

Chapter 1

Randomized Trials

pp.12~24

前回の内容

- テーマ

「保険に加入することによって、健康は改善するのか？」

←保険加入と健康の改善に因果関係があるのか？

確かめるには *Ceteris paribus* が成立している必要がある

前回の内容

しかし...

現実には保険に加入する・しないのどちらかの事象しか観測できない

→ Ceteris paribusが不成立

ではどうすれば保険加入の健康に対する影響を測ることができるのか？

⇒ランダム化比較試験をおこなう

ランダム化比較試験

- AshishとZandileの例

MIT Health Serviceがコイントスで2人の保険加入の有無を決める

→参加者の条件はランダムに選ばれている

しかし、2人の間ではCeteris paribusが不成立

ランダム化比較試験

ではどうすればいいのか？

←今回はサンプル数が少なく、他条件の違いによる影響が出る可能性がある(選好のバイアス)

⇒個人の特徴における違いが影響しないほどサンプル数を増やす

大数の法則(LLN)

- *Law of Large Numbers*

サンプル数を増やすことによってサンプル平均を母集団の平均に近づけられる

例) サイコロ

数学的期待値は3.5

← 数回の試行では出た目の平均と期待値は異なりうる

しかし、回数を増やせば期待値に近づいていく

大数の法則(LLN)

※数学的期待値

$E[Y_i]$: 変数 Y_i の期待値

(例:サイコロの出目 Y_i の平均値)

※条件付き期待値

$E[Y_i|D_i = 1]$: $D_i = 1$ のときの変数 Y_i の期待値

(例:保険に加入している($D_i = 1$)ときの健康状態)

ランダム化比較試験

- 前回の内容より...

2グループの平均の差 = 介入効果 + 選択のバイアス となる

これを数式で表すと

$$\begin{aligned} E[Y_{0i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0] \\ = k + E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0] \quad \text{となる} \end{aligned}$$

ランダム化比較試験

大数の法則はサンプルが大きければランダム化試験でも機能する

同一の母集団に属する被験者をランダムに介入群と比較群に分けていく

⇒大数の法則により均質な2つのグループになっていると考えられる

こうすることで選択のバイアスを取り除くことができる

ランダム化比較試験

- 数式で表すと...

介入群と比較群の条件付き期待値は等しいので

$$E[Y_{0i}|D_i = 1] = E[Y_{0i}|D_i = 0]$$

よって $E[Y_{0i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]$

$$= E[Y_{1i}|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]$$

$$= E[Y_{0i} + k|D_i = 1] - E[Y_{0i}|D_i = 0]$$

$$= k \leftarrow \text{選択のバイアスが消去}$$

ランダム化比較試験

Table 1.1のPanel Bを見てみると...

グループが均質とは言えない

(実験から得たデータではないことに起因)

(出典: Mastering Metrics pp.5)

Randomized Trials 5

TABLE 1.1
Health and demographic characteristics of insured and uninsured couples in the NHIS

	Husbands			Wives		
	Some HI (1)	No HI (2)	Difference (3)	Some HI (4)	No HI (5)	Difference (6)
A. Health						
Health index	4.01 [.93]	3.70 [1.01]	.31 (.03)	4.02 [.92]	3.62 [1.01]	.39 (.04)
B. Characteristics						
Nonwhite	.16	.17	-.01 (.01)	.15	.17	-.02 (.01)
Age	43.98	41.26	2.71 (.29)	42.24	39.62	2.62 (.30)
Education	14.31	11.56	2.74 (.10)	14.44	11.80	2.64 (.11)
Family size	3.50	3.98	-.47 (.05)	3.49	3.93	-.43 (.05)
Employed	.92	.85	.07 (.01)	.77	.56	.21 (.02)
Family income	106,467	45,656	60,810 (1,355)	106,212	46,385	59,828 (1,406)
Sample size	8,114	1,281		8,264	1,131	

Notes: This table reports average characteristics for insured and uninsured married couples in the 2009 National Health Interview Survey (NHIS). Columns (1), (2), (4), and (5) show average characteristics of the group of individuals specified by the column heading. Columns (3) and (6) report the difference between the average characteristic for individuals with and without health insurance (HI). Standard deviations are in brackets; standard errors are reported in parentheses.

Health Insurance Experiment

- The RAND Health Insurance Experiment (HIE)

1974～1982年に実施された実験

→参加者は費用負担の割合が異なる14種類の保険プランに分けられる

参加者は3～5年間実験に参加する

Health Insurance Experiment

- 実験の目的

- 1、医療費が上がると医療の利用は減少するのか

⇒明確に減少する

- 2、より包括的で費用負担の少ない保険は良い健康状態をもたらすのか

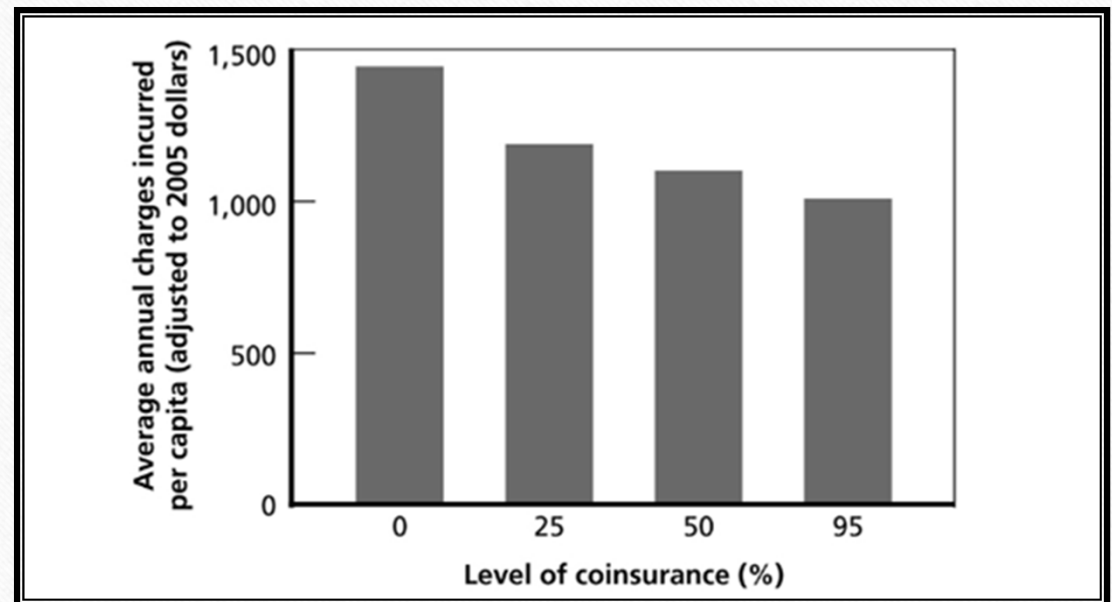
⇒不明確

Health Insurance Experiment

結果的に

- 1、費用負担が多いほど来院回数が少ない
- 2、入院は39%少ない一方で、外来診療は同程度活用
- 3、費用負担が大きいほど医療に費やすお金は少ない
- 4、サービス利用が少ないのは主に保険への加入をしないことによる

(The RAND Health Insurance Experiment: What You Need to Know を参照)



出典: RAND HEALTH CARE

ランダム化比較試験の結果

HIEは16のグループに分かれており複雑かつ各グループが小さすぎる

⇒費用負担によって4つに分ける

- 1、ほとんど全額を負担
- 2、一部を負担(ただし参加者の負担上限が1より低いだけ)
- 3、相当額を保険が負担
- 4、負担なし

ランダム化比較試験の結果

分析の第一段階としてグループのバランスを調べる

(e.g.性別、年齢)

↑

人口統計上の特徴と実験前の健康データを用いて調べる

ランダム化比較試験の結果

Table 1.3

(1): ほぼ全額負担グループの平均値

(2) ~ (5): その他グループとの比較

TABLE 1.3
Demographic characteristics and baseline health in the RAND HIE

	Means	Differences between plan groups			
	Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)	Any insurance – catastrophic (5)
A. Demographic characteristics					
Female	.560 [12.9]	-.023 (.016)	-.025 (.015)	-.038 (.015)	-.030 (.013)
Nonwhite	.172	-.019 (.027)	-.027 (.025)	-.028 (.025)	-.025 (.022)
Age	32.4 [12.9]	.56 (.68)	.97 (.65)	.43 (.61)	.64 (.54)
Education	12.1 [2.9]	-.16 (.19)	-.06 (.19)	-.26 (.18)	-.17 (.16)
Family income	31,603 [18,148]	-2,104 (1,384)	970 (1,389)	-976 (1,345)	-654 (1,181)
Hospitalized last year	.115	.004 (.016)	-.002 (.015)	.001 (.015)	.001 (.013)
B. Baseline health variables					
General health index	70.9 [14.9]	-1.44 (.95)	.21 (.92)	-1.31 (.87)	-.93 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	207 [40]	-1.42 (2.99)	-1.93 (2.76)	-5.25 (2.70)	-3.19 (2.29)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [17]	2.32 (1.15)	.91 (1.08)	1.12 (1.01)	1.39 (.90)
Mental health index	73.8 [14.3]	-.12 (.82)	1.19 (.81)	.89 (.77)	.71 (.68)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table describes the demographic characteristics and baseline health of subjects in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

Table 1.3 Panel A (人口統計上の特徴)

表より

女性の人数、教育水準、収入においてやや差がみられる

⇒Table 1.1でも同様の傾向は見られ、偶然変動の内だと考えられる

TABLE 1.3
Demographic characteristics and baseline health in the RAND HIE

	Means	Differences between plan groups			
		Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)
A. Demographic characteristics					
Female	.560 [12.9]	-.023 (.016)	-.025 (.015)	-.038 (.015)	-.030 (.013)
Nonwhite	.172	-.019 (.027)	-.027 (.025)	-.028 (.025)	-.025 (.022)
Age	32.4 [12.9]	.56 (.68)	.97 (.65)	.43 (.61)	.64 (.54)
Education	12.1 [2.9]	-.16 (.19)	-.06 (.19)	-.26 (.18)	-.17 (.16)
Family income	31,603 [18,148]	-2,104 (1,384)	970 (1,389)	-976 (1,345)	-654 (1,181)
Hospitalized last year	.115	.004 (.016)	-.002 (.015)	.001 (.015)	.001 (.013)
B. Baseline health variables					
General health index	70.9 [14.9]	-1.44 (.95)	.21 (.92)	-1.31 (.87)	-.93 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	207 [40]	-1.42 (2.99)	-1.93 (2.76)	-5.25 (2.70)	-3.19 (2.29)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [17]	2.32 (1.15)	.91 (1.08)	1.12 (1.01)	1.39 (.90)
Mental health index	73.8 [14.3]	-.12 (.82)	1.19 (.81)	.89 (.77)	.71 (.68)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table describes the demographic characteristics and baseline health of subjects in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

※偶然変動 (Chance Variation)

サンプルをとる過程で母集団からグループを選ぶことによって生じる誤差

↑

数ある組み合わせの中からあるグループを選ぶ時、同規模の他グループと似た傾向を示すが、完全に一致はしない

ランダム化比較試験の結果

Table 1.3 (偶然変動)

どの程度の分散は許容できるのか？
 ⇒ サンプル平均と標準誤差にもとづいて決める
 標準誤差が約2以内であれば許容範囲内だと考えられる

※ () 内の数値が標準誤差
 () 上の数値が平均値の差
 (Appendix参照)

TABLE 1.3
Demographic characteristics and baseline health in the RAND HIE

	Differences between plan groups				
	Means	Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)
A. Demographic characteristics					
Female	.560	-.023 (.016)	-.025 (.015)	-.038 (.015)	-.030 (.013)
Nonwhite	.172	-.019 (.027)	-.027 (.025)	-.028 (.025)	-.025 (.022)
Age	32.4 [12.9]	.56 (.68)	.97 (.65)	.43 (.61)	.64 (.54)
Education	12.1 [2.9]	-.16 (.19)	-.06 (.19)	-.26 (.18)	-.17 (.16)
Family income	31,603 [18,148]	-2,104 (1,384)	970 (1,389)	-976 (1,345)	-654 (1,181)
Hospitalized last year	.115	.004 (.016)	-.002 (.015)	.001 (.015)	.001 (.013)
B. Baseline health variables					
General health index	70.9 [14.9]	-1.44 (.95)	.21 (.92)	-1.31 (.87)	-.93 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	207 [40]	-1.42 (2.99)	-1.93 (2.76)	-5.25 (2.70)	-3.19 (2.29)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [17]	2.32 (1.15)	.91 (1.08)	1.12 (1.01)	1.39 (.90)
Mental health index	73.8 [14.3]	-.12 (.82)	1.19 (.81)	.89 (.77)	.71 (.68)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table describes the demographic characteristics and baseline health of subjects in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

Table 1.3 Panel B (実験前の健康状態)

表より

コレステロール値を除き誤差が小さい

またコレステロール値は(2)~(5)のグループ

のほうが低いのに対し、General health

indexは(1)のグループのほうが高い

⇒数値に一貫性がないため、誤差は

偶然によるものだと考えられる

TABLE 1.3
Demographic characteristics and baseline health in the RAND HIE

	Means (1)	Differences between plan groups			
		Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)	Any insurance – catastrophic (5)
A. Demographic characteristics					
Female	.560 (.016)	-.023 (.016)	-.025 (.015)	-.038 (.015)	-.030 (.013)
Nonwhite	.172 (.027)	-.019 (.027)	-.027 (.025)	-.028 (.025)	-.025 (.022)
Age	32.4 [12.9]	.56 (.68)	.97 (.65)	.43 (.61)	.64 (.54)
Education	12.1 [2.9]	-.16 (.19)	-.06 (.19)	-.26 (.18)	-.17 (.16)
Family income	31,603 [18,148]	-2,104 (1,384)	970 (1,389)	-976 (1,345)	-654 (1,181)
Hospitalized last year	.115 (.016)	.004 (.016)	-.002 (.015)	.001 (.015)	.001 (.013)
B. Baseline health variables					
General health index	70.9 [14.9]	-1.44 (.95)	.21 (.92)	-1.31 (.87)	-.93 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	207 [40]	-1.42 (2.99)	-1.93 (2.76)	-5.25 (2.70)	-3.19 (2.29)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [17]	2.32 (1.15)	.91 (1.08)	1.12 (1.01)	1.39 (.90)
Mental health index	73.8 [14.3]	-.12 (.82)	1.19 (.81)	.89 (.77)	.71 (.68)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table describes the demographic characteristics and baseline health of subjects in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

Table 1.4

実験から得られた、出費と健康状態に関するデータ

(1) : ほぼ全額負担グループの平均値

(2) ~ (4) : その他グループとの比較

TABLE 1.4
Health expenditure and health outcomes in the RAND HIE

	Means	Differences between plan groups			
	Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)	Any insurance – catastrophic (5)
A. Health-care use					
Face-to-face visits	2.78 [5.50]	.19 (.25)	.48 (.24)	1.66 (.25)	.90 (.20)
Outpatient expenses	248 [488]	42 (21)	60 (21)	169 (20)	101 (17)
Hospital admissions	.099 [.379]	.016 (.011)	.002 (.011)	.029 (.010)	.017 (.009)
Inpatient expenses	388 [2,308]	72 (69)	93 (73)	116 (60)	97 (53)
Total expenses	636 [2,535]	114 (79)	152 (85)	285 (72)	198 (63)
B. Health outcomes					
General health index	68.5 [15.9]	-.87 (.96)	.61 (.90)	-.78 (.87)	-.36 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	203 [42]	.69 (2.57)	-2.31 (2.47)	-1.83 (2.39)	-1.32 (2.08)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [19]	1.17 (1.06)	-1.39 (.99)	-.52 (.93)	-.36 (.85)
Mental health index	75.5 [14.8]	.45 (.91)	1.07 (.87)	.43 (.83)	.64 (.75)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table reports means and treatment effects for health expenditure and health outcomes in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

Table 1.4 Panel A (出費に関するデータ)
データより

- 1、より手厚い保険を割り当てられたグループはより多く医療を利用する
- 2、入院より外来医療のほうが価格に敏感に反応する
- 3、外来医療において(4)のグループは(1)のグループの1.5倍以上多く使っている

TABLE 1.4
Health expenditure and health outcomes in the RAND HIE

	Differences between plan groups				
	Means Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)	Any insurance – catastrophic (5)
A. Health-care use					
Face-to-face visits	2.78 [5.50]	.19 (.25)	.48 (.24)	1.66 (.25)	.90 (.20)
Outpatient expenses	248 [488]	42 (21)	60 (21)	169 (20)	101 (17)
Hospital admissions	.099 [.379]	.016 (.011)	.002 (.011)	.029 (.010)	.017 (.009)
Inpatient expenses	388 [2,308]	72 (69)	93 (73)	116 (60)	97 (53)
Total expenses	636 [2,535]	114 (79)	152 (85)	285 (72)	198 (63)
B. Health outcomes					
General health index	68.5 [15.9]	-.87 (.96)	.61 (.90)	-.78 (.87)	-.36 (.77)
Cholesterol (mg/dl)	203 [42]	.69 (2.57)	-2.31 (2.47)	-1.83 (2.39)	-1.32 (2.08)
Systolic blood pressure (mm Hg)	122 [19]	1.17 (1.06)	-1.39 (.99)	-.52 (.93)	-.36 (.85)
Mental health index	75.5 [14.8]	.45 (.91)	1.07 (.87)	.43 (.83)	.64 (.75)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table reports means and treatment effects for health expenditure and health outcomes in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

ランダム化比較試験の結果

PanelAより医療の費用を気にしなくていい人ほど医療を多く活用することが分かった

⇒ではそういった人のほうがより健康的なのか？

ランダム化比較試験の結果

Table 1.4 Panel B (健康状態)

コレステロール値、血圧、General health indexにおいてほとんど変わらない
⇒統計的に有意な違いは見いだせない

TABLE 1.4
Health expenditure and health outcomes in the RAND HIE

	Means	Differences between plan groups			
	Catastrophic plan (1)	Deductible – catastrophic (2)	Coinsurance – catastrophic (3)	Free – catastrophic (4)	Any insurance – catastrophic (5)
A. Health-care use					
Face-to-face visits	2.78 [5.50]	.19 (.25)	.48 (.24)	1.66 (.25)	.90 (.20)
Outpatient expenses	248 [488]	42 (21)	60 (21)	169 (20)	101 (17)
Hospital admissions	.099 [.379]	.016 (.011)	.002 (.011)	.029 (.010)	.017 (.009)
Inpatient expenses	388 [2,308]	72 (69)	93 (73)	116 (60)	97 (53)
Total expenses	636 [2,535]	114 (79)	152 (85)	285 (72)	198 (63)
B. Health outcomes					
<u>General health index</u>	68.5 [15.9]	-.87 (.96)	.61 (.90)	-.78 (.87)	-.36 (.77)
<u>Cholesterol (mg/dl)</u>	203 [42]	.69 (2.57)	-2.31 (2.47)	-1.83 (2.39)	-1.32 (2.08)
<u>Systolic blood pressure (mm Hg)</u>	122 [19]	1.17 (1.06)	-1.39 (.99)	-.52 (.93)	-.36 (.85)
<u>Mental health index</u>	75.5 [14.8]	.45 (.91)	1.07 (.87)	.43 (.83)	.64 (.75)
Number enrolled	759	881	1,022	1,295	3,198

Notes: This table reports means and treatment effects for health expenditure and health outcomes in the RAND Health Insurance Experiment (HIE). Column (1) shows the average for the group assigned catastrophic coverage. Columns (2)–(5) compare averages in the deductible, cost-sharing, free care, and any insurance groups with the average in column (1). Standard errors

結論

- HIEの実験によって...

より手厚い保険は医療利用の回数やそれにかかる費用を増大させる一方で、健康状態を改善させることには貢献しない

ということが分かった

参考文献

- Angrist, J.D. and J.Pischke [2015] “Masering Metrics: Princeton”
- RAND HEALTH CARE
(URL: <https://www.rand.org/health-care/projects/hie.html>)
(閲覧日:2019/10/25)
- 中室牧子,津川友介 [2017] ダイヤモンド社
「原因と結果」の経済学——データから真実を見抜く思考「原因と結果」