

중학교 과학교사들의 과학철학적 관점에 관한 연구

소원주 · 김범기 · 우종욱

(한국교원대학교)

Middle School Science Teachers' Philosophical Perspectives of Science

Won-Ju Soh, Beom-Ki Kim · Jong-Ok Woo

(Korea National University of Education)

ABSTRACT

Middle school science teachers performed activities to identify their philosophical perspectives of science through a series of "card game" planned for this research. The subjects of the research were 156 middle school science teachers participated in the 1997 in-service science teachers' training course of the Gyeong Sang Nam Do province. The teachers performed the activities for this research for three hours during their workshops. We found that the subjects in the research were turned out predominant in the inductivistic views regardless of their major, gender, and career. In addition, in the process of collective consensus making, views of (a) the criteria of demarcation and (b) the patterns of scientific change were shifted to the extreme inductivism, (c) the epistemological status of scientific knowledge to the relativism, and (d) the scientific methods to the falsificationism, respectively.

Key words : nature of science, philosophy of science, card game.

I. 서 론

오늘날 세계 각국은 예외없이 과학의 진흥을 맞이하면서 생활면에서 과거와 비교할 수 없을 정도의 풍요를 향유하게 되었다. 그러나 역설적이지만 과학과 기술이 고도로 발달함에 따라 동시에 그 스스로 허구적인 면을 드러내게 되었다. 두 차례의 세계대전과 원폭의 사용, 월남전쟁과 걸프전에서 보여진 현대무기가 갖는 살상 능력 등은 과학의 또 다른 면을 부각시켰다. 더욱이 1970년대에 들어와서 공해와 환경파괴의 심각성으로 말미암아 현대과학에 대한 근본적인 비판의 소리가 확대되기 시작하였다. 수년전 체르노빌 원전 사고나 근래에

와서 과학자들의 뇌사 판정의 기준 설정, 유전자 조작을 통한 인간복제라는 상황에 이르러 과학의 윤리적 측면이 부각되는 새로운 국면을 맞이하게 되었다.

이러한 상황을 눈앞에 두고 현대의 과학/과학적 기술의 사회에서 올바른 과학관은 어떤 것이며, 과학교사는 어떠한 과학관을 학생들에게 전달하여야 하는가 라는 의문을 가지게 된다. 이러한 물음에 대한 답을 과학철학에 구하는 것은 지극히 당연한 일이다. 과학철학의 논의는 일찌기 귀납주의 일변도의 시대에서 가설-연역법이라는 개선을 거쳐, 오늘날 과학의 다양한 면모가 드러나게 되었다. 한편에서는 사실과 이론과의 관계는 어떠한가라는 인식론적 의문에 관한 논의를 진행하고 있

*1997년 10월 14일 받음.

지만(Chalmers, 1982), 또 한편에서는 과학의 역사를 어떻게 해석할 것인가라는 역사적 진보의 해석을 둘러싼 논점(Kuhn, 1970)과, 이데올로기적인 측면과도 결합하여(Feyerabend, 1975) 극히 다면성을 보이고 있다. 또한 거기에는 학파적인 논쟁까지 끼어들고(Lakatos & Musgrave, 1970), 과학사회학적 해석(Ziman, 1980)이 대두되면서 매우 복잡한 양상을 보여주고 있다.

본 연구의 목적은 과학교사들의 과학철학적 관점을 알아보는 것이다. 본 연구는 과학교사들이 일련의 활동을 통해 자신의 과학관을 확인하고, 비슷한 관점을 가진 교사들과 합의 과정을 통해 전체 과학을 정의하며, 다른 교사들의 과학관과 비교하는 과정을 포함하고 있다. 이러한 과정을 통해 과학교사들은 자신의 과학관을 객관적으로 바라볼 수 있다. 또한 이러한 노력은 올바른 과학관의 확립이라는 목표를 향해 과학교육이 지향할 바에 많은 시사점을 줄 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1930년대 이후의 과학철학의 주류는 '비엔나 서클'이 주도한 귀납주의이며, 곧이어 Popper로 대표되는 반증주의의 계보를 나타낸다. 그러나 과학의 변화가 누적적으로 수렴하지 않는다는 1960년대 이후의 상대주의 과학철학자들의 예증은 전통적 과학철학자들에게 난점을 안겨주었다. 여기서는 과학철학자들의 논의를 중심으로, 과학을 바라보는 관점은 크게 세가지로 대별된다는 것을 나타내었다.

1. 현대과학철학의 세 가지 입장

20세기 초반의 귀납주의는 가장 전통적이고 상식적인 과학관이었고, 오스트리아 빈에서는 귀납적 방법에 논리학이 조합되어 논리실증주의가 발흥한다(Brown, 1977). 그들은 과학의 구획 기준으로 '입증가능성'을 제안하였고, '진리 상용이론'에 의해 진실된 것과 진실의 대상과의 대응 여부에 관심을 가졌다. 귀납주의에 의하면 과학적 지식은 제대로 정립된 사실들의 결합으로 이루어져 있으며, 보다 제대로 평가된 사실들의 집적과 누적적으로 지식은 증대된다. 과학은 관찰에 의해 시작되며, 과학적 지식은 관찰이라는 토대에 의해 엄격히 입증된 것으로 확고부동하다. 이후 논리실증주의를 개선한 논리경험주의는 엄격한 입증의 원리를 버리고, 그 대신에

유의미한 명제는 관찰과 실험에 의해 개연적으로나마 검증될 수 있다는 '확증'의 개념을 제시하면서, 오늘날에도 여전히 과학철학에서 하나의 큰 축을 형성하고 있다.

Popper의 철학적 입장은 그 스스로 비판적 합리주의라고 자처했지만(신중섭, 1992), 반증주의로 널리 알려진다. Popper는 과학자는 가설을 가진다는 점과, 이론의존적 관찰을 인정하였지만, 과학이론이 성립·전개하고 새로운 이론으로 바뀌는 과정에 '반증가능성'이라는 일관된 논리가 있다고 하였다(Popper, 1968). 또한 반증가능성을 가지는 과학적 이론은, 그 반증을 통하여 언제나 더 높은 '진리 접근도'를 가지는 이론으로 개량해 간다고 하였다. Popper에 의하면 과학은 문제를 인식함으로써 시작되며, 몇 개의 가설로부터 연역적으로 추리한 명제를 이용하여 경험적 현상을 설명하는 가설-연역적 방법을 제시하였다. 결론적으로 Popper에 의하면 과학의 역사는 엄격한 테스트와 맞서서 살아 남은 이론의 적자 생존의 역사이다. 이러한 진화적 모형은 Lakatos에게 심대한 영향을 주면서 수정되고 확장되었다.

Kuhn은 과학을 전체적인 구조로써 바라보았다. 그에 의하면 과학의 역사에서 Popper가 말한 것과 같은 반증은 거의 일어나지 않으며, 과학자들은 패러다임을 고수하고, 정상과학의 전통을 지지하며, 수수께끼 풀이에 몰두한다고 한다. Kuhn은 과학의 진보가 누적에 의해 점진적으로 이루어진다는 귀납주의와 반증주의자들의 설명에 대한 대안으로, 낡은 이론이 양립불가능한 새 이론에 의해 거부되고 대체되는 혁명적인 진보를 제시했다(Kuhn, 1970). Kuhn에 의하면 패러다임의 존재 여부가 구획의 기준이 되지만, 불가공약성에 의해 복수의 패러다임간의 우열은 비교할 수 없다고 하였다.

과학의 지식은 합리적이고 객관적이므로 확고부동한, 또는 개연적 진리를 나타낸다는 것이 귀납주의의 입장이며, 과학은 합리적 여과 작용에 의해 더 정당한 지식으로 편성되는 역사라는 근본적 양태 사상이 바로 반증주의의 입장이다. 그러나 Kuhn은 과학의 연속적 진보를 부정하고 불연속적 혁명을 주창하며, 오늘의 눈으로 합리적으로 보이는 과학적 이론의 성립 과정이 결코 비합리적인 것을 배제할 수 없다고 하였다. 또한 Feyerabend에 의하면 과학은 오히려 비합리적인 것에 많은 부분 의존하고 있다는 분석이다. 이렇듯 과학의 관점은 귀납주의와 반증주의, 그리고 상대주의 과학철학에 의해 정립되어 있으며, 과학교육계에 음으로 양으로 영향을 미치고 있다.

2. 선행 연구

Lederman(1992)에 의하면, 과학의 본성 개념에 관한 연구는 일관된 결과를 내지 못하고 있는데, 그 까닭의 많은 부분은 평가 도구의 한계에 기인하고 있다. 또한 평가도구가 어떠한 과학철학적 관점에 근거하였는지를 밝히지 않은 채 연구자 임의로 제작된 것도 이유 중의 하나이다(Koulaidis, 1995).

이런 맥락에서 Lucas(1975)는 매우 중요한 역할을 수행하였다. 그는 과학의 본성 관련 평가 도구를 리뷰한 Aikenhead(1973)의 논문을 비판하면서, 과학의 본성 연구자들이 첫째, 과학자들이 그들 고유의 인간적 특성과 태도를 가진 것처럼 여기고 있고, 둘째, 과학과 사회 사이에 정적이고 단순한 관계 밖에 없는 것처럼 여기고 있으며, 셋째, “과학의 본성”이 이미 밝혀진 것처럼 여기고 있다고 하였다.

Lucas이후 20여년이 지난 다음 Koulaidis 등(1989)은 그물망을 이용하여 과학의 본성을 조사하는 정성적 도구를 개발하였다. 그들은 과학철학적 관점을 귀납/반증/맥락/상대주의로 구분하여 영국 과학교사의 과학관을 조사하였다.

과학의 본성을 다루는 최근의 해석적 평가도구로써 VOSTS(*Views on Science Technology Society*)가 있다(Aikenhead et al., 1992). 우종옥 등(1995)은 VOSTS의 일부 문항을 이용하여 우리나라 인문계 고등학생들의 과학관을 조사한 결과, 일부 고등학생들이 Nadeau 등(1984)이 말한 과학주의적 선개념을 가지고 있음이 밝혀졌다. 한편 임재항(1997)은 VOSTS 개발 절차에 따라 과학/기술/사회에 대한 우리나라 고교생들의 신념을 조사하기 위한 도구를 개발한 바 있다.

김수현(1992)은 제5차 교육과정의 지구과학 관련 교과서 및 교사용 지도서를 분석한 결과, 지구과학 교육과정이 제시하는 관점은 귀납주의의 전통이며, 실험의 형태도 귀납-실증주의적인 것이 대부분이라고 하였다. 그녀는 과학의 이미지나 과학자의 모습도 이상적 합리주의적 관점이 지배적이며, 과학주의적 관점이 많이 편재하고 있다고 결론을 내렸다.

송진웅(1993)은 과학철학을 수강한 대학원생들의 과학의 본성에 대한 인식 변화를 조사하였는데, 과학철학을 수강한 학생들의 인식이 현대 인식론적 관점으로 변화되기가 어렵다는 것을 보고하고 있으며, 김원중(1996)은 고등학생들의 과학적 지식에 대한 인식을 조사하

였다. 권성기 등(1995)은 교육대학생을 대상으로 과학의 본성에 대한 개념을 조사하고 과학교육 강의 전과 후의 변화를 추적하였다. 장병기(1995) 역시 동일한 방법으로 초등 교사들의 인식을 조사하였다.

Alters(1997)에 의하면, 과학교육과정에 표명된 과학의 본성 관련 요목이나, 과학의 본성을 조사하기 위한 평가 도구들이 과학철학적 배경없이, 매우 임의적으로 구성되고 제작되고 있다고 하였다. 이는 20여년 전에 Lucas(1975)가 제기했던 문제점이 여전히 미해결인 채 남겨져 있음을 의미한다.

III. 연구 방법 및 내용

중학교 과학교사들이 본 연구를 위해 계획된 “카드 놀이”라는 일련의 과정을 통해 자신의 과학관을 확인하는 활동을 하였다. 이 활동의 목적은 게임을 통해 자신의 과학철학의 입장을 확인하고, 다른 교사들과 비교하는 것이다.

1. 평가 도구의 개발

본 연구를 위해 “과학철학적 관점 측정 도구(PPP, *Philosophical Perspectives Probe*)”를 개발하였다(소원주 등, 1998). PPP는 과학철학의 문헌에 나타나는 귀납주의/반증주의/상대주의의 주장에서 진술문을 추출하였다. PPP는 24문항 3지 선다형이며, 하위 요소는 (1) 구획의 기준, (2) 과학의 변화 양상, (3) 과학적 지식의 인식론적 지위, 그리고 (4) 과학적 방법이며, 각 하위 요소에는 6개씩의 하위 주제로 구성되어 있다.

2. 표 집

본 연구의 표집은 1997년 과학교사 실험 연수에 참여한 경상남도 도내 중학교 과학교사 156명이다(Table 1). 그들은 각각 60시간의 연수를 받았으며, 그 중 3시간에 걸쳐서 본 연구의 활동이 수행되었다.

3. ‘카드 놀이’ 활동 과정

1) 평가 도구에 응답

교사들은 PPP에 응답을 한다. 이것은 카드를 선택하기 전에 전체 진술문에 접할 기회를 주기 위해서이다.

Table 1 Subjects of the research

Gender(Careers)		Major	Physics	Chemistry	Biology	Earth Science	Total
Male	~ 5		3	2	4	1	10
	~10		20	12	9	1	42
	~15		12	8	4	·	24
	~20		4	5	3	2	14
	20~		3	9	5	·	17
	Total		(42)	(36)	(25)	(4)	(107)
Female	~ 5		5	8	4	3	20
	~10		4	5	6	2	17
	~15		1	1	4	1	7
	~20		2	·	2	·	4
	20~		·	·	1	·	1
	Total		(12)	(14)	(17)	(6)	(49)
Total			54	50	42	10	156

2) 카드 진열

수업자는 사전에 한조의 카드를 준비한다. 한 장의 카드에는 과학에 관한 한가지씩의 짧고 명확한 언명이 쓰여 있다. 게임은 수업자가 카드를 주제별로 4개의 실험대 위에 진열함으로써 시작된다. '구획의 기준'은 검은색, '과학의 변화 양상'은 녹색, '과학적 지식의 인식론적 지위'는 노란색, '과학적 방법'은 빨간색 카드이다. 연구자는 12개의 하위주제에 대해서 귀납주의, 반증주의, 상대주의의 3개의 과학관에 속하는 언명 카드를 각 16장씩 총 576매를 준비하였다. 각 카드에는 번호가 적혀 있는데, 마지막 번호의 1은 귀납, 2는 반증, 3은 상대주의를 나타낸다.

3) 카드 선택

각 과학교사들은 4개의 색을 고루 포함하면서 6매의 카드를 선택한다. 4개의 색이 고루 포함하도록 하는 이유는 과학의 전체상을 보기 위함이다. 과학교사들은 실험대 사이를 돌아다니면서 진열된 카드를 잘 읽고 자신의 견해와 일치하는 카드를 선택한다.

4) 그룹 만들기

다음으로 교사들을 7개 집단으로 나눈다. 6매의 카드의 끝자리수의 합은 6~18이 될 수 있는데, 카드의 끝자리수의 합이 6~7은 1조, 8은 2조, 9는 3조, 10은 4조, 11

은 5조, 12~13은 6조, 14 이상은 7조로 나눈다. 이 경우 정상분포에 의해 3, 4, 5조의 인원이 많을 수 있음을 고려하여 좌석 배치를 한다.

5) 과학의 정의

조별로 합의를 통해 최종적으로 4개의 색을 고루 포함하면서 6매의 카드를 선정한다. 이 때 인원이 적은 집단은 합의가 빠르나, 인원이 많은 경우는 동일한 카드를 한데 모아서 논의가 신속할 수 있도록 한다. 최종 카드 6매가 결정이 되면 그 카드를 기초로 하여 과학에 관한 정의를 한 문장으로 서술한다.

6) 과학관 발표

각 조의 조장은 자신들의 과학관을 발표하고 간단한 질의 응답을 한다. 그 뒤 전원이 토론을 한다.

7) 결 론

수업자는 다양한 사례를 들어 과학의 관점에는 귀납/반증/상대주의의 연속적인 인식론적 스펙트럼이 존재하며, 어떤 관점이 실제 과학 활동을 잘 묘사하고 있는지를 논의한다. 또한 각 과학교사들은 자신의 관점이 스펙트럼의 어디에 위치하는가를 이해한다.

4. 인식론적 스펙트럼과 과학철학적 관점의 삼각 다이어그램

본 연구의 기본적인 가정은 과학교사는 과학에 대해 다양한 관점을 가질 수 있다는 것이다. 만약 과학을 프리즘을 통해 스펙트럼으로 나타낼 수 있다면 가장 전통적이고 보수적인 귀납주의에서, 중도적인 반증주의, 그리고 진보적인 상대주의로 나눌 수 있을 것이다. 귀납주의가 지나치면 과학주의(조희형, 1994)로 흐르고, 상대주의가 극단으로 가면 반과학(Laudan, 1990)이 된다 (Fig. 1).

여기서 개인의 관점은 특정 영역에 흡수스펙트럼으로써 나타나게 된다. 그러나 과학철학적 관점은 이러한 선형적인 스펙트럼으로 나타내는 것보다 평면상에 나타내는 것이 더욱 효율적일 것이다. 개인의 관점은 여러 복

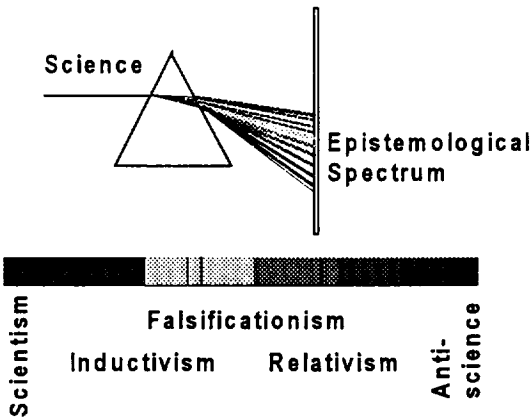


Fig. 1 The epistemological spectrum for the philosophy of science

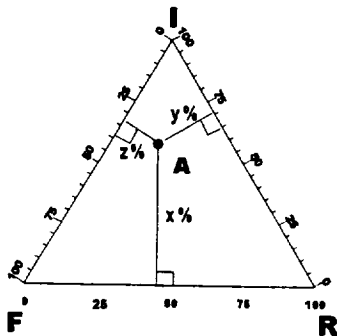


Fig. 2 The triangle diagram of philosophical perspectives. ($x+y+z=100\%$)

합적인 요소의 조합에 의해 나타나는 것이기 때문이다 (Fig. 2). 예를 들어 피험자 A의 과학철학적 관점은 귀납주의의 $x\%$, 반증주의의 $y\%$, 그리고 상대주의의 $z\%$ 의 조합으로 나타낼 수 있다. 여기서 $x+y+z=100\%$ 이다. 본 연구에서는 이를 “과학철학적 관점의 삼각 다이어그램”이라고 부른다.

IV. 연구 결과 및 논의

본 연구는 PPP에 대한 과학교사 개인의 응답을 먼저 분석을 하고, 카드 게임을 통해서 추출된 과학교사들의 관점과, 마지막으로 각 집단별로 합된 전체 과학관을 분석하였다.

1. 중학교 과학교사들의 과학철학적 관점

PPP는 24문항이므로 귀납+반증+상대=24점이다. 중학교 과학교사들은 PPP의 반 정도(11.63)의 문항에 대해 귀납주의에 동의하였다. 그 다음이 반증주의(7.37), 상대주의(5.03)의 순이다(Fig. 3). 전공별로는 화학, 지구과학, 생물 순으로 귀납주의의 관점이 우세하였다. 반증주의는 물리 교사들이 가장 높았으며(8.11), 상대주의는 화학 교사들의 긍정적 응답이 가장 낮았다(4.92). 경력별로는 5년 미만 교사들이 귀납주의에서 가장 낮았고(10.37), 상대주의에서 가장 긍정적으로 응답하였다(5.47). 반면 20년 이상 교사들은 상대주의에서 가장 낮았다(4.28). 그러나 전공별, 남녀별, 경력별로 통계적으로 유의한 차는 없었다.

Fig. 4는 전공별로 개인의 과학철학적 관점의 삼각 다이어그램을 나타낸 것이다. 물리 전공 교사들은 가장 편차가 넓게 나타나고 있지만 5명이 강한 반증주의적 경향(반증주의의 50% 이상)을 나타내고 있으며, 1명이 강한 상대주의적 경향을 나타내고 있다. 또한 절충적인 관점을 가진 교사가 가장 많음을 알 수 있다(13명). 화학 전공 교사 중 1명이 전형적인 귀납주의를 나타내었으나, 대체로 물리 교사보다 편차가 적은 귀납-반증주의의 교사들이 많음을 알 수 있다. 생물 교사들은 귀납 50%, 반증과 상대주의가 각각 25%인 부분에 많은 교사들이 몰려 있으며, 전형적인 상대주의의 1명 등 예외적인 몇몇 교사들이 있다. 지구과학 전공 교사들의 표집이 10명에 불과하여 표준편차는 크지만 평균치는 다른 전공 교사들과 다르지 않다. 대체로 반증주의에 대해 부정적 응답(25% 이하)을 한 교사가 5명 포함된다.

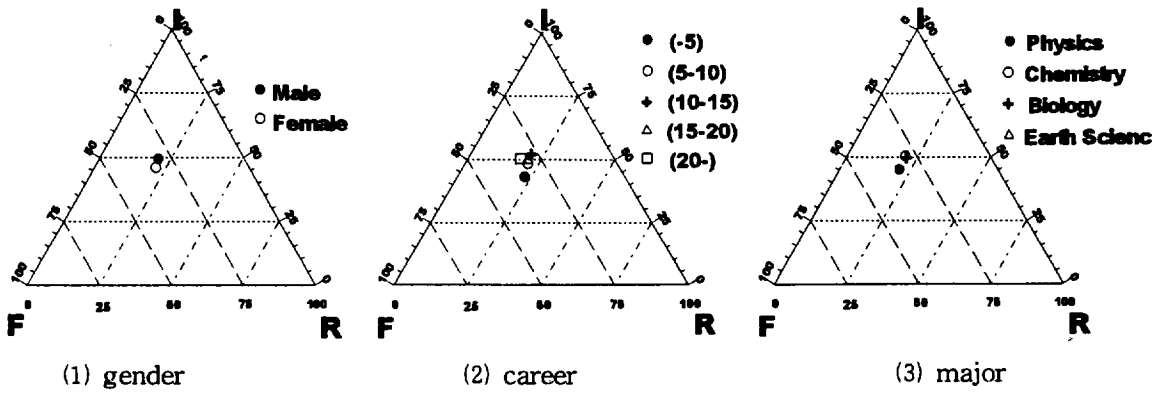


Fig. 3 Science teachers' philosophical perspectives(mean)
(I, F and R of vertex stand for Inductivism, Falsificationism and Relativism respectively)

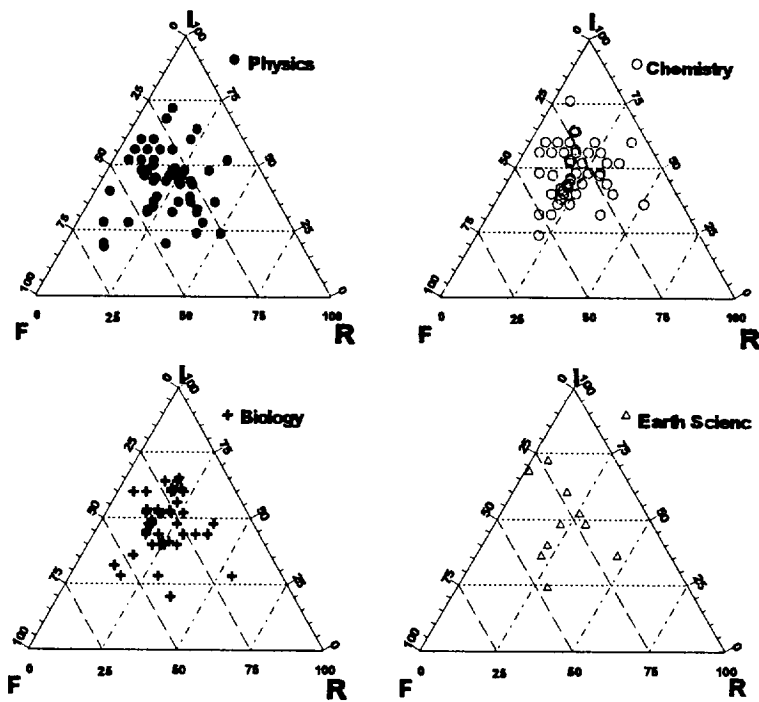


Fig. 4 Science teachers' philosophical perspectives(individuals)

2. 개인별 카드의 선택

과학교사 개인이 선택한 카드의 의미는 PPP에 대한

응답과는 다른 의미를 제공한다. 4개의 하위 요소를 모두 포함하면서 6개의 카드를 선택하게 했기 때문에, 과학교사들의 과학철학적 관점 뿐만 아니라 개인적 관점의 우선 순위를 살펴 볼 수 있다(Fig. 5).

가장 많이 선택된 하위 주제는 “과학의 출발(과학적 방법의 하위 주제)”로써 모두 107개의 카드가 선택되었다. 논의도 가장 활발하여 귀납주의 40매, 반증주의 64매, 그리고 상대주의의 3매가 각각 선택되었다. 즉, 과학이 관찰에서 출발하느냐(귀납), 또는 문제 인식에서 출발하느냐(반증), 또는 이론을 가짐으로써 출발하느냐(상대)는 문제이다. 흡사 현대과학철학의 논쟁이 재현되는 듯 나중의 합의 과정에서도 가장 합의되기 어려운 부분이었다. 그 다음으로 많이 선택된 카드는 “과학의 절차(과학적 방법의 하위 주제)”로써 90매가 선택되었고, “과학적 지식의 구획(구획의 기준의 하위 주제)”이 89매 선택되었다.

“과학적 지식의 구획”에서는 귀납주의를 진술한 카드가 “품질(64매)”될 정도로 교사들에게 선호되었고, 반증 24매, 상대 1매였다. “과학의 절차”에서는 각각 귀납이 23매, 반증 56매, 그리고 상대가 11매였다. 여기서는 반증주의의 가설-연역적 방법론과 귀납주의적 방법론이 선호되었음을 알 수 있는데, 페이지아벤트의 아나키스트적 방법론을 11명이 선택한 것은 주목할만 하다.

카드가 “품질”이 된 경우가 3번 있었는데, “과학적 지식의 구획”과 “과학의 역사”, 그리고 “과학의 출발”로써 “과학적 지식의 구획”과 “과학의 역사”에서는 귀납주의 진술에서, “과학의 출발”은 반증주의 진술에서 각각 64매 모두가 교사들에게 선택되었다. 과학교사들이

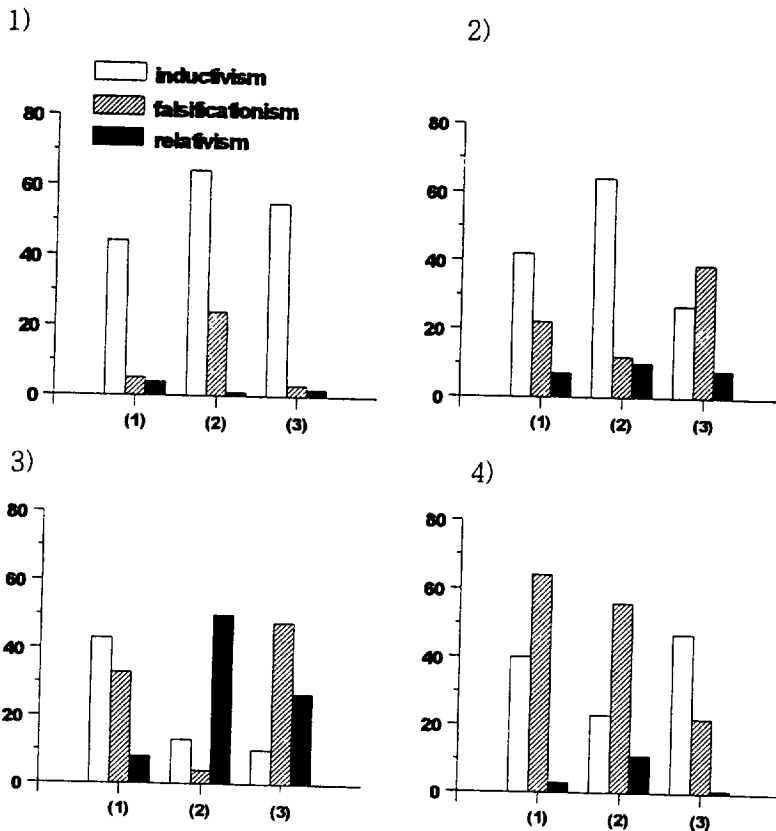


Fig. 5 Frequency of cards chosen by science teachers

1) Criteria of demarcation: (1) demarcation of science, (2) demarcation of knowledge, (3) evaluation of theory, 2) Patterns of scientific change: (1) access to truth, (2) history of science, (3) advanced theory, 3) Epistemological status of scientific knowledge: (1) reality of truth, (2) theory-laden observation, (3) reliability of knowledge, 4) Scientific methods: (1) start of science, (2) procedure of science, (3) methodological regulation

선택한 카드의 하위 주제의 순서는 다음과 같다(괄호안의 숫자는 선택된 카드의 매수).

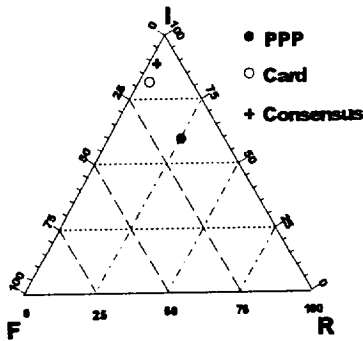
과학의 출발(107)→과학의 절차(90)→과학적 지식의 구획(89)→과학의 역사(86)→지식의 신뢰성(85)→진리의 실재(84)→진보된 이론(74)→진리의 접근(71)→방법론적 규칙(70)→관찰의 이론의존성(67)→이론의 평가(60)→과학의 구획(53)

전체적으로 "1) 구획의 기준"은 귀납주의 일변도로써, 과학교사들은 과학/비과학을 구획하는데 매우 보수적임을 알 수 있으며, "2) 과학의 변화 양상" 역시 과학적 지식의 누적적 진보를 주장하는 귀납주의적 경향이 강함을 알 수 있다. 그러나 "3) 과학적 지식의 인식론적 위치"에서는 매우 분화된 양상을 보여 준다. "진리의 실재"에서는 귀납/반증주의의 실재론이 압도하지만, "관찰의 이론의존성"에서는 상대주의의 관찰의 주관적 가치를 인정하고 있다. "관찰의 이론의존성"에서

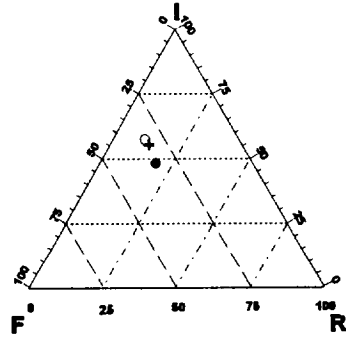
교사들은 유일하게 상대주의의 진술 카드를 가장 많이 선택하였는데, 이는 전체적인 경향에서 볼 때 하나의 이상으로 특기할만 하다. "지식의 신뢰성"에서는 "정확한 지식(귀납주의)"이기보다는 "세계를 보는 여러 가지 방법에서 얻은 지식의 하나(상대주의)"로써, 그럼에도 불구하고 "인간이 얻을 수 있는 가장 믿을만한 지식(반증주의)"이라는 카드를 선택하고 있다. "4) 과학적 방법"에서는 반증주의의 가설연역적 방법과 귀납적인 방법론이 비슷하게 교사들에 의해 선호되고 있음을 알 수 있다.

3. 그룹별 합의 도출 과정에서 과학철학적 관점의 변화

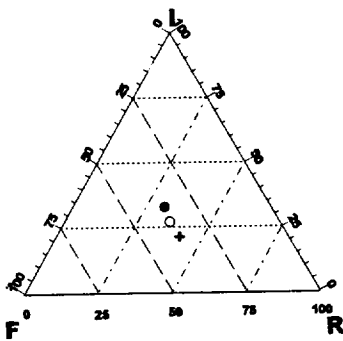
본 연구의 측정 도구에 대한 개인별 응답 결과는 "카드 놀이"에서 개인이 선택한 카드와, 집단별로 합의 도출한 과학관과 다소 달라졌다. 그룹을 이루어 하나의 과학관으로 합의하는 과정에서 중도적인 입장을 도출해 내기 보다는 각각의 극단으로 회귀하는 경향을 나타낸



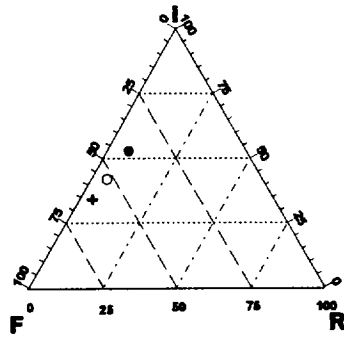
(a) Criteria of demarcation



(b) Patterns of scientific change



(c) Epistemological status of scientific knowledge



(d) Scientific methods

Fig. 6 Change of philosophical perspectives in the process of consensus making

다(Fig. 6).

1) 구획의 기준에서 처음 개인별 응답에서 귀납주의가 60%를 나타내었으나, 카드를 선택하면서 81%로 늘어났으며, 최종적으로 집단별로 합의한 과학관에서는 89%로 극단적으로 귀납주의로 회귀하였다. 이 과정에서 반증주의는 그다지 변화가 없었으나(15%→16%→8%), 상대주의는 급격히 줄어들었다(26%→3%→3%). 2) 과학의 변화 양상에서도 역시 귀납주의로 회귀하는 경향을 나타낸다. 개인별 응답에서 귀납주의가 48%였으나, 카드 선택에서 58%, 집단별로 합의 과정에서 55%로 다소간 귀납주의로 회귀하였다. 이 과정에서도 반증주의는 그다지 변화가 없었으나(33%→32%→32%), 상대주의가 19%에서 각각 11%, 13%로 줄어들었다. 3) 과학적 지식의 인식론적 지위에서는 앞의 예와는 다르게 회귀하는 경향을 나타낸다. 즉, 처음 개인별 응답에서 상대주의 31%를 나타내었으나, 카드를 선택하면서 36%로 늘어났으며, 최종 집단별 합의 과정에서 42%로 더욱 늘어나면서 상대주의가 강화되었다. 이 과정에서 반증주의는 그다지 변화가 없었으나(36%→36%→37%), 귀납주의는 급격히 줄어들었다(33%→28%→21%). 마지막으로 4) 과학적 방법에서는 반증주의로 회귀하는 경향을 나타낸다. 즉, 처음 개인별 응답에서 반증주의 40%에서 카드를 선택하면서 53%, 최종 집단별 합의 과정에서 61%로 반증주의로 회귀하였다. 이 과정에서 상대주의는 변화가 없었으나(7%→6%→5%), 귀납주의는 급격히 줄어드는 경향을 보여 준다(53%→41%→34%).

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 중학교 과학교사들이 측정 도구에 응답을 한 다음, 일련의 “카드 놀이”를 통해서 자신의 견해와 일치하는 카드를 선택하고, 동료 교사들과 자유롭게 논의를 하는 과정에서 자신의 과학관을 확인하였다. 과학교사들의 활동 과정의 자료를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 본 연구의 표집인 중학교 과학교사들은 전공, 성별, 경력에 관계없이 귀납주의 및 절충적 관점이 우세하였다. 집단별로 통계적으로 유의한 차가 없다는 것은 본 표집이 매우 동질한 집단임을 나타낸다 하겠다.

둘째, 하위 주제 중에서 가장 귀납주의적 성향을 나타낸 것은 ‘구획의 기준’이었으며, 엄격하게 과학과 비과학, 또는 좋은 이론과 나쁜 이론을 구획하였다. ‘과학의

변화 양상’ 역시 귀납주의 성향이 크게 나타났는데, 피험자들중 대다수가 과학의 누적적 발달에 동의하였다. 세 가지 관점이 고루 균형을 이룬 하위 요소는 ‘과학적 지식의 인식론적 지위’이다. 본 연구의 피험자들은 실재론과 관념론의 경계에서 중도적인 입장을 취하였다. ‘과학적 방법’에서 아나키스트적 방법론에 동의한 피험자는 거의 없었다. 이는 현 과학교육과정의 귀납주의와 반증주의 방법론에 따라 구성되어 있기 때문으로 생각된다.

셋째, 카드 선택 과정에서 교사들이 가장 관심을 갖는 과학철학적 주제는 “과학의 출발”이었다. 나중의 그룹별 합의 과정에서도 가장 열띤 논쟁이 전개되었고, 가장 합의되기 어려운 부분이었다. “관찰의 이론의존성”은 교사들이 유일하게 가장 많이 선택한 상대주의의 진술 카드로써, 과학교사들은 관찰의 주관적 가치를 인정하였다.

넷째, 그룹별 합의의 도출 과정에서 중도적인 입장을 도출하기보다는 어느 한 극단으로 회귀하는 현상을 관찰할 수 있었다. 예를 들면 ‘구획의 기준’과 ‘과학의 변화 양상’은 귀납주의에서 극단적인 귀납주의로, ‘과학적 방법’에서는 귀납-반증주의에서 반증주의로, ‘과학적 지식의 인식론적 지위’에서는 중도적 입장에서 다소 상대주의로 회귀하였다. 이는 그룹별로 중도적인 관점을 가진 사람보다 극단의 견해를 가진 사람이 논의를 주도하였기 때문으로 생각된다.

과학교육계 일각에서는 현대의 과학철학·사회학적 견해에 맞는 관점을 수용해야 한다고 주장하고 있다. 그러나 과학철학의 양극단만은 과학교육이 수용할 때 매우 주의하여야 한다. 그 양극단의 한쪽은 과학주의적 과학관이며, 그 반대편의 극단은 반과학이다. 조희형(1994)은 과학주의란 과학의 본성에 대한 일종의 오개념이라고 하였으며, Nadeau 등(1984)은 과학주의의 유형을 5개로 분류하고 있는데, 본 연구의 피험자들도 과학주의적 과학관을 가질 가능성이 있다는 것은 과학교육의 난맥상을 나타내는 것이다.

본 연구의 결과는 교사들이 진작 과학의 본성에 대해서는 학습한 바가 없었다는 데 대한 당연한 귀결이다. 예를 들어, 조희형(1995)은 STS 교육운동의 실천과 목표 달성을 위해서는 교사들이 과학철학적 입장을 명백히 잘 알고 있어야 한다는 전제가 따르며, 과학교사들이 과학의 본성과 교수/학습에 대한 전통적 관념을 버리고, 현대의 상대주의 과학철학·구성주의 심리학의 견해를 가지도록 해야 한다고 강조하였다. 그러나 대다수

의 교사들은 전통적 내용의 교사 교육을 이수하였고, 전통적인 관점을 가져온 한 교육과정하에서, 전통적 관점으로 기술된 교과서를 다루기 때문에(김수현, 1992), 전통적 견해를 가지는 것은 당연한 것이다.

본 연구를 통해서 앞으로 진행되어야 할 몇몇 과제가 대두되었다. 첫째, 초·중·고등학교 과학교사들의 과학관을 비교하는 것이다. 주로 전공 과목을 가르치는 고등학교 교사들의 과학관은 전공별로 분화된 양상을 보일 가능성이 있다. 둘째, 본 연구에서 과학철학적 관점의 극단을 나타내는 교사들이 가르치는 학생들의 과학관을 비교함으로써, 교사들의 과학관이 학생들의 과학관에 미치는 영향을 알 수 있을 것이다. 셋째, STS 등 상대주의 과학철학과 구성주의 심리학에 근거한 교육과정에 의해 학생들의 과학철학적 관점이 어떻게 변화하는지를 조사하는 것이다. 넷째, 과학교사들의 과학관을 개선할 프로그램의 개발이다. 이러한 프로그램에 의해 교사나 학생들이 과학의 본성을 바르게 이해하고 파악할 수 있는 기회가 제공될 수 있을 것이다. 이러한 노력에 의해 기술을 매개로 하여 사회와 끊임없이 상호 작용하는 역동적인 참된 과학의 모습을 학생들에게 보여줄 수 있을 것이다.

적 요

본 연구에서는 중학교 과학교사들이 일련의 “카드 놀이” 활동을 통해 자신의 과학철학적 관점을 확인하였다. 본 연구의 피험자는 1997년 경상남도 중학교 실험 연수에 참여한 156명의 과학교사들이며, 3시간에 걸쳐 활동을 수행하였다. 본 연구의 결과, 피험자들은 전공, 성별, 또는 경력에 관계없이 귀납주의적 견해가 강하다는 것을 알 수 있다. 또한 합의 형성 과정을 통해서 중도적 견해를 도출하기 보다, (a) 구획의 기준과 (b) 과학의 변화 양상은 극단적인 귀납주의로 회귀하였으며, (c) 과학적 지식의 인식론적 지위는 상대주의로, (d) 과학적 방법은 반증주의로 각각 회귀하였다.

참 고 문 헌

권성기·박승재(1995). 교육대학생의 과학의 본성 개념과 구성주의 학습관의 연관성 및 변화 조사, 한국과학교육학회지, 15(1), 104-115.
 김수현(1992). 제5차 지구과학 교육과정에 제시된 과학의 본성에 대한 연구, 서울대학교 대학원 석사 학위

논문.
 김원중(1996). 고등학교 학생들의 과학 지식의 본성에 대한 인식 조사, 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.
 소원주·김범기·우종욱(1998). 중등 학교 학생들의 과학의 본성 개념을 측정하기 위한 도구 개발, 한국과학교육학회지 18(2), 127-136.
 송진웅(1993). 과학철학을 수강한 대학원생의 과학의 본성에 대한 인식의 변화, 한국과학교육학회지, 12(1).
 신중섭(1992). 포퍼와 현대의 과학철학, 서광사.
 우종욱·소원주(1995). 과학인식론의 일부 주제에 대한 고등학생들의 선개념, 한국과학교육학회지, 15, (3).
 임재향(1997). STS 주제에 대한 고등학생들의 신념에 관한 평가도구 개발, 한국교원대학교 대학원 석사 학위 논문.
 장병기(1995). 과학 수업 및 과학의 본성에 대한 초등 교사의 인식, 한국초등과학교육학회지, 14(1), 1-15.
 조희형(1994). 잘못 알기 쉬운 과학개념, 전파과학사.
 조희형(1995). STS의 의미와 STS 교육의 속성, 한국과학교육학회지, 15(3), 371-378.
 조희형·박승재(1994). 과학론과 과학교육, 교육과학사.
 Aikenhead, G. S. (1973). The measurement of high school students' knowledge about science and scientists, *Science Education*, 57, 539-549.
 Aikenhead, G. S., and Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on Science-Technology-Society" (VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
 Alters, B. J. (1997). Whose nature of science?, *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 39-55.
 Brown, H. (1977). *Perception, theory and commitment: The new philosophy of science*, The Univ. of Chicago Press.
 Chalmers, A. (1982). *What is this thing called science?: An assessment of the nature and status of science and its method*, Univ. of Queensland Press.
 Feyerabend, P. (1975). *Against method*, London: New Left Books.
 Koulaidis, V. (1995). Science teachers' philosophi-

- cal assumptions: how well do we understand them ?, *International Journal of Science Education*, 17(3), 273-283.
- Koulaidis, V., & Ogborn, J. (1989). Teachers' views of philosophy of science, *International Journal of Science Education*, 10(5), 497-509.
- Kuhn, T. (1970), *The structure of scientific revolution*, Chicago: Univ. of Chicago Press.
- Lakatos, I., & Musgrave, A. eds. (1970). *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge Univ. Press.
- Laudan, L. (1990). *Science and relativism: some key controversies in the philosophy of science*, Univ. of Chicago Press.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lucas, A. M. (1975). Hidden assumptions in measures of 'knowledge about science and scientists', *Science Education*, 59(4), 481-485.
- Nadeau, R., & Dessautéls, J. (1984), *Epistemology and the teaching of science*, Ottawa: Science Council of Canada.
- Popper, K. (1968). *The logic of scientific discovery*, Harper & Row.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*, Cambridge: Cambridge Univ. Press.