Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

물리 자기효능감 측정 도구의 개발 및 적용: 자연계열 고등학생을 대상으로

문공주[1], 문지영[1], 신승희[1,2], 김성원[1]*
[1]이화여자대학교, [2]구현고등학교

Development and Application of High School Students' Physics Self-Efficacy

Kongju Mun[1], Jiyeong Mun[1], Seunghee Shin[1,2], Sung-Won Kim[1]*
[1]Ewha Womans University, [2]Guhyun High School

ARTICLE INFO

Article history:
Received 16 September 2014
Received in revised form
18 October 2014
30 October 2014
Accepted 31 October 2014

Keywords:
physics self-efficacy,
self-efficacy,
physics learning,
assessing self-efficacy

ABSTRACT

Based on social cognitive theory, self-efficacy in the context of learning has been steadily emphasized as an indicator of students' motivation and performance. The premise for developing such an instrument was that a specific measure of Physics self-efficacy was deemed to be an important predictor of the change processes necessary to improve students' physics understanding. In this study we described the process of developing and validating an instrument to measure students' beliefs in their abilities to perform essential tasks in physics and then investigated high school students' self-efficacy about physics learning and performance. Validity and reliability of PSEI were tested using various statistical techniques including the Cronbach alpha coefficient, exploratory factor analysis. The result of factor analysis supported the contention that the Physics Self-Efficacy Inventory (PSEI) was a multidimensional construct consisting of at least four dimensions: understanding and application of Physics concepts, achievement motivation, confidence for physics laboratory, confidence for Mathematics. The result showed that Kroean high schools students have low Physics self-efficacy for the all four dimensions. Therefore, researchers should focus on development of students' Physics self-efficacy. In addition, the instrument may lead to further understanding of student behavior, which in turn can facilitate the development of strategies that may increase students' aspiration to understand and study Physics. More specifically, by using the PSEI as a pre- and post-test indicator, instructors can gain insight into whether students' confidence levels increase as they engage in learning Physics, and, in addition, what type of teaching strategies are most effective in building deeper understanding of Physics concepts.where they freely exchanged opinions and feedback for constructing better collective ideas.

Ⅰ. 서론

물리학은 물질과 그 물질의 운동에 관여하는 에너지나 힘 등을 연구하는 자연과학의 한 분야로, 물리학자들은 긴 역사 동안 자연의 법칙을 탐구하고, 이를 통해 현대 과학기술의 발전을 선도하는 기초 과학 지식들을 창출해왔다. 그러나 물리학은 그 위상과는 달리, 학생들에게는 어려운 과목으로 여겨져 왔으며, 일부 과학 교사들과 일반인들도 물리는 어려운 학문이라고 생각하는 경향이 있다. 최근에는 고등학교에서 물리 선택 기피가 점점 더 심각해지고 있으며, 이공계 대학생들마저 고등학교에서 기본적인 물리학의 개념들을 충분히 배우지 않고 대학에 진학하기 때문에 학생들의 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 과목의 지식 이해 부족이 대학 교수들이 강의하는 데 있어 부담으로 작용하고 있다. 따라서 물리 교육의 활성화 방안이 시급한 시점이다. 학생들이 물리 학습의 어려움을 극복하고 흥미를 가지고 적극적인 학습자가 되도록 돕는 교수-학습 전략이 제안되어야 한다. 또한 학생들의 물리학습에 대한 어려움을 극복하기 위한 전략을 제안하기 위해서는 학생들의 심리적 구인에 대한 연구가 선행되어야 한다.

학생의 물리학습은 인지적, 정서적, 사회문화적인 다양한 요인에 영향을 받게 된다. 과거 과학 교육 연구는 학생의 선지식과 지식의 구조와 같은 인지적 영역에 대한 연구가 많았다. 최근에는 연구의 영역이 확장되어 심리학적 구인과 문화적 접근이 주요 연구과제로 부각되고 있다 (Lim, 2005). 인지적 영역에 대한 연구가 물리학의 개념 이해 증진, 오개념의 개선 등 다양한 영역에서 깊이 있게 지속되어 온 것과는 달리, 심리학적 구인과 문화적 접근에 대한 연구는 아직 다양한 주제로 확장되지 못하였다. 매릴랜드대학 물리교육 연구 집단에서 개발한 '물리학습에 대한 기대 검사(Maryland Physic Expectation Survey)는 물리학습에서의 심리적 구인에 대한 대표적인 연구로 학생들이 물리학습에 대해 가지고 있는 기대 신념을 연구하였으며, 이 같은 과학지식과 학습에 대하여 학생들이 가지는 신념은 학생의 인지적 과정에 영향을 주는 심리적 구인에 속한다(Elby, 1999; Hammer, 1994; Lim, 2001; Redish, Steinberg, & Saul, 1998).

심리적 구인 중 학습에 대한 동기 관련 변수들은 학습자로 하여금 스스로 과제를 선택하고 해결하기 위한 노력을 기울이게 하고, 어려움에 직면하더라도 끈기를 가지고 과제를 수행하도록 하는 원동력이 된다(Bandura, 1986; Schunk, 1990). 따라서 심리적 구인에 관련된 연구는 학습에 대한 학생들의 흥미 및 성취가 낮아지는 원인을 파악하고, 이를 해결하기 위해 중요하다. 자기효능감은 이와 관련된 다양한 심리적 구인 중 동기 심리학 분야에서 가장 강조되어 왔다(Deci & Ryan,

* 교신저자 : 김성원 (sungwon@ewha.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.7.0693

2002). 자기효능감은 일반적인 기대 신념에 비해 구체적인 과제수행 상황에서의 수행 결과를 예측하기에 보다 적합한 개념이다(Lee & Lim, 2013). Millar와 Osborne(1998)은 과학적 이슈에 대한 자신의 개인적 관점을 유지하고, 자신이 알고 있는 과학 지식을 이용하여 자연현상을 설명할 수 있는 능력에 대해 스스로 자신감을 개발하는 것이 과학 학습에서 중요하다고 강조하였다. Bandura(1986)는 자기효능감은 자신이 가진 능력에 대한 신념이라고 정의하였다. 자기효능감은 인간이 도전적 과제에 직면하였을 때 이를 해결하기 위한 노력의 강도와 관련이 있다. 자기효능감이 높은 학습자는 의사결정에 적극적으로 참여하고, 끈기 있게 문제를 해결하기 위해 노력하며, 어려움을 겪을 때 쉽게 포기하지 않는 특성을 나타낸다. 자기효능감의 이러한 특성은 문제에 직면한 인간의 행동을 예측할 수 있는 강력한 변인임을 나타낸다(Maddux, Norton, & Stoltenberg, 1986). 또한 자기효능감이 학습자의 학업성취와 연관이 있다는 연구 결과는 대학생 (Andrew, 1998; Dalgety, Coll, & Jones, 2003; Uzuntiryaki & Aydin, 2009), 고등학생 (Kupermintz, 2002; Lau & Roeser, 2002) 그리고 중학생(Britner & Pajares, 2001)을 대상으로 한 연구에서 다양하게 보고되었다. 특히 과학과 같이 복잡하고 어려운 교과목의 학습에서 높은 자기효능감은 학생들이 학습에 대한 두려움을 극복하는데 필수적이다(McMillan & Forsyth, 1991). 따라서 물리 영역에서의 자기효능감의 측정은 학생들의 물리 학습 능력과 성취를 예측할 수 있어, 교수-학습을 계획하는데 필수적인 정보를 제공할 수 있다. 특히, 물리를 포함한 과학 교과에 대한 학생들의 흥미와 학습 동기가 중학교 과정으로 들어갈 때부터 급격히 감소하고 고등학교 과정까지 지속적으로 감소한다(Galton, 2009; Osborne *et al*., 2003).

Lee와 Lim(2013)은 교과학습에 대한 자기효능감 연구가 부족하고, 특히 물리 과목에 대한 연구가 없었던 점을 지적하며, 대학생들의 물리학습에 대한 자기효능감을 조사하였다. 이들은 물리 자기효능감 측정 도구를 개발하여 대학생을 대상으로 일반물리학 수준의 물리학습 상황에서의 대학생의 물리 자기효능감을 측정하였다. 대학생과 중고등학생의 물리학습의 목표와 학습 상황은 같지 않기 때문에 중고등학교 물리 학습 상황을 반영한 측정 도구의 개발이 필요하다. 특히, 학습자의 성취와 동기에 대한 예측력을 높이기 위해서는 각 교과영역에서의 맥락 특이적인 측정이 요구된다. 물리 자기효능감의 측정을 위한 맥락 특이적인 측정에 대한 설명은 'Ⅱ. 물리 영역에서의 자기효능감 측정을 위한 맥락 수준'에서 다루었다.

본 연구는 고등학생의 물리 자기효능감 측정을 위한 도구를 개발하고, 이를 적용하여 학생들의 물리학습에 대한 자기효능감을 탐색하기 위한 것이다. 따라서 물리 학습 상황을 고려한 맥락 특이적인 자기효능감의 측정 도구를 개발하고 이를 적용하여 자연계 고등학생들의 물리학습 효능감을 살펴보았다.

따라서 본 연구의 연구 문제는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 자연계열 고등학생의 물리 자기효능감 측정을 위한 도구의 개발과 타당성 및 신뢰도를 확인한다.

둘째, 자연계열 고등학생의 물리 자기효능감의 특성을 자기효능감의 하위 영역별로 분석 한다 .

본 연구의 결과는 고등학생들의 물리 학습 수행의 강력한 예측자인 맥락 특이적인 자기효능감의 측정도구 제안하고, 이를 통해 자연계 고등학생들의 물리학습에 대한 정의적 특성에 대한 정보를 제공할 수 있으며, 물리학습에 대한 학생들의 부정적인 인식을 변화하고, 학습 성취를 높일 수 있는 실질적인 교수-학습 방안을 제언할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 물리 영역에서의 자기효능감 측정을 위한 맥락 수준

자기효능감이 학생의 성취에 대한 예측력이 높다는 것이 강조되면서, 자기효능감은 일반적인 학습 영역을 넘어 다양한 교과영역에서 연구되고 있다. 과학교과에 대한 자기효능감 연구 뿐 아니라, 물리, 화학, 생물 영역에 대한 자기효능감을 구분하여 측정하고 개념화하는 연구가 이루어져왔다. 이 같이 세부적인 교과영역에서의 특이적인 측정이나 개념화가 필요한 이유는 자기효능감의 측정을 통해 학습자의 성취와 동기를 각각의 교과에 따라 예측할 수 있기 때문이다. 많은 연구들이 일반적이고(global) 한 번에 측정이 가능한 문항(one-time scales)을 이용하여 자기효능감을 측정하였다 (Jerusalem & Schwarzer, 1992; Owen & Froman, 1998; Pajares, 1996; Schunk, 1991; Sherer & Adams, 1983; Sherer *et al*., 1982; Williams & Coombs, 1996; Zimmerman & Ringle, 1981). 그러나 이러한 일반적인 문항으로 측정한 자기효능감은 교과영역 특이적인 활동이나 능력에 대한 예측력이 저하된다(Pajares, 1996). 반면에 자기효능감을 측정하는 맥락을 너무 세분화할 경우에는 다른 능력이나 상황에 대해 전혀 설명력을 갖지 못하며 심리적 구인으로써의 일반화능력(generalizability)을 잃어버린다. Andrew(1998)가 사용한 문항을 예로 들어, "주방의 4kW 전기 회로가 2.4kW의 난방기, 600W의 토스터기, 1,200W의 전기포트를 동시에 사용할 수 있는지 계산할 수 있는 것에 대한 자신감의 수준을 표시하시오"와 같은 문항은 매우 세부적인 계산 능력에 대한 자신감을 질문하고 있으며, 이는 다른 관련 영역 및 상위 영역의 이해 능력과 연관시키기 어렵다. 즉, 학생의 전력에 대한 개념 이해 또는 계산 능력과 같은 영역으로 확장해서는 성취에 대한 가능성을 예측하기 어렵다. 이 같이 매우 세분화된 맥락 수준의 자기효능감의 측정은 유사한 상황에 대해 명료하게 측정을 할 수 없는 제한점을 보인다. 다시 말해, 특정 과제나 영역에 대한 수행수준을 잘 예측할 수는 있지만 척도의 신뢰도 및 유용성이 낮다. 자기효능감을 측정할 때는 결과 행동과 능력을 평가하기 위해 측정하는 맥락의 수준을 적절하게 결정하는 것을 매우 신중하게 고려해야 한다.(Bandura, 1997; 2001). 자기효능감을 측정하는 맥락의 수준은 연구의 목적에 따라 고려되어야 하는데, 일부 과학영역에서의 자기효능감 측정 연구들은 이러한 수준을 적절하게 정하지 못해 자기효능감의 측정이 아닌 성취기대(outcome-expectancy)를 측정하게 된다(Tschannen-Moran & Woolfolk Hoy, 2001). 이 같은 문제점은 "과학과 수학 과정에서 B학점 이상을 받을 수 있다"와 같은 문장을 읽고 이에 대한 자신감을 표시하도록 하여 자기효능감을 측정한 연구들에서 주로 나타나는데, 이러한 문항들은 성취기대만을 측정하는 것으로 자기효능감을 측정한다고는 할 수 없다(Pajaras, 2006). 따라서 이 같은 문제점을 해결하기 위해서는 측정하는 맥락의 수준을 연구 문제에 맞추어 적절하게 선택해야 한다. 이에 세부적인 과제에 국한되지 않으면서도, 특정 맥락 내에서 개인의 수행 수준을 잘 예측할 수 있는 맥락 특이적인 자기효능감(context-specific self-efficacy)의 개념이 제안되었다(Kim & Park, 2001).

본 연구에서는 측정의 맥락 수준을 결정하기 위해 우선 자기효능감

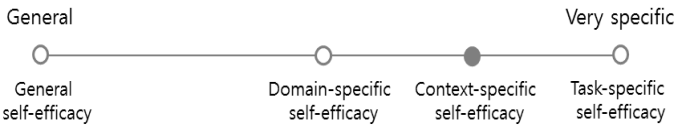

Figure 1. Level of specificity for assessing self‐efficacy

의 측정 맥락 수준을 기존의 연구자들이 측정한 것에 기준하여 일반적 자기효능감(general self-efficacy), 영역-특수적 자기효능감(domain-specific self-efficacy), 맥락 특이적 자기효능감(context specific), 과제 특수적 자기효능감(task-specific) 자기효능감으로 구분하였다. Figure 1과 같이 자기효능감의 측정은 구체적인 과제 수행 맥락에서 매우 미시적으로 측정할 수 있는 과제 특수적 맥락에서부터, 세부 교과 영역의 수행의 맥락에서 자신감의 정도를 측정하는 맥락 특이적 수준, 그리고 학업과 같이 수행의 영역에 따른 측정을 의미하는 영역 특이적 수준으로 구분할 수 있다.

기존에 개발된 일반적인 자기효능감 척도는 학업상황과 같은 영역 특이적 수준에서 개인의 수행 수준을 잘 예측하기 어렵다. Kim (1998)은 자기효능감이 학습영역에서 학생의 학업 성취를 예측할 수 있는 강력한 변인임을 강조하고 학생들의 학습적 자기효능감을 자신감, 자기조절 효능감, 과제난이도 선호의 3가지 하위영역으로 정의하였다. 자신감은 자신의 능력에 대한 개인적인 확신과 신념의 정도(Sherter *et al*., 1982)로서 자신의 능력에 대한 인지적인 판단과정을 통해 확립되며(Bandura, 1993), 자기조절 효능감은 개인이 자기관찰, 자기 판단, 자기반응과 같은 자기 조절적 기제의 수행에 대한 효능기대이다(Bandura, 1986). 과제난이도 선호는 어떤 수준의 과제 난이도를 선호하는가를 의미하며(Kim, 1998), 자신이 스스로 충분히 통제할 수 있다고 생각하는 도전적인 과제를 선택하는 과정에서 나타난다(Bandura, 1993). Kim 등(2004)은 과학교과에서의 자기효능감 검사를 일반적인 학업적 자기효능감 조사도구를 수정하여 총 9문항의 5단계 리커트 척도로 측정하였으며, 일반 학업 상황에서 개발된 제한된 문항으로 물리학습과 같은 특별한 과제에서 보이는 수행능력에 대한 신념을 나타내기에는 어려움이 있다.

생물 자기효능감 측정문항(Biology Self-Efficacy Scale)은 비전공자 대학생들의 생물학적 소양(biological literacy)의 개발에 대한 자신감을 측정할 수 있는 도구로써 타당도와 신뢰도가 검증되었다. 생물 자기효능감 측정문항은 생물학의 방법, 다른 생물영역과 과학과정으로의 일반화와 데이터 분석, 생물학 개념 및 방법의 적용의 세 개 영역으로 나누어 측정하였으며, 생물학 소양에서 제안하는 세 개의 영역을 측정할 수 있도록 개발되어, 맥락 특이적인 자기효능감을 측정하여 학생들의 생물학적 소양의 함양에 대한 자신감을 측정하였다(Baldwin, Ebert-May, & Burns, 1999).

Uzuntiryaki와 Aydin(2009)의 화학 자기효능감 측정도구(College Chemistry Self-Efficacy Scale)는 일반 화학을 학습하는 대학생을 대상으로 하여 9단계 척도의 20개 문항을 개발하였다. 화학 자기효능감 측정도구는 화학 과제를 수행 능력에 대한 신념을 측정하는 문항으로 구성되어 있다. 이들은 화학 학습 영역의 맥락을 인지적 기술에 대한 자기효능감, 정의적 능력에 대한 효능감, 화학을 일상생활에 적용하는 것에 대한 효능감으로 구분하고, 이 세 개 영역을 포함하여 측정 도구를 개발하였다. 화학 자기효능감은 학생들의 화학 성취도와 관련이 있었으며, 전공자와 비전공자 간에 화학 성취도에 차이가 나타났다. Uzuntiryaki와 Aydin(2009)은 화학 자기효능감 측정도구의 개발에서 Dalgety 등(2003)이 개발한 화학과 관련한 태도와 경험 척도(Chemistry Attitudes and Experiences Questionnaire: CAEQ)의 자기효능감 영역을 참고하여 문항을 개발하였다. CAEQ는 대학 신입생들을 대상으로 학생들의 화학에 대한 태도, 자기효능감, 학습 경험을 측정하도록 개발되었다. Dalgety 등(2003)이 개발한 CAEQ의 자기효능감 측정은 화학영역에서의 개념 이해에 대한 것만 다루고 있으며, 실험상황이나 지식의 적용에 대한 부분은 측정하지 않은 한계점을 가진다. 따라서 Uzuntiryaki와 Aydin(2009)은 Baldwin 등(1999)이 개발한 측정 문항을 맥락 특이적 자기효능감 측정을 위한 문항으로 변형하였다.

고등학생의 물리학습에 대한 자기효능감을 측정하기 위해서는 물리학습과 관련된 고등학생의 학습 맥락에 대한 자기효능감을 측정하여야 한다. 따라서 물리학습에 대한 성취동기, 물리 개념 이해 및 적용, 물리 실험 능력, 그리고 물리 학습에 영향을 미치는 수학능력에 대한 자기효능감이 측정 영역으로 포함되어야 한다. 성취동기는 자기효능감의 하위 영역으로 여러 연구자들에 의해 강조되었다(Kim & Park, 2001; Dalgety *et al*., 2003). 과학적 개념을 실제 세계의 현상을 설명하거나 이해하는 데 적용하는 능력에 대한 자기효능감이 높은 학생들은 과학 개념을 배우려고 노력한다(McMillan & Forsyth, 1991). 따라서 물리 개념의 이해와 더불어 개념의 적용에 관한 자신감도 포함하여야 한다. 수학능력은 물리 학습과 깊이 연관되어 있으며, 특히 수학 효능감은 과학과 관련된 직업을 선택하는 것에 영향을 주며(Mun *et al*., 2013; Post, Stewart, & Smith, 1991), 대학에서 과학과 관련된 강의를 선택하는 것에도 수학 자기효능감이 크게 영향을 미친다는 연구 결과가 보고되었다(Betz & Hackett, 1981). 고등학교 물리학습에서 탐구가 강조되면서, 실험 활동은 고등학생들에게 중요한 수행 활동이므로 물리실험에 대한 학생들의 자신감을 측정하는 것은 물리 자기효능감의 한 영역으로 포함되어야 한다.

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상 및 검사 실시

본 연구에는 서울 소재 3개 일반계 고등학교에 재학 중인 자연계열의 2학년 학생 283명(남학생 118명, 여학생 165명)이 연구 대상자로 참여하였다. 연구 대상자 모두 물리 전공을 선택하여 물리Ⅰ 과목을 수강하고 있었으며, 이들을 대상으로 하여 본 연구에서 개발한 물리 자기효능감 척도를 시행하고, 척도의 신뢰도와 타당도를 검증하였다.

검사 실시 이전에 담임교사와 과학 교사, 설문에 응하는 학생들에게 본 연구의 내용을 설명하였으며, 연구 대상자들에게 설문 자료 활용에 대한 동의를 얻었다. 학생들이 설문지를 작성하는 시간은 약 20분 - 25분이 소요되었다.

2. 측정 도구

본 연구에서는 물리 자기효능감 척도(Physics Self Efficacy Inventory: PSEI)를 제작하여 연구에 이용하였다. 물리 자기 효능감 척도

(PSI)는 문헌연구와 이전 연구에서 개발된 척도 문항들을 바탕으로 하여 고등학생의 물리학습의 맥락에 맞도록 개발되었다. 초기 문항은 Uzuntiryaki와 Aydin (2009), Dalgety 등(2003)이 개발한 문항을 기반으로 한국 고등학생들의 수준에 맞게 수정하였으며, Uzuntiryaki와 Aydin (2009)와 Dalgety 등(2003)의 측정 도구에는 없었던 실험과 수학 능력을 추가하여 구성하였다. 실험과 수학 능력은 물리학습 자기효능감에 영향을 미치는 중요한 요인 중의 하나이며, 학생의 물리학업 성취와 깊은 상관이 있다(Mun *et al*., 2013). 본 연구에서는 물리 학습 맥락에 필요한 잠정적 구성요인으로 '물리 학습 내용의 이해', '물리 학습 내용의 적용', '물리 실험', '수학능력', '성취동기'의 5개 요인을 구성하였다.

'물리 학습 내용의 이해' 요인은 물리 학습 상황에서 물리학 개념을 이해하는 지적 수행 능력에 대한 자기효능감을 나타낸다. '물리 학습 내용의 적용' 요인은 학습한 물리 개념을 일상생활에서 적용하는 능력에 대한 자기효능감을 의미한다. '물리 실험' 요인은 물리 실험 수행능력에 대한 자기효능감을 나타내며, 학생들의 물리실험과 관련된 수행에 대한 자신감을 표시하도록 하였다. '수학능력'은 물리 학습에서 요구되는 수학적 지식의 활용능력에 대한 자기효능감을 나타내는 문항이다. 마지막으로 '성취동기' 요인은 물리 학습과 관련한 다양한 성취(예. 높은 점수, 수상 등)에 대한 자신감을 나타내는 문항들로 구성되었다.

초기 문항이 개발된 후에 개발된 문항들이 잠정적 구성요인을 잘 반영하는가를 살펴보기 위해 과학교육 전문가 2인과 현직 물리교사 1인이 문항을 검토하였다. 문항의 검토 작업은 3명의 검토자들 간의 합의가 이루어 질 때 까지 여러 차례 반복적으로 이루어졌다. 검토 작업을 통해 내용 타당도를 검증 받은 문항은 '물리 학습 내용의 이해' 5 문항, '물리 학습 내용의 적용' 4문항, '물리 실험' 5 문항, '수학능력' 4 문항, '성취동기' 5 문항으로, 전체 23개의 문항이 개발되었다. 각 문항은 1-7 단계의 리커트 척도로 개발되었으며, 1은 '매우 자신 없다', 7은 '매우 자신 있다'로 표시되며, 그 사이의 1에서 7사이의 척도에 표시하도록 구성되었다. 문항은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Dimensions and items of Physics Self - Efficacy Inventory (PSEI)

구성 요인	문 항
물리 학습 내용의 이해	이해1. 친구에게 물리를 가르쳐줄 수 있다.
	이해2. 수업시간에 배운 물리 내용을 다른 사람에게 설명할 수 있다.
	이해3. 물리학과 관련된 내용을 읽고 요약할 수 있다.*
	이해4. 물리와 관련된 TV 다큐멘터리의 내용을 이해할 수 있다.
	이해5. 물리 수업 중 선생님의 설명을 이해할 수 있다.
물리 학습 내용의 적용	적용1. 물리이론으로 설명될 수 있는 일상생활의 문제를 생각해 낼 수 있다.
	적용2. 물리 문제를 풀 때 필요한 이론 및 개념을 선택할 수 있다.
	적용3. 물리 수업에서 배운 이론을 실험시간에 적용할 수 있다.
	적용4. 일상생활에서 경험한 현상을 물리 이론으로 설명할 수 있다.
물리 실험	실험1. 물리실험을 할 때 정확한 측정을 할 수 있다.
	실험2. 물리실험을 통해 얻은 데이터를 원하는 형태 (표, 그래프 등)로 변형할 수 있다.
	실험3. 물리실험 보고서를 작성할 수 있다.
	실험4. 물리실험의 순서를 계획할 수 있다.
	실험5. 물리실험의 결과를 해석할 수 있다.
성취동기	성취1. 대학에 진학해서도 물리 관련 과목을 수강하고 싶다.
	성취2. 물리 관련 학교 밖 활동(R&E, 탐구대회, 과학전람회 등)에서 좋은 결과를 낼 수 있다.
	성취3. 중간, 기말고사에서 좋은 물리 성적을 받을 수 있다.*
	성취4. 교내 물리 경시대회에서 좋은 성적을 얻을 수 있다.
	성취5. 물리 실험 보고서에 대한 점수를 잘 받을 수 있다.
수학능력	수학1. 물리문제를 풀 때 필요한 수학적 계산을 할 수 있다.
	수학2. 수업시간에 배운 물리이론을 수학적으로 증명할 수 있다.
	수학3. 물리문제 해결에 도움이 되는 수학 공식을 적용할 수 있다.
	수학4. 수학시간에 배운 수식을 물리 이론과 연관시킬 수 있다.

*해당 문항(이해3, 성취3)은 낮은 요인 부하로 인해 최종 PSEI에는 포함되지 않는다.

3. 분석 절차

본 연구에서는 물리 자기효능감 측정 척도의 구인이 이를 측정하기에 타당하도록 개발되었는지를 확인하기 위하여 탐색적 요인 분석을 수행하였다. 문항 내적 일관성 신뢰도는 Cronbach α 계수를 통해 검증하였으며, Pearson 상관계수를 통해 물리 자기효능감 총점과 영역간의 상관을 살펴보았다. 마지막으로, 개발된 측정 도구를 통한 고등학생들의 응답 결과에 대하여 성별에 따른 차이를 살펴보고 각 하위 영역별로 분석하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 물리 자기효능감 척도(Physics Self Efficacy Inventory: PSEI)의 타당성 및 신뢰도

가. 탐색적 요인 분석

본 연구에서는 물리 자기효능감의 구인을 탐색하기 위하여 탐색적 요인 분석을 실시하였다. 요인 분석에 앞서, 각 문항의 평균과 표준편차, 범주별 반응 빈도, 문항 총점의 상관관계를 분석하였고, 23개의 문항을 탐색적 요인 분석에 적용하였다.

전체 23개의 문항에 대하여 공통요인분석을 실시하였다. 우선 요인의 수를 결정하기 위해 단일 주축분해법을 사용하였으며, 요인 회전은 Varimax 회전을 적용하였고, 공통분(communality)의 초기값은 다중상관 제곱치(Squared Multiple Correlation: SMC) 로 지정하였다. 요인 분석 결과, '물리 학습 내용의 이해와 적용' 요인의 '물리학과 관련된 내용을 읽고 요약할 수 있다.' 문항은 요인분석 결과 요인 부하 값이 0.341로 낮게 나타나 삭제되었다. '성취동기' 요인의 '중간, 기말고사에서 좋은 물리 성적을 받을 수 있다.' 문항도 요인 부하 값이 0.291로 나타나 삭제하였다. 위 두 문항을 제외하고 21개의 문항에 대하여 다시 요인 분석한 결과로 산출된 고유치 및 요인 적재량과 신뢰도는 Table 2에 나타내었다. 사전연구 및 이론에 근거한 해석 가능성을 고려하여 볼 때, 가장 적절하다고 생각되는 요인의 수는 4개로 판단되었다. '물리 학습 내용의 이해'와 '물리 학습 내용의 적용'은 요인 분석 결과 '물리 학습 내용의 이해와 적용'으로 하나의 요인으로 묶였다. 따라서 최종적으로 '물리 개념 이해 및 적용', '물리 실험', '성취동기', 그리고 '수학 능력'의 4개 요인이 물리 자기효능감의 하위 영역으로 추출되었

Table 2. Factor analysis for 21 Likert-type PSEI items

요소 (Factor)	고유치 (Eigen value)	신뢰도 (Cronbach α)	문항 (item)	요인 적재량 (loading)
물리 개념 이해 및 적용	5.370	0.912	이해2	0.759
			이해5	0.744
			이해4	0.668
			적용4	0.651
			적용2	0.648
			이해1	0.634
			적용3	0.627
			적용1	0.535
물리실험	3.645	0.873	실험3	0.723
			실험4	0.702
			실험2	0.655
			실험1	0.546
			실험5	0.435
성취동기	2.826	0.783	성취4	0.854
			성취2	0.768
			성취1	0.503
			성취5	0.408
수학능력	2.812	0.861	수학3	0.723
			수학4	0.722
			수학2	0.722
			수학1	0.633

Table 3. Correlations between dimensions of PSEI

	물리 자기효능감	물리 개념의 이해 및 적용	물리 실험	성취 동기	수학 능력
물리 자기효능감	1	.936**	.924**	.797**	.845**
물리 개념의 이해 및 적용		1	.835**	.631**	.696**
물리실험			1	.668**	.725**
성취동기				1	.637**
수학능력					1

**p<.001

다. 각 요인별 고유치는 물리 학습 이해 및 적용 요인이 5.370, 물리 실험이 3.645, 성취동기가 2.826, 수학능력이 2.812로 나타났다. 하위 요소별 Cronbach α 값은, 물리 학습 이해 및 적용 0.912, 물리 실험 영역 0.873, 성취동기 0.783, 수학 능력 0.861로 모두 0.60 이상으로 나타나 적합한 것으로 나타났다. 전체 문항 21개에 대한 신뢰도 Cronbach α 값은 0.952로 나타났다. 4개의 요인에 대한 설명된 총 분산의 누적값은 69.7755로 설명력이 높다고 판단할 수 있었다.

나. 영역별 상관

물리 자기효능감 척도(Physics Self-Efficacy Inventory: PSEI)의 4개 하위 영역과 전체 물리 자기효능감의 상관을 Pearson 상관계수를 통해 알아보았다(Table 3). 각 영역간의 상관 및 영역별 평균과 전체 평균과의 상관은 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(p<0.001). 특히, 물리 자기효능감과 물리 개념의 이해 및 적용 영역의 상관계수(r)가 0.936으로 가장 높은 상관관계를 보였으며, 성취동기 영역은 r=0.797로 하위 영역 중 가장 낮은 값을 나타내지만, 이 또한 높은 정적 상관을 보인다. 하위 영역간의 상관계수(r)는 모두 0.60 이상으로 나타났으며, 물리 개념의 이해 및 적용과 실험 영역의 상관계수(r)가 0.835로 가장 상관이 높게 나타났다. 따라서 개발된 물리 자기효능감의 4개의 하위 영역은 전체 물리 자기효능감을 구성하는 요소로서 적합하다고 판단된다. 물리실험은 요인들 중 물리 개념의 이해 및 적용(r=0.835)과 가장 높은 상관을 보여, 학생들의 물리실험 수행에 대한 효능감이 물리 개념을 이해하고 적용하는 것과 깊이 연관됨을 유추할 수 있다.

Table 4. Means and standard deviations for PSEI scores

	물리 자기효능감	물리 개념의 이해 및 적용	물리 실험	성취 동기	수학 능력
평균(M)	3.90	3.99	3.96	3.79	3.76
표준편차(SD)	1.033	1.162	1.155	1.127	1.200

Table 5. Means and standard deviations for PSEI by gender

영역	남녀비교	N	평균(M)	표준편차 (SD)	F	p
물리 자기효능감	남자	118	3.90	1.073	.004	.949
	여자	165	3.90	1.006		
물리 개념의 이해 및 적용	남자	118	3.87	1.246	3.180	.125
	여자	165	4.08	1.093		
물리실험	남자	118	3.99	1.175	.288	.643
	여자	165	3.93	1.143		
성취동기	남자	118	3.97	1.133	6.549	.023*
	여자	165	3.66	1.109		
수학능력	남자	118	3.81	1.196	.467	.570
	여자	165	3.72	1.206		

*p<.05

2. 물리 자기효능감

고등학생의 물리 자기효능감 전체 평균은 Table 4에 제시된 바와 같이 평균 3.90(SD=1.033)으로 나타났다. 본 연구에서 개발한 물리 자기 효능감 측정 도구가 7점 리커트 척도임을 감안하면, 4점이 부정과 긍정의 가운데 값이 된다. 따라서 고등학생의 물리 자기 효능감은 모든 영역에서 4.0을 넘는 값이 없어 긍정적이지는 않은 것으로 나타났다. 물리 자기효능감의 네 가지 하위 영역 중에서 물리 개념의 이해 및 적용이 평균 3.99(SD=1.162) 으로 가장 높았고, 물리실험 영역은 평균 3.96(SD=1.155)로 물리 개념의 이해 및 적용 영역보다 약간 낮게 나타났다. 그리고 성취동기 영역은 평균 3.79(SD=1.127), 수학능력 영역이 평균 3.76(SD=1.200) 으로 물리 개념의 이해 및 적용 영역과 성취동기 영역에 비해 다소 낮았다.

가. 물리 자기효능감의 성별 비교

성별에 따른 물리 자기 효능감의 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(ANOVA)을 실시한 결과를 Table 5에 요약하였다. 전체 물리 자기 효능감 점수는 남학생이 평균 3.90(SD=1.073), 여학생이 3.90(SD=1.006)점으로 유사하게 나타났다.[1] 물리 자기효능감의 하위 영역의 일원분산분석 결과를 살펴보면, 성별에 따른 차이는 성취동기 영역에서만 유의미한 차이를 보였다(F=6.549, p<.05). 성취동기 영역의 남학생 평균은 3.97(SD=1.133), 여학생의 평균은 3.66(SD=1.109)으로 통

1) 물리 자기효능감의 남학생의 점수는 3.904점이며 여학생의 점수는 3.896점으로 미미한 차이가 있었으나, 본 연구에서는 소수점 둘째 자리까지 나타내어 반올림하여 3.90점으로 나타내었다.

Table 6. Means and standard deviations for understanding and application of physics concepts items

번호	문항	평균 (*M*)	표준편차 (*SD*)
이해1	친구에게 물리를 가르쳐줄 수 있다.	3.87	1.522
이해2	수업시간에 배운 물리 내용을 다른 사람에게 설명할 수 있다.	4.00	1.504
이해4	물리와 관련된 TV 다큐멘터리의 내용을 이해할 수 있다.	4.20	1.563
이해5	물리 수업 중 선생님의 설명을 이해할 수 있다.	4.37	1.736
적용1	물리이론으로 설명될 수 있는 일상생활의 문제를 생각해 낼 수 있다.	3.74	1.337
적용2	물리 문제를 풀 때 필요한 이론 및 개념을 선택할 수 있다.	3.98	1.323
적용3	물리 수업에서 배운 이론을 실험시간에 적용할 수 있다.	3.95	1.429
적용4	일상생활에서 경험한 현상을 물리 이론으로 설명할 수 있다.	3.84	1.346

계적으로 유의미한 차이를 보이며, 남학생이 여학생에 비해 상대적으로 덜 부정적인 성취동기를 보였다. 한편, 실험 영역과 수학능력 영역에서는 남학생이 여학생에 비해 점수가 약간 높게 나타났으나 유의미한 차이를 보이지 않았다. 반면 물리 개념의 이해 및 적용 영역에서는 남학생보다 여학생의 점수가 약간 높게 나타났으나, 역시 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

나. 물리 자기효능감 하위영역별 문항의 평균 및 표준편차

고등학생들의 물리 자기 효능감은 하위 영역에 따라 다르게 나타났다(Table 4 참조). 고등학생의 물리 자기효능감을 구체적으로 살펴보기 위하여, 하위 영역별로 각 문항의 평균 및 표준편차를 살펴보았다.

1) 물리학습의 이해 및 적용 영역

물리 개념의 이해 및 적용 영역의 문항별 평균을 살펴보면(Table 6 참고), '물리 수업 중 선생님의 설명을 이해할 수 있다.' 문항에 대한 평균이 4.37(*SD*=1.736)으로 가장 높게 나타났으며, '물리와 관련된 TV 다큐멘터리의 내용을 이해할 수 있다.'는 4.20(*SD*=1.563)으로 이 역시 평균이 4.00 넘어 학생들이 긍정적인 자신감을 보인 문항으로 해석할 수 있다. 한편, '일상생활에서 경험한 현상을 물리 이론으로 설명할 수 있다'는 문항은 평균 3.84(*SD*=1.346)으로 물리 개념의 이해 및 적용 영역의 평균 (*M*=3.99, *SD*=1.162)보다 낮게 나타났다. 또한, 물리 학습의 이해 및 적용 영역에서 전반적으로 '친구에게 물리를 가르쳐 줄 수 있다.'는 문항을 제외한 물리 학습의 이해에 대한 자기효능감 문항들의 점수가 물리 학습의 적용에 대한 자기효능감 문항 들의 점수보다 상대적으로 다소 높은 점수를 나타내었다. 이를 통해 학생들이 물리 학습을 이해하는 부분에서 물리 학습의 내용을 적용하는 것보다 상대적으로 약간 높은 효능감을 가지고 있음을 알 수 있다.

2) 물리실험 영역

실험 영역의 문항별 평균 점수 결과를 분석해보면, 학생들은 '물리

Table 7. Means and standard deviations for confidence for experiment items

번호	문항	평균 (M)	표준편차 (SD)
실험1	물리실험을 할 때 정확한 측정을 할 수 있다.	3.90	1.427
실험2	물리실험을 통해 얻은 데이터를 원하는 형태(표, 그래프 등)로 변형할 수 있다.	3.87	1.536
실험3	물리실험 보고서를 작성할 수 있다.	4.05	1.382
실험4	물리실험의 순서를 계획할 수 있다.	3.96	1.315
실험5	물리실험의 결과를 해석할 수 있다.	4.00	1.420

Table 8. Means and standard deviations for achievement motivation items

번호	문항	평균 (M)	표준편차 (SD)
성취1	대학에 진학해서도 물리 관련 과목을 수강하고 싶다.	3.73	1.686
성취2	물리 관련 학교 밖 활동(R&E, 탐구대회, 과학전람회 등)에서 좋은 결과를 낼 수 있다.	3.76	1.373
성취4	교내 물리 경시대회에서 좋은 성적을 얻을 수 있다.	3.61	1.373
성취5	물리 실험 보고서에 대한 점수를 잘 받을 수 있다.	4.05	1.337

실험 보고서를 작성할 수 있다.'는 문항(*M*=4.05, *SD*=1.382)과 '물리실험의 결과를 해석할 수 있다.'는 문항(*M*=4.00, *SD*=1.420)에 대해 자신 없지 않다고 대답하였다. 또한 실험 결과를 해석하고, 실험의 순서를 계획할 수 있다는 부분에서도 영역의 평균(*M*=3.96, *SD*=1.155)보다도 높은 평균을 보였다. 학생들은 측정과 데이터의 변형에 대한 문항에서 다소 낮은 점수가 나타나 이 부분에 대한 효능감이 낮음을 알 수 있다 (Table 7 참조).

3) 성취동기 영역

성취동기 영역의 평균은 3.79(*SD*=1.127)로 전체 물리 자기효능감의 평균 3.90(*SD*=1.033)에 비해 다소 낮게 나타났다. 성취동기 영역의 문항별 평균 점수 결과를 살펴보면, '물리 실험 보고서에 대한 점수를 잘 받을 수 있다.' 문항의 평균은 4.05(*SD*=1.337)로 성취동기 영역 문항 중 유일하게 4.00이 넘었다. 그 외의 문항들은 모두 3.80이하의 평균을 나타냈다(Table 8 참조). 이는 다른 영역에 해당 하는 문항들에 비해 다소 낮은 편이며, 성취동기 영역의 문항들에 대해 학생들이 자신 없다고 답하는 빈도가 높았다. 학생들은 교과활동인 물리 실험 보고서와 관련된 성취동기에 대해서는 상대적으로 높은 효능감을 가지고 있으나, 대학에서의 물리 관련 과목 수강이나, 학교 밖 활동, 물리 경시대회에서의 좋은 결과 등 교과 외 활동과 관련된 성취동기 영역에서 낮은 효능감을 가지고 있음을 알 수 있다.

4) 수학 영역

수학 영역의 평균과 표준편차를 Table 9에 요약하였다. 수학 영역의 평균은 3.76(*SD*=1.200)으로 나타났다. 수학 영역의 문항별 평균 점수 결과를 분석하면 '수업시간에 배운 물리이론을 수학적으로 증명할 수 있다.' 문항(*M*=3.89, *SD*=1.546)을 제외한 다른 문항들에 대해서는 영역평균보다 높은 효능감을 가지고 있으나, 물리이론을 수학적으로 증

Table 9. Means and standard deviations for confidence for mathematics items

번호	문항	평균 (M)	표준편차 (SD)
수학1	물리문제를 풀 때 필요한 수학적 계산을 할 수 있다.	3.89	1.546
수학2	수업시간에 배운 물리이론을 수학적으로 증명할 수 있다.	3.54	1.412
수학3	물리문제 해결에 도움이 되는 수학 공식을 적용할 수 있다.	3.79	1.315
수학4	수학시간에 배운 수식을 물리 이론과 연관시킬 수 있다.	3.81	1.431

명하는 부분에 대한 수학적 능력의 효능감 점수는 평균 점수보다 낮은 것을 볼 수 있다. 따라서 학생들은 물리와 관련된 수학능력에서 수학적 계산이나 공식을 적용하는 부분에 대해서는 상대적으로 다소 높은 효능감을 가지나, 수학적 증명에서 상대적으로 효능감이 낮다는 것을 알 수 있었다.

V. 결론

본 연구에서는 고등학생의 물리학습에 대한 자기효능감을 탐색하기 위하여 선행연구를 바탕으로 물리 자기효능감 척도(PSEI)를 개발하고 물리 Ⅰ을 선택한 이과 계열 고등학생들에게 적용하였다. 물리 자기효능감 척도는 물리 학습에 대한 인식과 수행에 대한 학생들의 자신감을 측정하기 위하여 맥락 특이적인 자기효능감 측정 수준에서 문항을 개발하였다. 특히, 본 연구에서는 기존의 물리 또는 과학 영역에서 자기효능감 측정에서 제외되어 왔던, 실험과 수학 능력에 대한 자신감을 측정 영역에 포함하였다. 실험과 수학 능력은 고등학생의 물리학습에서 자기효능감에 영향을 주는 중요한 요인에 속한다(Mun *et al*., 2013). 개발된 문항은 요인분석을 통해 그 요인 구조의 타당성을 확인 하였으며, 물리 자기효능감의 측정 도구는 '물리학습의 이해 및 적용', '물리실험', '성취동기', '수학능력'을 하위영역으로 구성되었다. 본 연구에서 개발한 물리 자기효능감 척도(PSEI)는 고등학교에서 물리를 학습하는 학생들이 스스로 자신의 학습에 대한 신념이나 자신감에 대해 생각해 볼 수 있는 기회를 제공한다. 더불어 교사와 연구자들이 물리 학습에 대한 새로운 교수-학습 전략을 개발하거나, 학생들의 물리 학업 성취를 높이기 위한 방안을 모색하기 위한 연구 및 수업을 진행할 때에 학생들의 물리 자기효능감을 측정하는 용도로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

물리 자기효능감 척도(PSEI, 7점 Likert 척도)를 이용하여 측정한 고등학생 전체의 평균(M)은 3.90(SD=1.033)으로 나타났으며, 자연계 고등학생의 물리 자기 효능감은 부정적이지는 않으나, 높지 않았다. 물리 자기효능감의 하위 요소들 중 '물리 학습의 이해 및 적용'(M=3.99, SD=1.162) 영역과 '물리 실험'(M=3.96, SD=1.155) 영역의 자기효능감의 평균이 '성취동기'(M=3.79, SD=1.127) 영역과 '수학능력'(M=3.76, SD=1.200) 영역에 비해 상대적으로 약간 높은 평균값을 보였다. 즉, 학생들은 학교 현장에서 이루어지는 물리 수업을 이해하고 실험을 수행하는 자신의 능력에 대한 자신감에 비해, 교과 외 활동 등에서의 성취나 물리와 관련된 수학적 능력에 대한 자신감이 낮게 나타났다.

본 연구결과에서는 고등학생의 물리 자기효능감에서 남학생과 여학생의 차이는 나타나지 않았다. 남학생과 여학생의 물리 자기효능감 척도(PSEI)의 평균값에는 차이가 없었으며(M_{male}=3.90, SD_{male}= 1.073, M_{female}=3.90, SD_{emale}=1.006), 하위영역에서도 성취동기를 제외한 다른 영역들은 성별차이에 대해 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 성취동기 영역에서는 남학생이 여학생보다 통계적으로 의미 있게 높은 점수를 가지고 있다는 연구 결과가 나타났으나, 긍정적인 자기효능감을 지니지는 않았다.

물리 자기효능감의 각 하위 영역에 대한 결론을 정리하면 다음과 같다.

물리 개념의 이해 및 적용 영역에서 고등학생들은 물리 수업에서 선생님의 설명을 이해하거나 물리와 관련한 내용을 이해한다는 문항에 대하여 다른 문항에 비해 평균이 높았으나, 전체적으로 학생들의 자기효능감은 낮게 나타났다.

물리실험 영역에 대한 학생들의 자기효능감은 성취 영역이나 수학 영역보다는 높게 나왔으나, 실험의 하위 문항에서 학생들이 실험 계획, 결과 해석, 보고서의 작성 부분에 대한 효능감이 실험의 측정과 데이터 변형에 대한 효능감보다 높게 나타났다. 과학 탐구 능력은 과학교육에서 중요한 위치에 있으며(Kim, 2003) 학생들의 탐구 과정에서 실험의 측정과 데이터의 변형은 탐구능력의 핵심 요소이므로 학생들의 자기효능감을 높일 수 있는 방안에 필요하다.

성취동기 영역에 대한 학생들의 자기효능감을 살펴보면, 물리 실험 보고서의 점수를 잘 받을 수 있다는 데에는 높은 자신감을 보였지만, 물리 관련 학교 밖 활동과 물리 경시대회 활동에 대해서는 다소 낮은 자신감을 보였다. 문항에 나타난 물리와 관련된 학습 경험을 수행해 본 학생과 수행해 보지 않은 학생 사이에서 그 차이가 나타날 수 있다. 연구 참여 학생들은 일반계 고등학교 자연계 학생들로, 물리 실험 보고서 작성은 여러 번 경험했지만, 물리 관련 학교 밖 활동(R&E 등)과 물리 경시대회에 참여하는 경험은 상대적으로 적을 것으로 예측된다. 따라서 문항간의 평균 차이만으로 학생들이 학교 밖 활동, 경시대회 등에 대한 성취동기가 다르다고는 해석하기는 어렵다. 그러나 학생들에게 다양한 물리 관련 학습 경험을 제공하는 것은 학생들의 성취동기를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

수학능력은 물리 자기효능감 전체 점수와 높은 정적 상관관계(r=0.845)에 있으며, 물리 학습을 하는데 있어 중요한 역할을 하고(Mun *et al*., 2013; Post *et al*., 1991), 대학에서 과학과 관련된 강의를 선택하는 데 있어서도 수학 자기효능감이 크게 영향을 미친다(Betz & Hackett, 1981). 학생의 수학 능력은 과학영역 중에서도 특히 물리학을 하는 데 있어 자신감을 저해하는 요인으로 작용할 수 있는 가능성이 있다. 학생들은 수학적 방법을 물리학의 개념들을 이해하고, 적용하는 데 어려움을 느끼고 있으며, 특히 '수업시간에 배운 물리이론을 수학적으로 증명할 수 있다.' 문항(M=3.54, SD=1.412)에 대한 낮은 평균을 고려하면, 학생들이 수학적 증명을 어려워 한다는 것을 유추할 수 있다.

Ⅵ. 제언

연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 학생들의 물리 효능감을 높이고 어려움을 극복할 수 있는 교수학습 방법에 대한 연구가 이루어져야 한다. 본 연구 결과에 따르면, 자연계열 학생들임에도 불구하고 물리 자기효능감의 점수가 높지

않다. 이는 현재 고등학교에서 물리 선택이 적고 학생들이 물리를 어려워하는 현실을 그대로 반영하고 있다. 또한 연구 결과, 대학에서의 물리 수강여부나 교과 외 활동에 대한 문항에서 남학생에 비해 여학생들이 낮은 효능감을 보이고 있어, 물리 학업에 대한 성취동기에 성차가 발생하는 원인을 파악하고 이를 도울 수 있는 방안을 마련해야 할 것이다. 또한 학생들은 구체적인 실천 상황에서 과제를 수행하는 경험을 통해 자기효능감이 높일 수 있으므로(Uzuntiryaki & Aydin, 2009) 문제를 해결할 수 있는 과제를 다양하게 제공해야 할 것이다.

둘째, 물리 자기효능감의 하위영역별로 심층적인 후속 연구로 요구된다. 연구 결과, 성취동기영역의 자기효능감 문항을 볼 때, 대학에서의 물리 수강 여부 및 학교 밖 활동(R&E, 탐구대회, 과학전람회), 물리경시대회에서의 좋은 결과, 물리 실험보고서의 좋은 점수를 받을 수 있을 거란 자기 능력에 대한 믿음에서 남녀 성별에 따른 차이는 무엇에 기인하는지에 대해서는 보다 분석적인 후속 연구가 필요하다. 또한 물리 관련 학교 밖 활동에 낮은 자신감을 보인 연구 결과를 바탕으로, 물리학습과 관련한 다양한 경험에 따른 물리 자기효능감의 차이를 연구할 수 있을 것이다. 수학 영역에서 학생들은 수학적 증명을 어려워하고, 수학 개념을 적용하는 데에 어려움을 느끼고 있었다. 물리학에서 수학은 물리 개념과 이론을 정교화 하고, 이론을 모형화 하는 중요한 과정이다. 따라서 학생들이 수학에 대한 불안이나 어려움으로 인해 물리학 자체를 기피고 어려워하지 않도록 수학 능력 및 수학에 대한 어려움과 물리 학습의 관계에 대한 심층적인 연구가 필요하다.

측정 도구를 이용한 다양한 후속 연구를 통해 개발된 측정 도구의 타당도와 신뢰도를 검사하고 높여나갈 수 있을 것이다. 이를 위해서는 정량적인 분석 뿐 아니라 학생의 학습과정과 면담 등과 같이 질적인 분석도 함께 이루어져야 할 것이다.

이와 같이 본 연구 결과는 물리 자기효능감 척도(PSEI)를 적용하여 성별에 따른 자기효능감의 차이, 물리영재와 일반학생의 차이, 학교급에 따른 자기효능감의 변화에 대한 추후 연구가 이루어져 다양한 관점에서 물리 학습에 대한 자기효능감의 정보를 수집할 수 있을 수 있음을 시사하고 있다. 또한 물리 자기효능감 척도(PSEI)를 이용하여 학생들의 낮은 물리 자기효능감을 형성하는 영역을 찾고 그 영역에서 학생들이 효능감이 높아질 수 있도록 교수학습방법의 개선을 하는데 도움을 줄 수 있을 것이라 기대된다.

국문요약

사회적 인지 이론에 기반을 둔 자기효능감은 학습 맥락에서의 학생들의 학습 동기와 수행의 예측자로 강조되어 왔다. 따라서 물리 학습에 대한 자기효능감 측정 도구의 개발은 학생들의 물리학습 능력의 발달 과정의 변화를 예측할 수 있다. 본 연구에서는 물리 학습과 관련된 수행 능력에 대한 학생들의 믿음을 측정할 수 있는 타당도와 신뢰도가 높은 도구를 개발하는 과정을 서술하고, 한국 자연계 고등학생들의 물리 학습과 수행에 대한 자기효능감을 조사하였다. 본 연구에서는 물리 자기효능감 척도(Physics Self-Efficacy Inventory: PSEI)는 Cronbach 알파 계수와 탐색적 요인분석을 통해 신뢰도와 타당도가 검증하였다. 요인분석결과를 통해 PSEI가 네 개의 하위 영역(물리 개념의 이해와 적용, 물리 실험, 성취동기, 수학 능력)으로 구조화될 수 있다는 것을 확인하였다. 또한 본 연구 결과는 한국 자연계 고등학생들이 네 영역 모두에서 비교적 높지 않은 자기효능감을 가지고 있음을 나타내었다. 개발된 측정 도구는 학생들의 물리 학습에 대한 동기, 자신감 등의 심리적 구인에 대해 이해할 수 있는 기반 자료가 될 수 있을 것이다. 또한 PSEI를 사전-사후 연구에 활용하면 학생들에 대한 자신감의 수준을 측정할 수 있어, 이러한 정보를 반영하여 학생들의 물리 개념이해를 높일 수 있는 교수-학습 전략에 대한 방안을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : 물리 자기효능감, 자기효능감, 물리학습, 자기효능감 측정

References

Andrew, S. (1998). Self-efficacy as a predictor of academic performance in science. Journal of Advanced Nursing, 27(3), 596-603.

Baldwin, J. A., Ebert-May, D., & Burns, D. J. (1999). The Development of a College Biology Self-Efficacy Instrument for Non majors. Science Education, 83(4), 397-408.

Bandura, A. (1986) Social foundations of thoughts and action: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. Educational Phychologist, 28(2), 117-148.

Bandura, A. (1997). The exercise of control. New York: W.H. Freeman and Co.

Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. Annual Review of Psychology, 52, 1-26.

Betz, N. E., Hackett, G. (1981). The relationships of career-related self-efficacy expectations to perceived career options in college women and men. Journal of Counseling Psychology, 28, 399-410.

Britner, S. L., & Pajares, F. (2001). Self-efficacy beliefs, motivation, race, and gender in middle school science. Journal of Women and Minorities in Science and Engineering, 7, 271-285.

Dalgety, J., Coll, R., & Jones, A. (2003). Development of Chemistry Attitudes and Experiences Questionnaire (CAEQ). Journal of Research in Science Teaching, 40(7), 649-668.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2002). Handbook of self-determination. Rochester, NY: The University of Rochester Press.

Elby, A. (1999). Another reason that physics students learn by rote. American Journal of Physics, 67(7), S53-S60.

Galton, M. (2009). Moving to secondary school: Initial encounters and their effects. In Perspectives on Education: Primary-secondary Transfer in Science (pp. 5-21). London, UK: The Wellcome Trust.

Hammer, D. (1994). Epistemological beliefs in introductory physics. Cognition and Instruction, 12(2), 151-183.

Jerusalem, M., & Schwarzer, R. (1992). Self-efficacy as a resource factor in stress appraisal processes. In R. Schwarzer (Ed.), Self-efficacy: Thought control of action (pp. 195-213). Washington, DC: Hemisphere.

Kim, A. (1998). Application of educational psychology to educational practice and future tasks: Focused on self-efficacy theory. Journal of Educational Psychology, 12(1), 105-128.

Kim, A., & Park, I-Y. (2001). Construction and validation of academic self-efficacy scale. The Journal of Educational Research, 39(1), 95-123.

Kim, M. (2003). (The) Characteristics of the under-achievers in science learning classified by grade or gender. Master's thesis. Ewha Womans University. Seoul.

Kim, S., Kwon, E., Yoon, M., So, Y., Kim, W., & Lee, S. (2004). The effects of types of concept map and Science self-efficacy on interest and comprehension: A comparison of 4th and 5th graders. The Korean Journal of Educational Psychology, 18(4), 17-31.

Kupermintz, H. (2002). Affective and conative factors as aptitude resources in high school science achievement. Educational Assessment, 8, 123-137.

Lau, S., & Roeser, R. W. (2002). Cognitive abilities and motivational

processes in high school students' situational engagement and achievement in science. Educational Assessment, 8(2), 139-162.

Lee, Y., & Lim, S. (2013). University students' self-efficacy about physics learning. New Physics: Sae Mulli, 63(4), 423-431.

Lim, S. (2001). The relation between cognitive belief about learning physics and understanding of wave concept. (Doctoral dissertation). Seoul National University. Seoul.

Lim, S. (2005). Trends and significance of research about beliefs in physics education and cultural approaches. Journal of the Korean Association for Science Education, 25(3), 371-381.

Maddux, J. E., Norton, L. W., & Stoltenberg, C. D. (1986). Self-efficacy expectancy, outcome expectancy, and outcome value: Relative effects on behavioral intentions. Journal of Personality and Social Psychology, 51, 783-789.

McMillan, J. H., & Forsyth, D. R. (1991). What theories of motivation say about why learners learn. New Directions for Teaching and Learning, 45, 39-46.

Millar, R., & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. London: King's College.

Mun, K., Mun, J., Shin, S., & Kim, S.-W. (2013). Exploring influence factors of physics gifted students' self efficacy. New Physics: Sae Mulli, 63(3), 227-237.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. International Journal of Science Education, 25(9), 1049-1079.

Owen, S. V., & Froman, R. D. (1998). Development of a college academic self-efficacy scale. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education. New Orleans, LA.

Pajares, F. (1996). Self-Efficacy beliefs and mathematical problem-solving of gifted students. Contemporary Educational Psychology, 21, 325-344.

Pajares, F. (2006). Self-efficacy Beliefs during adolescence: Implications for teachers and parents. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), Adolescence and education, Self-efficacy beliefs of adolescents (Vol. 5, pp. 339-367). Greenwich, CT: Information Age.

Post, P., Stewart, M. A., & Smith, P. I. (1991). Self-efficacy, interest, and consideration of math/science and non-math/science occupations among black freshmen. Journal of Vocational Behavior, 38, 179-186.

Redish, E. F., Steinberg, R. N., & Saul, J. M. (1998). Student expectations in introductory physics. American Journal of Physics, 66(3), 212-224.

Schunk, D. H. (1990). Goal setting and self-efficacy during self-regulated learning. Educational Psychologist, 25, 71-86.

Schunk, D. H. (1991). Self-Efficacy and academic motivation. Educational Psychologist, 26, 207-231.

Sherer, M., & Adams, C. H. (1983). Construct validation of the self-efficacy scale. Psychological Reports, 53, 899-902.

Sherer, M., Maddux, J. E., Mercandante, B., Prentice-Dunn, S., Jacobs, B., & Rogers, R. W. (1982). The self-efficacy scale: Construction and validation. Psychological Reports, 51, 663-671.

Tschannen-Moran, M., & Woolfolk Hoy, A. (2001). Teacher efficacy: Capturing and elusive construct. Teaching and Teacher Education, 17, 783-805.

Uzuntiryaki, E., & Aydin, Y. (2009). Development and validation of chemistry self-efficacy scale for college students. Research in Science Education, 39(4), 539-551.

Williams, J. E., & Coombs, W. T. (1996). An analysis of the reliability and validity of Bandura's multidimensional scales of perceived self-efficacy. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York.

Zimmerman, B. J., & Ringle, J. (1981). Effects of model persistence and statements of confidence on children's self-efficacy and problem solving. Journal of Educational Psychology, 73, 485-493.