

베이즈주의와 오래된 증거의 문제1)

여영서 (고려대)

【요약문】 베이즈주의는 믿음의 정도라는 확률의 의미해석과 수학적 확률론에 의한 계산체계를 기초로 하여 가설과 증거간의 입증(confirmation) 관계를 명료하게 분석한다. 베이즈주의는 증거 E가 가설 H를 입증한다는 것을 $PR(H|E\&K)-PR(H|K)>0$ 으로 정의한다. 그러나 이러한 분석이 과연 과학자들의 입증개념을 올바르게 반영하고 있는가 하는 비판이 오래된 증거(old evidence)의 문제로부터 제기되었다. 오래된 증거는 이미 알려진 정보이기 때문에 완전한 확률값 1을 부여받는다. 이 때 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있는가 하는 질문은 베이즈주의자와 실제 과학자 사이에 서로 다른 답변을 도출한다. 먼저 베이즈주의에 따르면 오래된 증거가 가설을 입증할 수 없다. 그것은 $PR(E|K)=1$ 일 때 $PR(H|K)=PR(H|E\&K)$ 의 결과가 도출되기 때문이다. 하지만 과학사의 여러 예들로부터 제시되는 실제 과학자들의 입증개념에 따르면 오래된 증거가 가설을 입증하고 있다. 필자는 이와 같은 입증개념의 이질성 문제가 다만 어떤 증거가 입증 가능한 것인지를 구분해야 하는 질적인(qualitative) 문제일 뿐만 아니라, 증거가 가설을 어느 정도 입증하는지 하는 입증도를 정확하게 측정해야 하는 양적인(quantitative) 문제라는 점을 밝힌다. 특히 필자는 양적인 문제를 해결하면 질적인 문제가 자연히 해결된다는 점을 밝히고, 반 프라센이나 가버가 제안한 전략이 모두 질적인 문제만을 다루기 때문에 부분적인 해결책에 지나지 않는다는 점을 밝힘으로써, 오래된 증거의 문제의 본질은 양적인 문제에 있다는 점을 주장한다.

【주제어】 베이즈주의, 입증, 오래된 증거, 확률, confirmation

1. 머리말

베이즈주의(Bayesianism)는 최근에 과학철학자들 사이에서 그 지지기반을 활발히 넓히고 있는 확률론적 과학방법론이다. 베이즈주의는 믿음의 정도(degrees of belief)라는 확률의 의미해석과 수학적 확률론에 의한 계산체계를 기초로 하여 가설과 증거간의 입증(confirmation) 관계를 명료하게 분석함으로써 과학철학자들의 주목을 받고 있다.

그러나 베이즈주의가 자신 있게 제시하는 입증개념의 분석은 글리머어(C. Glymour)가 제기한 오래된 증거(old evidence)의 문제²⁾에 봉착한다. 베

1) 본 논문의 초고는 한국분석철학회 2003년 7월 모임에서 발표되었다.

2) 오래된 증거의 문제는 1980년 글리머어가 그의 책 이론과 증거(Theory and Evidence)에서

이즈주의의 가장 심각한 난점으로 지적되고 있는 오래된 증거의 문제는 베이즈주의의 입증개념과 실제 과학자들이 사용하고 있는 입증개념사이의 이질성에 있다. 본 논문에서 필자는 이러한 이질성이 구체적으로 무엇인가를 분석함으로써 오래된 증거의 문제의 본질을 밝히고 그 해결책은 어떤 방향에서 모색될 수 있는가를 전망하고자 한다.

이를 위해 필자는 먼저 베이즈주의를 간략하게 소개하고, 아인슈타인의 일반상대성이론과 수성 근일점의 이동에 얽힌 과학사를 근거로 하여 오래된 증거의 문제를 제시한다. 그 다음 필자는 오래된 증거의 문제를 질적인(qualitative) 문제와 양적인(quantitative) 문제로 구분한다. 질적인 문제는 어떤 증거와 가설이 입증관계에 있는가를 구분하는 것이고, 양적인 문제는 증거와 가설사이의 입증도를 측정하는 것이다. 이와 같은 구분에 근거하여 필자가 밝히고자 하는 점은 양적인 문제를 해결하지 않고서는 오래된 증거의 문제가 해결되지 않는다는 것이다. 반 프라센(B. van Fraassen)의 전략과 가버(D. Garber)의 전략이 모두 실패할 수밖에 없는 이유도 바로 그들의 답변이 질적인 문제에만 초점을 맞추고 있기 때문이다. 이와 같은 논의에 기초하여 필자는 오래된 증거의 문제에서 제기되는 입증개념의 이질성 문제가 본질적으로 양적인 문제라는 점을 주장하고자 한다.

2. 베이즈주의의 기초

'베이즈주의'라는 이름은 베이즈(T. Bayes)신부가 베이즈의 정리(Bayes's Theorem)를 제시한 데서 기원되었다. 베이즈가 제시한 확률개념 중 하나는 개인주의적 베이즈주의자가 가지고 있는 확률개념의 기초가 된다.³⁾ 그리고 베이즈의 정리는 새로운 정보의 도입과정(또는 경험으로부터의 학습과정)을 형식화하는 데에 있어 중요한 역할을 한다. 이 두 가지 측면은

처음 제기한다. C. Glymour (1980), pp.85-93.

3) 이어만은 베이즈의 두 가지 확률 개념을 "믿음의 정도(degree of belief)"와 "객관적 확률(objective probability)"로 구분하여, 전자가 주관주의적 베이즈주의의 기초가 될 수 있다고 한다. J. Earman (1992), p.8.

베이즈주의가 무엇인지를 가늠하게 해주는 좋은 출발점이 된다. 그렇지만 베이즈주의는 베이즈의 사상을 가리키는 것도 아니고, 확률론의 법칙 중 하나인 베이즈의 정리를 가리키는 것도 아니다. 그것은 베이즈의 사상이나 베이즈의 정리가 베이즈주의의 전체 모습을 보여주지 못하고 있기 때문이다.

실제 베이즈주의자임을 자처하는 사람들의 수요보다도 베이즈주의를 서로 다르게 발전시킨 이론의 종류가 더 많다는 누군가⁴⁾의 언급도 역시 베이즈주의의 본질을 정확하게 제시하기가 쉽지 않다는 점을 암시한다. 이에 본 논문에서 필자는 베이즈주의를 하나의 과학적 방법론으로 발전시키고자 하는 철학적 프로그램이라고 전제하겠다. 즉, 베이즈주의는 우리의 여러 가지 판단을 확률적으로 분석하고 평가하는 과학적 방법론이다.

확률론적 과학방법론으로서의 베이즈주의에 의하면 입증개념은 양적(quantitative)으로 분석되어야 한다. 전통적인 가설연역적 방법(hypothetico-deductive method)은 가설이 증거를 함축할 때 입증관계가 성립한다고 하고, 험펠(C. Hempel)의 이론은 증거가 가설에 대한 긍정적인 예가 될 때 입증관계가 성립한다고 한다. 이러한 이론들은 입증개념을 질적인 측면에서만 분석하고 있다. 베이즈주의는 이와 같은 입증개념의 질적 분석이 증거와 가설간의 연관관계를 충분히 밝혀내지 못한다고 비판하고, 입증개념을 양적으로 분석할 것을 제안한다.

베이즈주의는 입증개념의 양적 분석을 위해 먼저 믿음의 정도라는 확률의 의미해석을 제시한다. 믿음의 정도는 행위자가 어떤 명제에 대해 갖는 신뢰도이다. 이 때 신뢰도는 내기의 대상이 되는 명제가 참인가 거짓인가(또는 사건이 발생하는가 발생하지 않는가)에 관해 내깃돈과 이득사이의 비율이 어떻게 하면 공평한가를 행위자가 결정할 때 측정될 수 있다.

베이즈주의는 믿음체계의 일관성을 다음의 두 가지 측면에서 제시한다. 첫째는 하나의 시점에서(synchronic) 행위자의 믿음체계가 일관적인가 하는 것이고, 둘째는 시간의 흐름 속에서(diachronic) 행위자의 믿음체계가 일관적인가 하는 것이다. 이와 같은 구분은 행위자의 배경지식이 일정할 때와 일정하지 않을 때를 구분하여 일관성을 정의하려는 시도이다. 즉, 하나의

4) I. Good은 11개의 기준을 제시하며 베이즈주의가 46656가지의 서로 다른 이론으로 발전될 수 있음을 주장한다. I. Good (1971), pp.62-63.

시점에서의 일관성 문제는 행위자의 배경지식이 일정할 때 그 행위자의 믿음들이 확률론의 법칙들에 따라 확률값을 부여받는가 하는 문제이고, 그리고 시간의 흐름 속에서의 일관성 문제는 행위자의 배경지식에 어떤 새로운 정보가 첨가되었을 때 그 행위자의 모든 믿음들이 확률론의 법칙들에 따라 확률값을 부여받는가 하는 문제이다. 이와 같이 두 측면에서 제시되는 믿음체계의 일관성은 베이즈주의가 제시하는 합리성 개념의 기초가 된다. 따라서 베이즈주의에는 합리적 행위자가 이 두 가지 일관성을 만족시키리라는 전제가 깔려있다.

이상과 같이 배경지식이 일정할 때와 일정하지 않을 때를 구분하여 일관성을 정의하고, 새로운 정보를 입수했을 때 이 새로운 정보에 따라서 우리의 믿음체계가 적절한 변화를 일으켜야 한다고 주장하는 것은 지극히 직관적이고 상식적인 입장이다. 베이즈주의는 바로 이와 같이 직관적이고 상식적인 입장을 엄격하게 형식화하고 있다는 점에서 주목받는 과학적 방법론이다.

베이즈주의에서 특히 중요하게 이용되는 베이즈의 정리는 $PR(E | K) \neq 0$ 과 $PR(H | K) \neq 0$ 이라는 가정 아래, 조건부 확률(conditional probability)의 정의, 즉 $PR(H | E \& K) = PR(H \& E | K) \div PR(E | K)$ 를 기초로 하여 다음과 같이 정의된다⁵⁾:

$$\text{(베이즈의 정리)} \quad PR(H | E \& K) = [PR(H | K) \times PR(E | H \& K)] \div PR(E | K)$$

위의 정의에서 PR은 확률함수이다. 이 확률함수는 행위자가 배경지식을 기반으로 하여 각각의 믿음에 대한 신뢰도를 확률값으로 부여한다. E와 H는 각각 증거와 가설이다. 이 때 무엇이 증거가 되고 무엇이 가설이 되는지는 선형적으로 구분되는 것이 아니다. 하지만 서로의 역할은 문맥 속에서 분명히 파악될 수 있다. K는 배경지식으로서 PR의 기초가 된다. 일반적으로

5) 베이즈의 정리는 조건부확률을 기초로 다음처럼 도출될 수 있다.

$$\begin{aligned} PR(H \& E | K) &= PR(E \& H | K) \\ [PR(H \& E | K) \times PR(E | K)] \div PR(E | K) &= [PR(E \& H | K) \times PR(H | K)] \div PR(H | K) \\ PR(H | E \& K) \times PR(E | K) &= PR(E | H \& K) \times PR(H | K) \\ PR(H | E \& K) &= [PR(E | H \& K) \times PR(H | K)] \div PR(E | K) \end{aligned}$$

K는 생략되는 경우가 많지만, 베이즈주의는 모든 판단이 배경지식에 근거하여야 한다는 주장을 하고 있기 때문에 베이즈주의에서 배경지식이 차지하는 역할은 대단히 중요하다.

배경지식의 중요성은 입증관계에서도 나타난다. 즉, 배경지식이 달라지면 증거와 가설사이의 입증관계도 달라진다. 예를 들어 $PR(h | k) = 0.3$, $PR(h | e \& k) = 0.5$, $PR(h | f \& k) = 0.7$, $PR(h | e \& f \& k) = 0.6$ 이라고 해보자. 만약 새로운 정보를 얻은 뒤 가설에 대해 갖는 신뢰도와 새로운 정보를 얻기 전의 신뢰도사이의 차이에 의해서 입증도가 계산된다고 하면, $PR(h | e \& k) - PR(h | k) = 0.2$ 이기 때문에 e는 h를 입증한다고 할 수 있다. 그러나 그 입증관계가 성립하는 것은 배경지식이 k이기 때문이다. 만약 배경지식이 k가 아니라 f&k이면, e와 h사이의 입증관계는 $PR(h | e \& f \& k) - PR(h | f \& k)$ 의 값에 따라서 결정된다. 이 때 $PR(h | e \& f \& k) - PR(h | f \& k) = -0.1$ 이므로 e는 h를 입증하지 못한다. 이상과 같이 e와 h사이의 입증관계는 배경지식의 변화에 따라 직접적으로 영향 받는다. 현재 e가 h를 입증한다고 해서 배경지식이 달라진 상황에서도 계속 e가 h를 입증한다고 단언할 수 없다.

위의 베이즈의 정리에서 등식의 왼쪽에 있는 $PR(H | E \& K)$ 는 '후행확률 (posterior probability)'로서 E를 새로운 정보로 수집할 경우 K와 E를 근거로 행위자가 H에 대해 갖게 되는 믿음의 정도이다. 등식 오른쪽의 $PR(H | K)$ 는 '선행확률 (prior probability)'로서 E와는 독립적으로 행위자가 K를 근거로 H에 대해 갖게 되는 믿음의 정도이다. $PR(E | H \& K)$ 는 '우도 (likelihood)'로서 H가 참인 조건 아래에서 H와 K를 근거로 행위자가 E에 대해 갖게 되는 믿음의 정도이다. 맨 끝의 $PR(E | K)$ 는 '기대치 (expectedness)'로서 H와 상관없이 K를 기초로 행위자가 H에 대해 갖게 되는 믿음의 정도이다.

베이즈주의가 강조하는 새로운 정보의 도입과정은 베이즈의 정리를 기초로 형식화된다. 즉, 선행확률, 우도, 그리고 기대치가 이미 존재하는 확률값일 때, 우리는 베이즈의 정리를 이용하여 E에 대한 H의 후행확률을 계산해 낼 수 있다. 즉, 새로운 정보 E의 도입이 가설 H에 어떤 영향을 미치는지 알 수 있게 된다. 베이즈주의는 E와 H사이의 입증관계를 다음과 같이 세

가지로 구분한다: 첫째, E는 H를 입증(confirm)한다 iff E를 새로운 정보로 얻게 되었을 때 H에 대한 믿음의 정도가 증가한다 iff $PR(H | E \& K) > PR(H | K)$, 둘째, E는 H를 반증(disconfirm)한다 iff E를 새로운 정보로 얻게 되었을 때 H에 대한 믿음의 정도가 감소한다 iff $PR(H | E \& K) < PR(H | K)$, 셋째, E는 H를 입증하지도 반증하지도 않는다(irrelevant) iff E를 새로운 정보로 얻게 되었을 때 H에 대한 믿음정도가 증가하지도 감소하지도 않고 그대로 유지된다 iff $PR(H | E \& K) = PR(H | K)$.

이와 같은 베이즈주의의 입증개념은 과학자들이 사용하고 있는 입증개념과 모든 측면에서 일치하는 것은 아니다. 예를 들어 위에서 제시된 베이즈주의의 입증개념은 대칭적(symmetrical)인데 반해 과학자들이 사용하고 있는 입증개념은 대칭적이지 않다. 즉, 베이즈주의의 입증개념에서 E가 H를 입증하면 H가 E를 입증하고, H가 E를 입증하면 E가 H를 입증한다. 이와는 달리 과학자들이 사용하고 있는 입증개념에서는 증거에 의해 가설이 입증되고, 가설에 의해 증거가 입증되지 않는다. 그러나 이러한 사소한 차이점을 가지고서 베이즈주의의 입증개념이 실제 과학자의 입증개념을 올바르게 반영하고 있지 못하다고 판단하는 것은 지나치게 성급한 판단이다. 왜냐하면 베이즈주의의 입증개념은 과학자들이 사용하고 있는 입증개념의 중요한 측면, 즉 증거가 가설을 좀 더 적절하게 만든다는 측면을 올바르게 반영하고 있기 때문이다.⁶⁾ 따라서 대칭성 문제와는 달리 오래된 증거의 문제가 베이즈주의의 난제로 여겨진 것은 베이즈주의의 입증개념과 과학자들이 사용하고 있는 입증개념사이에 사소하지 않은 차이점이 있다고 생각했기 때문이다.

3. 오래된 증거의 문제

클리무어는 오래된 증거의 문제를 제기하며 베이즈주의를 비판한다. 오래된 증거는 이미 알려진 정보이기 때문에 완전한 확률값 1을 부여받는 증거

6) 크리븐슨은 베이즈주의의 입증개념과 우리의 일상적인 입증개념사이에 대칭성 문제와 같은 사소한 차이점이 있지만 그러한 문제로부터 베이즈주의를 평가하는 것은 올바르지 못하다고 주장한다. D. Christensen (1999), pp.437-438.

이다. 이 때 오래된 증거의 문제는 과연 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있는가 하는 질문으로부터 제기된다. 글리머는 이 질문에 대한 답변이 베이즈주의를 따르면 부정적이지만 과학사에서 보이는 과학자의 실제 사용례를 찾아보면 긍정적이라는 점을 지적한다. 따라서 글리머는 베이즈주의의 입증개념이 실제 과학자들이 사용하고 있는 입증개념과 다르다고 비판한다. 즉, 실제 과학자들의 입증개념에서는 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있지만 베이즈주의의 입증개념에 따르면 오래된 증거가 가설을 입증할 수 없다는 것이다.

앞에서 제시하였듯이 베이즈주의에서 증거 E가 가설 H를 입증한다는 의미는 H에 대한 믿음의 정도가 E에 의해 조건화될 때 증가된다는 것이다. 그러나 이와 같은 입증개념은 오래된 증거로 하여금 가설을 입증할 수 없도록 한다. 즉, E가 오래된 증거($PR(E | K)=1$)이면, E에 의해 조건화된 H에 대한 믿음의 정도는 E에 의해 조건화되지 않은 H 자체에 대한 믿음의 정도와 같다는 결과($PR(H | E \& K)=PR(H | K)$)가 도출된다. 그 과정은 다음과 같다.

- (1) $PR(E | K)=1$
- (2) $PR(\sim E | K)=0$
- (3) $PR(H | K)=PR(H \& E | K)+PR(H \& \sim E | K)$
- (4) $PR(\sim E | K)=PR(H \& \sim E | K)+PR(\sim H \& \sim E | K)$
- (5) $PR(H \& \sim E | K)=0$
- (6) $PR(H | K)=PR(H \& E | K)$
- (7) $PR(H | K)=PR(H | E \& K) \times PR(E | K)$
- (8) $PR(H | K)=PR(H | E \& K)$

과학사의 여러 예에서 보이는 실제 과학자의 입증개념은 베이즈주의와는 달리 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있는 것으로 본다. 실제 과학자의 입증개념을 제시하기 위해서 글리머는 과학사에서 다음과 같은 세 가지 사례를 들고 있다.⁷⁾ 첫째, 코페르니쿠스는 그의 태양중심설을 제시하는 근거로 그 이전에 수집된 흑성의 위치에 관한 관찰을 이용한다. 둘째, 뉴턴이 그

의 만유인력의 법칙을 제시하는 근거로 그 이전에 성립된 케플러의 제2 법칙과 제3의 법칙을 이용한다. 셋째, 아인슈타인이 그의 일반상대성이론을 제시하는 근거로 그 이전에 수집된 수성 근일점의 이동에 관한 데이터를 이용한다. 이와 같은 과학사의 사례에서 제시되는 실제 과학자의 입증개념은 베이즈주의에서의 계산결과와는 달리 오래된 증거로 하여금 가설을 입증 가능하게 한다.

글리머의 비판을 좀 더 명확하게 이해하기 위해서 이제 글리머가 제시한 세 번째 사례인 아인슈타인의 일반상대성이론과 수성의 근일점 이동사의 사례를 자세히 살펴보자. 먼저 수성은 태양계에서 명일성 다음으로 작은 행성으로 표면에 많은 운석 구덩이가 패어있어 마치 달의 표면 같다. 태양에서 가장 가까운 수성은 태양 주위를 길쭉한 타원형의 궤도를 따라 돌고 있는데, 그것은 태양 주위를 도는 여러 행성들의 궤도가 원형이 아니라 타원형이라는 케플러의 법칙과 일치한다. 그 타원형의 궤도에는 행성이 태양에 가장 가까이 접근하는 궤도상의 점이 있고, 행성이 태양에서 가장 멀리 떨어져 있는 궤도상의 점도 있다. 이 때 전자는 근일점, 후자는 원일점이다. 그런데 19세기 중반부터 수성의 근일점 위치가 일정하지 않다는 사실이 발견됐다. 즉, 수성의 타원궤도는 닫히지 않은 것이다. 이렇게 행성의 타원궤도의 장축과 단축이 고정돼 있지 않고 변화하는 것을 세차운동이라고 한다. 이와 같은 세차운동으로 인해서 수성의 근일점 위치는 태양 주위를 100년에 574초나 늦게 돈다. 다시 말하면 수성의 타원형 궤도는 그 장축 방향이 서서히 돌아가는데 그 돌아가는 정도가 수성의 근일점 위치를 100년에 574초나 이동시킨다는 것이다. 이 때 뉴턴의 중력법칙은 574초중에서 약 531초를 태양 이외의 다른 행성의 인력에 의한 것으로 계산해 내어 설명하였다. 하지만 뉴턴의 중력법칙은 그 나머지 43초에 대해서는 아무런 설명도 제시할 수 없었다.⁸⁾

7) C. Glymour (1980), p.86.

8) 뉴턴의 중력법칙을 고수한 과학자들은 이와 같은 43초의 차이를 설명하기 위해 수성과 태양사이에 수성보다 더 가까운 궤도를 도는 새로운 행성이 있을 것이라는 가정도 했다. 당시 미처 발견되지 못한 이 다른 행성이 수성의 근일점 이동에 영향을 주었다는 것이다. 하지만 볼칸(Vulcan)이라고 미리 이름 붙여진 이 행성은 반복된 관찰 시도에도 발견되지 않았다. 이와 같이 발견되지 않은 행성의 존재를 가정하게 된 이유는 이전에 천왕성의 궤도를 계산할 때 나타난 문제점이 비슷한 방식으로 해결되었기 때문이

그 후 아인슈타인의 일반상대성이론은 어떤 다른 행성의 존재를 가정하지 않고서도 세차운동으로부터 나타난 수성 근일점 이동의 43초의 차이를 이론적으로 설명하였다. 일반상대성이론에 의하면 물질의 존재가 그 주위의 공간이나 시간에 변형을 주어 그 변형이 만유인력의 장(field)을 형성한다. 예를 들면 태양의 강력한 중력은 태양 주위의 시공간을 찌그러뜨린다는 것이다. 이 때문에 다른 행성들보다도 태양에 훨씬 더 가까이 있는 수성 근일점의 이동 속도는 뉴턴의 중력법칙에 의해 계산된 것과 차이를 지닌다. 이제 일반상대성이론에 의해 태양의 중력이 그 주위의 시공간을 얼마나 찌그러뜨리는지가 계산되고, 그 계산결과에 의해 수성 근일점의 이동이 43초의 차이를 지니게 된다는 점이 설명되었다. 따라서 뉴턴의 중력법칙이 설명해내지 못한 수성 근일점 이동의 43초의 차이는 일반상대성이론을 입증하게 된다.

이상으로부터 글리머가 지적하고 싶어 하는 점은 다음과 같다. 수성의 근일점이 세차운동으로 인하여 이동된다는 점은 19세기 중반부터 관찰된 사실인데 반해, 아인슈타인이 그의 일반상대성이론을 처음 제시한 것은 20세기 초반이다. 따라서 아인슈타인이 일반상대성이론을 제시할 당시 수성 근일점의 이동은 이미 알려진 사실로 오래된 증거가 된다. 비록 수성 근일점의 이동이 오래된 증거이기는 하지만 아인슈타인이나 다른 여러 과학자들은 모두 수성 근일점의 이동이 일반상대성이론을 입증한다고 생각한다. 따라서 실제 과학자의 입증개념에 따르면 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있다.

요약하면 실제 과학자의 입증개념에서는 오래된 증거가 가설을 입증할 수 있지만, 베이지주의의 입증개념에서는 오래된 증거가 가설을 입증할 수 없다. 이와 같이 실제 과학자의 입증개념과 베이지주의의 입증개념사이에 심각한 이질성이 있다는 것이 바로 오래된 증거의 문제이다.

다. 과학자들은 천왕성의 궤도계산에서 나타난 문제점을 해결하기 위해 천왕성보다 더 먼 곳에 또 다른 행성이 있다고 가정했다. 바로 이 미지의 행성이 천왕성의 운동을 간섭하고 있다는 설명을 하기 위해서였다. 이 가정은 1846년 해왕성을 발견함으로써 성공적으로 입증되었다.

4. 오래된 증거의 문제의 구분

가버는 글리머어가 제시한 오래된 증거의 문제에 적어도 두 가지 다른 종류의 문제가 있다고 분석한다. 가버는 그 하나를 오래된 증거의 역사적인(historical) 문제라고 하고, 다른 하나를 오래된 증거의 비역사적인(ahistorical) 문제라고 한다.⁹⁾ 오래된 증거의 역사적인 문제는 한참 연구를 진행 중인 과학자가 오래된 증거를 사용하여 그의 가설에 대한 신뢰도를 증대시키는 데에 있다. 문제는 어떻게 이것이 가능한지를 베이즈주의의 입증개념 안에서 설명해 내는 것이다. 오래된 증거의 비역사적인 문제는 우리가 과학이론을 처음 배울 때의 인식적 상태가 과학자가 그 가설을 처음 시험해 볼 때의 인식적 상태와 거의 비슷하다는 점에서부터 제기된다. 즉, 과학자의 신뢰도를 증대시킨 증거는 우리의 신뢰도도 증대시킬 것이다. 그런데, 우리가 과학이론을 다 배우고 난 뒤에는 우리의 인식적 상태가 변화하여 오래된 증거가 더 이상 과학이론에 대한 우리의 신뢰도를 증대시키지 않는다. 예를 들면 수성의 근일점 이동에 관한 데이터는 더 이상 우리의 일반상대성이론에 대한 신뢰도를 증대시키지 않는다. 그럼에도 불구하고 우리는 수성의 근일점 이동에 관한 데이터가 일반상대성이론을 입증한다고 생각하고 또 그럴 만한 충분한 이유가 있다고 생각한다. 문제는 바로 이와 같은 우리의 입증관계에 대한 직관과 태도를 베이즈주의의 입증개념 안에서 설명해 내는 것이고, 그것은 오래된 증거의 비역사적인 문제이다.

역사적인 문제와 비역사적인 문제를 구분하여 오래된 증거의 문제를 명확하게 하려는 가버의 시도는 진다(L. Zynda)가 제시한 사건(event)의 문제와 관계(relation)의 문제¹⁰⁾에 의해 좀 더 명확하게 이해될 수 있다. 즉, 가버가 제시한 역사적인 문제는 사건으로서의 문제에 상응하고, 가버의 비역사적인 문제는 관계로서의 문제에 상응한다. 진다는 오래된 증거의 문제를 사건의 문제와 관계의 문제로 구분하기 위해 먼저 "증거 E가 가설 H를 시간 t에 입증한다"의 의미를 두 가지로 구분한다. 하나는 과학자가 시간 t에 증거 E를 배운 결과로 가설 H에 대한 신뢰도를 증대시킨다는 하나의 사건

9) D. Garber (1983), p.102.

10) L. Zynda (1995), pp.70-71.

을 기술한다는 것이다. 그리고 다른 하나는 과학자가 시간 t 에 판단한 증거 E 와 가설 H 사이의 입증 관계를 기술한다는 것이다. 전자의 경우가 인식의 역사에서의 어떤 사건을 가리킨다고 하면, 후자의 경우는 시간 t 에서의 배경 지식에 상대적인 어떤 관계를 가리키고 있다.

진다는 이상의 구분에 근거하여 사건의 문제를 다음과 같이 제시한다. 즉, 과학자가 $PR(E) = 1$ 인 증거 E 를 학습한 결과로 가설 H 에 대한 신뢰도를 증대시킨다. 하지만, 베이즈주의에 따르면 그와 같은 신뢰도의 증대라는 사건은 이미 오래된 증거인 E 에 대한 조건화에 의해서 설명될 수 없다는 것이다. 한편 관계의 문제는 신뢰도의 증대라는 사건이 아니라 증거와 가설사이의 관계에 대한 문제이다. 즉, 과학자가 증거 E 에 대해 확신하여 $PR(E | K) = 1$ 이라고 주장하지만, 베이즈주의에 따르면 그 주장과 동시에 증거 E 가 가설 H 사이의 입증관계를 주장할 수는 없다는 것이다. 증거 E 와 가설 H 사이에 입증관계가 성립한다고 하면 $PR(H | E \& K) - PR(H | K)$ 의 값은 0보다 커야 한다. 그러나 $PR(E | K) = 1$ 일 때 $PR(H | E \& K) - PR(H | K)$ 의 값은 0이 된다. 따라서 증거 E 와 가설 H 사이의 입증관계는 주장될 수 없다.

가버나 진다와는 달리 엘스(E. Eells)는 증거와 가설이 제시되는 각각의 시점과 그 입증관계를 판단하는 시점을 명확하게 하여 오래된 증거의 문제의 여러 측면을 구분한다. 엘스의 구분은 다음과 같다¹¹⁾(필자는 엘스의 구분을 명료하게 하기 위해 가설이 처음 제시된 순간을 H , 증거가 발견된 순간을 E , 그 둘 사이의 입증관계를 평가하는 현재의 순간을 N , 그리고 일정한 시간이 흐른 뒤의 의미를 '---'으로 기호화한다):

- I. 오래된 새로운 증거(old new evidence)의 문제(H --- E --- N): 가설 H 는 증거 E 를 발견하기 전에 제시되었고 이제는 시간이 흘러서 $PR(E | K) = 1$ 이다. 따라서 $PR(H | E \& K) = PR(H | K)$ 이다.
- II. 오래된 증거(old evidence)의 문제: 증거 E 는 가설 H 가 제시되기 전에 알려졌다.
 - A. 오래되고 오래된 증거(old old evidence)의 문제(E --- H --- N):

11) E. Eells (1985), p.285.

이제는 가설 H가 제시되고서도 시간이 흐른 뒤이다.

1. 가설 H는 원래 증거 E를 설명하기 위해 제시되었다.
2. 가설 H가 원래 증거 E를 설명하기 위해 제시된 것은 아니다.

B. 새로운 오래된 증거(new old evidence)의 문제(E→HN): 지금 현재 (또는 방금 전에) 가설 H가 제시되었다.

1. 가설 H는 원래 증거 E를 설명하기 위해 제시되었다.
2. 가설 H가 원래 증거 E를 설명하기 위해 제시된 것이 아니다.

이 때 I에서 제기되는 문제는, 증거와 가설사이의 입증관계를 역사적으로 고찰하여 분석할 수 있기 때문에 실질적인 문제가 아니다. II의 A에서 제시되는 문제는 II의 B에서 제기되는 문제가 해결될 때 자연스럽게 풀리는 문제이다. 또한 엘스는 가설이 증거를 설명하기 위해 의도적으로 고안되었을 경우에는 입증관계가 성립하지 않는다는 주장으로 II의 1 문제와 II의 1 문제를 제거한다.¹²⁾ 그런 경우 글리머우에 의해 제시된 오래된 증거의 문제는 실질적으로 새로운 오래된 증거의 문제 중 가설이 증거를 설명하기 위해 의도적으로 고안되지 않은 경우에만 존재한다.¹³⁾

이상에서 살펴본 가버, 진다, 그리고 엘스의 문제 구분은 오래된 증거의 문제가 무엇인지를 이해하는 데에 분명히 도움을 준다. 하지만 이상의 구분 방식은 오래된 증거의 문제를 단면적으로만 분석하는 것이다. 이상의 구분들은 오래된 증거의 문제가 함축하고 있는 복합적 문제구조를 밝혀내지 못하고 있다. 그것은 오래된 증거의 문제가 베이즈주의의 입증개념과 실제 과학자의 입증개념사이의 이질성 문제라고 할 때, 위에서 제시된 구분들은 단지 입증개념의 이질성이 일어나는 상황의 분석에만 초점을 맞추고 있기 때문이

12) 이어만은 이와 같은 엘스의 주장에 동의하지 않는다. 이어만은 엘스의 구분에서 II의 1 과 II의 1에서도 입증관계가 성립할 수 있다고 생각한다 (J. Earman (1992), p.122).

13) 엘스는 가버의 비역사적인 문제가 위의 I 과 II의 A에서 나타나고 역사적인 문제는 II의 B에서 나타난다고 주장하지만(E. Eells (1985), p.285) 왜 그런지에 대해서 엘스는 아무런 설명을 제시하지 않는다. 만약 엘스가 옳다면 오래된 증거의 문제는 실질적으로 비역사적인 문제가 아니라 역사적인 문제가 된다. 그러나 이와 같은 엘스의 주장은 사건으로서의 문제와 관계로서의 문제 어느 한 쪽을 해결한다고 해서 다른 쪽의 문제가 저절로 해결되지는 않는다고 하는 진다의 주장(L. Zynda (1995), p.71)이나 반사실적(counterfactual) 접근방식이 비역사적인 문제를 해결한다고 해서 역사적인 문제를 완전히 해결하지는 못한다는 가버의 주장(D. Garber (1983), p.103)과는 상충된다.

다. 오래된 증거의 문제의 복합적 문제구조를 밝히려면 입증개념의 이질성이 구체적으로 어떤 것인지를 분석해야 한다.

최근 반즈(E. Barnes)는 오래된 증거의 문제에서 제시되는 이질성이 두 측면, 즉 증거의 질적인 측면과 입증의 양적인 측면으로 구분될 수 있다고 제안한다.¹⁴⁾ 이를 기초로 반즈는 오래된 증거의 문제를 질적인 문제와 양적인 문제로 구분한다. 질적인 문제는 어떤 종류의 증거와 가설이 입증판계에 있는가를 구분 짓는 것이고, 양적인 문제는 증거가 가설을 어느 정도 입증하는가를 측정하는 것이다.¹⁵⁾ 이와 같은 반즈의 분석은 오래된 증거의 문제가 완전히 해결되기 위해서는 베이즈주의의 입증개념이 질적인 측면과 양적인 측면 모두에서 실제 과학자의 입증개념을 적절하게 반영하고 있어야 한다는 점을 명확하게 해준다.

더 나아가 오래된 증거의 문제가 질적인 문제와 양적인 문제로 구분된다면 그 구분은 오래된 증거의 문제의 본질이 양적인 측면에 있다는 점을 주장하는 것이다. 문제의 본질이 양적인 측면에 있다는 점은 다음의 비유에서 명확하게 제시된다. 만약 어떤 사람이 중고시장에서 에어컨을 하나 사려고 한다고 가정해 보자. 그 사람은 시장에 나온 에어컨을 제대로 작동하는 것과 그렇지 못한 것으로 구분 짓고 제대로 작동하는 에어컨 중에 하나를 고르려고 할 것이다. 그렇지만 그 사람은 작동하는 에어컨 중에 아무 것이나 선택하지는 않을 것이다. 그 사람은 작동이 얼마만큼 잘 되는지 에어컨의 성능을 구체적으로 비교해 보고 그 중 제일 좋은 제품을 고를 것이다.

이 때 작동하는 에어컨과 작동하지 않는 에어컨을 구분 짓는 것은 입증하

14) E. Barnes (1999), p.249. 반즈는 오래된 증거의 문제를 입증개념의 문제라기보다는 증거개념의 문제로 제시한다. 전통적으로 입증개념과 증거개념은 명확하게 구분되지 않고 사용되어 왔다. 적어도 증거의 관계적 개념은 입증개념과 같은 것으로 생각하여, A가 B를 입증한다 iff A가 B의 증거이다 iff $PR(B | A \& K) > PR(B | K)$ 로 쓰여 왔다. 이 점은 오래된 증거의 문제가 전통적으로는 베이즈주의의 입증개념에 대한 문제점으로 지적되고 왔지만 마찬가지로 베이즈주의의 증거개념에 대한 문제점으로 지적되고 논의될 수 있다는 점을 보여준다. 논자는 베이즈주의의 증거개념이 결국에는 따로 제시되어야 한다고 생각하지만 이 글에서는 입증개념과 증거개념을 구분되지 않고 논의를 진행하겠다.

15) 베이즈주의에서 가설 H에 대한 증거 E의 입증정도를 측정하는 방식은 $P(H | E \& K) - P(H | K)$ 를 계산하는 방식이 표준이다. 하지만, 일부에서는 $P(H | E \& K) + P(H | \sim E \& K)$, $(P(H | H \& K) - P(E | \sim H \& K)) + (P(E | H \& K) + P(E | \sim H \& K))$, $P(E | H \& K) + P(E | K)$, 그리고 $P(H | E \& K) + P(H | K)$ 등도 제시하고 있다.

는 증거와 입증하지 못하는 증거를 구분 짓는 것과 마찬가지로 질적인 문제라고 할 수 있다. 그리고 작동하는 에어컨의 성능을 구체적으로 비교하여 제일 성능이 좋은 에어컨을 고르는 것은 입증하는 증거의 입증도가 얼마만큼 되는지를 측정하는 양적인 문제라고 할 수 있다. 우리는 작동하는 에어컨을 고른다고 해서 그 성능이 얼마나 되는지를 알 수 없지만, 에어컨의 성능이 어느 정도인지를 측정할 수 있다면 에어컨이 작동을 하는지 안 하는지는 자연스럽게 알 수가 있다. 마찬가지로 어떤 증거가 입증을 한다고 해서 그 정도를 알 수가 없지만, 반대로 어떤 증거의 입증도를 측정할 수 있다면 그 증거의 입증 가능여부는 자연스럽게 알 수 있다.

에어컨을 고를 때나 입증관계를 분석 할 때, 양적인 문제를 해결하면 질적인 문제는 자연스럽게 해결되지만, 반대로 질적인 문제를 해결한다고 해서 양적인 문제가 해결되지 않는다. 따라서 오래된 증거의 문제가 입증개념사이의 이질성 문제라면, 증거가 가설을 얼마만큼 입증하는지를 측정해서 양적인 문제를 해결해야 완전한 해결책이 될 수 있다.

하지만 오래된 증거의 문제를 해결하려는 지금까지의 시도 대부분은 양적인 문제보다는 질적인 문제에만 관심을 쏟아왔다. 반 프라센(B. van Fraassen)의 답변이나 가버의 답변 등이 그것이다. 이들은 모두 오래된 증거가 가설을 입증할 수 없다고 생각하고, 그 대신 오래된 증거의 존재 자체를 거부하거나 오래된 증거가 한 부분이 되는 새로운 증거가 존재한다고 주장한다. 이제 본 논문의 나머지 부분에서는 이상의 접근방식들이 오래된 증거의 문제를 해결한다고 해도 그 해결은 부분적일 뿐이고 문제의 본질을 해결하지 못한다는 점을 밝히겠다.

5. 반 프라센의 전략

반 프라센은 오래된 증거의 문제를 해결하는 가장 간단한 방법이 $PR(E) = 1$ 을 부정하는 것이라고 제시한다.¹⁶⁾ 반 프라센은 $PR(E) = 1$ 을 부정할 수

16) B. van Fraassen (1980), p.154.

있는 이유가 “어느 누구도 E에 대해, 그것이 무엇이든지 간에, 그렇게 확신할 수 없기 때문”¹⁷⁾이라고 한다. 이 점은 확률값 1을 수학적 명제에나 부여될 수 있는 것으로 남겨두려는 여러 다른 베이즈주의자의 입장파도 일치한다. 반 프라센은 증거 E가 경험으로부터 근거하였다면 $PR(E) < 1$ 이고, 그 때에는 아무리 작은 값이라 할지라도 $PR(H|E) - PR(H)$ 는 0보다 클 것이기 때문에 $PR(H|E) - PR(H) = 0$ 은 도출되지 않는다는 것이다.¹⁸⁾ 증거 E는 확률값 1을 부여받지 않기 때문에 가설 H를 입증할 수 있게 되며, E와 H는 입증관계에 있게 된다. 이와 같은 반 프라센의 전략은 오래된 증거의 문제를 적어도 질적인 측면에서는 해결한다. 반즈(E. Barnes)¹⁹⁾와 카플란(M. Kaplan)²⁰⁾ 모두 반 프라센의 이 제안이 부분적이기는 하지만 가장 간단명료한 해결책이라는 점에 동의한다.

그러나 경험에 근거한 어떠한 증거도 확률값 1을 부여받지 못한다는 주장은 이미 글리무어에 의해서 반박되었다.²¹⁾ 글리무어는 반 프라센의 전략과 같은 답변을 반박하는 이유를 구체적으로 제시하지는 않았다. 하지만, 오래된 증거의 존재 자체를 부정하는 반 프라센의 전략에는 문제가 있다는 글리무어의 지적은 옳다. 어떠한 증거도 확률값 1을 부여받지 못한다는 주장은 베이즈주의를 과학적 방법론으로 발전시키는 데에 장애가 될 수 있기 때문이다. 실제의 많은 과학자들은 방법론적으로라도 이미 알려진 증거에 대해서 확률값 1을 부여하는 데에 주저함이 없다. 따라서 확률값 1을 수학적 명제에나 부여될 수 있는 것으로 남겨두려는 접근방식은 베이즈주의를 적극적으로 사용할 수 있는 이론으로 만들려는 태도가 아니라 그 이론체계의 완전성에만 관심이 있는 태도이다. 이와 같이 반 프라센의 전략이 베이즈주의를 하나의 이상주의적인 이론으로 만든다면, 그것은 글리무어가 지적하듯이 논점을 벗어난 답변이다. 왜냐하면 베이즈주의를 이상주의적인 이론으로 만든다면, 과학사의 사례 자체에 아무런 관심을 줄 필요가 없게 되고, 오래된 증거

17) B. van Fraassen (1980), p.154.

18) 물론 이상의 결과는 E가 H를 반증하지도 않고 또 입증하거나 반증하지도 않는다는 전제를 갖는다.

19) E. Barnes (1999), p.250.

20) M. Kaplan (1996), pp.49-51.

21) C. Glymour (1980), p.87.

의 문제가 근본적으로 문제가 되지 않기 때문이다.

반 프라센의 전략이 오래된 증거의 문제에 대한 부분적인 해결책 밖에 되지 못한다는 점은 그의 간단명료한 답변이 갖는 장점을 한층 더 반감한다. 문제는 반 프라센의 전략이 오래된 증거의 문제를 질적인 측면에서는 해결할 수 있으나 양적인 측면에서는 해결할 수 없다는 것이다. 즉, 오래된 증거가 $PR(E|K)=1$ 이라는 사실은 부정될 수 있어도 그 오래된 증거의 확률값이 1에 가깝다는 사실은 부정되지 못한다. 그렇다면, E가 H를 입증하는 정도는 과학사의 예에서 실제 과학자가 H에 대해 E로부터 부여받는 입증도와는 차이가 있게 된다. 즉, $PR(H|E\&K)-PR(H|K)$ 가 0보다 크기 때문에 E와 H사이의 입증관계가 질적으로 성립하게 됐지만, 실제 과학자가 H에 대해 E로부터 부여받는 입증도를 측정하고자하면 단지 $PR(E|K)=1$ 이라는 사실을 부정해서는 충분하지 않다. 오래된 증거의 확률값이 1에 가깝다는 사실은 그 오래된 증거가 갖는 입증도를 미미하게 만든다. 그렇기 때문에 오래된 증거가 과연 입증 가능한가의 질적인 문제는 반 프라센의 전략에 의해서 해결될 수 있지만 실제 과학자가 오래된 증거로부터 부여받는 입증도를 정확하게 측정할 수 있는가 하는 양적인 문제는 반 프라센의 전략이 해결하지 못한다. 결국 반 프라센의 전략은 성공한다고 해도 부분적인 해결책에 지나지 않는다.

6. 가버의 전략

가버도 반 프라센과 마찬가지로 오래된 증거의 문제를 해결하려는 시도에서 질적인 측면에만 초점을 맞춘다. 그러나 가버는 반 프라센보다 훨씬 더 흥미로운 답변을 제시한다. 가버의 제안은 베이즈주의를 '인간화'하려는 시도로 베이즈주의가 그 행위자에 대해 논리적으로 전지(logically omniscient)할 것을 요구하는 전제가 있다는 점을 지적하며, 베이즈주의로부터 그 비현실적인 전제를 제거하려는 전략이다. 가버는 베이즈주의의 행위자가 논리적-수학적으로 참인 명제를 새로운 증거로써 학습할 수 있게 하려고 한다. 이때 베이즈주의의 행위자가 학습하게 되는 논리적-수학적 명제는 가설과 증

거간의 논리적-수학적 함축(implication)관계²²⁾인데, 가버에 의하면 베이즈주의의 행위자가 논리적-수학적으로 참인 명제를 새로운 증거로써 학습할 수 있게 되면 오래된 증거의 문제가 자연스럽게 해결된다.

가버의 제안을 좀 더 분명하게 이해하기 위해 수성 근일점의 이동에 관한 데이터(M)와 아인슈타인의 일반상대성이론(GTR)의 사례를 다음처럼 구성해보자.²³⁾ 즉, 아인슈타인이 GTR을 처음 제시했을 때 그는 M을 어떻게 설명할지 몰랐다고 가정해보자. 그 가정은 아인슈타인이 M 자체에 대해서는 알고 있었지만 GTR과 M사이의 논리적-수학적 연관관계에 대해서는 모르고 있었다는 것이다. 이러한 가정이 가능한 것은 아인슈타인이 천재일지는 몰라도 논리적으로 전지하지 않기 때문이다.

이와 같은 상황에서 아인슈타인은 그가 GTR에 대한 신뢰도를 증대시키는 이유가 M에 있다고 생각할지 모른다. 즉, 아인슈타인은 M이 GTR을 입증한다고 생각할 수 있다. 하지만 가버가 보기에 이와 같은 아인슈타인의 생각은 잘못이다. 가버는 M이 GTR을 입증한다고 생각하는 것은 오해에 기인하거나 아니면 부정확한 표현이라고 주장할 것이다. 그것은 가버가 이미 알려진 정보는 새로운 가설을 입증하지는 않는다고 생각하기 때문이다. 따라서 아인슈타인에게 이미 알려져 있는 정보인 M 그 자체는 오래된 증거가 되고, M은 GTR을 입증하지 못한다.

그렇다면 아인슈타인과 여러 과학자들은 왜 그런 오해를 하거나 부정확한 표현을 사용하는가? 그 이유가 설명되어야 가버의 전략이 옹호될 수 있을 것이다. 아마도 가버는 다음처럼 답변할 수 있을 것이다. 즉, M과 GTR사

22) 가버는 그 함축관계가 구체적으로 어떤 의미인가에 대해서 자세히 설명하지 않는다. 그 대신 가버는 오래된 증거의 문제를 해결하려는 자신의 전략이 성공하기 위해서는 그 함축관계가 전건 긍정 규칙(modus ponens)만을 만족시키면 되는 융통성을 가진다고 주장한다. 본 논문에서도 가버와 마찬가지로 '논리적-수학적 함축관계'의 의미를 명확하게 규정짓지 않고 사용하도록 하겠다 (D. Garber (1983), pp.114-115). 비록 반 프라센은 이 논리적-수학적 관계의 의미가 적절하게 제시될 수 없다는 점을 지적하며 가버의 해결방식을 비판하고 있지만 (B. van Fraassen (1988), p.157) 이 문제가 가버의 해결책을 반박하는지 하는 문제는 논란의 여지가 있다 (J. Earman (1992), pp.125-126; L. Zynda (1995), pp.81-87).

23) 이제 수성 근일점의 이동에 관한 데이터를 'M'으로 그리고 아인슈타인의 일반상대성이론을 'GTR'로 표기하겠다. 그 이유는 지금부터의 논의는 꼭 과학사의 사실에 근거하지 않기 때문이다.

이의 논리적-수학적 함축관계가 아인슈타인이나 과학자들에게 새로운 증거가 된다는 것이다. 오래된 증거 그 자체가 가설을 입증하지 않지만, 그 대신 오래된 증거는 가설과의 논리적-수학적 함축관계의 일부으로써 가설을 입증한다. 특히 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계는 M 자체를 전제하고 있기 때문에 M이 GTR을 입증하는 것으로 오해하는 것은 이해할 수 있다는 것이다. 따라서 오래된 증거가 가설을 입증한다는 아인슈타인과 과학자들의 생각은 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 M이라고 오해하는 것이거나, 아니면 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계를 간단히 M이라고 사용하고 있을 뿐이라는 것이다. 이와 같은 답변은 결국 글리머가 제시한 오래된 증거의 문제가 베이즈주의의 입증개념에 문제점을 제시하는 것이 아니라, 과학사에서 보이는 사례들이 일반적으로 잘못 이해되고 있거나 아니면 부정확하게 기술되고 있다는 주장이 될 것이다.

이와 같은 가버의 전략이 성공적인 답변이 되려면 M과 GTR사이의 논리적-수학적 관계가 아인슈타인에게 새로운 정보가 되어야 한다. 그러나 진다는 논리적-수학적 함축관계가 오래된 증거일 수 있다고 지적하며 가버의 전략이 한계를 가진다고 비판한다.²⁴⁾ 또한 이어만(J. Earman)은 아인슈타인이 이미 M과 GTR사이의 논리적-수학적 관계를 알고 있지 않았을까 생각한다. 이어만은 그와 같이 생각하는 이유의 한 가지로 다음과 같은 아인슈타인의 편지 한 구절을 인용한다:

나는 중력법칙의 상대성 이론을 연구하느라 바쁘다네. 나는 이 이론으로 아직까지 설명하지 못한 수성 근일점의 이동을 설명하고자 하네. 지금까지는 성공적이지 못했네.²⁵⁾

이어만에 의하면 위의 편지구절이 보여주는 바는 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 새로운 정보가 되지 못한다는 것이다. 그렇다면 M 자체와 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계 모두가 오래된 증거가 된다. 따라서 가버의 전략은 적어도 과학사의 한 사례에서 제시되는 오래된 증거

24) L. Zynda (1995), p.70.

25) J. Earman (1992), p.123, 재인용.

의 문제를 해결하지 못한다.

이와 같은 이어만의 비판으로부터 너무 성급한 결론을 내려서는 안 된다. 그것은 이어만이 인용한 아인슈타인의 편지구절에서 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 아인슈타인에게 있어서 새로운 정보가 되지 못한다는 점이 보인다고 해도 가버의 제안이 바로 반박되는 것은 아니기 때문이다. 즉, 가버는 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 오래된 증거일 수 있다고 생각하는 것은 잘못이라고 계속 주장할 수 있다. 가버에게 있어서 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 오래된 증거라고 하는 것은 GTR이 제시되는 순간보다 먼저 그 함축관계가 알려졌다다는 것을 뜻한다. 하지만 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계는 M 뿐만 아니라 GTR도 그 일부로 포함하고 있다. 따라서 아인슈타인이 GTR로 M을 설명하려는 의도를 지녔다고 해도 GTR을 처음 제시하는 순간보다 먼저 M과 GTR사이의 논리적-수학적 함축관계가 알려질 수는 없다. 결국 그 함축관계는 GTR에 대해 오래된 증거가 될 수 없다. 가설의 발견 순간은 그 가설의 함축관계를 인식하는 순간보다 선행할 것이고, 이 점은 가설의 논리적-수학적 함축관계가 그 가설의 도입 순간에는 새로운 증거가 될 수 있다는 점을 밝힌다. 이상의 논의는 논리적-수학적 함축관계도 오래된 증거일 수 있지 않은가 하는 이어만의 지적과 진다의 우려로 인해 가버의 전략이 반박될 수 없다는 점을 밝혀 준다.

비록 가버의 제안이 논리적-수학적 함축관계도 오래된 증거일 수 있다는 비판을 벗어난다고 할지라도 가버의 제안이 반 프라센과 마찬가지로 질적인 측면에만 초점을 맞춰 오래된 증거의 문제를 해결하려고 시도하는 이상 오래된 증거의 문제를 완전히 해결하지 못한다. 가버의 제안은 반 프라센의 전략과 마찬가지로 부분적으로는 성공적일 수 있지만 오래된 증거의 문제의 본질이라고 할 수 있는 양적인 문제는 해결하지 못한다. 비록 이어만은 이 양적인 측면의 문제를 구체적으로 언급하지 않지만, 그의 비판의 핵심은 결국 가버의 전략이 오래된 증거의 문제를 양적인 측면에서 해소하지 못한다는 점에 있다.²⁶⁾

26) J. Earman (1992), p.126.

먼저 다음의 두 질문을 비교해보자:

- (i) H와 E사이의 논리적-수학적 관계가 오래된 증거이고 E가 새로운 증거일 때, E는 H를 어느 정도 입증하는가?
- (ii) E가 오래된 증거이고 H와 E사이의 논리적-수학적 관계가 새로운 증거일 때, H와 E사이의 논리적-수학적 관계는 H를 어느 정도 입증하는가?

가버의 전략이 성공적인 답변이 되려면 위의 두 질문²⁷⁾에 대해서 동일한 답변이 나와야 한다. 하지만 가버는 그 두 답변의 입증도의 일치여부를 논의하지 않았다. 뿐만 아니라 이어만은 그 두 답변의 입증도가 일치할만한 이유가 없다고 지적한다.²⁸⁾ 이상과 같은 문제뿐만 아니라, 가버의 전략은 일상적으로 증거가 가설을 입증한다고 했을 때의 의미가 과연 증거 자체만이 새로운 정보로써 가설을 입증하는 것인지, 아니면 증거 자체와 함께 그 증거와 가설사이의 논리적-수학적 함축관계까지 새로운 정보로써 가설을 입증하는 것인지를 명확하게 밝혀야 한다는 것이다. 왜냐하면 이 두 가지는 위의 두 질문 (i)과 (ii)에 대한 답변이 둘 다 0보다 크다고 할 때 서로 다른 값이 되기 때문이다.

이어만은 위의 두 질문 (i)과 (ii)에 대한 답변이 서로 다른 값이라는 점을 논증하려 한다. 이를 위해 이어만은 E가 그 증거를 설명하기 위해 제시된 H를 설명할 수 있는가의 문제를 고려한다. 이어만은 "행위자 P가 E를 설명하기 위해 H를 제시한다"의 의미를 다음의 세 가지로 분석한다²⁹⁾:

- (i) P가 H를 제시하게 된 동기는 E를 설명하기 위한 것이었다.
- (ii) H로 결정짓기 전에 P는 E를 설명하지 못하는 다른 대안들을 제거하였다.

27) 이어만은 위의 두 질문을 다음처럼 제시한다: 첫째, 행위자에 대해 증거 E는 가설 H를 입증하는가? 둘째, 가설과 증거사이의 논리적-수학적 함축관계는 가설에 대한 행위자의 믿음의 정도를 증대시키는가? (J. Earman (1992), p.131).

28) J. Earman (1992), p.131.

29) J. Earman (1992), p.131.

(iii) P는 E로부터 출발하여 명료한 추리과정을 통해서 H에 이르렀다.

이때 (i)보다는 (ii)에서, 그리고 (ii)보다는 (iii)에서 E와 H사이의 함축 관계가 더욱 분명하다. 그것이 의미하는 바는 P가 E와 H사이의 함축관계를 새로운 증거로 학습하게 될 때 (i)보다는 (ii)에서, 그리고 (ii)보다는 (iii)에서 H에 대한 입증도가 감소한다는 것이다. 특히 (iii)이 참인 상황에서 E와 H사이의 함축관계가 H에 대해 갖는 입증도는 미미한 것으로 보인다. 그러나 실제 과학자들이 H에 대해 갖는 E의 입증도는 변화하지 않는 것 같다. 즉, E의 입증도는 E와 H사이의 함축관계와는 상관없이 일정한 것으로 보인다. 그렇다면 P가 E로부터 받는 H에 대한 입증도는 E와 H사이의 함축관계로부터 측정될 수는 없다. 따라서 E와 H사이의 논리적-수학적 함축 관계를 새로운 증거로 하여 오래된 증거의 문제를 해결하려 하는 가버의 제안은 실제 과학자의 입증도를 정확하게 측정해내지 못한다.

결국 가버의 전략은 오래된 증거의 문제에 대해 질적인 측면에서는 하나의 해결책이 될 수 있을지 모르지만, 양적인 측면에서는 반 프라센의 전략과 마찬가지로 이유에서 실패한다.

7. 맺는말

이상에서 필자는 오래된 증거의 문제가 베이즈주의에서 제시하는 입증개념과 실제 과학자가 사용하는 입증개념사이의 이질성을 지적하고 있다는 점을 밝혔다. 또한 필자는 반 프라센과 가버가 제시하는 해결책들을 검토하고, 이들의 답변 모두가 오래된 증거의 문제의 부분적인 해결책에 지나지 않는 것은 문제의 본질이 질적인 측면을 넘어서서 양적인 측면에 있다는 사실을 간과한 데에 있다고 지적하였다. 결국 필자는 오래된 증거가 가설을 입증할 수 없다는 생각을 고수하는 한, 어떤 입증개념도 실제 과학자들이 갖고 있는 입증개념과는 다를 수밖에 없다는 결론에 이르렀다.

이제 한 걸음 물러서서 베이즈주의자는 오래된 증거의 문제에 대해 어떻게 대응할 수 있을 것인가를 다시 생각해보자. 하나의 방법은 입증개념을 두

가지로 구분하는 것이다. 즉, 베이즈주의의 정의에 따른 입증개념과 베이즈주의의 정의에는 어긋나지만 실제 과학자가 인정하고자 하는 입증관계를 규정하는 입증개념이다. 이 때 두 번째의 입증개념은 베이즈주의에서 입증도가 0으로 계산되지만 그럼에도 불구하고 실제 과학자들이 입증관계에 있다고 인정하는 특수한 경우들을 규정한다. 글리무어가 과학사의 예로 제시한 경우들은 모두 이 두 번째 경우에 속한다.

하지만 이와 같이 입증개념을 두 가지로 구분하려는 시도는 좀 더 극단적인 접근법을 필요로 한다. 그것은 베이즈주의의 입증개념에 따라 계산되는 입증도가 0이 되는 경우들 중에서, 어떤 것이 특수한 경우가 되어 입증관계에 있고 또 어떤 것이 입증관계에 있지 않은지를 구분할 기준이 분명하지 않기 때문이다. 서두에서 언급한 바와 같이 베이즈주의의 입증개념이 실제 과학자의 입증개념과 모든 측면에서 일치하지 않는 것은 전자가 대칭적 관계에 있는 데에 반해 후자는 그렇지 못하다는 점에서 분명히 밝혀졌다. 입증개념을 두 가지로 구분하려는 시도는 마찬가지로의 전략을 택할 수 있다. 즉, 글리무어가 과학사로부터 추출한 두 번째의 입증개념에 속하는 경우들은 과학자들이 사용하고 있는 입증개념의 지엽적 측면을 밝혀줄 뿐이라고 주장하는 것이다. 베이즈주의에서 제시하고 있는 입증개념은 실제 과학자가 사용하고 있는 입증개념의 가장 핵심적인 측면을 제시하려는 것이고, 그 모든 측면을 다 반영하고자 하는 것은 아니다. 그렇기 때문에 입증개념의 지엽적인 측면을 제시하고 있는 오래된 증거의 문제는 베이즈주의에 타격을 줄만큼 심각하지 않다는 것이다. 이것은 오래된 증거의 문제가 문제라고 생각하는 것 자체가 잘못이라는 극단적인 옹호책이다.

위와 같은 문제 자체의 부정에 의한 옹호책 이외에도, 베이즈주의자는 오래된 증거의 문제들이 발생하는 과학사의 경우들에서 입증관계의 양적인 측면을 정확하게 측정할 수 있는 방법을 모색하여 오래된 증거의 문제를 해결할 수 있다. 이러한 해결방식은 물론 글리무어가 과학사로부터 추출한 경우들을 포함할 수 있는 입증개념이 베이즈주의 안에서 어떻게 설명되고 또 그 입증도가 어떻게 정확하게 측정될 수 있는가 하는 구체적 방법을 제시해야 할 것이다.

비록 오래된 증거의 문제를 양적인 측면에서 직접 공략하려는 접근방식은

성공하지 못할 것이라는 의견³⁰⁾이 지배적이기는 하지만 논자는 하우슨(C. Howson)이 제시하는 반사실적(counterfactual) 접근방식³¹⁾이 그 가능성을 보여주고 있다고 생각한다. 반사실적 접근방식은 오래된 증거인 E가 배경지식 K에 속하지 않는 반사실적 상황 K- $\{E\}$ 를 가정해서 P(H | K)와 P(H | K- $\{E\}$)의 차이를 계산하면 H에 대한 E의 입증도를 결정할 수 있다는 주장이다. 이 주장은 K- $\{E\}$ 를 어떻게 정의하는가 그리고 P(H | K- $\{E\}$)를 어떻게 결정하는가 등의 문제점들³²⁾을 해결해야 하지만, 적어도 반사실적 접근방식은 오래된 증거의 문제를 질적인 측면에서가 아니라 양적인 측면에서 접근하고 있기 때문에 오래된 증거의 문제를 완전하게 해결할 수 있는 가능성을 가진다.

반사실적 접근방식이 갖는 이와 같은 가능성이 과연 오래된 증거의 문제를 어떻게 완전히 해결할 수 있을 것인가의 물음은 다음 기회로 미룬다. 본 논문은 오래된 증거의 문제의 본질이 반 프라센이나 가버의 전략이 해결할 수 없는 양적인 문제에 있다는 사실을 지적함으로써, 베이즈주의의 입증개념이 무엇인가를 어느 정도 분명하게 한다는 점에 만족하고자 한다.

참고문헌

- Barnes, E. (1999), "The Quantitative Problem of Old Evidence", *British Journal for the Philosophy of Science*, 50, pp.249-264.
- Chihara, C. (1987), "Some Problems for Bayesian Confirmation Theory", *British Journal for the Philosophy of Science*, 38, pp.551-560.

30) C. Glymour (1980), B. van Fraassen (1988), E. Eells (1985) 등이 반사실적 접근방식에 회의적이다.

31) C. Howson은 (1987) 등에서 반사실적 접근방식을 오래된 증거의 문제에 대한 해결책으로 제시하고 있다.

32) 이와 같은 비판은 특히 C. Chihara (1987)가 분명하게 제시하고 있다.

- Christensen, D. (1999), "Measuring Confirmation", *Journal of Philosophy* 99, pp.437-461.
- Earman, J. (1992), *Bayes or Bust?*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Eells, E. [1985]: "Problems of Old Evidence", *Pacific Philosophical Quarterly*, 66, pp.283-302.
- Garber, D. (1983), "Old Evidence and Logical Omniscience in Bayesian Confirmation Theory", in J. Earman (ed.) (1983), *Testing Scientific Theories*, Vol. X of Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Minneapolis: University of Minnesota Press, pp.99-131.
- Glymour, C. (1980), *Theory and Evidence*, Princeton: Princeton University Press.
- Good, I. J. (1971) "46656 Varieties of Bayesians", *American Statistician* 25, pp.62-63.
- Howson, C. (1985), "Some Recent Objections to the Bayesian Theory of Support", *British Journal for the Philosophy of Science*, 36, pp.305-309.
- Howson, C. (1991), "The "Old Evidence" Problem", *British Journal for the Philosophy of Science*, 42, pp.547-555.
- Howson, C. and Urbach, P. (1993), *Scientific Reasoning: The Bayesian Approach*, La Salle, IL: Open Court.
- Kaplan, M. (1996), *Decision Theory as Philosophy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Fraassen, B. (1988), "The Problem of Old Evidence" in D. F. Austin (ed.) (1988), *Philosophical Analysis, Dordrecht: Kluwer Academic*, pp.153-165.
- Zynda, L. (1995), "Old Evidence and New Theories", *Philosophical Studies* 77, pp.67-95.