

統計解析法を利用したデザインの選択に関する試み

瓜生 隆弘

Attempt concerning selection method for design by using statistical analysis – Mark Design for Kyushu Junior College of Kinki University Volunteers Club –

Takahiro Uryu

Abstract

The purpose of this paper is to propose a method of making a choice among some tentative designs by using statistical analysis. First, I made 3 tentative designs for volunteers club. Second, the questionnaire survey was done to the students. Finally, the result of questionnaire survey was analyzed by quantification theory. The results of evaluations using statistical analysis suggested us correlation ratio and quantification theory were effective for making a choice among some tentative mark designs.

Keywords: design, statistical analysis, questionnaire, statistical testing, correlation ratio, quantification theory, discriminant analysis

1. 研究の背景と目的

本学は福岡県飯塚市にある短期大学で、保育科と生活福祉情報科のふたつの学科に約 200 名の学生が在籍している。今年度から福祉介護を学ぶ学生を中心に、地域の行事などに積極的に協力する学生サポーター派遣を行っている。地元のこもだ菰田地区の小学校や中学校、高齢者施設、公民館などの行事にボランティアとして積極的に参加し、地域の住民との交流を深めている。この地区は少子高齢化が進んでおり、児童や教師の数が年々減少していることから、彼らの存在は大変心強いとの評価を得ている。また、学生自身も児童や高齢者にどう見られているか考えながら行動することで、色々なことを気づき、自ら学んで成長する機会となっている。



モチーフ

近畿大学九州短期大学一号館 正面玄関より撮影
福岡県飯塚市菰田東1-5-30



design A



design B



design C

写真のパースに強弱を付けて下絵とし、パソコンソフトで線画を描いた

(いずれも Adobe 社製 IllustratorCS 3 で作成)

本稿では学生たちがボランティア活動の際に身に付けるポロシャツや帽子のためのマーク・デザインの選択について考察した。筆者はこれまで様々な企業や団体のシンボルマークや商品ロゴをデザインしてきた。通常、筆者は依頼者に対し、対象となる企業や団体の活動のコンセプトや社会的役割をインタビューし、依頼者の意向などをしっかり把握してからデザインの制作を始めることにしている。シンボルマークや商品ロゴの創作課程は、線の太さやパースの強弱を感覚的に試行錯誤する作業であり、いくら時間があっても足りないくらい手間がかかる作業となることが多い。依頼者に対するインタビューやアンケートはデザインの創作課程で最も重要な手がかりとなる情報のひとつである。



完成した帽子とポロシャツ



(株) ダイワ・ハグノック社 (NPO 団体) シュガーロード飯塚宿 (商品ロゴ) エアーズロック

本研究でケーススタディとして取り上げた事例は、筆者が所属する近畿大学九州短期大学のボランティア部の学生が着用する帽子やポロシャツに使用するマーク・デザインで、本学の校舎（1号館）をモチーフとすることがすでに決まっていた。そこで1号館を撮影した1枚の写真をパソコンに取り込み下絵とした。パソコン用のデザインソフトを使って、線の太さとパースの強弱を変化させた3つのデザインを創作した。提案した3つのデザインA、B、CからデザインCが採用された。その後、本学学生27名と附属高校看護専攻科の生徒45名にどのデザイン案が最も本学にふさわしく感じるかを調査するアンケートを行なった。本稿の目的はデザインの選択に関して、アンケート結果を統計解析法で分析することにより考察することである。

2. マーク・デザインに関するアンケート調査の実施

本学1号館の写真と、その写真から作成したデザインA、B、Cを配置したアンケート用紙を用意し、1位から3位までの順位を付けさせた。デザインを専攻しない本学学生1年生16名、2年生11名、附属福岡高校看護専攻科の生徒45名の合計72名を対象に平成22年11月11日～12日の二日間でアンケートを実施した。いずれも年齢は18歳から20歳である。結果は以下の通りであった。

表2-1 それぞれのデザイン案を一位に選んだ人数（人）

| 実現値 | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 小計 |
|----------|-----|-----|-----|------|
| design A | 18 | 6 | 3 | 27 |
| design B | 11 | 2 | 5 | 18 |
| design C | 16 | 8 | 3 | 27 |
| 小計 | 45 | 16 | 11 | 計 72 |

表2-2 それぞれのデザイン案を二位に選んだ人数（人）

| 実現値 | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 小計 |
|----------|-----|-----|-----|------|
| design A | 16 | 8 | 5 | 29 |
| design B | 17 | 4 | 1 | 22 |
| design C | 12 | 4 | 5 | 21 |
| 小計 | 45 | 16 | 11 | 計 72 |

表2-3 それぞれのデザイン案を三位に選んだ人数(人)

| 実現値 | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 小計 |
|----------|-----|-----|-----|------|
| design A | 11 | 2 | 3 | 16 |
| design B | 17 | 10 | 5 | 32 |
| design C | 17 | 4 | 3 | 24 |
| 小計 | 45 | 16 | 11 | 計 72 |

3. クラスの違いによるデザイン選択の違いの検討

クラスの違いによるデザインの選択に差があるかどうかを検討するため、表2-1よりクラスメールの関連指数を求める。

(1) 表2-1の縦横を入れ替えて表3-1を作成した。

表3-1 それぞれのデザイン案を一位に選んだ人数(人)

| 実現値 | design A | design B | design C | 小計 |
|-----|----------|----------|----------|------|
| 看護科 | 18 | 11 | 16 | 45 |
| 1年生 | 6 | 2 | 8 | 16 |
| 2年生 | 3 | 5 | 3 | 11 |
| 小計 | 27 | 18 | 27 | 計 72 |

(2) クラスごとに選択の差がないときに期待できる人数を計算し、表3-2を作成した。

表3-2 相関がない場合の期待値(人)

| 期待値 | design A | design B | design C | 小計 |
|-----|----------|----------|----------|------|
| 看護科 | 16.875 | 11.250 | 16.875 | 45 |
| 1年生 | 6.000 | 4.000 | 6.000 | 16 |
| 2年生 | 4.125 | 2.750 | 4.125 | 11 |
| 小計 | 27 | 18 | 27 | 計 72 |

(3) 表3-1と表3-2の差分を求め、表3-3を作成した。

表3-3 実現値-期待値(人)

| design A | design B | design C | 計 |
|----------|----------|----------|---|
| 1.125 | -0.250 | -0.875 | 0 |
| 0.000 | -2.000 | 2.000 | |
| -1.125 | 2.250 | -1.125 | |

(4) 表3-3のそれぞれの値を二乗し、期待値で割る。その値を合計し χ^2 値を求めた。

表3-4 (実測値-期待値)²/期待値

| | | | |
|----------|----------|----------|--------------------|
| design A | design B | design C | |
| 0.07500 | 0.00556 | 0.04537 | |
| 0.00000 | 1.00000 | 0.66667 | |
| 0.30682 | 1.84091 | 0.30682 | $\chi^2 = 4.24714$ |

以上の計算から χ^2 の値は4.24714であった。 χ^2 よりクラメールの関連指数 q^2 を求めると

$$q^2 = \frac{\chi^2}{N(N_{\min}-1)} = \frac{4.24714}{72 \times (3-1)} = 0.0295 \quad \dots \text{式①}$$

相関係数と対応させるために式①の平方を開くと

$$q = 0.1717$$

クラメールの関連指数 q^2 より求めた相関係数 q が十分に小さい($q < 0.2$)ことから、クラスの違いによるデザインの選択に相関がほとんどないことがわかった。従って、 χ 二乗検定による検討では3つのクラスからのアンケート結果を合計して取り扱うこととした。

4. χ 二乗検定による検討

最初に、表2-1からそれぞれのデザイン案を一位に選んだ人数を合計し、 χ 二乗検定を行った。

表4-1 それぞれのデザイン案を一位に選んだ人数の合計(人)

| 区分 | 実測値 | 期待値 | 実測値-期待値 | 二乗 | 二乗/期待値 |
|----------|-----|-----|---------|----|--------------------|
| design A | 27 | 24 | 3 | 9 | 0.375 |
| design B | 18 | 24 | -6 | 36 | 1.500 |
| design C | 27 | 24 | 3 | 9 | 0.375 |
| 計 | 72 | 72 | 0 | 54 | $\chi_0^2 = 2.250$ |

区分の数3、自由度2、危険率 $\alpha = 0.05$ 、 $\chi^2(2, 0.05) = 5.99$ 。表2-2より計算した $\chi_0^2 = 2.250$ で有意差はなかった。 $(\chi_0^2 = 2.250 < \chi^2(2, 0.05) = 5.99)$

つぎに表2-2からそれぞれのデザイン案を二位に選んだ人数を合計し、 χ 二乗検定を行っ

表4-2 それぞれのデザイン案を二位に選んだ人数の合計(人)

| 区分 | 実測値 | 期待値 | 実測値-期待値 | 二乗 | 二乗/期待値 |
|----------|-----|-----|---------|----|--------------------|
| design A | 29 | 24 | 5 | 9 | 1.042 |
| design B | 22 | 24 | -2 | 36 | 0.167 |
| design C | 21 | 24 | -3 | 9 | 0.375 |
| 計 | 72 | 72 | 0 | 54 | $\chi_0^2 = 1.583$ |

た。

区分の数3、自由度2、危険率 $\alpha = 0.05$ 、 $\chi^2(2, 0.05) = 5.99$ 。表2-2より計算した $\chi_0^2 = 1.583$ で有意差はなかった。 $(\chi_0^2 = 1.583 < \chi^2(2, 0.05) = 5.99)$

表4-3 それぞれのデザイン案を三位に選んだ人数の合計(人)

| 区分 | 実測値 | 期待値 | 実測値-期待値 | 二乗 | 二乗/期待値 |
|----------|-----|-----|---------|-----|--------------------|
| design A | 16 | 24 | -8 | 64 | 2.667 |
| design B | 32 | 24 | 8 | 64 | 2.667 |
| design C | 24 | 24 | 0 | 0 | 0.000 |
| 計 | 72 | 72 | 0 | 128 | $\chi_0^2 = 5.333$ |

最後に表2-3からそれぞれのデザイン案を三位に選んだ人数を合計し、 χ 二乗検定を行った。区分の数3、自由度2、危険率 $\alpha = 0.05$ 、 $\chi^2(2, 0.05) = 5.99$ 。表2-2より計算した $\chi_0^2 = 5.333$ であることから有意差は認められなかった。 $(\chi_0^2 = 5.333 < \chi^2(2, 0.05) = 5.99)$

以上の結果から χ 二乗検定によってデザインA、B、Cの選択に関して明らかにすることはできなかった。

5. 分散分析による検討

アンケート調査の結果を分散分析する。1位に3点、2位に2点、3位に1点を与えて平均をとり、列の合計、列の平均、列の効果を求め、表5-1にまとめた。

表5-1 分散分析のための表 (小数第4位未満を四捨五入して表示)

| 実現値 | design A | design B | design C | 全平均 |
|------|----------|----------|----------|-------|
| 看護科 | 2.156 | 1.867 | 1.978 | 2.000 |
| 1年生 | 2.250 | 1.500 | 2.250 | |
| 2年生 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | |
| 列の合計 | 6.406 | 5.367 | 6.228 | |
| 列の平均 | 2.135 | 1.789 | 2.076 | |
| 列の効果 | 0.135 | -0.211 | 0.076 | |

表5-2 列の効果及び誤差、誤差の二乗 (小数第4位未満を四捨五入して表示)

| | | | |
|------|--------|--------|--------|
| 列の効果 | 0.135 | -0.211 | 0.076 |
| | 0.135 | -0.211 | 0.076 |
| | 0.135 | -0.211 | 0.076 |
| 誤差 | 0.020 | 0.078 | -0.098 |
| | 0.115 | -0.289 | 0.174 |
| | -0.135 | 0.211 | -0.076 |

誤差の二乗

| | | |
|-------|-------|-------|
| 0.000 | 0.006 | 0.010 |
| 0.013 | 0.083 | 0.030 |
| 0.018 | 0.045 | 0.006 |

表5-2より自由度 $\phi_1=2$ 、列の効果の不偏分散 $V_1=0.103$ 。自由度 $\phi_2=6$ 、誤差の不偏分散 $V_2=0.035$ であることからF値を求めた。Fの値は、

$$F = \frac{V_2}{V_1} = \frac{0.035}{0.103} = 2.917 \quad (< F(2,6;0.05) = 5.14) \quad \dots\text{式}\textcircled{2}$$

となり、分散分析の式②より、デザインA、B、Cの順位に有意差があるとは言えなかった。

6. 相関比による検討

χ^2 乗検定と分散分析の結果、いずれもデザインA、B、Cの選択に有意差が認められなかったので、相関比を適用して分析をおこなう。表5-1の縦横を入れ替えて表6-1を作成した。

表6-1 相関比のための表 (小数第4位未満を四捨五入して表示)

| カテゴリー | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 行の合計 | 行の平均 | 行の効果 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| design A | 2.156 | 2.250 | 2.000 | 6.406 | 2.135 | 0.135 |
| design B | 1.867 | 1.500 | 2.000 | 5.367 | 1.789 | -0.211 |
| design C | 1.978 | 2.250 | 2.000 | 6.228 | 2.067 | 0.076 |
| 全平均 | 2.000 | | | - | - | - |

各点と全平均の差を求めた後、二乗して合計し、全体のばらつきの大きさを調べた。

表6-2 (各点-全平均)² (小数第4位未満を四捨五入して表示)

| カテゴリー | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 全体のばらつき |
|----------|--------|--------|--------|---------|
| design A | 0.0242 | 0.0625 | 0.0000 | 0.4175 |
| design B | 0.0178 | 0.2500 | 0.0000 | |
| design C | 0.0005 | 0.0625 | 0.0000 | |

つぎに表6-1より行の平均を二乗して合計し、効果によるばらつきを求めた。

表6-3 効果によるばらつき (小数第4位未満を四捨五入して表示)

| カテゴリー | 看護科 | 1年生 | 2年生 | 効果によるばらつき |
|----------|--------|--------|--------|-----------|
| design A | 0.135 | 0.135 | 0.135 | 0.2058 |
| design B | -0.211 | -0.211 | -0.211 | |
| design C | 0.076 | 0.076 | 0.076 | |

全体のばらつきに占める効果によるばらつきの割合（相関比）を p^2 とすれば、

$$p^2 = \frac{\text{全体のばらつき}}{\text{効果によるばらつき}} = \frac{0.2058}{0.4175} = 0.4930$$

$$\therefore p = 0.7022$$

デザイン A、B、C と看護科生徒、短大 1 年生、短大 2 年生との間には $p = 0.7022$ のかなり相関が認められ、デザイン A、B、C にかなりはっきりとした違いが認められた。

7. 数量化理論第Ⅱ類（判別分析）の適用

外的な基準が数値で与えられている場合、数量化Ⅰ類を適用することが一般的であるが、今回の事例では複数のデザイン案に外的な基準が「採用」と「不採用」という分類で与えられていることから数量化Ⅱ類を適用する。デザインを創作し依頼者に提案する場合、結果は「採用」か「不採用」かしかない。つまり外的な基準として 2 分類が与えられる。今回のケーススタディでは、アイテム「線の太さ」においてカテゴリ「均一」と「不均一」、アイテム「パースの強さ」においてはカテゴリ「強」と「並」を準備し、それぞれを組み合わせた 3 つのデザイン案を提案し、デザイン案 C が採用された。

表 7-1 選択の結果

| アイテム | 線の太さ | | パースの強さ | | 選択の結果 | 事後アンケートの結果 |
|----------|-------|-------|--------|-------|-------|------------|
| | 均一 | 不均一 | 強 | 並 | | |
| ウェイト | x_1 | x_2 | y_1 | y_2 | | |
| design A | | レ | レ | | 不採用 | 27 票 |
| design B | レ | | | レ | 不採用 | 18 票 |
| design C | | レ | | レ | 採用 | 27 票 |

上の表の通り、3 つのデザイン案のうちデザイン案 C が採用された。そこでこの表をもとに採用案と不採用案の評価点の差（分散）が最大になる x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 を検討する。

採用されたデザイン C を x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 で表すと $x_2 + y_2$ となる。一方、不採用のデザイン A、デザイン B はそれぞれ $x_2 + y_1$ と $x_1 + y_2$ であるからデザイン A とデザイン B の平均は $(x_1 + x_2 + y_1 + y_2) / 3$ で表される。また全平均 m は $(x_1 + 2x_2 + y_1 + 2y_2) / 3$ である。これらのことから採用案と不採用案の分散の合計（U）と全分散（V）を求めると、

$$U = \frac{5}{36} \times (x_1^2 + x_2^2 + y_1^2 + y_2^2 - 2x_1x_2 + 2x_1y_1 - 2x_1y_2 - 2x_2y_1 + 2x_2y_2 - 2y_1y_2)$$

$$V = \frac{2}{9} \times (x_1^2 + x_2^2 + y_1^2 + y_2^2 - 2x_1x_2 - x_1y_1 + x_1y_2 + x_2y_1 - x_2y_2 - 2y_1y_2)$$

整理して、

$$U = \frac{5}{36} \{ (x_1 - x_2)^2 + 2(x_1 - x_2)(y_1 - y_2) + (y_1 - y_2)^2 \}$$

$$V = \frac{2}{9} \{ (x_1 - x_2)^2 - (x_1 - x_2)(y_1 - y_2) + (y_1 - y_2)^2 \}$$

相関比 $p^2 = U / V$ の分子分母をそれぞれ $(y_1 - y_2)^2$ で割り、さらに $\frac{(y_1 - y_2)}{(x_1 - x_2)} = t$ とおいて、整理すれば、

$$\frac{dp^2}{dt} = \frac{15(t^2 - 1)}{16(t^2 - t + 1)}$$

p_2 の最大にするため $(t^2 + 2t + 1)$ を偏微分して極大値、極小値を求める。

$$\frac{dp^2}{dt} = \frac{15(t^2 - 1)}{16(t^2 - t + 1)} = 0 \quad \therefore t^2 = 1 \quad \dots \text{式③}$$

極大値、極小値を与える $t^2 = 1$ (式③) が導かれた。

式③を x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 について解くと、

$$\frac{x_1 - x_2}{y_1 - y_2} = 1$$

この関係式を満たす x_1 、 x_2 、 y_1 、 y_2 の組み合わせの中で簡単なものとその時の各デザインの評価点および分散 (U) を計算すると表 7-2 のようになった。

表 7-2 組み合わせ表 (小数第 3 位未満を四捨五入して表示)

| | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| x 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| x 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| y 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| y 2 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| design A の評価点 (=A) | 1 | 2 | 0 | 1 |
| design B の評価点 (=B) | 1 | 0 | 2 | 1 |
| design C の評価点 (=C) | 0 | 1 | 1 | 2 |
| A と B の平均 (=AB) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C - AB | -1 | 0 | 0 | 1 |
| 分散 (=U) | 0.278 | 0 | 0 | 0.278 |
| 全分散 (=V) | 0.667 | 2.000 | 2.000 | 0.667 |
| 相関比 p^2 | 0.417 | 0.000 | 0.000 | 0.417 |
| p | 0.645 | 0.000 | 0.000 | 0.645 |

$t = -1$ の組み合わせを採用すると、分散(=U)は0となるので $t = 1$ の組み合わせのうちから最も簡素な $x_1 = 0$ 、 $x_2 = 1$ 、 $y_1 = 0$ 、 $y_2 = 1$ (一番右の列)を採用した。

デザイン A の評価点として $x_2 + y_1 = 1 + 0 = 1$

デザイン B の評価点として $x_1 + y_2 = 0 + 1 = 1$

デザイン C の評価点として $x_2 + y_2 = 1 + 1 = 2$

を得る。採用されたデザインの評価点は2、不採用のデザインの評価点は1ということが示された。

今回は制作していないが、線の太さを「均一」、パースの強さを「強」としたデザイン案 D を創作し、 $x_1 = 0$ 、 $x_2 = 1$ 、 $y_1 = 0$ 、 $y_2 = 1$ を適用すると、デザイン D の評価点は $x_1 + x_2 = 0 + 0 = 0$ となる。デザイン D は不採用が予想できる。デザインの選択に数量化理論第Ⅱ類(判別分析)を適用することで採用、不採用のひとつの指標を示すことができることがわかった。

8. 考察とまとめ

デザインの分野において様々な開発手法が提案されている。その背景には人間の感性重視の考え方が時代とともに高まっていることが推測される。しかし現在、提案されているデザインの開発手法は因子の抽出方法や評価方法は他分野で利用されている方法を応用しているに過ぎない。デザインの創作においてはデザイナーの創造性や可視化能力に依存する部分が大きく、個々のデザイナーの技量による部分が多いように感じられる。

今回の事例では、 χ 二乗検定と分散分析による検討では有意差は認められず、相関比による検討と数量化理論第Ⅱ類(判別分析)による検討が有効であった。

今後はほかの複数の事例に対して同様の検討を加えデータを収集したい。とくに数量化理論Ⅱ類(判別分析)においては、例えば8案から4案が採用され、残りの4案が不採用となるような事例に対して適用を試みたい。さらに多変量解析のひとつであるクラスター分析や感性工学の研究グループから提案されているラフ集合などのデザインの選択への利用についても研究をすすめる。



完成した帽子とポロシャツ

謝辞

本研究にあたり、アンケート調査に本学生活福祉情報科の学生27名と附属福岡高等学校看護専攻科1年生45名の協力を得た。ここに記して感謝いたします。

注及び参考文献

- 1) 大村平:統計解析のはなし,日科技連,2003
- 2) 大村平:多変量解析のはなし,日科技連,2005

3) 森典彦・田中英夫・井上勝雄：ラフ集合と感性，海文堂，2006

(おわり)

要旨

本稿では、本学ボランティア部のためのマーク・デザインの創作と選択をケーススタディとして、マーク・デザインの選択について統計解析法を利用して考察を行った。デザインを専攻しない本学生活福祉情報科の1年生と2年生の27名と、附属福岡高校看護専攻科1年生の生徒45名にマーク・デザインの選択に関するアンケート調査に協力してもらい、統計解析法を利用してデザインの選択について考察を行った。

キーワード

デザイン 統計解析法 アンケート 検定 相関比 数量化理論 判別分析