

# 人工知能—AI の基礎から知的探索へ：演習問題解答例

## 第4章 エキスパートシステムと推論

演習問題 4.1 ある動物は以下の特徴がある。1) 体毛がある；2) 鋭い歯がある；3) 鋭い爪がある；4) 体は黄土色である；5) 体は中ぐらいである。動物分類の知識の表 4.1 に基づき、表 4.6 と同じように、この動物の種類を決める推論過程を書け。

解答

推論 サイクル	競合集合	選ばれた ルール	ワーキングメモリの内容
初期			f1: 体毛がある f2: 鋭い歯がある f3: 鋭い爪がある f4: 体は黄土色である f5: 体は中ぐらいである
1	M1	M1	f6: 哺乳動物である
2	M1,C2	C2	f7: 肉食動物である
3	M1,C2,C4	C4	f8: キツネである
4	M1,C2,C4	なし	

演習問題 4.2 ある患者は以下の症状がある。1) 喉が痛い；2) 熱がある；3) 咳が長く続く；4) 痰がある。病気診断の知識の表 4.2 に基づき、この患者の病気を診断する過程を表 4.8 と同じように書け。

解答

推論 サイクル	競合集合	選ばれた ルール	ワーキングメモリの内容
初期			s1: 喉が痛い s2: 熱がある s3: 咳が長く続く s4: 痰がある
1	C1	C1	s5: 風邪の可能性がある
2	C1,B1	B1	s6: 気管支炎の可能性がある
3	C1,B1,B2	B2	s7: 気管支炎である。
4	C1,B1,B2	なし	

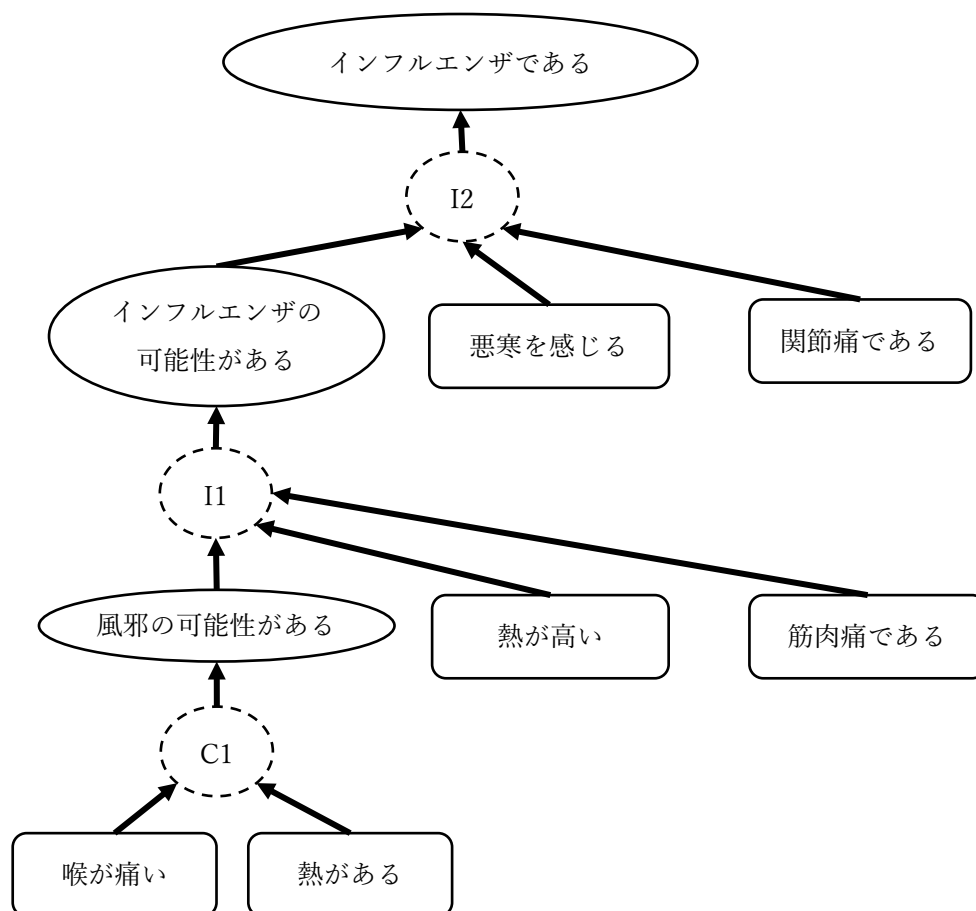
表 4.4 ある患者に関する事実

s1 : 熱がある
s2 : 熱が高い
s3 : 喉が痛い
s4 : 悪寒を感じる
s5 : 筋肉痛である
s6 : 咳がある
s7 : 痰がある
s8 : 関節痛である

演習問題 4.3 病気診断の例について、表 4.4 の事実が与えられたら、後ろ向き推論を利用して結論を出せ。

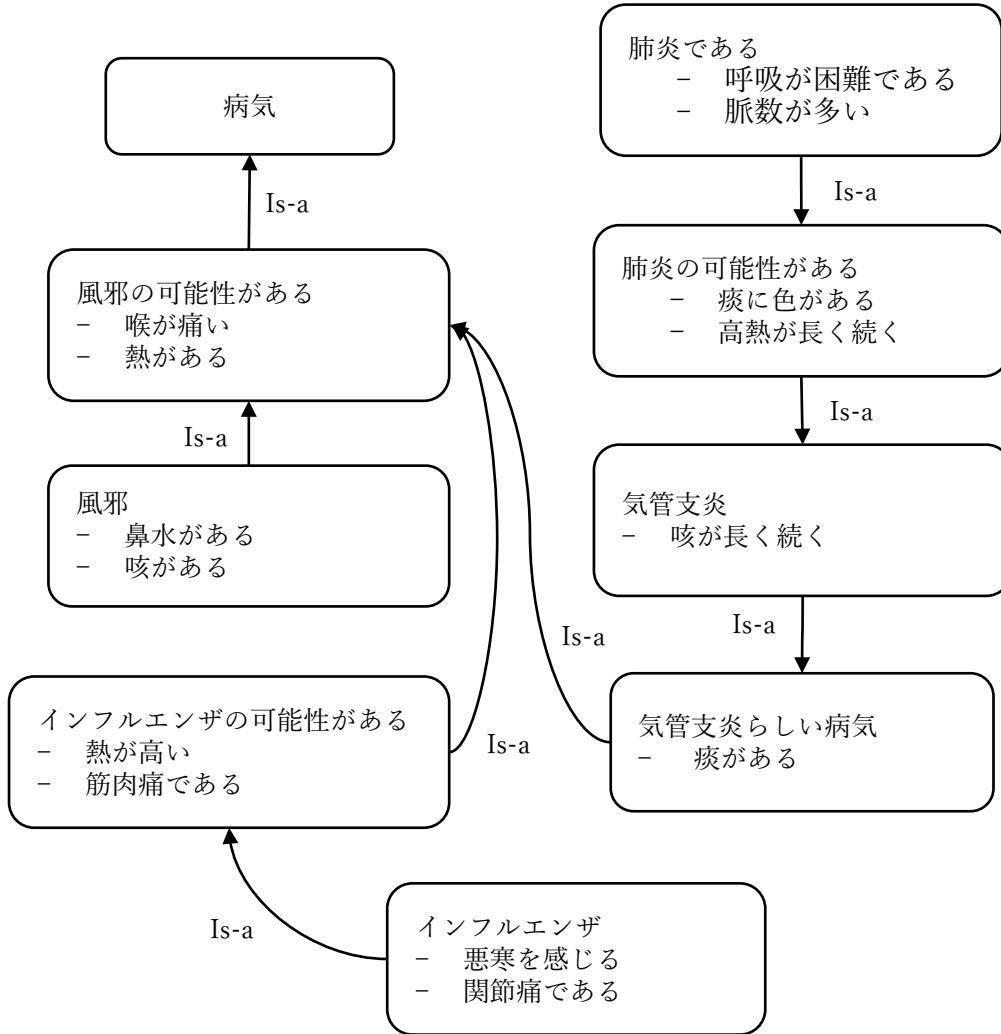
解答

下の図は AND-OR ツリーによる推論である。実線の丸いノードは仮説である。



演習問題 4.4 前節の病気診断の例に使用した知識ベースに対応する意味ネットワークを描け。

解答



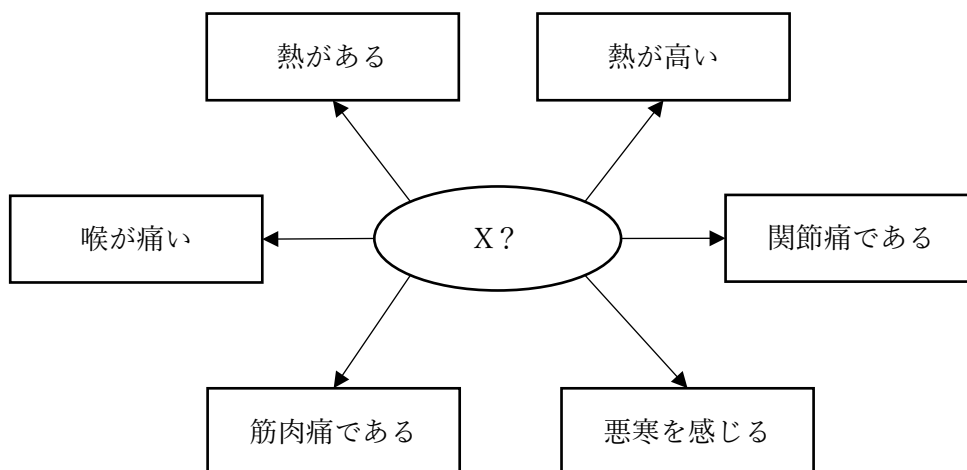
追加説明：この問題に対応する意味ネットは以上の図である。ここで、「○○の可能性がある」とは、正式な病名ではないが、さまざまな判断を下すための「中間概念」である。

演習問題 4.5 以下の事実が観測されたとする：

- s1：熱がある。
- s2：熱が高い。
- s3：喉が痛い。
- s4：悪寒を感じる。
- s5：筋肉痛である。
- s6：関節痛である。

対応する病気を診断するための「質問ネットワーク」を描け。

解答



演習問題 4.6 演習問題 4.4 と 4.5 で描かれた意味ネットワークと質問ネットワークに基づく推論過程を議論せよ。

解答

問題は、グラフの照合問題であり、演習問題 4.5 で描かれた質問ネットワークが、演習問題 4.4 で描かれた意味ネットの部分ネットワークになっているかどうかを確認することである。しかし、直接に照合すると、意味ネットワークの中から質問ネットワークと同じ部分ネットワークはない。属性の継承メカニズムを利用すると、与えられた条件に満足する概念がインフルエンザであることを証明できる。

ステップ 1 : 「インフルエンザ」に対応するノードと照合を行う。

ステップ 2 : s4 と s6 は属性にあるが、他の属性はない。

ステップ 3 : 上位概念の「インフルエンザの可能性ある (病気)」に対応するノードと照合を行う。

ステップ 4 : s2 と s5 は属性にあるが、他の属性はない。

ステップ 5 : 上位概念の「風邪の可能性ある (病気)」に対応するノードと照合を行う。

ステップ 6 : s1 と s3 は属性にある。残りの条件はないので、照合は成功。

追加説明 : 上記の推論過程は、インフルエンザに対応するノードとの照合からスタートしたが、最初にこのような仮説がわからない場合には、「できるだけ多くの条件に満足できる」ノードをまず探して、そこからスタートすると良い。この問題では、「インフルエンザ」、「インフルエンザの可能性ある」、「風邪の可能性ある」に対応するノードはどれも二つの条件を満足しているため、その中から、最も「最終結論」に近いものを優先的に選ばよ。このようなヒューリスティックを考えれば、「インフルエンザ」を推論のスタートポイントにすることが自然である。

表 4.12 フレームの例

スロット	値 (Value)	種類 (Type)
チータ		このフレームの ID
Is-a	肉食動物 (へのポインタ)	親フレーム
食べ物	肉	属性値
走る速度	速い	属性値
性格	臆病	属性値

演習問題 4.7 表 4.12 と同じように、図 4.4 の意味ネットワークにある概念を一つ選んで、そのフレームを書け。

解答

例えば、偶蹄動物に対応するフレームは、以下のようになる。

スロット	値 (Value)	種類 (Type)
偶蹄類動物		このフレームの ID
Is-a	有蹄類動物 (へのポインタ)	親フレーム
指の数	偶数	属性値
反芻	YES	属性値

表 4.14 ある学生のフレーム

スモモ ジロウ		このフレーム の ID
Is-a	Student	親フレーム
名前	スモモ ジロウ	属性値
学籍番号	S12345678	属性値
英語	If_needed: Get_Score(成績*, 名前, 英語)	手続き
数学	If_needed: Get_Score(成績, 名前, 数学)	手続き
文章表現	If_needed: Get_Score(成績, 名前, 文章表現)	手続き
… …	…	
卒業研究	If_needed: Get_Score(成績, 名前, 卒業研究)	手続き
平均成績	If_changed: Find_Ave(成績, 名前)	手続き

\* 成績はもう一つのフレームである。

演習問題 4.8 ある大学では、年末になると、学生たちの平均成績を算出し、トップの 10 名に対して、奨学金返還を免除する制度がある。学生には各自のフレームがある。表 4.14 は一つの例である。その中で、Get\_Score は、指定した学生の、指定した科目の成績を、成績データベース（これもフレームで定義される）から取得する手続きであり、Find\_Ave は平均成績を求める手続きである。手続き Get\_Score は、参照されるときに起動され、取得した結果を返す。対応する科目の成績の値がすでにある場合、その値を返す。手続き Find\_Ave は、任意の科目の成績が変わったあるいは追加されたときに起動され、成績の平均値を求める。問題は、年末になると、学生たちのフレームに基づき、奨学金を返還しなくてもよい学生のリストをどう作るか、である。この問題を解決する方法と、その手順について議論せよ。

解答

奨学金を返還しなくてもよい学生のリストを  $L$  とする。 $L$  は、以下のよう求める：

- 1) 最初に  $L$  を「空」にリセットする。
- 2) 学生のフレームを一つずつ訪問し、学生の平均成績を確認する。この確認操作によって Find\_Ave が起動され、平均成績が求められる。
- 3) 任意の学生フレーム  $F$  に対して、 $F$  に対応する学生の平均成績よりも高い平均成績を持つ学生の数のカウントする。その結果は 10 以下であれば、 $F$  を  $L$  に追加する。