

고등학교 물리에서 원격 응답기를 활용한 수업의 효과

정진선^{1, 2}, 전동렬^{1*}

¹서울대학교 물리교육과, 서울특별시 151-748

²서울 국제고등학교, 서울특별시 110-521

The Effect of Using a Remote Answering Machine in High School Physics Class

Jinsun Jung^{1, 2} and D. Jeon^{1*}

¹*Seoul National University, Department of Physics Education, Seoul 151-748*

²*Seoul Global High School, 1-27 Myeongmyundong Jongrogu, Seoul 110-521*

요약

인문계 고등학교 자연계 남학생을 대상으로, 물리 I의 「빛과 파동」 단원을 가르치면서 원격 응답기 수업의 효과를 연구했다. 50분 수업을 도입 5분, 개념 수업 및 시범 실험 20분, 개념 이해도를 측정하기 위해 제시된 3~5개의 문제에 학생들이 원격 응답기로 답을 선택하는 수업 25분으로 진행했다. 학습자가 객관식 문제의 답을 원격 응답기로 선택하면, 스크린에는 통계만 나타나고 각 학생들이 선택한 답은 공개하지 않았다. 동료와의 토론 효과를 보기 위해 1차 응답이 끝나면 3~5명으로 구성된 소그룹의 동료들과 토론을 실시하고 나서 다시 답을 선택하게 하였다. 1차 응답과 2차 응답의 평균 정답률 g 값은 난이도에 따라 차이가 있었지만, 대체로 0.3~0.9으로 나타나 원격 응답기 수업이 학생의 수업과 소그룹 토론에의 참여도를 증가시키고 물리 개념을 이해하는데 많은 도움이 되는 것을 알았다.

주제어 : 동기적 학습 환경, 원격 응답기, 능동적 수업, 소그룹 토론, 물리 개념 학습

서론

과학 교육은 정보 기술 사회의 구성원으로서 학생들의 미래를 준비함에 있어 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 학생들은 학년이 올라갈수록 과학에 대한 흥미가 감소하고, 과학 관련 활동에 대한 참여 수준이 저하되고 있다(이미경과 김경희, 2004; 임청환, 1995; Simpson and Oliver, 1990). 전통적인 과학 수업에서 소극적인 자세로 임하던 학생들에게 과학 학습에 대해 바람직한 목적과 가치를 부여하고 교수-학습 환경의 인지 과정에 적극적으로 참여할 수 있도록 하기 위해서는, 무엇보다도 학생들이 가지고 있는 성취 목적(achievement goal)을 이해하는 것이 중요하다(Urdan and Maehr, 1995).

성취 목적 이론은 학습 자체에 가치를 부여하는 '과제 지향 목적(task goal)'과 학습 결과에 가치를 부여하는 '수행 지향 목적(performance goal)'으로 나눌 수 있다(Tuan et al., 2002; Urban and Maehr, 1995). 기존에 수행 지향 목적으로 분류했던 학습자의 성향을 최근에는 학습자들이 자신의 뛰어난 능력을 다른 사람에게 증명하고자 노력하는 '수행 지향(performance-approach)'과 자신의 능력 부족을 감추고자 노력하는 '수행 회피(performance-avoidance)'의 두 가지 성향으로 구분하고 있다(Elliot and Church, 1997; Midgley et al., 1998).

사회 인지적인 관점에서 성취 목적은 수업에서 교사나 동료 학생과의 상호작용 등 사회적 요인들에 의해 조성되는 동기적 학습 환경의 구조와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Ames, 1992). 선행 연구에 의하면, 교사가 학생 개인의 노력이나 발전에 대해 보상을 주거나, 동료 학생이 자기 개선이나 과

*교신저자: jeon@snu.ac.kr

•2008년 1월 8일 접수, 2008년 7월 17일 통과.

제 완수에 초점을 두는 것은 학생들이 과제 지향적인 목적을 가지도록 유도하는 것으로 나타났다(Carr and Weigand, 2002; Goudas and Biddle, 1994).

한편, 학습자의 성취 목적에 대한 관심이 증가하면서 학습 환경이 개개인의 성취 목적에 미치는 영향에 대한 연구가 시작되었다(Deemer, 2004). 또한 Roeser 등(1996)은 학생들이 속한 학습 환경이 학생들의 성취 목적을 결정하고, 성취 목적은 학업 성취도에 영향을 준다고 보고하였다. 특히 최근 연구에 따르면, 학생들은 자신이 속한 학급의 동료 학생이나 교사가 어떠한 성취 목적을 더욱 강조한다고 인식하는지에 따라 과제 선택, 자신감, 성공과 실패에의 귀인 등에서 많은 차이가 보였다. 즉, 교사가 학습을 장려하고 동료 학생이 자기 개선이나 자기 발전을 추구한다고 인식하면 학생들은 학습 과정을 중요시하고 도전적인 과제를 선택하는 등 과제 지향 목적을 지니게 되며, 교사나 동료들이 상대적인 평가나 타인과의 경쟁을 중요시한다고 인식하면 학생들은 수행 지향 목적을 지니게 될 수 있다(Carr and Weigand, 2002).

이와 같이 성취 목적은 학습 환경에 의해 영향을 받고, 학생들의 학습 전략이나 성취도에 영향을 미칠 수 있다. 과학 수업은 강의식 수업, 실험 수업 등 다양한 과학 활동을 통해 진행되므로 수업 중 성취 목적이 교사나 동료 학생에 의해 변화될 수 있다는 점에서 중요한 연구 문제라고 할 수 있다(Carr and Weigand, 2002). 선행 연구(Crouch and Mazur, 2001)에 의하면 하버드 대학의 일반 물리학 강좌에서 학습자의 학습 참여를 증가시키고 학생들이 과제 지향적인 목적을 가지도록 유도하기 위해 플래시 카드(학생들의 답변을 위해 A, B, C, D, E 가 적힌 손바닥 크기 정도의 두꺼운 종이)라는 학습 도구가 학생들의 수업 참여도를 증가시키는 데 효과가 있었다(Mazur, 1997). 이 사례는 과학 교육에서 교사나 동료 학생에 의해 강조되는 동기적 학습 환경이 학습 활동을 통하여 학생들의 성취 목적에 영향을 미치고 결과적으로 학생들의 성취도에 큰 영향을 미치는 것을 보여준다. 본 연구에서는 교사가 제시한 문제에 대해 학생들이 답변할 때 플래시 카드 대신 원격응답기(학생들이 개별 답변을 할 수 있는 무선 응답기)를 사용하였다. 이와 같은 수업 도구의 활용이 학생들의 수업 참여에 어느 정도 영향을 미쳤는지와 학생들의 물리 개념 학습에 미친 영향에 대하여 조사하였다.



그림 1. 학생의 개인 번호가 부여된 원격 응답기이다. 이 전송 장치에는 적외선 영역의 서로 다른 35개의 채널을 내장하고 있으며, 학생들이 클릭할 수 있는 답은 최대 9개까지 가능하다. 학생들은 수업 중에 개개인이 원격 응답기 하나씩을 이용하여 수업에 참여한다.

연구 내용 및 방법

연구 대상

서울특별시 인문계 고등학교 2학년 남학생들을 대상으로 하였다. 전체 14학급 중 자연계열 5학급의 남학생 171명에게 원격 응답기를 이용한 수업을 실시하였다. 이 학생들은 고등학교 1학년 과정에서 '과학' 교과를 학습하였으며, 2학년 진급과 동시에 물리 I, 화학 I, 생물 I, 지구과학 I 교과를 주당 2차시(1차시에 50분 수업)씩 학습하게 된다. 한 학급당 약 34명 내외의 학생수가 분포하며, 이 학생들은 개개인이 원격 응답기를 이용하여 교사의 질문에 대한 답변을 전송하면서 수업에 참여하였다(그림 1).

실시 시기

대상 학생들은 고등학교 1학년 전과정과 2학년 4월까지의 물리 수업에서 주로 전통적 강의식 수업 방법을 통하여 물리 학습을 하였다. 이러한 수업 과정에서 강의 중이나 실험 수업을 진행할 때, 혹은 토론 중 일부 학생들은 수업에 열심히 참여하는 반면 일부 학생들은 수업 자체를 지겨워하며 적극적으로 수업에 참여하지 않았다. 이와 같은 과정으로 고등학교 1학년 과학 과목에서 물리 교과에 해당하는 「힘과 에너지」, 「전기 에너지」, 「과동 에너지」를 학습하였으며, 2학년 물리 I 과목

에서는 1단원인 「힘과 에너지」 단원을 학습하였다. 1단원 학습이 끝날 무렵 원격 응답기를 도입한 수업을 시작하여 2단원인 「전기와 자기」 단원과 3단원인 「파동과 입자」 단원을 새로운 교수 방법을 통해 학습하였다.

원격 응답기

본 연구에서 사용한 수업 도구는 교사와 학생들이 리모컨과 소프트웨어를 이용하여 수업 진행과 학습 평가를 지원하는 도구로서 국내의 네트웍 주식회사에서 개발한 것이다. 이 수업 도구는 원격 응답기를 이용한 커뮤니케이션을 통해 교사와 학생들 간 양방향 멀티미디어 학습을 가능하게 하며, 실시간 학업 성취도 역시 파악할 수 있다. 그러므로 교사는 수업 시간 중에 학생들의 학습 진행 상황을 파악할 수 있다. 이에 따라 교사는 수업의 내용 구성 및 수업 진행 속도 등을 학습자의 상황에 맞추어 유동적으로 진행할 수 있다. 원격 응답기의 구성은 서로 다른 주파수 채널을 가진 35개의 원격 응답기(그림 1)와 수신기(그림 2)로 이루어져 있다. 수신기는 컴퓨터의 USB 포트와 연결되어 있으며, 수신된 정보를 컴퓨터로 보내게 된다(그림 3). 학생들에게 답변을 요구하는 문제는 빔프로젝터를 통해 정면 스크린에 나타나게 된다(그림 4). 이 때 스크린 상에는 교사가 설정한 대로 최대 시간이 좌상단에 표시된다. 90초를 설정한 경우 90으로부터 0에 이르는 숫자가 표시되어 학생들은 이를 통해 남은 시간을 알 수 있다. 문제의 아래쪽에는 학생들의 번호가 나타나 있고, 답을 전송했는지 여부도 파악할 수 있다.



그림 2. 컴퓨터에 연결된 수신 장치로 학생들이 전송한 답을 수신하는 기능을 가지고 있다. 이 수신기 내에는 35개의 서로 다른 채널이 있어 학생들이 개별적으로 전송한 답을 혼선없이 교사의 컴퓨터로 보내게 된다.



그림 3. 수신기와 컴퓨터의 USB 포트가 연결되어 있는 모습이다.

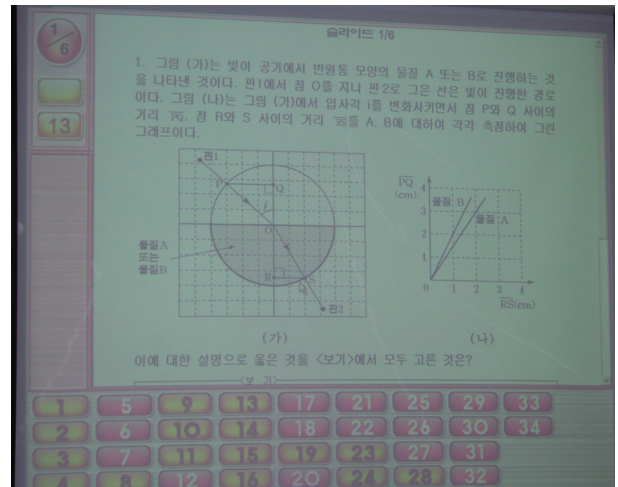


그림 4. 빔 프로젝터를 이용하여 학생들에게 문제를 제시한다. 34명의 학급에서 제시된 화면이며, 좌 상단에는 3문항(1문항 당 2회 선택)으로 선택 기회 6회 중 첫 번째임을 의미하는 '1/6'이라는 숫자가 보이고 있으며, 그 아래쪽에 '13'이라고 쓰여진 숫자는 이 문제를 해결하여 답을 전송하기까지 잔여 시간이 13초라는 것을 의미한다. 또 아래쪽에 분홍색으로 표시된 숫자 중 백색으로 나타난 숫자는 아직 답을 전송하지 않은 학생의 번호이고, 흑색으로 표시된 숫자는 답을 전송한 학생의 번호이다.



그림 5. 수업을 위해 물리 교과실에 들어오면서 학생들이 자신의 번호가 부여된 원격 응답기를 찾는 모습이다. 수업 시간에 이를 이용하고, 수업이 끝나면 다시 교탁 위에 원격 응답기를 놓고 퇴실한다.

원격 응답기를 활용한 수업 진행

11학년에 실시되는 심화 선택 물리 I 은 1주에 2차시로 편성되어 있다. 각 차시는 50분 수업으로 진행되며, 1학기에 16주 동안 수업이 이루어진다. 수업 시간 중에 도구로 사용한 원격 응답기는 학생들이 수업 시간 시작 전에 자신의 번호에 해당하는 것을 찾아 수업 시간 중에 교사의 지시에 따라 사용하게 된다(그림 5).

학생들이 전송한 답은 수신기를 통해 수신되고, 수신기는 컴퓨터의 USB 포트와 연결되어 학생들이 선택하고 전송한 답을 교사가 파악할 수 있다. 이 정보는 엑셀 등 교사가 원하는 프로그램으로 전환하여 사용할 수 있다(그림 6).

원격 응답기를 수업에 활용하기 위하여 다음과 같은 시나리오로 지도안을 작성하였다(Mazur, 1997). 먼저 학생들은 수업 자료와 더불어 자신이 수업 시간 중에 활용할 원격 응답기를 가지고 소그룹 별로 자리에 앉는다. 수업 시간의 구성은 수업의 전개 과정 즉 도입 단계 (5분), 개념 수업의 실시(20분), 개념 학습의 정도를 측정할 수 있는 문항을 학습자에게 제시하고 원격응답기를 통해 자신의 답을 각 문항당 2차에 걸쳐 전송하

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	학생번호	학생성명	3번(1차)	3번(2차)	1번(1차)	1번(2차)	2번(1차)	2번(2차)	평균
1	1	강성진	10	10	10	10	10	10	10
2	2	강민하	10	10	10	10	10	10	8.33
3	3	강현석	0	10	0	10	10	10	6.67
4	4	김다은	10	10	10	10	10	10	10
5	5	김기웅	10	10	0	10	10	10	8.33
6	6	김광수	0	10	0	10	0	10	5
7	7	김진수	0	10	0	10	0	10	5
8	8	김진현	10	10	10	10	10	10	10
9	9	김태호	0	10	0	10	10	10	6.67
10	10	김태호	10	10	10	10	10	10	8.33
11	11	김종식	0	10	0	10	10	10	6.67
12	12	문정식	0	10	0	0	0	10	3.33
13	13	박준우	0	10	10	0	0	10	5
14	14	박준우	0	10	0	10	0	10	5
15	15	신건호	0	0	0	10	0	10	3.33
16	16	신선기	0	10	0	10	0	10	5
17	17	양동규	0	10	0	10	0	0	3.33
18	18	유형식	10	10	0	10	0	10	6.67
19	19	유대준	0	10	10	10	0	10	6.67
20	20	유승렬	0	10	0	10	0	10	5
21	21	이강원	0	10	0	10	0	10	5
22	22	이민수	0	0	0	0	0	0	0
23	23	이종재	10	10	10	0	0	10	6.67
24	24	이원우	10	10	0	0	0	10	5
25	25	이윤석	0	10	0	10	10	10	6.67
26	26	이준형	10	0	0	10	10	10	6.67
27	27	임동민	0	0	0	10	10	10	5
28	28	임명민	10	10	10	10	0	10	8.33
29	29	임진식	0	0	0	10	0	10	3.33
30	30	정윤진	10	0	0	10	0	10	5
31	31	조현웅	0	0	10	10	0	10	5
32	32	최민구	0	0	0	10	0	10	3.33
33	33	황대연	0	0	10	10	0	10	5
34	34	황환진	0	0	0	10	10	10	5
35			3.53	7.06	3.24	8.53	3.24	9.41	

그림 6. 학생들이 선택한 답은 교사의 컴퓨터와 UBS 포트로 연결된 수신 장치를 통해 컴퓨터에 저장되며 이 data는 엑셀 프로그램으로 전환시킬 수 있다.

는 수업을 실시하는 단계(25분)로 이루어져 있다(그림 7).

1단계-본시 수업 내용에 대한 개요 설명 및 도입 단계-에서는 지난 시간 배운 내용에 대한 간단한 요약 설명 및 본시 수업에서 배울 내용의 단원 소개 정도로 판서를 하게 된다(그림 8).

2단계-개념 수업 과정-에서는 전통적 학습 방법인 강의식 수업을 진행하게 되는데 이 수업은 학생들이 지루해 하지 않도록 15분 이상을 할애하지 않으며, 판서를 설명과 함께 진행함으로써 학생들이 시각과 청각을 이용하여 개념을 학습할 수 있도록 한다(그림 9).

3단계에서는 약 5분 정도 학습한 물리 개념이 적용된 실험을 소개하거나 실생활에서 이용된 예를 들어 준다. 4단계에서는 빔 프로젝터를 이용하여 정면의 스크린에 학생들이 풀어야 하

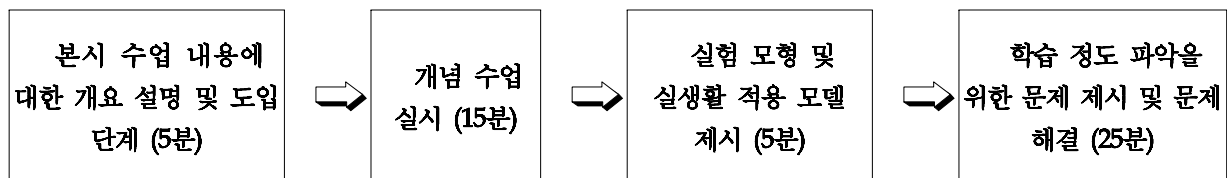


그림 7. 고등학교에서 실시되는 수업 1차시는 50분을 기준으로 하며, 50분의 수업구성을 4단계로 정하였다.



그림 8. 도입 단계에서 수업에 대한 설명을 진행하는 교사의 모습이다.

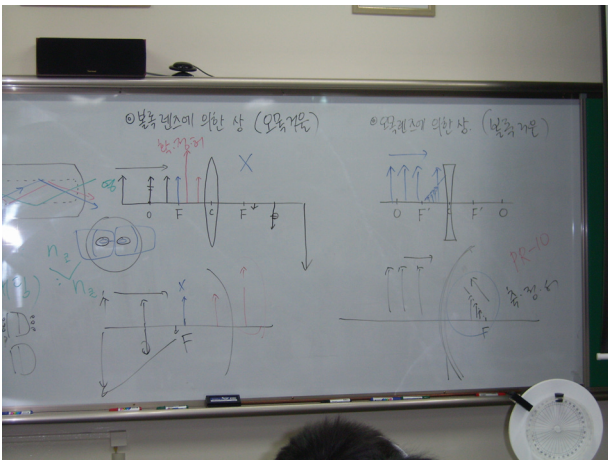


그림 9. 개념 수업이 진행되는 동안 화이트 보드를 이용하여 판서한 모습이다. 이는 시각과 청각을 동시에 활용함으로써 학생들이 수업에 집중할 수 있게 한 것이다.

는 문제를 제시한다(그림 4). 이 문제는 학생들에게 본시에서 학습한 물리 개념의 학습 정도를 확인할 수 있는 문제로, 학생들은 매 시 약 3문항 정도를 풀게 되며, 자신이 선택한 답을 원격 응답기를 통해 교사에게 전송한다(그림 10). 3문항의 구성은 난이도 “중”에서 “상”, 최종적으로 “최상”의 순서로 구성하였다. 이는 심층적 학습 전략이 문제 해결력이나 성취도를 개선시킨다는 제안(Zimmerman, 1989)에 따른 전략이다.

제시된 문제에 대하여 1차로 선택한 문제를 원격 응답기를 통해 전송한 후 학생들은 3-5명으로 구성된 소그룹별로 문제 해결을 위해 토론을 실시하게 된다. 이 과정은 교사가 학습을 장려하고 동료 학생이 자기 개선이나 자기 발전을 추구한다고 인식하여 학생들로 하여금 과제 지향 목적을 지니게 한다(그림



그림 10. 교실의 정면 스크린에 제시된 문제를 푼 학생들이 정해진 시간 내에 자신이 선택한 답을 원격 응답기를 이용해 전송하는 모습이다. 제한된 시간이 넘으면 학생들이 답을 전송한다 해도 수신기가 작동하지 않는다.

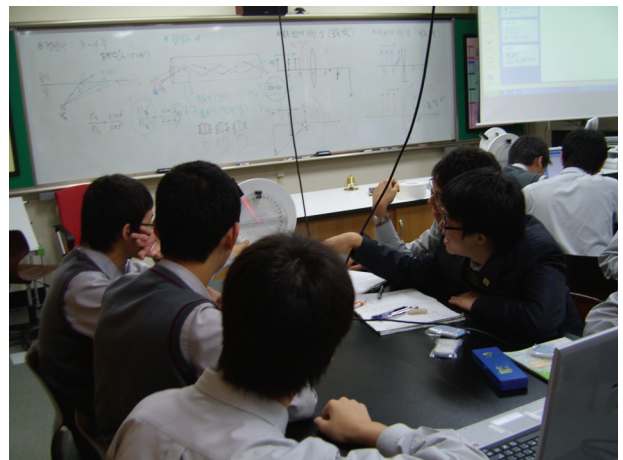


그림 11. 1차로 선택한 답을 원격 응답기를 이용하여 전송한 후 3-5명으로 구성된 소그룹별로 문제 해결을 위해 토론을 하고 있다. 이 때 학생들은 개념에 대한 내용을 말하거나 들으며 지식을 구성해 나간다.

11). 이 때 교사는 학습자로 하여금 토론을 유발하도록 도와주는 역할만 하고 모두의 토론에 주도적인 교수자가 되지 않도록 주의하였다. 소그룹 토론이 끝난 후 학생들은 다시 한번 답을 선택하고 전송한다.

최종적인 단계로 교사는 문제의 정답을 공개한다. 이 때 학생들은 자신이 원격 응답기를 통하여 2차로 전송한 답이 옳은지 그른지를 알게 된다(그림 12). 이는 선행 연구(Carr and Weigand, 2002)에서 교사나 동료들이 상대적인 평가나 타인과의 경쟁을 중요시한다고 인식하면 학생들은 수행 지향 목적을 지니게 될 수 있다는 결과에 착안하여 도입한 과정이다. 이 과



그림 12. 문제의 정답을 공개한 후 학생들이 최종적으로 전송한 답의 정오를 판정한 후의 모습이다.

정이 끝나면 교사는 문제를 풀어 주고 학생들이 자신들이 풀었던 과정과 비교 분석하면서 다시 한번 지식 구성의 과정을 거치게 된다. 이 때 교사는 해당 차시의 학생들이 선택한 답을 분석하여 물리 개념에 대한 보충 설명이나 심화 설명을 추가할 수 있다. 즉, 원격 응답기를 통해 교사는 자신이 수업을 진행하는 과정에서 실시간 학습자의 학업 성취 정도를 파악하고, 이를 즉시 반영할 수 있게 된다.

물리 수업에서 원격 응답기를 활용할 때 학생들이 토론에 참여하는 정도를 알아보기 위하여 설문지를 이용해 조사하였다. 설문지는 전통적인 물리 수업과 비교하여 원격 응답기를 활용한 물리 수업에서 학생들의 수업 참여도 변화를 분석하기 위해 작성하였다. 응답은 리커트 척도를 이용하였으며 각 단계는 다음과 같다.

1. 수업의 도입 단계
 - 교사가 수업 시간을 시작하면서 판서를 통해 수업의 내용을 소개하는 단계
2. 개념 수업의 진행 단계
 - 판서한 내용을 바탕으로 설명하는 단계
3. 1단계 문제 해결 단계
 - 스크린에 나타난 문제를 보고 스스로 해결하고 답을 선택하여 전송하는 단계
4. 문제에 대해 친구들과 토론을 하는 단계
 - 문제의 정답을 찾기 위해 자신이 속한 소그룹의 친구들과 토론하는 단계
5. 2차 문제 해결 단계

- 최종 정답을 선택하기 위해 2차로 문제를 다시 해결하고 답을 선택하여 전송하는 단계
6. 문제 풀이 단계
 - 교사가 문제의 정답을 공개하고 문제를 풀이해 주는 단계
 7. 수업의 마무리 단계
 - 본 차시의 수업 내용을 최종적으로 정리해 주는 단계

분석 방법

물리 1 교과 과정 중 3단원인 「빛과 파동」 중 「빛의 굴절」, 「파동의 간섭」, 「정상파」의 세 영역에서 원격 응답기를 활용한 수업을 실시하였다. 수업 시간 중 제시되는 문제는 한국 교육과정 평가원의 대학 수학 능력 시험 기출 문항과 모의 평가 문항, 서울시 교육청과 경기도 교육청 주관 모의 평가 문항 중 평균 정답률 55%과 75% 사이의 문항을 선별하였다. 「빛의 굴절」 학습 시간에 3문제(표 1), 「파동의 간섭」 학습 시간에 3문제(표 2), 「정상파」 학습 시간에는 4문제(표 3)를 제시하였다.

표 1. 굴절 개념을 포함한 문제

- 1번 굴절의 법칙(스넬의 법칙), 전반사
- 2번 전반사의 조건과 임계각
- 3번 빛의 파장에 따른 굴절률 n

표 2. 간섭 개념을 포함한 문제

- 1번 이중 슬릿을 통과한 빛의 간섭
- 2번 빛의 간섭 조건
- 3번 광로차와 간섭 조건

표 3. 정상파 개념을 포함한 문제

- 1번 정상파의 주기
- 2번 정상파의 진동수
- 3번 폐관에서의 정상파
- 4번 줄에서 발생하는 정상파

수업 시간 중에 제시된 문제에 대하여 학습자가 1차로 선택하여 전송한 답에 대한 평균 정답률과 소그룹 토론을 실시한 후, 2차로 선택하여 전송한 답의 평균 정답률을 조사하였다. 각 문항에서 맞으면 1점, 틀리면 0점을 부여하였으며, 학생들의 수

업 참여도를 검사 결과에 반영하기 위하여 전승을 하지 않은 학생들의 경우 0점으로 판정하였다. 그리하여 1차와 2차 답변에 대하여 g값(Hake's factor)을 계산하였다. 여기에서 g값(Hake's factor)은 $g = \frac{N_f - N_i}{1 - N_i}$ 로 첫 번째 정답 선택과 비교하여 최종 정답 선택 정도를 알아보는 것으로, 처음 선택한 정답률이 낮고 최종적으로 선택한 정답률이 높을수록 큰 값을 나타내며 최대값은 1이 된다.

전통적인 수업에 비해 원격 응답기를 도입한 수업을 하였을 때, 학생들은 어떤 단계에서 수업 참여 정도가 증가하였는지를 알아보기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문 결과 분석은 SPSS 통계 프로그램을 이용하였고, 리커트 척도로 결과를 알아 보았으므로 윌콕슨 검정을 실시하였다.

결과 및 논의

분석 1

「빛의 굴절」 개념 테스트 문제에서 10점 만점에 대하여 1차 응답의 평균 정답률은 2.43에서 4.86 사이에 분포하였고, 소그룹 토론을 실시한 후 전승한 2차 응답에서 평균 정답률은

표 4. 빛의 굴절 개념 테스트 문제의 평균 정답률과 g값

	1		2		3	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차
평균 정답률	4.86	8.90	3.01	7.75	2.43	6.99
g 값	0.79		0.68		0.60	

표 5. 파동의 간섭 개념 테스트 문제의 평균 정답률과 g값

	1		2		3	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차
평균 정답률	3.29	7.69	1.79	5.49	2.31	5.09
g 값	0.66		0.45		0.36	

표 6. 정상파 개념 테스트 문제의 평균 정답률과 g값

	1		2		3		4	
	1차	2차	1차	2차	1차	2차	1차	2차
평균 정답률	3.62	7.46	4.93	8.70	3.48	6.57	7.10	9.06
g 값	0.60		0.74		0.47		0.68	

표 7. 원격 응답기 활용 수업에서 각 수업 단계에서 학생들의 수업 참여 정도에 대한 윌콕슨 검정 결과

	2 - 1	3 - 1	4 - 1	5 - 1	6 - 1	7 - 1	3 - 2
Z	-2.556 (a)	-4.153 (a)	-4.604 (a)	-4.490 (a)	-3.311 (a)	-2.285 (a)	-2.559 (a)
근사 유의확률 (양측)	.011	.000	.000	.000	.001	.022	.010
	4 - 2	5 - 2	6 - 2	7 - 2	4 - 3	5 - 3	6 - 3
Z	-4.044 (a)	-3.115 (a)	-1.755 (a)	-.185 (a)	-2.294 (a)	-1.291 (a)	-.927 (b)
근사 유의확률 (양측)	.000	.002	.079	.854	.022	.197	.354
	7 - 3	5 - 4	6 - 4	7 - 4	6 - 5	7 - 5	7 - 6
Z	-2.503 (b)	-1.500 (b)	-3.234 (b)	-3.735 (b)	-2.134 (b)	-3.164 (b)	-1.502 (b)
근사 유의확률 (양측)	.012	.134	.001	.000	.033	.002	.133

a 음의 순위 기준, b 양의 순위 기준, c Wilcoxon검정
1 : 1단계, 2 : 2단계, 3 : 3단계, 4 : 4단계
5 : 5단계, 6 : 6단계, 7 : 7단계

6.99에서 8.90 사이에 분포하였다. g 값은 0.60에서 0.79로 나타나 유의미한 결과를 얻었다(표 4). 「파동의 간섭」 개념 테스트 문제에서 10점 만점에 대하여 1차 응답의 평균 정답률은 1.79에서 3.29 사이에 분포하였고, 소그룹 토론을 실시한 후 전승한 2차 응답에서 평균 정답률은 5.09에서 7.69 사이에 분포하였다. g 값은 0.36에서 0.66으로 나타나 유의미한 결과를 얻었다(표 5). 「정상파」 개념 테스트 문제에서 10점 만점에 대하여 1차 응답의 평균 정답률은 3.48에서 7.10 사이에 분포하였고, 소그룹 토론을 실시한 후 전승한 2차 응답에서 평균 정답률은 6.57에서 9.06 사이에 분포하였다. g 값은 0.47에서 0.74로 나타나 유의미한 결과를 얻었다(표 6). 그러므로 물리 학습에서 원격 응답기의 도입은 학생들로 하여금 개념 학습에 도움을 주었다고 할 수 있다.

분석 2

물리 수업을 7개의 단계로 구분하여 학생들의 응답을 분석한 결과 4단계 즉 문제에 대해 친구들과 토론을 하는 단계- 문제의 정답을 찾기 위해 자신이 속한 소그룹의 친구들과 토론하는 단계는 5단계 즉 2차 문제 해결 단계- 최종 정답을 선택하

기 위해 2차로 문제를 다시 해결하고 답을 선택하여 전송하는 단계-를 제외한 다른 모든 단계에서 유의미한 점수 차이가 있는 것으로 나타났다(표 7). 그러므로 원격 응답기를 활용한 물리 수업에 있어 학생들이 서로 토론을 진행하는 단계에서 가장 적극적으로 수업에 참여한 것으로 볼 수 있다.

그러므로 물리 학습에서 원격 응답기의 도입은 학생들로 하여금 수업에 적극적으로 참여할 수 있는 동기를 부여하는 환경을 조성하였다고 할 수 있다.

결론 및 제언

이 연구에서는 고등학교 물리 I 교과에서 원격 응답기를 활용한 수업을 실시하여 학생들이 물리 학습에 있어 능동적 참여자가 될 수 있는 환경을 조성함으로써 학습자에게 성취 목적을 부여하고, 이러한 동기 부여 환경이 학생들의 물리 개념 학습에 미치는 영향에 대하여 알아보았다.

「빛의 굴절」 개념 학습에서 3개 문항에 대하여 1차 평균 정답률과 2차 평균 정답률을 비교했을 때 정답률이 증가하였다 ($0.60(g<0.79)$). 「파동의 간섭」 개념 학습에서 3개 문항에 1차 평균 정답률과 2차 평균 정답률을 비교했을 때 정답률이 증가하였으며 ($0.36(g<0.66)$), 「정상파」 개념 학습에서 4개 문항에 대하여 1차 평균 정답률과 2차 평균 정답률을 비교했을 때 정답률이 증가하였다 ($0.47(g<0.74)$). 이 결과는 물리 개념을 학습하여 문제를 풀 때 1차 응답과 2차 응답 사이에 실시한 토론 과정에서 학생들이 정답을 얻기 위한 정보를 주고 받은 것으로 분석된다. 또한 7단계로 분리한 수업의 단계에서 학생들의 수업 참여를 분석한 결과 토론이 진행되는 과정에 적극적으로 참여하는 것으로 나타났다. 즉 원격 응답기를 활용한 수업이 학생들에게 수업에 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 동기 유발의 측면에서 효과적인 수업 전략임을 보여준다.

학습 동기 유발의 측면에서 다음과 같은 두 가지 분석을 할 수 있다. 첫째, 원격 응답기라는 새로운 수업 도구를 도입하여 학생들을 수업에 능동적으로 참여시켰다는 것이다. 전통적인 수업에서는 교사 주도적 강의가 이루어졌는데, 이는 학습자가 수동적 역할을 하게 되어 물리 개념을 평가하는 평가 문항에 노출되었을 때 자신이 학습한 물리 개념을 과학적인 방법으로 주어진 문항에 적용하고, 풀어나가는 훈련이 되어 있지 않으므로 낮은 성취도를 보이게 되지만, 원격 응답기라는 새로운 수업 도구를 도입하면 학생들은 수업에 능동적으로 참여하게 되고,

물리 개념을 평가 문항에 적용시키는데 적극적으로 임하게 되어 성취도에서 좋은 결과를 얻게 된 것이라고 볼 수 있다. 학생들은 스스로 학습 자체에 '과제 지향 목적'의 가치를 부여하고, 이 요소가 학생들에게 내적 동기로 작용하여 성취 목적이 된 것이다. 둘째, 각 문항에 대하여 2차에 걸쳐 답변을 한 후, 최종적으로 교사가 정답을 공개하는 과정에서 답을 맞힌 학생들은 교사로부터 칭찬을 받고, 동료 학생들과의 평가에서 상대적인 우월감을 느끼게 되었다. 이 과정에서 학생들은 학습 과정 자체에 '수행 지향 목적'의 가치를 부여하였고, 이는 학습 동기 유발에 한 축을 이루었다고 볼 수 있다. 그러므로 2차 정답을 전송하기 전에 문제를 풀기 위해 동료와 토론하는 과정에서도 보다 적극적으로 참여하게 되었다. 이 때 학습자는 자신의 생각을 언어를 통해 단계적으로 표출해 내고, 동료들의 생각을 들으면서 물리 개념에 대한 자신의 과학적 오개념을 바로 잡아 가기도 하고, 의미 있게 지식을 구성할 수 있는 기회가 되었다. 이와 같은 교수 전략은 학습이 능동적으로 의미를 구성하는 과정이며, 상호작용을 통해 일어나는 일련의 사회적 과정으로 해석할 수 있고, 발달의 결과가 아니라 발달 그 자체로 본다는 구성주의적 학습 전략의 하나로 긍정적인 효과를 나타내고 있다고 생각된다.

본 연구에서는 물리 학습에서 원격 응답기를 활용한 수업을 실시할 때 수업 중에 나타나는 학습의 효과를 분석하고, 나아가서 이러한 수업 전략이 학생들의 물리 학업 성취도에 미치는 영향을 알아보았다. 이는 한국 교육 과정 평가원에서 제시한 물리 I 교과의 24개의 개념 도달점 중 3개의 목표에 대하여 실시한 결과지만, 이러한 수업 전략이 물리 I 교과 전체에 실시되었을 때에도 긍정적인 효과를 거둘 수 있을 것이라고 생각한다. 원격 응답기를 수업에 도입하였을 때 학습 동기 유발과 어떠한 관계가 있는지 학생들에게 나타난 정의적인 측면에서의 내적 변화에 대한 후속 연구와, 원격 응답기를 활용할 경우 소그룹 토론에서 변화된 학생들의 참여 정도, 그리고 학생들이 토론 과정에서 사용하는 언어적 상호작용(강석진 등, 2002; 박종윤 등, 2006)의 특징에 대한 정의적 영역에서의 분석이 후속 연구로 진행될 것이다.

ABSTRACT

This research studied the effect of using a remote answering machine (so called a clicker) in teaching physics concepts to high school students. 171 11th graders were asked conceptual

problems after taking a lecture on 2 or 3 concepts on light and color. The results indicated that the use of clickers was useful in encouraging students to actively involve in discussion after which many students could reach the right answer. The clicker also helped the students get more motivation, particularly the ones in the middle level.

Key words: learning motivation, remote answering machine, cattle group discussion, physics concepts

참고문헌

- 강석진, 한수진, 노태희 (2002) 과학 개념 학습에서 협동적 소집단 토론의 효과. 한국과학교육학회지 22(1): 93-101.
- 노태희, 김경순, 박현주, 전경문 (2006) 동기적 학습 환경, 성취 목적, 학습 전략이 과학 성취도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지 26(2): 232-238.
- 노태희, 전경문, 최용남 (1997) 중등 학생의 과학 학습 동기과 태도, 성취 욕구, 학습 전략 사이의 관계성 조사. 대한화학회지 24(5): 280-286.
- 박종윤, 정인화, 남정희, 최경희, 최병순 (2006) 중학교 과학 수업에서 질문과 피드백을 활용한 교사-학생 상호작용 강화 수업 전략의 개발 및 적용. 한국과학교육학회지 26(2): 239-245.
- 백성혜, 김혜경, 채우기, 권균, 노태희 (1999) 학습자의 학습 동기를 고려한 개념 변화 수업 모형의 효과 분석. 한국과학교육학회지 19(2): 305-314.
- 이미경, 김경희 (2004) 과학에 대한 태도와 과학 성취도의 관계. 한국과학교육학회지 24(2): 399-407.
- 임정환 (1995) 국민학생과 중학생들의 과학에 관련된 태도 연구. 한국과학교육학회지 15(2): 194-200.
- 전경문, 노태희 (2005) 과학 교사와 동료 학생에 의해 강조되는 동기적 학습 환경에 대한 학생들의 인식이 성취 목적에 미치는 영향. 한국과학교육학회지 25(3): 364-370.
- Ames C (1992) Achievement goals and classroom motivational climate. In J. Meece & D. Schunk(Eds.), Students' perceptions in the classroom (pp. 327-348). Hillsdale, NJ: Eulbaum.
- Biddle S, Cury S, Goudas M, Sarrazin P, Famose JP and Durand M (1995) Development of scales to measure perceived physical education class climate: A cross-national project. British Journal of Educational Psychology 65(4): 341-358.
- Carr S and Weigand DA (2002) The influence of significant others on the goal orientations of youngsters in physical education. Journal of Sport Behavior 25(1): 19-40.
- Cruoch CH and Mazur E (2001) Peer Instruction: Ten years of experience and results. American Journal of Physics 69(9): 970-977.
- Deemer SA (2004) Using achievement goal theory to translate psychological principles into practice in the secondary classroom. American Secondary Education 32(3): 4-15.
- Elliot AJ and Chunch MA (1997) A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. Journal of Personality and Social Psychology Quarterly 12(2): 134-149.
- Fagen AP, Crouch CH and Mazur E (2002) Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. Physics Teacher 40: 206-209.
- Greene BA and Miller RB (1996) Influences on achievement: Goals, perceived ability, and cognitive engagement. Contemporary Educational Psychology 21(2): 181-192.
- Larkin JH, McDermott J, Simon DP and Simon HA (1980) Models of competence in solving physics problems. Cognitive Science 4: 317-345.
- Meltzer DE and Manivannan K (2002) Transforming the lecture-hall environment : The fully interactive physics lecture. American Journal of Physics 70(6): 639-654.
- Mazur E (1997) Peer Instruction A User's Manual.
- Roser R, Midgley C and Urban TC (1996) Perceptions of school psychological environment and early adolescents psychological and behavioral functioning in the school: The mediating role of goals and belonging. Journal of Educational Psychology 88(3): 408-422.
- Simpson RD and Oliver JS (1990) A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. Science Education 74(1): 1-18.
- Tuan HS, Chin CC and Shieh SH (2002) The development of a questionnaire for assessing students' motivation to-

ward science learning. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, SA, ED 466-951.

Tussey J (2002) Prediction classroom communication anxiety through students' motivational variables. Paper pre-

sented at the Annual Meeting of the American Psychological Association, Chicago, IL.

Urban TC and Maehr ML (1995) Beyond a tow-goal theory of motivation and achievement: A case for social goal. Review of Educational Research 65(3): 213-243.