

# 1 将来推計方法

現状分析業務を踏まえて、水道事業者ごとの経営環境と経営状況について、現状との比較分析や課題抽出・要因分析を行うために、将来推計を行います。

将来推計の対象期間は、平成 30 年度（2018 年）から令和 50 年度（2068 年）までの 51 年間とします。

経営環境と経営状況の推計を行うために必要な推計として、①行政区域内人口の推計（北海道全体の人口の推計）、②給水人口及び給水量の推計、③更新需要の推計、④収支見通しの推計が必要となります。

以降に、各推計に用いるデータ、推計手法を整理します。

## 1.1 推計期間と対象地域

### 1.1.1 推計期間

将来推計については令和 50 年度までの給水人口及び給水量、更新需要、収支見通しなどの推計を行います。

### 1.1.2 対象地域

北海道全域の上水道事業、簡易水道事業、水道用水供給事業（用供）を対象とします。

面積が広く市町村数や水道事業数が多いため北海道水道ビジョン（地域編）で定められている 11 圏域ごとに検討・結果の整理を行います。

圏域の区分は以下のとおりとなります。

#### 空知・石狩圏域

##### 水道事業実施自治体：25

夕張市、岩見沢市、美唄市、芦別市、赤平市、三笠市、深川市、上砂川町、由仁町、栗山町、妹背牛町、秩父別町、北竜町、沼田町、札幌市、江別市、千歳市、恵庭市、北広島市、石狩市、当別町、長幌上水道企業団（長沼町、南幌町）、西空知広域水道企業団（新十津川町、雨竜町、浦臼町）、月新水道企業団（月形町、新篠津村）、中空知広域水道企業団（滝川市、砂川市、歌志内市、奈井江町）

##### 水道用水供給事業実施自治体：4

石狩東部広域水道企業団（江別市、千歳市、恵庭市、北広島市、由仁町、長幌上水道企業団）、石狩西部広域水道企業団（札幌市、小樽市、石狩市、当別町）、桂沢水道企業団（岩見沢市、美唄市、三笠市）、北空知広域水道企業団（深川市、沼田町、秩父別町、北竜町、妹背牛町）

#### 後志圏域

##### 水道事業実施自治体：20

小樽市、島牧村、寿都町、黒松内町、蘭越町、ニセコ町、真狩村、留寿都村、喜茂別町、京極町、倶知安町、共和町、岩内町、泊村、神恵内村、積丹町、古平町、仁木町、余市町、赤井川村

#### 胆振圏域

##### 水道事業実施自治体：11

室蘭市、苫小牧市、登別市、伊達市、豊浦町、壮瞥町、白老町、厚真町、洞爺湖町、安平町、むかわ町

#### 日高圏域

##### 水道事業実施自治体：7

日高町、平取町、新冠町、浦河町、様似町、えりも町、新ひだか町

#### 渡島・檜山圏域

##### 水道事業実施自治体：18

函館市、北斗市、松前町、福島町、知内町、木古内町、七飯町、鹿部町、森町、八雲町、長万部町、江差町、上ノ国町、厚沢部町、乙部町、奥尻町、今金町、せたな町

#### 上川圏域

##### 水道事業実施自治体：22

旭川市、士別市、名寄市、富良野市、鷹栖町、東神楽町、当麻町、比布町、愛別町、上川町、美瑛町、上富良野町、中富良野町、南富良野町、占冠村、和寒町、剣淵町、下川町、美深町、音威子府村、中川町、幌加内町

#### 留萌圏域

##### 水道事業実施自治体：8

留萌市、増毛町、小平町、苫前町、羽幌町、初山別村、遠別町、天塩町

#### 宗谷圏域

##### 水道事業実施自治体：10

稚内市、猿払村、浜頓別町、中頓別町、枝幸町、豊富町、礼文町、利尻町、利尻富士町、幌延町

オホーツク圏域

水道事業実施自治体：18

北見市、網走市、紋別市、美幌町、津別町、斜里町、清里町、小清水町、訓子府町、置戸町、佐呂間町、遠軽町、湧別町、滝上町、興部町、西興部村、雄武町、大空町

十勝圏域

水道事業実施自治体：19

帯広市、音更町、士幌町、上士幌町、鹿追町、新得町、清水町、芽室町、中札内村、更別村、大樹町、広尾町、幕別町、池田町、豊頃町、本別町、足寄町、陸別町、浦幌町

水道用水供給事業実施自治体：1

十勝中部広域水道企業団（帯広市、音更町、幕別町、芽室町、池田町、中札内村、更別村）

釧路・根室圏域

水道事業実施自治体：13

釧路市、釧路町、厚岸町、浜中町、標茶町、弟子屈町、鶴居村、白糠町、根室市、別海町、中標津町、標津町、羅臼町



図 1-1-1 11 圏域区分図

## 1.2 行政区域内人口の推計の考え方

北海道の各市町村の行政区域内人口を推計します。推計するにあたり、はじめに「北海道全体の行政区域内人口」を推計し、「北海道全体の推計値」と整合を図りながら、「各市町村の人口」を推計します。

### 1.2.1 北海道全体の人口推計の考え方

行政区域内人口の推計は、以下に示す理由により国立社会保障人口問題研究所（社人研）の最新推計（令和2年2月現在）の「日本の地域別将来人口推計（平成30年推計）」（以降、社人研 H30 推計）を用いるものとします。

- 社人研 H30 推計は、コーホート要因法を用いて推計しており、各市町村の人口ビジョンを作成する場合においても使用されている一般的な推計であるため。
- 各市町村の独自の推計結果には人口減少を抑えるための政策を考慮している場合があり、市町村間の比較をする場合においては、推計の考え方が統一されたものを用いることが望ましいと考えられるため。

なお、2050年（R32）以降2070年（R52）までの推計については、「追加推計」として社人研 H30 推計の人口減少率などを考慮して推計します。

表 1-2-1 に「日本の地域別将来人口推計（平成30年推計）」（2045年まで）及び「追加推計」（2050～2070年）の推計値を示します。

表 1-2-1 北海道の人口推計

西暦	和暦	人口推計	備考
2015年	H27	5,381,733	実績値
2020年	R2	5,216,615	社人研推計
2025年	R7	5,016,554	社人研推計
2030年	R12	4,791,592	社人研推計
2035年	R17	4,546,357	社人研推計
2040年	R22	4,280,427	社人研推計
2045年	R27	4,004,973	社人研推計
2050年	R32	3,736,828	追加推計
2055年	R37	3,468,133	追加推計
2060年	R42	3,198,009	追加推計
2065年	R47	2,927,369	追加推計
2068年	R50	2,775,493	追加推計
2070年	R52	2,674,242	追加推計

北海道全体の推計結果より、北海道全体の人口は令和2年度（2020年）で5,216,615人である人口が令和50年度（2068年）には2,775,493人まで減少する見込みです。

令和2年度から令和50年度までの約50年間で人口は53.2%まで減少します。

$$\underline{\text{令和50年度人口} \div \text{令和2年度人口} = 2,775,493 \text{ 人} \div 5,216,615 \text{ 人} = 53.2\%}$$

## 1.2.2 市町村の人口推計の考え方

「各市町村の行政区域内人口」の推計についても、社人研 H30 推計を用います。

また、前述の「北海道全体の推計」と同様に、社人研 H30 推計では 2045 年(R27)までの推計となっているため、2050 年(R32)以降 2070 年(R52)までの推計については、以下に示す方法で推計します。

(※社人研 H30 推計：「北海道全体の推計値」＝「各市町村の推計値の合算」)

### 1) 各市町村の 2050 年 (R32) ～2070 年 (R52) までの人口の推計 (人口按分の基数値の推計)

社人研 H30 推計に示される市町村別の人口推計結果を基に、「表 1-2-2 市町村の 2050～2070 年の人口推計例」に示すように各市町村の 2050 年以降 2070 年までの人口を推計します。

各市町村の 2050 年以降 2070 年までの人口推計のフローを以下に示します。

#### ■2050 年の人口推計値の算出

$$\begin{aligned} \text{2050 年の人口推計値} &= \text{2045 年の人口推計値} \times [\text{2045 年から 2050 年の人口減少率}] \\ &= \text{2045 年の人口推計値} \times \text{③} = 2,253 \text{ 人} \times 0.774557 = \underline{1,745 \text{ 人}} \end{aligned}$$

$$\text{※③}[\text{2045 年から 2050 年の人口減少率}] = \text{②} + (\text{②} - \text{①})$$

$$= 0.781749 + (0.781749 - 0.788941)$$

$$= 0.774557$$

$$\text{①} [\text{2035 年から 2040 年の人口減少率}] = \text{2040 年人口推計値} / \text{2035 年人口推計値}$$

$$= 2,882 \text{ 人} / 3,653 \text{ 人} = 0.788941$$

$$\text{②}[\text{2040 年から 2045 年の人口減少率}] = \text{2045 年人口推計値} / \text{2040 年人口推計値}$$

$$= 2,253 \text{ 人} / 2,882 \text{ 人} = 0.781749$$

#### ■2055 年の人口推計値の算出

$$\begin{aligned} \text{2055 年の人口推計値} &= \text{2050 年の人口推計値} \times [\text{2050 年から 2055 年の人口減少率}] \\ &= \text{2050 年の人口推計値} \times \text{④} = 1,745 \text{ 人} \times 0.767365 = \underline{1,339 \text{ 人}} \end{aligned}$$

$$\text{※④}[\text{2050 年から 2055 年の人口減少率}] = \text{③} + (\text{③} - \text{②})$$

$$= 0.774557 + (0.774557 - 0.781749)$$

$$= 0.767365$$

$$\text{②}[\text{2040 年から 2045 年の人口減少率}] = \text{2045 年人口推計値} / \text{2040 年人口推計値}$$

$$= 2,253 \text{ 人} / 2,882 \text{ 人} = 0.781749$$

$$\text{③}[\text{2045 年から 2050 年の人口減少率}] = 0.774557$$

$$\begin{aligned} &= \text{2050 年人口推計値} / \text{2045 年人口推計値} \\ &= 1,745 \text{ 人} / 2,253 \text{ 人} \end{aligned}$$

以降同様の方法で 2070 年まで推計します。

表 1-2-2 市町村の 2050～2070 年の人口推計例

西暦	和暦	A市	減少率	減少率の増減	備考
2015年	H27	8,843	—	—	社人研推計
2020年	R2	7,185	0.812507	—	社人研推計
2025年	R7	5,778	0.804175	-0.008332	社人研推計
2030年	R12	4,603	0.796642	-0.007533	社人研推計
2035年	R17	3,653	0.793613	-0.003030	社人研推計
2040年	R22	2,882	0.788941	-0.004672	社人研推計
2045年	R27	2,253	0.781749	-0.007192	社人研推計
2050年	R32	1,745	0.774557	-0.007192	追加推計
2055年	R37	1,339	0.767365	-0.007192	追加推計
2060年	R42	1,018	0.760173	-0.007192	追加推計
2065年	R47	767	0.752982	-0.007192	追加推計
2070年	R52	572	0.745790	-0.007192	追加推計

按分の基となる数

## 2) 北海道全体推計値の各市町村人口の按分

1) の推計した各市町村の 2050 年以降の人口推計値を基に按分率を設定し、『1.2.2.1 北海道全体の人口推計』の考え方に基づき推計した北海道全体の推計結果を以下の式を用いて按分します。

$$\begin{aligned}
 \text{A市2050年推計値} &= \text{北海道2050年推計値} \times \frac{\text{1) のA市2050年推計値}}{\text{1) の2050年市町村推計値合計}} \\
 \text{A市2051年推計値} &= \text{北海道2051年推計値} \times \frac{\text{1) のA市2051年推計値}}{\text{1) の2051年市町村推計値合計}} \\
 &\vdots \\
 \text{A市2070年推計値} &= \text{北海道2070年推計値} \times \frac{\text{1) のA市2070年推計値}}{\text{1) の2070年市町村推計値合計}}
 \end{aligned}$$

また、市町村別の推計値についても、北海道全体と同様に 5 年毎の推計値から直線補間して算出します。

なお、四捨五入の関係で、合計値が合わない分については、最も人口が多く、調整による影響が少ない札幌市の人口を増減させることにより、市町村の推計の合計値が北海道全体の推計値と合致するように調整します。各年度で調整した人数を表 3-1-3 に示します。

## 1.3 給水人口及び給水量の推計方法

ここでは、給水人口及び給水量の推計を行うために使用する実績値と推計方法について整理します。

なお、推計方法については、水道事業の認可申請などに用いられる「水道施設設計指針」で示されているものを用います。

### 1.3.1 給水人口及び給水量の推計を行うために使用する実績値

給水人口及び給水量の推計に使用する実績値については、実績値は、平成 20 年度から平成 29 年度までの 10 年間の値を用いるものとし、上水道事業と簡易水道事業で以下に示す実績値を用いるものとします。

#### 1) 上水道事業の給水人口及び給水量の推計を行うために使用する実績値

上水道事業は「北海道の水道」に示される表 1-3-1 に示す項目の実績値を用います。

表 1-3-1 上水道事業の推計に用いる実績値

上水道事業			出典
給水人口に関する数値	給水区域内人口	人	北海道の水道
	給水人口	人	北海道の水道
給水量に関する数値	有収水量	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	生活用	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	業務営業用	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	工場用	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	その他	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	無収水量	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	有効水量	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	一日平均給水量	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道
	一日最大給水量	m <sup>3</sup> /日	北海道の水道

#### 2) 簡易水道事業の給水人口及び給水量の推計を行うために使用する実績値

簡易水道事業は「北海道の水道」では有収水量の用途別の分類がないため、生活用とその他の有収水量実績が示されている「水道統計」の実績値を使用します。使用する実績値を表 1-3-2 に示します。

表 1-3-2 簡易水道事業の推計に用いる実績値

簡易水道事業			出典
給水人口に関する数値	給水区域内人口	人	水道統計
	給水人口	人	水道統計
給水量に関する数値	用途別有収水量	m <sup>3</sup> /日	水道統計
	生活用	m <sup>3</sup> /日	水道統計
	その他	m <sup>3</sup> /日	水道統計
	一日平均給水量	m <sup>3</sup> /日	水道統計
	一日最大給水量	m <sup>3</sup> /日	水道統計

### 1.3.2 給水人口及び給水量の推計方法

#### 1) 給水人口の推計方法

給水人口は平成 20 年度から平成 29 年度の実績値により、令和 50 年度（2068 年度）までの推計を行います。推計フローを図 1-3-1 に示します。

フローに示すように、給水人口を推計するためには行政区域内人口、給水区域内人口（給水区域外人口）、普及率を推計する必要があります。

#### ①行政区域内人口の推計

行政区域内人口の推計は、「1.2 行政区域内人口の推計の考え方」に基づき推計した結果を用います。

但し、推計した結果は、国勢調査の人口実績をベースとした人口予測であり、水道事業で使用している行政区域内人口と乖離があるため、平成 30 年度以降の推計値に以下の式で補正した値とします。

平成 30 年度以降行政区域内人口推計値（補正後）＝

平成 30 年度以降行政区域内人口推計値（補正前）＋ {平成 29 年度行政区域内人口実績値－平成 29 年度行政区域内人口推計値（補正前）}

（※補正後：水道事業で使用している行政区域内人口 補正前：国勢調査ベース）

#### ②給水区域内人口の推計

給水区域内人口は、給水区域内人口を直接推計する方法と給水区域外人口を推計し、〔行政区域内人口推計値－給水区域外人口推計値〕で算出する方法があります。

給水区域内人口を直接推計する場合、給水区域外人口が増加する場合などがあるため、基本的には〔行政区域内人口推計値－給水区域外人口推計値〕にて推計する手法

を用います。（※給水区域外人口がマイナス値の場合は給水区域内人口を直接推計する。）

給水区域外人口、給水区域内人口の推計は行政区域内人口と同じ割合で減少するものとして推計します。

### ③給水人口の推計

給水人口は、〔給水区域内人口推計値×普及率推計値〕で算出します。

普及率は、〔給水人口／給水区域内人口〕で算出されます。将来の普及率の推計は基本的には現状の普及率が継続するものとして推計し、現状の普及率が低く近年増加している場合はその状況を考慮して推計します。

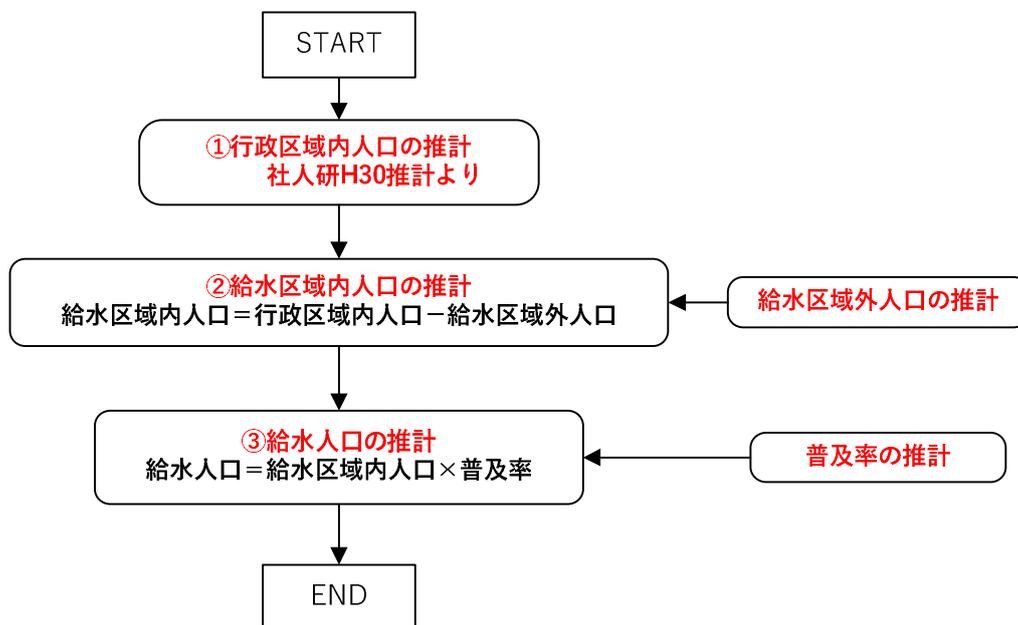


図 1-3-1 給水人口推計フロー

## 2) 給水量の推計方法

平成 20 年度から平成 29 年度の実績値より、令和 50 年度（2068 年度）までの給水量（有収水量、一日平均給水量、一日最大給水量等）の推計を行います。推計フローを図 1-3-2 に示します。

### ①用途別有収水量の推計

有収水量を用途別（生活用、業務営業用、工場用、その他）に推計します。

なお、生活用については、〔生活用水量÷給水人口〕で算出される生活用一人一日使用水量を推計し、〔生活用一人一日使用水量推計値×給水人口推計値〕で算出しま

す。

生活用水原単位は以下に示す方法から近年 10 ヶ年の動向を考慮して、適切なものを選定します。時系列傾向分析を使用するのを基本としますが、実績の変動が大きく、採用できない場合は、実績最終年度一定値、近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均から選定します。

- ・時系列傾向分析
- ・実績最終年度一定値
- ・近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均

業務営業用水、工場用水、その他用水の各水量の推計については以下に示す方法から適切なものを選定します。

給水区域内人口と同じ割合で減少する方法を採用するのを基本としますが、農業用水や観光用水などで全体の水量に占める割合が大きいのものについては、人口に依存しないものと判断し、時系列傾向分析、実績最終年度一定値、近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均などから選定します。

- ・給水区域内人口と同じ割合で減少
- ・時系列傾向分析
- ・実績最終年度一定値
- ・近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均

## ②有収率の推計

有収率の推計については以下に示す方法から適切なものを選定します。基本的には、実績最終年度（H29）一定値を用いるものとし、近年の変動が大きく実績最終年度の値を用いるのが適切ではないと判断した場合は、近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均から選定します。

- ・実績最終年度（H29）一定値
- ・近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均

## ③有効率の推計

有効率は、消防用水など水道料金を徴収しない有効無収水量の変動に影響〔有効水量＝有収水量＋有効無収水量〕されるため、有効無収率を推計し〔有収率＋有効無収率〕で算出します。

有効無収率の推計については以下に示す方法から適切なものを選定します。基本的には、実績最終年度（H29）一定値を用いるものとし、近年の変動が大きく実績最終年度の値を用いるのが適切ではないと判断した場合は、近年 5 ヶ年、10 ヶ年平均から選定します。

- ・実績最終年度（H29）一定値
- ・近年5ヵ年、10ヵ年平均

#### ④一日平均給水量の推計

一日平均給水量は〔有収水量推計値÷有収率推計値〕で算出します。

#### ⑤負荷率の推計

〔一日平均給水量／一日最大給水量〕で計算される負荷率の将来値は、基本的には実績最小値を用います。

実績最小値が他の年度と比較して異常値と判断される場合は、2番目に小さな値を採用します。

- ・実績最小値
- ・2番目に小さな実績値（異常値の場合）

#### ⑥一日最大給水量の推計

一日最大給水量は、〔一日平均給水量推計値÷負荷率推計値〕で算出します。

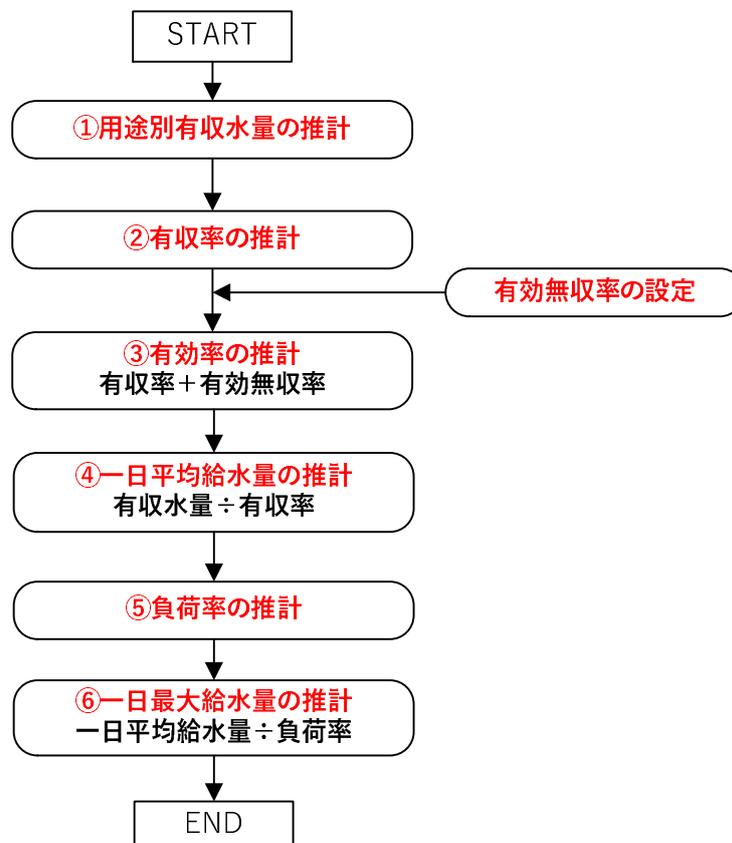


図 1-3-2 給水量推計フロー

### 3) 時系列傾向分析

給水人口及び給水量の推計で使用される時系列傾向分析について、概要と留意点を以下に説明します。

#### ①時系列傾向分析の概要

時系列傾向分析は、人口の時系列的な傾向を分析し、単一方式からなる傾向曲線に当てはめ将来の人口を予測する方法であり、時間を説明変数とする比較的簡単な予測方法として幅広く使用されています。

水道施設設計指針に示されている推計式を表 1-3-1 に示します。

表 1-3-1 時系列傾向分析の推計式

式名称	推計式	式の傾向	適用性
年平均増減数式	$y = ax + b$	同じ割合の数が増減する	直線的に増加又は減少する場合
年平均増減率式	$y = y_0(1+r)^x$	同じ増減率が継続する	相当の期間同じ増減率を継続している場合
修正指数曲線式	$y = K - ab^x$	飽和値Kに漸近する上方漸近線である	増加傾向時にある場合
逆修正指数曲線式	$y = K + ab^x$	飽和値Kに漸近する下方漸近線である	減少傾向時にある場合
べき曲線式	$y = Ax^a$	増加又は減少を続け、変化率の経過とともに増加又は減少を続ける	増加又は減少を続け、変化率が年とともに増加又は減少を続ける場合
ロジスティック曲線式	$y = K/(1 + e^{(a-bx)})$	無限年前に一定値、年月の経過とともに漸増し、中間の増加率が大きくその後増加率が減少し、無限年後に飽和に達する。	増加傾向にある場合
逆ロジスティック曲線式	$y = c - (c - K)/(1 + e^{(a-bx)})$	無限年前に一定値、年月の経過とともに漸減し、中間の減少率が大きくその後減少率が減少し、無限年後に飽和に達する。	減少傾向にある場合

y: 推計年度の値、y<sub>0</sub>: 基準年度の値、x: 基準年からの経過年数に対応する値

A,a,b,c,r: 定数、e: 自然対数の底、K: 飽和値(収束値)

水道施設設計指針 2010 P28

#### ②時系列傾向分析を用いる場合の留意点

時系列傾向分析は近年 10 ヶ年の実績から将来 10 ヶ年程度を推計する場合に用いられることが多く、50 年先などの長期予測を行う場合において、年平均増減数式、年平均増減率式などを用いる場合に数値が小さくなりすぎる、またはマイナス値になる場合があるため、その場合は相関が高い場合でも採用できません。

本推計では、実績値が減少傾向の場合も多く、飽和値の設定が必要となる逆修正指数曲線式やべき曲線式、逆ロジスティック曲線式などを用いる場合が多くなります。

各推計において必要となる飽和値については、上限の飽和値を実績最大値の2倍とし、下限飽和値を〔H29実績値×(R50行政区域内人口推計値/H29行政区域内人口実績)〕とします。

生活用水原単位については、世帯人員の減少により増加傾向の実績となる場合が多くなります。生活用水原単位の飽和値については、図1-3-3に示すように平成20年度から平成29年度の上水道事業の平均の推移が近年10ヵ年で約8%増加していることから、今後10年間程度は同様の増加傾向が続くことを想定し、実績最大値+10%/人・日を飽和値として設定します。

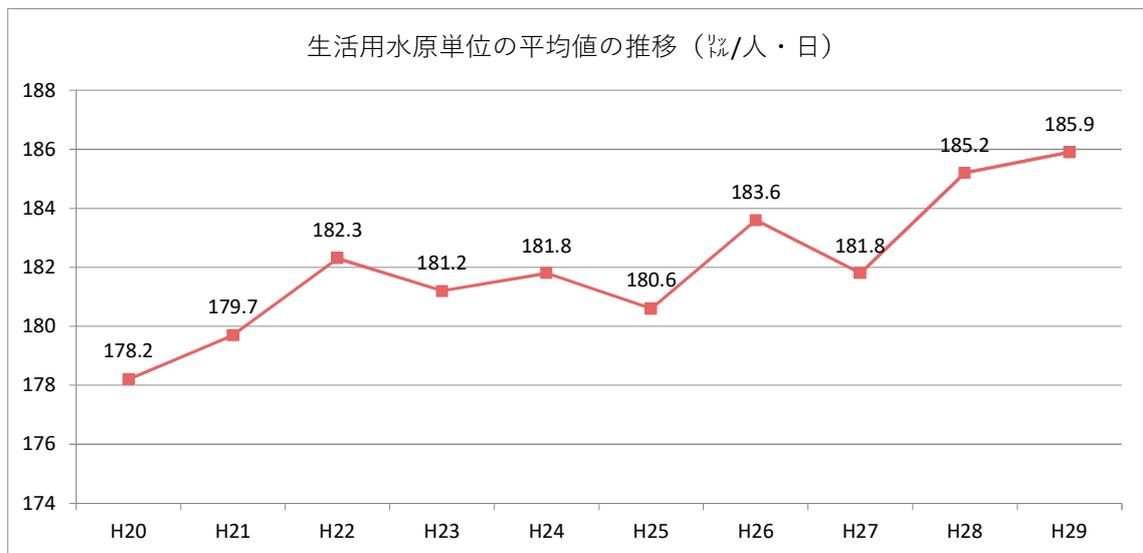


図1-3-3 生活用水原単位の平均の推移

※「北海道の水道」に示される実績より北海道内の上水道事業の〔生活用水量÷給水人口〕を計算した実績値（用途別水量がない事業者を除く）