

[資料研究]

HAD を用いた順序尺度データの分析 Analysis of ordinal scale data using HAD

工藤 さくら (久留米大学大学院 心理学研究科)

1. はじめに

HAD は、統計分析を行うために清水^[1]が開発した Excel で動くフリーソフトウェアである。HAD は、基本統計量をはじめ、 t 検定、相関分析、分散分析、重回帰分析、因子分析等、記述統計、推測統計から多変量解析まで、さまざまな分析を行うことが可能である。

清水^[2]は、これらの分析を HAD で行うことを推奨する理由として、3つを挙げている。1つ目は、上記でも述べたように、Excel 上で動くため、Windows または Mac を利用している人であれば使用可能であること、2つ目は、無償のプログラムなので、学生や若手研究者であっても手軽に用いることができること、3つ目は、HAD は結果でグラフや表が出力されるためである。初学者にとっても容易に解釈をすることができることに加え、研究者が試行錯誤しながら最適なモデルに到達するためにも使用できることである。

小宮・布井^[3]の『Excel で今すぐはじめる心理統計 簡単ツール HAD で基本を身につける』をはじめ、心理統計学の初歩のテキストでは、母集団の分布を仮定しないノンパラメトリック検定の説明は十分ではない。特に、順序尺度のデータの分析については、省略されることも多い。

そこで、本稿では、森・吉田^[4]のデータを使用し、HAD で順序尺度データを用いた4つの検定方法を解説する。なお、HAD の基本的な使い方については、小宮・布井^[3]や一丸^[5]を、各検定法の計算式は森・吉田^[4]ご参照いただきたい。

2-1 順序尺度データの分析について

スティーブンス (Stevens, S.S)^[6]は、どういった数値演算が可能かによって、測定したデータのタイプを、名義尺度、順序尺度、間隔尺度、比率尺度の4つに分類している。そのなかで、順序尺度は、割り振られた数字に大小関係や順序があるが、数値間に等間隔性はないものである。順序尺度のデータでは順位差 (分布の位置の差) の検定を行う。主な分析法には、対応の「ない」2条件の比較を行う“マン・ホイットニーの検定”、対応の「ある」2条件の比較を行う“符号つき順位和検定”、対応の「ない」3条件以上の比較を行う“クラスカル・ウォリスの検定”、対応の「ある」3条件以上の比較を行う“フリードマンの検定”がある (表1)。

2条件間の比較		3条件以上の比較	
対応なし	対応あり	対応なし	対応あり
マン・ホイットニーの検定 (ウィルコクソンの順位和検定)	符号つき順位和検定	クラスカル・ウォリスの検定	フリードマンの検定

表1 順序尺度データを用いた分析方法

2-2 対応がない2条件の中央値の比較：マン・ホイットニーの検定

マン・ホイットニーの検定 (Mann-whitney test) は、対応がない2つの条件の分布全体の位置を比較するときに用いられる。*U*検定 (*U test*) とも呼ばれる。この検定は、2つの条件の間のすべての測定値の対に関して大小比較をし、一方の条件の各測定値が他方の条件の測定値よりも大きい対の総数という統計量を用いて検定を行う⁴⁾。

<例題>

ラットに24時間 (20匹) あるいは48時間 (21匹) の絶食条件下である弁別学習を行わせたところ、学習規準に到達するまでの試行数が表2-1のようになった。両条件の試行数に有意な差が認められるか。表2-1のデータセットを図2-1に示す。

絶食時間					
24時間	48時間	A	B	C	D
13	10	変数名	ID	絶食時間	試行数
14	12	1	1	24時間	13
24	13	データ	2	24時間	14
28	16	読み込み	3	24時間	24
29	18	4	4	24時間	28
35	21	モデリング	:	:	:
59	28	シート	20	24時間	200
83	28	7	21	48時間	10
84	39	8	22	48時間	12
89	40	9	23	48時間	13
94	47	10	24	48時間	16
97	57	11	:	:	:
98	58	12	41	48時間	127
117	62	列幅の			
118	68				
128	69				
131	70				
175	82				
200以上	95				
200以上	111				
	127				

表 2-1 ラットが弁別学習に要した試行数 図 2-1 対応のない2条件のデータセット

図 2-2、図 2-3 は、対応がないデータをモデリングしたものを示す。対応がないデータについては、使用変数を投入する際に“目的（従属）変数”を先に投入する。

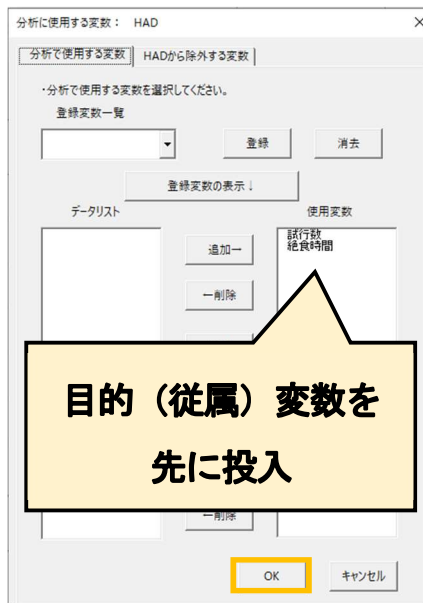


図 2-2 分析に使用する変数



図 2-3 分析方法の設定

図 2-4 は、マン・ホイットニーの検定の結果である。両群の間に有意差がみられ、効果量^{*}は中程度であった ($U = 117.50$ 、 $Z = -2.400$ 、 $p = .016$ 、 $r = -.380$)。順位は高いほど高得点を意味していることから、24 時間絶食時間の方が 48 時間絶食条件よりも有意に試行数が多いといえる (24 時間 ; 25.63、48 時間 ; 16.60)。

*効果量は水本・竹内^[7] の効果量の目安を参考とした。

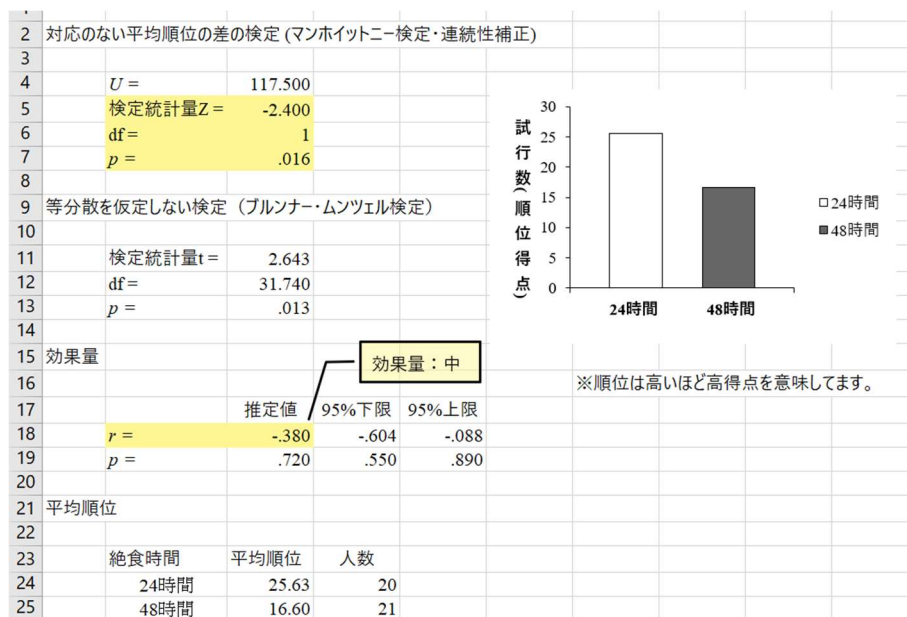


図 2-4 対応のない平均順位の差の検定 (マン・ホイットニーの検定)

2-3 対応がある 2 条件の中央値の比較：符号つき順位和検定

符号つき順位和検定 (signed rank sum test) は、対応がある 2 つの条件の分布の全体的位置を比較する際に用いられ、 t 検定 (t test) とも呼ばれる。符号つき順位和検定では、対応する測定値の差の大きさを問題にするため、データの尺度水準は、間隔尺度以上である必要がある^[4]。

<例題>

無作為に選ばれた 10 人の 20 代の女性に、A、B 2 つの商品の最近 3 カ月における使用頻度について質問したところ、表 2-2 のようになった。20 代女性においてはこれら 2 つの商品の使用頻度に差があるといえるか。図 2-5 にデータセットを示す。

被調査者	商品	
	A	B
1	25	26
2	62	31
3	58	35
4	26	24
5	42	47
6	18	13
7	11	11
8	33	21
9	50	42
10	34	18

表 2-2 2 つの商品の使用頻度

	A	B	C	D
1	変数名	被調査者	A	B
2		1	25	26
3	データ	2	62	31
4	読み込み	3	58	35
5		4	26	24
6	モデリング	5	42	47
7	シート	6	18	13
8		7	11	11
9		8	33	21
10		9	50	42
11		10	34	18

図 2-5 対応のある 2 条件のデータセット

図2-4、図2-5に対応があるデータをモデリングしたものを示す。対応がないデータと異なり使用変数に投入する順番は決まっていない。

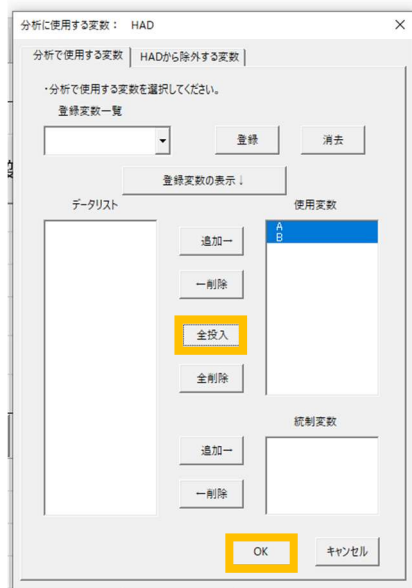


図2-6 分析に使用する変数



図2-7 分析方法の設定

図2-8は、ウィルコクソンの符号つき順位和検定の結果である。両群の間に有意差がみられ、効果量は中程度であった ($T = 4.5$, $Z = -2.07$, $p = .038$, $r = .464$)。順位は高いほど高得点を意味しているため、Aの方が順位得点が高いことが示された(A;1.75、B;1.25)。したがって、2つの商品の最近3カ月における使用頻度は、商品Aの方が商品Bよりも20代の女性によく使用されているといえる。

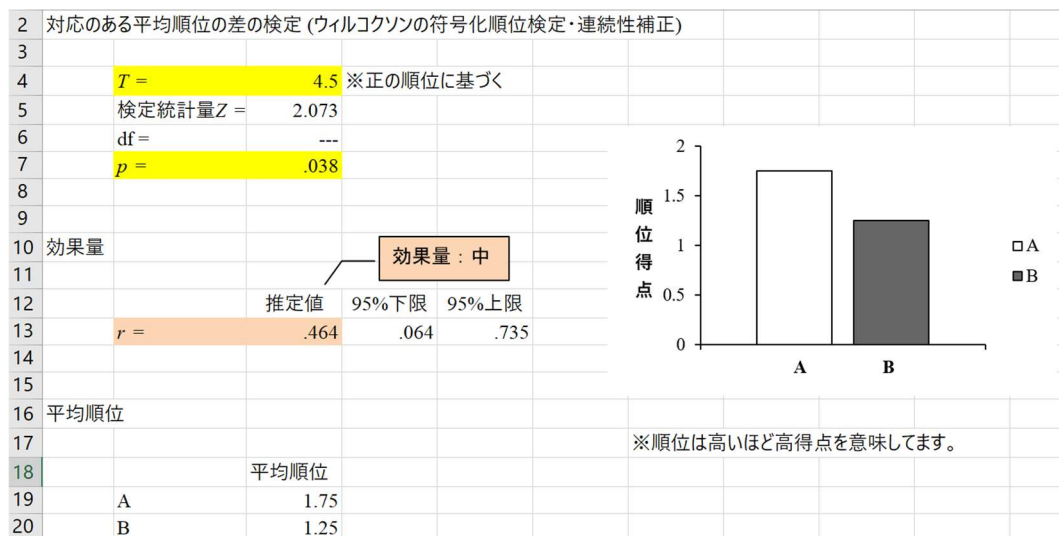


図2-8 対応のある平均順位の差の検定 (ウィルコクソンの符号つき順位和検定)

2-3 対応がない3条件以上の中央値の比較：クラスカル・ウォリス検定

クラスカル・ウォリスの検定 (Kruskal – walis test) は、対応がない3つ以上の条件の分布の全体的位置がすべて等しいという帰無仮説を検定するために用いられる。

<例題>

A、B、C の3つの条件下で、ある刺激に対する幼児の反応時間を測定したところ、表2-3のようになった。条件の間に有意な差が認められるか（被験児は各条件すべて異なるものとする）。図2-9にデータセットを示す。

条件	A	B	C
データ	3.88	2.86	1.82
	4.60	9.02	4.21
	6.30	4.27	3.10
	2.15	9.86	1.99
	4.80	3.66	2.75
	5.20	5.48	2.18

	A	B	C	D
1	変数名	ID	条件	データ
2		1	A	3.88
3	データ	2	A	4.60
4	読み込み	3	A	6.30
5		4	A	2.15
6	モデリング	5	A	4.80
7	シート	6	A	5.20
8		7	B	2.86
9		8	B	9.02
10		9	B	4.27
11		10	B	9.86
12		11	B	3.66
13	列幅の	12	B	5.48
14		13	C	1.82
15		14	C	4.21
16	数値	15	C	3.10
17	計算	:	:	:

表 2-3 ある刺激に対する幼児の反応時間 図 2-9 対応がない3条件のデータセット

図2-10は、クラスカル・ウォリスの検定の結果である。各群の間に有意差がみられ、大きな効果量が示された ($\chi^2(2) = 7.06$, $p = .029$, $\eta^2 = .416$)。順位は高いほど高得点を意味しているため、Bが順位得点が最も高く、次いでA、Cの順で順位得点が高いことが示された (A ; 11.17、 B ; 12.50、 C ; 4.83)。したがって、A、B、Cの条件下において、刺激に対する幼児の反応時間が最も長かった条件は、Bである。

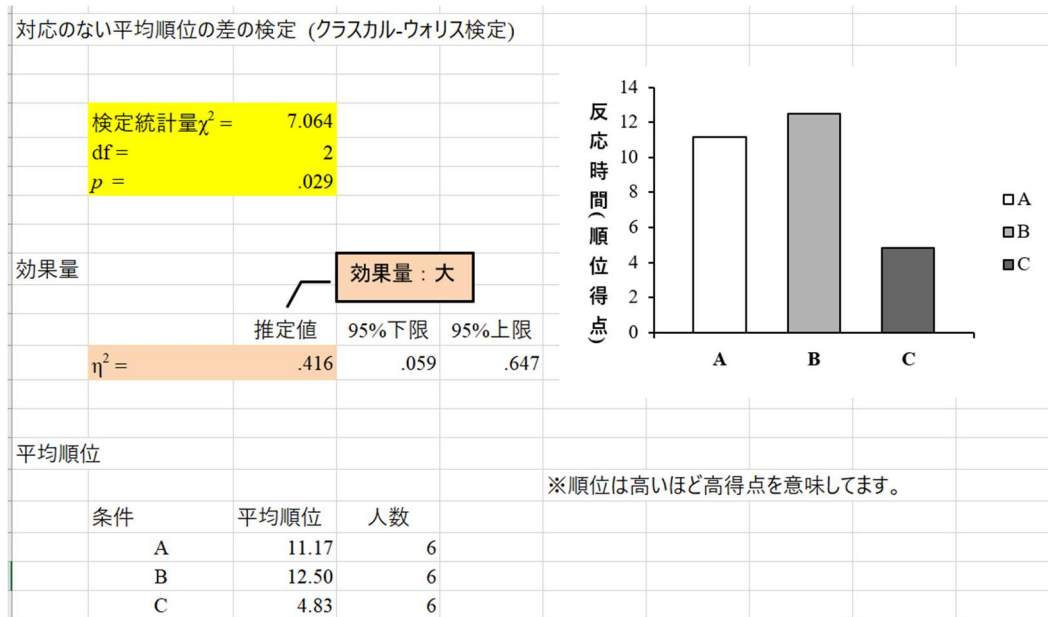


図 2-10 対応のない平均順位の違いの検定 (クラスカル・ウォリス検定)

2-4 対応がある3条件以上の中央値の比較：フリードマンの検定

フリードマンの検定 (Friedman test) は、対応がある3つ以上の条件の分布全体の位置がすべて等しいという帰無仮説を検定するために用いられる。

<例題>

新製品のCMを5本作製し、各CMの好ましさを7人の評定者に順位づけさせたところ、表2-4のようになった。この5本のCMに対する好ましさの間に有意な差があるといえるか⁵⁾。図2-11にデータセットを示す。

ID/条件	A	B	C	D	E
1	1	2	3	5	4
2	5	1	3	2	4
3	1	2	3	4	5
4	5	1	4	2	3
5	5	4	2	3	1
6	4	2	1	3	5
7	5	4	2	3	1

	A	B	C	D	E
変数名	個体	A	B	...	
データ読み込み	1	1	2	...	
	2	5	1	...	
	3	1	2	...	
	4	5	1	...	
モデリングシート	5	5	4	...	
	6	4	2	...	
	7	5	4	...	

表 2-4 5本のCMに対する好ましさの評定結果

図 2-11 対応がある5条件のデータセット

図 2-12 は、フリードマンの検定の結果である。各条件の間に有意差がみられなかった ($\chi^2(4) = 3.66$, $p = .454$, $\eta^2 = .104$)。したがって、各 CM の好ましさの間には差はないことが示された。

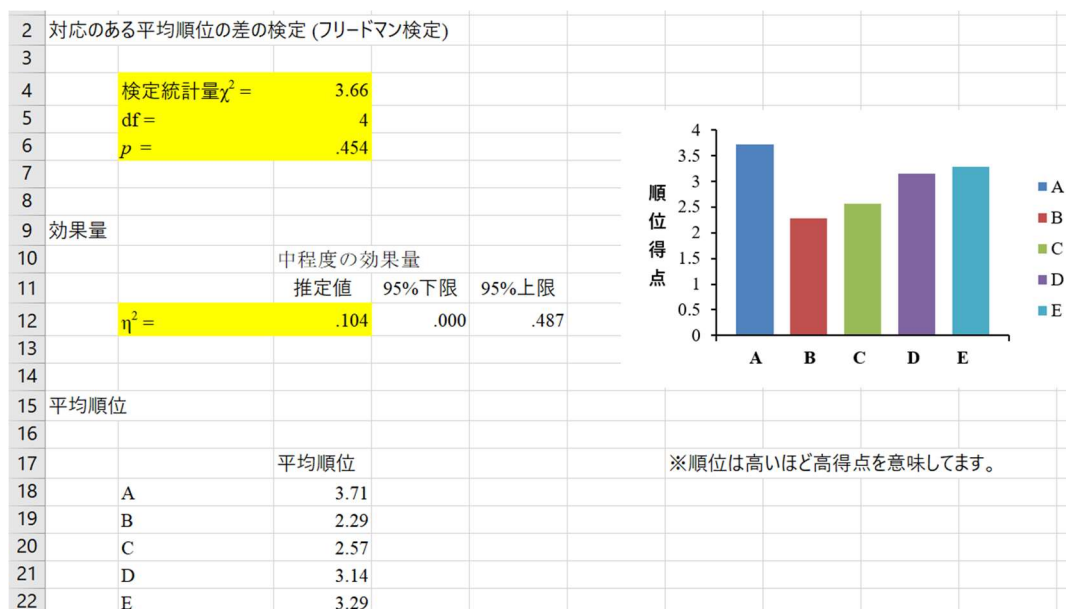


図 2-12 対応のある平均順位の違いの検定 (フリードマンの検定)

3 おわりに

本稿では、統計分析ソフト HAD を用いて順序尺度データの 4 つの分析方法について解説した。1 つ目に、マン・ホイットニーの検定、2 つ目に符号つき順位和検定、3 つ目にクラスカル・ウォリスの検定、4 つ目にフリードマンの検定について、それぞれ、データセット、HAD でのモデリング、結果および結果の報告の書き方についてを記載した。本稿が HAD で順序尺度データの分析を行う際の一助となれば幸いである。

4. 謝辞

本稿の執筆にあたり、多大なるご助言とご指導を賜りました久留米大学文学部心理学科原口雅浩教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 清水 裕士、フリー統計分析ソフト HAD : 機能の紹介と統計学習、教育研究実践における利用方法の提案、メディア・情報、コミュニケーション研究、1、59-73、18.
- [2] 清水 裕士、Sunny Side up! HAD のコンセプトとお勧めの使い方
(URL: <https://norimune.net/696> 2023 年 10 月 2 日閲覧)
- [3] 小宮 あすか・布井 雅人、Excel で今すぐはじめる心理統計 簡単ツール HAD で基本を身に

つける、講談社、2018.

- [4] 森 敏昭・吉田 寿夫、心理学のための一た解析テクニカルブック、北大路書房、1990.
- [5] 一丸 彩、HAD を用いた 3 要因分散分析、久留米大学コンピュータジャーナル、36、pp. 48-56、2021.
- [6] Stevens, S. S. Handbook of experimental psychology, Wiley. pp.1-51, 1951.
- [7] 水本 篤・竹内 理、研究論文における効果量の報告のために—基礎的概念と注意点— 英語教育研究、31、57-66、2008.