문적 소양을 함양할 수 있는 교육, 문제 해결 교육, 공동체의 평등과 정의를 실현하는 교육의 4가지로 제시하였다[47].

표 1과 표 2에서 보는 바와 같이, 학생들이 직접 도출한 문제는 지속가능발전 목표와 맞닿아 있다. 이 문제에 대한 해결책은 매우 고차원적인 융합적 시각과 공동체 의식을 요구한다. 교사는 각 단계별 수업을 계획하고 해당되는 교과별 성취 기준을 도출한다. 관련 성취 기준이 많으면 많을수록 문제의 복잡도가 높아지며 해결책도 다양해진다. 표 2에서 보는 바와 같이, 모든 노벨 엔지니어링 수업 사례는 최소 3개 이상의 교과가 융합되어 운영된다. 도덕, 국어는 거의 필수적으로 해당되며, 수학, 과학, 미술, 창체, 실과, 사회 등의 교과가 수업 내용에 따라서 선택적으로 정해진다. 이는 재구성할 교과를 정해서 교육과정을 개발하는 것이 아니라 개발한 교육과정에 맞추어서 교과와 시수가 정해진다.

브레인스토밍을 통한 최적의 해결책을 이끌어내는 것은 고도의 창의성과 융합적 사고를 요구하게 된다. 이는 융합교육이 다초점적인 사고를 가능하게 하고 창의적 사고를 가능하도록 하는 좋은 방법이기 때문이다[48].

등장 인물이 겪는 문제점을 도출하기 위해서는 등장 인물과의 공감대 형성이 필수적이다. 이 공감대는 등장 인물의 처한 모든 상황과 환경을 포함하기 때문에, 아이들은 등장 인물을 도와 주려고 하는 인성과 상상력을 자극하는 인문학적인 소양을 함양할 수 있다. 이는 노벨 엔지니어링이 특정 지식을 올바른 것으로 제시하는 교수 방식보다 지식이 만들어지는 상황과 맥락 및 다양한 전제 조건들을 제시함으로써 학습자가 다양한 지식을 비교하고 연결하는 시각을 갖도록 지향하는 바와 맥을 같이한다[48,49].

이렇듯 노벨 엔지니어링은 강정찬이 제시한 융합교육의 4가지 요소를 모두 만족한다.

D. 액션 러닝

액션 러닝은 학생들의 모둠 활동을 통해서 실제적 문제를 해결하고 성찰을 통해 학습하는 과정에서 지식, 문제해결능력, 창의성, 협동심등의 역량을 개발하도록 지원하는 교수-학습 모형이다[50]. 마퀴트(Marquadt)는 액션 러닝의 주요 요소를 문제, 학습의지, 실행의지, 질의와 성찰과정, 학습팀, 러닝코치의 6가지로 보았다.

표 1에서 기술된 문제는 교사가 제시한 문제가 아니라 아이들이 직접 도출한 문제이다. 이는 학습 의지와 실행 의지

의 동기가 된다. 실제로 아이들은 동료와의 협동을 통하여 해결책을 실제로 실행하는 과정에서 서로의 의견을 존중하는 모습을 보인다. 발표, 피드백, 이야기 재구성 과정은 질의와 성찰과정이다. 이 성찰 과정은 문제 해결의 목적을 더욱 강화하여 아이들의 일상적 경험에 반영된다. 교사는 노벨 엔지니어링 수업을 기획하지만, 아이들은 그 수업을 주도한다. 교사의 역할은 수업 과정의 안내자이며 아이들의 질문에 적절한 도우미 역할이다. 노벨 엔지니어링의 수업 전 과정은 마퀴트의 6가지 액션 러닝 요소가 모두 진행되고 있다고 말할 수 있다.

E. 독서 및 글쓰기 교육과 연계

기존의 독서 교육은 기능적 독서와 인지적 독서를 강조하였다. 또한 분절된 작품이 제시되는 교과서 위주의 수업 방식으로 인해 작품 전체의 맥락을 이해하지 못하는 문제점을 가지고 있었다[51]. 2015 개정 교육과정에서는 이러한 문제점을 개선하고 질적인 독서교육 패러다임 변화를 위해서 온작품 읽기, 슬로리딩, 한 학기 한 권 읽기 등의 이름으로 대두되었다[51]. 그러나 일선 교사들은 아직도 온작품 읽기 수업 모형과 프로그램 등의 부재로 인하여 교육과정 개정 취지에 부합하는 온작품 읽기 수업에 많은 어려움을 겪고 있다[51].

노벨 엔지니어링의 첫 단계인 책 읽기는 단순한 완독을 넘어서 등장 인물과의 공감대 형성이 필요한 독서 활동이다. 그래서 작품 전체의 맥락을 이해하는 독서가 필수적이다. 일부 초등교사는 노벨 엔지니어링의 책 읽기가 온작품 읽기 수업 모형으로 활용될 수 있다고 조언하였다[35].

노벨 엔지니어링의 마지막 단계인 이야기 재구성은 글쓰기 단계이다. 글쓰기는 단어를 연결하여 문장을 만드는 단순한 행위를 넘어서 주제에 맞게 논리적으로 표현하는 일이다[52]. 대부분의 교실에서 이루어지는 글쓰기는 준비과정 없이 글감을 제시하고 무조건 쓰게 하는 경우가 많다. 이런 상황은 아이들이 글쓰기를 기피하게 만드는 요인이다. 이를 해결하기 위해서는 결과중심 쓰기 지도에서 과정 중심 쓰기 지도로 전향해야 한다. 과정 중심 접근법은 쓰기 결과를 산출하기까지 학습자들이 수행한 인지적 활동 과정을 중시한다[51-54].

노벨 엔지니어링의 마지막 단계인 이야기 재구성은 학생들이 만든 창작물을 등장 인물이 사용했을 때 그 뒤 이야기가 어떻게 바뀔지를 상상하면서 글을 쓰는 단계이다. 이 단계는 아이들의 발달 단계에 따라서 글 또는 그림, 또다른 활동으로 대체될 수 있다. 이야기 재구성 단계는 학생들이 노벨 엔지니어링의 모든 단계를 통하여 수행했던 모든 경험을

토대로 글쓰기가 진행된다. 이 단계는 단순히 지난 차시의 수업 경험을 기록하는 것을 넘어서 아이들이 수행한 인지적 활동 과정도 모두 포함되기 때문에 과정 중심 접근법의 방향과 일치한다. 이는 플라워(Flower)와 헤이즈(Hayes)의 쓰기의 인지 과정을 잘 반영하고 있다고 말할 수 있다[55].

F. 통합 교육과정 운영 가능성

교육의 목적이 인간의 발달을 통해 행복한 삶을 영유하는 것이라면, 통합교육의 목적은 장애인을 차별없이 한 사회의 주류에 완전히 포함될 수 있도록 하는 것이다[55]. 그러나 현실은 그렇지 못하다. 초등학교 통합교육 실태를 조사한 연구를 보면, 통합학급의 교육과정 운영은 대부분 일반 학생들에 초점이 맞춰져 있어서 특수 학생을 위한 별도의 교육과정을 운영하기 불가능하며, 일반 학생지도만으로 수업 부담이 크다. 또한 또래 아이들과의 관계 설정도 어렵고 학부모의 부정적 시선도 한 몫을 하고 있다. 그래서 통합교육 실현을 위해서 특수 학생의 과제 참여 수준을 달리하여 모둠 활동에 참여할 수 있도록 하는 방안을 제시한 연구도 있다[56,57].

노벨 엔지니어링의 수업이 통합 학급에 적용된 사례도 있다[29]. 수업을 마친 후 학생들이 학습지에 적은 소감에는 같은 반 특수 학생과 같이 활동을 할 수 있어서 좋았다고 하였다. 그리고 그 특수 학생이 가지는 재능을 알게 되어서 그 학생을 바라보는 시각이 많이 달라졌다고 하였다. 이 수업이 주는 시사점으로는 아이들은 어른들의 생각과 다르게 특수 학생과 수업하는 것을 자연스럽게 받아들이고 있다는 것과 노벨 엔지니어링 수업이 통합교육을 위한 가능성을 보여주었다는 것이다.

노벨 엔지니어링 수업 사례 중 장애이해교육을 주제로 진행된 사례도 존재한다[35]. 이 수업에서 선정된 도서는 '그레구아르는 눈으로 말해요'이다. 장애를 가진 그레구아르라는 등장 인물이 겪는 문제점을 찾아내고, 아이들이 스스로 그 문제를 해결하는 과정에서 소프트웨어교육에서 자주 사용하는 피지컬 교구를 이용하여 장애인과 소통할 수 있는 창작물을 만들었다. 이야기 재구성 단계에서는 등장 인물인 그레구아르에게 손편지를 쓰는 활동을 진행하였다. 이 수업 사례가 주는 시사점은 별도의 장애이해수업을 실행하기 보다 노벨 엔지니어링 수업으로 장애이해교육, 인성교육, 소프트웨어교육, 독서 교육, 글쓰기 교육이 동시에 실현되었다는 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 2016년부터 2023년도까지 노벨 엔지니어링 융합 수업 사례의 이론적 배경과 교육 방법적 기반을 조사하였다. 조사 결과, 이론적 배경으로는 페퍼트의 구성주의와 비고츠키의 사회 문화적 구성주의로 정리되었으며, 교육 방법적 기반으로는 창의적 문제 해결 학습, 문제 중심 학습, 융합교육, 액션 러닝, 독서와 글쓰기 교육과 연계, 통합 교육 과정 운영 가능성으로 정리할 수 있었다. 현재까지 다수의 노벨 엔지니어링 관련 학술 발표 논문, 석·박사 학위, 서적이 출간되었으며, 지역별로 교사 연수가 활발하게 이루어져 전국적으로 확산되는 추세이다. 앞으로도 노벨 엔지니어링에 대한 양적·질적 연구가 지속될 것이다.

조사된 내용을 토대로 제언하면 다음과 같다. 첫째, 노벨 엔지니어링은 아이들이 책에서 문제를 도출하기 때문에 책이라는 매체를 융합 수업에 적극적으로 활용할 수 있다. 기존의 융합 수업 교사의 아이디어 유무에 전적으로 의존하는 방식이어서 학생 중심 수업이라고 말하기에는 한계가 있다. 노벨 엔지니어링은 학생들이 스스로 문제를 이끌어내고 해결하기 때문에 자기 주도적이면서 학생 중심 수업이 가능하다. 둘째, 노벨 엔지니어링 수업을 통하여 미래 융합형 인재에게 필요한 역량을 함양할 수 있다. 이를 위해서 가장 필요한 요소는 교사의 융합적 역량 강화이다. 이는 곧 교사의 지식 연결 역량과 교육과정 재구성 역량 함양이 필수적이다[59]. 셋째, 노벨 엔지니어링은 교과 간 자연스러운 융합 수업을 지원한다. 많은 교사는 융합교육에 대한 필요성을 인정하면서 참고할 만한 매뉴얼 또는 기존 수업 자료가 부족해서 융합 수업에 부담감이 높다고 말하고 있다[60]. 이는 정형화된 수업 모형의 부재가 원인이다. 그래서 노벨 엔지니어링은 유연성과 확장성이 높지만 정형화된 틀로서 교사의 융합 수업에 대한 동기를 제공할 수 있다. 넷째, 융합 수업 전문성 향상을 위한 학습 공동체 강화이다. 교사가 단독으로 수업을 연구하는 데는 한계가 많다. 현재 각 시도교육청에서는 전문 학습 공동체를 운영하고 있다. 그러나 필자가 제안하는 것은 이 전문 학습 공동체마저도 다른 공동체와 융합이 되어 융합적 학습 공동체가 많이 탄생되어야 한다.

정리하면, 노벨 엔지니어링은 요즘 대두되는 미래교육을 위한 하나의 방안으로 그 역할을 충분히 수행할 것이며, 교사와 학생이 서로 협력하여 수업이 진행되는 미래 인간상을 만들어가는 교육의 기초가 될 것으로 기대한다.

감사의 글

이 연구는 2022년도 전주교대 교육, 연구, 학생 비용으로 연구되었음.

참고문헌

- [1] Ministry of Education, 2022 The revised curriculum, 2022.
- [2] H. N. Lee, K. S. Jeong, and S. H. Paik, "The development of instructional model for convergence education based on teachers' practices," *Journal of Curriculum Integration*, vol. 15, no. 3, pp. 49-72, 2021.
- [3] J. C. Kang, "The development of instructional design principles for education for creative convergence," *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, vol. 27, no. 3, pp. 275-305, 2015.
- [4] J. M. Lee and Y. J. Shin, "An analysis of elementary school teachers' difficulties in the STEAM class," *Journal of Korean Elementary Science Education*, vol. 33, no. 3, pp. 588-596, 2014.
- [5] H. N. Song and T. R. Kim, "The effect of Novel Engineering (NE) education using VR authoring tool on STEAM literacy and learning immersion," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 26, no. 3, pp. 153-165, 2022.
- [6] H. M. Yang and T. Y. Kim, "The effect of the physical computing convergence class using Novel Engineering on the learning flow and the creative problem-solving ability of elementary school students," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 25, no. 3, pp. 557-569, 2021.
- [7] K. C. Hong, "An introduction of robotics education in tufts university," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 20, no. 2, pp. 171-178, 2016.
- [8] B. S. Kim, "The effect of Novel Engineering on reading skills, problem solving and engineering creativity," Master dissertation, Korea National University of Education, 2020.
- [9] J. Y. Hong, "Development and application of SW fusion safety education program applying Novel Engineering," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 2, pp. 193-200, 2019.
- [10] S. H. Kim and K. C. Hong, "A class plan for the fifth-grade science subject applied with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 259-264, 2023.
- [11] E. Son and K. C. Hong, "Solving animal welfare environment class with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 251-258, 2023.
- [12] S. M. Hwang and K. C. Hong, "A class plan for the 4th grade Korean subjects applied with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 225-231, 2023.
- [13] T. J. Kim and K. C. Hong, "4th grade integrative class with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 213-218, 2023.
- [14] Y. R. Jang and K. C. Hong, "A class plan for 2nd grade students integrating Korean and integrated curriculum based on Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 219-224, 2023.
- [15] K. C. Hong, Y. S. Kim, and S. H. Han, "A study of phenomenon-based learning with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 157-162, 2023.
- [16] J. W. Park and K. C. Hong, "Development of elementary curriculum integrating information and ecology with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 143-148, 2023.
- [17] H. J. Woo and K. C. Hong, "After-school class based on Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 137-142, 2023.
- [18] S. H. Paek and K. C. Hong, "A class plan for the reading unit among the 3rd grade Korean subjects applied with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 125-130, 2023.
- [19] H. N. Yoo and K. C. Hong, "A study of character education with Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 1, no. 1,

- pp. 149-156, 2023.
- [20] K. C. Hong, "Novel Engineering and phenomenon-based learning," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 139-146, 2022.
- [21] J. Y. Kim and K. H. Kim, "The educational effect of Novel Engineering on artificial intelligence convergence liberal arts course for pre-service teachers," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 26, no. 6, pp. 507-515, 2022.
- [22] S. Y. Yoo and J. G. Choi, "A study on design of integrated ecological program for elementary school environmental education based on the Novel Engineering," *Journal of Holistic Convergence Education*, vol. 26, no. 1, pp. 31-50, 2022.
- [23] D. E. Kim and D. H. Koo, "Artificial intelligence education plan using Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 263-269, 2022.
- [24] K. C. Hong, H. S. Kim, and S. M. Han, "A phenomenological qualitative research on the experience of Novel Engineering class of elementary teacher," *Journal of Industrial Convergence*, vol. 20, no. 2, pp. 51-59, 2022.
- [25] T. R. Kim and S. K. Han, "SW convergence based Novel Engineering (NE) effects on reading motivation and learning immersion," *The Journal of Education*, vol. 41, no. 2, pp. 29-48, 2021.
- [26] K. C. Hong, "A case study of blended Novel Engineering class," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 97-102, 2021.
- [27] J. H. Kim and S. H. Moon, "Development of an AI education program based on Novel Engineering for elementary school students," *Korean Journal of Elementary Education*, vol. 32, no. 1, pp. 425-440, 2021.
- [28] S. J. Yang and K. C. Hong, "An interdisciplinary class for 6th grade students integrating Korean based on Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 105-109, 2020.
- [29] J. Y. Jang and K. C. Hong, "Reading and integration education for problem solving based on Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 115-120, 2020.
- [30] K. C. Hong, W. J. Lee, and S. M. Kim, "The effects of Novel Engineering on improving creative problem-solving ability," *Journal of Industrial Convergence*, vol. 18, no. 3, pp. 83-89, 2020.
- [31] T. G. Eom and K. C. Hong, "An integrated Korean class with minecraft through Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 251-256, 2019.
- [32] K. C. Hong, "Novel Engineering and maker education," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 41-46, 2019.
- [33] B. Y. Kang and K. C. Hong, "Novel Engineering symposium and integration for the 2nd grade," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 237-242, 2018.
- [34] J. H. Yoo and K. C. Hong, "An interdisciplinary class for 3rd grade students integrating science, Korean and art based on Novel Engineering," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 78-83, 2018.
- [35] Y. S. Cho and K. C. Hong, "Education for problem solving with Novel Engineering based on understanding the disabilities," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 257-262, 2018.
- [36] M. S. Cho and K. C. Hong, "An integrated class on social study and Korean," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 269-275, 2018.
- [37] K. C. Hong, "A case study of Novel Engineering to improve computational thinking in united state," *The Korean Association of Information Education Research Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 78-83, 2017.
- [38] K. M. Cho, "Exploring the implications of seymour papert's constructionism for early childhood education," *The Society for Constructivist Early Childhood Education*, vol. 10, no. 1, pp. 83-101, 2023.
- [39] Y. S. Chae, "A study on the development of design toolkit through learning theory," *Journal of Design Studies*, vol. 11, no. 4, pp. 9-19, 2017.
- [40] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, 1991.
- [41] Y. J. Chang, "Reconsidering the idea of "Vygotsky's Collaboration Education" in the Light of Miller's Interpretation of Vygotsky," *Philosophy of Education*, no. 85, pp.

- 33-57, 2022.
- [42] Y. M. Park, "The learning theory of social constructivism and the nature of reading," *Journal of Reading Research*, no. 14, pp. 229-248, 2005.
- [43] M. Resnick, *Lifelong Kindergarten*, MIT Press, 2017.
- [44] S. H. Kim, D. R. Chung, "A study on the influence of the creative problem-solving process using children's picture-books," *Korean Journal of Early Childhood Education*, vol. 24, no. 5, pp. 291-300, 2004.
- [45] K. H. Lee, Y. H. Choi, and S. U. Hwang, "Development of creative problem-solving program based on team project," *Korean Society for Creativity Education*, vol. 11, no. 2, pp. 141-150, 2011.
- [46] C. H. Yoon, "Vygotsky's notions of the stage and law of the development of higher mental functioning and their educational implications," *The Journal of Korean Educational Idea*, vol. 30, no. 4, pp. 163-195, 2016.
- [47] K. C. Hong, "A meta-analysis on the effects of problem-based learning," *Journal of Educational Studies*, vol. 39, no. 3, pp. 79-110, 2008.
- [48] J. C. Kang, "The development of instructional design principles for creativity convergence education," *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, vol. 27, no. 3, pp. 276-305, 2015.
- [49] H. N. Lee, K. S. Jeong, and S. Y. Paik, "The development of instructional model for convergence education," *Journal of Curriculum Integration*, vol. 15, no. 3, pp. 49-72, 2021.
- [50] M. Marquardt, "Optimizing the power of action learning: Real-time strategies for developing leaders, building teams and transforming organizations," Boston, MA: Nicholas Brealey, 2011.
- [51] D. N. Kim, "An examination of reading education based on cognitive psychology," *Journal of Reading Research*, no. 17, pp. 111-137, 2007.
- [52] K. I. Jung and S. S. Lee, "Development of an instruction model for reading whole works using the havruta learning theory," *Teacher Education Research*, vol. 59, no. 4, pp. 657-672, 2020.
- [53] J. G. Shim and Y. W. Lim, "The effect of poem writing on children's empathic ability," *The Korean Journal of Elementary Counseling*, vol. 14, no. 1, pp. 77-93, 2015.
- [54] M. H. Hwang, "Critical reviewing on process approach to teaching writing," *Korean Language Education*, no. 123, pp. 243-278, 2007.
- [55] L. Flower and J. Hayes, "A cognitive process theory of writing," *College Composition and Communication*, no. 32, pp. 365-387, 1981.
- [56] D. Y. Jung, "Review on the concept and issues of inclusive education," *The Journal of Inclusive Education*, vol. 1, no. 1, pp. 1-21, 2006.
- [57] M. K. Lee and W. S. Choi, "Exploring the implementation of integrated education in primary schools and the creation of cooperative conditions," *The Journal of Humanities and Social science*, vol. 13, no. 3, pp. 1323-1338, 2022.
- [58] Y. H. Noh and W. J. Kwak, "A study on the perception of convergence researchers for innovation in future convergence talent training education," *The Journal of Humanities and Social science*, vol. 14, no. 1, pp. 925-940, 2023.
- [59] H. B. Park, J. M. Kim, and W. G. Lee, "Derivation of teachers' competency for artificial intelligence convergence education," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 24, no. 5, pp. 17-25, 2021.
- [60] J. S. Lee and E. J. Kim, "Elementary teachers' perception on the problems and improvement of STEAM implementation," *The Journal of Elementary Education*, vol. 32, no. 3, pp. 327-355, 2019.



홍기천 (Ki-Cheon Hong)_중신회원

2000년 8월 : 전북대학교 컴퓨터과학과 박사

2001년 8월 ~ 현재 : 전주교육대학교 컴퓨터교육과 교수

<관심분야> 컴퓨터교육, 로봇활용교육, 노벨 엔지니어링, 인공지능교육