

## 상대적 확률 추론에서의 착각과 그 기제

도 경 수

부산대학교 심리학과

명제에 대해 구성된 모형에 근거해서 확률을 추정한다는 Johnson-Laird의 소박한 확률이론을 검증하기 위하여 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 착각적 확률 추론 실험을 이용한 두 개의 실험을 수행하였다. 두 개의 실험에서는 두 사상의 존재에 관해 기술한 두 개의 명제와 이 두 명제의 진위에 관해 규정한 또 하나의 명제를 주고 두 사상의 확률을 추정하게 하였다. 실험 1에서는 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 실험을 반복하여 규범적인 판단과는 상반되는 상대적 확률 판단을 하는 착각적 확률 추론 현상을 반복 관찰하였다. 실험 2에서는 두 사상의 확률을 추정하기 전에 각 명제에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하도록 하였는데, 이 절차는 소박한 확률이론이 제안하는 진실원리에 의한 모형 구성과 비율원리에 의한 확률 추론이 실제 일어나는지 알아보기 위한 것이었다. 실험 2에서도 착각적 확률 추론 현상을 관찰하였으나, 실험참가자들의 기록은 소박한 확률이론의 가정 중 일부만을 지지하는 결과를 보여주었다. 즉 진실원리에 의한 모형 구성을 지지하는 증거는 있었으나 비율 원리에 의한 확률 추론을 지지하는 증거는 얻지 못하였다.

일상생활에서 우리는 확률 추론을 많이 한다. 예를 들어 내일 소풍을 가야할지 또는 어느 은행에 예금을 해야할지를 결정할 때 비가 올 가능성이 얼마인지 또는 어느 은행이 더 안전한지를 판단해서 결정한다. 안전성만을 근거로 은행을 선택하는 것처럼 주관적 효용이 같은 둘 이상의 후보 중에서 하나를 선택해야 하는 경우에는 각 후보들에 대해 추정한 확률에 근거하여 확률이 더 높은 후보를 선택하게 될 것이다. 그러나 이처럼 주관적 효용을 고려하지 않아도 되는 단순한 선택 상황에서조차도 개별 사상에 대한 절대적 확률추정과 함께 이들을 비교하는 과정이 포함되기 때문에 작업기억에의 부담이 커질 수 있으며, 그 결과로

단일 사상에 대한 확률추정과는 상반되는 상대적 확률추정을 할 수도 있다.

주관적 효용을 고려할 필요없이 단지 상대적 확률만을 추정하는 경우에도 각 사상에 대해 여러 가지 정보가 주어지면 사람들은 실제와 다르게 확률을 추정하기도 한다. Kahneman과 Tversky는 일련의 연구를 통해 실제와 상반되는 확률추정의 예들을 많이 보고하였다 (예: Kahneman & Tversky, 1973; Tversky & Kahneman, 1983). 그리고 이들은 기저 확률을 무시하고 대표성이나 가용성 어법법에 의해 확률을 추정하기 때문에 이런 오류가 일어나는 것으로 설명하였다. 그러나 Kahneman과 Tversky가 다룬 문제들은 기억에 의지해 확률

---

이 연구는 1997년도 학술진흥재단 자유공모과제 연구비의 지원을 받아 수행되었음. 실험자로 수고해 준 객부원과 원고를 읽고 좋은 점을 지적해 주신 두 심사위원에게 감사드린다.

을 추정하여야 하든지 아니면 주어진 정보들 토대로 특정한 사례에 대한 확률을 추정하는 문제가 대부분이었고, 이런 문제에서는 기억이나 주어진 정보중의 특정 정보가 다른 정보보다 더 현저해서 확률추정에 더 많은 영향을 미쳤을 수 있다.

본 연구에서는 현저성과 같은 편향요인이 없는 상황에서 사람들이 어떻게 상대적 확률을 추정하는지 알아보려고 한다. 보다 구체적으로 본 논문에서는 Johnson-Laird와 Savary (1996)가 보고한 상대적 확률추론에서 나타나는 착각현상을 반복 보고하고 이에 내재하는 기제에 관한 이들의 설명(Johnson-Laird & Savary, 1996; Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi, & Caverni, in press)을 경험적으로 확인해보려고 한다.

확률의 정의는 크게 세 가지 유형으로 나뉘어지고 있는데(Baron, 1994; Stilson, 1966), 세 가지 이론 중에서 가장 널리 알려진 정의는 어떤 사상의 빈도가 확률이라고 보는 빈도론이다. 최근 Johnson-Laird와 그의 동료들은 어떤 사상의 존재여부에 관해 기술한 명제에 대해 구성되는 심성모형에서의 상대적 빈도에 의해 그 사상의 확률추론이 가능하다고 제안하고 있다 (Johnson-Laird, 1994; Johnson-Laird & Savary, 1996; Johnson-Laird et al, in press).

보다 구체적으로 Johnson-Laird와 동료들은 소박한 확률이론(naive probability)을 통해 4가지의 원리를 제안하고 있다(Johnson-Laird et al, in press). 첫번째 진실원리(truth principle)는 명제에 대한 표상과 관련된 것으로, 사람들은 명제에 대해 참인 경우만을 심성모형에 표상한다고 가정한다. 두번째 동등확률의 원리(equiprobability principle)는 특별한 지식이나 믿음이 없는 한 각각의 모형의 확률은 같다는 것이다. 세번째 비율의 원리(proportionality principle)는 동등확률의 원리에서 연장된 것으로 어떤 사상의 확률은 그 사상이 일어난 것

이 포함된 모형의 비율이라는 것이다. 즉 5개의 모형 중에 3개의 모형에 그 사상이 포함되어 있으면 확률은 3/5라는 것이다. 마지막 수량의 원리(numerical principle)는 전제가 수량적인 표현을 포함하면 심성모형에 수량에 관한 꼬리표를 부착한다는 것이다. 이들은 하나의 명제를 주고 명제에 기술되어 있는 논항의 확률을 추정하게 하여 자기들의 이론을 검증하였다. 아울러 이들은 소박한 확률이론보다 앞서 보고된 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 착각적 확률 추론(illusory inference of probability) 현상도 소박한 확률이론에 의해 잘 설명된다고 주장하고 있다.

착각적 확률 추론 현상이란 두 개 이상의 명제를 주고 상대적 확률을 추정하게 할 때 사람들이 범하는 착각을 일컫는 것인데, 다음 예를 보면 알 수 있다. Johnson-Laird와 Savary (1996)는 실험 2에서 Only one assertions is true about a specific hand of cards:

If there is a jack in the hand then there is a queen in the hand.

If there isn't a jack in the hand then there is a queen in the hand.

와 같이 두 사상의 존재에 관한 기술한 두 개의 명제와 이 두 명제의 진위에 대해 규정한 또 하나의 명제를 주고 두 사상의 확률을 추정하게 하였다. 이 예에서는 jack과 queen의 확률을 추정하는 것인데, 대부분의 사람들은 queen의 확률이 높다고 틀리게 답하였다. 이 문제에서는 하나의 조건명제만이 참이어야 하기 때문에 첫번째 명제에 대해서는 참이고 두번째 명제에 대해서는 거짓인 경우(즉 jack도 없고 queen도 없는 경우)와 첫번째 명제에 대해서는 거짓이고 두번째 명제에 대해서는 참인 경우(즉 jack은 있고 queen은 없는 경우)만을 고려해야 옳게 답할 수 있다. 즉 jack과 queen의 존재에 관한 가능한 네가지 경우 중에서 jack도 없고 queen도 없는 경우와 jack은 있고 queen은 없는 두 가지 경우만이 고려의

대상이 된다. 또 이 두 경우의 확률을 다르게 보아야 할 이유가 없다. 따라서 jack이 있을 확률은 두 경우 중 한 경우이므로 50%이고 queen이 있을 확률은 두 경우 모두 queen이 없어야 되므로 0%가 된다. 즉 사람들의 직관적인 판단과는 반대로 jack이 있을 확률이 더 높다.

이와 같은 결과를 Johnson-Laird와 Savary (1996)는 착각적 추론이라 불렀으며, 사람들이 명제에 대해 불완전한 표상을 형성한 다음 이 모형들에 근거해 확률추론을 하기 때문이라고 설명하였다. 즉 소박한 확률이론의 진실원리에 따라 첫번째 명제에 대해서는 jack과 queen이 있는 경우만을 표상하고 두번째 명제에 대해서는 jack은 없고 queen은 있는 경우만을 표상하는데, 이 두 명제가 하나만 참이라는 배타적 이점의 관계이므로 각각의 명제에 대해 형성한 불완전한 표상을 그대로 더하여 확률추론을 하게된 것으로 설명하였다.

그러나 이 연구는 몇 가지 점에서 보완이 필요한 것으로 보인다. 우선 두 명제간의 관계에 따른 통합처리에 대한 설명이 만족스럽지 못하다. Johnson-Laird와 Savary는 다른 심리학자들이 착각적 추론 현상에 대해 제안한 여러 가지 대안적 설명에 대해 그들의 논문에서 반론을 펴고 있으나 설득력이 약하다. 둘째, 이들의 설명에서는 명제에 대해 부분적인 모형을 형성한다는 것이 핵심적인 부분인데 아직까지 어떤 표상을 형성하였는지 경험적으로 검증하지 않았다. 셋째, 아울러 각각의 명제에 대한 표상단계와 두 명제간의 관계에 따른 통합처리 단계의 두 단계 중의 어느 단계가 보다 결정적인 영향을 미쳤는지에 대해서도 구분하지 않았다.

본 연구에서는 두번째와 세번째의 문제점에 대해 알아보려 하였다. 먼저 실험 1에서는 착각적 추론이 일어나는지를 알아보기 위하여 가능한 한 이들의 절차를 그대로 따라 반복하였다. 실험 2에서는 심성모형에 대해 알아보기

위하여 실험참가자들이 두 사상의 확률 추정치를 답하기 전에 각각의 명제에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 적도록 하였다. 즉 실험참가자들이 부분적인 표상을 형성하는지, 그리고 이 부분적인 표상에 근거하여 확률추정을 하는지 알아보려 하였다.

## 실 험 1

착각적 추론이 일어나는지를 알아보기 위하여 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 절차를 따라 두 개의 명제와 두 명제간의 관계에 대한 문장을 주고 두 명제에 기술된 두 사상의 확률을 추정하게 하였다.

## 방법

실험참가자. 부산대학교에 재학중인 학생 16명이 학점이수의 요건으로 참가하였다.

재료 및 절차. 실험에서는 12개의 문제를 주었는데, 이중 표 1의 1번 문제에서부터 11번 문제까지의 11개 문제는 Johnson-Laird와 Savary(1996)가 사용한 것과 같았다. 표 1의 12번 문제는 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 연구에는 없었던 문제이지만 다른 문제들의 구성원칙에 맞게 만든 것이었다. 이 문제를 새로 만든 이유는 Johnson-Laird와 Savary (1996)의 연구에서 사용한 문제 중 한 문제가 논리적으로 답이 없는 문제였기 때문이었다. 이들 12개의 문제 중 여섯 문제는 착각적 추론이 일어날 수 있는 실험문제이고, 나머지 여섯 개는 착각적 추론이 일어날 수 없는 통제문제이다. 여섯 개의 실험문제 중 3개에서는 '두 개의 규칙 중에서 하나의 규칙만이 참이다'라고 두 규칙간의 관계를 규정하였고, 나머지 3개의 문제에서는 '두 개의 규칙 중에서 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다'라고 두 규칙간의 관계를 규정하였다. 통제문제는 가능한

표 1. 실험에 사용된 문제\*와 두 가지 표상\*\*

문 제	불완전 표상		완전표상	
1. P 카드가 손에 있으면, Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 없으면, Q 카드가 손에 있다. 하나의 규칙만이 참이다.	P	Q	P	-Q
	-P	Q	-P	-Q
2. P 카드가 손에 있으면, Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있으면, Q 카드가 손에 없다. 하나의 규칙만이 참이다.	P	Q	P	Q
	P	-Q	P	-Q
3. P 카드가 손에 없다. 그렇지 않으면 Q 카드가 손에 없다. Q 카드가 손에 있다. 하나의 규칙만이 참이다.	-P	P	Q	
		-Q	P	-Q
4. P 카드가 손에 없다. 그렇지 않으면 Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 없다. 하나의 규칙만이 참이다.	-P	P	Q	
		Q	-P	Q
5. Q 카드가 손에 없을 때에만 P 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있다. 하나의 규칙만이 참이다.	P	-Q	P	Q
	P	-P	Q	
6. Q 카드가 손에 없을 때에만 P 카드가 손에 없다. P 카드가 손에 있다. 하나의 규칙만이 참이다.	-P	-Q	P	-Q
	P	-P	-Q	
7. P 카드가 손에 있다. 그렇지 않으면 Q 카드가 손에 없다. P 카드가 손에 있다. 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다.	P	P	Q	
	P	-Q	-P	Q
8. P 카드가 손에 있다. 그렇지 않으면 Q 카드가 손에 있다. Q 카드가 손에 없다. 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다.	P	-Q	P	-Q
	P	Q		
9. Q 카드가 손에 있을 때에만 P 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있다. 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다.	P	Q	P	Q
	-P	Q		
10. P 카드가 손에 있으면 Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있다. 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다.	P	Q	P	Q
11. P 카드가 손에 있고, Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있고, Q 카드가 손에 없다. 하나의 규칙이 참이면 다른 규칙도 참이다.	---		-P	Q
	-P	-Q		
12. P 카드가 손에 있거나 Q 카드가 손에 있다. P 카드가 손에 있거나 Q 카드가 손에 없다.	P		P	Q

\*: 2번은 1번에, 4번은 3번에, 6번은 5번에, 8번은 7번에, 10번은 9번에, 그리고 12번은 11번에 대응되는 통제문제이다.

\*\* : 한 줄에 있는 것이 하나의 모형이며, 글자 앞에 있는 - 표시는 없음을 의미한다. 표기의 일관성을 유지하기 위하여 철자는 모두 P와 Q로 표시하였다.

한 실험문제와 논리 접속사의 수와 종류가 같게 구성되었다. 철자카드에 관한 한 특별한 편향이 있을 이유가 없기 때문에 실험참가자 별로 철자를 달리하지 않고 문제별로 다른 철자어를 사용하였다. 각 문제별로 Johnson-Laird와 Savary(1996), Johnson-Laird 등(in press)의 가정에 따른 불완전한 표상과 모든 경우를 다 고려한 완전 표상이 표 1에 제시되었다.

실험은 개인별로 실시되었는데, 실험참가자에게 14 쪽으로 된 소책자를 주고 시간 제한 없이 자기 속도로 풀어나가게 하였다. 소책자의 첫째 장에는 영어철자로 된 두 종류의 카드에 관한 두 개의 규칙과 이 두 규칙 간의 관계가 규정되어 있다고 문제의 구성방식에 대해 알려 주고 문제에 답하는 방법에 대해 기술한 지시문을 제시하였다. 이어 2쪽에서 13 쪽까지는 한 페이지에 한 문제씩 12개 문제가 주어졌는데, 12 문제의 제시순서는 실험참가자 별로 무선적으로 하였다. 각 페이지마다 두 개의 규칙과 두 규칙간의 관계에 대해 기술한 다음 네 개의 문항에 대해 순서대로 답하게 하였다. 첫번째 문항에서는 두 카드의 확률에 대해 얼마나 빨리 답할 수 있다고 판단하는지를 물어 보았다. 이 문항에 대한 응답은 이 논문에서는 다루지 않는다. 두번째와 세번째 문항에서는 규칙에서 언급된 두 개의 요소 즉 각각의 철자카드가 있을 확률을 0에서 100사이의 숫자로 답하게 하였다. 확실하게 없다고 생각하면 0으로, 그리고 확실하게 있다고 생각하면 100으로 답하게 하였다. 네 번째 문항은 두 카드의 확률 추정치에 대한 확신도를 답하게 하였다. 이 문항에 대한 응답도 이 논문에서는 다루지 않는다. 마지막으로 14쪽에는 하나의 논리 접속사와 두 개의 논항으로 구성된 문장을 주고 두 논항의 상대적 확률을 추정하게 한 문제를 다섯 개 수록하였다. 이는 단일문장에 의한 확률추론의 양상을 알아보기 위한 것이었는데, 이 다섯 문항의 순서는 조건, 이접, 쌍조건, 연접, 그리고 배타적 이접의 순이었다.

모든 문제를 푸는데 약 40분 정도 소요되었다.

## 결과

각 문제에서 두 개의 사상에 대해 실험참가자들이 답한 확률을 토대로 어느 사상의 확률을 높게 평가하는지 세 유형으로 나누었다. 그 결과가 표 2에 제시되었다. 정확하게 상대적 확률추론을 한 경우에 1의 값을 주고 그렇지 않은 경우에 0의 값을 주어 실험문제와 통제문제간에 Wilcoxon 검증을 하였더니, Johnson-Laird와 Savary(1996)의 결과와 마찬가지로 실험조건보다 통제조건에서 정확한 상대적 확률추론을 많이 하였다( $Z=3.27, p<.01$ ). 대응되는 여섯 쌍 모두에서 실험문제보다 통제문제에서 정답을 더 많이 하는 경향을 보였는데, 대응되는 문제별로 Wilcoxon 검증을 하였더니, 9번 문제보다 10번 문제에서( $Z=2.55, p<.05$ ), 그리고 11번 문제보다 12번 문제에서( $Z=2.52, p<.05$ ) 더 많이 정답을 보고하였고, 통계적으로 유의하지는 않았으나 3번 문제보다 4번 문제에서 정답이 많은 경향성이 있었다( $Z=1.89, p<.10$ ). 표 2를 보면 알 수 있듯이 대부분의

표 2. 실험에 사용된 문제와 반응유형별 응답자 수

문제 번호	실 험 1			실 험 2		
	P>Q	P<Q	P=Q	P>Q	P<Q	P=Q
1	4	11	1	0	14	5
2	7	1	8	9	1	9
3	3	9	4	5	6	8
4	4	9	3	5	6	8
5	5	4	7	8	8	3
6	7	1	8	9	4	6
7	6	3	7	9	3	7
8	6	4	6	12	2	5
9	6	1	9	5	5	9
10	3	2	11	7	6	6
11	10	2	4	14	0	5
12	10	3	3	11	1	7

표 3. 하나의 문장을 보고 확률을 추정한 결과\*

문 제	실험 1			실험 2		
	P>Q	P<Q	P=Q	P>Q	P<Q	P=Q
1. P 카드가 손에 있으면 Q 카드가 손에 있다.	3	9	4	6	9	4
2. P 카드가 손에 있거나 Q 카드가 손에 있다.	0	0	16	1	0	18
3. Q 카드가 손에 있을 때에만 P 카드가 손에 있다.	0	11	5	2	11	6
4. P 카드가 손에 있고 Q 카드가 손에 있다.	1	1	14	1	1	17
5. P 카드가 손에 있다. 그렇지 않으면 Q 카드가 손에 있다.	3	1	12	2	3	14

\*: 표기의 통일을 기하기 위해 P와 Q로 표시하였음.

문제에서 실험참가자가 가장 많이 택한 답이 불완전한 추론에 따른 답과 일치하는 경향을 보이는 것은 위의 결과와 함께 착각적 추론에 관한 Johnson-Laird 등(Johnson-Laird & Savary, 1996; Johnson-Laird et al, in press)의 설명이 타당할 수 있음을 보여주는 것이다.

논리 접속사와 두 논항으로 구성된 하나의 문장을 보고 상대적 확률을 추정한 결과가 표 3에 제시되었다. 이접, 연접, 그리고 배타적 이접의 경우에는 대부분의 실험참가자가 두 사상의 확률을 같게 추정하였다. 그러나 조건접속사가 사용된 문장에서는 통계적으로 유의하지는 않았지만 후건의 확률이 높다고 추정한 사람이 많았다. 'Q일 때에만 P이다'와 같은 쌍조건 접속사가 사용된 경우에는 통계적으로 유의하지는 않았지만 Q의 확률을 높게 추정하였다.

## 실 험 2

실험 1에서는 Johnson-Laird와 Savary(1996)의 착각적 추론을 반복하여 검증하였다. 그러나 서론에서 밝혔듯이 착각적 추론에 관한 이들의 설명에서 명제에 대한 불완전한 표상을 형성한다는 가정이 가장 핵심적인 부분인데도

아직 이를 경험적으로 확인하지는 않았다. 실험 2에서는 명제에 포함된 두 사상의 확률에 대한 추정치를 답하기 전에 각각의 규칙이 참인 경우와 거짓인 경우를 기술하게 함으로써 실제 어떤 모형을 토대로 확률추론을 하는지 알아보려 하였다. 아울러 확률추정에 앞서 기술한 모형과 확률 추정치가 일치하는지를 살펴봄으로서 어떻게 모형을 통합하여 확률을 추론하는지도 알아보려 하였다.

실험 2에서는 두 사상의 확률에 대해 답하기에 앞서 각각의 명제에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하였는데, 이 절차의 타당성에 대해 의문이 있을 수 있다. 사실 이 문제에 대해서 아직까지 누구도 단정적으로 답할 수는 없다. 그러나 여러 가지 정황을 보면 그 타당성을 의심할 필요는 없는 것으로 보인다. 먼저 언어적 보고의 타당도에 관한 Ericsson과 Simon(1993)의 논리에 따르면 반응을 한 이후에, 특히 반응의 이유 등에 대해 사후에 보고하는 경우라면 타당성을 의심할 여지가 충분하지만 그렇지 않은 경우에는 크게 의심할 필요가 없다. 따라서 본 실험에서는 의도 등에 대해 물어 본 것도 아니고 사후에 보고한 것도 아니며 실험참가자의 작업기억에 있음직한 내용에 대해 기록하게 하였기 때문에 타당성에 대해 심각한 문제는 없을 것으로

보인다. 아울러 다른 연구에서도 언어 보고나 기록 등의 자료에 근거해서 추론 책략이나 표상의 내용에 대해 알아보았다. 예를 들어 Ford (1995)는 언어보고와 종이에 남긴 기록 등에 근거해서 삼단추리의 책략을 밝혀보았고, Gigerenzer와 Hoffrage(1995)는 확률추리에서의 책략을 밝혀보았다. 또 Barres와 Johnson-Laird (1997), Johnson-Laird와 Barres(1994)는 실험 참가자로 하여금 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하여 실험참가자들이 명제를 이해하는 방식을 연구하였다. 따라서 실험 2에서 각각의 명제에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하여 소박한 확률이론의 가정을 검증하려는 것은 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

## 방법

**실험참가자.** 부산대학교에 재학중인 학부생과 대학원생 22명이 실험에 참가하였다. 이들은 실험 참가에 대해 금전적으로 사례를 받았다. 이중 3명의 실험참가자는 지시한 바와 다르게 답하였기 때문에 이들의 자료는 결과처리에서 제외하였다.

**재료 및 절차.** 실험 2에서는 실험1에서 사용된 12개의 문제를 사용하였다. 실험 1에서는 두 개의 규칙과 두 규칙간의 관계를 기술한 문장을 읽은 다음 네 개의 문항에 대해 답하였는데, 실험 2에서는 얼마나 빨리 답할 것 같은 문항 다음에 두 개의 규칙 각각에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하였다. 없다는 앞에 x를 붙여 표기하게 하였고, 참인 경우나 거짓인 경우가 두 개 이상인 경우에는 각각의 경우를 괄호 안에 넣어 표기하도록 하였다. 예를 들어 '가 카드가 있고 나 카드가 있다'라는 규칙이 있다면 참인 경우는 (가 나)로 표기하면 되고, 거짓인 경우는 (가 x나), (x가 나), (x가 x나)로 표기하면 된다. 그러나 사람들이 참인 경우와 참인 경우 중에서도 참인 요소만 표상한다는 것이 Johnson-

Laird와 동료들의 가정이기 때문에, 두 사상이 다 표기된 경우를 알려줄 수 없었다. 따라서 지시문에서는 '가 카드가 있다'는 '가'로, 그리고 '가 카드가 없다'는 'x가'로 표기하도록 하라고 알려주었다. 두 개의 규칙 각각에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록한 다음 두 사상의 확률을 추정하게 하고 이어서 그 확률 추정치에 대한 확신도를 답하게 하였다. 그 밖의 절차는 실험 1과 같았다. 실험은 개인별로 실시되었는데, 실험 2를 수행하는데 약 한 시간이 소요되었다.

## 결과

실험 1과 같은 방법으로 확률 추정한 결과를 처리하였다. 두 개의 규칙 각각에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하여도 착각적 추론의 양상은 달라지지 않았다. 표 2에서 볼 수 있듯이 실험문제에서 보다 통제문제에서 정답을 많이 보고하였다( $Z=3.24, p<.01$ ). 대응되는 문제들간에서도 이 경향은 유지되었는데, 특히 1번 문제보다 2번 문제에서( $Z=2.67, p<.01$ ), 7번 문제보다 8번 문제에서( $Z=2.40, p<.05$ ), 그리고 11번 문제보다 12번 문제에서( $Z=2.93, p<.01$ ) 정답을 더 많이 했다. 또 표 2에서 알 수 있듯이 각 문제별로 실험참가자가 내린 상대적 판단의 방향은 불완전한 표상에 입각한 추정치와 일치하는 경우가 많았다. 표 3에 있듯이 논리접속사와 두 개의 논항으로 된 하나의 문장을 보고 두 논항의 상대적 확률을 답하게 한 결과도 실험 1과 같은 양상을 보였다.

## 종합 논의

실험 1과 2에서는 착각적 확률 추론 현상을 반복해서 관찰할 수 있었다. 그러나 이를 설명하기 위해 제기된 소박한 확률이론의 가정들

이 아직까지 경험적으로 검증되지 않았기 때문에 실험 2에서는 두 개의 규칙과 두 규칙간의 관계에 대한 문장을 읽게 한 다음 각각의 규칙에 대해 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하였다. 이 기록을 보면 Johnson-Laird와 동료들이 제안하는 표상원칙이 모두 다 지켜지는 것 같지는 않았다. 이들은 진실원리에서 명제에 대해 참인 경우가 기본적으로 표상되며, 참인 경우에도 명제와 관련된 모든 요소를 포함하는 것이 아니라 그중 일부 요소만이 표상되는 것으로 가정하였다. 예를 들어 '가 카드가 있으면 나 카드가 있다'의 경우 가 카드가 있고 나 카드가 있는 경우-(가 나)-만을 표상한다고 가정한다. 가 카드가 없는 경우에는 나 카드가 있건 없건 논리적으로는 참인데도 이 두 경우-(x가 나)와 (x가 x나)-는 표상되지 않는다고 보고 있다. 또 '가 카드가 있거나 나 카드가 있다'는 명제에 대해서는 가 카드가 있는 경우와 나 카드가 있는 경우를 표상한다고 가정하는데, 가 카드가 있는 경우를 표상할 때 가 카드는 있고 나 카드는 없다-(가 x나)-와 같이 모든 요소를 포함한 모형을 형성하는 것이 아니라 가 카드가 있다-(가)-만을 표상한다고 가정한다.

사람들이 진실원리에 따라 표상한다면 기본적으로 참이라고 간주되는 경우만이, 그리고 그 경우에도 관련되었다고 간주되는 요소만을 포함한 모형이 형성될 것이므로 실험참가자들의 기록에서 이런 사례가 많이 관찰되어야 한다. 즉 진실원리에 따르지 않고 모든 경우를 다 표상한다면 각 규칙은 두 사상의 존재에 대해 기술하였으므로 참인 경우와 거짓인 경우를 합하면 네가지 가능한 경우가 다 기록되어야 한다. 반면에 진실원리에 따른다면 각 규칙별로 참인 경우와 거짓인 경우를 합했을 때 네 개의 경우를 다 기록한 수는 극히 적어야 할 것이었다. 전체 456개의 기록 중에 네 개의 경우가 기록된 것은 18.2%인 83개에 불과하여 진실원리에 따르는 불완전한 표상을 형성했을

가능성이 많음을 시사하였다.

규칙이 참인 경우만이 표상된다고 하는 가정, 특히 참인 경우에서도 일부만이 표상된다는 가정도 어느 정도 타당한 것으로 보여진다. '그렇지 않으면'이라는 접속사를 다르게 해석한 실험참가자들이 있어서 이 접속사가 사용된 3, 4, 7, 8번 문제의 첫번째 규칙과 한 요소의 존재 여부만을 언급한 범주적 명제가 사용된 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10번 문제의 두번째 규칙을 제외한 나머지 12개의 규칙에 대해 조사하였다. 전체 228개의 기록 중에서 131개의 기록(57.5%)에서 Johnson-Laird와 Savary(1996)가 예상하는 기록이 관찰되었다. 예를 들어 표 1의 1번 문제 첫번째 조건 명제에 대해 참인 경우로 P가 있고 Q가 있다는 경우-(P Q)-를 기록한 것이다. 그러나 P가 없고 Q가 있는 경우-(xP Q)-는 논리적으로는 참이지만 실험참가자들이 참의 경우로 기록한 수는 많지 않다.

하지만 모형에는 모든 요소가 표상되는 것이 아니라 일부 요소만이 표상된다는 가정은 본 연구에서는 지켜지지 않았다. 범주적 명제를 제외한 16개 문제에 대한 전체 304개의 기록 중 211개의 기록(69.4%)에서 두 요소가 다 표상되었다. 예를 들어 12번 문제의 첫번째 이접 명제에 대해 P가 있다-(P)- 혹은 Q가 있다-( Q)-처럼 하나의 요소의 존재만을 기록하지 않고, P도 있고 Q도 있다-(P Q)-처럼 두 요소의 존재를 다 기록하였다. 범주적 명제로 기술된 8개 문제에서도 전체 152개의 기록 중 82개의 기록(53.9%)에서 두 요소가 다 표상되었다. 예를 들어 3번 문제의 두번째 명제에 대해 참인 경우를 Q가 있다-( Q)-라고 기록하지 않고 P가 있고 Q가 있는 경우-(P Q)-와 P가 없고 Q가 있는 경우-(xP Q)-로 기록한 것이 많았다. 물론 실험 2에서 참인 경우와 거짓인 경우를 기록하게 하였기 때문에 실제보다 더 높은 비율로 이런 기록이 나타났을 가능성을 배제할 수는 없다.

확률추리와 관련된 가정 즉 표상에 근거해



서 비율원리에 따라 확률을 추정한다는 가정은 적어도 본 실험에서는 지켜지지 않은 것으로 보인다. 실험참가자들이 추정한 확률치가 그들이 구성한 모형에 입각해서 내린 추정치와 일치한 경우는 456개의 기록 중에서 81개(17.8%)에 불과하였다. 이렇게 심성 모형에서의 비율에 따른 답이 적게 나온 이유로 세 가지를 생각해볼 수 있다. 첫번째 가능성은 실험참가자들이 두 규칙의 관계에 따른 통합은 제대로 하였으나 자기들이 구성한 표상들을 제대로 기록하지 않았을 가능성이 있다. 그러나 실험 2에서는 확률 추정에 앞서 두 규칙 각각에 대하여 참인 경우와 거짓인 경우를 외부에 기록하였기 때문에 모형을 계속 기억하고 있어야 하는 부담이 없게 되므로 이 가능성은 현실성이 별로 없다.

두번째 가능성은 자기들이 구성한 심성모형을 토대로 상대적 확률을 추정하지만 확률 추정치를 보고할 때 논리적인 지식에 맞게 편집했을 가능성이 있다. 어쩌면 확률을 추정할 때는 Gigerenzer와 Hoffrage(1995)가 제안한 것과 같은 그럴싸한 정도(likelihood) 어림법과 같은 어림법을 사용하여 추정하지만 추정치를 보고할 때에는 자신의 지식과 부합되게 수치를 조정했을 수 있다. 추정치를 수정한다는 생각은 참인 경우와 거짓인 경우를 합쳤을 때 네 가지 경우가 모두 기록된 것은 18.2%에 불과한데 반해 두 요소의 확률을 모두 25의 배수 즉 0, 25, 50, 75, 100 중의 숫자로 답한 것은 69.7% (208개의 기록 가운데 145개의 기록)에 달하였다는 점을 감안하면 사실상 가능성이 있다.

실험참가자들이 확률 추정치로 많이 사용한 다섯 가지의 숫자는 네가지 경우를 상징하고 그 네가지 경우 중에 몇 개의 경우에 해당 사상이 일어났느냐를 계산한 결과로 나온 수치일 가능성이 높다. 도경수(미발표)의 연구에서 대학생들은 결과가 불확실한 경우를 포함한 네가지 경우를 주고 0에서 100사이의 숫자로

확률을 답하게 하면 25의 배수로 확률을 추정하였다. 따라서 각각의 규칙에 대해 참인 경우와 거짓인 경우로 기록한 것을 합쳤을 때 네 가지 경우를 기록한 것은 18.2%인데 반해 25의 배수로 확률을 추정한 것은 69.7%에 이르는 현상은 실험참가자들이 추정치를 답할 때 수정했을 가능성을 시사하는 것일 수도 있다. 즉 고등학교 이후의 학교 교육을 통해 주장의 카드가 있느냐 없느냐는 논리적으로 네가지 가능성만이 있기 때문에 그 확률은 0, .25, .50, .75, 1.00 중의 하나일 수 밖에 없다는 것은 잘 알고 있다. 그런데 자신들의 추정치가 이와 다르므로 두 사상의 확률의 상대적 순서는 유지한 채 이에 맞게 추정치를 조정했을 수 있다.

이 두번째 가능성은 명제들에 대해 구성한 모형에 비율원리를 사용하여 확률 추정을 하는 방식은 자기가 구성한 모형이 해결해야 하는 문제에 대한 전집이라고 확신할 수 있는 경우(혹은 전집이 아니라고 생각할만한 이유가 없는 경우)에만 사용되는 것인지도 모른다는 것을 시사할 수 있다. 즉 Johnson-Laird 등(in press)의 소박한 확률이론이 적용되는 경우가 제한적일 수 있다는 것을 시사하는 것일 수도 있다.

세번째 가능성은 실험참가자들이 문제별로 다른 기제를 사용했을 가능성이 있다. 실험 참가자에게 주어진 문제는 처리 부담이 매우 큰 과제이다. 우선 각각의 명제에 부정이 들어간 문제도 많다. 그리고 보다 결정적으로 두 개의 규칙을 통합해야 하는데 이것이 아주 부담이 클 수 있다. '두 규칙 중 하나만이 참이다'의 경우에는 규칙 1에 대해서는 참이고 규칙 2에 대해서는 거짓인 경우와 규칙 1에 대해서는 거짓이고 규칙 2에 대해서는 참인 경우를 조합해야 하는데, 거짓의 경우를 표상하는 것부터 어렵고, 또 두가지 경우를 합해야 하는 것도 부담이 작지 않을 수 있다. 마찬가지로 '하나가 참이면 다른 것도 참이다'의 경우에도 두 규칙이 다 참인 경우와 두 규칙이 모두 거짓

인 경우를 조합해야 하기 때문에 처리 부담이 클 것으로 판단된다. 따라서 실험참가자들이 나름대로의 편법이나 최소한으로 만족할만한 기준(satisficing)을 사용하였을 가능성을 배제할 수 없다(예: Gigerenzer & Goldstein, 1996).

즉 어떤 문제는 이해단계에서 명제들을 통합하는 방식으로 처리하여 처리부담을 줄이다 보니 착각적 확률추론을 했을 수도 있고, 다른 문제에서는 추론단계에서 단계적인 추론을 수행하다 미리 종료했을 가능성도 있다. 예를 들어 1, 2번 문제에서는 두 개의 규칙을 결합하였을 수 있다. 즉 1번 문제의 경우 두 명제의 후건이 같으니까 전건을 이점으로 결합해 'P가 있거나 P가 없으면 Q가 있다'는 식으로 이해할 수 있는데 이 경우 P가 있는 것과 P가 없는 것은 서로 배타적인 사건으로 간주될 수 있기 때문에 하나의 규칙만이 참이라는 조건을 충족시키는 것으로 해석할 수 있다. 실제 1번 문제의 두 규칙에 대한 참과 거짓의 경우를 기록한 전체 38개의 기록 중에 7개에서는 이렇게 해석되는 모형을 기록하였다. 즉 1번 문제의 첫 번째 조건명제에 대해 참인 경우로 P가 있고 Q가 있는 경우-(P Q)-를 기록하고, 거짓인 경우로 P가 없고 Q가 있는 경우-(xP Q)-를 기록한 실험참가자들이 있었다. 마찬가지로 문제 2에서는 두 규칙의 전건이 같으므로 후건에 해당되는 부분을 이점으로 결합하여 이해했을 수 있다.

반면에 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10번 문제에서는 불완전한 추리를 했을 가능성이 있다. 이들 8개 문제의 규칙 1에는 두 요소가 명시적으로 기술되어 있지만 규칙 2는 하나의 요소만 명시적으로 기술된 범주적 명제이다. 그런데 사람들은 두 개 이상의 명제가 주어지는 연역추리를 수행할 때 범주적 명제를 참 혹은 거짓으로 가정(supposition)하고 추리를 진행하는 전략을 사용하기도 한다(Rips, 1994). 실험참가자들이 이 전략을 사용하여 추리했을 가능성이 있는데 이 경우 가정되지 않은 다른 요소

는 명시되지 않았기 때문에 이를 스스로 명세해야 부담을 안게 된다. 이 결과로 네가지의 경우 중에서 일부분만을 고려했을 수 있고, 그 결과로 착각적 추론과 같은 틀린 추론을 했을 가능성이 있다. 실제 사람들이 어떤 방식으로 추리를 수행했는지를 보다 직접적으로 확인할 수 있는 연구가 후속되어야 할 것으로 보인다.

이제까지의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 두 개 이상의 명제와 그 명제들간의 관계를 규정한 명제를 주면 사람들은 착각적 추론을 범한다. 둘째, 사람들이 심성모형을 구성하는 방식은 Johnson-Laird와 동료들이 주장하는 방식과 일치할 가능성이 높다. 특히 전체 경우 중에서 일부분만을 표상한다는 주장이 특히 그러하다. 셋째, 그러나 두 개 이상의 명제에 대해 구성된 불완전한 모형에 기초해서 확률을 추정한다는 설명은 앞으로 더욱 연구가 필요한 것으로 보인다. 실험 2에 참가한 참가자들은 통제문제에서는 절대 확률은 틀리게 추정하였더라도 상대적 확률은 통계적인 우연 수준 이상으로 옳게 추정하였다. 반면에 실험 문제에서는 우연 수준 이상으로 상대적 확률을 착각적으로 추론하였다. 그 기제를 밝혀내는 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 도경수. (미발표). 불확실한 결과가 포함된 상황에서의 확률추론.
- Baron, J. (1994). *Thinking and deciding* (2nd Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Barres, P.E. & Johnson-Laird, P.N. (1997). Why is it hard to imagine what is false? *Proceedings of the 19th Annual Conference of Cognitive Science Society*, 475-478.
- Ericsson, K.A. & Simon, H.A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ford, M. (1995). Two modes of mental repre-

- sentation and problem solution in syllogistic reasoning. *Cognition*, 54, 1-71.
- Gigerenzer, G. & Goldstein, D.G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: Models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103, 650-669.
- Gigerenzer, G. & Hoffrage, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- Johnson-Laird, P.N. (1994). Mental models and probabilistic thinking. *Cognition*, 50, 189-209.
- Johnson-Laird, P.N. & Barres, P.E. (1994). When 'or' means 'and': a study in mental models. *Proceedings of the 16th Annual Conference of Cognitive Science Society*, 475-478.
- Johnson-Laird, P.N. & Savary, F. (1996). Illusory inferences about probabilities. *Acta Psychologica*, 93, 69-90.
- Johnson-Laird, P.N., Legrenzi, P., Girotto, V., Legrenzi, M.S., & Caverni, J. (in press). Naive probability: A mental model theory of extensional reasoning. *Psychological Review*, in press.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.
- Rips, L.J. (1994). *The psychology of proof*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Stilson, D.W. (1966). *Probability and statistics in psychological research and theory*. San Francisco: Holden-Day.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1983). Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293-315.

## Illusory Inferences of Relative Probability and the Underlying Mechanism

Kyung Soo Do

Department of Psychology, Pusan National University

Two experiments were performed to test Johnson-Laird et al.'s naive probability theory. Experiment 1 replicated Johnson-Laird & Savary's(1996) finding of the illusory inferences of relative probability. Participants were asked to write down true cases and false cases for the two premises prior to estimating probability of two events in Experiment 2 to test two principles of naive probability theory: The truth principle of representation and the proportionality principle of probability estimation. The truth principle was supported, but the proportionality principle for probability estimation was not supported in Experiment 2.