



慶應義塾大学ビジネス・スクール

合理的意思決定とディシジョン・ツリー

意思決定を大別すると、合理的な意思決定とそうでないものに分けられる。合理的な意思決定とは、目的にあった手段を選ぶことである。より正確には、明確な目的のために、可能なすべての選択肢の中から最適のものを選ぶことである。しかしそのためには、各選択肢がどのような結果を引き起こし、目的達成のためにどれだけ貢献するかを正しく評価できなければならない。

合理的な意思決定は、字のごとく「理にかなった意思決定」だが、我々はいつも合理的に意思決定ができるわけではない。目的を明確にせず、可能なすべての選択肢を検討せず、行動が最適な結果につながるかを確認せずに意思決定をすることがしばしばある。それはある意味で人間的な行動であり、私人としての時間はそのように過ごしたほうがリラックスできるであろう。しかしビジネスにおいては、明確な目的をもつこと、可能なすべての選択肢を検討すること、最適の選択肢を選ぶことは、成功への処方箋と考えられる。逆に、目的が不明確で、可能な選択肢を検討しなければ、後悔を招くことが多いだろう。

実際には人間の合理性には限界があり、それについては後述する。しかし完全ではないまでも極力合理的な意思決定をするよう訓練することは、目的の優先順位をつける能力、広い視野、柔軟な思考などを訓練することになるだろう。この資料では、合理的な意思決定を図式化したモデルである、ディシジョン・ツリー (decision tree: 意思決定樹形図) の作成と分析を紹介する。ディシジョン・ツリーは合理的な意思決定の要素である、選択肢、不確実性、結果の予想、結果の評価を、系統的に図式化するものである。

本ノートは、慶應義塾大学ビジネス・スクール助教授大林厚臣によって作成された。

本ノートは慶應義塾大学ビジネス・スクールが出版するものであり、複製等についての問い合わせ先は慶應義塾大学ビジネス・スクール(〒223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉4丁目1番1号、電話 045-564-2444、e-mail: case@kbs.keio.ac.jp)。また、注文は <http://www.kbs.keio.ac.jp/>。慶應義塾大学ビジネス・スクールの許可を得ずに、いかなる部分の複製、検索システムへの取り込み、スプレッドシートでの利用、またいかなる方法(電子的、機械的、写真複写、録音・録画、その他種類を問わない)による伝送も、これを禁ずる。

Copyright© 大林厚臣 (1999年4月作成、2003年2月改訂)

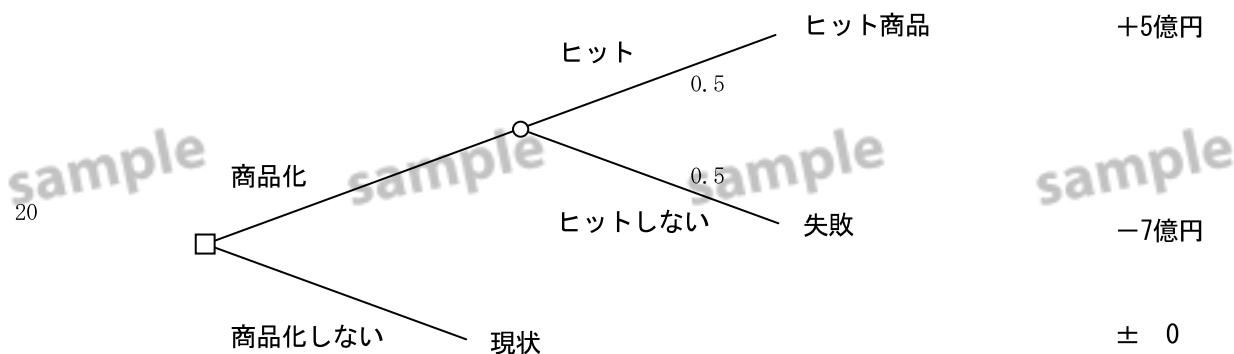
ディシジョン・ツリー

簡単な例として、新製品を商品化するか否かの意思決定をディシジョン・ツリーに表わしてみる。例は次の通り。玩具メーカーA社の若手社員から新製品のアイデアが提出された。その新製品の商品化には技術的に難しい問題はないが、材料と形状が特殊なため、製造設備に新たに5億円を投資しなければならない。流通チャネルは既存のものを使えるが、玩具の常として、最終需要家である子供に「うける」かどうかの判断は難しい。過去の事例から、ヒット商品になるか否かで収益は大きく変動する。新製品のデザインの新規性からして、ヒット商品になる確率は50%程度あると見込まれる。その時にはこの商品は、A社に設備投資とは別に10億円前後の利益をもたらすであろう。ヒット商品にならなかった場合は2億円程度の損失になるだろう。以上の場面での意思決定をディシジョン・ツリーに表わすと図1のようになる。

図1

15

評価



25 ディシジョン・ツリーでは、左から右へ順に意思決定と情報が図示されていく。四角い節（ノード）は意思決定、そこからの分岐は選択肢を表わす。丸い節は何らかの情報が判明して不確実性が解消することを表わし、そこからの分岐は起こりうる状況を表わす。例えば図1の一番左の四角は、新製品を商品化するかしないかの意思決定ノードである。その右の丸は、「商品化」を選択した後で、商品がヒットするか否かが判明することを表わす情報ノードである。左の意思決定ノードで「商品化しない」を選択したなら、ヒットするか否かは判らず情報ノードは表れない。
30 図1で情報ノードが意思決定ノードより右に描かれているのは、意思決定の後で情報が判明するからである。もし商品化の意思決定をする時点ですでにヒットするか否かが判るならば、情報ノードは

意思決定ノードより左に表示される。図1を左から右へたどると、それぞれの選択と状況に従った結果にたどりつく。

ディシジョン・ツリーを作る上で大切なことは、例え「商品化しない」とか「ヒットしない」など、消極的な選択や現状と変わらない状況も明示的に書き出すことである。そのようにして、どのノードからも必ずどれか一つの分岐に進むようディシジョン・ツリーを作る必要がある。もし、あるノードからどの分岐にも進まないような場合が考えられるなら、それは選択肢または起こりうる状況が網羅されていないことを意味する。5

情報ノードから分岐する状況には、それぞれの確率が表記される。図1の例では新製品がヒットするか否かの確率はそれぞれ 50%なので、「0.5」が記されている。起こりうる状況はすべて書き出されるので、確率の性質により、一つの情報ノードから分岐する状況の確率を合計すると必ず 1 になる。しかし意思決定ノードからの分岐は、自分の選択であり不確実性ではないので確率は与えられない。10

ディシジョン・ツリーの右端には、結果の評価を記載する。評価は金額であれ何であれ、実質的に本人がそれを最大化するように行動する基準である。そして評価は数値で表わす。その理由は、不確実性がある場合の意思決定では、確率的な結果を比較するために評価を定量化して計算する必要があるからだ。また、複数の行動基準がある場合、たとえば市場シェアと利益の両方が重要であれば、両者を適切なウエイトで加重して合算した数値を用いると良い。評価基準の決定は目標の設定と同じ意味をもつて重要である。15

図1の例では、新製品の商品化によって実現するキャッシュ・フローを評価としている。すると、一番下の「現状」はプラス・マイナスどちらのキャッシュ・フローも生じないので、評価は「±0」となる。「ヒット」の場合は、5 億円の投資に対して 10 億円の利益が予想されるので、評価は差し引き 5 億円のプラスになる。「失敗」となった場合は、5 億円の投資に加えて 2 億円の損失でマイナス 7 億円となる。20

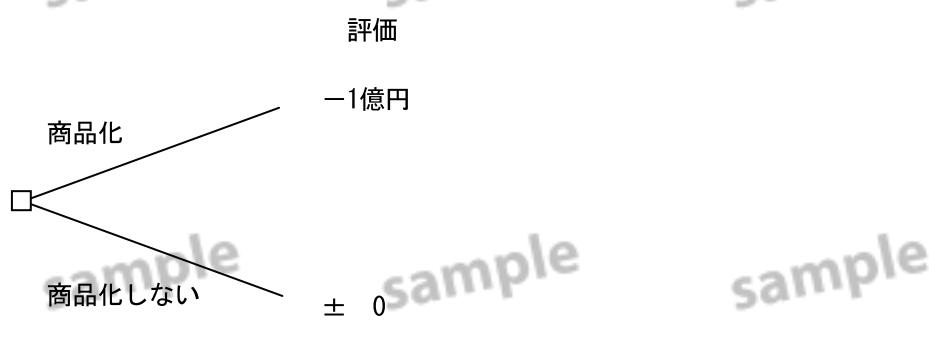
このディシジョン・ツリーから、当事者の最適な意思決定を判断することができる。つまり、

¹ 抽象的な表現をすると、意思決定とは選択肢のどれかを選んで確率 1 にして他の選択肢を確率 0 にする能動的行動（ものごとを確実にすること）である。それに対して、情報ノードは確率が外的に与えられている受動的状態（ものごとが不確実であること）を表している。

各意思決定ノードで評価が最も高い選択肢を選べば良い。図1の例では、唯一の意思決定ノードは商品化するかしないかの選択である。このときの「商品化しない」という選択の評価は、既に述べたようにゼロである。一方の「商品化」の評価は、商品がヒットするか否かで異なる。しかし、「ヒット」と「ヒットしない」の確率がそれぞれ0.5であることから、商品化した場合の評価の期待値(加重平均)は、 $(+5\text{ 億円}) \times 0.5 + (-7\text{ 億円}) \times 0.5 = -1\text{ 億円}$ と計算できる。この期待値を「商品化」の評価とすれば、図1のディシジョン・ツリーは図2のように簡約化される。「商品化」と「商品化しない」の評価を比較して、商品化しないことが最適な選択であると判断できるだろう。

10 図2

15



15

上の例では、不確定な結果の評価に数学的期待値を使った。しかし、商品化は確実に1億円の損失をまねくのではなく、ヒットすれば黒字、ヒットしなければ赤字の、リスクを含んだ決定である。

もしA社に財務的な余裕がなく、赤字のプロジェクトを避けたいなら、リスクを含む選択の評価は期待値より更に下げなければならない。逆に、失敗しても新製品の販売から何らかの学習効果があると考えれば、商品化の評価はその分だけ上がることになる。

20

25

もう少し複雑な意思決定をモデル化しよう。前述のA社の新製品に関して、商品化を検討する前に市場調査をしてみるのはどうだろうか。あるコンサルタントは、玩具の試作品を子供に提供し、彼らがどの程度玩具に満足するか、子供の間の評判の広がり方はどうかなどをモニターし、玩具がヒットするか否かを予想する。そのコンサルタントは今まで何度も玩具の市場調査を引き受けしており、ヒットするか否かの予想はすべて的中させている。試作品の作製費用とコンサルタントに払う調査料は合わせて1億円になる。試作品を作るだけなら設備投資は不要で、調査結果は2週間程度で判明するという。

20

25

図 3

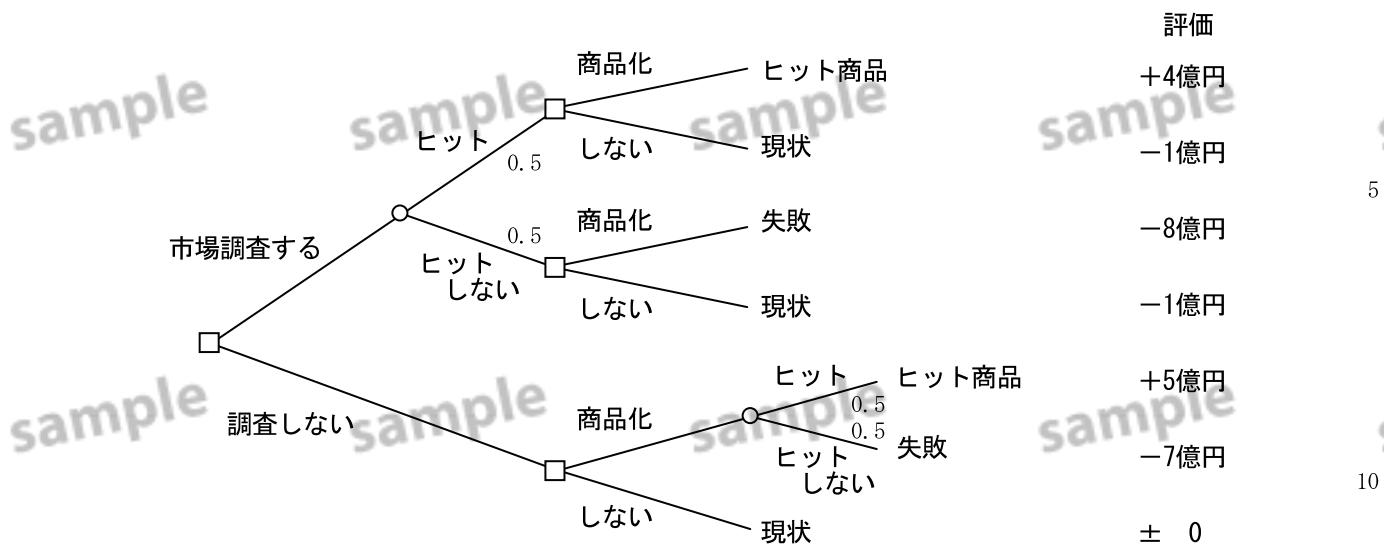


図 3 は市場調査の意思決定を含めたディシジョン・ツリーである。最初にまず市場調査をするかしないかの意思決定がある。市場調査をしないなら、それ以後のディシジョン・ツリーは図 1 と同じものである。市場調査をするなら、調査の結果新製品がヒットするかしないかが報告されるので、それから商品化の意思決定をすれば良い。従って、市場調査をする場合のディシジョン・ツリーは、市場性の情報ノードのあとに商品化の意思決定ノードがあるのに対し、市場調査をしない場合のディシジョン・ツリーでは、商品化したあとで市場の情報が判明する。評価に関しては、上から四つの結果に対する数値には市場調査の費用が織り込まれている。今回の意思決定は、市場調査をするかしないかと、商品化をするかしないかの判断である。

多段階のディシジョン・ツリーの分析は、時間の流れと逆に右から左へと最適な選択肢を見つけて行く。最終結果に近いところから考えるのである。まず一番右上の意思決定ノードについて考えよう。ここは、仮に市場調査をしてヒットすると予想された場合に、商品化をするかしないかの意思決定である。評価から明らかなように、ここでは商品化するのが最適である。しかし、その下の意思決定ノード、つまりヒットしないと予想された場合は、商品化しないのが最適になる。

この二つのノードでの最適な選択肢をふまえて、一つ左にさかのぼった情報ノードが分析できる。この情報ノードは市場調査の結果を表わすが、ここから 0.5 の確率で「ヒット」と予想され右上の意思決定ノードに至る。また、0.5 の確率で「ヒットしない」と予想され、上から二つ目

sample

sample

sample

sample

sample

の意思決定ノードに至る。それぞれの意思決定ノードでの選択は既に分析した通りなので、この情報ノードに達すれば、0.5の確率でプラス4億円の結果になり、0.5の確率でマイナス1億円の結果になることがわかる。この市場性の情報ノードに続く結果を単純に期待値で計算すると、 $(+4\text{億円}) \times 0.5 + (-1\text{億円}) \times 0.5 = 1.5\text{億円}$ になる。ここまで分析で図3のディシジョン・ツリーを簡約化すると、図4のようになる。

図4

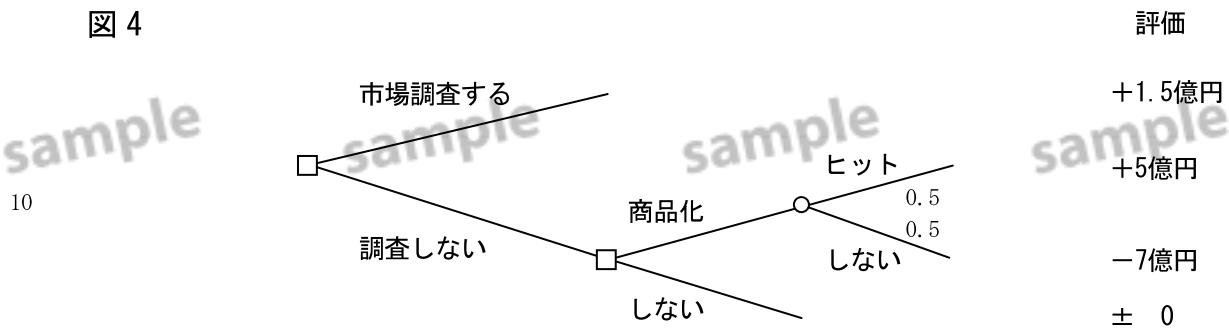


図4の左端の意思決定ノードで「市場調査する」を選んだ場合は、期待値1.5億円が得られる。
一方の「調査しない」を選んだ場合は、当初の条件と同じ意思決定であり、それに続くディシジョン・ツリーは図1と同じになる。したがって図1の分析結果から、「商品化しない」が最適な選択であり、評価は±0である。以上の比較から、左端の意思決定ノードでは「調査する」を選択して平均1.5億円を期待する方が良い。つまり最適な戦略は、市場調査を行い、その結果ヒットが予想されれば商品化し、ヒットしないと予想されれば商品化しないというものである。

20

情報の価値

この例で注目すべきことは、商品化の意思決定の前に情報が得られれば、決定の後で情報が判明するときは異なる意思決定になりますことである。一般に、できるだけ多くの情報を得てから意思決定を行う方が有利な選択肢を選ぶことができ、その違いは評価の期待値の差になって現れる。この例では市場調査の情報を得てから商品化の可否を決定することで、市場調査を行わずにどちらかに決定する場合より、平均1.5億円多いキャッシュ・フローを実現する。この差は市場調査の情報の価値を暗示している。市場調査に1億円を費やしているので、正確には情報の価値は2.5億円であり、調査費用1億円を払ってもなお1.5億円の利益があるということである。

ディシジョン・ツリーの利用法

ディシジョン・ツリーを作成することは、問題の構造を可視化して、思考のプロセスを明示することで問題の共通認識を容易にする。同じモデルからは誰もが同じ最適解を得るから、人により主張が違うときは、事実認識や評価基準に違いがあることになる。プロセスを明示することで、認識の違いがどこにあるのかを特定することができる。他者への説明やプレゼンテーションの視覚ツールとしても有効である。また、ディシジョン・ツリーの予測が現実の結果と異なったときも、モデルのどこに誤算の原因があったか検討し、モデルを改良して意思決定のプロセスを改善していくことが容易である。

5

10

ディシジョン・ツリーは自分の意思決定を分析するのと同様に、ライバル企業など他者の意思決定を予想したり分析することもできる。たとえば他社の投資行動や戦略を分析する、組織における構成員の行動を分析する、政策決定者が住民の行動を予測することなどに使うのである。その時には、当事者にとってどのような選択肢や不確実性があるかを、当事者の立場になって注意深く検討しなければならない。とくに評価、すなわち個々の意思決定者にとっての実際の行動基準を知ることが重要である。個人の利益と組織の利益が異なっていれば、個人の実際の行動基準は必ずしも組織の建前と同一ではない。

15

20

合理的意思決定モデルの限界

一般に、情報が入手しにくいほど合理的意思決定は難しくなる。例えば、慣れた土地への出張であれば、経路やホテル等を合理的に選択できる。しかし出張先が海外の見知らぬ土地になると勝手は変わる。割高な航空券を買って、不便なホテルに泊まることになるだろう。すべての選択肢を調べることはできず、前任者の旅程がわかれればそれにならい、旅行社が薦めればそれに従いがちである。慣れない出張の例は合理性の低い意思決定だが、我々がなす意思決定はしばしば後者の部類である。

25

30

皮肉なことに、大きなプロジェクトの採否や従業員の解雇など、影響が重大で多くの要因がかかる問題ほど、通常、情報が不確かであり合理的な判断が難しくなる。ビジネスに不確実性はつ

きものであり、しかも情報を集めるための時間や労力には限界がある。また、情報を処理し計算する能力にも限界がある。勘違いや計算違いはよくあることだし、当事者が明確な目的を持って意思決定できるか、すべての選択肢を考慮できるかは疑問である。実際の意思決定の観察や心理学的な実験からも、人間は情報が十分にある時でも、しばしば合理的意思決定モデルが予測する
5 ものと大きく異なる行動をとることが確認されている。

それでも合理的な意思決定を心がけることは、自らの判断力を養うであろう。そして合理的意思決定のモデルは、以下に述べるように、ただ「あるべき姿」を示すだけでなく、現実的な感情や習慣の影響も考慮することができる。

10

柔軟な思考で行動の理由を分析する

15 1. 心理的要因は合理性に反するものではない。「合理的」という言葉は、しばしば「冷血」で「非情」な態度を表わすときに使われるので、心理的要因を無視しているような印象を与えるかもしれない。しかし合理的意思決定モデルでは、喜怒哀楽や好惡の感情も、心理的なプラス・マイナス要因として評価することが可能である。例えば、若手社員のモラルアップのため、若干の損が予想されるプロジェクトをあえて実行するのは合理的である。モラル向上分のプラス効果を推測
20 すれば、ディシジョン・ツリーの評価にも加えることができる。同様に、我々が「止むを得ない事情」という状況は、しばしば「非常に大きな心理的要因」がある状況と解釈できる。「地獄の沙汰も金次第」ではないが、非常に大きな心理的要因も、さらに大きな要因と比較が可能で、場合によっては覆ることがあるだろう。

25 2. 一見合理的と思えない直感的、習慣的な判断にも合理的な理由がありうる。意識して選択肢を比較・計量していくとも、無意識のうちに、または、過去の経験から習慣的に、不適切な選択肢が除外されているならば、結果として合理的な選択がなされていることになる。合理的な行動の要因は、つねに当事者が意識しているものとは限らない。

30 3. 一方で、次のことを注意したい。人間の感情や雰囲気を重視すると、既になされた意思決定を説明することは容易になる。しかし一方で、多くの事柄が「彼はそういう性格だ」、「そうせざるを得ない状況だった」という言葉で説明されがちになる。その場合に注意すべきことは、当事

者の性格と状況から、彼らの行動を事前に予測できるだろうか。後輩にやさしい上司は、若手のモラルアップのために採算性の悪いプロジェクトを認めるかも知れないし、自分の性格を自覚して採算性に厳しい姿勢で望むかも知れない。特定の状況から事前に結果を予想するためには、心理的な要素も客観的な要素と同じように一般的に評価可能でなければならない。

5

合理性と非合理性

合理的な行動と非合理的な行動の区別は、行動の理由を分析者がどれだけ深く考察するかに依存する、幾分あいまいなものである。合理的意思決定モデルの長所も短所も、判断の要素をすべて明示しようとしている。合理的意思決定モデルの限界を、必要に応じて非合理的な要素で修正すれば短所を補えるだろう。

人間の非合理性が、まったく気まぐれに意思決定を左右するのであれば、その影響は中立的な不確実性と考えることができる。しかし、現実の観察や心理学的な実験は、非合理的な要素がしばしば特定の方向に意思決定を偏らせる事を示している。現実の意思決定が合理的意思決定モデルからどのように乖離しているかに興味のある読者は、以下の文献を参考にされたい。

ジョン・S・ハーモンドほか、「意思決定を歪める心理的な陥り穴」、DIAMOND ハーバード・ビジネス 1999年4/5月号、P82-92、ダイヤモンド社。

印南一路、「すぐれた意思決定」、中央公論社。

チャルディーニ、「影響力の武器」、誠信書房。

リチャード・H・セイラー、「市場と感情の経済学」、ダイヤモンド社。

マックス・H・ベイザーマンほか、「交渉の認知心理学」、白桃書房。

不許複製

慶應義塾大学ビジネス・スクール

(F) 2012年4月 PDF