

# 医療経済研究

Vol.33 No.2  
2021

医療経済学会雑誌／医療経済研究機構機関誌

## 巻頭言

研究と意思決定のあいだ

..... 福田 敬 69

## 特別寄稿

ポストコロナ医療と地域医療構想の今後の課題について

..... 今村 知明 71

医師の働き方改革の現状について

..... 小池 創一 79

## 研究論文

無人航空機（ドローン）を活用した自動体外式除細動器（AED）  
ネットワーク構築における費用対効果評価の分析

..... 白根 友哉 90

## 第16回研究大会基調講演

新型コロナウイルス感染症と経済学

..... 岩本 康志 109

第16回研究大会報告（シンポジウム） ..... 134

第17回研究大会について ..... 163

Asian Pacific Journal of Health Economics and Policy

ご投稿のお願い ..... 164

投稿規定・執筆要領 ..... 165



# 医療経済研究

*Vol.33 No.2 2021*

医療経済学会



医療経済研究機構



## 巻頭言

# 研究と意思決定のあいだ

国立保健医療科学院 保健医療経済評価研究センター

福田 敬

医療経済に関する研究は、純粋に学術的な探究である一方、医療政策に関連している場合も多い。「医療経済研究」誌に掲載される論文についても様々な政策的インプリケーションを有するものが多くある。むしろそのような研究が主流であると考えても良いだろう。エビデンスに基づく医療政策（Evidence-Based Health Policy）といった言い方も登場しており、研究成果の医療政策への反映はますます重要になっていくものと考えている。

医療経済評価は主として医療技術等の費用対効果の評価を行う領域である。日本でも 2019 年度より中央社会保険医療協議会において、医薬品、医療機器及び再生医療等製品の費用対効果評価が制度化され、実施されてきている。本制度では、薬価基準や材料価格制度上の加算や年間の売り上げ金額等に基づいて評価対象となる品目が選定され、費用対効果の評価を行った上で、必要に応じて価格調整をするしくみとなっている。費用対効果については、分析を行う段階と評価を行う段階の 2 段階がある。分析の段階では、学術的な観点からより妥当と思われる方法で実施される必要がある。ある程度分析方法を統一するために、分析ガイドラインも作成されている。この段階は研究者による取り組みが必要である。しかし、この分析結果に基づいて直ちに価格調整が行われるわけではない。費用対効果評価専門組織において総合的な評価が行われる。この段階では、分析結果の妥当性を検討するだけでなく、評価に際して特に配慮が必要な品目であるかなどを検討する。場合によっては、現時点では情報不足のため、一旦分析を中断し追加的なデータ収集を求めるといった判断もあり得る。専門組織には医療経済の専門家だけでなく、臨床や医療統計、医療倫理等の様々な専門家が参加している。

このようなしくみは日本独自のものではなく、諸外国でも見られるものである。代表的には英国の NICE（National Institute for Health and Care Excellence）の取り組みで、やはり様々な医薬品等の分析を行い、結果を総合的に評価する場がある。特に前者の分析の段階を“assessment”、後者の総合的な評価の段階を“appraisal”と言い分けている。appraisal の段階では、疾患の重篤度や小児の疾患への配慮など様々な点が議論されている。

重要なのは学術的な観点から妥当な方法で分析した結果であっても、それだけで自動的に意思決定をしていない点である。分析結果をもとにより広範囲の視点から議論し意思決定をしている。これは他の領域でも重要ではないだろうか。いかに学術的に優れる研究を発表しても、これを適切に理解し、他の関連要素等も総合的に勘案して意思決定するしくみがないと、なかなか政策に結びつかない。また、総合的に勘案してという場合にも、学術的な視点は重要である。つまり、どのような点をどのように考慮して評価していくのかという点である。英国 NICE でも判断のための閾値をどう設定すべきかなど様々な観点から



総合的評価のあり方についても研究されている。日本では制度が開始されて日が浅いため、総合的評価のあり方については今後も事例を積み重ねながら検討する必要があると考えられるが、意思決定の方法も含めて研究の取り組みが必要な領域である。

特別寄稿

# ポストコロナ医療と地域医療構想の 今後の課題について

今村 知明\*

## ●新型コロナウイルス感染症が及ぼした 地域医療への影響と課題

2020年初頭から、新型コロナウイルス感染症の流行が今もお続いている。このことは我が国の医療提供体制に多大な影響を及ぼし、地域医療においても課題が浮彫りとなっている。

まず、我が国の人口減少と高齢化は今後も継続する。それに伴い、医療需要の増加とサービス提供人口の減少も同時に生じる。これらを考慮すると、新型コロナ感染症対策としての病床確保計画やPPE等の備蓄計画等の対策はもちろんの事、効果的・効率的な医療提供体制を構築するための医療計画、地域医療構想、医師の働き方改革、医師偏在対策の取組やかかりつけ医機能の普及等の取組を推進することも求められている。こうした難しい課題が山積する中、様々な課題に対応可能な柔軟性のある医療提供体制（入院、外来、在宅医療、医療人材等）の構築を目指すことが求められている。

我が国はこれから大きな人口構成の変化を迎える。いわゆる「2025年問題」である。それに向けて地域医療構想や地域包括ケアシステムといった対策が打ち出されているが、十分に機能してい

るとは言い難い。そんな状況の中、2020年に新型コロナウイルス感染症（COVID-19）という予想していなかった困難なことが発生した。新たなウイルスの脅威を前に人々の生活は大きく変化した、産業や行政、あらゆる面が変わりつつある。

とは言うものの総人口が減少するにも関わらず、慢性的な疾患を抱える高齢者や要介護人口が近年10年足らずで1.5倍という凄まじい早さで増加する事態になることには変わらない。社会を支える若い世代や資金は減少し、社会を支える人の数も到底足りなくなる。

2025年には、団塊の世代が後期高齢者となることにより医療・介護の需要は著しく増大する。人もお金も無いにもかかわらず、この課題にどう対応していくかが日本にとって大きな問題であった。このため医療の効率化を推進する施策が検討され実施されてきたのだが、それが地域医療構想である。これに対して新型コロナの流行は医療に余裕を持っていないと、簡単に医療がひっ迫することを明らかにした。2021年の夏は連日東京の病床不足が報じられていたことは記憶に新しい。「効率化」+「余力」という2つの政策を両立させることが求められているが、「効率」と「余力」は二律背反な方策であるため非常に困難な解決策が求められている。そこで地域医療構想とポストコロナ医療の行方がどうなるかを、今までの経緯を確認するとともに現状と課題について説明して

---

\* 奈良県立医科大学 公衆衛生学講座 教授

いく。

## ●都市部で急速に増加する高齢者

地方の高齢化というのはすでに進んでいるが、1960年代後半頃に地方から都市部へ出て働き、都市部に住まいを構えてきた団塊世代の多くは、都市部でそのまま後期高齢者となる状況になりつつある。それは、大都市で急速な高齢者の増加がこれから起こることを意味する。大都市で高齢者が増えた時、すでにピークを迎えている地方への逃げ場はない。では大都市で増えてくる高齢者を受け止めるのはどこなのかと言うと、受け止める先がないのだ。認知症高齢者も倍増し独居世帯も増えていく中、どう一人で生活し、最終的にどう

死ぬのかということを考えなければ、この劇的な高齢化には到底ついていけない。

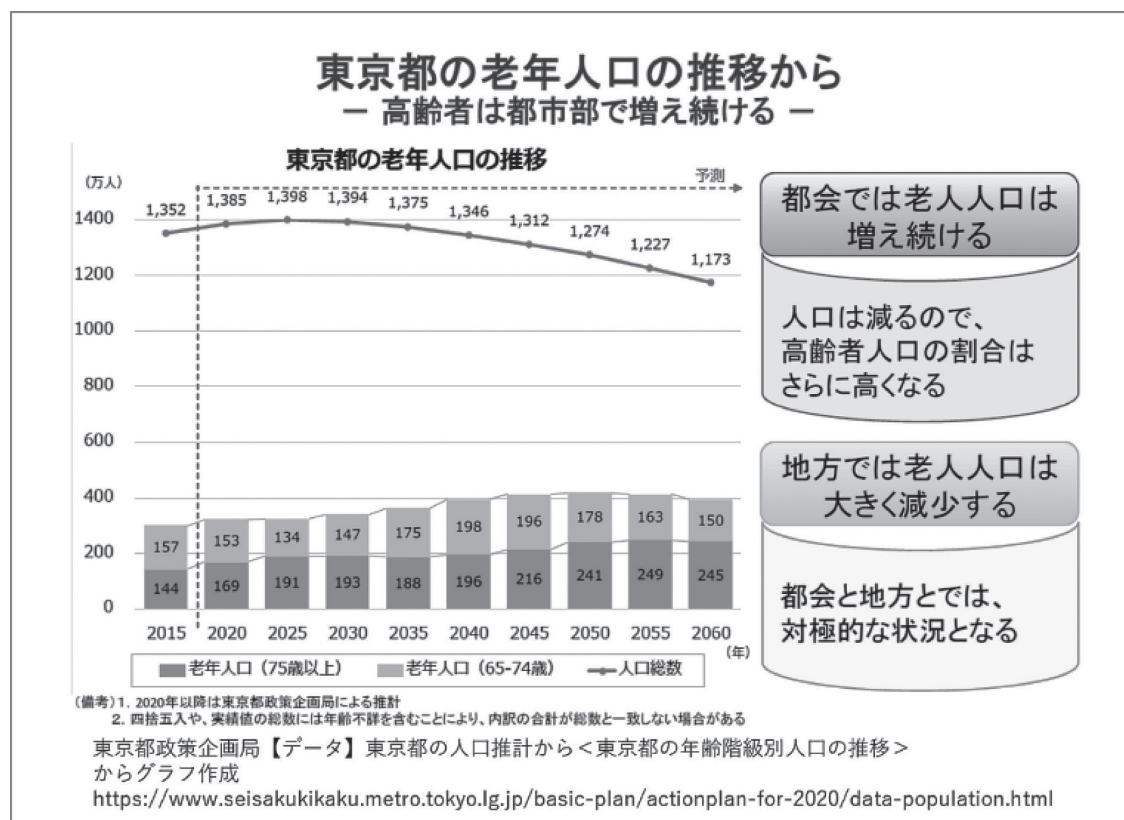
東京都の人口推移のパターンの例だが、以下の図1のようになる。

人口総数は減少するにも関わらず、高齢人口は2040年頃までは増加傾向にあり2060年頃まではあまり変わらないため必然的に高齢者の割合は増加している。同時に医療や介護の需要も高いという状態になりつつあるのだ。

以上のことから、これから大都市での医療が逼迫する可能性は高い。これは新型コロナ対策を考えた上では、大都市ではより一層困難な状況が発生するということになる。

実際、今の年齢階級別入院率と生命表の死亡率、出生数が変わらないと仮定して向こう100

図1 東京都の老年人口の推移から



年の推計をすると、東京は総病床1あたりの患者数がこのままでも近いうちに1を超えることになる。(図2)

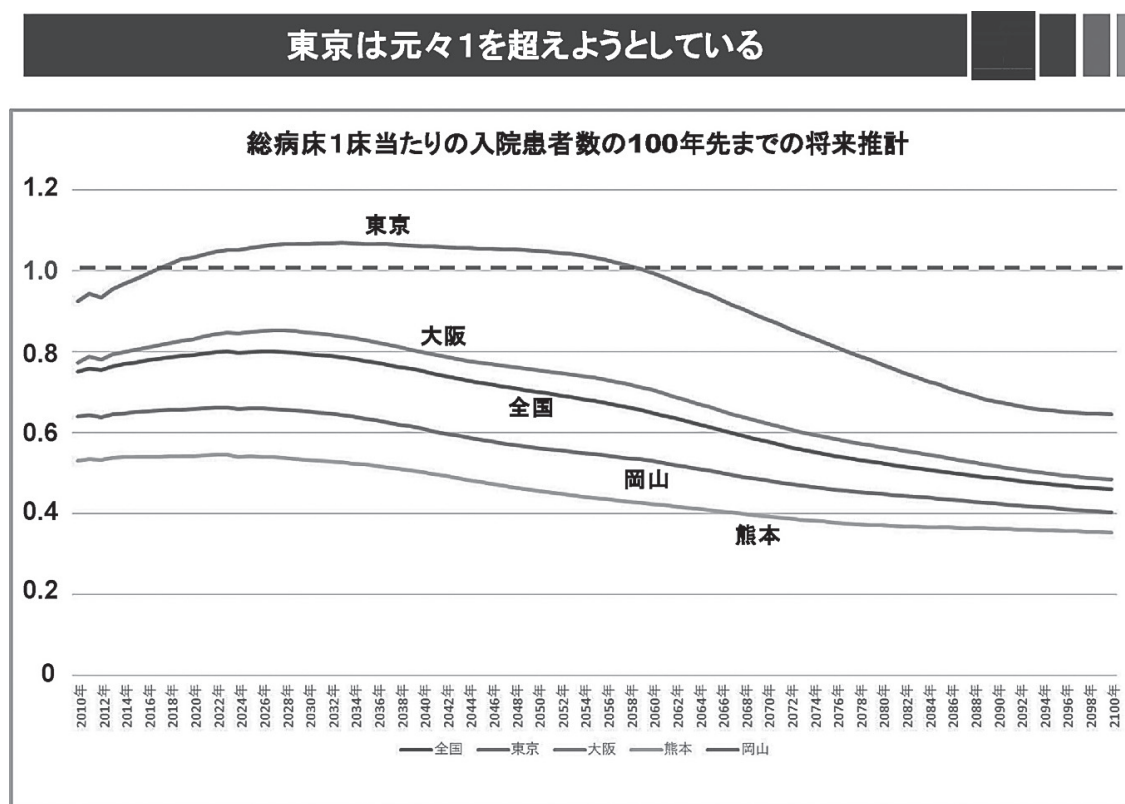
これは病床が1つに対しての患者の人数を表しているので、大きく不足することを意味する。大阪も1に近づくため、他の地域よりはもともと病床がひっ迫していたことを意味する。

### 急性期中心の医療から慢性期の医療へシフト

今病院は、法律的に見ると基本的に1つの機能しか持っていない。それを高度急性期、急性期、回復期、慢性期と4つに大きく機能を分け、それぞれが各機能を果たしてもらうようにすれば医療機関も今の人数で乗り切れるのではないかとというのが地域医療構想の基本的な考え方である。

今の病院は多くが急性期中心の機能になっている。ここで言う急性期の主な医療の対象者は65歳以下であり、治すこと、救うことという急性期医療が必要とされてきた。これを、75歳を超えた高齢者の医療にシフトしていくということが重要となる。65歳以下の病気は基本的に治るのだ。治して病院から出すのが、これまでの「病院完結型」の医療である。しかし、75歳以上の病気というのは基本的に完治しないものが多い。高齢者は複数の疾患や合併症を持っていることが多いこともリスクとなる。治らない病気を治すというのは当然難しい。治すのではなく、家に帰って普通に生活ができるという医療を提供しなければいけない。これからは「地域完結型」の医療が今後目指すべき姿といえるだろう。今求められているの

図2 総病床1床当たりの入院患者数の100年先までの将来推計



は、地域によっては不足した急性期医療を補充しつつも、急性期中心となっている医療を慢性期へシフトさせるという「離れ技」的な対策である。

地方を中心に急性期の病床が過剰なまま何も対策をしなかった地域では、やがて減少する急性期の入院患者を地域の病院同士で取り合うようになる。急性期医療が入院患者（需要）に対して病床（供給）が過多になるのだ。そうなると地域の急性期病院では軒並み空床が多くなり、病床稼働率の低迷に苦しむ。そして、次第に病院経営が立ち行かなくなると地域の患者は急性期医療を受けられなくなるだけでなく、病院経営と地域の医療・介護の双方が共倒れしてしまうという誰にも恩恵がない最悪の状況も想定される。全員で危機感を共有し、全員で解決策を考えていくしか方策は残されていない。これまで65歳以下の患者がメインの人口だったため、医療は治すこと中心だったが、これからは高齢化が進み75歳以上の高齢者がメインとなる。病気を抱えて生きる、支える、看取ることを医療だけでなく行政も一団となって真剣に考えていく時代になっている。

病院同士の話し合う場として「地域医療構想調整会議」を都道府県が設置しているが、ここでの議論は病院生命を左右しかねないため一筋縄には進まない。しかし共倒れを回避するため、急性期のみでなく縮小することや回復期・慢性期機能への転換を図るという病院経営者の決断が求められている。医療機関が自らの病床機能について分析すること、他の医療機関や自治体における取り組みを幅広く情報収集して、これを参考に将来の自院の在り方と、病院同士の協力を通して地域医療の在り方を見据える必要がある。

## ●医療提供体制構築に関する国の対策や方針

さて、令和2年7月17日に閣議決定された骨太の方針2020には「新たな日常」という言葉が出てきた。これは新型コロナウイルス感染症への対策としての社会保障や医療提供体制はどうすべきか記載されている。2018年、2019年には当然書かれていない。特に、医療提供体制については新規感染者数の増大に十分対応できる医療提供体制に向け万全の準備を進めておく必要があるとしている。入院医療体制では必要な病床を確保する計画についても書かれているのだ。病院等のダウンサイジングと言っていたが、コロナについては「必要な病床を確保しなければならない！」という意見が浮上している。

令和2年8月31日付けの厚生労働省医政局長通知にも「感染症への対応の視点も含めて、質が高く効率的で持続可能な医療提供体制の整備を進めるため、可能な限り早期に工程の具体化を図る。」と書かれており、「2019年度中（※医療機関の再編統合を伴う場合については、遅くとも2020年秋頃まで）」とされた再検証等の期限を含め、地域医療構想に関する取組の進め方について、「（中略）厚生労働省において改めて整理の上、お示しする。」と書かれていた。これまで進めてきた改革の内容を一部方向転換する可能性も出ている。

これらを踏まえ令和3年に入り、「第8次医療計画等に関する検討会」もスタートし、コロナ禍の後の地域医療構想のあり方についての本格的な議論が始まっている。第8次医療計画ではこれまでの「5疾病5事業」に、予測困難かつ即応態勢を整える点では災害医療と類似している「新興感染症等の感染拡大時における医療」を追加し、



「5 疾病 6 事業」の医療提供体制の計画を打ち立てている。

コロナ禍においては、医療機関の病床の整備や人材の確保だけでなく物資の不足など様々な面での問題が浮き彫りとなった。それらを踏まえて具体的には平時から感染拡大に対応可能な医療機関や病床の確保、感染拡大時を想定した専門人材の確保、医療機関における感染防護具の備蓄の整備が求められている。

今、国では、現行の医療計画における課題も踏まえ、第 8 次医療計画検討会の下に「地域医療及び医師確保計画に関する WG」「外来機能報告等に関する WG」「在宅医療及び医療・介護連携に関する WG」「救急・災害医療提供体制等に関する WG」と、4 つのワーキンググループを立ち上げての議論が始まっている。

## ●新型コロナウイルス感染症対応を踏まえ今後の医療提供体制の構築に向けた国の考え方

上記検討会では、医療計画の記載事項に「新興感染症等の感染拡大時における医療」を追加することが決まった。

1. 詳細（発生時期、感染力等）の予測が困難な中、速やかに対応できるよう予め準備を進めておく点が、災害医療と類似しており、いわゆる「5 事業」に追加して「6 事業」ととする。

2. 今後、厚生労働省において、計画の記載内容（施策・取組や数値目標など）について詳細な検討を行い、「基本方針」（大臣告示）や「医療計画作成指針」（局長通知）等の見直しを行った上で、各都道府県で計画策定作業を実施するために、第 8 次医療計画（2024 年度～2029 年度）から追加することとなった。

具体的な記載項目（イメージ）は以下の図の通りである。

我々の研究班ではこの指針や指標の作成を支援することとしているのだが、議論は困難を極めており、まだ具体的な方針を示すことが出来ない状況にある。

### 平時からの取組

- 感染拡大に対応可能な医療機関・病床等の確保（感染拡大時に活用しやすい病床や転用しやすいスペースの整備）
- 感染拡大時を想定した専門人材の確保等（感染管理の専門性を有する人材、重症患者に対応可能な人材等）
- 医療機関における感染防護具等の備蓄
- 院内感染対策の徹底、クラスター発生時の対応方針の共有等

### 感染拡大時の取組

- 受入候補医療機関
- 場所・人材等の確保に向けた考え方
- 医療機関の間での連携・役割分担（感染症対応と一般対応の役割分担、医療機関間での応援職員派遣等）等

## 5疾病5事業から5疾病6事業へ

新型コロナウイルス感染症対応を踏まえた今後の医療提供体制の構築に向けた考え方①

(令和2年12月15日 医療計画の見直し等に関する検討会)

### 1. 新興感染症等の感染拡大時における体制確保（医療計画の記載事項追加）

- 新興感染症等の感染拡大時には、広く一般の医療提供体制にも大きな影響（一般病床の活用等）
- 機動的に対応を講じられるよう、基本的な事項について、あらかじめ地域の行政・医療関係者の間で議論・準備を行う必要

医療計画の記載事項に「新興感染症等の感染拡大時における医療」を追加

- 詳細（発生時期、感染力等）の予測が困難な中、速やかに対応できるよう準備を進めておく点が、災害医療と類似  
→ いわゆる「5事業」に追加して「6事業」に
- 今後、厚生労働省において、計画の記載内容（施策・取組や数値目標など）について詳細な検討を行い、「基本方針」（大臣告示）や「医療計画作成指針」（局長通知）等の見直しを行った上で、各都道府県で計画策定作業を実施  
→ 第6次医療計画（2024年度～2029年度）から追加

#### ① 具体的な記載項目（イメージ）

##### 【平時からの取組】

- 感染拡大に対応可能な医療機関・病床等の確保  
（感染拡大時に活用しやすい病床や転用しやすいスペースの整備）
- 感染拡大時を想定した専門人材の確保等  
（感染管理の専門性を有する人材、重症患者に対応可能な人材等）
- 医療機関における感染防護具等の備蓄
- 院内感染対策の徹底、クラスター発生時の対応方針の共有 等

##### 【感染拡大時の取組】

- 受入候補医療機関
- 場所・人材等の確保に向けた考え方
- 医療機関の間での連携・役割分担  
（感染症対応と一般対応の役割分担、医療機関間での応援医療派遣等）等

※ 引き続き、厚生労働省医政局感染症部会等における議論の状況が踏まえつつ、記載項目や、施策の進捗状況を確認するための数値目標等について、具体的に検討検討。

#### ② 医療計画の推進体制等

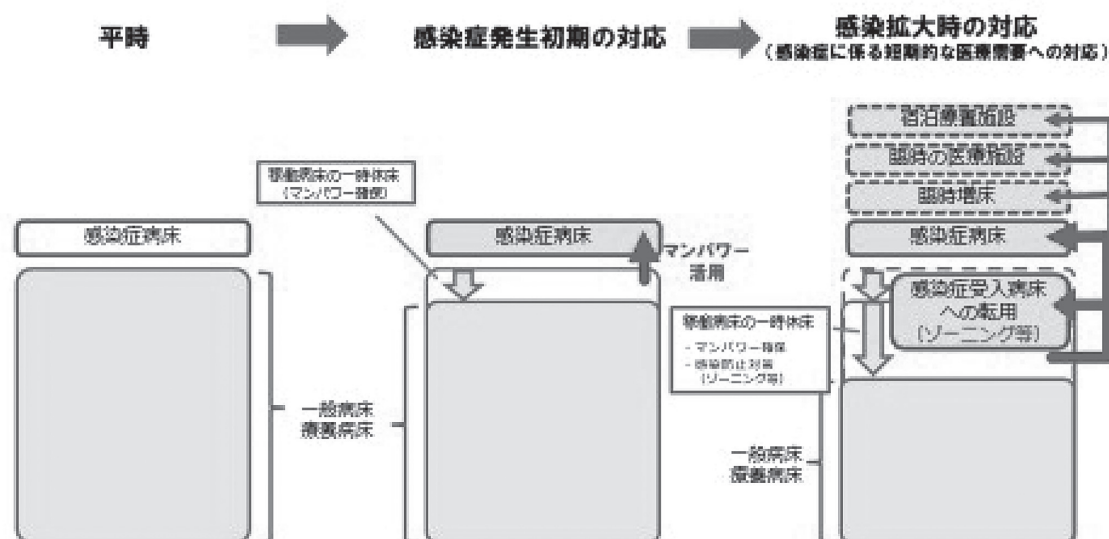
現行の取組に沿って、各都道府県に対し、地域の実情に応じた計画策定と具体的な取組を促す

- 現行の医療法
  - ・ あらかじめ都道府県医療審議会等で協議
  - ・ 他法律に基づく計画との調整
- 現行の医療計画作成指針（局長通知）
  - ・ 都道府県医療審議会の下に、5疾病5事業・在宅医療ごとに「作業部会」、圏域ごとに「圏域連携会議」を設置
  - ・ 作業部会、圏域連携会議、地域医療構想調整会議において、関係者が互いに情報を共有し、円滑な連携を推進
  - ・ 圏域については、従来の二次医療圏にこだわらず、患者の移動状況や地域の医療資源等の実情に応じて弾力的に設定

出典：第25回医療計画の見直し等に関する検討会報告書 資料 <https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000706020.pdf>

## 今般の新型コロナウイルス感染症の感染拡大時の受入体制（イメージ）

第2回地域医療構想に関するワーキンググループ  
(令和2年11月25日 資料)



出典：第78回社会保障審議会医療部会（2021/02/08開催）参考資料1 <https://www.mhlw.go.jp/content/12601000/000735044.pdf>

## ●医師偏在対策は

平成 20 年度以降、医学部定員を大幅に増員したが、医師の地域偏在・診療科偏在は解消されておらず地域・診療科によっては「医師不足」の指摘がある。

医師偏在解消への主な課題として、

(1) 医師の地域偏在・診療科偏在を統一的に測る「ものさし」が必要
(2) 医師確保対策について、都道府県が主体的・実効的に対策を行うことができる体制の整備が必要
(3) 医師養成段階における医師の地域定着策の充実が必要
(4) 地域での外来医療機能の偏在等を是正する仕組みが必要
(5) 医師が少ない地域での勤務を促すインセンティブを高める対策を講じることが重要
(6) その他検討事項（地域医療支援病院の在り方の検討）

等がある。

医師偏在対策のために指標が作成され公表もされた。医師偏在指標としては、人口 10 万人当たりの医師数に医療ニーズ、将来人口・人口構成変化、患者の流出入、僻地等の地理的条件、医師の性別・年齢分布、医師偏在の単位（区域、診療科、入院／外来）を加味し 47 都道府県および全国 355 の 2 次医療圏の「医師偏在指標」を算出する。47 都道府県および 2 次医療圏それぞれについて、医師偏在指標が下位 33.3% を「医師少数区域」、上位 33.3% を「医師多数区域」として設定し、「医師少数区域」で医師を確保するための対策を講じることとされた。

医師少数区域	岩手県、新潟県、青森県、福島県、埼玉県、茨城県、秋田県、山形県、静岡県、長野県、千葉県、岐阜県、群馬県、三重県、山口県、宮崎県
医師多数区域	東京都、京都府、福岡県、沖縄県、岡山県、大阪府、石川県、徳島県、長崎県、和歌山県、鳥取県、高知県、佐賀県、熊本県、香川県、滋賀県

## ●「三位一体」とは？

厚生労働省は 2019 年 4 月 24 日の社会保障審議会医療部会で、2040 年の医療提供体制の構築に向け、「地域医療構想」「医師・医療従事者の働き方改革」「医師偏在対策」を「三位一体」で推進していく方針を示した。それぞれが密接に関連し、一体となり取り組む必要があるとした。

地域医療構想は既に具体的に進んでいる一方で、医師の働き方改革は始まったばかりなのである。時間外労働の上限規制の適用は 2024 年度からとなる。医師偏在対策も、「医師確保計画」策定が 2019 年度から都道府県でスタートし、2020 年度からの実施となる。医師の働き方改革について、医師少数区域で医師が少ない医療機関が、少数で救急医療を担っている場合、「年 960 時間」の時間外労働の上限規制が適用されると、救急医療が崩壊するとの懸念も呈せられた。政府は、「地域医療確保暫定特例水準」（時間外労働の上限が年 1860 時間）を設定したと説明し、医師確保計画と並行して、働き方改革を進めていくことが必要だと述べている。同時に、地域に救急医療機関が複数あり、各々働き方改革が難しい場合、救急医療体制そのものも再考が必要となる。



地域医療構想と医師偏在対策、働き方改革とは、異なる問題点を解決するために考えられてきた政策である。そのため、明らかに利益相反の関係にある内容を含んでいる。その3つに矛盾がないように政策を進めるために「三位一体」との表現を使っているが、実情は同床異夢であることは否めない。この3つを同時に達成することは極めて困難だと考えるが、少しでも明るい未来を見出すため、どこまでこれをやり遂げることができるのかを試すしかないように感じる。

## ●終わりに

形は変わりつつも新型コロナ対応が継続している中ではあるが、以下のような地域医療構想の背景となる中長期的な状況や見通しはコロナ前と変化はない。

- 人口減少・高齢化は着実に進み、医療ニーズの質・量が徐々に変化、マンパワーの制約も一層厳しくなる
- 各地域において、質の高い効率的な医療提供体制を維持していくためには、医療機能の分化・連携の取組は必要不可欠

感染拡大時の短期的な医療需要には、各都道府県の「医療計画」に基づき機動的に対応することを前提に、地域医療構想については、その基本的な枠組み（病床の必要量の推計・考え方など）を維持しつつ、着実に取組を進めていく必要もある。

将来的に別の新型感染症が発生する可能性を考慮すれば、流行も踏まえて改めて地域の医療提供体制をどう構築するかというのは避けては通れない重要な事項である。また、二次医療圏や都道府県を超えた連携が必要になってくるとすることも視野に入れるべきである。今回のコロナ禍で患者・住民の受診行動はどのように変化したか、そのことが治療内容や患者の心身にどのような影響を与えたのかなども調査する必要がある。その上で、その分析結果をもとに医療計画や地域医療構想の検討などを行っていくべきであろう。

国としては令和3年度、令和4年度にかけ医療計画の「新興感染症対策」「医師確保計画」「外来医療計画」の基本方針やガイドライン方針の改正を執り行い、2024年度には都道府県を中心に第8次医療計画を開始するというスケジュールで進められている。

第8次医療計画に向けて4つのWGも本格的に動き出し、新型コロナウイルス対策を鑑みて様々な課題に直面することになると思われるが、今後の議論の展開に注目する必要がある。さらに地域医療は、今後全体的により効率性を求められる事になってくると思うのだが、そのためには一人一人が物事を正確に捉える事が重要だと思われる。おそらく正解がない問題になるであろうが、皆さんで情報を共有し最善の答えを見出してほしいと思う。

## 特別寄稿

# 医師の働き方改革の現状について

小池 創一\*

## 1. はじめに

「24 時間タカエマスカ」というキャッチコピーで知られたテレビ CM や、karoshi（過労死）という言葉がオックスフォード英語辞典に掲載されたことがニュースになる等していた我が国であったが、昨今は、労働時間に関する意識もずいぶん変わってきているように感じている読者の方も多いのではないだろうか。その一方、医師については、患者への対応が曜日・時間を問わず求められるものとはいえ、特に若手医師を中心に他職種と比較しても長時間労働の実態があり、健康への影響も懸念される中、今後の医療提供体制を持続可能なものとしてゆく上でも多様で柔軟な働き方を実現してゆくことが必要となっていると指摘されている。本稿では、医師働き方改革の現状について、厚生労働省の医師の働き方改革に関する検討会、医師の働き方改革の推進に関する検討会の議論を紹介しつ、今後の課題について私見を述べたい。

## 2. 我が国の働き方改革をめぐる動き

2018（平成 30）年 6 月 29 日に国会で可決成立した働き方改革関連法（「働き方改革を推進す

るための関係法律の整備に関する法律」）は、少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少や、育児や介護との両立など、働く人のニーズの多様化といった状況に直面する中、投資やイノベーションによる生産性向上とともに、個々の事情に応じた多様な働き方を選択できる社会を実現することで、成長と分配の好循環を構築し、働く人一人ひとりがより良い将来展望を持てるようにすることを目指すというものであった。

この働き方改革関連法により、時間外労働の上限の厳格化、36 協定で定めることができる時間外労働と休日労働の限度時間の上限規制、年休取得の義務化（年 10 日以上、年次有給休暇が付与される社員に対し 1 年 5 日）、労働時間把握の義務化、インターバル制（前日の終業時刻と翌日の始業時刻の間に一定時間の休息の確保）の努力義務化、残業の割増賃金率の引上げ、高度プロフェッショナル制度の新設等が行われた。これまでは労働時間は原則として 1 日 8 時間・1 週 40 時間以内（法定労働時間）とされ、この時間を超えて時間外労働をさせる場合には、労使協定（労働基準法第 36 条に基づくものであるため 36（サブロク）協定と呼ばれる）を締結し時間外労働の上限を定め労働基準監督署長への届出を行うことになっていた。臨時的に限度時間を超えて時間外労働を行わなければならない特別の事情が予想される場合には、特別条項付きの 36 協定を締結すれば、限度時間を超える時間まで時間外労働を行

\* 自治医科大学地域医療学センター 教授

わせることが可能であった。また、上限の基準は法律ではなく、厚生労働大臣の告示に定められていた。これが、今回の法改正により、臨時的な特別な事情がある場合にも上回ることでない上限が原則として月 45 時間（1 日当たり 2 時間程度に相当）・年 360 時間、臨時的な特別な事情があって労使が合意する場合でも、年 720 時間以内、（休日労働を含む複数月平均 80 時間以内）、（休日労働を含む月 100 時間未満（休日労働を含む））、原則である月 45 時間を超えることができるのは、年間 6 か月までと定められたのである。法律に定めら、1947 年（約 70 年前）に定められた労働基準法の歴史の中でも大きな改正といえるものとなった。<sup>1)</sup>

### 3. 医師の働き方改革をめぐる動き

働き方改革法による前述の上限規制は 2019 年 4 月から施行されたが、いくつかの除外や経過措置が設けられた。特に医師を含む 4 業種（医師以外には、建設事業、自動車運営の業務、鹿児島県及び沖縄県における砂糖製造業）については上限規制が 5 年間猶予されることになった点が医師の働き方改革という点では重要である。

医師への上限規制をめぐる議論については、国会における働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律の審議を経て、付帯決議として、衆議院では「応召義務等の特殊性を踏まえ、長時間労働等の勤務実態を十分考慮しつつ、地域における医療提供体制全体の在り方に対する視点」<sup>2)</sup>、参議院では、衆議院の付帯決議の内容に加え、「医師一人一人の健康確保に関する視点」<sup>3)</sup>を大切にしながら検討を進めることとされた。このため、医師法に基づく応召義務等の特殊性を踏まえた対応を踏まえ、医療界の参加の下で検討の場を設け、質の高い新たな医療と医療現場の新たな

働き方の実現を目指し、規制の具体的なあり方、労働時間の短縮策等について検討し結論を得ることになったものである。<sup>4)</sup>

医師の働き方改革については、2016（平成 28）年 10 月～2017（平成 29）年 4 月の「新たな医療の在り方を踏まえた医師・看護師等の働き方ビジョン検討会」（全 15 回）、2017（平成 29）年 8 月～2019（平成 31）年 3 月の「医師の働き方改革に関する検討会（全 22 回）」、2019（令和元）年 7 月から現在も継続している「医師の働き方改革の推進に関する検討会」で順次検討が進められた他、2021（令和 3）年 5 月交付の医療法改正（良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等改正）には、長時間労働の医師の労働時間短縮及び健康確保のための措置の整備等に関する規定が置かれる等の対応がとられてきた。

### 4. 2024 年以降の時間外労働規制の概要

#### (1) A 水準（年 960 時間／月 100 時間未満（休日労働を含む・例外あり））

2024 年以降の時間外労働規制は、通常予見される時間外労働については、医師についても一般労働者と同等で、延長することができる時間数として 36 協定の中で上限の時間数としての月 45 時間・年 360 時間、例外として年 720 時間、複数月平均 80 時間、年間 6 か月までという原則には変わりはない。しかしながら、診療従事勤務医師（医療提供体制の確保に必要な者として厚生労働省令に定められる者）には、別途適用される水準（A 水準）が定められることになった。

これは、診療に従事する医師には、患者の状況の変化等、業務の性質上、通常予見することのできない業務量の大幅な増加等に伴い臨時的に限度

時間を超えた労働が必要になる場合もあることから、1 か月あたりの延長することができる時間数の上限は、原則 100 時間未満（脳・心臓疾患の労災認定基準における単月の時間外労働の水準（単月 100 時間未満）を考慮したもの）とされ、年間については月 80 時間以下（毎月平均的に働くとした場合には脳・心臓疾患の労災認定基準における時間外労働の水準が休日労働込み複数月平均 80 時間以下であることを考慮したもの）の労働となる（ $80 \times 12$  か月分である）年 960 時間とされた。

ただ、A 水準であっても通常の労働者を上回る水準であることから、個別の状況に応じた健康確保措置としての面接指導、結果を踏まえた就業上の措置を行うこととされた。さらに、最低限必要な睡眠時間の確保のために強制的に労働時間を制限する「連続勤務時間制限」及び「勤務間インターバル確保・代償休息」が努力義務として定められた。

## **(2) B 水準（年 1860 時間／月 100 時間未満（休日労働を含む・例外あり））**

救急医療など緊急性の高い医療を提供する医療機関等地域医療提供体制の確保の観点からやむを得ず A 水準を守れない場合には、地域医療確保暫定特例水準（B 水準）として年 1860 時間／月 100 時間未満（休日労働を含む・例外あり）の上限が設けられた。また、B 水準については医療機関を指定し、都道府県知事の指定を受けた医療機関かつ、指定に係る業務に従事する医師のみとなった。また、B 水準は「暫定」という言葉が示すとおり、暫定・特例的な水準であるとして、2035 年度末を目標として解消することを目指すこととなった。

B 水準はさらに 2 つの類型に分けられており、通常の B 水準の他に、医師の派遣を通じて、地

域の医療提供体制の確保に必要な役割を担う医療機関を対象にした連携 B 水準が設けられた。これは、自院のみでは年 960 時間以内であるものの、副業・兼業先での労働時間と通算した場合には、時間外労働の上限が年 1860 時間となる水準である。

B 水準を目指す医療機関は、労務管理の徹底やタスク・シフティングなどを進めるとともに、「医師労働時間短縮計画」を作成し、新設される「評価機能」の評価を受けることになった。医師労働時間短縮計画については、必須記載事項として労働時間数、労務管理・健康管理、意識改革・啓発、策定プロセスがあり、これに加え労働時間短縮に向けた取組としてタスクシフト・シェア、医師の業務の見直し、その他勤務環境改善、副業・兼業先の労働時間の管理等が項目として示されている<sup>5)</sup>。この評価機能が、労働時間短縮が進められているが、地域医療確保のために年間 960 時間を超える時間外労働が必要な部門があると判断した場合、都道府県知事が B 水準としての指定を行うという仕組みである。

## **(3) C 水準（年 1860 時間／月 100 時間未満（休日労働を含む・例外あり））**

この他、初期臨床研修医・新専門医制度の専攻医や高度技能獲得を目指すなど、短期間で集中的に症例経験を積む必要がある医師がやむを得ず A 水準を守れない場合には、集中的技能向上水準（C 水準）として、年 1860 時間／月 100 時間未満（休日労働を含む・例外あり）の上限が設けられた。健康確保措置として面接指導、結果を踏まえた就業上の措置が行われること、「連続勤務時間制限」及び「勤務間インターバル確保・代償休息」の義務化、医療機関を指定し、都道府県知事の指定を受けた医療機関で、指定された業務に従事する医師のみになる点も B 水準と同様で



ある。またB水準のように時期は明示されなかったものの、将来的に順次縮減される方向となった。

C水準はさらに、2つの類型に分けられており、C-1は、臨床研修医や専攻医、C-2は、医籍登録後臨床6年目以降で高度技能の育成が必要な分野の医師が対象とするものとなった。いずれも都道府県が医療機関を指定するが、C-1水準では医療機関が「見込み時間外労働時間も含めた研修プログラム」を提示し研修希望医師側が病院を選択できる仕組みがあること、C-2は医師が高度特定技能育成計画を作成し審査機関による個別計画の審査が行われる点が異なる点である。医師労働時間短縮計画を策定している点はB水準と同様である。いずれにしても、高い技能を身に着けるために短時間に集中的に症例経験を積むということで、「医師側から長時間労働を選択できる仕組み」

である、という点が重要である。

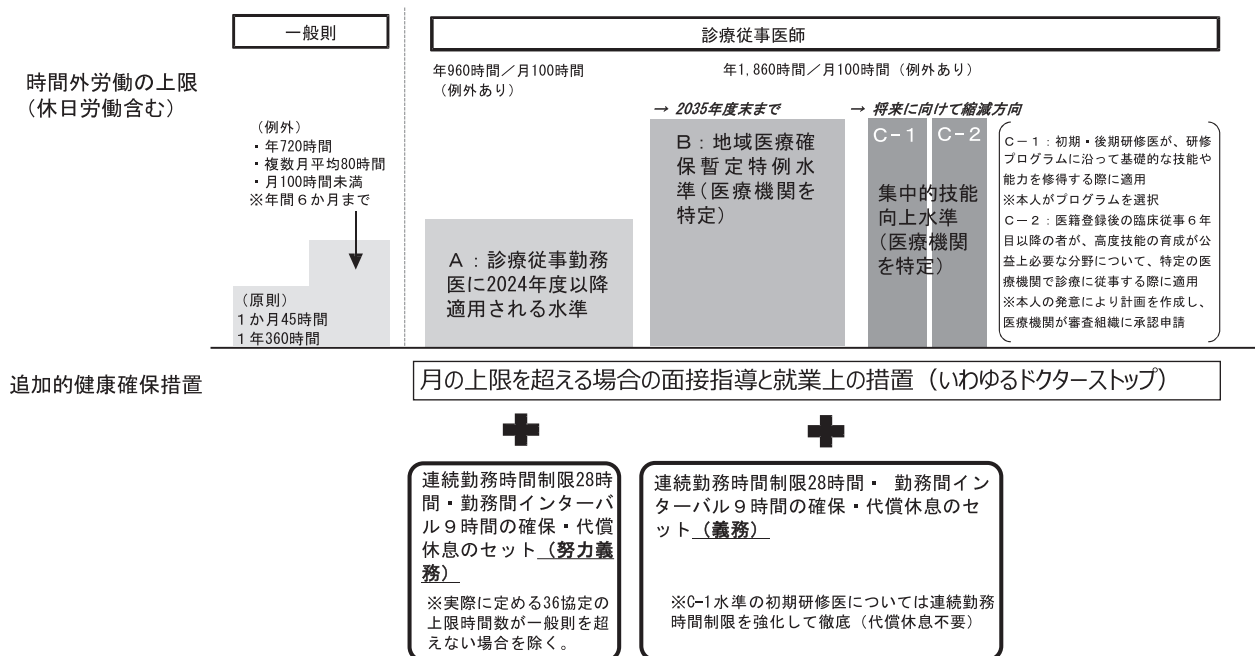
## 5. 年1860時間はどのような経緯で定められたのか

医師の労働時間規制におけるB水準・C水準の上限時間である年1860時間という水準はいかにして定められたのであろうか。

### (1) B水準

医師の働き方改革に関する検討会の中で、B水準の具体的な時間数を検討した際には、考慮すべき事項として、医師需給との関係、政策医療との関係・都道府県の関与、医師の勤務実態との関係の3つの要素が挙げられていた<sup>7)</sup>。特に医師需給との関係では、マクロの医師の需給推計の際、労働時間を週60時間（年間時間外労働960時間に

図1 2024年4月以降の医師の時間外労働規制



※あわせて月155時間を超える場合には労働時間短縮の具体的な取組を講ずる。

相当程度に制限し、7%のタスク・シフティングを実現する等の仮定をおいた「需要ケース2」で、マクロの医師需給が2028年頃に均衡すると推計されている<sup>8)</sup>ため、2024年段階ではまだ約1万人の需給ギャップが存在することが見込まれる。さらに医師養成にかかる時間を考慮すると2024年までに需給ギャップを医師数増によって埋めることは困難であることから、A水準に到達することは現実的ではないとされたために別途の水準を経過的に設けざるを得ないということとなった。

そこで、まずは上位約1割に該当する医師の労働時間を確実に短縮することを目指し、その後、A水準に向けて段階的に引き下げてゆくことになったことから、医師の勤務実態調査における勤務時間分布において、上位約1割が該当する年間時間外の水準である1900～2000時間程度となったものである。また、この約1割という水準そのものについては、平成29年就業構造基本調査で、正規（年間就業日数200日以上）の雇用者の週就業時間60時間（時間外労働として概ね週20時間、月80時間に相当）以上の割合が約1割となっていることも参照されていた。

この年1900～2000時間程度というのは、医師の勤務時間の実態を把握する調査として平成29年度厚生労働科学研究班の調査「医師の勤務実態及び働き方の意向等に関する調査」で病院勤務医の週勤務時間の区分別時間割合が上位10%となるのが1944時間であることを根拠としていたものであるが、週勤務時間のうち、診療外時間（教育、研究、学習、研修等）における上司等からの指示（黙示的な指示を含む。）がない時間としてさらに精査をし、厚生労働科学研究「病院勤務医の勤務実態に関する研究」の成果を活用（診療外時間における上司等からの指示がない時間が4.4%あることが明らかにされていた）、時間数を

精査したところ、上位10%は1904時間であることが明らかとなり、さらに、月当たりの時間を示す際の利便性を考え、12月で割り切れる近似値として最終的に1860時間が示されるようになったものである。<sup>9)</sup>

## (2) C水準

C水準は、初期臨床研修医・新専門医制度の専攻医や高度技能獲得を目指すなど、短期間で集中的に症例経験を積む必要がある医師がやむを得ずA水準を守れない場合を対象としており、集中的技能向上水準と呼ばれるものである。このような対象者の特質を考えれば、それぞれの目的に応じて何時間であれば目的を達成するかを考慮することが必要であるのはいうまでもない。しかしながら、医師の働き方改革に関する検討会でB水準・C水準の具体的な水準の議論が行われた際には、このためのエビデンスが存在しないこと、技能の向上のための診療と日常診療は、概念的には区別できるとしても、事実上連続しているものであることから、実際に切り分けることは困難であることを考慮し、医師に適用される時間外労働の上限のうち高いものと同じ水準とし、普段に見直しを図るものとされ、B水準と同じ1860時間となった。<sup>9)</sup>なお、この水準に関する検討会での議論の際には、米国卒後医学教育認定評議会（ACGME; Accreditation Council for Graduate Medical Education）が設けているレジデントの労働時間制限（週80時間）が年1,920時間に相当する水準であることも参照されていた。

その後、医師の働き方改革の推進に関する検討会<sup>10)</sup>では、基本的臨床能力評価試験についてGM-ITE: (General Medicine InTraining Examination) という評価指標を用いて、研修医の労働時間と基本的臨床能力との関連性を示し、週60時間以下の労働時間の研修医は週

60-65 時間の労働時間の研修医と比べ GM-ITE の点数の低下が見られた。その一方で、週 65 時間以上の労働時間の研修医は週 60-65 時間の労働時間の研修医と比べ、GM-ITE の点数の有意な上昇は見られなかったということもあり、C-1 水準の時間外労働時間の上限年 1860 時間は今後減少させるのが適当であるといった議論がなされている点も注目される。

## 6. 医師の勤務実態についての調査のまとめ

ここで、医師の勤務実態を把握するための過去の調査の概要についても触れておきたい。

### (1) 医師の勤務実態及び働き方の意向等に関する調査（平成 28 年度調査）

現在の医師の勤務実態や、働き方の意向・キャリア意識を正しく把握することを目的に、全国の医療施設に勤務する医師（病床規模等により層化無作為抽出した医療施設に勤務する医師約 10 万人を対象とした厚生労働科学研究（厚生労働科学特別研究）「医師の勤務実態及び働き方の意向等に関する調査」研究班が行った調査で、いわゆる「医師 10 万人調査」として知られているものである。

同調査は、平成 28 年 12 月 8～14 日の 1 週間実施され、医師の属性、勤務実態を詳細に把握するための 1 週間分の勤務状況について自計式のタイムスタディが行われた。この他にも、他職種との役割分担やキャリア意識等の将来の働き方に関する意向、さらに将来の勤務地に関する意向等の医師偏在対策に関する項目についても調査が行われた。

この調査からは、勤務時間について、性別、年代、勤務形態別の違い、育児中の働き方につい

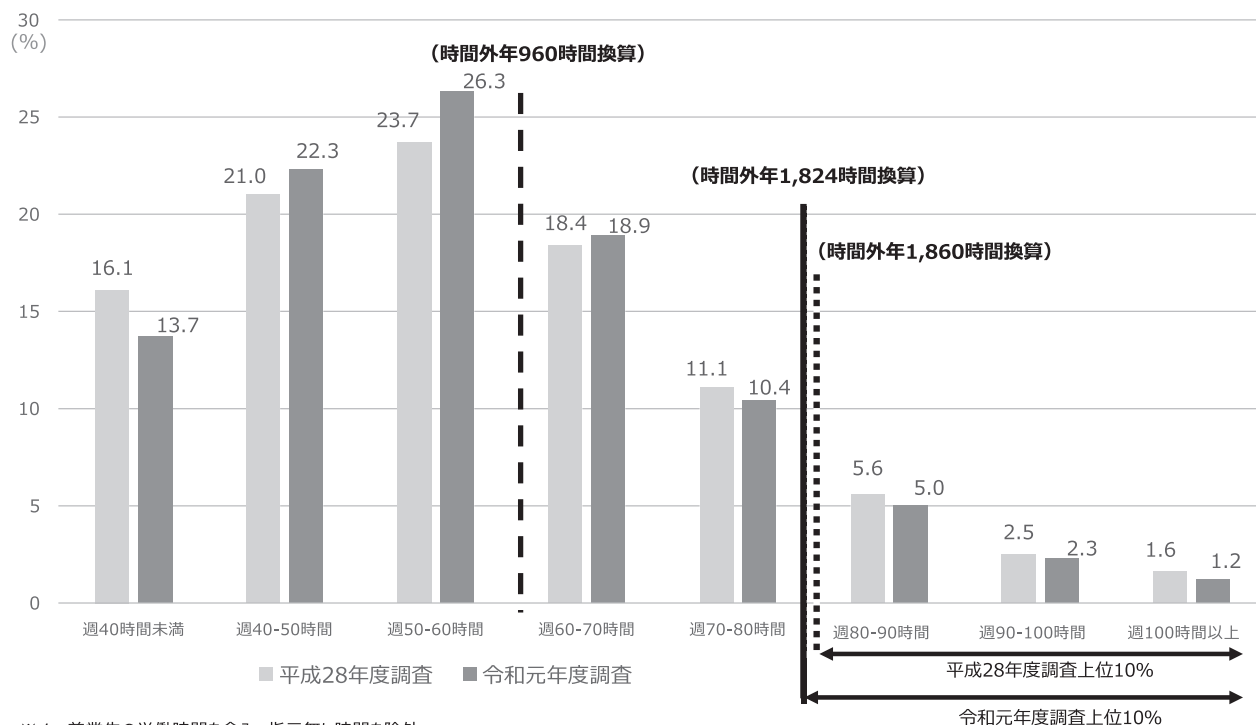
て、「休職・離職」した医師の専門医取得率が他の働き方を選択した医師よりも低いこと、他職種との分担可能な業務について、調査した 5 種類の業務に要する時間のうち 1 日当たり平均 47 分を分担可能であること、地方勤務する意思がある医師の割合は約半数であるが、地方勤務を希望する意思がない理由として、20 代医師は「専門医資格の取得」が、30・40 代医師は、「子供の教育」が理由として多く、いずれの年代でも「仕事内容」、「労働環境」が地方勤務への障壁となっていることが明らかになっており、医師の働き方に関する検討にあたって基礎データとして用いられた。

### (2) 医師の勤務実態調査（令和元年調査）

令和元年度には、厚生労働科学研究（政策科学総合研究事業（政策科学推進研究事業））「医師の専門性を考慮した勤務実態を踏まえた需給等に関する研究調査」班が、平成 28 年度調査後の医師の働き方の実態を明らかにするための調査を令和元年 9 月 2 日～8 日に実施した。同調査の医師調査は、紙媒体の調査票配布部数 141880 部に加え web 調査も一部組みわせる形で実施された。

同調査を通じ、令和元年調査以降の医師の勤務実態を明らかにするとともに、タスク・シフティングの状況、育児休業の取得状況等を明らかとした。また、1 週間の労働時間に関する自計式調査では、診療業務、診療外業務（研究、教育、その他業務・研鑽の別や、これらに対する上司の指示の有無）、宿直・日直、宅直・オンコールについて、主たる勤務先とそれ以外の勤務先に分けて記載する他、睡眠時間も聞くなど、平成 28 年度調査と比べて詳しい回答を求めるものとなった。この調査結果も、医師 10 万人調査とともに、医師の働き方に関する検討にあたって基礎データとして用いられた。

図2 平成28年度・令和元年度調査における病院常勤勤務医の週労働時間の区分別割合



出典：令和元年「医師の勤務実態調査」及び「医師の働き方改革の地域医療への影響に関する調査」の結果の公表について<sup>11)</sup>を一部改変

### (3) 病院勤務医の勤務実態に関する研究

前述の2調査は医師が自らのその勤務状況を記録、提出する自計式調査として実施されたが、平成29年度厚生労働行政推進調査事業費「病院勤務医の勤務実態に関する研究」では、勤務している医師の業務内容を観察者が1分単位で記録する他計式調査も実施された。この調査は、全国医学部長病院長会議、四病院団体協議会等から推薦された医療機関等を対象に、看護師等の観察者が業務内容を記録したもので、医師本人がその業務内容を記録する自計式調査とともに実施された。調査は、先行調査が平成29年11月、平成29年12月～平成30年2月に実施され、当直、自己研修・研究の実態等を詳細に明らかにした。この調査からは、一定の休憩・仮眠時間を確保で

きている場合でも連続した時間を確保できず、診療時間が断続的に分布している場合もあること、当直開始前後の時間帯においては、日中の診療業務がそのまま継続をしているような場合も多いこと等を明らかにした。また、病院の常勤医師の「診療外時間」(教育、研究、学習、研修等)における上司等からの指示(黙示的な指示を含む。)がない時間割合についても調査されていたことから、先に述べたB水準医師の時間外労働の上限規制をめぐる議論の際にも重要な役割を占めた。

## 7. 今後の課題

### (1) 働き方改革が医療提供体制に与える影響について



医師の働き方改革は、労働問題にとどまらず、医療提供体制にもさまざまな形で影響を与える問題であり、国も「地域医療構想」、「働き方改革」、「医師偏在対策」を三位一体改革と呼び、一体的な取組を進めている。<sup>12)</sup>

労働時間は副業・兼業を行う場合通算することとされており（労働基準法第38条第1項）、連携B水準がB水準とは別の水準として定められるなど、兼業の扱いが注目されている。令和元年調査でも、病院常勤勤務医の約6割が主たる勤務先以外での勤務を行っており、特に大学病院の常勤勤務医は、9割以上が複数の医療機関で勤務しているという調査結果もある<sup>13)</sup>。このような中、労働時間制限を順守するために、医師が兼業先である地域の医療機関から引き上げるようなことがもし起これば、地域医療の維持に大きな影響を与えるのではないかと懸念が生じている。

この点に関し、厚生労働科学研究特別研究「医師の働き方改革の地域医療への影響に関する調査」<sup>14)</sup>からは、大学病院による地域医療機関からの医師の引き上げが第1選択となるケースは極めて稀である、との結果が出されているものの、仮に医療機関からの医師の引き上げが起これば、地域医療の体制に影響が及ぶ可能性は否定できる、今後の課題として注目される。

## (2) 新型コロナと働き方改革

新型コロナの流行が患者の受療行動や医師の働き方にも大きな影響が及ぶのではないかと指摘がある。本稿執筆時点（2022年1月）の時点では、オミクロン株による第6波の感染拡大時期にあたり、今後の見通しが経たない段階ではあるが、新型コロナウイルスの影響による受療行動の変化については徐々に明らかになりつつある。例えば、新型コロナウイルス感染症終息後の受療行動への考えについて、コロナにより受診頻度が

減り、終息後も現在の受診頻度を維持する予定と答えた者が約10%いるといった調査結果<sup>15)</sup>もあるが、長期的な影響については引き続き検討が必要である。

## (3) 医師の勤務実態の継続的な把握方法について

検討会では、医師の時間外労働の上限規制適用開始前までは、地域により異なる状況を把握しそれぞれの地域の特殊性を踏まえた上での時間短縮に向けた対応を検討することが必要となるため、医師の働き方改革の地域医療への影響や医師の勤務実態調査についても継続的に実施する方向で検討が進められているが<sup>16)</sup>、2024年度以降も、B水準終了期限である2035年度末に向けて医師の労働時間の削減を進めていく必要がある中、どのような形で医師の勤務実態を把握してゆくかは今後の課題であると考ええる。

医師の勤務実態については、これまでは厚生労働科学研究班のデータが利用されているが、将来的には、研究とは違った形での把握の仕組みも必要になってくるだろう。また、それが国の統計調査の拡充になるのか、新規統計調査になるのか、統計とは別の仕組みが立ち上がるのは今後の議論を待つ必要があるが、正確で迅速、かつ調査対象者の負担ができるだけ少なくなる形で医師の勤務実態を継続的に把握する仕組みの構築が今後の課題となるだろう。

## (4) 周知活動

先に公表された厚生労働省の勤務医に対する情報発信に関する作業部会が二次救急医療機関以上の10医療機関の勤務医を対象として、2021年末～2022年初頭に行ったアンケート調査<sup>17)</sup>では、2024年度から制度が開始すること、労働時間の上限の意味、自己研鑽の考え方については、回答

者の半数以上が「よく知っている」「ある程度知っている」と回答していた一方、各上限水準の内容や宿日直許可基準の内容については、「全く知らない」という回答が約半数を占めている等、制度の認知についてはまだまだ課題があることが明らかとなった。同アンケートでは、医師の働き方改革に関する情報がどこから発信されると最も目に留まるかについて、「所属組織（病院・診療科・医局等）」による発信とする回答者の約半数を占めており、医療機関を通じての情報発信が求められる。

## 8. おわりに

2022 年を迎え、医師の時間外労働の上限規制の導入まであと 2 年余りとなった。“half full”や“half empty”ではないが、あと 2 年もある、と考えるべきなのか、もう 2 年しかない、ととらえるべきなのか、どちらであろう。

医療機関が、医師労働時間短縮計画案を作成し労働時間（実態）を把握したうえで、どの水準を目指すかを決め、取組を開始するとともに、評価センターの評価を受けることが必要であり、と、手続き面を考えると、後 2 年しかないとも言える。一方、医師の働き方改革については、これまでその必要性が認識されながらも、なかなか改善に至らなかったものであるがゆえに、今回の制度改革に合わせて長年の課題を解決することができるチャンスがあと 2 年もある、とも言える。

医師の働き方をめぐる議論が、地域医療への影響を最小限にしながら、医師にとってより望ましい働き方に繋がり、そのことが医師自身の健康や幸福、患者の利益、地域の人々の健康につながってゆくことを願うばかりである。

## 引用文献

- 1) 労働基準法第 36 条第 1 項の協定で定める労働時間の延長の限度等に関する基準（平成 10 年 12 月 28 日労働省告示第 154 号）  
<https://www.mhlw.go.jp/content/000463185.pdf>
- 2) 衆議院厚生労働委員会 働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律案に対する付帯決議  
[https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb\\_rchome.nsf/html/rchome/Futai/kourouE253A3F5CBD79E6E4925829B0020E248.htm](https://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Futai/kourouE253A3F5CBD79E6E4925829B0020E248.htm)
- 3) 参議院厚生労働委員会 働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律案に対する付帯決議  
[https://www.sangiin.go.jp/japanese/gianjoho/ketsugi/196/f069\\_062801.pdf](https://www.sangiin.go.jp/japanese/gianjoho/ketsugi/196/f069_062801.pdf)
- 4) 働き方改革実現会議 働き方改革実行計画 平成 29 年 3 月 28 日 働き方改革実現会議決定  
<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000173613.pdf>
- 5) 第 11 回 医師の働き方改革の推進に関する検討会 参考資料  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_15438.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_15438.html)
- 6) 医師の働き方改革に関する検討会報告書  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_04273.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_04273.html)
- 7) 第 16 回 医師の働き方改革に関する検討会 資料 2 時間外労働規制のあり方について 3（上限時間数について）  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_03209.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_03209.html)
- 8) 医療従事者の需給に関する検討会 第 19 回 医師需給分科会 資料 1 医師の需給推計について  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000203370.html>
- 9) 第 19 回 医師の働き方改革に関する検討会 資料 1,2  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_03683.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_03683.html)
- 10) 第 10 回 医師の働き方改革の推進に関する検討会 参考資料 1 臨床研修医の労働時間と基本的臨床能力との関連性に関する検討  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_14763.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_14763.html)
- 11) 令和元年「医師の勤務実態調査」及び「医師の働き方改革の地域医療への影響に関する調査」の結果の公表について  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_12705.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_12705.html)
- 12) 第 66 回 社会保障審議会医療部会 資料 1-1 医療

提供体制の改革について、

[https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000210433\\_00004.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000210433_00004.html)

- 13) 第9回 医師の働き方改革の推進に関する検討会  
参考資料3 医師の勤務実態について

[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_13842.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_13842.html)

- 14) 第12回 医師の働き方改革の推進に関する検討会  
資料2-2 医師の働き方改革の地域医療への影響に関する調査について<参考データ>

[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_19356.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_19356.html)

- 15) 令和2年度診療報酬改定の結果検証に係る特別調

査（令和3年度調査） かかりつけ医機能等の外来医療に係る評価等に関する実施状況調査

<https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000860734.pdf>

- 16) 第8回 医師の働き方改革の推進に関する検討会  
資料2 第7回の議論のまとめについて

[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_13253.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_13253.html)

- 17) 第3回 勤務医に対する情報発信に関する作業部会  
資料1 勤務医に対するアンケート調査の結果について

[https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_23254.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_23254.html)

# The current state of work style reform of Japanese Physicians

Soichi Koike\*

## Abstract

A declining birthrate and aging population have brought about a declining working-age population in Japan. As the working population declines, work style reforms to meet diversifying needs of workers such as redressing long working hours and improving productivity, balancing between childcare / long-term care and work, engaging women and elderly in work, redressing disparities between permanent and non-permanent staff, become more important. These formed the background for the legislation of the "Act on the Arrangement of Related Acts to Promote Work Style Reform" in 2018. Under this law, a new system that places an upper limit on working hours and the advanced professional system was established in 2019.

However, for physicians, labor regulations are needed that pay particular attention to their special requirements such as the obligation to attend to patients as well as other special circumstances; the regulation of the upper limit on working hours was to be postponed enacted in 2024. In the meantime, specific regulations and efforts to shorten working hours, with the aim of realizing new high-quality medical care and working styles in the medical field, were discussed with the participation of the relevant medical community.

In this article, I would like to outline the discussions of the national panel on Promote Work Style Reform of Physician, summarize the proposed regulation under current discussion, and examine remaining issues to be considered.

**[Keywords]** work style reform of physicians, labor legislation for physician, limit on working hours.

---

\* Jichi Medical University, Center for Community Medicine

## 研究論文

# 無人航空機（ドローン）を活用した自動体外式除細動器（AED）ネットワーク構築における費用対効果評価の分析

白根 友哉\*

## 抄 録

「令和2年版救急救助の現況」によると、自動体外式除細動器（AED）によって救命された病院外心停止（OHCA）患者の生存率は除細動が実施されなかった場合に比べて4.5倍高かった。一方でAED除細動の実施率の低さは課題であり、OHCAに対する一般市民による実施率は5.1%であった。そんな中、無人航空機（ドローン）は医療機器等の配送手段としても注目されてきておりAEDの運搬にも適用への期待が高まっている。そこで本研究の目的は、日本の地域をモデルとしてAEDドローンネットワークを構築した場合の費用対効果評価を分析することである。

茨城県内の消防署を基地局と想定し2008年から2012年におけるウツタインデータを用いて決定樹モデルによる分析を行なった。基礎的な人口動態については国勢調査を利用しjSTAT MAPを使用してデータ分析を実施した。費用はネットワーク構築初期費及び維持整備費、ドローン購入費及び整備費、モバイルデータ通信料及びパイロット人件費とし、割引率は年2.0%とした。

モデル分析によるベースケースでは気象条件及び人口カバー率も考慮し、AEDドローンが利用できる環境では254.05QALYsが追加便益として得られた。追加費用合計は1,632,527,863円となり、ICERは1QLAYあたり6,425,928円であった。感度分析として除細動実施における1ヶ月後生存の確率を0.350、0.411、及び0.550と設定し、AEDドローン除細動実施の確率を0.20から0.90の幅で移動させた結果、ICERはそれぞれ18,432,545円から4,096,121円、15,004,541円から3,334,342円、及び10,538,521円から2,341,893円であった。

本モデルのベースケースは中央社会保険医療協議会が示す「価格調整を必要としないICER」である500万円を超え、費用対効果に優れているとは言えない結果となった。しかしAEDドローン運用の工夫等による除細動実施率の向上、技術革新等による費用抑制や雨天飛行の実現、据置型AED台数削減効果、パイロット兼業化の可能性等を考慮すると、AEDドローン導入について検討する価値は高いと示唆された。今後はAEDドローンの有効性及び安全性が担保されるに従って法整備等の議論を加速させ、ネットワーク構築に向けた準備の進展が望まれる。

キーワード：AED、自動体外式除細動器、無人航空機、ドローン、UAV、院外心停止、OHCA、費用対効果評価、HTA

## 1. はじめに

総務省消防庁「令和2年救急救助の現況」によると、一般市民が目撃した心原性心肺機能停止（OHCA）症例について「一般市民により除細動

が実施された傷病者」の1ヶ月後生存率は53.6%であり「一般市民により除細動が実施されなかった傷病者」の11.8%に比べて4.5倍高かった。一方「一般市民がOHCAを目撃した傷病者」は25,560人であったのに対して「一般市民により除細動が実施された傷病者」は1,311人でありその割合は5.1%であった<sup>1)</sup>。製造販売業者の出荷台数及び過去の研究等から日本におけ

\* 放送大学大学院博士後期課程生活健康科学プログラム



る自動体外式除細動器（AED）の設置台数は 60 万台程度と考えられ、これは対人口比で世界一であるが<sup>2,3)</sup>、その使用頻度は決して高くない。

そんな中、無人航空機（ドローン）は医療機器等の輸送手段として注目されている。例えば 2020 年には ANA や五島市等が共同でドローンによる処方薬の配送に関する実証実験を行っている<sup>4)</sup>。AED ドローンへの期待も高まっており、2018 年に静岡県において日本 AED 財団による大規模実証実験が実施された<sup>5)</sup>。世界的にも AED ドローンに関する実験や研究は行われており、白根はシステマティックレビューにより 9 報の国内外の論文を網羅的に抽出し、AED ドローンが OHCA に対してより早期に介入できる可能性が高いと報告した<sup>6)</sup>。そこで本研究の目的は、ドローンネットワークを日本に導入した場合を想定し、据置型 AED のみ利用できる場合と AED ドローンが利用できる場合を比較した上で、AED ドローンの導入に関する費用対効果評価を分析することである。

## 2. 方法

### (1) ガイドライン及び分析の立場

本研究は「中央社会保険医療協議会における費用対効果評価の分析ガイドライン第 2 版」（以下「ガイドライン」）に準拠するものとした<sup>7)</sup>。AED の設置については自治体による補助金制度等が整備されていることから<sup>8)</sup>、本研究は自治体を分析の立場とした。

### (2) 分析対象集団及び分析期間

本研究のモデルとして茨城県を選定した。消防庁では 2005 年よりウツタイン様式により OHCA 症例を記録しているが、茨城県の消防管轄区域内で発生した OHCA に関してウツタイン

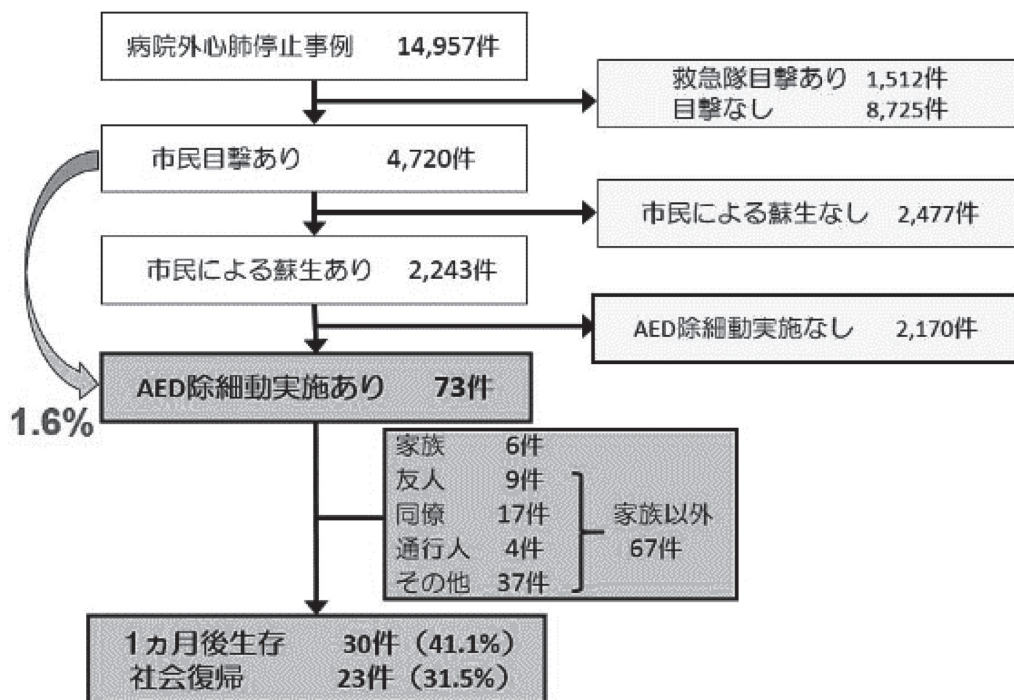
データを基に藤江による研究が発表されている<sup>9)</sup>。本研究では先行研究から得られる 2008 年から 2012 年までの OHCA 関連情報を基に茨城県におけるモデル分析を実施した。

分析対象集団としてはウツタインデータから「市民目撃あり」のうち「AED 除細動実施あり」を除外した群とした。AED ドローンが利用できる環境であっても既存の据置型 AED も利用できる、据置型 AED による除細動実施は本モデルの結果に影響しないことからこの症例は除外した。分析対象集団の内、AED ドローンによって除細動実施が追加的に可能と考えられる症例としては次の条件に合致したものとした。まず分析対象集団である市民により目撃された症例であること。次に市民により蘇生が試みられた症例であること。最後にそれら症例の内、AED 除細動が実施されなかった症例であること、である。これらの症例は AED が届いていれば除細動が実施された可能性が高い、という想定とした。なお現実には救急車の方がドローンよりも早く到着する可能性もあるが本モデルではその条件は考慮しなかった。

分析対象集団について藤江の研究の図 1 を用いて補足すると「市民目撃あり」から「AED 除細動実施あり」を除外した群が分析対象集団となり、「市民による蘇生なし」は AED ドローン有無にかかわらず AED 除細動は実施しない群、「市民による蘇生あり」の「AED 除細動実施なし」は、ドローンありの場合は気象条件が許容し人口カバー率によるエリア内であれば除細動を実施するがドローンなしの場合は AED 除細動を実施しない群、である<sup>9)</sup>。気象条件及び人口カバー率については後述する。

分析期間については国税庁によるドローンの耐用年数への回答から 5 年とした<sup>10)</sup>。

図1 茨城県における市民による除細動実施と救命率（2008年～2012年）



出典) 藤江敬子, 病院外心肺停止患者の救命率向上のための市中 AED 設置最適化に向けての検討, 平成 25 年度 (一財) 救急振興財団調査研究助成事業, <http://www.fasd.or.jp/tyousa/pdf/h25AED.pdf>

注) 「市民目撃あり」から「AED 除細動実施あり」を差し引いた症例が本研究の分析対象集団としての群

注) 「市民による蘇生なし」はドローン有無にかかわらず AED 除細動を実施しない群

注) 「市民による蘇生あり」の「AED 除細動実施なし」は、ドローンありの場合は気象条件が許容し 5 分以内に到達できるエリア内であれば AED 除細動を実施するが降雨時や強風時あるいは 5 分以内に到達できるエリア外であれば AED 除細動を実施せず、またドローンなしの場合は AED 除細動を実施しない群

### (3) ドローン基地局及び人口カバー率

ドローン基地局は消防署及び出張所を想定した。これは救急通報を受けた救急隊の動きと連動しドローンにより AED を OHCA 発生場所へ運搬する、という設定を根拠としている。なお本モデルで網羅した消防署及び出張所は 2020 年 3 月時点で茨城県内に存在する 128 箇所全てである<sup>11,12)</sup>。

また消防署及び出張所の所在地を基点とした茨城県の人口カバー率を特定するために位置情報サービスである jSTAT MAP を使用した<sup>13)</sup>。jSTAT MAP には国勢調査等の基本統計情報が組み込まれている<sup>14)</sup>。本研究では、平成 22 年度国勢調査から茨城県の人口分布を jSTAT MAP の地図上にプロットし人口カバー率を算出した。

### (4) ドローンの仕様及び関連費用

本モデルで使用するドローンについては Drone Delivery Canada が提供する Sparrow を参考にした。この機体は最高時速 80km で最長巡航距離 30km、最大積載量 4.5kg である<sup>15)</sup>。実際同機を用いたカナダのトロントにおける実験でもこの速度で報告されている<sup>16)</sup>。Bogle らによる米国ノースカロライナ州におけるモデルでは時速 40 マイルを採用していることから<sup>17)</sup>、本研究では平均時速約 64.4km で飛行するものとした。

またドローンの飛行に関して気象条件は重要である。例えば Drone Delivery Canada が提供する医療運搬用ドローンは風速 30km/時まで飛行可能である<sup>18)</sup>。また FLYTREX 社が提供する

ドローンは風速 18miles/時以上では飛行できない<sup>19)</sup>。スウェーデンのカロリンスカ研究所と SOS Alarm Sverige AB の共同研究では風速 8m/秒超の場合は飛行しない<sup>20)</sup>。これらを考慮し本研究においても風速 8m/秒以上では飛行不可とした。

さらに重要な気象条件として降雨がある。現在の技術においては降雨降雪時の飛行は原則として不可能である<sup>21)</sup>。海外で行われている実証実験においても降雨時の飛行は除外基準として記されている<sup>22)</sup>。

これらの気象条件を反映させるため、本研究においては気象庁が公開している「過去の気象データ」より、茨城県全観測地点における 2008 年から 2012 年の降水量及び風速の記録を活用した<sup>23)</sup>。条件設定としては 2008 年 1 月 1 日から 2012 年 12 月 31 日までの日毎の降水量及び最大風速を抽出し、茨城県全観測地点のいずれかにて降水量 1mm 以上或いは最大風速 8m/秒以上を観測している日がある場合、その日 1 日は飛行不可とみなした。

なお本研究においてドローンは GPS 機能を用いて目視外遠隔操縦すると仮定し夜間飛行も可能とした。カナダで行われた研究においても 24 時間 365 日体制を確立できるよう夜間飛行も施行され成功したと報告されている<sup>24)</sup>。

次に費用であるが、ネットワーク構築初期費用としては環境省による「CO2 排出量削減に資する過疎地域等における無人航空機を使用した配送実用化推進調査」を参考にした。報告書によると、実証実験 5 つのモデルについてイニシャルコストとして 165 万円から 300 万円が想定され、これには機体費及びインフラ整備費等が含まれている<sup>25)</sup>。本モデルでは Bogle らの研究よりドローン 1 機あたりの購入費を 170 万円（1 米ドル約 113 円換算）と設定したが<sup>17)</sup>、環境省の

実証実験では費用内訳は明記されていなかったため、最も高い 300 万円をそのまま本モデル拠点 1 箇所あたりの初期費用とした。年間維持費用は Amazon Prime Air に関する試算より、ネットワーク維持整備費用として初期費の 10%、ドローン機器整備費用として購入費の 20%とした<sup>26)</sup>。

ドローンパイロット人件費も考慮に入れた。厚生労働省によるパイロットの給与基準データは存在しないが「他に分類されない輸送の業種」全般にかかる賃金（年収）は全国平均で 420.9 万円である<sup>27)</sup>。また一般論として雇用主が支払う人件費には福利厚生費等を含み、被雇用者が受給する給与の 1.5～2 倍となる。よってパイロット 1 人あたりの人件費は 1000 万円と想定した。

ドローンは目視外遠隔操縦を想定していることから各基地局にパイロットを配置する必要はなく、中央集約の 24 時間体制とした。また 1 班ごとの人数は操縦士と補佐役の 2 名ずつとした。本モデルで必要なパイロットの総人数については、5 年間の症例数から想定されるドローン出動回数から算出することとした。

上述のように中央からの目視外遠隔操縦の想定であるため、ドローン全てにモバイルデータ通信機能を装備すると仮定した。年間利用料は 60 万円とし、これは NTT ドコモのプランに準じた<sup>28)</sup>。

最後にこれら全ての年間費用は「ガイドライン」に則り年 2%の割引率を適用した<sup>7)</sup>。

## （5）救急通報の受電から除細動までの想定シナリオ

Hansen らは救急通報受電から除細動までの時間と生命予後の関係について研究し、この時間が 10 分を超えると生存率が急激に悪化すると示唆した<sup>29)</sup>。他国における AED ドローンの研究においても 10 分を指標としていることから<sup>30)</sup>、本研究においても受電から除細動までの時間は 10 分以内を指標とし、次のように想定した。



- ① 救急通報受電からドローン離陸までの時間：1分<sup>30)</sup>
- ② 離陸から OHCA 発生付近までの到着時間：5分以内<sup>17)</sup>
- ③ 到着から OHCA 傷病者の側まで AED を運ぶ時間：2分<sup>30)</sup>
- ④ OHCA 傷病者に AED が運ばれ除細動が実施されるまでの時間：2分<sup>30)</sup>

## (6) モデル分析

本研究では決定樹モデルを採用した。決定樹モデルを進める上で考慮すべき要素としては、期待される便益としての質調整生存年 (QALY)、費用及びノードにおける発生確率である。まず QALY に関しては、OHCA 症例の生命予後における障害別の QOL を先行研究から採用した。Cram らは 2005 年に発表した論文において「障害なし」が 0.85、「中程度の障害」が 0.2、「重度の障害」が 0.1、死亡が 0 というパラメータを用いており<sup>31)</sup>、本研究においてもこれらを踏襲した。

ノードにおける発生確率について、まず AED ドローンの除細動実施率は藤江の研究より「市民目撃あり」から「AED 除細動実施あり」を差し引いた 4,647 件に対して「市民による蘇生あり」のうち「AED 除細動実施なし」の 2,170 件の割合である 0.467 とした。この症例は AED が届いていれば除細動を実施する可能性が高いという想定とした。次に AED ドローンの除細動実施及び未実施時における生存確率は藤江及び秦らによる研究から設定した。藤江は茨城県のウツインデータから AED 除細動実施ありの 1 ヶ月後生存は 41.1%と報告した<sup>9)</sup>。また秦らは大阪市のウツインデータから AED 除細動未実施の生存率は 8.3%と報告した<sup>32)</sup>。よって AED 除細動実施による生存確率は 0.411、未実施による生存確率

は 0.083 とした。

OHCA 生存後の障害程度ごとの確率及び 1 年後以降の生存確率については、Cram らが 2003 年に発表した 2 つの論文から設定した。Cram らは OHCA の 1 ヶ月後生存について、障害なしの確率は 0.87、中程度の障害確率は 0.09、重度の障害確率が 0.04 としている<sup>33)</sup>。また障害の程度によらず、1 年後生存確率を 0.82、更にその後 1 年後生存確率を 0.88 としている<sup>34)</sup>。本モデルもこれらを踏襲した。

最後に、これら QALY についても「ガイドライン」に則り年 2%の割引率を適用した<sup>7)</sup>。またこれら QALY 及びノードの発生確率に加えて上述した関連費用も含めて本モデルに用いたパラメータは表 1 にまとめた。

## (7) 不確実性の取り扱い

不確実性の取り扱いとして感度分析を実施した。まず先行研究等から得られる信頼性区間等の幅でパラメータを移動させ一元感度分析を実施した。次に一元感度分析の結果から不確実性が高いと考えられるパラメータについて二元感度分析を実施した。

# 3. 結果

## (1) 臨床的イベント

茨城県において 2008 年から 2012 年に発生した OHCA 症例 14,957 件のうち市民により目撃された症例は 4,720 件であった。その内、市民による蘇生が試みられなかった症例は 2,477 件であった。市民による蘇生が試みられた症例が 2,243 件であった中で、AED 除細動が実施されなかった症例は 2,170 件であった。市民により目撃された症例 4,720 件から除細動が実施された症例 73 件を差し引いた 4,647 件が分析対象集

表 1 各パラメータの推定値

変数	値	文献
OHCA と除細動の想定値		
救急通報の受電からドローンの離陸までの時間	1 分	30
離陸から OHCA 発生付近の場所までの到着時間	5 分以内	17, 29
到着から OHCA 傷病者の側まで AED を運ぶ時間	2 分	30
OHCA 傷病者に除細動が実施されるまでの時間	2 分	30
AED ドローンの除細動実施率	0.467	9
バイスタンダーによる AED 除細動実施における生存確率	0.411	9
AED 除細動未実施における生存確率	0.083	32
1 ヶ月後生存における「障害なし」の確率	0.87	33
1 ヶ月後生存における「中程度の障害」の確率	0.09	33
1 ヶ月後生存における「重度の障害」の確率	0.04	33
1 年後における生存確率	0.82	34
1 年後以降の 1 年ごとの生存確率	0.88	34
ドローン関連の想定値		
ドローンネットワーク構築初期費用（1 拠点あたり）	300 万円	25
ドローン機器購入費用（1 機あたり）	170 万円	17
ドローンネットワーク維持整備費用（年間）	初期費用の 10%	26
ドローン機器整備費用（年間）	購入費用の 20%	26
ドローン用モバイルデータ通信利用料（年間）	60 万円	28
パイロット年間人件費（1 人あたり）	1000 万円	27
ドローンの耐用年数	5 年	10
割引率	2%	7
速度	約 64.4km/h	17
1 ヶ月後生存における Quality of Life（QALY）の想定値		
障害なし	0.85	31
中程度の障害	0.2	31
重度の障害	0.1	31
生存せず	0	31
割引率	2%	7

注）各変数の出典は右列の「文献」番号を参照

団となり<sup>9)</sup>、これを研究期間の 5 年で除した 929 件が単年の発生件数であった。この結果は表 2 にまとめた。

## (2) 気象条件

茨城県全観測地点における 2008 年から 2012 年まで計 1,825 日分の降水量及び最大風速値を抽出した。1mm 以上の降水量を観測或いは秒速 8m 以上の最大風速を観測いずれかの条件に該当

表2 臨床的イベント

イベント	件数
病院外心肺停止（OHCA）事例	14,957
救急隊目撃あり	1,512
救急隊及び市民いずれの目撃もなし	8,725
救急隊目撃なく市民目撃あり*	4,720
* から「AED 除細動実施あり」を差し引いた件数**	4,647
** のうち市民による蘇生なし	2,477
** のうち市民による蘇生あり / AED 除細動実施なし	2,170

出典) 藤江敬子. 病院外心肺停止患者の救命率向上のための市中 AED 設置最適化に向けての検討. 平成 25 年度 (一財) 救急振興財団 調査研究助成事業. <http://www.fasd.or.jp/tyousa/pdf/h25AED.pdf>

注) \*\* の 4,647 件が本研究の分析対象集団としての群であり、単年の件数は 5 年で除した 929 件

注) 「市民による蘇生なし」の 2,477 件はドローン有無にかかわらず AED 除細動を実施しない群

注) 「市民による蘇生あり」「AED 除細動実施なし」の 2,170 件は、ドローンありの場合は気象条件が許容し 5 分以内に到達できるエリア内であれば AED 除細動を実施するが降雨時や強風時あるいは 5 分以内に到達できるエリア外であれば AED 除細動を実施せず、またドローンなしの場合は AED 除細動を実施しない群

表3 2008 年から 2012 年にかけて茨城県的全観測地点において 1mm 以上の降水量或いは最大風速 8m 以上のそれぞれ或いはいずれも観測しなかった日数

年	1mm 以上の降水量を 観測しなかった日数	秒速 8m 以上の最大風速 を観測しなかった日数	左記いずれも 観測しなかった日数
2008 N	154/366	277/366	117/366
(%)	(42.1%)	(75.7%)	(32.0%)
2009 N	172/365	260/365	133/365
(%)	(47.1%)	(71.2%)	(36.4%)
2010 N	151/365	249/365	113/365
(%)	(41.4%)	(68.2%)	(31.0%)
2011 N	164/365	251/365	109/365
(%)	(44.9%)	(68.8%)	(29.9%)
2012 N	160/366	232/366	109/366
(%)	(43.7%)	(63.4%)	(29.8%)
合計 N	801/1,827	1,269/1,827	581/1,827
(%)	(43.8%)	(69.5%)	(31.8%)

出典) 国土交通省気象庁. 各種データ・資料 > 過去の気象データ・ダウンロード.  
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php> 閲覧日: 2020/11/28

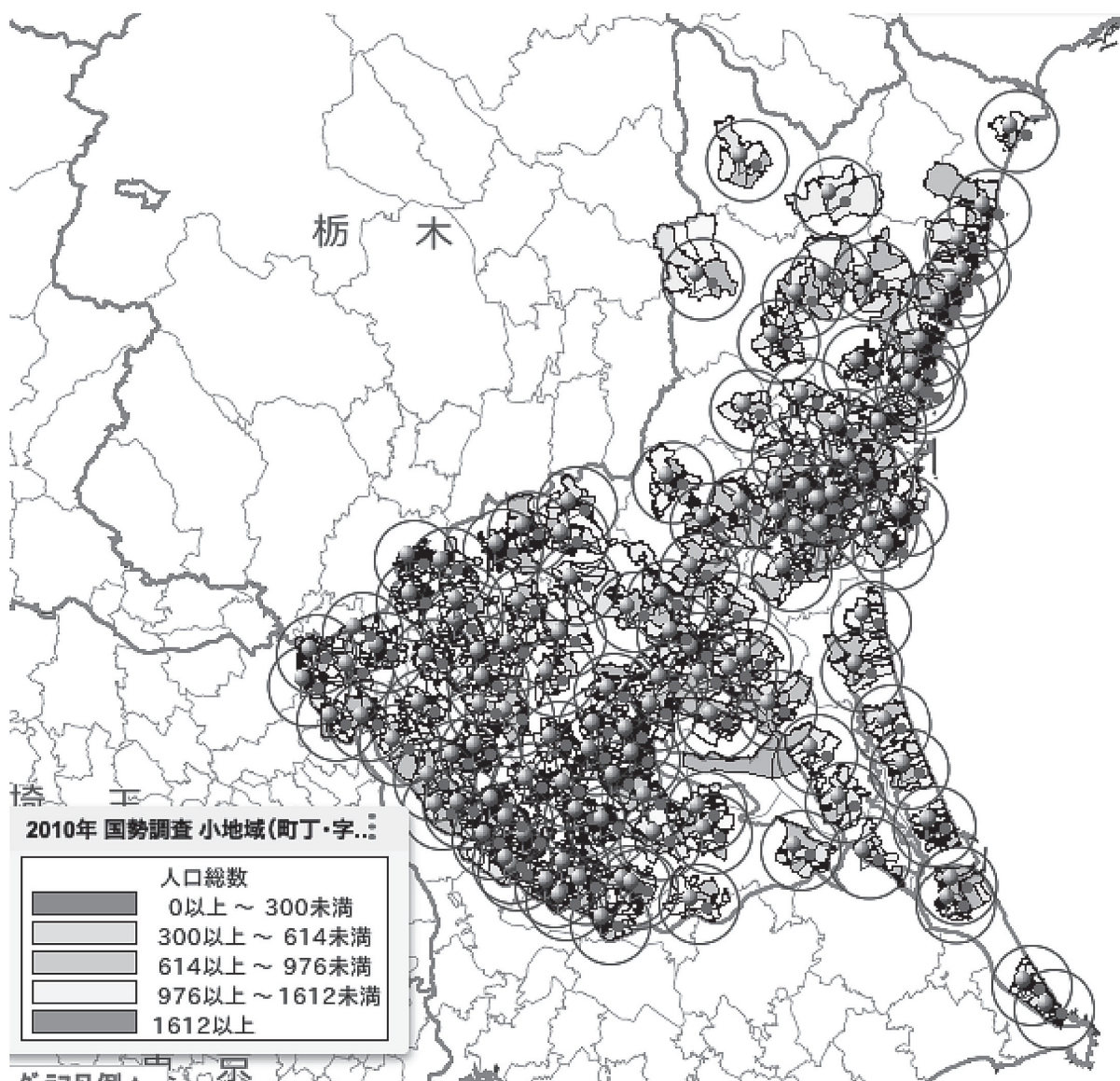
する日を除外した結果が表3であり、日数は581日(31.8%)であった。

### (3) ドローン基地局及び人口カバー率

茨城県内の消防署及び出張所である128拠点を基地局として図示したものが図2である。こ

れら128箇所を中心として5分以内にドローンが到達できる半径5.36km以内に含まれる小地域に居住する総人口を抽出したところ2,235,085人であった。これは平成22年国勢調査における茨城県の総人口(2,969,770人)の75.3%であった。

図2 茨城県における消防署及び出張所の地点及び半径 5.36km 以内を基準とする小地域（町丁・字等別）



凡例) ビン：消防署或いは出張所

円：消防署或いは出張所を中心としてドローンが5分以内で到着できる半径 5.36km の範囲（円内に含まれる小地域のみ色付きで表示）

出典) jSTAT MAP/ 国土地理院 .

<https://jstatmap.e-stat.go.jp/jstatmap/main/base.html?1616295118879>

閲覧日：2021/3/21

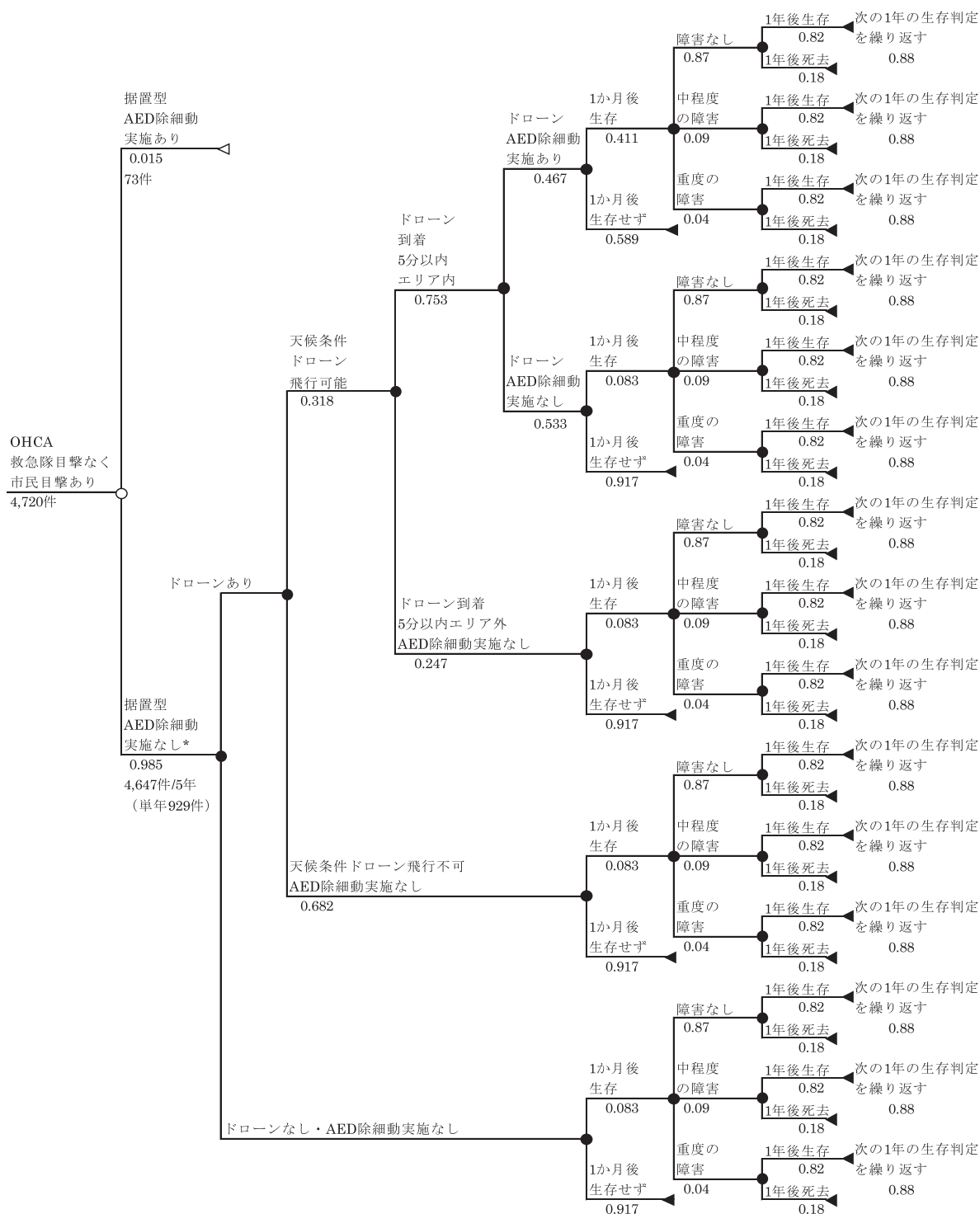
注) 「町丁・字等」とは、おおむね市区町村内の△△町，○○2丁目，字□□などの区域に対応している。国勢調査においては9桁の基本単位数番号（コード）が割り振られているが、その先頭の6桁のコードのくくりである<sup>45)</sup>。

#### (4) 臨床的アウトカム

臨床的イベント、気象条件、人口カバー率及び各パラメータよりモデル分析を実施した。これを表したものが図3の決定樹モデル及び図4の模

式図である。ドローンありに関しては単年の929件について気象条件のノード、人口カバー率のノードを経て除細動実施のノードの判定からそれぞれの1か月後生存の判定の後に重症度別

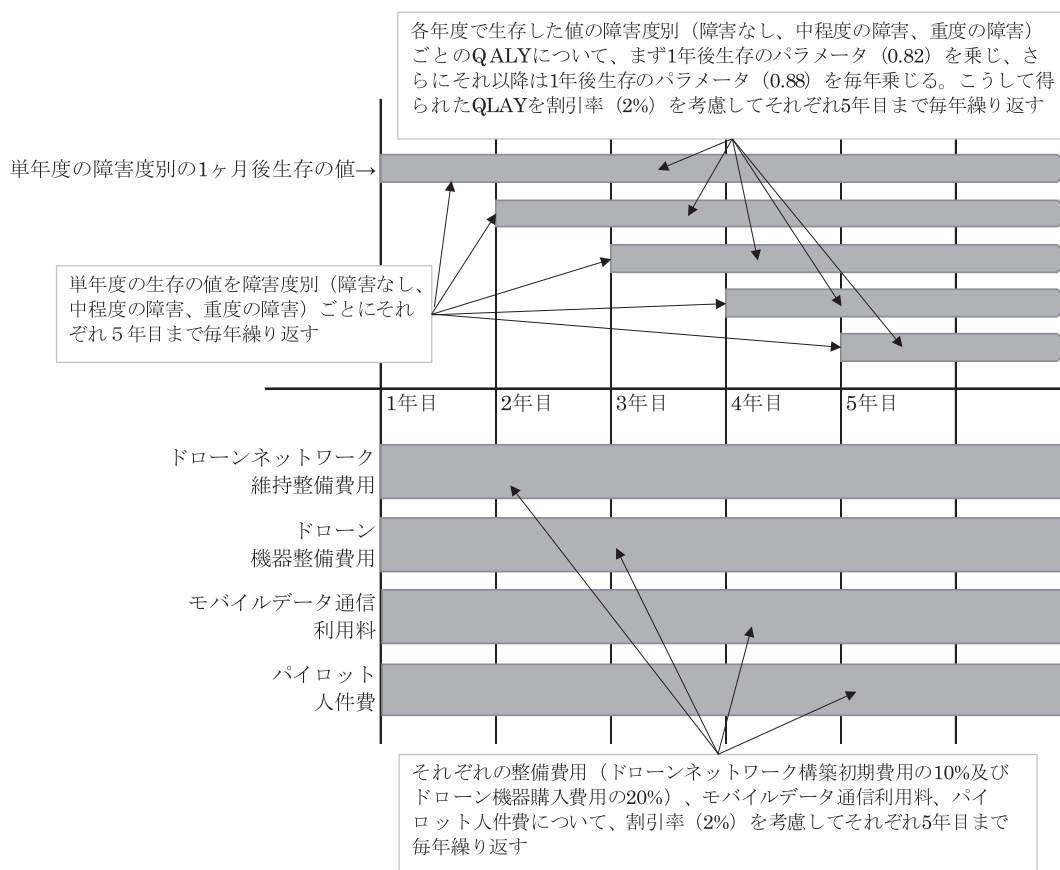
図3 決定樹モデル：AED ドローンネットワークが利用できる環境と利用できない環境におけるそれぞれのシナリオ



\* 据置型 AED 除細動実施なしの 4,647件/5年 (単年 929 件) が本モデルの分析対象集団である。



図4 1ヶ月後生存後の1年後生存判定及び費用発生の模式図



注) 上段はQOL値であるQALY、下段は費用の繰り返しの方法及び条件を表す。

注) QALYについては、決定樹モデルのそれぞれのシナリオから得られる単年度の障害度別の1ヶ月生存の値について、1年後生存およびそれ以降の1年後生存の確率にて5年目まで毎年繰り返す。

注) 費用については、ドローンネットワーク維持整備費用、ドローン機器整備費用、モバイルデータ通信利用料、パイロット人件費をそれぞれ5年目まで毎年繰り返す。

注) QALY及び費用とも割引率は年率2%とする。

の確率を判定し、その後は1年ごと毎年生存判定を繰り返した。ドローンなしに関しては据置型AED除細動実施あり群を分析対象集団から除外しているため、全てAED除細動実施なしとして単年の929件について1か月後生存の判定の後に重症度別の確率を判定し、その後は1年ごと毎年生存判定を繰り返した。これらを5年間繰り返した結果、表4に示す通りAEDドローンにより520件の除細動が実施され、171件の追加的な1か月後生存が得られ、254.05 QALYsが追加的な便益として得られた。

#### (5) AED ドローンネットワーク構築及び維持等に関する費用

128拠点に1機ずつドローンを配置すると想定した場合、ドローン機器購入費用は217,600,000円であった。これにネットワーク構築初期費用である384,000,000円を加え、初期費用は合計601,600,000円であった。

パイロットについては想定される飛行回数から必要人数を導き出した。「市民目撃あり」から「AED除細動実施あり」を差し引いたOHCA症例は5年間で4,647件であった<sup>9)</sup>。このうちド

ローンが飛行できる気象条件 0.318 及び人口カバー率 0.753 を乗じると年間 223 件のドローン飛行回数となった。設置する要員は 3 班とし、必要な人員は 6 名となった。なお各基地局における発着チェック等の補佐については飛行回数が県全域で 1 日 1 回未満の想定から、各消防署及び出張所に所属する消防員が兼務するものとした。

前述の初期費用に加えて、維持費用であるモバイルデータ通信利用料、パイロット人件費、ドローン機器整備費及びドローンネットワーク維持

整備費に研究期間の割引率を勘案して組み入れ、図 4 の模式図の通り毎年繰り返した結果、5 年間合計費用は 1,632,527,863 円であった。

## (6) 費用対効果：ベースケース及び感度分析

AED ドローンにより追加的に得られる便益 254.05 QALYs に対して、追加として発生する増分費用は 1,632,527,863 円 であることから、増分費用効果比 (ICER) は表 4 で示す通り 1QALY あたり 6,425,928 円であった。

一元感度分析を行った結果が表 5 である。各

表 4 各シナリオにおける費用及び効果

	ドローンなし	ドローンあり	差異 (ありーなし)
OHCA イベント			
市民目撃ありから据置型 AED 除細動実施ありを除外した件数	4,647	4,647	0
ドローン AED 除細動			
実施あり	-	520	520
実施なし	4,647	4,127	-520
ドローン AED による 1 ヶ月後生存			
ドローン AED 除細動実施あり	-	214	214
ドローン AED 除細動実施なし	386	343	-43
合計	386	557	171
費用 (¥)			
ネットワーク構築費用	-	384,000,000	384,000,000
ドローン購入費用	-	217,600,000	217,600,000
ネットワーク維持費用	-	180,996,845	180,996,845
ドローン整備費用	-	205,129,758	205,129,758
モバイルデータ通信利用料	-	361,993,690	361,993,690
パイロット人件費	-	282,807,571	282,807,571
費用対効果			
QALYs	574.90	828.95	254.05
増分費用 (¥)	-	1,632,527,863	1,632,527,863
ICER (¥)	-	-	6,425,928

表 5 一元感度分析

	変数の幅	ICER
ドローン運搬 AED による除細動実施の確率 *	0.20 から 0.90	3,334,342 から 15,004,541
AED 除細動実施における 1 ヶ月後生存の確率 **	0.35 から 0.55	4,515,676 から 7,898,206
1 ヶ月後生存にて障害なしの場合の QALY***	0.70 から 1.00	5,488,718 から 7,759,012
1 ヶ月後生存にて障害なしの確率 ****	0.80 から 0.95	5,988,913 から 6,847,463
1 ヶ月後生存にて中程度の障害の場合の QALY***	0.00 から 0.40	6,280,868 から 6,584,985
1 ヶ月後生存にて中程度の障害の確率 ****	0.05 から 0.15	6,337,782 から 6,571,727
1 ヶ月後生存にて重度の障害の確率 ****	0.00 から 0.10	6,395,737 から 6,571,458
1 ヶ月後生存にて重度の障害の場合の QALY***	0.00 から 0.20	6,395,737 から 6,463,282

\* AED ドローンを世に初めて紹介した Momont の発言「Currently, only 20% of untrained people are able to successfully apply a defibrillator,' says Momont. This rate can be increased to 90% if people are provided with instructions at the scene.」より変数における幅を設定<sup>36)</sup>

\*\* Cram らによる先行研究における「Clinical Probabilities and Cost Inputs Used in Model」の Sensitivity Analysis (Ranges) より変数の幅を設定<sup>34)</sup>

\*\*\* Cram らによる先行研究における「Model Inputs」の Range より変数の幅を設定<sup>31)</sup>

\*\*\*\* Cram らによる先行研究における「Clinical Probabilities and Cost Inputs Used in Model」の Range より変数の幅を設定<sup>33)</sup>

パラメータを先行研究等から得られる情報から 95%信頼性区間等の幅で動かして図 5 のようにトルネード図として表した。幅の大きなパラメータとしては AED ドローンの除細動実施確率、1 ヶ月後生存確率、1 ヶ月後生存にて障害なしの場合の QALY、の順であった。

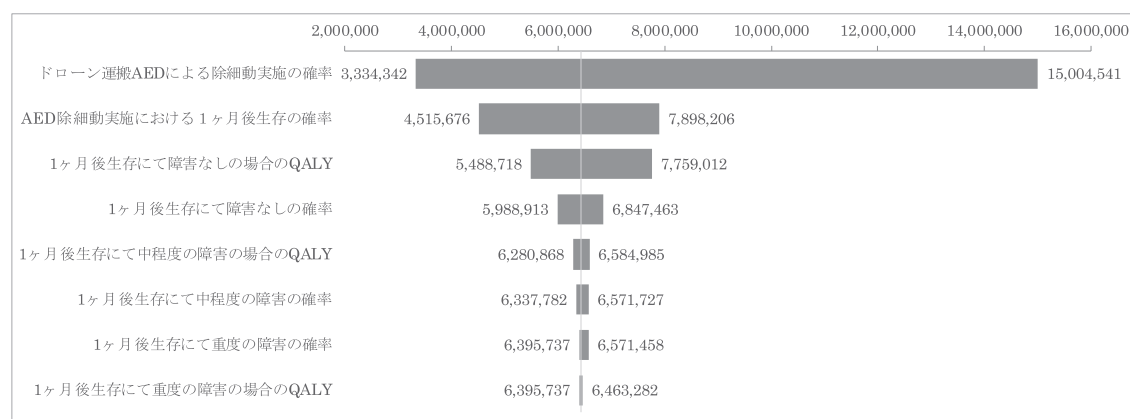
一元感度分析において幅の大きかったパラメータである AED ドローンの除細動実施確率及び 1 ヶ月後生存確率について二元感度分析を実施した。AED ドローンの除細動実施確率を 0.20 か

ら 0.90 の幅で移動させ、更に 1 ヶ月後生存確率を 0.350、0.411、及び 0.550 と設定して感度分析を行った。ICER はそれぞれ 18,432,545 円から 4,096,121 円、15,004,541 円から 3,334,342 円、及び 10,538,521 円から 2,341,893 円であり、この結果は図 6 に表した。

## 4. 考察

本研究では茨城県のウツタインデータ、国勢調

図 5 一元感度分析におけるトルネード図

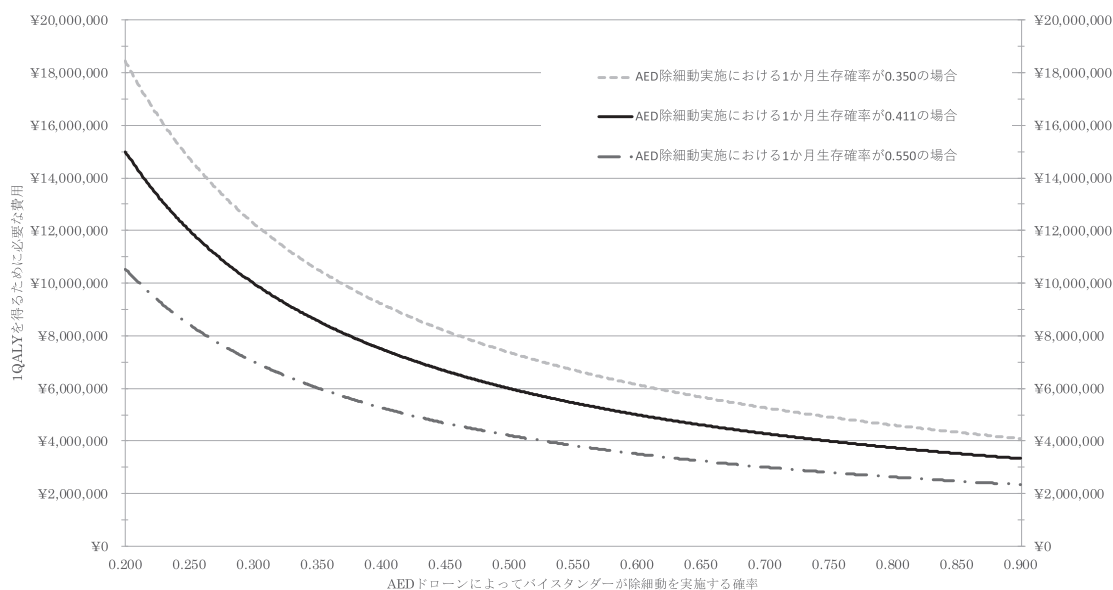


注) 縦棒はベースケースである 6,425,928 円を示す。

注) 各変数の幅の根拠と詳細は表 5 を参照のこと。



図6 二元感度分析



注) AED 除細動実施における生存の確率が 0.350、0.411 (ベースケース)、0.550 の場合について、AED ドローンによってバイスタンダーが除細動を実施する確率を 0.200 から 0.900 の幅で移動させて分析を実施した。なお AED ドローンによってバイスタンダーが除細動を実施する確率はベースケースにおいては 0.467 である。

査や気象情報等のパブリックデータ、先行研究等から得られる各種パラメータ及び想定されるドローン関連費用より AED ドローンの費用対効果評価を分析した。このような研究は本邦で初めての試みとなり、価値があると考ええる。なお本モデルは茨城県のウツインデータを基に実施したが、2010 年における全国値と比較すると「市民目撃あり」40,864 件に対し「市民による蘇生あり」かつ「AED 除細動実施なし」(ドローンがあれば除細動実施の可能性が高い群)は 18,979 件 (46.4%) であり、茨城県の 2,170 件 (46.0%) に比べてやや高いものの大きな差は見られなかった。また「市民目撃あり」に対し「AED 除細動実施あり」も、全国が 812 件 (2.0%)、茨城県が 73 件 (1.6%) とほぼ同様の傾向であった<sup>9)</sup>。また年々微増傾向であるが冒頭でも触れた通り、2020 年の報告からバイスタンダーによる AED 除細動実施率は全国で 5.1% であり依然として低い水準であるという傾向は変わらない<sup>1)</sup>。これら

より、検討する地域の気象条件や人口カバー率等を考慮しながら、本モデルはある程度は一般的な結果として日本の他の地域への導入に向けた検討時の一助となると考える。

本研究におけるベースケースでは中央社会保険医療協議会が示す「価格調整を必要としない ICER」の 500 万円を超える結果となった<sup>35)</sup>。これは他国の費用対効果評価分析の結果よりも高い値であった。例えば Bogle らの研究では米国ノースカロライナ州をモデルとして 500 箇所を基地局と想定した場合 ICER は 858 ドルであった<sup>17)</sup>。また Bauer らがドイツで行った費用対効果評価では、人口 80% をカバーするモデルでは ICER は 12,158 ユーロであった<sup>30)</sup>。

本モデルとこれらモデルで異なる部分は大きく 3 点ある。まず、Bogle らは費用としてネットワーク構築初期費及び維持整備費、モバイルデータ通信利用料及びパイロット人件費を考慮していない。もう 1 点は気象条件であり、両モデルとも

風雨を考慮していない。また Bauer らは便益として追加で得られる生存年のみを設定しており、QALY に対して評価していない<sup>17,30)</sup>。

このように、本モデルは先行研究より厳しい視点から費用対効果評価を分析している点は、より現実に即しており評価に値すると考える。一方で、カナダの夜間飛行の実証実験及び Bauer らは地方部のみで分析しているのに対し本モデルは都市部を多く含む地域を想定しており、夜間飛行の実現性や着陸の難易度等を検討できていない点は限界である<sup>24,30)</sup>。

海外からの研究並びに本分析はそれぞれ限界があるものの相互に補完し合い一定の示唆を与えてくれる。これらの結果を踏まえて、AED ドローン導入に向けて検討すべき点をいくつか提言したい。

まずは目撃した市民（バイスタンダー）による AED 除細動実施率の向上である。本モデルでは AED ドローンが飛行できる気象条件及び 5 分以内に到達できるエリア内の場合、バイスタンダーが AED ドローンによって除細動を実施する確率はベースケースにおいては 0.467 とし、感度分析においては 0.20 から 0.90 の幅を採用したが、AED ドローンがまだ実社会で運用されていない本邦においてこの変数を予測することは難しい。

AED ドローンを初めて公表した Momont は機体にカメラやマイクを装備させるという構想を持っていた。これらの機能により、パイロットが遠隔で AED を運搬するのみならず、カメラにて状況を確認し、マイクを通じてバイスタンダーに AED 操作も含めた心肺蘇生法（CPR）を指示することができる<sup>36)</sup>。仮にこれらの技術により AED 除細動実施率を上げることができれば費用対効果の向上が期待できる。Bogle らの研究においても、基地局を 1,015 箇所とし CPR を実施したバイスタンダーの 50% が除細動を実施した場

合の ICER は 10,438 ドルであったが、CPR を実施したバイスタンダーが 100% 除細動を実施した場合は ICER が 1,376 ドルまで低減されると示している<sup>17)</sup>。

バイスタンダーによる AED 除細動実施の向上について Sanfridsson らが 2019 年に発表した研究が示唆を与えてくれる。この試験に参加した 8 人の被験者（女性 50%、年齢 73-80 歳）はいずれも過去 20 年以内に CPR 等の教育を受けた経験がなかったが、AED ドローンによる除細動実施をマネキンに対して実体験した結果、全員がこの新しい技術に肯定的な意見を述べた。この研究でもカメラを搭載したドローンを採用しており、被験者はスマートフォン越しに通信指令係から補助を受け CPR や除細動を実施したが、インタビューから、通信指令係の補助が非常に重要であることが示唆された<sup>37)</sup>。本邦においても既に導入されている救急救命士等による口頭指導を取り入れる等<sup>38)</sup>、ドローンの運用方法によっては AED 除細動実施率の向上は期待できると考える。

費用対効果を向上させるもう一つの要因としては初期費用にもある。本モデルでは環境省からの委託による報告書からネットワーク構築初期費用を想定したが、ドローン機器購入費も重複して含んだためその部分は低減できる可能性はある。ただし、採用した 300 万円は「想定シナリオ」であり「検証実験シナリオ」では 900 万円と 3 倍の乖離があり、信頼性としては低い可能性がある<sup>25)</sup>。また海外の調査だが Amazon Prime Air 導入の試算では 5 千万ドルが必要とされている<sup>26)</sup>。全米を網羅するネットワーク構築と単純比較するべきではないが、中央管理からの目視外遠隔飛行という点では共通しており、高度な情報通信システムが必要である。この試算においては費用の一部としてソフトウェアを含んでいるが、本研究では

そのような情報通信システムの導入運用費用及びシステムエンジニアの人件費等を想定していない。これらの限界点も踏まえて、今後の技術革新に伴う費用低減に期待しながら、いかに初期費用を低く抑えるかという観点が重要となる。

これら除細動実施率の向上及び初期費用の抑制を考慮しながら、AED ドローンがより活躍するであろう地方部を想定しつつ、今後の導入に向けて検討する価値は十分にあることを本研究は示していると考ええる。

なお人口カバー率に関しては国勢調査の小地域を基準としており大雑把であるという指摘は逃られない。一方で本モデルは雨天強風時には丸一日飛行不可という天候面ではかなり控えめな見積もりを取り入れている。また世の中には防水性を有するドローンが登場している<sup>39)</sup>。今後は天候の影響は技術の進歩とともに減少することが考えられ、費用対効果の向上が期待できる。更に本研究は据置型 AED を維持するという前提で分析されているが、ドローンネットワークが構築されれば据置型 AED 数を削減できる可能性があり、既存の AED の整備及び交換等の費用を節減できる余地があることも導入においては考慮すべき点で

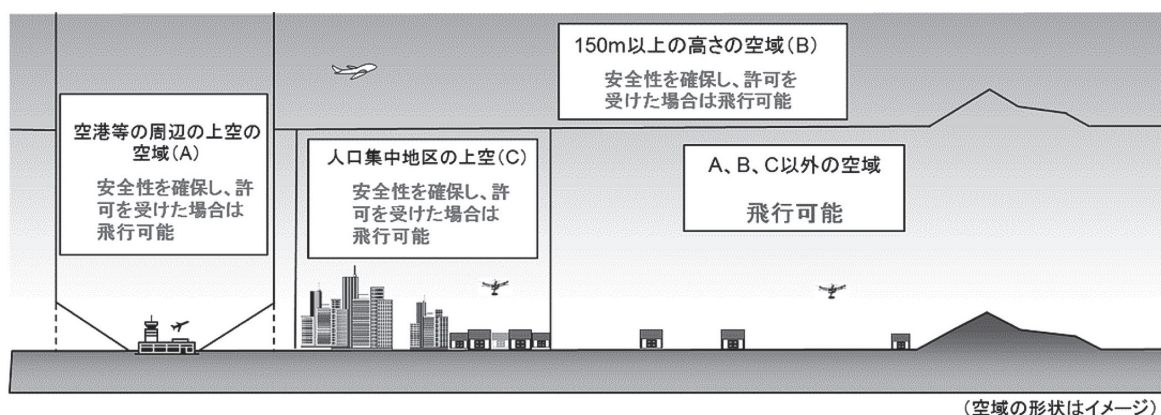
ある。

なお本モデルにおいてはドローン飛行に関する事故等の不測の事態に関しては発生頻度の予測が困難なことから考慮していない点も課題として付記する。またパイロットについては 24 時間体制を維持する最低限の人数としたが、1 日 1 回未満の飛行との想定から、専属でなく他業務と兼務すれば人件費低減の可能性はある。

最後に、ドローン活用の法整備に関する課題について記述する。図 7 で示すように「人口集中地区の上空」等、特定空域を飛行させる場合は国土交通大臣の許可を得る必要がある。また飛行方法についても制限が定められており「日中に飛行させること」や「目視範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること」等のルールがある<sup>40)</sup>。

このような状況の中、令和 3 年 3 月 9 日に「航空法等の一部を改正する法律案」が閣議決定された。この中で目視外飛行については 2022 年度を目途に「有人地帯上空での補助者なし目視外飛行」の実現という政府目標達成に向けて機体認証や技能証明制度の創設、許可・承認手続きの合理化等が盛り込まれた<sup>41)</sup>。目視外飛行の実現に向

図 7 無人航空機（ドローン等）の飛行の許可が必要となる空域のイメージ図



出典) 国土交通省. 無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール. 航空.  
[https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html#a](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html#a) 閲覧日: 2021/5/16



けた議論の加速化に期待したい。

目視外飛行の他にも私有地上空の飛行における許諾等の課題もある<sup>42)</sup>。また騒音規制法においては40～70 デシベルに抑えるという制限があり<sup>43)</sup>、一般的なドローンが60～70 デシベル程度の騒音を発することから<sup>44)</sup>、考慮すべき課題である。このように実現に向けて検討事項は多いものの、AED ドローンの導入によって得られる便益等、社会的意義が高いことから、今後議論をしていく価値は十分にあると考える。

## 5. 結論

茨城県におけるウツタインデータによるOHCA 症例を基に消防署及び出張所をドローン基地と見立てて決定樹モデルを用いたモデル分析を実施した結果、ベースケースとして1QALYあたり6,425,928 円のICERが導き出された。この結果からAED ドローンネットワークの構築は費用対効果が高いと言い切れないものの、バイスタンダーによる除細動実施率の向上、今後の更なる技術革新等による導入費用の低減及び雨天飛行対応機器の普及、既存の据置型AED 台数削減及びパイロットの非専属化の可能性等から、ドローンネットワーク構築によるAED 運搬技術は導入を検討する価値があると示唆された。今後は実運用を想定した実証研究等から安全性及び有効性についてのエビデンスを積み重ねると同時に、実運用に向けた法整備等の議論の推進が期待される。

## 謝辞

本論文を作成するにあたり、ご指導を頂いた放送大学大学院の田城孝雄教授に心より感謝したい。また埼玉県立大学理事長であり、慶應義塾大学の田中滋名誉教授においては、主催されるゼミにおいて発表の機会をいただ

いた。加えて、ゼミに参加された皆様から多角的な指摘及び示唆に富んだ助言をいただいた。更に日本医療経済学会による「第13 回若手研究者育成のためセミナー」において発表の機会をいただいた。座長を務めていただいた京都大学の佐々木典子准教授、コメンテーターとしてコメントいただいた慶應義塾大学の後藤励教授に、この場を借りて深く感謝を表したい。

2021 年 7 月 5 日

## 参考文献

- 1) 総務省消防庁. 令和2 年 救急・救助の現況 I 救急編.; 2020.
- 2) 一般財団法人日本 AED 財団. AED の知識. <http://www.aed-zaidan.jp/knowledge/>. 閲覧日: 2020/4/1
- 3) 文京学院大学. 世界 No.1 の“眠れる AED 大国”、日本 AED の場所をすぐに把握できるアプリ「AED N@VI」を活用 AED の登録数を競う「AED - 1 グランプリ」を開催. <https://prt-times.jp/main/html/rd/p/000000039.000035644.html>. 閲覧日: 2021/7/4
- 4) 藤川理絵. ANA、アバター×ドローン「遠隔医療」を五島市で成功 - ドコモ、長崎大学、ACSL らと. CNET Japan. <https://japan.cnet.com/article/35162062/>. 閲覧日: 2021/7/4
- 5) 田中万紀. ドローン使った AED 搬送 全国初の大規模実証実験. <https://www.sankei.com/article/20180314-OBSRBDUW5FNDBAGFSF5LQH75TQ/>. 閲覧日: 2021/7/4
- 6) Shirane T. A Systematic Review of Effectiveness of Automated External Defibrillators Delivered by Drones. Glob J Health Sci. 2020; 12(12): 101. doi: 10.5539/gjhs.v12n12p101
- 7) 国立保健医療科学院 保健医療経済評価研究センター (C2H). 中央社会保険医療協議会における費用対効果評価の分析ガイドライン第2 版.; 2019.
- 8) 清水岳. AED の補助金・助成金のまとめ. 対象や種類、金額、補助割合等. AED ガイド. <https://inoti-aed.com/subsidy-of-aed/>. 閲覧日: 2021/4/3
- 9) 藤江敬子. 病院外心肺停止患者の救命率向上のための市中 AED 設置最適化に向けての検討. 平成 25 年度 (一財) 救急振興財団調査研究助成事業. Published online 2013. <http://www.fasd.or.jp/tyousa/pdf/h25AED.pdf>

- 10) 国税庁. 空撮専用ドローンの耐用年数. <https://www.nta.go.jp/law/shitsugi/hojin/05/13.htm>. 閲覧日: 2021/4/10
- 11) 茨城県. 県内消防本部・署一覧. <https://www.pref.ibaraki.jp/soshiki/seikatsukankyo/shobo/documents/301203syouboutiran.pdf>. 閲覧日: 2021/1/10
- 12) 総務省消防庁. 全国消防便覧; 2020.
- 13) 独立行政法人統計センター. 地図で見る統計 jSTAT MAP. <https://jstatmap.e-stat.go.jp/jstatmap/main/base.html?1610262482420>. 閲覧日: 2021/1/10
- 14) 羽瀬達志, 駒形仁美. 地図で見る統計 (jSTAT MAP) について. 情報の科学と技術. 2019; 69(6): 244~249.
- 15) Drone Delivery Canada. Technology. <https://dronedeliverycanada.com/technology/>. 閲覧日: 2021/3/21
- 16) Favaro A, Philip E St., Dunham J. Drone defibrillator delivery? Researchers say it may be faster than ambulances. CTV News. <https://www.ctvnews.ca/health/drone-defibrillator-delivery-researchers-say-it-may-be-faster-than-ambulances-1.4462022>. 閲覧日: 2021/3/20
- 17) Bogle BM et al. The Case for Drone-assisted Emergency Response to Cardiac Arrest: An Optimized Statewide Deployment Approach. N C Med J. 2019; 80(4): 204-212. doi: 10.18043/ncm.80.4.204
- 18) Cheskes S et al. Improving Access to Automated External Defibrillators in Rural and Remote Settings: A Drone Delivery Feasibility Study. J Am Heart Assoc.: e016687. doi: 10.1161/JAHA.120.016687
- 19) FLYTREX. Our drones. <https://flytrex.com>. 閲覧日: 2021/1/11
- 20) Claesson A. AED-delivery Using Drones in Out-of-hospital Cardiac Arrest. ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04415398>. 閲覧日: 2020/8/29
- 21) DJI. 安全飛行. <https://www.dji.com/jp/flysafe>. 閲覧日: 2021/2/21
- 22) Claesson A. AED-delivery Using Drones in Suspected OHCA. <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04723368>. 閲覧日: 2021/2/21
- 23) 国土交通省気象庁. 各種データ・資料 > 過去の気象データ・ダウンロード. <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>. 閲覧日: 2020/11/28
- 24) Helicopters Staff. Drone Delivery Canada completes Phase Three of AED On the Fly project - Helicopters Magazine. Helicopters. <https://www.helicoptersmagazine.com/drone-delivery-canada-completes-phase-three-of-aed-on-the-fly-project/>. 閲覧日: 2020/11/15
- 25) 株式会社三菱総合研究所. 環境省委託業務報告書 平成 30 年度 CO2 排出量削減に資する過疎地域等における 無人航空機を使用した配送実用化推進調査委託業務. <https://www.mlit.go.jp/common/001289661.pdf>. 閲覧日: 2021/8/27
- 26) Keeney T. How Can Amazon Charge \$1 for Drone Delivery? ARK Invest. <https://ark-invest.com/articles/analyst-research/drone-delivery-amazon/#fn-7141-12>. 閲覧日: 2020/3/8
- 27) 厚生労働省. 職業情報提供サイト (日本版 O-NET) ドローンパイロット. <https://shigoto.mhlw.go.jp/User/Occupation/Detail/511>. 閲覧日: 2021/3/28
- 28) NTT docomo. LTE 上空利用プラン. 料金プランについて. <https://www.nttdocomo.co.jp/charge/lte-joukuriyou-plan/>. 閲覧日: 2021/8/22
- 29) Hansen CM et al. The role of bystanders, first responders, and emergency medical service providers in timely defibrillation and related outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: Results from a statewide registry. Resuscitation. 2015; 96: 303-309. doi: 10.1016/j.resuscitation.2015.09.002
- 30) Bauer J et al. Development of unmanned aerial vehicle (UAV) networks delivering early defibrillation for out-of-hospital cardiac arrests (OHCA) in areas lacking timely access to emergency medical services (EMS) in Germany: a comparative economic study. BMJ Open. 2021; 11: 43791. doi: 10.1136/bmjopen-2020-043791
- 31) Cram P et al. Cost-effectiveness of in-home automated external defibrillators for individuals at increased risk of sudden cardiac death: There's no place like home? J Gen Intern Med. 2005; 20(3): 251-258. doi: 10.1111/j.1525-1497.2005.40247.x



- 32) 秦知人 et al. 自動体外式除細動器（AED）導入に関する費用便益分析. 公共政策の経済評価.
- 33) Cram P, Vijan S, Fendrick AM. Cost-effectiveness of Automated External Defibrillator Deployment in Selected Public Locations. *J Gen Intern Med.* 2003; 18: 745-754.
- 34) Cram P et al. The Impact of Including Passive Benefits in Cost-Effectiveness Analysis: The Case of Automated External Defibrillators on Commercial Aircraft. *Value Heal.* 2003; 6(4): 466-473. doi: 10.1046/j.1524-4733.2003.64224.x
- 35) 中央社会保険医療協議会. 中央社会保険医療協議会費用対効果評価専門部会・薬価専門部会・保険医療材料専門部会 合同部会（第17回）議事次第; 2019. <https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000480980.pdf>
- 36) WEBREDACTIE COMMUNICATION. TU Delft's ambulance drone drastically increases chances of survival of cardiac arrest patients. Delft University of Technology. <https://www.tudelft.nl/en/2014/tu-delft/tu-delfts-ambulance-drone-dramatically-increases-chances-of-survival-of-cardiac-arrest-patients/>. 閲覧日：2021/8/22
- 37) Sanfridsson J et al. Drone delivery of an automated external defibrillator-a mixed method simulation study of bystander experience. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019; 27(40): 1-9. doi: 10.1186/s13049-019-0622-6
- 38) 総務省消防庁. 口頭指導要領. [https://www.fdma.go.jp/relocation/e-college/pdf/tsushin\\_text3.pdf](https://www.fdma.go.jp/relocation/e-college/pdf/tsushin_text3.pdf)
- 39) 原田物産株式会社. PF2-Delivery 物流・宅配ドローン|産業・災害用ドローン. [https://www.harada-bussan.jp/product\\_detail/pf2-delivery/](https://www.harada-bussan.jp/product_detail/pf2-delivery/). 閲覧日：2021/5/7
- 40) 国土交通省. 無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール. 航空. [https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html#a](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html#a). 閲覧日：2021/5/16
- 41) 国土交通省. 航空法等の一部を改正する法律案を閣議決定～航空ネットワークの確保と航空保安対策、ドローンの更なる利活用を推進！～. [https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku01\\_hh\\_000110.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku01_hh_000110.html). 閲覧日：2021/8/29
- 42) 国土交通省 航空局. 無人航空機（ドローン、ラジコン等）の飛行に関するQ&A. <https://www.mlit.go.jp/common/001303819.pdf>. 閲覧日：2021/8/29
- 43) 環境省. 騒音規制法 住みよい音環境を目指して. <https://www.env.go.jp/air/noise/souonkiseih-pamphlet.pdf>. 閲覧日：2021/8/29
- 44) 日本建築ドローン協会. 居住者から見た建築物調査時等のドローンの評価手法研究会 報告書; 2019. <https://jada2017.org/wp-content/uploads/2019/05/e575ba299db3b27d5c10adefdd6cb792-1.pdf>. 閲覧日：2021/8/29
- 45) 総務省統計局. 統計表で用いられる地域区分の解説. <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/1995/04-02.html>. 閲覧日：2021/3/7

# Cost-Effectiveness Analysis of Automated External Defibrillators (AED) Delivery by Drones

Tomoya Shirane\*

## Abstract

According to the 2020 annual publication “Current State of First-Aid and Rescue”, the survival rate of patients with Out-of-Hospital cardiac arrest (OHCA) who were rescued by Automated External Defibrillators (AED) was 4.5 times higher than those who were not treated appropriately. On the other hand, the report indicated that the rate of AED implementation by witness (bystanders) for OHCA was only 5.1%. Meanwhile, drones have been evaluated as the means of delivering medical equipment and goods. Therefore, the purpose of this study is to evaluate the cost-effectiveness of developing AED drone network by a model analysis.

Assumed that the fire stations in Ibaraki Prefecture the drone bases, a decision tree model using Utstein data from 2008 to 2012 was conducted. jSTAT MAP with the national census data was used for the model analysis. The costs included in this study were the drone network infrastructure initial and maintenance fees, the drone purchase and maintenance fees, the mobile network fees, and the pilot labor cost. The discount rate was set as 2.0% per year.

As the base case from this model analysis, by considering the weather conditions and the population coverage, 254.05 QALYs were additionally obtained in the environment where the drone network would be available. The total cost was calculated as 1,632,527,863 JPY, and therefore ICER resulted in 6,425,928 JPY per 1 QALY. The sensitivity analysis showed that when one-month survival rates with AED were set to 0.350, 0.411, and 0.550 and drone-delivered AED defibrillation rates by bystanders were set from 0.20 to 0.90, ICERs were 18,432,545 to 4,096,121 JPY, 15,004,541 to 3,334,342 JPY, and 10,538,521 to 2,341,893 JPY, respectively.

The result does not demonstrate that the drone network to deliver AED can be cost-effective for exceeding 5 million JPY as ICER, which is categorized as no price adjustment is required, set by Central Social Insurance Medical Council. However, it might be worthy enough to consider the deployment of AED drone network by carefully looking at the increase of AED defibrillation rate by bystander, the reduction of the initial cost and the possibility of the flight under the rain condition by the technological advances, the reduced number of the existing AEDs, and the non-dedicated pilot assignments. In the future, as the effectiveness and the safety of AED delivery by drones are developed, discussions on legislation about AED drone network are expected to be facilitated accordingly.

**[Keywords]** AED, Automated External Defibrillator, UAV, unmanned aerial vehicle, drone, cardiac arrest, OHCA, cost-effectiveness evaluation, HTA

---

\* School of Graduate Studies, Open University of Japan

## 第16回研究大会基調講演

# 新型コロナウイルス感染症と経済学

岩本 康志\*

## 抄 録

本稿は、新型コロナウイルス感染症の予防策に対する経済学の貢献として、(1)健康と経済のトレードオフを明確にして、費用対効果の高い対策を実行すること、(2)人々の行動を理解すること、の2つの視点の重要性を指摘する。

経済学者が描いたトレードオフのなかでどこを選択するのは、政策決定者の役割である。対策がかならずしも効率的でない（効率性フロンティア上にない）場合は、経済学では改善を示唆できる。

対策のなかでとられた個人の行動制限と事業者の営業制限では、健康と自由のトレードオフが問題となる。法的強制力がなく要請に基づく活動制限を成功させるには、「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）」の2つの問いを考える必要がある。その際、「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」という経済学の視点が重要になる。

実際の対策は、この2つの問いの背景にある、人々の行動を理解していないことから問題を生じさせていると思われる。対策の運用は、対策に協力する費用を高めることで、人々の協力を失わせる方向に働いた。そして、法改正で罰則を導入することで、利己的動機によって協力を担保しようとしたが、このことは逆に人々の利他的行動を阻害し、社会秩序を棄損するおそれがある。

## 1. 序論

本稿の主題は、新型コロナウイルス感染症の予防策を経済学的視点から考察することである。新型コロナウイルス感染症は日本経済にも大きな影響を与えたが、医療と経済の接点に位置する医療経済学会で、この課題を議論する機会を与えていただいたことに感謝したい。

分野外の人間から見た印象になるが、今回のパンデミックでは、疫学の新たな手法であるゲノム疫学と数理疫学が活躍した。経済学でも、個人の遺伝子情報を用いた遺伝子経済学（genoeconomics）という分野があるが<sup>注1</sup>、感染症の流行との関連はあまりない。一方で、数理疫学のモデルは経済学者

も使用しており、関係が深い分野である。感染症数理モデルの新型コロナウイルス感染症への応用では、英国の Imperial College London の研究チーム（Ferguson et al. 2020）の SIR モデルに基づく死亡予測が大きな影響力をもち、日本では西浦博教授による予測が著名である。

基本的な SIR モデルでは、経済学の立場から見ると違和感を覚える、以下のような想定がされている<sup>注2</sup>。

- (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
- (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
- (3) 感染と経済活動の関係が考慮されない

これに対して、経済学では、以下のように考える。

- (1) 人々の予防は感染の流行の影響を受ける

\* 東京大学大学院経済学研究科教授

(2) 感染予防行動には外部性が生じるのでゲーム的状况が生じたり、公衆衛生的介入の根拠が与えられる

(3) 感染予防行動は費用をとまなう（とくに新型コロナウイルス感染症ではマクロ経済へも重要な影響を与える）

新型コロナウイルス感染症対策では個人の行動制限と事業者の営業制限が大きな議論となったことから、本稿では、行動と感染症の関係にとくに関心をもって、掘り下げていきたい<sup>注3</sup>。ただし、感染（健康）と経済のトレードオフについても若干、触れることにする。

感染症は、人々の行動によって流行する。したがって、人々がどのように感染の可能性がある行動（接触）をとるかを研究することは、感染症の流行の理解に役立つ。行動と流行の関係については、行動から流行への経路があると同時に、人々の（とくに予防）行動が流行によって変化することが考えられる。この流行から行動への経路には、経済学的分析が貢献してきている。例えば Manfredi and d'Onofrio（2013）には、経済学的分析を用いた複数の論文が収録されている<sup>注4</sup>。

感染症の経済分析は新型コロナウイルス感染症の流行とともに急速に進展したが、感染症数理モデルでの行動変容を経済学の知見に基づいて定式化する試みは、新型コロナウイルス感染症の流行以前にも試みられていた。Handbook of Health Economics, Vol. 1で感染症の章を担当した Philipson（2000）は、感染症の研究に対する経済学の貢献として、人々の予防行動が感染症の流行状況に影響されることに着目することを挙げている<sup>注5</sup>。予防行動に関しては、Geoffard and Philipson（1996）は、AIDSを対象に、SIモデルで、予防行動が離散的な意思決定となる分析が行われた。Gersovitz and Hammer（2004）は、SIRモデルとSISモデルで、予防行動が連

続的な意思決定となる最適な対策を分析した。個人の行動では、個人の選択が全体の動学に影響を与えることが織り込まれていたが、新型コロナウイルス感染症流行後の研究では、これを織り込まない分析が行われている<sup>注6</sup>。

行動に着目することから、本稿では感染症対策のなかでも、個人の行動制限と事業者の営業制限と言う活動制限を重点的に議論する。その際に、2つの経済学的な考え方の活用が期待されることを示す。第1は、トレードオフを明確にして、費用対効果の高い対策を実行する、という考え方である。経済学が各方面の政策分野に浸透させてきた考え方であり、医療でも医療技術評価、費用対効果分析として適用されている。第2は、人々の行動を理解することである。何かの問題に対して対策を講じる場合、対策によって人々は行動を変えてしまう、と言う現象は様々な政策分野でしばしば見失われがちである。経済学では、人々はインセンティブに反応する、という考え方で、このような行動の変化を理解し、対策の効果を正確に把握することを研究してきた。また、感染症対策では利他的な行動が重要になり、行動経済学の発展は、このような行動にも重要な知見をもたらしている。

以上の2つの視点を軸に、新型コロナウイルス感染症対策への経済学の貢献を考えていきたい。本稿の構成は以下の通りである。2節では、第1の視点から、健康と経済のトレードオフのもとでの感染症対策のあり方を論じる。3節では、第2の視点から、感染の流行が人々の感染予防行動に影響を与えることで、実効再生産数が1に近づく現象が生じることをのべる。また、要請に基づく活動制限については、「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）」の2

つの問いを考える必要があることを指摘する。4節では、この2つの問いに対する経済学の考え方を説明するとともに、健康と自由のトレードオフの問題を提起する。5節では、このトレードオフの観点から、2021年2月に導入された罰則の問題点を指摘する。6節では結論が示され、補論では、内生的予防行動により実効再生産数が1に近づくメカニズムの平易な解説をおこなう。

## 2. 費用対効果

### (1) 健康と経済のトレードオフ

まず、感染が生じる接触をよりくわしく見ることで、活動を制限することの費用と効果が生じる経路を明らかにしよう。新規感染は、未感染者と感染者との接触から生じる（ただし、すべての接触からではない）。ある時点の未感染者数を $S$ 、「接触率」（1人当たり接触者数、contact rate）を $C$ とすると、未感染者の接触者数は、 $S \times C$ と表される。接触者のうちの感染者数を $S \times C_I$ とし、そのなかで未感染者を感染させた感染者（これは、新規に感染した未感染者でもある）を $New$ とすると、これらの関係は図1のように示される。

ある時点での新規感染者と未感染者の比率（感染力、force of infection）は、

$$\frac{New(t)}{S(t)} = \frac{S(t)C(t)}{S(t)} \times \frac{S(t)C_I(t)}{S(t)C(t)} \times \frac{New(t)}{S(t)C_I(t)} \quad (1)$$

と、3つの分数の積で表される。記号を使用しないと、

$$\frac{\text{新規感染者}}{\text{未感染者}} = \frac{\text{未感染者の接触者}}{\text{未感染者}} \times \frac{\text{感染者の接触者}}{\text{未感染者の接触者}} \times \frac{\text{新規感染者}}{\text{感染者の接触者}}$$

と表すこともできる。右辺の2番目の分数は、接触者のなかの感染者の割合であり、偏りのない接触であれば、「有病率」（人口 $N$ 中の感染者 $I$ の割合、prevalence rate または prevalence） $I/N$ に等しいと考えられる。最後の分数は、「二次感染率」（感染者の接触者が感染する割合、secondary attack rate） $p$ である。(1)式は、

$$\frac{New(t)}{S(t)} = C(t) \frac{I(t)}{N(t)} p(t) \quad (2)$$

と表すことができる。

基本的なSIRモデルでは、(2)式の接触率は人口密度に比例（面積一定として $C \propto N$ ）し、二次感染率が定数であると考えて、新規感染者の発生は、

$$New(t) = \beta(t)S(t)I(t) \quad (3)$$

と表すことができる。ここで、 $\beta$ は感染率（transmission rate）である。

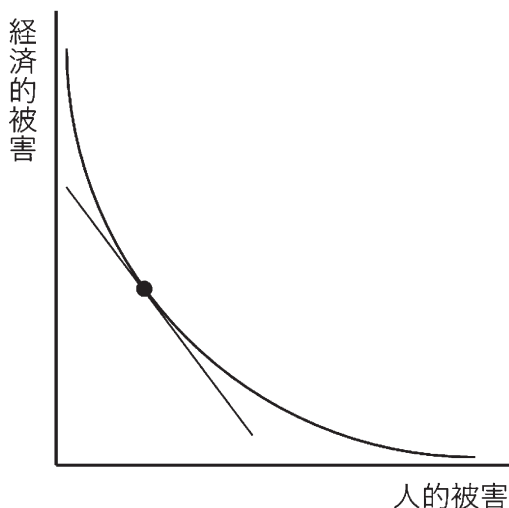
図1 接触者と新規感染者

未感染者の接触者 ( $S \times C$ )	
うち感染者 ( $S \times C_I$ )	うち感染者以外 ( $S \times (C - C_I)$ )
新規感染者 ( $New$ )	



経済活動が感染リスクのある接触をとまなうと、経済活動と感染が関係をもつことになる。これは、(3) 式での感染率が経済活動の関数となることを意味する。また、感染予防の対策は、それ自身に費用がともなうことと、経済活動を制限することから、経済に負の影響を与える。このことによって、感染と経済が関係をもち、その関係に感染症対策を与える。新型コロナウイルス感染症では、経済学者が SIR モデル等の疫学モデルを応用して、感染症対策が直面する「健康と経済のトレードオフ」を示した。導出の詳しい議論は久保田 (2021)、Iwamoto (2021、あるいはその日本語版 2021a) に譲ることにして、トレードオフを概念図として示したものが図 2 である。

図 2 健康と経済のトレードオフ



横軸に人的被害（健康被害）、縦軸に経済的被害をとり、図に現れる曲線は、同じ人的被害のもとで最も経済的被害の少ない対策（これは、同じ経済的被害のもとで最も人的被害の小さい対策でもある）の帰結を表している。経済学では、「効率性フロンティア」と（efficiency frontier）呼ばれる。フロンティア上にある対策では、そこから人的被害を小さくすることを目指せば経済的被害

害が大きくなってしまふ、あるいはそこから経済的被害を小さくすることを目指せば人的被害が大きくなってしまふ、という意味で、健康と経済のトレードオフが存在している。

## (2) 感染予防手段の選択

一方で、工夫の足りない対策の帰結は、フロンティアの内側（曲線の右上）に位置する。これは、その対策と同じ経済的被害でも人的被害を小さくできる対策が存在する、あるいは同じ人的被害でも経済的被害を小さくできる対策が存在することを意味している。このような対策は、より良い帰結をもたらす別の対策が存在するという意味で、非効率的である。

このときは、工夫をすることで経済と健康の両方を改善することが可能であり、経済学者はとくにこのような改善の可能性に敏感であり、ここに経済学的な考え方が役立つ。

表 1 は、(2) 式を利用して、様々な感染予防対策を経路別にまとめたものである。人々の自発的行動以上に感染力を低下させるには、接触率を減らすための都市封鎖（lockdown）、外出禁止令（stay-at-home order）、感染者の隔離・就業制限によって、未感染者が感染者と接触する機会を減らす（(2) 式での有病率を減らすこととして表される）手段等がある。感染拡大を予防する手段と経路に違いはあっても、その効果は感染力（同時に実効再生産数）という指標に集約されて現れる。

このなかで、それぞれの対策の効果と費用を評価して、同じ効果であれば費用の低い対策を選ぶ（フロンティアの内側の選択肢をとらない）ことが考えられる。例えば、費用の低い対策として、マスクをして感染が収束するならば、外出を制限するまでもない、と考えることができる。このような観点からの分析として、例えば Piguiilem

表 1 感染予防策の分類

接触率 contact rate		有病率 prevalence rate	二次感染率 secondary attack rate
未感染者の接触者 未感染者		感染者の接触者 未感染者の接触者	新規感染者 感染者の接触者
未感染者の接触者数		接触者のうちの感染者の割合	感染者の接触者が感染する割合
対策	外出自粛 営業自粛	隔離 (isolation) 停留 (quarantine) 検査 積極的疫学調査 (contact tracing)	社会的隔離 (social distancing) マスク着用 換気

and Shi (2020) は、一律検査による隔離が都市封鎖よりも優位であることを示している。ただし、この選択肢の比較は、行動制限の対象の違い（全員か検査陽性者のみか）と解釈することもできる。その方向での議論では、Acemoglu et al. (2021) は、全員の活動を制限する（都市封鎖）より、高齢者の活動のみを制限する方が費用対効果が良いことを示した。日本では、Fujii and Nakata (2021) が、緊急事態宣言の解除時期の選択において、早期の解除がフロンティアの内側にあることを示した。

ここまでは、人的被害と経済的被害を重みづけて集計することはしていない。集計された被害を最小化することは、図 2 のフロンティア上のどこかを選択することと同じになる。どこを選択するかは、2 種類の被害の重みづけによって決定される。この対策の選択（重みづけの選択）は政策決定者がおこなう仕事であり、経済学者が示すのはフロンティアの形状である。重要な情報は、フロンティアの傾きであり、人的被害を軽減するために甘受する経済被害の増加（1 人を救命する

ために要する費用）を示している。これは医療技術評価で使われる増分費用効果比（ICER、incremental cost-effectiveness ratio）に相当する。対策は、政策決定者が考える妥当な ICER によって選択される<sup>注7</sup>。図 2 には黒丸の政策と、その政策の ICER を傾きにもつ直線（フロンティアの接線）を示している。

### 3. 行動を理解する

#### (1) 内生的予防行動と公衆衛生的介入

経済学のもう 1 つの貢献となる視点は、人々の行動は感染の状況からも影響を受ける等、行動をよく理解することである。標準的経済学では、多くの場合、利己的で合理的な個人を想定しており、感染症対策でも有用である<sup>注8</sup>。同時に感染症対策では、利他的行動も重要である。

まず、利己的行動に着目して、感染症の流行が予防行動に与える影響を考えてみよう。2 節の (2) 式で示された感染力を個人の立場から見ると、集団の有病率が高まっていると、自身が感染

するリスクが高まることを意味する。すると、未感染者の行動を経済学でモデル化すると、感染リスクが高まっているときは、自発的に感染予防行動をとるはずである。これは、(3)式での感染率 $\beta$ が一定ではなく、感染者数の減少関数になることを意味している（補論でくわしく説明する）。

このような行動の変化を考慮すると、感染症対策は、内生的予防行動と公衆衛生的介入（NPI、non-pharmaceutical intervention）で構成されると考えられる。公衆衛生的介入が必要となるのは、自発的な感染予防で不足するときであり、経済学での「市場の失敗」と同じ論理構造であり、「外部性」で根拠づけられるものが多い。

## (2) 実効再生産数の回帰

内生的予防行動と感染症流行の動向を表す実効再生産数との関係を見ていこう。感染者は $\gamma$ の確率で回復または死亡すると仮定すると、感染者数の変化は、

$$\dot{I}(t) = \text{New}(t) - \gamma I(t) \quad (4)$$

となる。感染者が感染性を有する平均期間（感染性期間、infectious period）は、 $1/\gamma$ である。実効再生産数は、1人の感染者が感染性期間に何人に感染させるかを示しており、1人の感染者が感染性期間（感染力をもつ期間）に何人に感染させるか、を示す実効再生産数 $\mathcal{R}$ は、

$$\mathcal{R}(t) \equiv \frac{1}{\gamma} \frac{\text{New}(t)}{I(t)} \quad (5)$$

と定義される。実効再生産数は、感染症の流行に関係する重要な指標である。(5)式を用いて(4)式を変形すると、

$$\dot{I}(t) = (\mathcal{R}(t) - 1)\gamma I(t)$$

となり、実効再生産数が1より大きければ流行

は拡大し、1より小さければ流行は収束する。新規感染者の発生が(3)式にしたがう場合には、実効再生産数は、(3)式を(5)式に代入して、

$$\mathcal{R}(t) = \frac{\beta(t)}{\gamma} S(t) \quad (6)$$

と表される。

感染症の流行状況で人々の行動が変わらない( $\beta(t) = \beta_0$ )とすれば、基本再生産数を

$$\mathcal{R}_0 \equiv \frac{\beta_0}{\gamma} \quad (7)$$

と定義して、実効再生産数は、(6)式と(7)式を用いて、基本再生産数と未感染者（人口比）によって、

$$\mathcal{R}(t) = \mathcal{R}_0 S(t)$$

と表される。ここでは、実効再生産数が低下する要因は、感染者が抗体をもつことで、その後に感染する機会のある接触があっても感染しないという集団免疫効果のみである。

しかし、多くの国で、このような想定とは違うことが起こっている。図3は、日本の実行再生産数の推移を示したものである。実効再生産数が1を上回る期間は永続せず、比較的早期に低下して1に近づく傾向が観察される。集団免疫効果とは思われない形で、1を上回った実効再生産数が低下する現象は日本以外でも幅広く観察されており、Atkeson, Kopecky and Zha (2020)は、4つの定式化された事実の1つとして、この現象を挙げている。

そこで実効再生産数が集団免疫以外の要因 $X$ によっても変化すると考えると、

$$\mathcal{R}(t) = \mathcal{R}_0 X(t) S(t) \quad (8)$$

と表される。いま、 $X$ の時間的变化に着目してい

図3 実効再生産数の推移



(出所) 東洋経済オンライン

るが、国によって $X$ が違ふと考えると、山中伸弥教授の唱えた「ファクター  $X$ 」に相当する概念にもなる。

基本的な疫学モデルでの非公衆衛生的介入の効果は、介入が $X$ を低下させて、実効再生産数を低下させるものとして表される。このとき、実効再生産数が1を下回る公衆衛生的介入を持続すると、感染は収束する。しかし、いったん流行が広がった国では、公衆衛生的介入によって実効再生産数が1を下回り続け、感染が収束することはない。1を下回った実効再生産数は、やがて1に向かって上昇してくる。このように実効再生産数が1に戻ってくる現象は、上にのべた基本的なSIRモデルでは説明できない。主に経済学者によって分析されている「行動SIRモデル」<sup>注9</sup>は、人々が感染状況を見ながら予防行動をとることを考慮することによって、このような現象が生じる1つの説明を与える。Gans (2020)、Rowthorn and Toxvaerd (2020)、Toxvaerd (2020)等は、実効再生産数が1の近傍で推移するモデルを示している。

### (3) 活動制限の要請に対する2つの問い

かりに行動を理解しないと、対策について、以下のような考え方をもつようになる。

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

これらは、経済学から見れば、誤った考え方になり、以下のように修正すべきだと考えられる。

(1) に対しては、「感染が拡大すると、人々は予防行動をとる」と修正される。したがって、実効再生産数が長期的に1を長期的に上回ることではない。ただし、これは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。

この原理は逆方向にも働くことも重要である。つまり、感染が抑制されると、人々は予防行動を緩めるため、実効再生産数が長期的に1を下回ることではない。これは、現在、多くの感染症が根絶されずに共存していることが合理的な選択の結果であることを説明する。



(2) に対しては、「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」と修正される。緊急事態宣言の効果については、対照群が設定しづらく、因果効果の検証には困難がともなう。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。しかし、注意深く内生的予防行動を分析した Watanabe and Yabu (2021a, 2021b) は、その影響が無視できない大きさであることを示している<sup>注10</sup>。

(3) に対しては、「なぜ要請に対する対応が変化したのか、を理解し、対策を考える」と修正される。その際には、5 節で説明するように、感染症対策では利他的行動が重要な役割を果たしていることを理解する必要がある。新型コロナウイルス感染症対策のなかで行動を理解するには、行動経済学の知見を活用して、つぎの 2 つの問いに答えることが重要である。1 つは、「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」、もう 1 つは、「人々はなぜ制限の要請に応じなくなるのか(なぜ緊急事態宣言の効果が弱まるのか)」である。そして、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必要がある。4 節では、活動制限のもと「健康と自由のトレードオフ」を定式化した上で、この 2 つの問いを検討する。

## 4. 活動制限

### (1) 憲法と感染症法の「人類」

2 節では、新型コロナウイルス感染症対策による「経済と健康のトレードオフ」を議論したが、活動制限の問題は「健康と自由のトレードオフ」としてとらえられる。自由には積極的自由と消極的自由(国家によって強制されない)があるが、ここで問題となるのは憲法で保障される、消極的

自由である。

新型インフルエンザ等感染症対策特別措置法(以下、特措法)の緊急事態条項に含まれる私権の制限は、憲法の保障する権利との衝突が問題となる。特措法 5 条では、「国民の自由と権利が尊重されるべきことに鑑み、新型インフルエンザ等対策を実施する場合において、国民の自由と権利に制限が加えられるときであっても、その制限は当該新型インフルエンザ等対策を実施するため必要最小限のものでなければならない。」と規定されている。法体系上、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(以下、感染症法)と特措法は、憲法で保障された国民の権利を前提として、感染症対策を構築する。活動制限については、憲法との関係から考えていかなければいけない。

本稿執筆時点で 2,062 ある憲法、法律のうち、条文に「人類」が登場するものは 27 である。そのなかに日本国憲法と感染症法がある。憲法では、前文と 97 条に現れ、それぞれ「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、強調は筆者)

「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。」(97 条、強調は筆者)とある。

感染症法では、前文に現れ、「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迫りやり、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、強調は筆者)とある。

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。ここに憲法の「人類」と感染症法の「人類」の緊張関係がある。法体系上は上位にある憲法に対して、どのような法技術によって、感染症対策としての位置づけるのかは慎重に考えなければならない。脅威を与える感染症があるとはいえ、共存している感染症もあるので、「感染症の根絶」を人類の悲願とまで呼ぶのは前のめりであり、感染症分野以外に対しての説得力は高くない。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、法体系を軽んじた粗雑な議論となり、有識者の反発を買うことだろう。

## (2) 健康と自由のトレードオフ

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、健康と経済のトレードオフこれと同じように扱うことができない。「自由」は経済学で十分に研究されているとはいいいがたいので、健康と自由のトレードオフを前提として、望ましい対策を考えることは、挑戦的な課題である。ここでは、その糸口となる有用な考え方を例示し、4つの方向で自由を制限する費用の評価(うち3つは定性的評価)をすることで、その出発点に立つことを目指したい。

(1) 自由を制限することの費用として計測できるものとして、経済活動の低下がある。このことから、健康と経済のトレードオフは、健康と自由のトレードオフにも重要な情報を提供してくれる。

(2) 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。これは、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であるからである。市場経済は効率的な資源配分を達成するとされるが、Lange (1936, 1937) は、計画経済でも同様な資源配分を達成できる、と主張した。これをめぐる議論は、「経済計画論争」として知られる。効率的な資源配分以上の市場の価値については、Hayek (1945) は、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ことを主張した。この議論には、自由主義は個人の限定合理性を前提にしているという背景がある。

この議論に基づく自由の制限の問題として、技術革新の阻害がある。ただし、感染症対策では感染リスクのある活動を制限するだけで、技術革新の阻害にまで踏み込む意図はないため、この側面からの損失の深刻さは見受けられない。

(3) 非帰結主義の立場からは、選択肢が奪われることが費用と考えることができる<sup>注11</sup>。最善の選択肢しか与えられず、選択の余地のない場合よりも、最善を含んだ選択肢の集合が与えられる方が価値が高いという考え方である。この意味での貨幣価値化は未解明の課題である。

なお、新型コロナウイルス感染症対策では、行動変容を促すため、ナッジの活用もおこなわれた。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、

自由主義と矛盾しない（岩本 2009）。この考え方によれば、ナッジを、自由の制限として問題視するには及ばない<sup>注12</sup>。

- (4) 経済学固有の概念だけではなく、自由をめぐる基礎知識も活用されるべきである。近代の自由主義の理論的支柱は、「他人に迷惑をかけない限り何をしてもよい」という他者危害原則である（Mill 1859）。これは個人が合理的な判断をできると考えるからではなく、人々は限定合理的で、他人が何がよいのかを判断できないと考えるからである。

この考え方から愚行権は認められているが、感染の外部性は他者への危害となるので、自由の制約が正当化される（自由を制限しないことの費用が生じる）。外部性の問題はすでにのべたように公衆衛生的介入の根拠となるが、同時に感染症対策では、人々の利他的行動によって消極的自由を保証しながら問題を克服しようとしている。Alfaro et al. (2020) は、SIR モデルに社会的選好を導入して、感染症の流行時に利他的行動がとられるシミュレーションをおこなっている。5 節でのべるように、新型コロナウイルス感染症対策でとられた活動制限では、利他的行動についての考察が重要になる。

### (3) なぜ要請に応じるのか

感染症法で規定する感染症対策は、人々の利他的行動に依存するところが大きい。実際、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）、新型コロナウイルス感染症に感染が抑制できた。

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、営業制限の要請に対しては、「応じる」か、「応じない」かの選択肢がある。入院は隔離と治療が一体となった措置であり、患者

（有症状の感染者）にとっては、「応じる」ことで治療を受けることの利益が、「応じない」で行動を束縛されない利益よりも大きいことが多いので、利己的動機だけでも要請に応じやすい。

ところが、無症状病原体保有者（無症状の感染者）は、治療の利益がなく、「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、行動制限は不利益をもたらす、「応じない」利益が「応じる」利益を上回る可能性が高い。濃厚接触者、事業者も、活動制限の利益はなくむしろ不利益であり、法律では応じることの報償がなく、応じないことの罰則もないことから、「応じない」利益が「応じる」よりも高い。

感染症対策では、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）ことが求められ、実際に機能している。利他的行動の研究は経済学に限らないが、経済学では、なぜ人々が利他的な行動をとるのかについて、代表的なものとして以下のような理論が提唱されている。

- (1) 純粋な利他的動機（Becker 1974）。人々は、他者の効用水準から効用を得る。利他的行動の動機が純粋に他者の効用に依存しているので、例えば自分が援助していた他者が政策によって支援を受けるようになった場合、自分の援助を減らしてしまう。
- (2) 不純な（impure）利他的動機（Andreoni 1989）。不純とは「(1) の純粋でない」という意味であり、自身が利他的行動をとること自体から効用を得る（warm-glow）。(1) では自分の支援と政府の支援は完全代替になるが、不純な利他的動機では、完全代替にならない。
- (3) 規範（展望論文に Elster 1989）。人々は社会規範にしたがうことから効用を得る。他者を助ける、対策に協力する、とことが社会規

範となり、それにしたがうこと自体が動機となる。

#### (4) 互酬（展望論文に Fehr and Gächter 2000）。

他者が親和的行動をとれば親和的行動で返し、他者が敵対的行動をとれば敵対的行動で返す。利他的行動が広まっていれば、他者が自身に対して利他的行動をとることが、自身が利他的行動をとる動機となる。

このような行動を導く選好は、利己的選好とは異なる、社会的選好（social preference）と呼ばれている。これらの理論の行動への含意には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。

#### (4) なぜ要請の効果が弱まるのか

一方で、緊急事態宣言が積み重なると、その効果が弱くなったといわれる。そこで、「なぜ人々は協力しなくなったのか」を理解することも重要である。

経済学は、利他的行動を他の財と同じように考える。この考え方から得られる重要な知見は、「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」というものである。すなわち、小さな負担がともなう利他的行動はおこないやすいが、大きな負担がともなう利他的行動はとられにくくなる。改正前の特措法での事業者への営業制限の要請には補償の規定がなかった。改正で、「影響を受けた事業者を支援するために必要な財政上の措置その他の必要な措置を効果的に講ずるものとする」という条項が加わったが、範囲が抽象的であり、実効性が担保されていない。感染リスクの高い活動に限って制限を加えることは、すでに述べたように費用対効果が高い。しかし、一部の個人、事業者に負担が集中するので、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。このような支援は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いない。

このなかで特措法による長期間の営業制限は死活問題にかかわるほどの大きな費用をとともなう。1 週間の営業自粛という利他的行動はとれても、1 年間の営業自粛という利他的行動の費用はとても大きく、その行動をとれなくなることは不思議ではない。

大きな費用をとともなう場合には利他的行動がとれないので、そこに利己的行動で誘導するインセンティブを導入することは、合理性がある。罰則の導入を導入すると、自己の利益は要請に「応じる」方が「応じない」より高くなる。しかし、それで問題が解決するわけではなく、別の問題を作り出すことを、つぎに議論しよう。

## 5. 罰則の問題点

### (1) 罰則の導入

2021 年 2 月 3 日に感染症法と特措法が改正され、活動制限の要請に応じない場合に行政罰である過料が科せられることになった。個人の行動制限では、入院措置（感染症法 19 条 3 項他）に応じない場合、入院先から逃げた場合、積極的疫学調査の命令（感染症法 15 条 8 項）に応じない場合、事業者の営業制限では、施設の使用制限等の命令（特措法 45 条 3 項）に応じない場合に行政罰である過料が科せられる規定が設けられた<sup>注13</sup>。

感染症法の前文は、「我が国においては、過去にハンセン病、後天性免疫不全症候群等の感染症の患者等に対するいわれのない差別や偏見が存在したという事実を重く受け止め、これを教訓として今後に生かすことが必要である。

このような感染症をめぐる状況の変化や感染症

の患者等が置かれてきた状況を踏まえ、感染症の患者等の人権を尊重しつつ、これらの者に対する良質かつ適切な医療の提供を確保し、感染症に迅速かつ適確に対応することが求められている。」と書かれている。個人の行動制限に関する罰則の導入は、このような感染症法の基本理念の大きな転換となっている。

入院措置にしたがわない場合の罰則については、治療が必要な患者にとっては入院を拒否するケースはまれだとみられ、問題になるのは、無症状病原体保有者が入院や宿泊療養を強いられることの不便を避けたいというものである。この場合、無症状者に非がある場合もあるが、むしろ健康を損ないそうな食事が提供され、やむを得ずコンビニに買い物に行くような場合は、罰金を科すべきは行政側であろう。そもそも、感染者側に非のある例がどれだけみられるか、が問題である<sup>注14</sup>。

このような罰則の導入にはさまざまな問題点があるが、本稿では以下の4つの問題点を指摘したい。

## (2) 政策当局の態度

第1の問題点は、罰則を導入しようとした政策当局の考え方である。政策当局がこのような罰則強化に至ったのは、見えた部分だけを見て対策を考えていて、見えない部分を見ていないのではないか、という疑問がある。現在の新型コロナウイルス感染症の流行は、われわれには見えていない、無症状者が関係する感染が重要である。感染者（発症者と無症状者）を見つけて隔離する一方で、隔離が必要な感染者が見つけれないまま、感染を広げていっている。その人たちを見つめることが重要であって、隔離を拒否する1人の感染者を説得することにかかる労力で2人の感染者を見つけ出して隔離に応じてもらえれば、そのほうが感染抑止効果が大きい。

多くの無症状者が感染拡大防止に協力している実態があるので、感染者を探せば、その多くは隔離に結びつく。かりに、ここで無症状者の多くが入院＝隔離に応じなければ、はじめて罰則の議論が俎上に上ることだろう。実際には、入院遵守率は非常に高いので、そのような事態は考えにくい<sup>注15</sup>。

目に見えるものに注視して、目に見えないものに関心が向かわないことは、人間心理として起こりえることであり、行動経済学でも考慮される現象である。政策のあり方としては、無症状者が重要であるとする科学的知見を取り入れることが重要であり、科学を軽視した対策実行は望ましくない。科学的知見を取り入れれば、見えない感染者を捕捉することの重要性と、感染者の捕捉は量の問題であること、がわかる。

科学的知見を取り入れないだけではなく、現場の経験も取り入れていないのではないかと、とも思われる。積極的疫学調査への協力が得られない理由には、患者がそれまでの扱いに対して感情的になっている場合がある。日本公衆衛生学会が作成した「保健師のための積極的疫学調査ガイド」<sup>注16</sup>では、

「行動調査では、時には他人には話したくない、秘密にしておきたいことまでも踏み込んで話を深掘りする場合があります。限られた時間、状況で関係性を構築することが重要です。」

「『おつらかったですね』『この先どうなってしまうか心配（不安）ですよ。』と共感を示し、体調が許す範囲での聞き取りへの協力を依頼しましょう。」（下線は原文通り）

のように、患者との信頼関係の構築、患者への配慮が強調されている。

このような状況で「調査にご協力いただけなければ法律により行政罰が科される場合があります」と患者に告げることが、どれほど状況と相い



れず、むしろ逆効果になるかは容易に推測できる。諸学会、全国保健所長会から反対声明が出されたように<sup>注17</sup>、このことは公衆衛生の専門家と実務家が懸念していることであり、経済学的にも合理性がある。

第1波の経験を踏まえて全国知事会から出た要望が、目に見える部分のみを見ていたものであり、第3波で神奈川県、東京都で積極的疫学調査の縮小が迫られる事態に陥った（つまり、冬の流行に備えて調査体制を増強することを怠った）ことを見ると、対策の責任者が本質を見失っていると考えられる<sup>注18</sup>。

### (3) 財産権の不安定化<sup>注19</sup>

第2の問題点は、事業者の営業制限に関する罰則の導入が財産権を不安定化させてしまったことである。営業制限に関する補償と罰則の関係を見てみよう。

特措法での営業制限（施設の使用制限）は、協力要請（24条）、緊急事態での措置である要請（45条第1項）、要請に応じない場合の指示（45条第2項）、指示にしたがわない場合の命令（改正法で追加された45条第3項）の4種類がある。営業制限に対する補償は、特措法では規定されていないが、緊急事態時には融資条件の緩和等の特別な金融をおこなうことが60条に規定されている。当初法の『逐条解説 新型インフルエンザ等感染症対策特別措置法』（新型インフルエンザ等対策研究会編集、中央法規、2013年）によると、緊急事態下での45条に基づく施設の使用制限等の要請に対する補償が規定されないのは、①本来危険な事業等は自粛されるべきものであると考えられる、②その期間は一時的である、③使用制限の指示を受けた者は法的義務を負うが、罰則による担保等によって強制的に使用を中止させるものではない、等の理由から、権利の制約の内

容は限定的であるからとされている。

営業制限の期間については、新型インフルエンザ感染症の潜伏期間（1～5日）、発症から治癒までの期間（7日程度）を念頭に置いて、おおむね1～2週間程度を具体的に想定していた<sup>注20</sup>。しかし、緊急事態宣言は度重なり発出され、期間もそれぞれが数か月にも及び、営業制限は事業者にとって事業の存続にもかかわるほどの大きな問題となった。

営業制限の経済学的な根拠は、感染拡大の社会的費用を事業者が負うことなく営業するという「外部性」の問題にあると解釈することができる。外部性を解決するためにピグー税・補助金を用いるときには、事業者が営業を縮小ないし休止することに対し補償を与えるのか、営業することに対して罰金を科すのか、の選択肢がある。コースの定理の観点から考えると、事業者に感染拡大のリスクがありながら営業する権利を最初に認めているならば、営業制限に応じることにに対して補償し、そうした営業をする権利が最初に認められていなければ、営業に対して罰金を科すことによって、補償と罰金が適切な水準であれば（取引費用がなければ）、いずれにしても効率的な資源配分が達成される。

しかし、初期の権利配分に応じて事業者が得る所得は異なるので、営業制限が長期間にわたる場合には、補償がないと事業継続が困難になり、さらに事態が悪化すると事業資産が清算されることによる厚生損失が発生する。このように権利の配分は感染症対策のあり方に重要な影響をもつので、権利関係を事前に明確にして、事業活動の予見可能性を高めることが円滑な経済活動の運営に不可欠である。

感染症が流行してから、経済活動制限にともなう補償をすべきかどうか、を議論するのは、財産権の確立という経済発展の基盤を揺るがすものに



なる。事業者にとっては想定外の形で営業制限によって事業を存続できなくなることは、事業者の財産権の基盤を不安定化させたものである。このことは、営業制限による経済活動縮小という直接的な影響以上に、今後の経済活動に悪影響を与える危険を招いている。

#### (4) 協力を回避するインセンティブ

また、罰則は、感染症対策への協力（利己的行動と利他的行動の双方）を阻害する方向に働くことで、逆効果となる。

利己的行動に関係する問題は、学会、全国保健所長会の声明で指摘されているように、感染者が感染を隠すインセンティブが生じることである。隔離に応じないことを罰するインセンティブを与えれば、隔離に応じない事例はおそらく減少する。しかし、隔離に応じるか、応じないか、の選択の前に、感染を行政に知らせるかどうかが、選択肢がある。感染したことが行政に知らなければ行動の自由は奪われないが、知らせた場合は行動制限から逃げることに罰則が加わる。多くの人は、多少の不自由はあっても、隔離に応じて感染拡大防止に協力するだろう。しかし、そこでの環境が人権が侵害されているのではないかと感じるほど劣悪でも、そこから逃げることに罰則が生じ、人権が侵害されていると感じさせる行政には何の罰則もないとすれば、隔離に応じることに躊躇するかもしれない。すると、濃厚接触者となり、症状がない場合に検査に応じない方が無難であることになる。

積極的疫学調査の協力に応じないことに罰則があると、さらにその前に積極的疫学調査の対象者となることを避けるインセンティブが生じる。保健所が陽性者に聞き取り調査をしたときに、陽性者は親しい濃厚接触者のことは保健所には話さず、別に直接、濃厚接触者に知らせて、本人の判

断にゆだねることも考えられる。

また、罰則を執行する実務上の問題がある。聞き取りに際して虚偽の申告があった場合、行政がそれを察知し、罰則の適用のために立証することには無視しえない労力を要する。感染の流行時には保健所の資源はただでさえ切迫しているので、申告の真偽を調べることに労力をかけるよりは、まだ捕捉していない感染者を捕捉することを優先させた方が望ましい。つぎの陽性者への聞き取りが遅れば、その陽性者からの感染者が感染を広めるかもしれない。聞き取り内容の真偽を確かめることに時間を費やすことで感染が拡大させてしまっては、はなはだ不合理である。

#### (5) 利他的行動のクラウンディングアウト

利他的行動については、自発的な感染予防の重要な動機を損なってしまうという問題点がある。人々が利他的な行動をとっているときに、利己的動機でもその行動を選択するインセンティブを与えてしまうと、その利他的行動が減少すること（crowding out）が指摘されている。Titmuss（1970）の有名な研究は、献血に報酬を与えると献血がむしろ減少してしまう現象を報告している。ラボ実験でも、このような現象が見られることが知られている。Akerlof and Dickens（1997）は、罰則の導入によるクラウンディングアウトの問題を指摘し、Benabou and Tirole（2006）は、このような現象が導かれる選好のモデル分析をおこなっている。

罰則が設けられた活動制限以外にも、人々は様々な形で「他人にうつさない」という配慮をしており、それは感染症対策としても重要である。罰則が導入されることで、個人と事業者が利己的動機によって協力することになるとすると、人々の行動原理は、罰則に関わる事項だけでなく、その他の事項についても、「他人にうつさない」と

いう配慮をせず、利己的に行動するようになり、感染症対策の根幹が損なわれるような問題になることが懸念される。

また、要請する相手の事情に無配慮な要請は、別の問題を生じさせることが考えられる。互酬の理論からは、政府が人々に敵対的になっていると人々が思うと、人々も政府に対する信頼を失い、敵対的になるという行動が予想される<sup>注21</sup>。

地震や台風でも見られることであるが、他の国では暴動が起こるような危機的状況でも、多くの人が秩序を保ち、協力し合うのは、日本の貴重な財産といえる。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」になることも心配しなければならない。

## 6. 結論

本稿では、新型コロナウイルス感染症対策に対する経済学の貢献として、(1) 健康と経済のトレードオフを明確にして、費用対効果の高い対策を実行すること、(2) 人々の行動を理解すること、2つの視点の重要性を指摘した。

経済学者が示したトレードオフのなかでどこを選択するかは、政策決定者の役割である。対策がかならずしも効率的でない（効率性フロンティア上にない）場合は、経済学では改善を示唆できる。

個人の行動制限、事業者の営業制限をめぐっては、健康と自由のトレードオフが問題となる。法的強制力がなく要請に基づく活動制限を成功させるには、「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）」の2つの問いを考える必要がある。利他的行動は社会学、心理学等の他分野でも研究されているが、「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」という経済学の視点が重要になる。

実際の対策は、この2つの問いの背景にある、人々の行動を理解していないことから問題を生じさせていると思われる。改正前の感染症法、特措法は、感染症対策に協力する費用が低く、個人と事業者が利他的行動によって協力することが前提にされている。新型コロナウイルス感染症対策の運用は、長期間にわたる自粛を求め、将来展望も示さず、十分な補償もせず、感染症対策に協力する費用を高めることで、人々の協力を失わせる方向に働いた。そして、法改正で罰則を導入することで、稚拙な運用で得られなくなった協力を利己的動機によって担保しようとしている。しかし、このことは逆に人々の利他的行動を阻害し、社会秩序を棄損するかもしれない。

最後に、本稿で議論できなかった課題として、医療提供体制の問題がある。個人と事業者の私権が制限されたなか、医療者の新型コロナ感染症患者を治療しない自由は保護された。特措法では、国、都道府県、市町村は、新型インフルエンザ感染症対策行動計画を作成することが求められている。東京都が策定した行動計画での新型インフルエンザの被害想定では、ピーク時で1日新規入院患者数3,800人、最大必要病床数26,500床と置いている。一方、『医療施設調査』によれば、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床である（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）。感染症病床のみで被害想定をピークを乗り越えられないことは明確であり、国と東京都の行動計画では、感染が拡大すれば、一般の医療機関が対応する、としている。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（いわゆる野戦病院）の活用も行動計画に記されている。ところが

現実には、このような医療機関の対応はまったく実現しなかった。医療提供体制に関する課題は非常に重要なものであるが、複雑な問題をはらむので、別の機会に十分に論じることにした。

## 補論 実効再生産数が 1 に近づく経済学的メカニズム

### (1) 行動 SIR モデルでの実効再生産数

補論では、個人の予防行動によって、実効再生産数が 1 に近づく現象を説明する。

3 節の (8) 式で、実効再生産数に影響を与える要因としては、外生的要因  $X_1$  (例えば気温の変化、ウイルスの変異)、政策的要因  $X_2$  (公衆衛生的介入)、行動的要因  $X_3$  (人々の内生的な予防行動) が考えられる。さらに、行動的要因が感染者数  $I$  に依存すると考えると、(8) 式の実効再生産数は、

$$\mathcal{R}(t) = \mathcal{R}_0 X(X_1(t), X_2(t), I(t)) S(t) \quad (9)$$

と表すことができる。直観的には、感染が流行していること ( $I$  が増えていること) を人々が察知すると、感染する可能性のある接触を減らそうとする現象を示している。この内生的予防行動により、実効再生産数が感染者数の減少関数となる場

合に、実効再生産数がどのように変化するのを見てみよう。

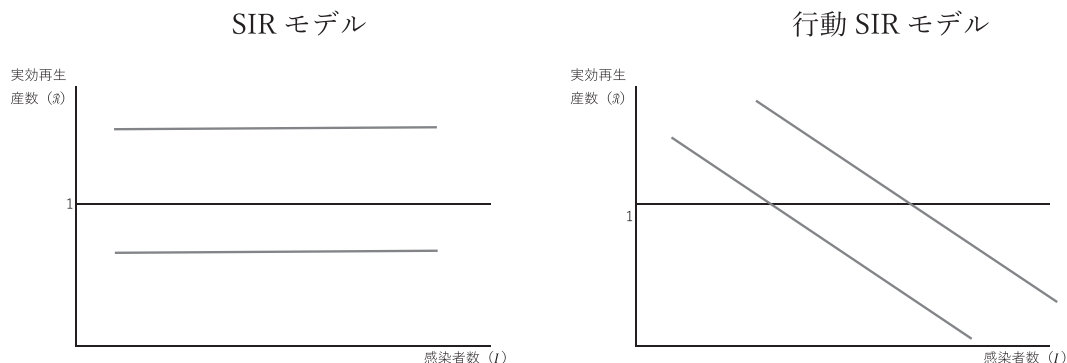
図 4 は、SIR モデルでの感染者数と実効再生産数の関係を示したものである。この図では、感染がまだあまり広がっていない初期を考え、 $S(t) \approx 1$  が成立しているとする (ワクチン接種が進んでいなかった時期までの日本の状況は、感染者も少なく、この近似が成立すると考えて支障がない)。外生的要因をいったん捨象すると、(9) 式の実効再生産数は、

$$\mathcal{R}(t) = \mathcal{R}_0 X(X_2(t), I(t))$$

となる。

図 4 の (A) は、基本的な SIR モデルの状況を示しており、実効再生産数は感染者数にかかわらず、一定である。最初に実効再生産数が 1 を上回る状態 (上の水平線) にあるとき感染は拡大するが、公衆衛生的介入 ( $X_2$  の変化) により実効再生産数を 1 を下回る状態 (下の水平線) にすることができると、感染者数は減少していく。一方、(B) は、内生的予防行動を考慮した行動 SIR モデルによるものである。実効再生産数は感染者数の減少関数 (図では右下がりの直線) として描かれている。このときは、かりに公衆衛生的介入によって実効再生産数をいったん 1 以下

図 4 SIR モデルでの実効再生産数と感染者数の関係



に低下させたとしても、感染者が減ることにより、経済主体の予防行動が弱まり、実効再生産数が上昇して、1に収束していく。ただし後述するように、これには内生的予防行動をとる費用の構造に依存する。

## (2) 内生的予防行動

(9) 式に示された、未感染者が感染状況に応じて感染予防をする行動について、グラフを用いた平易な説明を以下でおこなう。

未感染者の立場で考えると、感染力は未感染者がある時点で感染する確率と解釈できる。ファクター  $X$  は、感染力とも関係している。(6) 式と(7) 式を(8) 式に代入して整理すると、 $X$ は、

$$X(t) = \frac{\beta(t)}{\beta_0} \quad (10)$$

と感染率の変化として表すことができる。感染力を  $new$  と置くと、(10) 式を(3) 式に代入して、

$$new(t) \equiv \frac{New(t)}{S(t)} = \beta_0 X(t) I(t) \quad (11)$$

が得られる。(11) 式を見ると、集団での感染者が多いときに行動を変えないと、感染するリスクが比例的に増加することを示している(接触率と二次感染率が一定のとき、感染力は有病率に比例する)。例えば、6日間で感染者が2.5倍になっていく(実効再生産数が2.5、世代期間が6日)とすると<sup>注22</sup>、行動を変えないと、感染する確率が6日ごとに2.5倍になっていく。

数理疫学者による分析では、しばしば内生的予防行動は無視される<sup>注23</sup>。一方、経済学者は、感染リスクが高まれば、政府から行動変容を促されなくても、自らの意思で予防に努めるだろうと想定する。有病率は集団の感染状況で決定され、未感染者個人にとっては所与であるとしても、自身

の行動によって接触率と二次感染率を低下させることができ、それによって感染率と感染力が低下する。そこで、行動による感染の減少を示す尺度として、「感染機会削減率」( $x \equiv 1 - X$ )を定義する。(10) 式を用いると、

$$x(t) \equiv 1 - X(t) = \frac{\beta_0 - \beta(t)}{\beta_0}$$

となるので、感染機会削減率は、感染率減少率、あるいは有病率一定のもとでの感染力減少率のことである。感染することの費用を $\lambda_I$ とすると、感染機会を削減することの限界便益は、感染費用の期待値の限界的な減少として、

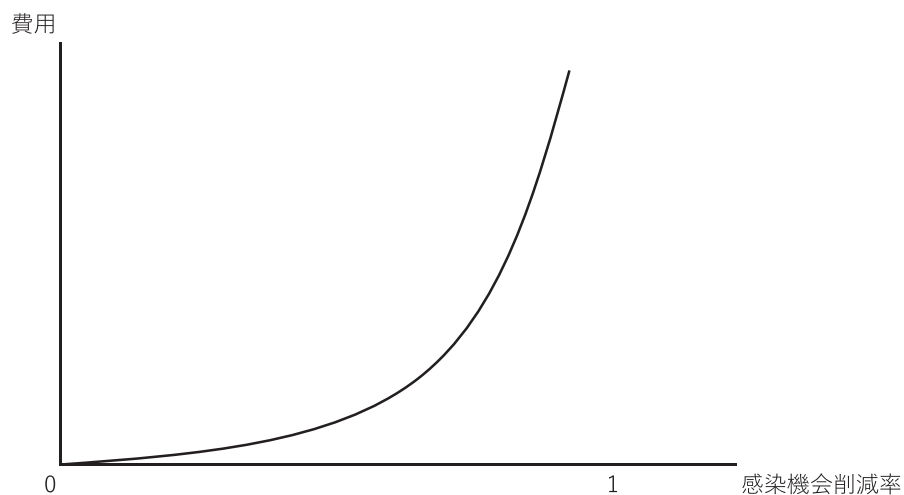
$$\lambda_I(t) \frac{\partial new(t)}{\partial (1 - x(t))} = \lambda_I(t) \beta_0 I(t) \quad (12)$$

で表される<sup>注24</sup>。感染することの費用が将来の環境(感染症の流行状況、等)に依存し、個人がそれを予見するなら、限界便益は将来の環境に依存する。個人が将来の環境を考慮せず、感染することの費用が時間を通して一定であると考えているときには、限界便益は現在の感染者数のみに左右される<sup>注25</sup>。McAdams (2021) は、前者を「前向き (forward-looking)」、後者を「機械的 (mechanistic)」と呼んでいる。上の議論は、後者の機械的行動に基づいている。

感染機会の削減に何も費用が生じなければ、感染機会をゼロにして、流行を終わらせることができるが、現実には感染機会の削減に何らかの費用がともなうので、どこまで削減するのかという、経済学的な問題が生じる。図5は、横軸に感染機会削減率をとり、縦軸に接触機会を削減する費用をとり、曲線は接触機会を減らすと費用がかかることを示している。この曲線が実際にどのような形状をしているのかを把握することは難しいが、図5では、限界費用が通増するものとして、



図5 感染機会を削減する費用



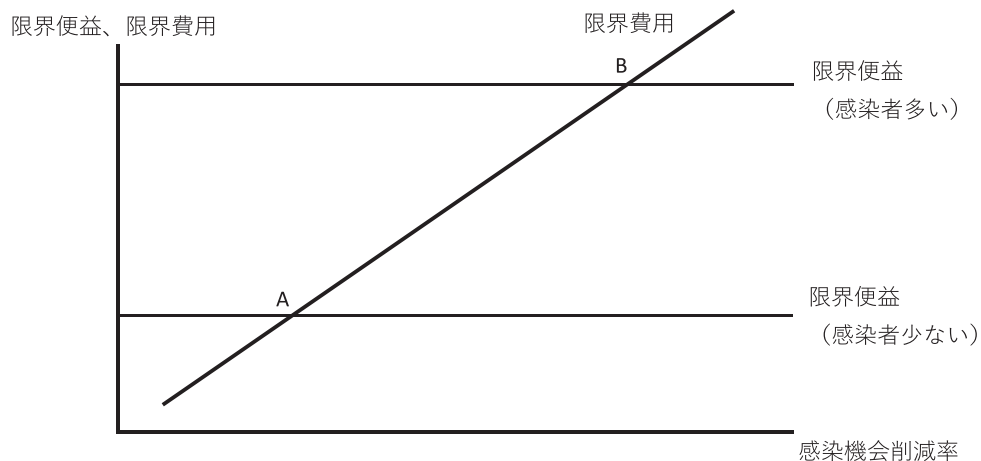
傾きが次第に大きくなる曲線を描いている。これは、最初に感染機会を減らすときは、不要不急の接触を控える等の費用があまりかからない手段があるが、やがて大事な接触も控えなければならなくなると費用が大きくなることを表したものである。また、感染機会をまったくゼロにすることは非現実的であることは、削減率1で費用が無限大になるという形で表現できる。

人々が日々の行動でどれだけ感染予防に努める

のかは、感染機会を減らすことの限界便益と限界費用を用いて考えることができる。図6は、縦軸に限界便益、横軸は感染機会削減率をとったものである。限界便益は一定（図では水平線）であるが、(12)式より感染者数に依存しており、図6では、感染者が多い場合と少ない場合の2本の線を示している。限界費用は右上がりの曲線で描いている。

感染者数が少ないとき（限界便益が下側の水平

図6 感染機会削減の限界便益と限界費用





線で表されるとき)は、A点まで感染機会を削減することが望ましいが(削減することの便益が費用を上回る)、それ以上の削減はしない。

つぎに、感染症が流行して、感染者数が増えた(限界便益が上側の水平線になった)としよう。接触する人が感染者である確率が高まっているので、同じだけ感染機会を減らしても、感染者と感染する確率の減少幅は大きくなる。つまり、接触を削減することの限界便益は大きくなっている。すると、A点で示される削減よりももっと接触を減らしても、便益が費用を上回る。結果として、B点まで感染機会を削減する。感染するリスクが高まると人々は自ら警戒して感染機会を削減する、という行動は、以上のように説明される。

こうして、感染機会削減率は感染者数の増加関数となり、(9)式から実効再生産数は感染機会削減率の減少関数となるので、図4(B)に示されたように、実効再生産数は感染者数の減少関数となる。

### (3) 内生的予防行動と実効再生産数

(9)式と感染機会削減率の定義から、実効再

生産数を1とする感染機会削減率がある。図7は、そのような感染機会削減率を垂直線で示している。これより感染機会削減率を大きくすると、実効再生産数が1より小さくなり、感染者数が減少する。すると、図7で示される限界便益曲線は下方にシフトする。限界便益が低下したことから、限界費用と等しくなる感染機会削減率は小さくなる。そして、限界便益曲線と限界費用曲線がC点まで交わるところまで感染者が減ると、そこで実効再生産数は1となり、規感染者数は変化しなくなり、そこに留まる。

感染機会削減費用の構造次第では、実効再生産数を1まで低下させる前に、費用が無限大に達する可能性がある。この場合、どのような有病率でも実効再生産数が1より大きい状態で、限界便益と限界費用が等しくなるため、実効再生産数を1まで下げることができない。

一方、感染機会削減の限界費用が一定である場合は、限界便益と限界費用はどちらも水平になり、感染機会削減率は内点解をもたなくなる。この時の解は、制御理論で bang-bang 原理と呼ばれるものになる。感染機会削減の限界便益が限界

図7 内生的予防行動と実効再生産数

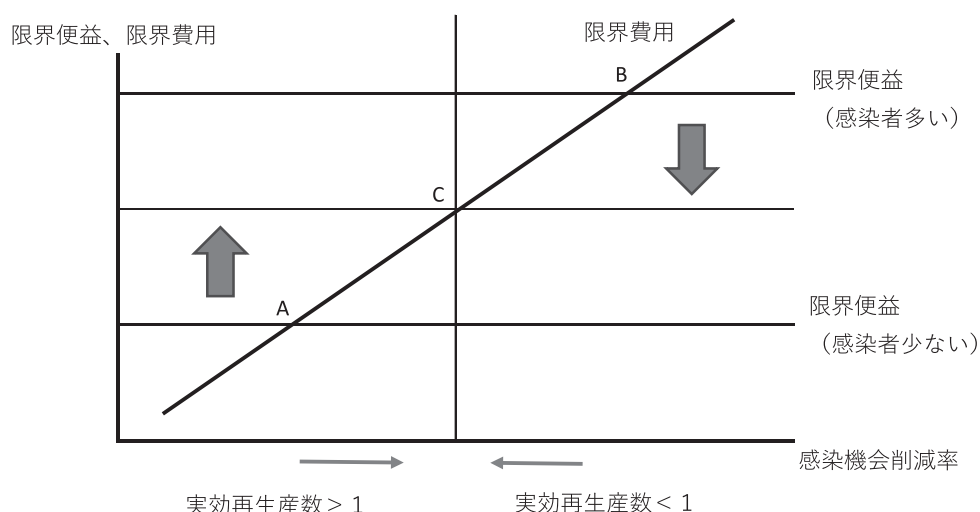
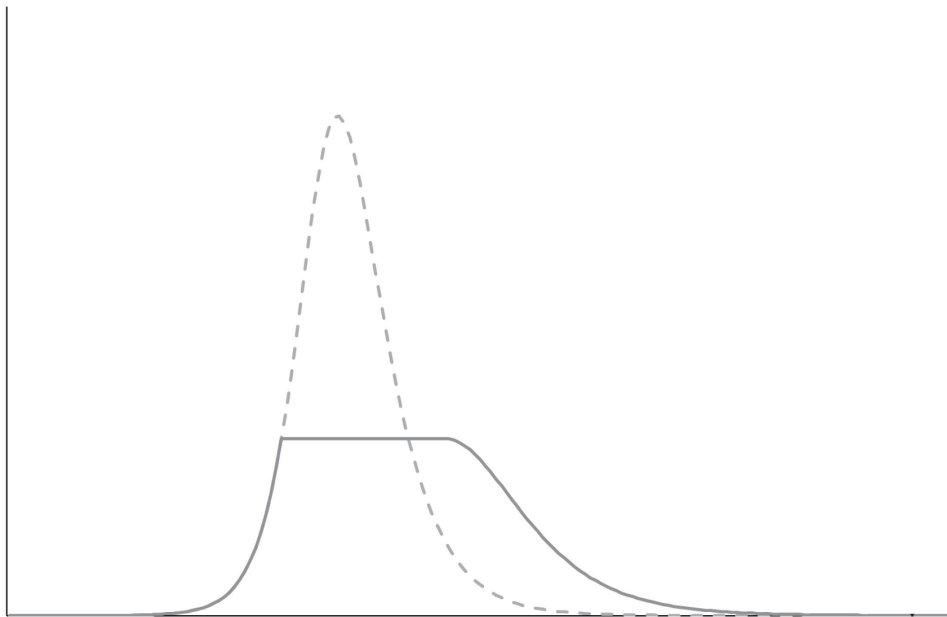


図8 線形費用の場合の感染者数の推移



(注) 横軸は時間、縦軸は感染者数を表す。実線は、線形費用のもとで内生的予防行動がとられた場合の感染者数の推移。感染者が増加して感染予防の限界便益が限界費用に達すると、感染者数を一定に維持しようとする。点線は、予防行動がとられず感染率が一定の場合の感染者数の推移。

(出所) 筆者作成。

費用よりも高い場合には削減率を1にして感染を大幅に減らし、逆に限界便益が限界費用より低い場合には削減率を0にして自然な感染拡大にまかせる。その結果、感染者数は図8のように推移する (Toxvaerd 2020 が同様な図を示している)。初期は感染者数が少なく感染機会削減の限界便益が低いので、感染機会削減はせず感染が拡大するが、感染者数が拡大し、限界便益と限界費用が等しくなると、それが維持されるような感染機会削減行動がとられ、実効再生産数が1の状態が持続する。やがて集団免疫効果によって、感染機会削減がなくても実効再生産数が1を下回り、感染は収束する。

このような感染者数の推移は、医療資源制約のもとで感染者数を抑える戦略 (flattening the curve) と似ている。しかし、内生的予防行動で導かれる感染者数の水準は感染機会削減の限界費

用で決定されており、医療資源制約とはまったく関係ない。つまり、感染を抑制する理由はまったく異なっており、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何もない。医療資源の需要と供給がつりあっていない状態にあるといえる。現実には限界費用一定の条件は満たされにくい、限界費用が大きく変化しなければ、ここでのべた状態が近似的に成立することが考えられる。

## 注

- 1 解説論文に Beauchamp et al. (2011) がある。
- 2 この他に、人々の接触が均質であるという想定がよく用いられる。これについては、多次元 SIR モデルや複雑ネットワークを用いた分析がおこなわれている。
- 3 他に、新型コロナウイルス感染症流行の経済への影響については多くの研究があるが、これは医療経済学

ではなく経済学固有の研究課題であるので、本稿では触れない。日本経済学会では、新型コロナウイルス感染症ワーキンググループを設置して、関係する研究の文献リストをウェブで公開 (<https://covid19.jeaweb.org>) しているので、関心のある読者は参照されたい。

4 同書では、行動疫学 (behavioral epidemiology) に従来とは違った意味を持たせ、“BE is a new branch of the epidemiology of infectious diseases focusing on the complex interplay between human behavior and its determinants (e.g. acquisition of information, risk perception, perceived benefits and costs of different actions) and the transmission and control of infectious diseases” と説明している。

5 経済疫学 (economic epidemiology) という呼称を使用し、“It stresses the central interaction between the extent of disease, which is decreased by the demand for prevention, and the demand for prevention itself, which is increased by the extent of disease.” (p. 1764) とのべている。

6 このことによって、個人が自身の行動が状態変数の集計量には影響を与えないと考えることで生じる「動学的外部性」が生じ、Garibaldi, Moen and Pissarides (2020)、Gonzalez-Eiras and Niepelt (2020) 等によって、感染症対策への含意が考察されている。

7 費用便益分析では、人的被害を貨幣価値化するために統計的生命価値 (VSL、value of a statistical life) を用い、VSL が ICER を上回る場合、その対策は正当化される。Iwamoto (2021) または岩本 (2021c) を参照。

8 標準的な経済学では、自身の利害だけを考慮する、利己的な個人を想定することが多いが、これは、個人は利己的に行動すべきであるという思想ではない。利己的な個人を想定する第 1 の理由は、個人の行動を予測・説明するための作業仮説であり、利己的な行動がどういうものであるかによって、行動の予測の幅を絞るためである。第 2 は、利己的な人間のもとでも社会が円滑になる仕組みを研究するためである。これは最低限の倫理のもとで社会が動く、自由な社会を作ることを目指すものである。

9 疫学者による分析があつてしかるべきであり、経済学的モデルと呼ぶのは的確ではないので、本稿では Gans (2020) 等にならい、「行動 SIR モデル」と呼ぶ。なお、多くのモデルは合理的で利己的な行動を想

定しており、行動経済学的モデルという意味ではない。例外的な研究として、SIR モデルに社会的選好をもつ個人を導入した考慮した、Alfaro et al. (2020) によるシミュレーション分析がある。

10 Watanabe and Yabu (2021a, 2021b) は、「情報効果」(information effect) と呼び、2020 年の緊急事態宣言発出時の人流の減少が、この効果が大きかったとしている。情報効果は、政府の新型コロナウイルス感染症対策分科会資料 (2021 年 4 月 8 日) でも言及され、注目された。

11 厚生経済学における非帰結主義の位置づけを考察したものとして、鈴木 (2012、第 11 章) がある。

12 その他に、経済学に自由をとらえる概念として、Grossman and Hart (1986) 等によって展開された、不完備契約の理論での残余コントロール権も活用できる。本稿では触れる余裕がないが、医療提供体制の問題について活用することが考えられる。

13 入院拒否の罰則は、感染症法に規定されているので、新型コロナウイルス感染症だけではなく、結核患者にも適用は可能である。今後、政府が法解釈で適用を絞るような議論を出したとしても、それで歯止めとなることは考えにくい。改正前特措法の法解釈で適用を絞っていた内容は、緊急事態宣言の発出で簡単に反故にされた。このことから、法の明文で制限されていること以外は実行されると考えた方がよい。

14 また、立法論的にも粗雑な改正になっている。

入院を規定しているのは、19 条と 20 条である。両条により、都道府県知事は、一類感染症、二類感染症、新型インフルエンザ等感染症の蔓延を防止するため必要があるときには、患者またはその保護者に入院を勧告することができ、勧告にしたがわないときには、入院の措置をとることができる。通常の法制では、勧告にしたがわない場合に命令が出され、それに応じない場合に罰則が生じるが、今回の改正前の感染症法で入院の命令がないことについて、『詳解 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 (四訂版)』(厚生労働省健康局結核感染症課監修、中央法規、2016 年) は以下のように説明している。

「感染症患者の入院については、まず、入院勧告を行い、当該勧告に従わない場合に強制力を行使して入院させる (入院命令はない)。このため、入院については義務違反が想定できず、また、その実効の「措置」で担保されているので、罰則を科さない。」(373 頁)

措置にしたがわないことを想定していないので罰則がなく、罰則と対になるのは命令であるが、今回の改正では、措置の概念を変更するという、異様な立法をした。

15 厚生労働省による調査では、137 自治体で入院先から逃げた事例が 16 件あった（『朝日新聞』2021 年 2 月 14 日夕刊）。入院患者数が不明なので遵守率は計算できないが、入院先から逃げた事例を経験していない自治体が大半であることがわかるので、遵守率は高いものと思われる。なお、この調査は、改正法案の提出後におこなわれた。

16 [https://www.jsph.jp/covid/files/COVID-19\\_0430.pdf](https://www.jsph.jp/covid/files/COVID-19_0430.pdf) (2021 年 11 月 10 日閲覧)。「新型コロナウイルス感染症の積極的疫学調査について、業務応援等で急きょ人員配置された保健師や保健衛生職種等をサポートするための資料」とされている。

17 日本医学会連合「感染症法等の改正に関する緊急声明」(2021 年 1 月 14 日)、日本公衆衛生学会・日本疫学会「感染症法改正議論に関する声明」(2021 年 1 月 14 日)、日本ハンセン病学会「日本医学会連合 感染症法等の改正に関する緊急声明への賛同について」(2021 年 1 月 21 日)、全国保健所長会「感染症法改正(案)についての意見」(2021 年 1 月 27 日)、他。

18 積極的疫学調査は人的資源の制約から容量に限界があるので、流行が蔓延するとこれを断念すること自体を、誤りと決めつけることはできない。しかし、東京都墨田区は、人員を増強し、保健師がしなくていい業務を他に振り向けることで、国の指針以上の積極的疫学調査を最後まで実施したので、他の自治体でできなかったことは、その自治体の責任になる。また、PCR 検査での Ct 値を基に、感染力が強いと思われるウイルス排出量の多い陽性者に絞り込んで、能力内の積極的疫学調査をおこなうこともできる。PCR 検査で陽性と陰性の判断だけをするのは、貴重な情報を捨てていることになる。

19 本節の記述は、岩本(2021b)に拠っている。

20 この想定は、特措法施行前の「新型インフルエンザ等対策有識者会議中間とりまとめ」(2013 年 2 月 7 日)に現れる。この後に、特別な状況では例外的におおむね 1 週間を単位として延長の可否を判断することも想定する旨、書かれている。この想定は、政府の「新型インフルエンザ等対策ガイドライン」(2018 年 6 月 21 日一部改定)に引き継がれている。

21 度重なる営業時間短縮要請により、要請に応じない飲食店が次第に増えてきた。飲食店には安全な食品を提供し健康被害を防ぐ義務があり、食品衛生法に基づく規制がある。飲食店の行政に対する信頼の喪失が、食品衛生上の規制の遵守を損なう方向に働くようになれば、社会にとっては大きな損害となる。

22 CDC のシナリオの基本ケースとして設定された数値である (COVID-19 Pandemic Planning Scenarios。 <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/planning-scenarios.html>)。変異株は、より高い数値となることがある。

23 たとえば『数学セミナー』2020 年 9 月号では様々なモデルが解説されているが、どのモデルも人々は行動を変えないと想定している。

24 個人の感染予防行動は、自分の感染だけでなく、他人の感染も予防する「静学的外部性」が存在すると考えられるが、ここでは簡単化のため、この外部性の問題を捨象して、個人の感染予防が個人の感染リスクに与える影響と全員の感染予防が全員の感染リスクに与える影響が同じであると仮定している。

25 ただし、実効再生産数が 1 の状態が持続して将来の状況が安定すると、感染することの費用も安定して、前向きの行動でも現在の感染者数のみに反応する行動に近くなることが考えられる (Gans 2020)。

## 参考文献

- Acemoglu, D., et al. A Multi-Risk SIR Model with Optimally Targeted Lockdown. *American Economic Review: Insights* 2021; 3: 487-502
- Akerlof, G. A., and W. T. Dickens. The Economic Consequences of Cognitive Dissonance. *American Economic Review* 1982; 72: 307-319
- Alfaro, L., et al. Social Interactions in Pandemics: Fear, Altruism, and Reciprocity. NBER Working Paper No. 27134, 2020
- Andreoni, J. Giving with Impure Altruism: Applications to Charity and Ricardian Equivalence. *Journal of Political Economy* 1989; 97: 1447-1458
- Atkeson, A., K. Kopecky and T. Zha. Estimating and Forecasting Disease Scenarios for COVID-19 with an SIR Model. NBER Working Paper No.



- 27335, 2020
- Beauchamp, J. P., et al. Molecular Genetics and Economics. *Journal of Economic Perspectives* 2011; 25: 57-82
- Becker, G. S. A Theory of Social Interactions. *Journal of Political Economy* 1974; 82: 1063-1093
- Benabou, R., and J. Tirole. Incentives and Prosocial Behavior. *American Economic Review* 2006; 96: 1652-1678
- Elster, J. Social Norms and Economic Theory. *Journal of Economic Perspectives* 1989; 3: 99-117
- Fehr, E., and S. Gächter. Fairness and Retaliation: The Economics of Reciprocity. *Journal of Economic Perspectives* 2000; 14: 159-181
- Ferguson, N. M., et al. Impact of Non-pharmaceutical Interventions (NPIs) to Reduce COVID-19 Mortality and Healthcare Demand. 2020  
<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-16-COVID19-Report-9.pdf>
- Fujii D., and T. Nakata. COVID-19 and Output in Japan. *Japanese Economic Review* 2021; 72: 609-650
- Gans, J. S. The Economic Consequences of  $R = 1$ : Towards a Workable Behavioural Epidemiological Model of Pandemics. NBER Working Paper No. 27632, 2020
- Garibaldi, P., E. R. Moen and C. A. Pissarides. Static and Dynamic Inefficiencies in an Optimizing Model of Epidemics. IZA Discussion Paper No. 13844, 2020
- Geoffard, P.-Y., and T. Philipson. Rational Epidemics and Their Public Control. *International Economic Review* 1996; 37: 603-624
- Gersovitz, M., and J. S. Hammer. The Economical Control of Infectious Diseases. *Economic Journal* 2004; 114: 1-27
- Gonzalez-Eiras, M., and D. Niepelt. Optimally Controlling an Epidemic. CEPR Discussion Paper DP15541, 2020
- Grossman, S. J., and O. D. Hart. The Cost and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration. *Journal of Political Economy* 1986; 94: 691-719
- Hayek, F. H. The Use of Knowledge in Society. *American Economic Review* 1945; 35: 519-530
- 岩本康志. 行動経済学は政策をどう変えるのか. 現代経済学の潮流 2009. 東洋経済新報社. 2009: 61-91
- 岩本康志. 感染症対策の厚生経済学：解説. CIRJE Discussion Paper CIRJE-J-299, 2021a
- 岩本康志. 新型コロナ危機と財政政策. 経済セミナー増刊 新型コロナ危機に経済学で挑む 2021b; 125-132
- 岩本康志. 感染症対策の厚生経済学：都市封鎖の事後評価. 2021c
- Iwamoto, Y. Welfare Economics of Managing an Epidemic: An Exposition. *Japanese Economic Review* 2021; 72: 537-579
- 久保田荘. 新型コロナウイルス危機のマクロ経済分析. 医療経済研究 2021; 33: 18-36
- Lange, O. On the Economic Theory of Socialism: Part One. *Review of Economic Studies* 1936; 4: 53-71
- Lange, O. On the Economic Theory of Socialism: Part Two. *Review of Economic Studies* 1937; 4: 123-142
- Manfredi, P., and A. d'Onofrio eds. Modeling the Interplay Between Human Behavior and the Spread of Infectious Diseases. Springer. 2013
- McAdams, D. The Blossoming of Economic Epidemiology. *Annual Review of Economics* 2021; 13: 539-570
- Mill, J. S. On Liberty. 1859
- Philipson, T. Economic Epidemiology and Infectious Diseases. *Handbook of Health Economics*, Vol. 1. North-Holland, 2000: 1761-1799
- Piguillem, F., and L. Shi. Optimal COVID-19 Quarantine and Testing Policies. CEPR Discussion Paper No. 27121, 2021
- Rowthorn, R., and F. Toxvaerd. The Optimal Control of Infectious Diseases via Prevention and Treatment. Cambridge-INET Working Paper Series No: 2020/13, 2020
- Sunstein, C. R., and R. H. Thaler. Libertarian Paternalism Is not an Oxymoron. *University of Chicago Law Review* 2003; 70: 1159-1202
- 鈴木興太郎. 社会的選択の理論・序説. 東洋経済新報社. 2012
- Titmuss, R. The Gift Relationship: From Human Blood

to Social Policy. Allen and Unwin. 1970  
Toxvaerd, F. Equilibrium Social Distancing. Cambridge-  
INET Working Paper Series No: 2020/08, 2020  
Watanabe, T., and T. Yabu. Japan's Voluntary Lockdown.  
PLoS ONE 2021a; 16: e0252468

Watanabe, T., and T. Yabu. Japan's Voluntary Lockdown:  
Further Evidence Based on Age-specific Mobile  
Location Data. Japanese Economic Review 2021b;  
72: 333-370

# COVID-19 and Economics

Yasushi Iwamoto\*

## Abstract

This paper points out the importance of two perspectives on preventive measures against COVID-19 as contributions of economics: (1) clarifying the trade-off between health and economy and implementing cost-effective measures, and (2) understanding people's behavior.

Policy makers will choose among the trade-offs, which are drawn by economists. If a measure is not on the efficiency frontier, economics can suggest an improvement.

Restraints on individual behavior and on business operations led to the trade-off between health and freedom. In order to succeed in restricting activities based on requests without legal enforcement, we need to consider two questions: why do people comply with requests for restraints (it is not selfish behavior), and why did people no longer comply with the requests (why was the effect of emergency declarations weakened)? Then, the economic perspective that "if the altruistic behavior becomes expensive, altruistic behavior will not be taken" becomes important.

Actual countermeasures against COVID-19 may create problems because of the lack of understanding of people's behavior behind these two questions. They raised the cost of cooperating with the countermeasures, and some people became reluctant to do so. By introducing penalties in the amendment of the law, the government gave the selfish incentive and tried to secure the cooperation that was once lost, but this may crowd out people's altruistic behavior and undermine the social order.

---

\* Professor, Graduate School of Economics, the University of Tokyo

## 第16回研究大会報告（シンポジウム） 「公衆衛生対策において経済学者が果たす役割」

司会：伏見 清秀 氏（東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 教授）

パネリスト：

- 岩本 康志 氏（東京大学 大学院経済学研究科 教授）
- 大竹 文雄 氏（大阪大学 大学院経済学研究科 教授）
- 橋本 英樹 氏（東京大学 大学院医学系研究科 教授）
- 井深 陽子 氏（慶應義塾大学 経済学部 教授）

### ●開会挨拶

伏見座長／

皆様、セッションにご参加いただき、どうもありがとうございます。このセッションの座長、司会を務めさせていただきます、東京医科歯科大学の伏見です。どうぞよろしくお願いいたします。

まさにいま、新型コロナのパンデミックの渦中にあります。わが国は、先進国等と比較して比較的少ない患者数でありながら、医療提供体制の逼迫が問題となり、重症患者が入院できない、あるいは亡くなってしまうという状況になっています。また、一方、自粛という名の下に、かなり厳しい行動制限が課せられておりまして、飲食業、旅行業界等を中心に、社会、あるいは経済的に甚大な影響が及んでいる状況であると思います。医療経済学に関する当学会としましては、このような危機に対して、今回、公衆衛生対策において経済学者が果たす役割というテーマで本企画を設定いたしました。ぜひ、皆さんには、医療経済学の視点から、新型コロナ感染症に対する議論を深めていただきたいと思います。

今回の企画ですが、基調講演とシンポジウムという形で、4名の先生方にご講演をお願いしております。関連分野で非常に造詣の深い専門家の先

生方であるとともに、さらに、わが国の政策意思決定に深く関与されている方、あるいは政策決定に大きな影響力を持つ先生方にご講演をお願いすることができましたので、ぜひ、興味深いお話を伺えると期待しております。ご参加の皆様とは、最新の知識、情報を共有できるとともに、活発な意見交換にご参加いただけるよう、お願いいたします。

まず、はじめの、基調講演につきましては、東京大学の岩本先生に「新型コロナウイルス感染症と経済学」というテーマで、経済活動の制限、医療資源動向の費用対効果に関する内容をお話しいただけると思います。続きまして、パネルディスカッションに移り、3名の演者に加わっていただきます。大阪大学の大竹先生には行動経済学の観点から、東京大学の橋本先生には行動科学の観点から、慶應大学の井深先生には感染症対策についてのご講演をいただくこととなっております。その後、ディスカッションをおこないたいと思います。ご参加いただいている皆様からの質疑応答は最後のセッションにまとめておこないたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。

それではさっそく、基調講演を始めたいと思います。なお、時間の都合上、ご略歴等のご紹介は



省略させていただきます。それでは岩本先生、基調講演を、どうぞよろしくお願いいたします。

## ●基調講演

### 新型コロナウイルス感染症と経済学

東京大学 岩本康志 教授

※論文にて掲載

#### 伏見座長／

岩本先生、幅広い視点からのご講演、どうもありがとうございます。引き続き、パネルディスカッションに進みたいと思います。それでは、最初の講演、大竹先生からどうぞよろしくお願いいたします。

## ●プレゼンテーション

### <講演1>

#### 日本の新型コロナ感染症対策への経済学の貢献

大阪大学 CiDER・大学院経済学研究科

大竹文雄 教授

ご紹介、ありがとうございます。大竹です。それでは、話題提供したいと思います。

（スライド1）先ほどの岩本先生の話は、非常に整理されたものでした。私は、本日、以下の内容を話そうと思います。

（スライド2）私自身、コロナの専門家会議、そして分科会に参加してきましたので、そこでの経済学での貢献、影響力についてお話しします。次に、私自身が感染対策やワクチン接種に関する行動経済学的分析をおこなっていますので、それについてお話しします。最後に、先ほど岩本先生から、経済学と感染症の関係について非常に整理された分析の紹介があったのですが、その具体例について、分科会で医療者、経済学者間でどのような意見対立があったのかという形で紹介したいと

思います。

（スライド3）最初に、専門家会議や分科会がどんなものかということについて紹介します。

専門家会議は、2020年1月頃から、厚労大臣の私的アドバイスメーカーとして始まり、そのあと、私が参加したのは2020年3月19日からなのですが、コロナ担当大臣と厚労大臣の諮問機関に変わりました。その少し前から、直接、市民への行動変容を呼びかけることを行っていました。しかし、2020年4月の緊急事態宣言の頃に専門家会議が表に出たこともあって、リスク評価も、リスク管理も、政策決定も、全ておこなっているのではないかという誤解による批判がありました。そうしたことも背景にあって、2020年5月に感染のリスク評価をするアドバイザリーボードと、感染対策の管理をする分科会という体制に変わりました。分科会には感染症の専門家に加えて経済学者、あるいは経済界、知事会、労働界などが参加するという体制に変わりました。分科会はあくまで政府へ提言する機関であり、政策決定は政府が行うということが明確になりました。それが専門家会議と分科会の違いです。

（スライド4）次に、コロナ関係で、いまの専門家会議や分科会で経済学者がどのように関わってきたかということをお話します。2020年3月、私はオブザーバーという形で専門家会議に参加しました。このときは、これからお話しするような、行動変容を進めるためにメッセージをどのように伝えるかという役割を期待されて参加することになりました。2020年5月からは、緊急事態宣言の発出と解除を議論する基本的対処方針諮問委員会（後に分科会に変更）に経済学者が参加するようになりました。竹森俊平さん、井深陽子さん、小林慶一郎さんと私がこの会議に経済学者として参加しました。コロナ分科会には、私と小林慶一郎さんが参加することになりました。

実は、専門家会議の頃から、私自身は医療提供体制の充実の重要性を指摘してきましたし、コロナ分科会、基本的対処方針諮問委員会で経済学者はずっとそのことを主張してきました。先ほど、岩本先生から紹介がありましたが、特措法は医療提供体制の整備が中心で、市民に関する行動規制はほとんど強制力を持っていない形になっていて、むしろ、より強い権限を持っていたのは医療提供体制の整備についてでした。しかし、これに対しては、ほとんどその権限は実行されなかったのです。2020年8月に、小林さんと私とで、医療提供体制の整備についての提言を出したのですが、それが動き出したのは、2021年1月以降になってからです。これについての問題点も次にお話ししようと思います。

(スライド5) 感染対策と経済活動のトレードオフの話は、先ほど、岩本先生から丁寧に紹介があったとおりです。実際、日本では、医療提供体制の拡充がなかなかされませんでした。ワクチンも治療法も感染拡大初期にはないということで、対策は、行動制限しかありませんでした。緊急事態宣言や飲食店の営業時間制限などの行動制限が経済にどんな悪影響を与えるかというシミュレーションを出すことが本当は必要だったのですが、政府のほうは対応してくれませんでした。一方、感染症のほうは数理疫学の人たちを中心にシミュレーションが次々とおこなわれました。もっとも、数理疫学の専門家の数が少なく、複数のグループによるシミュレーションはありませんでした。現在のところ、ワクチン接種が進み、治療法も確立してきて、政策の選択肢が増えたのですが、対策の中心は、まだ行動制限にあるというのが現状だと思っています。

(スライド6) 分科会で影響力のあった経済学の研究として、私は2つ考えています。1つは、先ほど、岩本先生も紹介されましたが、東京大学の

渡辺努さんの研究で、重要なメッセージは、人々の行動変容が主に引き起こされる原因は、緊急事態宣言のような行動制限よりも感染リスクに関する情報であるということです。つまり、人々の内生的な行動変容が中心であるということを明らかにしました。緊急事態宣言による行動変容、制限による行動変容もあったけれど、情報が一番大きいということが彼らのメッセージになっているわけです。若年者は情報だけではあまり行動変容をせず、緊急事態宣言の影響が比較的大きかったということも分析されています。

もう1つ、2021年になってから大きな影響を与え出したのが、東京大学の藤井大輔さんと仲田泰祐さんの研究です。1月からHPで緊急事態宣言の解除の影響、感染状況、経済的損失に関するシミュレーション結果を毎週公開されています。これで、経済と感染対策のトレードオフが数量的に明らかになったわけです。このきっかけは、実は、岩本先生を中心に2020年9月から日本経済学会コロナWGを立ち上げ、そこで情報収集していく過程で、藤井さんと仲田さんの研究活動を知ったことです。彼らの研究成果を分科会で紹介してもらい、感染症の研究者も彼らの分析を広く知ることになりました。

(スライド7) ほかに、先ほど申し上げた医療提供体制に関する提言を2回、昨年と今年に行っているのですが、なかなか実現性は低いという形になっています。

(スライド8) もう1つは、ワクチンに関する提言も経済学者の仲間と2回にわたっておこなっております。1つは、予約システム、それからもう1つは、ワクチンのインセンティブについての提言をおこなっています。これについても、あとで少し申し上げます。

(スライド9) 振り返りになりますが、日本の感染症対策、海外はロックダウンで強制的に人々の

外出を抑える仕組みになっていましたが、しかし、日本の場合は協力要請という形になっていたので、情報提供によって行動変容を促す政策が採られてきました。これについて次にお話しします。それから、ワクチン接種は、実は、昨年夏の段階だと、専門家は早期のワクチン開発の実現には懐疑的だったのですが、政府が分科会で議論を進める形になりました。そのあと、接種の開始は遅かったのですが、2月から医療従事者、5月から高齢者という形で始まりました。この接種体制についてもかなり混乱があったと思います。集団接種か個別接種か、どのような予約システムなのか、職域接種をするのか等です。地域によって接種スピードがずいぶん違いました。さらに、これから重要になってくると思いますが、接種のインセンティブ設計をどうするかという問題もあります。それから、昨日、分科会から報告がありましたが、ワクチン・検査パッケージといったものを今後どうするかということが、いまの議論になっています。

医療提供体制については、医療の病床確保は今年1月ぐらいからずいぶん進んできたのですが、インセンティブ設計がうまくいっておらず、空床にしたほうが得だという設計になっていたために、補助金を獲得しても患者を受入れないという問題が生じています。医療機関の連携不足や、今後の医療機関の集約の必要性も問題になっています。

（スライド10）昨年の初期の頃、どんなことを専門家会議がやっていたかということ、市民への呼びかけです。特に、3密回避という呼びかけが2月24日から始まりました。専門家会議が、直接、市民に呼びかけるとことを始めました。

（スライド11）

（スライド12）それから、私が参加したのは3月19日からですが、このときの提言文の中に、

直接市民の行動変容を呼びかけるという文章を入れています。利他的なメッセージを入れる、3密というものを強調しました。

（スライド13）GWの前にも、人との接触8割削減ということで

（スライド14）10のポイントを提案しました。これは、実は、細かい文言については私自身が手を入れて、行動経済学的なメッセージになっています。たとえば「ビデオ通話でオンライン帰省」というのは、普通なら、「帰省を控えてビデオ通話を利用」という形になるのですが、「帰省を控えて」という表現が入ると、それが参照点になってしまって、損失メッセージになります。そのため、表現を工夫することで利得メッセージにしています。全てそういう形に変えていきました。また、10のポイントの欄外には、利他的なメッセージを入れるというようなことを工夫しています。（スライド15）この利他的メッセージが、効果があるかどうかということについては、昨年、実証研究を、佐々木周作さん、黒川博文さんとおこないました。感染予防対策を促進するようなメッセージで、いくつかの候補の効果検証をしたのです。利他的メッセージ、利得フレーム、損失フレーム、「人の命を救える」とか、「人の命を危険にさらす」といったものを、いくつか試しました。

そのときに、行動と意図にどんな影響があるかということ进行分析すると、意図にはどちらも効果があるのですが、行動に影響があったのは利他的フレームでした。特に繰返しても意図には影響を続けるというのが利得メッセージだったというのが私たちの結果です。

（スライド16）利他性については、先ほど岩本先生がおっしゃったのですが、本当に純粋利他性か、あるいは社会規範なのかということが効いているということです。

(スライド17) もう1つは、利得メッセージか、損失メッセージかということで、私たちの結果は、やはり、利得メッセージのほうが、長期的に効果がありました。これは、実は、違う文脈で、私は豪雨災害の早期避難のメッセージについても研究したことがあるのですが、損失メッセージのほうが受け取った直後の避難意図は高くなるのですが、実際の行動に影響するのは利得メッセージだったということと対応していると思います。

(スライド19) もう1つ、おこなった研究は、ワクチン接種のナッジについてです。

(スライド21) いくつか試したのですが、これも、社会比較ナッジ、「みんなが受けようとしています」ということと

(スライド22) 「あなたが受けると回りの人も受けてくれます」ということと

(スライド23) 「あなたが受けないと回りの人が受けてくれません」というものを試したわけです。

(スライド24) これは、若者と高齢者、両方に対して行ったのですが、高齢者だけに効果があり、特に「あなたが受けると回りの人が受けてくれます」ということが、影響があったというのが分析結果です。

(スライド25) 若者にも、実は同じようにいろいろ試したのですが、若者向けのナッジメッセージはほとんど効果がないことがわかりました。外国で有効だったのが「あなたのためのワクチンは確保されています」とされていたのですが、それは日本では効果がなく、おそらく日本では、クーポン送付がされていますから、それが「あなたのためのワクチン接種が確保されている」ということをかなり意味しているのではないかと思います。

そのために、もう少し利己的なインセンティブを付けていく必要があると思っています。実は、

最初に紹介した感染対策では、若者にも利他的メッセージが効果的だったのですが、ワクチンでは効果的でなかったことの1つの仮説は、まだチェックしていませんが、人から見えるかどうかという社会的イメージの差が一番大きな原因ではないかと思っています。

(スライド26) 最後に、分科会で、医療者と経済学者で、どう意見が違ったか、いくつかの論点でお話しします。

医療者は、感染者数、あるいは、医療機関、保健所への負荷を最小化することを目標にしがちでした。経済学者は、コロナ以外の経済的損失、自殺、教育、貧困などへの影響も見べきだという考え方でした。

検査に対する考え方は、医療者のほうは、陽性者を発見するために検査をするのであることが大事で、ハイリスクの人を検査する、そして隔離することが目的でした。経済のほうは、それもそうだけど、もう1つの目的があり、陰性証明には感染確率が低いことを示すという情報価値があるので、それによって経済活動を活性化できると考えています。これがワクチン・検査パッケージに繋がっていくものです。

(スライド27) それから、行動規制の効果については、岩本先生も紹介されたとおり、医療の専門家は、規制によってしか人は行動変容しないと想定されていますが、経済学者は、感染リスクに関する情報によって人々は行動変容すると考えています。ただし、経済学者も人々は外部性を十分には考慮しないので行動変容が過小になると考えています。

また、医療提供体制についての考え方も、医療の専門家は、コロナ医療に関する専門人材が限られているとか、コロナ医療拡大で通常医療を制限しないといけないということで、医療提供体制の拡充はできないという考え方でした。しかし、経

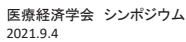





済学者は、症状別に必要とされる医療設備や専門能力の程度は違いますし、役割分担、集約化をすれば可能はずだと考えています。医療提供体制の拡充のための、よいインセンティブを設計する必要がありますと考えています。このインセンティブ設計が、うまくいかなかったというのが日本の実態だと思っています。

（スライド28）3つ目ですが、ワクチン接種へのインセンティブについても考え方の違いがありました。医療の専門家は、金銭的インセンティブでワクチン接種に動く人は少ない、そのため、ワクチン接種の考え方そのものを自分の感染を防ぐためというよりも社会のために打つのだと変えるべきだ、という主張をされる方が多かったです。あるいは、今回、ワクチン接種に金銭的インセンティブを使うと、他のワクチンにも影響してしまうという議論をされる方もいらっしゃいました。いずれにしても、ワクチン接種に金銭的インセンティブを用いることに否定的な人が多かったです。経済学者は、利他的接種をする人が若者でも多いけれど、接種しない場合、あるいは、利己的な動機のほうが大きいという場合には、金銭的インセンティブ、非金銭的インセンティブを与える必要があると考えています。

もう1つ、これは昨日、議論になった話ですが、ワクチン接種後の出口戦略を公開するかどうかが非常に大きな議論になりました。医療の専門家は、ワクチン接種が行き渡ったあとの行動規制緩和を現時点で公表すること自体が、現時点で人々の感染対策を緩和させることに繋がってしまうとして、将来の行動規制の緩和を発表することに反対されます。経済学者は全く逆で、将来緩和されるということを、いま、公表することは、将来と現在の消費についての異時点間の代替性があるので、現在の感染対策を強化する形に繋がるだろうと考えます。つまり、感染対策を強化するということが一時的であれば、しっかり強化するけれど、それが長期にわたるのであれば、それほど強化しないと想定します。将来、ワクチン・検査パッケージの導入で、行動制限が緩和されることを早めに公表すれば、ワクチンの接種インセンティブとしても機能するだろうと考えます。





以上が、コロナ対策で医療の専門家と経済学者の間での論点の大きな違いになると思います。私のほうからの話題提供は以上です。どうもありがとうございました。

日本の新型コロナウイルス感染症対策への  
 経済学の貢献  
 大阪大学CiDER・大学院経済学研究科  
 大竹文雄

1

スライド1

**発言のポイント**

- ・ 専門家会議・分科会について
- ・ 感染対策・ワクチン接種の行動経済学的分析
- ・ 分科会での医療者と経済学者の対立点

スライド2

## 専門家会議と分科会

- ・ 専門家会議
  - － 厚生労働大臣の私的アドバイザ機関から西村コロナ担当大臣、加藤厚生労働大臣の諮問機関に変更（2020年3月19日）
  - － 2020年2月24日から直接市民への行動変容の呼びかけ
  - － 専門家会議がリスク評価もリスク管理も政策決定も行っているという誤解
- ・ アドバイザリーボードと分科会体制(2020年5月)
  - － アドバイザリーボードが感染症の専門家（リスク評価）
  - － 分科会（感染症＋経済学者＋経済界など）

3

スライド3

## コロナ対策への経済学の貢献

- ・ 2020年3月に専門家会議に参加（経済学者は一人）
  - － 行動経済学の観点から行動変容を進めるためのメッセージの伝え方という観点で中心
- ・ 2020年5月から分科会、基本的対処方針分科会に参加
  - － 分科会の経済学者（小林慶一郎、大竹文雄）
  - － 基本的対処方針の経済学者（小林、大竹、竹森、井深）
- ・ 専門家会議の頃から医療提供体制の充実の重要性を指摘
- ・ 2020.8.11 東洋経済オンラインに小林氏と提言
  - － ほとんど動かす
  - － →本格的に動き出したのは2021.1以降

4

スライド4

## 感染対策と経済活動のトレードオフ

- ・ 緊急事態宣言による感染抑制と経済活動低下のトレードオフを解消するために、医療提供体制の充実が不可欠
- ・ 医療提供体制の制約が厳しいこと、ワクチン・治療法が初期はないため、行動制限しか対応策がなかった
- ・ 内閣府にも感染対策が経済にどのような影響を与えるかのシミュレーションを出すように依頼→対応はなかった
- ・ 感染症の研究者は、クラスター対策班を中心に主要な研究者が研究グループを作成し、シミュレーションを行った。ただし、日本の数理疫学の研究者の数は少なく、代替的研究がなかった
- ・ ワクチン接種が進み、治療法が確立→政策の選択肢が増えたが、行動制限中心のまま

5

スライド5

## 分科会で影響力のあった経済学の研究

- ・ 東京大学の渡辺勢氏の研究
  - － 感染リスクに関する情報と緊急事態宣言が人流に与えた影響
  - － 感染リスクという情報で大きな影響、緊急事態宣言そのものの効果は小さい
  - － 若者の行動変容は緊急事態宣言に影響
- ・ 東京大学の藤井・仲田両氏の研究
  - － 2021年1月からホームページで緊急事態宣言解除・感染状況・経済的損失に関するシミュレーション結果を毎週公開
  - － 緊急事態宣言を複数回発令することの経済的損失が大きいので、十分に感染を抑えてから解除することが、経済にも感染対策として望ましいことを数字で示す
  - － 2020年9月から日本経済学会コロナWGで日本の経済学者コロナに関する研究成果の情報収集と公開→日本経済学会ホームページで公開
  - － この過程で、藤井・仲田両氏の研究プロジェクトを知り、分科会で紹介

6

スライド6

## 医療提供体制への提言

- ・ 重症病床拡充策への提言(2020.8.11)
  - － 大竹・小林
  - － コロナ受け入れ病院の収益減の削減→病院のインセンティブを変える補助金制度に
- ・ 医療体制2倍以上の拡充(2021.8.17)
  - － 大竹・小林・高久・仲田
  - － アルタ株でワクチン接種が行き渡っても非接種者の間での感染拡大が続く→社会経済活動の再開には医療提供体制の拡充が必須

7

スライド7

## ワクチンと経済学者

- ・ ワクチンの予約システムにする提言(2021.5.19)
  - － 大竹・栗野・小島・小林・野田
  - － 先着順の予約システムの問題点
- ・ ワクチン接種のインセンティブの提言(2021.6.11)
  - － 大竹・小田原・栗野・小島・小林・野田・室岡・渡辺
  - － Gotoラベルと連携
  - － 金銭的インセンティブ
  - － ナッジ

8

スライド8

## 日本の感染症対策

- ・ 海外ではロックダウンで強制的に人々の外出を抑える
  - － 日本の緊急事態宣言には、そのような強制力はほとんどなかった
  - － 行動を抑えることの能力要請という権限しか行政機関には与えられていない
  - － 罰則がないもので、多くの人々に感染予防行動をとってもらう必要
  - － そこで用いられたのが、市民への情報提供によって行動変容を促すという政策
- ・ ワクチン接種
  - － 2020年夏の夏期では日本の専門家も早期ワクチン開発の実現性には懐疑的
  - － 夏期はワクチン開発の進捗と価格を調整し「接種開始」を待たずに接種開始
  - － ワクチンについては、異例の速さで開発された英国、米国では2020年12月から接種開始
  - － ワクチン接種の承認手続きに時間がかかり接種開始が遅かった
  - － 日本での接種は2021年2月から医療従事者対象から始まり、高齢者への本格接種は2021年5月になってから
  - － 接種体制の構築（集団接種・個別接種、予約システム）、職域接種、接種速度に地域で差異
  - － 接種インセンティブ設計
  - － ワクチン・検査パッケージ
- ・ 医療提供体制
  - － 医療機関へのインセンティブ設計がうまくない可能性（病床確保で補助金獲得→患者の受け入れ拒否）
  - － 連携不足
  - － 医療機関の集約化

9

スライド9

## 2020年2月24日から始まった専門家会議の呼びかけ

- ・ 「新型コロナウイルス感染症対策専門家会議」は2月24日に出した見解で「みなさまにお願いしたいこと」という節を設けて、直接、行動変容の依頼
  - － 「この1～2週間の動向が、国内で急速に感染が拡大するかどうかの瀬戸際であると考えています。そのため、我々市民がそれぞれできることを実践していかねばなりません。特に、風邪や発熱などの軽い症状が出た場合には、外出をせず、自宅に療養してください。・・・（中略）・・・また、症状のない人も、それぞれが一日の行動パターンを見直し、対面で人と人との距離が近い接触（互いに手を伸ばしたら届く距離）が、会話などで一定時間以上続く、多くの人々との間で交わられるような集会的なことをできるだけ避け、回避してください。症状がなくても感染している可能性がありますが、心配だからといって、すぐに医療機関を受診しないでください。医療従事者や患者に感染を拡大させないよう、また医療機関に過剰な負担とならないようご留意ください。教育機関、企業などの事業者の皆様も、感染の急速な拡大を防ぐために大きな役割を担っています。それぞれの活動の特徴を踏まえ、毎日の行事の開催方法の変更、移動方法の分散、リモートワーク、オンライン会議などのできる限りの工夫を講じると、協力してください。」

10

スライド10

## 2020年3月2日の見解

- ・「みなさまにお願いしたいこと」
  - －「専門家会議としては、すべての市民のみなさまに、この感染症との闘いに参加して頂きたいと考えています。少しでも感染拡大のリスクを下げられるよう、別添の「新型コロナウイルス感染症のクラスター（集団）発生リスクが高い日常生活における場面についての考え方」を参考にいただき、様々な場所や場面に応じた対策を考え、実践していただきたいと思います。どうかご協力をお願いいたします。」

スライド 11

## 専門家会議提言

- ・2020年3月19日
  - －「皆さんが、「3つの条件が同時に重なった場所」を避けるだけで、多くの人々の重症化を食い止め、命を救えます。」という利他的メッセージが用いられている。また、4月1日の提言でも「行動変容の必要性について」という節で、ウイルスの特徴を説明した上で、3密を避けること、手洗いの徹底を呼びかけている。
- ・2020年4月1日
  - －「行動変容の必要性について」という節で、ウイルスの特徴を説明した上で、3密を避けること、手洗いの徹底を呼びかけている。

スライド 12

## ゴールデンウィーク前の提言

- ・2020年4月22日の専門家会議の提言
  - －従来の感染予防対策に加えて、ゴールデンウィークの人々の移動を減らすために、人との接触を8割減らすことが提唱
  - －「ビデオ通話でオンライン帰省」、「スーパーは一人または少数ですいている時間に」、「飲み会はオンラインで」、「仕事は在宅勤務」、「会話はマスクをつけて」などの「人との接触を減らす、10のポイント」というイラスト付きの資料も公表。そうした方向性は続き、5月11日には、「新しい生活様式」という新型コロナウイルス感染症対策を取り入れた生活様式の提案。

スライド 13

人との接触を8割減らす、10のポイント  
新型コロナウイルス感染症から、あなたと身近な人の命を守れるよう、日常生活を再確認してみましょう。

1 ビデオ通話で オンライン帰省	2 スーパーは1人 または少数で すいている時間に	3 ジョギングは 少数で 公園は遠くを 場所を選ぶ
4 待てる買い物は 通販で	5 飲み会は オンラインで	6 診療は遠隔診療
7 筋トレやヨガは 自宅で動画を活用	8 飲食は 持ち帰り、 宅配も	9 仕事は在宅勤務
10 会話は マスクをつけて	3つの密を 避けよう 1. 人数の多い閉鎖空間 2. 多数が集まる公共場所 3. 密で会話や発声をする状況の回避	

手洗い・  
換気・  
マスク・  
消毒  
も、同様に重要です。

スライド 14

# 予防行動を促進するナッジメッセージ

Sasaki, Kurokawa & Ohtake(2021)

- ・感染予防対策を促進するナッジメッセージの研究
- ・オンライン調査でメッセージ別の意図と行動を調査
- ・主な結果

- －利他的メッセージは利得フレームでも損失フレームでも行動変容の意図を高める
- －利他的利得フレームのみが、実際の行動に影響
- －利他的メッセージは、繰り返すと、行動意図は高められたが、行動には影響がなくなる

The Japanese Economic Review  
https://doi.org/10.1007/s42973-021-00076-w

SPECIAL ISSUE: ARTICLE  
The Impacts of COVID-19 on the Japanese Economy  
Effective but fragile? Responses to repeated nudge-based messages for preventing the spread of COVID-19 infection

Shusaku Sasaki<sup>1,2</sup> · Hirofumi Kurokawa<sup>2</sup> · Fumio Ohtake<sup>3</sup>

Received: 31 March 2021 / Revised: 20 May 2021 / Accepted: 21 May 2021  
© The Author(s) 2021

スライド 15

## 利他的メッセージはなぜ有効か

- ・人は利他的
  - －多くの人々は、ある程度の利他性をもっている
  - －感染予防をしていなかった人は、その行動が人のためになるということに気がついていなかった
- ・利他性がなくても
  - －利他的メッセージで、周囲の人がこうした行動規範を取らない人を社会規範から外れていると見なすようになることを本人が予想(社会的イメー)
  - －社会規範から外れた人とみなされることによる損失を考慮して社会規範にしたがう
- ・自信過剰バイアス・楽観バイアス
  - －利己的メッセージ→自分だけは感染しないという自信過剰バイアスあるいは楽観バイアスや、自分は大丈夫という正常性バイアスによって、感染症対策をとらない可能性
  - －利他的メッセージ→自分は大丈夫かもしれないが、周囲の人はそうでもない

スライド 16

## 利得メッセージと損失メッセージ

- ・「3密を避けないと、身近な人の命を危険にさらします」
  - －このメッセージは、行動変容の意図を高めるのに効果的
  - －しかし、事後的に行動変容をしていたのは「3密を避けることで、身近な人の命を守れます」というもの
- ・豪雨災害（大竹・坂田・松尾(2020)）
  - －「あなたが避難すると、周囲の人の命を救うことになります」
  - －「あなたが避難しないと、周囲の人の命を危険にさらします」
  - ・後者のほうが避難意図を高める
  - ・実際に避難計画を立てたり、避難準備をしていたのは前者のメッセージを受け取った人

スライド 17

# 「行動制限をしないと42万人死亡」 脅威メッセージのメリットとデメリット



- ・利得メッセージと損失メッセージ
  - －「人の命を救う」利得メッセージ・「42万人死亡」損失メッセージ
    - ・行動経済学では、損失回避→損失メッセージが効果的
    - ・強い恐怖メッセージ
      - －人々がそれを受け入れることが自分でコントロール可能であると感じた場合に限り行動変容
      - －自分ではあまり有効な対策がないほどで恐怖メッセージを受けると、行動を変化させない
      - －楽観性バイアス→恐怖を感じても自分だけは大丈夫という楽観性バイアス→行動変容につながらない
  - －脅威メッセージの特性
    - ・恐怖感情によって、人々の関心がより恐怖に関する情報に集中する
    - ・より重要な感染率などの数値情報を無視してしまうようになる
    - ・メディアで感染者数や死者数だけを報道
      - －感染リスクを過剰に恐れるようになる可能性
    - ・瞬時的には大きな効果があることが観察
      - －中・長期的な影響は小さいという研究結果も

スライド 18



# ワクチン接種のナッジ

- ・ 2021年3月16日～18日までの3日間
- ・ 日本では、この時期にはまだ一般向け接種が始まっていない
- ・ 日本のワクチン接種計画では、まず医療従事者への接種が優先で、65歳以上の高齢層への接種がそれに続く。
- ・ 本研究
  - 早期に接種対象となる高齢層 (65～74歳)
  - 遅れて対象となる若年層 (25～34歳) を実験対象
  - 合計で1,600名の回答者
- ・ ナッジメッセージで接種意向、接種WTPの変化をRCT

OPEN 2021

8.65 Discussion Paper Series 21-1-023

**ワクチン接種の促進：し**  
**自発的に意思決定を促進しないナッジメッセージを目標として**

金井 孝典  
 東京大学経済学  
 研究員

研究員  
 東京大学経済学  
 研究員

大石 洋平  
 経済学




スライド 19

## 《統制群》

新型コロナウイルス感染症のワクチンが開発され、日本での接種が始まり、接種のためのクーポン券があなたの手元に届いた状況を想像して、あなただったらどうしたいかを考えてください。

- このワクチンには、発症予防効果があることが確認されています。
- 接種により、あなた自身が新型コロナウイルスに感染した場合に発症する可能性を下げた効果があります。
- 接種により、接種部位の痛みや腫れ、発熱などが生じる可能性があります。
- 稀に、アナフィラキシーなどの副反応が生じる場合もありますが、適切に対処されれば問題ないことが確認されており、日本の接種場所でも、適切に対処できるように準備されています。

スライド 20




## 高齢者・社会比較ナッジ


- このワクチンには、発症予防効果があることが確認されています。
- 接種により、あなた自身が新型コロナウイルスに感染した場合に発症する可能性を下げる効果があります。
- 接種により、接種部位の痛みや腫れ、発熱などが生じる可能性があります。
- 稀に、アナフィラキシーなどの副反応が生じる可能性もありますが、適切に対処されれば問題ないことが確認されており、日本の接種場所でも、適切に対処できるように準備されています。

**あなたと同じ年代の10人中7〜8人が、このワクチンを接種すると回答しています。**


スライド 21



CIDER  
COVID-19  
INFORMED  
DECISION-MAKING  
ENVIRONMENT



TOHOKU  
UNIVERSITY




OPEN 2021

## 利得フレームの社会的影響ナッジ


- このワクチンには、発症予防効果があることが確認されています。
- 接種により、あなた自身が新型コロナに感染した場合に**発症する可能性を下げ**る効果があります。
- 接種により、接種部位の痛みや腫れ、発熱などが生じる可能性があります。
- 稀に、アナフィラキシーなどの副反応が生じる場合もありますが、適切に対処されれば問題ないことが確認されており、日本の接種場所でも、適切に対処できるように準備されています。

ワクチンを接種した人が増えると、  
ワクチン接種を希望する人も増えることが分かっていました。  
あなたのワクチン接種が、周りの人のワクチン接種を後押しします。


スライド 22



国際災害  
予防教育センター



東北大学  
TOHOKU UNIVERSITY



OPEN 2020

## 損失フレームの社会的影響ナッジ

- このワクチンには、発症予防効果があることが確認されています。
- 接種により、あなた自身が新型コロナウイルスに感染した場合に**発症する可能性を下げ**る効果があります。
- 接種により、接種部位の痛みや腫れ、発熱などが生じる可能性があります。
- 稀に、アナフィラキシーなどの副反応が生じる場合もありますが、適切に対処されれば問題ないことが確認されており、日本の接種場所でも、適切に対処できるように準備されています。

ワクチンを接種した人が増えると、  
ワクチン接種を希望する人も増えることが分かっています。

*あなたがワクチンを接種しないと、  
周りの人のワクチン接種が進まない可能性があります。*

スライド 23

# ナッジメッセージの効果

高齢者に対してのみ、社会的影響利他的ナッジが効果的

The figure consists of two forest plots. The left plot, titled 'Receive the vaccine or not', shows the effect on vaccine completion. The right plot, titled 'Willingness-to-pay', shows the effect on willingness to pay. Both plots compare the impact of nudge messages on 'Completion', 'Influence (gain)', and 'Influence (loss)'. The legend indicates that blue circles represent the 'Elderly (age 65-74)' and black circles represent the 'Young (age 25-34)'.




Group	Outcome	Effect Size (approx.)	95% CI (approx.)
Elderly (age 65-74)	Completion	-0.02	[-0.08, 0.04]
	Influence (gain)	0.01	[-0.05, 0.07]
	Influence (loss)	0.04	[-0.02, 0.10]
Young (age 25-34)	Completion	0.02	[-0.04, 0.08]
	Influence (gain)	0.07	[0.01, 0.13]
	Influence (loss)	0.06	[0.00, 0.12]

Legend: ● Elderly (age 65-74) ● Young (age 25-34)

スライド 24

## 若者のワクチン接種促進に有効な ナッジは？

- ・ ナッジメッセージはあまり有効ではない。
- ・ 外国で有効だった「あなたのためのワクチンが確保されてい  
ます」は効果なし。
  - 日本ではクーポン送付ですでにこの効果が含まれている？
- ・ コンサート、飲酒などの参加条件にする。Gotoトラベルの利  
用条件にする。全くじなどの金銭的インセンティブをつける  
といった利己的動機を使うのも重要。
- ・ マスク等の感染対策では利他的メッセージが効果的だが、ワ  
クチンでは効果的ではない
  - 人から見えるかどうかという社会的イメージが重要ではない  
か



25

スライド 25

# 分科会の医療者と経済学者の対立点(1)

- 感染対策の目的の違い
  - － 医療：感染者数（医療機関・保健所への負荷）を最小化
  - － 経済：コロナ以外の経済的損失、自殺、教育、貧困などの他の目標も
- 検査に対する考え方
  - － 医療：検査で陽性者を発見するための費用・便益
    - ・ ハイスクの人だけを検査し隔離することが目的
  - － 経済：検査陰性証明には感染確率が低いことを示す情報価値があり、それによって社会経済活動を活性化可能

26

スライド 26

分科会の医療者と経済学者の対立点(2)

- ・ 行動規制の効果
  - 医療：人々は緊急事態宣言などの規制によってしか行動変容しない
  - 経済：感染リスクという情報によって行動変容するが外部性を考慮せず
    - ・ 情報提供+介入が重要
- ・ 医療提供体制
  - 医療：専門人材に限られている・コロナ医療拡大で通常医療を制限する必要
    - ・ 医療提供体制の拡充はできない
  - 経済：症状別に必要とされる医療設備・専門能力の程度は異なる
    - ・ 役割分担と集約化をすれば医療提供体制の拡充は可能
    - ・ 医療提供体制拡充のためのインセンティブ設計の必要性
      - 病床確保の補助金がコロナ患者を受け入れ後の診療報酬よりも高い

27

スライド 27

分科会の医療者と経済学者の対立点(3)

- ・ ワクチン接種へのインセンティブ
  - 医療：金銭的インセンティブで動く人は少ない。若者も社会のために接種するという考え方をもつべき。今までワクチン接種に金銭的インセンティブを用いたことがないので、今回使うと他のワクチン接種に悪影響
  - 経済：利他的動機で接種する人が若者でも多数派だが、そうでない人には金銭的・非金銭的インセンティブを与えないと接種率は向上しない
- ・ ワクチン接種後の出口戦略の公開
  - 医療：ワクチン接種が行き渡った後の行動規制緩和の公表は現時点での感染対策緩和に繋がる
  - 経済：ワクチン接種が行き渡った後の行動規制緩和の公表は現時点での感染対策強化に繋がる（異時点間代替）
    - ・ ワクチン接種インセンティブを高める

28

スライド 28

## 伏見座長／

大竹先生、どうもありがとうございました。引き続きまして、橋本先生、お願いいたします。

## <講演 2>

### 公衆衛生系から前線報告

#### 東京大学大学院医学系研究科 橋本英樹 教授

よろしくお願いいたします。

（スライド1）お二人の先生の非常に科学的な話題と違いまして、公衆衛生系からは、地上戦でどんな話があったかを報告し、先の話にうまく結びつけられればと思います。

（スライド2）この2年間は、医学の中では日陰者扱いされていた公衆衛生が、ちょっと注目されたという点では、ある意味、よい機会だったと言えます。ただし医学系公衆衛生系という形で取扱われたのですが、医学と公衆衛生は違うのか、同じなのか。どちらも、いまの日本だと医学部で教えていて、医者で免許を持っている人が公衆衛生の専門家ですという扱いになっていて、両者の違いは、医者は個人の患者を診て、公衆衛生は集団をまとめて面倒をみているのだとされていると思います。

実は、日本語では公衆衛生と訳されてしまったのですが、public health の概念が出てきたときに、特に戦後の public health で出てきた一番の大きな違いは、医学が医学生物学的な理論に基づ

いているのに対して、public health はどちらかというと、行動科学を導入したところが、実は、一番新しいポイントだったはずなのです。ただ、残念ながら、日本では、この public health の養成機関が医学部に限られてきてしまったために、行動科学部分がそげ落ちてきてしまった。そういった意味では、今回の COVID は、日本の公衆衛生が、行動科学というものを考慮した public health に脱皮するには、本当によい機会だったはずでした。その上でも、行動科学系の研究者、まさに、大竹先生がプレゼンしてくださったような、経済学を始めとする、もしくは、社会心理学を始めとする行動科学、人が、なぜ、どう判断して、行動するのかということを取り入れる非常によい機会だったのではないかと思います。ただ、いま、大竹先生のお話を聞く限りでは、残念ながらそこまで行っていないところが一番の問題だと思います。

（スライド3）いまや、もう第5波の波に入っていると、振り返ればあの第1波のときに大騒ぎしたのは何だったのかと思います。

パンデミックと言っているが、唯一単一の現象ではなく、それぞれの国で、それぞれユニークな経験をしているということを、まず、踏まえる必要があると思います。

（スライド5）その点で、中国、韓国の話は、す



でにご存じのことと思うのですが、北京やソウルの人たちの話を聞くと、やはり彼らは SARS、MERS の失敗を教訓として、今回、対応しています。あのときに痛い目に遭ったので、完璧ではなかったけれど、ある程度心の準備、ベーシックな準備をやっていた。特にその準備が、一番大きく影響を持っていたのが、情報管理と意思決定管理、それから、平時と危機時のガバナンスの切り替え、特に中央政権と地方行政の権限の切り替え、中央政府主導の公衆衛生、医療体制の、臨時総動員体制などに顕われています。この点が日本では 2012 年に新型インフルエンザ特措法をつくったときに議論はしたのだけれど、結局、オペレーションレベルまで準備できていなかったために、日本では保健所、もしくは医療機関などの末端組織の試行錯誤で、ずっとやってきたという感じになっています。

(スライド 6) 保健所は大変とか、保健所が破綻したからえらいことになったとか、いろいろ言われているのですが、皆さん、ご経験がないと思うので、具体的に、どんなことを、どういう手順でやっているのかということについて、ご紹介します。

まず、最初に、第 1 波の頃の流れでいくと、最初に電話で相談が来て、「症状があるのですが、検査を受けたほうがいいでしょうか」「職場でかかった人がいるのですが、濃厚接触でしょうか」といった相談が来ます。そこで内容を聞いて、PCR の適用を判断し、必要ならば予約して、検査受診を案内し、検査してもらって陽性者になったら陽性者情報というところで、はじめて発生届が出ます。その時点で、今度は重症度を判定し、医療対応、在宅で診るのか、それともホテルに送るのか、病院に行くのか。もし、病院に行くのだったら、たとえば、特別区などは自分の区内で協力している病院で最初は交渉していたのです

が、あっという間に、すぐベッドが埋まりましたから、東京の特別区だと、これは都庁が調整するということをやっていました。

当初は、都庁に FAX でリストを送り、都庁も、もらったリストを保健所担当部門から病院部門に渡して、というような二重のことをやっていて、ものすごく大変だったのです。その上で、入院した人、もしくは入院していない人、いずれも、積極的疫学調査といって、14 日前に戻り、「誰と、いつ、触っていましたか」という話をする。そのあと、自宅の人は健康観察で、毎日、もしくは 2 日に 1 回、「どうですか、苦しくないですか」ということをやる。濃厚接触で、たとえば、世田谷区で感染者がいて、その人の職場が、実は埼玉でしたと。そうすると、埼玉の職場で濃厚接触者があるといったら、埼玉の該当する保健所に連絡を取って、ということをやらなければならないわけです。そして、他自治体に調査をしてくださいという要請をしたり、検査案内をしたりということでした。

初期、2020 年冒頭から 7、8 月ぐらいまでは、このほとんどの流れを、全て保健所だけでやっていました。あっという間にパンクです。一番最初は電話相談のところで、2 回線ぐらいしかなかったから、あっという間に電話を待つのがとても長くなり。電話を受ける側を増やして何とか通ったら、今度は PCR が 4 月、5 月ぐらいだと限られていたので、ここでもう 1 日 50 件ぐらいしかないけれど、本当は 100 件、200 件やりたいということで、ここで引っかかる。やっと PCR のキャパがだいぶ増えてきたら、今度は陽性者情報から重症度判定して、入院調整のところで大変なことになりました。しかし、この入院調整のところも、とてもやってられないということになったので、都が中央で一括管理してくれ、病床調整センターというものと、健康観察のほうも、健康

観察フォローアップセンターという、東京都のほうでコールセンターを去年の9月以降、設けてくれるようになりました。それで、保健所は、とりあえず重症度判定をして割り振ったら、あとは積極的疫学調査を中心にやるようにしていましたが、人数がどんどん増えてきてしまったために、結局、またそれもパンクしたというのが現状です。

つまり、ここで何を申し上げたかったかという、時期によって、律速段階と、不足した資源と、そこで生じた困難というのが、過去1年半の間でかなりドラスティックに変わってきていますので、こういう公的機関のパフォーマンスに関して、もしご研究される場合には、そのときどきで見るものが変わっているということを知っておいていただければと思います。

（スライド7）実際、第4波以降になるのですが、これは支援に入った東京都の某特別区ですが、この頃にはもう、相談電話よりは、むしろ、医療機関で診断される人が9割になっていたのが、医療機関がHER-SYSに入力したもので陽性報告を受け、それを、住民基本台帳でどこの誰さんだと確認できたら、そこから電話をかけて、聞き取り票で必要情報を取り、そして判定して、都の入院調整に回すか、自宅療養FUCに回すか、もしくは、そこから漏れた人で区の健康対象でパルスオキシメーターを郵送で送る対象にするかという判断をして、とやっていたのですが、これが実は問題で。HER-SYSはこれを全部カバーする機能を持っていないし、HER-SYSは、入力にしても、入れたデータを使うためのシステムになっていないのです。つまり、これは感染症研究所が情報を集めるためだけに作られており、これに入力しても保健所には何の役にも立たないシステムになっているのです。

その結果、ここに挙げたものは、全部、別々の

Excelに入力し、手作業で入れてということを延々と、今年の6月までやっていました。ただでさえ手が足りないところに、この状態で情報混乱を起こし、キャパオーバーしてしまっている状態だったので、これをどうにかしてくれと言われて、システムづくりなどの支援に入りました。これは系統的にやれば済むことを全然やっていなかった、ということがあったことを、ここでお知らせしておきます。

（スライド8）いま申し上げたように、日本には日本の特徴みたいなものがあったのですが、一番の問題は、さまざまな形で情報が散乱し、それを、どういうふうに、誰が、いつ、どう判断し、どこに、誰に動いてもらうように指揮を出すかというガバナンスが全然なかったことです。これは単に資源が不足している問題、ミスマッチの問題だけではなく、そもそもミスマッチが起らないように管理監督するガバナンスのシステムそのものがなかったところが根本的な問題であったということを指摘しておきたいと思います。

（スライド9）実際、こういうことが起ること自体は、先ほど、岩本先生も引用されていましたが、実は、2017年に改訂されている新型インフルエンザ等対策政府行動計画で、ちゃんとそういうことが起るからと想定済みで、これに対する対策を吟味する必要があると書いてあるのですが、残念ながらオペレーショナルライゼーションまで行っていたかったというのが現状です。

（スライド10）立場上、去年の5月、いわゆる政府のEBPM推進会議のほうでもこういうことが話題になったので、メールでの意見提出になってしまったのですが、こういう意見書を出させていただきました。

（スライド11）端折って言いますと、基本的には、いま、必要なのは、政策が有効か、有効でないかという問題ではなく、わかりやすく人々が判

断できるエビデンスをちゃんと明確に発信することが必要で、そのために必要な情報は収集してくれと。要は、先ほどの大竹先生や岩本先生がおっしゃっていたように、何となく自粛で、最初の第1波、第2波は逃げ切ってしまったので、日本モデルなどという馬鹿げた言葉が出ていた時期もあるのですが、それがなぜ起ったのか、説明できていないままでは次に必ず破綻が来るから、人々がなぜ、そういうふうに行動してくれたのかということ、そして、その行動を促すためにインセンティブづくりに必要な情報の収集を、とにかくいまから開始してくれと、去年5月の段階で発言していました。残念ながら、先ほど、大竹先生が専門部会で苦しまれていたのと同時並行だったのですが、あまり効果がなかったと言わざるを得ません。

(スライド12) 今回、コロナ禍のもとで、EBPMというのはテストされたと思います。既存のエビデンスがあるわけではないし、非常に早いターンオーバーで、不十分な情報のもとで判断しなければいけない、しかもそのアウトカムが通常の政策と違い、部局横断、省庁横断の問題が出てきている。ここで必要なのは、全体としてどういう見通しを持って動かなければいけないかという情報だった。

(スライド13) まさにそこに、大竹先生などのご尽力のおかげで、先ほどご紹介のあった藤井・仲田論文、それから、いま、フロアにいらっしゃる早稲田の久保田先生などが、こういう形で見通しを提示するということをやったのは、これは今回、経済学が公衆衛生政策において果たされた最大の貢献だったと言っていいのではないかと私は思っています。もちろん、まだまだ詰めなければいけないことはありました。たとえば、出口政策がワクチンにほぼ依存していたけれど、ご存じのようにブレイクスルーもありますので、もっと複

雑なことを考えなければいけなくなっていたり、また、経済以外の負のインパクトみたいなものだったり、それから、医療資源確保の外部性のようなもの、特に通常診療が阻害されてきたのは、最近になってかなりはっきりしてきましたが、そういった問題なども入れていく必要が、今後はあると思っています。

ただ、一番の問題は、やはり、なぜ、人々が従わなくなってきたのかという問題、これをよく、コロナ疲れであるとか、慣れが生じたという言葉で簡単に片付けてしまっているのだけれど、これはいったい何なのかということを明らかにしないままではいかないだろうと思います。

(スライド14) いろいろな議論をされているのですが、先ほどの大竹先生の専門部会での話をお聞きして、やっぱりと思ったのが、現状の医療系が行動科学の発想を持っていないことは大きな問題だと思います。人々は情報をもとに行動を判断し、そしてそのふるまった結果を見て、また行動を修正していくというものであって、「医者がかう言っているのだから、皆さん、聞けよ。聞かないのは君たちがわかっていないからだ」といったやり方は通用しないということが、今回、非常に明確に出たのではないかと思います。その点で、医療経済学、医療と経済が合体したこの領域から、この部分に対して医療系にしっかりとしたメッセージを発信していくことが、いま、必要になってきていると思っています。

(スライド15) 先ほど、大竹先生が非常にスマートな枠組み効果の話や、利他的メッセージの話のきれいな研究をお見せになっていたのですが、こちらを見せるのは恥ずかしいのですが、われわれも第3波の最中に、2010年から採っているパネルデータで影響調査をやってみました。やってみると、コロナ禍によって家計困難があるのが22%、生活不安を強く感じているのが14%、あとはK6

で測定した、いわゆる鬱症状、心理的ストレスが、4年前に測定したときは30%ぐらい見られていたのですが、今回測定したら40%に増えている、つまり、非常に不安状態が上がっていることは確認されました。

（スライド16—非掲載）マスクやソーシャルディスタンス、あとは公的交通機関を使わないようにするという予防衛生行動をとっているかどうかを8項目ぐらい測定して、それで尺度をつくり、「やっている」「やっていない」の2選択肢にして、プロビットをやってみました。学歴や、就労状況とか補正してみたのですが、一番効いているのが、まず、性差、男性が圧倒的にやっていない。もう1つ、自分がかかるのではないかというPerceived riskが高い人は、やはりちゃんと予防衛生行動をとっていたのですが、このPerceived riskの二乗項もいれたら有意で、しかもプラスだったのです。つまりPerceived riskがある程度まで高いとちゃんと行動してくれるのだけれど、高すぎると駄目になってしまう。心理的ストレス（K6）がある人でも、予防衛生行動がとれていないという結果が出ました。一方で、かかったら回りから差別されるのではないかというスティグマへの不安とか、COVID対策に対してリテラシーがあるかどうか、予想通りに予防行動に関連していました。

以上から、不安や過剰なリスク認知による認知ストレスの問題があること、スティグマや周辺からの同調圧力的な規範の影響などが関連していることが確認できました。

（スライド17）もう1つ、おもしろかったのが、政治家に対する態度です。ご覧のように、ほとんどの人が規制を推進するほうに賛成していました。一方で、政府や政治家に対しての信頼性は極めて低い。最初、これがBig government vs. Small government 志向と関連しているかと思

い、以前のパネルで測定したものを入れてみたのですが、全然関係ありませんでした。一方で、政府や政治家を信じていない人で、個人の選択制限が必要だと答える人の割合が、高かったのです。政府がうまく動かないということに対して、人々は政府に頼らず、何かしら強権的なもので自分たちを守ろうという逆説的な期待が生まれている。これはかつて、独裁者を生み出したときの、第一次世界大戦後にヒトラーが生まれたときのような、ちょっといやなにおいのする結果が出ました。

（スライド18）感染症法改正ではご存じのとおり、2021年2月に罰則規定ができたのですが、先ほど岩本先生が経済学的視点から問題があるとおっしゃったのですが、われわれ医学系のほうも、感染症法がもともとハンセン病の元患者の方々に対する人権侵害などを反省して作られたもののなのに、なぜ、ここで行政罰を入れるのだと、日本医学会連合から事前に反対声明を出していました。

（スライド19）これはけっこうあわててやりました。1月7日に緊急事態宣言が出たときに、全国知事会から都道府県知事に強制権を渡せと、罰則を入れろという強い圧力が入ったようです。これはまずいと思ったので、すぐ、1月10日に、公衆衛生学会の理事長と日本医学会連合のほうに連絡を入れたら、それぞれの会長が「これはすぐに動いたほうがいい」と言って、すぐに文面作成を開始しました。12日時点で、翌13日の段階でアドバイザーボードに説明し、15日には専門部会でこれを了承して国会に上げるという情報が入ったのです。しかも、ある参議院議員に電話を入れてみたら「もうこれは既定路線で、罰則は必ず導入する方向で与野党合意できている」と言われたので、これはたまらないと思い、医学会連合会長にお願いして、14日に声明発出の方向で動



いていただきました。発出できたと同時にプレスリリースしようと、事前にNHK、共同通信、朝日、毎日の各社新聞に文面を渡しておいて、「発出できると言ったら一気にやってくれ」という形の手配までしていました。

(スライド20) 幸いにして、26日、与党議員の会食処分問題で、オウンゴールで潰れてくれたので、これならば巻き返せるかと思い、野党議員、具体的には長妻さんにメールを送って、取材してもらえました。野党からの突き上げで、国会对策幹事同士で話をしてもらい、刑事罰から行政罰に落とすまではできたのですが、結局、行政罰から先が進めなかったのです。これは、野党も規定ラインで、もうここまでで満足したという情報が入ってきました。29日に衆院の内閣委員会の参考人招致で、東邦大学の舘田さんが与党側参考人で、私が野党側に呼ばれて参考人招致されたので、決まってしまうのはいたのですが、無駄吠えをして帰ってきました。

(スライド22) やってはみたのですが、結局、ご覧のとおりになりました。

お時間も過ぎたのでこのあたりにしようと思います。以上を振り返ってみて、従来の学問の意味で言うと、医療経済学、公衆衛生も、数字であ

る程度見通しをつくる、特にここは、今回、経済学が非常にきれいにやっていただいたと思います。それから、人々の行動や反応を定式化するという部分も、行動経済学を始めとした大竹先生の部分で非常にやっていただいているのですが、心理学や社会心理学などからも、特に心理的防御規制や規範の影響などはこれからやる余地がかなり残っていると思います。一方、これをどうやって伝えて人々の判断を支援するか、これも大竹先生の枠組み効果の話などでやっていただいているのですが、やはりここはもう少し health communication の話、特に先ほど、不安の問題があると申したのですが、ほとんど現在のメッセージが脅威メッセージになっています。そうではなくて、安心できるメッセージのほうが、実は効果があったのではないかということを、先ほどのクロスセクショナルのデータは示唆している形になっています。

最後に、これは学会としてやるべきかどうかわかりませんが、先ほど、感染症法の経験をちょっとお話ししましたが、アドボカシーをどうするか、これも学術的な議論としてはできると思うのですが、やるかどうかは、また改めてという話になると思います。以上、話題提供でした。

第16回医療経済学会 シンポジウム  
「公衆衛生対策において経済学者が果たす役割」

## 公衆衛生系から前線報告

橋本英樹  
東京大学大学院医学系研究科  
公共健康医学専攻

スライド1

## 「公衆衛生の専門家(といってもお医者さん)」が注目されたこの2年

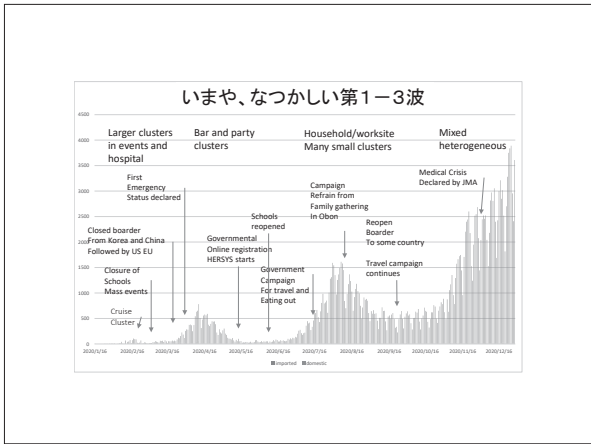
- ・「公衆衛生」(public health)とは？
- ・「医学」と何が違う？
  - 個人対集団、だけではない
  - 依拠理論の違いが大きい 「行動科学」の導入
- ・日本の「医学部」事情

日本の「公衆衛生」がpublic healthに脱皮する良い機会だった？

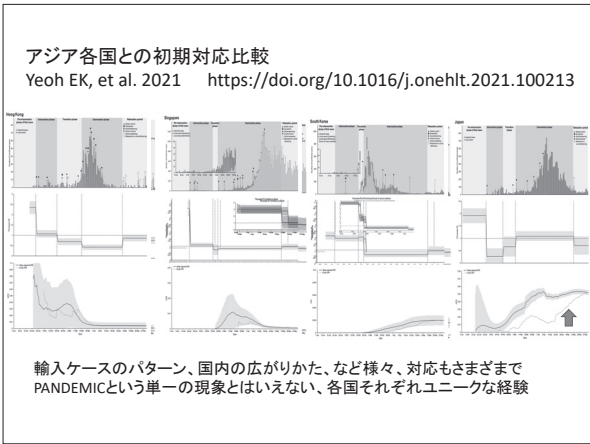
- そのうえで行動科学系研究者との共同が必須
- 経済学＝そもそも行動科学(人がなぜどう判断し行動するのか)
- プラス コミュニケーション+心理+α が今回は重要

スライド2





スライド 3



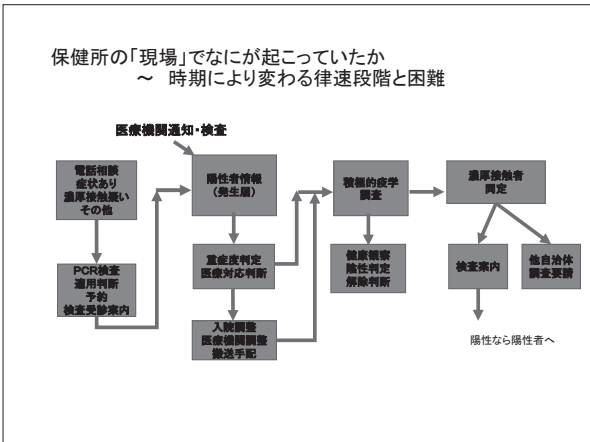
スライド 4

感染パターン、社会規範、政治風土の違いが対応の違い (the bestは確認できていない)

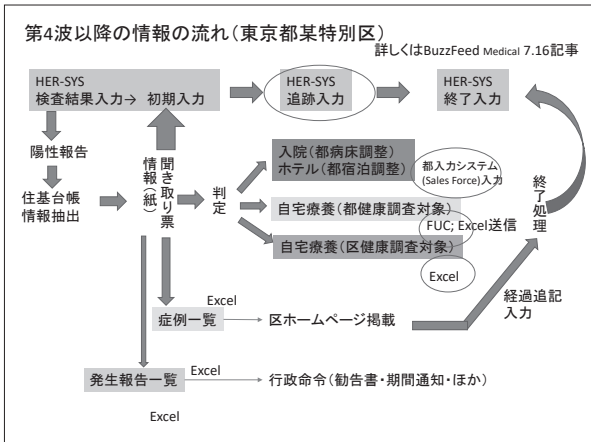
- 中国＝武漢閉鎖、その後強力な都市閉鎖により感染0を目指し、そこから経済復興を一気に図る
- 韓国＝大型クラスターを末端まで徹底的に「情報統合」により追跡、その後市中感染化したところではロックダウンに転換し、中小企業からの反発→政治力低下
- いずれも2003年の中国のSARS、2015年の韓国のMERSでの「失敗」に対する反省→対応の結果（完璧ではなかったが、心の準備は合った）
  - 情報管理と意思決定管理
    - 平時と危機時のガバナンス切替え（中央政権と地方行政の権限）
    - 中央政府主導の公衆衛生体制の臨時総動員体制

日本は末端組織の試行錯誤と工夫でなんとかやってきたが.....

スライド 5



スライド 6



スライド 7

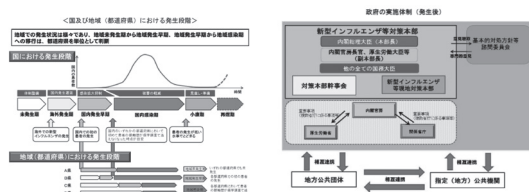
アジア近隣諸国と比較して日本の特徴？

- 第1波からdomestic & 市中感染化がメインだった（初期はクラスター管理で対応できたが、それからは「神風」に頼っていた）
- 特に第1波では、検査キャパシティの問題で、無症状・軽症者がかなり見逃されていた（欧州株から日本株への変異プール）
- 体制立て直しのために第1-2波のウィンドウをうまく活かせなかった（これはどこも同じだが）
  - 行政検査と医療検査の情報連携・共有が図りにくい
  - 「自由診療」的なものが暴走
  - 情報が散乱、共有管理の体制に問題（制度ガバナンス）
  - HERSYS は出来たけどデータ共有・利活用が図れない（集めるだけが目的?!）

特に問題だったのはガバナンス（中央—地方政府の指揮系統・役割分担、情報資源管理）

スライド 8

地域別に状況判断し、中央—地方政府との連関、民間（医師会など）との運動が必要となることは想定済みだったのに……



新型コロナウイルス等対策政府行動計画  
2013年6月7日  
2017年9月12日変更 内閣府(pp26)より

スライド 9

第5回EBPM推進会議（持ち回り）

2020年5月20日 <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tt2/ebpm/dai5/gijiyoushi.pdf>

（略）十分な情報・エビデンスがないにもかかわらず、政策的判断を迅速に下さなければならない状況は、行政にとっても国民にとっても先が見えず、軋轢・ストレスの原因となっている。改めてエビデンスに基づくとは、こうしたストレスを回避するためのものだということが再認識される。

といっても、いまは臨床比較試験やら差の差分分析やらをやる時ではない。幸い第1波は、諸外国に比べ死者数も低く抑えられているという結果を見る限り、なぜかうまくいっている。しかし、なぜうまくいったのかが説明できていない。いわば神風が吹いたおかげとしか言いようがない状況である。

来る冬、遅くとも来年には本格的な第2波が来る可能性も想定しておく必要があると考えるが、今回と同じように切り抜けるかは保障がない。今回うまくいったからとのんびりしていれば、次は痛い目を見るだろう。

スライド 10

続き

国民が効果的に自粛・規制に付き合ってくれるかどうか、国民がなるほどと思える数値や見通しがあったのである。今回はその見通しが無いなか、国民は耐え忍んだ。しかしその我慢は限界にきている。第2波へ備えるには、政府は方針決定にあたり国民と情報を時事共有し、国民が納得して自ら行動を起こせるように、開かれた意思決定過程を示すが必要になる（専門家会議がこういいましたので従いました、では次回は収まらないだろう）。

ここでもEBPMの本質である「開かれた政策決定」がカギとなるであろうことを強調し、ひきつづき関係各部署におかれでは、官民学の意思疎通・コミュニケーションのあり方を模索されることをお願いしたい。

スライド 11

コロナ禍のもとで試された「EBPM」

- ・ 事前にエビデンスがあるわけではない
- ・ 比較的早いスピードで対応が必要（ただし試行錯誤が必要、無謬信仰が通用しにくい）
- ・ アウトカム（経済・健康・社会）が分野をまたいで連関
- ・ 急に「風」が吹いてくるのに振り回される
- ・ 経済活動・社会活動・医療問題がトレードオフになっていて、なにを優先し、なにを評価指標にしているのかさえわからない（消費者も、行政も、ましてや政治家も）（「専門家」があまり役に立たない）＝システム思考・対応の必要性

スライド 12

そうした最中に見通しの提示としてMacro-based simulation

- ・ D. Fujii and T. Nakata. Covid-19 and output in japan. *CARF Working Paper*, (F-505), 2021.
- ・ S. Kubota. Covid-19 Exit Strategy of Japan. 未定稿, 2021. <https://sites.google.com/site/gkubotasao/>

“世代別分離政策を、行動制限のタイミングをずらすことである程度実現し、経済と感染抑制の両者を実現している”（久保田 医療経済研究 2021）

ただし

- 出口政策としてワクチンにほぼ依存
- 経済以外の負のインパクト（介護ニーズや健康の将来変化、貧困化影響）
- 医療・保健資源（重症者向け・クラスター追跡）確保の負の外部性（通常医療・保健事業の圧迫疲弊）
- Fatigue問題（行動SIRでは消費優先行動としてある程度は考慮？ 慣れ？ 飽き？ それとも??）
- だれにどうなにをmessageするの効果が？

スライド 13

見逃されている議論と「行動科学」の貢献余地

- ・ PCRで徹底的に囲い込むのがベスト？
- ・ クラスター管理はやめて5類指定にしないおせば医療崩壊はかわせる？
- ・ ロックダウンかソフトロックか？ 経済が感染コントロールか？
- ・ 個人情報も含めて疾病拡大リスクを管理？

どこの国がうまくいったかは

- 1) どの指標で議論するか、もさることながら
- 2) そもそもorange and appleに陥らないような注意が必要

一方、現状見逃されている課題として

「医学的に正しい情報」＝人々の納得・行動、ではない

「言うこときかない患者」も「合理的」意思決定者なのだ。反応し行動する主体としての認識の欠如（「コロナ疲れ・慣れ」で済むのか？）

スライド 14

## まちと家族の健康調査(J-SHINE since 2010)

2010年首都圏4都市在住 25-50歳男女成人(住民基本台帳ベース)

Covid19影響調查(2020・12・24—2021・1・29)

n=1619 (回収率53%程度、N=3224発送、190住所変更でlost)

女性56%(男性回答率低め)

低学歴・男性ではパートタイマーでの脱落率が有意に高い

4年制大卒41%、高卒20%、専門学校・短大32%

男性 フルタイム76% 女性 フル25% パート35% 主婦31%

自分ないし家族が感染 10人(0.6%)

テレワーク33% コロナ禍に伴う家計困難 22%

生活不安を強く感じている14%

スライド 15

## 政府・政治家に対する態度

- ・ 政府は過度に生活に干渉している 6%
- ・ 政府は必要な規制をすべきだ 45%
- ・ 政府の規制は余計な介入だ 7%
- ・ 社会のために個人の選択に制限を 30%
- ・ 政府や政治家がコロナ禍に適切に対応できる 6%

2012年測定のbig vs. small gov. 志向とは上記関係なし

政府・政治家を信じていないひとで個人の選択制限が必要と答える割合が有意に高い(政府・政治家への不信が強権的対応への逆説的な期待を生んでいる?)

スライド 17

感染症法等の改正に関する緊急声明  
日本医学会2021年1月14日

- [illegible]

スライド 18

Clock

2020年12月 第3波による緊急事態宣言可否議論

2021年1月7日 1都3県に緊急事態宣言の方針

これと並行して全国知事会などから「都道府県知事による強い  
人流抑制策を取るための罰則「改正」→通常国会冒頭(異例)

1月9日 周辺研究者の意見聴取

1月10日 公衆衛生学会理事長+学会COVID対策理事

日本医学会連合社会医学担当理事に相談開始

→すぐ会長にあがり理事持ち回り審議で発出方針に

1月12日 厚生労働省アドバイザリーボードに13日午前中説明、

15日に専門部会で了承の見込みとの情報

与党内、既定路線で罰則導入で合意との情報

1月14日中の声明発出を調整→医学会連合単独と公衆衛生疫学会連名  
同時にNHK、共同通信、朝日ほかメディアに事前通知

スライド 19

その後

- ・全国知事会への医学会・2学会連名声明の発信につきアピール

1月26日 与党議員の会食→処分問題

## 巻き返すチャンスと見て野党議員にアプローチ

27日 野党追及を受けて譲歩 刑事罰から行政罰に(ただし罰金は変わらず)

1月28日 行政罰は野党も規定ラインとの情報

1月29日 衆院内閣委員会 参考人招致で“無駄吠え”

2月3日 衆院通過成立

## スライド 20

感染症法改正案成立を受けて  
(共同通信 2021年2月)

- [illegible]

## スライド 21

エビデンス・理論・アドボカシー、そして.....

経済学と公衆衛生はなにをやるのか、やれたのか  
やり損ねているのか、できないのか(私の個人的採点)

従来の意味での学術的面

- 数字で見通しを作る
- △ 人々の行動・反応を定式化する(社会心理学)
- × 人々に伝え判断を支援する(health communication)

学会としてやるべきかどうかわかんが

- × 政治的判断に有効な影響を与える
- × 人々の判断に有効な影響を与える(以上含めてadvocacy)

スライド 22

伏見座長／

橋本先生、どうもありがとうございました。続きまして4番目の演者で、井深先生、どうぞよろしく願いいたします。

＜講演3＞

ワクチン接種戦略に関する科学的知見

慶應義塾大学経済学部 井深陽子 教授

ありがとうございます。

(スライド1) それでは、始めさせていただきます。慶應義塾大学の井深です。どうぞよろしくお願いいたします。私が今回、こうしてシンポジウムの場に登壇させていただける機会を得たのは、おそらく政府の分科会に関係しているということもあったと思うのですが、同時に、この学会の今回のプログラム委員も努めておりまして、そういう関係もあり、こうしてお話しさせていただく機会をいただきました。どうもありがとうございます。

先生方から、もう充実したお話をいただいております。私のほうからは、かなり狭い話になるのですが、各論のような形で、ワクチン接種戦略に関する科学的な知見のこれまでの研究と、私がいま、現在進行形なのですが、おこなっている研究について、プレリミナリーな結果なのですが、

ご紹介したいと思います。

(スライド2) ワクチン接種の戦略の問題です。有効性の高いワクチン接種の実行には、政策上2つの課題があると考えられます。第一は、まず、どのようにワクチン接種の優先順位を設定するかという決定をおこなう計画の問題、それから、2番目に、その優先順位が決まったとしたら、そのもとでワクチンをどのように適切に被接種者と結びつけるかという実行の課題になると思います。2番目の件については、大竹先生からかなり詳しくお話がありましたし、経済学でかなり研究が進んでいるところでもあると思います。本日、私がお話しするのは、1番目の、ワクチン接種の優先順位の話です。

皆さん、ご案内のとおり、現在のパンデミックのもと、また、資源供給制約下である諸条件のもとにおいては、ワクチン配分に関する計画が非常に重要になってきます。

(スライド3) ワクチンだけではなく、希少な医療資源の配分の問題は、これまで非常に重要な問題として考えられてきました。ここに挙げているのは、Persadの2009年の論文で上げられている4つの原則というものです。公平性、それから、最悪の結果の回避、便益の最大化、功利主義



と呼ばれるもの、そして、社会における便益の促進・応報といった観点が挙げられています。どれも重要な視点があり、その状況や、どのような医療資源があるか、また、どのような基準を使うかということ自体、もちろん変わってきますし、この4つを部分的に、同時に使うということも非常によくあることです。この4つのことはあくまでもこういう整理ができるということです。その上で、今回お話しさせていただくのは、3番目の便益の最大化の観点から、ワクチンの配分をどのように考えるかという問題になります。（スライド4）ワクチン配分を功利主義的な立場に基づいて考えた場合、2つ、重要な点があると思います。第一には、ワクチンの特徴です。それは、ほかの医療資源と比べた場合の特徴と考えられると思うのですが、ワクチンには外部性があるという点に尽きると思います。ワクチンには、被接種者本人に対する効果とともに外部効果がある、外部効果については、これまでの先生方からお話がありました。また、外部効果の部分が、戦略を決める場合、非常に重要な役割を果たしてくることになると思います。考える際には、感染症疫学モデルによってどのような結果を生むかという分析が必要になってきます。実際に功利主義的な立場に基づいてこの課題を考える場合、まず、最初に、どのような目的を設定するか、目的の設定と、たとえば、現在のワクチンですと、年齢や基礎疾患の有無で優先順位の決定がなされていますが、それがどのような集団の基準で優先順位を決定するかを考えることが、この次の手順になってまいります。

目的は、さまざまなことが考えられると思います。もちろん、重症者数、死亡者数といったことが重要な課題として上がってきますし、今回のコロナの場合は経済的損失という観点も非常に重要になってきます。

集団の基準に関しても、年齢で考えるということが最も一般的なのですが、この背景には、やはり年齢というファクターが感染症対策において重要な要素である重症化リスク、感染リスクと非常に深い関係があるという点が挙げられると思います。それに加えて、経済活動等の活動についても、年齢との関係があります。この部分からも、年齢というファクターを中心として優先順位を考えていくことは重要になってくると思います。

（スライド5）最初に、新型コロナウイルス感染症以前の研究を1つご紹介します。コロナ以前は、インフルエンザのワクチンをどのように配分するかということが非常に重要な課題として挙げられていました。そして、その分野で研究があります。今日ご紹介するこれは、Medlock and Galvaniの論文（Medlock & Galvani (2011) Science 325 (5948), 1705-1708）ですが、ここでは社会における5つの目的を設定し、その上で、年齢群においてどのような年齢群が優先順位に入るかということ进行分析している論文になります。

（スライド6—非掲載）こちらに2つ、グラフがあります。左が1957年のインフルエンザ、右が1918年のインフルエンザの流行の疫学的データに基づいてモデルをパラメーター設定した年齢間ワクチン配分の結果です。右側からご説明させていただきますいたきたいのですが、図にはパネルが3つあります。3つあるのは、それぞれ利用可能なワクチンがどれくらいあるかというワクチンの制限を表わしています。一番少ないのは2000万ドース、4000万ドース、6000万ドースになっています。それぞれ、細かいところを見ていきますと、この2000万ドースでしたら、いま申し上げた5つの目的の中で、どのような年齢群でのワクチン接種の配分をおこなうことによって、それぞれの目的を達成できるかを表わしています。結果は、制約のあるもとでは15歳～19歳、10歳

～14歳という10代を中心にワクチンを配分することが最適であるという結果が出ています。また、一部は30～35歳という親世代に当る世代も入ってきます。制約が少し緩和されていくと、それに追加して、たとえば、5～9歳の小児が入ってきたり、次には35～39、20～24歳という拡大された若い世代が入ってきたりします。

しかし、これを見てわかることは、この3つのどのパネルを見ても、この5つの目的のどの方向性を目指したとしても、基本的にワクチンの最適な配分は基本的に似たパターンを示しており、小児・若者、そして小児の親世代を中心にワクチンを接種することが最適であると結論づけられています。

一方、1957年のほうを見ますと、少し結論が変わってまいります。一番ワクチンの制約が厳しい場合では、目的を何に採るかによって結果が大きく異なってくる状態を示しています。たとえば、目的を死亡者数の最小化とするのであれば、75歳以上という最高齢層、そして65～69歳に配分することが最適だということを示していますが、ほかの、たとえば、感染者数を最小化することを目指すのであれば、若者、10代の方に接種することが最適だということが示されています。(スライド7) このように、感染症の持つ性質や供給制約によって、最適な配分というのは異なり得ます。前例のインフルエンザの場合には、十分なワクチン供給量がある場合には、集団免疫を達成するという一方で、異なる5つの目的のどの目的に対しても最適な供給計画が決まるわけなのですが、一方で、資源制約下では、考慮する目的によって最適な供給計画が異なる場合があります。前者の場合は科学的根拠によって、ある程度最適配分の方角性を決めることができと思いますが、後者の場合は、科学的根拠のみでは最適配分は決定できません。何を目的とするかというこ

とは、その政策的な判断になってくるわけです。何を目的にするかによって結果も変わってまいります。

(スライド9—非掲載) また、今回の新型コロナウイルス感染症に関しても論文(Fitzpatrick & Galvani (2021) Science 371 (6532), 890-891)があります。これはワクチンを開発されていた頃に、すぐに出た論文なのですが、これまでのインフルエンザとコロナの違いを比較したものです。ワクチン配分においてどういう要因が政策の決定に影響するかということを表わした図になります。この図のちょっと細かいところは置いておいて、ここで伝えたいメッセージは1つです。この英語の論文の中に書いてあることなのですが、「Vaccination strategies are not one size fits all」という文章があります。このことが一番のメッセージであると言えます。インフルエンザと新型コロナというのはもちろん似た特徴もあります。たとえば、重症化リスクは高齢者に多いという点においては共通ですし、接触者パターンが若者の間で多いということは、もちろん両者に共通です。そういう共通点があるものの、たとえば、感染力が、コロナのほうが強いということ、そのことによって、結果として、最適な配分、最適な戦略が変わってくる場合があります。感染力が強くなることによって、なぜ、そういうことが起きるかという、ワクチンには直接的な効果と間接的な効果、つまり外部性の部分があると言いましたが、感染力が強まることによって、間接的な効果の部分というのは弱くなるからです。なぜならば、それはワクチンを打っていない人の間で感染が急速に広まる傾向を見せるからです。ですから、このような点が、コロナとインフルエンザの違いで、結果として異なったワクチン配分が必要になってくるわけです。

(スライド10) WHOからも、ワクチン配分の原

則というものは、コロナで出ておまして、そこにどういう原則を重視するべきかということが掲げられているわけですが、もちろんここには公平性というすごく大切なことが入っていますし、原則の中には、人類のウェルビーイングというものがあり、そこでは、パンデミックによる疾病負荷や死亡を減少させるという目的があり、こういう目的というのが功利主義的な考え方とは整合的なのではないかと思います。

（スライド12）新型コロナ禍でのワクチン配分の問題に関して、いくつか新しい課題が出てきました。1つは、それ以前はあまりロールアウトという形で、最初にどの方を優先接種し、その次にどういうグループを優先接種し、ということを織り込む、ここでは、動学的にと表現していますが、そういう形での分析はあまりなされていなかったのです。しかし、いまの状況下で必要なのは、やはり、どういう順番で接種していくのが重要になりますので、段階を追ったロールアウトのプランが必要になってきます。

また、重症化リスクが基礎疾患の有無と非常に強く関連しているということもあり、年齢以外の属性の明示的な考慮が必要となってきます。また、医療機関負荷の問題は非常に重要な問題になっていますので、こういう観点からも目的をとらえる必要性が出てきました。ほかにも、無症状感染者の考慮や変異株出現の考慮といった問題もあると思います。

ここから先は、私達がいま、行っている分析の結果を報告させていただくのですが、この部分では、1~3を取り入れて、ワクチンの最適な配分について考えていきたいということになります。（スライド13）ワクチンの効果についてはご案内のとおりだと思いますので省略します。

（スライド14）最初に、国ごとのコロナのワクチン接種政策について整理してみました。基本的に

はどの国も似たような戦略で、医療従事者、それから高齢者、基礎疾患保有者等ハイリスクの方、また、高齢者施設スタッフ、高齢者施設等集団で生活していらっしゃる場所のスタッフの方を優先していくのは基本的なポリシーで、これはどの国もほぼ共通しています。ただ、国によって少しレイヤーの付け方に変化があります。イギリスはかなり高齢者から順番におこなっていくことを掲げていますが、日本は65歳以上というところで分けている違いがあります。ただ、日本の場合、自治体で接種をおこなっているの、自治体ごとに独自で細かく年齢を設定しておこなっているところもたくさんあると思いますので、これはあくまでも、国全体ではこういう基準がなされているということになります。

（スライド15—非掲載）この辺は細かいので省略したいのですが、今回考えた目的は3つあります。死亡者数減少、重症者数減少、そして感染者数減少になります。これまでの研究というのは、年齢というファクターを最重要視しており、もちろんそこはすごく重要なのですが、プラス、リスクステータス、つまり基礎疾患の有無を考慮した上でグループを設定しているということをおこなっています。ワクチンの効果については、90%、60%というのが妥当のあたりなのですが、一番モデストのケースとして30%を想定して分析をおこなっています。

（スライド16—非掲載）こちらが結果です。ちょっとビジーなグラフで見づらいと思うのですが、パネルAの部分が目的を死亡者数の最小化とした場合、Bが重症者数を最小化とした場合、Cが感染者数の最小化とした場合、それぞれX軸で表わされているグループの中で、どういう順番で接種をおこなうといいかということシミュレーションした結果になります。ここでは3つの段階を考えています。最初に優先されるグルー

ブがステージ1で、2番目がステージ2で、3番目がステージ3となっています。結果は非常に直感と整合的です。死亡者数を最小化する場合に80歳以上のハイリスクの方をステージ1、その次に、同年齢グループのハイリスクでない方、そして、60～79歳のハイリスクの方が第二段階に入ってきて、残りが第三段階という結果が出ています。

一方で重症者数を最小化する目的の場合には、第一段階にほかの年齢群の重症化しやすいハイリスクの人を接種することが示唆される結果となっています。感染者数を最小化する場合、活動が活発な若者と壮年期の方までが接種の第一段階と第二段階に優先される結果になっており、非常に大きなコントラストを示しています。

(スライド17—非掲載) 実際にこの最適な配分ができた場合、現在の政策を比較するとどれぐらい差が出てくるかということをここで示しています。たとえば、最大で11%程度の差が出てくることを示していますが、重要なのは図の横軸で、これは感染力が強くなるほど右、それぞれの感染力に対してワクチンスピードが速いか、遅いかということを示しています。ワクチンスピードが遅く、かつ、感染力が強いときにこそ、この差は広がっていくというのは、全てのケースについて言えます。

(スライド18—非掲載) 最後に、いま、この3つの目的があり、どの目的を置いたら、ほかの目的となっているものがどうなるのかを示した目的間トレードオフのグラフです。まず、注目していただきたいのはパネルBです。感染者数を最小にするということを目的とした場合、死亡者数は

どうなるのかということを示したグラフです。こちらは最大で5%程度の増加が見られるということが結果として示されています。ですから、感染者数を目的とするのか、死亡者数を目的とするのかということに関しては明確なトレードオフがあると考えていいと思います。一方で、重症者数と感染者数、パネルCで表わされていますが、その目的の間にはトレードオフが見られない、非常に弱いと考えられます。

(スライド19) まとめになります。以上の分析から、コロナのワクチン接種は、異なるアウトカムを目的とした場合には、異なる優先順位を示すということになります。現在の優先順位の設定は、死亡者数および重症者数を減少させるという目的と整合的な形でつくられています。また、感染者数の減少を目的とした最適な優先順位の設定というのは、必ずしもこの目的の達成には繋がらないという可能性があります。

そして、年齢群別の基礎疾患保有者数という重症化リスクを優先順位の決定に重要だということもわかります。特に、最適化された配分というのは、感染力が高く、ワクチン供給スピードが遅いという条件下で、より効果的だと言えます。同時に、NPIによって感染速度を低下させることや、ワクチン供給スピードを加速することが、追加的な疾病負担を回避することに寄与することも、分析からわかっています。

(スライド20—非掲載、21) このあたりは追加的な話だったのですが、時間も過ぎておりますので、ここで終了させていただきます。ご清聴ありがとうございました。



## ワクチン接種戦略に関する科学的知見

医療経済学会シンポジウム

2021年9月4日  
慶應義塾大学経済学部  
井深陽子

1

### スライド 1

## ワクチン戦略の問題

- 有効性の高いワクチン接種の実行には、政策上次の二つの課題がある
  - 計画：ワクチン接種の優先順位をどのように設定するか（優先順位の決定）
  - 実行：ワクチンをどのように適切に被接種者と結びつけるか（マッチングのアルゴリズム、インセンティブ設計）
- 本日は主に1について扱う
  - prioritization, rollout と呼ばれる
- パンデミック下や資源供給制約下の発展途上国においては、ワクチン配分に関する計画が不可欠

2

### スライド 2

## 希少な医療資源の配分の 4 つの原則

Persad, Wertheimer, Emanuel, 2009

- 公平性（すべての人々を公平に扱う）
  - 抽選、先着順
- 最悪の結果の回避（優先主義, prioritarianism）
  - 最も重篤な患者を優先、若者を優先
- 便益の最大化（功利主義, utilitarianism）
  - 死亡者数を最小にする、生存年数を最大にする
- 社会における便益の促進・応報
  - 将来の社会に便益をもたらす集団を優先、これまでの貢献に対する応報に基づく

Source: Persad, Wertheimer, Emanuel, Lancet(2009); 373: 423-431.

3

### スライド 3

## ワクチン配分の功利主義的立場に基づく課題

- ワクチンの特徴
  - ワクチンには、被接種者本人に対する効果（direct effect）とともに外部効果（externality, indirect effect）がある
  - ワクチンの資源配分に外部効果の考慮が必要→感染症疫学モデルによる分析
- 目的と基準の設定
  - 目的をどのように設定するか
    - 重症者数、死亡者数、感染患者数、生存年数、経済的損失など
  - どのような集団の基準で優先順位を決定するか
    - 年齢（重症化リスク、感染リスク、経済活動）
    - 基礎疾患有無（重症化リスク）
    - 地域（感染リスク）
    - 職業・職種（感染リスク、経済活動）、など

4

### スライド 4

## 新型コロナ以前の研究

Medlock and Galvani (2011)

- インフルエンザワクチンをどのように配分するか
- 5つの社会における目的を設定
  - 感染者数（－）、死亡者数（－）、生存年数（＋）、支払意思（＋）、労働力損失（－）
- 優先順位を定める集団は年齢群に基づく
  - 5歳階級刻み
- モデルのパラメータは、1918年と1957年のインフルエンザパンデミックの年齢別死亡者数を元に推定

5

### スライド 5

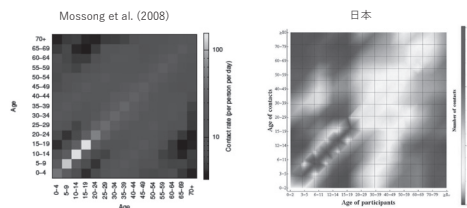
## 示唆

- 感染症の持つ性質や供給制約により、最適な配分は異なりうる
- 前例のインフルエンザの場合、十分なワクチン供給量がある場合には、考慮された5つのどの目的に対しても、最適な供給計画は類似
  - 接触数の多い年齢群（小児・若者・保護者世代）の接種により、集団免疫を達成
  - 「科学的根拠」により、最適配分が決定される
- 資源制約下では、考慮する目的により最適な供給計画は異なる場合がある
  - 「何を目的とするか」に関する合意形成が必要となる
  - 「科学的根拠」のみでは、最適な配分は決定できない

7

### スライド 7

## 年齢群別接触者パターン



Source: (Left) Medlock & Galvani (2011) Science 325(5948): 1705-1708.  
(Right) Iwaka et al. (2015) J Epidemiol and Community Health 2016(70): 162-167.

8

### スライド 8

## WHOの提示するワクチン配分の原則

目的	COVID-19ワクチンは、世界的な公共財でなくてはならない。COVID-19ワクチンは、全世界の人々に対して平等にウェルビーイングの保護および促進に寄与することが、達成すべき目的となる。
原則	目的
人類のウェルビーイング	COVID-19パンデミックによる死亡および疾病負担を減少すること 感染拡大の抑制、重症例や死亡の減少、またはその両者を通じて、社会的経済的混乱を抑制すること 医療提供を含むエッセンシャルサービスの提供を保護すること
公平な尊重	全ての個人や集団がワクチン配分や優先順位の決定や実行において、等しい配慮で持て扱われること 優先順位に該当する全ての個人や集団に、実効性のあるワクチン接種機会を提供すること
世界的な平等	ワクチン配分は全ての国、とりわけ低所得国の感染状況とニーズを保障すること 全ての国は、低所得国など、自国で自国民のためのワクチンの調達ができない国に住む人々のワクチンのニーズを満たすことに専心すること

10

### スライド 10

## WHOの提示するワクチン配分の原則 (続)

原則	目的
国内での平等	ワクチンの優先順位は、社会的・地理的・医学生物学的要因によりコロナ禍による負荷のリスクに曝されている集団の脆弱性、リスクおよびニーズを考慮すること 優先される集団に属する全ての人々のワクチンへのアクセスを保障する供給システムと環境整備の構築につとめ、その集団の全ての人、とりわけ社会的に脆弱な人々に対して平等なワクチン機会を保障するよう行動すること
互恵主義	医療従事者や他のエッセンシャルワーカー等、他の人の福利を救うためにCOVID-19のリスクや負荷を引き受ける人々を保護すること
妥当性	全ての国が、国家間のワクチン配分に関する意思決定に際して、どのような科学面・公衆衛生面・倫理的側面からの基準が使用されるのかを決定するプロセスが透明性の高い諮問プロセスを持つよう取り組むこと 優先順位の決定に関する信用を損ねることの無い様、優先順位に関わる利害関係者とともに、透明性が高く説明可能かつ偏りのないプロセスによって、利用可能な科学的根拠と専門的知見を駆使し尽力すること

Source: "WHO SAGE values framework for the allocation and prioritization of COVID-19 vaccination" Sep 14, 2020. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/334299>

11

## スライド 11

## 新型コロナ禍でのワクチン分配問題の新しい課題

1. 動学的な分析の必要性
  - どのような順番でワクチン接種を行うか
2. 年齢以外の属性の明示的な考慮の必要性
  - 重症化リスク
3. 医療機関負荷減の重要性
4. 無症状感染者 (Pre-symptomaticおよびasymptomatic) の考慮の重要性
  - 現在ワクチン接種対象外である小児の無症状感染者による感染拡大をどのように防ぐか
5. 変異株出現の考慮の必要性

12

## スライド 12

## ワクチンの効果

ワクチン	効果の測定方法	効果
Pfizer-BioNTech	2回目接種7日以降有症状例	95%
Moderna	2回目接種14日以降有症状例	94%
AstraZeneca-Oxford	2回目接種14日以降有症状例 (12週以上間隔)	82%
	接種後28日以降中等症例 (8-12週以上間隔)	63%
Johnson & Johnson	接種後28日以降重症例	85%
	接種後28日以降中等症例	66%

Source: The Economist, 2021 March 6th issue

注) この表の値は、ワクチン開発初期のデータであり、変異株に対する効果は反映していない。

13

## スライド 13

## 国ごとのCOVID-19ワクチン接種政策

- 日本 (4段階)
  1. 医療従事者
  2. 65歳以上高齢者
  3. 基礎疾患保有者、高齢者施設スタッフ
  4. その他
- イギリス (10段階)
  1. 高齢者施設居住者、高齢者施設スタッフ
  2. 80歳以上、医療従事者
  3. 75歳以上
  4. 70歳以上、基礎疾患保有者
  5. 以下50歳まで5歳階級で優先
- オーストラリア (1a, 1b, 2a, 2b, 3の5段階)
  1. 70歳以上高齢者、基礎疾患保有者、施設居住者、施設スタッフ、医療従事者・入国管理者
  2. 18-69歳
  3. 18歳以下
- アメリカ
  - 州ごとに決定

14

## スライド 14

## 示唆

- COVID-19に対するワクチン接種は、異なるアウトカムを目的とした場合、異なる優先順位を示す
  - 現行の優先順位は、死亡者数および死亡者数を減少させる目的と整合的
  - 感染者数を減少を目的とした最適な優先順位の設定は、必ずしも上記目的の達成にはつながらない
- 年齢群別の基礎疾患保有者等重症化リスクの高い者を優先順位の決定に考慮することは重要
  - 最適化された配分は、感染力が高くワクチン供給スピードが遅いという条件下でより効果的
  - NPIにより感染速度を低下させることやワクチン供給スピードを加速することが追加的な疾病負担を回避することに寄与

19

## スライド 19

## まとめ

- 医療資源配分の課題としてのワクチン配分・優先順位の特殊性
  - ワクチンの持つ外部性
- 資源配分における目的
  - 感染を止めるのか、重症者数を減らすのか
  - 疾病・ワクチンの持つ性質により、両者の方向性が一致する場合も、そうでない場合もある
  - 結果として、複数の異なる目的を考慮する場合には、どちら(どの)目的を優先するか、ということに対する合意形成も必要となる
- COVID-19は、インフルエンザと異なるワクチン戦略が必要
  - 優先順位の決定に年齢に加え重症化リスクの考慮が効果を持つ
  - 変異株への対応、NPIとの組み合わせが課題

21

## スライド 21

## 伏見座長／

井深先生、どうもありがとうございました。

## ●パネルディスカッション

## 伏見座長／

引き続き、パネルディスカッションに移りたいと思います。まず、はじめに、パネリストの皆様で、追加発言、あるいは、講演に対する相互のコメント、質疑応答等がありましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

メント、質疑応答等がありましたらお願いしたいと思いますが、いかがでしょうか。

橋本先生、お願いいたします。

## 橋本／

大竹先生がプレゼンしてくださった医療逼迫問題ですが、たしかに、私は大竹先生がおっしゃっているように、明確なこととして、医療機関がスコープエコノミーが狭い、全然違う種類のものが

混ざっているのに、現状のように、一法人ごとに全員等しくベッドを出してくださいというのはあり得ないのに、それをやり続けているのは理解不能です。特措法ではなく、実は、本当は医療法を使えばいいはずだと思っていて、参考人招致のときに、現行の医療法の地域医療推進協議会で調整力を、知事に権限を渡してやらせてしまうほうが早いのではないかと発言したのですが、アドバイザリーボードの人の話を聞くと、医療法の「い」の字も言えない状態が続いているというのですが、なぜなのでしょう。

**大竹／**

すみません、私はその辺もわからないのですが。知事に権限を持たせろというのは、専門会議、分科会でもずっとそういう形で言ってきたのですが、全く動かなかったと思います。私は、政治的なところはよくわからないのですが、多分、知事はそのような対応ができると言われてもやりたくない、やれない事情があるのだと思うのです。ですから、権限を国にもっと明記してほしいとか、むしろ国が責任をもってやってほしいというところがあるように思います。そこが問題かなと思います。したがって、政策的にはご指摘のとおりできるのです。特措法でも、おっしゃった医療法でも、いろいろな手段があるのだけれど、実際にはできていないところをどう克服していくかというのは、多分、まさにおっしゃったガバナンスの問題が典型的に表われていると思いました。

**橋本／**

ありがとうございます。

**大竹／**

私も橋本先生にコメントが、3点あるのですが。1つ目は、恐怖メッセージを使いすぎる、私もそのとおりだと思います。ただ、恐怖メッセージは損失メッセージの私の研究でもそうなのですが、

瞬間的にはすごく効くのです。そのため、メッセージを使う側としては、少し依存症的になってしまう。ただ、すぐに効かなくなってきました。最初の頃は、おそらく、強い感染対策は1回だけですぐに終わるだろうということがあったのかもしれないという気がします。もし、長期戦だとわかっているのだったら、1回ずつは効かないかもしれないけれど、ポジティブメッセージを出し続けることが、おそらく、必要だったと思います。

**橋本／**

おっしゃるとおりだと思います。初期ならばよかったと思うのですが、いまになってデルタ株に恐怖メッセージばかり出し続けているのは、僕はかなり逆効果だろうと思っています。それも、大竹先生のお仕事からもそう言えると思って見ました。ありがとうございます。

**大竹／**

ただ、そのメッセージの出し方というものをどこがやるのかということが決まっていなくてですね。専門会議のときは専門家会議が全部やっていたのですが、そうするといろいろな批判を浴びたのです。だから、政府のどの部門が責任をもってメッセージの出し方を考えるということをきちっと検討するべきで、それが、多分、いま、空白の形だと思います。

それから2つ目は、政府に不信をもっている人が一方で、ロックダウン賛成というのがとても不思議です。私の解釈は、コロナ対策に不公平感があるのではないかと思います。自発的な行動変容だと、それを守っている人と守っていない人に不公平があります。「それだったら、もう全部一律にやれ」という気持ちになってくることが1つの理由かなと思います。それは感想です。

**橋本／**

ありがとうございます。いまの、その不公平感問題は、特にお店をやっている方々にはものすご

く強いと思いました。

**伏見座長／**

どうもありがとうございました。ほかには。岩本先生、お願いします。

**岩本／**

大竹先生への質問になります。経済学でアプローチしていく場合、動学モデルを使って、経済学でいうとフォワードルッキングなエージェントを考えて、最後の局面まで全てを考慮して分析するという立場をわれわれはとります。おそらく、国民がみんな気にしていることは、コロナがいつ、どういう形で終わるのだろうか、です。いつ、というのは難しいかもしれませんが、どういう形で終わるのかに関して、専門家からのビジョンや見通しが見えず、国民が非常に不安に思う状態にあります。去年のロックダウンは、その前の2月に、これからの1、2週間が瀬戸際だと専門家が言って、国民はそれを受け止め、その後にロックダウンを我慢すればこれで終わるかと思いい、そのためにみんな相当努力をして精力を使い果たしたのに、「まだまだだ」という、野球にたとえたら、まだ3回表か裏というような話をしているという状態で、すごくギャップがあります。

そもそもコロナ分科会の専門家の方が、どういう形で落ち着くのかという見通しを持っているのか。ワクチン接種の出口後の姿を公開しないとやっているの、出さないのかもしれませんが、何か言えることがあったらお聞きしたいと思います。

**大竹／**

ありがとうございます。分科会でも、私と小林さんは何度も「見通しを出してくれ」ということを、感染症の人たちには言ってきました。しかし、出せない、というのが結論でした。いろいろなことがありすぎて見通しがわからないというこ

とで、いままで出ていませんでした。ただ、一番最初のときは、オリンピックがあったということも、多分、政治的な理由としてはおそらくあると思います。本当は長期にかかることがわかっていただかもしれないけれど、あたかも3ヶ月ぐらいで終わるような前提でやらないといけなかったということはあったのではないかと思います。しかし、その後は、そういう制約がなくなったのに、延期がはっきりしてから、今年のオリンピックということはあったかもしれませんが、制約が小さくなくても、まだなかなか出さないというのは、外れたら批判を浴びるのではないかと思います。それは、経済系からは常に言い続けてきたのですが、達成できていないと思います。

それから、ワクチン後のことでも、昨日は大激論でした。何とか出す方向には行ったのですが、やはり、経済学者はフォワードルッキングで考えて、医療関係者はバックワードルッキングで考えるという違いだと思います。人々はいまのことしか考えないので、出口戦略を発表するべきではないというのが反対理由でした。出口戦略という将来のことを見せると、いま、制限が緩和されたと思って行動を変えてしまうとおっしゃいます。経済学者は、人々は合理的に行動するので、将来緩和されるのだったら、いまは我慢すると考えるだろうと思います。

**岩本／**

ありがとうございました。

**伏見座長／**

ありがとうございました。ほかにはよろしいでしょうか。コメントのほうで2つほど質問が入っています。

1つ目が、基調講演に関してですが、「情報ツールを用いた行動管理について、医療経済学の観点からはいかがでしょうか」という質問が来て



います。岩本先生か橋本先生と思うのですが、こちらはいかがでしょうか。

**岩本／**

法的な論点のほうが中心となるので、医療経済学的な論点はサブの形になると思います。感染と経済の関係をつかまえるとなると、両方に相関している変数がつかまえられると、精度が高まりますが、その関係のパラメーターが怪しくなると、トレードオフ自体の位置や形が変わってしまうというキーとなる部分です。現状で藤井・仲田さんたちは、感染と経済の別々のデータの相関関係を求めています。感染と相関が深い、経済と相関が深い、かつ、デیلیーまたはタイムリーに採れるデータが重要だと認識しています。

一方、私が今日説明した、経済を維持しながら感染を抑制するというのは、結局、人流と感染の関係を断ち切るような対策を打っていくことになります。みんなが外に出歩いても、対策をちゃんと打っている場所しか行かないから感染しないので帰ってこられる。そういうふうになってしまうと、人流と感染の関係が切れてしまう。それを目指すと、人流のデータは使いにくくなります。現在、私の方からはそんな感じの論点になります。以上です。

**橋本／**

短く、ひと言だけ。韓国と台湾だと、同じ個人情報を使っているのですが、設計が違うのと、予防的に人々の行動を抑えるというのと、起ったものをトレーシングするという、使い方が全然違うので、実は、ねらいによってだいぶ、医療経済的な含意も変わってくるということだけ触れておきたいと思います。以上です。

**伏見座長／**

どうもありがとうございました。次がインセンティブについてのコメントがあります。

**大竹／**

久保田さんからいただいている質問が、「いまのままだったら、10人に1人が感染するけれど、あなたが打つとその予想が外れる」というメッセージが効果的ではないかということなのですが。予想が外れるというメッセージは入ってませんが、これに似たメッセージを私達も試したのです。「あなたが接種すると、人の命が救えます」というものです。これを一番最初に試したのですが、全く効果がなかったのです。多分、これで動く人は、すでに接種してくれるのだと思います。だから、そこでは動かない人をどう動かすかというメッセージを若者向けにいろいろ試したのですが、全くどれも効果がない。高齢者にはこの種のメッセージ、少し変えたバージョンで効果があるのですが。やはり、岩本先生が分析されたみたいで、若者にとってのメリットのほとんどの部分が利他的なメリットで、利己的なメリットが非常に小さいので、コストのほうを上回ってしまう。そこでいくら利他的なところを呼びかけるようなことをしても限界かなと思います。ただ、利他的なことだけで打ってくれる人が若者でも7割いることは事実なので、そこを引上げるのは相当難しい状況だと思います。

**伏見座長／**

どうもありがとうございました。最後の質問です。最終的な政策目標をどう置くべきかというようなコメントだと思うのですが、いかがでしょうか。

**大竹／**

私からいいですか。これは、恒常的にどのぐらいの感染リスクを認めるかということもそうなのですが、最終的には、ワクチンを打って免疫をつけることが一番重要だと思います。もし、ワクチンの免疫が非常に長かったら、ワクチンを打って免疫を付けるか、感染して抗体ができるかという

ところまで、結局、燃え尽きるまで行くので、それを早くするか、遅くするかというだけになると思うのです。それは結局、ワクチン接種率がどこまで上がるかというだけの話です。違いは、一時的に多くの人が感染する場合、医療提供体制が持つか、持たないかということになると思っています。

**伏見座長／**

どうもありがとうございました。ちょうど時間となりましたので、このセッションを終わりにしたいと思います。パネリストの先生方、また、質

問等に参加して下さった皆様、どうもありがとうございました。

**●閉会**

**伏見座長／**

本日はどうもありがとうございました。これで終了いたします。

**一同／**

どうもありがとうございました。

〔了〕

## 第 17 回研究大会について

### 1. 研究大会長

岡山大学 社会文化科学学域 教授 岸田 研作 先生

### 2. 日程

2022 年 9 月 3 日（土）

### 3. 会場

岡山大学 津島キャンパス（岡山市北区）またはオンライン開催

※開催形式は決定次第、改めてご案内させていただきます。

### 4. 今後のスケジュール

・一般演題募集：2022 年 2 月 7 日～2022 年 5 月 11 日

詳細はこちらからご覧ください

医療経済学会 HP

<https://www.ihep.jp/jhea/conference/>

## Asian Pacific Journal of Health Economics and Policy ご投稿のお願い

医療経済学会と医療経済研究機構では、アジア太平洋地域での医療経済・医療政策研究の更なる発展を目指し、アジア太平洋地域での医療政策の具体的な文脈を踏まえ、政策的含意を含む意欲的な論稿を global audience に届けるため、英語版電子ジャーナル「Asian Pacific Journal of Health Economics and Policy」を発刊しています。

2018 年以降、日本内外の論稿を受け付けています。

医療経済・医療政策研究に関する研究成果の投稿を広く募集しております。

- ⇒ 投稿者の条件はありません。
- ⇒ 採用された論文の掲載料金は無料です。
- ⇒ 論文には DOI を割り当てられ、オンラインでだれでも閲覧できるオープンジャーナルです。
- ⇒ 投稿規定、執筆要領は学会 Web ページ (<https://www.ihep.jp/jhea/>) の「医療経済研究」、もしくはバナー「Asian Pacific Journal of Health Economics and Policy」をご覧ください。



# 『医療経済研究』 投稿規程

本誌は、医療経済学会と一般財団法人医療経済研究・社会保険福祉協会 医療経済研究機構が医療経済学会雑誌／医療経済研究機構機関誌として、共同で編集発行しています。以下の目的等にかなう研究の成果物を広く募集します。

## 1. 目的

- (1) 医療経済・医療政策の分野において研究および調査の発表の場を提供する。
- (2) 医療経済・医療政策研究の発展を図り、医療政策立案および評価に学術的基盤を与える。
- (3) 医療経済・医療政策の分野において産、官、学を問わず意見交換、学術討論の場を提供する。

## 2. 原稿種別

- (1) 「研究論文」：理論的または実証的な研究成果を内容とし、独創的な内容をもつもの。実証的な研究の場合には目的、方法、結論、考察について明確なもの。
- (2) 「研究ノート」：独創的な研究の短報または小規模な研究など、研究論文としての基準に達していないが、新しい知見を含み、学術的に価値の高いもの。
- (3) 「研究資料」：特色ある資料、調査、実験などの報告や研究手法の改良などに関する報告等で、将来的な研究に役立つような情報を提供するもの。
- (4) 本誌は上記のほかに編集委員会が認めたものを掲載する。

## 3. 投稿資格・要件

- (1) 投稿者の学問領域、専門分野を問いません。また一般財団法人医療経済研究・社会保険福祉協会 医療経済研究機構（以下「医療経済研究機構」という）または医療経済学会の会員であるか否かを問いません。
- (2) 本誌に投稿する投稿論文（第2項のすべての原稿種別を含めるものとして以下「論文等」という）等は、いずれも他に未投稿・未発表のもの（投稿者自身の著作または共著にかかるもの）に限ります。投稿にあたっては共著者がある場合は全員の同意を得るものとし、採否通知を受けるまでは他誌への投稿を認めず、採用が決定した場合は「医療経済研究」の掲載論文等として刊行するまでは他誌への投稿を認めません。

## 4. 投稿要領

- (1) 投稿者は、投稿に際し、本文・図表・抄録を電子メールで送付してください。なお、投稿の際に様式1の投稿者チェックリストも合わせて電子メールで送付してください。送付後1週間以内に受領通知が届かない場合は、『医療経済研究』担当までお問い合わせください。また、投稿者は、「研究論文」、「研究ノート」、「研究資料」の原稿種別を指定してください。但し、その決定は編集委員会が行うことと致します。  
原稿の送り先は以下のとおりです。  
E-mail kikanshi@ihp.jp
- (2) 原稿執筆の様式は所定の執筆要領に従ってください。編集委員会から修正を求められた際には、各指摘事項に個別に応え、再投稿して下さい。  
編集委員会が修正を求めた投稿論文等について、通知日から90日以上を経過しても再投稿されない場合には、投稿の取り下げとみなします。ただし、事前に通知し、編集委員会が正当な理由として判断した場合はこの限りではありません。
- (3) 責任著者および共著者（以下「責任著者等」という）について、投稿論文等にかかる研究に対し、研究費補助を受けている場合は、ファンドソース（公的機関や私的企業の名称、研究課題名、補助時期など）を謝辞の中に明記してください。
- (4) ヒトを対象とした研究である場合には、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」等の倫理基準を遵守し、適切に行われていることを明示してください。
- (5) 責任著者等について、利益相反（Conflict of Interest）の有無についての情報を開示してください。
- (6) 投稿論文等が第三者の著作権と、その他第三者の権利を侵害しないものであることをご確認ください。他者が著作権等を保有する図表、写真等を使用する場合は、責任著者の責任において、権利者の利用許可（権利許諾）を得てください。

- (7) 他者が著作権を保有する著作物の翻訳・翻案等の二次的著作物については、責任著者が、原作者との間の著作権処理（翻訳権、翻案権等および本投稿に関する許諾の取得）を必ず行ってください。
- (8) 投稿論文等の掲載の採否および種別については、査読審査に基づいて、編集委員会にて決定します。その際、「研究論文」の基準には満たない場合であっても「研究ノート」または「研究資料」としての掲載が可能という決定になる場合もあります。
- (9) 掲載が決定した論文等の掲載料金は無料です。責任著者へは無料にて PDF ファイルを提供します。別刷が必要な場合にはその旨ご連絡ください。実費にて申し受けます。
- (10) 英文の校正等は、第一義的には責任著者の責任であり、水準に満たない場合は合理的な範囲での費用負担を求める場合もあります。

#### 5. 著作権等

- (1) 投稿論文・掲載論文等の著作権は責任著者等に帰属したままとしますが、(2)～(4) に同意いただきます。なお、本誌への掲載決定後、責任著者を始めとする執筆者全員に利用許諾同意書（別紙）を提出いただき、これを掲載条件とします。
- (2) 掲載が決定した論文等について、医療経済学会および医療経済研究機構は、医療経済学会雑誌／医療経済研究機構機関誌「医療経済研究」（ウェブ掲載含む）の記事として刊行することができる権利を有するものとします。
- (3) 「医療経済研究」の掲載論文等を出版、インターネット等を利用した公衆送信その他の方法で公開する場合は、(2) の刊行後とし、出典元「医療経済研究」（公式サイトに該当記事のアドレスがある場合はそのアドレスへのリンク）を明示することとします。
- (4) 「医療経済研究」の掲載論文等を基礎に加筆・修正等を加えてまとめた論文等を他の媒体・方法で公開する場合も、(2) の刊行後とし、「医療経済研究」の掲載論文等をもとに加筆等したものである旨と、その掲載号（公式サイトに該当記事のアドレスがある場合はそのアドレスへのリンク）を明示することとします。
- (5) その他、投稿論文・掲載論文等の著作権に関して疑義を生じた場合は、「医療経済研究」担当へお問い合わせください。

#### 6. その他

採用された研究論文については、「学会論文賞」の選定対象となり、正賞を医療経済学会から、副賞を医療経済研究機構から贈呈します。

（問い合わせ先）

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-11 11 東洋海事ビル 2F  
一般財団法人 医療経済研究・社会保険福祉協会 医療経済研究機構  
医療経済学会雑誌・医療経済研究機構機関誌『医療経済研究』担当  
TEL 03-3506-8529 / FAX 03-3506-8528  
E-mail: kikanshi@ihp.jp

（2017 年 9 月 2 日 改定）

# 『医療経済研究』 執筆要領

## 1. 原稿の書式

(1) A4 版 Word 入力

(2) 1 行 40 字×36 行、横書き入力

匿名で査読を行いますので、著者の属性に係る事項は表紙（1 ページ目）に以下①～④の項目を記入し、本体ページ（2 ページ目）以降に本文を掲載し、謝辞を入れずに原稿作成をお願い致します。

① 題名著者の氏名および所属・肩書、謝辞、提出年月日

② 連絡先著者 1 名の所属・肩書、メールアドレス、住所、電話番号、FAX 番号

③ 共著者全員のメールアドレス

④ 研究費補助の有無。研究費補助を受けている場合は、ファンドソース（何年のどの機関・企業からの研究補助等）を謝辞の中に明記してください。

2. 原稿の長さは「40 字×36 行」12 枚、英文の場合は 6000 語以内とします。（表紙、図表、抄録は除く）

3. 抄録は和文（1,000 字程度）および英文（400 語程度、ダブルスペース）で作成の上、添付してください。また論文検索のため、和文・英文各 10 語以内でキーワードを設定し、末尾に記載してください。（英文キーワードは原則として小文字にて記載）

4. 注）は本文原稿の最後一括して掲載してください。掲載は、注 1）などのナンバーをふり、注）の番号順に並べてください。

5. 文献記載の様式は以下のとおりとします。

(1) 文献は本文の引用箇所の肩に 1) などの番号で示し、本文原稿の最後一括して引用番号順に記載してください。文献の著者が 3 名までは全員、4 名以上の場合は筆頭者名のみあげ、(筆頭者), 他. としてください。

(2) 記載方法は下記の例示に従ってください。

① 雑誌の場合

1) Wazana, A. Physicians and the pharmaceutical industry: is a gift ever just a gift? Journal of American Medical Association 2000;283:373-380

2) 南部鶴彦, 島田直樹. 医療機関の薬剤購入における価格弾力性の推定. 医療経済研究 2000 ; 7 : 77-100

② 単行本の場合

1) 井伊雅子, 大日康史. 第 9 章 予防行動の分析. 医療サービス需要の経済分析. 日本経済新聞社. 2002 : 173-194

2) Organisation for Economics Co-operation and Development. A System of Health Accounts. Paris: OECD Publications, 2000.

③ 訳本の場合

1) Fuchs, V., 1991. National health insurance revisited. Health Affairs [Winter], 7-17. (江見康一・二木 立・権丈 善一訳『保健医療政策の将来』勁草書房, 1995, 245-261)

6. 図表はそれぞれ通し番号を付し、表題を付け、出所を必ず明記してください。また、本文には入れ込まず、1 図、1 表ごとに別紙にまとめ、挿入箇所を本文中に指定してください。

7. 見出しに振る修飾数字・英字等は原則として以下の順序に従ってください。

1. (1) ① (a) (ア) …

(2017 年 9 月 2 日 改定)





# 医療経済学会 入会申込書

## 【学会設立の趣旨】

医療経済学の研究者を広く糾合し、医療経済研究の活性化を図るべく、「医療経済学会」を設立する。この学会が医療経済学の研究成果発表の場として、広く研究者が交流する場となることで、その学問的成果に基づく政策や医療現場での実践が行われ、ひいては質の高い効率的な医療が提供されることを期待する。

年 月 日申込

入会希望の方は下記様式に記入の上、事務局までメール、FAX または郵送して下さい。  
なお、入会申込書に記載いただいた個人情報は、当学会のご案内・ご連絡にのみ使用致します。

フリガナ			男・女	生年月日	西暦	年	月	日
氏 名								
会員の別		・ 普通会员						
		・ 学生会員（※） [大学名： 在籍学位課程： ] [修了予定年月： ]						
所属先	名称		職 名					
	住所	〒						
電 話			FAX					
自宅住所		〒						
電 話			FAX					
郵便物希望送付先（該当に○）			所属先 ・ 自宅					
E-mail								

（※）学生会員は、大学、大学院またはこれに準ずる学校に在籍し、学士・修士・博士・専門職学位課程に在籍する者としてします。学生会員を希望される方は、学生証コピーの提出をお願い致します。なお、所属が変更した場合は速やかに事務局宛にご連絡ください。

## 【主な活動】

研究大会の開催、学会誌「医療経済研究」の発行など

## 【学会年会費】

普通会员：年 10,000 円、学生会員：年 5,000 円

## 【入会の申し込みおよびお問合せは下記へ】

医療経済研究機構内 医療経済学会事務局

TEL 03-3506-8529 FAX 03-3506-8528

https://www.ihep.jp E-mail : gakkai@ihep.jp

---

編集委員長	橋 本 英 樹	(東京大学大学院医学研究科公共健康医学専攻 教授)
編集顧問	池 上 直 己	(慶應義塾大学 名誉教授)
	西 村 周 三	(京都先端科学大学経済経営学部 教授／ 医療経済研究機構 特別相談役)
編集委員	菅 原 琢 磨	(法政大学 経済学部 教授)
	野 口 晴 子	(早稲田大学 政治経済学術院 教授)
	濱 島 ちさと	(帝京大学医療技術学部看護学科保健政策分野 教授)
	福 田 敬	(国立保健医療科学院 保健医療経済評価研究センター センター長)
	安 川 文 朗	(横浜市立大学国際商学部 教授)
	康 永 秀 生	(東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻 教授)
	山 田 篤 裕	(慶應義塾大学経済学部 教授)

---

## 医療経済研究 Vol.33 No.2 2021

---

令和 4 年 3 月 16 日発行

編集・発行

**医療経済学会  
医療経済研究機構**

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-11

11 東洋海事ビル 2 階

一般財団法人 医療経済研究・社会保険福祉協会内

TEL 03 (3506) 8529

FAX 03 (3506) 8528

医療経済研究機構ホームページ：<https://www.ihep.jp/>

医療経済学会ホームページ：<https://www.ihep.jp/jhea/>

制作

**株式会社 祥文社**

〒135-0034 東京都江東区永代 2 丁目 35 番 1 号

TEL 03 (3642) 1281 (代)

本号ならびにバックナンバーについては医療経済学会ホームページより PDF が閲覧可能です。  
また、会員の皆様には最新号を郵送いたします。

# Japanese Journal of Health Economics and Policy

Vol.33 No.2 2021

## Contents

### Prefatory Note

Assessment, Appraisal and Decision Making

..... *Takashi Fukuda* 69

### Special Contributed Article

Medical care delivery and regional healthcare plans in post-corona era

..... *Tomoaki Imamura* 71

The current state of work style reform of Japanese Physicians

..... *Soichi Koike* 79

### Research Article

Cost-Effectiveness Analysis of Automated External Defibrillators (AED) Delivery by Drones

..... *Tomoya Shirane* 90

### The 16<sup>th</sup> Annual Conference of JHEA (Keynote Speech)

COVID-19 and Economics

..... *Yasushi Iwamoto* 109

**The 16<sup>th</sup> Annual Conference of JHEA (Symposium Report)** ..... 134

**Announcement of The 17<sup>th</sup> Annual Conference of JHEA** ..... 163

### Call for papers

**Asian Pacific Journal of Health Economics and Policy** ..... 164

**Instructions to Authors/Manuscript Submission and Specifications** ..... 165



Japan Health Economics Association  
Institute for Health Economics and Policy