早稲田大学
神奈川県立保健福祉大学
東京大学大学院工学系研究科

下水を用いる感染症対策の経済価値
― 大規模アンケート調査による支払い意思額 ―

<発表のポイント>

◆ 将来の大規模感染症の予防政策について、正当化できる財源の金額を推定するため、日本国内の公共政策の財源を負担する一般住民を対象とした大規模アンケート調査を実施した。この調査は、経済学の評価手法を用い、特定の政策に対して「支払っても構わない金額（支払い意思額（Willingness-to-pay）※1」を質問した。

◆ アンケート調査の結果、全国の主要都市において下水サーベイランス（下水中に存在するヒト由来のウイルスを検査・監視すること）を開始・維持する政策に対する年間支払い意思額（WTP）は、1 世帯あたり平均値で 2,100 円（中央値 800 円）であった。

◆ 日本の全世帯の WTP（年間 450 億円）は、「全国規模の下水サーベイランス」を開始・維持するための費用（年間 30 億円）をはるかに上回ったため、公共政策として「全国規模の下水サーベイランス」の整備は経済的に正当化されたと言えます。

将来の大規模感染症による被害の金額を事前に予測することは不可能ですが、その予防策の財源の「上限額」をどのように設定するかは、公共政策上の大きな課題です。早稲田大学人間科学学術院および神奈川県立保健福祉大学大学院ヘルスイノベーション研究科のユウ ヘイキョウ教授らの研究グループは、東京大学大学院工学系研究科の北島正章特任教授らと共同で、大規模なアンケート調査の結果を分析し、日本全国の主要都市において実施する下水サーベイランス（下水中に存在するヒト由来のウイルスを検査・監視すること）制度に対する住民の「支払い意思額（Willingness-to-pay (WTP)）」を推定しました。この制度は、COVID-19 やインフルエンザを含むさまざまな感染症の予防に有効であり、社会的なインフラとして、日本国内で整備されることが期待されます。

日本の全住民を代表する大規模なアンケート調査の結果、
「全国規模の下水サーベイランス制度」の整備が経済的に正当化された。

本研究成果は、英国 Royal Society of Chemistry が出版する『Environmental Science: Water Research & Technology』（論文名：Willingness to pay for nationwide wastewater surveillance system for infectious diseases in Japan（和訳：感染症対策である全国規模の下水サーベイランス制度への支払い意思額））にて、2024 年 6 月 20 日（木曜日）にオンラインで最終版が掲載されました。

（1）これまでの研究で分かっていたこと（科学史的・歴史的な背景など）

2000 年以降、世界は 2 つのパンデミック（H1N1 インフルエンザと COVID-19）と、SARS 含む 10 以上の大規模感染症を経験しており、今後も、近い将来に大規模な新興感染症が起こる可能性は高いといえます。したがって、国際社会においては、予防を目的とする感染症のモニタリング制度の強化に向けてより多くの資源を配分する必要性が指摘されています。

COVID-19 を契機に、感染症のモニタリングの 1 つとして、多くの先進国において下水サーベイランスと呼ばれる新しい調査方法の活用が進み、社会的なインフラとして整備されてきました。下水サーベイランスでは、新型コロナウイルスやインフルエンザウイルスの感染者は症状の有無にかかわらず、糞便や唾液中にウイルス RNA を排出することを利用して、下水中のウイルスを検査・監視します。人を対象とした抗原・PCR 検査に基づく従来の疫学的調査に比べ、下水サーベイランスに基づく疫学調査の３つの大きなメリットとして(a)従来の疫学的調査よりも、約 1 週間早く感染症の流行状況を検出できるため医療資源を確保する時間的余裕が多く生まれる、(b)お手洗いには必ず行くため、下水サーベイランス調査の方が、ある地域全体の感染状況をより正確に検出できる（従来の疫学的調査では、検査キットが不足する場合や、検査を避ける人が多くいる場合、実際よりも低い感染状況しか検出できない）、(c)従来の疫学的調査よりも費用が低く、費用対効果が高い（例えば、ある下水処理場を利用する流域の人口が 10 万人である場合、下水サーベイランス調査 1 回の費用は従来の疫学的調査の 10 万分の 1）、があります。

既に米国では 1,700 か所以上、欧州連合では 1,300 か所以上（人口 15 万人以上の都市すべて）の下水処理場で下水サーベイランスが定期的に実施・公表されています。他方、日本の下水サーベイランスの整備は、欧米に大きく遅れています。日本国内の下水処理場で下水サーベイランスを継続的に実施し、その結果を公表している自治体は 20 か所未満です。

日本のみならず、欧米を含む諸外国においても、下水サーベイランス制度を社会的なインフラとして整備・維持していくためには、この制度の経済的な価値を示すことが、公共政策の視点から重要です。下水サーベイランスは、将来の大規模感染症にも有用です。しかし、将来の大規模感染症による被害の金額を事前に予測することは不可能であるため、その予防策の財源の上限額をどのように設定するかは、公共政策上の大きな問題です。公共政策の経済評価で頻用される費用効果・便益分析は、分析対象の健康被害の大きさやその金銭評価額を必要とするため、将来の大規模感染症に対して適用できません。

このように、将来の被害の大きさが不明である場合、公共政策の財源を負担する一般住民を対象にア

ンケート調査を実施して、特定の政策に対し「支払う意思がある金額（Willingness-to-pay（WTP））」を質問するという、経済学の評価手法があります。この評価手法の一例である「仮想評価法」※2を用い、欧州の 6 か国において、感染症や食中毒の発生に対する仮想的で一般的なモニタリング制度に対する WTP を推定した研究があります。ただしこの研究は、分析対象である 6 か国の間でも国によって WTP に大きな違いがあるため、WTP 推定値を他の国に適用することは難しいと報告されています。また、この先行研究の対象は一般的なモニタリング制度であり、下水サーベイランス制度のような特定な制度を対象としていません。

（2）今回の新たに実現しようとしたこと、明らかになったこと、そのために新しく開発した手法

本研究チームによる文献検索では、下水サーベイランスに対する WTP を推定した研究は過去に実施されていません。それゆえ、本研究が、下水サーベイランス制度に対する WTP を推定した、世界的にも最初の研究といえます。

本研究の目的は、公共政策として「日本における全国規模の下水サーベイランス」の整備は経済的に正当化されるか否かを実証的に検証することでした。このため、日本の 47 都道府県の全住民を、性別と年齢階級において代表する大規模なアンケート調査（N=2,538）を実施しました。WTP について質問する手法は、上記の欧州の先行研究に倣いました。この先行研究の筆頭著者である Sebastian Himmler は、本研究の共著者として、アンケート調査の質問票を作成する時から参加しています。

今回のアンケート調査結果を分析した結果、「日本における全国規模の下水サーベイランス」を開始・維持する政策に対する年間 WTP は、1 世帯あたり平均値で 2,100 円（中央値は 800 円）であることが明らかになりました。「全国規模の下水サーベイランス」を開始・維持するための費用は年間 30 億円で、日本の全世帯の WTP（中央値を基に計算した年間 450 億円）は、これを遥かに上回っています。そのため、公共政策として「全国規模の下水サーベイランス」の整備は経済的に正当化されたと言えます。

（3）研究の波及効果や社会的影響

本研究の結果は、日本の世帯の多くが、年間 800 円の追加課税で、本研究で提案した「全国規模の下水サーベイランス」の実施を支持していると示唆しています。ただし、追加課税をする場合は、累進課税を実施することが望ましいと考えられます。なぜなら、WTP をゼロと回答した（アンケート調査全体の約 3%）傾向が高かった低所得世帯にとっては免税対象となるからです。年間 450 億円の WTP の総額は、下水処理場での下水サーベイランス（30 億円）だけでなく、国際空港での下水サーベイランスの導入など、広範囲な対象をカバーできる可能性があります。下水サーベイランス制度に対する WTP を推定した先行研究はこれまでに無かったため、本研究の結果は、日本のみならず諸外国の下水サーベイランス制度に関与する政治家・公衆衛生専門家間の議論に有用な示唆をもたらすものと期待されます。

（4）今後の課題

医療経済学の目標は、限られた資源の配分を変えることで、社会全体の健康状態の改善を最大化することです。本研究の結果は、下水サーベイランスに対する（金銭的・人的）資源配分を、これまでより厚くする政策変更を支持するものです。今後、日本の中央政府による政策変更が進まない場合でも、下水サーベイランスを実施する自治体が増えることも期待されます。地方自治体政府は、本研究の結果（1世帯あたり平均 WTP は 2,100 円；中央値は 800 円）を財政支出の根拠として用いることで、政策変更を進めることが可能です。

（5）研究者のコメント

大規模感染症に対する下水サーベイランスの実施規模において、日本は欧米先進諸国に大きく遅れていますが、下水サーベイランスに関する日本の技術は世界でも最高レベルです。本研究が契機となって、日本でも全国規模の下水サーベイランス制度が、社会的なインフラ（社会資本）として継続的に維持され、国際標準に追いつくことを期待しています。

（6）用語解説

※1 支払い意思額（Willingness-to-pay; WTP）

特定の財・サービス・政策に対し、消費者・納税者が支払ってよいと思う金額。

※2 仮想評価法

アンケート調査を用いて、仮想的な市場を描いたシナリオの下でのサービスに対する被験者の支払い意思額を推定する経済学の手法。

（7）論文情報

雑誌名：Environmental Science: Water Research & Technology
論文名：Willingness to pay for nationwide wastewater surveillance system for infectious diseases in Japan
執筆者名（所属機関名）：ユウ ヘイキョウ（早稲田大学/神奈川県立保健福祉大学）*責任著者
後藤 励（慶應義塾大学）、佐々木 朋子（独立研究者）
北島 正章（東京大学）、Sebastian Himmler（ミュンヘン工科大学）
掲載日時（BTS）：2024 年 6 月 20 日（木）午前 9 時 30 分
掲載日時（JST）：2024 年 6 月 20 日（木）午後 5 時 30 分
掲載 URL：https://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2024/EW/D4EW00332B
DOI：https://doi.org/10.1039/D4EW00332B

（８）研究助成（外部資金による助成を受けた研究実施の場合）

研究費名：神奈川県立保健福祉大学イノベーション政策研究センターの内部研究費

研究課題名：新型コロナウイルス・パンデミックの公衆衛生対策

研究代表者名（所属機関名）：Byung-Kwang Yoo (早稲田大学/神奈川県立保健福祉大学)

【研究内容に関するお問い合わせ先】

早稲田大学人間科学学術院　教授　ユウ ヘイキヨウ

【発信元】

○早稲田大学広報室広報課　担当：志熊

○神奈川県立保健福祉大学事務局ヘルスイノベーションスクール担当部　担当：沖田

○東京大学大学院工学系研究科 広報室