

## 과학의 성공과 참신한 예측 novel predictions에 대한 레플린 Leplin의 견해\*1

최성호 (University of Cambridge)

**주제분류** 과학 철학, 과학 방법론, 인식론

**주요어** 과학적 실재론, 기적 논변, 참신한 예측, 독립성 조건, 유일성 조건

### 요약문

나는 이 글에서 과학 철학계의 오랜 논쟁인 과학적 실재론 논쟁과 연관 하에서 과학의 성공을 어떻게 설명할 수 있는지를 논의할 것이다. 레플린은 최근에 발간된 그의 저서에서 “참신한 예측”이라는 개념에 의지하여 과학사에서 성공한 과학 이론은 “참신한 예측”에서 성공적이었고, 그 성공은 오직 문제의 과학 이론에 실재론적 해석을 귀속함으로써 설명할 수 있다고 논변하였다. 만약 이러한 레플린의 견해가 올바른 것이라면, 우리는 현대 과학 이론의 성공 중 매우 핵심적인 부분에 대한 해명을 가질 뿐만 아니라 과학에 대한 실재론적 견해에 대한 흥미로운 옹호 논변을 갖게 될 것이다. 나는 이러한 레플린의 견해 중에서 특히 참신한 예측에 대한 레플린의 기준을 자세히 검토하고, 그것이 현장 과학자들의 상식에 진정으로 부합하는지 않는다고 결론내릴 것이다.

---

\* 이 논문은 2003년도 과학문화연구센터의 지원에 의하여 연구되었음

## 1. 과학의 성공과 과학적 실재론

과학철학자들을 포함하여 현대를 살아가는 어느 누구도 과학의 설명적, 예측적 성공을 부인하기 힘들 것이다. 하지만, 이러한 과학의 설명적, 예측적 성공이 과학의 어떠한 성격에서 기인한 것인가라는 질문은 쉬운 답변을 허락하지 않는 듯하다. 실제로 현대 과학철학에서 과학의 성공을 어떻게 설명할 것인가의 문제는 핵심적인 쟁점이 된지 오래지만 아직까지 그에 대한 합의된 의견이 없다. 과학철학자들 사이에서 과학의 성공에 대한 설명은 과학적 실재론 논쟁과 밀접한 관련 속에서 논의되었다. 다수의 과학적 실재론자들은 어떤 과학 이론의 성공을 설명할 수 있는 유일한 방법이 바로 그 과학 이론에 대한 실재론적 해석을 취하는 것이라고 믿고 있다. 즉, 과학 이론이 근사적 혹은 부분적인 참이라고 가정하는 실재론적 해석이 과학의 성공에 대한 유일한 설명이며, 그 실재론적 해석을 수용하지 않으면 과학의 성공은 기적이 될 뿐이라는 것이다. 기적 논증 miracle argument으로 알려진 이러한 논증은 과학적 실재론에 대한 가장 강력한 옹호 논증으로 많은 철학자들에 의하여 여겨지고 있다.

불행히도, 기적 논증에 대한 상당히 강력한 비판이 과학사로부터 제기되었다. 한 때 매우 성공적이었던 과학 이론이 현대 과학의 관점에서 완전히 거짓으로 밝혀지는 경우를 과학사에서 어렵지 않게 발견할 수 있다. 현대 화학의 관점에서 명백히 플로기스톤은 존재하지 않지만, 그럼에도 연소에 관한 플로기스톤 이론은 한 때 매우 성공적인 과학 이론이었다. 마찬가지로, 현대 물리학의 관점에서 명백히 발광성의 에테르는 존재하지 않지만, 그럼에도 빛의 전파에 관한 에테르 이론은 한 때 매우 성공적인 과학 이론이었다. 이러한 사례들이 기적 논증에 심각한 문제를 제기한다는 것은 자명하다. 만약 기적 논증이 옳바르다면, 한 때 성공적이었던 플로기스톤 이론이나 에테르 이론에 실재론적 해석이 귀속되어야 마땅하지만, 실상 그들은 전적으로 거짓이다.

최근 레플린Jarret Leplin은 그의 저서 [과학적 실재론에 대한 참신한 방어 A Novel Defense of Scientific Realism]에서 참신한 예측 novel

predictions이라는 개념에 근거하여 기적 논증에 대한 위에 같은 비판을 극복하고자 하였다. 레플린에 따르면, 어떤 이론이 가질 수 있는 관찰적 증거 중에서 그 이론에 특히 강력한 지지를 제공하는 종류가 있다. 예를 들어서 회절에 관한 프레넬 Augustin Fresnel의 이론을 고려해 보자. 빛에 관한 파동 이론에 근거하여 빛의 회절 현상을 설명하려는 시도는 영 Thomas Young에 의해서 본격적으로 시도되었다. 그는 빛의 직진을 가로막는 물체로부터 반사된 빛줄기가 다른 빛줄기와 간섭한다는 가정 하에서 회절 현상에서 나타나는 회절 무늬를 설명하고자 하였다. 하지만, 이러한 설명은 여러 가지 회절 현상에 대한 한층 상세한 설명을 제공할 수는 없었다. 이런 상황에서 프레넬은 파면 wave front의 각 점이 또 다른 파장의 파원이 된다는 호이겐스의 원리 Huygens Principle, 각 파장을 서로 다른 위상을 갖는 성분으로 분리하는 방법, 그리고 빛이 종파 longitudinal wave가 아니라 횡파 transverse wave라는 가정 등을 사용하여 다양한 회절 현상에 대한 한층 정밀한 이론을 제안하였다. 이러한 프레넬의 이론은 다양한 기하학적 형태를 갖는 물체의 그림자로부터 거리에 따라서 빛의 강도가 어떻게 달라지는지에 대한 수학적이고 분석적인 예측을 할 수 있었다. 이런 점에서 프레넬의 이론은 회절 현상에서 나타나는 회절 무늬에 대한 관찰로부터 확증을 받을 수 있었다. 하지만, 프레넬 이론이 결정적인 확증을 획득하게 된 계기는 원판의 그림자의 중심에 밝은 점이 나타난다는 그 이론의 놀라운 예측이 실험적으로 확인된 것이었다. 그 예측은 당시에 널리 수용되던 이론에 비추어 과학자들에게 워낙 놀라운 것이어서 프레넬 이론이 제안되기 이전까지 어떤 과학자도 생각할 수 없었던 것이었다. 실제로 그 예측은 프아송 Simeon Poisson이 프레넬의 이론을 반박하기 위해서 그 이론으로부터 논리적으로 이끌어낸 귀결이었다.<sup>1)</sup>

레플린을 포함하여 많은 과학철학자들은 원판 그림자의 밝은 점에 대한 프레넬 이론의 예측과 같이 매우 놀랍고 예상되지 않았던 예측을 참신한 예측 novel predictions이라고 부르며, 그것들은 관련된 이론에 대한

---

1) 프레넬 이론의 역사에 대하여 Cantor (1983)을 참조하라.

매우 강력하고 특별한 지지를 제공해 준다고 믿고 있다.<sup>2)</sup> 레플린은 여기서 더 나아가 바로 이 지점에 과학적 실재론자의 돌파구가 있다고 주장한다. 앞서 우리는 과학사에서 한 때 성공적이었지만 현대 과학의 관점에서 거짓인 과학 이론들이 기적 논증을 위협한다는 것을 알 수 있었다. 이에 대한 레플린의 답변은 과학 이론의 모든 성공이 실재론에 근거한 설명을 요구하는 것은 아니지만 적어도 참신한 예측에서의 성공은 그러한 설명을 요구한다는 것이다 (Leplin 1997, 5장).<sup>3)</sup> 레플린에 따르면, 플로기스톤 이론이나 에테르 이론은 비록 여러 예측에서 성공적이었지만 참신한 예측적 성공을 성취하지는 못했고, 따라서 그들의 성공은 그들이 근사적 혹은 부분적 참이라는 실재론적 주장에 대하여 충분한 지지를 제공하지 못한다. 한편, 프레넬의 굴절 이론, 라보아지에의 산소 이론, 특수 상대성 이론과 일반 상대성 이론, 현대 우주론 등은 참신한 예측적 성공을 성취하였고, 그러한 성취는 그들에게 근사적 혹은 부분적 참을 귀속하는 것을 지지해준다.

이러한 레플린의 실재론 옹호는 과학 이론에 대한 실재론적 해석을 옹호해주는 참신한 예측이 정확히 무엇인가에 대한 기준을 일차적으로 요구한다. 이런 점에서 레플린은 그의 책에서 많은 부분을 참신한 예측이라는 개념에 대한 기준에 할애한다. 이 글에서 필자는 참신한 예측에 대한 레플린의 기준을 자세히 검토하고, 그것이 많은 경우에서 현장 과학자들의 상식에 위배한다는 것을 보일 것이다.

## 2. 참신성 Novelty

참신한 예측의 인식적 의의를 최초로 진지하게 검토한 과학철학자는 라카토슈 Imre Lakatos (1978)이다. 라카토슈에 대한 널리 수용되는 해석에 따르면, 그는 어떤 예측이 그것을 확증할 수 있는 관찰 결과에 시간

---

2) 참신한 예측의 인식론적 의의는 힐리 Richard Healey(2001)에 의해서 지적되고 있다.

3) 프실로스 Psillos (1996) 역시 이러한 입장을 택하고 있다.

적으로 선행할 때 오직 그 때 그 예측은 참신하다는 견해를 취하였다. 즉, 참신성은 시간적인 새로움 temporal newness이라는 것이다. 이에 대하여 레플린(1997, 40-44)은 그것이 어떤 예측이 참신한지 여부를 단순히 역사적인 우연으로 만들고, 따라서 많은 사람들이 참신한 예측에 부여하는 인식적 의의를 정당화하지 못한다고 비판한다. 한편, 자하 Elie Zahar와 워털 John Worrall에 따르면, 어떤 예측  $P$ 는 오직 다음의 조건이 만족될 때 참신하다. 예측  $P$ 를 성취한 이론의 최초 창시자가  $P$ 를 확증할 수 있는 관찰 결과를 이론 발견 과정에서 사용하지 않았다. 이러한 자하와 워털의 견해에 대해서도 레플린(1997, 49-57)은 그것이 참신함을 논리적인 것이 아니라 심리적인 것으로 만든다고 비판한다. 그들의 견해는 어떤 예측이 참신한지 여부를 이론 창시자에게 배경 지식이 미쳤던 심리적인 영향에 의존시키지만, 분명 참신함은 논리적이고 인식적인 개념이어야 한다는 것이다.

레플린(1997, 63)은 참신한 예측에 대한 기존의 기준들이 갖는 문제점들을 지적하면서 참신한 예측에 대한 기준이 반드시 만족해야 할 요건을 제시한다. 먼저 그는 어떤 관찰 결과  $e$ 가 어떤 이론  $T$ 에 대하여 참신할 때 오직 그 때에  $e$ 에 대한 이론  $T$ 의 예측은 참신하다고 말한다. 그러면, 관찰 결과  $e$ 가 이론  $T$ 에 대하여 참신하다는 것은 무엇을 뜻하는가? 이에 대하여 레플린은 다음의 일곱 가지 요건을 제시한다.

1. 관계적 요건 relational requirement: 참신성은 관찰 결과  $e$ 와 이론  $T$  사이의 이항적 관계 binary relation이다.
2. 선행 지식 요건 antecedent knowledge requirement: 이론  $T$ 에 대한  $e$ 의 참신성은  $e$ 가  $T$ 가 발견되기 이전에 알려졌다는 진술과 양립가능하다. 관찰 결과  $e$ 를 설명하는 것이 이론  $T$ 를 발견할 이유를 제공해 준다는 점에서 중요할 수도 있었으며, 만약  $T$ 로부터  $e$ 가 연역되지 않으면  $T$ 가 수용될 수 없을 것이라는 것을 예상할 수도 있다.
3. 설명 요건 explanation requirement: 만약  $e$ 가  $T$ 에 대하여 참신하면,  $T$ 는  $e$ 에 대한 설명을 제공하고, 어떤 다른 가용한 available 이론도  $e$ 에 대한 설명을 제공하지 않는다.

4. 사용 요건 use requirement: 만약  $e$ 가  $T$ 에 대하여 참신하면,  $e$ 는  $T$ 를 발견함에서 있어서 기껏해야 부수적인 혹은 비본질적인 방식으로 사용되었다. 즉,  $T$ 의 발견 당시에  $e$ 가 가용하지 않았다고 하더라도  $T$ 는 현실적인 발견과 본질적으로 같은 방식으로 발견될 수 있었을 것이다.
5. 독립성 요건 independence requirement: 만약  $e$ 가  $T$ 에 대하여 참신하면,  $e$ 는  $T$ 의 발견이 의존하는 관찰 결과들과, 그리고 다른 대안적인 이론들에 의해 설명되는 관찰 결과들과 유의미하게 다르다.
6. 인식 요건 epistemic requirement: 만약  $e$ 가  $T$ 에 대하여 참신하면,  $T$ 가  $e$ 를 성공적으로 예측할 수 있는 능력을 설명하기 위해서 우리는 적어도 근사적 혹은 부분적 참을  $T$ 에 귀속하여야 한다. 즉,  $T$ 의 성공을 설명하기 위해서  $e$ 는  $T$ 가 근사적 혹은 부분적 참이라고 생각할 이유를 제공하는 것으로 간주되어야 한다.
7. 역사적 요건 historical requirement:  $e$ 가  $T$ 에 대하여 참신하다는 것은 시험을 허락하는 역사적이고 기술적인 가설이고, 그 시험 절차는 일반적인 시험보다 더 확정적이라고 기대할 수는 없다. 즉, 모든 경우에  $e$ 가 참신한지 그렇지 않은지를 결정할 수 있다는 보장은 없다. 그럼에도 실제적인 경우들에서, 그리고, 명확하게 참신함을 드러내는 경우와 그렇지 않은 경우들에서 어떻게 참신함을 결정할 것인지에 대한 확정적인 지침이 있어야 한다.

레플린은 위의 요건들을 만족하는 방식으로 참신성의 기준을 제시할 수 있다고 주장한다. 그의 기준이 무엇인지 알아보기 위해서는 몇 가지 가정과 새로운 용어를 도입할 필요가 있다. 그는 먼저 역사적인 사실로서 많은 경우 과학 이론은 순간적인 영감의 산물이 아니라 정교한 추론의 산물이며, 그러한 추론은 언제나 원리적으로 재구성될 수 있다고 가정한다. 이처럼 재구성된 추론은 어떤 이론이 당대의 배경 지식으로부터 어떠한 논리적인 단계를 거쳐서 생성되었는지를 보여준다. 레플린(1997, 68)에 따르면, 다음의 조건이 만족될 때 어떤 이론  $T$ 을 생성하는 추론의 재구성은 적절하다 adequate: 그 추론이 이론  $T$ 을 진지하게 검토할만한

가치 worthy of serious consideration가 있다는 것을 보여주는 충분히 강력한 논변을 제공한다. 적절한 재구성은 단순히 이론  $T$ 가 어떤 방식으로 생성되었는지를 보여줄 뿐만 아니라 경험이나 혹은 방법론적인 규칙들에 의거할 때 이론  $T$ 가 최초의 정당성을 갖는다는 것을 보여준다. 물론, 그 재구성된 추론이 이론  $T$ 의 수용까지 정당화하는 것은 아니다. 그것은 단지 이론을 진지하게 검토하고 테스트해 보는 것이 무익하지 않다는 것을 보여줄 것으로 기대된다. 다음으로, 레플린(1997, 71)은 어떤 재구성이 최소한으로 적절하다는 것이 무엇인지 정의한다. 만약 (1) 어떤 재구성이 적절하고, 또한 (1) 만약 그것의 어떤 경험적인 전제가 누락되거나 혹은 논리적으로 약한 명제로 대체되면 그것의 논리적 타당성이 훼손되며, (3) 그 전제들의 연언이 논리적으로 더욱 단순화될 수 없다면, 그 재구성은 최소한으로 적절하다 minimally adequate. 이 정의가 의도하는 바는 분명하다. 이론  $T$ 에 대한 최소한으로 적절한 재구성은 그 전제에 논리 법칙에 의거하여 이론  $T$ 를 생성하기에 필수적인 경험적 결과만을 포함할 뿐이다. 즉, 그것은 어떠한 논리적 군더더기 logical redundancies도 포함하지 않는다.

최소한으로 적절한 재구성에 대한 레플린의 정의는 어떤 이론을 생성하는 과정에 사용된 추론 중에서 핵심적인 것을 추려내는 것을 의도하고 있다. 여기서, 우리가 특히 주의해야 할 점은 핵심적이라는 표현이 심리적인 의미가 아니라 논리적인 의미로 사용되고 있다는 것이다. 이런 점에서 이론  $T$ 을 창시한 과학자의 실제 심리적 추론에서 매우 중요한 역할을 한 어떤 경험적인 결과가  $T$ 에 대한 최소한으로 적절한 재구성에서 나타나지 않을 수 있고, 그 반대의 경우도 성립한다.

레플린에 따르면, 원판에 의해 드리워진 그림자의 중심에 밝은 점이 나타난다는 관찰 결과는 빛의 파동적 성격에서 비롯되었고, 그것은 프레넬 이론을 생성하는 추론의 논리적 재구성에 나타나지 않는다. 이런 점에서 프레넬 이론의 기원 provenance은 그 관찰 결과에 의존하지 않는다. 유사하게 속도에 따른 질량의 증가는 에너지의 관성에서 비롯되었고, 그것은 특수 상대성 이론을 생성하는 추론의 논리적 재구성에 나타나지 않는다. 이런 점에서 특수 상대성 이론의 기원은 그 관찰 결과에 의존하지

않는다.

레플린은 예측 혹은 관찰 결과의 개별화 individuation를 위하여 어떤 관찰 결과의 정성적인 일반화 qualitative generalization라는 개념을 도입한다. 어떤 관찰 결과  $O$ 의 정성적인 일반화는 정량적인 정확도와 무관하게  $O$ 가 예화하는 관찰 유형을 뜻한다. 이러한 정성적 일반화는  $O$ 의 기술 description로부터 이론  $T$ 가 예측하는 모든 수치를 제거함으로써, 즉 존재 일반화를 하고 변항을 정량적으로 확정된 영역. 예를 들어, “측정가능한”, “관찰가능한” -등에 국한함으로써 얻을 수 있다. 이 정성적 일반화 개념을 레플린이 도입하는 이유는 예측 혹은 관찰 결과의 동일성에 대한 기준을 제시하기 위해서이다. 만약 어떤 두 예측이 정량적으로만 불일치하다면, 그 두 예측을 구분하는 것은 어떤 현상 자체가 아니라 현상과 관련한 양뿐이다. 이에 우리는 만약 어떤 두 예측이 동일한 정성적 일반화를 갖는다면, 그들은 동일한 현상에 대한 예측이라고 말할 수 있을 것이다. 이후에 분명히 드러나겠지만, 이러한 정성적 일반화 개념은 레플린의 참신성 기준을 매우 강한 것으로, 즉 그 기준을 만족하기 매우 어렵게 만드는 역할을 하게 된다.

이제 레플린(1997, 77)의 참신성 기준을 제시해 보자. 다음의 두 조건이 만족되면, 어떤 관찰 결과  $O$ 에 대한 예측이 이론  $T$ 에 대하여 참신하다.

독립성 조건 Independence Condition:  $T$ 를 생성하는 논리적 추론의 최소한으로 적합한 재구성이 있어서 그것은  $O$ 의 어떠한 정성적인 일반화도 언급하지 않는다.

유일성 조건 Uniqueness Condition:  $T$ 가 설명하고 예측하는  $O$ 의 어떤 정성적 일반화가 있고, 아울러  $T$ 가 최초로 그렇게 설명하고 예측하는 시점에 어떠한 대안적인 이론도 그 정성적 일반화를 예측할 어떤 설득력 있는 근거 viable reason를 제공하지 못한다.

간단히 말해서,  $O$ 가  $T$ 에 대하여 참신하기 위해서는  $O$ 의 어떠한 정성적 일반화도  $T$ 를 생성하는 추론에 나타나지 말아야 하며, 아울러  $O$ 의 적



어도 한 정성적 일반화가  $T$ 에 의해서는 예측되지만 어떤 다른 설득력 있는 이론에 의해서 예측되지는 말아야 한다. 이러한 레플린의 참신성 기준에서 우리는 한 가지 주의해야 할 점이 있다. 레플린은 그 기준이 참신함에 대한 충분 조건만을 제공한다고 주장할 뿐이지 필요 조건을 제공한다고 주장하지는 않는다. 이에 그는 비록 그의 조건들을 만족하지 않지만 그럼에도 불구하고 참신한 예측이 되는 경우가 가능하다는 점을 인정한다.

이제 레플린의 참신성 기준이 어떻게 구체적인 사례들에 적용되는지 고려해 보자. 프레넬의 회절 이론을 다시 검토해 보자. 분명 프레넬의 이론은 어떤 물체가 빛의 직진을 가로막아 빛의 회절이 발생할 때, 스크린에 나타나는 회절 무늬에서 빛의 강도와 위치를 정확하게 예측하였다. 아울러, 그 이론은 원판이 빛의 직진이 가로막을 때 원판의 그림자 중심에 밝은 점이 나타난다는 예측을 하였다. 이 두 가지 예측 모두가 프레넬의 이론에 대하여 레플린의 독립성 조건을 만족한다. 프레넬의 회절 이론을 생성한 논리적 추론의 최소한으로 적합한 재구성에서는 회절 현상에 대한 구체적인 실험 결과에 대한 언급 없이, 단지 빛에 대한 파동 이론 일반에 유리하게 작용하는 여러 광학적 성질과 현상들에 대한 언급 만일 나타날 뿐이다. 하지만, 레플린의 참신성 기준에 따르면 회절 무늬에서 빛의 강도와 위치에 대한 예측은 프레넬의 이론에 대하여 참신한 것이 아니다. 왜냐하면, 그것은 유일성 조건을 만족하지 않기 때문이다. 당시 프레넬 이론과 경쟁 관계에 있던 영의 이론 역시 스크린의 회절 무늬에서 빛의 강도와 위치를 예측할 수 있었다. 한편, 원판의 그림자의 중심에 밝은 점이 나타난다는 프레넬 이론의 예측은 진정으로 참신한 것이었다. 왜냐하면, 그 예측이 행해질 당시에, 프레넬의 이론과 독립적인 방식으로 원형 그림자의 중심에 밝은 점이 나타나는 현상을 예측할 수 있는 어떤 근거도 없었고, 따라서 그 예측은 독립성 조건뿐만 아니라 유일성 조건도 만족했기 때문이다 (Leplin 1997, 83-85).

다음으로, 레플린의 참신성 기준이 일반 상대성 이론의 예측들에 대하여 어떤 판정을 내리는지 알아보기로 하자. 잘 알려져 있듯이, 아인슈타인의 일반 상대성 이론은 중력 렌즈 효과에 의하여 태양의 가장 자리를

지나는 별빛이 굴절한다는 것과 그 굴절각의 크기를 정확하게 예측하였다. 이를 중력 예측이라고 부르자. 또한 그것은 왜 수성 근일점이 세차 운동을 하는지, 그리고 왜 그 세차 운동은 뉴턴 역학이 예측한 것보다 빠르지 설명할 수 있었다. 이를 수성 예측이라 부르자. 하지만, 두 경우 모두에서 뉴턴의 중력 이론 역시, 적절한 보조 가정들과 함께, 아인슈타인의 일반 상대성 이론의 예측과 동일한 정성적 일반화를 갖는 예측을 산출할 수 있었다. 다시 말해서, 중력 예측과 수성 예측의 경우에서, 뉴턴의 중력 이론과 아인슈타인의 일반 상대성 이론은 동일한 정성적 일반화를 갖는 관찰 결과, 즉 오직 정량적으로만 다른 관찰 결과를 예측하는 것이었다. 물론, 상대성 이론은 그것이 각 관찰 결과를 설명하거나 예측할 당시에 일반적으로 수용되던 유관한 보조 정보들과 함께 정량적으로 매우 성공적인 예측을 산출한 반면에 뉴턴의 이론은 그렇지 못하였다. 태양을 통과하는 별빛의 굴절각에 대하여 뉴턴 역학은 약 100 퍼센트의 오차를 보이는 예측을 하였고, 수성 근일점의 세차 운동은 뉴턴 역학이 예측한 것보다 훨씬 빠른 속도로 진행되었다. 하지만, 이는 오직 정량적인 차이일 뿐 정성적인 차이는 아니다. 이런 점에서 일견 이 두 경우, 즉 중력 예측과 수성 예측의 경우 모두에서 유일성 조건이 만족되지 않는 것처럼 보인다. 하지만, 레플린은 중력 예측의 경우에 일반 상대성 이론은 진정으로 참신한 예측을 산출한 반면에 수성 예측의 경우에는 그렇지 못하다고 주장한다.

레플린(1997, 78-80)에 따르면, 일반 상대성 이론이 중력 예측을 할 당시 빛에 관한 뉴턴 광학 이론은 더 이상의 생명력을 상실했다. 왜냐하면, 특수 상대성 이론에 의해서 매우 잘 확립되었던 광속 불변의 법칙이 빛을 중력 하에서 뉴턴 운동 법칙을 만족하는 입자들로 간주하는 뉴턴의 광학 이론과 상충하였기 때문이다. 이런 점에서 뉴턴의 이론은 정량적으로 정확한 예측을 설득력 있게 제시하지 못할 뿐 아니라 중력 렌즈 효과 자체를 예측하거나 설명하지 못했다. 결국, 뉴턴 이론은 상대성론적인 중력 예측에 대안적인 예측을 제시할 수 있었지만, 그 예측은, 상대론적인 예측이 수행될 당시의 배경 지식 하에서, 충분한 설득력을 갖지 못했다. 만일 이와 같다면, 상대론적인 중력 예측은 레플린의 기준에 의하여 참

신한 것으로 간주된다. 이에 반해서 레플린에 따르면, 일반 상대성 이론의 수성 예측은 참신한 예측이 되지 못한다. 왜냐하면, 세차 운동은, 그것의 정량적인 정확성을 논외로 할 때, 중력이 보편적이라는 뉴턴의 견해에서 곧장 따라 나오는 것이기 때문이다. 즉, 수성이 태양 뿐만 아니라 다른 여러 가지 행성들과 중력에 의한 상호작용을 하는 한, 뉴턴의 이론에 근거하여 그것의 근일점이 세차 운동을 한다는 것을 예측할 수 있다. 결국, 태양의 가장 자리를 지나는 별빛이 굴절한다는 관찰 결과는 진정 일반 상대성 이론에 대하여 참신한 것인 반면에 수성 근일점이 세차 운동을 한다는 관찰 결과는 일반 상대성 이론에 대하여 참신한 것이 아니었다.

### 3. 난점들

과학의 성공과 과학적 실재론에 대한 레플린의 견해가 성공적이기 위해서는 두 가지의 과제가 성취되어야 한다. 그 하나는 참신한 예측에 대한 만족스러운 기준을 제안하는 것이고, 다른 하나는 그러한 기준 하에서 참신한 예측을 산출한 것으로 평가되는 이론들의 예측적 성공은 오직 그 이론들에게 근사적 참 혹은 부분적 참을 귀속함으로써 설명될 수 있다는 논제를 옹호하는 것이다. 나는 이 중에서 레플린이 특히 첫 번째 과제를 성취하지 못했다고 생각한다.

먼저 두 번째 과제와 관련하여 레플린에 대한 한 가지 전형적인 비판을 고려해 보는 것이 유익하겠다. 레플린의 참신성 기준이 구체적으로 어떤 형태를 갖든지 그것이 만족스러운 것이 되기 위해서는 그 기준에 의하여 뉴턴 이론이 수많은 참신한 예측을 했다고 평가되어야 할 것이다. 그리고, 레플린의 견해에 따르면, 그러한 참신한 예측의 성공을 설명하기 위해서 우리는 뉴턴 이론이 근사적 참이라고 가정해야 한다. 하지만, 뉴턴 이론은 기본적으로 절대 시공간을 가정하고 있다는 점에서 근사적으로 참이라고 말하기도 힘들다. 따라서, 레플린의 참신성 기준이 구체적으로 어떤 형태를 갖는지와 무관하게, 참신한 예측의 성공을 진리의 귀속

을 통하여 설명할 수 있다고 보는 레플린의 견해는 옳지 않다.

나는 이러한 비판이 레플린의 견해를 결정적으로 논파하지는 못한다고 생각한다. 왜냐하면, 과학사로부터의 비판적 귀납에 대한 키치 Kitcher(1993)의 대응과 유사하게, 레플린은 참신한 예측적 성공을 설명하기 위해서 유관한 이론 전체에 참을 귀속하기보다는 그 예측에 기여한 이론의 국소적 local 부분에 귀속하는 것으로 충분하다고 대응할 수 있을 것이기 때문이다. 그러한 견해에서 레플린은 뉴턴 이론에서 참신한 예측적 성공을 성취하는 과정에서 필수 불가결하게 사용된 이론적 메커니즘과 그렇지 않은 부분을 분리한 후, 오직 전자에만 진리를 귀속하고자 할 것이다. 아울러, 진리가 귀속된 부분은 아인슈타인의 이론이나 양자 역학에서도 여전히 유지되고 있다고 논변할 수 있을 것이다. 이러한 레플린의 대응이 궁극적으로 성공적인지 여부를 현재 판단하기는 쉽지 않다. 하지만, 분명한 것은 레플린의 견해에 대한 전술한 비판이 그 자체로는 아직 결정적이지 않다는 것이다.

이제 레플린이 첫 번째 과제를 성공적으로 성취했는지, 즉 만족스러운 참신성 기준을 제안하였는지 고려해 보기로 하자. 먼저 나는 레플린의 기준이 2장에서 언급한 관계성 요건 만족하지 않는다고 생각한다.<sup>4)</sup> 그 요건에 따르면 참신성은 관찰 결과와 이론 사이의 이항적 관계이어야 한다. 하지만, 레플린의 기준에 따르면, 참신성은 최소한 관찰 결과, 이론 그리고 그 이론을 생성하는 추론의 재구성 사이의 3항 관계인 듯하다. 이제 어떤 혁명적인 물리 이론을 만들자마자 사망한 어떤 과학자가 있다고 해 보자.<sup>5)</sup> 그 과학자가 어떠한 추론을 거쳐서 그 물리 이론으로 나아갔는지에 관한 기록이 남아 있지 않다고 할 때, 레플린의 기준에 따르면 우리는 그 이론에 대하여 어떤 관찰 결과가 참신한지 혹은 그렇지 않은지를 판단할 수가 없다. 왜냐하면, 그 관찰 결과가 문제의 물리 이론에 대하여 참신한지 여부는 그것이 그 이론의 최소한으로 적합한 재구성에서 언급되는지 그렇지 않은지 여부에 의존하기 때문이다. 결국, 어떤 관

4) 이러한 문제는 모듈린 Tim Maudlin(1999, 82)과 레디맨 James Ladyman(1999, 183)에 의해서 지적되었다.

5) 이것은 레디맨(1999, 183)의 사례이다.

찰 결과가 어떤 이론에 대하여 참신한지 여부는 그 이론을 생성한 추론의 재구성이 무엇인지에 의존한다. 이는 참신성이 단순히 관찰 결과와 이론 사이의 이항적 관계가 아니라는 것을 보여준다.

레플린에 대한 한층 심각한 비판은 그의 참신성 기준 중에서 유일성 조건에 대해서 제기된다. 우리는 앞서 레플린의 참신성 기준에 따르면 수성 근일점의 변칙적인 세차 운동에 대한 일반 상대론의 예측이 참신하지 않다는 것을 알 수 있었다. 그리고, 그것은 그 수성 예측이 유일성 조건을 만족하지 않기 때문이다. 사실 레플린의 유일성 기준은 만족하기가 힘든 상당히 엄격한 조건이다. 그것에 따르면, 어떤 관찰 결과  $e$ 가 이론  $T$ 에 대하여 참신하기 위해서는,  $e$ 와 정량적으로 동일한 관찰 결과를 예측하는 설득력 있는 대안 이론이 없을 뿐만 아니라 그와 정성적으로 동일한 관찰 결과 즉, 동일한 정성적 일반화를 갖는 관찰 결과를 예측하는 설득력 있는 대안 이론 역시 없어야 한다. 이처럼 유일성 조건이 엄격한 것은 참신성의 인식론적 중요성에 대한 레플린의 정당화를 위하여 필수적이다. 만약 어떤 다른 이론도 동일한 현상을 설득력 있게 예측하지 못한다면, 이론  $T$ 가 그 현상을 성공적으로 예측한 것은 오직 이론  $T$ 에 근사적 혹은 부분적 참을 귀속함으로써 설명될 수 있을 것이기 때문이다.

이와 관련하여 모듈린(1999, 83)은 레플린의 유일성 조건이 지나치게 강하다고 비판하였다. 우리는 앞서 레플린이 그의 참신성 기준에 의하여 중력 예측이 참신한 것으로 평가된다고 주장한다는 것을 보았다. 이에 대하여 모듈린은 실상 그 예측 역시 수성 예측과 마찬가지로 유일성 조건을 만족하지 못하기 때문에 레플린의 참신성 기준에 의해서 참신한 것으로 평가되지 않으며, 이는 유일성 조건이 지나치게 강하다는 것을 보여준다고 논변하였다. 모듈린에 따르면, 뉴턴의 중력 이론 역시 빛에 관한 파동 이론과 함께 정성적으로 빛의 굴절에 대하여 예측할 수 있다. 예를 들어서, 태양 주위에 적절한 굴절률을 갖는 물질들이 있다고 가정할 때, 뉴턴 이론으로부터 태양의 가장 자리의 빛이 굴절된다는 예측을 이끌어낼 수 있다. 이는 뉴턴 이론이, 태양 주위에 물질들이 적절히 분포되어 있다는 가정과 함께, 중력 예측과 동일한 정성적 일반화를 갖는 예측을 산출할 수 있다는 것을 의미한다. 이로부터 모듈린은 중력 예측 역

시 레플린의 유일성 기준을 만족하지 못한다고 결론짓는다.

하지만, 레플린(1999, 87)이 적절히 지적한 바와 같이, 중력 예측에 대한 모듈린의 논변에는 중요한 결함이 있다. 모듈린도 인정하듯이, 뉴턴 이론이 중력 예측과 정성적으로 유사한 예측을 산출하기 위해서는 태양 주위에 기묘한 굴절률을 갖는 물질들이 기묘하게 분포되어 있다는 가정이 필수적이다. 하지만, 일반 상대성 이론으로부터 중력 예측을 이끌어낼 당시 이 가정은 어떠한 경험적 혹은 이론적 정당성도 지니지 못했다. 이런 점에서 비록 뉴턴 이론이 적절한 보조 가정과 함께 중력 예측과 정성적으로 유사한 예측을 산출할 수 있었겠지만 그 예측은 설득력을 갖지 못했을 것이다. 이는 일반 상대성 이론의 중력 예측이 유일성 조건을 만족하고, 따라서 그것이 레플린의 기준에 의하여 참신한 예측으로 평가된다는 것을 의미한다. 이러한 중력 예측의 경우와 달리, 뉴턴 이론은 근거 없는 가정의 도움 없이도 수성 예측과 정성적으로 유사한 예측을 산출할 수 있다. 바로 이러한 점 때문에 수성 근일점의 세차운동에 대한 뉴턴 이론의 예측은 설득력을 갖고, 이에 따라서 일반 상대론의 수성 예측은 유일성 조건을 만족하지 못하는 것이다. 결론적으로 레플린의 유일성 조건에 대한 모듈린의 비판은 실패했다.

나는 비록 모듈린의 비판은 실패했지만, 그럼에도 레플린의 유일성 조건은 여전히 중요한 결함을 가지고 있다고 생각한다. 이제 어떤 관찰 결과  $e$ 가 어떤 이론  $T_1$ 에 대한 참신하다고 가정해 보자. 또한 그 관찰 결과  $e$ 를 성공적으로 예측하고 설명할 수 있는 어떤 다른 이론  $T_2$ 이 얼마 후에 제안되었다고 가정해 보자. 레플린의 기준에 따르면  $T_1$ 의 예측은 참신한 반면에  $T_2$ 의 예측은 그렇지 않다. 왜냐하면,  $T_1$ 으로부터  $e$ 에 대한 예측을 이끌어내는 시점에  $T_2$ 가 아직 제안되지 않았기 때문에  $T_1$ 의 예측은 유일성 조건을 만족하는 반면에,  $T_2$ 로부터  $e$ 에 대한 예측을 이끌어내는 시점에는  $T_1$ 이 이미 제안되어 있기 때문에  $T_2$ 의 예측은 유일성 조건을 만족하지 않기 때문이다. 하지만, 두 이론이 제안된 순서는 뒤바뀔 수 있는 것이라는 점에서 역사적인 우연에 불과하다. 따라서, 레플린의 기준에서 참신성은 역사적 우연에 의존하는 것이 된다. 앞서 우리는 레플린이 참신성을 시간적 새로움으로 간주하는 견해가 참신성을 역사적인 우

연에 의존하는 것으로 만들기 때문에 많은 사람들이 참신성에 부여하는 인식적 의의를 정당화하지 못한다고 주장한다는 것을 알 수 있었다. 만일 그와 같다면, 레플린은 자신의 참신성 기준 역시 참신성에 부여하는 인식적 의의를 정당화하지 못한다는 것을 인정해야 할 것이다.

게다가,  $T_1$ 이 일단 참신한 예측을 산출할 수 있다면, 레플린의 견해에서 그 예측적 성공은 그 이론에 진리를 귀속함으로써 설명된다. 반면,  $T_2$ 의 예측은 참신하지 않기 때문에 그것의 예측적 성공에 대해서는 그러한 설명이 가능하지 않다. 하지만, 만약  $T_1$ 이 없었다면, 그 예측적 성공은  $T_2$ 가 근사적인 참이라는 가정을 통하여 설명될 수 있었을 것이다. 이는 도대체 그 두 이론의 예측적 성공을 진리의 귀속을 통하여 설명하는 것이 합당한지에 대하여 의문을 제기한다.

레플린의 유일성 조건에 대한 위의 비판이 정성적 일반화에 대한 언급 없이 이루어졌다는 점은 주목할 만하다. 이는 설사 레플린이 정성적 일반화 개념을 도입하지 않고 유일성 조건을 다음과 같이 약화시킨다고 하더라도 여전히 위의 비판에서 벗어나지 못한다는 것을 의미한다. 어떤 관찰 결과  $e$ 가 이론  $T$ 에 대하여 참신하기 위해서는,  $e$ 와 정량적으로 동일한 관찰 결과를 예측하는 설득력 있는 대안 이론이 없어야 한다. 이 약화된 판본을 논파하기 위해서 우리는 단지 위의 비판에서  $T_1$ 과  $T_2$ 가 정량적으로 정확히 동일한 예측을 한다고 가정하기만 하면 된다. 이런 점에서 위의 비판은 유일성 조건의 사소한 수정을 통해서 극복될 수 없다.

결론적으로 나는 레플린의 유일성 조건이 참신한 예측에 부여하는 인식적 의의를 정당화하기에는 미흡하다고 생각한다. 이는 참신한 예측에 대한 레플린의 견해가 성공적이지 못하다는 것을 의미한다.

## 참고문헌

- Cantor, G.N. (1983), *Optics after Newton*. Manchester: Manchester University Press.
- Healey, R. (2001), Review of *A Novel Defense of Scientific Realism* by Jarrett Leplin, *Mind* 110: 777-780
- Kitcher, P. (1993), *The Advancement of Science*, Oxford: Oxford University Press.
- Lakatos, I. (1973), "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs" in his *Philosophical Papers*, vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ladyman, J. (1999), Review of *A Novel Defense of Scientific Realism* by Jarrett Leplin, *British Journal for the Philosophy of Science* 50: 181-188.
- Leplin, J. (1997), *A Novel Defense of Scientific Realism*. Oxford: Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_. (1999), "Reply to Maudlin", *Philosophical Books*: 86-89.
- Maudlin, T. (1999), "The Element of Surprise: Novelty and Realism", *Philosophical Books*: 81-86
- Psillos, S. (1996), "Scientific Realism and the "Pessimistic Induction"", *Philosophy of Science* 63 (Proceedings): S306-14.
- Sarkar, H. (1998), Review of *A Novel Defense of Scientific Realism* by Jarrett Leplin, *The Journal of Philosophy*: 204-209.



## **Leplin on Scientific Success and Novel Predictions**

Sungho Choi

In this paper I will first deal with the issue of how to explain scientific success while keeping eyes on its connection to the long-standing debate on scientific realism. Jarrett Leplin, in his recent book on scientific methodology, defines the concept of novel prediction, on the basis of which he argues that, on his view, quite a few scientific theories we have had in the course of scientific development come out as being successful with respect to their novel predictions, and that the success with respect to novel predictions cannot be explained unless we take the realistic approach to those scientific theories. If Leplin is right, we can have an enhanced understanding of the cornerstone of scientific success; also, we will get a very gripping argument for scientific realism. I will examine, among other things, Leplin's conditions for novel predictions, and show that they do not tally with what is actually going on in scientific practices.

**Key Words:** Scientific Realism, Miracle Argument, Novel Predictions, The Independence Condition, The Uniqueness Condition

최성호 e-mail : [choise80@snu.ac.kr](mailto:choise80@snu.ac.kr)