

意思決定における確率の認知度について

A Study on Expected Utility Theory and Prospect Theory for Decision Making

(株) 地崎工業 土木部技術課 ○正会員 須藤 敦史(Atsushi SUTOH)

1. はじめに

自然災害や事故に対するリスクの設定・評価、公共政策や事業評価を行う際の費用便益解析(Cost-benefit Analysis)あるいは構造物のライフサイクルコスト(LCC:Life cycle cost)の算出を合理的に行うために、確率的な概念を用いた期待効用理論(Expected Utility Theory)¹⁾が一般的に用いられている。

しかし、このような確率的な意思決定法と一般の人々の意思決定に対する感覚には若干のずれが生じている。言い換えれば、期待効用理論で算出された期待値に対して人間の感覚では判然としない場合が多々あるように思える。

そこで本研究は人々の確率的な期待値に対する素直な感覚をアンケート調査により考察している。

2. 確率を基本とした意思決定

ベイズ統計学では人間の予想や確信度など主観を意思決定に取り入れた損失関数を定義することにより、ばらつく量をより合理的・客観的に扱う(ベイズの決定理論)としており、式(1)に示すように損失関数と確率密度関数の積分で表されている。

$$\int f(z|\theta) \cdot L(\theta, a(z)) dz \quad (1)$$

θ : 母数, a : パラメータ,

$L(\cdot)$: 損失関数, $f(\cdot)$: 確率密度関数

2.1 期待効用の最大化

このような意思決定における基本的な考え方が期待効用理論であり、ある選択の期待効用(効用関数)は式(2)となる。

$$u(P) = \sum_j p_j u_j \quad (2)$$

p_j : 事象 i の生起確率, u_j : 事象 i の効用

ここでベイズ決定において最適な意思決定は期待効用の最大化(Maximization of Expected Utility)と考えられている。

2.2 リスク・ライフサイクルコスト

一方、リスクでは被害の発生確率と被害に伴う損害の大きさの

積として、ライフサイクルコストではコスト関数に期待効用関数と同じ関数が用いられている。

$$(\text{リスク}) R = \sum_j p_j u_j \quad (3)$$

R : 損失期待値, p_j : 損失 i の生起確率, u_j : 損失 i

$$(\text{LCC}) C_{tot} = C_b + C_m + \sum P_f C_f \quad (4)$$

C_b : 建設費用, C_m : 維持管理・取壊費用, P_f : ライフ

タイムの破壊確率, C_f : 破壊時損失

ここで人は主観が影響するもので発生確率(確率変数)の認知・理解度は様々であるため、必ずしも期待効用理論や損失期待値と同様な選択(納得した意思決定)しているとは限らない。

3. 意思決定における確率の認識

以下、本節では人の心理的なイメージの非確率的な意思決定に関するアンケートの被験者となったと考えてほしい。

3.1 リスク・アーバスな認知バイアスによる意思決定

次のA,Bのうちどちらを選択しますか?

設問 1-1

A: 確実(100%)に 3,000 円貰える。

B: 確率 80%で 4,000 円貰えるが、確率 20%で貰えない。

アンケート調査より、A を選択する方が多い(約 80%)が合理的な行動(意思決定)であろうか? ここで効用関数の値を求めると B の方が合理的選択となる。

$$u(P_A) = 3,000 \times 1.0 = 3,000 \quad (5a)$$

$$u(P_B) = 4,000 \times 0.8 + 0 \times 0.2 = 3,200 \quad (5b)$$

これは人間のリスク・アーバスな傾向(Risk Averse Tendency)であり、確実に得られる方に魅力を感じる確実性の効果(Certainty

Effect)とも呼ばれている。

3.2 ギャンブル的な認知バイアスによる意思決定

次にA,Bのうちどちらを選択しますか？

設問 1-2

C:確実(100%)に 3,000 円失う。

D:確率 80%で 4,000 円失うが、確率 20%で失わない。

この設問では D を選択する方が多い(約 80%)が、同様に効用関数の値を求めてみるとCの方が合理的選択となる。

$$u(P_C) = -3,000 \times 1.0 = -3,000 \quad (6a)$$

$$u(P_D) = -4,000 \times 0.8 + 0 \times 0.2 = -3,200 \quad (6b)$$

これはギャンブル的な傾向(Risk Seeking Tendency)が選択され、損失が無くても落着き可能性が過大評価される。

3.3 意思決定におけるゲイン・ロスの心理的イメージ

上記のような認知バイアスは、期待効用値(確率的期待値)によると一見矛盾しているように考えられるが、一般的な人間の感覚としては設問1-1では無難な方が魅力的に感じられ、設問1-2ではリスクな選択が魅力的に感じられる。つまりリスク・アーバスな認知バイアスは選択内容がプラスの場合に為され、逆にギャンブル的認知バイアスはマイナスの場合に為されている。

このように、選択の損・得によってまったく逆の認知バイアスが生じる1つの原因として、人間は基本的には利得(ゲイン)と損失(ロス)の心理的イメージは対称ではない性質を有していると考えられ、このような利得と損失における選択傾向の逆転現象を反射効果と呼ばれている。

つまり、一般的に人間は欲深い性質を有しているため、得られる(ゲイン)ものには確実性(リスク・アーバス)を求める傾向があり、逆に失う(ロス)ものには失わない確率が少しでもあれば危険追求的(ギャンブル的)傾向を有している。

3.4 確率の大小による意思決定への影響

最後に、同様に以下の設問において、どちらを選択しますか？

設問 3-1

A:確率 0.45 で 100 万円当り、それ以外は貰えない。

B:確率 0.90 で 50 万円当り、それ以外は貰えない。

この設問 3-1 では B を選択する方が多い結果が得られており、効用関数の値を求めてみる。

$$u(P_A) = 100 \times 0.45 = 45 \text{ 万円} \quad (7a)$$

$$u(P_B) = 50 \times 0.90 = 45 \text{ 万円} \quad (7b)$$

次に設問 3-2 を考えてみよう。

設問 3-2

C:確率 0.001 で 100 万円当り、それ以外は貰えない。

D:確率 0.002 で 50 万円当り、それ以外は貰えない。

この設問ではCを選択する方が多い結果が得られているが、同様に効用関数の値を求めてみる。

$$u(P_C) = 100 \times 0.001 = 0.1 \text{ 万円} \quad (8a)$$

$$u(P_D) = 50 \times 0.002 = 0.1 \text{ 万円} \quad (8b)$$

このように、効用関数の値は同じであるにも関わらず、確率の大きい・小さいによって意思決定(選択)の傾向が変化している。

これは非常に小さい確率差は実際より大きく認知(評価)され、客観的な確率の大小が意思決定に対して影響を与えていない。

以上、人の意思決定は、客観的な確率評価よりは、心理的・直感的に評価されていると言える。

3.4 意思決定におけるプロスペクト理論

このような状況を改善する目的で、プロスペクト理論²⁾では客観確率が意思決定に影響を与えないような心理的な評価(ウェイト関数)を導入している。

$$v(P) = \sum_j w(p_j) v_j \quad (9)$$

p_j : 事象 i 生起確率, v_j : 事象 i 効用, $w(\cdot)$: ウェイト関数

4. ま と め

本研究の目指すものは「なっとくする意思決定方法の模索!」である。その第一歩として期待(確率)値に関する基礎アンケート調査を実施し、以下の結論が得られた。

- 1) 人間は意思決定に際して、その様々な状況によりベイズ的な客観的確率に従わない。
- 2) プロスペクト理論は、人間の心理的要素を考慮した期待効用理論を構成している。

最後にアンケート調査に協力頂いた、北海道大学工学部社会基盤系および香川大学工学部安全システム建設工学科の学生諸氏に感謝の意を表する。

参考 文献

- 1) 小林孝雄, リスク分担と意思決定, ビジネスレビュー, pp2-28, 1980.
- 2) 岡本浩一, リスク心理学入門-ヒューマン・エラーとリスク・イメージ-, サイエンス社, 1992