

# 日本国内のパブリック施設における節水効果について

巧水(たくみ)スタイル推進チーム

2014年11月

## 目次

1. 背景
2. 調査の目的
3. 上下水道が整備されている地域における節水効果
4. まとめ

## 1. 背景

### 1. 1 世界の水問題

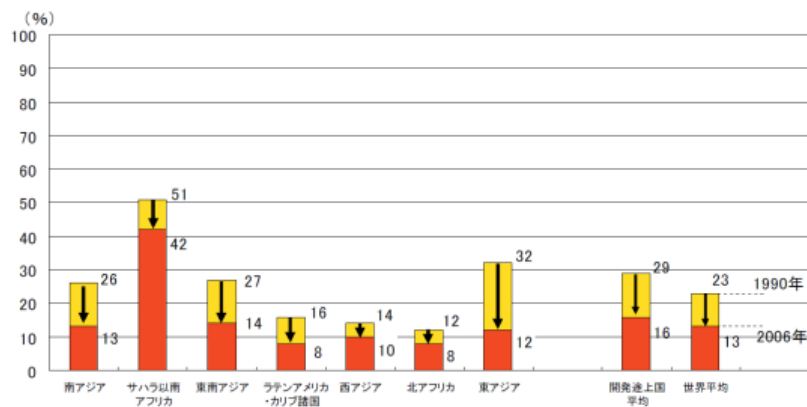
21世紀は水の世紀といわれ、限りある水資源の保全・有効活用が求められている。

地球に存在する水の97.5%は海水であり、残り2.5%のほとんどが南極、北極の氷となっているため、水資源として利用が容易な河川や湖の水は、わずか0.01%に過ぎない。

図-1.1.1は、安全な飲料水を継続的に利用できない人々の全人口に対する割合を示したものである。開発途上国の16%、世界の13%もの人々が、安全な飲料水を継続的に利用できていない。

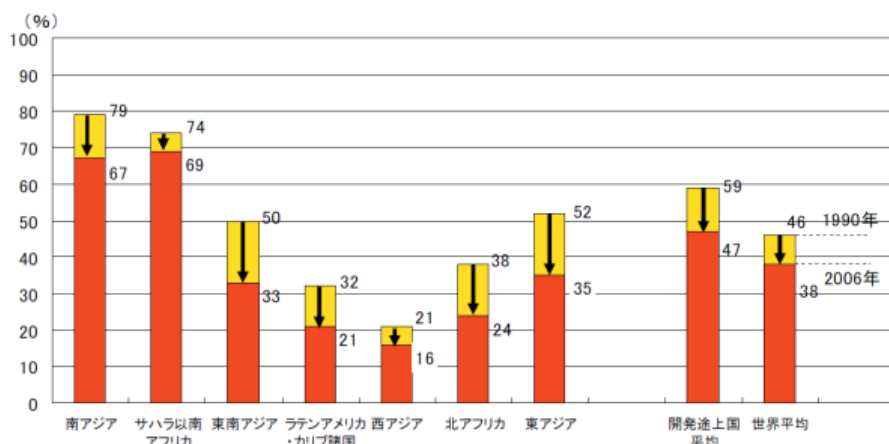
図-1.1.2は、基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の全人口に対する割合を示したものであるが、開発途上国の47%、世界の38%の人々が基礎的な衛生施設（トイレなど）を継続的に利用できていない。

このような状況下から、急速な人口増加と集中が進みつつある開発途上国（特に都市域）においては、飲料水の確保・水需要の抑制（節水化）と衛生対策（飲料水源の汚染防止、伝染病防止のための排水処理）は、最重要課題の一つとなっており、各国が有する伝統的な方法では、人口増加と集中に対応して衛生水準を保ち、飲料水を保全することが困難となっている。



(注) 国連児童基金 (UNICEF) 及び世界保健機関 (WHO) 『PROGRESS ON DRINKING WATER AND SANITATION : SPECIAL FOCUS ON SANITATION, 2008』をもとに国土交通省水資源部作成

図-1.1.1 安全な飲料水を継続的に利用できない人々の全人口に対する割合



(注) 国連児童基金 (UNICEF) 及び世界保健機関 (WHO) 『PROGRESS ON DRINKING WATER AND SANITATION : SPECIAL FOCUS ON SANITATION, 2008』をもとに国土交通省水資源部作成

図-1.1.2 基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の全人口に対する割合

## 1. 2 我が国における仮想水の輸入

農作物・畜産物の生産には多量の水が必要となるが、現在我が国の食糧自給率は約40%であることから、我が国は、食料の輸入を通じて、間接的に世界の水を大量に使用していることとなる。

農産物・畜産物の生産に要した水を、農産物・畜産物の輸出入に伴ってやりとりされていると捉えたものが「仮想水 (ヴァーチャル・ウォーター)」と呼ばれているが、図-1.1.3 は、我が国における仮想水の輸入状況を示したものである。

日本は年間 640 億  $m^3$  もの仮想水を輸入しており、これは、国内の農業用水使用量 (約 550 億  $m^3$ ) よりも多くなっている。これは、我が国の食糧自給率を向上させるためには、水資源の更なる確保が必要となることを示唆している。

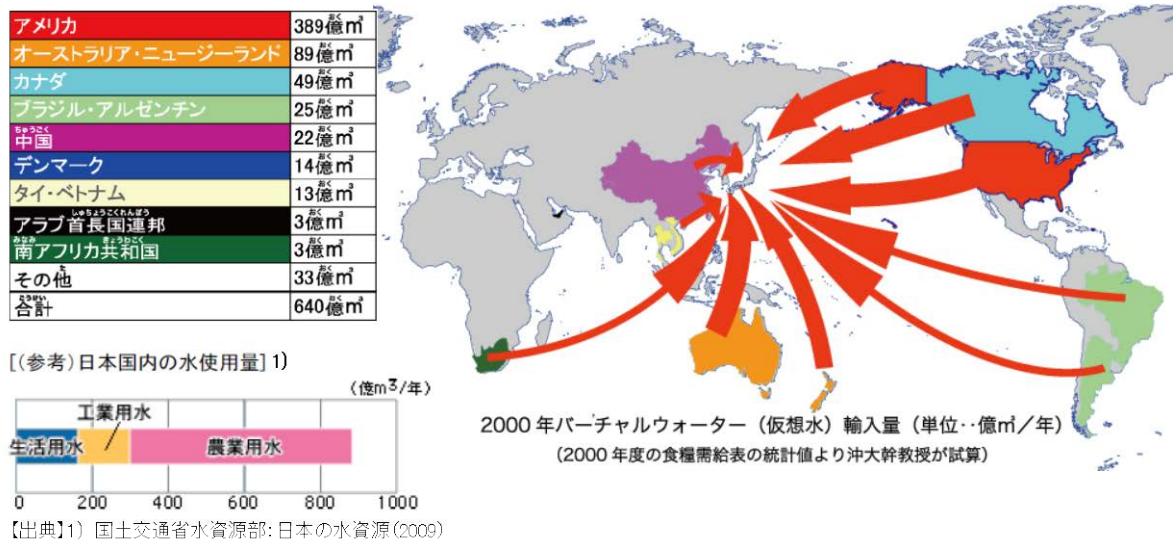


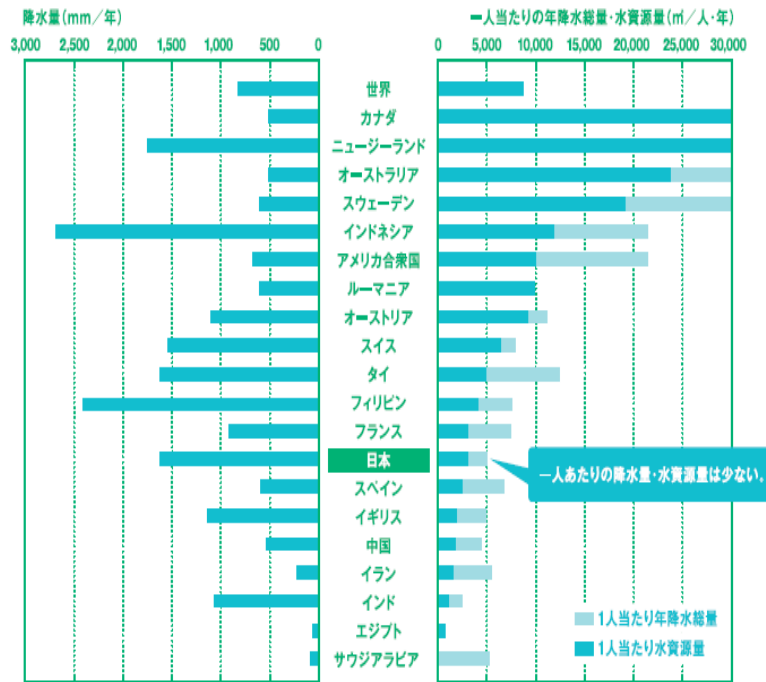
図-1.1.3 世界の水を使う日本

### 1. 3 我が国における水資源の現状

日本は、世界でも有数の多雨地帯であるアジアモンスーンの東端に位置し、年平均降水量は世界（陸域）平均の約 2 倍となっている。これに国土面積を乗じて全人口で割った一人当たりの年降水量でみると、日本は世界平均の 1/3 程度となる（図-1.1.4）。

降水量は季節的にも地域的にも格差が大きく、特に人口密度が高い関東地方で利用可能な水は、日本の全国平均の 1/4 程度とされているが、日本の降水量は減少傾向にあり、年降水量の変動幅も拡大する傾向にある。

我が国における水使用の内訳は図-1.1.5 に示すとおりである。生活用水が全体に占める割合は 2 割程度であるが、生活用水は増加傾向にあることから、節水化の余地が大きい。



[注]1, FAO(国連食糧農業機関)「AQUASTAT」をもとに国土交通省水資源部作成。  
 2. 日本の人口は総務省統計局「国勢調査」(2005年)、平均降水量と水資源量は1976~2005年の平均値で、国土交通省水資源部調べ。

図-1.1.4 一人当たりの年降水総量・水資源量

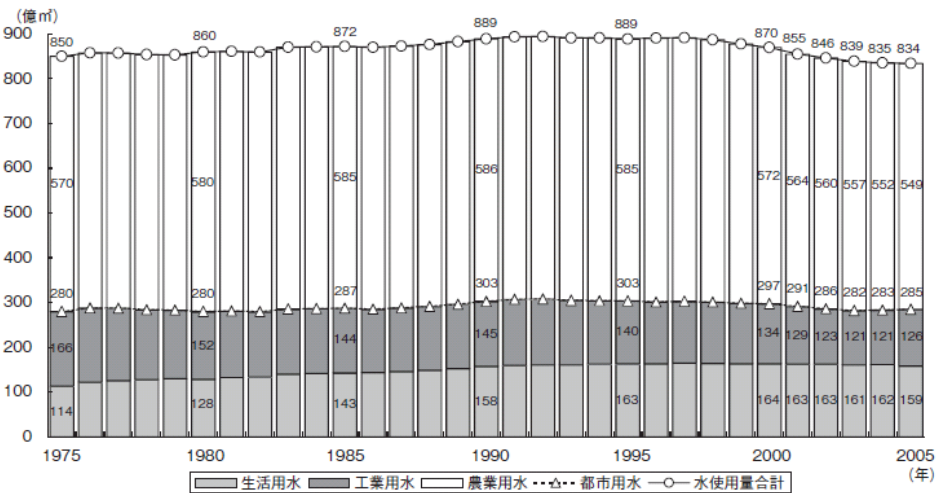


図-1.1.5 日本における水使用の内訳

#### 1. 4 我が国における水資源有効活用に関する動き

既に上下水道インフラ整備が一段落しつつあり、少子高齢化が進みつつある我が国においては、水資源の保全・有効活用という視点に加えて、上下水道経営コストの抑制が重要な政策課題となっており、島嶼、山岳地域等においては、近代上下水道以外の新たな方式が模索されている。

一方、19世紀に構築された先進国型の水利用システム（近代上下水道）は、世界人口10億人程度の時代に先進国の都市部を対象として、水・エネルギーの大量消費を前提としたシステムとして構築されている。このため、世界人口の増加、途上国の近代化に対応することは構造的に困難と考えられており、世界人口100億人を俯瞰した新たな水システムの構築が重要な政策課題として認識されるようになってきた。

このような問題意識を踏まえ、平成21年1月31日には、図-1.1.6に示すとおり「水の安全保障戦略機構」が設立された。

この「水の安全保障戦略機構（チーム水・日本）」は、我が国における水の安全を確立し、水分野の技術による国際的水問題の解決に寄与することを目的として設立された組織であり、国際的な水の収支、流域の管理から個別の建物における水の有効利用まで、様々な水問題をスケーラブルな視点で戦略的に取り扱い、政・官・学・民の活動を有機的に支援し、分野横断型の政策提言を行うこととしている。

この動きを受けて2010年7月に実施された水の日シンポジウム（主催：国土交通省）においては、国内における建築物の節水化推進、我が国の節水技術の国際化について産官学共同した取り組み、節水化社会の構築について提言がなされた。

この水の日シンポジウムでの提言を受け、国土交通省・経済産業省と衛生機器メーカー、学識経験者は、共同して節水化社会の構築に向けて活動を開始することとなり、「水の安全保証戦略機構（チーム水・日本）」の新たな活動チームとして「巧水スタイル推進チーム」を結成した。

日本と国際社会の持続可能な未来に向けて **「水の安全保障戦略機構」の全体像**

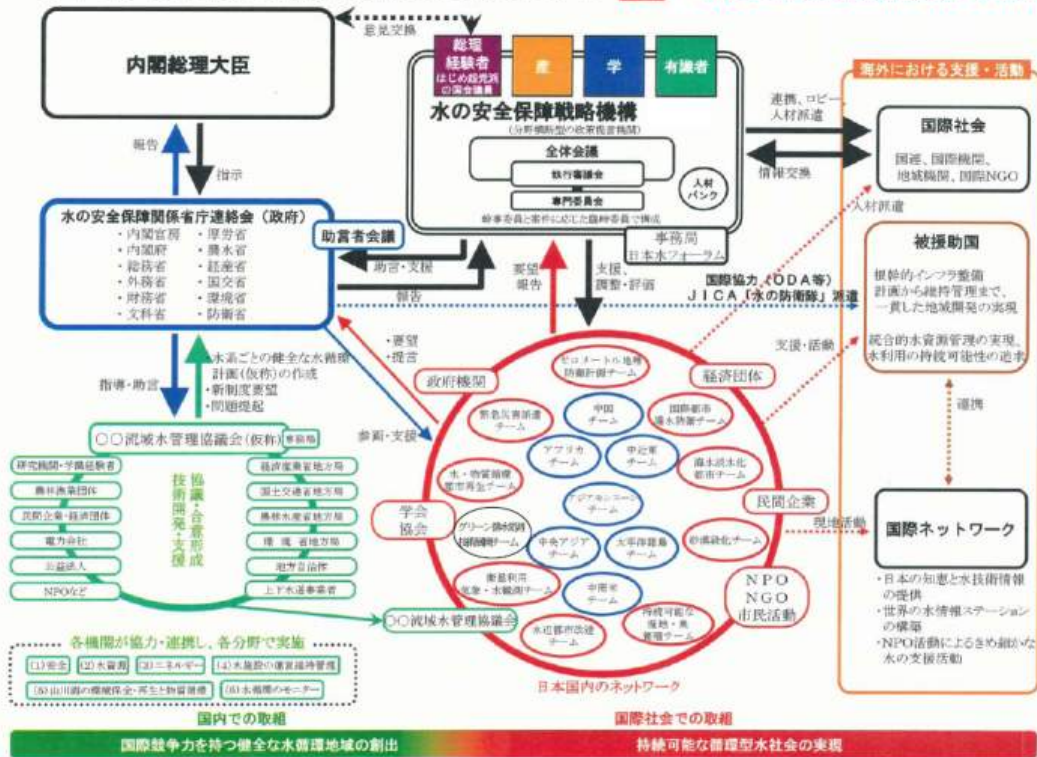


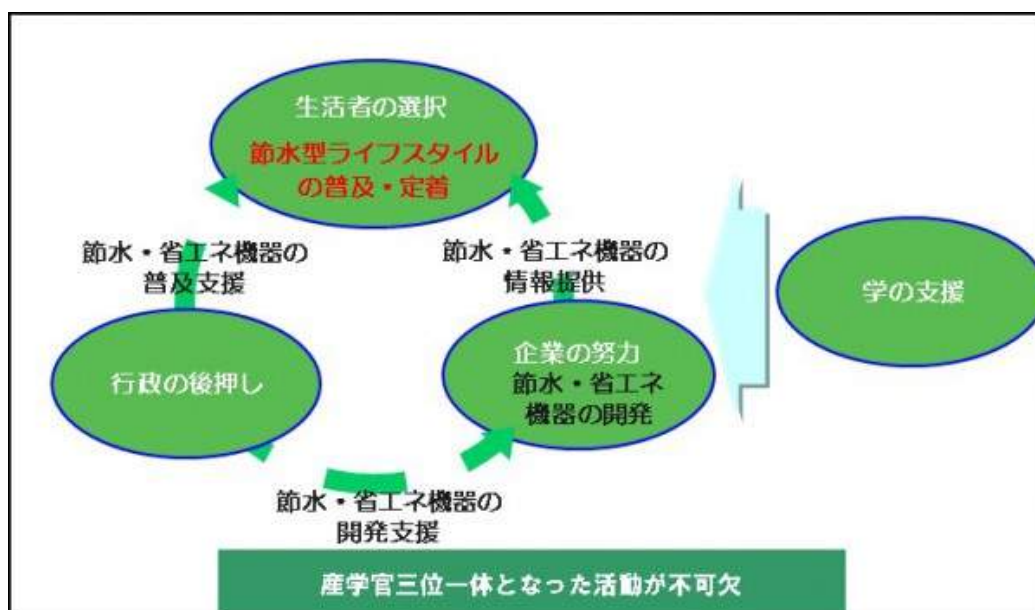
図-1.1.6 水の安全保障戦略機構の全体像



### 1. 5 巧水(たくみ)スタイル推進チームの活動

2011年4月、「水の安全保証戦略機構（チーム水・日本）」の新たな活動チームとして発足した「巧水(たくみ)スタイル推進チーム」（代表 山海 敏弘 独立行政法人建築研究所、日本衛生設備機器工業会、日本バルブ工業会水栓部会、松山市、高松市、北九州市、国土交通省水資源政策課、経済産業省日用品室が参加）は、活動を開始した。

「巧水」とは、水を巧みに使う国づくりを産学官連携の取り組みで目指すためのキーワードとして用いている造語であり、節水技術の適正な普及等による節水化社会の構築における産官学三位一体となった活動の推進を目指すものである。



発足以降、巧水スタイル推進チームにおいては、①節水意識の醸成、②節水に関する情報収集及び調査・研究、③節水に関する各種提言等を目的として、検討を進めてきた。

本報告書は、節水に関する情報収集及び調査・研究によって得られた知見等に基づき、今後の活動方針について提案したものである。

## 2. 調査の目的

巧水スタイル推進チームにおいては、節水化社会の構築を目標として活動を進めてきた。

節水化社会の構築は、21世紀の国際社会が直面している「水問題」への有効な対策と考えられているが、節水化の意義は、各国における上下水道インフラの整備状況、水資源・経済状況、大規模災害時への対応等によって大きく異なるものと考えられる。

このため、巧水スタイル推進チームにおいては、まずは、上下水道が整備されている地域における節水効果について節水化の定量的評価を実施することによって知見を集積し、これらを踏まえ、巧水スタイル推進チームにおける今後の活動方針を立案することとした。

## 3. 上下水道が整備されている地域における節水効果

節水化はエンドユーザーの視点から見れば、節水化に伴うコスト（節水器具の導入・更新）に対して、水使用量の削減 → 上下水道料金の削減というコスト上のメリットがある。

従って、衛生上の機能が同程度であるという前提を置くことができる場合は、基本的に節水化による便益（Benefit）、節水化に伴うコスト（Cost）の関係（いわゆる B/C）により、節水化が進むかどうか、決定されると考えられる。

一方、上下水道が整備されている地域においては、

水源→浄水場→建築物→下水処理場（合併処理浄化槽を含む）→河川等を基本とする水利用のシステムが構築済みである。

このため、この水利用のシステムについては、どのようにして合理的に維持・運営し、更新してゆくのか、という点が主要な問題となる。

節水化は水資源の有効利用という観点からメリットがある一方、既に整備されている既存の上下水道インフラを維持・運営し、更新するに当たって、使用水量減少による上下水道料金収入の低下に伴う経営状態の悪化、処理機能上の障害等について、検討する必要性が生ずる可能性がある。

上記の B/C、既存インフラへの影響も含めて、節水化による効果を定量的に評価するためには、個別の建築物における節水効果だけではなく、面的な節水効果についても的確に評価する必要がある。

従来、我が国の住宅における節水効果については、住宅における水消費モデルが提案され、定量的な評価が確立されてきたが、住宅用途以外の建築物における水消費については、検討が進んでいなかった。

このため、本調査では、住宅以外の用途の建築物（以下「パブリック施設」）における水消費に関する基礎的なデータを収集・分析し、次のとおりまとめた。

なお、今回の検討では日本国内を対象としてとりまとめたが、同様のデータを収集することができれば、諸外国における節水効果の試算も可能と考えられるので、今後の検討課題としたい。

### 3-1. 日本国内のパブリック施設における節水効果算定の考え方

日本国内のパブリック施設における年間湯水使用量は、基本的に次の式で算定することができるかと想定し、検討を行った。

$$Y[\text{m}^3/\text{年}] = C[\text{人}/\text{年}] \times D_s[\text{分}/\text{人}] \times E_s[\text{L}/\text{分}] / 1000 \\ + C[\text{人}/\text{年}] \times D_t[\text{回}/\text{人}] \times E_t[\text{L}/\text{回}] / 1000 \quad \dots \text{式 (A)}$$

$Y[\text{m}^3/\text{年}]$  : 水まわり器具での年間湯水使用量

$C[\text{人}/\text{年}]$  : 年間延べ使用人数

$D_s[\text{分}/\text{人}]$  : シャワー使用モデル

$D_t[\text{回}/\text{人}]$  : トイレ使用モデル

$E_s[\text{L}/\text{分}]$  : 従来型シャワー器具性能

$E_t[\text{L}/\text{回}]$  : 従来型トイレ器具性能

#### <前提条件>

- ・今回、湯水使用量の算定を行う器具はシャワー及び大便器（トイレ）とする。  
（小便器、洗面器は含めない）
- ・トイレ使用モデルは、1日の利用回数を表3-1の通り設定し、基本的には各用途施設での使用者の滞在時間（活動時間）に応じて利用回数を設定する。  
また、1回あたりの洗浄回数は全て1回とする。（音消しなどで2回以上流す場合は考慮しないこととする）

表3-1 1日の衛生器具利用回数

|                                      |                           |                        |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| 【小便】※空気調和・衛生工学会／適正器具数小委員会報告書(1983)より |                           |                        |
| 日本人の1日の尿量                            | 正常男子 1500cc(1000~2000)    | ※気候・摂取水量・生活環境の差などで変動する |
|                                      | 正常女子 1300cc(1000~1500)    |                        |
| 膀胱が収縮する容量                            | 男女共 250cc(最大 300, 尿意 200) |                        |
| 1日の利用頻度                              | 男性 1500cc÷250=6 [回/日]     | ※子供と成人は同じ、高齢者は多くなる     |
|                                      | 女性 1300cc÷250=5.2 [回/日]   |                        |
| 【大便】男女共、1回/日利用するものとする。               |                           |                        |

- ・従来型器具の性能（ $E_s$ ,  $E_t$ ）は全て下記の数値とする。

|                          |             |                                 |
|--------------------------|-------------|---------------------------------|
| $E_s[\text{L}/\text{分}]$ | 10          | 従来型シャワー（サーモ水栓+シャワーヘッド）の最適流量（※1） |
| $E_t[\text{L}/\text{回}]$ | 13(大小切替え無し) | 従来型大便器（1987~2001年商品）            |

（※1）最適流量とは（一社）日本バルブ工業会の定める方法により、社内モニターにて測定した「一

番使いやすいと感じる流量」。流量の上限を意味するものではないため、使用状況によって使用水量がばらつく場合がある。

式（A）を基に、用途別の水まわり使用モデルを作成し、従来型の水まわり器具による年間湯水使用量の試算を行った。今回の試算の対象とした用途は、宿泊施設、病院、老人福祉施設、学校、事務所、店舗・商業施設、交通施設である。

### 3-2. 節水効果の試算

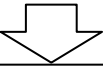
3-1. で設定した年間湯水使用量の算定式（A）を用いて、従来型の器具を節水型の器具に交換した場合の節水効果を試算することができる。後述するように、今回は日本全国の水使用の約76%を占める用途について試算を行うことになる。

各用途の施設における、節水型の水まわり器具（トイレ、シャワー）使用による年間湯水使用量は、3-1. の式（A）の従来型器具の性能（ $E_s, E_t$ ）を節水型器具の性能（ $F_s, F_t$ ）に置き換えることで求めることができる。

$$Y[\text{m}^3/\text{年}] = C[\text{人}/\text{年}] \times D_s[\text{分}/\text{人}] \times F_s[\text{L}/\text{分}] / 1000 + C[\text{人}/\text{年}] \times D_t[\text{回}/\text{人}] \times F_{t(\text{大,小})}[\text{L}/\text{回}] / 1000 \quad \dots \text{式 (A')}$$

| パラメータ                              | 値   | 出典,算定根拠            |
|------------------------------------|-----|--------------------|
| $F_s[\text{L}/\text{分}]$           | 8.5 | 節水型シャワーの器具性能（最適流量） |
| $F_{t\text{大}}[\text{L}/\text{回}]$ | 4.8 | 節水型トイレの器具性能（大洗浄）   |
| $F_{t\text{小}}[\text{L}/\text{回}]$ | 3.6 | 節水型トイレの器具性能（小洗浄）   |

#### <節水効果の試算結果>

|                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>■従来型器具による使用水量 : 700,909 千 m<sup>3</sup>/年</p> <p>■節水型器具による使用水量 : 241,222 千 m<sup>3</sup>/年</p>                                                 |
|                                                                |
| <p>年間の節水効果 : 459,687 千 m<sup>3</sup>/年 = <u>約 4.6 億 m<sup>3</sup></u></p> <p>※住宅における年間の節水効果（節水便器普及による効果※1）を加えると約 9.6 億 m<sup>3</sup>の節水効果となる。</p> |

※1 : 空衛学会論文 NO.193 2013 年 4 月 「節水便器普及による環境負荷削減効果の定量化研究」より

### 3-3. 積上げでの算定におけるモデル化の手順

#### 3-3-1. 宿泊施設

宿泊施設における、従来型の水まわり器具（トイレ、シャワー）による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。

$$\begin{aligned}
 YH[m^3/\text{年}] = & CH1_{(A,B)} [人/\text{年}] \times DH1_s [分/\text{人}(\text{泊})] \times E_s [L/\text{分}] / 1000 \\
 & + CH1_{(A,B)} [人/\text{年}] \times GH1 \times DH1_{t(A,B)(M,F)} [回/\text{人}(\text{泊})] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 & + CH2_{(M,F)} [人/\text{年}] \times DH2_{t(M,F)} [回/\text{人}(\text{日})] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 & \dots \text{式(1)}
 \end{aligned}$$

YH[m<sup>3</sup>/年]：宿泊施設における年間湯水使用量

CH1<sub>(A,B)</sub>[人/年]：国内年間延べ宿泊者数（施設タイプ※1）A,B別

CH2<sub>(M,F)</sub>[人/年]：国内年間延べ従業員数（男女別）

DH1<sub>s</sub>[分/人(泊)]：宿泊者のシャワー使用モデル

DH1<sub>t(A,B)(M,F)</sub>[回/人(泊)]：宿泊者のトイレ使用モデル（施設タイプ A,B 別、男女別）

DH2<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：従業員のトイレ使用モデル（男女別）

GH1：宿泊者の男女比率（男/女）

※1 宿泊施設のタイプは、観光庁の実施している「宿泊旅行統計調査」における宿泊施設タイプ（5区分）に基づき、本試算においては、水まわり設備の構成や宿泊者の行動特性により大きく2タイプに分けることとする。

タイプA：ビジネスホテル、シティホテル

タイプB：旅館、リゾートホテル、会社・団体等の宿泊所

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ     | 値           | 出典,算定根拠                                                                                    |
|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| CH1A[人/年] | 222,288,450 | 観光庁「宿泊旅行統計調査報告 平成23年1~12月」<br>> “宿泊施設タイプ（5区分）別延べ宿泊者数”より<br>ビジネスホテル、シティホテルの延べ宿泊者数を合計        |
| CH1B[人/年] | 174,102,690 | 観光庁「宿泊旅行統計調査報告 平成23年1~12月」<br>> “宿泊施設タイプ（5区分）別延べ宿泊者数”より<br>旅館、リゾートホテル、会社・団体の宿泊所の延べ宿泊者数を合計  |
| CH2M[人/年] | 79,916,750  | 総務省統計局「経済センサス基礎調査（H21）」<br>旅館・ホテル+会社・団体宿泊所の従業員数(男)より<br>稼働日：365日，出勤率：5/7≒0.714（週5日出勤）として算出 |
| CH2F[人/年] | 107,358,493 | 同上                                                                                         |

|                              |                |                                                       |
|------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------|
| DH1 <sub>s</sub> [分/人(泊)]    | 10.5           | WEB アンケート結果(TOTO 実施)に基づく (※2)                         |
| DH1 <sub>tA,M</sub> [回/人(泊)] | 大 0.61, 小 3.67 | 施設(タイプA) の滞在時間(TOTO 想定)より設定 (※3)                      |
| DH1 <sub>tA,F</sub> [回/人(泊)] | 大 0.61, 小 3.18 | 同上                                                    |
| DH1 <sub>tB,M</sub> [回/人(泊)] | 大 0.69, 小 4.13 | 施設(タイプB) の滞在時間(TOTO 想定)より設定 (※3)                      |
| DH1 <sub>tB,F</sub> [回/人(泊)] | 大 0.69, 小 3.58 | 同上                                                    |
| DH2 <sub>tM</sub> [回/人(日)]   | 大 0.5 小 3      | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。 |
| DH2 <sub>tF</sub> [回/人(日)]   | 大 0.5 小 2.6    | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定                                |
| GH1                          | 0.5/0.5        | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)                               |

- ※2 TOTO WEB 調査「宿泊施設先に関するアンケート」(2013 年 3 月実施) による  
 回答者：日本国内で 2013 年 3 月 15 日(金)～24 日(日)の間に、自宅以外の場所に  
 1 泊以上宿泊した人 (n=1000)  
 調査項目：1 泊目の宿泊先での入浴でシャワーからお湯を出した時間(分)を選択式  
 で回答 (約 1 分～15 分以上、1 分刻み)  
 ⇒回答結果より、1 泊あたりに使用したシャワー時間；10.5 分/人(泊) とした。  
 ※宿泊施設のタイプ(5 タイプ)による違いがそれほど見られなかったことから、  
 タイプごとの宿泊者数による加重平均値を採用。

- ※3 施設タイプ A・B の滞在時間及び宿泊者の睡眠時間を下記の通り設定。(TOTO 想定)  
 【A】17 時間(16 時チェックイン・9 時チェックアウト)滞在, (内、睡眠 6 時間)  
 【B】19 時間(15 時チェックイン・10 時チェックアウト)滞在 (内、睡眠 8 時間)  
 表 3-1 の「1 日の衛生器具利用回数」に基づき、活動時間から施設タイプ A・B それぞれにおけるトイレの利用回数を計算する。  
 【A】男：大  $1 \times 11 / 18 = 0.61$ , 小  $6 \times 11 / 18 = 3.67$   
 女：大  $1 \times 11 / 18 = 0.61$ , 小  $5.2 \times 11 / 18 = 3.18$   
 【B】男：大  $1 \times 11 / 16 = 0.69$ , 小  $6 \times 11 / 16 = 4.13$   
 女：大  $1 \times 11 / 16 = 0.69$ , 小  $5.2 \times 11 / 16 = 3.58$

各パラメータを用いて、日本国内の宿泊施設における年間の湯水使用量は次のように試算できる。

$$\begin{aligned}
 YH[m^3/\text{年}] &= [\text{宿泊者のシャワー使用}] + [\text{宿泊者のトイレ使用}] + [\text{従業員のトイレ使用}] \\
 &= 41,482,695,147[L] + 21,946,998,083 [L] + 4,846,006,137 [L] \\
 &= 68,275,699,368 [L] \\
 &= 68,275,699 [m^3] \quad \dots (*1)
 \end{aligned}$$

### 3-3-2. 病院

病院における、従来型の水まわり器具（トイレ、シャワー）による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。

$$\begin{aligned}
 YB[m^3/\text{年}] = & CB1_{(M,F)} [人/\text{年}] \times DB1_s [分/人(日)] \times E_s [L/\text{分}] / 1000 \\
 & + CB1_{(M,F)} [人/\text{年}] \times DB1_{t(M,F)} [回/人(日)] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 & + CB2_{(M,F)} [人/\text{年}] \times DB2_{t(M,F)} [回/人(日)] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 & + CB3 [人/\text{年}] \times GB3 \times DB3_{t(M,F)} [回/人(日)] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 & \dots \text{式 (2)}
 \end{aligned}$$

$YB[m^3/\text{年}]$  : 病院における年間湯水使用量

$CB1_{(M,F)} [人/\text{年}]$  : 国内年間延べ入院者数（男女別）

$CB2_{(M,F)} [人/\text{年}]$  : 国内年間延べ外来者数（男女別）

$CB3 [人/\text{年}]$  : 国内年間延べ職員数

$DB1_s [分/人(日)]$  : 入院者のシャワー使用モデル

$DB1_{t(M,F)} [回/人(日)]$  : 入院者のトイレ使用モデル（男女別）

$DB2_{t(M,F)} [回/人(日)]$  : 外来者のトイレ使用モデル（男女別）

$DB3_{t(M,F)} [回/人(日)]$  : 職員のトイレ使用モデル（男女別）

$GB3$  : 職員の男女比率（男/女）

注）患者以外の訪問者（見舞客など）によるトイレ使用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ                | 値              | 出典,算定根拠                                                                                |
|----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| $CB1_M [人/\text{年}]$ | 233,490,500    | 厚生労働省「平成 21 年地域保健医療基礎統計」<br>患者調査→調査日当日に、病院、一般診療所、歯科診療所で受療した患者の推計数より、365 日を掛けて年間延べ人数を算出 |
| $CB1_F [人/\text{年}]$ | 274,699,000    | 同上                                                                                     |
| $CB2_M [人/\text{年}]$ | 1,065,252,500  | 同上                                                                                     |
| $CB2_F [人/\text{年}]$ | 1,440,436,000  | 同上                                                                                     |
| $CB3 [人/\text{年}]$   | 506,080,305    | 「平成 23 年度病院報告」より<br>病院従業者数×稼働日(265 日)で算定                                               |
| $DB1_s [分/人(日)]$     | 2.1            | 0.2 回/日入浴, シャワー使用時間 : 10.5 分/回 (2-1-1. で用いた WEB アンケート結果に基づく) (※1)                      |
| $DB1_{tM} [回/人(日)]$  | 大 1, 小 6       | 入院者の滞在時間(24 時間)より設定                                                                    |
| $DB1_{tF} [回/人(日)]$  | 大 1, 小 5.2     | 同上                                                                                     |
| $DB2_{tM} [回/人(日)]$  | 大 0.19, 小 1.13 | 外来者の滞在時間を 3 時間(TOTO 想定)として設定 (※2)                                                      |

|                            |                 |                                                      |
|----------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|
|                            |                 | *男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                           |
| DH2 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.19, 小 0.975 | 外来者の滞在時間を 3 時間(TOTO 想定)として設定 (**2)                   |
| DB3 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.5, 小 3      | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。 |
| DB3 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.5, 小 2.6    | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定                               |
| GB3                        | 0.5/0.5         | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)                              |

※1 入院者の入浴頻度は病院へのヒアリング調査により設定。

ヒアリング実施病院数：4ヶ所 実施者：TOTO(株)

入院者の入浴回数：0.2回/日

⇒平均的な在院日数 10 日、代表的なパターンとして入院時・退院時の計 2 回入浴  
することが多いことから、2 回/10 日=0.2 回/日とした。

入浴 1 回あたりのシャワー使用時間は「3-3-1. ※2」の結果を採用。

※2 外来者の滞在時間を 3 時間と設定、表 3-1 に基づき利用回数を算出した。

男：大  $1 \times 3 / 16 = 0.19$ , 小  $6 \times 3 / 16 = 1.13$

女：大  $1 \times 3 / 16 = 0.19$ , 小  $5.2 \times 3 / 16 = 0.975$

各パラメータを用いて、日本国内の病院における年間の湯水使用量は次のように試算  
できる。

$$\begin{aligned}
 YB[m^3/\text{年}] &= [\text{入院者のシャワー使用}] + [\text{入院者のトイレ使用}] \\
 &\quad + [\text{外来者のトイレ使用}] + [\text{職員のトイレ使用}] \\
 &= 10,671,979,500 [L] + 43,388,374,900 [L] \\
 &\quad + 24,446,576,895 [L] + 11,842,279,137 [L] \\
 &= 90,349,210,432 [L] \\
 &= 90,349,210 [m^3] \quad \dots \dots (*2)
 \end{aligned}$$

### 3-3-3. 老人福祉施設

老人福祉施設における、従来型の水まわり器具 (トイレ、シャワー) による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。ここで老人福祉施設とは「特養」(特別養護老人ホーム (または介護老人福祉施設))、と「老健」(介護老人保健施設) を対象とする。

$$\begin{aligned}
 YK[m^3/\text{年}] &= CK1 [\text{人}/\text{年}] \times DK1_s [\text{分}/\text{人}(\text{日})] \times E_s [L/\text{分}] / 1000 \\
 &\quad + CK1 [\text{人}/\text{年}] \times GK1 \times DK1_{t(M,F)} [\text{回}/\text{人}(\text{日})] \times E_t [L/\text{回}] / 1000 \\
 &\quad + CK2 [\text{人}/\text{年}] \times GK2 \times DK2_{t(M,F)} [\text{回}/\text{人}(\text{日})] \times E_t [L/\text{回}] / 1000
 \end{aligned}$$



$$+CK3[\text{人/年}] \times GK3 \times DK3_{t(M,F)} [\text{回/人(日)}] \times E_t[L/\text{回}] / 1000$$

・・・式(3)

YK[m<sup>3</sup>/年]：老人福祉施設における年間湯水使用量

CK1[人/年]：国内年間延べ入居者数

CK2[人/年]：国内年間延べ訪問者数

CK3[人/年]：国内年間延べ職員数（従業者数×稼働日）

DK1<sub>s</sub>[分/人(日)]：入居者のシャワー使用モデル

DK1<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：入居者のトイレ使用モデル（男女別）

DK2<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：訪問者のトイレ使用モデル（男女別）

DK3<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：職員のトイレ使用モデル（男女別）

GK1：入居者の男女比（男／女）

GK2：訪問者の男女比（男／女）

GK3：職員の男女比（男／女）

注）特養・老健に併設するデイサービス施設の利用者によるトイレ・シャワー使用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ                      | 値               | 出典,算定根拠                                                                                 |
|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| CK1[人/年]                   | 305,662,315     | 厚生労働省「H20 老人介護保険3施設」定員数：837,431人に365日を掛けて年間延べ人数を算出（満床と設定）                               |
| CK2 [人/年]                  | 107,373,875     | 厚生労働省「H20 老人介護保険3施設」施設数：11,767ヶ所に1施設あたり訪問者数25[人/日・ヶ所]（ヒアリング調査（※1）より）及び365日を掛けて年間延べ人数を算出 |
| CK3[人/年]                   | 137,213,820     | 厚生労働省「H20 老人介護保険3施設」従業員数：517,788人に稼働日265日を掛けて年間延べ人数を算出                                  |
| DK1 <sub>s</sub> [分/人(日)]  | 1.3             | 2回/週 入浴, シャワー使用時間：4.5分/回（※2）                                                            |
| DK1 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.75, 小 5.25  | ヒアリング調査(※1)より1日の使用回数：大1, 小7、トイレ使用率75%とする                                                |
| DK1 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.75, 小 5.25  | 同上                                                                                      |
| DK2 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.126, 小 0.75 | ヒアリング調査(※1)より訪問者の滞在時間を2時間として設定<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                            |
| DK2 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.126, 小 0.65 | ヒアリング調査(※1)より訪問者の滞在時間を2時間として設定                                                          |
| DK3 <sub>tM</sub> [回/人(泊)] | 大 0.5, 小 3      | 滞在時間8時間（勤務時間）として設定<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                                        |

|                            |              |                               |
|----------------------------|--------------|-------------------------------|
| DK3 <sub>tF</sub> [回/人(泊)] | 大 0.5, 小 2.6 | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定        |
| GK1                        | 0.33/0.67    | 男女比 1 : 2 とする (ヒアリング調査(※1)より) |
| GK2                        | 0.5/0.5      | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)       |
| GK3                        | 0.5/0.5      | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)       |

※1 老人福祉施設のヒアリング調査より設定

訪問施設数：9ヶ所 (特養 6、老健 3)、実施期間：2013 年 2 月～10 月

実施者：TOTO

<施設訪問者の人数・滞在時間>

ボランティア：平均 10.2 人/日、1～4 時間程度滞在

家族・知人等：平均 15.8 人/日、0.5～2 時間程度滞在

⇒ 合わせて 25 人/日、2 時間滞在 とする

<入居者のトイレ使用回数、使用率>

定時誘導＋訴え時に随時誘導で平均 7 回程度 ⇒ 大 1、小 7 とする。

施設によりトイレ (便器) 使用者の割合は 50～90% とばらつき、平均的に入居者の 75% がトイレ使用とする (他はオムツやポータブルトイレ使用)。

<入居者の男女比率>

施設により 1 : 1 ～ 1 : 4 で女性の割合が高い。平均的に 1 : 2 とする。

※2 老人福祉施設 2ヶ所におけるシャワー使用流量・使用時間の計測結果より設定

<施設 S> 場所；福岡県、施設種別；サービス付き高齢者向け住宅

計測場所；個浴 計測方法；シャワー1ヶ所に流量センサ取付

計測期間；2013 年 7 月 17 日～8 月 23 日

延べ使用人数；36 人 (平均要介護度 3 の入居者、介助付き)

シャワー使用平均時間；5.07 分/人 (週 2 回入浴)

<施設 W> 場所；福岡県、施設種別；特別養護老人ホーム

計測場所；機械浴室 計測方法；シャワー1ヶ所に流量センサ取付

計測期間；2013 年 9 月 20 日～10 月 17 日

延べ使用人数；138 人 (平均要介護度 4.34 の入居者、介助付き)

シャワー使用平均時間；3.92 分/人 (週 2 回入浴)

⇒ 上記 2 施設のシャワー使用時間計測結果の平均値より、介助付きの入浴時の

シャワー使用時間は、4.5 分/人(回) (週 2 回入浴) とする。

各パラメータを用いて、日本国内の老人福祉施設 (特養・老健) における年間の湯水使用量は次のように試算できる。

$$YK[m^3/年] = [\text{入居者のシャワー使用}] + [\text{入居者のトイレ使用}]$$

$$\begin{aligned}
& + [\text{訪問者のトイレ使用}] + [\text{職員のトイレ使用}] \\
& = 3,973,610,095 \text{ [L]} + 23,841,660,570 \text{ [L]} \\
& \quad + 629,533,029 \text{ [L]} + 3,210,803,388 \text{ [L]} \\
& = 31,655,607,082 \text{ [L]} \\
& = 31,655,607 \text{ [m}^3\text{]} \quad \dots \dots (\ast 3)
\end{aligned}$$

### 3-3-4. 学校

学校における、従来型の水まわり器具（トイレ）による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。ここで「学校」とは、幼稚園、小学校、中学校、高等学校、中等教育学校、特別支援学校、高等専門学校、短期大学、大学（大学院含む）、専修学校、各種学校を対象とする。

$$\begin{aligned}
\text{YG}[\text{m}^3/\text{年}] &= \text{CG1}_{(M,F)} [\text{人}/\text{年}] \times \text{DG1}_{t(M,F)} [\text{回}/\text{人}(\text{日})] \times \text{E}_t[\text{L}/\text{回}] / 1000 \\
& + \text{CG2}_{(M,F)} [\text{人}/\text{年}] \times \text{DG2}_{t(M,F)} [\text{回}/\text{人}(\text{日})] \times \text{E}_t[\text{L}/\text{回}] / 1000 \\
& \dots \dots \text{式 (4)}
\end{aligned}$$

YG[m<sup>3</sup>/年]：学校における年間湯水使用量

CG1<sub>(M,F)</sub>[人/年]：国内年間延べ在学者数（男女別）

CG2<sub>(M,F)</sub>[人/年]：国内年間延べ教職員数（男女別）

DG1<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：在学者のトイレ使用モデル（男女別）

DG2<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)]：教職員のトイレ使用モデル（男女別）

注) 学校の訪問者によるトイレ使用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ                      | 値              | 出典,算定根拠                                                                     |
|----------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| CG1 <sub>M</sub> [人/年]     | 2,025,929,200  | 文部科学省「文部科学統計要覧(2010)」の「学校教育総括」より、国・公・私立合計の在学者数(男)に年間登校日数(200日)を掛けて年間延べ人数を算出 |
| CG1 <sub>F</sub> [人/年]     | 1,882,437,200  | 同上                                                                          |
| CG2 <sub>M</sub> [人/年]     | 300,575,720    | 文部科学省「文部科学統計要覧(2010)」の「学校教育総括」より、国・公・私立合計の教職員数(男)に年間就業日数(265日)を掛けて年間延べ人数を算出 |
| CG2 <sub>F</sub> [人/年]     | 292,429,355    | 同上                                                                          |
| DG1 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.38, 小 2.25 | 滞在時間6時間として設定<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                                 |

|                            |               |                                                       |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| DG1 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.38,小 1.95 | 滞在時間 6 時間として設定                                        |
| DG2 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.5,小 3     | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。 |
| DG2 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.5,小 2.6   | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定                                |

各パラメータを用いて、日本国内の学校における年間の湯水使用量は次のように試算できる。

$$\begin{aligned}
 YG[\text{m}^3/\text{年}] &= [\text{在学者のトイレ使用}] + [\text{教職員のトイレ使用}] \\
 &= 67,027,113,036 [\text{L}] + 13,738,645,187 [\text{L}] \\
 &= 80,765,758,223 [\text{L}] \\
 &= 80,765,758 [\text{m}^3] \quad \dots \dots (* 4)
 \end{aligned}$$

### 3-3-5. 事務所

事務所における、従来型の水まわり器具 (トイレ) による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。

$$YO[\text{m}^3/\text{年}] = CO1 [\text{人}/\text{年}] \times GO1 \times DO1_{t(M,F)} [\text{回}/\text{人}(\text{日})] \times E_t [\text{L}/\text{回}] / 1000 \quad \dots \dots \text{式 (5)}$$

YO[m<sup>3</sup>/年] : 事務所における年間湯水使用量

CO1[人/年] : 国内年間延べ事務所就業者数

DO1<sub>t(M,F)</sub>[回/人(日)] : 事務所就業者のトイレ使用モデル (男女別)

GO1 : 事務所就業者の男女比率 (男/女)

注) 事務所訪問者 (来客、業者等) によるトイレ使用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ                      | 値             | 出典,算定根拠                                               |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| CO1[人/年]                   | 9,121,300,000 | 事務所就業人数 3442 万人(※1)×就業日数 265 日より                      |
| DO1 <sub>tM</sub> [回/人(日)] | 大 0.5,小 3     | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。 |
| DO1 <sub>tF</sub> [回/人(日)] | 大 0.5,小 2.6   | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定                                |
| GO1                        | 0.5/0.5       | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)                               |

※1 ①EDMC 日本エネルギー経済研究所計量ユニット 2009 年(2011 年度版)より、

「事務所」の国内の床面積計 : 475 百万 m<sup>2</sup>

②森トラスト調査「オフィスワーカー 1 人当たり床面積動向調査 '10」

(<http://www.mori-trust.co.jp/pressrelease/2011/20110412.pdf>) より、  
 オフィスワーカー（就業者）1人あたりの床面積：13.8m<sup>2</sup>  
 ⇒ ①・②より 475,000,000/13.8=34420289.86 ≒ 3442万人とする。

各パラメータを用いて、日本国内の事務所における年間の湯水使用量は次のように試算できる。

$$\begin{aligned} YO[m^3/\text{年}] &= \text{〔就業者のトイレ使用〕} \\ &= 213,438,420,000 \quad [L] \\ &= 213,438,420 \quad [m^3] \quad \dots \dots (*5) \end{aligned}$$

### 3-3-6. 店舗・商業施設（飲食店、デパート・スーパー）

飲食店やデパート・スーパーにおける従来型の水まわり器具（トイレ）使用による年間湯水使用量の算定式は、次のように置くことができる。ここで、来店者のモデルは「飲食店」と「デパート・スーパー」に分けて設定する。

$$\begin{aligned} YS[m^3/\text{年}] &= CS1 \text{ [人/年]} \times GS1 \times HS1 \times DS1_{t(M,F)} \text{ [回/人]} \times E_t \text{ [L/回]} / 1000 \\ &+ CS2 \text{ [人/年]} \times GS2 \times HS2 \times DS2_{t(M,F)} \text{ [回/人(日)]} \times E_t \text{ [L/回]} / 1000 \\ &+ CS3_{(M,F)} \text{ [人/年]} \times DS3_{t(M,F)} \text{ [回/人]} \times E_t \text{ [L/回]} / 1000 \end{aligned}$$

・・・式（6）

- YS[m<sup>3</sup>/年]：店舗・商業施設における年間水使用量
- CS1[人/年]：国内年間延べ来店者数【飲食店】
- CS2[人/年]：国内年間延べ来店者数【デパート・スーパー】
- CS3<sub>(M,F)</sub>[人/年]：国内年間延べ従業員数（男女別）
- DS1<sub>t(M,F)</sub>[回/人]：来店者のトイレ使用モデル（男女別）【飲食店】
- DS2<sub>t(M,F)</sub>[回/人]：来店者のトイレ使用モデル（男女別）【デパート・スーパー】
- DS3<sub>t(M,F)</sub>[回/人]：従業員のトイレ使用モデル（男女別）
- GS1：来店者の男女比率（男/女）【飲食店】
- GS2：来店者の男女比率（男/女）【デパート・スーパー】
- HS1：来店者のトイレ使用率【飲食店】
- HS2：来店者のトイレ使用率【デパート・スーパー】

注）卸・小売店舗の来店者・従業員のトイレ利用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ    | 値              | 出典,算定根拠                      |
|----------|----------------|------------------------------|
| CS1[人/年] | 33,364,800,000 | 27,804,000人×回転率4回×稼働日300日 ※1 |

|               |                |                                                                                                          |
|---------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CS2[人/年]      | 13,713,050,000 | 7,514,000 人×回転率 5 回×稼働日 365 日 ※1                                                                         |
| CS3M [人/年]    | 498,993,846    | 総務省統計局「経済センサス基礎調査 (H21)」<br>百貨店・総合スーパー+飲食店の従業者数(男)より、稼働日：<br>365 日，出勤率： $5/7 \div 0.714$ (週 5 日出勤) として算出 |
| CS3F [人/年]    | 792,702,307    | 同上                                                                                                       |
| DS1tM[回/人]    | 大 0.14,小 0.86  | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                                        |
| DS1tF[回/人]    | 大 0.16,小 0.84  | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分                                                                      |
| DS2tM[回/人]    | 大 0.14,小 0.86  | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                                        |
| DS2tF[回/人]    | 大 0.16,小 0.84  | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分                                                                      |
| DS3tM[回/人(日)] | 大 0.5,小 3      | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定<br>*男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。                                                     |
| DS3tF[回/人(日)] | 大 0.5,小 2.6    | 滞在時間 8 時間 (勤務時間) として設定                                                                                   |
| GS1           | 0.5/0.5        | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)                                                                                  |
| GS2           | 0.4/0.6        | 男女比 4 : 6 とする (TOTO 調べ)                                                                                  |
| HS1           | 0.50           | 飲食店来店者の 50%がトイレ利用 (TOTO 想定)                                                                              |
| HS2           | 0.20           | デパート・スーパー来店者の 20%がトイレ利用 (TOTO 調べ)                                                                        |

※ 1 ①EDMC 日本エネルギー経済研究所計量ユニット 2009 年(2011 年度版)より、

「飲食店」の国内の床面積計：66.2 百万 m<sup>2</sup>

「デパート・スーパー」の国内の床面積計：22.1 百万 m<sup>2</sup>

②空気調和衛生工学会の人員算定基準より

売場、客席など営業の用途に共する部分の面積に対して

0.42 人/m<sup>2</sup> 一般飲食店

0.65 人/m<sup>2</sup> 混雑している飲食店 (ディスコなど)

※空気調和衛生工学会適正器具数小委員会報告書 (1983)

辻正矩「小売店舗と飲食店の建物内人口密度について」より

0.34 人/m<sup>2</sup> 物販、百貨店、マーケット (通常月、一般フロアなど)

0.69 人/m<sup>2</sup> 物販、百貨店 (繁忙月・混雑するフロアなど)

※空気調和衛生工学会適正器具数小委員会報告書 (1983) 朝日新聞広報部調査より

⇒ ①・②より

・飲食店： $0.42 \times 66.2$  百万 = 27,804,000 人 ※②は一般飲食店の数値を採用

・デパート・スーパー： $0.34 \times 22.1$  百万 = 7,514,000 人 ※②は通常月の数値を採用

<回転率の設定>

飲食店：営業時間 8 時間、1 人あたりの滞在時間 2 時間として

回転率  $8 / 2 = 4$  回転と設定する。(TOTO 想定)

デパート・スーパー：営業時間 10 時間、1 人あたりの滞在時間 2 時間として

回転率  $10 / 2 = 5$  回転と設定する。(TOTO 想定)

各パラメータを用いて、日本国内の飲食店及びデパート・スーパーにおける年間の水使用量は次のように試算できる。

$$\begin{aligned}
 YS[m^3/\text{年}] &= [\text{来店者のトイレ使用}] + [\text{従業員のトイレ使用}] \\
 &= 147,005,562,080 \text{ [L]} + 35,189,362,980 \text{ [L]} \\
 &= 182,194,925,060 \text{ [L]} \\
 &= 182,194,925 \text{ [m}^3\text{]} \quad \dots \dots (* 6)
 \end{aligned}$$

### 3-3-7. 交通施設

交通施設における、従来型の水まわり器具（トイレ）使用による年間湯水使用量の算定式は次のように置くことができる。ここで、交通施設とは、高速道路の SA 及び PA、鉄道等の駅とする。（空港等は対象外とする）

$$\begin{aligned}
 YA[m^3/\text{年}] &= CA1 \text{ [人/年]} \times GA1 \times HA1 \times DA1_{t(M,F)} \text{ [回/人]} \times E_t \text{ [L/回]} / 1000 \\
 &\quad + CA2 \text{ [人/年]} \times GA2 \times HA2 \times HA3 \times DA2_{t(M,F)} \text{ [回/人]} \times E_t \text{ [L/回]} / 1000 \\
 &\quad \dots \dots \text{式 (7)}
 \end{aligned}$$

YA[m<sup>3</sup>/年]：交通施設における年間水使用量

CA1[人/年]：国内年間延べ SA/PA 利用者数

CA2[人/年]：国内年間延べ駅利用者数

DA1<sub>t(M,F)</sub>[回/人]：SA/PA 利用者のトイレ使用モデル（男女別）

DA2<sub>t(M,F)</sub>[回/人]：駅利用者のトイレ使用モデル（男女別）

GA1：SA/PA 利用者の男女比率（男/女）

HA1：SA/PA 利用者のトイレ使用率

GA2：駅利用者の男女比率（男/女）

HA2：駅利用者のトイレ使用率

HA3<sub>(M,F)</sub>：駅トイレ利用者の器具使用率

注) 従業員のトイレ利用は除外する。

各パラメータは次のように設定した。

| パラメータ    | 値             | 出典,算定根拠           |
|----------|---------------|-------------------|
| CA1[人/年] | 1,252,431,800 | 東日本高速道路(株)他調査より※1 |

|                         |                                      |                                                                       |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| CA2 [人/年]               | 81,167,121,376                       | 関東圏の主要鉄道会社の Web サイト掲載の一日平均乗降客数等(2012 年度)のデータに基づき算出 (※2)               |
| DA1 <sub>tM</sub> [回/人] | 大 0.14, 小 0.86                       | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。    |
| DA1 <sub>tF</sub> [回/人] | 大 0.16, 小 0.84                       | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分                                   |
| DA2 <sub>tM</sub> [回/人] | 大 0.1, 小 0.9                         | 参考文献(※3)の、調査対象 5 駅の男子トイレの平均器具使用率に基づき設定<br>* 男性の小は小便器を利用するとし、算定には含めない。 |
| DA2 <sub>tF</sub> [回/人] | 大 0.16, 小 0.84                       | トイレ利用 1 回を 1 日の大小利用回数 (表 3-1) により按分                                   |
| GA1                     | SA : 0.52 / 0.48<br>PA : 0.62 / 0.38 | 東日本高速道路(株)他調査より                                                       |
| HA1                     | SA : 0.84<br>PA : 0.78               | 同上                                                                    |
| GA2                     | 0.5 / 0.5                            | 男女比 5 : 5 とする (TOTO 想定)                                               |
| HA2                     | 0.05                                 | (※3)の「乗換者数を考慮した男女別トイレ利用率」に基づき、駅利用者の 5 % をトイレ利用者と設定                    |
| HA3 <sub>M</sub>        | 1.00                                 | (※3)より、男子トイレ利用者の 100% が大便器または小便器を利用と設定                                |
| HA3 <sub>F</sub>        | 0.943                                | (※3)より、女子トイレ利用者の 94.3% が大便器を利用と設定 (他はパウダーコーナー利用者と想定)                  |

※1 NEXCO 東日本関東支社管内の道路休憩施設 (109 施設) の年間利用者数合計(\*A)を算出、他エリアを考慮して (全国を大きく東日本、中日本、西日本、それ以外の 4 区域と考える)、(\*A)を 4 倍した値を全国の年間延べ利用者数とする。

$$(*A)313,107,950[\text{人/年}] \times 4 = \underline{1,252,431,800[\text{人/年}]}$$

※2 関東圏の主要鉄道会社 (下記 10 社) の Web サイト掲載の一日平均乗降人員(2012 年度)に基づき算出

⇒乗降人員に乗換客数を加味し (TOTO 想定)、365 日を掛けた値を関東圏の年間延べ駅利用者数(\*B)とし、さらに他エリアを考慮して(\*B)を 2 倍した値を全国の年間延べ駅利用者数とする。

<主要鉄道会社> J R 東日本、東京メトロ、都営地下鉄、東急電鉄、京王電鉄、西武鉄道、東武鉄道、京成電鉄、京浜急行電鉄、小田急電鉄

(\*B) 各社 Web サイトの一日平均乗降人員(2012 年度)の一覧ページに乗換者数が公開されていない場合は、乗降者数の半数にあたる数を乗換者数として、乗降者数に追加。(乗降 + 乗換者数 = 乗降者数 + 乗降者数 × 0.5 = 乗降者数 × 1.5)



$$(*B)40,583,560,688[\text{人/年}] \times 2 = \underline{81,167,121,376[\text{人/年}]}$$

※3 仲川ゆり, 越川康夫, 村川三郎, 高津靖夫 「駅構内の乗換者数の推定とトイレ内器具使用の実態解析」 (日本建築学会計画系論文集 No.626, pp.765-772, 2008.4)

<男子のトイレ使用モデル>

「表 5 器具使用率」の調査対象全 5 駅の平均器具使用率【男性】より  
大便器：9.2[%], 小便器：88.9[%] ⇒ 大：0.1, 小：0.9とする。

<トイレ使用率>

調査対象の内 1 駅 (E 駅) の乗換者数を考慮した男女のトイレ使用率はそれぞれ、  
男性：5.57%, 女性：4.96% ⇒ 男女とも トイレ使用率：5%とする。

<器具使用率>

「表 5 器具使用率」の調査対象全 5 駅の平均器具使用率より

【男性】大便器：9.2[%], 小便器：88.9[%]

⇒ 100%のトイレ利用者が大便器または小便器を使用。

【女性】大便器：94.3[%] ⇒ 94.3%のトイレ利用者が大便器を使用。

各パラメータを用いて、日本国内の交通施設における年間の水使用量は次のように試算できる。

$$\begin{aligned} \text{YA}[\text{m}^3/\text{年}] &= [\text{SA/PA 利用者のトイレ使用}] + [\text{駅乗降客のトイレ使用}] \\ &= 6,715,765,374 [\text{L}] + 27,513,624,968[\text{L}] \\ &= 34,229,390,343 [\text{L}] \\ &= 34,229,390 [\text{m}^3] \quad \dots \dots (*7) \end{aligned}$$

#### 3-4. モデルの妥当性検証

3-3. で設定した用途別の水まわり使用モデルの妥当性を検証するために、試算した従来型の水まわり器具使用による年間湯水使用量 (\*1~\*7) と、全国のパブリック施設での年間使用水量のマクロデータの比較を行った。

全国のパブリック施設での年間使用水量のマクロデータは、国土交通省の「日本の水資源」(平成 23 年版) の有効水量より、日本全国の生活用水 (135 億 m<sup>3</sup>) の内の都市活動用水の水量：28 億 m<sup>3</sup>にあたる。(家庭用水は 107 億 m<sup>3</sup>)

ただし、このマクロデータは用途別に分離されておらず、用途別の試算結果と比較するために、用途別のマクロデータを次の方法で推計した。

##### (1) 年間使用水量の用途別マクロデータ推計

パブリック施設における年間使用水量は、次の式で算定することができる。

$$\text{年間使用水量 (C)} = \text{年間使用水量原単位 (A)} \times \text{総延べ床面積 (B)}$$

A・Bを、次の既存データを用いて施設用途別に整理した。(施設用途は2-1. で設定した各用途に合わせてそれぞれ分類)

#### A. 年間使用水量原単位

一般社団法人 日本サステナブル建築協会 (J S B C) の「非住宅建築物の環境関連データベース (D E C C)」(2010年12月公開)に基づき、単位面積あたりの年間上水使用量を、施設規模毎のデータ件数による加重平均値より各用途別に算定した。

#### B. 総延べ床面積

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット (E D M C) の「業務用建物床面積」(2011年版)に基づき、業務用建物の床面積を業種別(用途別)に整理した。

A, Bの数値より、各用途別の年間使用水量の合計は44.6億 $m^3$ となる。一方で、全国のパブリック施設の年間使用水量のマクロデータは28億 $m^3$ であったため、 $28\text{億}m^3/44.6\text{億}m^3 \approx 0.626$ を補正係数として、各用途別の年間使用水量を補正することとした。

### (2) 検証

補正した各用途別の年間使用水量(C')と、2-1. で試算した各用途別の従来型の水まわり器具使用による年間湯水使用量を比較すると、乖離率は10.4~74.1%となる。今回の試算は、シャワーと大便器の使用による湯水使用量を算出しており、小便器や洗面器、また浴槽でのお湯はりが含まれていないことや、給茶室や厨房、学校であればプール、病院であれば手術室等での湯水利用が含まれていないため、このような乖離が生じていると推察され、それらの分を考慮すると、試算に使用したモデルはおおよそ確からしいといえる。(下記<参考データ>を参照のこと)

なお、今回試算を行った建物用途は、事務所、店舗・商業施設、学校、病院、宿泊施設、老人福祉施設、交通施設であり、その他の用途の施設(劇場・ホール、競技場、公共施設等)は除外している。また、店舗・商業施設の中でも卸・小売店舗については除外しており、今回試算を行っていない用途の年間使用水量のマクロデータ(補正後)は、老人福祉施設・交通施設も含めて次の値となる。

$$441,557[\text{千}m^3] + 17,150[\text{千}m^3] + 287,953[\text{千}m^3] = 746,660[\text{千}m^3]$$

このうち、試算で得られた老人福祉施設での水まわり器具使用による年間使用水量は31,656[千 $m^3$ ]、また、交通施設では34,229[千 $m^3$ ]であるため、残りの680,775[千 $m^3$ ](\*)が、試算を行っていない用途による水使用量となる(ただし、老人福祉施設と交通施設の試算に含まれていない厨房等の水使用も含んでいる)。

(\*)は全国の年間使用水量:28億 $m^3$ の約24%に相当するため、残りの約76%の用途施設において、今回の試算を行ったことになる。

#### <参考データ>

建物全体の水使用量の内、水回り器具で使用される水量の割合は、次の方法により推定することができる。(例として事務所ビルについて推定)

##### ①大規模事務所の場合

「建築設備情報年鑑・竣工設備データ (ELPAC 2010)」(社団法人建築設備技術者協会)より、上水と雑用水を併用している事務所ビルについて、上水・雑用水の給水量合計に対する雑用水の割合を算出すると、平均 58.1%となる。雑用水は、トイレの大便秘器及び小便器の洗浄に使われると考えられるため、約6割が大便秘器及び小便器の洗浄によるものと見ることができる。

ただし、ELPAC に掲載の現場は延べ床面積が約 1 万 m<sup>2</sup>以上と大規模なオフィスビルと見られ、社員用食堂や飲食店などのトイレ以外での水使用も含むと考えられる。

##### ②小規模事務所の場合

小規模事務所の事例として、某Mビル(神奈川県)での実測調査(※1)より、水まわり器具(トイレ・給茶室)での水使用合計量のうち大便秘器及び小便器による水使用量の割合は 79.2%となり、約8割が大便秘器及び小便器の洗浄によるものといえる。

##### ※1 某Mビル・水使用量実測調査

【実施期間】2012年8月～2013年7月 【実施者】TOTO

【建物概要】鉄骨造,階数:地上2階,延べ床面積:1,250.48m<sup>2</sup>

【計測対象】共用トイレ1ヶ所,男子トイレ・女子トイレ各1ヶ所,給茶室

【計測結果】年間水使用量:192.65[m<sup>3</sup>/年]

そのうち大便秘器・小便器による年間水使用量:152.62[m<sup>3</sup>/年]

⇒  $152.62 / 192.65 \approx 0.792$

①②より、全国の事務所ビルが大規模のものと小規模のものと半数ずつ存在すると仮定すると、ビル全体の水使用量に占める大便秘器・小便器による水使用は 70%程度と考えられる。(大便秘器・小便器による水使用量割合:  $0.6 \times 0.5 + 0.8 \times 0.5 = 0.7$ )

今回の検証において、事務所の水使用量マクロデータと試算結果の乖離率は 74.1%となっており、ほぼ近い値となっている。

### 3-5. 節水効果の試算の手順

3-3. で設定した各用途別の水まわり使用モデルを用いて、従来型の器具を節水型の器具に交換した場合の節水効果を試算した。3-4. (2) で記載したように、今回は日本全国の水使用の約 76%を占める用途について試算を行っていると考えられる。

各用途の施設における、節水型の水まわり器具（トイレ、シャワー）使用による年間湯水使用量は、3-3. の式（1）～（7）の従来型器具の性能（ $E_s, E_t$ ）を節水型器具の性能（ $F_s, F_t$ ）に置き換えることで求めることができる。

| パラメータ          | 値   | 出典,算定根拠            |
|----------------|-----|--------------------|
| $F_s$ [L/分]    | 8.5 | 節水型シャワーの器具性能（最適流量） |
| $F_{t大}$ [L/回] | 4.8 | 節水型トイレの器具性能（大洗浄）   |
| $F_{t小}$ [L/回] | 3.6 | 節水型トイレの器具性能（小洗浄）   |

各パラメータを用いて、節水型の水まわり器具（トイレ、シャワー）使用による年間湯水使用量は次のように試算できる。

<宿泊施設>

$$\begin{aligned}
 YH' [m^3/年] &= [\text{宿泊者のシャワー使用}] + [\text{宿泊者のトイレ使用}] + [\text{従業員のトイレ使用}] \\
 &= 35,260,290,875 [L] + 6,384,502,411 [L] + 1,454,336,076 [L] \\
 &= 43,099,129,362 [L] = 43,099,129 [m^3] \quad \dots (* 1')
 \end{aligned}$$

<病院>

$$\begin{aligned}
 YB' [m^3/年] &= [\text{入院者のシャワー使用}] + [\text{入院者のトイレ使用}] \\
 &\quad + [\text{外来者のトイレ使用}] + [\text{職員のトイレ使用}] \\
 &= 9,071,182,575 [L] + 12,625,069,680 [L] \\
 &\quad + 7,341,118,272 [L] + 3,583,048,559 [L] \\
 &= 32,620,419,086 [L] = 32,620,419 [m^3] \quad \dots (* 2')
 \end{aligned}$$

<老人福祉施設>

$$\begin{aligned}
 YK' [m^3/年] &= [\text{入居者のシャワー使用}] + [\text{入居者のトイレ使用}] \\
 &\quad + [\text{訪問者のトイレ使用}] + [\text{職員のトイレ使用}] \\
 &= 3,377,568,581 [L] + 6,877,402,088 [L] \\
 &\quad + 190,567,153 [L] + 971,473,846 [L] \\
 &= 11,417,011,667 [L] = 11,417,012 [m^3] \quad \dots (* 3')
 \end{aligned}$$

<学校>

$$\begin{aligned}
 YG' [m^3/年] &= [\text{在学者のトイレ使用}] + [\text{教職員のトイレ使用}] \\
 &= 20,343,569,458 [L] + 4,160,350,943 [L] \\
 &= 24,503,920,400 [L] = 24,503,920 [m^3] \quad \dots (* 4')
 \end{aligned}$$

<事務所>

$$\begin{aligned}
 YO' [m^3/年] &= [\text{就業者のトイレ使用}] \\
 &= 64,578,804,000 [L] = 64,578,804 [m^3] \quad \dots (* 5')
 \end{aligned}$$

<店舗・商業施設>

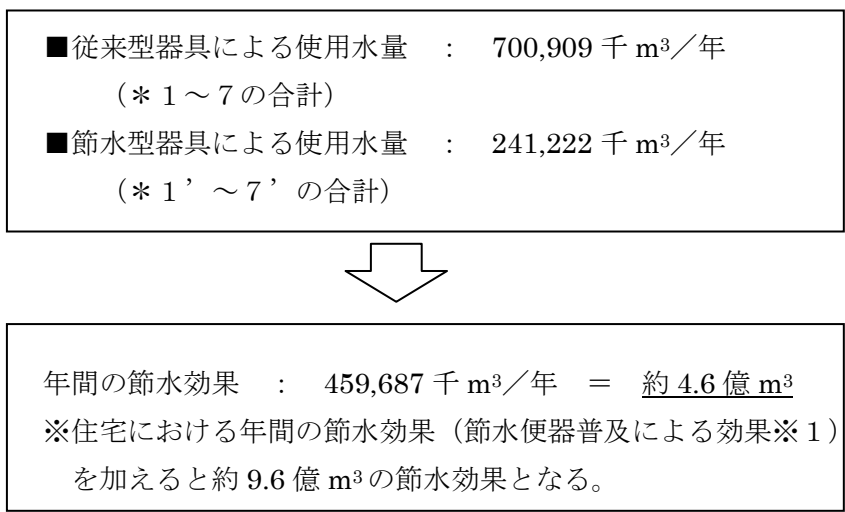
$$\begin{aligned}
 \text{YS}' [\text{m}^3/\text{年}] &= [\text{来店者のトイレ使用}] + [\text{従業員のトイレ使用}] \\
 &= 44,212,316,640 [\text{L}] + 10,519,764,363 [\text{L}] \\
 &= 54,732,081,003 [\text{L}] = 54,732,081 [\text{m}^3] \quad \dots (* 6')
 \end{aligned}$$

<交通施設>

$$\begin{aligned}
 \text{YA}' [\text{m}^3/\text{年}] &= [\text{SA/PA 利用者のトイレ使用}] + [\text{駅乗降客のトイレ使用}] \\
 &= 2,040,418,918 [\text{L}] + 8,230,053,906 [\text{L}] \\
 &= 10,270,472,823 [\text{L}] = 10,270,473 [\text{m}^3] \quad \dots (* 7')
 \end{aligned}$$

以上より、従来型の器具を節水型の器具に交換した場合の節水効果は次のように試算できた。(以下再掲載)

<節水効果の試算結果>



※1 : 空衛学会論文 NO.193 2013 年 4 月 「節水便器普及による環境負荷削減効果の定量化研究」 より

#### 4. まとめ

##### 4. 1 上下水道が整備されている地域における節水

- (1) 節水による社会に対する影響を的確に評価するためには、適切な節水効果の予測手法が必須である。
- (2) 今回の検討では、節水化による効果を定量的に予測手法について検討し、住宅・非住宅における水使用量を予測するためのモデルを構築し、一定の範囲で検証することができた。

以上