

# 新型コロナウイルス 感染症と経済学

東京大学 岩本康志

2021年9月4日

医療経済学会 シンポジウム

# 基調講演の内容

## 感染症の経済学からCOVID-19を考える

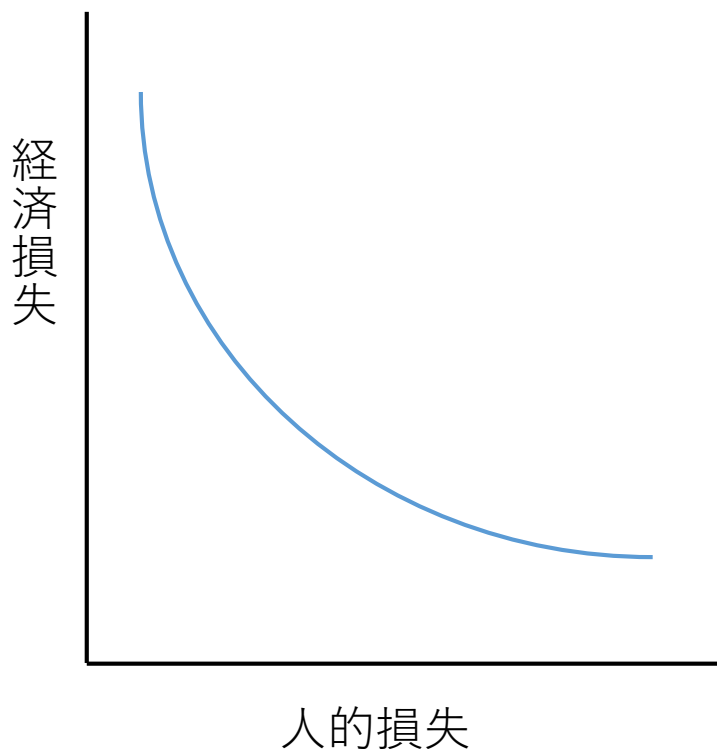
- COVID-19パンデミックは、経済にも大きな影響を与えた。
- 医療と経済の接点に位置する当学会で、COVID-19を議論する機会を与えていただいたことに、感謝したい。
- COVID-19では、疫学の新たな手法（数理疫学、ゲノム疫学）が活躍した。
- 数理疫学では、ICLチーム（Ferguson et al. 2020）のSIRモデルに基づく死亡予測が影響力をもった。日本では西浦博教授による予測が著名。
- 単純なSIRモデルでの以下の想定について、経済学で拡張が図られている。
  1. 人々の行動は感染に影響を与えるが、感染に影響されない →感染は行動に影響する
  2. 人々の行動が他者の感染に与える影響が考慮されない →外部性、ゲーム的状况
  3. 感染と経済活動の関係が考慮されない →関係がある
  4. 人々の接触は同質的 →異質的
- 行動と感染症の関係（1、2）について掘り下げていきたい。
  - 経済学固有の課題となる、経済への影響は触れない。
  - 感染（健康）と経済のトレードオフについても触れる。

# 基調講演の視点

## 経済学からの2つのメッセージ

- 感染症流行と社会経済活動が関係することを踏まえ、活動制限（個人の行動制限、事業者の営業制限）に着目して、COVID-19対策を考える。
- その際に、以下のような経済学的な考え方の活用が期待される。
  1. 費用対効果の高い対策を実行する。
    - 経済学が各方面の政策分野に浸透させてきた考え方（医療、交通、環境、等）。
    - 全員の活動を制限する（都市封鎖）より、一部の活動を制限する方が費用対効果が良い。
  2. 行動を理解する。
    - 経済学では、多くの場合、利己的で合理的な個人を想定する。行動原理を理解するには非常に有用であり、感染症対策でも当てはまる。
      - ここでは、標準的経済学が活用される。
    - 感染症対策では、利他的行動も重要である。対策の基本が、人々が利他的行動をとることに立脚しているともいえる。
      - ここでは、行動経済学が活用される。
    - 活動制限、緊急事態宣言に関する2つの基本的な問いを考える。
      - 人々はなぜ（利己的行動ではない）制限の要請に応じるのか。
      - 人々はなぜ制限の要請に応じなくなったのか（なぜ緊急事態宣言の効果が弱まるのか）。

# 費用対効果の高い対策を実行する



- 対策が直面する健康と経済のトレードオフを示す（効率性フロンティア）。
- フロンティア上のどこを選択するかは、政策決定者が持つICERによる。
- 工夫の足りない対策は、フロンティアの内側にある（対策は非効率的）。
- 経済と健康の両方を改善することができる。
- 全員の活動を制限する（都市封鎖）より、一部の活動を制限する方が費用対効果が良い（岩本 2021）。

# 費用対効果の高い政策を実行する

| 感染確率<br>probability of infected      | 接触率<br>contact rate                          | 有病率<br>prevalence rate                            | 二次感染率<br>secondary attack rate        |
|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|
| $\frac{\text{新規感染者}}{\text{未感染者}} =$ | $\frac{\text{未感染者の接触者}}{\text{未感染者}} \times$ | $\frac{\text{接触者のうち感染者}}{\text{未感染者の接触者}} \times$ | $\frac{\text{新規感染者}}{\text{感染者の接触者}}$ |
| 未感染者が感染する確率                          | 各時点に接触する人数                                   | 接触者のうちの感染者の割合                                     | 接触者が感染する割合                            |
|                                      | 外出自粛<br>営業制限                                 | 隔離<br>停留<br>検査<br>積極的疫学調査                         | Social distancing<br>マスク<br>換気        |
|                                      | 経済活動に関係                                      | 経済活動に関係   |                                       |

- 感染率を下げる効果が同じ対策から、経済活動の収縮が小さいものを選ぶ。
- 全体を一律に抑制するよりも、費用対効果の高い対象にしぼって抑制する方が費用対効果が良い。

# 経済疫学 (economic epidemiology) の考え方

- 基本的なSIRモデルでは、感染確率は $\frac{\dot{S}(t)}{S(t)} = \beta_0 I(t)$ 。
- 活動（接触率、二次感染率）は、個人の選択である。
- 有病率が高いと、感染リスクが高まるので、個人は自発的に感染予防をする（Philipson 2000）。
- Mechanisticな（forward lookingではない）定式化では、 $\frac{\dot{S}(t)}{S(t)} = \beta(I(t))I(t)$ となり、 $\beta' < 0$ 。
- 感染症対策は、人々の自発的感染予防行動と、公衆衛生的介入（NPI、non-pharmaceutical intervention）で構成される。
- NPIが必要となるのは、自発的な感染予防で不足するときである。
  - 行動を理解しなければ、適切なNPIは議論できない。
  - 経済学での「市場の失敗」と同じ論理構造。
  - 「外部性」で根拠づけられるものが多い。活動制限（外部性の補正）を、ピグー税でおこなうか、直接規制でおこなうか、という選択を考える。

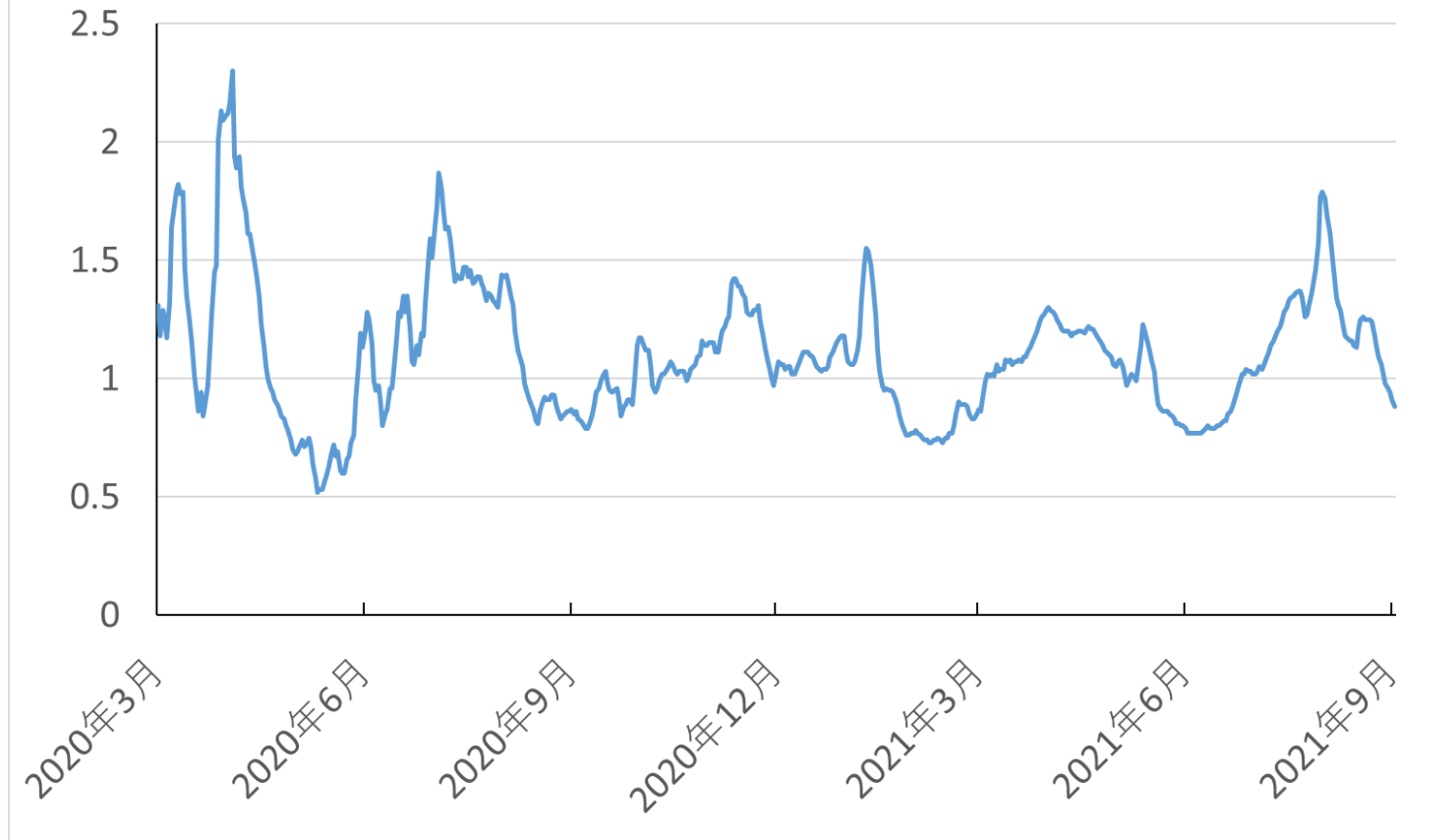
# 行動を理解しないことによる、誤った考え方

- 感染が拡大しても、人々は行動を変えない →感染が拡大する
- 緊急事態宣言を発出して、人々の行動を抑制する →感染が抑制される
- 緊急事態宣言の効果が落ちてくる →より強い行動制限（都市封鎖）が必要

## 考え方の修正

- 感染が拡大すると、人々は予防行動をとる。
  - 実効再生産数が長期的に1を上回ることはない。
  - ただし、予防行動の費用に依存するので、普遍的に成立するわけではない。
- 感染が抑制されると、人々は予防行動を緩める。
  - 実効再生産数が長期的に1を下回ることはない。
  - 感染症との共存が合理的に選択される。
- 政策介入と内生的行動との影響が区別しづらくなり、介入の因果効果が把握しづらくなる。
  - 対照群がとれないので、RCTが困難である。
  - 実効再生産数の傾向と緊急事態宣言発出の時間的前後関係では多くのことが言えない。
  - Watanabe and Yabu (2021a, 2021b)では、内生的予防行動の影響が無視できない大きさであることが示されている。
- なぜ要請に対する対応が変化したのか、の理解が必要である。
  - 行動の理由を理解しないまま、行動を制限することの危険性を認識する。

## 実効再生産数



(出典) 東洋経済オンライン

- 感染が拡大すると、人々は予防行動をとる。
  - 実効再生産数が長期的に1を上回ることではない。
  - ただし、予防行動の費用に依存するので、普遍的に成立するわけではない。
- 感染が抑制されると、人々は予防行動を緩める。
  - 実効再生産数が長期的に1を下回ることではない。
  - 感染症との共存が合理的に選択される。



# 社会に合わせた医療とするか、医療に合わせた社会とするか

- ある費用条件のもとで、感染者数を一定水準に抑える時期が続く（左）。その形状は、医療供給制約のもとに感染者数を抑える「flattening the curve」と相似している（右）。しかし、その意味はまったく異なる。
- 内生的予防行動による感染者の一定水準と、医療資源制約が導く感染者の水準が一致する保証はない。

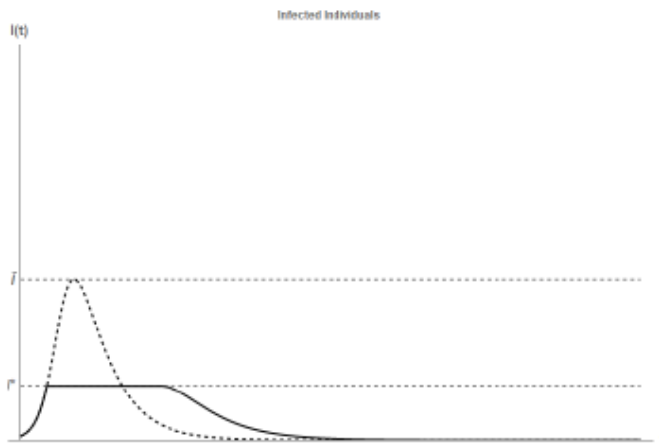
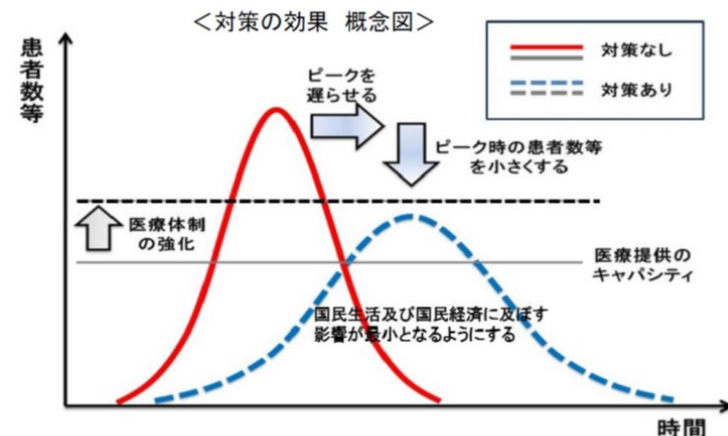


Figure 5: Paths of infected individuals across epidemic. Dashed curve shows path in epidemiological model; solid curve shows equilibrium path in economic model.



出典：新型インフルエンザ等対策政府行動計画（内閣官房）

（出典）Toxvaerd (2020)。  
線形費用（限界費用一定）のとき、Bang-Bang原理が働く。

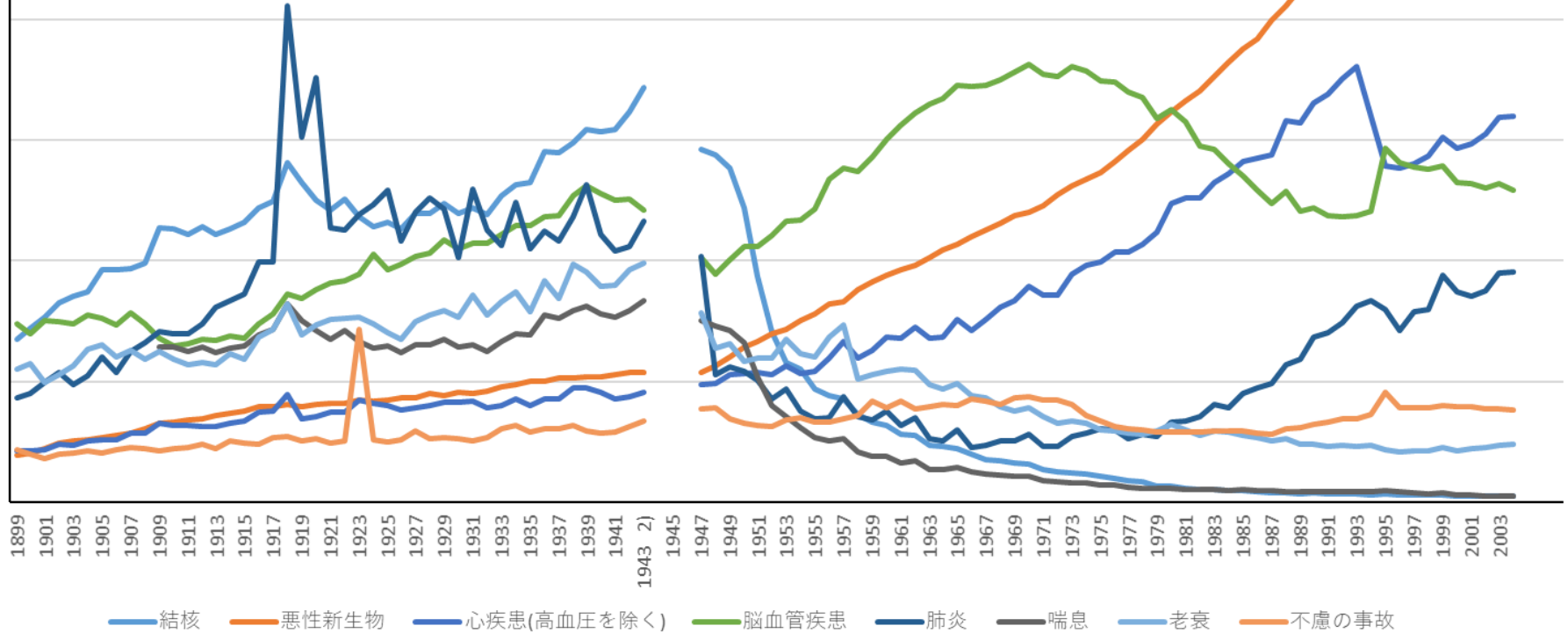
# 医療提供体制の課題

- 新型インフルエンザ等対策特別措置法では、国、地方自治体は事前に「行動計画」を作成するように求める。
- 東京都の「行動計画」では、新型インフルエンザピーク時には、
  - 1日新規外来患者数：49,300人
  - 1日最大患者数：373,200人
  - 1日新規入院患者数：3,800人
  - 1日最大必要病床数：26,500床
- と想定。
- 2019年10月の東京都の一般病床は80,923床、感染症病床は145床、結核病床は495床。
  - (全国の一般病床は887,847床、感染症病床は1,888床、結核病床は4,370床)

# 死因別死亡数

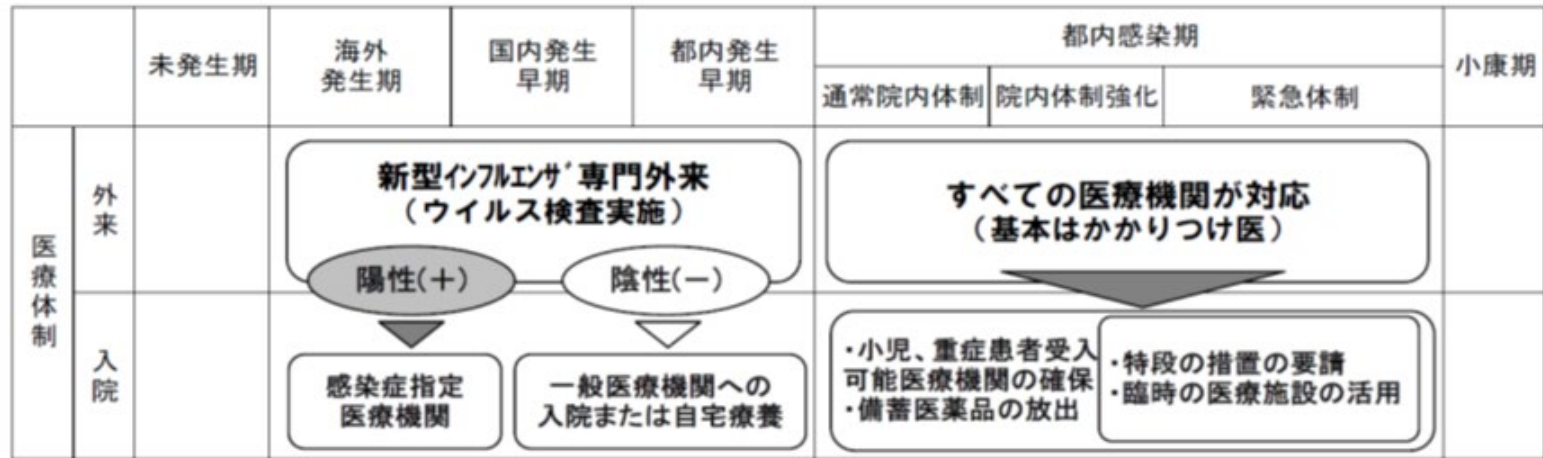
| 1917年 |         | 2004年       |         |
|-------|---------|-------------|---------|
| 結核    | 124,787 | 悪性新生物       | 320,358 |
| 肺炎    | 99,236  | 心疾患(高血圧を除く) | 159,625 |
| 脳血管疾患 | 77,999  | 脳血管疾患       | 129,055 |
| 老衰    | 71,628  | 肺炎          | 95,534  |
| 喘息    | 71,342  | 不慮の事故       | 38,193  |

(死因の上位5位)



(出典) 日本の長期統計系列 (総務省統計局)

○発生段階ごとの医療提供体制



- 都内発生早期（都内で新型インフルエンザ等の患者が発生しているが、全ての患者の接触歴を疫学調査で追える状態）までは、新型インフルエンザ専門外来で対応して、ウイルス検査の上、陽性であれば感染症指定医療機関に入院させる。
- 都内感染期（都内で新型インフルエンザ等の患者の接触歴が疫学調査で追えなくなった状態）には一般の医療機関が対応するようになる。
- 国の行動計画も同じ考え方である。
- こうして振り向けられた医療資源で足りない場合には、臨時の医療施設の活用も行動計画に記されている。

（出典）「東京都新型インフルエンザ等対策行動計画」（2013年11月、2018年7月（変更））p.29

# 健康と自由のトレードオフ 法的な関係

- 2,062の憲法、法律のうち、条文に「人類」が登場するものは27。
- 日本国憲法
  - 「そもそも国政は、国民の厳粛な信託によるものであつて、その権威は国民に由来し、その権力は国民の代表者がこれを行使し、その福利は国民がこれを享受する。これは**人類**普遍の原理であり、この憲法は、かかる原理に基くものである。われらは、これに反する一切の憲法、法令及び詔勅を排除する。」（前文）
  - 「この憲法が日本国民に保障する基本的人権は、**人類**の多年にわたる自由獲得の努力の成果であつて、これらの権利は、過去幾多の試練に堪へ、現在及び将来の国民に対し、侵すことのできない永久の権利として信託されたものである。」（第97条）
- 感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律
  - 「**人類**は、これまで、疾病、とりわけ感染症により、多大の苦難を経験してきた。ペスト、痘そう、コレラ等の感染症の流行は、時には文明を存亡の危機に追いやり、感染症を根絶することは、正に**人類**の悲願と言えるものである。
  - 医学医療の進歩や衛生水準の著しい向上により、多くの感染症が克服されてきたが、新たな感染症の出現や既知の感染症の再興により、また、国際交流の進展等に伴い、感染症は、新たな形で、今なお**人類**に脅威を与えている。」（前文）
- 感染抑制のための行動制限は、憲法の保障する基本的人権に抵触する。
  - 「人類」と「人類」の緊張関係がある。
  - 感染症専門家が安直に行動制限の法的整備を求めることは、多くの有識者の反発を買う。

# 経済学で「自由」はどのように扱われるのか

- 健康と経済のトレードオフは議論可能で計測可能である。それを前提として、望ましい対策を考えることができる（岩本 2021）。しかし、自由の価値が計測できないと、健康と自由のトレードオフは検討しづらい。
- 「自由」は、経済学で十分に扱われているとはいいがたいので、挑戦的な課題である。ここでは有用な考え方を例示する。
- 自由の制限による経済活動の低下は費用として把握される。しかし、自由の制限にはそれ以上の損失があるはずである。
  - 自由主義・自由至上主義の立場では、自由は手段ではなく目的。
  - 自由主義は、個人の限定合理性から出発する。
  - 自由市場は、計画経済よりも社会に分散する知識をよりよく利用できる（Hayek 1945）。
- 不完備契約の理論での残余コントロール権によって、自由の一側面をとらえることも可能である（Grossman and Hart 1986）。
- その他の基礎知識も活用されるべきである。
  - 他者危害の原則「他人に迷惑をかけない限り何をしてもよい」（Mill 1859）
    - 愚行権を認めるのか。感染の外部性をどう考えるのか。
  - ナッジの思想的基盤は自由主義的温情主義（Sunstein and Thaler 2003）であり、自由至上主義と矛盾しない（岩本 2009）。
  - 憲法での自由は、消極的自由（国家に強制されない）である。

# 利他的行動

- 感染症法に基づく入院の勧告、改正前特措法に基づく行動制限、営業制限の要請には、「応じる」か、「応じない」かの選択肢がある。
- 患者（有症状の感染者）の利益は、「応じる」方が「応じない」より高い。
  - 症状が重い場合は、治療を受けるメリットがあり、利己的動機だけでも行動制限に応じやすい。
- 無症状病原体保有者（無症状の感染者）、濃厚接触者、事業者の自身の利益は、「応じない」方が「応じる」より高い。
  - 応じなくても罰則はない。
  - 応じることで、心理的・経済的損失が生じ、損失の補償がない。
  - 無症状病原体保有者が、入院に応じるか、が問題。
    - 「隔離メシ」がまずい・栄養が偏っていても、コンビニに代替食を買いに行けない等、デメリットがメリットを上回る。
  - 立法時に、事業者の営業制限は短期（1～2週間）を想定していた。
    - 融資の規定はある。改正法で財政措置の規定が加えられた（事実上、機能していない）。
- 日本では強い活動制限をとらなくても（強制ではなく要請で）、感染が抑制できた。
- なぜ、多くの人が自身の利益が損なわれても、感染抑制に協力する（利他的行動をとる）のか。
  - 規範（Elster 1989）、互酬（Ernst and Gachter 2000）、純粋な利他的動機（Becker 1974）、不純な（impure）利他的動機（Andreoni 1989）。
  - 行動への含意が共通するところが多く、差異が小さいため、実際の協力行動がどれに基づくかを識別することは、困難がともなう。

# なぜ人々は、最初は要請に応じても、やがて応じなくなるのか

- 利他的行動の費用が高くなれば、利他的行動はとられなくなる。
  - 1週間の営業自粛には応じても、1年間の営業自粛には応じない。
  - 選択的活動制限では一部の個人、事業者に負担が集中する。選択的活動制限を維持するには、負担を広く分散させるための財政支援が必要である。
  - 理論的研究では当然のように組み込まれているが、現実には十分に実施されておらず、選択的活動制限の遵守を困難にする。
- 政府が人々に敵対的になると、人々も政府に敵対的になる（互酬）。
  - 行動、事情を理解しないかのような要請に直面して、政府に対する信頼を失う。



# 罰則の導入

- 2021年2月改正で、以下の行政罰（過料）が導入された。
  - 感染症法
    - 入院措置に応じない。入院先から逃げる。積極的疫学調査の命令に応じない。
  - 特措法
    - 建物の使用制限等に応じない。
- 罰則の導入により、自己の利益は、要請に「応じる」方が「応じない」より高くなる。
- インセンティブの与え方は、「応じる」ことに報奨を与える、「応じない」ことに罰を与える、の2つがある。
  - どちらが選ばれるかは、事前の権利配分の問題と考えることができる（Coaseの定理）。事業者の営業制限では、営業する権利が認められれば「応じる」場合の営業補償、営業権を認められなければ「応じない」場合の罰則、が適切である。
  - 事前の権利配分と違う政策をとることは、財産権を不安定にし、円滑な経済活動の妨げになる。

# 罰則導入の問題点

- 市民の協力を阻害し、社会秩序を棄損する。
  - 感染者が感染を隠すインセンティブを与えてしまう。
    - 要請に応じる、応じない、よりも要請が「ない」方が自己の利益が高い。
  - すでにある利他的動機をクラウディングアウトする（Titmuss 1970、Akerlof and Dickens 1997、Frey 1997、Benabou and Tirole 2006）。
    - 多くの人が危機的状況でも秩序を保ち、要請に協力するのは、日本の貴重な資産。
    - この種の改革を積み重ねると、やがて日本も、災害が起これば暴動が起こる普通の国になる？

# まとめ

## COVID-19対策への示唆

- 活動制限に着目してCOVID-19対策を考えるとき、健康と自由のトレードオフが問題となる。
- フロンティア上のどこを選択するかは、科学では結論づけられない。国民の代表者である政策決定者が決定する（民主主義では、国民が決定する）。
- 対策がかならずしも効率的でない場合（効率的フロンティア上に乗っていない）、経済学では改善を示唆できる。実際、そのような提言はされている。
- 現状の対策は、行動を理解していないことから、問題を生じさせてはいないか。
  - 活動制限の強化が、市民の協力を阻害し、社会秩序を棄損する。
- ワクチンによりCOVID-19の脅威が弱まることが期待されるが、そのとき、社会の脅威がSARS-CoV-2ではなくCOVID-19対策にある、とならないようにしなければならない。

# 参考文献

- Akerlof, George A. and William T. Dickens (1982), "The Economic Consequences of Cognitive Dissonance," *American Economic Review*, Vol. 72, No. 3, June, pp. 307–319.
- Andreoni, James (1989), "Giving with Impure Altruism: Applications to Charity and Ricardian Equivalence," *Journal of Political Economy*, Vol.97, No. 6, pp. 1447–1458.
- Becker, Gary S. (1974), "A Theory of Social Interactions," *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 6, December, pp. 1063–1093.
- Benabou, Roland and Jean Tirole (2006), "Incentives and Prosocial Behavior," *American Economic Review*, Vol. 96, No. 5, December, pp. 1652–1678.
- Fehr, Ernst, and Urs Fischbacher (2002), "Why Social Preferences Matter: The Impact of Non-selfish Motives on Competition, Cooperation and Incentives," *Economic Journal*, Vol. 112, Issue 478, March, pp.C1–C33.
- Elster, Jon (1989), "Social Norms and Economic Theory," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 3, No. 4, Fall, pp. 99–117.
- Fehr, Ernst and Simon Gächter (2000), "Fairness and Retaliation: The Economics of Reciprocity," *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14, No. 3, Summer, pp. 159–181.
- 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>
- Grossman, Sanford J., and Oliver D. Hart (1986), "The Cost and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration," *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 4, August, pp. 691–719.
- Hayek, Friedrich Hayek (1945), "The Use of Knowledge in Society," *American Economic Review*, Vol. 35 No. 4, September, pp. 519–530.
- 岩本康志(2009)、「行動経済学は政策をどう変えるのか」池田新介・市村英彦・伊藤秀史編『現代経済学の潮流2009』東洋経済新報社、61–91頁。
- 岩本康志(2021)、「感染症対策の厚生経済学：解説」CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-299。
- Mill, John Stuart (1859). *On Liberty*.
- Philipson, Tomas (2000), "Economic Epidemiology and Infectious Diseases," in A. J. Culyer and J. P. Newhouse eds., *Handbook of Health Economics*, Vol. 1, pp. 1761–1799.
- Sunstein, Cass R., and Richard H. Thaler (2003), "Libertarian Paternalism Is not an Oxymoron," *University of Chicago Law Review*, Vol. 70, No. 4, Fall, pp. 1159–1202.
- Titmuss, Richard (1970), *The Gift Relationship: From Human Blood to Social Policy*, London: Allen and Unwin.
- Toxvaerd, Flavio (2020), "Equilibrium Social Distancing," Cambridge-INET Working Paper Series No: 2020/08, March.
- Watanabe, Tsutomu and Tomoyoshi Yabu (2021a), "Japan's voluntary lockdown," *PLoS ONE*, Vol. 16, No. 6, e0252468.
- Watanabe, Tsutomu and Tomoyoshi Yabu (2021b), "Japan's Voluntary Lockdown: Further Evidence Based on Age-specific Mobile Location Data," *Japanese Economic Review*, Vol. 72, No. 3, July, pp. 333–370.