

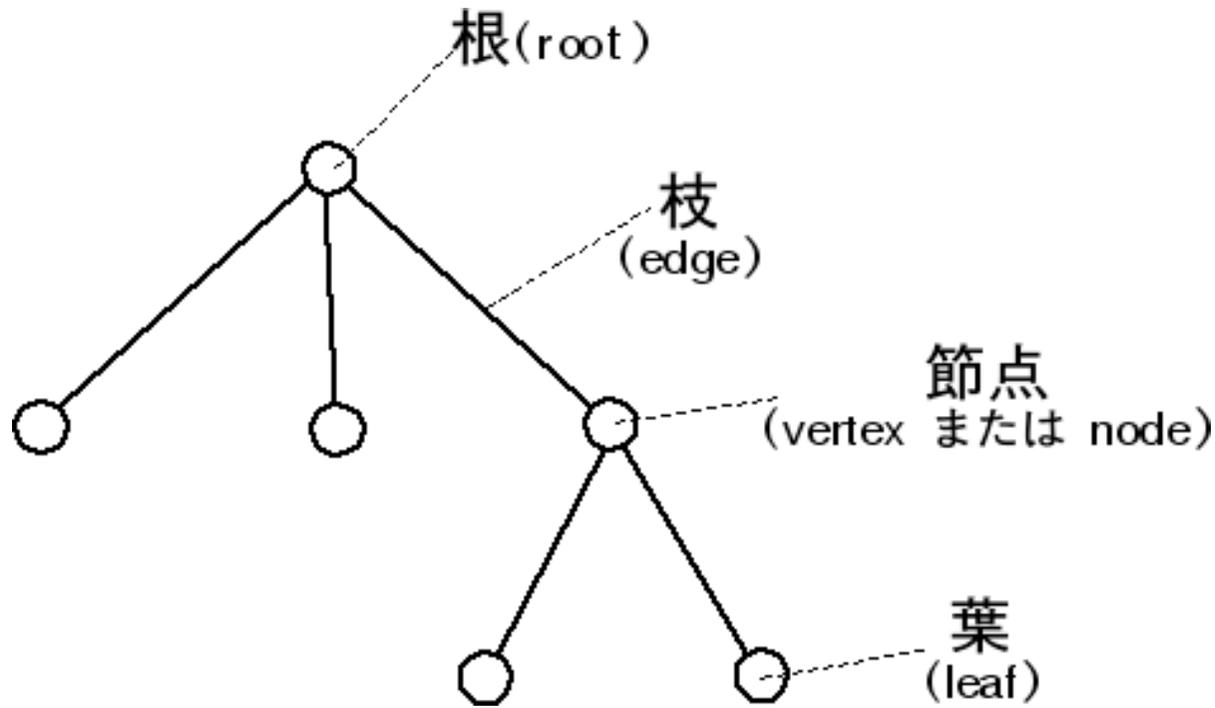
意思決定分析入門

-- 決定の木 と 後ろ向き帰納法 --

合理的思考の技術 Lecture 2
小林憲正

シナリオの木

- (根つき)木構造で、その上に定義された半順序関係が、因果関係の順序を表すもの



時間

一人意思決定の表現

--決定の木 Decision Tree --

- 決定ノード decision node □
- 不確実性ノード chance node ○ 確率分布
- 終端ノード 効用(評価値) utility

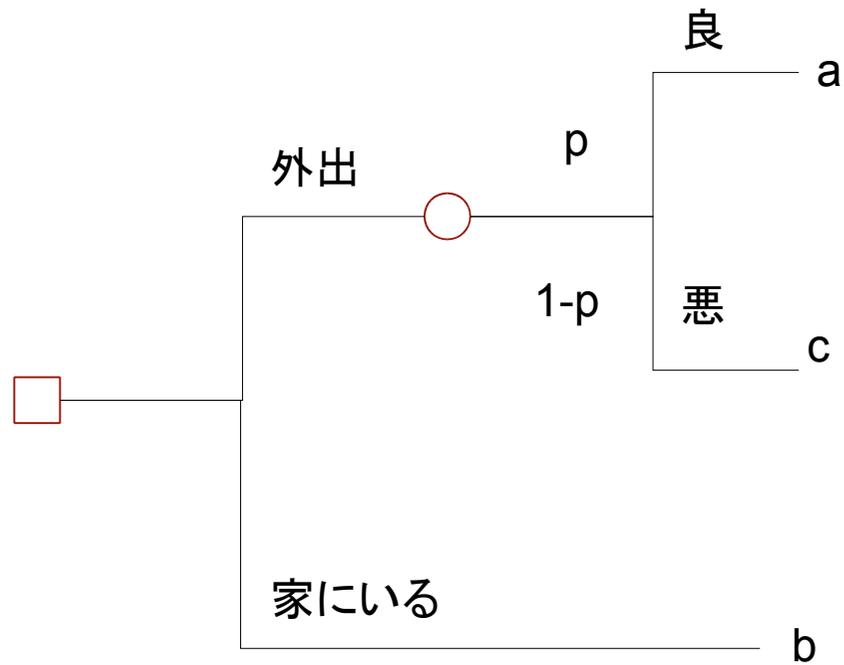
不確実性

- 通常自然科学の範囲内
- 利用できる知識を総動員して確率分布を求める
 - 科学モデルなどにより、完全に予測ができる場合は、確率分布は予測シナリオに1がふられ、それ以外のシナリオには0がふられる
 - 量子力学の状態関数のような、より高度な不確実性の数理表現が自然な場合もあるかもしれないが、現状、意思決定の文献に出てくる不確実性表現は、ほぼ、単純な確率分布(ファジー fuzzy や ショケ積分 Choquet integral などを使った表現を扱う場合もあるが、本講義では触れない)
- 不確実性ノードの評価値は、そこから派生する枝(状態)の評価値の期待値(これを期待効用 **expected utility** という)

決定ノード

- 論理と似た領域（世界の観測によって真偽判定できない）
- すべての選択肢（枝）について、評価値がわかっている場合は、評価値の大きな方を選
 - ぶべきだ（規範論 normative）
 - ぶだろう（実証論 positive） ⇨ 自然科学と最も似ている
 - びたいけど、実際は違う手を選んじゃうんだよね（記述論 descriptive）

例) 天気と外出



基礎的考察

運と実力を分離せよ！！！！

- 不確実性を正しくモデル化できると「運の善し悪し」と「実力の有無」を区別できる。
- 意思決定科学では実力(=正しいモデル化、より良い評価値の選択肢を選べる計算能力)に興味がある。
- 運の悪さについては冷静に受け止め(逆に運が良い時も過度にはしゃがない)、最善の対処を探ろう！

後ろ向き帰納法 backward induction

未来を考慮して、現在の選択肢を決めたい

--> 例) 囲碁・将棋の「読み」

- 終端ノードから出発
- 以下のように、直前のノードで折りたたみ、評価値を置き換える(再帰的手続き):
 - 不確実性ノードについては、直後の評価値の期待値を計算し、置き換え
 - 決定ノードについては、効用最大値で置き換え
- プロセスの終点は、根
(通常の一人意思決定の木では、始点ノードは、現時点での決定ノード)

cf) 意思決定状況 と 歴史

決定の木における一つの経路 path のことを
履歴(歴史) history と呼ぶ



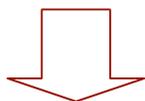
過去を正しく反省するためには:

- 実際に起こった出来事のみを眺める ×
- 実際には選択されなかった仮想的未来 counterfactual についても考える ○

後ろ向き帰納法と限定合理性

大きな決定の木の場合は、計算量が指数関数的に爆発するため、
一般には単純な後ろ向き帰納法では解けない

(例 - 囲碁や将棋とコンピュータ)



意思決定問題に応じて、様々な簡略化したモデルで

次善の手を選ぼうとするのが現実的

(例 -- 囲碁における筋、形、厚みなど)

- 限定合理性に対処するための工夫こそが
真の(質的)知性と言えるかもしれない
(例 -- 後ろ向き帰納法による読みだけなら、コンピュータの方が強い)
- 正解がわからないからこそ、人生はおもしろい
(例 -- ○×ゲームは、大人のゲームとしてはおもしろくない)

感度分析 Sensitivity Analysis (比較静学分析 Comparative Statics)

- システムのパラメータを変えて、出力の振る舞いを調べる
- 環境パラメータを変化させて、「仮想」シナリオ（様々な均衡）の変化を見るという意味で比較「静学」という表現がなされることもある（数理経済学）。

参考資料

- Clemen, R. T. (1996). *Making Hard Decisions – An Introduction to Decision Analysis (2nd Ed)*, Duxbury Press
- Hammond J. S., Keeney, R. L. and Raiffa, H. (1999). *Smart Choices*, HBS Press
- [http://ja.wikipedia.org/wiki/木_\(数学\)](http://ja.wikipedia.org/wiki/木_(数学))