資料-4

将来の事業環境（事務局からの報告）

将 来 の 事 業 環 境

1)人口構造の変化による水道事業への影響

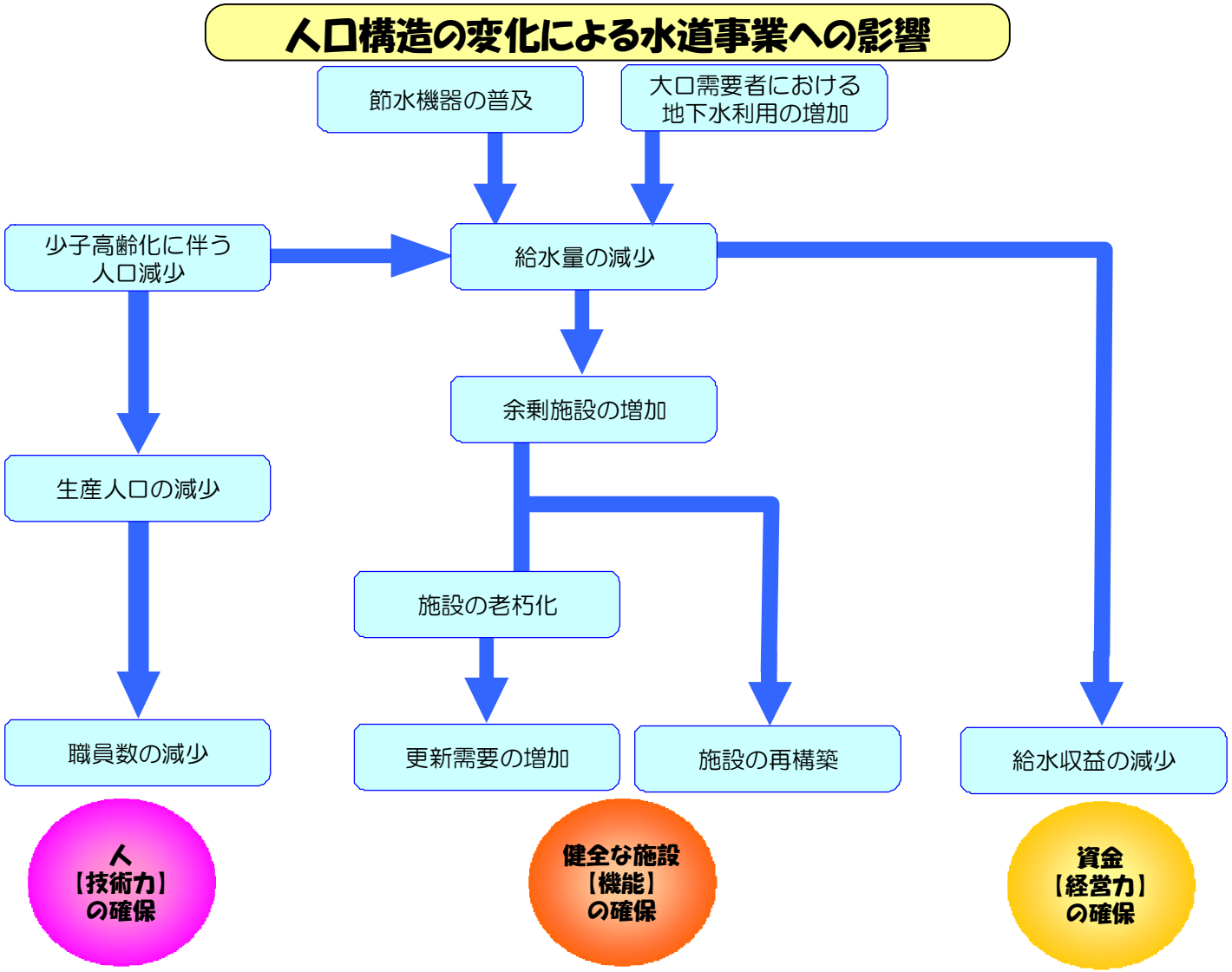
目 次

1）人口構造の変化による水道事業への影響
1-1）人口構造の変化による水道事業への影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P2
1-2）人口構造の変化
①少子高齢化に伴う人口減少 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P3
②生産人口の減少 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P10
1-3）人口減少や節水による給水量の減少
①有収水量の減少 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P11
②節水意識の変化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P12
③トイレと洗濯機の使用水量の変遷 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P14
④大口需要者における地下水利用の増加 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P15
⑤将来の需要水量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P16
1-4）施設の老朽化、更新需要の増加
①施設の老朽化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P18
②更新需要の増加 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P22
③施設の再構築 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P32
2）気候変動が水道事業に及ぼす影響
2-1）気温の経年変化と将来予測 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P35
2-2）降水量の経年変化と将来予測 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P38
2-3）温室効果ガスの経年変化と将来予測 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P42
2-4）原水水質の経年変化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P44
2-5）想定される水道への影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P46
2-6）国民及び水道事業者の意識 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P50

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－1）人口構造の変化による水道事業への影響

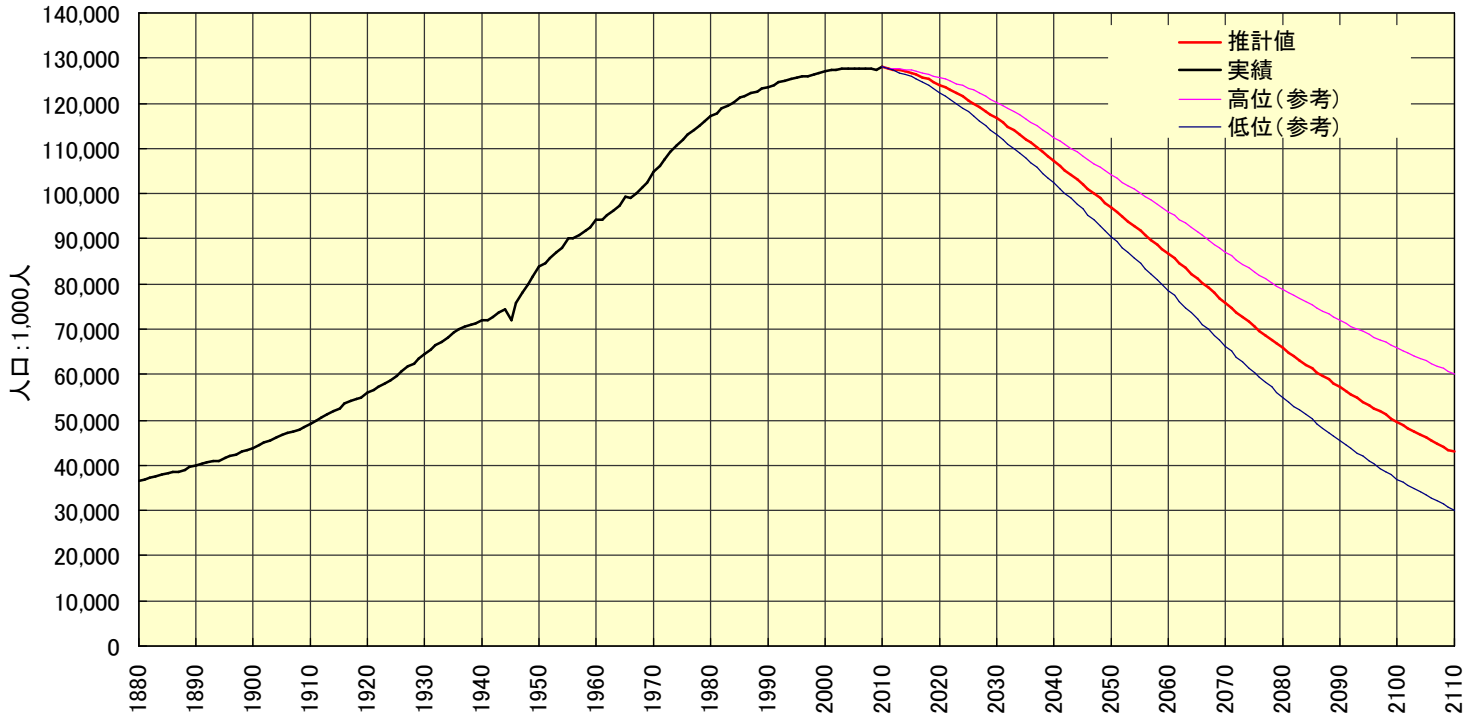


将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

日本の将来推計人口



年	2009(実績)	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110
推計値（千人）	127,510	128,057	124,100	116,618	107,276	97,076	86,737	75,904	65,875	57,269	49,591	42,860
高位（参考）（千人）	127,510	128,057	125,786	120,214	112,506	104,229	96,021	87,121	78,882	72,065	65,908	60,198
低位（参考）（千人）	127,510	128,057	122,385	113,183	102,350	90,564	78,563	66,300	55,112	45,455	37,041	30,142

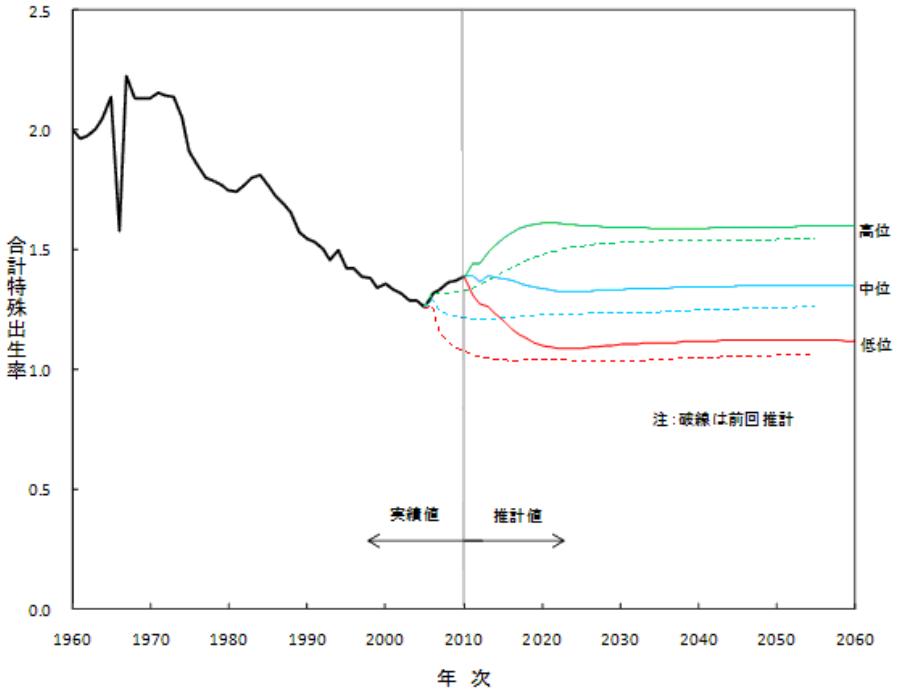
実績値：大正8年以前は内閣統計局の推計による各年1月1日現在（明治5年は太陰暦正月末日現在）の日本国籍を有するものの人口である。大正9年以降は「国勢調査」及び「人口推計」による10月1日現在であり、昭和30から45年までの各数値は沖縄県を除く。
推計値：日本の将来推計人口（平成24年1月推計）の死亡中位仮定出生中位、高位（参考）：死亡低位仮定出生高位、低位（参考）：死亡高位仮定出生低位

将 来 の 事 業 環 境

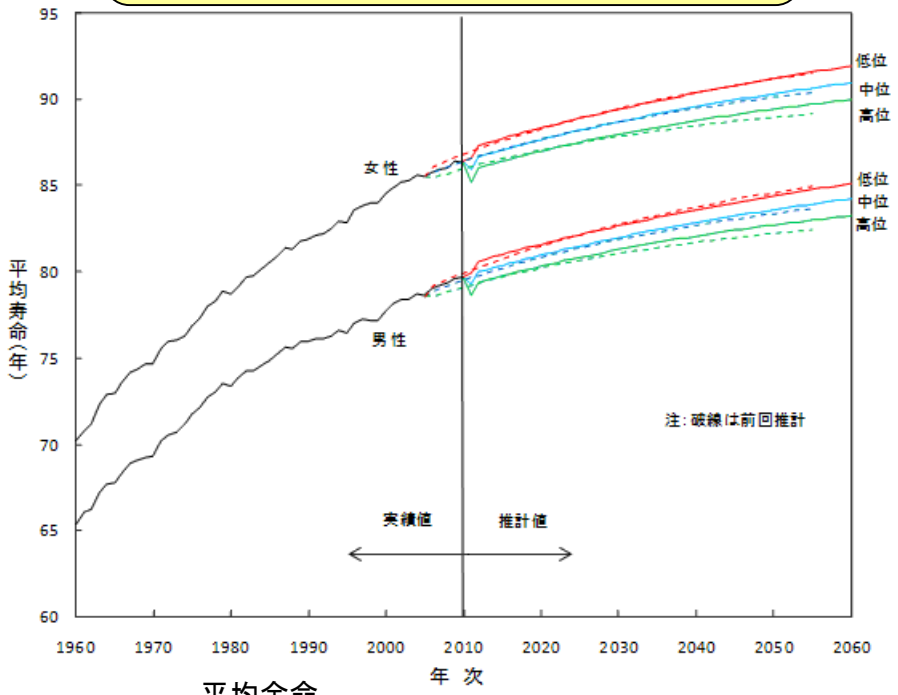
1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

合計特殊出生率の推移



平均寿命の推移



合計特殊出生率

年	2010	2020	2030	2040	2050	2060
中位	1.39	1.34	1.34	1.35	1.35	1.35
高位	1.39	1.61	1.59	1.59	1.60	1.60
低位	1.39	1.10	1.11	1.12	1.12	1.12

平均余命

男	2010	2020	2030	2040	2050	2060
中位	79.6	80.9	82.0	82.8	83.6	84.2
高位	79.6	80.3	81.3	82.0	82.7	83.2
低位	79.6	81.6	82.7	83.6	84.4	85.1

女	2010	2020	2030	2040	2050	2060
中位	86.4	87.7	88.7	89.6	90.3	90.9
高位	86.4	87.0	88.0	88.8	89.4	90.0
低位	86.4	88.3	89.4	90.3	91.2	91.9

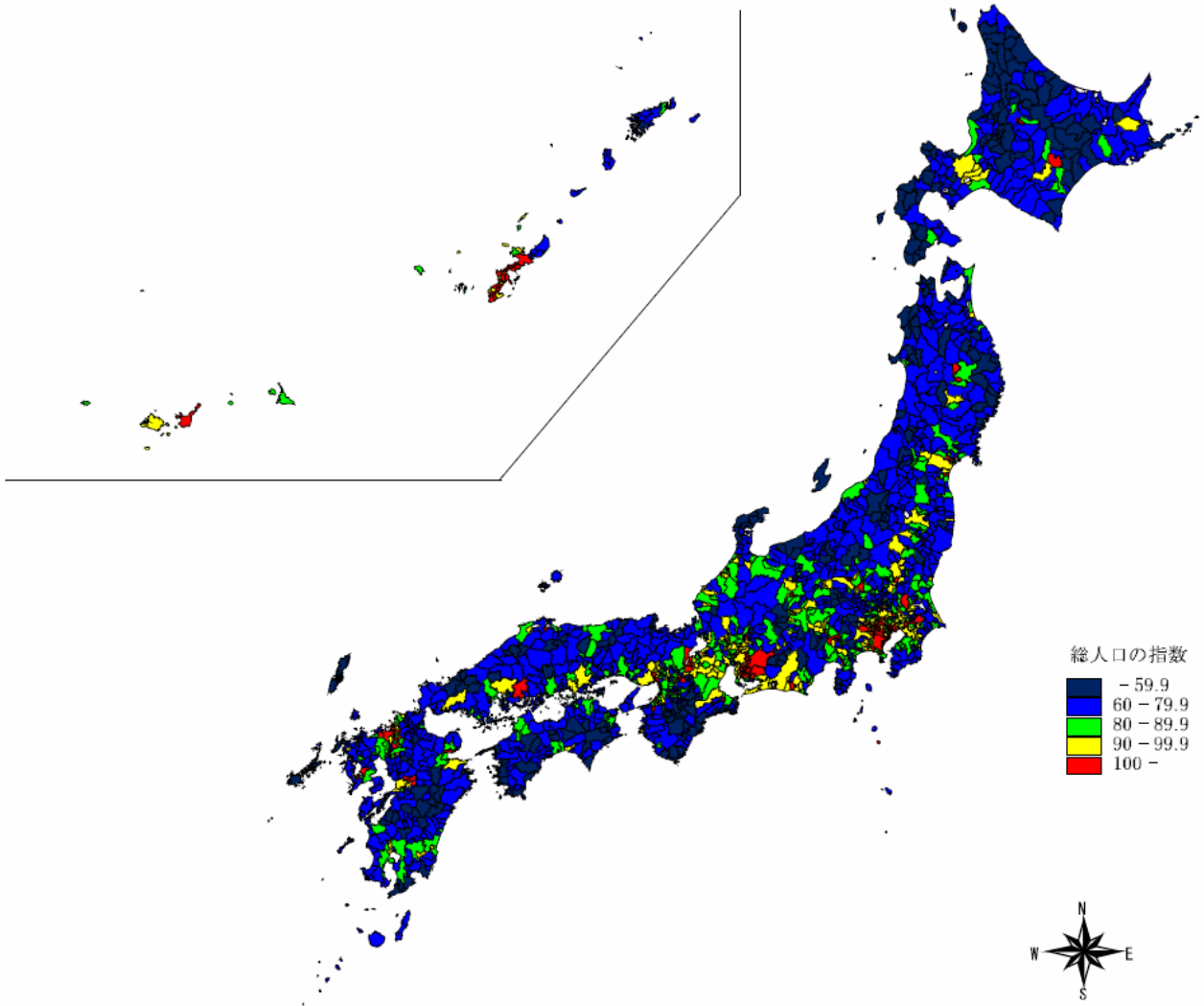
出典：日本の将来推計人口（平成24年1月推計）
長期の人口推移分析（平成73（2061）年から平成122（2110）年）は、生残率、出生率、出生性比、国際人口移動率(数)を平成73（2061）年以降一定で推計している。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

平成47(2035）年の市区町村別人口指数（平成17年＝100）



出典：日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計）－平成17（2005）～47（2035）年－

将 来 の 事 業 環 境

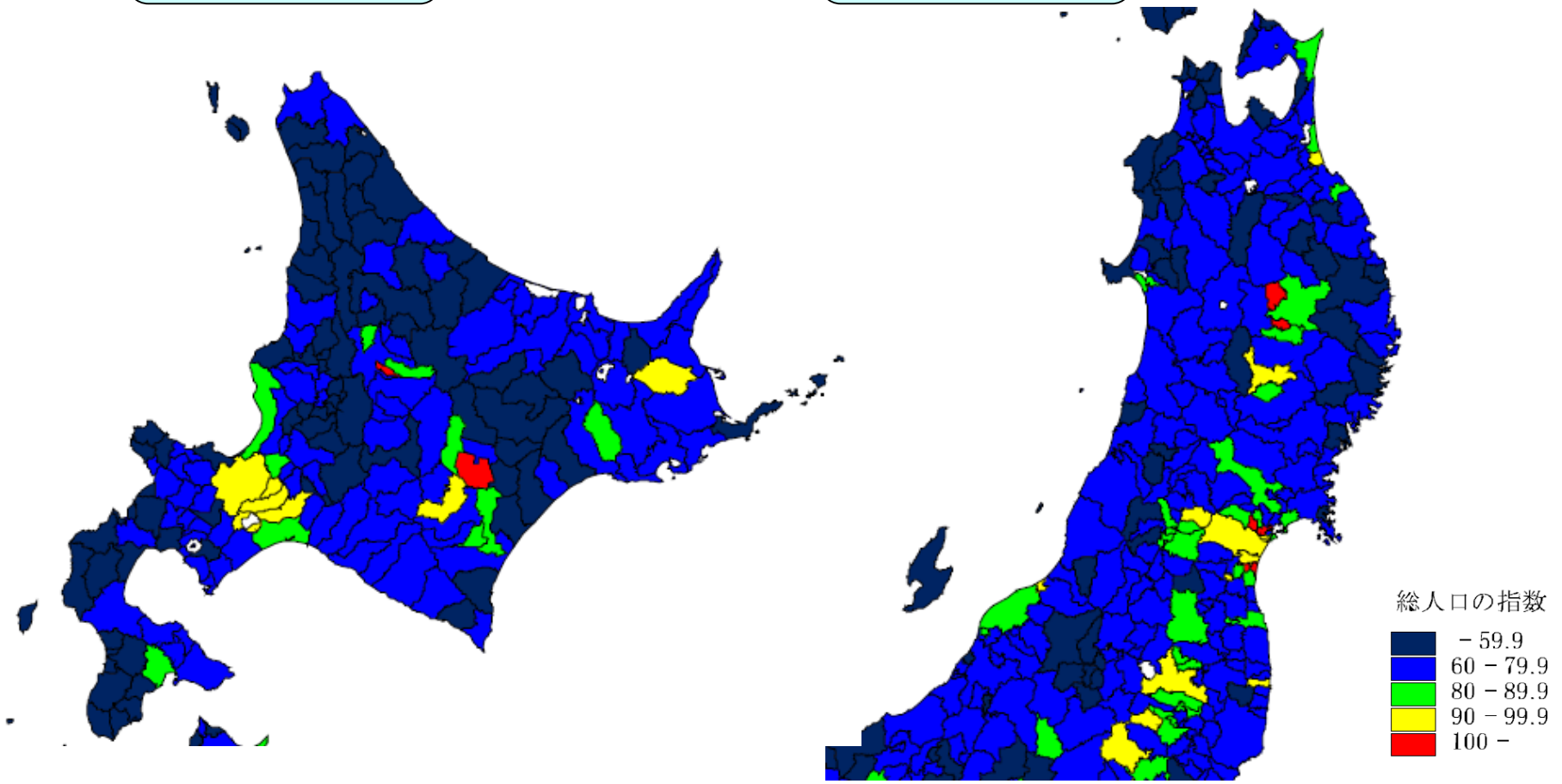
1)人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

平成47(2035）年の市区町村別人口指数（平成17年＝100）

北海道

東北



出典：日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計）－平成17（2005）～47（2035）年－

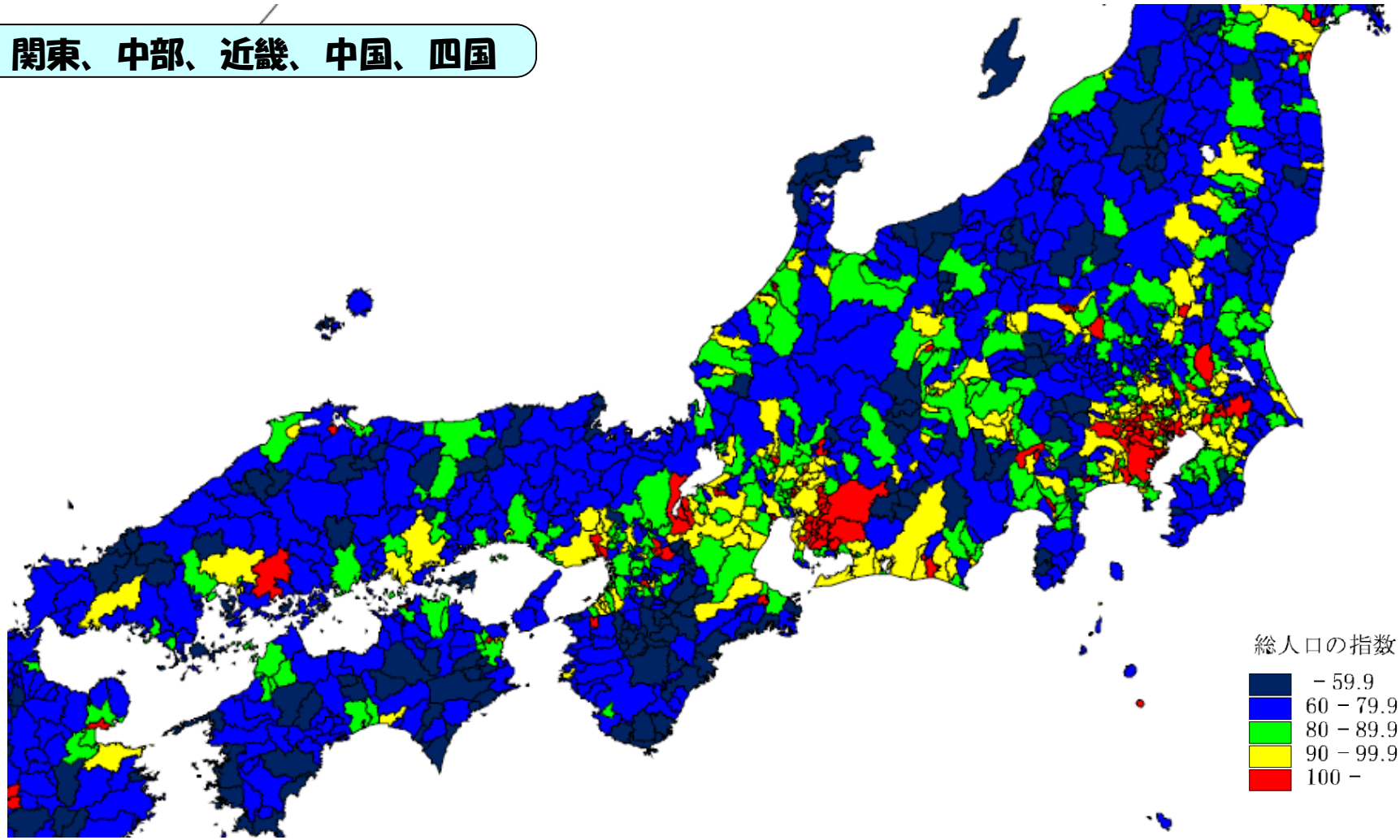
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

平成47(2035）年の市区町村別人口指数（平成17年＝100）

関東、中部、近畿、中国、四国



出典：日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計）－平成17（2005）～47（2035）年－

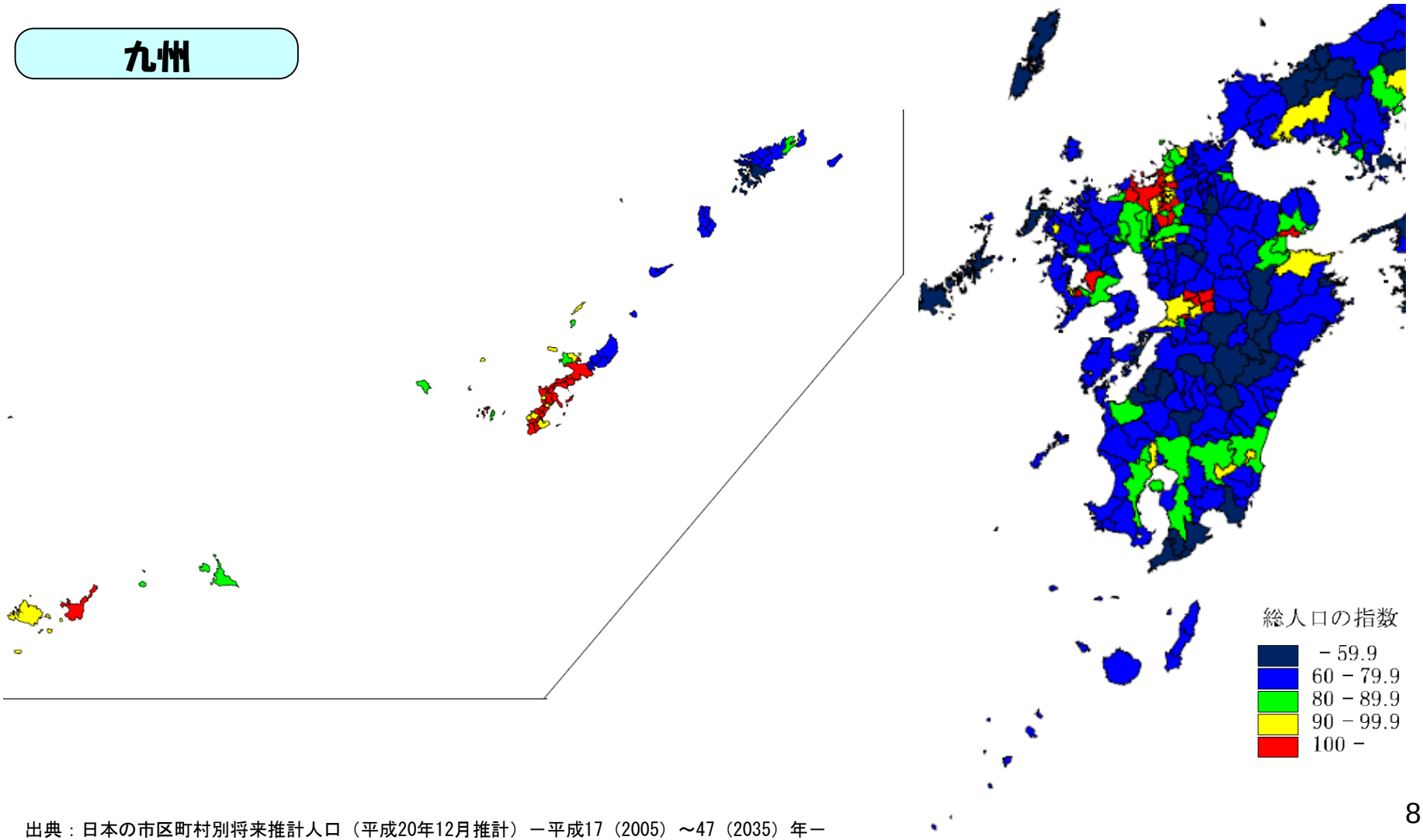
将 来 の 事 業 環 境

1)人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

平成47(2035）年の市区町村別人口指数（平成17年＝100）

九州



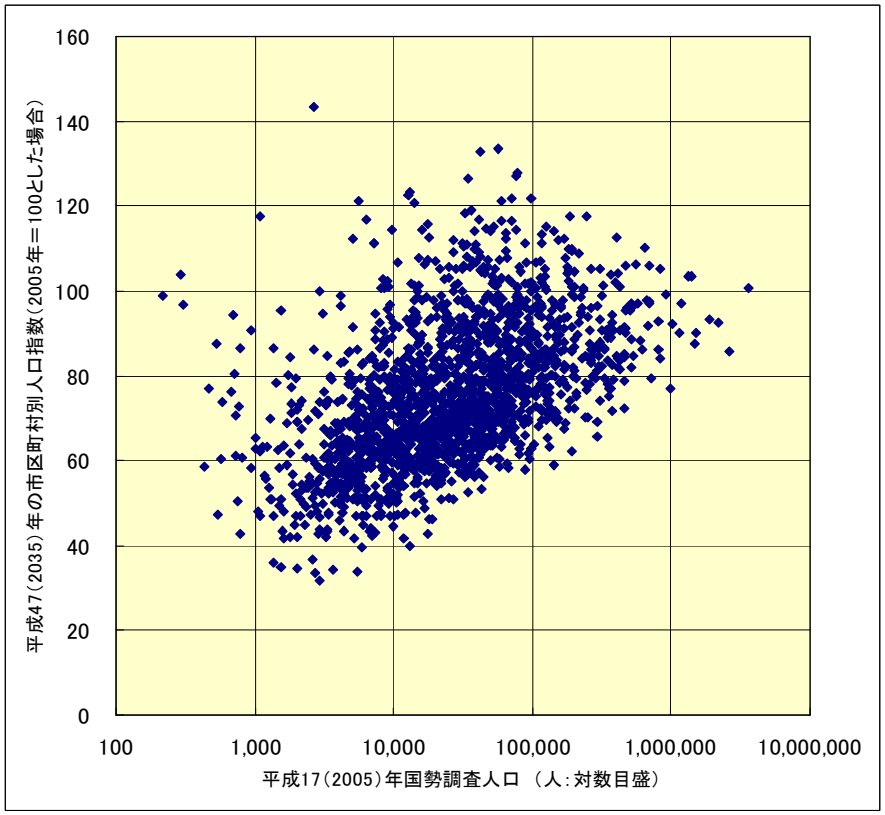
出典：日本の市区町村別将来推計人口（平成20年12月推計）－平成17（2005）～47（2035）年－

将 来 の 事 業 環 境

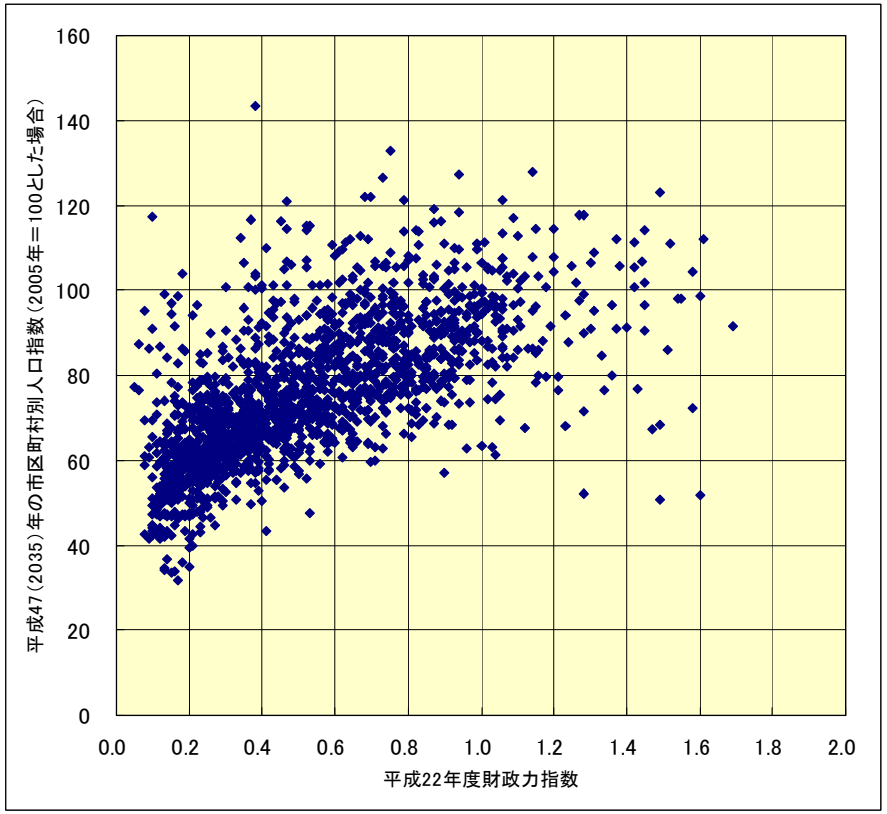
1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　①少子高齢化に伴う人口減少

市区町村別のＨ１７年人口とＨ４７人口指数



市区町村別の財政力指数とＨ４７人口指数



市区町村	H17人口	H47人口	指数
区	8,489,653	8,453,590	99.6
市	106,171,177	92,023,390	86.7
町	12,182,337	9,455,916	77.6
村	924,827	746,492	80.7
合計	127,767,994	110,679,388	86.6

※Ｈ４７人口指数＝

$$\frac{\text{Ｈ１７年人口}}{\text{日本の市区町村別将来推計人口によるＨ４７推計値}}$$

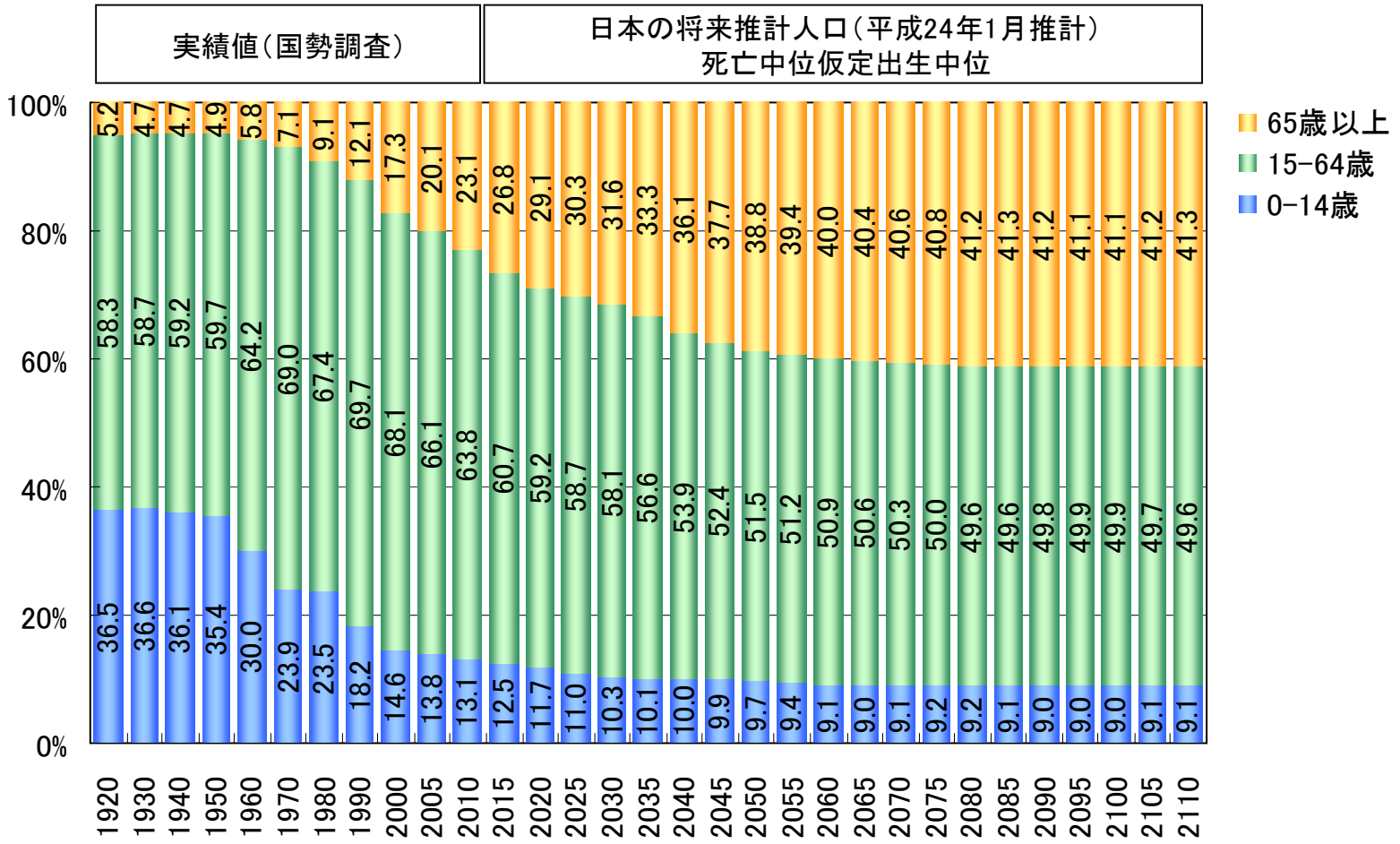
参考：日本の市区町村別将来推計人口　－平成17(2005)～47(2035)年（平成20年12月推計）

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－2）人口構造の変化　②生産人口の減少

将来の年齢構成比



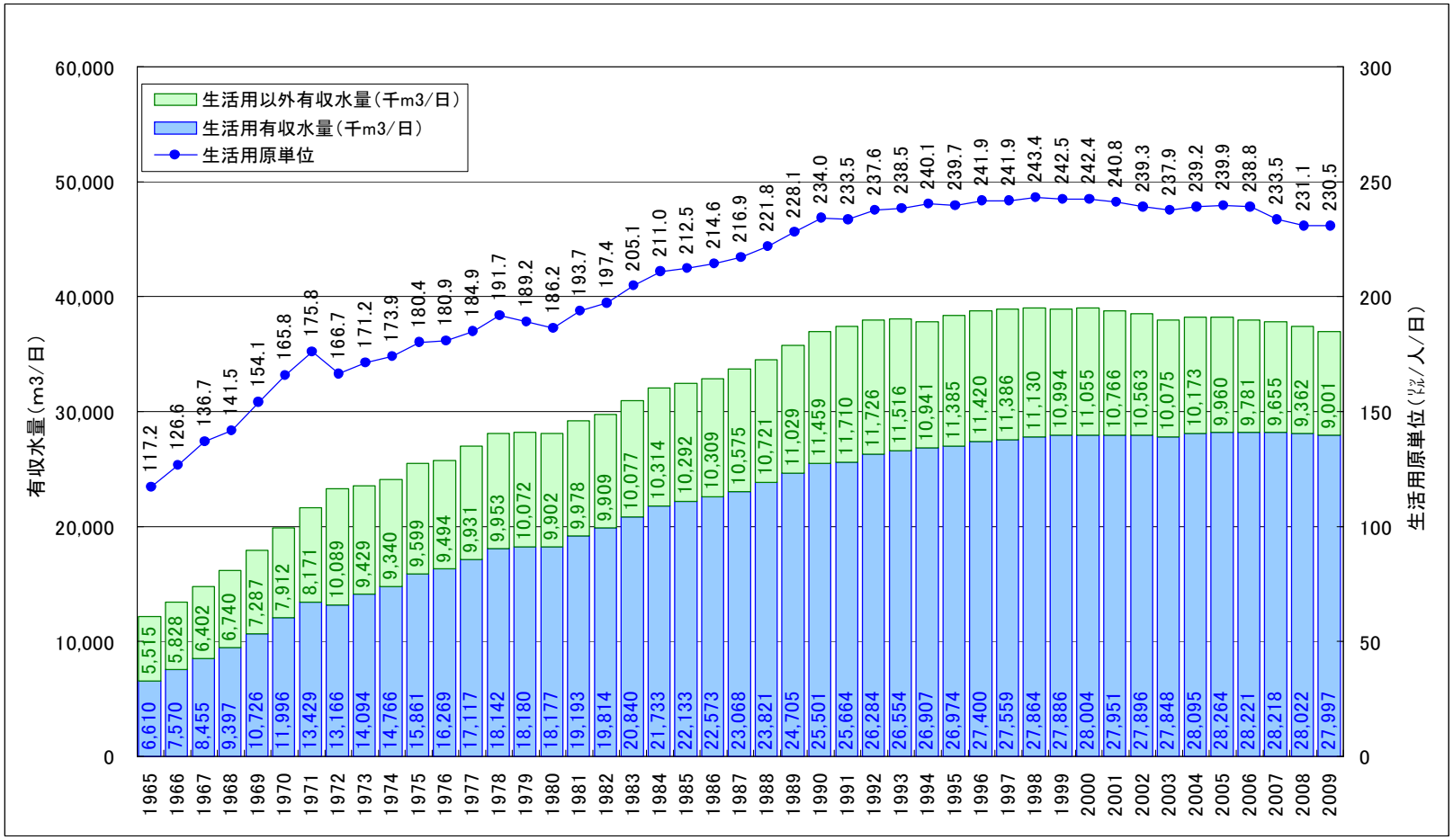
出典：日本の将来推計人口（平成24年1月推計）

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－3）人口減少や節水による給水量の減少　①有収水量の減少

有収水量の推移



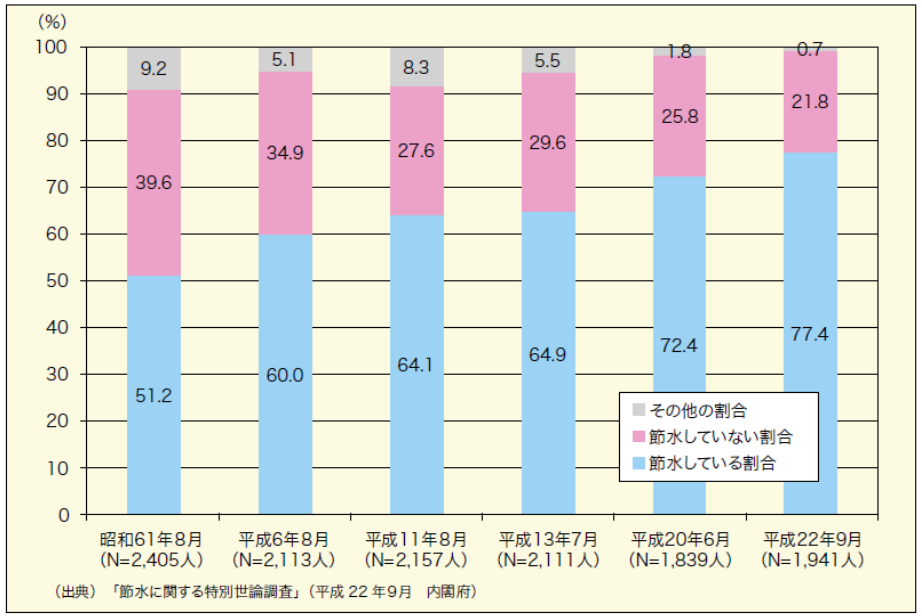
参考資料：水道統計
水道統計の用途別及び口径別有収水量のデータを用いて以下の式により、生活用有収水量、生活用原単位、生活用以外有収水量を算出
生活用有収水量　＝　家庭用有収水量　＋　小口径(Φ13～20)有収水量
生活用原単位　＝　生活用有収水量　÷　給水人口
生活用以外有収水量　＝　有収水量　－　生活用有収水量

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

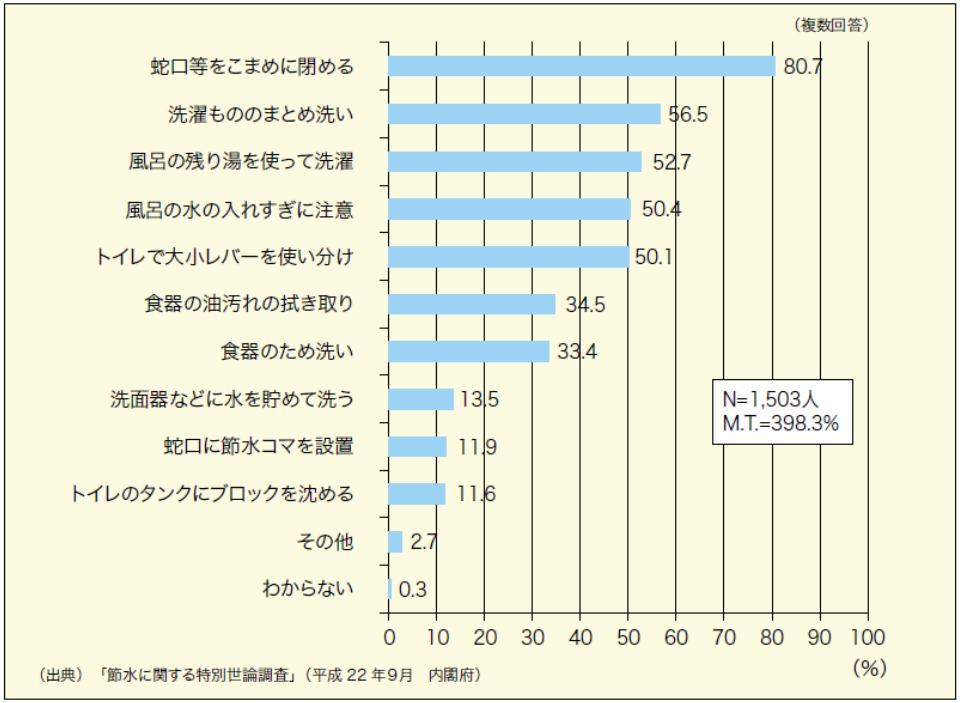
1－3）人口減少や節水による給水量の減少　②節水意識の変化

節水意識の経年変化



（出典）「節水に関する特別世論調査」（平成 22 年9月　内閣府）

節水の実施状況



（出典）「節水に関する特別世論調査」（平成 22 年9月　内閣府）

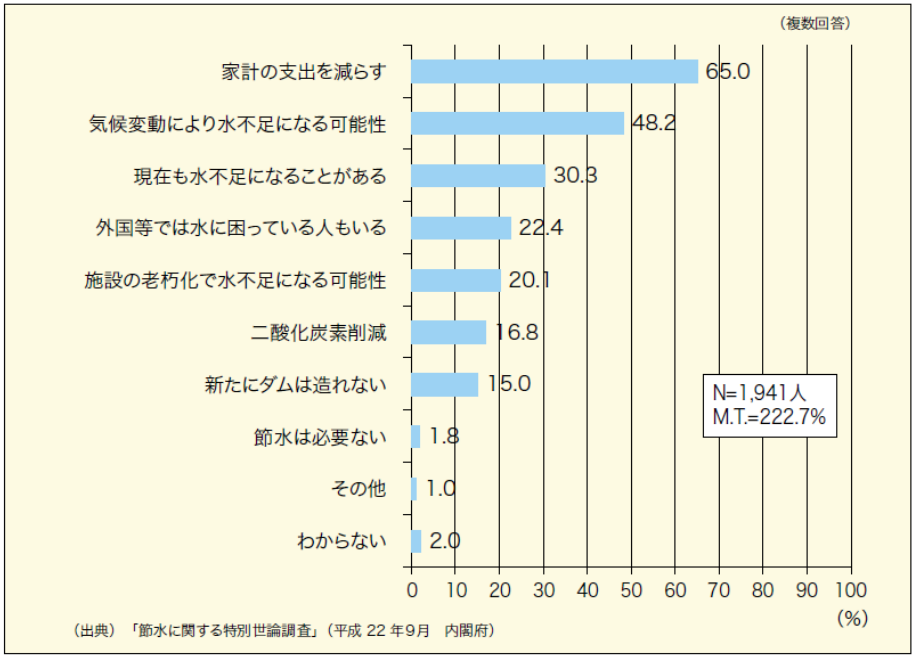
出典：平成23年度版日本の水資源

将 来 の 事 業 環 境

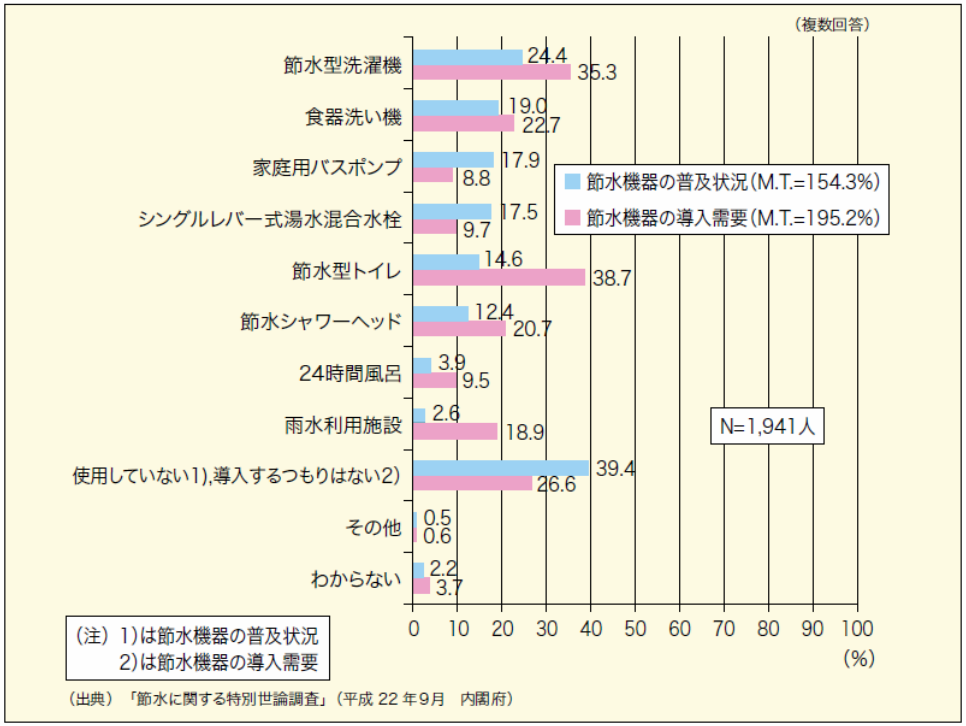
1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－3）人口減少や節水による給水量の減少　②節水意識の変化

節水の必要性



節水機器の普及状況・導入需要



※節水機器の導入需要
機器の新機購入時や買い替え時、住宅のリフォームの際などに、購入したい節水機器

出典：平成23年度版日本の水資源

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

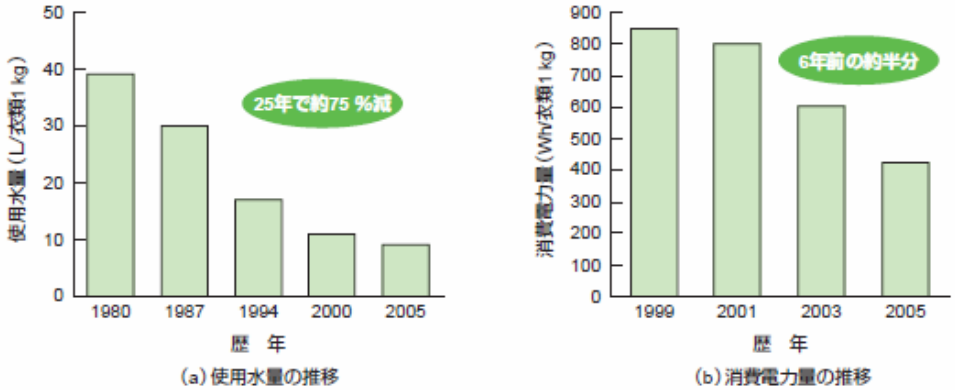
1－3）人口減少や節水による給水量の減少　③トイレと洗濯機の使用水量の変遷

トイレの1回あたりの洗浄水量(L)

発売年	アサヒ衛陶	LIXIL（旧INAX）	ジャニス工業	TOTO	パナソニック電工
1973		16		13	
1976					
1979		13			
1985			12.5		
1988	12				
1993	8.5			大8/小6	
1995					6
1997			8		
1998		大10/小8			
1999					大6/小4.5
2001		大8/小6			
2002			大8/小6		
2006		大6/小5		大6/小5	大5.7/小4.5
2007	大6/小5		大6/小4.5		
2008					大5.7/小4
2009		大5/小4		大4.8/小4	

出典：日本衛生設備機器工業会/温水洗浄版座協議会ＨＰ

洗濯容量1kgあたりの使用水量



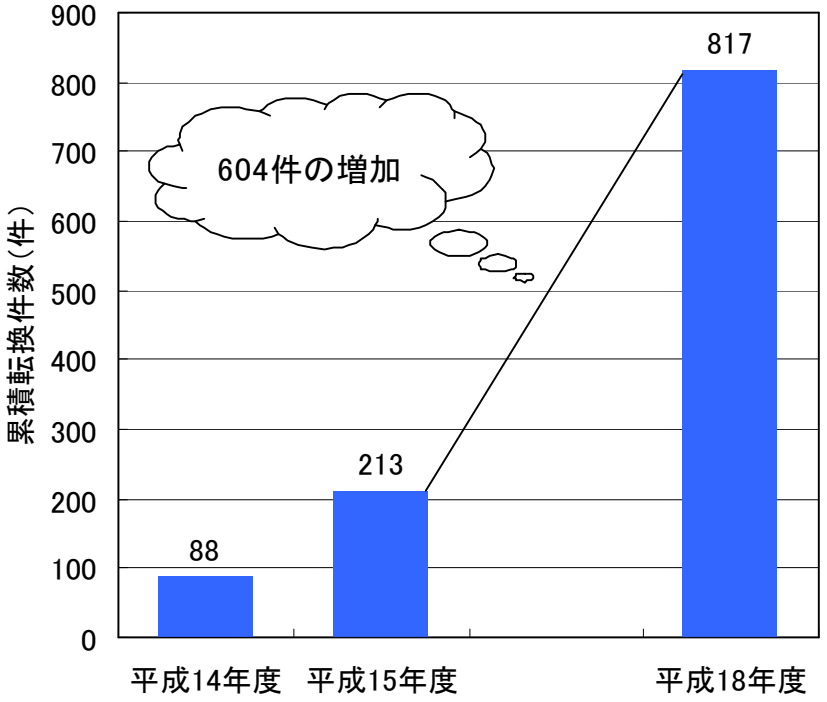
出典：参考：東芝レビューVol.61 No.10(2006)　「快適な生活空間の実現を目指して」

将 来 の 事 業 環 境

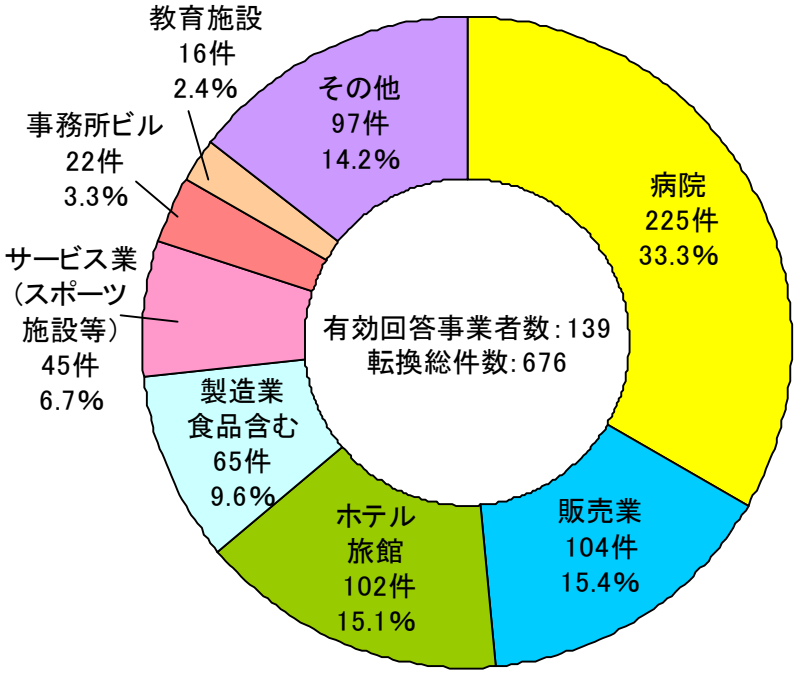
1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－3）人口減少や節水による給水量の減少　④大口需要者における地下水利用の増加

地下水利用専用水道への転換件数
（平成14年度以降の累積値）



業種別の地下水専用水道転換件数



出典：「地下水専用水道等に係る水道料金の考え方と料金案」平成21年5月　社団法人日本水道協会

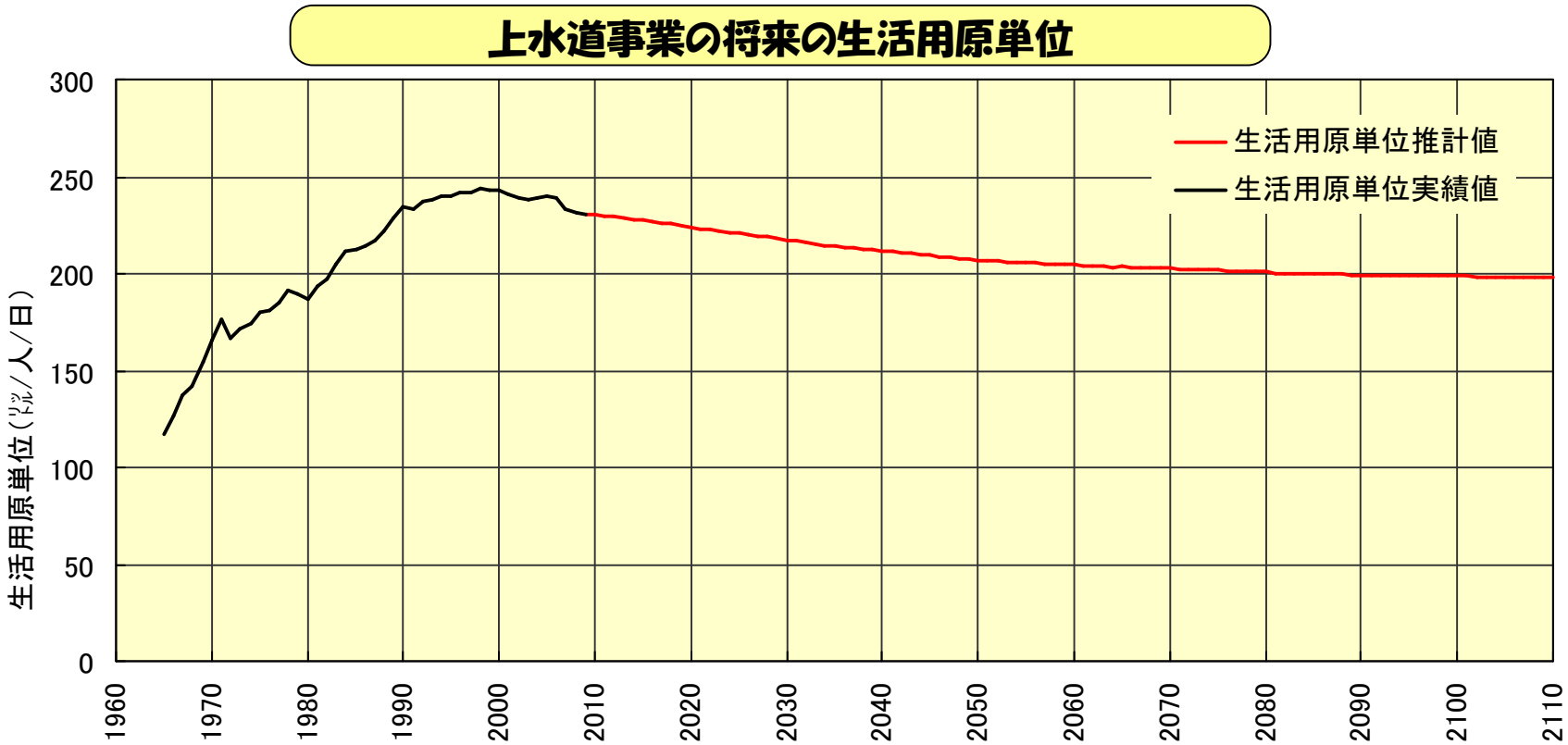
※平成14年度・平成15年度の数値は、「地下水利用専用水道の拡大に関する報告書」（平成17年3月）による平成14年度当初をゼロとした場合の数値

※平成18年度の数値は、本報告書アンケート調査結果における、給水人口10万人以上の水道事業者（有効回答事業者数：215）の数値

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－3）人口減少や節水による給水量の減少　⑤将来の需要水量（有収水量ベース）



【推計方法】

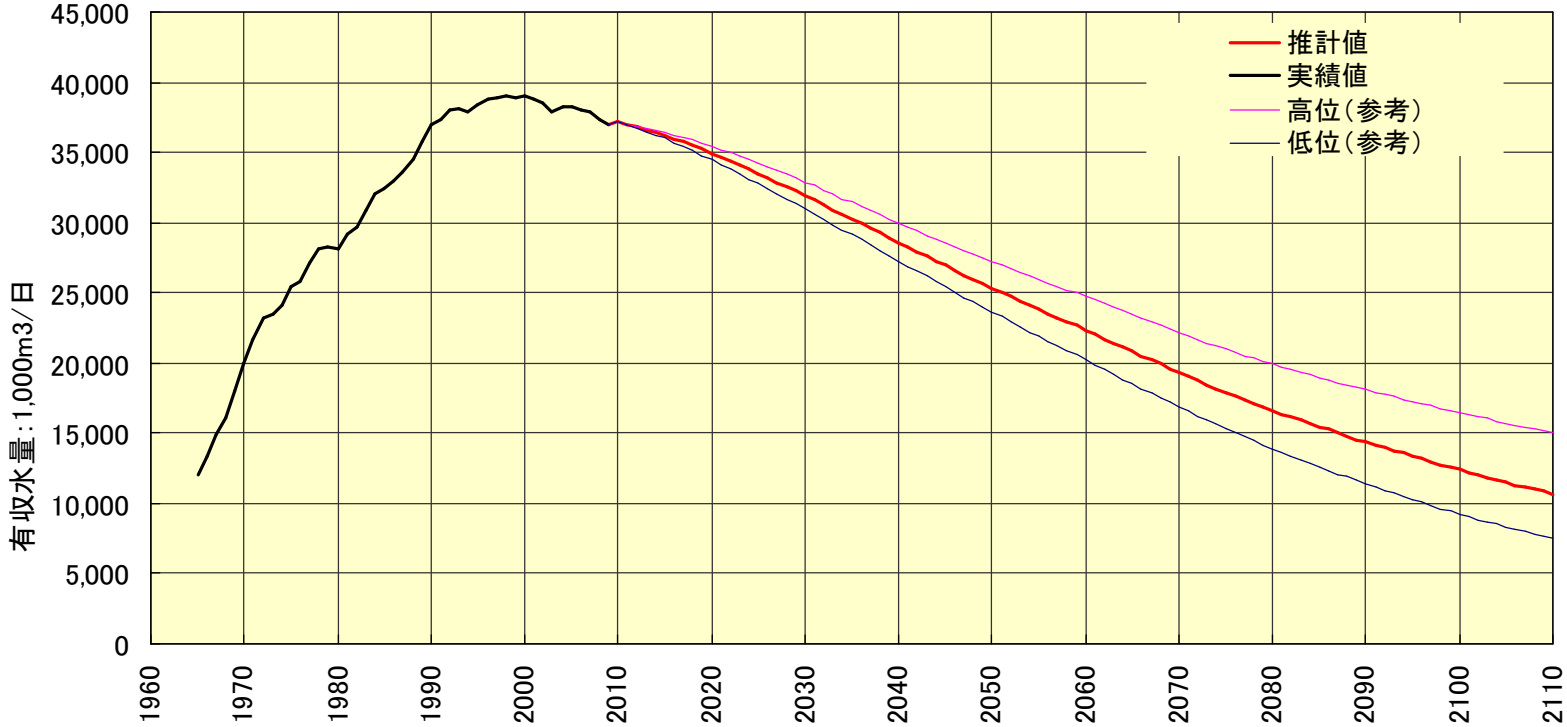
- 生活用原単位は飲料、炊事、洗濯、風呂、水洗便所、手洗、その他（散水、洗車）の用途別に1人当たりの使用水量（原単位）を設定し、各用途別の使用水量を合算して、全体の生活用原単位を算出した。
- 節水機器の導入による減少要因(最新の節水型に買い替えが進むと仮定）、平均世帯人員の減少及び高齢化による増加要因を用途別に考慮して、推計している。
- 各用途別の使用水量は、節水型機器の普及（消費動向調査から推計）、平均世帯人数の動向（社人研）など、個別の状況を勘案した上で推計を行った。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－3）人口減少や節水による給水量の減少　⑤将来の需要水量（有収水量ベース）

上水道事業の将来の需要水量（有収水量ベース）



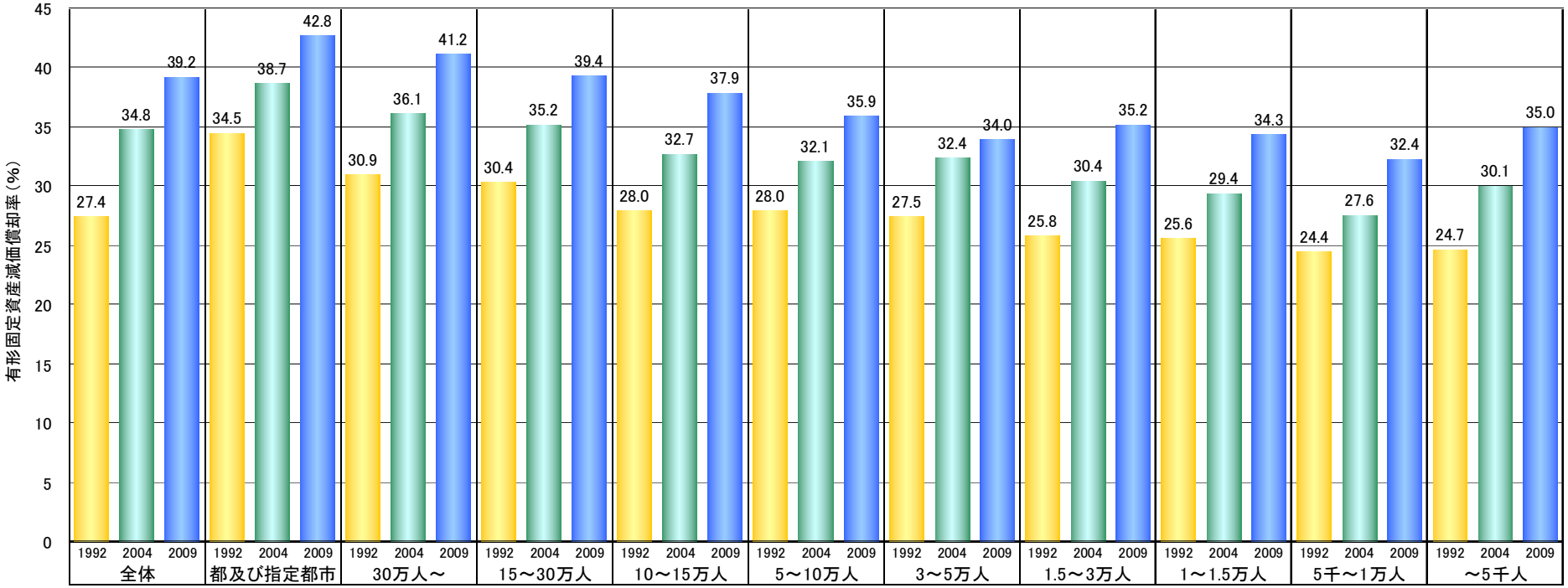
【推計方法】
①給水人口：日本の将来推計人口に上水道普及率（H21実績95.3%）を乗じて算出した。
②有収水量：生活用と生活用以外に分類して推計した。
　　生活用有収水量＝生活用原単位×給水人口
　　生活用以有収水量は、今後の景気の動向や地下水利用専用水道等の動向を把握することが困難であることから、生活用有収水量の推移に準じて推移するものと考え、生活用有収水量の比率（0.321）で設定した。
③高位、低位は、日本の将来推計人口の死亡低位仮定出生高位（高位）、死亡高位仮定出生低位（低位）に変更した場合の推計結果である。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　①施設の老朽化

有形固定資産減価償却率（％）



$$\text{有形固定資産減価償却率（％）} = \frac{\text{有形固定資産減価償却累計額}}{\text{有形固定資産のうち減価償却資産の帳簿原価}} \times 100$$

出典：水道事業経営指標
（地方公営企業決算状況調査を基礎として指標を算出）

【指標の見方】有形固定資産減価償却率は、償却資産における減価償却済の部分の割合を示す指標である。値が高いほど減価償却が進み、施設整備からの年数が経過している（施設が老朽化している）といえる。

○ 有形固定資産減価償却率は高くなってきており、施設（資産）の老朽化が進んできた。
○ 古くから供給を開始した大都市ほど、施設（資産）の老朽化が進んでいる。

将 来 の 事 業 環 境

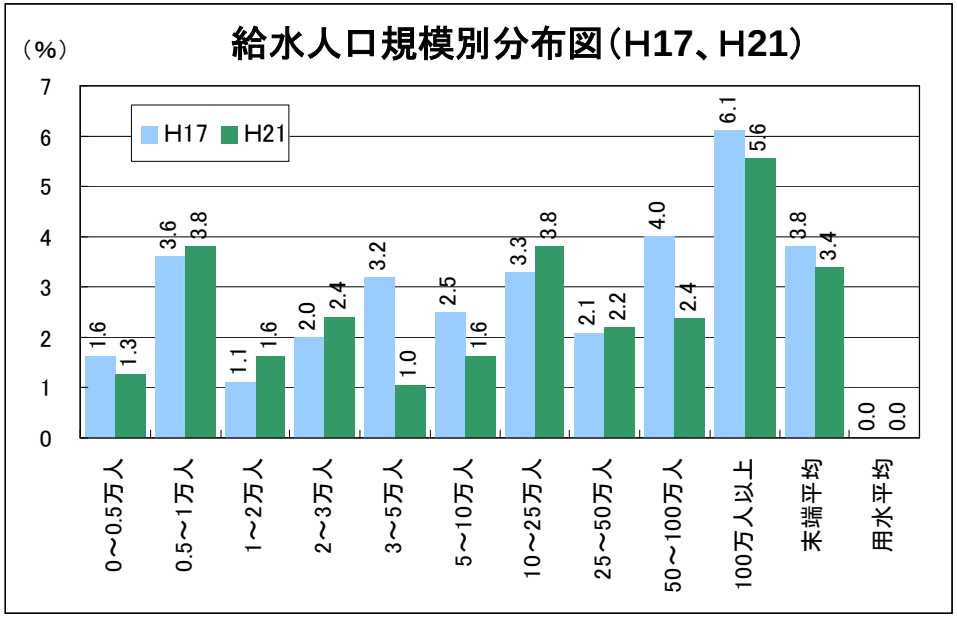
1）人口構造の変化による水道事業への影響

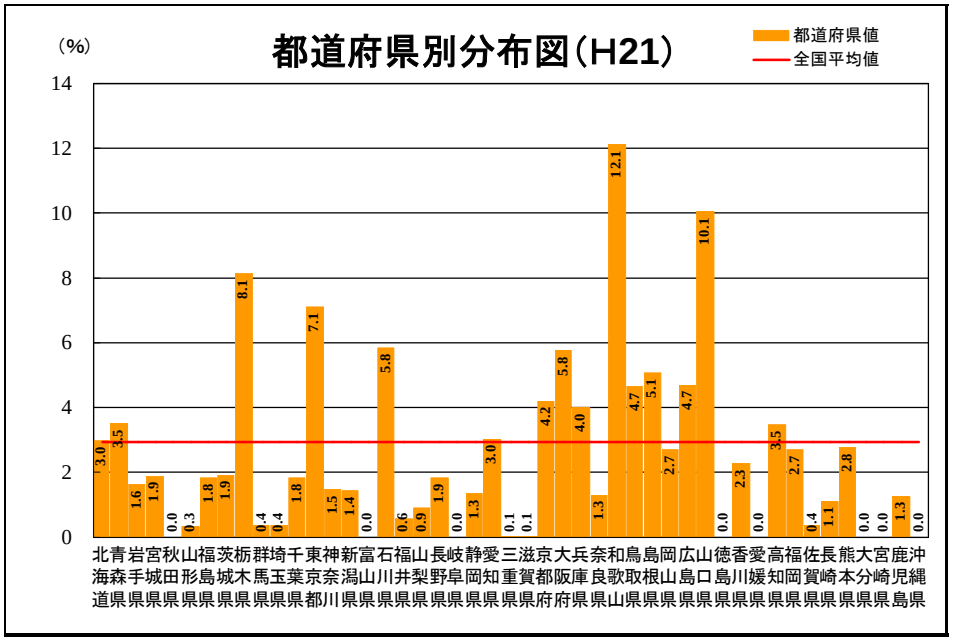
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　①施設の老朽化

経年化浄水施設率（％）

$$\frac{\text{法定耐用年数を超えた浄水施設能力}}{\text{全浄水施設能力}} \times 100$$

	H17	H18	H21
経年化浄水施設率　（%）	2.9	2.7	2.6





・経年化浄水施設率は平成21年度で2.6%であり、平成17年度に比較して減少している。
・給水人口規模別では100万人以上が最も大きく、都道府県別では近畿・中国で全国平均を超えている府県が多い。
・経年化浄水施設率の平均値は減少傾向であるが、人口規模別にみると3万人以下の事業体で増加傾向である。

出典：水道統計（平成17年度、平成21年度）

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

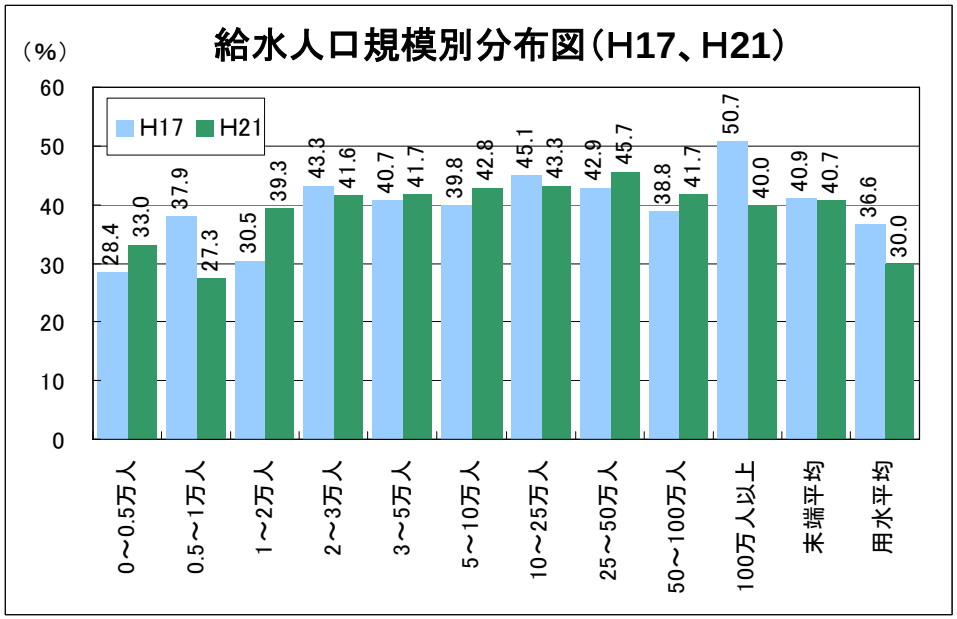
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　①施設の老朽化

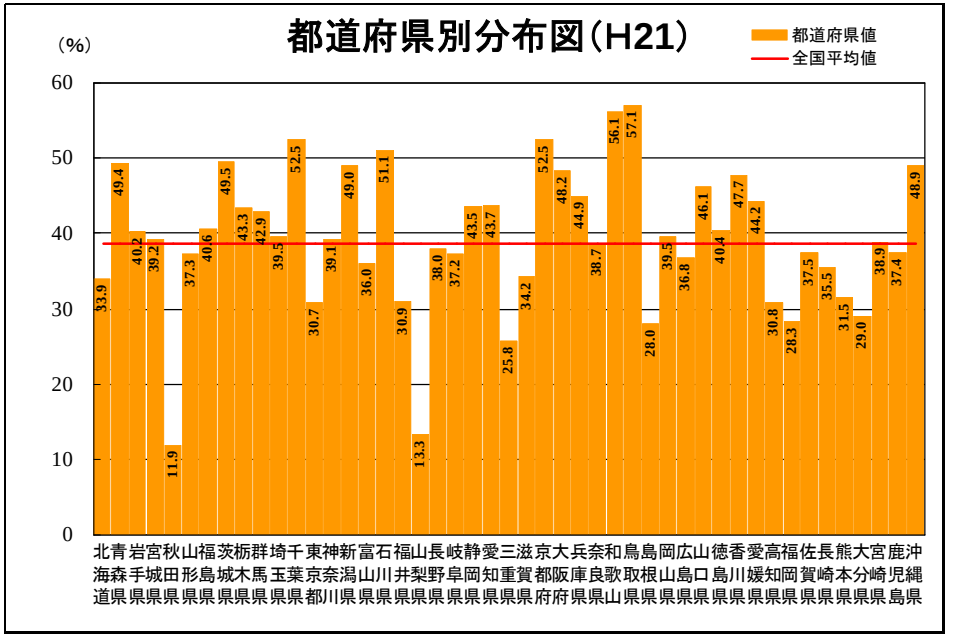
経年化設備率（％）

$$\frac{\text{経年化年数を超えている電気・機械設備数}}{\text{電気・機械設備数の総数}} \times 100$$

	H17	H18	H21
経年化設備率　（％）	40.2	40.1	38.7

※電気・機械設備数の総数：設備とは一つの目的を達成するための機器単体の集合体をいい、設備数は、受変電設備、計装設備、監視制御設備、濾過設備、薬品設備、かき寄せ機、脱水設備をそれぞれ一つの設備と数える。





・経年化設備率は平成21年度で38.7%であり、平成17年度に比較して減少している。
・給水人口規模別では平成17年度では100人以上が最も大きかったが、平成21年度は中規模の事業体で全国平均を上回っている。都道府県別では中部・近畿で全国平均を上回っている府県が多い。
・平均値の減少は、100万人以上の大規模事業体で大きく減少したためであり、その他の人口規模では増加傾向である。

出典：水道統計（平成17年度、平成21年度）

将 来 の 事 業 環 境

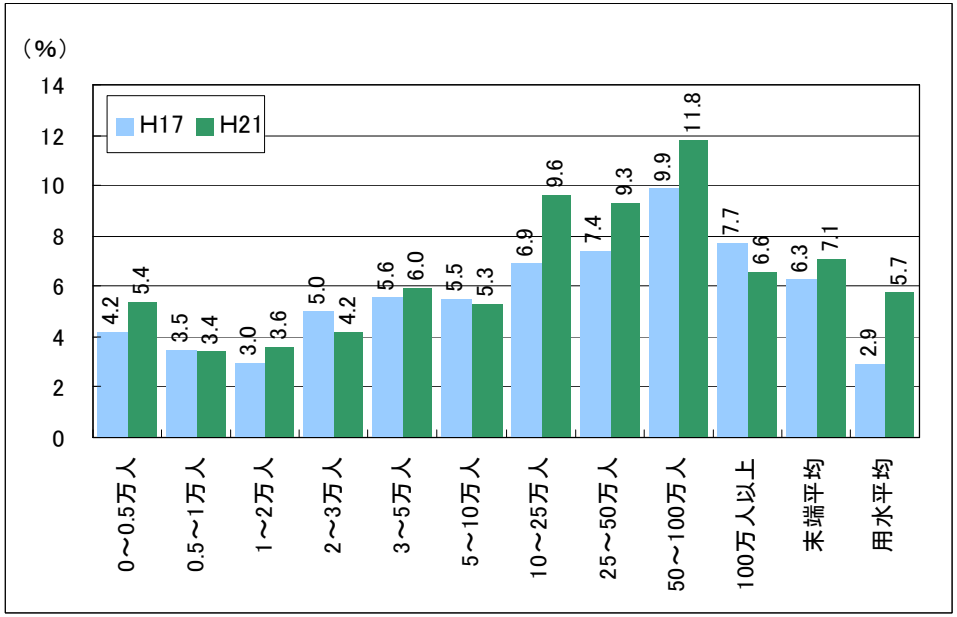
1）人口構造の変化による水道事業への影響

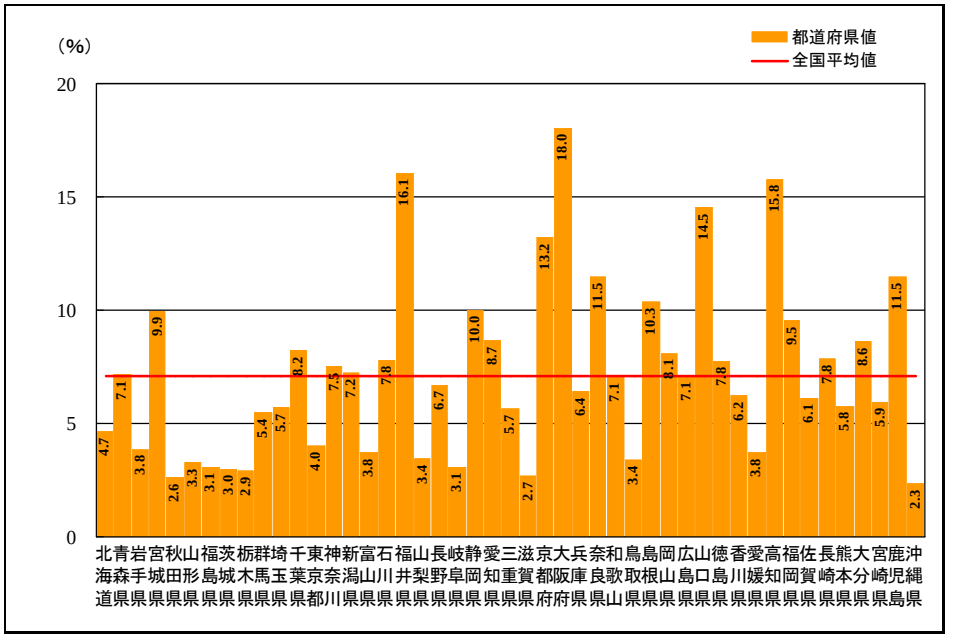
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　①施設の老朽化

経年化管路率(％)

法定耐用年数を超えた管路延長
管路総延長

	H17	H18	H21
経年化管路率 （%）	6.2	6.0	7.1





・経年管路率は平成21年度で7.1%であり、平成17年度に比較して増加している。
・給水人口規模別では概ね大規模のほうが小規模より数値が高い傾向にあり、50～100万人以上が最も大きい。
・100万人以上の大規模事業体では減少しているが、その他の人口規模では増加傾向である。

出典：水道統計（平成17年度、平成21年度）

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

将来の更新需要の算定
（平成22年度水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書）

- 「水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する手引き」の公表に併せ、平成21年８月１１日付け（健水発0811）で大臣認可事業体を対象に手引きの記入様式（様式1～17）の記入依頼（510事業のうち436事業の回答）
- 構造物及び設備については、取得年度、帳簿原価、法定耐用年数のデータをもとに、帳簿原価を現在価格（平成20年度）に換算して、更新需要を算定。
- 管路については、管延長のデータをもとに、法定耐用年数40年として更新需要を算定
- 取組状況調査の更新需要をもとに、全国の上水道事業及び用水供給事業の更新需要を以下の式で算出
  補正係数は、末端給水事業は給水人口比（H20実績）、用水供給事業は一日最大給水量比（H20実績）で設定

  全国の更新需要＝取組状況調査による更新需要÷補正係数

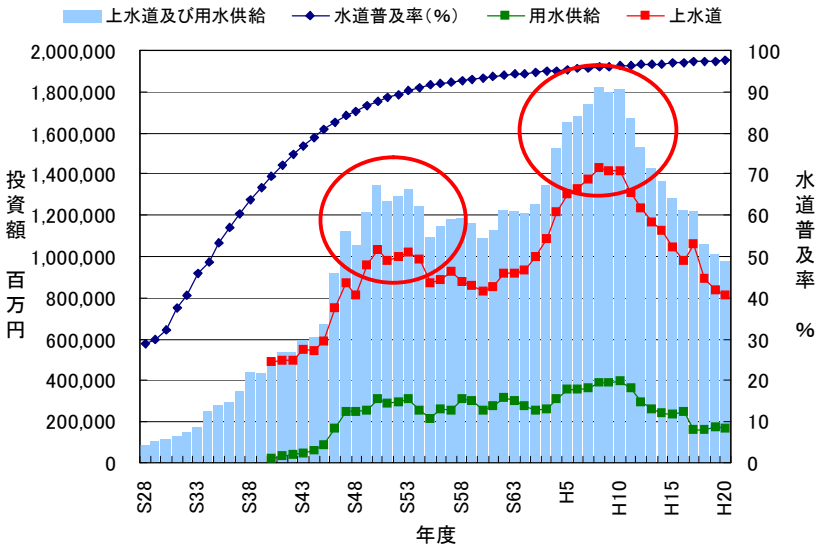
  補正係数：末端給水事業　施設：0.649
  末端給水事業　管路：0.634
  用水供給事業　施設：0.729
  用水供給事業　管路：0.712

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

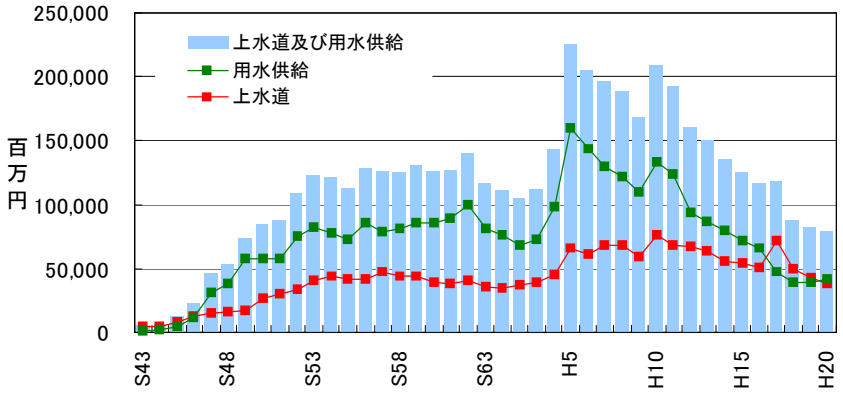
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

水道への投資額の推移（平成20年価格）



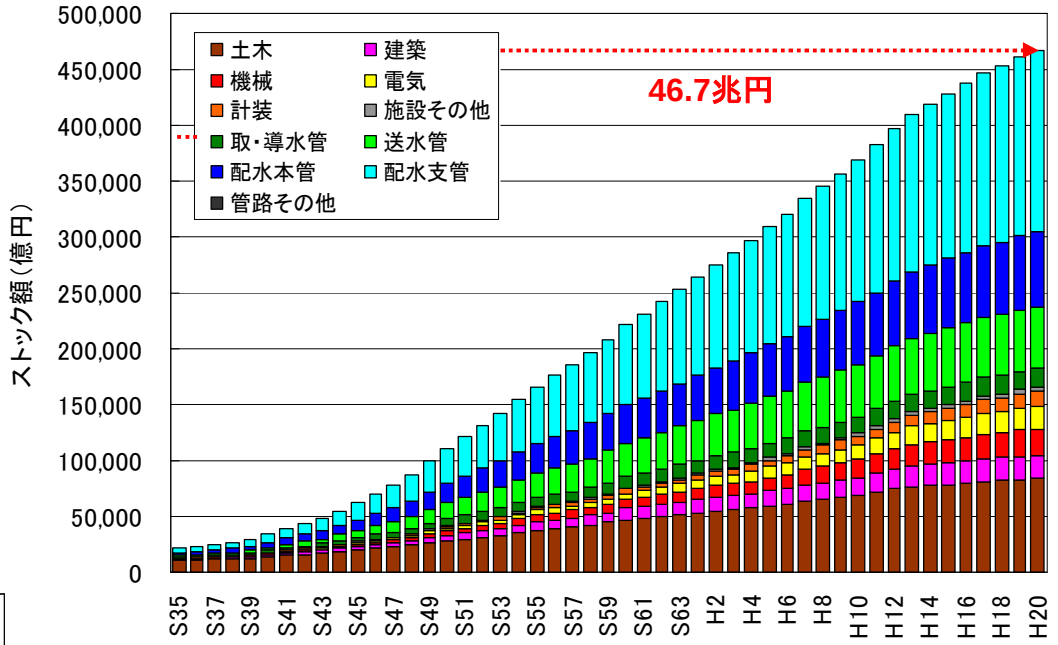
出典：水道統計

国庫補助金の推移



出典：水道統計、H20年価格に換算、国庫及び県の資本的支出に対する負担金及び補助金

平成20年度末資産額の内訳（平成20年価格）



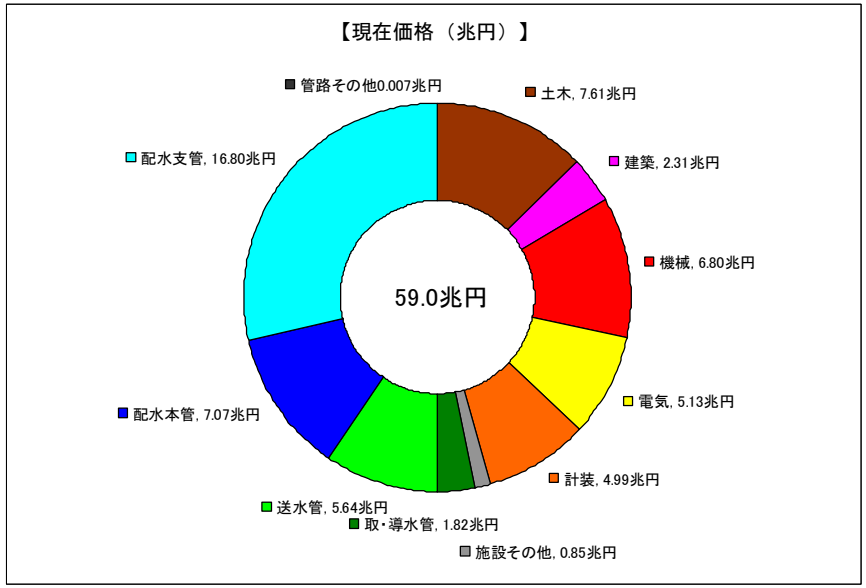
出典：水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書

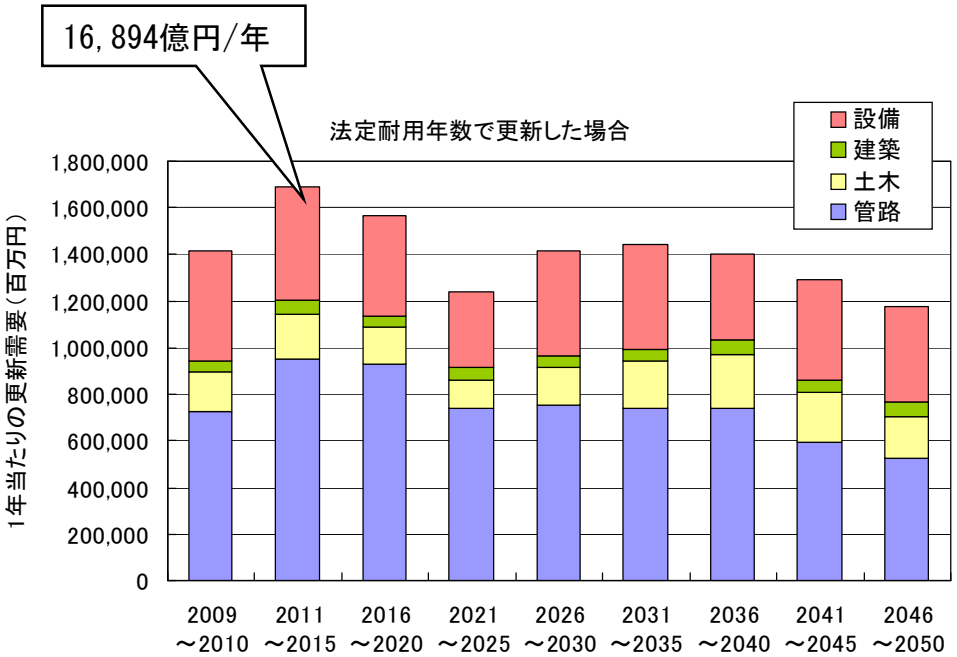
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

法定耐用年数で更新した場合
～現況資産のH21－H62の更新需要（上水道+用供）～





・現況資産に対するH62までの更新需要は59.0兆円

出典：水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書

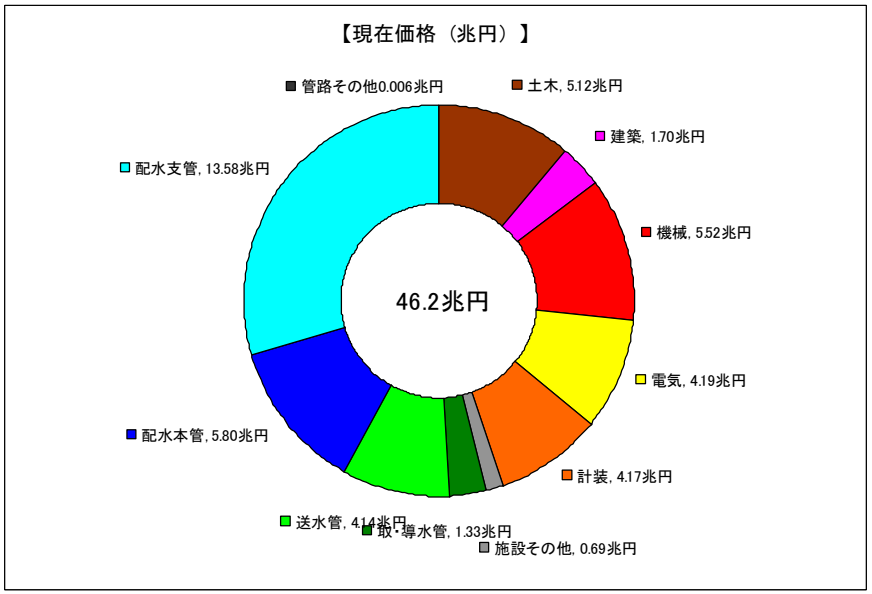
法定耐用年数で更新した場合の更新費用は、年平均14,050億円/年となり、
更新需要のピークは、H23～H27で16,894億円/年となり、平成21年度の投資額（実績）9,800億円を上回っている。

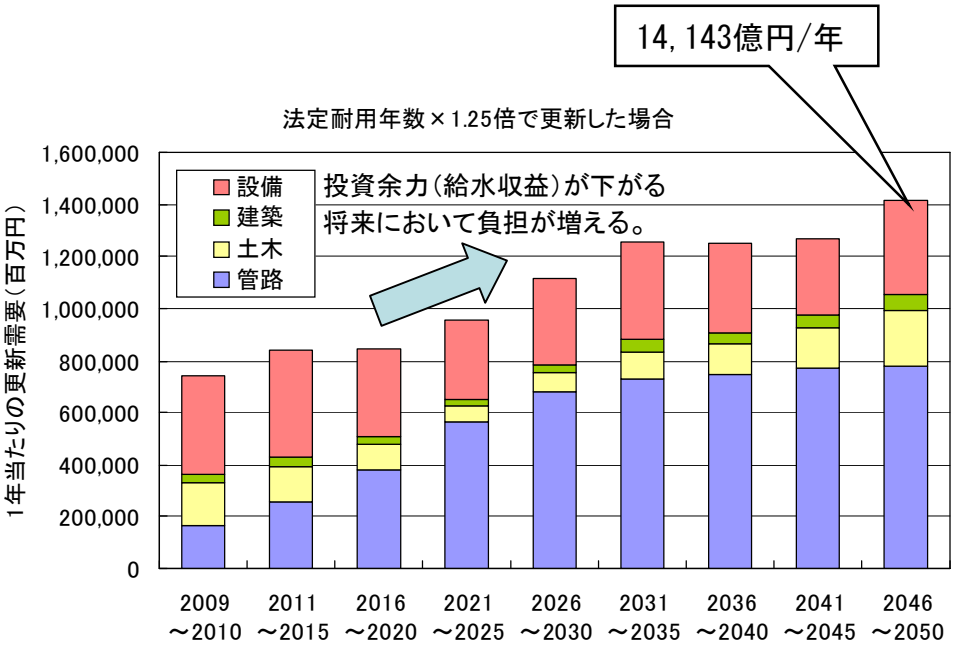
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

法定耐用年数の1.25倍で更新した場合
～現況資産のH21－H62の更新需要（上水道+用供）～





・現況資産に対するH62までの更新需要は46. 2兆円

出典：水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書

法定耐用年数の1.25倍で更新した場合の更新費用は、年平均10,760億円/年となり、

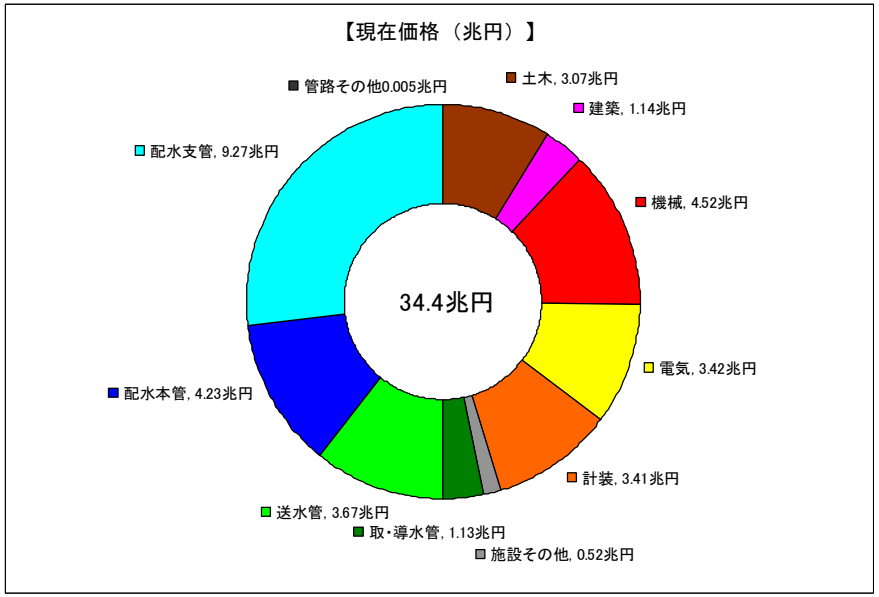
更新需要のピークは、H58（2046）～H62（2050）で14,143億円/年となり、平成21年度の投資額（実績）9,800億円を上回っている。

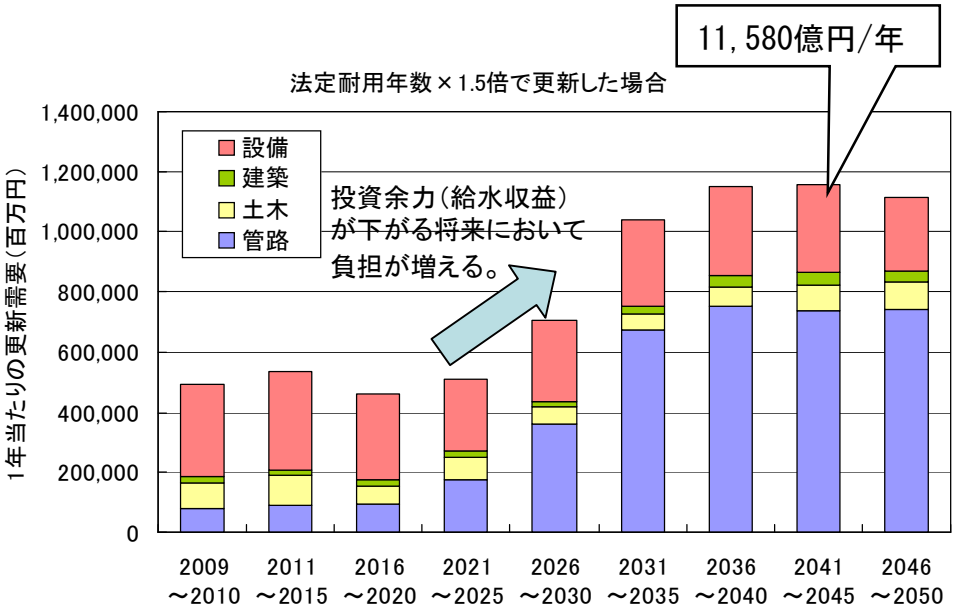
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

法定耐用年数の1.5倍で更新した場合
～現況資産のH21－H62の更新需要（上水道+用供）～





・現況資産に対するH62までの更新需要は34. 4兆円

出典：水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書

法定耐用年数の1.5倍で更新した場合の更新費用は、年平均7,997億円/年、
更新需要のピークは、H53（2041）～H57（2045）で11,580億円/年となり、
ピーク時は平成21年度の投資額（実績）9,800億円を上回るが、年平均では下回っている。

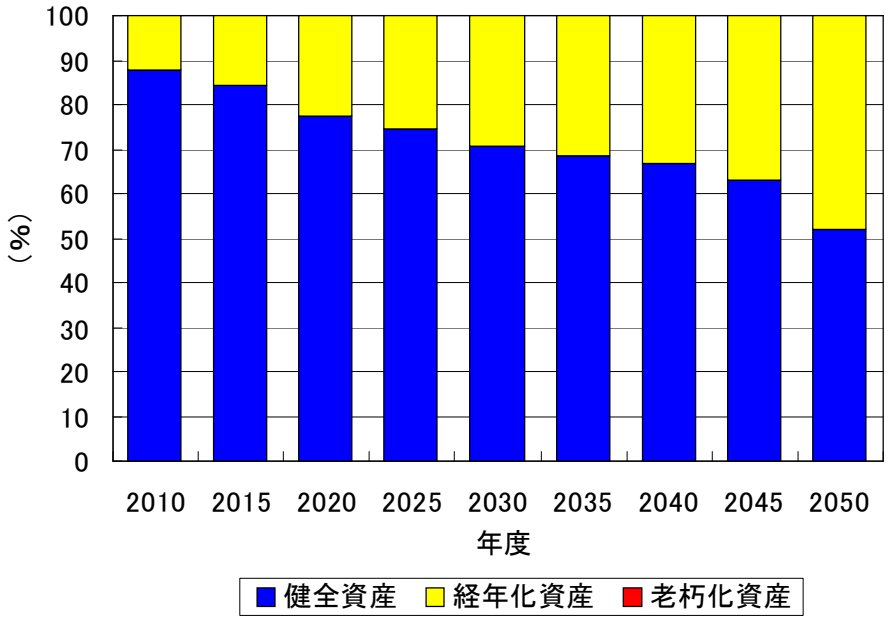
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

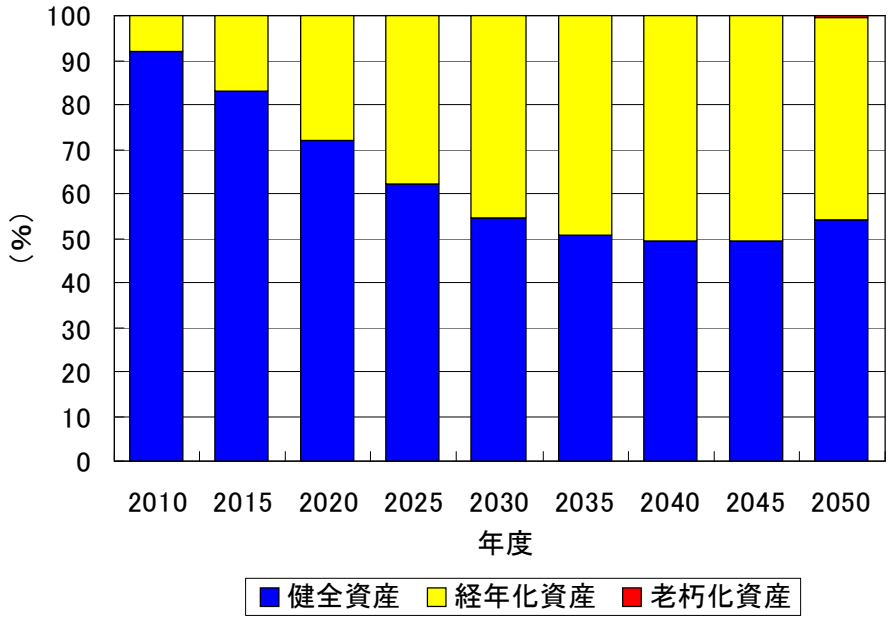
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

法定耐用年数の1.5倍で更新した場合の健全度評価（上水道+用供）

施設の健全度



管路の健全度



健全度の判断基準　健全資産　　:法定耐用年数を超過していない資産
経年化資産 :法定耐用年数の1～1.5倍超過している資産
老朽化資産 :法定耐用年数の1.5倍を超過している資産

出典：水道におけるアセットマネジメント取組促進等業務報告書

更新の先送りすれば、更新需要が減少するが、施設や管路の健全資産が減少する。

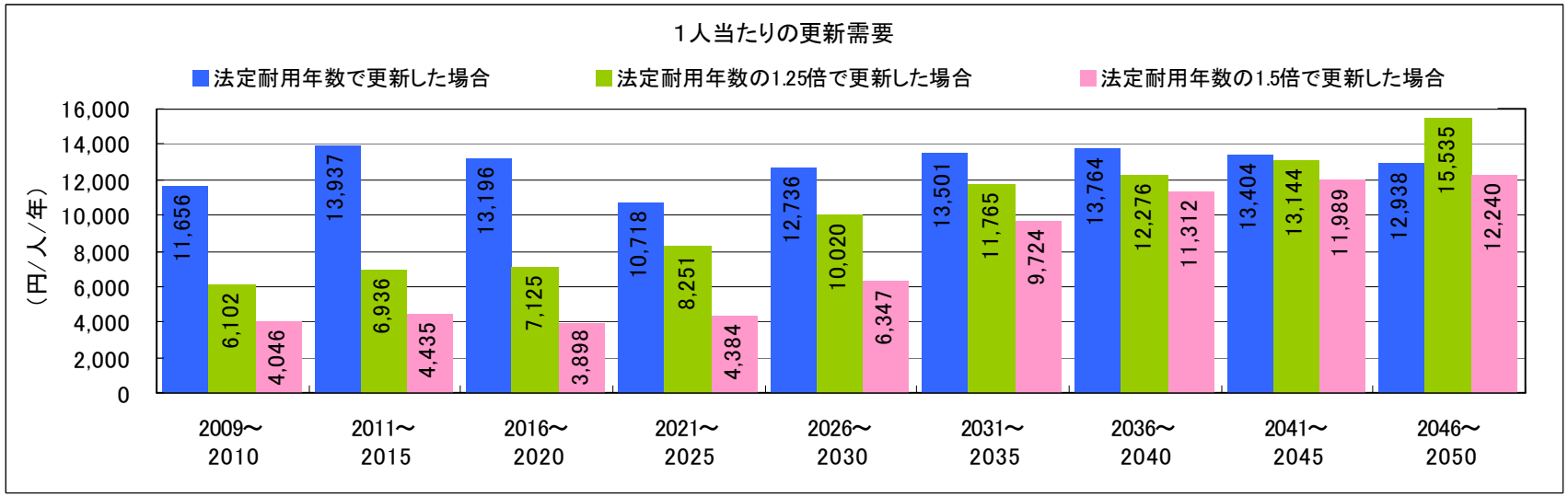
法定耐用年数の1.5倍で更新した場合は、平成62（2050）年に健全資産が全体の約50%まで減少する。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

人口当たりに換算した更新需要の見通し（上水道＋用供）



※1）人口当たりの更新需要＝上水道及び用水供給事業の更新需要÷上水道給水人口
※2）上水道給水人口は、日本の将来推計人口（平成24年1月推計）の死亡中位仮定出生中位に0.953(H21上水道給水人口/H21全国人口）を乗じて算出
※3）H21上水道給水人口は「水道統計」、H21全国人口は「人口推計」を参照

○ 将来の更新需要は、1兆円以上の規模と推定され、人口減少に伴い1人あたりの負担は増大する見込み。
（更新サイクルの実績は、法定耐用年数の1.25倍～1.5倍の間）

○ 更新事業の先送りは、施設の健全度の低下と世代間の負担の格差を大きくする。

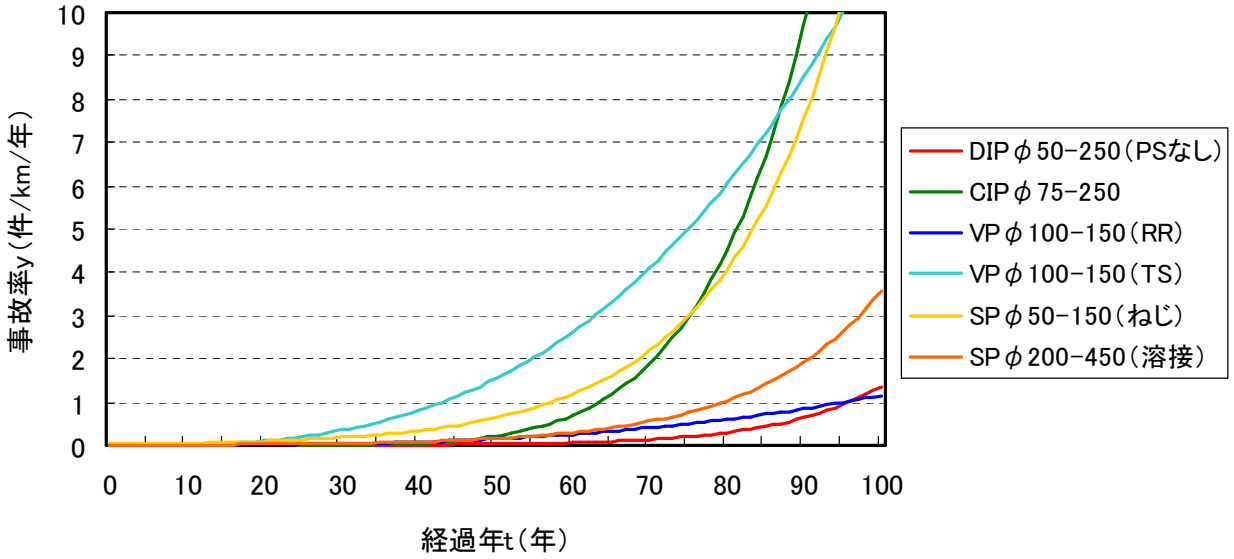
○ 健全な施設水準の確保、更新需要の平準化、財源の確保を行うことが必要。
・重要度を考慮して、更新サイクルにメリハリをつけ、事業費を平準化する。
・将来の更新需要に備えて、内部留保資金を確保する。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

管路の機能劣化予測式



基準状態（口径区分）
- DIP［ダクタイル鋳鉄管］：ポリエチレンスリーブなし及び良い地盤（φ50～250）
- CIP［普通鋳鉄管］：良い地盤（φ75～250）
- SP(ねじ)［鋼管］：ねじ継手及び良い地盤（φ50～150）
- SP(溶接)［鋼管］：溶接継手及び良い地盤（φ200～450）
- VP（TS）［硬質塩化ビニル管］：TS継手（1979以前）及び良い地盤（φ100～150）
- VP（RR）［硬質塩化ビニル管］：RR継手及び良い地盤（φ100～150）

出典：持続可能な水道サービスの管路技術に関する研究（e-Pipeプロジェクト）報告書

管路の場合、布設から年数が経過すると、漏水の事故率が高くなる。

将 来 の 事 業 環 境

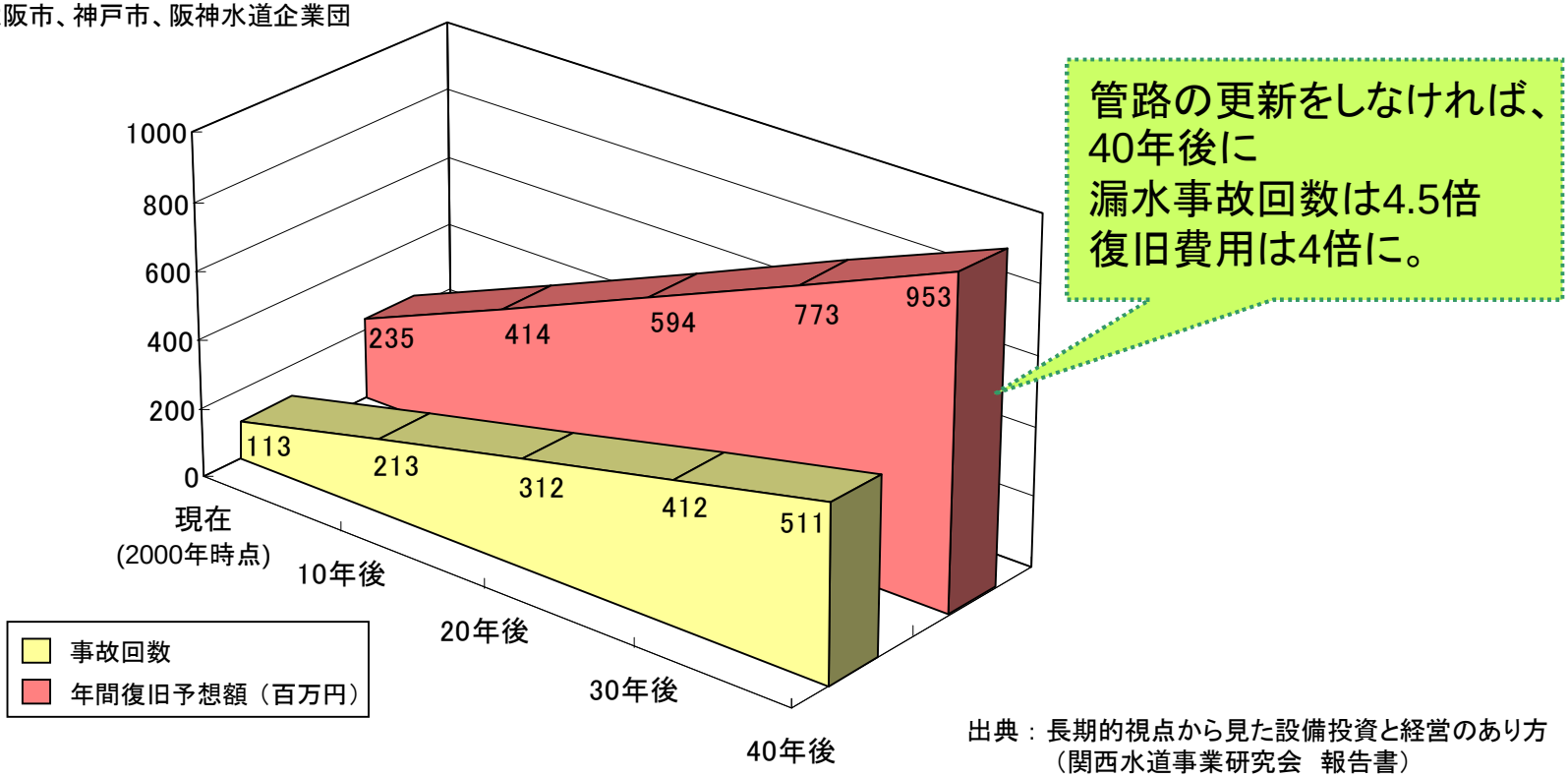
1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

更新しない場合の年間漏水事故回数、復旧費用額の予測

○　関水研参加8事業体※において、管路更新をしない場合の将来の漏水事故回数及び復旧費用を予測した。

※　京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、京都市、
大阪市、神戸市、阪神水道企業団



管路の更新をしなければ、
40年後に
漏水事故回数は4.5倍
復旧費用は4倍に。

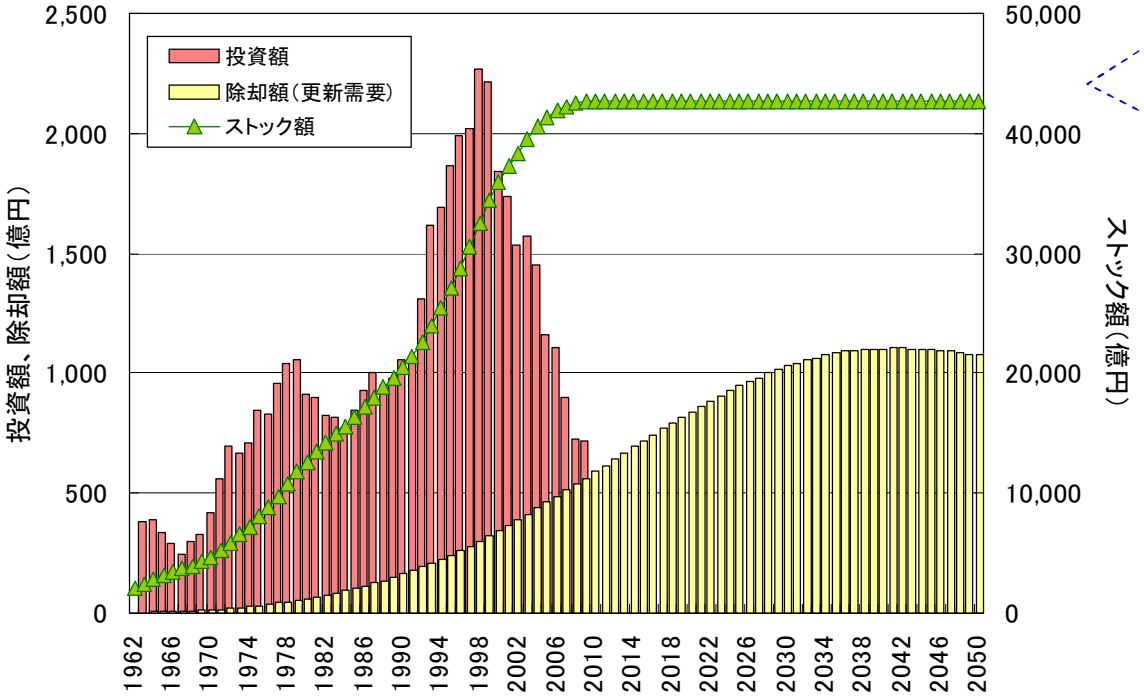
出典：長期的視点から見た設備投資と経営のあり方
（関西水道事業研究会　報告書）

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　②更新需要の増加

簡易水道の資産額、更新需要の推計

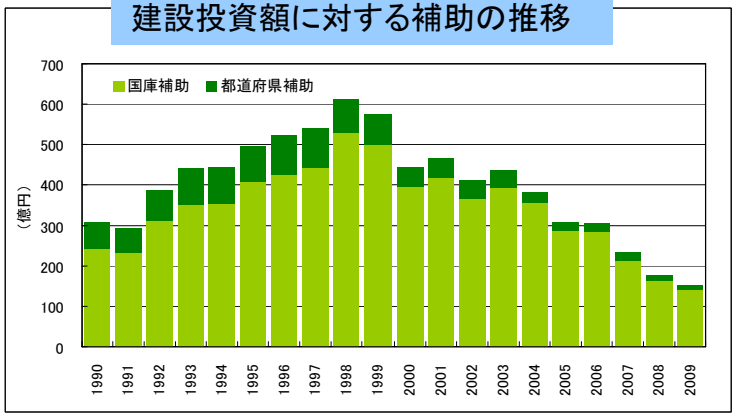


出典：投資額（建設費）の実績値は、地方公営企業年鑑（法適用及び法非適用の数値）
注1）全簡易水道（法適用及び法非適用の合計）。デフレータにより平成21年度価格に換算した。
注2）過去の建設費より推計したため、上水道へ統合された施設を含んだ更新需要となっている。なお、上水道・用水供給の更新需要は、固定資産額より推計したので、統合した簡水施設を含んでおり、統合分がダブルカウントされている。

推計条件

- 平均耐用年数を40年と仮定
- 正規分布による発生確率
- 現有資産を維持するために必要な更新需要を推計

建設投資額に対する補助の推移



出典：地方公営企業年鑑（法適用及び法非適用の数値）
注1）平成1年度以前は国庫補助の統計値がない。
注2）デフレータにより平成21年度価格に換算した。
注3)建設投資額に対する補助金であり、左図の投資額の内数である

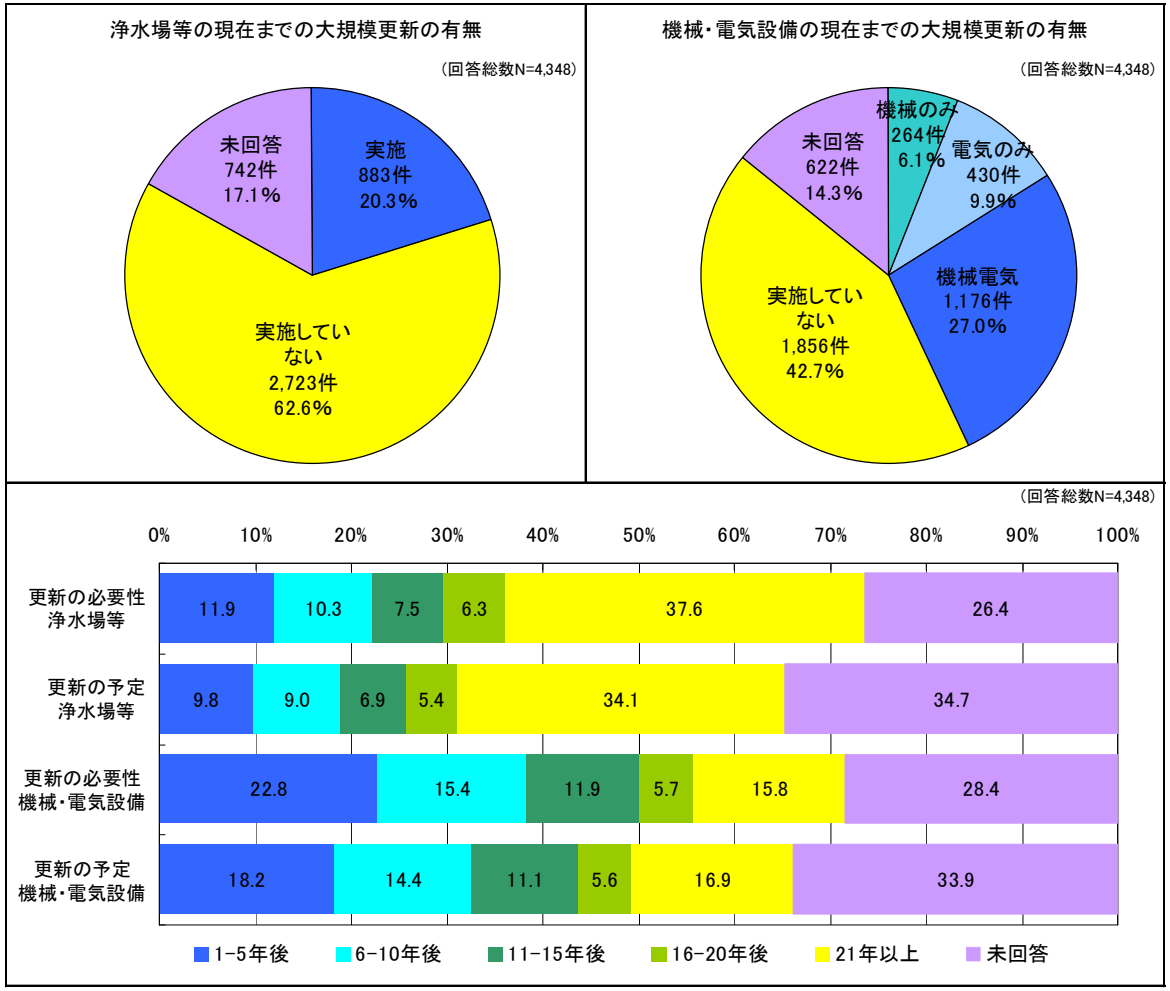
- 今後、水道施設の老朽化に伴い更新需要が増加する。
- 20年後には、1,000億円以上の更新需要が見込まれる。

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　③施設の再構築

大規模更新の実施状況



出典：「平成22年度水道事業の運営状況に関する調査」

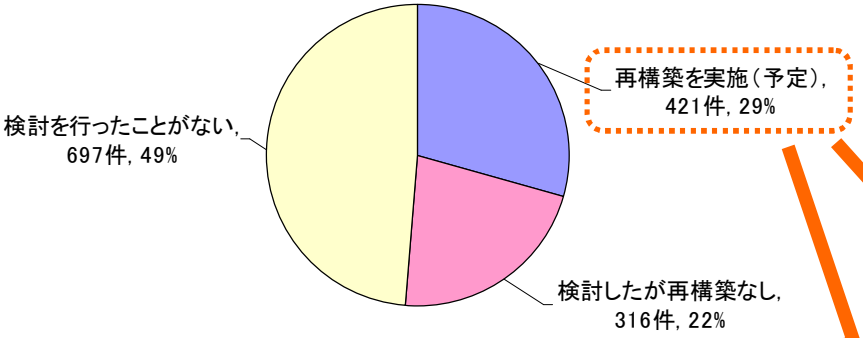
将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

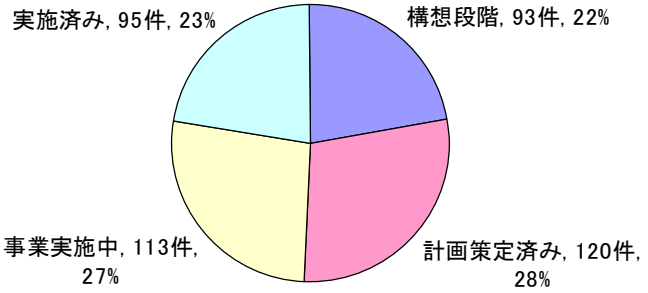
1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　③施設の再構築

再構築の進捗状況

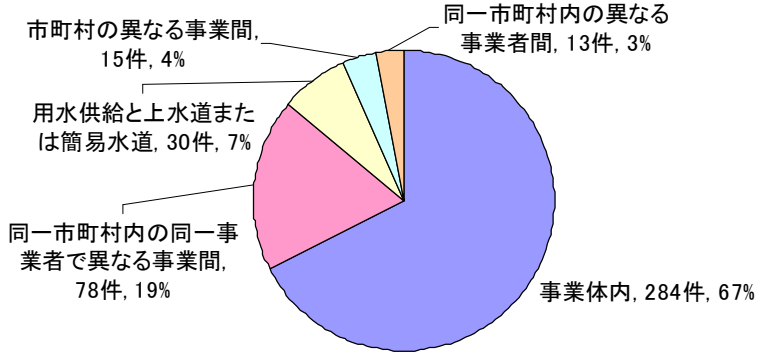
再構築の検討の有無（n=1,391）



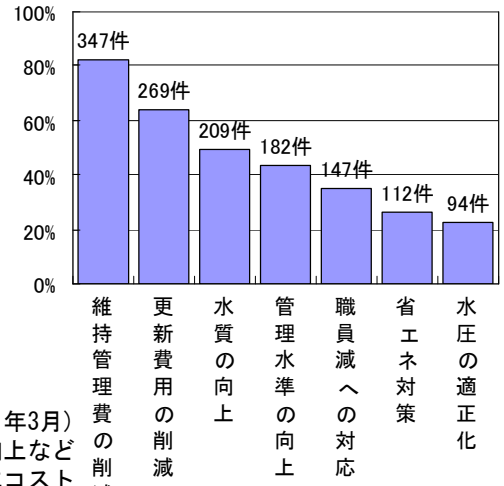
再構築の実施状況（n=421）



再構築の関係事業体（n=421）



再構築の目的、効果（複数回答、n=421）



出典：「平成20年度長期的な水需給を考慮した広域的な水道施設の再構築ガイドライン策定調査」（平成21年3月）
※一般的に用いられる「水道施設の再構築」とは、更新費用や維持管理費用の低減化や、耐震性や水質の向上などを目的とした経済的、効果的な施設の更新や統廃合、再編整備を意味するものであるが、本調査では、特にコスト縮減を主眼に置き、再構築により期待される更新事業費の縮減や運転管理費の低減化に直接影響を及ぼすのは施設数であろうとの観点から、「再構築」の定義を、施設の更新や統廃合に際し「施設の総数が減少すること」と限定し単純化している。（浄水場のダウンサイジング等は含めていない）

将 来 の 事 業 環 境

1）人口構造の変化による水道事業への影響

1－4）施設の老朽化、更新需要の増加　③施設の再構築

東京水道施設再構築基本構想（素案）
～首都東京を支え続ける安全･安心な水道の創造～

再構築の方向性　安心できる安定給水の実現

都は、安定給水を支える観点から、これまで以上に震災対策等の強化を推進するとともに、施設のネットワーク化やリスク分散を図りながら、将来にわたる様々なリスクに対して、適応可能な水道システムを構築していく。

また、水道施設は数十年から 100 年程度にわたって使い続ける一方で、将来の水道需要は不確実であることを考慮しなければならない。

したがって、今後は水道需要予測のみに左右されず、どのような状況でも供給し続けることを目指し、水源確保や施設整備を進めていく。

≪安全度確保の考え方≫

- 渇水や災害・事故などのリスクに対応できるよう水源を確保していく
- 浄水場や主要な水道管路の更新工事中の能力・機能低下に対応していくことはもとより、更新中の事故や災害などを複合的に想定していくなど、多様なリスクに対応できる水道施設を整備していく

再構築の方向性　徹底した質へのこだわり

今後、気候変動の影響で原水水質の悪化が懸念される中、これからも安全でおいしい水を供給し続けるためには、原水水質の変化や水質管理基準の強化など、様々な状況に十分対応できる高度な浄水処理システムの構築が不可欠である。

また、現在では未知の物質が、将来水道水に思わぬ悪影響を及ぼすことも考えられる。このような物質の混入に対しても安全な水道水の供給を確保できるよう、あらゆる可能性を考慮し、柔軟に対応できるよう、万全の体制を整えていく。

≪安全度確保の考え方≫

- 常に原水水質に応じた適切な方法で浄水処理をしていくとともに、高水準な水質管理を徹底していく

再構築の方向性　低エネルギー化の追求

都は、これまでも環境に配慮した事業運営を行ってきたが、今後、環境負荷低減への社会的要請はますます高まることが予想されることに加え、東日本大震災の経験から、電力供給不足への対応という課題も明らかとなった。

これらのことから、水道施設の再構築に当たっては、水道システム全体のエネルギー効率を高めていく必要がある。

そのためには、再生可能エネルギーの導入など、これまでの施策を今後も着実に推進していくとともに、自然流下による位置エネルギーの活用などについても長期的な視点に立って検討し、より少ないエネルギーで供給していく。

≪安全度確保の考え方≫

- 位置エネルギーなど、多様なエネルギーを活用し、水道事業全体のエネルギー効率を高め、より少ないエネルギーで水道水を供給していく

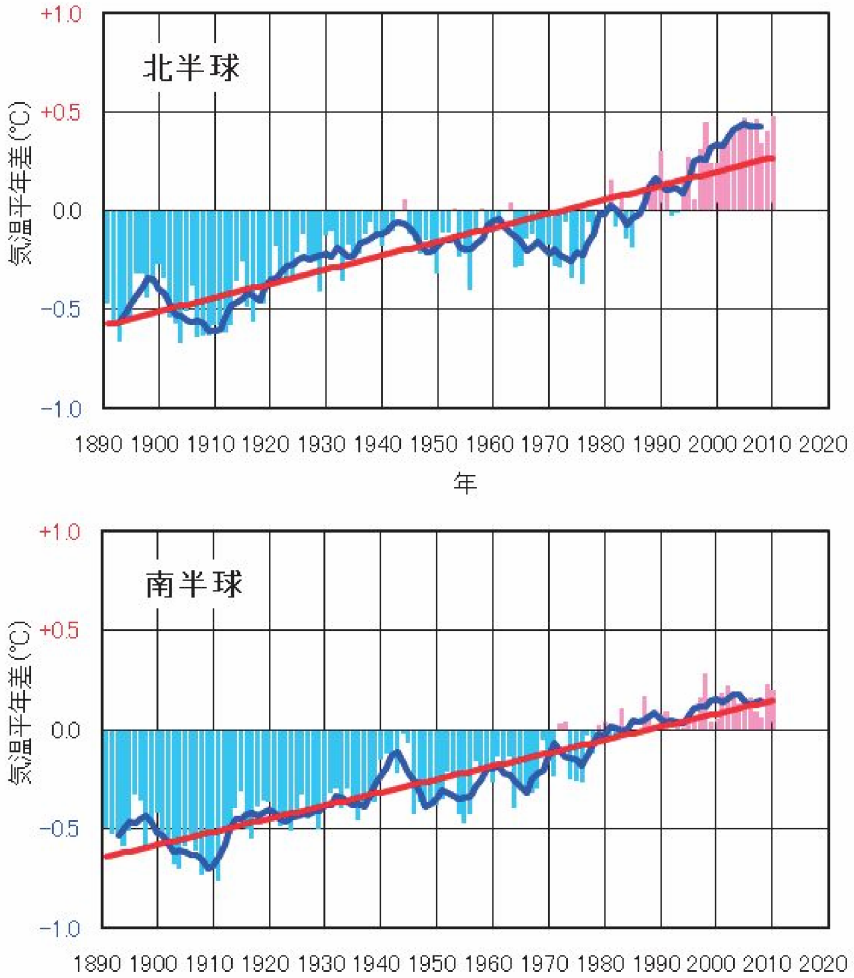
出典：「東京水道施設再構築基本構想（素案）」、東京都水道局HP（パブリックコメント掲載資料）

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－1）気温の経年変化と将来予測

気温の経年変化（1）



出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

- 世界の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら、長期的には 100 年あたり 0.68℃の割合で上昇している（統計期間：1891～2010 年）。
- これは二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化の影響に、数年～数十年程度で繰り返される自然変動が重なっているものと考えられる。
- 長期的な気温の変化傾向について、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書では、古気候学的な証拠から、20 世紀後半の北半球の平均気温が少なくとも過去 1300 年間のうちで最も高温であった可能性が高いと述べている。
- また、同報告書では、20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が非常に高いとしている。

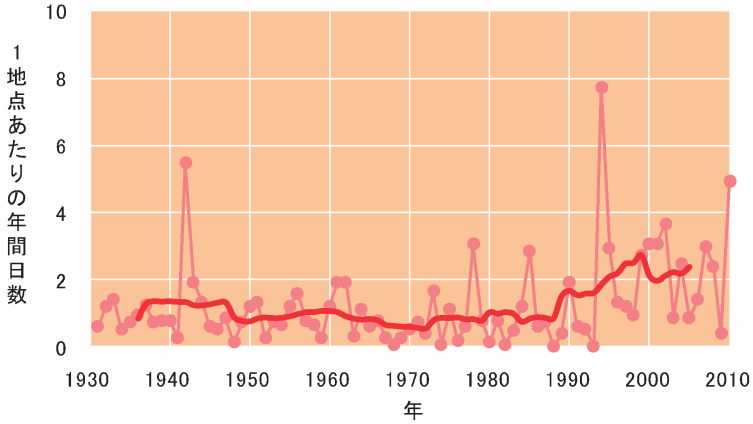
将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－1）気温の経年変化と将来予測

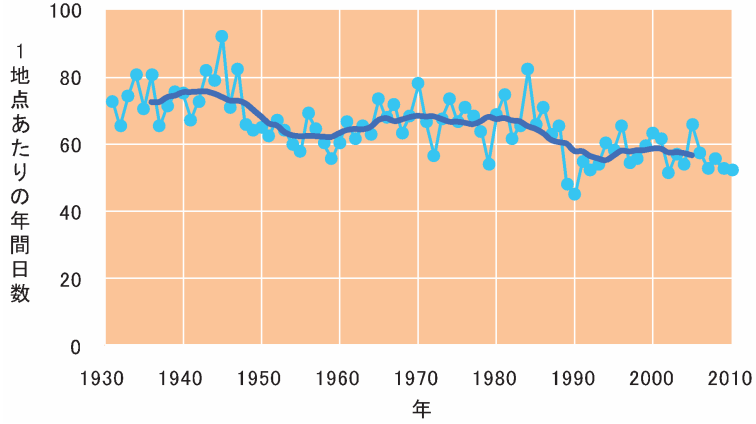
気温の経年変化（2）

猛暑日（日最高気温35℃以上）の日数



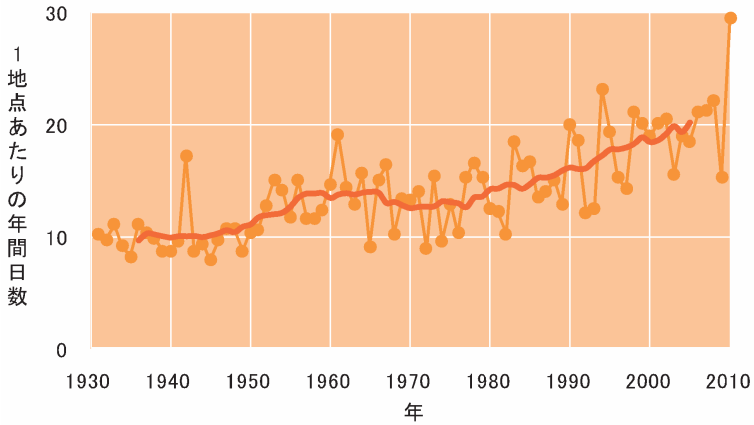
１地点当たりの年間日数（15地点の平均）。細線は年々の値、太線は移動平均値。

冬日（日最低気温0℃未満）の日数



１地点当たりの年間日数（15地点の平均）。細線は年々の値、太線は移動平均値。

日最低気温25℃以上の日数



１地点当たりの年間日数（15地点の平均）。細線は年々の値、太線は移動平均値。

出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

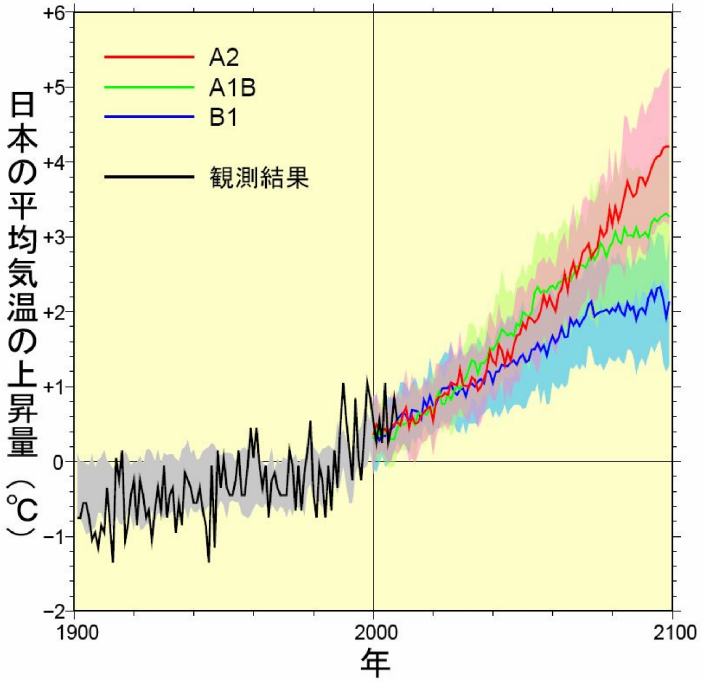
- 猛暑日の日数は1980年代後半以降に増加しており、特に1990年代半ば以降は1地点あたり2日を超える年がそれ以前に比べて多くなっている。
- 熱帯夜の日数は有意に増加しており、最近30年間は最初の30年間の約1.6倍となっている。
- 冬日の日数は有意に減少しており、最近30年間は最初の30年間と比べて約15%少なくなっている。

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－1）気温の経年変化と将来予測

気温の将来予測



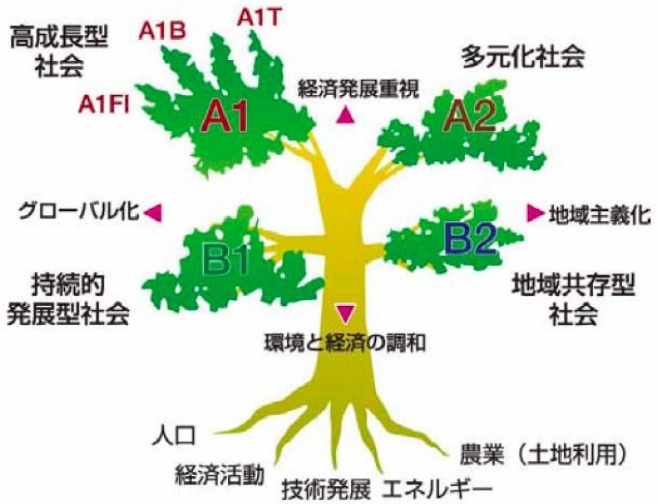
A2、A1B、B1シナリオでの日本の平均気温の予測結果は、20世紀末（1980～1999年）から21世紀末（2090～2099年）までに、それぞれ4.0℃、3.2℃、2.1℃上昇と予測。

想定される水道への影響（水温上昇）

- ダム・湖沼での藻類の増殖
- 配水過程での塩素消費量の増加、消毒副生成物濃度の上昇
- ダム・湖沼での湖水循環の停滞による水質悪化

出典：日本の気候変動とその影響、2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省

温室効果ガスなどの排出シナリオの概念図



SRESシナリオ（IPCC，2000）による温室効果ガスなどの排出シナリオ
○ 経済成長速度
　A：経済発展を重視した社会
　B：環境と調和した持続可能な社会
○ グローバル化の進展度合
　1：地域格差が縮小しグローバル化が進む場合
　2：地域の独自性が強まる場合

A1FI：化石エネルギー源重視
A1T：非化石エネルギー源重視
A1B：全てのエネルギー源のバランス重視

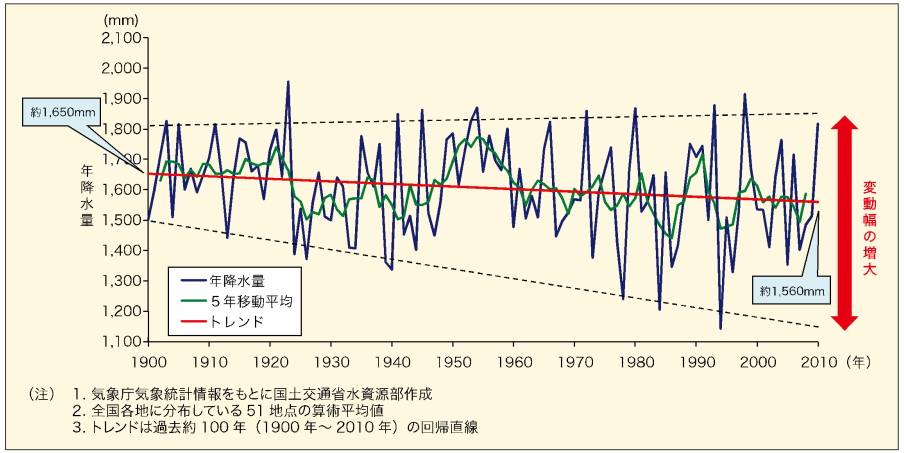
出典：気候変動に関する政府間パネル（IPCC），2000

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

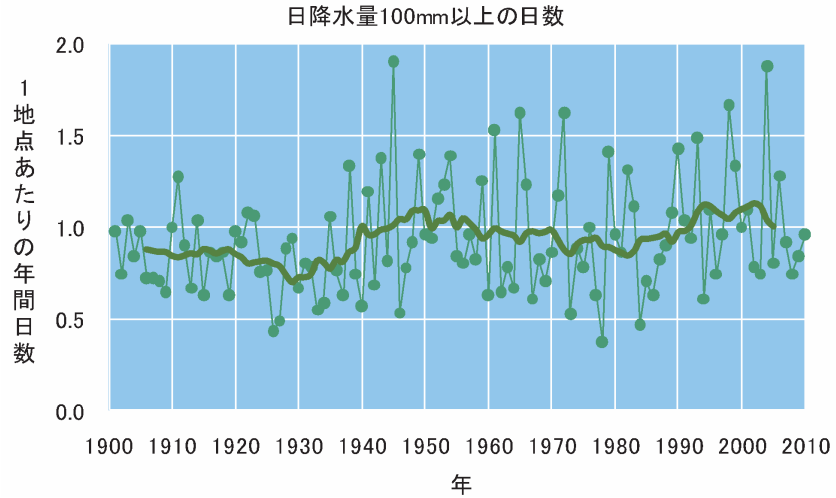
2－2）降水量の経年変化と将来予測

降水量の経年変化



（注） 1. 気象庁気象統計情報をもとに国土交通省水資源部作成
2. 全国各地に分布している 51 地点の算術平均値
3. トレンドは過去約 100 年（1900 年～ 2010 年）の回帰直線

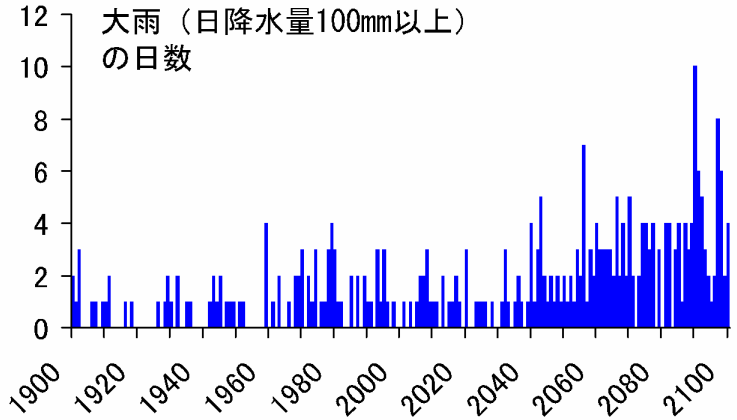
出典：平成23年度版日本の水資源



出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

- 降水量の多い年と少ない年の開きが拡大し、年降水量の**変動幅が増大**
- 近年は小雨化傾向
- **渇水**が起こるリスクと**洪水**が起こるリスクが同時に大きくなりつつあり、対応が困難になることを意味する。

- **日降水量100mm以上**の日数は110年間で有意な**増加傾向**。
- 最近30年間と20世紀初頭の30年間を比較すると、100mm以上の日数は約1.2倍に増加。
- 平均日数（1901～1930年）0.84日
- 平均日数（1981～2010年）1.01日



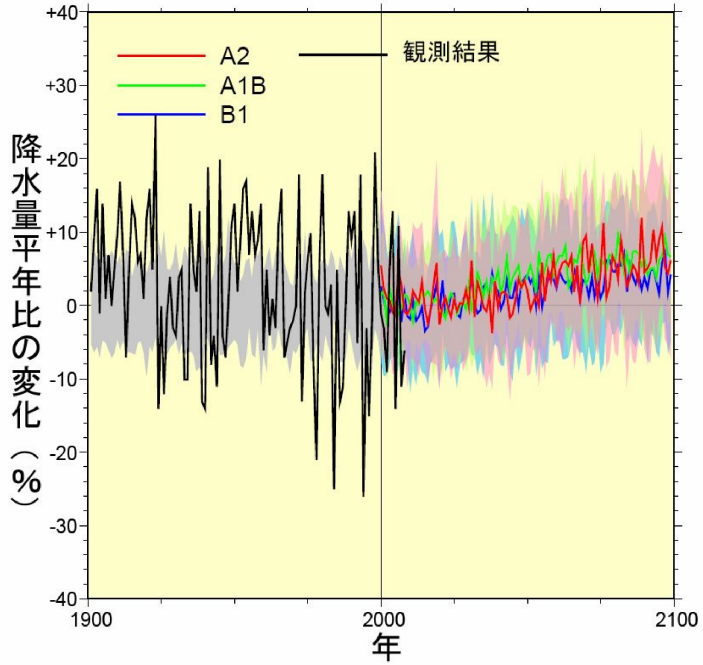
出典：日本の気候変動とその影響、2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

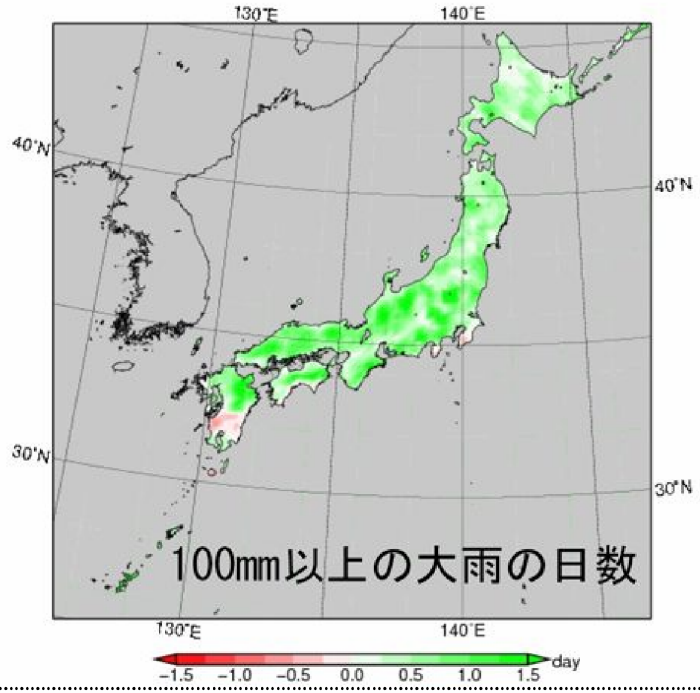
2－2）降水量の経年変化と将来予測

降水量の将来予測



- 日本の年降水量の予測結果は、A2、A1B、B1のいずれのシナリオとも、21世紀末には20世紀末に対して平均的に5%程度増加する傾向。
- 予測の不確実性と年々変動が大きい点に注意する必要あり。

出典：日本の気候変動とその影響、2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省



- 降水量の20年平均値（1981～2000年と2081～2100年）の比較
- 単一のモデルによるA2シナリオの予測結果

- 日降水量が100mm以上に達する大雨の日数は、九州南部を除く多くの地域で増加と予測。

出典：日本の気候変動とその影響、2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省

想定される水道への影響

- 洪水の頻発による原水高濁度の頻度上昇
- 降水量の変動拡大に伴う洪水リスクと渇水リスクの上昇

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－2）降水量の経年変化と将来予測

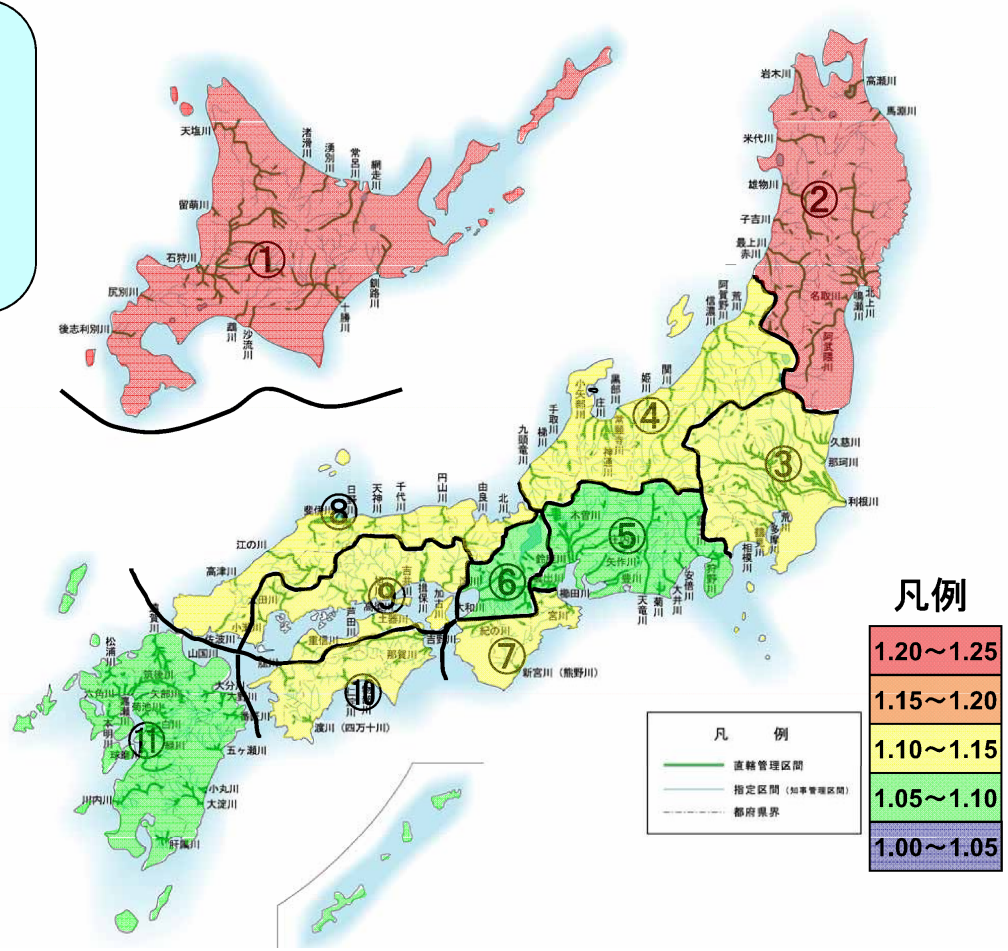
GCM20（A1Bシナリオ）で求めた
各調査地点の年最大日降水量から

$$\frac{\text{（2080-2099年の平均値）}}{\text{（1979-1998年の平均値）}}$$ を求め

将来の降水量を予測（上記の中位値）

①	北海道	1.24
②	東北	1.22
③	関東	1.11
④	北陸	1.14
⑤	中部	1.06
⑥	近畿	1.07
⑦	紀伊南部	1.13
⑧	山陰	1.11
⑨	瀬戸内	1.10
⑩	四国南部	1.11
⑪	九州	1.07

降水量増加の地域分布

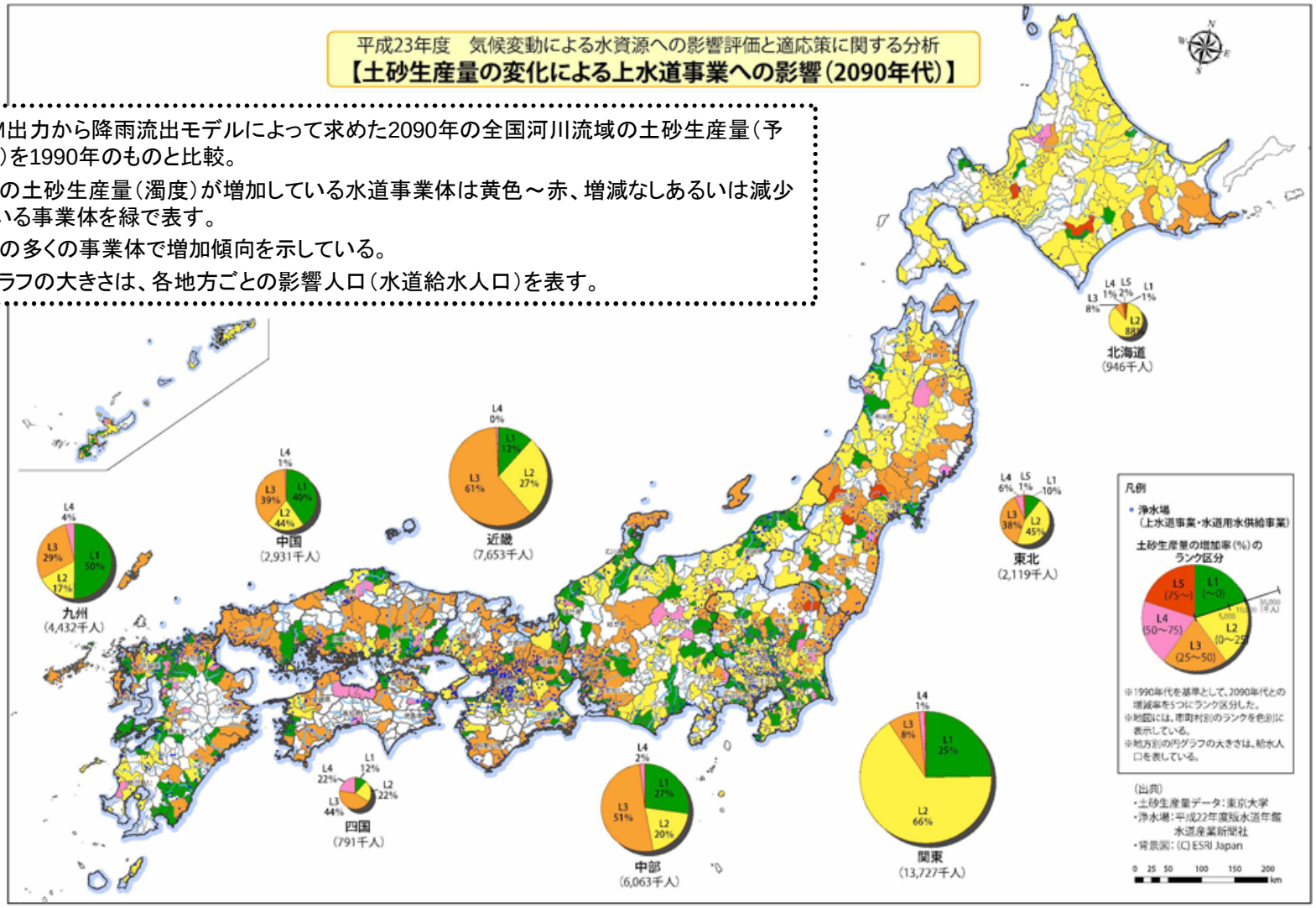


出典：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申），平成20年6月、社会資本整備審議会

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－2）降水量の経年変化と将来予測



- GCM出力から降雨流出モデルによって求めた2090年の全国河川流域の土砂生産量（予測値）を1990年のものと比較。
- 水源の土砂生産量（濁度）が増加している水道事業体は黄色～赤、増減なしあるいは減少している事業体を緑で表す。
- 全国の多くの事業体で増加傾向を示している。
- 円グラフの大きさは、各地方ごとの影響人口（水道給水人口）を表す。

（C) ESRI Japan
国土数値情報（流域メッシュデータ） 国土交通省

出典：滝沢ら、環境省環境研究総合推進費S-8研究成果報告（2012年）

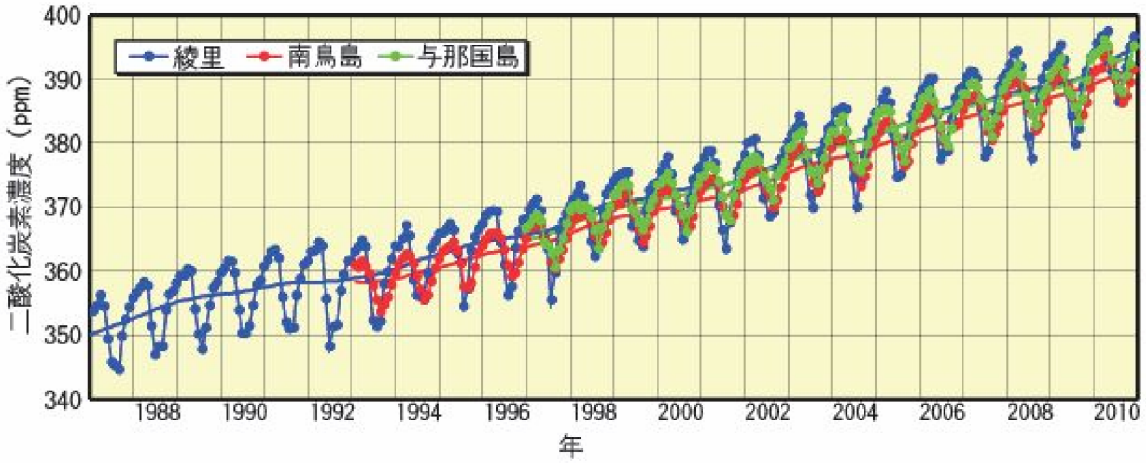
将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－3）温室効果ガスの経年変化と将来予測

温室効果ガスの経年変化

温室効果ガス等の種類	大気中の濃度		前年との差	参考数値	
	産業革命前	2009 年平均濃度（産業革命以降の増加率）		寿命（年）	放射強制力*増加分 (W/m²) ［推定幅］
二酸化炭素	約 280 ppm	386.8 ppm (+38%)	+1.6 ppm	不定	1.66 [1.49～1.83]
メタン	約 715 ppb	1803 ppb (+152%)	+5 ppb	12	0.48 [0.43～0.53]
一酸化二窒素	約 270 ppb	322.5 ppb (+19%)	+0.6 ppb	114	0.16 [0.14～0.18]
一酸化炭素		約 89 ppb	-2 ppb	約 0.25	-



出典：気候変動監視レポート2010（気象庁）

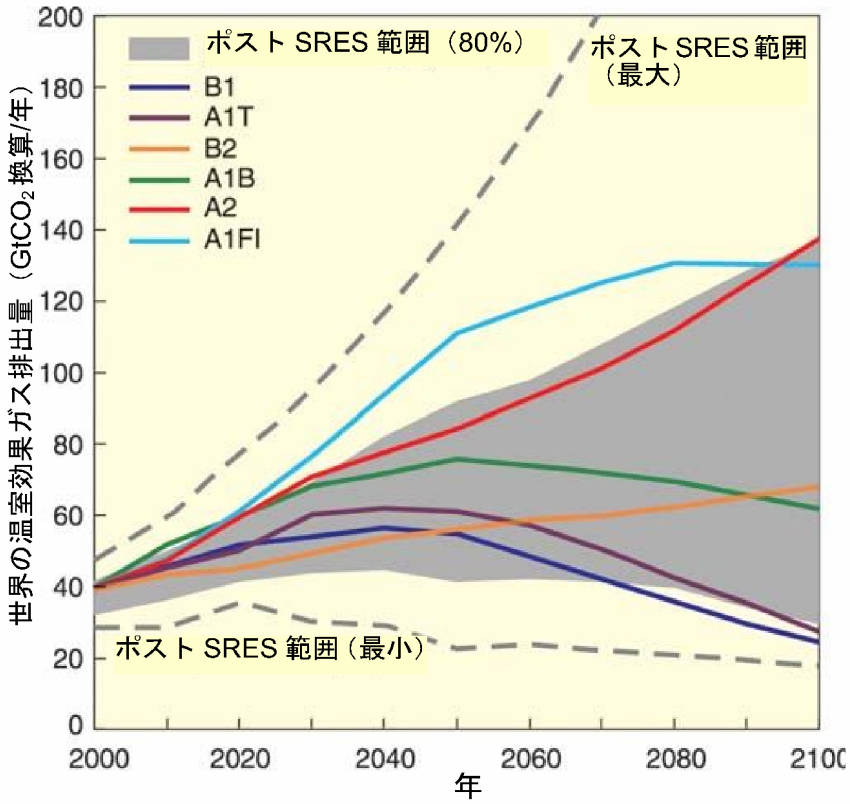
- 大気中の二酸化炭素、メタンおよび一酸化二窒素の濃度は、引き続き増加。
- 一酸化炭素と地上オゾンは、濃度に大きな長期変化傾向はみられない。
- 植物活動の影響による季節変化を繰り返しながら、二酸化炭素濃度は増加。
- 綾里（りょうり：岩手県大船渡市）は与那国島や南鳥島（東京都小笠原村）に比べて高緯度に位置するため、陸上の植物活動の影響を受けやすく、季節変動が大きい。

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－3）温室効果ガスの経年変化と将来予測

温室効果ガスの将来予測

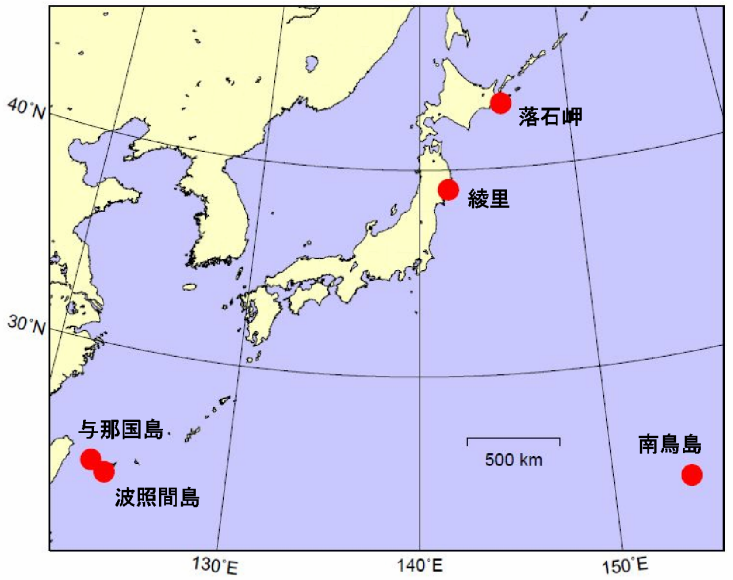


SRESシナリオによる二酸化炭素排出量
ポストSRES：SRES以降に公表された最近のシナリオ
出典：IPCC，2007

出典：日本の気候変動とその影響、2009年10月、文部科学省・気象庁・環境省

- 各々のシナリオにおける温室効果ガスの排出量は、A2が高水準、B1が低水準、A1Bが中間的な水準に相当。
- いずれのシナリオも、UNFCCC（気候変動に関する国際連合枠組条約）や京都議定書の削減目標の履行などの積極的な気候変動対策を想定していない。

〔参考〕日本の温室効果ガス濃度の観測地点



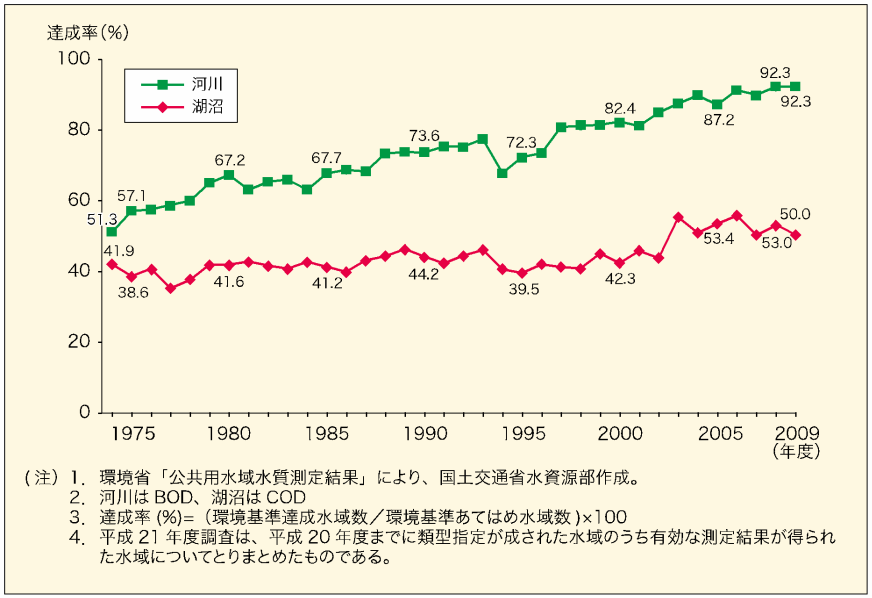
将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－4）原水水質の経年変化

環境基準の達成率

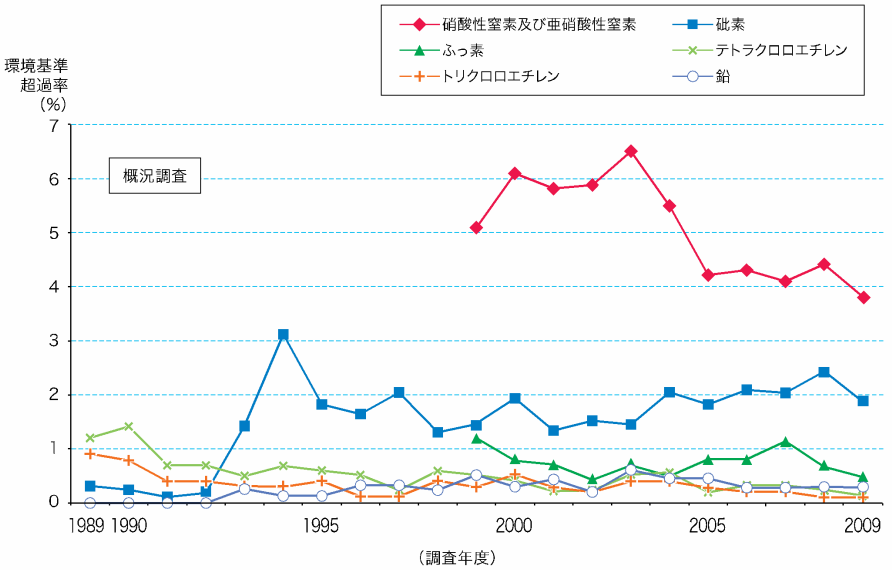
河川・湖沼における環境基準達成率の推移



（注）1．環境省「公共用水域水質測定結果」により、国土交通省水資源部作成。
2．河川は BOD、湖沼は COD
3．達成率 (%)＝（環境基準達成水域数／環境基準あてはめ水域数)×100
4．平成 21 年度調査は、平成 20 年度までに類型指定が成された水域のうち有効な測定結果が得られた水域についてとりまとめたものである。

- 河川における水質環境基準（BOD）の達成率は長期的に見ると上昇傾向にあり、平成21年度は約92%。
- 湖沼における水質環境基準（COD）の達成率は40%台を横ばいで推移していたが、平成15年度に初めて50%を超えた。平成21年度現在、約50%である。

地下水における環境基準達成率の推移



（注）1. 概況調査における測定井戸は、年ごとに異なる。（同一の井戸で測定を行っているものではない。）
2. 地下水の水質汚濁に係る環境基準は、1997 に設定されたものであり、それ以前の基準は評価基準とされていた。
また、1993 年に、砒素の評価基準は「0.05mg/L 以下」から「0.01mg/L 以下」に、鉛の評価基準は「0.1mg/L 以下」から「0.01mg/L 以下」に改定された。
3. 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素は、平成 11 年に環境基準に追加された。

（出典）環境省「平成 21 年度地下水質測定結果」

- 地下水は一般に良質の水源であるが、一部で硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素による汚染が見られる。

出典：平成23年度版日本の水資源

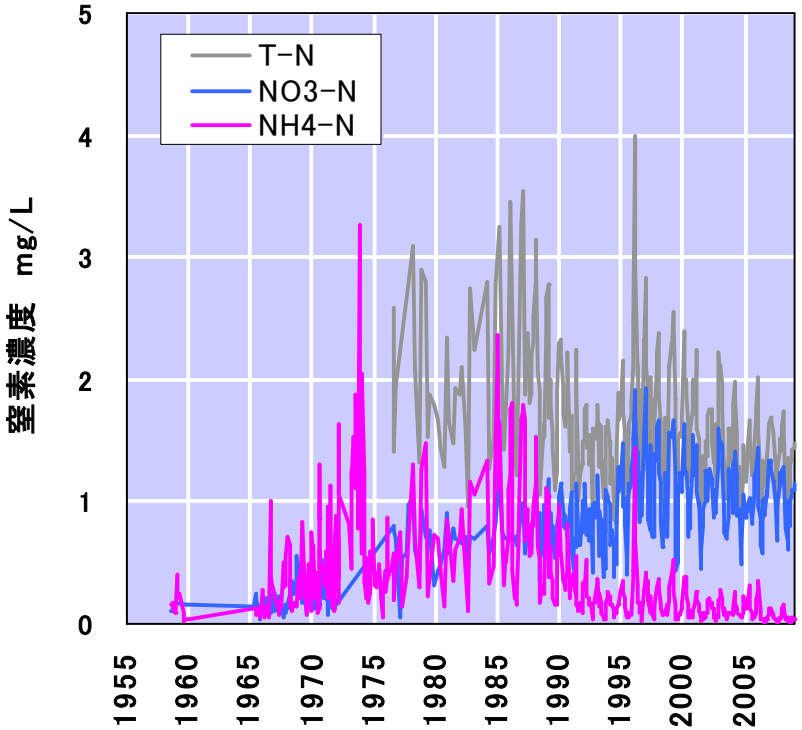
将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－4）原水水質の経年変化

河川における窒素濃度の経年変化

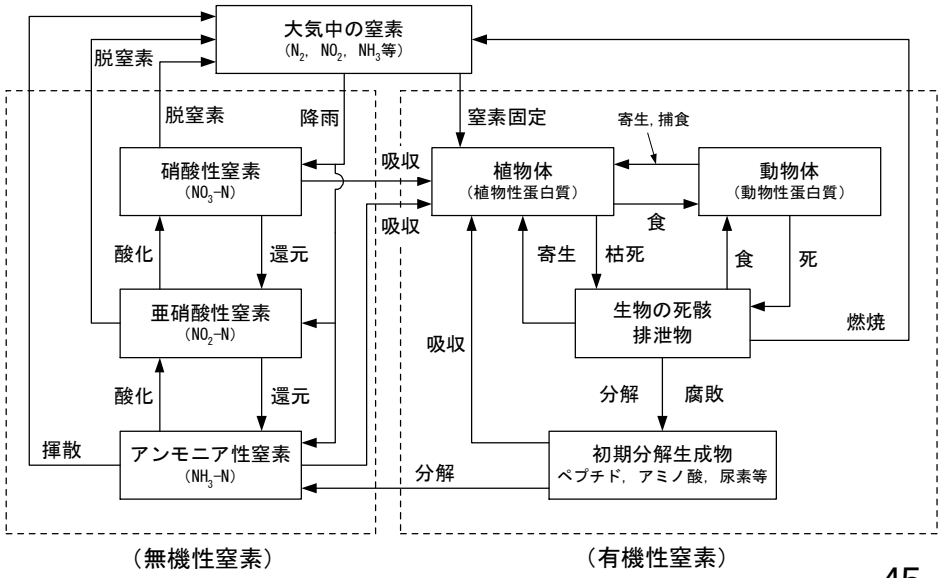
淀川（枚方大橋左岸）における窒素濃度の経年変化



出典：国土交通省：水文水質データベースをもとに作成

- NH_4-N（アンモニア態窒素）は1970年代に3mg/Lを超える高濃度を検出したが、1980年代の中盤以降、淀川流域内の下水道の普及とともに低下し、近年は0.1mg/L未満で推移。
- 下水処理工程でアンモニアが硝酸に硝化されるため、下水道の普及とともにNO_3-N（硝酸態窒素）は上昇。
- T-N（全窒素）濃度は、近年1～2mg/L程度で推移。

〔参考〕自然界における窒素循環

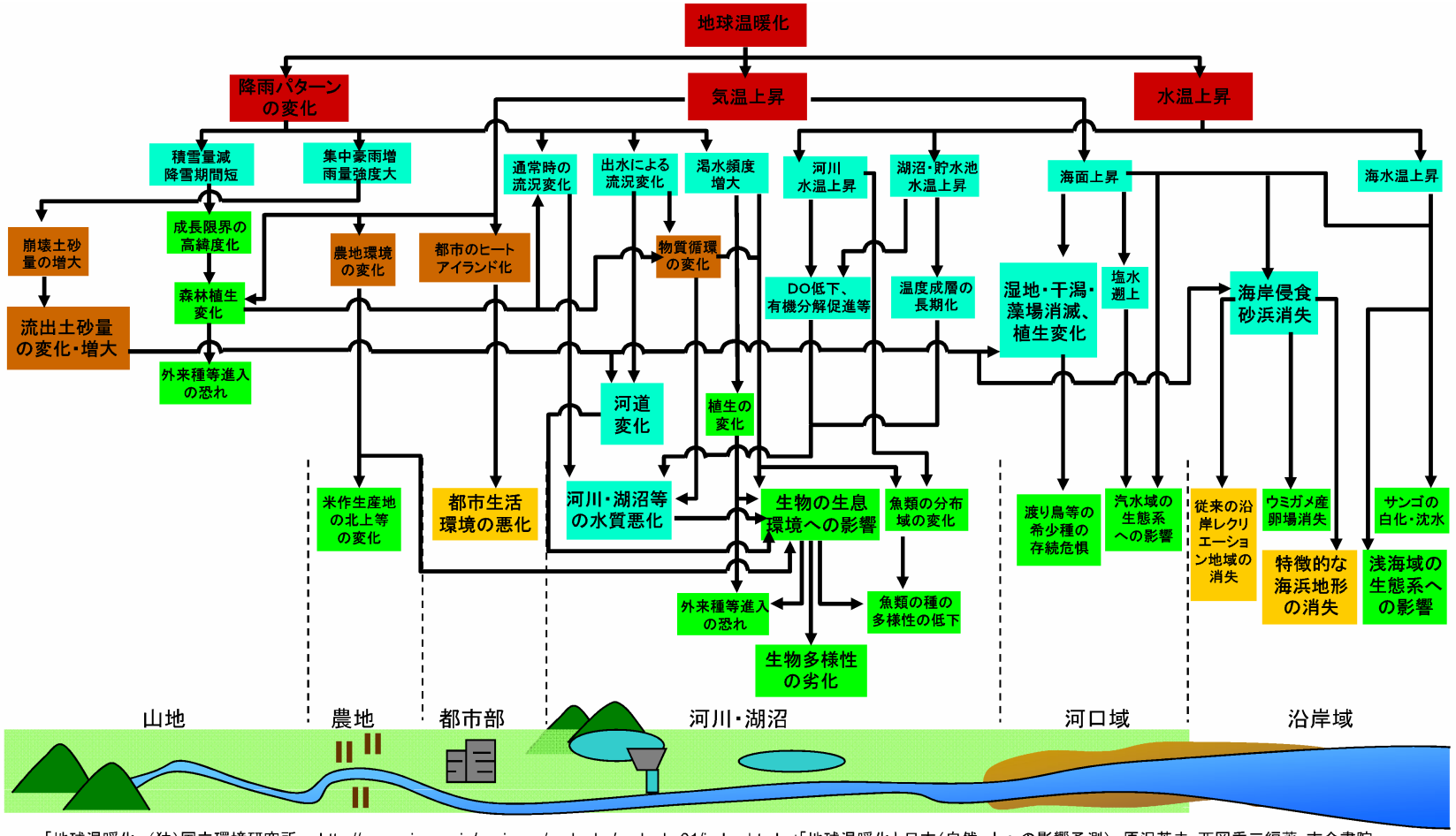


将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－5）想定される水道への影響

地球温暖化に伴う河川環境・流域環境への影響



「地球温暖化、（独）国立環境研究所； http://www.nies.go.jp/escience/ondanka/ondanka01/index.html.」「地球温暖化と日本（自然・人への影響予測），原沢英夫・西岡秀三編著；古今書院，2003.」「地球温暖化を考慮した水環境管理，花木啓祐；水環境学会誌，Vol.29，No.2，pp57-61，2006.」「「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的な水資源管理のあり方研究会」（第4回会合）資料2」「「第3回　気候変動に適応した治水対策検討小委員会」資料5」「ニュートン2007年8月号，（株）ニュートンプレス」「地球温暖化の日本への影響1996，環境庁地球温暖化問題検討委員会，1997.4」を参考に河川局作成。

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－5）想定される水道への影響

気候変動が水環境及び水道システムに及ぼす主な影響

気候変動	水環境への影響	水道システムへの影響
降水量の変化	□ 降雪量の減少と雪解けの早期化によるダム貯水量の減少 □ 豪雨日数の増加による洪水発生頻度の増加	□ 水源水量への影響：渇水発生頻度の増大 □ 水源水質への影響：濁水の発生頻度の増大、病原微生物・有害化学物質の健康リスクの増大 □ 浄水施設への影響：浄水場の冠水
気温の上昇	□ ダム貯水池内循環の減少 □ 植物プランクトンの増殖（アオコの発生） □ 農薬散布量の増大 □ 送配水過程の残留塩素消費とトリハロメタン生成量の増大、微生物の再増殖	□ 水源水質への影響：水質の悪化（かび臭原因物質濃度や消毒副生成物前駆物質濃度の増加） □ 浄水施設への影響：浄水処理機能の低下（薬品使用量の増加、発生汚泥量の増加等） □ 送配水過程への影響：残留塩素濃度の保持、水質の悪化 □ 給水量への影響：水使用量の増加
海面水位の上昇	□ 地下水位の上昇と地下水の塩水化	□ 水源水質への影響：飲用井戸の塩水化

出典：「厚生労働科学研究費「気候変動に対応した飲料水管理手法の開発に関する研究」」国立保健医療科学院研究委員会競争的研究費発表会資料（平成24年3月21日）

将 来 の 事 業 環 境

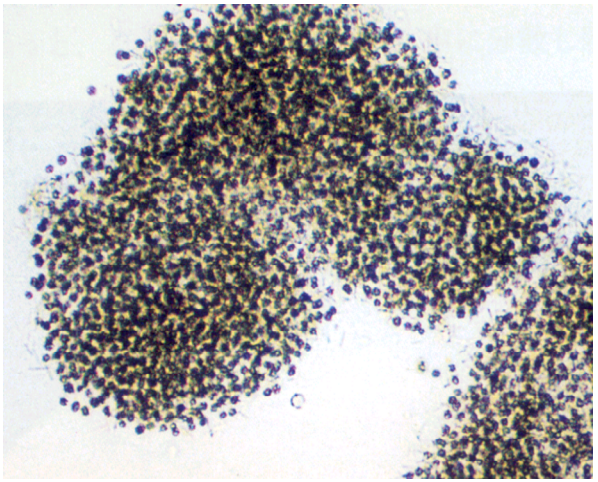
2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－5）想定される水道への影響

ダム･湖沼での藻類の増殖

- 水中に生育して光合成により独立栄養生活をする下等な植物
- 藍藻類、珪藻類、緑藻類など
- かび臭等の異臭味、ろ過閉塞、着色、水道水への生物混入、トリハロメタン生成（前駆物質となる）に影響
- 水質基準は、かび臭物質として、2-MIBとジェオスミンで10 ng/L

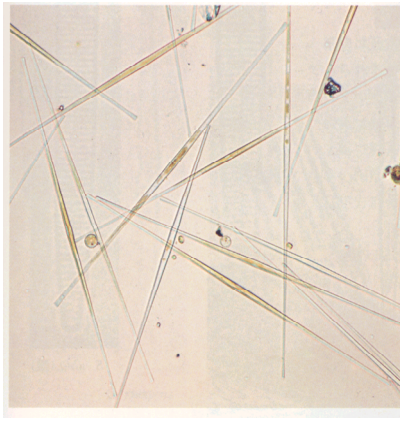
藍藻類（*Microcystis*）



藍藻類（*Anabaena*）

珪藻類（*Cyclotella*）

珪藻類（*Synedra*）



将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－5）想定される水道への影響

洪水の頻発による原水高濁度の発生

- 異常高濁度に伴う長時間の断水事故（北見市）
- 局所的な豪雨（30年に1度）によって流域内の土砂が流出し、想定を遙かに超える高濁度（15,000度）が発生。取水及び給水停止を余儀なくされた。
- 水中の粒子数が多くなると粒子相互が干渉し合い、より沈降しにくくなる。
- 濁質の主成分は無機物

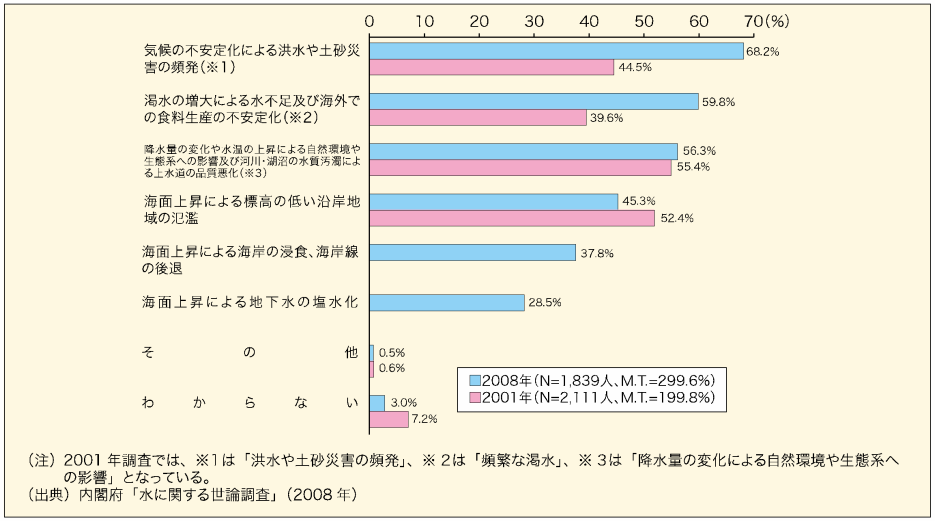
出典：「北見市水道水の断水に関する原因技術調査委員会報告書」

将 来 の 事 業 環 境

2）気候変動が水道事業に及ぼす影響

2－6）国民及び水道事業者の意識

（設問）世界的に、地球温暖化によって水問題がさらに深刻化することが懸念されています。あなたはどのようなことが心配だと思いますか。

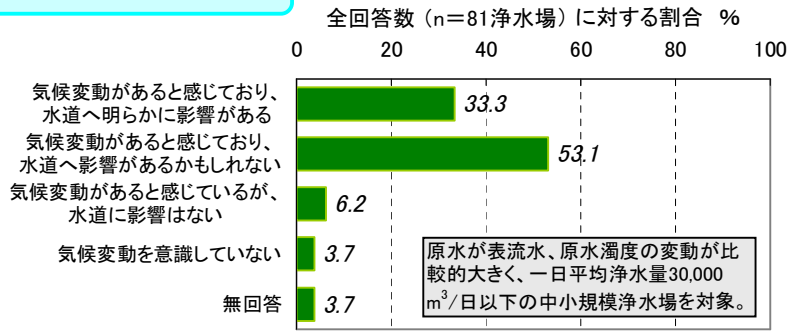


（注）2001 年調査では、※1は「洪水や土砂災害の頻発」、※ 2は「頻繁な渇水」、※ 3は「降水量の変化による自然環境や生態系への影響」となっている。
（出典）内閣府「水に関する世論調査」（2008 年）

出典：平成23年度版日本の水資源

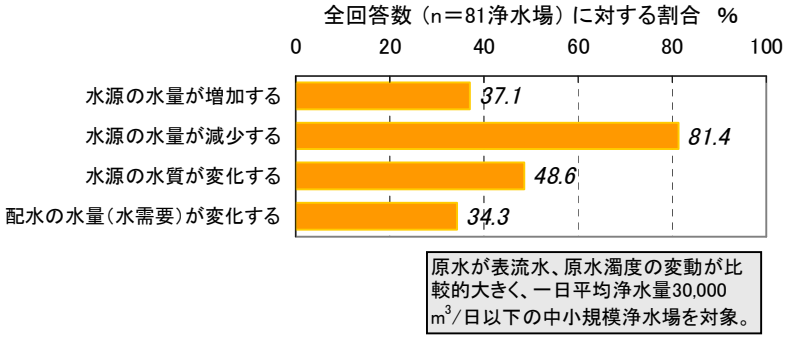
- 気候変動が社会生活に及ぼす影響として、洪水、土砂災害、自然環境や生態系への影響、河川・湖沼の水質汚濁、沿岸地帯の氾濫等を挙げている。
- 約86%の浄水場において何らかの影響があるとしており、水源水量の減少（81.4%）、水源水質の変化（48.6%）などを挙げている。

気候変動の影響の有無



出典：「持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究（Aqua10共同研究）」

気候変動が水道に及ぼす影響



出典：「持続可能な水道サービスのための浄水技術に関する研究（Aqua10共同研究）」