



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학석사 학위논문

과학 이론의 성공에 대한
선택론적 설명 비판

2020년 8월

서울대학교 대학원
과학사 및 과학철학 협동과정
강규태

국문 초록

본 논문에서 나는 레이(K. Brad Wray)가 과학적 실재론에 대해 제기한 문제가 기존의 실재론 내에서 해결될 수 있다고 주장한다. 레이의 실재론 비판은 크게 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 과학 이론의 성공은 과학자들이 설정한 기준과 경쟁 이론의 수준에 상대적인 개념이다. 따라서 과학 이론의 성공이 참의 표지라는 실재론자들의 주장은 잘못됐다. 둘째, 과학 이론의 성공에 대해 반실재론자들은 선택론적 설명을 통해 대답할 수 있지만, 실재론자들은 대답할 수 없는 두 가지 질문이 있다. 셋째, 실재론자들은 과학 이론의 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라고 주장하지만, 이에 대해 반례가 존재한다.

레이의 첫째 비판에 대해, 나는 사용-참신한 예측적 성공은 상대적이지 않다고 반론한다. 사용-참신한 예측적 성공은 과학자들이 설정한 기준과 경쟁 이론의 수준과 관계가 없기 때문이다. 둘째 비판에 대해, 나는 실재론자들도 레이의 두 질문에 답할 수 있다고 주장한다. 많은 실재론자들이, 성공한 과학 이론 전체가 참이 아니라 성공에 기여한 부분만 참이라는 선택적 실재론을 지지하기 때문이다. 셋째 비판에 대해, 나는 레이가 반례로 언급한 플로지스톤 이론은 사실 반례가 되지 않는다는 점을 보인다. 플로지스톤 이론의 사용-참신한 예측적 성공은 플로지스톤 이론 내에서 현대 화학 이론에 비추어 볼 때 참인 부분에서 도출되었기 때문이다.

주요어: 과학적 실재론 논쟁, 과학의 성공, 선택론적 설명, 케네스 브래들리 레이, 플로지스톤 이론
학 번: 2018-26085

목 차

1. 도입	1
2. 과학의 성공에 대한 실재론적 설명	4
2.1. 과학적 실재론의 핵심 논제들	4
2.2. 기적 불가 논증	6
3. 과학의 성공에 대한 반실재론적 설명	11
3.1. 구성적 경험론과 선택론적 설명	11
3.2. 선택론적 설명에 대한 레이의 옹호	18
4. 사용-참신성을 통한 실재론 옹호	24
4.1. 참신성 개념의 동기	24
4.2. 사용-참신성 정식화	26
4.3. 독립성 조건의 “절대적” 측면	30
5. 선택적 실재론	34
5.1. 선택적 실재론의 동기	34
5.2. 분할 통치 전략	35
5.3. 두 가지 질문에 대한 답변	38
6. 사례 연구: 화학혁명	42
6.1. 플로지스톤 이론의 주요 성과	43
6.2. 플로지스톤 이론과 초기 산소 이론	47
6.3. 레이의 주장에 대한 검토 및 반박	51
7. 결론	58
참고문헌	61
Abstract	68

1. 도입

본 논문은 과학이 성공적이라는 점이 과학적 실재론/반실재론 논쟁에서 과학적 실재론(앞으로 간단하게 ‘실재론’이라고 칭하겠다)을 지지하는지의 여부에 대한 논쟁을 다룬다. 과학적 실재론/반실재론 논쟁은 우리가 가지고 있는 과학 이론에서 상정된 관찰 불가능한 대상이 실재하는지, 우리가 그러한 대상들을 인식할 수 있는지에 대한 논쟁이다. 과학적 실재론자들은 관찰 불가능한 대상들이 과학 이론에서 상정하는 대로 실재하며, 그러한 점이 바로 과학이 성공적일 수 있었던 이유라고 주장한다. 따라서 실재론자들은 어떤 과학 이론이 성공적이라면, 그 이론이 참이라고 추론하는 것이 가능하다고 본다. 다시 말해 과학 이론의 성공은 그 이론이 참이라는 표지이다.

반면 반실재론자들은 과학이 참이 아니더라도 성공적일 수 있다고 주장한다. 반실재론자들에 따르면 과학이 성공적인 이유는 기존에 존재하던 여러 이론 중 자연의 규칙성을 잘 반영한 이론만이 살아남았기 때문일 뿐이다. 이러한 설명은 반 프라센(Bas C. van Fraassen)이 자연선택론에 비유하여 제시하였으므로 ‘다윈주의적(Darwinist) 설명’, ‘진화론적(evolutionary) 설명’, ‘선택론적(selectionist) 설명’ 등으로 불린다. 앞으로 이 글에서는 ‘선택론적 설명’이라고 부르도록 하겠다.¹⁾

1) ‘다윈주의’나 ‘진화론’은 자연선택론만을 가리키는 용어가 아니므로 ‘다윈주의적 설명’ 또는 ‘진화론적 설명’이라고 부르는 것은 부적절해 보인다. 또한 본 논문은 반실재론자인 레이의 주장을 중요하게 다루는데, 레이의 ‘선택론적 설명’이라는 용어를 사용한다.

반실재론자인 레이(K. Brad Wray)는 과학의 성공에 대한 설명과 관련해 선택론적 설명을 옹호하는 논변들을 내놓았다. 그중 한 가지는 실재론적 설명은 답변이 될 수 없고 선택론적 설명만 답변이 될 수 있는 두 가지 질문이 존재한다는 것이다(Wray 2007). 첫째는 “한때 참으로 여겨졌던 이론들이 왜 현재에 거짓으로 밝혀져 기각되는가”라는 질문이다. 둘째는 “현재 거짓으로 밝혀진 이론들이 현재 참으로 받아들여지는 이론과 어떻게 한때나마 동등한 성공을 거둘 수 있었는가”라는 질문이다. 레이는 이 같은 경우들이 왜 존재하는지 선택론적 설명으로만 답할 수 있다고 주장한다. 따라서 그는 선택론적 설명이 실재론적 설명보다 우월하다고 결론 내린다.

또한, 레이는 과학 이론의 성공이 상대적이라는 점을 들어, 과학 이론의 성공이 그 이론이 참이라는 표지가 될 수 없다고 주장한다(Wray 2010). 레이에 따르면 과학 이론의 성공은 두 가지 의미에서 상대적이다. 첫째, 과학 이론의 성공은 과학자 공동체가 설정한 성공의 기준에 상대적이다. 성공의 기준은 해당 기준을 만족시키는 과학 이론이 참인지의 여부와 상관없이 정해질 수 있으므로 성공은 참의 표지가 되지 못한다. 둘째, 과학 이론의 성공은 경쟁 이론들의 수준에 상대적이다. 여러 경쟁 이론들 중 한 이론이 과학자 공동체에 의해 선택되는 것은 단지 그 이론이 다른 이론들보다 낫다는 점만을 뜻한다. 모든 경쟁 이론들의 수준이 낮다면, 그중 가장 낮기 때문에 선택된 이론조차도 참과는 거리가 멀 수 있다. 따라서 레이는 성공은 참의 표지가 되지 못한다고 결론 내린다.²⁾

본 논문에서 나는 레이가 실재론에 대해 제기한 문제들이 기존의 실재론 내에서 충분히 해결될 수 있음을 보인다. 그 근거는 참의 표지라고 실재론자들이 인정하는 과학의 성공은 사용-참신한(use-novel) 예측적 성공이라는 점이다. 한 이론이 사용-참신한 예측적 성공을 거두었는지의 여부는 해당 이론과 관찰 자료만을 통해 판단될 수 있으므로, 이러한 의미에서의 성공은 상대적이지 않다. 즉, 레이가 이야기한 상대적 성공과,

2) 과학의 성공이 두 가지 의미에서 상대적이라는 주장을 앞으로 ‘성공의 상대성 논제’라고 부르겠다.

실재론자들이 참의 표지로 간주하는 사용-참신한 예측적 성공은 성공의 서로 다른 측면이다. 따라서 레이의 주장을 인정하더라도 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 점이 부정되는 것은 아니다.

여기에 더해, 실재론자들이라고 해서 성공한 이론의 모든 부분이 참이라고 주장하지는 않는다는 점도 레이의 실재론 비판을 무력화한다. 선택적 실재론자들은 성공한 과학 이론 내에서 그 성공에 기여한 부분만이 참이라고 주장한다. 따라서 과거에 성공적이었던 이론에서 성공에 기여한 부분이 현재의 이론에서도 유지되었다면, 그 이론이 현재에는 거짓으로 밝혀졌더라도 그 부분이 참의 표지라는 점까지 부정되지는 않는다. 그러므로 한때 참으로 여겨졌던 이론들이 현재에 거짓으로 밝혀져 폐기된 경우나, 현재 거짓으로 밝혀진 이론들이 현재 참으로 받아들여지는 이론과 한때나마 동등한 성공을 거둘 수 있었던 경우에 대해서도 실재론적 설명이 가능하다. 즉, 실재론자들은 현재 거짓으로 밝혀진 이론들에서 그 이론들의 성공에 기여한 부분이 참이었기 때문에 그 이론들이 과거에 성공적일 수 있었다고 말할 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 진행된다. 2절에서는 과학적 실재론의 입장을 정리하고 반실재론과 충돌하는 지점이 어디인지, 그리고 과학의 성공이라는 쟁점이 과학적 실재론 논쟁에서 어떤 역할을 하는지 살펴본다. 3절에서는 반실재론의 입장을 정리함으로써 과학의 성공에 대한 선택론적 설명이 어떤 주장들을 포함하는지 명확히 밝힌다. 그리고 선택론적 설명을 옹호하는 레이의 논증을 살펴본다. 4절에서는 과학의 성공이 상대적이라는 레이의 주장이, 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 실재론자들의 입장을 반박하지 못한다는 점을 보인다. 5절에서는 레이가 선택론적 설명만으로 답변 가능하다고 주장한 질문들에 대해 선택적 실재론이 답변을 제공할 수 있다는 점을 보인다. 6절에서는 일견 레이의 주장을 뒷받침하는 듯이 보이는 18세기 화학 혁명 사례가 실재론자의 입장에서 충분히 해명될 수 있음을 보인다.

2. 과학의 성공에 대한 실재론적 설명

2.1. 과학적 실재론의 핵심 논제들

철학에서 실재론과 반실재론 사이의 논쟁은, 우리 지식 체계에 상정되어 있지만 그 존재 여부를 관찰이나 경험을 통해 확인하기 어려운 대상들의 존재 여부와 관련된 것이다. 예를 들어 중세에 활발히 논의되었고 현대 분석형이상학에서도 여전히 실재론자들과 반실재론자들이 대립하고 있는 보편자 문제는 보편자가 우리의 관찰이나 경험의 대상이 될 수 없는 존재자이기 때문에 생겨난 것이다. 수리철학에서는 수(numbers)가 수학이라는 지식 체계에 상정되어 있지만 경험의 대상이 될 수 없기 때문에 수의 존재론적 지위에 대한 논쟁이 있다.

이와 마찬가지로 과학적 실재론/반실재론 논쟁도 과학이 수많은 관찰 불가능한 존재자들을 상정하기 때문에 발생한다. 과학 이론은 관찰 불가능한 존재자들을 상정하고, 그것들 간의 법칙적·인과적 관계에 의거하여 관찰 가능한 현상들을 체계적으로 설명하고 근거 짓는다. 이처럼 과학 이론은 현상적 차원을 넘어서는 이론적 내용을 가지며, 그러한 이론적 내용에 대해 어떤 인식적 태도를 보여야 하는지에 대한 문제가 제기되는 것이다(이봉재 1999).

과학적 실재론에도 수많은 분과가 있지만, 대부분의 실재론자들이 동의하는 논제들도 있다. 그러한 논제들은 형이상학적·의미론적·인식론적 차원으로 이루어져 있다. 형이상학적 차원에서, 실재론자들은 과학의 탐구 대상인 마음-독립적 세계의 실재를 인정한다. 의미론적 차원에서,

실재론자들은 세계에 대한 과학 이론의 주장이 관찰 가능성에 관계없이 글자 그대로 해석되어야 하며, 참 또는 거짓의 진리치를 가진다고 말한다.³⁾ 이는 과학 이론이 “특정 해석 하에서” 혹은 “적절히 이해된다면” 참이라거나 거짓이라는 주장과 대비된다. 인식론적 차원에서, 실재론자들은 과학적 탐구를 통해 세계에 대한 참이거나 최소한 근사적으로 참인 지식을 얻을 수 있으며, 실제로도 과학 이론이 그런 지식을 제공한다고 주장한다(Chakravartty 2017).

래디먼(James Ladyman)은 이상의 내용을 다음과 같이 다섯 가지 논제로 정리한다(Ladyman 2002).

형이상학적 차원

- (i) 과학 이론이 기술하고 있는 대상이나 대상의 종류들은 실제로 존재한다.
- (ii) 그것들은 우리의 인식과 정신으로부터 독립적으로 존재한다.

의미론적 차원

- (iii) 과학 이론의 진술들은 환원될 수 없고 제거될 수 없으며, 순수하게 주장적(assertoric) 표현들이다.
- (iv) 과학 이론의 진술들의 진리조건들은 객관적이며, 대상들이 세계 속에서 어떠한 상태에 있는가에 따라 이러한 진술들의 참이나 거짓이 결정된다.

3) 과학 이론이 글자 그대로 해석되어야 한다는 주장은 과학 이론이 다음 조건들을 만족시킨다는 뜻이다(Monton and Mohler 2017).

1. 그 이론의 주장은 참이거나 거짓인 진정한(genuine) 진술이다.
2. 이론에 대한 어떠한 글자 그대로의 해석도 그 이론에 의해 주장된 존재자들의 논리적 관계를 바꾸지 못한다.

규약주의, 논리실증주의, 도구주의 등은 과학 이론이 글자 그대로는 거짓이거나 “특정 해석 하에서” 혹은 “적절히 이해된다면” 참이거나 무의미하다고 본다. 이러한 입장들을 실재론에서 배제하기 위해 과학 이론을 글자 그대로 해석해야 한다는 논제가 필요한 것이다(van Fraassen 1980, p. 9).

인식론적 차원

(v) 과학 이론의 진술이 참인지의 여부는 인식 가능하고 우리는 실제로 그러한 참의 일부를 인식한다. 따라서 과학 이론의 용어들은 세계 속에 있는 대상들을 성공적으로 지시한다.

반실재론은 위의 논제 중 적어도 하나를 부정하는 입장이다. 위의 논제 중 어떤 것을 부정하느냐에 따라 반실재론도 여러 분파로 나뉘는데, 본 논문에서 다룰 반실재론은 반 프라센이 정식화한 구성적 경험론을 기반으로 삼는다. 구성적 경험론자들은 (ii) 실재가 우리의 인식과 정신에서 독립적으로 존재한다는 점과, (iii) 과학 이론의 진술들이 순수하게 주장적이며 문자 그대로 해석되어야 한다는 점, (iv) 과학 이론의 진술들의 진리조건들이 객관적이라는 점을 인정한다. 하지만 실재론자들과는 달리 (v)를 부정하여 과학 이론의 진술들이 참인지의 여부를 우리가 알 수 없다고 주장한다. 이는 (i)에 대해 불가지론으로 이어져, 반실재론자들은 과학 이론이 기술하고 있는 대상이나 대상의 종류들의 실재 여부에 대해 알 수 없다고 주장한다.

2.2. 기적 불가 논증

이처럼 실재론과 구성적 경험론이 완전히 상반되는 입장을 취하는 지점은 인식론적 차원이므로, 실재론자들은 자신들의 인식론적 입장을 정당화할 필요가 있다. 다시 말해서, 실재론자들은 과학 이론이 참인지의 여부를 우리가 어떻게 인식할 수 있는지 보여야 한다. 그러한 역할을 하는 것이 퍼트넘(Hilary Putnam)이 제시한 “기적 불가 논증”(No Miracle Argument)이라고 할 수 있다(박영태 1994). 기적 불가 논증과 유사한 형태의 실재론 옹호 논증은 스마트(J. J. C. Smart)나 맥스웰(Grover Maxwell) 등이 퍼트넘보다 앞서 제시한 바가 있지만, 이들의 논증은 퍼트넘의 논증과는 제시된 배경도 다르고 세부적인 내용에서도 약간의 차이가 있다. 그러므로 이 글에서는 현대 실재론자들이 널리 받아들이는 퍼트넘의 논증을 바탕으로 논의를 전개하겠다.

퍼트넘은 다음과 같이 주장했다.

실재론을 뒷받침하는 적극적인(positive) 논증⁴⁾은 과학의 성공을 기적으로 만들지 않는 유일한 철학이 실재론뿐이라는 것이다.⁵⁾ 성숙한(mature) 과학 이론의 용어들은 일반적으로 지시하며, 성숙한 과학 이론에서 수용되는 이론들은 일반적으로 근사적으로 참이고, 동일한 용어는 다른 이론들에 나타날 때에도 똑같은 대상을 지시할 수 있다. (...) 과학적 실재론자는 이런 진술들을 필연적 참이라기보다는 과학의 성공에 대한 유일한 과학적 설명의 일부로, 그리고 과학과 그 대상의 관계, 과학 자체에 대한 충분한 과학적 기술의 일부로 간주한다(Putnam 1975, p. 73).

기적 불가 논증에 대해 한 가지 주목할 점은, 이 논증은 연역 논증이 아니라 최선의 설명으로의 추론(Inference to the Best Explanation, 이하 ‘IBE’로 약칭) 형식의 논증이라는 것이다. 그래서 반실재론자들은 크게 두 가지 방식으로 기적 불가 논증을 반박한다. 한 가지는 IBE가 후건 긍정의 오류에 불과하며 올바른 추론 형식이 아님을 보이는 것이다. IBE가 올바른 추론 형식이라면 두 가지 조건을 만족시켜야 한다. 첫째는 참일 개연성의 정도에 따라, 고려 중인 경쟁 가설들의 순위를 매길 수 있어야 한다는 것이다. 둘째는 고려 중인 경쟁 가설들 사이에 참인 가설이 존재해야 한다. IBE의 비판자들은 첫째 조건과 관련해, 어떤 특성에 기반을 두고 참일 개연성의 정도를 평가해야 하는지 불분명하다는 점을 지적한

4) ‘적극적인’이라는 표현은 이 논증이 반실재론을 반박함으로써 실재론을 간접적으로 옹호하는 논증이 아니라 실재론을 직접적으로 옹호하는 논증이라는 점을 밝히기 위해 덧붙인 것으로 보인다.

5) 퍼트넘은 실재론이 과학의 성공을 기적으로 만들지 않는 **유일한** 설명이라고 했는데 이는 너무 강한 주장이다. 충분히 정합적인 반실재론적 설명이 존재하기만 해도 반박되어버리기 때문이다. 그리고 실제로 본 논문에서 다룬 선택론적 설명이 반실재론의 관점에서 과학의 성공을 정합적으로 설명한다. 따라서 대부분의 실재론자들은 ‘유일한’이라는 표현을 ‘최선의’, ‘가장 좋은’ 등으로 수정하여 받아들인다.

다.6) 또한 둘째 조건과 관련해, 고려 중인 가설들 사이에 참인 가설이 있다는 점을 알아내는 것은 어렵다는 점을 지적한다(Chakravartty 2007, p. 6).

기적 불가 논증에 대한 다른 반박 방식은 실재론이 과학의 성공에 대한 최선의 설명이 아님을 보이는 것이다. 본 논문에서 다룰 선택론적 설명이 이러한 전략에 속한다. 반실재론자들은 과학의 성공을 그 이론이 참인지의 여부와 관련 없이 설명할 수 있으며, 그 증거가 과학사에 많이 존재한다고 본다. 따라서 반실재론자들은 실재론적 설명이 과학의 성공에 대한 최선의 설명이 아니라고 주장한다.

기적 불가 논증과 관련하여 또 한 가지 주목할 만한 점은, 퍼트넘이 이 논증을 과학의 성공에 대한 “과학적” 설명으로 제시했다는 것이다 (Putnam 1975, p. 73). 여기서 ‘과학적’이라는 말은 두 가지 의미로 해석될 수 있다. 첫째는 기적 불가 논증이 과학에서 사용되는 추론과 같은 형태의 추론, 즉 IBE를 사용하고 있다는 것이다. 실재론자들은 과학자들이 과학 연구에서 IBE를 사용하므로 우리가 과학 연구가 합리적이라는 점을 받아들인다면 IBE가 합리적이라는 점도 받아들여야 한다고 주장한다. 그리고 만약 해당 이론이 관찰 불가능한 대상을 지시한다면, 그 이론이 참이라고 받아들이는 일은 그 이론에서 상정된 관찰 불가능한 대상의 존재를 받아들이는 일이므로, 실재론자들은 과학에서 IBE가 사용된다는 점이 실재론을 받아들일 이유가 된다고 말한다(Ladyman 2002 번역본, p. 375). 이 논증에는 과학적 추론이 실제로 IBE를 통해 이루어진다는 전제와 IBE가 올바른 추론 형식이라는 전제가 깔려 있는데 이 두 전제 모두 논쟁의 여지가 있다.

6) 그러한 특성으로 고려되는 것은 단순성, 우아함, 다른 이론들 혹은 영역들에 대한 통합력 등이다. 차크라바티(Anjan Chakravartty)는 이런 특성들을 어떻게 기술할지의 문제와 이 특성들을 어떻게 비교하고 우선순위를 매길 것인지의 문제 등이 있다는 점을 언급한다. 또한 그런 문제들을 제쳐두고서라도 이 특성들이 참과 관련이 있다는 점이 분명하지 않다고 지적한다. 단순하고 우아하고 통합력 있는 이론이 그렇지 않은 이론보다 참에 가깝다고 생각할 선택적인 이유가 없다는 것이다(Chakravartty 2007, p. 6).

‘과학적’이라는 말의 둘째 의미이자, 본 논문의 논의와 관련하여 더 큰 관련이 있는 것은 이 논증이 과학의 성공이라는 경험적 사실에 대한 논증이라는 것이다. 그러므로 이 논증은 과학의 성공을 경험적으로 확인하면 그로부터 과학 이론들이 참이라는 점을 추론할 수 있다는 주장으로 볼 수 있다. 결과적으로 과학적 실재론/반실재론 논쟁은 실제 과학사가 실재론과 반실재론 중 어느 쪽에 부합하는지에 대한 논쟁이 된다.

마지막으로 기적 불가 논증이 과학 전반에 대한 논증인지, 아니면 개별 과학 이론에 대한 논증인지 애매하다는 점을 짚고 넘어갈 필요가 있다. 기적 불가 논증이 과학 전반에 대한 것이라면, 과학 전반의 성공에서 성숙한 현행 과학 이론 대부분이 참이라고 추론하는 논증이 된다. 반면 개별 이론에 대한 것이라면, 특정 이론이 성공적이면 그 이론이 참이라고 추론하는 논증이 된다. 퍼트넘은 이와 같은 두 가지 가능한 해석을 명확하게 구분하지 않은 것으로 보인다.

이러한 구분이 필요한 이유는 전반적 기적 불가 논증에 형식적 오류가 있기 때문이다. 매그너스(P. D. Magnus)와 캘린더(Craig Callender)는 전반적 기적 불가 논증이 통계 추론에서 나타나는 오류인 기저율 오류(base rate fallacy)를 범하고 있다고 말한다(Magnus and Callender 2004). 기적 불가 논증은 많은 과학 이론들이 성공적이었는데, 참인 이론은 성공할 확률이 높고, 거짓인 이론은 성공할 확률이 낮으므로, 성공한 이론은 참일 확률이 높다는 주장으로 재정식화할 수 있다. 그런데 여기서 거짓인 이론이 성공할 확률이 낮다고 해도, 거짓인 이론의 수가 충분히 많으면 그중 성공한 이론의 수가 많아지므로, 성공한 이론들 중 거짓인 이론의 비율이 높아지게 된다. 그러므로 거짓인 이론의 수가 얼마나 많은지에 대한 정보를 주지 않으면, 성공한 이론이 많다고 해도 대부분의 성공한 이론이 참인지 추론할 수 없다. 따라서 기적 불가 논증은 타당한 논증이 아니다.

이러한 이유로 전반적 기적 불가 논증은 실재론 옹호 논증으로 적절하지 않아 보인다. 게다가 뒤에서 다룰 선택적 실재론도 과학 전반에 적용되는 입장이라기보다는 개별 과학 이론에 적용되는 입장이다. 따라서

본 논문에서는 기적 불가 논증을 국소적 논증으로 해석하고 논의를 진행한다.

3. 과학의 성공에 대한 반실재론적 설명

3.1. 구성적 경험론과 선택론적 설명

반실재론이란 실재론의 세 차원들 중 하나 이상을 부정하는 입장이다. 예를 들어 논리실증주의자들은 실재론의 의미론적 논제를 부정한다. 논리실증주의자들에 따르면 과학 이론은 글자 그대로 해석될 필요가 없으며, 과학 이론에서 관찰 불가능한 대상을 가리키는 용어는 관찰 가능한 대상을 가리키는 용어로 환원될 수 있다. 그러나 현대 반실재론은 반 프라센이 제시한 구성적 경험론을 기반으로 삼고 있으며, 이 글에서 다룬 과학의 성공에 대한 선택론적 설명도 구성적 경험론의 맥락에서 제시되었다. 따라서 이 절에서는 구성적 경험론의 주요 논제들을 검토하여 선택론적 설명이 어떤 배경 위에서 전개되었는지 명확히 해명하고자 한다.

반 프라센이 구성적 경험론을 제시하기 이전에, 과학철학계에서는 논리실증주의의 몰락과 함께 반실재론이 패배했다고 여겨졌다(Psillos 2017; Monton and Mohler 2017).⁷⁾ 이런 상황에서 반 프라센은 논리실증

7) 쿤(Thomas Kuhn)이나 파이어아벤트(Paul Feyerabend) 등이 내세운 공약불가능성 논제는 반실재론을 함축하는 것으로 받아들여졌으나, 해킹(Ian Hacking)과 프실로스(Stathis Psillos)는 퍼트넘의 인과적 지시 이론이 실재론을 가능하게 해주었다고 평가한다(Hacking 1982; Psillos 2017). 공약불가능성 논제에 따르면 같은 용어라도 서로 다른 이론에 등장한다면 그 지시체가 다르므로, 두 이론 중 어떤 이론이 참에 더 가까운지 평가할 수 없다. 그러나 인과적 지시 이론에 따르면, 한 용어의 지시체가 인과적으로 고정되었다면 그 용어가 다른 이론에 등장하더라도 같은 대상을 지시하므로 이론 간 비교가 가능하다(Putnam 1975b; Putnam 1981 번역본, pp. 192-201).

주의와는 다른 방식으로 반실재론을 옹호할 수 있음을 보여주었다. 구성적 경험론은 관찰 불가능한 대상의 존재에 대한 개입을 거부한다는 점에서는 논리실증주의를 따르지만, 다른 여러 면에서 논리실증주의와 거리를 둔다. 구성적 경험론은 논리실증주의의 대표적인 주장인 의미에 대한 검증주의를 거부한다. 또한, 논리실증주의가 관찰 가능한 것과 불가능한 것의 구분이 선형적으로 이루어진다고 보았던 것과 달리 구성적 경험론은 그러한 구분은 경험적으로 이루어진다고 본다. 그리고 논리실증주의는 이론 용어가 포함된 문장을 글자 그대로 받아들이지 않아야 한다고 보았는데, 구성적 경험론은 과학 이론의 문장을 글자 그대로 받아들여야 한다고 주장한다(Monton and Mohler 2017).

반 프라센은 다음과 같이 말한다.

과학의 언어를 글자 그대로 해석해야 한다고 주장하는 과학철학적 입장이 모두 실재론적인 것은 아니다. 왜냐하면 이 주장은 이론에 대한 우리의 인식적 태도나 우리가 이론을 구성할 때 추구하는 목표와는 전혀 관련이 없으며 단지 이론이 말하는 바를 적절하게 이해하는 것에만 관련되어 있기 때문이다. 과학의 언어는 문자 그대로 이해되어야 한다고 결정한 이후에도, 우리는 좋은 이론이 참이라고 믿을 필요가 없으며, 그 이론에서 가정한 존재자들이 실재한다고 믿을 필요도 없다고 이야기할 수 있다(van Fraassen 1980 pp. 11-12).

이런 맥락에서 반 프라센은 구성적 경험론의 핵심 주장을 다음과 같이 정식화한다.

과학은 경험적으로 적합한 이론들을 제공하는 것을 목표로 한다. 이론의 수용은 단지 그 이론이 경험적으로 적합하다는 믿음만을 뜻한다(van Fraassen 1980 p. 12).

여기서 어떤 이론이 경험적으로 적합하다는 것은 그 이론이 현상을 구제한다는 것(saving the phenomena), 즉 관찰 가능한 영역에 대해서 그 이론이 주장하는 바가 참이라는 점을 뜻한다.⁸⁾ 이와 대비되는 의미에

서, 어떤 이론이 참이라는 것은 관찰 가능한 영역과 관찰 불가능한 영역 모두에 대해서 그 이론이 주장하는 바가 참이라는 점을 뜻한다.⁹⁾

지금까지의 논의에서는 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역의 구분이 이루어질 수 있다는 점을 전제하였으나, 이에 대한 비판도 존재한다. 만약 이러한 비판이 옳고 두 영역의 구분이 적절하게 이루어질 수 없다면 경험적 적합성이라는 개념은 제대로 정의될 수 없다. 그렇다면 과학 이론이 경험적 적합성을 추구한다는 주장도 성립하기 어려우므로 구성적

8) 경험적 적합성에 대해 더 자세히 이해하기 위해서는 과학 이론들에 대한 구문론적 관점과 의미론적 관점의 차이에 대한 이해가 선행되어야 한다. 반 프라센의 경험적 적합성 개념은 구문론적 관점이 아닌 의미론적 관점에 기반을 두고 있기 때문이다. 논리실증주의자들이 주로 옹호했던 구문론적 관점은 이론을 1차 술어 논리로 형식화된 정리들을 열거(enumeration)한 언어적 존재자로 보는 견해다. 구문론적 관점은 과학 이론의 실제 모습들을 잘 반영하지 못한다는 비판을 받았다(Craver 2002). 그러한 비판 중 한 가지는 구문론적 관점에서 상정하는 관찰 가능성과 관찰 불가능성의 구분이 잘못됐다는 것이다.

논리실증주의의 몰락 이후 이론에 대한 대안적 관점인 의미론적 관점이 대두되었다. 구문론적 관점과 달리, 의미론적 관점에서는 이론을 다양한 언어들로 기술될 수 있는 모형들의 모임을 구체화(specification)한 것으로 본다. 의미론적 관점에서 어떤 이론이 경험적으로 적합하다는 것은 현상이 그 이론의 어떤 모형의 경험적 하부구조와 동형이라는 것을 뜻한다. 즉, 어떤 이론이 경험적으로 적합하다는 것은 관찰 가능한 현상이 그 이론의 모형들 중 최소한 하나에 적절하게 맞아 들어간(embedded) 것을 뜻한다. 현상과 모형이 동형이라고 해서 관찰 불가능한 것에 대한 진술이 참이라고 믿을 필요는 없다. 반실재론자들은 이론적 모형(구조)의 관찰 불가능한 부분이 세계의 실제 구조의 부분이라는 주장에 개입하지 않는다(Monton and Mohler 2017).

9) 주의할 점은 경험적 적합성이란 이미 관찰된 현상에 대해서만 참이라는 뜻이 아니라, 미래에 관찰될 현상에 대해서도 참이라는 뜻이라는 점이다. 만약 과학이 이미 관찰된 현상에 대해서만 참인 것을 목표로 한다면 관찰된 현상을 단순히 기술하기만 해도 그러한 목표가 달성되기 때문이다. 과학의 목표를 이미 관찰된 현상에 대한 참인 이론을 제공하는 것이라고 본다면, 실제 과학에서 새로운 현상을 발견하기 위해 관찰을 하고 새로운 실험을 하는 이유를 설명할 수 없을 것이다(Monton and van Fraassen 2003).

경험론 전체가 무너지게 된다. 실재론과 달리 구성적 경험론은 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역에 대해 다른 태도를 보이기 때문에, 이 구분이 설득력 있게 제시될 수 있는지는 중요한 문제이다.

맥스웰은 반 프라센이 구성적 경험론을 정식화하기 이전에 이미 이러한 구분을 비판하는 논변을 내놓은 바 있다. 맥스웰에 따르면 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역 사이의 구분은 연속적이다(Maxwell 1962). 예를 들어 진공을 통해 관찰하기, 유리창을 통해 관찰하기, 안경을 통해 관찰하기, 쌍안경을 통해 관찰하기, 저해상도 현미경을 통해 관찰하기, 고해상도 현미경을 통해 관찰하기 등은 연속적인 관찰 행위이기 때문에 어디까지가 관찰 가능한 영역이고 어디부터가 관찰 불가능한 영역인지에 대해 유의미한 구분선을 그을 수 없다. 따라서 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역의 구분에는 존재론적 의의가 없다.

반 프라센은 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역의 구분이 존재론적으로는 의의가 없다는 점을 인정한다. 관찰 가능성은 너무나 인간 중심적인 개념이기 때문이다. 하지만 반 프라센은 그 구분이 인식론적으로는 의의가 있으며, 과학적 실재론을 둘러싼 논쟁에는 그것만으로도 충분하다고 말한다. 과학적 실재론과 반실재론은 과학의 목적과 과학에 대한 우리의 인식적 태도에 관한 입장이기 때문이다(van Fraassen 1980 p. 19). 즉, 과학 활동의 목적이 무엇이고, 과학 이론을 수용하려면 그 이론이 말하는 바를 어느 정도까지 믿어야 하는지의 문제가 과학적 실재론 논쟁의 핵심이다. 따라서 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역의 구분은 우리에게 관찰 가능한지의 여부에 따라 이뤄지는 것만으로 충분하며, 그 구분이 존재론적인 의의가 있는지는 과학적 실재론 논쟁과 큰 관련이 없다.¹⁰⁾

10) 여기에서 ‘우리’라는 말은 과학 활동을 같이 하고 있는 인식 공동체를 의미한다(van Fraassen 1980, p. 18). 따라서 현재의 인식 공동체는 인류라고 할 수 있지만, 인식 공동체는 변화할 수 있고 그에 따라 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역의 구분도 변할 수 있다. 반 프라센은 그러한 예로 미래에 인류가 변이를 일으키거나 지구 안 또는 밖의 다른 생물들을 인식적 공동체에 포함시키기로 결정하는 일을 든다. 이와 같이 인식 공동체가 변화했을 때도 변화한 그 인식

경험적 적합성에 대한 이와 같은 이해를 바탕으로, 구성적 경험론은 과학의 목표는 경험적으로 적합한 이론을 제공하는 것이라고 본다(van Fraassen 1980, p. 12). 주의할 점은 이것이 과학이라는 기획(enterprise)의 목표이지, 과학자 개인 혹은 공동체의 목표가 아니라는 것이다(van Fraassen 1998). 과학자의 목표와 과학의 목표는 구분될 수 있다. 어떤 과학자는 명예, 안정적 직장, 많은 수입 등을 목표로 삼고 과학을 연구할 수 있지만 그것은 해당 과학자의 목표일 뿐, 과학의 목표는 아니다. 과학의 목표가 무엇인지 이야기하는 것은 과학자들의 연구 활동을 이해하는 최선의 방법, 즉 과학이라는 기획을 해석하는 방법에 대해 이야기하는 것이다. 실재론자들이 과학의 목표는 참인 이론을 제공하는 것이라고 이야기한다면, 이는 과학 이론을 실재에 대한 참된 기술의 시도로 해석해야 함을 의미한다. 반면에 반실재론자들은 관찰 불가능한 영역에 대해서는 과학에 대한 이런 해석이 적절하지 않다고 보는 것이다. 결론적으로 말해, 구성적 경험론은 경험론자의 합리성 기준과 일관되게 과학적 활동을 바라보려면 어떤 태도를 취해야 하는지를 탐구하는, 과학에 대한 철학적 기술(description)로 이해되어야 한다(Okasha 2002, p. 56, van Fraassen 1994)

그렇다면 과학의 목표가 참인 이론의 제공이 아니라 경험적으로 적합한 이론의 제공이라는 점은 어떻게 정당화될 수 있는가? 앞서 언급했듯이 반실재론자들은 우리가 관찰 불가능한 영역에 대해 참인 지식을 얻을 수 없다고 주장하며 실재론의 인식론적 논제를 부정한다. 인식론적 논제의 부정은 관찰 자료에 대한 이론의 미결정성(underdetermination) 논제에 의해 뒷받침된다. 관찰 자료들이 주어졌을 때, 그 관찰 자료들을 포섭하면서(accomodate) 서로 양립 불가능한 이론들은 무한히 많이 존재할 수 있다. 그 이론들이 같은 관찰 자료들을 포섭하기 때문에 관찰 자료들은 그중 어떤 이론이 옳은지 결정해줄 수 없다. 따라서 관찰 자료들을

공동체에 대해서 관찰 가능한 영역과 불가능한 영역을 구분할 수 있다. 따라서 인식 공동체가 달라진다면 구분선의 위치는 달라지겠지만, 여전히 구분 자체는 의의가 있다.

넘어서는 관찰 불가능한 영역에 대한 과학 이론의 주장이 참인지의 여부는 우리가 알 수 없다(Monton and Mohler 2017). 이처럼 반실재론자들은 우리가 애초에 관찰 불가능한 영역에 대해 참인 지식을 얻을 수 없으므로, 과학 이론의 목표는 참인 이론의 제공이 될 수 없다고 보는 것이다.

과학의 목표가 참인 이론을 제공하는 것이 아니라 경험적으로 적합한 이론을 제공하는 것이라면, 과학자들의 이론 수용에는 그 이론이 참이라는 믿음이 아니라 경험적으로 적합하다는 믿음이 요구된다. 물론 경험적으로 적합하지만 양립 불가능한 경쟁 이론들이 있을 수 있으므로, 경험적으로 적합하다는 점만으로는 특정 이론을 선택하기에 부족하다. 따라서 과학자들이 특정 이론을 선택하는 것은 그 이론이 경험적으로 적합하다는 믿음에 더해 그 이론의 연구 프로그램에 개입(commitment)한다는 것을 뜻한다. 특정 연구 프로그램에 대한 개입은 그 이론의 개념적 자원들(conceptual sources)을 통해 관찰 가능한 현상들을 다루겠다는 것이다. 그러므로 특정 연구 프로그램에 대한 개입은 과학자가 현상을 설명할 때 사용할 용어들을 결정한다(van Fraassen 1980, pp. 12-13).

반 프라센은 이러한 논의가 이론 수용에 대한 인식적 차원의 논의는 아니고 실용적(pragmatic) 차원의 논의라고 말한다. 따라서 연구 프로그램에 대한 개입이 과학 활동에서 어떤 역할을 하는지가 실재론과 반실재론을 분명하게 구분 짓지는 않는다. 그러나 반 프라센은 이론의 수용에 있어 반실재론자들은 실재론자들보다 그 이론에 대해 더 약한 믿음을 요구하기 때문에, 반실재론자들이 이러한 실용적 차원을 더 중요시하는 경향이 있을 것이라고 말한다(van Fraassen 1980, p. 13).

지금까지 살펴본 바와 같이, 반 프라센은 관찰 가능한 영역과 관찰 불가능한 영역이 구분될 수 있음을 전제로 하며, 그러한 전제 위에서 과학의 목표는 경험적으로 적합한 이론을 제공하는 것이라고 말한다. 또한 이론의 수용은 그것이 참이라는 믿음이 아니라 경험적으로 적합하다는 믿음만을 뜻한다고 말한다. 그렇다면 참에 의거해 과학의 성공을 설명하는 실재론자들과 달리, 반 프라센은 과학의 성공을 참에 의거하지 않고

설명할 수 있어야 한다.

그래서 반 프라센은 과학의 성공을 자연선택에 비유한 “선택론적 설명”을 내놓았다. 그는 다음과 같이 주장한다.

나는 현재의 과학 이론의 성공은 기적이 아니라고 주장한다. 그것은 과학적(다윈주의적) 입장에서 놀랄 일이 아니다. 왜냐하면 모든 이론은 격렬한 생존 경쟁의 장에, 무자비한 정글에 태어났기 때문이다. 오직 성공적인 이론만 살아남는다. 자연의 실제 규칙성을 파악한 이론만이 말이다(van Fraassen 1980, p. 40).

반 프라센에 따르면 과학이 성공적인 이유는 자연의 규칙성을 잘 반영한 이론만이 살아남았기 때문이다. 여기서 ‘살아남았다’라는 표현은 한 이론이 다른 이론들과의 경쟁을 거쳐 과학자들에게 선택되었다는 의미로 해석될 수 있다. 그리고 과학자들에 의해 선택되었다는 것은 곧 그 이론이 수용되었음을 의미한다. 반 프라센은 이론의 수용은 그 이론이 참이라고 믿는 것과 관련 없이 이루어질 수 있다고 본다. 따라서 반 프라센이 말하는 성공이란 자연의 규칙성을 잘 반영하기 때문에 과학자들에 의해 선택되었음을 의미한다. 물론 과학 이론에는 다양한 관찰 불가능한 대상들이 상정되어 있지만, 과학 이론이 성공하기 위해 그런 것들이 해당 이론이 말하는 대로 존재할 필요는 없으며, 단지 자연의 규칙성을 잘 나타내어 경험적으로 적합하도록 구성되어 있으면 된다는 것이다. 이처럼 선택론적 설명은 과학이 성공적이라는 점을 경험적 적합성만으로 설명한다.

그렇다면 과학자들이 이론을 선택하는 과정이 어떻게 진행되며, 그런 과정은 자연의 규칙성을 제대로 반영하는 이론을 어떻게 선별해 내는가? 이에 대해 라우든(Larry Laudan)이 자세한 설명을 제공한다. 라우든에 따르면 선택론적 설명에서 말하는 선택 과정은 과학자들이 실험 방법론을 통해 이론을 시험하는 과정이다(Laudan 1984). 과학자들이 사용하는 실험 방법론은 자연의 규칙성을 잘 반영하는 이론을 신빙성 있게 선택하도록 설계되어 있기 때문에, 올바른 실험 방법론을 통해 연구를 하면 자

연의 규칙성을 잘 반영하는 이론이 선택된다는 것이다. 라우든에 따르면 “과학이 왜 잘 작동하는지에 대해서는 과학적 실재론자들의 모든 저작들을 합친 것보다 실험 설계에 대한 좋은 교과서 하나가 훨씬 더 잘 설명한다”(Laudan 1984, p. 100).

라우든은 의약품의 임상실험 과정에서 사용하는 이중맹검법(double blind test)을 예로 들어 이 점을 설명한다. 감기약을 먹은 사람이 감기가 나았다고 해서 감기약이 감기를 낮게 했다고 곧바로 결론내릴 수는 없다. 그저 시간이 지나서 저절로 나은 것일 수도 있기 때문이다. 그런데 단일맹검법(single blind test)를 사용하여 감기약을 먹은 실험군과 위약(placebo)을 먹은 대조군을 비교하면 감기약이 정말 감기를 낮게 했는지 더 분명하게 시험해볼 수 있다. 즉, 과학자는 단일맹검법을 사용하기 전보다 감기약과 감기 사이에 존재하는 규칙적인 관계를 좀 더 명확하게 알아낼 수 있다. 여기에 더해 실험을 하는 과학자도 어느 쪽이 실험군이고 어느 쪽이 대조군인지 알 수 없게 하는 이중맹검법을 사용하면 과학자가 가지고 있는 편견까지 제거할 수 있다. 따라서 이중맹검법을 사용하면 감기약을 먹으면 감기가 낮다는 규칙성이 뚜렷이 드러난다. 이처럼 이중맹검법과 같은 과학적 방법론을 사용하면 자연의 경험적 규칙성을 잘 포착할 수 있다.

3.2. 선택론적 설명에 대한 레이의 옹호

선택론적 설명에 대해 여러 가지 비판이 존재하는데, 그중 가장 대표적인 것은 선택론적 설명은 실재론자들이 답하고자 했던 질문과 다른 질문에 답하고 있다는 것이다.¹¹⁾ 이러한 비판에 따르면 반 프라센의 선택론

11) 다른 비판들은 다음과 같다(Wray 2010).

- 선택론적 설명은 과거의 성공만을 설명할 수 있다.
- 선택론적 설명은 과거에 성공적이었던 이론이 미래에도 성공적일 거라고 믿을 이유를 주지 못한다.
- 선택론적 설명은 우리가 어떤 성공적인 이론이라도 가지고 있다는 점을 전

적 설명은 우리는 왜 현재 성공적인 이론들을 가지고 있는지에 대한 답변이다. 하지만 실재론자들이 답하고자 했던 것은 성공한 이론들은 왜 성공적인지에 대한 답변이다. 실재론자들은 성공한 이론들은 왜 성공적인지에 대해 “그 이론이 참이기 때문에”라고 답한다. 게다가 프실로스에 따르면 실재론자들은 선택론적 설명도 포용할 수 있다(Psillos 1999, pp. 93-94). 실재론자들도 우리가 왜 현재 성공적인 이론들을 가지고 있는지에 대해 “참인 이론만 살아남았기 때문에”라는 선택론적 답변을 할 수 있기 때문이다. 반면에 선택론적 설명은 성공한 특정 이론들이 왜 성공적인지에 대해 답하지 못한다. “경험적으로 적합해서”라고 답한다면, 다시 “왜 그 이론은 경험적으로 적합한가”라는 질문이 제기되기 때문이다.¹²⁾

레이는 실재론자들의 비판이 과학의 성공에 대한 오해에서 나온 것이라고 주장한다(Wray 2010). 레이에 따르면 실재론자들은 과학의 성공이

혀 설명하지 못한다.

12) 사실 반 프라센도 이 두 가지 질문이 분리될 수 있다는 점을 분명하게 인식하고 있었다. 반 프라센은 다음과 같이 말했다.

우리가 과학의 성공에 대한 과학적 설명의 요구를 받아들인다고 해보자. 그러나 그것을 단지 스마트의 ‘우주적 우연’ 논증을 재기술하는 것으로 해석하는 대신에, 왜 우리가 어찌되었든 성공적인 과학 이론들을 가지고 있는지에 대한 질문으로 보자(van Fraassen 1980, p. 39).

이와 같이 반 프라센도 과학의 성공에 대한 자신의 설명이 성공 요인 질문이 아니라 현재의 성공 질문에 대한 답변이라는 점을 명시했다. 그렇다면 왜 반 프라센은 성공 요인 질문에 대한 답을 제시하지 않았는가?

그 이유는 반 프라센이 경험적으로 적합한 이론이 선택된다는 것으로 설명은 끝난 것이며, 더 이상의 설명은 불필요하다고 보았기 때문이다. 반 프라센은 이론의 경험적 적합성, 즉 그 이론이 자연의 규칙성을 잘 반영한다는 점은 원초적 사실(brute fact)일 뿐이라고 본다. 따라서 그는 과학 이론의 경험적 적합성에 대해 현상 너머의 관찰 불가능한 요인에 호소하는 설명은 불필요하다고 보았다(1980, p. 24).

두 가지 의미에서 상대적이라는 점을 간과했다. 첫째는 과학의 성공이 과학자 공동체가 정한 기준에 상대적이라는 것이다. 과학자들은 어떤 이론을 선택할 것인지, 즉 어떤 이론을 성공적인 것으로 간주할 것인지에 대한 기준을 합의를 통해 정한다. 예를 들어 과학자들은 그 이론을 통한 예측의 정확도가 일정 정도 이상이어야 한다는 기준을 세운다. 특정 분야(domain)에 존재하는 이론들의 예측력이 전반적으로 낮으면 과학자들은 성공의 기준을 낮게 잡을 것이다. 반면 해당 분야 이론들의 예측력이 전반적으로 높으면 과학자들은 성공의 기준을 높게 설정할 것이다. 따라서 성공의 기준은 정해져 있지 않고 가변적이다. 게다가 연구를 위해서 이론이 반드시 필요하므로, 과학자들은 모든 이론이 참과는 거리가 매우 멀다고 생각할지라도 반드시 하나의 이론은 통과하도록 성공의 기준을 설정한다. 따라서 레이는 과학의 성공이 참의 표지가 될 수 없다고 주장한다.

이러한 주장에 대해 실재론자는 일반적으로 어떤 분야가 발전하면서 성공의 기준이 점점 엄격해지는 경향은, 해당 분야의 과학 이론이 점점 참에 접근해 간다는 점을 보여준다는 반론을 제기할 수 있다. 그러나 레이는 과학의 성공이 갖는 상대성의 두 번째 의미를 이해한다면 이러한 반론이 잘못되었음을 알 수 있다고 주장한다. 두 번째 의미의 상대성이란 과학의 성공은 다른 이론들에 상대적이기도 하다는 것이다. 어떤 이론이 선택되었다는 것은 단지 그 이론이 해당 분야의 다른 이론들보다 더 낫다는 점만을 뜻할 뿐이다. 즉, 해당 분야가 발전하면서 선택된 이론의 예측력이 상승한다고 해도, 상대적인 의미에서 그러할 뿐 여전히 참과는 거리가 멀 수 있다. 따라서 과학의 성공은 참의 표지가 되지 못한다.

성공한 이론들은 왜 성공했는지에 대한 논의로 돌아가 보자. 이 질문은 다시 두 가지로 나누어서 생각해볼 수 있다. 하나는 성공한 이론들을 성공적으로 만들어주는 공통 요인이 무엇이냐는 것이다. 레이에 따르면, 과학의 성공이 상대적이라는 점 때문에 이 질문은 무의미하다. 이론의 성공은 과학자 공동체가 설정한 기준, 그리고 다른 경쟁 이론들이 얼마

나 성공적이냐에 따라 달라지므로 모든 성공적인 이론들에 공통적인 요인은 존재하지 않기 때문이다. 예를 들어 한 영역의 이론은 경쟁 이론들보다 뛰어나기 때문에 성공적일 수 있지만 다른 영역의 이론은 마땅한 경쟁 이론이 없어서 성공적일 수 있다.

다른 하나는 특정 이론을 성공적으로 만들어주는 요인이 무엇이냐는 것이다. 이 질문은 앞선 질문과 달리 무의미하지는 않다. 그렇다고 실재론적으로 참에 의거해서 답해져야 하는 것도 아니다. 반실재론자들은 이 질문에 대해 해당 이론이 속한 분야에서 과학자 공동체가 설정한 기준, 그리고 다른 경쟁 이론들의 수준이 바로 그러한 요인이라고 답할 수 있다.

다른 한편, 레이는 과학의 성공에 대한 두 가지 질문을 제시하며, 선택론적 설명만이 이 두 질문에 대한 답이 될 수 있으므로 실재론적 설명보다 우월하다고 주장한다(Wray 2007). 먼저 첫째 질문부터 살펴보자. 실재론에 따르면 어떤 이론이 성공적인 것은 그 이론이 참이기 때문이다. 그렇다면 한때 성공적이었으나 현재에는 기각된 이론은 한때 참이었으나 현재에는 거짓이 되었다고 설명해야 한다. 물론 실재론자들은 그 이론이 참이라고 판단한 것은 오류였을 뿐이라고 주장할 수 있다. 그런데 그렇다면 그 이론이 참이 아니었는데도 과거에 어떻게 성공적이었을 수 있는지를 설명해야 하는 문제가 생긴다.

레이는 천문학 혁명을 예로 든다. 갈릴레오 갈릴레이는 망원경으로 목성을 관찰하면서, 목성과 매우 가까이 있는 네 개의 작은 천체들을 발견했다. 이어서 갈릴레이는 여러 날에 걸친 관찰을 통해 그 네 개의 천체들이 목성을 중심으로 돌고 있다는 점을 알아냈다. 이 관찰은 태양 중심 체계에 별다른 문제가 되지 않았는데, 왜냐하면 태양중심 체계는 애초에 천체들이 지구를 중심으로 돈다고 상정하지 않았기 때문이다. 반면 지구 중심 체계는 모든 천체들은 지구를 중심으로 돈다고 상정하였으므로 이 발견이 큰 문제가 되었다. 이로 인해 지구 중심 체계는 당시로서는 상당히 성공적인 이론이었음에도 폐기되었다. 이 사례에 대해 실재론자들은 이론이 성공적일 때는 참이어서 성공적이었다고 설명했다가, 이론이 기

각된 뒤에는 그런 설명을 폐기해야 한다는 문제가 있다.

다음으로 둘째 질문을 살펴보자. 경쟁 이론들이 동시에 성공적이라면 실재론자는 그 두 이론이 모두 참이라고 추론해야 하는데 이는 두 이론이 경쟁하는 가설이라는 점과 양립 불가능하다. 반면 선택론적 설명은 두 이론이 모두 경험적으로 적합하다면 두 이론 모두 과학자들에게 선택될 수 있다고 답할 수 있다.

레이는 이번에도 천문학의 사례를 든다. 그에 따르면 태양 중심 체계와 지구 중심 체계는 하늘에 보이는 천체의 위치에 대하여 동등한 수준의 정확한 예측을 했다. 그런데 태양 중심 체계는 참이고 지구 중심 체계는 거짓이다. 따라서 이론의 예측적 성공은 그 이론이 참이기 때문이라고 주장하는 실재론자들은 두 이론이 동등한 수준의 예측력을 가졌다는 점을 설명하지 못한다.

지금까지의 논의를 정리해보자. 레이의 실재론 비판은 다음과 같이 요약될 수 있다.

(1) 과학 이론의 성공은 상대적인 개념이기 때문에 그 이론이 참인지의 여부는 성공과 무관하다(Wray 2010).

(1-1) 과학 이론의 성공은 과학자 공동체가 설정한 기준에 상대적이므로 참과 무관하다.

(1-2) 과학 이론의 성공은 경쟁 이론들에 상대적이므로 참과 무관하다.

(2) 과학의 성공에 실재론적 설명을 할 수 없는 질문들이 있다(Wray 2007).

(2-1) 실재론은 한때 성공적이었던 이론이 왜 폐기되는지 설명하지 못한다.

(2-2) 실재론은 경쟁 이론들이 왜 동시에 성공적일 수 있는지 설명하지 못한다.

여기에 더해, 레이는 많은 실재론자들이 참의 표지로 간주하는 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지가 될 수 없음을 보여주는 사례들이 존재한다고 주장한다(Wray 2007). 레이는 캐리어(Martin Carrier)가 드는 두 사례를 인용하는데, 한 가지는 수소를 사용하면 금속회를 금속으로 변환시킬 수 있음을 예측한 것이고, 다른 한 가지는 기체의 열팽창 계수가 기체의 종류에 상관없이 일정하다는 점을 열에 대한 칼로릭 이론을 통해 예측한 것이다(Carrier 1991). 따라서 레이의 실재론 비판에 다음과 같은 주장이 포함된다.

(3) 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지가 되지 못한다는 점을 보여주는 사례들이 있다.

나는 (1)~(3)이 과학의 성공에 대한 실재론적 설명을 논박하는 데에 실패했다고 주장한다. 그 이유는 많은 실재론자들이 참의 표지로 간주하는 성공은 사용-참신한 예측적 성공이며, 그들은 성공을 거둔 이론 전체가 아닌 성공에 기여한 부분만 참으로 간주하는 선택적 실재론(selective realism)을 지지하기 때문이다. 나는 4절에서 사용-참신한 예측적 성공과 선택적 실재론에 대한 정식화를 살펴본다. 그리고 5절에서 사용-참신한 예측적 성공이 상대적이지 않으며, 따라서 레이의 주장 (1)이 성립하지 않음을 보인다. 또한 나는 선택적 실재론을 통해 레이가 (2)에서 제기한 질문들에 답할 수 있음을 보인다. 그리고 6절에서 레이가 (3)의 근거로 드는 플로지스톤 이론의 사례가 실제로는 (3)을 뒷받침하지 못할 뿐만 아니라, (1)과 (2)에 대한 내 반론에도 부합한다는 점을 보인다.

4. 사용-참신성을 통한 실재론 옹호

4.1. 참신성 개념의 동기

이 절에서 나는 실재론자들이 참의 표지로 삼는 사용-참신한 예측적 성공은 상대적이지 않다는 점을 보인다. 사용-참신성은 반실재론을 옹호하는 대표적인 논증인 비판적 귀납에 실재론자들이 대응하면서 제안한 개념이다. 비판적 귀납은 과거에 성공적이었으나 현재에는 거짓으로 밝혀진 과학 이론들이 많이 존재하므로, 마찬가지로 현재 성공적인 이론들도 나중에는 거짓으로 밝혀질 가능성이 높다는 논증이다.¹³⁾ 비판적 귀납은 다음과 같이 정식화할 수 있다.

(전제 1) 현재의 과학 이론들은 성공적이다.

(전제 2) 성공적이지만 참이 아닌 이론들이 과학사에 많이 존재한다.

(결론) 현재의 과학 이론들도 참이 아니라고 밝혀질 것이다.¹⁴⁾

13) 비판적 귀납은 흔히 라우든이 1981년에 발표한 논문 “A Confutation of Convergent Realism”에서 제시한 것으로 알려져 있지만, 해당 논문에서 전개된 라우든의 논증은 비판적 귀납과는 약간 다르다. 비판적 귀납은 성공적이었으나 참이 아닌 사례가 과거에 많이 존재했으므로 현재 성공적인 이론들도 언젠가는 참이 아닌 것으로 드러날 가능성이 높다는 귀납 논증이다. 그러나 라우든이 실제로 전개한 논증은 성공적이었으나 참이 아닌 것으로 드러난 사례가 있으므로 어떤 이론이 성공했다고 해서 그 이론이 참이라고 추론할 수는 없다는 연역 논증이다(Laudan 1981). 본 논문에서 앞으로 라우든의 주장이라고 소개하는 비판적 귀납은 사실 라우든의 주장에 대한 재해석이라고 보는 것이 타당하다.

여기서 주된 쟁점은 (전제 2)이다. 라우든은 과거에 성공적이었으나 현재의 과학에 비추어 볼 때 참이 아니라고 판명된 이론들을 다음과 같이 열거하며 (전제 2)를 뒷받침한다.

- 수정 천구를 상정한 고·중세 천문학
- 의학에서의 체액설
- 정진기에 대한 발산(effluvial) 이론
- 격변 지질학.
- 화학의 플로지스톤 이론
- 열에 대한 칼로릭 이론
- 열에 대한 진동 이론
- 생리학의 생기론
- 전자기적 에테르
- 광학적 에테르
- 원형 운동 관성에 대한 이론
- 자연발생설

라우든은 이와 같은 사례들을 얼마든지 더 나열할 수 있다고 말한다.

비관적 귀납은 반실재론을 옹호하는 가장 강력한 논증으로 여겨지지만, 많은 실재론자들은 (전제 2)를 부정한다. 그들에 따르면 성공적이었으나 참이 아니라고 밝혀진 사례들은 충분히 많지 않으며, 특히 라우든을 비롯한 반실재론자들이 제시한 이론들은 진정한 성공을 거둔 과학 이론들이 아니다(Psillos 1999, pp. 99-103; Fahrbach 2011). 예를 들어 고·중세 천문학의 수정 천구 이론이나 의학에서의 체액설은 당시에 널리 받

14) 엄밀히 말해, 비관적 귀납이 설득력을 가지려면 현재의 이론이 과거의 이론에 비해 인식적 특권(epistemic privilege)을 가지지 않아야 한다. 만약 과거의 과학 이론과 현재의 과학 이론이 참된 진술을 산출해내는 능력에 있어 다르다면, 과거의 과학 이론에서 현재의 과학 이론으로 귀납적 투사가 이루어질 수 없기 때문이다. 실제로 몇몇 실재론자들은 현재의 과학 이론들이 인식적 특권을 가지고 있다고 주장한다(Lipton 2004, p. 162; Boyd 1985; 이에 대한 반대 논변은 Wray 2018, pp. 64-67 참고).

아들여졌다는 점 외에 어떤 성공을 거두었는지 이해하기 어렵다. 다시 말해서 라우든은 과학의 성공의 기준을 너무 낮게 잡았으며, 실재론자들이 참의 표지로 간주하는 기준에 비추어 보면 라우든이 제시한 이론들은 결코 성공적인 이론들이 아니었다는 것이다.

이와 같은 주장을 뒷받침하려면 실재론자들은 과학의 성공의 기준을 엄밀하게 규정할 필요가 있다. 과학의 성공에는 다양한 측면들이 포함되기 때문이다. 예를 들어 옳은 예측을 하는 것, 우리가 자연의 질서에 개입할 수 있게 하는 것, 현상에 대한 좋은 설명을 제공하는 것, 다양한 현상들을 조직화하고 통합하는 것 등이 모두 성공의 여러 유형이라고 할 수 있다(Laudan 1981; Brown 1985).

그중에서 특히 많은 실재론자들이 참의 표지라고 간주하는 유형의 성공은 참신한(novel) 예측적 성공이다. 참신한 예측이란 기준에 알려지지 않았거나, 알려졌어도 이론의 구성에는 사용되지 않은 완전히 새로운 현상에 대한 예측을 뜻한다. 많은 실재론자들은 어떤 이론이 참신한 예측을 내놓고, 그 예측이 참인 것으로 입증되었을 때 그 이론을 참이라고 볼 수 있다고 주장한다(Musgrave 1988; Worrall 1989; Leplin 1997; Giere 1983; Psillos 1999, pp. 100-103; Vickers 2017).

4.2. 사용-참신성 정식화

참신한 예측적 성공이 참의 표지라고 이야기하려면 우선 참신성이란 무엇인지 규정되어야 한다. 쉽게 떠올릴 수 있는 것은 어떤 예측이 그 예측을 입증해주는 관찰 자료보다 먼저 만들어졌을 때 참신하다고 할 수 있다는 것이다. 다시 말해서, 한 이론을 이용해서 어떤 예측을 한 시점이, 그 예측을 입증해주는 관찰 자료가 발견된 시점보다 앞서는 경우 그러한 예측을 참신하다고 할 수 있다. 이러한 종류의 참신성을 ‘시간-참신성’(temporal-novelty)이라고 부를 수 있다. 참신함에 대한 이러한 규정은 강한 직관적 호소력을 갖고 있다. 우리는 일반적으로 기준에 알려지지 않았던 무언가를 새롭게 밝혀낼 때 참신하다고 하기 때문이다. 일

상적인 맥락에서, 만약 관찰 자료가 이미 알려진 상태에서 그 관찰 자료와 부합하는 예측을 만들어낸다면 우리는 그 예측이 참신하다고 생각하지 않을 것이다. 예를 들어 2015년의 중력과 검출이 사람들에게 놀라움을 안겨준 것은 실제 검출에 약 100년이나 앞서서 상대성 이론에 의해 중력파의 존재가 예측됐기 때문이다. 만약 중력과 검출이 먼저였고, 나중에야 상대성 이론에서 중력파의 존재를 도출해낼 수 있다는 점이 알려졌다면 상대성 이론에 의한 이러한 예측은 이만큼 큰 인상을 주지 못했을 것이다.

그렇다면 실재론자들이 말하는 참신성이란 곧 시간-참신성이라고 결론 내려도 좋을까? 레플린(Jarrett Leplin)은 그렇지 않다고 말한다. 레플린은 참신성을 시간-참신성으로 보면 어떤 예측이 참신한지 여부가 단순히 역사적인 우연에 의존하게 된다고 비판한다(Leplin 1997, pp. 40-44). 예측을 먼저 내놓느냐, 아니면 관찰 자료를 먼저 내놓느냐는 그때그때의 우연적 상황에 좌우되는 일이다. 예를 들어 관찰 자료가 실험가들에게는 알려져 있지만, 이론가들에게는 알려지지 않은 경우를 상상해볼 수 있다. 그런 경우 이론가들이 내놓는 예측은 이론가들의 입장에서 시간-참신하다고 할 수 있지만, 실험가들의 입장에서는 그렇지 않을 것이다. 따라서 이론가들의 입장에서는 해당 이론을 참으로 받아들일 이유가 있으나 실험가들의 입장에서는 그렇지 않을 것이다. 이처럼 한 이론의 성공이 참의 표지인지의 여부가 개인에 따라 달라지는 것은 명백히 불합리하며, 이는 시간-참신성은 참의 표지가 되지 못한다는 점을 보여준다. 그러므로 실재론 논쟁의 맥락에서 참신성을 시간-참신성으로 이해하는 것은 옳지 못하다.

시간-참신성 대신 실재론자들이 참의 표지로 간주하는 참신성은 사용-참신성이다. 어떤 이론이 사용-참신한 예측을 한다는 것은 대략적으로 말해 그 이론의 구성에 사용되지 않은 관찰 자료를 예측한다는 것을 뜻한다. 워털(John Worrall)은 시간-참신성과 달리 사용-참신성을 참의 표지로 간주할 수 있는 이유를 반증가능성에 의거해 설명한다(Worrall 1989). 워털에 따르면 사용-참신한 예측이 참의 표지로 간주되는 이유는

이론 구성에 사용되지 않은 관찰 자료에 대한 예측은 그 이론을 반증의 위험에 노출시키기 때문이다. 만약 그 사용-참신한 예측이 참인 것으로 밝혀졌을 경우, 그 이론은 반증을 견뎌낸 것이고 그 이론을 참이라고 받아들일 좋은 근거가 생긴 것이다. 반면 이론 구성에 사용된 관찰 자료는 그 이론을 반증할 위험이 전혀 없다. 애초에 그 관찰 자료를 설명하는 일이 이론 구성 과정에 포함되어 있기 때문이다. 따라서 이론 구성에 사용된 관찰 자료를 예측하는 일은 참신하지 않으며 이론이 참이라는 증거가 될 수 없다.

프실로스는 위털의 사용-참신성 개념을 다음과 같이 정식화한다 (Psillos 1999, pp. 101-102).

사용 참신성: 만약 현상 E가 이론 T가 제안되기 전에 알려졌다면, T가 사후 설명(ad hoc) 조건을 아무것도 만족시키지 않고 E를 예측할 때, E에 대한 예측 P는 이론 T에 대하여 사용-참신하다,

여기서 사후설명 조건이란 다음과 같다.

사후설명 조건: 이론 T가 현상 E에 대해 다음 두 조건 중 하나를 만족시킬 경우 그리고 오직 그 경우에 사후설명이다.

1. 배경지식체(background body of knowledge) B가 현상 E의 존재를 함축한다. E에 대한 정보가 이론 T의 구성에 이용되고, T가 E를 포섭한다.
2. 배경지식체 B가 현상 E의 존재를 함축한다. 이미 이용가능한 이론 T는 E를 설명하거나 예측하지 않는다. [과학자들이] T를 T'로 수정하며, T'는 E를 예측한다. 그런데 이런 수정을 가하는 유일한 이유는 E를 예측/설명하기 위한 것이다. 특히 T'가 T와 비교해 다른 추가적인 이론적 그리고 경험적 내용을 갖지 않는다.

프실로스의 정식화는 위털의 아이디어를 단순명료하게 표현해주지만, 현상에 대한 정보가 이론의 구성에 이용되거나 이론이 현상을 예측/설명하는지 판단할 수 있는 기준을 제시해주지 않는다는 문제가 있다. 이에

대해서는 레플린의 정식화를 참고할 수 있다. 레플린은 이론 T가 관찰 자료 O를 예측할 때, 그 예측이 사용-참신하다고 하려면 만족시켜야 하는 조건을 다음과 같이 제시한다(Leplin 1997, p. 77; Leplin 2004).¹⁵⁾

독립성 조건(independence condition): 이론 T를 생성하는 추론의 최소한으로 적합한 재구성이 있고 그 재구성은 관찰 자료 O의 어떠한 정성적인 일반화도 언급하지 않는다.

유일성 조건(uniquness condition): 이론 T가 설명하고 예측하는 관찰 자료 O의 어떤 정성적 일반화가 있고, 이론 T가 최초로 그런 설명과 예측을 하는 시점에 다른 어떠한 이론도 그 정성적 일반화의 사례들을 기대할 만한 설득력 있는 근거를 제시하지 못한다.

위의 독립성 조건이 프실로스가 제시한 사용-참신성 규정에 해당한다고 볼 수 있다. 프실로스의 규정에서 현상에 대한 정보가 이론의 구성에 이용되지 않아야 한다거나, 이론이 현상을 예측/설명하지 않아야 한다는 규정은 독립성 조건에서 이론의 재구성이 관찰 자료의 어떠한 정성적 일반화도 언급하지 않는다는 규정에 해당한다. 한편, 레플린의 정식화는 유일성 조건이 포함되었으므로 프실로스의 정식화보다 엄격하다.¹⁶⁾

레플린의 정식화에서 ‘추론의 재구성’(reconstruction of reasoning)과 ‘정성적 일반화’(qualitative generalization)는 레플린이 도입한 용어이다. 먼저 추론의 재구성이란, 이론 T를 추론하는 과정을 논리적으로 재구성하는 것을 의미한다. 이렇게 재구성된 추론은 이론 T가 당시의 배경 지식에서 어떠한 논리적 단계를 거쳐 생성되었는지를 보여준다. 추론의 재구성이 적절하게 이루어졌다는 것은 그 추론이 이론 T를 진지하게 검토할 만한 가치가 있다는 것을 보여주는 충분히 강력한 논변을 제공함을 의미한다. 그러한 재구성이 최소한으로 적절하다는 것은 그 전제들(의

15) 레플린이 사용한 주요 용어들의 번역어는 최성호(2006)를 참고했다.

16) 나는 사용-참신성 규정에 유일성 조건이 필요하지 않다고 보는데, 이 문제에 대해서는 4.3절에서 다루고자 한다.

연언)이 더 이상 논리적으로 단순화될 수 없다는 것을 뜻한다. 즉, 재구성된 추론은 논리 법칙에 의거해 이론 T를 생성하기에 필수적인 관찰 자료만을 포함한다는 것이다. 정성적 일반화란 예측이 갖는 정량적 정확도와 무관하게 관찰 자료 O가 속한 유형을 규정하는 것이다. 정성적 일반화는 이론의 예측에서 구체적인 수치들을 제거하여 얻어진다. 정성적 일반화가 필요한 이유는 어떤 예측들이 서로 동일한 현상에 대한 예측인지에 대한 기준이 필요하기 때문이다. 두 예측이 동일한 정성적 일반화를 갖는다면 그것들은 동일한 현상에 대한 예측이라고 할 수 있다. 예를 들어 상대성 이론에서 중력파의 존재를 예측했을 때, 중력파의 파장에 대해 서로 다른 두 계산 결과가 존재해도 같은 현상을 예측한 것이다.

이와 같은 이해 하에서 사용-참신성의 두 조건을 다음과 같이 풀어 쓸 수 있다. 독립성 조건은 배경 지식에서 최소한의 경험적 내용을 바탕으로 이론 T를 논리적으로 추론하는 과정에서, 관찰 자료 O와 같은 유형의 경험적 내용을 반영하지 않아야 함을 의미한다. 유일성 조건은 이론 T가 관찰 자료 O와 같은 유형의 예측을 했을 때, 그와 같은 예측을 하는 경쟁 이론이 존재하지 않아야 함을 의미한다.

4.3. 독립성 조건의 “절대적” 측면

레이는 과학 이론의 성공이 과학자들이 합의한 기준이나 다른 이론의 수준에 상대적이기 때문에, 성공이 참의 표지가 아니라고 말한다. 이러한 주장에 맞서 실재론을 옹호하려면 성공이 과학자들이 합의한 기준이나 다른 이론의 수준에 상대적이지 않음을 보여야 한다. 그럼 레플린이 정식화한 사용-참신성 규정을 만족시키는 성공은 이 조건에 부합하는가? 일단 독립성 조건은 해당 이론과 관찰 자료만으로 만족 여부가 판단될 수 있다.¹⁷⁾ 독립성 조건의 규정에 이론과 관찰 자료에 대한 언급밖에 없

17) 레플린이 사용-참신성은 이론과 관찰 자료 사이의 이항관계라고 본 것에 반해 래디먼은 사용-참신성이 이론, 이론의 재구성, 관찰 자료 간의 삼항 관계라고 지적한다(Ladyman 1999). 하지만 이러한 비판은 현재 논의의 맥락에서 별다

기 때문이다. 하지만 유일성 조건은 해당 이론과 관찰 자료뿐만 아니라 다른 이론의 존재 여부까지 고려해야 하므로 이 조건에 부합하지 않는다. 따라서 레이의 주장을 받아들인다면 독립성 조건과 유일성 조건을 모두 만족시키는 사용-참신한 예측적 성공은 참의 표지가 될 수 없다. 그런데 레플린은 독립성 조건과 유일성 조건을 합치면 사용-참신성의 충분조건이라고 이야기했지만, 두 조건 각각이 필요조건이라고 하지는 않았다(Leplin 2004). 그러므로 만약 유일성 조건이 사용-참신성의 필요조건이 아니라면, 유일성 조건을 만족시키지 않는 사용-참신한 예측이 존재할 것이다. 그렇다면 그러한 예측은 해당 이론과 관찰 자료만 고려해서 판단될 수도 있다.

나는 실제로 유일성 조건이 사용-참신성의 필요조건이 아니라고 생각한다. 이를 뒷받침하는 근거는 유일성 조건에 대한 최성호의 비판이다. 최성호는 유일성 조건이 너무 강하다고 지적한다(최성호 2006). 이론이 제안된 순서는 역사적 우연으로 바뀔 수 있으므로 어떤 이론이 유일성 조건을 만족시키는지 역사적 우연에 의존한다. 예를 들어 두 이론 T_1 , T_2 가 독립성 조건을 만족시키는 동일한 예측 P 를 내놓을 수 있을 때, 만약 이론 T_1 이 먼저 제안되었다면 예측 P 는 그 이론 T_1 에 대해 사용-참신하지만, 똑같은 예측을 내놓은 이론 T_2 에 대해서는 사용-참신하지 않게 된다. 그런데 이론 T_1 과 이론 T_2 가 제안된 순서는 바뀔 수 있고, 그 경우 반대로 이론 T_2 는 사용-참신하지만 이론 T_1 은 사용-참신하지 않게 된다. 최성호는 이처럼 역사적 우연으로 사용-참신성 여부가 변한다면 사용-참신성을 판단하는 데에 유일성 조건을 적용하는 것이 부당하다고 본다.

최성호의 비판대로 유일성 조건이 필요조건이 아님을 받아들인다면, 남은 문제는 독립성 조건이 사용-참신성의 필요조건이냐는 것이다. 만약 독립성 조건이 사용-참신성의 필요조건이 아니라면 독립성 조건을 만족

른 영향을 끼치지 않는다. 나의 논점은 사용-참신한 예측적 성공이 과학자들이 합의한 성공의 기준이나 경쟁 이론들의 성공에 상대적이지 않다는 것인데, 래디먼의 비판을 받아들여도 이러한 논점은 유지되기 때문이다.

시키지 않는 사용-참신성이 존재할 것이다. 독립성 조건은 이론과 관찰 자료만 고려해 판단될 수 있는 조건이므로, 독립성 조건을 만족시키지 않는 경우 사용-참신성이 이론과 관찰 자료만으로 판단될 수 있는지는 불분명해진다. 다행히 독립성 조건은 사용-참신성의 필요조건이라는 점이 명백하다. 이 점은 귀류법을 통해 간단하게 보일 수 있다. 만약 독립성 조건이 필요조건이 아니라면, 사용-참신한데도 독립성 조건을 만족시키지 않는 경우가 존재할 수 있어야 한다. 그런데 독립성 조건은 이론 T를 생성하는 추론의 최소한으로 적합한 재구성에 대해 말하고 있다. 앞서 말했듯이 추론의 재구성이 최소한으로 적절하다는 것은 논리 법칙에 의거해 이론 T를 생성하기에 필수적인 관찰 자료만을 포함한다는 의미이다. 따라서 독립성 조건을 만족시키지 않는다는 것은 이론 T를 생성하는 추론의 최소한으로 적합한 재구성이 관찰 자료 O의 어떤 정성적인 일반화를 언급함을 뜻한다. 최소한으로 적합한 재구성은 최소한의 필수적인 관찰 자료만을 이론에 포함시킨 것인데, 그런데도 관찰 자료 O의 어떤 정성적 일반화를 언급한다는 것은 이론 T의 모든 재구성이 관찰 자료 O의 어떤 정성적 일반화를 언급함을 뜻한다. 다시 말해서, 이론 T를 구성하는 과정에서 관찰 자료 O가 사용되었음을 뜻한다. 이는 사용-참신성의 정의에 어긋나므로, 독립성 조건은 사용-참신성의 필요조건이어야 한다. 따라서 어떤 이론이 사용-참신한 예측적 성공을 거두었다는 것은 그 이론이 독립성 조건을 만족시킨다는 점을 뜻한다.

이는 과학의 성공이 상대적이므로 성공은 참의 표지가 될 수 없다는 레이의 주장 (1)에 대한 반박이 된다. 레이의 주장은 다음과 같았다.

(1) 과학 이론의 성공은 상대적인 개념이기 때문에 그 이론이 참인지의 여부는 성공과 무관하다.

(1-1) 과학 이론의 성공은 과학자 공동체가 설정한 기준에 상대적이므로 참과 무관하다.

(1-2) 과학 이론의 성공은 경쟁 이론들에 상대적이므로 참과 무관하다.

그런데 한 이론이 독립성 조건을 만족시키는지는 해당 이론과 관찰 자료만을 고려하여 판단될 수 있다. 따라서 독립성 조건을 만족시키는지 여부는 과학자들이 정한 기준이나 다른 이론들에 상대적이지 않다. 결과적으로 어떤 이론이 사용-참신한 예측적 성공을 거두었다는 것은 독립성 조건이라는, 과학의 성공의 “절대적” 기준을 만족시켰음을 뜻한다. 따라서 과학의 성공이 상대적이기 때문에 참의 표지가 아니라는 레이의 주장은 성립하지 않는다.

5. 선택적 실재론

5.1. 선택적 실재론의 동기

비관적 귀납에 대한 대응으로 사용-참신한 예측적 성공 개념이 도입되었지만, 이것만으로 비관적 귀납을 완전히 논박했다고 볼 수는 없다. 사용-참신한 예측적 성공을 거둔 이론들에 대해서도 비관적 귀납이 여전히 가능하기 때문이다. 과학사에는 과거에 사용-참신한 예측적 성공을 거뒀으나 현재 거짓이라고 판명되어 기각된 이론들이 많이 존재한다. 실재론자인 비커스(Peter Vickers)도 다음과 같은 이론들은 그러한 사례에 해당한다고 인정한다(Vickers 2018).

- 열에 대한 칼로릭 이론
- 연소에 대한 플로지스톤 이론
- 프레넬의 발광 에테르(luminiferous ether)에 기반을 둔 광학
- 빛의 회절에 대한 키르히호프의 이론
- 수소 원자에 대한 쯔머펠트의 1916년 이론
- 음에너지(negative energy) 전자에 대한 “디랙 바다”(Dirac sea) 이론

이 사례들은 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 실재론자들의 주장에 대한 강력한 반례처럼 보인다. 그러나 프실로스는 이러한 사례들도 실재론에 대한 반례가 되지 않는다고 주장한다(Psillos 1999, pp. 103-104). 이론 전체는 참이 아니었을지라도, 이론 내에서 성공에 기여한 부분은 참일 수 있기 때문이다.

프실로스 외에도 이와 유사한 방식의 실재론 옹호 전략을 취한 학자

들이 더 있다. 예를 들어 키처(Philip Kitcher) 역시 프실로스처럼 이론에서 성공에 기여한 부분과 그렇지 않은 부분을 구분하여 그 중 성공에 기여한 부분에 대해서만 실재론적 입장을 취해야 한다고 보았다(Kitcher 1993). 이처럼 이론을 여러 부분으로 나누고 그중 과학의 성공에 기여한 부분만 참이라는 입장을 통틀어 ‘선택적 실재론’(selective realism)이라고 부른다. 이 글에서 선택적 실재론에 대한 논의는 프실로스의 입장을 중심으로 할 것이다.

5.2. “분할 통치 전략”

프실로스에 따르면 이론을 여러 부분으로 나눠 선택적 실재론을 옹호하는 방식인 “분할 통치 전략”은 두 단계로 이루어진다. 첫 단계는 한때 성공적이었던 이론의 여러 부분 중 그러한 성공에 대체 불가능하게 기여한 부분을 식별하는 것이다. 두 번째 단계는 그 부분이 후행 이론에서도 성공에 기여하고 있음을 보이는 것이다. 프실로스에 따르면 성공에 본질적으로 기여한 부분은 다음과 같이 식별할 수 있다.

[이론의 일부분인 가설] H 가 다른 가설의 집합 H' 과 몇몇 보조가설 A 와 함께 예측 P 를 함축한다고 하자. 만약 H' 과 A 만으로는 P 를 만들어내지 못하고, H' 및 A 와 양립 가능한 다른 어떤 사용 가능한 가설 H^* 도 P 의 적절한 도출에 있어서 손실 없이 H 를 대체하지 못할 때 H 는 P 의 생산에 대체 불가능하게 기여한 것이다. (Psillos 1999, p. 105)

위의 인용문을 조금 더 자세히 설명하면 다음과 같다. 이론 내에서 H , H' , A 가 예측 P 를 내놓는다고 하자. H' , A 만으로는 예측 P 를 내놓지 못한다면 H 는 예측 P 를 내놓는 데에 기여했다고 볼 수 있다. 그런데 H 를 대신할 수 있는 다른 가설 H^* 가 있어서 만약 H , H' , A 가 아니라 H^* , H' , A 도 예측 P 를 내놓을 수 있다면, H 는 예측 P 를 내놓을 때 대체 불가능하게 기여한 것이 아니다. 만약 예측 P 가 H 를 통해서도 나올 수 있고 H^* 를 통해서도 나올 수 있다면, 예측 P 가 입증되었다고 해도 그것이

H가 옳기 때문이라고 할 수 없기 때문이다. 따라서 예측 P의 성공을 통해 H가 참임을 추론하고자 한다면 예측 P의 생산에서 H를 대체할 수 있는 H*가 없어야 한다.

프실로스의 요점은 사용-참신한 예측에 기여하는 본질적인 부분 H를 이러한 기준을 통해 식별하고 그 부분이 후행 이론에서 보존됨을 확인했다면, 선행 이론이 기각되었더라도 그 부분에 대해 대해서는 참이라고 추론할 수 있다는 것이다. 이렇게 식별된 그 부분은, 성공했으나 거짓인 것이 아니라, 성공했고 현행 이론에 비추어서도 참인 것이라고 볼 수 있기 때문이다.

단, 프실로스의 의도와 달리 이 기준으로 식별한 부분이 거짓인 사례가 존재한다. 비커스는 헬륨 이온 스펙트럼 선의 진동수에 대한 보어(Niels Bohr)의 예측을 예로 든다(Vickers 2017). 보어는 다음과 같은 가설을 이용해 수소 원자에 대한 사용-참신한 예측을 도출했다.

H: 전자는 오직 특정 “허락된” 궤도에 대응되는 특정 양자화된 에너지에서 핵 주변을 돈다.

H는 프실로스의 기준에 잘 들어맞는다. 사용-참신한 예측을 낳는 데에 사용되었고, 만약 제거된다면 해당 예측을 낳는 데에 실패하기 때문이다. 하지만 H는 현대 양자역학 이론에 비추어 볼 때 거짓이므로 선택적 실재론에 문제가 되는 사례처럼 보인다.¹⁸⁾

이러한 사례가 존재하기 때문에 비커스는 성공에 기여한 부분을 식별하는 기준을 약간 수정해야 한다고 말한다. 그에 따르면 성공에 진정으로 기여한 부분은 프실로스의 기준을 만족시키는 부분 전체가 아니라, 그 부분이 함축하는 다른 명제일 수도 있다. 그렇다면 실재론자들은 거

18) 이런 문제는 프실로스가 제시한 기준이 레플린이 요구한 **최소한으로** 적합한 재구성에 따른 것이 아니기 때문에 생긴 것으로 보인다. 프실로스가 제시한 방법에 의해 식별되는 명제는 최소한으로 적합한 재구성에 사용되는 명제가 아니며, 그 명제에서 함축되는 다른 명제가 최소한으로 적합한 재구성에 사용되는 명제이다.

짓인 부분이 사용-참신한 예측적 성공에 기여했다는 점을 인정할 수 있다. 실재론자들이 참이라고 생각하는 것은 그 부분 전체가 아니라, 그 부분이 함축하는 다른 명제이기 때문이다.¹⁹⁾ 보어의 사례에서는 H가 아니라 H가 함축하는 다음 가정으로도 예측이 충분히 도출될 수 있다.

H^{\dagger} : 전자는 원자 내에서 특정 양자화된 에너지 상태만을 점유한다.

즉, 보어의 예측을 도출할 때 정말로 필수불가결한 것은 H 자체가 아니라 H에서 도출되는 H^{\dagger} 이며, H^{\dagger} 는 현대 양자역학에서 참이다. 따라서

19) 비커스와는 다른 방식으로 실재론을 옹호할 수도 있다. 실재론자의 입장에서 이러한 반론에 대응하는 방식은 두 가지가 있다. 한 가지는 이런 방식의 반론이 통계적 오류를 범하고 있다고 주장하는 것이다. 기적 불가 논증이 기저율 오류를 범하고 있다고 지적했던 매그너스와 캘린더는 비관적 귀납도 같은 오류를 범하고 있다고 주장했다(Magnus and Callender 2004). 거짓이면서 사용-참신한 예측적 성공을 거둔 사례들이 존재한다는 점을 통해 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 점을 부정하는 일도 일종의 비관적 귀납이므로 기저율 오류에서 벗어나지 못한다. 사용-참신한 예측적 성공을 거두었으나 거짓인 이론이 많이 존재한다고 해도, 사용-참신한 예측적 성공을 거두었으면서 참인 이론이 훨씬 많이 존재한다면 사용-참신한 예측적 성공을 거둔 이론은 대부분 참이라고 할 수 있기 때문이다.

또한, 반실재론자들이 드는 사례들이 귀납적 투사 가능성을 확보해줄 만큼 대표적인 사례가 아니라는 주장도 있다. 미즈라히(Moti Mizrahi)는 비관적 귀납이 확증 편향의 오류를 범하고 있다고 주장한다(Mizrahi 2015). 비관적 귀납은 무작위적인 표본 추출 과정을 거친 것이 아니라 반실재론에 유리한 사례들만 선별하여 귀납 추론을 한 것이기 때문이다. 그리고 파르바흐(Ludwig Fahrbach)는 비관적 귀납의 귀납적 기반이 너무 작다고 주장한다(Fahrbach 2011). 그에 따르면 과학 연구에 종사하는 사람들의 수나 발표되는 논문의 수 등, 근대 과학의 발전을 보여주는 양적 지표들은 지수함수적으로 증가했다. 이는 인류 역사에서 등장한 과학 이론들의 절대 다수가 불과 지난 수십 년 사이에 나온 것임을 뜻한다. 그런데 반실재론자들이 예로 드는 사례들은 그 이전의 아주 적은 수의 표본에서 추출한 것에 불과하므로, 과학 이론의 대표적인 사례들이라 볼 수 없다는 것이다.

이 사례는 선택적 실재론자에게 문제가 되지 않는다.

비커스의 지적을 반영하여, 성공에 진정으로 기여한 부분을 식별하는 기준을 재서술하면 다음과 같다(밑줄 친 부분이 비커스의 지적을 받아들여 수정한 부분에 해당한다).

이론의 일부분인 가설 H 가 다른 가설의 집합 H' 과 몇몇 보조가설 A 와 함께 예측 P 를 함축한다고 하자. 만약 H' 과 A 만으로는 P 를 만들어내지 못하고, H' 및 A 와 양립 가능한 다른 어떤 사용 가능한 가설 H^* 도 P 의 적절한 도출에 있어서 손실 없이 H 를 대체하지 못할 때 H 자체나 H 가 함축하는 어떤 가설 H^* 는 P 의 생산에 대체 불가능하게 기여한 것이다.

5.3. 두 가지 질문에 대한 답변

나는 실재론적 설명으로는 답하지 못한다고 레이가 주장한 두 질문에 대해 선택적 실재론을 통해 답할 수 있다고 주장한다. 레이의 주장은 다음과 같았다.

(2) 과학의 성공에 실재론적 설명을 할 수 없는 질문들이 있다.

(2-1) 실재론은 한때 성공적이었던 이론이 왜 폐기되는지 설명하지 못한다.

(2-2) 실재론은 경쟁 이론들이 왜 동시에 성공적일 수 있는지 설명하지 못한다.

먼저 (2-1)부터 살펴보자. 레이는 현재에는 기각된 이론이 과거에 성공적이었다면, 실재론자들은 그 성공을 설명할 수 없다고 보았다. 실재론에 의하면 어떤 이론이 성공적인 것은 그 이론이 참이기 때문인데, 그렇다면 그런 이론의 경우 과거에 참이었으나 현재에는 거짓이 되었다고 설명해야 하기 때문이다. 하지만 이는 선택적 실재론자에게 별다른 문제가 되지 않는다. 실재론자들은 현재 폐기된 이론이 과거에 성공적일 수 있었던 이유는, 그 이론 내에서 성공에 기여한 부분이 참이었기 때문이라

고 설명할 수 있다. 그리고 그 이론이 현재에 기각된 이유는 다른 부분이 거짓임이 드러났기 때문이라고 할 수 있다.

다음으로 (2-2)를 살펴보자. 레이는 거짓인 이론이 참인 이론과 과거에 동등한 수준의 성공을 거둔 경우를 실재론자들이 설명할 수 없다고 주장했다. 하지만 이런 경우도 선택적 실재론자들에게 문제가 되지 않는다. 성공에 기여하는 참인 부분을 두 이론이 공유하고 있다면, 그 부분이 참인 덕분에 거짓인 이론이 성공적이었다고 답할 수 있기 때문이다.

레이가 예로 들었던 천문학 사례에도 이와 같은 반박이 성립한다. 레이의 설명대로, 현재 거짓으로 밝혀져 기각된 지구 중심 체계는 하늘에 보이는 행성들의 위치에 대해서 상당히 정확한 예측을 했다. 고대 천문학자들은 하늘에서 관측된 행성들의 위치 변화를 지구를 중심으로 하는 원 궤도인 주원(deferent)과, 주원 위의 한 점을 중심으로 하는 원 궤도인 주전원(epicycle)을 통해 설명했다. 행성은 주전원을 움직이는데, 천문학자들은 행성마다 주원과 주전원의 크기 및 회전 주기를 조절하여 행성 운동의 정성적인 면을 설명하였다. 여기에 이심원(eccentric), 대심(equant) 등을 추가적으로 도입하여 행성의 위치를 정량적으로도 정확하게 설명할 수 있었다(Kuhn 1957, 번역본 pp. 120-133).

지구 중심 체계의 정확성은 후행 이론인 태양 중심 체계와 비교해도 전혀 뒤떨어지지 않는 수준이었다. 태양 중심 체계를 제안한 코페르니쿠스도 지구 중심 체계를 통해 행성의 위치를 매우 정확하게 예측할 수 있음을 인정했다(Hoskin and Gingerich 1997). 쿤 역시 코페르니쿠스의 태양 중심 체계가 지구 중심 체계보다 더 정확하지는 않았다고 말한다(Kuhn 1957, 번역본 p. 330).

이처럼 지구 중심 체계는 거짓임에도 불구하고 성공적이었지만, 선택적 실재론자들은 이러한 성공을 모순 없이 설명할 수 있다. 지구 중심 체계의 성공, 즉 행성의 위치에 대한 정확한 예측에 기여한 부분은 태양 중심 체계와 공유하는 부분이기 때문이다. 마텐스(Rhonda Martens)에 따르면, 코페르니쿠스의 지구 중심 체계는 기본적으로 태양 중심 체계를 변형한 것이라고 볼 수 있다(Martens 2000, pp. 26-27). 이 점은 다음 그림을 통해 파악할 수 있다.

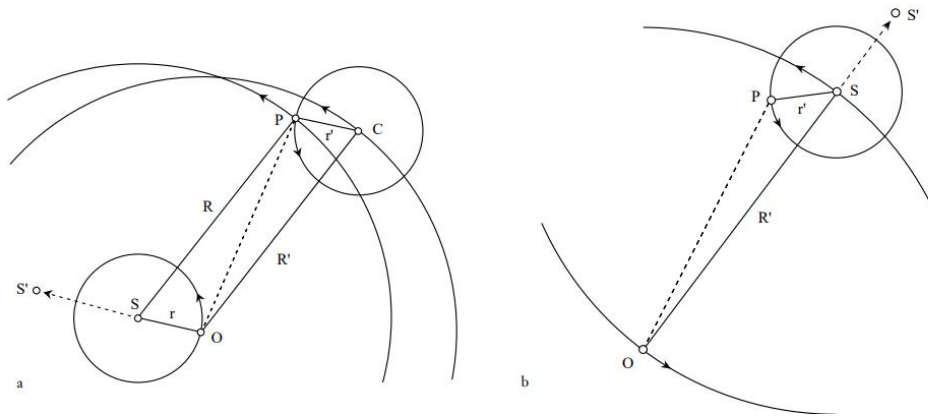


그림 1. 지구 중심 체계와 태양 중심 체계의 기하학적 동등성(Martens 2000, p. 27). (a) 외행성 궤도의 경우. (b) 내행성 궤도의 경우.

그림 (1a)는 외행성의 경우이다. 지구는 O에 있고 행성은 P에 있다. 지구 중심 체계에서 O는 고정되어 있고, 태양은 선 OS' 상에 있다. 또한, 지구와 주전원의 중심 C 사이의 거리는 R'이며, 주전원의 반지름은 r'이다. 태양 중심 체계에서, O는 태양이 위치한 고정된 점 S를 반지름 r로 돌며, 태양과 행성 사이의 거리는 R이다. 그림의 네 선이 평행사변형을 이루고, 지구와 행성을 잇는 선 OP는 대각선이므로, 태양 중심 체계는 행성의 주전원을 지구의 연주운동으로 변환될 수 있다.

그림 (1b)는 내행성의 경우이다. 행성의 주전원은 태양을 중심으로 한 궤도로 변환될 수 있으며, 주원의 반지름은 지구와 태양 사이의 거리로 변환될 수 있다. (1b)에서 지구는 O에 있고 행성은 P에 있으며, 태양은 선 OS' 상에 있다. 주전원의 반지름은 r'이고 지구와 주전원의 중심 사이의 거리는 R'이다. 태양 중심 체계에서 태양은 S에 있고 지구와 태양 사이의 거리는 R'이며, 태양과 행성 사이의 거리는 r'이다.

지구 중심 체계가 매우 정확한 예측을 할 수 있었던 이유, 그리고 그 예측의 정확성이 후행 이론인 태양 중심 체계와 동등한 수준이었던 이유는 두 체계의 기하학적 동등성 때문이었다. 다시 말해, 지구 중심 체계에서 행성의 위치 예측에 기여하는 부분이 태양 중심 체계와 같았기 때문이다. 따라서 실재론자들은 태양 중심 체계의 성공에 대해 태양 중심 체

계가 과거에 참이었으나 현재에는 거짓이라는 모순된 설명을 할 필요가 없다. 실재론자들은 이 문제에 대해 두 체계가 기하학적 측면을 공유하기 때문이라고 설명할 수 있다.

또한 실재론자들은 태양 중심 체계가 과거에 성공을 거두었음에도 결국 폐기된 이유는 성공에 기여한 부분이 아니라 다른 부분이 거짓이었기 때문이라고 설명할 수 있다. 레이 본인이 언급하듯이, 갈릴레오 갈릴레이가 목성의 위성을 발견한 일은 지구 중심 체계에 심대한 타격을 가했다. 쿤은 목성의 위성 발견 외에도 달이 완전한 구형이 아니라 표면에 산과 구덩이가 존재한다는 점, 태양에 흑점이 존재한다는 점, 금성의 위상 변화 등이 태양 중심 체계를 지지했다고 말한다(Kuhn 1957, 번역본 pp. 432-436). 이와 같은 증거들은 지구 중심 체계의 성공, 즉 행성의 위치에 대한 정확한 예측과는 관련이 없다. 따라서 실재론자들은 두 체계의 동등한 성공이 두 체계가 성공에 기여한 부분만을 공유하기 때문이라고 설명할 수 있다.

6. 사례 연구: 화학혁명

레이가 자신의 주장에 대한 가능한 반론으로 사용-참신성과 선택적 실재론을 고려하지 않은 이유는 이것들로 설명할 수 없는 사례가 있다고 보기 때문이다. 즉, 레이는 다음과 같이 주장한다.

(3) 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지가 되지 못한다는 점을 보여주는 사례들이 있다.

레이는 다음과 같이 말한다.

실재론자들은 자신들이 반실재론자들과 달리 왜 우리 성공적인 이론들이 우리가 참신한 예측적 성공을 할 수 있게 해주는지 자신들이 설명할 수 있다고 주장할 때가 많다. (...) 그러나 이 점에서도 실재론자들은 잘못을 저질렀다. 많은 과학철학자들은 과학자들이 참신한 현상에 대한 입증된 예측을 거짓인 이론에서 빈번하게 만들어낸다는 점을 지적했다. 예를 들어 마틴 캐리어는 참신한 현상에 대해 참인 예측을 산출한 거짓인 이론 두 가지 언급하는데, (...) 이것들은 “거짓인 이론의 거짓인 측면이 [참신한] 예측적 성공의 원인이 된 사례들이다.”(Wray 2018, pp. 155-156, 대괄호는 저자)

캐리어는 이론 내의 거짓인 부분에서 사용-참신한 예측이 도출된 사례로 플로지스톤 이론과 열에 대한 칼로릭 이론을 든다(Carrier 1991). 플로지스톤 이론은 후행 이론이자 양립할 수 없는 경쟁 이론이었던 초기

산소 이론과 동일한 사용-참신한 예측적 성공을 거둔 바 있다. 현대 화학 이론에 비추어 볼 때 플로지스톤은 존재하지 않는 대상인데, 플로지스톤 이론이 도출해낸 사용-참신한 예측은 플로지스톤을 직접적으로 지시하며 이루어졌기 때문에 이론의 거짓인 부분에서 도출되었다고 할 수 있다. 또한 열에 대한 칼로릭 이론도 사용-참신한 예측적 성공을 거둔 바 있는데, 이 역시 현대 물리학과 화학에서 인정하지 않는 대상인 칼로릭을 직접적으로 지시하며 이루어졌다. 만약 캐리어의 주장이 옳다면 이 두 사례는 사용-참신한 예측이 참의 표지라는 실재론자들의 주장에 대한 반례가 된다.

하지만 나는 이 사례들이 반례가 되지 못한다고 주장한다. 나는 이 절에서 플로지스톤 이론의 사례를 분석하여 이를 뒷받침하고자 한다. 플로지스톤 이론가들의 예측은 현대 화학과 공유하는 부분에서 도출되었으므로, 플로지스톤 이론의 사례는 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 점에 대한 반례가 되지 못한다.

레이가 인용하는 두 사례 중 플로지스톤 이론을 검토하는 이유는 두 가지가 있다. 첫째, 이 사례가 과학적 실재론 논쟁과 관련해 중요하게 다루졌기 때문이다. 비커스는 선택적 실재론자들이 해명해야 하는 주요 과학사 사례 일곱 가지 중 하나로 플로지스톤 이론의 성공을 든다(Vickers 2018). 또한 래디먼은 “표준적” 선택적 실재론이 아니라 구조적 실재론이 옳다는 근거로 플로지스톤 이론의 성공을 내세운다(Ladyman 2011). 둘째, 열에 대한 칼로릭 이론이 레이의 주장 (1), (2)와는 별로 관련이 없어 보이는 반면, 플로지스톤 이론은 겉보기에 레이의 주장 (1)과 (2)도 강력히 지지하는 것처럼 보인다. 나는 플로지스톤 이론의 사례를 분석해 이 사례가 레이의 주장 (3)을 뒷받침하지 못할 뿐만 아니라, (1)과 (2)에 대한 나의 비판에도 부합함을 보이고자 한다.

6.1. 플로지스톤 이론의 주요 성과

엄밀히 말하면 플로지스톤 이론은 단일한 이론이 아니었으며, 18세기 당

시 플로지스톤의 존재를 상징하는 이론들은 여러 가지가 존재했다. 심지어 몇몇 이론들은 양립 불가능한 경우도 있었다(Blumenthal and Ladyman 2017; Hoyningen-Huene 2008). 그럼에도 그 이론들은 플로지스톤의 본성이나 플로지스톤이 관여하는 반응 등에 대한 설명에 공통점이 있었기 때문에, 본 논문에서는 그러한 공통점에 초점을 맞추어 논의를 전개하고자 한다.

플로지스톤 이론은 16세기에 활동하던 의사인 파라켈수스(Paracelsus, 1493-1541)의 삼원리설에 기반을 둔 화학 이론이다. 여기서 ‘원리’(principles)란 과거 화학에서 특수하게 쓰이던 용어로, 현대의 용법과 달리 물질(substances)의 두 유형 중 하나를 가리킨다. 현대 화학은 오직 원소(elements)만을 물질로 인정하는 일원론적 존재론을 바탕으로 하고 있는 것과 달리, 18세기 및 그 이전의 화학은 원소와 원리 두 가지를 모두 물질로 인정했던 이원론적 체계였다. 원리는 다른 물질과 결합하여 그 물질들에 특정 속성을 부여하는 물질이다. 파라켈수스의 삼원리설은 황(sulphur), 수은(mercury), 염(salt)의 세 원리를 통해 물질의 모든 성질을 설명하는 이론 체계이다. 황(sulphur)은 다른 물질과 결합하여 가연성을 부여하고, 수은은 유동성과 휘발성을 부여하며, 염은 고체성과 안정성을 부여한다. 삼원리설은 연소(combustion)은 원소와 결합된 상태의 황이 그 원소에서 분리되어 나오면서 일어나는 현상이라고 설명한다.

플로지스톤 이론은 삼원리설을 발전시킨 것으로, 플로지스톤은 삼원리설에서 황이 하던 역할을 계승한 원리라고 할 수 있다. 플로지스톤은 다른 물질들과 결합해 가연성을 부여한다. 반대로 말하면, 가연성 물질들이 가연성을 띠는 이유는 그 물질들이 플로지스톤을 함유하고 있기 때문이다. 마찬가지로 플로지스톤 이론에 따르면 연소 현상은 가연성 물질들이 플로지스톤을 방출하는 현상이다. 한편, 플로지스톤 이론가들은 연소뿐만 아니라 금속이 금속회(calx, 현대의 용어로는 ‘녹’ 혹은 ‘산화물’)로 변하는 반응인 하소(calcination)도 연소와 본질적으로 같은 현상이라고 보았다. 금속은 플로지스톤을 많이 함유하고 있는데, 그러한 플로지스톤이 방출되는 현상을 하소라고 본 것이다(김영식 외, pp. 162-163; Chang

2012b pp. 2-5).

당시에는 금속들이 플로지스톤을 많이 함유하고 있다는 점이 실험을 통해 뒷받침되는 것으로 여겨졌다. 플로지스톤은 금속에 광택, 전성, 연성, 전기 전도성, 특정 조건 하에서의 가연성 등 금속 특유의 성질을 부여하는 원리이기도 했다. 따라서 하소 반응으로 인해 금속에서 플로지스톤이 빠져나가 만들어진 금속회는 금속성을 띠지 않게 된다. 반대로 금속회에 플로지스톤을 공급하면 다시 금속성을 띠는 금속으로 돌아갈 것인데, 금속 제련 과정이 바로 이런 화학 반응이라고 여겨졌다.²⁰⁾ 예를 들어 석탄 등 플로지스톤이 풍부한 물질을 금속회와 함께 넣고 가열하면 플로지스톤이 금속회로 옮겨가서 금속이 된다고 설명되었다(Chang 2012b pp. 3-4).

또한 플로지스톤은 당시에 새롭게 발견되고 있던 기체 화학적 현상들도 잘 설명하는 것으로 받아들여졌다. 프리스틀리(Joseph Priestley)는 금속회를 금속으로 바꿀 때 금속회가 공기에서 플로지스톤을 흡수하여 금속성을 회복하고 탈플로지스톤화 공기를 남긴다고 보았다. 탈플로지스톤화 공기 내에서는 연소가 매우 잘 됐는데, 그 이유는 탈플로지스톤화 공기가 플로지스톤을 다시 흡수하려고 하기 때문이라고 설명되었다. 또한 프리스틀리는 생물의 호흡이란 탈플로지스톤화 공기를 들이마셔서 몸에서 생성된 플로지스톤을 제거하는 과정이라고 보았다(Chang 2012b pp. 2-3).²¹⁾

20) 뒤에서 언급하겠지만, 캐리어와 래디먼은 금속회에 플로지스톤이 풍부한 물질을 공급해주어서 금속으로 되돌릴 수 있다는 플로지스톤 이론가들의 예측을 사용-참신한 예측으로 간주한다(Carrier 1991; Ladyman 2011).

21) 래디먼은 플로지스톤 이론에 의해 포섭된 경험적 규칙성들을 다음과 같이 정리한다(Ladyman 2011, ‘/’ 뒤는 현대 화학 이론의 용어로 번역한 것).

- 금속 + 열 → 금속회 + 플로지스톤 / 금속 + 열 + 산소 → 금속산화물 + 산소가 빠진 공기
- 금속회 + 석탄(플로지스톤의 원천) → 금속 + 고정된 공기(fixed air) / 금속산화물 + 석탄(환원제) → 금속 + 이산화탄소
- 금속 + 산 = 염(salt) + 가연성 공기(inflammable air) / 금속 + 산 = 염 +

이처럼 플로지스톤 이론은 이미 알려진 현상들을 잘 포섭했다. 게다가 캐리어에 따르면 사용-참신한 예측적 성공을 거두기도 했다(Carrier 1991). 플로지스톤 이론가인 캐번디쉬(Henry Cavendish)는 철, 주석, 아연 등 몇 가지 금속들을 염산과 묽은 황산에 녹이면 어떤 기체가 방출됨을 발견했다. 그 기체는 현재 ‘수소’로 불리며, 아주 가볍고 잔여물을 남기지 않으면서 연소되었다.²²⁾ 캐번디쉬는 이 기체를 ‘가연성 공기’(inflammable air)라고 이름 붙였으며, 이 기체는 산의 본성이나 산의 강도에 의존하지 않으므로 산에서 나온 것이 아니라고 결론 내렸다. 당시의 배경 지식에 따르면 금속들에 포함되어 있고 잔여물을 남기지 않고 연소되는 가벼운 기체는 플로지스톤임이 자명했다. 캐번디쉬의 실험 결과를 알게 된 프리스틀리는 가연성 공기가 정말로 플로지스톤이라면, 금속회를 금속으로 변환시키는 데에 이용될 수 있으리라고 예측했다. 그리고 이 예측은 정확히 입증되었다. 프리스틀리는 가연성 공기 안에서 몇 가지 금속회들을 가열한 결과, 가연성 공기가 거의 완전히 사라지면서 금속회들이 각각 그에 대응하는 금속들로 변한다는 점을 확인할 수 있었다.

이 예측이 사용-참신한 예측적 성공의 사례인 이유는 금속회를 가연성 공기와 함께 가열하면 금속이 되는 현상이 플로지스톤 이론의 정식화 이전에는 알려지지 않았고, 따라서 플로지스톤 이론의 구성에 이용되지도 않았기 때문이다. 다른 한편, 가연성 공기가 플로지스톤이기 때문에 이런 현상이 일어난다는 주장은 완전히 틀렸다. 플로지스톤 이론에 따르면 플로지스톤은 모든 금속에 포함되어 금속성을 부여하며 연소의 원리

수소

- 금속 + 물 = 금속회 + 가연성 공기 / 금속 + 물 = 금속회 + 수소
- 물 = 가연성 공기 + 탈플로지스톤화 공기 / 물 = 수소 + 산소
- 동물들과 식물들은 공기에 반대 방향의 작용을 한다. 동물들은 공기를 플로지스톤화하고 식물들은 탈플로지스톤화한다. / 동물들은 공기의 산소를 흡수하고 식물들은 공기에 산소를 방출한다.

22) 예를 들어 철을 염산에 녹이면 염화제일철과 수소가 생성된다($\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$).

인데, 수소의 환원력은 플로지스톤의 이런 속성들과는 아무 상관이 없다. 수소가 금속회를 환원시킬 수 있는 것은 가연성 공기가 금속에 전자를 쉽게 전해준다는 점 때문이다. 따라서 이 사례는 사용-참신한 예측적 성공이 이론의 틀린 부분에서 유래된 사례이다.

6.2. 플로지스톤 이론과 초기 산소 이론

일반적으로 화학혁명에서 초기 산소 이론이 승리를 거둔 것은 초기 산소 이론이 플로지스톤 이론보다 참에 가깝기 때문이라고 여겨진다. 하지만 이는 다소 성급한 결론이다. 장하석은 현대 화학 이론에 비추어 볼 때 라부아지에의 초기 산소 이론도 플로지스톤 이론만큼이나 틀린 이론임을 지적한다(Chang 2009). 장하석에 따르면 초기 산소 이론에서 현대 이론에 부합하지 않는 점들은 다음과 같다.

(1) 산에 대한 설명: 라부아지에는 산소가 다른 물질들에 산성을 부여하는 산성의 원리라고 보았다. 애초에 라부아지에가 산소에 ‘산소’(oxygen)이라는 이름을 붙인 것도 산소가 산의 원리이라고 생각했기 때문이다. 만약 이러한 가정이 옳다면 모든 산은 산소를 포함해야 한다. 하지만 사실 산성은 산소가 아니라 수소 이온(H^+)에 의해 생기며, 따라서 산소를 포함하지 않는 산도 많이 존재한다.²³⁾ 사실 당시에도 염산(HCl)이나 시안화수소산(HCN, 청산) 등이 산소를 포함하지 않는다고 알려져 있었지만, 라부아지에는 산소가 산의 원리라는 주장을 굽히지 않았다.

23) 산에 이러한 규정은 아레니우스(Svante Arrhenius)의 산 정의를 따른 것인데, 엄밀히 말하면 이에 해당되지 않는 산들이 존재한다. 이러한 한계가 있기 때문에 브뢴스테드(Johannes Brønsted)와 로우리(Thomas Lowry)의 정의, 루이트(Gilbert Newton Lewis)의 정의 등 산에 대한 여러 가지 정의들이 제시되었다. 물론 어떤 경우든 산소는 산의 정의와 관련이 없다.

(2) 연소에 대한 설명: 라부아지에는 연소를 산소 기체가 산소 기저(oxygen base)와 칼로릭으로 분해되고, 산소 기저가 가연성 물질과 결합하면서 칼로릭이 열의 형태로 방출되는 과정이라고 주장했다. 이에 따르면 연소 과정에서 만들어진 열은 산소 기체에서 나오는데, 이는 현대 화학에 비추어 볼 때 거짓인 주장이다. 게다가 라부아지에는 산소가 기체 상태여야 연소가 가능하다고 생각했는데, 그렇지 않은 연소 현상들이 여러 가지 존재한다. 예를 들어 질산이 특정 기름에 부어졌을 때 일어나는 급격한 연소에는 산소가 액체 상태로 반응에 관여하고, 밀가루의 폭발에는 밀가루에 있는 질산칼륨에 포함된 산소가 관여한다. 또한, 라부아지에의 이론에 따르면 산소 이외의 기체들도 칼로릭을 포함하고 있기 때문에 결합 과정에서 열과 빛이 나와야 하는데 실제로는 그렇지 않은 경우가 많다.²⁴⁾

(3) 열에 대한 설명: 라부아지에는 열의 원리로서 칼로릭(caloric)을 상정했다. 라부아지에게 칼로릭은 단지 연소 시의 열의 방출을 설명하기 위한 장치에 불과했던 것이 아니라, 그의 우주론의 본질적 요소였다. 칼로릭은 물질의 세 상태를 설명하는 데에 쓰였으며, 라부아지가 만든 화학 원소 목록의 첫 자리를 차지한다. 그리고 라부아지가 집필한 교과서의 첫 장 전체가 칼로릭의 본성과 역할을 설명하는 데에 할애되었을 정도였다. 그러나 열을 칼로릭의 작용으로 파악하는 것은 현대 과학에서 열을 물질을 이루는 분자의 운동 에너지로 파악하는 것과 어긋난다.

이처럼 현대 화학 이론에 비추어 볼 때 라부아지에의 초기 산소 이론은 명백히 거짓이었다. 심지어 라부아지가 죽은 지 얼마 되지 않은 19세기 초에 이미 라부아지에의 핵심 주장들 상당수가 거짓인 것으로 틀린

24) 많은 후기 플로지스톤 이론가들은 산소가 가연성 물질과 결합한다는 점을 받아들이면서도 연소 시 열과 빛의 방출에 대한 라부아지에의 설명을 받아들이지 않았다. 이들의 이론 체계에서는 산소와 플로지스톤이 공존했으며, 여기에 스인 플로지스톤 개념은 연소 반응에서 현재의 에너지 개념에 해당된다고 볼 수 있다.

것으로 판명되었다. 게다가 초기 산소 이론이 플로지스톤 이론보다 상대적으로 참에 가깝다고 말하기도 쉽지 않다. 현대에는 플로지스톤 이론은 미성숙한 과학으로, 플로지스톤 이론가들은 독단적인 태도를 보인 비합리적인 학자들로 평가절하되지만, 화학혁명 당시에 이용 가능했던 증거로는 플로지스톤 이론과 초기 산소 이론 중에 어떤 것이 더 옳은지 판단하기가 쉽지 않았다(Chang 2010; Chang 2012b). 장하석에 따르면 다음과 같은 점들에서 플로지스톤 이론은 초기 산소 이론에 비해 현대 화학 이론에 가까웠다(Chang 2009).²⁵⁾

(1) 플로지스톤과 포텐셜 에너지의 유사성: 플로지스톤 이론가들은 가연성 물질들이 공통으로 어떤 역량(power), 혹은 에너지를 가지고 있고, 그것은 가연성이 아닌 물질로 옮겨질 수 있다는 점을 발견했다. 이러한 점에서 플로지스톤은 현대 화학의 포텐셜 에너지와 유사했다. 이 가연성 역량 개념은 질량 측정을 중시한 라부아지에의 초기 산소 이론에서는 소실되어 버렸다. 라부아지에는 연소의 원인이 산소 기체 안에 칼로릭의 형태로 존재한다고 잘못 생각했고, 왜 다른 기체들에 포함된 칼로릭은 연소 반응을 일으킬 수 없는지 설명하지도 못했다.

(2) 플로지스톤과 전자의 유사성: 플로지스톤 이론가들은 금속들이 공통으로 가지고 있는 성질은 금속들이 플로지스톤을 함유하고 있기 때문에 나타난다고 설명했다. 이는 금속들이 자유 전자를 가지고 있기 때문에 금속성을 나타낸다는 현대 화학 이론의 설명과 유사하다. 게다가 전기로 금속회를 금속으로 환원할 수 있다는 점도 플로지스톤과 전자의 연관성

25) 물론 과거 이론의 개념을 현대 이론의 개념과 무리하게 연결 짓는 일은 현재의 잣대로 과거를 판단하는 휘그주의적 역사 해석으로 흐를 위험이 있다. 장하석도 플로지스톤 이론과 현대 화학 이론의 유사성을 언급할 때 ‘휘그주의적으로 말해서’(Whiggishly speaking)라는 말을 덧붙이며 이를 경계한다. 다만 나는 과학적 실재론/반실재론 논쟁의 맥락에서는 현재 이론이 참이라고 가정한 채로 과거 이론의 참/거짓 여부를 논할 수밖에 없다고 보기 때문에 본문에서 이 문제에 대해 따로 논의하지는 않았다.

을 보여준다. 20세기의 화학자 루이스(Gilbert Newton Lewis)는 “만약 플로지스톤 이론가들이, 연소되고 있는 물질이 플로지스톤을 방출하면서 공기 중의 산소와 결합한다고 말했다면 플로지스톤 이론은 폐기되지 않았을 것이다”라고 말한 바 있다. 라부아지에의 이론에서는 왜 모든 금속이 금속 특유의 성질을 띠는지 설명하지 못했다. 호이닝겐-휘네(Paul Hoyningen-Huene)는 이 사례가 후행 이론이 선행 이론의 설명력 일부를 상실하는 쿤 손실(Kuhn loss)의 대표적인 사례에 해당한다고 말한다(Hoyningen-Huene 2008).

지금까지 살펴본 바와 같이 화학혁명은 거짓인 이론과 참인 이론 사이의 경쟁에서 참인 이론이 승리를 거뒀다는 일반적인 인식과는 거리가 먼 사건이었다. 현대 화학에 비추어 볼 때, 플로지스톤 이론은 중심 용어가 지시하지 않으므로 거짓이었지만, 일부분은 초기 산소 이론보다 더 현대 이론에 가까웠다. 다른 한편 초기 산소 이론은 플로지스톤 개념을 폐기하고 산소의 존재를 상정했다는 점에서 현대 화학 이론과 가까웠지만 산, 연소, 열에 대한 설명은 거짓이었다. 따라서 이 사례에서 승리한 이론이 참이었던 것도 아니었고, 패배한 이론보다 참에 가까운 것도 아니었다.

그렇다면 왜 초기 산소 이론이 승리했는가? 레이는 어떤 이론이 과학자들에게 채택되고 어떤 이론이 기각되는지는 과학자들의 연구 관심사에 의해 결정된다고 본다. 한 이론은 세계에 대한 부분적 표상으로, 세계의 일부 측면만이 반영되어 있다. 만약 과학자들의 연구 관심사가 세계의 다른 측면으로 바뀐다면, 그 이론은 폐기되고 과학자들이 관심사에 맞는 다른 이론이 채택된다(Wray 2018, pp. 187-188; Wray 2019). 화학혁명에서 초기 산소 이론이 승리한 것도 이와 같은 이유였던 것으로 보인다. 초기 산소 이론은 특히 프랑스에서 빠르게 받아들여졌는데, 그 이유는 프랑스의 신세대 자연철학자들이 과학 발전의 중요한 요소를 정량화와 정확한 측정이라고 보았기 때문이다. 이 점이 화학 반응 시 반응물과 생성물의 무게를 정확히 측정하려고 했던 초기 산소 이론의 성향과 잘 맞

아떨어진 것이다. 초기 산소 이론과 달리 플로지스톤 이론에서는 화학 반응 시의 질량 변화가 중요한 문제로 취급되지 않았다(Bowler and Morus 2005 번역본, p. 100).²⁶⁾

6.3. 레이의 주장에 대한 검토 및 반박

일견 화학혁명의 사례는 레이의 주장 (1)~(3)을 모두 뒷받침하는 것처럼 보인다. 하지만 나는 레이의 문제제기가 실재론적 입장 내에서 해결될 수 있다고 본다. 먼저 레이의 주장 (1-1)과 (1-2)를 검토해보자. 이 주장을 화학혁명의 사례에 맞추어 재구성하면 다음과 같을 것이다.

(1-1) 과학의 성공은 과학자들이 설정한 기준에 상대적이며, 그 기준은 가변적이므로 참과 관련이 없다(Wray 2010): 초기 산소 이론이 성공을 거둔 것은 초기 산소 이론이 플로지스톤 이론보다 참에 가까워서라기보다는, 18세기 말의 과학자들이 화학 이론을 평가하는 기준이 바뀌었기 때문이다. 초기 산소 이론가들은 정밀한 질량 측정을 중요시했지만, 플로지스톤 이론가들은 질량 문제를 중요하게 생각하지 않았다. 그런데 18세기 말에 접어들면서, 물리학의 정밀함에 깊은 인상을 받은 화학자들이 화학에서도 정밀한 측정을 강조하기 시작했다. 이러한 경향은 초기 산소

26) 정밀한 질량 측정 결과가 초기 산소 이론의 근거가 된다는 라부아지에 (Antoine-Laurent de Lavoisier)의 주장은 다음과 같은 가정에 의존하고 있었다.

- (a) 질량은 화학 물질의 양에 대한 적절한 척도이다.
- (b) 질량은 보존된다.

플로지스톤 이론가들은 질량이 없는 물질(원리)를 상정했기 때문에 (a)를 거부했다. (b) 역시 반드시 받아들여야 할 이유는 없는데, 질량이 왜 보존되어야 하는가에 대한 확고한 이유는 없기 때문이다. 실제로 질량-에너지 등가 원리를 고려한다면 질량은 보존되지 않는다. 이런 이유로 장하석은 (a)와 (b)가 증거에 의해 직접적으로 지지가 되었다기보다는 단지 가정된 것이며, 질량 측정 문제를 경시한 플로지스톤 이론가들의 입장은 충분히 이해할 만하다고 말한다(Chang 2012a).

이론이 플로지스톤 이론에 승리를 거두는 데에 기여했다(Bowler and Morus 2005 번역본, p. 100; Chang 2012a).

(1-2) 과학의 성공은 경쟁 이론에 상대적일 뿐이므로 참과 관련이 없다(Wray 2010): 화학혁명에서 패배한 이론인 플로지스톤 이론뿐만 아니라 승리한 이론인 초기 산소 이론도 현대 화학의 관점에서 볼 때 거짓인 이론이다. 초기 산소 이론에서 열에 대한 설명, 산에 대한 설명, 연소에 대한 설명은 현대 화학과 어긋난다(Chang 2009). 이처럼, 성공한 이론이라고 해서 참이라는 보장은 없다.

이에 대해서, 실재론자들이 참의 표지로 삼는 성공은 사용-참신한 예측적 성공이며, 플로지스톤 이론이 거둔 사용-참신한 예측적 성공은 상대적이지 않다고 반박할 수 있다. 플로지스톤 이론에서 도출된 사용-참신한 예측은 금속회에 가연성 공기를 공급하면 금속회가 금속이 된다는 것이다(Carrier 1991). 그리고 이 예측이 성공적인지는 금속회에 가연성 공기를 공급한 실험에서 나온 관찰 자료와 이 예측을 비교해보면 알 수 있다. 과학자들이 설정한 이론의 성공 기준이 정밀한 질량 측정으로 바뀌는 것과 이 예측이 성공적인지는 관련이 없다. 또한, 경쟁 이론인 산소 이론의 수준도 이 예측의 성공 여부는 관련이 없다.

다음으로 실재론은 과학의 성공에 대한 두 가지 질문들에 대답할 수 없다는 레이의 주장 (2-1)과 (2-2)를 검토해보자.

(2-1) 실재론은 한때 성공적이었던 이론들이 왜 폐기되는지 설명하지 못한다(Wray 2007): 플로지스톤 이론은 한때 성공적이었다가 폐기되었다. 과학 이론이 성공적인 이유는 참이기 때문이라는 실재론적 설명을 그대로 적용하면, 플로지스톤 이론이 참이기 때문에 성공적이었다가 거짓이기 때문에 폐기되었다는 모순된 결론이 나온다.

(2-2) 실재론은 왜 경쟁 이론들이 동시에 성공적일 수 있는지 설명하지 못한다(Wray 2007): 플로지스톤 이론과 초기 산소 이론은 양립 불가능

한 경쟁 이론이었다. 그런데도 두 이론은 동시에 성공적이었다.

나는 선택적 실재론을 채택하면 이런 모순을 피할 수 있다고 주장한다. 플로지스톤 이론이 한때 성공적이었던 이유는 플로지스톤 이론 내에서 산화/환원 반응에 관련된 부분이 참이었기 때문이다(Ladyman 2011). 그리고 플로지스톤 이론이 폐기된 이유는 산화/환원 반응에 관련된 부분이 아닌 다른 부분, 예를 들어 산화/환원 반응에 플로지스톤이 관련되어 있다는 부분이 거짓이었기 때문이다. 이처럼 실재론자들은 한 이론이 한때 성공적이었던 이유는 그 이론의 일부분이 참이었기 때문이며, 나중에 폐기된 이유는 그 이론의 다른 부분이 거짓이었기 때문이라고 설명할 수 있다. 또한, 플로지스톤 이론과 산소 이론이 동등한 예측적 성공을 거둔 부분은 방금 말한 산화/환원 반응에 관련된 부분이다. 즉, 플로지스톤 이론의 사용-참신한 예측적 성공은 산화/환원 반응을 성공적으로 포착한 데에서 기인하며, 이 부분은 초기 산소 이론에서도 같다. 따라서 실재론자들은 두 경쟁 이론이 동시에 성공적일 수 있는 이유는 그 두 이론이 성공에 기여하는 부분을 공유하고 있기 때문이라고 설명할 수 있다.

(3) 사용-참신한 예측적 성공이 이론의 거짓인 부분에서 도출된 사례가 있으므로, 사용-참신한 예측적 성공은 참의 표지가 아니다(Wray 2007): 캐리어에 따르면 프리스틀리는 만약 가연성 공기가 순수한 플로지스톤이라면, 가연성 공기를 이용해 금속회를 금속으로 변환시킬 수 있다고 예측하고 이를 실험을 통해 입증했다(Carrier 1991). 레이는 이 예측이 사용-참신한 예측이었는데 명백히 지시하지 않는 용어인 ‘플로지스톤’을 사용해 도출되었으므로 선택적 실재론에 대한 반례가 된다고 주장한다(Wray 2007).

이 예측의 도출 과정은 다음과 같이 정리할 수 있다.

(전제 1) 가연성 공기는 플로지스톤이다.

(전제 2) 금속회는 금속이 탈플로지스톤화되어 생성된다.

(예측) 금속회에 가연성 공기를 공급해주면 금속이 생성될 것이다.

이 예측의 도출에서 플로지스톤을 지시하는 진술이 사용되었고, 만약 그 진술이 사용되지 않았다면 프리스틀리가 예측의 도출에 실패했을 것이라는 점은 옳다. 하지만 플로지스톤을 언급하는 진술이 예측에 사용되었다고 해서 실재론자들도 그 진술이 참이라고 할 이유는 없다. 비커스의 말대로, 정말로 필수불가결한 것은 그 진술 자체가 아니라 그 진술에서 도출되는 다른 진술일 수 있기 때문이다(Vickers 2017).

래디먼에 따르면 플로지스톤화/탈플로지스톤화 과정은 각각 환원/산화 반응에 해당한다(Ladyman 2011). 이와 같은 대응이 성립하기 때문에 위의 (전제 1)과 (전제 2)는 각각 다음 (전제 1)* 와 (전제 2)* 을 함축한다.

(전제 1)* 가연성 공기는 환원제이다.

(전제 2)* 금속회는 금속이 산화되어 생성된다.

(예측) 금속회에 가연성 공기를 공급해주면 금속이 생성될 것이다.

이처럼 (전제 1)과 (전제 2)가 아닌 (전제 1)* 와 (전제 2)* 를 이용해도 예측을 그대로 도출할 수 있다. 가연성 공기는 수소이므로 (전제 1)* 와 (전제 2)* 는 현대 화학 이론에서도 참이다. 따라서 이 사례는 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 실재론자들의 주장에 대한 반례가 되지 못한다.

여기서 (전제 1)* 와 (전제 2)* 가 플로지스톤 이론의 부분이라고 할 수 있는지 의문이 제기될 수 있다. (전제 1)* 와 (전제 2)* 에서 쓰인 ‘환원제’, ‘산화’와 같은 용어는 플로지스톤 이론에서 쓰이지 않았으며, 현대 화학에서 도입된 용어이기 때문이다. 게다가 (전제 1)과 (전제 2)에서 각각 (전제 1)* 와 (전제 2)* 를 도출하기 위해서는 플로지스톤화/탈플로지스톤화 과정이 각각 환원/산화 반응에 해당한다는 전제가 필요한데, 이 전제는 현대 화학 이론을 통해서만 알 수 있는 것이기 때문이다.

그럼에도 나는 (전제 1)* 와 (전제 2)* 가 플로지스톤 이론의 부분이라고 주장한다. 용어만 달라졌을 뿐, 플로지스톤 이론에도 같은 내용이 포함되어 있기 때문이다. 이 점은 이론 용어에 대한 인과-기술 이론(causal descriptivist theory)을 통해 명료하게 표현될 수 있다. 이론 용

어의 지시에 대한 인과-기술 이론(causal descriptivist theory of reference)은 표준적 실재론자들이 이런 딜레마에서 빠져나올 수 있게 해준다. 인과-기술 이론은 지시에 대한 순수한 기술 이론이나 순수한 인과 이론이 과학 이론에서 쓰이는 이론 용어의 지시체를 올바르게 고정해 주지 못한다는 문제점을 해결하기 도입되었다. 지시에 대한 순수한 인과 이론에 따르면 언어 공동체가 어떤 대상을 지시하기 위해 새로운 용어를 도입하고, 그 대상에 대한 지시가 인과적 연쇄를 통해 이어질 때, 처음의 기술이 틀렸다고 밝혀져도 여전히 그 용어는 그 대상을 지시할 수 있다. 이 경우 어떤 이론 용어에 대해서도 지시체가 할당되기 때문에 지시 실패의 사례를 설명할 수 없게 된다. 인과 이론과 기술 이론의 혼합인 인과-기술 이론은 이와 같은 문제점들을 해결할 수 있다. 인과-기술 이론에서 지시체 고정은 인과적 연쇄뿐만 아니라 충분한 양의 기술도 관여하기 때문에, 너무 틀린 기술이 귀속된 용어에는 지시체가 할당되지 않는다(Cummiskey 1992; Psillos 1999, chapter 12).²⁷⁾

플로지스톤 이론에는 플로지스톤에 대한 여러 가지 기술이 포함되어 있다. 그중 상당수는 현대 화학에 비추어 볼 때 틀렸기 때문에 ‘플로지스톤’이라는 용어는 지시하지 않는다. 하지만 다른 일부 기술은 현대 화학의 진술로 적절하게 번역될 수 있다(Kitcher 1978).²⁸⁾ 그리고 플로지스톤 이론이 성공할 수 있었던 이유는 현대 화학의 진술로 적절하게 번역될 수 있는 기술 덕분이다. (전제 1)† 와 (전제 2)† 는 바로 그러한 기술에

27) 실재론자의 입장에서 지시에 대한 순수한 기술 이론을 받아들이기 힘든 이유는 순수한 기술 이론을 채택할 경우 이론 간 비교가 어려워지기 때문이다. 순수한 기술 이론에 따르면 한 용어에 대해 이론마다 다른 기술이 귀속되므로, 이론마다 해당 용어의 지시체가 달라진다. 이 경우 두 이론이 같은 용어를 사용하더라도 다른 대상에 대해 이야기하는 것이기 때문에 어떤 이론이 옳은지 결정할 수 없게 된다(Putnam 1975a; Putnam 1981, pp. 113-119).

28) 쿤은 키처의 주장을 비판적으로 검토하면서, 18세기 화학의 용어들은 번역으로 의도된 어떤 텍스트에서도 제거될 수 없다고 주장한다(Kuhn 1983). 하지만 쿤도 키처 식의 번역(쿤의 용어로는 ‘해석’)이 과거 이론이 왜 성공적이었는지 설명할 수 있다는 점을 인정한다. 즉, 쿤의 비판은 키처의 방식이 역사서술 방법론으로서 부적절하다는 데에 있지, 이론의 성공을 설명하기에 부적절하다는 것은 아니다.

해당한다. 다시 말해서 (전제 1)† 와 (전제 2)† 는 현대 화학의 용어로 번역되었지만 플로지스톤에 대한 여러 기술 중 일부이며, 따라서 플로지스톤 이론의 일부라고 할 수 있다.

한편, 래디먼은 이 사례가 프실로스 등이 옹호하는 “표준적” 실재론이 아니라 구조 실재론(structural realism)만을 지지한다고 주장한다는 점을 짚고 넘어갈 필요가 있다. 래디먼이 이런 주장을 하는 이유는 특정 대상에 대한 지시 없이, 플로지스톤화/탈플로지스톤화 반응이 환원/산화 반응에 대응된다는 점만으로도 위의 예측이 도출될 수 있다고 보기 때문이다. 금속회가 금속으로 플로지스톤화되는 반응은 여기에 어떤 대상이 관여하든 상관없이 금속회가 금속으로 환원되는 반응에 해당하며, 그 반대도 마찬가지다. 따라서 래디먼은 위의 예측의 도출에 어떤 대상에 대한 지시는 필요없고, 플로지스톤화/탈플로지스톤화 반응이라는 과정 혹은 구조만으로도 충분하다고 본다(Ladyman 2011).

하지만 나는 래디먼의 결론이 잘못되었으며, 이 사례가 구조 실재론을 배타적으로 지지하지 않는다고 주장한다. 래디먼의 결론이 뒷받침되려면 환원/산화 반응을 대상에 대한 지시를 포함하지 않는 순수한 구조로 설명해야 한다. 이를 위해 선택할 수 있는 방식은 두 가지가 있다. 첫째는 환원/산화 반응을 대상에 대한 지시 없이 정의할 수 있음을 보이는 것이다. 둘째는 환원/산화 반응의 정의에는 대상에 대한 지시가 포함되어 있지만 그 대상을 순수한 구조로 설명할 수 있을 보이는 것이다. 그런데 환원/산화 반응의 정의상 첫 번째 선택지는 불가능하다. 환원은 어떤 물질이 산소를 잃거나 수소 또는 전자를 얻는 반응으로 정의되며, 산화는 그 반대 과정으로 정의되기 때문이다. 따라서 환원/산화 반응의 정의에는 산소, 수소, 혹은 전자 같은 대상에 대한 지시가 포함된다.

그렇다면 둘째 선택지는 가능한가? 둘째 선택지를 따라 산소, 수소, 전자 같은 대상을 순수한 구조로 설명하는 것은 대상에 대한 특정 형이상학적 입장인 존재적 구조 실재론(ontic structural realism)을 전제하는 것이다. 존재적 구조 실재론은 과학 이론에서 상정하는 대상들이 존재론적으로 근본적이지 않으며, 실재하는 것은 오직 구조뿐이라는 입장이다. 이에 따르면 과학 이론에서 대상으로 간주되는 것은 같은 현상을 표상하는 여러 수학적 구조들 사이의 변환 하에서 나타나는 불변항에 불과하다

(Ladyman 1998). 그런데 래디먼 본인은 플로지스톤 이론의 사례가 표준적 실재론과 구조 실재론 중 후자를 배타적으로 지지하지만, 인식적 구조 실재론과 존재적 구조 실재론 중 어느 하나를 배타적으로 지지하지는 않는다고 말한다(Ladyman 2011), 즉, 래디먼 스스로도 이 사례가 산소, 수소, 전자를 순수한 구조로 해명할 수 있음을 뒷받침하는 사례는 아니라고 보고 있다. 따라서 프리스틀리의 예측이 오직 반응의 구조에 의해서만 도출되었다고 보기는 어렵다.

7. 결론

본 논문에서 나는 과학의 성공에 대한 선택론적 설명을 옹호하고자 레이가 제시한 논변들이 성공적이지 못함을 보였다. 실재론적 설명에 대한 레이의 비판은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 과학의 성공은 상대적이므로, 과학의 성공이 참의 표지가 될 수 없다는 것이다. 둘째는 과학의 성공에 대해 선택론적 설명으로는 답할 수 있지만 실재론적 설명으로는 답할 수 없는 질문들이 있다는 것이다. 나는 실재론자들이 참의 표지로 간주하는 성공은 사용-참신한 예측적 성공이라는 점과, 실재론자들은 성공에 기여한 부분만 참이라고 보는 선택적 실재론의 입장을 취한다는 점을 들어 레이의 문제제기가 기존의 실재론 내에서 해결될 수 있음을 보였다.

레이는 과학의 성공이 두 가지 의미에서 상대적이므로 성공이 참의 표지가 되지 못한다고 주장한다. 첫째로, 과학의 성공은 과학자 공동체가 합의한 기준에 상대적이다. 한 이론이 과학의 성공을 거두었다는 것은 그 이론이 과학자 공동체에 의해 선택되었다는 점을 뜻하는데, 과학자 공동체가 설정한 성공의 기준은 그 이론이 참인지의 여부와 무관할 수 있다. 둘째로, 과학의 성공은 다른 이론들에 상대적이다. 한 이론은 그 이론이 참인지의 여부와 상관없이 경쟁 이론들보다 낫다는 이유만으로 과학자 공동체에 의해 선택될 수도 있다.

나는 과학의 성공이 상대적이더라도 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 점이 부정되지는 않는다는 점을 보였다. 사용-참신한 예측적 성공에는 과학자 공동체가 설정한 성공의 기준이나 다른 이론들의 수준

에 상대적이지 않고, 오직 관찰 자료와 그 이론 자체만 고려하여 판단될 수 있는 측면이 존재한다. 나는 사용-참신한 예측적 성공의 조건으로 레플린이 제시한 독립성 조건이 바로 그러한 측면에 해당한다는 점을 보였다. 독립성 조건은 어떤 과학 이론이 사용-참신하다고 하기 위해서는 그 이론의 최소한으로 적합한 재구성이 관찰 자료의 어떠한 정성적 일반화도 언급하지 않아야 한다는 것이다. 따라서 어떤 이론이 독립성 조건을 만족시키는지 판단하기 위해서는 이론(의 최소한으로 적합한 재구성)과 관찰 자료만 고려하면 된다. 즉, 독립성 조건은 과학자 공동체가 설정한 성공의 기준이나 다른 이론들의 수준에 상대적이지 않다.

한 가지 문제는 레플린이 독립성 조건이 사용-참신성의 필요조건인지 명확히 밝히고 있지 않다는 점이다. 만약 독립성 조건이 사용-참신성의 필요조건이 아니라면, 독립성 조건을 만족시키지 않는 사용-참신한 예측적 성공이 존재할 수 있다. 그렇다면 그러한 예측적 성공이 이론(의 최소한으로 적합한 재구성)과 관찰 자료만으로 판단될 수 있는지 불분명해지기 때문에 성공이 상대적이라면 성공이 참의 표지라는 점이 부정될 수도 있다. 하지만 나는 귀류 논증을 통해 독립성 조건이 사용-참신성의 필요조건임을 밝혔다. 어떤 이론의 최소한으로 적합한 재구성이 관찰 자료의 어떠한 정성적 일반화를 언급한다면, 그 이론의 모든 재구성이 그 관찰 자료의 정성적 일반화를 언급할 수밖에 없다. 그렇다면 그 이론은 이론 구성에 사용되지 않은 관찰 자료에 대한 예측이라는, 사용-참신한 예측적 성공의 정의에 어긋나게 된다. 따라서 독립성 조건은 사용-참신성의 필요조건이다. 그러므로, 사용-참신한 예측적 성공에는 상대적이지 않은 측면이 존재한다.

한편, 과학의 성공에 대해 실재론적 설명으로는 답할 수 없는 질문들로 레이가 제시한 것은 두 가지이다. 첫째는 “한때 성공적이었던 이론이 왜 기각되는가”이다. 실재론자들은 과학 이론이 성공적인 이유는 그 이론이 참이기 때문이라고 설명하므로, 레이는 실재론자들이 이 질문에 대해 “참이었다가 거짓이 됐기 때문”이라는 잘못된 대답을 내놓을 수밖에 없다고 주장한다. 그러나 나는 선택적 실재론의 입장을 취하면 “그 이론

에서 참인 부분이 성공에 기여했는데, 다른 부분이 거짓으로 드러났기 때문”이라고 답할 수 있기 때문에 레이의 주장이 유효하지 않다는 점을 보였다.

둘째 질문은 “거짓인 이론이 왜 참인 이론과 동시에 성공적일 수 있는가”이다. 실재론자들은 과학 이론이 성공적인 이유는 그 이론이 참이기 때문이라고 설명하므로, 레이는 실재론자들이 이 질문에 답하지 못한다고 주장한다. 그러나 나는 선택적 실재론자가 “두 이론이 성공에 기여하는 참인 부분을 공유하기 때문”이라고 답할 수 있음을 보였다.

마지막으로 나는 플로지스톤 이론의 사례를 분석하였다. 레이는 이 사례가 사용-참신한 예측적 성공이 참의 표지라는 실재론자들의 주장에 대한 반례라고 주장한다. 하지만 나는 플로지스톤 이론의 사용-참신한 예측적 성공 역시 이론 내의 참인 부분에서 도출되었음을 보임으로써 레이의 주장을 반박했다.

참고문헌

- 김영식, 임경순 (2007), 『과학사신론』 (제 2판), 다산출판사.
- 박영태 (1994), 「과학적 실재론과 「기적의 논증」」, 하종호 외, 『수반의 형이상학』, 철학과현실사.
- 이봉재 (1999), 「과학적 실재론」, 조인래 외, 『현대 과학철학의 문제들』, 아르케.
- 최성호 (2006), 「과학의 성공과 참신한 예측에 대한 레플린의 견해」, 『철학탐구』, 19권, pp. 163-179.
- Blumenthal, G. and Ladyman, J. (2017), “The Development of Problems Within the Phlogiston Theories, 1766 - 1791”, *Foundations of Chemistry*, 19(3): pp. 241-280.
- Bowler, P. J. and Morus, I. R. (2005), *Making Modern Science: A Historical Survey*, University of Chicaco Press. [홍성욱, 김봉국 역 (2008), 『현대과학의 풍경 1: ‘과학혁명’에서 ‘인간과학의 출현’까지 과학발달의 역사적 사건들』, 궁리출판]
- Boyd, R. N. (1985). “Lex Orandi est Lex Credendi”, in P. M. Churchland and C. A. Hooker (eds.), *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism, with a Reply from Bas C. van Fraassen*, University of Chicago Press.
- Brown, J. R. (1985), “Explaining the Success of Science”, *Ratio Bristol* 27(1): pp. 49-66.
- Carrier, M. (1991), “What Is Wrong with the Miracle Argument?”,

- Studies in History and Philosophy of Science*, 22(1): 23–36.
- _____ (1993), “What Is Right with the Miracle Argument: Establishing a Taxonomy of Natural Kinds”, *Studies in History and Philosophy of Science* 24(3): pp. 391–409.
- Chakravartty, A. (2017), “Scientific Realism”, in E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2017 Edition).
- Chang, H. (2009), “We Have Never Been Whiggish (About Phlogiston)”, *Centaurus* 51(4): pp. 239–264.
- _____ (2010), “The Hidden History of Phlogiston”, *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(2): pp. 47–79.
- _____ (2012a), “Incommensurability: Revisiting the Chemical Revolution”, in V. Kindi and T. Arabatzis (eds.), *Kuhn’s the Structure of the Scientific Revolutions Revisited*.
- _____ (2012b), *Is Water H₂O?: Evidence, Realism and Pluralism*, Springer Science & Business Media.
- Craver, C. F. (2002), “The Structures of Scientific Theories”, in P. Machamer and M. Silberstein (eds.), *The Blackwell Guide to the Philosophy of Science*, pp. 55–79.
- Cummiskey, D. (1992), “Reference Failure and Scientific Realism: A Response to the Meta-induction”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 43(1): pp. 21–40.
- Fahrbach, L. (2011), “How the Growth of Science Ends Theory Change”, *Synthese* 180(2): pp 139–155.
- Giere, R. N. (1983), “Testing Theoretical Hypotheses”, in John Earman (ed.), *Testing Scientific Theories*, University of Minnesota Press.
- Hacking, I. (1982), “Experimentation and Scientific Realism”, *Philosophical Topics* 13(1): pp. 154–72.

- Hoskin, M. and Gingerich, O. (1997), “Medieval Latin Astronomy”, in M. Hoskin (ed.), *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*, pp. 68–97.
- Hoyningen-Huene, P. (2008), “Thomas Kuhn and the Chemical Revolution: A Re-assessment”, *Foundations of Chemistry* 10(2): pp. 101–115.
- Kitcher, P. (1978), “Theories, Theorists and Theoretical Change”, *The Philosophical Review* 87(4): pp. 519–547.
- _____ (1993), *The Advancement of Science*, Oxford University Press.
- Kuhn, T. S. (1957), *The Copernican Revolution*, Harvard University Press. [정동욱 역 (2016), 『코페르니쿠스 혁명』, 지식을만드는 지식.]
- _____ (1977), “Objectivity, Value Judgement, and Theory Choice”, in *The Essential Tension*, University of Chicago Press.
- _____ (1983), “Commensurability, Comparability, Communicability”, *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1982(2): pp. 669–688.
- Ladyman, J. (1998), “What Is Structural Realism?”, *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 29(3): pp. 409–424.
- _____ (1999), “Review. *A Novel Defense of Scientific Realism*. Jarrett Leplin”, *The British Journal for the Philosophy of Science* 50(1), 181–188.
- _____ (2002), *Understanding Philosophy of Science*, Routledge. [박영태 역 (2003), 『과학철학의 이해』, 이학사]
- _____ (2011), “Structural Realism Versus Standard Scientific Realism: The Case of Phlogiston and Dephlogisticated Air”, *Synthese* 180(2), 87–101.
- Laudan, L. (1981), “A Confutation of Convergent Realism”, *Philosophy of Science* 48(1), 19–49.
- _____ (1984), “Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic

- Realism and Relativism”, in A. I. Tauber (ed.), *Science and the Quest for Reality*, Palgrave Macmillan.
- Leplin, J. (1997), *A Novel Defense of Scientific Realism*, Oxford University Press.
- _____ (2004), “A Theory’s Predictive Success Can Warrant Belief in the Unobservable Entities It Postulates”, in C. Hitchcock (ed.), *Contemporary Debates in Philosophy of Science*, pp. 117–132.
- Lipton, P. (2004), *Inference to the Best Explanation* (2nd Edition), Routledge.
- Magnus, P., and Callender, C. (2004), “Realist Ennui and the Base Rate Fallacy”, *Philosophy of Science* 71(3), 320–338.
- Martens, R. (2000), *Kepler’s Philosophy and the New Astronomy*, Princeton University Press.
- Maxwell, G. (1962), “The Ontological Status of Theoretical Entities”, *Scientific Explanation, Space, and Time*, University of Minnesota Press, pp. 181–192.
- Mizrahi, M. (2015), “Historical Inductions: New Cherries, Same Old Cherry-picking”, *International Studies in the Philosophy of Science*, 29(2), 129–148.
- Musgrave, A. (1985), “Realism versus Constructive Empiricism”, in P. M. Churchland and C. A. Hooker (eds.), *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism*.
- _____ (1988), “The Ultimate Argument for Scientific Realism” in R. Nola (ed.), *Relativism and Realism in Science*, Springer.
- Monton, B., and van Fraassen, B. C., (2003), “Constructive Empiricism and Modal Nominalism”, *British Journal for the Philosophy of Science* 54(3): pp. 405 - 422.
- Monton, B. and Mohler, C. (2017), “Constructive Empiricism”, in E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer

- 2017 Edition).
- Okasha, S. (2002), *Philosophy of Science: A Very Short Introduction*, Oxford University Press.
- Psillos, S. (1999), *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Routledge, Retrieved from ProQuest eBook Database.
- _____ (2017), “The Realist Turn in the Philosophy of Science”, in J. Saatsi (ed.), *The Routledge Handbook of Scientific Realism*, Routledge.
- Putnam, H. (1975a), “What Is Mathematical Truth?”, in *Mathematics, Matter and Method (Philosophical Papers, Vol. I)*, Cambridge University Press, pp. 60–78.
- _____ (1975b), “What Is “Realism?””, *Proceedings of Aristotelian Society*, 76: pp. 177 - 194 [Reprinted in Putnam, H. (1978), *Meaning and the Moral Sciences*, Routledge.]
- _____ (1981), *Reason, Truth, and History*, Cambridge University Press. [김효명 역 (2002), 『이성, 진리, 역사』, 민음사.]
- Van Fraassen, B. C. (1980), *The Scientific Image*, Oxford University Press.
- _____ (1994), “Gideon Rosen on Constructive Empiricism”, *Philosophical Studies* 74(2): pp. 179 - 192.
- _____ (1998), “The Agnostic Subtly Probabilified”, *Analysis* 58(3): pp. 212 - 220.
- Vickers, P. (2017), “Understanding the Selective Realist Defence Against the PMI”, *Synthese* 194(9): pp. 3221–3232
- _____ (2018), “Quo Vadis Selective Realism?”, *Spontaneous Generations: A Journal for the History and Philosophy of Science* 9(1): pp. 118–121.
- Worrall, J. (1989), “Fresnel, Poisson and the White Spot: The Role of Successful Predictions in the Acceptance of Scientific

- Theories”, in D. Gooding, T. Pinch and S. Schaffer (eds.), *The Uses of Experiment*, Cambridge University Press, pp. 135–157.
- Wray, K. B. (2007), “A Selectionist Explanation for the Success and Failures of Science”, *Erkenntnis* 67(1): pp. 81–9.
- _____ (2010), “Selection and Predictive Success”, *Erkenntnis* 72(3): pp. 365–377.
- _____ (2018), *Resisting Scientific Realism*, Cambridge University Press.
- _____ (2019), “Discarded Theories: The Role of Changing Interests”, *Synthese*, 196(2): pp. 553–569.

Abstract

Critical Reflections on the Selectionist Explanation of the Success of Science

Kang, Khyutae

Program in History and Philosophy of Science

The Graduate School

Seoul National University

In this thesis, I argue the problems raised by K. Brad Wray on the scientific realism be solved within the existing theory of realism. Ray's critique of realism can be summarized as the following three arguments. First, the success of scientific theories is relative to the standards set by scientists and the level of competing theories. Therefore, the realists' claim that the success of scientific theories is an index of truth is wrong. Second, there are two questions on the success of science that anti-realists can answer, whereas realist cannot. Third, some realists contend that the use-novel predictive success is the index of truth, but there are some counterexamples.

In response to Ray's first criticism, I argue that the use-novel predictive success is not relative. The use-novel predictive success is not related to the standards set by scientists and the level of

competing theories. For the Wray's second criticism, I argue that realists can also answer his two questions. This is because many realists support the selective realism, that only parts of the theory that contributed to success are true. Regarding the third criticism, I show that the phlogiston theory Ray mentioned as one of the counterexamples is not in fact a counterexample. The use-novel predictive success of the phlogiston theory was derived from the true part of phlogiston theory in the light of modern chemistry.

keywords: Scientific Realism and Anti-realism, Success of Science, Selectionist Explanation, K. Brad Wray, Phlogiston Theory

Student Number: 2018-26085