

# 事例ベース意思決定理論とは

尾山 大輔

不確実性下の意思決定の理論としてギルボア・シュマイドラーの事例ベース意思決定理論を紹介する。この理論は「人々は過去の経験からの類推にもとづいて現時点での行動を決めるであろう」という考え方を数学的に定式化しようとするものである。期待効用理論との差違についても整理する。

キーワード：事例ベース意思決定理論、類似度、アスピレーション、期待効用理論

## 1. はじめに

世の中は不確実性で満ちあふれています。不確実性のある状況で人々はどのように意思決定を行っているのでしょうか。例えば、あす以降の資産価格が不確定な中で人々はどのようにポートフォリオを組んでいるのでしょうか。また、災害に見舞われたときに人々はどのように避難行動を決定するのでしょうか。政府・社会はいつ起こるかかわからない災害に備えてどのような対策をとるべきなのでしょうか。

不確実性下の意思決定について支配的な理論はフォンノイマン・モルゲンシュテルン [5] の期待効用理論 (expected utility theory; EUT) です。EUT においては、意思決定者は起こりうるシナリオ (状態) をすべて列挙しつくした状態空間と、その上の事前確率分布からスタートし、その確率分布から計算される期待効用を最大化すべく行動すると想定されます。例えば資産価格の決定に関する金融工学理論は、EUT に基づく理論の一つの花形といえるでしょう。

一方で、意思決定者が状態空間を完全に把握していると想定するにはあまりにも無理がある状況も多々あり、災害の例もその一つでしょう。そのような状況での意思決定についての一つの考え方は、人々は過去の経験からの類推に基づいて現時点での行動を決めるであろう、というものです。ギルボア・シュマイドラー [1, 2] の提唱する事例ベース意思決定理論 (case-based decision theory; CBDT) はこのような考え方を数学的に記述しようと試みるものです。本稿では CBDT の考え方を簡単に紹介します。

## 2. 事例ベース意思決定の基本

ある意思決定主体が意思決定問題  $p$  に直面しているとします。とりうる行為のうちどの行為をとるかを決定したいが、それぞれの行為がどのような帰結をもたらすかは不確かである。そこで、自分が見聞きして知っている過去の事例において各行為がどのような帰結、どのくらいの効用をもたらしたかに基づいて現在の行動を決めることにする。その際、意思決定問題が現問題  $p$  により類似している事例をより重視することになる。これが CBDT の想定する意思決定プロセスの大枠です。

数学的には以下のように定式化されます。意思決定問題 (problem) の集合を  $P$ 、現在の問題においてとりうる行為 (act) の集合を  $A$ 、ありうる帰結 (outcome) の集合を  $R$  とします。それぞれの事例 (case) は  $(q, a, r)$  のように、直面した問題  $q \in P$ 、そのとき選択した行為  $a \in A$ 、そしてその帰結  $r \in R$  の組で表されます。したがって、考えうる事例の集合は  $C = P \times A \times R$  となります。本理論で中心的役割を果たすのは類似度関数 (similarity function)  $s: P \times P \rightarrow [0, 1]$  です。ここで、 $s(p, q)$  は問題  $p, q$  の類似度を定量的に表します。最後に  $u: R \rightarrow \mathbb{R}$  を帰結に対する効用関数とします。

いま、記憶  $M \subset C$  をもち、問題  $p \in P$  に直面している意思決定主体を考えます。記憶  $M$  は自分自身が直接経験した事例のみならず、他人との会話、あるいは書籍、テレビ、インターネットなどから学んだ事例も含まれます。本理論の基本型においては、意思決定主体は関数

$$U(a) = \sum_{(q, a, r) \in M} s(p, q)u(r) \quad (*)$$

おやま だいすけ  
東京大学大学院経済学研究科  
〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

に基づいて各行為  $a \in A$  を順序づけ (記憶  $M$  に行為  $a$  が一度も現れないときは  $U(a) = 0$  とします), この値を最大化する行為を選択します. つまり, 行為  $a$  を選択した過去の事例たち  $(q, a, r)$  に注目し, 帰結から得られた効用値  $u(r)$  を現在の問題  $p$  から見た問題  $q$  の類似度  $s(p, q)$  で重みづけして (より類似した事例をより重視して) 足し合わせたものを  $a$  の評価値とします.

### 3. 行動主義的モデル

上に述べた CDBT の基本型は, 「効用」や「類似度」という概念を用いた, いわば認知的なモデルです. ギルボア・シュマイドラーの理論では, 原理上意思決定主体の選択から導出しようとする決定ルールも提案され, その公理的基礎づけも与えられています. まず, 事例の (有限) 部分集合  $M$  を固定します.  $\mathbb{J} = \mathbb{Z}_+^M = \{I \mid I: M \rightarrow \mathbb{Z}_+\}$  を仮想的記憶の集合と解釈します.  $I(c)$  は記憶  $M$  において事例  $c$  が起こった回数を表します. すべての  $I \in \mathbb{J}$  に対して, 意思決定主体は行為の集合  $A$  上に選好関係  $\succsim_I$  を持つとします. この  $\{\succsim_I\}_{I \in \mathbb{J}}$  がいくつかの公理を満たすならば, 関数  $w: A \times M \rightarrow \mathbb{R}$  が存在し  $\succsim_I$  は

$$W(a) = \sum_{c \in M} I(c)w(a, c)$$

の大小関係で表現できる, ということが示されています.

さらに, 新たな事例を経験することで記憶  $M$  が増大するような状況を取り入れたい場合は, 次の「事例に関する独立性の公理」を課せば, やはり関数  $W$  で選好が表現されます.

$$M \subset M' \Rightarrow \succsim_I = \succsim_{I'} \quad \forall I \in \mathbb{Z}_+^M.$$

ここで,  $I': M' \rightarrow \mathbb{Z}_+$  は  $c \in M' \setminus M$  に対して  $I(c) = 0$  とした  $I$  の自然な拡張を表します. 詳しくはギルボア・シュマイドラー [2], 第 3 章を参照してください.

### 4. アスピレーションと満足化

評価式 (\*) は重み付きの足し算で与えられているので, 行為  $a$  が事例  $c = (q, a, r)$  において  $u(r) > 0$  となるような帰結  $r$  をもたらしたのであれば,  $a$  はより高く評価され, 逆に  $u(r) < 0$  であったならば  $a$  はより低く評価されることとなります. したがって, 過去の経験上, たまたま行為  $a$  が現在の問題に類似した多くの事例において 0 を超える帰結をもたらしていれば,

意思決定主体はこの行為  $a$  に満足しそれをより選びやすくなります. その意味で「0」という基準値は意思決定主体のアスピレーション・レベル (aspiration level) を表していると考えられ, CDBT はサイモン [4] の満足化理論 (satisficing theory) の一つの数理モデル化と解釈することもできます.

### 5. 期待効用理論との比較

不確実性下の意思決定理論として支配的であるところの期待効用理論 (EUT) との比較でいうと, EUT が演繹的であるのに対し, CDBT は帰納的であるといえます. EUT においては, 意思決定者はありうるシナリオ (状態) を, すべて書きつくした状態空間をあらかじめ構築したうえで, 各状態での各行為の帰結をすべて想定し, 各状態それぞれがどのくらいの確率で起こりうるかの事前分布を設定しています. 新しい情報を得た際には, 起こりえないとわかった状態を排除してベイズ・ルールによって確率を改定します. 一方, CDBT の想定する意思決定者は完全に無知の状態から出発し, 経験を積み重ねて記憶を拡大することで世界観を構築していきます.

数学的には, CDBT はすべての起こりうる事例を, 経験しつくした極限においては EUT と同値であり, したがって両理論は原理上同等の説明力を持ちます [3]. これらの理論は互いに補完的な異なる分析枠組であり, どちらがより妥当性をもつかは分析対象によります. 同一の問題に頻繁に直面する状況においては EUT がより妥当でしょうし, 希にしか起きない状況での意思決定については CDBT がより妥当でしょう. 冒頭で挙げた災害の例では, 「可能な被害シナリオをすべて列挙し, その集合上に事前確率を設定する」ような意思決定者を想定するよりも, 「過去の経験からの類推で行動を決定する」ような意思決定者を想定するほうが, 記述分析においても規範分析においてもより説得力を持つでしょう.

### 6. おわりに

東日本大震災とそれに伴う原子力発電所の事故を契機に, 個人として, 社会として, 不確実性にどう対処するか強く意識されるようになりました. それまでの日本では, 重大な原発事故は意図的に「起こりえない事象」とされ, 最悪の事態を公に語ることはタブー視されてきました. これは, CDBT と EUT のどちらが妥当か, などということ以前の問題です. 個人レベルの意思決定問題と違い, 2 人以上の主体からなる社会

においては、異なる個人・グループのインセンティブのかみ合わせの結果として決定が行われます。何らかの意味で未熟な社会においては、「人々の不安を煽ってはいけない」という理由のもとで、ネガティブな事象から目をそらさせることは、もしかしたら正当化されるのかもしれませんが。しかし戦後そろそろ70年が経とうという現在、日本社会はもう成熟しているとみなしてよいはずです。実際に経験された事例あるいは理論的に想定される事例に国民一人ひとりがしっかり向き合い、またよく議論して、社会全体として選択していかねばなりません。

## 参考文献

- [1] I. Gilboa and D. Schmeidler, "Case-Based Decision Theory," *Quarterly Journal of Economics*, **110**, 1995, 605–639.
- [2] I. ギルボア・D. シュマイドラー (浅野貴央・尾山大輔・松井彰彦訳), 『決め方の科学—事例ベース意思決定理論』勁草書房, 2005.
- [3] A. Matsui, "Expected Utility and Case-Based Reasoning," *Mathematical Social Sciences*, **39**, 2000, 1–12. 松井彰彦, 『慣習と規範の経済学』, 東洋経済新報社, 2002.
- [4] ハーバート A. サイモン (宮沢光一監訳), 『人間行動のモデル』, 同文館出版, 1970.
- [5] J. フォンノイマン・O. モルゲンシュテルン (銀林浩・橋本和美・宮本敏雄・阿部修一訳), 『ゲームの理論と経済行動』, ちくま学芸文庫, 2009.