

동기 및 인지 변인이 화학 선다형 수리 문제 해결에 미치는 영향: 성취 목적, 유능감, 학습 전략, 자기 조절 능력

전경문 · 박현주¹ · 노태희^{1*}

광주교육대학교 · 서울대학교¹

The Impact of Motivational and Cognitive Variables on Multiple-Choice Algorithmic Chemistry Problem Solving : Achievement Goal, Perceived Ability, Learning Strategy, and Self-Regulation

Jeon, Kyung Moon · Park, Hyun Ju¹ · Noh, Tae Hee^{1*}

Gwangju National University of Education · Seoul National University¹

Abstract: This study investigated the causal relationships between high school student multiple-choice algorithmic chemistry problem solving and 1) the motivational variables of achievement goal (task goal/performance goal/performance-avoidance) and perceived ability, and 2) the cognitive variables of learning strategy (deep learning/surface learning) and self-regulation. Path analysis supported a causal model in which perceived ability and task goal were found to positively influence algorithmic chemistry problem-solving ability via self-regulation. In particular it was found that perceived ability directly influenced algorithmic chemistry problem-solving ability. Moreover, deep learning was found to have been influenced by perceived ability and task goal, while surface learning was influenced by performance-avoidance goal. Lastly, there did not appear to be any causal relationship between learning strategy and algorithmic chemistry problem-solving ability.

Key words: algorithmic chemistry problem-solving ability, achievement goal, perceived ability, learning strategy, self-regulation

I. 서 론

문제 해결력의 향상은 과학 교육의 중요한 목표로 간주되어 왔으며, 이는 교육이 담당해야 할 가장 중요한 과제이다(Lyle & Robinson, 2001; Taconis *et al.*, 2001). 그동안 문제 해결력에 관한 연구가 다양한 영역에서 활발히 진행되어 왔는데, 이 중 문제 해결력에 영향을 주는 문제 해결자 변인에 대한 연구는 학습자의 자아 효능감(self-efficacy), 성취 목적(achievement goal), 유능감(perceived ability) 등의 동기적 측면과 논리적 사고력(logical thinking ability), 학습 전략(learning strategy), 자기 조절 능력(self-regulation) 등의 인지적 측면으로 구분할 수 있다(노태희 등, 2000; Greene & Miller, 1996).

이 가운데 동기적 측면은 기대-가치 이론(expectancy-value theory)으로 설명할 수 있다(Eccles, 1983). 즉, 개인의 동기는 개인이 목표 도달에 대해 갖는 기대와 목표에 대해 부여하는 가치의 산물로 조직된다. 학습 동기의 기대 요소에는 과제 수행 능력에 대한 신념인 유능감이 포함되는데, 이는 학생들의 과제 시도에 대한 주저함, 노력의 수준, 과제 수행의 지속성에 영향을 줄 수 있다(Eccles, 1983). 가치 요소에는 과제 수행에 대한 목적 의식인 성취 목적이 해당되는데(Pintrich & DeGroot, 1990), 이는 크게 학습 자체에 가치를 부여하는 과제 지향 목적(task goal)과 학습 결과에 가치를 부여하는 수행 지향 목적(performance goal)으로 나눌 수 있다(Pintrich & DeGroot, 1990). 성취 목적에 대한 선행 연구에 의하면 과제 지향 목

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2003.12.3(접수) 2004.11.5(1심통과) 2005.6.14(2심통과) 2005.10.19(최종통과)

적은 일관되게 긍정적인 특성을 가지는 반면, 수행 지향 목적에 대한 결과는 일관성이 없는 것으로 보고되었다. 이에 최근에는 과제 지향 목적, 수행 지향 목적의 이분법적인 구조를 대신 과제 지향 목적, 수행 지향 목적, 수행 회피 목적(performance-avoidance goal)의 삼분법적 목적 구조들이 제안되었다(Vandewalle, 1997).

이와 같은 성취 목적, 유능감 등의 동기 변인은 학습 전략 및 자기 조절 능력 등의 인지 변인과 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Bandura, 1986; Pintrich & DeGroot, 1990). 즉, 과제 지향적이거나 수행 지향적 목적을 가지는 학생들은 새로운 지식을 기존의 지식과 관련지으려는 심층적 학습 전략(deep learning strategy)과 학습 과정을 스스로 설정하고 조절하는 자기 조절 능력을 사용하나, 수행 회피 목적을 가진 학생들은 단편적인 지식을 암기하는 피상적인 학습 전략(surface learning strategy)을 사용하는 경향이 있었다(Seo & Kim, 2001). 유능감 또한 심층적 학습 전략 및 자기 조절 능력과 관련있는 것으로 보고되고 있다(Pintrich & DeGroot, 1990).

한편, 학습 전략과 자기 조절 능력은 문제 해결력을 설명하는 중요한 구인으로 다루어지고 있다. 선행 연구는 학생들에게 심층적 학습 전략 및 자기 조절 능력을 가르치는 것이 문제 해결력이나 성취도를 개선시킨다고 제안하고 있다(Zimmerman, 1989). 노태희 등(2000)은 고등학생을 대상으로 화학 문제 해결력과 인지 및 정의적 변인 사이의 관계를 조사하였는데, 그 결과 화학 문제 해결력에 대한 가장 좋은 예언 변인은 학습 전략이었다. 초등학생을 대상으로 자기 조절 능력을 사용한 이명자(1997)의 연구 결과에서도 자기 조절 능력 훈련을 받은 학생들이 그렇지 않은 학생들보다 문제 해결력이 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

이와 같이 문제 해결력은 다양한 학습자 변인에 의해 영향을 받을 수 있는데, 지금까지 진행된 대부분의 연구는 문제 해결력과 이들 변인 사이의 상관관계를 조사하는 경우가 많았다. 그러나 문제 해결자 변인이 어떤 과정을 거쳐 문제 해결력에 영향을 미치는지 인과관계를 밝히기 위한 시도가 필요하다. 문제 해결력과 달리 학업 성취도에 대해서는 최근 들어 인과관계를 조사하기 위한 연구들이 비교적 활발히 진행되고 있다. 예를 들어 대학생들을 대상으로 동기 변인, 인지 변인, 학업 성취도 사이의 인과관계를 조사한 선행 연구(Greene & Miller, 1996)의 경우 유능감과 과제 지향 목적이 심층적 학습 전략을 거쳐 학업 성취도에 긍정적 영향을 주고, 수행 지향 목적이 피상적 학습 전략을 거쳐 학업 성취도에 부정적인 영향을 미치는

것으로 보고하였다. Malpass(1994)의 연구에서는 과제 지향 목적이 자기 조절 능력을 거쳐 학업 성취도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 조사되었다. 이에 비해 초등학생을 대상으로 연구한 Seo와 Kim(2001)은 수행 지향 목적이 심층적 학습 전략을 경유한다고 보고하였고, 중학생을 대상으로 한 Hau와 Hui(1996)의 연구에서는 수행 지향 목적이 인지 변인이나 성취도에 어떠한 영향도 미치지 않는 것으로 나타나기도 했다. 이에 본 연구에서는 우리나라 고등학생을 대상으로 성취 목적(과제 지향/수행 지향/수행 회피), 유능감 등의 동기 변인 및 학습 전략(심층적/피상적), 자기 조절 능력 등의 인지 변인, 그리고 화학 수리 문제 해결력 사이의 인과관계를 경로 분석을 통해 조사하였다. 학업 성취도에 대한 인과관계를 조사한 선행 연구 고찰을 통해 설정한 경로 모형에 대한 가설은 다음과 같다.

- 1) 과제 지향 목적, 수행 지향 목적, 유능감은 심층적 학습 전략을 경유하여 화학 수리 문제 해결력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 2) 과제 지향 목적, 수행 지향 목적, 유능감은 자기 조절 능력을 경유하여 화학 수리 문제 해결력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- 3) 수행 회피 목적은 피상적 학습 전략을 경유하여 화학 수리 문제 해결력에 부정적인 영향을 미칠 것이다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 서울시에 소재한 인문계 고등학교 이과 계열 3학년 세 학급 138명을 대상으로 하였는데, 남학생(93명)이 여학생(45명)보다 두 배 가량 많았다. 대상 단원인 고등학교 화학 II의 ‘I. 물질의 과학’과 ‘IV. 물질의 상태와 용액’을 학습한 후에, 과학에 대한 성취 목적, 유능감 등의 동기 변인 검사, 학습 전략, 자기 조절 능력 등의 인지 변인 검사, 화학 수리 문제 해결력 검사를 실시하였다.

2. 검사 도구

학생들의 성취 목적, 유능감, 학습 전략, 자기 조절 능력 검사의 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였다. 성취 목적은 Vandewalle(1997)이 개발한 검사지를 사용하여 측정하였다. 검사지는 총 13문항으로 학습 자체에 가치를 부여하는 ‘과제 지향 목적’ 5문항, 학습 결과에 가치를 부여하는 ‘수행 지향 목적’

4문항, 그리고 과제 수행을 기피하려는 ‘수행 회피 목적’ 4문항의 세 가지 하위 범주로 세분되었다. 본 연구에서 조사된 신뢰도(Cronbach's α)는 각각 .89, .80, .87였다. 자신의 과제 수행 능력에 대한 신념인 ‘유능감’은 Miller *et al.*(1996)가 개발한 8문항의 검사로 측정하였으며, 본 연구에서의 신뢰도(Cronbach's α)는 .91였다.

학습 전략 검사는 Entwistle *et al.*(1998)이 개발한 ASSIST(Approach and Study Skills Inventory for Students) 중 새로운 지식을 기존의 지식과 관련지으려는 ‘심층적 학습 전략’ 16문항, 단편적인 지식을 기계적으로 암기하는 ‘피상적 학습 전략’ 16문항을 사용하였다. 신뢰도(Cronbach's α)는 각각 .90, .75였다. ‘자기 조절 능력’은 학습 과정을 스스로 설정하고 조절하는 능력으로서 Miller *et al.*(1996)이 개발한 검사 9문항으로 측정하였다. 본 연구에서의 신뢰도(Cronbach's α)는 .83였다.

화학 수리 문제 해결력 검사는 선행 연구(노태희와 전경문, 1997)의 문항을 사용하였다. 이는 연산이나 공식의 사용이 요구되는 선다형 수리 문제들로 구성되었는데, 화학양론 2문항, 기체 5문항(아보가드로의 법칙, 기체의 압력이나 부피 및 온도 사이의 관계, 확산, 분압), 용액 3문항(고체 및 기체의 용해도, 총괄성) 등 총 10문항이었다. 본 연구에서의 신뢰도(Cronbach's α)는 .68이었고, 문항의 예시는 <부록 1>에 제시하였다.

3. 분석 방법

학습자의 동기 변인(성취 목적, 유능감) 및 인지 변인(학습 전략, 자기 조절 능력)이 화학 수리 문제 해결력에 어떻게 영향을 미치는지 인과관계를 조사하기 위해 AMOS 4.0 통계 프로그램을 이용하여 경로 분석을 실시하였다. 구축된 경로 모형의 적합도는 Hu와 Bentler(1998)가 제안한 판단 기준으로 평가하였으며, 다중 적합도 지수를 사용하였다. 그 결과 $\chi^2(10, N=138)$ 값은 33.90($p=.000$)이고, Goodness-of Fit Index(GFI), Normed Fit Index(NFI), Comparative Fit Index(CFI)는 모두 .90이상으로 나타나(.95, .91, .93), 본 연구의 경로 모형이 적합함을 알 수 있다.

III. 결과 및 논의

1. 화학 선다형 수리 문제 해결력과 동기 및 인지 변인 검사 결과

성취 목적(과제 지향/수행 지향/수행 회피), 유능감, 학습 전략(심층적/피상적), 자기 조절 능력 검사 점수

Table 1

Means and standard deviations for the motivational and cognitive variables

Measure	M	SD
Achievement goal		
Task goal	2.79	3.44
Performance goal	2.52	3.03
Performance-avoid goal	2.83	3.20
Perceived ability	2.41	5.76
Learning strategy		
Deep learning strategy	2.69	9.87
Surface learning strategy	3.20	7.71
Self-regulation	2.74	6.00

의 평균 및 표준편차를 Table 1에 제시하였다. 유능감, 성취 목적 등 동기 변인의 평균이 모두 5단계 리커트 중 3점 이하로 나타났는데, 이는 학생들이 대체적으로 학습에 대해 부정적인 동기를 가지고 있음을 보여준다. 본 연구에 참여한 학생들이 고등학교 3학년임을 고려할 때, 이런 결과는 정규 학교 교육에 대한 경험이 누적될수록 학생들의 과학에 대한 태도나 성취 욕구가 저하되고 있다는 선행 연구의 주장을 뒷받침해 준다(Simpson & Oliver, 1990).

인지 변인의 평균은 피상적 학습 전략(3.20)이 심층적 학습 전략(2.69) 및 자기 조절 능력(2.74)에 비해 높게 나타나, 학생들이 학습 정보의 의미를 심층적으로 이해하기 보다는 단편적인 지식을 암기하려는 경향이 강하다는 것을 알 수 있다. 국내 중등학생들을 대상으로 한 선행 연구(노태희 등, 1997)에서도 이와 유사한 결과가 나타났는데 반해, 외국의 연구들(Anderman & Young, 1994; Meece & Jones, 1996)은 심층적 학습 전략 점수가 피상적 학습 전략 점수보다 높은 것으로 보고하는 경향이 있다. 우리나라와 외국 학생들의 학습 전략을 보다 체계적으로 비교하는 연구도 시도해볼 필요가 있을 것이다. 한편, 화학 수리 문제 해결력(10점 만점)의 평균은 매우 낮게 나타났는데 ($M=3.86, SD=2.35$), 이는 본 연구 대상 학생들의 동기 및 인지 변인이 부정적으로 나타난 결과와 관련이 있을 것이다.

2. 화학 선다형 수리 문제 해결력과 동기 및 인지 변인들 사이의 상관 분석 및 경로 분석 결과

화학 수리 문제 해결력과 동기 변인(과제 지향 목적, 수행 지향 목적, 수행 회피 목적, 유능감) 및 인지 변인(심층적 학습 전략, 피상적 학습 전략, 자기 조절 능력) 사이의 단순 상관계수는 Table 2와 같고, 인과

Table 2

Correlations among the algorithmic chemistry problemsolving ability, motivational variables, and cognitive variables

	1. ACPSA	2. TGOAL	3. PGOAL	4. PAGOAL	5. PABL	6. DEEP	7. SURF	8. REG
1	1							
2	.158	1						
3	.096	.455**	1					
4	-.163	-.203*	.087	1				
5	.515**	.359**	.363**	-.169*	1			
6	.267**	.607**	.399**	-.208*	.582**	1		
7	-.125	-.069	-.002	.346**	-.238**	-.162	1	
8	.481**	.450**	.330**	-.127	.733**	.693**	-.068	1

Note. ACPSA, algorithmic chemistry problem-solving ability; TGOAL, task goal; PGOAL, performance goal; PAGOAL, performance-avoid goal; PABL, perceived ability; DEEP, deep learning strategy; SURF, surface learning strategy; REG, self-regulation

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

관계를 밝히기 위한 경로 분석 결과는 Figure 1과 Table 3에 제시하였다.

먼저 동기 변인들 사이의 상관관계를 살펴보면 (Table 2), 유능감과 성취 목적(과제 지향/수행 지향/수행 회피) 사이에 밀접한 관련성이 있는 것을 알 수 있었다($r=.359$, $r=.363$, $r=-.169$). 선행 연구에서 일관되지 않은 상관관계를 보였던 과제 지향 목적과 수행 지향 목적 사이에도 강한 정적 상관관계가 있는 것으로 나타났다($r=.455$). 이는 긍정적인 동기 유발을 촉진시키기 위해 수행 지향 목적과 과제 지향 목적이 결합되어질 수 있으며(Meece & Holt, 1993), 학생들을 학교 환경에 성공적으로 적응시키기 위해서는 자

율적이고 과제 지향적인 동기와 더불어 사회 비교적이고 수행 지향적인 동기 모두를 개발하는 것이 필요하다(Veroff, 1969)는 주장을 뒷받침해 준다. 인지 변인들 사이에는 심층적 학습 전략과 자기 조절 능력 사이에 밀접한 관련성이 존재하였다($r=.693$).

그 다음 동기 변인과 인지 변인 사이의 관계를 살펴보면, 유능감, 과제 지향 목적, 수행 지향 목적이 심층적 학습 전략($r=.582$, $r=.607$, $r=.399$) 및 자기 조절 능력($r=.733$, $r=.450$, $r=.330$)과 밀접한 관련성이 있었다. 경로분석 결과, 이 가운데 유능감과 과제 지향 목적이 심층적 학습 전략($\beta=.395$, $\beta=.401$) 및 자기 조절 능력($\beta=.653$, $\beta=.205$)에 긍정적인 영향을 미

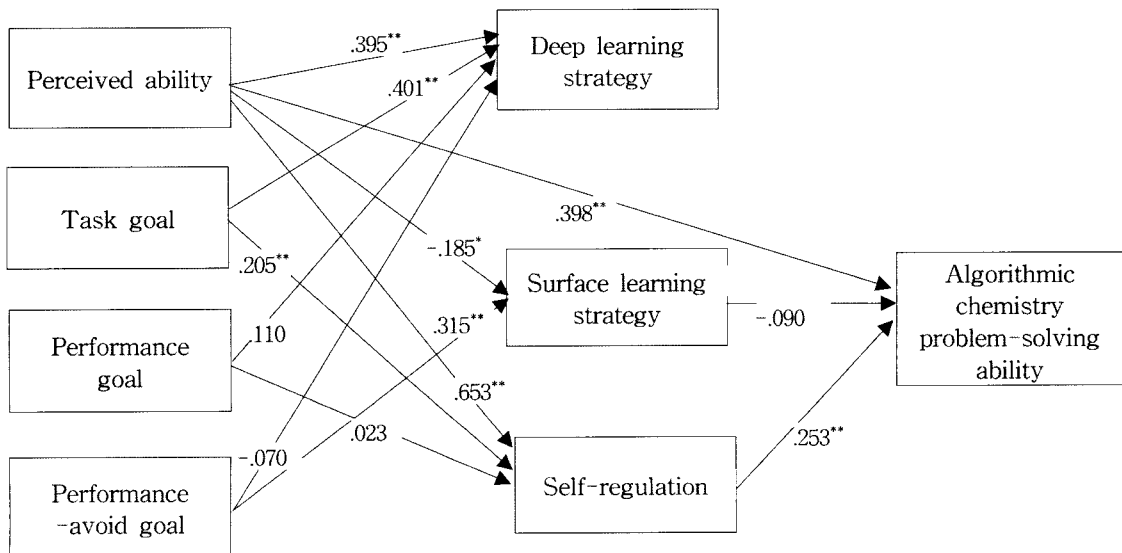


Fig. 1 Path model of influence of the motivational and cognitive variables on the algorithmic chemistry problem-solving ability **p<.01, *p<.05

Table 3

Direct and indirect effects on the algorithmic chemistry problem-solving ability, learning strategy, and self-regulation

	r	Direct effect	Indirect effect	Total effect	Noncausal correlation
On deep learning strategy					
of perceived ability	.582	.395**	.000	.395	.187
of task goal	.607	.401**	.000	.401	.206
of performance goal	.399	.110	.000	.110	.289
of performance-avoid goal	-.208	-.070	.000	-.070	-.138
On surface learning strategy					
of perceived ability	-.238	-.185*	.000	-.185	-.053
of task goal	-.069	.000	.000	.000	-.069
of performance goal	-.002	.000	.000	.000	-.002
of performance-avoid goal	.346	.315**	.000	.315	.031
On self-regulation					
of perceived ability	.733	.653**	.000	.653	.080
of task goal	.450	.205**	.000	.205	.245
of performance goal	.330	.023	.000	.023	.307
of performance-avoid goal	-.127	.000	.000	.000	-.127
On algorithmic chemistry problem-solving ability					
of perceived ability	.515	.398**	.182	.580	-.065
of task goal	.158	.000	.052	.052	.106
of performance goal	.096	.000	.006	.006	.090
of performance-avoid goal	-.163	.000	-.028	-.028	-.135
of deep learning strategy	.267	.000	.000	.000	.267
of surface learning strategy	-.125	-.090	.000	-.090	-.035
of self-regulation	.481	.253**	.000	.253	.228

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

치는 것으로 나타났다(Figure 1, Table 3). 즉, 자신의 능력을 긍정적으로 지각하고 학습 과정 자체를 중요하게 여길수록, 능동적이고 유의미한 학습 전략을 사용하고 학습 과정을 스스로 조절하는 능력이 뛰어났다. 이에 비해 학습 결과에 가치를 두는 수행 지향 목적은 심층적 학습 전략이나 자기 조절 능력과 관련은 있으나, 이들 인지 변인에 대한 인과적 영향력은 유의미하지 않았다. 수행 회피 목적은 피상적 학습 전략과 정적 상관을 보였으며($r=.346$), 선행 연구 결과(Seo & Kim, 2001; Zimmerman, 1989)와 마찬가지로 이 전략의 사용에 인과적 영향도 미치는 것으로 나타났다($\beta=.315$). 즉, 과제 수행을 기피하려는 태도는 지식을 기계적으로 암기하는 전략을 사용하도록 유도하였다.

한편, 화학 수리 문제 해결력은 유능감, 심층적 학습 전략, 자기 조절 능력과 정적 상관관계가 있었다($r=.515$, $r=.267$, $r=.481$, Table 2). 즉, 자신의 과제 수행 능력에 대해 긍정적으로 인식하고 학습 개념을 유의미하게 이해하며 학습 과정을 스스로 조절하는

능력은 화학 수리 문제 해결력과 관련성이 있었다. 화학 수리 문제 해결력이 동기 변인 가운데 성취 목적과 상관이 다소 낮고 유능감과 상관이 유의미하게 나타난 본 연구의 결과는 성취 목적과 화학 수리 문제 해결력 사이에는 매개 변인이 필요하며, 유능감은 화학 수리 문제 해결력에 직접적으로 영향을 미칠 가능성을 제기한다.

실제로 경로 분석을 한 결과, 동기 변인 중 유능감은 인지 변인을 경유하지 않고도 직접적으로 화학 수리 문제 해결력에 긍정적인 영향을 주는 것으로 조사되었다($\beta=.398$, Table 3). 이는 문제 해결력 및 성취도를 향상시키기 위해서는 무엇보다 자신의 능력에 대한 믿음과 인식이 중요한 것으로 나타난 선행 연구 결과와 일치한다(Gregorie *et al.*, 2001). 지금까지 학생들의 문제 해결력 향상을 위한 시도는 주로 학생들의 인지적 측면의 발달에 초점이 맞춰지고 있지만(Maehr & Midgley, 1991), 능력에 대한 인식과 같은 동기적 측면이 문제 해결력 향상에 직접적으로 영향

을 미친다는 본 연구의 결과를 고려할 필요가 있다.

인지 변인 중에서는 자기 조절 능력이 기대했던 대로 화학 수리 문제 해결력에 직접적으로 영향($\beta = .253$)을 주었는데, 유능감과 과제 지향 목적이 매개 변인으로 작용하였다. 문제 해결은 정해진 조건과 제한 내에서 지식과 기술을 이용하여 적절한 해결책을 찾아가는 과정으로 정의되고 있으며, 성공적인 문제 해결을 위해서는 사고 과정에 대한 계획, 조정, 조절 등의 전략 사용이 요구될 것이다(노태희와 전경문, 1997).

한편, 상관 분석 결과와 달리 심층적 학습 전략은 화학 수리 문제 해결력과 인과관계가 없는 것으로 나타났다. 이는 유능감과 과제 지향 목적이 심층적 학습 전략을 거쳐 대학생의 학업 성취도에 영향을 준다고 보고한 선행 연구(Greene & Miller, 1996)와 일치하지 않는 결과이다. 본 연구의 화학 수리 문제 해결력 검사는 선다형 수리 문제로 구성되어 있으므로, 심층적 학습 전략이 요구되지 않는 단순 연산이나 공식 암기만으로 해결이 가능한 것으로 해석할 수 있다. 기대와 달리 피상적 학습 전략이 화학 수리 문제 해결력에 부정적인 영향을 크게 미치지 못한 것도 이를 뒷받침하는 결과로 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

문제 해결력의 함양은 과학을 비롯한 모든 교과에서 추구하고 있는 중요한 목표로, 이와 관련된 많은 연구들이 다양한 측면에서 진행되고 있다. 이의 일환으로 지금까지 문제 해결력과 이에 영향을 미칠 수 있는 동기 및 인지 변인 사이의 관계에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 지금까지의 연구들은 주로 이들 변인 사이의 상관관계를 밝히고 있으므로, 본 연구에서는 고등학생들을 대상으로 성취 목적(과제 지향/수행 지향/수행 회피), 유능감 등의 동기 변인과 학습 전략(심층적/피상적), 자기 조절 능력 등의 인지 변인들이 화학 수리 문제 해결력에 미치는 인과관계를 조사하였다.

경로 분석 결과, 유능감과 과제 지향 목적이 자기 조절 능력을 경유하여 화학 수리 문제 해결력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 유능감은 인지 변인을 거치지 않고 직접적으로 화학 수리 문제 해결력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

즉, 화학 수리 문제 해결력을 향상시키기 위해서는 무엇보다 자신의 능력에 대한 믿음과 학습 과정을 스스로 조절하는 능력이 요구된다. 또, 자기 조절 능력

과 같은 인지 변인의 습득을 촉진하기 위해서는 자신의 능력에 대해 자신감과 학습 자체를 중시하는 자세가 필요하다. 따라서 교육 현장에서는 바람직한 동기 요인을 고무시킬 수 있는 교수 학습 환경을 조성하도록 고려해야 할 것이다. 예를 들어 교사는 과학 수업에서 개인의 참여도에 관심을 두며 절대적인 성취 수준이나 향상 정도를 강조하여 학생들이 학습 자체를 중시할 수 있도록 과제 지향적인 학습 환경을 조성하려는 노력이 필요하다.

한편, 인지 변인 중 심층적 학습 전략은 동기 변인 중 유능감과 과제 지향 목적의 영향을 받았으나, 기대와 달리 화학 수리 문제 해결력에 대한 인과관계는 유의미하지 않았다. 즉, 학습이나 사고 과정을 계획, 조절하는 능력은 화학 수리 문제 해결에서 중요하게 작용하였으나, 새로운 지식을 기존 지식과 관련지으려는 학습 전략은 별로 중요하지 않은 것으로 조사되었다. 그러나 본 연구에서 화학 문제 해결력은 선다형 수리 문항으로만 평가하였고, 인지 및 동기 변인은 학생들이 자신의 전략 사용 등에 대해 스스로 평가·응답한 설문지만으로 조사하였으므로, 일반적인 결론을 내리는 데에는 한계가 있을 것이다.

추후 연구로는 무엇보다도 개념 문제나 서술형 문항 등 여러 검사도구로 화학 문제 해결력을 평가하고, 학생들의 인지 및 동기 변인에 대해서도 교사의 관찰, 동료 평가 등의 방법을 활용하는 연구들이 진행되어야 한다. 그리고 이 연구에서 사용한 경로 모형은 화학 수리 문제 해결력과 다양한 학습자 변인 사이의 인과관계를 밝히고 있으나, 조사된 학습자 변인 이외의 환경적인 요소를 모두 반영하지는 못한다. 성취 목적과 유능감은 교실 환경에 의해 변화될 수 있으므로(Greene & Miller, 1996), 학생들이 인지하는 실제 교실 환경과 화학 수리 문제 해결력 사이의 관계를 조사해 볼 필요가 있다.

국문 요약

본 연구에서는 고등학교 학생들의 성취 목적(과제 지향/수행 지향/수행 회피), 유능감 등의 동기 변인과 학습 전략(심층적/피상적), 자기 조절 능력 등의 인지 변인 및 화학 선다형 수리 문제 해결력 사이의 인과관계를 경로 분석을 통해 조사하였다. 연구 결과, 유능감과 과제 지향 목적은 자기 조절 능력을 통하여 화학 수리 문제 해결력에 긍정적 영향을 미쳤으며, 특히 유능감은 인지 변인을 경유하지 않고도 직접적으로 화학 수리 문제 해결력에 긍정적 영향을 주는 것

으로 조사되었다. 인지 변인 중 심층적 학습 전략은 유능감과 과제 지향 목적의 영향을 받았고 피상적 학습 전략은 수행 회피 목적의 영향을 받았으나, 이러한 학습 전략과 화학 수리 문제 해결력 사이에는 인과관계가 존재하지 않았다.

참고 문헌

노태희, 전경문 (1997). 물질의 분자 수준을 시각적으로 강조하는 4단계 문제 해결식 수업이 학생의 개념과 문제 해결 능력에 미치는 효과. *한국과학교육학회지*, 17(3), 313-321.

노태희, 전경문, 최용남 (1997). 중등학생의 과학 학습 동기와 태도, 성취 욕구, 학습 전략 사이의 관계성 조사. *대한화학회지*, 24(5), 280-286.

노태희, 한재영, 김창민, 전경문 (2000). 화학 문제 해결력과 인지적, 정의적 변인사이의 관계. *대한화학회지*, 44(1), 68-73.

이명자 (1997). 자기 조절 학습전략 훈련이 아동의 문제 해결력과 자기 효능감에 미치는 효과. *한국교육대학교 석사학위논문*.

Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivational and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Eccles, J. (1983). Expectancy, value, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and achievement motives: Psychological and social approaches* (pp. 75-146). San Francisco: Freeman.

Entwistle, N., Tait, H., & McCune, V. (1998). ASSIST: A reconceptualization of the approaches to studying inventory. In C. Rust (Ed.), *Improving students as learners*. Oxford: Oxford Brookes University, The Oxford Centre for Staff and Learning Development.

Greene, B. A., & Miller, R. B. (1996). Influences on achievement: Goals, perceived ability, and cognitive engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 21(2), 181-192.

Gregorie, M., Ashton, P., & Algina, J. (2001). The role of prior and perceived ability in influencing the relationship of goal orientation to cognitive engagement and academic achievement. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Seattle, WA.

Hau, K. T., & Hui, H. F. (1996). Theories of intelligence, achievement goals and learning strategies of

chinese students. Paper presented at the Annual Meeting of the American Psychological Association, Toronto, OT.

Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453.

Lyle, K. S., & Robinson, W. R. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Chemical Education*, 78(9), 1162-1163.

Mæhr, M. L., & Midgley, C. (1991). Enhancing student motivation: A schoolwide approach. *Educational Psychologist*, 26(4), 399-427.

Malpass, J. R. (1994). A structural model of self-regulation, goal orientation, self-efficacy, worry, and math achievement. Unpublished doctoral dissertation. Los Angeles: University of Southern California.

Meece, J. L., & Holt, K. (1993). A pattern analysis of students' achievement goals. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 582-590.

Meece, J. L., & Jones, M. G. (1996). Gender differences in motivation and strategy use in science: Are girls rote learners? *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 393-406.

Miller, R. B., Greene, B. A., Montalvo, G. P., Ravindran, B., & Nichols, J. D. (1996). Engagement in academic work: The role of learning goals, future consequences, pleasing others, and perceived ability. *Contemporary Educational Psychology*, 21(4), 388-422.

Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.

Seo, D., & Kim, J. H. (2001). Expanding a goal mediational model: The Korean elementary school math class. *Academic Exchange Quarterly*, 5(3), 177-183.

Simpson, D., & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74(1), 1-18.

Smith, M. U., & Good, R. (1984). Problem solving and classical genetics: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(9), 895-912.

Taconis, R., Ferguson-Hessler, M. G. M., & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468.

Vandewalle, D. (1997). Development and validation of a work domain goal orientation instrument. *Educational and Psychological Measurement*, 57(6), 995-1015.

Veroff, J. (1969). Social comparison and the

development of achievement motivation. In C. P. Smith (Ed.), Achievement-related motives in children (pp. 46-101). New York: Russell Sage Foundation.

Zimmerman, B. J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329-339.

부록 1

화학 수리 문제 해결력 검사 문항의 예시

어떤 온도에서 헬륨(He)의 확산 속도는 200 m/sec 이다. 같은 조건에서 메탄(CH₄)의 확산 속도는 얼마인가?

- ① 50 m/sec ② 100 m/sec ③ 200 m/sec ④ 400 m/sec ⑤ 800 m/sec

기체의 압력이 1.0기압일 때 아세톤 1L에 27.0 g의 아세틸렌(C₂H₂) 기체가 녹았다. 아세틸렌의 부분 압력을 12기압으로 높이면, 몇 g의 아세틸렌이 녹겠는가?

- ① 2.25 g ② 2.45 g ③ 27.0 g ④ 297 g ⑤ 324 g