목 차

제 3 부

기대효용이론과 그 반례

5장 기대효용이론과 심리학

기대효용이론(expected utility theory)은 대표적인 위험(risk)하에서의 의사결정이론이다. 위험하의 의사결정이란 결과의 확률분포가 알려져 있는 상황에서의 의사결정이다. 기대효용이론은 많은 경제학 이론에서 가정되고 있고 경제학을 공부하는 학생은 어떤 강의 과목에서든지 배웠을 것이다.

이러한 기대효용이론의 역사는 길어 이미 18세기에 제안되었고, 행동의사결정론의 원류인 심리학과도 밀접한 관계를 가지고 있다. 이 장에서는 먼저 당초 기대효용이론의 기본적인 개념을 설명하고 이 기대효용이론이 심리학 이론과 어떤 관계를 가지고 있는가를 설명한다. 그리고 마지막으로 기대효용이론에 기초한 효용측정의 심리학적 연구를 소개한다.

1. 상트 페테르스부르크의 파라독스(St. Petersburg Paradox)와 기대효용의 개념

위험하의 의사결정은 기대효용(expected utility)이라는 효용의 기대값의 개념으로 설명되는 경우가 많다. 예를 들면, 우산을 가지고 외출하는 경우의 효용을 생각해 본다면 다음과 같이 된다.

EU(우산을 가지고 외출하는 것)
= p_1(비가 온다) ㆍ u_1(비가 올 때 우산을 가지고 외출하는 것)
+ p_2(비가 오지 않는다) ㆍ u_2(비가 오지 않을 때 우산을 가지고 외출하는 것)

여기서 p_1, p_2는 확률이고, 확률의 공리에 의해 $p_1 + p_2 = 1$이다. 이와 같이 위험하에서의 의사결정에서 효용의 기대값을 고려하는 이론을 기대효용이론이라 하고, 특히, 확률에서 주관 확률을 가정하는 경우를 주관적 기대효용이론(subjective expected utility theory)라 한다.

1-1 상트 페테르스부르크의 파라독스

위험하의 의사결정을 다루는 기대효용이론은 18세기 수학자 베르누이(Bernoulli, D.)가 수식화한 것으로 거슬러 올라갈 수 있다. 그는 숙부인 베르누이(Bernoulli, N.)가 제기한 상트 페테르스부르크의 파라독스(St. Petersburg Paradox)를 해결하기 위하여 기대효용의 개념을 제시하였다.

이 파라독스는 다음과 같은 것이다(田村, 中村, 藤田, 1997). 즉, 「앞면과 뒤면이 나올 확률이 1/2인 금화를 앞면이 나올 때까지 계속 던져서, n번째 처음으로 앞면이 나오면 2^n엔을 받을 수 있다. 이 게임에 참가하는데 얼마까지 지불하겠는가?」라는 문제이다(당연한 것이지만 금액 단위는 여기서 엔으로 고쳐 쓴 것이다).

이 게임에 참가할 때의 기대값(EV : Expected Value)은 시행을 무제한 한다고 가정하면

$$EV = \sum_{n=1}^{\infty} 2^n \cdot 2^{-n} = 2 \cdot \frac{1}{2} + 4 \cdot \frac{1}{4} + 8 \cdot \frac{1}{8} + \cdots = 1 + 1 + 1 + \cdots = \infty$$

가 되어, 기대값을 판단기준으로 한다면 어떤 유한한 참가비도 채울 수 없는 값이 되어버린다.

필자는 대학이나 대학원 수업에서 어느 정도까지 이 게임에 지불해도 좋은가에 대한 설문을 실시한 적이 있는데, 대부분의 학생은 10엔 이하라고 대답하였다. 이러한 대답은 와세다 대학의 문과계 학생에 물어도, 쓰쿠바 대학이나 동경공업대의 이공계 학생에게 물어도 거의 같았다.

이러한 사람들의 직관은 기대값의 개념과 모순된다. 또, 사람들의 직관은 베르누이 시대에서도 거의 같을 것으로 추정되는데, 이런 이유로 파라독스라고 불리게 되었을 것이다.

1-2 파라독스의 해소

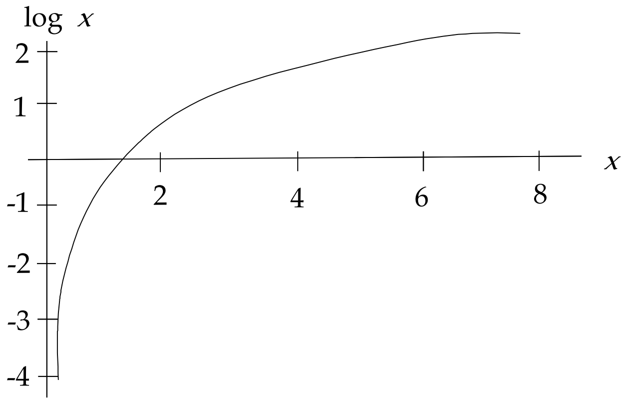
베르누이는 아래와 같은 대수함수의 효용 $u(2^n)$ = $\log(2^n)$의 기대값인, 기대효용 EU를

생각하여,

$$EU = \sum_{n=1}^{\infty} \log(2^n) \cdot (2^{-n}) = \log 4$$

가 되어, 기대효용이 log 4 (약 1.4)라는 매우 작은 유한한 값에 수렴한다는 것을 밝혔다. 이와 같은 대수함수인 효용함수의 기대값을 고려함으로써 파라독스가 해소되는 것이라 하였다.

그림 5-1에 보인 바와 같이 대수함수로 표현된 효용함수는 큰 금액으로 되면 될수록 효용의 증가율이 작아지는 「한계효용 체감」의 성질을 나타내고 있고, 또 이 함수는 아래로 오목한 함수(凹함수)이므로 위험회피적(risk aversive)인 의사결정을 의미하고 있다.



<그림 5-1> 베르누이가 효용함수로 가정한 대수함수

단, 이러한 파라독스는 가네꼬(金子, 2003)가 고찰한 바와 같이 게임 주인의 예산이 유한하다는 것을 가정하면 파라독스가 되지는 않을지도 모른다. 가네꼬(2003)가 예로 제시한 바와 같이 게임 주인이 일본의 국가 예산정도인 80조엔의 예산을 가지고 있더라도 80조가 2의 46제곱과 47제곱 사이밖에 되지 않기 때문에 게임의 기대값은 46엔과 47엔 사이의 값밖에 되지 않는 것이다. 즉,

$$\sum_{n=1}^{46} 2^n \cdot 2^{-n} = 46 < EV < \sum_{n=1}^{47} 2^n \cdot 2^{-n} = 47$$

이 되어, 일본의 국가 예산 정도의 금액을 가지고 있는 게임 주인을 생각하더라도 기대값이 상당히 낮아서 파라독스라고 할 수는 없게 되어 버리는 것이다.

상트 페테르스부르크의 파라독스에 대한 해석에 대해서는 베르누이가 수식화한 효용함수를 고려하지 않아도 된다는 해석이 있긴 하지만, 이러한 대수효용함수를 고려하는 것은 심리학적 관점에서는 충분히 정당화되는 측면이 있는 것이다. 다음으로 대수효용함수와 심리학적 감각량에 대한 연구내용과의 관련을 기술해 보기로 한다.

2. 페흐너의 심리물리학과 대수효용함수와의 관련

심리학에서는 심리물리학(정신물리학이라고도 한다)이라는 분야가 오래 전부터 있는데, 대수함수로 표현가능한 감각량의 이론이 제시되어 있다. 감각량은 인간의 감각 판단을 기초로 하여 정의되는 것인데, 효용은 선택이나 선호를 토대로 정의되는 것이므로 그 측정방법은 다르지만 개념은 대단히 유사하다.

심리물리학의 원조인 페흐너(Fechner, G. T.)가 1860년에 간행한 저서 『심리물리학요강(*Elemente der Psychophysik*)』에서 심리물리학적 측정법(psychophysical method)을 제창하고(이것은 정신물리학적 측정법으로 번역되기도 한다), 자극강도와 판단을 통하여 이루어지는 심리량과의 함수관계를 정립하기 위한 정수측정법과 척도구성법을 개발하여 대수함수로 표현된 감각량 이론을 도출하였다.

그는 자극강도 I와 그것의 변별역 ΔI의 비, $\frac{\Delta I}{I}$ 가 일정하다는 웨버(Weber, E, H) 등의 실험에 의한 결과, 이른바 웨버의 법칙(Weber's law)을 기초로 하여, 판단된 감각의 크기 S가 자극강도 I의 대수에 비례($S = k \log I$, 단, k는 정수)한다는 이른바 페흐너의 법칙(Fechner's law)이라 불리는 이론을 제안하였다(和田 · 大山 · 今井 1969, 印東 1977).

웨버의 법칙이란 정확히 인식가능한 자극의 증가분, 즉 변별역이 자극 초기의 강도에 비례한다는 것을 말하는 법칙인데, 예를 들면 다음과 같은 실험을 생각해 보면 이해하

기 쉽다.

그림 5-2와 같이 피험자가 있고, 미리 물을 담은 두 개의 컵(모두 같은 양으로 이 값을 I라 한다)을 양손에 들고 눈을 감는다. 다음으로 또 한사람이 그 컵들 중 어느 쪽엔가에 물을 조금씩 소리 나지 않게 부어 넣는다. 피험자는 어느 쪽인가가 무거워진 것을 느끼면 다른 한 사람에게 어느 쪽이 무거워졌는지 알려준다. 그리고 나서 무거워진 쪽의 질량 증가분(ΔI)을 측정한다.

그림 5-2 웨버의 법칙 실험

이런 순서에 따라 웨버 비, 즉, $\frac{\Delta I}{I}$의 값을 도출할 수 있다. 이런 실험을 한 사람에게 여러 번 반복해서 웨버 비의 평균값을 산출할 수 있다. 웨버의 법칙이 의미하는 것은 물을 담은 컵이 100그램이었다고 하고 물을 더 부어 115그램이 된 컵과 비교할 때 「아 무거워졌구나」라고 느꼈더라도, 200그램과 215그램에서는 차이를 느끼지 못하고 200그램과 230그램에서 차이를 느낀다는 것이다. 결국, 웨버의 법칙은 자극강도 I와 그 변별역 ΔI의 비 $\frac{\Delta I}{I}$ 가 일정하다는 것을 나타내는 것이다.

이 법칙은 청각, 시각, 촉각 등 여러 감각영역에서 성립하는 것으로 알려졌다(和田 · 大山 · 今井 1969). 또, 이러한 기본적인 감각 뿐만이 아니라 상품 가격 인하에 대한 할인감 등에 대해서도 대체로 성립한다는 것이 알려졌다(小嶋 1986). 예를 들면, 정가 100엔이 상품을 30엔 할인하는 것과 1만엔의 상품을 30엔 할인하는 것은 같은 할인감을

얻을 수 없고, 100엔에서 30엔 할인하는 것과 1만엔에서 3000엔 할인하는 것이 같은 할인감을 얻는다라는 것이 웨버의 법칙을 보여주는 것이라 할 수 있다.

페흐너의 법칙을 도출함에 있어서 그는 $\triangle I$를 미분으로 생각하여 $\triangle I = dI$로 가정하고, 이것이 감각의 최소단위 $\triangle S = dS$와 비례한다고 생각하여, $dS = k(\frac{dI}{I})$ (k는 정수)로 치환하고 이 등식의 양변에 적분을 취하여,

$$S = k\log I + C \text{ (단, } C\text{는 상수)}$$

로 하였다. $S = 0$일 때의 자극강도를 I_0라 하면, $C = -k \log I_0$라고 할 수 있으므로,

$$S = k\log I - k\log I_0 = k\log \frac{I}{I_0}$$

가 된다. 여기서 $\frac{I}{I_0}$를 자극역치 I_0 에 의해 기준화된 자극강도라고 생각하면, 이른바 페흐너의 법칙이 얻어지는 것이다. 이 페흐너의 법칙은 베르누이의 대수효용함수와 같은 수식으로 표현 가능하고, 금액의 감각량을 가정하면 베르누이가 가정했던 효용함수에서 볼 수 있는 한계효용 체감의 성질과 마찬가지의 체감 효과를 확인할 수 있다.

3. 가능한 심리물리법칙과 효용함수

페흐너의 법칙과 같이 물리량과 심리량의 관계에 관한 법칙은 심리물리법칙(psychophysical law)라 불리며, 현대에서도 여러 연구가 이루어지고 있다. 페흐너에 의한 대수함수로 심리물리함수가 주어지는 것이 타당한가의 여부에 대해서는 다른 의견도 있고, 웨버의 법칙에서 도출함에 있어 비약이 있다는 비판이나 대수함수 보다는 오히려 멱(冪)함수가 타당하다는 스티븐스(Stevens, S. S.)에 의한 이론($S = aI^{\beta}$, 단 a, β는 정수)이 있다(和田 · 大山 · 今井 1969). 이와 같은 논의가 있긴 하지만 일반적으로는 페흐너의 대수함수는 스티븐스(Stevens 1975)의 멱함수와 함께 자극과 반응에 관한 심리물리함수로서 널리 받아들여지고 있다.

이에 관계하여 수리심리학자 루스(Luce, D.)는 함수방정식을 사용하여 간격척도와 비례척도에 따른 「가능한 심리물리법칙(possible psychophysical laws)」에 대해서 고찰을 전개하였다(Luce 1959,1990). 그의 고찰은 척도의 허용변환이라는 관점에서 이론적으로 가능한 심리물리법칙을 도출하는 시도를 한 것이다.

우선 감각량 $u(I)$가 간격척도라고 가정하면 I의 척도값 단위를 바꿔 정수배 변환(k배)을 하면 간격척도의 정의에 의해 $u(I)$는 선형변환된다고 생각할 수 있으므로 다음의 함수방정식이 성립한다고 할 수 있다. 즉,

$$u(kI) = K(k)u(I) + C(k) \quad k>0,\ K(k)>0$$

이 된다.

루스는 위의 함수방정식을 만족하는 연속함수 u(I)는 다음의 두 가지 함수밖에 없다는 것을 증명하였다.

$$u(I) = \alpha \log I + \beta$$
$$u(I) = \alpha I^{\beta}$$

■ Gustav Theodor Fechner

구스타브 테오도르 페흐너. 1801년 출생. 1887년 사망. 슐츠(Schultz, D.)에 의하면, 1817년, 16세때 라이프치히 대학에서 의학 공부를 시작하였고, 1824년부터 라이프치히 대학에서 강의를 시작하여, 1833년부터 라이프치히 대학 교수가 된다.

그의 연구는 다방면에 걸쳐 생리학, 물리학, 수학, 심리학, 실험미학, 철학 등 분야에 이르고 있다(Schultz, 1981).

그는 심리물리학(정신물리학)의 창시자로서 심리학이 수량적인 모델과 실험에 의하여 연구 가능하다는 것을 보였다. 그의 심리물리학 연구는 현대의 심리학에 강한 영향을 남겼을 뿐만 아니라 마하(Mach, E.), 후설(Husserl, E.), 베르그송(Bergson, H.) 등의 사상가에도 큰 영향을 미쳤다.

이것은 판단이 간격척도인 경우는 페흐너의 법칙이든 스티븐스의 법칙이든 성립한다는 것을 의미하고 있다.

또, 자극 I가 비례척도이고 감각량 $v(I)$도 비례척도인 경우, 비례척도의 정의에 의해 자극 I의 척도값 단위를 바꾸어 정수배 변환(k배) 하더라도 감각량의 척도 $v(I)$(>0)도 그에 대응하여 $K(k)$배가 될 뿐으로 거의 같은 형태의 대응이 이루어진다고 생각할 수 있다.

$$v(kI) = K(k)v(I) \quad k>0,\ K(k)>0$$

위의 함수방정식을 만족하는 연속함수 v(I)는 다음의 멱함수밖에는 없다는 것이 루스에 의해 증명되었다.

$$v(I) = aI^{\beta}$$

따라서 이러한 루스의 이론적 고찰을 기초로 하면, 자극이 비례척도로 측정되는 경우, 인간의 판단이 비례척도인 경우는 스티븐스의 법칙이 성립하고, 판단이 간격척도인 경우는 페흐너의 법칙 아니면 스티븐스의 법칙이 성립하게 된다.

■ Amos Tversky

에이모스 트베르스키. 1937년 출생. 1996년 사망. 1961년 헤브라이 대학 졸업, 1965년 미시간 대학에서 Ph. D.을 취득. 1966년부터 1978년까지 헤브라이 대학, 1978년부터 사망시까지 스탠포드 대학에서 교편을 잡았다.

2002년에 노벨 경제학상 수상자인 다니엘 카네만과 오랜 기간에 걸쳐 위험하 및 불확실성하에서의 의사결정에 관한 연구 등을 수행하였다. 만약 2002년도까지 살아 있었다면 카네만과 공동 수상하였을 것으로 생각하는 연구자가 많았다. 그에게는 위험인지 연구로 유명한 폴 슬로비치와의 선호역전현상에 대한 공동연구도 있다. 그는 경제학 분야에서는 행동경제학의 개척자중 한사람으로 인정되고 있는데, 심리학자 사이에서는 인지적 편향 등의 인지심리학이나 인지사회심리학 영역에서 유명하다.

어떤 법칙도 효용함수에 관한 것은 아니지만 페흐너의 법칙은 베르누이의 대수효용함수와, 또 스티븐스의 효용함수는 경제학에서 자주 사용되고 있는 코브-더글러스 함수(Cobb-Douglas function)와 유사하다는 점은 꽤 흥미로운 점이다.

이러한 루스의 수식화에 관하여, 자극강도의 단위가 없는 경우(무차원화된 경우)는 적용 불가능하다는 비판도 있고(印東 1977), 현재도 루스의 수식화를 둘러싸고 연구자간에 논의가 이루어지고 있다(Iverson and Luce 1998). 또, 竹村(1998), Takemura(2001)는 소비자가 행동하고자 하는 판단에 있어서의 평가함수는 판단가능한 자극의 하한 부근에서는 아래로 오목하고, 상한 부근에서는 아래로 볼록한 성질을 갖는다는 심적물차이론(mental ruler theory)을 제안하고, 페흐너의 법칙이나 스티븐스의 법칙을 특수한 예로 포함하는 수식화를 행하였다.

이와 같은 루스의 수식화의 귀결에 대해서는 앞으로 더욱 검토가 필요하다. 그러나 이러한 논의가 있긴 하지만 일반적으로는 페흐너의 대수함수와 스티븐스의 멱함수는 자극과 반응에 관한 심리물리함수로서 널리 받아들여지고 있다. 또, 감각의 영역을 벗어나서 가치나 효용의 이론에서도 페흐너나 스티븐스의 심리물리함수와 마찬가지의 가치함수나 효용함수를 사용한 이론이 많이 나오고 있다.

예를 들면, 금전적 이득에 대한 평가를 기술하는 트베르스키(Tversky, A.)와 카네만(Kahneman, D.)의 프로스펙트 이론(prospect theory)과 같은 비선형효용이론(nonlinear utility theory)에서도 멱함수에 의한 가치함수의 추정이 이루어지고 있다(Tversky and Kahneman 1992). 효용함수와 심리물리함수는 그 측정 절차가 다르기 때문에, 만약 같은 수식으로 표현된다 하더라도 공리계가 달라서 완전히 같은 것이라고 할 수는 없지만, 양자 간에 밀접한 관계가 있는 것은 확실하다.

4. 기대효용이론에 기초한 효용의 측정연구

폰 노이만과 모르겐슈테른(von Neumann and Morgenstern 1944, 1947)은 몇 가지 공리를 만족한다면 객관적 확률에 기초한 효용함수가 존재한다는 것을 증명하고, 효용이론을 가정하면 효용이 측정가능하다는 것을 보였다. 그들의 기대효용이론은 베르누이의 기대효용이론과 같이 반드시 대수효용함수를 가정하는 것은 아니고, 보다 추상적인 형식으로 효용함수를 수식화하였다.

폰 노이만과 모르겐슈테른의 기대효용이론에서 기대효용은 다음과 같이 표현된다(田村 · 中村 · 藤田 1997). 우선 선택지의 집합을

$$A = \{a_l,\ a_m,\ \ldots\}$$

이라 하고, 의사결정자가 선택지 $a_l \in A$를 선택하는 경우, 결과 x_i가 얻어질 확률을 p_i, $a_m \in A$를 선택하는 경우, 결과 x_i가 얻어질 확률을 q_i, ... 으로 하며, 일어날 수 있는 모든 결과의 집합을 $X = \{x_1,\ x_2,\ \ldots\}$라 한다. 이때, 모든 i 에 관하여 $p_i \geq 0$, $q_i \geq 0$, ... 이고,

$$\sum_i p_i = \sum_i q_i = \cdots = 1$$

을 만족한다고 한다. 또, X 상의 효용함수를 $u : X \rightarrow R$이라 할 때, 선택지 a_l, a_m, ...을 채택할 경우의 기대효용은 각각,

$$Ea_l = \sum_i p_i u_i(x_i)$$
$$Ea_m = \sum_i q_i u_i(x_i)$$

가 된다. 또, 이 기대효용이론에서는 의사결정자는 선택지 집합 A중에서 기대효용이 최대가 되는 선택지를 채택한다는 것을 가정하고 있다. 또한, 이 효용함수는 양의 선형변환을 수행하여도 그 본질적 의미를 잃지 않는다는 것을 밝혔고, 기수함수(간격척도)의 성질을 가지고 있다는 것도 밝히고 있다.

모스텔러와 노지(Mosteller and Nogee 1951)는 기대효용이론을 가정하고 난 후에 사람들의 효용을 측정하는 실험을 수행하였다. 그들은 표 5-1과 같은 이득행렬로 표시된 도박을 피험자에게 설명하고, 그런 포커 · 주사위 도박을 할 것인가 말 것인가를 피험자에게 묻는 것을 반복함으로써 효용을 측정하고자 하였다. 그들의 실험에서는 포커 · 주사위의 모든 수에 대한 확률을 피험자에게 제시하였다.

표 5-1 효용측정을 위해 사용된 이득행렬

	이김	짐
도박을 한다	x	-5
도박을 하지 않는다	0	0

출처) Mosteller and Nogee, 1951

기대효용이론에 의하면, 만약 도박을 하는 것과 하지 않는 것의 기대효용이 등가인 상황이라면 아래와 같은 식이 성립하게 된다.

$$u(0) = p\,u(x) + (1-p)u(-5)$$

여기서 p는 도박에서 이길 확률로서 미리 알려져 있다. 효용은 기수효용이고, 양의 선형변환에 관하여 동일한 의미를 가지므로, 적당한 값으로서 $u(0) = 0$, $u(-5) = -1$ 로 두고 $u(x)$를 구하면,

$$u(x) = \frac{1-p}{p}$$

가 된다.

그들은 이득(x)을 체계적으로 변화시킴으로써 도박을 하는 경우와 하지 않는 경우의 선택확률이 반반으로 되는 상황을 등가가 되는 점으로 하여 효용을 측정하고자 하였다.

9명의 하버드 대학 학생과 5명의 매사추세츠주 병사가 피험자가 되어 4개월에 걸쳐 여러번 시행을 반복하였다. 실험에 따라서 5센트부터 5달러 50센트의 범위에 걸쳐 효용이 측정되었다. 그 결과 학생에게서는 오목(凹)한 효용함수가 얻어졌고, 병사에게서는 볼록(凸)한 함수가 얻어졌다.

모스텔러와 노지(1951)의 실험의 문제점은 그들의 실험에서 객관적 확률을 피험자에게 알려줬다고 하더라도 그것을 주관적으로 변환시켰을 가능성이 있다는 것을 배제할 수 없다는 점이다. 특히 새비지(Savage 1954)의 주관적 기대효용이론의 개념에서 본다면 그들의 실험에서는 주관적 확률이 변화했는가 아니면 효용이 변화했는가를 같은 것으로 인정할 수 없게 된다. 새비지의 주관적 기대효용이론에서는 선택행동에 관한 몇 가지의

공리를 받아 들인다면, 사람들의 선호관계가 주관적 확률에 기초한 주관적 기대효용이 최대가 되는 선택지를 선택한다는 것과 같아지게 되는 것이다.

이와 같은 문제점을 극복하기 위하여 데이비드슨 등(Davidson et al. 1957)은 주관적 기대효용이론을 가정하고, 주관적 확률이 1/2이 되는 실험을 고려하여 효용과 주관확률 양쪽을 측정하고자 하였다. 사상 E의 주관적 확률이 1/2이면, 그의 여사상 E^c의 주관적 확률도 확률의 공리에 의해 1/2이 된다. 주관적 기대효용이론의 근저에는 E가 발생하면 x를 얻고 E^c가 발생하면 y라는 도박과, E가 발생하면 거꾸로 y를 얻고 E^c면 x라는 도박이 무차별이라 하면, E의 주관적 확률과 E^c의 주관적 확률은 같아지게 되어 모두 1/2이 된다.

그들은 동전던지기 등에서는 피험자가 앞과 뒤를 자신만의 고유한 이유로 선호하는 경향이 나타나므로, 6면의 주사위에 3면에는 ZEJ, 다른 3면에는 ZOJ라는 무의미한 글자를 적어서 면에 대한 이러한 선호 경향을 없애고, 주관적인 동일 확률을 발생시키는 사상 E를 만들어 낸 것이다. 그 다음, 그들은 표 5-2와 같이 이득행렬의 이득을 바꾸어서 도박에 대한 선택실험을 수행하였다.

표 5-2 효용측정을 위해 사용된 이득행렬

	E	E^c
도박 G_1	x	y
도박 G_2	z	w

출처) Davidson, Suppes and Siegel, 1957

주관적 기대효용이론에 의하면 다음의 관계를 만족하는 효용함수 u와 주관적 확률 s가 존재하게 된다.

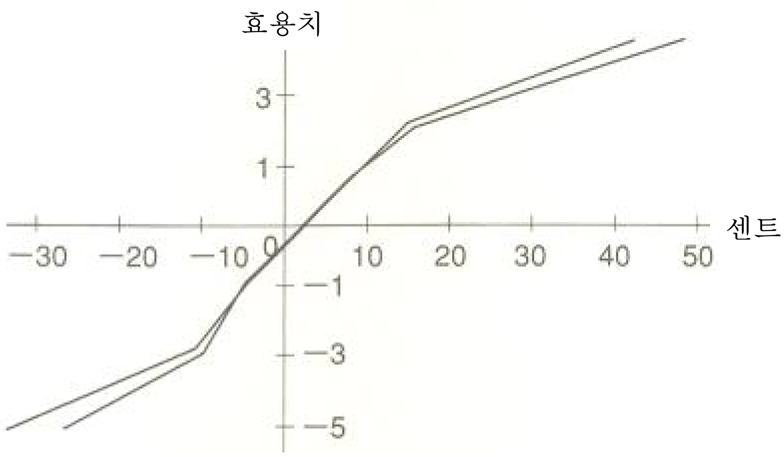
$$
\begin{aligned}
& G_1 \succsim G_2 \\
& \quad \Leftrightarrow s(E)u(x) + s(E^c)u(y) \\
& \qquad \geqq s(E)u(z) + s(E^c)u(w)
\end{aligned}
$$

그들의 실험에서는 $s(E) = s(E^c)$ 가 되는 E를 결정해 놓았으므로 주관적 확률이 소거되어,

$G_1 \gtrsim G_2$

$\Leftrightarrow u(x) + u(y) \geqq u(z) + u(w)$

가 된다. 그들은 이득을 적당히 선택하고 선택으로부터 도출된 부등식에서 효용함수의 상한과 하한을 각각 5와 -5라는 값으로 적당히 결정한 후에 그 효용값을 추정하여 효용함수의 모양을 추론하였다.(그림 5-3 참조)



출처) Davidson et al., 1957

그림 5-3 효용함수의 추정예

이 실험에서는 스탠포드 대학에서 19명의 피험자 중, 이론과 모순된 결정을 한 4명을 제외하고 15명의 피험자에 대한 효용이 추정되었다.

또, 그들은 이득을 적당히 선택하여 G_1 과 G_2가 무차별이 되게 하고, 주관적 기대효용이론에 의해,

$G_1 \sim G_2$

$\Leftrightarrow s(F)u(x) + s(\bar{F})u(y)$

$= s(F)u(z) + s(\bar{F})u(w)$

을 가정하였다. 이것에 의해 $s(F) + s(F^c) = 1$ 이므로,

$$s(F) = \frac{u(w) - u(y)}{u(x) - u(z) + u(w) - u(y)}$$

이 되어, 주관적 확률 $s(F)$를 구할 수 있다는 것을 보였다.

그들은 이 기법을 사용하여 객관적 확률이 1/4인 사상의 주관적 확률을 측정하였는데, 피험자의 대다수가 객관적 확률을 과소평가하는 경향을 보였다고 하였다.

6장 기대효용이론의 공리와 반례

5장에서는 기대효용이론에 대한 당초의 개념과 심리학의 연관성을 설명하고, 기대효용이론에 기초한 효용측정의 연구를 소개하였다. 이 장에서는 기대효용이론의 공리계와 그 개념을 먼저 설명하고, 그 반례를 소개한다.

의사결정 이론의 하나로써 의사결정이나 선호관계를 표현하는 공리를 이끌어 낸 이론적 연구는 다수가 존재한다(Barberà et al. 1998, Edwards 1992, Fishburn 1988, 市川 1983, Iverson and Luce 1998, von Neumann and Morgenstern 1944 · 1947, Savage 1954, 田村他 1997). 이런 접근방법은 공리적 방법으로, 수리심리학자나 수리경제학자에 의해 채택되어 왔으며, 의사결정의 정량적 모델의 배후가 되는 소수의 정성적인 공리를 이끌어 내는 이론적 연구 체계를 지향하고 있다. 의사결정 이론의 공리를 경험적으로 테스트함으로써 의사결정이나 선호관계의 본질적인 특징을 탐색할 수 있고, 행동의사결정론에서도 여러 개의 공리가 실증적으로 검토되고 있다.

기대효용이론의 공리를 실증적으로 검토한 결과, 충분히 지지되지 않는 것들이 제시되었다. 하나는 알레(Allais 1953)의 파라독스이고, 또 하나는 엘스버그(Ellsberg 1961)의 파라독스이다.

1. 위험하의 의사결정과 기대효용이론의 전제

1-1 위험하의 의사결정구조의 정리

기대효용이론의 공리를 설명하는 전제로 위험하의 의사결정의 구조를 한번 정리해 보자. 우선 유한한 선택지 집합을 A라 하고, 그 요소를 서로 배반적인 선택지 a_1, ... a_i, ..., a_l (l은 선택지의 수)로 정리하면, 집합 A = {a_1, ... a_i, ..., a_l}로 기술할 수 있다. 다음으로, 이런 선택지를 채택함으로써 생기는 결과의 집합 X = {x_1, ... x_j, ..., x_m}을 고려한다.

예를 들면, X의 요소는 x_1 = 1만엔을 얻음, x_2 = 아무것도 얻지 못함, x_3 = 2만엔을 얻음 등이다. 어느 특정한 선택지 a_i를 선택하면, 어떤 결과 x_j가 나타난다고 생각할 수 있는데, a_i와 x_j는 일대일로 대응하는 것만은 아니다. 선택지 a_i를 선택함으로써 발생하는

결과 x_j는 적어도 무엇인가의 상태 Θ = {Θ_1, ..., Θ_k, ..., Θ_n}에 의존한다고 생각할 수 있는데, 위험하의 의사결정에서는 Θ의 확률분포가 알려져 있는 경우가 된다.

예를 들면, 주사위를 던지는 몇 가지 도박을 생각하는데,

Θ_1 = 1 또는 2 또는 3의 눈이 나옴

Θ_2 = 4 또는 5가 나옴

Θ_3 = 6이 나옴

이라 하자. 그리고 표 6-1과 같이 던져진 주사위의 눈의 상태에 따라 상금액이 결정되는 것으로 한다.

표 6-1 선택지와 상태에 따른 결과의 예

A \ Θ	θ_1 :1,2,3	θ_1 : 4,5	θ_3 : 6
a_1 : 도박 1	x_1 : 1만엔	x_2 : 0엔	x_1 : 1만엔
a_2 : 도박 2	x_1 : 1만엔	x_2 : 0엔	x_3 : 2만엔
a_3 : 도박 3	x_3 : 2만엔	x_3 : 2만엔	x_1 : 1만엔

표 6-1에서도 알수 있는 바와 같이, 결과는 채택한 선택지와 상태로부터 결과로의 함수(사상), 즉,

f : A × Θ → X

에 의하여 결정되는 것이다. 단,

A × Θ = {(a_i, Θ_k) | a_i∈A, Θ_k∈Θ}

이다. 여기서 확률을 고려하면, Θ_1의 확률 $p(\Theta_1)$ = 1/2, Θ_2의 확률 $p(\Theta_2)$ = 1/3, Θ_3의 확률 $p(\Theta_3)$ = 1/6 이 된다. 또, 이 확률은 빈도론적으로 생각하거나 주관적 확률로 간주해도 된다. 그러면, 선택지 a_i∈A 마다 결과 X 상의 확률을 결정할 수 있어 표 6-2와 같이 된다. 예를 들면, 표 6-2의 p_{33}는 도박 3(a_3)를 선택했을 때 2만엔을 얻게 되는 결과(x_3)의 확률인데, 표 6-1에 의해 이 결과는 Θ_1과 Θ_2가 발생할 때 생기는 것이므로 확률 p_{33}은, $p(\Theta_1)$ +$p(\Theta_2)$ = 1/2 + 1/3 = 5/6이 되어, 표 6-2에 표시된 바와 같이, p_{33} = 5/6가 되는 것이다.

표 6-2 위험하의 의사결정에서의 결과의 확률분포 예

A \ X	x_1 : 1만엔	x_2 : 0엔	x_3 : 2만엔
a_1 : 도박 1	p_{11} : 2/3	p_{12} : 1/3	p_{13} : 0
a_2 : 도박 2	p_{21} : 1/2	p_{22} : 1/3	p_{23} : 1/6
a_3 : 도박 3	p_{31} : 1/6	p_{32} : 0	p_{33} : 5/6

이것으로부터 선택지 $a_i \in A$ 중 어느 것을 선택할 것인가라는 위험하의 의사결정문제는 X 상의 확률분포,

$$p_1 = [p_{11}, p_{12}, \ldots, p_{1m}]$$
$$p_2 = [p_{21}, p_{22}, \ldots, p_{2m}]$$
$$\ldots$$
$$p_l = [p_{l1}, p_{l2}, \ldots, p_{lm}]$$

중 어느 것을 선택할 것인가라는 문제로 치환시킬 수 있다. 이것은 X 상의 확률 집합 P = $\{p_1, p_2, \ldots, p_l\}$ 상에서 선호관계 $\succ$를 도입한 선호구조 (P, $\succ$)로 위험하의 의사결정을 표현할 수 있음을 의미하는 것이다 (이것은 1장에서 다른 예를 이용하여 설명하였다).

1-2 도박의 재정의

위험하의 의사결정을 좀더 깊이 고찰하기 위하여 田村他(1997)의 설명에 따라, 먼저 확률을 정의하고 도박을 다시 정의해 보자.

우선 결과의 집합 X를 먼저 생각하자. 이 집합 X의 부분집합 E (E⊂X)는 X의 멱집합(power set)인 2^X의 요소이다(E⊂2^X). 여기서 X의 멱집합이란 집합 X의 부분집합을 모두 모아놓은 집합으로서 2^X로 나타낸다. 멱집합의 요소는 그 자체가 집합이라는 점에 주의

할 필요가 있다. 예를 들면, X = {x_1, x_2, x_3}라 할 때, 2^X는 다음과 같은 8개의 요소로 이루어진 집합이다 (단, ϕ는 공집합이다).

$$2^X = \{\phi, \{x_1\}, \{x_2\}, \{x_3\}, \{x_1, x_2\}, \{x_1, x_3\}, \{x_2, x_3\}, \{x_1, x_2, x_3\}\}$$

여기서 2^X상의 유한가법적 확률측도 p라는 것을 생각한다. 유한가법적 확률측도라는 것은 위압적인 이름의 개념이지만 간단히 말하면, 예를 들어 $p(\{x_1\})$ = 0.2와 같은「확률」인 경우이다. 2^X 상의 유한가법적 확률측도 p는 모든 E_i, $E_j \in 2^X$에 대하여,

(1) $p(X) = 1$
(2) $p(E_i) \geqq 0$
(3) $E_i \cap E_j = \phi \Rightarrow p(E_i \cup E_j) = p(E_i) + p(E_j)$

을 만족하는 집합함수이다. 즉, (1) 결과 집합 X의 전체 확률은 1이고, (2) X의 임의의 부분집합 E_i의 확률은 0 이상이며, (3) X의 임의의 부분집합에 대한 교집합 $E_i \cap E_j$ 가 공집합이라면(즉, E_i 와 E_j 가 공통부분이 없다면), E_i 와 E_j 의 합집합(즉, E_i 와 E_j 를 더한 집합)의 확률은 $p(E_i) + p(E_j)$와 같아지는 성질을 가진다는 것이다.

다음으로 2^X상의 유한가법적 확률측도(이하, 간단히 하기 위해 확률측도라 한다)의 볼록(凸)집합 P_x라는 것을 생각한다. P_x가 볼록 집합이라는 것은 $0 \leqq \lambda \leqq 1$이며 임의의 p, q가 P_x의 요소(p, $q \in P_x$)라면, $\lambda p + (1-\lambda)q$ 도 P_x의 요소($\lambda p + (1-\lambda)q \in P_x$)라는 것을 말한다. 즉, 임의의 두 가지 결과의 확률을 혼합시켜도 그것이 P_x의 요소가 된다는 것을 말한다.

여기서 $E_i \in P_x$가 유한집합이라 할 때, $p(E_i) = 1$이 되는 확률측도는 단순(simple)이라고 일컬어진다. 이런 단순확률측도는 표 6-2의 예에서 생각해 본다면 도박이나 제비뽑기라고 해석할 수 있다. 따라서 P_x가 볼록 집합이라는 것은 제비뽑기나 도박을 어떤 확률 λ와 $1-\lambda$로 조합한 복합 제비뽑기나 복합 도박도 P_x의 요소가 되는 것으로 해석할 수 있는 것이다.

2. 기대효용이론의 공리계

기대효용이론의 공리계를 계속해서 田村他(1997)의 표현을 기초로 설명해 보기로 하

자.

우선 P_x는 선택지의 집합으로 해석할 수 있는데, P_x상의 2항 관계를 고려하여, 모든 $p, q \in P_x$에 대하여,

$$p \succ q \Leftrightarrow \Phi(p, q) > 0$$

을 만족하는 $P_x \times P_x$ 상의 실수치 함수 Φ를 가정할 수 있다. 여기서 $\succ$는 강선호관계(즉, $p, q \in P_x$, $p \succsim q \wedge \text{not}(q \succsim p)$ 이고, $\succsim$는 약선호관계이다).

이런 실수치 함수 Φ를 기초로 하여 앞 장에서 소개한 폰 노이만과 모르겐슈테른(von Neumann and Morgenstern 1944, 1947)의 기대효용이론을 다음의 선형효용모델로 설명한다.

2-1 선형효용모델

선형효용모델이란 모든 $p, q \in P_x$에 대하여 $\Phi(p, q) = U(p) - U(q)$ 가 되는 P_x상의 선형범함수(linear functional) U에 대한 것이다. 선형범함수란 다음과 같이 정의할 수 있다.

■ Ernst H. Weber

에른스트 하인리히 웨버. 1795년 출생. 1878년 사망. 독일의 위텐버그에서 출생하여 1815년에 라이프치히 대학에서 박사를 취득하고 동 대학에서 1817년부터 1871년까지 해부학과 생리학을 가르쳤다(Schultz 1981).

그의 연구 주제는 주로 감각기관의 생리학이었는데, 현대 심리학에 미친 영향이 지대하다. 그는 역(threshold)의 개념에 대한 측정법을 고안하여 피부상에서 두 점간 거리의 변별가능한 최소의 값을 연구하였다. 또 그는 변별할 수 있는 물리자극량의 최소차이는 물리자극량에 근사적으로 비례한다는 웨버의 법칙을 발견하였다. 웨버의 법칙은 감각, 시각, 청각 등 감각영역뿐만 아니라 상품을 할인하는 경우 할인감 등의 가격 판단에도 근사적으로 성립하는 것으로 알려졌다.

P_x를 R상의 선형공간이라 하고, 사상 $U : P_x \to R$이 다음의 두가지 성질(선형성)을 가지고 있을 때, 즉,

(1) $\forall\ p, q \in P_x,\ U(p+q) = U(p) + U(q)$
(2) $\forall\ a \in R,\ p \in P_x,\ U(ap) = aU(p)$

가 성립할 때, U를 P_x에 대한 선형범함수라고 한다. U가 선형이라는 것은 다른 말로 한다면 모든 $p, q \in P_x$와 모든 $0<\lambda<1$에 대하여,

$$U(\lambda p + (1-\lambda)q) = \lambda U(p) + (1-\lambda)U(q)$$

가 되는 것이다.

U의 선형성이라는 정의에 따라 Φ는 양의 정수배를 하여도 같은 성질을 가지므로(즉, 비례척도이므로) U는 양의 선형변환 범위에서 같은 성질을 갖는다는(즉, 간격척도라는) 것을 알 수 있다. 왜냐하면, $U = aU + \beta(a>0)$라 하면, $a\Phi(p, q) = U'(p) - U'(q)$가 되기 때문이다.

도박 $a_i \in A$의 m가지 결과 $x_j \in X$를, 각각 확률 p_{ij} ($\sum_{j=1}^{m} p_{ij} = 1$)로 발생시키는 단순확률측도 p_i의 효용 $U(p_i)$를 기초로 하는 선형효용모델은 $U(x_j)$의 기대값을 구하는 것으로 생각할 수 있다. 왜냐하면 U의 선형성에 의해 $U(p_i) = \sum_{j=1}^{m} p_{ij}\, U(x_j)$가 되어, $U(p_i)$는 $U(x_j)$의 기대값을 구하는 것으로 되기 때문이다. 그런 의미에서 이 선형효용모델 U는 기대효용모델이라고 생각할 수 있다. 또, 폰 노이만과 모르겐슈테른(1944, 1947)의 기대효용이론은 선형효용모델 U에 의해 기대효용을 구하는 것으로 된다.

폰 노이만과 모르겐슈테른(1944, 1947)의 기대효용이론이 성립하는 필요충분조건은 몇 가지가 있다. 그들도 필요충분조건을 나타내는 공리계를 제시하고 있는데, 젠센(Jensen 1967)의 공리계가 일반적으로 인용되는 경우가 많으므로 아래에 나타내기로 한다. 또, 아래의 공리계는 위에서 정의한 모든 $p, q \in Px$와 모든 $0<\lambda<1$에 대하여 성립하는 것으로 한다(공리계의 표현은 田村他(1997)에 따른다).

공리 A1 (순서공리) P_x 상의 $\succ$는 약순서이다.

단, 선호관계 $>$가 약순서라는 것은

(1) 비대칭성 $p > q \Rightarrow \mathrm{not}(q > p)$
(2) 음의 추이성 $\mathrm{not}(p > q) \wedge \mathrm{not}(q > r) \Rightarrow \mathrm{not}(p > r)$

가 성립하는 것을 말한다. 또, 이것은 약선호관계 $\gtrsim$에 대하여,

(1) 추이성 $p \gtrsim q \wedge q \gtrsim r \Rightarrow p \gtrsim r$
(2) 비교가능성 $\forall\ p, q \in \mathrm{P_x}, p \gtrsim q \vee q \gtrsim p$

가 성립하는 것과 등가이다.

공리 A2 (독립성공리) $p > q$ 라면, $\lambda p + (1-\lambda)r > \lambda q + (1-\lambda)r$ 이다.

공리 A3 (연속성공리) $p > q$ 인 동시에 $q > r$ 이라면, $\alpha p + (1-\alpha)r > q$ 이며 동시에 $q > \beta p + (1-\beta)r$ 인 α, $\beta \in (0,1)$가 존재한다.

2-2 폰 노이만과 모르겐슈타인의 기대효용의 정리

공리 A1, A2, A3가 성립하는 경우, 또한 그 경우에 한하여 $\mathrm{P_x}$상의 선형범함수 U가 존재하고, 모든 p, $q \in \mathrm{P_x}$에 대하여,

$$p > q \Rightarrow U(p) > U(q)$$

가 성립한다. 또, U의 양의 선형변환 범위에서 같은 성질을 갖는다(U는 간격척도이다).

공리 A2의 독립성공리는 U가 선형이기 위한 필요충분조건이고, 공리 A3의 연속성공리는 U가 $\mathrm{P_x}$가 실수 집합의 사상으로 되는데 필요한 공리이다.

특히 독립성공리는 기대효용이론에서 중요한 성질인데, 이 공리로부터의 일탈이 다음에 말하는 알레의 파라독스나 엘스버그의 파라독스를 생기게 한다고 할 수 있다. 독립

성공리는 어느 두 가지의 선택지(도박)의 선호관계가 정해져 있는 경우, 그들 선택지에 결과가 등가이고 각 결과를 얻을 확률이 같은 별도의 도박을 각각 복합한 경우에도 그들 선택지의 선호관계는 보존된다는 것을 의미하고 있다.

예를 들면, 표 6-2의 도박 예에서 도박 2를 도박 1보다 선호하고 있다면, 도박 1과 도박 3, 도박 2와 도박 3을 0.5의 확률로 혼합시킨 혼합 도박을 구성하면, 표 6-3의 도박 1’와 도박 2’같이 된다. 독립성공리는 도박 1보다 도박2를 선호한다면, 도박 1’보다 도박 2’를 선호하기를 요구하는 것이다.

표 6-3 복합 도박의 예

A \ X	x_1 : 1만엔	x_2 : 0엔	x_3 : 2만엔
a_1’ : 도박 1’	p_{11} : 5/12	p_{12} : 1/6	p_{13} : 5/12
a_2’ : 도박 2’	p_{21} : 1/3	p_{22} : 1/6	p_{23} : 1/2

3. 기대효용의 반례

이와 같은 효용이론은 현실적으로 사람들의 의사결정을 반영한 것인가? 알레의 파라독스(그림 6-1 참조)나 엘스버그의 파라독스(그림 6-2 참조)로 불리는 현상은 기대효용이론의 반례로서 앞에서 언급한 기대효용이론의 독립성공리를 일탈하는 것이다. 이들 현상은 기대효용이론이 현실의 의사결정을 충분히 반영하는 것은 아니라는 점을 보여주고 있다(Slovic and Tversky 1974).

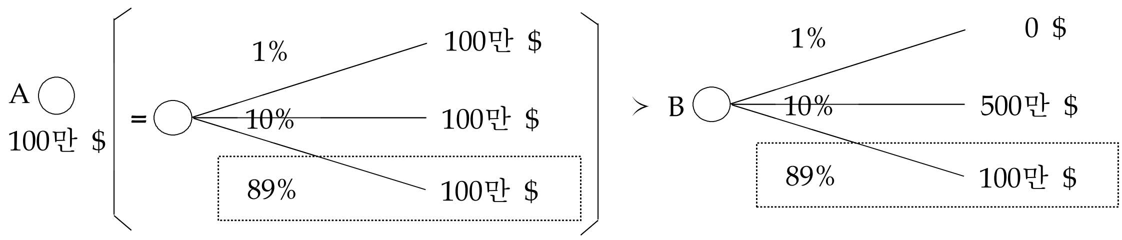
3-1 알레의 파라독스

알레(Allais 1953)는 기대효용이론의 반례를 들고 있다(竹村 1996). 다음과 같은 의사결정문제를 생각해 보자. 우선 문제 1은 그림 6-1에 나타낸 바와 같이 선택지 A와 B에서의 선택이다. 선택지 A를 선택하면, 확실하게 100만 달러를 얻을 수 있다. 선택지 B는

10%의 확률로 500만 달러, 89%의 확률로 100만 달러, 1%의 확률로 0 달러(상금 없음)가 되는 제비뽑기이다. A와 B를 비교하면, 많은 사람들이 확실히 상금을 얻을 수 있는 A를 선호할 것이다.

다음으로 문제 2는 두 가지의 제비뽑기, 즉 100만 달러를 11%의 확률로 얻을 수 있는 선택지 C와 500만 달러를 10%의 확률로 얻을 수 있는 선택지 D를 생각해 보자. 이 경우, 많은 사람들이 C보다 D를 선호할 것이다.

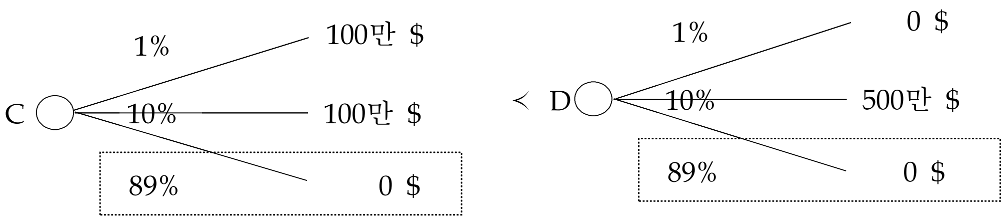
[문제 1]



A>B라면,

0.01 · *u*(100만 $) + 0.10 · *u*(100만 $) > 0.01 · *u*(0 $) + 0.10 · *u*(500만 $) ....①

[문제 2]



C<D라면,

0.01 · *u*(100만 $) + 0.10 · *u*(100만 $) < 0.01 · *u*(0 $) + 0.10 · *u*(500만 $) ....②

①과 ②는 모순

출처)竹村, 1996

그림 6-1 알레의 파라독스

그러나 이런 결과는 기대효용이론에 명백히 모순된다. 즉, 우선 그림의 점선 사각형으

로 된 부분은 각각의 문제에서는 공통된 부분이므로 기대효용이론의 독립성공리에 의해 선호에 있어서는 고려하지 않아도 되는 것이고, 또 점선 사각형 이외의 부분은 문제 1의 A와 문제 2의 C, 문제 1의 B와 문제 2의 D가 같기 때문이다.(그림 6-1 참조)

알레의 파라독스는 심리실험에서 많은 피험자에게서 나타난 것으로 알려져 있는데(Slovic and Tversky 1974, Tversky and Kahneman 1992), 심리학적으로는 확실한 이득을 불확실한 이득보다 더 크게 선호한다는 확실성 효과(certainty effect)에 의해서 생기는 것으로 생각할 수 있다.

3-2 엘스버그의 파라독스

엘스버그(Ellsberg 1961)의 파라독스는 결과의 확률분포가 알려져 있지 않은 경우의 애매함에 관한 선호를 구체적으로 표현하여, 기대효용이론(주관적 기대효용이론)에 대한 반례를 제시하였다(竹村 1996).

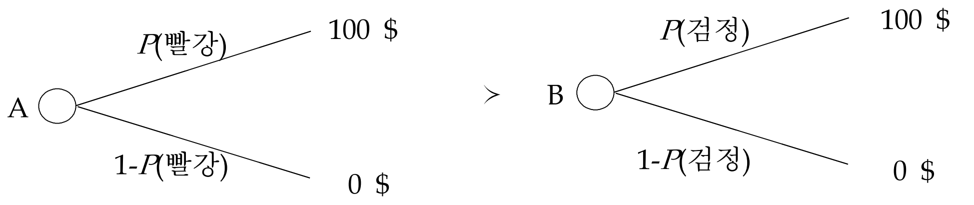
그가 제시한 파라독스에 따라 다음과 같은 상황을 생각해 보자(그림 6-2 참조). 어떤 항아리 속에 모두 90개의 구슬이 들어 있는데, 그중 빨간 구슬이 30개, 검정과 노란 구슬이 합쳐서 60개라는 것이 알려져 있지만 검정과 노랑의 구성 비율은 알려져 있지 않다. 이 항아리로부터 하나의 구슬을 꺼내는 것으로 한다. 다음의 의사결정 문제를 생각해 보자.

문제 1에서는 그림 6-2와 같이 선택지 A에서는 빨강(r)이 나오면 100 달러를 받고, 그 이외는 아무것도 받지 못하는 도박, 다른 선택지 B에서는 검정(b)이 나오면 100 달러를 받고 그 이외는 아무것도 받지 못하는 도박이다. 두 선택지를 비교해 보면 많은 사람들이 B보다 A를 선호할 것이다 (A＞B).

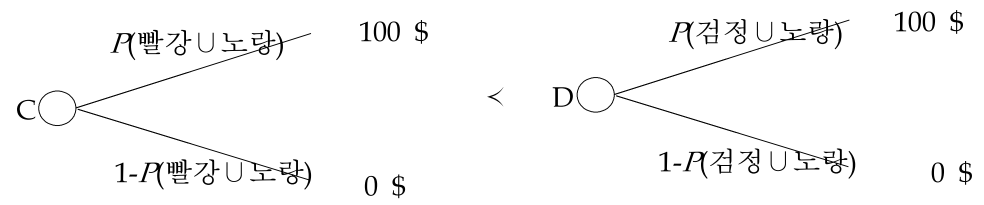
다음으로 문제 2에서는 그림 6-2와 같이 선택지 C에서는 빨강이나 노랑(r or y)이 나오면 100 달러를 받고, 그 외에는 아무것도 받지 못하는 도박, 다른 선택지 D에서는 검정이나 노랑(b or y)이 나오면 100 달러를 받고 그 외에는 아무것도 못 받는 도박이다. 이 경우, 많은 사람들은 C보다 D를 선호할 것이다(D＞C).

그러나 이런 선호의 결과는 배반 사상의 합사상 확률이 각 사상의 확률의 합과 같아진다는 확률의 가법성을 가정하는 기대효용이론에 명백하게 모순된다.

[문제 1]



[문제 2]



출처)竹村, 1996

그림 6-2 엘스버그 파라독스

즉, 문제 1에서의 선호(A > B)는 빨간 구슬을 꺼낼 확률 $P(r)$이 검정 구슬을 꺼낼 확률 $P(b)$보다 크다는 것($P(r) > P(b)$)을 의미하고, 문제 2에서의 선호(D > C)는 빨강이나 노란 구슬을 꺼낼 확률($P(r \cup y)$)이 검정이나 노란 구슬을 꺼낼 확률($P(b \cup y)$)보다 작다는 것을 의미하고 있다($P(r \cup y) < P(b \cup y)$). r과 y, b와 y는 서로 배반적인 사상이므로 확률의 가법성을 가정하면, $P(r \cup y) = P(r) + P(y)$, $P(b \cup y) = P(b) + P(y)$가 된다.

이러한 사실로부터 문제 2에서의 선호(D > C)는 $P(b) > P(r)$을 의미하여 문제 1에서의 선호로부터 귀결된 $P(r) > P(b)$와 명백하게 모순된다.

이러한 엘스버그의 파라독스는 기대효용이론에서의 독립성공리로부터의 일탈을 보여주고 있는 것으로 해석할 수 있다. 이런 엘스버그 파라독스의 심리적 원인으로서 의사결정자가 애매함을 피하려고 하는 애매성기피(ambiguity aversion)를 생각할 수 있다. 즉, 이런 성질은 결과 확률이 불명확한 경우는 사람들은 애매함을 싫어하여 그런 애매한 선택지의 선택을 피하려는 성질이다. 최근에는 왜 이와 같은 기피가 일어나는가에 대하여 여러 종류의 설명이 제시되고 다양한 실증적 연구가 이루어지고 있다.

제 4 부

의사결정과 프로스펙트 이론

7장 선호의 파라독스와 비선형기대효용이론

기대효용이론(expected utility theory)에는 알레(Allais 1953)의 파라독스와 엘스버그(Ellsberg 1961)의 파라독스라 불리는 반례가 있다는 점을 앞 장에서 설명하였다. 알레와 엘스버그의 파라독스는 독립성공리로부터의 일탈이라고 해석되는데, 이 장에서는 우선 그 파라독스들과 독립성공리와의 관계를 설명한다.

최근에는 이런 독립성공리를 가정하지 않는 비선형효용이론(non-linear utility theory: Fishburn 1988, Edwards 1992)이나 일반화 기대효용이론(generalized expected utility theory: Quiggin 1993)으로 불리는 이론체계에서 이들 파라독스를 설명하는 것이 가능하게 되었다. 특히, 카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979, Kahneman 1992)에 의해 제창된 프로스펙트 이론은 행동의사결정론에 대한 이제까지의 연구 내용과 비선형효용이론(혹은 일반화 기대효용이론)의 연구 내용을 총합한 이론이다. 이 장에서는 비선형 효용이론에서 가정하고 있는 비가법적 확률의 개념과 그 확률에 기초한 기대효용에 대하여 설명하고, 마지막으로 프로스펙트 이론에서의 기본적인 가정을 설명한다.

1. 독립성공리와 파라독스의 관계

알레나 엘스버그의 파라독스는 기대효용이론에서의 독립성공리로부터의 일탈로 설명할 수 있다. 알레의 파라독스는 위험하의 의사결정에 대한 파라독스이므로 자연의 상태에 대한 확률분포가 알려져 있는 경우이며, 엘스버그의 파라독스는 일반적으로 자연의 상태밖에 알려져 있지 않은 경우이므로 불확실성하의 문제가 된다.

위험하의 의사결정의 경우, 독립성공리는 임의의 확률분포 p, t, r에 대하여, $p \succ t$ 라면, 확률분포 p와 r의 볼록 결합 $(\lambda p + (1-\lambda)r)$과 t와 r의 볼록 결합 $(\lambda t + (1-\lambda)r)$이 선호관계도 같아지는 것을 요구하는 것이다. 즉, 모든 확률분포 p, t, $r \in P_x$와 모든 확률 $0<\lambda<1$에 대하여,

$$p > r \;\Rightarrow\; \lambda p + (1-\lambda)r > \lambda t + (1-\lambda)r$$

이다. 따라서 독립성공리가 성립하지 않는다는 것은, 즉, 어떤 확률분포 p, t, $r \in P_X$와 어떤 확률 $0 < \alpha < 1$에 대하여, $p > t$ 임에도 불구하고 $\alpha t + (1-\alpha)r \gtrsim \alpha p + (1-\alpha)r$ 이 성립한다는 것이다 (田村他 1997).

1-1 위험하에서의 독립성공리

알레의 파라독스 경우는, 문제 1에서 선택지 A를 선택하면 확실하게 100만 달러를 얻게 되고, 선택지 B에서는 10%의 확률로 500만 달러, 89%의 확률로 100만 달러, 1%의 확률로 0 달러(상금 없음)가 되는 제비뽑기를 선택하는 것이 된다(6장 참조). 선택지 A는 10%의 확률로 100만 달러, 89%의 확률로 100만 달러, 1%의 확률로 100만 달러로 분해할 수 있으므로 A와 B에 공통되는 것은 적어도 100만 달러를 89%의 확률로 얻을 수 있다는 것이다.

여기서 선택지 A를 p, 선택지 B를 q로 표현하여 500만 달러를 10/11의 확률로 얻고 아무것도 얻을 수 없는 확률이 1/11인 제비뽑기를 t로 표현하면,

$$p = 0.11p + 0.89p,$$
$$q = 0.11t + 0.89p$$

로 표현할 수 있다. 따라서 독립성공리에서는 $p > t$ 라면 $p > q$ 가 된다.

또, 문제 2에서는 두가지 제비뽑기, 즉, 100만 달러를 11%의 확률로 얻게 되는 선택지 C와 500만 달러를 10%의 확률로 얻게 되는 선택지 D인데, C와 D에 공통되는 것은 아무것도 얻을 수 없는 경우가 적어도 89%의 확률로 생긴다는 것이다. 선택지 C를 r, 선택지 D를 s로, 그리고 확실하게 아무것도 얻을 수 없는 제비뽑기를 t' 로 표현하면,

$$r = 0.11p + 0.89t',$$
$$s = 0.11t + 0.89t'$$

로 표현할 수 있다. 따라서 독립성공리로부터는 $p > t$ 라면 $r > s$ 가 된다.

■ Daniel Ellsberg

다니엘 엘스버그. 1931년 출생. 1878년 사망. 미국의 디트로이트에서 태어나서 1952년 하버드 대학 경제학부 졸업, 캠브리지 대학에 유학, 1954년부터 1957년까지 미국 해병대 대원이 되고 1957년부터 1959년까지 하버드 대학 쥬니어 펠로우가 된 후, 1962년 하버드 대학에서 박사학위를 취득하였다.
박사논문에서 소위 엘스버그 파라독스를 제시하고 기대효용이론의 문제점을 지적하였다. 그의 연구는 현재의 비선형효용이론, 행동의사결정이론의 단서를 제공했다고 평가되는데, 그가 연구한 논문은 지금까지도 다수가 있다. 그는 2002년 행동의사결정론 학회인 Society for Judgement and Decision Making에 초대되어, “The Allais and Ellsberg Paradoxes: 40 Years Later”라는 강연을 하였다. 이때 필자는 강연을 들었는데, 의사결정연구 얘기는 조금이고 거의 반전 메시지로 시간을 연장하며 강연을 이어 나갔다. 실은 엘스버그는 베트남 전쟁의 문제를 고발한 역사에 남을 반전활동가로서도 유명하다. 이에 대해서 조금 해설한다.

그는 1959년부터 연구기관 RAND cooperation에서 군사관계의 일을 하였고, 1964년부터 국방성에 들어갔다. 국방성의 국제안전보장문제담당차관보의 특별보좌관으로 근무하며 1965년 베트남에 파견되었다. 1967년애 RAND 상급연구원으로 복귀하였는데, 국방성 장관 맥나마라 아래서 일을 하였다. 이러한 일을 하는 가운데 그는 베트남 전쟁의 행방에 점점 회의적으로 되었다. 그는 1969년부터 정부가 국민을 기만해온 역사를 극명하게 묘사한 7000쪽에 달하는 기밀문서를 복사하기 시작하여 1971년에 진실을 국민에게 알리기 위해 그 복사한 문서를 워싱턴 포스트, 뉴욕 타임즈 등의 신문사에 넘겼다. 이 문서는 소위 펜타곤 페이퍼로 알려졌고, 그 내용이 신문에 공표되었다. 그는 이것으로 체포되어 기소되었다(1973년에 공소기각). 그는 또 2003년 이라크 전쟁에 반대하여 백악관 앞의 공원에 앉아서 물러나지 않았다는 이유로 체포되었다. 그의 홈페이지는 http://www.ellsberg.net/ 이다.

이상을 기초로 하면, 독립성공리로부터는 $p>t$ 라면 $p>q$ 및 $r>s$ 가 되고, $t>p$ 라면 $q>p$ 및 $s>r$ 가 되는 것이 요구된다. 그러나 실제의 선택에 있어서는 $p>q$ 및 $s>r$을 피험자가 표명하고 있어(Slovic and Tversky 1974), 독립성공리를 만족하고 있지 않다는 것을 알 수 있다.

1-2 불확실성하에서의 독립성공리

또 불확실성하에서의 독립성공리는 다음과 같이 된다(田村他 1997). 먼저 X를 결과의 집합, Θ를 자연의 상태 집합, $A \subseteq \Theta$ 를 사상, 두 가지의 선택지를 $f: \Theta \to X$, $g: \Theta \to X$ 라 한다. 독립성공리는 임의의 $\theta \not\subseteq A$에 대하여 $f(\theta) = g(\theta)$ 라면, f 와 g의 선호관계는 A의 여사상 A^c에 의존하지 않는다는 것을 요구한다. 따라서 독립성공리가 성립하지 않는다는 것은 다음과 같은 것이다. 즉, 어떤 선택지 f, g, f', g' 가 어떤 사상 A에 대하여, $\theta \in A$이라면, $f(\theta) = f'(\theta)$, $g(\theta) = g'(\theta)$ 이고, $\theta \not\subseteq A$ 이라면, $f(\theta) = g(\theta)$ 임과 동시에 $f'(\theta) = g'(\theta)$ 일 때 $f > g$ 임에도 불구하고, $g' \gtrsim f'$ 가 되는 것이다.

이것을 엘스버그의 파라독스로 설명해 보자. 어느 항아리 속에 총 90개의 구슬이 들어 있는데, 그 중 빨간 구슬이 30개, 검은 구슬과 노란 구슬이 합쳐서 60개 들어 있는 것으로 알려졌지만, 그 구성비율은 알 수 없다. 이런 불확실성하의 의사결정에서 의자결정자는 무엇인가 주관적 확률 p를 구성한다고 가정한다. 문제 1에서는 선택지 A가 빨강(r)이 나오면 100달러를 받고, 그 이외, 즉 검정(b)이나 노랑(y)이 나오면 아무것도 받지 못하는 도박이고, 다른 선택지 B는 검정(b)이 나오면 100 달러를 받고, 그 이외에는 아무것도 받지 못하는 도박이다. 선택지 A를 f, 선택지 B를 g로 표현하면,

f의 기대효용 = $p(r)u(100) + p(b \cup y)u(0)$
g의 기대효용 = $p(b)u(100) + p(r \cup y)u(0)$

가 된다. 엘스버그의 파라독스에서는 $f > g$ 이므로,

$f > g \Leftrightarrow f$의 기대효용 $>$ g의 기대효용
$p(r)u(100) + p(b \cup y)u(0) > p(b)u(100) + p(r \cup y)u(0)$

가 된다.

또, p는 확률이므로 배반 사상에 관하여 가법성이 성립하며, 동시에 u(100) > u(0) 라고 가정할 수 있으므로,

$$f > g$$
$$\Leftrightarrow p(r)u(100) + p(b)u(0) + p(y)u(0) > p(b)u(100) + p(r)u(0) + p(y)u(0)$$
$$\Leftrightarrow p(r)u(100) + p(b)u(0) - p(b)u(100) - p(r)u(0) > 0$$
$$\Leftrightarrow (p(r) - p(b))(u(100) - u(0)) > 0$$
$$\Leftrightarrow p(r) - p(b) > 0$$

이다.

마찬가지로 문제 2에서는 선택지 C가 빨강이나 노랑(*r* or *y*)이 나오면 100 달러를 받고, 그 외는 아무것도 못 받는 도박이고, 다른 선택지 D는 검정이나 노랑(*b* or *y*)이 나오면 100 달러를 받고, 그 외는 아무것도 받지 못하는 도박이다. 선택지 C를 f', 선택지 D를 g' 로 표현하면 선호는 $g' > f'$ 이므로,

$$g' > f' \Leftrightarrow p(b) > p(r)$$

이 성립하지 않으면 안 된다. 이러한 점은 $p(r) > p(b)$ 과 명백히 모순되는 것이어서, $g > f$ 와 $g' > f'$ 가 동시에 성립하지 않음을 보여주고 있다. 또, 이러한 사실은 기대효용이론에서는 주관적 확률을 어떻게 설정하여도 엘스버그의 파라독스를 설명할 수 없음을 나타내고 있다.

표 7-1 엘스버그의 파라독스와 자연의 상태

선택지	자연의 상태		
	빨강(*r*)	검정(*b*)	노랑(*y*)
f	100 $	0 $	0 $
g	0 $	100 $	0 $
f'	100 $	0 $	100 $
g'	0 $	100 $	100 $

또 엘스버그의 파라독스가 불확실성하의 의사결정에서 독립성공리를 만족시키지 못한다는 것은 표 7-1에 의해 명확해진다. 즉, 독립성공리가 성립하지 않는다다는 것은 어느 선택지 f, g, f', g' 가 어떤 사상 A(빨강 혹은 검정)에 대하여, $\theta \in A$이라면(θ가 빨강 또는 검정이라면), $f(\theta) = f'(\theta)$, $g(\theta) = g'(\theta)$ 이고, $\theta \not\subseteq A$ 이라면(θ가 노랑이라면), $f(\theta) = g(\theta)$임과 동시에 $f'(\theta) = g'(\theta)$ 일 때 $f > g$ 임에도 불구하고, $g' \gtrsim f'$ 가 되는 것이다. 엘스버그의 파라독스는 $f > g$ 임에도 불구하고, $g' \gtrsim f'$ 임을 보여주는 것이므로 독립성공리를 만족하지 않는 것이다.

2. 비가법적확률과 비선형효용이론

알레의 파라독스나 엘스버그의 파라독스는 독립성공리가 경험적으로는 성립하지 않기 때문에 생기는 것으로 해석된다. 이와 같은 파라독스를 설명하는 여러 이론적 틀이 있다 (Camerer et al. 2004, Einhorn and Hogarth 1985 · 1996, Nakamura 1992, Takemura 2000, 瀨尾 1994, 田村他 1997, 竹村 1996a).

그 대표적 설명은 독립성공리 등을 완화시킨 비선형효용이론에 의한 설명이다. 이 이론체계는 기대효용이론의 일반화로 이어져 왔다 (Starmer 2000, 田村他 1997). 경제학 분야에서는 이런 이론체계는 비선형효용이론(Fishburn 1988, Edwards 1992) 혹은 일반화 기대효용이론(Quiggin 1993)으로 불려지고 있는데, 공학 분야에서의 퍼지 측도론에 의한 퍼지 적분의 이론체계(管野 · 室伏 1993)와 수학적으로는 거의 동일하다.

비선형효용이론 체계에서는 알레의 파라독스와 같은 위험하의 의사결정에 대해서는, 확률정보가 주어지더라도 가법성이 성립하지 않는 확률을 변환한 비가법적인 확률가중함수를 고려하는 경우가 많다. 또, 엘스버그의 파라독스 경우는 자연의 상태에 대한 주관적인 신념의 측도에 가법성이 성립하지 않는 비가법적 확률로서 수식화를 수행한다.

비가법적 확률은 용량(capacity)이라는 표현이 적용되는 경우도 있는데, 공학 분야에서는 퍼지 측도(fuzzy measure)라 불리는 것이 있다. 명칭은 다르지만 수학적인 정의는 동일하다. 비가법적 확률이란 공집합이 아닌 집합 Ω의 부분집합으로 이루어진 집합체로부터 폐구간 [0, 1]로의 집합함수 $\pi : 2^{\Omega} \rightarrow [0,1]$이며, 동시에 유계성(有界性)의 조건

($\pi(\phi)$ =0, $\pi(\Omega)$=1)과 단조성(單調性)의 조건(Ω의 부분집합 E, F가 E⊆F인 관계라면, π(E)≦π(F)인 관계를 만족한다)을 만족하는 집합함수이다. 비가법적 확률은 가법성의 조건을 반드시 만족하지는 않으므로 그런 명칭에 부여되었다.

엘스버그의 문제에 대해서도 확률의 평가에서 유계성의 조건, $\pi(\phi)$ =0, $\pi(r\cup b\cup y)$ =1을 가정하고, 또한 단조성의 조건에 의해 $\pi(r\cup b\cup y)$ > $\pi(b\cup y)$ > $\pi(r)$ > $\pi(\phi)$ 등의 관계를 만족시키지 않으면 안 되는데, 예를 들면, $\pi(r)$ = 1/3, $\pi(b\cup y)$ = 2/3, $\pi(b)$ < 1/3, $\pi(r\cup y)$ < 2/3 로 하여도 비가법적 확률의 조건은 일탈하지 않는다. 이런 경우 엘스버그의 문제 1과 2에 대하여 모순은 생기지 않게 된다. 다만, 이때 이러한 비가법적 확률은 $\pi(y)$ + $\pi(b)$ < $\pi(y\cup b)$, $\pi(y)$ + $\pi(r\cup b)$ < $\pi(y\cup r\cup b)$ 가 되어, 비가법성의 조건을 만족하게 된다.

기대효용이론에 있어서는 기대효용 최대화 기준은 확률측도에 관한 르베그(Lebesgue) 적분의 관점에서 찾을 수 있는데, 위에서 정의한 바와 같은 비가법적 확률에 관한 기대효용에 관해서는 르베그 적분 이외에도 몇 가지 적분 표시 방법이 있다. 공학의 퍼지 측도론 분야에서는 퍼지 적분이라는 적분 관점에서 몇 가지의 적분 표시가 이루어지고 있다(管野・室伏 1993). 그중에서 비선형 효용이론이나 퍼지 이론의 연구자가 활발하게 연구하고 있는 것이 쇼케 적분(Choquet 1955)에 의한 기대효용이다. 이 적분에 의한 기대효용이론은 순위의존 효용이론(rank dependent utility theory)라고도 불리고 있다.

쇼케 적분에 의한 기대효용은 다음과 같이 나타낼 수 있다 (Quiggin 1993, Camerer 1995). 우선, 자연의 상태 $\theta_i\in\Omega$ 가 선택지 f에 의한 결과 $f(\theta_i)$에 대한 효용 $u(f(\theta_i))$에 따라 $u(f(\theta_1))$ > $u(f(\theta_2))$ ... >$u(f(\theta_n))$ 과 같이 순위가 부여되었다고 한다. 비가법적 확률 π에 관한 유한집합 상의 쇼케 적분에 의한 기대효용은,

$$u(f(\theta_1))\pi(\theta_1)+\sum_{i=2}^{n}u(f(\theta_i))[\pi(\bigcup_{j=1}^{i}\theta_j)-\pi(\bigcup_{j=1}^{i-1}\theta_j)]$$

이다. 만약 π가 가법적 측도이고 자연의 상태 θ_i가 상호 배반적이라면 위의 기대효용은 주관적 기대효용이론에 의한 것과 일치한다(Camerer 1995).

비가법적 확률은 사람들의 주관적인 불확실성 판단에 대한 측도로서 타당성을 가지는 것일까? 결론부터 말한다면 가법성의 조건이 없고 단조성만을 가정한 비가법적 확률만 하더라도 심리학적으로는 지나치게 엄격하다는 것이다. 단조성이라는 조건은 수학적으

로는 가법성을 가정한 확률 측도와 비교하여 엄격한 것은 아니며, 사람들의 판단에 있어서도 일반적으로 성립한다고 생각할 수 있을지도 모른다. 그러나 심리학적으로는 단조성의 조건은 성립하지 않는다는 것이 관찰되는 경우가 있다.

트베르스키와 카네만(Tversky and Kahneman 1983)은 두뇌가 명석하고 활동적인 린다라는 31세의 독신여성의 묘사를 피험자에게 부여하였을 때, 많은 피험자들이 「그녀는 현재 은행의 출납계를 맡고 있다」라는 사상보다도 「그녀는 현재 은행의 출납계를 맡고 있고, 여성해방운동에 열심이다」라는 사상에 대한 확률을 더 높게 추정한다는 것이 관찰되었다고 하였다. 이런 결과는 은행의 출납계를 맡고 있다는 사상(t)와 여성해방운동에 열심이다라는 사상(w)의 곱집합에 대한 주관적 확률($\pi(t \cap w)$)을 은행의 출납계를 맡고 있다는 사상의 주관적 확률($\pi(t)$)보다 높게 판단하고 있다는 것을 의미한다. 그러나 주관적 확률이 단조성 조건을 만족하고 있다고 가정하면 곱사상의 주관적 확률은 단일 사상의 주관적 확률 이하가 되어야 한다(왜냐하면 단조성 조건에 의해 $\pi(t \cap w) \leq \min(\pi(t), \pi(w))$이므로). 따라서 그들의 연구에서 많은 피험자들은 단조성 조건을 일탈한 판단을 행한 것이 된다.

이와 같은 판단은 결합사상에 대한 판단에서의 바이어스(bias)로서 결합오류(conjunction fallacy)라 명명되어 심리학자에 의하여 활발하게 연구되어 왔다. 이러한 결합오류는 확률을 상한이나 하한 등의 구간으로 표현하게 하는 퍼지 평가에 의한 애매성을 허용하는 판단에 있어서도 발생하기 쉽다는 것이 관찰되었다(竹村 1996b). 확률 판단이 이러한 단조성을 만족시키지 못하는 경우는 단조성을 가정한 비가법적 확률에 의한 표현으로는 기술(記述)이론으로서 한계가 있다고 할 수 있다. 室伏 등(Murofushi et al. 1994)은 비단조의 성질을 가진 측도에 관한 쇼케 적분을 제안하였는데, 이 이론에 기초한 판단과 의사결정에 대한 실증적 연구가 앞으로 기대된다고 하겠다.

쇼케 적분에 의한 기대효용의 표현은 퍼지 이론 체계나 기대효용이론 체계 중에서도 다루어지고 있지만, 프로스펙트 이론(Kahneman and Tversky 1979, Tversky and Kahneman 1992)으로 불리는 의사결정의 심리학적 기술이론 체계에서도 사용되고 있다.

3. 프로스펙트 이론의 기본적 가정

프로스펙트 이론은 카네만과 트베르스키에 의해 제창된 것으로 행동의사결정론의 내

용과 비선형효용이론(혹은 일반화 기대효용이론)의 내용을 총합한 이론이다. 프로스펙트 이론은 당초는 위험하의 의사결정을 다루는 기술적 이론으로서 제안되었는데 (Kahneman and Tversky 1979), 나중에 불확실성하의 의사결정도 설명할 수 있는 이론으로 발전시켰다(Tversky and Kahneman 1992).

프로스펙트 이론의 「프로스펙트」란 어떤 선택지를 채택하는 경우의 여러 결과와 그에 대응하는 확률의 조합으로, 위험하의 의사결정에서는「도박(gamble)」과 같은 뜻이다. 위험하의 의사결정에서는 몇 개의 프로스펙트 중에서 바람직한 프로스펙트를 선택하는 것이 된다. 즉, 발생하는 결과의 집합 X ={x_1, ... x_j, ... x_m}를 고려하여, X 상의 확률분포 p_1 = [p_{11}, p_{12}, ... p_{1m}], p_2 = [p_{21}, p_{22}, ... p_{2m}], ... p_l = [p_{l1}, p_{l2}, ... p_{lm}] 중 어떤 것을 선택할 것인가라는 문제로 치환시킬 수 있다. 이때, 하나의 프로스펙트는 (x_1, p_{l1}; ... x_j, p_{lj}; ... x_m, p_{lm})와 같이 표현된다. 프로스펙트 이론에서는 이 프로스펙트가 기대효용이론과는 다른 방법으로 평가된다는 것을 가정한다.

프로스펙트 이론에서 의사결정과정은, 문제를 인식하고 의사결정의 틀을 결정하는 편집단계(editing phase)와 그 문제인식에 따라 선택지의 평가를 행하는 평가단계(evaluation phase)로 나뉜다(Kahneman and Tversky 1979). 전자의 단계는 상황의존적이며 약간의 언어적 표현의 차이 등에 의해 변화하지만, 후자의 단계에서는 일단 문제가 같은 것으로 인정되면 상황에 의존하지 않는 평가와 의사결정이 이루어지게 된다.

3-1 편집단계

편집단계는 선택지를 인지적으로 재구성하는 단계로서, 동일한 의사결정문제라 하더라도 약간의 언어적 표현상의 차이 등에 따라 프레이밍의 구성 방법이 달라져서 그 문제의 인식이 달라져 버리게 된다. 편집단계에서는 (ⅰ) 코딩(coding), (ⅱ) 결합화(combination), (ⅲ) 분리화(segregation), (ⅳ) 상쇄화(cancellation), (ⅴ) 단순화(simplification), (ⅵ) 우월성의 검출(detection of dominance)의 심적 조작이 이루어진다.

(ⅰ) 코딩(coding) 이것은 결과의 이득(gain)과 손실(loss) 중 어느 쪽인가에 쏠리는 심적 조작이다. 예를 들면, 항상 시급 800엔으로 아르바이트를 하고 있던 사람이 갑자기 시급 900엔이 되면 「이득」으로 파악하지만, 시급 700엔으로 되면 「손실」로 파악

하는 것과 같은 경우이다. 이 경우 보통의 시급(800엔)은 참조점(reference point)로서 기능한다.

(ⅱ) **결합화(combination)** 이것은 같은 이득이 결합하여 단순화되는 심적 조작이다. 예를 들면, 200 달러를 얻을 수 있는 확률이 0.25이고, 200 달러를 얻을 수 있는 확률이 0.25인 프로스펙트 (200, 0.25 ; 200, 0.25)는 200 달러를 얻을 수 있는 확률이 0.50인 프로스펙트 (200, 0.50)로 편집된다.

(ⅲ) **분리화(segregation)** 이것은 확실한 이득 부분과 위험한 이득 부분이 분리되는 심적 조작이다. 예를 들면, 300 달러를 0.8의 확률로 얻을 수 있고 200 달러를 0.2의 확률로 얻을 수 있는 프로스펙트 (300, 0.80 ; 200, 0.20)은 200 달러를 확실히 받을 수 있는 프로스펙트 (200, 1.00)과 100 달러를 0.80의 확률로 얻을 수 있는 프로스펙트 (100, 0.80)으로 분리된다.

(ⅳ) **상쇄화(cancellation)** 이것은 두 개의 프로스펙트를 비교하는 경우, 공통되는 요소는 무시하고 파악하는 심적 조작이다. 예를 들면, 프로스펙트 (200, 0.20 ; 100, 0.50 ; -50, 0.30)과 프로스펙트 (200, 0.20 ; 150, 0.50 ; -100, 0.30)은 프로스펙트 (100, 0.50 ; -50, 0.30)과 프로스펙트 (150, 0.50 ; -100, 0.30)으로 환원되어 파악된다.

(ⅴ) **단순화(simplification)** 이것은 결과나 그 확률을 뭉뚱그려서 단순화시켜 버리는 심적 조작이다. 예를 들면, 프로스펙트 (101, 0.49)를 (100, 0.50)과 같이 단순화시켜 파악하는 경우이다.

(ⅵ) **우월성의 검출(detection of dominance)** 이것은 우월한 선택지를 검출하려는 심적 조작이다. 예를 들면, 프로스펙트 (500, 0.20 ; 101, 0.49)와 프로스펙트 (500, 0.15 ; 99, 0.51)는, 만약 양쪽 프로스펙트의 두 번째 항목 요소가 (100, 0.50)과 같이 단순화된다면, 프로스펙트 (500, 0.20)과 (500, 0.15)의 비교가 되고, 전자가 후자보다 더 우월해진다.

3-2 평가단계

편집단계에서 각 프로스펙트가 재구성되고 그것들을 기초로 하여 평가단계에서는 가장 평가치가 높은 프로스펙트가 선택된다. 평가단계에서는 그들이 가치함수(value function)라 부르는 일종의 효용함수와 확률에 대한 가중함수(weighting function)에 의해 평가된다. 이런 평가 단계의 평가 방법은 비선형 효용이론에서의 순위의존 효용이론과 기본적으로 동일하다.

그림 7-1에 나타낸 바와 같이 가치함수는 이득의 영역에서는 오목(凹)함수이므로 위험 회피적이 되고, 손실의 영역에서는 볼록(凸)함수이므로 위험 지향적이 되는 것을 알 수 있다. 또한, 이득의 영역보다 손실의 영역 쪽이 일반적으로 가치함수의 기울기가 더 크다. 이것은 손실이 이득보다도 더 큰 영향(impact)을 갖는다는 것을 의미한다.

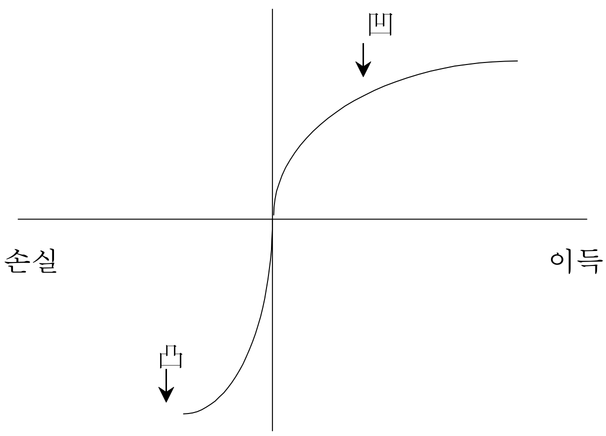


그림 7-1 프로스펙트 이론의 가치함수

프로스펙트 이론이 특별한 점은, 효용이론의 원점에 해당하는 참조점으로 편집단계에서 의사결정문제의 편집 방법에 따라 참조점이 쉽게 이동한다는 것을 가정하고 있다는 점에 있다. 프로스펙트 이론에서는 결과의 평가는 심리학적 원점인 참조점으로부터 떨어진 크기로서 이루어지는데 의사결정자는 이득 혹은 손실 중 어느 것으로든 결과를 평가하게 된다. 또한 프로스펙트 이론은 의사결정자가 이득을 평가할 때는 위험 회피적이 되고 손실을 평가할 때는 위험 지향적으로 된다는 것을 가정한다. 참조점의 이동에 의해 같은 의사결정문제에서도 이득 영역에서 선택지를 파악하면 위험 회피적으로 되고, 손실 영역에서 선택지를 파악하면 위험 지향적이 된다.

또, 프로스펙트 이론에서는 비가법적인 확률가중함수는 $\pi(0) = 0$, $\pi(1) = 1$인데, 그림 7-2와 같은 형태가 된다. 이러한 확률가중함수를 π라 하고, 객관적 확률을 p라 하면,

확률가중함수는,

(ⅰ) $\pi(p) + \pi(1-p) \leqq 1$ 이라는 조건을 만족하고,

(ⅱ) 확률이 매우 낮은 상황에서는 확률을 과대평가하여, $\pi(p) > p$라는 관계가 성립하며,

(ⅲ) $\frac{\pi(pq)}{\pi(p)} \leq \frac{\pi(pqr)}{\pi(pr)}$ 이라는 비(非)비례성을 나타내고,

(ⅳ) 단점(端点) 부근에서 비연속성을 보인다

라는 정성적인 특징이 있다.

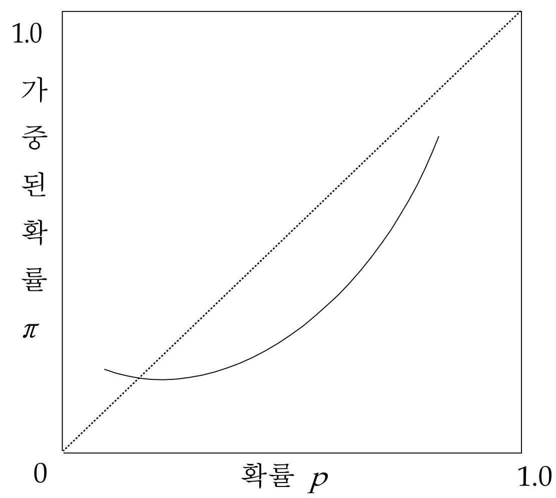


그림 7-2 프로스펙트 이론에서의 확률가중함수

마지막으로 프로스펙트 이론에서의 프로스펙트 평가방식에 대하여 설명한다. 카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979)에 의하면, x, y를 각 결과, p, q를 각 결과의 확률, $\pi(p)$와 $\pi(q)$를 p와 q에 대한 확률가중치, $v(x)$, $v(y)$를 각 결과의 가치라 하면, 프로스펙트의 평가치 $V(x, p ; y, q)$는 다음과 같이 된다. 단,

$p + q < 1$, $x \geqq 0 \geqq y$, $x \leqq 0 \leqq y$ 어느 쪽이든 성립하고, $v(0) = 0$이 된다고 하면,

$$V(x,\ p\ ;\ y,\ q) = \pi(p)v(x) + \pi(q)v(y)$$

또, 만약 $p + q = 1$ 이고, 동시에 $x>0>y$ 또는 $x<0<y$ 이라고 하면,

$$V(x,\ p\ ;\ y,\ q) = v(y) + \pi(p)(v(x) - v(y))$$

가 성립한다.

프로스펙트 이론에 의한 예측과 이에 관한 연구는 다음 장에서 설명한다.

8장 프로스펙트 이론과 의사결정현상

카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979, Tversky and Kahneman 1992)에 의해 제창된 프로스펙트 이론은 행동의사결정론 내용과 비선형 효용이론(혹은 일반화 기대효용이론)의 내용을 총합한 이론이다. 이 장에서는 우선 프로스펙트 이론의 기본적 가정으로부터 도출된 예측과 그 실증적 예를 소개하고, 다음으로 위험하 뿐만 아니라 불확실성하의 의사결정까지도 설명하는 새로운 버전인 누적 프로스펙트 이론(cumulative prospect theory)의 개념과 그 이론에 관한 실증 연구에 대하여 설명한다.

1. 가치함수와 반사효과에 관한 실증연구

프로스펙트 이론에서는 가치함수 $v(x)$는 참조점보다 높은 이득 영역에서는 凹함수(아래로 오목한 함수)이고, 참조점보다 낮은 손실 영역에서는 凸함수(아래로 볼록한 함수)로 가정되어, $x>0$인 경우, $v''(x)<0$, $x<0$인 경우, $v''(x)>0$이 된다. 이것은 의사결정자가 이득 영역에서는 위험회피적으로, 손실영역에서는 위험지향적으로 된다는 것을 의미하는 것이다.

카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979)는 이스라엘, 미국, 스웨덴의 대학생과 교원에게 질문지를 배포하여 가치함수에 관한 이러한 가정을 검토하였다.

문제 1

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

A. 80%의 확률로 4000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 A = (4000, 0.80)).
B. 확실하게 3000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 B = (3000, 1.00)).

문제 2

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

C. 80%의 확률로 4000 달러를 잃는다 (프로스펙트 C = (-4000, 0.80)).
D. 확실하게 3000 달러를 잃는다 (프로스펙트 D = (-3000, 1.00)).

문제 1에서는 95명중 20%가 A를 선택하고, 80%가 B를 선택하였다. 또, 문제 2에서는 95명중 92%가 C를 선택하고, 8%가 D를 선택하였다. 이러한 다수자의 선택 패턴은 이득 영역에서는 위험 회피적이고 손실영역에서는 위험 지향적으로 된다는 프로스펙트 이론의 예측과 일치하는 것이다. 이와 같이 리스크 태도가 이득과 손실 영역에서 반대로 되는 현상은 반사효과(reflection effect)라 불리고 있다. 또, 그들은 최종적으로 동일한 결과가 되는 프로스펙트라 하더라도 반사효과에 의하여 선호가 역전되는 현상도 다음의 문제에 대한 회답 패턴으로부터 보고하였다.

문제 3

먼저 당신은 1000 달러를 받았습니다. 다음의 선택지 중 어느 쪽이든 선택해 주시기 바랍니다.

A. 50%의 확률로 1000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 A = (1000, 0.50)).
B. 확실하게 500 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 B = (500, 1.00)).

문제 4

먼저 당신은 2000 달러를 받았습니다. 다음의 선택지 중 어느 쪽이든 선택해 주시기 바랍니다.

C. 50%의 확률로 1000 달러를 잃는다 (프로스펙트 C = (-1000, 0.50)).
D. 확실하게 500 달러를 잃는다 (프로스펙트 D = (-500, 1.00)).

70명의 피험자가 문제 3에 회답하였는데, 16%가 A를 선택하고, 84%가 B를 선택하였다. 또, 68명의 피험자가 문제 4에 회답하여 69%는 C를, 31%는 D를 선택하였다. 다수자의 선택 패턴은 이득 영역에서 위험 회피적이고 손실 영역에서 위험 지향적이라는 프로스펙트 이론의 예측과 일치하고 있다.

여기서 문제 3과 문제 4는 최종적인 결과에만 초점을 맞춘다면 동일한 것이다. 즉, A (= (2000, 0.50 ; 1000, 0.50))와 C, B (= (1500, 1.00))와 D의 최종적인 결과는 동일하다.

이것은 피험자가 먼저 받은 1000 달러나 2000 달러를 통합해서 판단하고 있지 않다는 것을 보여주는 것이다. 이 실험 결과는 사람들이 최종적인 자산액에 대하여 생각하고 의사결정을 하는 것이 아니고 참조점으로부터의 변화를 기초로 판단해서 의사결정을 함으로써, 경우에 따라서 위험 회피적이 되거나 위험 지향적이 되거나 한다는 것을 보여주는 것이다.

프로스펙트 이론의 가치함수를 나타낸 예로서, 俊野(2004)는 주식에 대한 투자행동에 대하여 설명하였다. 그가 보여준 예는 1주당 1000엔으로 구입한 주식의 가격이 2000엔까지 상승한 후 1500엔으로 하락한 경우, 구입가격과 비교하면 1주당 500엔 이득임에도 불구하고, 주식을 팔지 않고 계속 보유하는 케이스이다. 이 경우 참조점이 2000엔으로 된다면 500엔의 손실이 발생한 것이라고 판단해 버림으로써 결국 주식을 팔지 않고 보유하려 하기 쉬운 것이다. 주식을 보유하는 것은 주식을 팔아 손익을 확정하는 것과 비교하여 위험 지향적이므로 프로스펙트 이론과 맞아 떨어지는 것이다. 또, 프로스펙트 이론에 의하면, 참조점이 1000엔이라면 500엔의 이득이라고 판단하여 위험 회피적으로 됨으로써 주식을 매각해 버리기 쉽게 된다.

실제 주식시장에서 이와 같은 가치함수에 기초한 반사효과를 보이는 것으로 해석되는 현상이 관찰되고 있다. 오딘(Odean 1998)은 주식 매매 데이터를 분석하였는데, 이익이 나는 때의 주식 보유기간은 중앙값으로 104일이었지만 손실이 나는 때의 보유기간 중앙값은 124일이었다고 보고하였다. 이런 결과는 투자가가 이익이 나면 위험 회피적이 되어 주식을 빨리 매각하고, 손실이 나면 위험 지향적이 되어 주식을 오래 보유하는 경향이 있다고 해석할 수 있는 것이다 (Camerer 2000).

이와 같은 투자 행동 패턴은 재정학 분야에서는 처분 효과(disposition effect)로 알려져 있다 (Shefrin and Statman 1985, 俊野 2004). 이러한 처분 효과는 재정학 분야 뿐만 아니고 주택시장에서도 보여지고 있다. 즉, 주택 소유자가 주택가격의 하락에 따라 손실을 보고 있을 때는 집을 매각하지 않아 보유하는 기간이 길어지는 현상이 보고되고 있는데, 이런 현상은 처분 효과로 설명할 수 있는 것이다 (Camerer 2000).

2. 가치함수와 손실기피에 관한 실증연구

프로스펙트 이론의 가치함수에서는 손실 영역의 기울기가 이득 영역보다 급하게 된

다. 즉, $x>0$에 대하여 $v'(x)<v'(-x)$가 된다. 이것은 손실 쪽이 이익보다 임팩트가 있다는 것을 보여주는 것인데, 이런 성질은 손실기피(loss aversion)로 불리고 있다.

프로스펙트 이론에서 가정하고 있는 손실기피 성질로부터 기대값이 0인 도박은 회피된다는 사실을 이끌어 낼 수 있다. 예를 들면, 50%의 확률로 100만 엔을 얻을 수 있고, 50%의 확률로 100만 엔을 잃는 도박을 할 것인가(기대값 0엔) 하지 않을 것인가(기대값 0엔)를 선택하는 경우, 손실기피 성질에 의해 도박을 하지 않을 것임을 유추할 수 있다.

또, $x>y>0$ 인 경우, 프로스펙트 $(y, 0.50 ; -y, 0.50)$이 프로스펙트 $(x, 0.50 ; -x, 0.50)$보다 선호된다 (Kahneman and Tversky 1979). 즉,

$$v(y)+v(-y) > v(x)+v(-x)$$

동시에,

$$v(-y)-v(-x > v(x)-v(y)$$

가 성립하게 된다. 또한, $y=0$이라 하면,

$$v(x) < -v(-x)$$

가 유도된다.

이러한 사실에 관한 현상으로서 재정학 분야의 주식 프리미엄(equity premium) 문제를 들 수 있다. 주식시장의 가격 변동은 채권시장의 가격변동에 비해 크기 때문에 같은 수익을 기대할 수 있다고 하면, 일반적으로 채권 투자 쪽이 선호된다고 생각할 수 있다. 이러한 사실은 위에서 설명한 손실 기피의 성질과 맞아 떨어지는 것이다. 베나르찌와 탈러(Benartzi and Thaler 1995)는 프로스펙트 이론의 손실 기피 성질로부터 주식과 같이 큰 수익을 가져올 수도 있지만 큰 손실을 입을 가능성이 있는 투자 대상에 대해서는 낮은 평가가 이루어진다는 가설을 세우고, 주식시장에서 대단히 큰 초과수익률(프리미엄)이 왜 발생하는가를 설명하였다.

손실 기피의 성질로부터 나타나는 현상으로서 부존(賦存)효과(endowment effect)도 들 수 있다(Kahneman et al. 1990, 1991). 이 현상은 어떤 재산을 물려받아 보유하고 있는 경우, 그 재산의 판매가는 그 재산을 물려받지 않았을 경우의 구매가보다 높게 되는 현

상이다. 간단히 말하면, 초기에 보유하고 있던 재산을 양도하기 꺼려하는 현상으로서 현상유지 편향(status quo bias)을 나타내고 있는 것으로 해석되는 경우도 있다.

카네만 등은 부존효과를 확인하는 일련의 실험을 수행하였다. 그중 한 실험에서 그들은 먼저 77명의 사이몬 · 프레이저 대학 학생을 「파는」 조건, 「사는」 조건, 「선택하는」 조건 등 3 그룹으로 무작위로 나누었다(Kahneman et al. 1990). 파는 조건의 피험자에게는 커피 머그컵을 주고 그것을 얼마에 팔 것인가를 조사하고, 사는 조건의 피험자에게는 그 커피 잔을 얼마이면 살 것인가를 조사하고, 선택하는 조건에서는 여러 가격을 제시하고 그 커피 잔을 선택하든가 현금을 받든가 좋은 쪽을 선택하게 하였다.

그 결과, 파는 조건에서는 7.12 달러, 사는 조건에서는 2.87 달러, 선택하는 조건에서는 3.12 달러가 가격의 중앙값이었다. 파는 조건에서는 참조점이 머그컵을 소유하고 있는 상태인 반면, 사는 조건이나 선택하는 조건에서는 참조점이 머그컵을 소유하고 있지 않은 상태였기 때문에 이와 같은 가격 금액의 차이가 생긴 것으로 생각할 수 있다.

3. 확률가중함수에 관한 실증연구

프로스펙트 이론에 의하면 확률이 매우 낮은 상황에서는 확률을 과대평가하여, $\pi(p) > p$라는 관계가 성립한다. 카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979)는 그들 실험의 피험자였던 대학생이나 교원에게 다음과 같은 질문을 하고 확률가중함수에 관한 이러한 가정을 검토하였다.

문제 1

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

A. 0.1%의 확률로 5000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 A = (5000, 0.001)).

B. 확실하게 5 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 B = (5, 1.00)).

문제 2

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

C. 0.1%의 확률로 5000 달러를 잃는다. (프로스펙트 C = (-5000, 0.001)).

D. 확실하게 5 달러를 잃는다. (프로스펙트 D = (-5, 1.00)).

72명의 피험자중 문제 1에서는 72%가 A를, 28%가 B를 선택하였고, 문제 2에서는 17%가 C를, 83%는 D를 선택하였다.

이런 결과는 문제 1에서 피험자가 확률이 매우 낮은 이득의 도박을 그 기대치보다 더 선호한다는 것을 나타내고, 문제 2에서는 피험자가 대단히 낮은 확률로 일어나는 손실의 도박보다 그 기대금액을 더 선호한다는 것을 나타내고 있다.

문제 1에 대한 다수 피험자의 회답 패턴에 의해,

$$\pi(0.001)\nu(5000) > \nu(5)$$

라는 관계가 나타나고 있는데, 프로스펙트 이론의 가치함수 ν가 이득영역에서 오목함수라는 것을 가정하면, 다음의 관계가 성립한다는 것을 알 수 있다.

$$\pi(0.001) > \frac{\nu(5)}{\nu(5000)} > 0.001$$

마찬가지로 문제2의 결과에 의해,

$$\pi(0.001)\nu(-5000) < \nu(-5)$$

라는 관계가 나타나며, 프로스펙트 이론의 가치함수 ν가 손실영역에서 볼록함수라는 것을 가정하면, 다음의 관계가 성립한다는 것을 알 수 있다.

$$\pi(0.001) > \frac{\nu(-5)}{\nu(-5000)} > 0.001$$

이러한 결과로부터 확률이 매우 낮은 상황에서는 확률을 과대평가하여 $\pi(p) > p$라는 관계가 성립한다는 것을 알 수 있다.

다음으로 프로스펙트 이론에서는 어떤 확률 $0 \leqq p,\ q,\ r \leqq 1$에 대하여, $\frac{\pi(pqr)}{\pi(pr)} > \frac{\pi(pq)}{\pi(p)}$ 이라는 비(非)비례성이 성립한다는 것을 가정하고 있다. 카네만과 트베르스키(Kahneman and Tversky 1979)는 그들 실험의 피험자에게 다음의 질문을 통하여

이러한 성질을 검토하였다.

문제 3

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

A. 45%의 확률로 6000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 A = (6000, 0.45)).
B. 90%의 확률로 3000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 B = (3000, 0.90)).

문제 4

다음의 선택지 중 어느 쪽이 더 좋은가?

C. 0.1%의 확률로 6000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 C = (6000, 0.001)).
D. 0.2%의 확률로 3000 달러를 얻을 수 있다 (프로스펙트 D = (3000, 0.002)).

66명의 피험자가 문제 3에 대답하였는데, 14%는 A를, 86%는 B를 선택하였다. 66명의 피험자가 문제 4에 응답한 결과, 73%가 C를 선택하고, 27%가 D를 선택하였다. 문제 3과 문제 4의 결과를 기초로 하여, 가치함수 v가 이득 영역에서 오목함수라는 것을 가정하면,

$$\frac{\pi(0.001)}{\pi(0.002)} > \frac{\nu(3000)}{\nu(6000)} > \frac{\pi(0.45)}{\pi(0.90)}$$

이 된다. 여기서 p = 9/10, q = 1/2, r = 1/450이라 하면,

$$\frac{\pi(pqr)}{\pi(pr)} > \frac{\pi(pq)}{\pi(p)}$$

라는 관계가 성립한다는 것을 알 수 있다.

프로스펙트 이론에서의 확률가중함수의 성질로부터 설명할 수 있는 현상으로서 몇 가지 경우가 있다(Camerer 2000, 多田 2003). 우선 들어 볼 수 있는 것이 경마(競馬)에서의 대혈(大穴 : 크게 돈을 잃거나 땀) 편향이다. 탈러와 지엠바(Thaler and Ziemba 1988)가 보고한 바와 같이 이길 확률이 극히 낮은 대혈의 기대 배당률은 우승 후보에 거는 것 보다 매우 나쁘지만 경마장에서 사람들은 대혈에 흔쾌히 거는 경향이 있다. 이것은

확률이 매우 낮은 상황에서는 확률을 과대평가한다는 사실을 보여주는 확률가중함수의 성질에서 설명할 수 있는 것이다. 마찬가지로 복권이나 로또를 많은 사람들이 사는 것도 확률가중함수의 성질로부터 설명 가능한 현상이다.

또한, 이러한 확률가중함수의 성질에 의하여 많은 사람들이 왜 보험에 가입하는지도 설명할 수 있다.

예를 들면, 전화선 수리보험은 1개월에 45센트이지만, 수선비는 60 달러로 수선에 대한 기대비용은 1개월에 26 센트에 불과하다 (Chiccheti and Dubin 1994). 이와 같이 프로스펙트 이론에 의하여 확률이 낮은 사상의 가중치가 크게 평가된다고 해석함으로써 보험가입 현상을 설명할 수 있는 것이다.

4. 누적 프로스펙트 이론

프로스펙트 이론은 1979년 당초의 논문에서는 위험하의 의사결정을 표현하는 모델이었는데 (Kahneman and Tversky 1979), 1992년 논문에서는 애매성과 위험을 포함하는 불확실성하의 의사결정을 표현하는 모델로 확장되어 누적 프로스펙트 이론이라 불리고 있다 (Tversky and Kahneman 1992). 누적 프로스펙트 이론은 순위의존형 비선형 기대효용이론(Quiggin 1993, Starmer 2000, 田村他 1997)의 일종으로 해석할 수도 있다.

우선, 의사결정문제의 요소를 정의한다. X를 결과의 집합, Θ를 자연의 상태 집합이라 하고, 불확실성하의 프로스펙트(선택지)를 $f : \Theta \rightarrow X$ 라 한다. 즉, 어떤 자연의 상태 $\theta \in \Theta$ 하에서 $x \in X$ 라는 결과가 발생한다면, $f(\theta)=x$ 가 되는 함수가 존재한다고 간주한다. 단, 간단히 하기 위해 결과 $x \in X$ 는 금전적 가치를 나타낸다고 한다. 예를 들면, f는 주사위를 던져서 「홀수의 눈」(θ_1)이면 1만엔(x_1), 「짝수의 눈」(θ_1)이면 2만엔(x_2)을 받는 식의 내기를 말한다.

누적 프로스펙트 이론을 고려하기 위한 준비로서 결과의 바람직함이 증가하는 순서로 결과에 순위를 부여해 둔다. 예를 들면, 결과에 따라 1만엔, 2만엔, 4만엔 ... 등과 같이 나열하는 것이다. 이러한 결과의 바람직함에 대한 순위에 의해 종합평가치를 구하는 방법은 앞에서 설명한 쇼케 적분(Choquet 1955)에 의한 순위의존형 비선형 기대효용을 구할 때와 기본적으로 동일하다. 실제 누적 프로스펙트 이론에서도 쇼케 적분을 사용하고 있다.

또, $\{\theta_i\}$를 Θ의 부분집합이고, θ_i가 발생하면 결과 x_i가 된다고 하면, 프로스펙트 f는 (x_i, θ_i)라는 짝의 나열로 표시할 수 있다. 예를 들면, 앞의 주사위 던지는 예에서는 프로스펙트 f = (1만엔, 홀수 눈 : 2만엔, 짝수 눈)과 같이 표현된다. 여기서도 결과의 바람직함에 대한 오름차순에 의하여 결과와 대응하는 자연의 상태를 나열해 둔 것이다.

누적 프로스펙트 이론에서는 이득 영역과 손실 영역에서 가치함수가 달라지는 것을 가정하므로, f^+를 양의 결과가 되는 프로스펙트, f^-를 음의 결과가 되는 프로스펙트로 구별하여 다룬다. 즉, 만약 $f(\theta)>0$이라면, $f^+(\theta) = f(\theta)$, 만약 $f(\theta)\leqq 0$이면, $f^+(\theta) = 0$, 마찬가지로 $f(\theta)<0$이라면, $f^-(\theta) = f(\theta)$, $f(\theta)\geqq 0$이면, $f^-(\theta) = 0$이 된다. 위의 주사위 눈의 예라면, $f^+(\theta_1)$ = 1만엔, $f^+(\theta_2)$ = 2만엔, $f^-(\theta_1)$ = 0엔, $f^-(\theta_2)$ = 0엔 이다.

기대효용이론과 마찬가지로 프로스펙트 f가 프로스펙트 g보다 강선호되든가 무차별이라면 $V(f) \geqq V(g)$ 가 되는 관계를 고려하여,

$$V(f) = V(f^+) + V(f^-)$$
$$V(g) = V(g^+) + V(g^-)$$

로 이득영역의 프로스펙트와 손실영역의 프로스펙트의 함수를 합하여 종합평가치를 구할 수 있다고 가정한다.

기대효용이론에서는 새비지(Savage 1954)의 주관적 기대효용이론 체계와 같이 자연의 상태 집합에 관한 가법적 집합함수를 고려하는데, 누적 프로스펙트이론에서는 확률측도를 일반화한 비가법적인 집합함수를 고려한다. 이것은 앞에서 설명한 용량이나 퍼지 측도와 마찬가지이다. 즉, 공집합이 아닌 자연의 상태집합 Θ의 부분집합으로 이루어진 집합체로부터 폐구간 [0, 1]로의 집합함수 $W : 2^{\Theta}\rightarrow[0, 1]$이다. 또 유계성 조건($W(\phi) = 0$, $W(\Theta) = 1$)과 단조성 조건 (Θ의 부분집합 A_i가 A_j의 부분집합일 때, 즉, $A_i \subseteq A_j$이라면 $W(A_i)\leqq W(A_j)$라는 관계)을 만족한다. 예를 들면, 주사위를 던져서 1, 2, 3의 눈이 나온다는 신념의 정도가 각각 0.1이고, 홀수의 눈이 나올 것이라는 신념의 정도가 0.4였다고 하면, 확률측도의 가법성 조건을 만족하고 있지는 않지만, 단조성 조건은 만족하고 있다고 할 수 있다.

누적 프로스펙트이론에서는 가치함수로서 협의의 단조증가함수 $v : X \rightarrow Re$를 고려하고, $v(x_0) = v(0) = 0$을 만족하도록 기준화하는 것을 가정하고 있다. 예를 들면, 구체적인 예로 $v(x)=2x^{0.8}$과 같은 함수를 상상해 볼 수도 있는데, 가치함수는 효용함수를 설명할 때와 같이 일반적으로 논하는 경우가 많다. 또, 프로스펙트의 종합적 평가치 $V(f)$를

앞에서 보인 바와 같이 $V(f^+)$와 $V(f^-)$의 합으로 설명하고, 나아가 $V(f^+)$와 $V(f^-)$를 다음과 같이 결정한다.

$$V(f) = V(f^+) + V(f^-)$$

$$V(f^+) = \sum_{i=0}^{n} \pi_i^+ \nu(x_i)$$

$$V(f^-) = \sum_{i=-m}^{0} \pi_i^- \nu(x_i)$$

이때, $f^+ = (x_0,\ A_0\ ;\ x_1,\ A_1\ ;\ \ldots\ ;\ x_n,\ A_n)$, $f^- = (x_{-m},\ A_{-m}\ ;\ x_{-m+1},\ A_{-m+1}\ ;\ \ldots\ ;\ x_0,\ A_0)$가 된다.

또, $\pi_0^+, \ldots, \pi_n^+$ 는 이득영역의 가중치이고, $\pi_{-m}^-, \ldots, \pi_0^-$ 은 손실영역의 가중치이다, 여기서 주의할 점은 가중치는 결과의 바람직함에 대한 순위를 기초로 해서 결정된다는 것이다.

누적 프로스펙트이론에서는 가중치가 다음과 같이 결정된다.

$$\pi_n^+ = W^+(A_n),$$

$$\pi_{-m}^- = W^-(A_{-n}),$$

$$\pi_i^+ = W^+(A_i \cup \ldots \cup A_n) - W^+(A_{i+1} \cup \ldots \cup A_n), 0 \le i \le n-1,$$

$$\pi_i^- = W^-(A_{-m} \cup \ldots \cup A_i) - W^-(A_{-m} \cup \ldots \cup A_{i-1}), 1-m \le i \le 0$$

위의 식을 좀 더 설명한다. 우선, 의사결정 가중치 π_i^+는 결과가 양으로 되는 이득영역에 관한 것인데, x_i와 최소한 같은 정도 바람직한 결과를 가져오는 사상의 비가법적 확률과 x_i보다 바람직한 결과를 가져오는 사상의 비가법적 확률과의 차이이다. 또, 의사결정 가중치 π_i^-는 음의 결과에 대한 것으로, x_i와 최소한 같은 정도 바람직한 결과를 가져오는 사상의 비가법적 확률과 x_i보다 바람직하지 못한 결과를 가져오는 사상의 비가법적 확률과의 차이이다. 각 W가 가법적이라면 W는 확률측도이며, π_i는 단순히 A_i의 확률이 되는 것이다.

여기서 표현을 단순히 하기 위하여, 만약 $i \geqq 0$이면, $\pi_i = \pi_i^+$, $i<0$이면, $\pi_i = \pi_i^-$로 바꿔

표현하면,

$$V(f) = \sum_{i=-m}^{n} \pi_i \nu(x_i)$$

가 된다.

다음으로 위험하의 누적 프로스펙트이론에 대해서 설명한다. 만약 프로스펙트 $f=(x_i, A_i)$가 확률분포 $p(A_i)=p_i$에 의해 주어진다고 하면 위험하의 의사결정이 되고, 프로스펙트는 $f=(x_i, p_i)$로 표현할 수 있다. 이런 위험하의 의사결정의 경우, 결정가중은 다음과 같이 된다.

$$\pi_n^{+} = W^{+}(p_n),$$
$$\pi_{-m}^{-} = W^{-}(p_{-n}),$$
$$\pi_i^{+} = W^{+}(p_i + \ldots + p_n) - W^{+}(p_{i+1} + \ldots + p_n), 0 \le i \le n-1,$$
$$\pi_i^{-} = W^{-}(p_{-m} + \ldots + p_i) - W^{-}(p_{-m} + \ldots + p_{i-1}), 1-m \le i \le 0$$

단, W^{+}, W^{-}는 협의의 단조증가함수로서, $W^{+}(0)$ = $W^{-}(0)$, $W^{+}(1)$ = $W^{-}(1)$ = 1로 기준화 시킨다. 불확실성하의 누적 프로스펙트이론과 마찬가지로, 만약 i≧0이면, π_i = π_i^{+}, K̇0 이면, π_i = π_i^{-}로 표현하면,

$$V(f) = \sum_{i=-m}^{n} \pi_i \nu(x_i)$$

가 된다.

위험하에서의 프로스펙트이론의 예를 보이기 위해 아래와 같은 상황을 생각해 보자 (Tversky and Kahneman 1992). 주사위를 한번 던져서 나오는 눈을 x라 하면, x = 1, … , 6이 된다. 만약 x가 짝수라면 x 달러의 이득을 얻고, 홀수라면 x 달러를 지불하는 게임을 고려한다. 그러면 f는 (-5, -3, -1, 2, 4, 6)이라는 결과를, 각 결과의 확률 1/6로 발생시키는 프로스펙트라고 생각할 수 있다. 이에 따라 f^{+} = (0, 1/2 ; 2, 1/6 ; 4, 1/6 ; 6, 1/6), f^{-} = (-5, 1/6 ; -3, 1/6 ; -1, 1/6 ; 0, 1/2)로 표현할 수 있다. 이렇게 되는 것은, f^{+}

에서 0달러가 되는 확률은 홀수 눈이 나올 확률이므로 1/2이고, 2달러, 4달러, 6달러를 얻을 확률은 각각 1/6이 되는 것이고, f^{-}에서 –5달러, -3달러, -1달러를 얻을 확률은 각각 1/6이고, 0달러가 되는 확률은 짝수 눈이 나올 확률이므로 1/2이기 때문이다. 따라서,

$$
\begin{aligned}
V(f) &= V(f^{+}) + V(f^{-}) \\
&= v(2)[W^{+}(1/6+1/6+1/6) - W^{+}(1/6+1/6)] + v(4)[W^{+}(1/6+1/6) - W^{+}(1/6)] + \\
&\quad v(6)[W^{+}(1/6) - W^{+}(0)] + v(-5)[W^{-}(1/6) - W^{-}(0)] + v(-3)[W^{-}(1/6+1/6) - W^{-}(1/6)] \\
&\quad + v(-1)[W^{-}(1/6+1/6+1/6) - W^{-}(1/6+1/6)] \\
&= v(2)[W^{+}(1/2) - W^{+}(1/3)] + v(4)[W^{+}(1/3) - W^{+}(1/6)] + v(6)[W^{+}(1/6) - W^{+}(0)] + \\
&\quad v(5)[W^{-}(1/6) - W^{-}(0)] + v(3)[W^{-}(1/3) - W^{-}(1/6)] + v(1)[W^{-}(1/2) - W^{-}(1/3)]
\end{aligned}
$$

이 된다.

이런 관계를 표현한 것이 그림 8-1이다. $V(f^{+})$는 그림 8-1의 왼쪽 면적이고, $V(f^{-})$는 오른쪽의 면적에 음수를 취한 것이다. 이러한 내용을 말로 표현하면, 누적 프로스펙트이론에서의 종합평가치는 다음과 같이 구하는 것이라 할 수 있다. 먼저 2달러의 가치에 관한 가중치 π는 2달러 이상을 얻는 확률에 대한 가중치 w와 4달러 이상을 얻는 확률의 가중치 w의 차이에 의해 구해진다. 마찬가지로 다른 가중치 π도 구할 수 있다. 그 π와 가치 v를 곱해서 더함으로써 종합평가치를 구할 수 있는 것이다.

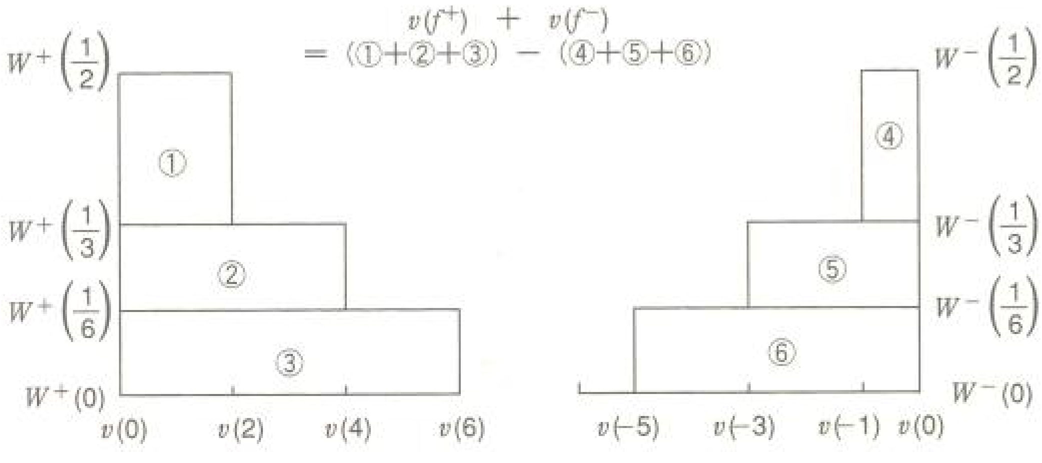


그림 8-1 누적 프로스펙트이론에서 v(f) 구하는 방법

5. 누적 프로스펙트이론에 관한 실험

트베르스키와 카네만(Tversy and Kahneman 1992)은 스탠포드와 버클리의 대학원생 25명에게 컴퓨터로 여러 가지 프로스펙트를 제시하고 선택실험을 행하여, 누적 프로스펙트이론의 가치함수를 추정하였다. 그들이 제시한 프로스펙트는 150달러를 얻을 확률이 25%이고 50달러를 얻을 확률이 75%이다 라는 식인데, 그들은 그와 같은 프로스펙트를 확실한 프로스펙트와 비교하게 한 후 어느 쪽이 바람직한가를 선택하는 실험도 수행하였다. 그들은 가치함수로서 다음과 같은 멱함수를 가정하였다.

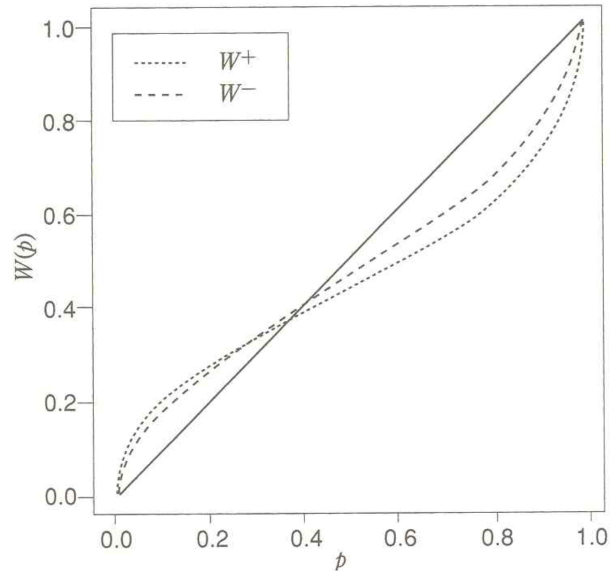
$$v(x) = \begin{cases} x^{\alpha} & (x \geq 0\text{인 경우}) \\ -\lambda(-x)^{\beta} & (x < 0\text{인 경우}) \end{cases}$$

그들은 이 실험의 선택 결과를 기초로 하여 비선형 회귀분석을 실시하여 α와 β에 대해서는 모두 0.88, λ에 대해서는 2.25로 추정하였다. 추정된 α와 β의 값이 1이하라는 것은 가치함수가 이득 영역에서는 아래로 오목, 손실 영역에서는 아래로 볼록하다는 것을 보여주고 있다. 또 추정된 λ의 값은 손실이 이득보다 약 2배 임팩트가 있다는 것을 나타내는 것으로 손실기피의 성질이 강하다는 것을 말하는 것이다.

그들은 또, 누적 프로스펙트이론의 구체적인 결정가중함수 W^{+}, W^{-}로서 다음과 같은 함수를 고려해 두고, 이러한 선택실험에 의하여 그림 8-2와 같이 결정가중함수의 형상을 추정하였다.

$$W^{+}(p) = \frac{p^{\gamma}}{(p^{\gamma} + (1-p)^{\gamma})^{\frac{1}{\gamma}}}, \quad W^{-}(p) = \frac{p^{\delta}}{(p^{\delta} + (1-p)^{\delta})^{\frac{1}{\delta}}}$$

추정된 γ의 값은 0.61이고, δ의 값은 0.69이다. δ 값이 약간 γ 값보다 큰데, 그림 8-2에서 보는 바와 같이, 양의 결과에 관한 확률가중함수 쪽이 곡선의 굽은 정도가 조금 더 크다는 것을 나타내고 있다.



출처) Tversky and Kahneman, 1992

그림 8-2 이득(W+)과 손실(W-)에 대한 확률가중함수의 추정

제 5 부

프레이밍 효과와 그 설명

9장 의사결정의 프레이밍 효과

의사결정현상을 설명하는 효용이론의 체계는 불확실성하의 의사결정을 설명하는 비선형 효용이론과 같은 새로운 여러 이론을 탄생시켰지만, 효용이론 체계에서는 본질적으로 설명이 불가능한 현상으로서 프레이밍 효과(framing effect)라 불리는 현상이 있다. 프레이밍 효과란 같은 의사결정문제라 하더라도 의사결정문제를 기술하는 언어 표현의 차이 등에 의한 관점의 변화에 따라 선호가 역전되고, 의사결정의 결과가 달라지는 현상이다.

이 장에서는 프레이밍 효과는 왜 효용이론에서 설명할 수 없는지, 프레이밍 효과가 어느 정도로 견고하게 관찰되는 것인지, 어떤 요인에 영향을 받는지 등과 같은 행동의사결정론 연구의 내용을 소개한다.

1. 프레이밍 효과는 어떤 현상인가?

프레이밍 효과는 의사결정문제를 파악하는 심적인 틀, 즉, 결정 프레임(decision frame)의 차이에 의하여 의사결정의 결과가 달라지는 현상이라고 해석할 수 있다(Tversky and Kahneman 1981).

다음과 같은 상황을 생각해 보자. 건강진단 결과 폐에 종양이 발견되어 수술을 받기를 담당의사가 권고했다고 하자. 그 담당의사로부터 「이제까지 1000명의 환자를 수술하였는데, 950명이 5년 이상 생존하고 있습니다. 수술을 받는 것이 어떻겠습니까?」라는 말을 들었을 때와 「이제까지 1000명의 환자를 수술하였는데, 50명이 5년 미만에 사망하였습니다. 수술을 받는 것이 어떻겠습니까?」라는 말을 들었을 때는 수술을 받겠다고 생각하는 기분이 크게 다를 것이다 (竹村 1996). 전자의 표현은 생존을 강조한 결정 프레임인데 반하여 후자의 표현은 사망을 강조한 결정 프레임이다. 많은 사람들은 전자의 언어 표현에 의한 정보를 받는 쪽이 후자보다도 수술을 받기로 하는 의사결정을 하기 쉬울 것인데, 이와 같은 결정 결과의 차이가 인정되는 현상이 프레이밍 효과이다.

트베르스키와 카네만(1981)은 이러한 프레이밍 효과를 최초로 조직적으로 연구하였는데, 프레이밍 효과의 전형이라 할 수 있는 다음과 같은 의사결정문제를 고안하여 조사

를 실시하였다.

아시아의 질병 문제 : 「미국에서 600명을 사망에 이르게 할 것으로 예상되는 특수한 아시아의 질병이 돌발적으로 발생하였습니다. 이 병을 치료하기 위해 두 종류의 대책이 제안되었습니다. 이들 대책의 정확한 과학적 추정치는 아래와 같습니다. 당신이라면 어느 쪽 대책을 채택하시겠습니까?」

우선 그들은 307명의 대학생을 두 그룹으로 나누어 생존을 강조한 프레임의 조건(포지티브 프레임 조건)의 152명에게는 다음과 같은 표현으로 선택지를 제시하였다.

대책 A : 「만약 이 대책을 채택하면 200명을 살릴 수 있습니다」
대책 B : 「만약 이 대책을 채택하면 600명이 살 확률은 1/3이고, 한 사람도 살릴 수 없을 확률은 2/3입니다」

그 결과 대책 A를 72%가 선택하였고, 대책 B는 28%가 선택하였다.

한편, 그들은 나머지 155명에게는 같은 의사결정문제이지만, 사망의 측면에서 표현한 프레임 조건(네거티브 프레임 조건)으로 다음과 같은 대책을 제시하였다.

대책 C : 「만약 이 대책을 채택하면 400명이 죽습니다.」
대책 D : 「만약 이 대책을 채택하면 아무도 죽지 않을 확률은 1/3이고, 600명이 죽을 확률은 2/3입니다」

여기서 대책 A와 대책 C, 그리고 대책 B와 대책 D는 표현을 다르게 했을 뿐임을 주의할 필요가 있다. 표현은 다르지만 외연적으로 확인 가능한 의미는 같다고 생각할 수 있다. 즉, 「산다」는 「죽지 않는다」는 것이고, 「살 수 없다」는 「죽는다」는 의미이다. 그럼에도 불구하고 대책 C를 선택한 학생은 22%이고, 대책 D를 선택한 학생은 78%였다. 이러한 선택 패턴의 역전은 프레이밍 효과를 나타내는 것이다.

트베르스키와 카네만(1981)은 포지티브 프레임 조건과 같이 이득 측면이 강조되어 표현되는 때는, 대부분의 피험자가 위험 회피적인 선택 A(=C)를 취하지만, 네거티브 프레임 조건과 같이 결정문제의 손실 측면이 강조된 표현일 때에는, 대부분의 피험자가 위험 지향적인 선택 D(=B)를 취한다는 것을 보고하였다.

2. 효용이론은 왜 프레이밍 효과를 설명할 수 없는가?

의사결정이론 중 가장 대표적인 것으로서 효용(utility)의 개념을 기초로 의사결정현상 전반을 설명하고자 하는 효용이론(utility theory)이 있다. 이 효용이론은 18세기의 베르누이(Bernoulli)까지 거슬러 올라갈 수 있는데, 그것의 변형은 다수가 있고 (Fishburn 1982, 1988, Schmeidler 1989, Starmer 2000), 자연과학의 수리 모형과 마찬가지로 객관적으로 관측 가능하고 지시할 수 있는 요소에 의해 정의된 대상(외연적으로 정의된 대상)을 기초로 하는 수리적 모델이다.

프레이밍 효과가 존재한다는 것은 외연적으로는 동일한 의사결정문제라 하더라도 다른 의사결정이 이루어진다는 것을 의미하는 것이고, 외연적으로 정의된 대상이라면 그 이론적 귀결이 같아야 한다는 기술불변성(description invariance)의 원리(Arrow 1982)를 일탈하는 것이다. 기술불변성이란 결국 말하는 방법이나 기술 방법에 의하여 결과가 달라지지 않는 것을 요구하는 원리이다. 그러므로 프레이밍 효과는 기술불변성을 가정하는 효용이론에서는 본질적으로 설명할 수 없는 것이다. 이것을 확실성하의 의사결정에 대한 예를 이용하여 좀더 구체적으로 말해 보고자 한다.

다음의 확실성하의 의사결정을 상상해 보자 (竹村 1994). 중화요리 집에 가서 볶음밥과 천진반(天津飯 ; 중국요리의 종류) 중 어느 것을 선택할 것인가 하는 의사결정을 생각해 보자. 이 경우 효용은 볶음밥을 천진반보다 선호하든가 동등하게 선호할 때(볶음밥 $\succsim$ 천진반), 그리고 그 때에 한하여 볶음밥의 효용(u(볶음밥))이 천진반의 효용(u(천진반))보다 높든가 동일한 실수값이 된다. 즉,

$$\text{볶음밥} \succsim \text{천진반} \Leftrightarrow u(\text{볶음밥}) \geq u(\text{천진반})$$

의 관계가 성립한다. 여기서 그 중화요리 집에서는 「천진반」이라는 것은 「중국식 계란덮밥」을 의미하고, 또 「중국식 계란덮밥」은 「천진반」을 의미한다고 하자. 그러면 기술불변성에 의해,

$$\text{볶음밥} \succsim \text{천진반} \Leftrightarrow \text{볶음밥} \succsim \text{중국식 계란덮밥}$$

$$\text{동시에, } u(\text{볶음밥}) \geq u(\text{천진반}) \Leftrightarrow u(\text{볶음밥}) \geq u(\text{중국식 계란덮밥})$$

의 관계가 성립하지 않으면 안 된다.

만약 프레이밍 효과가 일어나서 이런 관계가 성립하지 않을 경우, 예를 들면,

$$볶음밥 \gtrsim 천진반 \Leftrightarrow 볶음밥 < 중국식 계란덮밥$$

인 경우, 효용의 정의에 의해,

$$u(볶음밥) \geqq u(천진반) \Leftrightarrow u(볶음밥) < u(중국식 계란덮밥)$$

이 되어, 기술불변성을 만족하지 않는다. 결국, 같은 요리라도 천진반이라고 하는 경우는 볶음밥 쪽이 선호되지만, 중국식 계란덮밥이라고 부르는 경우는 볶음밥보다 선호되는 경우, 선호관계도 효용함수도 기술불변성을 만족하지 않는 것이다. 따라서 기술불변성을 가정하는 효용이론에서는 프레이밍 효과를 설명할 수 없다. 이러한 사실은 여기서 보였던 확실성하의 의사결정에서만이 아니고 불확실성하의 비선형 효용이론에서도 일반적으로 성립하므로, 효용이론에서는 프레이밍 효과를 설명할 수 없는 것으로 귀결된다.

프레이밍 효과란 다시 말하면, 효용이론 뿐만 아니라 기술불변성을 가정하는 다른 어떤 이론에 의해서도 설명할 수 없는 것이다. 이와 같이 프레이밍 효과를 외연적으로 정의 가능한 집합으로부터 설명하는 것은 곤란하다는 것을 시사하고 있다. 그러므로 프레이밍 효과의 존재는「의미란 무엇인가」라는 문제를 우리에게 던져주고 있는 것이다.

술어(述語) 논리의 창시자 프레게(Frege. G.)가「새벽의 명성」은「초저녁의 명성」과 마찬가지로 금성을 지칭하므로, 같은 의미(Bedeutung)를 갖는데 뜻(Sinn)이 달라지게 했던 것과 마찬가지 문제가 프레이밍의 문제에서 대두되고 있는 것이다. 이와 같이 프레이밍 효과는 이론적으로 다루기가 매우 곤란한 것으로 예상되긴 하지만, 그 효과의 실증과 근사적인 기술적 이론에 의한 설명이 여러 가지 형태로 이루어지고 있다.

3. 사회생활에서의 프레이밍 효과

프레이밍 효과는 사회생활의 다양한 장면에서 관찰되는 것으로 생각할 수 있다. 이

프레이밍 효과는 시장조사의 실무자 세계에서는 질문할 때의 언어 표현을 조금만 달리하더라도 응답 결과가 달라지는 워딩(wording) 효과로 알려져 있고, 마케팅 실무자 세계에서는 같은 상품정보라도 광고에서 언어표현의 방법을 달리하는 것만으로도 판매효과가 달라지는 프로모션(promotion) 효과로 오래 전부터 알려져 있다. 또, 소비자 행동연구에 있어서 小嶋(1986)가 같은 상품이라도 문맥에 의해 지출 태도가 달라지는 현상을 파악하여 「심리적 지갑」효과라고 불렀던 것도 프레이밍 효과와 같은 것이다.

프레이밍 효과는 우선 소비자의 의사결정에서 쉽게 확인할 수 있다. 광고나 판매 등 커뮤니케이션 활동에서 같은 의미의 메시지를 소비자에게 전달한다고 하더라도 그 표현의 미묘한 차이에 따라 상품에 대한 평가 판단이나 구매 의사결정이 달라져 버리는 것을 알 수 있다.

예를 들면, 얇게 저민 고기는 순살 부분과 지방 부분으로 나뉘는데 「지방 25%」라고 표시된 고기보다도 「순살 75%」라고 표시된 고기 쪽을 소비자가 호의적으로 평가하는 것으로 알려졌다(Levin and Gaeth 1988). 또 자동차보험에 대한 구입 의사결정에서도 프레이밍 효과가 관찰된다. 예를 들면, 1000달러가 가입료인 보험에서 600달러 이하의 손해 지불이 면책되는 보험과, 1600달러의 가입료가 필요한 보험에서 600달러 이하의 손해라도 지불해 주고, 사고가 없는 경우는 600달러를 캐시백으로 돌려주는 보험에 대해서, 결과적으로는 양쪽이 같은 것임에도 불구하고 후자 쪽이 사람들에게 선호되는 것으로 알려졌다(Johnson et al. 1993).

최근 외국자본계의 보험회사가 이렇게 후자와 같이 캐시백으로 돌려주는 보험을 선언하고 있는데, 이것도 소비자의 프레이밍 효과를 이용하고 있는 것이라 할 수 있다. 프레이밍 효과는 또, 의사의 의료판단에서도 (Mcneil et al. 1982), 경영자의 의사결정에서도 (Qualls and Puto 1989) 생긴다는 것이 밝혀졌다.

또, 프레이밍 효과는 대인 상호작용에 있어서도 발견할 수 있다. 켈리와 티보(Kelly and Thibaut 1978)는 그들의 대인적 상호의존의 이론에서 실험 게임에 대한 이득행렬을 주어진 행렬(given matrix)로 하고, 이 행렬을 사람들이 심리적으로 변환시켜 실행행렬(effective matrix)로 한 다음에 의사결정을 행한다고 하였다. 그들은 대인관계에서 주어진 행렬로부터 실행행렬로 여러 가지 형태의 변환이 있다는 점을 지적하였다. 그들이 주장하는 주어진 행렬로부터 실행 행렬로의 변환 문제는 대인적 의사결정에서의 프레이밍 문제라고 생각할 수 있을 것이다.

의사결정자의 프레이밍 방법은 실험게임에서도 의사결정에 큰 영향을 미치는 것이

관찰되었다(Colman 1995). 예를 들면, 아이저와 바브나니(Eiser and Bhavnani 1974)는 같은 구조의 죄수의 딜레마 게임에 대한 상황내용을 다르게 가르쳐 주는 것에 따라 의사결정이 어떻게 되는가를 검토하였다. 그들은 각 조건의 피험자에게 각각 경제적 교섭, 국가간의 교섭, 인간관계 문제로서 상황 설정을 가르치고 나서, 실험에서는 어떤 조건에서도 게임의 상대(바람잡이)가 대응전략으로 임했다. 결과는 경제적 교섭 문제로서 가르침을 받은 경우보다 국가간 교섭 혹은 인간관계 문제로서 가르침을 받은 경우 쪽이 파레토 최적을 실현하는 협력 선택의 비율이 더 높았다고 보고하였다. 이 실험의 결과는 프레이밍 효과를 보여주고 있는 것이라 생각할 수 있다.

프레이밍의 문제는 경쟁에서의 의사결정을 생각하는 경우 극히 중요하다. 이러한 사실은 국가간의 군축문제를 생각해 보면 쉽게 알 수 있다(Tversky 1994). 어느 두 나라가 미사일 수에 대한 삭감 교섭을 하고 있다고 생각해 보자. 자국의 미사일 수 삭감은 현 상황에서 손실로 파악되고 타국의 미사일 수 삭감은 이득으로 파악된다. 트베르스키(1994)에 의하면 지각된 손실의 임팩트는 지각된 이득의 임팩트의 약 2배에 달하므로 상대국이 미사일을 2기 삭감하는 것과 자국이 1기 삭감하는 것이 동등하게 인식된다. 양 국가가 서로 이렇게 생각하기 때문에 합의가 매우 곤란해지는 것이다. 현 상황의 지점에서 이득일까 손실일까라는 생각은 일반적으로 납득 가능한 것일지도 모르지만, 현 상황의 지점을 어떻게 파악하는가는 문제 상황의 프레이밍에 의존하는 부분이 대단히 큰 것이다.

4. 프레이밍 효과와 심적 회계

이 프레이밍 효과는 의사결정문제의 언어적 표현 등에 의해 결정 프레임이 심적으로 구성되고, 그 결과로서 생긴다고 해석되는데, 이 결정 프레임은 어떻게 구성되는 것일까? 특히, 금전에 관계되는 의사결정에서 이런 결정 프레임이 구성되는 방식에 대하여 트베르스키와 카네만(Tversky and Kahneman 1981)은 심적 회계(mental accounting)라는 개념을 사용하여 설명하였다. 심적 회계란 사람들이 금전적인 의사결정문제를 심적으로 처리하기 위한 양식을 말하는 것으로, 小嶋(1986)가 지적한 「심리적 지갑」의 존재를 가리키는 것이다.

4-1 티켓 분실과 심적 회계

트베르스키와 카네만(1981)은 모두 383명의 피험자에게 다음과 같은 질문을 던져 심적 회계의 존재를 검토하였다. 그들은 200명의 피험자에게 티켓 분실 조건으로 아래와 같은 질문을 하였다.

> **티켓 분실 조건** : 「다음의 장면을 상상해 주십시오. 당신은 어느 영화를 보러 가기로 결정하고 10달러 짜리의 티켓을 구입한 후 영화관에 갑니다. 영화관에 들어서는 단계에 이르러 당신은 그 티켓을 잃어버렸다는 알았습니다. 당신은 티켓을 다시 한 장 사시겠습니까?」

또 나머지 183명에게는 현금 분실 조건으로 아래와 같은 질문을 하였다.

> **현금 분실 조건** : 「다음의 장면을 상상해 주십시오. 당신은 어느 영화를 보러 가기로 결정하고 영화관에 갑니다. 티켓 값은 10달러입니다. 영화관에 들어서는 단계에 이르러 당신은 현금 10달러를 잃어버렸다는 알았습니다. 당신은 티켓을 사시겠습니까?」

질문에 대한 결과, 티켓 분실 조건에서는 46%의 피험자가 티켓을 사겠다고 대답한데 비하여 현금 분실 조건에서는 88%의 피험자가 티켓을 사겠다고 대답한 것으로 나타났다.

여기서 주의할 필요가 있는 것은 어느 조건에서도 10달러 상당의 손실을 입고, 10달러 상당의 티켓을 살 것인가 말 것인가의 의사결정을 요구받고 있다는 점이다. 트베르스키와 카네만(1981)은 티켓 분실 조건과 현금 분실 조건은 심적 회계의 존재가 다르기 때문에 결과가 달라졌다고 설명하였다. 결국, 티켓 분실 조건에서는 티켓 지출의 계정(일종의 심리적 지갑)에서 한번 더 티켓을 사지 않으면 안 된다는 것에 비하여, 현금 분실 조건에서는 현금과 티켓의 지출이 다른 계정이기 때문에 이중으로 티켓을 사야 한다는 고통이 없어서 티켓 구입의향이 높게 나왔다고 해석할 수 있다. 티켓을 구입할 때는 티켓의 계정만이 사용되기 때문에 현금의 분실이 거기까지 영향을 미치지 않았다고 생각할 수 있다.

이와 같이 심적 회계는 금전의 종합적 평가로 이루어지는 것이 아니고, 토픽 단위로 이루어지기 쉬운 것이라고 트베르스키와 카네만(1981)은 설명하였다.

4-2 계산기 구입과 심적 회계

트베르스키와 카네만(1981)은 소비자의 심적 회계에 관한 질문도 총 192명의 피험자에게 다음과 같이 하였다. 그들은 88명의 피험자에게 아래와 같이 15달러의 계산기 조건에 대한 질문을 하였다.

> **15달러의 계산기 조건** : 「다음의 상황을 상상해 주십시오. 당신은 125달러의 자켓과 15달러의 계산기를 사려 하고 있는데, 점원으로부터 자동차로 20분 걸리는 지점에 가면 15달러의 계산기를 10달러에 살 수 있다는 얘기를 들었습니다. 당신은 그 지점까지 사러 가겠습니까?」

또, 나머지 93명의 피험자에게는 아래의 125달러의 계산기 조건에 대한 질문을 하였다.

> **125달러의 계산기 조건** : 「다음의 상황을 상상해 주십시오. 당신은 125달러의 계산기와 15달러의 자켓을 사려 하고 있는데, 점원으로부터 자동차로 20분 걸리는 지점에 가면 125달러의 계산기를 120달러에 살 수 있다는 얘기를 들었습니다. 당신은 그 지점까지 사러 가겠습니까?」

여기서 양쪽의 조건이 모두 계산기와 자켓을 사려는 구매의사결정으로 공통되고, 나아가 총액 140달러의 물건을 구입할 것인가, 5달러의 이익을 얻기 위하여 20분간 자동차를 운전하는 비용을 들여 지점으로 사러 갈 것인가 하는 점에 대해서는 완전히 동일한 것이다. 질문의 결과 전자의 15달러의 계산기 조건에서는 68%의 피험자가 지점까지 가겠다고 응답한데 비하여 후자의 125달러 계산기 조건에서는 29%의 피험자만이 지점까지 가겠다고 응답했을 뿐이었다.

이런 결과의 이유로서 피험자가 계산기라는 물건과 자켓이라는 물건을 통합하여 생각하지 않고, 2개의 의사결정문제로 별도로 분리하여 프레이밍을 행한 것으로 생각할 수

있다. 이러한 것도 심적 회계의 존재가 통합적인 것이 아니고 토픽 단위로 구별되어 이루어지는 경우가 있다는 것을 보여주는 것이다. 총액 140달러의 물건을 구입하든가 135달러의 물건을 구입하든가라고 문제를 인식한다면 두 조건의 평가 결과는 동일하게 되었을 것이다. 그러나 15달러의 계산기 조건에서는 계산기의 정가인 15달러가 10달러로 된다는 부분이 주목되었고, 125달러의 계산기 조건에서는 계산기의 정가인 125달러가 120달러로 된다는 부분이 주목되었던 것으로 생각할 수 있다. 만약 프로스펙트 이론에서 가정하고 있는 바와 같이 아래로 볼록한 음의 효용함수를 가정한다면, 계산기의 정가인 15달러가 10달러로 되는 비용 저하는 125달러가 120달러로 되는 비용 저하에 비하여 크게 가치가 부여되는 것이라 할 수 있다.

4-3 쾌락추구적 프레이밍

탈러(Thaler 1985, 1999)는 심적 회계의 존재는 종합평가치를 높이기 위해, 의사결정문제의 각종 요소를 통합한다든지 분리한다든지 하는 쾌락추구적 프레이밍(hedonic framing)의 원리로 이루어지는 것이라 하였다. 그는 두 개의 요소 x, y를 생각하고, $x \circ y$를 x와 y의 결합이라 하면, 쾌락추구적 프레이밍은,

$$v(x \circ y) = \mathrm{Max}(v(x+y),\ v(x) + v(y))$$

라는 규칙이 형성된다고 하였다. 그는 프로스펙트 이론의 가치함수에 대한 가정으로부터 쾌락추구적 프레이밍에 대하여 다음과 같은 특징이 있다고 지적하였다.

(1) 이득은 토픽마다 분리하여 프레이밍시킨다 (이득의 가치함수는 아래로 오목하므로 분리하는 쪽이 종합평가치를 높인다).

(2) 손실은 각각의 토픽을 통합하여 프레이밍시킨다 (손실의 가치함수는 아래로 볼록하므로 통합하는 쪽이 종합평가치를 높인다).

(3) 작은 손실과 큰 이익은 통합하여 프레이밍시킨다 (손실기피가 차감되어 계산된다).

(4) 작은 이득과 큰 손실은 분리하여 프레이밍시킨다 (이득영역의 가치함수는 원점부근에서는 기울기가 급하기 때문에 큰 손실을 조금이나마 감소시킴으로써 이득을 조금

이라도 늘리는 편이 큰 임팩트를 준다).

탈러(1985, 1999)의 쾌락추구적 프레이밍 원리에 따르면, 할인 등 소비자에게 돌아가는 이득은 분리시켜 프레이밍하기 쉽다는 것이다. 트베르스키와 카네만(1981)의 계산기에 대한 질문 결과가 시사하는 바와 같이, 할인이 상품별로 분리시켜 프레이밍하면 소비자가 여러 상품을 구입하고자 하는 경우, 가격이 싼 상품 쪽의 할인액을 크게 하는 편이 가격이 비싼 상품의 할인액을 크게 하는 것 보다 마케팅적으로는 유효할 것으로 예측된다.

예를 들면, 슈퍼마켓에서는 보통가격 250엔인 계란 한판을 100엔 등으로 대폭 할인하여 손님을 끌고, 다른 고액 상품 가격은 그다지 내리지 않음으로써 종합적인 구매 단가를 올리는 전략을 취하는 경우가 많다 (또, 계란 가격은 비교적 안정적이므로 할인을 하는 경우 소비자가 쉽게 알 수 있다는 점도 있다). 만약, 그런 슈퍼마켓이 소비자에게 전체로는 계란 한판과 같은 정도 이상의 가격할인을 하는 경우, TV 등 고액 상품의 할인을 예를 들어 500엔 이상 인하한다고 해도 계란 150엔 인하하는 쪽의 효과가 더 크다고 생각할 수 있는 것이다.

이와 같이 심적 회계의 특징을 파악하여 이용하면 마케팅적으로 의미가 있는 전략을 생각할 수 있고, 소비자의 입장에서는 기업에 휘둘리지 않는 것 같은 기분을 가질 수 있다.

5. 프레이밍 효과의 견고성에 대하여

트베르스키와 카네만(Tversky and Kahneman 1981, 1986)은 의사결정에서의 프레이밍 효과는 대단히 견고한 현상인데, 지각에 대한 착시현상과 마찬가지로 그런 모순을 사후적으로 알아차리기는 해도 그 과정에서는 모순된 판단을 해버린다고 말하였다.

그들은 프레이밍 효과는 심리학에서의 뮬러-라이어 착시(the Muller-Lyer illusion)와 마찬가지로 편향(bias)된 것을 알면서도 매우 쉽게 나타나며, 없어지기는 곤란하다는 것을 시사하고 있다 (Tversky and Kahneman 1986). 뮬러-라이어 착시란 그림 9-1에 보인 바와 같이 같은 길이의 선분 양 끝에 화살표를 붙이는 경우, 안쪽에서 붙이면 선분은 짧게 보이지만(위 그림), 바깥쪽에서 붙이면 선분은 길게 보이는(아래 그림) 강력한 현상이다.

또, 프레이밍 효과는 에빙하우스의 크기 착시(the Ebbinghaus areal illusion)와도 비교할 수 있다. 이 착시는 그림 9-2에서 보는 바와 같이, 가운데의 원이 여러 개의 큰 원으로 둘러싸이면 좀 더 작아 보이고(위 그림), 여러 개의 작은 원으로 둘러싸이면 커 보이는(아래 그림) 현상이다. 어느 착시에 있어서도 약간의 문맥적 정보가 같은 크기인 대상의 외관을 달리 할 수 있는데, 트베르스키와 카네만(1981, 1986)은 프레이밍 효과가 이러한 착시현상과 유사한 기능을 가지고 있다는 것을 시사한 것이다.

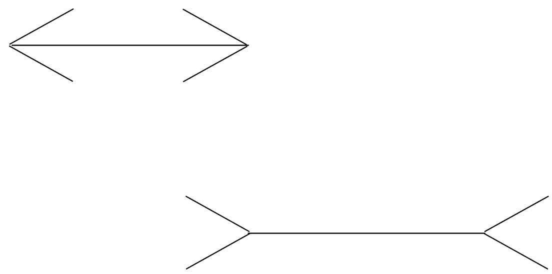


그림 9-1 뮬러-라이어 착시의 예

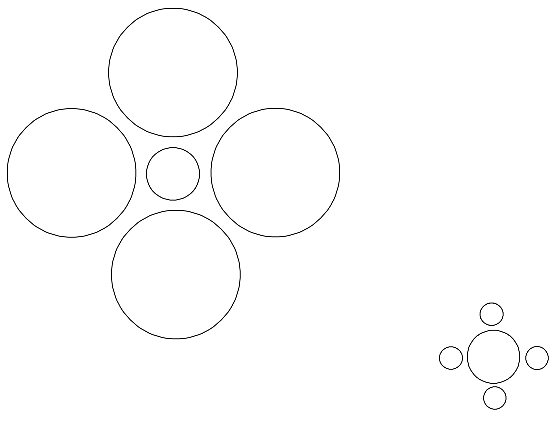


그림 9-2 에빙하우스의 크기 착시의 예

그들이 주장하는 바와 같이 프레이밍 효과가 견고한 현상이라 한다면 의사결정에서도

우리들은 모순된 결정을 하는 것을 거의 개선할 수 없다는 뜻이 된다. 그러나 그들의 주장과는 반대로 프레이밍 효과가 관찰되지 않는 경우도 보여 왔다(Fagley and Miller 1987, Rybash and Rodin 1989). 또, 다케무라(1992, 1993, 1994)는 프레이밍 효과가 의사결정에 필요로 하는 처리시간을 길게 한다든지, 결정 전에 결정의 정당화를 이루려는 조작을 수행함으로써 억제된다는 것을 밝히고 있다.

竹村(1994)은 심리 실험에서 다음의 가설을 검토하였다. 가설은, 결정의 정당화를 의사결정 전에 요구하지 않는 조건에서는 프레이밍 효과가 관찰되지만, 왜 이런 결정을 했는가를 용지에 쓰게 하여 정당화를 요구하는 조건에서는 프레이밍 효과가 관찰되지 않는다는 사실을 예측한 것이다.

피험자는 대학생 남녀 180명이고, 의사결정과제는 트베르스키와 카네만(1981)의 아시아 질병 문제를 이용하였다(99쪽 참조). 피험자는 무작위로 2(결정 정당화 유무) × 2(결정 프레임 : 포지티브, 네거티브)중 하나의 조건에 할당하였다.

결과는 표 9-1에 나타낸 바와 같이 가설을 지지하는 것으로 나타났다. 정당화 절차를 하지 않는 조건에서는 프레이밍 효과가 관찰되었다. 즉, 포지티브 프레임 조건에서는 80.0%의 피험자가 위험이 없는 선택을 하였지만, 반대로 네거티브 프레임 조건에서는 68.9%의 피험자가 위험이 있는 선택을 하였다. 한편, 정당화 절차가 있는 조건에서는 통계적으로 유의한 프레이밍 효과가 관찰되지 않았다. 즉, 포지티브 프레임 조건에서는 46.7%의 피험자가 위험이 없는 선택을 하였고, 네거티브 프레임 조건에서는 37.8%의 피험자가 위험이 있는 선택을 하였다.

표 9-1 결정의 정당화와 프레이밍 효과

	정당화를 요구하지 않는 조건		정당화를 요구하는 조건	
프레임 조건	포지티브	네거티브	포지티브	네거티브
위험이 없는 선택	36명	14명	21명	28명
위험이 있는 선택	9명	31명	24명	17명

출처) Takemura, 1994

이런 竹村(1994)의 실험 결과는 프레이밍 효과의 견고성에 의문을 던지는 것이고, 프레이밍 효과가 정교하고 치밀한 인지적 조작 등에 의해 소실 가능한 것임을 시사하는 것이다. 이와 관련하여 藤井 · 竹村(2001)은 문자정보의 크기에 의한 주의를 조작함으로써 프레이밍 효과를 억제시킬 수 있다는 것을 보였다. 퀴버거(Kühberger 1998)는 이제까지의 프레이밍 효과에 대한 수많은 실험 연구를 메타분석 하여, 반응 양식이나 의사결정문제의 특징 등에 의하여 프레이밍 효과가 억제되는 경우가 있다는 것을 보고하였다.

최근 들어서도 프레이밍 효과의 견고성에 대하여 논의가 계속되고 있다. 프레이밍 효과는 트베르스키와 카네만(1981, 1986)이 주장한 바와 같이, 인지적 욕구(need for cognition)가 낮은 사람이나 높은 사람에 관계없이 결정의 정당화 절차 등을 거치더라도 소실되지 않고 견고하게 발생한다는 실험결과 보고가 나왔다(LeBoeuf and Shafir 2003). 다른 한편, 이런 보고에 대하여 사이몬 등(Simon et al. 2004)은 이런 견고성에 의문을 나타내는 실험 연구내용을 관찰하였다고 하였다. 그들은 인지적 욕구가 낮은 사람은 정당화 절차를 수행하더라도 프레이밍 효과가 소실되지 않지만, 분석적 사고양식과 관련이 있는 인지적 욕구가 높은 사람에 관해서는, 결정의 정당화 절차에 의해 프레이밍 효과를 소실시킬 수 있다는 것을 보이고 있다.

이와 같이 프레이밍 효과의 견고성에 대해서는 명확한 결론은 나지 않았지만, 적어도 트베르스키와 카네만(1981, 1986)이 당초 생각한 정도로 견고하지는 않은 것으로 밝혀졌다고 할 수 있다. 단지, 우리들은 통상의 사회생활에서 인지적 정치화(精緻化)를 행하는 경우가 별로 없다는 것(예를 들면, Langer 1978)을 고려하면, 프레이밍 효과는 우리의 사회생활에서의 의사결정에서 거의 항상 일어날 것으로 예상된다.

10장 프레이밍 효과를 설명하는 이론

9장에서는 프레이밍 효과의 실증 연구에 대하여 기술하였는데, 이 장에서는 프레이밍 효과가 왜 생기는지에 대해여 설명하고자 한다. 프레이밍 효과에 대해서는 트베르스키와 카네만(Tversky and Kahneman, 1981)이, 그들이 제안한 프로스펙트 이론(Kahneman and Tversky 1979, Tversky and Kahneman, 1992)을 기초로 설명하였다. 이 장에서는 이 프로스펙트 이론에 의한 프레이밍 효과를 설명하고, 다음으로 프로스펙트 이론을 대체하는 설명으로 상황의존적 초점모델(竹村 1994, Takemura and Fujii 1999, 藤井 · 竹村 2001a)에 의한 설명과 그에 관한 실증연구에 대하여 설명한다.

1. 프로스펙트 이론에 의한 프레이밍 효과의 설명

프레이밍 효과는 왜 생기는가? 트베르스키와 카네만(1981)이 제안한 프로스펙트 이론(prospect theory)에 의하면, 의사결정과정은 문제를 인식하고 프레이밍하는 편집단계(editing phase)와 그 문제인식에 따라서 선택지를 평가하는 평가단계(evaluation phase)로 나뉜다(그림 10-1).

①편집단계 :
같은 의사결정문제라도 프레이밍 방식에 따라 다르게 편집된다

②평가단계 :
다르게 편집된 의사결정문제에 의한 프레이밍 효과

그림 10-1 프로스펙트 이론에 의한 프레이밍 효과의 발생 과정

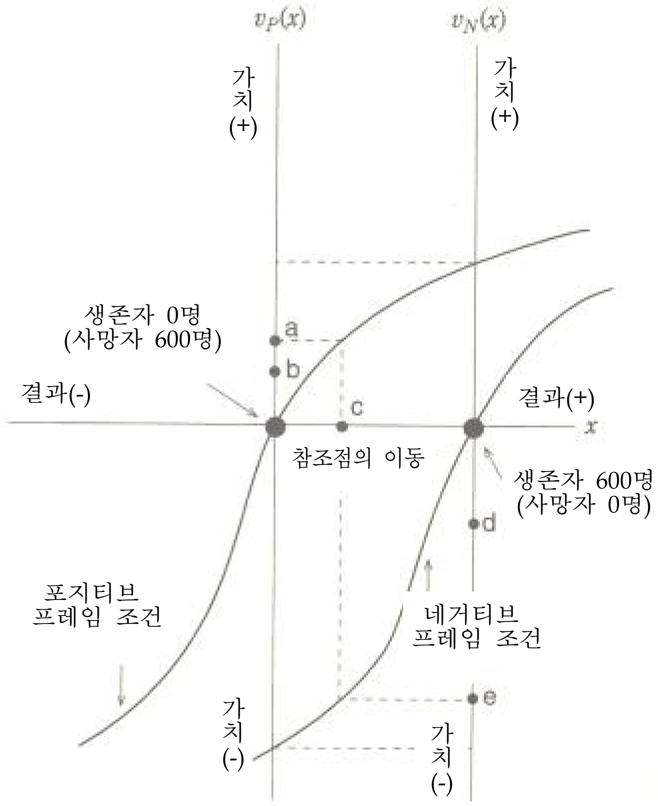
편집단계에서는 약간의 언어적 표현이 차이가 나는데 따라 프레이밍의 구성방식이 달라져 버리므로, 의사결정문제의 객관적 특징이 완전히 같다고 하더라도 그 문제에 대한 인식이 달라져 버리는 것이다.

프로스펙트 이론에서는, 결과는 심리학적 원점인 참조점(reference point)으로부터 떨어진 크기로 정의되며, 의사결정자는 이득(gain) 혹은 손실(loss) 중 어느 것인가로 결과를 평가하는 것으로 생각한다. 그림 10-2는 앞 장에서 보였던 아시아 질병문제에서의 프레이밍 효과를 프로스펙트 이론의 가치함수에 의해 설명한 것이다. 가치함수는 이득영역에서는 오목함수이므로 위험 회피적으로 되고, 손실 영역에서는 볼록함수이므로 위험 지향적으로 된다는 것을 알 수 있다.

또한, 그림 10-2에 나타난 바와 같이 이득 영역에서보다 손실 영역 쪽이 일반적으로 가치함수의 기울기가 크다. 프로스펙트 이론이 특별한 점은 효용이론의 원점에 해당하는 점이 참조점이고, 의사결정문제의 프레이밍 방식에 따라 참조점이 쉽게 이동한다는 것을 가정하고 있다는 점이다. 이러한 참조점의 이동에 의해 같은 의사결정문제에서도 포지티브 프레임 조건에서는 위험 회피적이 되고, 네거티브 프레임 조건에서는 위험 지향적으로 된다는 것이 설명된다(그림 10-2 참조). 즉, 의사결정자는 포지티브 프레임 조건에서는 200명이 생존하는 결과를 200명이 생존하는 이득으로 취급하여 오목함수로 평가하지만, 네거티브 프레임 조건에서는 같은 결과를 400명이 사망하는 손실로 생각하여 볼록함수로 평가하는 것이다.

또한, 프레이밍 효과의 또 하나의 원인으로서 트베르스키와 카네만(1981)은, 확률이 선호에 미치는 영향의 크기가 비선형인 관계로 된다는 점을 지적하였다. 이에 따라 확실한 선택지의 이득 혹은 손실의 가치는 보다 크게 됨으로써, 프레이밍 효과를 좀 더 현저한 것으로 만든다는 것이다.

이러한 프로스펙트 이론의 개념에 의해, 형식적으로 등가인 의사결정문제는 같은 선호순위를 갖는다는 기술불변성이 왜 만족되지 않는지가 설명되는 것이다. 가치함수의 성질이 이득 영역과 손실 영역에서 다른 것이나 선호에 대하여 확률이 비가법적인 영향을 미친다는 것은 다른 많은 비선형 효용이론에서도 채택되고 있는데, 프로스펙트 이론에서 본질적인 점은 참조점의 이동이 선호의 역전을 가져온다는 점에 있다.



a : 생존자 200명인 대책의 가치
b : 1/3의 확률로 생존자 600명, 2/3의 확률로 생존자 0명인 대책의 가치
c : 생존자 200명 (사망자 400명)
d : 1/3의 확률로 사망자 0명, 2/3의 확률로 사망자 600명인 대책의 가치
e : 사망자 400명인 대책의 가치

그림 10-2 프로스펙트 이론에 의한 프레이밍 효과(아시아 질병문제)의 해석

2. 프로스펙트 이론의 문제점

프로스펙트 이론에 의한 프레이밍 효과를 설명할 때는 참조점의 존재가 매우 중요한 위치를 점하고 있다. 그러면 참조점의 이동에 대해서는 어떠한 수식화를 통해 이론적인 설명을 할 수 있겠는가? 트베르스키와 카네만(1981)은 그러한 점에 관해서 다음과 같은 견해를 피력하였다. 「의사결정자가 사용하는 프레임은 선택문제의 형식 또는 의사결정

자의 규범, 습관 혹은 개인적 특성에 의존한다」. 그러나 그들은 이와 같은 정성적인 견해를 나타냈을 뿐, 현재 명확한 답을 내놓고 있지 않다. 현 상황으로는 프로스펙트 이론은 참조점이 어떻게 달라지는 것인가가 밝혀지지 않아서 선호나 선택에 대한 예측이라는 점에서는 곤란한 점이 있다. 결국 프로스펙트 이론에서는 의사결정자가 좌표계를 변환시킨다는 것을 가정하고 있지만, 의사결정자가 좌표계를 어떻게 바꾸는지가 알려져 있지 않다는데 문제가 있다(竹村 1994, 藤井 · 竹村 2001a).

또, 피쉬호프(Fishhoff 1983)는 프로스펙트 이론이 올바른가라는 전제를 세우고, 선택결과로부터 참조점의 위치를 이론적으로 특정화(特定化)하는 것을 시도하였는데, 많은 피험자에게서 참조점의 위치를 특정화하는 것을 성공하지 못했다. 또, 그는 참조점에 대한 피험자 스스로의 사후보고 값이 선택 결과로부터 추측된 참조점과 일치하지 않는다는 결과를 많은 피험자의 반응에서 관찰하였다.

또한, 프로스펙트 이론은 참조점을 하나만 가정하고 있는데, 의사결정의 참조점이 반드시 하나만 있다고 단정할 수는 없다. 의사결정자가 여러 개의 참조점을 가질 가능성도 충분히 생각해 볼 수 있는 것이다(竹村 1998, Takemura 2001). 실제 아시아 질병문제의 피험자를 대상으로 한 언어보고 분석에서는, 피험자의 40% 이상(12명중 5명)이 두 개의 의사결정문제중 적어도 하나에 대해서 복수의 참조점에 기초하여 의사결정을 행하였다는 것이 확인되었다(Maule 1989).

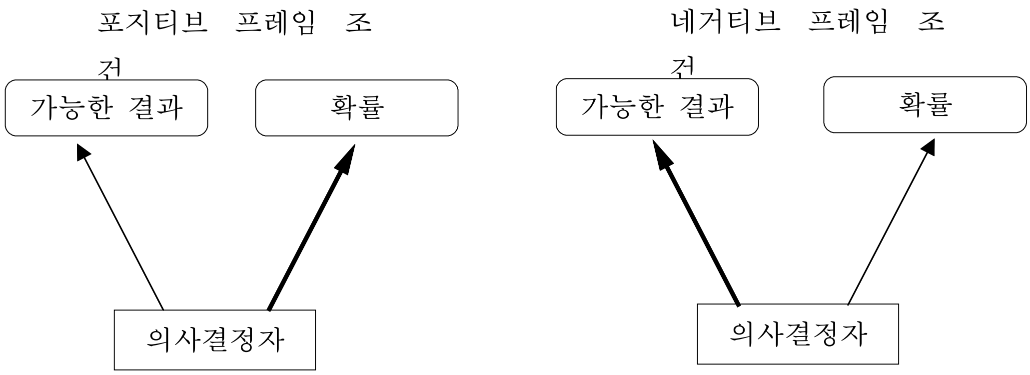
따라서 프로스펙트 이론은 참조점의 특정화 문제(Fishhoff 1983)와 복수의 참조점 존재 가능성 문제(Maule 1989, 竹村 1998, Takemura 2001)라는 두 가지 이유 때문에, 행동적 의사결정을 계량적으로 기술하기 위한 이론으로서 활용하는 것은 어렵다는 지적을 받을 수 있다(藤井 · 竹村 2001a).

3. 대체적 설명으로서의 상황의존적 초점모델의 기본가정

계량하기에 곤란한 점이 있는 「참조점」이라는 개념을 사용하지 않고, 프레이밍 효과를 이론적으로 설명하기 위하여, 竹村과 藤井은 프레이밍 효과가 의사결정자의 주의에 의존한다는 것을 가정한 「상황의존적 초점모델(contingent focus model)」이라는 모델을 제안하였다(竹村 1994, Takemura and Fujii 1999, 藤井 · 竹村 2001a). 이 모델에서는 주목을 받은 속성의 가중치가 높다는 것을 가정하고, 의사결정자가 주목하는 속성이

언어 표현에 의해 달라진다고 가정하는 것이다.

이 모델에서는 프레이밍 효과가 나타나는 것은 반드시 프로스펙트 이론에서 주장하는 바와 같이 참조점이 변화하기 때문이 아니라, 결과의 가치와 불확실성으로의 초점을 모으는 방식이 상황에 따라 달라지기 때문에 일어난다고 생각한다. 그리고 포지티브 프레임 조건에서는「가능한 결과의 가치」보다 「확실성」에 상대적인 가중치를 부여하기 때문에 위험 회피적이 되고, 네거티브 프레임 조건에서는「불확실성의 감소」보다 「가능한 결과의 가치」에 상대적인 가중치를 부여하기 때문에 위험 지향적이 된다고 생각한다(그림 10-3 참조).



출처) 竹村, 1994

그림 10-3 상황의존적 초점모델의 기본적 개념

이런 상황의존적 초점모델의 기본적 가설은 「긍정적인 측면에서 결과를 평가하는 것보다 부정적인 측면에서 결과를 평가하는 경우가 결과에 대한 주의량이 많아진다」라는 것인데, 이런 가설은 의사결정자는 이득보다 손실 쪽에 민감하다는 손실감도원리(loss sensitivity principle; Garling et al. 1997, Romanus and Garling 1999)와 일치하는 가설이다.

4. 상황의존적 초점모델의 수리적 표현

우선, 상황의존적 초점모델의 전제에 대해서 설명한다. 선택지 집합을 A라 하고, 그 요소를 상호 배반적인 선택지 a_1, a_2, a_3, … 라 하여, 집합 A = {a_1, a_2, a_3, …}로 기술한다. 다음으로 이들 선택지를 채택함에 따라 발생하는 결과의 집합 X = {x_1, x_2, x_3, …}을 고려한다. 예를 들면, X의 요소는 x_1 = 200명을 살린다, x_2 = 아무도 살리지 못한다, x_3 = 600명을 살린다 등이다.

선택지 a_j를 채택함에 따라 발생하는 결과 x_j는, 적어도 무엇인가의 상태 Θ = { θ_1, θ_2, θ_3, … }에 의존한다고 생각할 수 있는데, 위험하의 의사결정에서는 Θ상의 확률분포가 알려져 있는 경우, X상의 확률분포 p_1 = [p_{11}, p_{12}, p_{13}, …], p_2 = [p_{21}, p_{22}, p_{23}, …], p_3 = [p_{31}, p_{32}, p_{33}, …], … 로 치환하여 생각할 수 있다 (6장 참조). 위험하의 의사결정문제는 어떤 선택지의 결과 집합을 X = {x_1, x_2, x_3, …}, [0, 1]구간의 값을 취하는 확률 집합을 P = {p_1, p_2, p_3, …} 라 하여, 선택의 대상을 직적집합 X×P에서 생각하는 것이다.

여기서, 간단히 하기 위해 트베르스키와 카네만(1981)의 연구에서와 같이, 결과 x_j가 발생하는 경우와 그렇지 않은 경우만 고려하여, 결과 x_j가 발생하는 경우의 현 상황의 가치(즉, 아무도 살릴 수 없는 상황)를 0으로 하여 생각한다.

그러면, 어느 선택지 a_j를 채택함에 따르는 가치를 기술하는 경우, 상황의존적 초점모델에서는 결과와 확률의 조합 (x_j, p_j)로만 기술할 수 있게 된다. 예를 들면, 트베르스키와 카네만(1981)의 아시아 질병문제에서는, 아무도 살릴 수 없는 상황의 가치는 0으로 두었으므로, 200명을 확실히 살리는 상황 (200명, 1)과 600명이 사는 결과가 1/3의 확률로 발생하는 상황 (600명, 1/3)으로만 기술하게 된다.

상황의존적 초점모델에서는 포지티브 프레임 조건에서의 가치를 $U_{Po}[F_{Po}(x_j), G_{Po}(p_j)]$, 네거티브 프레임 조건에서의 가치를 $U_{Ne}[F_{Ne}(x_j), G_{Ne}(p_j)]$로 표현한다(竹村 1994). 다음으로 약순서성을 만족하는 선호관계(비교가능성과 추이성을 만족하는 선호관계) $\gtrsim_{Po}$ 와 $\gtrsim_{Ne}$를, 각각 포지티브 프레임 조건에서의 선호관계, 네거티브 프레임 조건에서의 선호관계라 한다. 여기서, 각 프레임 조건에서 모든 속성 값에 대하여 한쪽의 속성 값은 다른 쪽의 고정된 속성 값과 독립이라는 것을 가정한다. 즉, 임의의 x_1, $x_2 \in$ X, p_1, $p_2 \in$ P 에 관하여,

$$(x_1, p_1) \gtrsim_i (x_2, p_1) \Leftrightarrow (x_1, p_2) \gtrsim_i (x_2, p_2)$$
$$(x_1, p_1) \gtrsim_i (x_1, p_2) \Leftrightarrow (x_2, p_1) \gtrsim_i (x_2, p_2)$$
단, i = Po, Ne

이다.

이상의 가정과 선호관계 $\succsim_i$ 의 약순서성, X×P의 동치류가 순서 조밀한 가산부분집합을 가진다는 가정에 의해, X, P 및 Re×Re 상에서 정의된 다음과 같은 관계를 나타내는 함수 F_i, G_i, U_i가 존재한다는 것을 이끌어낼 수 있고, 또한, 이들의 가정은 다음 함수들의 존재에 대한 필요충분조건이라는 것이 알려졌다(Krantz et al. 1971). 즉, 임의의 x_1, $x_2 \in$ X, p_1, $p_2 \in$ P 에 관하여,

$$(x_1,\ p_1) \succsim_i (x_2,\ p_2)$$
$$\Leftrightarrow\ U_i[F_i(x_1),\ G_i(p_1)] \geqq U_i[F_i(x_2),\ G_i(p_2)]$$

단, U_i, i = Po, Ne 는 각 인수에 대한 단조증가함수이다. 위 식은 프레이밍 효과를 설명하는 상황의존적 초점모델의 일반형이다.

상황의존적 초점모델에서는 포지티브 프레임 조건에서의 가치 $U_{Po}[F_{Po}(x_j),\ G_{Po}(p_j)]$ 및 네거티브 프레임 조건에서의 가치 $U_{Ne}[F_{Ne}(x_j),\ G_{Ne}(p_j)]$를 구체적으로는 다음과 같은 함수로 생각한다.

$$U_{Po}[F_{Po}(x_j),\ G_{Po}(p_j)] = F_{Po}(x_j)^{\alpha Po}\ G_{Po}(p_j)^{\beta Po}$$
$$U_{Ne}[F_{Ne}(x_j),\ G_{Ne}(p_j)] = F_{Ne}(x_j)^{\alpha Ne}\ G_{Ne}(p_j)^{\beta Ne}$$

여기서, F_i, i = Po, Ne 는 각각 결과의 가치를 주관적으로 변환한 함수이고, G_i, i = Po, Ne 는 확률을 주관적으로 변환한 함수이며, U_i, i = Po, Ne 는 F_i 와 G_i 를 종합평가한 함수이다.

또한, 상황의존적 초점모델에서는 두 개의 선택지간의 선호관계는 $F(x_j)^{\alpha i}\ G(p_j)^{\beta i}$, i = Po, Ne, 또한, $\omega_i = \alpha_i / \beta_i$ 라 하면, $F(x_j)^{\omega i}\ G(p_j)$ 값의 대소 관계와 동치가 된다. 여기서 α_i, β_i, ω_i 는 각 프레임 조건에서 고유한 파라미터이다. 결국 $U_i[F_i(x_j),\ G_i(p_j)]$, i = Po, Ne 는 두 프레임 조건에서 공통인 함수 F와 G, 그리고 각 프레임 조건에서 고유한 지수 α_i, β_i, ω_i 에 의하여 표현할 수 있게 된다. 따라서 α_i와 β_i에 상대적으로 어떻게 초점을 두느냐에 따라 프레이밍 효과가 생긴다고 생각하는 것이다.

즉, 상황의존적 초점모델에서는,

$(x_1,\ p_1) \succsim_i (x_2,\ p_2)$

$\Leftrightarrow\ F_i(x_1)^{\alpha i}\ G_i(p_1)^{\beta i}\ \geqq\ F_i(x_2)^{\alpha i}\ G_i(p_2)^{\beta i}$,
i = Po, Ne,

$\Leftrightarrow\ \alpha_i\ \log F_i(x_1) + \beta_i\ \log G_i(p_1)\ \geqq\ \alpha_i\ \log F_i(x_2) + \beta_i\ \log G_i(p_2)$,
i = Po, Ne,

$\Leftrightarrow\ \omega_i\ \log F_i(x_1) + \log G_i(p_1)\ \geqq\ \omega_i\ \log F_i(x_2) + \log G_i(p_2)$,
i = Po, Ne,

$\Leftrightarrow\ F_i(x_1)^{\omega i}\ G_i(p_1)\ \geqq\ F_i(x_2)^{\omega i}\ G_i(p_2)$,
i = Po, Ne,

가 성립하게 된다. 단, $\omega_i = \alpha_i / \beta_i$, i = Po, Ne 이고, $F(x_i)$, $G(x_i)$는 양의 값을 갖게 된다. 또, 위의 식으로 나타낸 상황의존적 초점모델의 필요충분조건을 나타내는 표현 정리가 竹村(1994)에 의해 제시되었다.

5. 상황의존적 초점모델의 검증실험

상황의존적 초점모델의 가설들 중에서 가장 기본이 되는 중요한 가설은 의사결정시의 결과와 확률에 대한 주의의 배분이 위험 태도에 영향을 미친다는 것을 나타내는 「초점화가설」이다. 그에 대해 藤井 · 竹村(2001a)은 이 가설을 검증하기 위하여, 의사결정시의 주의를 실험적으로 조작하여 피험자의 위험 태도가 초점화가설이 예측하는 방향으로 변화하는지 여부를 조사하기 위한 2개의 실험을 수행하였다.

실험 1에서는 피험자는 교토대학 학생 및 직원 180명이고, 실험 조건으로서 2수준의 프레임 조건(포지티브/네거티브)와 3수준의 강조 조건(결과강조/강조없음/위험강조) 등 모두 6조건을 세우고, 각 조건에 30명씩 무작위로 할당하였다. 그림 10-4에 나타낸 바와 같이 결과강조 조건에서는 결과에 대한 글자 크기를 크게 함과 동시에 굵게 하고, 또한 그것을 강조하기 위한 조사를 덧붙였다. 마찬가지로 위험강조 조건에서는 확률에 대한 글자 크기와 굵기를 크게 함과 동시에 강조하기 위한 조사를 덧붙였다.

이와 같은 실험조작에 의한 결과강조 조건에서는 위험강조 조건과 비교하여 결과에

대한 주의량이 많아질 것으로 생각할 수 있다. 그렇기 때문에 초점화가설에 따라, 네거티브 조건에서나 포지티브 조건에서나 결과강조 조건 쪽이 위험강조 조건 쪽보다 위험지향 경향이 강할 것으로 예측된다. 결과는 표 10-1과 같이 나타났다.

(결과강조 조건)

□선택지 A : 확실하게 **2만엔만**을 얻는다.

□선택지 B : **4만엔이나** 얻을 수 있는 확률이 50%이고, 아무것도 얻지 못할 확률이 50%인 추첨을 한다.

(위험강조 조건)

□선택지 A : **확실하게** 2만엔을 얻는다.

□선택지 B : 4만엔을 얻을 수 있는 확률이 **50%밖에 안되고**, 아무것도 얻지 못할 확률이 50%인 추첨을 한다.

출처) 藤井 · 竹村, 2001

그림 10-4 주의의 배분을 조작한 검증실험의 예

표 10-1 반사효과 문제에 의한 실험 결과

	포지티브 조건		네거티브 조건	
	위험회피 %(명)	위험수용 %(명)	위험회피 %(명)	위험수용 %(명)
위험강조 조건	90.0(27)	10.0(3)	50.0(15)	50.0(15)
강조없음 조건	83.3(25)	16.7(5)	56.7(17)	43.3(13)
결과강조 조건	63.3(19)	36.7(11)	30.0(9)	70.0(21)

출처) 藤井 · 竹村, 2001a

위험강조 조건이나 강조없음 조건에서의 네거티브 조건에서는 명확한 위험 회피 수

용 경향은 나타나지 않았다. 이런 결과는 프로스펙트 이론의 예상과 꼭 일치하는 것은 아니다. 한편, 상황의존적 초점모델에서는 네거티브의 결과 쪽이 포지티브의 결과보다 상대적으로 좀 더 많은 주의를 집중할 것으로 예측한다. 따라서 이런 결과는 프로스펙트 이론보다는 오히려 상황의존적 초점모델의 기본 가설을 지지하는 것이다. 또, 포지티브 조건에서나 네거티브 조건에서나 위험강조 조건보다 결과강조 조건 쪽이 위험 지향 경향이 강한 결과를 나타냈다. 이런 결과는 결과강조 조건 쪽이 위험강조 조건 쪽보다 위험 수용 경향이 강해진다는 것을 의미하는 것으로, 상황의존적 초점모델의 기본 가설인 초점화가설의 예측과 일치하고 있다.

실험 2에서는 아시아 질병문제를 이용하였다. 피험자는 교토대학 학생 및 직원 180명으로, 실험조건은 실험 1과 동일하며 문제 제시 방법 등은 실험 1과 마찬가지이다. 결과는 표 10-2와 같이 나타났다. 실험 1과 마찬가지로 프레임 조건에 관계없이 위험강조 조건보다 결과강조 조건 쪽이 위험 지향 경향이 강하게 나타났다. 이러한 결과는 상황의존적 초점모델의 예측을 지지하는 것이다.

표 10-2 아시아 질병문제에 의한 실험 결과

	포지티브 조건		네거티브 조건	
	위험회피 %(명)	위험수용 %(명)	위험회피 %(명)	위험수용 %(명)
위험강조 조건	70.0(21)	30.0(9)	40.0(12)	60.0(18)
강조없음 조건	60.0(18)	40.0(12)	56.7(17)	43.3(13)
결과강조 조건	43.3(13)	56.7(17)	20.0(6)	80.0(24)

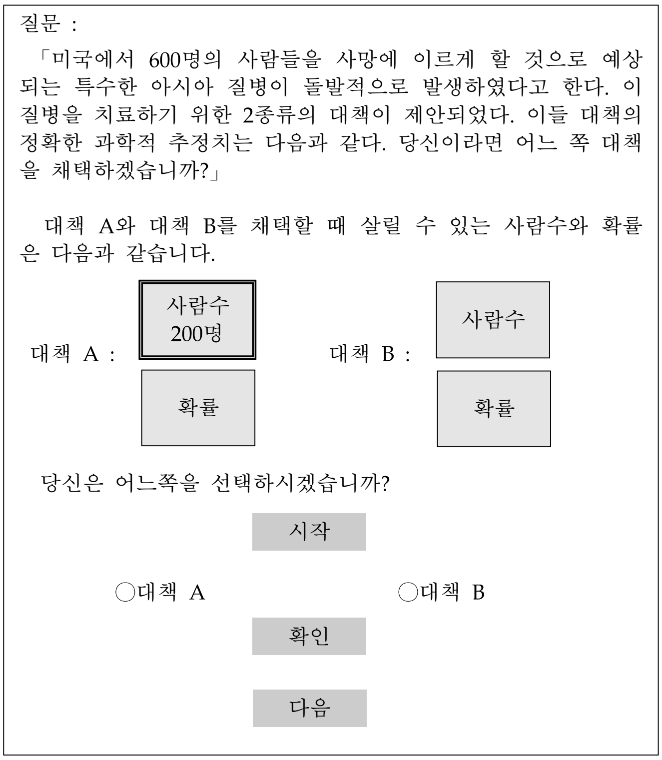
출처) 藤井 · 竹村, 2001a

그 외에 상황의존적 초점모델의 검토를 수행한 실험에는 PC를 통한 정보제시에 의한 실험이 있다(竹村 · 胡 · 藤井 2001). 이 실험에서는 그림 10-5와 같은 정보를 제시하고, 제시빈도가 높은 문자에 대해서는 보다 많은 주의가 집중될 것이라는 가정 하에 상황의존적 초점모델에 의한 예측을 확인하였다.

또한, 藤井과 竹村은 안구운동 측정장치를 사용하여 초점화를 직접 측정하는 것을 시도하고, 안구운동의 변화에 의하여 프로스펙트 이론의 예측과는 반대의 선택결과가 생긴다는 것을 관찰하였다(Fujii and Takemura 2003). 나아가서는 藤井 · 竹村(2001b)은 상

황의존적 초점모델에 랜덤 효용의 개념을 도입하여 몇 가지의 조사결과와 실험결과에 기초한 메타 분석을 수행하고 상황의존적 초점모델의 타당성을 발견하였다.

상황의존적 초점모델은 좀 더 이론적인 정교화나 경험적 검토가 필요할 것이다. 이 모델에서는 프로스펙트 이론과는 다른 정책적 함의를 가져올 수 있을 것이다. 실제로, 상황의존적 초점모델을 기초로 하여 사회적 합의형성에 대한 연구(藤井 · 竹村 · 吉川 2002)나 소비자에 대한 마케팅 정책 연구(竹村 · 若山 · 吉川 2004)가 수행되었다.



출처) 竹村 · 胡 · 藤井, 2001

그림 10-5 정보제시법을 이용한 실험과제