

デザインシステム学 2017 年度

樫木担当分レポート課題

1. 【インフルエンスダイアグラムの作成】

以下に記す問題記述の内容を, **the doctor** にとっての決定問題としてインフルエンスダイアグラムにより表現し, 同様の内容を決定木により表現して決定分析せよ.

“A person, lets call him Frank, goes to the doctor because he believes that he has the flu. At this particular time of the year, the doctor estimates that one out of 1000 persons suffers from the flu. The first thing the doctor checks is whether Frank appears to have the standard symptoms of the flu; if Frank suffers from the flu, then he will exhibit these symptoms with probability 0.9, but if he doesn't have the flu he may still have these symptoms with probability 0.05. After checking whether or not Frank has the symptoms, the doctor can decide to have a test performed which may reveal more information about whether or not Frank suffers from the flu; the cost of performing the test is \$40. The test can either give a positive or a negative result, and the frequency of false positives and false negatives is 0.05 and 0.1, respectively. After observing the test result (if any) the doctor can decide to administer a drug that with probability 0.6 may shorten the sickness period if Frank suffers from the flu (if he hasn't got the flu, then the drug has no effect). The cost of administering the drug is \$100, and if the sickness period is shortened the doctor estimates that this is worth \$1000.”

2. 【インフルエンスダイアグラムによる意思決定分析】

ある疾患の可能性を抱えた患者に対する治療に関して, 以下のような意思決定問題を考える. 幼児の HIV 感染症 (注1) 診断に関する意思決定である. この問題には 2 つの意思決定が含まれ, 一つは患者である幼児に対して「ポリメラーゼ連鎖反応(**polymerase chain reaction: PCR**)」(注2) と呼ばれる検査を実施するか否かであり, いま一つはその検査結果を得た上で, 治療を実施するか否かである. Fig.1 ではこれをわかりやすく各決定を分解して示しているが, 決めるべきは (c)で表される決定である.

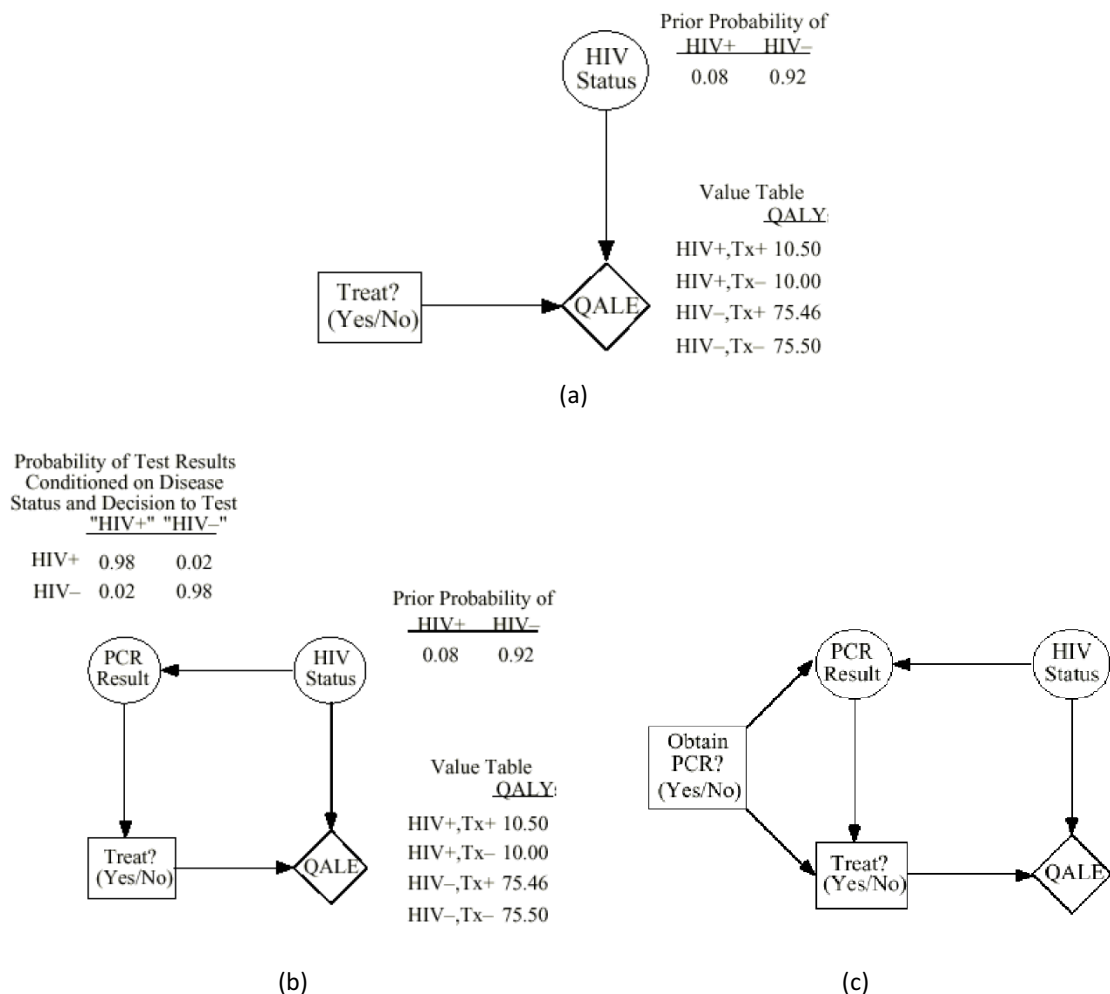


Fig.1 幼児の HIV 感染症診断に関する意思決定

ここで、各変数（ノード）の横に対応する値を記している． HIV+, HIV- は各々感染が陽性，陰性，を表し，" HIV+", "HIV-", "NA"は各々 PCR 検査結果が陽性，陰性，結果なし，を表す． また PCR 検査の決定変数については， Obtain PCR, No Test が各々検査を実施する，検査を実施しない，を表し，検査後の治療に関しては， Tx+, Tx- が各々治療を実施する，治療を実施しない，を表す． 価値については， QALY（質調整生存年）（注3）により評価する． 例えば， (b)の価値ノード横の表記で，「HIV+, Tx+ 10.50」で表されるのは， HIV に感染しており治療を行った場合の質調整生存年が 10.50（年）であることを意味し，治療を行わなかった場合（「HIV+, Tx- 10.00」）には 10.00（年）となり半年間（0.50 年）短くなることを表す． 同様に，「HIV-, Tx+ 75.46」と「HIV-, Tx- 75.50」は，感染していない（HIV-）幼児に治療を行った（Tx+）場合には治療を行わない（Tx-）場合に比べて， 0.04（年）の生存年を短縮する副作用があることを示している．

以下の設問に回答せよ．

- （1） Fig.1(a), (b), (c) のそれぞれを決定木（decision tree）により表現し，それぞれの決定木が

導出する推奨案を示せ．確率の値は図に与えられている数値，もしくは図に与えられた数値から適宜算出して用いること．

- (2) Fig.1(b) を下図 Fig.1(d)のように一部のリンクを反転させる．Fig.1(b)で与えられている確率値から，PCR Result の事前確率と，HIV Status の事後確率を，ベイズ則を使って計算せよ．

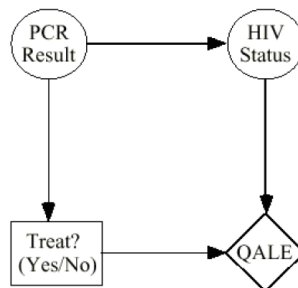


Fig.1(d)

- (3) PCR Result の情報価値 (PCR 検査を実施することにより得られる情報価値) を QALY (質調整生存年) として算出せよ．なおここでの情報価値とは，不完全情報源の価値である．

(追加説明) 講義中に示した橋を渡る例題での決定木 (Fig.3.15) の中では，派出所で得られる情報は完全情報源であることを仮定していた．すなわち，派出所で工事中という報告を受けた場合には必ず橋が工事中であるとみなす場合である．上記の場合は，これとは異なり，不完全情報源の情報価値を求めている．すなわち，検査結果は必ずしも正しく真値をいい当てることができない不確実性を含んだ検査である．本課題では，このような検査をあえて受ける価値があるかどうかを問うものである．このためには，PCR 検査を実施した場合に，検査結果が陽性になる確率，陰性になる事後確率 (前問の (2) で問うている条件付き確率) を必要とする．不完全情報源の情報価値は，事前確率のみを使って選択される代替案のもつ期待利得 (期待質調整生存年) と，検査を実施した場合の事後確率を使って導かれる最良の代替案のもつ期待利得 (期待質調整生存年) の差分が，不完全情報源の情報価値となる．

(注1) HIV (ヒト免疫不全ウイルス) 感染症とは，ある種の白血球を次第に破壊し，後天性免疫不全症候群 (エイズ) を引き起こすウイルス感染症．HIV 検査は，エイズ (後天性免疫不全症候群) の原因ウイルスである HIV に感染しているかどうかを調べる検査．

(注2) QALY 質調整生存年 (Quality Adjusted Life years)

単純に生存期間の延長を論じるのではなく，生活の質 (QOL) を表す効用値で重み付けした指標である．QALY を評価指標とすれば，生存期間 (量的利益) と生活の質 (質的利益) の両方を同時に評価できる．効用値 (utility) は完全な健康を 1，死亡を 0 とした上で種々の健康状態をその間の値として計測される．たとえば A という治療を受けた場合，5 年間生存期間が延長すると仮定し，その後の効用値 0.8 とすると，QALY は 5 (年) \times 0.8 = 4 (QALY) となる．例えば，結核で入院している状況 (効用値 0.6) が 4 年続いた場合と，中程度の狭心症 (効用値 0.5) が 5 年続いた場合のどちらの方が，その生活に影響を及ぼす年数としての価値が高いといえるかについて，QALY (質で調整した生存年数) を用いて比較してみると，前者の結核の場合，QALY は 0.6 (効用値) \times 4 (年数) により，2.4 となる．これは全く健康な状態 (効用値: 1) に換算して 2.4 年間に相当する．それに対して，狭心症の場合，0.5 (効用値) \times 5 (年数) より 2.5 となる．この二つの結果より，中程度の狭心症の方が 0.1 年であるが価値が高いといえることができる．

(注3) ポリメラーゼ連鎖反応 (polymerase chain reaction: PCR)

特定の塩基配列をもつ DNA 断片を迅速に増幅できる技術．生後 18 カ月未満の小児の HIV 感染症を確実に診断するには，血液中のウイルスを特定する特別な血液検査 (DNA ポリメラーゼ連鎖反応試験) を行う．

【提出について】

1. 提出期限：2018 年 2 月 7 日（水） 16:00
2. レポート冒頭に，所属部局と専攻・学籍番号・氏名を明記すること．
3. 提出先：桂キャンパス C クラスター 教務掛 レポートボックス