

외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 방안으로서의 그리기에 미치는 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력의 영향

강훈식 · 노태희*

서울대학교

The Influences of Situational Interest, Attention, and Cognitive Effort on Drawing as a Method to Assist Students to Connect and Integrate Multiple External Representations

Kang, Hunsik · Noh, Taehee*

Seoul National University

Abstract: This study investigated the influences of situational interest, attention, and cognitive effort on drawing as a method to assist students to connect and integrate multiple external representations provided in learning chemical concepts. Seventh graders (N=178) at two coed middle schools were taught about the "Boyle's Law" and the "Charles's Law" for two class hours through drawing. They observed macroscopic phenomena through demonstrations. After these observations, they drew their mental model from the external verbal representation, and then compared their drawings with external visual representation. The tests assessing situational interest, attention, cognitive effort, and conceptual understanding were administered as post-tests. Correlation and path analyses supported a causal model which situational interest had a positive direct effect on attention to the drawing. Attention led to conceptual understanding directly as well as through cognitive effort. These results suggest that situational interest may be induced by drawing first of all, and attention and cognitive effort may be direct causes of conceptual understanding in drawing. Educational implications are discussed.

Key words: multiple representations, drawing, situational interest, attention, cognitive effort

I. 서 론

다양한 외적 표상들을 함께 제공하는 다중 표상 학습의 필요성은 최근 여러 교과 영역에서 강조되고 있다(Seufert, 2003). 화학 학습에서도 학생들이 이해하기 어려워하는 물질의 입자적 성질을 강조하기 위해 다중 표상 학습이 시도되고 있다(Ardac & Akaygun, 2004; Wu *et al.*, 2001). 그러나 학생들이 다양한 외적 표상들을 이해하기 위해서는 이들을 연계하고 통합하는 복잡한 과정을 거치게 되는데(Mayer, 2003), 많은 학생들이 이 과정들을 성공적으로 수행하는데 어려움을 겪는 것으로 보고되었다(Kozma, 2003; Wu & Shah, 2004). 따라서 효과적인 다중 표상 학습을 위해서는 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진

시킬 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다(Ainsworth, 1999; Seufert, 2003; Wu & Shah, 2004).

이에 대한 방안으로 학생들이 언어적 정보에 대한 자신의 정신 모형(mental model)을 그림으로 그리는 활동(이하 '그리기'라 칭함)을 고려해볼 수 있다. 학생들은 그리기를 통해 언어적 정보에서 이해한 바를 시각적으로 표현함으로써 언어적 정보와 시각적 정보, 자신의 사전 개념을 보다 효과적으로 연계·통합할 수 있으며, 실제로 그 효과성도 보고되고 있다(강훈식 등, 2005; Edens & Potter, 2003; van Meter & Garner, 2005). 그러나 지금까지 그리기와 관련하여 진행된 연구들은 주로 그리기를 평가 도구로 사용하거나, 개념 이해도나 회상 능력 등의 인지적 측면에서 그리기의 효과를 조사하는데 치중되어 있으며, 정의적

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2005.12.26(접수) 2006.04.14(1심통과) 2006.07.25(2심통과) 2006.07.27(최종통과)

· 동기적 변인에 대한 관심은 상대적으로 부족하였다(노태희 등, 2003). 또한, 그리기가 어떤 과정을 거쳐 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는지를 조사한 연구는 진행된 바 없다. 따라서 정의적·동기적 변인을 포함하여 그리기를 통한 외적 표상들 간의 연계 및 통합 과정의 구체적인 메커니즘을 조사한다면, 그 과정을 보다 잘 이해할 수 있을 뿐만 아니라 향후 그리기의 효과를 높이는 방안에 대한 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

그리기는 학생들이 새로운 개념이나 관찰한 현상 등에 대한 자신의 생각을 언어를 전혀 사용하지 않고 그림으로만 그리는 활동이므로, 본질적으로 학생들, 특히 저학년 학생들의 흥미를 유발할 수 있다(노태희 등, 2003; Glynn, 1997; Stein *et al.*, 2001). 그리기 과정에서 유발된 흥미는 특정 상황에 의해 유발되는 임시적이고 상황 맥락적인 상황 흥미(situational interest)로 분류될 수 있다(Chen *et al.*, 2001; Schraw & Lehman, 2001). 상황 흥미는 학생들이 좀더 학습 활동이나 내용, 자료에 주의를 집중하고, 그 학습 내용을 이해하기 위해 노력하게 함으로써 학업 성취도를 향상시킨다고 보고된다(Hidi & Harackiewicz, 2000; Schraw & Lehman, 2001). 따라서 그리기 과정에서 유발된 상황 흥미는 그리기를 통해 다양한 외적 표상들을 연계하고 통합하는 과정에서 중요한 역할을 담당할 것으로 기대된다.

그리기에서 학생들은 제공된 언어적 정보에서 필요한 정보만을 선택하여 내적으로 자신의 시각적 표상을 형성하는 과정과 이 과정을 조절하고 통제하는 과정, 그리고 형성된 시각적 표상을 창조적이고 자유롭게 그림으로 표현하고 반성하는 과정을 거치게 된다(강훈식 등, 2005; Edens & Potter, 2003; White & Gunstone, 1992). 그리고 이 과정들에서는 많은 인지적 부담이 작용하므로 학생들이 이 과정을 성공적으로 수행하기 위해서는 더 많은 주의집중과 인지적 노력을 들여야 한다(노태희 등, 2003; Kester *et al.*, 2004; Valcke, 2002; van Merriënboer *et al.*, 2002). 또한, 다양한 외적 표상들을 제시하는 방법 또는 전략이 학생들의 주의를 분산시키는 정도는 그 방법이나 전략에 의해 유발되는 상황 흥미의 영향을 받을 뿐만 아니라(Hidi & Harackiewicz, 2000; Schraw & Lehman, 2001) 학생들이 외적 표상들을 처리하기 위해 들이는 인지적 노력과 다중 표상 학습의 성공 정도에 영향을 미칠 수도 있다(박성익, 손지영, 2003; Kalyuga *et al.*, 1999; Mayer, 2003). 즉, 주의집중이나 인지적 노력 등과 같은 동기적 변인은 다양한 외적 표상들을 제시하는 방법 또는 전략 중 하나인 그리기를 통해 외적

표상들을 연계하고 통합하는 과정을 설명하는 중요한 구인이 될 수 있다.

이에 이 연구에서는 다중 표상을 활용하는 중학교 1학년 과학의 화학 단원 수업에 그리기를 적용한 후, 경로 분석을 통해 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 사이의 인과관계를 조사하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

2개 남녀공학 중학교의 1학년 학생 178명을 대상으로 하였다. 우선 선행 연구들(강훈식 등, 2005; Edens & Potter, 2003; van Meter & Garner, 2005)을 검토하여 그리기 교수 방법 및 구체적인 교수-학습 자료를 개발하였다. 참여 교사들에게 수차례에 걸쳐 수업 처치에 대해 설명함으로써 참여 교사들이 이에 대해 익숙해지도록 하였다. 본 차시 수업은 중학교 과학 1의 '5. 분자의 운동' 단원 중 '보일의 법칙'과 '사물의 법칙'에 대해 각각 1차시씩 총 2차시 동안 그리기를 통해 진행하였다. 이때, 참여 교사는 새로운 수업 방법을 연구 대상이 아닌 학급에서 1회 이상 연습한 후 본 차시 수업을 실시하였다. 그리고 연구자 중 1인이 첫 번째 수업을 참관한 결과 수업 처치가 계획대로 진행되었음을 확인할 수 있었다. 사후 검사로 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 검사를 실시하였다.

2. 수업 과정

교사는 수업 시작 전에 학생들에게 수업 과정 및 방법에 대해 간단히 설명한 후, 활동지를 배부하였다. 학생들은 교사의 시범 실험을 본 후, 활동지를 작성하였다. 활동지는 학생들이 시범 실험을 통해 관찰한 현상을 입자 수준으로 설명한 글(언어적 정보)을 스스로 학습한 후, 자신이 이해한 것을 입자 수준의 그림으로 그리도록 구성하였다. 부록에 활동지의 예시를 제시하였다. 학생 활동이 끝나면 교사는 학생들에게 활동에 대한 정답 그림(시각적 정보)을 제시하였고, 학생들은 정답 그림과 자신이 그린 그림을 비교하였다. 교사는 학생 활동과 유사한 방식, 즉 언어적 정보를 읽고 입자 수준의 그림을 그리면서 정답 그림을 설명하는 방식으로 정답을 설명한 후, 학생들에게 적용 문제를 그리기를 활용하여 한 번 더 해결하도록 하였다.

활동지의 내용 수준, 어휘, 수업 진행 방법 및 시간의 적절성은 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인의 검토를 통해 수정·보완하였다.

3. 검사 도구

학생들이 그리기를 통해 다양한 외적 표상들을 연계 및 통합한 정도를 측정하기 위한 개념 이해도 검사지는 선행 연구(강훈식 등, 2005)를 참고하여 3문항으로 개발하였다. 모든 문항은 본 차시 수업에서 배운 내용을 다른 상황에 적용하는 문제 유형이며, 목표 개념을 입자 수준에서 이해한 정도를 측정하기 위해 특정 화학 현상에 대한 자신의 예측을 거시적 수준에서 표현하고, 이를 입자 수준의 그림으로 그리고 글로 설명하도록 구성하였다. 부록에 개념 이해도 검사 문항의 예를 제시하였다. 이 연구에서 구한 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .66이었다.

상황 흥미 검사지는 Chen *et al.*(2001)의 Situational Interest Scale 중 '전체 흥미(total interest)'에 해당하는 4문항을 번안하여 사용하였다. 이 검사지는 '나는 이 활동을 하는 것이 재미있었다.', '이 활동은 흥미로웠다.' 등과 같이 학생들이 특정한 학습 과제나 활동에 대해 느끼는 흥미를 측정하기 위해 개발되었으며, 요인 분석(factor analysis)을 통해 그 타당성이 검증되었다(Chen *et al.*, 2001). 이 연구에서는 모든 문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였으며, 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .85였다.

학생들이 그리기에 주의를 집중한 정도는 Song(1998)의 Instructional Materials Motivation Scale (IMMS) 축소본 중 '주의집중(attention)' 영역 4문항을 사용하여 측정하였다. IMMS 축소본은 특정 교수-학습 자료나 상황에 대한 학생들의 동기적 반응을 측정하기 위해 Keller의 ARCS 모형에 따라 개발된 것으로, 주의집중(attention), 관련성(relevance), 자신감(confidence), 만족감(satisfaction)의 4개 하위 영역으로 구성되어 있으며, 요인 분석을 통해 각 하위 영역 문항들의 타당성이 검증되었다(Song, 1998). '주의집중' 영역은 학생들이 특정 교수-학습 자료나 상황에 주의를 집중하는 정도를 측정하기 위한 영역이며, '이 활동에서 정보가 제시되는 방법은 내가 이 활동에 주의를 집중할 수 있게 했다.', '나는 이 활동이 너무 추상적이어서 이 활동에 계속 주의를 기울이기 어려웠다.' 등의 문항들로 구성되어 있다. 이 연구에서는 모든 문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였으며, 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .89였다.

인지적 노력 검사지는 수업 시간 동안 들인 내적 노력을 리커트 척도 1문항으로 측정하는 검사 방법(Kester *et al.*, 2004)을 참고하여 개발하였다. 즉, 인지적 노력의 정도는 '나는 많은 노력을 들여야 이 활동을 제대로 할 수 있었다.'라는 5단계 리커트 척도

질문에 대한 응답으로 측정하였다. 이 질문은 인지적 부담을 간접적으로 측정할 수 있는 것으로, 이 검사 점수가 높을수록, 즉 인지적 노력이 많이 요구될수록 그리기를 성공적으로 수행하는데 인지적 부담이 많이 작용한다는 것을 의미한다(Kester *et al.*, 2004).

개발 및 번안한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인의 검토 및 연구 대상이 아닌 학생들을 대상으로 실시한 예비 연구를 통해 수정·보완한 후 사용하였다.

4. 분석 방법

개념 이해도 검사는 각 문항마다 4~5개의 목표 개념을 설정한 후, 학생들의 응답을 달성한 목표 개념과 오개념 개수에 따라 채점하였다. 즉, 4점 만점 문항(1문항)의 경우 완전한 이해는 4점, 부분적인 이해는 1~3점, 무응답 및 비과학적 이해는 0점으로, 5점 만점 문항(2문항)의 경우 완전한 이해는 5점, 부분적인 이해는 1~4점, 무응답 및 비과학적 이해는 0점으로 채점하였다(강훈식 등, 2005). 분석의 신뢰도를 높이기 위해 3인의 분석자가 무작위로 선정한 20명의 답안지를 각각 채점하고 비교하는 과정을 반복하여 분석자 간 일치도가 3회 연속 .95 이상이 된 후, 분석자 중 1인이 모든 답안지를 채점하였다. 채점이 애매한 답안지는 다른 분석자들과 논의하여 채점하였다.

상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도와 의 상호 관련성을 조사하기 위해 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하고 상관 분석을 실시하였다. 또한, 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력이 어떤 경로를 통해 개념 이해도에 영향을 미치는지를 조사하기 위해 AMOS 4.0 프로그램을 이용하여 경로 분석을 실시하였다(김계수, 2004). 우선, 이론적 모형과 상관 분석 결과를 토대로 상황 흥미가 주의집중 또는 인지적 노력을 경유하여 개념 이해도에 영향을 주는 잠정적인 경로 모형을 설정하였다. 잠정적인 모형에 가능한 경로를 모두 포함시켜 경로 분석을 실시한 후, 유의미하지 않은 경로를 제외하고 경로 모형의 적합도를 고려하여 경로 모형을 수정해 나가는 과정을 통해 최종 모형을 결정하였다.

경로 분석 방법으로는 공분산 구조분석에서의 계수 추정 방법인 최대우도법(maximum likelihood method)과 모형의 타당성을 확보하기 위해 반복적으로 경험적인 표본을 추출하는 부트스트래핑(bootstrapping)을 사용하였다(김계수, 2004). 구축된 경로 모형의 적합도는 χ^2 , AGFI(Adjusted Goodness of Fit Index), NFI(Normed Fit Index), CFI(Comparative Fit Index),

RMSEA(Root-Mean-Square Error of Approximation)를 사용하여 평가하였다. 최종 경로 모형에 대한 χ^2 (1, N=178) 값은 .152(p=.697), AGFI, NFI, CFI, RMSEA 값은 각각 .996, .999, 1.000, .000으로 나타났다. χ^2 는 p값이 .05이상일 때, RMSEA 값이 .05이하일 때, 그 외 적합도 지수들의 값이 .90이상일 때 경로 모형이 적합하므로(김계수, 2004), 이 연구의 최종 경로 모형은 적합하다고 할 수 있다.

잠정적인 경로 모형 설정 및 최종 모형 결정, 결과 분석 및 해석, 시사점 도출은 모든 연구자들이 공통적으로 동의한 사항에 한하여 실시하고, 이를 과학 교육 전문가, 중학교 과학 교사, 과학교육 전공 대학원생들로 구성된 수차례의 소모임을 통해 수정하고 보완함으로써 연구 결과의 타당도와 신뢰도를 높이고자 노력하였다.

III. 결과 및 논의

1. 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 검사 결과

각 검사 점수들의 평균과 표준 편차는 Table 1과 같다. 상황 흥미와 주의집중 검사 점수의 평균(3.67, 3.42)이 모두 5단계 리커트 척도 문항의 ‘중립’에 해당하는 점수(3.00)보다 높은 것으로 보아, 학생들이 비교적 그리기에 흥미를 느꼈고, 주의를 집중했음을 알 수 있다. 인지적 노력 검사 점수의 평균은 3.00이었는데, 이는 그리기가 학생들에게 큰 인지적 부담을 주지는 않았음을 의미한다. 개념 이해도 검사 점수의 평균은 14.00점 만점 중 10.90점이었으므로, 학생들이 그리기를 통해 비교적 개념을 잘 이해, 즉, 언어적 정보와 시각적 정보들을 비교적 잘 연계하고 통합했음을 알 수 있다.

Table 1
Means and standard deviations of the test scores

Variables	Mean	SD
Situational interest (5) ¹	3.67	.83
Attention (5) ¹	3.42	.65
Cognitive effort (5) ¹	3.00	1.08
Conceptual understanding (14) ¹	10.90	2.40

¹full marks.

2. 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 사이의 상관 분석 결과

각 검사 점수들 사이의 상관계수를 Table 2에 제시하였다. 개념 이해도 검사 점수는 주의집중 검사 점수

와 유의미한 정적 상관관계($r=.169, p<.05$)가 있었다. 그리기에 주의를 잘 집중하는 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보들을 더 잘 연계하고 통합했다는 것을 알 수 있다. 개념 이해도 검사 점수는 인지적 노력 검사 점수와는 유의미한 부적 상관관계($r=-.179, p<.01$)가 있었는데, 이런 결과는 그리기를 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 인지적 노력이 적었다고 인식하는 학생일수록, 즉 그리기에 인지적 부담을 적게 느끼는 학생일수록 외적 표상들을 잘 연계하고 통합했다는 것을 의미한다. 상황 흥미와 주의집중도 밀접한 관련이 있었는데($r=.738, p<.01$), 그리기에 흥미를 많이 느끼는 학생들이 그리기에 집중을 더 잘 하는 것으로 나타났다.

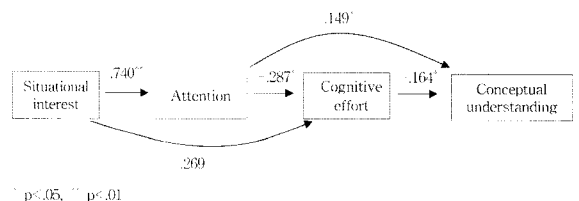
Table 2
Correlation coefficients among situational interest, attention, cognitive effort, and conceptual understanding

	Situational interest	Attention	Cognitive effort	Conceptual understanding
Situational interest	1.000			
Attention	.738**	1.000		
Cognitive effort	.057	-.091	1.000	
Conceptual understanding	.123	.169*	-.179**	1.000

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

3. 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 사이의 경로 분석 결과

상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력이 그리기를 통한 개념 이해도에 영향을 미치는 매커니즘을 규명하기 위해 경로 분석을 하였다(Fig. 1, Table 3). 상황 흥미는 주의집중에 직접적인 영향을 주고($\beta=.740$), 주의집중은 직접적으로($\beta=.149$) 또는 인지적 노력을 경유하여($\beta=-.287, \beta=-.164$) 개념 이해도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 그리기에 흥미를 많이



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

Fig. 1 Path model predicting conceptual understanding from situational interest, attention, and cognitive effort in drawing

Table 3
Path analysis results: Standardized parameters with bootstrap standard errors

Variable		Standardized parameters	Bootstrap SE
Independent	Dependent		
Path coefficients			
Situational interest	→ Attention	.740**	.035
Situational interest	→ Cognitive effort	.269*	.135
Attention	→ Cognitive effort	-.287*	.139
Attention	→ Conceptual understanding	.149*	.084
Cognitive effort	→ Conceptual understanding	-.164*	.063
Squared multiple correlations			
Situational interest		.000	.000
Attention		.548	.051
Cognitive effort		.055	.039
Conceptual understanding		.064	.036

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

느낄수록 그리기에 주의를 더 집중하게 되고, 이는 직접적으로 또는 인지적 부담을 감소시키도록 유도함으로써 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진한다는 것을 알 수 있다. 이런 결과는 상황 흥미가 높은 학생일수록 학습에 좀더 적극적이고 능동적으로 참여하여 학업 성취도가 향상되며(Hidi & Harackiewicz, 2000; Schraw & Lehman, 2001), 외적 표상들을 제시하는 방법이나 전략들이 학생들의 주의를 분산시킬수록 학생들의 인지적 부담이 증가하므로 학생들은 그 외적 표상들을 성공적으로 처리하는데 더 많은 인지적 노력을 들여야 한다(박성익, 손지영, 2003; Kalyuga *et al.*, 1999; Kester *et al.*, 2004; van Merriënboer, *et al.*, 2002)는 선행 연구의 주장과 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

한편, 상황 흥미는 인지적 노력을 통해 개념 이해도에 부정적인 영향($\beta=.269$, $\beta=-.164$)을 주기도 하였다. 그러나 그 영향력은 앞선 경로의 영향력보다 상대적으로 미미하였고, 상황 흥미와 인지적 노력 사이에는 유의미한 상관관계도 없었으므로, 상황 흥미가 이 경로를 통해 개념 이해도에 미치는 영향은 매우 작다고 할 수 있다. 그러나 그리기가 외적 표상들 간의 연계 및 통합 과정에 미치는 영향을 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 그리기 과정에 미치는 이 경로의 영향을 구체적으로 조사할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 화학 개념 학습에서 학생들이 그리기를 통해 다양한 외적 표상들을 연계하고 통합하는 과정에 대한 경로 모형을 규명하기 위해 상황 흥미,

주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 사이의 인과관계를 조사하였다.

연구 결과, 그리기에 의해 유발된 상황 흥미가 그리기에 주의를 집중하는 정도를 증가시켜 인지적 노력을 적게 들이도록 유도함으로써 개념 이해를 촉진하는 것으로 나타났다. 이런 결과는 상황 흥미가 그리기의 효과에 영향을 주는 메커니즘의 출발 변인이며, 직접적으로 외적 표상들 간의 연계 및 통합 과정을 촉진하기보다는 학생들이 그리기를 통한 정보 처리 과정에 보다 적극적으로 참여하도록 유도할 가능성을 시사한다. 또한, 주의집중과 인지적 노력이 그리기를 통한 외적 표상들 간의 연계와 통합 과정에 직접적인 영향을 주는 요인일 수 있음을 시사한다.

지금까지는 정의적·동기적 변인이 그리기에 미치는 영향과 그리기가 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 과정에 대한 구체적인 메커니즘이 잘 알려져 있지 않아, 교사가 학교 현장에서 그리기를 효과적으로 활용하는 데에 한계가 있었다. 따라서 경로 분석을 통해 정의적·동기적 변인이 그리기에 미치는 영향을 조사한 이 연구의 결과는 그리기를 통한 외적 표상들 간의 연계 및 통합 과정에 대한 이해뿐만 아니라 향후 그리기를 효과적으로 활용하는 방안에 대한 중요한 시사점을 제공해 줄 수 있다. 즉, 그리기의 효과를 높이기 위해서는 상황 흥미와 주의집중을 보다 잘 불러일으키고, 인지적 부담을 감소시키도록 유도할 수 있는 학습 환경을 조성해 주어야 할 것이다. 예를 들어, ‘~다’, ‘~까’ 등과 같이 교과서에서 주로 사용되는 3인칭 또는 무인칭 독백 형태의 형식적인 언어적 정보보다 대화체나 2인칭 형태의 개인화된 언어적 정보가 학생들의 흥미와 주의집중을

더 잘 불러일으킬 수 있으므로(Mayer *et al.*, 2004), 그리기에서 언어적 정보를 개인화된 형태로 제공하는 방안을 고려해볼 수 있다. 학생들이 외적 표상들을 처리하는 과정과 전략에 대해 반성적으로 사고하도록 하거나 외적 표상들을 타인과의 논의를 통해 처리하도록 하는 학습 환경이 정보 처리 과정에서 작용하는 인지적 부담을 감소시킬 수 있다고 주장되므로(Kozma, 2003; Valcke, 2002; van Bruggen *et al.*, 2002), 이런 학습 환경을 조성해줄 필요도 있다.

한편, 양적 연구 방법으로도만 진행된 이 연구의 특성상, 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력이 그리기를 통한 외적 표상들 간의 연계와 통합 과정에 구체적으로 어떻게 영향을 주는지는 알 수 없으므로, 질적 연구를 통해 이에 대해 심층적으로 조사해볼 필요가 있다. 이 연구에서 제시된 경로의 영향력이 절대적으로는 크지 않았으므로, 다른 변인이 그리기에 미치는 영향에 대해서도 조사해 보아야 할 것이다. 외적 표상들을 처리하는데 요구되는 주의집중이나 인지적 노력 등은 학생들의 특성에 의해 영향을 받는다고 보고되므로(Koroghlanian & Klein, 2000; Wu & Shah, 2004), 학생들의 특성이 그리기에 미치는 영향을 조사하는 연구가 이에 대한 한 가지 예가 될 수 있을 것이다. 2차시라는 비교적 짧은 수업 처치 기간 동안 교사나 학생들이 새로운 수업 방법을 완전히 내면화 하기에는 어려움이 있었을 수 있으므로, 이후에는 처치 기간을 더 늘려 반복 연구를 진행할 필요도 있다.

국문 요약

이 연구에서는 화학 개념 학습에서 학생들에게 제공되는 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 방안으로서의 그리기에 미치는 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력의 영향을 조사하였다. 2개 남녀공학 중학교 1학년 178명을 대상으로 ‘보일의 법칙’과 ‘샤를의 법칙’에 대해 2차시 동안 그리기를 활용한 수업을 실시하였다. 학생들은 거시적인 현상을 시범 실험을 통해 관찰한 후, 제공된 언어적 정보에 대한 자신의 정신 모형을 그림으로 그리고 이를 시각적 정보와 비교하였다. 사후 검사로 상황 흥미, 주의집중, 인지적 노력, 개념 이해도 검사를 실시하였다. 연구 결과, 상황 흥미는 주의집중에 직접적인 영향을 주고, 주의집중은 직접적으로 또는 인지적 노력을 경유하여 개념 이해도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이런 결과는 그리기에서 처음으로 유발되는 것은 상황 흥미이며, 주의집중과 인지적 노력이 그리기를 통한 개념 이해에 직접적인 영향을 주는 요인일 수

있음을 시사한다. 이에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

참고 문헌

강훈식, 김보경, 노태희 (2005). 물질의 입자적 성질에 대한 다중 표상 학습에서 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진시키는 방안으로서의 그리기와 쓰기. *한국과학교육학회지*, 25(4), 533-540.

김계수 (2004). AMOS 구조방정식 모형 분석. 서울: (주)데이타솔루션.

노태희, 유지연, 한재영 (2003). 분자 수준에서의 그림 그리기를 활용한 수업 모형의 효과. *한국과학교육학회지*, 23(6), 609-616.

박성익, 손지영 (2003). 멀티미디어 활용 학습에서 시각·청각 정보의 제시원리 탐색. *서울대학교 사대논총*, 67, 105-120.

Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2-3), 131-152.

Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.

Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (2001). An examination of situational interest and its sources. *British Journal of Educational Psychology*, 71(3), 383-400.

Edens, K. M., & Potter, E. F. (2003). Using descriptive drawings as a conceptual change strategy in elementary science. *School Science and Mathematics*, 103(3), 135-144.

Glynn, S. (1997). Drawing mental models. *The Science Teacher*, 64(1), 30-32.

Hidi, S., & Harackiewicz, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.

Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13(4), 351-371.

Kester, L., Kirschner, P. A., & van Merriënboer, J. J. G. (2004). Information presentation and troubleshooting in electrical circuits. *International Journal of Science Education*, 26(2), 239-256.

Koroghlanian, C., & Klein, J. D. (2000). The use of audio and animation in computer based instruction. The Annual Proceedings of selected research and development papers presented at the national convention of the association for educational communications and technology, Denver. ERIC Document Reproduction Service No. ED 455812.

Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.

Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.

Mayer, R. E., Fennell, S., Farmer, L., & Campbell, J. (2004). A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 389-395.

Schraw, G., & Lehman, S. (2001). Situational interest: A review of literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 13(1), 23-52.

Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 227-237.

Song, S. H. (1998). The effects of motivationally adaptive computer-assisted instruction developed through the ARCS model. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University.

Stein, M., McNair, S., & Butcher, J. (2001). Drawing on student understanding: Using illustrations to invoke deeper thinking about animals. *Science and Children*, 38(4), 18-22.

Valcke, M. (2002). Cognitive load: Updating the theory? *Learning and Instruction*, 12(1), 147-154.

van Bruggen, J. M., Kirschner, P. A., & Jochems, W. (2002). External representation of argumentation in CSCL and the management of cognitive load. *Learning and Instruction*, 12(1), 121-138.

van Merriënboer, J. J. G., Schuurman, J. G., De Croock, M. B. M., & Paas, F. G. W. C. (2002). Redirecting learners' attention during training: Effects on cognitive load, transfer test performance and training efficiency. *Learning and Instruction*, 12(1), 11-37.

van Meter, P., & Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing: Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17(4), 285-325.

White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: The Falmer Press.

Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.

Wu, H.-K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492.

부 록

수업 활동지의 예(보일의 법칙)	개념 이해도 검사 문항의 예
<p>관찰해보자: 선생님의 시범 실험을 관찰한다.</p> <p>공부해보자: 아래의 글을 읽고 일정한 온도에서 압력 변화에 따라 기체의 부피가 어떻게 되는지 생각해 보자.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>같은 온도일 때, 추를 올려놓아 추가 실린더를 누르는 압력(외부 압력)을 2배로 하면 실린더 안에 있는 기체의 부피는 반으로 줄어들고, 추를 더 올려놓아 외부 압력을 4 배로 하면 기체의 부피는 1/4로 줄어든다. 즉, 외부 압력이 커질수록 기체의 부피가 줄어든다.</p> <p>이때 실린더 안에 있는 기체의 압력은 어떻게 될까? 실린더 안의 기체 분자들은 모든 방향으로 끊임없이 운동하면서 실린더의 안쪽 벽에 충돌하므로 그 벽에 압력을 가하게 된다. 그리고 온도가 일정하면 기체 분자들은 일정한 속도로 운동하게 된다. 일정한 온도에서 외부 압력을 늘려 실린더 안의 부피를 줄이면, 온도가 일정하므로 기체 분자들의 운동 속도는 변하지 않지만 실린더 안의 부피가 줄어들므로 기체 분자들이 돌아다니는 공간은 그만큼 줄어들는다. 따라서 기체 분자들이 실린더 안쪽 벽과 충돌하는 횟수가 많아지므로 기체 분자들이 그 벽에 가하는 압력도 커지게 된다. 즉, 기체의 부피가 작아질수록 기체의 압력은 커진다. 이때 기체 분자의 크기나 모양, 개수는 변하지 않는다.</p> </div> <p>그려보자</p> <p>아래 그림은 추의 개수를 변화시켰을 때 실린더의 상태를 나타낸 것이다. 위의 내용을 참고하여 압력이 커짐에 따라 실린더 안에 있는 기체 분자의 상태(개수, 크기, 운동 속도, 충돌횟수, 퍼져 있는 모양)가 어떻게 변하는지 그림으로 그려보자. (단, 기체 분자(○)는 6 개 들어있다고 가정함)</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>분자 운동 방향은 화살표로, 분자 운동 속도는 화살표의 길이로 나타내자(예: ←○는 왼쪽으로 느린 운동, ←○는 왼쪽으로 빠른 운동). 분자가 실린더 벽에 충돌하는 그림은 꺾인 화살표(오른쪽 그림)로 나타내자.</p> </div>	<p>분자 그림 그리기 방법에 대한 예시를 참고하여 각 문제를 풀어봅시다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>분자 그림 그리기 방법의 예</p> <p>기체 분자(○)가 용기 속에 들어있고, 이 분자를 볼 수 있다고 가정한다. 분자 운동 방향은 화살표로, 분자 운동 속도는 화살표의 길이로 나타낸다(예: ←○는 왼쪽으로 느린 운동, ←○는 왼쪽으로 빠른 운동). 분자가 용기 벽에 충돌하는 그림은 꺾인 화살표로 나타낸다.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p>예를 들어, 왼쪽 그림은 기체 분자가 오른쪽 아래쪽으로 운동하다가 용기 벽에 충돌하여 방향이 왼쪽 아래로 꺾이는 운동을 나타낸 것이다. 이때, 분자의 운동 속도는 화살표가 꺾이기 전과 후의 길이를 합한 것이다.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>문제 1. 다음 그림과 같은 주사기에 수소 기체가 들어있다. [그림 1]에서 피스톤 위에 있던 추를 한 개 내려놓았을 때, 피스톤의 위치를 [그림 2]의 눈금에 정확하게 나타내보자. 또, [그림 1]과 [그림 2]의 주사기 속에 들어있는 수소 분자의 상태(개수, 크기, 운동 속도, 충돌 횟수, 퍼져 있는 모양)를 각각의 그림에 나타내보자. 단, 수소 분자(○)는 6개가 들어있다고 가정한다.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> </div>
<div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>[그림 1] 추 2개</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>[그림 2] 추 1개</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>[그림 1]과 [그림 2]에 그린 수소 분자의 상태(개수, 크기, 운동 속도, 충돌 횟수, 퍼져 있는 모양)를 자세히 비교하여 설명해 보자.</p> <hr/> <hr/> <hr/> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>[그림 1]과 [그림 2]에 그린 수소 분자의 상태(개수, 크기, 운동 속도, 충돌 횟수, 퍼져 있는 모양)를 자세히 비교하여 설명해 보자.</p> <hr/> <hr/> <hr/> </div>