

<研究ノート>

水道事業におけるピークロード・プライシング導入の可能性⁽¹⁾

The possibility of introducing the peak road pricing in water supply business

東海大学 森 由美子

Tokai University

Yumiko MORI

ABSTRACT:

By 2030, global energy consumption is said to increase by 55%. And it is said that two-thirds of the world's countries will be short of water, and by 2025, 2.4 billion people will face water shortages.

In this paper, after overviewing the characteristics of the water supply business and the traditional tariff system in both Japan and overseas, I will consider the introduction status of smart meters in the world and the effect of demand response associated with it. I will consider the possibility of introducing peak load pricing.

キーワード：ピークロード・プライシング、スマートメーター、ディマンド・レスポンス、設備の老朽化、季節別変動料金

Keywords: Peak road pricing, smart meter, demand response, aging equipment, seasonable variable rate

1. はじめに
2. 水道事業の特性と課題
3. 日本の水道事業における料金制度
4. 海外の水道事業における料金制度
5. 日本と海外のスマートメーター実証実験・実運用状況
6. 海外のスマートメーター導入によるダイナミックプライシングの適用
7. 考察

1. はじめに

2030年までに、世界のエネルギー消費量は55%増加すると言われている。そして、世界の3分の2の国々が水不足に陥ると言われ、2025年までに、24億人の人々が、水不足に直面するとも言われている。世界の国々では、この事態に備えて、淡水化などのシステムの検討を行うことや、スマートメーターの導入に

より、水使用量への意識を促がす取り組みが行われている。

電力同様、水道の管路などのインフラは、需要のピーク時に圧力がかかる。日常の需要は、1年を通して変化し、地域によっては渇水期の水不足は深刻であり、また、1日の中でも変化するため、一般に朝と夕方は需要がピークになるという特徴がある。

このような中で、オーストラリアなどの乾期を抱える地域のみならず、人口減少に直面している先進国においては、老朽化した設備を更新するための費用の捻出は、深刻な課題となっている。

わが国日本においては、比較的水資源は潤沢であるが、水道設備の老朽化の更新については追いついていない状況にあり、また地震国であるがゆえ、耐震化についても早急な対策が必要であることから、その財源を確保することが重要な課題となっている。

本論では、水道事業の特性や旧来の料金制度を日本、

海外の状況共に概観した後、世界のスマートメーターの導入状況、それに伴ったデマンド・レスポンスの効果の状況について確認することで、水道事業におけるピークロード・プライシング導入の可能性について、考察する。

2. 水道事業の特性と課題

(1) 水道事業の特性⁽²⁾

野村・石井(1996)によると、水道サービスの供給には製造業における財の生産と異なる固有の特性が備わっている、とある。まず第1に、「水」が天然資源であるために、供給量が気候条件に大きく左右され、取水条件が場所によって均一化していないことを挙げることができる。第2に、水道サービスは生命維持に直結する生活必需性を有する点である。また、水道水以外の選択が困難であるという非代替性が認められ、需要の価格弾力性は極めて小さくなる傾向にある。公共性が高く、必需財・準公共財としての性格を持ち、健康・衛生上の理由から、国民があまねく平等に利用できる利用可能性(ユニバーサル・サービス)が保障される必要があると考えられている。第3に、公衆衛生機能や消防機能という正の外部効果が認められ、価値財(公共財)の範疇に組み込まれると言える。一方で、水資源の希少性と水道サービスの可分性に着目することにより、プライス・メカニズムが作用する経済財としての属性を見出すこともできる。これにより、水道サービスは、価値財的属性と経済財的属性が混在する混合財と呼ぶことができる。

(2) 日本の水道事業の現状⁽³⁾

わが国の水道普及率は、2019年度時点で97.4%に達しており、国民皆水道が実現している。

水道事業は、水道法、地方公営企業法で規定され、上水道については独立採算制が原則となっている。

上水道事業は、給水人口5001人以上の水道事業を指し、計画給水人口100人から5000人の簡易水道事業とに分けられる。その他にも、寄宿舍、社宅、療養所などの自家用の水道である専用水道、貯水槽水道事業、水道事業に対し水道用水を供給する水道用水供給

事業がある。

水道事業の大部分は、都道府県、市町村などの自治体手がけ、2020年時点で1320の上水道事業者と474の簡易水道事業者が存在する。

水道事業の経営状況について見てみると、1794事業体、全体の88.6%が黒字経営を行っているが、294事業体は赤字経営となっている。黒字経営の事業体についても、黒字額は総額で3111億円となり、1事業体あたり約2.1億円と少額になっているのが現状である。法適用事業体のうち黒字経営の事業体は、77.8%で、黒字額は8415億円で、1事業体あたり2.3億円となっているが、十分な金額ではない。

水道事業における資金調達については、地方財政法第6条で定められており、独立採算制の原則が謳われている。主な資金源は、①料金収入、②一般会計からの繰入金、③企業債、④国庫補助その他となる。

③の企業債とは、地方公共団体が財政上必要とする資金を外部から調達するために発行する地方債のことで、地方債のうち、交通事業、ガス事業、水道事業、その他地方公共団体が行う事業に要する財源を企業債と呼んでいる。企業債は、施設の建設改良を目的に、世代間の負担の公平性を保つため、料金収入で償還を行う。

(3) 水道事業の課題

2018年から人口減少社会に突入した日本の水道事業は、いくつかの大きな課題を抱えている。

第1に、水道使用量の減少である。人口減少による給水人口の減少のみならず、節水意識や節水器具の普及や、水道料金の逦増料金による大口需要家の地下水への転換などが要因となり、水道使用量の減少による水道料金収入の減少が見込まれ、危惧されている。

第2に、施設の老朽化、耐震化のための投資の必要性である。水道施設の多くは、高度経済成長期に整備され、管路の法定耐用年数は40年であり、更新が必要な時期となっている。

第3に、職員の高齢化、退職問題である。戦後のベビーブーム世代の退職により、水道技術の知識のある技術系職員の減少が、とくに深刻である。



図 1. 収益的収入 (2016)

出所：青木 (2021) より作成、抜粋。

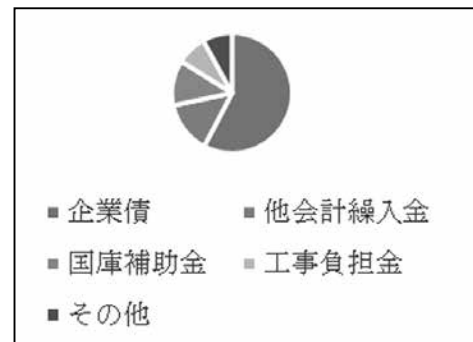


図 2. 資本的収入 (2016)

出所：青木 (2021) より作成、抜粋。

表 1. 水道事業体の経営状況

	2013 (平成 25) 年度	2015 (平成 27) 年度	2016 (平成 28) 年度	2020 (令和 2) 年度
黒字事業数	1872	1931	1910	1500
%	88.8	92.9	93.7	88.6
黒字額 (億円)	2684	3891	4112	3111
赤字事業数	237	147	128	294
%	11.2	7.1	6.3	11.4
赤字額 (億円)	166	258	68	251
総事業数	2109	2078	2038	1794
収支 (億円)	2518	3634	4043	2860

出所：『改訂版 水道事業経営戦略ハンドブック』『地方公営企業年鑑』（各年版）によるデータ、青木 (2021) のデータを元に筆者作成。

各事業体の黒字額は小さく、更新財源は不十分な状態である。水道料金の設定について、見直しが必要であり、次項で詳細に述べるが、全国の各水道事業体では、用途別から口径別へ、基本水量の廃止、逦増度の緩和などが行われる動きが見られる。

それと共に、電力の場合でも取り入れられているスマートメーターとダイナミック・プライシングを水道事業に取り入れることで、設備更新、耐震化の財源を捻出する道を探ると共に、水道使用量の軽減化を図ることで、設備にかかる負担を減らし、設備のダウンサ

イジングを目指し、費用を削減することが、考えられる。

3. 日本の水道事業における料金制度⁽⁴⁾

日本の水道料金の決定原則については、地方公営企業法第 21 条第 2 項において、①公正妥当、②適正な原価、③健全な運営の確保があげられている。

また、供給規定の適合する要件について、水道法第 14 条第 2 項において、①公正妥当な料金、②料金の明確性、③差別的扱いの禁止があげられている。①の公正妥当な料金とは、能率的な経営の下における適正

表 2. 水道管路の老朽化状況

km, %

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
導水排水管延長 a	661887	665094	670906	679170	687874	721976	732520	737350
法定耐用年数を超過した管路延長 b	66707	74301	83636	89774	103561	117426	131022	144055
当該年度に更新した管路延長 c	5443	5475	5151	5761	5186	5045	5065	4974
管路経年化率 b / a	10.1	11.2	12.5	13.2	15.1	16.3	17.9	19.5
管路更新率 c / a	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7

出所：青木 (2021) より作成、抜粋。

な原価に照らし、公正妥当な料金であることを意味している。②の料金の明確性については、定率、または定額を持って明確に定められていることが必要とされる。③の差別的扱いの禁止については、特定のものに対して差別的な取り扱いをするものではないこととされる。

これらの原則と要件を満たしたもとの、水道料金は、基本料金と従量料金の二部料金制により決定している。

一般に、基本料金には、口径別料金と用途別料金、基本水量あり、基本水量なしなどが考えられる。口径別料金は、水道メーターの口径によって料金を設定するもので、大口径の使用者は、一度に大量の水の使用が可能であり、多額の設備投資が必要となるため、口径が大きいほど費用を多く負担すべきとの考えから、水道メーターの口径の大小によって料金が設定されるしくみである。用途別料金は、家庭用、営業用、浴場用に区分し、料金を決定されるもので、併用住宅など用途を区分することが難しく、算定根拠が明確でない、という問題がある。基本水量ありの場合、設定した一定水量を付与することで、その範囲内での使用に対して定額の基本料金のみを負担させるものである。従量料金は、通増型、単一型、通減型と、国によって決定方法は異なる。

日本の水道事業体の料金決定方式は、用途別から口径別への移行、基本水量なし、従量料金の通増度の縮

小への移行が、基本的な潮流で、近年、各事業体で改正が行われている状況である。

4. 海外の水道事業における料金制度⁽⁵⁾

海外の水道料金制度については、従量料金の決定の仕方がいくつかのパターンに分かれている。日本と同様の通増主流が8カ国、均一従量主流が19カ国、通増と均一の混在が6カ国と、均一従量主流が多くを占めている。均一従量主流の国々は、フランス、ドイツ、フィンランド、オランダ、ニュージーランド、ノルウェーなどである。日本と同じ通増主流の8カ国は、ギリシャ、イタリア、イスラエル、メキシコ、ポルトガル、韓国、スペインとなっている。通増と均一の混在のうち、通増が多数の国は、オーストラリア、ベルギー、アメリカの3カ国で、均一が多数の国は、カナダ、トルコ、イギリスである。

その中でも、イギリスは、非家庭ユーザー向けの料金について、通減制を導入しているケースが多く、大口のユーザーへの負担が軽減されているという特徴が見られる。

5. 日本と海外のスマートメーター実証実験・実運用状況⁽⁶⁾

日本のスマートメーターの実証実験は、全国の39事業体で、2014年4月の横浜市を皮切りに、現在まで導入が進んでいる。そのうち、実運用を行っている

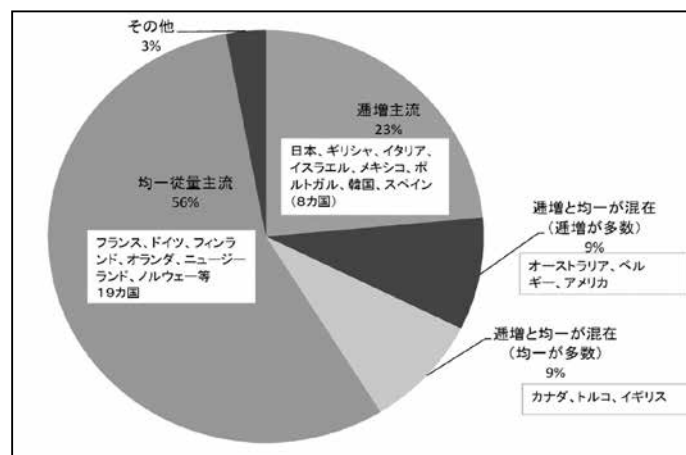


図3. 世界の料金制度の比較

集計方法) 下記統計資料に記載されている主要都市 (各国ごとに5～10都市) の料金表より作成
出所) Global Water Intelligence Water Tariff Survey より作成された福田 (2021) より抜粋。

事業体は、姫路市（2017年11月～）、豊橋市（2019年10月～）、輪島市（2020年～）、東京都（2020年1月～）、横浜市（2020年11月～）、今治市（2021年～）の6事業体のみである。

水道事業体単独で、実証実験を行っている事業体だけでなく、横浜市、豊橋市や輪島市、静岡市では、電力事業者、ガス事業者との連携で、スマートメーターの導入実験を行っている。

横浜市水道局では、2015年から2016年に、東京ガス株式会社と株式会社日立製作所と共同で、「水道・ガスメーター無線自動検針システムの実証実験」を行っている。対象施設は、横浜市水道局公舎で計32戸に実証機器を導入して実施した。システムの特徴として、多段中継無線（マルチホップ方式）、ルート選択ロジック、低消費電力を挙げている。取得した検針値のデータは整合率100%で、微量漏水に関しても感知が可能、水道・ガスの同時使用の時間帯が把握可能などの成果を得ている。今後の課題として、顧客満足度とプライバシー保護の両立、技術的な検証の継続、ガスと水道の検定満期の差異などがあげられている。

豊橋市上下水道局では、市内全域の水道メーター検針の自動化に向けた先行取組として、工場跡地の宅地開発エリアにおいて、全戸（408個）にスマート水道メーターを設置、電力・ガスの事業者と連携し、水道・電気・ガスの共同検針を導入することにより、検針業務の効率化を実現しようと試みている。取得したデータは、使用者に対しWebによる使用水量や水道料金見える化サービスを提供するとともに、漏水の早期発見など、上下水道局が活用することを検討している。電力・ガス事業者との連携により、システムを共有することで、無線基地局設置、システム開発などのイニシャルコスト、維持管理するためのランニングコストを抑えることができ、3社がデータを共有することで、精度が増し、見守りなどのサービスの一層の充実を図ることができると考えている。

輪島市上下水道局では、平成30年1月に寒波に伴う宅内給水管の凍結等により大規模断水が発生した。開栓中の空き家の確認作業に時間を要したこと等があり、スマートメーター導入により漏水を直ちに検知す

ることで、災害に強い水道システムの構築を目指している。北陸電力送配電株式会社と連携し、電力スマートメーター通信網を活用することにより、コスト低減・広域的な遠隔検針が可能になり、他事業との連携・統合等による料金関係業務の更なる効率化も期待できると考えている。取得するビッグデータは、災害等における漏水の早期発見・断水の未然防止に役立てるほか、将来的な面的流量把握による運用高度化も検討する予定で、利用者向けにWeb検針票を導入するとともに、使用水量や水道料金等の見える化サービスを提供する予定である。輪島市内の市街・郊外の3つのモデル地区計604件に先行導入し、メーターや通信端末、サーバ設置に係る費用に財政支援を行っている。

静岡市上下水道局は、2020年12月より、静岡ガス株式会社、中部電力株式会社と共同で、電力スマートメーターの通信網を活用した水道・都市ガスの自動検針に関する実証実験を開始している。静岡市駿河区の集合住宅16戸を対象に、水道・都市ガスにおける自動検針の有用性の検証と水道・都市ガス・電気の使用量データ利活用の検討を行うことを目的に2022年12月まで実施予定である。

海外のスマートメーター実運用状況については、2018年時点で、13事例の報告がある。⁽⁷⁾

アメリカのニューヨーク市が82万台、カナダのトロント市が48万台、イギリスのマンチェスター市が43万台、ロンドン及びテムズバレーが25万台で普及が進んでいる。そのほか、フランスのパリで9.3万台、米国のワシントンD.Cで9万台、カナダのノバスコシアで8.4万台、カナダのサスカトゥーン市で7.8万台、バージニア州ラウドン郡で7.4万台などである。

導入台数の多いニューヨーク市の導入理由は、全請求額のうち推定請求額の割合が高く、高額な推定請求に対する苦情が多いという課題を抱えていたことである。料金徴収率は低く、未払い金が蓄積していたが、スマートメーター導入後、苦情の件数が減少し、収入も増加、2009年に推定請求額が17%を占めていたが、2017年には、3%を下回り、自動検針データによる漏水の自動連絡プログラムにより、顧客への請求額が43億円以上減少した。

表3. 国内のスマート水道メーター実証実験・実運用状況

	時期（開始）	事業体名		時期（開始）	事業体名
①	2014年4月～	横浜市	②①	2019年9月～	旭川市
②	2014年7月～	金沢市	②②	2019年10月～	豊橋市
③	2014年9月～	東京都	②③	2020年～	輪島市
④	2016年3月～	神戸市	②④	2020年1月～	郡山市
⑤	2016年8月～	大阪市	②⑤	2020年4月～	苫小牧市
⑥	2017年1月～	神奈川県	②⑥	2020年8月～	八戸市
⑦	2017年3月～	横須賀市	②⑦	2020年11月～	名取市
⑦	2017年3月～	姫路市	②⑦	2020年11月～	湖西市
⑨	2017年4月～	福岡市	②⑨	2020年12月～	静岡市
⑨	2017年4月～	札幌市	③⑩	2021年～	今治市
⑪	2017年8月～	長野県	③①	2021年4月～	志免町
⑫	2017年12月～	大町市	③①	2021年4月～	鹿児島市
⑬	2018年3月～	熊本市	③①	2021年4月～	南城市
⑬	2018年3月～	石垣市	③④	2021年5月～	名古屋市
⑮	2018年4月～	本部町	③⑤	2021年9月～	豊中市
⑯	2018年7月～	小諸市	③⑤	2021年9月～	高松市
⑰	2018年12月～	富山市	③⑦	2021年10月～	安中市
⑰	2018年12月～	浜松市	③⑧	2021年12月～	北広島市
⑰	2018年12月～	京都市	③⑨	2022年4月～	吹田市
⑳	2019年1月～	松本市			

出所：水道技術研究センター（2021）のデータを元に筆者作成。

カナダのトロント市の導入理由は、設置済みメーターの計測が不正確であることから、推定検針を行っていたため、不公平な請求が課題となっていたことである。25～30%あった推定検針の割合が1～2%に減少し、人件費や車両費にかかる費用4.3億円が削減され、年間収入が23.8億円増加した。

イギリスのロンドン及びテムズバレーは、人口の増加による水需要の逼迫、古くからの慢性的な水不足、気候変動による水供給への悪影響が課題であった。水

道料金を不動産の課税価値を用いて算定してきたため、定額料金であったため、住民の節水意識が低かった。12%の節水効果が期待されている。

世界各国において、水道スマートメーターの導入状況は、まだ道半ばであり、導入が進んでいるとは言えない。導入の理由については、推定請求額による苦情、未払い問題、慢性的な水不足、漏水の早期発見が中心であることが窺える。

表4. 世界のスマートメーター実運用状況

都市名	導入台数	都市名	導入台数
ニューヨーク市	82万台	サスカトゥーン市	7.8万台
トロント市	48万台	バージニア州ラウドン郡	7.4万台
マンチェスター市	43万台	韓国コチャン郡	2.4万台
ロンドン・テムズバレー	25万台	テキサス州シーダーパーク市	2.2万台
パリ市	9.3万台	イングランド東部	1.9万台
ワシントン D. C.	9.0万台	オークランド	0.3万台
カナダ・ノバスコシア州	8.4万台	シンガポール	0.1万台

出所：水道技術センター（2018）のデータを元に筆者作成。

6. 海外のスマートメーター導入によるダイナミックプライシングの適用

海外では、スマートメーターの実運用導入が日本より進んでおり、ダイナミックプライシングの適用を意識した論文についても17000ヒットする。そのうち、主なものの10件のうち、今回は6件を紹介する。

Lopez-Nicolas, A. et al. (2018) は、スペインのバレンシア地方で43万世帯についてスマートメーターを設置し、実験を行っている。Scarcity Pricingによる二段階別料金を採用し、需要の反応を測定している。結果として、0.35ユーロ/ m^3 の場合、18%、0.14ユーロ/ m^3 の場合、8%、0.04ユーロ/ m^3 の場合、3%の水道使用量の削減が行われたことを導き出している。

Castro, D., Gobbo, C., and Fabian, N. (2020) は、ブラジル南部のフロリアノポリスの202の回答者について、2018年の8月20日から9月20日のデータで、効用ロジスティックモデルを使い、分析を行った。結果として、エネルギー、水の使用量をコントロールについて裕福な居住者は、興味を抱いていること、女性や財産があまり多くない人々は、スマートメーターの高額な出費について、厭わない傾向にあることを結論付けている。

Sahin, O., Bertone, E., and A. Rodney (2018) は、オーストラリアのクイーンランド地域で、水需要に対する制限と scarcity pricing 戦略や効用と顧客に対する費用の制限、顧客の水利用に与える価格の影響などを考慮に入れた System Dynamics Modelling アプローチを使い、6~11%、水道使用量の削減が行われたことを明らかにしている。オーストラリアでは、厳しい干ばつ、人口増加、変化しやすい降雨量、インフラの老朽化などの問題を抱えている。

Rouge, C. et al. (2018) は、イギリスのロンドンの1500万世帯について、家庭用の水道料金を基本料金の150%に値上げすることで、22~63%の水道使用量の削減が行われたことを明らかにしている。

Marzano, R., Rouge, C., et al. (2020) は、時間帯による料金変化に直面した時、利用者の水の消費量決定を計測するオンラインによる実験の計画と結果について、報告し、料金と水の希少性への意識との相互関係

を調査している。424の回答者に、流水を買い、架空のシャワーを取るために、少しの寄付金を使うことを依頼する。平均的なシャワータイムがより高い価格で削減されることが分かっており、0.54から0.62の範囲の値で、より高い削減がもっとも完全な特定化で行われることが導き出された。

Cominola, A., Giuliani, M., et al. (2021) は、スペインのバレンシアの334の世帯について、3年間のデータを使い、分析を行っている。スマートメーターを設置することで、8%の水使用量の節約が行われた可能性があることを明らかにしている。

その他、Darby (2006, 2010) によると、イギリスでスマートメーターを設置すると、5%から15%の間でエネルギー節約があったと報告されている。

7. 考察

欧州諸国に関して、スマートメーター導入によるディマンド・レスポンスの実験は、概ね成功しているという結果が見いだされる。

利用可能な水資源のより効率的な管理を促進するための水道料金の可能性は、EUの水の枠組み指令のような規制枠組みでも認められている。このヨーロッパの規制は、水供給についての費用回収、経済的効率、財政的だけでなく、環境的、資源コストの要因による環境的改善を追求する方法として、料金戦略を促進している。

もし、料金が水の限界費用に相当する水準に設定されるなら、料金政策は経済学的に効率が良い。通減料金は、高い利用量の消費者に、より低い平均料金を払わせることとなり、水節約の努力を促さない。反対に、通増料金は、大口の利用者をより公平により経済的に効率的であるため、大きく改善することができる。しかし、通増料金のこれらのメリットは、疑わしいと言われている。メーターの技術が料金設定を制約する時、料金設定は、いつも目的を成し遂げるわけではない。Lopez-Nicolas, A. et al. (2018) によると、1つの選択肢は、季節的な通増料金であると述べている。

スマートメーターの真夏の利用は、水不足とインフラの分布の両方に重圧をかける場所で、夏の間の消費

を制御することができる。新しいスマートメーター技術は、頻繁に自動的に消費を測定し、料金を変化させることができ、時間を通して水道料金政策を変化させる。この情報を顧客と分かち合うことで、家庭の需要を管理することができる。水利用のリアルタイムでの情報を通して、消費者は水の利用量と費用を知ることができ、消費をより低くすることができる。前払いの水量メーターは、消費者と公共の両方に恩恵がある水資源を管理するための道具として考えることができる。水量メーターは、管理者にとっての財政的、営業的費用を減少させ、より効率的に資源を割り当てることに役立つ。しかし、設置が低所得の消費者には困難であるという問題点がある。

Lopez-Nicolas, A. et al. (2018) によると、Scarcity pricing は、気候によって変動する供給に依存する水供給システムに起源がある。水が不足すると、その限界的な価値は増加し、scarcity pricing は、これに依存して決まるしくみである。水供給が潤沢な時は、水の価値はゼロとなり、水の価格は、浄化と輸送の費用のみとなる。水が不足すると、scarcity pricing は、経済的に効率的な分配を促進させるために、水の価格に不足している水を配布するための機会費用を加える。水の scarcity pricing は、めったに利用されない。2012 年から 2016 年の乾期に、カリフォルニアで、家庭の水利用を減らすための乾期の追加料金、罰金のような経済学的ツールの実施に拍車がかかった。水道供給事業体の 29% が乾期の追加料金を利用し、水の単位価格の増加は、水の低い供給によりもたらされた。同じ期間に、事業者の 79% が罰金を利用した。

海外の論文では、ピークロード・プライシングという言葉はあまり頻繁には登場しないが、scarcity pricing という方式で、実際に、ディマンド・レスポンスが働くことが、明らかにされている。

以上、海外の導入事例を含め概観すると、スマートメーターの導入により、人手不足を補うだけでなく、漏水の検知、水不足の解消、推定請求の解消に役立つことが、明らかであると思われる。

スマートメーターとダイナミックプライシングによる水需要のコントロールは、ピーク需要を抑え、水道

管にかかる負担を軽減すること、管路のダウンサイジングにもつなげることができ、設備更新の財政的負担を減らすことができる。

需要の価格弾力性の低い水需要において、他の財や公共財の中でも電力需要などと比べて、その大きさは小さいことが予想され、実際の効果の大きさには多少疑問もあるが、いくらかの効果は期待できると考えて良いだろう。

そのためには、スマートメーターの導入が必須となるが、その設置費用の高額な点については、近年、簡便なシステムの機器の提案もあることから、それらの利用を検討することも、必要であろう⁽⁸⁾。

注

- (1) 本論は、厚生労働省科学研究費助成「水道スマートメーター導入に向けたデータ利活用の検討 (20LA1006)」における穴山悌三教授 (長野県立大学) との「多様な料金制度の検討」の研究の一環である。ここに改めて感謝を述べる。
- (2) 野村・石井 [1996]、矢島、藤原、石井 [2005]、太田 [2011] 参照。
- (3) 青木 [2021] 参照。
- (4) 青木 [2021] 参照。
- (5) 福田 [2021] 参照。
- (6) 水道技術研究センター [2021]、[2018] 参照。
- (7) 欧州の電力のスマートメーター導入状況については、2023 年度末までに 70% になる予定となっている。イタリア、スウェーデン、フィンランドで、第 1 世代のスマートメーター設置が完了し、更新が始まっている。また、オランダ、イギリスでは、全数設置が予定されている。米国においても、2018 年末時点で全世帯の 70% が設置済みであり、2020 年末には 1 億台超となる見込みである。カリフォルニア、テキサス、イリノイ、フロリダで普及率が高い。スマートメーターを利用したサービスは、小売り・需要家向けユースケースとして、ナッジや過負荷アラートといった省エネを促す取組や、デイスアグリケーションやダイナミックプライシングといっ

たサービスも提供されている。

- (8) この点は、データ収集の時間間隔の問題があり、見守りサービスのようなきめの細かいサービスの運用に拡大する場合には、簡便なメーターではその機能を十分に果たすことが難しい。

参考文献

- 青木 亮 [2021]「日本の上水道事業の現状について」10月30日研究会資料
- 穴山悌三・森由美子 [2021]「電力消費データ分析の経緯と事例のサーベイー水道料金制度検討を念頭に置く観点からー」国際公共経済研究 Vol.32, pp.99-109.
- 石井晴夫 [2015]「水道事業における料金設定方式の特質と経営基盤の強化策」福岡大学商学論叢
- 太田正 [2011]「第6章 水道」塩見英治編『現代公益事業』有斐閣ブックス
- 太田正 [2017]「第2章 水道事業」塩見英治編『自由化時代のネットワーク産業と社会資本』八千代出版
- 静岡市水道局 [2020]「静岡市における電力スマートメーターの通信網を活用した水道・都市ガスの自動検針に関する実証試験の試験開始について」A-Smart プロジェクト提出資料
- 水道技術研究センター [2018] 水道の国際比較に関する研究委員会編「海外の水道事業におけるスマートメーターの利用状況」
- 水道技術研究センター [2021]「国内のスマート水道メーター実証実験・実運用マップ」A-Smart プロジェクト会議提出資料
- 豊橋市上下水道局「IoT活用推進モデル事業」<https://www.city.toyohashi.lg.jp/item/86988.htm#itemid86988> (2022年3月1日アクセス)
- 野村宗訓・石井晴夫著 [1996]「第7章 水道事業」石井晴夫編著『現代の公益事業』NTT出版
- 福田健一郎 [2021]「諸外国の水道料金について」10月30日研究会資料
- 三菱総合研究所 [2020]「国内外におけるスマートメーターの現状について」第1回次世代スマートメーター検討会資料
- https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/jisedai_smart_meter/pdf/001_03_00.pdf (2022年3月1日アクセス)
- 矢島正之・藤原淳一郎・石井晴夫 [2005]「第2章 エネルギー・水道」公益事業学会編『日本の公益事業』白桃書房
- 横浜市水道局 [2020]「水道・ガスメーター無線自動検針システム実証実験」
- 輪島市上下水道局「IoT活用推進モデル事業」<https://www.city.wajima.ishikawa.jp/article/2020042100016/> (2022年3月1日アクセス)
- A. Lopez-Nicolas, M. Pulido-Velazquez, C. Rouge, J. J. Harou, and A. Escrivá-Bou [2018] 'Design and assessment of an effective and equitable dynamic urban water tariff. Application to the city of Valencia, Spain,' *Environmental Modelling & Software* 101, pp.137-145.
- Andrea Cominola, Matteo Giuliani, Andrea Castelletti, Piero Fraternali, Sergio Luis Herrera Gonzalez, Joan Carless Guardiola Herrero, Jasminko Novak, and Andrea Emilio Rizzoli [2021] 'Long-term water conservation is fostered by smart meter-based feedback and digital user engagement,' *Clean Water* (2021) pp.4-29.
- Charles Rouge, Julien J. Harou, Manuel Pulido-Velazquez, Evgenii S. Matrosov, Paola Garrone, Riccardo Marzano, Antonio Lopez-Nicolas, Andrea Castelletti, and Andrea-Emilio Rizzoli [2018] 'Assessment of Smart-Meter-Enabled Dynamic Pricing at Utility and River Basin Scale,' *J. Water Resour. Plann. Manage.*, 144(5): 04018019.
- Diego Castro Fettermann, Caroline Gobbo Sa Cavalcante, Nestor Fabian Ayala, Marianne Costa Avalone [2020] 'Configuration of a smart meter for Brazilian customers,' *Energy Policy* 139, 111309.
- Halidu Abu-Bakar, Leon Williams, Stephen Henry Hallett [2021] 'A review of household water demand management and consumption measurement,' *Journal of Cleaner Production* 292,

125872.

- Khoi A. Nguyen, Rodney A. Stewart, Hong Zhang, Oz Sahin, Nilmini Siriwardene [2018] 'Re-engineering traditional urban water management practices with smart metering and informatics,' *Environmental Modelling & Software* 101, pp.256-267.
- Marzano, R., Rouge, C., et al. [2020] Response of residential water demand to dynamic pricing: Evidence from an online experiment, *Water Resources and Economics* Vol.32, pp.1-13.
- Oz Sahin, Edoardo Bertone, Care Beal, Rodney A. Stewart [2018] 'Evaluating a novel tiered scarcity adjusted water budget and pricing structure using a holistic systems modelling approach,' *Journal of Environmental Management* 215 pp.79-90.