

학생들의 과학진로 선택 과정에 영향을 미치는 요인들 간의 인과관계 분석

윤진*

서울대학교

The Analysis of Causal Relationship among Students' Science-related Career Choice and its Factors

Yoon, Jin*

Seoul National University

Abstract: The purpose of this study was to analyze the causal relationship among students' science-related career choice and its factors. The causal relationship was analyzed using structural equation modeling. According to the most fitting model, science career aspiration had a direct and total effect of 0.95 (standardized coefficient) on the science career choice, and personal factor had an indirect and total effect of 0.75 on the science career choice, educational factor, 0.46, and social factor, 0.11. Personal factor had a direct and total effect of 0.79 on the science career aspiration, educational factor with total effect of 0.48 (direct effect -0.21, indirect effect 0.69), and social factor with direct and total effect of 0.12. On the other hand, educational factor had a direct and total effect of 0.72 on the social factor, and a direct and total effect of 0.77 on the personal factor. The difference in the causal effect among grades and between gender was analyzed. The difference was only in the magnitude of influence among grades, showing the same tendency with the total number of students, but the difference between gender was contrastive. For the boys, social factor had the biggest effect on the science career choice, next was personal factor, and the educational factor had the smallest effect. The girls' science career choice influenced mostly from personal factor, and the other two factors' effects were not high. The social effect was negative for the girls' science career choice. The implications of proper science career education were discussed from these results, considering the causal relationship among factors of science career choice and its factors.

Key words: causal relationship, factors of science-related career choice, personal, educational, social.

I. 서론

학생들이 과학 분야로 진로를 선택하는 문제는 개인적 의사결정으로서 중요하며 동시에 과학기술 인적자원과 관련된 국가경쟁력 측면에서도 중요하다. 학생들의 과학관련 진로 선택 과정의 주요 요인들 사이의 인과관계를 밝히는 일은 과학관련 진로선택 과정을 이해하는 데 필수적이며, 과학진로교육의 방향을 제시하는데 도움이 된다. 과학관련 진로 선택에 영향을 미치는 요인에 대한 선행 연구들에서 나타난 과학관련 진로 선택과 관련된 요인들은 매우 다양하지만(Eiduson & Beckman, 1973; Grandy, 1998; Hill *et al.*, 1990;

Woolnough, 1994), 본 연구에서는 과학관련 진로선택 요인들의 포괄적인 논의를 위해 이들을 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인의 세 범주로 크게 구분하고, 각각의 요인은 두세 개의 하위요인들로 세분화하였다. 개인적 요인은 개인의 내면적 특성 요인과 환경·경험적 요인의 하위 요인들을 포괄하는 것으로 개인의 흥미, 적성에 대한 인식, 능력, 개인의 성향 등의 내적 요인과, 부모나 친척의 과학관련 직업 종사, 과학 활동 참여 등의 환경·경험적 요인을 포함하였다. 교육적 요인은 과학수업 관련 요인과 과학교사의 특성과 관련된 요인 등의 하위 요인들을 포함하였다. 사회적 요인은 과학관련 직업에 대한 사회적 인정 및 경제적 보상 등

*교신저자: 윤진(bjsdream@chol.com)

**2007.03.27(접수) 2007.05.09(1심통과) 2007.09.12(2심통과) 2007.09.17(최종통과)

의 사회경제적 보상요인과 과학의 가치에 대한 인식을 나타내는 과학의 가치요인 등의 하위 요인들을 포함하였다. 본 연구는 과학관련 진로 선택의 요인들을 다룬 선행 연구들에 대한 문헌 연구를 바탕으로 기존의 과학관련 진로선택과정의 구조방정식모형(윤진, 박승재, 2003)을 포괄적인 모형으로 개선하여, 학생들의 과학관련 진로선택이 어떤 요인들에 의해 어떤 인과 관계를 통하여 이루어지는가를 설명하고자 하였다.

본 연구의 목적은 학생들의 과학관련 진로선택 과정의 인과관계를 분석하고 대상별 차이를 논의하는 것이다. 이를 위해 선행연구들에서 나타난 과학관련 진로선택의 요인들을 추출하고, 요인분석을 통해 개인적 요인과 교육적 요인, 사회적 요인으로 크게 범주화하였다. 이들 요인들과 과학진로선택과의 인과구조를 설명하기 위해 구조방정식 모형을 구축하고, 공분산구조분석을 실시하였다. 본 연구의 목적과 관련된 주요 연구 질문은 다음과 같다.

- (1) 학생들의 과학관련 진로선택과정은 개인적, 교육적, 사회적 요인과 어떤 인과관계가 있는가?
- (2) 학생들의 과학관련 진로선택 과정의 인과구조는 초, 중, 고 학교급별로 어떻게 다른가?
- (3) 학생들의 과학관련 진로선택 과정의 인과구조는 남녀 학생에 따라 어떻게 다른가?

II. 연구 방법

1. 연구 도구와 연구 대상

본 연구는 과학진로교육 프로그램 개발을 위한 기초 연구의 일부로서, 과학진로와 관련된 실태조사 연구와 함께 이루어졌다. 과학관련 진로에 대한 실태조사의 검사도구 개발 과정(윤진 등, 2006)에서 과학관련 진로선택 과정의 인과구조에 대한 공분산구조분석이 가능하도록, 과학관련 진로선택 요인 관련 문항들과 과학관련 직업 희망 정도, 과거 및 현재의 과학직업 희망 여부를 묻는 문항들을 포함하였다.

연구대상은 전국적으로 유층균집 방법으로 표집된 학생들 가운데 설문에 성실한 응답을 하여 최종 분석 대상이 된 3,608명이었으며, 학교급별로는 초등학교생 1,036명, 중학생 1,137명, 고등학생 1,435명이었고, 성별 구성은 남학생 1,872명, 여학생 1,736명이었다. 원자료에서 생길 수 있는 문제를 최소화하기 위해 탐색적 요인 분석으로 잠재변수와 측정변수를 검증하였다. 이 과정에서 결측 자료는 제외하였으며 최종 분석 대상은 3,426명이다.

2. 분석방법

과학관련 진로를 선택함에 있어서는 여러 가지 요인들이 복잡한 인과관계로 얽혀있으므로, 여러 변수들의 인과관계를 종합적으로 분석하는 통계기법인 공분산구조분석을 사용하여 학생들의 과학관련 진로선택 과정의 인과관계를 분석하였다. 과학 진로 선택과 관련된 요인들을 요인분석을 통해 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인으로 크게 구분하여 이들 세 요인을 잠재변수로 하고, 과학관련 진로희망 및 과학관련 진로 선택 또한 잠재변수로 설정하였다. 각각의 잠재변수들의 하위 범주를 측정변수로 하여 각각의 측정변수에 잠재변수가 얼마나 반영되는지 분석하였다. 각 잠재변수들 사이의 인과관계를 분석하기 위한 공분산구조분석은 AMOS4.0을 사용하였다.

3. 과학관련 진로선택 과정의 구조방정식 모형의 구성

과학관련 진로선택의 구조방정식모형의 구성은 과학관련 진로선택 요인과 관련된 문항들의 요인분석 결과를 바탕으로 하였다. 회귀분석의 결과를 참고로 하여, 과학관련 직업 희망 정도와 현재 및 과거의 과학관련 직업 선택의 중요한 예측 변수인 부모희망, 과학선호, 과학학습선호 등을 포함하여 구조방정식모형을 구성하였다.

과학관련 진로선택 요인과 관련된 27문항에 과학선호, 과학성적인식, 과학학습선호, 과학직업 희망 정도, 과거 과학직업 희망, 현재 과학직업 희망을 포함시켜 요인 분석을 다시 실시하여 6개의 요인들로 구분되는 것을 확인한 다음, 그 결과를 이용하여 각 잠재변수들의 측정변수들을 구성하였다. 그림 1에 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인 각각의 측정 모형들과 과학 진로 희망 및 과학 진로 선택의 측정 모형들을 포함하여, 이들 잠재변수들 사이의 인과구조를 나타내는 구조모형이 함께 포함된 구조방정식모형을 제시하였다.

1) 측정 모형

각 잠재 변수들은 두 개 혹은 세 개의 측정변수들에 영향을 주는 것으로 설정하였다. 즉, 개인적 요인은 과학 선호와 과학 학습 선호를 평균한 선호도, 내면적 특성요인(I1), 환경·경험적 요인(I2)의 공통의 원인으로 설정하였고 이들 세 측정변수는 공통의 원인으로 상정한 개인적 요인만으로는 설명할 수 없는 독자적인 변동을 포함한다. 이 독자적인 변동은 각 측정변수로 향하고 있는 오차변수(ep, ei1, ei2)가 원인이 되어 생기

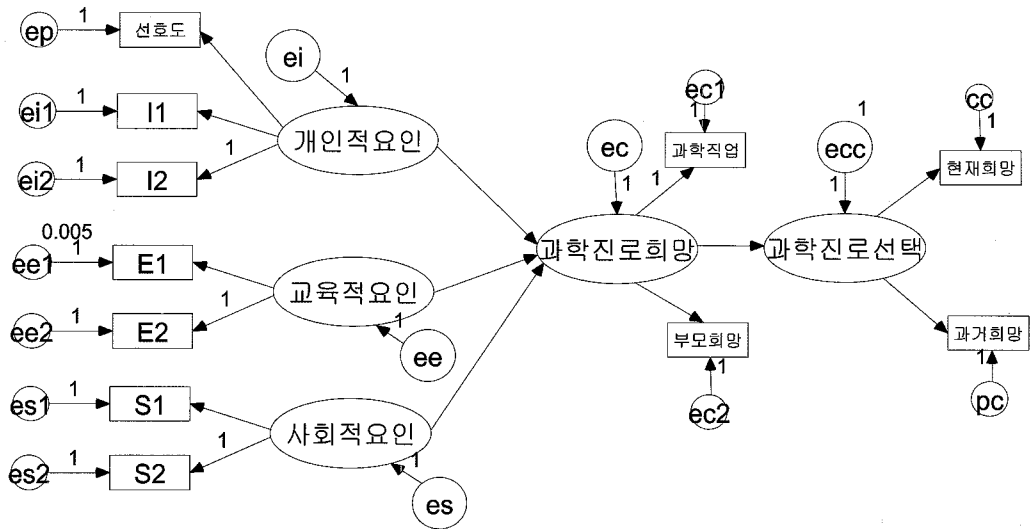


그림 1 과학진로선택과정의 구조방정식모형(기초모형)

* 사각형 안의 변수들은 측정변수, 타원 안의 변수들은 잠재변수, 각 변수들로 향하는 화살표를 지닌 원 안의 변수들은 오차변수를 나타냄. I1은 내면적 특성요인, I2는 환경·경험적 요인, E1은 과학수업요인, E2는 과학교사요인, S1은 사회경제적 보상요인, S2는 과학의 가치 요인을 각각 나타냄. 수정모형들에서도 마찬가지임.

고 있다고 상정한다(배병렬, 2000). 교육적 요인 및 사회적 요인에 대해서도 같은 방식의 설명을 할 수 있다. 교육적 요인으로부터는 과학수업요인(E1)과 과학교사요인(E2)의 두 측정변수가 인과적인 영향을 받고 있다. 사회적 요인으로부터는 사회경제적 보상요인(S1)과 과학의 가치 요인(S2)의 두 측정변수가 인과적 영향을 받고 있다. 과학 진로 희망은 학생들의 과학직업 희망 정도(과학직업)와 부모들이 갖는 자녀의 과학직업 희망에 대한 학생들의 인식(부모희망)의 두 측정변수로 구성되어 인과적 영향을 주고받는 것으로 측정모형을 설정하였다. 과학 진로 선택은 현재의 과학직업 희망(현재희망), 과거의 과학직업 희망(과거희망)의 두 측정변수로 구성되어 인과적 영향을 주고받는 것으로 측정모형을 설정하였다.

2) 구조방정식모형의 구축

구조모형을 구성함에 있어서 선행 연구의 결과(박승재 등, 2002; Woolnough, 1994) 및 회귀분석 결과를 참고로 하여 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인의 세 잠재변수가 과학 진로 희망에 영향을 주고 과학 진로 희망이 과학 진로 선택에 영향을 주는 것으로 설정하였다. 본 구조방정식모형을 통하여 검증하고자 하는 과학 진로 선택과정에 대한 가설은 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인 각각이 과학 진로 희망에 직접 영향을 주고 과학 진로 희망은 과학진로 선택에 영향

을 준다는 것이다.

이 모형의 인정(identification)을 평가하기 위한 분석 결과, 오차 변수 ee1의 분산이 음의 값으로 나와 0.005로 고정시켰더니, 최소한의 인정 조건은 성립하였으나 카이제곱 값이 2980.17로 매우 크게 나오고 확률값은 0.000으로 매우 낮게 나오고 GFI=0.861, AGFI=0.776, RMR=0.179 등으로 적합도 지표들이 좋지 않게 나와 모형의 수정이 필요한 것으로 나타났다(김계수, 2001). 수정 전의 이 모형은 수정모형들과의 구분을 위해 기초모형이라 하였다.

4. 구조방정식 모형의 수정

수정모형의 구축은 수정지수를 참고로 하면서 이론적인 배경에 크게 어긋나지 않도록 경로계수들을 추가하거나 변수들 사이의 공분산 관계를 설정하는 방향으로 진행하였다. 상관분석과 요인 분석의 결과로부터 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인 등의 잠재 변수들 사이의 관련성이 나타났으므로 이들 사이의 인과 관계를 어떻게 구성할 것인가가 수정모형을 구축하는데 있어서의 중심적인 문제였다. 공분산분석의 출력 결과 중에는 카이제곱값의 감소를 알려 주는 수정지수가 있는데, 카이제곱값을 크게 줄이는 부분이 교육적 요인과 개인적 요인 사이의 인과 경로, 교육적 요인과 사회적 요인 사이의 인과 경로, 그 밖에 오차 변수인 ei, ee, es 상호 간의 공분산 관계 설정 등으로 나타났다.

수정 지수를 참고하여 기초 모형으로부터 단계적으로 모형을 수정하여 자료에 적합한 다섯 가지 수정 모형을 얻을 수 있었다.

각각의 수정 모형들이 자료와 얼마나 잘 부합하는가에 대한 모형의 적합도를 절대 적합도 지수를 중심으로 비교하여 평가하고 자료에 가장 잘 부합하면서, 연구자의 가설에 적합한 모형을 선정하여 각 추정치에 대한 해석을 하였다. 최대우도법(Maximum Likelihood Estimation)으로 기초모형의 추정치를 계산한 결과, 모형의 적합도를 나타내는 지수가 좋지 않게 나왔다. 카이제곱값은 표본 크기에 크게 의존하는 값이므로, 모형이 어떤 유의수준에서 기각되지 않기 위한 최대의 사례수를 알려주는 Hoelter 수를 참고로 하여 적합도 평가를 하는 대상의 수를 연구대상 학생들 가운데 임의 추출한 100명으로 하였다. 모수 추정의 계산 방법은 최대우도법에 비해 카이제곱 검정의 결과가 더 양호하게 나오는 일반화 최소 제곱법(Generalized Least Squares)을 이용하여 각 수정모형들의 적합도 지수의 값을 구하였다(Table 1).

각 수정모형에 대한 적합도 지수를 카이제곱 값과 그 확률치, 기초적합지수(GFI), 조정적합지수(AGFI), 아카이 정보량 기준(AIC), 근사제곱근 평균제곱오차(RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation) 값으로 평가하였다. 다섯 개의 수정 모형들 모두 조정적합지수를 제외하고는 만족할만한 적합도를 보였다. 이 가운데 연구자의 가설에 보다 잘 맞는 모형은 교육적 요인이 개인적 요인과 사회적 요인에 직접효과를 주는 수정 모형 3과 수정 모형 3-1이라 할 수 있다. 특히 수정 모형 3-1의 경우, 과학 진로 희망에 대한 교육적 요인의 인과효과가 직접효과는 음이지만, 교육적 요인이 개인적 요인 및 사회적 요인에 직접 효과를 주면서 이들을 통하여 과학진로희망에 간접 효과를 주고 그 합만큼 총 효과를 주었다. 사회적 요인의 영향도 다른 모형에서보다 비교적 크게 나타나므로 연구자의 의도에 가장 적합한 모형이라 할 수 있으므로 연구결과 는 수정모형 3-1을 중심으로 논의하고자 한다.

Table 1
The Fitness Indices for the Corrected Models.

corrected models	χ^2 (df)	p	GFI	AGFI	AIC	RMSEA
1	47.286 (35)	0.080	0.913	0.836	109.286	0.060
2	47.286 (35)	0.080	0.913	0.836	109.286	0.060
2-1	44.109 (34)	0.115	0.919	0.843	108.109	0.055
3	47.286 (35)	0.080	0.913	0.836	109.286	0.060
3-1	46.986 (35)	0.085	0.914	0.837	108.986	0.059

III. 연구 결과 및 논의

1. 경로도형과 경로계수 및 다중상관자승치

수정모형 3-1의 경로계수 및 다중상관자승치(SMC: Squared Multiple Correlation)가 표시된 경로도형을 다음의 그림 2에 나타내었다. 이 수정모형은 기초모형에서 교육적 요인에서 개인적 요인 및 사회적 요인으로 영향을 주는 인과 관계를 추가로 설정한 것이다. 하위요인들로 풀어서 설명하자면, 과학 수업 및 과학 교사 요인에 의해 선호도, 내면적 특성 요인, 환경·경험적 요인이 영향을 받고, 사회경제적 보상요인과 과학의 가치 요인이 영향을 받는다는 것이다. 적합도 지수 개선을 위해 기초모형에서 환경·경험적 요인과 과학수업요인의 오차변수 사이, 부모희망과 사회경제적 보상요인(S1)의 오차변수 사이, 그리고 과학진로희망과 과학희망의 오차변수 사이의 공분산 관계를 설정한 수정모형이다.

그림 2의 화살표 위의 숫자들은 표준화된 경로계수들이며, 각 변수의 오른쪽 위에 표시된 숫자들은 각 변수들의 다중상관자승치(SMC)이다. 각 경로 도형에 나타난 경로계수들은 각 경로의 회귀계수의 표준화 추정치로, 각 경로의 영향도를 나타낸다. 즉, 인과 관계의 일방의 화살표 위의 경로계수는 화살표의 시작점에 있는 변수가 화살표의 끝점에 있는 변수에 영향을 주는 정도를 나타낸다. 잠재변수들 사이의 경로계수들을 살펴보면 과학진로 희망에서 과학 진로 선택으로 향하는 경로계수는 0.95로 나타났고, 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로계수는 각각 0.79, -0.21, 0.12였다. 이들 경로계수에 대한 통계적 유의성을 검정해 주는 통계량인 기각비(C.R.)의 절대치가 1.96보다 클 때, 그 인과계수가 0이라는 귀무가설을 기각하고 유의수준 0.05에서 그 인과계수가 유의함을 나타낸다(노형진, 2002). 교육적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로계수와, 사회적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로계수의 기각비의 절대값이 1.96보다 작아 이들 경로는 통계적으로 유의하지 않았으며, 그 밖의 다른 경로들은 통계적으로 유의하였다. 따라서 이 수정모형에서는 기초모형에서의 과학진로 희망에 세 요인이 각각 직접적으로 영향을 주어, 과학진로선택으로 이어진다는 가설은 수정되었다. 학생들의 과학진로선택에 과학진로희망은 직접 영향을 주며, 개인적요인, 교육적 요인, 사회적 요인은 간접적으로 영향을 주었다. 과학진로 희망에는 세 요인 중 개인적 요인만이 직접 영향을 주어 과학진로선택으

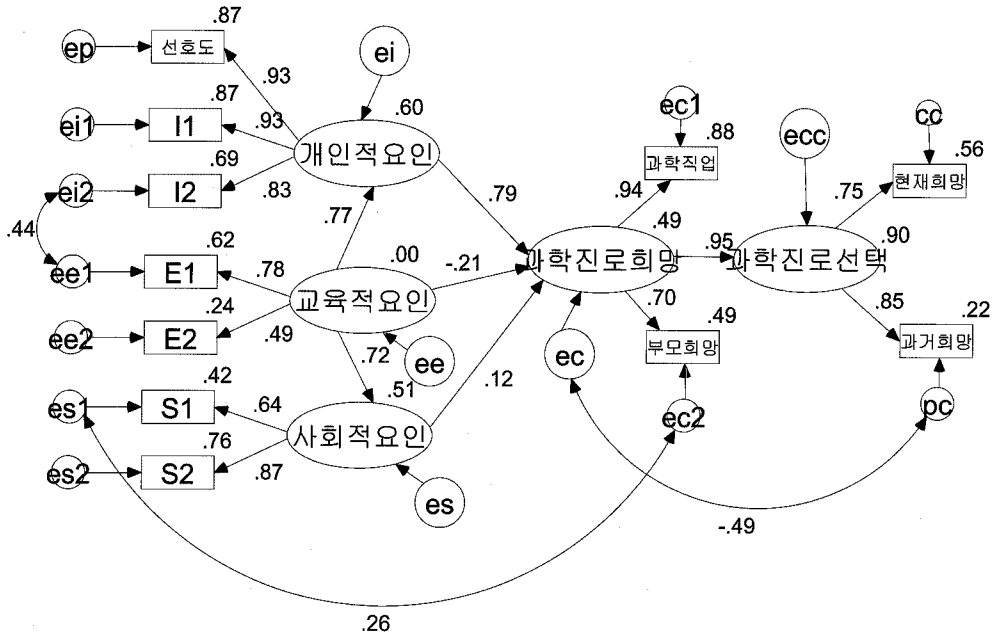


그림 2 수정모형 3-1의 경로도형과 경로계수

로 이어지며, 교육적 요인은 개인적 요인과 사회적 요인을 통하여 간접적으로 과학진로 희망 및 과학진로 선택에 영향을 주는 것으로 나타났다.

구조방정식 모형에서 각각의 경로계수에 대해서 종속변수의 변동을 독립 변수가 어느 정도 설명할 수 있는지를 나타내는 지표가 결정계수(R 제곱값) 또는 다중상관자승치이다. 측정변수와 이론변수(잠재변수)와의 관계를 선형적이라고 가정했을 때, 측정모형에서 하나의 측정 변수가 이론변수에 의해 설명되는 정도를 말하며, 어느 측정변수의 다중상관자승치가 높으면, 그 이론 변수의 좋은 측정변수임을 나타낸다(이기중, 2000). 그림 2의 각 측정변수의 우측 위의 SMC값을 보면, 과학 진로 선택의 두 측정변수 중에서 현재 희망(현재 과학직업 희망)이 과거 희망(과거 과학직업 희망)보다 과학 진로 선택을 잘 측정해 주는 변수이며, 과학 진로 희망의 측정변수 중에서는 과학직업(학생들의 과학직업 희망 정도)이 부모 희망(부모들이 갖는 자녀의 과학직업 희망에 대한 학생들의 인식)보다 과학진로 희망을 더 잘 측정해 주는 변수임을 보여준다. 개인적 요인의 측정변수 중에서는 내면적 특성요인과 선호도가 비슷한 정도이고, 환경·경험적 요인은 두 측정 변수보다는 조금 더 낮은 다중상관자승치를 보이고 있다. 교육적 요인의 측정변수들의 경우, 과학 수업요인이 과학 교사 요인보다 교육적 요인을 더 잘 측정해주며, 과학

교사요인의 다중상관자승치가 특히 낮게 나타났다. 사회적 요인의 측정변수들의 경우, 사회경제적 보상요인 보다는 과학의 가치 요인이 사회적 요인을 더 잘 측정해 주는 것으로 나타났다.

구조 모형에서의 이론변수들의 다중상관자승치는 하나의 이론변수의 변량이 측정변수들에 의하여 설명되는 정도를 나타낸다. 즉, 과학 진로 선택의 변량은 그 측정변수들에 의해 90%가 설명되며, 과학 진로 희망의 변량은 49%, 개인적 요인의 변량은 60%, 사회적 요인의 변량은 51%가 각각의 측정변수들에 의해 설명이 된다. 교육적 요인처럼 어느 한 이론변수가 낮은 다중상관자승치를 갖는 경우, 그 이론 변수의 중요한 측정변수들이 그 모형에 외재적으로 표시되지 않았음을 의미한다. 그러나 이것이 곧 모형이 자료에 잘 맞지 않는 것을 의미하지는 않는다. 모형의 경로 도형 상에 하나의 변수로서 외재적으로 표시되지 않은 측정변수도 모형에서 완전히 배제된 것이 아니라 사실상 오차 변수에 묻혀있어서 전반적 적합도 지수는 좋을 수도 있기 때문이다. 교육적 요인의 이러한 측면은 본 연구 설계상의 한계로서, 교육적 요인이라는 잠재변수에는 본 연구에서 고려한 과학수업의 특징 및 과학교사의 특성이외에도 과학진로 희망 및 선택에 영향을 주는 다른 요인들이 더 있다는 것을 의미하며, 이 점은 추후 연구에서 더 자세히 밝혀져야 할 부분이다.

2. 과학진로 선택과정에 대한 인과 효과

수정 모형 3-1의 경로도형에서 변수 간의 인과관계를 나타내는 각 경로의 인과효과를 Table 2에 나타내었다. 과학 진로 선택에는 과학진로희망이 0.95의 직접효과를 주며, 개인적 요인이 0.75, 교육적 요인이 0.46, 사회적 요인이 0.11의 간접효과를 주며 이들 효과가 그대로 총 효과로 나타났다. 과학진로희망에는 개인적 요인이 0.79의 직접효과 및 총 효과를 주며, 교육적 요인이 -0.21의 직접효과와 0.69의 간접효과를 합하여 0.48의 총 효과를 주고, 사회적 요인이 0.12의 직접효과 및 총 효과를 주는 것으로 나타났다. 한편, 교육적 요인이 사회적 요인에 0.72, 교육적 요인이 개인적 요인에 0.77의 직접 효과 및 총 효과를 주는 것으로 나타났다. 과학진로희망 및 선택의 과정에서 개인적 요인의 인과효과가 가장 큰 것을 볼 수 있으며, 교육적 요인은 개인적 요인 및 사회적 요인에 직접 효과를 미치면서, 과학진로희망 및 과학진로선택에 간접적으로 중요한 인과효과를 나타내었다. 개인적 요인의 중요성을 말해주는 이러한 결과는 과학진로선택의 주요 요인으로 과학에 대한 흥미(Hill et al., 1990; Lent et al., 1987;

Woolnough, 1994), 과학적성에 대한 인식(장경애, 2004), 성격적 특성(Lent et al., 1991; Woolnough, 1994) 부모의 직업이나 교육수준(Maple & Stage, 1991), 가정환경의 영향(Wang & Staver, 2001) 등을 강조하고 있는 선행연구들의 결과를 지지한다. 과학관련 활동으로 과학동아리 활동(최원호 등, 2004; Woolnough, 1994), 과학영재캠프 활동(김현정, 유준희, 2006) 등이 학생들로 하여금 과학진로를 향하게 하는 중요한 요인임을 밝힌 연구결과들과도 일치하는 부분이 있다.

과학진로희망에 대한 교육적 요인 및 사회적 요인의 영향은 그 경로계수가 통계적 유의성을 지니지 못하지만, 그 의미를 주의하여 해석할 필요가 있다. 교육적 요인의 과학진로희망에 대한 직접효과가 음으로 나타난 것은, 과학수업이나 과학교사에 대한 긍정적인 영향을 받는 학생들 중에서 많은 학생들이 과학관련 진로를 희망하지 않는다고 볼 수 있으며, 이는 우리의 과학교사 또는 과학수업의 내용이 과학진로에 대해 직접적인 영향을 주지 못하고 있음을 의미한다. 교육적 요인의 과학진로희망에 대한 총 효과는 간접효과로 인하여 양의 값으로 나타나는데, 이는 교육적 요인이 개인적 요인 및 사회적 요인에 직접 효과를 주고, 그를 통하여 과학진로희망에 간접적으로 영향을 미치는 정도가 적지 않음을 의미한다. 과학교육을 통하여 과학에 대한 흥미와 선호도를 높이게 되고, 자신의 과학적성을 인식하면서 과학에 대한 자신감을 갖게 되어 과학진로를 희망하고 선택하게 되는 것은 교육적 요인의 개인적 요인에 대한 직접 영향을 통한 과학진로희망에의 간접효과의 예가 된다. 과학교육을 통하여 과학의 가치를 인식하게 되고, 과학 진로에 대한 사회적, 경제적 보상이 어떠한지를 알게 되어 과학진로를 희망하고 선택하게 되는 것은 교육적 요인의 사회적 요인에 대한 직접 영향을 통한 과학진로희망에의 간접효과의 예가 된다. 이 수정모형에서 교육적 요인은 그 중요한 측정 변수가 모형에 외재적으로 표현되지 못한 한계가 있지만, 개인적 요인과 사회적 요인에 직접적 영향을 미치면서, 그를 통하여 과학진로희망 및 선택에 간접적 영향을 미친다는 점에서 중요하다고 할 수 있다.

Table 2
Causal Effects on the Students' Science-related Career Choice

dependent variable	predicting variable	direct effect	indirect effect	total effect
science career choice	personal factor	-	0.75	0.75
	educational factor	-	0.46	0.46
	social factor	-	0.11	0.11
science career aspiration	science career aspiration	0.95	-	0.95
	personal factor	0.79	-	0.79
	educational factor	-0.21	0.69	0.48
social factor	social factor	0.12	-	0.12
	personal factor	-	-	-
	educational factor	0.72	-	0.72
personal factor	social factor	-	-	-
	personal factor	-	-	-
	educational factor	0.77	-	0.77
	social factor	-	-	-

3. 공분산 구조분석 결과의 학교급별 차이

초등학생, 중학생, 고등학생 사이에 과학 진로 선택 과정에서의 차이가 있는지를 수정 모형 3-1에 대하여 세 집단을 대상으로 각각 분석하였다. 각 학교급별 적합도 지수를 보면(Table 3), 초등학생에 대해서는 카이제곱 유의확률값이나, GFI, AGFI 값 등이 좋은 모형의

Table 3
Fitness Indices of Corrected Model 3-1 for Each School Students

subject	χ^2 (df)	p	GFI	AGFI	AIC	RMSEA
primary	57.449 (35)	0.010	0.894	0.801	119.449	0.080
middle	36.177 (35)	0.413	0.934	0.875	98.177	0.018
high	46.638 (35)	0.090	0.914	0.838	108.638	0.058
total	46.986 (35)	0.085	0.914	0.837	108.986	0.059

기준에 미치지 못하였으나, 중학생, 고등학생의 경우에는 자료에 적합한 모형임을 보여 주었고 특히 중학생의 경우가 적합도 지수가 더 좋은 것으로 나타났다.

1) 학교급별 경로도형과 경로계수 및 다중상관자승치

그림 3에서 5가지에 각 학교급별로 경로도형 위에 경로계수와 다중상관 자승치가 표시된 분석 결과를 제시하였다. 각 대상별 경로 도형에 나타난 경로계수에 대한 통계적 유의성을 검증해 주는 통계량인 기각비(C.R.)를 검토한 결과, 사회적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로는 초, 중, 고 모두 통계적으로 유의하지 않았으며, 교육적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로는 초등학생과 고등학생의 경우 통계적으로 유의하지 않았다. 잠재변수들 간의 경로계수 중, 통계적으로 유의한 경우를 보면, 과학진로 희망에서 과학진로 선택으로 향하는 경로계수는 초등학생은 0.87, 중학생은 0.86, 고등학생은 0.99로 나타났으며, 개인적

요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로계수는 초등학생 1.32, 중학생 1.06, 고등학생 0.81로 나타났다. 교육적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로계수는 중학생 -0.72만 유의하였다.

그림 3, 4, 5의 경로도형에 나타난 대상별 측정변수들의 SMC값을 비교하면, 과학 진로 선택과 과학 진로 희망의 측정변수들은 전체 학생을 대상으로 한 분석 결과와 같은 경향을 나타내었다. 개인적 요인의 측정변수의 SMC값은 대상별로 그 크기가 전체 학생과는 다르게 나타났다. 즉, 초등학생은 내면적 특성요인, 환경·경험적 요인, 선호도의 순서로 SMC값이 나타났는데 비해, 중학생은 선호도, 내면적 특성요인, 환경·경험적 요인의 순서였고, 환경·경험적 요인의 SMC값이 다른 두 측정 변수에 비해 특히 작은 값을 보였다. 고등학생의 경우는 내면적 특성 요인, 선호도, 환경·경험적 요인의 순서였다. 교육적 요인의 측정 변수의 SMC값을 보면, 초등학생의 경우는 과학 수업요인이 과학 교사 요인보다 교육적 요인을 더 잘 측정해주며, 중, 고등학생은 과학 수업 요인보다 과학 교사 요인이 교육적 요인을 더 잘 측정해 주는 것으로 나타났다. 이는 과학자들의 진로선택과정에서 중고등학교 과학교사가 중요한 부각요인임을 밝힌 선행연구(장경애, 2004)와 일치하는 점이다. 사회적 요인의 측정변수들의 SMC값을 보면, 초등학생과 중학생의 경우는 사회경제적 보상요인이 과학의 가치 요인보다 사회적 요인을 더 잘 측정해 주는 것으로 나타났으며, 고등학생의 경우는 사회

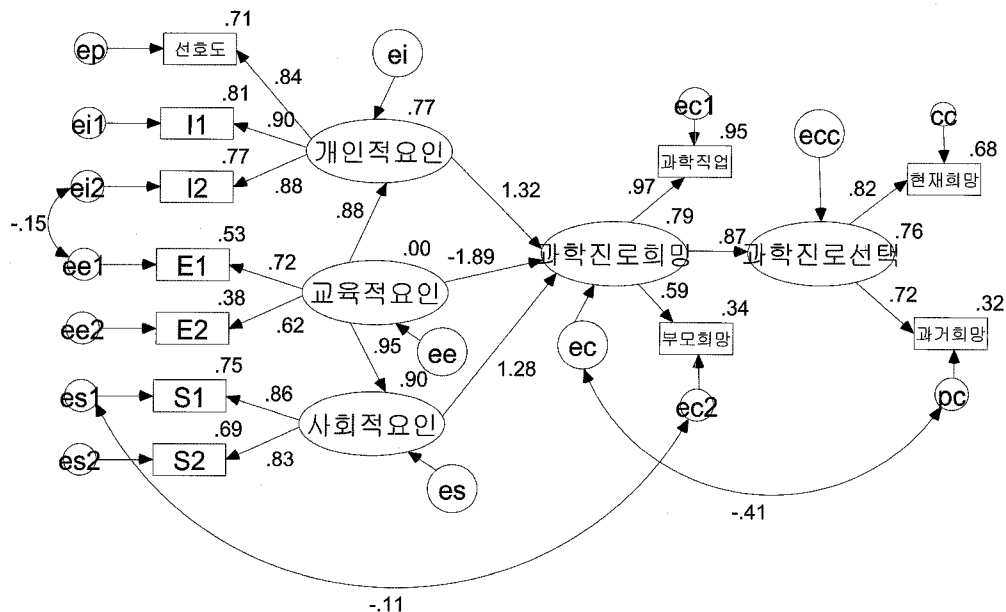


그림 3 수정 모형 3-1에 의한 경로도형(초등학생)

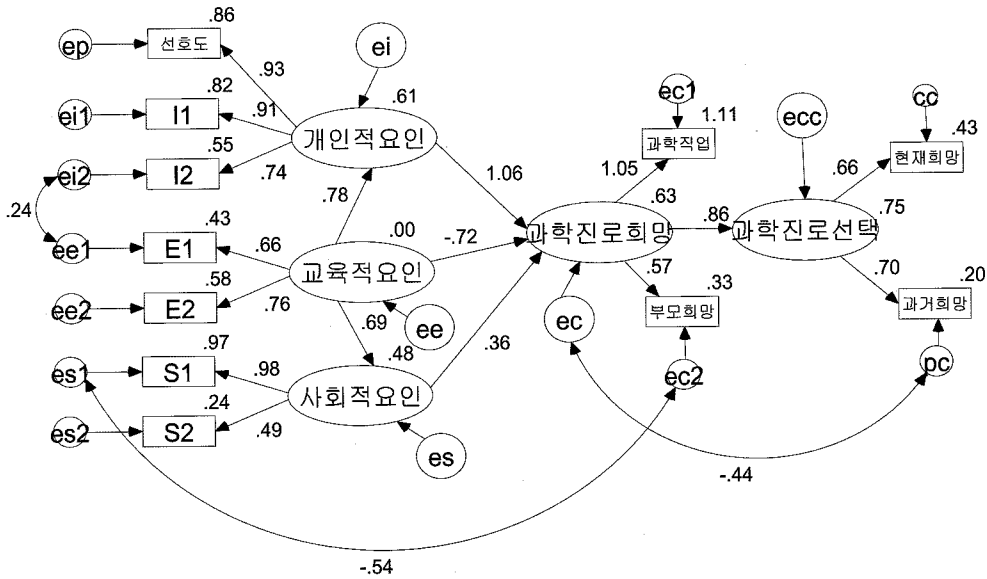


그림 4 수정 모형 3-1에 의한 경로도형(중학생)

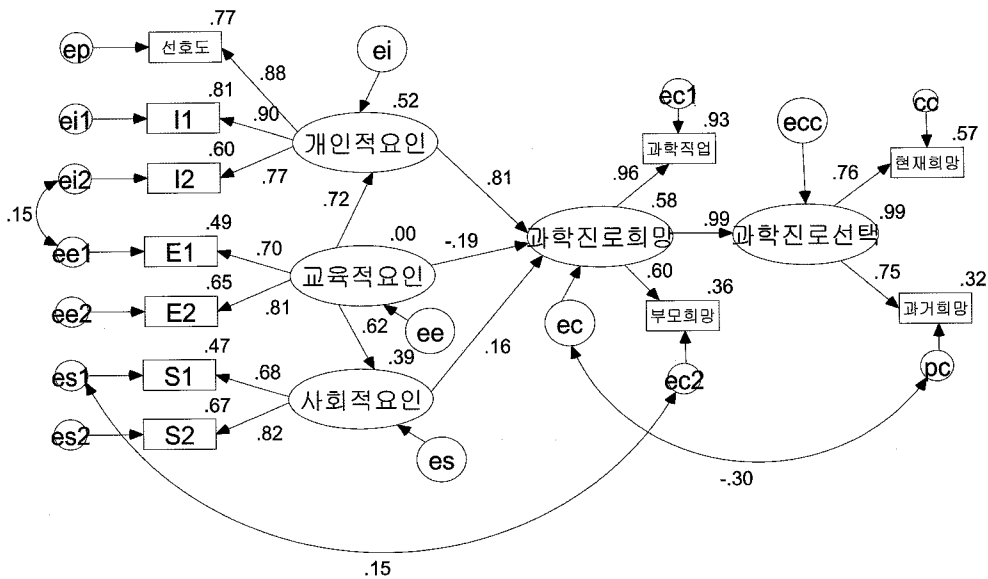


그림 5 수정 모형 3-1에 의한 경로도형(고등학생)

경제적 보상요인보다는 과학의 가치 요인이 사회적 요인을 더 잘 측정해 주는 것으로 나타났다.

구조모형에서의 이론 변수들의 SMC값을 통하여 각 이론 변수들이 측정 변수들에 의해 설명되는 정도를 대상별로 비교하면 다음과 같다. 과학 진로 선택의 변량은 그 측정변수들에 의해 초등학생은 76%, 중학생은 75%, 고등학생은 99%가 설명된다. 과학 진로 희망의 변량은 초등학생이 79%, 중학생은 63%, 고등학생은 58%가 설명된다. 개인적 요인의 변량은 초등학생

이 77%, 중학생은 62%, 고등학생은 52%가 설명된다. 사회적 요인의 변량은 초등학생 90%, 중학생 48%, 고등학생 39%가 설명되며, 교육적요인은 그 중요한 측정변수가 구조모형에 외재적으로 표현되지 않아서 극히 낮은 SMC값을 나타내었다.

2) 학교급별 인과 효과의 비교

초, 중, 고 학교급별 인과효과를 전체 학생과 비교하여 Table 4에 나타내었다. 과학 진로 선택에 과학진로

Table 4
Comparison of Causal Effects on the Science-related Career Choice among Primary, Middle, and High School Students

dependent variable	predicting variable	causal effect (primary/middle/high)		
		direct effect	indirect effect	total effect
science career choice	personal factor	-	1.15/0.92/0.81 0.75	1.15/0.92/0.81 0.75
	educational factor	-	0.42/0.31/0.49 0.46	0.42/0.31/0.49 0.46
	social factor	-	1.11/0.31/0.16 0.11	1.11/0.31/0.16 0.11
	science career aspiration	0.87/0.86/0.99 0.95	-	0.87/0.86/0.99 0.95
science career aspiration	personal factor	1.32/1.06/0.81 0.79	-	1.32/1.06/0.81 0.79
	educational factor	-1.89/-0.72/-0.19 -0.21	2.37/1.08/0.68 0.69	0.48/0.36/0.50 0.49
	social factor	1.28/0.36/0.16 0.12	-	1.28/0.36/0.16 0.12
social factor	personal factor	-	-	-
	educational factor	0.95/0.69/0.62 0.72	-	0.95/0.69/0.62 0.72
	social factor	-	-	-
personal factor	personal factor	-	-	-
	educational factor	0.88/0.78/0.72 0.77	-	0.88/0.78/0.72 0.77
	social factor	-	-	-

희망이 주는 직접효과는, 초등학생(0.87)과 중학생(0.86) 보다는 고등학생(0.99)이 더 높은 것으로 나타났다. 과학 진로 선택에 개인적, 교육적, 사회적 요인이 간접적으로 영향을 주는 정도를 비교하면, 세 요인 중에 개인적 요인의 영향이 가장 크다는 것은 어느 대상에서나 공통적으로 나타났다. 그러나 초등학생의 경우는 개인적 요인과 사회적 요인의 영향 정도가 비슷하고, 교육적 요인의 영향은 상대적으로 작았다. 중학생의 경우는 개인적 요인의 영향이 가장 크고, 교육적 요인과 사회적 요인의 영향은 같은 수준이었다. 고등학생의 경우는 전체 학생의 경우와 마찬가지로 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인의 순서로 그 영향 정도가 뚜렷이 차이가 나서 사회적 요인의 영향은 매우 작게 나타났다. 개인적 요인의 영향은 초등학생이 가장 높고, 그 다음이 중학생, 고등학생의 순서로 나타났다. 교육적 요인의 영향은 고등학생의 경우는 0.49로 0.42인 초등학생과 비슷한 정도로 나타난 데 비해 중학생의 경우는 0.31로 더 낮게 나타났다. 사회적 요인의 경우는 초등학생의 경우, 1.11로 중학생이나 고등학생에 비해 매우 크게 나타났다.

과학진로희망에 대한 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인의 대상에 따른 인과 효과도 과학 진로 선택에 대한 인과 효과와 비슷한 경향을 나타내었다. 한편, 교육적 요인이 사회적 요인에 주는 직접 효과와 교육적 요인이 개인적 요인에 주는 직접 효과는 초등학생의 경우가 가장 크게 나타났고, 그 다음이 중학생, 고등학생의 순서였다. 따라서 보다 일찍 과학교육을 통해 과학에 대한 흥미와 선호도를 높이고, 과학관련 활동에 참여할 기회를 많이 갖게 하는 것이 과학진로를 희망하고 선택함에 있어서 중요하다. 이는 과학관련 진로의 선택은 보다 일찍 계획하는 것이 좋음을 종단적 자료 분석을 통해 제시한 타이 등(Tai et al., 2006)의 연구의 결과와도 일치하는 점이 있다.

4. 공분산구조분석 결과의 성별 차이

남학생과 여학생의 경우 과학 진로 선택과정에 차이가 있는지를 수정 모형 3-1에 대하여 남녀 학생을 대상으로 각각 분석하였다.

성별 적합도 지수를 Table 5에서 보면, 여학생에 대해서는 카이제곱 유의확률값이나, GFI, AGFI, RMSEA

Table 5
Fitness Indices for Girls and Boys

subject	χ^2 (df)	p	GFI	AGFI	AIC	RMSEA
boys	36.834 (35)	0.384	0.932	0.872	98.834	0.023
girls	62.185 (35)	0.003	0.886	0.785	124.185	0.089
total	46.986 (35)	0.085	0.914	0.837	108.986	0.059

값 등이 좋은 모형의 기준에 미치지 못하였으나, 남학생의 경우에는 적합도 지수가 좋은 것으로 나타나 자료에 적합한 모형임을 보여 주었다.

1) 성별 경로도형과 경로계수 및 다중상관지수치

그림 6, 7에 남녀 학생 별로 경로도형 위에 경로계수와 다중상관 지수치가 표시된 분석 결과를 제시하였다. 각 대상별 경로 도형에 나타난 경로계수에 대한 통계적 유의성을 검정해 주는 통계량인 기각비(C.R.)를 검토한 결과, 사회적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로와 교육적 요인에서 과학 진로 희망으로 향하는 경로는 남녀 학생 모두 기각비가 1.96보다 작은 값이 나와 통계적으로 유의하지 않았다.

남녀 학생을 대상으로 한 측정모형의 측정변수들의 SMC값을 그림 6, 7에서 보면, 과학 진로 선택과 과학 진로 희망의 측정변수들은 전체 학생을 대상으로 한 분석 결과와 같은 경향을 나타내었다. 개인적 요인의 측정변수의 SMC값은 그 크기가 선호도, 내면적 특성 요인, 환경·경험적 요인의 순서로 나타난 것은 남녀 학생의 경우 마찬가지로였으나, 여학생의 경우에 SMC값

이 남학생보다 더 컸다. 교육적 요인의 측정 변수의 SMC값을 보면, 과학 수업요인이 과학 교사 요인보다 교육적 요인을 더 잘 측정해주는 것은 남녀 학생의 경우 마찬가지였으나, 남학생의 과학 수업 요인의 SMC값이 여학생에 비해 높게 나타났다. 사회적 요인의 측정변수들의 SMC값을 보면, 사회경제적 보상요인보다는 과학의 가치 요인이 사회적 요인을 더 잘 측정해주는 것으로 나타난 것은 남녀 학생에 공통이었으나 과학의 가치요인에 대한 남학생의 SMC값이 더 크게 나타났다.

구조모형에서의 이론 변수들의 SMC값을 통하여 각 이론 변수들이 측정 변수들에 의해 설명되는 정도를 성별로 비교하면 다음과 같다. 과학 진로 선택의 변량은 남학생이 86%, 여학생은 60%가 설명된다. 과학 진로 희망의 변량은 남학생이 83%, 여학생은 59%가 설명된다. 남학생에 비해 여학생의 경우 설명량이 더 적게 나타났다. 개인적 요인의 변량은 남학생이 53%, 여학생은 60%였다. 사회적 요인의 변량은 남학생이 92%인데 비해 여학생은 12%로 성별로 큰 차이를 드러내었다.

2) 성별 인과 효과의 비교

성별 인과 효과를 전체 학생과 비교하여 Table 6에 나타내었다. 과학 진로 선택에 과학진로희망이 직접효과를 주는 크기를 성별로 비교하면 남학생은 0.93, 여학생은 0.77로 남학생의 경우가 더 높게 나타났다. 과학 진로 선택에 개인적, 교육적, 사회적 요인이 간접적

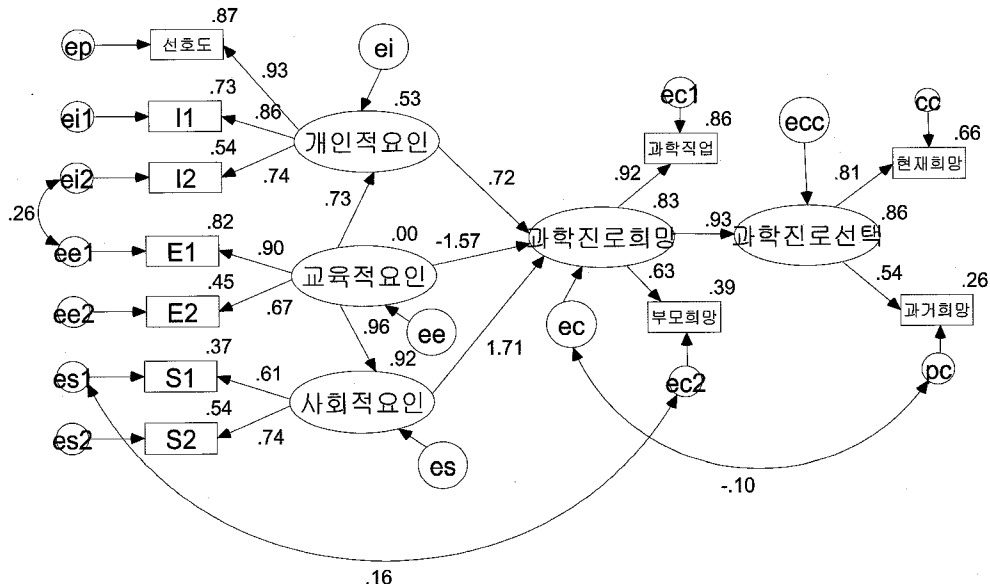


그림 6 수정 모형 3-1에 의한 경로도형(남학생)

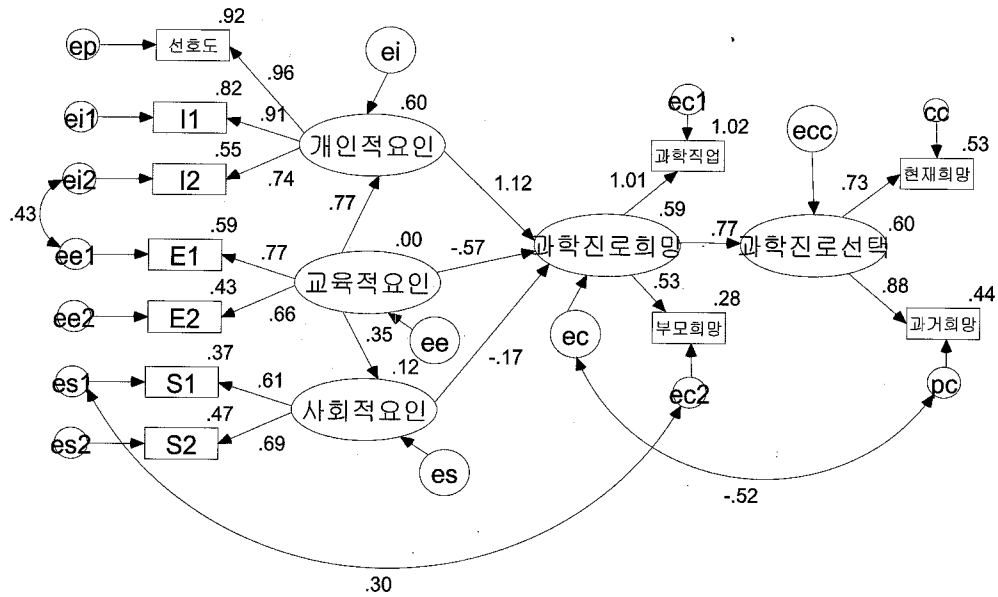


그림 7 수정 모형 3-1에 의한 경로도형(여학생)

Table 6
Comparison of Causal Effects on the Science-related Career Choice between Boys and Girls

dependent variable	predicting variable	causal effect (boys/girls)		
		direct effect	indirect effect	total effect
science career choice	personal factor	-	0.67/0.87	0.67/0.87
	educational factor	-	0.56/0.18	0.56/0.18
	social factor	-	1.59/-0.13	1.59/-0.13
	science career aspiration	0.93/0.77	-	0.93/0.77
science career aspiration	personal factor	0.72/1.12	-	0.72/1.12
	educational factor	-1.57/-0.57	2.17/0.81	0.60/0.23
	social factor	1.71/-0.17	-	1.71/-0.17
	personal factor	-	-	-
social factor	educational factor	0.96/0.35	-	0.96/0.35
	social factor	-	-	-
personal factor	educational factor	0.73/0.77	-	0.73/0.77
	social factor	-	-	-
	personal factor	-	-	-

으로 영향을 주는 정도를 성별로 비교하면, 남녀 학생의 차이가 두드러짐을 볼 수 있다. 남학생은 사회적 요인의 총 효과가 1.59로 가장 크고, 그 다음이 개인적

요인 0.67, 그 다음이 교육적 요인 0.56의 순서로 나타난 데 비해, 여학생은 개인적 요인의 효과가 0.87로 가장 크고 나머지 두 요인의 효과는 그리 크지 않아서 교

육적 요인은 0.18, 사회적 요인은 -0.13으로 나타났다.

과학 진로 희망에 개인적, 교육적, 사회적 요인이 영향을 주는 정도를 성별로 비교하면, 과학 진로 선택에 영향을 준 것과 비슷한 경향으로, 남녀 학생의 대비가 뚜렷하다. 남학생은 사회적 요인의 총 효과가 1.71로 가장 크고, 그 다음이 개인적 요인 0.72, 교육적 요인 0.60으로 나타난 데 비해, 여학생은 개인적 요인의 효과가 1.12로 가장 크고 나머지 두 요인의 효과는 그리 크지 않아서 교육적 요인은 0.23, 사회적 요인은 -0.17로 나타났다. 한편, 교육적 요인이 사회적 요인에 주는 직접 효과는 남학생이 0.96으로 여학생 0.35에 비해 훨씬 컸으며, 교육적 요인이 개인적 요인에 주는 직접 효과는 남학생은 0.73, 여학생은 0.77로 여학생이 약간 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 남학생의 경우는 과학진로의 선택과 유지에 경제적 측면을 중시하며(Sax, 1994), 여학생들의 과학진로선호도는 과학에 대한 흥미와 과학을 즐기는 것이 가장 직접적인 관련이 있다(Jacobs *et al.*, 1998)는 선행연구들과 맥을 같이 한다.

IV. 결론 및 제언

학생들의 과학 진로 선택 과정의 인과구조에 대한 공분산구조분석을 위해 구조방정식모형을 구성하여 인과관계를 분석한 결과, 학생들의 과학 진로 선택 과정에 영향을 주는 요인으로 개인적 요인이 가장 중요하였다. 교육적 요인은 개인적 요인과 사회적 요인에 직접 영향을 미치는 것을 통하여 과학 진로 선택 과정에 간접적으로 영향을 주므로 교육적 요인 또한 중요하며, 사회적 요인은 개인적 요인이나, 교육적 요인에 비해 그 영향 정도가 작은 것으로 나타났다. 교육적 요인을 통하여 개인적 요인 및 사회적 요인에 영향을 줌으로써 간접적으로 과학진로희망 및 선택에 영향을 줄 수 있으므로, 과학교육을 통한 과학진로교육이 이루어질 수 있어야 한다. 보다 일찍 과학 및 과학학습에 대한 흥미와 선호도를 높이는 방법으로, 과학관련 진로에 대한 희망을 갖게 하고, 과학진로에 대한 바르고 정확한 정보를 학생들의 발달 단계에 맞게 제공할 수 있도록 과학진로교육 프로그램 개발이 이루어지고, 과학진로 교육이 이루어 질 필요가 있다. 교육적 요인의 과학진로희망에 대한 직접효과가 음으로 나타나고, 교육적 요인 중에서도 과학 교사 요인이 과학수업 요인보다 더 작게 나타나는 것은 현실적으로 과학 교사들에 의한 과학진로교육의 영향력이 매우 작다고 볼 수 있으므로 과학 교사들에 의한 과학진로교육이 효과적으로 이루어질 수 있도록 과학진로교육 프로그램 및 개발 자료

가 과학 교사들에게 제공될 수 있어야 한다.

대상별로 교육적 요인이 개인적 요인과 사회적 요인에 직접 효과를 주는 정도가 가장 큰 시기가 초등학생이므로 이러한 점에서 초등학생들의 과학진로교육이 중요하다고 할 수 있다. 개인적 요인이 그 하위범주 중에서도 내면적 특성요인과 환경·경험적 요인으로 잘 측정된다는 것은 초등학생 시기에 과학에 대한 흥미와 자신감을 높이기 위한 노력과, 과학관련 활동 참여 경험을 풍부히 하는 일 등이 다른 시기보다 더 중요하다는 것을 의미한다.

다른 학교급에 비해 과학진로 희망 및 선택에 대한 교육적 요인의 영향이 가장 작으면서 과학 진로를 희망하는 학생들의 비율도 가장 낮게 나타난 중학생들의 경우, 과학진로교육 프로그램 개발에 있어 특별한 고려가 필요하다. 중학교에서는 과학 선호도, 과학 학습 선호도, 개인적 요인 등 여러 변인들이 학년이 높아질수록 부정적으로 변화하므로 이러한 점에 대한 특별한 대책이 과학진로교육의 차원에서 필요하다. 개인적 요인의 인과 효과가 가장 큰 점과, 개인적 요인의 하위범주 중에서도 선호도와 내면적 특성 요인의 중요성을 보여주는 결과를 볼 때, 학생들의 과학 및 과학학습선호도를 높이고, 과학에 대한 흥미와 자신감을 높이는 방향으로 과학교육이 이루어지는 일이 과학진로교육을 위해서 필요하다.

고등학교에서는 과학 진로 희망이 과학 진로 선택에 직접적인 영향을 가장 크게 주고, 과학 진로 희망 및 과학 진로 선택에 대한 교육적 요인의 영향이 다른 학교급보다 더 큰 시기이므로, 과학 진로 희망 비율이 가장 큰 시기인 10학년에서 각 직업에서의 과학의 필요성과 과학관련 직업에 대한 정확한 정보를 제공하는 것을 중심으로 하는 과학진로교육 프로그램 개발이 필요하다.

남학생의 경우는 과학진로희망 및 선택에 있어서 사회적 요인의 영향이 크므로, 사회적 요인이 강화된 내용의 과학진로교육 프로그램이 효과적이며, 여학생의 경우는 사회적 요인보다는 개인적 요인을 강화할 수 있는 과학진로교육이 필요하다. 또한 교육적 요인의 영향이 매우 작고, 사회적 요인은 음으로 나타나는 등의 결과를 볼 때, 여학생들의 과학진로에 대한 긍정적 인식을 북돋울 수 있는 과학진로교육 프로그램이 필요하다.

국문 요약

본 연구의 목적은 학생들의 과학관련 진로선택과정의 인과요인을 분석하는 것이다. 학생들의 과학관련 진

로선택과정에 대한 인과관계를 구조방정식모형을 구성하여 분석하였다. 개인적 요인, 교육적 요인, 사회적 요인이 과학 진로 희망에 직접 효과를 주고 과학 진로 희망은 과학 진로 선택에 직접 영향을 준다는 연구 가설에 가장 적합한 모형에 의하면, 과학 진로 선택에 과학 진로희망이 0.95의 직접효과를 주며, 개인적 요인이 0.75, 교육적 요인이 0.46, 사회적 요인이 0.11의 간접효과를 주며 이들 효과가 그대로 총 효과를 주는 것으로 나타났다. 과학진로희망에는 개인적 요인이 0.79의 직접효과 및 총 효과를 주며, 교육적 요인이 -0.21의 직접효과와 0.69의 간접효과를 합하여 0.48의 총 효과를 주고, 사회적 요인이 0.12의 직접효과 및 총 효과를 주는 것으로 나타났다. 한편, 교육적 요인이 사회적 요인에 0.72, 교육적 요인이 개인적 요인에 0.77의 직접효과 및 총 효과를 주는 것으로 나타났다.

초중고 학생 및 남학생과 여학생으로 대상을 달리하여 인과 효과를 비교 분석한 결과, 학교급별로는 전체 학생들과 경향성이 같고, 각 요인들의 영향 정도만 차이가 있었으나, 성별로는 남녀 학생의 대비가 두드러졌다. 남학생은 사회적 요인의 총 효과가 가장 크고, 그 다음이 개인적 요인, 그 다음이 교육적 요인의 순서로 나타난 데 비해, 여학생은 개인적 요인의 효과가 가장 크고 나머지 두 요인의 효과는 그리 크지 않았으며, 사회적 요인은 음으로 나타났다. 이러한 대상별 분석 결과로부터 각 대상의 과학진로선택과정의 인과관계를 고려한 과학진로교육의 방향에 대한 시사점들을 논의하였다.

참고 문헌

김계수 (2001). AMOS 구조방정식 모형 분석. 고려정보산업.

김현정, 유준희 (2006). 과학 영재 학생들의 진로 선택 과정에 영향을 주는 과학 영재 캠프의 요인 분석. 한국과학교육학회지, 26(2), 268-278.

노형진 (2002). SPSS/AMOS에 의한 사회조사분석 : 범주형 데이터의 분석 및 공분산구조분석. 형설출판사.

박승재, 임성민, 김희백, 박종윤, 유준희, 윤진, 전우수 (2002). 초중등 학생의 과학선택도 증진 정책 연구. 국가과학기술자문회의.

배병렬 (2000). 구조방정식모형: 이해와 활용. 대경.

윤진, 박승재, 명전옥 (2006). 과학진로와 관련된 학생들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 26(6), 675-690.

윤진, 박승재 (2003). 과학관련 진로 선택 과정의 구조방정식 모형. 한국과학교육학회지, 23(5), 517-530.

이기중 (2000). 구조방정식모형. 교육과학사.

장경애 (2004). 과학자들의 진로 선택과정에서 드러난 부각요인. 한국과학교육학회지, 24(6), 1132-1142.

최원호, 우규환, 박현주 (2004). 고등학교 과학 동아리 활동 경험이 학생들의 진로선택에 영향을 준 사례 연구. 한국과학교육학회지, 24(6), 1070-1081.

Eiduson, B. T., & Beckman, L. (Eds.) (1973). Science as a career choice: Theoretical and empirical studies. Russell Sage Foundation :New York.

Grandy, J. (1998). Persistence in science of high-ability Minority Students: Results of a Longitudinal Study. The Journal of Higher Education, 69(6), 589-620.

Hill, O. W., Pettus, C., & Hedin, B. A. (1990). Three studies of factors affecting the attitudes of blacks and females toward the pursuit of science and science-related careers. Journal of research in science teaching, 27(4), 289-314.

Jacobs, J. E., Finken, L. L., Griffen, N. L., & Wright, J. D. (1998). The career plans of science-talented rural adolescent girls. American Educational Research Journal, 35(4), 681-704.

Lent, R. W., Brown, S. D., & Larkin, K. C. (1987). Comparison of three theoretically derived variables in predicting career and academic behavior: Self-efficacy, interest congruence, and consequence thinking. Journal of Counseling Psychology, 34(3), 293-298.

Lent, R. W., Lopez, F. G., & Bieschke, K. J. (1991). Mathematics self-efficacy: sources and relation to science-based career choice. Journal of Counseling Psychology, 38(4), 424-430.

Maple, S. A., & Stage, F. K. (1991). Influences on the choice of math/science major by gender and ethnicity. American Educational Research Journal, 28(1), 37-46.

Sax, L. J. (1994). Retaining tomorrow's scientists: Exploring the factors that keep male and female college students interested in science careers. Journal of Women and Minorities in Science and Engineering, 1(1), 45-61.

Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. Science, 312, 1143-1144.

Wang, J., & Staver, J. R. (2001). Examining relationships between factors of science education and student career aspiration. Journal of Educational Research, 94(5), 312-319.

Woolnough, B. E. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. International Journal of Science Education, 16, 659-676.