

Carl Gustav **Hempel** 1905-1997

헴펠을 주축으로 한 논리경험주의 학파는 과학은 다른 분야와 달리 논리적이고 합리적인 활동이라고 생각했다. 그러므로 과학만이 갖고 있는 특별한 점을 찾아내려 해 과학이 어떻게 돌아가는지를 체계화했다. 과학은 연역과 귀납이라는 도구를 사용해 세상을 “설명”하고, 공리화된 체계 위에서 이론을 제안한 뒤 그것을 ‘입증’하거나 ‘반증’함으로써 구조를 공고히 한다.

과학에서 “설명”은 어떻게 이루어지는가? 신화나 민간요법이 제안하는 어떤 사건에 대한 “설명”과 과학에서 말하는 “설명”은 무엇이 다른가? 헴펠은 (i)**설명적 유관성** : 설명되는 현상이 발생할 수 있음을 믿을 수 있는 좋은 근거가 설명을 통해 제공되어야 한다 (ii) **시험가능성** : 설명항은 그것이 제안하는 귀결들에 의해 검증될 수 있어야 한다는 과학적 설명의 조건으로 제안한다. “물질들은 서로 사랑하기 때문에 끌어당긴다”는 명제는 시험 가능한 귀결을 갖지 않기 때문에 과학적 설명이 아니다.

헴펠에 따르면 과학적 설명들에도 종류가 있다.

(A) **연역-법칙적 Deductive-Nomological 모델**은 항상 성립하는 법칙에 의한 설명으로, 두 형식 중 하나를 통해 과학적 “설명”의 자격을 얻는다. [형식1] 기본적인 법칙 L들과 초기 조건 C들로 인해 설명하고자 하는 현상 K가 논리적으로 도출된다. [형식2] 더욱 기본적인 법칙 L들(예. 만유인력의 법칙)로부터 덜 기본적인 법칙(예. 케플러 법칙)이 유도된다.

(B) **귀납-통계적 Inductive-Statistical 모델**은 (A)와 같이 언제나 성립하는 법칙 L이 없더라도, 통계적/확률론적으로 과학적 설명을 할 수 있다는 점에서 고안되었다. 어떤 두 사건 F, G가 있을 때 G가 발생했을 때 F가 일어날 확률이 높고, G가 발생했다는 초기 조건이 주어진다면 우리는 F가 G에 의해 일어났다고 귀납적으로 확신할 수 있다.

(C) **연역-통계적 Deductive-Statistical 모델**은 설명되는 현상과 설명하는 현상이 모두 통계적인 명제일 때의 경우이다. 더 포괄적인 통계 법칙이 덜 포괄적인 통계법칙을 유도하는 것으로서, 그레이엄의 법칙을 기체 분자 운동론이 과학적으로 ‘설명’할 수 있음을 예시로 들 수 있다.

헴펠은 과학적 이론이 처음 고안되는 것은 논리적인 과정이 아니라 심리학/뇌과학의 문제라고 말한다. 철학자의 일은 과학 이론이 제안된 뒤에, 그것을 검증하는 기준을 마련하는 것뿐이라는 것이다. 과학적 이론이 정당인지 검증하는 방법에는 크게 입증과 반증이 있을 것인데, 헴펠은 입증의 기준을 마련하는 데에 집중한다. 대체 어떤 사례가 특정한 이론이 맞다는 걸 “입증”하는가? 헴펠은 **까마귀 역설**을 제기한다: “까마귀는 까맣다”라는 명제 P에 관해, 우리가 경험할 수 있는 사례는 네 가지뿐이다. (a) 까맣고 까마귀인 것, (b) 까맣지 않은 까마귀인 것, (c) 까맣지만 까마귀가 아닌 것, (d) 까맣지도 않고 까마귀도 아닌 것. 헴펠에 따르면, 이 네 가지 중 (b)를 제외한 모든 사례는 P를 입증한다. P가 성립할 가능성을 조금이라도 높여주기 때문이다.

어떤 이론이 논리적으로 함축하는 결과를 확인하는 것만이 그 이론에 대한 입증의 기준인가? 헴펠은 입증의 방식을 두 가지 제안한다. **특수귀결 조건 Special Consequence Condition, SC** 어떤 관찰보고(예. 시간에 따른 목성의 좌표 변화)가 가설 H(예. 케플러 법칙)에 잘 맞는다면, 즉 H를 입증한다면 이는 H의 다른 논리적 귀결들도 입증한다(예. 화성의 좌표도 케플러 법칙에 의해 움직일 것이다) **역귀결 조건 Converse Consequence Condition, CC** 어떤 관찰보고 (예. 목성의 좌표)가 가설 H(예. 케플러 법칙)을 입증한다면 그 관찰보고는 H를 논리적으로 함축하는 다른 가설 Q(예. 만유인력 법칙)도 입증한다.

우리가 SC와 CC를 둘 다 수용한다면 큰 문제가 발생한다. 어떤 단일한 사례 X가 하나의 가설 H를 입증한다면 이 사례 X는 다른 임의의 가설 Q에 대해 (H 또는 Q)라는 명제를 입증하고[**CC에 의해**], 이는 결국 Q라는 명제도 입증하는 것이 되므로[**SC에 의해**], X는 임의의 모든 가설 Q를 입증하게 된다는 역설이 그것이다. 이에 헴펠은 CC 조건을 거부한다.

### 헴펠에 대한 비판

연역적이고 경험적으로 잘 지지되지만 하면 다 과학적 설명이 되는가? **남자인 범수는 매주 피임약을 먹는다. 피임약을 정기적으로 먹는 모든 사람은 임신하지 않는다. 그러므로 범수는 작년에 임신하지 않았다?**

CC를 거부하면 우리는 어떠한 방식으로든 가설 Q (예. 만유인력의 법칙)에 도달할 수 없다!

귀납적 추론은 정당화될 수 있는가? 까만 까마귀 100만 마리를 발견하더라도 100만1번째 까마귀가 흰색일 확률도 있다!

Karl **Popper** 1902-1994

포퍼는 논리학의 두 가지 방법론인 ‘연역’과 ‘귀납’ 중 귀납은 절대로 정당화될 수 없으니 완전히 거부해야 한다는 ‘반증주의’를 주장했다. 과학에서 등장하는 이론은 언제나 ‘반증 가능’해야 하고, 이를 반증하는 경험적 사례가 등장하면 즉시 폐기되어야 한다. 포퍼의 눈에서 과학자들은 언제나 합리적이고 비판적으로 사고한다.

포퍼는 “까마귀는 까맣다”를 입증하려는 유명한 예시에서 알 수 있듯 귀납적 방법론은 언제든지 반례가 등장할 가능성이 있다는 맹점을 가지고 있음을 지적하며 반증주의를 주창했다. 그의 체계에서 과학자들은 언제나 반증될 수 있는 가설만을 제안하고 그것을 “반증”의 방법으로 검증해야 한다. “P이면 Q이다”를 완전히 입증하는 것은 (온 우주의 P를 다 조사해야 하므로) 불가능한데, Q가 아닌 딱 하나의 사례만 발견해도 P는 확실하게 반증되기 때문이다.

그에 따르면, 과학자들은 ‘반증될 가능성이 높은’ 이론을 제안하고 실제로 그 가설이 그릇됨을 밝힘으로써, 나아가 반증된 가설이 아닌 대안가설을 계속해서 제안함으로써 “진리에 가까이 다가간다”. 그에게 있어 좋은 이론은 반증가능성이 높은 동시에 엄격한 시험(수많은 사례들)을 “견디는” 이론이다.

**포퍼에 대한 비판**

반증주의는 기초 진술을 제외한 모든 진술이 반증가능해야 한다고 말한다. 기초 진술이란, 어떤 사건이 어떤 특정한 시공간에서 일어나고 있음을 단순히 ‘기술’하는 진술로 “이 분필은 희다” “이 까마귀는 검다” 등이다. 그런데, 이 진술마저 반증가능하지 않은가? “이것이 진짜 ‘분필’인가?” 를 묻기 시작하면 우리는 무한퇴행에 빠져 어느 것도 ‘반증’할 수 없다.

이론에 반하는 경험적 사실이 나왔다고 해서 그 이론이 곧바로 부정되지는 않는다: 보조 가설이 있기 때문이다. 측정 도구가 잘못되었을 수도 있고, 이론은 맞는데 우리가 아직 모르는 숨은 변수가 있었을 수도 있다. 이론에 반하는 경험이 나오면 이론이 잘못된 것인가, 경험이 잘못된 것인가?

정말 과학자들은 자신의 이론이 결국 언젠가 ‘반증되기 위해/반증될 것을 알면서도’ 이론을 제안하는가?

Thomas **Kuhn** 1922-1996

쿤은 그의 전설적인 저서 <과학혁명의 구조>를 통해 새로운 과학관을 모색한다. 그는 과학 활동을 “정상과학”과 “과학혁명”으로 이원화해 시간에 따라 서로가 교대로 나타난다고 주장했다. 쿤에 따르면 정상과학은 과학자들에게 고정관념들인 “패러다임”을 주입하고 과학자들은 비판 없이 이에 종사한다. 정상과학에서 쌓여 간 이상사례들은 과학혁명을 낳는다.

쿤은 독점적인 패러다임을 공유하는 일련의 과학자들에 의해 정상과학이 행해지다가, 쌓여 가는 이상사례들에 의해 정상과학이 위기를 맞고, 결국 새로이 등장한 패러다임에 의해 전체적/부분적으로 대체된다고 보았다. 정상과학은 본질적으로 “퍼즐-풀이” 활동으로서, 과학자들은 패러다임에 대한 비판의식 없이 패러다임을 더욱 구체화하고 그 패러다임을 입증하는 사례들을 더 모으기 위해 노력한다. 패러다임은 해당 분야 과학자들 사이에서 독점적으로 공유되는 모범적 문제 풀이 양식이나 탐구 방법을 말한다. 과학자들의 탐구 과정에서 시험되는 것은 패러다임이나 이론의 정당성이 아니라 과학자의 능력이다. 즉, 예상치 못한 결과가 나오거나 특정한 현상을 설명할 수 없는 사례는 패러다임의 문제가 아니라 과학자의 문제인 것이다.

정상과학은 아주 새로운 것을 추구하지 않는 축적적인 성격을 가지는데, 쿤에 따르면 이런 축적적이고 세밀한 경험을 탐구하는 정상과학의 성질에 의해 역설적으로 이상 현상이 생긴다. 능력 있는 정상과학자가 기존의 패러다임에 그 사례를 포섭시키는 경우도 있지만, 끝까지 해당 패러다임에 의해 설명되지 못하고 있던 이상 현상이 쌓이다가 새로운 패러다임이 고안되면 그것이 정상과학의 지위를 대체한 뒤 새로운 정상과학이 되기도 한다. 과학혁명의 과정에서 두 패러다임은 서로 “공약 불가능”하다. 두 패러다임은 서로의 타당성을 “평가할” 수조차 없다: 두 패러다임은 과학에 대한 정의, 어휘, 기구 사용 방식, 심지어는 ‘세계’ 자체가 다르기 때문에. 이에 과학혁명기에 두 패러다임은 서로를 ‘설득’하는 것 이상은 할 수 없다. 쿤이 보았을 때 정상과학이 정보를 축적하며 진보하는 속도는 (과학자들이 의심을 갖지 않기 때문에) 다른 분야에 비해 매우 빠르다. 한편 그에게 과학혁명은 단일한 진리를 향해 점점 가까워지는 “진보”의 과정이 아니다: 두 패러다임은 공약불가능하기 때문이다.

**쿤에 대한 비판**

정상과학 안에서는 “혁명적일” 정도로 발전이나 변화가 없는가?

과학자들은 정말 자신의 연구의 기초 토대에 대해 의구심을 가지지 않는가?

러커토시는 쿤이 주장하는 과학의 ‘비-합리적’ 면모에 공감하면서도, 과학에서 일말의 합리성을 수호할 수 있을지를 고민했다. 그의 이론에서, “연구 프로그램”은 “반증”으로 많은 부분을 포기할 수 있지만 그 프로그램의 핵심적 가치는 절대로 바뀌지 않는다. 연구 프로그램 이론을 통해 러커토시는 쿤-적 퍼즐 풀이와 포퍼-적 반증주의를 절충해 과학의 ‘발전’을 모색한다.

러커토시에 따르면 과학 전체는 ‘선행 추측보다 더 많은 경험적 내용을 가진 추측들을 고안하라’는 포퍼적 발견 규칙을 중심으로 한 거대한 연구 프로그램이다. 연구 프로그램은 (a)견고한 핵과 (b)보호대, (c)긍정적 발견법과 (d)부정적 발견법으로 구성된다. (a)견고한 핵은 그 프로그램의 본질이라고 부를 수 있는 반박 불가의 기본명제이다. 예를 들어, 뉴턴 역학 연구 프로그램의 견고한 핵은 뉴턴의 힘의 3법칙이다. (b)보호대는 그것을 보조하는 가변적인 보조가설들의 집합이다. 그 예로는 태양계 내 행성의 개수, 모든 물체는 “질점”으로 간주 가능하다 등을 들 수 있다. 러커토시에 따르면, (c)과학자들은 “어떤 경우에도 견고한 핵은 부정될 수 없다”는 ‘부정적 발견법’과 (d)“경험적 결과를 잘 설명할 수 있도록 보호대를 수정하라”는 ‘긍정적 발견법’의 원리로 연구 프로그램을 수행한다. 그 결과 보호대는 점점 더 견고해지며 더 많은 수의 경험을 “설명”할 수 있다.

러커토시에 따르면 더 많은 경험적 내용을 설명하는 연구 프로그램이 더욱 ‘발전한’ 것으로 여겨질 수 있으나, 이것이 최종적으로 특정한 연구 프로그램의 상대적 우월성을 영원히 보장하는 것은 아니다: 언제든지 기존에 주목받지 못했던 연구 프로그램이 더욱 강력해진 보호대로 귀환할 수 있기 때문이다. 예를 들어, 그에게 있어 ‘연금술’ 연구 프로그램은 정체되고 퇴보되어 있을 뿐 완전히 끝난 것은 아니며 보호대를 교체함으로써 언제든지 다시 주도적인 이론이 될 수 있다. 그러므로 러커토시에 게 있어 ‘발전’은 과학 전체에 적용되는 것이라기보다는 특정한 연구 프로그램에게 적용되는 것으로, 한 연구 프로그램이 더욱 포괄적인 경험적 사실을 설명하게 되면서 이루어지는 것이다.

**러커토시에 대한 비판**

과학자들은 자유롭게 자신이 탐구할 연구 프로그램을 선택할 수 있는가? 연금술 연구 프로그램은 정말 끝나지 않았나?

연구 프로그램들 사이의 우열 관계가 정의될 수 없다면 합리성 개념도 완전히 포기되어야 하는 것 아닌가?

그의 이론적 체계가 불필요하게 복잡하지는 않은가? 무엇이 견고한 핵이고 무엇이 보호대인지는 누가 어떻게 결정하는가?

파이어아벤트는 과학의 본질이라고 여겨지던 ‘합리성’의 특권을 완전히 해체하려 한다는 점에서 논쟁적인 위치를 차지한다. 그에 따르면 지금까지 받아들여진 이론은 단순히 먼저 태어났다는 이유만으로 독점적인 “권력”을 차지하고 있다. 그러므로 우리는 지금의 이론과 (‘이론에 의해 편향된’) 우리의 경험을 모두 부정해 봄으로써 더욱 완전한 지식세계를 형성할 수 있다.

“과학철학계의 무정부주의자” 폴 파이어아벤트는 지금까지의 과학이 특정 이론과 가정들에만 비합리적으로 의존해 왔으며, 전통적인 과학의 귀납과 규칙들에 상반되는 원리 [반-귀납과 반-규칙]를 통해서만 세계에 대한 이해의 다양화, 즉 “진보”를 도모할 수 있다고 주장한다. 더 나아가 신화, 종교, 유사과학, 심지어는 무자격자나 광인의 의견까지 과학의 의견을 미칠 수 있고 미쳐야 한다는 그의 주장은 ‘인간 이성’의 허구성을 폭로하고 과학의 존재 근간을 뒤흔든다.

그의 첫 번째 반규칙, “경험 안에 포함된 이론을 부정하라”는 절대적이고 변경 불가능한 ‘경험’의 지위를 부정하며 경험 안에도 정당하지 않은 이론적 가정이 포함될 수 있음을 지적한다. 그의 두 번째 반규칙, “경험에 반하는 이론을 추구하라”는 이론 간의 ‘공정성’을 만들기 위한 규칙이다. 파이어아벤트는 어떤 경험을 설명할 수 있는 대안적인 이론이 있어야만 ‘같은 사건을 설명하는 이론들 간의 공정성’이 실현될 수 있다며, “종종 한 이론을 반박하는 증거는 그 이론과 양립하지 않는 대안적 이론의 도움을 얻어서야 비로소 가능하다”라고 말한다. 파이어아벤트-적인 대안이론을 만들기 위해서는 성서, 서사시, 일리아드, 판타지를 막론한 모든 세계관을 차용한 뒤 수정해야 한다. 이를 통해 쿤이 말하는 과학혁명의 발생을 훨씬 앞당길 수 있는 것이다.

**파이어아벤트에 대한 비판**

해체 이후에는 무엇이 있나? 대안 가설은 누가 만들어야 하는가? “과학자”? 철학자?

“과학혁명을 촉발시킬 스모킹건 가정”들은 정상과학 세계에서는 애초에 그 존재가 인지되지도 않았던 것이 아닌가?

대안 가설들을 만드는 과정에서도 회의주의가 개입하면 충분한 완성도의 이론을 얻기 전에 포기하지 않을까?

## Is(n't) it Science?

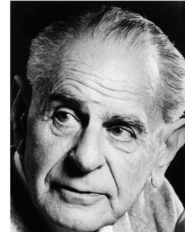
**Carl Gustav Hempel**

1905-1997  
Writer, Philosopher



**Thomas Kuhn**

1922-1996  
Physicist, Historian and Philosopher



**Karl Popper**

1902-1994  
Philosopher



**Paul Feyerabend**

1924-1994  
Philosopher of Science



**Imre Lakatos**

1922-1974  
Philosopher of Mathematics and Science

## **DISCUSSION**

“과학철학은 과학활동에 도움이 되는가?”

과학의 활동과 개념에 대해 철학적으로 고민하는 것이  
과학 활동의 성과를 만드는 것 자체에 도움을 주는가?

오비탈의 실재성 여부에 대한 고민,  
질량 보존 법칙이 진짜 성립하는지,  
내가 산출한 데이터에 대한 의심,  
대안적 세계관에 대한 상상,  
연금술 실험

이 활동들이 연구 생활에서 새로운 아이디어를 생각해 내는 데에 도움이 될까?  
아니면 오히려 연구 활동을 방해하고 과학계를 신뢰하지 못하게 할까?

즉, ‘회의주의적 과학자’ 는 가능한가?