

Ch.4., pp.147-164

1

RD Designs (回帰不連続デザイン)

- 人為的な制約を利用して、ランダム化比較試験のような状況を作り出す
- 必ずしもすべての場合において有効ではないが、使える場合は多い
 - ex) 小学校のクラスの人数制限、年金の受給年齢制限、アメリカ軍への入隊制限

→ アルコールの年齢制限について分析

2

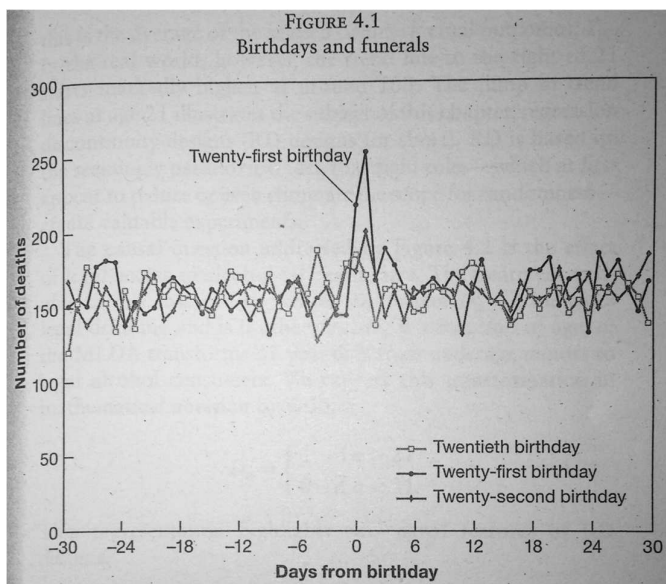
The minimum legal drinking age (MLDA)

- MLDAについての2つの主張

18歳から…暴飲を抑制し落ち着いた飲み方を促す

21歳から…不完全ではあるが若者を酒から遠ざけられる

3

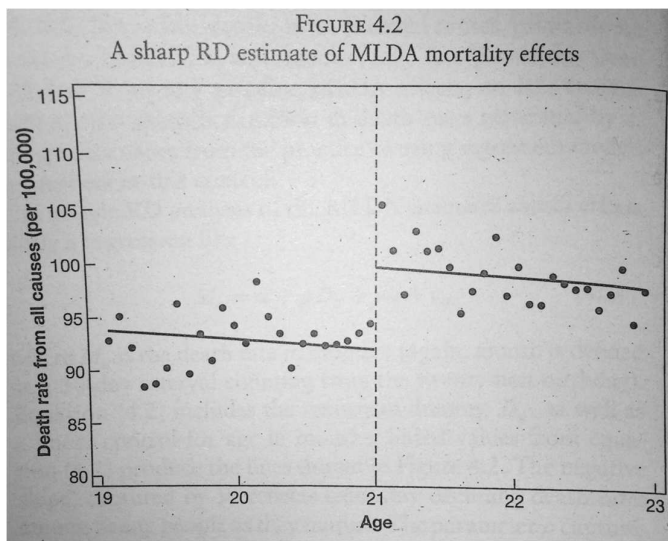


21歳の誕生日後にのみ死亡者数が明らかに増加している

しかし、これがMLDAに関連しているかどうかは考慮が必要

4

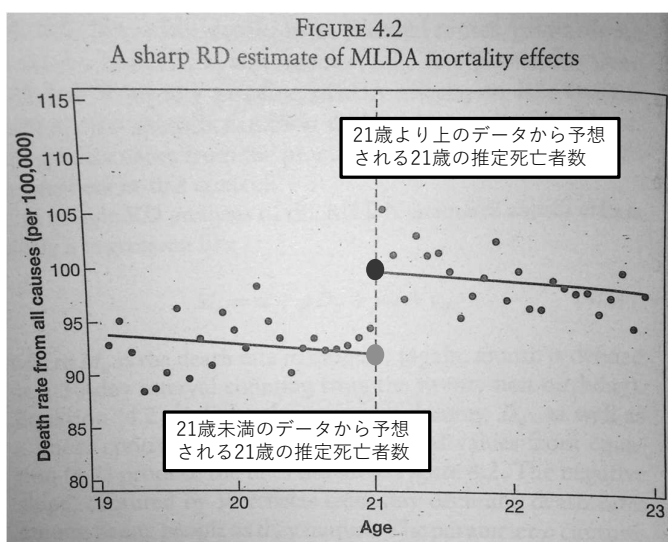
Sharp RD



左図では年間の10万人あたりの死亡者数を、年齢ごとにプロットしている

5

Sharp RD



RDデザインでは、左図の2点間のジャンプに注目する。

6

- 割当変数(Running Variables)

説明変数の値を決定する。RDデザインで中心的な役割。

a :年齢

- 説明変数(Treatment Variables)

アルコールを合法的に入手できるかどうかを表す。

割当変数の不連続な関数となっている。

$$D_a = \begin{cases} 1 & \text{if } a \geq 21 \\ 0 & \text{if } a < 21 \end{cases}$$

7

- \bar{M}_a :年齢 a の死亡者数 について以下のようなモデルを考える。

$$\bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma a + e_a$$

γ :成熟するにつれて若者の死亡率が減少することを表す。

ρ :グラフ上のジャンプに対応する。推定値は7.7

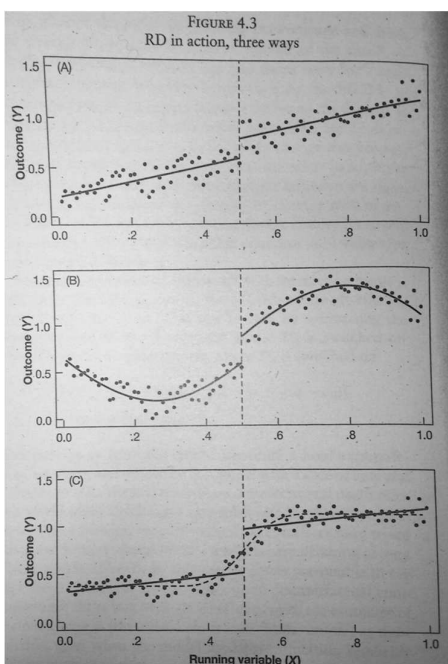
→MLDAを上回る年齢になると死亡率がかなり高まることを示唆

8

欠落変数バイアスについて

- 欠落変数バイアスは、追加される変数と D_a の相関の強さに依存する。しかし、 D_a は a の関数なので、 a の影響が単回帰モデルで十分考慮されているなら、欠落変数バイアスは発生しない。

RDの特徴



RDは必ずしも信頼できるとは限らない。

- (A):因果関係は線形。ジャンプあり。
- (B):因果関係は非線形。ジャンプあり。
- (C):因果関係は非線形。ジャンプなし。

(C)に対して線形のモデルを用いるというような間違いがあり得る。

修正モデル1

- $\bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma_1 a + \gamma_2 a^2 + e_a$
- 非線形の因果関係を捉えることができる

修正モデル2

- $\bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma(a - a_0) + \delta[(a - a_0)D_a] + e_a$
- MLDAの前後において割当変数の係数が異なる
- 人々の行動の変化を捉えることができる
- 因果効果の推定量は $\rho + \delta(a - a_0)$

11

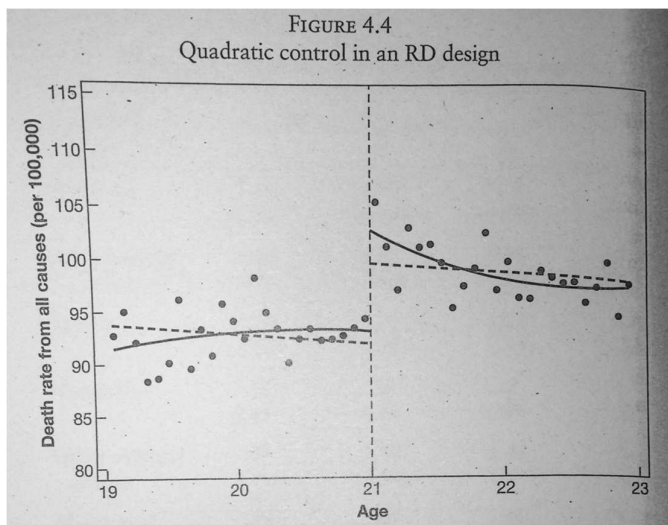
修正後のモデル

- $\bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma_1(a - a_0) + \gamma_2(a - a_0)^2 + \delta_1[(a - a_0)D_a] + \delta_2[(a - a_0)^2 D_a] + e_a$

因果効果の推定量は $\rho + \delta_1(a - a_0) + \delta_2(a - a_0)^2$

12

修正後のモデル



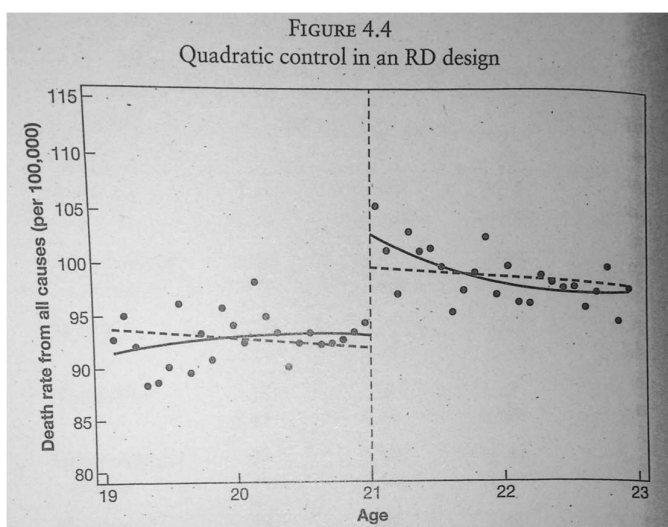
ジャンプの左側では緩やかな凹型、右側では明らかな凸型になった。

図4.1に表れていたような、21歳になった直後の死亡率の減少を再現できている。

因果効果の推定値は9.5

13

修正後のモデル



修正前のモデル(破線)

…ジャンプ周辺の影響に柔軟に反応している

修正後のモデル(実線)

…ジャンプやその後の死亡率の減少を捉えられる

どちらが良いかは、一概には決められない。

14

飲酒と死亡の関係

- 死亡率のジャンプが飲酒によるものだと説明するにはどうすればいいだろうか？

- アルコールのみを原因とした死亡者は少ない
- 一方、アルコールは自動車事故(MVA)との関連が深い

→ 外的要因による自動車事故の死亡者数もジャンプしているかどうか調べる

TABLE 4.1
Sharp RD estimates of MLDA effects on mortality

Dependent variable	Ages 19-22		Ages 20-21	
	(1)	(2)	(3)	(4)
All deaths	7.66 (1.51)	9.55 (1.83)	9.75 (2.06)	9.61 (2.29)
Motor vehicle accidents	4.53 (.72)	4.66 (1.09)	4.76 (1.08)	5.89 (1.33)
Suicide	1.79 (.50)	1.81 (.78)	1.72 (.73)	1.30 (1.14)
Homicide	.10 (.45)	.20 (.50)	.16 (.59)	-.45 (.93)
Other external causes	.84 (.42)	1.80 (.56)	1.41 (.59)	1.63 (.75)
All internal causes	.39 (.54)	1.07 (.80)	1.69 (.74)	1.25 (1.01)
Alcohol-related causes	.44 (.21)	.80 (.32)	.74 (.33)	1.03 (.41)
Controls	age	age, age ² , interacted with over-21	age	age, age ² , interacted with over-21
Sample size	48	48	24	24

Notes: This table reports coefficients on an over-21 dummy from regressions of month-of-age-specific death rates by cause on an over-21 dummy and linear or interacted quadratic age controls. Standard errors are reported in parentheses.

(1)のモデル

$$\dots \bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma a + e_a$$

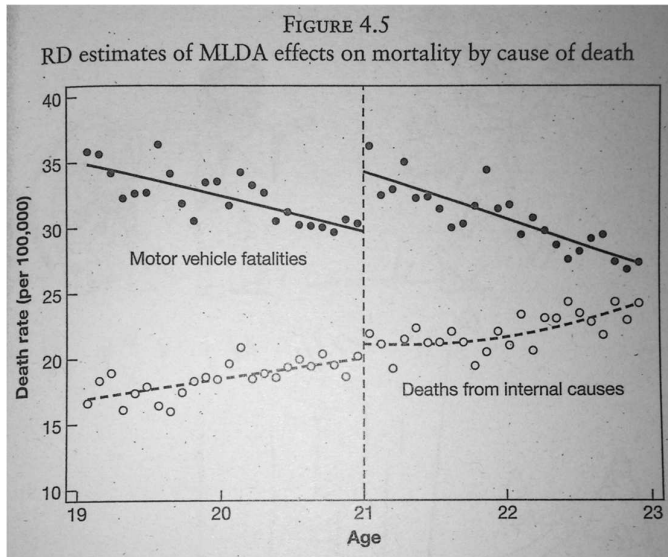
(2)のモデル

$$\dots \bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma_1(a - a_0) + \gamma_2(a - a_0)^2 + \delta_1[(a - a_0)D_a] + \delta_2[(a - a_0)^2 D_a] + e_a$$

どちらのモデルでも、MLDAの前後で自動車事故による死亡数が大きく上昇している。

また、自殺・他の外的要因による死亡数についても有意な結果となった。

一方で、内的要因による死亡については有意な結果にはならなかった。



左図は(2)のモデルにおける当てはめ値をプロットしたものである。

自動車事故による死亡についてはジャンプがある一方、内的要因による死亡についてはジャンプがほとんどないことが分かる。

ただし、因果効果が非線形かもしれないという心配は残る。

Non-parametric RD

$$\bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma a + e_a$$

in a sample such that $a_0 - b \leq a \leq a_0 + b$

- 標本サイズを小さくすることで非線形トレンドの心配がなくなる一方、分散が大きくなってしまう。
- 様々なバンド幅 b を試すべき。

→(3)と(4)のモデルでは b を半分に

TABLE 4.1
Sharp RD estimates of MLDA effects on mortality

Dependent variable	Ages 19–22		Ages 20–21	
	(1)	(2)	(3)	(4)
All deaths	7.66 (1.51)	9.55 (1.83)	9.75 (2.06)	9.61 (2.29)
Motor vehicle accidents	4.53 (.72)	4.66 (1.09)	4.76 (1.08)	5.89 (1.33)
Suicide	1.79 (.50)	1.81 (.78)	1.72 (.73)	1.30 (1.14)
Homicide	.10 (.45)	.20 (.50)	.16 (.59)	-.45 (.93)
Other external causes	.84 (.42)	1.80 (.56)	1.41 (.59)	1.63 (.75)
All internal causes	.39 (.54)	1.07 (.80)	1.69 (.74)	1.25 (1.01)
Alcohol-related causes	.44 (.21)	.80 (.32)	.74 (.33)	1.03 (.41)
Controls	age	age, age ² , interacted with over-21	age	age, age ² , interacted with over-21
Sample size	48	48	24	24

Notes: This table reports coefficients on an over-21 dummy from regressions of month-of-age-specific death rates by cause on an over-21 dummy and linear or interacted quadratic age controls. Standard errors are reported in parentheses.

(3)のモデル

$$\dots \bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma a + e_a \quad (20 \leq a \leq 21)$$

(4)のモデル

$$\dots \bar{M}_a = \alpha + \rho D_a + \gamma_1(a - a_0) + \gamma_2(a - a_0)^2 + \delta_1[(a - a_0)D_a] + \delta_2[(a - a_0)^2 D_a] + e_a \quad (20 \leq a \leq 21)$$

やはりどちらのモデルでも、結果に大きな違いは表れなかった。

→MLDAが若者の死亡に影響を与えていると言える