

# ナッジを活用した目のイラストによるゴミの分別促進に関する効果検証

2024-10-04

## 概要

本研究は、日本のリサイクル率の低さと、それに対するナッジ理論の有効性を検討。特に「目のイラスト」や「社会規範」「簡素化メッセージ」といったナッジ手法がポスターを通じてごみ分別行動を促進するかを、クラウドソーシングによるRCT（ランダム化比較試験）で検証。

## ライブラリ読み込み

```
#install.packages("pacman")
pacman::p_load(
  tidyverse,
  ggplotgui,#ggplot_shiny(exdataset)
  GGally,
  broom,
  kableExtra,
  #### table1を表にしてまとめやすく
  table1,
  sjPlot
)
```

## 元データ読み込み

```
Data <- read_csv("../trash_data/AllData_trash.csv")
```

```
## New names:
## Rows: 1593 Columns: 16
## └─ Column specification ───────────────────────────────────────────────────
##   #> 
##   #> (10): TimeStamp, SurveyType, ChooseHigh_Phrases1, ChooseHigh_Phrases2, C...
##   #> (6): ...1, PosterScore, ChooseHigh_Poster, ChooseLow_Poster, Awareness_...
##   #> i Use `spec()` to retrieve the full column specification for this data. i
##   #> Specify the column types or set `show_col_types = FALSE` to quiet this message.
##   #> . `` -> `...1`
```

## 不要な3列は削除

```
AllData <- Data %>%
  select(-ChooseHigh_Phrases1, -ChooseHigh_Phrases2, -ChooseHigh_Phrases3) %>%
  filter(SurveyType != "B1")
```

```
head(AllData)
```

```
## # A tibble: 6 × 13
##   ...1 TimeStamp SurveyType PosterScore ChooseHigh_Poster ChooseLow_Poster
##   <dbl> <chr>       <dbl>          <dbl>           <dbl>
## 1     1 8/21/2024 11:… A1            30             3             4
## 2     2 8/21/2024 11:… A1            30             3             1
## 3     3 8/21/2024 11:… A1            40             3             1
## 4     4 8/21/2024 11:… A1            86             1             2
## 5     5 8/21/2024 11:… A1            22             2             1
## 6     6 8/21/2024 11:… A1              5             1             3
## # i 7 more variables: Age <chr>, Sex <chr>, ThrowOut <chr>,
## # Awareness_Tra <dbl>, Awareness_Env <dbl>, Thoughts <chr>, Acton <chr>
```

## 研究1：目のイラストによる効果比較

### 1. データ前処理

## 分析に必要な4種類のSurveyTypeを抽出したdfを作成

```
Eye_Illust_data <- AllData %>%
  # 目のイラストを比較するために必要なデータのみ抽出
  filter(SurveyType %in% c("C", "A1", "A2", "A4"))

Eye_Illust_data <- Eye_Illust_data %>%
  mutate(SurveyType = replace(SurveyType, SurveyType == "C", "イラストなし")) %>%
  mutate(SurveyType = replace(SurveyType, SurveyType == "A1", "複雑な目")) %>%
  mutate(SurveyType = replace(SurveyType, SurveyType == "A2", "女性の目")) %>%
  mutate(SurveyType = replace(SurveyType, SurveyType == "A4", "簡単な目"))

# C案(イラストがNo_image)がInterceptになるように調整
Eye_Illust_data$SurveyType <- factor(Eye_Illust_data$SurveyType, levels = c("イラストなし", "女性の目", "簡単な目", "複雑な目"))
```

## 記述統計量の作成（ポスター案と性別間比較）

```
summary_by_survey <- Eye_Illust_data %>%
  # ポスター案ごとのグループ化
  group_by(SurveyType) %>%
  # ポスター案別のポスタースコア平均
  summarise(
    count = n(),
    Score_mean = round(mean(PosterScore), 2),
    Score_sd = round(sd(PosterScore), 2),
    Score_se = round(sd(PosterScore) / sqrt(n()), 2),
    Score_median = round(median(PosterScore), 2),
    Score_IQR = round(IQR(PosterScore), 2),
    Survey_Q1 = round(quantile(PosterScore, 0.25), 2),
    Survey_Q3 = round(quantile(PosterScore, 0.75), 2),
    Score_min = min(PosterScore),
    Score_max = max(PosterScore),
    male = sum(Sex == "male"),
    female = sum(Sex == "female"),
    other = sum(Sex == "other"))

#summary_by_survey
```

## 記述統計量（wordに貼りやすくする）

```
table1(~ factor(Sex) + PosterScore | SurveyType, data = Eye_Illust_data)
```

	イラストなし (N=100)	女性の目 (N=104)	簡単な目 (N=111)	複雑な目 (N=99)	Overall (N=414)
<b>factor(Sex)</b>					
female	38 (38.0%)	43 (41.3%)	50 (45.0%)	45 (45.5%)	176 (42.5%)
male	61 (61.0%)	57 (54.8%)	56 (50.5%)	52 (52.5%)	226 (54.6%)
other	1 (1.0%)	4 (3.8%)	5 (4.5%)	2 (2.0%)	12 (2.9%)
<b>PosterScore</b>					
Mean (SD)	48.3 (31.5)	45.7 (33.2)	49.4 (31.3)	37.9 (30.3)	45.5 (31.8)
Median [Min, Max]	50.0 [2.00, 100]	50.0 [1.00, 100]	55.0 [3.00, 100]	33.0 [1.00, 100]	50.0 [1.00, 100]

## 記述統計量

```
library(psych)

## 
## Attaching package: 'psych'

## The following objects are masked from 'package:ggplot2':
## 
##     %+%, alpha

describeBy(Eye_Illust_data, group = Eye_Illust_data$SurveyType)
```

```

## 
## Descriptive statistics by group
## group: イラストなし

## vars n mean sd median trimmed mad min max range
## ...1 1 100 686.50 29.01 686.5 686.50 37.06 637 736 99
## TimeStamp 2 100 174.89 101.70 168.5 172.88 123.06 2 372 370
## SurvayType 3 100 1.00 0.00 1.0 1.00 0.00 1 1 0
## PosterScore 4 100 48.25 31.45 50.0 47.81 37.06 2 100 98
## ChooseHigh_Poster 5 100 2.75 0.90 3.0 2.79 1.48 1 4 3
## ChooseLow_Poster 6 100 2.00 1.22 1.0 1.88 0.00 1 4 3
## Age 7 100 4.61 1.18 5.0 4.60 1.48 2 8 6
## Sex 8 100 1.63 0.51 2.0 1.65 0.00 1 3 2
## ThrowOut 9 100 2.62 0.79 3.0 2.77 0.00 1 3 2
## Awareness_Tra 10 100 3.62 0.79 4.0 3.60 1.48 2 5 3
## Awareness_Env 11 100 3.37 0.76 3.0 3.38 0.74 2 5 3
## Thoughts 12 34 71.06 30.16 76.0 72.68 25.95 7 116 109
## Acton 13 36 54.58 30.91 58.0 54.50 34.10 3 107 104
## skew kurtosis se
## ...1 0.00 -1.24 2.90
## TimeStamp 0.15 -1.15 10.17
## SurvayType NaN NaN 0.00
## PosterScore -0.07 -1.25 3.15
## ChooseHigh_Poster -0.15 -0.87 0.09
## ChooseLow_Poster 0.59 -1.37 0.12
## Age 0.16 -0.12 0.12
## Sex -0.30 -1.37 0.05
## ThrowOut -1.56 0.43 0.08
## Awareness_Tra 0.03 -0.54 0.08
## Awareness_Env 0.23 -0.29 0.08
## Thoughts -0.47 -0.66 5.17
## Acton -0.05 -1.18 5.15
## 

## group: 女性の目

## vars n mean sd median trimmed mad min max range
## ...1 1 104 151.50 30.17 151.5 151.50 38.55 100 203 103
## TimeStamp 2 104 189.26 111.26 198.5 189.82 139.36 1 369 368
## SurvayType 3 104 2.00 0.00 2.0 2.00 0.00 2 2 0
## PosterScore 4 104 45.74 33.21 50.0 44.76 44.48 1 100 99
## ChooseHigh_Poster 5 104 2.70 0.87 3.0 2.71 1.48 1 4 3
## ChooseLow_Poster 6 104 1.95 1.29 1.0 1.82 0.00 1 4 3
## Age 7 104 4.68 1.48 4.0 4.63 1.48 2 8 6
## Sex 8 104 1.62 0.56 2.0 1.61 0.00 1 3 2
## ThrowOut 9 104 2.38 0.92 3.0 2.46 0.00 1 3 2
## Awareness_Tra 10 104 3.63 0.97 4.0 3.68 1.48 1 5 4
## Awareness_Env 11 104 3.34 0.88 3.0 3.31 1.48 1 5 4
## Thoughts 12 31 46.81 31.33 42.0 44.12 32.62 4 115 111
## Acton 13 27 63.37 32.40 76.0 64.74 34.10 4 106 102
## skew kurtosis se
## ...1 0.00 -1.23 2.96
## TimeStamp -0.08 -1.29 10.91
## SurvayType NaN NaN 0.00
## PosterScore -0.01 -1.53 3.26
## ChooseHigh_Poster -0.01 -0.84 0.09
## ChooseLow_Poster 0.71 -1.34 0.13
## Age 0.35 -0.43 0.14
## Sex 0.16 -0.86 0.05
## ThrowOut -0.80 -1.34 0.09
## Awareness_Tra -0.32 -0.62 0.09
## Awareness_Env 0.07 -0.38 0.09
## Thoughts 0.61 -0.72 5.63
## Acton -0.40 -1.32 6.24
## 

## group: 簡単な目

## vars n mean sd median trimmed mad min max range
## ...1 1 111 362.00 32.19 362 362.00 41.51 307 417 110
## TimeStamp 2 111 184.74 99.23 188 184.65 120.09 3 373 370
## SurvayType 3 111 3.00 0.00 3 3.00 0.00 3 3 0
## PosterScore 4 111 49.44 31.30 55 49.61 37.06 3 100 97
## ChooseHigh_Poster 5 111 2.59 0.99 2 2.62 1.48 1 4 3
## ChooseLow_Poster 6 111 2.11 1.22 1 2.01 0.00 1 4 3
## Age 7 111 4.77 1.50 5 4.78 1.48 1 8 7
## Sex 8 111 1.59 0.58 2 1.56 0.00 1 3 2
## ThrowOut 9 111 2.71 0.69 3 2.89 0.00 1 3 2
## Awareness_Tra 10 111 3.73 0.94 4 3.80 1.48 1 5 4
## Awareness_Env 11 111 3.49 0.85 3 3.49 1.48 1 5 4
## Thoughts 12 39 54.26 34.07 57 54.45 40.03 1 107 106
## Acton 13 34 47.74 29.55 48 47.18 37.06 2 98 96
## skew kurtosis se
## ...1 0.00 -1.23 3.06
## TimeStamp 0.01 -1.06 9.42
## SurvayType NaN NaN 0.00
## PosterScore -0.28 -1.33 2.97
## ChooseHigh_Poster 0.04 -1.12 0.09
## ChooseLow_Poster 0.39 -1.55 0.12
## Age -0.09 0.07 0.14
## Sex 0.33 -0.80 0.05
## ThrowOut -2.00 2.09 0.07

```

```

## Awareness_Tra -0.48 -0.11 0.09
## Awareness_Env -0.13 -0.25 0.08
## Thoughts -0.08 -1.37 5.46
## Acton 0.10 -1.29 5.07
##
## group: 複雑な目
##          vars n   mean     sd median trimmed    mad min max range
## ...1      1 99 50.00 28.72  50.0  50.00 37.06 1 99 98
## TimeStamp 2 99 185.82 115.73 191.0 185.75 158.64 4 368 364
## SurvayType 3 99  4.00  0.00   4.0  4.00  0.00 4  4  0
## PosterScore 4 99 37.95 30.28  33.0  35.46 40.03 1 100 99
## ChooseHigh_Poster 5 99  2.61  0.88   3.0  2.63  1.48 1  4  3
## ChooseLow_Poster 6 99  2.11  1.25   1.0  2.02  0.00 1  4  3
## Age        7 99  4.34  1.14   4.0  4.36  1.48 1  7  6
## Sex         8 99  1.57  0.54   2.0  1.56  0.00 1  3  2
## ThrowOut    9 99  2.69  0.72   3.0  2.84  0.00 1  3  2
## Awareness_Tra 10 99  3.75  0.94   4.0  3.80  1.48 1  5  4
## Awareness_Env 11 99  3.36  0.99   3.0  3.41  1.48 1  5  4
## Thoughts   12 23 67.43 29.52  75.0  68.16 34.10 11 112 101
## Acton      13 20 56.60 31.20  62.5  57.50 40.03 1 104 103
## skew kurtosis se
## ...1      0.00 -1.24 2.89
## TimeStamp 0.01 -1.36 11.63
## SurvayType NaN  NaN 0.00
## PosterScore 0.46 -1.02 3.04
## ChooseHigh_Poster -0.23 -0.67 0.09
## ChooseLow_Poster 0.47 -1.49 0.13
## Age       -0.16 -0.33 0.12
## Sex        0.13 -1.20 0.05
## ThrowOut   -1.86  1.52 0.07
## Awareness_Tra -0.58  0.40 0.09
## Awareness_Env -0.40  0.13 0.10
## Thoughts   -0.23 -1.19 6.16
## Acton      -0.20 -1.37 6.98

```

## 2. 可視化

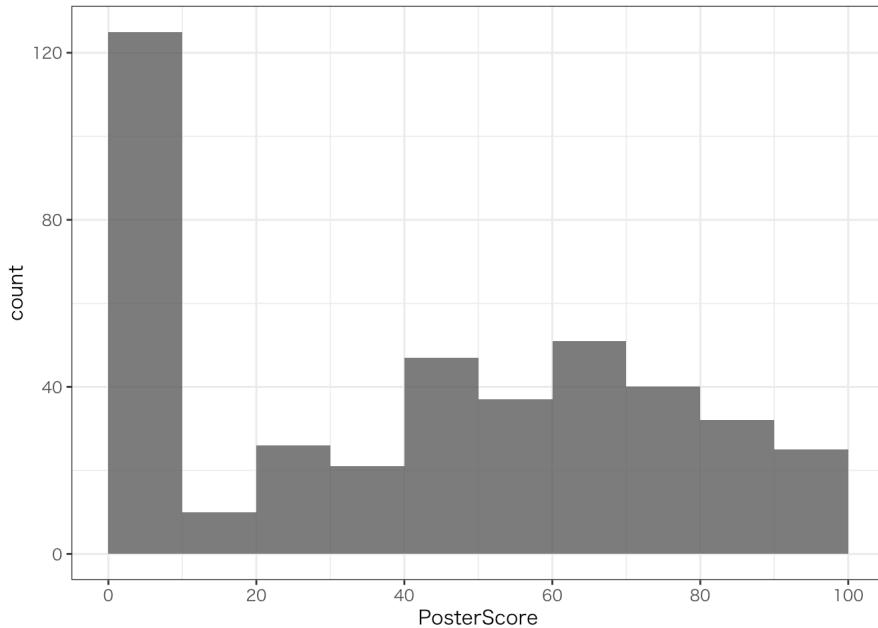
### ヒストグラム(全データ)

```

graph <- ggplot(Eye_Illust_data, aes(x = PosterScore)) +
  geom_histogram(position = 'identity', alpha = 0.8, binwidth = 10, boundary = 0) + #boundary = 0で0が帯の左に
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, max(Eye_Illust_data$PosterScore, na.rm = TRUE), by = 20), limits = c(0, NA)) +
  # 横軸の最小値を0に設定
  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3")

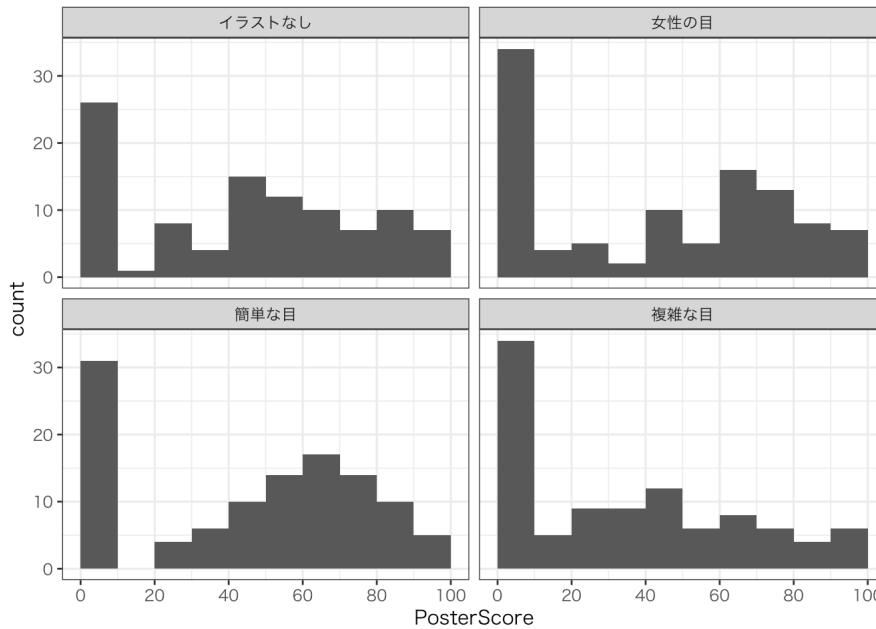
```

graph



## ヒストグラム(4群比較)

```
graph <- ggplot(Eye_Illust_data, aes(x = PosterScore)) +  
  geom_histogram(position = 'identity', alpha = 1, binwidth = 10, boundary = 0) +  
  facet_wrap( . ~ SurvayType, ncol = 2, nrow = 2 ) + #表示を2行2列に、ポスター案ごとの分類  
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, max(Eye_Illust_data$PosterScore, na.rm = TRUE), by = 20), limits = c(0, NA)) +  
  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3")  
  
graph
```



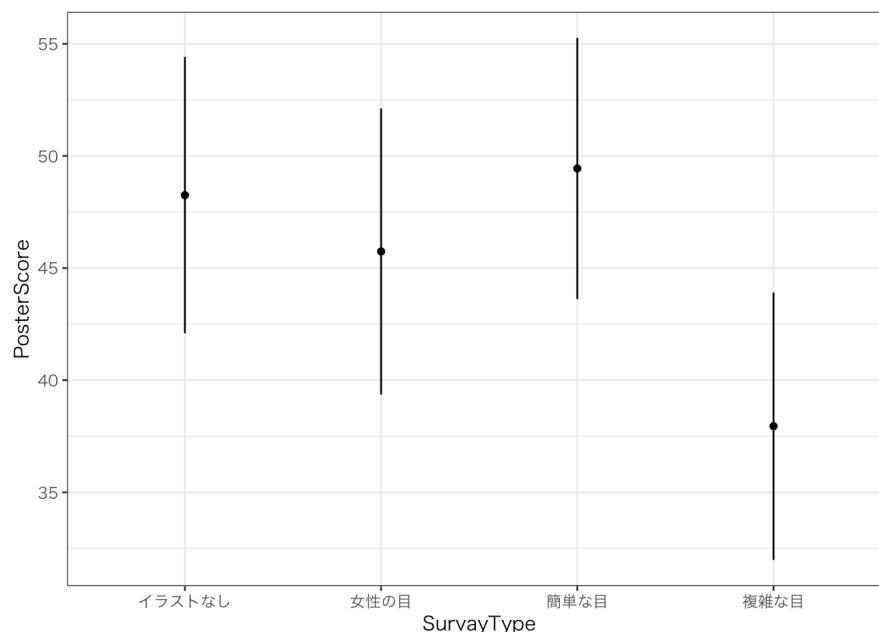
## プロットグラフ(4群比較)

```
graph <- ggplot(Eye_Illust_data, aes(x = SurvayType, y = PosterScore)) +  
  geom_point(stat = 'summary', fun.y = 'mean') +  
  geom_errorbar(stat = 'summary', fun.data = 'mean_se',  
    width=0, fun.args = list(mult = 1.96)) +  
  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3") # base_family = "HiraKakuPro-W3"
```

```
## Warning in geom_point(stat = "summary", fun.y = "mean"): Ignoring unknown  
## parameters: 'fun.y'
```

```
graph
```

```
## No summary function supplied, defaulting to `mean_se()`
```



## 3. 統計解析

# 分散分析

- H1)目のイラスト SurveyType によってポスターの評価 PosterScore は異なる。
- H0)目のイラスト SurveyType によってポスターの評価 PosterScore は異なるというわけではない。
- 目のイラストが無いポスター案Cを対照群とし、その3種の目のイラストがあるポスター案をそれぞれ比較群として、目のイラストによる介入がポスターの評価スコアに影響を与えるのか調査しました。
- Sex と Age の other回答も含めた分析。
- [共変量あり]と[共変量なし]の両方のモデルを実行して比較します。

## モデル作成（共変量なし）

```
Eye_Illust_model <- lm(PosterScore ~ SurveyType, Eye_Illust_data)
```

## モデル（共変量あり）

- Age, Sex, Awareness\_Tra, Awareness\_Envを共変量として重回帰分析をする
- 興味としてはSurveyTypeのみ

```
Eye_Illust_model2 <- lm(PosterScore ~ SurveyType + Age + Sex + Awareness_Tra + Awareness_Env, Eye_Illust_data)
```

## 分散分析結果

```
#共変量なし  
summary(Eye_Illust_model)
```

```
##  
## Call:  
## lm(formula = PosterScore ~ SurveyType, data = Eye_Illust_data)  
##  
## Residuals:  
##      Min    1Q   Median    3Q   Max  
## -46.441 -32.949   2.051  26.452  62.051  
##  
## Coefficients:  
##                               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## (Intercept)             48.250     3.159  15.275 <2e-16 ***  
## SurveyType女性の目     -2.510     4.424  -0.567  0.571  
## SurveyType簡単な目     1.191     4.355  0.274  0.785  
## SurveyType複雑な目   -10.301    4.479  -2.300  0.022 *  
## ---  
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##  
## Residual standard error: 31.59 on 410 degrees of freedom  
## Multiple R-squared:  0.01949,   Adjusted R-squared:  0.01231  
## F-statistic: 2.716 on 3 and 410 DF,  p-value: 0.04443
```

```
#共変量あり  
summary(Eye_Illust_model2)
```

```
##  
## Call:  
## lm(formula = PosterScore ~ SurveyType + Age + Sex + Awareness_Tra +  
##       Awareness_Env, data = Eye_Illust_data)  
##  
## Residuals:  
##      Min    1Q   Median    3Q   Max  
## -53.873 -29.935   2.571  26.130  66.098  
##  
## Coefficients:  
##                               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
## (Intercept)            27.062    17.581   1.539  0.12453  
## SurveyType女性の目     -2.229     4.443  -0.502  0.61618  
## SurveyType簡単な目     0.665     4.394   0.151  0.87978  
## SurveyType複雑な目   -11.569     4.487  -2.578  0.01029 *  
## Age20dai              -10.345    17.850  -0.580  0.56255  
## Age30dai               -3.602    16.531  -0.218  0.82763  
## Age40dai              -5.868    16.196  -0.362  0.71732  
## Age50dai              -7.087    16.241  -0.436  0.66280  
## Age60dai              -10.738    16.536  -0.649  0.51646  
## Age70dai              -11.308    17.260  -0.655  0.51276  
## Ageother              -25.020    23.270  -1.075  0.28294  
## Sexmale                3.693     3.209   1.151  0.25042  
## Sexother              20.088    14.557   1.380  0.16838  
## Awareness_Tra          5.953     2.210   2.694  0.00736 **  
## Awareness_Env          1.334     2.291   0.582  0.56079  
## ---  
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
##  
## Residual standard error: 31.36 on 399 degrees of freedom  
## Multiple R-squared:  0.05976,   Adjusted R-squared:  0.02677  
## F-statistic: 1.811 on 14 and 399 DF,  p-value: 0.03504
```

## 推定表

```
tab_model(Eye_Illust_model, Eye_Illust_model2,
          show.aic = T)
```

Predictors	PosterScore			PosterScore		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	48.25	42.04 – 54.46	<0.001	27.06	-7.50 – 61.63	0.125
SurvayType [女性の目]	-2.51	-11.21 – 6.19	0.571	-2.23	-10.96 – 6.51	0.616
SurvayType [簡単な目]	1.19	-7.37 – 9.75	0.785	0.67	-7.97 – 9.30	0.880
SurvayType [複雑な目]	-10.30	-19.10 – -1.50	0.022	-11.57	-20.39 – -2.75	0.010
Age [20dai]				-10.35	-45.44 – 24.75	0.563
Age [30dai]				-3.60	-36.10 – 28.90	0.828
Age [40dai]				-5.87	-37.71 – 25.97	0.717
Age [50dai]				-7.09	-39.02 – 24.84	0.663
Age [60dai]				-10.74	-43.25 – 21.77	0.516
Age [70dai]				-11.31	-45.24 – 22.62	0.513
Age [other]				-25.02	-70.77 – 20.73	0.283
Sex [male]				3.69	-2.62 – 10.00	0.250
Sex [other]				20.09	-8.53 – 48.71	0.168
Awareness Tra				5.95	1.61 – 10.30	0.007
Awareness Env				1.33	-3.17 – 5.84	0.561
Observations	414			414		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.019 / 0.012			0.060 / 0.027		
AIC	4039.767			4044.405		

## model1の分散分析表の出力（共変量無）

```
anova_result1 <- anova(Eye_Illust_model) %>%
  tidy() %>%
  mutate(across(where(is.numeric), ~ round(., 3))) # 小数点第3位で四捨五入

# 分散分析表の出力
anova_result1
```

```
## # A tibble: 2 × 6
##   term      df    sumsq   meansq statistic p.value
##   <chr>     <dbl>   <dbl>   <dbl>     <dbl>
## 1 SurvayType 3     8130.    2710.     2.72    0.044
## 2 Residuals  410    409105.   998.     NA      NA
```

```
# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result1 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))
```

### ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
SurvayType	3	8130.401	2710.134	2.716	0.044
Residuals	410	409104.857	997.817	NA	NA

## model2の分散分析表の出力（共変量アリ）

```
anova_result2 <- anova(Eye_Illust_model2) %>%
  tidy() %>%
  mutate(across(where(is.numeric), ~ round(., 3))) # 小数点第3位で四捨五入

anova_result2
```

```

## # A tibble: 6 × 6
##   term          df    sumsq   meansq statistic p.value
##   <chr>        <dbl>  <dbl>    <dbl>     <dbl>
## 1 SurveyType      3   8130.   2710.    2.76    0.042
## 2 Age             7   1764.   252.     0.256   0.970
## 3 Sex              2   1544.   772.     0.785   0.457
## 4 Awareness_Tra    1  13162.  13162.   13.4    0
## 5 Awareness_Env    1    333.   333.     0.339   0.561
## 6 Residuals       399 392302.  983.    NA      NA

```

```

# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result2 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))

```

## ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
SurveyType	3	8130.401	2710.134	2.756	0.042
Age	7	1763.740	251.963	0.256	0.970
Sex	2	1544.212	772.106	0.785	0.457
Awareness_Tra	1	13161.665	13161.665	13.386	0.000
Awareness_Env	1	333.225	333.225	0.339	0.561
Residuals	399	392302.016	983.213	NA	NA

## ノンパラメトリック検定

ヒストグラムより、PosterScoreの分布は正規分布に従わないことが示唆されるため、ノンパラメトリック検定を実施する。

## 正規性の検定(Shapiro-Wilk test)

H0)それぞれの SurveyType における PosterScore の分布は正規分布に従う。

H1)それぞれの SurveyType における PosterScore の分布は正規分布に従うというわけではない。

```

#SurveyTypeごとの正規性検定
tapply(Eye_Illust_data$PosterScore, Eye_Illust_data$SurveyType,
       shapiro.test)

```

```

## $イラストなし
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: X[[i]]
## W = 0.91989, p-value = 1.388e-05
##
## 
## $女性の目
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: X[[i]]
## W = 0.88299, p-value = 1.568e-07
##
## 
## $簡単な目
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: X[[i]]
## W = 0.89234, p-value = 1.995e-07
##
## 
## $複雑な目
##
## Shapiro-Wilk normality test
##
## data: X[[i]]
## W = 0.9048, p-value = 2.646e-06

```

データの正規性と等分散性を検討するため、シャピロ・ウィルク検定を実施した。シャピロ・ウィルク検定の結果、全てのグループで正規性が否定された ( $p < 0.05$ )。

## 等分散性の検定(Levene's test)

H0)それぞれの SurveyType における PosterScore の分布は等分散である。

H1)それぞれの SurveyType における PosterScore の分布は等分散ではない。

```
#install.packages("car") # 初回のみ
library(car) #等分散性の検定(Levene's test)

## Loading required package: carData

## 
## Attaching package: 'car'

## The following object is masked from 'package:psych':
## 
##     logit

## The following object is masked from 'package:dplyr':
## 
##     recode

## The following object is masked from 'package:purrr':
## 
##     some

# ルビーンの検定の実施
levene_result <- leveneTest(Eye_Illust_data$PosterScore ~ Eye_Illust_data$SurvayType,
                           Eye_Illust_data)
levene_result

## Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
##          Df F value Pr(>F)
## group      3  1.2164 0.3033
##          410
```

データの正規性と等分散性を検討するため、シャピロ・ウィルク検定を実施した。シャピロ・ウィルク検定の結果、群間での等分散性は認められなかった ( $p = 0.303$ )。

## 4つのグループにおける差の検定(Kruskal-Wallis test)

```
# クラスカル・ウォリス検定の実施
kruskal_result <- kruskal.test(Eye_Illust_data$PosterScore ~ Eye_Illust_data$SurvayType)

kruskal_result

## 
## Kruskal-Wallis rank sum test
## 
## data: Eye_Illust_data$PosterScore by Eye_Illust_data$SurvayType
## Kruskal-Wallis chi-squared = 7.5909, df = 3, p-value = 0.05527
```

データの正規性および等分散性が満たされなかったため、非パラメトリック手法としてクラスカル・ウォリス検定を実施した。その結果、PosterScoreはSurvayType間で有意差が認められなかった (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 7.5909$ ,  $p = 0.05527$ )。

## グループ間における事後検定(Dunn の多重比較検定でHolm 補正)

```
#install.packages("FSA")
library(FSA)

## Registered S3 methods overwritten by 'FSA':
##   method      from
##   confint.boot car
##   hist.boot    car

## ## FSA v0.10.0. See citation('FSA') if used in publication.
## ## Run fishR() for related website and fishR('IFAR') for related book.

## 
## Attaching package: 'FSA'

## The following object is masked from 'package:car':
## 
##     bootCase

## The following object is masked from 'package:psych':
## 
##     headtail
```

```

dunnTest(
  PosterScore ~ SurveyType,
  data    = Eye_Illust_data,
  method  = "holm"  # Holm 検定
)

## Dunn (1964) Kruskal-Wallis multiple comparison

## p-values adjusted with the Holm method.

## Comparison      Z   P.unadj     P.adj
## 1 イラストなし - 女性の目 0.3753545 0.70739686 1.00000000
## 2 イラストなし - 簡単な目 -0.3448210 0.73022891 0.73022891
## 3 女性の目 - 簡単な目 -0.7335746 0.46320807 1.00000000
## 4 イラストなし - 複雑な目 2.1624844 0.03058086 0.15290429
## 5 女性の目 - 複雑な目 1.8090830 0.07043811 0.28175244
## 6 簡単な目 - 複雑な目 2.5617544 0.01041449 0.06248696

```

## 研究2：イラスト 3×フレーズ 3 の比較分析

分析に必要な9種類のSurveyTypeを抽出したdfを作成

```

cross_data <- AllData %>%
  # イラストとフレーズを3*3で比較するために必要なデータのみ抽出
  filter(SurveyType %in% c("F", "G", "C", "H", "I", "A4", "J", "K", "A3"))

```

### リネームと変数の分割、並び替え

- 変数 PhraseType を作成し、対応するポスター案に適した名前に変更
  - ポスター案F, H, J の PhraseType は「簡素化メッセージ」に変更
- 変数 Illustration を作成し、対応するポスター案に適した名前に変更
  - ポスター案F, G, C の Illustration は「イラストなし」に変更
- 変数 SurveyType もアルファベットだとわかりにくいため、各条件に合わせた名前に変更
  - ポスター案Fの SurveyType は「イラストなし & 簡素化メッセージ」に変更
- 変数 PhraseType と Illustration がdfの先頭列に来るよう移動
- 分析時に比較群が左上に、以後の介入群が蛇行列になるよう並び替え

```

cross_data2 <- cross_data %>%
  mutate(
    PhraseType = SurveyType,
    Illustration = SurveyType) %>%
  #フレーズタイプの分類
  mutate(
    PhraseType = case_when(
      SurveyType %in% c("F", "H", "J") ~ "簡素化メッセージ",
      SurveyType %in% c("G", "I", "K") ~ "社会規範メッセージ",
      SurveyType %in% c("C", "A4", "A3") ~ "基準メッセージ",
      TRUE ~ NA_character_ #該当なしの場合
    ),
    #イラストタイプの分類
    Illustration = case_when(
      SurveyType %in% c("F", "G", "C") ~ "イラストなし",
      SurveyType %in% c("H", "I", "A4") ~ "目のイラスト",
      SurveyType %in% c("J", "K", "A3") ~ "社会規範イラスト",
      TRUE ~ NA_character_
    ) %>%
  mutate(SurveyType = case_when(
    SurveyType == "F" ~ "イラストなし & 簡素化メッセージ",
    SurveyType == "G" ~ "イラストなし & 社会規範メッセージ",
    SurveyType == "C" ~ "イラストなし & 基準メッセージ",
    SurveyType == "H" ~ "目のイラスト & 簡素化メッセージ",
    SurveyType == "I" ~ "目のイラスト & 社会規範メッセージ",
    SurveyType == "A4" ~ "目のイラスト & 基準メッセージ",
    SurveyType == "J" ~ "社会規範イラスト & 簡素化メッセージ",
    SurveyType == "K" ~ "社会規範イラスト & 社会規範メッセージ",
    SurveyType == "A3" ~ "社会規範イラスト & 基準メッセージ",
    TRUE ~ SurveyType #他の値はそのまま
  )) %>%
  #フレーズとイラストのタイプ分類が先頭列に来るよう整備
  relocate(PhraseType, .after = SurveyType) %>%
  relocate(Illustration, .after = PhraseType)
  #F案(フレーズがnormal, イラストがNo_image)がInterceptになるように調整
  cross_data2$PhraseType <- factor(cross_data2$PhraseType, levels =
  cross_data2$Illustration <- factor(cross_data2$Illustration, level =
  cross_data2

```

```

## # A tibble: 868 × 15
## # ...1 TimeStamp           SurveyType    PhraseType Illustration PosterScore
## # <dbl> <chr>             <chr>        <fct>       <fct>        <dbl>
## # 1 204 8/21/2024 11:05:01 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 2 205 8/21/2024 11:05:23 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 3 206 8/21/2024 11:05:29 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 4 207 8/21/2024 11:06:00 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 5 208 8/21/2024 11:06:15 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 6 209 8/21/2024 11:06:54 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 7 210 8/21/2024 11:06:57 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 8 211 8/21/2024 11:07:00 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 9 212 8/21/2024 11:07:09 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # 10 213 8/21/2024 11:07:30 社会規範イラスト & 基準メッセージ..... 基準メッセージ..... 社会規範イラスト.....
## # # i 858 more rows
## # # i 9 more variables: ChooseHigh_Poster <dbl>, ChooseLow_Poster <dbl>,
## # #   Age <chr>, Sex <chr>, ThrowOut <chr>, Awareness_Tra <dbl>,
## # #   Awareness_Env <dbl>, Thoughts <chr>, Acton <chr>

```

## 記述統計量の確認

```
#### table1を表にしてまとめやすく  
library(table1)  
table1(~ factor(Sex) + PosterScore | SurveyType, data = cross_data2)
```

イラストなし & 基準メッセー ジ (N=100)	イラストなし & 社会規範メッセー ジ (N=86)	イラストなし & 簡素化メッセー ジ (N=94)	目のイラスト & 基準メッセー ジ (N=111)	目のイラスト & 社会規範メッセー ジ (N=99)	目のイラスト & 簡素化メッセー ジ (N=96)	社会規範イラス ト & 基準メッセー ジ (N=103)	社会規範イラス ト & 社会規範 メッセージ (N=90)	
Mean (SD)	48.3 (31.5)	47.7 (31.0)	49.2 (30.7)	49.4 (31.3)	48.2 (30.1)	46.4 (31.1)	50.0 (32.7)	51.2 (32.7)
Median [Min, Max]	50.0 [2.00, 100]	59.0 [3.00, 100]	55.0 [1.00, 100]	55.0 [3.00, 100]	50.0 [2.00, 100]	51.5 [4.00, 100]	55.0 [2.00, 100]	60.0 [3.00, 100]

## グラフ

### データの分布（全データ）

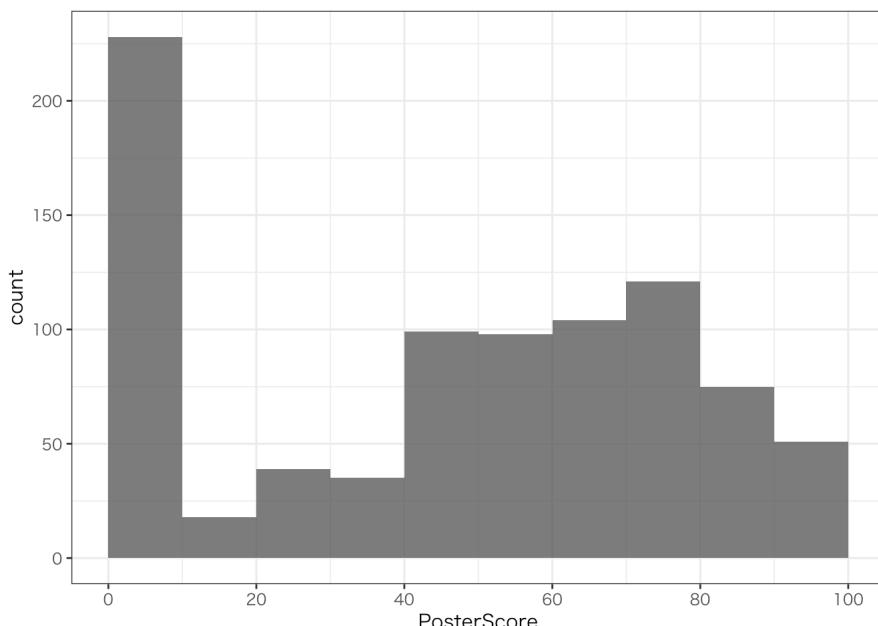
```
# The code below will generate the graph:
graph <- ggplot(cross_data2, aes(x = PosterScore)) + 

  geom_histogram(
    position = 'identity',
    alpha = 0.8,
    binwidth = 10,
    boundary = 0
    #boundary = 0で0が帯の左に
  ) + 

  scale_x_continuous(
    breaks = seq(0,
      max(cross_data2$PosterScore,
        na.rm = TRUE), by = 20),
    limits = c(0, NA)
    # 横軸の最小値を0に設定
  ) + 

  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3")
```

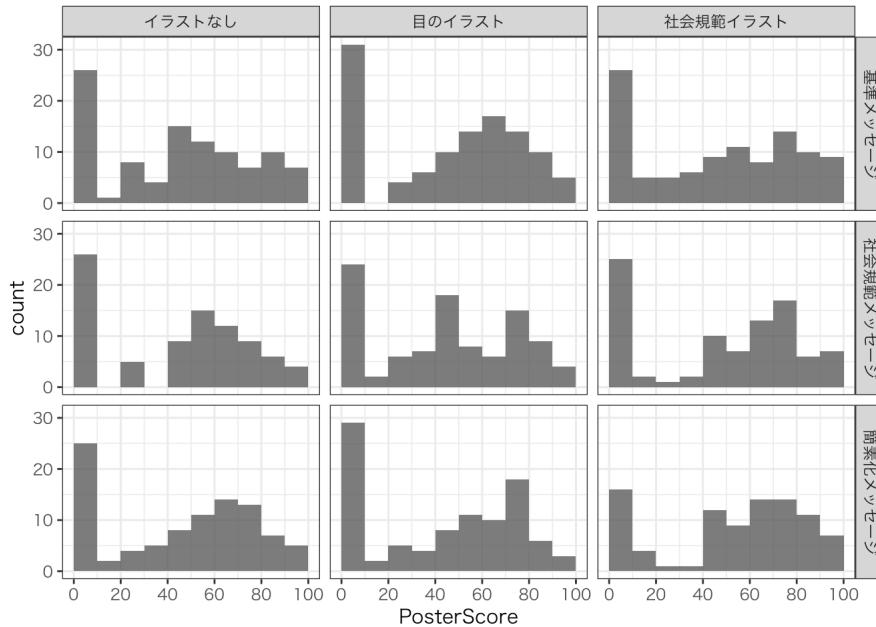
graph



### データの分布(各群)

```
# The code below will generate the graph:
graph <- ggplot(cross_data2, aes(x = PosterScore)) + 
  geom_histogram(position = 'identity', alpha = 0.8, binwidth = 10, boundary = 0) + 
  facet_grid(PhraseType ~ Illustration) + 
  scale_x_continuous(breaks = seq(0, max(cross_data2$PosterScore, na.rm = TRUE), by = 20), limits = c(0, NA)) + 
  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3")
```

graph

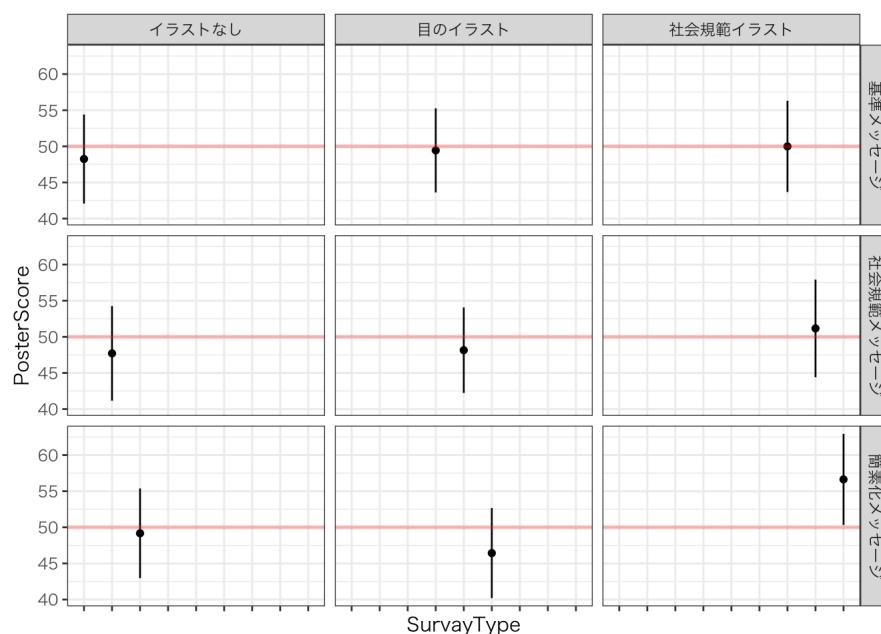


## フレーズとイラストでグリッドしたグラフ

```
graph <- ggplot(cross_data2, aes(x = SurveyType, y = PosterScore)) +
  # 平均を表示
  geom_point(stat = 'summary', fun = mean) +
  # 95%信頼区間のエラーバーを表示
  geom_errorbar(stat = 'summary', fun.data = mean_se,
                width = 0, fun.args = list(mult = 1.96)) +
  # x=50の位置に赤くて太い線を追加
  geom_hline(yintercept = 50, color = "red", size = 1, alpha = 0.3) +
  # 9つのグラフを分けて表示
  facet_grid(PhraseType ~ Illustration) +
  # グラフのテーマ設定
  theme_bw(base_family = "HiraKakuPro-W3") +
  # x軸の値を記載しない
  theme(axis.text.x = element_blank())
```

```
## Warning: Using `size` aesthetic for lines was deprecated in ggplot2 3.4.0.
## i Please use `linewidth` instead.
## This warning is displayed once every 8 hours.
## Call `lifecycle::last_lifecycle_warnings()` to see where this warning was
## generated.
```

```
graph
```



## 分析方法

各要因が3水準の二要因分散分析(Two-way ANOVA)

- H1) イラスト PhraseType とフレーズ Illustration によってポスターの評価 PosterScore は異なる。
- H0) イラスト PhraseType とフレーズ Illustration によってポスターの評価 PosterScore は異なるというわけではない。

## 分析

### モデル作 - 交互作用なし

```
Score_model_noint1 <- lm(PosterScore ~ PhraseType + Illustration, cross_data2)#共変量なし
Score_model_noint2 <- lm(PosterScore ~ PhraseType + Illustration + Age + Sex + Awareness_Tra + Awareness_Env, cross_data2)#共変量あり
```

### モデル構築 - 交互作用あり

```
Score_model_int1 <- lm(PosterScore ~ PhraseType * Illustration, cross_data2) #モデル(共変量なし)
Score_model_int2 <- lm(PosterScore ~ PhraseType * Illustration + Age + Sex + Awareness_Tra + Awareness_Env, cross_data2) #モデル(共変量あり)
```

### anovaのHTML出力

- Model1 (交互作用なし、共変量なし)

```
# ANOVAの実行例
anova_result_model1 <- anova(Score_model_noint1) %>%
  tidy()

#出力結果
anova_result_model1
```

```
## # A tibble: 3 × 6
##   term        df    sumsq meansq statistic p.value
##   <chr>     <int> <dbl>  <dbl>    <dbl>   <dbl>
## 1 PhraseType     2    421.   211.    0.216   0.806
## 2 Illustration    2   3442.  1721.   1.76    0.173
## 3 Residuals      863  843526.  977.    NA      NA
```

```
# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result_model1 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))
```

### ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
PhraseType	2	421.4323	210.7161	0.2155808	0.8061165
Illustration	2	3442.2785	1721.1393	1.7608743	0.1725115
Residuals	863	843525.9574	977.4345	NA	NA

- Model2 (交互作用あり、共変量なし)

```
# ANOVAの実行例
anova_result_model3 <- anova(Score_model_int1) %>%
  tidy()

#出力結果
anova_result_model3
```

```
## # A tibble: 4 × 6
##   term           df    sumsq meansq statistic p.value
##   <chr>         <int> <dbl>  <dbl>    <dbl>   <dbl>
## 1 PhraseType      2    421.   211.    0.215   0.806
## 2 Illustration     2   3442.  1721.   1.76    0.173
## 3 PhraseType:Illustration  4   2454.   614.    0.627   0.644
## 4 Residuals       859  841072.  979.    NA      NA
```

```
# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result_model3 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))
```

### ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
PhraseType	2	421.4323	210.7161	0.2152078	0.8064173
Illustration	2	3442.2785	1721.1393	1.7578273	0.1730387
PhraseType:Illustration	4	2454.3577	613.5894	0.6266688	0.6435731
Residuals	859	841071.5997	979.1288	NA	NA

- Model3 (交互作用なし、共変量あり)

```
# ANOVAの実行例
anova_result_model2 <- anova(Score_model_noint2) %>%
  tidy()

#出力結果
anova_result_model1
```

```
## # A tibble: 3 × 6
##   term      df    sumsq   meansq statistic p.value
##   <chr>     <int>  <dbl>    <dbl>    <dbl>
## 1 PhraseType  2     421.    211.    0.216   0.806
## 2 Illustration 2    3442.   1721.    1.76    0.173
## 3 Residuals   863  843526.  977.    NA      NA
```

```
# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result_model2 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))
```

#### ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
PhraseType	2	421.4323	210.7161	0.2151100	0.8064965
Illustration	2	3442.2785	1721.1393	1.7570284	0.1731815
Age	7	1740.2355	248.6051	0.2537890	0.9710139
Sex	2	803.8788	401.9394	0.4103206	0.6635685
Awareness_Tra	1	5033.7987	5033.7987	5.1387631	0.0236472
Awareness_Env	1	1351.0107	1351.0107	1.3791819	0.2405687
Residuals	852	834597.0338	979.5740	NA	NA

- Model4 (交互作用あり、共変量あり)

```
# ANOVAの実行例
anova_result_model4 <- anova(Score_model_int2) %>%
  tidy()

#出力結果
anova_result_model4
```

```
## # A tibble: 8 × 6
##   term      df    sumsq   meansq statistic p.value
##   <chr>     <int>  <dbl>    <dbl>    <dbl>
## 1 PhraseType  2     421.    211.    0.215   0.807
## 2 Illustration 2    3442.   1721.    1.75    0.174
## 3 Age         7     1740.   249.    0.253   0.971
## 4 Sex          2     804.   402.    0.410   0.664
## 5 Awareness_Tra 1    5034.   5034.    5.13    0.0238
## 6 Awareness_Env 1    1351.   1351.    1.38    0.241
## 7 PhraseType:Illustration 4    2255.   564.    0.574   0.681
## 8 Residuals   848  832342.  982.    NA      NA
```

```
# ANOVA結果をHTMLテーブルで出力
anova_result_model4 %>%
  kable(format = "html", caption = "ANOVA Results") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover", "condensed", "responsive"))
```

#### ANOVA Results

term	df	sumsq	meansq	statistic	p.value
PhraseType	2	421.4323	210.7161	0.2146800	0.8068434
Illustration	2	3442.2785	1721.1393	1.7535164	0.1737913
Age	7	1740.2355	248.6051	0.2532817	0.9711770
Sex	2	803.8788	401.9394	0.4095005	0.6641131
Awareness_Tra	1	5033.7987	5033.7987	5.1284916	0.0237879
Awareness_Env	1	1351.0107	1351.0107	1.3764251	0.2410405
PhraseType:Illustration	4	2254.5785	563.6446	0.5742476	0.6813904
Residuals	848	832342.4553	981.5359	NA	NA

## 推定表

```
tab_model(Score_model_noint1, Score_model_int1, Score_model_noint2, Score_model_int2,
          show.aic = T)
```

Predictors	PosterScore			PosterScore			PosterScore			PosterScore		
	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p	Estimates	CI	p
(Intercept)	48.00	43.39 – 52.60	<0.001	48.25	42.11 – 54.39	<0.001	40.64	11.56 – 69.72	0.006	40.11	10.57 – 69.66	0.008
PhraseType [社会規範メッセージ]	-0.24	-5.31 – 4.83	0.927	-0.54	-9.57 – 8.49	0.906	-0.46	-5.57 – 4.66	0.861	-1.03	-10.11 – 8.04	0.823
PhraseType [簡素化メッセージ]	1.40	-3.65 – 6.45	0.587	0.92	-7.90 – 9.74	0.838	1.43	-3.66 – 6.52	0.582	0.71	-8.24 – 9.67	0.876
Illustration [目のイラスト]	-0.28	-5.36 – 4.80	0.914	1.19	-7.28 – 9.66	0.782	-0.38	-5.51 – 4.76	0.885	1.01	-7.55 – 9.57	0.817
Illustration [社会規範イラスト]	4.10	-1.08 – 9.28	0.121	1.74	-6.88 – 10.36	0.692	3.88	-1.35 – 9.10	0.146	1.17	-7.53 – 9.86	0.793
PhraseType [社会規範メッセージ] × Illustration [目のイラスト]				-0.75	-13.15 – 11.65	0.906				-0.81	-13.28 – 11.66	0.898
PhraseType [簡素化メッセージ] × Illustration [目のイラスト]				-3.93	-16.23 – 8.36	0.530				-3.52	-16.03 – 8.99	0.580
PhraseType [社会規範メッセージ] × Illustration [社会規範イラスト]				1.72	-10.94 – 14.37	0.790				2.62	-10.12 – 15.37	0.686
PhraseType [簡素化メッセージ] × Illustration [社会規範イラスト]				5.72	-6.81 – 18.24	0.370				5.92	-6.79 – 18.62	0.361
Age [20dai]							-4.72	-34.57 – 25.13	0.757	-3.40	-33.35 – 26.54	0.824
Age [30dai]							-5.16	-33.53 – 23.21	0.721	-4.16	-32.66 – 24.33	0.774
Age [40dai]							-5.10	-33.11 – 22.91	0.721	-4.06	-32.19 – 24.08	0.777
Age [50dai]							-4.10	-32.13 – 23.93	0.774	-2.83	-30.98 – 25.32	0.844
Age [60dai]							-6.30	-34.62 – 22.01	0.662	-5.05	-33.48 – 23.39	0.728
Age [70dai]							-10.70	-39.97 – 18.57	0.473	-9.54	-38.90 – 19.83	0.524
Age [other]							1.17	-32.08 – 34.42	0.945	1.83	-31.56 – 35.23	0.914
Sex [male]							-0.44	-4.93 – 4.04	0.846	-0.44	-4.94 – 4.06	0.847
Sex [other]							-7.68	-25.14 – 9.77	0.388	-7.44	-25.04 – 10.16	0.407
Awareness Tra							1.69	-1.63 – 5.00	0.318	1.67	-1.66 – 5.00	0.324
Awareness Env							1.96	-1.31 – 5.23	0.241	1.91	-1.37 – 5.18	0.254
Observations	868			868			868			868		
R <sup>2</sup> / R <sup>2</sup> adjusted	0.005 / -0.000			0.007 / -0.002			0.015 / -0.002			0.018 / -0.004		
AIC	8446.383			8451.854			8459.146			8464.798		