



麻薬経験者の割合、ど
うやって調査する？
(ランダム回答法)

デリケートな質問

- 麻薬経験者の割合を推定するための調査を行う。
- 直接的な質問:「あなたは麻薬を経験したことがありますか？」→“ノー”と返ってくる。
- 真の割合よりずっと小さくなってしまふ。
- 例、妊娠中絶の経験者や同性愛者の割合



ランダム回答法

- 質問1:「あなたは麻薬を吸ったことがありますか？」
(デリケートな質問)
- 質問2:「あなたの電話番号の末尾の数字は偶数ですか？」
(誰にでも答えやすい無害な質問)



コイン投げ

- 表：質問1に正直に答えてもらう。
 - 裏：質問2に正直に答えてもらう。
 - “イエス”“ノー”の答えだけを聞く調査方法
- ※コイン投げの結果は見ず、相手に安心感を与えるようにする。



“イエス”“ノー”と答えた人の割合だけ
から、麻薬経験者の割合を推定する

- 質問2からは、知りたいことに対する情報は得られない。
- このような方法によって知りたい割合の推定を行うことは不可能か??





次のように考えてみよう！

- 調査対象者の人数 n ,
麻薬経験者の真の割合 θ
”イエス”と答えた人の割合 \hat{p}
電話番号の末尾の数字が偶数である人の割合 α
(α は既知)



”イエス”と答えた人数は $n\hat{p}$

質問1と質問2を選ぶ確率はそれぞれ $1/2$

質問1を選んで”イエス”と答えた人数は
平均的には $(n/2) \cdot \theta$

質問2を選んで”イエス”と答えた人数は
平均的には $(n/2) \cdot \alpha$



前ページより、関係式

$$n\hat{p} = (n/2) \cdot \theta + (n/2) \cdot \alpha$$

が成り立つ。これを θ について解く。

よって、麻薬経験者の割合の推定値 $\hat{\theta}$ が得られる。

$$\hat{\theta} = 2\hat{p} - \alpha$$

これにより、麻薬経験者の真の割合 θ に対する推定ができたことになる。

これを「ランダム回答法」という。

ランダム回答法の精度

求めた推定値 $\hat{\theta}$ は真の割合 θ に対する良い推定値になっているかどうか。

●一般的に選ぶことを考える●

例、質問 1 を選択する確率が β であるとする。

質問 1 で ”イエス” と答えた平均人数は $\beta n \cdot \theta$

質問 2 で ”イエス” と答えた平均人数は $(1-\beta)n \cdot \alpha$

$$n\hat{p} = \beta n \cdot \theta + (1-\beta)n \cdot \alpha$$

$$\hat{\theta} = \hat{p} - (1-\beta)\alpha / \beta$$



$\hat{\theta}$ の分散を計算する

● $n \rightarrow \infty$ としたときの ”イエス” と答える人の割合を p とする。

$n\hat{p}$ は 2 項分布に従う確率変数となり
その平均は np 、分散は $np(1 - p)$ となる。
これより、 \hat{p} の平均と分散は、
それぞれ、 $p(1 - p)/n$ となる。




$\hat{\theta}$ の平均

$$E[\hat{\theta}] = p - (1 - \beta)\alpha / \beta \quad (\hat{p} \text{ の平均が } p)$$

$\hat{\theta}$ の分散

$$\begin{aligned} E[(\hat{\theta} - E[\hat{\theta}])^2] &= E\left[\left\{\frac{\hat{p} - (1 - \beta)\alpha}{\beta} - \frac{p - (1 - \beta)\alpha}{\beta}\right\}^2\right] \\ &= E\left[\left(\frac{\hat{p} - p}{\beta}\right)^2\right] \\ &= \frac{1}{\beta^2} E[(\hat{p} - p)^2] \\ &= \frac{1}{\beta^2} \cdot \frac{p(1 - p)}{n} \end{aligned}$$

(\hat{p} の分散が $p(1 - p)/n$)



ここで p と n は与えられる定数と考えられるから、 β の値を大きくすれば、 $\hat{\theta}$ の分散は小さくでき、真の割合 θ に対する良い推定値が得られることになる。

しかし !!

β の値を大きくすることは、質問 1 の選ばれる確率が大きくなり、調査対象者は正直に答えがたくなる。

嘘の回答が増えないよう、調査対象者に不安を抱かせない範囲で β の値を大きくするような調査方法を取るべきである。

数値例による検討

- 若者50人に質問1、2をしたとする。

15人の若者が”イエス”と答えたとする。 $(\alpha=1/2)$

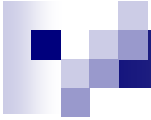
● コイン投げの方法 ●

$\hat{p}=15/30=3/10$ であるから、

麻薬経験者の割合の推定値は、

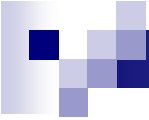
$$\hat{\theta}=2 \times (3/10)-(1/2)=0.10$$

$$(\hat{\theta} = 2\hat{p} - \alpha)$$

- 
- サイコロ投げにより質問を選ぶ場合
 - サイコロを投げて6以外の目が出たら質問1に、6の目が出たら質問2に答えるものとする。
($\beta=5/6$)

麻薬経験者の割合の推定値は

$$\hat{\theta} = \{(3/10) - (1/6) \times (1/2)\} / (5/6) = 0.26$$
$$(\hat{\theta} = \hat{p} - (1 - \beta)\alpha / \beta)$$

- 
- 2つの例で“イエス”と答えた若者の割合は、いずれも30%であったが
 - 麻薬経験者の推定値は、
 - コイン投げの場合は10%、サイコロ投げの場合は26%とかなり異なる。
 - サイコロ投げの場合には、興味ある質問1に回答する確率が高いので、調査から得られた“イエス”の割合と麻薬経験者の割合が近い値となっている。