

연구논문

학업성취 변화에 영향을 미치는 공부시간 효과 추정

The Effects of Study-Time on the Variations of Academic Achievements

이기종\* ·곽수란\*\*

Kijong Rhee · Sooran Kwaug

이 연구에서는 한국교육고용패널(KEEP) 중학생 2차~4차 패널데이터를 사용하여 고1~고3 학생의 학업성취 변화를 추정한다. 특히 학업성취의 단순한 변화추정이 아니라 학교수업과 과외 외에 혼자 학습하는 공부시간 변화에 따른 학업성취 변화가 어떤 양상을 나타내는지를 확인한다. 분석에 사용된 변수는 고1~고3까지 매년 혼자 학습하는 공부시간(주당 평균)과 9등급 학업성취를 역산한 것이다. 패널자료를 사용한 변화추정을 위해 잠재성장모형이 분석되고 자료분석에 사용된 프로그램은 LISREL 8.8이다. 분석결과, 고등학생이 스스로 하는 공부시간이 학업성취 초기상태와 변화궤적에 정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 학생의 학습활동과 학업성취를 이해하는 중요한 정보로 활용될 것으로 여겨진다.

**주제어** : 공부시간, 학업성취, 종단자료, 잠재성장모형

This research estimated the variation of high school students' academic achievement by using the second to the fourth wave KEEP(Korea Education and Employment Panel) data. We explored the effects of study on academic achievement in proportion to self-regulated learning hours(except for school work and private tutoring). Analysis variables were self-directed learning(study) hours throughout senior high school and 9 grade academic achievement. We conducted Latent Growth Model(LGM) using KEEP panel data and program LISREL 8.8.

Results showed that there were significant effects of self-regulated learning hours on the variation of senior high school students' academic achievement. Therefore, this was considered to be useful tips in getting the relation between students' learning and academic achievement.

**Key words** : study time, achievement, panel data, Latent Growth Model

\* 교신저자(corresponding author): 국민대학교 교육학과 교수 이기종.

E-mail: rhee0408@kookmin.ac.kr

\*\* 고구려대 사회복지과 부교수

## I. 서론

세계화 추세에 따라 ‘열린 교육 사회, 평생 학습 사회’의 건설을 비전으로 개정된 한국의 7차 교육과정은 학습자 중심, 다양하고 특성화된 교육, 자율과 책무성에 바탕을 둔 교육운영 등을 배경으로 하고 있다. 이러한 교육과정의 변화는 필연적으로 학생 스스로 학습활동을 주도해야 하며 교사는 조력자로서의 역할이 강화되는 것이 특징이다. 이러한 자기주도적 학습이 요청되는 교육의 방향은 불가피하게 교사와 학생의 역할 변화를 요구하고 있다.

학업성취는 교육의 질과 수준을 평가하는 기준이기 때문에 학업성취가 어떻게 결정되며, 어떤 변수가 학업성취에 영향을 미치는지에 대한 연구는 매우 중요하다. 이러한 측면에서 학업성취를 탐색하는 연구는 거시적인 교육여건에서부터 미시적인 학생개인의 심리적 특성에 이르기까지 매우 다양하다. 그러나 학업성취 탐색에 있어 비중을 두어야 하는 변수는 학업성취를 결정짓는 학생 그 자체이다. 특히 학생 외부의 요인도 학습에 영향을 미치지만 학생 스스로 하는 학습활동이 학업성취와 어떤 관계를 맺고 있는지를 탐색해 볼 필요가 있다.

본 연구는 학생이 스스로 수행하는 학습활동인 공부가 학업성취에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 한다. 특히 여기서 사용하는 종단자료는 학생의 공부활동 변화와 그에 따른 학업성취 변화를 탐색할 수 있기 때문에 횡단자료에 비해 보다 구체적인 결과를 확인할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 이 연구의 결과는 학업성취 향상을 위해 대안 없이 투입되는 심리적, 경제적 비용을 경감할 수 있는 정보를 확인할 수 있을 것이라 여겨진다.

## II. 공부활동과 학업성취, 잠재성장모형

학업성취는 학교교육을 통하여 학습한 지식, 지적 능력, 태도 및 가치관 등 학습결과의 총칭이다. 그러므로 학업성취에는 지적 영역의 학습결과만이 아니라 비지적 영역의 학습결과도 포함된다(김신일 2003). 따라서 많은 연구자들은 학업성취를 인지적 성취에 한정할 것이 아니라 학생의 행동, 출석률, 비행, 태도와 자아개념을 포함해야 한다고 주장한다(Mortimore et al. 1988; Rutter et al. 1979; Smith & Tomlinson 1989).

그러나 학업성취를 관례적으로 인지적인 성취에 초점을 두었던 이유는 학교가 학생에게 기본적 기능, 즉 인지적인 능력을 갖추게 하는 데 성공하지 못한다면 학교가 상대해야 할 학생, 학부모, 다른 학교 관계자에 의해 효과적인 학교라는 평가를 받지 못하였기 때문이다(Squires et al. 1981). 또한 학생의 인지적 성취는 비인지적 성취보다 측정하는 것이 쉽고 객관성을 유지할 수 있다. 학교의 목표는 대체로 다양하면서도 애매하지만, 학생의 인지적 학업성취는 가장 분명하면서도 광범위하게 공적으로 측정할 수 있는 학교의 유일한 결과이기 때문이다(Bidwell & Kasarda 1980; 박수란 2006 재인용).

학업성취를 결정짓는 가장 중요한 학생의 특성은 학습활동이라고 할 수 있다(Matthews 1996; Squires et al. 1981). 그럼에도 학교가 제도적으로 활성화되고 체계화되면서 학업성취에 관한 연구는 주로 교사와 관련된 수업활동과 관련되어 수행되어 왔다. 이러한 경향은 바로 유기체의 행동에 있어서 환경이나 환경의 통제문제를 중시했던 행동주의 심리학의 영향처럼 보인다(Rohwer 1986; 강만철 1991 재인용). 몇 세기 전까지만 하더라도 학생 스스로의 공부활동은 교육의 중요한 수단이 되어 왔으나 오늘날처럼 형식적 학교제도가 정착된 후 학생의 학습은 주로 수업에 의존하게 되었다(McClintock 1971).

그러나 수업이란 전형적으로 동일한 교사가 동일한 내용을 동일한 시간동안 동일방식으로 가르치는 것이므로 학업성취에서 나타나는 개인차를 설명하기가 어렵다. 오히려 수업시간 이외에 학습자가 스스로 행하는 공부의 양이나 질이 학업성취에서 나타나는 개인차를 효과적으로 설명하는 대안이 될 수 있다. 학생의 지능이나 성취동기가 높고 훌륭한 교사의 가르침을 받는다 하더라도 학습자 스스로 충분한 공부활동을 하지 않는다면 높은 학업성취를 기대할 수 없을 것이다. 특히 학년이 올라가면서 자율적인 공부활동에 대한 학습자의 요구는 점차 증가해 간다(Thomas & Rohwer 1987). 더욱이 실제 교육현장에서 수업활동과 학업성취도의 평가 사이에는 상당한 시간적인 간격이 존재하고 있어서 능동적인 공부활동의 영향력이 커지게 된다(강만철 1991).

공부는 학교 수업을 떠나 학습자 스스로 학습과제나 문제해결을 위해 학교나 가정, 도서관 등에서 여러 가지 자원을 활용하여 행해지는 모든 활동을 말한다. 따라서 공부활동은 단순한 개념이 아니라 많은 인지적 활동 및 자기관리적인 활동을 포함하는 자기 주도적이고 지속적인 성격을 지닌다(Thomas & Rohwer 1987). Rohwer(1986)는 학년이 증가함에 따라 생산적인 공부활동과 계획적인 자기관리 활동이 증가하고 있음을 보고하고 있다.

혼자하는 공부활동의 학업성취에서의 효과는 측정내용(시간, 효과)에 따라 연구결과가 달라지는 것을 볼 수 있다. 그러나 공부활동과 관련된 주요한 변수는 시간이며 상대적으로

시간에 대한 연구가 많이 수행되었다. 이런 연구는 상반된 두 흐름으로 분류될 수 있다. 하나는 공부시간과 학업성취 간에 밀접한 관련이 있음을 보고한 것이다(강만철 1991; 박도영 외 2001; Keitz 1982). 반면에, 공부시간과 성취수준 간에 상관이 거의 없는 것으로 보고한 것도 있다(정택희 1987; Delucchi et al. 1987; D'Ydewalle et al. 1983). 공부시간과 학업성취 간의 상관이 거의 없는 것으로 나타난 이유로, 강만철(1991)은 공부시간을 어떻게 측정하는가의 문제점과 더불어 공부시간을 어떻게 이용하느냐가 더욱 중요하기 때문이라고 보고 있다. 김일혁·강상진(2005)은 공부시간이 수학성취도에 영향을 미치지 않는다는 결과를 제시하며, 공부시간이 중요한 것이 아니라 공부의 질적 측면, 즉 집중 정도나 공부방법을 고려해 볼 필요성을 제시하고 있다. 다른 한편으로 공부활동이 학교수업 및 사교육과 비교하여 중간정도의 효과를 갖는다는 연구도 보고되고 있다(곽수란 2008; 조혜영·이경상 2005).

공부활동은 외적인 계획과 개입에 상관없이 학습자가 자기 스스로를 통제해야 가능하기 때문에 효과를 극대화 할 수 있는 학습활동이라 볼 수 있다. 그러나 그동안 수업이나 과외와 다르게 공부활동에 대한 논의는 매우 미흡했던 것으로 판단된다. 그것은 공부의 개념이 매우 모호하고 사교육 또는 과외활동의 확대로 학생 개인이 혼자 하는 학습시간을 대체하고 있기 때문인 것으로 보인다.

특히 한국사회에서 나타나는 학교교육 현상은 학습자의 능동적인 공부활동을 사교육이나 과외가 상당부분 대체하고 있다. 따라서 사교육이나 과외는 교육의 공평성, 사회계층, 공교육 효율성과 더불어 학업성취 관련 연구의 핵심적 주제가 되었으며 투입되는 비용, 시간, 효율성을 중심으로 매우 다각적으로 논의되고 있는 것이다. 반면, 사교육과 학업성취와의 관계를 탐색하는 논의에 비해 자기주도적 학습이 강조되는 시점에서 혼자 하는 학습활동인 공부에 대한 논의는 미비한 것이 주지의 사실이다.

그렇다고 하더라도 학업성취에 대한 공부활동 효과를 단일요인으로 분석하는 것은 일정 부분 한계가 있다. 그 이유는 공부활동이 학업성취에 미치는 영향이 여타 학습활동과 중첩되거나 매개적인 특성을 갖고 있기 때문이다. 예를 들면 수업이 흥미롭다면 공부시간이 늘어날 가능성이 높고, 과외가 학업에 도움이 된다고 여기면 공부시간은 과외에 투입되는 시간 때문에 줄어들 가능성이 있다. 또한 공부와 과외활동 결과 수업에 더 몰입하도록 할 수도 있다. 따라서 학생의 학습활동이 학업성취에 미치는 영향을 단일요인으로 탐색하고자 한다면 이러한 여러 요인들의 중첩효과를 효과적으로 통제할 수 있는 분석방법이 동원되어야 한다.

횡단자료를 통해 최적의 학업성취 결정요인을 확인하고자 했던 선행연구들은 학업성취에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 통제하는 방식으로 그 효과를 탐색하고 있다. 그러나 이러한 분석방법은 투입에 대한 절대적인 효과를 확인하는데 한계가 있다. 횡단분석은 학업성취에 대한 독립변수의 효과가 일관되지 않거나 모호하게 해석될 여지를 많이 가지고 있다. 학업성취에 영향을 미치는 하지만 측정되지 않은 이질적인 요인이 매번 다르게 영향을 미치기 때문이다. 따라서 이러한 이질적인 요인을 충분히 통제하지 않는다면 횡단분석을 통한 정확한 결과를 얻는 것은 요원할 수 있다. 더 나아가 횡단분석은 시간의 흐름에 따른 학습과 학업성취 간의 인과관계를 확인할 수 없기 때문에 그 결과 또한 단편적인 적용에 그칠 수밖에 없는 것이다.

횡단면 자료가 갖는 특정시점에서의 관찰된 단면은 본질적으로 정적(靜的)이어서 그 시점에서는 유용한 정보를 제공해 준다. 그러나 반복측정된 종단자료처럼 서로 다른 여러 번의 시점에서 나타나는 동적(動的)인 움직임을 파악하는 데 정적인 방법으로 자료를 분석하는 것은 한계가 있다. 이러한 횡단면 자료분석이 가질 수 없는 반복측정 자료를 통해 움직임의 변화를 파악하게 해주는 것이 잠재성장모형(Latent Growth Model, LGM)이다. 잠재성장모형은 시간 흐름에 따른 변화 과정을 추적하는 데 매우 유용한 수단으로 종단적 변화를 파악할 수 있는 장점이 있다. 더 나아가 변화양태가 정적(正的)인지 부정(負的)인지 확인할 수 있으며 또한 변화의 궤적이 선형인지 비선형적인지를 확인할 수 있다.

잠재성장모형은 일반적으로 초기측정 수준에 근거하여 시간에 따른 변화특성을 개인 내, 개인 간 궤적을 추적하여 알아낸다. 또한 초기치와 변화양태에 다른 변수가 어떻게 영향을 미치는지도 확인해 볼 수 있다. 예컨대, 학업성취 초기상태를 나타내는 절편과 학업성취 변화양태를 나타내는 기울기에 공부시간이 어떻게 영향을 미치는지를 검증할 수 있는 것이다. 물론 공부시간 외의 여러 개의 변수가 동시적으로 영향을 미치는 것도 검증할 수 있다. 이와 같이 개인 내, 개인 간 성장 변화 과정을 확인할 수 있기 때문에 개인 내, 개인 간 차이만을 확인할 수 있었던 전통적인 통계분석 방법보다 훨씬 유용하다. 특히 잠재성장모형을 구조방정식모형으로 접근할 때의 장점은, 오차에 관한 유연성이 허락된다는 것과 오차가 독립적이고 동분산성이 있어야 한다는 일반적 가정이 완화될 수 있다는 것이다. 또한 일반적 반복측정설계에서 지켜져야 하는 구형성 가정도 잠재성장모형에서는 크게 문제가 되지 않는다(Hamagami & McArdle 2001; Heck 2001; Hess 2000; Kaplan 2000; Willett & Sayer 1996; 광수란·이기중 2009 재인용).

잠재성장모형을 통한 중단분석의 이점은 역동적으로 움직이는 변화추이를 파악할 수 있다는 것이다. 적어도 서로 다른 시점에서 여러 번 자료가 관찰된다면 서로 다른 시점에서 관찰되는 변화양태를 추적할 수 있는 것이다. 이 연구는 중단자료를 통해 공부시간의 변화가 학업성취 변화에 어떤 영향을 미치는지 그 인과관계를 잠재성장모형으로 확인하고자 한다. 달리 말해, 잠재성장모형을 통해 관심의 대상인 공부시간 변화에 따른 학업성취 변화의 모습을 파악하는 것이다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 표본자료 및 분석프로그램

이 연구는 한국교육고용패널(Korea Education and Employment Panel: KEEP) 중학생 패널 2차~4차 데이터를 사용하였다. 표본은 중학교 3학년을 대상으로 한 2,000명 패널 중 인문계 고등학교에 진학하여 3학년에 이르는 동안 모두 응답한 패널을 1차적으로 선정하였다. 그리고 잠재성장모형분석에 적합하도록 변수에 결측치가 있는 사례는 모두 삭제하였으며 따라서 실제 분석사례 수는 620명이다. 이와 같이 표본을 선정하는 과정에서 중학생 패널 2,000명 중 많은 사례가 분석에서 제외되었다. 이러한 표본선정은 분석을 위해 불가피하지만 데이터의 편향(bias)을 가져올 수 있는 한계점도 지닌다고 할 수 있다. 따라서 본 연구의 분석결과를 해석하는 데 있어 이러한 한계를 고려해야 할 필요가 있다고 판단된다. 620명 분석변수의 공분산행렬은 <표 1>에 제시하였다. 학업성취는 ach, 공부시간은 stu이며, 고1은 H1, 고2는 H2, 고3은 H3이다.

<표 1> 공부시간과 학업성취 간의 표본공분산행렬

	stuH1	stuH2	stuH3	achH1	achH2	achH3
stuH1	65.139					
stuH2	25.058	98.739				
stuH3	28.535	55.719	237.629			
achH1	3.596	4.754	7.874	2.780		
achH2	3.386	4.958	8.266	1.829	2.212	
achH3	3.095	4.789	8.531	1.651	1.777	2.129

구조방정식모형을 통해 종단자료 분석에 사용되는 통계분석 프로그램은 AMOS (Arbuckle & Worthke 1999), EQS(Bentler 1989), Mplus(Muthen & Muthen 2007), SAS PROC CALIS(Hartmann 1992) 등 여러 가지가 있으나 여기서 사용된 것은 LISREL 8.8이다(Joreskog & Sorbom 2001). 과거 LISREL은 연구자가 일일이 8개 모수행렬에 나타나는 자유모수를 지정해 주는 방식으로 모형을 설정해야만 하기 때문에 사용하기가 번거로웠으나, 최근 LISREL은 path diagram을 이용해 쉽게 모형을 설정할 수 있어 사용이 매우 용이하다(곽수란·이기중 2009).

## 2. 분석변수

본 연구는 고1부터 고3까지 공부시간의 변화가 학업성취 변화에 미치는 영향을 잠재성장모형을 통해 추정하는 것이다. 공부시간(stu)은 ‘학교나 학원수업, 과외시간을 제외하고 혼자서 학습’하는 주당 평균시간이며, 학업성취(ach)는 9등급 성적이다. 해석의 편의를 위해 점수가 높을수록 낮은 성적인 등급비율을 역산하여 투입한다.

잠재성장모형처럼 다중변수 분석의 기본 가정은 다변량 정규성이라 할 수 있다. 따라서 고1~고3까지 변수들이 다변량 정규성을 갖는지 LISREL PRELIS를 통해 확인한 결과가 <표 2>과 <표 3>에 나타나 있다. 먼저 <표 2>는 6개 변수 각각이 갖는 단일변수의 기술통계량을 보여주고 있다. 먼저 개별변수들의 정규성을 확인하기 위해 분포의 편포도(skewness)와 첨도(kurtosis)를 확인해 본 결과, 고1 공부시간(stuH1)의 편포도 및 첨도는 각각 1.742, 3.310이고 각각의 편포도와 첨도를 검증하는 Z검증 통계량은 각각 12.680, 7.281이며 이것이 관찰될 확률은 모두 .000이다. 또한 편포도와 첨도를 동시에 검증한  $\chi^2$ 검증 통계량은 213.802(p=.000)로 고1 공부시간 단일변수는 정규분포를 이루고 있지 못함을 나타내는 것이다. 이런 방식으로 나머지 변수의 정규분포 여부를 확인한 결과, 학업성취(ach)의 첨도만 정규성을 나타내고 있는 것을 볼 수 있다. 결과적으로 공부시간과 학업성취 6개 단일변수는 정규분포에서 벗어나 있으며, 이것은 다중변수 분포가 정규성이 아닐 개연성이 높다는 것을 시사한다.

잠재성장모형분석에 투입된 6개 변수의 다변량 정규성을 검증한 결과는 <표 3>에 제시되어 있다. Mardia(1970, 1974)가 제안한 다변량 편포도는 1.244로 나타났으며 이의 Z검증 통계량은 5.130이고 이 값이 관찰될 확률은 0.000이다. 따라서 다변량 편포도는 정규성에서 벗어나 있다. 또한 다변량 첨도는 55.042로 나타났으며 이의 Z검증 통계량은 6.916이며

〈표 2〉 개별변수 기술통계량

단일변수 요약 통계량									
변수	평균	표준편차	t-값	편포도	첨도	최소값	빈도	최대값	빈도
stuH1	7.934	8.071	24.477	1.742	3.310	0.000	22	46.000	1
stuH2	10.122	9.937	25.363	1.404	1.596	0.000	20	55.000	1
stuH3	15.559	15.415	25.132	1.202	1.031	0.000	26	80.000	2
achH1	5.837	1.667	87.178	-0.250	-0.020	1.000	5	9.000	36
achH2	6.029	1.487	100.928	-0.381	0.213	1.000	2	9.000	23
achH3	6.081	1.459	103.762	-0.316	-0.069	1.000	1	9.000	22
단일변수 정규성 검증									
변수	편포도		첨도		편포도 및 첨도				
	Z-값	P-값	Z-값	P-값	$\chi^2$	P-값			
stuH1	12.680	0.000	7.281	0.000	213.802	0.000			
stuH2	11.054	0.000	4.940	0.000	146.579	0.000			
stuH3	9.941	0.000	3.731	0.000	112.739	0.000			
achH1	-2.530	0.011	-0.010	0.992	6.402	0.041			
achH2	-3.783	0.000	1.094	0.274	15.507	0.000			
achH3	-3.166	0.002	-0.277	0.782	10.102	0.006			

〈표 3〉 다변량 정규분포 검증결과

다변량 정규분포 검증							
편포도			첨도			편포도 및 첨도	
값	Z-값	P-값	값	Z-값	P-값	$\chi^2$	P-값
1.244	5.130	0.000	55.042	6.916	0.000	74.146	0.000

이 값이 관찰될 확률은 0.000이다. 따라서 다변량 첨도는 정규분포의 첨도와는 많은 거리가 있다. 또한 다변량 편포도와 첨도를 동시에 검증한  $\chi^2$  검증 통계량은 74.146이고 이 값이 관찰될 확률은 0.000으로 6개 변수의 다변량 분포는 정규분포가 아님을 알 수 있다.

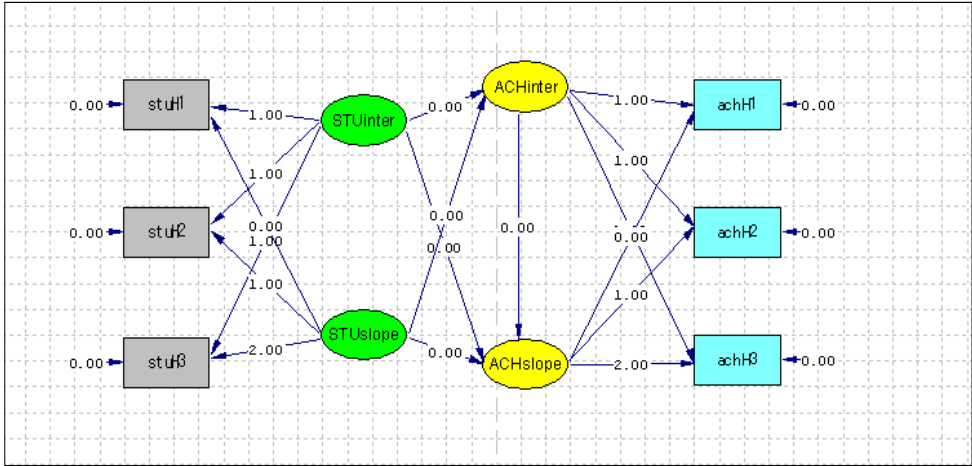
이 사실은 단일변수 분포의 정규성을 확인한 결과에서 예견된 것과 같다. 각각의 단일변수 분포가 정규분포이면 다중변수 분포도 정규분포일 가능성이 높다. 다중변수 분포가 정규분포이면 각각의 단일변수 분포는 언제나 정규분포이나, 그 반대의 경우는 언제나 성립되는 충분조건은 아니다. 마찬가지로 단일변수 분포가 비정규성을 띠면 다중변수 분포도 비정규성을 가질 개연성이 높다는 것을 <표 3>의 결과는 나타내고 있는 것이다.

여기서는 다중변수 분포가 정규분포가 아님에도 자료를 정규분포로 변환하지 않고 그대로 사용하기로 한다. 정규분포가 아닌 자료를 인위적으로 정규분포로 변환하는 것은 원래 자료의 속성을 상실하게 되는 결과를 초래하는데다, 표본크기가 이 경우에서처럼 충분히 크면 가중최소제곱법(WLS)으로 모수를 추정해도 모집단의 모수와 일치하면서 최소분산을 갖는 비편향(unbiased) 추정치를 얻을 수 있기 때문이다(Boomsma 1983; Hamilton et al. 2003; Rhee 1992). 따라서 다변량 정규성의 가정에 맞지 않더라도 자료를 변환하지 않고, 정규분포의 가정이 요구되지 않는 가중최소제곱법으로 모수를 추정하고자 한다.

### 3. 분석모형

이 연구의 목적은 고등학생이 외부의 계획에 편입되어 수행하는 학습이 아닌 스스로 혼자 하는 공부시간의 변화가 학업성취의 변화에 미치는 영향을 확인하는 것이다. 공부시간과 학업성취 패널자료를 사용하여 그 변화과정을 탐색하기 위해 잠재성장모형 분석을 실시하였다. 잠재성장모형과 구조방정식모형은 서로 표현하는 바는 다르지만 수학적으로는 동형이다. 일반선형모형인 구조방정식모형에 특수한 제약을 가한 형태가 잠재성장모형이기 때문에 잠재성장모형은 구조방정식모형의 특수한 경우라고 할 수 있다. 예를 든다면, 절편에서 상이한 시점에서 관찰된 자료로 향하는 모든 경로의 값을 상수 1로 지정한 것이 제약의 예이다(Acock & Li 1999; Duncan & Duncan 2004; Hox & Stoel 2005; Shevlin & Millar 2005; 광수란·이기종 2009 재인용). 이와 같이 패널데이터를 분석하기 위해 특정 경로에 제약을 주는 형태로 모형을 설정한 구조방정식모형이 잠재성장모형이다.

<그림 1>은 공부시간과 학업성취와의 인과관계를 잠재성장모형으로 설정한 것이다. 공부시간의 변화에 따라 학업성취가 변화하는가를 보려면 공부시간 절편과 기울기가 학업성취 절편과 기울기에 영향을 미쳐야 한다. 그리고 학업성취 초기상태를 나타내는 절편은 학업성취 변화궤적을 나타내는 기울기에 영향을 미쳐야 한다. 학업성취가 공부시간에 의해 변화되기 때문이다. 그러나 공부시간 절편과 기울기 간에 인과관계가 설정되는 것은 타당하지 않다.



〈그림 1〉 잠재성장모형

#### IV. 결과 및 해석

##### 1. 전체모형평가

〈그림 1〉과 같이 설정한 잠재성장모형 분석을 실시한 결과 모형의 적합도에 관한 지표는 〈표 4〉와 같다.

주지하는 바와 같이 구조방정식모형에서 설정된 전체모형을 검증하는 영가설은  $H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$ 이다. 이 영가설을 검증하는 수단은 여러 가지이나 여기서는  $\chi^2$ , RMSEA, CFI, RMR, GFI를 사용한다. LISREL이 제공하는 많은 지표를 모두 보고할 수 있으나 그렇게 하는 것은 마치 그물을 던져 아무 고기나 잡는 것과 같기 때문에, 통계적 의사결정이 가능한 정량적 지표와 정성적 지표 가운데 모형비교, 잔차, 합치도에 관한 것을 보고한다. 어떤 통계량을 선택하여 의사결정을 해야 하는가에 대한 논의는 다양하다(Jaccard & Wan 1996; Kline 1998).

〈표 4〉 잠재성장모형 적합도 지표

$\chi^2$	df	RMSEA	CFI	RMR	GFI
1.75(p=.88)	5	.000	1.000	.016	1.000

〈표 4〉에 제시된 여러 적합도 지표를 전반적으로 살펴볼 때, 본 연구모형은 수집된 자료에 잘 들어맞는다고 판단할 수 있다. 구체적으로 살펴보면, 통계적 의사결정이 가능한  $\chi^2$  통계량은  $df=5$ 에서  $1.75(p=.88)$ 로서 영가설을 수용하고 있다. 일반적으로 설정되는 유의수준이 .30임을 감안할 때 이 결과는 설정된 모형이 수집된 자료에 잘 합치하고 있음을 나타낸다(이기중 2005). 따라서  $H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$ 이 너무 엄격해 정확하지 않은 적당한 모형은 실재(實在)를 제대로 반영해도 표본이 큰 경우 영가설을 기각하는  $\chi^2$  값을 산출한다는 것은 적어도 여기서는 성립되지 못함을 알 수 있다.

$H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$ 에서 도출되는 잔차의 크기를 가지고 합치여부를 판정하는 표준화 RMR은 .016이다. 영가설이 맞다면 모든 잔차는 영이 되지만 실제에서는 표본변산(sampling variation)으로 인해 잔차는 영이 되지 않는다. 얼마나 영에 가까운가를 따져 합치여부를 판가름하는 표준화 RMR의 값이 .016이라는 것은 잔차가 거의 영에 가까움을 나타낸다.

표본공분산행렬이 모형공분산행렬에 의해 예측되어지는 정도를 나타내는 GFI의 값은 1로 나타나고 있다. 이 값은 표본공분산행렬이 이에 대응되는 모형공분산행렬로 완벽하게 예측됨을 나타내며, 이는 설정된 모형이 수집된 자료에 잘 들어맞고 있음을 시사한다.

가장 잘 합치하지 않는 모형에서 잘 합치하는 모형으로 옮겨가면서 비중심모수가 어떻게 향상되어 가는데 초점을 둔 CFI의 값은 1로 나타나고 있다. CFI의 값이 1에 가까우면 설정된 모형이 자료에 잘 합치함을 나타내는데 여기서 그 값이 1로 나타나고 있어 매우 자료에 잘 합치하는 모형임을 알 수 있다.

위에 설정된 잠재성장모형을 좀더 구체적으로 설명하자면, 절편(STUinter, ACHinter)은 각각의 횡단시점 추정(평균)값을 나타내는 것이며, 기울기(STUslope, ACHslope)는 절편을 기준으로 변화된 값을 추정하는 경로이다. 달리 말해, 절편은 초기상태를 나타내며 기울기는 변화궤적을 나타내는 것이다. 따라서 기울기는 1차년도 값을 추정하지 않고 2차년도부터 추정되는 것이다. 〈그림 2〉의 추정결과에서 STUslope→stuHI, ACHslope→achHI 경로가 추정되지 않는 것은 이러한 이유이다.

정확합치에 대한 대안으로 제시된 것이 근사합치이다. RMSEA는 근사합치의 정도를 나타내는 것으로 흔히 RMSEA의 값이 .05보다 작으면 양호하다고 하나 이 기준은 임의적이다. 여기서 도출된 RMSEA의 값이 영이어서 설정된 모형은 자료에 매우 잘 합치된다고 할 수 있다.

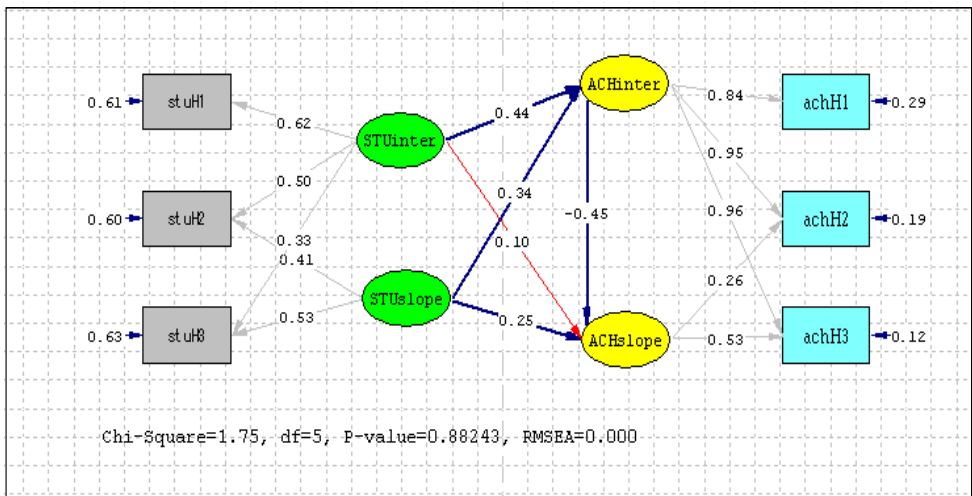
위에서 알 수 있는 것처럼 사용하는 평가지표에 따라 영가설 수용여부가 달라지지는 않는다. 영가설 수용여부는 통계적 의사결정이 가능한 지표를 사용한다면 유의수준에 달려

있고 정성적 지표를 사용한다면 합치의 정도를 어느 정도로 할 것인가에 달려 있다.  $\chi^2$  통계량이 영가설을 수용하는 결과를 나타내고 다른 여타의 지표도 양호한 상태를 나타내는 것을 알 수 있다. 흔히 알려져 있는 표본크기에 따라 평가지표가 서로 다른 결과를 산출한다는 것은 사실과 다른 잘못된 표현이다.

## 2. 개별모수평가

전체모형평가는 모형전체가 자료와 잘 합치하는지를 확인하는 것이다. 만약 설정된 모형이 자료에 합치하지 않는다면 모형을 재설정하여 합치하는 모형을 찾거나 아니면 합치하지 않는다고 보고해야 한다. 여기서처럼 전체모형이 적합하다고 평가되면 모형을 구성하고 있는 각각의 개별모수를 살펴보아야 한다. 개별모수 추정치가 선행이론이 시사하는 부호와 값을 갖고 있는지, 통계적 관점에서 볼 때 수용할 수 있는 결과인지를 하나하나씩 조사해야 한다. 예컨대, 상관의 값이 1보다 크거나 음수의 분산은 통계적으로 가능하지 않은 값이며, 만약 이런 결과가 도출되었다면 모형이 자료에 합치해도 개별모수 추정치를 그대로 해석할 수는 없다.

〈그림 2〉는 패널데이터를 사용하여 분석한 잠재성장모형 표준화 추정결과를 그림으로 보여 주는 것이다. 추정치를 평가하는 것은 t검증이며 설정된 유의수준은  $\alpha = .05$ 이다.



〈그림 2〉 잠재성장모형 표준화 추정치

〈그림 2〉에서 굵은 선은 통계적으로 유의한 추정경로를 나타내는 것이다.

〈표 5〉는 가중최소제곱법(WLS) 추정 결과를 보여주고 있다. 먼저 LAMBDA-Y와 LAMBDA-X는 일반선형모형인 구조방정식모형에 특수한 제약을 주어 변화 양태를 파악하기 위해 설정한 잠재성장모형 추정치를 나타내고 있다. 고1~고3 공부시간과 학업성취 변화양상을 확인하기 위해 초기치(inter)에는 1, 1년의 시간 경과에 따른 변화 정도(slope)는 1씩 가중치를 주어 제약을 가한 값이다.

잠재변수 간의 인과관계 추정치(estimates)는 BETA(B)와 GAMMA( $\Gamma$ )에 제시되고 있으며, 이 경로들의 표준화 추정치는 〈그림 2〉에 제시되어 있다. 구체적으로 확인해 보면, 공부시간 초기값(STUinter)→학업성취 초기값(ACHinter), 공부시간 변화값(STUslope)→학업성취 초기값(ACHinter), 공부시간 변화값(STUslope)→학업성취 변화값(ACHslope)의 경로가 통계적으로 유의하며 또한 정적 효과를 나타내는 것을 알 수 있다. 그러나 학업성취 초기값(ACHinter)→학업성취 변화값(ACHslope) 경로는 통계적으로 유의하지만 부정적 영향을 나타내고 있다. 또한 공부시간 초기값(STUinter)→학업성취 변화값(ACHslope)은 통계적으로 유의하지 않는 경로임을 알 수 있다.

이러한 결과를 좀더 구체적으로 살펴보면, 고등학교 3년 간 학교수업과 과외를 제외하고 혼자서 하는 공부시간의 초기값은 학업성취 초기값에 정적 영향( $\Gamma(1,1) = .44$ )을 미치지만, 학업성취 변화에는 영향을 미치지 못하고 있다. 이것은 일차적으로는 학생이 학교수업과 학교 밖에서 계획된 형태의 학습이 아닌 혼자 스스로 하는 공부시간은 학업성취와 상관이라고 해석할 수 있다. 그러나 학업성취 변화요인으로서의 공부시간 변수는 통계적으로 유의하지 못하다. 즉, 공부시간은 학업성취에 영향은 미치지만 학업성취를 변화시키는 요인으로서의 유의하지 않다는 것이다. 다른 측면으로 학업성취를 향상 또는 변화시키는 요인은 공부시간보다는 여타의 다른 변수의 효과일 가능성을 추정할 수 있는 것이다. 이 결과는 〈표 5〉의 PSI 방해오차 값을 통해 확인할 수 있다. PSI 방해오차( $\zeta$ )는 공부시간 초기값과 변화값이 학업성취 초기값( $\Psi(1,1) = 1.38$ )과 변화값( $\Psi(2,2) = .13$ )을 설명하지 못하고 남아 있는 부분을 나타내는 것으로서, 표준화 추정치는  $\Psi(1,1) = .71$ ,  $\Psi(2,2) = .84$ 이다. 즉, 공부시간은 학업성취 초기값을 29%, 학업성취 변화값을 16% 정도 설명하고 있다는 것을 의미하는 것이다. 공부시간은 학업성취 변화를 설명하는 데 있어서 상대적으로 그 영향이 적다는 것을 나타내는 것이다.

〈표 5〉 잠재성장모형 추정치

LISREL Estimates (Weighted Least Squares)				Standardized Solution				
LAMBDA-Y				LAMBDA-Y				
	ACHinter	ACHslope			ACHinter	ACHslope		
achH1	1.00	-		achH1	1.40	-		
achH2	1.00	1.00		achH2	1.40	0.39		
achH3	1.00	2.00		achH3	1.40	0.77		
LAMBDA-X				LAMBDA-X				
	STUinter	STUslope			STUinter	STUslope		
stuH1	1.00	-		stuH1	5.03	-		
stuH1	1.00	1.00		stuH1	5.03	4.06		
stuH1	1.00	2.00		stuH1	5.03	8.12		
BETA				BETA				
	ACHinter	ACHslope			ACHinter	ACHslope		
ACHinter	-	-		ACHinter	-	-		
ACHslope	-0.12 (0.03) -3.76	-		ACHslope	-0.45	-		
GAMMA				GAMMA				
	STUinter	STUslope			STUinter	STUslope		
ACHinter	0.12 (0.02) 5.83	0.12 (0.03) 4.03		ACHinter	0.44	0.34		
ACHslope	0.01 (0.01) 0.88	0.02 (0.01) 2.29		ACHslope	0.10	0.25		
PHI				Correlation Matrix of ETA and KSI				
	STUinter	STUslope			ACHinter	ACHslope	STUinter	STUslope
STUinter	25.30 (6.48) 3.90	-		ACHinter	1.00			
				ACHslope	-0.32	1.00		
STUslope	-1.00 (4.49) -0.22	16.48 (4.41) 3.73		STUinter	0.42	-0.10	1.00	
				STUslope	0.32	0.10	-0.05	1.00
PSI Note: This matrix is diagonal				PSI Note: This matrix is diagonal				
	ACHinte	ACHslope			ACHinte	ACHslope		
	1.38 (0.15) 9.39	0.13 (0.04) 3.33			0.71	0.84		
THETA-EPS				THETA-EPS				
	achH1	achH2	achH3		achH1	achH2	achH3	
	0.81 (0.11) 7.17	0.42 (0.05) 8.77	0.26 (0.08) 3.04		0.29	0.19	0.12	
THETA-DELTA				THETA-DELTA				
	stuH1	stuH2	stuH3		stuH1	stuH2	stuH3	
	39.48 (6.42) 6.15	59.74 (4.87) 12.26	146.66 (14.39) 10.19		0.61	0.60	0.63	

그러나 공부시간의 증가는 학업성취 향상을 견인할 수 있다는 결과를 보여주고 있다. 즉, 공부시간 변화는 학업성취 초기값( $\Gamma(1,2) = .34$ )과 변화( $\Gamma(2,2) = .25$ )에 모두 정적 효과를 나타내고 있는 것이다. 이 결과는 만약 공부시간과 학업성취와의 인과관계를 횡단적으로만 분석했다면 구체적으로 확인하기 어려운 것으로 잠재성장모형 분석의 장점이 드러나는 결과라 판단된다.

학업성취 초기값(ACHinter)→학업성취 변화값(ACHslope)은  $B(2,1) = -.45$ 로 유의한 부적 효과를 나타내고 있다. 이 결과는 학업성취 초기값이 클수록 학업성취 변화는 적다는 것을 의미하는 것으로 상식적인 결과로 여겨진다. 학업성취가 높을수록 더욱 향상시키는 것은 어려우며 또한 학업성취가 높은 학생들은 성취수준을 유지하기 위해 노력하기 때문에 그 변화는 매우 미미하게 되는 것이다. 단적으로 학업성취가 높을수록 그 변화는 오히려 더 어렵다는 것을 나타내는 결과이다.

## V. 결론 및 제언

이 연구는 고1~고3 패널데이터를 사용하여 공부시간과 학업성취 변화양상에 대하여 잠재성장모형을 통해 그 인과관계를 확인하였다. 분석결과를 종합하면, 고등학생이 학교수업과 과외활동 이외에 스스로 혼자하는 학습활동인 공부시간은 학업성취 초기값과 변화값에 정적 효과가 있다. 따라서 공부시간은 학업성취에 영향을 미치는 중요한 변수라는 것을 확인할 수 있다. 즉 공부시간의 증가는 학업성취를 향상시킬 수 있는 학습활동이라 결론내릴 수 있는 것이다.

학업성취 달성을 위한 주된 활동이 학습이다. 학습활동에는 주로 교사를 중심으로 하는 수업활동, 학교 교과과정 이외의 계획된 학습활동인 사교육 또는 과외학습이 있다. 이러한 학교수업과 사교육은 학생이 자기 주도적으로 수행하기보다는 외부의 개입에 의한 학습활동이다. 반면에 공부는 학교수업이나 사교육과 달리 학생이 스스로 계획하여 수행하는 학습활동이기 때문에 학업에 대한 동기와 전략이 내재되어야 가능하다고 볼 수 있다. 따라서 계획된 학습 스케줄에 따라 학업활동을 수행하는 것에 익숙한 학생들은 동기와 전략을 가지고 스스로 계획하여 학습하는 것에 한계가 있을 수 있다. 또한 학생이 스스로 학습활동을 계획할 수 있는 기회와 여건을 마련해 주기보다는 짧은 시간에 효율적인 결과물을 도출하게 하는 외부 개입이 매우 당연시 되어온 것도 사실이다.

잠재성장모형을 통해 분석한 결과는 학생 자신의 학업을 스스로 계획하여 수행할 때, 학업성취에 대한 효율성이 높아질 수 있음을 시사하고 있다. 즉, 공부활동이 학업성취 변화를 충분히 유인할 수 있는 학습방법이라는 것을 확인한 셈이다. 이 결과는 학교교육에서 학생들이 자기 스스로 학습할 수 있는 조건이 정비된다면 학업성취 향상을 위해 투입되는 개인적, 사회적 비용을 감소시킬 수 있는 대안이 될 수 있음을 제시해 주고 있는 것이다.

마지막으로 이 연구결과를 탐색하는 데 있어 고려해야 할 점은 데이터의 제한점이다. 먼저 전체 2000명의 사례수 중 결측치를 제외하고 분석에 사용된 사례수는 620명이다. 이것은 모형분석에서 불가피한 선택이지만 2/3 이상의 사례수가 제외된 것은 본래 표집을 통해 얻고자 한 속성을 잃어버릴 가능성이 크기 때문에 제한점이라 할 수 있다. 다만 이러한 한계점을 보완하는 과정이 간과되었기 때문에 분석결과를 해석할 때 반드시 고려해야 할 것이라 여겨진다.

또한 공부시간 변수 측정에서의 한계점이다. 이 연구에서 공부시간은 ‘학교수업과 과외를 제외하고 학생 혼자하는 학습시간’을 의미한다. 그런데 실제 학생들의 응답에는 이러한 특성을 명확하게 이해하고 응답했는지에 대한 한계이다. 실제로 학생들은 학교수업과 과외 활동 등 모든 학습활동을 공부라고 생각하기 때문이다. 따라서 공부시간에는 순전히 학생 스스로 하는 학습활동 이외의 시간이 중첩되어 있을 가능성이 있다는 것이다. 이러한 한계점을 고려하여 본 연구결과를 활용해야 할 것으로 판단된다.

이러한 한계점을 보완함과 동시에 학업성취 향상을 위한 효과적인 대안 마련을 위해서는 학업성취를 결정할 수 있는 여타의 학습활동 효과를 추가적으로 비교하여 탐색해 볼 필요가 있다. 즉, 혼자 하는 공부시간과 더불어, 교사와 함께 하는 학교수업과 학교 밖에서 수행되는 사교육과 학업성취 간의 관계에 대한 변화양상을 추적해 본다면 학업성취 향상을 위한 효율적 학습활동 지원에 필요한 구체적인 정보를 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 강만철. 1991. 《공부활동 관련 변인들 간 인과적 분석》 고려대학교 박사학위 논문.  
 광수관·이기중. 2009. “잠재성장모형을 통한 학업성취 변화 추정.” kypss 학술대회 논문집.  
 광수관. 2006. “인문계 학생의 학업성취 결정요인.” 《교육사회학연구》 16(2): 1-29.  
 광수관. 2008. “학습과 학업성취 간의 인과관계 중단분석.” 《교육학연구》 46(4): 1-26.  
 김일혁·강상진. 2005. “고등학생의 수학성취도와 가정배경 요인의 구조적 관계 분석.” 《한국교

육》 32(4): 193-221.

- 김신일. 2003. 《교육사회학》. 서울: 교육과학사.
- 박도영 · 박정 · 김성숙. 2001. “중학교 수학·과학 성취도에 대한 학교-학생수준 배경변인들의 효과.” 《교육평가연구》 14(1): 127-149.
- 이기중. 2005. 《구조방정식모형》. 서울: 국민대학교 출판부.
- 정택희. 1987. 《수업외 학습시간 투입의 동기요인과 효과분석》 고려대학교 박사학위 논문.
- 조혜영 · 이경상. 2005. “사교육시간, 개인공부시간, 학교수업참여도의 실태 및 주관적 학업성적 향상효과.” 《한국교육》 35(4): 29-56.
- Acock, A. C., and F. Li. 1999. “Latent Growth Curve Analysis: A Gentle Introduction.” Paper Presented at the National Council on Family Relations, Irvine, CA.
- Arbuckle, J. L., and W. Wothke. 1999. *AMOS 4.0 User's Guide*. SmallWaters Corp.: Chicago, IL.
- Bentler, P. M. 1989. *EQS Structural Equations Program Manual*. BMDP Statistical Software Inc.: L.A., CA.
- Bidwell, C. E. and J. D. Kasarda. 1980. “Conceptualizing and Measuring the Effects of Schools and Schooling.” *American Journal of Education* 88: 401-430.
- Boomsma, A. 1983. “On the Robustness of LISREL (maximum likelihood estimation) against Small Sample Size and Non-normality.” *Sociometric Research Foundation Amsterdam*.
- D'Ydewalle, G., Swerts, A. and Corte, E. D. 1983. “Study Time and Test Performance as a Function of Test Expectations.” *Contemporary Educational Psychology* 8: 55-67.
- Delucchi, J. J., Rohwer, Jr., W. D. and Thomas, J.W. 1987. “Study Time Allocation as a Function of Grade Level and Course Characteristics.” *Contemporary Educational Psychology* 12: 365-380.
- Duncan, T. E., and S. C. Duncan. 2004. “An Introduction to Latent Growth Curve Modeling.” *Behavior Therapy* 35: 333-363.
- Hamagami, F., and J. J. McArdle. 2001. “Advanced Studies of Individual Differences Linear Dynamic Models for Longitudinal Data Analysis.” In G. A. Marcoulides and R. E. Schumacker(eds.), *New Developments and Techniques in Structural Equation Modeling*: 203-246.
- Hamilton, J., P. E. Gagne, and G. R. Hancock. 2003. “The Effect of Sample Size on Latent Growth Models.” Paper Presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association.
- Hartmann, W. M. 1992. *The CALIS Procedure Analysis of Covariance Structures User's Guide*. SAS Institute: Cary, NC.

- Heck, R. H. 2001. "Multilevel Modeling with SEM." In G. A. Marcoulides and R. E. Schumacker(eds.), *New Developments and Techniques in Structural Equation Modeling*: 9–128.
- Hess, B. 2000. "Assessing Program Impact Using Latent Growth Modeling: A Primer for the Evaluator." *Evaluation and Program Planning* 23: 419–428.
- Hox, J., and R. D. Stoel. 2005. "Multilevel and SEM Approaches to Growth Curve Modeling." In B. S. Everitt and D. C. Howell(eds), *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Sciences* 3: 1296–1305.
- Jaccard, J., and Wan, C. K. 1996. *LISREL Approaches to Interaction Effects in Multiple Regression*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Joreskog, K. G., and D. Sorbom 2001. *LISREL 8: User's Reference Guide*. Scientific Software International: Chicago, IL.
- Kaplan, D. 2000. *Structural Equation Modeling*. Sage Publications: Thousand Oaks, CA.
- Keitz, T. Z. 1982. "Time Spent on Homework and High School Grades: A Large-Sample Path Analysis." *Journal of Educational Psychology* 74: 248–253.
- Kline, R. B. 1998. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. New York, NY: The Guilford Press.
- Mardia, K. V. 1970. "Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis with Applications." *Biometrika* 57: 519–530.
- Mardia, K. V. 1974. "Applications of Some Measures of Multivariate Skewness and Kurtosis in Testing Normality and Robustness Studies." *Sankhya B* 36: 115–128.
- Matthews, D. B. 1996. "An Investigation of Learning Styles and Perceived Academic Achievement for High School Student." *Clearing House* 69(4): 249–254.
- McClintock, R. 1971. "Toward a Place for Study in a World of Instruction." *Teachers College* 46: 115–127.
- Mortimore, P., P. Sammons, L. Stoll, D. Lewis, and R. Ecob. 1988. *School Matters: The Junior Years*. Somerset: Open Books.
- Muthen, L. K., and B. O. Muthen. 2007. *Mplus User's Guide*. StatModel: L.A., CA.
- Rhee, K. 1992. *Alternative Estimation Methods in Structural Equation Modeling with LISREL 7: Effects of Noncontinuity and Nonnormality of Variables with Varying Sample Sizes*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Illinois, Urbana–Champaign.
- Rohwer, W.D., Jr. 1986. *Study Strategy Effectiveness: Student Expertness, Course Type and Criterion Specificity*. ED 275933.
- Rutter, M., B. Maughan, P. Mortimore, J. Ouston, and A. Smith. 1979. *Fifteen Thousand Hours: Secondary Schools and Their Effects on Children*. Cambridge, MA: Harvard

University Press.

- Shevlin, M., and R. Millar. 2005. "Career Education: An Application of Latent Growth Curve Modeling to Career Information-Seeking Behavior of School Pupils." *British Journal of Educational Psychology* 75: 1-14.
- Smith, D. J. and S. Tomlinson 1989. *The School Effect: A Study of Multi-Racial Comprehensives*. London: Policy Studies Institute.
- Squires, D. A., Huitt, W. G. and Segars, J. K. 1981. "Improving Classrooms and Schools: What's Important." *Educational Leadership* 39(3): 174-179.
- Thomas, J.W., Iventosch, L. and Rohwer, Jr., W.D. 1987. "Relationships Among Student Characteristics, Study Activities, and Achievement as a Function of Grade Level and Course Characteristics." *Contemporary Educational Psychology* 12: 344-364.
- Willett, J.B., and A.G. Sayer. 1996. "Cross Domain Analyses of Change Over Time: Combining Growth Modeling and Covariance Structure Analysis." In G. A. Marcoulides and R. E. Schumacker(eds.), *Advanced Structural Equation Modeling: Issues and Techniques*: 125-158.

[접수 2010/2/16, 수정 2010/3/2, 게재확정 2010/3/4]