

Rで学ぶ 傾向スコア解析入門

@yokkuns: 里 洋平

2011.09.24 第17回R勉強会@東京 (#TokyoR)

AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- Rによる実行
- 最後に

AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- Rによる実行
- 最後に

自己紹介

- ID : yokkuns
- 名前 : 里 洋平
- データマイニングエンジニア
- 統計解析 パターン認識
機械学習 データマイニング
NLP 金融工学 などを勉強中



Tokyo.Rの主催者

Google グループ

« [Google グループのホーム](#)



R勉強会@東京 - Tokyo.R

ホーム

ご参加ありがとうございます！

Rパッケージの本執筆

[すべてのカテゴリーを見る](#)

[検索](#)

[本](#)

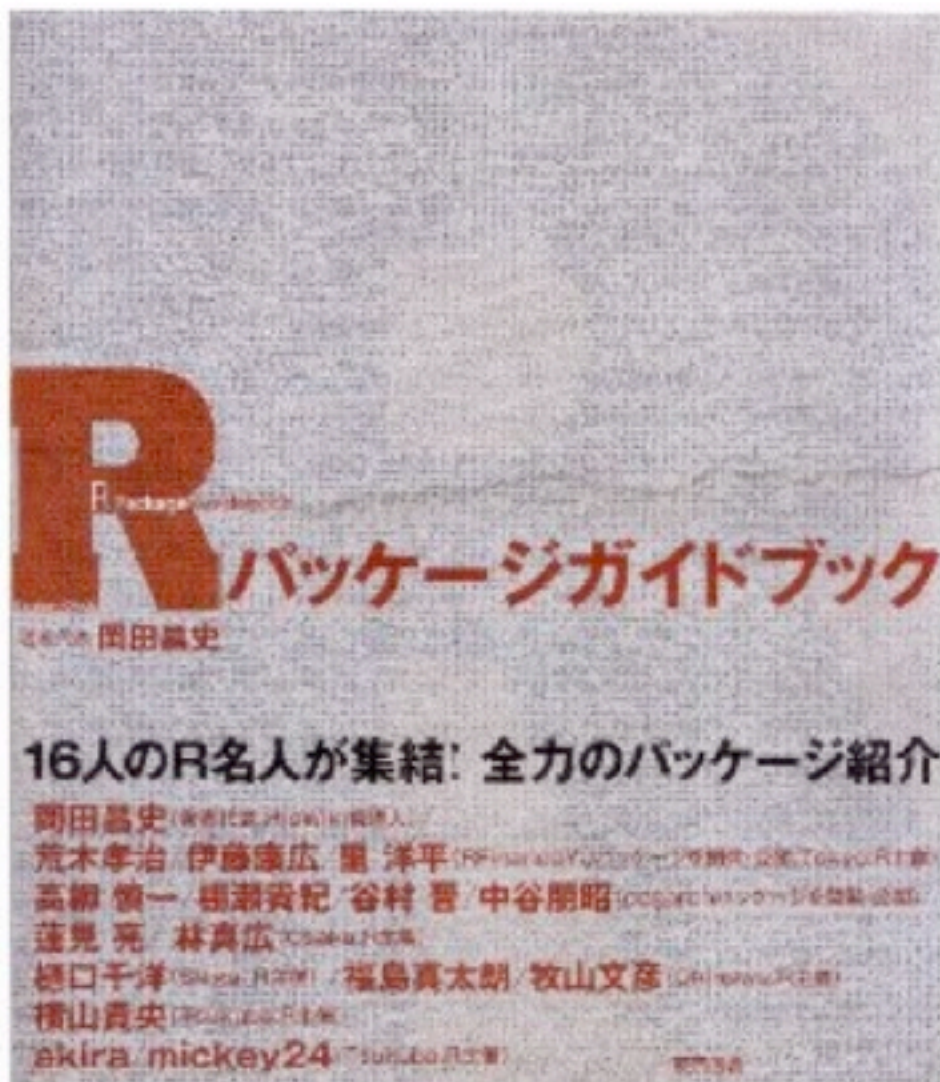
[詳細検索](#)

[ジャンル一覧](#)

[新刊・予約](#)

[Amazonランキング](#)

[漫画・アニメ](#)



Rパッケージガイドブック [単行本]

[岡田 昌史](#) (著), [荒木 孝治](#) (その他), [伊藤 康広](#) (その他), [里 洋平](#) (その他), [高柳 慎一](#) (その他), [棚瀬 貴紀](#) (その他), [谷村 晋](#) (その他), [中谷 朋昭](#) (その他), [蓮見 亮](#) (その他), [林 真広](#) (その他), [樋口 千洋](#) (その他), [福島 真太朗](#) (その他), [牧山 文彦](#) (その他), [横山 貴央](#) (その他), [akira](#) (その他), [mickey24](#) (その他)

この商品の最初のレビューを書き込んでください。

價格： ¥ 3,990 通常配送無料 [詳細](#)

通常2~4週間以内に発送します。在庫状況について

この商品は、[Amazon.co.jp](https://www.amazon.co.jp) が販売、発送します。ギフトラッピングを利用できます。

中古品1点¥ 6,133より

動画レコメンド

動画レコメンド

関連オススメ動画リスト

次のリストを見る

6 / 30

SF家電 洗濯機編

みんなの評価

評価する

000 / 000

SF家電 洗濯機編

SF家電 電子レンジ編

この洗濯機は だれさ

男の家事 (洗濯編)

回し回しで もこんな風に遊ぶ

視聴履歴を見る

全件クリア

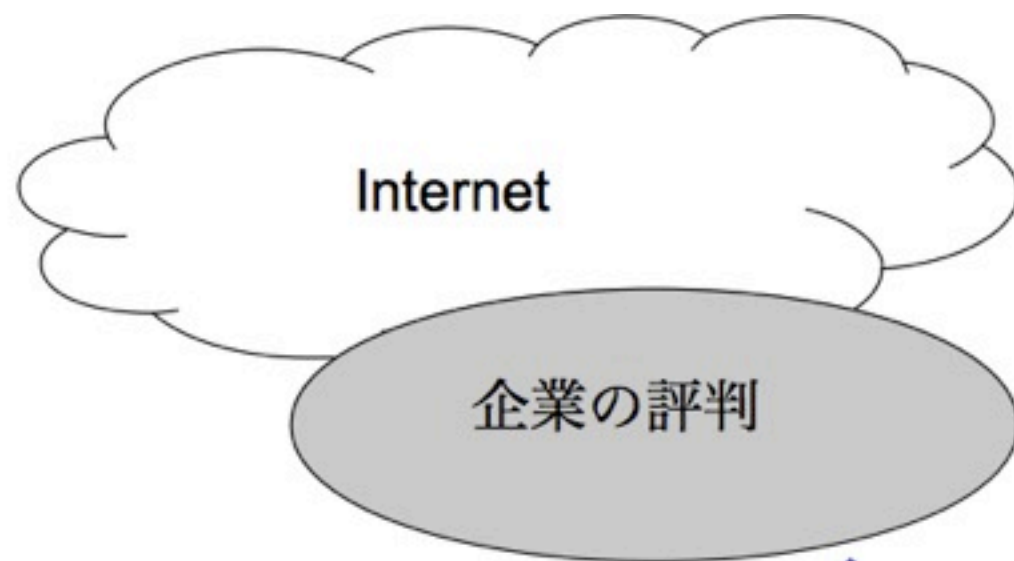
利用環境の確認

Get ADOBE FLASHPLAYER

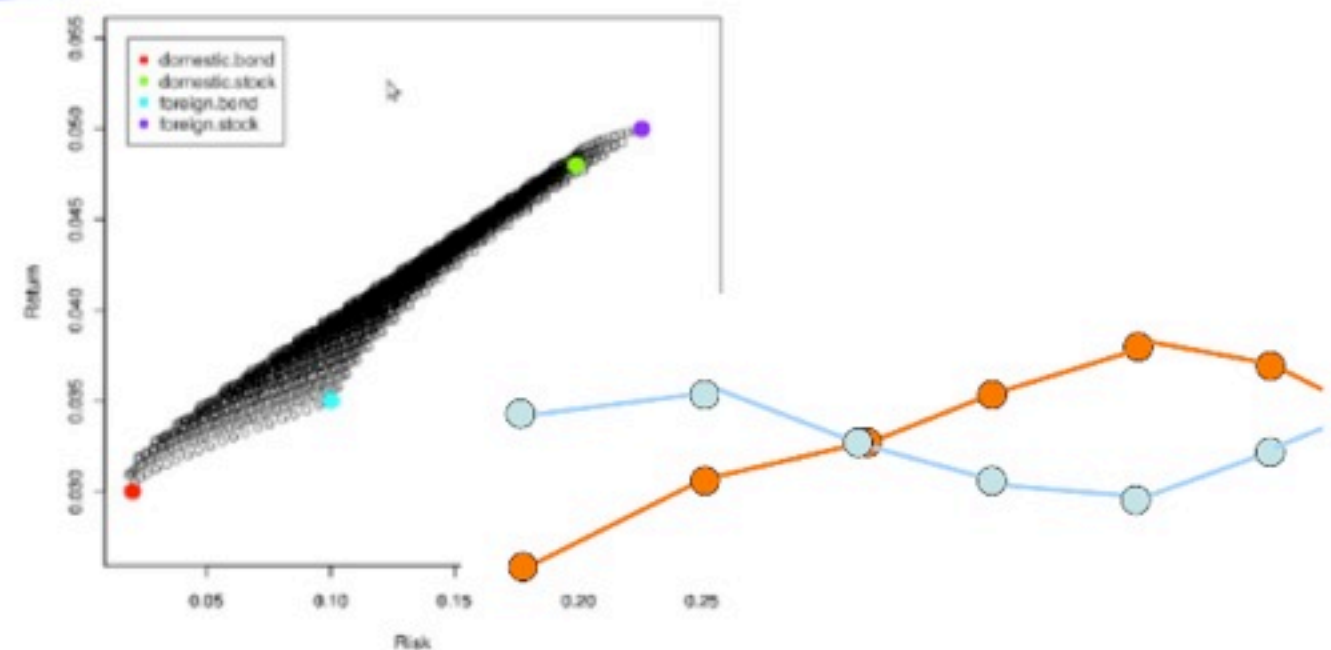
動画と音声の再生には、プレイヤーソフトウェア(Adobe Flash Player)が必要です。左のボタンを押して移動したサイトへ入手できます。さらに詳しくは...

閲覧されてる動画に関連する
おすすめ動画を表示

テキストマイニング+金融工学



Web上にある評判情報から
市場予測！



AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- Rによる実行
- 最後に

傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

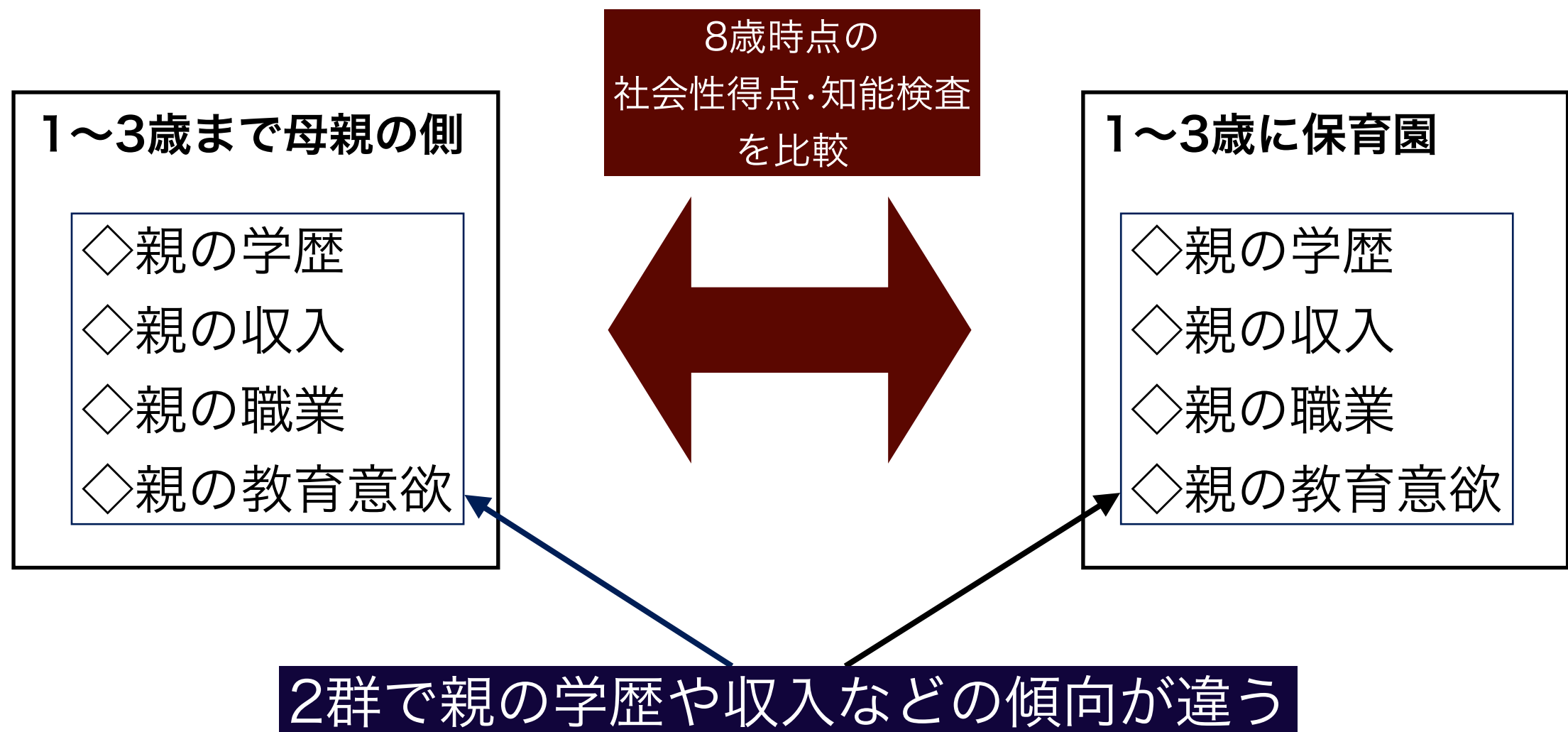
3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

3歳神話：子供は3歳までは母親の元で育つ方が社会性・知能発達が向上する



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

テレビCMの効果測定



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

テレビCMの効果測定



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

テレビCMの効果測定



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

テレビCMの効果測定



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

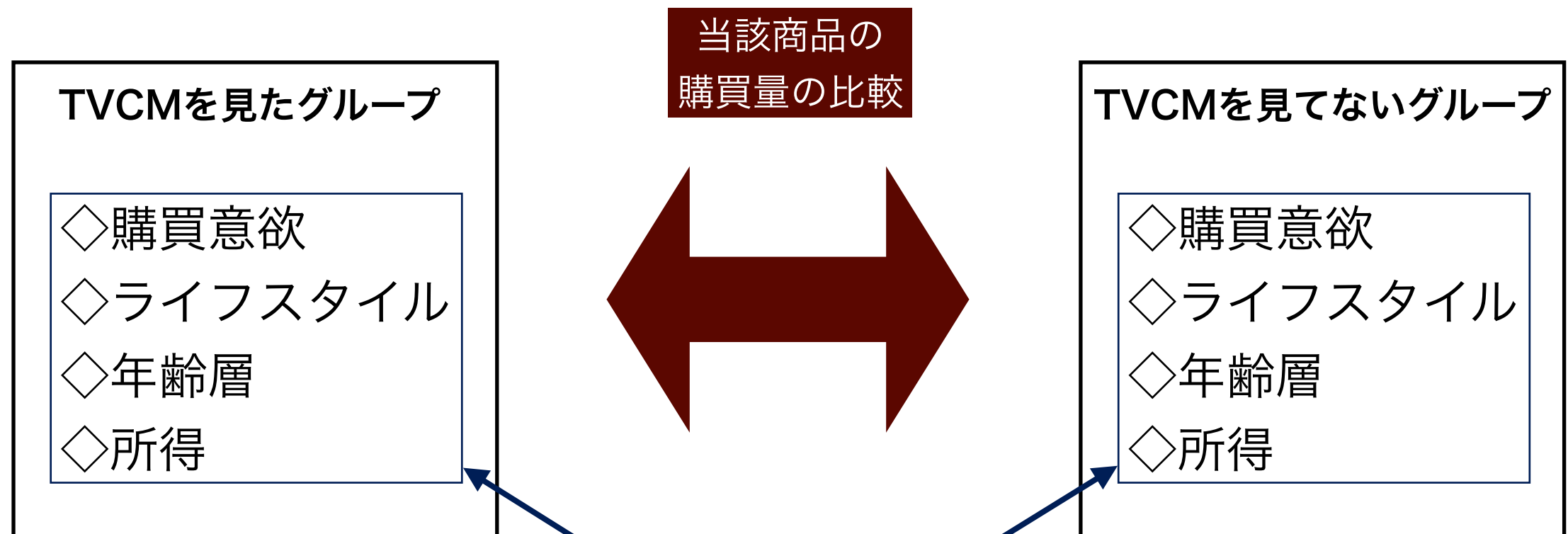
テレビCMの効果測定



傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

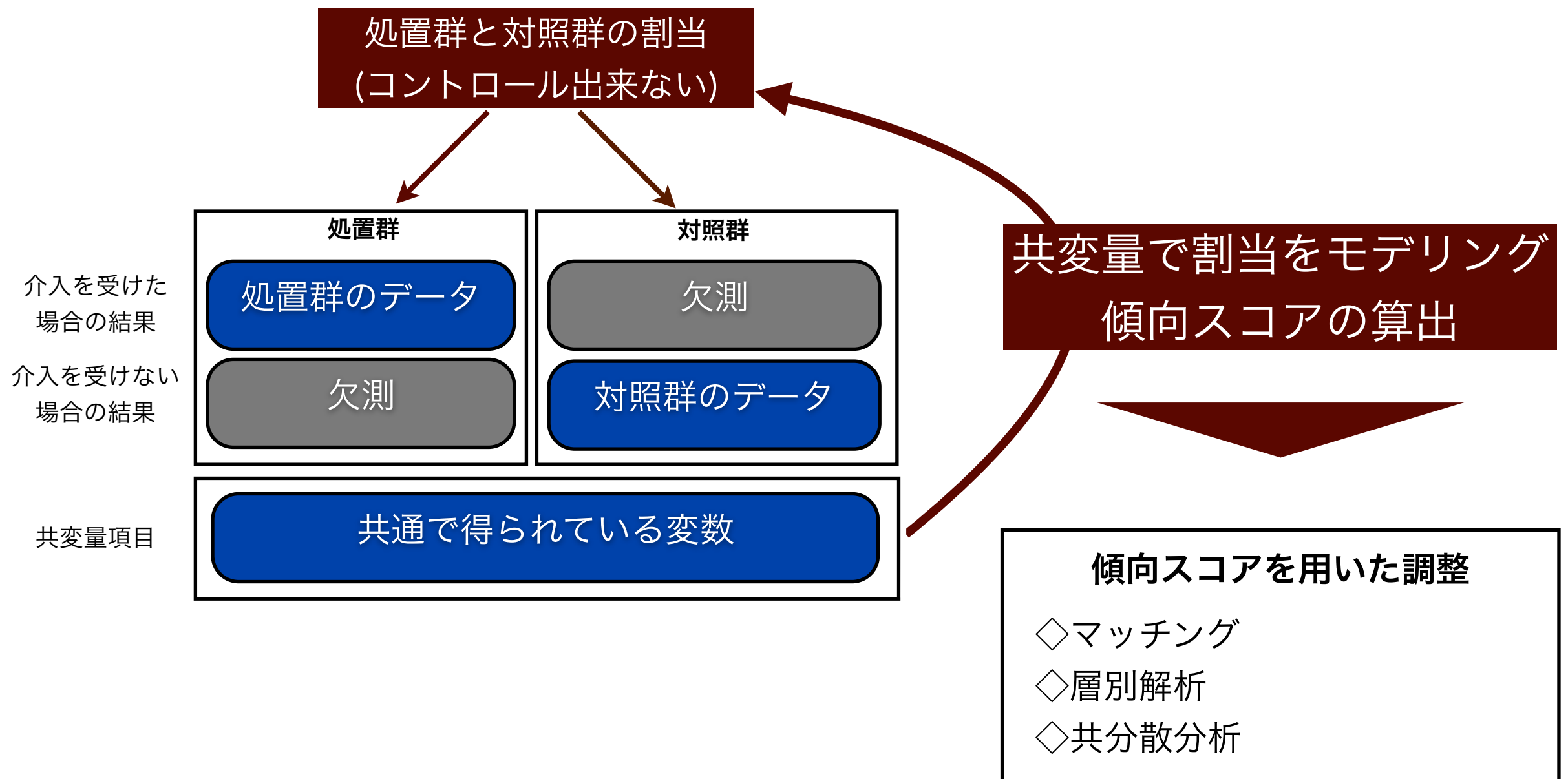
テレビCMの効果測定



2群でライフスタイルや購買意欲の傾向が違う
企業ターゲット層に合わせた時間にCMを出稿している

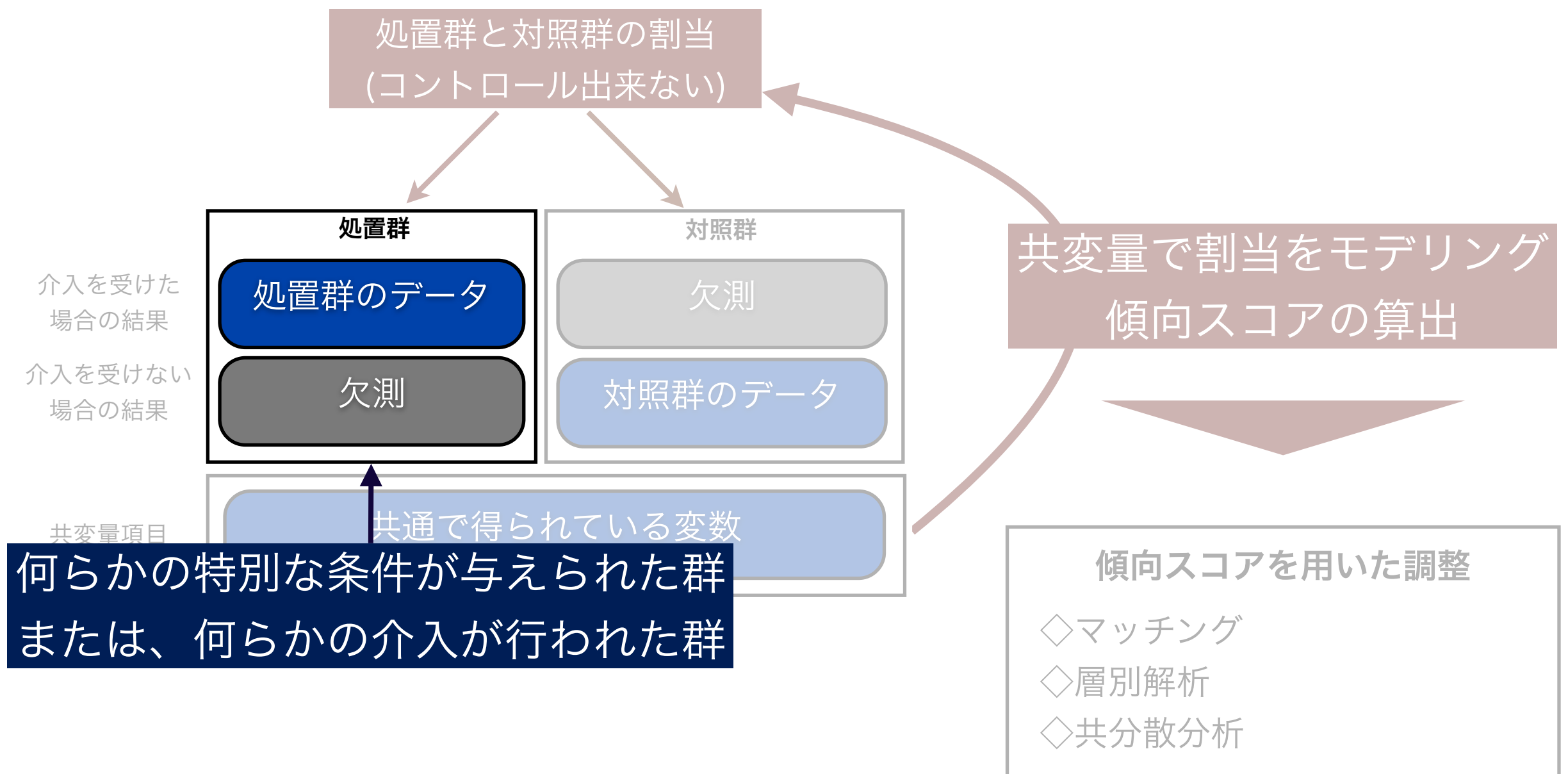
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



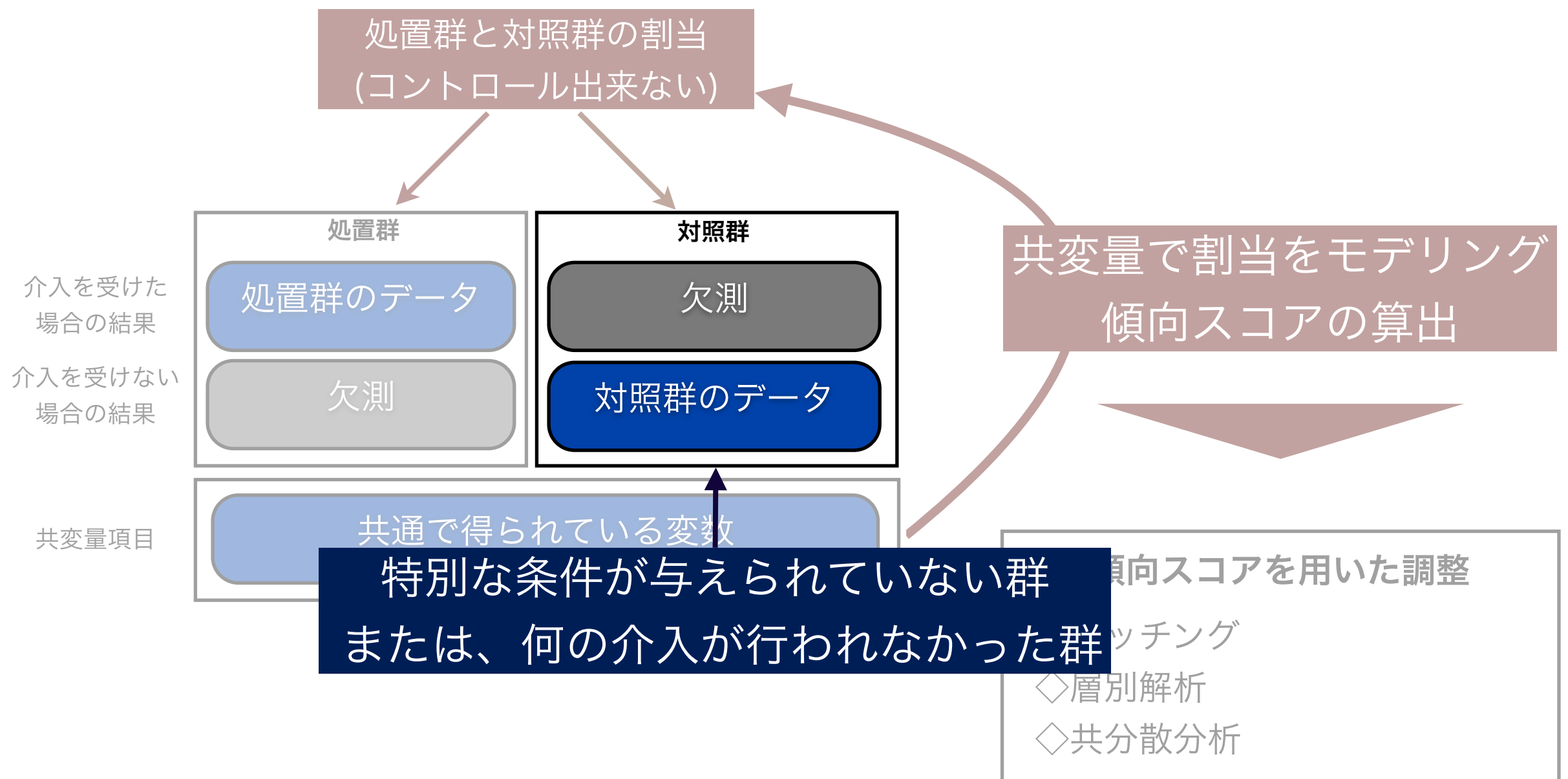
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



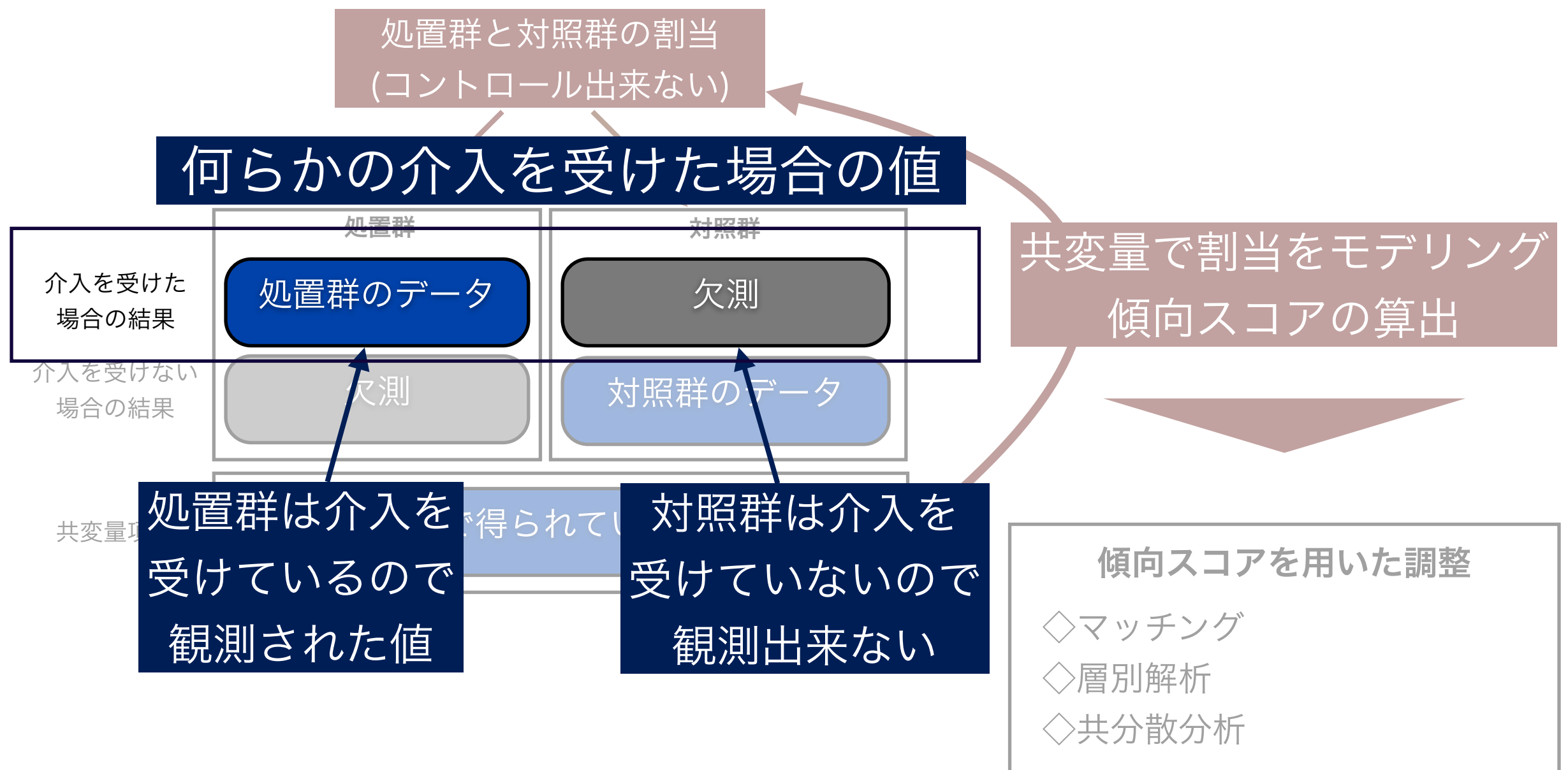
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



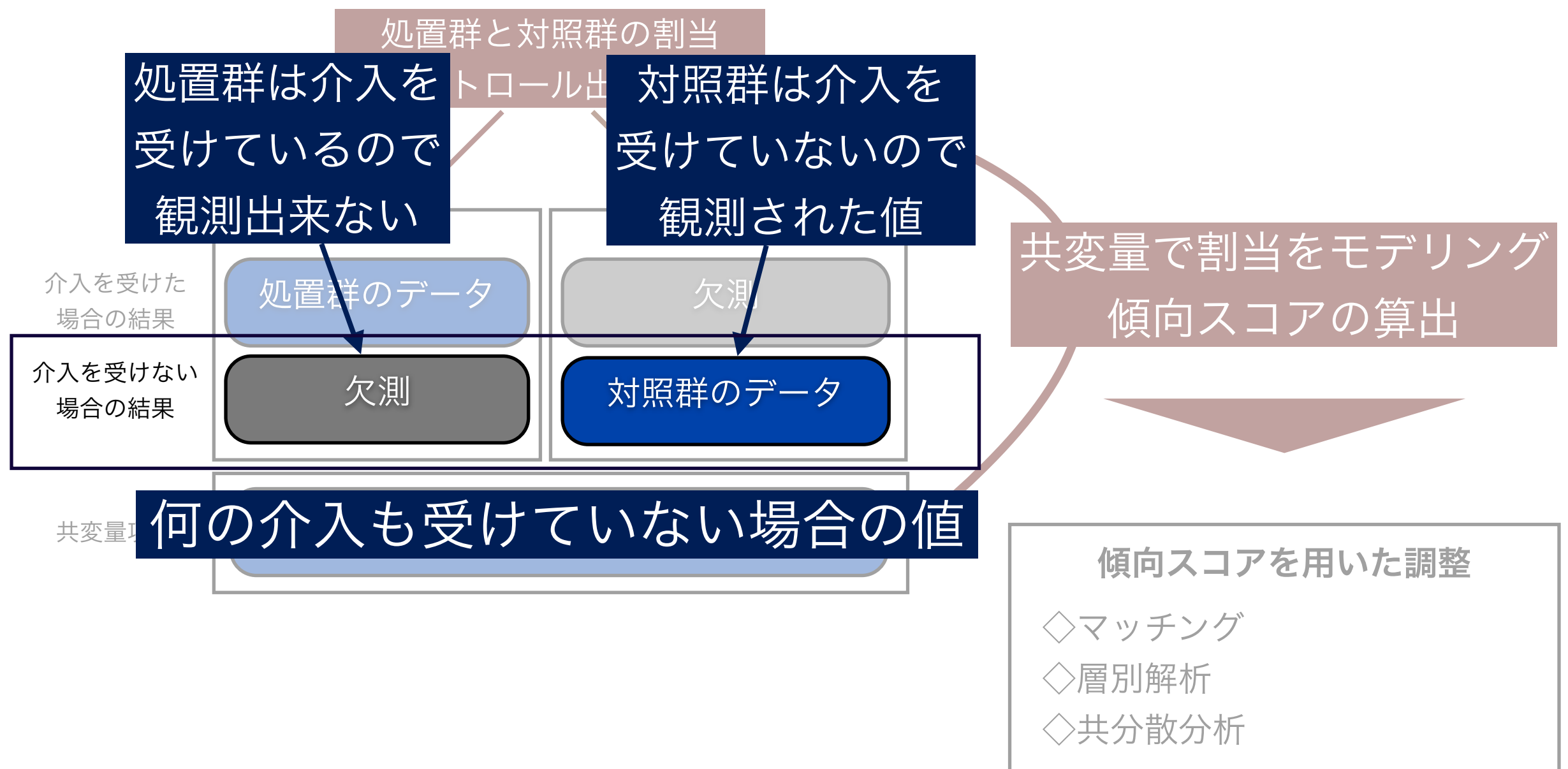
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



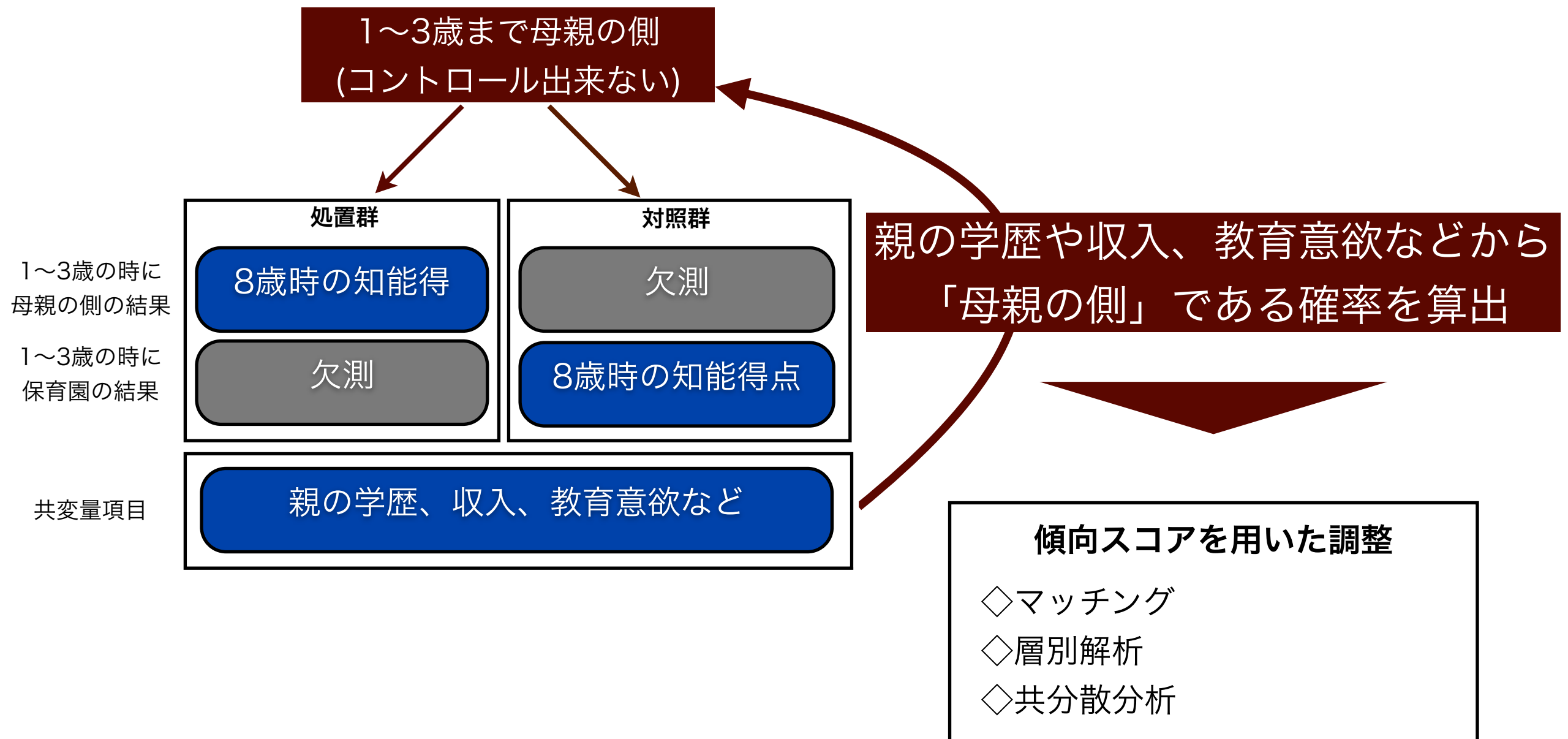
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



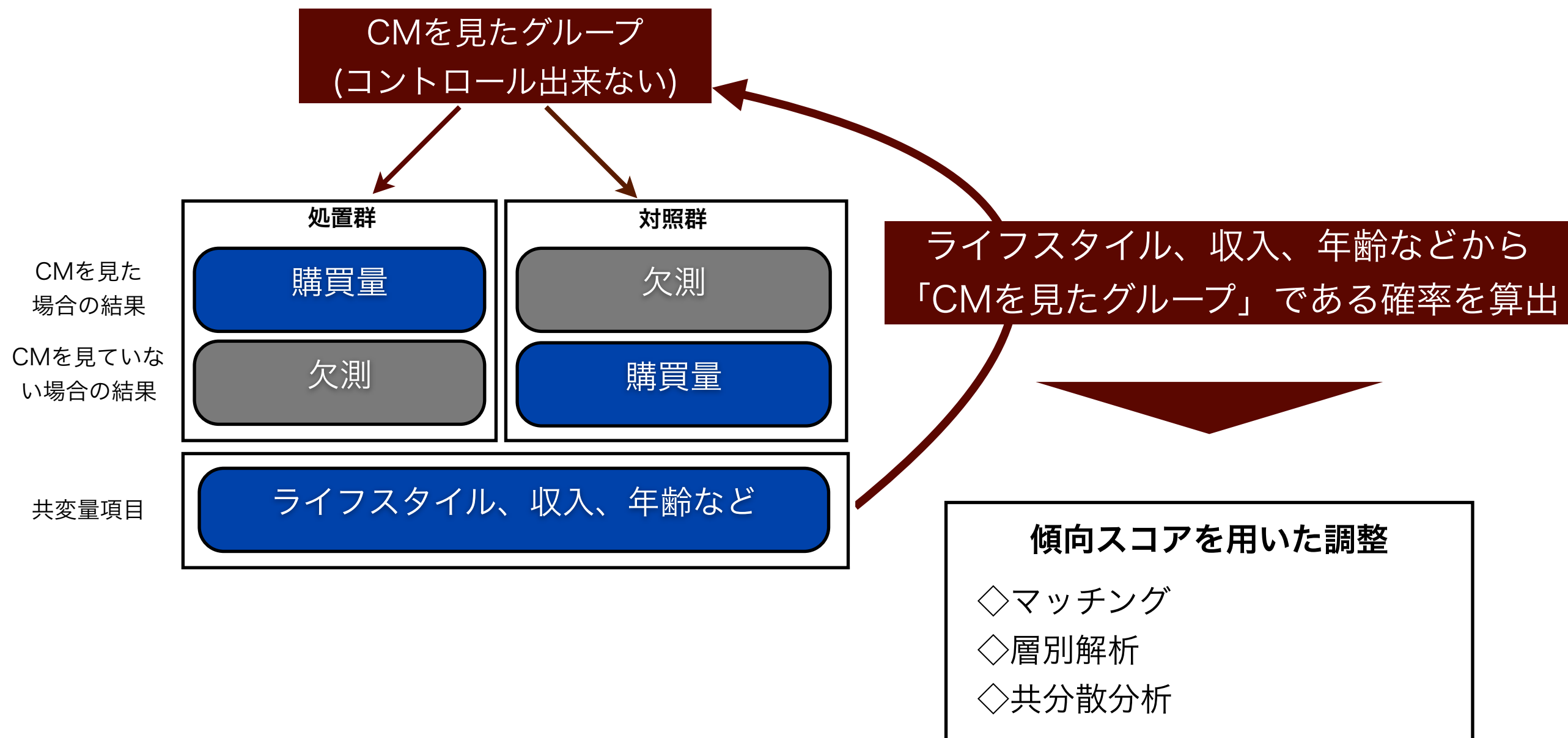
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



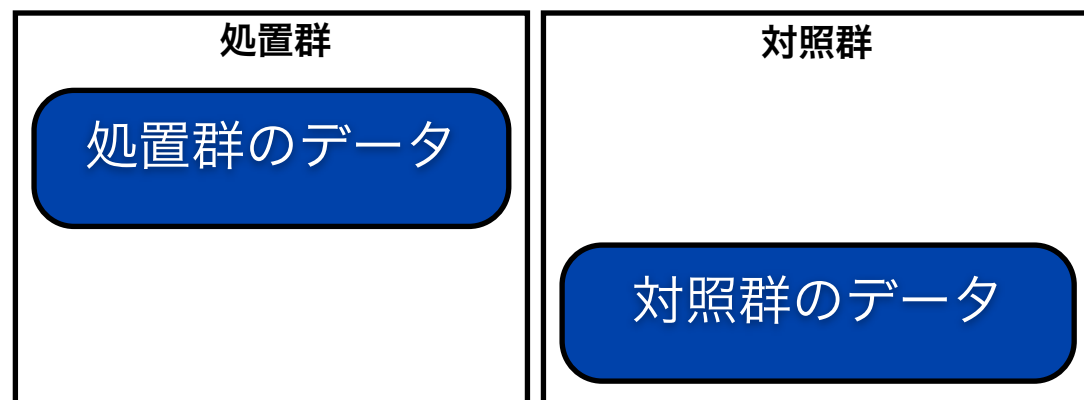
傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



実験出来るデータ

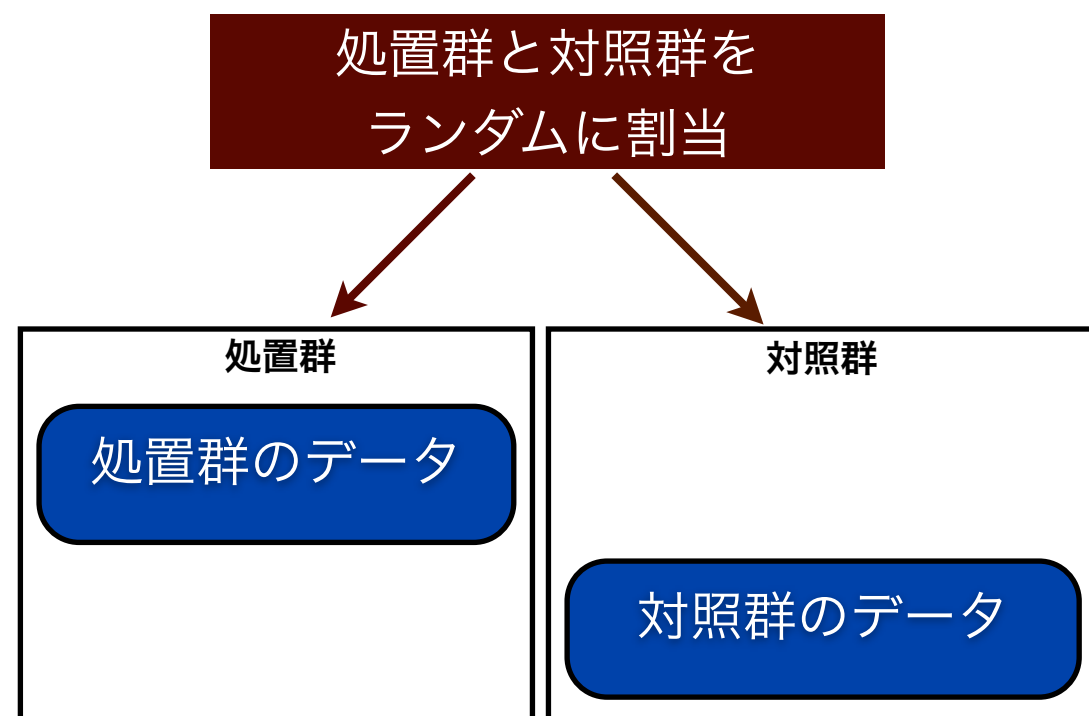
因果効果は単純な処置群と対照群の差になる



因果効果 = 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来るデータ

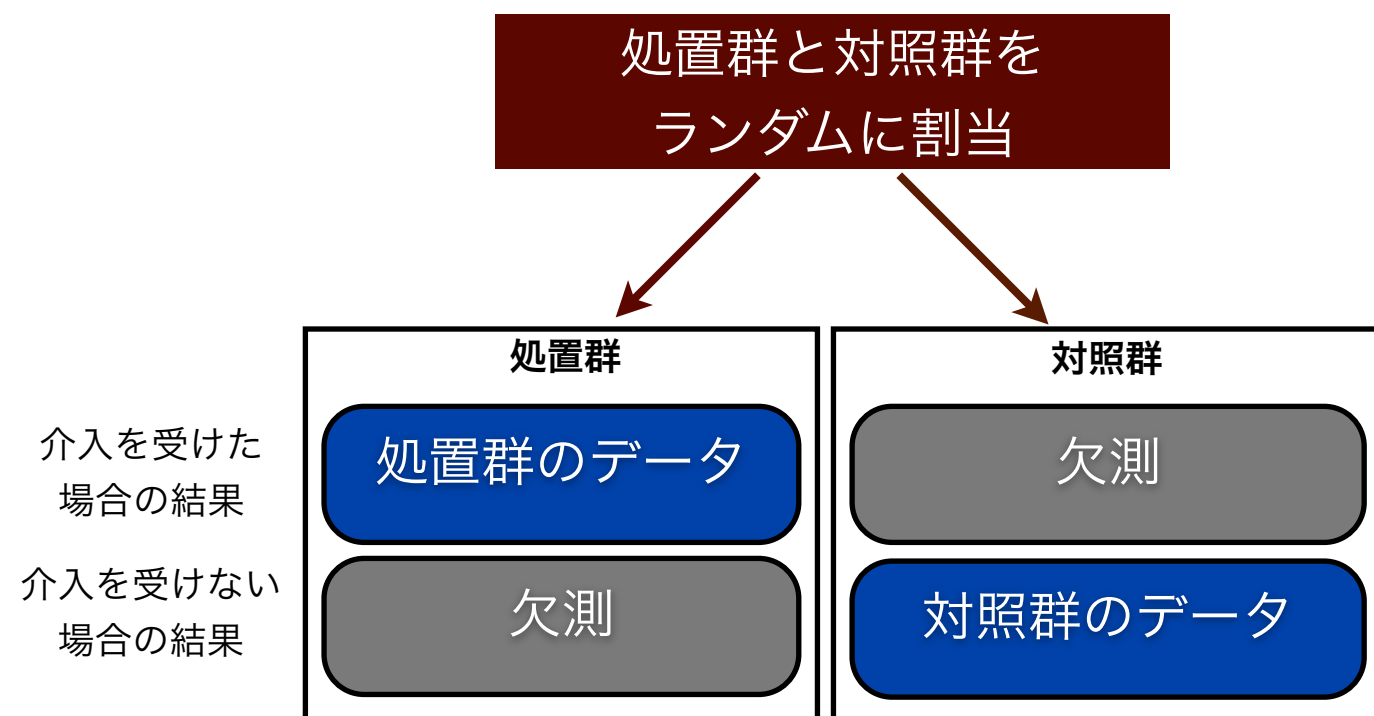
因果効果は単純な処置群と対照群の差になる



因果効果 = 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来るデータ

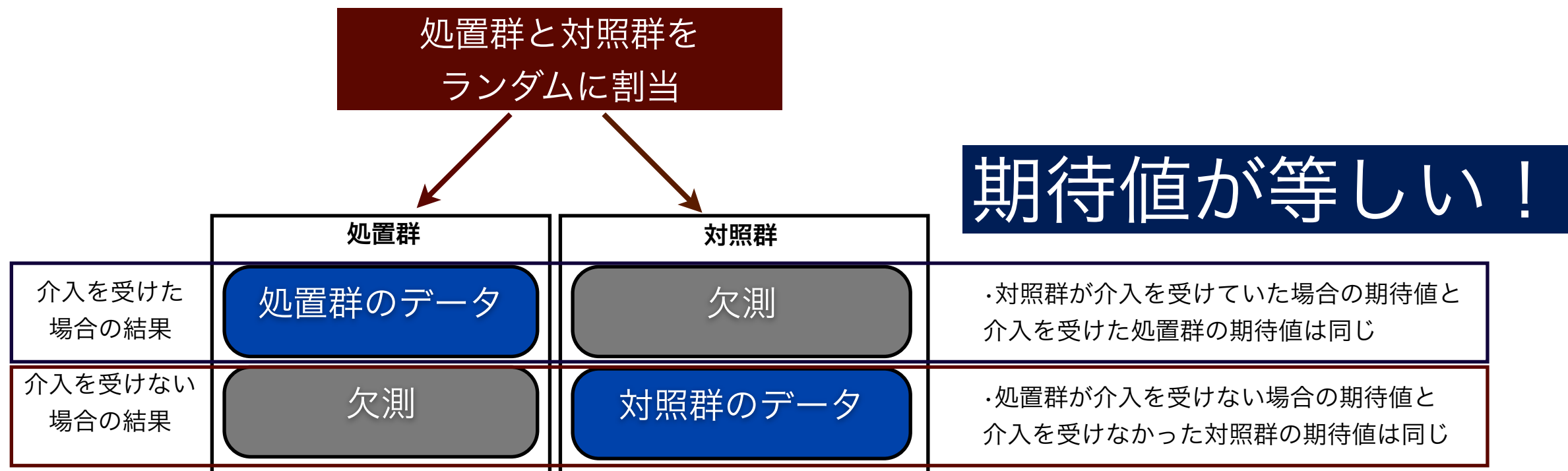
因果効果は単純な処置群と対照群の差になる



因果効果 = 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来るデータ

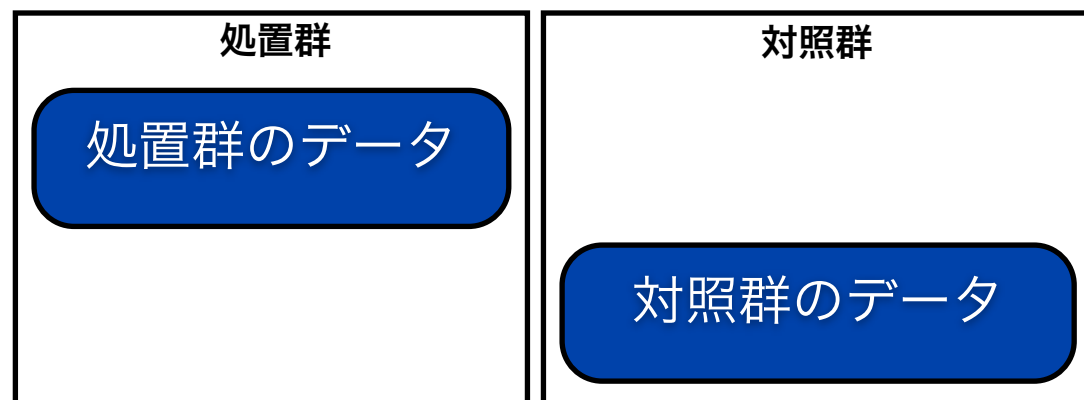
因果効果は単純な処置群と対照群の差になる



因果効果 = 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来ないデータ

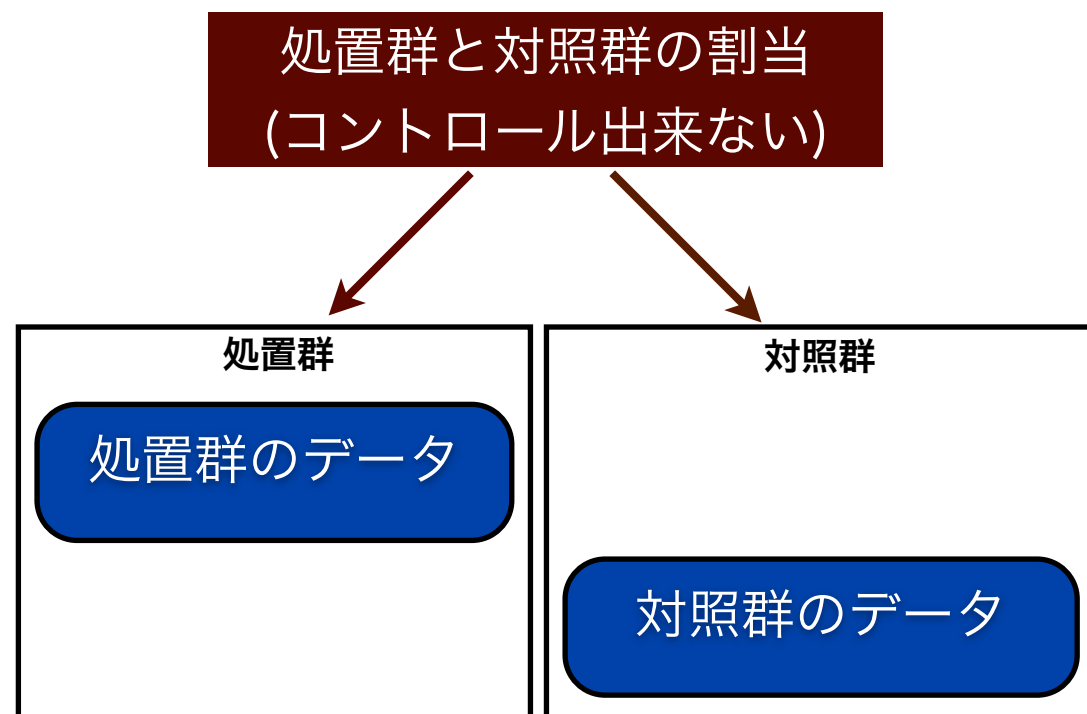
割当によって処置群と対照群に差が生じるため
単純に比較することが出来ない



因果効果 \neq 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来ないデータ

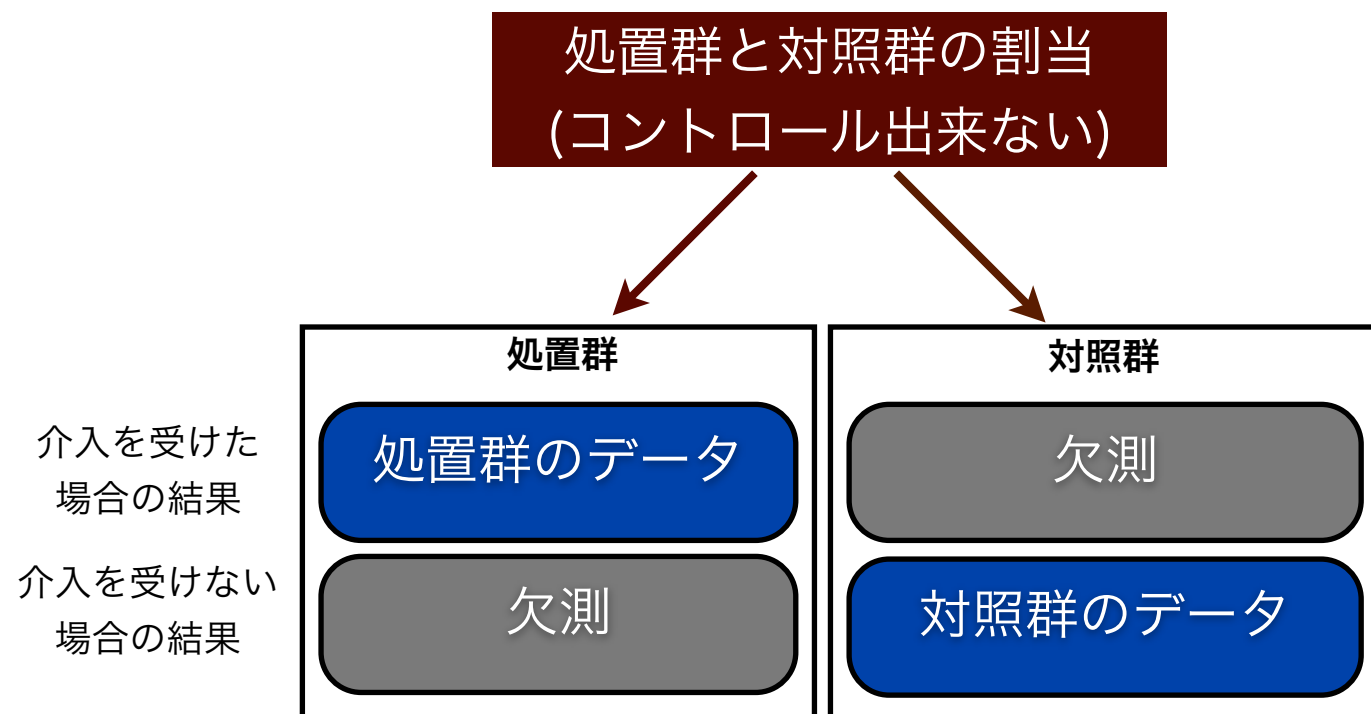
割当によって処置群と対照群に差が生じるため
単純に比較することが出来ない



因果効果 \neq 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来ないデータ

割当によって処置群と対照群に差が生じるため
単純に比較することが出来ない



因果効果 \neq 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来ないデータ

割当によって処置群と対照群に差が生じるため
単純に比較することが出来ない

処置群と対照群の割当
(コントロール出来ない)

期待値が違う！

	処置群	対照群	
介入を受けた 場合の結果	処置群のデータ	欠測	・対照群が介入を受けていた場合の期待値と 介入を受けた処置群の期待値が異なる
介入を受けない 場合の結果	欠測	対照群のデータ	・処置群が介入を受けない場合の期待値と 介入を受けなかった対照群の期待値が異なる

因果効果 \neq 処置群の平均 - 対照群の平均

実験出来ないデータ

3歳神話：母親側グループと保育園グループを
単純に比較することは出来ない

1～3歳時に母親の側
(コントロール出来ない)

	処置群	対照群	
母親の側の 場合の結果	8歳時の知能得点	欠測	・保育園グループがもし母親の側だった場合の得点と 母親が側グループの得点の期待値は異なる
保育園の 場合の結果	欠測	8歳時の知能得点	・母親の側グループがもし保育園だった場合の得点と 保育園グループの得点の期待値は異なる

母親側効果 ≠ “母親側” - “保育園”

実験出来ないデータ

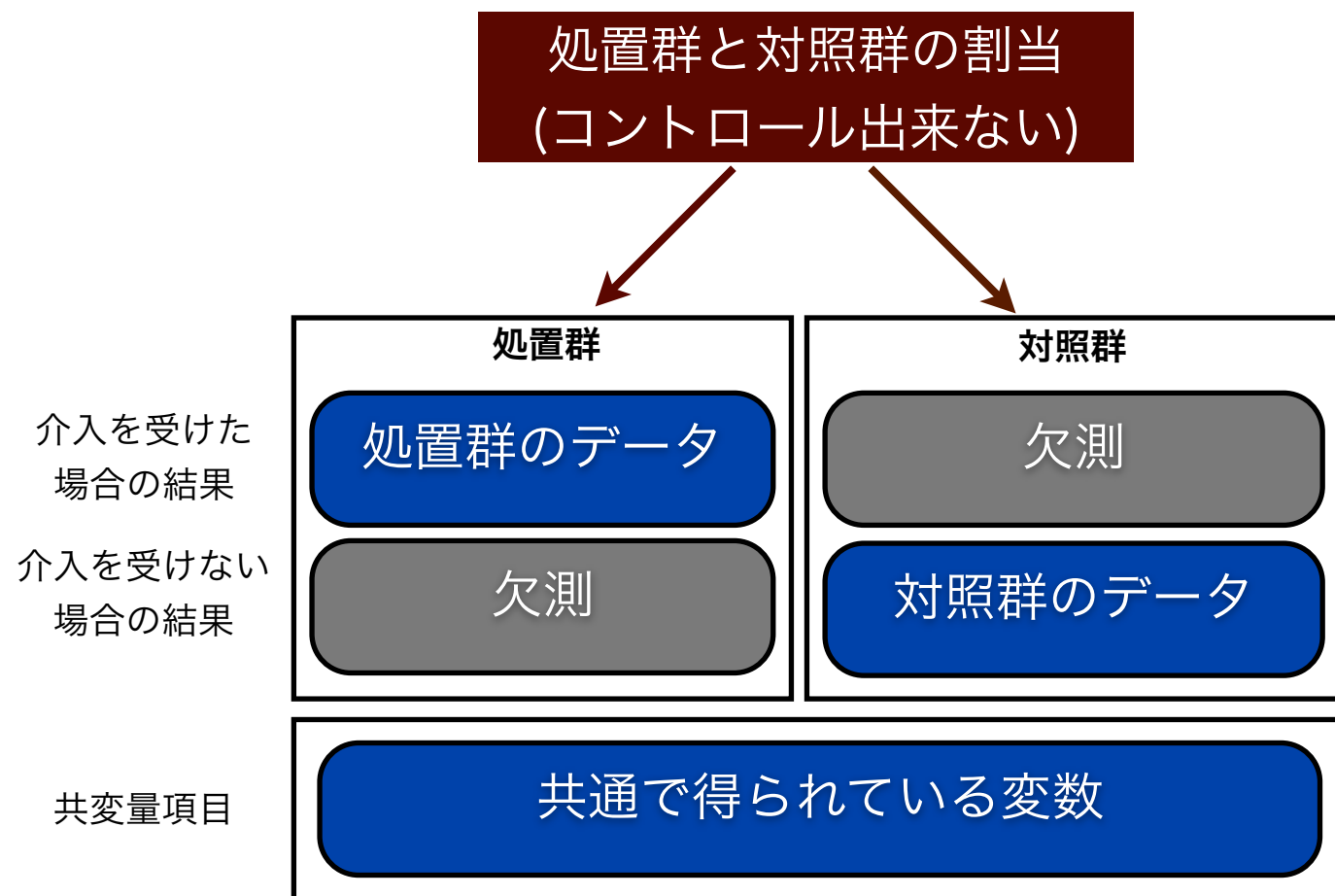
CM効果：CM見たグループと見てないグループを
単純に比較することは出来ない

CMを見たグループ (コントロール出来ない)			
	処置群	対照群	
CMを見た 場合の結果	購買量	欠測	・CMを見ていないグループがもしCMを見た時の購買量と CMを見たグループの購買量の期待値は異なる
CMを見ていな い場合の結果	欠測	購買量	・CMを見たグループがもしCMを見なかった場合の購買量と CMを見ていないグループの購買量の期待値は異なる

CM効果 \neq “CM見た” - “CM見てない”

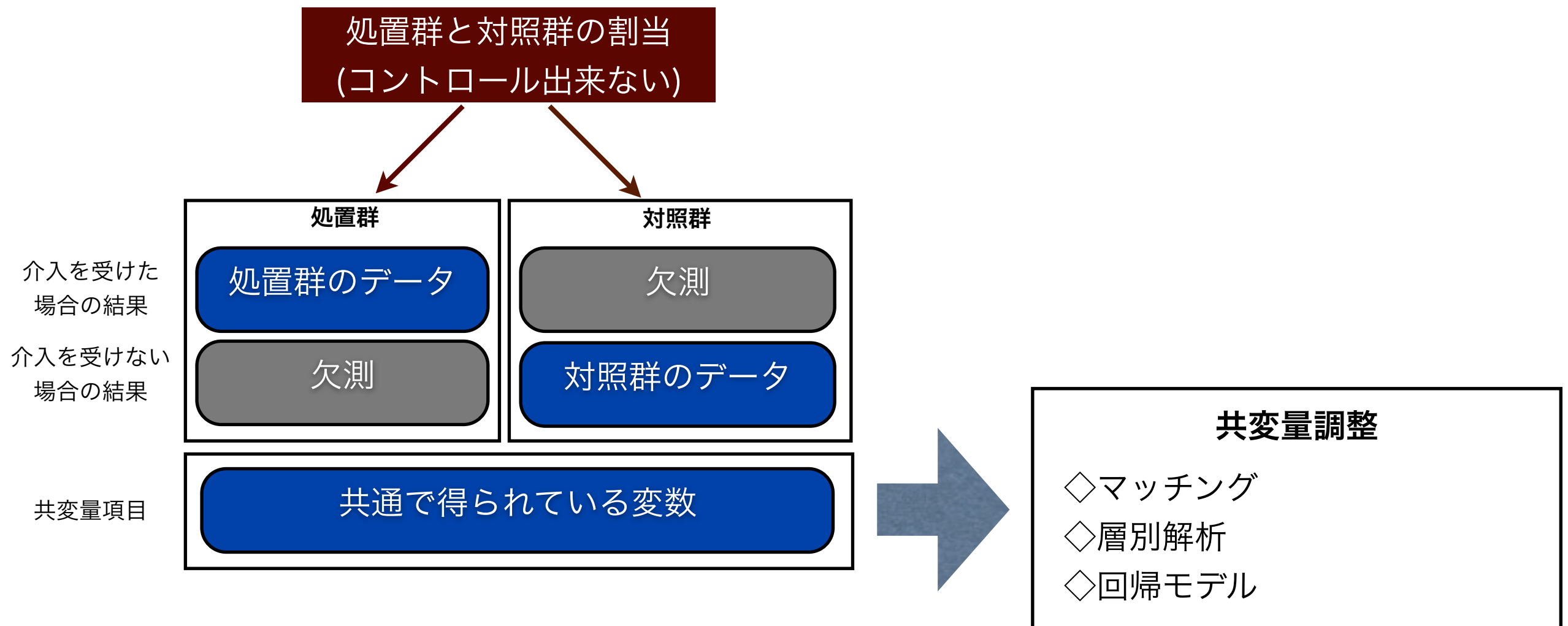
共変量調整

割当や結果変数に影響している共通の変数を用いて
因果効果以外の効果を除去する



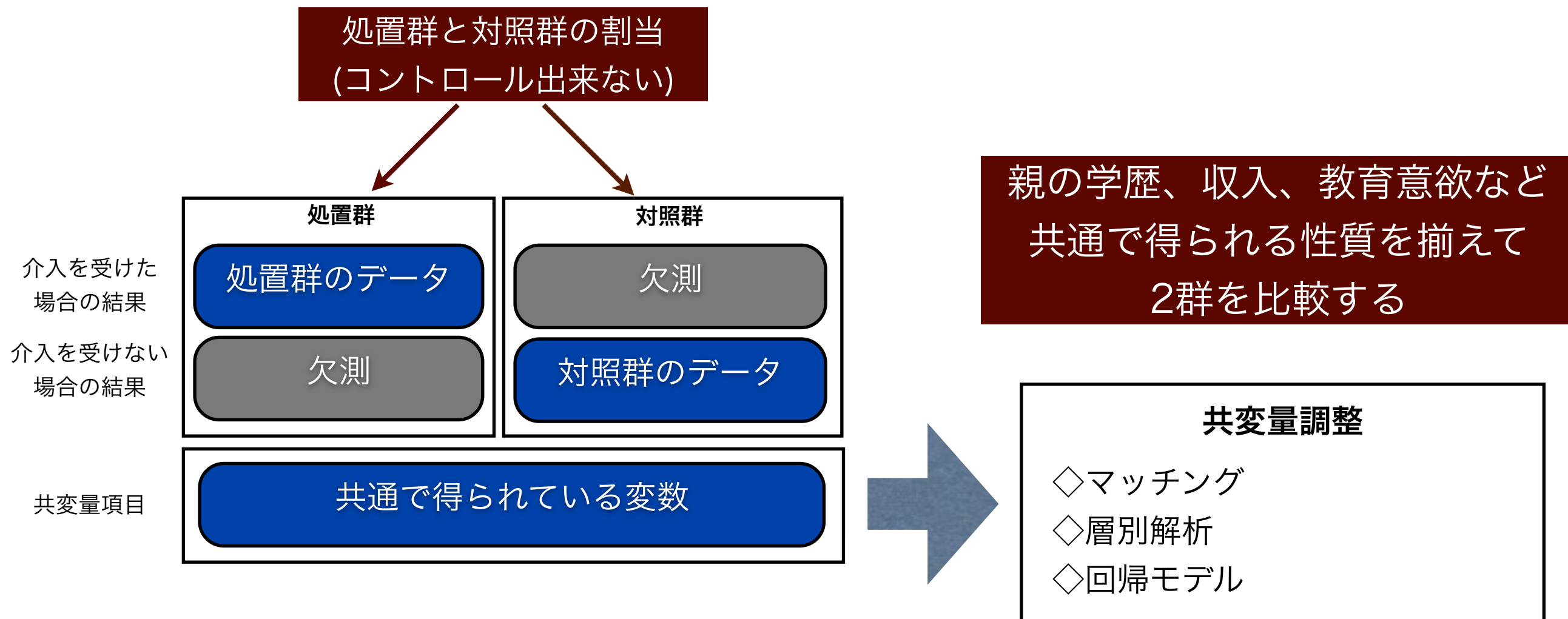
共変量調整

割当や結果変数に影響している共通の変数を用いて
因果効果以外の効果を除去する



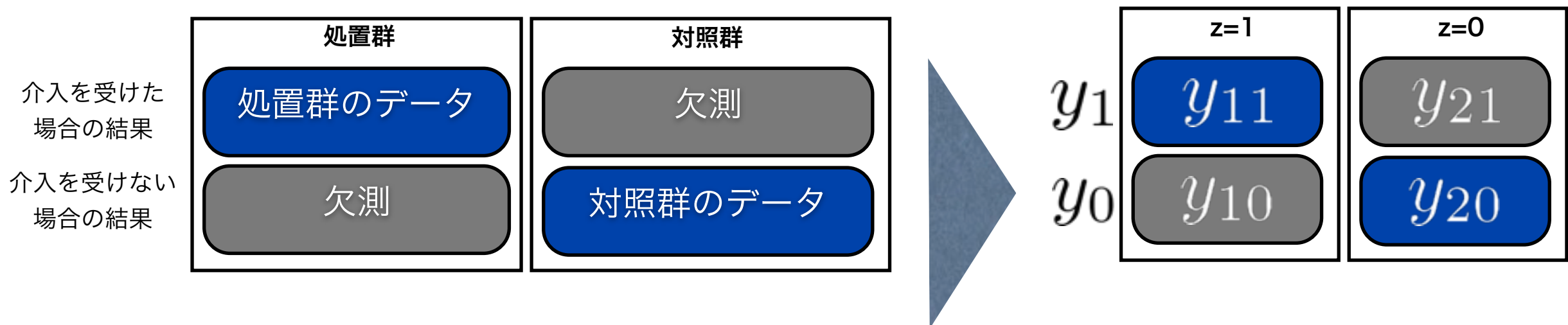
共変量調整

割当や結果変数に影響している共通の変数を用いて
因果効果以外の効果を除去する



欠測モデル

潜在的結果変数を考える

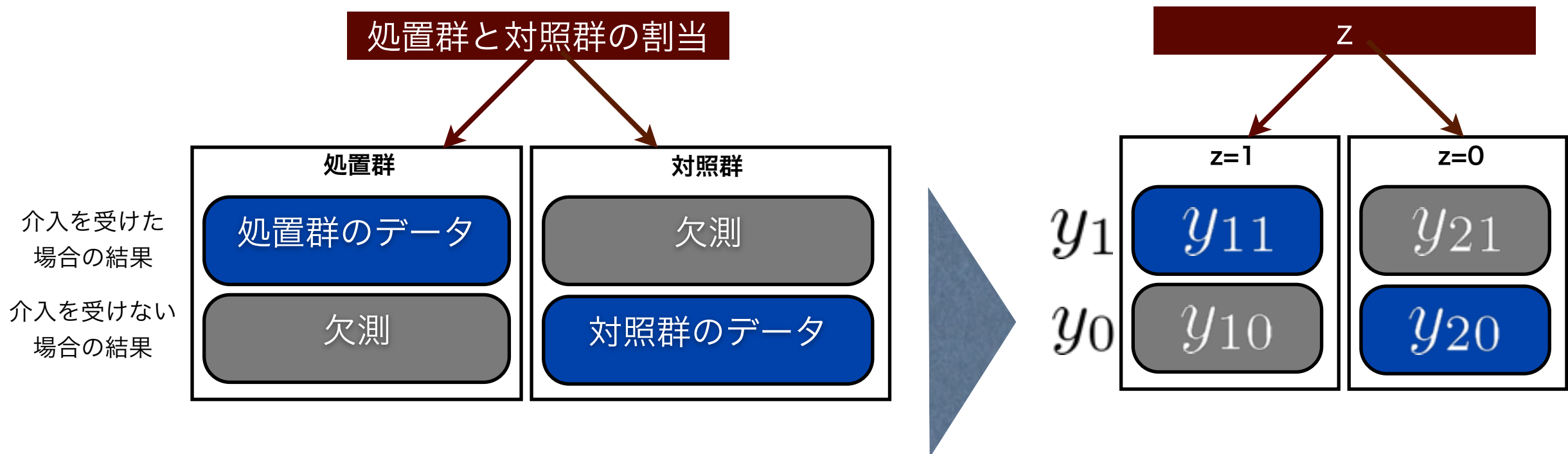


$$y = zy_1 + (1 - z)y_0$$

y_1 と y_0 は両方存在するが
割当によって観測出来ないと考える

欠測モデル

割当変数 z と求めたい因果効果

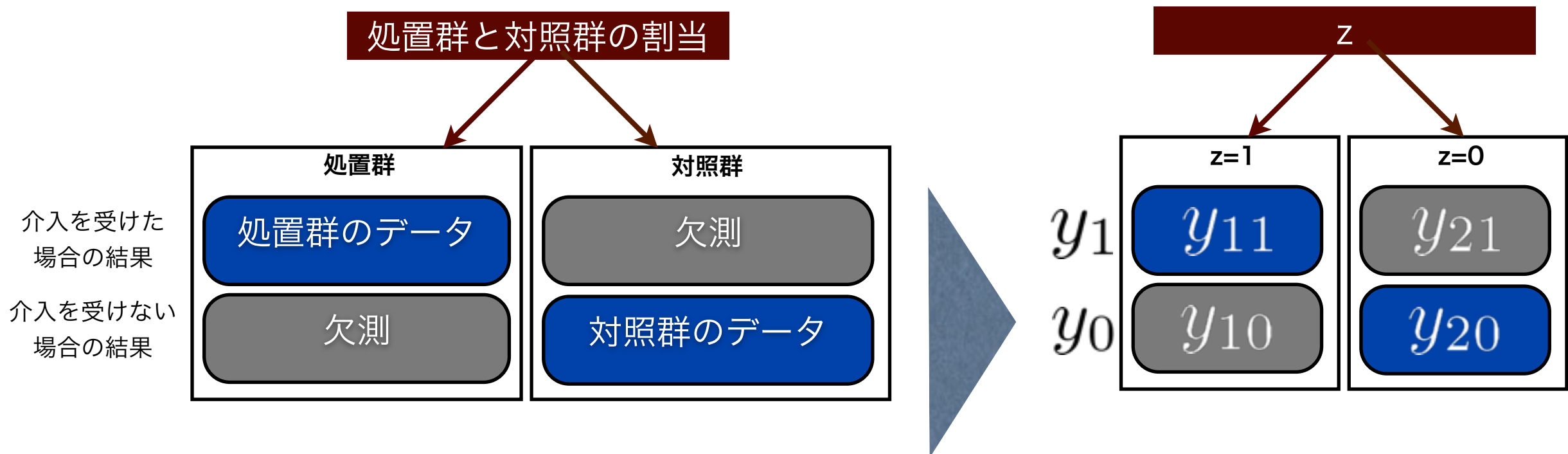


$$TET = E(y_1 - y_0 | z = 1)$$

処置群での平均介入効果
average treatment
effect on the treated

欠測モデル

割当変数 z と求めたい因果効果



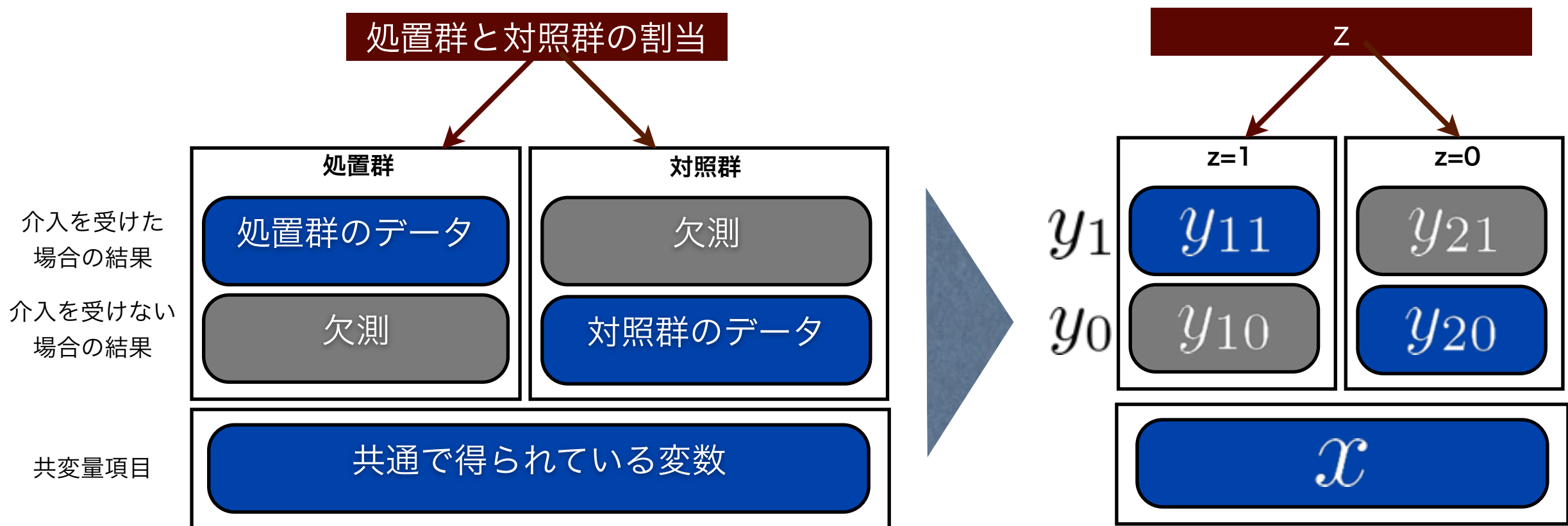
$$TET = E(y_1 - y_0 | z = 1)$$

処置群での平均介入効果
average treatment
effect on the treated

$z=1$ の時の y_1 と y_0 の差を知りたいが
どちらか一方は観測出来ない

欠測モデル

共変量の影響を除去した因果効果



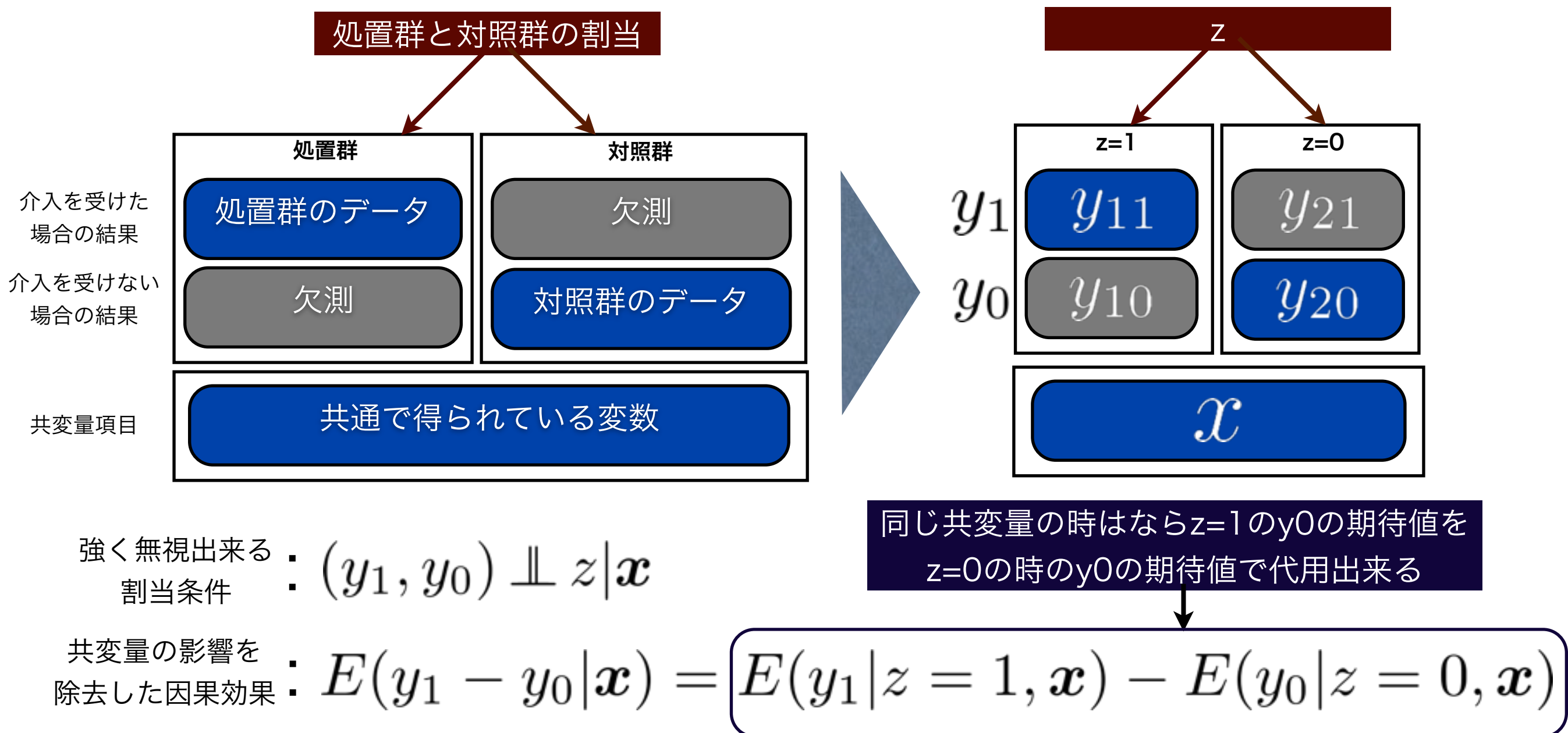
強く無視出来る
割当条件 : $(y_1, y_0) \perp\!\!\!\perp z | x$

同じ共変量の場合は
割当はランダムという仮定

共変量の影響を
除去した因果効果 : $E(y_1 - y_0 | x) = E(y_1 | z = 1, x) - E(y_0 | z = 0, x)$

欠測モデル

共変量の影響を除去した因果効果



共変量調整

- マッチング

- 処置群と対照群で共変量が同じになる対象者のペアを作り差をとり、ペア数分の平均を取る

- 層別解析

- 共変量の値をいくつかの層に分け、層ごとに2つのグループがその共変量の値について等質になるようにし、比較した結果を結合する

- 回帰モデル

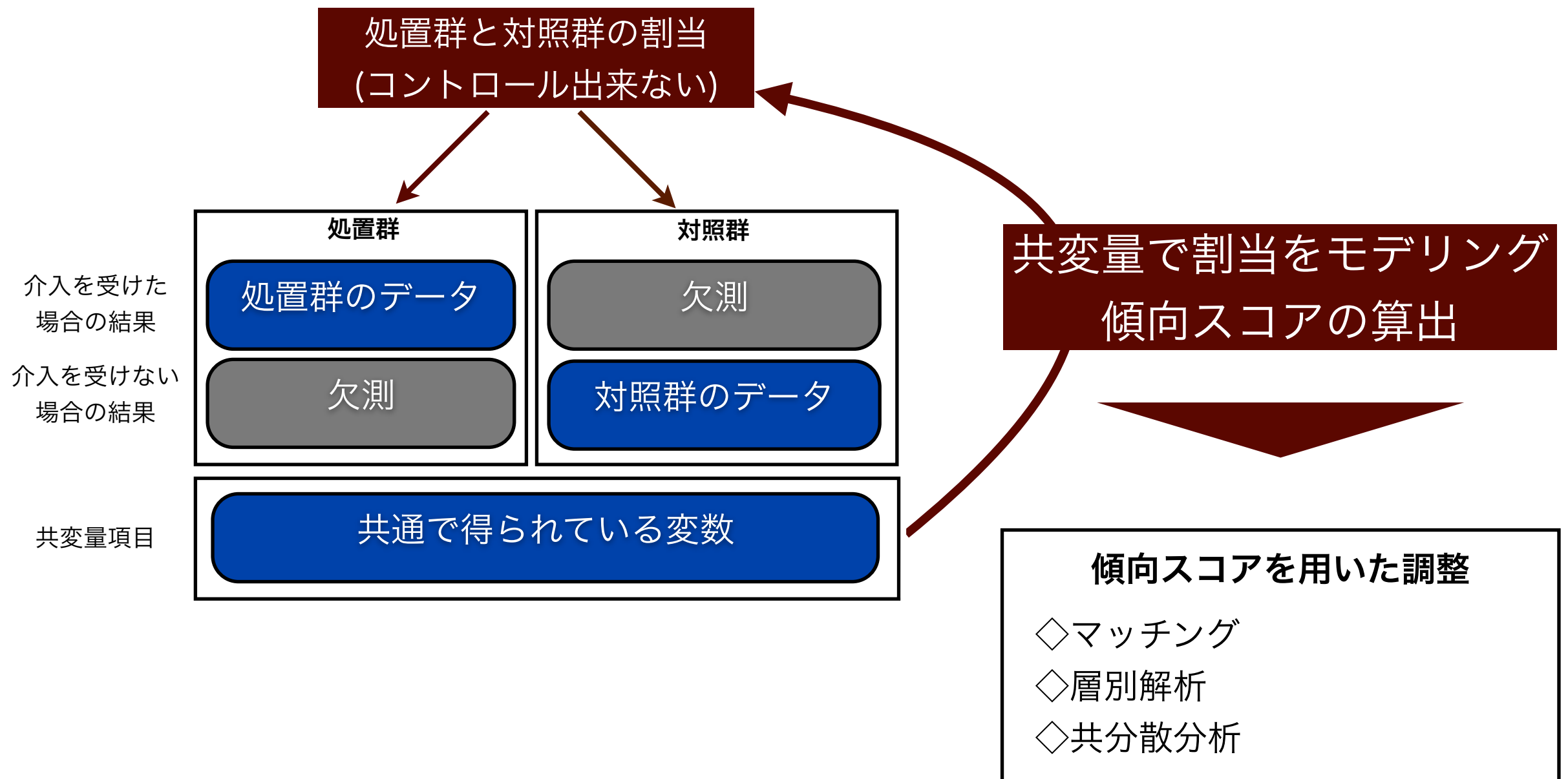
- 各群ごとに回帰関数 $E(y_1|z=1,x)$ と $E(y_0|z=0,x)$ をデータから推定し、その差の標本平均を取る事で因果効果を推定する

共変量調整の問題点

- マッチング・層別解析での問題
 - 共変量に連続変数があると完全一致のペアは作れない
 - 次元問題
 - サポート問題
- 回帰モデルでの問題点
 - 結果変数と共変量のモデリングが必要
 - 直接因果効果の推定値は得られない

傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する



傾向スコアとは

対象者の群1へ割り当てられる確率

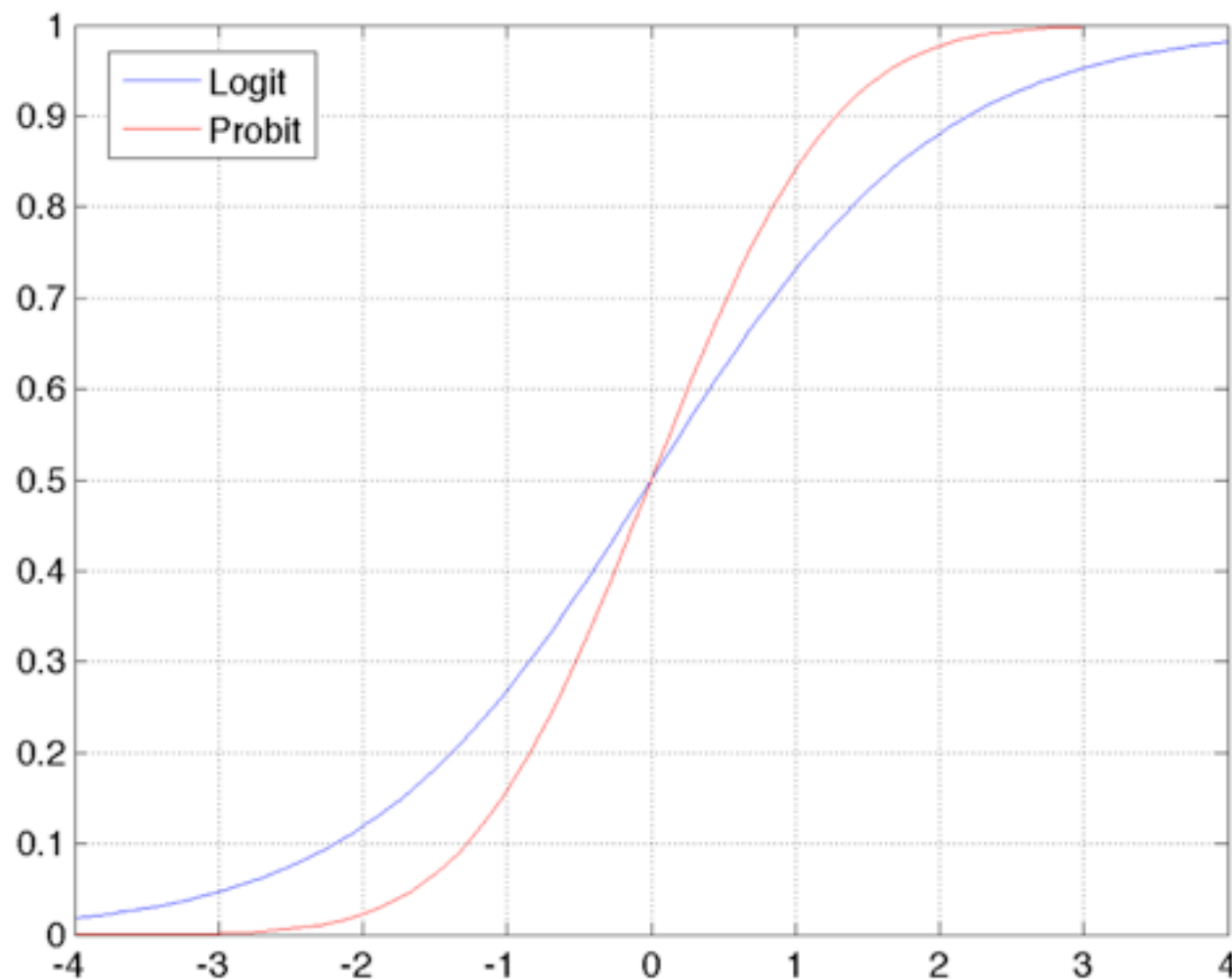
$$e_i = p(z_i = 1 | \mathbf{x}_i)$$

z_i : 第*i*対象者の割当変数の値

\mathbf{x}_i : 第*i*対象者の共変量の値

傾向スコアの推定

プロビット回帰やロジスティック回帰で推定する



$$\hat{e}_i = \int \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{z^2}{2}\right\} dz$$

$$\hat{e}_i = \frac{1}{1 + \exp\{-\hat{\alpha}^t x_i\}}$$

傾向スコアを用いた調整

- マッチング
 - 2つの群で傾向スコアが等しい（近い）対象者をペアにしてその差の平均を因果効果とする
- 層別解析
 - 傾向スコアの大小によっていくつかのサブクラスに分け、その各クラスで処置群と対照群の平均の計算と、全体としての効果の推定量を計算する
- 共分散分析
 - 割当変数と傾向スコアを説明変数とした線形の回帰分析を行う

傾向スコアを用いた調整の問題点

- マッチング・層別解析

- 因果効果の推定値は計算出来るが、その標準語さが計算出来ない
- 各周辺期待値の推定が出来ない
- マッチングの場合、対象者の数が多い群でデータの多くが無駄になる
- マッチングによる推定値は「対象者数の少ない群の共変量の分布」の上で期待値を取った時の因果効果

- 共分散分析

- 傾向スコアと目的変数が線形な関係にある必要があるが、傾向スコアが0～1である以上、その関係の仮定には無理がある

IPW推定量

傾向スコアの逆数による重み付け平均

$$\hat{E}(y_1) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{z_i y_i}{e_i}}{\sum_{i=1}^N \frac{z_i}{e_i}}$$

$$\hat{E}(y_0) = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{(1-z_i) y_i}{1-e_i}}{\sum_{i=1}^N \frac{(1-z_i)}{1-e_i}}$$

カーネルマッチング

カーネルを利用した重みで
対照群の全ての観測値を重み付ける

$$\hat{y}_{i0} = \frac{\sum_{j=1}^N (1 - z_j) K_{ij} y_{j0}}{\sum_{j=1}^N (1 - z_j) K_{ij}}$$

カーネルマツチング

カーネルを利用した重みで
対照群の全ての観測値を重み付ける

$$\hat{y}_{i0} = \frac{\sum_{j=1}^N (1 - z_j) K_{ij} y_{j0}}{\sum_{j=1}^N (1 - z_j) K_{ij}}$$

カーネルの説明

AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- **Rによる実行**
- 最後に

Rによる実行

Matching パッケージ

Match(Y=NULL, Tr, X, caliper=F,...)

Y : 結果ベクトル

Tr : 割当ベクトル

X : 共変量または傾向スコア

caliper : キャリパーマッチングをやる場合にTRUE

...

Rによる実行

Matching パッケージ

lalongdeデータセット

データセットの説明

Rでマッチング実行

マッチングを実行するコード

```
1  install.packages("Matching")
2  library(Matching)
3
4  ##
5  ## Matching
6  ##
7
8  data(lalonde)
9
10 Y78 <- lalonde$re78
11 Tre <- lalonde$treat
12 logi <- glm(treat~., data=lalonde[, -9], family=binomial)
13
14 ## default
15 summary(Match(Y=Y78, Tr=Tre, X=logi$fitted))
16
17 ##
18 summary(Match(Y=Y78, Tr=Tre, X=logi$fitted, M=2))
19
20 ## caliper matching
21 summary(Match(Y=Y78, Tr=Tre, X=logi$fitted, caliper=T))
22
```

Rでマッチング実行

通常のマッチングの
実行結果と解説

Rでマッチング実行

キャリアーマッチングの
実行結果と解説

RでIPW推定量

IPW推定量の実行コード

RでIPW推定量

IPW推定量の
実行結果と解説

Rでカーネルマッチング実行

マッチングを実行するコード

```
23  ##
24  ## kernel matching
25  ##
26
27  kmy <- lalonde$re74
28  ivecl <- lalonde$treat
29  estp <- logi$fitted
30  km <- cbind(kmy,estp, ivecl)
31  km1 <- subset(km, ivecl==1)
32  km2 <- subset(km, ivecl==0)
33  km1x <- km1[,2]
34  km1y <- km1[,1]
35  km2x <- km2[,2]
36  km2y <- km2[,1]
37  bw1 <- 1.06*(nrow(km1))(-0.2) * sd(km1x)
38  bw2 <- 1.06*(nrow(km2))(-0.2) * sd(km2x)
39  esty1 <- ksmooth(x=km1x,y=km1y,kernel="normal",
40                  bandwidth=bw1,x.points=km2x)
41  esty0 <- ksmooth(x=km2x,y=km2y,kernel="normal",
42                  bandwidth=bw2,x.points=km1x)
43
44  head(esty1$y)
45
46  head(esty0$y)
47
```

Rでカーネルマッチング実行

カーネルマッチングの
実行結果と解説

AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- Rによる実行
- **最後に**

次回以降の
発表者・LTを募集しています！

ご清聴ありがとうございました

AGENDA

- 自己紹介
- 傾向スコア解析
 - 実験出来るデータ
 - 実験出来ないデータ
 - 共変量調整
 - 傾向スコア推定
 - 傾向スコアを用いた調整
- Rによる実行
- 最後に

参考文献

- 調査観察データの統計科学
- Package ‘Matching’

傾向スコア解析

実験出来ないデータの因果関係を解析する

