

고등학생의 과학철학적 관점에 대한 연구

반은기 · 이선경 · 김우희 · 박현주¹
(단국대학교 과학교육과) · ¹(한국교원대학교)

A Study of High School Students' Philosophical Views on Science

Eun-Key, Ban · Sun-Kyung, Lee · Uh-Hee, Kim · ¹Hyun-Ju, Park
(Dankook University) · ¹(Korea National University of Education)

ABSTRACT

This study was to investigate high school students' philosophical views on science and positions of constructivists; Popper, Lakatos, Toulmin, and Kuhn.

The results of this study were as follows:

First, most students had the eclectic position(69%): similar percentages in sex(male 67%, female 75%), stream(liberal art 72%, science 74%), and of having experience on reading books or magazines related to the philosophy of science(ever 78%, never 64%).

Second, in analysis of ANOVA of science philosophical perspectives by experience of reading books, magazines, and matters related to the philosophy of science, significant difference was revealed($p < .01$). Students who had ever heard of or read about the philosophy of science were tend to have Empiricism.

Third, ANOVA analysis of constructivist philosophical perspectives showed that male students were nearer to Kuhn's position than female($p < .05$) and students in science stream were closer to Popper than in liberal art($p < .05$). And male students in science party showed a great tendency to consent Popper's perspective($p < .01$). This result seems to suggest that male students tended to think social aspects more deeply than female and held Kuhn's position.

I. 서 론

'과학 지식이란 무엇이며, 어떻게 변화하는가?' 라는 과학의 본성에 관한 문제는 오래 동안 과학철학의 과제였으며, 과학교육의 인식론적 토대를 이루고 있다.

과학철학은 지식의 습득 방법에 따라 경험주의, 합리주의, 그리고 구성주의로 나누어 볼 수 있으며

(Gergen, 1995; Nussbaum, 1989), 각 철학적 관점에 따라 과학의 교수/학습 실체는 달라진다. 경험주의자들에 따르면 '지식'은 주의 깊은 관찰과 논리를 통하여 확증되어온 것만을 말하며 귀납적 과정을 통해 누적된다. 교사의 지시에 따라 학생들은 지식을 습득하게 되며, 모든 학생들에게 개념은 똑같은 의미를 갖게 될 것이다. 학생들은 객관적인 관찰을 통해

¹1999년 9월 1일 받음.

서 또는 주의 깊은 실험을 통해서 일반화된 이론과 같은 결과를 얻어야 하며, 만약 다른 결과를 얻었다면 이는 학생의 실험에 결점이 있는 것이 된다. 합리주의는 절대적 진리의 존재를 인정하고 학생들은 선험적 정신 구조를 통해 지식을 구성한다고 한다. 인간은 '형식논리'의 범주를 적절히 적용하여 진리를 획득할 수 있다는 것이다. Piaget 학파는 학습의 성공과 실패를 학생의 논리적 수행능력에 기인한다고 보기 때문에, Kant의 합리주의에 근거한 학습을 표방한다고 볼 수 있다(Shayer & Adey, 1981). 합리주의에 따르면, 학생들의 개념이 과학적 개념과 다른 이유는 학생들이 논리적 수행의 발달 단계에 있거나 또는 논리적 수행을 단순히 잘못 적용했기 때문이다(Nussbaum, 1989). 경험주의나 합리주의와는 달리, 구성주의의 주목할만한 특징은 관찰의 이론 의존성과 과학 지식의 잠정성이라 할 수 있다. 경험주의와 합리주의가 과학 지식의 절대성과 개인의 주관적 요소가 배제된 관찰의 객관성을 강조하는 것과 대조적으로, 구성주의는 이론을 바탕으로 관찰이 성립되고 해석된다고 보기 때문에 학생들이 이미 가지고 있는 개념에 관심을 둔다.

지식을 학습의 능동적 구성으로 보는 구성주의 관점에 기초한 연구들은 학생들의 대안 개념과 개념들에 초점을 맞추어왔다(Driver, 1983; Helm & Novak, 1983). 개념변화를 다루는 연구에서는 학생들의 개념이 과학자들의 생각과 다르기 때문에 학생의 인식론적 신념을 중요하게 고려한다(Posner et al., 1982; Eylon & Linn, 1988). Edmondson(1989)은 학생들이 갖는 인식론이 실제 학습에 어떤 영향을 미치는지는 증명하기는 어렵지만, 과학지식에 대한 개념들은 학습의 방법과 연관성이 있기 때문에 학생의 인식론적 신념은 수업에서 교사가 고려해야 할 부분이라고 피력하였다. 소원주(1998)는 그동안 수행된 과학지식에 대한 개념을 알아보는 연구에서 사용된 도구가 갖는 철학적 관점의 애매성을 문제로 지적(Lederman, 1992; Koulaiddis, 1995)하면서, 중학생을 대상으로 귀납주의, 반증주의, 상대주의로 구분한 과학철학적 관점 검사지를 개발하였다. 그러나 현재 구성주의 교육과정을 따르는 과학 교수/학습에 있어

서 학생들의 철학적 관점이 이에 얼마나 부합되는지를 살펴보기 위하여, (과학)지식의 본성을 이분법적으로 보는 관점 중에서 외인적 입장의 경험주의, 내인적 입장의 합리주의, 그리고 지식의 내·외인적 관점을 부정하는 구성주의에 따라 조사할 필요가 있다.

본 연구는 과학에 대해 관심과 노력을 구체적으로 결정—이과/문과를 결정—하는 수준에 있는 고등학생들이 갖는 과학관은 어떤 철학적 관점에 근접하는지를 조사하여 효과적인 과학교육의 실천을 위한 기초 자료로 제공하고자 한다.

본 연구를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 고등학생이 갖는 과학 본성에 대한 개념은 어느 과학철학적 관점(경험주의, 합리주의, 구성주의)에 근접해 있는가?
2. 고등학생이 갖는 구성주의 관점은 어느 철학자의 관점(포퍼, 라카토스, 쿤, 톨민)에 근접해 있는가?
3. 고등학생이 갖는 과학 본성에 대한 개념은 과학 철학적 관점을 기준으로 성별, 계열별, 서적이거나 각종 기사를 통하여 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따라 차이가 있는가?

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 경기지역에 소재한 한 고등학교의 인문계(비실업계)와 자연계 고등학생 2학년을 대상으로 하였다. 연구 기간은 1998년 8월에 약 2주에 걸쳐 이루어졌다. 연구 대상의 성별, 계열별, 과학 철학을 접해 본 경험여부에 관한 분포상황은 Table 1과 같다.

설문에 응답한 학생들은 전체 186명으로 인문계 97명(52%), 자연계 89명(48%)이었다. 설문지에서 학생들의 배경을 알아보는 문항 중 과학철학을 접해 본 경험이 있는가에 긍정적으로 답한 학생수는 인문계(23%)보다 자연계(30%)가 약간 많은 것으로 나타났다.

2. 연구 도구

본 연구에서 사용한 도구는 과학지식의 본성을 준

Table 1. Number of students participated in the research (%)

		Students		Students who have ever heard of or read about the philosophy of science	
Liberal art	Male	97(52)	54(29)	43(23)	24(13)
	Female		43(23)		19(10)
Science	Male	89(48)	52(28)	56(30)	32(17)
	Female		37(20)		24(13)
Total		186(100)		99(53)	

거로 경험주의, 합리주의, 그리고 구성주의로 구분된 과학철학적 관점 조사지이다. 과거에 과학의 본성 개념을 조사하기 위해 사용된 도구들은 일관된 과학철학적 근거가 결여되어 있었다(Lederman, 1992; Koulaidis, 1995; 소원주, 1998)는 비판을 받아왔다. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 소원주(1998)는 과학철학적 관점을 철학의 역사적 변천 과정을 근거로 귀납주의, 반증주의, 상대주의로 나누어 경험적으로 과학의 본성에 관한 개념 측정 도구를 개발하였다. 반면, 본 연구에서 사용한 도구는 과학철학적 관점을 지식의 본성에 대하여 외·내인적 관점을 대표하는 경험주의 및 합리주의와 이들 관점을 부정하는 구성주의적 관점으로 구분한 검사지를 사용하였다. 그 이유는 연구 결과가 학생들의 과학지식의 본성에 대한 사고를 더욱 잘 반영할 수 있으며, 현재 구성주의를 기초로 한 과학교육과정이 학생들의 인식론적인 신념과 얼마나 부합되고 있는지에 대한 시사점을 제공할 수 있으리라는 판단 때문이었다.

따라서 본 연구에서는 철학적 관점에 기인하여 학생들이 지니고 있는 과학에 대한 본성을 파악하기 위해 Nussbaum(1989)의 철학적 기초 진술문을 바탕으로 개발된 검사지(Stewart, 1994)를 번안하여 사용하였다. 번안한 설문지를 고등학교 1학년 30명의 학생들에게 읽도록 하여 어려운 용어나 의미에 오해가 있는 부분을 수정하였다. 수정본을 과학교육을 전공한 교수와 대학원생들의 검토를 거친 후, 고등학교 2학년 학생들에게 같은 방법으로 재수정하는 과정을 거쳐 완성하였다.

설문지의 문항 구성은 먼저 응답자들의 배경을 알

아보기 위한 문항과 지식획득 과정, 실험의 역할, 이론선택의 문제, 개념의 변화과정 등 과학 지식의 본성에 대한 견해를 알아보기 위한 문항으로 구성되어 있다. 과학 본성에 관한 설문 문항은 총 26문항이며, 경험주의 5문항, 합리주의 6문항, 구성주의 15문항으로 구성되어 있다. 문항들은 특정 철학의 구분없이 무질서하게 나열하였으며, 학생들에게 진술 문항의 견해에 동의하는 것을 표시하도록 되어있다. 설문 문항은 원문을 그대로 부록에 제시하였다.

3. 연구 방법

연구 방법은 학생들의 철학적 관점을 알아보기 위해 설문지에 의한 통계처리로 정량적 방법을 실시하였다. 설문 조사는 설문 대상 학교에 재직하는 교사의 도움으로 학생들에게 설문지를 배포한 다음 각 학생들에게 연구의 목적과 방법을 충분히 설명하여 최대한 성의있는 응답이 되도록 유도하였다. 설문에 제시된 문항이 자신의 의견과 일치하면 그 수에 관계없이 모두 표시를 하도록 하였다.

4. 자료 분석

모든 통계적 처리는 SPSS/PC+를 사용하여 ANOVA 분석으로 학생들의 과학철학적 관점이 성별, 계열별, 과학철학의 경험 여부에 따라 유의한 차이를 알아보았다. 또한 학생들의 과학철학적 관점을 삼각 다이어그램과 좌표상에 나타내어 평균과 분포를 알아보았다. 연구문제 2에 대한 결과는 전체 문항 중

에서 구성주의 견해에 해당하는 15문항에 대한 학생들의 응답을 분석하여 제시하였다.

5. 연구의 제한점

본 연구의 대상은 경기지역에 소재한 한 학교 학생들로 제한되었기 때문에 연구결과를 전국의 학생들로 일반화하여 해석하기 어렵다.

Ⅲ. 연구 결과

고등학생의 과학철학적 관점을 성별, 계열별, 서적이나 각종 기사를 통하여 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따라 ANOVA 분석을 통하여 유의한 차이가 있는지 알아보았다. 또한 개인의 과학관은 여러 과학철학의 복합적인 요소의 조합에 의해 나타나는 것이기 때문에, 분석결과는 학생들이 선택한 과학철학적 입장을 조합하여 삼각 다이어그램에 나타내었다 (Figure 1)(소원주, 1998). 본 논문에서 사용한 설문

도구의 문항수가 경험주의 5문항, 합리주의 6문항, 구성주의 15문항으로 다르기 때문에 각 학생이 선택한 문항수를 각 철학별 전체 문항수로 나눈 후 이 비율을 다시 자신의 선택한 전체 문항으로 나누었다.

Fig. 1의 영역은 (a)는 구성주의(C), (b)는 합리주의(R), 그리고 (c)는 경험주의(E)로 구분할 수 있으며, (d)는 이 세 가지 관점의 절충적인 입장을 나타낸다. Fig. 1의 ●이 표시된 영역은 세 가지 과학철학의 입장이 균형을 이루고 있는 절충점을 나타내며, 결과 분석에서 경계선에 있는 입장은 절충주의로 분석하였다.

1. 전체 학생들의 과학철학적 관점

설문 도구의 문항 중 경험주의 5문항, 합리주의 6문항, 구성주의 15문항에 대하여 전체 학생들이 선택한 문항의 평균과 백분율은 각각 2.6(52%), 2.6(43%), 7.5(50%)으로 비슷한 것으로 나타났다(Table 2).

전체 학생들의 과학철학적 관점을 삼각 다이어그램에 나타내어 평균과 분포를 알아보았다(Fig. 2).

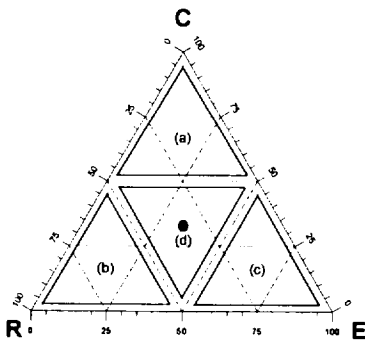


Fig 1. The triangle diagram and the categories of philosophical position

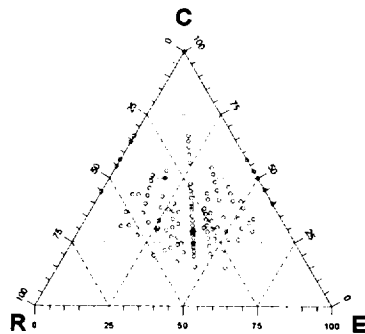


Fig 2. Mean(★) and distribution value points(○) on philosophical views of total students

Table 2. Total mean value and percentage (E/R/C)

	Total Questions	Choice Questions	%
Empiricist	5	2.60	52
Rationalist	6	2.62	43
Constructivist	15	7.51	50

Fig. 2에서와 같이 평균점은 절충주의에서도 중심 부분에 위치하는 것을 알 수 있다. 또한 대다수 학생들의 과학철학적 관점은 절충주의 69%를 나타내었으며, 경험주의 11%, 합리주의 5%, 구성주의 15%인 것으로 나타났다.

구체적으로 구성주의 철학자에 대한 전체 비율은 Table 3와 같다. 대부분의 학생들이 톨민의 입장을 가장 선호하며(57.53%), 포퍼(53.90%), 라카토스(51.21%), 쿤(43.42%)의 순서로 나타났다.

Fig. 3는 구성주의 철학자의 관점에 대한 전체 평균점을 좌표상에 나타낸 것이다.

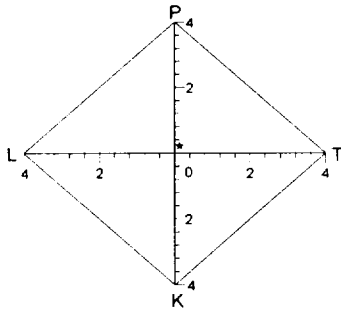


Fig 3. Total mean value point on constructivists' philosophical views

Table 3. Total mean value and percentage (P/L/T/K)

	Total Questions	Choice Questions	%
Popper	4	2.16	53.90
Lakatos	4	2.05	51.21
Toulmin	4	2.30	57.53
Kuhn	4	1.74	43.42

Table 4. Males' & Females' mean value and the result of analysis of variance (E/R/C)

	Total	Male	Female	F
Empiricist	2.60	2.58	2.63	0.04
Rationalist	2.62	2.54	2.74	1.24
Constructivist	7.51	7.59	7.39	0.45

2. 성별에 따른 과학철학적 관점

학생들의 과학철학적 관점을 성별로 ANOVA 분석한 결과는 다음 Table 4과 같다. 경험주의, 합리주의, 구성주의 관점에 대하여 성별로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Fig. 4은 학생들의 성별 과학철학적 관점을 삼각 다이어그램에 나타낸 것이다. 남학생과 여학생 모두 평균점이 비슷한 위치의 절충주의 영역에 표시되었으며, 대다수의 남학생(67%)과 여학생(75%)이 절충주의 관점을 나타내었다. 또한 남학생의 경우에 경험주의 13%, 합리주의 7%, 구성주의 13%를 나타냈으며, 여학생의 경우에 경험주의 8%, 합리주의 2%, 구성주의 15%를 나타냈다.

구체적으로 구성주의 철학자에 대한 성별 ANOVA 분석 결과는 Table 5와 같다. 분석 결과 포퍼, 라카토스, 톨민의 경우 성별 유의한 차이는 나타나지 않으나 쿤의 입장에 대해서는 유의한 차이가 나타나는 것으로 보아(F=5.31, p<.05) 여학생에 비하여 남학생의 철학적 관점이 쿤의 입장에 근접해 있음을 알 수 있다.

Fig. 5는 구성주의 철학자의 관점에 대한 성별 평균점을 좌표상에 나타낸 것이다.

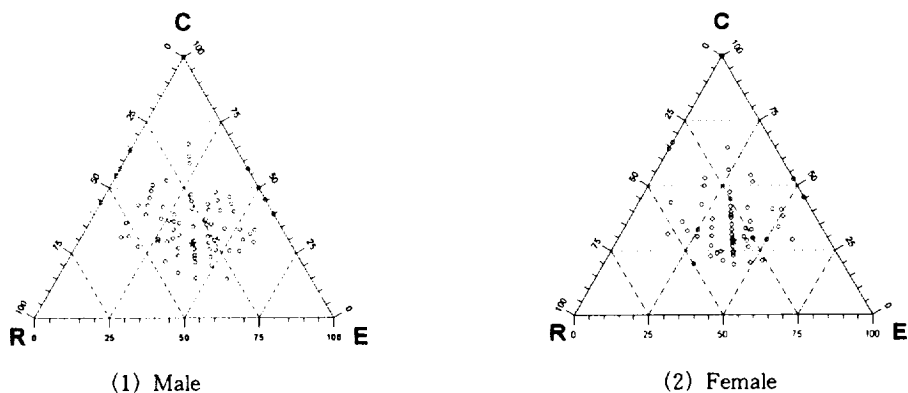


Fig 4. Mean(★) and distribution value points(○) on philosophical views of students (Male, Female)

Table 5. Males' & Females' mean value and the result of analysis of variance (P/L/T/K)

	Total	Male	Female	F
Popper	2.16	2.05	2.29	2.51
Lakatos	2.05	2.06	2.04	0.02
Toulmin	2.30	2.29	2.31	0.02
Kuhn	1.74	1.88	1.55	5.31*

* $p < .05$

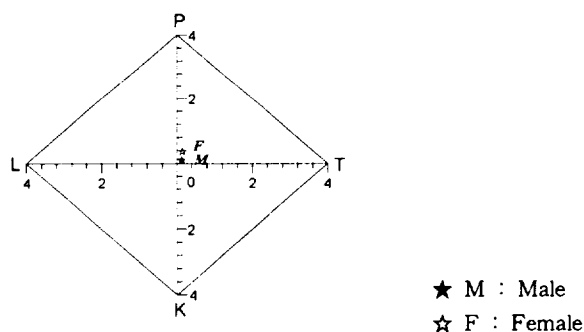


Fig 5. Mean value points of constructivists' philosophical views of students (Male, Female)

Table 6. Mean value and the result of analysis of variance for Liberal Art & Science(E/R/C)

	Total	Liberal Art	Science	F
Empiricist	2.60	2.52	2.69	0.92
Rationalist	2.62	2.47	2.79	3.12
Constructivist	7.51	7.77	7.76	2.67

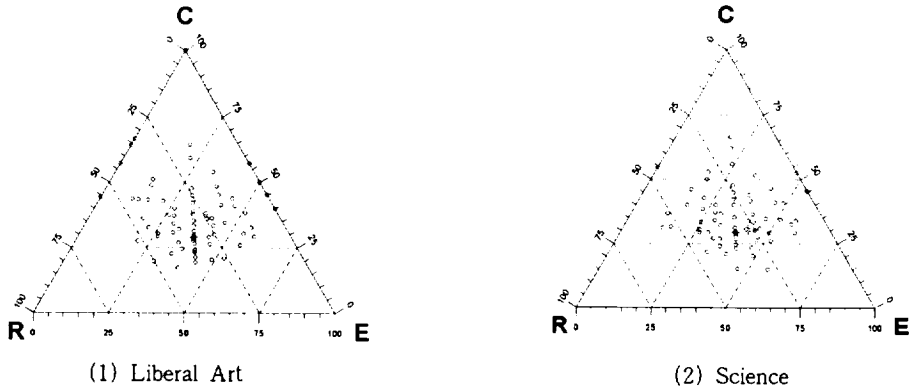


Fig 6. Mean(★) and distribution value points(○) on philosophical views of students (Liberal art, Science)

Table 7. Mean value and the result of analysis of variance for Livial Art & Science (P/L/T/K)

	Total	Liberal Art	Science	F
Popper	2.16	2.00	2.33	5.17*
Lakatos	2.05	2.04	2.06	0.01
Toulmin	2.30	2.23	2.38	1.27
Kuhn	1.74	1.66	1.82	1.27

* $p < .05$

3. 계열별 과학철학적 관점

학생들의 과학철학적 관점을 인문계/자연계의 계열별로 ANOVA 분석한 결과는 다음 Table 6과 같다. 경험주의, 합리주의, 구성주의의 관점에 대하여 계열별로 유의한 차이는 보이지 않았다.

Fig. 6은 학생들의 과학철학적 관점의 평균과 분포를 계열별로 삼각 다이어그램에 나타낸 것이다. 평균점은 인문계, 자연계 모두 절충주의 영역에 나타났으며, 그 위치는 거의 비슷하다. 인문계의 경우 절충주의의 72%, 구성주의의 12%, 합리주의의 3%, 구성주의의 13%이며, 자연계의 경우 절충주의의 74%, 경험주의의 11%, 합리주의의 4%, 구성주의의 11%로 나타났다.

구체적으로 구성주의 철학자에 대한 계열별 ANOVA 분석은 다음 Table 7과 같다. 분석 결과, 포퍼의 경우 유의한 차이가 나타나($F=5.17, p < .05$) 인문계 학생들보다 자연계 학생들이 포퍼의 관점에 더 근접해 있음을 알 수 있다. 라카토스, 툴민, 쿤의

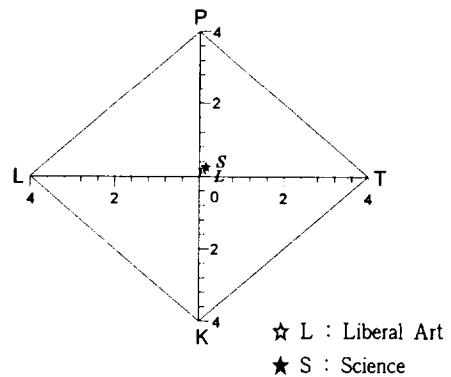


Fig 7. Mean value points of constructivists' philosophical views of students (Liberal art, Science)

경우에 계열별 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Fig. 7은 구성주의 철학자의 관점에 대한 계열별 평균점을 좌표상에 나타낸 것이다.

학생들의 과학철학적 관점을 계열별 × 성별로

ANOVA 분석한 결과는 다음 Table 8과 같다. 경험주의, 합리주의, 구성주의 관점에 대하여 계열별×성별로 유의한 차이는 보이지 않았다.

Fig. 8은 학생들의 과학철학적 관점의 평균과 분포를 계열별로 삼각 다이어그램에 나타낸 것이다. 평균 점은 인문계 남학생과 여학생, 자연계 남학생과 여학

생 모두 절충주의 영역에 나타났으며, 그 위치는 거의 비슷하였다. 인문계의 경우 남학생은 절충주의 68%, 경험주의 14%, 합리주의 4%, 구성주의 14%이며, 여학생은 절충주의 75%, 경험주의 8%, 합리주의 3%, 구성주의 14%로 나타났다. 자연계의 경우 남학생은 절충주의 72%, 경험주의 11%, 합리주의 7%, 구

Table 8. Mean value and the result of analysis of variance for L-M, L-F, S-M, & S-F (C/R/E)

	Total	L-M ¹	L-F ²	S-M ³	S-F ⁴	F
Empiricist	2.60	2.42	2.63	2.75	2.62	0.57
Rationalist	2.62	2.38	2.58	2.69	2.92	1.49
Constructivist	7.50	7.41	7.09	7.79	7.73	1.07

¹Liberal Art-Male, ²Liberal Art-Female, ³Science-Male, ⁴Science-Female

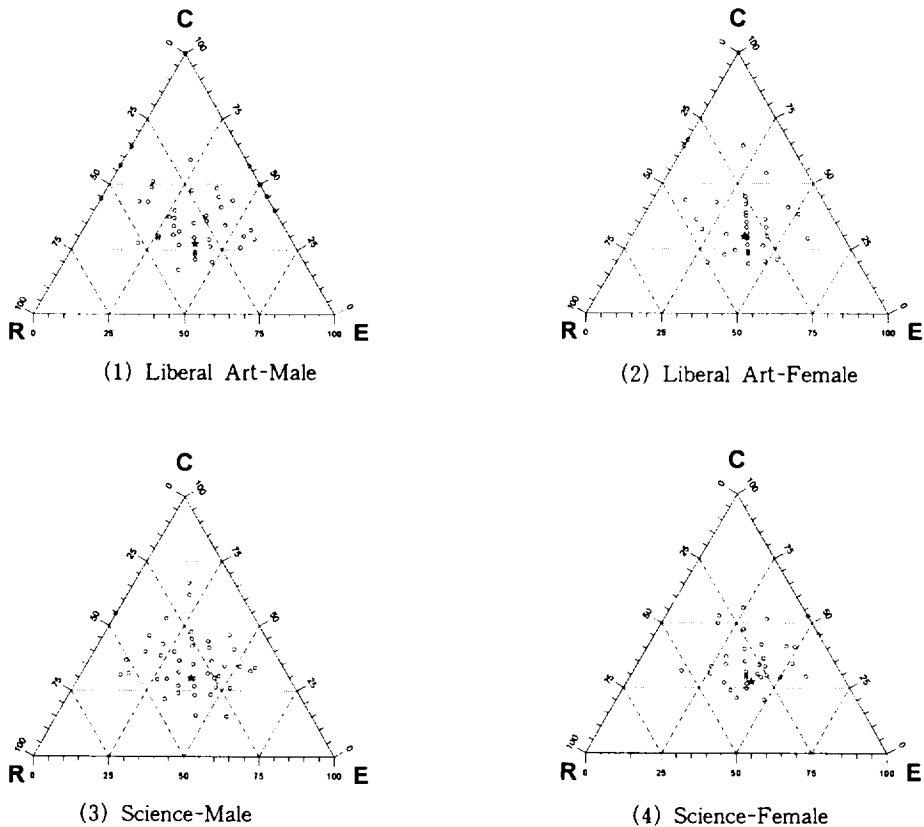


Fig 8. Mean(★) and distribution value points(○) on philosophical views of students (L-M, L-F, S-M, S-F)

성주의 10%이며, 여학생은 절충주의 77%, 경험주의 9%, 합리주의 3%, 구성주의 11%로 나타났다.

구체적으로 구성주의 철학자에 대한 계열별×성별 ANOVA 분석은 다음 Table 11과 같다. 분석 결과, 포퍼의 경우 계열별×성별에 따라 유의한 차이가 나타나(F=3.94, p<.01) 자연계 남학생이 가장 포퍼의 관점에 근접하는 경향이 크며, 다음으로 자연계 여학

생, 인문계 여학생, 인문계 남학생의 순서로 나타났다. 라카토스, 툴민, 쿤의 경우에 계열별×성별로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Fig. 9는 구성주의 철학자의 관점에 대하여 계열별×성별에 따른 학생들의 평균점을 좌표상에 나타낸 것이다.

Table 9. Mean value and the result of analysis of variance for L-M, L-F, S-M, & S-F (P/L/T/K)

	Total	L-M ¹	L-F ²	S-M ³	S-F ⁴	F
Popper	2.16	1.78	2.28	2.35	2.29	3.94**
Lakatos	2.05	2.13	1.93	1.98	2.16	0.56
Toulmin	2.30	2.19	2.40	2.40	2.35	0.52
Kuhn	1.74	1.85	1.42	1.90	1.70	2.38

¹Liberal Art-Male, ²Liberal Art-Female, ³Science-Male, ⁴Science-Female

**p<.01

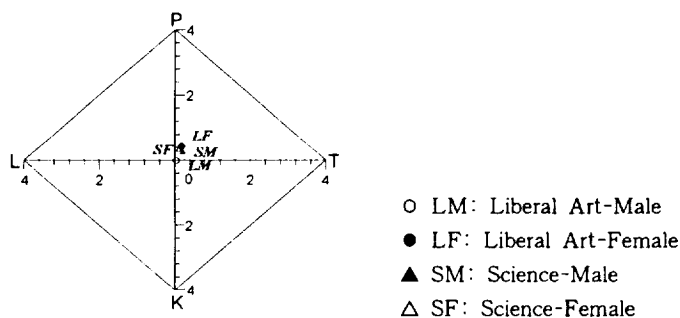


Fig 9. Mean value points of constructivists' philosophical views of students (L-M, L-F, S-M, S-F)

Table 10. Mean value and the result of analysis of variance for Ever & Never (E/R/C)

	Total	Ever	Never	F
Empiricist	2.60	2.86	2.31	8.75**
Rationalist	2.62	2.74	2.49	1.87
Constructivist	7.51	7.75	7.23	2.90

**p<.01

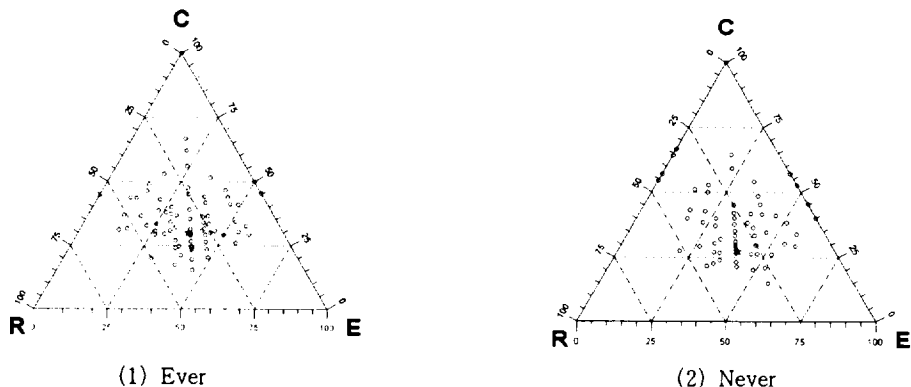


Fig 10. Mean(★) and distribution value points(○) on philosophical views of students (Ever, Never)

Table 11. Mean value and the result of analysis of variance for Ever & Never (P/L/T/K)

	Total	Ever	Never	F
Popper	2.16	2.25	2.05	2.04
Lakatos	2.05	2.04	2.06	0.01
Toulmin	2.30	2.41	2.17	3.10
Kuhn	1.74	1.78	1.59	0.38

4. 서적이나 각종 기사를 통해서 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따른 과학철학적 관점

학생들의 과학철학적 관점을 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따라 ANOVA 분석한 결과는 다음 Table 10과 같다. 경험주의에서 과학철학 경험 여부에 따라 유의한 차이가 나타난 것($F=8.75, p<.01$)으로 보아 과학철학을 접해 본 학생들이 접해 보지 않은 학생들에 비하여 경험주의의 관점에 가까운 것을 알 수 있다. 합리주의와 구성주의에 대해서는 과학철학의 경험 여부에 따른 차이는 보이지 않았다.

Fig. 10은 학생들의 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따른 과학철학적 관점을 삼각 다이어그램에 나타낸 것이다. 두 집단 모두 평균점은 절충주의 영역에 표시되었다. 과학철학을 접해 본 학생들의 경우에 다수의 학생들이 절충주의의 78% 그리고 경험주의의 8%, 합리주의의 6%, 구성주의의 8%를 나타냈다. 과학철학을 접해 보지 않은 학생들의 경우에 절충주의의 64%, 경

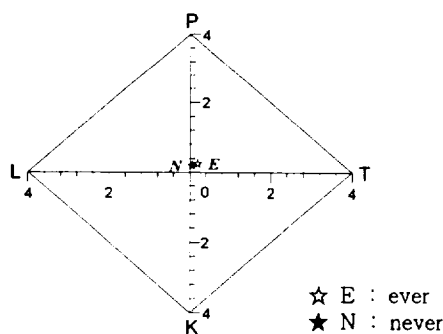


Fig 11. Mean value points of constructivists' philosophical views of students (Ever, Never)

험주의 15%, 합리주의 2%, 구성주의 19%를 나타냈다. 이 결과를 통해 Table 10에서 경험주의에서 유의한 차이가 있으며 구성주의가 합리주의의 관점에 비해 F값이 크게 나온 것을 확인할 수 있다.

구체적으로 구성주의 철학자에 대한 과학철학 경험

여부에 따른 인식 정도는 Table 11과 같다. 분석 결과 포퍼, 라카토스, 톨민, 쿤의 경우 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Fig. 11은 구성주의 철학자의 관점에 대하여 과학철학을 접해 본 학생들과 접해보지 않은 학생들의 평균점을 좌표상에 나타낸 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 고등학생들의 과학철학적 관점과 구성주의 철학자의 진술에 대한 입장을 정량적 방법으로 조사·분석하였다. 과학철학적 관점은 과학 지식의 본성을 이분법적으로 보는 관점 중에서 외인적 입장의 경험주의, 내인적 입장의 합리주의, 지식의 내·외인적 관점의 문제점을 제기한 구성주의로 분류하였다. 또한 구성주의 철학자들을 포퍼, 라카토스, 쿤, 톨민의 관점으로 분류하여 학생들의 관점이 어떤 철학과 철학자에 근접해 있는지 알아보았다.

본 연구의 결론 및 제언은 다음과 같다.

1. 전체 학생들은 절충주의(69%) 관점을 가지고 있으며, 성별(남 67%, 여 75%), 계열별(인문계 72%, 자연계 74%), 과학철학을 접해 본 경험 여부(있다 78%, 없다 64%)에서 비슷한 비율을 나타냈고, 삼각 다이어그램으로 보았을 때 평균점과 분포에서도 거의 비슷한 모양을 보여주었다. 본 연구의 결과만을 보아서는 학생들이 자신의 과학관에 대한 확신을 갖고 있는지에 대한 정보는 부족하지만, 구성주의 인식론에 근접해 있는 학생들의 수가 그리 많지 않다는 것은 확실하다. 현재 과학교육은 구성주의를 바탕으로 학습자를 능동적인 지식 구성자로 간주한다. Posner et al.(1982)이 주장한 개념변화모델에 따르면, 개념변화의 맥락을 이루는 개념생태의 중요한 구성요소 중의 하나가 과학의 본성에 대한 인식론적 신념이며, Edmondson(1989)은 과학지식에 대한 개념과 학습관의 연관성을 주장하였다. 과학지식의 본성과 발달 과정에 관하여 학습자 스스로 반성적으로 사고하거나 토론을 통하여 공동체적인 합의에 도달하는 과정을 경험하는 기회는 과학학습에 영향을 미칠 것이다. 따라서 학습자가 능동적인 지식구성에 대한 인식을 위

해서, 수업에서 과학지식의 본성과 과정에 관하여 생각해 볼 수 있는 기회가 제공·강화되어야 할 것으로 보여진다.

2. 현대 과학철학의 주류인 구성주의 철학자인 포퍼, 라카토스, 톨민, 쿤에 대하여 성별, 계열별, 서적이냐 각종 기사를 통해서 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따라 ANOVA 분석을 하였다. 분석 결과, 전체적으로 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나 부분적으로 유의한 차이를 보여 주었다.

우선, 쿤의 입장에 대하여 성별 유의한 차이가 발견되어($p < .05$) 남학생이 여학생에 비하여 쿤의 철학적 관점에 더 근접하여 있었으며, 계열별로 포퍼의 관점에 유의한 차이가 발견되어($p < .05$) 자연계 학생들이 인문계 학생들보다 포퍼의 관점에 더 근접하여 있는 것으로 드러났다. 또한 포퍼의 경우 계열별×성별에 따라 유의한 차이가 나타나($p < .01$) 자연계 남학생이 가장 포퍼의 관점에 동의하는 경향이 크며, 다음으로 자연계 여학생, 인문계 여학생, 인문계 남학생의 순서로 나타났다. 남학생의 경우 여학생들 보다 사회적인 측면을 고려하려는 경향 때문에 쿤의 입장에 동의하는 경향을 보이고, 자연계 학생들은 실험을 통한 이론 확인이라는 견해가 인문계 학생들보다 확고하여 포퍼의 입장에 더 가까운 것으로 추측된다.

3. 경험주의, 합리주의, 구성주의의 입장에 대하여 성별, 계열별, 서적이냐 각종 기사를 통해서 과학철학을 접해 본 경험 여부에 따른 ANOVA 분석 결과, 과학철학을 접해 본 경험 여부에 있어서만 경험주의에 대한 관점에서 유의한 차이가 나타났다($p < .01$). 과학철학을 접해 본 학생들이 경험주의에 치우쳐 있는데, 과학에 대한 통찰력있는 사고보다는 귀납적 방법의 무조건적인 수용에서 나오는 것으로 파악되며 그 이유는 좀 더 연구해야 할 과제로 남는다.

4. 소원주(1998)의 연구에서 중학생들이 절충주의 및 귀납주의 관점에 치우친데 반하여, 본 연구에서 고등학생들은 절충주의의 관점에 몰려 있는 것으로 나타났다. 그 이유는 연구대상과 연구도구 및 학습 경험에 기인한 것으로 추정되나, 본 연구가 한 회에 수행되었고 정량적인 방법으로 분석되었기 때문에 결과 해석을 좀 더 구체적으로 파악하기 위해서는 정량

적인 분석 외에 심층 면담을 통한 정성적인 연구 방법으로 수행하여야 하며, 이는 차후의 연구과제로 이루어져야 할 것이다.

적 요

본 연구에서는 고등학생들의 과학철학적 관점이 어떤 철학(경험주의, 합리주의, 구성주의)에 근접해 있는지와 어느 구성주의 철학자(포퍼, 쿤, 라카토스, 톨민)의 관점에 근접해 있는지를 알아보았다. 또한 정량적 방법을 통해서 성별, 문·이과별, 과학철학에 대하여 접해본 경험여부에 따라 유의미한 차이가 있는지 분석하였다. 연구 결과, 학생들은 전체적으로 특정한 철학적 관점에 치우쳐 있지 않았으나 과학철학을 접해 본 경험이 있는 학생들이 경험주의 관점을 가지고 있었다. 또한 구성주의 철학자적 관점에 있어서는 남학생들이 쿤의 관점에, 이과 학생들이 포퍼의 관점에 근접해 있는 것으로 나타났다. 학생들의 과학철학적 관점은 본 연구의 정량적인 방법 외에 정성적인 방법으로 차후의 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- 소원주 (1998). 과학교사의 과학철학적 관점과 과학 서술 방식이 중학생들의 과학관의 변화에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.
- Driver, R. (1983). *The Pupil As Scientist?* The Open University Press: Milton Keynes.
- Edmondson, K. M. (1989). College Students' Conception of the Nature of Scientific Knowledge. In D. E. Herget (ed.), *The History & Philosophy of Science in Science Teaching* (pp. 132-142). Florida State Univ.: Florida.
- Eylon, B.-S. & Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education. *Review of Education Research*, 58(3), 251-301.
- Gergen, K. J. (1995). 교육의 사회적 구성. 구성주의와 교육(Steffe, L. P. & Gale, J.; 조연주 · 조미현 · 권형규 공역).
- Helm, H. & Novak, J. D.(eds). (1983). *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*. Cornell University, Ithaca, NY.
- Koulaidis, V. (1995). Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal of Science Education*, 17(3), 272-283.
- 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.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom Conceptual Change: Philosophical Perspectives. *The History & Philosophy of Science in Science Teaching*, Florida State Univ.: Florida, 278-291.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a Theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Sheyer, M. & Adey, P. (1981). *Towards a Science of Science Teaching*. Heinemann: London.
- Stewart, J. (1994). [An Inventory of Ideas about Science]. Unpublished raw data.

부 록

An Inventory of Ideas about Science

1. Theories are bold speculation, built up from a creative process.
2. Scientific knowledge is only that which has been proven or confirmed.
3. Scientific knowledge grows when logic prevents us from repeating errors.
4. Knowledge is non-provable and non-confirmable.
5. Falsification is a scientific method for rejecting theories.
6. A theory is not rejected by its falsification, but only in the context of a comparison with rival theories, using research fruitfulness as the criterion.
7. Conceptual systems change as individual concepts change their meaning in socio-historical processes and by rational acts analogical to "ecological change" occurring in population concepts.
8. Objective observation and inductive procedures constitute the scientific method.
9. Systematic application of a priori conceptual structures, which in turn constitute the framework for our perception of the world.
10. Theory-choice is a community decision, influenced by shared professional, social and psychological values, rather than by rules of choice.
11. There is no crucial experiment and no instant rejection.
12. Falsification uses crucial experiments all the time.
13. There is no crucial experiment.
14. We construct reality by our inner a priori conceptual structures, which in turn constitute the framework for our perception of the world.
15. Knowledge is accumulated inductively.
16. Conceptual change is evolutionary.
17. Conceptual change is revolutionary, like a sudden revelation. It occurs in rare moments of crisis.
18. There is only one kind of logic and therefore only one kind of geometry. Newtonian physics is the apex of cognitive activity.
19. The scientific method guarantees progress towards probable truth.
20. Progress is similar to biological adaptation.
21. Progress is a relative notion.
22. Progress occurs when a rival research program proposes a more fruitful "problem shift".
23. A succession of scientific theories is genuine progress, even in an absolute sense.
24. Scientific progress approximates truth (regarding the world of phenomena).
25. In proving knowledge about the phenomena, we apply conceptual structures which are universal, a priori categories.
26. Impartial and patient observations result in generalizations (hypotheses), which are confirmed by induction.