

## 医療情報学II

2009.04.06 -5

感度と特異度

## フリテスト

プリントの1枚目を外して、番号と名前を書いてください。

とまあえず、設問Q1-Q6に、約6分間で答えてみてください。

# 1. 感度と特異度

## 感度

**感度:**

陽性と判定されるべきものを正しく陽性と判定する割合

= その疾患を持った人のうち、その所見がある人の割合。  
(「検出力の強さの指標」って感じ)

「感度が高い検査、所見」では: 罹患者の見逃し(偽陰性)は少なくなる。(逆に、通常は、偽陽性が増える)

感度が高い検査・所見が「陰性」ならば、その疾患を除外(rule out)しやすい。

## 特異度

**特異度:**

陰性と判定されるべきものを正しく陰性と判定する割合

= その疾患を持たない人のうち、その所見がない人の割合。(「確実性」の指標って感じ)

「特異度が高い検査、所見」では: 偽陽性(正常を異常と判定)は減るが、通常、偽陰性は増える。

特異度が高い検査・所見が「陽性」ならば、その疾患を確定(rule in)しやすい。

## 感度と特異度

	疾患あり(+)	疾患なし(-)
検査(異常値)・ 所見陽性	 a	 b
検査(正常値)・ 所見陰性	 c	 d

標本数 =  $a+b+c+d$  有病率 =  $(a+b) / (a+b+c+d)$

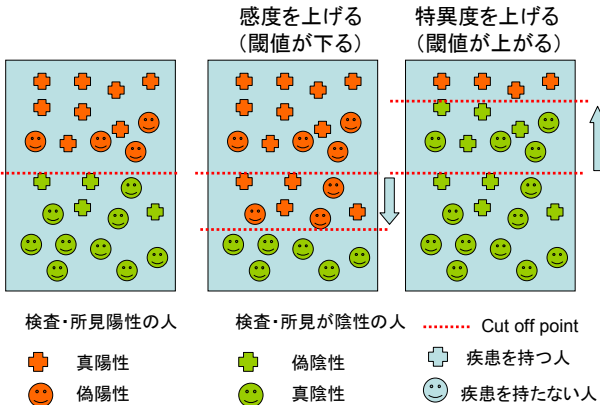
感度 =  $a / (a+c)$  (真陽性率)

特異度 =  $d / (b+d)$  (真陰性率)

偽陽性(false positive)率 =  $b / (b+d)$  (1-特異度)

偽陰性(false negative)率 =  $c / (a+c)$  (1-感度)

### カットオフポイント(閾値)の移動



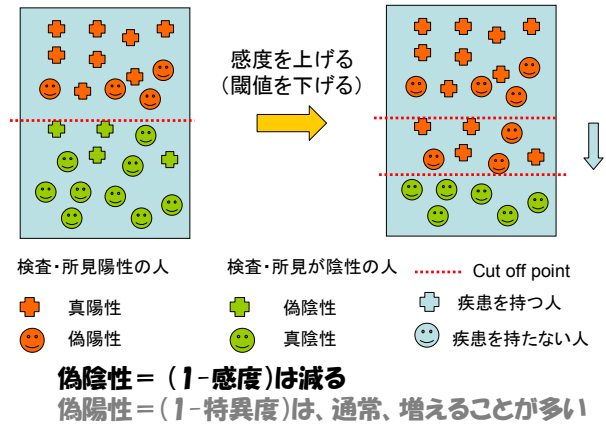
### 感度と特異度

	疾患あり(+)	疾患なし(-)
検査(異常値)・ 所見陽性	<span style="color: orange;">+</span> a	<span style="color: orange;">😊</span> b
検査(正常値)・ 所見陰性	<span style="color: green;">+</span> c	<span style="color: green;">😊</span> d

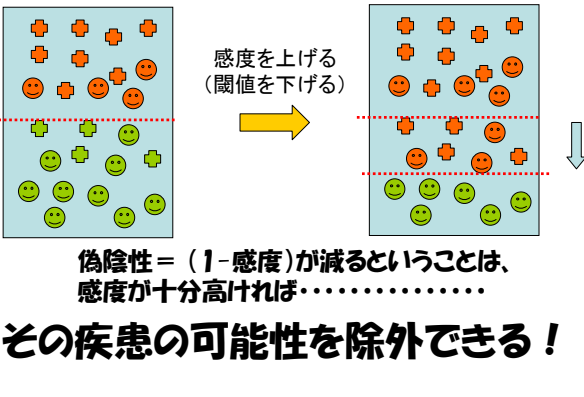
標本数 =  $a+b+c+d$     有病率 =  $(a+c) / (a+b+c+d)$   
 感度 =  $a / (a+c)$  (真陽性率)  
 特異度 =  $d / (b+d)$  (真陰性率)  
 偽陽性(false positive)率 =  $b / (b+d)$  (1-特異度)  
 偽陰性(false negative)率 =  $c / (a+c)$  (1-感度)

# 感度

### 感度を上げると……

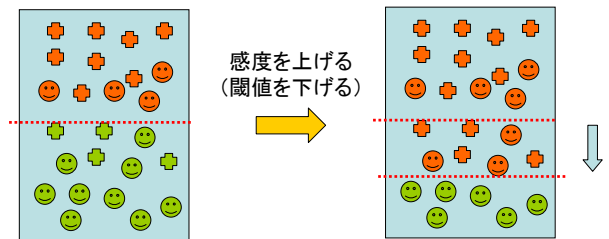


### 感度が高い検査・所見が陽性ならば:



Q 0-1. 検査で感度を高にした場合に正しいのはどれか。

- 偽陰性率は高くなる。
- 偽陰性率は低くなる。



答え 2: 偽陰性率 = (1-感度)

# 特異度

**特異度を高くすると・・・**

検査・所見陽性の人      検査・所見が陰性の人      ..... Cut off point

+ 真陽性      + 偽陰性      + 疾患を持つ人  
😊 偽陽性      😊 真陰性      😊 疾患を持たない人

**偽陽性 = (1 - 特異度) は減る**  
**偽陰性 = (1 - 感度) は、通常、増えることが多い**

**特異度が高い検査・所見が陽性ならば：**

偽陽性 = (1 - 特異度) が減るといことは、  
特異度が十分高ければ……………

**その疾患だと確定できる！**

Q 0-2. 検査で特異度を高めた場合に正しいのはどれか。

3. 偽陽性率は高くなる。 4. 偽陽性率は低くなる。

答え 4:      偽陽性率 = (1 - 特異度)

**クイズ1**

Q1. 関節痛患者の診断について、指導医が「この検査が陰性ならSLEは考えにくい」と話していた。  
この検査で正しいのはどれか。

a 感度は低い  
 b 感度は高い  
 c 特異度は高い  
 d 特異度は低い  
 e 感度と特異度はほぼ等しい

XXが高い検査・所見が陰性なら……

おまじな〜い

**「除外」診断は「感度」**

**「確定」診断は「特異度」**

## 感度と特異度の相互関係

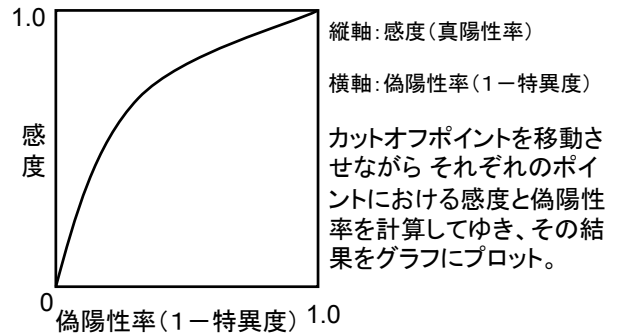
感度を上げると：  
偽陰性 = (1-感度)は減る  
偽陽性 = (1-特異度)は、通常、増えることが多い

特異度を上げると：  
偽陽性 = (1-特異度)は減る  
偽陰性 = (1-感度)は、通常、増えることが多い

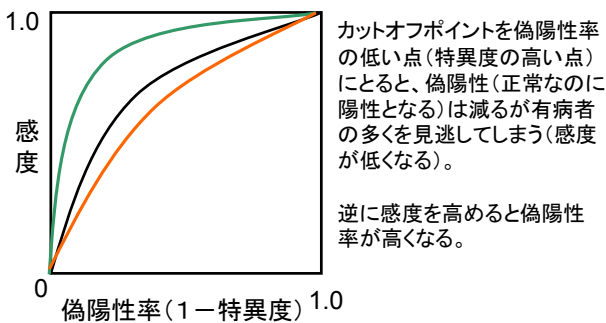
多くの場合、感度と特異度の間には関係がありそう。  
検査の精度（検出力の高さと確実性）を評価するには  
その関係を表すことができると便利

ROC曲線 receiver operating characteristic curve

## ROC曲線 receiver operating characteristic curve



## ROC曲線 receiver operating characteristic curve



異なる検査の優劣を判定する場合は、この曲線が左上方に位置するほど優れていると判断。

## 2 尤度比(ゆうどひ)

Likelihood ratio (LR)

確からしさ・尤も(もっとも)らしさの程度を数値化したもの

## 尤度比 Likelihood ratio (LR)

尤度比(陽性尤度比) =  
有病者がその検査結果や所見を示す確率 /  
無病者がその検査結果や所見を示す確率  
= 真陽性率 / 偽陽性率  
= 感度 / (1 - 特異度)

陽性尤度比: それっぽさ  
陰性尤度比: それっぽくなさ:  
偽陰性率 / 真陰性率 = (1 - 感度) / 特異度

**尤度比は、感度と特異度から算出できる!**

## 尤度比、特異度、感度の関係

陽性尤度比 = 感度 / (1 - 特異度)  
陰性尤度比 = (1 - 感度) / 特異度  
ここで: (1 - 特異度) = 偽陽性率  
(1 - 感度) = 偽陰性率

- 特異度 100%の時、陽性尤度比は無限大 = 確定診断 (Ruled in)
- 感度100%の時、陰性尤度比はゼロ = その疾患を完全除外 (Ruled out)

## 虫垂炎：感度と特異度からCT検査の尤度比を求める

CT検査：感度90～100(95) %  
特異度95～97(95) %

(検査のタイミングにもよりますが・・・)

*Am Fam Physician 1999;60:2027-34*

## CT検査の感度と特異度から尤度比

虫垂炎のCT検査のEBMデータから尤度比算出

CT検査：感度95% 特異度95%

感度= $a/(a+c) = 0.95$ ; 特異度= $d/(b+d) = 0.95$ 。ここで、

所見があった時のそれらしさ(陽性尤度比) =

$$\text{感度} / (1 - \text{特異度}) = 0.95 / (1 - 0.95) = 19.0$$

所見なしの時のそれらしくなさ(陰性尤度比) =

$$(1 - \text{感度}) / \text{特異度} = (1 - 0.95) / 0.95 = 0.05$$

## クイズ2

Q2. 急性上部消化管出血の診断で、上部内視鏡検査の感度は90%、特異度は95%である。

上部内視鏡検査で出血が陽性の時の尤度比はどれか。

- a 0.95
- b 1.06
- c 18
- d 90
- e 95

所見があった時のそれらしさ=陽性尤度比  
= 感度 / (1 - 特異度) =  $0.90 / (1 - 0.95) = 0.90 / 0.05$

## 3. ベイズの定理

事前オッズ x 尤度比 = 事後オッズ

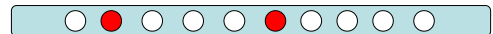
## データにもとづいて事後確率を求める

- ・ 発症率や罹患率によって事前確率がわかり、検査や所見の尤度比がわかれば、ベイズの定理によって

事前オッズ x 尤度比 = 事後オッズ

事後オッズを確率に直すと、データにもとづいた事後確率(的中度)が得られる。

## オッズ oddsとは？



「ある事象が起きる確率 / ある事象が起きない確率」  
= 「ある事象 / それ以外の事象」

赤球2個、白球8個が入った箱から球を取り出す場合の赤球の出るオッズは？

「ある事象が起きる確率 / ある事象が起きない確率」

赤球が出る確率は:  $2/10 = 0.2$

白球(赤球以外)が出る確率は:  $8/10 = 0.8$

赤球が出るオッズは  $0.2/0.8 = 0.25$

「ある事象 / それ以外の事象」(上の「分母」がキャンセルアウト):

赤球の出る事象 = 2

赤球以外が出る事象 = 8

赤球が出るオッズは:  $2/8 = 0.25$  (当然ですが、上と同じ)

## オッズ odds

確率 = その事象 / 全事象

オッズ = ある事象が起きる確率 / ある事象が起きない確率  
= ある事象 / それ以外の事象

ある事象が起きる確率を  $p$ 、その事象のオッズを  $d$  とすると:

$$d = p / (1 - p)$$



$$d = 0.2 / (1 - 0.2) = 0.2 / 0.8 = 0.25$$

## ベイズの定理

### 事前オッズ x 尤度比 = 事後オッズ

事前確率と尤度比から事後確率(的中度)が出せる

方法:(オッズを  $d$ 、確率を  $p$  と置く)

1. 事前確率をオッズに変換して事前オッズとする:  
換算式:  $d = p / (1 - p)$
2. 事前オッズに尤度比を乗じて、事後オッズを求める:  
事前オッズ X 尤度比 = 事後オッズ
3. 事後オッズを確率に変換して事後確率(的中度)を得る:  
換算式:  $p = d / (d + 1)$  (プリント参照)

### 先程のCT検査の尤度比から事後確率

CT検査: 感度95% 特異度95%

感度 =  $a / (a + c) = 0.95$ ; 特異度 =  $d / (b + d) = 0.95$ .

所見があった時のそれらしさ(陽性尤度比) =

$$\text{感度} / (1 - \text{特異度}) = 0.95 / (1 - 0.95) = 19.0$$

仮に、CT検査前の身体所見から推定した虫垂炎の事前確率を20%とし、CT所見陽性の時の尤度比から事後確率を計算してみる:

$$\text{事前オッズ} \times \text{尤度比} = \text{事後オッズ} \\ (20 / 80) \times 19.0 = 4.75$$

$$\text{事後オッズ} \rightarrow \text{確率} \\ 4.75 / (1 + 4.75) = 0.826 = 83\%$$

### クイズ3

Q3. 事前確率が変わると変化するのはいずれか。

- a 感度
- b 特異度
- c 的中度
- d ROC曲線
- e 偽陰性率

ヒント: ベイズの定理

(事前確率と尤度比から事後確率(的中度)が出せる)

### クイズ4

Q4. ある疾患の検査前確率が20%であり、その後の検査結果の尤度比が4の時、検査後確率はどれか。

- a 5%
- b 20%
- c 24%
- d 50%
- e 80%

ヒント: 事前オッズ x 尤度比 = 事後オッズであるので:

1. 事前確率 20/100をオッズに変換 =  $20 / (100 - 20) = 20/80$
2. 事前オッズに尤度比を掛ける =  $20/80 \times 4 = 80/80$  (事後オッズは1)
3. 事後オッズを確率に変換  $1 / (1 + 1) =$

### クイズ5

60歳の男性。セカンドオピニオンを求めて来院した。検査データではCA19-9のみ上昇していた。CA19-9の肺癌検出の感度は50%、特異度は75%であり、この患者での肺癌の検査前確率を20%と仮定する。

CA19-9の上昇を考慮した検査後確率はどれか。

- a 26%
- b 33%
- c 40%
- d 47%
- e 54%

$$\text{陽性尤度比} = \text{感度} / (1 - \text{特異度}) = 0.50 / (1 - 0.75) = 2.0$$

$$\text{事前オッズ} \times \text{尤度比} = \text{事後オッズ}; \text{事後オッズを確率換算} \\ (20/80) \times 2.0 = 0.5; \quad 0.5 / (1 + 0.5) = 0.333 \dots$$

## クイズ6

Q6.大腸癌に対して感度80%,特異度70%の検査がある。ある地区でこの検査を施行したところ、100人の陽性者が見つかった。

真に大腸癌を有すると予測される人数はどれか。

- a 20人
- b 30人
- c 70人
- d 80人
- e 予測できない

## クイズ6-8

大腸癌に対して感度80%,特異度70%の検査がある。ある地区でこの検査を施行したところ、100人の陽性者が見つかった。

真に大腸癌を有すると予測される人数はどれか。

- a 20人
- b 30人
- c 70人
- d 80人
- e 予測できない

	疾患+	疾患-
検査陽性	a	b
検査陰性	c	d

考え方1: 求める値がa+cの時:  
 感度 =  $a/(a+c) = 0.8$   
 特異度 =  $d/(b+d) = 0.7$   
 $a+b = 100$  がわかっている、  
 $a+c$ の値は確定できない。

考え方2:  
 尤度比と陽性者数がわかっても、xxxx  
 がわからなければ予測できない。

- Q7. 特異度が100%の時「真に大腸癌を有する」人数は何人か?  
 Q8. この調査で得られているはずの数値のうち、あと、何がわかれば「真に大腸癌を有する」人数が予測できるか?

### Q7. 特異度が100%の時「真に大腸癌を有する」人数は何人か?

大腸癌に対して感度80%,特異度100%の検査がある。ある地区でこの検査を施行したところ、100人の陽性者が見つかった。真に大腸癌を有すると予測される人数は何人か?

	疾患+	疾患-
検査陽性	a	b
検査陰性	c	d

考え方:  
 特異度 =  $d/(b+d) = 1$  より、  $b = 0$   
 (偽陽性はいない)  
 $a+b = 100$  より、  $a = 100$   
 (真陽性は100人)  
 感度 =  $a/(a+c) = 0.8$  より  
 $100/(100+c) = 0.8$   
 $c = 25$   
 (偽陰性は25人)  
 大腸癌罹患者は、真陽性+偽陰性  
 $= a + c = 125$  125人

	疾患+	疾患-
検査陽性	100	0
検査陰性	25	d

### Q8. この調査で得られているはずの数値のうち、あと、何がわかれば「真に大腸癌を有する」人数が予測できるか?

大腸癌に対して感度80%,特異度70%の検査がある。ある地区でこの検査を施行したところ、100人の陽性者が見つかった。

求める値はa+c:

わかっているもの:  
 感度 =  $a/(a+c) = 0.8$   
 特異度 =  $d/(b+d) = 0.7$   
 $a+b = 100$

わかっているはずのもの:  
 何人検査したか。  
 $(a + b + c + d)$   
 何人が検査陰性だったか。  
 $(c + d)$

	疾患+	疾患-
検査陽性	a	b
検査陰性	c	d

感度から  $a=4c$ 、特異度から  $b=3/7d$  なので  
 $a+b = 4c + 3/7d = 100$ ;  $28c+3d = 700$

$c+d = 100$ のとき:  $28c + 3(100-c) = 700$   
 $25c = 400$ ,  $c = 16$ ;  $a = 64$   $a+c = 80$

	疾患+	疾患-
検査陽性	64	36
検査陰性	16	84

$c+d = 200$ のとき:  $28c + 3(200-c) = 700$   
 $25c = 100$ ,  $c = 4$ ;  $a = 16$   $a+c = 20$

	疾患+	疾患-
検査陽性	16	84
検査陰性	4	196