

感染症対策の厚生経済学：都市封鎖の事後評価

Welfare Economics of Managing an Epidemic: Ex Post Evaluation of Lockdown

岩本 康志

目次

感染症対策の厚生経済学：都市封鎖の事後評価	1
都市封鎖の事後評価	2
1. 費用便益分析	2
2. 簡易計算	3
3. 分析の対象	4
4. 費用の推計	5
5. 効果・便益の推計	7
6. 増分費用効果比の推計と統計的生命価値の設定	8
7. 考察	9
参考文献	10
補論 文献の要約	12
米国を対象	12
英国を対象	15
その他の研究	16

都市封鎖の事後評価

1. 費用便益分析

2000年後半以降には、実際に実施された感染症対策の費用と便益を分析した研究として、米国の各州の外出禁止令(stay-at-home order)を対象とした Broughel and Kotrous (2021)、Doti (2021)、Thunstrom et al. (2020)、英国の都市封鎖(lockdown)を対象とした Miles, Stedman and Heald (2020, 2021)、Rowthorn and Maciejowski (2020)が現れた¹。また、Scherbina (2021)は、2020年の対策の費用の実績値に基づき、新たな対策の費用便益分析を行っている。

これらの研究では、対策の是非について結論が割れている。しかも、1つの研究での感度分析で確からしい結果が得られていないということではなく、感度分析によって頑健な結果を得た研究が、是と非の両側に存在している。したがって、単に結論をそのまま受け取るのではなく、各研究の内容を深く考察する必要がある。

そこで、本稿では、各研究で推定結果から、感染症対策の増分費用効果比(ICER、incremental cost effectiveness ratio)に着目して比較する。ICERは、感染症対策を強化することの限界効果(新規感染者の減少)と限界費用の比である。岩本(2021)のモデルに沿って、時点 t の対策を微小に変化させることで考えると、

$$ICER(t) \equiv N(t)\bar{Y} / \frac{\partial New(t)}{\partial(1-y(t))}$$

として関係づけることが可能である。ICERの逆数に新規感染者の社会的費用 λ_I を乗じると、費用便益分析で用いられる便益費用比(B/C、benefit cost ratio)への対応がつけられる。すなわち、

$$\frac{B(t)}{C(t)} = \frac{\lambda_I(t) \frac{\partial New(t)}{\partial(1-y(t))}}{N(t)\bar{Y}} = \frac{\lambda_I(t)}{ICER(t)}$$

という関係にある。ここで、 B は便益、 C は費用である。費用便益分析による実際の事後評価では、対策の微小な変化ではなく、実際にとられた対策(現実)と「何も対策をしなかった」反実仮想(counterfactual)との貨幣価値化された社会厚生の差(純便益)を推計して、純便益の正負によって、評価の是非を評価する。

* 2021年9月29日。

本稿は、岩本(2021)の補遺として、感染症対策の事後評価となる費用便益分析の研究結果を解説したものである。岩本(2021)に現れる記号は、とくに断りなく使用する。本稿の作成に当たっては、JSPS科学研究費補助金(基盤研究C)21K01522の助成を受けた。

¹ このうち、Doti (2021)、Rowthorn and Maciejowski (2020)は費用便益分析の中心的概念となる純便益を示していないが、他の研究は費用便益分析となっている。

このため、対策の効果は評価の対象となる期間の感染者総数への影響として推計される。これに対応して、便益では減少した感染者の社会的費用を計上する。また、死亡損失のみに着目する場合には、ICER は、死者を 1 人減らすために要する費用として推計される。そして、便益は死者の減少分に統計的生命価値 (VSL, value of a statistical life) を乗じて計算される。このようにして、岩本(2021)での λ_l に含まれた複雑な動学的影響で生じる新規感染者の社会的費用は考慮されていない。高い VSL を設定した研究は、便益が大きく推計されるので、対策を是としやすくなる。ICER に着目するのは、VSL の設定が結論に与える影響を分離するためである。

VSL と ICER の比が便益費用比になる。VSL が ICER を上回ると、便益費用比が 1 を上回り、対策は正当化される。逆に、ICER が VSL を上回ると、便益費用比は 1 を下回り、対策は正当化されない。

2. 簡易計算

議論の出発点を、Miles, Stedman and Heald (2020, 2021)にとろう。この研究は、英国で実施された都市封鎖を対象に比較的簡便な方法によって費用と便益を計算して、費用が便益を上回ることが感度分析をおこなっても頑健であることを示している。

費用は GDP の低下と考え、英国の実績と見通しから GDP の 9~25% と設定されている。流行後に見られた景気後退が感染を避けるための政府と民間の行動の結果だとすると、このような推計手法は妥当なものと言える。

効果は死者の減少と考え、実際の政策形成に大きな影響を与えた Imperial College の Ferguson らの研究チームによる（何も対策をしなかった場合の）死者の推計値 500,000 人 (Ferguson et al. (2020)) と実績値の差で求めている²。SIR モデルの構造を受け入れる限り、何も対策をしなかった場合の推計値はモデルでの基本再生産数、致死率によって規定され、研究の蓄積によって妥当な範囲が定まってきている。ただし、この推計値は上限と考えられ、個人の異質性を考慮すると、基本再生産数は一定ではなく低下することになり、死者数は減少する。

Miles, Stedman and Heald (2020, 2021)は、効果（死者の減少）の下限を 20,000 人、上限を上述の方法で 440,000 人（500,000 人から実際の死者 60,000 人を控除）と設定した。下限には、強い根拠はない。ICER の下限（費用推計値の下限と効果推計値の上限の組み合

² 対策をとった場合の実績値を利用できない事前評価では、何も対策をしなかった場合と対策をとった場合の死者数の差をモデルの予測値より求めて、対策の効果を推計する。Ferguson et al. (2020)が発表された翌月に、Greenstone and Nigam (2020)は、この手法で便益を推計した。この研究では、ICU の容量を超過することで生じる死者を減少させることの効果も加えているが、その設定には不確実性が残る。また、費用の推計は行われておらず、費用便益分析にはなっていない。

わせ) は、約 454,000 ポンドと計算される。感染症対策が平均で 10 年の延命効果をもつと想定し、英國国立医療技術評価機構 (NICE) が使用している QALY (生活の質で調整した生存年、quality adjusted life years) の生存 1 年の価値 (value of a life year) 1 年分の価値 (300,000 ポンド) を VSL とすると、ICER は VSL を上回り、都市封鎖は正当化されない。

この推計で用いられる情報は、GDP の実績値と見通し、SIR モデルの推計値と死亡者の実績値という、最小限のものである。簡易な計算方法であるが、手順が透明なので、この結論が妥当でないとすれば、どの部分の設定に問題があるかをたどりやすい。もし他の推計方法で対策が正当化される (ICER が VSL を下回る) とすれば、簡便法と比較して、以下のどれかが生じていると考えられる。

- (1) 対策の費用は実際の GDP の低下よりも小さい (GDP の低下には別の要因がある)
- (2) 効果がより大きい
- (3) 延命の価値 (VSL) がより大きい

以下で述べるように、他の研究では対策が正当化されやすい傾向があるが、正当化されることになる理由を検討しよう。

3. 分析の対象

分析の対象については、公衆衛生的介入のみを対象にした研究と、内生的予防行動を加えた感染症対策全体を対象にした研究の両者がある。表 1 は、各研究での費用と効果の対象と推計法を整理したものである。分析の対象と公衆衛生的介入のみの費用と効果を分析したもののは、Doti (2021) である。

表 1 費用と効果の対象と推計手法

	費用		効果		対象の一致
	対象	推計方法	対象	推計方法	
(米国)					
Broughel and Kotrous	外出禁止令	実績値	全体	推計値を引 用	×
Doti	外出禁止令	推計	外出禁止令	推計	○
Scherbina	外出禁止令	実績値	全体	SIR モデル	×
Thunstrom et al.	全体	実績値	全体	SIR モデル	○
(英国)					
Miles, Stedman and Heald	全体	実績値	全体	推計値を引 用	○
Rowthorn	全体	SIR モデル	全体	SIR モデル	○

and

Maciejowski

論文によっては、外出禁止令や都市封鎖を分析するとうたいながら、内生的予防行動を区別していないので、結果として感染症対策全体を分析した形になっているものもある。表1では、論文の記述ではなく、分析の内容によって感染症対策全体を分析したのか、公衆衛生的介入のみを分析したのかを区別している。また、効果を感染症対策全体で推計しながら費用を公衆衛生的介入のみで推計して、費用と効果が対応しない研究も見られる。

4. 費用の推計

費用の推計を見ていく。費用と効果を関係づける定式化がされているのは、Rowthorn and Maciejowski (2020) と Doti (2021) であり、その他の研究は効果と費用を独立に推計している。Rowthorn and Maciejowski (2020) は、SIR モデルのなかで効果と費用の関係を、

$$\beta(t) = \beta_0 [1 - 1.064y(t)^{1/3}]$$

のように定式化している。これは、GDP の低下の最大限を 35% とし、そのとき感染率が 75% (実効再生産数が 3 から 0.75 に) 低下するように設定してある³。対策の費用は、モデルのなかで推計されている。

Doti (2021) は、2020 年の米国の州の横断面データによって、公衆衛生的介入の効果と費用を推計することで、両者の関係が結び付く構造になっている。公衆衛生的介入を表す変数として州の Oxford stringency index (厳格度指数) を用い、指数の 1 ポイントの増加が、その費用として州の GDP を前年から 0.05% 減少させると推定している。指数の実績値の平均がかりに介入が全くなかった場合 (指数が 0 の場合) から、GDP は 2.2% 減少すると推定され、これは実際の下落 4.8% の 4 割強になる。また、対策の効果については、指数の 1 ポイントの増加が、人口 10 万人当たりの死者を 2.48 人減少させると推定している。2020 年の人口 10 万人当たりの実際の死者数は 101.76 人なので、これは死亡率が 2.4% 減少することを示している。指数の 1 ポイントの増加が、費用 (GDP 減少率) の 0.05% の増加と効果 (死亡率の減少率) の 2.4% の増加をもたらしているので、効果の 1% の増加に対して費用が 0.02% 増加することを意味している。費用の変化率を y 、効果の変化率を x とすると、

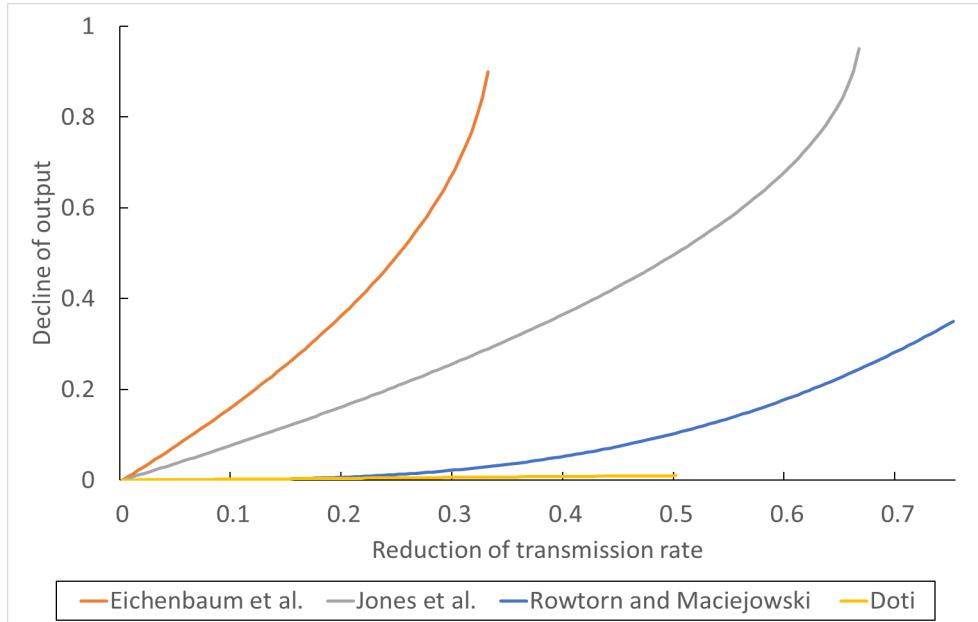
$$y(t) = 0.02x(t)$$

という関係にある。

図 1 は、横軸に感染率の低下率、縦軸に GDP の低下率をとったものである。Eichenbaum, Rebelo and Trabandt (2020)、Jones, Philippon and Venkateswaran (2020) に比較して、Doti (2021)、Rowthorn and Maciejowski (2020) では費用が低く想定されていることがわかる。

³ $x(t) \equiv \frac{\beta_0 - \beta(t)}{\beta_0}$ として、 $y(t) = 0.35 \left(\frac{x(t)}{0.75} \right)^3$ と定式化されている。1.064 は、 $0.75/0.35^{1/3}$ の近似値である。

図1 既存研究における感染機会削減と費用の設定



(注) 横軸は感染率の低下率、縦軸は所得の低下率を示す。

表2は、週当たり費用、総費用、1人当たり費用の推計値を整理したるものである。Broughel and Kotrous (2021)、Scherbina (2021)では、米国の外出禁止令の費用推計の文献展望がされている。それを踏まえ、週当たりの費用を、Broughel and Kotrous (2021)が3,570億ドル、Scherbina (2021)が3,693億ドルという、似通った数値を設定している。Thunstrom et al. (2020)は、将来のGDPの低下も費用に含め、7兆2,100億ドルという、他の研究よりはるかに大きな推計値となっている。

表2 費用の推計結果の比較

	週当たり費用 (10億)	費用 (10億)	1人当たり費用	費用と効果 の関係
(米国)				
Broughel and Kotrous	35.7	214.2～331.5	649	×
Doti		410	1,241	○
Scherbina	36.93	147.72	447	×
Thunstrom et al.		7,210	21,831	×
(英国)				
Miles, Stedman		(GDPの9%～	2,986	×

and Heald	25%)		
Rowthorn and	(1 人当たり	1,060	○
Maciejowski	200 ポンド)		

(注) 費用の単位は、米国はドル、英国はポンド。斜体は、論文中にない数値で筆者が補完。

5. 効果・便益の推計

Scherbina (2021)、Rowthorn and Maciejowski (2020)、Thunstrom et al. (2020)は、分析対象となる感染症対策を SIR モデルで定式化して、モデルのなかで効果を求めている。簡易計算との違いは、対策がある場合の死者を実績値ではなく、モデルの予測値を使う点である。この方法では、都市封鎖の期間での感染率の低下によって生じる感染者数の低下数を推計する。都市封鎖の期間を長くすると、限界的な感染者数の減少幅は遙減する。都市封鎖の限界費用は一定とすると、感染者数低下の限界便益と限界費用が等しくなるところで、最適な都市封鎖の期間が決定することができる。

また、Thunstrom et al. (2020)は、医療資源制約を超えた場合の致死率が 3 倍になる (0.5% から 1.5%) と想定し、医療資源制約を超えた状態の死者を抑える効果も考慮している。ただし、医療資源制約を超えた致死率の想定の根拠は確実なものではない。

Broughel and Kotrous (2021)、Scherbina (2021)は、死亡損失の減少だけではなく、罹患時や後遺症の健康被害の減少も効果として考慮している。Broughel and Kotrous (2021)では、死亡損失の減少の便益は 3,177 億ドルから 3,515 億ドルと推計されているが、便益の合計は 6,325 億ドルから 7,650 億ドルと推計され、死亡損失の減少以外の便益も大きな比重を占めている。Broughel and Kotrous (2021)の死亡損失の減少の推計は、上述の簡易計算の方法に属する。

表 3 効果（死者の減少）の推計結果の比較

	効果	1,000 人当たり効果	その他の効果を考慮
(米国)			
Broughel and	940,000～1,040,000	2.85	○
Kotrous			
Doti	358,000	1.08	×
Scherbina	203,000	0.62	○
Thunstrom et al.	1,239,000	3.75	×
(英国)			
Miles, Stedman and	20,000～440,000	6.58	×
Heald			
Rowthorn and	380,000	5.68	○
Maciejowski			

(注) 効果の単位は、人。斜体は、論文中にない数値で筆者が補完。

6. 増分費用効果比の推計と統計的生命価値の設定

上で説明した費用と効果の推計から得られる ICER、VSL の設定、純便益(NSB、net social benefit) の推計値をまとめたものが表 4 である。費用の推計値が大きかった Thunstrom et al. (2020) の ICER は際立って大きいが同時に VSL も大きいため、最も大きな純便益が推計されている。Broughel and Kotrous (2021)、Scherbina (2021) も正の純便益を推計している。

表 4 増分費用効果比と純便益の推計結果の比較

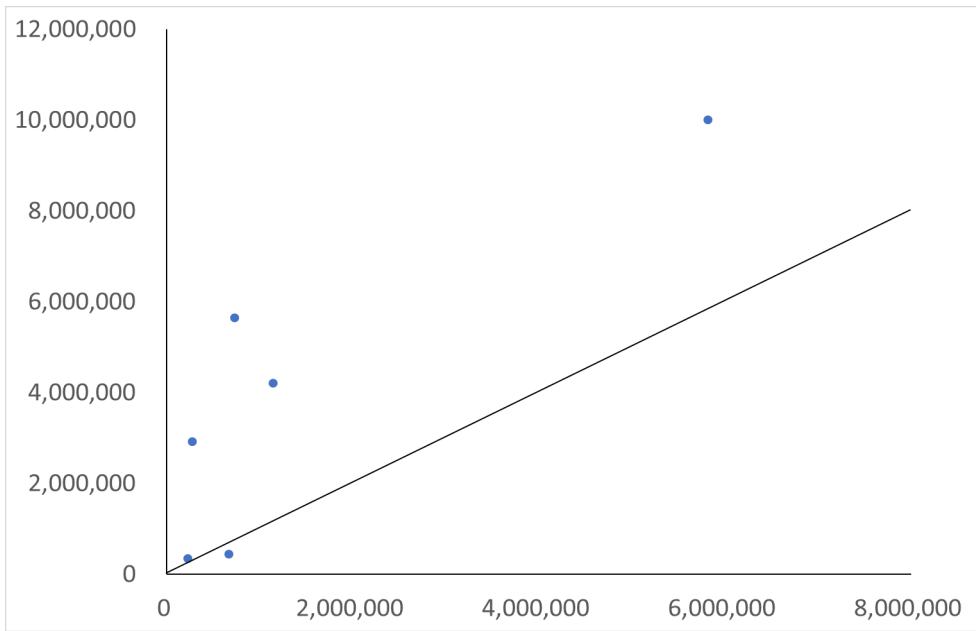
	ICER	VSL	NSB (10 億)
(米国)			
Broughel and Kotrous	<i>228,000</i>	338,000	301.0～550.8
Doti	1,145,000	4,200,000	(示さず)
Scherbina	<i>726,000</i>	<i>5,639,000</i>	653.1
Thunstrom et al.	<i>5,819,000</i>	10,000,000	5,160
(英国)			
Miles, Stedman and Heald	<i>454,000</i>	300,000	−547～−68
Rowthorn and Maciejowski	<i>187,000</i>	2,000,000	(示さず)

(注) 単位は、米国はドル、英国はポンド。斜体は、論文中にない数値で筆者が補完。

図 2 は、横軸に ICER、縦軸に VSL をとり、両者の関係を見たものである。英国の推計値は、2019 年の購買力平価 (OECD 推計) でドル換算してある。Thunstrom et al. (2020) を除く研究では、ICER の推計値の幅に比較して、VSL の設定の幅が大きい。これには大きく 2 つの理由がある。1 つは、引用される VSL の設定値が多様なことである。すでに実際の費用便益分析において VSL は活用されているので、公的機関の設定する VSL を引用することが多い。こうすることで、すでに行われている政策判断と整合的な判断ができる。しかし、Robinson (2007) が指摘するように、公的機関によって VSL の設定値には大きな幅がある。このため、公的機関での設定値を引用しても、VSL の設定値に大きな幅が生じることがある。もう 1 つは、平均余命の延長の想定の違いである。VSL が想定する平均余命は全国民の平均余命であるが、高齢者に偏る COVID-19 による死者の平均余命は

これよりも短い⁴。また、後で再び都市封鎖の措置がとられれば（実際にとられた）、平均余命伸長の効果はそこまでしかない。そのため、全国民の平均余命だけではなく、死亡者の年齢を考慮した平均余命を用いることも大幅な過大推計につながる。

図2 増分費用効果比と統計的生命価値の関係



（注）図の横軸は ICER、縦軸は VSL。直線上では、ICER と VSL が等しい。直線の左上では VSL が ICER を上回り、B/C が 1 を超える。直線の右下では ICER が VSL を上回り、B/C が 1 より小さい。

7. 考察

2020 年に米国と英国で実行された都市封鎖の費用と便益を推計した研究では、都市封鎖が正当化されるか否かの結論が分かれている。推計値の頑健性を検討すると、費用は実績に基づいて議論ができるところから、推計は比較的安定することが期待できる。効果は、基本的な SIR モデルに立脚すると、やはり推計は比較的安定することが期待できる。しかし、同質的な個人が均等に接触するという設定が、過大な推計値をもたらしている可能性がある。また、医療資源制約を超えた場合の致死率の設定にも不確実性が残る。

効果を便益に換算する VSL の設定値の幅が非常に大きく、また便益の過大推計をもたらしている可能性が高く、設定方法についてのより注意深い議論が必要であると思われる。

⁴ Robinson, Sullivan and Shoven (2021)は、年齢と VSL の関係の設定の違いによって、新型コロナウイルス感染症の死亡者の VSL がどのように変動するかを検討している。

参考文献

- Broughel, James and Michael Kotrous (2021), “The Benefits of Coronavirus Suppression: A Cost-benefit Analysis of the Response to the First Wave of COVID-19 in the United States,” *PLoS ONE*, Vol. 16, No. 6, e0252729.
- Doti, James L. (2021), “Benefit-cost Analysis of COVID-19 Policy Intervention at the State and National Level”, *COVID Economics*, Issue 67, February, pp. 94-127.
- Eichenbaum, Martin S., Sergio Rebelo and Mathias Trabandt (2020), “The Macroeconomics of Testing and Quarantining,” NBER Working Paper No. 27104, May.
- Ferguson, Neil M., et al. (2020), “Impact of Non-pharmaceutical Interventions (NPIs) to Reduce COVID-19 Mortality and Healthcare Demand.”
<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-16-COVID19-Report-9.pdf>
- Greenstone, Michael and Vishan Nigam (2020), “Does Social Distancing Matter?” *COVID Economics*, Issue 7, April, pp. 1-22.
- 岩本康志(2021)、「感染症対策の厚生経済学：解説」CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-299。
- Jones, Callum J., Thomas Philippon and Venky Venkateswaran (2020), “Optimal Mitigation Policies in a Pandemic: Social Distancing and Working from Home,” NBER Working Paper Series No. 26984, April.
- Miles, David, Mike Stedman and Adrian Heald (2020), “Living with COVID-19: Balancing Costs Against Benefits in The Face of the Virus,” *National Institute Economic Review*, Vol. 253, August, R60-R76.
- Miles, David K., Michael Stedman and Adrian H. Heald (2021), ““Stay at Home, Protect the National Health Service, Save Lives”: A Cost Benefit Analysis of the Lockdown in the United Kingdom,” *International Journal of Clinical Practice*, Vol. 75, Issue 3, March, e13674.
- Robinson, Lisa A. (2007), “How US Government Agencies Value Mortality Risk Reductions,” *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 1, No. 2, Summer, pp. 283-299.
- Robinson, Lisa A., Ryan Sullivan, Jason F. Shogren (2021), “Do the Benefits of COVID-19 Policies Exceed the Costs? Exploring Uncertainties in the Age–VSL Relationship,” *Risk Analysis*, Vol. 41, Issue 5, May, pp. 761-770.
- Rowthorn, Robert, and Jan Maciejowski (2020), “A cost–benefit Analysis of the COVID-19

- Disease,” *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 36, Issue S1, pp. S38–S55,
- Scherbina, Anna (2021), “Assessing the Optimality of a COVID Lockdown in the United States,” *Economics of Disasters and Climate Change*, Vol. 5, Issue 2, July, pp. 177–201.
- Thunström, Linda, et al. (2020), “The Benefits and Costs of Using Social Distancing to Flatten the Curve for COVID-19,” *Journal of Benefit-Cost Analysis*, Volume 11, Issue 2, Summer, pp. 179-195.

補論 文献の要約

米国を対象

Brougher and Kotrous (2021)

政策：州の stay at home order。

要約：Table 6。

費用：\$214.2b～331.5b。

効果：940,000～1,040,000 人の救命。1 億 100 万～1 億 3,200 万人の感染減少。

便益：\$632.5b～765.0b

純便益：\$301.0b～\$550.8b

VSL：\$338,000 (p.137)。

費用の推計手法：(p.150)

外出禁止令の費用を推計。

文献展望あり (4.2 節)。

1 日当たり \$5.1b、42～65 日。

効果・便益の推定手法：

Ferguson (2020)による 1.1～1.2 百万人の死亡者予測から死者実績 (2020 年 8 月 1 日まで 160,802 人) を引く (p.4)。

VSL は、Grosse et al. (2009) の lifetime production から年齢調整して推計 (Table 1)。

死亡損失以外も考慮する。全体の便益に占める死亡損失回避以外の便益は 25%～39.7% (191.1/765.0～250.8/632.5) と大きい。

割引率：5%

Doti (2021)

政策：各州の Oxford stringency index の実績 (2020 年 1 月 1 日～12 月 31 日)。

要約：

費用：\$410b (Table 11)、ICER は \$1,145,000 per life saved (Table 12)。

効果：358,000 人の救命 (Table 7)。

便益：(計算なし。\$1.5t と外挿できる)

純便益：(計算なし。ICER を計算)

VSL：\$4.2m (Table 14)。

費用の推計手法：

外出禁止令の費用を推計。

州の横断面データで Oxford stringency index (対策厳格度指数) と所得 (output) の関係を見る。

各州の指数実績から、所得損失を推計する。弾力性は 0.02 (=0.05 × 42.12/100)。

指数 1 ポイント上昇で所得は 0.05% 減少する (GDP 変化率 (%) = -0.05 対策度指數。Table 10)。

指数実績値で、所得は \$410b (計算すると $\$398b = 42.12 \times 0.05 / 100 \times \$18.9t$)、あるいは 2.2% (計算すると $2.1\% = 0.05 \times 42.12 / 100$ 、弾性値と同じ) 下落。実績値 4.8% 下落の約半分 (計算すると $44\% = (0.05 \times 42.12) / (4.8 \times 100)$) (p.120)。

効果・便益の推定手法：

州の横断面データで Oxford stringency index と死亡者の関係を見る。弾力性は -1.03 (p.107、(2)式)。

指数 1 ポイント上昇で死亡率は 2.48 減少する (死亡率 = -2.48 対策度指數。Table 6、eq. 6)。指数 1 ポイント上昇で死亡率は 2.4% ($= 2.48 / 101.76$) 減少する。

指数実績値で、死亡者は 358,000 人 (計算式は $42.12 \times 2.48 \times \text{人口} / 100,000$) 減少する (p.110)。仮想的な初期値 (実績値 342,000 人と 358,000 人の合計 700,000 人) から 51% の減少と計算できる。

費用と効果の関係は、所得の 0.05% 減少で死亡率が 2.4% 減少する。

実績値は、対策度指數 42.12、死亡率 (2020 年の 10 万人当たり累積死者数) 101.76。

VSL は、Greenstone and Nigam (2020) の年齢調整された VSL を使用。

(与えられた情報から、便益を \$1.5t と補完)

割引率：

Scherbina (2021)

政策：4 週間の都市封鎖 (仮想)。

要約：

費用 : \$36.93b/週 (p.188)。

効果 : (説明なし、223,000 人の救命と補完)

便益 : (説明なし)

純便益 : \$653b (Abstract)、\$653.13b (GDP の 3%、p.188、Table 3)

VSL : \$5.29m～\$12.34m、年齢に依存 (Table 1)。(死亡者の分布による加重平均を \$5.639m と補完)

dQALY による推計では、\$150,000 (Institute for Clinical and Economic Review は QALY を \$50,000～\$150,000 とし、その上限値、p.93)。

費用の推計手法 : (B.1 節)

外出禁止令の費用を推計。

文献展望あり。以下の 3 つの研究の平均値。

OECD (2020) 1 か月で年間 GDP の 2% が総損失、60% は自主的な社会的距離、40% が都市封鎖の費用と推計。1 週間で年間 GDP の 0.2% であり、\$43b。

Scherbina (2020) 部門別に分析し、\$35.79b。

Barrot et al. (2020) 閉鎖された部門の労働者の所得として\$32b (4週で\$147.72bと計算できる)。

効果・便益の推定手法：

SIR モデルによる推計。費用は別個に推計されているため、効果と費用を関連づける関数形は設定していない。

何もしなかった場合、203,337人の死者 (p.186)、損失は\$1.3t、GDPの6% (p.186)。

2021年1月7日を起点とした週次SIRモデル。2021年5月31日までに人口の70%がワクチン接種。

基本再生産数を2.5から0.62に低下させる (Jarvis (2020)の英国の都市封鎖で接触率が73%低下したことから設定)。

都市封鎖の再生産数への影響の文献展望あり。

VSLは、経済諮問委員会の設定値を使用。

dQALYを使った感度分析あり。純便益が小さくなり、最適な都市封鎖期間は2週間。

死亡損失以外も考慮する。

(説明がないため、効果と便益を以下のように補完する。便益を純便益+費用 = \$653.13b+\$147.72b=\$800.85bと求める。これは何もしなかった場合の損失\$1.3tの0.616であり、203,337人に乘じて125,263人とする)

割引率：

Thunstrom et al. (2020)

政策：接触率を38%減少させる。期間は不明。

要約：\$5.16tの純便益 (Table 1)。

費用：\$7.21t (\$13.7t-\$6.49t、Table 1)。

効果：1.239百万人の救命 (2.18m-0.941m、Table 1)。

便益：\$12.39t (\$21.8t～\$9.41t)。

純便益：\$5.16t (Table 1)

VSL：\$10m。

費用の推計手法：(Figure 1)

Goldman-Sachsの予測により、1.75%の潜在成長率を想定。Withは、Goldman-Sachsの現実の予測。Withoutは、潜在成長率から初年度2%ポイント低い値、以降はwithと同一。

効果・便益の推定手法：

SIR モデルによる推計。費用は別個に推計されているため、効果と費用を関連づける関数形は設定していない。

基本再生産数を2.4から38%低下させる。

医療資源制約(3,600万人)内の感染者の致死率は0.5%。それを超える感染者の致死率は1.5%に上昇する。

VSL の設定の根拠の説明はない。

Break even VSL は\$5.85m (Table 2、p.191)。

割引率：

英国を対象

Miles, Stedman and Heald (2020a,b)

政策：実際の都市封鎖。

要約：費用の最小値が便益の最大値を上回る。負の純便益が頑健な結果 (Table 2、Table 3)。

費用：GDP の 9%～25% (£200b～£550b)。

効果：20,000～440,000 人の救命。

便益：£3b～£132b。

純便益：-£547b～-£68b

VSL : £150,000～£300,000 (p.R70)。

費用の推計手法：

Bank of England が GDP の 14% の落ち込みと推計。約 3 分の 2 が都市封鎖によるものとして、GDP の 9% (約£200b) (p.R70)。

悲観的ケースを 25% と設定。9%、15%、20%、25% の感度分析。

効果・便益の推定手法：

最大 440,000 人 (Ferguson (2020) による 500,000 人の死者予測から死者実績 (2020 年 6 月まで約 60,000 人) を引く、p.R70)。最小 20,000 人 (任意に設定、p.R70)。

QALY を£30,000 (NICE で採用)。10 年余命が伸びると£300,000、5 年余命が伸びると£150,000 (p.R70)。

割引率：

Rowthorn and Maciejowski (2020)

政策：基本再生産数を 3 から 0.75 に削減 (75% 削減)。最適な都市封鎖 (5.3 週)。

要約：最適な都市封鎖の研究。VSL が 10m ポンドを上回らないと、10 週間の都市封鎖は正当化されない。VSL が 1.6m ポンドを下回ると、都市封鎖しないことが最適になる。

死者と経済的被害 (感染者の費用を含む。死亡損失は含まない) のトレードオフのフロンティアが不連続になる。

費用：(説明なし)

効果：379,900 人の救命 (439,800 - 59,900、Table 1)。

便益：(説明なし。死亡損失のみ。感染者の費用減少は費用に計上)

純便益：(説明なし)

VSL : £ 2m。感染者の費用は£2,000。

費用の推計手法：

都市封鎖の費用は、1人当たり1週間£200（要素価格表示の1人当たりGDPの35%）。都市封鎖の水準の3次関数（Figure 1）。予算責任局（OBR）の推計値に近い値。

政府が最小化する費用は、総経済的費用（感染者の費用と対策の経済的被害）、死亡者の費用の2項目からなる（pp.S42-S43）。1人当たり£7,753（14,342-6,589、Table 1）。

感染者の費用は£2,000/週。

効果・便益の推定手法：

SIR モデルによる推計。効果と費用を結びつける定式化を入れる。

起点は2020年4月1日。52週を計算。

基本再生産数を3から0.75に低下（75%低下）。その後、低下率を減少させる。

VSLは、財務省の設定値を使用。

割引率：

備考：感染者の費用を加えているため、VSLがゼロでも感染を抑制する価値が生じる。

その他の研究

Greenstone and Nigam (2020)

対象：米国。

政策：moderate social distancing（仮想）。

要約：Table 1。

費用：（計算なし）

効果：1,761,951人の救命（Table 1）。

便益：\$7.9t（Table 1）、世帯当たり\$60,000。

純便益：（計算なし）

VSL：年齢別（18歳以上の平均が\$11.5mになるように調整）。

費用の推計手法：

効果・便益の推定手法：

Ferguson (2020)の再現。何もしない場合、2020年10月までに死者は2.2百万人。3月から対策を実行する場合の死者は1,133,460人（Table 1）。

さらに、ICU容量を超過することによる死者を628,491人減少させる効果があると推計（Table 1）。

割引率：