

베이즈주의의 사전 확률과 과학적 객관성*

여 영 서

주제분류 과학철학

주요어 베이즈주의, 사전 확률, 주관성, 객관성, 수렴

요약문

베이즈주의는 사전 확률이 주관적이어서 과학적 객관성을 확보하지 못한다고 비판받아왔다. 이러한 비판의 대상이 되는 사전 확률의 의미는 아무런 정보를 전제하지 않는다는 것으로 절대적인 사전 확률이라고 할 수 있다. 그러나 절대적인 사전 확률은 실제로 존재하지 않는다. 실제로 작동하는 베이즈주의가 전제하는 사전 확률은 배경 지식에 상대적인 것이다. 이것은 또 과학자로서의 경험 등을 반영하고 있다. 이에 실제로 작동하는 베이즈주의가 전제하는 사전 확률은 선택의 해석에 따른 사전 확률과 마찬가지로 객관적이라고 할 수 있다. 과학자들이 서로 다른 사전 확률을 지녔더라도 베이즈주의가 제공하는 수렴 정리는 계속적인 증거의 입수에 의해 사전 확률의 의미를 희석시킨다. 이상의 논의가 비록 실제로 작동하는 베이즈주의가 전제하는 사전 확률의 주관성을 완전히 제거하지는 못하겠지만, 실제 과학적 활동에서 요청하는 과학적 객관성은 제공할 수 있다는 것이 본 논문의 결론이다.

* 이 논문은 2003년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (2003-074-AS0017)

1. 들어가기

베이즈주의는 과학적 객관성을 확보할 수 있는가? 많은 과학철학자들은 베이즈주의의 사전 확률(prior probability)이 주관적으로 부여된다는 점을 지적하며, 베이즈주의가 과학적 객관성을 확보할 수 없다고 비판한다. 분명히 과학적 객관성을 확보할 수 없는 베이즈주의는 올바른 과학적 방법이라고 할 수 없다. 그러나 사전 확률이 주관적으로 부여된다고 해서 베이즈주의가 과학의 객관성을 확보할 수 없다는 결론이 도출되는지는 따져볼 문제이다. 특히 사전 확률이 주관적으로 부여된다는 주장의 의미를 명료히 할 필요가 있다.

베이즈주의가 과학적 객관성을 확보하기 어렵다는 비판은 기본적으로 베이즈주의의 주관적 확률 해석을 문제로 삼는다. 믿음의 정도(degree of belief)라고 불리는 베이즈주의의 주관적 확률은 명제에 부여되는 것으로 0과 1 사이의 수를 통해 제시된다. 그것은 명제가 참이라고 하는 개인의 의견이다. 따라서 주관적 확률은 명제의 객관적 사실이기보다는 명제에 대한 개인의 의견을 기술하고 있는 심리적 사실이라고 할 수 있다. 이 점에 대해 새비지(Savage)와 같은 베이즈주의자는 믿음의 정도라는 확률 해석이 통계학에서 의견이 제공할 수 있는 역할을 부활시켰다고 보며 긍정적으로 평가한다.¹⁾ 이러한 입장과는 달리 베이즈주의를 비판하는 메이요(Mayo)와 같은 학자들은 과학적 추론의 문제를 다루는데 있어 의견의 역할을 인정하는 것은 잘못이라고 지적한다.²⁾ 가능한 한 개인적인 의견, 선호, 편견 등을 배제하는 것이 세계에 대한 지식을 확보하는 데에 도움이 된다는 것이다.

베이즈주의의 주관적 확률 해석 문제를 가장 극명하게 드러내는 요소가 베이즈 정리(Bayes' theorem)에서 핵심이 되는 사전 확률이다. 사전

1) Mayo, 1996, p.82에서 재인용(Savage, 1964, p.178.)

2) Mayo, 1996, p.82

확률의 주관성을 부정하는 베이즈주의자들은 그렇게 많지 않기 때문이다.³⁾ 조건부 확률(conditional probability)의 정의, 즉 $P(h | e \& K) = P(h \& e | K) / P(e | K)$ 에서 도출⁴⁾되는 베이즈 정리는 $P(e | K) \neq 0$ 과 $P(h | K) \neq 0$ 이라는 가정 아래 다음 (B)와 같이 제시할 수 있다.

$$(B) \quad P(h | e \& K) = [P(h | K) \times P(e | h \& K)] / P(e | K)$$

이 때 사전 확률은 (B) 우변의 $P(h | K)$ 이다. (B)의 좌변 $P(h | e \& K)$ 가 사후 확률(posterior probability)이고, 우변의 $P(e | h \& K)$ 가 가능도, 그리고 $P(e | K)$ 가 증거의 기댓값이다.

베이즈주의가 과학적 객관성을 확보하기 어렵다는 비판의 핵심에 사전 확률이 놓여 있는 이유는 베이즈주의의 여러 형태가 사전 확률을 제외한 가능도와 증거의 기댓값을 객관적으로 결정할 수 있다고 전제하기 때문이다. 물론 가능도와 증거의 기댓값을 객관적으로 결정할 수 있다는 점을 강조할 때 베이즈주의는 수렴 정리에 의존하여 사전 확률이 주관적으로 결정되더라도 베이즈주의가 주관적이라는 비판을 벗어날 수 있다고 본다. 수렴 정리에 따르면, 증거의 습득에 따른 확률 수정 과정은 개개인 이 서로 다른 사전 확률로부터 출발하였더라도 궁극적 결과인 사후 확률 (posterior probability)을 모두 수렴시켜 객관적 확률을 갖도록 하기 때문이다. 확률 공리만을 제한 조건으로 삼아 결정되는 사전 확률은 개인에 따라 서로 다를 수 있기는 하지만, 베이즈주의는 수렴 정리에 의해 과학적 객관성을 확보할 수 있다는 입장이다.

3) 사전 확률이 객관적으로 결정될 수 있다고 보는 입장은 객관적 베이즈주의이다. 객관적 베이즈주의에서 사전 확률은 확률 공리뿐 아니라 경험적 정보 및 비경험적 조건 등의 추가적인 제한 조건에 따라 결정된다. 제인스(E. Jaynes)가 제시한 엔트로피 극대화의 원리(principle of maximum entropy) 등과 같은 것이 사전 확률을 객관적으로 결정하게 하는 비경험적인 추가적 조건이다. 객관적 베이즈주의는 엔트로피 극대화의 원리와 같은 추가적인 제한 조건을 정당화할 수 있을 경우 과학적 객관성을 확보하기 어렵다는 비판을 쉽게 피할 수 있다.

4) 자세한 도출 과정은 줄고 “베이즈주의와 오래된 증거의 문제”(2003) 참조.

본 논문은 사전 확률의 의미를 명료하게 밝혀, 수렴 정리에 의해 과학적 객관성을 확보하려는 베이즈주의의 답변과 함께 사전 확률이 어느 정도 주관적이라는 점을 인정한다고 하더라도 그 정도의 주관성은 과학적 객관성을 위협하는 것이 아니라고 주장할 것이다.

2. 사전 확률의 의미

베이즈가 베이즈 정리를 증명한 것으로 알려져 있고⁵⁾ 베이즈가 베이즈 정리를 처음으로 통계학적 문제 해결에 응용했기 때문에 베이즈주의는 베이즈의 이름을 따고 있다. 비록 베이즈주의는 확률론의 법칙 중 하나인 베이즈 정리를 가리키는 것이 아니지만 과학적 방법을 확률적 관계로 분석하고자 하는 철학적 입장으로써 베이즈 정리를 그 핵심으로 삼고 있다.

베이즈 정리를 제시할 때 위의 (B)처럼 배경 지식 K 를 표기할 수 있는데, 이것은 종종 생략되곤 한다. 이에 사전 확률은 $P(h | K)$ 가 아니라 $P(h)$ 로 표기되기도 한다. 하지만 사전 확률이 정확히 무엇을 의미하는지의 문제를 생각해야 하는 경우 K 를 표기할 것인가 말 것인가의 문제는 K 가 의미하는 바가 구체적으로 무엇인지에 따라 중요한 결정이 될 수 있다.

논의의 대상이 특정한 가설 h 와 특정한 증거 e 이고, K 가 e 를 제외한 여러 가지 경험적 정보를 포함한다면, $P(h | K)$ 가 의미하는 바는 e 를 얻기 이전의, 즉 e 를 포함하지 않은 배경 지식을 근거로 하여 개인이 h 에 부여하는 믿음의 정도이다. 이 경우 $P(h | K)$ 는 e 에 상대적인 사전 확률이라고 할 수 있다. 이와는 달리 K 가 어떤 경험적 정보도 포함하지 않고 다만 논리적이고 수학적인, 추론 관계의 최소한의 지식만을 의미한다면,

5) 하우스에 따르면, 베이즈 정리를 증명한 사람은 정확하게 말하자면 라플라스(Laplace)이다. (Howson, 2002, p.39)

이때의 사전 확률은 $P(h | K)$ 보다는 $P(h)$ 로 표기하는 것이 적절할 수 있는 절대적인 의미의 사전 확률이라고 할 수 있다. 이 경우 사전 확률은 논의의 대상인 e 에 상대적인 것이 아니라 모든 종류의 경험적 정보에 선행하는 것이다. 따라서 절대적인 의미의 사전 확률은 아무런 정보를 갖지 않은 상태에서 개인이 가설에 대해 부여하는 믿음의 정도이다.

절대적인 의미의 사전 확률은 베이즈주의 메커니즘의 출발점으로 볼 수 있기 때문에 베이즈주의의 중요한 전제가 될 수 있다. 베이즈주의 메커니즘은 사전 확률이 제시되면 가능도와 증거의 기댓값에 따라 조건화 원리에 의해서 사후 확률을 계산할 수 있게 한다. 그리고 그 사후 확률은 이후에 새로운 정보가 입수될 때에 다시 사전 확률의 역할을 하게 된다. 이렇게 새로운 정보가 계속 입수됨에 따라 사후 확률은 다시 사전 확률의 역할을 하며 새로운 정보가 가설에 끼친 영향을 반영하는 변화 과정을 계속 겪게 된다. 그와 같은 베이즈주의 메커니즘은 조건화 원리에 의한 수정 과정에서 새로운 정보를 반영하여 사전 확률을 변화시켜 가는데, 이때의 사전 확률은 절대적인 의미의 사전 확률과 구분하여 증거에 상대적인 사전 확률이라고 할 수 있다.

베이즈주의의 사전 확률 문제를 다룰 때, 특히 사전 확률을 어떻게 결정할 것인가의 문제를 다룰 때 다수의 철학자들은 절대적인 의미의 사전 확률을 거론한다. 그 이유는 아마도 다수의 철학자들이 절대적인 의미의 사전 확률을 베이즈주의 메커니즘의 출발점이라고 생각하기 때문인 듯하다. 증거에 상대적인 사전 확률은 절대적인 의미의 사전 확률에 의존하여 베이즈주의 메커니즘의 적용 과정에서 나온 것이니까 사전 확률을 어떻게 결정할 것인가의 문제를 다룰 때 논외가 된다고 보는 것이다.

또 경험으로부터의 학습이라고 하는 베이즈주의의 메커니즘을 가장 잘 강조하는 사전 확률의 부여 방식으로 모든 가설들에 대해 동일한 사전 확률을 부여하는 방식이 자주 거론된다. 이것은 모든 가능성이 동일한 확률로 발생한다고 선형적으로 전제하는 것이다. 그러나 무차별의 원리가 지닌 문제점에서 드러나는 것처럼, 모든 가능성을 어떻게 나열하느냐에

따라 동일한 확률을 부여받아야 하는 가능성이 서로 다르게 분류될 수 있다. 모든 가능성이 동일한 확률로 발생한다고 할 때에도 모든 가능성을 특별한 방식으로 제시하는 것이고, 이것은 아무런 정보도 갖지 않은 상태가 아니라는 것이다. 하우스슨(Howson)이 주장하듯이 “아무런 정보도 갖지 않은 사전 확률은 없다.”⁶⁾

무차별의 원리가 아니더라도 절대적인 의미의 사전 확률을 부여하는 것이 가능하지 않다는 판단과 아무런 정보도 갖지 않은 상태가 가능하지 않다는 판단은 베이즈주의 메커니즘이 꼭 절대적인 의미의 사전 확률로부터 출발해야 한다고 결론짓지는 않게 한다. 특히 절대적인 의미의 사전 확률이 실제로 존재한다기보다는 경험으로부터의 학습이라고 하는 측면을 강조하기 위해 가정된 것이라는 점을 생각하면 더욱 그렇다.

절대적인 의미의 사전 확률이 존재하지 않는 것이라고 해서 베이즈주의 메커니즘의 출발점이 조건화 규칙에 따른 변화 과정 속에 있는 증거에 상대적인 사전 확률이라고 할 수는 없다. 이에 과학적 방법으로 활용되는 베이즈주의의 사전 확률은 절대적인 의미의 사전 확률도 아니고, 특정 증거에 상대적인 사전 확률도 아닌 새로운 것이어야 한다. 필자는 이것을 배경 지식에 상대적인 사전 확률이라고 부르겠다. 배경 지식에 상대적인 사전 확률은 베이즈주의 메커니즘의 출발점이 되기는 하지만 아무런 정보도 없는 상태에서 부여되는 것이 아니다. 그것은 개인이 지닌 배경 지식을 토대로 부여된 것이고, 그 부여 시점은 조건화 규칙에 따라 증거의 영향력을 반영하기 이전이다. 배경 지식에 상대적인 사전 확률의 특성을 자세히 제시해야 하겠지만, 이 점은 추후의 논의를 통해 자연스럽게 드러날 수 있을 것이다.

이상의 내용을 정리하면 본 논문에서 초점으로 제시하는 베이즈주의의 사전 확률은 다음과 같은 특징을 지닌 것으로 이해할 수 있다. 즉 사전 확률은 가설에 부여되는 것으로 배경 지식에 상대적이다. 또 사전 확률은 가설이 참이라고 하는 과학자의 의견으로 0과 1 사이의 수를 통해 제

6) Howson, 2002, p. 56.

시된다. 이 때 과학자의 의견은 새로운 정보를 입수하기 이전의 배경 지식에 근거한 것이다. 즉 조건화 규칙에 따라 새로운 정보를 반영하는 의견의 수정 과정을 거치기 이전 상태에 과학자가 지닌 가설에 대한 의견이다. 따라서 사전 확률은 가설에 대한 객관적 사실이기보다는 과학자의 심리 상태를 기술한 심리적 사실이라고 할 수 있다.

3. 사전 확률의 주관성

베이즈주의가 과학적 객관성을 확보할 수 있는가의 문제를 사전 확률의 주관성 문제로 좁혀 놓고 보면 그 비판의 내용은 매우 간단하다. 사전 확률이 주관적이기 때문에 과학적 탐구에 이용될 수 없다는 것이다. 일반적으로 베이즈주의는 사전 확률을 부여하는 기준으로 기본적인 확률 공리 이외에 아무런 추가 조건을 제시하지 않는 것으로 알려져 있다. 따라서 확률 공리만 지키면 하나의 가설에 대해서 어떤 과학자가 0.01의 사전 확률을 부여하고 다른 과학자가 0.99의 사전 확률을 부여하는 것이 허용된다. 이것은 사전 확률의 값이 임의적으로 결정될 수 있다는 것을 의미한다고 이해되고, 베이즈주의는 많은 비판에 직면하게 된다. 그러나 이러한 비판의 대상이 되는 사전 확률은 앞에서 설명한 바와 같이 배경 지식에 상대적인 사전 확률이 아니라 절대적인 의미의 사전 확률이다. 절대적인 의미의 사전 확률은 확률 공리 이외에 어떤 제한 조건도 갖지 않기 때문에 위의 예에서처럼 대단히 그럴듯하지 않은 방식으로 사전 확률이 부여되는 것을 허용한다. 바로 이 점은 베이즈주의의 사전 확률이 제멋대로라는 비판을 받을 수 있는 소지를 제공한다.

베이즈주의의 사전 확률이 주관적이어서 임의적으로 부여할 수 있는 것이라는 생각은 베이즈주의에 적대적인 입장을 취하는 여러 학자들에게서 공통적으로 나타난다. 자신의 에러 통계학(error statistics)을 옹호하는 과정에서 베이즈주의를 다각도로 비판하는 메이요(Mayo) 역시 베이즈주

의의 사전 확률이 주관적이어서 과학적 탐구에 사용하기 어렵다고 주장한다. 메이요에 따르면 과학자들은 그들이 탐구하는 가설에 대해 사전 확률을 가지지 않는 것처럼 보일 뿐만 아니라 설사 과학자들이 사전 확률을 가진다고 하더라도 과학자들이 사전 확률을 가지는 것은 경험으로부터의 학습이라는 과학의 특성을 드러내는 데에 도움이 되지 않는다는 것이다. 따라서 메이요는 어떤 가설에 대해 무엇이 증거인지 아닌지의 문제 등이 단지 의견의 문제로 바뀐다면, 그것은 “어떻게 해도 좋다”는 식의 입장이 아니냐고 반문한다.⁷⁾

소버(Sober) 역시 사전 확률이 주관적이기 때문에 과학적 탐구 과정에서 증거로서의 힘을 전혀 갖지 못한다고 비판한다. 소버는 특히 두 경쟁하는 가설에 대해 개개의 과학자가 서로 다른 ‘느낌(feeling)’ 또는 같은 느낌을 가질 수 있지만 그와 같은 느낌이 왜 인식론적으로 이론 선택의 문제에 유관한지 이해할 수 없다고 말한다. 과학이 가설에 대한 객관적이고 공적인 평가와 관련된 일이라면 베이즈주의의 주관적인 느낌은 어떤 과학적 지위도 부여받을 수 없다는 것이다.⁸⁾

그러나 베이즈주의에서 믿음의 정도를 말하고 과학자의 의견을 말하는 데, 그것을 ‘느낌’이라거나 ‘취향’ 또는 ‘기호’라고 기술하는 것은 공정한 평가라고 보기 어렵다. 또 베이즈주의에서 사전 확률이 객관적이 아니라 주관적으로 결정되며 0부터 1 사이의 어떤 값도 부여받을 수 있다고 말하더라도 그 값이 임의적으로, 제멋대로 결정된다는 것을 의미하는 것인지는 다시 생각해 볼 문제이다. 베이즈주의에서 확률은 믿음의 정도이고, 그 믿음의 정도는 최소한 확률 공리라는 제한 조건을 만족시켜야 하기 때문에, 사전 확률이 정말 아무렇게나 결정되는 것은 아니다. 나아가 절대적인 의미의 사전 확률이 아니라 배경 지식에 상대적인 사전 확률이라고 한다면 이제는 사전 확률이 확률 공리뿐만 아니라 배경 지식이라는 제한 조건을 가지게 된다. 특히 가설에 대한 과학자의 의견을 기술하는

7) Mayo, 1991, p. 82.

8) Sober, 2002, p. 24.

것으로 사전 확률을 이해한다면 과학자의 배경 지식은 사전 확률을 결정하는 데에 커다란 역할을 할 것으로 기대된다. 배경 지식이 언제나 명료하지는 않지만 말이다. 따라서 사전 확률이 제멋대로라고 말하는 것은 베이즈주의에 대한 정확한 이해가 없는 선부른 판단이다.

개인주의적 베이즈주의를 제시하여 사전 확률의 주관적 측면을 극단적으로 드러내고 있는 드 휘네티(De Finetti)는 객관적 확률은 절대 존재하지 않는다는 주장을 펼침으로써 베이즈주의가 과학적 객관성을 확보할 수 없다는 비판을 낳았다. 하지만 드 휘네티의 그와 같은 주장조차도 그 의미를 정확하게 이해한다면 사전 확률이 제멋대로 결정될 수 있다는 뜻이 아니다. 갈라보티(Galavotti)에 따르면, 드 휘네티가 객관적 확률을 부정한 것은 객관적 확률이 쓸모가 없을 뿐만 아니라 의미조차 지니지 못한다는 측면에서 형이상학적 개념과 마찬가지로 보았기 때문이다.⁹⁾ 드 휘네티가 객관적 확률을 부정했다고 해서 확률이 과학적 객관성을 요청하는 과학적 방법의 요소로써 주어진 역할을 할 수 없다는 입장을 취하지는 않았다는 것이다.

드 휘네티가 객관적 확률을 부정하면서도 확률이 과학적 방법의 요소로 작용할 수 있다고 말할 수 있는 근거는 수렴 정리에 의해서이다. 드 휘네티는 수렴 정리의 의미를 강조하기 위해서 확률 공리만 지키면 사전 확률이 어떻게 결정되더라도 지속적인 증거의 축적에 따라 결국 사전 확률의 주관적인 요소가 제거될 것이라고 말한다. 이렇게 예외적인 상황에 대해서도 아무런 문제가 없다는 것을 강조하다보니 베이즈주의를 비판하는 입장에서는 그런 예외적인 상황처럼 사전 확률을 부여하는 방식을 베이즈주의에서 적극적으로 옹호하고 있다고 여기게 되었다. 특히 그런 예외적인 사전 확률의 부여가 오히려 베이즈주의에서 사전 확률을 부여하는 방식의 핵심이 되는 것처럼 오해하여, 베이즈주의의 사전 확률은 임의적으로 결정될 수 있다고 생각한 것이다. 따라서 사전 확률이 제멋대로라고 하는 오해는 베이즈주의자가 조장한 측면이 없지 않다. 사전 확

9) Galavotti, 2001, p. 167.

률에 대한 적절한 설명이 필요한 것은 바로 이러한 오해를 풀기 위해서이다. 서로 다른 과학자의 의견을 허용한다는 측면에서 사전 확률이 주관적이라고 할 수는 있지만, 취향이나 느낌, 또는 제멋대로 아무 값이나 취할 수 있다는 의미에서 사전 확률을 주관적이라고 하는 것은 부정확한 설명이다. 적어도 사전 확률이 개인의 감정에 따라 이렇게도 정해졌다가 저렇게도 정해지는 임의적인 것은 아니다.

그럼에도 불구하고 여전히 사전 확률은 주관적이라는 비판이 성립할 수 있다. 사전 확률이 임의적으로 결정되는 것이 아니라고 할지라도 여전히 사전 확률은 배경지식과 확률 공리이외의 다른 제한 조건을 지니지 않기 때문이다. 서로 다른 행위자의 배경지식이 정확하게 동일하다고 말하기도 어렵거니와 배경지식이 정확하게 동일하다고 인정한다고 하더라도 서로 다른 행위자는 사전확률을 부여하기 위한 근거 기준이 서로 다를 수 있고, 또 서로 다른 강도로 적용할 수 있기 때문이다. 따라서 사전 확률이 임의적으로 결정되는 것이 아니라는 점을 받아들이더라도 여전히 사전확률이 객관적이라고 주장할 수는 없다.

4. 수렴 정리

사전 확률이 제멋대로 결정되는 것이 아니라고 할지라도 베이즈주의는 사전 확률이 개인에 따라 서로 다르게 제시될 수 있다는 점을 인정하기 때문에 과학적 객관성을 담보할 수 있는지에 대한 의심을 받을 수 있다. 이와 같은 사전 확률의 주관성에 대한 지적에 가장 일반적이고 효과적인 베이즈주의의 답변은 수렴 정리를 제시하는 것이다. 수렴 정리는 과학자들이 지닌 사전 확률의 차이가 시간이 흐름에 따라, 즉 증거가 계속 입수됨에 따라, 점점 희석되어 결국 가설에 대한 입장을 구성함에 있어 사전 확률은 점점 덜 중요한 요소가 된다고 말한다. 비록 단기적으로는 사전 확률의 영향 때문에 개개의 과학자가 증거의 의의에 대해 서로 다르

게 평가하고 각각의 가설에 대해 서로 다른 입장을 지닐 수 있어도, 장기적으로는 증거의 의의가 점점 더 큰 영향력을 발휘하여 과학자들은 각각의 가설에 대해 점점 더 유사한 입장을 취하게 되며, 결국 하나의 가설에 수렴하는 입장을 취하게 된다는 것이다.

수렴 정리는 엄밀한 수학적 결과이다.¹⁰⁾ 하지만 이어만(Earman)에 따르면, 수렴 정리가 과학적 객관성을 담보한다는 입장을 유행시키는 데에 결정적인 역할을 한 것은 다음과 같은 종류의 두 진술이다.¹¹⁾

동전을 던질 때 어느 면이 나올지에 대한 당신의 의견은 당신 친구의 의견과 완전히 다를 수 있다. 하지만 결국 당신의 의견과 당신 친구의 의견은 대체로 거의 구분할 수 없게 변화할 것이다. 그것은 동전던지기 실험을 오랜 동안 계속하고 베이즈 정리를 적용한 결과이다.¹²⁾

베이즈주의의 입장을 깊이 있게 이해하기 위해서는 다음을 이해하는 것이 매우 중요하다. 즉 실험을 수행하기 이전에 가지고 있던 믿음을 표현하는 사전 확률이 어떤 형태인지는 중요한 문제가 아니라는 것이다. ... 왜냐하면 실제 세계의 일상적이고 과학적인 경험을 다루는 데에 있어서 베이즈주의자에게 중요한 것은 합의에 도달하는 체계적인 방법의 존재이기 때문이다. ... 잘 디자인된 실험은 그 결과의 명료함과 날카로움으로 서로 다른 사전 확률을 압도할 것이고, 그에 따라 사전 확률이 다양하다는 점을 무의미하게 만들 것이다.¹³⁾

수렴 정리는 가능도를 객관적인 것으로 전제할 것인가 말 것인가에 따라 두 종류로 구분할 수 있다. 첫째는 강한 의미의 수렴 정리이다. 그것은 확률 조화 원리(probability coordination principle)에 의해 가능도가 물리적 가능도(physical likelihood)에 대응하는 것이라고 가정한 후, 의견

10) 이어만은 새비지(1954)의 제시 방식을 응용하여 수렴 정리의 수학적 결과를 간단하게 제시하고 있다. Earman, 1992, pp. 142-143.

11) Earman, 1992, p. 141.

12) Earman, 1992, p. 141. 재인용 (Edwards, Lindman, and Savage, 1963, p. 197.)

13) Earman, 1992, p.142. 재인용 (Suppes, 1966, p.204.)

의 일치를 낳을 수렴이 이루어질 물리적 확률값(physical probability)이 높다고 말한다. 반면 약한 의미의 수렴 정리는 그러한 가정을 하지 않아 개인에 따라 가능도가 다를 수 있다고 한 후, 개개인은 진리로 의견이 수렴될 것이라는 것에 대해 주관적으로 높은 확률값을 지닌다고 말한다. 수렴 정리는 또 궁극적 수렴 정리(eventual convergence theorem)와 항상적 수렴 정리(constant convergence theorem)로도 구분된다. 궁극적 수렴 정리는 미래의 어느 시점에, 그 시점이 정확히 언제인지는 제시할 수 없지만, 수렴이 일어난다고 말한다. 항상적 수렴 정리는 수렴이 언제나 일어나고 있다고 말한다. 즉 어떤 기간 동안이라도 진리로의 수렴이 일어나고 있다는 것이다.¹⁴⁾

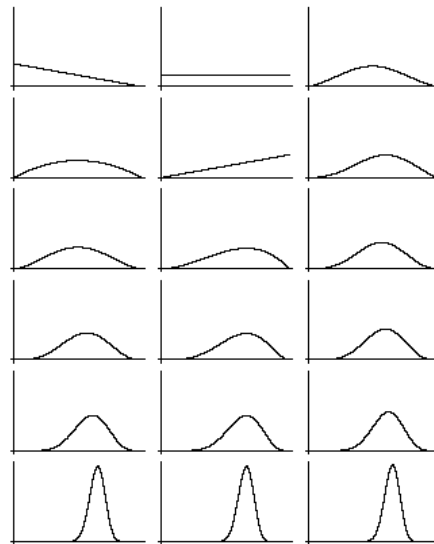
이와 같이 여러 방식으로 제시될 수 있는 베이즈주의의 수렴 정리는 근본적으로 큰 수의 법칙(the law of large numbers)에서 나온다. 그 법칙에 따르면 더 많은 실험을 할수록 확률값이 수렴하게 된다는 것이다. 예를 들어 동전을 던져 앞면이 나오는 확률을 구한다고 생각해보자. 표준적인 동전이라면 동전을 점점 더 많이 던질 때 그 확률은 점점 더 0.5에 가깝게 된다. 이렇게 동전던지기 실험에서 수렴이 일어나는 것은 각각의 동전던지기 실험이 확률적으로 독립적이기 때문이다. 즉 첫 번째 동전던지기 실험의 결과는 두 번째 동전던지기 실험의 결과에 아무런 영향을 끼치지 못한다. 따라서 각각의 동전던지기 실험이 특별히 다른 상황에서 진행되는 것이 아니라면 그 실험 결과는 앞면이 나오는 실험 결과에 대해 하나의 값 즉 0.5로 수렴하게 되는 것이다.

그러나 확률적 독립성을 전제할 수 있는 것은 주관적 확률이 아니라 물리적 확률을 전제하기 때문이다. 베이즈주의는 주관적 확률을 통해 경험으로부터 학습을 강조하기 때문에 간단하게 확률적 독립성을 전제하며 수렴 정리를 도출할 수 있는 큰 수의 법칙을 이용할 수 없게 된다. 이 때 드 휘네티는 교환가능성(exchangeability)이란 개념을 제시하여 베이즈

14) 이와 같은 수렴 정리의 구분은 스트레븐스의 제안에 따른 것이다. Strevens, 2006, p.84, p.92.

주의가 수렴 정리를 이용할 수 있게 한다.¹⁵⁾ 베이즈주의는 확률적 독립성 대신 교환가능성을 전제하여 수렴 정리를 도출할 수 있게 된 것이다.

수렴 정리는 사전 확률이 아무리 달라도 증거가 입수되는 대로 합의를 이뤄갈 수 있다는 점을 보여주며 베이즈주의의 사전 확률이 주관적이라는 비판에 답변할 수 있게 한다. 스트레븐스(Strevens)가 제시한 다음 <그림 1>은 아무리 다른 사전 확률을 지니고 있더라도 결국 의견의 수렴이 일어나며, 그 과정이 어떠한지를 보여준다.



<그림 1>¹⁶⁾

15) Howson, 2006, p. 88. 교환가능성 개념은 다음의 두 조건부 확률이 같다는 것에 의해 제시된다. 즉 $e_{k1} \& e_{k2} \& \dots e_{kn}$ 는 $e_{j1} \& e_{j2} \& \dots e_{jm}$ 의 순서를 자유롭게 바꾼 것이라고 할 때, $P(h | e_{j1} \& e_{j2} \& \dots e_{jm} \& K) = P(h | e_{k1} \& e_{k2} \& \dots e_{kn} \& K)$. 그 결과 경험으로부터의 학습은 실험 결과가 나타나는 순서에 상관없이 실험 결과의 내용에만 의존하여 이루어질 수 있게 된다.

16) Strevens, 2006, "Notes on BCT"

이 그림의 첫 줄에 있는 세 도표는 각각 사전 확률이 어떤 식으로 분포되어 있는지를 나타낸다. 즉 왼편의 그림은 사전 확률이 0에 위치한 가설에 가장 높이 부여되고 있음을 나타내는 반면, 가운데 그림은 사전 확률이 0에서 1까지의 모든 가설에 균등하게 부여되고 있음을 나타내고, 오른편 그림은 사전 확률이 0에 위치한 가설에 가장 높이 부여되고 있음을 나타낸다. 이와 같은 사전 확률의 차이는 증거가 입수됨에 따라 점점 그 아래 그림들처럼 변화하게 된다. 이 때 증거는 2/3의 비율로 관찰된 까마귀의 색깔이 검다는 결과이다. 즉 첫 줄에서는 아무런 까마귀도 관찰하지 않은 상태이고, 둘째 줄에서는 한 마리의 까마귀를 관찰했더니 그 까마귀가 검은 색이었다는 증거를 입수한 결과이며, 셋째 줄에서는 세 마리의 까마귀를 관찰했더니 그 중 두 마리가 검은 색이었다는 증거를 입수한 결과, 넷째 줄에서는 여섯 마리 중 네 마리, 다섯째 줄에서는 열두 마리 중 여덟 마리, 여섯째 줄에서는 육십 마리 중 사십 마리의 까마귀가 검은 색이었다는 증거를 입수한 결과이다.

이처럼 수렴 정리는 수학적 결과라는 확고한 지위를 가지고 베이즈주의에 과학적 합리성을 제공하는 듯이 보인다. 특히 과학자들이 서로 다른 의견을 지니고 있다는 것을 당연한 전제로 받아들이고, 그 의견의 차이가 증거들의 입수에 의해 줄어드는 과정이 과학적 객관성의 가장 핵심적인 부분이라고 보는 입장에서는 수렴 정리로 베이즈주의의 과학적 객관성을 충분히 담보할 수 있다고 본다.

그러나 수렴 정리를 제시함으로써 사전 확률의 주관성 문제가 완전히 해결되고 또 과학적 객관성이 담보된다는 데에 동의하지 않는 과학철학자들이 있다. 예를 들어 메이요는 수렴 정리가 매우 특별한 상황에서만 적용될 수 있으며, 적용이 되는 상황에서도 논의의 초점은 과학적 객관성을 확보할 수 있는가의 문제와 동떨어져 있다고 주장한다.¹⁷⁾ 수렴 정

17) Mayo, 1996, p.84. 심사위원 한 분도 수렴 정리에 따른 경우 “반드시 객관적인 확실성으로의 수렴이 아니라 주관적인 의견으로의 수렴이 아니라는 보장”이 없다는 점이 문제가 될 수 있다고 지적한다. 분명히 출발점이 주관적인 사전 확률 이기에 수렴 정리에 따라 합의에 이르렀더라도 그 값이 완전히 객관적이라고 할

리가 성립하기 위해 전제하는 것들을 따져보면, 수렴 정리의 효용성을 그렇게 간단히 받아들이기 어렵다는 것이다.

이러한 맥락에서 사전 확률의 주관성 문제를 수렴 정리를 통해서만 해결하려는 시도가 지난 문제점들을 나열해보면 다음과 같다. 첫째, 수렴 정리는 모두 물리적 확률값이든 주관적 확률값이든 높은 확률값을 지닐 뿐이다. 확실하게 수렴이 일어난다고 보장하는 것은 아니다. 둘째, 그와 같은 수렴이 꼭 진리여로의 수렴이라고 말하기 어렵다. 원칙적으로는 동전을 던졌을 때 100번 연속으로 앞면이 나올 수도 있기 때문이다. 또 경험적으로 동등한 가설을 배제하는 방법도 없다. 셋째, 얼마만큼의 증거가 입수될 때 수렴될 것인지를 알 수 없고, 수렴 정리가 전제하는 종류의 증거가 계속 입수될 수 있는 것인지도 불투명하다. 항상적 수렴의 경우 그 때까지 일어난 수렴이 의견의 일치를 보일만큼 충분한 수렴이라고 말하기 어렵다.

5. 그럴듯함으로서의 사전 확률

수렴 정리에 만족하지 못하고 사전 확률의 주관성을 계속 문제 삼아 베이즈주의가 과학적 객관성을 확보하기 어렵다는 입장을 취하는 과학철학자에게 베이즈주의는 또 다른 답변을 제시할 수 있다. 그것은 사전 확률이 실제 과학 탐구 과정에서 과학자에 의해 많이 사용되고 있다는 것이다. 즉 증거를 고려하기 이전의 상황에서 과학자들은 문제의 가설이 다른 가설과 비교할 때 얼마나 그럴듯한지를 평가하며, 이것은 베이즈주의에서 말하는 사전 확률의 부여로 이어질 수 있다는 점을 보여주는 것이다.¹⁸⁾

수 있는지는 어떤 종류의 객관성을 염두에 두고 있는가에 따라 다를 수 있다. 필자는 수렴 정리를 통해 얻은 결과가 과학적 탐구에서 요청하는 과학적 객관성을 확보하기에는 부족함이 없다는 생각이다.

18) 과학자들이 가설에 대해 얼마나 그럴듯한지의 평가를 한다고 해서 그 평가가 수

사전 확률이 실제 과학 탐구 과정에서 과학자에 의해 많이 사용되고 있다는 지적은 베이즈주의자뿐만 아니라 베이즈주의에 호의적이긴 하지만 베이즈주의의 주관적 확률 개념 대신 빈도주의 확률 개념에 의존하는 샐먼(Salmon)에 의해서도 제시된다.¹⁹⁾ 샐먼 역시 베이즈주의의 사전 확률이 임의적으로 결정될 수 있다고 베이즈주의를 의심한다. 샐먼은 사전 확률이 주관적으로 결정된다는 것의 문제를 다음처럼 지적한다. 즉 사전 확률을 결정하는 과정에서 온갖 종류의 기괴하고 객관적으로 무관한 이유를 제시하려 할 때에도 그것을 막을 아무런 방법이 없다는 것이다. 이에 샐먼은 확률의 빈도 해석에 근거한 객관적인 사전 확률을 제시하는 대안을 마련한다. 샐먼은 확률의 빈도 해석에 근거한 객관적인 사전 확률을 출발점으로 베이즈주의에서 제시하는 틀을 사용하고자 하는 것이다.

샐먼에 따르면 사전 확률은 과학자들이 관심을 가진 가설에 대해 그 가설이 얼마나 그럴듯한지를 판단한 결과이다. 사전 확률이 높은 값을 부여받아야 하는지 아니면 낮은 값을 부여받아야 하는지는 가설이 얼마나 그럴듯한지의 판단 결과이며, 이와 같은 판단은 대체로 다음과 같은 세 가지 기준, 즉 형식적 기준, 실용적 기준, 실질적 기준 등에 의존한다는 것이다.²⁰⁾

샐먼이 제시한 형식적 기준은 문제의 가설이 기존에 수용된 이론 체계와 어떤 논리적 연관 관계를 지니느냐를 따지는 것이고, 실용적 기준은 문제의 가설을 제시한 과학자가 어떤 학문적 업적을 이룩한 사람인가 등과 같은 점을 따지는 것이다. 사전 확률의 결정 과정에 실용적 기준을 포함하는 것은 이론의 정당화가 그 이론의 출처와 관계를 가진다고 하는 점은 오류로 보이기도 하지만, 샐먼은 실제로 과학자의 자질은 가설에

치로 제시될 수 없는 것이라는 비판이 제시될 수 있다. 이 문제는 사전 확률의 문제로 보기 보다는 베이즈주의의 주관적 확률 해석 문제로 분류하여 논의하는 것이 적절할 것이기에 본 논문에서 다루지 않는다. 본 논문에서는 개인이 확률 함수 P 에 의해 논의의 대상이 되는 모든 명제에 믿음의 정도를 수치로 부여하고 있다고 가정한다.

19) Salmon, 2005, pp.74-75.

20) Salmon, 2005, pp.74-75.

대한 적절한 사전 확률을 부여함에 있어 매우 효과적이었다는 사실을 지적하며 실용적 기준을 옹호한다. 마지막으로 쉐먼은 실질적 기준을 제시한다. 쉐먼에 따르면, 이 기준이 앞의 두 기준보다 더 중요한데, 그것은 문제의 가설이 실제로 어떤 내용의 주장을 하는가를 따지기 때문이다. 주장의 내용을 따지기 위해 실질적 기준은 여러 가설들을 서로 비교하고 유사점과 차이점에 따라 문제의 가설을 평가하는 방식을 취한다는 것이 쉐먼의 설명이다. 쉐먼은 이와 같은 방식으로 부여되는 사전 확률이 실제로 자연 과학의 연구 과정에서 널리 사용되고 있다고 주장하기 위해 과학사의 사례를 몇 가지 제시한다.²¹⁾

이 때 쉐먼은 과학자가 그럴듯하다고 판단한 결과 얻게 되는 사전 확률이 꼭 주관적일 필요는 없다는 점을 지적하여 전통적인 베이즈주의의 입장과 다른 궤도를 취한다. 쉐먼은 확률의 의미를 논리적으로 해석하는 방식, 빈도로 해석하는 방식, 그리고 믿음의 정도로 해석하는 방식 등 어느 해석에 따르더라도 사전 확률의 의미를 나름대로 제시할 수 있다고 지적한다. 사실 베이즈 정리가 주관적 확률 해석을 전제로 하는 베이즈주의의 전유물이 아닌 이상 사전 확률을 서로 다른 확률 해석 이론에 근거하여 이해할 수 있는 것은 당연하다. 하지만 본 논문에서는 어떤 확률 해석 이론을 취할 것인가 아니라 쉐먼이 제시한 사전 확률의 구체적 의미에 주목한다.

쉐먼은 빈도 개념에 근거하여 사전 확률의 구체적 의미를 제시하고 있다. 쉐먼은 과학자들이 완전하게 열린 마음을 가지고 있는 것은 불가능하지만, 조금이라도 가능성이 있는 가설에 대해 0이 아닌 사전 확률을 부여할 수 있는 근거를 찾아야 한다고 지적한다. 그런데 쉐먼은 그 근거가 과학자의 경험이라는 것이다. 그것은 순수하게 선험적인 고려를 통해 이루어지는 것도 아니고 순수하게 주관적인 문제도 아니라는 것이다. 과학의 탐구 과정에서 가설을 테스트하고, 수용하고 반박하는 과정에서 과학자들은 어떤 가설이 심각한 고려 대상인지를 결정할 수 있는 과학적

21) Salmon, 2005. p.98.

경험을 한다는 것이다. 그와 같은 과학적 경험에서 제시된 사전 확률은 경험적이고 객관적이라는 것이 쉐먼의 주장이다. 베이즈 정리의 사용은 베이즈주의에서 말하듯이 주관적인 사전 확률과 객관적인 가능성도 및 증거의 기댓값에 근거한 것이 아니라 사전 확률조차도 객관적인 것이라는 것이 쉐먼의 주장이다.²²⁾

그러나 중요한 문제는 쉐먼의 사전 확률이 실제로 작동하는 베이즈주의에서 제시하는 사전 확률과 그 의미가 다른가 하는 것이다. 본 논문에서 필자는 사전 확률이 배경 지식에 상대적인 사전 확률로 이해될 필요가 있다고 지적했다. 그렇다면 쉐먼이 말하는 과학자의 경험은 배경 지식에 속하는 것이라고 할 수 없을까? 배경 지식이 무엇인가에 대한 논의는 쉽지 않은 문제이지만 과학자의 경험이 꼭 배경 지식에서 배제되어야 하는 이유도 찾기 쉽지 않다.

나아가 쉐먼은 가능성이 있는 가설에 대해 0이 아닌 사전 확률을 부여할 수 있는 근거로 과학자의 경험을 제시한다. 이 점은 적어도 쉐먼으로 하여금 베이즈주의의 사전 확률이 주관적이라는 비판을 제시하기 어렵게 한다. 그것은 쉐먼이 제시한 경험이 과학자 개인의 것이기 때문이다. 그 경험은 과학자마다 다를 수 있다. 또 쉐먼은 과학자의 경험이 과학자마다 다를 수 없게끔 만들 아무런 제한 조건을 제시하지 않았다. 그렇다면 사전 확률이 과학자마다 극단적으로 다르게 부여되는 상황을 생각할 수 있는 것과 마찬가지로 과학자의 경험이 극단적으로 다른 상황을 생각할 수 있을 것이다. 그것은 사전 확률이 확률 공리만 만족시키면 될 뿐 그 이상 아무런 제한 조건을 제시하지 않은 것과 마찬가지로 과학자의 경험이 어떠한 것이라는 데에 아무런 제한 조건을 제시하지 않았기 때문이다. 따라서 빈도주의 확률 개념에 의거한 쉐먼의 사전 확률이 과학적 객관성을 담보하는 것이라면 배경 지식에 상대적인 베이즈주의의 사전 확률 역시 과학적 객관성을 담보할 수 있는 것이라고 해야 할 것이다.

베이즈주의의 사전 확률을 배경 지식에 상대적인 사전 확률로 이해한

22) Salmon, 2005, p.81.

다면 셸먼이 제시하는 사전 확률의 개념과 크게 다르지 않다고 말할 수 있다. 비록 확률의 의미를 주관적으로 해석할 것이냐 빈도주의로 해석할 것이냐는 큰 차이점으로 남겨지지만 말이다. 그것은 배경 지식에 상대적인 사전 확률이 과학자로 하여금 지니고 있는 배경 지식에 충실하게 자신이 가설에 대해 믿고 있는 믿음의 정도를 평가하라는 것이기 때문이다. 이때의 확률 개념을 빈도주의로 바꾼다고 해서 갑자기 과학적 객관성을 담보할 수 없던 것이 담보할 수 있는 것으로 바뀐다고 말하기는 어렵다.

6. 사전 확률과 가능성도

소버는 아무런 경험적 정보를 가지지 않은 상황에서 사전 확률이 부여될 수도 없고, 따라서 과학은 사전 확률을 부여할 수 있는 선험적 기준도 가질 수 없다고 주장한다. 소버는 베이즈주의의 사전 확률을 느낌의 산물이라고 판단한다. 두 경쟁하는 가설에 대해 사람들은 일반적으로 서로 다른 느낌을 지닌다는 것이다. 하지만 소버는 그와 같은 느낌이 인식론적으로 이론 선택의 문제에 유관하다고 보는 이유를 그 두 가설이 지닌 가능성도의 차이 때문이라고 설명한다.²³⁾

소버는 자신의 입장을 뒷받침하기 위해 진화론의 사례 하나를 설명한다. 소버의 예를 검토해보자.²⁴⁾ 소버는 유전학적 코드(genetic code)가 보편적이라는 증거는 모든 현존하는 유기체가 단일한 공통 조상을 지닌다는 가설을 입증한다는 상황을 제시한다. 1968년에 크릭(Crick)은 지금 널리 받아들여져서 사용되고 있는 유전학적 코드가 ‘고정된 우연(frozen accident)’이라고 주장했다. 즉 어떤 3인조 뉴클리오티드(nucleotide triplet)가 어떤 아미노 산(amino acid)의 코드인지는 임의적이라는 것이다. 크릭의 주장이 옳다면, 유전학적 코드가 보편적이라는 증거가 모든 현존하는

23) Sober, 2002, p 22.

24) Sober, 2002, pp 22-23.

유기체가 27개의 서로 무관한 독립적인 조상을 지닌다는 가설보다 모든 현존하는 유기체가 단일한 공통 조상을 지닌다는 가설을 선호한다. 이 점은 가능도의 차이를 보이는 다음의 식으로부터 정확하게 이해할 수 있다.

$P(\text{유전학적 코드가 보편적이라는 증거} \mid \text{단일한 공통 조상을 지닌다는 가설}) > P(\text{유전학적 코드가 보편적이라는 증거} \mid \text{27개의 서로 무관한 독립적인 조상을 지닌다는 가설})$

이와 같은 가능도의 차이는 소비가 보기에 진화 과정에 대한 객관적 검토에 기초하고 있다. 베이즈주의처럼 주관적인 사전 확률로부터 출발한 것이 아니라는 것이다. 소비가 보기에는 주관적인 사전 확률로부터 출발하면 사후 확률 역시 어쩔 수 없이 주관적이기 때문이다. 이 예에서 유전학적 코드가 보편적이라는 증거가 두 가설 중 모든 현존하는 유기체가 단일한 공통 조상을 지닌다는 가설을 선호하는 이유는 실제로 위의 식에서 제시된 것처럼 가능도의 차이 때문이다. 베이즈주의는 같은 결론을 끄집어낸다고 하더라도 그것은 마치 사전 확률이 적절한 역할을 하고 있는 듯이 보이는 것뿐이라는 것이다. 베이즈주의의 입증 이론이 작동한 것처럼 보이는 것은 역시 가능도의 차이 때문이라는 것이다. 따라서 소비는 주관적인 사전 확률을 완전히 제거하고 객관적인 가능도가 이론 선택의 문제를 모두 해결하도록 해야 한다고 주장한다.

이러한 소비의 설명은 매우 부정확하다. 먼저 사전 확률이 소비의 주장처럼 느낌에 따라 임의적으로 주어질 수 있는 것이라면 가능도가 아무리 역할을 하더라도 언제나 유전학적 코드가 보편적이라는 증거로부터 두 가설 중 모든 현존하는 유기체가 단일한 공통 조상을 지닌다는 가설을 선호하지 않을 수 있다. 그렇다면 소비가 의도하는 바는 베이즈주의를 옹호하는 사람들이 위의 사례에서 두 가설 중 모든 현존하는 유기체가 단일한 공통 조상을 지닌다는 가설을 선호하도록 사전 확률을 임의로 조정한다는 것이다.

소버가 이렇게까지 사전 확률을 부정적으로 생각하는 것은 역시 사전 확률이 아무런 경험적 정보를 가지지 않은 상황에서 부여되는 절대적인 의미로 파악하기 때문이다. 사전 확률을 객관적으로 부여할 때 소버는 베이즈주의가 과학적 문제를 해결하는 데에 정당하게 적용될 수 있다고 본다. 법률적 판단이라든가 의학적 진단을 하는 경우 사전 확률은 이처럼 객관적으로 주어지고 있고, 따라서 베이즈주의의 적용은 정당할 수 있다는 것이다.

하지만 사전 확률이 꼭 아무런 경험적 정보도 지니지 않은 절대적인 의미로 이해되어야 할 필요는 없다. 소버가 정확하게 지적하고 있듯이 사전 확률은 선형적이어서가 아니라 문제의 증거를 입수하기 이전에 즉 그 증거를 고려하기 이전에 개인이 가설에 대해 지니고 있는 믿음의 정도이다.²⁵⁾ 그렇다면 그러한 사전 확률이 아무런 경험적 정보도 지니지 않은 상태에서 부여되는 것이라고 할 수 없다.

나아가 수없이 많은 가설들이 있다고 할 때 과학자들이 실제로 고려의 대상으로 삼는 가설들은 소수인데, 그와 같은 소수의 가설을 고려 대상으로 삼는 선정 기준 중에 선형적 요소가 전혀 없다고 주장하는 것도 설득력이 없다. 모순적인 주장을 하는 가설에 대해 사전 확률을 0으로 부여하고, 더 이상의 고려 대상으로 삼지 않는 것은 분명히 과학자가 고려 대상으로 가설을 선정하는 기준으로 선형적 요소를 지니고 있다는 좋은 증거가 된다.

또 소버는 법률적 판단이라든가 의학적 진단을 하는 경우 사전 확률이 객관적으로 주어지고 있다고 말하는데,²⁶⁾ 그와 같은 사전 확률이 어떤 의미에서 객관적이라고 할 수 있는지에 대해 소버는 별 다른 설명을 하지 않는다. 만약 이 때의 사전 확률이 경험적 정보를 이용하기 때문에 객관적이라면, 본 논문에서 제시하는 배경 지식에 상대적인 사전 확률은 충분히 객관적이라고 할 수 있다.²⁷⁾ 단 베이즈주의에 따르면 그와 같이

25) Sober, 2002, p.24.

26) Sober, 2002, p.24.

객관적일 수 있는 사전 확률이라도 과학자에 따라 다를 수 있으며, 그와 같은 사전 확률의 차이는 수렴 정리가 보여주듯이 증거의 입수에 따라 그 의의가 퇴색하여 결국 과학자들은 의견의 합치를 볼 수 있다.

7. 베이즈주의와 과학적 객관성

전통적으로 과학적 객관성에 대한 믿음은 과학적 탐구의 대상인 세계가 과학자의 과학적 지식과 독립적으로 존재하며, 과학적 지식은 세계의 실재와 일치하는 기술이라는 점에 근거한다. 즉 과학적 방법에 따라 과학적 탐구를 꾸준히 할 때 과학자는 결국 과학적 지식을 습득할 수 있고, 그와 같은 과학적 지식은 과학자 집단의 간주관적 합의라는 점에서 과학적 객관성을 지니게 된다는 것이다. 이와 같은 형이상학적 의미의 과학적 객관성을 확보할 수 있게 하는 과학적 방법은 가치중립적이고, 아무런 가정도 하지 않으며, 순수하게 경험적 증거에 따라 과학적 탐구를 수행하는 것이다. 그러나 그와 같은 과학적 방법이 존재하지 않는다는 것은 이제 재론의 여지없이 모두가 동의하는 바이다. 형이상학적 의미의 과학적 객관성과 그것을 확보할 수 있는 과학적 방법에 대해 이야기하는 것은 대중적인 과학의 이미지에 근거할 뿐이다. 따라서 베이즈주의가 그와 같은 형이상학적 의미의 과학적 객관성을 확보하지 못한다고 하는 것은 베이즈주의의 난점이 되지 못한다. 베이즈주의의 과학방법론이 과학적 객관성을 확보할 수 있는가의 문제는 베이즈주의의 과학방법론이 실제 과학적 활동의 이해에 필요한 과학적 객관성을 가질 수 있는가의 문제이다.

베이즈주의의 사전 확률은 주관적이고, 따라서 베이즈주의가 과학적 객관성을 확보하지 못하게 만드는 요소라고 비판받아왔다. 이러한 비판은

27) 이 때 배경 지식이 무엇인지와 배경 지식을 명료하게 표현될 수 있는지 등의 문제들이 남아 있기는 하지만, 그와 같은 문제가 꼭 베이즈주의만의 문제인지는 논란의 여지가 있다. 이 문제에 관해서는 추후에 논의의 기회를 가지도록 하겠다.

과학적 객관성을 형이상학적 의미의 객관성과 혼재되어 더욱 심각한 문제로 받아들여진 듯하다. 이 점은 객관성의 의미에 대한 반성을 필요로 한다.²⁸⁾ 본 논문은 객관성의 의미에 관한 논의를 별도의 문제로 남겨놓고, 특히 베이즈주의가 직면한 사전 확률의 주관성 문제를 직접 다루었다. 특히 본 논문은 비판의 대상이 되는 사전 확률은 아무런 정보를 전제하지 않는 상태의 절대적인 사전 확률이고, 배경 지식에 상대적인 사전 확률에 대해서는 그러한 비판이 성립하지 않는다는 점을 보였다. 특히 본 논문에서는 수렴 정리가 서로 다른 사전 확률을 지녔더라도 증거의 입수에 따라 사전 확률의 의미를 퇴색시킨다는 점을 확인하고, 배경 지식에 상대적인 사전 확률은 당시에 받아들여지고 있는 배경 지식과 함께 과학자로서의 경험 등을 반영하고 있기에 충분히 객관적이라고 할 수 있다는 점을 제시했다. 그렇다면 베이즈주의가 실제 과학적 활동에 필요한 과학적 객관성을 지니지 못한다는 주장은 베이즈주의에 대한 올바른 이해에 기초하고 있다고 보기 어렵다.²⁹⁾

(동덕여자대학교)

28) 한 분의 심사위원께서 지적해 주신 이 문제는 본 논문에서도 좀 더 명료하게 할 필요성이 있으나 논문의 길이 등의 고려로 해서 다음 기회로 미루고자 한다.

29) 본 논문의 논의를 완성시키기 위해서는 베이즈주의의 사전 확률이 전제되는 것이고, 그에 따라 베이즈주의는 귀납 논리의 틀을 제공할 뿐이라는 하우슨의 입장을 검토할 필요가 있다. 이 문제에 대해서는 추후 논의의 기회를 가지기로 한다.

참고문헌

- 여영서 (2003), “베이지주의와 오래된 증거의 문제”, 논리연구, vol. 6.2. pp.135-158
- Earman, J. 1992. Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory. MIT Press.
- Galavotti, M. C. 2001. "Subjectivism, Objectivism and Objectivity in Bruno de Finetti's Bayesianism" in Foundations of Bayesianism. ed. by Corfield, D. & Williamson, J. Kluwer Academic Pub.
- Glymour, C. 1980. Theory and Evidence. Princeton Univ. Press.
- Howson, C. 2002. "Bayesianism in Statistics" in Bayes's Theorem ed. by Swinburne, R. Oxford Univ. Press.
- Howson, C. and Urbach, P. 2006. Scientific Reasoning: The Bayesian Approach, La Salle, IL: Open Court.
- Kyburg, Jr. H. and Smokler, E. eds. 1980. Studies in Subjective Probability. Krieger.
- Mayo, D. 1996. Error and the Growth of Experimental Knowledge. Univ. of Chicago Press.
- Salmon, W. 2005. Reality and Rationality. Oxford Univ. Press.
- Sober, E. 2002. "Bayesianism - its Scope and Limits" in Bayes's Theorem ed. by Swinburne, R. Oxford Univ. Press.
- Strevens, M. 2006, "Notes on Bayesian Confirmation Theory" manuscript.

Bayesian Prior Probability and Scientific Objectivity

Yeongseo Yeo

Bayesian prior probability has been criticized for its being subjective. This criticism led to the conclusion that Bayesianism cannot be a scientific methodology. However, this paper claims that the object of the criticism is the absolute prior probability without any information, but not background knowledge relative prior probability. Background knowledge relative prior probability reflects the scientific theories at the time and scientists' experiences, thus making it sufficiently objective. Moreover, convergence theorem washes out the impact of the prior probabilities as more evidence comes in. Therefore, this paper concludes that the subjectivity charge on Bayesianism, especially on Bayesian prior probability, is ill founded.

Key Words: Bayesianism, prior probability, subjectivity, objectivity, convergence

여영서 e-mail: yseo@dongduk.ac.kr