交渉アナリスト
Newsletter
2022.10月号

決定分析(14)－理由不十分の原則とベイズ更新－
特定非営利活動法人日本交渉協会 常務理事　窪田恭史

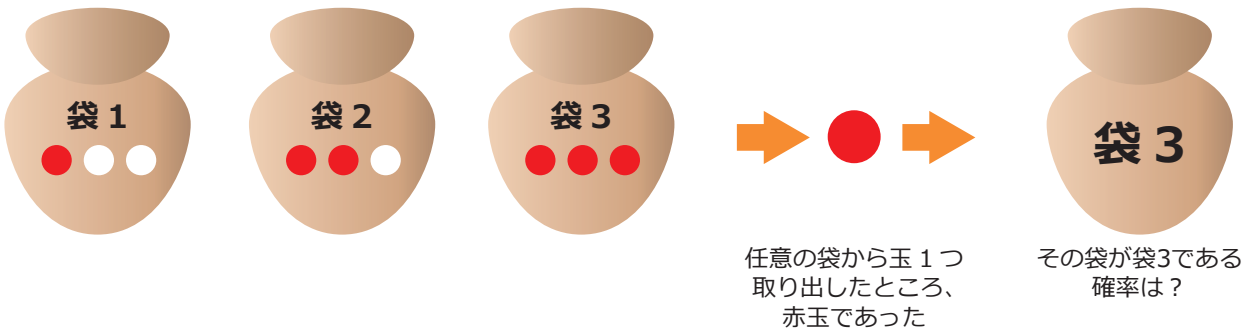
決定分析(14)－理由不十分の原則とベイズ更新－

特定非営利活動法人日本交渉協会 常務理事　窪田恭史

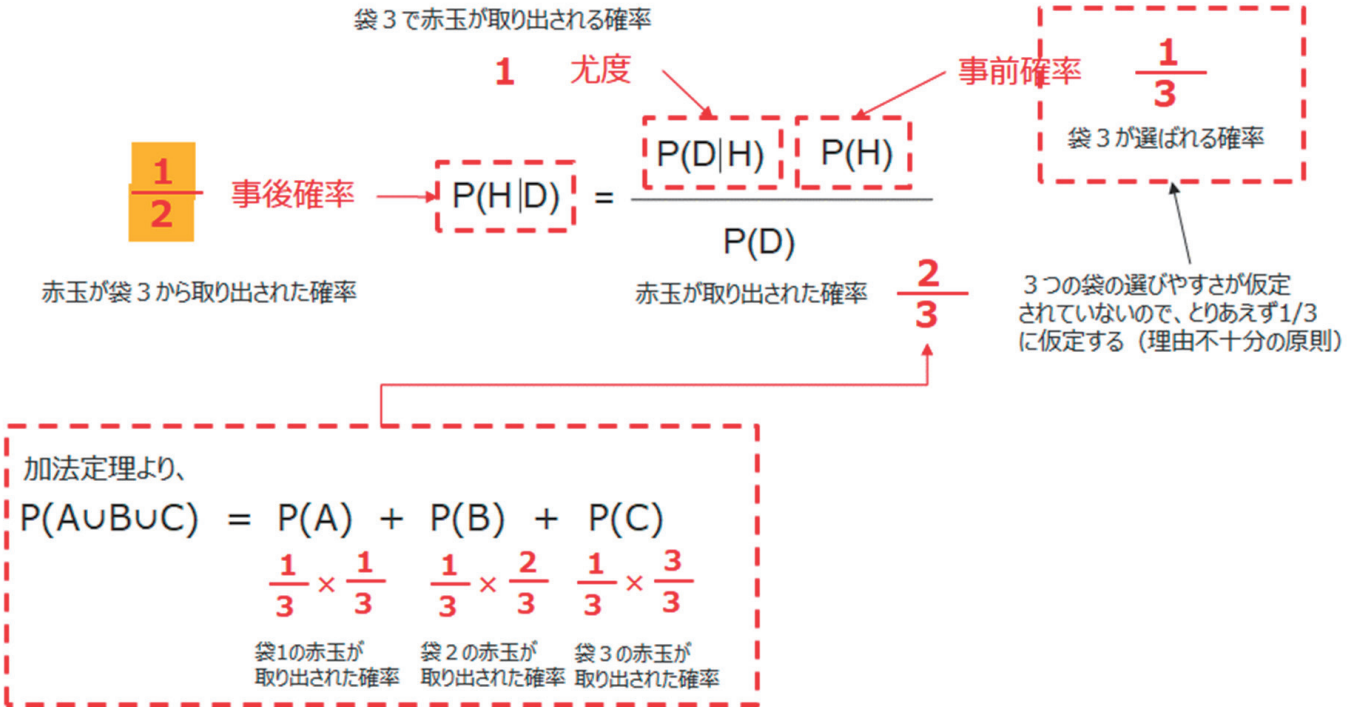
1. 理由不十分の原則

「理由不十分の原則」とは、事前確率が不確かである場合、とりあえず適当な値を与えよという考え方のことである。非厳密であるという批判があるが、その分、融通性があり、経験が生かせるというメリットもある。交渉分析では、事前確率が不確実である場合、意思決定者の主観確率を許容する。そういう意味で、この「理由不十分の原則」を理解しておくことは重要である。再び、『図解・ベイズ統計「超」入門』より、以下の例を見てみよう。

問．赤玉と白玉が合わせて 3 個入っている袋 1、袋 2、袋 3 がある。袋 1 には赤玉が 1 個、袋 2 には赤玉が 2 個、袋 3 には赤玉が 3 個入っている。これら 3 つの袋の 1 つから玉を取り出したところ、赤玉であった。取り出された玉が袋 3 からのものである確率を求めよ。



ベイズの定理でこの問題を解いてみる。まず事前確率であるが、問には 3 つの袋の選びやすさが与えられていない。つまり、事前確率を求める理由は不十分である。しかし、とりあえず 1/3 であると主観的に仮定するのである。次に尤度であるが、これは袋 3 で赤玉が取り出される確率であるので、1 である。分母の赤玉が取り出された確率は、それぞれの袋から赤玉が取り出された確率の合計であるので、加法定理により求められ、2/3 である。よって、赤玉が袋 3 から取り出された事後確率は 1/2 となる。



2. ベイズ更新

新旧のデータがある時、旧データから得られた事後確率を新データの事前確率として利用することを「ベイズ更新」という。ベイズ更新を繰り返すと、データが新しくなるたび、それに合わせて推定値も更新されるので、推定の精度が高まる。これは身近なところでは迷惑メールフィルターなどに応用されている。『図解・ベイズ統計「超」入門』より、以下の例を見てみよう。

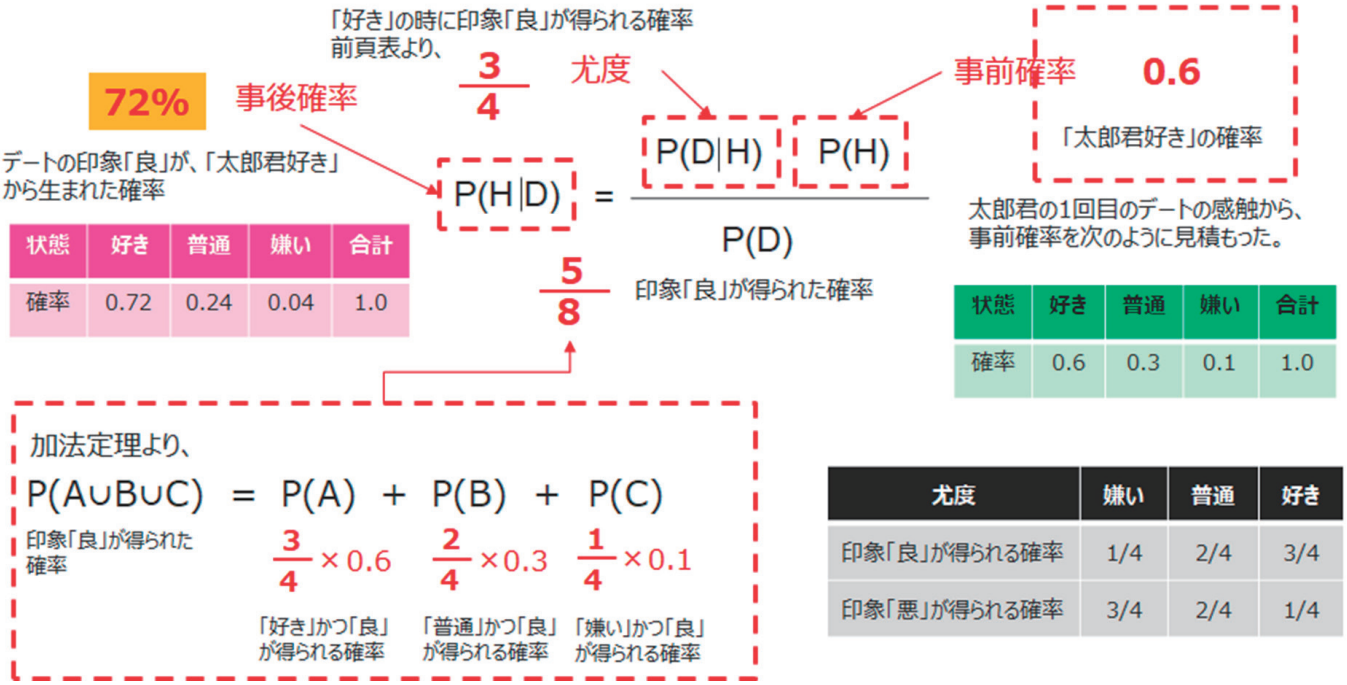
> 問 . 花子さんが太郎君に「好き」、「普通」、「嫌い」のどの感情を抱いているかを、デートにおける印象から確率的に評価してみよう。なお、太郎君が花子さんとのデートで受けた印象を「良」、「悪」の二つに分類すると、最近 2 回は順に「良」、「悪」であった。

まず【図 3】のように、「好き」、「普通」、「嫌い」という花子さんの太郎君に対する心の状態を「愛」と「憎」の比率で、「好き」が 3:1、「普通」が 2:2、「嫌い」が 1:3 であるとしよう。

花子さんの心の状態	嫌い	普通	好き
「愛」:「憎」因子	1:3	2:2	3:1

【図3】花子さんの心の状態

まず印象の良かった 1 回目のデートで、花子さんが太郎君を「好き」である確率をベイズの定理で求めてみよう。まず太郎君の主観により、1 回目のデートの感触から花子さんが太郎君のことを「好き」である事前確率を 0.6 と見積もった。尤度、即ち「好き」の時に印象「良」が得られる確率は、【図 3】より 3/4 である。分母の印象「良」が得られた確率は、加法定理より 5/8 である。ゆえに、デートの印象「良」が「太郎君好き」から生まれた事後確率は 72% ということになる。



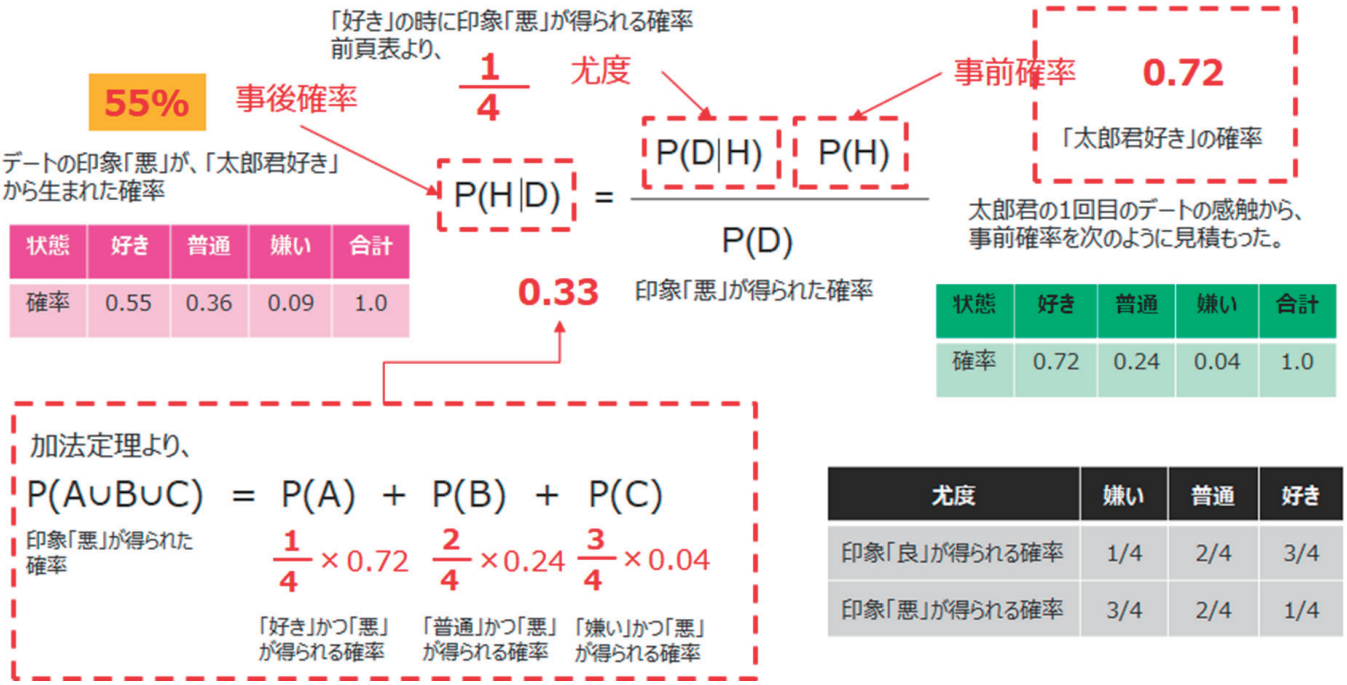
状態	好き	普通	嫌い	合計
確率	0.72	0.24	0.04	1.0

状態	好き	普通	嫌い	合計
確率	0.6	0.3	0.1	1.0

尤度	嫌い	普通	好き
印象「良」が得られる確率	1/4	2/4	3/4
印象「悪」が得られる確率	3/4	2/4	1/4

次に印象の悪かった 2 回目のデートで、印象は悪かったけれどもそれが花子さんの太郎君に対する「好き」から生まれたものである確率を求めてみよう。2 回目のデートが始まった時、花子さんの太郎君に対する印象は、1 回目のデートの結果から引き継がれている。太郎君の見積りが正しければ、72% の確率で花子さんは太郎君が「好き」である。これが 2 回目のデートの事前確率となる。

次に尤度であるが、「好き」の時に印象「悪」が得られる確率は、1/4 である。分母の、印象「悪」が得られた確率は、加法定理より 0.33 である。したがって、デートの印象「悪」が花子さんの「好き」から生まれた確率は 55% となる。つまり、2 回目のデートの印象は悪かったけれども、ほぼ五分五分の確率で花子さんはまだ太郎君が「好き」であると見積られる。同様に計算すると「普通」である確率は 36%、「嫌い」である確率は 9%となる。91% の確率で「普通」以上であれば、十分修復可能と言うべきか…



状態	好き	普通	嫌い	合計
確率	0.55	0.36	0.09	1.0

状態	好き	普通	嫌い	合計
確率	0.72	0.24	0.04	1.0

尤度	嫌い	普通	好き
印象「良」が得られる確率	1/4	2/4	3/4
印象「悪」が得られる確率	3/4	2/4	1/4

このように、ベイズ理論は前回の特徴を次回の推定に活かすことができる。それはより現実の人間の意思決定に近いと言える。したがって、ベイズ理論はマーケティングや人工知能など様々な分野で応用されている。アメリカ海軍の科学者、ジョン・クレイブンは、1966 年のスペイン、パロマレス付近で失われたアメリカ空軍の水素爆弾（パロマレス B52 墜落事故）の捜索、1968 年のアメリカ海軍スコーピオン型原子力潜水艦の捜索にベイズ理論を応用したが、これはライファによる、競馬の賭けに対するベイズ理論の応用に関する 1960 年の講義が元になったと言われている。前述のように、ライファはベイズ主義者（ベイジアン）であり、ベイズ的な考え方を現実世界に適用することで、人々はより望ましい意思決定ができるようになり、家族・地域社会・国家・世界の改善につなげられると考えていた。ライファの教え子である、リチャード・ゼックハウザーは、次のように述べている。

「ベイジアンの考え方を学ぶ人は、主観的確率の有効利用を含め、色々な意味で人生が改善したことに気づくだろう。…ベイズ理論の実践者は、習慣的に選好と起こりうる代替的な結果について考えることに時間を使う。極めて重要なのは、ベイズ理論の実践者は、結果的にお粗末な結果となった十分考慮された決定を後悔することも、たまたま上手くいった非合理的結果に安住することもないのである。決定分析から後悔を排除しようとする意識的な試み、つまり、十分に包括的な決定分析は、ハワード（ライファ）が推奨する行動の最重要の利点であると私は信じている。（中略）彼は、合理的決定論への学術的関心が、彼の晩年に衰えていったことに深く落胆していた。これは一部には行動意思決定分析や行動経済学の隆興のためであるかもしれない。しかし、ハワードは、合理的決定論に従って行動できる人は、膨大な量の有効なナッジに曝されている人よりはるかに望ましいということを指摘したかったのかもしれない」

ナッジとは、行動経済学において、科学的分析に基づいて人間の行動を変える戦略のことをいう。ライファには、人間行動に対する無数の戦略を身に着けるのであれば、一つの合理的思考を身に着ける方が意思決定の改善には有効であるという思いがあったであろう。”Negotiation Analysis”の記述にも、そうした意図がしばしば窺われる。

参考：
涌井貞美著、『図解・ベイズ統計「超」入門』（サイエンス・アイ新書）
Howard Raiffa, Decision Making: A View on Tomorrow, in THE IRRATIONAL ECONOMIST
Howard Raiffa and Our Responsibility to Rationality”、wikipedia

『交渉学ノススメ』
日本交渉協会編　安藤 雅旺 監修
生産性出版

交渉アナリスト ニュースレター　発行 株式会社トランスエージェント
〒152-0003 東京都目黒区碑文谷 5-14-13 グレースビル 2F　Tel：03-3760-8715　Fax：03-5722-4633
本誌掲載の写真・記事・図版を無断で転写・複写することを禁じます。

Copyright © 2014-2022 特定非営利活動法人 日本交渉協会 , 株式会社トランスエージェント , All Rights Reserved.