

resume: 「J-POP」のトレンド 1960-2019

—構造的トピックモデルによる推定—

小牧和哉（大阪大学人間科学研究科 M1）

Contents

1 はじめに	1
2 方法	1
2.1 分析モデル	1
2.2 記述統計量	3
3 結果	3
3.1 トピック数 (K) 診断: 図の補足	3
3.2 J-POP のトレンド	5
3.3 共変量ごとのトレンド推定: 歌手性別	11
3.4 共変量ごとのトレンド推定: 作詞者性別	17
4 引用文献	24

1 はじめに

本発表の目的は, 1960~2019 の歌詞のテキストデータを用いて, 「J-POP」のトピック変遷を, 構造的トピックモデルにより推定することである。

2 方法

2.1 分析モデル

本発表では, トピックモデルを分析に用いた。トピックモデルにおいて幾分か簡略化して説明をしておく。

トピックモデルは, クラスタリングにおいて, 特定の文書が1トピック「のみ (single)」に分類されるのではなく, 「複数の (mixed)」トピックに潜在的・確率的に分布していると考えるモデルである。トピックモデルは細分類として, LDA(Latent Dirichlet Allocation), CTM(Correlated Topic Model) 等が存在するが, ここで用いたのはトピック同士に相関を仮定し, ディリクレ分布などの事前分布の代わりに, 共変量 (covariates) を投入して回帰モデルに近似させる STM(Structural Topic Model) を用いた。

STM の数式的な表現は以下の通りである。

トピックの割合 (Topic Prevalence) における事前分布仮定:

$$\mu_{d,k} = X_{d\gamma_k}$$

$$\gamma_k \sim \text{Normal}(0, \sigma_k^2), \text{ for } k = 1 \dots K - 1$$

$$\sigma_k^2 \sim \text{Gamma}(s^\gamma, r^\gamma)$$

ここでは、トピック分布がガンマ分布として仮定されている。
確率論的言語モデルにおける分布仮定:

$$\vec{\theta}_d \sim \text{LogisticNormal}(\Gamma' X'_d, \Sigma)$$

$$z_{d,n} \sim \text{Multinomial}(\theta_d), \text{ for } n = 1 \dots N_d$$

$$w_{d,n} \sim \text{Multinomial}(\beta_{z_{d,n}}), \text{ for } n = 1 \dots N_d$$

ここで言う θ_d は、文書ごとのトピックの出現確率分布のことを指しており、 $\Gamma^T = [\gamma_1 \dots \gamma_K]$ の document(文書) $\times K$ (トピック数)-1 の係数行列で表現される。 Σ はトピックの分散共分散行列を指している。これらのパラメーターは、ロジスティック正規分布に従うことを仮定しており、Softmax 関数により、合計は「1」となる。そして、この、document(d) 中の単語 (n) 単位における潜在トピック $z_{d,n}$ は θ_d をパラメーターとした多項分布に従う。最後に、 $z_{d,n}$ によって生成された観察者の手元にある観察される単語 $w_{d,n}$ は、潜在トピックが割り当てられた単語分布 $\beta_{z_{d,n}}$ をパラメーターとした多項分布に従う。

トピックの中身における分布仮定:

$$\beta_{d,v}^k \propto \exp(m_v + k_v^y + k_v^k + k_v^{y,k})$$

$$k_v^{y,k} \sim \text{Laplace}(0, \tau_v^{y,k})$$

$$\tau_v^{y,k} \sim \text{Gamma}(s^k, r^k)$$

トピック K が与えられた状態でのドキュメントに出現する単語の確率分布 $\beta_{d,v}^k$ は、単語の出現率の対数分布を表すパラメーター m_v 、トピック独自の分散 k_v^y 、共変量の分散 k_v^k そしてそれらの交互作用による分散 $k_v^{y,k}$ によって表現される。このモデルは通称 SAGE (Sparse Additive Generative Model) と呼ばれる推定手法である。 β の事前分布を新たに仮定することなく、トピックの固有性を対数加法モデルで表現することによって計算量を削減できることが特徴である。分散はラプラス分布によってスムージングされており、スパースなデータにおいても推定値のロバスト性を維持できる。ちなみに、共変量が用意されていない場合はトピックの確率を単純推定するのみとなる。これらの階層的な分布仮定を置いたうえで、STM

は, 上記に挙げた文書ごとのトピック比率 θ_d と単語の出現確率分布 $\beta_{d,v}^k$ の両パラメーターに加え, 外生変数である共変量 (文書が生成された年, 著者, 文書の分類, 評価) で構造化し (structuralize), 数学的なアルゴリズム手法 (変分ベイズ, マルコフ連鎖モンテカルロ, EM 等) を用いて, モデル収束 convergence させることによって, 推定値を算出する。

2.2 記述統計量

Table 1: 記述統計量

年	楽曲名	歌手	歌手性別	作詞者	作詞者性別	作曲者	発売年との差	ランクイン年	発売後経過年数	総単語数
Min. :1960	上を向いて歩こう : 4	B'z : 49	女:1173	秋元康: 123	女: 673	筒美京平: 110	Min. : 0.0000	Min. :1929	Min. : 0.00	Min. : 14.0
1st Qu.:1974	虹: 4	AKB48 : 43	男:1655	阿久悠: 74	男:2203	桑田佳祐: 58	1st Qu.: 0.0000	1st Qu.:1974	1st Qu.:15.00	1st Qu.:142.0
Median :1989	北帰行: 4	Mr.Children : 41	男女: 106	松本隆: 74	男女: 58	小室哲哉: 51	Median : 0.0000	Median :1989	Median :30.00	Median :188.0
Mean :1989	HANABI : 3	KinKi Kids : 36	NA	桑田佳祐: 59	不明: 0	松本孝弘: 45	Mean : 0.3681	Mean :1989	Mean :30.21	Mean :201.2
3rd Qu.:2004	RPG : 3	浜崎あゆみ: 35	NA	桜井和寿: 40	NA	桜井和寿: 39	3rd Qu.: 0.0000	3rd Qu.:2004	3rd Qu.:45.00	3rd Qu.:245.0
Max. :2019	TRUE LOVE : 3	サザンオールスターズ: 34	NA	山上路夫: 38	NA	吉田正: 37	Max. :33.0000	Max. :2019	Max. :90.00	Max. :830.0
NA	(Other) :2913	(Other) :2696	NA	(Other) :2526	NA	(Other) :2594	NA	NA	NA	NA

3 結果

3.1 トピック数 (K) 診断: 図の補足

```
## # A tibble: 10 x 7
##   K      exclus semcoh heldout residual   lbound em.its
##   <fct> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl> <dbl>
## 1 3      8.55 -69.4 -5.7      2.05 -699831. 356
## 2 4      8.79 -70.5 -5.69     1.97 -697393. 312
## 3 5      9.14 -76.3 -5.66     1.87 -693993. 170
## 4 6      9.16 -79.8 -5.62     1.82 -689516. 60
## 5 7      9.28 -80.2 -5.6      1.76 -686911. 58
## 6 8      9.38 -95.9 -5.58     1.69 -684953. 28
## 7 9      9.41 -97.4 -5.57     1.65 -683670. 18
## 8 10     9.52 -99.1 -5.57     1.62 -682748. 23
## 9 20     9.7 -117. -5.51     1.4 -675060. 16
## 10 30     9.81 -129. -5.46     1.29 -669572. 18
```

K	exclusivity	semanticCoherence	model
1	9.058747	-69.25043	1
2	9.003602	-75.50715	1
3	8.896582	-69.79585	1
4	8.949723	-72.08160	1
5	9.102210	-73.07160	1
1	9.254047	-69.66835	2
2	8.996277	-71.20089	2
3	9.511111	-93.16598	2
4	9.229757	-74.57962	2
5	8.250094	-66.72852	2
6	9.521661	-89.23970	2
1	9.263040	-73.32946	3
2	9.083128	-67.03798	3
3	9.054838	-73.40340	3
4	9.071303	-97.74250	3
5	9.420362	-87.10170	3
6	9.007881	-58.33421	3
7	9.541139	-74.94124	3

3.1.1 Semantic Coherence

数式的には以下ようになる (Mimno, D., et. al., 2011)。

$$C(K; V^{(k)}) = \sum_{m=2}^M \sum_{l=1}^{m-1} \log \frac{D(v_m^{(k)}, v_l^{(k)}) + 1}{D(v_l^{(k)})}$$

$D(v)$ は v という単語が出現する文書の頻度, $D(v_m^{(k)}, v_l^{(k)}) + 1$ は単語 v と v' が共起する文書の頻度を示す。なお, $V^k = (v_1^k, \dots, v_M^k)$ はトピック K において, M という単語が最も出現する確率である単語のリストである。数式中の「1」は 0 の場合の対数値が計算できるように加えてある。簡単に言えば, 共起語の条件つき確率の総和を求めて, それを意味論的なつながりの指標として捉えていることが分かる。

3.1.2 Exclusivity

数式としては以下ようになる (Bischof and Airoldi, 2012)。

$$\varphi_{f,k} = \frac{\beta_{f,k}}{(\sum_{j \in S} \beta_{f,j})}$$

$\beta_{f,k}$ はトピック K における単語の頻度を指し, $\sum_{j \in S} \beta_{f,j}$ はトピック集合 S における j トピックにおける単語の頻度の総和を意味している。

3.1.3 各トピックの頻出単語

```
## Topic 1 Top Words:
## Highest Prob: 恋, 女, 花, 男, 泣い, 娘, ひとり
## FREX: 娘, 女, 酒, 子, 男, 東京, 唄
## Lift: 三, 酒, 娘, あんた, 東京, 難, 有
## Score: 難, 女, 娘, 男, 有, 酒, 東京
## Topic 2 Top Words:
```

```

##      Highest Prob: あなた, 私, 好き, 愛, 恋, 愛し, わたし
##      FREX: あなた, 私, 好き, わたし, あたし, ほしい, 彼
##      Lift: あなた, 神様, 私, あたし, 彼, お願い, わたし
##      Score: あなた, 私, 神様, わたし, あたし, 好き, 愛し
## Topic 3 Top Words:
##      Highest Prob: 今, 明日, 自分, 一, 未来, ずっと, 時
##      FREX: 自分, 未来, 世界, 全て, 僕ら, 先, 強く
##      Lift: 走れ, 歩, 進む, 自分, 未来, 全て, 現実
##      Score: 走れ, 僕ら, 自分, 未来, ずっと, 全て, 場所
## Topic 4 Top Words:
##      Highest Prob: 愛, 俺, 心, 胸, 恋, 抱い, 夜
##      FREX: 俺, お前, おまえ, あいつ, 気分, 抱い, 今夜
##      Lift: お前, そいつ, 日本, 気分, あいつ, 踊り, 俺
##      Score: そいつ, 俺, お前, おまえ, 貴方, あいつ, 日本
## Topic 5 Top Words:
##      Highest Prob: 夢, 風, 空, 夏, 星, 胸, 消え
##      FREX: 空, 夏, 風, 海, 雲, 春, 星
##      Lift: 足, 雲, 桜, 虹, 青空, 彼方, 空
##      Score: 足, 空, 夏, 風, 春, 太陽, 雲
## Topic 6 Top Words:
##      Highest Prob: 君, 僕, 好き, 愛, 今, 愛し, 心
##      FREX: 君, 僕, 会い, 気持ち, 守り, 触れ, 側
##      Lift: 超, 君, 僕, 守り, 側, 触れ, 会い
##      Score: 君, 僕, 超, ずっと, 好き, 気持ち, 愛し
## Topic 7 Top Words:
##      Highest Prob: 人, 二, 日, 涙, 忘れ, 時, 夜
##      FREX: 二, 人, 雪, 思い出, 逢い, 頃, 忘れ
##      Lift: せつな, 雪, 二, 逢い, 降る, 人, 思い出
##      Score: せつな, 人, 二, 雪, 思い出, 逢い, さよなら

```

なお, それぞれの指標の算出式は以下の通りである。

$$Lift = \frac{\beta_{k,v}}{w_v / \sum_v w_v}$$

v は単語, k はトピックを示す。トピックにおける単語分布を, 単語出現率でわったもの。

$$FREX_{k,v} = \left(\frac{\omega}{FCDF(\beta_{k,v} / \sum_{j=1}^K \beta_{j,v})} + \frac{1-\omega}{ECDF(\beta_{k,v})} \right)^{-1}$$

トピックにおける頻繁かつ排他的な単語を示す指標。単語のランクの調和平均。

$$SCORE = \beta_{v,k} (\log \beta_{w,k} - 1 / K \sum_k' \log \beta_{v,k'})$$

3.2 J-POP のトレンド

回帰分析の結果を以下に示す。

3.2.1 経過年をダミー変数として投入した場合

```
##
```



```

## sex_w男女          -0.02394238  0.02435632  -0.983          0.326
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 4:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.20433472  0.02795885   7.308 0.000000000000347 ***
## 時代現実_2005-19 -0.11598705  0.02259820  -5.133 0.000000304503416 ***
## 時代不可能性_1990-2004 -0.07377477  0.01434318  -5.144 0.000000287403323 ***
## 時代夢_1960-74    -0.08917670  0.01409783  -6.326 0.000000000290920 ***
## 歌手性別男        0.05245129  0.00727166   7.213 0.0000000000000693 ***
## 歌手性別男女      0.04012586  0.01752317   2.290      0.0221 *
## sumw            -0.00009465  0.00004511  -2.098      0.0360 *
## 年齡効果        -0.00092887  0.00069210  -1.342      0.1797
## sex_w男          0.00589366  0.00807697   0.730      0.4656
## sex_w男女        0.00078800  0.02264908   0.035      0.9722
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 5:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.12650712  0.02971322   4.258 0.0000213137 ***
## 時代現実_2005-19  0.05472351  0.02336620   2.342      0.01925 *
## 時代不可能性_1990-2004 0.03991746  0.01376352   2.900      0.00376 **
## 時代夢_1960-74   -0.01820446  0.01381175  -1.318      0.18759
## 歌手性別男        0.02083517  0.00685571   3.039      0.00239 **
## 歌手性別男女      0.03367505  0.01834349   1.836      0.06649 .
## sumw            -0.00024306  0.00004431  -5.486 0.00000000446 ***
## 年齡効果        0.00111702  0.00073761   1.514      0.13004
## sex_w男          0.01125836  0.00818664   1.375      0.16917
## sex_w男女        0.00525984  0.02270679   0.232      0.81683
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 6:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.14812043  0.03272533   4.526 0.00000625 ***
## 時代現実_2005-19  0.00093480  0.02669015   0.035      0.9721
## 時代不可能性_1990-2004 0.02194355  0.01569193   1.398      0.1621
## 時代夢_1960-74    0.03749982  0.01587050   2.363      0.0182 *
## 歌手性別男        0.09117625  0.00792474  11.505 < 0.0000000000000002 ***
## 歌手性別男女      0.03624308  0.01899886   1.908      0.0565 .
## sumw            0.00006018  0.00005268   1.142      0.2534
## 年齡効果        -0.00330242  0.00080840  -4.085      0.00004523 ***
## sex_w男         -0.00468776  0.00897827  -0.522      0.6016

```

```
## sex_w男女          0.01760997  0.02626921  0.670          0.5027
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 7:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.13099363  0.02410550   5.434 0.0000000596 ***
## 時代現実_2005-19 -0.03024468  0.01901875  -1.590   0.1119
## 時代不可能性_1990-2004 -0.01001105  0.01156351  -0.866   0.3867
## 時代夢_1960-74    0.01938659  0.01202518   1.612   0.1070
## 歌手性別男       -0.00521145  0.00569065  -0.916   0.3599
## 歌手性別男女      0.00003008  0.01554520   0.002   0.9985
## sumw            -0.00006274  0.00004218  -1.487   0.1371
## 年齢効果         0.00121394  0.00056776   2.138   0.0326 *
## sex_w男         0.00092972  0.00718477   0.129   0.8970
## sex_w男女       -0.00824344  0.01992258  -0.414   0.6791
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

3.2.2 スプライン関数をあてはめた場合

```
##
## Call:
## estimateEffect(formula = 1:7 ~ s(年代) + 歌手性別 + sumw + 年齢効果 +
##               sex_w, stmobj = poliblogSelect7topic, metadata = meta, uncertainty = "Global")
##
##
## Topic 1:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.19786667  0.14831638   1.334  0.18228
## s(年代)1      -0.14339820  0.05018132  -2.858  0.00430 **
## s(年代)2      -0.03969328  0.04014596  -0.989  0.32288
## s(年代)3      -0.20127841  0.05657022  -3.558  0.00038 ***
## s(年代)4      -0.17896392  0.06745029  -2.653  0.00801 **
## s(年代)5      -0.23101669  0.08194267  -2.819  0.00485 **
## s(年代)6      -0.25734598  0.10010323  -2.571  0.01020 *
## s(年代)7      -0.23379514  0.11510376  -2.031  0.04233 *
## s(年代)8      -0.19540048  0.13472436  -1.450  0.14706
## s(年代)9      -0.20573545  0.14458187  -1.423  0.15485
## s(年代)10     -0.21280587  0.14799464  -1.438  0.15056
## 歌手性別男     0.01290689  0.00750638   1.719  0.08564 .
## 歌手性別男女  -0.01414766  0.01949653  -0.726  0.46811
## sumw           0.00003963  0.00004622   0.858  0.39121
## 年齢効果       0.00294056  0.00234263   1.255  0.20949
## sex_w男        0.02064461  0.00860855   2.398  0.01654 *
## sex_w男女      0.01694432  0.02261341   0.749  0.45373
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```



```

##
##
## Topic 2:
##
## Coefficients:
##      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.33047339 0.13252561  2.494 0.012698 *
## s(年代)1     -0.01893929 0.05263044 -0.360 0.718982
## s(年代)2      0.03422295 0.03872989  0.884 0.376968
## s(年代)3      0.08646671 0.05531383  1.563 0.118113
## s(年代)4      0.01861327 0.06267451  0.297 0.766501
## s(年代)5     -0.03193198 0.07407138 -0.431 0.666429
## s(年代)6     -0.07228075 0.09062671 -0.798 0.425188
## s(年代)7     -0.11542640 0.10593707 -1.090 0.275990
## s(年代)8     -0.10011979 0.12104439 -0.827 0.408229
## s(年代)9     -0.16645006 0.13261880 -1.255 0.209542
## s(年代)10    -0.11644202 0.13247950 -0.879 0.379504
## 歌手性別男   -0.16773154 0.00798510 -21.006 < 0.0000000000000002 ***
## 歌手性別男女 -0.07370466 0.02208166 -3.338 0.000855 ***
## sumw         0.00004075 0.00005336  0.764 0.445125
## 年齡效果     -0.00159940 0.00210780 -0.759 0.448033
## sex_w男      -0.02487172 0.00908578 -2.737 0.006230 **
## sex_w男女    -0.01288430 0.02795968 -0.461 0.644964
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 3:
##
## Coefficients:
##      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.18037134 0.11320893  1.593 0.1112
## s(年代)1      0.00540004 0.03861866  0.140 0.8888
## s(年代)2     -0.02068799 0.03135626 -0.660 0.5095
## s(年代)3      0.00088976 0.04265705  0.021 0.9834
## s(年代)4     -0.02685930 0.05062790 -0.531 0.5958
## s(年代)5      0.01046237 0.06438111  0.163 0.8709
## s(年代)6      0.13783522 0.07725507  1.784 0.0745 .
## s(年代)7      0.12187312 0.09021193  1.351 0.1768
## s(年代)8      0.17948323 0.10557404  1.700 0.0892 .
## s(年代)9      0.10111282 0.11301951  0.895 0.3710
## s(年代)10     0.09563625 0.11258193  0.849 0.3957
## 歌手性別男   -0.00355362 0.00735178 -0.483 0.6289
## 歌手性別男女 -0.01853700 0.01737675 -1.067 0.2862
## sumw         0.00025569 0.00004964  5.151 0.000000276 ***
## 年齡效果     -0.00300629 0.00181350 -1.658 0.0975 .
## sex_w男      -0.01077364 0.00859764 -1.253 0.2103
## sex_w男女    -0.01832361 0.02546286 -0.720 0.4718
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 4:
##

```

```

## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.13160121  0.12320215   1.068      0.28553
## s(年代)1     0.01978044  0.03926670   0.504      0.61448
## s(年代)2    -0.00172446  0.03240058  -0.053      0.95756
## s(年代)3    -0.01896220  0.04566054  -0.415      0.67796
## s(年代)4     0.15926839  0.05633453   2.827      0.00473 **
## s(年代)5     0.06874294  0.06693386   1.027      0.30449
## s(年代)6     0.00140095  0.08204556   0.017      0.98638
## s(年代)7    -0.03735451  0.09691999  -0.385      0.69996
## s(年代)8    -0.05759118  0.11314398  -0.509      0.61079
## s(年代)9    -0.04322234  0.12161363  -0.355      0.72231
## s(年代)10   -0.05617531  0.12458197  -0.451      0.65209
## 歌手性別男   0.05049037  0.00696589   7.248 0.000000000000538 ***
## 歌手性別男女 0.03747226  0.01673248   2.239      0.02520 *
## sumw        -0.00007501  0.00004371  -1.716      0.08626 .
## 年齡效果    -0.00138073  0.00197914  -0.698      0.48546
## sex_w男      0.00738248  0.00757502   0.975      0.32985
## sex_w男女   -0.00078507  0.02234496  -0.035      0.97198
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 5:
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept) -0.12616165  0.13358752  -0.944      0.34504
## s(年代)1     0.08429609  0.04516837   1.866      0.06210 .
## s(年代)2    -0.01267711  0.03273774  -0.387      0.69861
## s(年代)3     0.00623677  0.05021113   0.124      0.90116
## s(年代)4     0.11375937  0.05675636   2.004      0.04513 *
## s(年代)5     0.15425229  0.07509883   2.054      0.04007 *
## s(年代)6     0.17820165  0.08541131   2.086      0.03703 *
## s(年代)7     0.29436442  0.10682082   2.756      0.00589 **
## s(年代)8     0.24823563  0.11888713   2.088      0.03688 *
## s(年代)9     0.30588613  0.13104787   2.334      0.01966 *
## s(年代)10    0.30740245  0.13294629   2.312      0.02083 *
## 歌手性別男   0.01902802  0.00706020   2.695      0.00708 **
## 歌手性別男女 0.03968589  0.01754210   2.262      0.02375 *
## sumw        -0.00024998  0.00004309  -5.802 0.000000000726 ***
## 年齡效果     0.00526755  0.00213837   2.463      0.01382 *
## sex_w男      0.01019138  0.00767647   1.328      0.18441
## sex_w男女    0.00463141  0.02258535   0.205      0.83754
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 6:
##
## Coefficients:
##           Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.18598424  0.13277076   1.401      0.1614
## s(年代)1     0.00770460  0.04556238   0.169      0.8657

```

```

## s(年代)2      0.02223422  0.03810756   0.583      0.5596
## s(年代)3     -0.00052303  0.05009785  -0.010      0.9917
## s(年代)4     -0.06012627  0.05859408  -1.026      0.3049
## s(年代)5     -0.00871233  0.07450910  -0.117      0.9069
## s(年代)6     -0.00584569  0.08808096  -0.066      0.9471
## s(年代)7     -0.03964834  0.10406047  -0.381      0.7032
## s(年代)8     -0.05116439  0.12185594  -0.420      0.6746
## s(年代)9     -0.01310099  0.12830793  -0.102      0.9187
## s(年代)10    -0.01515222  0.13094876  -0.116      0.9079
## 歌手性別男    0.09331190  0.00847048  11.016 <0.0000000000000002 ***
## 歌手性別男女  0.03342779  0.01998845   1.672      0.0946 .
## sumw         0.00005904  0.00005430   1.087      0.2770
## 年齡効果     -0.00345377  0.00211036  -1.637      0.1018
## sex_w男      -0.00614993  0.00879692  -0.699      0.4845
## sex_w男女     0.01384638  0.02633971   0.526      0.5991
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 7:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.09918855  0.10925041   0.908  0.36401
## s(年代)1     0.04486041  0.03942008   1.138  0.25521
## s(年代)2     0.01826826  0.03037443   0.601  0.54760
## s(年代)3     0.12707879  0.04366140   2.911  0.00364 **
## s(年代)4    -0.02572041  0.04969156  -0.518  0.60478
## s(年代)5     0.03880964  0.06027436   0.644  0.51970
## s(年代)6     0.01930193  0.07119117   0.271  0.78631
## s(年代)7     0.01063906  0.08642827   0.123  0.90204
## s(年代)8    -0.02231916  0.09758216  -0.229  0.81910
## s(年代)9     0.02174664  0.10918151   0.199  0.84214
## s(年代)10   -0.00142693  0.10818690  -0.013  0.98948
## 歌手性別男  -0.00446244  0.00641845  -0.695  0.48695
## 歌手性別男女 -0.00453125  0.01492302  -0.304  0.76142
## sumw       -0.00007105  0.00003579  -1.985  0.04722 *
## 年齡効果     0.00125302  0.00174476   0.718  0.47271
## sex_w男      0.00334366  0.00685850   0.488  0.62593
## sex_w男女   -0.00309664  0.01875582  -0.165  0.86887
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

3.3 共変量ごとのトレンド推定: 歌手性別

```

##
## Call:
## estimateEffect(formula = 1:7 ~ s(年代) * 歌手性別 + 年齡効果 +
##               sumw + sex_w, stmobj = poliblogInteraction, metadata = meta,
##               uncertainty = "None")
##
##
## Topic 1:

```

```

##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      0.15853383  0.09731920   1.629  0.103420
## s(年代)1        -0.12433809  0.05711156  -2.177  0.029553 *
## s(年代)2         0.05568063  0.04182940   1.331  0.183249
## s(年代)3        -0.13808086  0.05139475  -2.687  0.007258 **
## s(年代)4        -0.14659239  0.05110070  -2.869  0.004151 **
## s(年代)5        -0.15625108  0.06028243  -2.592  0.009590 **
## s(年代)6        -0.20175768  0.06987840  -2.887  0.003915 **
## s(年代)7        -0.19477429  0.07963903  -2.446  0.014516 *
## s(年代)8        -0.13652577  0.09554064  -1.429  0.153117
## s(年代)9        -0.15963684  0.09946457  -1.605  0.108611
## s(年代)10       -0.16824026  0.10086253  -1.668  0.095421 .
## 歌手性别男       0.14549404  0.03800443   3.828  0.000132 ***
## 歌手性别男女     0.01274552  0.06464848   0.197  0.843723
## 年龄效果         0.00237162  0.00156306   1.517  0.129301
## sumw            0.00002228  0.00003472   0.642  0.521003
## sex_w男         0.02505466  0.00624219   4.014  0.0000613 ***
## sex_w男女       0.00835582  0.01942673   0.430  0.667141
## s(年代)1:歌手性别男 -0.05265858  0.06873022  -0.766  0.443642
## s(年代)2:歌手性别男 -0.14712406  0.05106780  -2.881  0.003994 **
## s(年代)3:歌手性别男 -0.14267940  0.05554071  -2.569  0.010251 *
## s(年代)4:歌手性别男 -0.08100667  0.04737000  -1.710  0.087357 .
## s(年代)5:歌手性别男 -0.18693542  0.04921729  -3.798  0.000149 ***
## s(年代)6:歌手性别男 -0.13828882  0.04733194  -2.922  0.003508 **
## s(年代)7:歌手性别男 -0.13140483  0.05423868  -2.423  0.015466 *
## s(年代)8:歌手性别男 -0.15750793  0.05699418  -2.764  0.005753 **
## s(年代)9:歌手性别男 -0.15944499  0.05627172  -2.833  0.004636 **
## s(年代)10:歌手性别男 -0.14239288  0.05127804  -2.777  0.005524 **
## s(年代)1:歌手性别男女  0.04689992  0.13237687   0.354  0.723147
## s(年代)2:歌手性别男女 -0.06482575  0.10444426  -0.621  0.534864
## s(年代)3:歌手性别男女 -0.05630135  0.10853470  -0.519  0.603981
## s(年代)4:歌手性别男女 -0.03092220  0.11442649  -0.270  0.786998
## s(年代)5:歌手性别男女  0.15951253  0.12893801   1.237  0.216141
## s(年代)6:歌手性别男女 -0.12433510  0.13523062  -0.919  0.357947
## s(年代)7:歌手性别男女  0.15162809  0.20884379   0.726  0.467875
## s(年代)8:歌手性别男女 -0.10231616  0.18679414  -0.548  0.583907
## s(年代)9:歌手性别男女 -0.02093073  0.15490479  -0.135  0.892526
## s(年代)10:歌手性别男女 -0.03714155  0.10842304  -0.343  0.731953
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 2:
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      0.40993260  0.10701895   3.830  0.000131 ***
## s(年代)1        -0.04827163  0.06001810  -0.804  0.421299
## s(年代)2        -0.03922940  0.04696404  -0.835  0.403614
## s(年代)3         0.02359873  0.05460522   0.432  0.665650
## s(年代)4         0.00413448  0.05589295   0.074  0.941038
## s(年代)5        -0.08710858  0.06777234  -1.285  0.198786

```

```

## s(年代)6 -0.11840544 0.07513932 -1.576 0.115178
## s(年代)7 -0.27288739 0.09024950 -3.024 0.002519 **
## s(年代)8 -0.21408359 0.10321626 -2.074 0.038156 *
## s(年代)9 -0.27968848 0.11028436 -2.536 0.011263 *
## s(年代)10 -0.30494660 0.10797550 -2.824 0.004772 **
## 歌手性別男 -0.26732763 0.04074246 -6.561 0.0000000000629 ***
## 歌手性別男女 -0.22529804 0.07404678 -3.043 0.002366 **
## 年齡效果 -0.00150685 0.00166661 -0.904 0.365997
## sumw 0.00004705 0.00003762 1.251 0.211216
## sex_w男 -0.03563319 0.00692436 -5.146 0.0000002837705 ***
## sex_w男女 -0.00676865 0.02189224 -0.309 0.757207
## s(年代)1:歌手性別男 0.03132035 0.07220494 0.434 0.664488
## s(年代)2:歌手性別男 0.07736771 0.05764792 1.342 0.179678
## s(年代)3:歌手性別男 0.09848857 0.05592441 1.761 0.078327 .
## s(年代)4:歌手性別男 -0.01957392 0.05377278 -0.364 0.715876
## s(年代)5:歌手性別男 0.05090412 0.05231314 0.973 0.330602
## s(年代)6:歌手性別男 0.06801744 0.05427925 1.253 0.210270
## s(年代)7:歌手性別男 0.20587638 0.05587305 3.685 0.000233 ***
## s(年代)8:歌手性別男 0.14756909 0.06519480 2.264 0.023678 *
## s(年代)9:歌手性別男 0.20111038 0.06373984 3.155 0.001620 **
## s(年代)10:歌手性別男 0.27943377 0.05365484 5.208 0.0000002042676 ***
## s(年代)1:歌手性別男女 -0.02324973 0.14675089 -0.158 0.874129
## s(年代)2:歌手性別男女 0.27585680 0.11834853 2.331 0.019828 *
## s(年代)3:歌手性別男女 0.07103933 0.12303981 0.577 0.563735
## s(年代)4:歌手性別男女 0.29836871 0.13596447 2.194 0.028281 *
## s(年代)5:歌手性別男女 0.02784087 0.13648791 0.204 0.838383
## s(年代)6:歌手性別男女 0.01858200 0.15093279 0.123 0.902025
## s(年代)7:歌手性別男女 0.38528897 0.22466498 1.715 0.086462 .
## s(年代)8:歌手性別男女 0.06400277 0.20570472 0.311 0.755717
## s(年代)9:歌手性別男女 0.15401015 0.16261255 0.947 0.343667
## s(年代)10:歌手性別男女 0.41599925 0.11833435 3.515 0.000446 ***
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 3:
##
## Coefficients:
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 0.17348019 0.08699291 1.994 0.04623 *
## s(年代)1 0.01813569 0.05221354 0.347 0.72836
## s(年代)2 -0.01723019 0.04084016 -0.422 0.67313
## s(年代)3 -0.00486584 0.04612137 -0.106 0.91599
## s(年代)4 -0.01789104 0.04673442 -0.383 0.70188
## s(年代)5 0.04392898 0.05269285 0.834 0.40453
## s(年代)6 0.15525166 0.06389979 2.430 0.01518 *
## s(年代)7 0.20239717 0.07218947 2.804 0.00509 **
## s(年代)8 0.12441480 0.08344157 1.491 0.13606
## s(年代)9 0.13480579 0.09004169 1.497 0.13446
## s(年代)10 0.09677382 0.08975959 1.078 0.28106
## 歌手性別男 0.01486449 0.03586587 0.414 0.67858
## 歌手性別男女 0.01768219 0.06455667 0.274 0.78418
## 年齡效果 -0.00332372 0.00140897 -2.359 0.01839 *
## sumw 0.00027536 0.00003432 8.024 0.00000000000000147 ***

```

```

## sex_w男 -0.00270906 0.00633550 -0.428 0.66897
## sex_w男女 -0.02062176 0.01836431 -1.123 0.26156
## s(年代)1:歌手性别男 -0.01613440 0.06673463 -0.242 0.80898
## s(年代)2:歌手性别男 -0.00624465 0.04857631 -0.129 0.89772
## s(年代)3:歌手性别男 0.01119514 0.05448048 0.205 0.83720
## s(年代)4:歌手性别男 -0.01864718 0.04498379 -0.415 0.67852
## s(年代)5:歌手性别男 -0.07207707 0.04627788 -1.557 0.11946
## s(年代)6:歌手性别男 -0.02734831 0.04739231 -0.577 0.56394
## s(年代)7:歌手性别男 -0.12766822 0.04982683 -2.562 0.01045 *
## s(年代)8:歌手性别男 0.10021177 0.05604883 1.788 0.07389 .
## s(年代)9:歌手性别男 -0.05642571 0.05561913 -1.015 0.31043
## s(年代)10:歌手性别男 -0.00012687 0.04713183 -0.003 0.99785
## s(年代)1:歌手性别男女 -0.03654391 0.13117619 -0.279 0.78058
## s(年代)2:歌手性别男女 -0.00575234 0.09636534 -0.060 0.95240
## s(年代)3:歌手性别男女 -0.00935387 0.10457592 -0.089 0.92873
## s(年代)4:歌手性别男女 -0.05886339 0.10766997 -0.547 0.58463
## s(年代)5:歌手性别男女 -0.16572230 0.12726427 -1.302 0.19295
## s(年代)6:歌手性别男女 0.08860780 0.11815839 0.750 0.45337
## s(年代)7:歌手性别男女 -0.34433645 0.19022327 -1.810 0.07037 .
## s(年代)8:歌手性别男女 0.21987524 0.16519126 1.331 0.18328
## s(年代)9:歌手性别男女 -0.14887494 0.14951699 -0.996 0.31948
## s(年代)10:歌手性别男女 -0.16594411 0.10174042 -1.631 0.10299
## ---
## Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 4:
##
## Coefficients:
## Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept) 0.10958262 0.08331794 1.315 0.18854
## s(年代)1 0.11113638 0.04989782 2.227 0.02601 *
## s(年代)2 -0.01051074 0.03753608 -0.280 0.77948
## s(年代)3 0.01004876 0.04411816 0.228 0.81984
## s(年代)4 0.09217274 0.04533469 2.033 0.04213 *
## s(年代)5 0.10757453 0.05158862 2.085 0.03714 *
## s(年代)6 -0.00517316 0.05924261 -0.087 0.93042
## s(年代)7 -0.03231471 0.06912297 -0.467 0.64018
## s(年代)8 -0.01974398 0.08143329 -0.242 0.80844
## s(年代)9 -0.02836054 0.08639911 -0.328 0.74275
## s(年代)10 -0.01740121 0.08413819 -0.207 0.83617
## 歌手性别男 0.06905506 0.03449157 2.002 0.04537 *
## 歌手性别男女 0.03632027 0.06489611 0.560 0.57575
## 年龄效应 -0.00136847 0.00136654 -1.001 0.31671
## sumw -0.00006725 0.00003164 -2.126 0.03361 *
## sex_w男 0.00841741 0.00599816 1.403 0.16062
## sex_w男女 -0.00311936 0.01795774 -0.174 0.86211
## s(年代)1:歌手性别男 -0.12231249 0.06222834 -1.966 0.04945 *
## s(年代)2:歌手性别男 -0.00111507 0.04631625 -0.024 0.98079
## s(年代)3:歌手性别男 -0.07351683 0.04951658 -1.485 0.13773
## s(年代)4:歌手性别男 0.14686474 0.04468909 3.286 0.00103 **
## s(年代)5:歌手性别男 -0.05343004 0.04587721 -1.165 0.24426
## s(年代)6:歌手性别男 0.00076998 0.04444515 0.017 0.98618
## s(年代)7:歌手性别男 -0.00103611 0.04930241 -0.021 0.98323

```

```

## s(年代)8:歌手性别男      -0.08057628  0.05096292  -1.581  0.11397
## s(年代)9:歌手性别男      -0.00839353  0.05302339  -0.158  0.87423
## s(年代)10:歌手性别男     -0.05355030  0.04533681  -1.181  0.23763
## s(年代)1:歌手性别男女    -0.18212500  0.12499863  -1.457  0.14522
## s(年代)2:歌手性别男女     0.01214859  0.09964917   0.122  0.90298
## s(年代)3:歌手性别男女     0.09207180  0.10043125   0.917  0.35934
## s(年代)4:歌手性别男女    -0.07139370  0.10793878  -0.661  0.50839
## s(年代)5:歌手性别男女     0.12589758  0.11478678   1.097  0.27282
## s(年代)6:歌手性别男女    -0.13428807  0.12635589  -1.063  0.28797
## s(年代)7:歌手性别男女     0.15266677  0.18515869   0.825  0.40971
## s(年代)8:歌手性别男女    -0.07736361  0.16484033  -0.469  0.63887
## s(年代)9:歌手性别男女    -0.02956081  0.14185985  -0.208  0.83495
## s(年代)10:歌手性别男女   -0.08265148  0.10438252  -0.792  0.42853
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 5:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)   -0.15339984  0.09442622  -1.625    0.104368
## s(年代)1       0.05300653  0.05157973   1.028    0.304195
## s(年代)2      -0.01165288  0.03876808  -0.301    0.763757
## s(年代)3       0.04159035  0.04574108   0.909    0.363291
## s(年代)4       0.14119920  0.04839047   2.918    0.003551 **
## s(年代)5       0.16904573  0.05671210   2.981    0.002899 **
## s(年代)6       0.21562689  0.06624518   3.255    0.001147 **
## s(年代)7       0.28762696  0.07667329   3.751    0.000179 ***
## s(年代)8       0.32343253  0.09071505   3.565    0.000369 ***
## s(年代)9       0.32377674  0.09439668   3.430    0.000612 ***
## s(年代)10      0.35861498  0.09484538   3.781    0.000159 ***
## 歌手性别男     0.02152882  0.03339132   0.645    0.519145
## 歌手性别男女    0.10001576  0.06808502   1.469    0.141946
## 年龄效果       0.00563876  0.00150077   3.757    0.000175 ***
## sumw          -0.00026896  0.00003444  -7.809  0.000000000000000798 ***
## sex_w男        0.00841418  0.00600561   1.401    0.161305
## sex_w男女       0.01696244  0.01852085   0.916    0.359818
## s(年代)1:歌手性别男    0.07595700  0.06425781   1.182    0.237276
## s(年代)2:歌手性别男    0.01277135  0.04709563   0.271    0.786273
## s(年代)3:歌手性别男   -0.03127203  0.04869260  -0.642    0.520772
## s(年代)4:歌手性别男   -0.01877940  0.04345634  -0.432    0.665669
## s(年代)5:歌手性别男    0.02171359  0.04551989   0.477    0.633389
## s(年代)6:歌手性别男   -0.02239758  0.04776323  -0.469    0.639155
## s(年代)7:歌手性别男    0.06690031  0.04892136   1.368    0.171572
## s(年代)8:歌手性别男   -0.07093439  0.05595855  -1.268    0.205034
## s(年代)9:歌手性别男    0.01643134  0.05251690   0.313    0.754397
## s(年代)10:歌手性别男  -0.03448708  0.04579952  -0.753    0.451511
## s(年代)1:歌手性别男女   0.16467912  0.13380727   1.231    0.218528
## s(年代)2:歌手性别男女  -0.10540860  0.10574088  -0.997    0.318917
## s(年代)3:歌手性别男女  -0.06713719  0.10869505  -0.618    0.536844
## s(年代)4:歌手性别男女  -0.13540712  0.11438940  -1.184    0.236614
## s(年代)5:歌手性别男女  -0.14026007  0.12104568  -1.159    0.246659
## s(年代)6:歌手性别男女  -0.03708455  0.12483331  -0.297    0.766432

```

```

## s(年代)7:歌手性别男女 -0.14229414 0.19838997 -0.717 0.473281
## s(年代)8:歌手性别男女 -0.14570409 0.16490090 -0.884 0.376993
## s(年代)9:歌手性别男女 0.12469080 0.13946762 0.894 0.371370
## s(年代)10:歌手性别男女 0.00946263 0.10854944 0.087 0.930540
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 6:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.17416276 0.10462173  1.665  0.09608 .
## s(年代)1        0.00250625 0.06197951  0.040  0.96775
## s(年代)2       -0.01754536 0.04828103 -0.363  0.71633
## s(年代)3       -0.03723769 0.05406561 -0.689  0.49104
## s(年代)4       -0.04879751 0.05547830 -0.880  0.37916
## s(年代)5       -0.07045317 0.06491159 -1.085  0.27785
## s(年代)6       -0.06903593 0.07531664 -0.917  0.35942
## s(年代)7        0.02644573 0.08743292  0.302  0.76232
## s(年代)8       -0.00196083 0.09987390 -0.020  0.98434
## s(年代)9        0.00483651 0.10651295  0.045  0.96379
## s(年代)10       0.06090278 0.10661396  0.571  0.56788
## 歌手性别男      0.06433387 0.04257770  1.511  0.13090
## 歌手性别男女    0.04520049 0.07350510  0.615  0.53865
## 年龄效果       -0.00302323 0.00167583 -1.804  0.07133 .
## sumw           0.00007445 0.00004077  1.826  0.06792 .
## sex_w男        -0.00461478 0.00733140 -0.629  0.52910
## sex_w男女       0.01836908 0.02019048  0.910  0.36301
## s(年代)1:歌手性别男 -0.02784604 0.07816093 -0.356  0.72167
## s(年代)2:歌手性别男  0.09000419 0.06007774  1.498  0.13421
## s(年代)3:歌手性别男  0.05435471 0.06142883  0.885  0.37632
## s(年代)4:歌手性别男 -0.00859392 0.05502087 -0.156  0.87589
## s(年代)5:歌手性别男  0.13884456 0.05269037  2.635  0.00846 **
## s(年代)6:歌手性别男  0.12302192 0.05672937  2.169  0.03020 *
## s(年代)7:歌手性别男 -0.06745263 0.05642699 -1.195  0.23203
## s(年代)8:歌手性别男 -0.01792500 0.06447665 -0.278  0.78103
## s(年代)9:歌手性别男 -0.03727523 0.06638629 -0.561  0.57451
## s(年代)10:歌手性别男 -0.08873456 0.05515275 -1.609  0.10775
## s(年代)1:歌手性别男女 0.08615420 0.14347959  0.600  0.54824
## s(年代)2:歌手性别男女 -0.06206474 0.11204883 -0.554  0.57968
## s(年代)3:歌手性别男女  0.05653144 0.12077939  0.468  0.63978
## s(年代)4:歌手性别男女 -0.10144943 0.13026341 -0.779  0.43616
## s(年代)5:歌手性别男女 -0.02689135 0.14052830 -0.191  0.84826
## s(年代)6:歌手性别男女  0.24047648 0.13833697  1.738  0.08226 .
## s(年代)7:歌手性别男女 -0.38575079 0.21776734 -1.771  0.07660 .
## s(年代)8:歌手性别男女  0.11281908 0.19196006  0.588  0.55676
## s(年代)9:歌手性别男女 -0.07619870 0.17011801 -0.448  0.65425
## s(年代)10:歌手性别男女 -0.15814668 0.12375721 -1.278  0.20139
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 7:

```



```
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.13769608  0.07665938   1.796  0.07257 .
## s(年代)1      -0.01506349  0.04351321  -0.346  0.72923
## s(年代)2       0.03647783  0.03582957   1.018  0.30872
## s(年代)3       0.10450124  0.03833090   2.726  0.00644 **
## s(年代)4      -0.03121955  0.04115642  -0.759  0.44818
## s(年代)5      -0.01230536  0.04684607  -0.263  0.79282
## s(年代)6       0.01503761  0.05488458   0.274  0.78411
## s(年代)7      -0.02360203  0.06293753  -0.375  0.70768
## s(年代)8      -0.08302689  0.07344574  -1.130  0.25838
## s(年代)9      -0.00728241  0.07636494  -0.095  0.92403
## s(年代)10     -0.03672148  0.07876754  -0.466  0.64111
## 歌手性別男    -0.04690774  0.02996426  -1.565  0.11759
## 歌手性別男女   0.01944293  0.05423891   0.358  0.72002
## 年齡効果       0.00106540  0.00123292   0.864  0.38759
## sumw          -0.00008116  0.00002827  -2.871  0.00412 **
## sex_w男        0.00088970  0.00517961   0.172  0.86363
## sex_w男女     -0.01186689  0.01559744  -0.761  0.44683
## s(年代)1:歌手性別男  0.11684233  0.05751309   2.032  0.04229 *
## s(年代)2:歌手性別男 -0.03233057  0.04206534  -0.769  0.44221
## s(年代)3:歌手性別男  0.08216003  0.04358132   1.885  0.05950 .
## s(年代)4:歌手性別男 -0.00128500  0.03954131  -0.032  0.97408
## s(年代)5:歌手性別男  0.09859592  0.03916042   2.518  0.01186 *
## s(年代)6:歌手性別男 -0.00089091  0.03965305  -0.022  0.98208
## s(年代)7:歌手性別男  0.05164696  0.04269355   1.210  0.22649
## s(年代)8:歌手性別男  0.07715844  0.04458884   1.730  0.08366 .
## s(年代)9:歌手性別男  0.04669551  0.04658820   1.002  0.31628
## s(年代)10:歌手性別男 0.03941873  0.03992066   0.987  0.32352
## s(年代)1:歌手性別男女 -0.05920405  0.10889009  -0.544  0.58669
## s(年代)2:歌手性別男女 -0.05782728  0.08938826  -0.647  0.51773
## s(年代)3:歌手性別男女 -0.09238900  0.08991577  -1.028  0.30427
## s(年代)4:歌手性別男女  0.09129333  0.09659425   0.945  0.34468
## s(年代)5:歌手性別男女  0.01721541  0.10285903   0.167  0.86709
## s(年代)6:歌手性別男女 -0.05234011  0.10231280  -0.512  0.60899
## s(年代)7:歌手性別男女  0.16044930  0.15949243   1.006  0.31450
## s(年代)8:歌手性別男女 -0.07933563  0.13744648  -0.577  0.56384
## s(年代)9:歌手性別男女 -0.00344243  0.12375511  -0.028  0.97781
## s(年代)10:歌手性別男女 0.01094985  0.08371022   0.131  0.89594
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

3.4 共変量ごとのトレンド推定: 作詞者性別

```
##
## Call:
## estimateEffect(formula = 1:7 ~ s(年代) * sex_w + 歌手性別 + sumw +
##   年齢効果, stmobj = poliblogInteraction2, metadata = meta,
##   uncertainty = "None", prior = 0.00001)
##
##
## Topic 1:
```

```

##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.19147910  0.10499398   1.824  0.068298 .
## s(年代)1      -0.30318364  0.07215595  -4.202 0.0000273 ***
## s(年代)2       0.03197366  0.06025309   0.531  0.595698
## s(年代)3      -0.20962451  0.06382172  -3.285  0.001034 **
## s(年代)4      -0.18146963  0.06368351  -2.850  0.004409 **
## s(年代)5      -0.23894021  0.07050892  -3.389  0.000711 ***
## s(年代)6      -0.22377493  0.08339640  -2.683  0.007332 **
## s(年代)7      -0.24169975  0.08835494  -2.736  0.006265 **
## s(年代)8      -0.15227345  0.11184161  -1.362  0.173459
## s(年代)9      -0.19217911  0.10819193  -1.776  0.075792 .
## s(年代)10     -0.16994308  0.11139589  -1.526  0.127224
## sex_w男        0.04462007  0.04476935   0.997  0.319010
## sex_w男女     -1.09623451 12.31749140  -0.089  0.929089
## 歌手性別男      0.01486024  0.00536656   2.769  0.005658 **
## 歌手性別男女   -0.00895163  0.01356938  -0.660  0.509503
## sumw          0.00002928  0.00003388   0.864  0.387482
## 年齡效果       0.00291683  0.00150875   1.933  0.053299 .
## s(年代)1:sex_w男  0.17519236  0.08041836   2.179  0.029448 *
## s(年代)2:sex_w男 -0.07734436  0.06311436  -1.225  0.220500
## s(年代)3:sex_w男 -0.02328763  0.06245721  -0.373  0.709282
## s(年代)4:sex_w男 -0.00501708  0.05736937  -0.087  0.930318
## s(年代)5:sex_w男 -0.01381066  0.05598862  -0.247  0.805182
## s(年代)6:sex_w男 -0.06005276  0.05905505  -1.017  0.309288
## s(年代)7:sex_w男 -0.01416509  0.06158436  -0.230  0.818099
## s(年代)8:sex_w男 -0.06914826  0.06923527  -0.999  0.318002
## s(年代)9:sex_w男 -0.04025909  0.07043835  -0.572  0.567671
## s(年代)10:sex_w男 -0.06835227  0.06120002  -1.117  0.264144
## s(年代)1:sex_w男女 -19.34387674 37.26247201  -0.519  0.603713
## s(年代)2:sex_w男女  6.45677768 17.26803288   0.374  0.708495
## s(年代)3:sex_w男女  1.99382461 12.26966151   0.163  0.870923
## s(年代)4:sex_w男女  0.75026338 12.32658659   0.061  0.951471
## s(年代)5:sex_w男女  1.18501303 12.32019994   0.096  0.923381
## s(年代)6:sex_w男女  1.06079868 12.31680102   0.086  0.931372
## s(年代)7:sex_w男女  1.13437759 12.31118988   0.092  0.926592
## s(年代)8:sex_w男女  1.04349441 12.32422581   0.085  0.932529
## s(年代)9:sex_w男女  1.08997666 12.31649321   0.088  0.929488
## s(年代)10:sex_w男女  1.06254965 12.31749520   0.086  0.931263
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 2:
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.34250300  0.11766952   2.911  0.00363 **
## s(年代)1       0.13171234  0.08560413   1.539  0.12401
## s(年代)2       0.02552360  0.06896963   0.370  0.71136
## s(年代)3       0.07337017  0.07013981   1.046  0.29562
## s(年代)4      -0.00114115  0.07286866  -0.016  0.98751
## s(年代)5      -0.01826368  0.08095193  -0.226  0.82152

```

```

## s(年代)6      -0.07753642  0.09042533  -0.857      0.39126
## s(年代)7      -0.17683218  0.10056045  -1.758      0.07877 .
## s(年代)8      -0.18049011  0.11929082  -1.513      0.13038
## s(年代)9      -0.11775324  0.12347220  -0.954      0.34032
## s(年代)10     -0.22784440  0.12352794  -1.844      0.06522 .
## sex_w男       -0.04423139  0.05126511  -0.863      0.38832
## sex_w男女     -0.40991037  14.93357647  -0.027      0.97810
## 歌手性别男    -0.17691864  0.00576882  -30.668 < 0.0000000000000002 ***
## 歌手性别男女  -0.07763383  0.01550467  -5.007      0.000000586 ***
## sumw          0.00003721  0.00003802   0.979      0.32784
## 年龄效果      -0.00137423  0.00169550  -0.811      0.41771
## s(年代)1:sex_w男 -0.18578710  0.08946244  -2.077      0.03792 *
## s(年代)2:sex_w男  0.00280017  0.07374136   0.038      0.96971
## s(年代)3:sex_w男  0.02957048  0.06777223   0.436      0.66264
## s(年代)4:sex_w男  0.02703168  0.06425834   0.421      0.67403
## s(年代)5:sex_w男 -0.01696572  0.06517603  -0.260      0.79465
## s(年代)6:sex_w男  0.00071196  0.06397954   0.011      0.99112
## s(年代)7:sex_w男  0.10002167  0.06698406   1.493      0.13549
## s(年代)8:sex_w男  0.08697603  0.07977152   1.090      0.27567
## s(年代)9:sex_w男 -0.04816861  0.07922610  -0.608      0.54324
## s(年代)10:sex_w男  0.13287572  0.07021087   1.893      0.05852 .
## s(年代)1:sex_w男女 -5.83240075  40.71333254  -0.143      0.88610
## s(年代)2:sex_w男女  2.19637003  19.78227822   0.111      0.91160
## s(年代)3:sex_w男女 -0.30705258  14.87980725  -0.021      0.98354
## s(年代)4:sex_w男女  0.66449697  14.94767952   0.044      0.96454
## s(年代)5:sex_w男女  0.12718199  14.92462070   0.009      0.99320
## s(年代)6:sex_w男女  0.48583358  14.92911286   0.033      0.97404
## s(年代)7:sex_w男女  0.24680526  14.95046446   0.017      0.98683
## s(年代)8:sex_w男女  0.62935404  14.91246349   0.042      0.96634
## s(年代)9:sex_w男女  0.36310806  14.95304476   0.024      0.98063
## s(年代)10:sex_w男女  0.53875561  14.92647382   0.036      0.97121
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 3:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)   0.17390569  0.09963529   1.745      0.0810 .
## s(年代)1     -0.00596094  0.07376734  -0.081      0.9356
## s(年代)2     -0.03612240  0.05806168  -0.622      0.5339
## s(年代)3     -0.00774175  0.05863980  -0.132      0.8950
## s(年代)4     -0.01593647  0.06134210  -0.260      0.7950
## s(年代)5      0.06722050  0.06810562   0.987      0.3237
## s(年代)6      0.12787526  0.07612570   1.680      0.0931 .
## s(年代)7      0.16032914  0.08694567   1.844      0.0653 .
## s(年代)8      0.21223617  0.10124404   2.096      0.0361 *
## s(年代)9      0.12837158  0.10782697   1.191      0.2339
## s(年代)10     0.02150679  0.10518126   0.204      0.8380
## sex_w男      -0.00238263  0.04473654  -0.053      0.9575
## sex_w男女     0.61027559  12.00581940   0.051      0.9595
## 歌手性别男    -0.00745566  0.00522289  -1.427      0.1535
## 歌手性别男女  -0.02437649  0.01298892  -1.877      0.0607 .

```

```

## sumw          0.00026597  0.00003149   8.447 <0.0000000000000002 ***
## 年齡効果      -0.00305781  0.00148531  -2.059      0.0396 *
## s(年代)1:sex_w男  0.01007949  0.08139581   0.124      0.9015
## s(年代)2:sex_w男  0.02530881  0.06182097   0.409      0.6823
## s(年代)3:sex_w男  0.00945396  0.06079760   0.155      0.8764
## s(年代)4:sex_w男 -0.01045236  0.05505236  -0.190      0.8494
## s(年代)5:sex_w男 -0.08580990  0.05706399  -1.504      0.1328
## s(年代)6:sex_w男  0.04049015  0.05757122   0.703      0.4819
## s(年代)7:sex_w男 -0.05001800  0.05666151  -0.883      0.3774
## s(年代)8:sex_w男  0.01242632  0.07057266   0.176      0.8602
## s(年代)9:sex_w男 -0.03501419  0.06871616  -0.510      0.6104
## s(年代)10:sex_w男 0.10642826  0.05917868   1.798      0.0722 .
## s(年代)1:sex_w男女 13.16868871 34.55454290   0.381      0.7032
## s(年代)2:sex_w男女 -4.19052526 16.61652185  -0.252      0.8009
## s(年代)3:sex_w男女 -0.52855090 11.95815172  -0.044      0.9647
## s(年代)4:sex_w男女 -0.52481426 12.01740256  -0.044      0.9652
## s(年代)5:sex_w男女 -0.59278155 12.00559856  -0.049      0.9606
## s(年代)6:sex_w男女 -0.74698201 12.00534596  -0.062      0.9504
## s(年代)7:sex_w男女 -0.37686615 12.01252945  -0.031      0.9750
## s(年代)8:sex_w男女 -0.98011709 12.00358469  -0.082      0.9349
## s(年代)9:sex_w男女 -0.38241255 12.01061851  -0.032      0.9746
## s(年代)10:sex_w男女 -0.69058375 12.01258725  -0.057      0.9542
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 4:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)   0.10730064  0.09634935   1.114    0.26552
## s(年代)1       0.07413453  0.06962689   1.065    0.28708
## s(年代)2       0.03633918  0.05484852   0.663    0.50768
## s(年代)3      -0.00250399  0.05981041  -0.042    0.96661
## s(年代)4       0.13831407  0.05849763   2.364    0.01812 *
## s(年代)5       0.07262183  0.06633603   1.095    0.27371
## s(年代)6       0.01543537  0.07588418   0.203    0.83883
## s(年代)7      -0.03771547  0.08193560  -0.460    0.64533
## s(年代)8       0.00190812  0.10189415   0.019    0.98506
## s(年代)9      -0.04777931  0.10620795  -0.450    0.65284
## s(年代)10      0.01368308  0.10085185   0.136    0.89209
## sex_w男        0.03231064  0.04181550   0.773    0.43977
## sex_w男女      1.14813547 11.69148032   0.098    0.92178
## 歌手性別男     0.05617900  0.00516964 10.867 < 0.0000000000000002 ***
## 歌手性別男女   0.03692931  0.01263369   2.923    0.00349 **
## sumw          -0.00005091  0.00003216  -1.583    0.11354
## 年齡効果      -0.00152551  0.00139763  -1.091    0.27515
## s(年代)1:sex_w男 -0.05694896  0.07588023  -0.751    0.45301
## s(年代)2:sex_w男 -0.06330996  0.05685763  -1.113    0.26559
## s(年代)3:sex_w男 -0.03279053  0.05882311  -0.557    0.57727
## s(年代)4:sex_w男  0.04062194  0.05166890   0.786    0.43182
## s(年代)5:sex_w男 -0.00575039  0.05233366  -0.110    0.91251
## s(年代)6:sex_w男 -0.03951663  0.05431264  -0.728    0.46693
## s(年代)7:sex_w男 -0.00481269  0.05492831  -0.088    0.93019

```

```

## s(年代)8:sex_w男      -0.10697942  0.06584478  -1.625      0.10433
## s(年代)9:sex_w男       0.00870158  0.06886298   0.126      0.89946
## s(年代)10:sex_w男      -0.09278051  0.05722098  -1.621      0.10503
## s(年代)1:sex_w男女     7.86306578 36.22914953   0.217      0.82819
## s(年代)2:sex_w男女    -3.81600502 16.35857079  -0.233      0.81557
## s(年代)3:sex_w男女    -0.43710982 11.65477253  -0.038      0.97009
## s(年代)4:sex_w男女    -1.61351476 11.69712274  -0.138      0.89030
## s(年代)5:sex_w男女    -0.84954689 11.68455640  -0.073      0.94204
## s(年代)6:sex_w男女    -1.28855923 11.69847806  -0.110      0.91230
## s(年代)7:sex_w男女    -1.02802093 11.67794301  -0.088      0.92986
## s(年代)8:sex_w男女    -1.22716443 11.70263831  -0.105      0.91649
## s(年代)9:sex_w男女    -1.13702306 11.68244922  -0.097      0.92247
## s(年代)10:sex_w男女   -1.21463715 11.70504677  -0.104      0.91736
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 5:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)   -0.11846182  0.09965000  -1.189    0.234624
## s(年代)1      -0.09224681  0.06883878  -1.340    0.180337
## s(年代)2       0.01788776  0.05776529   0.310    0.756840
## s(年代)3       0.00675065  0.05633273   0.120    0.904622
## s(年代)4       0.12204002  0.05968590   2.045    0.040974 *
## s(年代)5       0.16502306  0.06482982   2.545    0.010964 *
## s(年代)6       0.15666603  0.07635048   2.052    0.040266 *
## s(年代)7       0.28168403  0.08466976   3.327    0.000889 ***
## s(年代)8       0.25786375  0.10065946   2.562    0.010465 *
## s(年代)9       0.29099408  0.10754411   2.706    0.006854 **
## s(年代)10      0.33688146  0.10573425   3.186    0.001457 **
## sex_w男       -0.01411055  0.04187816  -0.337    0.736184
## sex_w男女      1.45243610 11.62104952   0.125    0.900546
## 歌手性別男     0.01995325  0.00542110   3.681    0.000237 ***
## 歌手性別男女   0.04583017  0.01206286   3.799    0.000148 ***
## sumw          -0.00027550  0.00003269  -8.427 < 0.0000000000000002 ***
## 年齡効果       0.00544864  0.00150755   3.614    0.000306 ***
## s(年代)1:sex_w男  0.24142020  0.07769806   3.107    0.001907 **
## s(年代)2:sex_w男 -0.03537829  0.06060861  -0.584    0.559456
## s(年代)3:sex_w男  0.00712076  0.05786246   0.123    0.902065
## s(年代)4:sex_w男 -0.00037130  0.05375720  -0.007    0.994490
## s(年代)5:sex_w男  0.01040581  0.05351083   0.194    0.845828
## s(年代)6:sex_w男  0.03461851  0.05263405   0.658    0.510770
## s(年代)7:sex_w男  0.05275253  0.05736763   0.920    0.357883
## s(年代)8:sex_w男  0.01070178  0.06593098   0.162    0.871067
## s(年代)9:sex_w男  0.03996192  0.07084444   0.564    0.572743
## s(年代)10:sex_w男 -0.00835062  0.05775325  -0.145    0.885044
## s(年代)1:sex_w男女 17.89106454 37.78324470   0.474    0.635879
## s(年代)2:sex_w男女 -6.55200158 16.19671800  -0.405    0.685855
## s(年代)3:sex_w男女 -1.45272718 11.58577265  -0.125    0.900224
## s(年代)4:sex_w男女 -1.33948047 11.62861510  -0.115    0.908304
## s(年代)5:sex_w男女 -1.73475909 11.62973449  -0.149    0.881433
## s(年代)6:sex_w男女 -1.15197445 11.62201757  -0.099    0.921050

```

```

## s(年代)7:sex_w男女 -1.71558502 11.62399551 -0.148 0.882677
## s(年代)8:sex_w男女 -1.36382334 11.62350374 -0.117 0.906604
## s(年代)9:sex_w男女 -1.41184068 11.62508333 -0.121 0.903345
## s(年代)10:sex_w男女 -1.51553177 11.61692284 -0.130 0.896212
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 6:
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value      Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.15792080  0.11946873   1.322    0.1863
## s(年代)1        0.05718929  0.08892337   0.643    0.5202
## s(年代)2        0.00127101  0.06757969   0.019    0.9850
## s(年代)3       -0.01729121  0.07278527  -0.238    0.8122
## s(年代)4       -0.00134541  0.07473178  -0.018    0.9856
## s(年代)5       -0.03522154  0.08175710  -0.431    0.6666
## s(年代)6       -0.00309833  0.09145662  -0.034    0.9730
## s(年代)7        0.04278172  0.10395121   0.412    0.6807
## s(年代)8       -0.05137084  0.12004298  -0.428    0.6687
## s(年代)9       -0.06695677  0.13072595  -0.512    0.6086
## s(年代)10      0.08012588  0.12239275   0.655    0.5127
## sex_w男        0.00187023  0.05307929   0.035    0.9719
## sex_w男女      0.32751398 13.42051370   0.024    0.9805
## 歌手性別男     0.09692507  0.00627526 15.446 <0.0000000000000002 ***
## 歌手性別男女   0.02628312  0.01559595   1.685    0.0920 .
## sumw          0.00007235  0.00003767   1.920    0.0549 .
## 年齡效果      -0.00324697  0.00174012  -1.866    0.0621 .
## s(年代)1:sex_w男 -0.07255571  0.09431629  -0.769    0.4418
## s(年代)2:sex_w男  0.03823440  0.07450083   0.513    0.6078
## s(年代)3:sex_w男  0.02543709  0.07287145   0.349    0.7271
## s(年代)4:sex_w男 -0.07341169  0.06735921  -1.090    0.2759
## s(年代)5:sex_w男  0.05035966  0.06625578   0.760    0.4473
## s(年代)6:sex_w男  0.02293997  0.06499090   0.353    0.7241
## s(年代)7:sex_w男 -0.11698361  0.07182414  -1.629    0.1035
## s(年代)8:sex_w男  0.03068355  0.08056185   0.381    0.7033
## s(年代)9:sex_w男  0.08430831  0.08347470   1.010    0.3126
## s(年代)10:sex_w男 -0.10137648  0.06919373  -1.465    0.1430
## s(年代)1:sex_w男女 0.35940257 42.29288308   0.008    0.9932
## s(年代)2:sex_w男女 -0.58040323 19.68483158  -0.029    0.9765
## s(年代)3:sex_w男女 -0.47008033 13.36301689  -0.035    0.9719
## s(年代)4:sex_w男女 -0.30342266 13.42563212  -0.023    0.9820
## s(年代)5:sex_w男女 -0.05449609 13.42725535  -0.004    0.9968
## s(年代)6:sex_w男女 -0.38351819 13.41407005  -0.029    0.9772
## s(年代)7:sex_w男女 -0.16375400 13.42988055  -0.012    0.9903
## s(年代)8:sex_w男女 -0.27219077 13.42351190  -0.020    0.9838
## s(年代)9:sex_w男女 -0.60117859 13.42479087  -0.045    0.9643
## s(年代)10:sex_w男女 -0.09503185 13.42401875  -0.007    0.9944
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
##
## Topic 7:

```

```
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)    0.14692973  0.08120624   1.809  0.07050 .
## s(年代)1       0.13710944  0.06131930   2.236  0.02543 *
## s(年代)2      -0.08958198  0.04714482  -1.900  0.05751 .
## s(年代)3       0.16133161  0.05377933   3.000  0.00272 **
## s(年代)4      -0.06580016  0.04879474  -1.349  0.17760
## s(年代)5      -0.01533069  0.05712486  -0.268  0.78843
## s(年代)6      -0.00007850  0.06194034  -0.001  0.99899
## s(年代)7      -0.02551568  0.07176662  -0.356  0.72221
## s(年代)8      -0.08980359  0.08218861  -1.093  0.27464
## s(年代)9       0.00210090  0.08986159   0.023  0.98135
## s(年代)10     -0.05487275  0.08742927  -0.628  0.53030
## sex_w男       -0.02460941  0.03667258  -0.671  0.50224
## sex_w男女     -0.99309338 10.10246785  -0.098  0.92170
## 歌手性別男    -0.00285004  0.00421705  -0.676  0.49920
## 歌手性別男女   0.00282532  0.01097974   0.257  0.79695
## sumw         -0.00007885  0.00002888  -2.731  0.00636 **
## 年齢効果      0.00090656  0.00117927   0.769  0.44211
## s(年代)1:sex_w男 -0.11152278  0.06643469  -1.679  0.09332 .
## s(年代)2:sex_w男  0.12547814  0.04997431   2.511  0.01210 *
## s(年代)3:sex_w男 -0.02312199  0.05295117  -0.437  0.66239
## s(年代)4:sex_w男  0.03188957  0.04453910   0.716  0.47405
## s(年代)5:sex_w男  0.06701286  0.04682326   1.431  0.15248
## s(年代)6:sex_w男  0.00676371  0.04673360   0.145  0.88493
## s(年代)7:sex_w男  0.03195749  0.04884651   0.654  0.51301
## s(年代)8:sex_w男  0.04188676  0.05573311   0.752  0.45238
## s(年代)9:sex_w男 -0.00123423  0.05726496  -0.022  0.98281
## s(年代)10:sex_w男 0.03777631  0.05126996   0.737  0.46130
## s(年代)1:sex_w男女 -5.80175748 32.04962021  -0.181  0.85636
## s(年代)2:sex_w男女  3.00323831 14.54632160   0.206  0.83645
## s(年代)3:sex_w男女  0.23432288 10.05382425   0.023  0.98141
## s(年代)4:sex_w男女  1.30621685 10.11297979   0.129  0.89724
## s(年代)5:sex_w男女  0.86497635 10.10335535   0.086  0.93178
## s(年代)6:sex_w男女  0.98366483 10.10481826   0.097  0.92246
## s(年代)7:sex_w男女  0.85240806 10.10690657   0.084  0.93279
## s(年代)8:sex_w男女  1.13534149 10.09853466   0.112  0.91049
## s(年代)9:sex_w男女  1.04019659 10.10143542   0.103  0.91799
## s(年代)10:sex_w男女 0.89340609 10.10442232   0.088  0.92955
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

3.4.1 補足: 多重共線性について

本来, 説明変数間の多重共線性が通常の回帰モデルでは発生するが, 機械学習においては, L1 正則化ペナルティ項を加えることで (回帰モデルのパラメーター推定でいえば, Lasso 回帰にこれがあたる), 次元圧縮を行い, 多重共線性を回避できる。トピックモデルにおける正則化式は以下のようなになる (Roberts, M. E., et. al, 2016, p. 18)。

$$\operatorname{argmin}_S = \sum_v |\beta_{k,v}^{\text{ref}} - \beta_{k,v}^{\text{cand}}|$$

argmin_S は、誤差を最小化する損失関数, $\beta_{k,v}^{ref}$ はターゲットモデル, $\beta_{k,v}^{cand}$ は推定モデルを指す。

4 引用文献

- Bischof and Airoldi. (2012). Summarizing topical content with word frequency and exclusivity. *In Proceedings of the International Conference on Machine Learning*.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3, 993-1022.
- 北田暁大 (2004). への抗いメディアエーションの文化政治学 せりか書房
- 北田暁大 (2005). 嗤う日本の「ナショナリズム」 日本放送出版協会
- 増田聡 (2006). 聴衆をつくる音楽批評の解体文法 青土社
- Mimno, D., Wallach, H.M., Talley, E., Leenders, M. & McCallum, A. (2011). Optimizing Semantic Coherence in Topic Models. *In Proceedings of the Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, EMNLP '11, 262-272.
- 見田宗介 (1978). 近代日本の心情の歴史—流行歌の社会心理史 講談社
- 小川博司 (1997). ポピュラー音楽研究の困難と課題 ポピュラー音楽研究, 1, 2-6.
- 大出彩・松本文子・金子貴昭 (2013). 流行歌から見る歌詞の年代別変化情報処理学会, 4, 103-110.
- Roberts, E. M., Stewart, B. M., Tingley, D., Lucas, C., Leder-Luis, J., Gadarian, S. K., Albertson, B. & Rand, D. G. (2014). Structural Topic Models for Open-Ended Survey Responses. *American Journal of Political Science*, 58(4), 1064-1082.
- Roberts, E. M., Stewart, B. M. & Airoldi, E. M. (2016). A Model of Text for Experimentation in the Social Sciences. *Journal of the American Statistical Association*, 111(515), 988-1003.
- Roberts, M. E., Stewart, B. M. & Tingley, S. D. (2019). stm: An R Package for Structural Topic Models. *Journal of Statistical Software*, 91(2), 1-40.
- 烏賀陽弘道 (2005). J ポップとは何か 岩波書店