

수학학습 정의적 영역에 대한 인과 모형 분석¹⁾

이 환 철 (한국과학창의재단)

김 형 원 (텍사스 대학교)

백 승 근 (아주대학교)

고 호 경 (아주대학교)

이 현 속 (건국대학교)[†]

본 연구는 우리나라 초·중·고 학생들의 수학학습 실태 조사 연구의 일환으로 시도되었다. 본 연구는 수학학습에 영향을 미칠 수 있는 가치, 흥미, 학습태도, 외적 동기, 내적 동기, 학습의지, 효능감 등 7개의 정의적 요인을 가지고 분석하였다. 로지스틱 회귀분석을 통해 추출한 결과 '효능감'이 초·중·고 학생 모두에게 가장 영향을 많이 미치는 요인으로 나타났다. 또한 인과 모형으로 분석한 결과에 따르면, 학생들이 수학에 대한 '가치'를 인식할 때 '외적/내적 동기'가 발생하고, 두 동기는 수학에 대한 '흥미'와 '학습의지'를 높이며, 마지막으로 긍정적인 '학습태도'와 '효능감'을 발달시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 학교급이 높아질수록 외적동기의 영향력이 강해지는 반면에 초등학생인 경우 외적 동기가 흥미로 이어지지 않았으며, 초등학생과 중학생의 경우 '흥미'가 수학 포기여부에 영향을 준 주요 매개 변인으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 경로 분석 연구 결과는 정의적 영역의 각 요소가 어떤 경로로 수학 포기에 이르는가를 분석한 것으로, 향후 학생들의 수학 학습 지도에 중점을 두어야 할 사항과 우선순위를 두고 접근해야 하는 요소 등에 대한 시사점으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

I. 들어가는 말

근래 들어 수학 교육계에서는 우리나라 학생들이 수학에 대해 흥미나 긍정적 태도가 낮다는 우려에 따라(이 미경 외, 2004, 2007), 정의적 영역 함양에 보다 적극적인 관심을 기울이고 있는 추세이다(예, 공민숙·강운수, 2014; 김부미, 2016; 송정범·이태욱, 2011). 2015 개정 교육과정에서 역시 수학 교육의 목표 중 하나를 수학에 대한 관심과 흥미, 자신감, 가치 인식 등과 같은 수학에 대한 긍정적인 태도를 육성하는 것으로 설정하고 정의적 영역 함양을 위한 노력을 기울이고 있다(교육부, 2015).

정의적 영역(affective domain)은 태도(attitudes), 신념(beliefs), 가치(value), 감정(emotion)과 같은 요소를 포함하며 일반적으로 수학교과와 내용 영역에 대한 인지(cognition)와는 다른 개념으로 정의된다(Dubois, 1990; McLeod, 1992; DeBellis & Goldin, 2006). 수학은 이러한 정의적 영역과 가장 높은 관계를 보이는 교과로써, 학생들의 수학에 대한 정의적 태도가 개선되지 않으면 수학 학습을 기피하게 됨으로써 학생들의 수학적 능력의 지속적 향상을 기대하기 어려울 뿐 아니라 결국 학생 개인의 경쟁력뿐만 아니라 국가 경쟁력도 저하 될 우려가 있다. 김수진 외(2014) 연구에서도 학생들의 수학에 대한 흥미를 유지시키는 것은 학생들의 성취도 저하를 막는

* 접수일(2017년 4월 21일), 심사(수정)일(2017년 5월 1일), 게재 확정일(2017년 5월 4일)

* ZDM 분류 : C2, D81

* MSC2000 분류 : 97C20

* 주제어 : 정의적 영역, 인과 모형 분석, 효능감

† 교신저자 : hyunsi@konkuk.ac.kr

1) 이 논문은 교육부 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행한 과제的一部分임.

효과를 가져 올 수 있으며, 또한 수학에 대한 가치 인식은 높은 성취도를 보이는 학생에게 더 긍정적으로 나타난다고 보고한다. 따라서 수학에 대한 관심과 흥미, 자신감 및 가치 인식과 같은 수학 교과에 대한 정의적 특성은 학생들의 수학학습에서의 심리적 특성을 파악하는데 활용할 수 있다는 것뿐 아니라 학생 개인의 경쟁력의 바탕이 되는 인지적 성취 향상에 중대한 영향을 미치는 교육맥락 변인이라는 점에서 학생 개인의 측면에서도 중요한 의미를 갖는다.

이러한 중요도를 반영해 정의적 영역에 대하여 보다 근본적인 연구인 초·중·고 학생들의 수학학습 정의적 영역을 측정하기 위한 검사 도구 개발 연구(예, 이광상 외, 2016; 이종희 외, 2011; Ko & Yi, 2011; Fennema & Sherman, 1976; Sandman, 1980) 및 우리나라 학생들의 정의적 영역에서 보이는 특성 및 정의적 영역의 성취가 낮은 원인을 분석함으로써 정의적 영역 함양에 기여하고자 하는 연구(예, 조현철, 2011; 주영주 외, 2011; 이종희·김부미, 2010; 이종희·김수진, 2010; Haladyna, Shaughnessy & Shughnessy, 1983; Randhawa, Beamer, & Lundberg, 1991)가 수행되어 오고 있다.

한국과학창의재단(2015)은 수학포기에 대한 인식 조사의 필요성에 따라 해당 학생에 대한 실태조사를 실시하였고, 그 과정에서 정의적 영역 검사를 실시하였다. 본 연구는 수학학습 실태 조사 과정에서 얻어진 데이터를 통해 수학학습 포기 인식에 미치는 정의적 영역 요인을 분석하고 또한 정의적 영역 요인 간의 경로 분석을 통해 인과 관계를 제시하고자 한다.

본 연구에서 제시한 경로 분석 연구 결과는 정의적 영역의 각 요소가 어떤 경로로 수학학습에 영향을 미치는가를 분석한 것으로, 향후 학생들의 수학 학습 지도에 중점을 두어야 할 사항과 우선순위를 두고 접근해야 하는 요소 등에 대한 시사점으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구 방법

1. 수학학습 정의적 영역 요인

수학학습에 정의적 영역의 요인은 한국과학창의재단(2015)에서 개발한 정의적 영역 평가도구에서 설정한 요인으로써(<표 II-1>), 흥미, 학습태도, 가치, 외적동기, 내적동기, 학습의지, 효능감 등 7개 요인으로 구성되어 있다. 여기서 '흥미' 요인은 수학에 대한 좋거나 싫은 감정을 말하며, 학습태도는 학습 습관이나 자기 관리 등의 학습을 관리하는 행동, 가치는 수학교과에 대한 중요성의 인식, 학습동기는 외적 동기와 내적 동기, 학습의지는 과제집착력을 포함한 자기조절력, 마지막으로 효능감은 수학 학습능력에 대해 보이는 확신이나 신념을 의미한다.

한국과학창의재단(2015)에서는 학생들의 수학포기에 대한 인식 설문에 다음과 같은 4종의 선택지 중 한 가지를 선택하도록 학생들에게 질문하였는데, 이는 “포기하지 않았고 앞으로도 포기하지 않을 것이다, 지금은 포기하지 않았지만 포기할 수도 있다, 지금은 포기했지만 다시 시도해보고 싶은 생각이 있다, 이미 포기했고 다시 시도하고 싶지 않다.”로 나누어져 있다. 본 연구에서는 포기하지 않았음(0), 포기하였음(1)의 두 가지로 구분하여 데이터를 분석하였다.

<표 II-1> 수학학습 정의적 영역 요인명 및 성격

요인명	성격
흥미	수학 자체나 수학학습에 대한 좋거나 싫은 감정적 판단을 의미한다. “나는 수학이 좋다. 나는 새로운 수학 개념을 배우는 것이 재미있다, 나는 수학 문제 푸는 것을 좋아한다. 수학은 재미있는 과목이다.”와 같은 질문을 포함한다.
학습태도	평소 수학을 공부할 때 자세나 일반적인 학습 습관과 전략, 환경 및 자기 관리 등의 학습을 관리하는 행동을 의미한다. “나는 수학 공부할 양이나 시간의 계획을 세워서 한다, 나는 수학 공부를 할 때 내가 제대로 이해하지 못한 것들이 무엇인지 파악하려 한다, 나는 수학 시간에 수업을 열심히 듣는다, 나는 수학을 공부할 때 방해가 되는 것(휴대폰, 컴퓨터 등)을 치운다”와 같은 질문을 포함한다.
가치	수학교과외의 중요성 또는 타교과 학습이나 진로에서의 필요와 가치를 인식하는 것을 의미한다. “수학은 그 자체로 중요하다, 수학 공부는 시간 낭비라고 생각한다, 다른 과목을 배우는 데 수학이 도움이 된다, 수학을 공부하는 것은 장래 내가 하고 싶은 일에 도움이 된다”와 같은 질문을 포함한다.
외적동기	학습을 하는 목적이 교과학습 자체에 대한 것이 아닌 다른 사람들과의 비교에서 우위가 되기 위해 행동하는 동기를 의미한다. “나는 수학 과목에서 좋은 성적을 받고 싶다, 나는 수학을 잘하는 학생으로 인정받고 싶다”와 같은 질문을 포함한다.
내적동기	학습을 하는 주된 목적 중 보상이 없더라도 교과내용을 학습하는 자체에 대한 만족감이나 지적 욕구 등으로 인해 행동하는 동기를 의미한다. “나는 수업 내용 이상의 폭넓고 깊은 수학적 지식을 쌓고 싶다, 나는 새로운 수학 내용을 배우고 싶어서 공부한다”와 같은 질문을 포함한다.
학습의지	수학 학습에 관한 인지적 판단인 수학 자기조절 효능감을 바탕으로 학습 목표 달성을 위해 과제집착력을 포함한 자기조절력을 의미한다. “나는 누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다, 나는 수학 수업 시간에 모르는 것이 있으면 알려고 노력한다, 나는 수학 공부가 어려워도 포기하지 않는다, 나는 문제가 풀릴 때까지 계속해서 시도한다”와 같은 질문을 포함한다.
효능감	학습자가 자신의 수학 학습능력에 대해 보이는 확신이나 신념의 정도 혹은 자신의 전반적인 수학 학습 수행능력에 대한 확신이나 신념을 의미한다. “나는 수학을 잘하는 학생이라고 생각한다, 나는 수학을 이해하는 속도가 빠른 편이다, 나는 앞으로 수학을 더 잘할 수 있을 것이라 생각한다, 나는 노력해도 원하는 수학 성적을 받을 수 없다”와 같은 질문을 포함한다.

2. 연구 분석 도구 및 연구 대상

가. 연구 분석 도구

분석 도구는 사회통계분석 프로그램인 SPSS 23.0를 활용하여 로지스틱 회귀분석 및 구조방정식모형 프로그램인 Mplus 7.0을 이용하였다.

나. 연구 분석 대상

본 연구는 한국과학창의재단(2015)에서 실시한 수학학습 실태 조사를 통해 얻어진 데이터를 분석하여 실시하였다. 연구 분석 대상은 2015년 5월 8일부터 5월 15일까지, 전국의 초등학교 15개교(3,636명), 중등 14개교(8,243명), 고등 18개교(9,606명) 등 총 21,485명의 학생으로부터 오프라인으로 수학학습 포기 인식 여부와 정의적 영역 검사를 실시한 후 이 자료를 엑셀에 코딩한 데이터이다.

III. 정의적 영역에 대한 인과 모형 분석

1. 로지스틱 회귀분석 결과

포기 여부에 영향을 주는 요인을 알아보기 위해서 포기 여부를 종속변수(포기하지 않음: 0, 포기: 1)로 하고 정의적 특성 변수들을 독립변수로 하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과는 학교급별로 구분하여 <표 III-1>에서부터 <표 III-3>에 제시하였다. 고등학교에서 독립변수로 투입한 정의적 특성의 하위요인 중 가장 큰 영향을 미치는 요인은 효능감, 학습의지, 학습태도의 순으로 나타나, 효능감이 높고, 학습 의지가 높으며, 학습태도가 좋을수록 포기하지 않는 경향이 높음을 알 수 있다. 또한 중학교에서는 효능감, 흥미, 학습의지의 순으로 나타났으며, 초등학교의 경우 효능감, 흥미, 학습태도의 순으로 나타났다.

따라서 모든 학교급에서 공통적으로 학생들이 수학에 대해 가지는 효능감이 높을수록 수학을 포기하지 않는 경향이 큰 것으로 해석할 수 있다.

<표 III-1> 포기 여부에 영향을 주는 요인에 대한 로지스틱 회귀분석 결과 (고등학교)

하위요인	B	S.E.	Wald	df	p	Exp(B)
흥미	-.414	.127	10.702 ^{**}	1	.001	.661
학습태도	-.918	.166	30.793 ^{***}	1	.000	.399
가치	-.105	.142	.547	1	.459	.900
외적동기	-.689	.112	37.748 ^{***}	1	.000	.502
학습의지	-1.186	.190	39.091 ^{***}	1	.000	.305
내적동기	.315	.127	6.148 [*]	1	.013	1.370
효능감	-1.283	.171	56.045 ^{***}	1	.000	.277
상수	9.770	.511	365.004 ^{***}	1	.000	17492.05

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

<표 III-2> 포기 여부에 영향을 주는 요인에 대한 로지스틱 회귀분석 결과 (중학교)

하위요인	B	S.E.	Wald	df	p	Exp(B)
흥미	-.495	.112	19.620***	1	.000	.609
학습태도	-.395	.141	7.839**	1	.005	.674
가치	-.277	.131	4.447*	1	.035	.758
외적동기	-.222	.104	4.569*	1	.033	.801
학습의지	-.705	.160	19.464***	1	.000	.494
내적동기	.350	.117	8.896**	1	.003	1.419
효능감	-1.244	.140	79.289***	1	.000	.288
상수	6.127	.407	226.708***	1	.000	458.024

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

<표 III-3> 포기 여부에 영향을 주는 요인에 대한 로지스틱 회귀분석 결과 (초등학교)

하위요인	B	S.E.	Wald	df	p	Exp(B)
흥미	-.489	.140	12.221***	1	.000	.613
학습태도	-.533	.173	9.509**	1	.002	.587
가치	-.222	.167	1.768	1	.184	.801
외적동기	-.125	.133	.893	1	.345	.882
학습의지	-.265	.183	2.110	1	.146	.767
내적동기	.279	.146	3.630	1	.057	1.322
효능감	-1.659	.162	105.180***	1	.000	.190
상수	5.729	.516	123.487***	1	.000	307.683

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

2. 구조 모형 분석

가. 수학학습 정의적 영역에 대한 구조 모형(structural equation modeling) 분석 방법

구조 모형의 구성을 위하여 고등학생, 중학생, 초등학생 등 세 집단을 구분하여 정의적 영역 각 요인을 인지하는 과정의 순서를 반영하여 정의적 영역들의 인과적 관계를 모형화 하여 구조 모형을 구성하고 분석을 진행하였다. 경로 분석을 위한 연구 도구는 개별 효과와 가능한 간접 효과 추정치 산출을 위하여 표준화된 계수를 직접 추정해주는 Mplus 프로그램을 이용하였다.

앞서 분석한 로지스틱 회귀분석에 따르면 모든 학교급에서 학생들이 수학에 대해 가지는 효능감이 수학학습 포기 여부에 가장 큰 변인으로 나타났다. 따라서 이 요인을 정의적 개념으로 구성된 모형의 후반부에 배치하였으며, 학습의지와 학습태도와 같은 나머지 요인들을 중간 배치하였다.

나. 구조 모형 분석 결과

정의적 영역 중 학습자의 가치를 선행변인으로, 외적동기와 내적동기를 첫 번째 단계(stage 1) 매개변인으로 설정하였고, 다음으로 흥미와 학습의지를 두 번째 단계(stage 2) 인과 구조 모형을 설정하였으며, 마지막 준거변인으로 학습태도와 효능감을 설정하였다. <표 III-4>에서 제시한 바와 같이, 분석결과 고등학생, 중학생, 초등학

생 모두 모형이 수용 가능한 적합도를 나타내었다.

<표 III-4> 표본별 인지적 학습모형 적합도 추정결과

Package	Sample	χ^2	df	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
MPLUS	1-2. 고등학생	2189.252***	241	.951	.944	.056	.034
	2-2. 중학생	2143.470***	241	.946	.938	.054	.036
	3-2. 초등학생	1835.620***	241	.955	.948	.046	.031

*** $p < .001$; a. 결측치 대체로 SRMR은 추정에서 제외됨.

구조 모형의 추정결과는 각 학교급(고등, 중등, 초등) 모두 효과의 방향과 크기가 유사하게 수렴하는 결과를 나타내었다.

<표 III-5>에서 보이는 바와 같이, 모형 내 직접 경로 중 전반적으로 대부분의 경로가 정적으로 유의한 가운데, 초등학생의 경우 외적동기가 흥미를 오히려 떨어뜨리는 것으로 나타났고, 중학생을 거쳐 고등학생으로 연령대가 상승하면서 외적동기가 흥미를 높이는 것으로 나타났다. 그리고 흥미의 경우 어느 집단에서도 학습태도를 유의하게 예측하지 못하는 것으로 나타났다.

<표 III-5> 채택된 연구모형 내 표준화된 직접 경로계수 추정치

연번	경로	고등학생	중학생	초등학생
1	가치 → 외적동기	.724***	.766***	.759***
2	가치 → 내적동기	.790***	.771***	.908***
3	외적동기 → 흥미	.245***	.127**	-.108*
4	외적동기 → 학습의지	.529***	.383**	.068
5	내적동기 → 흥미	.648***	.696***	.903***
6	내적동기 → 학습의지	.429***	.563***	.819***
7	흥미 → 학습태도	-.014	-.047	-.030
8	흥미 → 효능감	.384***	.325***	.330***
9	학습의지 → 학습태도	.926***	.955***	.970***
10	학습의지 → 효능감	.563***	.563***	.556***
11	흥미 ↔ 학습의지	.286***	.223**	.037

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

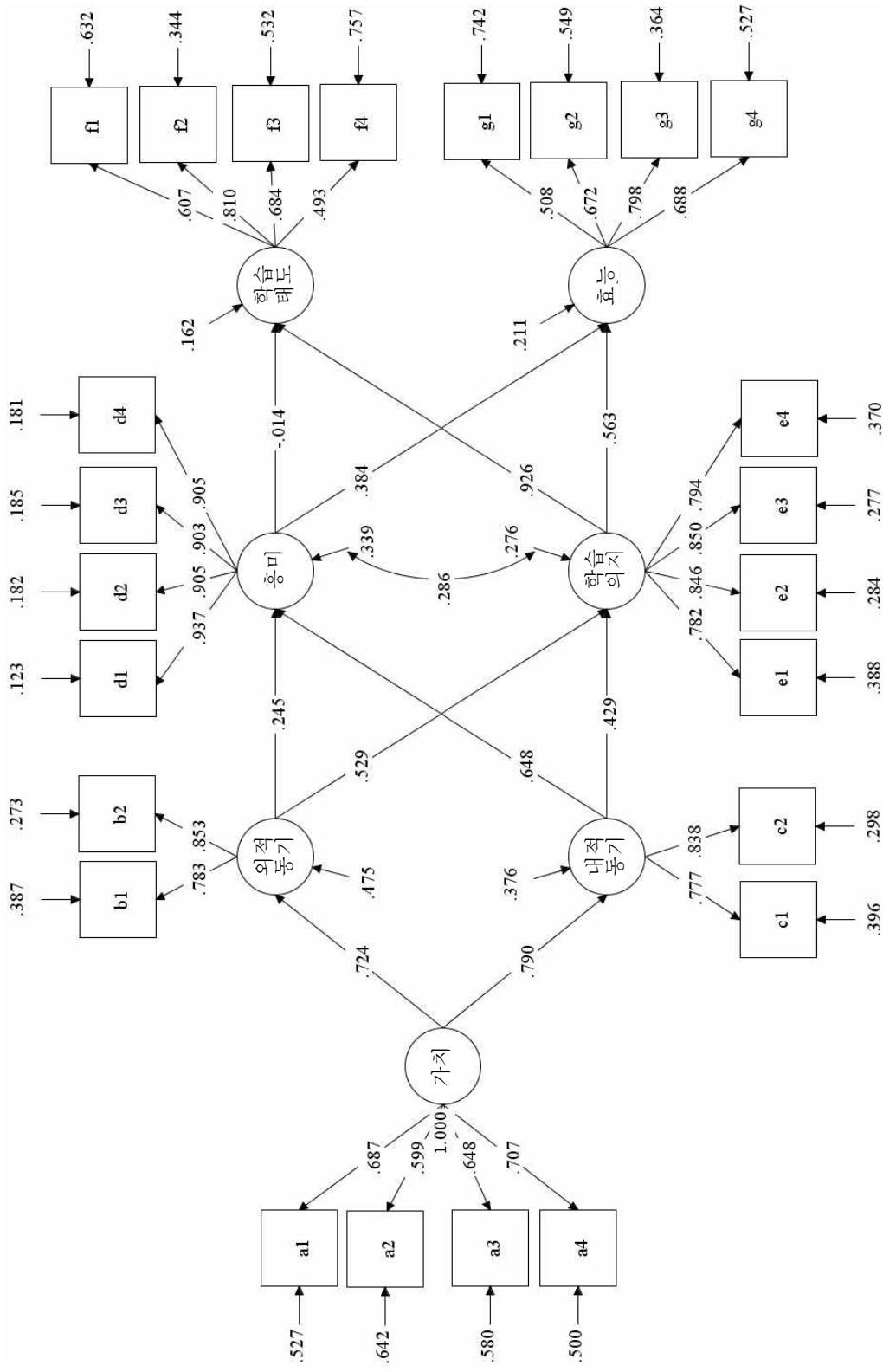
다음으로 간접 경로의 효과 추정치를 살펴보면(<표 III-6>), 가치가 학습태도를 예측하는 과정에서 외적동기와 흥미를 거치는 간접효과가 세 집단 모두에서 유의하지 않았다($-.005 \leq \beta \leq .002$, $p > .05$). 세 집단 중 특히 초등학생의 경우 외적동기와 흥미를 거치는 간접효과는 유의하지 않거나($\beta = .002$, $p > .05$) 약하지만 부적으로 유의하게 나타났다($\beta = -.027$, $p < .05$). 또한 가치가 학습태도를 예측하는 과정에서의 내적동기와 흥미를 거치는 간접효과는 부적으로 나타났다($-.025 \leq \beta \leq -.007$).

<표 III-6> 채택된 연구모형 내 표준화된 간접경로 계수(매개 효과) 추정치와 신뢰구간

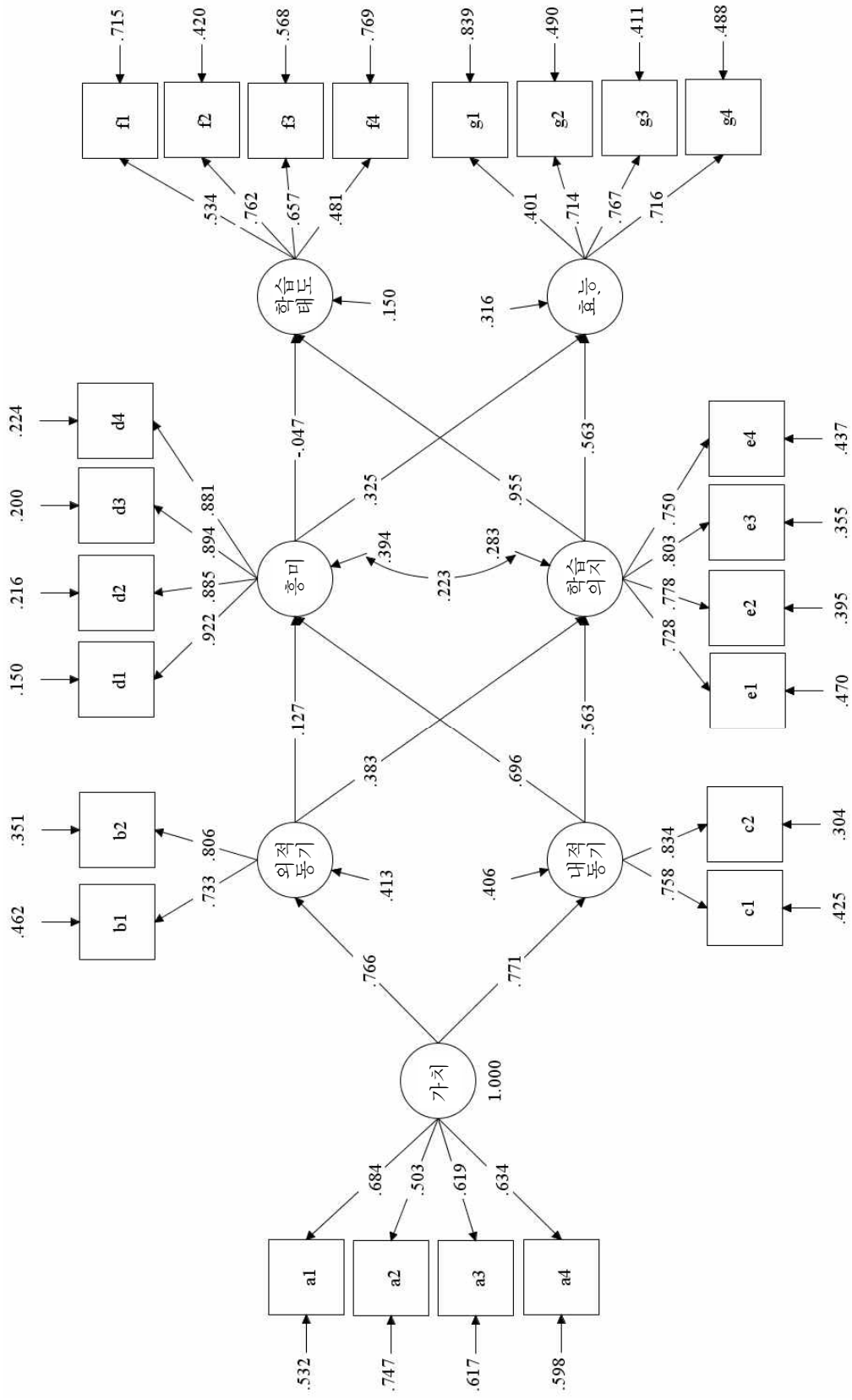
연번	경로	고등학생	중학생	초등학생
		(95% BC-CI)	(95% BC-CI)	(95% BC-CI)
1	가치 → 외적동기 → 흥미 → 학습태도	-.003 (-.013, .008)	-.005 (-.012, .003)	.002 (-.004, .009)
2	가치 → 외적동기 → 학습의지 → 학습태도	.355*** (.313, .398)	.280*** (.227, .333)	.050 (-.009, .109)
3	가치 → 내적동기 → 흥미 → 학습태도	-.007*** (-.037, .022)	-.025 (-.062, .012)	-.025 (-.085, .035)
4	가치 → 내적동기 → 학습의지 → 학습태도	.314*** (.270, .358)	.414*** (.355, .473)	.722*** (-.047, -.007)
5	가치 → 외적동기 → 흥미 → 효능감	.068*** (.052, .084)	.032*** (.014, .049)	-.027* (-.047, .326)
6	가치 → 외적동기 → 학습의지 → 효능감	.216*** (.182, .250)	.165*** (.132, .199)	.029 (-.005, .063)
7	가치 → 내적동기 → 흥미 → 효능감	.196*** (.160, .233)	.174*** (.136, .212)	.271*** (.215, .326)
8	가치 → 내적동기 → 학습의지 → 효능감	.191*** (.161, .221)	.244*** (.204, .284)	.414*** (.352, .475)

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

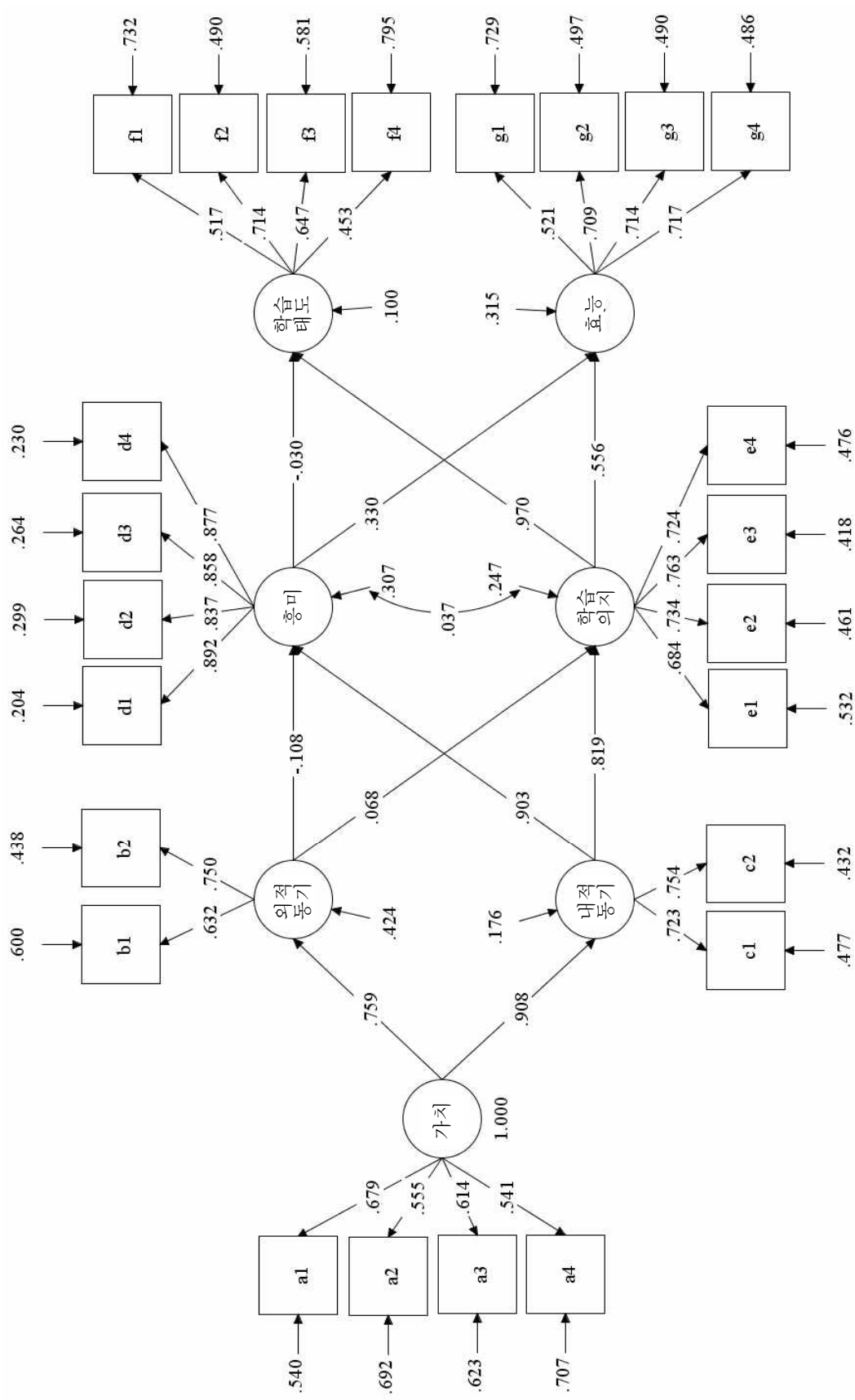
인과 모형 분석에 따른 결과를 종합적으로 살펴보면, 모든 학교급에서 공통적으로 가치에서 외적동기 및 내적동기로, 그 다음은 흥미와 학습의지를 거쳐 학습태도와 효능감으로의 경로를 형성함을 알 수 있다. 또한 세 학교급 모두 수학에 대한 “흥미”가 수학교기 인식에 강한 영향력을 미치지 못한다는 것을 알 수 있는데, 초등과 중등 그리고 고등학교 학교급의 양상을 각각 살펴보아도 흥미는 학습태도에 별다른 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 반면에 흥미가 효능감에는 일관되게 정적인 영향력을 나타내었다. 한 가지 더 주목할 사항은 외적동기는 학급이 올라감에 따라 “흥미”와 “학습의지”에 점점 강한 영향력을 나타내었다. 초등학급에서는 외적동기가 흥미를 부적으로 약하게 예측하였지만, 중학생 집단에서는 정적으로 약한 영향력을 나타내었고, 고등학생 집단에서는 그 영향력이 중간 수준으로까지 상승하는 것으로 나타났다.



[그림 III-1] 고등학생의 정의적 영역 구조 모형



[그림 III-2] 중학생의 정의적 영역 구조 모형



[그림 III-3]초등학생의 정서적 영역 구조 모형

IV. 나가는 말

본 연구는 우리나라 초·중·고 학생들의 수학학습에 관한 정의적 영역 실태 조사 연구의 일환으로 시도되었다. 정의적 요인 중 어느 요인이 수학 포기 인식에 가장 영향을 많이 미치는 지, 그리고 가장 근간이 되는 요인이 무엇인지에 대하여 알아보고, 정의적 영역의 각 요인들이 어떤 경로를 통해 수학포기에 이르는가를 분석하고자 하였다. 수학학습 포기 인식에 영향을 미칠 수 있는 정의적 영역 요인으로는 가치, 흥미, 학습태도, 외적 동기, 내적 동기, 학습의지, 효능감으로 설정하였으며, 이는 한국과학창의재단(2015)에서 수학학습 포기 인식 관련 정의적 영역 검사 도구 개발 과정에 서 도출된 요인들이다.

본 연구에서 수학포기에 영향을 미치는 요인을 로지스틱 회귀분석을 통해 추출한 결과, '효능감'이 초·중·고 학생들 모두에게 가장 영향을 많이 미치는 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 학생들의 효능감이 낮아지면 수학포기로 이어질 가능성이 가장 크다는 것을 의미한다. 따라서 학생들의 수학학습 포기 인식을 낮추기 위해서는 수학학습 효능감을 높이기 위한 교수·학습 방안 마련에 노력을 기울일 필요가 있다. 그동안 효능감이 학습에 미치는 영향에 대하여 우리는 수도 없이 주목해 왔으며, 그 중요성을 강조해 왔다(예, Bandura 1993; Collins, 1882; Sherer & Maddux, 1982; Wood & Locke, 1987; Zarch & Kadiva, 2006). 이 연구 결과는 수학 포기 인식 역시 효능감이 가지는 중요성에 대하여 다시 한번 확인해 주는 결과라 볼 수 있다.

또한 정의적 영역 요인 간의 관계를 인지 과정 모형으로 분석한 결과, 모든 학교급별에서 수학에 대한 '가치'에서부터 시작해서 수학학습 '효능감'으로 이어지는 인과 모형이 성립함을 알 수 있다. 즉, 학생들이 수학에 대한 '가치'를 인식할 때 '외적/내적 동기'가 발생하고, 두 동기는 수학에 대한 '흥미'와 '학습의지'를 높이며, 마지막으로 긍정적인 '학습태도'와 '효능감'을 발달시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 수학학습에서 가치를 인식하는 과정이 학습자인 초·중·고 학생들을 인지적으로 설득하는 과정이라고 설명할 수 있는 것이다.

그동안 우리나라 수학교육계는 학생들이 수학에 대하여 갖는 '가치' 인식의 중요성을 파악하고 이를 함양하기 위한 노력을 기울여 왔다(예, 이민희 임해미, 2013; 이재학 외, 2013). 학생들이 수학에 대한 가치를 인식할 수 있어야 수학학습에 대한 노력을 기울이고 이는 결국 수학학습 성취에도 영향을 미친다는 것이다(김상화·방정숙, 2007; 김수진 외, 2014; 남진영, 2014; 방정숙·조수운, 2016; 우연경 외(2016)). 이러한 수학에 대한 가치 인식이 실제로 수학 포기 인식에서의 가장 근간이 되는 요인임을 본 연구 분석을 통해 확인할 수 있었다.

본 연구 분석에 따른 정의적 요인 간의 인과적인 관계는, Hannula (2006)의 연구인 동기부여가 감정을 통제하는 메커니즘을 통해 행동을 지시한다는 맥락과 유사하게 나타났다. 동기가 흥미와 학습의지를 매개로 하여 효능감과 학습태도의 행동으로 연결되는 관계로 설명하고 있다. 뿐만 아니라, 인지적인 정보처리 절차를 통해 학습자가 동기화되는 과정을 설명하는 이론인 목표설정 이론(Goal setting theory, Bandura, 1988; Locke & Latham, 1990; Schunk, 1989)에서 주장한 바와 같이 가치에 바탕을 둔 목표를 설정함으로써 스스로를 동기화시키고 목표달성을 위해 더 노력하며 이를 통해 효능감을 더 많이 경험하게 된다는 이론과 맥락이 같은 연구 결과라 볼 수 있다. 다시 말하면, 수학이 왜 중요하고 어떠한 점에서 노력할만한 가치가 있는지를 논리적으로나 감정적으로 설득할 수 있을 때 학습자가 수학에 대해 전반적으로 긍정적인 태도를 갖고 수학학습의 성취로 이어질 수 있으리라 기대할 수 있다는 해석이 가능하다.

또한, 수학에 대한 가치에서 동기로, 그리고 흥미와 학습의지로의 긍정적 내적과정이 학교급이 높아질수록 외적동기의 영향력이 강해지는 형태로 변화하는 양상을 확인할 수 있다. 반면에 초등학생인 경우 외적 동기가 흥미로 이어지지 않는다는 것은 초등학생들에게 수학의 외적인 동기유발을 강조하는 것은 자칫 수학에 대한 흥미나 학습의지를 높이는 데 오히려 역효과를 초래하는 결과가 될 것이라는 시사점을 주고 있다.

연구 분석 과정에서 효능감을 전반부에 배치한 추가 모형 분석을 시도해 본 결과, 이러한 모형은 이후의 인과관계 경로가 단절되는 결과를 확인하였다. 이를 통해서 알 수 있는 것은, 정보처리에 관한 인지 모형(Information processing theory)에서는 과제에 대한 효능감 지각이 자신과 타인의 성취 및 성공경험에 기반하고 문제해결 노력의 정도와 의지에 관련되어 있다는 이론으로서 효능감은 직, 간접적인 성취경험을 바탕으로 발달하고, 부적절한 효능감(자신의 능력 수준과 과제 난이도에 대한 메타인지의 부족으로 인한 적절치 못한 성취기대)은 실패경험으로 인해 오히려 이후의 효능감을 하락시키는 원인이 된다는 연구 결과가 있다(Schunk, 1991). 이와 동일한 맥락에서 다른 요인을 함양시키는 과정 없이 효능감만을 직접적으로 높이려는 시도는 교육의 개입 실패를 야기할 수 있다는 것을 본 연구에서의 모형을 배치로 판단할 수 있다.

본 연구의 회귀 분석 결과에 따르면 초등학생과 중학생의 수학 포기여부에 영향을 준 요인에는 수학에 대한 흥미가 주요 요인으로 포함되었다. 이는 구조 모형 분석에서도 확인해 볼 수 있는데, 흥미와 학습의지를 통제하면 학습태도와 효능감 간의 정적인 관계가 사라지는 양상을 보였다($r=.529, p<.001 \rightarrow r=.007, p>.05$). 이를 통해서 수학을 얼마나 바르

게 꾸준히 공부하는가(학습태도)와 잘 할 수 있다는 신념(효능감) 간에는 수학에 대한 호기심 및 즐거움(흥미)과 수학학습에 대한 자기조절력(학습의지)이 중요한 공통분모로 존재한다는 것을 볼 수 있다. 즉, 흥미와 자기조절력 함양을 위한 노력 없이 바른 학습태도만을 강조하는 것은 수학 학습자의 학습태도와 자신감 함양에 도움이 되지 않을 수 있다. 따라서 저학년군으로 갈수록 수학학습에 흥미를 느낄 수 있는 다양한 교수·학습 방안이 지속적으로 강구되어야 한다는 시사점을 얻을 수 있다.

이 연구에서 제시한 정의적 영역의 요인의 경로 분석을 통해서 초, 중, 고 학생의 수학의 정의적 영역 성취를 위한 목표나 방향을 설정하는데 도움이 될 수 있기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 고호경 외 (2017). 수학나눔지원단 운영. 한국과학창의재단 연구보고서, 2017-1.
- Ko, H. K. et al. (2017). *Managing the mathematics learning support group*. The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. Research Report, 2017-1.
- 공민숙 · 강윤수 (2014). GeoGebra를 활용한 극한 지도가 고등학생들의 수학 학습에 미치는 영향. 한국학교수학, **17(4)**, 697-716.
- Gong, M. S. & Kang, Y. S. (2014). Effects of Teaching of Limit Using GeoGebra to High School Students' Mathematics Learning. *The Korean School Mathematics Society*, **17(4)**, 697-716.
- 교육부 (2015). 수학과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호 [별책8번].
- Korea Ministry of Education (2015). *Mathematics Curriculum*, Bulletin, No. 2015-74. [Supplement No. 8]
- 남진영 (2014). 수학의 가치 교육: 폴라니의 인식론을 중심으로. 한국초등수학교육학회지, **18(1)**, 63-81.
- Nam, J. Y. (2014). Teaching of the value of mathematics : in the perspective of Michael Polanyi's philosophy. *Journal for Korea Society of Elementary Mathematics Education*, **18(1)**, 63-81.
- 김부미 (2016). 수학 학습 동기 증진 프로그램 개발 및 적용 효과 분석. 학교수학, **18(2)**, 397-423.
- Kim, B. (2016). Development of Program for Enhancing Learners' Mathematics Learning Motivation and Analysis of Its' Effects. *School Mathematics*, **18(2)**, 397-423.
- 김상화 · 방정숙 (2007). 수학을 왜 배우는가? : 초등학생들의 이해를 중심으로. 수학교육학연구, **17(4)**, 419-436.
- Kim, S. H. & Pang, J. S. (2007). Why Study Mathematics? - Focused on the Elementary School Students' Conception -. *The journal of educational research in mathematics*, **17(4)**, 419-436.
- 김수진 · 김경희 · 박지현 (2014). 중학생들의 수학에 대한 흥미와 가치 인식 변화가 수학 성취도에 미치는 영향 분석. 교과교육학연구, **18(3)**, 683-701.
- Kim, S. J., Kim, K. H., & Park, J. H. (2014). The effect of mathematics achievement on changes in mathematics interest and values for middle school students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, **8(3)**, 683-701.
- 방정숙 · 조수운 (2016). 한국 학생들의 수학과 수학 학습에 대한 가치 인식: 초등학교 6학년과 중학교 3학년을 중심으로. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육>, **55(4)**, 467-484.
- Pang, J. S. & Cho, S. (2016). An Investigation of What Korean Students Valued with regards to Mathematics and Mathematics Learning: A Study with Sixth and Ninth Graders. *The Mathematical Education*, **55(4)**, 467-484.
- 송정범 · 이태욱 (2011). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. 한국정보교육학회 논문지, **15(1)**, 11-22.
- Song, J. B. & Lee, T. W. (2011). The Effect of STEM Integration Education Using Educational Robot on Academic Achievement and Subject Attitude. *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, **15(1)**, 11-22.
- 우연경 · 김성경 · 최영인 (2016). 초등학생의 교과에 대한 가치 인식이 학습참여와 학업성취에 미치는 영향 : 국어와 수학 비교를 중심으로. 학습자중심교과교육연구, **16(12)**, 457-474.
- Woo, Y. K., Kim, S. K., & Choi, Y. (2016). Specificity of Task Value in Predicting Students' Cognitive Engagement and Achievement. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, **16(12)**, 457-474.
- 이광상 · 임해미 · 박인용 · 서민희 · 김부미(2016). 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 설문 문항 개발. 교육과정평가연구, **19(4)**, 45-70.
- Lee, G., Rim, H., Park, I., Seo, M., & Kim, B. (2016). A Study on Development of the Survey Items for Affective Domain in Mathematics of NAEA *The Journal of Curriculum and Evaluation*, **19(4)**, 45-70.
- 이미경 외 (2004). PISA 2003 결과 분석 연구-수학적 소양, 읽기 소양, 과학적 소양 수준 및 배경변인 분석. 연구보고서 RRE 2004-2-1. 한국교육과정평가원.

- Lee, M. K., et al. (2004). *The PISA 2003 Results—An Analysis of performances and influences on Mathematical Literacy, Reading Proficiency, Scientific Literacy*. Report, RRE 2004-2-1. Korea Institute for Curriculum and Education.
- 이미경 외 (2007). *OECD/PISA 평가틀 및 공개 문항 분석*. 한국교육과정평가원. 연구자료 ORM 2007-24.
- Lee, M. K., et al. (2007). *An Analysis of the Assessment Rubric for and Released Items of OECD/PISA*. Report, ORM 2007-24. Korea Institute for Curriculum and Education.
- 이민희 · 임해미 (2013). 수학을 활용한 융합적 프로젝트기반학습(STEAM PBL)의 설계 및 효과 분석, *학교수학*, **15(1)**, 159-177.
- Lee, M. & Rim, H. (2013). A Design and Effect of STEAM PBL based on the History of Mathematics. *School Mathematics*, **15(1)**, 159-177.
- 이재학 · 정상권 · 김선희 · 최민식 · 원유미 · 김영진, 고호경 (2013). 스토리텔링을 활용한 중학교 기하영역 자료 개발 연구. *수학교육 논문집*, **27(3)**, 341-356.
- Lee, J. H., Chung, S. K., Kim, S. H., Choi, M. S., Won, Y. M., Kim, Y. J., & Ko, H. K. (2013). Development of Material for Middle School Geometry using Storytelling. *Communications of Mathematical Education*, **27(3)**, 235-249.
- 이종희 · 김부미 (2010). 수학 학습 동기와 귀인의 측정 도구 개발 및 분석. *수학교육학연구*, **20(3)**, 413-444.
- Lee, C. H., & Kim, B. (2010). Instrument Development and Analysis for Mathematical Learning Motivation and Causal Attribution. *The journal of educational research in mathematics*, **20(3)**, 413-444.
- 이종희 · 김수진 (2010). PISA 2003 결과에서 수학의 정의적 영역에 영향을 주는 변인 분석. *학교수학*, **12(2)**, 219-237.
- Lee, C. H., & Kim, S. (2010). Analysis of Affective Factors on Mathematics Learning According to the Results of PISA2003. *School Mathematics*, **12(2)**, 219-237.
- 이종희 · 김선희 · 김수진 · 김기연 · 김부미 · 윤수철 · 김윤민 (2011). 수학 학습에 대한 정의적 성취 검사 도구 개발 및 검증. *학교수학*, **50(2)**, 247-261.
- Lee, C. H., Kim, S. H., Kim, S. J., Kim, K. Y., Kim, B. M., Yun, S. C., & Kim, Y. M. (2011). Development and verification of an affective inventory in Mathematical Learning. *The Mathematical Education*, **50(2)**, 247-261.
- 임해미 (2016). 부모의 수학에 대한 태도와 기대가 수학 학습 동기와 성취도에 미치는 영향. *수학교육학연구*, **26(4)**, 701-714.
- Rim, H. (2016). The Relationships Among Parental Attitudes, Parental Expectations, Motivation and Achievement Focusing on Mathematics. *The journal of educational research in mathematics*, **26(4)**, 701-714.
- 조현철 (2011) 내외적 학습동기, 자기결정성, 목표지향, 자기지각, 지능관 및 자기조절학습전략 요인들의 학습태도, 학습행동 및 학업성취에 대한 효과. *교육심리연구*, **25(1)**, 33-60.
- Cho, H. C. (2011). The effects of academic motivation, self-determination, goal orientation, self-perception, implicit theory of intelligence and self-regulated learning strategies on learning attitude, behavior and outcomes *The Korean Journal of Educational Psychology*, **25(1)**, 33-60.
- 주영주 · 이종희 · 김선희 (2011). 수학교과에서 남녀 집단 간의 학업적 자기효능감, 흥미, 외적 동기 및 학업성취도의 영향력 차이검증. *교과교육학연구*, **15(4)**, 1019-1041.
- Ju, Y., Lee, C. H., & Kim, S. H. (2011). A Comparison Study between Male and Female Students on Academic Self-efficacy, Interest, External Motivation, and Mathematics Achievement of High School Students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction, Curriculum*, **15(4)**, 1019-1041.
- 한국과학창의재단 (2015). *수학학습 실태조사 및 개선방안 연구*. 한국과학창의재단 연구보고서. 2015-12.
- The Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2015). *A Research on the Actual Condition and Improvement of Mathematics Learning*. Research Report, 2015-12.
- Bandura, A. (1988). Self-regulation of motivation and action through goal systems. In V. Hamilton, G. H. Bower, & N. H. Frijda (Eds.), *Cognitive perspectives on emotion and motivation* (pp. 37-61). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, **28(2)**, 1 17-148
- Collins, J. L. (1982). Self-efficacy and ability in achievement behaviour. Paper presented at *the meeting of the American Educational Research Association*, New York.
- DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. (2006). Affect and meta-affect in mathematical problem solving: a representational perspective. *Educational Studies in Mathematics*, **63**, 131-147.
- Dubois, D. J. (1990). *The relationship between selected student team learning strategies and student achievement and attitude in middle school mathematics*. Unpublished doctoral dissertation, University of Houston. Ed.

- Fennema, E., & Sherman, J. A. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, **7**(5), 324-326.
- Haladyna, T., Shaughnessy, J., & Shaughnessy, J. M. (1983). A causal Analysis of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, **14**(1), 19-29.
- Hannula, M. S. (2006). Affect in Mathematical Thinking and learning. In J. Maaß & W. Schölglmann (Eds.), *New mathematics education research and practice* (pp.209-232. Rotterdam: Sense
- Ko, H., & Yi, H. (2011). Development and Validation of Mathematics Anxiety Scale for Students. *Asia Pacific Education Review*, **12**(6), 509-521.
- Locke, E.A., & Latham, G.P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In D. A. Gouwes(ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.575-596), Macmillan, NY.
- Randhawa, B. S., Beamer, J. E., & Lundberg, I. (1991). Role of mathematics self-efficacy in the structural model of mathematics achievement. *Journal of Educational Psychology*, **85**, 41-48.
- Sandman, R. S. (1980). The mathematics attitude inventory: Instrument and User's manual. *Journal for Research in Mathematics Education*, **11**(2), 148-149.
- Schunk, D. H. (1989). Self-efficacy and achievement behaviors. *Educational Psychology Review*, **1**, 173-208.
- Schunk, D. H. (1991). Self-efficacy and academic motivation. *Educational Psychologist*, **26**, 207-231.
- Sherer, M., & Maddux, J. E. (1982). The self-efficacy scale: construction and validation. *Psychological Reports*, **51**, 663-671.
- Wood, R. E., & Locke, E. A. (1987). The relationship of self-efficacy and grade goals to academic performance. *Educational and Psychological Measurement*, **47**, 1013 - 1024.
- Zarch, M. K., & Kadivar, P. (2006). The role of mathematics self-efficacy and mathematics ability in the structural model of mathematics performance. *WSEAS Transactions on Mathematics*, **6**, 713 - 720.

A Causal Model Analysis of Non-Cognitive Characteristics of Mathematics Learning

Lee, Hwan Chul

Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, Seoul 10497, Korea
E-mail: singgri@kofac.re.kr

Kim, Hyung Won

School of Mathematical and Statistical Sciences, University of Texas Rio Grande Valley, USA
E-mail: hyung.kim@utrgv.edu

Baek, SeungGeun

Admission office of Ajou University, Ajou University, Suwon, 16499, Korea
E-mail: to100mak@ajou.ac.kr

Ko, Ho Kyoung

Graduate School of Education, Ajou University, Suwon, 16499, Korea
E-mail: kohoh@ajou.ac.kr

Yi, Hyun Sook[†]

Department of Education, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea
E-mail: hyunysi@konkuk.ac.kr

The study in this paper, which is part of a bigger study investigating non-cognitive characteristics of Korean students at the 4 - 12 grade levels, aims to identify the influential characteristics that explain students' decision to give up on mathematics learning. We consider seven non-cognitive student characteristics: value, interest, attitudes, external motivation, internal motivation, learning conation and efficacy. Data were collected from 21,485 Korean students, and were analyzed with a logistic regression method using SPSS. The findings show that efficacy was the most significant indicator of students' decision to give up on mathematics learning in all three grade level bands: elementary (4th - 6th), middle (7th - 9th) and high (10th - 12th). In particular, the causal model analysis shows that students who highly value mathematics tend to have stronger internal and external motivation, which bring about stronger interest and learning conation, which in turn lead to positive attitudes and strong efficacy regarding the learning of mathematics. It was further found that while external motivation was a significant indicator of upper grade level students' decision to give up on mathematics learning, it was only a moderate indicator for lower grade level students. The findings of this study provide useful information about which non-cognitive areas need to be focused on, in what grade levels, to help students stay on track and not fall behind in learning mathematics.

* ZDM classification : C2, D81

* 2000 Mathematics Classification : 97C20

* key words : Non-cognitive Characteristics, Causal Model Analysis, efficacy

† Corresponding author