Jour. Korean Earth Science Society, v. 25, no. 5, p. 336–347, June 2004

고등학교 지구과학 수업에서 ICT 활용 수업자료의 효과

김상달[1,*] · 이용섭[2] · 김종희[3]

[1]부산대학교 지구과학교육과, 609-735, 부산광역시 금정구 장전동 30
[2]가산초등학교, 614-013, 부산광역시 부산진구 가야3동 산30
[3]경상고등학교, 641-480, 경남 창원시 소계동 513

Effects of Instructional Material Using ICT at High School Earth Science

Sangdal Kim[1,*], Yongseob Lee[2], and Jonghee Kim[3]

[1]Department of Earth Science Education, Busan National University, Busan 609-735, Korea
[2]Gasan Elementary School, Busan 614-013, Korea
[3]Gyungsang High School, Gyungnam 641-480, Korea

Abstract: This study investigated the effects of the application of a variety of ICTs cause the effects on self-directed learning capability, creativity and problem-solving ability. In order to achieve the above aim, Web-Based Instructions (WBI) and instructions using CD-ROM Titles for the unit of "the solar system and the galaxy" were applicated and analyzed which belongs to the area of "the earth" in the subject "science" for high school students. Instructions using WBI materials and CD-ROM titles were found to be effective on 'self-conception', 'creativity', 'future inclination', 'self-assessment ability', 'openness' and 'initiative' improvement all of which belong to self-directed learning characteristics. They did not, however, show meaningful effect on improving 'learning eagerness' and 'responsibility' improvement. On looking into self-directed learning characteristics according to prerequisite learning levels, both groups and these for instruction using CD-ROM learning materials were found to have no effect on interaction. With respect to problem-solving ability improvement which is characteristic of the instruction using ICTs, WBI proved more fruitful than instruction using CD-ROM titles on improving scholastic achievement level. WBI was effective on 'fluency', 'originality' and 'resistance to premature closure'. It on the other hand, was of no use on 'abstraction of titles' and 'elaborateness' These results came from the following characteristics: WBI came into effect on 'fluency' and 'originality' in the areas of variety and vitality, which are characteristic of WBI. In the area of resistance to premature closure WBI was effective on organizing learning contents owing to the animation of picture materials which are variously presented in the web site. As a result of WBI questionnaire about WBI, an excellent effect on the structure of display, quantity of information, indication and instruction, supplementary study and further study were discussed.

Keywords: ICT, self-directed learning characteristics, WBI, creativity, earth science ed.

요 약: 본 연구는 여러 종류의 ICT 활용 수업자료 중 웹 기반(WBI) 수업자료와 CD롬 타이틀 수업자료가 자기 주도적 학습 능력과 창의성, 문제해결력 등에 미치는 효과를 알아보고자 하는 것이다. 이를 위하여 고등학교 과학지구영역의 '태양계와 은하계' 단원에 대하여 두 가지 자료를 활용한 수업을 실시하고 그 효과를 분석하였다. 그 결과, 웹 기반 수업자료와 CD롬 수업자료를 활용한 수업은 자기 주도적 학습특성 중 '자아개념', '창의성', '미래지향성', '자기 평가력', '개방성', '솔선수범'을 높이는데 효과적이었으나 '학습열성', '책임감'을 향상시키는 데는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 선수학습 수준에 따른 자기주도적 학습특성을 살펴보면 웹 기반(WBI) 수업 집단과 CD롬 수업집단 모두 상호작용의 효과가 나타나지 않았다. ICT 활용 수업의 특징인 문제 해결력 향상에 있어서는 웹 기반(WBI) 수업이 CD롬 활용 수업보다 학업 성취도를 높이는 데 효과적이었다. 웹 기반(WBI) 수업에서는 '유창성', '독창성', '성급한 종결에 대

*Corresponding author: sdkim@pusan.ac.kr
Tel: 82-51-510-2707
Fax: 82-51-513-7495

한 저항'에서 효과적인 반면 '제목의 추상성', '정교성'을 높이는 데는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 웹 기반(WBI) 수업이 웹의 특성인 다양성과 역동성의 측면에서는 '유창성', '독창성'에서 효과가 있는 것으로 나타났으며, '성급한 종결에 대한 저항'의 영역에서는 한 번 사이트에 접속하면 웹 사이트의 다양하게 제시되는 그림 자료의 생동감 때문에 학습내용을 조직하는 데 효과적인 것으로 해석된다. 웹 기반(WBI) 수업에 대한 설문지를 분석한 결과 화면 구성, 정보의 양, 지시와 도움말, 보충학습과 심화학습에서는 매우 좋은 반응을 보였다. 따라서 ICT 자료별 활용의 효과를 고려할 때 고등학교 과학과 수업의 효율화를 위해서는 양질의 WBI 자료를 체계적으로 활용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

주요어: 자기주도적 학습특성, 웹 기반수업(WBI), CD 롬 타이틀, 창의성

서 론

중등학교 과학의 교수-학습에서 중요한 과제 중의 하나는 어떻게 하면 교육내용을 효과적으로 정확하게 학습할 수 있도록 하느냐 하는 문제일 것이다. 근래에 와서 사회 각 분야에서 각광 받고 있는 ICT를 교수-학습에 활용하는 것은 이를 해결하기 위한 한 가지 방안이라고 할 수 있다. 특히 ICT의 급속한 발달에 힘입어 사회의 모든 분야는 변화의 속도를 더해 가고 있으며, 교육 분야에서도 그러한 변화의 요구는 예외일 수 없는 실정이다(Edwards et al., 1996). ICT의 발달은 교실 현장에 컴퓨터를 포함한 다양한 교육기자재의 활용을 가능케 하였을 뿐만 아니라 ICT 자료를 활용한 수업이 이를 활용하지 않은 수업보다 학습자들의 학업 성취와 정의적인 측면에서도 매우 효과적이라고 보고하고 있다(Smaldino and Thompson, 1990; Krajcik et al., 1988; 손은미, 2003; 고윤희, 1996; 김성기, 1996). 즉, 우수한 ICT 자료를 활용한 수업이 강의 위주의 수업보다 다양한 측면에서 학습자에게는 효과적이라는 것이다. Joseph et al.(1999)에 의하면 오늘날과 같은 정보화 사회는, 스스로의 자율성과 창의성을 발휘하는 능동적인 학습자가 필요하다고 한다. 이러한 시대적 요구에 부응하여 교육부는 ICT를 활용한 학교 교육 활성화를 위한 추진목표를 세우고 단계적으로 실행해 가고 있는 중이다. ICT 활용 교육을 위해 정부에서는 막대한 예산을 투입하여, 당초 2002년까지 완성하기로 했던 2단계 초고속 정보통신망 구축사업이 그 기간을 2년 정도 앞당겨 2000년 말에 완료하였으며 이에 따라 전국 초·중·고등학교 내에 전산망을 구축하고, 모든 교실에 PC와 멀티프로젝션 TV를 1대씩 보급 완료한 바 있다. 또한 교사 1인 1PC 보급 뿐 아니라 매년 교사들에게 ICT 활용 능력 제고를 위한 정보화 연수를 실시하고 있다(교육부, 2001). 아울러 국민공통기본 교육과정에서 정보통신기술에 관한 소양 교육과 각 교과별 교수-학습 과정에서 ICT 활용을 촉진하기 위한 학교 교육과정 편성, 운영에 대한 방향을 제시하기 위한 초·중·고등학교 정보통신기술 교육 운영지침이 마련되었다(교육부, 2000). 이에 따르면, 초등학교 1학년부터 컴퓨터 교육의 필수화, 재량활동 등을 활용한 연간 34시간 정보 소양 교육 실시 등을 통하여 제7차 교육과정부터 모든 교과 수업에 10% 이상의 ICT 활용을 권장하고 있다. 그 결과 학교 현장에서 ICT 활용 교육은 교과목에 따른 차이는 있으나 많은 교과에서 실시되고 있으며, 수업을 위한 ICT 교수-학습 자료에는 WBI자료, CD롬 타이틀(CD-ROM Title)자료, 모듈자료(Module Material) 등이 있다. 제7차 교육과정에서는 이러한 자료를 교수-학습에 활용함으로써 학습자가 능동적으로 학습할 수 있는 환경을 제공하고, 학습자가 자신의 수준에 맞는 수업을 받도록 함으로써 자율성, 창의성을 발휘할 수 있도록 편성되었다(교육부, 1997; 김재춘, 1998).

한편, 중등학교의 과학은 그 성격에 비추어 ICT 자료의 활용 필요성이 크며 선행연구들에 그 효과가 긍정적이라는 것이 구체적으로 입증된 바 있다(Slater, and Fixen, 1998; Earth System Science Community Project, 1996; Smaldino and Thompson, 1990; Krajcik et al., 1988; Terry, 2003; 손은미, 2003; 고윤희, 1996; 김성기, 1996). 이러한 점들을 고려하여 본 연구에서는 고등학교 과학의 '지구과학' 영역에서 '태양계와 은하' 단원을 선정하여 여러 가지 ICT 활용 수업자료 중, 이 단원에 대한 웹 기반 수업(WBI)과 CD롬 자료를 활용한 수업을 실시하고 그 효과를 비교 분석하였다. 수업에 활용된 자료별 효과를 알아보기 위하여, 웹 기반 수업과 CD롬 자료 활용 수업에 대해 자기주도적 학습특성, 창의성, 문제해결력 검사를 실시하였다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 웹 기반 수업과 CD롬 학습자료 활용 수업이 자기 주도적 학습특성(개방성, 자아개념, 솔선수범, 책임감, 학습열성, 미래지향성, 창의성, 자기평가력)에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 웹 기반 수업과 CD롬 학습자료 활용 수업이 문제해결력(학업성취도)에 어떠한 영향을 미치는가?

셋째, 웹기반 수업과 CD롬 학습자료 활용 수업이 창의성(유창성, 독창성, 성급한 종결에 대한 저항, 제목의 추상성, 정교성)에 어떠한 영향을 미치는가?

넷째, ICT 활용 수업자료에 대한 학습자의 인식은 어떠한가? 등이다.

연구 방법 및 절차

연구 대상

본 연구의 대상은 부산 시내 일반계 고등학교의 1학년 6개 학급 210명으로, 실험집단으로 3개 학급 105명, 비교집단으로 3개 학급 105명을 선정하였으며, 두 집단에 대한 사전 검사를 통하여 자기 주도적 학습 특성, 선수학습능력, 창의성 등에 대한 검사를 실시하여 동질적인 집단임을 확인하였다(Table 1).

Table 1에서 보면 실험집단(WBI)과 비교집단(CD롬)의 자기주도적 학습특성 8개의 하위 영역(개방성, 자아개념, 솔선수범, 책임감, 학습열성, 미래 지향성, 창의성, 자기 평가력)에 대한 검사 결과, 두 집단간의 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것($p > .05$)으로 나타나 두 집단은 동질적인 집단인 것으로 판명되었다.

Table 2에서 보면 실험집단(WBI)과 비교집단(CD롬) 선수학습능력에 대한 검사 결과 두 집단간의 유의 .05수준에서 유의미한 차이가 없는 것($p > .05$)으로 나타나 두 집단은 동질적인 집단인 것으로 판명되었다.

Table 3에서 보면, 실험집단(WBI)과 비교집단(CD롬)의 창의성(유창성, 독창성, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항)에 대한 검사 결과 두 집단간의 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 없는 것($p > .05$)으로 나타나 두 집단은 동질적인 집단인 것으로 판명되었다.

Table1. Means and standard deviations of pre-test on self-directed learning characteristics

영 역	집단유형	N	M	SD	t	p
개 방 성	실험집단	105	21.2381	4.0085	.445	.656
	비교집단	105	20.9905	4.0466		
자아개념	실험집단	105	18.5714	3.3017	.883	.378
	비교집단	105	18.1524	3.5701		
솔선수범	실험집단	105	18.2476	6.3606	1.956	.052
	비교집단	105	16.8095	4.0409		
책 임 감	실험집단	105	20.1333	3.6823	1.164	.246
	비교집단	105	19.5619	3.4304		
학습열성	실험집단	105	17.3524	3.7774	.269	.788
	비교집단	105	17.2095	3.9118		
미래 지향성	실험집단	105	20.8952	4.0878	.165	.869
	비교집단	105	20.8000	4.2976		
창 의 성	실험집단	105	21.0571	6.9640	1.031	.304
	비교집단	105	20.2857	3.2007		
자기 평가력	실험집단	105	19.1333	3.0980	.425	.671
	비교집단	105	19.3048	2.7390		
전 체	실험집단	105	156.6286	22.1582	1.171	.243
	비교집단	105	153.1143	21.3214		

Table 2. Means and standard deviations of pre-test on prerequisite learning

	집단유형	N	M	SD	t	p
과학성취도	실험집단	105	61.5865	11.6849	.734	.463
	비교집단	105	60.4286	11.0965		

Table 3. Means and standard deviations of pre-test on creative factor

종속변인	집단유형	N	M	SD	t	p
유창성	실험집단	105	16.3333	1.4522	.582	.561
	비교집단	105	16.4476	1.3935		
독창성	실험집단	105	9.7905	1.7304	.599	.550
	비교집단	105	9.9333	1.7280		
정교성	실험집단	105	5.0571	1.2076	.171	.864
	비교집단	105	5.0857	1.2098		
제목의 추상성	실험집단	105	5.4286	1.0729	1.111	.268
	비교집단	105	5.2571	1.1605		
성급한 종결에 대한 저항	실험집단	105	9.8095	1.7102	1.023	.307
	비교집단	105	10.0476	1.6605		

Table 4. Learning contents of science lesson in CD ROM and Web-based learning

단원	차시		학 습 내 용	활동유형
3. 태양계와 은하	1/8	태양계구성원에는 어떤 것들이 있을까?	① 태양계를 구성하는 천체들에는 어떤 것들이 있는지 알아보기 ② 지구계도 안쪽과 바깥쪽을 공전하는 행성을 구분해 보기 ③ 이 외 태양계를 구성하는 천체들에는 무엇이 있는지 조사하기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	2/8	태양계의 구성원의 특징은 무엇일까?	① 태양계를 구성하는 행성들의 특징 알아보기 ② 지구형 행성과 목성형 행성을 구분하고 그 특징에 대해 알아보기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	3/8	태양은 어떤 별일까?	① 태양의 표면에 나타나는 현상 알아보기 ② 채층과 코로나는 언제 관찰할 수 있는 현상인지 알아보기 ③ 태양의 대기가 활발해지면 지구에 어떤 영향을 미치는지 알아보기	정보탐색하기
	4/8	별의 밝기와 거리는 어떤 관계가 있을까?	① 손전등의 밝기는 거리에 따라 어떻게 달라지는지 알아보기 ② 별의 밝기는 거리에 따라 어떻게 나타나는지 알아보기 ③ 별의 거리와 시차 사이에는 어떤 관계가 있는지 알아보기 ④ 대부분의 별의 시차 측정이 어려운 이유는 무엇인지 알아보기 ⑤ 별들의 밝기 순서를 정해보기, 실제 등급과는 어느 정도 차이가 있는지 알아보기 ⑥ 별의 밝기에 영향을 주는 요인에는 무엇이 있는지 알아보기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	5/8	별의 색깔이 변하는 이유는 무엇일까?	① 전등이 밝을수록 스펙트럼은 어떤 색이 강하게 나타나는가 알아보기 ② 전등의 온도와 전등의 색깔 사이의 관계를 알아보기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	6/8	우리 은하는 어떤 모습일까?	① 우리 은하는 크게 몇 부분으로 나눌 수 있는지 알아보기 ② 태양계의 위치를 설명해 보자 ③ 우리 은하는 어떤 천체들로 구성되어 있는지 알아보기 ④ 각 천체의 특징을 설명해 보기 ⑤ 성단과 성운은 어떻게 구별할 수 있는지 알아보기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	7/8	외부 은하는 어떻게 분류될까?	① 외부 은하들은 몇 가지로 분류되는지 알아보기 ② 분류한 은하들 사이의 공통점과 차이점에 대하여 설명해 보기 ③http://www.astro.princeton.edu/~frei/Gcat_htm/poster.jpg에서 사진자료 검색하여 허블의 분류기준에 따라 분류해 보기	정보 안내하기 정보 탐색하기
	8/8	보충 · 심화 탐구	④천체는 어떻게 구별할까? ⑤물체의 색깔과 태양 복사 에너지	정보 만들기

실험 절차

교과 교육전문가 3인과 고등학교 과학교사 7인 등 10명의 검토를 거쳐 자료에 대한 내용 타당도를 확인한 WBI(사이트)자료와 CD롬 자료를 활용하여 8주에 걸쳐 8시간씩의 수업을 실시하였다. 실험집단은 웹 자료를 컴퓨터실(PC 40대) 서버에 설치하거나 인터넷 사이트를 제시하고 네트워크로 연결된 학생용 컴퓨터에서 브라우저(Explorer 6.0)를 이용하여 컴퓨터 한 대 당 학생 한 명이 배치되어 실시하였다. CD롬 자료는 비교집단에 연구자가 컴퓨터실에서 각 PC에 설치하여 수업을 실시하였다. CD롬의 학습자료로 수업을 할 때는 '태양계와 은하' 단원의 전체 내용을 주제별로 나누어 놓은 메뉴로 들어가 학습자들이 공부할 내용을 선택한 후 제시된 목표를 숙지하고 선

수학습요소를 확인하도록 하였다. 기본 활동을 마친 후에 형성평가를 실시하여 학생 스스로 자기 평가하고 심화학습과 보충학습을 선택하여 학습자 나름대로의 경로로 학습하도록 하였다(Table 4).

수업에서 교사의 역할은, 수업 전에 컴퓨터와 프로그램 사용법, 학습실, 읽을거리, 관련 웹사이트, CD롬 등에 관한 간단한 소개를 하고 수업이 이루어지는 동안에는 학생들이 컴퓨터상의 기술적인 문제만 있을 때만 도움을 주는 학습의 안내자, 조언자로의 역할을 담당하였다. 두 집단 모두 수업 처치의 전-후에 학업성취도 검사와 자기 주도적 학습특성 검사, 창의성 검사를 실시하고 실험집단은 웹 기반 수업에 대한 인식설문을 실시하였다.

ICT 학습 자료 선정 절차

ICT 학습자료(WBI, CD롬)의 선정을 위하여 고등학교 지구과학 교사 5명과 교과교육학 전공 교수 3명으로 구성하였으며, 교수·학습 자료는 다음과 같은 내용에 잘 부합하는가를 판정하였다.

첫째, 고등학교 과학과의 지구영역에서 '태양계와 은하' 단원의 학습목표를 잘 성취할 수 있도록 구성이 되어 있는가?

둘째, 고등학교 과학과의 지구영역에서 '태양계와 은하' 단원의 학습내용을 체계적으로 잘 나타내고 있는가?

셋째, 프로그램이 이해 도움 전략의 효율성, 피드백의 기여도, 분지의 다양성, 평가 정보의 유용성, 동기유발의 가능성을 잘 내포하고 있는가?

넷째, 프로그램이 반응의 융통성, 학습 진행의 원만성, 사용의 편이성, 수용의 용이성, 지원 자료의 유용성이 있는가?(자세한 내용 Appendixes 1에 제시) 등으로 이를 기초로 단원에 관련된 CD 롬 타이틀과 웹사이트를 다음과 같이 선정하였다(Table 5).

검사 도구

본 연구에서 사용한 선수학습 능력 검사 도구는 지구과학 교사 5명과 교과교육전문가 3명이 개발하였으며, 실험집단 외에 한 학급을 선정하여 개발된 검사 도구를 투입하여 검증을 실시한 결과 신뢰도는 Cronbach's α 계수가 .81로 나타났다. 이어서 실험반 105명과 비교반 105명을 선정하고, 검사문항은 5지선다형과 단답형, 진위형, 그림 작성형을 합하여 총 20문항 100점 만점으로 구성하였으며 채점기준을 두어 정답이면 5점, 부분정답이 4개이면 4점, 3개이면 3점, 2개이면 2점, 1개이면 1점, 오답이면 0점으로 처리하였다. 선수학습 능력 검사문항의 목표 영역별로 살펴보면 지식 및 이해 영역이 12문항, 적용영역이 4문항, 탐구과정 요소 관련 문항이 4문항으로 구성하였다.

Table 5. CD ROM Titles and Websites

아이테크(2003), 천체관측 가이드, (주)빌트인 씨디.
아이테크(2003), 알쏭달쏭 태양계, (주)빌트인 씨디.
아이테크(2003), 원터치 별자리 교실, (주)빌트인 씨디.
(주) 차일드넷(주)텍스코(2003), E-Teacher 7차과정(고등), (주)빌트인 씨디.
(주) 제이슨테크(2003), 지구마을, (주)빌트인 씨디.
인터하우스(2003), 열린 공통과학, (주)빌트인 씨디.
디스커버리채널(2003), 우주탐험 DVD, (주)빌트인 씨디.
부산광역시교육과학연구원(2003), 봄?여름의 별자리, 부산광역시교육과학연구원.
공주대학교 http://www. kongju.ac.kr/ms/
제우스의 과학산책 http://www.science114.pe.kr/
코리아어스 http://www.korearth.net/
http://www.larch.co.kr

자기 주도적 학습특성 검사는 Guglielmino(1997)가 제시한 8가지 영역, 즉 개방성, 자아개념, 솔선수범, 책임감, 학습열성, 미래지향성, 창의성, 자기평가력이다. 문항 수는 영역별로 6개 문항씩 총 48개 문항이며, Likert 5척도로 구성되었다. 본 연구에서는 동일 학교의 실험집단 외 한 학급을 선정하여 자기주도적 학습특성에 대한 검사도구의 각 영역별 신뢰도 평균은 Cronbach's α 계수가 .78로 나타났다.

웹 기반 수업에 대한 인식 설문은 MALSM (Multimedia Assisted Learning System)의 WBI 평가기준을 토대로 재구성한 문항(이경희 외, 1999)을 수정하여 사용하였으며 화면구성, 사용자 인터페이스 등 웹 기술적 측면과 수업설계에 대한 10문항으로 구성하였다. 창의성에 대한 검사도구는 Torrance (1990)의 "Torrance Tests of Creative Thinking: Thinking Creatively with Pictures, Form A"를 우리말로 편역한 것이다. 이는 TTCT 창의력 검사라 하며 성취를 수행할 때 작용한다고 생각되는 '일반화된 정신 능력들의 집합'(the constellation of generalized mental abilities)이라고 정의한다(김영채, 2003). 본 창의성 검사지는 창의력(언어)검사와 창의력(도형)검사로 구분되는데 본 연구에 비추어 ICT 활용에 관한 연구와 부합하는 창의력(도형)검사로 실시하였다. 창의성(도형) 검사지는 5개 영역 즉, '유창성', '독창성',

'제목의 추상성', '정교성', '성급한 종결에 대한 저항'으로 나눈다. 검사 실시 방법은 '활동1. 그림 구성하기', '활동 2. 그림 완성하기', '활동 3. 선 더하기'로 활동별 10분씩 주어진다. 채점은 5개영역으로 원점수로 표준점수를 찾아 백분위 점수로 환산하였다.

자료 처리 및 분석

본 연구는 웹 기반 수업의 실험집단과 CD 롬을 활용한 수업의 비교집단에 대하여 선수 학습능력을 구획변인으로 하는 3×2 요인 변량 분석을 실시하였다. 본 연구의 독립변인은 웹 기반 수업과 CD 롬 수업이며, 종속변인은 과학성취도와 자기주도적 학습특성, 창의성 등이다. 선수학습 능력에 대한 사전 검사 결과를 근거로 상위 27%, 중위 46%, 하위 27%를 기준으로 학습능력 수준을 구분하고 구획변인으로 사용하였다. 자료의 모든 통계처리는 통계패키지 SPSS 10.0 프로그램을 사용하여 처리하였다.

연구 결과 및 논의

ICT(WBI, CD롬) 활용수업이 자기주도적 학습특성에 미치는 효과

두 가지 수업을 실시한 후 실험집단과 비교집단의 자기 주도적 학습특성 사후 검사 점수의 평균과 표준편차를 Table 6에, 집단유형과 학습능력 수준에 따른 학습특성 사후검사 점수의 변량분석 결과를 Table 7에 제시하였다.

Table 6에서 보는 바와 같이 자기 주도적 학습특성의 사후 검사 전체 점수에서 실험집단의 평균(160.2667)이 비교집단의 평균(152.2857)보다 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). Table 6에서 두 집단의 자기주도적 학습특성 사후점수를 비교한 결과 자기 주도적 학습특성의 하위 요소 중 '개방성', '자아개념', '솔선수범', '미래지향성', '창의성', '자기평가력'은 유의확률 5% 수준에서 두 집단간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($p < .05$). 이에 비하여 '학습열성', '책임감'에서는 유의확률 5% 수준에서 두 집단 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학습자가 주어진 다양한 상호교류를 통하여 필요한 정보와 지식을 획득해나가는 과정에서 역동적 의사소통을 하는 웹 기반 학습의 특성 때문에 개방성, 솔선수범 등에서 효과가 나타났으나 학습의 지속을 요하는 특성에 대해서는 효과가 나타나지 않은 것으로 해석된다. 이것은 학생들이 ICT 활용수업에 흥미를 갖고 수업에 임하지만 자기주도적 특성이라는 인성적 요인에 영향을 미치려면 보다 독창적이고 장기적인 적응이 필요하기 때문인 것으로 볼 수 있다.

Table 6. Means and standard deviations of post-test on self-directed learning characteristics

영 역	집단유형	N	M	SD	t	p
개 방 성	실험집단	105	21.4667	3.3399	3.663	.000
	비교집단	105	19.5905	4.0494		
자아개념	실험집단	105	21.2857	2.7690	3.351	.001
	비교집단	105	19.9048	3.1881		
솔선수범	실험집단	105	19.2286	3.7705	2.547	.012
	비교집단	105	17.9333	3.5983		
책 임 감	실험집단	105	19.8381	3.3458	1.156	.249
	비교집단	105	20.3524	3.0977		
학습열성	실험집단	105	18.4571	3.3742	1.676	.095
	비교집단	105	17.7048	3.1284		
미래 지향성	실험집단	105	21.3429	2.9640	2.682	.008
	비교집단	105	20.0952	3.7327		
창 의 성	실험집단	105	19.6286	3.6486	2.066	.040
	비교집단	105	18.6190	3.4289		
자기 평가력	실험집단	105	19.0190	2.9710	2.432	.016
	비교집단	105	18.0857	2.5762		
전 체	실험집단	105	160.2667	17.0859	3.402	.001
	비교집단	105	152.2857	16.9051		

Table 7. ANOVA results of post-test on self-directed learning characteristics by treatment and learning ability

종속변수	구 분	SS	df	MS	F	p
개방성	집단유형	194.697	1	194.697	13.953	.000
	수 준 별	5.695	2	2.848	.204	.816
	집단유형 * 수준별	13.261	2	6.631	.475	.622
자아개념	집단유형	105.665	1	105.665	11.829	.001
	수 준 별	25.690	2	12.845	1.438	.240
	집단유형 * 수준별	6.457	2	3.229	.361	.697
솔선수범	집단유형	49.371	1	49.371	3.643	.058
	수 준 별	27.180	2	13.590	1.003	.369
	집단유형 * 수준별	33.536	2	16.768	1.237	.292
책임감	집단유형	12.825	1	12.825	1.221	.271
	수 준 별	17.281	2	8.641	.822	.441
	집단유형 * 수준별	1.415	2	.707	.067	.935
학습열성	집단유형	13.172	1	13.172	1.246	.266
	수 준 별	13.586	2	6.793	.643	.527
	집단유형 * 수준별	31.422	2	15.711	1.486	.229
미래 지향성	집단유형	84.335	1	84.335	7.307	.007
	수 준 별	3.085	2	1.542	.134	.875
	집단유형 * 수준별	4.963	2	2.482	.215	.807
창의성	집단유형	48.190	1	48.190	3.783	.053
	수 준 별	8.154	2	4.077	.320	.726
	집단유형 * 수준별	.784	2	.392	.031	.970
자기 평가력	집단유형	44.710	1	44.710	5.692	.018
	수 준 별	4.828	2	2.414	.307	.736
	집단유형 * 수준별	.883	2	.442	.056	.945
전 체	집단유형	2928.872	1	2928.872	9.949	.002
	수 준 별	1.810	2	.905	.003	.997
	집단유형 * 수준별	27.263	2	13.631	.046	.955

Table 8. Means and standard deviations of post-test on science achievement

집단유형	N	M	SD	t	p
실험집단	105	67.4519	12.2869	2.970	.003
비교집단	105	62.4762	11.9318		

Table 7에서는 집단유형과 학습능력 수준 간에 5%의 유의 수준에서 상호작용 효과가 나타나지 않아 웹 기반 수업과 CD 롬 적용 수업이 자기 주도적 학습에 미치는 효과는 8가지 특성 모두 학습능력 수준과 무관한 것으로 나타났다. 이는 ICT 자료의 수업(웹 기반 수업과 CD 롬 적용 수업)이 자기주도적 학습특성 측면에서 모든 수준의 학습자에게 유용하다는 긍정적인 면과 어느 집단에 특별히 더 효과적이지는 않다는 부정적인 면을 동시에 함의하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 자기 주도적 학습에서는 누구나 학습동기에 의해서 학습이 진행되며 학습자가 자기 주도적으로 학습과정에 대해 참여한다는 선행연구(주국영, 2001; Penland, 1979; Hill, 1991; 김매희, 1994; 이동조, 1998)의 연구결과와도 일치한다.

ICT(WBI, CD롬) 활용수업이 문제해결력(과학 학업성취도)에 미치는 효과

두 가지 수업을 실시한 실험집단과 비교집단의 과학성취도 사후 검사 점수의 평균과 표준편차를 Table 8에 제시하였다.

실험집단의 평균(67.4519)이 비교집단 평균(62.4762)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 즉 웹 기반 수업이 CD 롬을 활용한 수업을 실시한 집단에 비해 과학 학업성취도에 효과가 있었다. 이러한 결과는 학습자가 학습 과정 중에 의문점이나 궁금증을 CD 롬의 주어진 자료의 제한성에 비해 웹사이트의 활용이 역동적 의사소통을

Table 9. Means and standard deviations of post-test on creativity

종속변인	집단유형	N	M	SD	t	p
유창성	실험집단	105	18.1238	2.5218	2.666	.008
	비교집단	105	17.3714	1.4160		
독창성	실험집단	105	11.4571	1.9808	3.509	.001
	비교집단	105	10.5714	1.6633		
제목의 추상성	실험집단	105	5.9524	1.3256	1.006	.316
	비교집단	105	5.7619	1.4178		
정교성	실험집단	105	5.6857	1.3958	1.317	.189
	비교집단	105	5.4286	1.4335		
성급한 종결에 대한 저항	실험집단	105	11.7143	1.9744	4.159	.000
	비교집단	105	10.6762	1.6261		

가능하게 하는 특성 때문인 것으로 보여 진다. 이는 ICT 특성 측면에서 볼 때, 학습자가 학습과정에서 요구하는 다양한 자료의 제공은 학습의 효과를 증진시킨다는 김상달(1991)의 연구결과와도 일치한다.

ICT(WBI, CD롬) 활용수업이 창의력에 미치는 효과

두 집단의 창의성검사 점수의 평균과 표준편차, t 통계치를 Table 9에 제시하였다.

창의성의 하위영역인 '유창성'에서는 실험집단의 평균(18.1238)이 비교집단 평균(17.3714)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 즉 웹 기반(WBI) 학습이 CD 롬을 수업에 적용한 집단에 비해 유창성에 미치는 효과가 있었다. 창의성의 하위영역인 '독창성'에서는, 실험집단의 평균(11.4571)이 비교집단 평균(10.5714)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타났다($p < .05$). 즉 웹 기반(WBI) 학습이 CD 롬을 수업에 적용한 집단에 비해 독창성에 미치는 효과가 있었다.

창의성의 하위영역인 '제목의 추상성'에서는 실험집단의 평균(5.9524)이 비교집단 평균(5.7619)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 즉 웹 기반(WBI) 학습한 집단과 CD 롬을 수업에 적용한 집단과는 창의성의 하위 영역인 '제목의 추상성' 미치는 효과는 유사하였다. 창의성의 하위영역인 '정교성'에서는 실험집단의 평균(5.6857)이 비교집단 평균(5.4286)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 즉 웹 기반(WBI) 수업 집단과 CD 롬 수업 집단과는 창의성의 하위 영역인 '정교성' 미치는 효과는 유사하였다.

창의성의 하위영역인 '성급한 종결에 대한 저항'에서는 실험집단의 평균(11.7143)이 비교집단 평균(10.6762)에 비해 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 나타났다($p < .05$). 즉 웹 기반 수업이 CD 롬을 수업에 (학업성취도) 활용한 집단에 비해 창의성의 하위영역인 '성급한 종결에 대한 저항' 미치는 효과가 있었다.

이러한 결과는 학습자가 학습 과정 중에 의문점이나 궁금증을 CD 롬의 주어진 자료의 제한성에 비해 웹사이트의 활용이 학습자들에 역동적 의사소통을 하는 웹 학습의 특성 때문인 것으로 보여 진다.

ICT 활용수업에 대한 인식 결과

ICT 활용 수업에 대한 인식을 조사하기 위한 설문지는 실험반에서만 실시하였으며 그 결과는 Table 10와 같다

설문분석 결과 화면 구성 측면, 정보의 양, 지시와 도움말, 보충학습과 심화학습에서는 매우 긍정적 반응을 보였다. 그러나 동영상이나 동화상, 애니메이션 자료에 대해서는 부정적 반응이 29%로 학생들이 만족을 못하는 경향이 있었다. 이는 학생들이 역동적인 화면 구성을 원하는 것으로 알 수 있다. 또한 중요한 내용을 강조하였나에 대한 설문에서 매우 만족하는 것으로 나타났다. 웹상에서 교수·학습용 자료를 개발할 때 중점적으로 제시되는 내용이라 볼 수 있다. 이는 웹 기반 수업자료에 대한 학습자의 인식을 조사한 연구(주국영, 2001) 결과와도 일치한다. 애니메이션 등 멀티미디어 학습 자료에 대해서 매우 긍정적인 반응을 나타낸 것에 반하여 학습자료의 경로 연결이나 현재 학습위치의 안내 측면에 대해서는 일부 부정적인 반응을 보였다. 이는 웹 기반 수업에 대하여 학습자들이 기술한 내용과도 일치하는 점이 많다. 이는 웹상에서 교육내용을 구현하기 위해서는 하드웨어의 물적 기반을 요구하는 부분이기도 하다. 즉 동

Table 10. Response rates to the perception questionnaire of Level-Differentiated WBI (%)

문 항	그렇지 않다	그렇다	매우 그렇다
· 화면이 조화롭게 구성되어 있는가?	21(20)	58(55)	26(25)
· 한 화면에 제시되는 정보의 양이 적당한가?	12(11)	69(66)	24(23)
· 지시와 도움말이 적절히 제시되었나?	21(20)	48(46)	36(34)
· 화면 글자의 크기와 모양이 적절한가?	13(12)	78(75)	14(13)
· 중요한 내용을 강조하기 위한 효과가 적절히 사용되었나?	6(6)	80(76)	19(18)
· 원하는 메뉴를 선택하기가 쉬웠나?	11(10)	77(74)	17(16)
· 관련되는 내용을 공부하고 원래 위치로 돌아가기 쉬웠나?	20(19)	57(54)	28(27)
· 학습내용에 동영상이나 애니메이션 자료가 적절히 포함되어 있는가?	30(29)	56(53)	19(18)
· 보충학습이나 심화학습의 내용이 학습에 도움이 되는가?	13(12)	69(66)	23(22)
· 자신의 학습 진도에 맞게 공부하는 것이 도움이 되는가?	5(5)	82(78)	18(17)

영상을 웹상에서 쉽게 구현되기 위해서는 압축기술과 동영상을 웹상에서 쉽게 구현시킬 수 있는 소프트웨어도 동반하여야 하기 때문인 것으로 여겨진다. 그러나 학생들이 '동영상이나 애니메이션으로 공부하면 이해하기 쉽다'는 반응을 보인 경우가 많은 것은, 교수·학습 자료로 동영상, 애니메이션을 선호하는 것으로 볼 수 있다. '자신의 학습 진도에 맞추어 공부하는 것이 도움이 되는가?'에 대한 질문에 대해서는 매우 긍정적인 것으로 나타났다. 이는 학생 자신의 수준을 고려하여 학습할 수 있는 자기 주도적 학습특성에 부합하는 것이라 볼 수 있다. 따라서 웹 기반 수업은 자기 주도적 학습 특성에 부합되는 교수·학습 자료이며 학습형태라고 할 수 있다. '보충학습 내용을 공부하니 모르는 부분을 이해할 수 있었다' 등의 응답도 긍정적인 반응을 보였다. 반면에 웹 기반 학습에 대한 부정적인 반응으로는 컴퓨터의 시스템에 따라 학습 속도의 차이가 있다는 것으로 이는 컴퓨터 시스템의 능력 향상을 요구하는 것으로 볼 수 있다. 그리고 컴퓨터 화면에 집중하면 기억이 잘 되지 않는다는 반응도 있었다.

결론 및 제언

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 웹 기반 수업 자료와 CD롬 학습 자료 활용 수업에서 자기 주도적 학습특성 중 '자아개념', '창의성', '미래지향성', '자기 평가력', '솔선수범', '개방성' 등은 웹 기반 수업집단에서 효과적인 것으로 나타난 반면, '학습열성', '책임감'을 높이는 데는 두 집단 간에 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 또한, 두 집단 간의 선수학습 능력에 따른 자기주도적 학습특성에 대한 상호작용 효과는 나타나지 않았으므로 위의 효과는 선수 학습능력과는 무관한 것으로 볼 수 있다.

둘째, ICT 학습의 학습 효과의 특징인 문제해결력(학업성취도)에 대하여는 두 가지 수업집단 중 웹 기반 수업집단이 CD롬 활용 수업집단보다 효과적인 것으로 나타났다. 이는 다양한 링크 기능과 풍부한 그래픽, 동영상, 애니메이션을 포함하는 웹 자료로 학습하는 것이 학습내용과 학습자간의 상호작용을 증진시키고 이에 따라 학업성취에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석된다.

셋째, 위의 두 가지의 자료를 활용한 수업에서 창의성의 요소 중, '유창성', '독창성', '성급한 종결에 대한 저항'에서 웹 기반 자료 활용 수업이 효과적인 반면 '제목의 추상성', '정교성' 등에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 학습 과정에서 의문점이나 궁금증의 해결을 위하여 제한적인 CD 롬 자료 보다 역동적인 웹 사이트의 활용이 효과적이기 때문이라고 볼 수 있다.

넷째, ICT 활용 수업에 대한 인식 조사 결과, 화면 구성 측면, 정보의 양, 지시와 도움말, 보충학습과 심화학습에서는 매우 긍정적 반응을 보였으나 동영상이나 동화상, 애니메이션 자료에 대해서는 부정적 반응이 29%로 학생들이 만족하지 못하는 경향이 있었다. 이상의 결론을 종합하면, 고등학교 과학 수업을 위한 두 가지의 ICT 활용 교수·학습 자료 중, 웹 기반 수업이 CD 롬 자료 활용 수업 보다 효과적이므로 학교 수업에서 이를 활용하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

이상 본 연구의 결과에서 나타난 ICT 자료별 효과는 자료 자체의 특성뿐만 아니라 수업설계의 적절성과 정교성에 따라서도 나타날 수 있는 것이므로 이를 위한 체계적인 연구가 이루어져할 것으로 생각된다.

아울러, 초 중 고등학교 수업용 ICT 활용 교수-학

습 자료가 개인과 각급 기관에서 전문가에 의한 세밀한 검증과정을 거치지 않은 채 무질서하게 제작 배포되고 있는 현실을 고려할 때 이에 대한 질적 관리와 이를 보증 할 수 있는 관련 교과의 전문가들의 참여하는 연구와 제도적 장치가 시급히 마련되어야 할 것으로 생각된다.

사 사

이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2003-030-C00017). 이 논문을 심사해 주신 한국교원대학교 정진우 교수님, 공주대학교 김희수 교수님, 전북대학교 조규성 교수님에게 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

고윤희, 1996, 문제중심 구성주의 수업과 전통적 수업이 학업 성취에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문, 33 p.

교육부, 1997, 제7차 과학과 교육과정. 서울; 교육부, 90 p.

교육인적자원부, 2003, 초·중등학교 정보통신기술 교육 운영지침. 23 p.

김매희, 1994, 성인과 청소년의 자기주도 학습 특성에 관한 비교연구. 서울여자대학교 박사학위논문, 105 p.

김상달, 1991, 지구과학 개별화 수업 자료의 개발과 효과. 경북대학교 사대 논문집, 28 p.

김성기, 1996, 구성중심수업이 창의력과 비판적 사고력 및 학업성취도에 미치는 효과. 원광대학교 박사학위 논문, 47 p.

김영채, 2003, 한국판 TTCT(도형) 검사. 중앙적성연구소, 3 p.

김재춘, 1998, 중등교육의 질 개선을 위한 교육과정의 다양화 방안. 교육과정 평가연구, 1, 17-30.

박성익, 왕경수, 임철일, 박인우, 이재경, 김미량, 임정훈, 정현미, 2001, 교육공학 탐구의 새지평. 문음사, 서울, 396 p.

손병길, 2000, 디지털 시대의 교수-학습, 학교교육에서의 교단선진화 수업전략-ICT 활용 교수. 56 p.

손은미, 2003, 중학교 과학과 암석 분야의 ICT 활용 수업이 학업성취도와 과학태도에 미치는 효과. 부산대학교 석사학위 논문, 38 p.

이경희, 오승국, 1999, 환경오염 WBI 자료의 개발 및 수업 적용에 관한 연구. 교육공학연구, 15 (1), 265-299.

이동조, 1998, 개별화 열린수업이 아동의 자기 주도적 학습 특성 및 학업성취도에 미치는 효과. 동아대학교 박사학위 논문, 88 p.

주국영, 2001, 과학의 수준별 WBI가 자기주도적 학습특성과 학업성취도에 미치는 효과. 부산대학교 대학원 박사학위 논문, 173 p.

Boshier, R., 2000, Adult learning projects research; An alchemist's fantasy. Invited address to American Educational Research Association. Montreol, Canada, 12, 34.

Brockett, R.G., 1995, The relationship between self-directed learning readiness and life satisfaction among older adult, Adult. Education Quarterly, 36, 15-24.

Candy, P.C., 1989, Constructivism and the study of self-direction in adult learning. Studies in the Education of Adults, 21, 95-116.

Chene, A., 1983, The concept of autonomy: A philosophical discussion. Adult Education Quarterly, 34 (1), 38-47.

Earth System Science Community Project, 1996, Earth system science community project. Washington, DC: ECOlogic Corporation. Available URL: http://www.circles.org/

Edwards, D.J., Bryon, D., and Sowerbutts, B., 1996, Recent advances in the development and use of courseware within earth science teaching. Journal of Geoscience Education, 44 (3), 1309-314.

Guglielmino, L.M., 1977, Development of the self-directed learning readiness scale. Doctoral dissertation, University of Georgia, Dissertation Abstracts International, 38 p.

Hill, L.H., 1991, Facilitating the self-directed learning of professional: An exploration. In Long, H.B. and Associates, Self-directed learning Consensus and conflict. Norman, OK: Oklahoma Research Center for Professional and Higher Education, 21-87.

Joseph, G.R., Martinez, P.A., and Nancy, C., 1999, Teacher effectiveness and learning for mastery, MASTER teachers; MASTERY learning; GROUP work in education. Journal of Educational Research, 92 (5), 279 p.

Krajcik, J., Simmons, P., and Lunetta, V., 1988, A research strategy for the dynamic study of students' concepts and problem solving strategies using science software. Journal of Research in Science Teaching, 25 (2), 147-155

Network Montana Project, 1997, Earth system science curricular materials. Bozeman, MT: Montana State University, 24 (3), 23-34.

Penland. P., 1979, Self-initiated learning. Adult Education, Quarterly, 29 (3), 170-170.

Skager, R.W., 2001, Organizing school to encourage self-direction in learners. Hamburg: UNESCO Institute for Education, 72 p.

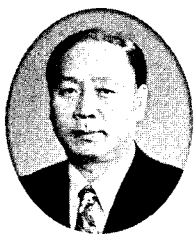
Slater, T.F. and Fixen, R.L., 1998, Two models for K-12 hypermediated earth system science lessons based on Internet resources. School Science and Mathematics, 98 (1), 35 p.

Smaldino, S. and Thompson, C., 1990, Infusion of science software: Applying Gagne's strategies. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching. 9 (3), 17-22.

Terry Goodison, 2003, Integrating ICT in the classroom: a case study of two contrasting lessons. British Journal of Educational Technology, 34 (5), 549-566.

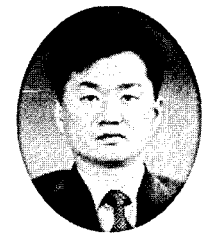
Torrance, E.P., and Safter, H.T., 1990, The incubation model of teaching: Getting Beyond the aha! Buffalo, N. Y: Bearly Limited, 34 p.

2004년 5월 10일 원고 접수
2004년 5월 21일 수정원고 접수
2004년 5월 22일 원고 채택



김상달 (Sangdal Kim)

생년월일: 1945. 07. 21
학력: 경북대학교 대학원(교육학박사)
현 부산대학교 지구과학교육과 교수
E-mail: sdkim@pusan.ac.kr
Tel: 82-51-510-2707
전공: 지구과학교육



김종희 (Jonghee Kim)

생년월일: 1966. 09. 27
학력: 부산대학교 대학원(이학박사)
현 경남 창원시 경상고등학교 교사
E-mail: earth214@hanmail.net
Tel: 82-17-585-5452
전공: 지구과학교육

이용섭 (Yongseob Lee)

생년월일: 1961. 06. 19
학력: 부산대학교 대학원
(박사과정 수료)
현 부산 가산초등학교 교사
E-mail: earth214@korea.com
Tel: 82-16-840-4263
전공: 지구과학교육

Appendix 1. 교육용 소프트웨어 평가지

프로그램의 제목 ( )　　성 명 (　　)

※ 각 항목 배점 : 5점, 총 100점 만점. 해당 칸에 ∨표를 하십시오

영 역	평가 요소	정 의	평가				
목표	1. 프로그램 개발의 필요성	· 프로그램을 개발하게 된 동기 및 의도가 교육상황에 비추어 볼 때 필요한 것으로 인정되는 정도	1	2	3	4	5
	2. 수업 목표 설정의 적합성	· 프로그램 수행 후 기대되는 학습자의 성취 행동이 합당하게 선택된 정도	1	2	3	4	5
	3. 수업 목표 기술의 구체성	· 프로그램 학습 후 기대되는 학습자의 성취 행동 진술이 필요한 요소를 모두 포함하는 정도	1	2	3	4	5
	4. 매체 적합성	· 컴퓨터가 프로그램 개발 목적 및 제시된 수업 목표 달성을 위한 도구로서 합당한 정도	1	2	3	4	5
	5. 선수학습의 보충 가능성	· 주어진 학습 목표를 성취하기 위해서 학습자가 사전에 갖추고 있어야 할 지식 및 기능 등이 적절하게 제공되고 있는 정도	1	2	3	4	5
내용	6. 내용 선정의 타당성	· 내용 및 그 범위가 수업 목표의 달성에 관련된 정도	1	2	3	4	5
	7. 내용 조직의 합리성	· 내용의 상호 관계와 제시 순서가 학습을 촉진할 수 있는 정도	1	2	3	4	5
	8. 내용의 명확성	· 제시된 사실, 개념, 법칙, 원리 등에 오류가 없는 정도 · 내용을 구성하고 있는 자료나 용어들이 분명하고 가결하게 제시된 정동	1	2	3	4	5
	9. 내용의 윤리성	·내용이 특정 사회 계층, 성, 신념 체계 및 이해 집단 등에 편파성을 가지지 않는 정도 · 지나친 경쟁이나 폭력 또는 불건전한 내용이 없는 정도	1	2	3	4	5
전달	10. 이해 도움 전략의 효율성	· 수업의 제시 방식 및 형태 등이 지식의 획득을 촉진시킬 수 있는 정도	1	2	3	4	5
	11. 피드백의 기여도	· 학습자의 반응에 대해 프로그램이 제공하는 정보의 양과 내용이 적절한 정도	1	2	3	4	5
	12. 학습과정 통제 방식의 합리성	· 학습 내용, 계열, 속도, 학습량 등의 선택권이 학습자와 프로그램에 적절하게 주어진 정도	1	2	3	4	5
	13. 분지의 다양성	· 학습자의 학습 능력에 따라 학습 계열이 다양화된 정도	1	2	3	4	5
	14. 평가 정보의 유용성	· 평가의 결과가 학생들의 목표 달성 정도의 판단이나 다음 수업 과정 결정에 도움을 주는 정도	1	2	3	4	5
	15. 동기 유발 가능성	· 프로그램이 학습자의 동기 유발을 도울 수 있는 방안들을 갖추고 있는 정도	1	2	3	4	5
기술	16. 반응의 융통성	· 컴퓨터가 학습자의 다양한 반응에 적절하게 대응하는 정도	1	2	3	4	5
	17. 학습 진행의원만성	· 프로그램이 학습활동의 진행을 방해하지 않는 정도	1	2	3	4	5
	18. 사용의 편리성	· 사용자들이 하드웨어나 소프트웨어에 대한 특별한 전문성 없이도 프로그램을 편리하게 사용할 수 있는 정도	1	2	3	4	5
	19. 수용 용의성	· 멀티미디어 기술의 효과적 사용과 글자, 그래픽, 음향, 동영상 등 내용을 표현하는 형태의 적절한 정도	1	2	3	4	5
	20. 지원자료 유용성	· 프로그램이 프로그램 사용에 필요한 정보를 제공하고 있는 정도	1	2	3	4	5
평점 합계							