

# 물리교육에서 신념 연구와 문화적 접근의 동향과 의의

임성민\*

대구대학교

## Trends and Significance of Research about Beliefs in Physics Education and Cultural Approaches

Im, Sungmin\*

Daegu University

**Abstract:** In this study recent trends of research about beliefs in physics education were discussed and cultural approaches were suggested. Cultural aspects in the contexts of science education were discussed and diverse aspects of beliefs in physics education-beliefs about nature, physics, learning physics, value and expectation, and learning physics-were analyzed considering cultural aspects. Finally, directions for future studies about beliefs and cultural approaches in physics education were suggested.

**Key words:** belief, culture, physics education, cultural approach

### I. 서론

과학교육을 통한 우수한 과학기술인력의 양성은 현대사회에서 국가의 생존과 번영과 직결된 문제이다. 이에 따라 각 국가사회는 당 시대의 사회적 배경과 관련하여 과학교육에 대한 관심과 개혁 노력을 지속적으로 기울이고 있다. 1960년대 미국을 중심으로는 교육의 질을, 특히 과학교육의 질을 향상시킨다는 사회적 공감대에 힘입어 교육내용의 선정에 있어 학문중심교육과정, 교육과정 편성과 교육방법에 있어서는 발견학습 또는 탐구학습이 주창되어왔다. 탐구학습을 중심으로 한 과학교육과정 개혁운동은 대부분 학생들의 과학에 대한 흥미 감소와 지속적인 교육의 질 저하로 인해 비판을 받았으며 이후 '모든 이를 위한 과학교육' 또는 '과학-기술-사회(STS)'교육으로 강조점이 전환되었다(Ziman, 1980).

과학교육 연구에 있어서는 인지론과 구성주의 심리학에 영향을 받아 1980년대 이래 학생의 선개념 연구와 개념변화이론이 주요 연구관심이 되어왔다. 이 연구 결과는 구성주의 과학학습모형이나 수업 방략의 제안, 그리고 교육과정 개발 등의 실천적 연구로 발전되고 있다. 다른 한편으로 학생의 과학에 대한 흥미, 동

기, 태도, 신념 등과 같은 과학교육에서의 정의적 특성은 오랫동안 지속된 관심 주제로서 바람직한 정의적 특성의 함양과 같이 과학교육의 목표로서 제안되었으며, 이를 위해 과학학습에서 정의적 특성의 개념화 및 타당한 평가를 중심으로 연구가 진행되기도 하였다(Gardener, 1996). 과학학습에서 정의적 특성은 최근에 이르러서는 과학학습이론의 주요 변인으로서 그 의미와 중요성이 강조되고 있다. 그 중에서도 과학지식과 과학학습에 대한 학생들의 신념은 물리 개념 이해와 같은 인지적 과정에 상보적으로 영향을 주는 심리적 구인이라는 연구 결과가 있다(임성민, 2001; Elby, 1999; Redish *et al.*, 1998; Hammer, 1994).

과학교육 연구가 인지적 학습과정에서부터 심리학적 구인으로 확장되는 한편 최근에 들어와서 주요 연구과제로 문화적 접근이 부각되고 있다. 학문중심 교육과정의 쇠퇴와 더불어 과학학습 상황에서 학습자에 대한 강조는 학습자 개개인의 사회문화적 배경에 대한 관심으로까지 이어졌다. '모든 이를 위한 과학'이라는 표어는 잠재적 과학기술인력만을 위한 과학에서 일반 학생을 위한 과학으로 관심을 전환하였으며 더 나아가 일반적인 교육 상황에서 소외받는 학생들에 대한 관심으로 발전하였다(Aikenhead & Jegede, 1999; Kyle, Jr., 1997). 과학교육학의 관심 주제로 남녀 성차에 대한

\*교신저자: 임성민(smphs@daegu.ac.kr)

\*\*2004.10.20(집수) 2004.12.29(1심통과) 2005.5.29(2심통과) 2005.6.2(최종통과)

연구로부터 인종 차이, 장애아와 비장애아, 그리고 문화 차이에 이르기까지 ‘평등을 위한 과학교육’이 최근 과학교육 연구의 주요 관심사가 되고 있다(Atwater, 2000; Rennie, 2000). 물리교육 분야에서는 ‘문화적 상황에서 물리교육학’이라는 주제로 국제학술대회가 개최되어 이에 대한 다양한 논의가 진행되기도 하였다 (Park, 2004)<sup>1)</sup>.

현대 과학교육 연구에서 신념은 인지적 과정을 설명하는 한 심리적 구인으로서 중요한 연구 주제이며, 한편으로 문화적 접근은 과학교육의 지향이라는 면과 과학학습과정에 대한 폭넓은 이해 면에서 부각되고 있는 연구 접근이다. 이에 본 연구에서는 물리학습 상황을 배경으로 하여 과학교육에서의 신념에 대한 연구와 문화적 접근에 대한 동향을 분석하고 의의를 논하고, 이를 바탕으로 물리교육 연구의 문화적 접근에 대한 방향을 제안하고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 물리교육에서 신념 연구의 동향과 문화적 접근의 필요성

물리학습과 관련하여 과학교육에서 학생의 신념에 대한 연구는 크게 인지적 연구와 심리학적 연구로 나누어 논의할 수 있다. 여기서는 인지적 및 심리학적 연구에 대한 동향과 함께 근래에 부각되고 있는 문화적 측면에서 신념 연구의 동향을 살펴본다.

#### 1) 인지적 연구

인지적 연구에서 신념이란 주로 과학철학이나 인식론 분야에서 논의되는 개념으로 물리학 등과 같은 구체적인 과제 영역에 대한 지식이 어떻게 개인의 인지구조 안으로 통합되고 구성되는가에 관련되어 있다 (Hofer & Pintrich, 1997). 즉, 물리학습에서 신념이란 물리학이란 어떤 학문인지, 물리학은 어떻게 공부하는 것인지 등에 대한 믿음이다.

물리학습의 신념에 대한 인지적 연구에서는 주로 학생들이 물리학의 구조와 내용, 학습 등에 대해 어떤 믿음을 가지고 있는가가 조사되고, 이러한 신념과 물리 개념 이해 혹은 물리학습 성취와의 상관성이 분석되었다. 이 연구들에 따르면 바람직한 물리학습을 위해서 학생들은 보다 물리학자적인 신념을 가져야 하며, 물리교육자들은 물리학습 상황에서 학생들의 신념을

고려하여 인식론적인 자원을 활용해야 한다(문성숙과 권재술, 2004; 임성민, 2001; Hammer, 2000; 1994, Elvy, 1999; Tsai, 1999; 1998, Redish *et al.*, 1998; Schommer, 1990).

#### 2) 심리학적 연구

물리교육에서 신념에 대한 다른 측면은 주로 사회 인지이론에 근거한 심리학이나 교육학에서 연구되고 있는 심리학적 측면이다. 이 때의 신념은 이상적인 학습 수행을 위해 노력, 지구력, 인내를 결정할 때 따르는 내적 규칙이며 학습 행동에 영향을 미친다. 과제 상황에 대한 학생 자신의 능력에 대한 믿음, 과제 수행에 있어서 학습자의 내적 가치, 학생의 학습 수행에 대한 교사의 기대 등과 같이 개인의 심리적 구인들이 여기에 해당된다. 따라서 여기서 말하는 물리학습에 대한 신념이란 학생들이 물리학습 상황에서 자신의 물리학습 수행 능력에 대한 믿음과, 물리학습 수행이 자신에게 어떤 의미를 갖는지에 대한 믿음이다.

이와 같은 측면에 대해 동기 신념(motivational belief)이라고 부르기도 한다. 학습과 관련한 동기 이론에 대해서는 교육심리학 분야에서 축적된 여러 논의들이 있는데 과학교육의 실제 및 연구에 있어서 관심사로 등장한 것은 그리 오래지 않다. 이러한 접근의 연구에 따르면 물리학습 상황에서 학생들의 물리학습 수행에 대한 자기효능감은 물리학습 성취에 중요한 역할을 한다. 따라서 교사들은 학생들이 물리학습의 내적 가치에 대해 인지하고 몰두할 수 있도록 도와야 한다 (임성민, 2001; Baldwin *et al.*, 1999; Pintrich *et al.*, 1998; Pajares, 1996; Pintrich & DeGroot, 1990).

#### 3) 문화적 연구

최근 과학교육 연구 흐름 중 하나의 큰 줄기는 문화적 연구이다. 다시 말해 문화적 상황 속에서 과학교육을 논하거나, 과학교육의 본질을 문화적 측면으로 해석하는 연구 접근이라고 할 수 있는데, 물리학습에 대한 신념 연구도 이러한 맥락에서 반추해 볼 수 있다.

문화적 측면에서 신념은 문화를 형성하는 하나의 요소로서 개인 차원 혹은 집단 차원에서의 신념 체계를 의미한다. 따라서 이 때의 신념은 세계관, 자연관 등을 의미한다. 물리학습에서의 신념도 이러한 맥락에서 설명하자면, 물리학이 대상으로 하는 자연 세계에 대한 가치관과 세계관을 의미한다. 이런 의미에서 신

1) '2001 International Conference on Physics Education in Cultural context': 국제순수 및 응용물리연합회(IUPAP) 물리교육분과(ICPE)에서 주최하고 한국물리학회에서 주관한 국제물리교육학회로서 지난 2001년에 한국에서 전세계 14개국의 물리교육 관련 학자 211명이 모여서 진행하였다.

념 체계는 자연을 이해하는 지식 체계라고도 할 수 있다.

핀트리지 등(Pintrich *et al.* 1993)은 학습자의 인지구조의 변화 과정에만 강조를 둔 기존 개념변화 이론을 ‘차가운 개념변화 이론(cold conceptual change theory)’이라고 논평하며, 과학학습 과정을 바르게 이해하기 위해 학생들의 신념과 교실의 사회문화적 상황을 고려해야 한다고 하였다. 코번(Cobern, 1996)은 개념 변화 이론 대신 학생들의 자연과 지식에 대한 신념 체계가 변해야 한다는 ‘세계관 이론(worldview theory)’을 주장하며, 과학학습을 문화와 관련하여 논의할 것을 제안하였다. 코번(Cobern, 2000)은 다시 지식과 신념을 엄격하게 구분하는 것은 과학교육에서 바람직하지 않다고 주장하며, 학교 과학교육에서 과학관과 지식관에 대한 논의가 필요함을 제기하였다. 한편 푸울(Poole, 1995)은 신념과 가치가 과학과 과학교육에 있어 핵심적인 역할을 한다고 주장하며, 정신적, 도덕적, 사회적, 문화적 요소들이 어떻게 과학교육에 영향을 미치는지 과학교사들과 과학교육 연구자들이 주의할 필요가 있다고 하였다.

#### 4) 문화적 접근의 필요성

물리교육을 비롯하여 과학교육 연구에서 문화적 측면을 고려하는 것은 최근의 주된 연구 동향이다. 특히 신념에 대한 논의는 그것이 함의하는 바가 문화라는 개념과 여러 가지 면에서 중첩되어 있어 문화적 측면을 고려하는 연구가 필요하다. 그러나 신념과 문화라는 개념의 의미가 중첩되어 있다는 바로 그 점에서 이에 대한 연구의 제한이 따른다. 즉, 신념과 문화를 어떤 수준에서 정의하고 어떤 맥락에서 그 개념을 사용하는가에 따라서 전혀 다른 양상의 논의로 전개될 수 있다. 따라서 본 논의에서는 물리교육 연구에서 문화의 의미를 먼저 정리하고 그 후에 신념에 대해서도 이에 기준하여 문화와의 관련성을 따져보도록 한다. 이러한 논의는 다분히 연구자의 주관적인 해석에 기준한 것이므로, 문화와 신념에 대한 어떤 보편적인 합의를 유도한다기보다는 가능한 여러 가지 면을 탐색한다는 것에 의의가 있다. 이를 바탕으로 물리학습에서 신념에 대한 연구 혹은 물리교육의 문화적 연구에 대한 보다 폭넓은 안목을 갖고 의미있는 연구 과제를 추출하려고 한다.

#### 2. 물리교육 연구의 문화적 접근에 대한 고찰

물리교육 연구의 문화적 접근을 논의하기 위해 물

리교육 연구 맥락에서 문화라는 개념의 사용에 대한 몇 가지 고려할 점을 다음과 같이 기술해보도록 한다.

##### 1) 문화의 차원

문화는 상당히 광범위하고 포괄적인 개념으로 어떤 맥락에서 어떤 의미로 사용하는 지에 따라 논의의 방향이 달라질 수 있다(정병훈, 2001)<sup>2)</sup>. 예를 들어 ‘문화적 영향’이라는 개념이 사용되는 맥락을 보면 그 안에는 ‘서양문화’, ‘전통문화’, ‘학습자 문화’, ‘또래문화’ 등과 같이 다양한 방식으로 정의될 수 있는 개별 문화의 의미가 혼재될 수 있다. 따라서 물리교육 연구의 문화적 접근을 논하기 앞서 문화라는 개념의 사용 용례에 따른 의미 구분을 명확히 할 필요가 있다. 이를 위해 연구자는 과학교육 연구 및 일상적인 용어 사용 상황에서 문화라는 개념이 포함된 다양한 표현들(예를 들면, ‘△△문화’와 같은 표현)을 바탕으로 각 표현들의 공통점을 분석하고 분류하였으며, 문화의 차이를 논의할 때 어떻게 그 차이가 구분되는가를 바탕으로 문화의 의미 구분의 기준을 삼았다. 이를 바탕으로 연구자는 문화의 차원을 지역, 시대, 개인과 같이 세 차원으로 구분하여 논의하고자 한다(Fig. 1).

첫째, 지역 차원이란 개별 문화의 단위를 서양문화, 동양문화, 한국문화, 도시문화, 시골문화 등과 같이 구성원들이 속한 지역에 따라 구분하는 것이다. 지역에 대한 구분도 그 수준에 따라 동서양 구분에서 계속 세분화될 수 있겠으나 과학교육 맥락에서 흔히 문화적 영향을 언급할 때는 서양문화와 비서양문화로 구분하는 것이 일반적이다. 한국 물리교육 맥락에서는 물리학이 주로 서양근대문화의 산물이므로 서양문화와 동양문화, 혹은 서양문화와 한국문화로 구분할 수 있을 것이다. 이와 같이 지역 차원에 따른 문화의 구분은 문화인류학적인 관점에서 사용하는 문화의 의미와 가깝다.

둘째, 시대 차원이란 개별 문화의 단위를 전통문화와 현대문화, 혹은 고대문화, 중세문화, 근대문화 등과 같이 시대별로 문화를 구분하는 것이다. 예를 들면 ‘한국 문화 속 물리교육’을 언급할 때 한국 전통문화와 한국 현대문화에 따라서 문화적 영향을 고려할 수 있다. 시대 차원에 따른 문화의 구분은 문화에 대한 역사적 관점이라고 할 수 있다.

셋째, 개인 차원이란 개별 문화의 단위를 문화를 이루는 집단 구성에 따라 구분하는 것으로, 이를테면 과학자문화와 학습자문화 또는 여성문화와 남성문화, 아동문화와 성인문화 등으로 문화의 의미를 구분하는 것

2) 물리교육과 관련된 문화의 의미에 대해서는 ‘문화적 상황 속 물리교육 연구발표 및 토론회 1차 모임’중 정병훈의 글에서 탐색적으로 논하였다.

이다. 이는 보다 사회학적인 관점에서 문화에 대한 의미 구분이라고 할 수 있다.

이와 같이 일상적으로 사용하는 문화가 포함된 개념의 의미 구분을 바탕으로 문화의 세 차원을 구분하는 것은 문화적 연구와 관련된 논의를 보다 명확히 하는 데에는 도움이 될 것이다. 각 차원은 의미 구분상 서로 독립적이므로 이를 '차원'이라고 할 수 있고 '문화적 영향'을 언급할 때 문화를 이 세 차원으로 표현할 수 있다.<sup>3)</sup> 예를 들면, 우리나라 중학생들을 대상으로 한국 역사 속 과학탐방을 수행하는 맥락에서 관련되는 문화라는 개념은 한국문화, 전통문화, 학습자문화라는 세 차원으로 표현할 수 있다.

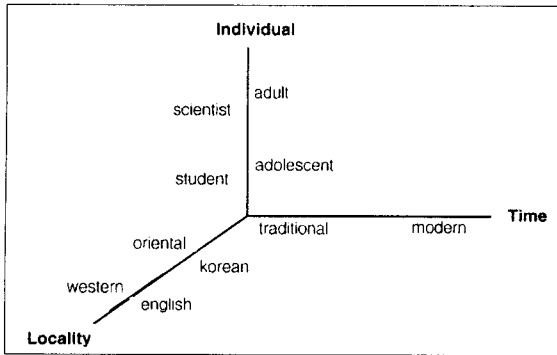


Fig. 1 An example of dimensional analysis in cultural approach

2) 과학에 대한 문화적 관점

(1) 일원주의와 다원주의

일원주의는 가능한 한 우리가 살고 있는 세계를 하나로 수렴하려고 하며, 다원주의는 그 세계를 다원화하려고 한다. 사실 하나의 세계를 다수로 볼 수도 있고 그 역도 성립한다. 단지 이는 그것을 보는 방식에 달린 것으로 그 보는 방식을 일원주의와 다원주의라고 할 수 있다. 일원주의자들은 복잡한 세계를 하나의 기본적인 틀로 환원하려 한다는 점에서 전통적인 물리학 입장과 유사하다.

다원주의자들은 오늘날의 시대를 전체적으로 보기에는 너무 복잡한 다원화의 시대라고 보고, 하나로 환원되어서는 안되는 세계들의 독립된 중요성을 강조하고 각 세계들의 범주에 알맞게 개념화한다(장상호, 1997). 예를 들어 Fig. 2에서 제시한 문항의 정답에 대해서 대부분의 자연과학도들은 1번을 정답이라고 할

것이다. 사물의 이치를 이해하는 유일한 방식으로 자연과학적 관점을 가지고 본다면 명백히 답은 한 가지가 된다. 하지만 세상을 이해하는 방식에 따라서는 2번을 정답이라고 하는 사람도 있을 것이다. 사실 어느 것을 '정답'이나 '오답'으로 구분할 수 없다. 이는 단지 자연과학적 답이거나 인문·종교적 답일 뿐이다.

Choose the one answer for each question.

Q1. How can you describe the rainfall?  
 1 It falls down for the condensation.  
 2 It comes by step with green grass.

Q2. How can you explain the falling of an apple?  
 1 For the gravitational interaction between an apple and the earth  
 2 To come back to the earth for the fruits

Q3. How can you see?  
 1 Eyes perceive the reflected light  
 2 God lights up the window of spirit

Fig. 2 An example revealing monism and pluralism

이는 세상을 바라보는 관점과 관련하여 일원주의와 다원주의적 세계관을 언급하기 위한 하나의 예시이다. 일원주의와 다원주의의 논쟁은 비교적 오랫동안 여러 분야에서 논의되고 있으며 어떤 특별한 절충점이 있는 것 같지도 않다. 물리교육의 문화적 연구에서도 일원주의와 다원주의적 세계관에 따라 논의의 방향과 결론이 달라질 수 있을 것이다. 앞에서 든 문항 예시도 일원주의와 다원주의 세계관을 비교하기 위한 것으로 정답은 반드시 어느 한 쪽이라는 주장은 모든 세계를 자연과학적 틀로 환원하여 바라보는 입장이며, 모든 답이 의미를 가진 정답이라는 주장은 다원적 세계를 인정하는 다원주의라고 할 수 있다.

그러나 물리교육 연구의 문화적 접근에서는 문화의 다양성과 그 영향을 고려하는 것이 기대되며 따라서 다원주의적 세계관에 입각한 논의가 보다 시사하는 바가 많을 것이라고 추론할 수 있다. 서로 다른 사회에서 유사한 개념이 서로 다르게 쓰이는 경우가 많다. 그 개별적인 개념은 그것이 속한 사회의 특수한 삶을 반영하는 방식을 설명한다. 예를 들면, 물리학자가 말하는 '힘'과 중학생이 말하는 '힘'은 같은 용어를 사용하더라도 그 의미와 사용하는 상황이 전혀 다를 수 있다. 전자기적 현상과 빛을 연결시키지 못해서 바른 개념 이해에 어려움을 겪는 학생들이 많지만, 어떤 나라에서는 일상생활에서 전기와 빛이 매우 밀접하기 때문

3) 물론 지역과 시대, 개인은 어느 정도 서로 영향을 받는다. 그러나 의미적으로는 분명히 서로 독립적이다. 이러한 차원 구분은 문화가 독립적인 세 차원으로 이루어져 있다는 것이라기보다는, 문화에 대한 용례를 분석하거나 논의할 때 명확한 의미 구분을 위해 수학적 도식을 빌어 편의상 표현하기 위한 것이다. 예를 들어 지역을 x축, 시대를 y축, 개인을 z축이라고 하면 문화는 이들을 변수로 하는 함수  $f(x, y, z)$ 로 표현할 수 있다.

에 전기를 학습할 때 그것이 빛과 어떻게 구분되는지를 공부하는 것이 매우 중요하다(Ross, 1982). 더운 지방에 살고 있는 어떤 부족은 차가운 것은 좋은 것이고 더운 것은 나쁜 것이라는 은유를 가지고 있고 열현상을 감정과 연관시키기도 한다. 각 문화집단은 그들의 경험을 유의미하게 조직하고 설명하기 위한 그들의 개념의 틀, 세계관, 신념체계 등을 가지고 있으며, 이를 이해하기 위해서는 그 문화 속에 들어가 그들의 관점에서 세계를 보려고 노력해야 한다(장상호, 1997). 과학을 문화와 연관하여 생각한다는 것은 문화의 획적 다양성을 인정하는 맥락에서 이루어 질 것이다. 이에 입각한 과학교육의 지향은 과학적 사고만이 세상을 이해하는 유일한 길이라는 것이 아니라, 다양한 방법 중에서 나름대로의 강점과 의미가 있는 한 가지 유용한 방법이라는 것에 강조를 두어야 할 것이다.

반면 푸올(Poole, 1995)은 과학 활동과 과학학습에서 근본적인 가치관과 절대 기준이 언제나 필요하다는 점을 강조하여 현대 과학교육의 다원주의적 접근을 비판하며, 일원주의적 입장에서 과학교육과 가치, 신념, 문화에 대한 관계를 기술하기도 하였다. 이를 위해 푸올은 다양한 과학사적 사례를 들어 과학의 발전과 진보에 있어서 보이지 않는 절대적인 가치 기준이 있어왔음을 주장하며, 과학과 종교의 갈등을 새로운 시각에서 바라보며 이를 과학교육에서 신념과 가치에 대한 교육 자료로서 제시하기도 한다.

## (2) 보편주의와 다문화주의

과학교육에서 문화적 연구에 대한 관심이 많아지며 최근 비교적 활발히 논의되고 있는데, 이러한 연구들은 서양근대과학과 다른 문화와의 관계 설정에 따라 크게 보편주의적 입장과 다문화주의적 입장으로 대별될 수 있다.

첫째, 보편주의 입장에서는 서양근대과학을 문화횡단(transcultural)의 방법으로서 이해한다. 즉, 서양근대과학이 다른 문화의 과학보다 우월하다는 입장에서 타 문화권이나 '과학적' 세계관이 형성되어 있지 않은 학습자에게 서양근대과학을 효과적으로 전수하는 것에 과학교육의 목적을 둔다. 여기서 말하는 '과학적'이란 다분히 서양근대문화의 산물(혹은 일부)로서 서양근대과학의 인식론과 세계관을 의미한다. 타 문화권에 서양근대과학이라는 문화를 전달해주는 것이 과학교육이라는 입장에서 다양한 문화적 상황에서의 과학교육을 강조한다. 즉, 다양한 문화적 상황 속에서 '과학적' 사고와 방법이 생활화되고 문화화되도록 하는 것이 필요하다(Lewis & Aikenhead, 2000; Stanley & Brickhouse,

2000).

보편주의는 일원주의와 유사하지만 일부 맥락을 달리 한다. 보편주의는 다른 문화와 다른 세계를 인정하고, 자연과학적 세계에서 이를 설명하는 방식인 '과학'은 하나의 보편적인 규칙과 구조가 존재한다는 입장이다. 서구에서 발달한 과학을 굳이 서양근대과학이라고 부르지 않고 그냥 과학이라고 부르는 것은 이러한 입장을 반영하며, 전통적인 과학자들의 입장이나 과학교육 연구들은 보편주의를 지향한다고 할 수 있다. 이러한 입장에서 신념과 관련된 과학교육 연구의 예를 들면 레디시 등(Redish *et al.*, 1998)은 '매릴랜드 물리 기대 조사(MPEX)'에서 물리학 관련 전문가의 신념을 '바람직함'의 기준으로 삼았다. 또 이와 유사한 다른 연구자들의 입장은 효과적인 물리학습을 위해 학생들에게 물리학습에 대한 '바람직한' 신념을 갖도록 하는 것이 필요하다는 주장이다(임성민, 2001; Hammer, 2000; Elvy, 1999; Matthews, 1994).

둘째, 다문화주의 입장에서는 과학을 서양 근대 문화 중 하나로서 인정하고 다른 문화에 대한 서양근대과학의 우월성을 논하지 않는다. 다만, 다른 여러 문화권에서 자연세계를 기술하고 설명하는 방식의 다양성을 인정할 뿐이다. 따라서 과학교육의 지향은 자연세계를 다양한 방식으로 기술할 수 있다는 점과 각각의 다양성을 강조하고, 오히려 어느 하나의 이해 방식에 묶여 있는 것을 타파하는 것이다. 예를 들어 서양 근대과학이 문화적 배경으로 자연스러운 서구 문화권에서는 다른 다양한 문화권에서 자연을 설명하는 다른 방식이 있음을 알도록 해야 하고, 비서구문화권에서는 자신의 고유한 전통문화와 서양근대과학을 함께 비교하며 다양한 방식으로 세계가 이해됨을 알게 해야 한다(Stanley & Brickhouse, 2000).

다문화주의 입장에서는 문화인류학적 관점에서 교육과 과학교육을 서술하기도 한다. 이런 의미에서 과학 학습은 '문화적 경계 가로지르기(border-crossing)'이며 보다 발전적인 의미에서 '문화적 경계 확장'이라고 할 수 있고, 과학교사는 그 경계를 허무는 자(culture-broker)이다(Aikenhead & Cobern, 1998). 이러한 입장에서 신념과 관련된 과학교육 연구는 코번(Cobern, 1996)의 세계관 이론으로 의미있는 과학학습은 학생 개개의 세계관이 확장되거나 변화하는 것이다.

## 3) 교육에 대한 문화적 관점: 사회문화적 관점과 문화인류학적 관점

교육에 대한 관점에 따라 과학교육의 지향, 목표, 내용, 방법 등이 달라질 것이다. 교육에 대한 전통적인

관점으로서 행동주의 심리학은 과학교육을 이해하는데 나름대로의 장점이 있고 과학교육 발전에 공헌하였으나 문화적 상황에서의 과학교육을 고려하기에는 부족한 면이 있다. 문화적 상황을 고려할 수 있는 다른 의미에서의 과학교육에 대한 관점은 크게 사회문화적 관점과 문화인류학적 관점으로 나뉘볼 수 있다 (Aikenhead & Cobern, 1998).

사회문화적 관점에서는 한 집단의 문화 전승으로서 교육을 설명한다. 즉, 과학교육이란 서양근대문화의 일부이든 한국 전통문화의 일부이든 문화로서 과학을 다음 세대 구성원 혹은 다른 문화권 구성원들에게 전승하는 일이다. 이 맥락에서 문화 전승은 사회화와 같은 의미이다. 앞서 논의한 보편주의 입장에서의 과학교육은 보다 사회문화적 관점의 교육관이라고 할 수 있다. 사회문화적 관점의 물리교육에서는 물리학자 사회의 관습과 규칙, 신념 체계, 학습 방식, 가치 체계 등을 효율적으로 사회화하는 것이 중요하다. 여기에는 명시적 형태의 지식 체계만이 아니라 명시적으로 드러낼 수 없는 각종 사고 방식과 신념 체계, 손재주 등과 같이 오랜 시간을 거쳐 사회화하는 과정으로만 전승되는 ‘암묵적 지식(tacit knowledge)’이 교육의 중요한 측면이다 (Polanyi, 1962; 장상호(1994)에서 재인용). 물리교육의 문화적 측면을 고려할 때 이와 같이 사회문화적 측면을 고려하는 것은 암기 위주, 기능주의 위주의 물리교육을 지양하고 손과 머리와 마음이 어우러지는 물리교육을 지향하는 데 시사하는 바가 크다.

문화인류학적 관점에서 교육은 한 집단 구성원에 대한 일종의 통과의식으로 과거와 현재, 또 미래에 공유할 문화적 규범과 관습에 따라 행동하도록 문화화(enculturation)하는 것이다. 이 관점에서 문화는 다양성을 인정할 뿐이지 우월을 논할 수 없다. 왜냐하면 서로 다른 문화에서는 비교한다는 것이 불가능하거나 의미없기 때문이다. 따라서 문화인류학적 관점에서 과학교육에 대한 서술은 앞서 논의한 다문화주의적 입장의 과학교육에 대한 서술과 같다. 문화인류학적 관점에서 과학교육을 서술하는 것은 과학교육의 목표 설정과 내용 구성, 방법 등에 새로운 관점을 제공하고 자국 문화에 대한 고려를 필수적으로 요구한다는 점에서 물리교육의 문화적 연구에서 매우 중요하다. 하지만 이에 대한 과학교육에서의 이론적 및 실천적 논의는 앞으로 많은 노력이 필요한 부분이다. 코번의 세계관 이론은 기존의 개념변화이론을 비판하며 대안적인 과학학습이론을 제시하였으나, 어떻게 세계관 변화가 가능한지에 대한 학습과정 논의가 엄격하게 진행될 필요가 있고, 세계관 변화가 과연 의미있는 변화인지의 가치판단 문

제, 보편주의와 다문화주의에 대한 논쟁 등 많은 후속 과제가 해결되어야 의미있게 공헌할 것이다. 문화인류학적 관점에서의 과학교육 연구는 서양문화권이면서 북미 인디언이나 호주 애보리진 등 토속 원주민 문화와의 관계를 해결해야 하는 미국, 캐나다, 호주 등에서 연구되고 있으며 자국내 과학교육 연구와 실천에서 직접적인 의미를 갖는다. 하지만, 그렇지 않은 다른 나라, 이를테면 단일민족인 한국과 같은 상황에서는 이러한 연구가 어떤 방향으로 진행되어야 할지 역시 고려해야 할 사항이다.

#### 4) 문화의 횡적 상대성과 종적 상대성

문화와 관련한 논의에서 한 가지 생각할 것은 그것의 횡적 상대성과 종적 상대성이다. 횡적 상대성은 문화의 다양성을 의미한다. 다원주의라든가 다문화주의 등은 그런 의미에서 횡적 상대성을 드러내는 개념이다. 서양문화와 동양문화, 여성문화와 남성문화는 횡적 상대성의 기준으로 이해할 수 있다. 문화에 대한 논의를 하기 위해서는 횡적 상대성을 고려하는 것은 필수적이다. 여기서 같은 문화 속에서는 종적 다양성의 수준 판별이 가능하나, 다른 문화끼리의 수준 판별은 더 생각해야 한다.

한편, 과학교육과 관련하여서는 종적 상대성을 논의해야만 한다. 종적 상대성은 한 학문 체계, 신념 체계, 혹은 한 문화 내에서의 상대성을 의미한다. 횡적 상대성이 문화의 상대성을 인정하고 어느 하나로 환원될 수 없음을 보여주는 것이라면, 종적 상대성은 한 문화에서 수준의 차이를 나타내는 것이다. 개구리와 올챙이는 전적으로 구조가 다르지만 동종의 다른 수준이다. 물리학습에서 문화를 논의할 때, 학생의 문화와 과학자의 문화가 어느 하나로 환원될 수 없음을 인정하는 것은 매우 중요하다. 하지만 이에 그쳐서는 안되며 각각의 문화가 내적으로 종적 상대성을 가지고 있어 ‘발전’한다는 개념이 들어가야 한다. 즉, 학생의 문화 속에서도 수준의 차이가 있다. 그 수준의 차이란 과학자의 문화를 가지고 설명할 수 없는 것이다. 어떤 것이 수준의 높은 것인가를 따지는 것은 학문이 어떻게 발전하는가 또는 개인의 이해가 어떻게 발전하는가와 관련된 문제로 근원적인 질문이지만 교육을 논함에 있어 핵심적인 질문이기도 하다. 어떤 의미에서 이러한 종적 상대성을 매개하는 것이 교육이라 할 수 있다.

#### 3. 물리학습 관련 신념과 문화적 접근

신념 역시 문화와 마찬가지로 상당히 포괄적이고 일반적인 용어이므로 물리학습과 관련한 신념과 문화

적 영향을 살펴보기 위해 신념에 대한 의미를 구분해야 한다. 여기서는 물리학과 관련한 신념만을 고려하기로 하고 신념의 대상 즉, 무엇에 대한 신념인가를 기준으로 신념의 의미를 구분하여 논하고자 한다. 물리학습 맥락에서 신념은 자연 세계에 대한 신념, 물리학에 대한 신념, 물리학습에 대한 신념, 물리학습의 가치와 의미에 대한 신념, 물리학습 능력에 대한 신념으로 크게 나눌 수 있다. 이와 같이 구분한 신념과 문화의 영향을 살펴보기 위해 문화를 앞서 논의한 바와 같이 지역 차원, 시대 차원, 개인 차원으로 나누어 분석한다. 또, 이와 같은 논의를 바탕으로 물리학습에서 신념 연구와 문화적 접근의 사례와 시사점을 제시한다.

### 1) 자연 세계에 대한 신념

물리학이 대상으로 하는 세계는 일반적으로 자연 세계다. 물리학과 관련하여 자연 세계에 대해 학습자가 어떤 신념을 갖고 있는가에 대한 고려는 중요하다. 즉, 학습자의 자연관에 따라 과학 수업 내용이 학습자의 기존 신념체계와 상보적으로 발전할 수도 있고, 또는 혼란을 줄 수도 있다.

서양문화와 동양문화, 혹은 토속 문화에 따라 자연을 이해하는 신념 체계는 다르다. 서양문화에서 자연을 정복할 대상, 분석적으로 이해할 대상으로 본다면<sup>4)</sup> 동양문화에서는 일반적으로 자연을 융화할 대상, 하나의 체계로서 이해할 대상으로 본다. 또 많은 토속문화에서도 자연은 삶의 바탕이며 동료다. 자연을 분석적으로 이해할 것을 요구하는 물리학을 동양문화 상황에서 학습하려고 할 때 물리학이 어렵고 지나치게 논리적인 것을 요구하고 딱딱하게 느껴질 수 있을 것이다.

과거문화와 현재문화로 나누어서 생각해볼 때 마찬가지로 논의를 할 수 있다. 시대가 지나며 문화가 크게 바뀌지 않은 경우에는 시대에 따른 문화의 구분이 의미없고 그에 따른 차이가 없을 수도 있다. 그러나 시대에 따라 문화의 차이를 보이는 경우는 자연관도 변할 수 있다. 예를 들어 한국 전통문화에서의 자연관은 전형적인 동양문화의 자연관이라고 할 수 있어도 전통문화와 서양문화가 혼재된 현대의 한국문화에서 자연관은 더 이상 전통문화적 자연관은 아닐 것이다. 전통문화 상황 속에서 물리교육을 논의할 때는 그 문화 상황에서의 자연관을 고려해야 할 것이다. 예를 들어 측우기를 탐구할 때 당시 문화에서의 자연관에 대한 이해는 더 폭넓은 탐구를 제공할 것이다.

학습자 문화와 과학자 문화에서 자연관에 따른 과학학습의 문제는 아동의 지구 개념 이해에서 그 예를 찾아볼 수 있다. 마찬가지로 공간, 힘, 물질, 에너지 등 물리 개념의 이해에 있어서도 학습자 문화의 자연관에 따른 차이를 논의할 수 있다.

### 2) 물리학에 대한 신념

두 번째로 생각해 볼 물리학에 대한 신념이란 물리학이 어떤 내용과 구조로 이루어지는 학문인가에 대한 물리학 지식에 대한 신념이다. 물리학이라는 지식 체계에 대한 신념과 문화의 영향에 대해서 우선 지역 차원의 문화에 대한 차이를 살펴보면, 자연과학에 대한 지식을 대하는 방식이 서양문화와 동양문화에서 사뭇 달랐다. 서양근대과학에서 물리학이 개념을 중시하고 개념과 개념 간의 관계로 이루어지는 체계로서 의미를 가진다면 동양문화에서의 물리학은 서양문화에서 생각 하는 것처럼 개념과 개념간의 관계 중심의 체계라기보다는 하나의 큰 이치로 구성된다고 할 수 있다. 물리학이 서양처럼 독립된 학문의 위치로 발전한 것이 아니라 철학과 기술 등과 구분이 잘 안되었던 것의 이유이기도 하다.

마찬가지로 과거문화와 현재문화에서 물리학에 대한 신념의 차이도 생각해 볼 수 있다. 우리나라 전통문화에서 물리학은 '격치학(格致學)'이라는 옛 이름에서 알 수 있듯이 사물의 품격과 운치를 다루는 학문으로 세상의 이치를 밝히는 것이다. 반면 현대 한국 문화에서의 물리학은 상당히 실용주의적 관점에 가까우리라 예상된다.

개인 차원별로 물리학에 대한 신념 차이는 과학자 문화와 학습자 문화에서의 차이를 생각해 볼 수 있다. 매릴랜드 대학 연구진의 MPEX 조사 결과는 이 두 문화권에서의 물리학에 대한 신념 차이가 분명함을 잘 보여준다.(Redish *et al.*, 1998) 또한, 학생들의 연령과 수준별로 물리학에 대한 신념에 차이가 있음도 생각할 수 있다(Im & Pak, 2004).

### 3) 물리학습에 대한 신념

물리학습에 대한 신념이란 물리학을 어떻게 학습하는지, 물리학 지식이 어떻게 구성되는지에 대한 신념이다. 이는 자연 세계를 바라보는 신념 체계와 물리학 지식 체계에 대한 신념에 의존할 것이다. 따라서 앞서 물리학에 대한 신념에 대한 문화적 영향과 동일한 논

4) 서양문화의 이러한 자연관은 기독교 사상과 근대과학의 영향에서 형성된 것으로 보인다. 기독교적 세계관에서 자연은 인간을 위해 창조되었고 신은 인간에게 '땅을 정복하고 다스리라'고 명령한다. 근대과학의 혁명 이후 결정론적 세계관은 근본법칙과 초기조건을 알고 통제할 수 있으면 인간이 자연을 완벽히 통제할 수 있다고 생각하였다.

의를 여기서도 할 수 있다.

한 가지 예로 과학자 문화와 학습자 문화에서 물리학에 대한 신념 차이는 매우 분명한데, 대부분의 물리학자들이 물리학은 몇 가지 기본적인 원리와 개념만 이해하면 되고 또 실험으로 확인하고 예측할 수 있다고 믿는 반면 상당수의 학생들은 물리를 대단히 복잡한 계산과 무수히 많은 공식들을 암기하여 대입하는 식으로 공부해야 한다고 믿는다(Im & Pak, 2004; Redish *et al.*, 1998)

#### 4) 물리학의 가치에 대한 신념

물리학의 가치에 대한 신념이란 물리학과 물리학이 자신과 사회에 어떤 중요성과 관련성을 가지는가에 대한 신념이다.

문화의 지역 차원별로 차이를 보면, 서양에서는 생존과 발전을 위해 자연과학 지식의 위치가 점점 상대적으로 중요성을 차지한 반면 동양에서 자연과학 지식은 상대적 중요성이 작았다. 동양문화에서 자연은 삶의 기본 바탕이므로 굳이 자연을 '이해할 필요'가 없었다고 생각해볼 수 있다. 또 문화의 시대 차원별로의 차이를 보더라도 한국 전통문화에서 과학기술에 대한 상대적 중요도가 인문학에 비해 낮았음을 알 수 있다. 또 근대 물리학의 태동이나 혁명기 때의 물리학이 주로 귀족들의 지적 유희 수준에서 가치를 가졌다면, 현대 서양이나 동양이나 물리학의 가치는 국가의 생존과 인류 문명의 발전에 필수적인 기초학문으로서 보다도 구적인 의미의 가치가 우세하다고 볼 수 있다. 마찬가지로 문화의 개인 차원별로도 이러한 신념의 차이가 있다. 과학자 문화인가 학습자 문화인가에 대한 이러한 신념의 차이도 물론 분명할 것이지만, 같은 학습자 집단에서라도 개인 변인에 따라 물리학의 가치와 의미가 다르리라고 생각할 수 있다.

#### 5) 물리 학습능력에 대한 신념

마지막으로 고려할 물리학 학습 능력에 대한 신념은 구체적인 물리학 학습 상황에서 자신의 학습 수행 능력에 대한 자신감이다. 이는 앞에서 논한 다른 신념에 비해 개인적이고 심리학적 변인이다. 따라서 문화적 영향을 논의할 때는 문화의 지역 차원이나 시대 차원보다 개인 차원에 대해 논의하는 것이 의미있다. 또 물리학 학습 능력에 대한 신념은 횡적 상대성을 고려할, 즉 문화적 다양성을 논의할만한 개념이 아니라 한 개인에게 이러한 신념이 높은지 낮은지를 고려해야 하는 개념이다. 다만, 문화의 개인 차원에서 고려할 때 학습자 집단의 물리학 학습 능력에 대한 신념이 저조하게 나올 경

우 이를 과학자 문화에서 분석할 것이 아니라 학습자 문화를 고려하여 판단하고 대처해야 할 것임을 생각해볼 수 있다.

이 구분의 신념에 대해서는 최근 과학교육연구에서 동기나 자기효능감 신념과 같은 주제로 다루고 있고, 이 연구들에서는 학생들에게 물리학 학습 능력에 대한 긍정적인 신념이 중요하다는 점을 강조하고 있다(Shoon & Boone, 1998; Pajares, 1996). 그러나 이러한 신념에 대한 연구에서 문화적 영향에 대한 고려는 보기 어렵다.

### III. 결론 및 논의

#### 1. 요약

본 연구에서는 물리교육에서 신념 연구의 동향을 인지적 연구와 심리학적 연구를 중심으로 소개하고 문화적 접근이 필요함을 주장하였다. 과학교육에서 문화적 연구의 의미를 분석적으로 논하기 위해 문화의 차원과 일원주의와 다원주의, 보편주의와 다문화주의, 사회문화적 관점과 문화인류학적 관점, 그리고 문화의 횡적 상대성과 종적 상대성을 고찰하였다. 또 이를 바탕으로 물리교육 상황에서 신념 연구의 문화적 측면을 자연세계에 대한 신념, 물리학에 대한 신념, 물리학에 대한 신념, 물리학에 대한 기대와 가치, 물리학 학습 능력에 대한 신념 등으로 구분하여 논의할 수 있음을 고찰하였다. 이를 바탕으로 물리학에 대한 신념 연구의 문화적 접근의 사례와 시사점을 논의하였다.

#### 2. 물리교육 연구의 문화적 접근에 대한 방향

물리학에 대한 신념 연구와 문화적 접근의 동향과 의의에 대한 이상의 논의로부터 연구자는 다음과 같이 물리교육 연구의 문화적 접근에 대한 방향을 제안하고자 한다.

첫째, 물리학 학습 과정의 이해를 위해 문화와 신념은 함께 고려해야 할 중요 변인이다.

선행연구자들의 지적과 같이 물리학 학습 과정에 대한 폭넓은 이해를 위해 다양한 측면에서의 신념에 대한 연구는 앞으로 지속적으로 연구해야 할 과제이다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 신념과 문화는 여러 가지 면에서 의미가 중첩되어 있고 상보적이다. 따라서 신념과 물리학의 관계를 분석적으로 이해하기 위해 문화적 접근이 필요하며, 마찬가지로 문화적 접근에서도 그 문화적 맥락에 따른 다양한 측면의 신념을 고려해야 한다. 문화의 차이는 구체적인 물리학 학습 상황에서 결국 신념의 차이로 나타날 수 있다. 즉, 문화에 따라



자연세계에 대한 신념, 물리학과 물리학습에 대한 신념, 가치에 대한 신념, 물리학습능력에 대한 신념이 다르게 나타날 수 있으며 이는 물리학습에 영향을 미친다. 이와 같은 접근의 연구는 물리학습 과정에 대한 보다 분석적인 이해를 가능하게 할 뿐 아니라 물리학습과 관련된 문화적 측면에 대한 다양한 연구과제와 시사점을 도출하리라 기대된다.

둘째, 물리교육 연구의 문화적 접근에 있어서 문화의 차원을 고려하여 문화적 맥락을 이해하고 분석한다.

문화적 차이 또는 문화적 영향이라는 개념을 사용할 때 그것이 동서양과 같은 지역 차원에 근거한 구분인지, 전통과 현대문화의 비교와 같이 시대 차원에 근거한 구분인지, 문화전달로서 학습을 설명할 때 과학자 문화와 학습자 문화를 언급하는 것처럼 개인 차원의 구분인지를 명확히 하고 논의할 필요가 있다. 예를 들어 학생의 과학개념 이해에 대한 연구들은 학습상황과 관련된 문화의 차원에 따라서 어떻게 다른 개념 이해를 나타내는지와 같이 재분석될 수 있다. 이와 같이 차원별로 다른 문화적 맥락에서 학생의 물리개념 이해와 학습과정을 이해하는 노력도 필요할 것이다.

셋째, 연구의 지향과 근거로서 과학과 문화에 대한 관점을 분명히 한다.

문화에 대한 논의의 바탕이 일원주의적 세계관에서인지 다원주의적 세계관을 바탕으로 하는 것인지, 또는 보편주의적 입장인지 다문화주의적 입장인지를 분명히 할 필요가 있다. 두 가지 다른 관점에서 물리교육과 문화를 논할 때 서로 다른 결론을 내릴 수도 있다. 다양한 세계관과 가치를 비교하고 인정하는 것이 주요한 학습목표가 될 수도 있지만, 단일한 기준에 의해 다양한 주장들을 판단하고 실천하는 능력을 함양하는 것이 지향이 될 수도 있다. 또, 서양과학문화를 다양한 문화적 상황 속에서 전승하는 것인가 아니면 자연을 이해하는 한 방편으로 서양과학문화와 자국의 고유한 과학문화가 있다는 것을 인식하게 하는 것인가로 과학교육의 지향이 달라질 수 있다. 물리학습에서 신념에 대한 연구를 예를 들자면, 물리학자적인 신념을 보다 '바람직한' 또는 '우월한' 신념이라고 볼 것인지 아니면 학습자 또는 고요문화에서의 신념과 대등한 입장에서 논할 것인지에 대해 고려해야 한다.

넷째, 문화의 횡적 상대성과 종적 상대성을 함께 고려한다.

문화에 따른 신념 체계의 다양성을 인정하는 것은 여러 문화적 연구에서 강조하는 부분이다. 그러나 종적 상대성에 대한 고려가 물리교육의 본질이다. 왜냐하면 교육이란 '수준의 발전'을 내포하기 때문이다. 물

리학습에 대한 문화인류학적 설명에서 문화 경계 가로 지르기로 교육을 설명하는데, 문화 간의 종적 상대성을 인정하지 않는다면 어느 쪽 문화로 넘어가든 별로 중요하지 않을 것이다. 그러나 분명히 물리교육은 어느 방향을 지향하고 있다. 그 지향점은 보편주의 입장인가 다문화주의 입장인가에 따라 달라질 수 있겠지만 특정한 지향이 있다는 것은 물리교육을 통하여 학습자의 문화가 더 나은 방향(종적으로 수준이 높아지는 방향)으로 넘어가거나 확장된다는 것을 의미하는 것이다. 문화의 종적 상대성을 고려하는 것이 보편주의와 같은 의미는 아닐 것이다.

### 3. 논의

과학교육에서의 신념 그리고 문화라는 거대한 주제에 대해서는 보다 분석적인 연구와 광범위하고 간학문적인 논의가 필요하다. 그럼에도 불구하고 이와 같은 주제에 대해 물리교육의 신념 연구라는 제한된 상황에서 논의하는 것은 과학교육 연구에 대한 다양한 통찰을 가능하게 할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 위해 물리교육 상황과 신념 연구의 맥락 뿐만 아니라 다양한 과학교육 상황과 연구 주제 맥락에서 과학교육 연구자들의 지속적인 관심과 이론적 및 실천적인 연구가 바탕이 되어야 할 것이다. 또, 과학교육 연구의 문화적 접근을 통한 질적 향상을 도모하기 위해 관련 연구자들의 비판적이고 건설적인 다양한 담론들이 요청된다.

## 국문 요약

본 연구에서는 물리교육에서 신념 연구의 동향을 고찰하고 최근 과학교육학의 주요 연구 과제로 제기되고 있는 과학교육학에서 문화적 연구의 동향과 의의를 물리학습 상황에서 고찰한 후 이어서 물리교육에서 신념과 문화라는 주제가 어떻게 연결될 수 있는지를 논의하였다. 물리교육에서 신념은 자연세계, 물리학, 물리학습과정, 물리학습의 기대와 가치, 물리학습능력 등에 대한 신념으로 구분할 수 있고 이와 같은 신념은 물리학습과정을 폭넓게 이해하는데 도움이 될 것이며, 이를 위하여 물리교육학 연구에서 다양한 문화적 접근이 필요함을 논의하였다. 이상의 물리학습에 대한 신념 연구와 문화적 접근의 동향과 의의에 대한 논의로부터 물리교육 연구의 문화적 접근에 대한 방향을 제안하였다.

## 참고문헌

문성숙, 권재술 (2004). 학습자의 역학적 에너지에 대

- 한 개념변화 중에 살펴본 물리 지식과 얇에 대한 인식론적 신념간의 관계, 한국과학교육학회지, 24(3), 499-518.
- 임성민 (2001). 물리 학습에 대한 인지적 신념과 파동 개념의 이해의 관계, 서울대학교 대학원 박사학위 논문, 미간행.
- 장상호 (1994). Polanyi: 인격적 지식의 확장, 서울: 교육과학사.
- 장상호 (1997). 학문과 교육 (상), 서울: 서울대학교 출판부.
- 정병훈 (2001). 물리 문화를 어떻게 이해할 것인가에 대한 서설. '문화적 상황 속 물리 교육 연구 발표 및 토론회 1차 모임' 자료집, 미간행.
- Aikenhead, G. S. & Cobern, W. W. (1998). Cultural aspect of science education; In B.J. Fraser and K.G. Tobin(eds.) (1998). *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers.
- Aikenhead, G. S. & Jegede, O. J. (1999). Cross-cultural science education: A cognitive explanation of a cultural phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(3), 269-287.
- Atwater, M. M. (2000). Females in science education: White is the norm and class, language, lifestyle, and religion are nonissues, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 386-387.
- Baldwin, J. A., Ebert-May, D., & Burns, D. J. (1999). The development of a college biology self-efficacy instrument for nonmajors, *Science Education*, 83(4), 397-408.
- Cobern, W. W. (2000). The nature of science and the role of knowledge and belief. *Science and Education*, 9, 219-246.
- Cobern, W. W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80(5), 579-610.
- Elby, A. (1999) "Another reason that physics students learn by rote," *Physics Education Research, Supplements. to the American Journal of Physics*. 67(7), S52-S57.
- Hammer, D. (2000). Students resources for learning introductory physics. *Physics Education Research, Supplements to the American Journal of Physics*, 68(7), S52-S59.
- Hammer, D. (1994). Students' belief about conceptual knowledge in introductory physics. *International Journal of Science Education*, 16(3), 385-403.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
- Gardner, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: A widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18(8), 913-919.
- Im, S., Pak, S. J. (2004). Secondary and university students' expectations on learning physics. *Journal of the Korean Physical Society*, 44(2), 217-222.
- Kyle, Jr., W. C. (1997). Editorial: What are the implications of shifting the focus of education from teaching to access, equity, learning, and technology?, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(8), 769-771.
- Pajares, F. (1996). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of Educational Research*, 66, 543-578.
- Park, Y ed. (2004). Teaching and learning of physics in cultural contexts, *Proceedings of the International Conference on Physics Education in Cultural contexts*, World Scientific Publishing Co.: Singapore.
- Pintrich, P. R., Marks, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational belief and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(3), 167-199.
- Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Poole, M. (1995). *Beliefs and values in science education*, Open University Press: Buckingham.
- Redish, F. R., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212-224.
- Rennie, L. J. (2000). Equity in science education: Gender is just one variable: Reply to Atwater, *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 391-393.
- Ross, K. A. (1982). Conceptual profiles and the cultural context. *European Journal of Science Education*, 4(3), 311-323.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 498-504.
- Schoone, K. J., Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers, *Science Education*, 82(6), 553-568.
- Tsai, C. (1998). An analysis of scientific epistemological belief and learning orientations of Taiwanese eighth

graders, *Science Education*, 82(5), 473-489.

Tsai, C. (1999). "Laboratory exercises help me memorize the scientific truths": A study of eighth graders' scientific epistemological views and learning in

laboratory activities, *Science Education*, 83(6), 655-674.

Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge:Cambridge University Press.