

大阪市立大学生活科学部紀要・第45巻（1997）

## カテゴリ・データと対数変換

—着衣量と暑がり・寒がりのケーススタディー—

河原ゆう子・永村 一雄・鍋島美奈子

### Categorical Data and Symmetric Transformation

-A Case Study on Clo Values and Atsugari/Samugari-

YUKO KAWAHARA, KAZUO EMURA and MINAKO NABESIMA

#### はじめに

人はよく自分のことを暑さ寒さに対して「暑がり」や「寒がり」といった言葉で表現することがある。これを体質の差とすれば、快適環境に対する心理反応のバラツキの一端を担っているとも考えられる。このバラツキを検討するためには、具体的に暑がりと寒がりの違いを把握することも目的によっては必要となるだろう。既往の研究では、尾山ら<sup>1)</sup>、飯田ら<sup>2)</sup>によって「暑がり・寒がり」という温熱的体質と発汗量の関係について検討がなされているが、生理量のみ言及にとどまっている。

しかしながら、暑がり・寒がりは人の行動や性格といった面にも影響されていると考えられる。そこで、既報<sup>3)</sup>ではアンケート調査の結果をもとに、体質の他に日常生活における行動や性格などを変数とし、相互の関係を検討している。

本論文では、主に冬期着衣量（clo値）と暑がり・寒がりとの関係に注目して、既報のアンケート結果を分析する。

#### アンケート

アンケートの実施概要を表1に示す。今回おこなったアンケートの内容は、1995年4月と同年10月に実施した、『暑がり、寒がりは、どのような人だと考えるか』というアンケート<sup>3)</sup>の結果に基づいている。前回のアンケートで回答率の高かった「暑がり・寒がり」を表現するだろうと思われる特徴をもとに、暑がり・寒がりを分類する上で重要と思われるものを抽出し、今回のアンケート項目として使用している。また、回答者には当日の室内における着衣量について、回答者の計算間違いを防ぐた

めに一覧表から選んだ着衣量の総和（ $I_{total}$ ）のみを記してもらった。さらに、一覧表に載っていない着衣があれば、その名称を記してもらい、後で詳細な着衣量<sup>5)</sup>を調べた。clo値の算出には、現在多くの研究で使用されており、実用上から、

$$\begin{aligned} I_{clo} &= I_{total} \times 0.75 + 0.1 && \text{男性} \\ &= I_{total} \times 0.8 + 0.05 && \text{女性} \end{aligned}$$

を用いた<sup>4)</sup>。

表1 アンケートの実施概要

| 日程     | 1995年11月下旬から 12月上旬 |               |                |    |
|--------|--------------------|---------------|----------------|----|
| 時間     | 講義中の5～10分間         |               |                |    |
| 回答者    | 男性82名、女性166名、計248名 |               |                |    |
| 環境     | 大学                 | 温度[°C]        | 湿度[%]          | 天気 |
|        | 大阪市大<br>生活科学部      | 16～18<br>(体感) | 不明             | 晴れ |
|        | 大阪市大<br>工学部        | 21～24         | 40～41<br>50～53 | 快晴 |
|        | 奈良女大               | 10前後          | 不明             | 晴れ |
| 大手前女短大 | 26～28              | 27～30         | 晴れ             |    |

#### 暑がり・寒がりと性別との関係

アンケート回答者の主観にまかせて判断してもらった「暑がり・寒がり」と性別との関連について検討する。その分割表とFisherの直接検定をおこなった結果を表2に示す。

表2より、暑がりは男性に多く、寒がりは女性に多くみられる。検定の結果、暑がり・寒がりの比率は、性別によって異なっており、暑がり・寒がり・性別とは独立ではなく連関していることが分かる。

表2 分割表と独立性の検定結果

|        | 性別     |      |      |
|--------|--------|------|------|
|        | 男性     | 女性   | 合計   |
| 暑がり 度数 | 33     | 24   | 57   |
| 割合(%)  | 24.6   | 17.9 | 42.5 |
| 寒がり 度数 | 24     | 53   | 77   |
| 割合(%)  | 17.9   | 39.6 | 57.5 |
| 合計 度数  | 57     | 77   | 134  |
| 割合(%)  | 42.5   | 57.5 | 100  |
| P値(%)  | 0.3*** |      |      |

着衣量の分布

独立性の検定により、性別と暑がり・寒がりとの間には連関があることがわかった。次に、性別及び暑がり・寒がりによる着衣量の差を検討する。

二標本問題を扱うt検定はパラメトリック検定であるため、分析対象となる母集団、つまり着衣量の分布は正規分布であることが前提となる。ところが、冬期着衣量の特性を考慮すると、着衣量が0.5cloを下回るような薄着をしているとは考えにくい。また、厚着の程度は人によってばらつきが予想される。よって、右に偏った分布である可能性が高い。そこで、t検定をおこなう前に着衣量の分布の正規性について検討していく。

1 正規性の検定

検定方法は、飯田・永村の研究<sup>6)</sup>に基づき、歪度と尖度を基準に積率検定 $\sqrt{b_1}$ と $b_2$ を用いる。その結果と検定統計量を表3に示す。

表3 検定統計量とP値(%)

| 標本  |           | $\sqrt{b_1}$        | $b_2$             | 結果 |
|-----|-----------|---------------------|-------------------|----|
| 男性  | Clo値      | 0.43707<br>P=4.65** | 3.21027<br>P=23.0 | 右偏 |
| 女性  | Clo値      | 0.40557<br>P=2.62** | 2.90077<br>P=48.8 | 右偏 |
| 暑がり | Clo値      | 0.42077<br>P=9.34   | 2.69556<br>P=44.4 | 正規 |
| 寒がり | Clo値      | 0.38528<br>P=8.53   | 2.99548<br>P=35.6 | 正規 |
| 男性  | Log(clo値) | -0.08082<br>P=37.4  | 2.70369<br>P=37.1 | 正規 |
| 女性  | Log(clo値) | -0.20729<br>P=15.4  | 2.93451<br>P=45.2 | 正規 |

\* \*\* : 有意水準 10% (両側検定、片側 5% づつ)

検定の結果、着衣量の分布は男女とも、積率検定 $\sqrt{b_1}$  (歪度検定) において有意水準10%で帰無仮説 ( $H_0$ ) が

棄却されることから、正規分布より右に偏った分布であることがわかる。また、暑がり・寒がりについては、正規分布であることが判明した。

II 正規分布への補正

男女別に着衣量の分布を正規分布に近づける手段として、自然対数をとった対数変換を試みる。対数変換は、値(ここでは、clo値)が小さいところでは微差をきわだたせ、値が大きいたちころではその差を目立たなくする手段として用いられることが多い<sup>7)</sup>。図1、2に変換前後の男女別の着衣量と暑がり・寒がり別の着衣量をヒスト

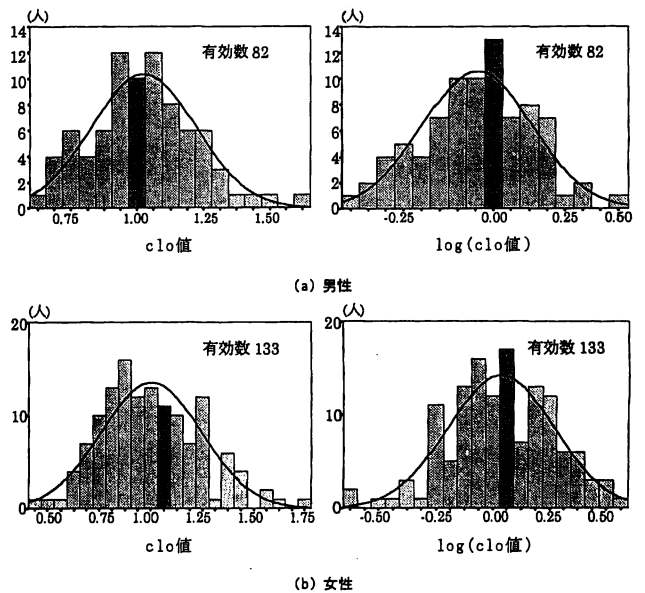


図1 男女別の着衣量のヒストグラム

(■: 平均値の位置)

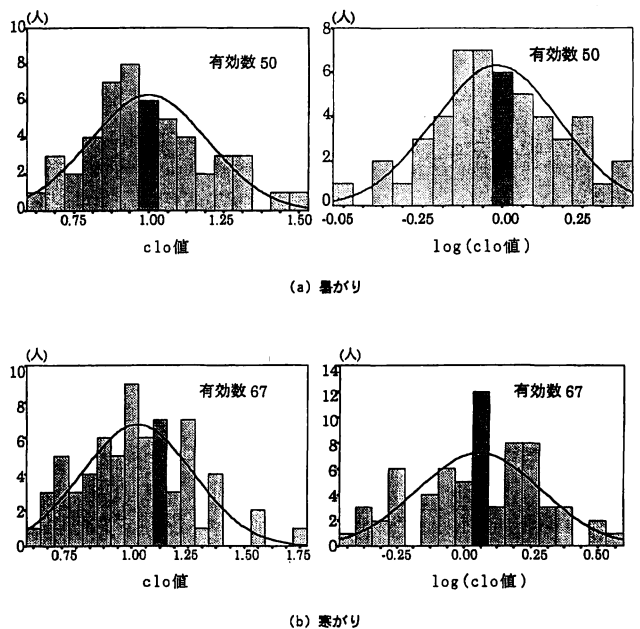


図2 暑がり・寒がり別の着衣量のヒストグラム

グラムで示す。図内の曲線は、各分布と同一の平均と分散をもつ正規分布を示している。表3には、変換前後の分布について、積率検定をおこなった結果と検定統計量を示す。

検定の結果、対数変換後の分布は男女ともに正規分布とみなすことができ、対数変換による補正の効果が確認できた。

### III 非正規性の程度

表4に対数変換前後の平均と分散を示す。男女別、暑がり寒がり別の両者とも、変換前後で大きな差異はみられない。平均値は男性で0.019clo、女性で0.028clo（薄手の靴下程度）の微差である。図3、4には、対数変換前後の着衣量の累積度数分布と、各分布と同一の平均と分散をもつ折れ線の正規累積度数分布を表示している。

表4 対数変換前後の分散と平均

| 標本  |            | 分散    | 平均(clo) |
|-----|------------|-------|---------|
| 男性  | clo 値      | 0.039 | 1.024   |
|     | log(clo 値) | 0.037 | 1.005   |
| 女性  | clo 値      | 0.060 | 1.065   |
|     | log(clo 値) | 0.054 | 1.037   |
| 暑がり | clo 値      | 0.039 | 1.000   |
|     | log(clo 値) | 0.039 | 0.981   |
| 寒がり | clo 値      | 0.062 | 1.088   |
|     | log(clo 値) | 0.053 | 1.060   |

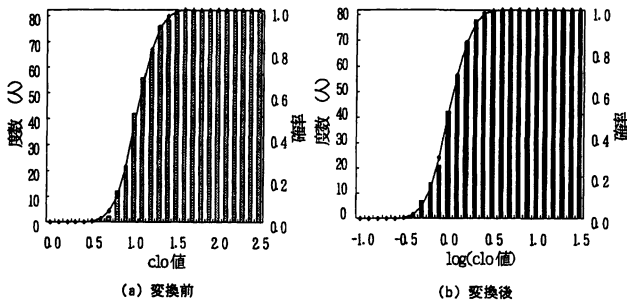


図3 男性の対数変換前後の着衣量の累積度数分布

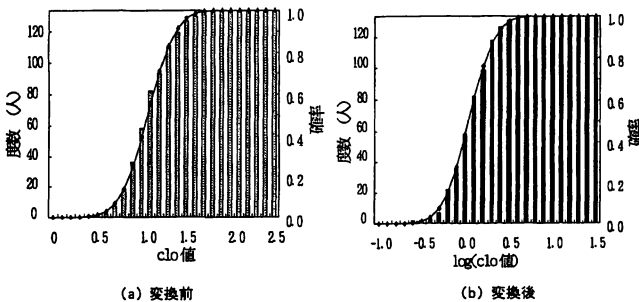


図4 女性の対数変換前後の着衣量の累積度数分布

大きく右に偏った分布であれば、相対累積度数が100%に漸近する速度は正規分布より明らかに遅くなるが、図3(a)と図4(a)に示す変換前の着衣量の分布については、そのような傾向が認められない。したがって、性別における冬期着衣量の分布に関しては、もとの分布の平均と対数変換後の分布の平均との差は無視できる程度であり、偏り具合は微細であると判断できる。

### 着衣量の統計量

平均値の差の検定をおこなうには、等分散の検定により二標本の母分散が等しいか否かを調べ、続いてt検定により母平均の差を検討する必要がある。

#### I 等分散の検定

分散の一樣性の検定としては、最も一般的な①F検定と、検出力の向上をはかった②Cochranの検定および③Bartlettの検定をおこなう。着衣量を標本対象とした検定結果とその統計量を表5に示す。

本来、②と③の検定は多群検定<sup>8)</sup>であるが、本報では、性別と体質における着衣量の標本群を対象としているので、実際は二群間の検定となる。また、②の検定は標本数が等しいことを条件としているので、ここでは着衣量の標本数が等しいと仮定し、検定力が向上するか否かを検討する。

表4より、対数変換を施すことで男女のclo値の分散が、男性0.037、女性0.054と差が小さくなった。また、表5より①～③のすべての検定において、図1に示した男女別の着衣量の分散と対数変換を施した着衣量の分散に、それぞれ有意水準5%、10%で差がみられる。一方、暑がり・寒がり別の着衣量の分散には、①の検定では差が検出されず、②と③の検定では有意水準10%で帰無仮説が棄却され差が検出された。②の検定は、対象とする標本群のうちひとつの標本群だけが大きな分散を持つときに有効であり、③の検定は、各標本群の分散が全体にばらついているときに有効である<sup>8)</sup>。よって、寒がりの着衣量の分散が暑がりのものより多いことから、これらの条件に合致し差が検出されたと考えられる。

#### II 平均値の差の検定

表4から、男性の平均値よりも女性の平均値が、約0.04clo（厚手のソックス程度）大きいことがわかる。男女の着衣量に関しては、その分散に差があると仮定した場合のt検定をおこなったが、平均値には有意な差は認められなかった。t検定で有意な結果が得られたものは、図4の暑がりと寒がりの平均値であった。その平均値は、

表5 等分散の検定と平均値の差の検定の統計量とP値(%)

| 標本         |           | 等分散の検定             |                          |                    | 平均値の差の検定                    |                              |
|------------|-----------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
|            |           | ①F検定               | ②Cochranの検定 <sup>#</sup> | ③Bartlettの検定       | t検定                         |                              |
| 男性<br>女性   | clo値      | F=4.763<br>P=3.0** | C=0.604<br>P=2.9**       | F=4.306<br>P=3.8** | t=-1.340<br>P=18.1          |                              |
|            | log(clo値) | F=3.646<br>P=5.8*  | C=0.591<br>P=5.7*        | F=3.293<br>P=7.0*  | t=-1.060<br>P=29.2          |                              |
| 暑がり<br>寒がり | clo値      | F=2.074<br>P=15.3  | C=0.612<br>P=8.4*        | F=2.829<br>P=9.3*  | ①の場合<br>t=-2.060<br>P=4.2** | ②③の場合<br>t=-2.130<br>P=3.6** |
|            | log(clo値) | F=1.194<br>P=27.7  | C=0.579<br>P=22.8        | F=1.388<br>P=23.9  | t=-1.900<br>P=6.0*          |                              |

※ \*\*: 有意水準 5%、\*: 有意水準 10%、

# : 近似検定

暑がりが1.000clo、寒がりが1.088cloである。その差は約0.09cloで、男性用の半袖アンダーシャツや女性用のセミタイトスカート程度の着衣量に相当している。

等分散性の検定の①を採用すれば、t検定におけるP値は4.2%で、②と③を採用すれば3.6%となり、①よりも②や③を採用する方が検出力をやや向上させることが分かる。

まとめ

本論文では、着衣量を暑がり・寒がり別に、また、男女別に検討した。暑がり・寒がりとは性別には、独立性の検定により、何らかの因果関係が存在していることが分かった。

二標本問題を扱う平均値の差の検定をおこなうにあたり、母集団の分布特性に関する検討、分散の一様性の検討が必要であることから、着衣量を例に検討した。その結果、正規性の検定により、男女別の着衣量の分布は男女ともに右に偏った分布であることが分かった。正規分布への補正手段としては、対数変換が有効であるが、本例の場合は偏りの程度が微細であったため、あえて対数変換を施す必要は認められなかった。

平均値の差の検定の前におこなう等分散性の検定の結果、対象となる標本の性質を考慮した検定を用いれば、検出力の向上をはかれることが分かった。本例では平均値の差の検定において、暑がり・寒がりによる着衣量に差異

が認められた。

参考文献

- 1) 尾山 誠ほか：発汗量からみた温熱的体質差、日本建築学会近畿支部研究報告集、No.34、1994、pp.17-20
- 2) 飯田美奈子ほか：生理・心理反応の個人差、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、1994、pp.421-424
- 3) 河原ゆう子ほか：温熱的体質差の検討－暑がり・寒がりの評価について－、空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集、1996、pp.117-120
- 4) 日本建築学会（編）：建築資料集成、1978、p.107
- 5) 花田嘉代子ほか：男女洋服の熱抵抗の測定、阪市大生紀要、第35巻、1987、pp.111-121
- 6) 飯田美奈子・永村一雄：カテゴリデータを対象とした回帰モデル－その1 温冷感申告の正規性の検定－、日本建築学会大会学術講演梗概集、1994、pp.381-382
- 7) 中里博志：実験データのグラフ表示、サイエンティスト社、1989
- 8) 永村一雄：カテゴリ・データを対象とした回帰モデル－その5 分散の一様性の検定－、日本建築学会大会学術講演梗概集、1996

Summary

This study is based on the result of the questionnaire survey about atsugari and samugari. It is investigated about the difference between clo values in winter, and sex and atsugari/samugari. As a result, normality of population and heterogeneity of variances need to be considered before t-test for two samples is done. Symmetric transformation is effective to make a sample smoothing normal curve. In this case study, clo

values need not to do symmetric transformation. Concerning tests for heterogeneity of variances, a power of test proves if a test considered a property of sample is used exactly.