折半法と信頼性係数の計算例

中澤　港

多くの概念は直接聞き取ることができないので，複数の質問を組み合わせることによって対象者の差異をより細かく把握しようと試みることになります。

例えば，自然への親近感を聞き取りたい場合に，

（1）あなたは自然が好きですか？　嫌いですか？　（好き，どちらかといえば好き，どちらかといえば嫌い，嫌い）

だけでは対象者は４群にしか分かれません（順序尺度として数値化すると，好きを４点，嫌いを１点として１点から４点の４段階になります）。しかし，

（2）休日に海や山で過ごすのと映画館や遊園地で遊ぶのとどちらが好きですか？　（海や山，どちらかといえば海や山，どちらかといえば映画館や遊園地，映画館や遊園地）

を加えて，これも「海や山」を４点,「映画館や遊園地」を１点とする順序尺度として扱うことにすれば,（1）と（2）の回答の合計点を計算すると，２点から８点までの７群に回答者が類別される可能性があり，より細かい把握が可能になるわけです。さらに，

（3）無人のジャングルで野生生物の観察をする仕事に魅力を感じますか？　それとも感じませんか？　（感じる，どちらかといえば感じる，どちらかといえば感じない，感じない）

の４点を加えると，３点から 12 点までの 10 段階になります。この合計得点を「自然への親近感」を表す尺度として考えてみると，３つの項目は同じ概念を構成する項目（下位概念）として聞き取られているので，互いに回答が同じ傾向になることが期待されます。つまり（1）で好きと答えた人なら,（2）では海や山と答える人が多いだろうし,（3）では感じないと答えるよりも感じると答える人が多いだろうと思われるわけです。同じ概念を構成する質問に対して同じ傾向の回答が得られれば，その合計得点によって示される尺度は，信頼性が高いと考えられます。

複数の変数（項目）の関連をみる指標の１つに，相関係数というものがあります。変数 x と変数 y の相関係数 r_{xy} は，i 番目の人の x に対する回答を x_i，y に対する回答を y_i，x についての回答の平均値を $\bar{x}$，y についての回答の平均値を $\bar{y}$，総回答者数を n と書くことにすれば，

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}^2}{(s_x s_y)} \quad (1)$$

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$s_{xy}^2 = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1} \quad (4)$$

として定義されます。相関係数は -1 から 1 までの値をとり，まったく無関係なとき 0 となり，(x_i, y_i) を xy 平面にプロットしたときに完全に傾きがプラスの直線に乗るとき 1 となります。

上記３つの質問に対して一貫した答えが得られたかどうかを調べる方法の１つに折半法があります。例えば質問（1）と（2）の合計点の変数 x_{12} と質問（3）の点の変数 x_3 という具合に，同じ概念を構成する全質問を２つにわけて，x_{12} と x_3 の相関係数を $r_{x_{12}x_3}$ とすれば，これらの質問の信頼性係数 $\alpha_{x_{12}x_3}$ は，$\alpha_{x_{12}x_3} = \frac{2r_{x_{12}x_3}}{1+r_{x_{12}x_3}}$ となるというのがスピアマン・ブラウンの公式です（ふつうは，奇数番目の項目と偶数番目の項目に二分します）。

しかし,（1）の点と（2）と（3）の合計点という分け方もあるわけで，下位概念が３つ以上ある質問だったら，これらの回答に一貫して同じ傾向があるかどうかをスピアマン・ブラウンの公式で出そうと思うと，α の値はいくつも（n 項目だったら n 項目を２つに分ける組み合わせの数だけ）計算されます。この場合だったら，$\alpha_{x_1x_{23}}$，$\alpha_{x_{13}x_2}$ も計算しなくてはいけないことになります。

それをまとめてしまおうというのが**クロンバックの** α で，仮に（1）（2）（3）の合計得点が「自然への親近感」を表す変数 x_t だとして,（1）（2）（3）の得点をそれぞれ変数 x_1，x_2，x_3 とすれば，クロンバックの α は，

$$\alpha = \frac{3}{3-1}\left(1 - \frac{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2 + s_{x_3}^2}{s_{x_t}^2}\right)$$

として計算されます。クロンバックの α が 0.8 以上なら十分な，0.7 でもまあまあの，内的一貫性（信頼性）がその項目群にはあるとみなされます。なお，クロンバックの α は，考えられるすべての組み合わせについてスピアマン・ブラウンの公式で計算される α を求め，その平均値をとった場合と，同じ値を示すものと考えられます

（式変形をしていくと証明できるのですが，省略します。詳細は池田央「調査と測定」（新曜社），1980 などを参照してください。

実際に（1）（2）（3）の質問について，講義中に聞き取った結果を使って，信頼性係数を計算してみましょう。５人から得られたデータは，以下の通りでした。

(1)	(2)	(3)	合計
3	2	1	6
3	3	2	8
3	2	3	8
4	3	3	10
3	3	2	8

まず，スピアマン・ブラウンの公式で信頼性係数 $\alpha_{x_{12}x_3}$ を計算してみましょう。x_{12} と x_3 の相関係数 $r_{x_{12}x_3}$ は，$\bar{x_{12}} = 5.8$，$\bar{x_3} = 2.2$ なので，

$$s_{x_{12}} = \sqrt{\frac{(5-5.8)^2 \times 2 + (6-5.8)^2 \times 2 + (7-5.8)^2}{(5-1)}}$$

$$s_{x_3} = \sqrt{\frac{(1-2.2)^2 + (2-2.2)^2 \times 2 + (3-2.2)^2 \times 2}{(5-1)}}$$

$$s^2_{x_{12}x_3} = \frac{(5-5.8)(1-2.2)+(6-5.8)(2-2.2)+(5-5.8)(3-2.2)+(7-5.8)(3-2.2)+(6-5.8)(2-2.2)}{(5-1)}$$

から計算して，

$$r_{x_{12}x_3} = \frac{s^2_{x_{12}x_3}}{(s_{x_{12}}s_{x_3})} = 0.52$$

とわかります。これを使って，

$$\alpha_{x_{12}x_3} = \frac{2 \times 0.52}{1+0.52} = 0.68$$

が得られます。

一方，クロンバックの α は，$s^2_{x_1} = 0.2, s^2_{x_2} = 0.3, s^2_{x_3} = 0.7, s^2_{x_t} = 2$ より，$\alpha = 3/2*(1-(0.2+0.3+0.7)/2) = 0.6$ となります（講義中に手計算した結果が統計ソフトで計算した結果と合わなかった理由は，森岡清志 (1998)「ガイドブック社会調査」（日本評論社）に掲載されている式が間違っていたことに気づかなかったことにありました。正しくは，「項目数」を「項目数から１を引いた値」で割って，『「１」から「各変数の分散の和を合計得点の分散で割った値」を引いた値』を掛けます。下線部の分母分子が逆だったのをお詫びします＞学生諸氏）。