

The Effect of Problem Characteristics on Learners' Interest and Challenge in Problem-Based Learning: Based on Hierarchical Linear Model

Hyejin Park (KAIST Global Institute For Talented Education Senior Researcher)

Minseo Park (KAIST Global Institute For Talented Education Researcher)

Sunghye Lee[†] (KAIST Global Institute For Talented Education Research Associate Professor)

The purpose of this study is to clarify whether the interest and challenge that learners perceived about each content in various problem-based learning contents differ, and what characteristics of the problem (structuredness, authenticity, complexity, relatedness with curriculum, type of problem) affect the difference in learners' interest and challenge. Data were collected from 231 middle school students who learned 21 problem-based learning contents on math and science convergence fields. In order to explore content-level variables that affect learners' interest and challenge, a multilevel analysis was conducted using hierarchical data. Results from the multilevel analysis revealed were as follows: First, it was found that there was a difference in learners' interest and challenge among various content. Second, it was found that the level of structured problem and the type of problem had an effect on the interest of the learner, which means the higher the ill-structured problem and the type of problem requiring higher-order thinking, the higher the learner's interest. Third, the problem characteristic that influenced learners' challenge was the level of structured problem. The higher the ill-structured problem, the higher the learner perceived the challenge. Based on these findings, the implications of this study were discussed.

Keywords : Problem-based learning, Problem characteristics, Interest, Challenge, Hierarchical linear model

[†] Correspondence : Sunghye Lee, KAIST, slee45@kaist.ac.kr

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

박 혜 진 (KAIST 과학영재교육연구원 선임연구원)

박 민 서 (KAIST 과학영재교육연구원 연구원)

이 성 혜[†] (KAIST 과학영재교육연구원 연구교수)

〈요 약〉

본 연구는 다양한 문제기반학습 콘텐츠에서 각 콘텐츠에 따라 학습자가 느끼는 흥미와 도전감은 다른지, 이러한 흥미와 도전감의 차이에 영향을 미치는 문제의 특성(구조화, 실제성, 복잡성, 교과관련성, 문제유형)은 무엇인지를 밝히고자 수행되었다. 본 연구는 21개의 수학·과학 융합 분야 문제기반학습 콘텐츠를 수행한 중학생 231명을 분석에 포함하였다. 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 콘텐츠 수준 변인을 탐색하기 위해 상위 수준, 즉 문제의 특성이 하위수준인 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향을 살펴보기 위해 다수준 자료(Multilevel data)를 활용하여 다층분석을 실시하였다. 분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 콘텐츠의 특성에 따라 학습자의 흥미와 도전감은 차이가 있는 것으로 나타났다. 둘째, 문제의 구조화 정도와 문제유형이 학습자의 흥미에 영향을 미치는 것으로 나타나, 문제의 비구조화 정도가 높을수록, 그리고 문제가 고차적 사고를 요구하는 유형일수록, 학습자의 흥미가 높아질 가능성이 있는 것으로 확인되었다. 셋째, 학습자의 도전감에 영향을 미치는 문제 특성은 문제의 비구조화 정도로, 문제의 비구조화 정도가 높을수록, 학습자가 도전감을 높게 인식하는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과를 바탕으로 연구의 시사점을 제시하였다.

주요어 : 문제기반학습, 문제 특성, 흥미, 도전감, 다층모형

[†] 교신저자 : 이성혜, KAIST, slee45@kaist.ac.kr

I. 서론

미래사회는 과학기술의 급속한 발전과 이에 따라 빠르게 변화하는 사회에서 다양한 문제를 해결할 수 있는 역량, 즉 문제해결역량을 지닌 인재를 요구하고 있다. 이러한 인재상의 변화는 교육의 변화가 필수적으로 요구되며, 이에 핵심역량 중심의 교육으로 빠르게 전환되고 있다. 이미 2015 개정 교육과정은 교과 영역별로 문제해결역량을 강조하고 있는데, 예컨대 과학교육의 목표는 ‘과학의 핵심 개념에 대한 이해와 탐구 능력의 함양을 통하여, 개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다.’로 제시되어 있다. 이와 같이 새롭게 강조되고 있는 역량의 핵심은 문제해결이며, 문제해결역량을 향상하기 위한 방법으로 기존의 교육방식에서 벗어나 학습자가 교육과정 내에서 주도적으로 문제를 해결하는 문제기반학습(Problem-based Learning)이 강조되고 있다. 즉, 기존의 교육방식에서 벗어나 교과별 교육과정 내에서 다양한 실제 문제를 발견하고 교과 및 교과 간 지식을 연계하여 문제를 해결할 수 있는 학습경험을 제공하고자 하는 것이다.

문제기반학습이란 학습자들에게 복잡한 현실 세계와 관련된 문제를 제시하고 의미 있는 해결방법을 찾도록 하는 교육방법이며, 학습자를 학습 과정에 능동적으로 참여시키고, 고차적 사고를 증진할 수 있는 방법으로, 다양한 교과 영역에서 입증되어 왔다(장경원, 최정임, 장선영, 2020; Argaw, Haile, Ayalew, & Kuma, 2016; Barrow & Tamblyn, 1980; Ulger, 2018). 문제기반학습에 관한 선행연구들을 주로 기존 수업방식과의 비교(Deilse, 1997; Norman & Schmidt, 2000), 문제기반학습의 효과(김향자, 김선희, 김희성, 송수민, 2014; 신명렬, 서혜애, 2017; 이은철, 2020; 주영주, 정영란, 표지연, 2011; Albanse & Mitchell, 1993; Vernon & Blake, 1993), 문제 개발 사례 및 문제설계 원리(장정아, 2006; 최정임, 2004) 등에 관해 이루어져 왔다. 또한, 전통적인 강의 방법과 달리 학습자 스스로 문제를 해결하는 경험이 강조되기 때문에 이러한 과정에서 학습자가 흥미, 동기, 효능감, 도전감 등이 증진되는지를 살펴보고자 하는 연구들이 수행되어 왔다(박강현, 2015; 소연희, 김성일, 2005).

한편, 문제기반학습에서 현실 세계와 관련된 문제 또는 문제 상황의 개발이 중요함에 따라 좋은 문제의 특성을 규명하는 것이 중요한 이슈 중의 하나였다. 일반적으로, 문제기반학습에서 문제는 일상생활에서 접할 수 있는 비구조화되고 복잡한 문제로 제시되며(조연순, 2010), 이러한 문제의 대표적인 특성으로 ‘구조화’, ‘복잡성’, ‘실제성’, ‘교과관련성’ 등이 강조되어 왔다(강인애, 2002; 조연순, 2010; Hung, 2016; Jonassen, 1997). 구조화 정도가 낮고, 복잡성이 높으며, 실제적이고, 교과관련성이 높은 문제가

학습자의 흥미나 성취도에 긍정적인 영향을 미치는 좋은 문제라는 것이다.

문제기반학습의 중요성이 어느 때보다도 강조되고 있고, 특히 어떤 문제를 개발할 것인가에 대한 지침이 요구되는 상황에서, 본 연구에서는 문제기반학습에서 대표적으로 제시되는 문제의 특성이 학습자 흥미와 도전감에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다. 흥미와 도전감은 심층학습, 학업성취도 등에 영향을 미치는 주요한 변인으로, 학습자가 학습에서 흥미와 도전감을 지속적으로 유지하거나 향상하는 것이 긍정적인 학습결과에 매우 중요한 것으로 보고되고 있다(윤미선, 2007; 조석희, 안도희, 한석실, 2004; 최경애, 이성혜, 2016). 선행연구에서는 문제기반학습 상황에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 변인으로 내적동기, 자기효능감과 같은 학습자 특성 변인(김아영, 박인영, 2001; 윤지영, 김한나, 김민선, 2017)과 구조화, 맥락성, 실생활 관련 문제, 창의적 과제 등 문제기반 수업 또는 콘텐츠의 특성이 제시되었다(소연희, 김성일, 2005; 이현주, 2016; 조준예, 원효현, 이명숙, 2003; 최정임, 1996). 그러나 이러한 연구들은 문제기반학습의 대표적인 문제의 특성들이 학습자의 흥미와 도전감에 어떻게 영향을 미치는지를 통합적으로 살펴보지 못하였다. 문제기반학습에서 학습자가 문제에 따라 다른 흥미와 도전감을 느낀다면, 이러한 차이는 문제의 어떠한 특성에서 기인하는 것일까? 즉, 학습자가 문제에 따라 느끼는 흥미와 도전감이 다른지, 이러한 차이가 문제의 특성에 따른 것인지를 밝히고자 한 연구는 거의 없는 상황이다.

이에 본 연구는 문제의 특성과 학습자 수준의 흥미 및 도전감의 다층적인 자료 특성을 고려하여 다양한 문제기반학습 콘텐츠에서 각각의 콘텐츠에 대해 학습자가 느끼는 흥미와 도전감은 다른지, 이러한 흥미와 도전감의 차이에 영향을 미치는 문제의 특성은 무엇인지를 밝히고자 하였다. 본 연구에서 한 차시의 콘텐츠는 하나의 문제기반 학습 프로젝트로 제시되며, 따라서 이하 콘텐츠는 각기 다른 문제기반학습 프로젝트를 의미한다. 또한 문제는 해당 차시(또는 문제기반학습 프로젝트)에서 학생들이 해결하도록 제시된 문제를 말한다. 본 연구에서 문제기반학습은 온라인교육 상황에서 개별학습으로 진행되었다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

1. 온라인 문제기반학습에서 학습자의 흥미와 도전감은 콘텐츠에 따라 차이가 있는가?
2. 온라인 문제기반학습에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 문제의 특성은 무엇인가?

II. 이론적 배경

1. 문제기반학습

문제기반학습이란 학습자를 학습 과정에 능동적으로 참여시키고, 그들의 고차적 사고를 증진시키기 위해 실생활 문제 상황을 교육에 활용하는 교육방법 혹은 교육과정을 의미한다(Barrows & Tamblyn, 1980). 문제기반학습은 1960년대 중반 의과대학에서 학습자들이 습득한 지식을 실전에 활용하지 못하는 문제점을 개선하기 위해 그 필요성이 대두된 이래로, 학습자들에게 복잡한 현실 세계와 관련된 문제를 제시하고 의미있는 해결방법을 모색하게 함으로써 지식의 습득과 전이를 용이하게 하고 자기주도학습 능력을 신장시키며 고차적 사고를 증진시키는 등의 교육적 효과를 인정받아 오늘날까지도 다양한 교육 영역에서 활용되어왔다(장경원 외, 2020; 최옥, 2016; 최정임, 2007; Barrows, 1994; Hmelo-Silver, 2004; Sahida & Zarvianti, 2019; Savery & Duffy, 1995). 최근, 미래 핵심역량으로 문제해결력, 비판적 사고력, 창의적 사고력 등이 강조됨에 따라 문제기반학습은 이러한 역량을 계발할 수 있는 수업방법으로 보다 주목받고 있다. 예컨대, 교육부(2020)에서 발표한 과학·수학·정보·융합 교육 종합계획을 살펴보면, 기존의 교육방식에서 벗어나 교과별 교육과정 내에서 다양한 실제 문제를 발견하고 교과 간 지식을 연계하여 문제를 해결할 수 있는 학습과정의 설계, 즉 문제기반학습이 핵심적인 교육방법으로 강조되고 있다.

문제기반학습이 다양한 교과 영역에서 학업성취도뿐만 아니라 문제해결력, 창의적 사고력, 학습동기 등을 증진시킬 수 있는 효과적인 방법임은 이미 여러 연구를 통해 확인되었다(Argaw et al., 2016; Khoiriyah & Husamah, 2018; Ulger, 2018). Ulger (2018)는 시각예술학과 학생들을 대상으로 문제기반학습을 적용하여 한 학기 동안 수업을 진행한 결과, 연구에 참여한 학생들의 창의적 사고력이 유의미하게 증가하였다고 보고한 바 있으며, 특히 이러한 결과는 학습자들이 제시된 문제를 해결하기 위해 현실 세계에 존재하는 지식을 새로운 관점에서 바라보고 융합하는 과정에서 비롯된 것이라고 주장하였다. Argaw 외(2016)는 물리 수업에서 문제기반학습과 전통적인 수업방식을 적용하고 비교하였는데, 연구결과 집단 간에 문제해결역량과 학업성취도의 차이가 유의미하게 나타났다. Khoiriyah와 Husamah(2018) 역시 문제기반학습을 적용한 수업에서 학생들의 문제해결력, 창의적 사고력, 그리고 학업성취가 모두 일정 수준 향상되었다는 연구 결과를 제시하였다.

이와 같이 문제기반학습은 학습자가 경험하는 현실 세계의 문제를 교육에 활용함으

로써 학습자의 학습에 대한 흥미를 증진하고 학습자 스스로 교과 관련 지식들을 융합하여 문제를 해결하는 과정에서 문제해결력, 창의적 사고력과 같은 고차적 사고를 증진시킬 수 있는 수업방법이라고 할 수 있다(조연순, 2010; Jonassen, 2004). 따라서 문제기반학습의 핵심이 되는 개념인 ‘문제’를 어떻게 설계할 것인지, 좋은 문제는 어떠한 특성을 갖고 있는지 규명하고자 하는 연구들이 문제기반학습 연구 분야에서 주요하게 여겨져 왔다.

2. 문제기반학습에서 문제의 특성

문제기반학습은 학습자들이 학습한 지식을 실생활에 적용하지 못하는 기존 교육방식의 한계를 극복하고, 학습한 내용에 기반하여 학습자들이 현실 세계의 문제를 해결할 수 있는 능력을 함양하는 것을 목표로 한다(Albanese & Mitchell, 1993; Barrows & Tamblyn, 1980; Barrows, 1996). 따라서 문제기반학습에서는 일반적인 문제해결학습에서의 문제와는 다르게 학습자들이 현실세계에서 경험할 수 있는 비구조화되고 복잡한 문제를 제시한다. 선행연구들을 살펴보면, 문제기반학습에서 문제의 특성은 ‘구조화(structuredness)’, ‘복잡성(complexity)’, ‘실제성(authenticity)’, ‘교과관련성(relatedness with curriculum)’으로 언급되고 있으며, 해당 특성들은 서로 독립적이면서 어느 정도 상호관련성이 있는 것으로 보고되고 있다(강인애, 2002; 조연순, 2010; Hung, 2016; Jonassen, 2004). 문제기반학습에서 제시하는 문제의 특성과 각 특성이 어떻게 학습자와 학습상황에 영향을 미치는지 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

문제기반학습 설계에서 가장 중요하게 고려되는 문제의 특성 중 한 가지는 문제의 구조화 정도이다. 구조화 정도가 높을수록(well-structured) 문제가 분명하게 진술되어 있고, 문제해결을 위한 표준화된 절차나 공식 또는 방법이 존재한다(조연순, 2010). 반면, 구조화 정도가 낮을수록(ill-structured) 문제가 명확하게 제시되지 않아 무엇이 문제인지 파악하는 과정이 필요하고, 정해진 공식 혹은 절차로 문제가 해결되기보다 습득한 지식 혹은 정보를 재구조하는 과정이 필요하다(Jonassen, 2004). Jonassen(1997)은 문제의 구조화 정도가 낮을수록 다양한 방법으로 문제해결에 접근이 가능하고 다양한 해결책이 존재하거나 혹은 해결책 자체가 존재하지 않을 수 있기 때문에, 학습자는 지속적으로 본인의 문제해결 절차 혹은 문제해결 전략을 모니터링하게 되고, 그 과정에서 구조화 정도가 높은 문제를 해결할 때보다 고차적 사고가 요구된다고 주장하였다. 문제의 구조화 정도에 따른 학습효과를 살펴본 선행연구에 따르면, 문제의 구조화 정도에 따라 학습자의 자기조절(self-regulation), 비판적 사고력, 의사소통능력, 학습몰입, 그리

고 학업에 대한 흥미도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Ge, Law, & Huang, 2016; Miner-Romanoff, Rae, & Zakrzewski, 2019).

문제기반학습에서 문제의 구조화 정도와 함께 중요하게 고려되는 문제의 특성은 복잡성이다. 문제의 복잡성은 문제를 해결하기 위해 요구되는 지식의 깊이(bread of knowledge), 지식의 수준(attainment level), 복잡한 문제해결 절차(intricacy of problem solution procedures), 지식 간 관계의 복잡성(relational complexity) 등에 영향을 받으며 (Funke, 1991), 복잡성 수준이 높을수록 문제해결과정에서 학습자에게 높은 수준의 인지적 역량이 요구되고 일반적으로 구조화된 문제보다 비구조화된 문제일수록 복잡성 수준이 높은 경향이 있다고 보고되고 있다(Hung, 2016; Jonassen, 2004).

문제기반학습에서 학습자의 흥미와 고차적 사고를 증진하는 또 다른 문제의 특성 중 한 가지는 바로 실제성이다. 실제적인 문제란 실질적인 데이터와 문제의 배경을 설명하는 정보를 포함하는 현실 상황을 기반으로 제공된 문제를 의미한다. 실제성이 높은 문제, 즉 우리 삶과 관련성이 높은 문제는 본질적으로 다양한 지식을 포함하고 있고 복잡하며 비구조적인 특성을 가지고 있으므로 문제의 실제성과 구조화 및 복잡성 정도는 어느 정도 관련이 있다고 볼 수 있다(IMS, 2000). Torp와 Sage(2002)는 실제적인 문제일수록 학습자의 흥미를 유발할 수 있고 자기주도적 학습을 독려한다고 주장하였고, 유사한 맥락에서 Blumenfeld 외(1991)는 실제적인 문제는 학습자로 하여금 자기주도적으로 정보를 융합하고, 문제해결의 목표를 스스로 설정하게 하며, 문제해결과정과 생성한 아이디어를 모니터링하게 함으로써 학습에 흥미를 느끼고 가치를 부여하게 된다고 주장하였다.

마지막으로 언급할 문제의 특성은 문제기반학습에서의 문제와 교육과정과의 관련성이다. 교육과정이란 학습자의 학년 단계에 맞는 학습주제와 습득해야 할 기술(skill)에 대한 것으로 문제기반학습에서 학습자가 문제를 해결하면서 교육과정에서 추구하는 개념적 목표를 달성하도록 고려하는 일은 문제기반학습을 설계함에 있어 주요한 이슈이다(조연순, 2010). 이와 관련하여 Deilse(1997)는 연구를 통하여 문제기반학습에서 말하는 좋은 문제란 교육과정의 목표와 주요 내용과 관련성이 있어야 한다고 강조한 바 있다. 선행연구자들은 이와 같은 문제기반학습에서의 문제 특성들을 고려하여 문제기반학습에 적합한 문제를 개발하고 제공할 때, 학습자의 학습에 대한 흥미와 도전감을 고취할 수 있으며, 궁극적으로 교육의 효과를 증진할 수 있다고 보고하고 있다(조연순, 채제숙, 성진숙, 구성혜, 2000; Davis, 2009).

3. 문제기반학습에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 요인

문제기반학습은 전통적인 강의 방법이 아닌 학습자들에게 문제를 제시하고 학습자 스스로 문제를 해결하는 학습모형으로 학습자들이 문제를 통해 학습에 의미 있게 접근할 수 있고 흥미와 도전감을 가질 수 있다. 이에 연구자들은 결과를 중요시하며 학습자가 수동적으로 참여하는 전통적인 교육방법보다 학습자의 호기심, 흥미, 동기를 고려하는 문제기반학습에 관심을 가지게 되었으며, 문제기반학습을 중심으로 학습 흥미, 동기, 효능감, 도전감 등과 같은 정의적 특성 요인과 관련된 연구가 수행되어왔다.

특히, 흥미와 도전감은 학습 결과와 심층학습 수준에 영향을 미치는 주요한 변인으로 학생들이 높은 학업 성취를 얻도록 동기 부여하는 데 주요한 역할을 하고 있어(조석희 외, 2004; 최경애, 이성혜, 2016), 학습자가 지루함을 느끼지 않도록 흥미와 도전감을 지속적으로 유지시키거나 향상시키는 것이 중요하다고 보고되었다(윤미선, 2007). 이러한 면에서 비구조화되거나 실제 생활과 관련된 문제, 또는 다양한 문제해결방법을 요구하는 문제기반학습은 학습자의 호기심과 도전감을 유발하고 지속적인 흥미를 가질 수 있게 하는 중요한 학습 방법이 될 수 있다(소연희, 김성일, 2005; Dochy, Segers, Bossche, & Gijbels, 2003).

흥미는 개인이 환경과 상호작용하면서 발생하는 심리적인 상태로(Krapp, 2007) 개인이 목표를 설정하고 행동을 하는 데 있어 몰입하게 하거나 긍정적인 감정을 갖게 하는 원동력이다(Hidi & Harackiewicz, 2000). 흥미는 특정 주제나 과제에 대해 개인이 가지는 지속적이고 안정적인 상태를 일컫는 개인적 흥미(Individual interest)와 자극이나 환경적 특성에 의해 즉각적으로 발생하는 상태를 의미하는 상황적 흥미(Situational interest)로 구분되며(Hidi, 1990; Hidi & Baird, 1986; Renninger, Hidi, & Krapp, 1992), 상황적 흥미의 반복적 경험은 상황적 흥미를 유지하고 더 나아가 개인의 흥미를 향상시킨다고 한다(윤미선, 김성일 2004; Hidi & Baird, 1988). 이러한 학습자의 흥미에 영향을 미치는 요인을 분석한 선행연구를 살펴보면, 학습자 특성 변인과 교사 및 학교 특성 변인으로 구분해 볼 수 있다. 학습자 특성 변인으로는 성별, 학업성취도, 교과에 대한 즐거움, 자아개념, 도구적 동기, 개인적 가치, 내적동기, 자기효능감, 고차적 사고력 등이 흥미에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있고, 교사 및 학교 특성으로는 수업 방식, 학교생활 및 풍토, 진학계열 변인 등이 영향을 미치는 것으로 나타났다(김경식, 이현철, 2009; 손원숙, 2008; 윤미선, 김성일, 2004; 윤지영 외, 2017; 임효진, 2012; 이미경, 정은영, 2004).

한편, 도전감(Challenge)은 과제의 난이도 수준에 대한 선호 혹은 선호도를 의미하는

것으로(Csikszentmihalyi, 1990, 1996, 2008), 학습상황에서 학습자의 몰입을 유발하고(Csikszentmihalyi, Rathunde, & Walen, 1993), 장기적으로 학습자의 학습 과정과 학업성취를 예측하는 변인으로 알려져 있다(조석희 외, 2004). 이에 연구자들은 학습상황에서 학습자의 도전감을 높이는 개인 수준의 변인과 교육과정 구성 차원에서의 변인에 관한 연구를 진행해왔는데, 자기효능감이 높은 학습자는 도전감이 높은 과제를 수행하기를 선호하고(김아영, 박인영, 2001) 내적동기를 갖고 학습에 참여하는 학습자들이 주어진 과제에 대하여 도전감을 높게 느끼는 경향이 있으며(Schmidt & Savage, 1994), 온라인 학습상황에서 학습자가 인식하는 교수적 도움, 즉 교수실재감(교육과정설계, 학습내용 제시 방법, 교육콘텐츠, 교육 평가요소 등)에 대한 인식이 높을수록 학습자가 느끼는 도전감이 높아지는 것으로 보고되고 있다(최경애, 이성혜, 2016).

문제기반학습 관련 선행연구에서 Allen, Duch와 Groh(1996)는 문제기반학습에서 학습자들이 서로 아이디어를 제시하고 상호작용을 통해 해결할 수 있는 문제는 흥미를 지속시킨다고 보고하였으며, 창의적 문제해결학습은 학습에 대한 즐거움과 관심, 흥미를 높이는 것으로 보고되었다(조연순 외, 2000). 이 외에 문제기반학습과 기존 수업방식 비교연구(Deilse, 1997; Norman & Schmidt, 2000), 문제기반학습 효과(김향자 외, 2014; Albanses & Mitchell, 1993; Vernon & Blake, 1993), 문제 개발 사례 및 문제설계 원리(장정아, 2006; 최정임, 2004), 문제기반학습에 대한 평가, 문제기반학습이 과학적 창의성, 문제해결력, 학업성취도에 미치는 영향(신명렬, 서혜애, 2017; 이은철, 2020; 주영주 외, 2011) 등이 문제기반학습과 관련된 주요 연구 분야였다. 그러나 문제기반학습에서 문제는 학습자가 도전감을 가지고 흥미를 유지할 수 있도록 하는 핵심적인 요소임에도 불구하고 문제기반학습에서 활용되는 문제의 특성이나 문제 유형과 흥미 및 도전감과의 관계를 살펴본 연구는 부족한 편이다.

소연희와 김성일(2005)은 중학생의 자기효능감, 문제유형 및 평가방식이 흥미에 미치는 영향을 분석한 연구에서 구조형 문제는 단순지식 및 개념을 습득하는 데는 효과적일 수 있지만 학습자가 문제에 대한 도전감을 가질 수 없으므로 흥미도를 유지하기 어려운 반면, 비구조형 문제는 지속적인 흥미를 유도하는 문제로 보았다. 또한, 비구조화된 문제는 학습 동기가 낮거나 사전지식이 부족한 학습자에게는 흥미를 저해할 수 있다고 보았다. 박강현(2015)은 문제의 구조화 정도가 저성취 학생들의 학업 흥미에 차이가 있는지 살펴보았으며, 연구결과 저성취학생들 중 많이 구조화된 문제를 제공받고 해결한 집단의 경우 조금 구조화된(비구조화된) 문제를 제공받아 해결한 집단보다 흥미가 유의하게 상승한 것으로 나타난 바 있다.

문제기반학습의 문제 특성 중 하나인 맥락성과 관련된 연구결과에서는 수학문제와 같이 비맥락적이고 단순한 과제에 대해 학습자들이 높은 성취도와 긍정적인 태도를 보이기는 하나 학습자들은 비맥락적 과제를 어렵게 인식하여 학습에 대한 부담과 동기의 저하가 나타날 수 있다고 보았다(최정임, 1996). 실생활과 관련된 문제는 학습의 흥미를 높이는 것으로 나타났으며(조준예 외, 2003), 논리 과제보다는 창의과제 수행 시 과제의 흥미 수준이 높은 것으로 나타났다(이현주, 2016; Baas, De Dreu, & Nijstad, 2008; Davis, 2009).

한편, 성취도가 높거나 수학과 과학에 대한 흥미가 높은 학생을 대상으로 살펴본 흥미와 도전감 관련 연구에서 성취도가 높은 학생은 높은 지적 호기심이 있으며 도전적인 과제를 해결하는 것을 선호하는 것으로 나타나, 단순 지식 습득이 아닌 창의적, 비판적 사고와 같은 고차적 사고력을 요구하는 학습에 도전감을 느끼는 것을 확인할 수 있었다(문태형, 2010; 성은모, 채유정, 이성혜, 2017). 또한, 최경애와 이성혜(2016)의 연구에서 고성취 학습자들의 흥미를 유발하기 위해서는 난이도가 높은 문제기반학습 과제가 제시되어야 한다고 제안하였다.

이상의 선행연구에 대한 검토를 정리하면, 문제기반학습 상황에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 변인은 학습자 개인 변인과 수업 변인으로 나누어 볼 수 있다. 흥미와 도전감에 영향을 미치는 학습자 수준 변인은 내적동기, 자기효능감, 교수실재감(김아영, 박인영, 2001; 윤지영 외, 2017; 최경애, 이성혜, 2016) 등으로 나타났으며, 수업 수준 변인으로서는 구조화, 맥락성, 실생활 관련 문제, 창의적 과제 등이 확인되었다(소연희, 김성일, 2005; 이현주, 2016; 조준예 외, 2003; 최정임, 1996). 그러나 선행연구에서는 문제기반학습의 어떠한 요소들이 학습에 있어 학습자의 흥미와 도전감을 증진시킬 수 있는지 통합적으로 살펴보지 못하였고, 대부분의 연구들이 학습상황에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 주는 학습자 수준의 변인에 초점을 두거나 수업 수준의 변인의 다층적 구조의 특성을 고려하지 않고 살펴보았다는 한계가 있다. 수업 수준의 자료에는 학습자가 내재되어 있어 선행연구에서 도출된 관련 요인을 바탕으로 단일 수준의 관점이 아닌 위계적 관점에서 자료를 분석하여 흥미와 도전감에 영향을 미치는 수업 특성 변인을 밝히는 것이 중요하다. 이에 본 연구는 학습상황에서 학습자의 흥미와 도전감이 콘텐츠 간 유의미한 차이가 있는지, 콘텐츠 수준의 변인인 문제 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 유의미한 영향을 미치는지 살펴보려고 한다.

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여



Ⅲ. 연구방법

1. 연구의 맥락과 연구대상

1) K대학 사이버교육원 문제기반 온라인 교육콘텐츠

K대학 사이버교육원에서는 수·과학 분야에 관심과 흥미가 있는 학생들을 대상으로 문제기반의 온라인 교육콘텐츠를 제공하고 있다. 한 개 주제에 대한 온라인 교육콘텐츠는 국가 교육과정에서 다루는 개념과 실생활 문제를 연계하여 학습자가 자기주도적으로 문제를 해결할수록 세 단계 학습활동(문제탐색, 개념학습, 문제해결) 모듈로 구성되며, e-Book의 형태로 제공된다. 학습기간은 2주가 주어지고, 그 기간 동안 학습자들은 언제든지 교육콘텐츠에 접근하여 학습할 수 있다. 세 단계 학습활동 모듈에 대하여 구체

문제기반학습(PBL) 모듈

학습 단계	문제탐색 (e-book1)	개념학습 (e-book2)	문제해결 (e-book3)
학습 내용	<p>학습동기 부여</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습주제 소개 - 실생활 문제 제시 	<p>개념 습득</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개념 소개 - 다양한 참고자료 제시 	<p>문제해결</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습한 개념을 활용한 문제해결/개인 보고서 작성
e-book 예시	<p>현재 신호등의 신호 시간 결정방법을 개선할 수 있을까?</p> 	<p>신호등의 신호시간 결정의 원리/개념 대기행렬이론 대포값 리틀의 법칙</p> 	<p>교통 신호 시스템을 분석하고 대기시간을 개선해보자!</p> 

(그림 1) PBL 모듈의 학습단계 구성 및 e-book 예시

적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 문제탐색 단계에서는 학습자들이 학습할 주제와 해당 주제와 관련된 실생활 문제가 제시된다. 이를 통하여 학습자들은 해당 주제에 대한 관심을 높이고 의미를 찾는 등, 학습동기를 증진할 수 있다. 개념학습 단계에서는 학습주제와 관련된 다양한 개념들을 소개한다. 기본적으로, 학습자들의 학년에 맞는 국가 교육과정 내용이 포함되지만, 학교에서 다루는 내용을 다시 자세히 설명하기보다 학습자들이 자기주도적으로 주제와 관련된 개념을 이해하고 학습할 수 있도록 다양한 참고자료(동영상, 학습주제와 관련된 기사 링크 등)와 자료 검색 방법 등이 제공된다. 마지막 단계인 문제해결에서는 학습자들이 앞서 학습한 내용과 관련된 실생활 문제가 제시된다. 제시되는 문제의 유형은 실제로 실험을 설계하고 수행하는 유형, 현실 혹은 미래사회의 문제를 발견하고 해결하는 유형, 새로운 아이디어를 제시하는 유형 등으로 구분되며, 학습자들은 문제해결과정의 결과물을 개인보고서 형식으로 제출하게 된다. 학습자들은 문제해결의 과정을 보고서로 작성하며, 습득한 지식을 융합하고 연계하여 고차적으로 사고하는 방법을 연습하게 되고, 과학적인 절차를 통하여 보고서를 작성하는 경험을 하게 된다. K대학 사이버교육원의 문제기반 온라인 교육콘텐츠 모형과 e-Book의 예는 [그림 1]과 같다.

2) 연구대상

본 연구를 위하여 학습자 수준의 데이터와 콘텐츠 수준의 데이터를 수집하였다. 학습자 수준의 데이터는 교육에 참여한 학생 253명을 대상으로 학습이 끝나는 시점에서 학습 흥미도와 도전감을 묻는 설문을 통해 수집하였다. 회수된 설문 중 불성실한 응답과 응답하지 않은 문항이 포함된 설문 결과를 제외하고 최종적으로 231명의 데이터를 분석에 활용하였다. 분석에 포함된 학생들의 학년을 살펴보면, 1학년(126명)이 2학년(105명)보다 많았고, 남학생(145명)이 여학생(86명)보다 많았다. 콘텐츠 수준의 데이터는 K대학 사이버교육원에서 중학교 1학년과 2학년을 대상으로 제공하는 21개의 교육콘텐츠를 대상으로 하였다. 구체적으로, 중학교 1학년을 대상으로 제공하는 교육콘텐츠는 12개, 중학교 2학년을 대상으로 제공하는 교육콘텐츠는 9개였고, 각 교육콘텐츠에 참여한 학생 수는 12명에서 20명 사이였다. 연구에 참여한 학생들의 기본정보, 문제기반 온라인 교육콘텐츠 주제 리스트, 각 교육콘텐츠에 참여한 학생 수에 대한 정보는 <표 1>과 같다.

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

〈표 1〉 연구참여자 기본정보, 교육콘텐츠 주제 리스트, 교육콘텐츠별 참여 학습자 수

구분		학습자 수 (명)	비율(%)
학년	1학년	126	54.5
	2학년	105	45.5
성별	남	145	62.8
	여	86	37.2
1학년	세포가 업그레이드된다면?	10	4.3
	축구공은 왜 오각형과 육각형으로 이루어져 있지?	11	4.8
	산소통을 만들어 보자!	12	5.2
	연구는 어떻게 이루어질까?	10	4.3
	열기구로 세계 일주를	10	4.3
	과학에 빠진 영화	10	4.3
	교통 신호 시간을 정해보자	11	4.8
	연구윤리 - 유전자 편집의 시대	10	4.3
	인공지능은 인간으로 인정될 수 있을까?	13	5.6
	영원히 지속되는 사후세계의 왕궁, 피라미드	10	4.3
	왜 무거운 쇠로 만든 배는 물에 가라앉지 않고 떠 있을까?	9	3.9
	무인 자동차가 가져올 새로운 세상	10	4.3
	물건을 원상태로 배달하라!	10	4.3
	기하학적 확률	13	5.6
	특명! 사람들을 구출하라	14	6.1
	인공지능을 가르쳐보자	10	4.3
2학년	철새들은 왜 V자 모양으로 날까?	10	4.3
	연구윤리 - 연구하는 데 꼭 필요한 이것	14	6.1
	미래의 에너지를 만드는 기술 촉매	10	4.3
	기대수명	12	5.2
	포유류의 뼈	12	5.2
	계	231	100.0

2. 연구변인

1) 독립변인

본 연구의 독립변인은 학습자 수준(level-1)의 독립변인과 콘텐츠 수준(level-2)의 독립변인으로 구분된다. 학습자 수준의 독립변인은 성별과 학년이 포함되었고, 콘텐츠 수준의 독립변인으로는 문제기반학습에서의 문제의 특성, 즉 ‘구조화’, ‘실제성’, ‘복잡성’, ‘교과관련성’, ‘문제유형’으로 구분되었다. 자세한 수준별 독립변인 추출 및 코딩방법은 다음과 같다.

① 학습자 수준(level-1) 독립변인

본 연구에서 학습자 수준의 독립변인은 성별과 학년으로 구분된다. 두 변인은 모두 명목변수로 다층모형 분석을 위해 더미변수(dummy variable)로 변환하여 사용하였다. 구체적으로, 성별에서 남자는 0, 여자는 1로 코딩하였고, 학년에서 1학년은 0, 2학년은 1로 코딩하였다.

② 콘텐츠 수준(level-2) 독립변인

본 연구에서 콘텐츠 수준의 독립변인을 도출하기 위해 사용된 문제의 특성은 ‘구조화’, ‘실제성’, ‘복잡성’, ‘교과관련성’, ‘문제유형’으로 구분된다. 문제기반 온라인 교육 콘텐츠에서 제공되는 문제에 대한 분석은 세 단계를 거쳐 진행되었는데, 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 선행연구들을 종합하고 분석하여 도출된 문제의 특성에 기반하여 분석 틀을 구성하였고, 구성된 분석 틀을 활용하여 교육공학 전문가 2인이 각각 21개 문제기반 온라인 교육콘텐츠에서 제시된 문제의 특성을 1차로 분석하였으며, 분석 결과가 일치하지 않는 교육콘텐츠에 대해서는 분석에 참여했던 교육공학 전문가 2인과 더불어 또 다른 교육공학 전문가 1인과 교육학 전문가 2인이 논의하여 최종적으로 문제의 특성을 확정하였다. 문제 특성 중 하나인 ‘구조화’는 문제기반 온라인 교육콘텐츠에서 제시된 문제가 어느 정도 구조화 되었는지를 의미하는 것으로, 구조화 정도가 높으면(well-structured) 0, 중간 정도이면(semi-structured) 1, 낮은 수준이면(ill-structured) 2로 코딩하였다. 즉, 문제해결 학습에서는 구조화 정도가 낮을수록 더욱 바람직한 문제이기 때문에 구조화 정도가 높은 문제일수록 낮은 점수를 부여하였다. ‘실제성’은 제시된 문제가 실제와 연계된 정도를 의미하는 것으로, 실제성이 낮으면 0, 실제성이 높으면 1로 코딩하였고, 제시된 문제가 복잡한 정도를 나타내는 ‘복잡성’은 복잡성이 낮으면 0, 복잡성이 높으면 1로 코딩하였으며, 문제가 개념학습 단계와 관련

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

된 정도를 의미하는 ‘교과관련성’은 낮으면 0, 높으면 1로 코딩하였다. 실제성, 복잡성, 교과관련성은 1차 분석에서 상, 중, 하 3수준으로 코딩을 하였으나, 분석 결과 중에 해당하는 문제 특성이 거의 나타나지 않아 최종적으로 2수준으로 코딩하였다. 마지막으로, ‘문제유형’은 제시된 문제가 수학·과학적 지식을 묻거나 수학·과학 지식에 근거하여 논리적으로 본인의 생각을 제시하는 유형이면 0, 비판적 사고, 탐구능력, 문제해결력, 창의적 사고 등 고차적 사고를 필요로 하는 유형이면 1로 코딩하였다.

〈표 2〉 연구변인과 측정도구

변인	측정도구	변인설명
독립변인	1수준 학년	- 0: 1학년, 1: 2학년
	성별	- 0: 남, 1: 여
	구조화	제시된 문제의 구조화 정도 0: 구조화 1: 반구조화 2: 비구조화
	실제성	제시된 문제가 실제와 연계된 정도 0: 실제성 낮음 1: 실제성 높음
	2수준 복잡성	제시된 문제의 복잡성 정도 0: 단순과제, 1: 복잡과제
	교과관련성	제시된 문제가 ‘개념학습’과 관련된 정도 0: 교과관련성 낮음 1: 교과관련성 높음
종속변인	문제유형	제시된 문제의 유형 0: 수학·과학지식, 논리분석적 사고 1: 비판적 사고, 탐구능력, 문제해결력, 창의적 사고
	흥미	Situation Interest(SI) 척도 (Rogansand & Schmidt, 2009) 각 콘텐츠에 대한 학습자의 흥미 평균, 5점 척도
	도전감	SPOCQ-K 도전감측정 문항 (Chaeand & Gentry, 2007) 각 콘텐츠에 대한 학습자의 도전감 평균, 5점 척도

2) 종속변인

본 연구의 종속변인은 학습자들의 참여 교육콘텐츠에 대한 흥미도와 도전감으로 교육이 끝나는 시점에서 온라인 설문을 배포하여 수집하였다. 교육 참여자들의 교육콘텐츠에 대한 흥미도를 측정하기 위해 Rotgans와 Schmidt(2009)의 상황적 흥미(Situation Interest) 척도 세 문항을 사용하였다. 사용된 Situation Interest 척도의 문항은 ‘나는 이 주제에 대해 더 알고 싶다’, ‘나는 앞으로도 이 주제와 관련된 공부를 좋아할 것 같다’, ‘나는 이 주제에 완전히 집중했다’로 구성되어 있으며, 설문에 참여한 학습자들은 각 문항에 대하여 본인의 생각을 5점 리커트 척도(1점: 매우 그렇지 않다, 5점: 매우 그렇다)로 응답하였다. 교육에 참여한 학습자들의 교육콘텐츠에 대한 도전감은 Chae와 Gentry(2007)의 SPOCQ-K 척도에서 도전감을 묻는 문항을 사용하였다. 사용한 문항은 ‘나는 제시된 과제가 조금 어렵지만 해 볼만하다고 생각했다’였고, SPOCQ-K 척도 역시 설문 참여자들은 각 문항에 대하여 본인의 생각을 5점 리커트 척도로 응답하였다. 본 연구의 연구변인과 측정도구, 그리고 각 변인에 대한 설명은 <표 2>와 같다.

4. 분석 방법

본 연구에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 문제기반학습의 문제 특성 요인을 살펴보기 위해 사용된 변인들은 학생이 콘텐츠에 내재된(nested) 위계적 구조로 되어있다. 즉, 콘텐츠를 학습하는 학생이 각 콘텐츠에 속해있어 콘텐츠가 상위 수준, 학생이 하위 수준이 되는 구조이다. 이에 2수준 다층구조를 고려하여 자료의 정확한 모수를 추정하기 위해 다층모형(Hierarchical Linear Model) 분석을 실시하였다. 특히, 문제 특성은 콘텐츠 수준의 변인으로, 각 콘텐츠 간에 문제 특성은 상이하며, 콘텐츠에 속한 학습자는 각기 다른 콘텐츠를 학습하게 된다. 또한, 학습자의 기본정보와 흥미, 도전감은 개인 수준의 자료이기 때문에, 학습자 특성 변인과 콘텐츠 간의 관계를 효과적으로 분석하고자 다층모형을 활용하여 연구를 진행하였다. 본 연구에서 활용한 자료는 학습자의 흥미와 도전감을 종속변인, 학년 및 성별을 1수준 독립변인, 문제 특성으로 구조화, 실제성, 복잡성, 교과관련성, 문제 유형을 2수준 독립변인으로 설정하고, 각 변인별로 모형을 명세화하여 자료를 분석하였다. SPSS 26.0을 사용하여 모형에 투입된 변수의 기술통계 및 신뢰도를 분석하였으며, HLM 8.0을 이용하여 연구모형을 검증하였다. 구체적인 분석 모형은 다음과 같다.

첫째, 위계적인 구조를 가진 자료에서 흥미와 도전감이 학생과 콘텐츠 수준에서 어느 정도 영향을 받는지에 대한 기초정보를 확인하기 위해 설명변수가 포함되지 않은

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

기초모형(무조건 모형)을 검증하였다.

[기초모형]

$$1\text{수준(학생): } Y_{ij} = \beta_{0i} + r_{ij}, \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$2\text{수준(콘텐츠): } \beta_{0j} = r_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$$

Y_{ij} : j콘텐츠를 학습한 i번째 학생의 흥미, 도전감

β_{0i} : 절편, j콘텐츠를 학습한 학생들의 평균 흥미, 평균 도전감

r_{ij} : 학생수준 오차, 흥미, 도전감의 학생 간 차이, 평균 0, 분산 σ^2 인 정규분포

r_{00} : 전체 콘텐츠의 평균 흥미, 평균 도전감

u_{0j} : 콘텐츠 수준 오차, 흥미와 도전감의 콘텐츠 간 차이, 평균 0, 분산 τ 인 정규분포

기초모형에서는 2수준 분산이 전체분산에서 차지하는 비율을 나타내는 집단 내 상관계수(Intra-class Correlation, ICC)가 .05 이상이면 집단 간 유의미한 차이가 있다고 간주하여 다층모형을 사용하는 것이 적합하다고 판단한다(Snijders & Bosker, 1999).

[연구모형 1]

연구모형 1은 무선계수 모형(random-coefficient model)으로, 학생 수준의 독립변인만 포함한 모형이다. 이 모형은 흥미와 도전감에 학생수준 요인의 영향력을 확인하기 위한 모형으로, 무선효과 회귀계수 무조건 모형(random intercept and random slope model)으로도 불린다.

$$1\text{수준: } Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1j}(\text{학년}) + \beta_{2j}(\text{성별}) + r_{ij}$$

$$2\text{수준: } \beta_{0j} = r_{00} + u_{0j}$$

$$\beta_{0j} = r_{10} + u_{1j}$$

$$\beta_{0j} = r_{20} + u_{2j} \quad r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

[연구모형 2]

연구모형 2는 무선절편 모형(random intercept model)으로, 2수준 즉, 콘텐츠 수준 독립요인만을 포함한 모형으로, 콘텐츠 수준 요인의 차이를 검증하기 위하여 실시하는 모형이다. 이 모형은 공변량 분석모형(regression with means-as-outcomes)으로 불리며, 무선절

편 모형의 수식은 다음과 같다.

$$1\text{수준: } Y_{ij} = \beta_{0i} + r_{ij}$$

$$2\text{수준: } \beta_{0j} = r_{00} + r_{01}(\text{구조화}) + r_{02}(\text{실제성}) + r_{03}(\text{교과관련성}) \\ + r_{04}(\text{복잡성}) + r_{05}(\text{문제유형}) + u_{0j} \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$$

IV. 연구결과

1. 기술통계 분석 결과

본 연구에서 분석에 사용된 학생 수준 및 콘텐츠 수준 측정 변인과 흥미와 도전감 변인의 기술통계 분석을 실시하였다. 그 결과는 <표 3>과 같다. 학습자의 흥미는 평균 4.3, 도전감은 평균 4.25이다. 1수준 독립변인에서 학년은 중학교 1학년이 55%, 2학년이 45%이며, 연구에 참여한 학생 중 남학생은 63%, 여학생이 37%이었다. 2수준 독립변인인 문제 특성에서, 총 21개의 콘텐츠의 문제 구조화 정도는 평균 1로 비구조화/반구조화/구조화 정도가 비슷하게 나타났다. 또한 실제성 평균은 0.52로 실제성이 높은 콘텐츠는 21개 중 52%인 약 11개, 복잡성 평균은 0.76으로 복잡성이 높은 문제는 76%

<표 3> 측정변수의 기술통계량

변인		평균(M)	표준편차(SD)	최소값	최대값
종속변인	흥미	4.30	0.86	1	5
	도전감	4.25	1.03	1	5
독립변인	1수준 학년(1=2학년)	0.45	0.50	1	2
	성별(1=여)	0.37	0.48	0	1
	구조화(2=비구조화)	1.00	0.89	0	2
	실제성 (1=실제성 높음)	0.52	0.51	0	1
	2수준 복잡성(1=복잡과제)	0.76	0.44	0	1
	교과관련성 (1=교과관련성 높음)	0.43	0.51	0	1
	문제유형(1=고차적사고)	0.52	0.51	0	1

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

인 약 16개로 나타났다. 마지막으로 교과관련성 평균은 0.43으로 교과관련성이 높은 문제는 21개 콘텐츠 중 43% 9개, 그리고 문제 유형 평균은 0.52로 비판적 사고, 탐구 능력, 문제해결력, 창의적 사고와 같은 고차적 사고를 요구하는 문제가 52%, 약 11개로 나타났다.

2. 기초모형 분석 결과

설명변수를 투입하지 않은 기초모형을 분석함으로써 학습자의 흥미와 도전감이 콘텐츠 간에 차이가 있는지를 검증하고자 하였다.

1) 흥미

학습자의 흥미에 대한 기초모형 분석결과는 <표 4>와 같다. χ^2 값은 69.784로, .001 수준에서 통계적으로 유의하여 콘텐츠마다 학습자의 흥미 수준의 평균이 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 총 분산 중 콘텐츠의 차이로 설명되는 분산의 비율인 집단 내 상관관계수(ICC)가 .182로 나타나 흥미의 차이는 학습자 개인 차이에서 71.8%, 콘텐츠 차이에서 18.2%가 나타나 콘텐츠의 어떠한 특성이 학습자의 흥미와 관련이 있는지 추가적인 분석이 요구됨을 알 수 있다.

<표 4> 흥미의 기초모형에 의한 분석 결과

고정효과(fixed effect)	계수	표준오차	t Ratio	p-value
흥미 평균	4.302	0.094	45.341	< .001
무선효과(random effect)	분산	df	χ^2	p-value
1수준(콘텐츠 내)	0.134	20	69.784***	< .001
2수준(콘텐츠 간)	0.603			

*** $p < .001$

2) 도전감

종속변인 도전감에 대한 기초모형 분석 결과는 <표 5>와 같다. χ^2 값은 64.991로, .001 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이를 통해 콘텐츠에 따라 도전감 수준의 평균이 차이가 있다는 것을 알 수 있으며, 집단 내 상관관계수(ICC)는 .164로, 도전감 분산 중 16.4%가 콘텐츠 수준의 변인으로 설명됨을 알 수 있다. 이에 콘텐츠의

특성 중 어떤 것이 학습자의 도전감과 관련이 있는지 추가적인 분석을 해 볼 필요가 있다.

〈표 5〉 도전감의 기초모형에 의한 분석 결과

고정효과(fixed effect)	계수	표준오차	<i>t Ratio</i>	<i>p-value</i>
도전감 평균	4.253	0.110	36.680	< .001
무선효과(random effect)	분산	df	χ^2	<i>p-value</i>
1수준(콘텐츠 내)	0.173	20	64.991***	< .001
2수준(콘텐츠 간)	0.882			

*** $p < .001$

3. 연구모형 분석 결과

연구모형 1에서는 학습자 개인 수준의 설명변수를 포함하여 학습자 개인 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향력을 검증하고자 하였다. 연구모형 1에서 모든 개인 수준 설명변수는 학습자의 흥미와 도전감에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(<표 6> 참조).

〈표 6〉 흥미 및 도전감 연구모형 1 분석 결과

고정효과(fixed effect)	흥미		도전감	
	계수	표준오차	계수	표준오차
절편(전체평균)	4.762***	0.277	4.811	0.317***
학년	-0.380	0.176	-0.469	0.200
성별	0.136	0.108	0.183	0.131
무선효과(random effect)	분산		분산	
1수준(콘텐츠 내)	0.104		0.126	
2수준(콘텐츠 간)	0.601		0.878	

*** $p < .001$

연구모형 2는 콘텐츠 수준의 설명변수를 투입한 모형으로 이를 통해 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향을 검증할 수 있다(<표 7>과 <표 8> 참조).

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

연구모형 2에서 문제의 구조화 정도가 학습자의 흥미($\beta=.263$, $t=2.445$, $p=0.027$)와 도전감($\beta=.321$, $t=2.151$, $p=0.048$)에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 문제 유형은 흥미($\beta=.385$, $t=2.548$, $p=0.022$)에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 도전감에는 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 한편, 실제성과 교과관련성, 복잡성 등은 흥미와 도전감에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는

〈표 7〉 흥미 연구모형 2 분석 결과

고정효과(fixed effect)	계수	표준오차	<i>t Ratio</i>	<i>p-value</i>
절편(전체평균)	3.918	0.195	20.071***	< .001
구조화	0.263	0.108	2.445*	0.027
실제성	-0.101	0.136	-0.739	0.471
교과관련성	-0.010	0.174	-0.056	0.956
복잡성	-0.058	0.170	-0.343	0.736
문제유형	0.385	0.151	2.548*	0.022
무선효과(random effect)	분산	df	χ^2	<i>p-value</i>
1수준(콘텐츠 내)	0.039	15	25.430*	0.044
2수준(콘텐츠 간)	0.602			

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

〈표 8〉 도전감 연구모형 2 분석 결과

고정효과(fixed effect)	계수	표준오차	<i>t Ratio</i>	<i>p-value</i>
절편(전체평균)	4.104	0.240	15.169***	< .001
구조화	0.321	0.141	2.151*	0.048
실제성	-0.125	0.156	-0.664	0.517
교과관련성	-0.186	0.169	-0.774	0.451
복잡성	-0.245	0.250	-1.035	0.317
문제유형	0.267	0.209	1.280	0.220
무선효과(random effect)	분산	df	χ^2	<i>p-value</i>
1수준(콘텐츠 내)	0.100	15	34.019**	0.004
2수준(콘텐츠 간)	0.881			

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

것으로 나타났다. 이를 통해 문제가 비구조화될수록 학습자의 흥미와 도전감이 높아지는 것으로 나타났으며, 문제 유형이 고차적 사고를 요구하는 형태일수록 학습자의 흥미가 높아지는 것을 알 수 있다. <표 9>는 다층 분석 결과로 흥미와 도전감의 분산과 문제 특성에 의한 설명량을 제시하고 있는데, 문제 특성 변인을 투입하였을 때 학습자의 흥미 분산이 0.134에서 0.039로, 도전감이 0.173에서 0.100으로 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 즉, 학습자 흥미에 대한 문제 특성 분산의 70.9%가 구조화 및 문제 유형에 의해 설명이 되었고, 도전감에 대한 문제 특성 분산의 42.2%가 구조화에 의해 설명되는 것으로 나타났다.

〈표 9〉 흥미와 도전감에 대한 연구모형의 설명량

	구분	콘텐츠 내 분산	콘텐츠 간 분산	학습자 특성 변인의 설명량	콘텐츠 특성 변인의 설명량
흥미	기초모형	0.603	0.134	-	-
	연구모형 1	0.601	0.103	0.3%	-
	연구모형 2	0.602	0.039	-	70.9%
도전감	기초모형	0.882	0.173	-	-
	연구모형 1	0.878	0.126	0.5%	-
	연구모형 2	0.881	0.100	-	42.2%

V. 결론 및 논의

다양한 문제기반학습 콘텐츠에서 각각의 콘텐츠에 대해 학습자가 느끼는 흥미와 도전감은 다른가? 이러한 흥미와 도전감의 차이는 문제의 특성에 의해 설명될 수 있을까? 본 연구는 이 두 가지 질문에 답하기 위해 수행되었다. 이를 위해 상위 수준(콘텐츠)의 특성이 하위수준에 영향을 미칠 수 있는 다수준 자료(Multilevel data)를 활용하여 다층분석을 실시하였다. 본 연구의 주요 결과를 정리하고 논의하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 먼저 문제기반학습 콘텐츠에 따라 학습자의 흥미와 도전감에 차이가 있음을 확인하였다. 기초모형 분석 결과 학습자 흥미의 18.2% 그리고 도전감의 16.4%가 콘텐츠 간의 차이, 즉 문제기반학습 콘텐츠의 특성에 기인한 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 문제기반학습 콘텐츠의 어떠한 특성이 학습자의 흥미와 도전감과 관련이 있는지 추가적인 분석이 필요함을 나타내며, 이는 학습자의 흥미와 도전

감에 대한 콘텐츠 특성 변인의 영향력을 알아보는 것이 타당하다는 것을 의미한다.

둘째, 문제기반학습에서 학습자의 흥미에 영향을 미치는 문제 특성 변인들을 확인하기 위하여 문제 특성 변인을 투입한 결과, 문제의 구조화 정도와 문제 유형이 학습자의 흥미에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 문제의 비구조화 정도가 높을수록, 문제가 고차적 사고를 요구하는 유형일수록 학습자의 흥미가 높아질 가능성이 있는 것으로 나타났다.

셋째, 학습자의 도전감에 영향을 미치는 문제 특성은 문제의 비구조화 정도인 것으로 나타났다. 즉, 문제의 비구조화 정도가 높을수록 학습자가 도전감을 높게 인식하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 콘텐츠 간에 학습자의 흥미와 도전감에 차이가 있는지, 흥미와 도전감 차이 중 콘텐츠의 차이에 의한 영향이 나타나는지를 밝히고자 하였기 때문에 다층분석을 실시하였다. 다층분석 결과, 흥미와 도전감의 분산과 문제 특성에 의한 설명량을 살펴보면 학습자 흥미의 18.2%, 그리고 도전감의 16.4%는 문제기반 콘텐츠의 차이에 의해 나타났으며, 나머지 분산, 즉 흥미의 81.8%, 도전감의 83.6%는 학습자 개인 특성의 차이에 의한 것이라고 볼 수 있다. Snijders와 Bosker(1999)에 따르면, 일반적으로 교육학 연구에서 학습자 수준 결과 변인의 5%~20% 가량이 상위 수준, 즉 수업 수준이나 학교 수준의 변인에 의해 설명된다. 학습자의 흥미와 도전감 분산에 대한 수업이나 콘텐츠 수준의 설명력에 대한 선행연구는 찾아보기 어렵지만, 예컨대, 이성혜(2014)의 연구에서는 수업에 적용된 교수설계의 특성이 학습자의 심층적 수업 참여의 8.9%를 설명한다고 보고한 바 있다. 또한, 문제 특성 변인에 의해 흥미와 도전감의 분산이 줄어들었으며, 이는 콘텐츠 간에 학생들이 느끼는 흥미와 도전감의 차이가 문제 특성 변인에 의해 설명되었음을 의미한다. 구체적으로, 문제 특성 변인들은 학습자 흥미의 콘텐츠 간 차이의 70.9%, 도전감의 콘텐츠 간 차이의 42.2%를 설명하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구의 모형에서 설정한 변인 이외에 흥미와 도전감의 콘텐츠 간 차이를 설명할 수 있는 콘텐츠 특성 변인이 추가로 있음을 의미한다.

반면, 본 연구에 투입된 학습자 개인 수준의 변인, 즉 성별과 학년은 콘텐츠 내 학습자의 흥미와 도전감의 차이에 영향을 미치지 않으며 설명력 또한 0.3%, 0.5% 수준으로 매우 낮은 것으로 나타났다(<표 9> 참조). 본 연구에서는 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 문제기반학습 콘텐츠 특성을 살펴보기 위해 학습자 특성 변인을 별도로 고려하지 않았지만, 같은 콘텐츠 내에서도 학습자 간에 느끼는 흥미와 도전감의 차이가 큰 것으로 나타났기 때문에 이후 이를 설명할 수 있는 학습자 특성 변인을 추가하여 분석해 볼 필요가 있다. 특히, 선행연구에서 내적동기, 자기효능감(김아영, 박인

영, 2001; 윤지영 외, 2017) 등이 문제기반학습 상황에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 변인으로 나타남에 따라 이러한 변인들을 투입하여 분석하고 설명력을 확인해 볼 필요가 있다.

이상과 같이 본 연구의 결과는 문제기반학습에서 문제의 비구조화 정도가 높을수록 학습자가 느끼는 흥미와 도전감이 높으며, 또한 문제가 고차적인 사고과정을 요구할수록 흥미가 높은 것으로 나타났다. 이는 선행연구에서 비구조형 문제가 지속적인 흥미를 유도한다는 결과(소연희, 김성일, 2005), 논리 과제보다는 창의과제 수행 시 과제의 흥미 수준이 높은 것으로 나타난 결과(이현주, 2016; Baas et al., 2008; Davis, 2009) 등과 일관되게 나타난 결과이다. 또한 문제의 구조화 정도가 낮을수록 다양한 방법으로 문제해결에 접근이 가능하고 다양한 해결책이 존재하거나 혹은 해결책 자체가 존재하지 않을 수 있기 때문에 학습자는 고차원적 사고가 요구된다고 주장한 Jonassen(1997)의 연구결과와 단순 지식 습득이 아닌 창의적, 비판적 사고와 같은 고차적 사고력을 요구하는 학습에 도전감을 느끼는 것을 확인한 문태형(2010)과 성은모 외(2017)의 연구결과와 일맥상통하는 것으로 볼 수 있다. 이와 같이 본 연구에서 핵심적인 문제의 특성으로 나타난 문제의 비구조화 정도와 요구되는 사고유형은 Jonassen(1997)이 주장하였듯이 상호 관련성이 높은 특성이기도 하다. 구조화 정도란 문제해결의 과정이나 절차, 방법이 얼마나 명확한가와 관련된 것으로, 비구조화 정도가 높은 문제는 구조화된 문제보다 다양한 절차나 방법으로 문제해결이 가능하며, 나아가 다양한 해결책이 존재하는 문제를 의미하고, 따라서 비구조화된 문제를 해결하는 과정에서 보다 고차적 사고가 요구되기 때문이다. 특히 본 연구에서는 문제 유형이 지식의 습득과 논리분석적 사고보다 비판적 사고, 탐구, 문제해결, 창의적 사고 등을 요구할 때 이를 고차적 사고 문제로 분류하여 분석하였는데, 분석 결과 학습자들은 비판적 사고, 탐구, 문제해결, 창의적 사고 등을 요구하는 문제에 대해 보다 높은 흥미를 보이는 것으로 나타났다. 단순 공식으로 해결되는 혹은 단순 개념을 묻는 문제가 아니라 다양한 지식과 정보를 융합해야 해결될 수 있는 혹은 높은 수준의 추론을 통해 실질적인 사고를 끌어낼 수 있는 비구조화된 문제를 제시함으로써 학습자의 도전감을 높일 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

반면, 문제의 실제성, 즉 문제가 현실 상황에 기반한 정도는 그간의 연구에서 중요한 문제기반학습의 특성으로 다루어져 왔으며, 또한 학습자의 흥미에 영향을 미치는 요인으로 보고되어 왔으나(Blumenfeld et al., 1991; Torp & Sage, 2002), 본 연구에서는 흥미와 도전감에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결과가 문제의 실제성, 복잡성, 교과관련성과 같은 특성이 중요하지 않음을 의미하는 것은 아

니며, 본 연구에서 문제 특성으로 투입된 변인 간의 관련성이 높아 보다 영향력이 큰 특성에 의해 영향을 받았기 때문일 수 있다. 예컨대, 본 연구와 유사하게 수학, 과학 융합 문제기반학습의 맥락에서 학생들의 학습경험을 질적으로 분석한 연구에 따르면, 실제적 문제 중심의 콘텐츠를 통해 학생들은 깊이 사고하는 학습, 즉 고차적인 학습을 하는 것으로 보고된 바 있다(이성혜, 최효선, 채유정, 2018). 이는 본 연구에서 다루어진 문제의 특성 간의 관계를 보다 면밀히 살펴볼 필요가 있음을 시사한다. 실제성이 높은 문제는 본질적으로 비구조화 정도가 높을 가능성이 있으며, 따라서 고차적인 사고를 요구할 가능성이 있기 때문에 문제의 실제성과 비구조화 정도, 복잡성, 사고유형 간의 관련성을 살펴볼 수 있을 것이다.

흥미와 도전감이 학습자의 학습을 지속시키고, 학습의 결과에 긍정적인 영향을 미치는 변인으로 보고됨에 따라 본 연구에서는 이에 영향을 미치는 문제기반학습 콘텐츠의 설계적 특성에 대해 살펴보고자 하였다. 물론 본 연구의 결과가 많은 부분 선행연구를 지지하고 있지만, 본 연구에서는 문제기반학습에서 문제의 특성을 통합적으로 살펴보았으며 또한 기존 연구와 다르게 다양한 콘텐츠 간에 학습자가 느끼는 흥미와 도전감이 다른지, 흥미와 도전감 차이 중 콘텐츠의 차이에 의한 영향이 나타나는지를 자료의 위계적 속성을 고려하여 분석했다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 제한점과 후속 연구를 위한 제언을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 앞서 언급했듯이, 학습자 흥미의 18.2%, 그리고 도전감의 16.4%는 문제기반 콘텐츠의 차이에 의해 나타났는데, 이는 즉 흥미의 81.8%, 도전감의 83.6%는 학습자 개인 특성의 차이에 의한 것임을 의미한다. 그러나 본 연구는 콘텐츠 수준의 특성에 초점을 맞춰 분석하였기에 콘텐츠 내에서 흥미와 도전감의 분산을 설명할 수 있는 자기효능감, 내적 동기 등과 같은 학습자 특성 변인을 살펴볼 필요가 있다. 또한, 문제 특성 변인의 설명력이 흥미에 대해서는 70.9%, 42.2%로 나타나 문제 특성 이외에 콘텐츠 또는 수업 수준에서 학습자의 흥미와 도전감에 영향을 미치는 다양한 변인을 고려한 다층모형을 적용하여 분석해 볼 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서 문제 특성으로 제시된 구조화, 실제성, 복잡성, 교과관련성, 문제 유형 간의 관련성을 확인하진 못한 한계가 있다. 그러나 앞서 언급했듯이 이러한 문제의 특성들은 상호 관련되어 있을 가능성이 매우 높다. 예컨대, Jonassen(1997)은 구조화 정도가 낮은 문제를 해결할 때보다 고차적 사고가 요구된다고 주장하였으며, IMSA(2000)은 실생활 문제는 본질적으로 다양한 지식을 포함하고 있고 복잡하며 비구조적인 특성을 가지고 있으므로 문제의 실제성과 구조화 및 복잡성 정도는 어느 정도 관련이 있다고 언급하기도 하였다. 본 연구에서는 이러한 문제 특성 간의 관계를 분석에

포함하지 않아, 향후 이들 간의 영향 관계를 보다 면밀히 분석해 볼 필요가 있다.

셋째, 본 연구에서는 종속변인으로 흥미와 도전감을 투입하여 분석하였는데, 많은 선행연구에서 흥미와 도전감은 궁극적으로 학업성취를 예측하는 변인으로 알려져 왔다. 따라서 후속 연구에서는 문제기반학습 콘텐츠의 특성과 흥미와 도전감, 성취도 및 문제해결력 등과의 관계를 구조적으로 살펴볼 필요가 있다.

넷째, 본 연구는 수학, 과학 융합 문제기반학습의 맥락에서 이루어졌는데, 본 연구의 결과를 일반화하기 위해서는 다양한 영역의 문제기반학습 콘텐츠에 대해 이러한 분석을 진행하고 결과를 비교해 볼 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구에 참여한 학습자는 대학에서 제공하는 온라인 수학, 과학 프로그램에 한 학기 동안 참여하여 우수한 성적으로 이수한 학생들이었다. 이 학생들은 비교적 학업성취도와 학습동기 등이 높으며, 자발적으로 온라인 교육에 참여하여 학습을 수행하였다. 따라서 본 연구결과를 해석할 때 일반적인 학습자 집단과 다소 다른 특성이 고려될 필요가 있으며, 추후 다양한 문제기반학습의 맥락 및 학습자를 대상으로 반복 연구를 실시하여 연구결과를 확인해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- 강인애 (2002). PBL의 이론과 실제. 서울: 문음사.
(Translated in English) Kang, I. (2002). *Theories and practice of PBL*. Seoul: Muneumsa.
- 교육부 (2020). 융합 교육 종합계획. 교육부.
(Translated in English) Ministry of Education (2020). *Comprehensive plan for convergence education*. Ministry of Education.
- 김경식, 이현철 (2009). 과학교과 흥미도의 종단적 변화와 그 영향요인. *과학교육연구지*, 33(1), 100-110.
(Translated in English) Kim, K., & Lee, H. (2009). The impact factors and longitudinal change of interest on scientific subject. *Journal of Science Education*, 33(1), 100-110.
- 김아영, 박인영 (2001). 학업적 자기효능감 척도 개발 및 타당화 연구. *교육학연구* 39(1), 95-123.
(Translated in English) Kim, A., & Park, I. (2001). Construction and validation of academic self-efficacy scale. *The Journal of Educational Research*, 39(1), 95-123.
- 김향자, 김선희, 김희성, 송수민 (2014). PBL(Problem-Based Learning)수업의 학습효과 분석. *열린부모교육연구*, 6(1), 1-20.
(Translated in English) Kim, H., Kim, S., Kim, H., & Song, S. (2014). The case studies about educational effects on Problem-Based Learning(PBL). *Journal of Parent Education*, 6(1), 1-20.
- 문태형 (2010). 영재아동의 자기결정성 동기, 과잉흥분성 및 성취목표성향과의 관계. *아동교육*, 19(3), 5-22.
(Translated in English) Mun, T. (2010). Relation between gifted children's self-determination, overexcitability, and goal orientation. *The Journal of Child Education*, 19(3), 5-22.
- 박강현 (2015). 기술교과에서 문제의 구조화 정도가 저성취 학생의 학업 흥미에 미치는 영향 (석사학위논문). 한국교원대학교.
(Translated in English) Park, K. (2015). *Effect of low achievement student in learning interest on technology affect the level of structuring of the problem* (Master's thesis). Korea National University of Education Chung-Buk, Korea.
- 성은모, 채유정, 이성혜 (2017). 영재 학습자의 자기주도학습역량 특성 탐색. *영재교육연구*, 27(3), 299-329.
(Translated in English) Sung, M., Chae, Y., & Lee, S. (2017). Exploring the characteristics of self-directed learning competencies on gifted learners. *The Korean Society For The Gifted*,

27(3), 299-329.

소연희, 김성일 (2005). 중학생의 자기효능감, 문제유형 및 평가방식이 흥미에 미치는 영향. *한국교육학연구*, 11(2), 89-112.

(Translated in English) So, Y., & Kim, S. (2005). The effects of type of problem, self-efficacy, and types of assessment on interest. *The Korea educational review*, 11(2), 89-112.

손원숙 (2008). PISA 2006 정의적 성취에 대한 다층 배경변인의 효과 분석. *교육평가연구*, 21(4), 81-105.

(Translated in English) Sohn, W. (2008). Multi-level factors influencing the affective domain of Korean students: results from PISA 2006. *Journal of Educational Evaluation*, 21(4), 81-105.

신명렬, 서혜애 (2017). 문제중심학습 (PBL) 기반 과학영재수업이 초등과학영재의 과학적 창의성 신장에 미치는 효과. *영재교육연구*, 27(3), 367-386.

(Translated in English) Sin, M., & Seo, H. (2017). The effects of a PBL based science gifted lesson on scientific creativity of science gifted students at elementary school. *The Korean Society For The Gifted*, 27(3), 367-386.

윤미선 (2007). 2요인 중다목표관점에 의한 성취목표지향성과 성별에 따른 중고생의 과학교과 흥미. *교육방법연구*, 19(1), 1-19.

(Translated in English) Yoon, M. (2007). Students' science subject-specific interests by gender and multiple achievement goal orientation. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 19(1), 1-19.

윤미선, 김성일 (2004). 중고생의 학업성취 결정요인으로서 사고양식, 학습동기, 교과흥미, 학습전략 간의 관계모형. *교육심리연구*, 18(2), 161-180.

(Translated in English) Yoon, M., & Kim, S. (2004). A structural model of the relationships among thinking styles, academic motivation, learning strategy, interests, and academic achievement. *The Korean Society Of Educational Psychology*, 18(2), 161-180.

윤지영, 김한나, 김민선 (2017). 중학생의 과학 흥미에 대한 영향요인 연구: 한국 홍콩, 미국을 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 17(11), 331-356.

(Translated in English) Yoon, J., Kim, H., & Kim, M. (2017). Study on the influence factors on middle school student of scientific interest: between Korea, Hong Kong, and the U.S. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(11), 331-356.

이미경, 정은영 (2004). 학교 과학 교육에서 과학에 대한 태도에 영향을 미치는 요인 조사. *한국과학교육학회지*, 24(5), 946-958.

(Translated in English) Lee, M., & Jeong, E. (2004). A study on factors in school science

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

influencing students' attitudes toward science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(5), 946-958.

- 이성혜 (2014). 대학생이 지각하는 Merrill의 제1교수원리가 수업에 적용된 정도가 학습자가 인지적 참여에 미치는 영향. *교육공학연구*, 30(1) 77-103.
- (Translated in English) Lee, S. (2014). The effect of students' perceived Course-level implementation of First Principles of Instruction on cognitive engagement. *Journal of Educational Technology*, 30(1) 77-103.
- 이성혜, 최효선, 채유정 (2018) 중·고등학생의 전자교재 기반 온라인 학습 경험 모형 탐색. *교육정보미디어연구*, 24(2) 331-361.
- (Translated in English) Lee, S., Choi, H., & Chae, Y. (2018). Exploring a learning experience model of middle and high school students in an online learning environment using electronic textbook. *The Journal of Educational Information and Media*, 24(2) 331-361.
- 이은철 (2020). PBL 활동에서 교육과정 편성 과제의 구조화 정도가 문제해결력에 미치는 영향 탐색. *한국콘텐츠학회*, 20(7), 282-291.
- (Translated in English) Lee, E. (2020). Exploring the impact on problem solving ability according to the level of structuring of curriculum tasks in PBL. *Activities. The Korea Contents Society*, 20(7), 282-291.
- 이현주 (2016). 부정적 피드백 상황에서 논리 및 창의적 사고 과제에 따라 성취목표와 인지적 정서조절전략이 과제흥미, 과제노력, 과제수행에 미치는 영향 비교. *교육학연구*, 54(4), 45-72.
- (Translated in English) Lee, H. (2016). The effects of achievement goals and cognitive emotion regulation on task enjoyment, efforts, and performance in logical and creative thinking tasks under the negative feedback. *Korean Journal of Educational Research*, 54(4), 45-72.
- 임효진 (2012). 중고생의 영어 및 과학교과 흥미의 변화와 영향요인 분석. *교육학연구*, 50(3), 151-175.
- (Translated in English) Lim, H. (2012). Factors influencing the change of subject-specific interest among middle and high school students: A longitudinal analysis using multi-level growth modeling. *Korean Journal of Education Research*, 50(3), 151-175.
- 장경원, 최정임, 장선영 (2020). PBL 문제 및 수업운영 계획을 위한 실천지침 개발. *학습자중심교과교육연구*, 20, 569-594.
- (Translated in English) Chang, K., Choi, J., & Jang, S. (2020). Development of design guidelines for PBL problem and implementation plan. *Journal of Learner-Centered Curriculum*

and Instruction, 20, 569-594.

장정아 (2006). PBL 문제 개발과정에 대한 사례연구. *열린교육연구*, 14(1), 65-92.

(Translated in English) Jang, J. (2006). A case study of problem design process for PBL. *The Journal of Yeolin Education*, 14(1), 65-92.

조석희, 안도희, 한석실 (2004). 영재의 후기 학업성취에 영향을 미치는 아동기 특성 및 환경요인. *교육심리연구*, 18(2), 123-141.

(Translated in English) Cho, S., Ahn, D., & Han, S. (2004). Early psychological traits and family processes influencing later academic achievements of the gifted. *The Korean Journal of Education Psychology*, 18(2), 123-141.

조연순 (2010). 문제중심학습의 이론과 실제. 서울: 학지사

(Translated in English) Cho, Y. (2010). *Theory and practice of Problem-Based Learning*. Seoul: Muneumsa

조연순, 채제숙, 성진숙, 구성혜 (2000). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등과학교육 과정 개발 및 적용. *한국과학교육학회지*, 20(2), 307-328.

(Translated in English) Cho, Y., Chae, J., Seong, J., & Koo, S. (2000). Development and application of elementary science curriculum to enhance creative problem solving abilities. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(2), 307-328.

조준예, 원효현, 이명숙 (2003). 중학교 학생들의 과학과 생물영역에 대한 학습 흥미도 분석. *교육과정평가연구*, 6(1), 227-246.

(Translated in English) Cho, J., Won, H., & Lee, M. (2003). Analysis of students' interest toward the biology subject in middle school science. *The Journal of Curriculum & Evaluation*, 6(1), 227-246.

주영주, 정영란, 표지연 (2011). 초등 과학수업에서 창의적 문제해결학습 모형을 적용한 수업이 학생들의 과학에 대한 흥미, 과학탐구능력 및 과학 성취도에 미치는 영향. *교과교육학연구*, 15(3), 657-667.

(Translated in English) Joo, Y., Chung, Y., & Pyo, J. (2011). The effectiveness of creative problem solving (CPS) learning on student science interest, science process skills, and science achievement. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 15(3), 657-667.

최경애, 이성혜 (2016). 온라인 영재교육에서 담화촉진, 도전감, 학습결과간의 관계. *영재교육연구*, 26(3), 541-559.

(Translated in English) Choi, K., & Lee, S. (2016). A relationship among facilitating discourse, students perceived challenge, and learning outcomes in an online science gifted education.

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

Journal of Gifted/Talented Education, 26(3), 541-559.

최욱 (2016). 문제중심학습 모형 및 실천적 교수전략 탐색: 새로운 이론적 패러다임에 기반하여. *교육공학연구*, 32(1), 29-64.

(Translated in English) Choi, W. (2016). Exploration of a problem-based learning model and actional instructional strategies: on the basis of a new theoretical paradigm. *Journal of Educational Technology*, 32(1), 29-64.

최정임 (1996). 상황의 맥락성과 복잡성이 학습성취와 태도, 지식의 전이에 미치는 효과: 수학적 문제해결 능력을 중심으로. *교육공학연구*, 12(1), 213-229

(Translated in English) Choi, J. (1996). The effects of contextualization and complexity of situation on learning achievement, attitude and transfer: Focused on Mathematics problem-solving. *Journal of Educational Technology*, 12(1), 213-229

최정임 (2004). 사례 분석을 통한 PBL의 문제설계 원리에 대한 연구. *교육공학연구* 20(1), 37-61.

(Translated in English) Choi, J. (2004). A study on the problem design principle for Problem-Based Learning through the case analysis. *Journal of Educational Technology*, 20(1), 37-61.

최정임 (2007). 대학수업에서의 문제중심학습 적용 사례연구: 성찰일기를 통한 효과성 분석을 중심으로. *교육공학연구*, 23(2), 35-65.

(Translated in English) Choi, J. (2007). A case study for the application of PBL in higher-education: Focused on the effectiveness of PBL presented in reflective journal. *Journal of Educational Technology*, 23(2), 35-65.

Albanese, M. A., & Mitchell, S. (1993). "Problem-Based Learning: A review of literature on its outcomes and implementation issues": Correction. *Academic Medicine*, 68(8), 615.

Allen, D. E., Duch, B. J., & Groh, S. E (1996). The power of problem based learning in teaching introductory science courses. In L. Wilerson, & W.H. Gijsselaers (Eds.), *Bring problem based learning to higher education: theory and practice* (pp. 43-52). San Francisco: Jossey Bass.

Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2016). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857-871.

Barrows, H. S. (1994). *Practice-Based Learning: Problem-Based Learning applied to medical education*. Southern Illinois University, School of Medicine, PO Box 19230, Springfield, IL

62794-9230.

- Barrows, H. S. (1996). Problem based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions for teaching and learning*, 1996(68), 3-12.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education* (Vol. 1). Springer Publishing Company.
- Baas, M., De Dreu, C. K. W., & Nijstad, B. A. (2008). A meta-analysis of 25 years of mood-creativity research: Hedonic tone, activation, or regulatory focus?, *Psychological Bulletin*, 134(6), 779-806.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Chae, Y., & Gentry, M. (2007). Korean high school student perceptions of classroom quality: Validation research. *Gifted and Talented International*, 22(2), 68-76.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Optimal experience*. NY: Haper and Row
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Flow and the psychology of discovery and invention*. NY: Harper Collins. Chicago
- Csikszentmihalyi M. (2008). *Flow the psychology of optimal experience*, NY: Harper Perennial
- Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K. R., & Whalen, S. (1993). *Talented teenagers: A longitudinal study of their development*. Cambridge University Press.
- Davis, B. G. (2009). *Tools for teaching*. John Wiley & Sons.
- Deilse, R. (1997). *How to use Problem-Based Learning in classroom*, Alexandra Virginia USA Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dochy, F., Segers, M., Bossche, P. V., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Leaming and Instruction*, 13, 533-568.
- Funke, J. (1991). Solving complex problems: Exploration and control of complex systems. *Complex problem solving: Principles and mechanisms*, 185-222.
- Ge, X., Law, V., & Huang, K. (2016). Detangling the interrelationships between self-regulation and ill-structured problem solving in problem-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2).
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549-571.
- Hidi, S., & Baird, W. (1986). Interestingness: a neglected variable in discourse processing.

문제기반학습에서 문제의 특성이 학습자의 흥미와 도전감에 미치는 영향: 다층모형을 적용하여

Cognitive Science, 10, 179-194.

Hidi, S., & Baird, W. (1988). Strategies for increasing text-based interest and students' recall of expository texts. *Reading Research Quarterly*, 23(4), 465-483.

Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational psychology review*, 16(3), 235-266.

Hung, W. (2016). All PBL starts here: The problem. *Interdisciplinary Journal of problem-based learning*, 10(2), 2.

IMSA (2000). Illinois Mathematics and Science Academy "Comparing PBL To Other Methods". Retrieved from <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/matrix/matrix2.html>

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology research and development*, 45(1), 65-94.

Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems: An instructional design guide*. 조규락, 박은실 역 (2009). 문제해결학습 교수설계가이드. 서울: 학지사

Khoiriyah, A. J., & Husamah, H. (2018). Problem-based learning: Creative thinking skills, problem-solving skills, and learning outcome of seventh grade students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 4(2), 151-160.

Krapp, A. (2007). An educational-psychological conceptualisation of interest. *International Journal for Educational and Vocational Guidance*, 7(1), 5-21.

Miner-Romanoff, K., Rae, A., & Zakrzewski, C. E. (2019). A Holistic and multifaceted model for ill-structured experiential Problem-Based Learning: Enhancing student critical thinking and communication skills. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 7(1).

Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem based learning curricula: theory, practice and paper darts. *Medical Education*, 34, 721-728.

Renninger, K. A., Hidi, S., & Krapp, A. (1992). *The role of interest in learning and development*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2009). Situational interest, task engagement, and achievement in an active-learning environment. *the American Educational Research Association*.

Sahida, D., & Zarvianti, E. (2019). Development of problem based learning (PBL) practicum guide to improve student creative thinking skills (CTS) in basic physics subject. *Journal of*

Educational and Learning Studies, 2(1), 39-44.

- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5), 31-38.
- Schmidt, R., & Savage, W. (1994). *Challenge, skill, and motivation*. University of Hawai'i Working Papers in English as a Second Language 12(2).
- Snijders, T. A. B., & Bosker, R. J. (1999). *Multilevel analysis: An introduction to basic and advanced multilevel modeling*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Torp, L., & Sage, S. (2002). *Possibilities; Problem-based learning for K-16 education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Ulger, K. (2018). The effect of problem-based learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1).
- Vernon, D. T., & Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68(7), 550-563.