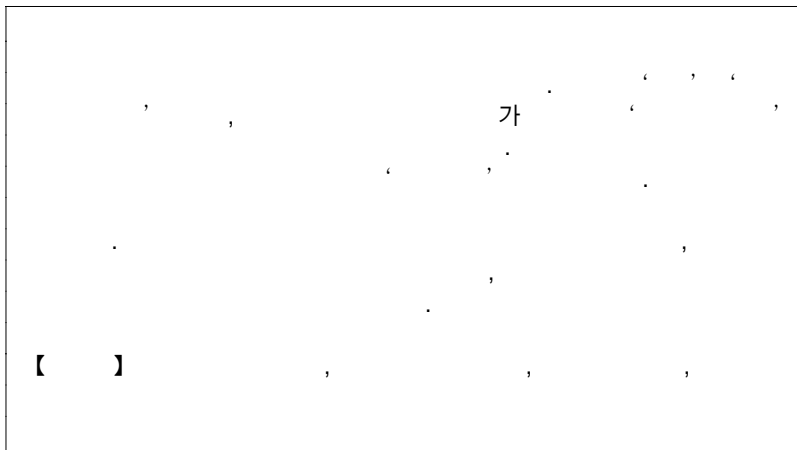


## 실험 결과 타당화 전략<sup>\*†</sup>

‡



---

\* 접수완료: 2004. 11. 11. / 심사 및 수정완료: 2004. 12. 16.

† 이 논문은 2003년도 과학문화연구센터 연구비 지원에 의한 것임. 익명의 두 심사위원의 비판과 지적은 논문을 수정하는 데 큰 도움이 되었으며 이에 깊이 감사드린다.

‡ 포항공대 과학문화연구센터 책임연구원

## 1. 충돌

근래에 실험의 인식적 기능을 둘러싸고 상이한 입장이 대립하면서, 실험의 본성과 역할 등에 대한 철학적 논의가 상당히 활성화, 정교화되고 있다.<sup>1)</sup> 실험 결과가 타당성<sup>2)</sup>을 갖느냐 하는 질문은 실험에 대한 철학적 연구의 가장 핵심적인 질문에 속할 것이다. 만일 실험 결과가 타당성을 갖지 못한다면 그것은 과학적 탐구에서 적절한 기능을 하지 못할 것이기 때문이다.

실험적 작업에 관심을 두고 실험적 실천의 본성과 실험 결과의 생산 및 정당화를 심도 있게 다루는 철학적 입장이 존재한다. 상당수의 실험철학자들(philosophers of experiment)은 일정한 수준에서 사실로서의 실험 결과를 받아들일 수 있음을 인정하면서 실험, 도구(instrument), 이론을 둘러싼 논의를 전개하고 있다. 즉 실험철학자들은 실험적 작업의 역할을 긍정적으로 평가하면서, 실험 결과의 신뢰성을 인정하는 논의를 전개하고 있는 것이다. 반면 사회 구성주의자들(social constructivists)은 사회학적 맥락에서 실험 결과의 인식적 기능을 의심하는 논의를 제시해 왔다. 피커링(Andrew Pickering), 콜린스(Harris Collins)와 같은 사회 구성주의자는 상대주의 입장을 옹호하면서 실험 결과의 인식적 역할을 부정한다.<sup>3)</sup> 이와 같이 최근에 실험적 작업과 관련하여 합리성을 옹호하고 있는 입장에 서 있는 실험철학과 사회 구성주의라는 상대주의가 대립하고 있다. 이 두 입장의 갈등이 과학철학에서 주요한 철학적 전선을 형성

1) 실험철학의 동향과 의의에 대해서는 이상원(1996; 2002a)을 참조할 것. Radder(2003)에서도 최근의 연구 경향을 파악할 수 있다.

2) 한 심사위원은 타당화라는 용어에 대해서 지적하면서, 왜 우리에게 좀 더 익숙한 용어인 정당화라는 말을 쓰지 않고, 굳이 타당화라는 용어를 쓰느냐고 필자에게 물었다. 필자는 둘 가운데 어떤 용어를 쓰든 이 논문의 논지를 전혀 흐리게 하지 않는다고 본다. 다만 과학철학에서 정당화라는 용어가 그간에 주로 '이론'의 정당화와 관련해서 사용되어 왔다고 보아 타당화라는 용어를 도입한 것이다.

3) Pickering(1984); Collins(1985).

하고 있는 것이다.

이 논문에서는 주로 실험이 갖는 역할을 긍정적으로 평가하는 몇몇 주요 논의를 비판적으로 검토하고자 한다. 실험 결과의 신뢰성을 확보하는 방안을 철학자들이 어떻게 논변하는지를 살펴봄으로써, 그러한 논변의 쟁점과 함의를 추적하게 된다. 또한 실험철학자가 자신들의 논변을 기초로 실험 결과의 인식적 의미를 부정하거나 해체하려는 상대주의자들에 어떤 식으로 맞서고 있는지를 살펴본다. 사회 구성주의처럼 실험 결과를 불가지론적으로 보거나 실험 결과의 신뢰성을 회의적으로 파악하는 견해에 대한 비판적이고 대안적인 논의들, 즉 실험 결과의 타당성을 인정하고자 하는 몇몇 이들의 논의를 세밀하게 검토할 것이다.

실험철학자들은 실험 결과의 인식적 기능을 인정하고 그 토대를 놓으려는 입장을 적극적으로 논의해 오고 있다. 이 글에서는 최근의 대표적인 실험철학자 가운데, 특히 두 학자의 입장에 초점을 두고 논의를 진행하고자 한다. 한스 라더(Hans Radder)는 ‘재생(reproduction)’과 이를 기초로 하는 ‘안정화하기 절차(stabilizing procedures)’를 취급한다.<sup>4)</sup> 앨런 프랭클린(Allan Franklin)은 교차 확인의 방법 등등의 실험자가 취하는 몇몇 주요한 전략을 논변한다.<sup>5)</sup> 이들의 입장을 검토하는 과정에서 각 입장의 전반적 핵심을 되도록 치우침 없이 드러내도록 할 것이며, 그 의의를 찾는 데 치중하고자 한다. 이어서 이들이 자신의 입장에 기초하여 콜린스와 피커링과 같은 사회 구성주의자를 어떻게 공략하는가를 비판적으로 살펴볼 것이다.

우리에게 직접적으로 주어지는 감각 지각의 수준이 아니라, 도구와 현상(phenomena)을 기반으로 이루어지는 실험적 작업의 본성과 그것의 타당성에 대한 해명과 방어는 과학철학의 핵심적 주제의 하나라고 할 수 있다. 도구, 현상, 이미지(image) 등에 대한 철학적 접근은 사실상 기존의 과학철학 속에서는 간과되거나 무시되어왔던 부분이다. 이러한 접근 속에서 이루어지는 실험에 대한 관심은 기존의 이론 중심적인 과학철학 논의 속에서 볼 수 있었던 과학에 대한 시각과는 상당히 다른 의미를 지

4) Radder(1988; 1995; 1996).

5) Franklin(1989).

니다. 그것은 바로 도구의 사용과 그것으로부터 산출되는 현상 등등에 대한 정확한 이해와 나아가 그에 기반을 둔 이론 평가의 문제에 대한 새로운 접근이다.

## 2. 라더의 접근: ‘재생’과 ‘안정화하기 절차’

네덜란드 과학철학자 한스 라더는 실험을 ‘물질적 구현(material realization)’과 ‘이론적 기술 혹은 해석(theoretical description or interpretation)’이라는 두 측면에서 접근한다.<sup>6)</sup> 물질적 구현은 원하는 현상을 실제로 얻게 해주는 도구쓰기와 관련한 제반 사항을 말한다. 이론적 기술 혹은 해석은 상호 작용하는 대상과 장치의 수많은 조작과 그 결과에 대한 이론적 접근이다.

### 1. 가

이처럼 라더는 물질적 구현과 이론적 기술의 관점에서 실험을 이해하면서, 이어 이 두 가지 관점에서 ‘재생(reproduction)’ 개념을 논의한다. 재생은 이보다 우리에게 좀 더 친숙한 개념인 ‘복제(replication)’와 유사할 것이다. 주지하듯, 재생 혹은 복제는 철학자뿐만 아니라 과학사학자와 과학지식사회학자(sociologists of scientific knowledge)의 관심을 끈 주요한 주제이다. 한 예로, 콜린스(Harris Collins)는 복제의 문제를 중심으로 실험 결과에 대한 인정이 반드시 확실성을 보장받는 성격을 지니지는 않는다는 강한 상대주의적 입장을 내세운다.<sup>7)</sup> 콜린스와 달리, 라더는 재생 개념을 실험의 긍정과 결부시켜서 논의한다. 일정한 조건에서 복제가 가능한 실험 도구는 그 실험 결과의 객관성을 보증해 준다는 것이다. 라더의 견해에 따르면, 안정적인 물질적 구현에 의해 복제가 이루어지며, 따라서 복제의 문제가 콜린스류의 상대주의로 귀결되지는 않는다. 그가

---

6) Radder(1988; 1995; 1996).

7) Collins(1985).

보기에, 실험 과학에는 여러 ‘안정화하기 절차<sup>8)</sup>(stabilizing procedures)’가 존재하며 그 대표적인 것이 바로 물질적 실현이다. 라더는 재생을 세 가지 경우로 분류하고 있다.<sup>9)</sup>

물질적 실현 재생하기(reproducing the material realization);  
실험 결과의 복제(replication of the experimental results);  
고정된 이론적 기술 아래서의 재생(reproductions under a fixed theoretical description)

#### 1) 도구 자체의 안정적 작동

첫 번째 경우인 물질적 실현 재생하기는 도구를 써서 어떤 현상이나 효과를 일으켜 내는 것을 말한다. 이는 한 장치 ‘자체’가 제대로 작동하느냐와 관련된다. 즉 이 수준에서는 이론적 해석은 관련되지 않아도 된다. 라더는 보일(Robert Boyle)의 실험을 그 예의 하나로 든다. 보일은 공기 펌프 실험을 했다. 그는 이러한 실험을 스스로는 거의 하지 않았고 여러 부류의 조수를 썼다. 즉 이론을 전혀 모르는 이가 실험을 해도 도구가 일정한 방식으로 행동하고 일정한 현상을 보여주는 점이 물질적 실현의 특성이다. 보일은 집에서는 물론이고 런던왕립학회(Royal Society of London)에 나와 여러 사람이 있는 가운데 도구의 작동을 보여주었는데, 이런 일이 물질적 실현 재생하기와 관련된다. 이외에도 표준화된 실험이라 할 수 있는 물질의 끓는 점 측정을 위한 실험도 물질의 실현 재생하기의 전형적인 예가 된다. 왜 임의의 물질이 그 온도에서 끓느냐에 대한 상이한 이론적 해석과 특별한 상관없이, 일정한 장치 배치 아래에서는 바로 그 온도에서 끓는다는 것을 재생을 통해 보여줄 수가 있다. 특정 도구가 일정한 현상을 일으키면, 안정된 물질적 실현을 얻어낸 것이 된다. 이 현상이 어떻게 이론적으로 해석되느냐는 이러한 종류의 재생에서는 문제가 되지 않는다.

8) Radder(1996), p. 31.

9) *Ibid.*, pp. 9-44.

### 2) 서로 다른 도구에서 나타나는 동일한 결과

두 번째 경우인 실험 결과의 복제는 단지 한 도구를 통해 일정한 현상을 안정적으로 얻어내는 측면보다는 ‘상이한’ 실험 방법을 써서 같은 실험 결과를 얻을 수 있음을 보이는 것을 의미한다. 같은 실험가가 여러 가지 방법으로 어떤 결과  $q$ 를 결정하는 경우가 이에 해당할 것이다. 아보가드로 수, 브라운 운동, 알파 붕괴 등을 여러 방법으로 실험하는 경우를 들 수 있다. 상이한 실험 절차를 통해 특정 값이나 결과를 확인하게 되면 그 결과의 개연성은 높아진다. 이런 의미의 재생은 넓게 보아 해킹<sup>10)</sup>(Ian Hacking)의 ‘일치(coincidence)’ 개념 그리고 갤리슨<sup>11)</sup>(Peter Galison)의 ‘안정성(stability)’ 개념과 유사한 것으로 볼 수 있다. 뒤에서 자세히 논의할 프랭클린의 전략에도 이런 요소가 포함되어 있다.

### 3) 특정한 이론과 관련된 실험 결과의 재생

세 번째 경우인 고정된 이론적 기술 아래서의 재생은 특정의 이론적 관심과 관련한 경우의 재생을 의미한다. 라더는 이 대목이 전통적 과학철학자의 주요 관심, 즉 이론 시험(theory testing)과 연결되는 재생의 종류라고 지적한다.<sup>12)</sup> 라더는 이 세 번째 의미의 재생을 네 가지로 분류해

10) Hacking(1983), pp. 186-209; 해킹은 실험적 현상 혹은 이미지의 실재성 혹은 신뢰성 문제를 선구적으로 논의한다. 현미경의 경우를 분석하면서, 그는 조작(manipulation)과 개입(intervention)의 역할을 강조하고 있다. 광학 현미경과 전자 현미경은 서로 다른 장치이고 이들은 또한 다른 이론적 원리를 바탕으로 만들어진다. 두 가지의 상이한 물리적 계가 존재하고 이들의 각각은 또한 상이한 이론적 원리를 근거로 작동하고 있는 것이다. 해킹의 견해에 따르면, 이러한 장치적인 그리고 이론적인 차이에도 불구하고 어떤 대상에 대한 현미경적 이미지가 두 장치에서 동일하게 나타난다면, 즉 ‘일치’가 일어나면, 그 동일한 두 이미지를 도구가 만들어낸 인공물로서 보다는 실재적인 것으로서 파악할 수 있게 된다.

11) Galison(1987), p. 261; 갤리슨의 ‘안정성’은 실험과 관련한 몇몇 조건을 바꾸어 주더라도 기본적으로 변화가 없는 결과를 얻게 되는 측면을 말한다. 그런 경우 실험 결과를 신뢰하기가 보다 용이하게 된다는 것이다.

12) 뒤에서 논의할 프랭클린의 입장은 특히 이론 시험의 대목에 논의를 집중시킨다.

낸다. 첫째, 상이한 실험자가 하나의 실험을 정확히 재생하기 위해 실험을 하는 경우. 라더는 콜린스가 연구한 바 있는 중력 방사(gravity radiation) 등의 예를 제시한다. 둘째, 논의되고 있는 유형에 대해 원래의 실험자가 많은 재생을 시도하는 경우. 주로 실험이 제대로 작동하는가를 확인하려는 의도를 갖는다. 이러한 예로 라더가 들고 있는 것은 1960년대와 1970년대에 있었던 분수 전하(fractional charges), 즉 자유 쿼크(free quarks)를 찾기 위한 이탈리아 물리학자 모르푸르고(Giacomo Morpurgo) 실험이다. 이는 자연계에 존재하는 전하의 분포가 정수 전하로서 존재한다는, 즉 하나의 전자가 갖는 전하량의 정수배로서만 존재한다는 견해에 반하는 견해로서의 분수 전하의 존재에 대해 이야기하는 이론적 기술 아래에서의 재생이다. 셋째, 어떤 실험을 변화를 준 물질적 조건 속에서 반복하는 경우. 조건의 변화가 실험 결과에 대한 이론적 기술에 무관함을 보여주는 경우이다. 예를 들어 보일은 공기펌프의 용량을 변화시켜도 이론적 결과에 변화를 가져오지 않음을 보이려 실험을 행했다. 이 경우가 가장 중요한 유형이라고 라더는 언급한다. 넷째, 한 실험이 다른 실험의 일부로 행해지는 경우. 확립된 실험 절차 혹은 실험적으로 산출된 안정적인 현상과 존재자가 더 큰 실험의 일부로서 행해지는 경우가 그것이다. 예를 들어 시간 측정 장치가 이런 저런 더 큰 실험의 일부로 적절하게 쓰이는 경우를 제시할 수 있다.

해킹, 겔리슨, 아커만<sup>13)</sup>(Robert Ackermann)도 라더가 물질적 구현이라 부른 실험 도구의 개발, 도입, 사용과 관련한 사항을 논의한다. 이 가운데 예를 들어 해킹의 ‘현상의 창조’<sup>14)</sup>(creation of phenomena)라는 개념은 도구를 써서 경험적 정보를 획득하는 차원에서 실험이 갖는 의미를 강조하고 있다. 물질적 구현이나 현상의 창조라는 개념을 통해, 우리는 어떤 현상은 인간의 개입 없이, 즉 도구 없이 존재하지 않는다는 점을 분명히 인지하는 계기를 갖게 된다.<sup>15)</sup> 결국 실험에서 경험 가능한 사건 혹

13) Ackermann(1985).

14) Hacking(1983), pp. 220-232.

15) 이상원(2003a)은 도구의 성격과 도구 사용을 정당화하는 이론에 대해 다룬다. 또한 배어드(Davis Baird)(2004)는 사례를 중심으로 명제적 지식이 아

은 현상이란 대상 그 자체의 있는 그대로의 모습이 드러나는 어떤 것이 아니라, 대부분의 경우 자연의 대상에 도구가 적극적으로 개입되어 산출된 것으로 볼 수 있다.

## 2.

라더는 재생의 의미를 범주화하고 분석하는 작업에 근거하여 콜린스의 ‘실험자의 회귀(experimenters's regress)’ 개념에 비판을 가하는 데로 나아간다. 그의 비판을 논의하기에 앞서, 콜린스의 입장을 파악하기로 한다.

1) 사회학적 상대주의: 증거가 아닌 ‘사회적 동맹’에 의한 실험의 종결  
상대주의의 경험주의적 프로그램을 들고 나온 콜린스는 중력과 탐지와 관련하여 복제 문제를 취급함으로써 실험 과학자 사이에 있게 되는 ‘사회적 합의’의 중요성을 강조하는 논변을 펼친다. 그가 보기에, 중력과 (gravitational waves) 탐지를 위한 실험의 결과가 제대로 나온 것인지의 여부를 알려면 실험을 복제해서 그 결과를 확인해야 한다. 그런데 이때 복제한 실험이 성공적인지를 판단하게 해주는 기준은 단일하지가 않다는 것이다. 실험의 성공은 실험 장치의 안정성 등에 대한 믿음에 의존한다. 서로 다른 이론을 믿고 서로 다른 장치를 쓰는 서로 다른 실험집단 간에는 실험의 복제의 성공에 대한 논쟁이 계속 반복된다는 것이다. 그는 이를 실험자의 회귀라 부른다. 그런데 실험의 복제의 성공에 대한 이러한 논쟁에도 불구하고, 실제 과학에서 실험은 끝이 난다. 콜린스는 이에 대해 그의 잘 알려진 관점을 제시한다. 그에 따르면, 실험자의 회귀가 해소되고 실험이 끝나는 것은 이해관계에 의한 실험 과학자의 ‘사회적 동맹 (social alliance)’ 때문이다. 실험의 종결은 실험 결과에 의해서 이루어지기보다는 실험 ‘외적인’ 요인에 의해 판가름난다는 주장이다.

---

니라 도구로부터 얻는 지식에 대한 철학적 논의를 제시하고 있다.



## 2) ‘규칙 따르기’ 비판과 ‘문화화 모형’

콜린스의 견해는 ‘규칙 따르기(rule-following)’에 대한 비판적 시각에서 근원한다. 이는 비트겐슈타인(Ludwig Wittgenstein)의 후기 철학의 일부로부터 영향 받은 것이다. 과학 활동이 일정한 규칙만 따라갈 경우, 객관성과 합리성을 확보하게 되는 그러한 작업이라면 좋겠지만, 과학의 실천을 보면 그런 식의 규칙은, 특히 단일한 형태로는 존재하지 않는다고 그는 본다. 따라서 과학 활동은 규칙 따르기 활동과는 거리가 있다는 것이다. 그는 규칙 따르기 모형을 ‘알고리즘 모형(algorithmical model)’이라 부르고 자신의 실천 모형을 ‘문화화 모형(enculturational model)’이라고 부른다. 콜린스에 따르면, 실험의 객관성을 확보하는 가능성은 복제 문제에 있다. 그런데 복제의 규칙은 실제로는 따를 수 없는 규칙이라는 것이다. 위에서 이야기했듯이 복제의 규칙을 단순히 따라갈 경우, 실험자의 회귀와 필연적으로 맞닥뜨릴 수밖에 없다고 그는 본다. 이때 실험의 무한 재현은 불가능하며, 이에 따라서 과학 내적으로 실험의 종결을 기대할 수 없기 때문에 사회적 규약, 동맹이 실험의 종결에 결정적 역할을 한다는 것이다.

## 3.

## 가

이와 같은 콜린스의 입장을 비판하면서, 라더는 과학의 실천 내에 존재하는 ‘안정화하기 절차’에 의해서 회귀의 효과는 의미심장하게 완화될 수 있다고 논변한다. 그가 제시하는 안정화하기 절차는 두 가지이다. 하나는 ‘탈국소화(delocalization)’이고, 다른 하나는 ‘표준화(standardization)’이다.

### 1) 탈국소화

콜린스에 따르면, 성공적 복제는 경험적 기초보다는 합의에 의한다. 이런 주장의 주요 근거가 되는 것은 실험 수행 능력과 암묵적 지식이 행하는 역할이다. 이러한 능력은 명백한 형태로 제시될 수가 없고 더욱이 각 실험자가 속해 있는 실험자집단의 문화 속에서 상이하게 습득하는 것이어서, 실험자는 서로 다른 종류의 실험 형태를 옹호하게 되며, 서로 다른

실험 형태를 인정하는 집단 간에 복제의 성공에 대한 논란은 늘 빚어지게 마련이라는 것이다.

이에 대해 라더는 어떤 결과  $q$ 가 상이한 복제 절차에 의해 성공적으로 얻어진다면, 그  $q$ 는 탈국소화의 어떤 형태를 함축하게 된다고 본다. 즉  $q$ 가 특수한 실험 절차  $p$ ,  $p'$ ,  $p''$  등등의 어떤 하나에 덜 의존하게 된다는 것이다.<sup>16)</sup> 따라서 복제가 성공적으로 수행되는 경우, 각각의 수행이 갖는 국소적 맥락을 초월할 수 있는 것으로 보아야 한다고 주장한다. 예를 들어 만일 아보가드로 수가 몇몇 상이한 실험적 복제에 의해 획득된다면, 그 값을 단지 국소적인 값으로만 보기는 어려우며, 실험자의 회귀가 성립하지 않는 사례로 인정할 수 있는 수준에 이를 수 있다는 것이다.

## 2) 표준화

라더는 탈국소화와 관련되는 또 하나의 유사한 방식을 제시함으로써 실험자의 회귀 개념과 그것의 주요한 기초가 되는 국소성 개념을 비판한다. 여기서 그가 제시하는 개념은 표준화이다. 실험의 어떤 중요한 단계에서 실험 절차와 실험 결과는 더욱 굳건해지고 마침내는 표준화된다는 것이다. 따라서 이런 단계에 이르게 되면, 특수한 개인이나 실험자 집단만이 갖는 숙련에 덜 의존적이게 된다. 즉 특수한 개인의 숙련에 의존할 때만 실험 결과가 나타나는 경우를 피할 수 있게 되고, 어떤 실험 결과나 현상이 단순한 국소적 차원을 넘어 충분한 안정성을 갖는 것으로 인정할 수 있게 될 것이다. 이런 방식으로 라더는 실험자의 회귀 개념을 완화시키면서 다음과 같이 말한다. “결론적으로, 이 절의 논의는 실험자의 회귀의 실재성과 심지어는 불가피성이, 실험 결과는 전적으로 암묵적 지식에 의해 구성됨을 혹은 실험 결과의 타당성이 필연적으로 국소적 생산의 맥락에 국한됨을 함축하지는 않는다는 것이었다. 이에 대한 이유는 여러 가지의 안정화하기 절차의 존재에 있는데, 즉 다음과 같다. 물질적 실현 재생하기를 통한 안정화; 명백한, 이론적 설계에 의한 안정화; 복제에 의한 안정화; 표준화를 통한 안정화.”<sup>17)</sup>

16) Radder(1996), p. 35.

17) *Ibid.*, p. 36.

## 4.

## 가

이와 같은 논의에 바탕하여 라더는 자기 평가를 내리고 있는데, 이는 실험철학자들의 의도를 부분적으로 잘 파악할 수 있게 해준다. “더 일반적인 것으로, 이 논문의 논의는 (지적 작업을 향한 훨씬 더 광범위하고, 문화적 편향에 그 뿌리를 두는) 이론 편향적 과학철학(theory-biased philosophy of science)에 대한 비판 및 실험자 자신에 의해서 혹은 내가 일반인이라는 부르는 이에 의해서 실행되는 것으로서의, 실험적 자연 과학에서 대부분 비가시적이나 결정적으로 중요한 장인적 작업에 대한 재평가           를 함축한다.”<sup>18)</sup> 라더의 입장은 주로 영미권에서 발전해 온 과학철학에서 보이는 분석적 전통에 직접 속해 있지 않으면서도 이를 유럽 대륙의 비분석적인 철학적 흐름을 바탕으로 고유하게 흡수하면서 재생의 문제에 접근하여 상당히 심도 있는 논의를 제공한다. 재생은 도구의 작동과 관련한 매우 중요한 사항이고 이는 실험 결과의 수용가능성과 긴밀히 연결된다. 이러한 재생의 문제를 몇 가지 경우로 나누고 비교적 세밀히 논의한 점, 그리고 재생의 문제에 콜린스의 상대주의적 취급과는 다른 방식으로 접근하면서 실험 결과를 합리적으로 수용할 여지를 마련해 준 점이 라더의 논의가 갖는 철학적 성과이다.

### 3. 프랭클린이 논변하는 실험자의 다양한 전략

## 1.

## 1) 전략들

실험 결과가 과학에서 증거 역할을 한다는 점을 부정하는 상대주의에 직접적으로 맞대응해야 할 필요성을 의식하고 실험에 대한 논의를 펼치는 대표적인 인물 가운데 하나가 프랭클린이다. 상대주의 논증에 대한 논박을 분명히 의식하고 있다는 점, 그리고 실험 결과를 타당화하는 시도를

---

18) Radder(1995), p. 86. 강조는 라더의 것.

실험의 인식론으로 부르고 있다는 점이 그의 논의에서 매우 특징적이다. 프랭클린은 실험 결과를 타당화하는 몇 가지 인식론적인 전략을 다음과 같이 제시한다.<sup>19)</sup>

상이한 실험 장치(different experimental apparatus);  
 간접적 타당화(indirect vindication);  
 개입과 예측(intervention and prediction);  
 타당화로서의 현상의 속성(properties of phenomena as validation);  
 현상에 대한 이론(theory of phenomena);  
 대안적 설명의 제거(the elimination of alternative explanations);  
 캘리브레이션과 실험적 점검(calibration and experimental checks);  
 현상의 결여에 대한 예측(prediction of lack of phenomena);  
 통계적 타당화(statistical validation);  
 이론적 예측과 결합된 통계적 타당화(statistical validation combined with theoretical prediction);

프랭클린의 이러한 전략 가운데 몇몇을 중심으로 검토하기로 한다. 우선 상이한 실험 장치의 전략. 만일 전자 현미경과 편광 현미경이라는 상이한 원리를 따르는 장치가 유사한 이미지를 만들어 낸다면 그 실험 결과를 믿을 수 있다는 전략이다. 이는 앞서 본 해킹의 현미경적 관찰에 대한 실재론적 논증의 전략, 즉 ‘일치’의 관념을 확장한 것이다. 또한 라더의 두 번째 재생인 ‘실험 결과의 복제’와도 맥락을 같이 한다. 프랭클린의 이 전략의 중요한 특징은 이론의 시험 상황에서 같은 장치를 써서 실험을 반복하는 경우에 비해 다른 장치를 써서 실험한 결과가 동일한 내용을 얻을 경우 그것이 더 큰 지지도를 안겨준다는 점을 암시해 주는 사실이다. 프랭클린에 따르면, 서로 다른 실험 도구는 일반적으로 서로 다른 도구 이론에 기초하지만, 이것이 이론의 선택에 오히려 긍정적 영향을 준다.

---

19) Franklin(1989), Franklin(1986)에도 약간 다른 논의 방식으로 이런 전략들이 제시되어 있다.

간접적 타당화의 의미는 다음과 같다. 어떤 한 가지 종류의 장치만이 한 관찰을 보여준다고, 또한 그 장치가 상이한 기법들에 의해서 확인되는 유사한 관찰을 산출해 낼 수 있다고 가정하기로 한다. 이때 상이한 기법 사이에서 일어나는 관찰의 일치는 여러 기법에 의해 생겨난 관찰을 타당화할 뿐만 아니라, 애초의 장치에 의해서만 유일하게 생겨나는 관찰도 타당화하게 된다. 이는 상이한 실험 장치의 전략의 한 변종이라고 프랭클린은 본다. 일정한 장치가 특정 규모의 존재자를 일단 확인하면, 그 장치는 그 특정 존재자뿐만 아니라, 같은 규모의 다른 존재자를 간접적으로 확인하게 된다. 예를 들어 전자 현미경으로 A의 존재를 확인했을 경우, 현미경에 나타나는 같은 규모의 다른 존재자의 실재성도 입증할 수 있다.

개입과 예측의 경우, 일단 장치가 예측된 현상을 안정적으로 나타내 보이면, 그 장치는 그 장치 혹은 그 장치로 보여주고자 한 현상에 대한 이론이 변화를 겪더라도 그대로 그 현상을 계속 보여준다는 점에 착안한 전략이다. 예측된 현상이 만들어지면, 우리는 장치의 적절한 작동과 그 결과에 대한 믿음을 증진시키게 된다. 현미경이 일단 현상을 나타내 보이면, 그 현상은 현미경에 대한 이론이 바뀌어도 그 모습을 여전히 보여준다. 이는 탐구자가 적절히 개입했을 경우 얻게 되는 성과이다. 이 경우는 유일하게 한 장치만이 특정한 현상을 보여주는 사례와 깊은 관련이 있다. 이때 프랭클린은 이런 상황에서의 관찰을 타당화하기 위한 한 전략은 장치에 대한 잘 입증된 이론을 이용하는 것이라고 본다. 하지만 그가 이런 대목을 깊이 있게 논의하고 있지는 않다.<sup>20)</sup> 이 전략은 해킹의 조작 개념에서 논증되고 강조된 바 있다. 해킹의 경우는 잘 알려진 인과적 성질을 근거로 할 경우 장치의 사용은 정당화된다고 보는 입장이다. 또한 이 전략은 깰리슨의 안정성 개념 그리고 라더의 물질적 실현 재생하기 개념과 관심을 공유한다.

대안적 설명의 제거의 경우는 제거적 귀납을 연상시키는 개념이라고 할 수 있다. 모든 가능한 오류의 근원과 대안적 설명의 성립가능성을 제거하면, 관찰이나 실험은 타당하게 된다는 논점을 담고 있다.<sup>21)</sup>

20) 이상원(2003a); 필자는 잘 입증된 이론과 암묵적 지식 등등이 신뢰할 만한 실험 결과를 얻는 과정에 어떤 식으로 기능하는지를 상세히 밝힌 바 있다.

## 2) 실천에 대한 강조와 비상대주의

프랭클린은 실험 결과를 타당화할 수 있는 전략을 실제 과학의 예를 들어서 유도하고 있다. 그는 이런 전략의 ‘일반적’ 집합은 존재하지 않는다고 본다. 그러나 자신이 제시한 전략들은 실험 결과를 합리화한다고 주장한다. 이는 실험 결과를 믿을 이유가 존재한다고 분명하게 말하고 있는 것이다.

피커링과 콜린스는 문화로서의 실험적 실천을 논의하면서 합리성을 부정하는 데 비해, 프랭클린은 실천이 문화라는 것과 별도로 실험 결과의 수용에는 ‘이유’가 존재한다고 하면서 두 사람의 입장을 논박한다. 과학자들이 실제로 일정한 방식으로 행동하기 때문에 그러한 방식이 방법론적으로 유의미하다고 주장하는 것이 아니라, 그러한 방법을 따르는 데에 대한 ‘독립적이고 합당한 정당화’를 제공할 수 있고 따라서 합리적 논변이 실험에서 주요한 역할을 한다는 것이다. 이때 주목할 것으로 실천에 대한 관심이 반드시 상대주의의 옹호 논변으로 귀결되어야 하는 것은 아니라는 점이다. 오히려 그 반대의 경우도 많음을 알게 된다. 피커링이나 콜린스와 달리, 해킹, 깬리슨, 라더, 아커만, 프랭클린 등은 바로 실천에 관심을 두면서도 상대주의자와는 다른 결론에 도달하고 있음에 유의할 필요가 있다.

2. ' ,

1) 합리성의 옹호: 증거 모형

위에서 살펴본 전략을 논의하는 일과 더불어, 프랭클린은 이러한 전략에 토대하여 실험에 대한 이론바 ‘증거 모형(evidence model)’이라는 개념을 내세운다. 이 개념은 실험 결과는 증거 역할을 하기 때문에 가설을

21) 메이요(Deborah G. Mayo)(1996)는 실험철학의 한 주요 입장으로서는 ‘오차 통계학적 과학철학(error-statistical philosophy of science) 혹은 ‘오차 통계학(error statistics)’을 제시하면서 오류의 원천의 제거 그리고 이를 통한 신뢰할 수 있는 실험적 지식의 축적에 대해 깊이 있게 논의한다. 또한 이상원(2003b)은 메이요의 오차 통계학 및 이에 기초한 반베이즈주의(anti-Bayesianism)의 주요 면모와 그 의의에 대해 논의하고 있다.

받아들이는 데에 결정적 기여를 한다는 견해이다.<sup>22)</sup> 증거 모형은 그의 실험 결과 타당화 전략에서 자연스럽게 귀착되는 결론이라고 하겠다. 그는 1930년대의 패리티 비보존(parity nonconservation)(실제로는 보존 실험이었으나 당시에는 비보존으로 받아들여진) 실험 및 1957년의 패리티 보존 실험,  $CP$ (combined space inversion and particle-antiparticle interchange) 위배 실험을 분석한다.<sup>23)</sup> 그는 이들 실험이 이론 선택에서 주요한 역할을 한 “결정적”이며 “확신을 주는” 사례를 제공한다고 주장한다. 또한 이를 기초로 실험의 증거 역할을 부정하는 과학철학자와 과학사 회학자의 주장에 대한 반례를 충분히 제시할 수 있다고 이야기한다. 『실험, 옳건 그른건』<sup>24)</sup>(*Experiment, Right or Wrong*)에서도 똑같은 노선에서 페르미(Enrico Fermi)의 1934년의  $\beta$ 붕괴 이론으로부터 1957년  $V-A$  이론에 이르기까지의 약한 상호작용 이론의 발전 속에서 실험과 이론의 상호작용, 그리고 1970년대와 1980년대의 원자적 패리티 위배(atomic parity violation) 실험과 그 실험의 약한 상호작용에 대한 와인버그-살람(Weinberg-Salam)의 통일 이론과의 상호작용을 분석한다.

2) ‘이해관계’에 의한 실험 결과의 수용과 이에 대한 프랭클린의 논박  
 피커링은 사회 구성주의적 입장에 서서, 실험에 의한 약한 상호작용에서의 패리티 위배의 수용은 ‘이해관계(interests)’에 의한 것이었다고 주장한다. 그는 원자적 패리티 위배 실험 가운데 초기 실험들을 분석했다. 이 실험들은 전약 상호작용(electro-weak interactions)에 대한 이른바 ‘표준 모형’(Standard Model)이라 불리게 된 와인버그-살람의 통일 이론과 어긋나는 실험이었고, 옥스퍼드 대학과 워싱턴 대학에서 수행되었고 각각 1976년과 1977년에 발표되었다. 반면 스탠퍼드 대학 선형 가속기 센터(Stanford Linear Accelerator Center: SLAC)에서 1978년에 수행된 실험은 그 이론을 입증하는 것으로 받아들여졌다. 이에 대해 피커링은 옥스퍼드와 워싱턴 실험은 받아들여지지 않고 SLAC 실험만이 받아들여진

---

22) Franklin(1990; 1991).

23) Franklin(1986).

24) Franklin(1990).

것은 와인버그-살람 모형을 지지하는 이들의 ‘이해관계’가 관찰되었기 때문이라고 보았다. 그래서 피커링은 이렇게 말한다. “그러나 입자물리학자들은 SLAC 실험을 , 실험들을 표준모형에 비추어 해석하는

, 따라서 옥스퍼드-워싱턴 실험을 그 수행에서 혹은 해석에서 다소 결함이 있다고 여기는 .”<sup>25)</sup> 와인버그-살람의 표준

모형을 실험 결과에 비추어 검토한 것이 아니라 역으로 실험 결과가 와인버그-살람의 ‘표준 모형’과 정합이 되도록 선택이 이루어진 것이고, 이 외에 그런 선택에 대한 좋은, 중립적이고, 독립적인 이유는 없었다는 것이다. 이론 선택에서 ‘이해관계’가 결정적인 중요성을 갖는다는 주장이다.

하지만 프랭클린은 이런 견해를 받아들이지 않는다. 그는 피커링이 실험적 발견을 단지 이해와 합의에 돌려버리는 데에 대해 반대한다. 프랭클린은 실험이 이론 선택과 입증에서 정당한 역할을 한다고 주장한다. 나아가 그의 증거 모형을 전면에 내세우면서 문제의 약한 상호작용 실험에 대한 분석을 기초로 피커링이 옹호하는 실험 결과의 증거 역할을 부정하면서 구성주의적 견해를 주장하는 피커링을 강력하게 비판한다.

### 3. :

프랭클린의 증거 모형은 실험에 대한 보수적인 모형이다. 여기서 보수적이라는 의미는 상대적으로 강한 형태의 합리성을 견지한다는 관점에서 그러하다. 이 모형은 사회 구성주의자들의 실험에 대한 합의적 견해를 무너뜨리려는 기도로써 제기되었다고 할 수 있는데, 그 결과 프랭클린은 피커링, 콜린스 등과 계속하여 정면으로 충돌한 바 있다.<sup>26)</sup>

앞서 보았듯이, 프랭클린은 실험의 실천적 상황에 근거해서 과학자들이 실제로 실험 결과를 타당화하는 여러 전략을 제시함으로써 많은 흥미를 끈다. 그의 논의는 장치를 설계하고 장치를 작동하는 데에 이론이 어떤 식으로 기여할 수 있는가에 대해 직접적인 관심을 보이고 있지는 않다.<sup>27)</sup>

25) Pickering(1984), p. 301. 강조는 피커링의 것.

26) 프랭클린과 피커링의 논전에 대해서는 Pickering(1991)과 Franklin(1991)을 볼 것. 프랭클린은 콜린스와도 충돌하고 있는데, 두 사람의 논전에 대해서는 Collins(1994)와 Franklin(1994)을 볼 것.



도구의 작동과 자료를 얻는 문제보다는 자료의 해석 문제에 그는 주로 관심을 집중시킨다. 그의 타당화 전략의 상당 부분이 사실상 이런 관심과 직접적으로 닿아 있다고 말할 수 있다. 그리고 이때 그에게, 자료의 해석은 주로 이론의 시험 상황과 깊이 개입된 경우의 해석이다.

그런데 프랭클린은 특히 이론 시험의 상황에 상당히 제한적으로 관심을 두고 이런 전략을 논하고 있다. 물론 실험의 역할 가운데 이론을 시험하는 역할은 중요한 역할임에 틀림없다.<sup>28)</sup> 상대주의자들은 이론의 시험은 결정적이지 않다는 사항을 보여주는 데 매달려 있고, 또한 그렇기 때문에, 상대주의 입장의 논파를 주된 목표물로서 설정하는 상태에서, 프랭클린이 그의 논의를 이론 시험을 위한 실험을 위주로 풀어가는 것이 의미 있는 작업임을 의심하기는 어렵다. 그가 상대주의를 분명하게 의식하고 있기 때문인 것으로 보이는 하지만, 그럼에도 불구하고 프랭클린이 이론의 시험 상황에 ‘제한적으로’ 관심을 두는 방식으로 그의 실험철학적 논의를 이끌어 가는 것은 그의 논의에 일종의 한계로서 작용한다는 인상을 받게 된다. 왜냐하면 이론 시험의 상황이 아니더라도 실험 결과 타당화 전략은 필요하고 또 중요할 것이기 때문이다.<sup>29)</sup>

#### 4. 종합

위에서 살펴본 라더와 프랭클린 그리고 여타 몇몇 철학자들은 실험 결과를 신뢰성 있게 수용할 수 있는 입장을 제시하고 있다. 이들의 논의에서 주목하게 되는 사항은 실험 결과를 얻는 일은 특수한 경우를 제외하

27) 이러한 관심사를 다룬 논의로는 이상원(2003a)을 볼 것.

28) 이상원(2003a); 필자는 도구의 제작, 자료의 해석과 관련된 ‘이론망(theory-networks)’에 대한 논의를 기초로 이론 시험의 상황에서 뒤엎 논제(Duhem thesis)가 이야기하는 이론 미결정(theory under-determination) 문제를 극복할 수 있는 방안을 논의한 바 있다.

29) 필자는 실험의 역할을 크게 사실 획득과 이론 시험으로 양분한다. 이러한 구분과 그 철학적 의의에 대해서는 이상원(2002c)을 참조할 것.

고는 일반적으로 그다지 단순치가 않다는 점이다. 즉 도구의 본성에 대한, 자료에 대한 믿을 만한 해석에 대한, 나아가 이론의 시험 상황에서는 자료와 시험하려는 이론의 관계에 대한 심각한 고려 없이, 실험 결과를 과학적 사실로서 수용하기가 곤란하다는 것이다. 따라서 이러한 사실관은 실증주의적 사실관과는 상당한 차이를 보인다.

이와 같은 입장을 취하는 철학자의 다수는 자신들의 논변을 제시하는데 그치지 않으며, 나아가 그러한 논변의 함축을 상대주의적 입장을 비판하는 데 적극적으로 활용한다. 앞서 보았듯이, 라더와 프랭클린의 견해에 이 같은 경향이 잘 드러난다. 콜린스, 피커링 등의 상대주의 논의는 전통적인 논리적 모형(logical model) 혹은 지식으로서의 과학(science as knowledge)을 옹호하는 과학철학자의 입장에 대한 적극적인 공세이다. 그들은 과학자사회 내에 존재한다는 사회적 이해관계와 사회적 합의라는 관점을 강조하면서 실천으로서의 과학(science as practice)을 주장한다. 그들의 주장에 따르면, 실제 과학의 모습은 지식으로서의 과학 그리고 과학 지식에 대한 논리적 모형의 좌절을 보여준다. 하지만 앞서 보았듯이, 실천에 대한 강조가 반드시 상대주의로 귀결되는 것은 아니며, 실천적 차원에 강조점을 두더라도 여전히 과학의 합리성이 보장되는 방식이 존재할 수 있다.

상대주의자들이 논리 경험주의로 대표되는 전통적 과학관의 경직된 측면을 비판하는 작업 자체는 부분적으로 의미가 있을 수 있다. 하지만 그럼에도 불구하고, 과학 활동에서 자연 세계가 전혀 주요한 기여를 못한다고 보는 그들의 입장은 그들이 비판하는 전통적 과학관보다 오히려 더욱 경직된 입장이라고 볼 수 있다. 앞에서 보았듯이, 실험철학자들은 피커링이나 콜린스와 같은 상대주의자의 입장이 갖는 취약성을 재생 및 실험자의 몇몇 타당화 방안 등등의 관념을 바탕으로 적극적으로 지적한다. 그들은 상대주의자에 대한 이러한 비판을 통해 옹호 가능한 형태의 합리성을 제시할 수 있다고 주장한다.

이와 같은 실험철학자의 논의는 과학철학의 전통적 논의 영역을 이론과 관련한 사항으로부터 실험이라는 과학의 실천에 해당하는 곳으로 확장시키고 있다. 실험 결과의 타당화를 위한 다양한 전략을 제시하고 있는

이들 철학자들의 주요 기여사항은 논리 경험주의적 전통의 언어에 대한 관심을 실험 도구, 자료의 획득 및 해석과 같은 실천과 관련한 사항으로 넓혀 가고, 이런 변화된 틀 안에서 경험의 정체성과 입증의 문제를 새롭게 바라볼 수 있는 여지를 마련해주고 있다는 점이다. 또한 이들은 과학 지식과 과학 활동에 대한 사회 구성주의적 입장에 적극 대처하면서, 과학의 합리성을 새로운 차원에서 논변해 나가고 있다.

## 참고문헌

- 이상원(1996), 「실험철학의 기획」, 『과학과 철학』 제7집, pp. 63-90. 이 글의 수정된 버전은 이중원, 홍성욱, 임종태 엮음(2004), 『인문학으로 과학 읽기』, 서울: 실천문화사, pp. 81-110에 수록되어 있다.
- 이상원(2002a), 「실험에 대한 철학적 이해」, 『자연과학』 제12호, pp. 104- 110.
- 이상원(2002b), 「실험 결과와 이론 시험」, 『과학철학』 제5권 제2호, pp. 27-51.
- 이상원(2002c), 「실험의 두 역할: 사실 획득과 이론 시험」, 『철학』 제72집, pp. 273-294.
- 이상원(2003a), 「사실의 스펙트럼: 해석적 실천과 중간 이론」, 『철학연구』 제61집, 철학연구회, pp. 147-165.
- 이상원(2003b), 「오차 통계학, 엄격한 시험, 베이스주의 비판」(Mayo (1996)에 대한 서평) 『과학철학』 제6권 제2호, pp. 149-162.
- Ackermann, Robert(1985), *Data, Instrument, and Theory*, Princeton: Princeton University Press.
- Baird, Davis(2004), *Thing Knowledge: A Philosophy of Scientific Instruments*, Berkeley: University of California Press.
- Collins, Harris(1985), *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Beverly Hills: Sage.
- Collins, Harris(1994), “A Strong Confirmation of the Experimenter's Regress,” *Studies in History and Philosophy of Science* 25: 493-503.
- Franklin, Allan(1986), *The Neglect of Experiment*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Franklin, Allan(1989), “The Epistemology of Experiment,” in

- Gooding, D., Pinch, T. & Schaffer, S. eds., *The Uses of Experiment: Studies in the Natural Sciences*, Cambridge: Cambridge University Press: 437-467.
- Franklin, Allan(1990), *Experiment, Right or Wrong*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Franklin, Allan(1991), "Do Mutants Have to be Slain, or Do They Die of Natural Causes?: The Case of Atomic Parity Violation Experiments," *PSA* 1990, vol. 2: 487-494.
- Franklin, Allan(1994), "How to Avoid the Experimenter's Regress," *Studies in History and Philosophy of Science* 25: 463-491.
- Galison, Peter(1987), *How Experiments End*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Hacking, Ian(1983), *Representing and Intervening*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayo, Deborah G.(1996), *Error and the Growth of Experimental Knowledge*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Pickering, Andrew(1984), *Constructing Quarks*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Pickering, Andrew(1991), "Reason Enough? More on Parity-Violation Experiments and Electroweak Gauge Theory," A. Fine, M. Forbes and L. Wessels eds., *PSA* 1990, vol. 2: 459-469, East Lansing, Michigan: Philosophy of Science Association.
- Radder, Hans(1988), *The Material Realization of Science*, Assen/Maastricht, The Netherlands: Van Gorcum.
- Radder, Hans(1993), "Science, Realization and Reality: The Fundamental Issues," *Studies in History and Philosophy of Science* 24: 327-349.

- Radder, Hans(1995), "Experimenting in the Natural Sciences: A Philosophical Approach," in Jed Z. Buchwald, ed. *Scientific Practice: Theories and Stories of Doing Physics*, Chicago: The University of Chicago Press: 56-86.
- Radder, Hans(1996), *In and About the World: Philosophical Studies of Science and Technology*, Albany: State University of New York Press.
- Radder, Hans(ed.)(2003), *The Philosophy of Experimentation*, Pittsburgh, Pa: University of Pittsburgh Press.

---

## Strategies for Validating Experimental Results

Sangwon Lee

---

I argue about some strategies for validating experimental results. Topics such as Radder's 'reproduction' and 'stabilizing procedures,' and Franklin's strategies for experimenters will be critically analyzed. Based upon their positions, Radder attacks Collins's 'experimenters's regress' and Franklin refutes Pickering's relativist position, respectively. I search the main tenets and significance of their arguments for experimental results and compare them with the logical empiricist tradition and, especially, the relativism of the Social Constructivism.

**[Key Words]** reliability of experimental results, experimental instruments and techniques, logical empiricism, critique of social constructivism