

階層線形モデルの例

ランダム切片モデル

レベル1の回帰式（基準変数の回帰式）

$$y = b_0 + b_1 * support + e$$

説明変数は、群ごとに平均偏差化しておくことが多い

レベル2の回帰式（回帰係数の回帰式）

$$b_0 = g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0$$

ランダム切片

回帰式の統合

$$\begin{aligned} y &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0) + b_1 * support + e \\ &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + b_1 * support) + (u_0 + e) \end{aligned}$$

固定効果

g00 ... (Intercept)
g01 ... rooms
g02 ... futoukou
b1 ... support

変量効果

u0 ... (Intercept)
e ... (Residual)

ランダム切片・ランダムスロープモデル 1

レベル1の回帰式（基準変数の回帰式）

$$y = b_0 + b_1 * support + e$$

レベル2の回帰式（回帰係数の回帰式）

$$\begin{aligned} b_0 &= g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0 \\ b_1 &= g_{10} + u_1 \end{aligned}$$

ランダム切片

ランダムスロープ

回帰式の統合

$$\begin{aligned} y &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0) + \\ &\quad (g_{10} + u_1) * support + e \\ &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + g_{10} * support) + (u_0 + u_1 * support + e) \end{aligned}$$

固定効果

g00 ... (Intercept)
g01 ... rooms
g02 ... futoukou
g10 ... support

変量効果

u0 ... (Intercept)
u1 ... support
e ... (Residual)

ランダム切片・ランダムスロープモデル 2

レベル1の回帰式（基準変数の回帰式）

$$y = b_0 + b_1 * support + e$$

レベル2の回帰式（回帰係数の回帰式）

$$\begin{aligned} b_0 &= g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0 \\ b_1 &= g_{10} + g_{11} * rooms + g_{12} * futoukou + u_1 \end{aligned}$$

ランダム切片

ランダムスロープ

回帰式の統合

$$\begin{aligned} y &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + u_0) + \\ &\quad (g_{10} + g_{11} * rooms + g_{12} * futoukou + u_1) * support + e \\ &= (g_{00} + g_{01} * rooms + g_{02} * futoukou + g_{10} * support + \\ &\quad g_{11} * rooms * support + g_{12} * futoukou * support) + (u_0 + u_1 * support + e) \end{aligned}$$

固定効果

g00 ... (Intercept)
g01 ... rooms
g02 ... futoukou
g10 ... support
g11 ... rooms * support
g12 ... futoukou * support

変量効果

u0 ... (Intercept)
u1 ... support
e ... (Residual)

Rで階層線形モデル分析をするためのデータ構造

レベル1とレベル2のデータを統合した1つのデータが必要である。

レベル1データ

	A	B	C	D
1	id	school	support	kenkou
2	1	e	10	11
3	2	g	12	21
4	3	h	7	19
5	4	a	14	7
6	5	a	14	7

レベル2データ

	A	B	C
1	school	rooms	futoukou
2	a	3	0
3	b	1	1
4	c	2	2
5	d	5	2
6	e	4	3
7	f	5	4
8	g	7	5
9	h	3	6

レベル2の情報をレベル1に統合したデータ

	A	B	C	D	E	F
1	id	school	support	kenkou	rooms	futoukou
2	1	e	10	11	4	3
3	2	g	12	21	7	5
4	3	h	7	19	3	6
5	4	a	14	7	3	0
6	5	a	14	7	3	0

説明変数の平均偏差データ化

階層線形モデルでは、群ごとに、低階層の説明変数を平均偏差データ化して分析することが多い。

所属する群における説明変数の値が入った変数の生成

群平均変数名 <- ave(説明変数名, 群分け変数名)

平均偏差化説明変数名 <- 説明変数名 - 群平均変数名

階層線形モデル — lmer関数を使う方法

lme4パッケージの読み込み

```
library(lme4)
```

ランダム切片モデル

```
オブジェクト名1 <- lmer(基準変数 ~ 固定効果説明変数
                        + (1 | 群分け変数), data=データフレーム名)
summary(オブジェクト名1)
```

ランダム切片・ランダムスロープモデル

```
オブジェクト名1 <- lmer(基準変数 ~ 固定効果説明変数
                        + (1+レベル1の説明変数 | 群分け変数), data=データフレーム名)
summary(オブジェクト名2)
```

ランダム切片・ランダムスロープモデル, 相関の推定なし

```
オブジェクト名3 <- lmer(基準変数 ~ 固定効果説明変数
                        + (1 | 群分け変数) + (0+レベル1の説明変数 | 群分け変数),
                        data=データフレーム名)
summary(オブジェクト名3)
```

モデルの適合度の比較

```
anova(オブジェクト名1, オブジェクト名2, ...)
```

あらかじめlme4パッケージをインストールしておく必要がある。

「(1 | 群分け変数)」で、ランダム切片の変量効果変数を表す。

「(1+レベル1の説明変数 | 群分け変数)」で、ランダム切片・ランダムスロープの変量効果変数を表す。

切片とスロープの相関係数を推定する場合は「1+」を省略してもよい。

「(0+レベル1の説明変数 | 群分け変数)」で、ランダムスロープの変量効果変数を表す。

「0+」とすると、切片とスロープの相関係数は推定されない。

【注意】：lmerを用いた場合は、切片とスロープの相関の推定がうまくいかないことがある。
固定効果の異なるモデル間でも、適合度の比較ができる。

```
> setwd("i:¥¥Rdocuments¥¥scripts¥¥")
>
```

> # レベル1のデータの読み込み

```
> d1 <- read.table("階層線形モデル_データ1.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
```

```
  id school support kenkou
1  1     a      5      8
2  2     a     10      7
3  3     a     14      8
4  4     a     11      8
5  5     a     14      7
6  6     a     10      6
>
```

> # 記述統計量

```
> library(psych)
```

```
> describeBy(d1[,c("support", "kenkou")], d1[,c("school")])
```

```
group: a
      vars  n mean   sd median trimmed  mad min max range  skew kurtosis   se
support   1 40 9.70 3.23    10    9.84 4.45   1 14   13 -0.40   -0.63 0.51
kenkou    2 40 9.38 3.07     9    9.19 2.97   3 18   15  0.56    0.06 0.49
```

```
group: b
      vars  n mean   sd median trimmed  mad min max range  skew kurtosis   se
```

```
support 1 40 9.28 3.34 9 9.28 2.97 2 16 14 0.00 -0.67 0.53
kenkou 2 40 11.43 3.13 12 11.38 2.97 5 19 14 0.05 -0.35 0.49
```

```
group: c
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 11.15 2.63 11.0 11.41 2.97 4 15 11 -0.74 0.06 0.42
kenkou 2 40 13.05 3.01 12.5 12.94 2.97 7 20 13 0.34 -0.41 0.48
```

```
group: d
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 10.68 2.84 10.5 10.66 3.71 5 17 12 0.08 -0.88 0.45
kenkou 2 40 13.22 3.32 13.0 13.28 2.97 7 20 13 -0.18 -0.60 0.52
```

```
group: e
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 10.28 2.63 10 10.22 2.97 5 17 12 0.28 -0.31 0.42
kenkou 2 40 13.75 3.43 14 14.03 2.97 4 21 17 -0.71 0.74 0.54
```

```
group: f
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 10.50 3.35 10.5 10.38 2.97 4 18 14 0.39 -0.22 0.53
kenkou 2 40 15.43 3.03 15.0 15.50 2.97 8 21 13 -0.26 -0.45 0.48
```

```
group: g
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 9.80 2.36 10 9.97 2.97 3 14 11 -0.68 0.16 0.37
kenkou 2 40 15.75 3.05 16 15.72 2.97 10 22 12 0.02 -0.93 0.48
```

```
group: h
```

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 9.20 2.15 9 9.31 1.48 3 13 10 -0.57 0.36 0.34
kenkou 2 40 16.38 2.39 16 16.25 2.97 12 22 10 0.43 -0.38 0.38
```

```
>
```

```
>
```

```
>
```

```
> # 各群の相関係数行列
```

```
> by(d1[,c("support","kenkou")], d1$school, cor)
```

```
d1$school: a
```

```
support kenkou
support 1.0000000 -0.1151671
kenkou -0.1151671 1.0000000
```

```
d1$school: b
```

```
support kenkou
support 1.0000000 -0.1072993
kenkou -0.1072993 1.0000000
```

```
d1$school: c
```

```
support kenkou
support 1.0000000 -0.1370703
kenkou -0.1370703 1.0000000
```

```
d1$school: d
```

```
support kenkou
support 1.0000000 0.4814743
kenkou 0.4814743 1.0000000
```

```
d1$school: e
```

```
support kenkou
support 1.0000000 0.2888883
kenkou 0.2888883 1.0000000
```

```
d1$school: f
```

```
support kenkou
support 1.0000000 0.2690342
kenkou 0.2690342 1.0000000
```

	A	B	C	D
1	id	school	support	kenkou
2	1	a	5	8
3	2	a	10	7
4	3	a	14	8
5	4	a	11	8
6	5	a	14	7
7	6	a	10	6
8	7	a	5	9
9	8	a	9	8
10	9	a	6	18
11	10	a	6	11
12	11	a	10	9
13	12	a	1	12
14	13	a	14	13
15	14	a	13	14
16	15	a	13	9
17	16	a	13	7
18	17	a	13	13
19	18	a	12	14
20	19	a	10	9
21	20	a	7	15

```
d1$school: g
      support    kenkou
support 1.0000000 0.3672454
kenkou  0.3672454 1.0000000
```

```
-----
d1$school: h
      support    kenkou
support 1.0000000 0.4632841
kenkou  0.4632841 1.0000000
>
```

> # 群ごとに、説明変数を平均偏差データ化

```
> d1$support.gmean <- ave(d1$support, d1$school) # レベル1のデータに群平均の列を追加
> d1$support.gcen <- d1$support - d1$support.gmean # 個人データから群平均を引いた変数の作成
> head(d1)
```

```
  id school support kenkou support.gmean support.gcen
1  1     a      5      8          9.7        -4.7
2  2     a     10      7          9.7         0.3
3  3     a     14      8          9.7         4.3
4  4     a     11      8          9.7         1.3
5  5     a     14      7          9.7         4.3
6  6     a     10      6          9.7         0.3
>
```

> # レベル2のデータの読み込み

```
> d2 <- read.table("階層線形モデル_データ2.csv", header=TRUE, sep=",")
> d2
```

```
  school rooms futoukou
1     a      3         0
2     b      1         1
3     c      2         2
4     d      5         2
5     e      4         3
6     f      5         4
7     g      7         5
8     h      3         6
>
```

	A	B	C
1	school	rooms	futoukou
2	a	3	0
3	b	1	1
4	c	2	2
5	d	5	2
6	e	4	3
7	f	5	4
8	g	7	5
9	h	3	6

> # レベル2データの情報をレベル1データに反映したデータの作成

```
> d3 <- merge(d1, d2, by="school") # 「by」で指定した変数をキーとして、レベル2のデータを追加
> d3 <- d3[order(d3$id),]
> head(d3)
```

```
  school id support kenkou support.gmean support.gcen rooms futoukou
1     a  1      5      8          9.7        -4.7      3         0
2     a  2     10      7          9.7         0.3      3         0
3     a  3     14      8          9.7         4.3      3         0
4     a  4     11      8          9.7         1.3      3         0
5     a  5     14      7          9.7         4.3      3         0
6     a  6     10      6          9.7         0.3      3         0
>
>
>
```

> # lmer関数を使う方法

```
> #lme4パッケージの読み込み
> library(lme4)
>
```

> # ランダム切片モデル

```
> result.lmer0 <- lmer(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+                          + (1 | school),
+                          data=d3)
> summary(result.lmer0)
```

Linear mixed model fit by REML

Formula: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 | school)

Data: d3

AIC	BIC	logLik	deviance	REMLdev
1640	1663	-814.1	1619	1628

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
school	(Intercept)	0.23613	0.48593
	Residual	9.18282	3.03032

ランダム切片 (u0) の分散
ランダム誤差 (e) の分散

Number of obs: 320, groups: school, 8

固定効果

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	10.14209	0.57510	17.635
support.gcen	0.17821	0.06026	2.957
rooms	0.07732	0.15674	0.493
futoukou	1.08342	0.14729	7.356

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	spprt.	rooms
support.gcn	0.000		
rooms	-0.649	0.000	
futoukou	-0.218	0.000	-0.507

>
>

> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 1 相関の推定なし

```
> result.lmer1 <- lmer(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+                               + (1 | school) + (0+support.gcen | school),
+                               data=d3)
> summary(result.lmer1)
```

Linear mixed model fit by REML

Formula: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 | school) + (0 + support.gcen | school)

Data: d3

AIC	BIC	logLik	deviance	REMLdev
1635	1662	-810.6	1613	1621

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.
school	(Intercept)	0.246992	0.49698
school	support.gcen	0.062756	0.25051
	Residual	8.748394	2.95777

ランダム切片 (u0) の分散
ランダムスロープ (u1) の分散
ランダム誤差 (e) の分散

Number of obs: 320, groups: school, 8

Fixed effects:

固定効果

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	10.14209	0.57517	17.633
support.gcen	0.20971	0.10736	1.953
rooms	0.07732	0.15676	0.493
futoukou	1.08342	0.14731	7.355

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	spprt.	rooms
support.gcn	0.000		
rooms	-0.649	0.000	
futoukou	-0.218	0.000	-0.507

>

> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 1 相関の推定あり

```
> result.lmer2 <- lmer(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+                               + (1+support.gcen | school),
+                               data=d3)
> summary(result.lmer2)
```

Linear mixed model fit by REML

Formula: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 + support.gcen | school)

Data: d3

AIC BIC logLik deviance REMLdev
1637 1667 -810.6 1613 1621

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr	
school	(Intercept)	0.259881	0.50979		# ランダム切片 (u0) の分散
	support.gcen	0.060644	0.24626	0.366	# ランダムスロープ (u1) の分散
Residual		8.752990	2.95855		# ランダム誤差 (e) の分散

Number of obs: 320, groups: school, 8

Fixed effects:

固定効果

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	10.38923	0.57129	18.186
support.gcen	0.20797	0.10611	1.960
rooms	0.03605	0.15519	0.232
futoukou	1.05130	0.14594	7.204

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	spprt.	rooms
support.gcn	0.104		
rooms	-0.645	0.003	
futoukou	-0.217	-0.016	-0.508

>
>

> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 2 相関の推定なし

```
> result.lmer3 <- lmer(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+ (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou)
+ (1 | school) + (0+support.gcen | school),
+ data=d3)
> summary(result.lmer3)
```

Linear mixed model fit by REML

Formula: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou) + (1 | school) + (0 + support.gcen | school)

Data: d3

AIC BIC logLik deviance REMLdev
1641 1674 -811.3 1605 1623

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	
school	(Intercept)	0.246920	0.49691	# ランダム切片 (u0) の分散
school	support.gcen	0.011578	0.10760	# ランダムスロープ (u1) の分散
Residual		8.751276	2.95826	# ランダム誤差 (e) の分散

Number of obs: 320, groups: school, 8

Fixed effects:

固定効果

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	10.14209	0.57517	17.633
support.gcen	-0.27189	0.16320	-1.666
rooms	0.07732	0.15676	0.493
futoukou	1.08342	0.14731	7.355
support.gcen:rooms	0.08166	0.04855	1.682
support.gcen:futoukou	0.06393	0.04687	1.364

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	spprt.	rooms	futouk	spprt.gcn:r
support.gcn	0.000				
rooms	-0.649	0.000			
futoukou	-0.218	0.000	-0.507		
spprt.gcn:r	0.000	-0.661	0.000	0.000	
spprt.gcn:f	0.000	-0.130	0.000	0.000	-0.567

>
>

```
> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 2 相関の推定あり
```

```
> result.lmer4 <- lmer(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+ (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou)
+ (1 + support.gcen | school),
+ data=d3)
> summary(result.lmer4)
```

Linear mixed model fit by REML

Formula: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou) + (1 + support.gcen | school)

Data: d3

	AIC	BIC	logLik	deviance	REMLdev
	1643	1680	-811.3	1605	1623

Random effects:

Groups	Name	Variance	Std.Dev.	Corr
school	(Intercept)	0.246910	0.49690	
	support.gcen	0.011382	0.10668	0.203
	Residual	8.751965	2.95837	

Number of obs: 320, groups: school, 8

```
# ランダム切片 (u0) の分散
# ランダムスロープ (u1) の分散
# ランダム誤差 (e) の分散
```

Fixed effects:

	Estimate	Std. Error	t value
(Intercept)	10.14209	0.57517	17.633
support.gcen	-0.27001	0.16277	-1.659
rooms	0.07732	0.15676	0.493
futoukou	1.08342	0.14731	7.355
support.gcen:rooms	0.08211	0.04843	1.695
support.gcen:futoukou	0.06234	0.04676	1.333

```
# 固定効果
```

Correlation of Fixed Effects:

	(Intr)	spprt. rooms	futouk	spprt.gcn:r
support.gcn	0.082			
rooms	-0.649	-0.053		
futoukou	-0.218	-0.018	-0.507	
spprt.gcn:r	-0.049	-0.661	0.075	-0.038
spprt.gcn:f	-0.016	-0.130	-0.037	0.073

```
> # モデルの適合度の比較
```

```
> anova(result.lmer0, result.lmer1, result.lmer2, result.lmer3, result.lmer4)
```

Data: d3

Models:

```
result.lmer0: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 | school)
result.lmer1: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 | school) + (0 +
result.lmer1: support.gcen | school)
result.lmer2: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (1 + support.gcen |
result.lmer2: school)
result.lmer3: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (support.gcen * rooms) +
result.lmer3: (support.gcen * futoukou) + (1 | school) + (0 + support.gcen |
result.lmer3: school)
result.lmer4: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (support.gcen * rooms) +
result.lmer4: (support.gcen * futoukou) + (1 + support.gcen | school)
```

	Df	AIC	BIC	logLik	Chisq	Chi	Df	Pr(>Chisq)
result.lmer0	6	1631.3	1653.9	-809.65				
result.lmer1	7	1627.5	1653.9	-806.74	5.8191		1	0.015853 *
result.lmer2	8	1629.3	1659.4	-806.64	0.2053		1	0.650437
result.lmer3	9	1623.0	1656.9	-802.51	8.2604		1	0.004052 **
result.lmer4	10	1625.0	1662.6	-802.48	0.0645		1	0.799518

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
>
```

```
>
```


階層線形モデル — lme関数を使う方法

nlmeパッケージの読み込み
library(nlme)

ランダム切片モデル

オブジェクト名1 <- lme(基準変数 ~ 固定効果説明変数,
random = ~ 1 | 群分け変数, data=データフレーム名)
summary(オブジェクト名1)

ランダム切片・ランダムスロープモデル

オブジェクト名2 <- lme(基準変数 ~ 固定効果説明変数,
random = ~ 1+レベル1の説明変数 | 群分け変数, data=データフレーム名)
summary(オブジェクト名2)

あらかじめnlmeパッケージをインストールしておく必要がある。

「1 | 群分け変数」で、ランダム切片の変量効果変数を表す。

「1+レベル1の説明変数 | 群分け変数」で、ランダム切片・ランダムスロープの変量効果変数を表す。
ランダム切片・ランダムスロープモデルの「1+」は省略してもよい。

【注意】：lmeを用いた場合は、固定効果の異なるモデル間の適合度の比較ができない。
切片とスロープの相関の推定はlmerよりうまくいく。

```
> setwd("i:¥¥Rdocuments¥¥scripts¥¥")
>
```

> # レベル1のデータの読み込み

```
> d1 <- read.table("階層線形モデル_データ1.csv", header=TRUE, sep=",")
> head(d1)
```

```
  id school support kenkou
1  1      a       5       8
2  2      a      10       7
3  3      a      14       8
4  4      a      11       8
5  5      a      14       7
6  6      a      10       6
>
```

> # 記述統計量

```
> library(psych)
```

```
> describeBy(d1[,c("support", "kenkou")], d1[,c("school")])
```

```
group: a
```

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
support	1	40	9.70	3.23	10	9.84	4.45	1	14	13	-0.40	-0.63	0.51
kenkou	2	40	9.38	3.07	9	9.19	2.97	3	18	15	0.56	0.06	0.49

```
group: b
```

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
support	1	40	9.28	3.34	9	9.28	2.97	2	16	14	0.00	-0.67	0.53
kenkou	2	40	11.43	3.13	12	11.38	2.97	5	19	14	0.05	-0.35	0.49

```
group: c
```

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
support	1	40	11.15	2.63	11.0	11.41	2.97	4	15	11	-0.74	0.06	0.42
kenkou	2	40	13.05	3.01	12.5	12.94	2.97	7	20	13	0.34	-0.41	0.48

```
group: d
```

	vars	n	mean	sd	median	trimmed	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
support	1	40	10.68	2.84	10.5	10.66	3.71	5	17	12	0.08	-0.88	0.45
kenkou	2	40	13.22	3.32	13.0	13.28	2.97	7	20	13	-0.18	-0.60	0.52

```
group: e
  vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 10.28 2.63 10 10.22 2.97 5 17 12 0.28 -0.31 0.42
kenkou 2 40 13.75 3.43 14 14.03 2.97 4 21 17 -0.71 0.74 0.54
-----
group: f
  vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 10.50 3.35 10.5 10.38 2.97 4 18 14 0.39 -0.22 0.53
kenkou 2 40 15.43 3.03 15.0 15.50 2.97 8 21 13 -0.26 -0.45 0.48
-----
group: g
  vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 9.80 2.36 10 9.97 2.97 3 14 11 -0.68 0.16 0.37
kenkou 2 40 15.75 3.05 16 15.72 2.97 10 22 12 0.02 -0.93 0.48
-----
group: h
  vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
support 1 40 9.20 2.15 9 9.31 1.48 3 13 10 -0.57 0.36 0.34
kenkou 2 40 16.38 2.39 16 16.25 2.97 12 22 10 0.43 -0.38 0.38
>
```

```
> # 各群の相関係数行列
> by(d1[,c("support","kenkou")], d1$school, cor)
```

```
d1$school: a
      support    kenkou
support 1.0000000 -0.1151671
kenkou -0.1151671 1.0000000
-----
```

```
d1$school: b
      support    kenkou
support 1.0000000 -0.1072993
kenkou -0.1072993 1.0000000
-----
```

```
d1$school: c
      support    kenkou
support 1.0000000 -0.1370703
kenkou -0.1370703 1.0000000
-----
```

```
d1$school: d
      support    kenkou
support 1.0000000 0.4814743
kenkou 0.4814743 1.0000000
-----
```

```
d1$school: e
      support    kenkou
support 1.0000000 0.2888883
kenkou 0.2888883 1.0000000
-----
```

```
d1$school: f
      support    kenkou
support 1.0000000 0.2690342
kenkou 0.2690342 1.0000000
-----
```

```
d1$school: g
      support    kenkou
support 1.0000000 0.3672454
kenkou 0.3672454 1.0000000
-----
```

```
d1$school: h
      support    kenkou
support 1.0000000 0.4632841
kenkou 0.4632841 1.0000000
>
```

	A	B	C	D
1	id	school	support	kenkou
2	1	a	5	8
3	2	a	10	7
4	3	a	14	8
5	4	a	11	8
6	5	a	14	7
7	6	a	10	6
8	7	a	5	9
9	8	a	9	8
10	9	a	6	18
11	10	a	6	11
12	11	a	10	9
13	12	a	1	12
14	13	a	14	13
15	14	a	13	14
16	15	a	13	9
17	16	a	13	7
18	17	a	13	13
19	18	a	12	14
20	19	a	10	9
21	20	a	7	15

```
> # 群ごとに、説明変数を平均偏差データ化
> d1$support.gmean <- ave(d1$support, d1$school)
> d1$support.gcen <- d1$support - d1$support.gmean
> head(d1)
```

```
# レベル1のデータに群平均の列を追加
# 個人データから群平均を引いた変数の作成
```

```

id school support kenkou support.gmean support.gcen
1 1 a 5 8 9.7 -4.7
2 2 a 10 7 9.7 0.3
3 3 a 14 8 9.7 4.3
4 4 a 11 8 9.7 1.3
5 5 a 14 7 9.7 4.3
6 6 a 10 6 9.7 0.3
>

```

> # レベル2のデータの読み込み

```

> d2 <- read.table("階層線形モデル_データ2.csv", header=TRUE, sep=",")
> d2

```

```

school rooms futoukou
1 a 3 0
2 b 1 1
3 c 2 2
4 d 5 2
5 e 4 3
6 f 5 4
7 g 7 5
8 h 3 6
>

```

	A	B	C
1	school	rooms	futoukou
2	a	3	0
3	b	1	1
4	c	2	2
5	d	5	2
6	e	4	3
7	f	5	4
8	g	7	5
9	h	3	6

> # レベル2データの情報をレベル1データに反映したデータの作成

```

> d3 <- merge(d1, d2, by="school") # 「by」で指定した変数をキーとして、レベル2のデータを追加
> d3 <- d3[order(d3$id),]
> head(d3)

```

```

school id support kenkou support.gmean support.gcen rooms futoukou
1 a 1 5 8 9.7 -4.7 3 0
2 a 2 10 7 9.7 0.3 3 0
3 a 3 14 8 9.7 4.3 3 0
4 a 4 11 8 9.7 1.3 3 0
5 a 5 14 7 9.7 4.3 3 0
6 a 6 10 6 9.7 0.3 3 0
>

```

> # lme関数を使う方法

```

> #nlmeパッケージの読み込み
> library(nlme)
>

```

> # ランダム切片モデル

```

> result.lme0 <- lme(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou,
+ random = ~ 1 | school,
+ data=d3)
> summary(result.lme0)

```

Linear mixed-effects model fit by REML

```

Data: d3
AIC      BIC    logLik
1640.27 1662.804 -814.135

```

Random effects:

```

Formula: ~1 | school
(Intercept) Residual
StdDev:    0.4859375 3.030316

```

ランダム切片 (u0) の標準偏差

Fixed effects: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou

固定効果

```

Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept) 10.142085 0.5751724 311 17.633121 0.0000
support.gcen 0.178211 0.0602575 311 2.957489 0.0033
rooms        0.077324 0.1567559 5 0.493277 0.6427
futoukou     1.083417 0.1473102 5 7.354662 0.0007
Correlation:
(Intr) sprprt. rooms
support.gcen 0.000

```

```
rooms      -0.649  0.000
futoukou   -0.218  0.000 -0.507
```

Standardized Within-Group Residuals:

```
      Min      Q1      Med      Q3      Max
-2.981065892 -0.689897574  0.001932531  0.732537139  2.947451891
```

Number of Observations: 320

Number of Groups: 8

>

> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 1

```
> result.lme1 <- lme(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou,
+                    random = ~1+support.gcen | school,
+                    data=d3)
> summary(result.lme1)
```

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: d3

```
      AIC      BIC    logLik
1637.177 1667.223 -810.5884
```

Random effects:

Formula: ~1 + support.gcen | school

Structure: General positive-definite, Log-Cholesky parametrization

```
      StdDev   Corr
(Intercept)  0.5097907 (Intr)
support.gcen  0.2462596 0.366
Residual      2.9585450
```

ランダム切片 (u0) の標準偏差
ランダムスロープ (u1) の標準偏差
ランダム誤差 (e) の標準偏差

Fixed effects: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou # 固定効果

```
      Value Std. Error DF t-value p-value
(Intercept) 10.389482 0.5712641 311 18.186827 0.0000
support.gcen  0.207970 0.1061179 311  1.959798 0.0509
rooms         0.036003 0.1551850   5  0.231998 0.8257
futoukou      1.051264 0.1459317   5  7.203805 0.0008
```

Correlation:

```
      (Intr) spprt. rooms
support.gcen  0.104
rooms        -0.645  0.003
futoukou     -0.217 -0.016 -0.508
```

Standardized Within-Group Residuals:

```
      Min      Q1      Med      Q3      Max
-3.14590341 -0.65637835  0.01818610  0.67811975  2.69669315
```

Number of Observations: 320

Number of Groups: 8

>

> # ランダム切片・ランダムスロープモデル 2

```
> result.lme2 <- lme(kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou
+                    + (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou),
+                    random = ~1+support.gcen | school,
+                    data=d3)
> summary(result.lme2)
```

Linear mixed-effects model fit by REML

Data: d3

```
      AIC      BIC    logLik
1642.548 1680.042 -811.2742
```

Random effects:

Formula: ~1 + support.gcen | school

Structure: General positive-definite, Log-Cholesky parametrization

```
      StdDev   Corr
(Intercept)  0.4968951 (Intr)
support.gcen  0.1066797 0.203
Residual      2.9583731
```

ランダム切片 (u0) の標準偏差
ランダムスロープ (u1) の標準偏差
ランダム誤差 (e) の標準偏差
固定効果

```
Fixed effects: kenkou ~ support.gcen + rooms + futoukou + (support.gcen * rooms) + (support.gcen * futoukou)
```

	Value	Std. Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	10.142085	0.5751714	309	17.633152	0.0000
support.gcen	-0.270004	0.1627717	309	-1.658792	0.0982
rooms	0.077324	0.1567556	5	0.493278	0.6427
futoukou	1.083417	0.1473100	5	7.354675	0.0007
support.gcen:rooms	0.082114	0.0484339	309	1.695392	0.0910
support.gcen:futoukou	0.062341	0.0467619	309	1.333158	0.1835

Correlation:

	(Intr)	spprt.	rooms	futouk	spprt.gcn:r
support.gcen	0.082				
rooms	-0.649	-0.053			
futoukou	-0.218	-0.018	-0.507		
support.gcen:rooms	-0.049	-0.661	0.075	-0.038	
support.gcen:futoukou	-0.016	-0.130	-0.037	0.073	-0.567

Standardized Within-Group Residuals:

Min	Q1	Med	Q3	Max
-3.11835666	-0.65749189	0.02274071	0.69469014	2.67482674

Number of Observations: 320

Number of Groups: 8

>

> # モデルの適合度の比較

> anova(result.lme0, result.lme1)

	Model	df	AIC	BIC	logLik	Test	L.Ratio	p-value
result.lme0	1	6	1640.270	1662.804	-814.1350			
result.lme1	2	8	1637.177	1667.223	-810.5884	1 vs 2	7.093129	0.0288

>

>