

# 2040年の日本の水問題（上）

## 人口減少下における水道事業の存立基盤確保の必要性

植村哲士



宇都正哲



福地 学



中川宏之



神尾文彦



### CONTENTS

- I 世界と日本の水事情
- II 2040年の水分野における問題
- III 3つの将来シナリオ

#### 要約

- 1 新興国経済の伸長は世界にさらなる水不足をもたらす。そのため世界各国における淡水の確保は、21世紀の主要課題と認識されている。
- 2 他方、日本では、人口が減少することによって長期的には水需要が減少し、結果的に大量の余剰水が発生すると予想される。
- 3 国内の水需要の減少は水道事業の収益悪化をもたらし、その影響は水資源開発に関する資金メカニズムに波及し、最終的に国家財政や地方自治体の財政に負荷を与える。また水需要の減少は、同時に水関連機器市場の縮小をもたらすことにもなり、中長期的に見ると、過当競争気味の業界に劇的な再編を促すものとなる。
- 4 現時点で予想されるこうしたシナリオを回避するためには、厚生労働省が2004年6月に策定した「水道ビジョン」で謳われている水道事業の効率化に向けたいくつかの施策をさらに強化した改革案を検討するだけでなく、水道供給システムの見直しや、余剰水の海外輸出など、抜本的な対策を真剣に検討する必要がある。

# I 世界と日本の水事情

## 1 世界の水事情

世界の人口は2025年に約83億人に達すると予想され、人口増加に伴う生産活動の発展や生活様式の変化によって、水需要は2025年に1995年の1.4倍になるとも予想されている<sup>注1</sup>。

現時点でも、経済面における中国、インドの台頭は著しく、経済成長のために、水資源開発は喫緊の課題になっている。また、近年、温暖化の影響か、世界各地で干ばつが相次ぎ、従来、降水量が豊富であった地域が干ばつに見舞われたり、比較的乾燥していた地域で大雨による被害が出たりしている。たとえば、2006年から07年にかけてのオーストラリアの干ばつは記憶に新しい。

実際に、国際連合食糧農業機関（FAO）の調査によると、現時点と比較して、中国、インド、オーストラリア、サウジアラビアなどの国は2050年時点で、軒並み現在の1人当たり年間水資源賦存量を下回ると予想されている（図1）。

このような状況に応じ、国際的には1997年から「世界水フォーラム」が3年に1度開催されるようになり、2003年の第3回（日本）を経て、2009年の3月にはトルコのイスタンブールで開催される予定である。こうした活動があるにもかかわらず、世界的な水不足を解決するまでの道のりは遠い<sup>注2</sup>。

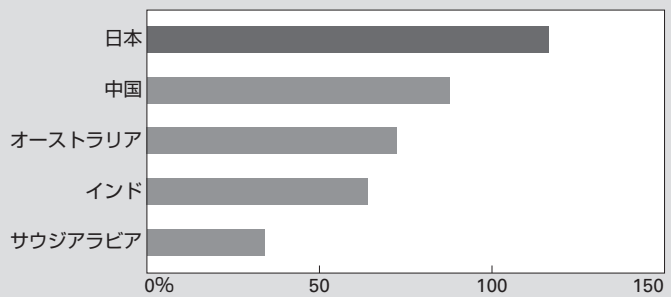
## 2 日本の水事情

異常気象は日本においても例外ではなく、1994年に福岡市周辺に見られたような渇水がしばしば発生しており、長期的には降水量も減少したり、少雨の年と多雨の年の差が拡大

したりしているという指摘がされている<sup>注3</sup>。

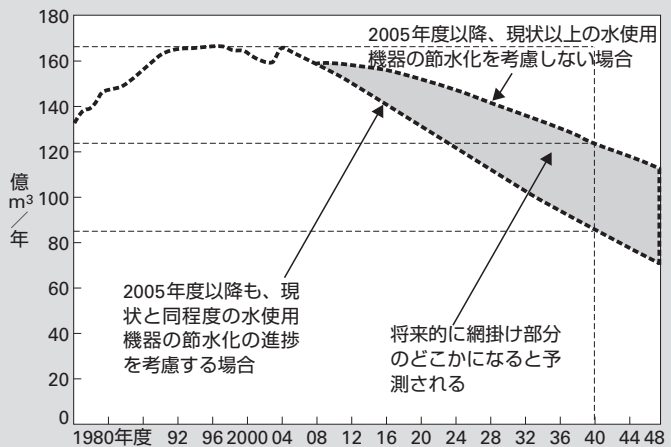
とはいうものの、日本の場合、人口減少社会の本格的な到来によって、現在の上水道使用量は減少する。実際、2040年の上水道の水使用量を人口との関係から予測すると、水使用機器の節水化が進んだ場合、水需要は図2のように現在の約半分（約70億m<sup>3</sup>/年の余剰）になり、節水化が進捗しなかった場合で現時点の約4分の3程度（約30億m<sup>3</sup>/年の余剰）に減少すると予測される。

図1 国内の1人当たり水資源賦存量比較



注1) グラフは2050年対2003年の国内の水資源賦存量の伸びを表す  
 2) 水道需要量(予測値)(ℓ/年)=(1日1人当たり有取水量(ℓ/日・人)÷有取率(%))×節水化率(2001年基準)×普及率(% )×将来推計人口(人)×365(日)  
 \*1日1人当たり有取水量:厚生労働省健康局「水道統計」より  
 \*有取率:「水道統計」より  
 \*普及率:「水道統計」より  
 \*節水化率:①過去の水関連機器の生産・販売状況、②各水関連機器の節水率、③目的別家庭用水使用量比率——を考慮して、2001年を基準年に、家庭での水使用のうち機器に関するもの影響を基準化した  
 \*将来推計人口:社会保障・人口問題研究所の2006年12月時点推計値のうち、出生中位・死亡中位の長期推計・超長期推計値を用いた  
 出所) 国際連合食糧農業機関 (FAO) Aquastat 2003 より作成

図2 上水道分野の水使用量予測



出所) 厚生労働省健康局「水道統計」などより推計

日本における水道使用量の減少は、上水道ばかりではなく、工場や大規模なビルにも及んでいる。これらでは中水（上水と下水の中間の水で、上水をリサイクルした用途限定の水）利用が盛んになり、再生水や雨水利用が進んでいる。さらに、水田の耕地面積減少に伴い、農業用水の利用も徐々に減少している。この推移を表したのが図3である。

特に工業用水道については、すでに2003年時点で「工業用水からの補給水量」に対して、少なくとも年間10億 $m^3$ 分開発水量に余剰がある。河川表流水からの取水を考慮すると最大30億 $m^3$ /年の水量が余剰になる（図4）。

工業用水道の場合、将来の産業立地などによって使用水量が大きく変わる可能性もあるため、将来も10億 $m^3$ /年もしくは30億 $m^3$ /年余り続けるとは、一概にいけない。だが、他方で、将来、節水技術や地下水利用が進展すると、「工業用水からの補給水量」はさらに減少する可能性もある。

このように、日本が迎える人口減少社会では、上水道、工業用水、農業用水のすべてにおいて、水使用量が余剰になる可能性が指摘

される。特に上水道と合わせて2040年時点で40億 $m^3$ /年～100億 $m^3$ /年の余剰水が発生する可能性があることも否定できない。

今回は、現状の水道使用量のトレンドが継続することを前提に以降の議論を行った。

### 3 2040年の水問題を議論する目的

前節で述べたように、世界的に見ると、淡水資源は今まで以上に足りなくなることが予想されているが、一方、少子高齢化による人口減少社会を迎える日本は、水余りが予想されている。

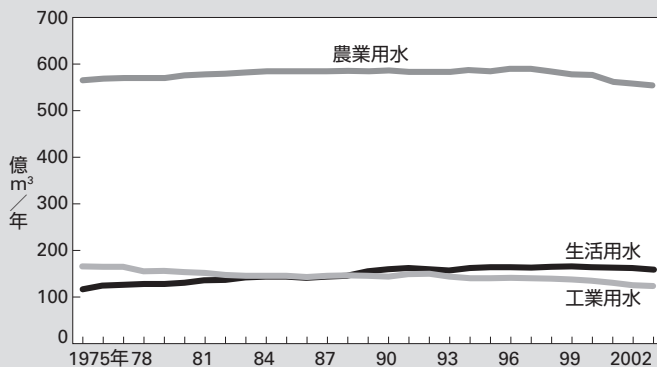
日本の国内だけで考えれば、将来、水余りが生じたとしても、近年渇水が頻発している四国の讃岐平野や福岡市周辺では渇水が生じにくくなり、渇水に対する耐性が上がり、一見良いことが起こるだけのように思われる。

ところが、日本の水資源は、洪水調整・利水目的のため借入金で開発されてきた歴史を持つ。これらの開発負担金は、上水道や工業用水道の水道料金に反映されているため、人口の減少によって、将来、水道使用量が減少し水道収益が減少すると、料金の引き上げなどを前提にしなければ、水道事業者と水資源開発の資金メカニズムは破綻を起こす可能性がある。

さらに、水需要が減少して水道事業者の収益が悪化すると、水道関連事業者の機器需要も縮小する。近年、収益悪化によって一部の企業が水道関連市場から撤退しつつあるが、存続できる企業数はさらに減少するであろう。

このような問題意識を踏まえて本稿では、前述のような国内・国外にわたる水資源の需給環境の大きな変化に伴う、世界レベルでの水資源のミスマッチを出発点とし、また、水

図3 全国の用途別水使用量推移



注) 生活用水：家庭用水（飲料水、調理、洗濯など）と都市活動用水（飲食店などの営業用水、事務所などの事業所用水、公衆トイレなどの公共用水、消火用水を含む、いわゆる上水道）  
工業用水：ボイラー用水、原料用水、洗浄用水などを含む、いわゆる工業用水道  
農業用水：水田灌漑用水、畑地灌漑用水などを含む  
出所) 国土交通省土地・水資源局水資源部編『日本の水資源——渇水に強い地域づくりに向けて（平成18年版）』

資源循環過程での水道事業などの「仕組み」の制度疲労を前提として、2040年ごろのあるべき姿を議論する。

この2040年ごろというのは、団塊ジュニアの世代が定年退職を迎え、団塊世代も平均余命を超えた超高齢化社会である。しかも高度経済成長期に建設された社会資本の二度目の更新期にも当たり、したがって、2040年前後を乗り越えられるかどうかで、2050年以降の日本社会の姿は大きく変わると考えられる。

なお、本稿で議論を進めていく前提として、推計値は原則的に全国一本の値を用いている。これは、日本全体の大きな方向性について検討したいと考えているからである。確かに、水道分野においては水道料金の格差が相当程度あり、特に、都市と地方の格差は明確に存在しているが、本稿では国全体を一つのシステムとして議論し、個別の問題には焦点を当てないこととする。

また、日本の水資源量には多くの言説がある。たとえば日本の1人当たりの水資源量は決して多くないという指摘<sup>4</sup>や、日本が輸入する農産物や工業製品のために、それらの生産国では400億 $m^3$ /年の水を必要としている<sup>5</sup>という意見である。それらは十分に承知している。ただし、今回の議論の出発点は、現在開発済みの水資源を今後どのように有効活用していくか、その過程において、国民負担を増加させず、かつ財政的に水道システムを破綻させないためにはどうしていくべきかについて考えているため、こうした論点はあえて取り上げていない。

本稿の構成は、第一部（今月号）として、現状を前提に2040年前後でどのような問題が発生するかについて検討する。今回の議論

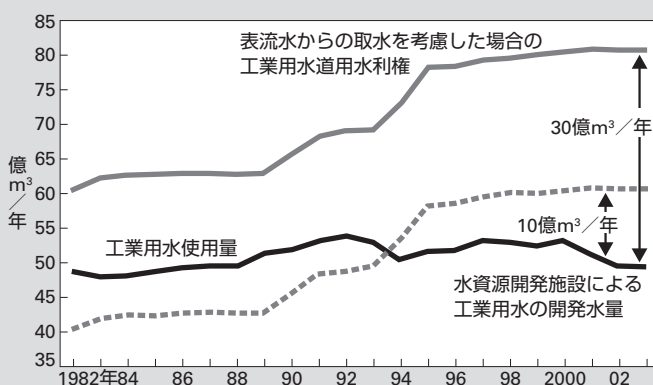
は、基本的には2040年という超長期の予測を前提にしているが、萌芽ともいえる現象や事例もすでにいくつか見られる。そうした問題点を提示し、その後、その問題を回避するために3つのシナリオを提示する。

第二部（来月号）では、それらのシナリオを実現していくうえで必要な、主体別の対応策について言及し、最後に、今回のような議論を進めていくための課題について指摘する。

## II 2040年の水分野における問題

人口減少による水道分野への影響の一つは、水使用量が減少し、水道事業者の収益が悪化することである。そのため施設更新が十分に行えなくなり、ひいては住民税などの1人当たり国民負担が将来的に増大することになる。この人口減少時代の水使用量減少が引き起こす一連の問題について一覧にしたものが次ページの図5である。

図4 工業用水道分野の開発水量と使用量の差



出所) 開発水量、淡水補給量：国土交通省土地・水資源局水資源部編『日本の水資源——渇水に強い地域づくりに向けて（平成18年度）』  
工業用水使用量：淡水補給量に工業用水からの給水比率を乗じて推計  
工業用水からの給水比率：「工業統計表」（用地・用水編）経済産業省産業政策局調査統計部各年度版より  
表流水からの取水を考慮した場合の工業用水道用水利権：  
水資源開発施設以外に、河川の表流水に対して設定されている工業用水用の水利権量を考慮したもの。1975年時点の淡水補給量のうち、工業用水分から水資源開発施設の開発水量を除いたものを河川の表流水からの取水とみなし、1976年以降の各年の「水資源開発施設によって開発された開発水量」に加えて、「表流水からの取水を考慮した場合の工業用水道用水利権」を算出



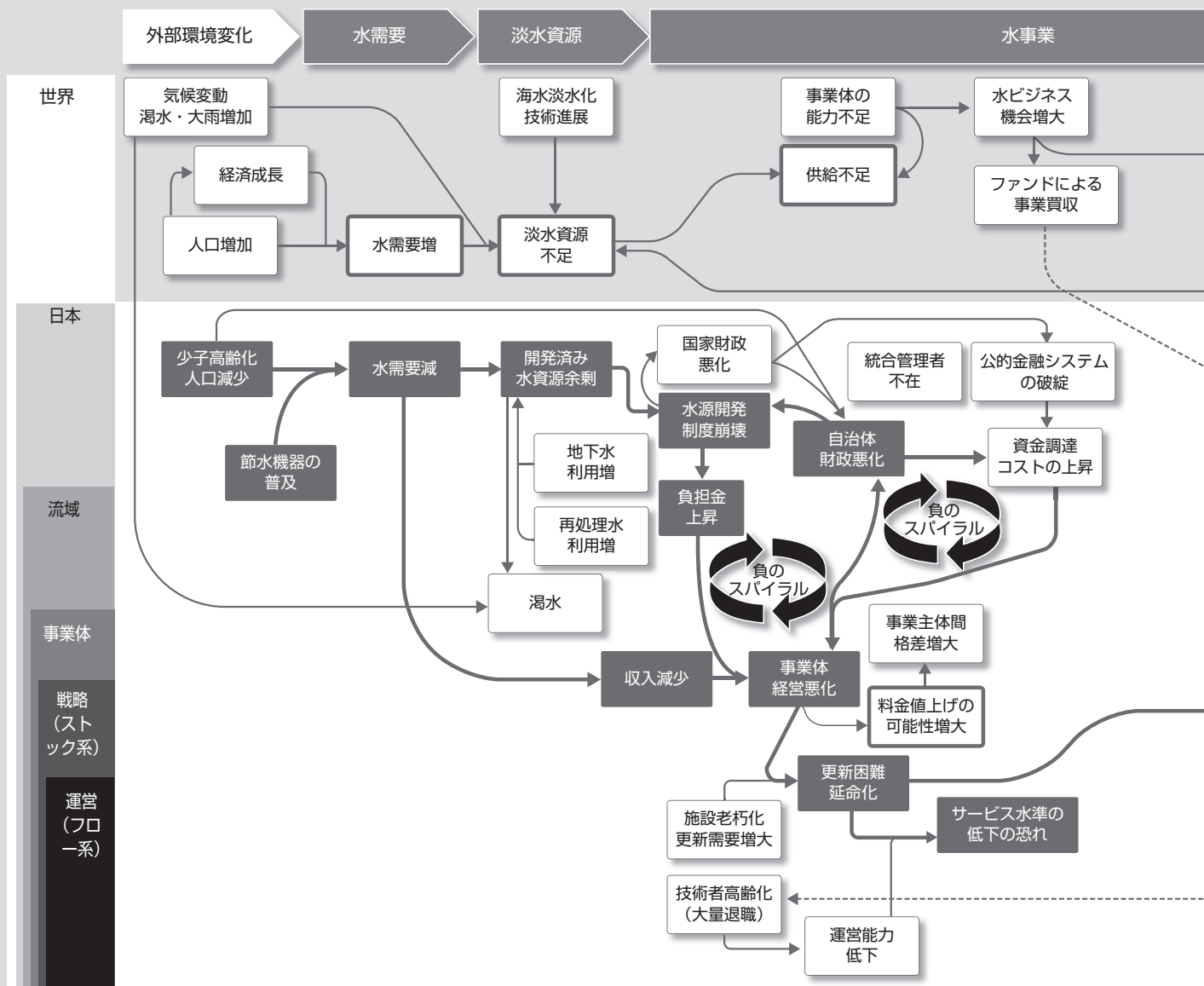
人口減少社会における水使用量の減少は、水道事業者の経営問題を經由して自治体財政や国家財政に波及する。施設更新の遅れなどは、日本では当然であった安全で低廉な水道供給を揺るがし、関連する水関連機器市場を縮小させ、企業の合従連衡を促し、雇用の縮小と労働条件の悪化をもたらすこととなる。

81ページの図2で示したように、現在の1人当たり水使用原単位を維持しても、2040年

ごろには水使用量は現在の4分の3に減少する。また、既存の施設の建設年次と物量をもとに上水道施設の維持補修費・更新費を推計すると、2040年ごろに第二の山を迎える予想される(図6)。これは上水道施設の平均耐用年数が39年に設定されているため、2011年前後に更新した施設の再更新が2040年ごろに必要なからである。

さらに、工業用水道分野においても同様

図5 人口減少社会に発生が予想される水分野の問題と原因マップ



注) M&A : 企業合併・買収

で、2040年ごろに2度目の施設の更新の山を迎えると予想されている（図7）。

問題は、これらの投資が水需要減少下の水道事業者の経営体力で賄えるかということである。

水道分野における事業者の将来の収支予測をするためには、いくつかの仮定を設定する必要があるが、そのうちの主要な要因は人件費である。

2004年6月の厚生労働省の「水道ビジョン」にも触れられているように、水道事業に従事する職員は、現時点で全職員の20%が50～55歳未満で占められており<sup>※6</sup>、近年の採用抑制もあって将来急激に減少することが予想されている（次ページの図8）。ただし、水需要に合わせた水道施設の規模縮小は職員数の減少ほど急速には進まないため、削減分は外部委託で補充することになる。現在の新規採用水準を前提に考えると、2035年前後に

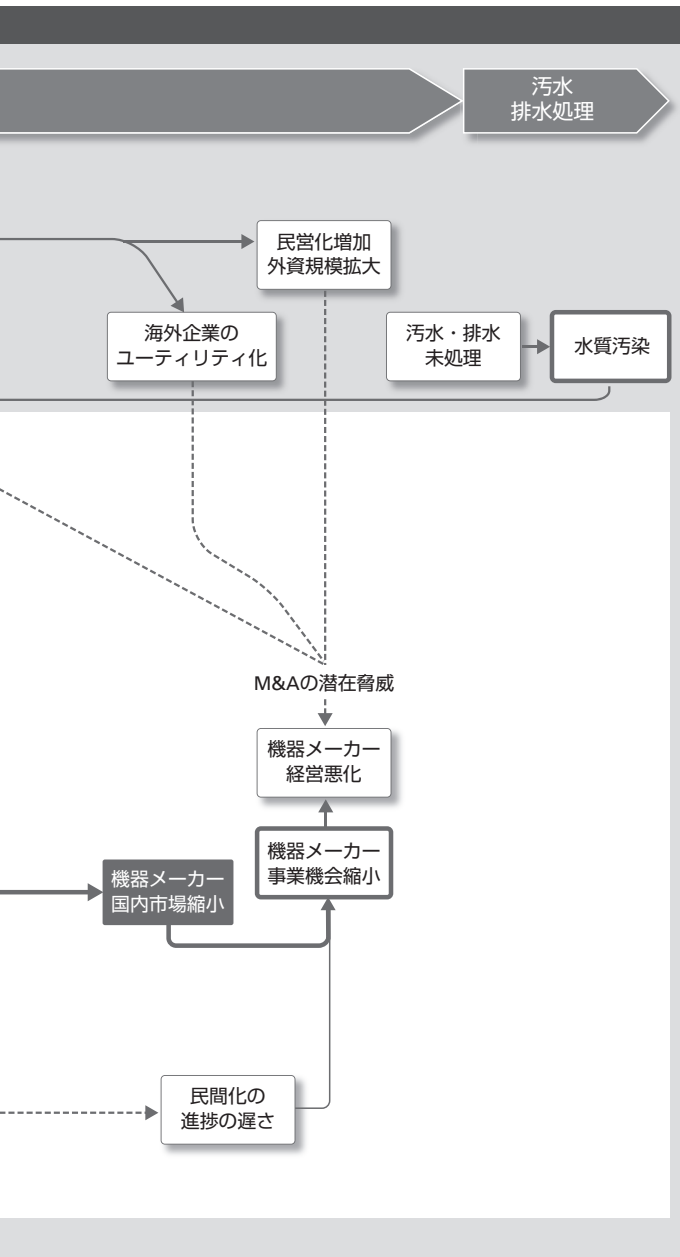
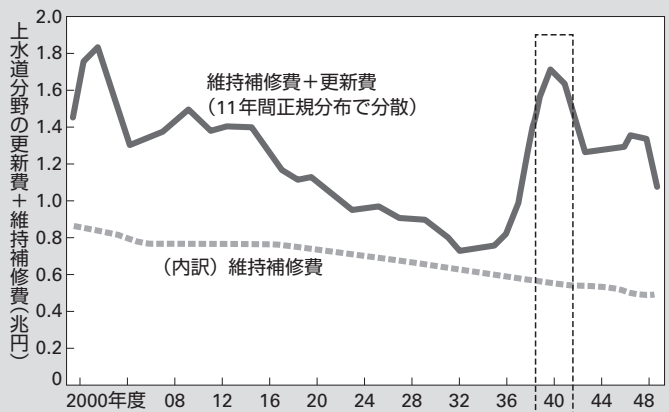
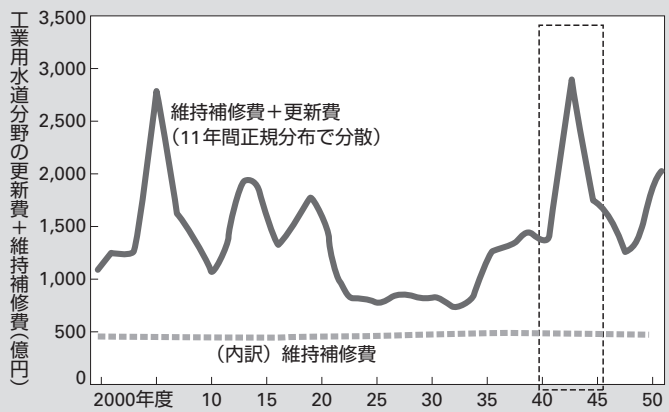


図6 上水道分野の維持補修費・更新費推計



注) 維持補修費は、水需要の動向と過去の維持補修費の関係を定式化して、81ページ図2で推計した水需要量の将来推計値をもとに推計した。また更新費は水道管の配管の物理量 (km) の時系列データをもとに、耐用年数を39年に設定して将来発生する更新物理量を推計し、2003年度時点での建設単価を乗じた  
出所) 厚生労働省健康局「水道統計」などより推計

図7 工業用水道分野の維持補修・更新費推計



注) 維持補修費は、導送配水管の延長と過去の維持補修費の関係を定式化して、導送配水管の延長を時系列予測して推計した。また更新費も導送配水管の延長 (km) の時系列データをもとに、耐用年数を37年に設定して将来発生する更新物理量を推計し、2003年度時点での建設単価を乗じた  
出所) 厚生労働省健康局「水道統計」などより推計

は水道事業に従事している人の半数以上が水道事業者以外の所属になると推計されており、管理水準の維持や技術継承などが深刻な問題になるであろう。

次に、人件費以外の費目について水道事業の原価構成を見ると、外部委託費、減価償却費、支払い金利、維持費・動力費などが想定される。たとえば外部委託は現在でもある程

度は導入されているが、今後増加する分について図8の外部委託増加分の人数をもとに数値を設定し、収支予測に反映させた。また維持補修費については、前ページの図6で推計した数値を用いている。

いくつかの数値を設定のうえ、2050年度までの上水道分野の費用を推計したものが図9である（設定した変数と、設定内容については表1に示した）。なお、費用の推計において、投資額の設定は結果に大きな影響を与えるため、新規および更新投資を今後継続する場合（パターンβ）と、更新投資しか行わない場合（パターンα）の2パターンに分けて推計した。

推計の結果、2015年度くらいまでは両パターンともほとんど差はないが、新規投資を認めたパターンβは2015年度以降、急速に費用が増大することがわかる。

次に、上水道分野の収益予測を81ページの図2の水需要を所与として行った（図10）。

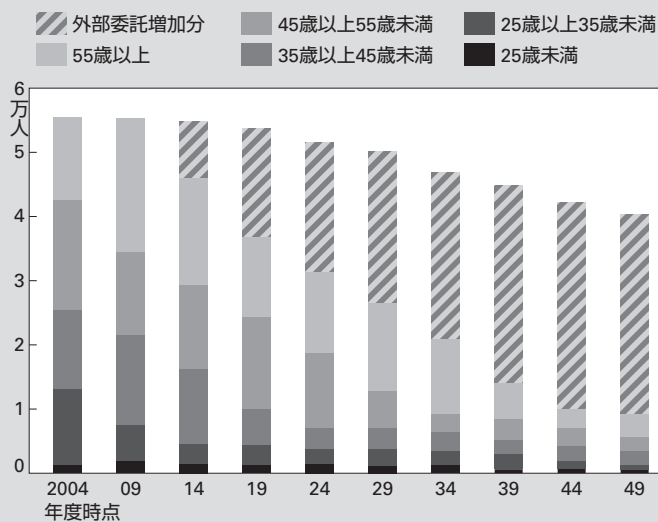
推計の結果、2040年度の収益は2005年度と比較してパターンαで約57%に、パターンβで約39%になると予想されている。

最後に図9と図10から、上水道分野の収支を「節水化の進捗が現時点で止まり、更新投資しか行わない場合（パターンα）」と「節水化が今までどおりの速度で進捗し、新規投資も継続する場合（パターンβ）」の2パターンで予測した（図11）。

図11を見るかぎり、水道事業の収支構造が現行のまま推移すると2040年ごろにはパターンαで年間5000億円程度、パターンβで年間2兆円規模の赤字が発生すると予想される<sup>注7</sup>。

この巨額な赤字は、水資源開発の資金メカニズムを通じて水資源機構に波及し、最終的

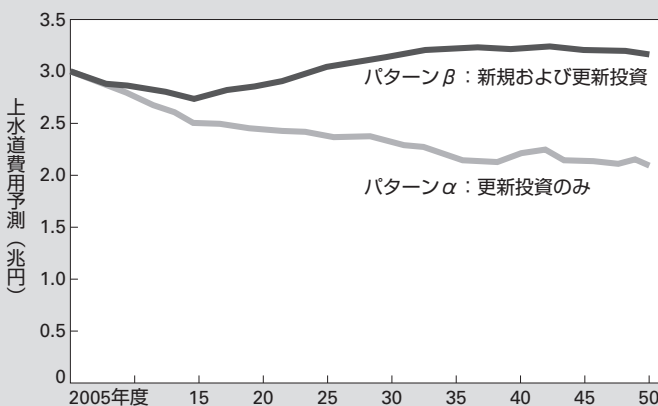
図8 水道関連職員の年齢構成



注) 5歳刻みのコーホート（ある時間的まとまりをもって生まれた集団）で、2004年度を基準年度としてコーホート分析（コーホートの時間的経過を追って分析する手法）を行った。なお、60歳以上は5年後に退職しているものとし、新規採用は、5年ごとに25歳以下の職員数が55歳以上の職員数の9.14%（2004年度実績）になるように採用すると仮定した。また、外部委託先の人数は、水道事業に従事する総人員を需要量の減少と同じ速度で減少させた場合に、総人員と職員数の差分として推計した

出所) 厚生労働省健康局「水道統計」より作成

図9 上水道分野の費用推計



出所) 厚生労働省健康局「水道統計」などより推計

には国家財政にも影響を与える（次ページの図12）。

2006年度（平成18年度）のデータによると、水資源機構の事業収入は、水道事業者などからの負担金収入は全体の59%に上っている（次ページの図12）。将来、水道事業者の財政が厳しくなり、負担金支払い能力が低下すると、ダム建設などの開発事業を抑制するか、国からの支援額を増やす必要が生じることがわかる。

このような連鎖を招かないためには、水道事業者が赤字にならないように水道料金を値上げするという方法がある。このようにすると、2040年度には、パターンαで2004年度比1.3倍程度、パターンβで2004年度比2.7倍程度に上昇する（次ページの図13）。これは月額5000円を支払っている家庭の水道料金が、パターンαの場合に月額6500円に、パターンβの場合に月額1万3500円になることを意味している。

以上見てきたように、2040年前後の日本は、第I章の「1 世界の水事業」で指摘したような世界の淡水資源の不足に対して、水余りという全く逆の状況が発生する。これは、水道事業に大幅な赤字をもたらし、現在の水道が将来的に破綻することを示唆するものである。

前述のとおり、今回の推計は、全国一本の値で推計しており、個別の事業者では推計よりも赤字幅が大きくなる場所と、全く赤字が生じない場所の両方が出てくるであろう。また、推計の際にいくつかの仮定を設けているため、それを変更するだけで推計結果は大きく変わる。今回の推計結果は、あくまでも概算であることに留意する必要がある。

表1 図9で使用した変数と設定

変数名	設定
投資額	パターンα： 更新投資のみを図5に従って実施すると仮定した パターンβ： 新規投資・更新投資とも継続するが、全体の投資額を人口減少に伴う水需要予測量減少に応じて減少させる
維持補修費	人口減少に伴う水需要予測量減少に応じて減少させる
減価償却費	過去の投資額を定額法で除却した場合に、2004年度の減価償却費額に一致するように耐用年数（59.3年）を逆算し、それを用いて将来の投資額から発生する各年の減価償却費を推計した。なお、残存価格は1円としている
人件費	人件費単価を現時点と同様にして図8で推計した将来の職員数に乗じた
外部委託費	人件費単価を職員の7割と仮定し、図8で推計した外部委託増加分に乗じた
支払金利	現時点の固定負債および借入資本金を10年で返済するとし、単年度の投資のうち、減価償却費で賅えない部分および単年度の損金を借入金で賅うとして推計した
受水費	水需要量減少と等速で減少するとした
料金上昇率	赤字を発生させないためには水道料金を2004年度比で何%上昇させなければならないかを逆算した。なお、料金上昇に伴う需要減少は想定していない

図10 上水道分野の収益予測

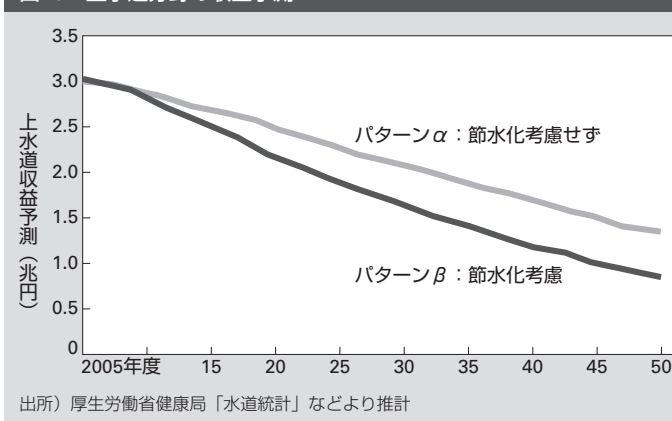


図11 上水道分野の収支予測

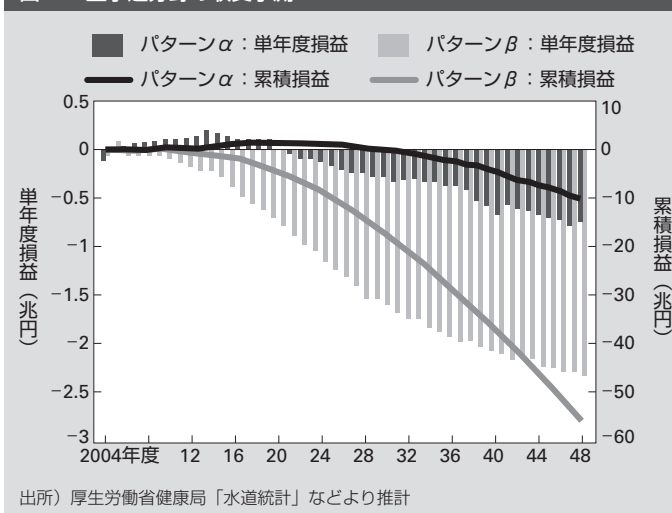




図12 水資源開発に関連する会計の連動（2006年度）

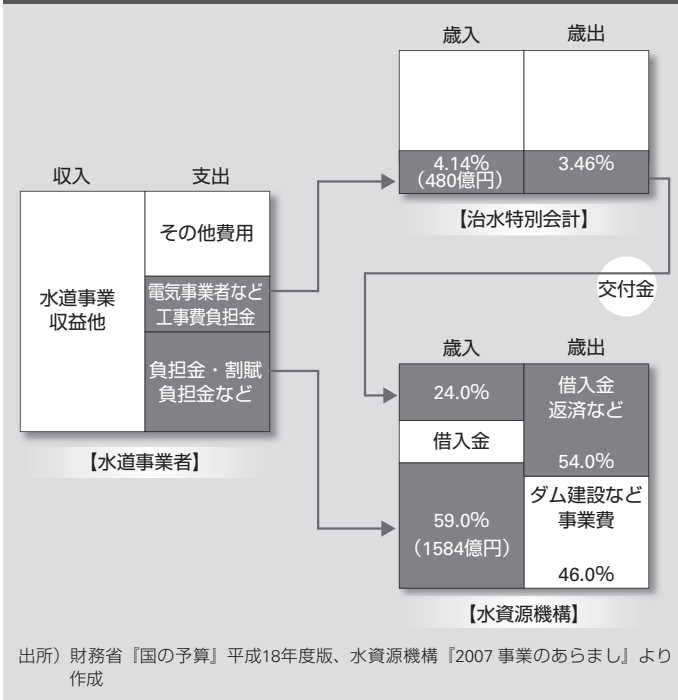


図13 上水道分野の料金単価上昇率

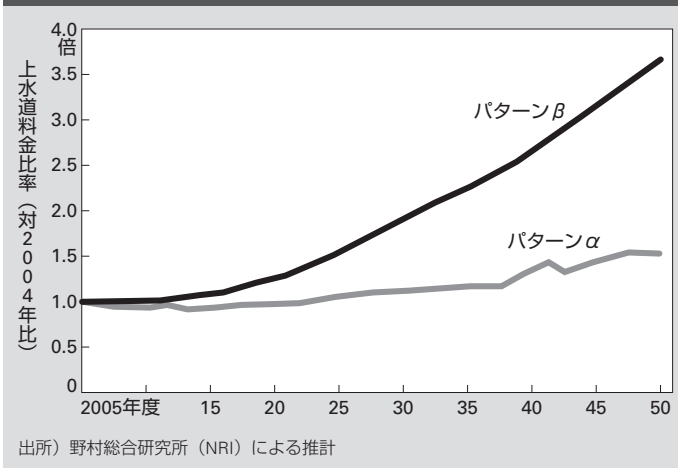
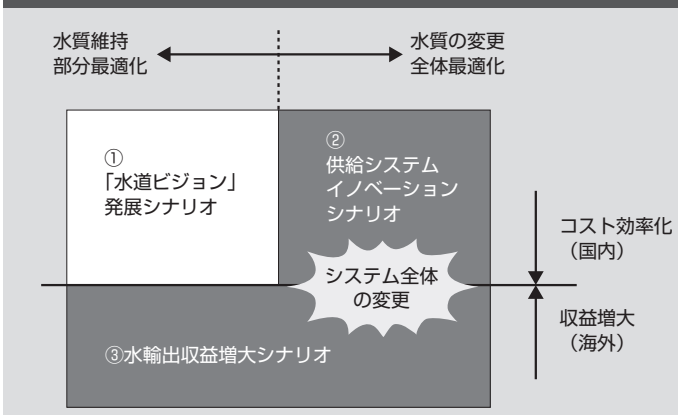


図14 3つのシナリオの位置関係



### Ⅲ 3つの将来シナリオ

前章で指摘したような、長期的な水需要減少局面や水道事業者の収支悪化に対して、対応を検討していくことが必要である。ここでいう対応とは、コスト削減と収益増大の方策を検討していく必要があるということである。

水道事業のコスト削減の方向性としては、集約化・広域化が考えられる。これは現状の厚生労働省の水道ビジョンにも示されている流れであるが、現状の延長線上の対策のままでは、前章で議論したような事態が発生するため、水道ビジョンで想定している以上の、さらなる集約化・広域化の方策がないかを検討する必要がある。

また、現在の上水道供給は飲み水を前提にしているが、世界的にはペットボトル水などの普及も著しく、飲料水の比率は全水道使用量の10%程度であると想定されることから、水道水の水質を落とすことによってコスト削減が可能かどうかを検討してもよいだろう。

水道事業の収益増大の方法として、水道料金の値上げが最も容易であるが、先述のように、2040年度時点で現状の1.3倍～2.7倍になる。人口減少下の少子高齢社会で年金受給者などの数も増大するなか、基礎的な生活費である水道料金が、少なく見積もっても1.3倍、地域によっては2倍以上に上昇することは、社会的に見て望ましい事態ではない。

別の方法として水需要を増加させる方法もあるが、世界的な淡水不足のなか、水使用量原単位を無理に増加させることは、理論的に考えられても現実的には妥当ではない。それよりは、将来的に余剰となる水道水を国外に輸出することで、海外から収入を得るとい

方策を考えていくべきであろう。

この2つのコスト削減の方向性と1つの収益増大の方向性について検討したのが、以下の3つのシナリオである。

- ①「水道ビジョン」発展シナリオ
- ② 供給システムイノベーションシナリオ
- ③ 水輸出収益増大シナリオ

これらの3つのシナリオの位置関係は、水質の変更と水道供給システムの効率改善の度合い、および経営問題改善の方法論としてのコスト削減と売り上げ増大の観点から、図14のように整理できる。

3つのシナリオのうち、①と②は代替的であるが、①・②と③は補完的であり並立するものである。

各シナリオについては次号で詳述する。

#### 注

- 1 Igor A. Shiklomanov, "World Water Resources : A New Appraisal and Assessment for the 21st Century," 1998 UNESCO
- 2 国土交通省土地・水資源局水資源部編『日本の水資源——渇水に強い地域づくりに向けて（平成18年版）』
- 3 注2に同じ
- 4 注2に同じ
- 5 国土交通省土地・水資源局水資源部編『日本の水資源（平成14年版）』概要版。原典は第3回世界水フォーラム事務局資料。なお、本概要版では、日本から輸出している工業製品や農林水産物に使用されている水資源については言及されていない。
- 6 <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/vision2/vision2.html>
- 7 この数値は一定の仮定のもとでの数字であるため、投資の抑制などで赤字幅を小さくすることは十分可能である。

本稿は、コンサルティング事業本部内自主勉強会の成果である。

社会産業コンサルティング部	神尾文彦
社会産業コンサルティング部	植村哲士
社会システムコンサルティング部	福地 学
社会システムコンサルティング部	矢島大輔
事業革新コンサルティング部	宇都正哲
事業革新コンサルティング部	福田隆之
事業戦略コンサルティング一部	山内 朗
技術産業コンサルティング一部	中川隆之
技術産業コンサルティング二部	中川宏之
技術産業コンサルティング一部	向井 肇

#### 著者

植村哲士（うえむらてつじ）

社会産業コンサルティング部主任研究員

専門は環境政策・森林会計、社会資本マネジメント、上下水道政策、インド地域研究など

宇都正哲（うとまさあき）

事業革新コンサルティング部上級コンサルタント

専門はインフラ事業の民活支援、不動産事業・金融、企業再生・地域再生など

福地 学（ふくちまなぶ）

社会システムコンサルティング部上席コンサルタント

専門は環境・エネルギー政策、公益事業経営、社会インフラ産業など

中川宏之（なかがわひろゆき）

技術・産業コンサルティング二部主任コンサルタント

専門は製造業における事業戦略立案、環境ビジネスにおける参入・成長戦略など

神尾文彦（かみおふみひこ）

社会産業コンサルティング部上席コンサルタント

専門は社会資本戦略、公共経済、政策評価、政策金融など