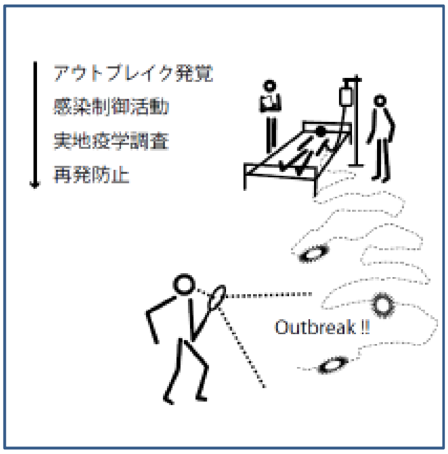
感度と特異度

～ものの見方、データの見方～

防衛医学研究センター　感染症疫学対策研究官
教授　加來浩器　（KAKU　KOKI）

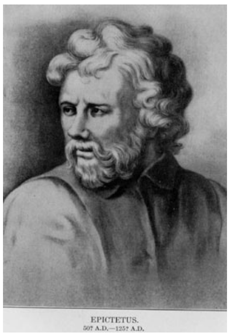
犯罪捜査と感染制御活動の類似性

犯罪捜査・探偵活動



感染制御活動

エピクテトス（Επίκτητος）



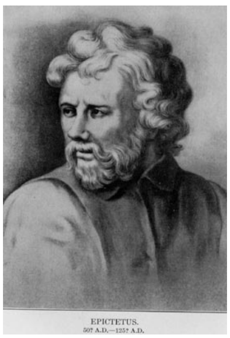
ハドリアヌス帝政の古代ギリシャのストア派の哲学者
（エピクテトス）

現象には、4通りのとらえ方がある。

- そのように見えて、実際にそうである。 （a）
- そのように見えるが、実際にはそうでない。 （b）
- そのように見えないが、実際にはそうである。 （c）
- そのように見えないし、実際にはそうでない。 （d）

	実際にそうである	実際にはそうでない
そのように見える	a	b
そのように見えない	c	d

エピクテトス（Επίκτητος）



ハドリアヌス帝政の古代ギリシャのストア派の哲学者
（エピクテトス）

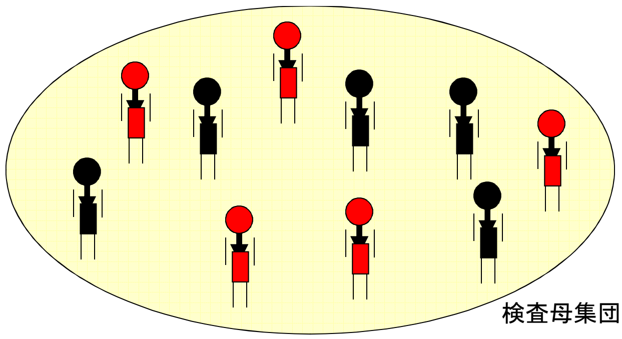
現象には、4通りのとらえ方がある。

- 検査で陽性で、実際に疾病である。 （a）
- 検査で陽性であるが、実際には疾病ではない。（b）
- 検査で陰性であるが、実際には疾病である。 （c）
- 検査で陰性で、実際に疾病でない。 （d）

	疾病あり	疾病なし
検査で陽性	a	b
検査で陰性	c	d

検査の進め方

疾患の疑いのある者

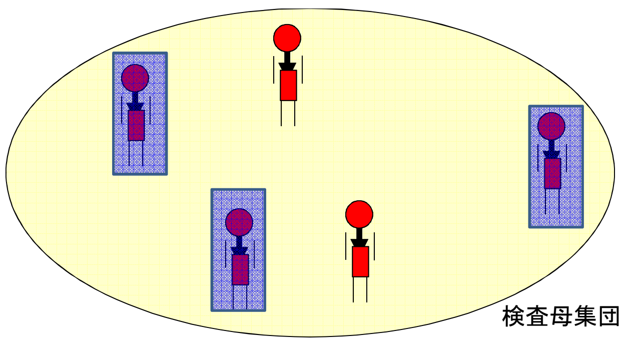


母集団から、どのようにして、「真の患者」を見つけるか？

まずスクリーニングで“疾病の疑いのある者” をピックアップする

検査の進め方

疾患の疑いのある者



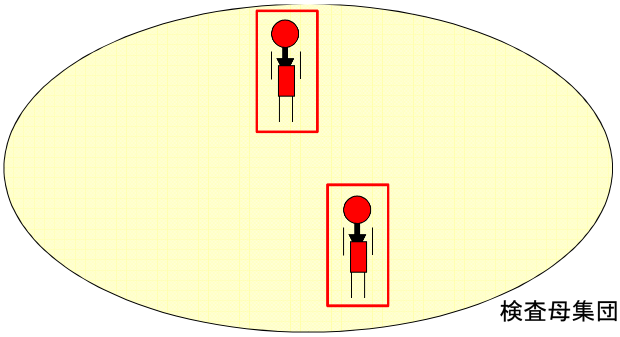
母集団から、どのようにして、「真の患者」を見つけるか？

まずスクリーニングで“疾病の疑いのある者” をピックアップする

次に確定検査で“疾病が無い者（健康者）”を除外する

検査の進め方

「真の患者」



母集団から、どのようにして、「真の患者」を見つけるか？

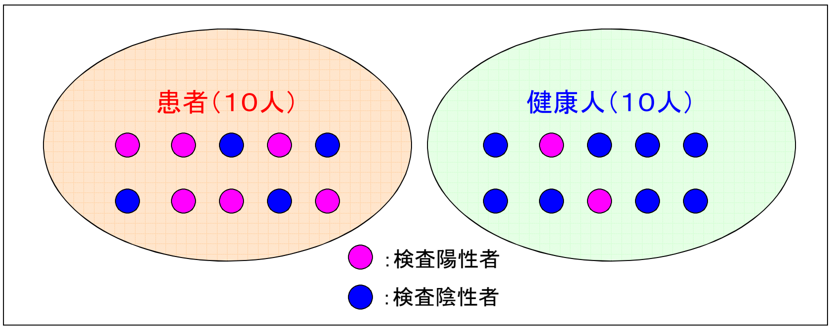
まずスクリーニングで"疾病の疑いのある者" をピックアップする

次に確定検査で"疾病が無い者（健康者）"を除外する

残ったのが、「真の患者」

感度と特異度

ある疾病を有する人と健康人に対し、“ある検査X”を実施



2×2表

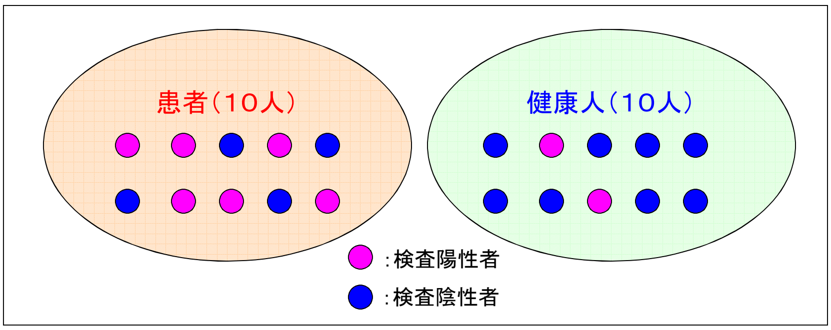
	患者	健康人	
検査X（＋）	真陽性	偽陽性	a＋b
検査X（－）	偽陰性	真陰性	c＋d
	a＋c	b＋d	a＋b＋c＋d

第一種過誤（Type 1 error）
＝α過誤

第二種過誤（Type 2 error）
＝β過誤

感度（Sensitivity）とは？

ある疾病を有するヒトにおいて、
検査で陽性と判断される割合　（真の陽性率）



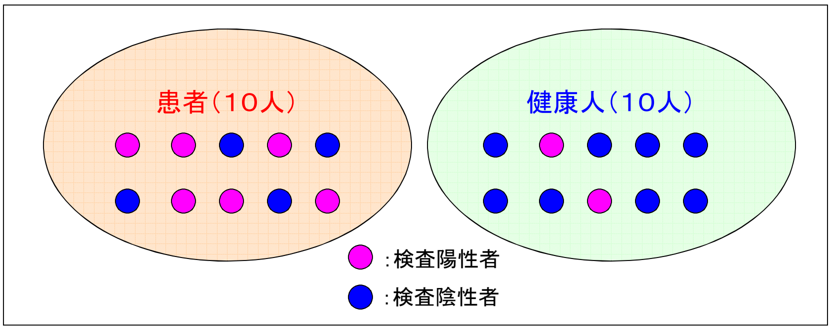
2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（－）			

感度＝

感度（Sensitivity）とは？

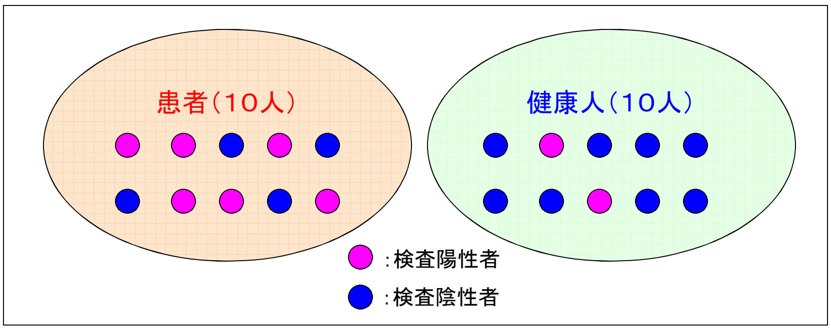
ある疾病を有するヒトにおいて、
検査で陽性と判断される割合　（真の陽性率）



- 感度が高いと、患者を誤って陰性とする（見落とし）が少なくなる！
  - -スクリーニング検査に最適
- 健康人での検査結果は、まったく関係ない！

特異度（Specificity）とは？

健康な人において、
検査で陰性と判断される割合　（真の陰性率）

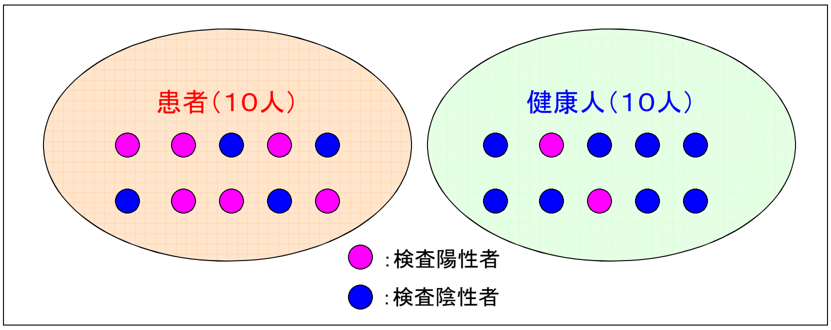


2×2表	患者	健康人	
検査x（＋）	6	2	
検査x（－）	4	8	
	10	10	

特異度＝

特異度（Specificity）とは？

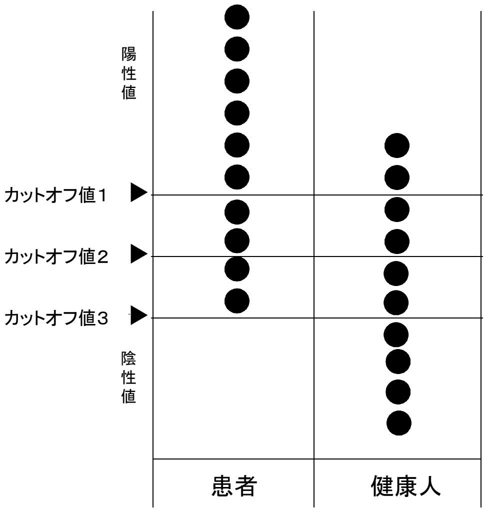
健康な人において、
　　検査で陰性と判断される割合　（真の陰性率）



- 特異度が高ければ、健康人を患者と誤診（見過ぎ）が少なくなる！
  - -確定検査に最適
- 患者での検査結果は、まったく関係ない！

検査の陽性・陰性の基準を変えてみたら？

ある疾病を有する人と健康人に対し、“検査X”を実施



カットオフ値1	患者	健康人
検査X（＋）	6	2
検査X（ー）	4	8
	10	10

感度　＝

特異度＝

カットオフ値2	患者	健康人
検査X（＋）	8	4
検査X（ー）	2	6
	10	10

感度　＝

特異度＝

カットオフ値3	患者	健康人
検査X（＋）	10	6
検査X（ー）	0	4
	10	10

感度　＝　　%

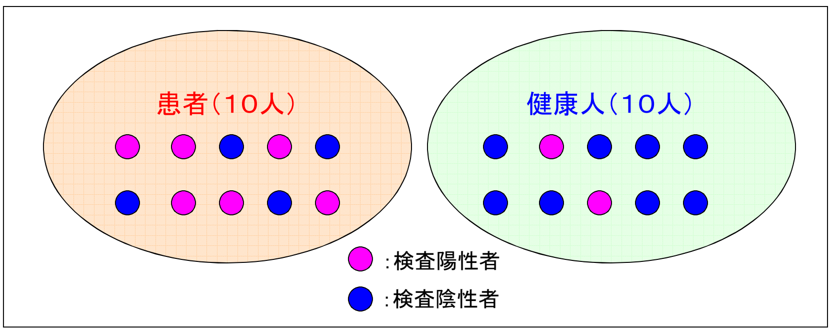
特異度＝　　%

カットオフ値を下げていくと、感度は（　　　　）が、特異度が（　　　　）なる

オッズ（Odds）とは？

ある事象の起こる確率（占める割合）　と

事象が起こらない確率（占めない割合）の比



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）	6	2	8
検査X（ー）	4	8	12
	10	10	

患者における検査X陽性のオッズ

検査X陽性者における患者のオッズ（検査後オッズ）

オッズ（Odds）とは？

	A
Win	X
Lose	Y
	X + Y

元来の意味

ある事象がおこる確率Pとすると、
その事象が起こらない確率は1－P

$$\text{Odds} = \frac{\text{Aが起こる確率}\ \ P}{\text{Aが起こらない確率}\ (1-P)} = \frac{X / X+Y}{Y / X+Y} = \frac{X}{Y}$$

ギャンブルで用いられている意味

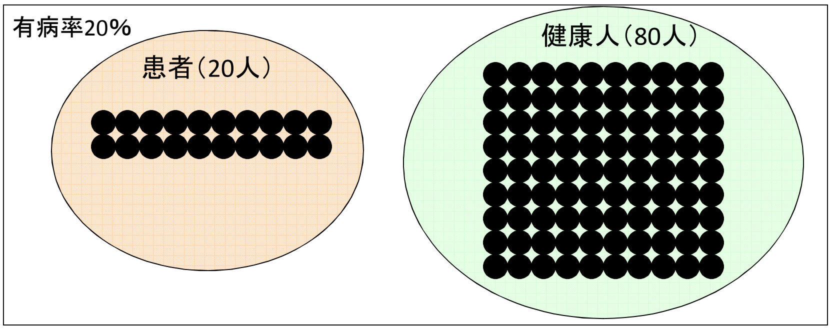
事象Aが勝った場合に受け取る**配当の倍率**のこと

$$\text{配当のオッズ} = \text{元金}(1) + \frac{1}{\text{Odds}} = \frac{X+Y}{X}$$

有病率
陽性適中率（陽性予測値）
陰性適中率（陰性予測値）

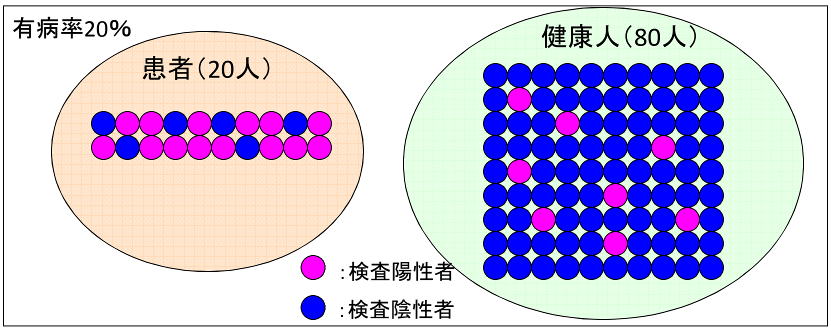
有病率（Prevalence）とは？

ある集団において、問題となる疾患の存在する割合



有病率は、検査を行う前に判明している、疾病の確率であり、
事前確率（Prior probability）又は、検査前確率（Pretest probability）
ともいう。

この集団に、“検査X”を実施した

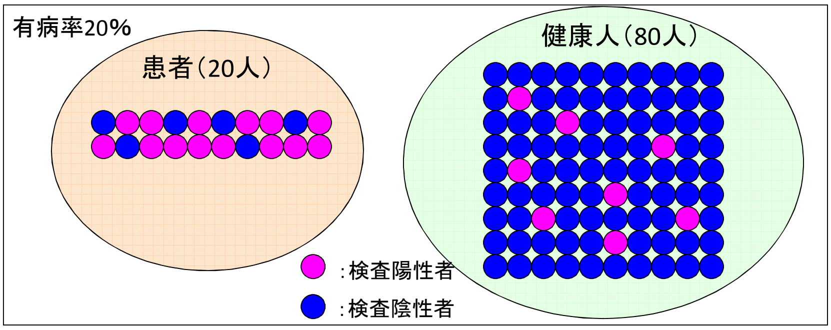


2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（ー）			

陽性適中率（陽性予測値）（Positive Predictive Value）とは？

検査で陽性と判断された者の中で、真に疾病を有する割合



2×2表

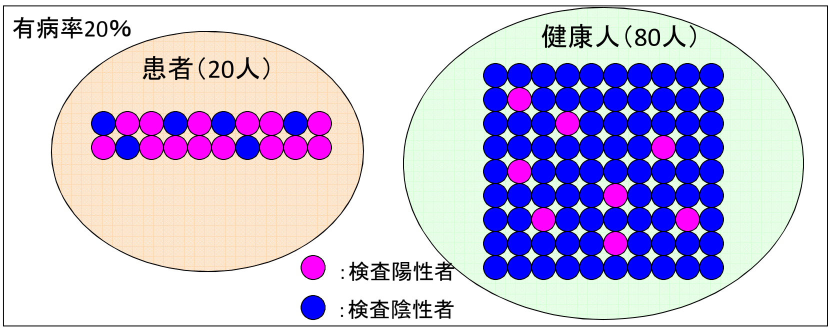
	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（ー）			

陽性適中率

検査後確率（Posttest probability）ともいう

陰性適中率（陰性予測値）（Negative Predictive Value）とは？

検査で陰性と判断された者の中で、真に健康な者の割合



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（ー）			

陰性適中率＝

確率とオッズの違いは、

- 確率は、特異な性質を有するものの割合

検査前における患者の割合（有病率）　＝
患者における検査陽性の確率（感度）　＝
検査陽性における患者の割合（陽性適中率）　＝
検査陽性の割合（陽性率）　＝

- オッズは、特異な性質を有するものの比（確率/1-確率）

検査前における患者のオッズ　＝
患者における検査陽性のオッズ　＝
検査陽性における患者のオッズ　＝
検査陽性のオッズ　＝

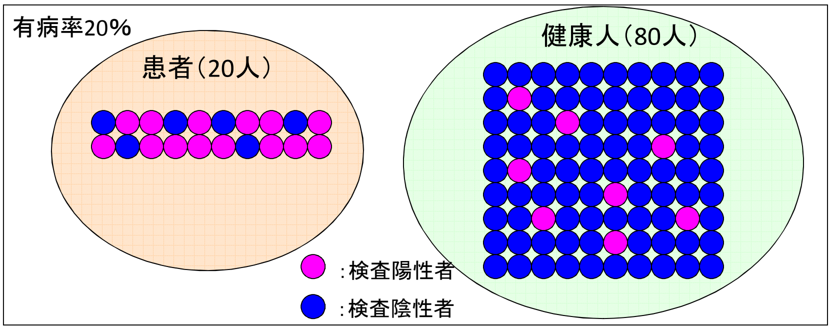
２×２表

	患者	健康人	
検査（＋）	a	b	a+b
検査（－）	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

尤度比（Likelihood ratio）
オッズ比（Odds ratio）

陽性尤度比（LR+）

疾患があるヒトでの陽性の結果は、
疾病が無いヒトの陽性の結果より何倍本当らしいのか？



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）	a	b	
検査X（—）	c	d	
	a+c	b+d	

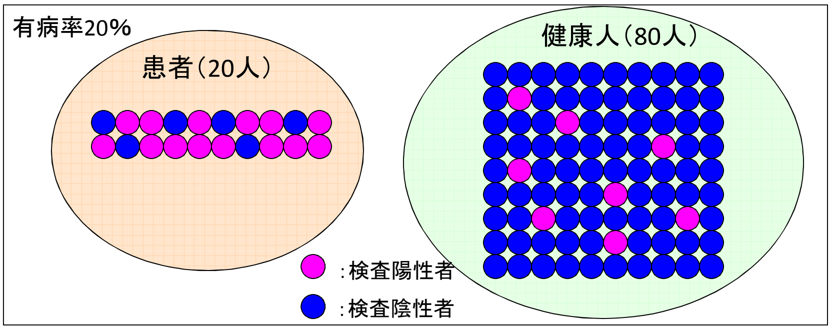
$$\mathrm{LR}(+) = \frac{\text{患者での陽性率}}{\text{健康人での陽性率}} = \frac{\text{感度}}{\text{偽陽性率}}$$

（1-特異度）

$$= \frac{a / a+c}{b / b+d}$$

陽性尤度比（LR+）

疾患があるヒトでの陽性の結果は、
疾病が無いヒトの陽性の結果より何倍本当らしいのか？



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（—）			

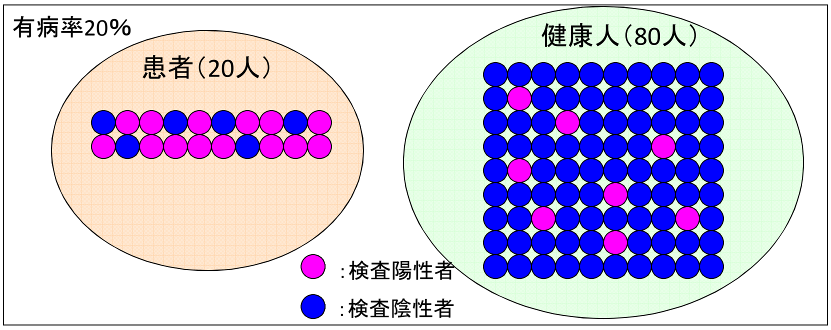
患者での陽性率（感度） ＝

健康人での陽性率（偽陽性率） ＝

LR（+）＝

陰性尤度比（LR-）

疾病の無いヒトでの陰性の結果は、
疾患があるヒトの陰性の結果より何倍本当らしいのか？



２×２表

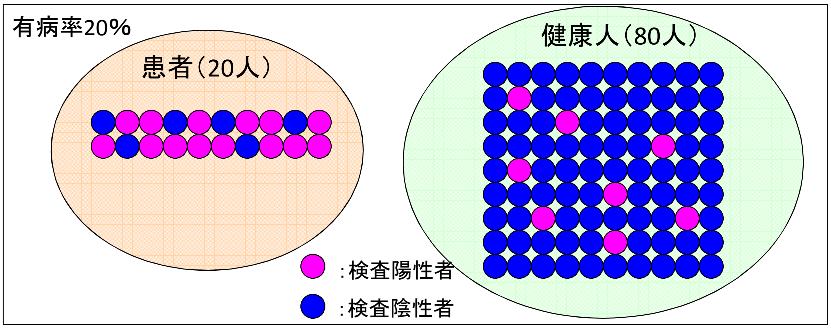
	患者	健康人	
検査X（＋）	a	b	
検査X（ー）	c	d	
	a+c	b+d	

$$LR(-) = \frac{\text{健康人での陰性率}}{\text{患者での陰性率}} = \frac{\text{特異度}}{\text{偽陰性率（1-感度）}}$$

$$= \frac{d / b+d}{c / a+c}$$

陰性尤度比（LR-）

疾病の無いヒトでの陰性の結果は、
疾患があるヒトの陰性の結果より何倍本当らしいのか？



２×２表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（ー）			

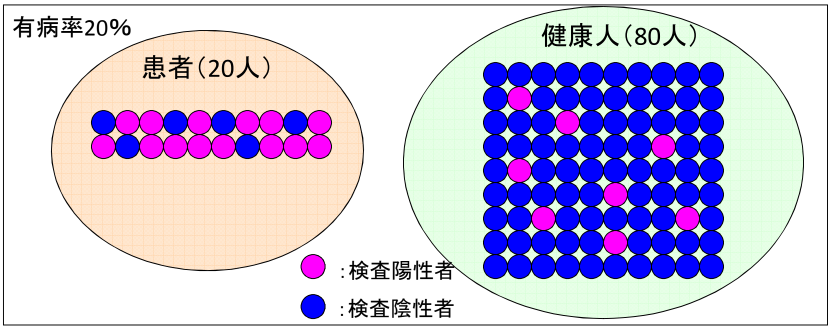
健康人での陰性率（特異度）＝

患者での陰性率（偽陰性率）＝

LR（-）＝

オッズ比（Odds ratio）とは？

ある群のオッズともうひとつの群のオッズの比



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）	a	b	
検査X（－）	c	d	
	a+c	b+d	

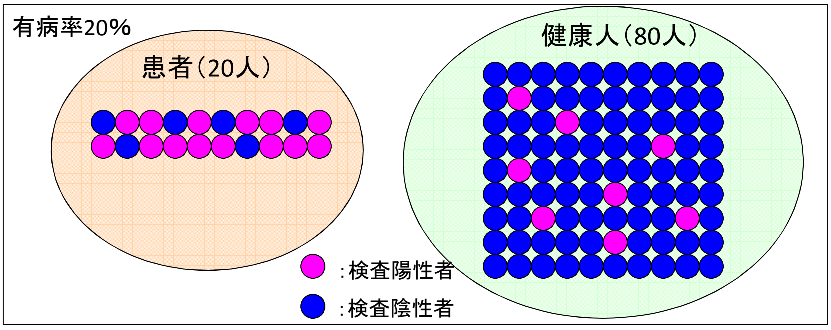
患者での検査Xのオッズ＝$\frac{a}{c}$

健康人での検査Xのオッズ＝$\frac{b}{d}$

検査Xのオッズ比＝$\frac{a \times d}{b \times c}$

オッズ比（Odds ratio）とは？

ある群のオッズともうひとつの群のオッズの比



2×2表

	患者	健康人	
検査X（＋）			
検査X（－）			

患者での検査Xのオッズ＝

健康人での検査Xのオッズ＝

検査Xのオッズ比＝

感度と特異度が共に高い検査は、
絶対に有用であるといえるか？

？
？　　　？

HIVの検査X （感度＝99.9%、特異度＝99.5%）

A市：人口1万人
有病率=10%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性			
検査X　陰性			

陽性適中率＝ ――― ＝　%

B市：人口1万人
有病率=0.1%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性			
検査X　陰性			

陽性適中率＝ ――― ＝　%

HIVの検査X （感度＝99.9%、特異度＝99.5%）

A市：人口1万人
有病率=10%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性	999	45	1044
検査X　陰性	1	8,955	8,956
	1,000	9,000	10,000

陽性適中率＝ $\frac{999}{1,044}$ ＝95.4　%

B市：人口1万人
有病率=0.1%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性			
検査X　陰性			

陽性適中率＝ ――― ＝　%

HIVの検査X （感度＝99.9%、特異度＝99.5%）

A市：人口1万人
有病率=10%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性	999	45	1044
検査X　陰性	1	8,955	8,956
	1,000	9,000	10,000

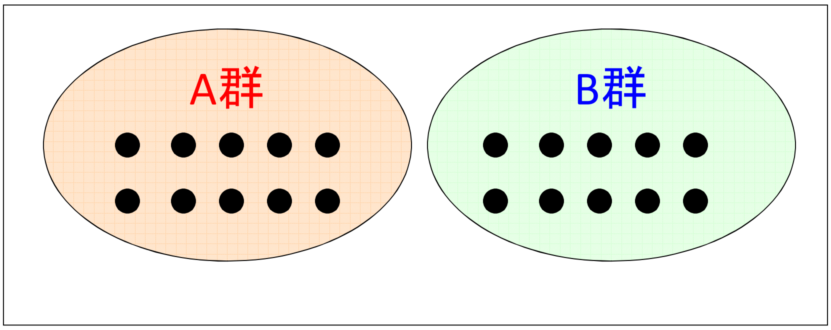
陽性適中率＝ $\frac{999}{1,044}$ ＝95.4%

B市：人口1万人
有病率=0.1%

	HIV感染者	健康人	
検査X　陽性	10	50	60
検査X　陰性	0	9940	9,940
	10	9,990	10,000

陽性適中率＝ $\frac{10}{60}$ ＝16.7 %

感染疫学で必要な統計学

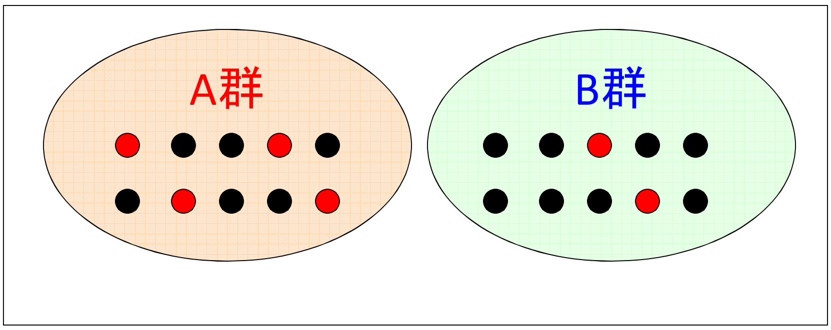


2つの群を比較する

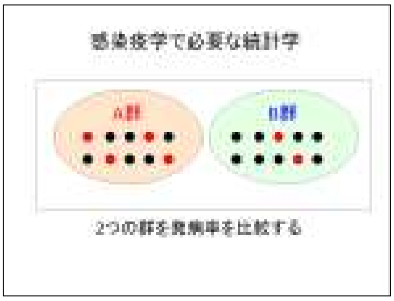
A群は、B群に比べていくつ大きい

A群は、B群に比べて何倍大きい

感染疫学で必要な統計学



2つの群を発病率を比較する



2×2表を作成してみましょう

	発症者	健康者	
A群	4	6	10
B群	2	8	10
	6	14	20

A群の発症率＝ 40%

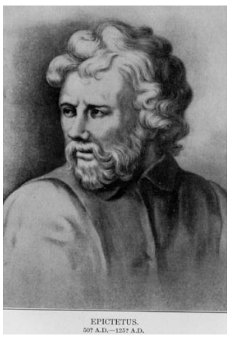
B群の発症率＝ 20%

A群は、B群に比して
2倍発症しやすい！

エピクテトス （Ｅπίκτητος）

現象には、4通りのとらえ方がある。

- そのように見えて、実際にそうである。 （a）
- そのように見えるが、実際にはそうでない。 （b）
- そのように見えないが、実際にはそうである。 （c）
- そのように見えないし、実際にはそうでない。 （d）



古代ギリシャのストア派の哲学者（エピクテトス）

	実際にそうである	実際にはそうでない
そのように見える	a	b
そのように見えない	c	d

ベイズの条件付き確率の定理

	A （+）	A （−）	
B （+）	a	b	a+b
B （−）	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

P（A）　＝A（+）の確率　＝ a+c / a+b+c+d
P（B/A）＝A（+）の条件下でB（+）となる確率　＝ a / a+c

P（B）　＝B（+）の確率　＝ a+b / a+b+c+d
P（A/B）＝B（+）の条件下でA（+）となる確率　＝ a / a+b

「ベイズの条件付確率の定理」

P（A/B）　× P（B）　＝P（B/A）×P（A）

ベイズの条件付き確率の定理

	患者	健康	
検査 （+）	a	b	a+b
検査 （−）	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

P（患者）　＝有病率　＝ a+c / a+b+c+d
P（検査陽性/患者）　＝感度　＝ a / a+c

P（検査陽性）　＝陽性率　＝ a+b / a+b+c+d
P（患者/検査陽性）　＝陽性適中率　＝ a / a+b

「ベイズの条件付確率の定理」

P（A/B）　× P（B）　＝P（B/A）×P（A）

陽性適中率× 陽性率 ＝ 感度　×有病率

$$\text{陽性適中率} = \frac{\text{感度}\times\text{有病率}}{\text{陽性率}} = \frac{\text{感度}\times\text{有病率}}{(\text{感度}\times\text{有病率}) + (1\text{-特異度})\times(1\text{-有病率})}$$