【논 문】 과학철학 9-1(2006) pp. 93~108

확률인과이론의 두 가지 유형과 관계 및 인과 주장의 의미에 대한 해명*

김 준 성†

필자는 이 글에서 표준 확률인과이론과 평균 확률인과이론의 본성과 관계를 해명하고 이 해명을 통해 다의성을 가진 인과 주장의 의미를 해명한다. 첫째, 표준 확률인과이론과 평균 확률인과이론의 본성과 두 이론의 관계에 관한 논의를 소개한다. 둘째, 두 이론의 관계를 구체적으로 해명하고 표준 확률인과이론이 의사결정이론이 되는 경우를 제시한다. 셋째, 표준 확률인과이론이, 흡연의 위험을 경고하는 의사의 주장과 같은 일상적인 인과 주장을 무의미한 인과 진술로 만들지 않음을 보여 준다. 넷째, 의사결정이론으로서 평균 확률인과이론의 한계를 지적한다.

【주요어】 맥락일치, 배경맥락, 인과 의사결정이론, 인과 주장(진술), 집단, 표준 확률인과이론, 평균 확률인과이론

1. 들어가는 말

표준 확률인과이론은 속성, 사건 유형 간의 인과 성향을 해명하는 대표적인 이론이다. 표준 확률인과이론을 비판하는 사람들은, 이 이론이 실제

* 접수완료: 2006. 5. 30. / 심사 및 수정완료: 2006. 6. 23.
† 서울대학교 교수학습개발센터 선임연구원

로 무의미한 인과 지식을 전달하거나 인과 주장을 무의미하거나 틀린 주장으로 만든다고 주장한다. (Dupre ‘ 1984, Glennan 2002, Hausman 1998, 2001) 이들은 표준 확률인과이론의 대안으로서 평균 확률인과이론을 제시한다. 하지만 비판자들의 주장은 두 이론의 본성과 두 이론 간의 관계를 너무 단순화 시키거나 잘못된 이해를 준다. 필자는 이 글에서 두 이론 각각의 본성과 두 이론 간의 관계에 대한 올바른 이해를 제시하고, 이를 통해 다의성을 가진 인과주장의 의미를 해명하겠다.

2장에서는 두 이론과 두 이론의 관계에 관한 여러 주장들을 소개하면서, 두 이론의 관계에 관한 문제가 무엇이고, 그 문제의 의미가 무엇인지 확인할 것이다. 3장에서는 표준 확률인과이론이 해명하는 인과 지식을 전제하지 않을 때, 평균 확률인과이론은 잘못된 의사결정을 이끈다는 것을 구체적으로 보여줄 것이다. 또한 표준 확률인과이론이 의사결정을 위한 방법론적 이론의 역할을 하는 경우를 소개하겠다. 4장에서는 표준 확률인과이론이 제시한 삼항 인과 관계를 소개하면서, 표준 확률인과이론은 “흡연이 폐암의 원인이다.”는 의사의 경고를 틀리거나 무의미한 인과 진술로 만든다는 주장이 잘못되었음을 보여주겠다. 5장에서는 평균 확률인과이론을 인과 의사결정이론과 비교하여 평균 확률인과이론이 의사결정이론으로서 가지는 한계를 지적하고 그 이론의 가치를 재평가하겠다.

2. 확률인과이론의 두 가지 유형

이 세계가 하나의 미결정론적인 체계이면 “흡연 X가 폐암 Y의 원인이다.”는 인과 주장이 의미하는 바는 무엇인가? 표준 확률인과이론[1]은 이 주장을 다음과 같이 해명한다.

---

1) 이 이론은 속성들properties 간의 인과 관계를 확률적으로 해명하는 이론으로서 수피(Suppe 1970)가 처음 제시하였고, 카트라이트(Cartwright 1979), 스컴즈 (Skyrms 1980)에 의해 소개되고, 엘스와 소버(Eells & Sober 1983)에 의해 발전된 후, 엘스(Eells 1991)에서 더 정교화 되었다. 듀프레Dupre‘(1984)는 이 이론을 맥락일치 이론으로 명명한다.

*X*가 모든 각각의 배경맥락 K_i에서 *Y*의 확률을 높이는 즉 $Pr(Y \mid X \& K_i) > Pr(Y \mid -X \& K_i)$인 경우에 그리고 그런 경우에만 X는 Y의 긍정적 인과 요인이다.

두 확률 함수 $Pr(Y \mid X \& K_i)$와 $Pr(Y \mid -X \& K_i)$는 객관적으로 해석된 확률[2]로서 세계의 인과 구조를 반영한다. 두 확률 함수 $Pr(Y \mid X)$, $Pr(Y \mid -X)$는 항상 배경맥락 K_i에 상대하여 비교된다. 배경맥락은 세계의 인과 구조를 정확히 해명하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 폐암의 발생에 인과적으로 영향을 주는 수많은 요인들이 있을 것이다. 예를 들어서, 흡연 X가 한 요인일 수 있고 오염된 공기 W가 또 다른 요인일 수 있다. 이 상황에서 가장 큰 영향을 준 요인이 흡연 X인지 확인하는 한 가지 방법은, 폐암 Y에 인과적으로 관련된 (W를 포함한) 모든 요인을 동질적인 (즉, 더 이상 다른 요인으로 분할될 수 없는) 배경맥락으로 고정시키고, 이들 각각의 배경맥락에 상대하여 폐암 Y에 대한 흡연 X의 인과 영향을 측정하는 것이다. 각각의 배경맥락에서 X가 주어졌을 때 Y의 모든 확률이 -X가 주어졌을 때 Y의 모든 확률보다 높아지거나 낮아지면 또는 -X가 주어졌을 때 Y의 모든 확률과 같다면, X는 Y의 긍정적, 부정적, 중립적 요인이 된다. 이 세 가지 경우가 아니면 X는 Y와 인과적으로 혼재된mixed 경우이다. 예를 들어서, 어떤 배경맥락에서 X가 Y의 긍정적 요인인데 다른 어떤 배경맥락에서 X가 Y의 부정적이거나 중립적 요인이면 X는 Y와 인과적으로 혼재된 것이다.

인식론적 관점으로부터 표준 확률인과이론에 대하여 3가지 문제가 제기되었다.[3]

첫째, 배경맥락을 실제로 모두 구체화 할 수 없다.

---

2) 객관적인 확률 해석은, 확률은 객관적인 세계의 인과 구조를 반영한다는 것이다. $Pr(Y \mid X\&K_i)$와 $Pr(Y \mid -X\&K_i)$의 $Pr(. \mid .)$은 객관적으로 해석된 조건부 확률 함수로서 사건 유형event types 또는 속성properties X, Y에 부여되는 확률이다. 반면, 주관적 확률 해석에 따르면, X, Y 등은 진술statements이고 인식 주체가 이들 진술에 부여한 믿음의 정도가 확률이다.

3) Cartwright (1979), Dupre ‘ (1984), Hitchcock (1998), Hausman (1998), (2001).

> 둘째, 의사결정 판단의 주체는 실제로 자신이 어떤 배경 맥락에 위치하는지 알 수 없다.
> 셋째, 실제 세계의 인과 유관성은 사실상 인과적으로 혼재된 상태이기 때문에, 표준 확률인과이론은 "흡연이 폐암의 원인이 될 수 있다."는 의사의 경고를 틀린 주장으로 또는 무의미하게 만들 수 있다.

첫 번째 문제는, 실제 세계에서 배경맥락을 모두 구체화시키는 것은 현실적으로 불가능하기 때문에 배경맥락의 모든 내용을 알 수 없다는 것이다. 따라서 표준 확률인과이론은 실제로 무의미한 인과이론이란 주장이다.[4] 두 번째 문제는, 모든 배경 맥락이 구체화되어도 판단의 주체는 정확히 어떤 배경맥락에 속하는지 알 수 없기 때문에, 표준 확률인과이론은 판단의 주체가 의사를 결정하는 데 도움을 주지 못한다는 것이다. 세 번째 문제는 맥락일치 조건(The condition of contextual unanimity)과 관련된다. 표준 확률인과이론에 따르면, 흡연이 폐암의 (긍정적) 원인이라면 흡연은 모든 각각의 배경맥락에서 폐암의 발생 확률을 높인다. 그러나 실제 세계의 모든 배경맥락에서 흡연이 폐암의 발생 확률을 높일 수 없을 것이다. 예를 들어, 특별한 유전자를 가진 사람들의 경우에 흡연이 폐암의 발생을 낮출 수 있다. 이 유전자 요인을 하나의 배경맥락으로 고정되었을 때, 그 배경맥락에 상대하여 흡연은 폐암에 대한 부정적 요인이 된다. 이와 같이 흡연이 대부분의 배경맥락에서 긍정적 인과 요인이어도 다른 일부 배경맥락에서 부정적 요인이기 때문에 흡연은 폐암과 인과적으로 혼재된다. 실제 세계의 인과 구조가 서로 얽혀있는 그물망과 같다면 어떤 요인이든 또 다른 요인과 상호작용을 할 것이다. 따라서 요인들 간의 어떤 관계이든지 인과적으로 혼재될 것이고 모든 각각의 배경맥락에서 한 요인이 다른 요인의 항상 같은 원인인 경우는 거의 없을 것이다. 따라서 표준 확률인과이론을 따를 때, "흡연이 폐암의 원인이다."는 의사의 경고는 거짓이 되거나 무의미하게 된다.

배경맥락에 대한 그런 인식론적 한계가 전제된 상태에서 다른 유형의 확률인과이론이 제시되었다. 듀프레Dupre '(1984)의 이론을 변형하여 히치

4) 이 문제에 대한 표준 확률인과이론의 응답은 Eells 1987), 김준성(2003)에서 제시된다.

콕Hitchcock(1998)[5]과 하우스만Hausman(1998, 2001)은 그런 인식의 상황에서 "흡연이 폐암의 원인이다."는 인과 주장을 이와 같이 해명한다.

> 주관적인 가중치가 부여된 배경맥락 K_i를 통하여, X가 주어졌을 때 Y의 평균 확률이 X가 부재하였을 때 Y의 평균 확률보다 높은, 즉 Σ_i $Pr(K_i)Pr(Y \mid X \& K_i) > \Sigma_i$ $Pr(K_i)Pr(Y \mid -X \& K_i)$에 그리고 그런 경우에만 행위 주체가 Y를 위해서 (또는 피하기 위해서) X를 실현하는 (또는 실현하지 않는 것이) 합리적이다.

$Pr(K_i)$는 확률에 대한 주관적 해석[6]으로서, 행위 주체가 일정 시점에서 가진 정보에 (예를 들어, 배경맥락의 빈도) 의존하여 모든 각각의 배경맥락에 부여한 주관적 가중치subjective weight이다. (Hitchcock 1998, 289-90) 행위 주체는 매 시점마다 얻은 여러 정보에 의지하여 각각의 배경맥락 K_i에 다양한 가중치를 부여할 수 있다. 또한 같은 시간에 동일한 인식의 상황에 있는 두 명의 행위 주체는, 각자의 정보에 의존하여 K_i에 다른 가중치를 부여할 수 있다. 주관적 가중치가 부여된 배경맥락을 통하여 평균화된, X가 주어졌을 때 Y의 확률과 -X가 주어졌을 때 Y의 확률이 비교된다. 이 이론을 평균 확률인과이론으로 부르자.

평균 확률인과이론의 동조자들은 표준 확률인과이론이 실용적으로 무의미하다고 비판하면서, 평균 확률인과이론의 실용성을 강조한다. 이 이론의 실용성은 두 가지 의의를 가진다. 첫째, 흡연의 위험을 경고하는 의사의 주장과 같은 인과 진술을 유의미하게 만든다. 둘째, 흡연 X나 비 흡연 -X를 실현하여 폐암 Y를 얻거나 피하는 데 관심이 있는 판단 주체에게 의사결정을 안내한다. 이와 같이 평균 확률인과이론은 앞서 제시된 두 번째, 세 번째 인식론적 문제에 대한 답을 제시하는 것이다. 따라서 평균 확률이론의 동조자들은, 실용적으로 유의미한 인과이론으로서 평균 확률인과이론을 제시한다. 히치콕(Hitchcock 1998)과 하우스만(Hausman

5) 히치콕(1998)은 인과 일반화에 대한 하우스만의 주장이 인과 일반화를 다시 고려하는 동기가 되었다고 말한다. 물론 하우스만이 말하는 것처럼 인과 일반화에 대한 듀프레의 아이디어가 하우스만에게 영향을 주었다.

6) 확률에 대한 주관적 해석에 따르면, 확률은 진술에 대하여 인식 주체가 부여한 합리적 믿음의 정도이다.

2001) 등은 평균 확률인과이론은 표준 확률인과이론과 다른 관심에서 출발했으며 따라서 두 이론은 서로 독립된 관계이고 양립 가능하다고 주장한다. 히치콕의 영향을 받은 하우스만은, 인과에 대한 두 가지 상이한 관심을 다음과 같이 소개한다. 인과에 대한 형이상학적 관심은, 인과 구조에 대한 존재론적 해명을 위해 표준적 확률인과이론을 요구한다. 반면, 인과에 대한 실용적 관심은, 인식 주체가 배경맥락의 모든 내용을 알 수 없거나 어떤 배경맥락에 속하는지 모르는 인식적 상황에서, 의사결정을 위해 실용적 인과이론을 요구한다.

하우스만(Hausman 2001)은 이런 상이한 두 가지 관심이 두 가지 다른 미결정 인과관계에 근거한다고 주장한다. 우선, 존재론적으로 미결정된 인과관계이다. 예를 들어서, 양자역학 등에서의 인과관계이다. 인과관계의 존재론적 미결정은 세계의 구조 자체가 미결정되었다는 사실에서 나온다. 다른 하나의 미결정 인과관계는 "컵이 깨졌다." 또는 "흡연이 폐암을 야기한다."는 경우로서, 배경 조건이 완전히 구체적으로 밝혀지지 않은 인식론적 상황에서의 인과관계이다. 결정론적 인과이론에 따르면, 흡연은 폐암의 발생에 충분한 배경 조건들 중의 필요조건이다. 수피(Suppe 1970, 8)가 언급한 것처럼, 우리는 일상생활에서 인과를 위한 모든 배경 조건들을 구체적으로 열거할 수 없기 때문에 인과에 대한 확률적 분석이 필요하다. 따라서 흡연과 폐암 간의 미결정론적 인과관계는 완전히 구체화되지 않은 배경맥락으로부터 나온다. 그렇다면 확률인과이론은 인식적 상황에서의 인과관계를 해명하는 이론이다. 하우스만은 수피의 주장을 강조하면서, 표준 확률인과이론은 이런 인식적 상황에서의 인과관계를 해명하려고 요구되었지만, 그 이론은 존재론적으로 전제된 배경맥락 안에서 미결정된 인과관계만을 해명할 뿐이라고 주장한다. 하우스만은 표준 확률인과이론의 이런 시도가 오류라고 주장한다. 하우스만은 우리가 일상생활 안에서 인과를 확률적으로 분석하는 동기를 받아들이면 표준적 확률인과이론 뿐 아니라 다른 인과 이론도 제시되어야 한다고 주장한다. 특별히 하우스만은 표준 확률인과이론의 해명 방식이 흡연의 위험에 대한 의사의 경고와 같은 일상적인 인과주장을 무의미하거나 틀린 것으로 만든다고 주장한다.

필자는 두 이론이 서로 다른 관심에서 출발하였고 따라서 서로 다른 목적을 위해 서로 다른 이론이 필요하다는 하우스만의 주장에 동의한다. 표준 확률인과이론은 세계의 인과 구조를 해명하는 형이상학적 관점으로부터 제시되지만, 평균 확률인과이론은 판단 주체의 의사결정을 안내하는 인식론적 (방법론적) 관점으로부터 제시된다. 하지만 필자는 이런 구분이 두 이론의 본성과 두 이론 간의 관계를 오해하게 만들 수 있다는 점에 주목한다. 우선, 평균 확률인과이론은 객관적인 인과 유관성 $Pr(Y \mid X \& K_i) >, =, < Pr(Y \mid -X \& K_i)$에 "수반"한다는 히치콕 Hitchcock(1998, 288-9)의 주장과 거짓 상관관계spurious correlation는 효과적인 의사결정의 전략을 이끌 수 없다는 카트라이트(Cartwright 1983, 34)의 주장을 주목해야 한다. 평균 확률인과이론의 기본 형식 $\Sigma_i Pr(K_i)Pr(Y \mid X \& K_i) >, =, < \Sigma_i Pr(K_i)Pr(Y \mid -X \& K_i)$이 보여주듯이, 두 평균 확률함수의 관계는 표준 확률인과이론이 해명하는 객관적인 관계, 즉 $Pr(Y \mid X \& K_i) >, =, < Pr(Y \mid -X \& K_i)$에 토대한다. 이 객관적인 관계가 정확하게 해명되지 않으면 평균 확률인과이론은 합리적인 의사결정을 안내할 수 없다. 평균 확률인과이론은 "완전한 인과지식"이 전제될 때 합리적인 의사결정을 이끌 수 있다. (Hitchcock 1998, 288-9) 그 전제는 인과 의사결정이론에서 또한 요구되는 전제이다. 완전한 인과지식이나 진정한 인과의 상관관계는 표준 확률인과이론이 해명하는 내용이다. 필자는 3장에서 그런 인과지식을 전제하지 않은 상태에서 평균 확률인과이론이 잘못된 의사결정을 이끌 수 있다는 것을 구체적으로 보여줄 것이다. 또한 표준 확률인과이론이 의사결정이론의 역할을 할 수 있음을 보여주겠다. 이 사실은 서로 다른 목적에 따른 두 이론의 구분을 모호할 수 있음을 보여준다. 앞서 소개한 것처럼, 하우스만, 글레난 등은 표준 확률인과이론이 "흡연이 폐암의 원인이다."는 의사의 주장을 틀리거나 무의미한 인과 진술로 만든다고 주장한다. 필자는 4장에서 표준 확률인과이론이 제시한 삼항 인과 관계를 소개하면서 그 주장의 오류를 확인하겠다. 5장에서는 평균 인과이론을 인과 의사결정이론과 비교하여 평균 확률인과이론이 의사결정이론으로서 가지는 한계를 지적하고 그 이론의 가치를 재평가하겠다.

3. 평균 확률인과이론과 표준 확률인과이론의 관계

표준 확률인과이론과 평균 확률인과이론 모두, 동질적인 배경맥락과 조건부 확률의 증가에 의존하는 점에서 일치하지만, 이 두 가지 요소를 어떻게 적용하는지에 따라서 달라진다. 표준 확률인과이론은 기댓값을 도출하는 방법론적 원리를 요구하지 않는다. 대신에 각각의 동질적인 배경맥락에서 확률의 증가를 고려한다. 반면, 평균 확률인과이론은 행위자가 합리적인 의사결정을 해야 하는 상황에서 기댓값을 도출하는 방법론적 원리를 요구한다. 따라서 각각의 배경맥락이 아닌 전체 배경맥락들을 통해서 평균화된 확률의 증가를 고려한다.

2장에서 평균 확률인과이론은, 표준 확률인과이론이 해명한 인과 유관성에 관한 지식을 전제할 때 합리적인 의사결정을 안내할 수 있다는 주장을 소개하였다. 카트라이트는 인과법칙과 배경맥락의 관계를 다음과 같이 제시한다.

> 인과 법칙은 조건화를 위한 올바른 속성을 취한다. 효과적인 전략을 만들기 위해 요구되는 [배경맥락] K_i는 Y에 대한 모든 그리고 바로 그 인과적 요인들에 대해서만 해당되어야 한다. (Cartwright 1983, 36)

효과적인 전략은, 판단의 주체가 어떤 배경맥락에 속하는지 모르는 상황에서 합리적인 의사결정을 하는 전략이다. 카트라이트는 효과적인 전략을 위한 조건을 제시한 것이다. 인과법칙이 해명되는 과정은, Y에 인과적으로 관련되고 X와 인과적으로 독립된 모든 요인들이 배경맥락으로 고정되는 과정이다. 인과법칙은 표준 확률인과이론이 동질적인 배경맥락을 상대로 해명하는 인과 사실의 내용이다. $Pr(Y \mid X \,\&\, K_i) >, =, < Pr(Y \mid -X \,\&\, K_i)$이다. 효과적인 전략은, 인과 법칙을 해명하는 과정에서 최대한 구체화되는 배경맥락에 대해서 평균화될 때 이루어진다. 평균 확률인과이론이 해명하는 $\Sigma_i \; Pr(K_i)Pr(Y \mid X \,\&\, K_i) >, =, < \Sigma_i \; Pr(K_i)Pr(Y \mid -X \,\&\, K_i)$ 관계는, $Pr(Y \mid X \,\&\, K_i) >, =, < Pr(Y \mid$

$-X \& K_i$) 관계가 동질적인 배경맥락을 상대하여 해명된 인과 유관성의 관계 즉 거짓 상관관계가 아니라는 사실에 의존하고 그 경우에만 합리적인 의사 판단을 이끈다.

필자는 이 사실을 보여주는 하나의 사례를 제시하겠다. 이 사례는 최대 구체화된 배경맥락에 대해서 평균화된 인과 영향과 그렇지 않은 배경맥락에 대해서 평균화된 인과 영향의 차이점을 보여준다. 예를 들어, 흡연 X와 폐암 Y의 관계에서 X로부터 독립되고 Y에 인과적으로 관련된 요인 V, W, Z가 있다고 가정하자. 따라서 V, W, Z는 배경맥락으로 고정되어야 한다. 이들 요인을 가지고 다음 경우를 가정하자.

V를 배경맥락으로 고정하였을 때, $Pr(Y \mid X \& V) > Pr(Y \mid -X \& V)$.
Z를 배경맥락으로 고려하였을 때 $Pr(Y \mid X \& Z) = Pr(Y \mid -X \& Z)$.
W를 배경맥락으로 고정하였을 때 $Pr(Y \mid X \& W) < Pr(Y \mid -X \& W)$.

이들 경우에 평균 확률인과이론에 따라서 두 종류의 평균화된 인과 영향을 고려하자.

첫째, V가 배경맥락으로 고정되지 않고 W와 Z만 배경맥락으로 고정된 상태이다. 따라서 배경맥락은 인과적으로 동질적이지 않다. 이 경우에 평균화된 X의 Y에 대한 인과 영향은 다음과 같이 될 수 있다.

$$Pr(W)Pr(Y \mid X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid X \& Z) < Pr(W)Pr(Y \mid -X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid -X \& Z).$$

둘째, Z, W뿐 아니라 V 모두를 배경맥락으로 고정할 때 평균화된 X의 Y에 대한 인과 영향은 다음과 같이 될 수 있다.

$$Pr(V)Pr(Y \mid X \& V) + Pr(W)Pr(Y \mid X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid X \& Z) > Pr(V)Pr(Y \mid -X \& V) + Pr(W)Pr(Y \mid -X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid -X \& Z).$$

두 가지 경우를 더 분명히 이해하기 위해 다음과 같이 값을 부여하자.

$Pr(V) = Pr(W) = Pr(Z) = 0.5.$
$Pr(Y \mid X \& W) = 0.1,\ Pr(Y \mid -X \& W) = 0.2.$
$Pr(Y \mid X \& Z) = 0.5,\ Pr(Y \mid -X \& Z) = 0.5.$
$Pr(Y \mid X \& V) = 0.4,\ Pr(Y \mid -X \& V) = 0.1.$

위 가정으로부터 다음과 같은 두 가지 다른 결과를 얻는다.

$Pr(W)Pr(Y \mid X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid X \& Z) = 0.3 <$
$Pr(W)Pr(Y \mid -X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid -X \& Z) = 0.35.$

$Pr(V)Pr(Y \mid X \& V) + Pr(W)Pr(Y \mid X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid X \& Z) = 0.5 >$
$Pr(V)Pr(Y \mid -X \& V) + Pr(W)Pr(Y \mid -X \& W) + Pr(Z)Pr(Y \mid -X \& Z) = 0.4.$

두 결과가 보여주는 바는 분명하다. 동질적인 배경맥락에 상대하여 해명된 조건부 확률 $Pr(Y \mid X \& K_i)$와 $Pr(Y \mid -X \& K_i)$의 관계가 인과법칙이고, 이 인과법칙이 주관적으로 가중치가 부여된 배경맥락을 통해서 평균화될 때 효과적인 의사결정이 될 수 있다. 평균 확률인과이론이 의사결정을 위한 효과적인 전략이면, 전략 X를 실현하는 것으로부터 인과적으로 독립적인 모든 요인들과 목표 Y를 획득하는 데 인과적으로 관련된 모든 요인들이 배경맥락 K_i로 고정되어야 한다. 이렇게 배경맥락이 구체화되는 과정은 바로 인과법칙이 해명되는 과정이다. 이런 의미에서 인과법칙에 관한 지식은 효과적인 전략과 비효과적인 전략을 구분하는 데 필요하다.(Cartwright 1983, 22) 인과 법칙의 해명과 그 해명을 위한 배경맥락의 최대 세분화는 표준 확률인과이론의 핵심이다. 인과 법칙에 관한 지식을 전달하는 표준 확률인과이론의 역할이 온전할 때 평균 확률인과이론은 방법론의 역할을 온전히 할 수 있다.

표준 확률인과이론은 의사결정을 위한 방법론적 이론의 역할을 전혀 할 수 없는지 생각해 보자. 표준 확률인과이론만으로 충분히 방법론적 원리가 되는 충분히 설득력을 가진 경우를 생각할 수 있다. 요인 X가 또 다른 요인 Y에 대하여 모든 각각의 맥락에서 동일하게 긍정적, 부정적,

중립적인 인과적 영향을 가진다고 가정하자. 이때 행위 주체가 자신이 어떤 배경 맥락에 속하는지 모르는 인식의 상황을 고려하자. 이 상황에서 표준 확률인과이론은 행위자의 의사 결정을 안내한다. 예를 들어, 모든 각각의 맥락에서 X가 Y에 대해서 긍정적인 확률적 효과를 $Pr(Y \mid X \ \& \ K_1) > Pr(Y \mid -X \ \& \ K_1)$, $Pr(Y \mid X \ \& \ K_2) > Pr(Y \mid -X \ \& \ K_2)$, $Pr(Y \mid X \ \& \ K_3) > Pr(Y \mid -X \ \& \ K_3)$, ... , $Pr(Y \mid X \ \& \ K_i) > Pr(Y \mid -X \ \& \ K_i)$ 가진다면, 판단의 주체는 자신이 어떤 배경맥락에 속하는지 몰라도 의사결정을 하는 데 전혀 어려움이 없다.[7] X와 Y의 인과적 유관성이 모든 배경맥락에서 일치하는 경우, 판단의 주체가 자신이 어떤 맥락에 속하는지 모르는 인식적인 상황이지만, 표준 확률인과이론은 방법론의 역할을 한다.

4. 인과 주장의 다의성

표준 확률인과이론이 "흡연은 폐암의 원인이다."는 의사의 주장을 거짓 또는 무의미하게 만든다는 비판을 검토하자. 표준 확률인과이론에 따르면, 흡연이 폐암의 원인일 때, 흡연은 모든 각각의 배경맥락에서 폐암의 발생 확률을 높인다. 그러나 실제 세계의 모든 배경맥락에서 흡연이 폐암의 발생 확률을 높일 수 없을 것이다. 예를 들어, 특별한 유전자를 가진 사람들의 경우에 흡연이 폐암의 발생을 낮출 수 있다. 이 유전자 요소를 하나의 배경맥락으로 고정하였을 때, 그 배경맥락에 상대하여 흡연은 폐암의 부정적인 인과요인이 된다. 흡연이 일부 배경맥락에서 긍정적 인과 요인이고 다른 일부 또는 모든 배경맥락에서 부정적 요인이기 때문에 흡연은 폐암과 인과적으로 혼재된 것이다. 실제 세계의 인과 구조가 그물망과 같다면 어떤 요인이든지 다른 요인과 인과적으로 혼재될 것이다. 모든 각각의 배경맥락에서 한 요인이 다른 요인의 긍정적인 원인이 되는 경우가

7) 이 경우에, 모든 배경맥락들을 통해 평균화된 Y에 대한 X의 확률 값 $\Sigma_i \ Pr(K_i)Pr(Y \mid X \ \& \ K_i) > \Sigma_i \ Pr(K_i)Pr(Y \mid -X \ \& \ K_i)$ 역시 당연히 긍정적인 인과 영향을 가진다. 물론 역관계는 성립하지 않는다.

사실상 없거나 불가능하면, “흡연이 폐암의 원인이다.”는 의사의 경고는 거짓이 되거나 무의미한 주장이 된다.[8] 의사는 흡연이 폐암의 혼재된 원인이 아니라 단지 폐암을 야기할 ‘위험한 요인’임을 경고하는 것이면 맥락일치 조건에 따른 인과 주장은 너무 강한 주장이다.

표준 확률인과이론에 대한 이런 비판은, 표준 확률인과이론이 기본적으로 인과 영향을 집단에 상대하여 해명한다는 사실을 간과한다. 표준 확률인과이론이 해명하는 인과관계는 삼항three-place 관계로서, 한 집단에 상대하여 요인 X는 요인 Y의 원인이다. 흡연이 폐암과 인과적으로 혼재된 경우를 다시 보자. 이 경우에 세 가지 집단을 고려할 수 있다.

> 첫째, 특이 유전자만을 가진 사람들로 이루어진 (부분) 집단이다.
> 둘째, 특이 유전자가 없는 사람들로 이루어진 (부분) 집단이다.
> 셋째, 두 집단의 결합으로서 이루어진 전체 집단이다.

첫 번째 집단에서 특이 유전자는 배경맥락으로서 고정될 유일한 요인이다. 따라서 고려될 수 있는 모든 배경맥락은 이 배경맥락 뿐이다. 이 집단의 속성은 자연히 배경맥락의 속성과 일치한다. 이 집단에서 유전자가 배경맥락으로 고정되었을 때 흡연은 폐암의 긍정적 요인이 아니다. 두 번째 집단에서는 특이 유전자 요인을 제외한 다른 모든 요인들이 배경맥락으로 고정된다. 이 집단을 상대로 한 모든 각각의 배경맥락에서 흡연은 폐암에 대하여 긍정적인 확률을 가진다. 따라서 이 집단과 관련하여 흡연은 폐암에 대해 긍정적인 인과 영향을 가진다. 세 번째 집단은 앞선 두 집단이 결합된 집단이다. 이 집단에 상대한 각각의 배경맥락에서, 흡연은 폐암에 대하여 당연히 일치된 방식으로 긍정적인 또는 부정적인 확률을

8) “맥락일치에 대한 요구는, 자기 반박이 아니면 무의미한 것으로 나타난다. 그 요구는 [표준]확률인과이론이 의사의 주장 같은 진술들의 진리 조건을 밝히는 원래의 작업을 할 수 없게 만든다. 의사는 단순히 흡연이 인과적으로 혼재되었다는 것을 주장하는 것은 아니다. 왜냐하면 흡연은 100번 중에 99번에 대해서 폐암의 확률을 낮추어도 흡연이 폐암에 인과적으로 혼재될 수 있기 때문이다. 또한 의사는 흡연이 모든 인과적으로 동질적인 맥락에서 폐암의 확률을 높인다는 잘못된 주장을 하는 것이 아니다.” (Hausman 2001, 10)

갖지 않는다. 따라서 흡연은 폐암과 인과적으로 혼재된다.

이와 같이 표준 확률인과이론은 상대하는 집단에 따라서 인과 주장의 의미를 엄밀하게 해명한다. 표준 확률인과이론은 흡연에 대한 의사의 주장을 거짓으로 만들지 않는다. 오히려 의사의 인과 주장이 가진 애매성을 제거하고 그 주장을 정확히 이해할 수 있는 엄밀한 기준을 제공한다. 의사의 주장은 일부 동질적인 부분집단과 상대할 때 참이고 전체 집단과 상대할 때만 거짓일 뿐이다. 인과 주장은 집단에 상대한 모든 배경맥락을 통해서 해명되어야 한다는 가장 기본적이고 중요한 사실을 주목해야 한다.

5. 평균 확률인과이론의 한계

인과 의사결정이론causal decision theory을 포함한 모든 베이지안 Bayesian 의사결정이론의 관심은, 행위자의 행위, 믿음, 욕구 및 선호와 객관적인 세계와의 연결에 관한 것이 아니다. 이들 의사결정이론은 행위, 믿음, 욕구 및 선호들이 서로 어떻게 연결되었는지에 관심을 가진다.(Eells 1982, 5) 평균 확률인과이론 역시 객관적인 인과 구조를 해명하는 인과 이론이 아니라 인과에 대한 지식을 토대로 행위와 그것의 결과를 해명하는 의사결정이론이다. 그러나 두 이론 사이에 매우 중요한 차이점이 있다. 이 차이점은 평균 확률인과이론이 의사결정의 이론으로서 가지는 한계를 보여준다. 인과 의사결정이론에 따르면, 의사결정자는 다음 경우에 그리고 그 경우에만 X를 실현하는 것이 합리적이다.

$$U_k(X) = \sum_i Pr(K_i)\ Pr(Y \mid K_i \ \& \ X)\ U(Y \ \& \ K_i \ \& \ X) >$$
$$U_k(V) = \sum_i Pr(K_i)\ Pr(W \mid K_i \ \& \ V)\ U(W \ \& \ K_i \ \& \ V).$$[9]

9) 행위 X에 의한 다양한 결과 Y의 기댓값을 나타내는 $U_k(X)$는 다음과 같다.
$U_k(X) = \sum_i Pr(K_i) \sum_j Pr(Y_j \mid K_i \& X)\ U(Y_j \& K_i \& X)$
$= \sum_{ij} Pr(K_i)\ Pr(Y_j \mid K_i \& X)\ U(Y_j \& K_i \& X).$
$U(Y_j \& K_i \& X)$는 의사결정자의 선호를 나타내는 효용함수utility function이

모든 K_i에 대해서, K_i와 관련하여 행위 X의 기댓값 $U_K(X)$가 경쟁하는 다른 행위 V의 기댓값 $U_K(V)$보다 더 크다면 그리고 그 경우에만 의사결정자는 X를 실현하는 것이 합리적이다. 행위 X는 분할partition K_i와 관련하여 그 행위와 경쟁하는 행위 V보다 우위에 선다(dominate). 의사결정자는 K_i와 관련하여 우선하는 행위 X를 선택한다. K_i는, 행위 X와 인과적으로 독립되고 행위의 결과가 될 Y에 인과적으로 관련된 모든 요소들을 고려한 것이다. 이 이론과 비교를 하기 위해 평균 확률인과이론을 다시 보자.

> 주관적인 가중치가 부여된 배경맥락 K_i를 통하여, X가 주어졌을 때 Y의 평균 확률이 X가 부재하였을 때 Y의 평균 확률보다 높은 즉 $\Sigma_i\ Pr(K_i)Pr(Y \mid X\ \&\ K_i) > \Sigma_i\ Pr(K_i)Pr(Y \mid -X\ \&\ K_i)$에 그리고 그런 경우에만 행위 주체가 Y를 위해서 (또는 피하기 위해서) X를 실현하는 (또는 실현하지 않는 것이) 합리적이다.

인과 의사결정이론과 달리, 평균 확률인과이론에는 효용함수utility function $U(.)$가 없다. 이 차이점은 평균 확률인과이론의 전제로부터 자연스럽게 도출된다. 그 전제에 따르면, 행위자는 흡연 X나 비 흡연 -X로부터 가능한 폐암 발생 Y와 폐암 비 발생 -Y 이외의 다른 어떤 결과에 대해서도 관심을 갖지 않는다. 행위자는 Y나 -Y의 발생에만 관심을 가진다. 따라서 이 경우에 효용함수는 불필요하다.[10] 그러나 실제로 의사결정을 위한 상황에서 행위자는 Y와 -Y 이외에도 수많은 다른 W, Z, A ... 등 여러 결과들을 바란다. 또한 행위자의 욕구는 X와 -X 이외에도 D, E, F ... 등 여러 다른 행위를 수행하는 동기를 만든다. 이런 다양한 욕구와 행위의 결과를 반영하는 효용함수는 의사결정이론의 핵심 요소이다. 히치콕이 보여준 것처럼 평균 확률인과이론은 일반화된 인과 의사결정이론의 특수한 경우로서 도출된다. 행위자는 Y와 -Y에만 관심을 가진다는 평균 확률인과이론의 전제 때문에 효용함수는 자연스럽게 제거된다. 효용

다.(Skyrms 1980, 133)

10) 인과 의사결정이론으로부터 효용함수가 없는 평균 확률인과이론이 도출되는 과정은 히치콕(Hitchcock 1998, 288-290)에서 잘 제시된다.

함수가 없다면 평균 확률인과이론은 보다 다양한 의사결정 간의 관계를 해명하는 의사결정이론이 될 수 없다. 평균 확률인과이론은 매우 제약된 상황에만 적용 가능한 좁은 범위의 의사결정이론이며 따라서 그 실용성도 제한된다. 평균 확률인과이론은 인과 의사결정이론의 제한된 적용일 뿐이다.

6. 나가는 말

배경맥락에 관한 인식론적 고려는 평균 확률인과이론의 의미와 중요성을 잘 보여준다. 이 이론의 동조자들은 평균 확률인과이론이 표준 확률인과이론으로부터 독립적이라는 사실을 강조한다. 인식론적으로 고려된 배경맥락이 평균 확률인과이론을 정당화한다. 하지만 이 정당성이 보장되려면 표준 확률인과이론이 해명하는 인과 법칙에 관한 지식 그리고 해명의 과정에서 요구되는 배경맥락의 최대 구체화가 전제되어야 한다. 또한 표준 확률인과이론이 방법론적 역할을 할 수 있는 상황도 주목되어야 한다. 표준 확률인과이론은 의사의 경고와 같은 인과 주장을 거짓이나 무의미하게 만들지 않고 오히려 인과 주장이 가진 다의성을 제거하여 우리에게 보다 엄밀한 인과 정보를 제공한다. 효용함수가 없는 평균 확률인과이론은 제약된 의사결정이론의 역할을 할 뿐이며 따라서 그 실용성 역시 제한된다는 사실을 주목해야 한다.

참고문헌

김준성 (2003), “평균효과 확률인과 이론과 배경맥락의 최대 세분화,” 철학연구 62집 가을:213-226.

Cartwright, Nancy (1979), “Causal Laws and Effective Strategies,” *Nous* 13: 419-437 in N. Cartwright(1983), *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon Press, Oxford.),

Dupré, John (1984), “Probabilistic Causality Emancipated,” in *French, P., Uehling, T., and Wettstein, H.* (ed.), *Causation and Causal Theories, Midwest Studies in Philosophy* Ⅸ. U.M.P.: 169-175.

Dupré, John (1990), “Probabilistic Causality: A Rejoinder to Ellery Eells,” *Philosophy of Science 57*: 690-698.

Eells, Ellery (1982), *Rational Decision and Causality, Cambridge Univ. Pres.*

_____ (1987), “Probabilistic Causality: Reply to John Dupre,” *Philosophy of Science 54*: 105-114.

_____ (1991), *Probabilistic Causality*, Cambridge Univ. Press.

Eells, Ellery and Sober, Elliott (1983), “Probabilistic Causality and the Question of Transitivity,”*Philosophy of Science50*: 35-57.

Glennan, Stuart (2002), "Contextual Unanimity and the Units of Selection Problem," *Philosophy of Science 69*: 118-137.

Hausman, Daniel (1998), *Causal Asymmetries*, Cambridge Univ. Press.

_____ (2001), Rethinking Probabilistic Causation (Unpublished Manuscript).

Hitchcock, Christopher (1998), "Causal Knowledge: That Great Guide of Human Life", *Communication and Cognition*, vol. 31.: 271-296.

Skyrms, Brian (1980), *Causal Necessity*, Yale Univ. Press.

Suppes, Patrick (1970), *A Probabilistic Theory of Causality*, North-Holland Pub.

On the Relation between Two Theories of Probabilistic Causation and Meanings of Causal Claims

Joonsung Kim

I explicate the standard theory of probabilistic causation and the average theory of probabilistic causation and define the relation between the two theories. I also eliminate the ambiguity of causal claims by explicating the two theories. First, I introduce the two theories and discussions about them. Second, I explicate the relation between the two theories in detail and reveal the case in which the standard theory helps an agent make a rational decision. Third, I argue that the standard theory does not render the Surgeon General's warning about hazards of smoking meaningless. Fourth, I point out that the average theory is too limited to guide agents' many different decisions.

[Key Words] the contextual unanimity, background contexts, causal decision theory, population, the standard theory of probabilistic causation, the average theory of probabilistic causation