

2019 年度

東洋大学審査学位論文

下水道の持続性評価モデルの開発に関する研究

国際地域学研究科国際地域学専攻博士後期課程

4810140001 上野修作

目 次

| | |
|---|-----------|
| 図表 | iii |
| 第1章 序論..... | 1 |
| 1.1 人口が減少する社会..... | 1 |
| 1.1.1 人口減少の動向..... | 1 |
| 1.1.2 人口減少と自治体の課題..... | 1 |
| 1.1.3 インフラ整備に関する政策と課題..... | 2 |
| 1.1.4 インフラ整備に関する既往研究..... | 5 |
| 1.2 下水道持続性に関する課題と本研究の目的..... | 7 |
| 1.2.1 人口減少と下水道の関係..... | 7 |
| 1.2.2 下水道の持続性に関する課題..... | 8 |
| 1.2.3 本研究の目的..... | 8 |
| 1.3 論文の構成..... | 9 |
| 第2章 下水道事業持続性の評価指標の開発と自治体の評価..... | 10 |
| 2.1 下水道事業持続性の評価指標の必要性..... | 10 |
| 2.2 下水道持続性指標の開発..... | 10 |
| 2.2.1 ナショナルミニマムとしての下水道..... | 10 |
| 2.2.2 下水道事業の財務状況..... | 10 |
| 2.2.3 下水道財政の在り方..... | 10 |
| 2.2.4 自主財源と支出のバランス..... | 11 |
| 2.2.5 下水道持続性指標の定義..... | 11 |
| 2.2.6 下水道事業収支の定義..... | 11 |
| 2.2.7 自治体収入の定義..... | 12 |
| 2.3 既存下水道事業の持続性の現状..... | 12 |
| 2.3.1 持続性指標の順位と一人当たり収支..... | 12 |
| 2.3.2 下水道事業収支と自治体収入..... | 13 |
| 2.3.3 下水道事業持続性指標の分布..... | 13 |
| 2.3.4 処理人口と行政人口の比率が低い自治体、処理場が複数ある自治体..... | 15 |
| 2.4 下水道持続性指標のランク付け..... | 16 |
| 2.4.1 既存の財政健全化指標..... | 16 |
| 2.4.2 下水道持続性指標の分布とランク分け..... | 18 |
| 2.4.3 下水道持続性指標を悪化させる要因..... | 22 |
| 2.5 本章のまとめ..... | 25 |
| 第3章 下水道事業持続性シミュレーションモデルの構築..... | 26 |
| 3.1 モデル構築の基本方針..... | 26 |
| 3.2 モデルの構造..... | 26 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.2.1 人口モデル | 27 |
| 3.2.2 下水量モデル | 28 |
| 3.2.3 建設費モデル | 28 |
| 3.2.4 維持管理費モデル | 31 |
| 3.2.5 起債償還費モデル | 33 |
| 3.2.6 財源モデル | 34 |
| 3.2.7 下水道事業収支 | 34 |
| 3.2.8 自治体（地方税）収入 | 34 |
| 3.2.9 下水道持続性指標 | 35 |
| 3.3 本章のまとめ | 35 |
| 第4章 下水道持続性のケーススタディ | 36 |
| 4.1 ケーススタディの方法と実績データによるパラメータの設定 | 36 |
| 4.1.1 対象自治体の選定 | 36 |
| 4.1.2 対象自治体の概要と現状分析 | 36 |
| 4.1.3 人口及び下水量 | 39 |
| 4.1.4 建設費、維持管理費 | 42 |
| 4.1.5 起債償還費 | 47 |
| 4.1.6 下水道事業収支 | 48 |
| 4.1.7 自治体収入 | 52 |
| 4.1.8 下水道持続性指標 | 53 |
| 4.2 下水道持続性指標の将来予測 | 53 |
| 4.3 本章のまとめ | 59 |
| 第5章 結論 | 60 |
| 参考文献 | 61 |
| 謝辞 | 64 |
| 付録：下水道事業持続性指標のランキング | 65 |

図表

| | |
|--|----|
| 表 2-1 下水道事業持続性指標のランキング..... | 14 |
| 表 2-2 処理場の数、処理人口比率の区分ごとの下水道事業持続性指標..... | 15 |
| 表 2-3 下水道事業持続性指標のランキング上位と下位の自治体の交付税..... | 24 |
| 表 3-1 下水道事業持続性検討モデルの変数一覧..... | 27 |
| 表 3-2 下水処理場規模ごとの稼働率と処理原価の関係..... | 32 |
| 表 4-1 対象自治体の概要と下水道持続性指標(H28)..... | 36 |
| 表 4.2 夕張市の人口、歳入、歳出の実績..... | 38 |
| 表 4-3 人口の平均増加率（将来予測に用いる）..... | 39 |
| 表 4-4 日平均下水道量原単位の実績平均値（将来予測に用いる）..... | 42 |
| 表 4-5 回帰分析による維持管理費のパラメータ（将来予測に使用）..... | 45 |
| 表 4-6 推定した起債償還費のパラメータ（将来予測に用いる）..... | 48 |
| 表 4-7 補助率、受益者負担率、使用料単価、有収率（将来予測に用いる）..... | 49 |
| 表 4.8 夕張市の地方債残高と公営企業に対する繰出金の実績..... | 51 |
| 表 4-9 自治体収入のパラメータ（将来予測に用いる）..... | 52 |
| | |
| 図 1-1 日本の人口の推移..... | 1 |
| 図 1-2 人口減少と下水道の課題..... | 7 |
| 図 1-3 下水道持続性のイメージ..... | 8 |
| 図 1-4 論文の構成..... | 9 |
| 図 2-1 処理人口一人当たりの使用料、維持管理費、償還費の実績..... | 13 |
| 図 2-2 処理人口一人当たりの下水道事業収支と行政人口一人当たりの自治体収入実績..... | 13 |
| 図 2-3 下水道持続性指標..... | 14 |
| 図 2-4 下水道持続性指標のランク付け..... | 18 |
| 図 2-5 下水道持続性指標と行政人口..... | 19 |
| 図 2-6 下水道持続性指標と処理人口..... | 19 |
| 図 2-7 下水道持続性指標と一人あたり使用料..... | 20 |
| 図 2-8 下水道持続性指標と一人あたり維持管理費..... | 21 |
| 図 2-9 下水道持続性指標と一人あたり償還費..... | 21 |
| 図 2-10 下水道持続性指標と一人あたり税込..... | 22 |
| 図 2-11 下水道持続性指標と一人あたり償還費の相関..... | 23 |
| 図 2-12 維持管理費、起債償還費と使用料（持続性指標 0.5%：1位の自治体）..... | 24 |
| 図 2-13 維持管理費、起債償還費と使用料、他会計補助金（持続性指標 -50.9%：85位の自治体） | 24 |
| 図 3-1 下水道事業持続性シミュレーションモデルの構造..... | 26 |
| 図 3-2 下水道区域（人口）の種類とイメージ..... | 28 |

| | |
|---|----|
| 図 3-3 管路と処理場の建設費の比率 | 30 |
| 図 3-4 下水道建設費の推移（松浦市） | 30 |
| 図 3-5 下水処理場稼働率と処理原価 | 31 |
| 図 3-6 2～5 万人規模の下水処理場における稼働率と処理原価の傾向 | 32 |
| 図 3-7 処理水量と処理コストの回帰分析 | 33 |
| 図 3-8 処理水量と処理コストの回帰分析 | 33 |
| 図 3-9 行政人口と地方税の推移 | 35 |
| 図 4-1 行政人口、下水道人口の実績 | 39 |
| 図 4-2 下水道接続率の実績 | 40 |
| 図 4-3 下水量原単位（日平均）の推移 | 41 |
| 図 4-4 下水量原単位（日平均と日最大の比率）の推移 | 42 |
| 図 4-5 処理水量と O&M 費の関係（管渠） | 43 |
| 図 4-6 処理水量と O&M 費の関係（処理場） | 44 |
| 図 4-7 処理水量と O&M 費の関係（ポンプ場）（苅田町） | 44 |
| 図 4-8 処理水量と O&M 費の関係（その他） | 45 |
| 図 4-9 施設別 O&M 費の実績と回帰式による推定値 | 46 |
| 図 4-10 自治体別の維持管理費合計の実績と推定値 | 47 |
| 図 4-11 借入金と地方債返済額（松浦市） | 47 |
| 図 4-12 自治体ごとの起債償還モデルの計算値と実績値 | 48 |
| 図 4-13 O&M 費の支出内訳と下水道料金収入 | 49 |
| 図 4-14 下水道事業収支の実績と計算値 | 50 |
| 図 4-15 下水道収支の実績 | 50 |
| 図 4-16 他会計借入金、他会計長期借入金返還金を除いた収支実績 | 51 |
| 図 4-17 行政人口と地方税の回帰分析 | 52 |
| 図 4-18 下水道持続性指標の実績と計算値 | 53 |
| 図 4-19 現状の人口動態で推移した場合の下水道持続性指標予測 | 54 |
| 図 4-20 下水道持続性指標のケーススタディ（苅田町） | 55 |
| 図 4-21 下水道持続性指標のケーススタディ（有田町） | 56 |
| 図 4-22 下水道持続性指標のケーススタディ（松浦市） | 58 |
| 図 4-23 下水道持続性指標のケーススタディ（夕張市） | 59 |

第1章 序論

1.1 人口が減少する社会

1.1.1 人口減少の動向

日本の将来推計人口を図 1-1 に示すが、ここでの人口推計の出発点である 2015 年の日本の総人口は約 1 億 3 千万人で、以後長期の人口減少過程に入っている。出生中位推計の結果に基づけば、2040 年の 1 億 1 千万人を経て、2053 年には 1 億人を割って 9,900 万人になるものと推計されている（国立社会保障・人口問題研究所、平成 29 年）。これによると、人口は 12,730 万人（2010 年）から 8,674 万人（2060 年）に減少し、65 歳以上の高齢化率は 25.1%（2010 年）から 39.9%（2060 年）に上昇する。これの市町村別内訳を見ると、最も減少の度合いが激しいものは群馬県南牧村で、2,423 人（2010 年）から 702 人（2040 年）まで減少し、2010 年人口に対する比率は 29%となっている。

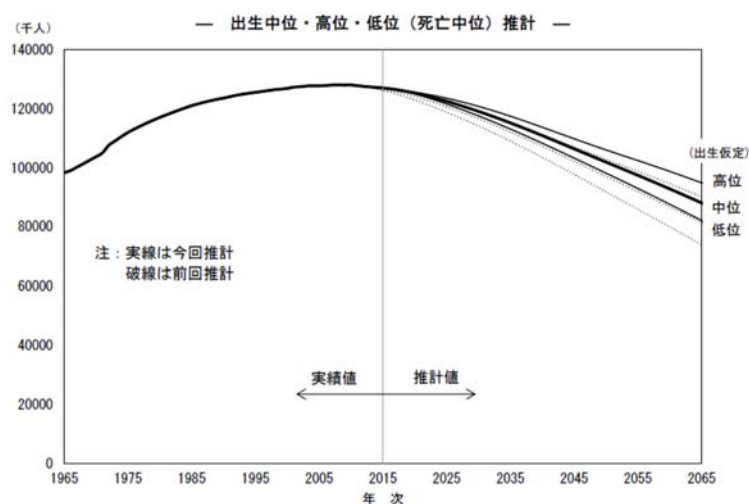


図 1-1 日本の人口の推移

出所）（国立社会保障・人口問題研究所、平成 29 年）

日本の出生率をみると 1950 年以降低下の傾向にあり、主要先進国の中でも低い水準にある。アジア各国の出生率は、インドが 2.68、フィリピン 2.48、マレーシア 2.19、インドネシア 2.18、ベトナム 2.14 と 2.0 を超えている国がある反面、タイ 1.81、中国 1.72、シンガポール 1.28、韓国 1.19 などは既にピークを超え、人口は減少傾向にある。ちなみに日本の出生率は 1.37 であり、韓国、シンガポールより大きい（内閣府、2010）。人口の減少は日本だけでなく、アジアにおいても課題になると予想される。

1.1.2 人口減少と自治体の課題

(1) 自治体の歳出における土木費の減少

人口が減少しているものの、自治体の歳出は増加の傾向にある。平成 14 年度の歳出の中では民生

費が増加しており、割合としても平成14年度の24.8%から平成23年度の35.8%まで上昇し、この中で老人福祉、社会福祉、生活保護費が増加傾向である。一方土木費は平成4年度の19.3%から平成23年度の11.8%へ大きく減少している（人口減少問題研究会，2014）。

(2) 自治体の歳入における自主財源比率の減少

歳入の中では国・県支出金や地方交付税が増加しており、割合としてそれぞれ平成14年度の14.4%、11.4%から平成23年度の21.3%、14.3%と上昇している。この中で老人福祉、社会福祉、生活保護費が増加傾向である。一方自主財源比率は平成14年度の57.3%から平成23年度の49.28%へ徐々に減少している（人口減少問題研究会，2014）。

(3) 更新期を迎える公的ストック

2011年度から2060年度までの60年間に必要な公的ストック（道路、港湾、空港、公的賃貸住宅、下水道、都市公園、治水、海岸）の更新費は約190兆円と推計されている。投資総額の伸びが2010年度以降増加せず、維持管理費・更新が従来通り継続すると仮定した場合、必要額の約16%にあたる約30兆円の更新ができないと試算されている（人口減少問題研究会，2014）。

(4) インフラマネジメントの方向性

このようにインフラの老朽化に伴い更新費用の増大が見込まれるため、公有資産マネジメントの取り組みが必要となってくる。具体的には、施設の老朽化の状況、利用度、維持管理費等の試算情報や将来の人口動態、財政状況を算定のうえ、住民の合意形成を図りつつ、以下のような方策を推進することが必要と考えられている（人口減少問題研究会，2014）。

- ①施設の長寿命化によるライフサイクルコストの縮減
- ②コンパクトシティの実現、広域化の強化、防災・減災など、効率的な新規投資への重点化
- ③PFI・コンセッション方式などのPPP手法の導入

1.1.3 インフラ整備に関する政策と課題

(1) 国土交通省

1) 新しい時代の下水道政策のあり方について

新しい時代の下水道政策のあり方について、「①財政・人材の制約の中においても、平常時・非常時共に各地域において最適な下水道の機能及びサービスを持続的に提供していく取組方策はいかにあるべきか。②都市部における住民の生命・財産や経済活動を守るための浸水対策のあり方と取組方策はいかにあるべきか。③水・資源・エネルギーの観点から、環境にやさしい地域・社会づくりに向けた推進方策はいかにあるべきか。④下水道が有するポテンシャルを活かし、我が国産業の国内外における事業展開を推進していくための方策はいかにあるべきか。」の4つの観点で下水道の課題と施策のあり方が整理されている。下水道の持続性に関連する課題に対する施策としては、「広域的な連携のための協議会の設置、民間企業による補完のための環境整備、日本下水道事業団による管渠の建設・維持管理、財政支援制度の確立、適切な下水道使用料の徴収、汚水処理の早期概成に向けたアクションプランの策定等、施設整備のスピードアップ、人材の育成、知識の共有化、人材の確保、PPP/PFIの推進」次のものが示されている（国土交通省，2015）。

ここでは広域化による効率化や財政支援制度の必要性は示されるが、効果を定量的に示されていない。

2) 社会資本整備、交通政策を巡る課題

社会資本整備、交通政策に対する課題として、次の7項目が示されていた。①人口減少・急速な少子高齢化等社会の変化に合わせた取組、②常識を超えて頻発、激甚化する災害への対応、③ インフラ老朽化対策のより一層の徹底、④ 生産性を向上させるインフラの整備・運営、⑤ ICT、ビッグデータ、AIの活用等による生産性の向上、⑥ 訪日外国人旅行者6,000万人を見据えた取組、⑦ 持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現（国土交通省，2019）。

人口減少に関連する①に関して、「人口減少、少子高齢化による都市・地域の構造変化等を見据えた交通サービス、インフラ整備・運営の推進等」とあるが、具体的な財源や効果については特段触れられていない。

3) 下水道を取り巻く社会経済情勢と下水道財政・経営の今後の方向

下水道の方向性として、「中核都市では、合流式下水道改善事業や高度処理といった新たな課題に対応していく必要がある。また中小市町村を中心として、下水道の整備水準には大きな地域格差があり、早急な普及促進が必要である。」と、継続した施設整備が必要としたうえで、「平成14年度末現在における下水道事業債の借入残高は33兆円であり、これは、公営企業債の借入残高全体の約5割にあたる。雨水分と汚水分を合わせた下水道管理費のうち、起債元利償還費が約7割を占めている。公共事業関係の国庫補助金がさらに大幅に削減される恐れがある。」など、財政的な課題が認識されている。財政的な課題に対して費用負担に関する考え方が議論され、「公費負担部分の明確化」などが取り上げられている。さらに、適切な下水道管理・経営主体、都市計画税、下水道使用料、接続の徹底、多角的経営、コスト縮減等の必要性がうたわれている（国土交通省都市・地域整備局下水道部、社団法人日本下水道協会，2014）。

本報告書では、下水道の財政的な課題に対して、各種対策案が提示されているものの、その効果が定量的に示されていない。

(2) 総務省

1) 下水道財政のあり方に関する研究会

「下水道の汚水処理人口普及率が90.4%となり、汚水処理の未普及地域が残っているものの、新規整備から維持・更新の段階に入る地域もある。今後の下水道事業の経営に当たっては、それぞれの地域に合った適切な対策が求められる。一方で、その経営状況については、人口規模や地理的・自然的条件により差異もある中、全国的に、人口減少等による使用料収入の減少や施設等の老朽化に伴う更新需要の増大が見込まれ、経営環境は急速に厳しさを増していくものと考えられる。」という現状認識から、次の施策が検討されている。①経営形態の見直し（広域化・共同化、最適化、ICTの利活用、民間活用）②老朽化対策（ストックマネジメントの推進、経営戦略の活用と適切な使用料水準の設定、老朽化対策に必要な財源）③公営企業会計適用等の推進（公営企業会計の適用と広域化の検討、経営戦略の策定、公営企業会計適用の契機等、公営企業会計の適用に当たっての激変緩和）（総務省，2018）。

ここでも「経営形態の見直し」は提示されているが、定量的な効果の把握や負担のあり方については触れられていない。

2) 人口減少社会等における持続可能な公営企業制度のあり方に関する研究会

この研究会において、人口減少社会における持続的な公営企業制度のあり方に関しての課題を「人口減少に伴うサービス需要の減少や、施設等の老朽化に伴う更新需要の増大など、公営企業を取り巻く経営環境は厳しさを増している。こうした課題に対応するため、現在、以下を柱とする経営改革を推進している（経営戦略の策定・改定、事業廃止・民間譲渡・広域化等・民間活用等の抜本的な改革、公営企業会計の「見える化」）。しかし、今後の本格的な人口減少社会に対応するためには、地方公営企業法等の改正も視野に、今後の公営企業制度のあり方について検討を進めることが必要ではないか」と整理し、①公営企業とはどうあるべきか、②公営企業が果たすべき一定の経営ミッションを明らかにし、経営成績を客観的に評価する仕組みを検討することが必要、③地方公営企業法の適用範囲、人口減少や多様な経営形態を踏まえた制度のあり方等も検討する必要（総務省，2029）」と整理されている。

このように、制度の見直しとともに、「経営成績を客観的に評価する仕組み」も求められている。

3) 地方財政の健全化及び地方債制度の見直しに関する研究会

地方財政の健全化に関して、「第三セクター等に対する短期貸付、年度を越えた基金の繰替運用、公有地信託等の健全化法の課題への対応」とともに、財政分析のあり方として、「① 地方公会計による指標の追加、② 指標の組合せによる分析、③ 既存指標の分析・活用の促進」が検討されている（総務省，2015）。

ここでも制度の見直しとともに、新たな指標の追加や既存指標の組み合わせによる分析の方法が求められている。

(3) 内閣府

1) 平成 25 年度 年次経済財政報告

経済活動を支える基盤の社会インフラの供給基盤の課題として、「社会インフラについては、財政制約が一段と厳しくなる中で、グローバル競争の激化、人口構造の変化、施設の老朽化といった環境変化に対応していかなければならない。そのため、選択と集中を徹底する必要がある。企業の競争力強化に資する投資効率の高いインフラ（ハブ空港・港湾など）の整備に集中投資する一方、地方は、インフラ機能の集約・減量化を反映するよう都市計画を見直すことが必要である。アセットマネジメントの推進も重要で、施設の老朽化が急速に進展する中、ICTなどを活用した維持管理、長寿命化などを進めることで、社会インフラを効率的効果的に活用することができる。また、PFI などを通じて民間の資金やノウハウの積極的な活用が求められる（内閣府，2013）。」等のインフラの整備方針と、(税金を使わない)民間主導の事業推進が示されている。

ここでも整備の方針と民間主導の事業推進が示されているが、定量的なものはない。

1.1.4 インフラ整備に関する既往研究

(1) 下水道事業の民営化モデル

今後の民営化などの事業の方向性については、「国際的なインフラ投資の流れから見る、上下水道サービス分野では大きな動きがあり、(1)EU 環境基準の明確化、(2)利用者負担ルールの導入(1992年以降本格化)、(3)コンセッション契約の普及、(4)競争政策の強化、(5)オランダ・ハーグでの世界水フォーラムで民間資本導入の必要性が確認されたこと。」が必要とし、「アジア、中南米などの上下水道サービス分野での成功例はフランス・モデルが優勢である。」ことから、このモデルの評価、改善のポイントが考察され、また新しい上下水道の経営方法として、コンセッション等に代表されるフランス・モデルの評価と改善のポイントが示されている（竹内佐和子，2000）。

「民間資本の本格的導入と同じに環境規制と評価体制を導入することの重要性」や「発注者側である地方自治体／国が設置する第三者評価機関と民間企業の間で地方公共サービスの運営について知識が十分共有されることが必要」という課題が提示されているが、効果は定量的に示されていない。

(2) 下水道財政

公共下水道の財政問題についての既往研究として、公共下水道の財政問題を、①下水道事業の効率性の分析、②人口規模別の下水道事業の効率性の差の下水道財政への影響、③下水道使用料の対象経費に資本費が含まれていることが「使用料不足問題」の大きな要因であること、を明らかにし、人口規模別の下水道建設コストの違いが経営に与える影響が論じられている（只友景士，1997）。

この中で現在の公共下水道事業財政制度は、事業費への国庫補助と起債許可によって、建設当初の受益者負担においては自治体間ではさほど大きな差が発生しないが、下水道サービスが供用開始されると使用料の負担増と一般会計からの繰入金が増大が生じ、下水道建設における一人当たりの起債額の大きい、人口規模が小さい自治体では顕著にあらわれているとし、この資本費負担の増大問題を解決するためには、二つの方法があり、一つは処理原価を下げの方法で、もう一つは使用料水準を処理原価に合わせて値上げすることである。前者は処理原価の4分の3が資本費なので大幅な削減は不可能であるが、後者は使用料対象経費に占める資本費の比率を低下させることで対応可能である。例えば国庫補助率を引き上げたり、一人当たり起債額にあわせて国庫補助率を変化させたり、使用料対象経費に資本費を入れないという方式が考えられるが、これらは資本費問題を地方財政から国の財政に移転するにすぎないと結論づけられている。

上述の考察から、下水道に替わる合併処理浄化槽や農業集落排水事業のような分散的処理システムへの期待があり、これを自治体を取り込んだ下水道システムを構築できる制度が期待されているが、具体の対策に対する定量化は行われていない。

(3) 長寿命化と持続可能性

細井らは、人口減少が進む小規模下水道事業の持続的経営についてはとりあげ、人口の減少が著しい場合には、一般に検討されている現施設の長寿命化が必ずしもLCCの低減につながるとは限らないことを明らかにした。即ち、現施設を長寿命化することは、過大な能力を持つ現施設を長期にわたり使用することのデメリットが生じること、また長寿命化によってLCCが低減するが、人口減少により負担者も減少するため一人当たりのコストとしては、必ずしも低減しない場合があることを踏

まえ、ケーススタディによって具体的に検討された。この結果、長寿命化は人口減少社会においては費用負担者が減少するために必ずしも得策ではなく、長寿命化を行わずに、一部に浄化槽を取り入れた施設更新の方が適切な事例があることを明らかにした。具体的には人口が少ない人口減少が進行している集落は、下水道から切り離して浄化槽整備に変更する方が、一人当たり費用として安くなるというものであった（細井 由彦，2012）。

また灘らは、我が国の多くの中小規模自治体において、下水道はいまだに整備途上にある一方で、人口減少が進行している自治体が多いことから、将来の財政を見据えた整備と事業運営に対する検討を行い、個人生涯便益が最大となる世代は、生まれたときから下水道の便益を受けながら、公債費の償還が進み残高が最も少なくなっている世代である。この世代では、全域下水道整備の場合の方が合併浄化槽併用の場合よりも個人生涯便益が大きくなることを示した（灘英樹、細井由彦、増田貴則、赤尾聡史，2010）。この中では、今後20年近くにわたって下水道の整備を進める計画を有しかつ、人口減少が進んでいる自治体を対象とし、下水道の整備方法と料金が下水道事業に及ぼす影響を、住民の便益も考慮した検討が行われ、これまでは下水道を含む汚水処理施設の整備は、早期の普及と、利用者の負担を考慮した料金設定が重要視されてきたが、住民に対する公平性という観点で具体的定量的に検討する方法が提案されている。下水道事業が開始されると、赤字に対して一般会計から下水道会計への繰入金が生じるため、住民が一般会計により供給される各種公共財や、公共サービスから受ける便益は（下水道開始前に比べて）低下する。全市民が下水道を利用している場合に不公平は生じないが、下水道整備が一部区域の場合、未整備地区の住民は公共サービスの低下のみを被る。この一般行政サービスの便益の低下を「一般会計逸失便益」として全市民に発生するものとした。一方、下水道整備がなされた時には、下水道事業による便益が発生すると同時に下水道料金の支払いが生じるため、下水道便益から料金を引いたものを「下水道純便益」とした。これら2つを個人の生涯において合計したものを総合便益とし、これを世代間で比較する手法を提案し、これを実在する自治体でケーススタディが行われた結果、個人生涯便益が最小となるのは、一般会計からの繰り出しを最も長く経験しながら、自らは下水道の使用の機会がなかった世代である。料金が現状固定の場合、全域下水道整備の方が合併浄化槽併用ケースよりも個人生涯便益の最小値は小さくなっている。これは合併浄化槽併用の場合の方が汚水処理便益を受けるのが最も遅い世代が少なくなるからである。この研究で取り上げた事例では、整備が遅れる地区に合併浄化槽を設置する方法は、全域下水道整備に比べ総費用の面では高くなるため個人的な生涯便益の最大値は小さくなり、また負の便益が減少するため個人生涯便益の最小値が大きくなる。これによって世代間地域間の格差が小さくなることを明らかにしている。

これらは下水道と浄化槽でどちらに優位性があるか、公平性があるかが検討されているが、下水道自体の持続性を定量的に分析しているものではない。

(4) インフラの公的負担

インフラの公的負担については、「我が国において交通整備にかかる費用は、原則としてその運営主体である交通事業者であり、即ち最終的な負担者はその利用者である。しかし、今日では交通整備にかかる費用は非常に高額であり、この制度のもとで公共交通の整備を行うことには多くの困難が伴う」とされている。これに対して、「地方自治体による自主財源制度を導入し、整備費は利用者に限らない都市内の住民が広く負担し、運営費は実際の利用者が負担することになる。これにより、利

用者に限らず地域全体に対して公共交通にかかる費用を負担させる」ことが検討されている。具体的には、「①公共交通として軌道系交通機関を念頭に置き、②整備費を地方自治体が公的に負担することによる効果を主に利用者便益の面から分析し、③その是非を判断する基準を提案」している。この論文において、「新たな負担制度の妥当性」そのものを検討ではなく、「負担主体の変更による影響を具体的に示す」ことにより、新たな負担制度を提言している（板谷和也、原田昇、太田勝敏, 2002）。

(5) 研究の必要性

このように、下水道事業の規模、長寿命化や合併浄化槽と比較による持続可能性を論じた研究はあるが、人口の減少や各種施策が下水道財政に与えるインパクトを、時系列的に定量化して評価したものはない。下水道の持続性を定量的に評価できる手法が必要である。

1.2 下水道持続性に関する課題と本研究の目的

1.2.1 人口減少と下水道の関係

生活環境を良好に保つためには下水道の整備が必要であるが、これは建設に長い年月を要する大規模な施設である。建設後に人口や下水量が減少した場合に施設を縮小するのが難しいため、施設能力と流入下水量との差が大きくなると、その運営に影響が生じる。

日本の人口は先述のように長期の人口減少過程に入っている。この人口減少が下水道に与える影響を図 1-2 に示す。人口の減少に伴い下水量が減少し、稼働率の低下による処理単価の上昇や、管路内の流速低下による堆積物の増加により一人当たり維持管理費が増加する。一方下水道利用者の減少により費用を負担する人数も減少し、同じ単価では使用料収入が減少する。さらに人口の減少により発生する汚濁負荷量も減少するため、環境を維持するために必要な下水道の整備規模は以前より小さくなり、長期的には施設のダウンサイジングも必要となってくる。

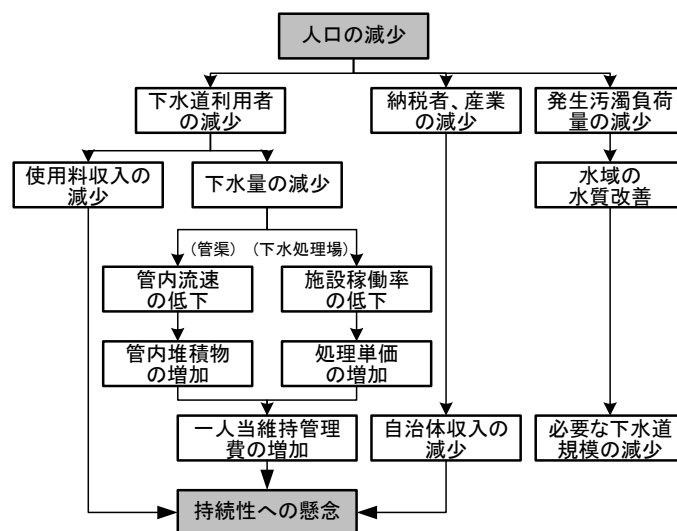


図 1-2 人口減少と下水道の課題

下水道の場合は環境改善により利用者以外にも裨益するため使用料だけでなく、国の補助金や自治体からの補填を行いながら事業が運営されている。また施設の耐用年数が長いため、将来の利用者にも負担を求めることとし、起債による財源調達が行われている。このように下水道は一般の事業とは異なり、公的資金による負担を前提とした事業といえ、事業の持続性を事業収支だけでは評価できない。

図 1-3 に下水道の費用と負担による下水道持続性のイメージを示した。下水道の費用を利用者だけでなく国、自治体を加えて負担するものとし、コスト①が負担レベル②を下回れば持続可能と考えた。コスト曲線は人口や人口密度が小さくなるとコストが割高になる傾向にあり、人口減少が進むと図の③のように左上に移動する。一方下水道への負担レベルは、少子高齢化による世帯収入の減少、税収の減少、福祉支出の増大などにより減少傾向にあり、図の④のように下側に移動する。このように、今後は一人あたりコストの上昇と負担可能レベルの低下によって持続性が危ぶまれている。

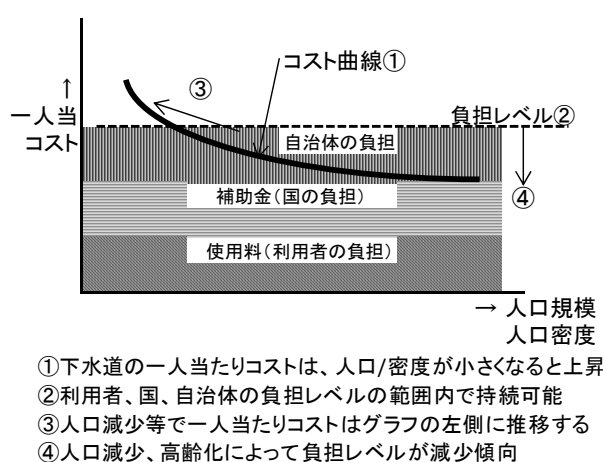


図 1-3 下水道持続性のイメージ

1.2.2 下水道の持続性に関する課題

このように、人口が減少している現在の下水道の持続性に関する課題を以下のように整理した。

- ① 社会インフラとして、財政制約が一段と厳しくなる中で、選択と集中を徹底する必要がある。
- ② 経営形態の見直し（広域化・共同化、最適化、ICTの利活用、民間活用）が求められている。
- ③ 「財政支援制度」など「制度のあり方」の見直しが求められている。
- ④ 「経営成績を客観的に評価する仕組み」など、指標やそれを定量化する手法が求められている。

1.2.3 本研究の目的

このように、人口減少に対して新たな整備手法や経営形態、支援制度を取り入れて課題を解決していくためには、社会の変化に対するこれらの施策の効果を定量的に示すシミュレーションモデルが必要である。また、その効果を評価するためには新たな指標が必要である。

以上の背景のもと、本研究では下水道事業の持続性を評価するために、「下水道持続性指標」を開発するとともに、社会の変化や実施された施策による影響、効果を把握するための「シミュレーションモデルの構築」を行い、複数の自治体に対してケーススタディを行うことによって「下水道の持続

性」を妨げる要因を探ることを目的とする。

1.3 論文の構成

第1章の序論において研究の背景、既往研究、目的を整理し、第2章において下水道の財政的な課題を整理して下水道持続性指標を定義し、特性把握を行い下水道持続性指標の開発とする。第3章では下水道の費用構造をモデル化して、下水道持続性指標の各構成要素を時系列に計算できるシミュレーションモデルを構築する。第4章では作成したモデルを既存の事業に適用してパラメータを設定し、ケーススタディを行い、第5章の結論としてまとめた。この構成を図1-4に示す。

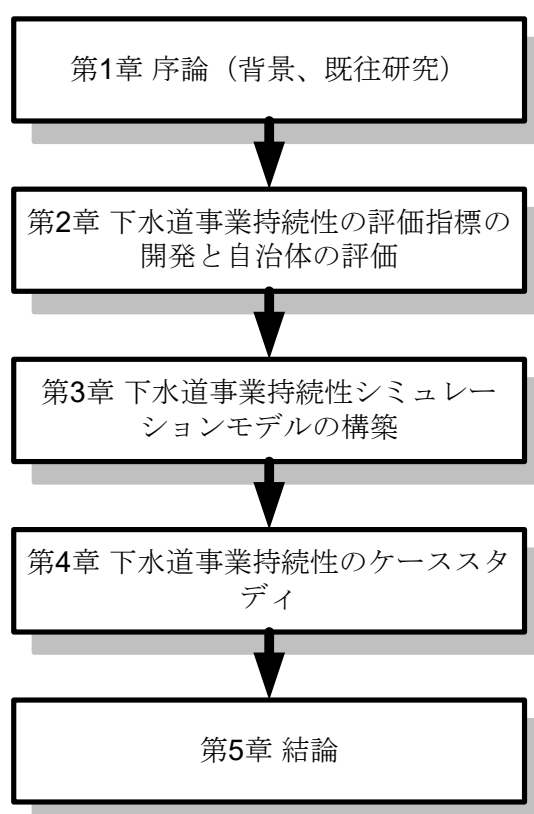


図 1-4 論文の構成

第2章 下水道事業持続性の評価指標の開発と自治体の評価

2.1 下水道事業持続性の評価指標の必要性

下水道の場合は環境改善により利用者以外にも裨益するため使用料だけでなく、国の補助金や自治体からの補填を行いながら事業が運営されている。また施設の耐用年数が長いため、将来の利用者にも負担を求めることとし、起債による財源調達が行われている。このように下水道は一般の事業とは異なり、公的資金による負担を前提とした事業といえ、事業の持続性を事業収支だけでは評価できない。

本章では下水道事業の持続性を評価するために「下水道持続性指標」を定義し、既存下水道事業に対して指標による評価とランク付けを行い、下水道持続性を悪化させる要因を探った。

2.2 下水道持続性指標の開発

2.2.1 ナショナルミニマムとしての下水道

下水道事業に対する国の方針として（国土交通省，2019）では、「①ナショナルミニマムの観点から、将来的には、下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等により污水处理施設を100%普及。②市街化地域や水質保全上重要な水域等における下水道については、重点的に整備し、一定期間で概成。」と、下水道を単なる行政サービスではなく、ナショナルミニマムとして位置づけ、農業集落排水施設、合併処理浄化槽も併用しながら普及率を100%まで高めるものとしている。平成17年度の污水处理人口普及率は約8割で、その内訳は下水道69%、農業集落排水施設等が3%、合併処理浄化槽が9%であるが、都道府県構想に基づく各種污水处理施設の最終的な役割分担では、下水道が88%と計画されている。このように今後とも下水道を主体とした整備を進めていく方針となっている。

2.2.2 下水道事業の財務状況

下水道事業において、平成28年度決算における黒字事業の割合は93.8%となっている。（総務省自治財政局，2019）ところがこの収支の内訳をみると、使用料収入は法適用企業、法非適用企業でそれぞれ46%、54%に過ぎず、他会計繰入金（補助金）がそれぞれ10%、33%を占めている。言い換えれば、下水道事業が持続的に運営されるためには、これら繰入金（補助金）が継続して投入されることが必要である。

2.2.3 下水道財政の在り方

「今度の下水道財政の在り方に関する研究会 報告書」（総務省自治財政局，2006）において、「雨水公費・污水私費」および独立採算の原則を踏まえた適切な使用料徴収を行うといたうえで、污水資本費には、自然的条件や地理的条件など要因によって格差が生じている現状では、一定部分の污水資本費について一般会計からの繰出と地方交付税措置の検討が必要と位置づけられている。

2.2.4 自主財源と支出のバランス

(総務省, 2005)によると、「現在の地方財政の構造は、地方公共団体が行政サービスの提供主体として大きな役割を果たしている反面、地方税収入の構成比は3割強にとどまっており、平成15年度決算においては国庫支出金や地方債への依存度が高まっている。今後、地方分権の更なる推進を図るためには、地方公共団体の安定的な財政運営に必要な一般財源を中心とした歳入体系を構築するとともに、地方歳出に対する法令基準や国庫補助負担制度を通じた国の関与の廃止・縮減を進め、歳入・歳出の両面において、地方の自由度を高め、地方の自立に向けた構造改革の実現に取り組む必要がある。」とされ、さらに「歳入面については、地方における歳出規模と地方税収入との乖離をできるだけ縮小するという観点に立って、自主財源である地方税を基本としつつ、国からの財源への依存度合いをできるだけ縮小し、より自立的な財政運営を行えるようにすることが望ましい。このことは、地域における行政サービスによる受益と負担の対応関係のより一層の明確化と国・地方を通じる行政改革や財政構造改革の推進」に必要との見方である。

下水道サービスは「地域における行政サービス」であり、「受益と負担の対応関係」という観点から、下水道事業と自主財源のバランスが重要であると考えられる。

2.2.5 下水道持続性指標の定義

先に図1-3で下水道の費用と負担による下水道持続性のイメージを示したが、下水道の負担を利用者だけでなく国、自治体とともに負担することとし、コストが利用者、国、自治体を合わせた負担レベルの範囲内であれば持続可能と考える。上述のように「ナショナルミニマム」としての下水道であっても、下水道の収支が一般会計など他の財源から補填できないほどの多大の赤字を生じるレベルになると、事業の存続は難しく、下水道事業の持続性を保つには、下水道収支と自治体収入のバランスが重要であると考え、下水道事業の持続性指標として「下水道事業収支が自治体収入に占める比率」を定義する。それぞれの定義は以下に示すが、収支が赤字の場合も下水道持続性指標はマイナス値で表現し、数値が小さいほど持続性が低いことを示す。

$$(\text{下水道事業持続性指標}) = (\text{下水道事業収支}) / (\text{自治体収入})$$

2.2.6 下水道事業収支の定義

初期投資を経年的な費用にするため減価償却費が一般に用いられているが、減価償却費は会計上の経費であり、会計制度の変更により金額が変わる。また現金の移動がないため減価償却によって生じた赤字は、資金繰りに影響しない。このようなことから、下水道事業をマクロに捉えるにはキャッシュフローによる評価が適切と考え、収入を下水道料金、支出を維持管理費、借入金返済費(元本及び利息)として下水道事業収支を算定した。

2.2.7 自治体収入の定義

(1) 自治体収入の構造

歳入に占める割合は、地方税、地方交付税、国庫支出金、地方債の順になっている。（総務省，2019）このうち、地方税や地方交付税のように、用途が特定されていない財源を一般財源と呼びこの構成比は 58.2%である。下水道事業の赤字の負担についてもここから拠出される。（総務省，2019）この一般財源のうち最も大きい割合を占めるものが地方税であり、歳入の 38%を占める。

地方税は自ら徴収する自主財源であり、市町村税の構成は市町村民税が 45.3%、固定資産税が 41.5%、都市計画税 5.9%、市町村たばこ税 4.4%等の多様なものとなっている。

(2) 本研究で対象とする自治体収入

先述のように、公共下水道は一般財源からの繰り入れが認められていることから、一般財源との対比で評価する方法と、地方の自立(自律)の観点から自主財源との対比で評価する方法が考えられる。本研究は、豊富な日本のデータを用いて検討を行いながらも、海外の案件でも適用可能なものを目指している。このため海外で一般的でない交付税のような制度を評価の中に含まず、自主財源との対比による評価とする。これにより、算定が複雑な交付税のモデル化を回避するとともに、支援策の一つとして交付税措置を位置づけることもできる。

以上の理由から、自治体が独自に支出を選択できる一般財源に大きな割合を占め、かつ自主財源である地方税を対象とする。

2.3 既存下水道事業の持続性の現状

2.3.1 持続性指標の順位と一人当たり収支

既存の下水道事業に対して、2.1.4 項の定義式に基づき平成 28 年度における下水道持続性指標を算出した。下水道事業と地方税の実績データは（総務省自治財政局，2004～2016）、（総務省，2004～2016）を用い、公営企業法を適用していない事業を対象に、単独公共下水道で分流式、終末処理場が 1 カ所かつ、処理人口が行政人口の 50%以上の 86 カ所について下水道持続性指標を求めた。図 2-1 に横軸に指標が高い順に自治体を示し、縦軸に処理人口一人当たりの下水道使用料と支出（維持管理費及び起債償還費）をマイナスとして下向きに示した。具体の数値は表 2-1 に示す。処理人口が行政人口の 50%以上の自治体に限ったのは、下水道の影響を明確にするためである。

平均の使用料が 19.7 千円/人年、維持管理費が 16.6 千円/人年と、全体で維持管理費は使用料で回収できるレベルであるが、起債償還費の 40.9 千円/人年までは回収できず赤字となる。下水道持続性指標の順位が高くて一人当たり使用料が小さい自治体が見られるが、一人当たり支出の大きな自治体は持続性が低い部分に集中している。

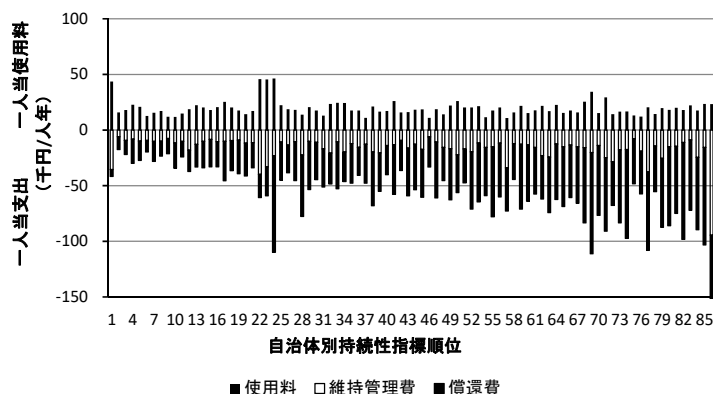


図 2-1 処理人口一人当たりの使用料、維持管理費、償還費の実績

出所) (総務省, 2004~2016)、(総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

2.3.2 下水道事業収支と自治体収入

図 2-2 に横軸に自治体別下水道持続性指標の順に、一人当たり下水道事業収支と行政人口一人当たり自治体収入の関係を示した。一人当たり自治体収入は下水道事業持続性指標の順序に関係なく分布しているが、処理人口一人当たり下水道事業収支の悪いものは持続性指標の順位が低い部分に集中している。自治体収入の大小よりも、下水道事業収支の大小の方が下水道事業持続性指標の順位に大きく影響している。

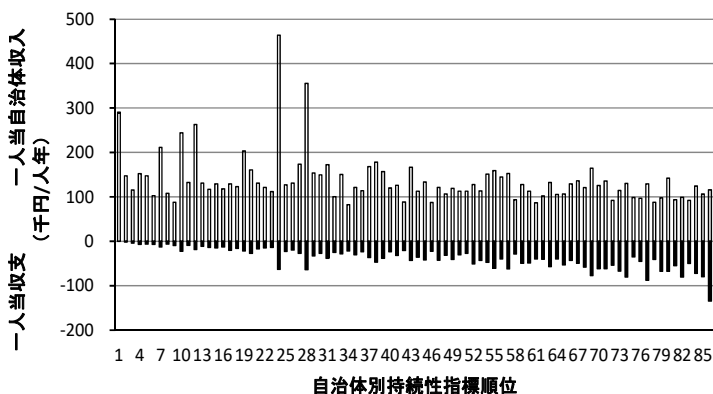


図 2-2 処理人口一人当たりの下水道事業収支と行政人口一人当たりの自治体収入実績

出所) (総務省, 2004~2016)、(総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

2.3.3 下水道事業持続性指標の分布

図 2-3 に今回提案した下水道持続性指標を縦軸に、横軸がその順位となるように示した。また表 2-1 に下水道持続性指標のランキングとともに、その主要な項目である行政人口、処理人口、一人当たり使用料、維持管理費、償還費、一人当たり税収について、上位 10 自治体と下位 10 自治体を示し

た。全部の順位表は、巻末の付録に示す。ここに示した自治体での下水道持続性指標の平均は-19.7%で、0～-30%までならだかに分布するが、-30%を超えるとばらつきが大きくなっている。なお標準偏差は13.3%であり、-50%までにほとんどの自治体が分布している。付録に、全自治体のランクを示す。

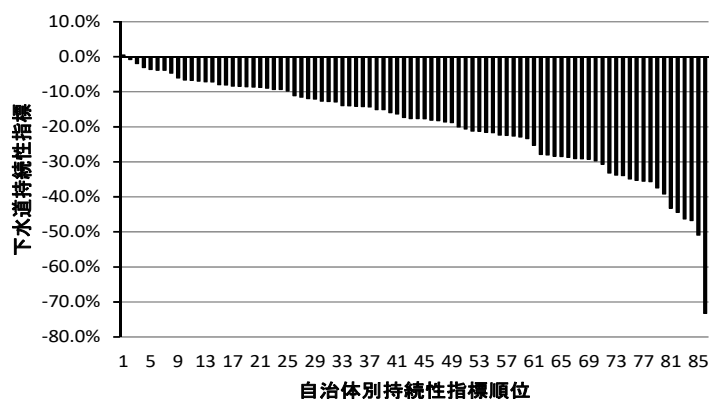


図 2-3 下水道持続性指標

出所) (総務省, 2004～2016)、(総務省自治財政局, 2004～2016) をもとに筆者作成

表 2-1 下水道事業持続性指標のランキング

| No. | 供用開始 | 行政人口 (人) | 処理人口 (人) | 一人当使用料 (千円/人年) | 一人当維持管理費 (千円/人年) | 一人当償還費 (千円/人年) | 一人当支出 (千円/人年) | 一人当収支 (千円/人年) | 一人当税収 (千円/人年) | 持続性指標 |
|------|------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | S.52. 5.30 | 6,566 | 4,731 | 43.5 | 35.6 | 6.1 | 41.7 | 1.8 | 288.7 | 0.5% |
| 2 | S.42. 2.10 | 89,679 | 55,983 | 15.8 | 5.9 | 11.6 | 17.6 | -1.8 | 147.5 | -0.8% |
| 3 | S.33.12. 1 | 118,761 | 66,858 | 18.0 | 9.2 | 12.8 | 22.0 | -4.0 | 115.6 | -2.0% |
| 4 | S.54. 6. 1 | 89,265 | 58,186 | 22.8 | 8.1 | 21.8 | 29.9 | -7.1 | 152.1 | -3.0% |
| 5 | S.60. 4. 1 | 25,607 | 21,893 | 20.8 | 9.9 | 17.3 | 27.2 | -6.3 | 147.7 | -3.7% |
| 6 | S.54. 4.28 | 61,970 | 35,255 | 12.8 | 9.3 | 10.4 | 19.7 | -6.9 | 102.7 | -3.8% |
| 7 | S.59. 4. 1 | 62,390 | 40,246 | 15.7 | 10.2 | 18.0 | 28.2 | -12.6 | 211.5 | -3.8% |
| 8 | S.57.10. 1 | 21,201 | 17,199 | 17.2 | 10.0 | 13.4 | 23.4 | -6.2 | 108.1 | -4.7% |
| 9 | S.58. 3.31 | 60,714 | 34,145 | 11.9 | 7.6 | 13.8 | 21.3 | -9.4 | 87.9 | -6.0% |
| 10 | H. 2.10. 1 | 114,170 | 82,930 | 11.8 | 11.5 | 22.6 | 34.1 | -22.3 | 244.2 | -6.6% |
| 途中省略 | | | | | | | | | | |
| 77 | H. 4.10. 1 | 5,462 | 2,871 | 20.5 | 37.6 | 70.5 | 108.1 | -87.6 | 129.6 | -35.5% |
| 78 | H. 6. 3.10 | 4,540 | 3,462 | 14.4 | 14.4 | 41.1 | 55.5 | -41.0 | 87.7 | -35.7% |
| 79 | H.14.10. 1 | 7,251 | 3,932 | 19.7 | 25.5 | 61.9 | 87.4 | -67.7 | 98.2 | -37.4% |
| 80 | H. 1. 3.29 | 30,209 | 24,845 | 18.1 | 14.8 | 71.0 | 85.8 | -67.7 | 142.4 | -39.1% |
| 81 | H. 1.10. 1 | 19,372 | 14,304 | 20.0 | 14.7 | 60.2 | 74.8 | -54.8 | 93.5 | -43.3% |
| 82 | H. 1. 5.16 | 28,019 | 15,299 | 17.9 | 11.2 | 87.0 | 98.2 | -80.3 | 98.8 | -44.4% |
| 83 | H.12.10.18 | 10,096 | 8,618 | 22.2 | 9.0 | 63.1 | 72.1 | -49.8 | 91.9 | -46.3% |
| 84 | H. 2. 4. 1 | 3,738 | 3,020 | 17.5 | 24.6 | 65.0 | 89.6 | -72.1 | 124.8 | -46.7% |
| 85 | H. 1. 3.31 | 14,549 | 9,901 | 23.5 | 15.7 | 87.6 | 103.2 | -79.7 | 106.6 | -50.9% |
| 86 | H. 3. 3.25 | 14,632 | 9,238 | 23.3 | 94.3 | 63.5 | 157.8 | -134.5 | 116.0 | -73.2% |
| 平均 | | 28,309 | 18,485 | 19.7 | 16.6 | 40.9 | 57.5 | -37.8 | 137.7 | -19.7% |
| 標準偏差 | | 31,231 | 19,034 | 7.1 | 11.0 | 19.5 | 24.5 | 23.6 | 56.5 | 13.3% |

出所) (総務省, 2004～2016)、(総務省自治財政局, 2004～2016) をもとに筆者作成

2.3.4 処理人口と行政人口の比率が低い自治体、処理場が複数ある自治体

ここまでは、下水道の影響を明確に示すため、処理人口が行政人口に対して 50%となっている 86 自治体で検討したが、これ以外の自治体の状況は次のようになる。

(1) 処理場が 1 カ所、処理人口が行政人口の 50%に満たない自治体

処理場が 1 カ所の自治体のうち、処理人口が行政人口の 50%に満たない自治体は 211 カ所あり、このグループは行政人口が平均約 21,000 人、処理人口が平均約 6,400 人と他のグループに比べて低い。このため下水道に関するコストが割高になっており、一人当たり維持管理費が 50%以上のグループの約 1.4 倍、起債償還費が約 1.8 倍と大きい。一人当たり使用料はほぼ等しいため、その結果収支は約 2.1 倍と悪化している。しかし、下水処理人口が行政区域人口に占める割合が小さいため、税収が 0.8 倍と小さいにもかかわらず、持続性指標の平均値はほぼ等しい値となっている。

(2) 処理場が複数の自治体

一方処理場が複数あるものは 71 自治体で、このグループは行政人口、処理人口ともに大きい、一人当たり使用料、維持管理費、起債償還費ともに、処理場 1 カ所処理人口比率 50%以上と 50%未満のグループの中間的な値となっている。これは 1 カ所あたりの処理人口が両者の間に位置するためと考えられる。税収が処理場 1 カ所のグループより大きいことと処理人口比率が低いいため、持続性指標は処理場 1 カ所のグループより大きい。

(3) 処理場の数、処理人口比率を区分しない場合

これらをまとめた 368 自治体の平均では、持続性指標が約-14%となった。一人当たりの使用料が 20.2 千円/年であるが、これだけでは維持管理費と起債償還費を回収できず、処理人口一人当たり 55.1 千円/年が補填されることになる。行政人口一人当たりの税収が 126.7 千円に対して 14%を占めることになる。もし、一人当たりの収入、支出が同じで行政人口全てが下水処理人口となったら、持続性指標は-43%となる。

表 2-2 処理場の数、処理人口比率の区分ごとの下水道事業持続性指標

| 処理場数 | 処理人口比率 | サンプル数 | 行政人口(人) | 処理人口(人) | 一人当平均 | | | | | 持続性指標 |
|------|--------|-------|---------|---------|---------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|
| | | | | | 使用料*1)(千円/人年) | 維持管理費*1)(千円/人年) | 起債償還費*1)(千円/人年) | 収支*1)(千円/人年) | 税収*2)(千円/人年) | |
| 1カ所 | 50%以上 | 86 | 28,309 | 18,485 | 19.7 | 16.6 | 40.9 | -37.8 | 137.7 | -19.7% |
| | 50%以下 | 211 | 21,060 | 6,354 | 20.2 | 23.9 | 73.9 | -77.5 | 105.9 | -19.9% |
| 複数 | | 71 | 57,128 | 26,228 | 21.3 | 19.1 | 53.4 | -51.2 | 143.0 | -12.5% |
| 合計 | | 368 | 35,999 | 13,785 | 20.2 | 20.5 | 54.8 | -55.1 | 126.7 | -14.0% |

*1)処理人口当たり、*2)行政人口当たり

出所) (総務省, 2004~2016)、(総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

2.4 下水道持続性指標のランク付け

2.4.1 既存の財政健全化指標

(1) 地方自治体の財政健全性の指標

総務省 Web サイトに、健全化法において健全化判断比率等の対象となる会計として以下が示されている。健全化法では、公立病院や下水道などの公営企業の赤字、地方公社や第三セクターの負債についても対象とされている。（総務省，2019）

1) 実質赤字比率

地方公共団体の最も主要な会計である「一般会計」等に生じている赤字の大きさを、その地方公共団体の財政規模に対する割合で表したものの。

2) 連結実質赤字比率

公立病院や下水道など公営企業を含む「地方公共団体の全会計」に生じている赤字の大きさを、財政規模に対する割合で表したものの。

3) 実質公債費比率

地方公共団体の借入金（地方債）の返済額（公債費）の大きさを、その地方公共団体の財政規模に対する割合で表したものの。

4) 将来負担比率

地方公共団体の借入金（地方債）など現在抱えている負債の大きさを、その地方公共団体の財政規模に対する割合で表したものの。

(2) 早期健全化・再生の必要性を判断するための基準

総務省は、健全化判断比率（実質赤字比率、連結実質赤字比率、実質公債費比率、将来負担比率）に対して、財政健全化計画、財政再生計画を定めるべき基準として、それぞれ早期健全化基準と財政再生基準が示されている。（総務省，2019）

1) 実質赤字比率

早期健全化基準については、地方債協議・許可制度における許可制移行基準（市町村（特別区を含む。以下同じ。）2.5%～10%、都道府県 2.5%）と財政再生基準との中間の値をとり、市町村は財政規模に応じ 11.25～15%、道府県（東京都は別途設定。以下同じ。）は 3.75%とされている。

財政再生基準については、財政規律を確保する上で事実上の規範として定着していた旧再建法の起債制限の基準を用い、市町村は 20%、道府県は 5%とされている。

2) 連結実質赤字比率

早期健全化基準は、実質赤字比率の早期健全化基準に、公営企業会計等における経営健全化の状況

等を踏まえ5%加算し、市町村については財政規模に応じ16.25~20%、道府県（東京都は別途設定）については8.75%とされている。

財政再生基準は、早期健全化基準と同様の観点から、実質赤字比率の財政再生基準に10%加算し、市町村は30%、道府県は15%とされている。なお、連結実質赤字比率は、健全化法で導入された新しい指標であることに鑑み、財政運営に大きな制約を与える財政再生基準については、3年間（平成21年度~平成23年度）の経過的な基準（10~5%引上げ）が設けられている。

3) 実質公債費比率

早期健全化基準については、市町村・都道府県とも、地方債協議・許可制度において一般単独事業の許可が制限される基準であった25%とされている。

財政再生基準は、市町村・都道府県とも、地方債協議・許可制度において、公共事業等の許可が制限される基準であった35%とされている。

4) 将来負担比率

早期健全化基準については、実質公債費比率の早期健全化基準に相当する将来負担額の水準と平均的な地方債の償還年数を勘案し、市町村は350%、都道府県及び政令市は400%とされている。

なお、将来負担比率では、財政再生基準は設けられていない。

(3) 早期健全化基準と財政再生基準の効果

財政健全化法は（石田晴美，2017）によると、それまでの「地方財政再建促進特別措置法」（以下、旧財政再建法という）の欠陥を克服し、自治体財政の早期健全化を促すために導入された。旧制度下では赤字団体自らの申出により財政再建計画を策定することとなっていたため、夕張市などでは相当深刻な財政状況が長年続いていたにもかかわらず、市が申出るまでその状況が見過ごされた。この反省から財政健全化法では、危機的状況になる前のもっと早い段階から適切な対策を講じるために早期健全化基準と財政再生基準の2段階を設定した。5指標のいずれかが早期健全化基準以上となった場合には、財政健全化計画を策定し議会の議決・毎年の報告等をとおして自治体の自主的な改善努力により財政の健全化を図ることとし、3指標のいずれかが財政再生基準以上となった場合には、財政再生計画を策定し、総務大臣との協議・同意をとおし国等の関与による確実な再生を行える仕組みが採用された。この結果、実質赤字がある団体数、連結実質赤字がある団体数、実質公債費比率が18%以上の団体数、将来負担比率が早期健全化基準以上の団体数、資金不足額がある公営企業数について平成19年度の団体数を100とした場合の平成26年度までの推移を見ると、実質赤字額がある団体数は平成19年度は24団体であったが、平成26年度は無くなった。連結実質赤字額がある団体数は平成19年度71団体から平成26年度は1団体へ、実質公債費比率が18%以上の団体数は平成19年度436団体から平成26年度は29団体へ大幅に減少した。同様に、将来負担比率が早期健全化基準以上の団体数は平成19年度5団体が平成26年度1団体へ、資金不足額がある公営企業会計数は平成19年度256団体が平成26年度には58団体に減少した。

このように、財政健全化法の中に健全化指標を提示することで、自治体の自主的な経営改善が促進されたと考えられる。

2.4.2 下水道持続性指標の分布とランク分け

先述の財政健全化指標のように、基準値が示され、それが自治体の目標値と認識されると大きな効果が得られることから、ここでもランキングを試みる。

先述の石田によると、夕張市が財政破綻した平成19年度の実質赤字比率は730.71%であり、財政再生基準の20%を遥かに上回っていた。

財政再生基準の20%という数字は、夕張市破綻が考慮されたものではなく、その前の制度から引き継がれたものである。20%の設定経緯については不明であるが、そもそも黒字が前提となる指標において、実質赤字10%が警告レベル、20%が危険レベルという設定に違和感はない。

ここでは、財政再生基準の実質赤字比率を参考に広く裨益が及ぶ下水道の特性を考慮して下水道持続性指標-10%以上をAランク、-20%以上をBランク、-30%以上をCランクとし、-40%以下をDランクとする。これを図2-4に示す。

表2-2に示した、今回算定した下水道持続性指標の分布では、処理場が1カ所の自治体における平均値が約-20%であり、この判定では平均値であればBランクということになる。

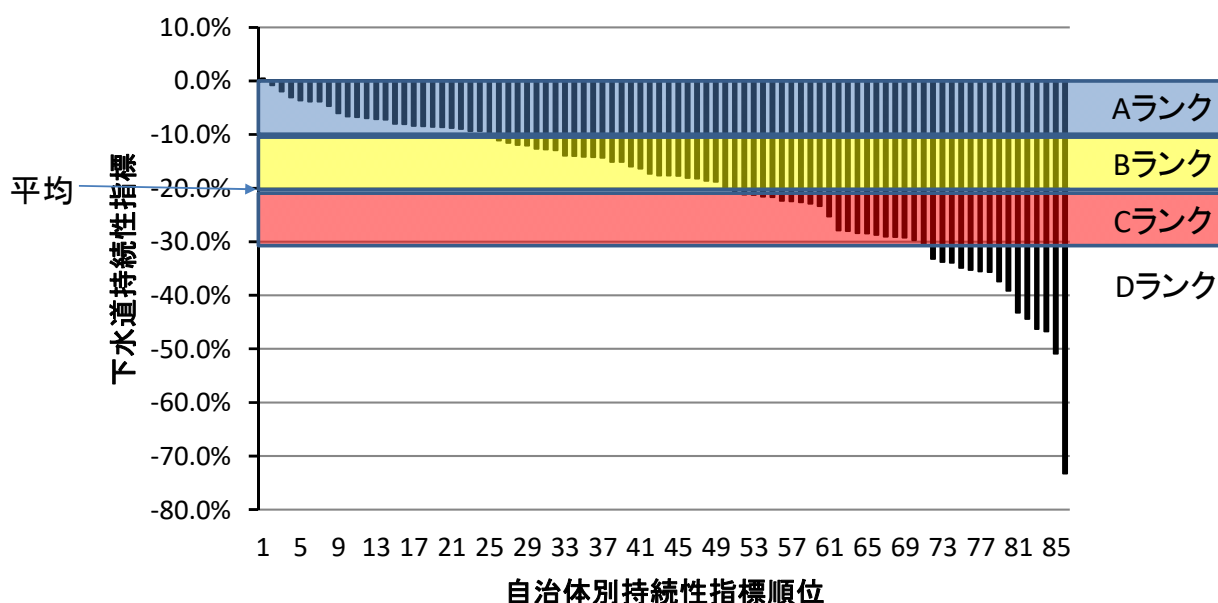


図 2-4 下水道持続性指標のランク付け

(1) 下水道持続性指標のランク付けとその特性

1) 行政人口、処理人口との関係

下水道持続性指標と行政人口、ランク付けを図2-5に、下水道持続性指標と処理人口、ランク付けを図2-6に示す。行政人口が4万人以上の自治体はBランク以上に位置し、行政人口が下水道持続性に影響している。同様に処理人口が3万人以上の自治体は全てBランクである。

処理水量が5,000m³/日未満の下水処理場は5,000~10,000m³/日と比べて汚水処理原価が約1.4倍になるとの報告があり（上野修作、北脇秀敏、2016）、下水道事業の規模は下水道持続性に大きく影響

すると考えられる。

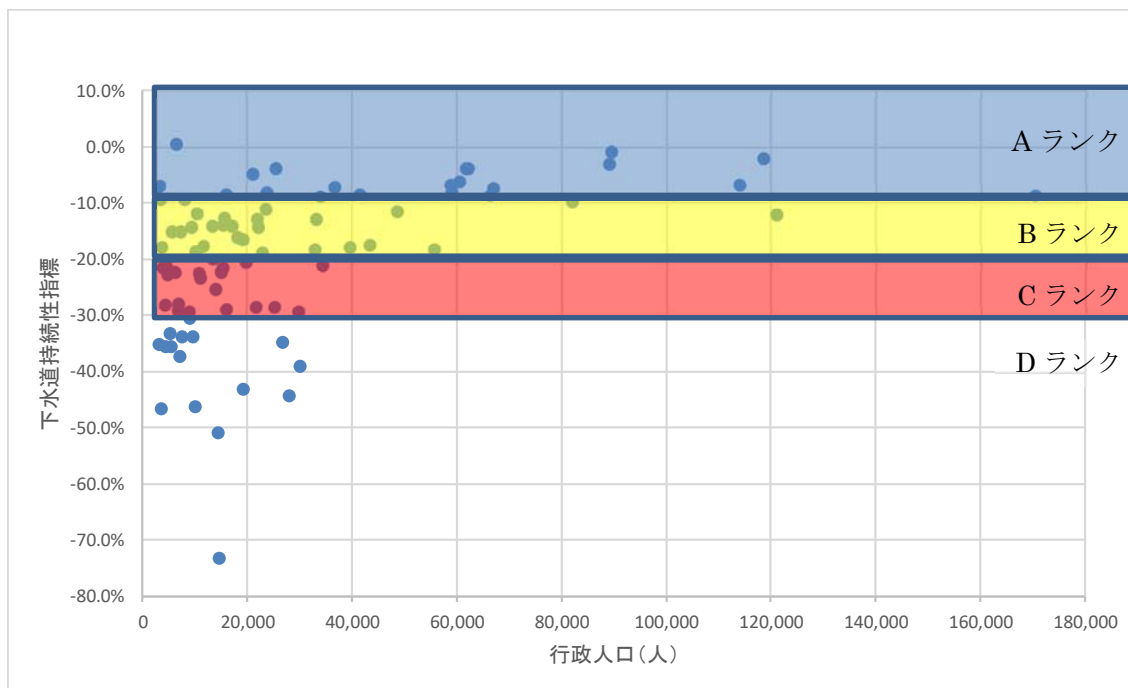


図 2-5 下水道持続性指標と行政人口

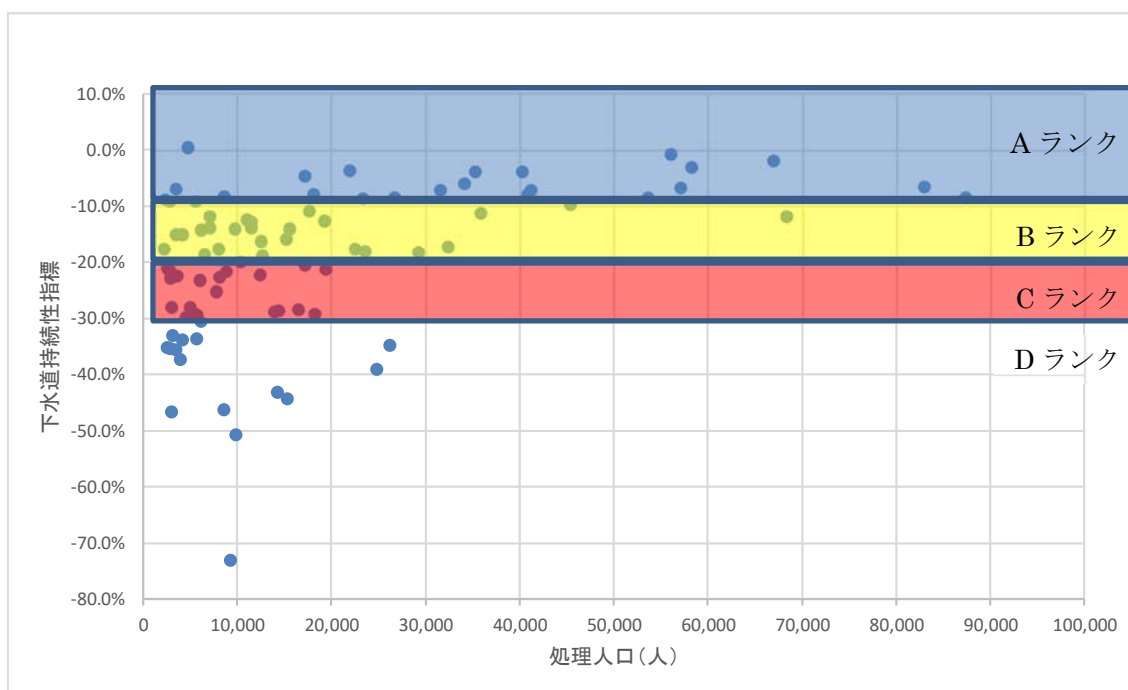


図 2-6 下水道持続性指標と処理人口

2) 一人あたり使用料

下水道持続性指標と一人あたり使用料、ランク付けを図 2-7、に示す。一人あたり使用料については、年間 1~5 万円/年人に分布しているが、4 万円/年人を超えた自治体は A ランクとなっている。次

の図 2-8 を見るとほとんどの自治体で維持管理費が 4 万円/年人以下となっており、使用料を維持管理費が上回っているためと考えられる。

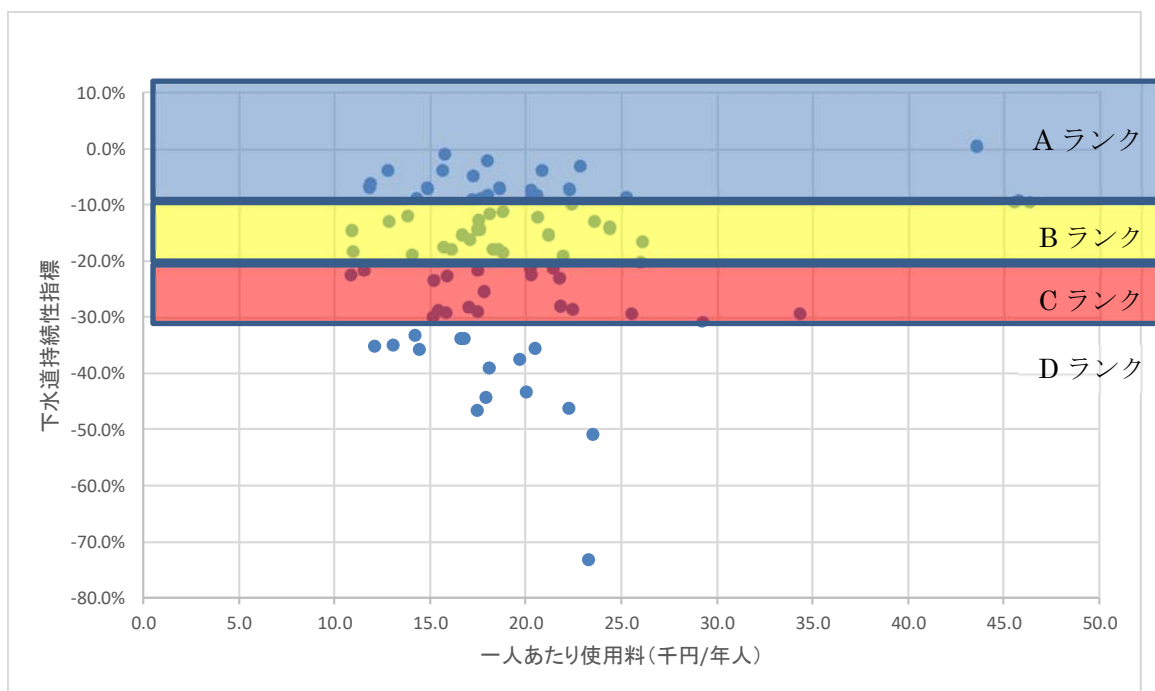


図 2-7 下水道持続性指標と一人あたり使用料

3) 一人あたり維持管理費

下水道持続性指標と一人あたり維持管理費、ランク付けを図 2-8 に示す。ほとんどの自治体で 4 万円/年人以下であるが、下水道持続性指標が最下位の自治体では、一人当たりの維持管理費が 9 万円/年人を超えており、これが下水道持続性を悪化させている原因と考えられる。

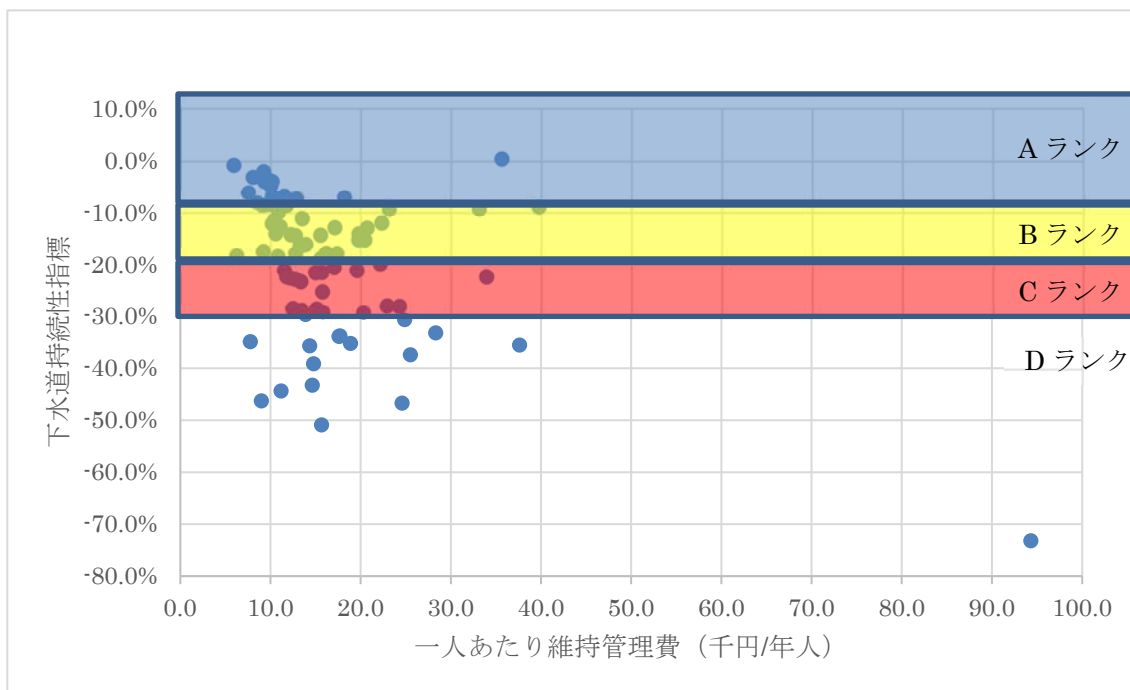


図 2-8 下水道持続性指標と一人あたり維持管理費

4) 一人あたり償還費

下水道持続性指標と一人あたり償還費、ランク付けを図 2-9 に示す。一人あたり償還費の大きさと下水道持続性指標に相関があり、一人あたり償還費が大きくなるほど下水道持続性指標が悪くなっている。また、一人あたり償還費が2万円/年人の自治体は、いずれもAランクで、償還費が3万円/年人以下の自治体はBランクに位置している。

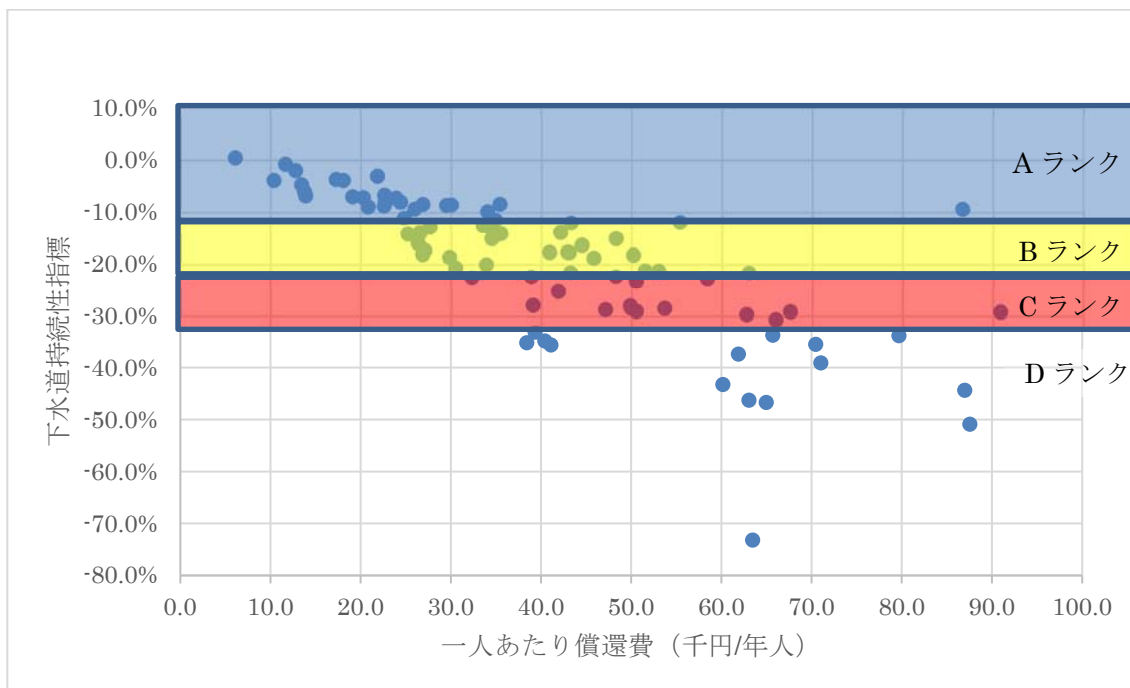


図 2-9 下水道持続性指標と一人あたり償還費

5) 一人あたり税収

下水道持続性指標と一人あたり税収、ランク付けを図 2-10 に示す。多くの自治体が 5～20 万円/年人の範囲に位置しているが、一人あたり税収が 20 万円を超えている自治体は A、B ランクとなっている。一人あたり税収が 5～20 万円/年人であっても A ランクとなっている自治体は多数有り、税収だけが下水道持続性に大きく影響しているとは言えない。

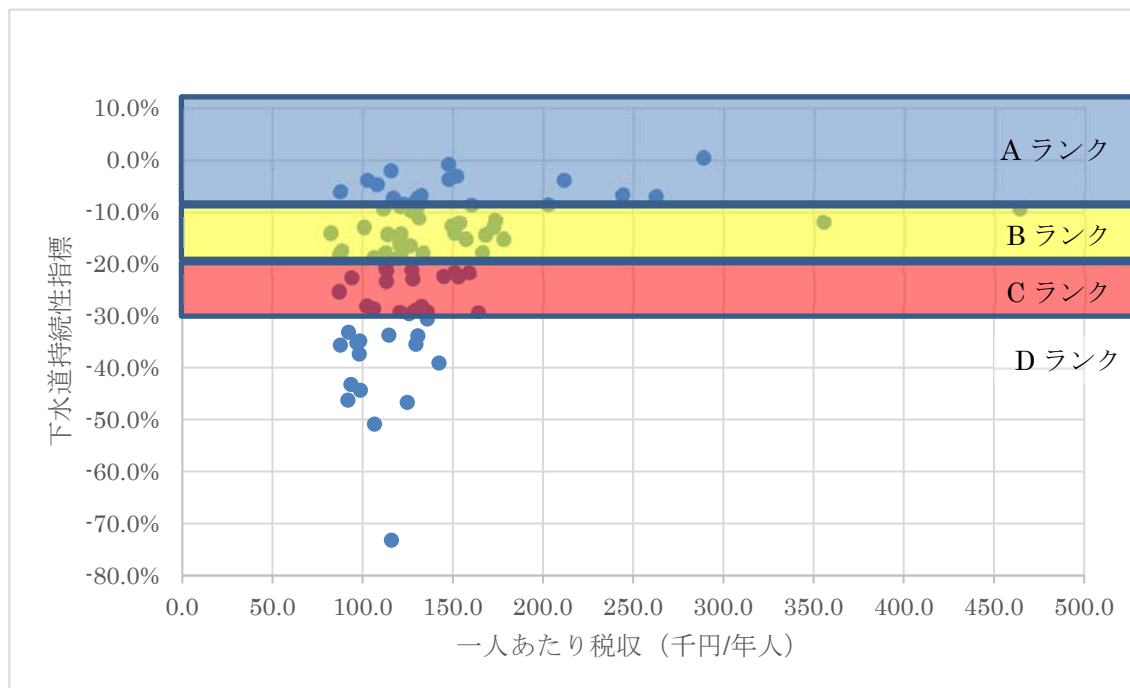


図 2-10 下水道持続性指標と一人あたり税収

2.4.3 下水道持続性指標を悪化させる要因

(1) 下水道持続性指標と起債償還費の関係

ここまで、行政人口、処理人口、一人あたり維持管理費、一人あたり起債償還費、一人あたり税収との関連性を見てきたが、一人あたり起債償還額が最も相関が高いものであった。このため、この関係性について回帰分析を行った。この結果は以下のとおり

$$Y = -0.0051x + 0.0125$$

ここに、 Y : 下水道持続性指標
X : 一人あたり償還費 (千円/年人)

つまり、起債償還費が 10,000 円/年・人増加すると、5.1%ポイント下水道持続性指標が悪化する。

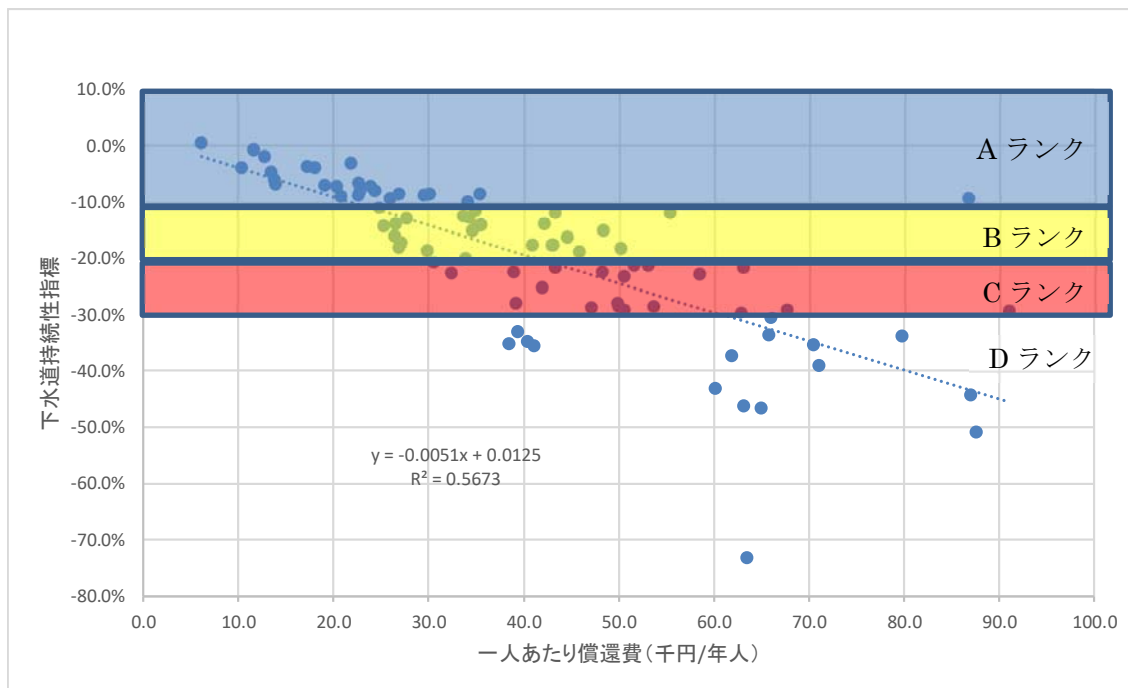


図 2-11 下水道持続性指標と一人あたり償還費の相関

(2) 持続性指標の高位と低位の事業体の比較

ここでは表 2-1 の下水道持続性指標の順位における 1 位と 85 位を比較した。両自治体の収支の経年変化を図 2-12、図 2-13 に示す。1 位の自治体は供用開始から約 40 年が経過しており、地方債の返済がほぼ完了しているためか起債償還費が小さい。維持管理費がほぼ一定で推移しているのに対し起債償還費が徐々に減少し、2016 年では使用料が維持管理費と起債償還費の和を上回っている。この自治体は温泉観光地を有しており、一人当たり維持管理費が 35.6 千円/人年、一人当たり使用料が 43.5 千円/人年とどちらも高い水準で推移している。

一方、図 2-13 に示した持続性指標-50.9%の自治体では、供用開始から約 30 年が経過しているが、起債償還費が大きく 87.6 千円/人年（2016 年）と平均値に対して 214%となっている。一人当たり維持管理費が 15.7 千円/人年、一人当たり使用料が 23.5 千円/人と、使用料が維持管理費を上回っているものの起債償還費を全て賄うことができず、他会計から補助金が投入されている。

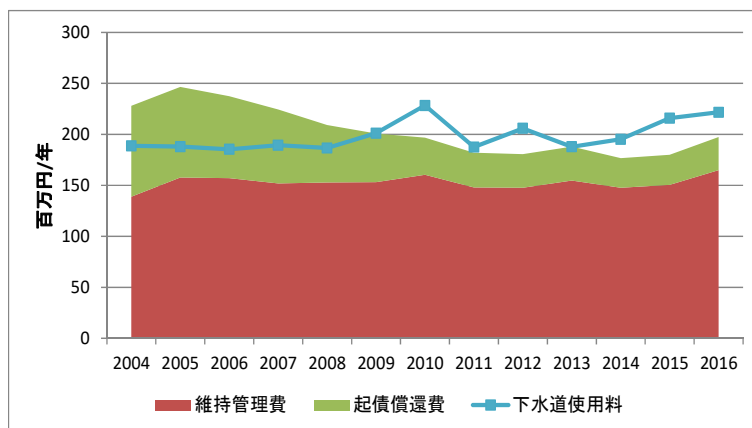
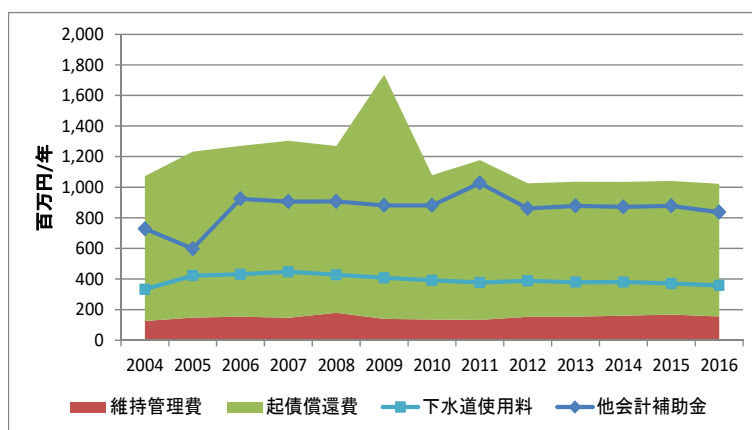


図 2-12 維持管理費、起債償還費と使用料（持続性指標 0.5%：1位の自治体）

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成



注) 他会計補助金の額は、使用料+他会計補助金を示す

図 2-13 維持管理費、起債償還費と使用料、他会計補助金（持続性指標 -50.9%：85位の自治体）

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成

上述の2団体の交付税の状況を表 2-3 に示す。地方税額は19億円、16億円と3億円しか変わらないが、普通交付税は1位の自治体の5億円に対して85位の自治体では35億円と、30億円も違っている。資本費の負担の格差が、地方交付税によって調整されていることがわかる。

表 2-3 下水道事業持続性指標のランキング上位と下位の自治体の交付税

(単位 千円)

| 年度 | 1位の自治体 | | | 85位の自治体 | | |
|-----|-----------|---------|---------|-----------|-----------|---------|
| | 地方税 | 地方交付税 | | 地方税 | 地方交付税 | |
| | | 普通交付税 | 特別交付税 | | 普通交付税 | 特別交付税 |
| H28 | 1,895,431 | 476,174 | 187,631 | 1,551,046 | 3,531,974 | 430,498 |

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成

2.5 本章のまとめ

本章では、ナショナルミニマムと位置づけられている下水道も、行政サービスの一つとして自主財源とのバランスをとりながら運営することが必要との考えから、下水道事業の収支と自治体の自主財源である地方税収入との比率である「下水道持続性指標」を導入して持続性を評価する手法を提案した。

この下水道持続性指標を既存の事業に対して算定し、また一人当たりの使用料、支出や自治体収入と下水道持続性指標の関係を確認した。さらに自治体の財政健全性指標を参考として下水道持続性指標のランク付けを試みた。この基準を用いて下水道持続性指標と行政人口、処理人口、一人あたり下水道使用料や維持管理費、償還費、税収との関係を分析した。下水道持続性指標は、人口や税収が大きいほど、また償還金が小さいほど高ランクであることが明らかになった。

第3章 下水道事業持続性シミュレーションモデルの構築

3.1 モデル構築の基本方針

人口や下水量の増減等に対応した建設費、維持管理費を算出し、収支を時系列的にシミュレーションして評価するためのモデルを構築する。これにより人口の増減だけでなく、異なる条件に対する持続性を定量的に評価することを目標とした。本モデル構築の基本方針は次のとおり。

- ・ 人口や事業費等について、既存プロジェクトを分析した結果が利用できること
- ・ 財源、費用等やパラメータの追加・変更が柔軟にできること
- ・ 上述の変更により、将来の予測やケーススタディに対応できること

3.2 モデルの構造

人口を条件として下水量を算定し、下水量に応じて施設建設費や維持管理費、使用料収入、また借入金に対する起債償還費を算定する。これによって得られた下水道事業収支と、行政人口から算定した自治体収入によって下水道持続性指標を算定する。下水道事業持続性検討モデルの構造を図 3.1 に、モデルで使用する変数の一覧を表 3-1 に示す。

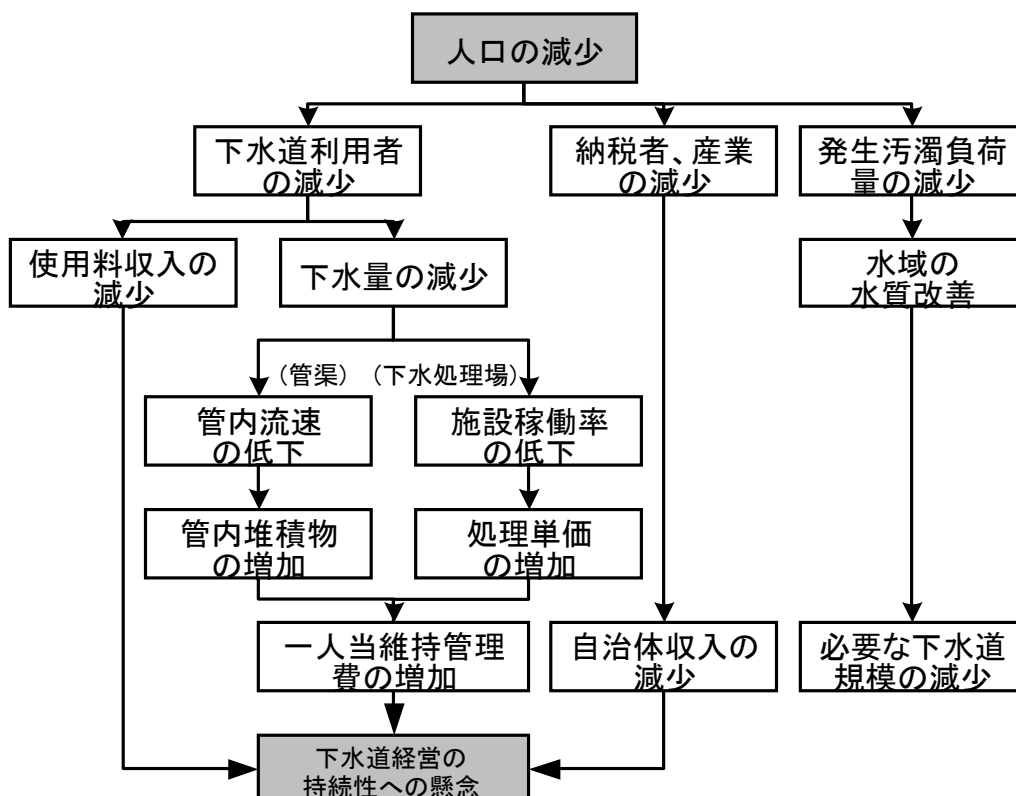


図 3-1 下水道事業持続性シミュレーションモデルの構造

表 3-1 下水道事業持続性検討モデルの変数一覧

| 記号 | 内容(単位) | 記号 | 内容(単位) |
|------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| B_{al} | 下水道事業収支(百万円/年) | P_{sc} | 下水処理人口(人) |
| CC₁ | 管渠建設費(百万円) | P_{sd} | 下水道整備区域内人口(人) |
| CC₂ | 処理場建設費(百万円) | P_{sp} | 下水道計画区域内人口(人) |
| CC₃ | ポンプ場建設費(百万円) | Q_{da} | 日平均下水量(m ³ /日) |
| CC₄ | 建設費その他(百万円) | Q_{dm} | 日最大下水量(m ³ /日) |
| CC_r | 建設費合計(百万円) | q_{da} | 日平均下水量原単位(L/人日) |
| CO₁ | 管渠維持管理費(百万円/年) | q_{dm} | 日最大下水量原単位(L/人日) |
| CO₂ | 処理場維持管理費(百万円/年) | R_{ccc} | 土木建設費比率(-) |
| CO₃ | ポンプ場維持管理費(百万円/年) | R_{fc0} | 受益者負担率(-) |
| CO₄ | 維持管理費その他(百万円/年) | R_{fl0} | 借入率(-) |
| CO_r | 維持管理費合計(百万円/年) | R_{fsu} | 補助率(-) |
| CO_{re} | 元利返済金(百万円/年) | R_{re} | 有収率(-) |
| F_{co} | 受益者負担金(百万円/年) | R_{sc} | 下水接続率(-) |
| F_{lo} | 借入金(百万円/年) | R_{sd} | 下水道整備率(-) |
| F_{su} | 補助金(百万円/年) | R_{sp} | 下水道区域内人口率(-) |
| F_{tr} | 使用料(百万円/年) | r_{lo} | 借入金利(/年) |
| F_{ix} | 地方税(自治体収入)(百万円/年) | S_{ix} | 下水道持続性指標 |
| f_{tr} | 使用料単価(円/m ³) | T_c | 土木施設耐用年数(年) |
| f_{ix} | 一人当地方税(円/人) | T_{gr} | 猶予期間(年) |
| P_{ad} | 行政人口(人) | T_{lo} | 返済期間(年) |
| P_{sc} | 下水道接続人口(人) | T_m | 機電施設耐用年数(年) |
| g | 行政人口増加率 | | |

3.2.1 人口モデル

下水道は、行政区域の中から都市化の進んだ区域に計画される。この区域を下水道計画区域と呼び、ここの人口を下水道計画（区域内）人口（ P_{sp} ）とした。計画区域の中から下水道整備された区域を下水道整備区域、ここの人口を下水道整備（区域内）人口（ P_{sd} ）とした。下水道が整備された後、各家庭が下水道との接続を行い、接続された人口が下水道（接続）人口（ P_{sc} ）に区別して次式で定義した。

$$P_{sp} = P_{ad} \cdot R_{sp} \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

$$P_{sd} = P_{sp} \cdot R_{sd} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$P_{sc} = P_{sd} \cdot R_{sc} \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

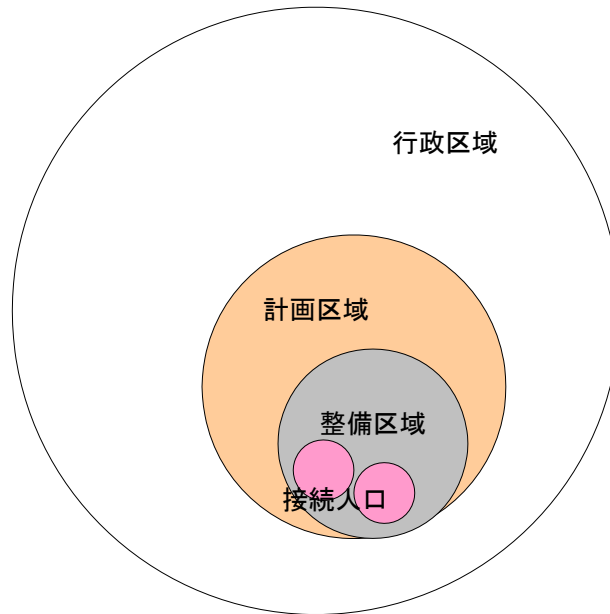


図 3-2 下水道区域（人口）の種類とイメージ

将来予測については、過去の実績の回帰分析を行い、指数式によって将来値を予測した。基準年から n 年後の人口は、次式で表される。

$$P_{ad,n} = P_{ad,0} \cdot (1+g)^n \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

ここに、 g : 人口増加率(-)

3.2.2 下水量モデル

ここでは分流式下水道を対象とし、下水量は下水道接続人口に、下水量原単位を乗じて求めるものとした。下水量は季節変動があり、施設は年間の一日最大下水量に対応した規模で建設される。一方維持管理費には下水量に比例して増加するものがあるため、年間の平均値で算定される。

ここでは維持管理費や収入を求める日平均下水量(Q_{da})と、下水処理場の規模を決定する日最大下水量(Q_{dm})を定義し、下水道接続人口(P_{sc})の関数とした。

$$Q_{da} = P_{sc} \cdot q_{da} / 1000 \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

$$Q_{dm} = P_{sc} \cdot q_{dm} / 1000 \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

将来予測については、過去の推移をもとに回帰分析を行ったが、ケーススタディで対象とした自治体では経年変化が見られなかったため、実績平均値を採用した。

3.2.3 建設費モデル

建設費は総務省データ⁸⁻⁴⁾の項目に合わせ、管渠費(CC_1)、処理場費(CC_2)、ポンプ場費 (CC_3)、その他(CC_4)の和とした。

$$CC_T = \sum_{i=1}^4 CC_i \dots\dots\dots(8.3.5)$$

(1) 実績値

実績については、（総務省自治財政局，2004～2016）の実績値を採用した。松浦市以外は、供用開始して下水道会計が採用された後に、合計の支出額が統計に表れる。このため、事業開始からの期間に均等に配分して設定した。

(2) 将来予測

今回のケーススタディは、実績の事業に対して行ったため、将来予測をすることはなかったが、建設前のプロジェクトの経済性を評価することも想定して、次の検討を行った。

1) 処理場費の予測

下水処理場の建設費は、プラント部分が処理水量、処理方法によって求められ、これに構造や地形・地質の条件を加味することによって算定される。各種の政策判断マニュアルにおいて処理水量と建設費の間の費用関数が提供され、活用されている。精度が高い。処理場建設費は費用関数で算定することが適当と考えた。

2) 管渠費の予測

管路の建設費は、管路延長に建設単価を乗じて求めることができるが、建設単価は管路の口径、建設深さ、材質（コンクリート、PVC、HDPE）、施工方法（開削と非開削）によって異なるし、また地形、地質、交通量等の施工条件によっても影響を受ける。また、管路延長については、計画区域の道路の形状と地形・地盤高、人口の分布によって異なってくる。このため、管路建設費の概算を求めるために概略設計を行うか、想定された管路密度を計画区域の面積に乗じて求めるなどの方法が行われている。

管路延長と処理区域内人口、処理区域についての重回帰分析を行い、管路延長の推定には処理区域面積だけでなく処理区域内人口を変数に加えた方が、適合率が高くなることが報告されている（上野修作・北脇秀敏，2015）。これを利用して、処理区域面積と処理人口をもとに管渠費を推定する方法がある。

一方、処理施設の建設費が費用関数により高い精度で得られるなら、費用関数で下水処理場の建設費を求め、管路の建設費を管路と処理場の建設費比率をもとに推定する手法も考えられる。これは、図 3-3 に既存下水道の管路と処理場の建設費の比率をヒストグラムにして示したが、管路建設費は処理場費に対して、1.5～3.5 の範囲に多くを占めていることが解った。これをもとに、管路建設費を処理場建設費の 1.5～3.5 倍の範囲で設定する方法もある。

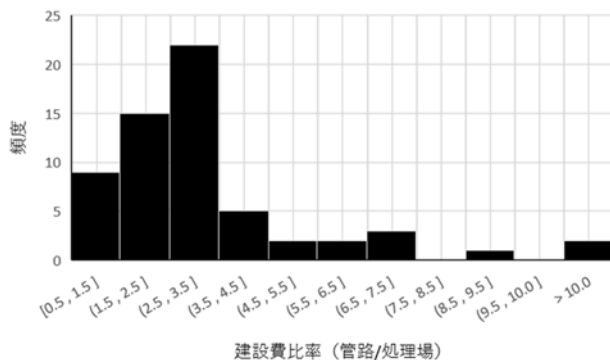


図 3-3 管路と処理場の建設費の比率

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

3) 年次別建設費の予測

管路、処理場の建設費は、上述の方法で総額を算定した後、年次毎に配分する方法とする。

年次別の事業費配分について、地方公営企業年鑑に掲載されるデータはほとんどの自治体で供用開始後となっているため実績データが少ないが、松浦市では供用前についても掲載されていたためこれを図 3-4 に示す。供用開始前に大規模な管路費は支出されていることがわかる。供用開始時に一定の下水量を収集するためには、これと同様の配分で建設が行われると考えられ、これを参考に年次配分を行うことができる。

処理場建設費は、供用開始直前の3年間に支出され、その配分は初年度:2年度:3年度=4:3:1であった。また管路は供用開始の5年前から支出があった。

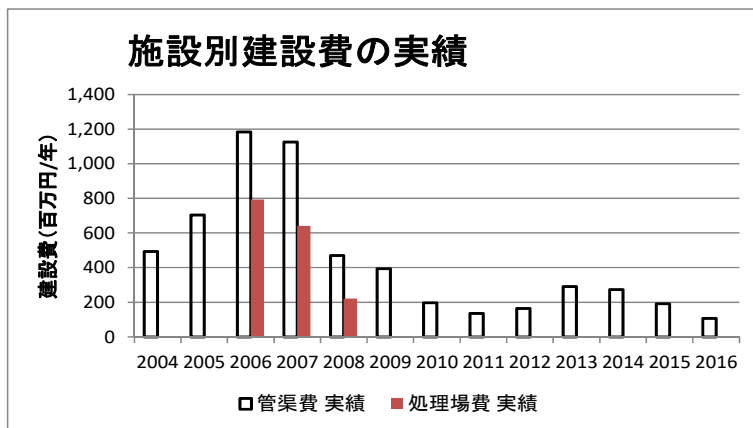


図 3-4 下水道建設費の推移 (松浦市)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

3.2.4 維持管理費モデル

維持管理費も（総務省自治財政局，2004～2016）の項目に合わせ、管渠費(CO₁)、処理場費(CO₂)、ポンプ場費（CO₃）、その他(CO₄)の和とした。

$$CO_T = \sum_{i=1}^4 CO_i \dots\dots\dots(8.3.6)$$

(1) 処理場維持管理費

処理場稼働率と維持管理費の関係について下水処理場の規模が維持管理費に影響を与えることが報告されている（上野修作、北脇秀敏，2016）。またでは、稼働率に着目して多数の下水処理場の稼働率と処理単価の分析を行うとともに、特定処理場の経年実績をもとに下水処理量と維持管理費の分析を行った報告（上野修作，2017）もある。

1) 稼働率に着目した分析

（総務省自治財政局，2004～2016）平成25年度版を用いて、地方公営企業法を適用する事業（以下、「法適事業」）（238箇所）と、同法を適用しない事業（以下、「法非適事業」）（941箇所）両方のデータを対象に、単独公共下水道で処理場数が1つのデータを抽出し、さらに特異値を除外するため普及率が10%以上のものを抽出した。また、下水処理場の規模によって処理原価が異なることから、下水処理場の規模を1万人未満、1～2万人、2～5万人、5～10万人、10～20万人で区分した。

稼働率と処理原価の散布図を図3-5に示す。規模の小さいものほど個数が多く、処理原価の平均値も高くばらつきも大きい。これらデータの統計量と回帰分析（一次式：y=aX+b）の結果を表3-2に示した。稼働率が高くなると処理原価は小さくなっているが、決定係数(R²)は小さいことがわかる。

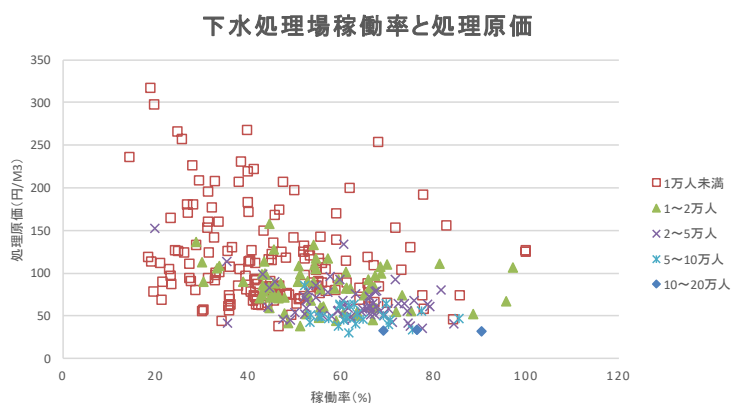


図 3-5 下水処理場稼働率と処理原価

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成

表 3-2 下水処理場規模ごとの稼働率と処理原価の関係

| | | 1万人未満 | 1～2万人 | 2～5万人 | 5～10万人 | 10～20万人 | 総サンプル |
|---------------|------------------------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|
| データ | 平均 (円/m ³) | 117.6 | 83.6 | 65.4 | 50.3 | 32.6 | 93.3 |
| | 標準偏差 | 54.4 | 24.5 | 21.5 | 11.8 | 0.9 | 48.0 |
| | 個数 | 156 | 76 | 64 | 25 | 3 | 324 |
| | 最大 (円/m ³) | 316.8 | 157.6 | 152.2 | 85.2 | 33.3 | 316.8 |
| | 最小 (円/m ³) | 37.7 | 37.5 | 34.9 | 30.4 | 31.6 | 30.4 |
| 回帰分析 (一次式) | x 係数 | -0.73 | -0.42 | -0.80 | -0.34 | -0.07 | — |
| | y 切片 | 150.6 | 106.9 | 114.5 | 72.0 | 38.3 | — |
| | 決定係数 (R ²) | 0.049 | 0.055 | 0.196 | 0.055 | 0.759 | — |

出所) (総務省自治財政局, 2004～2016) をもとに筆者作成

この中で最も決定係数が高かった2～5万人規模の下水処理場について抽出すると、図 3-6 のように稼働率が高くなると処理単価が小さくなることが示されるが、ばらつきが大きい。

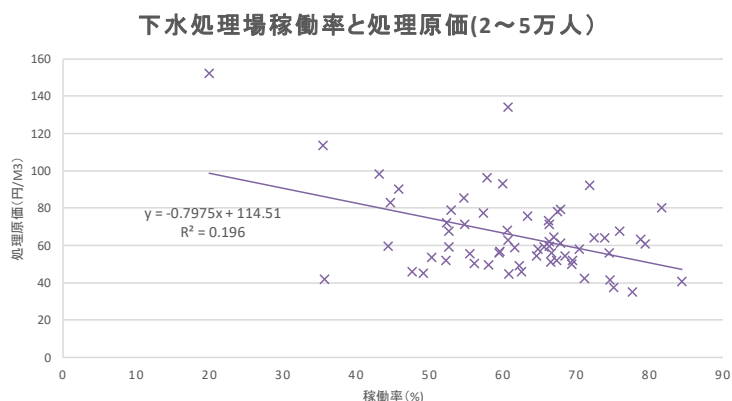


図 3-6 2～5万人規模の下水処理場における稼働率と処理原価の傾向

出所) (総務省自治財政局, 2004～2016) をもとに筆者作成

2) 経年データによる下水水量と維持管理費

(総務省自治財政局, 2004～2016) のデータを用い、平成 20 年度から平成 27 年度の 8 年度にわたって同じ処理能力であった下水処理場についての維持管理費と流入水量の変化を分析した。分析対象は法適事業とし、①分流式、②単独公共下水道、③処理場数が一つ、④処理法が高級処理という条件とした。この条件に合致したものは、平成 20 年版に掲載された 159 箇所のうち 10 箇所であった。このうち下水水量の変化が大きいものについて、増加傾向のものとは減少傾向のもの 2 つの分析を行った。結果を図 3-7、図 3-8 に示す。

これらは決定係数が 0.23、0.65 と高く、維持管理費が処理下水水量に比例すると考えられる。

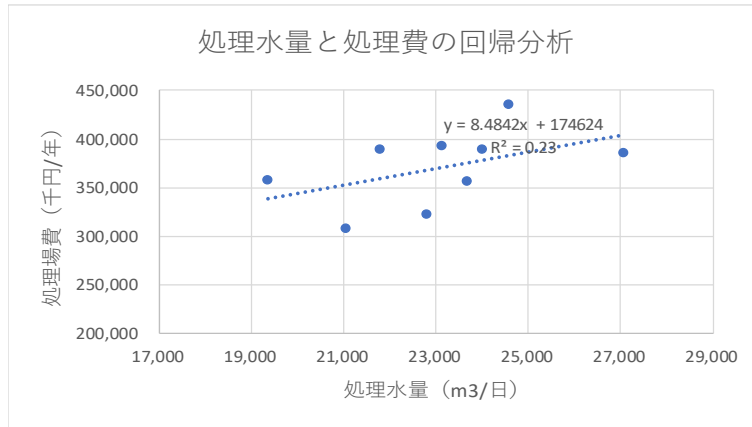


図 3-7 処理水量と処理コストの回帰分析

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

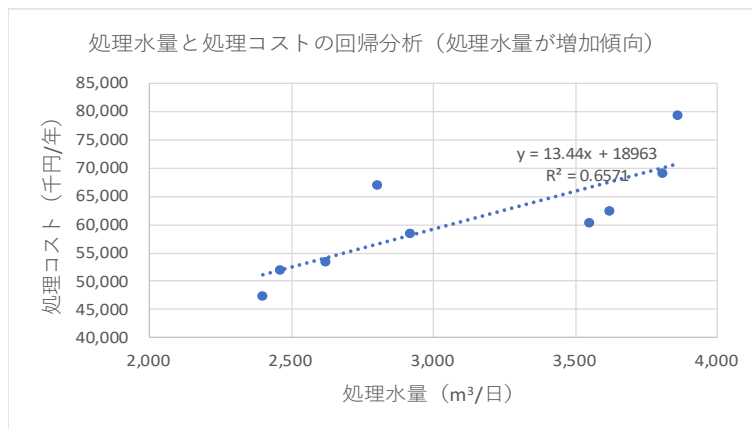


図 3-8 処理水量と処理コストの回帰分析

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

3.2.5 起債償還費モデル

下水道の建設費は、国費（国庫補助金）と地方費（単独費と地方債）で構成され、地方債は充当率が100%まで認められている。地方債は様々なものがあり、年度毎の条件も一様ではない。これら条件の異なる地方債の償還金に対して、ここでは利率、返済期間、猶予期間を一定と仮定し、各年の借入額と返済額に最も近い利率、返済期間、猶予期間をトライアルで求めた。

起債償還の基本式は、借入金 (F_{l0}) に対して返済期間(T_{l0})、利率(r_{l0})による元利均等返済とすると、毎年の返済額は3.8式となる。この額が借入の猶予期間(T_{gr})年後から T_{l0} 年間継続して発生する。

$$CO_{re} = F_{l0} \cdot \frac{r_{l0}(1+r_{l0})^{T_{l0}}}{(1+r_{l0})^{T_{l0}-1}} \dots\dots\dots (3.8)$$

3.2.6 財源モデル

(1) 建設財源

補助金(F_{su})と借入金(F_{lo})、受益者負担金 (F_{co}) があり、補助率(R_{fsu})、借入率(R_{flo})、受益者負担率(R_{fco})をそれぞれ建設費 (CC) に乗じる。

$$F_{su} = CC \cdot R_{fsu}, F_{lo} = CC \cdot R_{flo}, F_{co} = CC \cdot R_{fco} \dots\dots(3.9)$$

(2) 使用料

使用料(F_{tr})は、日平均下水量 (Q_{da}) を年間量とし、単価 (f_{tr}) と有収率(R_{re})を乗じた次式とする。

$$F_{tr} = 365 \cdot Q_{da} \cdot f_{tr} \cdot R_{re} \dots\dots\dots(3.10)$$

3.2.7 下水道事業収支

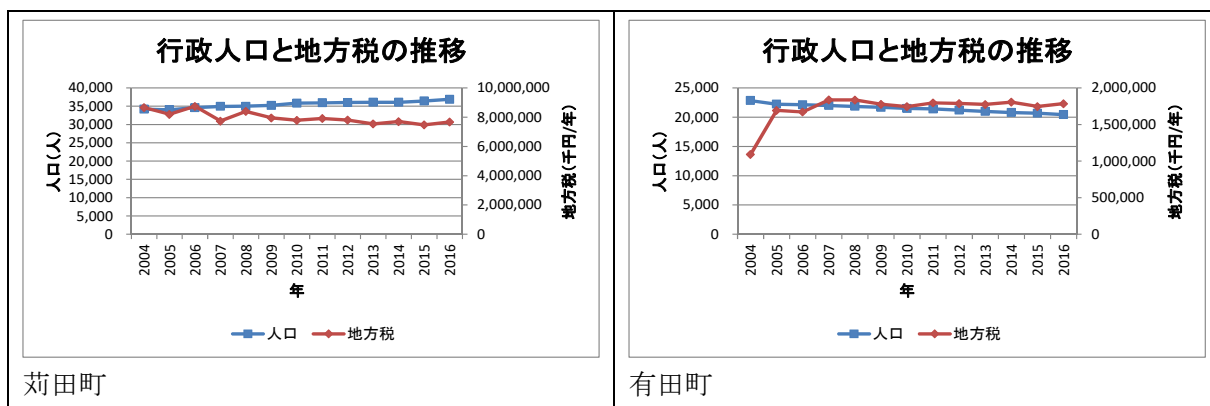
2.2.6 に示したように、下水道事業収支はキャッシュフローとし、使用料(F_{tr})から維持管理費 (CO_T)、起債償還費 (CO_{re})を減じた次式とした。

$$B_{al} = F_{tr} - CO_T - CO_{re} \dots\dots\dots(3.11)$$

3.2.8 自治体（地方税）収入

4章のケーススタディ対象の4自治体の行政人口と地方税収入の推移を図化して図 3-9 に示す。これを基に行政人口と地方税収入が同様の傾向を示していると考え、地方税収入が行政人口の関数とした。即ち、将来の自治体収入を地方税収入 (F_{tx}) とし、行政人口 (P_{ad}) の関数として次式とした。

$$F_{tx} = f_{tx} \cdot P_{ad} \dots\dots\dots(3.12)$$



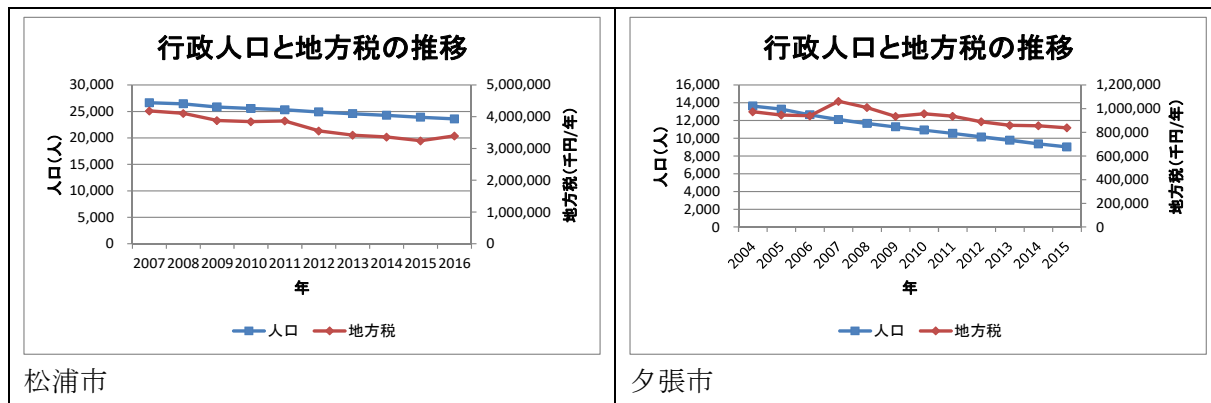


図 3-9 行政人口と地方税の推移

出所：（総務省，2004～2016）をもとに筆者作成

3.2.9 下水道持続性指標

2.2.5 項に示したように、下水道事業の持続性指標として「下水道事業収支が自治体収入に占める比率」として次のように定義する。収支が赤字の場合も下水道持続性指標はマイナス値で表現し、数値が小さいほど持続性が低いことを示す。

$$S_{ix} = B_{al} / F_{tx} \dots\dots\dots(3.13)$$

3.3 本章のまとめ

本章では、下水道事業持続性シミュレーションモデルの構築を行った。

下水道整備率、下水道接続率を与えることで、行政人口にこれらの率を乗じて下水道整備人口、下水道接続人口を算出するモデルとし、下水道整備率、下水道接続率の大小による下水道持続性の影響を反映できるものとした。

また人口の減少にともない下水量が減少し、その結果維持管理費の減少、下水道使用料の減少が反映される。一方、建設費、起債償還費は施設の規模や補助率、借入の条件（利率、返済期間）によって決定される。維持管理費は下水量と相関があることから、維持管理費は各事業の実績値から得られる回帰式によって得るものとした。地方債の借入条件は統計書から得られないため、対象の全期間で同じ利率、返済期間と仮定して、トライアルによって近似するものとした。

このモデルによって下水道事業収支を算定し、さらに自治体収入として、各自治体の地方税収と行政人口の関係を回帰式で近似して算定し、両者によって下水道持続性指標を得る。こうして公開された統計データをもとに、モデルを構築することができる。

一方将来値は、人口の増加率等を与えることによって人口、下水量とそれに関連する維持管理費、下水道収入が予測される。各種の施策の効果を評価するためには、維持管理費の削減率とそれに必要な投資額を与えることで可能となる。こうして、将来についても時系列的に定量化して予測することができる。

第4章 下水道持続性のケーススタディ

4.1 ケーススタディの方法と実績データによるパラメータの設定

ここでは3章で構築したモデルの基本式をもとに、実績データを解析して自治体ごとにパラメータを設定し、既存の下水道事業の実績が再現できるモデルを構築する。また、このモデルを用いて、設定したシナリオに対する各種の値を予測し、下水道持続性指標を予測することで、下水道持続性を評価する。

4.1.1 対象自治体の選定

ケーススタディの対象とした自治体は、類似したものを選定することとし、単独公共下水道で分流通備を行っており、終末処理場が1つのものとした。また10年間のデータが利用可能な平成16年(2004年)以降のデータが得られる現在の法適用自治体として、平成14～15年に供用開始した3自治体のうち、人口規模が近い福岡県荇田町(K)、佐賀県有田町(A)を選定した。これに、事業着手時から企業会計が開始され、工事着手時点からのデータが活用可能な長崎県松浦市(M)と、財政再生団体である北海道夕張市(Y)の併せて4カ所を選定した。

4.1.2 対象自治体の概要と現状分析

対象事業の概要と平成28年の現状分析を表4-1に示す。供用開始は平成7～平成20年の範囲で、行政人口は8,600～36,000人、処理人口が2,100～12,600人、処理施設能力が1,620～5,400m³/日である。

表 4-1 対象自治体の概要と下水道持続性指標(H28)

| 自治体 | 荇田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|---------------------------|--------|--------|--------|-------|
| 都道府県 | 福岡県 | 佐賀県 | 長崎県 | 北海道 |
| 着手年 | H.7 | H.7 | H.16 | H.1 |
| 供用開始年 | H.14 | H.14 | H.20 | H.7 |
| 行政人口(人) | 36,412 | 20,674 | 23,911 | 8,648 |
| 処理人口(人) | 12,685 | 5,456 | 3,151 | 2,172 |
| 処理施設能力(m ³ /日) | 5,400 | 3,675 | 2,200 | 1,620 |
| 処理下水量(m ³ /日) | 3,595 | 1,630 | 1,088 | 1,065 |
| 事業費(百万円) | 19,264 | 12,723 | 7,415 | 7,926 |
| 維持管理費(百万円/年)① | 202 | 88 | 68 | 68 |
| 使用料収入(百万円/年)② | 238 | 88 | 56 | 58 |
| 償還金③ | 242 | 169 | 125 | 126 |
| 利息④ | 73 | 75 | 61 | 28 |
| 収支②-①-③-④ | -279 | -244 | -198 | -164 |

| 自治体 | 苅田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|-----------------|-------|-------|-------|------|
| 使用料/維持管理費(%) | 118 | 99 | 82 | 85 |
| 処理人口当事業費(百万円/人) | 1.52 | 2.33 | 2.35 | 3.65 |
| 地方税(百万円/年) | 7,670 | 1,784 | 3,394 | 828 |
| 下水道持続性指標 | -3.6% | -14% | -5.8% | -20% |

出所) (総務省, 2004~2016)、(総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

処理人口当たりの建設費は、夕張市を除いて 1.5~2.4 百万円/人である。夕張市の処理人口は建設時の約 70%まで減少しているため、これを勘案すると建設時においては他の 3 自治体と大差なかった。一方使用料による維持管理費の回収率(使用料/維持管理費)は 82~118%で 100%を超えたのは苅田町だけで、これ以外の 3 自治体では維持管理費さえ使用料で回収できていなかった。これら 4 自治体で下水道持続性指標を算定したところ、最も高い苅田町で-3.6%、最も低い夕張市で-20%であった。

(1) 福岡県苅田町

苅田町は、北九州市と行橋市の間に位置する人口約 3 万 6 千人、面積 48.98 平方キロメートルの町である。東は周防灘に面して、国際貿易港・苅田港と広大な臨海工業地帯が広がっている。また苅田港沖には北九州空港があり、苅田港、東九州自動車道苅田北九州空港インターチェンジと併せ、陸・海・空の交通結節拠点となっている。平成 29 年度の地方財政力指数が 1.16 と 1.0 を超えており、地方交付税の不交付団体となっている(苅田町, 2019)。

(2) 佐賀県有田町

有田町は佐賀県の西部に位置する人口約 21,000 人、面積 65.85 平方キロメートルの町である。2006 年 3 月 1 日に、旧有田町と旧西有田町が合併し新しい「有田町」が誕生した。古くからやきものの町として有名な有田町は、1616 年に朝鮮人陶工李参平らによって泉山に陶石が発見され、日本で初めて磁器が焼かれた。以来、佐賀藩のもとで、磁器生産が本格化し、1991 年に国の「重要伝統的建造物群保存地区」に選定されている。平成 29 年度の地方財政力指数は 0.37 であった(佐賀県有田町, 2019)。

(3) 長崎県松浦市

松浦市は長崎県北松浦半島の北東部に位置し、北は玄界灘から伊万里湾に面し、東は佐賀県伊万里市に接している。かつて平戸藩に属し、明治 4 年廃藩置県により平戸県、同年 11 月に長崎県、明治 12 年郡制施行により北松浦郡の管轄となり、明治 15 年町村行政区画改正によって、それぞれの村に戸長役場制が設けられた。

その後、昭和 29 年志佐町と上志佐町が合併、昭和 30 年 3 月に志佐町、新御厨町、調川町が合併して市制施行、同年 4 月今福町を編入。平成 18 年 1 月 1 日松浦市、福島町、鷹島町を廃し、その区域に現在の松浦市が設置され、ここに現在の「松浦市」が新たに誕生した。平成 29 年度の地方財政力指数は 0.40 であった(長崎県松浦市, 2019)。

(4) 北海道夕張市

夕張市は、我が国の主要な産炭地として発展してきたが、昭和30年代後半以降炭鉱閉山が相次ぎ、人口はピーク時の10万8千人から、2005年には1万3千人まで激減した。しかし、市民に対する行政サービスを確保するため、住宅や教育などに多額の財政支出を行ったことにより、後年次の公債費負担が財政運営を大きく圧迫することとなった。公共下水道事業会計では、集落が分散し、かつ傾斜地であるという地理的な条件により嵩む固定経費と人口減などに伴う料金収入の減少などから資金不足が生じた。

このため、2007年3月に地方財政再建促進特別措置法に基づく「財政再建計画」を策定され、その後「地方公共団体の財政の健全化に関する法律」が施行されたことに伴い、再生計画に移行した。

夕張市の人口、歳入、歳出の実績を表4.2に示す。2015年度における歳入総額は約120億円。その43%を地方交付税、11%を国費、7%を地方債で、これら3つで61%を占めている。一方主な歳出は公債費で33%を占め、下水道費は1.7億円で約2%である。財政破綻した2006年の前年から歳出が歳入を超え、2009年以降は歳入が歳出を上回るものの、累積赤字は2015年度で約978億円と未だ巨額である。平成29年度の地方財政力指数は0.19であった。

表 4.2 夕張市の人口、歳入、歳出の実績

(単位：百万円)

| 平成 | 西暦 | 人口 (人) | 歳入総額 | 主な歳入内訳 | | | | | | 歳出総額 | 主な歳出内訳 | | 歳入歳出差引額 | |
|----|------|-----------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|----------|
| | | | | 地方税 | 地方交付 | 国庫支出 | 繰入金 | 諸収入 | 地方債 | | 下水道費 | 公債費 | 単年度 | 累計 |
| 14 | 2002 | 14,438 | 17,199 | 1,067 | 5,368 | 1,805 | 236 | 5,748 | 1,354 | 17,198 | 2,008 | 1,847 | 1 | 1 |
| 15 | 2003 | 13,953 | 16,997 | 973 | 4,982 | 1,209 | 102 | 7,213 | 1,030 | 16,996 | 2,299 | 1,978 | 1 | 2 |
| 16 | 2004 | 13,615 | 19,349 | 974 | 4,588 | 1,143 | 98 | 9,973 | 1,059 | 19,349 | 2,576 | 1,987 | 1 | 3 |
| 17 | 2005 | 13,268 | 10,970 | 947 | 4,360 | 979 | 29 | 1,958 | 1,148 | 12,619 | 0 | 2,350 | -1,649 | -1,646 |
| 18 | 2006 | 12,631 | 22,961 | 939 | 4,324 | 845 | 119 | 12,613 | 2,608 | 57,920 | 4,636 | 3,802 | -34,959 | -36,605 |
| 19 | 2007 | 12,068 | 9,035 | 1,062 | 4,225 | 713 | 23 | 869 | 464 | 42,520 | 117 | 2,118 | -33,484 | -70,090 |
| 20 | 2008 | 11,633 | 8,622 | 1,009 | 4,423 | 740 | 26 | 261 | 619 | 40,795 | 124 | 2,035 | -32,173 | -102,263 |
| 21 | 2009 | 11,213 | 42,200 | 935 | 4,680 | 1,611 | 87 | 199 | 33,124 | 41,744 | 1,249 | 1,569 | 456 | -101,807 |
| 22 | 2010 | 10,839 | 11,198 | 957 | 5,318 | 1,205 | 39 | 358 | 1,251 | 10,672 | 171 | 2,128 | 526 | -101,280 |
| 23 | 2011 | 10,471 | 11,340 | 936 | 5,235 | 1,144 | 580 | 280 | 1,022 | 10,751 | 173 | 1,891 | 589 | -100,692 |
| 24 | 2012 | 10,130 | 10,777 | 890 | 5,266 | 1,123 | 252 | 149 | 989 | 10,132 | 176 | 1,843 | 645 | -100,046 |
| 25 | 2013 | 9,801 | 11,500 | 859 | 5,285 | 1,292 | 946 | 193 | 811 | 10,847 | 177 | 3,867 | 654 | -99,392 |
| 26 | 2014 | 9,440 | 13,234 | 855 | 5,130 | 1,919 | 1,575 | 120 | 1,324 | 12,555 | 170 | 3,856 | 679 | -98,714 |
| 27 | 2015 | 9,056 | 11,886 | 838 | 5,120 | 1,359 | 1,056 | 269 | 809 | 11,006 | 167 | 3,666 | 880 | -97,834 |
| 比率 | 通算 | | 100% | 6% | 31% | 8% | 2% | 19% | 22% | 100% | 4% | 11% | | |
| | 2015 | | 100% | 7% | 43% | 11% | 9% | 2% | 7% | 100% | 2% | 33% | | |

出所) (総務省, 2004~2016) をもとに筆者作成

夕張市の下水道事業は、1989年12月26日に着手し、1995年3月31日供用開始された。分流式で整備され、終末処理場は1箇所(平和浄化センター)で、下水処理方式はオキシデーションディッチ法、平成16年度の晴天時処理能力(日最大)は3,240m³/日(総務省自治財政局, 2004~2016)、平成28年度では1,620m³/日である。下水道の全体計画人口は、平成11年では7,070人であったが、平成28年では2,160人に変更されている。

表4-4以降で整理した情報では、下水量原単位は夕張市だけが397L/人日と大きく他は約250L/人日であった。有収率も他が95%を超えているのに対して夕張市は59%と低く、不明水等により持続

性に悪影響があったことが考えられる。

4.1.3 人口及び下水道

1) 行政人口と下水道人口

行政人口と下水道人口の実績を自治体それぞれ図 4-1 に示す。行政人口は苅田町を除いた 3 自治体で減少しているが、下水処理人口は逆に夕張市を除く 3 自治体で増加している。このことから、行政人口の減少が直ちに下水道人口の減少につながらないことがわかる。

これらの推移を等比級数で近似すると表 4-3 が得られたが、処理人口が増加している 3 自治体の増加率は、平均 3%/年を超えるものであった。これの比率を現況の人口増加率として将来予測に用いる。

表 4-3 人口の平均増加率（将来予測に用いる）

| 項目 / 自治体 | 苅田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|--------------|-----|------|------|------|
| 行政人口増加率(%/年) | 0.5 | -0.8 | -1.3 | -3.6 |
| 処理人口増加率(%/年) | 7.1 | 4.4 | 3.4 | -3.4 |

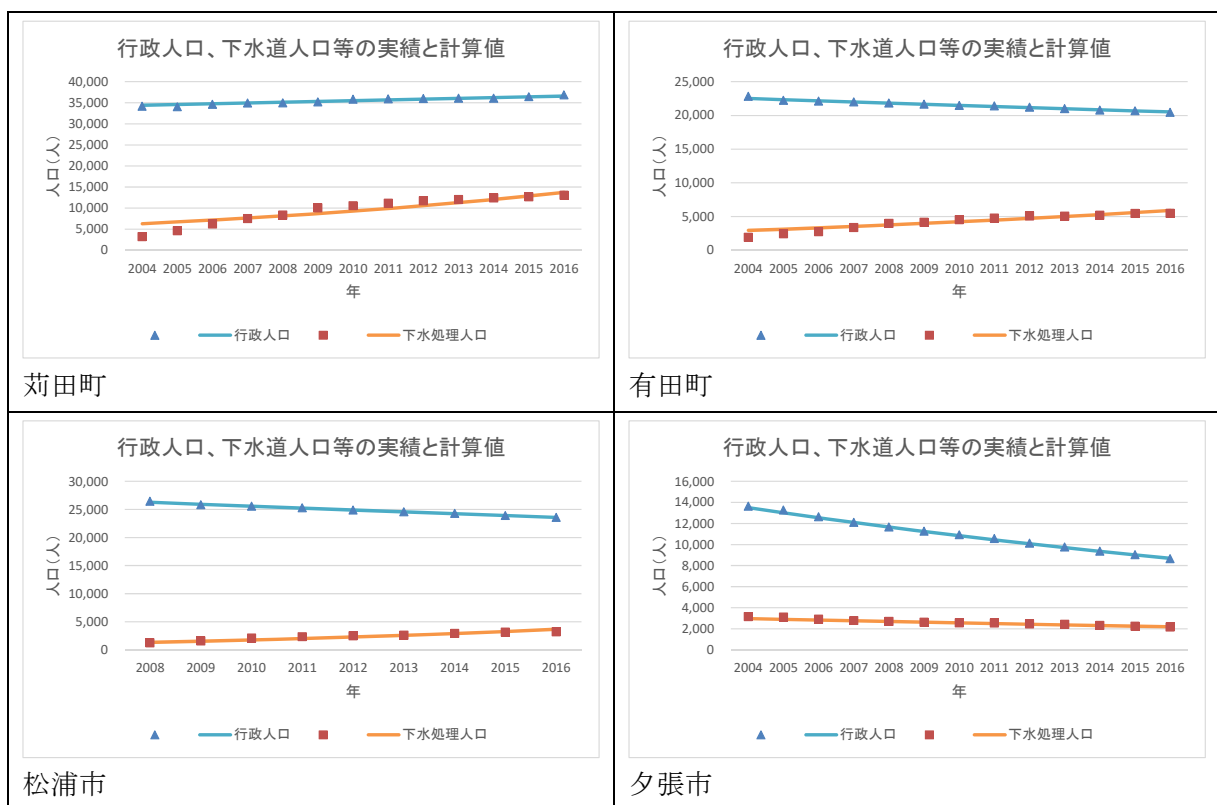


図 4-1 行政人口、下水道人口の実績

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

2) 下水道接続率の経年変化

下水道接続率（接続人口/整備区域内人口）の経年変化を図 4-2 に示す。苅田町、有田町、松浦市は

処理人口が増加、夕張市は処理人口が減少している状況における接続率である。

菟田町は接続率が80%まで増加した後には一定である。これは接続率が80%に達した後の処理人口の増加は、整備区域内人口の増加と共に生じていることが考えられる。有田町と松浦市は接続率の増加が継続しており、整備区域内人口の増加より処理人口が増加していることになる。この3つの自治体の接続率は70%程度であり、接続率の向上の余地が大きいと考えられる。夕張市は処理人口、整備区域内人口ともに減少するなかで、接続率が80%から90%まで増加している。これは処理人口の減少より整備区域内人口の減少の方が大きいことを示している。

この分析の中では、菟田町の下水道接続率が、接続率が80%まで増加し、その後はほぼ一定で推移したことは興味深い。接続率が実質として80%が上限であれば、これを下水道計画に反映することで、下水道施設をコンパクトにしてコストを減少できる可能性がある。

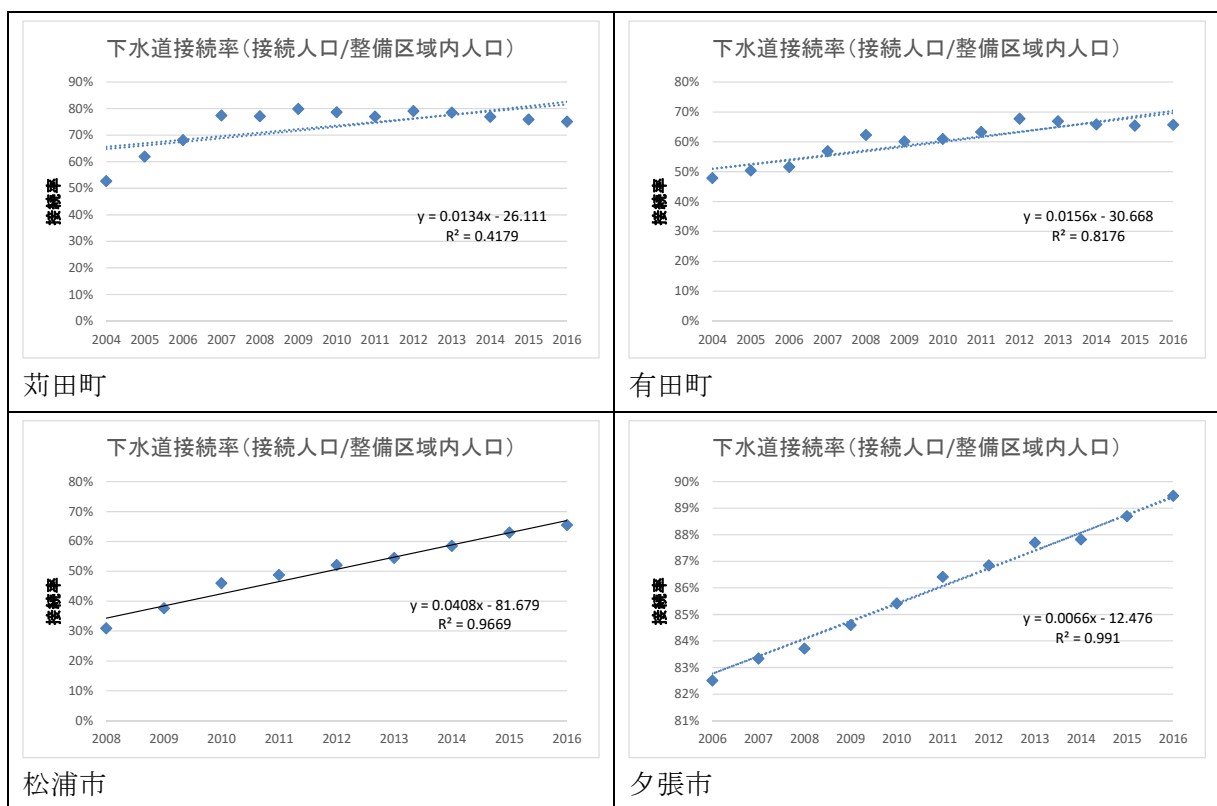


図 4-2 下水道接続率の実績

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

3) 下水量原単位 (日平均) の経年変化

経年的な下水量原単位の傾向として、4自治体の日平均下水量原単位の推移を図化して図 4-3 に示す。菟田町、有田町、松浦市は日平均下水量原単位は、250L/人日でほぼ横ばいの傾向を示していた。

一方夕張市は、日平均下水量原単位が約 400 L/人日と高く、また 300~500 L/人日の範囲で変動しているように、人口対して他自治体より大きい下水量が流入していることが示されている。工場排水の情報がないことや有収率が低いことを考慮すると、不明水が原因で日平均下水量原単位が増加している可能性が考えられる。

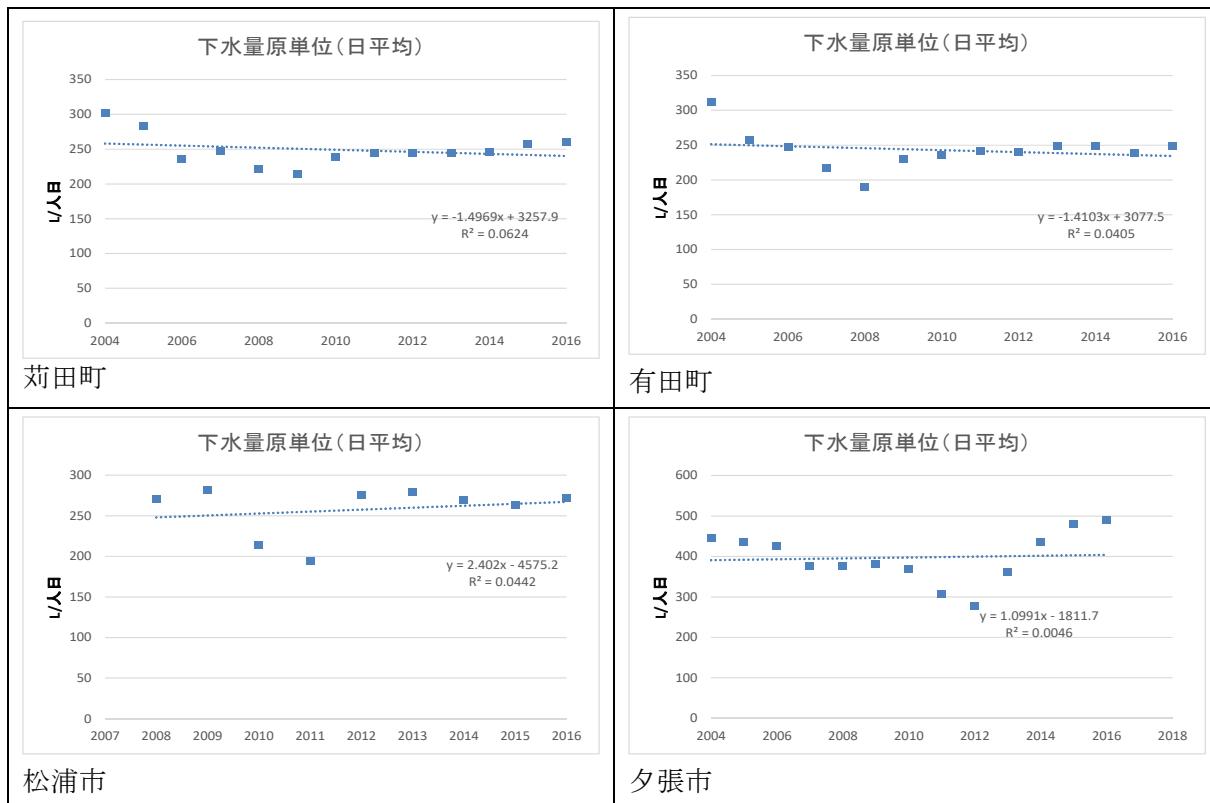
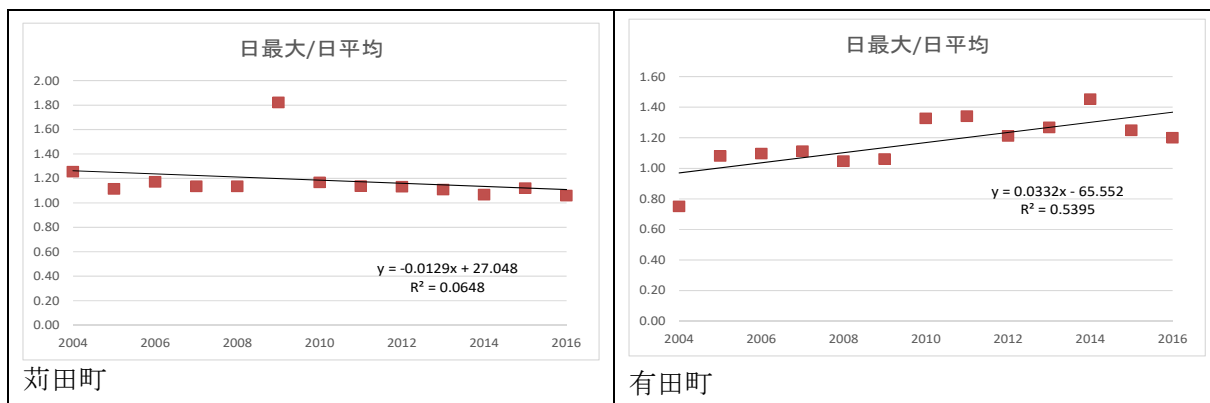


図 4-3 下水流量原単位 (日平均) の推移

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4) 下水流量原単位 (日平均と日最大の比率) の経年変化

経年的な下水流量原単位の傾向として、4自治体の日最大と日平均の比率 (日最大/日平均) についても図化して図 4-4 に示す。荻田町、有田町、松浦市の日最大と日平均の比率は 1.0~1.4 の範囲で推移しているが、夕張市は 1.5~3.0 の範囲である。夕張市は日平均下水流量原単位が大きいいうえに変動比も大きくなっており、人口の減少に対応して処理施設の能力縮小を検討する場合には、日最大時の汚水への対応も考慮し、必要な対策を行うことが必要である。



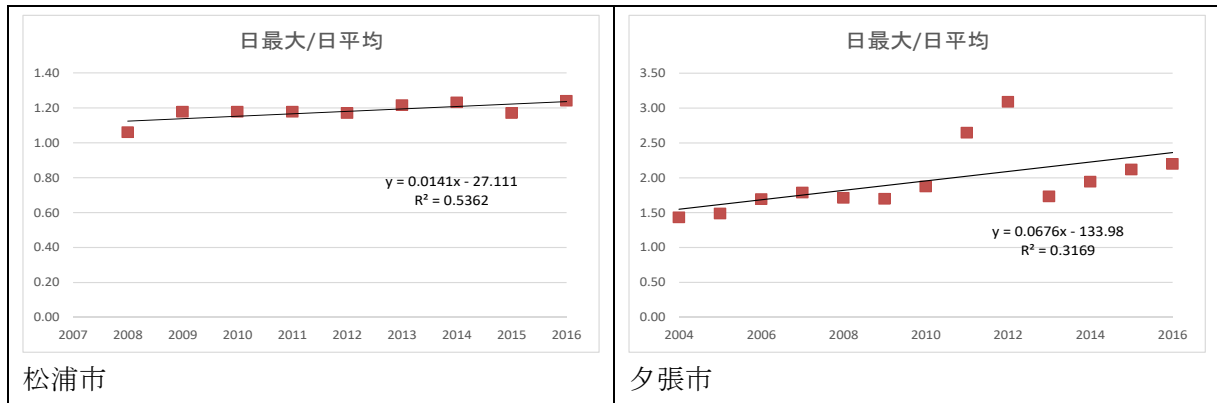


図 4-4 下水量原単位（日平均と日最大の比率）の推移

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成

下水量原単位の直近3カ年の実績平均は表 4-4 のとおりであり、これを将来予測に用いた。

表 4-4 日平均下水量原単位の実績平均値（将来予測に用いる）

| 項目 / 自治体 | 苅田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 日平均下水量原単位(q_{da}) (L/人日) | 249 | 243 | 258 | 397 |

出所）（総務省自治財政局，2004～2016）をもとに筆者作成

4.1.4 建設費、維持管理費

(1) 建設費

ほとんどの事業では供用開始以降に公営企業会計が開始されるため、公営企業年鑑にデータが掲載されるのは供用開始以降となっており、それまでの経年実績が得られない。松浦市では事業着手時から公営企業会計が実施されており、事業開始当初からの建設費を得ることができたが、これ以外は得ることができず、供用開始時までの合計値を配分して設定した。

処理場建設費については、松浦市の実績を見ると供用開始直前の3年間に支出があった。実績が得られない場合は、供用開始以前の3年間に配分するものとし、配分比については均等とした。

管路建設費についても、松浦市の実績では供用開始直前の5年間に支出があった。処理場と同様に、実績が得られない場合は、供用開始以前の3年間に配分するものとし、配分比については均等とした。

(2) 維持管理費

ここでは維持管理費が処理水量の関数との仮定のもと、処理水量と施設ごとの維持管理費の関係について、散布図と傾向曲線、曲線式、 R^2 を分析し、施設ごとに記載する。

1) 管渠

管渠における処理水量と維持管理費の関係について図 4-5 に示す。有田町、夕張市では処理水量が増加すると維持管理費が増加する傾向が見られたが、苅田町、松浦市では処理水量の増加に対して維

持管理費は減少傾向にあった。水量が増加すると区域が広がって対象管路が増加すると考えられるものの、現実には下水量と管渠維持管理費の相関は低いことが明らかとなった。

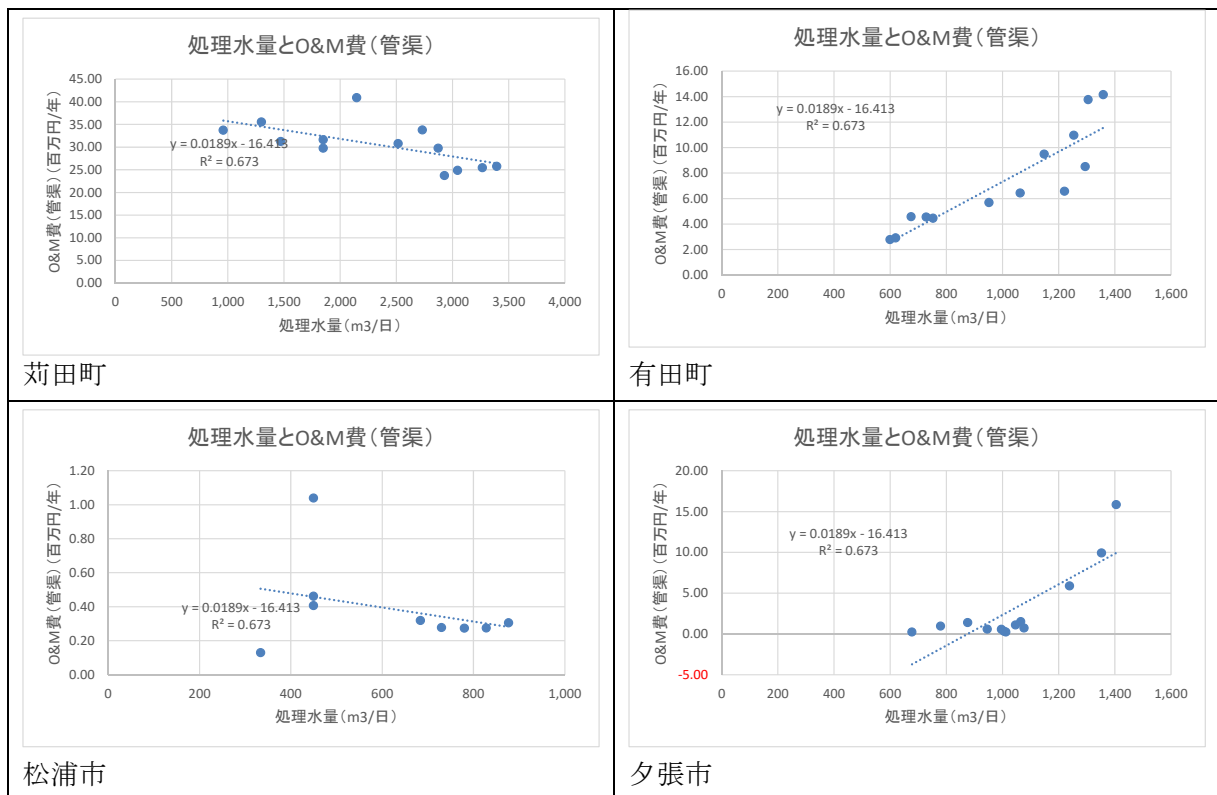
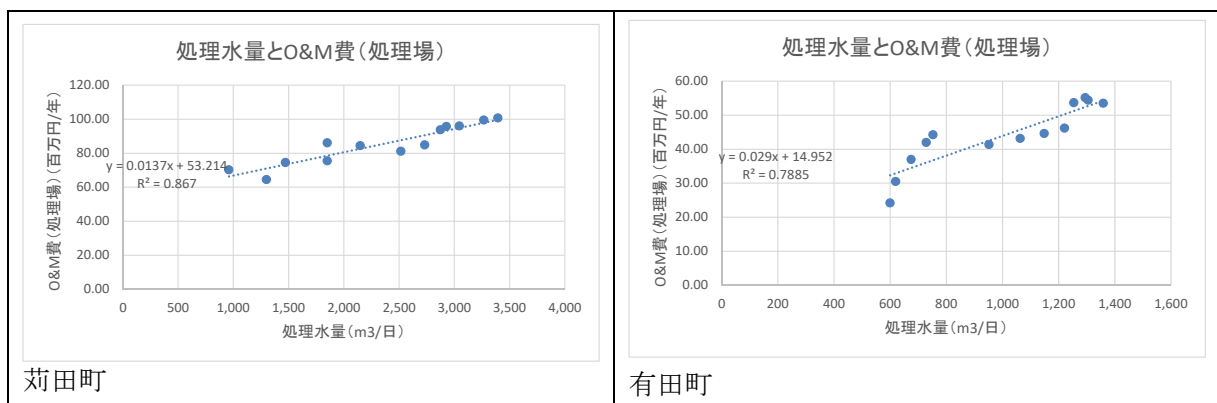


図 4-5 処理水量と O&M 費の関係 (管渠)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

2) 処理場

処理場における処理水量と維持管理費の関係について、散布図と傾向曲線、曲線式、 R^2 を図 4-6 に示す。処理場費については、荇田町、有田町、松浦市において処理水量と O&M 費に相関が高く、一次式で回帰した時の R^2 がそれぞれ 0.87、0.79、0.86 であった。一方夕張市では処理水量と O&M 費に明確な相関は見られずほぼ一定であったがこの理由は不明である。



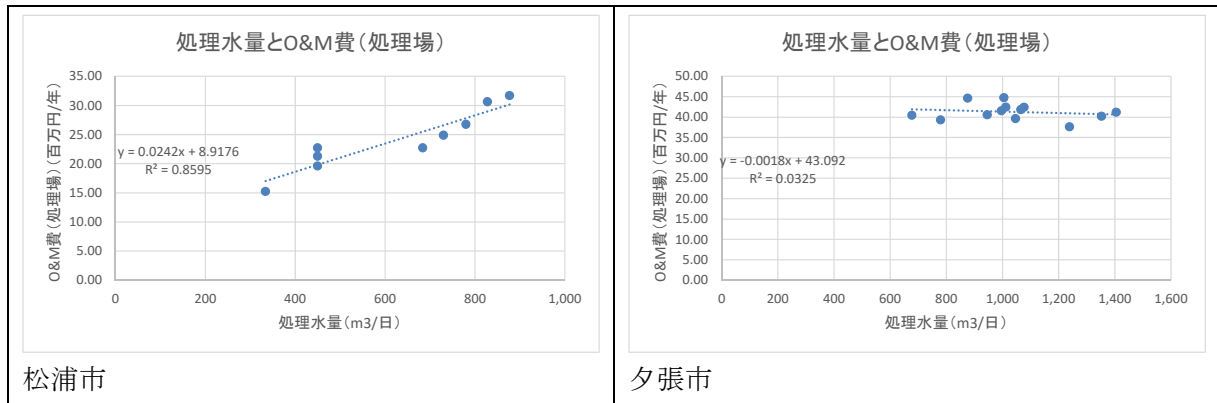


図 4-6 処理水量と O&M 費の関係 (処理場)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

3) ポンプ場

ポンプ場における処理水量と O&M 費の関係について、散布図と傾向曲線、曲線式、 R^2 を図 4-7 に示す。ポンプ場の O&M 費のデータがあるのは、苺田町だけである。電力費などが処理水量に比例すると考えられるが、処理水量に関係なくほぼ一定の費用となっていた。この理由としては、このポンプ場が受け持つ区域が小さく、統計から得られた下水処理量の一部であり、しかも変動が少なかった可能性が考えられる。

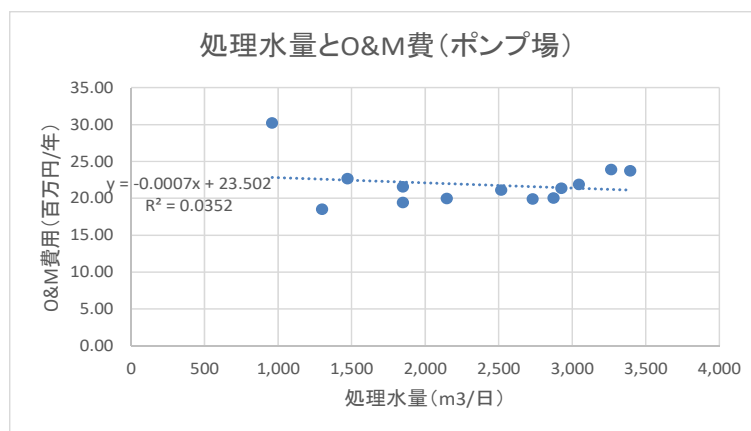


図 4-7 処理水量と O&M 費の関係 (ポンプ場) (苺田町)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

有田町, 松浦市, 夕張市にポンプ場の O&M 費のデータはない

4) その他

同様にその他における処理水量と O&M 費の関係について、散布図と傾向曲線、曲線式、 R^2 を図 4-8 に示す。有田町、夕張市では処理水量の増加に伴って O&M 費が増加しているが、苺田町、松浦市では横ばいあるいは減少の傾向であった。同じ自治体なら、事業規模(下水量)に比例して増減するものと想定していたが、そうではない事例もあった。原因はその他費用の内容が自治体によって異なるためと考えられる。

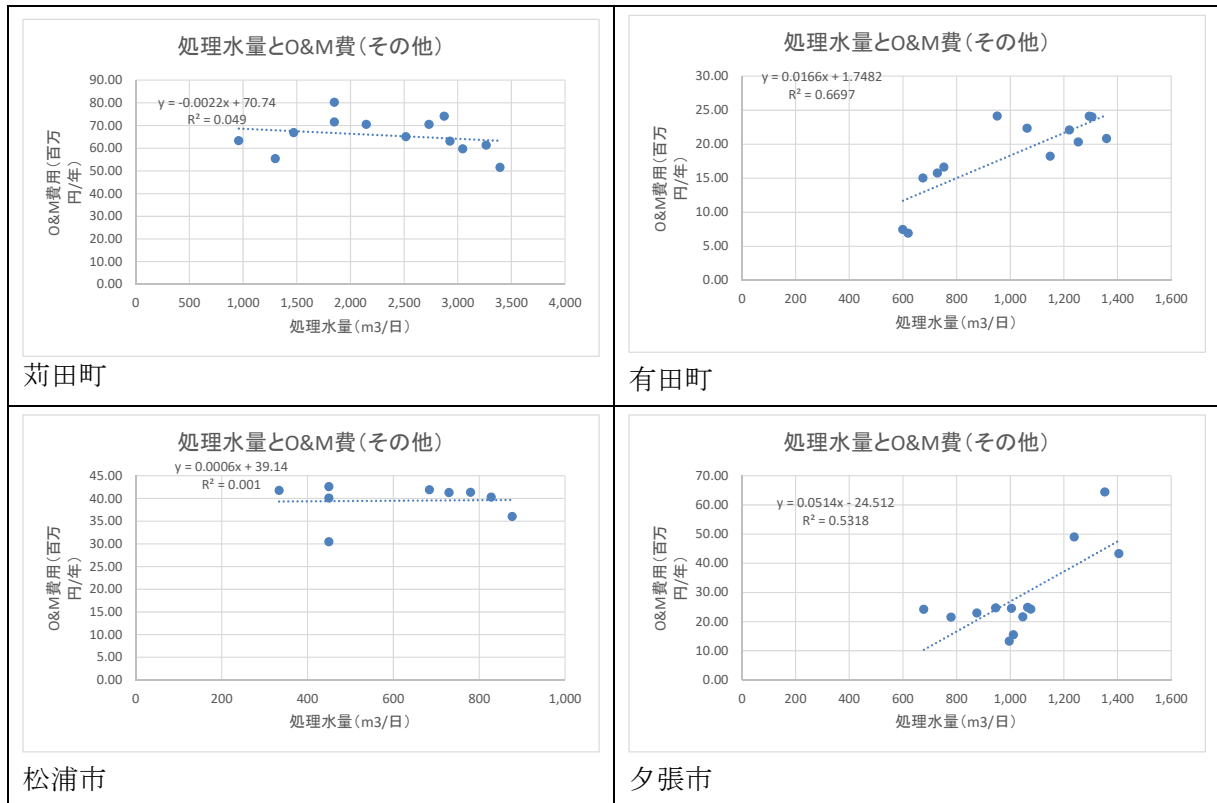


図 4-8 処理水量と O&M 費の関係 (その他)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

5) 維持管理費のパラメータ

維持管理費は実績値について回帰分析を行い、次の一次式で将来予測を行った。

$$CO_i = a_i \cdot Q_{dm} + b_i \quad (i=1 \sim 4) \dots\dots\dots(4.1.1)$$

管渠、処理場、ポンプ場、その他を回帰分析して設定したパラメータを表 4-5 に示す。

表 4-5 回帰分析による維持管理費のパラメータ (将来予測に使用)

| 項目 / 自治体 | | 苅田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 | |
|-------------------|------------------------|----------------|---------|-------|-------|--------|
| 維持 管 理 費 | 管渠(CO ₁) | a ₁ | -0.004 | 0.012 | 0.000 | 0.019 |
| | | b ₁ | 39.6 | -4.45 | 0.64 | -16.5 |
| | 処理場(CO ₂) | a ₂ | 0.014 | 0.029 | 0.024 | -0.002 |
| | | b ₂ | 53.2 | 15.0 | 8.9 | 43.5 |
| | ポンプ場(CO ₃) | a ₃ | -0.0007 | — | — | — |
| | | b ₃ | 23.5 | — | — | — |
| | その他(CO ₄) | a ₄ | -0.002 | 0.017 | 0.001 | 0.051 |
| | | b ₄ | 70.7 | 1.75 | 39.1 | -24.5 |

6) 実績値と回帰式による推定値の適合性

ここまでで得られた回帰式をもとに、過去の水量実績から推定した維持管理費を施設毎に図 4-9 に示す。管渠やその他など、処理水量との相関が小さいものもあったが、グラフを見ると再現性は高い。この結果、施設ごとの O&M 費を合計した図 4-10 を見ると、このシミュレーションで維持管理費の再現性が高いことが確認できた。

なお、夕張市の維持管理費の推移を見ると、2006 年以降でも処理場費はほとんど変わらないが、管渠、その他は減少しており、これは財政再建のために支出を抑制したためと考えられる。

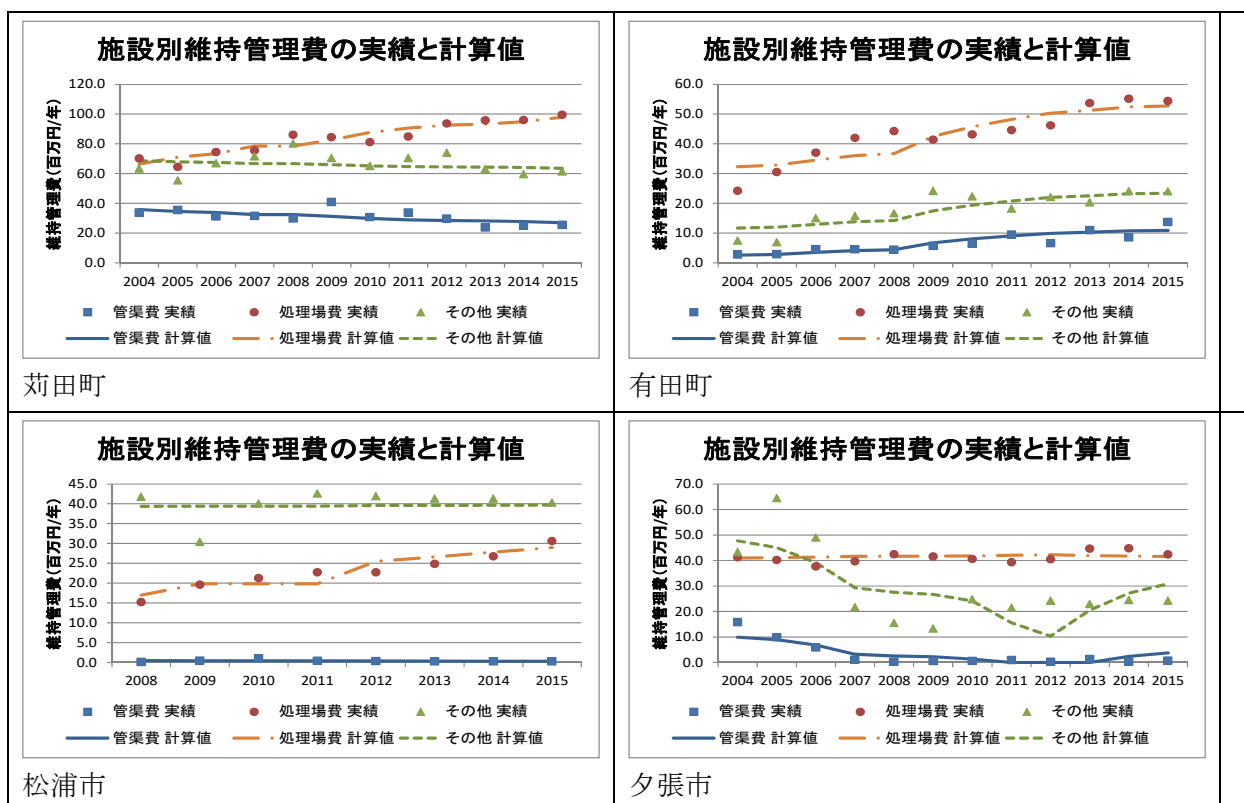
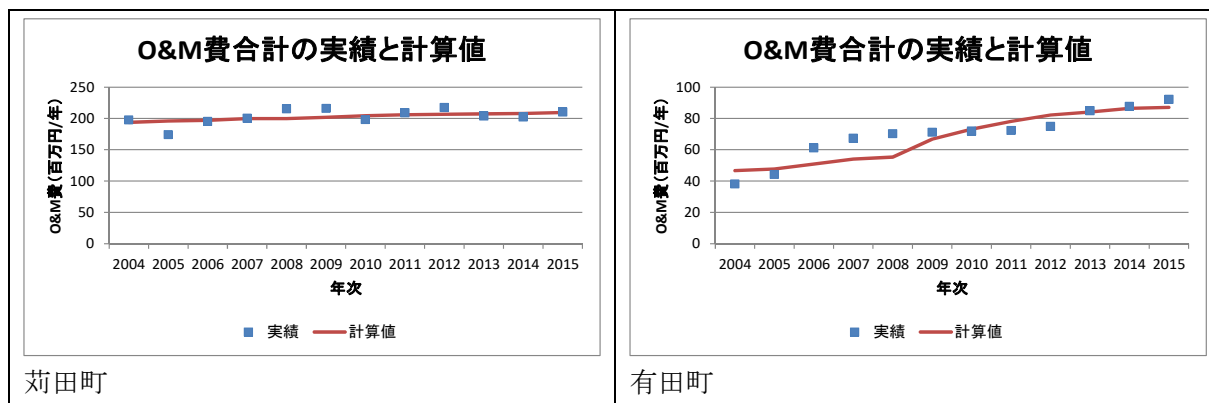


図 4-9 施設別 O&M 費の実績と回帰式による推定値

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成



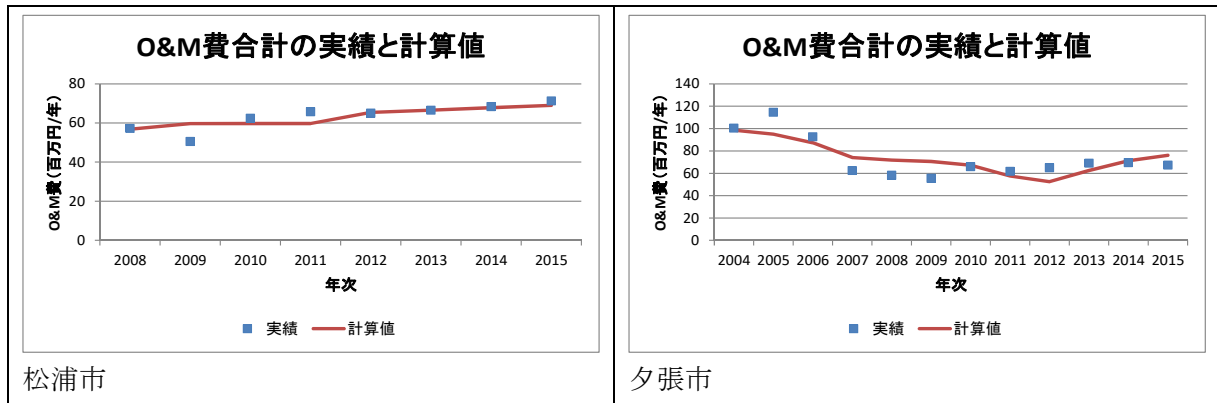


図 4-10 自治体別の維持管理費合計の実績と推定値

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4.1.5 起債償還費

事業着手時点からのデータが得られた松浦市について、借入金と返済額の実績を図 4-11 に示す。この自治体の供用開始が 2008 年なので、主要な借入金は供用開始までに行われていることが判る。

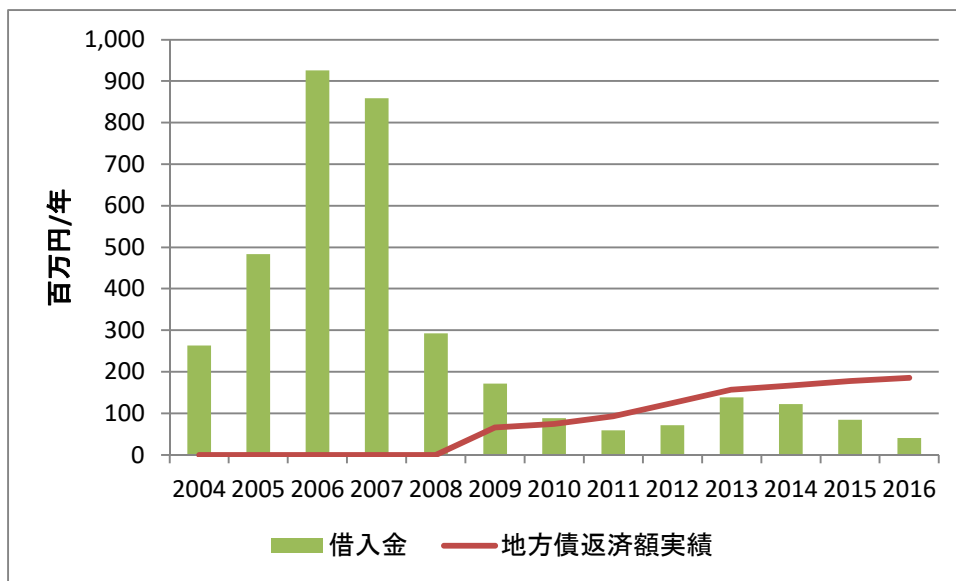


図 4-11 借入金と地方債返済額 (松浦市)

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

本モデルでは借入額をもとに将来の返済額を式 (3.8) で求めるが、統計情報として借入金利、猶予期間、返済年数が得られないため、過去の借入金額と返済金額からの推定を試みた。推定方法として、利率を全期間一定、猶予期間を 1 年刻み、返済期間を 5 年刻みで設定し、実績値と計算値の差の 2 乗和が最も小さくなるようトライアルで求めた。

得られたパラメータを表 4-6 に示すが、借入金利 0.7~2.2 %、猶予期間 0~10 年、返済期間が 20~25 年が得られた。この値を用いた計算値と実績値を自治体ごとに図化して図 4-12 に示す。この方法で推定したパラメータによる計算値は、実績値に近いものであった。

表 4-6 推定した起債償還費のパラメータ (将来予測に用いる)

| 項目 / 自治体 | 荻田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| 借入金利(R_{lo}) (%) | 0.7 | 2.1 | 1.1 | 2.2 |
| 猶予期間(T_{gr}) (年) | 0 | 4 | 5 | 10 |
| 返済期間(T_{lo}) (年) | 25 | 25 | 20 | 20 |

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

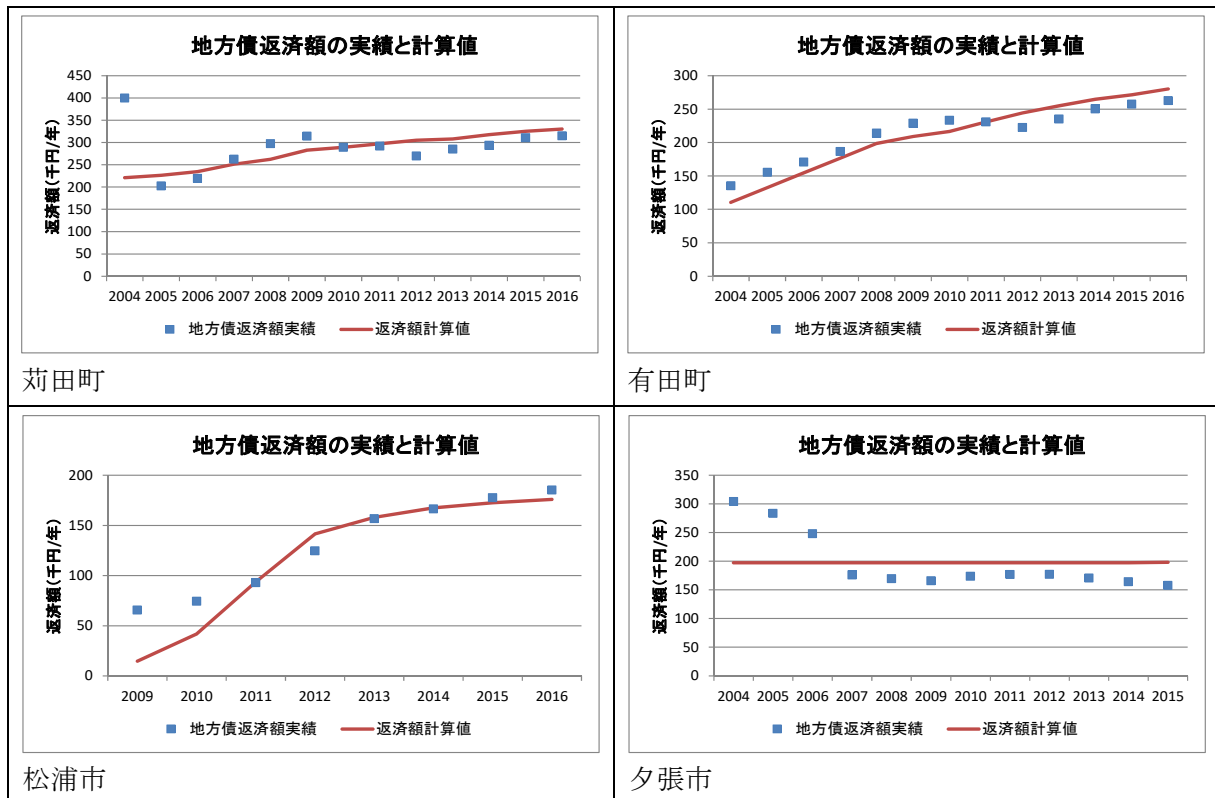


図 4-12 自治体ごとの起債償還モデルの計算値と実績値

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4.1.6 下水道事業収支

(1) 使用料収入と維持管理費、起債償還費の実績

各自治体の使用料収入と維持管理費、起債償還費の推移を図 4-13 に示す。どの自治体も維持管理費が使用料収入と同程度のレベルにあり、維持管理費は使用料で回収できるが、起債償還費相当が回収できていない実態が明らかである。

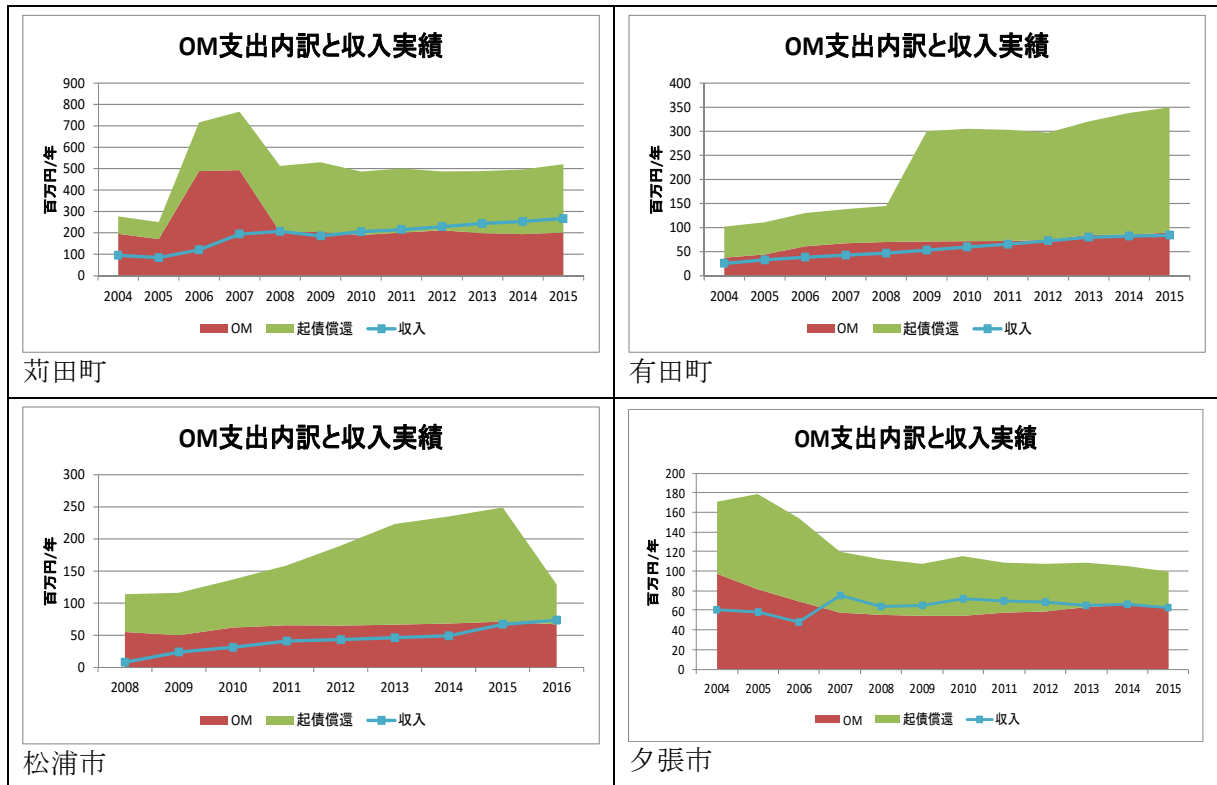


図 4-13 O&M 費の支出内訳と下水道料金収入

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

(2) 補助率、受益者負担金、使用料、有収率

建設財源である補助金と受益者負担金について、補助率と受益者負担金の比率を実績平均で求めた。また下水道料金収入としなる単価、有収率について直近の3ヶ年(2014~16)の平均を合わせて表 4-7 に示す。

夕張市では下水量は減少傾向であるが、収入が6千万円/年ではほぼ一定で推移しており、この理由は、下水道料金が2006年に147円/m³から244円/m³に、さらに2014年に250円/m³に値上げされたためである。

表 4-7 補助率、受益者負担率、使用料単価、有収率 (将来予測に用いる)

| 項目 / 自治体 | 菟田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 補助率(R_{fsu}) (%) | 39 | 45 | 42 | 43 |
| 受益者負担率(R_{fco}) (%) | 6 | 3 | 1 | 5 |
| 使用料単価(f_{tr}) (円/m ³) | 192 | 180 | 169 | 260 |
| 有収率 (R_{re}) (%) | 96 | 98 | 99 | 59 |

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

(3) 下水道事業収支

表 4-3~表 4-7 のパラメータと式 (3.1~3.13) を用いて、人口や下水量から建設費、維持管理費、使用料等の各項目と下水道事業収支を算定し、図 4-14 に示した。シミュレーションモデルによる計

算値が実績値の上に位置していることから再現性が高いと考えられ、このモデルを用いて以降のケーススタディを行う。

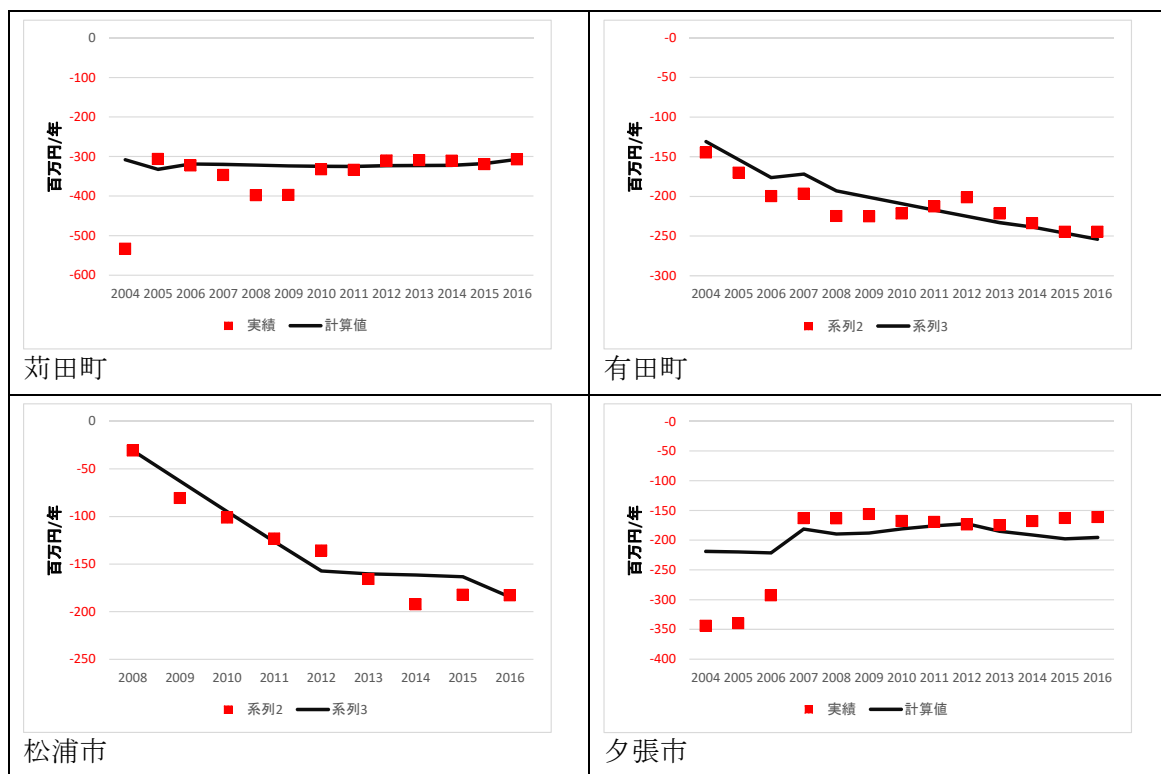


図 4-14 下水道事業収支の実績と計算値

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

(4) 夕張市の財政破綻時の状況

財政破綻した夕張市について、収益的収支、資本収支、収支差引の実績を図 4-15 に示す。夕張市の場合、収入では他会計借入金、支出では他会計借入金、他会計長期借入金返還金が突出していたが、不正な会計操作があったと報告されている (梅原英治, 2010)。

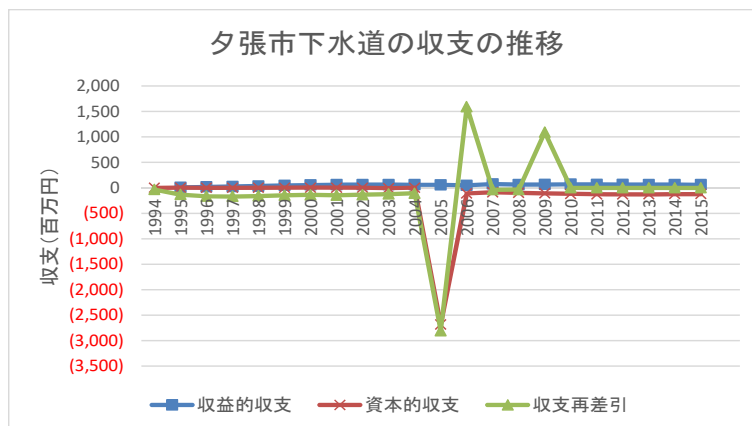


図 4-15 下水道収支の実績

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

これら操作された項目を除外した収支を検討し、収支の実績と計算値を図 4-16 に示す。下水道の赤字が 2003 年で 3.5 億円/年に達しており、当時の地方税収入 10 億円に対して 35%を占めていた。
(持続性指標-35%)

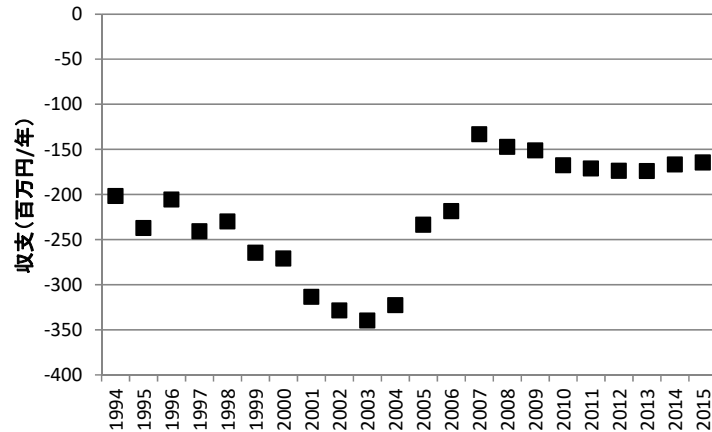


図 4-16 他会計借入金、他会計長期借入金返還金を除いた収支実績

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

表 4.8 に夕張市の地方債残高と公営企業に対する繰出金の実績を示すが、2009 年度の 442 億円から 2015 年度での 367 億円へと 77 億円減少しているが、未だ巨額である。公営企業に対する繰出金では、下水道事業への支出が上水道、病院に比べて大きい。

表 4.8 夕張市の地方債残高と公営企業に対する繰出金の実績

(単位 千円)

| 年度 | 地方債 現在高 | 公営企業等 に対する繰出金 | 公営企業等に対する繰出金内訳 | | | |
|------|------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | | 1 うち上水道 事業会計 | 2 うち交通事 業会計 | 3 うち病院事 業会計 | 4 うち下水道 事業会計 |
| 2002 | 14,796,033 | 1,126,296 | — | — | — | — |
| 2003 | 14,298,954 | 338,328 | — | — | — | — |
| 2004 | 13,710,236 | 406,275 | 40,000 | — | — | — |
| 2005 | 14,873,906 | 1,386,358 | 38 | — | 1,000,000 | — |
| 2006 | 14,462,955 | 32,278,440 | 265,962 | — | 5,850,294 | 1,813,794 |
| 2007 | 13,265,225 | 1,042,805 | 25,516 | — | 177,234 | 117,118 |
| 2008 | 12,246,619 | 980,720 | 24,257 | — | 74,866 | 123,594 |
| 2009 | 44,162,164 | 2,061,477 | 22,368 | — | 132,770 | 1,249,461 |
| 2010 | 43,925,632 | 971,001 | 22,205 | — | 130,553 | 170,980 |
| 2011 | 43,705,429 | 935,329 | 22,357 | — | 128,467 | 173,094 |
| 2012 | 43,485,423 | 1,019,631 | 23,211 | — | 126,490 | 176,205 |
| 2013 | 41,040,434 | 913,468 | 17,750 | — | 99,548 | 176,787 |
| 2014 | 39,071,424 | 940,177 | 17,070 | — | 85,959 | 169,674 |
| 2015 | 36,731,946 | 916,934 | 13,030 | — | 68,945 | 167,439 |

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4.1.7 自治体収入

(1) 行政人口と地方税の関係

先に3章で4自治体の行政人口と地方税収入の推移を図3-9に示し、行政人口と地方税収入には関連があるものとしてこのデータを用いてX軸に行政人口、Y軸に地方税として散布図を作成し、原点を通過する回帰曲線とともに図4-17に示す。ここでは式3.12で自治体収入を求めるものとし、表4-9のパラメータを用いた。

菟田町以外の3自治体では行政人口の増加に対して地方税収入も増加するという傾向が示されている。原点を通る直線で回帰したところ、松浦市、夕張市でR²がそれぞれ0.64、0.8であったが、菟田町、有田町ではR²がマイナスを示すように、相関は自治体ごとに異なっていた。

表 4-9 自治体収入のパラメータ (将来予測に用いる)

| 項目 / 自治体 | 菟田町 | 有田町 | 松浦市 | 夕張市 |
|-----------------------------|-----|------|-----|------|
| 一人当たり地方税(f_{tx}) (千円/人) | 224 | 79.7 | 147 | 88.4 |

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

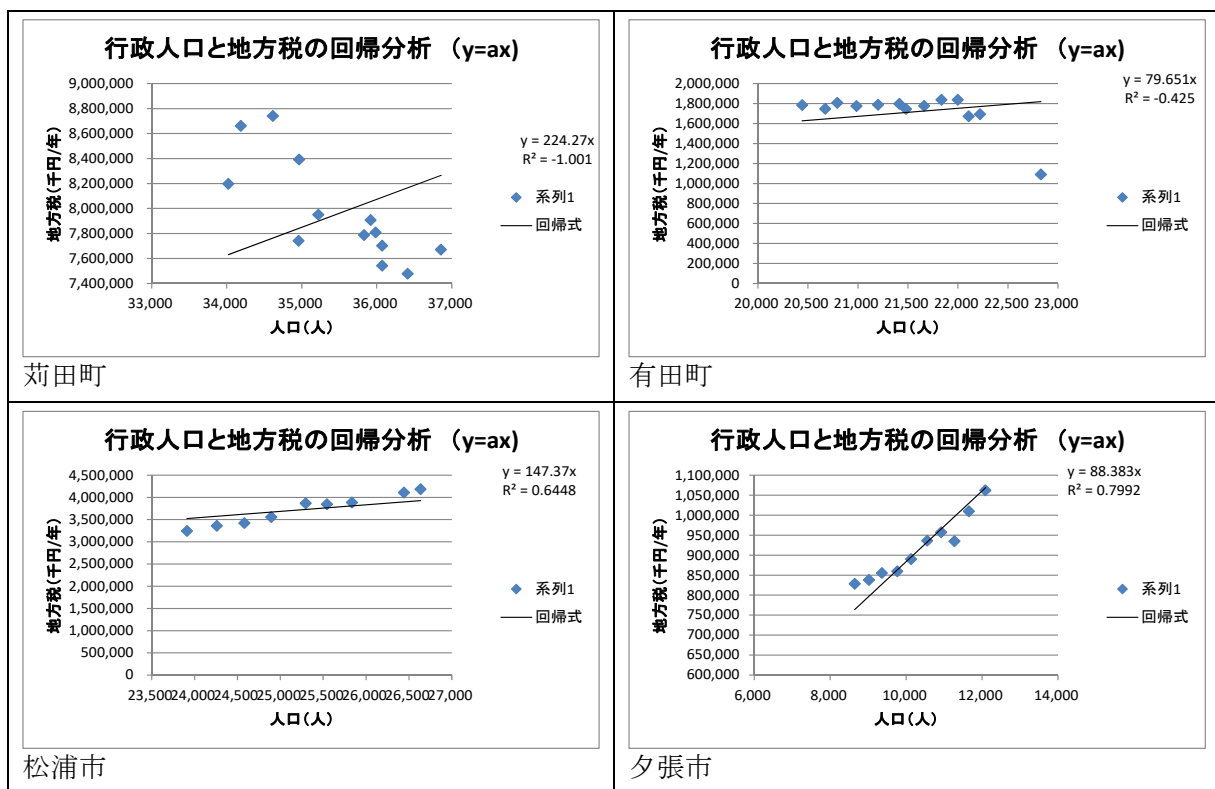


図 4-17 行政人口と地方税の回帰分析

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4.1.8 下水道持続性指標

図 4-14 に示した事業収支を、図 4-17 で示した地方税収で除して求めた下水道事業収支の実績と計算値を図 4-18 に示す。荻田町、有田町、夕張市では 2004 年頃に乖離が見られるが、2007 年以降ではかなり近似している。荻田町と松浦市は実績、計算値とも A ランク、有田町は B ランク、夕張市は、財政破綻した 2006 年では D ランクであったが、その後は B～C ランクで推移している。

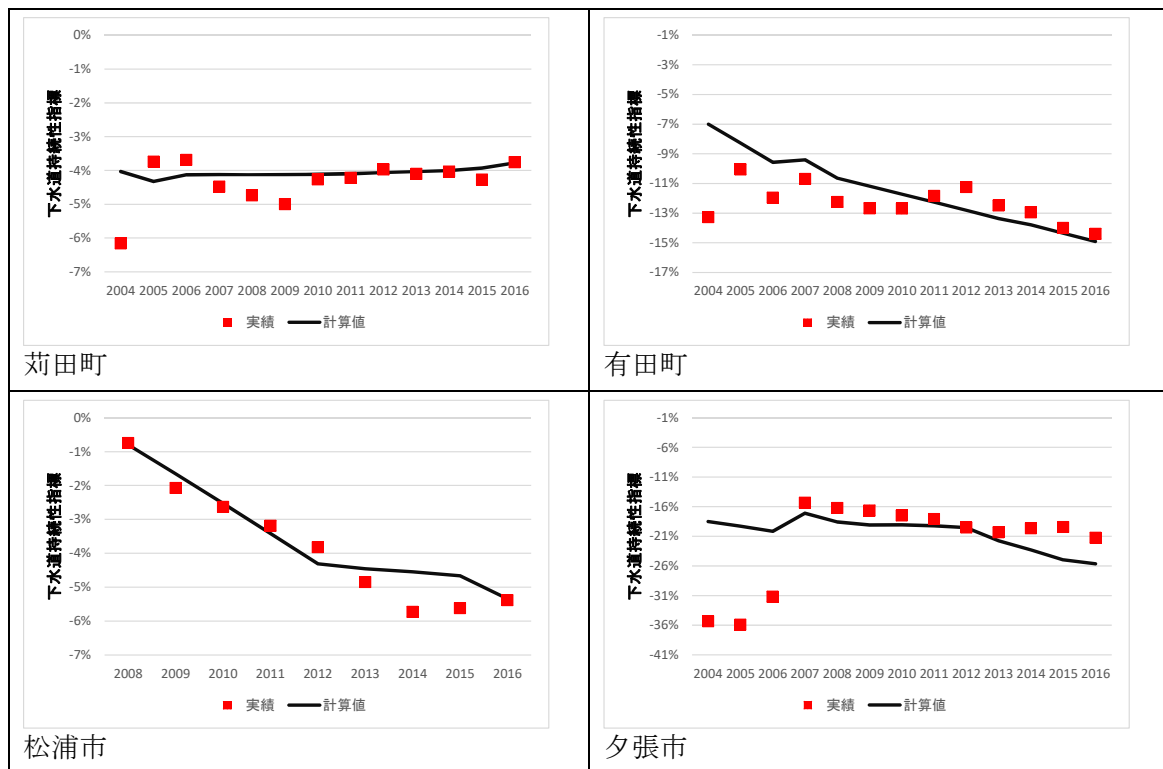


図 4-18 下水道持続性指標の実績と計算値

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4.2 下水道持続性指標の将来予測

前項までで構築したモデルを用い、維持管理費、起債償還費、地方税等を時系列的に計算して下水道持続性指標の将来予測を行った。

(1) 現状の人口動態で推移した場合

選定した 4 つの自治体に対して、行政人口、下水処理人口がこれまでどおりに推移した場合の将来を予測した。行政人口、処理人口の増減率を過去の実績として、その他のパラメータは表 4-3～表 4-7 を用いた。更新費用は、機械電気設備の建設費と同額を供用開始 15、16 年の 2 年に分けて見込み、また既存施設と同率の国庫補助を見込んだ。なお、人口が増加する場合でも既存施設で処理できる人口を上限とし、増設の費用は見込んでいない。下水道持続性指標の予測結果を図 4-19 に示す。

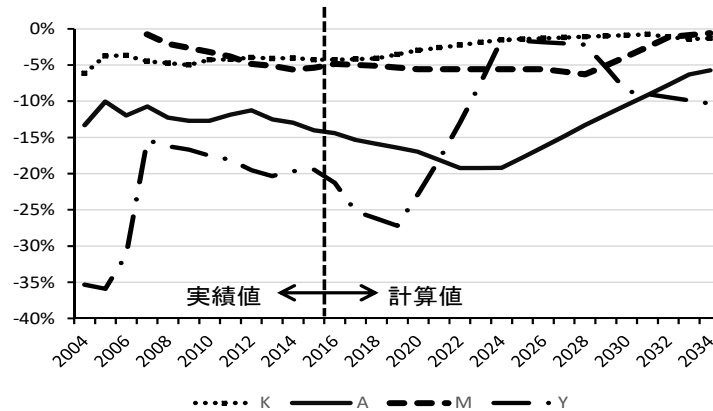


図 4-19 現状の人口動態で推移した場合の下水道持続性指標予測

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) をもとに筆者作成

4つの自治体を比較すると、苅田町は赤字額が最大だったが、持続性指標を示す図 4-19 では松浦市と並んで概ね 0 ~ -5% で推移している。4つの自治体とも起債償還費の増減とともに下水道持続性指標が低下、上昇しているが、有田町と夕張市では変化幅が大きい。これは両自治体では下水道事業収支の自治体収入に対する比率が大きいことが原因である。夕張市で 2030 年以降徐々に下水道持続性指標が悪化しているが、この期間の収支は横ばいであり、人口減少による自治体収入の減少が原因である。

(2) 人口と投資条件を変更したケーススタディ

今後必要になってくる更新投資による影響や、将来の人口増加/減少が過去の傾向と異なった場合を評価するため、前項の予測を含め、次の 3 ケースの予測を行った。

ケース 1: 現状の人口動態で推移した場合

ケース 2: 更新を行わなかった場合

ケース 3: 処理人口が現状維持の場合

1) 福岡県苅田町

苅田町の下水道持続性ランクは A ランクである。ケース 1~3 に対する行政人口、下水道人口、下水量 (日平均)、建設費、維持管理費、償還費、単年度収支、下水道持続性指標を図 4-20 に示す。

この自治体は行政人口、処理人口ともに増加している。このためケース 3 は処理人口が増加せずに現状維持となる。更新の建設費は、2017、18 年と 2031、32 年に想定している。(ケース 1、3)

維持管理費は、いずれのケースでも大差なく横ばいで推移している。償還費は、2018 年、2032 年に増加している。

この結果、単年度収支は更新を行わないケース 2 が最も赤字額が少なく、次いで人口が増加するケース 1 で赤字額が少ない。

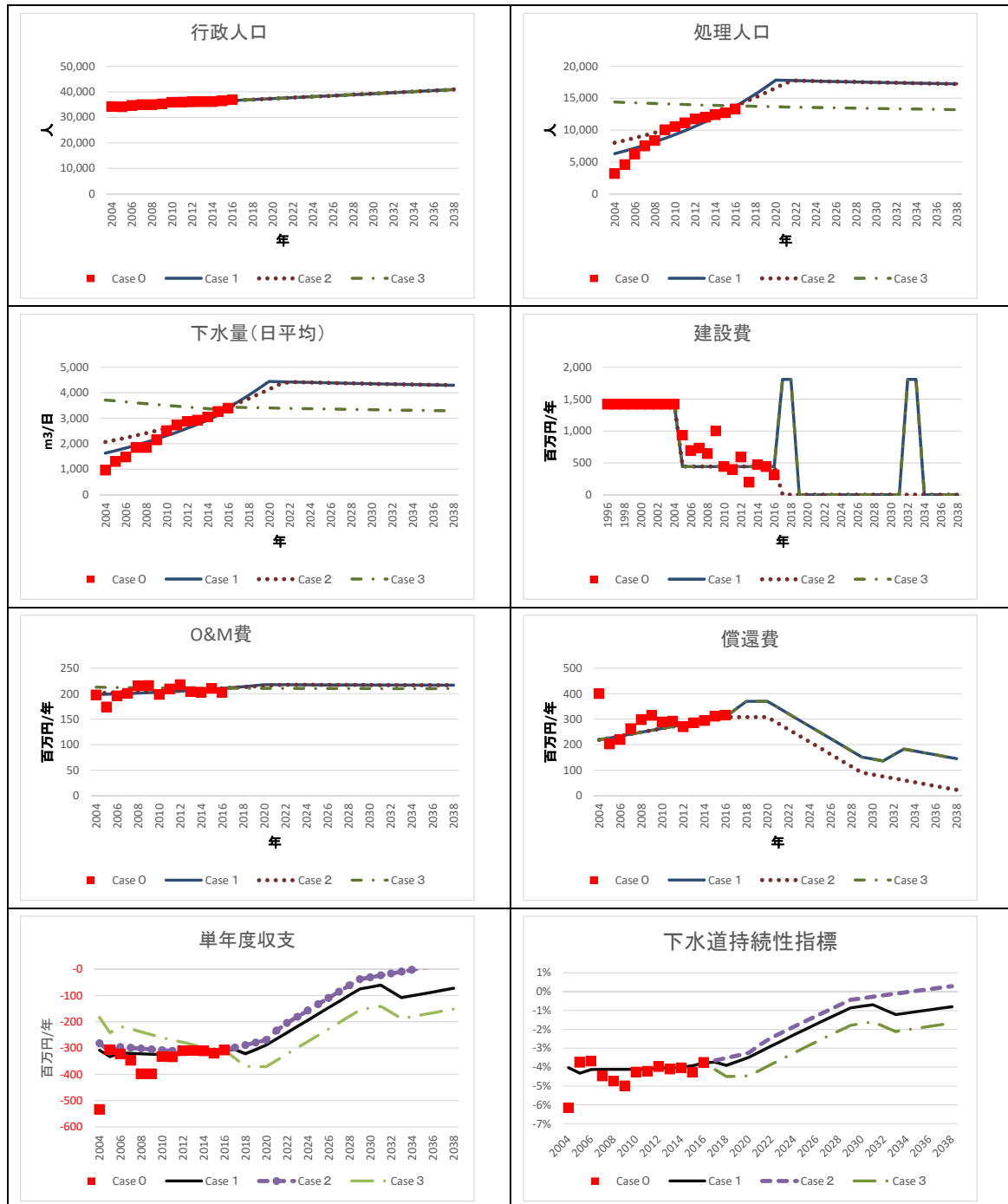


図 4-20 下水道持続性指標のケーススタディ（荊田町）

2) 佐賀県有田町

有田町の下水道持続性ランクはBランクである。ケース1～3に対する行政人口、下水道人口、下水道量（日平均）、建設費、維持管理費、償還費、単年度収支、下水道持続性指標を図化して図4-21に示す。

この自治体は行政人口が減少し、処理人口が増加している。このためケース3は処理人口が増加せずに現状維持となる。更新の建設費は、2017、18年と2031、32年に想定している。（ケース1、3）維持管理費は、水量の増加に伴って増加している。償還費が2021年、2036年に増加しているのは、

表 4-6 に示した起債償還のパラメータの内、猶予期間が 4 年なので、建設費の支出に遅れて返済金が増加したためである。

この結果、単年度収支は更新を行わないケース 2 が最も赤字額が少なく、次いで人口が増加するケース 1 で赤字額が少ない。

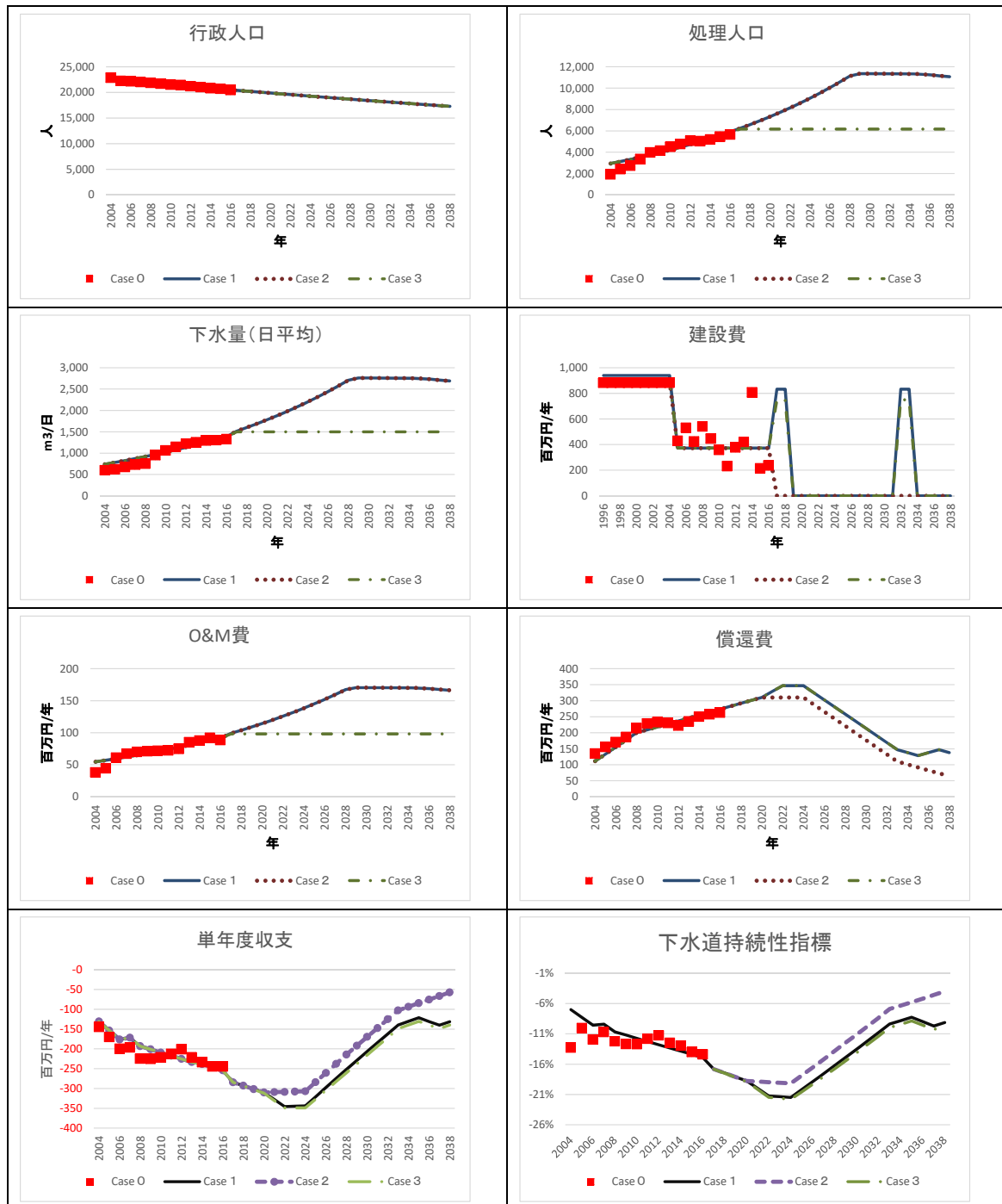


図 4-21 下水道持続性指標のケーススタディ (有田町)

3) 長崎県松浦市

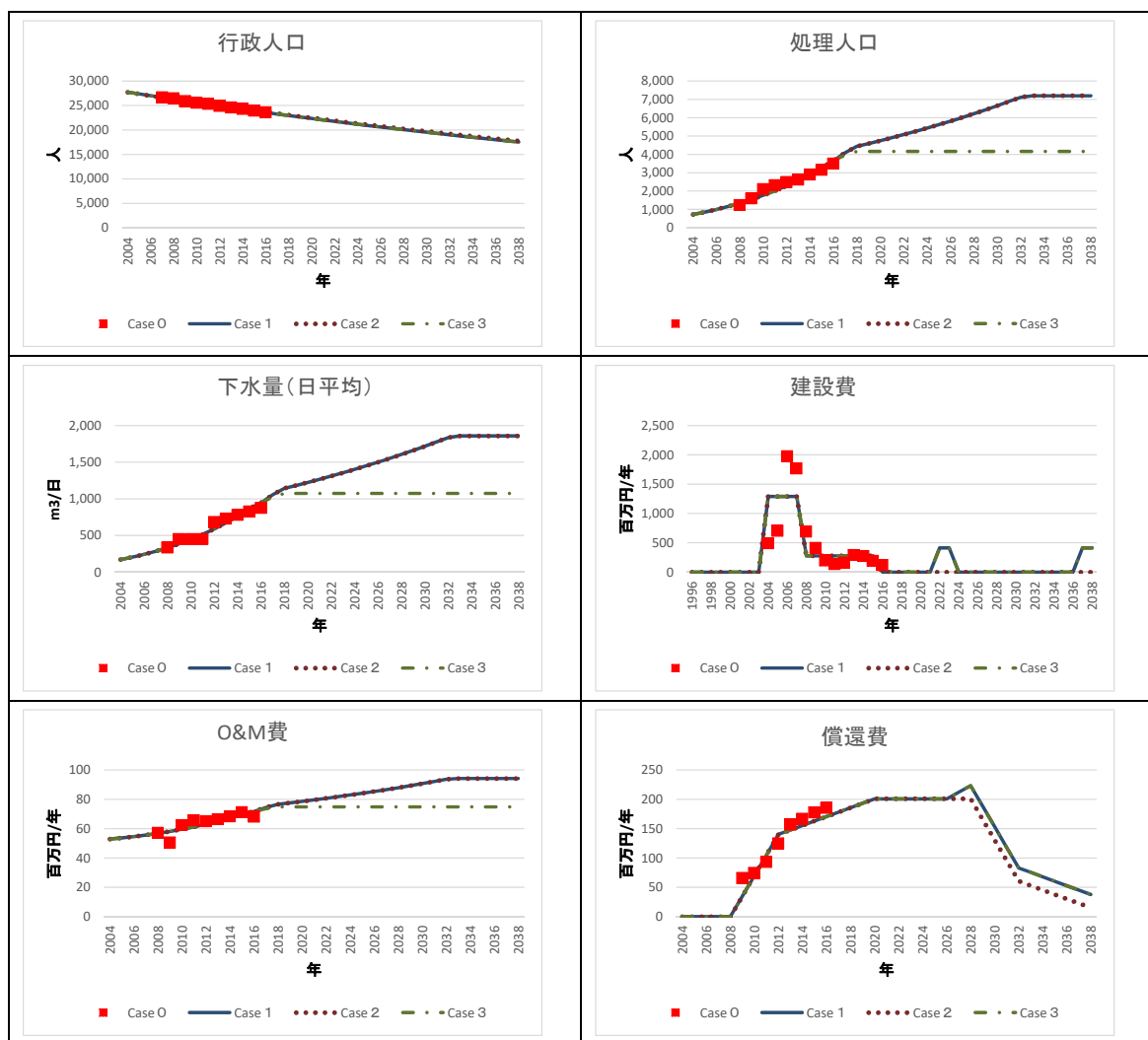
松浦市の下水道持続性ランクは A ランクである。ケース 1~3 に対する行政人口、下水道人口、下

水量（日平均）、建設費、維持管理費、償還費、単年度収支、下水道持続性指標を図化して図 4-22 に示す。

この自治体は行政人口が減少し、処理人口が増加している。このためケース3は処理人口が増加せずに現状維持となる。更新の建設費は、苅田町や有田町より供用開始が遅いため2021、22年と2037、38年に想定している。（ケース1、3）

維持管理費は、水量の増加に伴って増加している。償還費は、2028年、2043年に増加している。これは、表4-6に示した起債償還のパラメータの内、猶予期間が5年なので、建設費の支出に遅れて返済金が増加したためである。

この結果、単年度収支は更新を行わないケース2が最も赤字額が少なく、次いで人口が増加するケース1で赤字額が少ない。



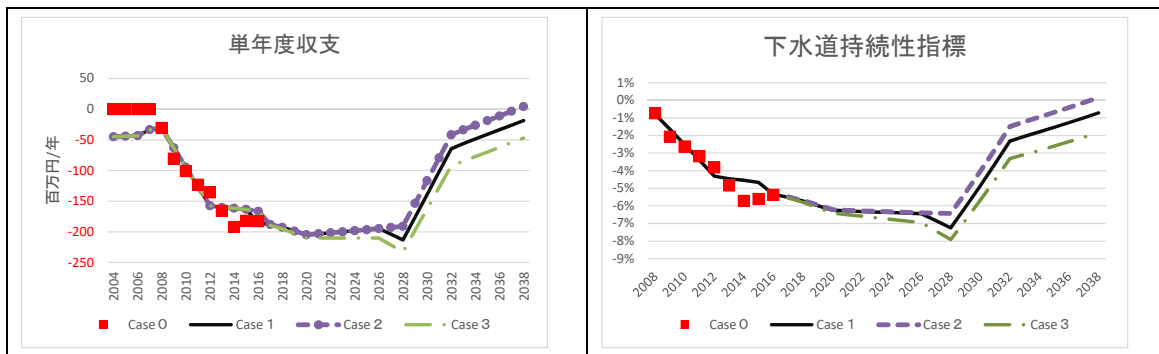


図 4-22 下水道持続性指標のケーススタディ (松浦市)

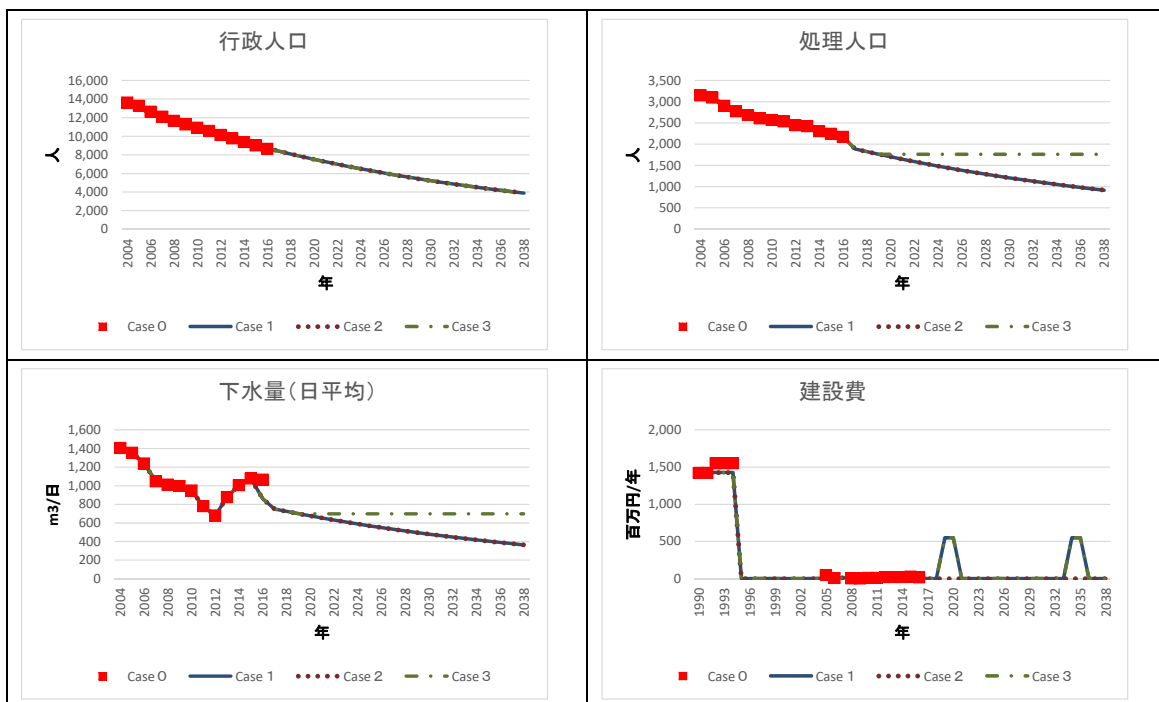
4) 北海道夕張市

夕張市の下水道持続性ランクは、2006 年まで D ランクであったが、その後は B~C ランクで推移している。ケース 1~3 に対する行政人口、下水道人口、下水量 (日平均)、建設費、維持管理費、償還費、単年度収支、下水道持続性指標を図化して図 4-23 に示す。

この自治体は行政人口、処理人口ともに減少している。このためケース 3 は処理人口が減少せずに現状維持となる。更新の建設費は、荻田町や有田町より供用開始が早く既に時期を過ぎていると思われる、2017、18 年と 2032、33 年を想定した。(ケース 1、3)

維持管理費は、水量の減少に伴って減少している。償還費が 2028 年、2043 年に増加しているのは、表 4-6 に示した起債償還のパラメータの内、猶予期間が 10 年なので、建設費の支出に遅れて返済金が増加したためである。

この結果、単年度収支は更新を行わないケース 2 が最も赤字額が少なく、次いで人口が減少しないケース 3 で赤字額が少ない。



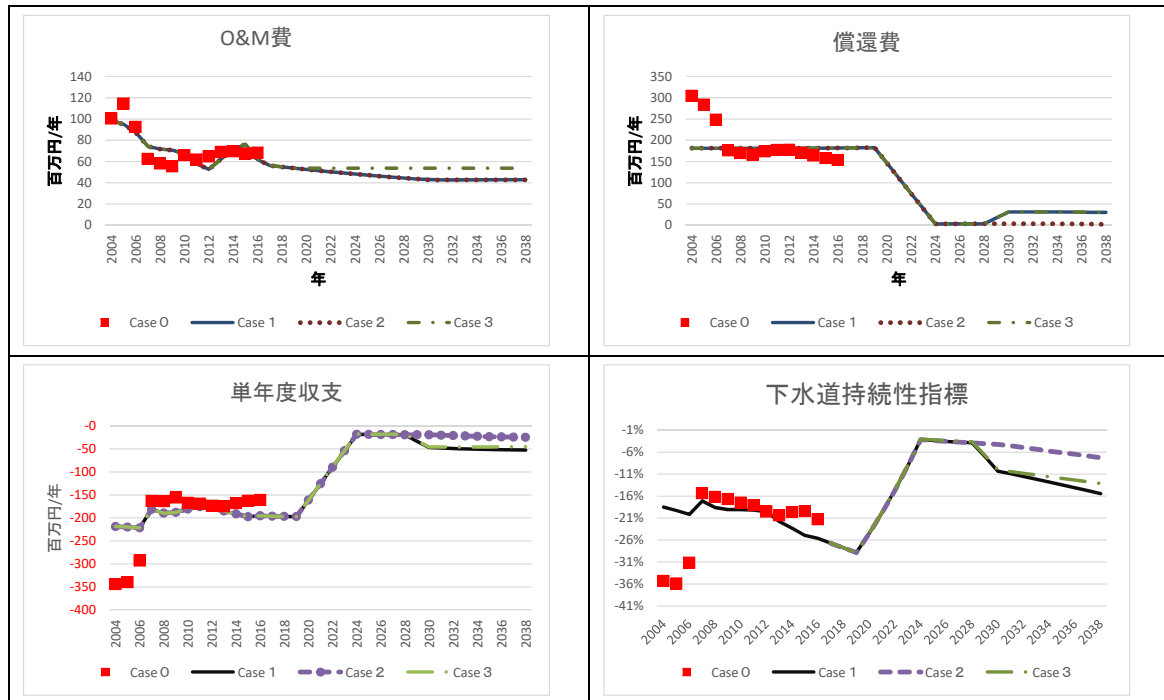


図 4-23 下水道持続性指標のケーススタディ (夕張市)

4.3 本章のまとめ

本章では、第3章で構築したモデルに4つの自治体の実績を分析してパラメータを設定し、現況との適合性を確認した。パラメータ設定の過程で、稼働率と処理コストの関係性を分析し、また多様な要素で決定される起債償還費を、単純なモデルで近似することを試み、一定の適合性を得た。さらに、構築したモデルを使用して、「下水道持続性」のケーススタディを行い、追加の投資額や人口の変化に対する収支を予測するとともに、人口の変化による税収の変化も考慮した下水道持続性を定量的に予測した。

ケーススタディにおいて、現状の人口動態で将来の下水道持続性指標を予測したケース1では、下水道持続性指標が高い自治体では、下水道事業収支が多少変動しても、自治体収入に対して大きな割合を占めていないことから、下水道持続性指標の変動が小さかった。逆のケースでは、下水道事業収支が変動すると、下水道持続性が大きく変化することが明らかとなった。夕張市で2030年以降収支はほぼ一定で推移しているのに徐々に下水道持続性指標が悪化しており、人口減少による自治体収入の減少を反映していた。

更新に係る投資の有無によって、支出に関するインパクトへの影響を見たケース2では、下水処理場の機械・電気設備の更新相当の規模であっても、下水道持続性指標が小さい自治体にあっては、大きな影響があることが明らかになった。また人口の増加が計画と異なり、現在のまま推移した場合の影響を見たケース3では、どの自治体でも人口が少ない場合の方が、下水道持続性指標が小さくなるという結果となった。

今回のケーススタディでは更新投資や人口の増減による影響を分析したが、PPPや広域化、IT活用の影響を見る場合には、コスト部分にそれらの要因を考慮することで対応可能である。

第5章 結論

人口が減少する社会において下水道事業を持続させるためには、整備の方向性、経営形態、財政支援制度などを変更して対応することが求められている。こうした対応を行う際には、コストと効果を検証しながら推進することが必要であり、この観点から、下水道のコストを定量的に時系列的に算定できるシミュレーションモデルが必要と考えた。また、シミュレーションモデルによって効果を定量化できた場合には、何を基準にして評価するかの課題も生じた。つまり、収支が算定され、対策によって赤字額が減少することが予測された場合でも、それを赤字額の削減額、削減率だけで評価するのではなく、別の指標による評価が必要ではないだろうか、との考えから、新たな指標の開発を行った。

論文は、先に評価指標である「下水道持続性指標」を開発し、その指標を定量的、時系列的に算定する「下水道持続性シミュレーションモデル」を構築し、実績に基づいてパラメータを設定して現況を再現できるモデルであることを確認し、ケーススタディによって下水道の持続性を妨げる要因を探るという構成とした。

第2章では、自治体にも「下水道事業に負担できる費用」に限度があり、人口と収入が減少する中で施設の更新などへの投資可能性を定量的に評価するために、下水道の持続性を事業の年次収支と自治体の自主財源（地方税）との比率で評価する「下水道持続性指標」を開発した。下水道持続性指標の大小には、自治体の規模、費用、収入が相互に関係するが、その中でも一人当たりの起債償還費が下水道持続性指標との相関が大きく、限定した条件のなかでの回帰式を導くことができた。

第3章では、「下水道持続性指標」の将来を予測するために、下水道の財務を時系列に予測するシミュレーションモデルを構築した。このモデルは、行政人口の増減、整備率、接続率を変更した場合の算定ができること、下水量の増減に対して適切な維持管理費を算定できるよう、過去の運転実績をもとに下水処理量と維持管理費の関係を活用できること、統計から起債償還費を推定できるものとした。

第4章では、第3章で構築したモデルに既存自治体の実績を分析してパラメータを設定し、シミュレーション結果を実績データと比較して適合性を確認した。これにより維持管理費や起債償還費も、構築したモデルで近似できることを確認した。さらに、構築したモデルを使用して「下水道持続性」のケーススタディを行い、追加の投資額や人口の変化に対する収支を予測するとともに、人口の変化による税収の変化も考慮した下水道持続性を定量的に予測できることを確認した。ケーススタディでは、起債償還費が下水道持続性指標の与える影響が大きいことと、下水道持続性指標が低い場合には、投資などのインパクトが大きく影響することが確認できた。ここでは人口動態や投資の有無による影響のケーススタディを行ったが、本モデルは人口や投資額を細かく設定できるため、PPPや広域化、IT化などの投資の増加やコストの影響を予測できると考えられる。

「下水道持続性指標」は、単純な収支バランスだけで評価できない下水道の持続性について、収支を地方の自主財源との比率で一般化したものである。ナショナルミニマムである下水道も行政サービスのひとつとして、財源とバランスを保ちながら自立的な進めていくための指標として活用できると考えている。また各種施策を評価するためには時系列的な定量モデルが必要であり、ここで構築したモデルが活用可能と考えている。本研究が今後の都市経営に資することができれば幸いである。

参考文献

- 石田晴美.(2017). 石田晴美 経営論集 自治体財政健全化法の効果検証と今後の課題 一 夕張市を教訓に一. 経営論集 Vol.3, No.6(2017) pp.1-17
- 板谷和也、原田昇、太田勝敏.(2002). 公共交通整備費の地方負担制度導入に関する効果分析. 土木計画学研究・論文集. 2002年9月 Vol.19 no.1
- 上野修作・北脇秀敏.(2015). 下水管路建設費の費用関数と適合性に関する検討. 下水道研究発表会論文集.2015年 Vol52, pp.308 - 310
- 上野修作.(2017). 持続可能な下水道に関する研究 ー人口減少における下水処理場維持管理費の要因分析ー. 国際開発学会第28回全国大会報告論文集.pp.641-648
- 上野修作、北脇秀敏.(2016). 下水道の汚水処理原価の要因分析に関する研究. 下水道研究発表会論文集.2016年 Vol53,pp347-349
- 梅原英治.(2010). 北海道夕張市の財政破綻と財政再建計画の検討 (VI) . 大阪経大論文集.第61巻第1号・2010年5月 pp.71-93
- 荻田町. 参照先: 荻田町の紹介: https://www.town.kanda.lg.jp/_1032/_1165/_1508.html (2019年12月18日取得)
- 国立社会保障・人口問題研究所.(平成29年). 日本の将来推計人口 (平成29年推計: . 国立社会保障・人口問題研究所.
- 国土交通省都市・地域整備局下水道部、社団法人日本下水道協会.(2014年8月). 平成16年8月、下水道を取り巻く社会経済情勢と下水道財政・経営の今後の方向、下水道政策研究委員会下水道財政・経営論小委員会中間報告書、参照先:
http://www.mlit.go.jp/crd/sewage/shingikai-iinkai/seiken/seiken15_houseido3d/160909_07.pdf
(2019年12月18日取得)
- 国土交通省.(2019年2月6日). 国土交通省. 参照先: 社会資本整備審議会第10回総会及び交通政策審議会第8回総会合同会議 配布資料、参照先:
https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo01_sg_000035.html (2019年12月18日取得)
- 国土交通省. 下水道の未普及解消のための取り組み、参照先:
http://www.mlit.go.jp/singikai/infra/city_history/city_planning/gesuido_18kaisai/204.pdf (2019年12月18日取得)
- 国土交通省.(2015年2月18日). 「新しい時代の下水道政策のあり方について」 (答申) ~社会資本整備審議会~: https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000264.html
(2019年12月18日取得)

佐賀県有田町. 参照先: 有田町の概要: <https://www.town.arita.lg.jp/main/257.html> (2019年12月18日取得)

日本政策投資銀行、(2014年6月). 人口減少問題研究会 最終報告書. 参照先: https://www.dbj.jp/pdf/investigate/etc/pdf/book1406_03.pdf (2019年12月18日取得)

総務省. 下水道事業の現状と課題 総務省自治財政局 準公営企業室、参照先: https://www.soumu.go.jp/main_content/000555195.pdf (2019年12月18日取得)

総務省.(2004~2016). 地方公営企業年鑑、参照先 : https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/kouei27/index.html (2019年12月18日取得)

総務省.(2019年4月19日). 人口減少社会等における持続可能な公営企業制度のあり方に関する研究会. 人口減少社会等における持続可能な公営企業制度のあり方に関する論点(案) 参照先: https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/population_decline_society/index.html (2019年12月18日取得)

総務省. 平成29年版地方財政白書ビジュアル版(平成27年度決算)、参照先: <https://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/29data/2017data/29020201.html> (2019年12月18日取得)

総務省. 地方税収の構成(令和元年度地方財政計画額)、参照先 : https://www.soumu.go.jp/main_content/000601519.pdf (2019年12月18日取得)

総務省. 早期健全化基準と財政再生基準、参照先 : <http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/kenzenka/index3.html> (2019年12月18日取得)

総務省. 国税・地方税の税収内訳(平成29年度決算額)、参照先 : https://www.soumu.go.jp/main_content/000604254.pdf (2019年12月18日取得)

総務省. 健全化判断比率の算定、参照先: <http://www.soumu.go.jp/iken/zaisei/kenzenka/index2.html> (2019年12月18日取得)

総務省.(2006). 「今後の下水道財政の在り方に関する研究会」報告書、総務省自治財政局地域企業経営企画室 平成18年3月、参照先 https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichigyousei/c-gyousei/gesuido_zaisei/pdf/060310_saisyuu.pdf (2019年12月18日取得)

総務省.(2018). 「下水道財政のあり方に関する研究会」中間報告書、総務省自治財政局準公営企業室 平成30年12月、参照先 : https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01zaisei06_02000200.html (2019年12月18日取得)

総務省.(2015). 「地方財政の健全化及び地方債制度の見直しに関する研究会」報告書総務省自治財政局地方債課 総務省自治財政局財務調査課、平成27年12月.参照先 : https://www.soumu.go.jp/main_content/000388459.pdf

- 総務省. (2005). 平成 17 年版 地方財政白書. 総務省. 参照先:
https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/hakusyo/chihou/17data/ (2019 年 12 月 18 日取得)
- 総務省. (2004~2016). 参照先: 総務省 | 地方財政状況調査関係資料 | 市町村別決算状況調:
http://www.soumu.go.jp/iken/kessan_jokyo_2.html (2019 年 12 月 18 日取得)
- 竹内佐和子. (2000). フランス型地方公共サービスのビジネスモデルの特徴. 公共選択の研究. 2000 年 2000 巻 35 号 p. 40-44
- 只友景士. (1997). 下水道事業の効率性と費用負担 財政学研究 (1997), 22: 56-63.
- 内閣府. (2013). 平成 25 年度 年次経済財政報告、参照先 : https://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je13/index_pdf.html (2019 年 12 月 18 日取得)
- 内閣府. (2010). 2030 年のアジア –アジア経済の長期展望と 自律的發展のための課題. 内閣府. 平成 22 年 11 月 19 日、参照先 :
http://www.esri.go.jp/jp/workshop/forum/101105/gijishidai45_1.pdf (2019 年 12 月 18 日取得)
- 長崎県松浦市. 参照先: 松浦市の沿革: https://www.city-matsuura.jp/top/shiseijoho/shinogaiyo_aramashi/index.html (2019 年 12 月 18 日取得)
- 灘英樹、細井由彦、増田貴則、赤尾聡史. (2010). 財政と住民便益から見た人口減少下における下水道整備の検討. 下水道協会誌. 47 巻 573 号, 135-144, 2010-07-15
- 細井 由彦貴則, 赤尾 聡史, 灘 英樹, 高田 大資増田. (2012). 人口減少が進む小規模事業体における下水道の長寿命化及び更新政策. 土木学会論文集 G(環境) , Vol68, No.7 III_681-III_690

謝辞

本研究を進めるにあたり、主指導教員として終始熱心に的確なご指導を頂いた国際地域学部の北脇秀敏教授に心より感謝申し上げます。教員業務、大学のマネジメント業務と研究にお忙しい中、昼夜を問わずに丁寧にご指導を頂きました。

副指導教員として、要所での的確なご助言を頂きました国際地域学部の荒巻俊也教授にも深く感謝いたします。

審査に当たってはその過程で数々の貴重なご指導を頂きました松丸亮教授、及び花木啓祐教授に深く感謝いたします。

大学院生発表会や研究会での議論では、国際地域学研究科の先生方、及び北脇研究室の皆様にも、多くの知識や示唆を頂きました。心より御礼申し上げます。

付録：下水道事業持続性指標のランキング

| No. | 供用開始 | 行政人口 (人) | 処理人 口 (人) | 一人当使 用料(千 円/人年) | 一人当維 持管理費 (千円/人年) | 一人当償 還費(千 円/人年) | 一人当支 出(千円/ 人年) | 一人当収 支(千円/ 人年) | 一人当税 収(千円/ 人年) | 持続性指 標 |
|-----|------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | S.52. 5.30 | 6,566 | 4,731 | 43.5 | 35.6 | 6.1 | 41.7 | 1.8 | 288.7 | 0.5% |
| 2 | S.42. 2.10 | 89,679 | 55,983 | 15.8 | 5.9 | 11.6 | 17.6 | -1.8 | 147.5 | -0.8% |
| 3 | S.33.12. 1 | 118,761 | 66,858 | 18.0 | 9.2 | 12.8 | 22.0 | -4.0 | 115.6 | -2.0% |
| 4 | S.54. 6. 1 | 89,265 | 58,186 | 22.8 | 8.1 | 21.8 | 29.9 | -7.1 | 152.1 | -3.0% |
| 5 | S.60. 4. 1 | 25,607 | 21,893 | 20.8 | 9.9 | 17.3 | 27.2 | -6.3 | 147.7 | -3.7% |
| 6 | S.54. 4.28 | 61,970 | 35,255 | 12.8 | 9.3 | 10.4 | 19.7 | -6.9 | 102.7 | -3.8% |
| 7 | S.59. 4. 1 | 62,390 | 40,246 | 15.7 | 10.2 | 18.0 | 28.2 | -12.6 | 211.5 | -3.8% |
| 8 | S.57.10. 1 | 21,201 | 17,199 | 17.2 | 10.0 | 13.4 | 23.4 | -6.2 | 108.1 | -4.7% |
| 9 | S.58. 3.31 | 60,714 | 34,145 | 11.9 | 7.6 | 13.8 | 21.3 | -9.4 | 87.9 | -6.0% |
| 10 | H. 2.10. 1 | 114,170 | 82,930 | 11.8 | 11.5 | 22.6 | 34.1 | -22.3 | 244.2 | -6.6% |
| 11 | S.47. 2. 1 | 58,964 | 57,009 | 14.8 | 10.2 | 13.9 | 24.1 | -9.3 | 132.6 | -6.8% |
| 12 | S.62. 7. 1 | 3,512 | 3,430 | 18.6 | 18.2 | 19.1 | 37.3 | -18.7 | 262.8 | -6.9% |
| 13 | S.52. 7. 1 | 36,815 | 31,526 | 22.3 | 12.9 | 20.3 | 33.2 | -10.9 | 131.0 | -7.1% |
| 14 | S.56. 4. 1 | 67,062 | 41,162 | 20.3 | 10.2 | 23.9 | 34.1 | -13.8 | 117.3 | -7.2% |
| 15 | S.60. 4. 1 | 59,211 | 40,785 | 18.0 | 8.6 | 24.4 | 32.9 | -15.0 | 129.1 | -8.0% |
| 16 | S.60. 6. 1 | 23,978 | 18,090 | 20.5 | 10.4 | 22.7 | 33.1 | -12.6 | 118.0 | -8.0% |
| 17 | H.11. 3. 1 | 16,085 | 8,565 | 25.2 | 10.2 | 35.4 | 45.6 | -20.4 | 129.4 | -8.4% |
| 18 | S.58.10. 1 | 41,541 | 26,640 | 20.2 | 9.5 | 26.9 | 36.4 | -16.2 | 123.1 | -8.4% |
| 19 | S.58. 7. 1 | 66,520 | 53,622 | 17.6 | 9.1 | 30.0 | 39.2 | -21.5 | 203.2 | -8.5% |
| 20 | H. 2. 6. 1 | 170,430 | 87,324 | 14.3 | 11.8 | 29.5 | 41.3 | -27.0 | 160.7 | -8.6% |
| 21 | H. 1. 4. 1 | 34,161 | 23,266 | 17.2 | 11.4 | 22.6 | 34.0 | -16.8 | 131.1 | -8.7% |
| 22 | S.56. 4. 1 | 3,189 | 2,324 | 45.7 | 39.7 | 20.8 | 60.5 | -14.8 | 121.1 | -8.9% |
| 23 | S.37.12. 1 | 3,701 | 2,839 | 45.5 | 33.1 | 26.0 | 59.1 | -13.6 | 111.8 | -9.3% |
| 24 | H. 1.10. 2 | 8,163 | 5,583 | 46.3 | 23.2 | 86.6 | 109.8 | -63.5 | 464.3 | -9.4% |
| 25 | S.63.10. 1 | 82,164 | 45,342 | 22.4 | 10.9 | 34.0 | 45.0 | -22.6 | 127.2 | -9.8% |
| 26 | S.60. 4. 1 | 23,725 | 17,659 | 18.8 | 13.5 | 24.8 | 38.3 | -19.6 | 131.1 | -11.1% |
| 27 | S.56. 9. 1 | 48,788 | 35,829 | 18.1 | 10.4 | 34.9 | 45.3 | -27.2 | 173.6 | -11.5% |
| 28 | H.11. 4. 1 | 10,570 | 7,026 | 13.8 | 22.3 | 55.3 | 77.7 | -63.8 | 355.3 | -11.9% |
| 29 | S.55. 3.31 | 121,211 | 68,346 | 20.6 | 10.2 | 43.3 | 53.5 | -32.9 | 153.7 | -12.1% |
| 30 | H. 2. 3.31 | 15,836 | 11,021 | 17.5 | 11.0 | 33.6 | 44.6 | -27.1 | 149.4 | -12.6% |
| 31 | H.11. 3.29 | 33,377 | 19,198 | 12.9 | 17.1 | 34.1 | 51.3 | -38.4 | 172.7 | -12.8% |

| No. | 供用開始 | 行政人口 (人) | 処理人 口 (人) | 一人当使 用料(千 円/人年) | 一人当維 持管理費 (千円/人年) | 一人当償 還費(千 円/人年) | 一人当支 出(千円/ 人年) | 一人当収 支(千円/ 人年) | 一人当税 収(千円/ 人年) | 持続性指 標 |
|-----|------------|-------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| 32 | S.59. 3.30 | 21,960 | 11,503 | 23.6 | 20.7 | 27.7 | 48.4 | -24.8 | 100.8 | -12.9% |
| 33 | H. 8. 3.25 | 15,487 | 11,501 | 24.4 | 10.6 | 42.1 | 52.7 | -28.3 | 150.8 | -13.9% |
| 34 | S.50. 7.20 | 13,404 | 7,021 | 24.4 | 19.8 | 26.6 | 46.3 | -22.0 | 82.3 | -14.0% |
| 35 | H. 8. 3. 1 | 17,153 | 9,708 | 17.5 | 12.2 | 35.5 | 47.7 | -30.3 | 121.2 | -14.1% |
| 36 | H. 2. 7. 1 | 22,249 | 15,539 | 17.6 | 15.5 | 25.2 | 40.8 | -23.2 | 113.9 | -14.2% |
| 37 | H.12. 3.31 | 9,430 | 6,152 | 10.9 | 12.7 | 35.0 | 47.8 | -36.9 | 168.0 | -14.3% |
| 38 | H.10. 4. 1 | 7,311 | 4,197 | 21.2 | 19.7 | 48.3 | 68.0 | -46.8 | 178.1 | -15.1% |
| 39 | H. 8.10. 1 | 5,674 | 3,517 | 16.7 | 20.4 | 34.5 | 54.9 | -38.3 | 157.2 | -15.1% |
| 40 | H.10. 4. 1 | 18,352 | 15,249 | 17.1 | 13.9 | 26.3 | 40.2 | -23.1 | 120.4 | -16.0% |
| 41 | H. 4. 3.25 | 19,280 | 12,565 | 26.1 | 13.2 | 44.5 | 57.7 | -31.7 | 126.4 | -16.3% |
| 42 | S.59. 3.30 | 43,498 | 32,379 | 15.7 | 9.2 | 27.1 | 36.3 | -20.6 | 88.6 | -17.3% |
| 43 | S.62.10. 1 | 11,794 | 8,054 | 16.1 | 16.2 | 42.9 | 59.1 | -43.0 | 166.6 | -17.6% |
| 44 | H. 7.10.26 | 39,847 | 22,441 | 18.3 | 12.8 | 40.9 | 53.7 | -35.4 | 112.9 | -17.7% |
| 45 | H. 1. 4. 1 | 3,904 | 2,205 | 18.6 | 17.4 | 43.1 | 60.4 | -41.9 | 133.7 | -17.7% |
| 46 | H. 6. 4. 1 | 33,001 | 23,552 | 11.0 | 6.3 | 26.8 | 33.1 | -22.2 | 87.5 | -18.1% |
| 47 | S.63. 3.30 | 55,909 | 29,210 | 18.8 | 10.9 | 50.2 | 61.0 | -42.3 | 121.4 | -18.2% |
| 48 | S.61. 9. 1 | 10,286 | 6,488 | 14.0 | 15.6 | 29.8 | 45.4 | -31.4 | 106.6 | -18.6% |
| 49 | H. 1.10. 1 | 23,052 | 12,685 | 21.9 | 16.9 | 45.8 | 62.7 | -40.8 | 119.4 | -18.8% |
| 50 | H. 9. 4. 1 | 13,773 | 10,348 | 26.0 | 22.2 | 33.9 | 56.1 | -30.1 | 113.0 | -20.0% |
| 51 | S.56.10. 1 | 20,000 | 17,118 | 20.3 | 17.1 | 30.5 | 47.6 | -27.3 | 113.1 | -20.6% |
| 52 | H.16.12.24 | 4,700 | 2,499 | 20.2 | 19.6 | 51.5 | 71.1 | -50.9 | 127.5 | -21.2% |
| 53 | H. 2. 4. 1 | 34,547 | 19,330 | 21.4 | 11.6 | 53.0 | 64.5 | -43.1 | 113.5 | -21.2% |
| 54 | H. 8.10. 1 | 3,993 | 2,754 | 11.6 | 15.7 | 43.2 | 58.9 | -47.3 | 151.2 | -21.6% |
| 55 | H.11. 4. 1 | 15,463 | 8,811 | 17.5 | 15.0 | 63.0 | 78.0 | -60.5 | 159.2 | -21.6% |
| 56 | H. 9. 4. 1 | 15,168 | 12,360 | 20.2 | 11.8 | 48.3 | 60.0 | -39.8 | 144.9 | -22.4% |
| 57 | H. 5.11. 1 | 6,439 | 3,568 | 10.9 | 33.9 | 38.9 | 72.8 | -62.0 | 153.0 | -22.4% |
| 58 | H. 3. 7. 1 | 10,956 | 8,143 | 15.8 | 12.1 | 32.3 | 44.4 | -28.6 | 94.0 | -22.6% |
| 59 | H. 2. 3.24 | 4,947 | 2,927 | 21.7 | 12.7 | 58.4 | 71.1 | -49.3 | 127.7 | -22.9% |
| 60 | H. 1.10. 1 | 11,155 | 6,042 | 15.2 | 13.3 | 50.5 | 63.8 | -48.7 | 113.0 | -23.3% |
| 61 | H. 8.10. 1 | 14,178 | 7,821 | 17.8 | 15.7 | 41.9 | 57.6 | -39.8 | 87.0 | -25.2% |
| 62 | S.60. 3.31 | 6,963 | 4,948 | 21.8 | 22.9 | 39.1 | 62.0 | -40.2 | 102.4 | -27.9% |
| 63 | H. 8. 3.29 | 4,581 | 2,978 | 17.0 | 24.3 | 49.8 | 74.1 | -57.1 | 132.6 | -28.0% |
| 64 | S.57. 3.25 | 21,861 | 16,425 | 22.5 | 12.5 | 49.9 | 62.4 | -39.9 | 105.7 | -28.4% |

| No. | 供用開始 | 行政人口 (人) | 処理人 口 (人) | 一人当使 用料(千 円/人年) | 一人当維 持管理費 (千円/人年) | 一人当償 還費(千 円/人年) | 一人当支 出(千円/ 人年) | 一人当収 支(千円/ 人年) | 一人当税 収(千円/ 人年) | 持続性指 標 |
|------|------------|---------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 65 | H.10. 4. 1 | 25,385 | 14,406 | 15.4 | 15.1 | 53.6 | 68.7 | -53.3 | 106.3 | -28.5% |
| 66 | S.61. 3.31 | 16,125 | 13,902 | 17.5 | 13.5 | 47.1 | 60.5 | -43.1 | 129.2 | -28.7% |
| 67 | S.63. 7. 1 | 7,032 | 5,591 | 15.8 | 15.0 | 50.5 | 65.5 | -49.7 | 136.1 | -29.0% |
| 68 | H. 3. 3.30 | 29,922 | 18,212 | 25.5 | 15.8 | 67.6 | 83.4 | -57.8 | 120.9 | -29.1% |
| 69 | H. 5. 8. 2 | 9,028 | 5,638 | 34.3 | 20.3 | 90.8 | 111.2 | -76.9 | 164.4 | -29.2% |
| 70 | H. 3. 3.28 | 7,388 | 4,481 | 15.1 | 13.9 | 62.7 | 76.6 | -61.5 | 125.7 | -29.7% |
| 71 | S.62.10. 1 | 9,117 | 6,167 | 29.2 | 24.9 | 65.9 | 90.8 | -61.6 | 135.9 | -30.6% |
| 72 | H.15.10. 1 | 5,431 | 3,107 | 14.2 | 28.3 | 39.4 | 67.7 | -53.5 | 92.2 | -33.2% |
| 73 | H. 8.10. 1 | 9,741 | 5,643 | 16.6 | 17.7 | 65.7 | 83.4 | -66.8 | 114.6 | -33.8% |
| 74 | S.62.10. 1 | 7,701 | 4,232 | 16.8 | 17.6 | 79.7 | 97.3 | -80.5 | 130.6 | -33.9% |
| 75 | H. 1. 4. 1 | 26,884 | 26,256 | 13.1 | 7.8 | 40.4 | 48.2 | -35.2 | 98.4 | -34.9% |
| 76 | H. 8.10. 1 | 3,342 | 2,521 | 12.1 | 18.9 | 38.4 | 57.3 | -45.2 | 96.8 | -35.2% |
| 77 | H. 4.10. 1 | 5,462 | 2,871 | 20.5 | 37.6 | 70.5 | 108.1 | -87.6 | 129.6 | -35.5% |
| 78 | H. 6. 3.10 | 4,540 | 3,462 | 14.4 | 14.4 | 41.1 | 55.5 | -41.0 | 87.7 | -35.7% |
| 79 | H.14.10. 1 | 7,251 | 3,932 | 19.7 | 25.5 | 61.9 | 87.4 | -67.7 | 98.2 | -37.4% |
| 80 | H. 1. 3.29 | 30,209 | 24,845 | 18.1 | 14.8 | 71.0 | 85.8 | -67.7 | 142.4 | -39.1% |
| 81 | H. 1.10. 1 | 19,372 | 14,304 | 20.0 | 14.7 | 60.2 | 74.8 | -54.8 | 93.5 | -43.3% |
| 82 | H. 1. 5.16 | 28,019 | 15,299 | 17.9 | 11.2 | 87.0 | 98.2 | -80.3 | 98.8 | -44.4% |
| 83 | H.12.10.18 | 10,096 | 8,618 | 22.2 | 9.0 | 63.1 | 72.1 | -49.8 | 91.9 | -46.3% |
| 84 | H. 2. 4. 1 | 3,738 | 3,020 | 17.5 | 24.6 | 65.0 | 89.6 | -72.1 | 124.8 | -46.7% |
| 85 | H. 1. 3.31 | 14,549 | 9,901 | 23.5 | 15.7 | 87.6 | 103.2 | -79.7 | 106.6 | -50.9% |
| 86 | H. 3. 3.25 | 14,632 | 9,238 | 23.3 | 94.3 | 63.5 | 157.8 | -134.5 | 116.0 | -73.2% |
| 平均 | | 28,309 | 18,485 | 19.7 | 16.6 | 40.9 | 57.5 | -37.8 | 137.7 | -19.7% |
| 標準偏差 | | 31,231 | 19,034 | 7.1 | 11.0 | 19.5 | 24.5 | 23.6 | 56.5 | 13.3% |

出所) (総務省自治財政局, 2004~2016) (総務省, 2004~2016) を基に筆者作成