

松 山 大 学 論 集
第 35 卷 第 1 号 抜 刷
2 0 2 3 年 4 月 発 行

公 共 料 金 の 経 済 分 析
— 松 山 市 を 事 例 と し て —

濱 本 賢 二

公共料金の経済分析

—— 松山市を事例として ——

濱 本 賢 二

概 要

我が国の水道事業は、人口減少に伴う水道料金収入の減少と、老朽化した水道施設の更新費用や巨大地震に備えるための耐震化費用の増大により、水道料金の引き上げという課題に直面している。

本稿の分析対象である松山市も例外ではなく、22年ぶりの水道料金の改正を検討していることが示された。検討すべきポイントとして、「基本料金と従量料金の配分割合」と「従量料金の逡増度」が掲げられている。本稿は、これらの二点に焦点を当て、制度の詳細を踏まえ、うえで経済学的分析を行い、料金改定が目指すべき方向性を明らかにしている。

1. は じ め に

我が国の水道事業は、そのほとんどが地方公共団体の公営企業によって運営されており（江夏，2014）、人口減少に伴う水道料金収入の減少と、老朽化した水道施設の更新費用や巨大地震に備えるための耐震化費用の増大という、喫緊の課題に直面している。そこで、2018年に改正された水道法では、将来の急激な水道料金の引き上げを避けるための対策を図ることが盛り込まれた。住民生活に必要な水道サービスを持続的に提供していくため、今後、適切な料金設定が各水道事業者において議論されるものと考えられる。

松山市においても、「松山市上下水道事業経営審議会（以降、「審議会」と表

記する。)」の答申を受け、2023年4月に水道料金を改正する検討をしていることが明らかになった。水道料金の引き上げとなれば、消費税増税に伴うものを除けば、2001年4月以来、22年ぶりの改正となる。

審議会の答申内容を確認すると、水道料金体系に関して、①基本料金への配分割合を段階的に引き上げること、②逡増制が採用されている従量料金単価の逡増度を緩和すること、を主な内容としている。ただし、それらの理由については、「経営の安定化」や「水需要の変化」といった一般的表記にとどめ、詳細は示されていない。水道料金体系は経済モデルから確立されたものであるため、水道料金の検討には、制度を踏まえうえて経済学的分析を行うことが必要である。そこで、本稿は、この視点から松山市の水道料金改定を考察し、改定の方向性を明らかにすることを目的とする。分析対象は、改定が予定されている松山市の上水道の料金である。

本稿の構成は、次のとおりである。まずは第2節において、分析をするうえで必要な準備として、水道料金の経済モデルと、モデルに対応する制度的運用を説明する。次に、第3節では、実際の制度に立脚した計算方法を示し、具体的データを用いて松山市の水道料金体系を分析する。続く第4節では、分析から抽出した検討課題について考察し、料金改定の目指すべき方向性を明らかにして最後にまとめとする。

2. 公益企業の価格設定の理論と運用

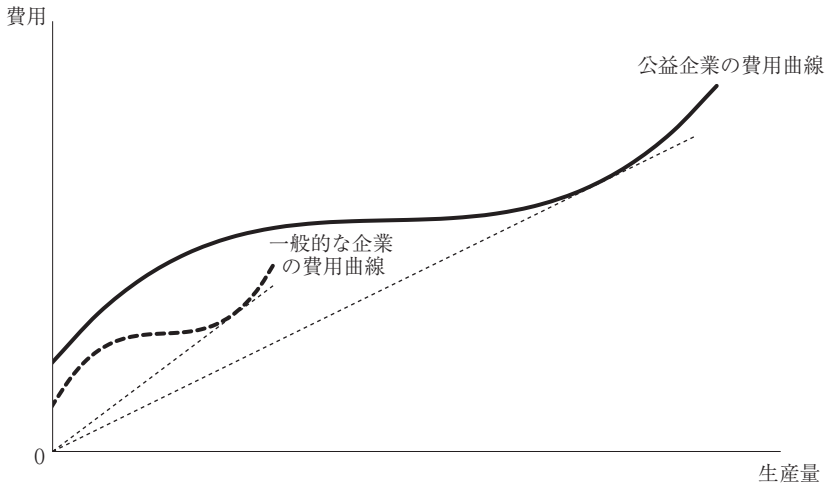
公益企業の価格設定を考えると、「短期」と「長期」の費用曲線の形状が問題となる。これらは、「水道事業」の特殊性の故に、経済モデルで一般的に想定される費用曲線とは異なる形状となることをまずは押さえておく必要がある。

2.1 短期費用曲線

公益企業は、大規模な資本設備を投入して、大規模な生産を行う。そのため、

公益企業の短期における総費用曲線は、図1に示すとおり、一般的な企業の費用曲線と比べて、固定費用を表した切片の値が大きく、且つ、生産の規模がかなり大きくなるまで平均費用が逓減する形状で描かれることになる。すなわち、固定資本設備が一定(施設規模=水道施設能力は不変)である短期のもとでは、平均固定費用は逓減し、且つ、大規模な固定資本設備のもとで生産するため、生産量がかなり大きい水準となるまで、可変的生産要素の1単位の追加から得られる生産物の増加(限界生産物)は逓増する(=短期限界費用は逓減する)と考えられる。従って、施設規模の大きい公益企業の場合、生産の規模がかなり大きくなるまで平均費用は逓減するわけである。

図1 公益企業の短期の総費用曲線

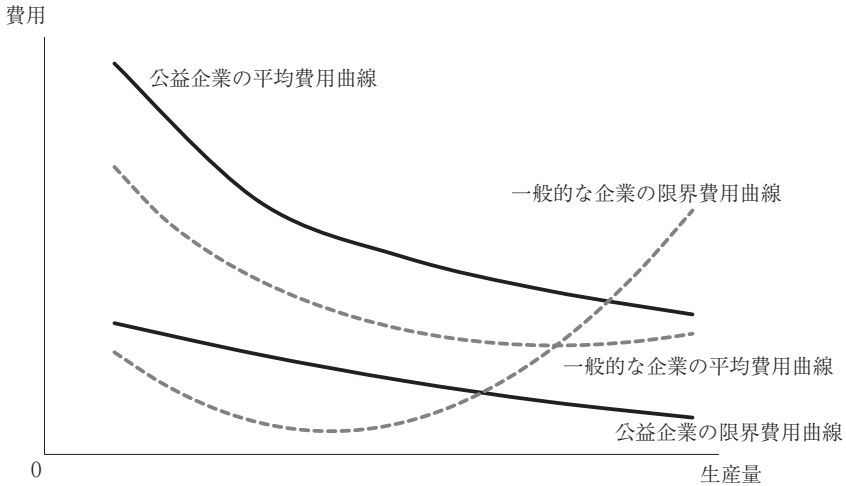


出所) 筆者作成。

そうであれば、公益企業の短期における平均費用曲線と限界費用曲線は、図2のとおりとなる。総費用曲線の形状により、生産量がかなり大きくなるまで、公益企業の平均費用は減少から増加に転じないため、公益企業の平均費用曲線は、右下がりの部分が非常に長くなる。また、生産量がかなり大きくなるまで、

総費用曲線の接線の傾きは最小にならないため、一般的な企業と比べて公益企業は、限界費用曲線も右下がりの部分が長くなる。

図2 公益企業の短期の平均費用曲線と限界費用曲線



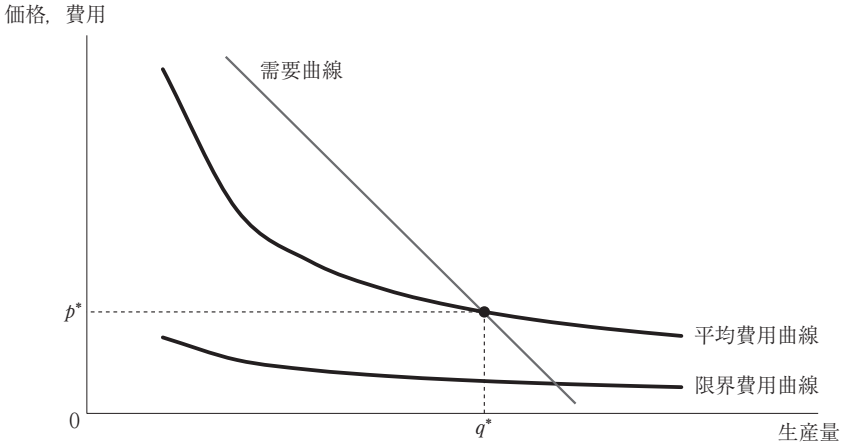
出所) 筆者作成。

2.2 公益企業の価格設定原理

ここで、単純化のため、需要曲線が直線であると仮定しよう。この需要曲線に、図2に示した公益企業の短期における平均費用曲線と限界費用曲線を描き加えたのが図3である。

公益企業においては、独立採算で運営させるために、価格（サービス料金）を平均費用と等しい水準で決める、「平均費用価格形成原理」が採用されている。この原理によれば、需要曲線と平均費用曲線の交点に対応する q^* だけ供給され、価格は平均費用と等しい p^* に決定される。この公益企業に損失を発生させない価格設定方式は、「独立採算制」とも呼ばれている。なお、「平均費用価格形成原理」は、短期費用曲線から導かれたものであるため、平均費用曲

図3 公益企業の価格設定原理



出所) 筆者作成。

線の形状変化等に伴い、価格設定を短期的に見直す必要がある。

ところで、平均費用価格形成原理 (= 独立採算制) により、平均費用に等しい価格 (サービス料金) を設定するとき、この費用の中には、適当なマーク・アップ率で算出した適正な利益が含まれている。すなわち、公益企業が実際に行っている価格 (サービス料金) の設定方法は、具体的には、生産に要する費用に一定の利益を加えたものが総収入額と一致するように設定する、フル・コスト原理に拠っているわけである。なお、フル・コスト原理は、実際の公益企業の運営では、「総括原価主義」と呼ばれる。

2.3 実際の公益企業の価格設定方法

前項で述べた公益企業の料金 (以降、サービスの価格を料金と表記し、水道料金を指すものとする) 設定方法の詳細を説明しよう。水道料金は、まず、「料金総収入額 (図3における $p^* \times q^*$)」が算定され、次に、個別の料金単価の体系である「料金体系」が設定されることになる。

(1) 料金総収入額

料金総収入額の具体的な算定手順は、次のとおりである。①水道サービスを提供するために必要な費用として、「人件費、修繕費、薬品費、動力費、減価償却費」などを積算する。これらの費用を合計したものは「営業費用」と呼ばれている。②償却資産に、マーク・アップ率である「資産維持率」²⁾を掛けて「資産維持費」を算出する。この資産維持費に「支払利息」を加えたものが「適正利潤」であるとされ、実際の運営では「事業報酬（資本費用）」と呼ばれている。③「営業費用」に「事業報酬」を加えたものが「総括原価」であり、料金総収入額は、総括原価と等しくなるように算定される。

以上が、「フル・コスト原理」の実際の運用であり、料金総収入額は、

$$\begin{aligned}
 \text{料金総収入額} &= \text{総括原価} \\
 &= \text{生産費用} + \text{適正利潤} \\
 &= \text{営業費用} + \text{事業報酬} \\
 &= (\text{人件費, 修繕費, 減価償却費等}) \\
 &\quad + (\text{資産維持費} + \text{支払利息}) \tag{1}
 \end{aligned}$$

となるように算定されるわけである。

なお、適正利潤が加えられる理由は、次のとおりである³⁾。まず、「資産維持費」については、以下の理由による。既存施設の耐用年数が到来して更新に至ったとき、買い替えに必要な資金は、「減価償却費」として積み立てた内部留保資金が充てられる。しかしながら、必ずしも購入額と同額で買い替えできるとは限らないため、価格上昇（例えば物価上昇や耐震化対策等）を想定しておく必要があり、この価格上昇分への補填に備えるために「資産維持費」として減価償却費とは別に蓄えておく必要がある。次に、「支払利息」については、以下の理由による。水道施設の拡張を行う場合、その水道施設は将来世代も使用するものである。従って、現在の水道使用者が負担する料分で、将来世代も使用する施設費用を賄うのは、「世代間の負担の公平」の観点から問題がある。

よって、将来世代も使用する水道施設拡張費用の一部は借金によって賄われる必要があり、それに伴い、施設購入額を超える「支払利息」が生じるから、その分は蓄えておく必要がある⁴⁾。

(2) 料金体系

料金総収入額が確定されたら、次に個別の料金単価を検討しなければならない。水道事業では、個別の利用者への料金設定方法として、使用した量にかかわらず支払わねばならない「基本料金」と、使用した量に応じて支払う「従量料金」という二部料金制が採用されている。基本料金は、固定費部分の補填に充てられ、従量料金で変動費を回収する料金体系であり、従量料金単価は限界費用に等しく設定される（辻，1981：p. 226）。また、固定費用の大きい装置産業では、消費量が大きいほど供給に伴う平均費用が低下し、供給企業にとっては効率的となるため、消費量の多い大口利用者には割引料金を適用するという考え方がある。

固定資本設備が一定である短期のみを考慮して、以上の考え方にたてば、使用水量に応じて支払う「従量料金」は逓減単価とすべきという結論となる（小松，1992：p. 201）。しかし、実際には逓増単価が導入されるケースもあり、その根拠となるのが、長期費用曲線の形状である。

(3) 長期費用曲線と従量料金単価

水道事業では、あらゆる固定資本設備が変化する長期のもとでは、平均費用は逓減しない可能性がある。水道事業は、人口が密集する地域にまずは水を引き、次第に、より人口が密集していない地域にも給水区域を広げるように計画される。給水区域を広げるためには、（例えば新たに浄水場を設けて水道管を設置するなど）固定資本設備を増やし、さらには（浄水場に水を供給する）水源を確保する必要性が生じるが、それらには膨大な費用がかかる。すなわち、多額の費用を投じて施設規模を拡大し、需要者の少ない非効率な地域にも水を

供給することになるため、小松（1992：pp. 201-202）の指摘するとおり、固定資本設備を増やして生産量を拡大しても、平均費用は逓減しないかもしれないのである⁹⁾

なお、水道事業では、給水所からの遠近により個別原価に差異が生じるのはいうまでもないが、そうであっても需要の場所の相違による個別原価の差は、料金設定において考慮しないことが原則とされている。すなわち、ダムや浄水場、配水池といった水道施設の場所は、水道事業者により全体的な地域需給の観点から判断して決定されたものであるが、需要が分散し、投資効率の悪い地域へも水道サービスが拡張されたとしても、その拡張された地域の住民に対して割高な料金を求めたりはしないこととされている。

以上のような水道産業特有の事情により、長期平均費用は逓増する場合もあると考えられ、その場合は、「従量料金」に逓増単価を設定する必要性が支持されることとなる。なお、「従量料金」における逓増単価の設定は、こうした経済モデルからの要請のみならず、後述する「水使用の抑制」や、生活水の低廉化という政策的配慮から要請された歴史的経緯があることにも留意が必要である。

(4) 総括原価の分解と料金体系への配分

水道料金は、(1)式のとおり費用が積み上げられて、料金総収入額が算定されるわけであるが、それを個別の料金単価の体系へと編成し直すには、(2)式の手順が必要となる。

$$\begin{aligned} \text{総括原価} &= \text{需要家費} + \text{固定費} + \text{変動費} \\ &= \text{基本料金} + \text{従量料金} \end{aligned} \quad (2)$$

すなわち、(1)式で積算された総括原価を、まずは「需要家費」と「固定費」と「変動費」に分け（総括原価の分解と呼ばれる）、次に「基本料金」と「従量料金」とに分ける（総括原価の配分と呼ばれる）という二段階を経て二部料

金に分けられる。

ここで、「需要家費」とは、量水器（水道メーター）関係費等に代表されるように、水道使用量とは関係なく、需要家（使用者）の存在により発生する費用である。従って、必然的に「需要家費」は「基本料金」に全額が配分されることになる（小松，1992：p.266）。

次に「固定費」とは、施設維持管理費や減価償却費に代表されるように、水道使用量とは関係なく、水道需要の存在により固定的に発生する費用である。従って、経費の性質上、「固定費」は「基本料金」に配分すべきと考える（小松，1992：p.266）が、全額を配分すると基本料金が著しく高くなるため、実際には施設利用率⁶⁾等をもとに「基本料金」と「従量料金」の双方に配分されることとなる（日本水道協会，2017：p.136）。

次に「変動費」とは、薬品費や動力費に代表されるように、水道の実使用に伴い発生する費用である。従って、必然的に「変動費」は全額が「従量料金」に配分される（小松，1992：p.272）。

3. 料金体系の分析

前節でまとめた水道料金の設定原理に基づき、総括原価から二部料金を求める方法の詳細を示したうえで、実際のデータを用いて計算してみよう。

3.1 総括原価の分解計算

「需要家費」，「固定費」，及び「変動費」の総括原価の区分に分解するため、まずは表1のとおり、縦方向は営業費用を性質別に、横方向は営業費用を施設機能別に配置した費用構成表を作成する。なお、横方向の名称は、地方公営企業法施行規則の別表第1号に記載されている勘定科目区分（以降、「勘定科目区分」と表記する）である。

表1 性質別・施設機能別費用構成表

		営業費用							営業外費用・特別損失	累積利益剰余金(累積欠損金)	資本費用	
		原水及び浄水費	配水及び給水費	量水器費	業務費	総係費	減価償却費	資産減耗費			支払利息	資産維持費
		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁
営業費用	人件費	C _{1,1}	C _{1,2}	C _{1,3}	C _{1,4}	C _{1,5}	C _{1,6}	C _{1,7}	C _{1,8}	C _{1,9}	C _{1,10}	C _{1,11}
	動力費	C _{2,1}	C _{2,2}	C _{2,3}	C _{2,4}	C _{2,5}	C _{2,6}	C _{2,7}	C _{2,8}	C _{2,9}	C _{2,10}	C _{2,11}
	薬品費	C _{3,1}	C _{3,2}	C _{3,3}	C _{3,4}	C _{3,5}	C _{3,6}	C _{3,7}	C _{3,8}	C _{3,9}	C _{3,10}	C _{3,11}
	修繕費	C _{4,1}	C _{4,2}	C _{4,3}	C _{4,4}	C _{4,5}	C _{4,6}	C _{4,7}	C _{4,8}	C _{4,9}	C _{4,10}	C _{4,11}
	委託料	C _{5,1}	C _{5,2}	C _{5,3}	C _{5,4}	C _{5,5}	C _{5,6}	C _{5,7}	C _{5,8}	C _{5,9}	C _{5,10}	C _{5,11}
	減価償却費	C _{6,1}	C _{6,2}	C _{6,3}	C _{6,4}	C _{6,5}	C _{6,6}	C _{6,7}	C _{6,8}	C _{6,9}	C _{6,10}	C _{6,11}
	資産減耗費	C _{7,1}	C _{7,2}	C _{7,3}	C _{7,4}	C _{7,5}	C _{7,6}	C _{7,7}	C _{7,8}	C _{7,9}	C _{7,10}	C _{7,11}
	その他支出	C _{8,1}	C _{8,2}	C _{8,3}	C _{8,4}	C _{8,5}	C _{8,6}	C _{8,7}	C _{8,8}	C _{8,9}	C _{8,10}	C _{8,11}
累積利益剰余金(累積欠損金)	C _{9,1}	C _{9,2}	C _{9,3}	C _{9,4}	C _{9,5}	C _{9,6}	C _{9,7}	C _{9,8}	C _{9,9}	C _{9,10}	C _{9,11}	
(控除)	料金以外の収入	C _{10,1}	C _{10,2}	C _{10,3}	C _{10,4}	C _{10,5}	C _{10,6}	C _{10,7}	C _{10,8}	C _{10,9}	C _{10,10}	C _{10,11}
資本費用	支払利息	C _{11,1}	C _{11,2}	C _{11,3}	C _{11,4}	C _{11,5}	C _{11,6}	C _{11,7}	C _{11,8}	C _{11,9}	C _{11,10}	C _{11,11}
	資産維持費	C _{12,1}	C _{12,2}	C _{12,3}	C _{12,4}	C _{12,5}	C _{12,6}	C _{12,7}	C _{12,8}	C _{12,9}	C _{12,10}	C _{12,11}

出所) 筆者作成。

注) 縦方向は、日本水道協会(2015)に規定されている営業費用の性質別区分および資本費用により、横方向は、同じく規定されている営業費用の施設機能別区分および資本費用により構成されている。

次に、「需要家費」について、表2のとおり、「性質別」と「施設機能別」の対応表を作成する。同様に、「固定費」については表3、「変動費」については表4のとおり作成する。

次に、表2の第 j 列($j = 1, 2, \dots, 11$)について、第 i 行($i = 1, 2, \dots, 12$)の成分を対角成分を持つ行列 Q_k^i ($k = 1, 2, 3$)を作成する。ここで、添字 $k = 1$ は「需要家費」を、 $k = 2$ は「固定費」を、 $k = 3$ は「変動費」を示している。例えば、 $k = 1$ 「需要家費」の $j = 3$ 「量水器費」の行列 Q_1^3 (12次の正方行列)は表5のとおりとなる。

次に、表1の第 j 列について、第 i 行の数値 $C_{i,j}$ を成分を持つベクトルを \mathbf{c}_j (12次元縦ベクトル)と表記すると、例えば、 $k = 1$ 「需要家費」に分解され

表2 性質別・施設機能別費用対応表（需要家費）

		営業費用						営業外費用・特別損失	累積利益剰余金(累積欠損金)	資本費用		
		原水及び浄水費	配水及び給水費	量水器費	業務費	総係費	減価償却費			資産減耗費	支払利息	資産維持費
営業費用	人件費	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	動力費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	薬品費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	修繕費	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	委託料	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	減価償却費	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	資産減耗費	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他支出	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
累積利益剰余金(累積欠損金)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(控除)	料金以外の収入	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
資本費用	支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	資産維持費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

出所) 日本水道協会(2017)の図表4-8より, 筆者作成。

表3 性質別・施設機能別費用対応表（固定費）

		営業費用						営業外費用・特別損失	累積利益剰余金(累積欠損金)	資本費用		
		原水及び浄水費	配水及び給水費	量水器費	業務費	総係費	減価償却費			資産減耗費	支払利息	資産維持費
営業費用	人件費	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	動力費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	薬品費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	修繕費	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	委託料	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	減価償却費	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	資産減耗費	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	その他支出	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
累積利益剰余金(累積欠損金)		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
(控除)	料金以外の収入	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
資本費用	支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	資産維持費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

出所) 日本水道協会(2017)の図表4-8より, 筆者作成。

表4 性質別・施設機能別費用対応表(変動費)

		営業費用							営業外費用・特別損失	累積利益剰余金(累積欠損金)	資本費用	
		原水及び浄水費	配水及び給水費	量水器費	業務費	総係費	減価償却費	資産減耗費			支払利息	資産維持費
営業費用	人件費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	動力費	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	薬品費	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	修繕費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	委託料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	資産減耗費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	その他支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
累積利益剰余金(累積欠損金)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(控除)	料金以外の収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資本費用	支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	資産維持費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

出所) 日本水道協会(2017)の図表4-8より, 筆者作成。

表5 「量水器費」において「需要家費」に分解される性質別費用Q₁

		営業費用							累積利益剰余金(累積欠損金)	料金以外の収入	資本費用	
		人件費	動力費	薬品費	修繕費	委託料	減価償却費	資産減耗費			その他支出	支払利息
営業費用	人件費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	動力費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	薬品費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	修繕費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	委託料	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	減価償却費	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	資産減耗費	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	その他支出	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
累積利益剰余金(累積欠損金)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(控除)	料金以外の収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
資本費用	支払利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	資産維持費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

出所) 筆者作成。

る $j = 3$ 「量水器費」は、 $\mathbf{Q}_3^1 \mathbf{c}_3$ により計算される。以下、ベクトルは縦ベクトルで定義するものとする。

このように、「需要家費」、 「固定費」、 及び「変動費」の総括原価の区分ごとに、表1の全ての第 j 列について $\mathbf{Q}_j^h \mathbf{c}_j$ を計算すると、

$$\text{需要家費} = \mathbf{Q}_1^1 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^1 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^1 \mathbf{c}_{11} \quad (3)$$

ただし、

$$\mathbf{c}_j = \begin{pmatrix} C_{1,j} \\ \vdots \\ C_{12,j} \end{pmatrix}$$

$$\text{固定費} = \mathbf{Q}_1^2 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^2 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^2 \mathbf{c}_{11} \quad (4)$$

$$\text{変動費} = \mathbf{Q}_1^3 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^3 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^3 \mathbf{c}_{11} \quad (5)$$

(3)(4)(5)式のとおり、「需要家費」、 「固定費」、 及び「変動費」が、性質別費用ベクトル（12次元縦ベクトル）として算出される。ここで、全ての成分が1である、12次元縦ベクトルを \mathbf{e} とすると、

$$\text{需要家費} = \mathbf{e}' (\mathbf{Q}_1^1 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^1 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^1 \mathbf{c}_{11}) \quad (6)$$

$$\text{固定費} = \mathbf{e}' (\mathbf{Q}_1^2 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^2 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^2 \mathbf{c}_{11}) \quad (7)$$

$$\text{変動費} = \mathbf{e}' (\mathbf{Q}_1^3 \mathbf{c}_1 + \mathbf{Q}_2^3 \mathbf{c}_2 + \cdots + \mathbf{Q}_{11}^3 \mathbf{c}_{11}) \quad (8)$$

(6)(7)(8)式のとおり値はベクトルからスカラーとなり、「需要家費」、 「固定費」、 及び「変動費」への総括原価の分解が完成する。ただし、右肩のプライム記号は、転置を表している。

3.2 総括原価の分解・配分事例

表2, 表3, 表4, および松山市のデータを使用し⁷⁾ (6)(7)(8)式を計算した結果, 2018~2020年度の3か年合計値で⁸⁾「需要家費」は1,124,369千円, 「固定費」は22,675,694千円, 「変動費」は1,066,993千円となった。従って, 経費の性質のみから配分するのであれば, 「基本料金」は需要家費と固定費を合計した23,800,063千円(95.7%), 「従量料金」は変動費の1,066,993千円(4.3%)となる。

ところで, 松山市の水道料金 P は, 基本料金単価を p^F , 第 i 区分の従量料金単価を p_i^V , 第 i 区分における使用水量を q_i と表記すると,

$$P = p^F + \sum_{i=1}^n p_i^V q_i \quad (9)$$

のとおり計算される⁹⁾

松山市公営企業局の公表によると¹⁰⁾ 一般家庭が使用する水道メーター口径13mm・20mmの場合における¹¹⁾ 1世帯当たり1か月の水使用量の目安は20m³とされており, その数値を用いて, (9)式に注釈9の資料より得られる数値を代入して水道料金を計算すると, 基本料金は $p^F = 785$ 円(28%), 従量料金は $p_1^V \cdot q_1 + p_2^V \cdot q_2 = 39$ 円 \times 10 m³ + 162 円 \times 10 m³ = 2,010 円(72%)である。

以上をまとめると, 松山市の水道料金の特徴として, ①経費の性質に基づく配分計算と比較して, 従量料金に大きく配分されていることが窺えること¹²⁾ ②注釈9の資料より, 従量料金は, 使用水量に伴い逓増的に増加すること, が挙げられる。

4. 考 察

前節で明らかにした松山市の水道料金の特徴を踏まえ, 審議会答申で示された基本料金と従量料金の今後の方向性について検討しよう。

4.1 基本料金と従量料金の配分割合

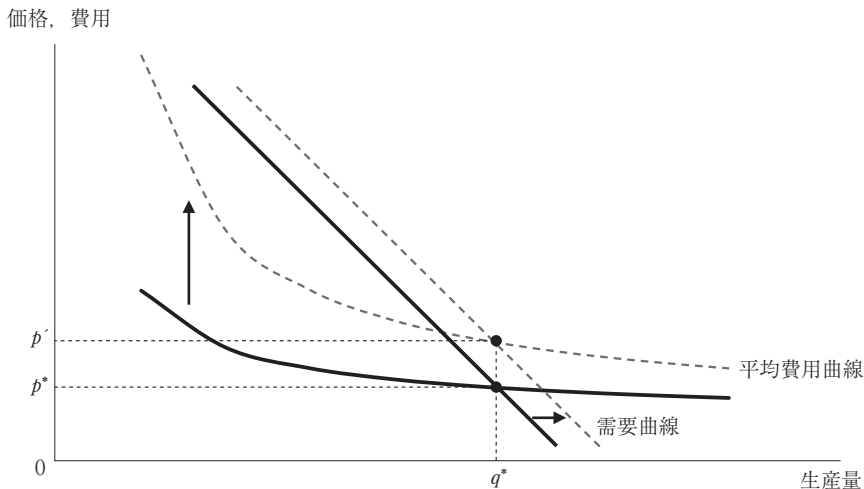
料金総収入額（図3における $p^* \times q^*$ ）は、費用（適正利潤を含む）を積み上げた総括原価によって決まるため、水道料金の方向性を検討するには、今後の費用予測をする必要がある。

松山市公営企業局（2019：p. 20-23, 48）によると、将来に発生が危惧される巨大地震に備えるため、水道施設の耐震化が計画されている。その計画額は、長寿命化対策としての老朽施設の更新・改良も含めると2019年度からの10年間で合計671億円と巨額であることが分かる。単に、既存施設を更新する（価値が同等のものを入れ替える）老朽化対策であれば、減価償却費と支払利息を内部留保しておけば財政収支の均衡は保てる。しかし、耐震化対策を行うとなると、水道施設を既存のものよりも付加価値の高いものに変更することとなり、減価償却費と資産維持費は増大し、その結果、固定費用は上昇する。ここで、水道施設の耐震化対策による固定費用増加の影響のみに焦点を当てるため、供給能力の変動はなく（水道施設の平均生産物に変動はなく、技術進歩もない）、図1の総費用曲線の形状（傾き）は変わらないと仮定しよう。その場合、平均可変費用と限界費用は不変で、図1の総費用曲線は固定費用分、図3の平均費用曲線は平均固定費用分、上方シフトする。なお、平均固定費用の増加の程度は、生産量が大きくなるにつれて縮小する。

図4は、水道施設の耐震化対策により、固定費用が上昇し、平均費用曲線が上方シフトした状況を描いたものである。このケースの場合、フル・コスト原理により総費用を総収入で賄うには、需要曲線もまた右上方シフトしなければならない。また、水道料金単価の p^* から p' への上昇は避けられないことになる。

しかしながら、松山市の人口は、2020年は511,192人（国勢調査結果確報値）であるが、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口(2018年推計)」によれば、2035年には474,645人、2045年には439,316人に減少すると推計されている。そうであれば、給水人口と給水量も減少し続け、図4の

図4 耐震化対策による固定費用の上昇



出所) 筆者作成。

ような需要曲線の右上方シフトは期待できないことになる。需要曲線の右上方シフトが十分でなければ、給水量 q は減り、料金単価は p' よりもさらに上昇することになる。

以上のような水道料金の今後の状況を見据え、まずは「基本料金と従量料金の配分割合」が検討されねばならない。前節第2項で示したとおり、松山市の現状の水道料金は、従量料金の割合が高くなっているため、使用水量の影響を大きく受ける料金体系となっている。しかし、松山市は今後、水道施設の耐震化対策により固定費用が増大する一方で、給水量の減少により変動費は減少することが見込まれるのであるから¹³⁾ 基本料金の割合を高める料金改定が必要である。

4.2 従量料金の逡増度

検討すべき課題として、次に挙げられるのは「従量料金の逡増（逡減）度」である。松山市の従量料金は、前節第2項で述べたとおり、使用水量が増える

ほど単価が上昇する，逓増料金体系となっている¹⁴⁾。しかしながら，第2節第3項第2目で述べたとおり，固定費用の大きい装置産業では，施設規模が不変の場合は，需要が大きいほど平均費用が低下し，供給企業にとっては効率的となるため，その場合は逓減制を採用すべきという考え方もできる。そこで，日本水道協会（2015）では，逓増制を採用する条件として，①投資効率の低下等に伴い，供給コストが逓増している，②水需給が逼迫しているにもかかわらず，新規水源確保が困難，の二つの基準を挙げている。

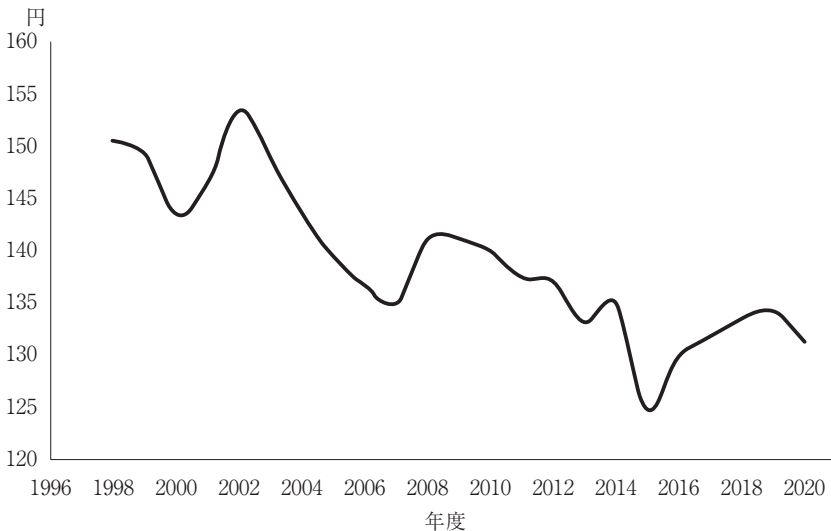
松山市において，従量料金体系に逓増制を採用することが正当化される主な理由の第一は，第2節第3項第3目で説明した，長期平均費用の逓増である。松山市公営企業局（2004）によると，第2次拡張事業（1966年～1977年）において「石手川ダム」と「市之井手浄水場」という，その後の松山市の中核となる水道施設が完成し，第3次拡張事業（1975年～1983年）では，新しい地下水開発を水源として，「高井神田浄水場」と「かきつばた浄水場」の新設，および「垣生浄水場」と「竹原浄水場」の改良という，浄水場を一挙に増やすことが計画され，給水能力は大きく向上した。これらの拡張計画は，人口の急膨張と住宅の郊外への広がりを背景としているため，水供給は効率的に増大したと考えられる。しかし，その後の第4次拡張事業（1986年～1992年）は，離島や，宅地開発など都市化の進行で生じた未給水地域への給水が重点とされた。水道事業では，このように水需要の少ない地域にも給水区域を広げる必要性が生じるため，そのような場合は，水道施設を拡張しても水供給の増大の程度は小さい。その結果，水供給が増えるとともに，平均固定費用の増加の程度は縮小するが，平均固定費用の増加を相殺するほどの平均可変費用の減少は得られず，長期平均費用は逓増することになる。

松山市の従量料金に逓増単価を採用することが正当化される理由の第二は，水使用の抑制である。将来において，給水人口の増加により給水量の増大が見込まれるにもかかわらず，新規の水源開発が困難な場合，水使用の抑制を図るため，従量料金は逓増単価に設定される。松山市の上水道の水源は，「石手川

ダム」と「地下水・伏流水」であり、約半分は「石手川ダム」で賄われている¹⁵⁾。「石手川ダム」は、昭和30年代当時、将来の松山市のピーク人口を、約37万人と予測して建設されたものであり¹⁶⁾しかしその後、松山市の人口は50万人を超えるまでに膨れ上がった一方で、新規の水源開発は困難を極め¹⁷⁾ 渇水を幾度も経験して、節水型都市づくりを進めることとなった。

以上のとおり、松山市には、二つの主要な要因があり、従量料金に逓増単価を採用する正当な理由があったといえよう。しかし、一点目の「長期平均費用の逓増」要因については、図5をみると、有収水量1m³あたりの水供給に要した費用である「給水原価」は近年、減少傾向にあり、浄水場の新設等により施設規模が拡大する中で¹⁸⁾ 長期平均費用はむしろ逓減していることが窺われる。従って、「長期平均費用の逓増」を理由に、松山市の従量料金単価の逓増制を説明することは難しい¹⁹⁾

図5 給水原価の推移



出所) 参考文献に挙げている、松山市公営企業局「統計年報」の各年度版より筆者作成。

また、二点目の「水使用の抑制」要因については、前項で述べたとおり、松山市の将来推計人口は大きく減少すると推計されており、それに伴って使用水量も減少すると予測されることから、節水の必要性も軽減していくと考えられる。そうであれば、「水使用の抑制」を理由に、松山市の従量料金単価を逡増的に設定する意義は薄れていくであろう。むしろ、従量料金単価を逡増的に設定すると、図4のような需要曲線の右方シフトを阻害し、水道料金単価の大幅な上昇を招く懸念が生じることになる。なお、給水人口の減少は、「自己資本構成比率」の上昇が求められることとなり²⁰⁾、かかる費用を水道料金で賄わねばならない割合が高まることを鑑みても、図4の任意の料金単価 p における需要曲線の右方シフトを阻害する要因は、徐々に修正していく必要がある。

以上により、従量料金単価は今後、逡増度の緩和、あるいは逡減的に設定する方向で検討すべきである。

5. お わ り に

我が国の水道事業では、将来人口の急速な減少が予測される一方で、巨大地震等による水道施設への大規模災害のリスクが高まっており、水道料金収入の減少と耐震化費用増大の双方への対策が迫られている。本稿が分析対象とした松山市も例外ではなく、料金改定は避けられないことが示された。

松山市上下水道事業経営審議会は、松山市の水道料金における検討課題として、「基本料金と従量料金の配分割合」、および「従量料金の逡増度」を掲げた。本稿は、検討すべきポイントとして、これらの二点に焦点を当てて、制度の詳細を踏まえたうえで経済学的分析を行い、料金改定が目指すべき方向性について考察した。分析の結果、①耐震化対策によって減価償却費および資産維持費等の固定費が増加する一方で、人口動態予測によると水需要の増大は期待できないことを踏まえ、基本料金の割合は高めるべきであること、②「長期平均費用の逡増」は確認されず、且つ、人口減少によって「水使用の抑制」の意義が薄れていることを踏まえ、従量料金単価は逡増度を緩和すべきであること、を

明らかにしており、これらの方向性に沿った料金改定が必要であると提言できる。

以上の改定すべき内容は、審議会答申と一致しているが、水道料金の制度の詳細を踏まえ、経済学的分析を行って導かれたものであり、松山市と同様の料金改定を検討している水道事業者の参考に供するものとする。

注

- 1) 2022年1月26日付の愛媛新聞を参照。
- 2) 日本水道協会（2015）において、資産維持率は3%が示されている。
- 3) 厳密に定義された「適正利潤」は、ミクロ経済学でしばしば使用される正常利潤（＝固定費用＝減価償却費＋支払利息）とは意味が異なっていることに留意したい。
- 4) 「支払利息」分を加える理由として、「固定資本設備の購入資金の機会費用として利子費用分が必要」と説明しているのではないことに留意したい。
- 5) 水道事業については、供給独占市場で運営される理由を、長期平均費用曲線が右下がりであることに求めることはできない。
- 6) 施設利用率＝1日平均給水量/1日浄水施設能力、固定費の基本料金への配分＝固定費×(1－施設利用率)である。
- 7) 「2018～2020年度松山市水道事業会計当初予算」、「2018～2020年度松山市公営企業会計決算審査意見書」、および「2018～2020年度松山市公営企業の業務状況」のデータを使用。
- 8) 日本水道協会（2015）において、料金算定期間は概ね将来の3～5年とされている。
- 9) 松山市水道事業給水条例第24条、および別表第1（参照日2022年9月4日 https://www.1.g-reiki.net/reiki/Li05_Hon_Main_Frame.exe?UTDIR=C:¥EF2¥ss0000CC60¥GUEST&TID=2&SYSID=543）。
- 10) 松山市公営企業局（2019）の51頁、および松山市公営企業局広報紙「まつやまの水道 No.8」（参照日2022年8月27日 https://www.city.matsuyama.chime.jp/kurashi/kurashi/josuido/pr/hakkambutsu/suidougesuidou_1.files/matsuyama-suido8.pdf）。
- 11) 松山市公営企業局「統計年報」によると、水道メーターの設置状況は、2020年度現在、合計194,729個のうち、口径13mm・20mmが188,171個と全体の約97%を占めており、口径13mm・20mmが一般家庭の使用する水道メーターとなっている。
- 12) 本稿の試算は、2022年1月14日の松山市上下水道事業経営審議会による答申「健全な水道事業運営を支える水道料金のあり方について」（参照日2022年9月8日 https://www.city.matsuyama.chime.jp/kurashi/kurashi/josuido/keikaku/keikakuyatorikumi/jougesuido_shingi.files/toushisho.pdf）において示された「経費の96%は、給水量の多寡にかかわらず必要な固定的経費が占めている一方で、基本料金の占める割合は29%に留まっている」と表記さ

- れている数値と、ほぼ整合的である。
- 13) 情勢変化等により、電力料金が上がって動力費が増大すれば、変動費の増加要因となるが、ここでは考慮しない。
 - 14) 注釈9の水道条例を確認すると、一般用途では、他の口径区分においても従量料金は通増的である。
 - 15) 松山市「長期的水需給計画基本計画（改訂版）」（参照日 2022年9月5日 <https://www.city.matsuyama.chime.jp/shisei/suigen/kaiteiban.html>）。
 - 16) 松山市ホームページ（参照日 2022年9月5日 <https://www.city.matsuyama.chime.jp/shisei/suigen/mizumondai.html>）。
 - 17) 注釈16の松山市ホームページを参照。
 - 18) 図5の期間中、2006年の中野浄水場の新設や、2015年の久谷浄水場の新設等があった。
 - 19) 今後は、水道施設の耐震化対策による減価償却費や資産維持費等のコスト増が見込まれるが、それらは従量料金ではなく、本来は基本料金に振り向けられるべきものである。
 - 20) 人口減少に伴い、将来世代の負担である借入も減少していかねばならないから、「自己資本構成比率」は上昇することが求められる。

参 考 文 献

- 江夏あかね（2014）「日本の公営水道事業の現状と民間セクター活用への道」野村資本市場クォーターリー。
- 公益社団法人 日本水道協会（2015）「水道料金算定要領」。
- 公益社団法人 日本水道協会（2017）『水道料金改定業務の手引き』。
- 小松秀雄（1992）『水道財政と料金〈理論と実務〉[改訂版]』日本水道新聞社。
- 辻和夫（1981）『公共企業概論』昭和堂。
- 松山市「松山市公営企業会計決算審査意見書」（参照日 2022年8月1日 <https://www.city.matsuyama.chime.jp/shisei/kansa/kakukaikeikessan.html>）。
- 松山市「松山市公営企業の業務状況」（参照日 2022年8月1日 <http://www.city.matsuyama.chime.jp/kurashi/kurashi/josuido/keikaku/gyoumuzyoukyou/gyoumujiyokyou.html>）。
- 松山市「松山市水道事業会計当初予算」（参照日 2022年8月1日 <https://www.city.matsuyama.chime.jp/shisei/zaisei/yosan/index.html>）。
- 松山市公営企業局「統計年報」（参照日 2022年8月1日 <https://www.city.matsuyama.chime.jp/kurashi/kurashi/josuido/keikaku/toukei/toukeinenpou.html>）。
- 松山市公営企業局（2004）『松山水道史50年のあゆみ』。
- 松山市公営企業局（2019）『水道ビジョンまつやま2019（水道事業経営戦略）』。