

令和 4 年 5 月 11 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K04410

研究課題名(和文) 下水高度処理に係る費用・便益配分不均衡の解決に向けた政策決定・合意形成手法の開発

研究課題名(英文) Development of policy-making and consensus-building methods to resolve cost and benefit allocation imbalances related to the advanced sewage treatment system

研究代表者

大塚 佳臣 (Yoshiomi, Otsuka)

東洋大学・総合情報学部・教授

研究者番号：50584364

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、流域全体での下水道高度処理システムの最適化ならびに高度処理がもたらす流域内自治体間の費用と便益の不均衡を扱うための政策立案手法と、政策に関する合意形成を実現できる手法を開発し、中川流域をモデルとして実践した。高度処理がもたらす便益を貨幣換算したのと同時に、流域単位での便益を最大化した場合の埼玉県と東京都でのコスト配分シナリオを提示し、ICTを活用してオンラインで実現できる市民討論会手法を用いてシナリオ選択の合意形成を実践した。その結果、利害関係が発生する埼玉県と東京都の住民の中で討議によって合意形成が進み、両者から支持されるシナリオ抽出が可能であることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

下水道のように流域の上流でコストをかけて発生した便益が下流で発生し、コストをかけた住民がその便益を実感できず、下流の住民がその便益を享受するという便益の「ただ乗り」が発生する社会インフラ整備にあって、流域全体の費用と便益を明らかにし、それらの情報を活用した合意形成手法を開発した学術的意義は大きい。またその実践によって、利害関係者間の討議によって合意形成が可能になったことを示したことは社会的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed a policy formulation method to optimize the advanced sewerage treatment system for the entire watershed and deal with the imbalance of costs and benefits among municipalities in the watershed caused by the advanced sewerage treatment and a method to achieve consensus building on the policy. We applied it to the Nakagawa watershed and converted benefits delivered from advanced treatment into monetary values, and presented cost allocation scenarios for Saitama Prefecture and Tokyo Metropolitan Government in the case to maximize the benefits per watershed unit. We conducted consensus building for scenario selection using the online Planungszelle method. The result shows that consensus-building can be achieved through discussion between residents of Saitama Prefecture and Tokyo Metropolis, which have conflicting interests, and that it is possible to extract scenarios that both parties support.

研究分野：環境心理学

キーワード：合意形成 下水道高度処理 ライフサイクルアセスメント プラヌンクスツェレ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

湖沼や内湾などの閉鎖性水域での富栄養化防止、水道水源の品質向上等の観点から、下水処理では、窒素・リン成分除去を目的とした高度処理の導入が推進されている。高度処理による便益は主にその下流域で発生することから、コスト負担の適正化、行政界を超えた流域全体での整備の最適化が大きな課題となっていた。

2. 研究の目的

本研究では、流域全体での下水道高度処理システムの最適化ならびに高度処理がもたらす流域内自治体間の費用と便益の不均衡を扱うための政策立案手法と、政策に関する合意形成を実現できる手法を開発し、中川流域をモデルとして、それらを実践することを目的とした。高度処理がもたらす便益を貨幣換算する技術、流域単位での便益を最大化した場合の埼玉県と東京都でのコスト配分シナリオを提示する技術、これらの政策案の合意形成実現を容易にする ICT を活用した市民討論会手法の開発を行う。

3. 研究の方法

(1)【テーマ1】高度処理がもたらす環境負荷の変化とその便益を評価するモデルの開発：下水処理場の処理方式ごとの BOD、COD、T-P 等の水質データ、消費電力量等の運転管理データ、建設時に使用した材料等の情報と、LCA に多用されている IDEA データベースを用いた環境負荷原単位をもとに処理場の環境負荷を算定する。次いで、LIME2 に NH₄-N の生態毒性評価モデルを組み合わせ、下水処理場由来の環境負荷を貨幣価値での算定を可能にした環境負荷統合評価モデル (Mishima et al. 2016) を使用し、大気汚染、富栄養化、地球温暖化、生態毒性へのインパクトと高度処理による環境負荷物質の変化量から、被害額 (円) の変化を算出する。

また、高度処理がもたらす中川、東京湾の水環境の快適性改善価値 (アメニティ価値) を、住民アンケートデータをもとにコンジョイント分析によって貨幣価値の形で推定する。

(2)【テーマ2】自治体間の高度処理に係る費用と便益の配分を最適化する政策シナリオ生成手法の開発：東京都と埼玉県が協力して下水道処理を行う状況を想定し、テーマ1で得られる総便益と費用をもとに流域全体の純便益を最大化するような高度処理の最適配置を、協力ゲーム理論を用いて複数の解概念に基づいた純便益の配分を行い、これらを政策シナリオとする。たとえば、高度処理の費用が一方の自治体に、便益が他方の自治体に集中する場合、後者が前者に対して補償を行い、配分を実現することで流域全体の下水処理が効率化される。

(3)【テーマ3】ICT を活用したプラーヌクスツェレ (PZ) による合意形成手法の開発：PZ は無作為に住民から参加者を招集し、対象テーマに関する専門家の情報提供および対面によるグループ討議を通じて政策の合意形成を図る手法である。PZ は参加者をシャッフルしながら複数日かけて討論を行うことが推奨されていることから、実施の困難さが課題となっていた。本研究では、Web 調査会社の登録モニターを対象として、デモグラフィックス及びサイコグラフィックスの双方をもとに参加者のスクリーニングを行い、参加者属性の多様性を担保することで、1日 で成果が得られる PZ 手法を開発する。また、研究期間中に COVID-19 のパンデミックが発生したことから、PZ をオンラインで実施可能とする手法を検討する。

4. 研究成果

(1) 高度処理がもたらす環境負荷の変化とその便益の評価

埼玉県内の下水処理場の運転実績データをもとに、処理方式を変更した場合の環境負荷の変化の解析を行った。その結果、埼玉県内の下水処理場においては、高度処理の導入にともなって、処理コストを抑えながらも処理水の環境負荷が削減されたことを明らかにした。さらに、埼玉県内にある下水処理場に加え、東京都の2つの下水処理場を対象として、過去の運転パターンをもとに流域全体での環境負荷の変化を定量化し、その情報をもとに整備シナリオを抽出することを試みた。その結果、実績ベースでは、環境負荷の変化は住民から見て、その差が認識しにくい水準であることが明らかになった。

Web 調査会社のモニターを活用して、東京湾周辺住民を対象としたアンケート調査を行い、下水高度処理による赤潮発生抑制がもたらすアメニティ便益の金銭価値を、コンジョイント分析を用いて推定を行った。調査期間は2019年10月15日～17日で有効回答数は3000であった。

下水高度処理がもたらす便益 (V) の評価属性として、赤潮発生回数変化率 (RED)、温室効果ガス発生量変化率 (GHG)、排水処理費用変化率 (COS) および現状維持バイアスを考慮するダミー変数 (ASC) を設定したモデルで RED および GHG の金銭価値を推定した結果、それぞれ排水処理費用の 1.95%、2.06% の金銭価値が認められた。

(2) 自治体間の高度処理に係る費用と便益の配分を最適化する政策シナリオ生成

前節で述べた通り、実績ベースでの整備シナリオでは、環境負荷の変化は住民から見て、その

差が認識しにくい水準であることから、協力ゲームの成立が困難であることが明らかになった。そこで、実績ベースの環境負荷の変化の評価結果を外挿して、仮想的な整備シナリオを構築すべく、モデル流域に設置されている4つの下水処理場(埼玉県:中川、古利根川/東京都:中川、葛西)を対象として、テーマ1で得られた下水処理における環境負荷(T-P、T-N、CO₂)の解析結果をもとに、4つの処理場における処理方式・処理水量を変化させたときの流域内自治体間(都県別)の費用と便益の算出を可能にするアルゴリズムを作成した。このアルゴリズムを用いて、テーマ1で得られた金銭価値原単位をもとに赤潮発生抑制、水生生物保全、温室効果ガス削減による純便益の発生額に応じた7段階のシナリオを設定し、それぞれの東京エリアと埼玉エリアの費用負担を示した。このシナリオをテーマ3のPZの討議シナリオに供した。

(3) ICTを活用したプランニングツェレ(PZ)による合意形成手法の開発と実践

流域単位での高度処理ならびに費用負担のあり方に関する合意形成の実証ならびに討論による参加者の意識変容の解明を可能にするPZ手法を開発し、中川流域住民を対象として実践した。PZは本来、対面形式での実施を前提としているが、研究期間中にCOVID-19のパンデミックが発生したこと、オンラインコミュニケーションツールの活用が進んだことから、Web会議システムならびにそのブレイクアウトルーム機能を用いてグループ討議を行うことで、オンラインでの実施を可能とするPZ手法を検討した。

参加者の選定にあたっては、Web調査会社のモニターを活用し、スクリーニング調査を行うことで、デモグラフィック(性別・年齢層・居住地)、サイコグラフィック(水辺への意識)が均等になるような討議グループ(5人×5班)を構成できるようにした。

テーマ2において作成した評価シナリオをもとに、討議1では、高度処理のあり方を、討議2では、都県別の費用負担のあり方を中心に討論を行い、グループとして望ましいシナリオを抽出した。評価に用いたシナリオの概要を表1、シナリオごとの純便益増加額・処理費用増加額を図1に示す。シナリオは中川流域の4つの処理場での栄養塩除去レベルを変化させることで生成し、S7以外は東京湾流総の栄養塩削減目標を流域単位で達成できることを前提として、各条件における費用と便益を推定している。また、参加者の討議による参加者の高度処理に対する意識変容を評価するために、討議開始前、討議1終了後、都県別の費用負担の情報提供後、討議2終了後の4回のタイミングで望ましいシナリオ(上位3つ)、優先した属性(複数回答)を尋ねた。

参加者選定のスクリーニング調査は、中川流域在住のモニターを対象として2021年11月26日～12月2日に行い、468名の候補者を抽出し、個人属性が設定条件に合致する25名を討議会参加者として選出した。PZはオンライン形式(Zoom)で2022年1月10日に実施した。

5つのグループによる討議後の各シナリオの選択率を図2に示す。討議1後は、費用増加なし(S1、S7)、投資効率最大(S3)のシナリオが支持されたが、討議2後は、S3と並んで水生生物保全重視(S4)が支持された。S4は東京と埼玉での費用負担が同額となるシナリオであり、討議を通じて、都県で相応の負担をしながら、赤潮発生抑制のみならず、水生生物保全についても実現を目指すべく合意形成がなされていた。

個人の属性選好においては、討議1前は赤潮発生抑制、水生生物保全、地球温暖化防止、費用増加額のいずれかあるいは複数の属性を優先していたが、討議1終了後はこれらの属性の改善のバランスを重視するようになった。討議2終了後は、自身の処理費用増加額と同時に、都県での処理費増加額と総額のバランスを重視するようになった。討議を通じて、参加者は環境改善の便益ならびに都県での処理費用負担のバランスを考慮するようになっていた。

以上の結果から、既存のPZ手法と同様に、本研究で用いたオンラインPZ手法が、合意形成の実践において実用に資することが実証できたと考える。

<参考文献>

Mishima et al., Development of an Integrated Environmental Impact Assessment Model for Assessing Nitrogen Emissions from Wastewater Treatment Plants, Journal of Water and Environment Technology. 14(1), 6 - 14, 2016

表1 評価シナリオの概要

S1	処理費用増加額が最小
S2	赤潮発生抑制と水生生物保全の便益が同じ
S3	純便益と処理費用増加額の差が最大
S4	水生生物保全便益が赤潮発生抑制便益の1.7倍
S5	純便益が最大
S6	流総目標を超えて現在のシステムで純便益が最大
S7	処理費用現状維持で流域全体の純便益最大化

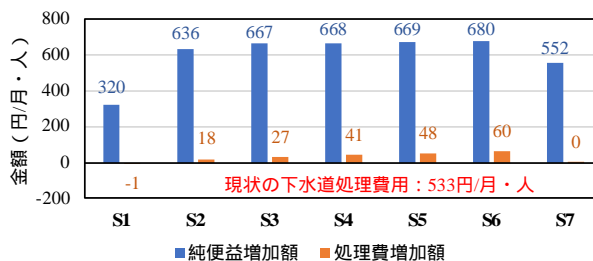


図1 各シナリオの純便益増加額と処理費用増加額

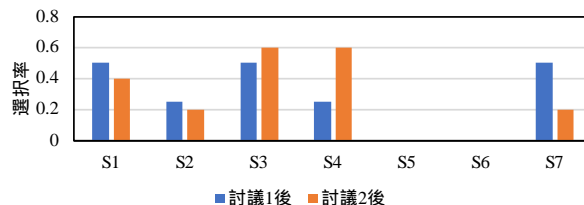


図2 討議後の各シナリオの選択率

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大塚佳臣, 見島伊織, 本城慶多
2. 発表標題 市民討議会による下水道高度処理推進の合意形成プロセスの考察
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚佳臣, 見島伊織, 本城慶多
2. 発表標題 東京湾における赤潮発生抑制がもたらすアメニティ便益の金銭価値とその多様性評価
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 見島伊織, 大塚佳臣, 本城慶多
2. 発表標題 下水処理場の運転変更による環境負荷の変動特性の評価
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大塚佳臣
2. 発表標題 個人特性の違いによる住民の水道水に関する情報提供内容の受容性の差の評価
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	見島 伊織 (Mishima Iori) (00411231)	埼玉県環境科学国際センター・水環境担当・専門研究員 (82405)	
研究 分担者	本城 慶多 (Honjo Keita) (30770622)	埼玉県環境科学国際センター・自然環境担当・主任 (82405)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------