

# 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과에 관한 구조적 관계 분석

이경란 · 백남권 · 박종호  
(진주교육대학교)

## Analysis of the Structural Relationship among Learning Outcomes in Science Classes applying Universal Design for Learning

Lee, Kyoeng-Ran · Back, Nam-Gwon · Park, Jong-Ho  
(Chinju National University of Education)

### ABSTRACT

The variety of learners include students with disabilities and general students, and an ongoing focus of inclusive education research is non-discrimination. As part of integrated education, UDL (Universal Design for Learning) for students with disabilities supports a practical approach, participation, and advancement to improve learning opportunities for all students. The purpose of this study was to examine the effects of using UDL in science classes. The dependent variables of this study were academic achievement in science, scientific attitude, and scientific motivation. In this study, the experimental groups were 9 people in the 5th grade and 11 people in 6th grade. The experimental groups were taught science class using UDL. In order to analyze the learning outcomes, the structure equation model was performed. The results of this study were as follows: First, the science achievement of learning outcomes of the science class applying UDL directly affected both scientific attitude and scientific motivation. Second, the scientific attitude of learning outcomes of the science class applying UDL directly did not affect scientific motivation. According to these results, learning outcomes for science achievement of the science class applying UDL showed that UDL affected both general students and students with disabilities. To summarize the analysis of learning outcomes, science achievement directly affected both scientific attitude and scientific motivation while scientific attitude did not affect scientific motivation. This study offered a specific implementation method for integrated education. Using the structure equation model for analyzing the effect has more significance.

**Key words** : universal design for learning (UDL), structure equation model (SEM), science class, scientific motivation, scientific attitude, science achievement

## I. 서 론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

현대의 세계적인 흐름을 이해하기 위해 다양한 문화에 대한 이해와 존중의 필요성이 제기되고 있다. 다양화되는 시대에 맞추어 학교에서도 다양한 학생들의 특성을 이해하고, 모든 학생들이 학습 기

회를 향상시킬 수 있도록 노력해야 한다. 다양한 학습자에는 일반학생뿐만 아니라, 장애학생도 포함되며, 누구도 차별 받지 않는 교육을 위해서 통합 교육에 대한 연구가 이루어지고 있다. 모든 학생과 교사를 위한 좀 더 융통적인 교육을 위해 일반교육과 특수교육을 병합한 완전통합교육으로 일환으로 등장한 개념이 보편적 학습 설계(Universal Design

for Learning: UDL)이다(Rose & Meyer, 2002).

보편적 학습 설계는 건축학에서 사용된 ‘모든 이를 위한 보편적 설계’에서 유래된 것이다. 모든 이를 위한 보편적 설계는 노스캐롤라이나 주립대학(North Carolina State University)의 Ron Mace 교수(1997)가 장애인들의 건축물의 접근성 개선을 위한 보편적 설계를 제안하였다. 보편적 설계는 장애인들의 이동과 의사소통의 장벽을 해소함으로써 접근이 가능한 고유한 구조를 만드는 것이다. 보편적 설계와 같이 장애학생들을 포함한 모든 학생들이 일반교육과정에서 실질적인 접근, 참여, 진보를 지원하고, 학습 기회를 향상시키도록(Rose *et al.*, 2005) 교육과정을 재설계하는 것이 보편적 학습 설계이다. 이러한 보편적 학습설계는 통합교육에 있어서 매우 중요한 의미를 가질 수 있으며, 많은 연구자들의 관심과 연구를 필요로 하고 있다.

한편, 보편적 학습 설계를 현장에 적용하여 효과를 검증한 선행 연구들을 살펴보면 주로 국어, 미술, 음악, 과학 등의 교과에서 보편적 학습 설계를 적용한 연구가 진행되었으며, 최근에 모든 교과에 널리 확대되고 있다. 특히, 다른 교과에 비해서 과학 교과에 보편적 학습 설계를 적용한 연구가 많은 이유는 2007 개정 과학과 교육과정의 총괄 목표에서 궁극적으로 달성하고자 하는 목표 즉, ‘과학적 소양(Scientific Literacy)’에 있다고 할 수 있다. 과학적 소양은 1847년 Wilkinson(1847)이 ‘모든 이를 위한 과학(Science for all)’에서 처음 언급한 이후, 과학교육의 목적과 이념에서 아주 중요한 의미로 널리 사용되고 있다. 초·중등학교 과학 교육을 통해 달성하고자 하는 과학 교육의 목표가 소수의 전문적인 과학자나 기술자를 기르려고 하는 것이 아니라, 다수의 과학적 소양을 지닌 일반 시민을 기르는 것으로 ‘모든 이를 위한 과학’을 지향하고 있는 것이다. 과학과 교육과정의 목표인 ‘모든 이를 위한 과학’을 구현하기 위해 교수·학습 방법으로 모든 학생들에게 학습의 선택권을 넓혀 접근성이 용이하도록 하는 보편적 학습 설계를 적용하는 것은 모든 학생들을 위한 학습 기회를 향상시키는 계기가 될 수 있다.

과학교과에 적용한 연구 중에서 Dymond *et al.* (2006)은 고등학교의 장애 학생을 대상으로 공통 과학 교과에 보편적 학습 설계를 적용하여 질적 연구한 결과, 학습 매체의 다양화, 학생 활동에서 상

호작용 증가, 학생 참여의 선택권 제공 등으로 인해 교육적 성취 및 사회적 기술이 향상되었다고 보고 하였다. You(2010)는 보편적 학습 설계를 적용한 중학교 과학 교수·학습 자료가 지적 장애 학생의 수업참여행동과 학업수행능력에 긍정적인 효과를 주었다고 하였고, Cho(2011)는 초등학교 과학과에 보편적 학습 설계를 적용하여 비장애학생과 장애 학생의 과학학업성취도를 분석하여 비장애학생들에게는 과학학업성취도에 긍정적인 효과가 나타났다고 보고했다. Kwon(2012)은 중학교 과학과에 보편적 학습 설계를 적용하여 장애학생과 비장애학생 모두 과학학업성취도 및 수업참여도가 향상되었다고 분석하였다.

그리고 이들 과학교과의 보편적 학습 설계의 연구들은 과학 수업의 효과를 검증하기 위한 종속변인으로 주로 학업성취도, 수업참여도, 학업수행능력 등이 향상되었다는 연구들이 있다(Dymond *et al.*, 2006; You, 2010; Cho, 2011; Kwon, 2012). 특히, 대부분의 선행 연구는 종속 변인으로 학업성취도의 효과를 검증하여 인지적 요인에 대한 연구가 많았고, 정의적인 요인에 대한 연구가 부족한 편이다. 정의적 요인은 학습자의 합리적 사고를 촉진하여 창의적 문제해결력을 향상시키는 동기로 작용한다(Kim & Seo, 2011). 특히 과학적 태도는 과학학업성취도와 상관을 규명하여 과학적 태도의 영향력을 검증한 연구들이 있다(Cho, 2005; Ji, 2013). 과학적 태도는 과학을 올바르게 수행하는 데 필요하고 관련된 태도를 의미하며, 과학을 수행하기 위한 원동력으로 과학학업성취도에 많은 영향을 끼친다. 또한 학습에 있어서 동기는 학습 성과를 예측하는 중요한 변인이며, 특히 과학학습동기는 과학 교과를 학습하는 데 성공적이고 지속적인 학습을 위해 중요하게 여겨지고 있다. 그러므로 본 연구에서는 종속변인으로 인지적 요인의 과학학업성취도와 정의적 요인의 과학적 태도, 과학학습동기, 3개의 변인으로 선정하여 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업에 대한 학습 성과를 검증하고자 한다.

그리고 보편적 학습 설계를 과학 수업에 적용한 선행 연구에서는 학습 성과를 검증하기 위해서 사전·사후 검사를 실시하고, 기초통계치인 평균, 표준 편차를 활용하여 점수 차이 분석으로 효과를 검증하였다(Cho, 2011; Kwon, 2012). 사전·사후 중재 연구 중 점수 차이 분석 방법은 쉽게 사용할 수 있

다는 장점이 있지만, 낮은 신뢰성과 평균으로의 회귀에 대한 민감성 등으로 인해 다양한 비판을 받아왔다(Allison, 1990). 또한 동시적인 역사성의 개입의 가능성이 있다는 문제점을 갖고 있어 다른 우연적인 사건의 개입으로 실험방안의 내적 타당도에 위협을 줄 수 있다는 제한점을 지닌다.

이러한 통계의 제한점을 극복하기 위하여 신뢰성과 타당성을 높이고자 제시되는 통계기법으로 구조방정식 모형(Structure Equation Model: SEM)이 여러 학문 분야에서 광범위하게 사용되고 있다(Woo, 2012). 구조방정식 모형은 상관분석, 회귀분석, 요인분석 등 다양한 통계분석과 달리 다수의 종속변수와 독립변수들 간의 인과 및 상관관계를 동시에 확인할 수 있으며, 측정오차의 포함을 통해서 추정값들의 신뢰 및 조정이 좀 더 가능하여 정확한 분석에 접근할 수 있다. 또한 구조방정식모형은 사전·사후 검사 및 통계 집단의 상대적인 비교 없이 종속 변인 간의 인과관계를 규명할 수 있다는 이점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 실험 집단과 통제 집단과의 비교 및 사전·사후 차이를 검증하지 않고, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 후 학습 성과를 측정하여 종속 변인 간의 인과관계를 구조적으로 분석하고자 한다.

## 2. 연구 가설

본 연구의 연구 가설은 선행 연구(Dymond *et al.*, 2006; You, 2010; Cho, 2011; Kwon, 2012)를 바탕으로 가설 모형을 Fig. 1과 같이 설정하고, 과학학업성취도와 과학적 태도, 과학학습동기 간에 직·간접 효과를 구조방정식 모형으로 가설을 확인적 요인분석 하고자 한다.

가설 1. 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 실험 집단의 과학 학업성취도는 과학적 태도에 직접적인 영향력을 가질 것이다.

가설 2. 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을

실시한 실험 집단의 과학 학업성취도는 과학학습동기에 직접적인 영향력을 가질 것이다.

가설 3. 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 실험 집단의 과학적 태도는 과학학습동기에 직접적인 영향력을 가질 것이다.

가설 4. 과학적 태도는 과학학업성취도와 과학학습동기 간의 관계를 매개할 것이다.

## II. 연구 방법 및 절차

### 1. 연구대상

실험 집단은 경남 S군의 D초등학교에 재학 중인 5학년 9명, 6학년 11명을 대상으로 실시하였고, 실험집단의 6학년은 특수교육대상자 1명을 포함하고 있다. 본 연구는 장애학생을 포함한 모든 학생을 고려하여 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시하여 학습 성과를 구조적으로 분석하고자 한다. 모든 학생을 고려한 보편적 학습 설계를 진행하여 많은 표본으로 검증이 어려움이 있어 적은 표본으로 효과를 검증하였기 때문에 표집 집단의 크기의 영향을 받는 구조방정식 모형을 적용하여 일반화하는 데 제한점을 가진다.

### 2. 연구 설계

본 연구는 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과 간의 관계를 파악하기 위해 Table 1과 같이 과학학업성취도 검사를 3회 실시하였고, 과학적 태도와 과학학습동기는 Table 2와 같이 사후

Table 1. Research of science achievement

Group	Experimentation	Science achievement test
Experimental group N=20	$X_1$	$O_1$

$X_1$ : Science class applying UDL,  $O_1$ : Science achievement test(3 times).

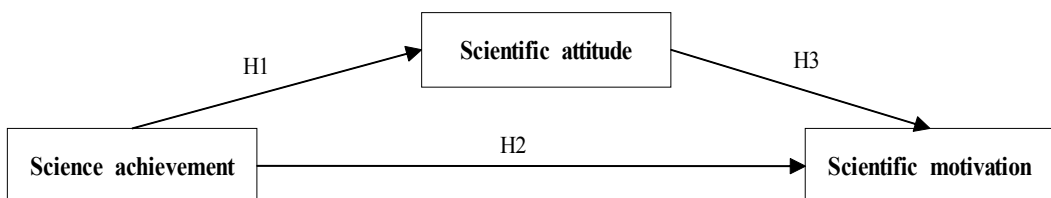


Fig. 1. Research hypotheses model

**Table 2.** Research of scientific attitude and scientific motivation

Group	Experimentation	Post-test (scientific attitude and scientific motivation)
Experimental group N=20	$X_1$	$O_1$

$X_1$ : Science class applying UDL,  $O_1$ : Post-test (scientific attitude and scientific motivation)

검사를 실시하였다.

### 3. 연구 수행 절차

본 연구의 수행 절차는 Table 3과 같이 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시하고, 학습 성과에 따른 연구 결과를 구조적으로 분석한다.

#### 1) 교육과정 분석 및 교수·학습 지도안 개발

본 연구는 5~6학년의 교육과정을 분석하여 보편적 학습 설계를 적용한 교수·학습 지도안을 개발하여 과학 수업에 적용하였다. 보편적 학습설계의 적용 단원을 선택하기 위하여 선행 연구와 2007 개정 과학과 교육과정을 참조하였다. Jung(2012)의 연구에 의하면, 2007 개정 과학과 교육과정 5학년 단원의 교수 곤란도와 학습 곤란도를 측정 한 연구에서 ‘물체의 속력’ 단원이 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 ‘전기 회로’ 단원이 높게 나타나, 교사 및 학생 모두 ‘운동과 에너지’ 영역을 어려워 한다는 것을 알 수 있다.

또한 5~6학년의 학습 내용 중 2007 개정 과학과 교육과정의 ‘에너지와 도구’ 단원이 유일하게 7~9학년군으로 이동하였다. ‘에너지’의 개념을 2009 개정 과학과 교육과정에서는 7학년의 ‘힘과 운동’ 단원과 연계하여 9학년에서 ‘일과 에너지의 전환’ 단원에서 배우게 된다. 6학년에서 9학년으로 ‘에너지’

**Table 3.** Research procedure

Procedure	Contents of research
1	Selection of study objects and equivalence check
2	Education course analysis and Teaching Learning scenario development
3	Applying Universal Design for Learning
4	Science achievement and scientific attitude, scientific motivation test
5	Analyzing results of study

**Table 4.** Application unit and time

	5th	6th
Unit	The speed of an object	Energy and tools
Time	10 times	9 times

의 학습 내용을 상향 조정 한 것은 학습 곤란도가 ‘운동과 에너지’ 영역에서 높게 나타나고, 에너지의 개념이 6학년 학생들에게 다소 어렵다고 판단한 것으로 유추할 수 있다. 그리하여 본 연구는 Table 4와 같이 5학년 ‘물체와 속력’ 단원, 6학년의 ‘에너지와 도구’ 단원에 보편적 학습 설계를 적용하여 학습 성과를 구조적으로 분석하였다.

#### 2) 보편적 학습 설계를 위한 교수·학습 지도안 개발 및 검토

본 연구에서는 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시하기 위하여 CAST(2004)에서 제시한 PAL(Planning for all learning) 4단계를 적용하여 교수·학습 지도안을 개발하였다. Table 5는 PAL 4단계를 적용하여 보편적 학습 설계를 적용한 수업을 계획한 내용이다. Table 6은 6학년 에너지와 도구 단원에 PAL 4단계를 적용하기 전과 비교하여 보편적 학습 설계를 적용한 예시는 나타난 것이다.

PAL 4단계를 적용한 내용을 살펴보면 첫째, PAL 1단계 목표 설정 단계에서는 2007 개정 과학과 교육과정의 성취기준을 분석하여 적용 전의 학습 목표를 세분화하여 3단계로 제시하였다. 수업을 시작하기 전에 학생들이 자신의 도전 수준을 정하여 모든 학생들이 자신이 선택한 학습 목표에 도달하도록 지원한다. 목표를 세분화하여 학생들이 선택할 수 있는 기회를 제공하는 것은 보편적 학습 설계의 원리 중 ‘다양한 참여 수단 제공’에 해당한다. 획일적인 목표를 제시하는 것이 아니라, 다양한 선택권을 제공함으로써 학생들의 흥미, 자율성, 자기조절 능력을 높일 수 있다.

둘째, PAL 2단계는 상황 분석 단계를 적용한 것이다. 교육과정의 분석을 통해 앞 차시의 다양한 에너지의 종류와 관련하여 지도해야 하며, ‘에너지 전환’은 학생들에게 친숙하지 않은 개념으로 실생활의 예를 활용하여 구체적으로 접근할 수 있도록 수업을 설계해야 한다. 학생에 대한 분석으로는 대부분의 학생들이 직접 참여하는 실험 활동을 선호

하고 있으며, 소극적인 학생들은 협동하여 문제를 해결하는 것을 선호한다. 또, 실험에 대한 이해도는 높으나, 이해한 내용을 글로 표현하는 데 어려움을 느끼는 학생들이 많다. 2단계 상황 분석 단계를 통해 교사는 사전에 학습의 어려움을 제거하고, 학생

들의 강점을 최대한으로 극대화시킬 수 있다. 교과용 지도서에 제시된 활동을 학생의 특성에 맞게 재구성하기 위해서는 2단계 상황 분석 단계가 필요하며, 학생들의 학습 목표 도달에도 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

**Table 5.** Application of PAL 4 step

PAL 4 step		Content
1 step	Goal setting	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Subdivide objectives according to achievement standards of 2007 science curriculum revision</li> <li>· Provide opportunity that students can choose objectives</li> </ul>
2 step	Situation analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Analyze curriculum and situation about student</li> <li>· Design class after understanding strong points and weak points for all students</li> </ul>
3 step	Instructional design	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Instructional design applying Universal Design for learning</li> <li>· Utilize various medias and materials</li> <li>· Suggest level objectives</li> <li>· Provide opportunity of various ways of participation</li> <li>· Provide individual study paper according to choosing objectives</li> </ul>
4 step	Execution and evaluation	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Execution and evaluation applying Universal Design for learning</li> </ul>

**Table 6.** Application example of PAL 4 step

PAL 4 step		Content
	Pre-application	<ul style="list-style-type: none"> <li>· I can an find example of energy conversion at the everyday life and explain the process.</li> </ul>
1 step	Goal setting	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Objective 1 I can explain that the energy is converted several energies.</li> <li>· Objective 2 I can find the process of energy conversion.</li> <li>· Objective 3 I can find the example of energy conversion at the everyday life and explain the process.</li> </ul>
2 step	Situation analysis	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Situation analysis about curriculum                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Connection with various kinds of energy at last class</li> <li>- 'energy conversion' is unfamiliar concept to students</li> <li>- Utilize various examples of practical life</li> </ul> </li> <li>· Situation analysis about students                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prefer to participate experiment activities directly</li> <li>- Passive students prefer to solving problems in collaboration.</li> <li>- An understanding of the experiment is high, but the concept in writing is weak.</li> </ul> </li> </ul>
3 step	Instructional design	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pre-application                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Talk about ways that can easily find a heat energy for warm oneself</li> <li>· Search the process to change kind of energy through simple experiment</li> <li>· Explain concept of 'energy conversion' in introduction</li> <li>· Talk about examples of energy conversion</li> </ul> </li> <li>Post-application                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Present various examples of 'energy conversion' through video</li> <li>· Search the process of energy conversion through experiment and cleanup process of experiment in materials</li> <li>· Present concept of 'energy conversion' through powerpoint</li> <li>· Talk about the example of energy conversion in practical life through utilizing photo and video.</li> <li>· Choose the materials according to choose objectives</li> </ul> </li> </ul>
4 step	Execution and evaluation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Application                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Teacher provides constant feedback after solving the materials according to choose objectives.</li> <li>· Recreate experiment equipments to adjust level difficulty of experiment in experiment that provide in textbook.</li> <li>· Explain in powerpoint to emphasize an important part.</li> <li>· Present precautions of experimental activities in powerpoint</li> <li>· Provide various way of evaluation e.g. observation assessment, self-assessment, paper examination etc.</li> <li>· Participate activities according to choosing participatory methods e.g. individual, pair, group etc.</li> </ul> </li> </ul>

셋째, PAL 3단계 수업 설계 단계를 적용 전과 적용 후를 비교한 것이다. ‘적용 전’이 내용은 6학년 과학 교사용 지도서에서 제시한 수업 방법이다. 과학 교사용 지도서에서는 수업의 도입에서 동기 유발을 위해 이야기하는 활동을 제시하였는데, 본 연구에서는 에너지 전환이 이용된 실생활의 다양한 장면을 동영상으로 제시하였다. 수업의 전개에서 교사용 지도서에서는 간단한 실험을 통해 에너지의 종류가 바뀌는 과정을 탐색하고, 교사가 ‘에너지 전환’의 개념을 설명으로 도입한다. 본 연구는 학생들이 실험한 내용을 글로 표현하는 데 어려움을 겪는 학생들을 안내해줄 수 있는 학습지를 제공하여 실험을 통해 이해한 내용을 정리할 수 있도록 돕는다. 그리고 ‘에너지 전환’의 개념을 파워포인트로 제시하여 다양한 매체를 활용한다. 또, 교과용 지도서에서는 실생활에서 에너지 전환이라는 예를 찾아서 이야기하는 활동을 하도록 하였는데, 본 연구에서는 사진 및 동영상을 활용하여 실생활에서 에너지 전환의 예를 쉽게 찾을 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 도입에서 자신이 선택한 학습 목표 수준에 맞는 학습지를 선택하여 학습한 내용을 정리 및 평가하는 기회를 제공하였다.

넷째, PAL 4단계 실험 및 단계를 적용한 것이다. 보편적 학습 설계를 과학 수업으로 실행하기 위해 학습자가 도전 수준을 선택할 수 있도록 학습지와 실험 도구를 다양화하여 제시하였다. 수업 도입에서 수준별 학습 목표에서 자신이 선택한 학습 목표에 해당하는 학습지를 선택하고, 실험 활동에서 실험 도구를 다양하게 재구성하여 실험의 난이도를 조정하여 학생들의 선택권을 넓히도록 하였다. 그리고 교사의 설명으로 개념을 도입하는 것이 아니라, 다양한 매체를 활용하여 학생들의 집중력, 흥미를 높이도록 하였다. 뿐만 아니라 학생들의 참여 방법을 다양화하고, 참여 방법을 선택하도록 하였다. 평가 방법, 실험에 참여하는 방법 등을 교사가 제시하는 대로 하는 것이 아니라, 학생들이 직접 선택하여 참여할 수 있도록 하여 학습 동기 및 자율성을 높이도록 하였다.

## 4. 검사도구

### 1) 과학학업성취도

5학년 물체의 속력 단위의 목표는 ‘속력의 의미

를 알고 물체의 속력을 비교할 수 있다.’이다. 물체와 속력 단원에서 1~4차시는 ‘일정한 시간을 가는데 걸린 시간’과 ‘일정한 시간에 간 거리’를 비교하여 속력을 비교하는 내용이고, 5~10차시는 속력을 단위를 이용하여 나타내어 물체의 빠르기를 비교하는 내용이다. 본 연구는 1~4차시와 5~10차시 두 부분으로 나누어 학업 성취도 평가 문항을 제작하여 과학학업성취도 검사를 실시하였고, 제 3 차 학업 성취도 평가는 1~10차시의 학습한 내용을 바탕으로 제작하여 실시하였다. 6학년 에너지와 도구 단원은 9차시 중 1~4차시는 에너지의 개념, 종류, 전환 및 실생활에 이용되는 예에 대한 내용이고, 5~9차시는 도르래, 지레, 빗면과 같은 도구를 사용하였을 때의 이로운 점에 대한 내용으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 1~4차시, 5~9차시로 나누어, 과학학업성취도 검사 문항을 제작하여 과학학업성취도 검사를 실시하였으며, 1~9차시의 학습 내용으로 제 3차 학업 성취도 평가 문항을 제작하였다.

평가 문항은 진주교육대학교 교육대학원 과학교육전공 교수 및 대학원생의 검토를 거쳐서 타당도를 검증하였고, 검사 도구의 신뢰도를 분석한 결과 Cronbach's  $\alpha$ 가 0.868로 나타나, 연구 도구로 적합하다고 판단하여 학년별로 각각 20문항씩 실시하였다.

### 2) 과학적 태도

보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과로 과학적 태도를 검사하기 위해서 Kim *et al.*(1998)이 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제로 개발한 검사 도구를 사용하였다. 이 도구는 Likert식으로 총 21개의 문항으로 긍정적인 문항 18개, 부정적인 문항 3개로 구성되어 있다. 과학적 태도 검사 도구는 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 총 7개의 하위 요소가 3문항씩 구성하였다.

### 3) 과학학습동기

본 연구에서는 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과로 과학학습동기를 검사하기 위해서 Anderman과 Young이 1994년 개발한 PALS(Patterns of Adaptive Survey)의 과학영역 버전(Science-Specific version)을 사용하였다. PALS는 여러 가지 동기 이론 중에 성취목표이론을 기초로 하여 만들어진 검

사도구로 총 33문항으로 이루어져 있다. 문항 형식은 Likert식 5점 척도로 나누어져 검사하였다. 과학 수업에 대한 동기를 측정하기 위하여 과학에 대한 자아효능감, 과학에 대한 피상적 전략, 과학에 대한 심층적 전략, 과학에 대한 자아개념능력, 과학에 대한 가치, 과학에 대한 기대, 과학에 대한 능력 중심 목표지향, 과학에 대한 학습 중심 목표지향으로 총 8개의 하위 요소로 구성하였다.

### 5. 연구 결과 분석

보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과인 과학학습성취도, 과학적 태도, 과학학습동기 간의 관계를 구조적으로 분석하기 위해 SPSS 12.0 과 AMOS 21.0을 이용하여 구조방정식 모형의 확인적 요인분석을 실시하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 보편적 학습 설계의 적용에 따른 학습 성과의 구조적 관계 분석

#### 1) 가설 연구 모형의 확인적 요인분석

##### (1) 측정 모형의 검증

구조방정식 모형을 활용하기 위해 먼저 측정모형의 적합도와 타당성을 검증하였다. 측정모형의 모수추정방법으로 최대우도추정법(Maximum Likelihood)을 사용하여 Table 7, Fig. 2와 같이 분석하였다.

Fig. 2는 측정모형의 모수치를 측정한 결과로서 잠재변수들 간의 직간접적인 인과 관계를 분석하는 통계기법을 나타낸 그림이다. 보편적 학습 설계

Table 7. Goodness of fit test results of the measurement model (n=20)

	$\chi^2$	<i>p</i>	<i>df</i>	CFI	TLI
Measurement model	175.703	.000	89	.639	.574
Proper criteria	-	>.05	-	>.90	>.90

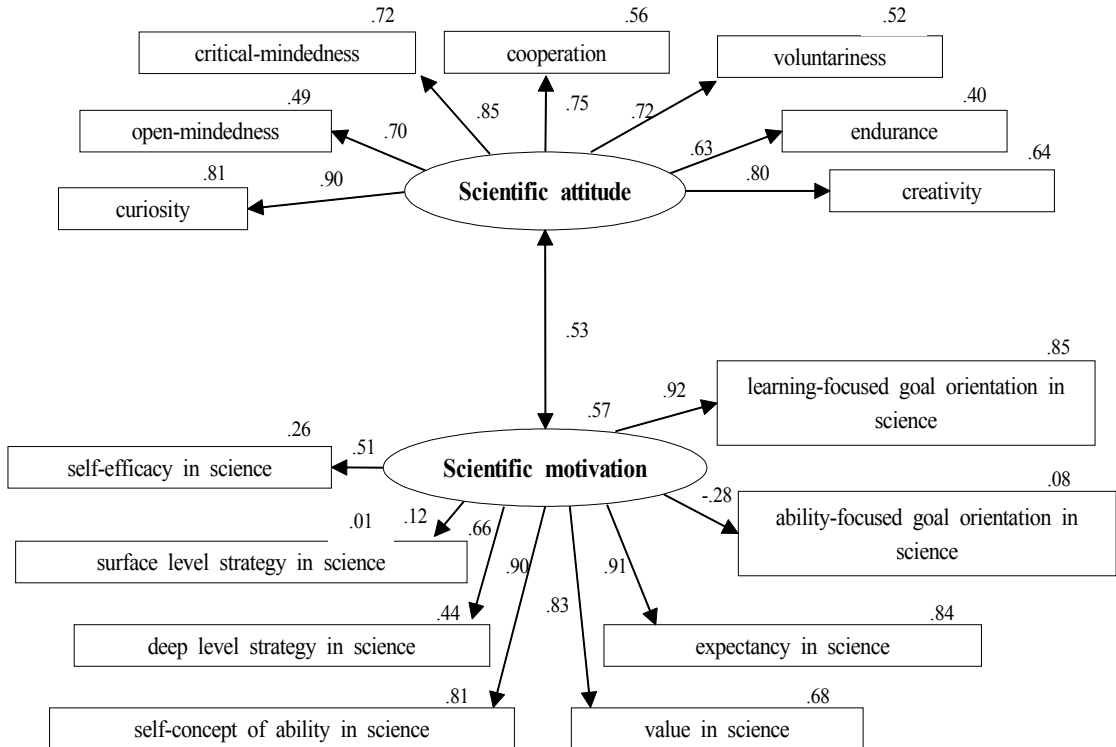


Fig. 2. Parameter estimation results of the measurement model

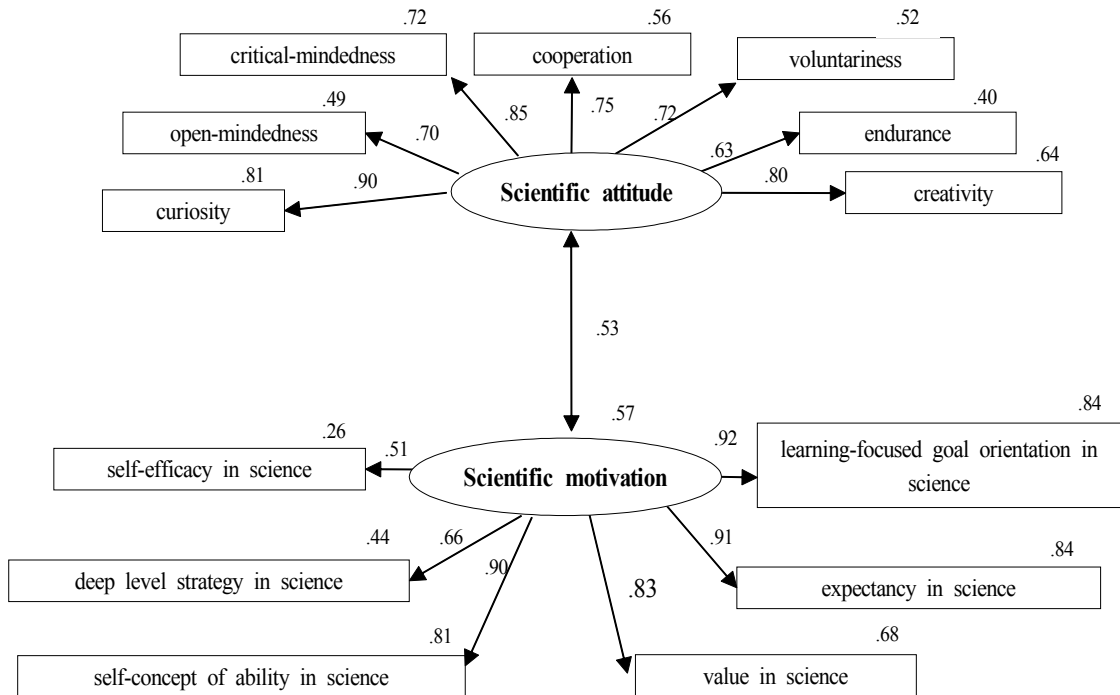
를 적용한 과학 수업의 학습 성과 중 과학적 태도와 과학학습동기는 잠재변수로 설정하였으며, 과학적 태도와 과학학습동기의 하위요인은 측정변수로 설정하여 두 변수 사이의 관계를 측정모형으로 설계하여 분석하였다. 측정 변수 오른쪽 상단에 나타낸 수는 다중상관 값으로 종속 변수가 독립 변수에 의해서 설명되는 비율을 의미하며, 화살표의 중앙에 위치한 수는 표준화 계수( $\beta$ )를 의미한다. 화살표의 방향은 변수 간의 인과 관계를 나타낸 것이다.

측정변수 중 구조방정식 모형 프로그램에서 보고되는 적합도 지수는 지금도 개발되고 있으며, 너무 많기 때문에 연구 모형의 목적에 따라 평가목적에 맞는 여러 가지 적합도 지수들을 연구자가 골라서 종합적으로 평가해야 한다(Lee, 2005). Table 7에서와 같이 측정모형의 적합지수를 살펴본 결과,  $\chi^2$ 은 자료가 정규분포를 보인다는 이론에 근거하여 모형의 완전성, 모형이 모집단 자료에 완전하게 적

합하다는 귀무가설을 검증하는 절대적합지수로 측정모형의  $\chi^2(89)=175.703(p<.05)$ 으로 나타나, 측정모형이 자료에 적합하지 않은 것으로 나타났다. 그러나  $\chi^2$ 의 표본의 크기에 영향을 받으므로 다른 적합도 지수인 CFI(Comparative Fit Index), TLI(Turker-Lewis Index)를 참고하여 확인하였다. CFI와 TLI는 NFI(Normal Fit Index)를 발전시킨 지수로 수용 기준이 0과 1.0 사이이다. 측정모형의 CFI는 0.639, TLI는 0.574로 수용 기준에는 수용 가능한 범위이나, 적정모형의 수치인 0.90보다 낮게 나타나, 적합지수가 양호한 적합도를 가지지 못하여 Fig. 3과 같이 수정 모형을 제시하였다. 여기서 수정모형은 측정모형의 측정 변수 중 유의한 결과가 나오지 않은 변수들을 제외한 것이다. 수정모형에서 얻어진 적합지수는 Table 8과 같이 CFI가 0.733, TLI이 0.675로 측정모형에 비해 적합도가 향상되어, 적정모형에 가까워졌다. 따라서 수정모형이 본 연구의 분석

**Table 8.** Goodness of fit test results of the correction model (n=20)

	$\chi^2$	p	df	CFI	TLI
Measurement model	119.798	.000	64	.733	.675
Proper criteria	-	>.05	-	>.90	>.90



**Fig. 3.** Parameter estimation results of the correction model



에 적합하다고 판단되어 구조모형으로 적용하였다.

Table 9는 수정모형의 경로계수 추정치로 구성개념 타당성을 검증하기 위해 잠재변수들의 수렴타당도 및 판별타당도를 나타낸 것이다. 측정 변수의 유의성을 판단한 결과, 유의 수준 .05에서 과학적 태도의 측정 변수는 모두 유의한 것으로 나타났다. 특히 과학적 태도의 하위 요소 중 비판성( $t=5.119$ )로 측정 변수 중 가장 높게 나타났으며, 비판성( $t=5.119$ )>창의성( $t=4.601$ )>협동성( $t=4.094$ )>자진성( $t=3.869$ )>개방성( $t=3.670$ )>끈기성( $t=3.133$ ) 순으로 나타났다. 비표준화 계수( $\beta$ )는 변수를 측정할 때 척도정보가 있는 그대로 반영되는 것으로 서로 다른 표본에서 산출된 경로계수를 비교할 수 있으나, 동일한 표본에서 산출된 경로계수의 상대적 크기는 비교할 수 없다. 표준화 계수( $\beta$ )는 모든 변수가 표준화되어 각 변수가 원래 갖고 있던 척도정보는 사라진 계수로서, 동일한 표본에서 산출된 경로계수의 상대적 비교가 가능하나, 다른 표본에서 산출된 표준화 경로계수와는 비교할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 동일한 표본에서 경로계수의 상대적 크기를 비교하기 때문에 표준화 계수를 비교하였다. 표준화 계수( $\beta$ )는 최소 .50 이상이어야 하며, 이상적으로는 .70이어야 하는 데, 과학적 태도의 측정 변수는 모두 .70 이상으로 나타나, 모두 만족한다고 볼 수 있다.

과학학습동기의 하위 요소 중 과학에 대한 학습

중심 목표 지향( $t=2.453$ )으로 측정 변수 중 가장 높게 나타났으며, 과학에 대한 학습 중심 목표 지향( $t=2.453$ )>과학에 대한 기대( $t=2.446$ )>과학에 대한 자아개념능력( $t=2.427$ )>과학에 대한 가치( $t=2.345$ )>과학에 대한 심층적 전략( $t=2.096$ ) 순으로 나타났다. 표준화 계수( $\beta$ )는 수정 모형의 과학학습동기의 측정 변수는 모든 경로에서 기준을 충족시키고 있다.

(2) 구조 모형의 검증

Fig. 4는 구조모형의 표준화 경로계수를 나타낸 것이고, Table 10은 구조모형의 적합도를 분석한 결과이다. 분석 결과,  $\chi^2(75)=146.596(p<.05)$ 로 나타나, 설정된 모형이 자료에 적합하지 않은 것으로 나타났다. CFI는 0.700, TLI는 0.637로 적정 기준 0.90보다 작게 나타났으나, 수용 기준인 0과 1.0 사이에 포함되며, 적정 기준과 가깝게 측정되었다.

구조모형의 분석결과는 Fig. 4와 같으며, 과학학업성취도, 과학적 태도, 과학학습동기 간의 영향력을 검증하기 위하여 구조모형 경로계수의 통계적 유의성을 검증한 결과는 Table 11과 같다. S.E.는 표준오차를 나타내며, 구조모형의 세 경로 모두 표준오차가 낮다는 것을 알 수 있다. 첫째, 과학학업성취도가 과학적 태도에 미치는 직접적인 영향력은  $\beta=.581(t=2.831, p<.05)$ 로 유의한 것으로 나타났다. 둘째, 과학학업성취도가 과학학습동기에 미치는 영향력을 검증한 결과,  $\beta=.664(t=2.077, p<.05)$ 로 유의

Table 9. Path coefficient estimate of the correction model (n=20)

Latent variable	Observed variable	Unstandardized coefficient(B)	Standardized coefficient( $\beta$ )	S.E.	t
Scientific attitude	→ Curiosity	1.000	.902		
	→ Open-mindedness	.492	.700	.134	3.670***
	→ Critical-mindedness	.834	.847	.163	5.119***
	→ Cooperation	.769	.749	.188	4.094***
	→ Voluntariness	.546	.724	.141	3.869***
	→ Endurance	.589	.629	.188	3.133**
	→ Creativity	.885	.801	.192	4.601***
Scientific motivation	→ Self-efficacy in science	1.000	.513		
	→ Deep level strategy in science	1.870	.661	2.096	2.096*
	→ Self-concept of ability in science	3.077	.898	2.427	2.427*
	→ Value in science	2.534	.827	2.345	2.345*
	→ Expectancy in science	3.207	.915	2.446	2.446*
	→ Learning-focused goal orientation in science	2.636	.923	2.453	2.453*

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

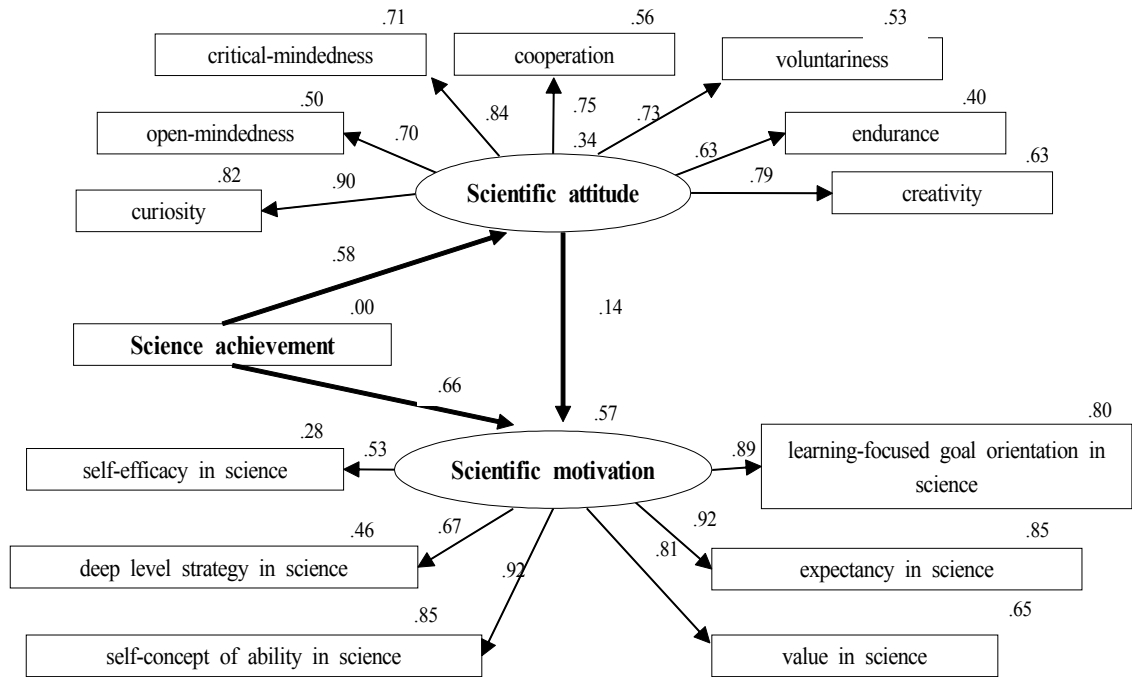


Fig. 4. Standardized path coefficient of the structure model

Table 10. Goodness of fit test results of the structure model (n=20)

	$\chi^2$	<i>p</i>	<i>df</i>	CFI	TLI
Structure model	146.596	.000	75	0.700	.637
Proper criteria	-	<.05	-	>.90	>.90

Table 11. Path coefficient estimate of the structure model

The path between variable	Unstandardized coefficient(B)	Standardized coefficient( $\beta$ )	S.E.	<i>t</i>
Science achievement → Scientific attitude	.029	.581	.010	2.831**
Science achievement → Scientific motivation	.013	.664	.006	2.077*
Scientific attitude → Scientific motivation	.058	.144	.086	.672

\**p*<.05, \*\**p*<.01

한 영향력을 가지는 것으로 나타났다. 셋째, 과학적 태도가 과학학습동기에 미치는 영향력을 검증한 결과는  $\beta=.144(t=0.672, p>.05)$ 로 나타나 유의하지 않은 결과를 보였다.

분석 결과에 의하면 과학적 태도가 과학학습동기에 미치는 영향력이 유의하지 않은 것으로 나타나, 과학적 태도→과학학습동기 경로를 삭제해도 모형의 적합도에는 통계적으로 유의한 차이가 없을 것임을 의미한다.

각 잠재 변수에 영향을 미치는 하위 요인의 영향력의 살펴보면 첫째, 과학적 태도의 하위 요인에서는 호기심( $\beta=.90$ )>비판성( $\beta=.84$ )>창의성( $\beta=.79$ )>협동성( $\beta=.75$ )>자진성( $\beta=.73$ )>개방성( $\beta=.70$ )>근기성( $\beta=.63$ )의 순으로 나타나, 하위요인들의 대부분이 높은 설명력을 가졌다는 결과를 얻을 수 있다. 둘째, 과학학습동기의 하위요인에서는 과학에 대한 기대( $\beta=.85$ )>과학에 대한 자아개념능력( $\beta=.85$ )>과학에 대한 학습중심 목표지향( $\beta=.80$ )>과학에 대한

가치( $\beta=.66$ )>과학에 대한 심층적 전략( $\beta=.45$ )>과학에 대한 자아효능감( $\beta=.28$ )의 순으로 상대적인 영향력을 가지고 있는 것으로 나타났다. 특히, 과학 학습동기의 하위 요인 중에서는 과학에 대한 기대( $\beta=.85$ ), 과학에 대한 자아개념능력( $\beta=.85$ ), 과학에 대한 학습중심 목표지향( $\beta=.80$ ), 과학에 대한 가치( $\beta=.66$ )에서 높은 설명력을 나타냈다.

(3) 매개 효과의 검증

Table 12는 구조 모형의 직접 효과, 간접 효과, 총 효과, 신뢰수준 95%에서 유의성을 검정한 결과를 정리한 표이다. 분석한 결과를 살펴보면 첫째, 과학학습성취도가 과학적 태도에 직접 효과로 0.581의 영향을 주며, 간접 효과의 영향을 받지 않고,  $P=0.005(p<.05)$ 로 유의하다는 것을 알 수 있다. 둘째, 과학학습성취도가 과학학습동기에 대하여 직접 효과는 0.664, 간접 효과는 0.084, 총 효과는 0.748의 결과가 나타났으며,  $P=0.038(p<.05)$ 로 유의하다는 것을 결과를 얻었다. 셋째, 과학적 태도는 과학학습동기에 대하여 직접 효과 및 총 효과가 0.144,  $P=.501(p>.05)$ 로 유의하지 않다는 결과가 나타났다.

본 연구 결과, 과학학습성취도는 과학적 태도와 과학학습동기에 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 과학적 태도는 과학학습동기에 직접적인 효과를 나타내지 않는 것으로 드러났다. 과학학습성취

도→과학학습동기의 관계에서 과학적 태도의 매개 효과 유의성 여부를 붓스트래핑의 BC(Bias-Corrected Percentile) 법으로 검정하였다. 과학학습성취도→과학학습동기 경로의 효과를 분석한 결과, 직접효과( $\beta=.664$ ), 간접효과( $\beta=.084$ ), 총효과( $\beta=.748$ )를 나타냈다. 총효과의  $p$ -value(.026,  $p<.05$ )는 유의하게 나타났으나, 직접효과의  $p$ -value(.081,  $p>.05$ ), 간접효과의  $p$ -value(.764,  $p>.05$ )로 유의하지 않은 결과를 나타냈다. 과학학습성취도→과학학습동기의 직접 효과에서는 유의미하지 않았으나, 과학적 태도가 매개하였을 경우 총효과에서 유의미한 결과가 나왔으므로 과학적 태도는 부분 매개효과를 가진다고 할 수 있다.

(4) 연구 가설 검증

Fig. 5는 구조모형의 분석 결과를 토대로 연구가설을 검증한 결과이다.

첫째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 실험 집단의 과학학습성취도가 과학적 태도에 미치는 직접적인 영향력은  $\beta=.581(t=2.831, p<.05)$ 로 유의한 것으로 나타나, 연구 가설이 검증되었다.

둘째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 실험 집단의 과학학습성취도가 과학학습동기에 미치는 영향력을 검증한 결과,  $\beta=.664(t=2.077, p<.05)$ 로 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타나, 연구 가설이 검증되었다.

Table 12. Direct effect and indirect effect analysis of the structure model

Related variable	Unstandardized coefficient(B)			Standardized coefficient( $\beta$ )		
	Total	Direct	Indirect	Total	Direct	Indirect
Science achievement → Scientific attitude	.029	.029	-	.581**	.581	-
Science achievement → Scientific motivation	.015	.013	.002	.748*	.664	.084
Scientific attitude → Scientific motivation	.058	.058	-	.144	.144	-

\* $p<.05$

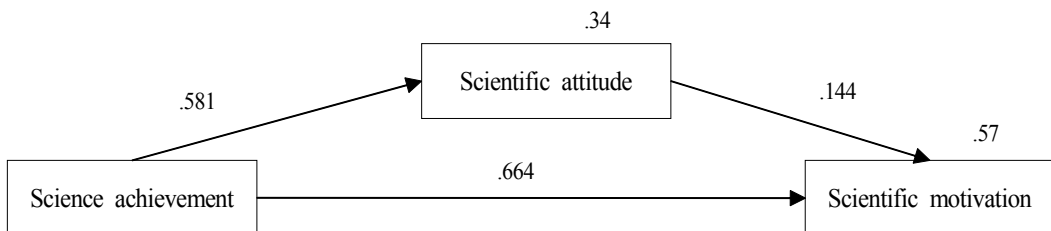


Fig. 5. Research hypotheses verification

셋째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업을 실시한 실험 집단의 과학적 태도가 과학학습동기에 미치는 영향력을 검증한 결과,  $\beta=.144(t=.672, p>.05)$ 로 유의하지 않은 것으로 나타나, 연구 가설이 기각되었다.

넷째, 과학적 태도가 과학학업성취도와 과학학습동기 간에 매개효과로 유의한지 검증한 결과, 총효과와  $p\text{-value}(.026, p<.05)$ 는 유의하게 나타났으나, 직접효과와  $p\text{-value}(.081, p>.05)$ , 간접효과와  $p\text{-value}(.764, p>.05)$ 로 유의하지 않은 결과를 나타냈다. 그러므로 과학적 태도는 과학학업성취도와 과학학습동기 간에 매개효과가 있다고 나타나, 연구 가설이 검증되었다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과 과학학업성취도, 과학적 태도, 과학학습동기 간의 연구모형을 설정하여 구조적 관계를 살펴보고, 변인 간의 직·간접효과를 분석하였다. 연구결과를 바탕으로 한 결론은 다음과 같다.

첫째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과 중 과학학업성취도는 과학적 태도와 과학학습동기에 유의한 직접 효과를 나타냈다. 과학학업성취도와 과학적 태도의 유의미한 상관관계를 검증한 선행 연구(Linda & Martha, 1982; Lee, 2005; Cho, 2007), 과학학습동기와 과학학업성취도 간의 인과관계를 규명한 Kim(2014)의 결과와 같이, 과학학업성취도는 과학적 태도 및 과학학습동기와 밀접한 관련성을 가지고 있다. 뿐만 아니라 모든 학생의 요구와 흥미, 특성을 고려하여 학습 목표 및 도전 수준을 다양하게 제시하여 선택하고, 모든 학생들이 학습에 참여하도록 하여 목표에 도달할 수 있는 기회를 제공하는 ‘다양한 참여 방법의 제공’이 학생들에게 긍정적인 영향을 끼쳤다. 그러므로 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업이 수업 참여 행동 및 상호작용을 높여 과학학업성취도를 향상시킨 것으로 연구 결과와 일치한다(Dymond *et al.*, 2006; You, 2010). 과학학업성취도가 높을수록 과학적 태도 및 과학학습동기 역시 높다는 것을 의미하며, 나아가 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학업 성취를 높일수록 과학적 태도 및 과학학습동기가 향상된다는 것을 추론할 수 있다.

둘째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과 중 과학적 태도는 과학학습동기에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 과학적 태도와 과학학습동기는 단시간에 형성되지 않는 정의적 영역으로(Ahn *et al.*, 2013), 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 성과로서 과학적 태도가 과학학습동기에 영향을 미치는 데 5학년 9차시, 6학년 10차시의 수업으로 역부족이었다. 과학적 태도와 과학학습동기 간의 유의미한 상관관계를 보인 연구 결과(Lee, 2012)와 비교하면 과학적 태도와 과학학습동기 간의 인과관계는 성립하지는 않지만, 두 변수 간의 상관성을 가지고 있다는 것을 의미한다. 수정 모형의 모수치 추정 결과(Fig. 3)를 살펴보면 과학적 태도와 과학학습동기 간의 상관관계( $\beta=.53$ )가 다소 높다는 것을 알 수 있다. 과학적 태도와 과학학습동기는 정의적 영역으로 서로 밀접한 관련성을 가지고 있지만, 과학적 태도가 과학학습동기에 직접적인 영향을 미치지 않는다는 결과가 나타났다.

셋째, 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과 중 과학적 태도는 과학학업성취도와 과학학습동기 간의 관계에서 매개효과를 가진다고 나타났다. 이것은 과학학업성취도가 과학학습동기에 영향을 미치기 위해서 과학적 태도의 영향은 유의미하다는 것을 의미한다. 과학학업성취도가 높을수록 높은 과학적 태도와 과학학습동기를 가지게 되며, 과학적 태도는 과학학업성취도가 과학학습동기를 높이는 데 부분적으로 매개효과를 가진다는 것을 의미한다. 과학적 태도는 과학적 탐구활동을 통해 길러지며 과학을 학습하기 위한 원동력으로 과학학업성취도는 과학학습동기를 높이는 데 기여하며, 과학적 태도는 과학학습동기를 향상시키는 매개효과를 가진다는 결과가 나타났다.

이와 같은 학습 성과 간의 구조적 관계를 분석한 결과를 살펴보면 과학학업성취도는 과학적 태도 및 과학학습동기에 직접적인 영향을 주었으며, 과학적 태도는 과학학습동기에 영향을 끼치지 않았음을 알 수 있다.

그리고 본 연구에서는 보편적 학습 설계를 적용한 과학 수업의 학습 성과로 과학학업성취도, 과학적 태도, 과학학습동기로 설정하여 구조적 관계를 분석하였다. 과학적 태도 외에 다른 매개 변수를 삽입하여 구조적 관계를 분석하고, 다양한 종속 변

수 간의 관계성 파악할 필요가 있다.

## 참고문헌

- Ahn, H., Lee, J. & Moon, D. (2013). The influence of free inquiry instruction of science teacher on science learning motivation and affective domain of science of middle school students. *Teacher Education Research*, 52(3), 529-544.
- Allison, P. D. (1990). Change scores as dependent variables in regression analysis. *Sociological Methodology*, 20(1), 93-114.
- Anderman, E. M. & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Bae, B. (2006). LISREL structure equation model [LISREL 구조방정식모형 이해와 활용]. Seoul: Cheongram.
- Bae, H. (2010). The effect of promotion strategy for self-regulated learning based on the principles of Universal Design of Learning (UDL). Master's thesis, Graduate School of Changwon National University.
- CAST. (2004). Planning for all learners (PAL) toolkit. Retrieved April 3, 2011, from <http://www.cast.org/udl/>.
- CAST. (2010). Universal design for learning. Retrieved Sep 7, 2010, from <http://www.cast.org/udl/>.
- Cho, K. (2007). A study of the correlation among self-efficacy, science attitudes, and academic achievement in university freshmen. Master's thesis, Graduate School of Hanyang University.
- Cho, S. (2011). The effects of inclusive elementary science classes with universal design on the science achievement of students. Master's thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
- Cho, Y. (2005). Relationships among self-regulated learning, scientific attitudes and academic achievement in natural science in high-school students in Korea. Master's thesis, Graduate School of Chungnam National University.
- Curry, C., Cohen, L. & Light, N. (2006). Universal design in science learning. *The Science Teacher*, 73(3), 32-37.
- Dymond, S. K., Renzaglia, A., Rosenstein, A., Chun, E. J., Banks, R. A., Niswander, V. & Gilson, C. L. (2006). Using a participatory action research approach to create a universally designed inclusive high school science course: A case study. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities (RPSD)*, 31(4), 293-308.
- Heo, J. (2013). Amos structure equation model [Amos 구조방정식 모형]. Seoul: Hannarae.
- Hitchcock, C., Meyer, A., Rose, D. & Jackson, R. (2002). Providing new access to the general curriculum: Universal Design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 35(2), 8-17.
- Ji, J. (2013). Relationship between scientific academic achievement and scientific attitude according to cognitive styles of elementary school students. Master's thesis, Graduate School of Daegu National University of Education.
- Jung, H. (2012). An analysis on the teaching and learning difficulties in elementary school science class on the chapter titled 'Speed of Objects'. Master's thesis, Graduate School of Seoul National University of Education.
- Kim, D. (2008). AMOS A to Z structure equation model analysis according to procedure of thesis writing [AMOS A to Z 논문작성절차에 따른 구조방정식모형분석]. Seoul: Hakhyunsa.
- Kim, H. (2011). Preservice teachers' perception on universal design for learning and its implications for teacher training. Master's thesis, Graduate School of Hanyang University.
- Kim, H., Jeong W. & Jeong, J. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, I. (2000). Surveys of students' interests in science content according to gender- and grade-level. Master's thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
- Kim, J. (2007). Study on school effect analysis using the multilevel structural equation modeling. Doctor's thesis, Graduate School of Korea University.
- Kim, K. & Song, C. (2005). Review of universal design for learning for full inclusion. *Journal of Special Education*, 12(2), 67-84.
- Kim, K. (2004). AMOS analysis structure equation model [AMOS 구조방정식모형 분석]. Seoul: SPSS Academy.
- Kim, S. & Seo, H. (2011). Self-regulated learning ability related to science inquiry skill and affective domain of science in middle school students. *Journal of Science Education*, 35(2), 307-323.
- Kwon, H. (2012). Effects of science class applied universal design for learning on science achievement and academic engagement of students with and without disabilities and on teachers'-students' performance in a general middle school. Doctor's thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
- Lee, D. (2013). The relationship between the parent's

- science learning involvement style which the gifted and nongifted students recognize and their science learning motivation. Master's thesis, Graduate School of Seoul National University of Education.
- Lee, H. & Lim J. (2008). Analysis structure equation model with AMOS 7.0 [구조방정식모형 분석과 AMOS 7.0.]. Paju: Bobmunsa.
- Lee, J. (2012). A study on science gifted children's inquiry skills, scientific attitude, scientific learning motivation according to gifted children selection methods. Master's thesis, Graduate School of Cheongju National University.
- Lee, K. (2005). Structure equation model [구조방정식모형]. Seoul: Kookmin University Press.
- Lee, M. (2013). Factor analysis of universal design for learning for students with disabilities. Master's thesis, Graduate School of Korea National University of Education.
- Lee, S. (2005). The relationship among self-efficiency, attitude toward science, and the achievement in science subject of middle school students. Master's thesis, Graduate School of Chungnam National University.
- Linda, W. H. & Martha, K. P. (1982). The relationship between attitudes toward science and science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(1), 33-38.
- Mace, R. (1997) What is universal design. from [http://www.uwo.edu/wind/\\_files/docs/resources/ud\\_review.pdf](http://www.uwo.edu/wind/_files/docs/resources/ud_review.pdf).
- Moon, S. (2009). Basic concepts and applications of structural equation modeling: With AMOS 17.0 [구조방정식모델링의 이해와 적용]. Seoul: Hakjisa.
- Park, J. (2001). Analysis for the purchasing intention in electronic shopping mall and comparison for the estimation method of structural equation model. Master's thesis, Graduate School of Yonsei University.
- Park, J. (2008). The effect of integrated visual art instruction based on Universal Design for Learning (UDL) on learning behavior of students with autism spectrum disorders. Master's thesis, Graduate School of Dankook University.
- Rose, D. & Meyer A. (2002) Teaching every student in the digital age: Universal design for learning. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Rose, D., Meyer A. & Hitchcock (2005). The universally designed classroom: Accessible curriculum and digital technologies. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walker, H. M. & Shinn, M. R. (2002). Structuring school-based interventions to achieve integrated primary, secondary, and tertiary prevention goals for safe and effective schools. Washington, DC, US: National Association of School Psychologists.
- Wilkinson, J. (1847). Science for all. London: William Newberg.
- Woo, J. (2012). Concept and understanding of structure equation model [구조방정식모델 개념과 이해]. Seoul: Hannarae.
- You, S. (2010). The effect of science teaching material based on the universal design for learning (UDL) on instruction participate behavior and performance aptitude of the student with intellectual disabilities. Master's thesis. Graduate School of Woosuk University.