

중학교 화학전지에 관련된 동영상교수 자료의 개발 및 교육적 효과에 관한 연구

白盛惠* · 金鎮奎[†]

한국교육원대학교 화학교육과

[†]신장중학교

(2002. 2. 18 접수)

Development of Animation Materials for a Unit related to "Electrochemical Cell" and the Educational Effects of Middle School Students

Seoung-Hey Paik* and Jin-Gyu Kim[†]

Department of Chemical Education, Korea National University of Education, Chungbuk 363-791, Korea

[†]Sinjang Middle School, Kyonggi 465-032, Korea

(Received February 18, 2002)

요 약. 이 연구의 목적은 눈에 보이지 않는 미시세계의 현상을 눈으로 볼 수 있도록 애니메이션 자료를 개발하고, 그 교육적 효과를 알아보는 것이다. 개발한 11개의 애니메이션 자료는 분자, 이온, 전자 등 입자 수준의 미시세계를 동영상으로 나타내었으며, 교사가 '전기화학' 단원을 가르칠 때 사용할 수 있도록 하였다. 연구 대상은 중학교 3학년 151명이었으며, 실험 집단과 통제 집단으로 나누어, 애니메이션 자료를 이용한 수업과 전통적 수업을 16차시 동안 실시하였다. 처치 전에 학습자의 특성을 조사하기 위해 논리적 사고력 검사와 사전 개념 검사를 실시하였고, 처치 후에는 사후 개념 검사, 과학에 관련된 태도 검사, 수업에 대한 인식 검사를 실시하였다. 그리고 4개월 후에 파지 효과를 알아보기 위해 사후 개념 검사를 다시 한번 실시하였다. 연구 결과에 의하면, 애니메이션 자료를 활용한 수업을 실시한 실험 집단이 개념 이해 검사에서 통제 집단보다 유의미하게 높은 점수를 얻었으며, 파지 검사와 태도 검사에서도 유의미하게 높은 점수를 얻었다. 이는 눈으로 볼 수 없는 미시세계에서 입자의 움직임을 보여주는 수업 자료가 학생들의 개념 이해와 학습 흥미도 증진에 효과적임을 의미하는 것이다.

주제어: 애니메이션 자료, 화학전지, 교육적 효과, 중학교 과학, 학생의 이해

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate the educational effects of an animation materials developed with the macroscopic particle moving sight. The 11 animations developed by the researchers showed the movements of molecules, ions, and electrons. The materials were developed for teachers to use when they taught "electrochemical cell" unit. The subjects were 151 students of 9th grade who were divided into the experimental and control group and were taught during 16 hours. In order to figure out the characteristics of each student before the instructions, a short-version GALI(Group Assessment of Logical Thinking) and the pretest of conceptions were carried out. After the instructions, students tested 3 types of exam: the posttest of conceptions, attitude test connected with science, cognition test. After 4 months later, students tested the posttest of conceptions again for long-term memory effect. It was found that the experimental group using the developed animation materials had significantly higher scores of conceptual understanding than control group. The experimental group had also significantly higher scores of the long-term memory test and attitude test than control group. The results mean that animation materials which shows the macroscopic particle movement help students to understand scientific concepts and to elevate interests.

Keywords: Animation Material, Electrochemical Cell, Educational Effect, Middle School Science, Student's Understanding

서 론

Bruner¹에 의한 학습자의 인지 수준을 고려할 때 구체적 모습이나 영상적 표현으로 미시세계의 이론을 제시하는 것이 기시세계의 현상을 이해하는데 도움을 줄 수 있다. 특히 화학 분야의 개념들은 대부분 눈으로 볼 수 없는 미시적 현상이므로 원자, 분자와 같은 입자의 행동을 이해하는데 어려움이 많다.² 따라서, 물질의 입자성이 강조된 영상적 표현을 통해 화학적 개념을 효과적으로 형성시킬 수 있으므로,^{3,4} 화학을 암기하지 않고 이해하도록 효과적으로 가르치려면 미시세계와 기시세계를 적절히 연결해 주는 기법이 필요하다.⁵ 입자론적 물질관은 실험을 통해 관찰한다고 해도 기시세계에서는 관찰이 불가능한 영역이므로 미시세계의 이해를 돕기 위한 도구의 개발이 필수적이다.⁶ 이러한 방법이 바로 컴퓨터를 이용하는 것으로, 미시세계의 움직임을 있는 그대로 화면에 남아 학생들에게 제시하는 것이 컴퓨터를 활용한 효과적인 교수 자료의 개발인 것이다.⁷

입자성을 강조한 동영상 자료를 활용한 몇 개의 연구들에^{8~10} 의하면 입자 수준의 동영상상이 교과서에 제시된 정적인 삽화에 비해 분자의 운동성 이해에 보다 효과적이다. 그러나, 아직 미시세계의 움직임을 나타낸 애니메이션 자료가 부족하고, 최근에 인터넷 홈페이지를 이용한 자료에서¹¹ 입자 수준의 애니메이션 자료가 제시되고 있으나 그 효과는 아직 검증되지 않고 있다.

이에 이 연구에서는 중학교 3학년의 화학전지에 관련된 개념의 형성능 도울 수 있는 애니메이션 자료를 개발하고, 개발된 자료를 컴퓨터 보조 수업에 활용하여 인지 수준별로 개념 이해 정도 및 파지 효과를 분석하고자 한다.

연구 방법 및 절차

연구 대상 및 시기. 이 연구는 수도권 위성도시에

Table 1. ANOVA of Pre-test

Group	N	Mean	S.D.	F	p
Control	75	31.553	14.764	0.01	0.978
Experimental	76	31.480	17.749		

위치한 남자 중학교 3학년 학생을 대상으로 전통적인 수업 집단 2개 반, 컴퓨터 보조 수업 집단 2개 반을 선정하였다. 두 집단의 사전 개념 검사의 변량분석 결과는 Table 1과 같으며, 인지 수준별 변량분석 결과는 Table 2와 같다. 즉, 두 집단은 동질 집단이라고 볼 수 있다. 이 연구에서 필요한 애니메이션 자료는 2000년 3월부터 2001년 4월까지 개발하였으며, 수업 처치는 총 16차시에 걸쳐 실시하였다.

연구절차. 이 연구는 먼저 선행 연구와 교과서 분석을 통해 미시세계의 애니메이션 자료를 개발하였고, 선행 연구를 통해 개발된 산화와 환원 개념 검사 도구를¹² 이용하여 개념 검사 도구를 개발하였다. 수업 처치 전에 논리적 사고력 검사, 사전 개념 검사를 실시하여 동질 집단을 표집하였으며, 전통적 수업과 컴퓨터 보조 수업을 총 16차시 동안 실시하였다. 컴퓨터 보조 수업은 개발한 자료를 교실에 설치되어 있는 대형모니터에 구현하면서 교사가 직접 설명해 주는 방법을 사용하였으며, 실험 집단에 사용하였다. 수업 처치가 끝난 후 사후 개념 검사, 과학에 관련된 태도 검사를 실시하였고, 실험 집단에만 인식 검사를 실시하였다. 4개월 후에 파지 효과를 알아보기 위해 다시 한 번 개념 검사를 실시하였다.

검사도구. 논리적 사고력 측정 검사 도구는 12분항으로 구성된 축소판 GALT를 사용하였으며 검사의 소요 시간은 45분을 원칙으로 하였다. 사전 개념 검사 도구는 선행 연구들^{13~15}에서 사용한 문항을 참고로 개발하였으며, 화학 교육 전공 교수와 화학 교육을 전공하는 대학원생 3명으로부터 한면 타당도를 집증을 받았

Table 2. ANOVA of Pre-test according to cognition level

Cognition level	Group	N	Mean	S.D.	F	p
Concrete	Control	25	21.440	14.928	0.701	0.407
	Experimental	23	24.652	11.199		
Transitional	Control	21	29.667	14.978	0.024	0.878
	Experimental	26	29.000	14.414		
Formal	Control	29	41.448	16.911	0.138	0.711
	Experimental	27	39.889	14.216		

다. 그리고 이 연구에서 개발한 사후 개념 검사 도구는 화학 교육 전공 교수 1인과 중학교 과학교사 6인, 그리고 고등학교 화학교사 6인으로부터 내용 타당도를 검증 받았다. 각 검사 분항마다 5점 척도로 타당도를 구하였으며, 교사들과 전문가의 평가 결과를 백분율로 환산하여 본 결과, 문항의 평균 타당도 지수는 89.4%였다. 평가문항의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 0.62이었다.

과학에 관련된 태도 검사는 한국교원대학교 수업모형 연구팀이 개발한 검사지로 총 27분항으로 구성되어 있으며, 이 검사지의 신뢰도치는 0.87 이었다. 실험 집단을 대상으로 미시세계의 애니메이션 자료를 활용한 과학 수업에 대한 인식을 조사하기 위해 정영철(2000)이 사용한 검사지를 참고하여 설문지를 개발하였다. 이 설문지는 기존 수업과의 차이점을 묻는 문항과 애니메이션 수업이 자신의 학습에 도움을 준 정도와 그 이유를 쓰도록 한 문항으로 구성되어 있다.

애니메이션 자료의 개발. 이 연구에서 개발한 미시세계의 애니메이션 자료는 Micromedia사의 FLASH 4.0 버전의 저작도구로 개발하였으며, 중학교 3학년 과학 교과서들¹⁴ 바탕으로 프로그램을 제작하였다. 그 후 화학 교육 전공 교수와 화학교육 전공 대학원생 12명의 검증을 거쳐 프로그램을 수정, 보완하였으며 홈페이지에¹⁵ 올려 놓았다.

연구 결과 및 논의

애니메이션 자료의 개발. 기존의 연구들은 대부분 학생들이 컴퓨터를 직접 조작하면서 학습이 이루어지도록 자료를 개발하였으나 이 연구에서는 교사가 직접 시연하면서 설명할 수 있는 교수 보조 자료를 개발하였다. 교과서의 내용을 그대로 올려놓은 기존의 자료와 달리 미시세계의 입자적 관점 즉, 양이온, 음이온, 전자 등의 움직임이 나타나도록 11개의 자료를 개발하였다. 이를 Table 3에 제시하였다.

교과서의 정적인 삽화나 언어적 설명은 학생들에게 오히려 잘못된 개념을 형성할 수 있는 소지가 있다. 한 예로 Fig. 1과 같이 수용액 중의 전해질과 비전해질의 상태 모형에서 염화나트륨이 이온화하는 모습은 마치 나트륨이 이온으로 되었을 때 구멍난 구형 모양이 되는 것처럼 묘사되어 있고, 염소 이온은 흑 달린 입자의 모습으로 제시되어 있어서 학생들은 실제 입자의 모습이 이런 모습일 것으로 잘못 생각할 수 있다. 그리고 전기

Table 3. Developed animations

Animation No.	Title
1	Metal conduction
2	Electrolyte
3	Electrolyte movement by current
4	Formation of ion
5	Ionization of electrolyte
6	Electrolysis of copper (II) chloride
7	Redox of copper
8	Metal and acid
9	Reaction of metal salt and metal
10	Volta electric cell
11	Dry cell

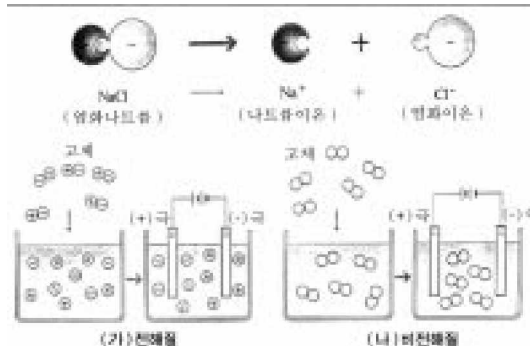


Fig. 1. An example of textbook explanation.

를 연결하였을 때 비전해질은 가운데로 물러 표현되어 있기 때문에 움직임이 없이 한군데 모여 정지해 있는 것처럼 학생들이 생각할 수 있을 것이다. 교사가 징지된 그림을 이용해 잘 설명을 해도 학생들은 징지된 그림을 보면서 이해해야 하기 때문에 상상력이 부족한 학생들은 미시세계의 현상을 올바르게 이해하기 어려울 것이다.

따라서, 이러한 문제점을 극복하기 위하여 입자의 움직임을 구체적으로 나타내면서 교사가 직접 설명해줄 수 있는 미시세계의 애니메이션 자료를 개발하였다. 그 예는 Fig. 2에 제시하였다.

애니메이션 자료를 이용한 수업의 효과

개념 이해도에 미치는 효과. 화학전지와 관련된 개념의 이해도를 알아보기 위하여 사후 개념 검사를 실시하였다. 실험 집단과 통제 집단의 사후 개념 검사 점수를 이용해 t 검증을 실시한 결과는 Table 4와 같다. 화학전지와 관련된 개념을 묻는 객관식 문항의 정답율을 보면 전체적으로 실험 집단이 통제 집단에 비해 유의미

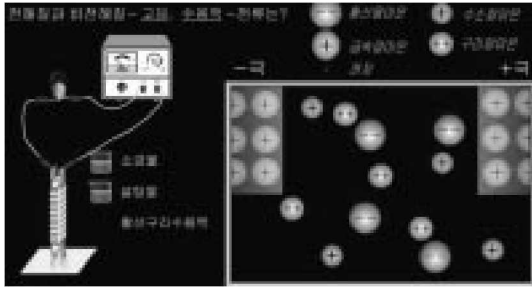


Fig. 2. An example of developed animation.

하게 높아서 미시세계의 애니메이션을 활용한 수업이 개념 이해에 긍정적인 효과가 있었음을 알 수 있다.

인지 수준별로 분석한 결과, Table 5와 같이 유의미한 차이를 나타내지는 않았지만 구체적 조작기의 경우가 가장 높은 차이를 나타내었으며, 과도기와 형식적 조작기 순으로 그 차이를 나타내었다. 평균이 큰 차이가 있었음에도 불구하고 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않는 이유는 인지수준별로 대상 학생 수가 적었기 때문인 것으로 보인다.

이 결과는 선행 연구들과¹⁸⁻¹⁹ 같은 결과이다. 따라서,

이러한 긍정적인 효과를 나타내는 애니메이션 자료의 개발과 이에 대한 활용이 교육 현장에서 활성화 될 필요가 있을 것이다.

파지 효과. 사후 개념검사를 실시하고 4개월이 지난 11월에 사후 개념 검사를 다시 한 번 실시하였고, 문항의 정답율을 이용해 실험 집단과 통제 집단의 파지 효과를 분석하였다. 사후 개념 검사의 정답율을 이용한 t 검정 결과는 Table 6과 같다. 파지 효과에 대한 분석 결과, 애니메이션 자료를 활용한 수업을 한 실험 집단이 통제 집단에 비해 유의미하게 평균 점수가 높았다.

파지 효과를 인지 수준별로 분석한 결과는 Table 7에 제시하였다. 통계적으로는 인지 수준별로 유의미한 차이를 보이지는 않았으나, 구체적 조작기의 학생들이 과도기의 학생들과 형식적 조작기의 학생들에 비해 실험반의 점수가 비교반 보다 높았다.

과학에 관련된 태도. 애니메이션 자료를 활용한 수업 처치 후 실험 집단과 통제 집단의 과학에 관련된 태도 검사 결과를 분석하였다. 분석 결과는 Table 8과 같다. 즉, 애니메이션 자료를 활용한 수업이 개념 형성에는 도움을 주었으나 과학에 관련된 태도에는 효과가 없는 것으로 나왔다. 이러한 결과는 선행 연구들에서²⁰⁻²¹

Table 4. ANOVA of post-test

Group	N	Mean	Std. Deviation	F	p
Control	75	47.733	24.746	4.134	0.044*
Experimental	76	55.290	20.771		

*p < 0.05.

Table 5. ANOVA of post-test according to cognition level

Cognitive level	Group	N	Mean	Std. Deviation	F	p
Concrete	Control	25	41.600	27.489	3.912	0.054
	Experimental	23	55.739	21.348		
Transitional	Control	21	47.143	21.712	1.563	0.218
	Experimental	26	54.615	19.231		
Formal	Control	29	53.448	23.796	0.116	0.735
	Experimental	27	55.556	22.418		

Table 6. ANOVA of long-term memory test

Group	N	Mean	Std. Deviation	F	p
Control	74	35.135	16.737	4.289	0.040*
Experimental	71	41.268	18.893		

*p < 0.05.

Table 7. ANOVA of long-term memory test according to cognition level

Cognitive level	Group	N	Mean	Std. Deviation	F	p
Concrete	Control	25	32.400	17.388	1.970	0.055
	Experimental	23	41.739	15.271		
Transitional	Control	21	36.667	17.982	0.516	0.608
	Experimental	24	39.583	19.667		
Formal	Control	28	36.429	15.448	1.174	0.246
	Experimental	24	42.500	21.720		

Table 8. ANOVA of attitude test related to science

Group	N	Mean	Std. Deviation	F	p
Control	75	86.120	1.356	0.130	0.896
Experimental	76	86.382	1.477		

Table 9. Students' interest of animation materials

Division	student number(%)					
	highly agree	agree	neutrality	disagree	highly disagree	sum
understand well	22(29.3)	34(45.3)	15(20.1)	4(5.3)	0(0.0)	75(100)
interest	17(22.7)	34(45.3)	18(24.0)	4(5.3)	2(2.7)	75(100)
pay attention well	12(16.0)	22(29.3)	31(41.4)	6(8.0)	4(5.3)	75(100)
confuse	2(2.7)	6(8.0)	18(24.0)	32(42.6)	17(22.7)	75(100)
bore	1(1.3)	14(18.7)	23(30.7)	26(34.7)	11(14.6)	75(100)
hard to understand	0(0.0)	4(5.3)	15(20.1)	28(37.3)	28(37.3)	75(100)

나타난 결과와 일치한다.

애니메이션 수업에 대한 인식. 애니메이션 자료를 활용한 수업에 대한 학생들의 인식 정도를 알아보기 위하여 실험 집단의 학생들을 대상으로 적용된 자료가 학습에 미치는 영향을 조사하였다. Table 9는 학생들의 애니메이션 활용 수업에 대한 흥미를 분석한 결과이고,

Table 10은 애니메이션 활용 수업이 학생들의 학습에 어떤 도움을 주었는지를 분석한 것이다.

미시세계의 애니메이션 자료를 활용한 수업에 대하여 이해가 더 잘된다는 긍정적 응답이 74.6%, 재미있다는 긍정적 응답이 68.0%, 집중이 잘 된다는 긍정적 응답이 45.5%로 나타난 반면 혼란스러웠다는 10.7%.

Table 10. Strong point of animation material for learning

Opinion	Number of response(%)	Reason(no. of response)
understand well	15(20.0%)	<ul style="list-style-type: none"> • can see microscopic particle moving(24) • can understand well(11)
understand a little	35(46.6%)	agree 50(66.6%) <ul style="list-style-type: none"> • interest(7) • pay attention well(6) • not bore(2) • others(5)
neutrality	15(20.0%)	neutrality 15(20.0%)
disturb a little	8(10.7%)	disagree 10(13.4%) <ul style="list-style-type: none"> • disturb attention(4) • used to classical class(2)
disturb a lot	2(2.7%)	<ul style="list-style-type: none"> • only interest(1) • others(3)

지루하다는 20.0%, 이해가 더 안 된다는 5.3%로 나타났다.

미시세계의 애니메이션 자료를 활용한 수업이 학생들의 학습에 주는 도움으로는 긍정적인 응답이 66.6%, 중립이 20.0%, 부정적인 응답이 13.4%로 나타났으며, 학습에 도움을 준 이유로는 많은 학생들이 눈으로 볼 수 없는 입자의 움직임을 볼 수 있기 때문임을 지적하였다.

요약 및 결론

이 연구에서는 중학교 3학년 과학의 화학전지에 관련된 단원에 대한 애니메이션 자료를 개발하였다. 교과서의 정적인 삽화를 대신하여 미시세계의 입자의 움직임을 나타낸 동적인 자료를 화학 교육 전공 교수와 화학 교육 전공 대학원생 12명의 검증을 거쳐 총 11개의 애니메이션 자료로 개발하였다.

그리고 개발한 자료를 이용한 수업을 16차시에 걸쳐 실시하여 개념의 형성에 미치는 효과와 파지 효과, 과학과 관련된 태도에 미치는 영향 및 애니메이션 자료를 이용한 수업에 대한 인식을 조사하였다.

개념의 형성에 미치는 효과는 실험 집단이 통제 집단에 비해 개념의 형성에 유의미하게 긍정적인 효과가 있었으며, 구체적 조작기의 학생들에게 가장 많은 효과가 나타났다.

파지 효과에 대한 분석에서도 실험 집단이 통제 집단에 비해 유의미하게 효과적이었으며, 구체적 조작기의 학생들에게서 가장 많은 효과가 있었다.

애니메이션 자료를 이용한 수업이 과학에 관련된 태도에 미치는 효과의 분석에서는 영향을 미치지 않은 것으로 분석되었다.

애니메이션 자료를 활용한 수업에 대한 학생들의 인식은 이해가 잘 되며, 재미있고, 집중이 잘 되어 학습에 도움이 되는 것으로 생각하고 있는 것으로 분석되었으며, 눈으로 볼 수 없는 입자의 움직임을 구체적으로 보는 것이 학습에 큰 도움이 된다고 응답한 학생이 많았다.

이러한 결과는 미시세계의 애니메이션 자료를 활용한 수업이 컴퓨터라는 매체를 이용함으로써 학생들의 흥미 유발에 효과적이며 그동안 볼 수 없었던 미시세계를 눈으로 직접 볼 수 있게 됨으로써 학생들이 학습에 대한 인식을 긍정적으로 하게 되는 것으로 분석된다.

따라서, 미시세계의 애니메이션 자료를 활용한 수업을 이용하여 학생들로 하여금 적극적인 학습 의욕을 갖게 하고 흥미 유발에 도움을 주도록 해야 할 것으로 생각된다

이 연구는 대한화학회와 한국과학재단에서 지원한 지방대학 우수교수 연구 장려 사업비로 수행되었습니다. 연구를 지원해 주신 학회와 제단 담당자께 감사의 뜻을 표합니다.

인용 문헌

1. 이홍우 *Bruner 교육의 과정*. 배영사신서; 서울, 1987.
2. 노태희; 진경순; 김혜경 *화학교육* 1996, 23(1), 42.
3. 채종락. 한국교원대학교 석사학위 논문, 1997.
4. Anderson, C. W.; Berkheimer, G. D. *Matter and Molecules*; Teacher's Guide: Science Book: Institute for Research on Teaching; College of Education: Michigan State University: Occasional Paper No. 121-122, 1988.
5. 백성혜 한국교원대 교원교육 1999, 15, 169.
6. 백성혜 교사가 주체가 되는 학교현상 교실수업개혁; 한국교원대학교 교육과학연구소: 2000, pp 191-213.
7. 백성혜 한국교원대 교원교육 1999, 15, 160.
8. 김수현. 청주교육대학교 석사학위 논문, 2000.
9. 서정환. 충북대학교 석사학위 논문, 1999.
10. 차정호. 서울대학교 석사학위 논문, 1998.
11. 이동준. <http://www.science.or.kr/lee/>, 2000.
12. 신철호. 한국교원대학교 석사학위 논문, 1999.
13. 정영철. 한국교원대학교 석사학위 논문, 2000.
14. 서정환. 충북대학교 석사학위 논문, 1999.
15. 신철호. 한국교원대학교 석사학위 논문, 1999.
16. 김시중; 정완호; 한복수; 우종욱; 이종면; 임정배; 정근화; 민경덕; 무창현; 이광석; 최동령; 김병국; 이상진; 박범익 *중학교 과학 3: 단성교과서(주)*; 서울, 1997.
17. 백성혜; 김진규; 남갑표 <http://cc.knu.ac.kr/~shpaik/>, 2002.
18. 서형근. 한국교원대학교 석사학위 논문, 2001.
19. 노태희; 차정호; 김창민 한국과학교육학회지, 1999, 19(1), 128.
20. 김수현. 청주교육대학교 석사학위 논문, 2000.
21. 구자옥, 서울대학교 석사학위 논문, 1995.
22. Williamson, V. M.; Abraham, M. R. The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 1995, 32(5), 521.