

인과 구조 해명의 다원성*

김 준 성**

히치콕(1993)은 악물 투여량과 회복에 대한 실험을 통해, 맥락일치 확률 인과 이론은 악물 투여량의 증가 또는 감소에 따른 회복의 연속적 변화를 설명할 수 없다고 주장한다. 히치콕은 삼항관계 이론만이 그런 인과 유관성의 정보를 제공할 수 있다고 주장하면서 삼항관계 이론이 더 유효한 확률인과 이론이라고 주장한다. 필자는 맥락일치 이론에 대한 히치콕의 비판적 주장을 검토한 후 히치콕의 주장과 반대로 삼항관계 이론만이 줄 수 있다는 인과적 유관성의 정보를 맥락일치 이론 역시 제공할 수 있음을 보여 주고자 한다. 따라서 맥락일치 이론과 삼항관계 이론은, 동일한 인과구조를 개념적으로 다르지만 일관된 방식으로 해명하고 있으며 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 정합적이라고 결론 내린다. 본 논문의 구조는 다음과 같다. 첫째, 맥락일치 확률인과 이론의 특성을 소개할 것이다. 둘째, 히치콕이 맥락일치 확률인과 이론에 제기한 두 가지 문제를 소개할 것이다. 필자는 두 가지 문제에 대해 맥락일치 이론이 설득력 있는 답을 줄 수 있다고 논증할 것이다. 셋째, 히치콕이 제시한 삼항 관계 이론을 소개한 후 삼항 관계만이 해명한다는 인과 유관성을 살펴볼 것이다. 넷째, 맥락일치 이론 또한, 삼항 관계가 해명하려는 인과 구조에 대한 정보를 제공할 수 있음을 보여주고 두 가지 인과 이론 간의 관계를 해명할 것이다. 따라서 두 가지 인과 이론은 동일한 인과 구조를 개념적으로 다르지만 그러나 일관된 방식으로 해명한다고 결론 내릴 것이다.

【주요어】 맥락일치 이론, 삼항관계 이론, 동질적 부분집단, 임의변수, 인과 유관성, 배경맥락, 집단, 임의 실험

* 본 논문의 초고를 읽고 중요한 코멘트를 주신 Ellery Eells 선생님께 감사 드린다. 그리고 심사와 더불어 좋은 제안과 아이디어를 주신 익명의 두 분 선생님께 감사 드린다. 심사 준비를 위해 수고하신 정병훈 선생님께 또한 감사드린다. 본 논문은 2003년 분석철학회 춘계 발표회에서 읽혀졌다. 논평을 맡아주셨던 안건훈 선생님과 발표회에서 중요한 질문들을 제기하셨던 여러 선생님들께 감사드린다.

** 서울대학교 정보기술단 박사후 연구원

1. 들어가는 말

맥락일치 확률 인과이론(The unanimity theory of probabilistic causation)은 확률적 관계(probabilistic relations)를 이용하여 인과 유관성(causal relevance)을 해명하는 형이상학적 이론이다. 맥락일치 확률인과 이론은 수파(Suppe, 1970)가 이론의 기본 틀을 제시한 후, 카트라이트(Cartwright, [1979] 1983), 스킴즈(Skyrms, 1980), 엘스와 소버(Eells and Sober 1983)를 통해 발전되었고 엘스(1991)에 의해 보다 구체적으로 형식화되었다. 이후, 맥락일치 이론에 대한 비판들이 제기되었고 이런 비판들에 근거하여 다른 이론들이 제시되었다. 듀프레(Dupré)는 배경 맥락일치 조건에 문제를 제기한 후 평균효과(average effect) 확률인과 이론을 제시했다. 카트라이트는 맥락일치 인과 이론이 인과적 힘(capacities)이란 형이상학적 실체를 해명할 수 없다고 주장한다. 따라서 맥락일치 이론에 개별사건 간의 인과 관계를 포함하는 원리가 추가되어야 한다고 주장한다. 히치콕(Hitchcock, 1993)은 맥락일치 이론이 전달하는 인과 유관성의 정보가 제한¹⁾되어 있다고 주장하면서 다른 종류의 확률인과 이론을 제시한다. 히치콕은 홀랜드(Holland, 1986)에 의해 처음 소개되었던 인과관계를 이용하여 '삼항관계 이론'(the ternary theory)이란 확률인과 이론을 발전시킨다. 히치콕이 제시하는 인과 이론의 기본 틀은 다음과 같다. X 와 Y 를 각각 임의변수(random variable)로 취하는 확률함수를 고려하자. 임의 변수 X 는 임의 흡연 실험에서 매일 소모되는 담배갑의 수를 값으로 취한다. 임의 변수 Y 는 동일한 실험에서 폐암이 발생한 경우와 폐암이 발생하지 않은 경우를 값(예: 1, 0)으로 취한다. 삼항관계 이론은 Y 와 관련하여 X 가 취하는 다양한 값들의 비교를 통해 인과 유관성을 해명한다. 예를 들어, 매일 2갑의 담배를 피울 경우 (즉, $X=2$) 폐암이 발생할 확률이 매일 1갑의 담배를 피울 경우 (즉, $X=1$) 폐암이 발생할 확률보다 높다고 하자. 그렇다면, 매일 1갑의 담배를 피우는 경

1) 히치콕이 제기한 문제들은 3장에서 논의될 것이다.

우와 비교하여, 매일 2갑의 담배를 피우는 것이 폐암 발생에 긍정적 인과 연관성을 갖는다. 또한 매일 3갑의 담배를 피울 경우 (즉, $X=3$) 폐암이 발생할 확률이 매일 2갑의 담배를 피울 경우 (즉, $X=2$) 폐암이 발생할 확률보다 크다고 하자. 그렇다면, 매일 2갑의 담배를 피우는 경우와 비교하여 매일 3갑의 담배를 피우는 것이 폐암 발생에 긍정적 인과 연관성을 갖는다. 이와 같이 임의 변수 X 의 한 값이 Y 에 대해 갖는 인과적 연관성은, X 의 한 값이 주어졌을 때 Y 의 확률과 X 의 또 다른 값이 주어졌을 때 Y 의 확률이 비교되어 해명된다. 따라서 삼항 관계 이론은 Y 의 확률이 예를 들어 $X=1$ 부터 $X=2$ 그리고 $X=3$ 을 통해 증가한다는 인과 연관성의 정보를 주게 된다. 히치콕은 이런 인과 연관성의 정보가 삼항관계 이론에 의해서만 주어질 수 있고 맥락일치 이론이 제공할 수 없는 정보이기 때문에 삼항관계 이론이 더 월등한 확률인과 이론이라고 주장한다.

본 논문은 우선 맥락일치 이론에 대한 히치콕의 비판을 검토할 것이다. 그리고 히치콕의 주장과 반대로 삼항관계 이론만이 줄 수 있다는 인과 연관성의 정보를 맥락일치 이론 역시 제공할 수 있음을 보여줄 것이다. 또한 삼항관계 이론과 맥락일치 이론이 동일한 인과구조를 개념적으로 다르지만 일관된 방식으로 해명하고 있음을 보여줄 것이다. 그리고 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 정합한다고 결론 내릴 것이다. 본 논문의 구조는 다음과 같다. 2장에서 맥락일치 확률인과 이론의 특성을 소개할 것이다. 3장에서 히치콕이 맥락일치 확률인과 이론에 제기한 두 가지 문제를 소개할 것이다. 필자는 두 가지 문제에 대해 맥락일치 이론이 설득력 있는 답을 줄 수 있다고 논증할 것이다. 4장에서 히치콕이 제시한 삼항 관계 이론을 소개한 후 삼항 관계만이 해명한다는 인과 연관성을 살펴볼 것이다. 5장에서 맥락일치 이론 또한, 삼항 관계가 해명하려는 인과 구조에 대한 정보를 제공할 수 있음을 보여주고 두 가지 인과 이론간의 관계를 해명할 것이다. 따라서 두 가지 인과 이론은 동일한 인과 구조를 개념적으로 다르지만 그러나 일관된 방식으로 해명한다고 결론 내릴 것이다.

2. 맥락일치 확률인과 이론

맥락일치 이론은 다음과 같이 형식화 된다:

동질적 배경맥락들(homogeneous background contexts) K_i , 각각의 i 에
서 $Pr(Y/X \& K_i) >, =, < Pr(Y/-X \& K_i)$ 이면 그리고 그런 경우에만 한 요
인(factor) X 는 다른 요인(factor) Y 에 대한 긍정적(positive), 중립적
(neutral), 부정적(negative) 인과 요인이다.²⁾ 이 3가지 이외의 경우에 X
는 Y 에 대해서 혼재(mixed)되었다고 한다.

두가지 조건에 주목할 필요가 있다. 첫째, 맥락 일치 이론에서, 한 요인 X
가 다른 요인 Y 에 대해 어떤 종류의 인과 요인이 되는가는 우리가 어떤
집단(population) P 를 고려하는가에 따라서 달라진다. 집단 P 는 집단 유형
(population type) Q 를 예화하는 개별 집단(token population)이다. 예를
들어, 실제 인간 집단 P 를 고려하자 (엘스 1991, 25). 개별집단 P 가 집단
유형 Q_1 (예: 인간 자체)을 예화한다(exemplifying)고 가정하자. 이런 집단
 P 와 상대하여 흡연 X 는 폐암 Y 에 긍정적 인과 효과(causal significance)를
가질 것이다. 그러나 개별집단 P 가 집단 유형 Q_2 (예: 사람들 각각의 실제
복잡한 인과 조건에 대한 기술)를 예화한다고 가정하자. 그렇다면 이런 집
단 P 와 상대하여 X 는 Y 에 대해 긍정적 인과 효과를 갖기 어려울 것이다.
이와 같이 한 집단 P 가 어떤 유형 Q 를 예화하는가에 따라서 X 가 Y 에 대
해 갖는 인과 효과는 달라질 수 있다. 따라서 (한 집단 유형 Q 의) 한 집단
 P 에 상대하여 한 요인 X 는 다른 요인 Y 의 원인이라는 의미에서 확률인과
이론은 3항 (또는 4항) 이론이라고 불리운다.

둘째, X 가 Y 에 대해 갖는 인과 효과를 측정할 때 배경맥락(background
contexts)을 다음과 같이 고려해야 한다. X 가 Y 에 대해 갖는 인과 효과를
측정할 때 X 에 인과적으로 독립적이고³⁾ Y 와 인과적으로 관련된 모든 요

-
- 2) 맥락일치 이론이 다루는 인과 주장(예: 흡연은 폐암에 대한 인과요인이다)은 속
성(property) 또는 요인(factor)과 같은 추상적 존재자들("흡연"(smoking), "폐
암"(getting lung cancer)) 간의 관계에 관한 유형 수준(type-level)의 인과 주장
이다. 다른 한편, "갑돌이의 흡연이 그의 폐암을 야기했다"는 인과 주장은 실
제 개별 사건들("갑돌이의 흡연", "갑돌이의 폐암") 간에 이루어진 실제 인과
관계에 관한 개별자 수준(token-level)의 인과주장이다.

소들은 배경 맥락 K_i 에 고정되어야 한다. 배경맥락 K_i 에서 각각의 i 는 최대 세분화(maximally specific)되었으며, 따라서 동질적(homogeneous)⁴⁾이다. 예를 들어서, 오염된 공기 F 가 흡연 X 에 인과적으로 독립적이고 심장마비 Y 에 인과적으로 관련된 요소라고 하자. 이때, Y 에 대한 X 의 인과 영향을 측정할 때 F 는 배경 맥락 K_1 에 긍정적으로 그리고 배경맥락 K_2 에 부정적으로 다음과 같이 고정되어야 한다: $Pr(Y/ X \& K_1) >, =, < Pr(Y/ -X \& K_1)$ 그리고 $Pr(Y/ X \& K_2) >, =, < Pr(Y/ -X \& K_2)$. 따라서 n 개의 F 와 같은 요인들이 있다면 이들 요인들은 배경맥락 K_i ($i = 1, 2, \dots, n$)에 $2n$ 가지 방식으로 긍정적으로 그리고 부정적으로 고정되어야 한다. $Pr(Y/ X \& K_i)$ 가 $Pr(Y/ -X \& K_i)$ 보다 크거나, 작거나 또는 $Pr(Y/ -X \& K_i)$ 와 같은 관계가 배경 맥락들(background contexts) K_i 의 각각의 i 에서 동일하게(unanimously) 유지되어야 하는 조건을 “배경맥락의 조건”(The condition of background contexts)이라 부른다. 배경 맥락들 K_i 중, 어떤 i 에서 그런 항상성 또는 일치성(unanimity)이 유지되지 않는다면 X 는 Y 에 대해서 혼재(mixed)되었다고 한다. 배경맥락 일치 확률인과 이론(The [contextual] unanimity theory of probabilistic causation)이란 명칭은 위 조건에 따른 것이다. X 에 인과적으로 독립되고 Y 에 인과적으로 관련된 모든 요소가 배경 맥락 K_i 에 고정되어야 하는 중요한 이유를 주목할 필요가 있다. 예를 들어서, 유전적 요인 Z 가 흡연 X 와 심장마비 Y 의 공통 원인이라고 하자. 그렇다면, $Pr(X/Z) > Pr(X/-Z)$ 그리고 $Pr(Y/Z) > Pr(Y/-Z)$ 이다. X 에 인과적으로 독립되고 Y 에 인과적으로 관련된 요소 Z 가 배경 맥락에 고정되지 않는다면, $Pr(Y/X) > Pr(Y/-X)$ 이다. 따라서 X 는 Y 의 긍정적 인과 요인으로 나타난

-
- 3) X 로부터 독립된 요소들이 의미하는 바는 X 가 그 요소들의 원인이 아니라는 것이다. 이 관계는 주목할 필요가 있다. X 가 원인이 되고 Y 에 인과적으로 관련된 중간에 매개된 요소 W 를 고려하자: $X \rightarrow W \rightarrow Y$. X 는 Y 의 긍정적 인과 요소라고 하자. 그러나 만약 W 가 고정된다면, X 는 Y 에 인과적으로 중립적이 된다: $Pr(Y/ X \& W) = Pr(Y/ -X \& W)$. 따라서, X 의 Y 에 대한 인과 역할을 측정할 때, X 에 인과적으로 의존적인 W 가 고정되어서는 안된다.
 - 4) 하나의 배경 맥락이 동질적, 또는 최대 세분화 되었다는 것은 그 배경 맥락 내에서 또 다른 배경 맥락을 위해 고려되어야 할 더 이상의 요소가 없다는 것이다.

다. 그러나 Z를 배경 맥락에 긍정적으로 고정했을 때 (즉, $\Pr(Y/ X\&Z) = \Pr(Y/ \neg X\&Z)$) X와 Y 사이의 긍정적 확률 관계는 사라지게 된다. X는 Y의 긍정적 인과 요인이 아니라 Y에 단지 표면상으로(spuriously) 상호 연관되어 있음을(correlated) 알 수 있다. 이와 같이 배경 맥락을 고려할 때 인과 유관성과 표면적 상호 연관성을 구분할 수 있다.

3. 맥락일치 이론에 대한 문제제기

히치콕(1993, 340-43)은 약물투여에 관한 임의 실험⁵⁾(random experiment)을 다음과 같이 고려한다. 한 의학 연구팀은 신약이 환자의 감기 회복에 갖는 효과를 밝히고자 한다. 그 의학 팀은 감기 환자들을 3개의 실험 그룹으로 나누었다. 의학 팀은 첫 번째 팀에게 플라스비보(placebo) A를 주었다. 두 번째 팀에는 적정량의 약 B를 주었다. 세 번째 팀에는 다량의 약 C를 주었다. A, B, C 각각이 주어졌을 때 감기 회복 Y의 확률은 다음과 같다:

$$\Pr(Y/ A) = 0.2,$$

$$\Pr(Y/ B) = 0.4,$$

$$\Pr(Y/ C) = 0.9.$$

적정량의 약 B가 감기 회복에 긍정적 인과 요인이 되는지 알기 위해 맥락 일치 이론은 B가 있는 경우 Y의 확률과 B가 없는 경우 Y의 확률을 비교한다. 위 실험에서 B가 없는 경우는 A v C (즉 either A or C)이다. 따라서 $\Pr(Y/ A \vee C)$ 를 측정해야 한다. A와 C가 일어날 가능성이 같다(equally likely)고 하자. 따라서 $\Pr(A) = 1/2$, $\Pr(C) = 1/2$ 이고, $\Pr(Y/ \neg B) = [\Pr(A) \Pr(Y/A) + \Pr(C) \Pr(Y/C)] / [\Pr(A) + \Pr(C)] = [(0.5)(0.2) + (0.5)(0.9)] / [(0.5) + (0.5)] = 0.55$. 따라서 $\Pr(Y/B) = 0.4 < \Pr(Y/ \neg B) = 0.55$ 이다. 그렇다면 B는 Y에 대한 부정적 인과요인이 된다. 다른 한편, $\Pr(A) = 0.6$ 그리고

5) 이 실험의 최초 형태는 험프리(Humphreys, 1989)에 의해 소개되었고 히치콕이 약간의 변형을 하였다.

$Pr(C) = 0.1$ 이라고 하자. 그렇다면 앞선 경우와 반대로, B는 C에 대해 긍정적 인과요소가 된다.

히치콕은 위 실험 결과를 통해 맥락일치 이론에 2가지 문제를 제기한다. 첫째, $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 의 값들은 우리에게 반 직관적인 인과 정보를 준다는 것이다. 위 실험에서 $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 가 0.5인 경우 적정량의 투약 B는 환자 회복에 부정적 인과 요인이 되었다. 이런 사실은 적정량의 투약이 환자 회복에 긍정적 인과 요인이란 우리의 직관과 충돌한다. 둘째, B의 Y에 대한 인과 효과가 $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 의 비율에 의존한다는 것이다. 그러나 히치콕은 B의 Y에 대한 객관적 인과 효과가 $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 의 비율에 의존하는 것은 잘못되었다고 주장한다. 주목할 점은, 두 가지 문제가 “선언적 요인의 문제”(The problem of disjunctive causal factors)에서 비롯되었다는 것이다. 선언적 요인의 문제는 다음과 같다. 위 실험 $Pr(Y/AvC)$ 에서 AvC에 인과적으로 독립되고 Y에 인과적으로 관련된 다른 모든 요소들이 배경 맥락에 고정되었다고 하자. 그럼에도 불구하고 선언적 요인 AvC의 각 요인들은 Y에 대해 여러 가지 다른 확률을 부여할 수 있다. 따라서 AvC가 주어졌을 때 Y의 고정된 확률 값을 정하기 어렵다. 이것이 선언적 요인의 문제이다. 필자는 다른 논문⁶⁾에서 상호작용(causal interaction)과 반사실적 요소(counterfactual factors)를 이용한 엘스의 방법이 선언적 요인 AvC가 주어졌을 때 Y의 확률 값을 발견할 수 있음을 보여주었다. 그리고 필자는 위 두 가지 문제에 대해서도 맥락일치 이론이 답을 줄 수 있다고 논증했다. 본 논문에서는 두 가지 문제에 대한 맥락일치 이론의 응답을 짧게 다시 소개하고자 한다.

우선, 첫 번째 문제를 다시 보자. 첫 번째 문제는, $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 가 0.5인 경우 적정량의 투약 B는 환자 회복에 부정적 인과 요인이 되기 때문에 $Pr(A)$ 와 $Pr(C)$ 의 값들은 우리의 직관에 반대된 인과 정보를 준다는 것이다. 그러나 히치콕은 다음 경우를 생각할 필요가 있다. 어떤 세계 (또는 실험)에서 적정량의 투여(B)에 비교되는 경우가 약의 투여가 전혀 없는 경우뿐이라면 적정량의 투여가 환자의 회복에 부정적 요인이라는 것은 분명히 반

6) "The Problem of the Disjunctive Causal Factors", 논리 연구 (2002) 봄호.

직관적이고 받아들이기 어렵다. 하지만 또 다른 세계 (또는 실험)에서 적정량의 약물 투여에 비교되는 경우가 약물의 투여가 없는 경우 뿐 아니라 약의 과다 투여를 포함하는 경우라고 가정하자. 이 경우에 적정량의 투여가 환자의 회복에 부정적 요인이라는 것은 충분히 설득력을 갖는다.⁷⁾ 맥락일치 이론에서 한 요인이 다른 요인에 대해 갖는 인과 효과는 어떤 집단을 상대하는가에 따라서 달라진다. 위 약물 실험에서 주목할 점은 적정량의 약물 투여가 환자의 회복에 갖는 인과 연관성이 일정하게 고정되어 있지 않다는 것이다. 적정량의 약물 투여가 환자의 회복에 갖는 인과 연관성은, 환자 집단의 개인들이 약물 투여가 없는 경우 또는 과다 투여되는 경우로 나누어지는 무작위 성향(random propensities)에 달려있다. 이런 무작위 성향은 반사실적 요인(counterfactual factor)으로 기술될 수 있다. (예: “한 개별자가 AvC를 가졌다면 그는 A를 가질 수 있었을 것이다”, “한 개별자가 AvC를 가졌다면 그는 C를 가질 수 있었을 것이다”) 이런 반사실적 요인을 배경맥락으로 고정시켜보자. (예: $\Pr(Y/ B\&I)$, $\Pr(Y/ (AvC)\&I)$) 그렇다면 적정량의 투약 B가 Y와 관련하여 반사실적 요인들과 상호작용(interaction)을 하는 것으로 나타난다. 왜냐하면, 반사실적 요인이 배경맥락으로 고정된 경우에 B가 Y에 대해 갖는 인과적 효과가 모든 배경맥락에서 일치하지 않기 때문이다. (예: $\Pr(Y/ B\&I) > \Pr(Y/ (AvC)\&I)$, $\Pr(Y/ B\&I2) < \Pr(Y/ (AvC)\&I2)$) 따라서 맥락일치 이론에 따르면 약물 투여는 환자의 회복에 대해 혼재(mixed)된 것이다. 정리하면, 상호작용이 발생한다는 것은 적정량의 약물 투여가 환자의 회복에 대해 고정된 (긍정적, 부정적 또는 중립적) 인과 연관성을 가질 수 없다는 의미이다. 그리고 맥락일치 이론은 이런 가변적 형태의 인과 연관성을 혼재된(mixed) 인과 연관성으로 해명하고 있는 것이다. 적정량의 약물 투여에 비교되는 경우가 약물의 투여가 없는 경우 뿐 아니라 과다한 약의 투여를 포함하는 경우라면, 히치콕처럼 한가지 고정된 인과 연관성만을 고려하는 것은 오히려 우리의 직관에 어긋난다.

위에서 제시된 두 번째 문제는, B의 Y에 대한 객관적 인과 효과가 $\Pr(A)$ 와 $\Pr(C)$ 의 비율에 의존한다는 것이다. 그러나 히치콕은 맥락일치 이론이

7) 그리고 이 점은 서론에서 짧게 소개되었던 히치콕의 삼항관계 이론이 토대하는 기본 생각과 크게 다르지 않다.

단순히 $\Pr(Y/ B\&K_i)$ 와 $\Pr(Y/ -B\&K_i)$ 만을 비교하는 것이 아님에 주목해야 한다. 맥락일치 이론에서 $\Pr(Y/ B\&K_i)$ 와 $\Pr(Y/ -B\&K_i)$ 의 비교는 항상 한 집단(population)과 상대하여 이루어진다. 맥락일치 이론에서 인과 유관성은 어떤 집단, 엄밀히 말해서 한 집단의 어떤 속성(kind, or type)이 고려되는가에 따라 달라진다. 즉, 맥락일치 이론은 임의 실험의 대상인 한 집단에서, 한 요인이 다른 요인에 대해 갖는 확률적, 또는 미결정적 인과적 성향(causal tendency, or propensity)을 해명한다. $\Pr(A)$, $\Pr(C)$ 의 값에 따라서 인과 유관성이 달라진다는 것은 (첫 번째 문제에 대한 논의에서 밝힌 것처럼) Y와 관련하여 B가 환자들 개개인들이 플래시보의 경우(A) 또는 과다 투여되는 경우(C)로 나뉘는 무작위 성향(propensities)과 상호작용하고 있음을 나타내는 것이다. $\Pr(A)$, $\Pr(C)$ 의 값에 따라서 인과 유관성이 달라진다는 것은 그런 상호작용을 나타내는 것이다. 그리고 맥락일치 이론은 상호작용에 의한 가변적 인과 유관성을 혼재된(mixed) 인과 유관성으로 해명하였다. 따라서 맥락일치 이론에서 집단의 중요성을 정확히 이해한다면, 두 번째 문제는 맥락일치 이론에 대한 문제가 될 수 없다. 오히려 맥락일치 이론이 갖고 있는 바람직한 특성을 (즉, 인과 유관성은 집단에 상대적이란 특성) 잘 드러낸 것이다.

4. 삼항관계 이론

히치콕은 위 실험에서 자신이 제기한 두 가지 문제를 해결하려면 다른 방식으로 인과구조를 해명해야 한다고 주장한다:

B와 같은 사건들은 절대적 의미에서 Y와 같은 사건들의 긍정적 또는 부정적 원인이라고 말할 수 없다. ... 인과 유관성의 이항적(binary) 관계를 기술하는 영어 표현들은 사실상 인과 유관성의 보다 복잡한 속성들에 대한 생략들이다. ... 일상적으로 우리의 인과 판단들과 일치하기 위해서는 ... 인과 주장에 대한 화용론(pragmatics) 논의가 보충되어야 할 것이다. (히치콕 1993, 347)

“인과 유관성의 복합적 속성”이란 무엇인가? 위 실험에서 히치콕은 우리의 일상적 인과 판단은 적정량의 투약이 회복에 긍정 인과적으로 관련(positively causally relevant)되어야 한다고 생각한다. 히치콕이 생각하는 긍정적 인과 유관성은 다음 의미에서 긍정적 인과 유관성이다. 적정량의 투약 B는 플래시보의 투약 A와 비교될 때 회복에 긍정 인과적으로 관련된다. 하지만, 적정량의 투약 B는 다량의 투약 C와 비교될 때 회복에 부정 인과적으로 관련된다. 이와 같이 삼항 관계(ternary, or three-place relations)에 의해 해명된 인과 유관성들이 “복합적인 인과 유관성을 구성”한다(히치콕 1993, 347). 따라서 인과 유관성은 객관적 또는 절대적으로 결정되는 것이 아니라 비교되는 세 번째 항이 무엇인가에 따라서 상대적으로 결정된다. 이런 의미에서 B와 같은 사건들은 절대적 의미에서 Y와 같은 사건들의 긍정적 또는 부정적 원인이라고 말할 수 없다.⁸⁾

히치콕은 복합적인 인과 유관성을 임의 변수 X와 Y의 조건부 확률분포 함수 $f(x) = \Pr(Y/ X=x)$ 에 의해 형식적(formally)으로 일반화한다. 히치콕은 말한다:

나의 제안은 함수 $f(x)$ 가 임의 변수 X와 Y의 인과적 유관성을 나타내게 하는 것이다. 인과적 유관성은 다양성에 있어서 무한한다: 그것은 단순히 긍정적 그리고 부정적 유관성으로 나뉘지 않는다. ... 인과적 유관성은 가장 깊은 수준에서 사건이 아닌 변수를 그 관계의 내용으로 취한다. (히치콕 1993, 349)

조건부 확률 함수 $f(x) = \Pr(Y/ X=x)$ 에서 X와 Y는 음이 아닌 실수를 값으로 취하는 임의 변수들(random variables)이다. 이 함수는 예를 들어 암의 발병 Y와 매일 피우는 담배 갑의 수 X 사이의 관계를 나타낸다. 히치콕은 조건부 확률함수의 임의 변수 X가 취하는 다양한 값들을 한 인과 요인과

8) 이 점은 맥락일치 이론과 관련해서 다시 살펴볼 필요가 있다. 맥락일치 이론은 위 실험에서 B가 Y에 대해서 긍정적 또는 부정적 인과 역할을 하는 것으로 해명하지 않고 B는 Y에 대해서 혼재되어 있다고 해명했다. 맥락일치 이론의 이런 해명은 히치콕이 말한 인과 유관성의 복합적 속성 즉, 인과 유관성의 가변성을 사실상 다른 방식으로 표현하고 있는 것이다.

이 요인의 (비교) 상대인 다른 인과 요인들로 고려한다. 따라서 임의 변수 X 의 각 값은 무한히 많은 다른 값들과 비교될 수 있다. 히치콕은 삼항관계 이론이 맥락일치 이론은 갖지 못하는 “표현력”(expressive power)을 갖는다고 주장한다. 히치콕이 말하는 표현력이란, 확률관계가 임의변수를 가진 확률분산 함수(probability distribution function) f 에 관한 정보를 주는 정도이다. 히치콕은 말한다:

$Pr(Y/A) < Pr(Y/B)$ 와 $Pr(Y/B) < Pr(Y/C)$ 의 부등 관계들은 X 와 Y 의 인과 유관성을 전체적으로 완전하게 기술하지 않을 지라도 함수 f 에 관한 중요한 정보를 전달한다. 그것[이항관계 이론]⁹⁾은 우리에게 Y 의 확률이 A 부터 B 와 C 를 거쳐 증가하는가에 대해 말하여 주는 바가 없다. (히치콕 1993, 351)

히치콕은 맥락일치 이론이 Y 의 확률이 A 로부터 B 와 C 를 거쳐 증가하는가에 관한 정보를 줄 수 없다고 주장한다. 아마도 그 이유는 맥락일치 이론에서 조건부 확률에 관한 정보가 “사건들의 인과 유관성에 관한 주장들”(히치콕 1993, 351)에 적합하기 때문일 것이다. 맥락일치 이론이 제공하는 인과 유관성에 관한 정보는 질적(qualitative)인 정보이다. 따라서 확률분산 함수 f 에 관한 정량적(quantitative) 정보를 표현하는 것에 중점을 두지는 않는다. 그러나, 맥락일치 이론이 Y 의 확률이 A 로부터 B 와 C 를 거쳐 증가한다는 정보를 전달할 수 없다는 주장은 옳지 않다. 히치콕의 주장과 반대로, 필자는 맥락일치 이론이 확률분산 함수에 관한 정보를 전달할 수 있음을 보여줄 것이다. 그리고 이것을 통해 맥락일치 이론과 삼항관계 이론의 관계를 해명할 것이다.

9) [.]의 내용이 원문에는 없지만 이해를 돕기 위해 필자가 부가한 것이다. 히치콕은 맥락일치 이론을 이항관계 이론(binary, or two-place theory)으로 간주한다. 히치콕의 정의에 따르면, 이항관계 이론은 절대적 의미에서 (즉, Y 에 대한 X , $-X$) 확률을 비교하여 (즉, $Pr(Y/X \& K) <, =, > Pr(Y/-X \& K)$) 긍정 또는 부정 인과유관성을 해명하는 이론이다.

5. 인과구조 해명의 다원성

히치콕이 소개한 약물 실험을 다시 보자. X 를 투여 약물의 양을 음이 아닌 실수 값으로 취하는 임의 변수로, Y 를 회복 가능성을 음이 아닌 실수 값으로 취하는 임의 변수라고 하자. 임의 변수 X , Y 의 확률분산 함수는 $f_i(x) = \Pr(Y/ X=x \ \& \ K_i)$ 이다. 여기서 $f_i(x)$ 의 i 는 배경맥락 K_i 의 i 이다. 확률 함수 $f_i(x)$ 는 배경 맥락 K_i 에서 어떤 i 에 상대하는가에 따라서 여러가지 다른 모양을 나타낼 수 있다. 히치콕은 말한다:

이질적(heterogeneous) 집단에서 X 가 Y 에 대해 갖는 인과적 유관성은 $f_i(x) = \Pr(Y/ X=x \ \& \ K_i)$ 에 의해 산출되는 여러 함수들의 열거¹⁰⁾에 의해 결정될 것이다. 여기서 $\{K_1, K_2, \dots\}$ 는 가능한 인과배경 맥락으로 이루어진 즉, 일어난 사건 공간의 분할(partition of the outcome space)이다. 일반적으로 모든 f_i 들에 관한 정보를 전달하기는 불가능하다; 다시 말하지만, 영어로 표현된 대부분의 인과 주장들은 부분적 정보만을 준다. (히치콕 1993, 352)

예를 들어서, 약물 량의 증가에 친화적인 배경맥락 K_2 와 상대한 $f_2(x) = \Pr(Y/ X=x \ \& \ K_2)$ 는 약물 량의 증가에 반발하는 배경맥락 K_3 에 상대한 $f_3(x) = \Pr(Y/ X=x \ \& \ K_3)$ 와 동일한 형태(또는 그래프)를 나타내지 않을 것이다. l, m, n 을 임의 변수 X 의 값이라고 하자. l, m, n 은 약물 투여의 양(정도 또는 강도)을 지시한다. 그때, $X=l, X=m, X=n$ 은 차례로 A(플라시보), B(적정량의 약물 투여), C(다량의 약물 투여)를 나타낸다. 약물 량의 증가에 친화적인 배경 맥락 K_2 내에서 함수 $f_i(x) = \Pr(Y/ X=x \ \& \ K_i)$ 는 다음과 같은 결과를 갖는다고 가정하자.

$$\begin{aligned} f_2(l) &= \Pr(Y/ X=l \ \& \ K_2) = 0.1, \\ f_2(m) &= \Pr(Y/ X=m \ \& \ K_2) = 0.2, \end{aligned}$$

10) 인과 배경 맥락에 따른, 여러 함수의 열거란 $f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots$ 를 의미한다. 따라서, 모든 배경 맥락에 따라서 함수가 열거된다면 이를 통해서 함수 $f_i(x)$ 에 대한 모든 정보를 얻을 수 있다.

$$f_2(n) = \Pr(Y/ X=n \ \& \ K_2) = 0.3.$$

그렇다면,

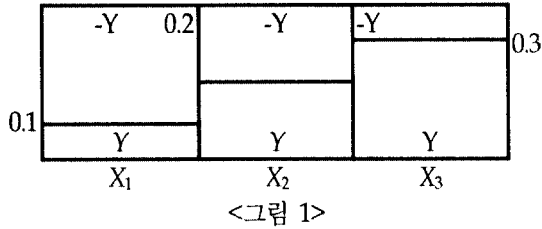
$$\begin{aligned} f_2(l) &= \Pr(Y/ X=l \ \& \ K_2) < f_2(m) = \Pr(Y/ X=m \ \& \ K_2), \\ f_2(m) &= \Pr(Y/ X=m \ \& \ K_2) < f_2(n) = \Pr(Y/ X=n \ \& \ K_2) \text{이다.} \end{aligned}$$

이들 관계들은, 확률 Y 가 A 로부터 B 와 C 를 거쳐 증가한다는 것을 나타낸다. 그러나 $f_i(x)$ 가 다른 배경 맥락 예를 들어, K_3 에 상대하였다면, 이 함수는 X 와 Y 사이의 다른 관계를 나타낼 것이다. (예를 들어 감소 관계나 변화가 없는 관계를 나타낼 수 있다.)

Y 의 확률이 A 로부터 B 와 C 를 통해 증가한다는 정보를 맥락일치 이론이 어떻게 전달할 수 있는지 보기 위해서 (2, 3장에서 본 것처럼) 맥락일치 이론이 조건부 확률들 간의 비교에만 의존하는 이론이 아님을 다시 주목할 필요가 있다. 맥락일치 이론은 한 집단에 대하여 한 요인 X 가 다른 요인 Y 의 인과요인이 되는 일종의 삼항관계 이론이다. 다시 말해서, X 의 Y 에 대한 인과 효과는 우리가 어떤 집단을 고려하는가에 따라서 (엄밀히 말해, 한 집단이 어떤 유형을 예화하는 것으로 고려하는 가에 따라서) 결정된다. 예를 들어, 모든 동질적(homogeneous) 부분집단(subpopulation) K_i 의 결합인 전체, 또는 이질적(heterogeneous) 집단 P 에 대하여 X 의 Y 에 대한 인과 효과를 고려할 수 있다. 또한 K_i 각각의 동질적 부분집단 i 에 대하여 X 의 Y 에 대한 인과 효과를 고려할 수 있다. 또한 두개 또는 그 외 여러 개의 동질적 부분 집단들이 결합한 (예: K_2 와 K_4 의 결합 또는 K_1, K_2, K_3 의 결합) 부분 집단에 대하여 X 의 Y 에 대한 인과 효과를 고려할 수 있다. 주목할 점은, X 의 Y 에 대한 인과 효과는 (부분) 집단을 어떻게 고려하는 가에 따라서 달라질 수 있다는 것이다. 맥락 일치 이론의 이런 중요한 특징을 고려하면서, 다양한 양의 투약과 회복간의 관계에 관한 위 실험을 다시 보자.

위 실험에서 3가지 경우($X=l, X=m, X=n$)를 다시 고려하자. $X=l, X=m, X=n$ 를 각각 X_1, X_2, X_3 라고 하자. 이때, 배경 맥락 K_2 와 상대하여, X_1, X_2, X_3 는 투약의 양 또는 강도로서 다음과 같은 분할(partition)¹¹⁾을 이룬다.

11) 분할(partition)은 상호 배타적(mutually exclusive)이고 전체를 총망라



배경 맥락 K2와 상대하여, $\Pr(Y/ X1 \& K2)$, $\Pr(Y/ X2 \& K2)$, $\Pr(Y/ X3 \& K2)$ 는 차례로 $f2(l) = \Pr(Y/ X=l \& K2) = 0.1$, $f2(m) = \Pr(Y/ X=m \& K2) = 0.2$, $f2(n) = \Pr(Y/ X=n \& K2) = 0.3$ 에 대응한다. X1 또는 X2 (즉 X1과 X2의 결합(union))를 갖는 개별자들(individuals)을 하나의 부분 집단(subpopulation)으로 고려하자. 그리고 이 부분 집단을 K12라고 하자. 부분 집단 K12에서 X2는 X1의 유일한 비교 상대로서 X1의 결여(즉 -X1)이다. 따라서, 부분 집단 K12에서, $\Pr(Y/ X1) < \Pr(Y/ X2) = \Pr(Y/-X1)$. 다시, X2 또는 X3(즉, X2과 X3의 결합)를 갖는 개별자들을 하나의 부분 집단으로 고려하자. 그리고 이 부분 집단을 K22라고 하자. 부분 집단 K22에서 X3는 X2의 유일한 대안으로서 X2의 결여(즉 -X2)이다. 따라서, 부분 집단 K12에서, $\Pr(Y/ X2) < \Pr(Y/ X3) = \Pr(Y/-X2)$. 또 다시, X1 또는 X3(즉, X1과 X3의 결합)를 갖는 개별자들을 하나의 부분 집단으로 고려하자. 그리고 이 부분 집단을 K32라고 하자. 부분 집단 K32에서 X3는 X1의 유일한 대안으로서 X1의 결여(즉 -X)이다. 따라서, 부분 집단 K32에서, $\Pr(Y/ X1) < \Pr(Y/ X3) = \Pr(Y/-X1)$. 위와 같은 방식으로 부분 집단들을 고려할 때, 부분 집단 K12부터 K22와 K32를 따라가면, Y의 확률이 X1부터 X2와 X3를 통해 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 바로 $f2(x)$ 에 관한 정보를 (즉, $f2(l) = \Pr(Y/ X=l \& K2) < f2(m) = \Pr(Y/ X=m \& K2)$, $f2(m) = \Pr(Y/ X=m \& K2) < f2(n) = \Pr(Y/ X=n \& K2)$) 전달하는 것이다. 이와 같이 세 가지 부분집단 K12, K23, K32를 고려하여 맥락일치 이론 역시 $f2(x)$ 에 관한 같은 정보를

(completely exhaustive)한 요소들의 집합이다. 위 경우에, X1, X2, X3이 분할을 이루는 요소 전부라고 가정하자.

전달한다. 맥락일치 이론은 단순히 두 개의 조건부 확률을 비교하는 것이 아니라 항상 집단에 상대하여 두 개의 조건부 확률을 비교한다. 이런 특징 때문에 맥락일치 이론은 함수 $f_i(x)$ 에 관한 정보를 전달할 수 있는 것이다.

히치콕이 이미 말한 것처럼 (히치콕 1993, 352), 히치콕의 이론에서 삼항 관계의 인과 유관성은 분할 K_i 의 각각의 i 에 상대한다. 삼항 관계의 인과 유관성은 확률분산 함수 $f_i(x)$ 에 관한 부분적인 정보이다. (각주 10에서 언급한 것처럼) $f_i(x)$ 에 관한 완전한 정보는 모든 i 에서 고려되는 $f_i(x)$ 의 총집합이기 때문이다. 중요한 점은, K_i 의 각 i 에서 맥락일치 이론과 삼항관계 이론이 동일한 인과 구조를 개념적으로 다르지만 일관된 방법으로 해명한다는 것이다. 삼항 관계 이론에 따르면, K_i 의 각 i 에서 삼항 관계의 인과 유관성은 K_i 의 각 i 에서 함수 $f_i(x)$ 에 관한 정보를 전한다. 위에서 필자가 보여주었던 것처럼, 맥락일치 이론은 K_i 의 각 i 에서 다시 여러 방식으로 부분 집단을 고려하여 동일한 정보를 전달할 수 있었다. 이와 같이 동일한 인과 구조를 두개의 다른 이론이 개념적으로 다른 그러나 일관되게 해명하는 방법을 다음과 같이 형식화 할 수 있다:

임의 변수 X 가 취하는 2개의 다른 (음의 실수가 아닌) 값들 v 와 w 가 주어졌을 때, 삼항 관계 이론은 K_i 의 각각의 i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$)에 상대하여 2개의 다른 함수 $f_i(v)$ 와 $f_i(w)$ 를 비교한다. 다른 한편, 맥락 일치 이론은 K_j 의 각각의 j ($j = 1, 2, 3, \dots, l$)에 상대하여 두 개의 조건부 확률 $Pr(Y/X = v \& K_j)$ 와 $Pr(Y/X = w \& K_j)$ 를 비교한다. K_j 의 각각의 j 는 K_i 와 $X=v \cup X=w$ 를 포함한다¹²⁾. K_j 는 K^m 로서 위 첨자 m 은 K_i 의 각각의 i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$)에 상대하여 부분 집단 $X=v \cup X=w$ 를 지시한다.

K_i 의 동일한 배경 맥락에서 동일한 인과 구조를 해명한다는 점에서 맥락 일치 이론과 삼항관계 이론은 일치한다. 하지만 인과 구조를 해명하는 방법은 다르다. 삼항관계 이론은 배경 맥락 K_i 의 각각의 i 에서 임의 변수 X 가 임의 변수 Y 에 대해 갖는 인과 유관성을 X 가 취하는 값들에 상대하여

12) "U"은 합(union)을 의미한다.

해명한다. 반면, 맥락일치 이론은 요소 X 의 요소 Y 에 대한 인과 유관성을 동일한 배경 맥락 내에서 다시 고려된 부분 집단을 상대로 해명한다. 하지만 동일한 인과 구조를 해명하는 두 가지 방법 사이에 모순은 없으며, 따라서 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 일관적이다. 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 정합한다. 다른 한편, 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 다음 의미에서 또한 정합적이다. 삼항 관계 이론은 $f(x)$ 의 정량적인(quantitative) 값에 기초하여 인과 유관성을 나타내려는 반면, 맥락일치 이론은 두개의 조건부 확률간의 관계에 관한 질적(qualitative) 정보에 기초하여 인과 유관성을 나타낸다. 그런 질적 정보가 양적 정보와 일관될 수 있음은 분명하다. 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항관계 이론과 정합적이다. 정리하면, 두 가지 이론은 동일한 각각의 배경 맥락에서 개념적으로 다른 그러나 일관적인 방식으로 동일한 인과 구조를 해명한다.

6. 나가는 말

위에서 삼항 관계 이론만이 전달할 수 있다는 $f(x)$ 의 정보를, (즉, Y 의 확률이 $X=1$ 로부터 $X=2$ 그리고 $X=3$ 을 통해 증가한다는 인과 유관성에 대한 정보) 맥락 일치 이론 역시 전달할 수 있음을 보여주었다. 그리고 맥락일치 이론과 삼항 관계 이론을 다음과 같이 밝혔다: 두 가지 이론이 동일한 인과 구조를 개념적으로 다른 그러나 일관된 방식으로 해명한다. 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항 관계이론과 정합적이다. 또한 맥락일치 이론은 삼항 이론이 해명하려는 상대적 의미의 인과 유관성뿐 아니라 상대적 의미의 유관성 보다 더 근본적인 절대적 의미의 유관성을 해명할 수 있다. 이런 의미에서 맥락일치 이론은 삼항 관계 이론의 토대를 이룬다. 동일한 인과 구조를 해명하는 여러 가지 방법들이 있으며 여러 방법들의 원점에는 맥락일치 이론이 자리 잡고 있다. 따라서 맥락일치 이론에 대한 비판들은, 원점과 원점에서 갈라진 다른 길들의 관계를 주목하지 않거나 분명하게 해명하지 않은 것에 기인한다. 맥락일치 이론과 삼항관계 이론간의 관계 역시 그런 문제점에서 기인한 것이며 필자는 원점과 원점에서 갈라진 한가지 길이 어떤 관계를 갖고 있는지 보여 주었다.

참 고 문 헌

- Cartwright, N. (1979), "Causal Laws and Effective Strategies", *Nous* 13: 419-437 in N. Cartwright (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon Press, Oxford.
- Dupré, J. (1984), "Probabilistic Causality Emancipated", in French, P., Uehling, T., and Wettstein, H., 1984. 169-75.
- Eells, E. and Sober, E. (1983), "Probabilistic Causality and the Question of Transitivity", *Philosophy of Science* 50: 35-57.
- Eells, E. (1991), *Probabilistic Causality*, Cambridge Univ. Press.
- Hitchcock, C. (1993), "A Generalized Probabilistic Theory of Causal Relevance", *Synthese* 97, pp.335-64.
- Holland, P.W. (1986), "Statistics and Causal Inference in Theory and Methods", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 81, pp. 945-960.
- Papineau, D. (1989), "Pure, Mixed, Spurious Probabilities and Their Significance for a Reductionist Theory of Causation," pp.307-56. in P.Kitcher and W. C. Salmon, *Scientific Explanations, Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. XIII
- Skyrms, B. (1980), *Causal Necessity*, Yale Univ. Press.
- Solomon, F. (1987), *Probability and Stochastic Processes*, Prentice-Hall.
- Suppes, P. (1970), *A Probabilistic Theory of Causality*, North-Holland Pub.