

이론 시험이 아니라 실험 기술의 혁신

— 실험과 이론의 비위계적 상호 관계 —*

이 상 원**

- I. 이론 시험으로부터 실험의 독립
- II. 이론과 실험 사이의 두 가지 위계적 관계와 그에 대한 반증 사례
- III. 라카토슈의 기여: '사후관점' 비판과 이론 중심주의에 대한 부분적 비판
- IV. 이울배반: 라카토슈의 이론 중심주의
- V. 두 이론 사이의 시험이 아니라 '하나의' 이론에 대한 입증 기도: 쿤적 해석
- VI. 급진적 전환
- VII. 라카토슈 및 쿤/해킹: 이론 우위 대 실험의 자율성

• 국문초록

포스트실증주의 과학철학을 지배했던 라카토슈와 쿤의 과학철학은 이론에 강조점을 두는 과학철학이라고 할 수 있다. '결정적 실험에 대한 부정'과 '이론 과학의 자율성'이라는 두 관념으로 라카토슈가 주장하는 바는 단 하나의 실험이 이론의 운명을 결정할 수 없다는 것이다. 쿤은 '패러다임의 우선성'이라는 관념을 통해 과학 활동(정상 과학)은 패러다임(좁게 보아, 이론)에 의해 지배된다고 주장한다. 실험은 이론의 관점에서 수행될 따름이라는 것이다. 이와 달리 해킹은 실험이 이론

* 이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-361-AM0074). 좋은 지적을 해 주신 익명의 심사위원들께 감사한다.

** 연세대학교 미디어아트연구소 인문한국(HK) 교수

적 문제의 해결만을 목적으로 수행되는 것은 아니며, 이론가가 불가능하다고 선언한 것을 실험가는 때로 해낼 수 있다고 주장한다. 이러한 일이 실험 도구의 혁신을 통해 어떻게 일어나는지 논의할 것이다. 마이컬슨 실험의 경우를 들어 이 실험의 성격에 관한 라카토슈와 해킹의 두 가지 상이한 해석을 검토한다. 이러한 논변이 실험을 이론의 우위에 놓는 또 다른 위계적 관계를 내세우지는 않는다. 논점은 이론 지배적 과학철학이 실험 과학에 대한 잘못된 이해를 심어줄 수 있음을 비판하는 데 있다.

• 주제어

이론 시험으로부터 실험의 독립성, 도구의 혁신, 실험 기술, 이론 지배적 과학철학 비판, 이론가와 실험가의 차이

이 논문에서는 실험과 이론의 비위계적 상호 관계를 구체적 사례 연구를 통하여 논의한다. 논의 과정에서 이론과 실험의 관계에 대한 라카토슈(Imre Lakatos), 쿤(Thomas S. Kuhn), 해킹(Ian Hacking)의 입장을 견주어 가며 취급할 것이다. 라카토슈의 과학철학은 부분적으로 ‘이론 지배적 과학철학’(theory-dominated philosophy of science)을 비판하면서도 전반적으로 과학에 대한 ‘이론 지배적 태도’를 견지한다. 이론 지배적 과학철학이란 ‘이론’을 중심으로 과학을 이해하려는 강한 입장을 말한다. 쿤의 입장도 라카토슈와 유사하다. 실험을 포함한 과학 활동 전반의 패러다임(paradigm)에 의한 지배를 옹호하면서도 ‘변칙 사례’(anomalies)의 출현과 이에 따른 기존 패러다임의 위기(crisis) 상황 초래, 과학 혁명의 실존을 주장하고 있기 때문이다.

한 이론에 대한 반증 사례에 의거한 그 이론의 즉각적 폐기라는 포퍼 식의 단순한 반증을 피하면서, 라카토슈는 ‘이론 과학의 상대적 자율성(relative autonomy of theoretical science)’을 주장하기 위하여 ‘과학적 연구 프로그램의 방법론(methodology of scientific research programmes)’을 제기한다(Lakatos, 1970). 쿤은 ‘정상 과학(normal science) 개념을 통해 ‘패러다임의 우선성(priority of paradigm)’, 또는 패러다임에 의한 정상 과학의 지배를 주장한다.(Kuhn, 1970) 이러한 시도들은 ‘직접적 관찰’을 중심으로 하는 논리 실증주의적 과학 정당화 틀에 대한 비판이라고 할 수 있다. 두 철학자의 구도는 과학의 ‘실천’을 이해하려는 과학철학적 시도의 주요 전범이다. 라카토슈와 쿤은 관찰이나 실험과 같은 경험적 사실의 이론에 대한 우위를 비판하는 논점을 주장함으로써, ‘이론 평가 과정의 복잡성’을 적절히 이해시키고자 한다. 그런 가운데, 두 철학자는 역으로 경험적 사실에 대한 이론 지배적 관점을 자연스럽게 강조하고 있다. 즉 라카토슈와 쿤의 입장은 전반적으로 이론과 실험 사이의 위계적 관계, 즉 이론에 의한 실험의 지배, 실험에 대한 이론의 우위 관계를 주로 받아들이는 입장인 것이다.

해킹은 실험이 이론 시험(theory testing)을 위해서만 수행되느냐의 여부에 집착하는 철학적 논의는 실험을 올바르게 이해하는 것을 방해할 수 있다고 주장한다.(Hacking, 1983) 이 논문의 주요 사례는 마이켈슨 실험(Michelson experiment)이다. 해킹은 마이켈슨 실험을 이론 시험을 위한 사례로서 의미를 지니는 실험으로서보다는, ‘도구쓰기(instrumentation)의 혁신’, 즉 실험 기술의 혁신과 ‘이러한 혁신의 고수준 이론으로부터의 독립 가능성’을 옹호하도록 해주는 실험 사례로서 해

석한다. 라카토슈 및 쿤의 입장과 대조적으로, 해킹은 실험에 대한 이론의 우위라는 또 다른 위계적 관계를 제기하는 것이 아니라 실험과 이론 사이의 비위계적 관계를 논의한다.

이론과 실험 간의 비위계적 상호 관계를 논의하는 이 논문은 실험철학(philosophy of experiment)의 주요 주제로서의 ‘실험의 자율성’(autonomy of experiment)에 대한 일종의 옹호 논변이 될 수 있을 것이다. 이와 동시에 이 논문은 쿤이나 라카토슈와 같은 이론 지배적 과학철학의 한계와, 이론 지배적 과학철학의 실험철학과의 부분적 병립 가능성을 밝혀주는 성격도 지닌다.

I. 이론 시험으로부터 실험의 독립

실험철학자가 들고 나온 가장 중요한 주장 가운데 하나는 실험의 이론 시험으로부터의 ‘상대적’ 자율성이다. 이와 같은 맥락에서 실험의 자율성에 관하여 논의한 가장 대표적인 철학자는 해킹이라고 할 수 있다.(Hacking, 1983) 해킹의 견해에 따르면, 실험이 이론에 대한 ‘시험’과 같은 이론적 목적만을 위해서 존재하는 것은 아니다. 그는 실험이 매우 ‘다양한’ 목적을 갖고 있다고 주장한다. 해킹의 주장은 “실험하기는 그 자체의 여러 생명을 갖고 있다.”(Hacking, 1983, p.165)는 표현에 잘 드러나 있다. 그는 상이한 과학의 상이한 발전 단계에서 실험과 이론은 상이한 관계를 갖는다고 이야기한다.

이러한 시각은 전통적으로 과학철학자들이 관심을 두어 온 이론 시험과 관련된 실험이 여러 종류의 실험 가운데 단지 하나에 불과하며, 실험의 역할과 목적은 실로 다양하다는 견해이다. 해킹은 이와 같은 주장을 위해서 광학, 열역학, 고체 물리학, 전파 천문학에서 여러 사례를 든다.(Hacking, 1983, pp.155-158) 이론이 단순히 실험에 앞서는 것이 아니라, 이론에 앞서 있던 수많은 실험이 존재했음을 예시하며, 실험적 작업의 결과가 나타난 후 거기에 대한 이론적 해석이 잇따랐던 여러 사례를 제공하고 있다.

II. 이론과 실험 사이의 두 가지 위계적 관계와 그에 대한 반증 사례

이론 시험을 위해서만 실험이 존재하는 것은 아니듯이, 실험 결과에서 항상 어떤 이론이 도출되는 것이 아님에도 유의할 필요가 있다. 아래에 이론과 실험 사이의 두 관계와 그 두 관계를 보여주는 구체적 사례를 제시한다.

- ① 선 이론-후 실험(이론이 제기되었고 실험에 의해서 이론 시험이 발생한 경우)
: 일반 상대론 이론과 에딩튼(Arthur Eddington)의 일식 실험
- ② 선 실험-후 이론(실험 결과가 제기되었고 이에 관한 이론이 발생한 경우)
: 초기 X선 실험, 흑체 복사(black body radiation) 실험

이 사례만으로도 우리는 이론과 실험 사이의 관계를 위계적 관계로 이해하는 시각이 과학을 이해하는 적절한 틀이 되기는 어렵다는 점을 인식할 수 있다. ① 선 이론-후 실험의 사례는 모든 이론이 실험 결과에서 야기되는 것이 아님을 이야기해준다. ② 선 실험-후 이론의 사례는 실험이 이론 시험을 위해서만 존재하지 않는다는 것을 보여준다. 이러한 논의를 통해서 이론과 실험의 관계가 하나의 다른 하나에 대한 ‘지배’(domination)의 관념으로 이해되지 않음을 알 수 있다. 이어지는 논의에서는 이 두 유형의 반례 제시를 넘어 구체적인 사례 연구를 중심으로 이론과 실험 사이의 관계에 대한 위계적 시각이 빚어내는 바람직하지 않은 과학 인식에 대해 살펴보고자 한다.

III. 라카토슈의 기여: ‘사후관점’ 비판과 이론 중심주의에 대한 부분적 비판

라카토슈는 마이켈슨 실험을 ‘결정적 실험’(crucial experiments)을 부정하게 해주는 대표적인 역사적 사례의 하나로서 다룬다.(Lakatos, 1970; 1974) 그는 결정적 실험의 가장 전형적인 경우의 하나로 여겨져 온 마이켈슨 실험이 사실은 결정적

실험이 아니라고 본다. 그는 그러한 주장을 회고적 관점, 즉 이른바 ‘사후관점’(hindsight)의 측면에서 논증한다. 라카토슈의 사후관점이란 어떤 실험에 대한 평가가 그 실험이 있는 ‘이후’의 주목할 만한 어떠한 과학적(특히, ‘이론적’) 사건에 의해서 규정되는 상황을 말한다. 사후관점이라는 개념을 중심으로 라카토슈는 과학사 해석 문제를 취급하고 있는 것이다.

그의 이러한 관점을 기초로 어떤 실험이 갖는 의의에 대한 평가를 구분하면 다음과 같은 두 가지로 나눌 수 있다.

- ① 실험 당시 상황에서의 평가
- ② 시간이 흐른 후에 있게 되는 평가

위의 두 가지 방식의 평가가 과학사적 사건에 대한 해석에 미치는 영향은 심대하다. 라카토슈가 보기에, ②의 시각은 구체적인 과학사적 사건의 본성에 대한 이해를 왜곡시킬 수 있다.

그의 견해에 따르면, 마이컬슨 실험은 아인슈타인(Albert Einstein)의 특수 상대성 이론(special theory of relativity)의 승리의 결정적 토대가 된 결정적 실험이 아니다. 라카토슈가 비판하고 있는 것은 특수 상대성 이론의 성립이라는 관점에서 마이컬슨 실험을 이해하는 시각이다. 마이컬슨 실험이 특수 상대성 이론에 대한 결정적 실험이란 시각은 1881년의 마이컬슨 실험이 이 실험으로부터 20여 년이 지난 후에 일어난 사건인 아인슈타인의 1905년 논문의 관점에서 회고적으로 돌아보게 되었을 때, 즉 사후관점을 지니게 될 때, 만들어지게 되는 이미지일 뿐이라는 견해이다.

라카토슈의 지적은 어떠한 사건은 그 사건 있었던 당시의 맥락에서 이해되어야지 ‘그 이후에 발생한’ 특정한 사건의 관점에서 이해되어서는 안 된다는 것이다. 이 대목에서 라카토슈의 논의는 매우 사려 깊으며 올바른 입장이라고 할 수 있다. 마이컬슨 실험은 특수 상대성 이론을 위해서 존재한 것이 아니다. 마이컬슨은 특수 상대성 이론을 시험하고자 빛의 속도를 측정할 것이 아니기 때문이다. 그가 실험할 때는 상대성 이론이 출현하기 ‘이전’이다. 아인슈타인의 특수 상대성 이론에 대한 첫 논문은 마이컬슨의 1881년 실험이 있는 지 24년 후에 《물리학 연보》(*Annalen der Physik*)에 실렸다.

마이컬슨 실험은 사후관점에 서서 많이 이야기되었다. 특히 과학 교과서 속의 마이컬슨 실험의 모습은 주로 이 관점에서 서 있다. 이는 아인슈타인의 특수 상대성 이론의 성립이라는 관점에서 마이컬슨 실험을 이해하는 시각이다. 즉 아인슈타인이 마이컬슨의 실험 결과를 이론적으로 흡수해 보려는 과정에서 그 산물로 나온 것이 특수 상대성이라는 견해가 바로 그것이다. 그러나 이 시각은 사실이 아니다. 마이컬슨 실험 결과와 특수 상대성 이론의 출현의 인과적 관계를 부정한 고전적인 논의는 홀튼(Gerald Holton)의 논의이다.¹⁾ 마이컬슨과 특수 상대성 이론의 관계에 대한, 홀튼이 비판하는, 해석은 이른바 실험주의적 해석이다. 이 해석의 골격은, 아인슈타인이 마이컬슨 실험의 결과라는 경험적 사실을 이론적으로 정당화하는 과정에서 특수 상대성 이론을 얻어내게 되었다는 이야기로 이루어져 있다. 이 해석의 진실과 의의를 살피기 위해서는 몇 가지 논의가 필요하다.

마이컬슨 실험에 대한 이 해석은 경험주의적 과학철학의 영향 속에서 형성된 것이다. 경험주의 과학철학에 따르면, 경험의 누적은 새로운 이론을 요구한다. 그리고 그 새로운 이론은 과거 이론을 그 자신의 부분 집합으로 포함하는 형태를 띠게 된다고 이해되었다. 이 인식 틀에 따르면, 마이컬슨 실험은 에테르(ether)의 실재를 가정했던 고전 전자기 이론이 설명해 내지 못하는 경험적 사실을 산출했다. 그리고 이 변칙적 사실을 포괄하여 설명을 해낼 수 있는 이론 체계를 얻으려는 몇몇 시도가 있었고 모두 좌절했다. 그 후 얼마 지나서 아인슈타인이라는 학계에 이름이 안 났던 인물이 새로운 경험적 사실을 성공적으로 설명해 내는 새로운 이론을 만들어낸다. 그것이 바로 특수 상대성 이론이다. 결국 마이컬슨 실험은 경험적 사실로서 아인슈타인의 특수 상대성 이론이 출현하는 데 큰 기여를 한 것이다. 여기까지가 마이컬슨 실험에 대한 경험주의적 해석에 따를 때 써 내릴 수 있는 시나리오이다.

이제 이 해석을 긍정적으로 받아들이는 노선을 취하여 좀 더 이야기를 진행시켜 보기로 한다. 이 해석에 따르면, 유의미한 경험적 사실로서 마이컬슨 실험의 결과가 먼저 존재한다. 이 경험적 사실을 놓고 이론적 해석의 두 가지 가능성이 있었다. 하나는 에테르의 실재성은 의심하지 않는 상태에서 기존의 에테르 이론에 결함이 있다는 판단을 내리게 되는 경우이다. 다른 하나는 에테르를 폐기하는 경우이다. 로렌츠(Hendrik Antoon Lorentz)의 전자 이론은 첫 번째 경우에 해당한다.

1) 이에 대해서는 Holton(1968) 또는 Holton(1973), pp.261-35을 참조할 것.

그리고 마이컬슨의 입장도 이 경우에 해당한다고 볼 수 있다. 당시의 과학적 맥락에서는 이 첫 번째 가능성이 가장 유효한 해석이다. 당시에 고전 에테르 이론의 위기 상황은 없었기 때문이다. 더욱이 고전 에테르 이론을 대체할 대안적 이론은 물론 없었다. 그렇다면 에테르에 대한 ‘기존의 이론을 수정하여 마이컬슨 실험의 결과를 수용해내는 방식’으로 그 실험 결과를 해석하려고 노력을 기울이는 로렌츠의 경우와 같은 연구 태도는 그 당시 상황에서는 가장 일반적이고 온당한 노선이라고 할 수 있다.

두 번째 경우인 에테르 이론을 폐기하는 노선은 아인슈타인을 염두에 두는 견해이다. 이러한 견해 속에서 마이컬슨 실험은 아인슈타인과 결부되어 이해된다. 그러나 이 입장은 사실과 다르다. 왜냐하면 아인슈타인도 로렌츠 식의 이론적 접근을 할 가능성이 컸다고 볼 수 있기 때문이다. 아인슈타인은 1902년 무렵 로렌츠의 책을 접한다. 그 책은 1895년에 출판된 것이다. 1902년은 아인슈타인이 스위스 베른에 있는 특허국 직원으로 취직한 해이고, 이 당시 그는 학계에서 여전히 멀리 떨어져 있던 상태에 있었다. 그렇기 때문에 진작 출판된 로렌츠의 책을 뒤늦게야 접하게 된 것이다. 로렌츠의 책에는 크게 두 가지 내용이 들어 있었다. 하나는 어떤 미국의 학자가 행한 실험의 결과에 대한 이야기다. 빛의 속도에 대한 마이컬슨 실험의 부정적 결과가 그것이었다. 다른 하나는 이 부정적 결과에 대한 로렌츠의 해석이었다.

아마도 이 책을 접하게 되면서 아인슈타인은 마이컬슨 실험에 대해 알게 되었을 것이다. 이러한 상황에서 로렌츠의 만족스럽지 못한 대응을 보고 창조적인 발상을 통해 새로운 이론을 이끌어낸 이가 아인슈타인이라는 해석이 바로 여기서 도출될 수도 있다. 이 해석에서 아인슈타인의 놀라운 발견에 초석이 된 것은 마이컬슨 실험의 결과라는 경험적 사실이다. 그러나 이러한 해석은 그다지 만족스럽지 않다. 이러한 인식은 아래의 사실에서 따라 나온다.

아인슈타인이 특수 상대성 이론에 도달하게 된 것은 마이컬슨 실험 결과에 대한 창조적 해석 과정에서 얻은 성과가 아니었다. 그러한 성취는 다른 방향에서 이루어졌다. 그가 ‘맥스웰(James Clerk Maxwell) 방정식과 관련한 문제’를 취급하면서 특수 상대성 이론에 도달했다는 견해가 널리 받아들여지고 있다. 만일 아인슈타인이 마이컬슨 실험의 결과에 대한 해석에 집착했다면, 그 역시 로렌츠와 비슷한 유의 ‘현상 구제하기’(saving the phenomena)를 위한 이론을 제시하게 되었으리라고

상상하는 것이 특수 상대성 이론을 제시하게 되는 경로를 떠올리는 것보다는 더 합리적인 판단이 될 것이다. 아인슈타인 역시 에테르에 집착했던 이였다. 그러나 어느 시점에서 그는 에테르를 버렸다. 하지만 그가 에테르를 버린 일이 마이컬슨 실험의 결과 때문은 아니었던 것이다.

아인슈타인과 마이컬슨 실험의 관계에 대한 오해는 마이컬슨이 노벨상을 탄 이유에 대한 오해로 이어졌다. 어떤 이들은 마이컬슨이 특수 상대성 이론을 입증한 실험을 했기 때문에 노벨상을 수상한 것으로 알고 있다. 그러나 이는 사실을 벗어나 있다. 마이컬슨은 미국인으로는 최초의 노벨상 수상자가 되었으나 그가 노벨상을 받은 것은 마이컬슨 실험 때문이 아니었다. 마이컬슨은 그가 실험에 썼던 간섭계(interferometer)를 세련화 시켜 빛을 이용한 다른 연구, 특히 길이의 표준을 결정하게 해준 연구에 대한 공로로, 즉 도량형학 발전에 기여한 공로로 1907년에 노벨상을 수상했던 것이다. 또한 그는 나중에까지도 상대성 이론을 수용하기를 거부했다. 이는 아인슈타인도 상대성 이론이 아니라 수리물리학적 방법을 발전시킨 일과 광전 효과 연구로 노벨상을 수상한 일을 연상시킨다.

IV. 이율배반: 라카토슈의 이론 중심주의

사후관점에 대한 논의를 통하여 라카토슈는 부분적으로 이론 중심주의를 비판한다. 하지만 그의 철학에는 이율배반적으로 이론 지배적 시각이 강력하게 살아있다. 사례를 통해 이를 이해하기로 한다.

1. 연구 프로그램 ‘내’ 이론 시험

마이컬슨은 그의 실험으로 지구가 에테르 속을 운동하는 상태에서 여러 방향에서 오는 빛의 속도를 측정함으로써 에테르가 광속에 미치는 영향을 알아내려 했다.(Michelson, 1881) 하지만 그의 예상과 달리, 실험 결과는 오히려 에테르의 존재를 부정하는 일을 하나의 가능성으로 만들어 버렸다. 과연 마이컬슨이 어떤 의도에서, 어떤 이론적 배경 속에서, 어떤 실험적 프로그램 속에서 시험을 했는지 살펴볼 것이다.

그의 실험이 ‘이론 시험’을 위한 것이었는지, 그렇다면 어떤 이론이 시험에 놓였는지를 논의하기로 한다. 마이컬슨의 1881년 논문 자체를 보면 이 실험은 프레넬(Fresnel) 이론의 입증을 목표로 했다. 하지만 프레넬 이론 하나를 놓고 있는 입증 실험이 아니라는 견해도 있다. 예를 들면 라카토슈는 마이컬슨 실험에 대한 주목할 만한 해석을 제시한다.(Lakatos, 1970) 그는 다음과 같이 말하고 있다.

마이컬슨은 1881년에 헬름홀츠(Helmholtz)의 베를린 연구소를 방문하고 있던 동안에 에테르에 대한 지구의 운동의 영향과 관련된 프레넬과 스톡스(Stokes)의 모순되는 이론을 시험하기 위하여 실험을 최초로 고안했다. 프레넬의 이론에 따르면, 지구는 정지해 있는 에테르 속을 통과하여 움직이지만 지구 내의 에테르는 부분적으로 지구와 함께 운반된다. 그러므로 프레넬의 이론은 지구 바깥에 있는 에테르의 속도는 지구에 대해 양(plus)임을 함축한다. (즉, 프레넬의 이론은 ‘에테르 바람’의 존재를 함축했다) 스톡스의 이론에 따르면, 에테르는 지구에 의해 끌리게 되며 곧 지구 표면에서는 에테르의 속도는 지구의 그것과 똑같다. 그러므로 에테르의 상대 속도는 영이다. (즉, 지구 표면에서 에테르 바람은 없다) 스톡스는 원래 두 이론이 관찰적으로 동등하다고 생각했다. 예를 들어, 적당한 보조 가정으로 두 이론은 광행차(aberation of light)를 설명했다. 그러나 마이컬슨은 그의 1881년 실험이 그 두 이론 사이의 결정적 실험이었고 스톡스의 이론을 증명했다고 주장했다. (Lakatos, 1970, pp.159-60)

(1) ‘에테르 바람’ 이론

프레넬의 이론은 에테르가 정지해 있고, 지구 속의 에테르는 지구와 함께 움직인다는 내용을 담고 있다. 이는 지구 밖의 에테르는 정지해 있고 그 에테르 속을 지구가 움직이는 상황이다. 이 경우 지구는 일정한 속도로 달리고 있으므로 에테르가 실제로는 정지해 있음에도 불구하고 에테르 바람이 지구로 불어오는 것과 같은 효과를 갖게 된다. 이를 일상적으로 경험할 수 있는 상황과 유비해 볼 수가 있다. 바람이 전혀 불지 않는 날, 어떤 어린이가 일정한 방향으로 자전거를 타고 달리면 실제로는 바람이 불지 않아도 그 어린이는 바람이 자신에게 불어오는 것으로 느끼게 된다. 그 바람이 불어오는 속도는 만일 자전거의 속도가 빠르면 그에 따라서 빨라지게 된다. 프레넬의 이론은 그래서 ‘에테르 바람’(ether wind) 이론이라 불린다.

(2) ‘에테르 끌기’ 이론

반면 스톡스의 이론은 프레넬의 이론이 이야기하는 바와는 상반되는 내용을 담

고 있다. 스톡스의 주장의 요지는 지구 속의 에테르는 지구와 함께 움직이는데 이에 더하여 지구 표면의 바깥쪽 근처에서 지구를 둘러싸고 있는 에테르의 일부가 지구가 움직일 때 지구와 함께 움직인다는 것이다. 이와 관련하여, 달리는 자전거가 주변의 공기를 끌고 가는 장면을 연상할 수 있다. 지구 표면 주위의 에테르가 이동하는 지구와 함께 움직인다면, 에테르 바람의 효과는 나타나지 않게 될 것이다. 그래서 스톡스의 이론은 이러한 이미지 때문에 ‘에테르 끌기’(ether drag) 이론이라 불린다.

2. 마이컬슨 실험: ‘프레넬 이론’과 ‘스톡스 이론’ 사이의 선택?

위의 인용문에서 볼 수 있듯이, 라카토슈는 마이컬슨이 독일에 있을 때, 대립하는 프레넬 이론과 스톡스 이론을 시험하기 위해 실험을 했다고 이야기한다. 라카토슈의 견해에 따르면, 마이컬슨 실험은 프레넬의 ‘에테르 바람’ 이론을 위협하는 결과를 냈다. 그의 견해를 받아들일 경우, 그렇다면 두 이론이 시험에 놓인 이론이 된다.

- ① 프레넬 이론
- ② 스톡스 이론

이러한 견해는 라카토슈 이외의 몇몇 학자의 입장에서도 나타나고 있다. 예를 들어 휘태커(Sir Edmund Whittaker)는 그의 고전적인 저술 *에테르와 전기 이론의 역사* (*A History of the Theories of Aether and Electricity*)에서 다음과 같이 말한다. “이 결과는 마이컬슨 자신에 의해 스톡스의 이론에 대한 입증으로 여겨졌는데, 스톡스의 이론 속에서 지구 가까이 있는 에테르는 운동하고 있는 것으로 가정된다.”(Whittaker, 1951, p.391) 19세기 물리학사의 표준적 교과서의 하나라 할 만한 *에너지, 힘, 물질* (*Energy, Force, and Matter*)에서 하먼(P. M. Harman)은 라카토슈, 휘태커와 같은 견해를 표출했다. “그 실험은 1881년에 수행되었고 에테르에 상대적인 지구의 운동은 탐지 불가능하다는 놀라운 결과를 산출해냈다. 마이컬슨은 정지 에테르 가설이 옳지 않다고 결론 내렸는데, 에테르를 통과해 지나가는 지구의 진로에 의해서 끌려가는 에테르에 관한 스톡스의 이론이 선호되어야 함

을 지적했다.”(Harman, 1982, p.115) 이들은 마이컬슨 실험이 스톡스의 ‘에테르 끌기’ 이론을 입증했다고 명확하게 주장하고 있다. 하먼은 라카토슈나 휘태커보다 더 강력하게 이러한 견해를 지지하고 있음을 알 수 있다. 라카토슈는 훨씬 간접적으로 이러한 견해를 지지한다.

V. 두 이론 사이의 시험이 아니라 ‘하나의’ 이론에 대한 입증 기도: 쿤적 해석

필자는 여기서 마이컬슨의 1881년 논문을 직접 살펴보고자 한다. 이는 과연 마이컬슨이, 라카토슈가 해석하는 대로, 프레넬 이론과 스톡스 이론을 놓고 시험하려는 의도를 지니고 있었느냐를 알아보려는 것이다. 이러한 대조를 통해 라카토슈가 제시한 해석의 타당성을 검토할 수 있을 것이다.

스톡스 이론이 마이컬슨의 1881년 논문에서 어떤 위치를 차지하는 지를 살펴본다. 마이컬슨의 논문에서 스톡스 이론은 논문에 전혀 나오지 않다가 논문의 말미에 등장한다. 1881년 논문의 마지막 문단은 그가 실험을 하는 데 도움을 준 이들에게 고움을 표시하는 네 줄의 감사문으로 이루어져 있다. 이 마지막 문단 바로 앞에 위치한 문단에 스톡스에 관한 이야기가 나온다. 스톡스에 관한 이야기를 담은 이 뒤에서 두 번째 문단에 앞서 있는 뒤에서 셋째, 넷째 문단에 실험의 부정적 결과에 대한 유명한 언급이 있다.

이들 결과에 대한 해석은 간섭 띠의 변위가 존재하지 않는다는 것이다. 따라서 정지 에테르 가설의 결과는 옳지 않다는 점이 증명된 것이고, 그 가설은 오류가 있다는 필연적 결론이 따라 나온다.

이 결론은 지금까지 일반적으로 받아들여 온 광행차 현상에 대한 설명과 직접적으로 모순되는데, 그 설명은 정지해 있는 에테르 속을 지구가 지난다고 가정한다.(Michelson, 1881, p.128)

여기가 사실상 1881년 논문의 최종적 결론이고 끝이다. 이에 이어 스톡스에 대한 문제의 언급이 나온다.

1846년에 스톡스가 철학 잡지 (*Philosophical Magazine*)에 출간한 논문으로부터의 발체구를 부가하는 일이 부적절하지는 않을 것이다.

“이 모든 결과는 이 학술지 7월 호에 제안했던 광행차 이론으로부터 즉시 따라 나오게 된다. 그리고 나는 실험과의 대조를 허용하는 어떠한 결과를 얻을 수가 없었는데, 그 결과는 어느 이론을 선택하느냐에 따라 달라지게 된다. 이는 현상 설명에서 서로 평행선을 달리는 두 가지의 전적으로 다른 이론이라는 호기심을 불러일으키는 사례를 만들어 낸다. 에테르가 지구라는 고체 덩어리를 통과하여 아주 자유롭게 움직인다는 프레넬 이론이 잘 견딜 수 없음이 보여질 때, 나는 많은 이들이, 우리가 좋은 증거가 없는 상태에서는 믿고 싶어 하지 않듯이, 프레넬의 이론을 유지하고 싶어 하리라고 생각하지 않는다. 그럼에도 불구하고 만일 그 두 이론을 몇몇의 결정적 실험으로 시험하는 것이 가능했다면 더욱 만족스러웠을 것이다.”(Michelson, 1881, p.129)

마이컬슨 자신의 1881년 논문으로부터의 여러 인용구에서 나타난 사실을 기초로 라카토슈의 위 주장의 타당성을 검토할 수 있다. 그의 1881년 논문 전체 그리고 스톡스에 대한 언급과 그 언급을 담은 문단의 논문 내 위치를 놓고 볼 때, 마이컬슨의 1881년 실험은 이론 시험 실험은 아니었다고 볼 수 있다. 다시 말하면, 마이컬슨은 프레넬 이론과 스톡스 이론을 경쟁하는 두 이론으로서 가져다 놓고 실험을 통해서 이 두 이론 가운데 어느 하나를 참으로 만들려는 의도는 없었던 상태에서 실험을 했다고 판단한다. 왜냐하면 진정으로 1881년 실험이 시험 실험이었다면, 논문의 처음부터 시험 상황을 마이컬슨 자신이 명료히, 혹은 적어도 누가 보아도 무슨 목적의 실험을 하려는 것인지를 알 수 있도록 정보를 주었을 것이라고 추측할 수가 있다. 그러나 이러한 언급은 어디에도 없다.

라카토슈는 위에 인용한 그의 인용문의 마지막 문장에 주를 달아 놓았는데, 그 주에는 다음과 같은 내용이 담겨있다. “이는 그의 [1881] 결론 부분에서 간접적으로 생겨 나온다.(Lakatos, 1970, p.160, 주1)” 인용문에서 알 수 있듯이, 라카토슈 자신도 스톡스의 이론을 마이컬슨이 실험으로 결정적으로 입증했다는 주장을 마이컬슨의 지적으로부터 ‘간접적으로’ 유도할 수 있다고 주장하고 있을 뿐이다. 라카토슈의 이러한 해석은 반론의 여지를 갖고 있다. 마이컬슨이 논문의 마지막에서 스톡스를 인용한 것은, 마이컬슨이 자신의 실험 결과가 에테르 이론에 이상이 있다고 해석할 가능성을 제시해준다고 이야기한 만큼, 그러한 해석 가능성과 연관이 될 만한 기존의 주장 중에서 스톡스의 견해를 적어 놓은 것으로 보면 적절할 것이다. 이는 기존에 나타난 ‘이론적’ 주장 가운데 자신의 실험 결과에 대한 해석에서 나오

는 결론과 유사한 경우가 있음을 지적하는 정도를 넘어서지 않는다고 판단된다. 그의 논문에는 그 이외에 스톡스에 대한 어떠한 더 이상의 이론적, 실험적 논의가 없다는 점도 이러한 판단에 힘을 더해 준다. 라카토슈의 위와 같은 해석은 ‘이론을 중심에 놓고 실험을 이해하고 평가하는 태도’, 즉 이론 지배적 시각에서 비롯된 것이다.

마이컬슨은 프레넬의 이론을 ‘입증’하려는 의도를 지니고 실험을 했다고 해석하는 것이 자연스럽다. 물론 실험 결과는 프레넬 이론을 의심하는 것으로 나왔지만 말이다. 마이컬슨이 프레넬 이론을 입증하려고 실험을 한 것은 사실이다. 이 단계에서 시험할 이론이 프레넬 이론과 스톡스 이론이라는 견해는 그다지 정당한 견해는 아니라고 판단 내려도 좋을 것이다. 마이컬슨 실험은 경쟁하는 ‘두’ 이론이 아니라, ‘하나의’ 이론(프레넬 이론)을 입증하려던 실험이었다. 이 상황은 쿤의 과학철학으로 잘 이해된다. 마이컬슨 실험은 정상 과학적 실험이다. 프레넬 이론은 실험이 있던 당시에 에테르 이론의 패러다임이었다. 마이컬슨 실험은 패러다임으로서의 프레넬 이론을 입증하고 확장하려는 맥락에서 수행된 것이다. 하지만 실험 결과로 프레넬 이론의 귀결과는 배치되는 것으로 보이는 부정적 결과가 출현했다. 그러나 마이컬슨은 패러다임을 유지하고자 했다. 즉 그의 실험 결과와 충돌하지 않는 방식으로 프레넬 이론을 수정하면 된다고 보았던 것이다.

VI. 급진적 전환

1. 해킹: 이론 지배적 과학철학 비판하기

‘도구쓰기’와 관련하여 해킹은 마이컬슨 실험을 예로 들어 주목할 만한 설명을 제시한다. 해킹은 실험의 자율성이라는 측면에서, 이론적으로 실험이 불가능하다고 지적된 실험을 마이컬슨 실험이 ‘실제로 해냈다’는 사실이 매우 중요하다고 주장하고 있다. 그는 마이컬슨 실험의 경우를 실험의 본성을 적절히 보여주는 하나의 좋은 사례로 본다. 해킹은 다음과 같이 말한다.

우리는 논쟁의 여지가 있는 마이컬슨-몰리 실험의 경우에서 이를 볼 수 있다. 그것은 한 때 공간이 모든 곳을 채우고 있는 에테르로 채워져 있다는 뉴턴적 관념

을 거부하는 결정적인 이유로서 인용되었다. 아인슈타인은 그 관념을 아인슈타인 상대성 이론으로 대체시켰다. 그러나 그 자신은 마이컬슨-몰리 실험에 대해서 거의 몰랐고, 그 실험의 역사가 ‘뉴턴과 아인슈타인 시험하기’의 하나인 것은 확실히 아니다. 라카토슈는 이 사실을 결정적 실험에 대한 그의 맹공격의 중심물로서 이용한다. 그는 그것을 모든 실험이 이론에 종속된다는 것을 논변하기 위해 또한 그것을 이용한다.(Hacking, 1983, p.254)

해킹의 라카토슈 비판의 핵심은 실험의 역할을 평가절하하고 이론을 중심에 놓고 과학을 이해하는 태도를 향하고 있다. 그가 보기에, 라카토슈는 마이컬슨 실험이 어떤 이론의 시험을 향하고 있느냐에 초점을 맞추어 그 실험을 이해하려 하지만, 이러한 태도는 실험의 본성을 적절히 이해하는 것을 방해할 수 있다. 앞서 본 라카토슈의 견해에 따르면, 마이컬슨은 에테르 이론의 두 변형체인 프레넬 이론과 스톡스 이론을 놓고 있었던 시험 실험이다. 그런데 이는 사실과 다름을 앞서 살펴보았다.

2. 도구쓰기의 혁신을 통한 새로운 실험의 구현: 이론가와 실험가의 공약 불가능한 재능

마이컬슨 실험이 갖는 중요한 성격은 다른 데 있다고 해킹은 보고 있다. 해킹에 따르면, 마이컬슨 실험은 어떤 이론의 시험이나, 이론과 관련된 그밖의 어떤 사항의 확인을 중심에 두고 진행되지 않았다. 그런데 해킹이 라카토슈를 비판한다고 해서 해킹이 옹호하는 것이 결정적 실험이라고 생각해서는 안 된다. 단순히 실험주의를 부활시키려는 일은 해킹의 의도와 무관하다. 결정적 실험 역시 이론 지배적 관점에서 보는 실험의 이미지의 하나이기 때문이다. 해킹이 관심을 갖고 있으며 그의 논변을 통해 보여주고 싶어 하는 것은 ‘실험의 이론에 대한 상대적 자율성’이다. 물론 마이컬슨 실험이 있는 이후에 로렌츠의 전자 이론과 같은 이론이 개입한다. 그러나 로렌츠의 그 이론은 ‘이론의 시험과는 관련이 없는’ 다른 종류의 이론이다.

마이컬슨이 1881년 실험을 하게 된 데는 맥스웰의 영향이 있었다. 그 영향은 1881년 논문에 직접적으로 잘 나타나 있다. 마이컬슨은 다음과 같이 쓰고 있다.

클러 맥스웰은 그가 죽은 뒤 얼마 되지 않아, “네이처(Nature)”에 실린 한 편지에

서, 목성이 지구와 다른 방향에 있는 주기에서 위성의 식(飾)을 이용할 때 나타나는 빛의 속도를 측정함으로써 $T-T_1$ 을 계산할 수 있다고 지적했다. 그러나 이 목적을 위한 식에 대한 관찰은 지금까지 얻은 정확도를 크게 초과해야만 한다고 지적했다. 같은 편지에서 또한 왜 그러한 측정이 지구 표면에서 이루어질 수 없었는가에 대한 이유는, 빛이 자신의 경로를 되돌아오는, 그럼으로써 가면서 얻은 거의 그 만큼의 경로를 잃게 되는 필연성을 포함시키지 않는 광속 측정 방법을 우리는 이제껏 갖고 있지 못 했기 때문이었다고 진술했다.

두 속도의 비율의 제공에 의존하는 차이는, 맥스웰에 따르면, 측정하기에는 너무나 작다.

다음은 표준으로서의 노란 빛의 파장을 가지고, 그 양을—만일 존재한다면—쉽게 측정할 수 있음을 보여주려는 의도를 띠고 있다.(Michelson, 1881, pp.120-121)

여기서 $T-T_1$ 은 빛이 지구 상의 한 지점에서 다른 지점을 왕복할 때 나타나는 시간 차이이다. 지구는 움직이고 있으므로 지구 운동 방향으로 움직이는 빛의 운동 속도와 지구 운동 방향과 반대 방향으로 움직이는 빛의 속도는 차이가 있어야 하며, 그것이 당연히 $T-T_1$ 에 반영되어야 한다. 그런데 맥스웰에 따르면, 우리는 지상에서 $T-T_1$ 을 실험으로 측정해 낼 수 없다. 그것은 그 차이가 너무도 작은 값이기 때문이다.²⁾ 하지만 마이컬슨은 ‘맥스웰이 불가능하다고 이야기한 점을 극복’할 수 있었다. 스스로 고유의 ‘간섭계’(interferometer)를 새로이 만들어냄으로써 말이다.

해킹은 마이컬슨 실험과 맥스웰의 위 견해 사이의 이 같은 관련성을 정확히 보고 있다.

‘모든 방법은’ 실패하리라고 맥스웰은 말했다. 그렇지가 않았다. 마이컬슨은 은을 반을 칠한 거울로 우리는 빛을 나누어야 하고, 빛의 반은 지구의 운동 방향으로 보내고 다른 빛은 그 방향에 수직이 되게 보내야 한다는 점을 깨달았던 것이다. 그 빛들이 반사되어 되돌아올 때, 두 개의 결과적인 광속에 의해서 야기되는 위상의 변화 때문에 우리는 어떤 간섭 효과가 있는지의 여부를 알 수 있다. 거의 누구도 이것이 작동하리라고 믿지 않았다. 마이컬슨도 어려움을 안고 있었다. 예를 들면 집 바깥에서 지나가는 말은 건물에 알아챌 수 없는 가벼운 흔들림을 생기게 함으로써 실험을 망쳐 놓았다. 결국 그는 시골로 갔고 ‘잡음(noise)’을 감쇠시키기 위해 전체 실험을 수는 옥조 안에 띠웠다. 그것은 원하지 않는 현상을 제거하는 특징적인 실험 방식이다(Hacking, 1983, p.257).

이어 해킹은 이러한 인식을 기초로 마이컬슨이 프레넬 이론과 스톡스 이론을 시

2) 이 대목에 대한 보다 상세한 논의로는 이상원(2004), 142-144쪽의 각주를 참조할 것.

험하기 위해서 실험을 했다는 라카토슈의 견해에 대해서 다음과 같이 비판적으로 논의하고 있다.

라카토슈는 다음과 같이 쓴다. ‘마이컬슨은 에테르에 대한 지구의 운동의 영향에 관한 프레넬과 스톡스의 모순되는 이론을 시험하기 위하여 실험을 최초로 고안했다.’

이는 참이 아니다. 실험가로서 마이컬슨은 맥스웰이 불가능하다고 말한 바, 즉 에테르에 상대적인 지구의 운동을 측정하길—누구의 이론과도 상관 없이—원했던 것이다. 그는 1880년 11월 20일 베를린 발의, 사이먼 뉴컴(Simon Newcomb)에게 부친 한 편지에서 바로 그것을 이야기한다. 마이컬슨은 파리에서 피조(Fizeau)의 학생으로 연구했고 그 자신의 실험적 결정을 위한 준비가 되어 있었다. 그의 후원자는 알렉산더 그레이엄 벨(Alexander Graham Bell)이었는데, 그에게 1881년 4월 17일에 부친 편지에서 다음과 같이 썼다. ‘에테르에 대한 지구의 상대적인 운동과 관련된 실험이 이제 막 성공적으로 종결되었습니다. 결과는 부정적(negative)이었습니다.’(Hacking, 1983, p.257)

해킹이 분명히 하고 있는 점은 다음과 같다. 라카토슈가 마이컬슨 실험이 뉴턴적 이론과 아인슈타인의 이론에 대한 결정적 실험이라는 견해가 잘못되었음을 보인 점은 충분히 인정함에도 불구하고, 라카토슈는 이론의 관점에서 실험을 이해하려고 하고 있으며 그런 시각에서 마이컬슨 실험을 오해하고 있다는 것이다. 마이컬슨은 ‘누구의 이론과도 상관없이 맥스웰이 불가능하다고 한 실험을 실제로 해내기 위해 실험을 한 것이지 이론적 목적을 위해 실험을 한 것’이 아니라고 해킹은 말하고 있다. 마이컬슨의 실험은 그 자신의 실험적 맥락에서 진행되었으며 이론적 목적은 중요하지 않았다고 보는 것이다. 이러한 해킹의 해석은 실험을 이론과 관계없이 그 자체의 생명을 가질 수 있는 것으로 이해하려는 급진적인 시각 전환을 잘 보여준다.

마이컬슨 실험이 스톡스의 승리를 확보해 주었다는 견해에 대해서 해킹은 다음과 같이 지적하고 있다.

라카토슈는 쓴다. ‘마이컬슨은 그의 1881년 실험이 [광행차에 대한 프레넬과 스톡스의 설명 간의] 결정적 실험이었고 스톡스를 증명했다고 주장했다.’ 마이컬슨은 그런 유의 말을 하지 않았다. 그는 쓴다. ‘이들 결과에 대한 해석은 간섭 띠의 변위가 존재하지 않는다는 것이다. 정지 에테르 가설의 결과는 따라서 옳지 않다는 점이 보여진 것이고, 그 가설은 오류가 있다는 필연적 결론이 따라 나온다.’ 그는 스톡스가 옳다고는 주장하지 않았으며, 기껏해야 프레넬이 틀렸다고 주장했던 것이다.(Hacking,

1983, p.258. []는 해킹의 것임.)

이 부분에 대한 논의는 이미 위해서 한 바 있는데, 해킹의 논의에서도 나타나듯이 마이컬슨은 스톡스가 옳다고 말한 적이 없고, 프레넬이 틀렸다고 말했을 뿐이었다는 사실을 다시 확인할 수 있다. 해킹의 입장은 마이컬슨의 결론이, 라카토슈처럼 스톡스의 승리에 초점을 두고 있는 것이 아니라, 프레넬의 틀렸음에 초점을 맞추고 있다고 해석하는 것이 옳다고 보는 것이다.

스톡스에 대한 마이컬슨의 언급은 위에서 다루었다. 해킹은 이 언급에 대한 라카토슈의 해석에 오류가 있다고 보고 있다.

마이컬슨은 담담하게 아무런 논평 없이 스톡스를 인용한다. 그는—라카토슈가 말한 것처럼—스톡스가 옳다고 ‘간접적으로 말하지’ 않았다. 그는 이를 결정적 실험이라고 부르지 않았다. 그가 함축한 것은 이론가에 대한 실험가의 승리였다. 지금 나는 이제까지 당신들이 접근할 수 없었던 것을 결정할 수 있다는 것이다.(Hacking, 1983, p.258)

해킹이 강조하는 것 가운데 하나가 바로 이 대목이다. 실험가는 이론가가 예측하지 못하는 자연의 행동을 통제하는 방법을 발명, 구사할 수 있거나 이론가가 예측한 내용을 극복할 수 있다는 것이다. 그는 마이컬슨 실험에서 시험 혹은 입증여부의 문제보다는, 이론가의 입장에서 볼 때 실현이 불가능하다고 이야기된 실험을 ‘실제로’ 수행해 낸 측면이 더 중요하다고 보고 있다. 마이컬슨은 프레넬 이론의 오류 가능성을 의심하지 않은 채 다만 이론적으로 실현이 불가능하다고 규정된 실험을 실제로 해내는 데 관심이 있었다는 것이다.

VII. 라카토슈 및 쿤/해킹: 이론 우위 대 실험의 자율성

넓게 보아 라카토슈와 쿤을 이론 지배적 철학자로 분류할 수 있다. 하지만 이들은 부분적으로 이론 지배적 과학철학을 비판하기도 한다. 라카토슈는 사후관점을 통해 이론 지배적 과학철학을 한편으로 비판한다. 하지만, 다른 한편으로, 마이컬슨 실험에 대한 해석에서 볼 수 있듯, 마이컬슨 실험을 연구 프로그램 내 두 이론을 시험하기 위한 실험으로 잘못 해석한다. 이와 같은 그릇된 해석은 ‘이론 중심적’

태도에서 비롯된다. 라카토슈의 경우에서 우리는 특정한 과학철학적 태도(이론 중심적 태도)를 따를 때 과학사 해석에서 오류나 왜곡을 범할 수 있음을 인지하게 된다. 이러한 왜곡의 가능성은 불행히도 라카토슈가 의도한 과학사의 ‘합리성 재구성’(rational reconstruction) 의도와는 배치될 것이다. 특정한 과학철학적 태도에 따른 과학사 해석의 오류 가능성은 과학사가 과학철학적 주장의 증거 역할을 할 수 있다는 라카토슈의 시각에 어두운 그림자를 던져준다. 쿤은 자인하듯 모든 실험이 특정 패러다임 내에서 수행되며, 실험은 이론의 확장과 입증에 위한 것일 뿐이라고 주장한다. 하지만 스스로의 의도와 달리, 쿤의 주장은 정상 과학이 변칙 사례를 일으킬 수 있으며, 이것이 과학혁명과 연계될 가능성도 설득하고 있다. 이러한 태도는 이론 지배적 태도를 견지하고 있음에도 불구하고, 변칙 사례에 의한 혁명적 이론 변동의 발생을 동시에 이야기하고 있는 것이다. 즉 과학적 변화 과정에서 실험의 주도성을 부분적으로 인정하고 있다. 이런 의미에서 라카토슈와 쿤을 실험철학자와 완전히 구별되는 철학자로 볼 수는 없을 것이다.

해킹과 같은 철학자는 실험이 이론을 시험했느냐 그렇지 않느냐의 논의를 통해서만 실험을 이해하거나 과학 변동을 이해하려는 태도를 극복하고자 한다. 마이컬슨 실험의 해석에서, 해킹은 라카토슈를 비판하면서 마이컬슨 실험의 의의는 특정 이론과 무관하게 새로운 실험을 구현한 데 있다는 급진적 시각을 제시하고 있다. 마이컬슨이 ‘간접계’라는 혁신적 도구를 도입하여 새로운 경험의 영역을 열어 내는 대목을 밝혀냄으로써 이론과 실험 사이의 전통적인 위계 관계를 비판한다. 이러한 비판의 핵심은 이론 시험과 독립적인 실험의 생명을 이해함으로써 이론 지배적 시각 속에서 형성된 과학의 이미지에서 벗어날 수 있다는 것이다. 과학에서 이론과 실험의 관계는 경우에 따라 상이하다. 이론과 실험은 하나가 다른 하나에 영향을 줄 수 있지만 그 영향을 주는 관계가 단순히 하나의 다른 하나에 대한 지배나 종속을 의미하지는 않는다.

• 참고문헌

- 이상원, 실험하기의 철학적 이해 (서울: 서광사, 2004).
- Ian Hacking, *Representing and Intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1983). [이상원 옮김, 표상하기와 개입하기: 자연과학철학의 입문적 주제들, (서울: 한울, 2005)].
- P. M. Harman, *Energy, Force, and Matter*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1982).
- Gerald Holton, "Einstein, Michelson, and the "Crucial" Experiment", *Isis*, **60** (1968), pp.133-197; Holton(1973), pp.261-352.
- Gerald Holton, *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*, (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1973).
- Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, (Chicago: University of Chicago Press, 1970), 2nd ed.
- Imre Lakatos, "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", Imre Lakatos & Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1970), pp.91-196.
- Imre Lakatos, "The Role of Crucial Experiment of Science", *Studies in History and Philosophy of Science*, **4** (1974), pp.309-325.
- Albert A. Michelson, "The Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Ether", *American Journal of Science*, 3rd ser., **22** (1881), pp.120-129.
- Edmund Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, (New York: Harper & Torchbooks, 1951).

Not Theory Testing but the Innovation of Experimental Techniques:

—Unhierarchical Interrelation between Experiment and Theory—

Lee, Sangwon

Philosophies of Lakatos and Kuhn are those which stress theory. Lakatos argues the one single experiment cannot determine the truth or falsity of a theory in light of his two theses of 'negation of crucial experiment' and 'autonomy of theoretical science'. Kuhn says that normal science is dominated by paradigm by help of his conceptions on 'the priority of paradigms'. According to him, experiment is just performed in view of paradigm. Hacking criticizes hierarchical view of theory-dominated philosophy of science, which defends the domination of experiment by theory. He argues that experiment is not performed only for theoretical purposes and experimenters sometimes can do a thing which theoreticians deny to do that. Hacking, however, does not put experiment high position somewhere over theory. I probe two different interpretations of Lakatos's and Hacking's on the Michelson experiment. Hacking's argument is not another hierarchical view which stresses experiment over theory. His point constitutes a critique of theory-dominated philosophy of science.

Key Words: independence of experiment from theory testing, innovation of instrumentation, experimental techniques, critique of theory-dominated philosophy of science, difference between theorist and experimenter

필자 E-Mail : swl@yonsei.ac.kr (이상원)

투고일 : 2008년 6월23일/ 심사완료일 : 2008년 7월 30일/ 게재확정일 : 2008년 8월8일