

물리학습에서의 인지적 신념과 동기 신념에 대한 공과대학 학생의 인식과 교수자의 기대 비교

강유진·김지나[†]
부산대학교 물리교육과

Comparison Engineering Students' Beliefs with Professors' Expectations about the Cognitive Beliefs and the Motivational Beliefs in Learning Physics

Eugene Kang · Jina Kim[†]
Pusan National University

ABSTRACT

The study to improve engineering students' performance in studying physics lacked despite of the importance of studying physics in engineering education. The cognitive belief and the motivational belief in studying physics had a strong effect on studying physics. The purpose of this study was to seek the educational way through comparing professors' expectations with students' beliefs about the cognitive belief and the motivational belief in studying physics. The cognitive belief in studying physics was considered as variables like 'knowledge', 'learning' and 'relation'. The motivational belief in studying physics was considered as variables like 'expectancy' and 'value'. It was the 'expectancy' that was the most different dimension between professors' expectations and students' beliefs. It means that students have little confidence in their abilities to study physics, though professors expect their students to be confident. Professor who teaches physics to engineering students recognize these differences, need to have interest in affective domains of beliefs to teach. In addition, there is need to teaching and learning strategies that can lead engineering students' beliefs about ability to perform the task, the purpose, importance, interesting for physics.

Keywords: physics education, engineering student, cognitive belief, motivational belief

1. 서 론

공학전문가들을 대상으로 산업 현장에서 엔지니어가 갖추어야 할 능력인 공학기초능력 중 '창의공학 설계능력'의 구성요소에 대한 중요도를 조사 분석한 결과에 따르면, '기술적 문제를 해결할 때 요구되는 기본원리를 활용하는 능력'이 1순위, '다양한 전공분야로 구성된 공학적 문제를 분석하고 해결하기 위한 수학, 과학, 공학 등을 응용하는 능력'이 2순위, '공학 분야에 과학적 타당성의 근거를 제공하는 물리학, 생명과학, 정보과학 관련 지식'이 3순위로 조사되었다(김대영 외, 2006). 즉, 공학의 기초가 되는 수학 및 과학의 지식과 그것을 응용하는 능력이 중요함을 알 수 있다.

수학 및 과학의 중요성은 공학교육 프로그램의 인증기준에도 나타나있다. 우리나라의 공학인증기준의 프로그램 학습 성과 및

평가의 첫 번째 항목은 '수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력'이다. 프로그램의 교육목표 및 학습 성과를 달성하기 위한 교과영역 별 최소 이수학점은, '수학과 기초과학 교과목을 합하여 30학점이상으로 한다'고 명시되어 있다(한국공학교육인증원, 2011). 그리고 미국의 ABET 공학프로그램의 학습성과 내용에도 '수학, 과학, 공학의 적용 능력'이 첫 번째 항목으로 제시되어 있다(진성희, 조우석, 2011). 일본의 일반기술자교육인정기구의 학습교육 목표에도 '수학, 자연과학, 정보기술 지식과 그것의 응용 능력', '과학, 공학, 정보를 이용해서 사회의 요구를 폭넓게 해결하기 위한 설계능력'을 명시하고 있다(신동은 외, 2011).

과학 교과목 중에서 일반물리학은 공학의 기초로서 중요하기 때문에, 많은 공과대학의 교육과정에서 필수 과목으로 지정되어 있다. 예를 들어, A국립대학의 경우 공과대학 소속의 전체 학부가 일반물리학을 교육과정에 포함해서 필수적으로 이수하도록 하고 있고, 다른 B국립대학의 경우에도 1개 전공(건축학 전공)을 제외한 전체 학부에서 일반물리학을 교육과정에 포함

Received 9 November, 2012; Revised 4 January, 2013

Accepted 16 January, 2013

[†] Corresponding Author: mailtojina@pusan.ac.kr

해서 필수적으로 이수하도록 하고 있다.

공학 교육에서 수학 및 과학, 그 중에서 물리학의 중요성에도 불구하고, 최근 입시제도의 변화에 따라서, 고등학교 교육과정에서 미적분학이나 물리 교과목을 수강하지 않고 공과대학에 진학하는 경우도 발생하고 있다. 이러한 학생의 경우 기초학력 수준이 낮아질 수밖에 없다(노태완, 2008). 공과대학에 진학하는 학생의 수학과 과학의 기초 학력이 저하되면, 전공 교과목에 대한 학업 성취도 향상을 기대하기 어렵다. 따라서 공학의 기초가 되는 수학과 과학 분야 학업 성취에 대한 연구가 요구된다. 실제로, 공과대학 교육프로그램과 관련하여 MSC 교과목 중 수학과 교과목에 대한 연구가 이루어져 왔다(김남희, 2005; 전재복, 2008; 김광한 외, 2009). 그런데, 물리 교과목의 중요성에도 불구하고, 공과대학 학생의 물리학 수행 향상에 대한 연구는 비교적 적은 편이다.

물리학 수행 향상을 위한 교육적 방법으로 여러 가지가 제시되고 있다. 임성민(2001)은 물리학 수행에 영향을 미치는 요인으로 물리학에 대한 인지적 신념과 동기신념에 대한 연구를 하였다. 이 연구에 따르면, 학생이 학습에 대해서 가지고 있는 신념은 학생의 인지과정에 영향을 미치고, 그것은 학습의 과정에 영향을 미치게 되어, 학습 수행에 영향을 미치게 된다.

물리학에 대한 신념 수준이 물리학 수행에 영향을 미친다는 것을 고려할 때, 공과대학 학생의 물리학 수행과 관련된 학생의 신념수준을 연구하는 것은 중요한 과제가 될 것이다. 그리고 학생의 물리학 수행에 직접적인 영향을 미치는 물리 교수자가 공과대학 학생에게 기대하는 신념 수준을 연구하는 것도 중요한 과제가 될 것이다. 따라서 이 연구에서는 물리학에서의 인지적 신념과 물리학 동기 신념에 대한 공과대학 교수자의 기대와 학생들의 인식을 비교하여, 향후 공과대학 학생의 물리학 수행에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 이론적 배경

Hofer & Pintrich(2002)는 인식론적 신념을 지식의 본질과 학습의 과정에 대한 신념으로 정의하였다. Schommer(1994)는 지식과 학습의 본질에 관한 신념을 인식론적 신념이라고 정의하고, 학습능력, 지식의 구조, 학습 속도, 지식의 확실성을 인식론적 신념의 하위 영역으로 설정하였다. 이러한 인식론적 신념은 개인의 학습 결과에 직간접적으로 영향을 미치기 때문에, 교육학에서 중요하다. 예를 들어, 지식이 절대불변하는 것이라고 믿는 학습자는 불확실한 교과서의 내용을 영원불변한 사실로 해석하게 될 것이고, 학습능력이 선천적으로 정해져 있다고 믿는 학습자는 학교 생활에 적극적으로 참여하거나 즐거

움을 느끼지 못할 것이다(류종열, 2003).

인식론적 신념은 학습자의 학습 태도, 난이도가 높은 과제에 대한 끈기, 문장의 이해, 수학문제의 해결, 비구조화된 문제의 해결에 중요한 역할을 담당한다(Deweck & Leggett, 1988; Schommer, 1994). 성숙한 인식론적 신념을 가진 학습자는 학습에 있어서 적극적이고, 독립적이며, 끈기와 융통성이 있고, 개방적임을 알 수 있다(윤인, 2001).

과학교육에서 학생의 신념에 대한 연구는 크게 인식론적 측면과 심리적인 측면으로 나누어 생각할 수 있는데, 인식론적 측면에서 신념은 과학에 대한 구체적인 지식이 개인의 인지구조속으로 어떻게 통합되고 구성되는지에 대한 것이고, 심리적인 측면에서 신념은 동기 신념(motivational belief)으로써 이상적인 수행을 위한 노력, 지구력, 인내를 결정할 때 따르는 내적 규칙이다(임성민, 2001).

1. 물리학과 인지적 신념

Hammer(1994a, 1994b)는 지식과 학습에 대한 학생의 믿음을 인식론적 신념이라고 정의하였고, 물리학 구조에 대한 신념, 물리학 내용에 대한 신념, 물리학에 대한 신념으로 개념화한 후, 이러한 신념이 물리 개념 이해와 상관성이 있다고 논의하였다. Pomeroy(1993)는 과학학습을 위해 과학 지식의 본성에 대한 학생의 관점을 연구하는 것이 중요하다고 하였다. 이것을 Tsai(1998)는 과학적 인식론적 신념(scientific epistemological belief)이라고 정의하였다. Redish et al.(1998)은 물리학 수업 전에 학생이 수업내용과 방식에 대해 가지는 이해를 기대(expectations)라고 하였고, 그 중에서 물리학의 과정과 물리 지식의 구조에 대한 것을 인지적 기대(cognitive expectation)라고 하였다.

임성민(2001)은 지식과 학습에 대한 학생의 생각, 태도, 신념 또는 기대 등을 인지적 신념(cognitive belief)으로 정의하고, 물리학에 대한 인지적 신념을 물리학 지식의 본성에 대한 믿음과 자신에게 물리학 지식이 어떻게 형성되는가에 대한 믿음이라고 보았다. 그는 이러한 개념을 바탕으로 '지식 차원', '학습 차원', '관련 차원'의 3개의 하위 차원으로 구성된 '물리학에서의 인지적 신념의 평가도구'를 개발하였다(임성민, 2001).

2. 물리학과 동기 신념

서울대학교 교육연구소(1998)에 따르면, 동기는 어떤 행동을 유발시키고 그 행동의 방향을 정해주는 요인으로서 행동의 수준 또는 강도를 결정하는 심리적인 구조이며 과정이다. 학습이 특정 상황에서 목표지향적인 개인적 행동이라고 본다면, 강제

학습을 제외한 대부분의 학습 상황에서 동기적 요소가 영향을 미친다(임성민, 2001).

임성민(2001)은 물리학에서의 동기의 평가를 사회학습이론(social learning theory)의 ‘기대×가치 이론(expectancy×value theory)’에 근거하여, 구체적인 물리학습 상황에서 학습자가 자신의 학습 능력에 대한 믿음과 학습자가 느끼는 학습 과제의 내적 가치의 곱으로 정의하였다. 그는 이러한 개념을 바탕으로 ‘기대 차원’과 ‘가치 차원’의 2개의 하위 차원으로 구성된 ‘물리학습에서의 물리학습 동기의 평가도구’를 개발하였다.

3. 물리학습에서의 인지적 신념 및 동기 신념과 물리 학습 과정

물리학습에서의 인지적 신념은 학생 자신의 학습 수행을 검토하고 학습 방법을 선택하는 바탕이 된다(임성민, 2001). 예를 들어, ‘물리학 법칙은 일상 생활에서 자신이 경험하는 것과 관련이 깊다’고 믿는 학생은 물리학 공부를 하기 위해, 수업시간에 배운 새로운 기호와 수식을 암기하는 것 외에, 자신이 경험한 현상과 수업시간에 배운 이론을 관련지으면서 물리학에 대한 체감 이해를 깊이 있게 할 수 있을 것이다. 또한 동기 신념이 물리학습 과정에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, ‘물리 수업에서 배우는 내용이 흥미 있고, 그 내용을 좋아한다’는 믿음을 가진 학생은 물리학습을 외부의 강요가 아니라, 스스로 할 만한 가치가 있는 것으로 판단할 수 있을 것이다.

임성민(2001)의 연구에 의하면, 물리학습 과정은 물리학습에 대한 인지적 신념과 물리학습 동기, 초인지 활동, 물리학습 수행 등이 서로 강하게 작용하는 관계로 해석할 수 있고, 물리학습에 대한 인지적 신념은 물리학습 동기와 초인지 활동에 영향을 주고 받으면서 물리학습 수행에 영향을 미치는 주요 변인이 된다.

III. 연구의 방법

1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 광역시 소재 대학의 공과대학 학생으로서 일반물리학 수강생 356명과 공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자 9명이다.

2011년 2학기과 2011년 겨울 계절학기에 일반물리학을 수강하는 공과대학 학생을 대상으로 연구를 실시하였고, 학생의 응답 중 불성실하거나 일부가 결여된 자료를 제외하고 356명의 자료를 분석하였다. Table 1에서 보는 것처럼, 연구대상인 학생은 14개의 다양한 학과로 분포되어 있다. 일반물리학이 1학

Table 1 Distribution of students' majors

Major	Student(person)
Mechanical Engineering	95
Civil Engineering	3
Chemical and Biomolecular Engineering	14
Electronics and Electrical Engineering	9
Naval Architecture and Ocean Engineering	52
Materials Science and Engineering	70
Industrial Engineering	4
Computer Science and Engineering	30
Architectural	1
Nano Science and Nano Technology	5
Nanomaterials Engineering	5
Nanomedical Engineering	26
Nanofusion Engineering	22
Nanomechanics Engineering	20
TOTAL	356

Table 2 Distribution of students' grades

Grade	Student(person)
1st	282
2nd	36
3rd	27
4th	11
TOTAL	356

년 대상 과목이기 때문에 연구 대상 학년은 Table 2에서 보는 것처럼 1학년에 편중되어 표집되었다. 연구대상이 대학교에서 학과 생활이 1년 미만인 1학년이 대부분으로 학과별 특징이 나타나지 않았기 때문에, 학과별 분석은 따로 명시하지 않았다.

일반물리학 교수자는 물리학 및 물리교육 전공자로 공과대학 일반물리학 강의 경험이 있는 9명을 대상으로 하였다. 공과대학 학생들은 자신의 신념 수준에 대해 응답하였고, 교수자들은 공과대학 학생이 가지고 있기를 기대하는 신념의 수준을 응답하였다.

2. 검사도구

물리학습에 대한 인지적 신념과 물리학습의 동기에 대한 검사도구로는 임성민(2001)이 개발한 ‘물리학습에서의 인지적 신념과 물리학습 동기의 평가’를 사용하였다. 이 검사도구는 36개의 문항으로 구성되어 있다. 물리학습에 대한 인지적 신념 평가 문항 21개와 물리학습에서의 동기 요소 평가 문항 15개로 구성되어 있다. 각 문항은 강한 부정-부정-긍정-강한 긍정의 4단계의 리커트 척도 구성되어 있다. 일부 역으로 구성된

Table 3 Structure of students' cognitive belief and motivational belief in learning physics(Im, Sungmin, 2001)

	Dimension	Content	Meaning	Number of item
Cognitive Belief	Knowledge	Beliefs about the structure and content of physics knowledge	As a collection of isolated pieces or as a single coherent system	7
	Learning	Beliefs about learning physics or activities and work necessary to make sense out of physics	Whether it means receiving information or involves an active process of reconstructing one's own understanding	8
	Relation	Beliefs about the connection between physics and reality	Whether physics is unrelated to experience outside the classroom or whether it is useful to think about them together	6
Motivational Belief	Expectation	Beliefs about performance in physics tasks	Whether they have self-efficacy in learning physics or not	7
	Value	Beliefs about the aim and value in learning physics	Whether they evaluate what they are doing as valuable or not	8

문항은 역으로 환산하고 코딩하여 통계 분석하였다. 강한 부정 은 1점, 부정은 2점, 긍정은 3점, 강한 긍정은 4점으로, 각 문항의 평균값이 중간값인 2.5점보다 낮으면 부정적 신념을, 중간값보다 높으면 긍정적 신념을 가졌다고 해석할 수 있다. 평가 도구의 하위 차원, 세부 내용 그리고, 문항의 의미를 Table 3에 나타내었다.

물리학습에서의 인지적 신념의 하위 차원인 '지식' 차원의 인지적 신념은 물리학 지식이 어떻게 구성되어 있는가에 대한 신념으로, 지식에 대한 인식론적 이해를 바탕으로 한다. 예를 들어, '물리 문제를 풀 때 그 문제의 바탕이 되는 개념을 구체적으로 생각해 보는 것이 중요하다'는 믿음은 지식 차원에 속한다.

'학습' 차원의 인지적 신념은 물리학 지식이 어떻게 학습되는가에 대한 신념으로, 학습 수행에 대한 믿음이다. 예를 들어 '물리를 이해한다는 것은 전에 읽었거나 들었던 내용들을 회상하는 것이다'는 믿음은 학습 차원에 속한다.

'관련' 차원의 인지적 신념은 물리학 지식과 물리학습이 자신의 삶과 어떻게 관련되어 있는가에 대한 믿음이다. 예를 들어 '물리학은 실생활과 관련되어 있고 종종 그 관련성에 대해 생각하는 것은 도움이 된다'는 믿음은 관련 차원에 속한다.

물리학습 동기의 하위 차원인 '기대' 차원의 동기 신념은 물리학습 수행에서 자신의 과제 수행 능력에 대한 신념이다. 예를 들어, '나는 물리 수업 시간에 선생님께서 가르쳐 주시는 어떤 물리 내용이면 잘 이해할 수 있다고 믿는다'는 믿음은 기대 차원에 속한다.

'가치' 차원의 동기 신념은 과제에 대한 목적, 과제의 중요성 및 흥미에 대한 학생의 신념이다. 예를 들어, '나는 물리 수업에서 배우는 내용이 내게 유익하다고 생각한다'는 믿음은 가치 차원에 속한다.

IV. 결과 및 해석

1. 공과대학 학생들의 물리학습에서의 인지적 신념과 동기 신념

'지식' 문항의 점수가 높으면 물리학 지식을 '체계성'으로 인식한다는 의미이며, 점수가 낮으면 물리학 지식을 '단편성'으로 인식한다는 의미이다. '학습' 문항의 점수가 높으면 물리학 학습에서 '정보의 암기'를 중시한다는 의미이며, 점수가 낮으면 물리학 학습에서 '정보의 재조직'을 중시한다는 의미이다. '관련' 문항의 점수가 높으면 물리학의 '실생활 관련성'을 인식한다는 의미이며, 점수가 낮으면 물리학의 '실생활 무관성'을 인식한다는 의미이다. '기대' 문항의 점수가 높으면 물리학 학습에서 '긍정적 자아효능감'을 가진다는 의미이며, 점수가 낮으면 물리학 학습에서 '부정적 자아효능감'을 가진다는 의미이다. '가치' 문항의 점수가 높으면 물리학의 가치를 '긍정적으로 평가한다'는 의미이며, 점수가 낮으면 물리학의 가치를 '부정적으로 평가한다'는 의미이다.

공과대학 학생들의 물리학습에서의 인지적 신념의 평균값은 2.56, 동기 신념의 평균값 2.50으로 중간값인 2.50에 가깝다. 이것은 전체 대학생을 대상으로 이루어진 연구결과(임성민, 2001)와 사범대학 물리교육과 학생을 대상으로 이루어진 연구

Table 4 Mean of students' beliefs about learning physics

	Mean	Dimension	Mean
Cognitive Belief	2.56	Knowledge	2.42
		Learning	2.57
		Relation	2.68
Motivational Belief	2.50	Expectation	2.31
		Value	2.68

Table 5 Frequency of students' beliefs about learning physics

	Dimension	Frequency(Percent)			
		Strong Negative	Negative	Positive	Strong Positive
Cognitive Belief	Knowledge	294(12%)	1446(58%)	640(26%)	112(4%)
		A collection of isolated pieces(70%)		The coherent system(30%)	
	Learning	255(8%)	1195(40%)	1283(42%)	293(10%)
		Receiving information(48%)		Reconstructing one's understanding(52%)	
	Relation	140(7%)	624(29%)	1149(54%)	223(10%)
		Unrelated to real world(36%)		Related to real world(64%)	
Motivational Belief	Expectation	276(11%)	1318(53%)	753(30%)	145(6%)
		Negative self-efficacy(64%)		Positive self-efficacy(36%)	
	Value	138(5%)	908(32%)	1524(53%)	278(10%)
		Useless and uninteresting(37%)		Useful and interesting(63%)	

결과(이운정, 임성민, 2011)와 유사하다.

공과대학 학생들의 인지적 신념과 동기 신념의 하위 차원 평균 점수를 Table 4에 제시하였다. ‘학습’, ‘관련’, ‘가치’ 차원의 평균 점수는 중간값보다 높고, ‘지식’, ‘기대’ 차원의 평균 점수는 중간값보다 낮다. 공과대학 학생들은 ‘학습’ 차원에서 물리 학습을 정보의 재조직이라고 인식하였고, ‘관련’ 차원에서 물리학이 실생활 경험과 관련이 큰 지식이라고 인식하였다. ‘가치’ 차원에서 물리학습이 자신에게 가치 있는 활동이라고 인식하는 긍정적으로 반응으로 해석할 수 있다. 그리고 공과대학 학생들은 ‘지식’ 차원에서 물리지식이 단편적으로 구성되어 있다고 인식하였고, ‘기대’ 차원에서 스스로 물리학습을 잘 할 것이라고 기대하지는 않는다고 응답하였다.

Table 5에 하위 차원 문항의 4단계 리커트 척도에 대한 공과대학 학생들의 반응 빈도를 제시하였다. 60% 이상의 학생이 ‘지식’과 ‘기대’ 차원에서 부정적인 응답을 하였고, ‘관련’과 ‘가치’ 차원에서 긍정적인 응답을 하였다. 그리고 ‘학습’ 차원에서는 긍정과 부정의 비율이 비슷하였다.

물리학 지식이 어떻게 구성되었는가에 대한 지식 차원을 보면, 응답자 중 70%의 공과대학 학생이 물리학은 공식과 단편적인 정보의 나열이라고 인식하였고, 30%의 공과대학 학생은 물리학은 중요 개념을 포함하는 논리 정연한 체계라고 인식하였다. 물리학습에 대해서 48%의 공과대학 학생은 공식을 잘 암기해서 연습문제를 많이 푸는 것이라고 인식하고 있었고, 52%의 공과대학 학생은 수업이나 교재에서 배운 정보들을 다시 생각하고 재조직하는 것이라고 인식하고 있었다. 물리학과 실생활 경험의 관련성에 대해서 36%의 공과대학 학생은 물리학이 실생활 경험과 관련이 없다고 인식하고 있었고, 64%의 공과대학 학생은 관련이 있다고 인식하고 있었다. 자신의 물리 과제 수행 능력에 대해서 64%의 공과대학 학생은 자신이 물리학 학

습을 잘 하기 어렵다고 응답하였고, 36%의 공과대학 학생은 자신이 잘 할 수 있다고 응답하였다. 물리학습의 가치에 대해서 37%의 공과대학 학생은 물리학 학습이 흥미롭거나 유익하지 않다고 응답하였고, 63%는 물리학 학습이 흥미롭고 유익하다고 응답하였다.

2. 일반물리학 교수자가 기대하는 공과대학 학생들의 물리학습에서의 인지적 신념과 동기 신념

공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자들이 공과대학 학생에게 기대하는 물리학습에서의 인지적 신념과 동기 신념의 평균값은 중간값인 2.5보다 높고, 동기 신념의 평균값이 인지적 신념의 평균값보다 더 높다.

Table 6에서 보는 것처럼, 5개 하위차원의 평균값은 모두 중간값보다 높다. 교수자들은 공과대학 학생이 ‘지식’ 차원에서 물리지식이 논리적으로 일관된 체계라고 인식하기를 기대하고, ‘학습’ 차원에서 물리학습을 정보의 재조직이라고 인식하기를 기대하고, ‘관련’ 차원에서 물리학이 실생활 경험과 관련이 큰 지식이라고 인식하기를 기대한다고 해석할 수 있다. 그리고 ‘기대’ 차원에서 공과대학 학생이 물리학습에 대한 자신감을 가지기를 기대하고, ‘가치’ 차원에서 물리학습이 자신에게 가치 있

Table 6 Professors' expectations of students' beliefs about learning physics

	Mean	Dimension	Mean
Cognitive Belief	2.98	Knowledge	2.81
		Learning	2.92
		Relation	3.20
Motivational Belief	3.21	Expectation	3.02
		Value	3.40

Table 7 Frequency of professors' expectations of students' beliefs about learning physics

	Dimension	Frequency(Percent)			
		Strong Negative	Negative	Positive	Strong Positive
Cognitive Belief	Knowledge	3(5 %)	18(28 %)	30(48 %)	12(19 %)
		A collection of isolated pieces(33 %)		The coherent system(67%)	
	Learning	4(6 %)	14(19 %)	38(53 %)	16(22 %)
		Receiving information(25 %)		Reconstructing one's understanding(75 %)	
	Relation	0(0 %)	6(11 %)	31(57 %)	17(32 %)
		Unrelated to real world(11 %)		Related to real world(89 %)	
Motivational Belief	Expectation	0(0 %)	5(8 %)	52(83 %)	6(9 %)
		Negative self-efficacy(8%)		Positive self-efficacy(92 %)	
	Value	0(0 %)	0(0 %)	43(60 %)	29(40 %)
		Useless and uninteresting(0 %)		Useful and interesting(100 %)	

Table 8 Comparison students' beliefs with professors' expectations about learning physics

	Cognitive Belief			Motivational Belief	
	Knowledge	Learning	Relation	Expectation	Value
Students' beliefs	2.42	2.57	2.68	2.31	2.68
Professors' expectations	2.81	2.92	3.20	3.02	3.40
Difference	0.39	0.35	0.52	0.71	0.72

는 활동이라고 긍정적으로 인식하기를 기대한다고 해석할 수 있다.

Table 7에 하위 차원 문항의 4단계 리커트 척도에 대한 교수자들의 반응 빈도를 나타내었다. 물리학 지식이 어떻게 구성되었는가에 대한 지식의 차원에서, 응답자 중 67%의 교수자가 공과대학 학생이 물리학을 공식과 정보의 나열이 아니라 중요 개념을 포함하는 논리 정연한 체계로 인식하기를 기대하고 있다. 물리학습에 대해서, 75%의 교수자가 공과대학 학생이 물리학습을 수업이나 교재에서 배운 정보들을 스스로 생각하고 재조직하는 것이라고 인식하기를 기대하고 있다. 물리학과 실생활 경험의 관련성에 대해서, 89%의 교수자가 공과대학 학생이 실생활 경험과 관련이 있다고 인식하기를 기대하였다. 물리 과제 수행 능력에 대해서, 92%의 교수자가 공과대학 학생이 물리학 학습을 잘 할 수 있다고 인식하기를 기대하였다. 물리학습의 가치에 대해서, 모든 교수자는 학생이 물리학 학습을 흥미롭고 유익하다고 인식하기를 기대하였다.

3. 공과대학 학생과 일반물리학 교수자가 기대하는 인지적 신념과 동기 신념 비교

공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자들이 공과대학 학생에게 기대하는 신념의 수준은 학생의 신념 수준과 차이를 보인다. Table 8에서 보는 것처럼, 상대적으로 동기 신념에서 차이가 크고, 인지적 신념에서 차이가 적었다.

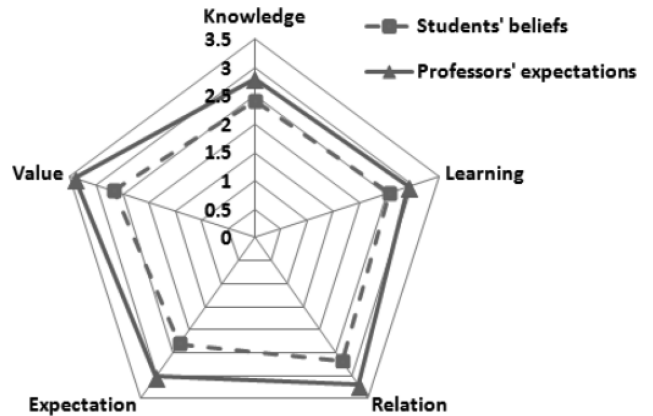


Fig. 1 Distribution of students' beliefs and professors' expectations about learning physics

동기 신념의 경우, 교수자들은 학생이 물리에 흥미를 가지고 스스로 잘 할 수 있다는 자신감을 가지고 있기를 바라지만, 학생의 흥미와 자신감은 교수들의 기대에 미치지 못하고 있음을 알 수 있다. 인지적 신념의 경우, 물리학이 실생활 경험과 관련되었다는 믿음인 '관련'에서 차이가 크다. 공과대학 학생과 공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자가 기대하는 인지적 신념과 동기 신념에 대한 분포는 Fig. 1과 같다.

공과대학 학생과 공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자가 기대하는 인지적 신념과 동기 신념의 빈도를 긍정과 부정으로 나누어 비교하였다. 강한 부정과 부정을 합하여 부정빈도

로, 강한 긍정과 긍정을 합하여 긍정빈도로 분석하였다.

지식 차원에서 교수자 67%가 물리학은 중요 개념을 포함하는 논리 정연한 체계라고 공과대학 학생이 인식하기를 기대하는데 비해, 공과대학 학생은 30%가 그렇게 인식하였고, 70%는 물리학을 단편적인 정보와 공식의 나열이라고 인식하였다.

학습 차원에서 공과대학 학생이 물리학습을 수업이나 교재에서 배운 정보들을 다시 생각하고 재조직하는 활동으로 인식하기를 기대하는 교수자가 75%인데 비해, 공과대학 학생의 52%가 그렇다고 응답하였다. 공과대학 학생의 48%는 물리학습을 공식을 암기해서 문제를 푸는 것이라고 인식하였다.

관련 차원에서 공과대학 학생이 물리학은 실생활 경험과 관련이 있다고 인식하기를 89%의 교수자가 기대하는데 비해, 공과대학 학생의 64%가 그렇다고 응답하였고, 공과대학 학생의 36%는 물리학이 실생활 경험과 관련이 없다고 응답하였다.

기대 차원에서 교수자 92%가 공과대학 학생이 물리학 학습에 자신감을 가지고 있기를 기대하는데 비해, 공과대학 학생의 36%만이 긍정적으로 응답하였고, 공과대학 학생의 64%는 자신감이 없다고 응답하였다.

가치 차원에서 교수자 전부가 공과대학 학생이 물리학 학습을 흥미롭고 유익하다고 생각하기를 기대하는데, 공과대학 학생의 63%가 긍정적으로 응답하였고, 37%는 물리학 학습이 흥미롭지 않고 유익하지 않다고 응답하였다.

5개의 하위 차원 중, 기대 차원에서 가장 큰 차이를 보였고, 학습 차원에서 가장 적은 차이를 보였다. 즉, 교수자들은 공과대학 학생이 스스로 물리학습을 잘할 수 있다고 자신감을 가지기를 바라는데 비해서, 공과대학 학생들의 자신감은 낮은 수준이었다. 그리고 공과대학 학생들은 교수자들의 기대만큼은 아니지만, 물리학 학습을 수업이나 교재에서 배운 정보들을 스스로 생각하고 재조직하는 것이라고 인식하였다.

공과대학 학생들의 인지적 신념과 동기 신념에 대한 평균값의 결과를 보면, 5가지 하위 차원 중에서 평균값이 중간값보다 낮은 차원은 지식 차원과 기대 차원이다. 그리고 공과대학 학생과 공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자가 기대하는 신념 수준의 평균값의 차이가 큰 차원은 기대와 가치 차원인데, 그 중에서 빈도차가 50% 이상인 차원은 기대 차원이다. 이러한 결과는 공과대학 학생들의 물리학 학습을 잘 할 수 있다는 신념은 교수자들의 기대에 미치지 못함을 알 수 있다.

V. 결론 및 논의

물리학습에서의 공과대학 학생의 인지적 신념과 동기 신념을 조사하였다. 지식과 기대 차원에서의 신념에서는 부정적 반응

을 보였고, 학습과 관련 및 가치 차원에서의 신념에서는 긍정적 반응을 보였다. 공과대학에서 일반물리학을 가르치는 교수자들은 인지적 신념과 동기 신념의 모든 하위 차원에서 공과대학 학생에게 긍정적인 신념을 기대하였다. 평균값과 빈도수를 비교하였을 때, 교수자들의 기대와 학생들의 신념 수준의 차이가 가장 큰 하위 차원은 기대 차원이고, 차이가 가장 적은 하위 차원은 학습 차원이다. 교수자들은 공과대학 학생이 물리학습에 대해서 자신감을 가지기를 바라는데 비해서, 공과대학 학생들의 자신감과 기대는 낮은 수준이다. 그리고 학생들은 교수자들의 기대만큼은 아니지만, 배운 정보들을 스스로 생각하고 재조직하는 것이 물리학습이라고 인식하고 있었다.

물리학습에 대한 학생의 실제 신념 수준은 공과대학에서 일반물리학을 강의하는 교수자의 기대 수준과 차이가 있음을 알 수 있다. 공과대학 학생에게 물리학을 강의하는 교수자는 공과대학 학생의 물리학에 대한 동기 신념이 교수자들이 기대한 것과는 차이가 있다는 것을 인식하고, 신념적 측면의 정의적 영역까지 관심을 가지고 지도할 필요가 있다. 교수자가 신념적 측면의 정의적 영역에까지 관심을 가지고 지도하게 될 때, 학생의 인지적 신념의 변화가 생기는지 여부와 그것이 물리학습 수행 향상에 직접적으로 도움이 되는지에 대한 추후 연구가 필요하다.

공과대학 학생의 물리학습에 대한 기대 신념이 낮은 결과는, 공과대학 학생의 물리학습에 대한 기대 신념을 강화하는 방안을 마련할 필요가 있다는 것을 시사한다. 학습에 대한 신념은 학습의 과정에 영향을 미치고 학습 수행에 영향을 미친다는 것을 고려하면, 공과대학 학생에게 물리학을 가르치는 교수자는 물리학 강의 중 공과대학 학생의 물리학에 대한 인지적 과정뿐만 아니라 공과대학 학생의 물리학습 수행에서의 학생의 과제 수행 능력에 대한 신념, 물리학에 대한 목적, 중요성, 흥미 등을 이끌 수 있는 교수 학습 전략을 고안할 필요가 있다.

이 연구는 지적 수준이 비슷한 공과대학 학생을 연구대상으로 하였기 때문에, 전체 공과대학 학생을 대표하기에는 한계를 가진다. 따라서 다양한 지적 수준 분포를 가진 공과대학 학생에 대한 추후 연구가 필요하다.

국문요약

공학 교육에서 물리학의 중요성에도 불구하고, 실제로 공과대학 학생의 물리학습 수행과 관련된 연구는 비교적 적은 편이다. 물리학습의 수행과 관련된 선행연구 결과에 의하면 물리학습에 대한 인지적 신념과 동기 신념은 물리학습에 강하게 영향을 미친다. 본 연구는 공과대학 학생의 물리학습에 대한 인지

적 신념과 동기 신념에 대한 교수자의 기대와 공과대학 학생의 인식 비교를 통해서, 교육적 시사점을 얻고자 하였다. 물리학습에 대한 인지적 신념과 동기 신념의 5가지 하위 차원 중에서, 교수자의 기대와 공과대학 학생의 인식에서 가장 큰 차이를 보인 차원은 기대 차원이었다. 교수자들은 공과대학 학생들이 물리학습에 대해서 자신감을 가지기를 바라는데 비해서, 학생들의 자신감과 기대는 낮은 수준이다. 공과대학 학생에게 물리학을 가르치는 교수자는 이러한 차이를 인식하고, 신념적 측면의 정의적 영역에 관심을 가지고 지도할 필요가 있다. 또한, 공과대학 학생의 물리학습 수행에서의 과제 수행 능력에 대한 신념, 물리학에 대한 목적, 중요성, 흥미 등을 이끌 수 있는 교수 학습 전략을 고안할 필요가 있다.

주제어: 물리교육, 공과대학 학생, 인지적 신념, 동기 신념

참고문헌

1. 김광한, 김병학, 김경석, 박은아(2009). 대학수학교육의 현황과 7차교육과정세대의 효율적인 수학교육방안. **수학교육논문집**, 23(2): 255-277.
2. 김남희(2005). 예비수학교사교육에서의 공학적 도구 활용 사례연구 - 7~9단계 수학습업과 연계된 교수학습 보조자료 개발을 중심으로 -. **학교수학**, 7(4): 337-352.
3. 김대영 외(2006). 공학전문가가 인식하는 공학기초능력의 구성요소에 관한 연구. **공학교육연구**, 9(2): 34-51.
4. 노태완(2008). **고등학교 제7차 교육과정을 이수한 공과대학 신입생의 수학 및 과학 과목에 대한 기초학력 평가 및 분석**. 2008 공학교육 학술대회 및 공과대학장협의회 워크샵 발표자료집, 431-434.
5. 류종열(2003). 인식론적 신념과 사회탐구 학업 성취도간의 관계에 대한 연구. **사회과학연구**, 10(2): 29-60.
6. 서울대학교 교육연구소(1998). **교육학대백과사전**. 하우동설: 서울.
7. 신동은, 최금진, 임승순(2011). 일본의 기술자교육인정평가의 실제와 문제점에 관한 연구. **공학교육연구**, 14(1): 20-31.
8. 윤인(2001). 한국 고등학생의 학습신념 변인 분석을 통한 학습신념의 문화 특수성 규명. **아시아교육연구**, 2(1): 113-134.
9. 이운정, 임성민(2011). 실험저널쓰기에서 나타난 예비과학교사들의 과학실험에 대한 반성적 사고 분석. **한국과학교육학회지**, 31(2): 198-209.
10. 임성민(2001). **물리학습에 대한 인지적 신념과 파동 개념 이해의 관계**. 서울대학교 박사학위 논문.

11. 전재복(2008). 바람직한 대기기초수학 교육과정 운영방안 - 공학기초수학을 중심으로 -. **수학교육논문집**, 22(40): 399-416.
12. 진성희, 조우석(2011). 한국과 미국의 프로그램 학습성과 평가 체계 사례분석. **공학교육연구**, 14(2): 13-20.
13. 한국공학교육인증원(2011). **공학인증기준2005(KEC2005)**. 한국공학교육인증원.
14. Deweck, C. S., & Leggett, E. L.(1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95(2): 256-273.
15. Hammer, D.(1994a). Students' belief about conceptual knowledge in introductory physics. *International Journal of Science Education*, 16(4): 385-403.
16. Hammer, D.(1994b). Epistemological beliefs in introductory physics. *Cognition and Instruction*, 12(2): 151-183.
17. Hofer, B., & Pintrch, P. R.(2002). *Personal Epistemology: The Psychology of Beliefs About Knowledge and Knowing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
18. Pomeroy, D.(1993). Implications of Teachers' Beliefs about the Nature of Science: Comparison of the Beliefs of Scientists, Secondary Science Teachers, and Elementary Teachers. *Science Education*, 77(3): 261-278.
19. Redish, F. R., Saul, J. M., & Steinberg, R. N.(1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3): 212-224.
20. Schommer, M.(1994). Synthesizing Epistemological Belief Research: Tentative Understandings and Provocative Confusions. *Educational Psychology Review*, 6(4): 293-319.
21. Tsai, C.(1998). An Analysis of Scientific Epistemological Beliefs and Learning Orientations of Taiwanese Eighth Graders. *Science Education*, 82(4): 473-489.



강유진(Eugene Kang)

2002년: 부산대학교 과학기술의역사와철학 석사
 2007년: 부산대학교 교육학과 물리교육전공 석사
 2013년: 부산대학교 과학교육학과 박사
 관심분야: 물리교육, 창의적 문제해결
 E-mail: soc-none@hanmail.net



김지나(Jina Kim)

2003년: 한국교원대학교 물리교육과 박사
 2003년~현재: 부산대학교 물리교육과 부교수
 관심분야: 물리교육, 물리개념변화
 E-mail: mailtojjina@pusan.ac.kr