

The Effect of an Alternative Experiment for the Formation of Student's Conceptions about the Magnetic Fields of a Permanent Magnet by Cognitive Styles

Kwang-Tek Oh

JangJae Elementary School, JinJu 52731, Korea

Suk Joo Youn*

Department of Physics Education & Education Research Institute, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

(Received 5 July 2016, Received in final form 13 October 2016, Accepted 14 October 2016)

We have examined the perceptions of 6th grade elementary school students' conceptions on the magnetic fields of a permanent magnet by cognitive style. Students' conceptions on the magnetic fields of permanent magnet after the iron powder experiment are grouped into four models; Partial Distribution Model (PDM), Pole Separation Model (PSM), Homogeneous Distribution Model (HDM), and Field Model (FM). After the experiment to observe the magnetic field of the permanent magnet with compass, the students' conceptions are grouped into three models; Pole Separation Model (PSM), Complex Homogeneous Distribution Model (CHDM), and Field Model (FM). And after the application of the alternative experimental method to observe the magnetic field with only one compass, students' conceptions on magnetic field has been enhanced in both field-dependent and general-cognitive groups of students.

Keywords : science education, conceptions on the magnetic fields, cognitive style

초등학교 학생들의 자기장 개념 분석과 인지양식의 차이에 따른 대안실험의 효과

오광택

장재초등학교, 경남 진주시 초북로 66, 52731

윤석주*

경상대학교 물리교육과 & 교육연구원, 경남 진주시 진주대로 501, 52828

(2016년 7월 5일 받음, 2016년 10월 13일 최종수정본 받음, 2016년 10월 14일 게재확정)

초등학교 6학년 과학교과 영구자석 주위의 자기장에 대한 학습에서 나타나는 학생들의 자기장 개념 유형을 조사하였다. 그리고 학생들의 영구자석 주위의 자기장에 대한 오개념 개선을 위한 나침반을 사용하는 대안실험을 제안하였으며 학생들의 인지양식에 따른 효과를 비교하였다. 영구자석 주위에 철가루를 뿌려 관찰한 자기장에 대해 부분 분포 모형, 극 분리 모형, 균질 분포 모형, 장 모형의 4가지 개념 모형이 나타났으며, 영구자석과 나침반을 이용하여 자기장을 관찰한 실험에서는 철가루 실험에서 나타났던 자기장 모형들이 연속, 변형, 복잡화되었는데 극 분리 모형, 복합 균질 분포 모형, 장 모형의 3가지 자기장 개념 모형으로 나타났다. 대안실험을 통해서 올바른 자기장 개념의 형성 비율이 장의존적인 학생들에게 유의미하게 높은 것으로 나타났다.

주제어 : 과학교육, 자기장 개념, 인지양식

I. 서 론

현대의 일상생활에는 물질의 자기적 성질을 이용한 여러 전자 기기들이 사용되므로 학생들이 교육과정을 통해 올바른 전

자기 개념을 익힌다면 일상생활의 영위, 미래에 대한 준비, 기술 개발 등에 도움을 줄 수 있다[1]. 그렇지만 학생들은 자기와 전기에 대해 다양한 오개념을 가지고 있는 것으로 보고되었다. Borgers[2]는 학생들의 자기에 대한 인식모형 연구에서 당김 모형(magnetism as pulling), 구름 모형(magnetism as a cloud), 전기 모형(magnetism as electricity), 전기 분극 모형(magnetism as electric polarization), 장 모형(magnetism

© The Korean Magnetics Society. All rights reserved.

*Corresponding author: Tel: +82-55-772-2210,

Fax: +82-55-772-2219, e-mail: ysj@gnu.ac.kr

as a field)의 다섯 가지 개념 모형을 제안하였다. 국내연구로는 초등학생들의 영구자석 주위의 자기장에 대한 오개념 조사와 전자석 주위의 자기장에 대한 초등학교 학생들의 오개념 연구가 있었다[3, 4]. 이들 연구에 따르면 초등학생들은 영구자석 및 전류에 의한 자기 효과를 이해하는데 어려움을 겪고 있으며, 이를 부분 분포 모형, 극 분리 모형, 균질 분포 모형의 오개념들과 올바른 개념인 장 모형으로 분류하였다.

2007개정 교육과정[5]에 의하면 초등학교 6학년 과정에서 전류에 의한 자기 개념을 학습하며, 이때 영구자석 주위에 철가루를 뿌려서 자기장 개념을 먼저 학습한 후(철가루 실험) 다시 같은 영구자석 주위에 여러 나침반을 놓아 동일한 자기장을 나침반으로 관찰하게 하여(나침반 실험) 나침반이 자기장을 관찰하는 도구임을 알게 한다. 그런 다음 전류가 흐르는 도선 주위에 나침반을 놓아 도선 주위의 자기장을 나침반으로 관찰하게 한다. 이때 나침반 바늘의 방향에 주목하여야 한다. 또한 지자기에 의한 영향을 덜 받도록 주의하여야 한다[6, 7]. 영구자석의 자기장으로부터 전자석의 자기장으로 매끄럽게 연결시키는 연구는 아직 이루어지지 않았다.

나침반 실험에서 나침반 바늘은 표적자극이 되고, 이로부터 자기장을 인식해야 한다. 이 과정이 성공적이지 못하다면, 이어지는 도선 주위의 자기장 실험에서 자기장을 인식하는데 오류를 보일 수 있다. 이러한 외부자극들로부터 정보를 받아들이고 처리하는 데에는 개인차가 있다고 알려져 있다[8]. 정보 처리의 개인차는 개인이 사물, 현상, 정보를 지각하고 처리할 때 즐겨 사용하는 고유하고 일관된 정보 처리 방식의 차이를 말하는 것으로[9], 외부자극의 영향을 받지 않고 독립적으로 판단하고 복잡한 구조를 가진 맥락 속에서 표적자극을 구별해 내는 높은 분석 능력을 가진 학생들을 장독립적(field-independent) 인지양식, 반대로 외부장의 영향을 받는 인지양식을 장의존적(field-dependent) 인지양식으로 구분하고 있다. Goodenough[10]에 따르면 장의존적인 사람들은 개념 형성 과정을 수행하면서 가장 눈에 띄는 속성에 의해 지배당하지만, 장독립적인 사람들은 능동적으로 학습상황을 조정하고 재구조화 한다. 특히 장의존·장독립적인 인지양식은 시각적 정보를 처리하는 과정과 직접적인 관련이 있다고 보고되었다[11-14]. 국내연구로 노태희[15] 등은 화학 개념 학습에서 인지양

식에 따른 동화상의 효과를 조사하였는데 장독립·장의존 인지양식에 따라 개념을 이해하거나 외적표상들 간의 연계 오류를 일으키는 경향에 차이가 있다고 보고하였다.

본 연구에서는 2007개정 교육과정 6학년 과학 교과서에 제시된 철가루 실험과 나침반 실험을 통해 학생들이 가지는 자기장 개념의 유형을 알아보고 두 개념을 동일한 자기장 개념으로 이해하는지 알아보았다. 또한 학생들의 자기장 오개념을 개선하기 위한 대안실험을 적용하여 인지양식에 따른 오개념의 개선효과를 알아보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 결과 분석 방법

연구는 2013년 6월 경남에 소재한 13개 초등학교를 무작위로 선정하여, 이들 학교 6학년 학생 588명을 대상으로 한 실험과 설문조사로 이루어졌다. 연구 대상 집단은 1학기 학업성취도 평가 점수와 인지양식 검사의 결과를 독립표본 t검정을 통해 통계적으로 유의미한 차이가 없는 실험반과 통제반으로 구성하였다. 그리고 각 집단을 장독립적, 일반적, 장의존적인 인지양식을 가진 하위 집단으로 분류하였다. SPSS 17.0을 사용하여 대상 집단 학생들의 특성을 통계처리한 독립표본 t검정 결과는 Table I과 같다.

실험은 교육과정과 동일하게 40분 동안 실시하였다. 통제반은 교육과정[5]에 제시된 것과 같이 철가루 실험 후 규칙적으로 배열된 나침반 실험을 하였고, 실험반은 교과서와 동일한 철가루 실험 후에 대안실험을 적용하였다. 이때 설문조사 결과에서 성실하게 응답하지 않거나, 분석이 불가능한 응답 자료는 분석에서 제외하였다. 그리고 응답이 모호하거나 특징적인 경우 일부 면담조사를 실시하였다. 최종적으로 통제반 269명, 실험반 270명에 대한 응답 자료를 각 하위 인지양식 집단별로 영구자석 주위의 자기장 개념유형과 차이를 분석하였다.

2. 검사도구

(1) 인지양식 검사

인지양식 검사는 Distenfino가 제작한 검사지를 참조하여

Table I. Academic achievement and cognitive style characteristics.

	Groups	N	M	SD	t	p
Student assessment	Control group	269	82.06	14.20	0.90	0.37
	Experimental group	270	80.85	16.82		
Cognitive style	Control group	269	9.35	5.78	0.31	0.76
	Experimental group	270	9.20	5.37		

N: Number, M: Mean, SD: Standard Deviation, t: t-value, p: p-value.

우리나라 실정에 맞게 제작한 장혁표[16]의 집단잠입 도형검사(GEFT)를 사용하였다. 선행연구[13]와 같이 검사 점수가 전체 학생수의 백분위 75% 이상인 학생을 장독립적, 25% 이하를 장의존적 인지양식으로 구분하였고, 26%~74%의 범위 내 학생들은 일반학생으로 구분하였다. 인지양식 집단별 학생수는 통제반은 장독립 69명, 일반 124명, 장의존 76명, 실험반은 장독립 76명, 일반 118명, 장의존 76명으로 구분되었다.

(2) 자기장 개념 검사

자기장 개념 검사 문항은 선행연구들[3, 4, 17, 18]을 참고하여 제작하였으며, 물리교육 전문가 4인의 검토를 받아 재구성하였다.

검사지는 Fig. 1과 같이 5개의 문항으로 구성하였으며, 실험반과 통제반 학생들이 모든 실험을 실시한 후에 검사지에 응답하도록 하였다. 문항 1은 철가루 실험에 대해 한 개의 막대자석이 표시된 검사지에 자기력선을 그리게 한 것으로 문항 2에는 그 이유를 설명하도록 하였다. 문항 3은 나침반 실험에 대해 자석주위에 8개의 나침반이 나열된 그림에 자기력선을 그리게 하였고 문항 4에 그 이유를 진술하도록 하였다.

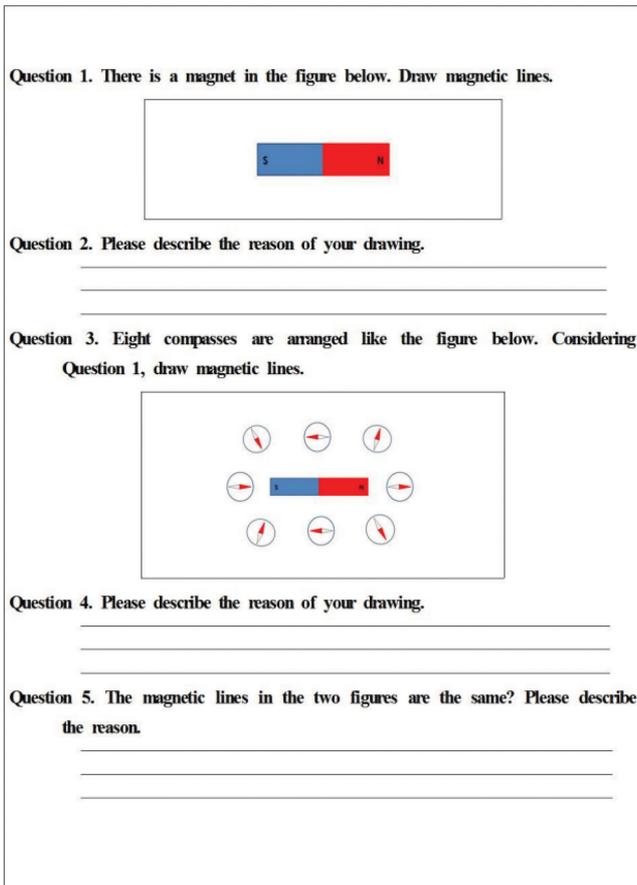


Fig. 1. (Color online) Questionnaire about the magnetic field around the magnet.

마지막으로 문항 5는 문항 1, 2와 문항 3, 4의 응답을 비교하여 두 실험의 개념적 일치성을 진술하도록 하였다. 학생들의 응답은 각 문항별로 올바른 개념과 설명일 경우 1점씩 부여하여 독립표본 t검정으로 통제반과 실험반의 각 인지양식 집단(장독립, 일반, 장의존)간의 차이를 비교하였다.

3. 대안실험

연구 대상에 포함되지 않은 6학년 학생 7명을 대상으로 예비조사를 실시한 결과를 바탕으로 대안실험을 구성하였다. 예비조사는 교과서[5]에 제시된 철가루 실험과 나침반 실험을 한 후에 자기력선을 그리게 하였다. Fig. 2는 예비조사에서 나타난 결과를 보여주는 대표적인 예로서, Fig. 2(a)는 막대자석만 있는 경우 올바른 개념적 형태로 자기력선을 그렸지만, Fig. 2(b)의 나침반 실험은 잘못 표현한 경우이다.

학생들을 면담한 결과 ‘양쪽 끝(극)에서 끌어당긴다’, ‘양쪽 극의 당기는 힘이 가장 세다’의 응답을 함으로써 철가루 실험의 자기력선은 제대로 설명하였지만 나침반 실험의 자기력선은 제대로 설명하지 못했다. 나침반 실험과 철가루 실험의 결과가 왜 다른지에 대해 설명하지 못했으며, 어떤 부분을 보거나 생각하여 그렸는지에 대해 질문한 결과 ‘나침반이 자석 주위에 동그랗게 놓여있어서 각 나침반을 연결해서 그렸다’라고 응답하거나 ‘자기력선을 연속해서(철가루 실험과 같이) 동그랗게 그려야 하나까’라고 응답하였다. 즉, 제시된 정보를 해석하는 과정에서 ‘나침반 비늘’이 아닌 ‘나침반이 놓여 있는 위치’를 표적자극으로 인식하여 자기장의 개념과 연관시키고 있었다.

대안실험은 McDermott[19], OpenStax College[20]에서 제

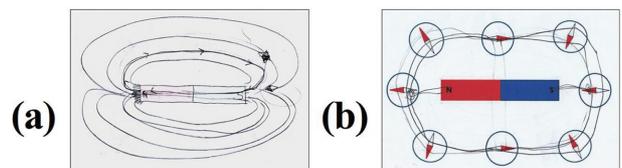


Fig. 2. (Color online) Typical cases of the preliminary test. Student's drawing of the magnetic field around the magnet after (a) the iron powder experiment and (b) the compass experiment.

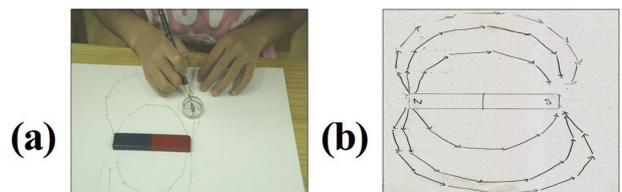


Fig. 3. (Color online) (a) Real images of the alternative experimental method of drawing magnetic field lines with a compass and (b) a typical result of the method.

시하는 그림을 참고하여 Fig. 3과 같이 나침반 1개를 사용해 자기력선을 그리는 실험활동으로 구성하였다. 실험과정은 Fig. 3(a)와 같이 종이의 가운데에 막대자석을 고정시키고 막대자석 N극 외부에 임의의 한 점을 연필로 표시한다. 그리고 이 점을 시작점으로 하여 나침반 바늘의 S극이 이 점에 닿도록 놓는다. 이때 바늘의 N극의 끝부분 위치를 종이에 끝점으로 표시한 후 시작점과 끝점을 연결하여 화살표로 나타낸다. 나침반을 끝점으로 옮겨서 화살표 그리기 동작을 연속적으로 반복하면 Fig. 3(b)와 같이 막대자석의 양쪽 극을 이어주는 자기력선 한 개를 얻게 된다. 다시 막대자석의 N극에 또 다른

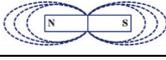
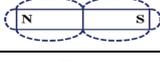
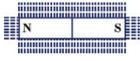
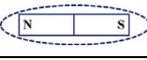
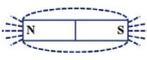
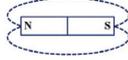
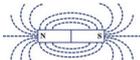
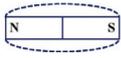
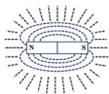
임의의 점을 표시하여 이들 과정을 반복하면 N극에서 S극으로 이어진 자기력선을 원하는 만큼 표현할 수 있다. 이때 영구자석은 자기장이 충분히 큰 자석을 사용하여 주변의 다른 자석이나 지자기의 영향을 받지 않도록 해야 한다.

III. 결과 및 논의

1. 철가루 실험을 통해 형성된 자기장 개념의 유형

Table II는 실험활동 후 자기장 개념 검사지의 철가루 실험(문항 1, 2)에 응답한 학생들의 자기장 그림을 유형별로 분류한

Table II. Model types of conceptions on magnetic field after the iron powder experiment (FD: Field-dependent cognitive style, Ge: General cognitive style, FI: Field-independent cognitive style). Unit : persons, (): %

Model	Subject		Control group	Experimental group
	Sub-type	Type		
Partial distribution model		A	8(3.0)	4(1.5)
		B	0(0)	1(0.4)
		C	7(2.6)	6(2.2)
	Total		15(5.6)	11(4.1)
Pole separation model		D	12(4.5)	0(0)
		E	6(2.2)	1(0.4)
	Total		18(6.7)	1(0.4)
Homogeneous distribution model		F	25(9.3)	3(1.1)
		G	19(7.0)	0(0)
	Total		44(16.3)	3(1.1)
Field model		H	33(12.3)	42(15.6)
		I	51(18.9)	61(22.6)
		J	68(25.3)	124(45.9)
		K	36(13.4)	26(9.6)
	Total		188(69.9)	253(93.7)
The others			4(1.5)	2(0.7)
	Total		4(1.5)	2(0.7)
The whole total			269(100)	270(100)

것이다. 부분 분포 모형(Partial Distribution Model, PDM), 극 분리 모형(Pole Separation Model, PSM), 균질 분포 모형(Homogeneous Distribution Model, HDM)과 같은 오개념 모형들과 다르게 그린 장 모형(Field Model, FM)의 4가지 모형의 하위 유형들로 분류되었다.

(1) 부분 분포 모형(Partial Distribution Model, PDM)

부분 분포 모형의 경우 A, B, C의 세 가지 하위 유형들이 나타났다. A유형은 막대자석 양 끝부분에서 자기력선이 퍼져나가지만, 두 극을 연결시키지는 않았다. B유형은 철가루가 막대자석의 양극에 가로와 세로로 모일 것이라고 표현한 것이며, C유형은 막대자석의 양극 부분과 가운데 부분에 철가루가 원형으로 모일 것이라고 표현한 것으로 철가루를 타원으로 표현하지 않았거나 점으로 표현한 경우들을 모두 이에 포함시켰다. 학생들의 응답 중에는 A유형과 B유형 모두 ‘자석의 양극에만 힘이 세기 때문’, ‘실험결과가 이와 같았다’ 등이 있었다. A유형에 비해 B유형은 사각 막대자석의 기하학적 모양에 영향을 받은 것으로 보인다. 통제반에는 15명(5.6%)이 부분 분포 모형으로 응답하였지만 실험반에는 11명(4.1%)으로 응답률이 낮았다.

(2) 극 분리 모형(Pole Separation Model, PSM)

극 분리 모형은 표현된 특성에 따라 D, E의 2가지 하위

유형들이 나타났다. D유형은 자석의 중심부를 기준으로 하여 좌우로 분리된 타원으로 자기력선을 표현한 것으로, 자기력선이 막대자석의 중간에서 시작하고 끝난다. ‘자석의 양극이 힘이 세다’는 응답도 있었지만, 자기력선이 양쪽 극에 따로 형성된다고 생각한 것이다. E유형도 극이 분리된 자기력선을 그렸지만, 극 쪽에 자기력선을 더 표시하였다. 설문결과 ‘자석의 양 극이 힘이 세기 때문’이라고 응답하였으나, 극의 위치를 제대로 파악하지 못하였다. 통제반에는 D유형 12명, E유형 6명으로 총 18명(6.7%)이 극 분리 모형으로 응답하였다. 실험반은 극 분리 모형 중 E유형 1명(0.4%)으로 응답이 거의 없어 통제반에 비해 응답률이 현저하게 낮았다.

(3) 균질 분포 모형(Homogeneous Distribution Model, HDM)

균질 분포 모형은 표현된 특성에 따라 F, G의 2가지 하위 유형들이 나타났다. F유형은 자석의 전체에 골고루 철가루가 분포하는 형태로 표현한 것이다. 학생들은 ‘자석의 끌어당기는 힘이 자석의 N극에서 S극으로 골고루 생겨서’라고 응답하기도 하였다. G유형은 막대자석의 바깥쪽에 타원으로 자기력선을 표현한 경우이다. 통제반에는 F유형 25명, G유형 19명으로 총 44명(16.3%)이 균질 분포 모형으로 응답하였다. 실험반에는 F유형 3명(1.1%)만 관찰되어서 대안실험이 균질

Table III. Model types of conceptions on magnetic field after the compass experiments. Students in the control groups perform the experiments by using regularly arranged compasses while students in the experimental groups do the experiments by using only one compass (FD: Field-dependent cognitive style, Ge: General cognitive style, FI: Field-independent cognitive style). Unit : persons, (): %

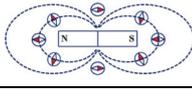
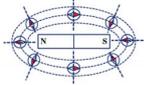
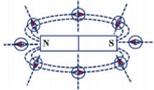
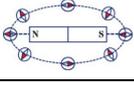
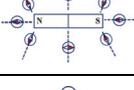
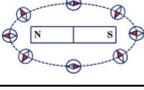
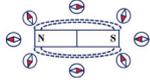
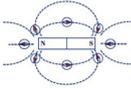
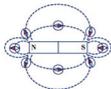
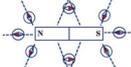
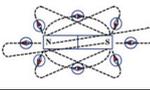
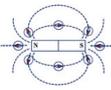
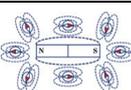
Model	Subject		Control group	Experimental group
	Sub-type	Type		
Pole separation model		D	8 (3.0)	0 (0)
	Total		8 (3.0)	0 (0)
Complex homogeneous distribution model		FG	2 (0.7)	1 (0.4)
		FI	3 (1.1)	0 (0)
		BG	9 (3.3)	5 (1.9)
		F	20 (7.3)	12 (4.3)
		G	37 (13.8)	22 (8.1)
	Total		71 (26.2)	40 (14.7)

Table III. Continued

Model	Subject		Control group	Experimental group
	Sub-type	Type		
Field model		K	7 (2.6)	1 (0.4)
		H	6 (2.3)	0 (0)
		BJ	6 (2.3)	0 (0)
		CJ	7 (2.6)	4 (1.5)
		J1	6 (2.3)	3 (1.1)
		J2	17 (6.3)	5 (1.9)
		J3	39 (14.5)	3 (1.1)
		J	101 (37.5)	213 (78.9)
	Total		189 (70.4)	229 (84.9)
The others			1 (0.4)	1 (0.4)
	Total		1 (0.4)	1 (0.4)
	The others		269(100)	270(100)

분포 모형을 교정하는데 효과적임을 보여준다.

(4) 장 모형(Field Model, FM)

장 모형은 표현된 특성에 따라 H, I, J, K의 4가지 하위 유형들이 나타났다. H유형은 자석 양극을 연결한 자기력선을 그렸으나, 극 부분에서 직선의 형태로 뻗어 나가는 자기력선을 더 많이 표현하였다. I유형은 자석 양쪽 극의 중심 부분에서 자기력선이 형성되어 뻗어 나가다가 다른 극의 중심 부분으로 들어가도록 단순하게 표현한 형태이다. J유형은 자기력선을 가장 바르게 표현한 유형이다. K유형은 H유형에서 극 부분의 직선 자기력선이 생략된 유형이다. 학생들은 '자석의 양극이 서로 끌어당기는 힘이 작용해서'라고 응답하였다. 통제반에는 188명(69.9%)이 장 모형으로 응답하였지만 실험반에서는 253명(93.7%)으로 응답률이 높았다. 가장 정확한 개념으로 표현한 J유형에 대한 응답은 통제반 68명(25.3%), 실험반 124명(45.9%)으로 나타났다. 대안실험을 통해 철가루 실험의 자기장도 더 잘 이해하게 됨을 보여준다.

실험반 124명(45.9%)으로 나타났다. 대안실험을 통해 철가루 실험의 자기장도 더 잘 이해하게 됨을 보여준다.

2. 나침반 실험에서 나타난 자기장 개념의 유형

나침반 실험(문항 3, 4)에 나타난 자기장 개념을 분류한 연구가 아직 없어 Table III에서는 철가루 실험에 나타난 모형을 참고하여 극 분리 모형(Pole Separation Model, PSM), 복합 균질 분포 모형(Complex Homogeneous Distribution Model, CHDM), 장 모형(Field Model, FM)으로 분류하였다. 이들 모형을 다시 하위 유형으로 나누었다. 단순 유형은 철가루 실험과 같은 기호로 표시하였고, 복합 유형은 단순 유형들을 조합한 기호로 표시하였다.

(1) 극 분리 모형(Pole Separation Model, PSM)

극 분리 모형은 철가루 실험의 극 분리 모형인 D유형과

동일한 형태이다. ‘자석의 양극에서 힘이 세기 때문’이라는 응답에서 알 수 있듯이 극에 대한 개념은 가지고 있지만 극의 위치를 혼동하여 N극과 S극을 연결하지 못하고 분리하였다. 자석의 중간을 자석의 극으로 오해하고 있는 경우도 있었다. 통제반에는 8명(3%)이 극 분리 모형으로 응답하였는데, 모두 철가루 실험에서 극 분리 모형으로 자기장을 표시한 학생들이었다. 실험반에는 극 분리 모형이 나타나지 않았다.

(2) 복합 균질 분포 모형(Complex Homogeneous Distribution Model, C-HDM)

복합 균질 분포 모형은 표현된 특성에 따라 F, G 단순 유형들과 FG, FI, BG의 복합 유형이 나타났다. F유형은 나침반 바늘의 방향과 부분적으로 일치하지만 완전하지 못하며 철가루 실험의 F유형에서 선 또는 점의 수가 줄어든 형태이다. G유형은 나침반 바늘의 방향이 아닌 나침반의 위치를 표적 자극으로 인식하여 단순히 나침반들을 연결한 형태이다.

FG유형은 F, G유형이 복합된 형태이다. ‘자석이 끌어 당긴다’는 학생의 응답이 있었지만 자석의 극에 대한 개념이 부족하여 극을 제대로 표시하지 못했다. 통제반에는 2명(0.7%), 실험반에는 1명(0.4%)이 FG유형으로 응답하였다. 그러나 통제반과 실험반 모두 전체 응답자 중에서 차지하는 비율은 다른 유형에 비해 상대적으로 낮았다.

FI유형은 F유형과 I유형이 복합된 형태이다. 앞의 FG유형에 비해 자석의 극을 표시하였으나 나침반의 위치에 주목하고 나침반끼리 연결한 경우이다. 통제반에는 3명(1.1%)이 이 유형으로 응답하였으며, 실험반에는 나타나지 않았다. BG유형은 B유형과 G유형이 복합된 형태이다. ‘자석의 양극이 서로 끌어 당긴다’는 응답으로 보아 극의 유무는 알고 있으나 FI유형과 같이 나침반끼리 연결하는 오류를 범하고 있었다. 통제반에는 9명(3.3%)이, 실험반에는 5명(1.9%)이 BG유형으로 응답하였다.

(3) 장 모형(Field Model, FM)

영구자석의 자기력선을 비교적 정확하게 고려한 것을 장 모형으로 분류하였다. 장 모형에는 K, H, BJ, CJ, J1, J2, J3, J의 8가지 하위 유형들이 나타났다. 엄밀하게 분류하면 K, H, BJ, CJ, J1, J2, J3의 유형들은 약간의 오류를 범하고 있어서 유사 장 모형이라 할 수 있고, J유형이 가장 정확한 장 모형이라 할 수 있다. K유형은 영구자석의 자기장을 비교적 올바른 형태로 표현하고 있지만 나침반 바늘의 방향은 고려하지 않았다. H유형은 나침반 바늘의 방향은 고려하였지만 자기력선의 모양이 직선이다. BJ유형은 B유형과 J유형이 복합되어 나타난 것으로서 자석의 옆에 있는 나침반 바늘의 방향이 정확히 자기력선에 맞도록 표현하였으나, 자석의 양쪽 극 부분에 있는 나침반 바늘의 방향을 고려하지 못하였다. CJ유형은 C유형과 J유형이 복합되어 나타난 것으로서 자석의 옆에 있

는 나침반 바늘의 방향을 정확히 자기력선에 맞도록 표현하였으나, 앞의 BJ유형처럼 자석의 양쪽 극 부분에 있는 나침반 바늘의 방향을 제대로 고려하지 못하였다. J1, J2, J3 유형들은 J유형과 유사한 유형들이다. J1유형은 자기력선을 나침반 바늘에 맞게 대응 시키고 있지만 곡선이 아닌 꺾인 직선으로 나타낸 것이다. 그리고 J2유형은 나침반 바늘의 방향은 고려하였으나 자기장에 좌우 대칭성이 없다. 면담결과 학생들은 자석의 극에 대한 개념은 정확히 가지고 있지만 3차원 자기장을 2차원 평면에 표현한 것이라고 하였다. 그리고 J3유형은 J1유형과 같이 자기력선을 나침반 바늘에 대응시키고 있지만 직선으로 나타내었고 양쪽 극으로 선을 연결하지 못하였다. 마지막 J유형은 나침반 바늘의 방향과 자기장을 정확히 고려하여 양쪽 극에 연결한 올바른 자기장 개념이라고 할 수 있다.

실험반에서는 K, H, BJ, CJ, J1, J2, J3유형들과 같은 유사 장모형 응답들 모두 통제반에 비해 줄었으며, 특히 H유형과 BJ유형 응답이 전혀 나타나지 않았다. J유형에 대한 응답이 통제반 101명(37.5%), 실험반 213명(78.9%)으로써 대안실험이 자기장에 대한 오개념을 개선하는데 효과적임을 알 수 있다.

3. 인지양식에 따른 자기장 개념 인식의 차이 및 비교 실험 적용 결과

Table IV는 자기장 개념조사 결과로 실험반과 통제반의 각 인지양식 집단간의 차이를 분석한 것이다. 통제반은 문항 1과 2에 대해 장독립 집단과 일반 집단간에는 유의미한 차이가 없지만 장독립 : 장의존, 일반 : 장의존 집단간에는 유의미하게 차이가 나타났다. 나머지 문항에서는 모든 집단들이 통계적으로 유의미하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 통제반은 자기장 개념에 대해 장독립 집단이 가장 높은 정답률을 보이고 있으며, 일반 집단, 장의존적 집단의 순서로 정답률이 유의미하게 높았다. 실험반은 문항 1에 대하여 장독립 집단과 일반 집단 사이에는 유의미한 차이가 있다. 그러나 장독립 : 장의존, 일반 : 장의존 집단의 비교결과는 통계적으로 유의미한 차이가 없으며 통제반과 비교해 보면 정답률이 증가하였다. 또한 문항 2에 대해 각 집단의 정답률이 문항 1보다 낮지만 세 집단간의 차이는 없는 것으로 나타났다.

문항 3의 경우 통제반의 장독립 : 일반, 장독립 : 장의존 집단 간에 유의미한 차이가 있었다. 즉, 장독립 집단이 일반 및 장의존 집단보다 정답률이 더 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 실험반의 일반 : 장의존 집단 간의 비교에서는 유의미한 차이가 없었다. 실험반의 일반 집단 및 장의존 집단은 통제반의 일반 집단 및 장의존 집단보다 배 이상 높은 정답률을 보여 대안실험이 효과적임을 보여준다. 문항 4의 경우에도 문

Table IV. Statistical analysis of students' conceptions on the magnetic fields by cognitive style (No: Serial Number of questions, CO: Cognitive style, FD: Field-dependent cognitive style, Ge: General cognitive style, FI: Field-independent cognitive style).

No.	CO	Control group					Experimental group				
		N	M	SD	t	p	N	M	SD	t	p
1	FI	69	0.84	0.37	1.758	0.081	76	0.99	0.11	2.293	0.023
	Ge	124	0.74	0.44			118	0.92	0.27		
	FI	69	0.84	0.37	2.501	0.014	76	0.99	0.11	1.946	0.054
	FD	76	0.50	0.50			76	0.92	0.27		
Ge	124	0.74	0.44	3.371	0.024	118	0.92	0.27	0.017	0.986	
FD	76	0.50	0.50			76	0.92	0.27			
2	FI	69	0.61	0.49	1.841	0.068	76	0.91	0.29	1.838	0.068
	Ge	124	0.47	0.50			118	0.82	0.39		
	FI	69	0.61	0.49	4.676	0.000	76	0.91	0.29	1.440	0.152
	FD	76	0.30	0.46			76	0.83	0.38		
Ge	124	0.47	0.50	2.439	0.001	118	0.82	0.39	-0.203	0.839	
FD	76	0.30	0.46			76	0.83	0.38			
3	FI	69	0.65	0.48	4.173	0.000	76	0.89	0.31	2.866	0.005
	Ge	124	0.35	0.48			118	0.74	0.44		
	FI	69	0.65	0.48	3.851	0.000	76	0.89	0.31	2.173	0.031
	FD	76	0.16	0.37			76	0.76	0.43		
Ge	124	0.35	0.48	3.230	0.016	118	0.74	0.44	-0.373	0.710	
FD	76	0.16	0.37			76	0.76	0.43			
4	FI	69	0.55	0.50	2.798	0.006	76	0.87	0.34	2.139	0.034
	Ge	124	0.34	0.48			118	0.75	0.44		
	FI	69	0.55	0.50	6.915	0.000	76	0.87	0.34	2.597	0.010
	FD	76	0.21	0.41			76	0.70	0.46		
Ge	124	0.34	0.48	2.101	0.001	118	0.75	0.44	0.764	0.446	
FD	76	0.21	0.41			76	0.70	0.46			
5	FI	69	0.68	0.47	2.013	0.046	76	0.87	0.34	1.415	0.159
	Ge	124	0.54	0.50			118	0.79	0.41		
	FI	69	0.68	0.47	4.446	0.000	76	0.87	0.34	2.053	0.042
	FD	76	0.18	0.39			76	0.74	0.44		
Ge	124	0.54	0.50	5.556	0.037	118	0.79	0.41	0.872	0.384	
FD	76	0.18	0.39			76	0.74	0.44			
Total	FI	69	3.33	1.81	3.308	0.001	76	4.53	1.01	2.861	0.005
	Ge	124	2.44	1.78			118	4.02	1.44		
	FI	69	3.33	1.81	6.893	0.000	76	4.53	1.01	2.829	0.005
	FD	76	1.36	1.42			76	3.95	1.47		
Ge	124	2.44	1.78	4.761	0.000	118	4.02	1.44	0.326	0.745	
FD	76	1.36	1.42			76	3.95	1.47			

*p < 0.05.

항 3과 같은 차이를 보인다. 문항 5의 경우 실험반의 장 독립 : 장의존 집단이 유의미한 차이를 보인다. 즉 장의존 집단의 정답률은 장독립 집단의 학생보다 유의미하게 낮다. 그러나 장의존 집단만 놓고 보면, 실험반의 정답률이 통제반의 3 배 이상임을 알 수 있다.

전체 문항의 합계에 대한 결과는 실험반과 통제반의 각 장 독립적 성향을 가진 학생들이 일반학생, 장의존적 성향을 가

진 학생들보다 더 높은 정답률을 보였지만 실험반의 다른 두 집단은 유의미한 차이가 없었다. 즉, 장독립적 성향을 가진 학생들은 통제반과 실험반이라는 상황과 관계없이 모두 다른 두 집단보다 더 높은 정답률을 보인다. 그러나 일반집단과 장의존 집단의 경우 통제반에는 서로 유의미한 차이가 있지만 실험반에서는 유의미한 차이가 없다. 실험반의 장의존 집단의 합계점수는 통제반의 일반집단의 점수보다 높게 나타났으며,

이 결과는 장의존 집단에 대해 대안실험이 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다.

행되었습니다.

IV. 결 론

본 연구에서는 2007개정 교육과정 6학년 과학 교과서에 제시된 철가루 실험과 나침반 실험에 대해 학생들이 가지는 자기장 개념의 유형을 조사하였으며, 인지양식에 따른 응답의 상관관계를 분석하였다. 또한 대안실험의 교육적 효과를 알아 보았다.

학생들의 응답을 분석한 결과, 통제반보다 실험반에서 효과적으로 자기장 개념이 형성되었으며, 세부 문항별 응답을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 철가루 실험에 대해서는 부분 분포 모형, 극 분리 모형, 균질 분포 모형, 장 모형의 4가지 개념 모형들과 각 모형 별 하위 유형들이 나타났다.

둘째, 나침반 실험에 대해서는 극 분리 모형, 복합 균질 분포 모형, 장 모형의 3가지 개념 모형들과 각 모형 별로 철가루 실험보다 복잡한 하위 유형들이 나타났다.

셋째, 올바른 장 개념으로 설명하는 정답률은 통제반보다 실험반이 더 높았다. 자기력선을 인식하는데 있어서 시각적 정보가 단순해진 대안실험이 효과적인 것으로 보인다.

넷째, 인지양식에 따른 자기장 개념 인식의 결과가 달랐다. 통제반과 실험반의 모든 장독립적 학생들은 정답률이 높았으며 통계적으로도 다른 인지양식에 비해 우수한 것으로 나타났다. 장의존적인 학생의 경우 통제반과 실험반이 서로 다른 결과를 보였다. 장의존적인 학생들은 시각 자료의 제시유형으로부터 영향을 받는 것으로 보인다. 실험과정을 설계하거나 실험기구를 제작할 때 학습자의 특성을 고려할 필요가 있는데, 장의존적인 학생들의 자기장 개념을 개선하는데 있어서 본 연구에서 제시한 대안실험이 효과적임을 보여준다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 경상대학교 발전기금재단 재원으로 수

References

- [1] S. J. Youn and J. I. Lee, J. Korean Magn. Soc. **19**, 74 (2009).
- [2] A. T. Borgers, C. Tecnico, and B. Horizonte, Int. J. Sci. Edu. **20**, 361 (1998).
- [3] E. S. Lee, N. K. Back, and J. H. Park, SAEMULLI **56**, 171 (2007).
- [4] Y. O. Oh, J. H. Park, and K. E. Park, SAEMULLI **58**, 409 (2009).
- [5] Ministry of Education & Science, 6th Grade elementary School Science Guide book for Teachers, Kumsung Publishing Co. Ltd., Seoul (2013) pp. 368-409.
- [6] D. G. Hyun and S. W. Park, School Science J. **8**, 62 (2014).
- [7] S. W. Park and D. G. Hyun, New Phys.: Sae Mulli **64**, 405 (2014).
- [8] H. A. Witkin, C. A. Moore, D. R. Goodenough, and P. W. Cox, Riv. Edu. Res. **47**, 1 (1967).
- [9] M. Tennant, Psychology and adult learning. London: Routledge (1988).
- [10] D. R. Goodenough, Psychological Bulletin. **83**, 675 (1976).
- [11] H.-K. Wu and P. Shah, Sci. Edu. **88**, 465 (2004).
- [12] S. K. Lee, J. Edu. Tec. **14**, 69 (1998).
- [13] C. H. Lee and B. K. Hwang, J. Korea Soc. Meth. Ed. **40**, 1 (2001).
- [14] S. Messick, Educational Psychologist. **19**, 59 (1984).
- [15] T. H. Noh, S. J. Moon, J. H. Lee, H. J. Seo, and H. S. Kang, J. Korea Assoc. Sci. Edu. **29**, 156 (2009).
- [16] H. P. Chang, Ph. D. thesis, DongA University, Korea (1980).
- [17] K. H. Choi and H. S. Chang, SAEMULLI **47**, 207 (2003).
- [18] S. G. Kwon and M. S. Shin, J. Korean Elementary Sci. Edu. **26**, 440 (2007).
- [19] L. C. McDermott, Physics by Inquiry Volume 1. Physics Education Group, 533 (1995).
- [20] OpenStax College, College Physics. OpenStax College, 785 (2012).