

比較政治学B

因果推論

矢内 勇生

2018年9月20日

今日の目標

- 比較政治学における計量分析の目的を理解する
 - 因果推論とは何か？
 - 因果推論の何が難しいのか？
 - なぜ計量分析の方法を習得する必要があるのか？

学問の目的

- 「真実」を見つける
- 社会科学（経済学, 経営学, 政治学, 社会学, etc.）における真実とは？
 - ▶ 真の「因果関係」を見つける
 - なぜ「特定の結果」が起きたのか？
 - どんな要因が結果に影響を与えるか？

因果関係の探求

- 興味がある現象について、因果関係を明らかにしたい
 - ▶ 因果関係：原因と結果の関係
 - 「原因X」によって「結果Y」が起きた
 - 「原因A」が増えたので、「結果B」が増えた
 - 「原因C」が大きくなったので、「結果D」が減った

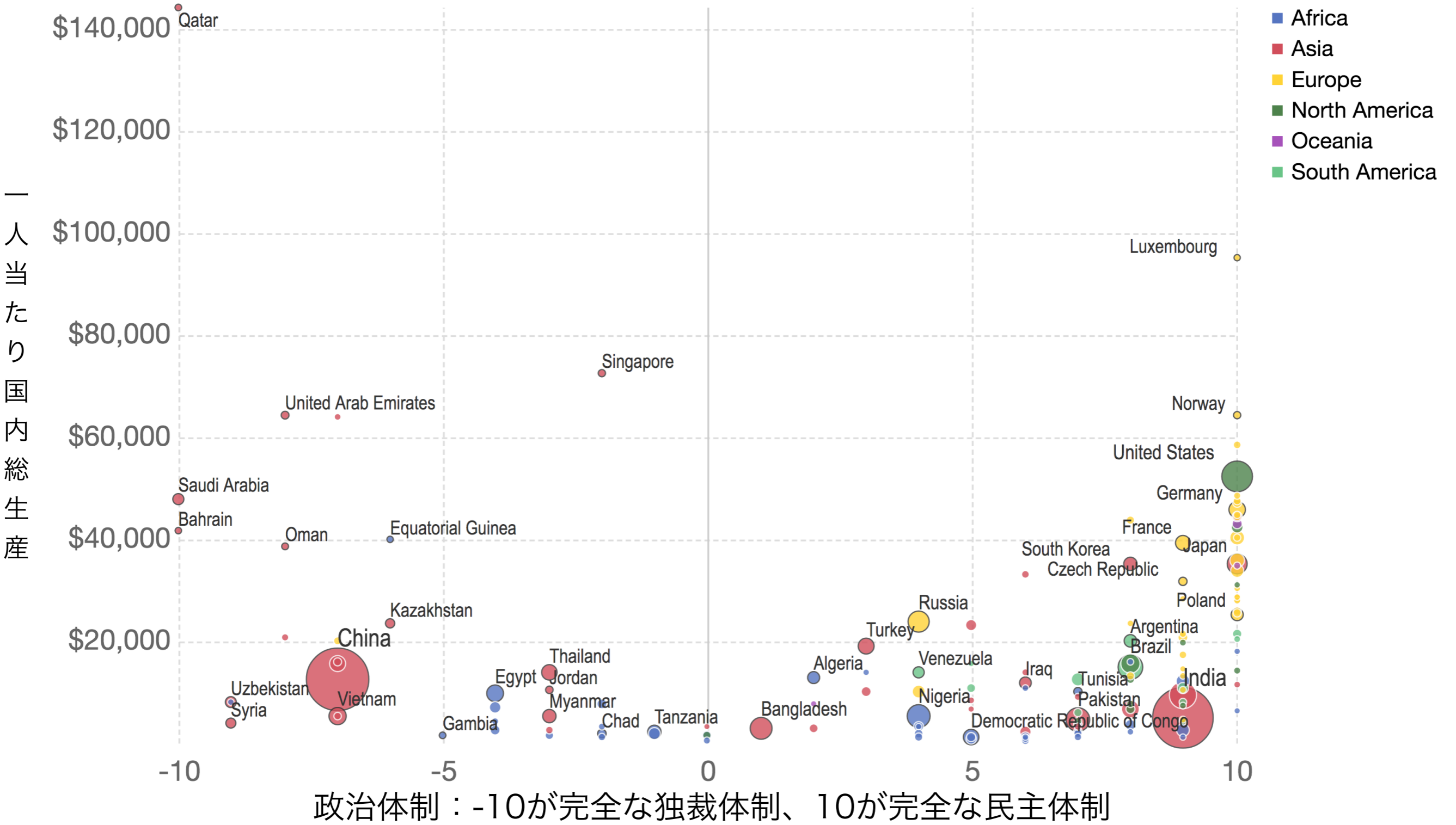
比較政治学におけるデータ分析

- 数量分析 (quantitative methods in political science) : 統計学に基づく政治学のデータ分析
- データを使って因果関係を明らかにすることを目指す
- なぜデータを分析するのか？
 - ▶ 観察によって得られた情報はすべてデータ！
 - ▶ 現実の問題を扱える！
- 統計学の手法を駆使 : 「思い込み」をできる限り排除する

データがないと…

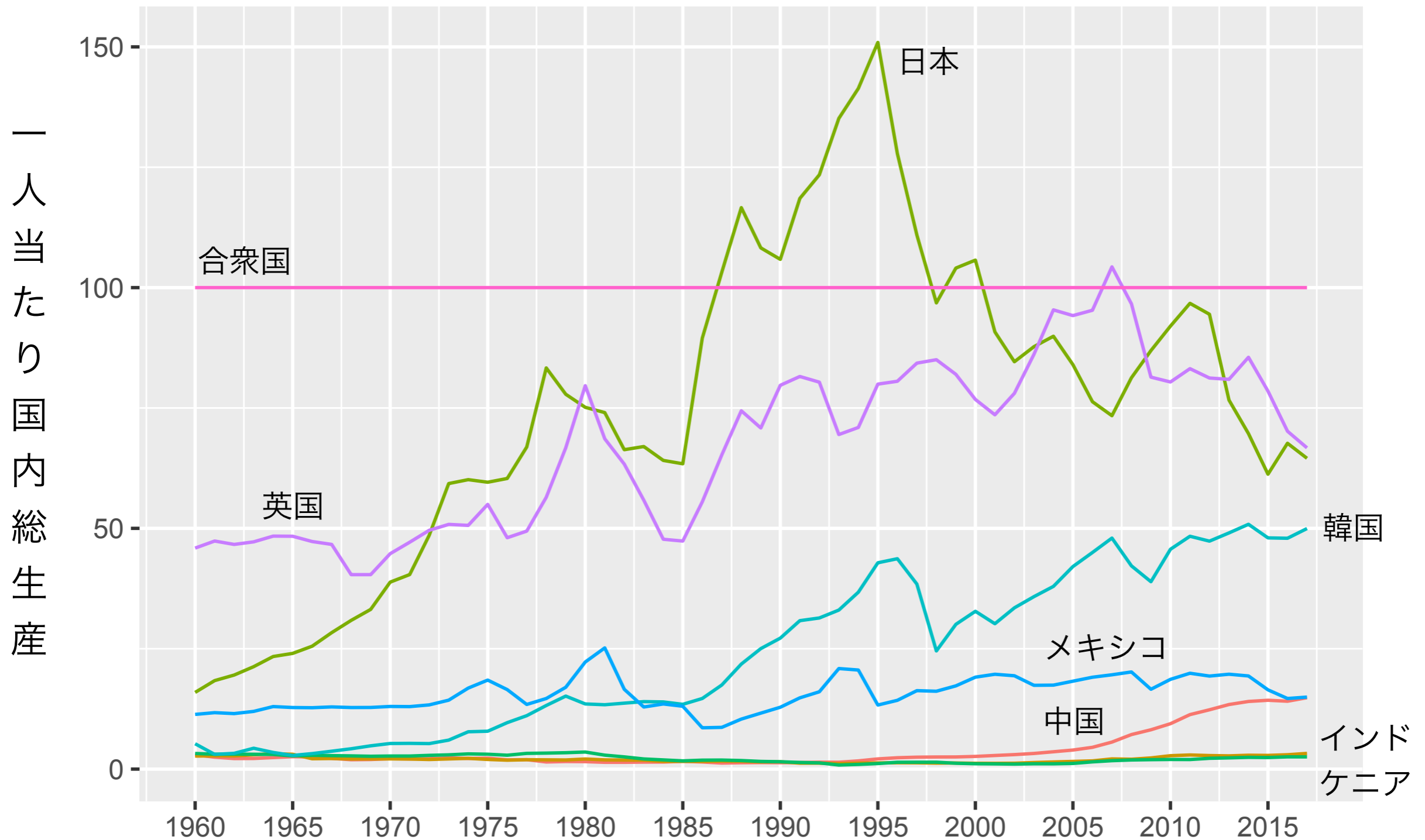
- 「デモクラシー（民主制, 民主政, democracy）は、多数の愚かな人々による支配なので、他の政治体制に比べてうまくいかない」
- 「デモクラシーは、多くの人々の意見を反映するので、他の政治体制に比べてうまくいく」
 - ▶ どちらが「真実」？（どちらが「望ましい」かとは別の問題）
 - ▶ 決着がつかない：理論的には、どちらも正しい可能性がある

所得と政治体制（2014年）



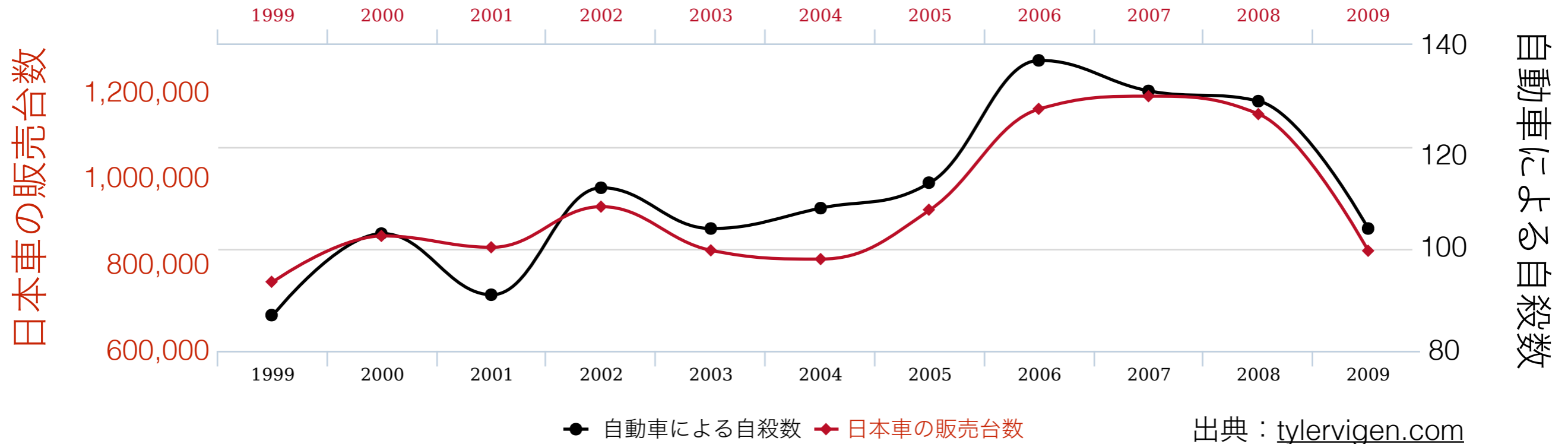
一人当たり国内総生産の変化, 1960-2017

(アメリカ合衆国を100とした場合)



日本、中国、韓国、インド、英国、ケニア、メキシコ

アメリカ合衆国での日本車の販売数と 自動車による自殺数



強い相関: $r = 0.94$

日本車の販売数と自動車による自殺者数は
同時に増える (減る)

相関係数

- 変数 x と変数 y の相関係数 r :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

- ただし、

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

$$y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\},$$

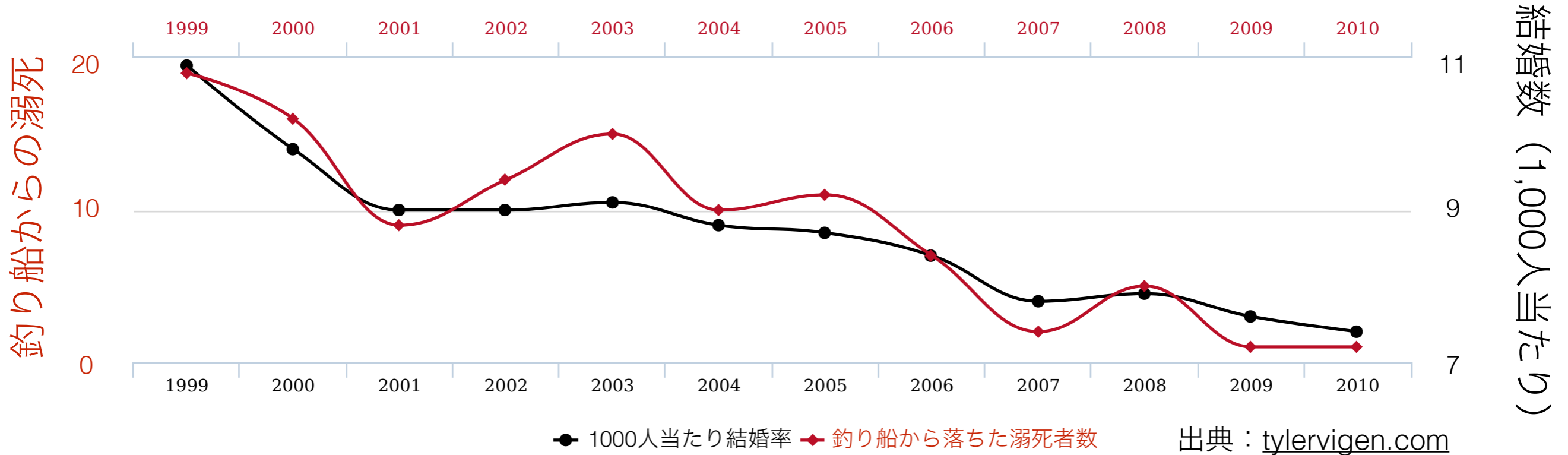
\bar{x} は x の相加平均

\bar{y} は y の相加平均

相関関係

- 相関関係 (correlation) :
 - 2つの物事 (変数) X と Y の間の直線的な関係
 - X の変化に合わせて Y も変化する
 - 統計量 : 相関係数 r ($-1 \leq r \leq 1$)
 - X が増える (減る) とき、 Y も増える (減る) : 正の相関 ($r > 0$)
 - X が増える (減る) とき、 Y が減る (増える) : 負の相関 ($r < 0$)
 - r の絶対値が1に近いほど関係が強い

釣り船から落ちて溺れて死んだ人数と ケンタッキー州の結婚率



結婚は危険？

アメリカ合衆国での日本車の販売数と 自動車による自殺数



強い相関： $r = 0.94$

日本車の販売数と自動車による自殺者数は同時に増える（減る）

自殺者を減らすために日本車を減らすべきか？

これは因果関係なのか???

実施すべき政策は何か

- 政策目標：自殺者数を減らしたい
- 因果関係：日本車[?]の販売数が増えると、自殺者が増える
- 実施すべき政策：日本車[?]の販売数を規制する

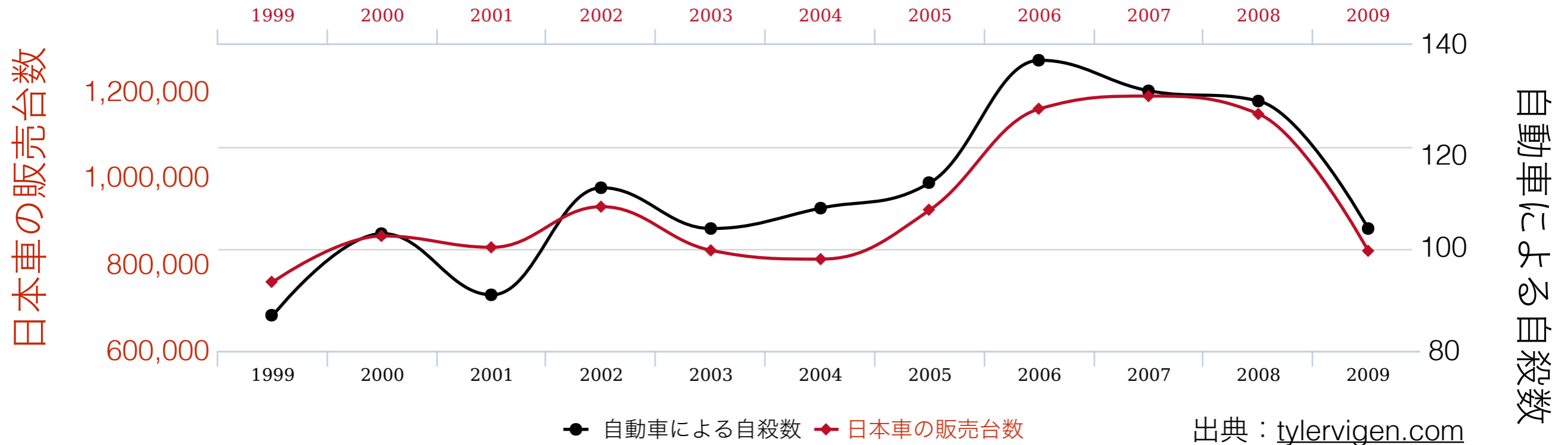
事実（データ、数字）：

因果関係がわからなければ、証拠として使えない

相関関係

- 相関関係 (correlation) :
 - 2つの物事 (変数) AとBの間の直線的な関係
 - Aの変化に合わせてBも変化する
 - 統計量：相関係数 r ($-1 \leq r \leq 1$)
 - Aが増える (減る) とき、Bも増える (減る) : 正の相関 ($r > 0$)
 - Aが増える (減る) とき、Bが減る (増える) : 負の相関 ($r < 0$)
 - r の絶対値が1に近いほど関係が強い

アメリカ合衆国での日本車の販売数と 自動車による自殺数



強い相関： $r = 0.94$

日本車の販売数と自動車による自殺者数は同時に増える（減る）

自殺者を減らすために日本車を減らすべきか？

これは因果関係なのか？？？

エビデンスとは何か

- エビデンス：evidence, 証拠
 - 一般常識？
 - 観察された事実（データ）？
- 経済学（あるいは科学一般）におけるエビデンス
 - 科学的分析により明らかにされた因果関係

比較政治学の方法

- 「比較」することによって、「政治」を「科学的」に研究する
 - 政治 (politics) とは？
 - 比較とは？
 - 科学的とは？

政治学：政治の「科学」

Political Science

- 政治学は政治を科学的に分析する学問
- では、「科学的」とはどういうこと？

方法としての科学

- 世界について新たな知識を得たり、説明したりするために使われる方法
- **現時点で**利用可能な最高の論理、方法、証拠を駆使して世の中に存在する疑問に、「現在の」答えを与える
 - ▶ 最先端の方法を使うのは「当たり前」！
 - ▶ **科学的な因果推論：因果関係を明らかにする！**

現時点での最善の科学的方法：実験

- ランダム化比較実験 (Randomized Controlled Trials: RCTs)
- シンプルな実験
 - ▶ 実験対象を2つのグループに分ける
 - ▶ 片方のグループに何らかの「処置 (treatment)」を施す
 - ▶ もう一方のグループにその「処置」を施さない
 - ▶ 2つのグループ間の結果の差を調べる
 - ▶ 「差」は「処置」の効果 (treatment effect) であると考える
- この方法はなぜ「良い」のか？（今日は時間がないので割愛）

実験 (RCTs) の時代

- 実験室実験 (Lab experiments)
 - ▶ 政治心理学を中心に
- フィールド実験 (Field experiments)
 - ▶ 特に、アフリカ、東南アジアで流行
- サーベイ実験 (Survey experiments)
 - ▶ コンジョイント分析の流行

調査・観察研究 (Observational Studies)

- 実験できない問題もある
 - ▶ 「政治体制は経済成長に影響するか？」
 - 政治体制の無作為割当て？
 - ▶ 「政治的イデオロギーによって移民政策への支持は変わるか？」
 - イデオロギーの無作為割当て？
- 実験への反発
 - ▶ 外的妥当性が低い
 - ▶ 「実験できることばかり調べている！」
 - ▶ 問（パズル）が「小さい」

調査・観察研究の難しさ

- 他の条件が等しい (ceteris paribus) と言えるか？
 - ▶ 単純比較では、ほぼ言えない
 - ▶ 国家間比較では、興味を持っている要因以外に様々な違いがあるのが普通
 - 例：日米の公共支出の違いを政府の党派性の違いで説明したい
 - ◆ 多党制（一党優位政党制） vs 二大政党制
 - ◆ 単一制 vs 連邦制
 - ◆ 議会制（議院内閣制） vs 大統領制
 - ◆ etc.
- 説明変数は「外生的」か？

単純比較ではうまくいかない例：手術 vs 投薬治療

ガン患者の余命

患者ID	潜在的結果		因果効果 $Y_i(\text{手術}) - Y_i(\text{薬})$
	$Y_i(\text{手術})$	$Y_i(\text{薬})$	
1	7	1	+6
2	5	6	-1
3	5	1	+4
4	7	8	-1
平均	6	4	+2

- 平均処置効果 (average treatment effect: ATE) = 2 :
手術すると余命が平均2年延びる

処置の割り当て

- 善良で優秀な医者
 - ▶ 潜在的結果を（ある程度正確に）知っている
 - ▶ 患者の余命を延ばそうとする
 - ▶ それぞれの患者にとって最もいい治療法を選択する

患者	処置	観察される結果
1	手術	7
2	薬	6
3	手術	5
4	薬	8

- 「誤った」因果推論：手術を受けた人の平均余命は6 < 投薬を受けた人の平均余命は7：手術は平均余命は1年縮める！

どこで間違った？

- 処置が患者の特性（共変量）によって変わる
 - ▶ 手術を受けた人たちと手術を受けなかった（投薬された）人たちに違いがある

$$E[Y(1) | D = 1] \neq E[Y(1) | D = 0]$$

$$E[Y(0) | D = 1] \neq E[Y(0) | D = 0]$$

$$\Rightarrow E[Y(1)] \neq E[Y(0) | D = 1], E[Y(0)] \neq E[Y(0) | D = 0]$$

調査・観察データ

- 実験データとは異なり、処置（説明変数）の割当がランダムではない！
- 例：大学教育が所得に与える因果効果を知りたい
 - ▶ 大学に行くかどうかはランダムに決まらない：所得が高くなりやすい人の方が大学に行く確率が高いかも
- 例：テレビの視聴時間が学力に与える因果効果を知りたい
 - ▶ テレビの視聴時間はランダムに決まらない：勉強が嫌いな生徒・学生ほどテレビを観る時間が長いかも？

実験データと調査・観察データの違い

- 実験データ

- ▶ 処置の割当を除き、処置群（実験群）と統制群（比較群）の特徴が同じ

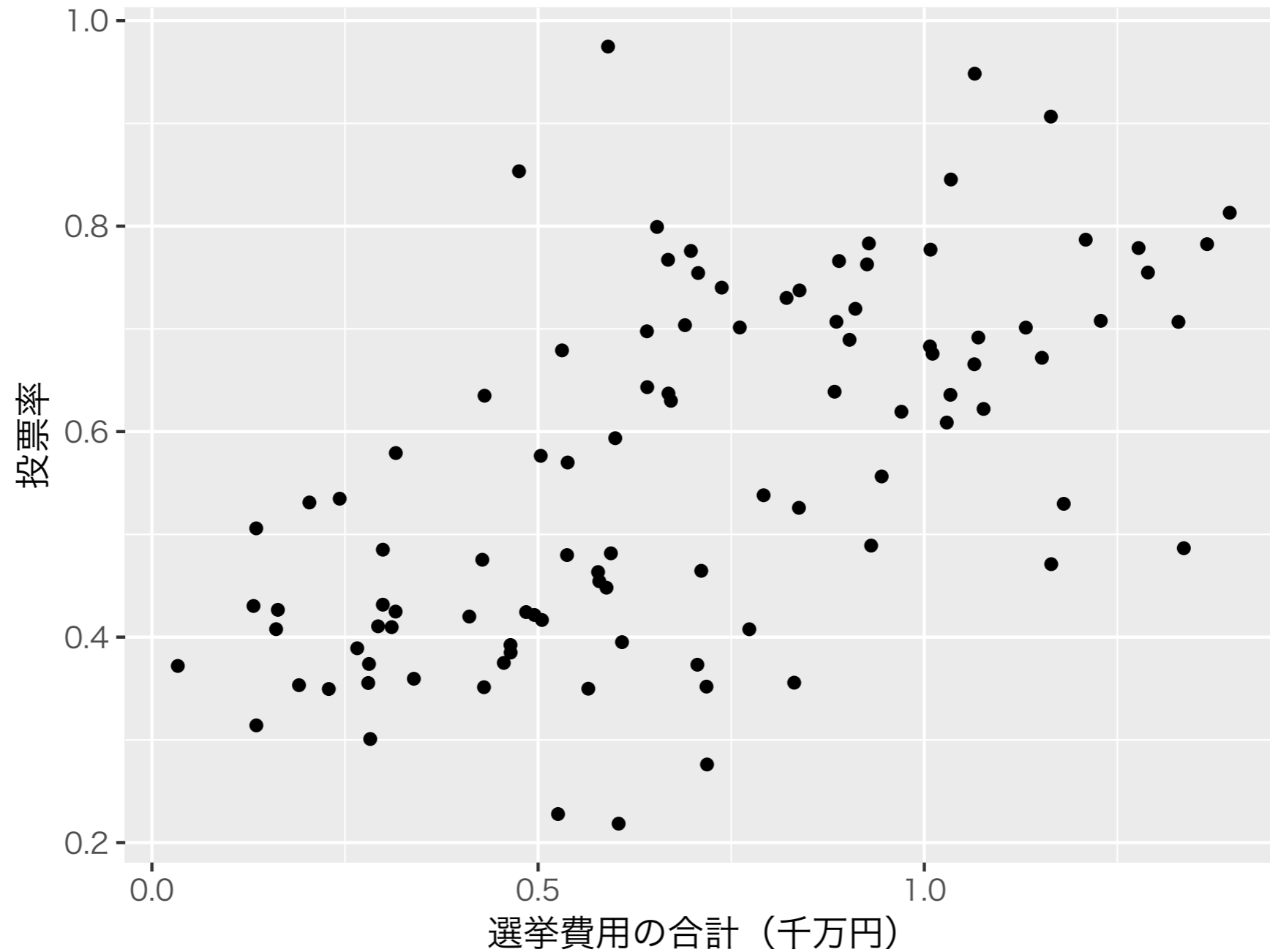
- 観察データ

- ▶ 処置を受けた個体と処置を受けていない個体の特徴が異なる！

- 対処法：

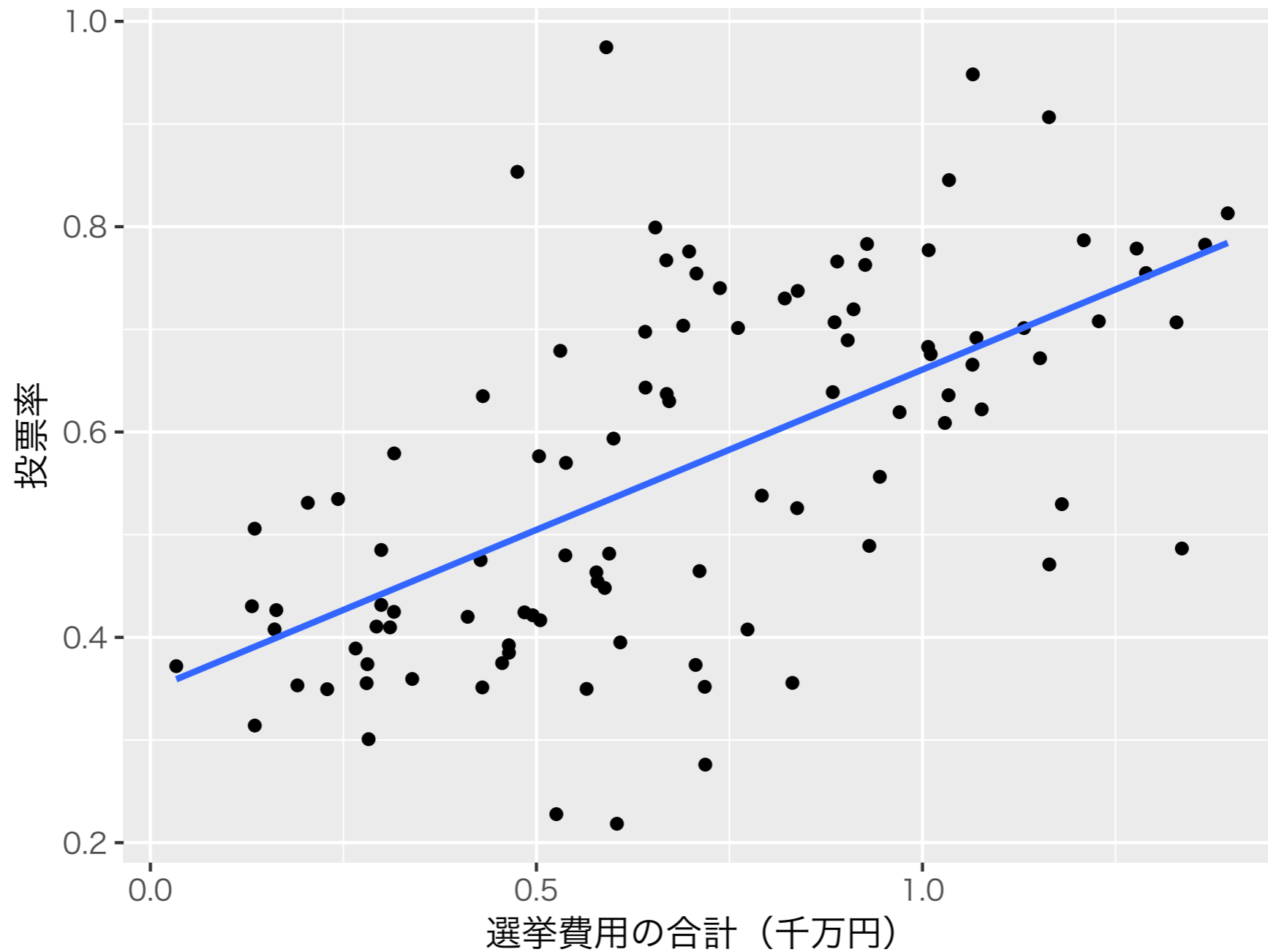
- ▶ マッチング法：処置を受けた個体 A に対し、処置を受けていない個体の中で、処置を受けたかどうか以外の特徴が A と同じ個体 B を見つけ、A と B を比較する
- ▶ 重回帰分析（層別化）：交絡変数を統制する
- ▶ 自然実験：操作変数法, 差分の差分法, 回帰不連続デザイン, etc.

各選挙区での選挙費用の合計金額と投票率の関係 (架空のデータ)



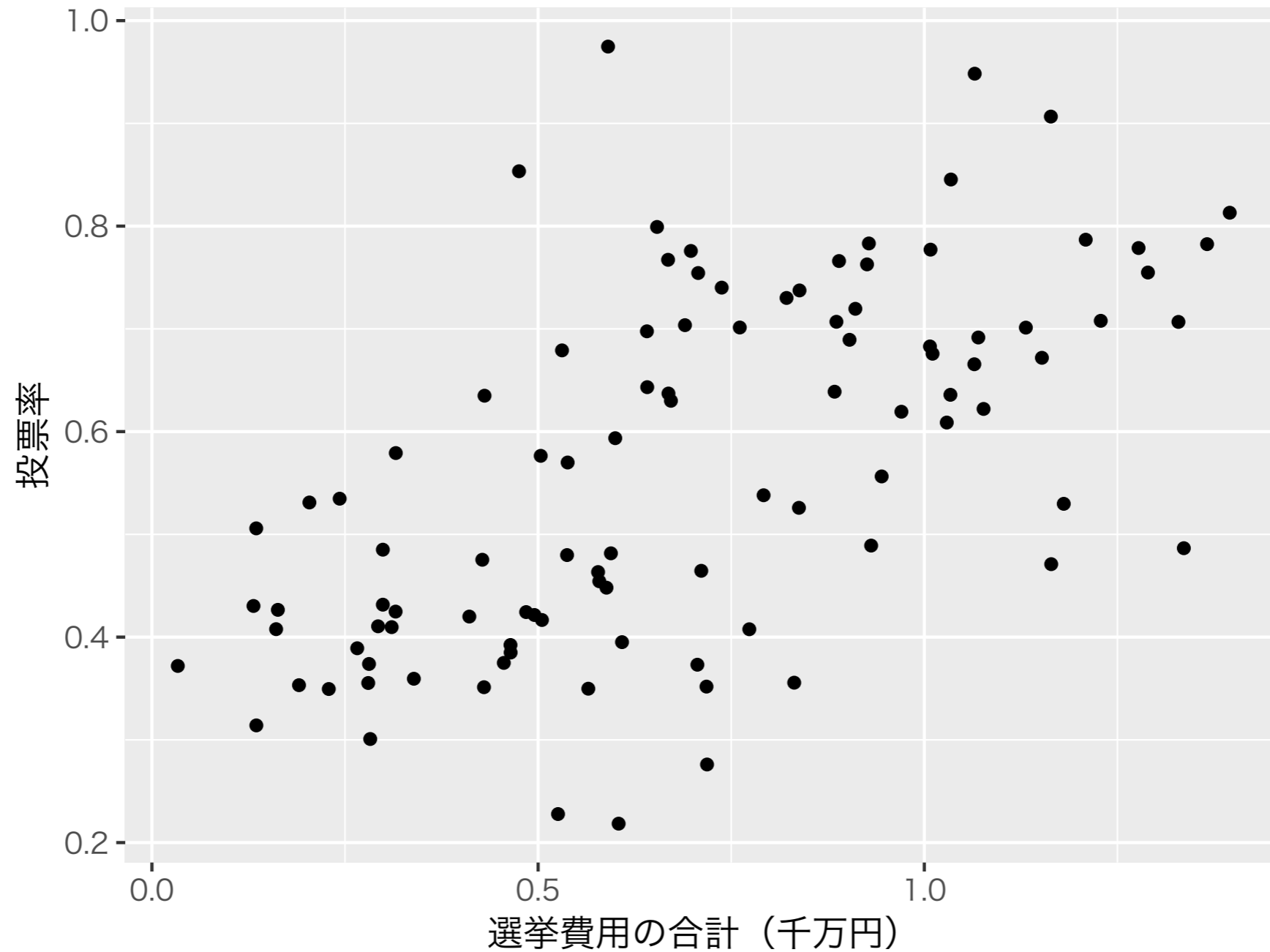
相関係数 $r = 0.67$

正の相関関係



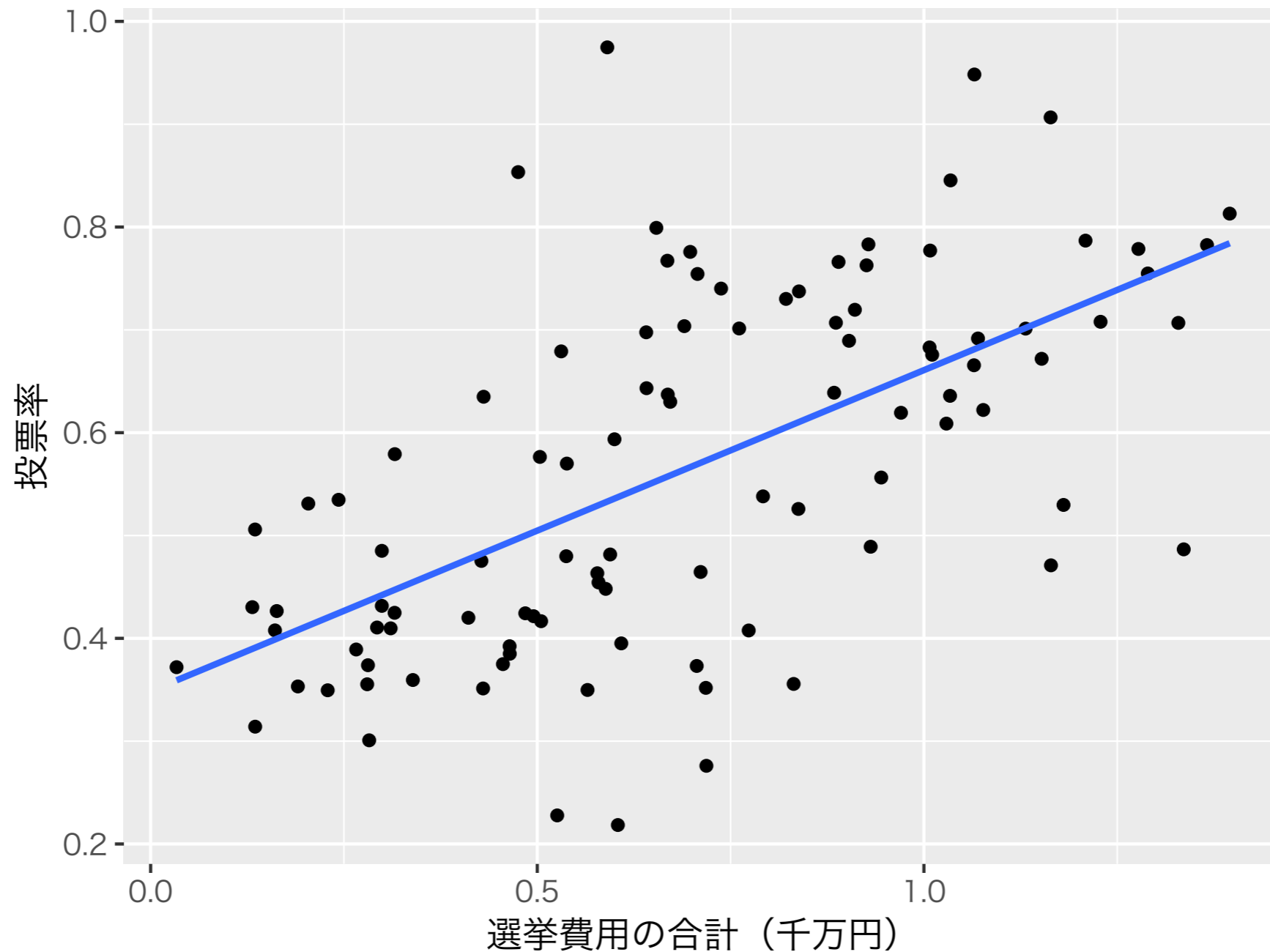
投票率を上げる（下げる）ために、投入する資金を増やす（減らす）べき？

各選挙区での選挙費用の合計金額と投票率の関係 (架空のデータ)



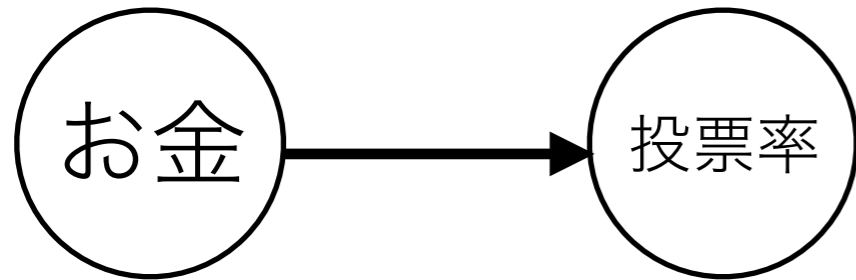
相関係数 $r = 0.67$

正の相関関係

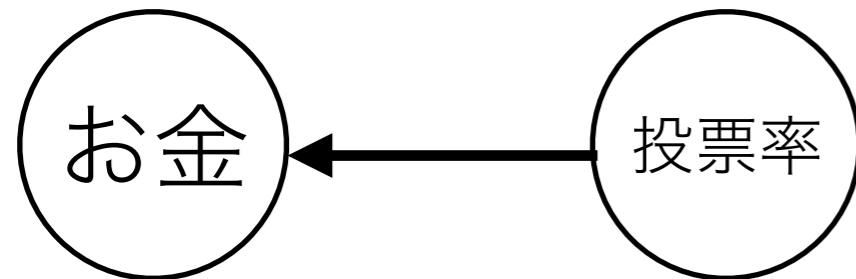


投票率を上げる（下げる）ために、投入する資金を増やす（減らす）べき？

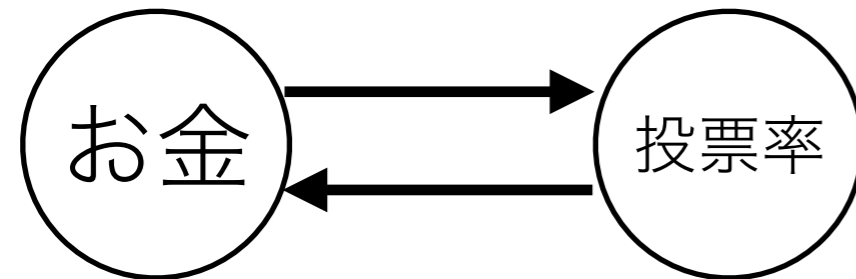
相関関係 ≠ 因果関係



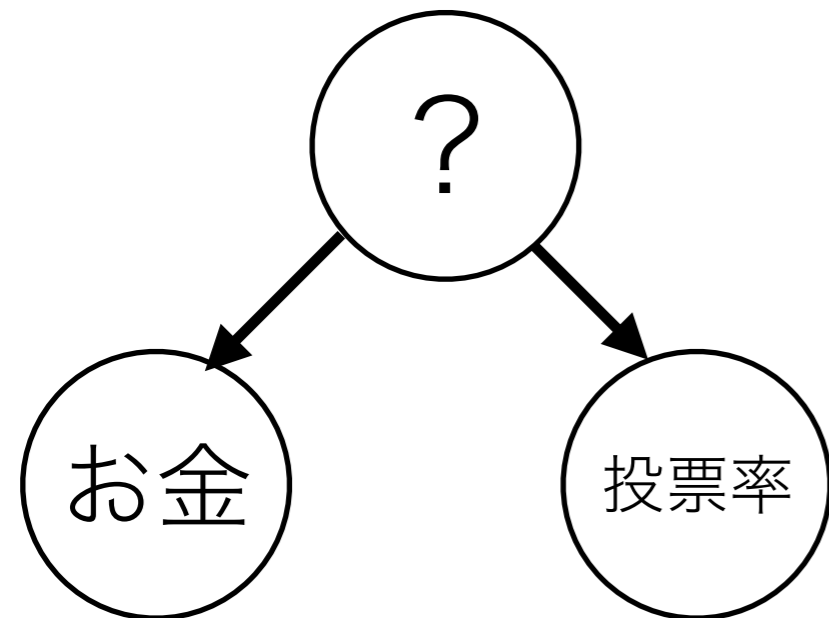
因果関係：出費を増やすと投票率が上がる



因果関係：投票率が上がると費用が増える



互惠効果：費用と投票率が相互に影響する

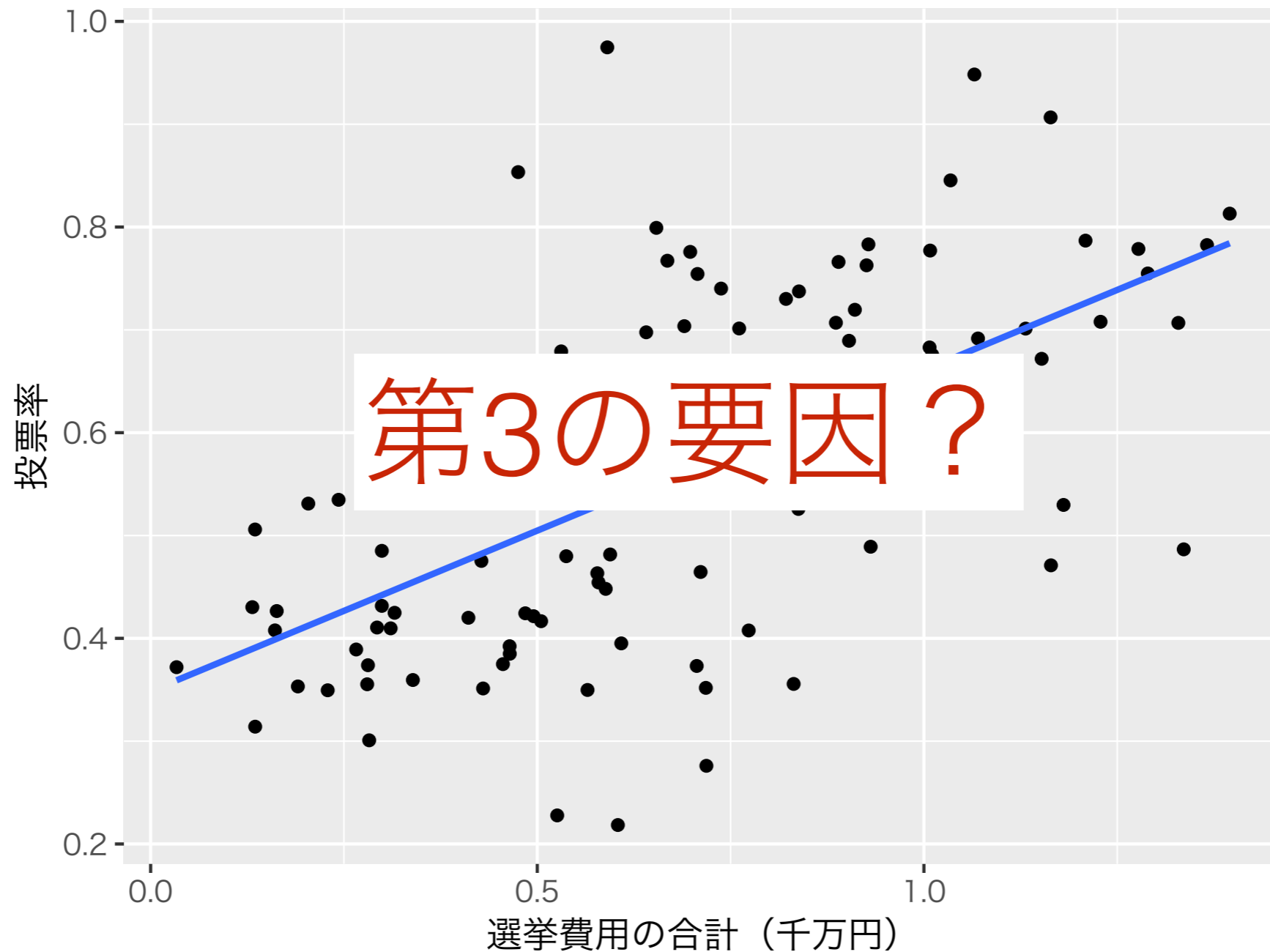


両者に影響する第3の要因の存在：

お金と投票率は無関係

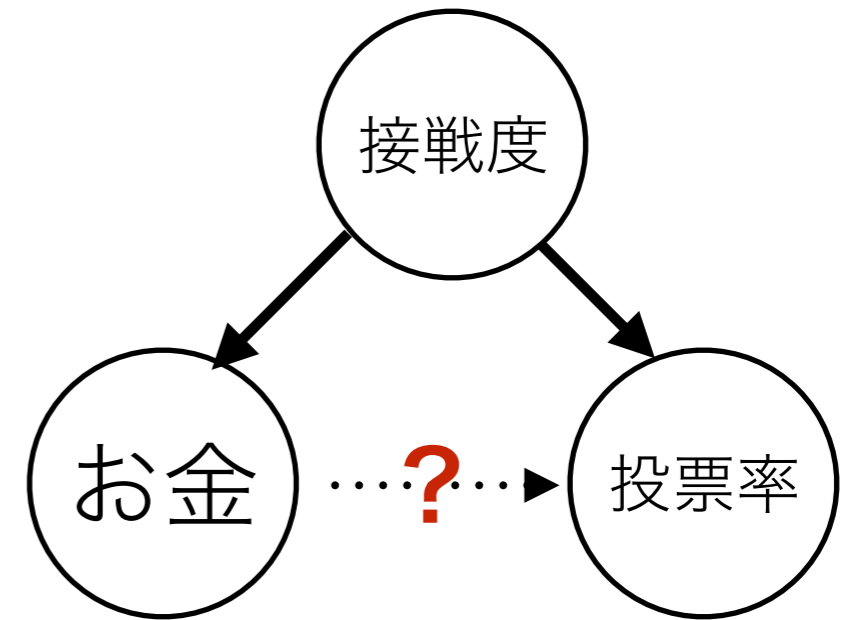
見せかけの相関

正の相関関係



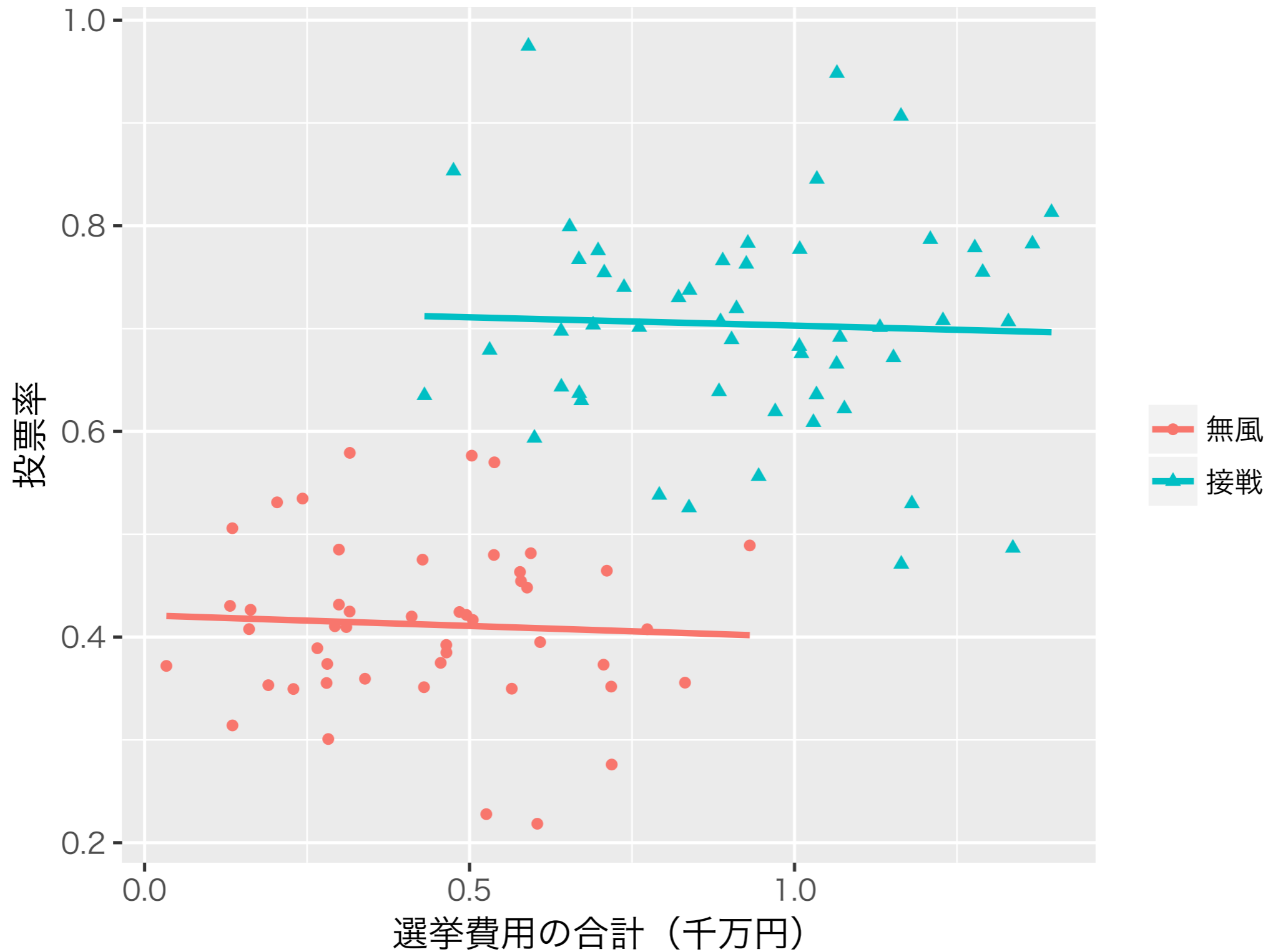
投票率を上げる（下げる）ために、投入する資金を増やす（減らす）べき？

見せかけの相関



- 無風選挙に比べ、接戦の選挙では選挙運動により多くの費用が使われる
- 無風選挙に比べ、接戦の選挙では投票率が高い
- 接戦：選挙にたくさんの費用が使われ、投票率が高い
- 無風：選挙にあまり費用が使われず、投票率が低い

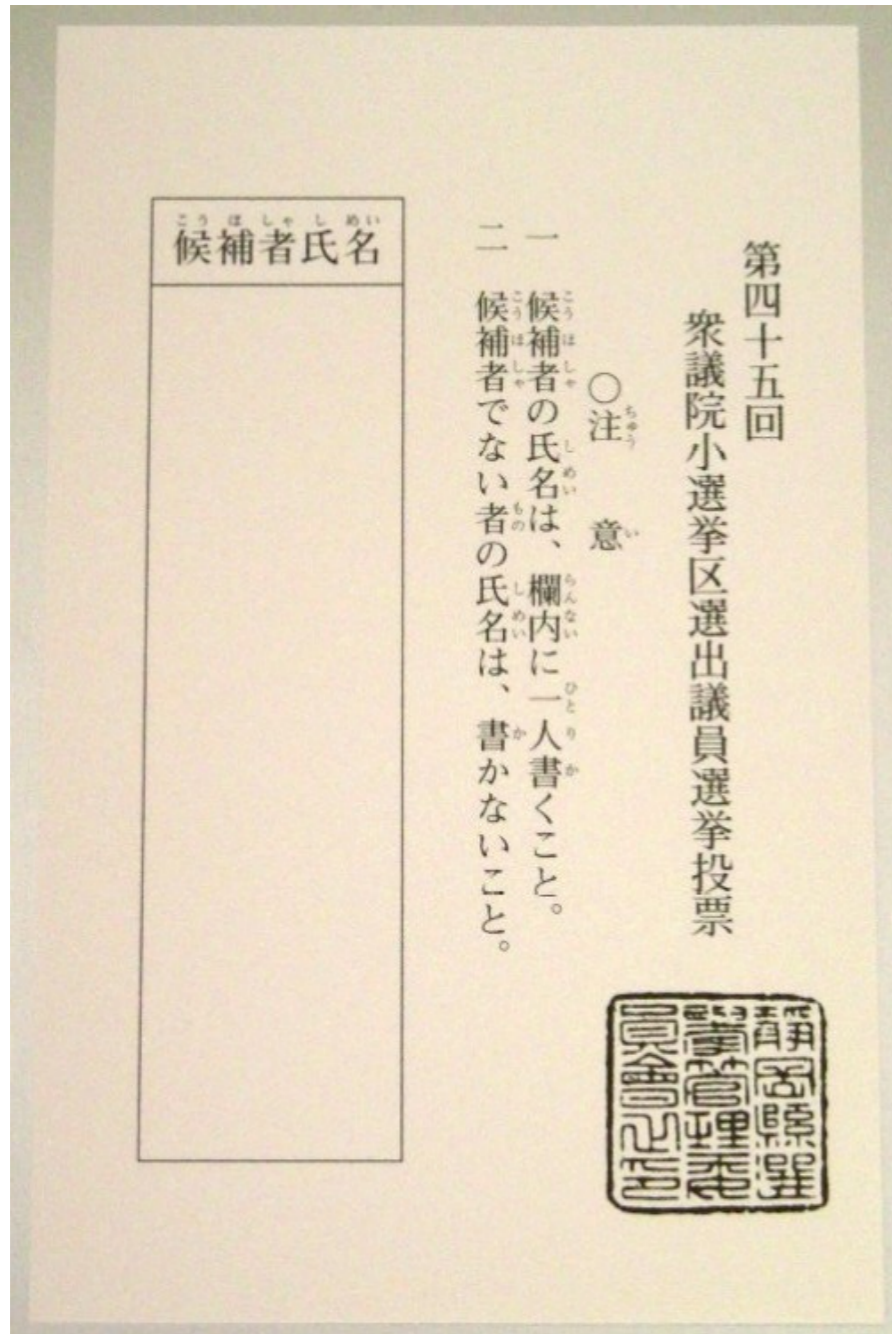
選挙費用と投票率に直接的な関係はない！



(この例では架空のデータを自分で作ったので、関係ないことがわかっている)

エビデンスが欲しい！





- 例：投票用紙の変更が選挙結果に与える影響を知りたい
 - 現状：候補者名を記入する
 - 変更案：印刷された候補者名のうち1つを選んでチェックする（丸をつける）
- 疑問：投票用紙の違いが現職候補の得票率に影響を与えるか？



日本の衆院選挙の投票用紙

Election of the Member of Parliament for the [insert name of constituency] constituency

Vote for **only one candidate** by putting a cross  in the box next to your choice

BASWRA, Paresh 2 The Cottages, Anytown XY8 9JG Liberal Democrat		<input type="checkbox"/>
CRANLEY, Alana 4 The Walk, Anytown XY9 5JJ Green Party		<input type="checkbox"/>
EDGBASTON, Richard (address in the Birmingham Northfield Constituency) The Common Good Party		<input type="checkbox"/>
GUNNIL-WALKER, Roger 33 The Lane, Anytown XY6 3GD The Labour Party Candidate		<input type="checkbox"/>
SMITH, Catherine Angelina 21 The Grove, Anytown XY2 5JP Independent		<input type="checkbox"/>
SMITH, Keith James 3 The Road, Anytown XY3 4JN The Conservative Party Candidate		<input type="checkbox"/>
ZANUCK, George Henry 17 The Parade Anytown XY9 5KP The United Kingdom Independence Party Candidate		<input type="checkbox"/>

英国の下院選挙の投票用紙

分析例1：異なる選挙区の比較

	投票用紙	現職候補の得票率
選挙区A	記入式	70%
選挙区B	選択式	60%

- 分析：選択式の投票用紙では、現職の得票率が10ポイント下がった
- 結論：公平な選挙を実施する（現職を過度に有利にしない）ために、投票用紙の変更は有効である
- 皆さんへの質問：この分析、結論が誤っている可能性は？

分析例2：異なる選挙区の比較 (2)

	投票用紙	現職候補の平均得票率
100の選挙区	記入式	70%
100の選挙区	選択式	60%

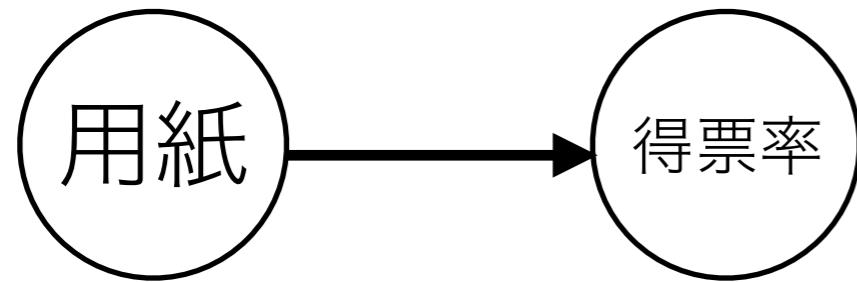
- 分析：選択式の投票用紙では、現職の得票率が10ポイント下がった
- 結論：公平な選挙を実施する（現職を過度に有利にしない）ために、投票用紙の変更は有効である
- 皆さんへの質問：この分析、結論が誤っている可能性は？

分析例3：同一選挙区の前後比較

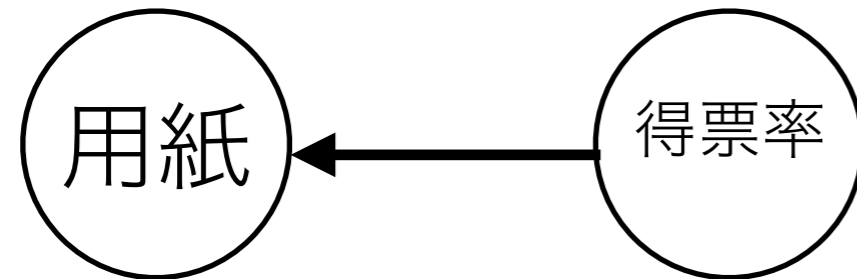
	変更前	変更後	差
投票用紙	記入式	選択式	名前を書くか、 選ぶか
現職得票率	72%	65%	7ポイント減

- 分析：選択式の投票用紙では、現職の得票率が7ポイント下がった
- 結論：公平な選挙を実施する（現職を過度に有利にしない）ために、投票用紙の変更は有効である
- 皆さんへの質問：この分析、結論が誤っている可能性は？

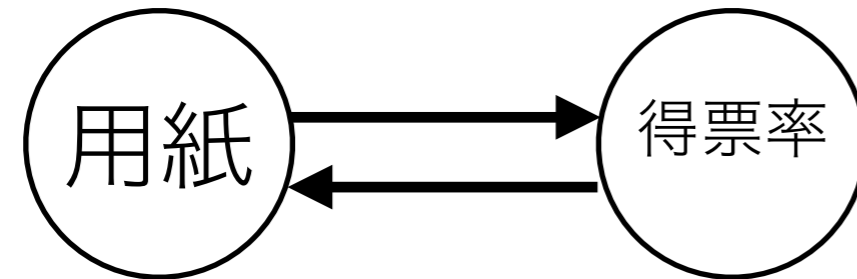
相関関係 ≠ 因果関係



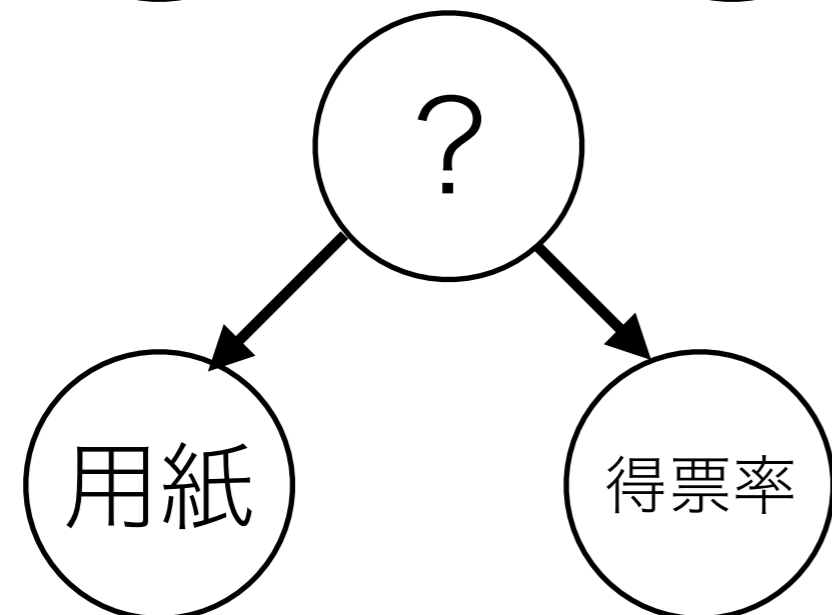
想定した因果関係



逆の因果関係

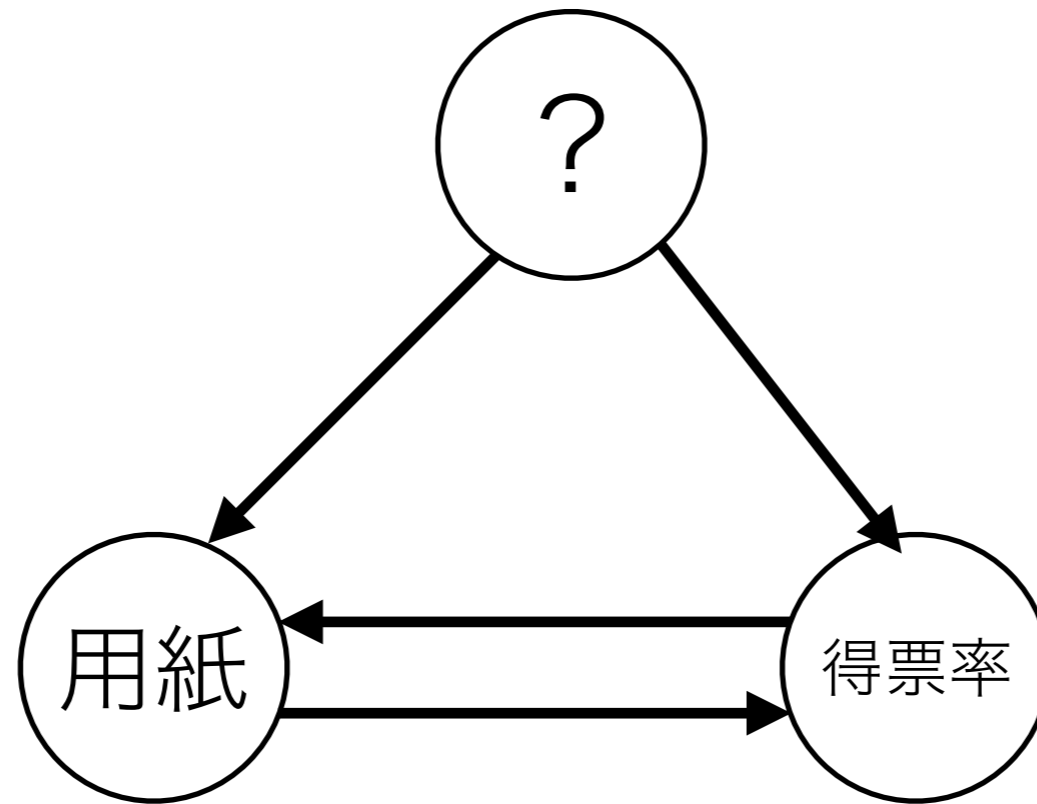


互恵効果



両者に影響する第3の要因の存在：
見せかけの相関

因果関係



因果関係以外の可能性を排除したい！

どうすればいい？

単純な例で考える

- 例：アスピリンと頭痛の関係
- 個人的理論：「アスピリンを飲んだおかげで頭痛が消えた」
 - 私のとった行動：アスピリンを飲む（vs. アスピリンを飲まない）
 - 結果：頭痛が消えた（vs. 頭痛が消えなかった）
- 因果推論：「アスピリンが頭痛を消した」

起こらなかつた潜在的結果：反実仮想

- 事実と反することを想像する
 - 私がとつた行動：アスピリンを飲む
 - もし違つた行動をとつていたら何が起きた？
 - 上述の因果推論が正しければ：
 - ▶ 「アスピリンを飲まなければ、頭痛が残る」
 - 本当にそうか？

因果関係と潜在的結果

- 潜在的結果は、それぞれの行動に1つずつ考えられる
 - 2つの行動：アスピリンを（1）飲む or （2）飲まない
 - 2つの潜在的結果
 - (i) アスピリンを飲んだ後に頭痛があるかないか
 - (ii) アスピリンを飲まなかった後に頭痛があるかないか
- ★ 因果関係がある：潜在的結果 (i) と (ii) に差がある

因果推論の根本問題

- 因果推論：2つの潜在的結果を比べればよい
- 問題：それぞれの観察対象について、潜在的結果は（最大で）1つしか観察できない
- ★ 因果推論の根本問題 (Holland 1986)

前後比較 (1)

- アスピリンを飲む前：頭痛あり
- アスピリンを飲んだ後：頭痛なし
- 結論：アスピリンが頭痛を消した
- 皆さんへの質問：この分析の問題は何か？

前後比較 (2)

- アスピリンを飲まない前：頭痛あり
- アスピリンを飲まない後：頭痛あり
- 結論：アスピリンを飲まなかったので頭痛が残った
- 推論：アスピリンを飲めば頭痛が消えた (?)
- 皆さんへの質問：この分析の問題は何か？

個体間比較

頭痛を発症した人	アスピリン	2時間後の頭痛
Aさん	飲んだ	なし
Yさん	飲まなかった	あり

- アスピリンが頭痛を消した？
- 皆さんへの質問：この分析の問題は何か？

根本問題をどう解決するか

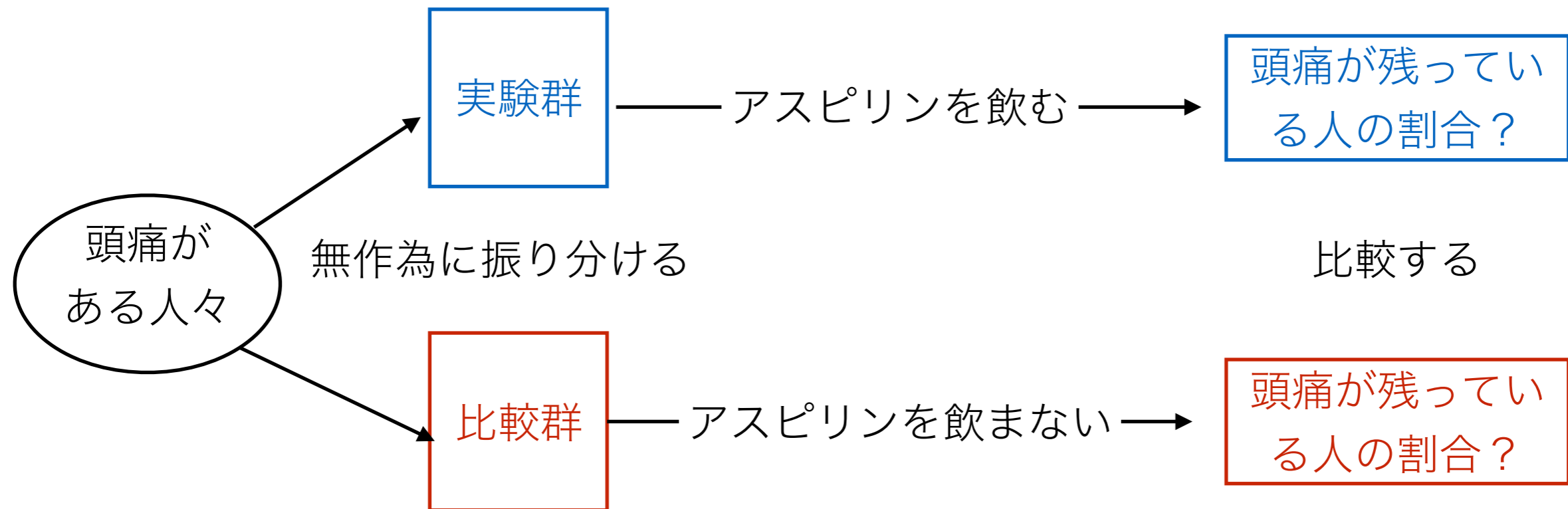
- 個体単位では解決不可能：1つの潜在的結果しか観察できない
- 集団単位で解決する
 - よく似た集団を2つ（以上）用意する
 - 異なる集団に異なる行動をとらせる
 - 集団間の差：平均的な因果効果 (Average Treatment Effect: ATE)

無作為化比較実験 (RCT)

- よく似た2つの集団をどうやって用意するか？
- 対象集団を無作為 (ランダム) に2つに分ける！
 - 無作為 (random) : 選ばれる確率が等しい
- 無作為に作られる2つの集団 : よく似ている (集団としては交換可能な) はず
 - 実験群 : 実験の刺激を与えられる集団 (例 : アスピリンを飲む)
 - 比較群 : 比較の対象となる集団 (例 : アスピリンを飲まない)

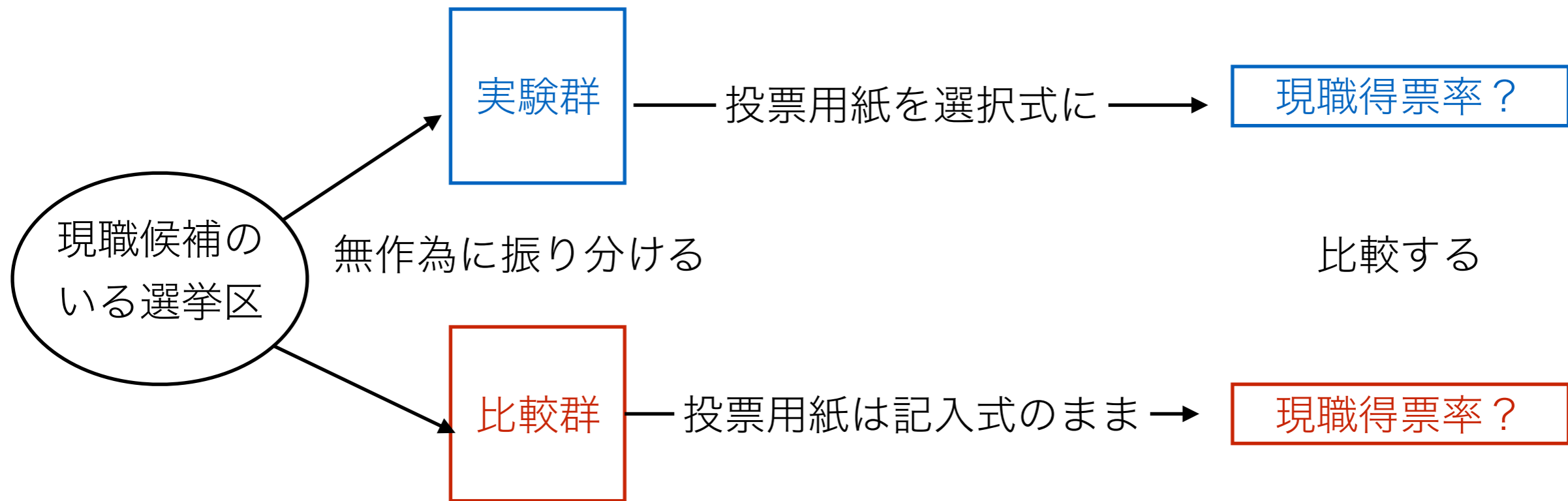
無作為化比較実験 (Randomized Controlled Trials: RCT)

RCTで何をするか：頭痛とアスピリンの例



- 実験群と比較群：アスピリンを飲むかどうか以外に差はない（無作為に選んでいるため）
- もし結果に違いがあれば、考えられる要因はアスピリンの有無のみ
- 平均的な因果関係を確かめられる

実験で因果関係を確かめる



- 実験群と比較群：投票用紙以外に差はない（無作為に選んでいるため）
- もし現職得票率に違いがあれば、考えられる要因は投票用紙のみ
- 投票用紙の平均的な因果効果を確かめられる

実験が最良の方法

- 実験によって因果関係を確かめられる
 - 無作為化が意味のある比較を可能にする
- 実験によってエビデンスが得られる
- 政治学でも実験が盛んに行われている

例：投票を促す活動は投票率を上げるか？

- 説明したい結果：個人の投票確率
- 検討する要因：16通りの動員
 - 家庭訪問：2通り（訪問する or 訪問しない）
 - 電話：2通り（電話する or 電話しない）
 - 手紙 (DM)：4通り（0通から3通）
- Gerber, A. S., and D. P. Green. 2000. “The Effects of Canvassing, Telephone Calls, Direct Mail on Voter Turnout: A Field Experiment.” *American Political Science Review* 94(3): 653-663.

いつも実験ができるわけではない

- 社会科学：実験できない問題が多い
 - 制約：資金、時間、倫理、...
 - すでに起きたことに興味がある
- 理論「デモクラシー国家同士は戦争しない（しにくい）」
 - デモクラシーを各国に無作為に割り当てる？
- 理論「記入式投票用紙が現職を不公平に利している」
 - 投票用紙を選挙区ごとに無作為に割り当てる？

実験できないとき

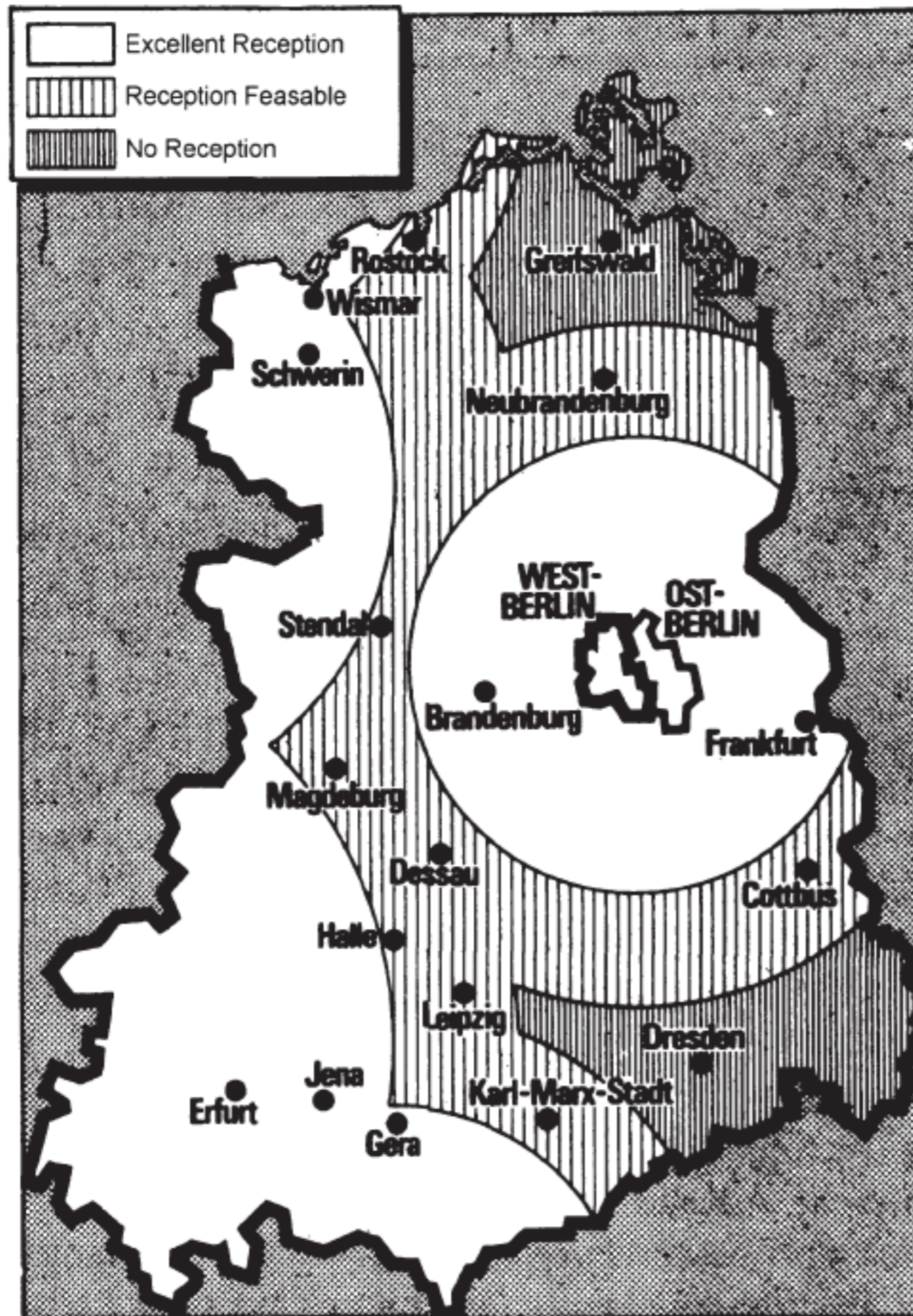
- 自然実験 (natural experiment)、統計分析
 - 重回帰分析 (multiple regression)
 - 操作変数法 (instrumental variable method)
 - 回帰不連続デザイン (regression discontinuity design)
 - マッチング (matching)
 - 差分の差分法 (difference-in-differences method)

方法を洗練させて比較政治学を科学化する

- 研究課題：冷戦期、西側の文化は東側の体制崩壊に影響を与えたか？
- 一般的な見解：テレビやラジオで西側の文化に触れた東側の人間が、ソ連体制への不満を募らせ、それが体制崩壊を促進した
- 実験されたわけではない
 - 本当に因果関係があったか？
 - エビデンス（科学的方法で明らかにされた因果関係）がない

何が問題になり得るか

- 例：反体制だから西側のテレビを見るのでは？（逆の因果関係の可能性）
- 最良の解決策：実験する
- 問題：実験できない
 - もう冷戦は終わった！
- 自然実験を利用する



東ドイツにおける自然実験

地形によってテレビ電波の強弱に違いがあることを利用

冷戦当時 (1988, 1989) の世論調査を分析

Kern, H. L., and J. Hainmueller. 2009. "Opium for the Masses: How Foreign Media Can Stabilize Authoritarian Regimes." *Political Analysis* 17: 377-399.

分析結果（一部）

	単純な差 視聴者 - 非視聴者	自然実験を利用した分析 西側テレビの影響
マルクス・レーニン主義 を受け入れるか	-0.079	0.204
東ドイツに親近感を持っ ているか	-0.013	0.251

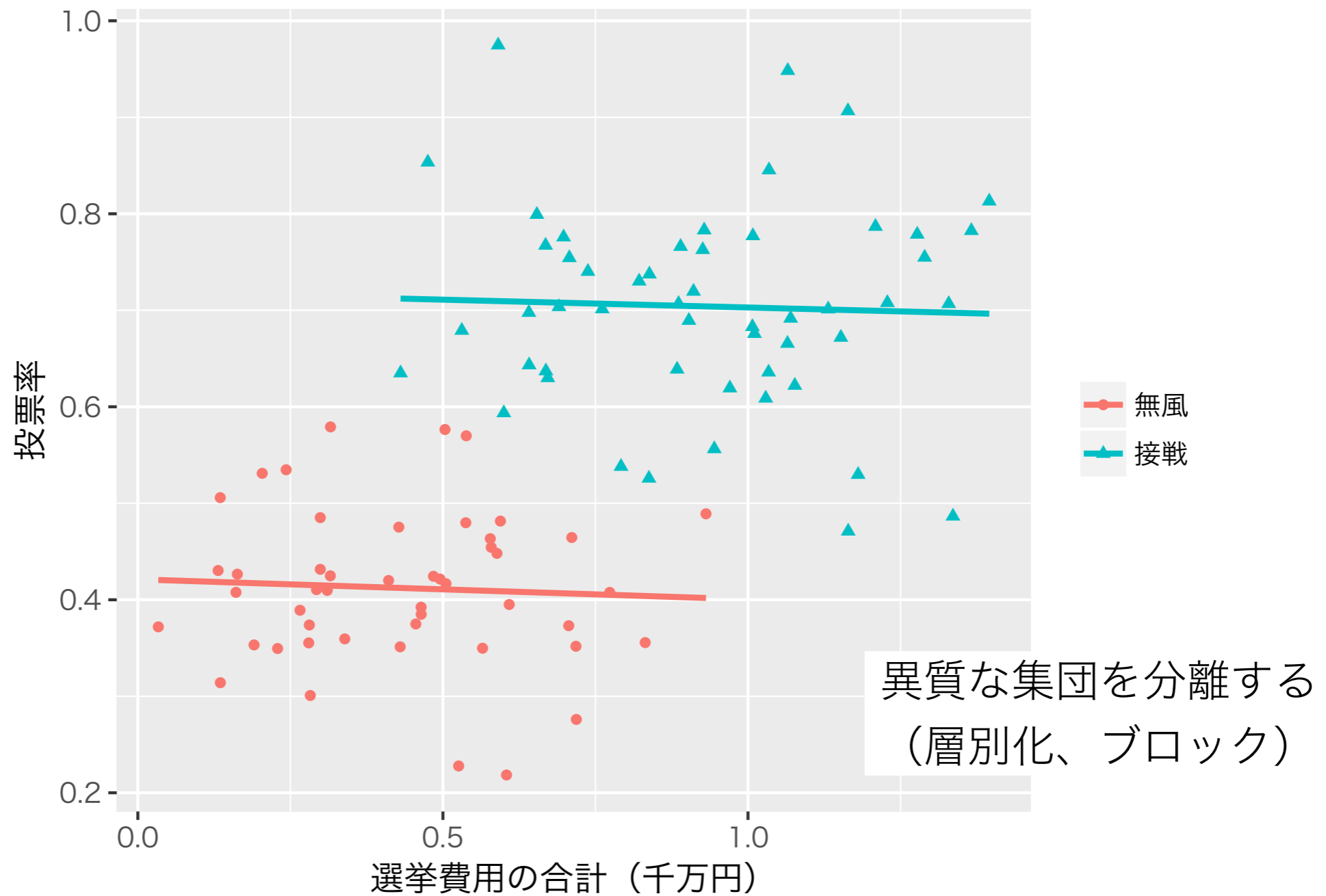
- ・ 西ドイツのテレビ番組を見ているほど、東ドイツ政府に好意的
 - これまでの常識に反する結果
 - これまでの常識は単純な比較（ただのデータ）：エビデンスではなかった！

（注：分析には操作変数法を利用）原因：テレビの視聴、結果：東ドイツ政府に対する態度、操作変数：西ドイツのテレビの電波

自然実験もできないとき

- 統計的な解決を図る：興味の対象となっている原因以外の条件が等しい (*ceteris paribus*) 集団を見つける・作る
- 例：重回帰分析
 - 原因と結果の両者に影響を与える要因 (confounders; 交絡) をすべて考慮に入れる
 - 回帰式に、交絡変数を含めて分析する
- ただし、**因果の向きは仮定**：仮定が正しい場合の効果の大きさを推定する

重回帰分析

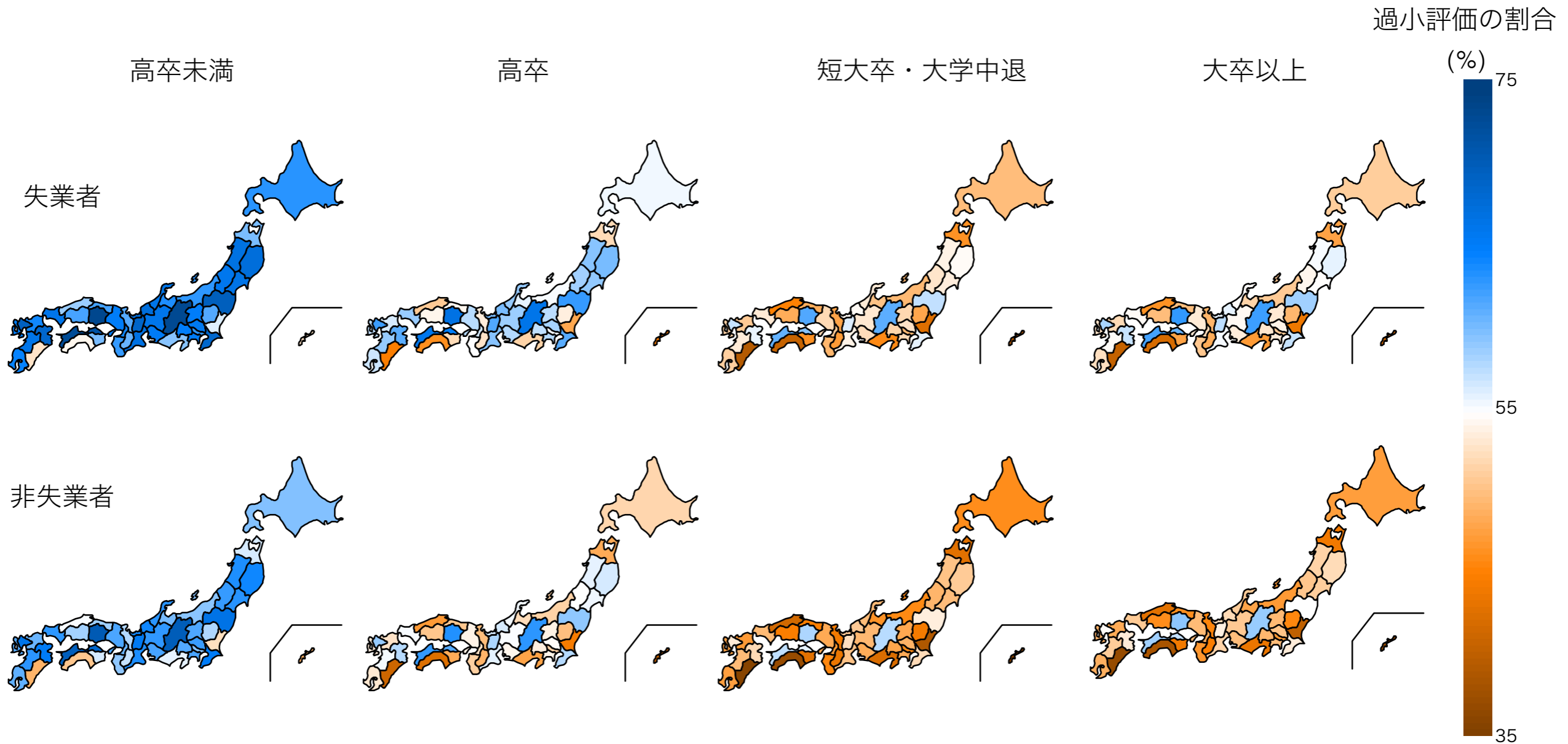


推定された回帰式：投票率 = 0.42 - 0.02 選挙費用 + 0.30 接戦
(*p*値) (0.00) (0.67) (0.00)

層別化の例：MRP

- 都道府県ごとに経済格差を過小評価している人の割合を知りたい：世論調査による測定
- 全国規模の世論調査：約2,000人を調査
- 質問によって、各回答者が格差を過大評価しているか、過小評価しているか確かめる
- 都道府県ごとの割合：都道府県で平均をとればよい？
 - No!：人口の少ない都道府県では10人程度しか回答者に選ばれていない
- 回帰分析で複数の要因を分離（条件付け）した後、層別の重みをつける

統計的に推定する：MRP

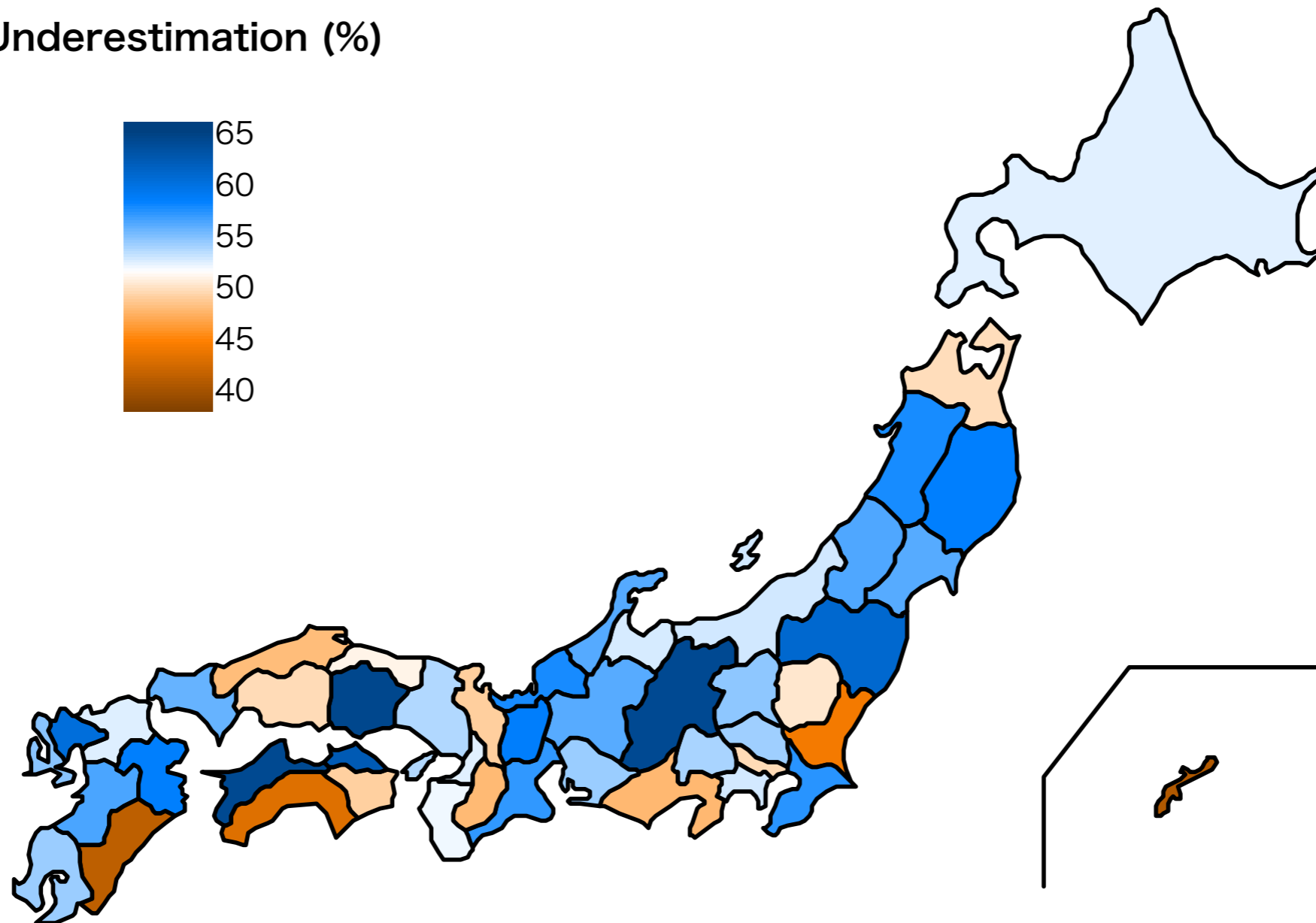


出典：Yanai (2017)

- Multilevel Regression and Poststratification (MRP) による推定

日本における格差の過小評価

Underestimation (%)



Yanai, Yuki. 2017. "Underestimation of Inequality in Japan." *SSRN Electronic Journal*. <https://ssrn.com/abstract=2938840>

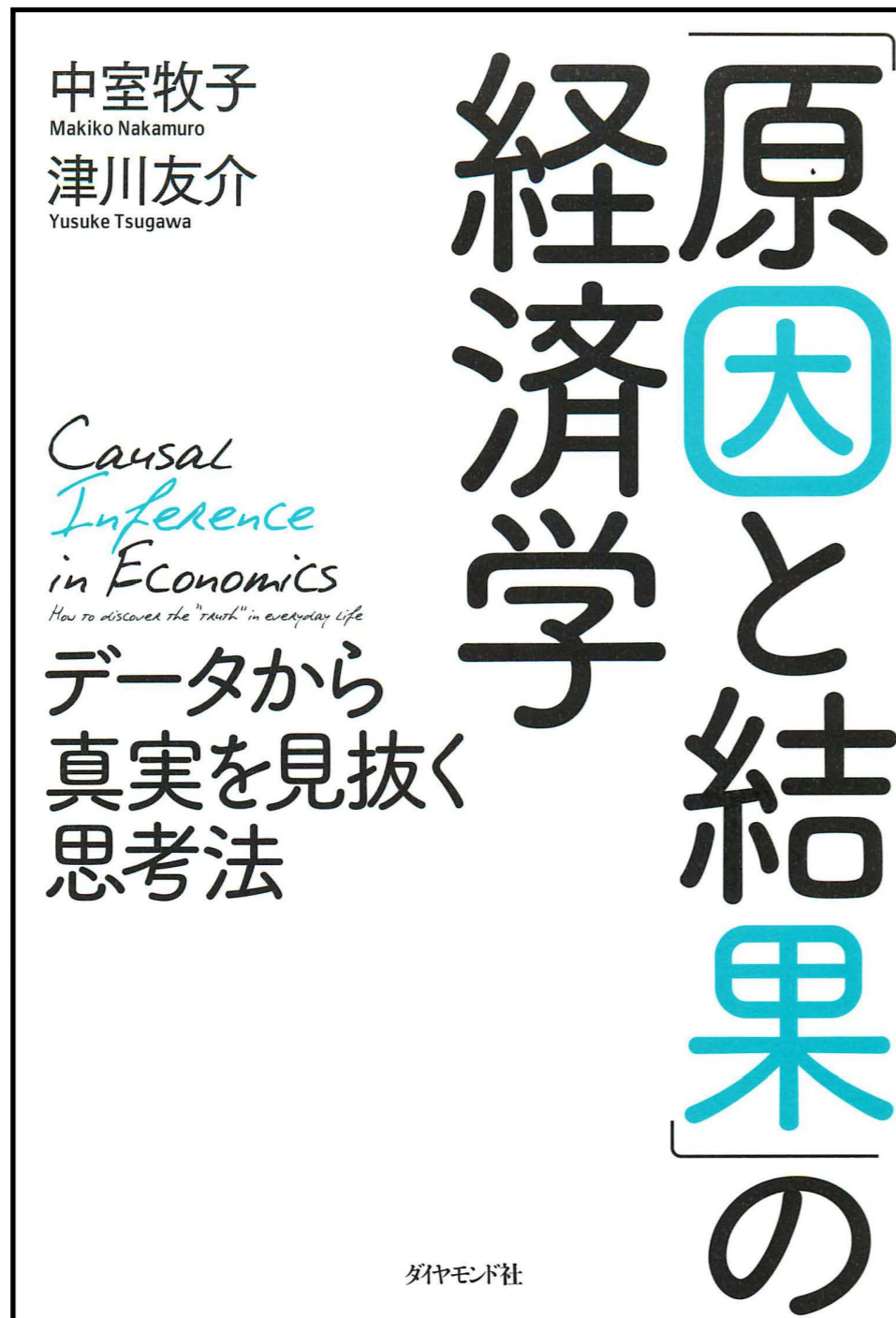
科学的な研究

- 実験 (RCTs) が最善策
- 実験できないとき (1) : 自然実験
 - 自然にできた実験的状況を利用して、統計分析を行う
- 実験できないとき (2) : 実験に近づける努力
 - 統計分析によって、実験に近い状況を作る・見つける

統計学の重要性

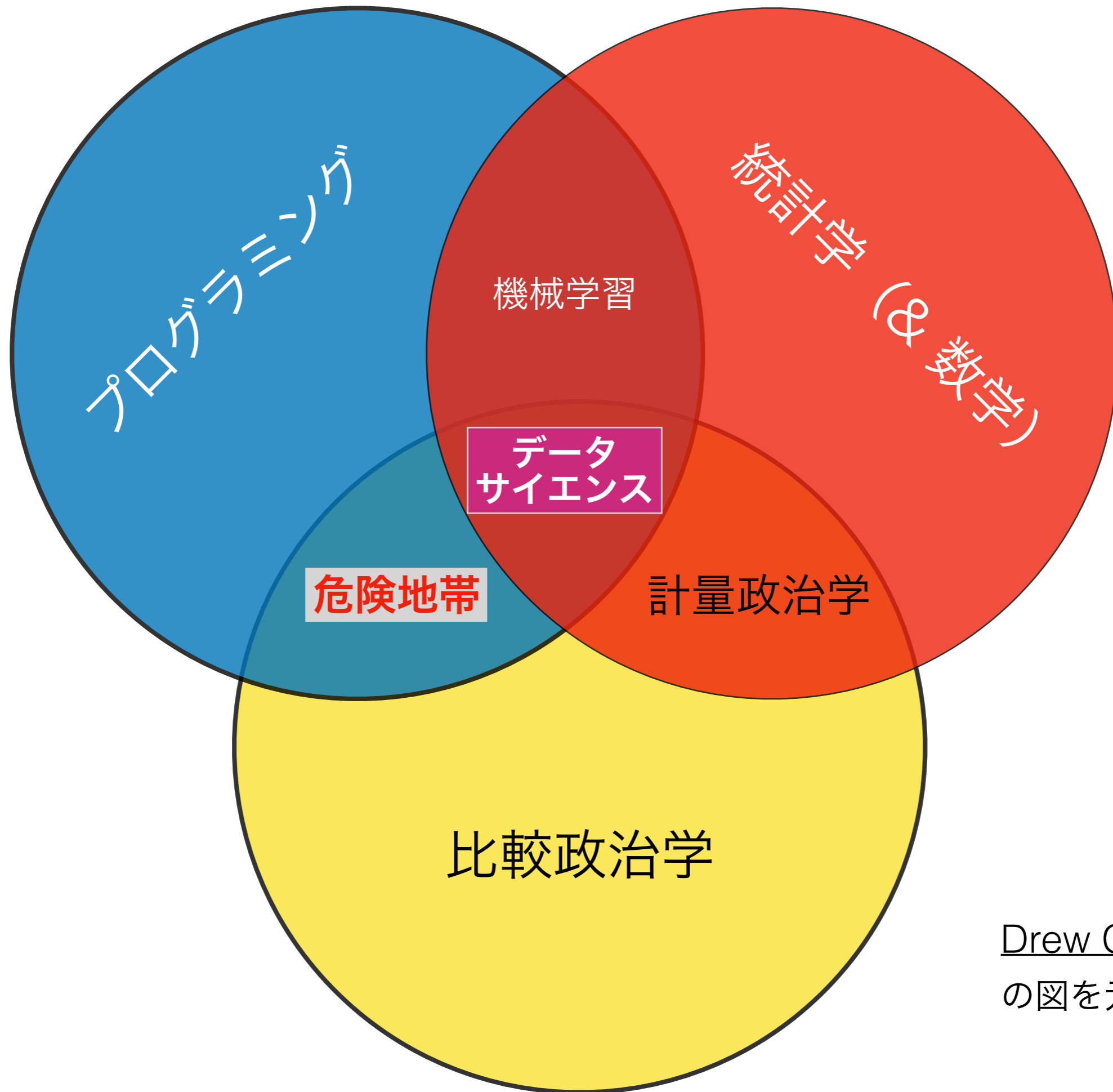
- 分析によって推定したいもの：**平均的**な因果効果
- 統計分析が必要
 - 実験：平均が計算できれば（とりあえず）OK
 - 実験以外：洗練された統計分析法が必要
 - ▶ （重み付き）重回帰、操作変数法、差分の差分法、回帰不連続デザイン、統合制御法など
- 政治学（社会科学）：実験できない問題が多い
 - 統計分析が重要！
 - 様々な問題における**エビデンス**を得るために、**統計分析の手法を身につけることが必要不可欠**
 - **統計学 = 現代科学の共通言語**：学習するメリットが大きい

推薦図書



比較政治学と方法

- 大事なものは理論上のパズル！：比較政治学の実質的な知識
 - ▶ 比較政治学の理論に精通する
 - ▶ ケースに詳しくなる
- パズルを解くための方法
 - ▶ 確率・統計、計量政治学
- 実際に分析するための技術
 - ▶ コンピュータプログラミング (R, Python, C++, Julia, etc.)



Drew Conway
の図を元に作成

まとめ

- 「エビデンスに基づく」比較政治学を！
 - 政治学は**科学** (political **science**) である
 - データ・数字を見せること ≠ エビデンス
- 科学の目的：因果関係を明らかにする
 - 実験 (RCT)、自然実験
 - **統計分析による因果推論**