

第58回環境工学研究フォーラム
水供給システム 招待講演

上水道をめぐる諸課題と研究ニーズ

京都大学大学院工学研究科
伊 藤 禎 彦

オンライン開催
2021年11月16日

発表論文

- **A04** 管体調査データを用いた鋳鉄管における孔食深さの経年変化に関する分析
- **A05** 長期水需要変動を考慮した配水本管の管路更新シナリオに関する比較分析
- **A06** 小規模集落が管理する水供給システムの維持管理負担の実態および外部団体との連携・支援に関する調査

●わが国上水道をめぐる諸問題

- ①人口減少と水需要の減少
- ②施設の更新需要の急増と投資額の減少
- ③管路の老朽化の進行
- ④耐震化の遅れ
- ⑤事業経営と水道料金の設定水準上の問題
- ⑥職員数減少と技術継承の困難さ

A06

A05

A04

●水道法 改正（2019年10月施行）

法律の目的：水道の計画的整備

→ 「基盤強化」に転換

文献：1)厚生労働省医薬・生活衛生局水道課長 是澤裕二：水道事業の基盤強化に向けて～冬山への挑戦～, 平成30年度(公社)日本水道協会全国会議説明資料, 2018.

2)水道事業基盤強化方策検討会：水道事業の基盤強化方策に盛り込むべき事項,2016.

社会インフラのサービス水準と 市民負担の許容範囲

水道料金の上昇傾向

例 1 :

- 今後 30 年間（2014年～2046年）で、全国平均**63.4%**の値上げが必要

資料：株式会社日本政策投資銀行 地域企画部：わが国水道事業者の現状と課題vol.2 水道事業の将来予測と経営改革、81p., 2017.

例 2 :

- 2043年までに**94%**の事業体で料金値上げが必要
- 値上げ率は、全体平均で**43%**
小規模事業体ほど値上げ率は高い傾向
- 料金格差**：現在 9.1倍 → 2043年 24.9倍に**拡大**

資料：EY新日本有限責任監査法人、水の安全保障戦略機構事務局、「人口減少時代の水道料金はどうなるのか？」(2021年版)、2021.

水道事業体の立場

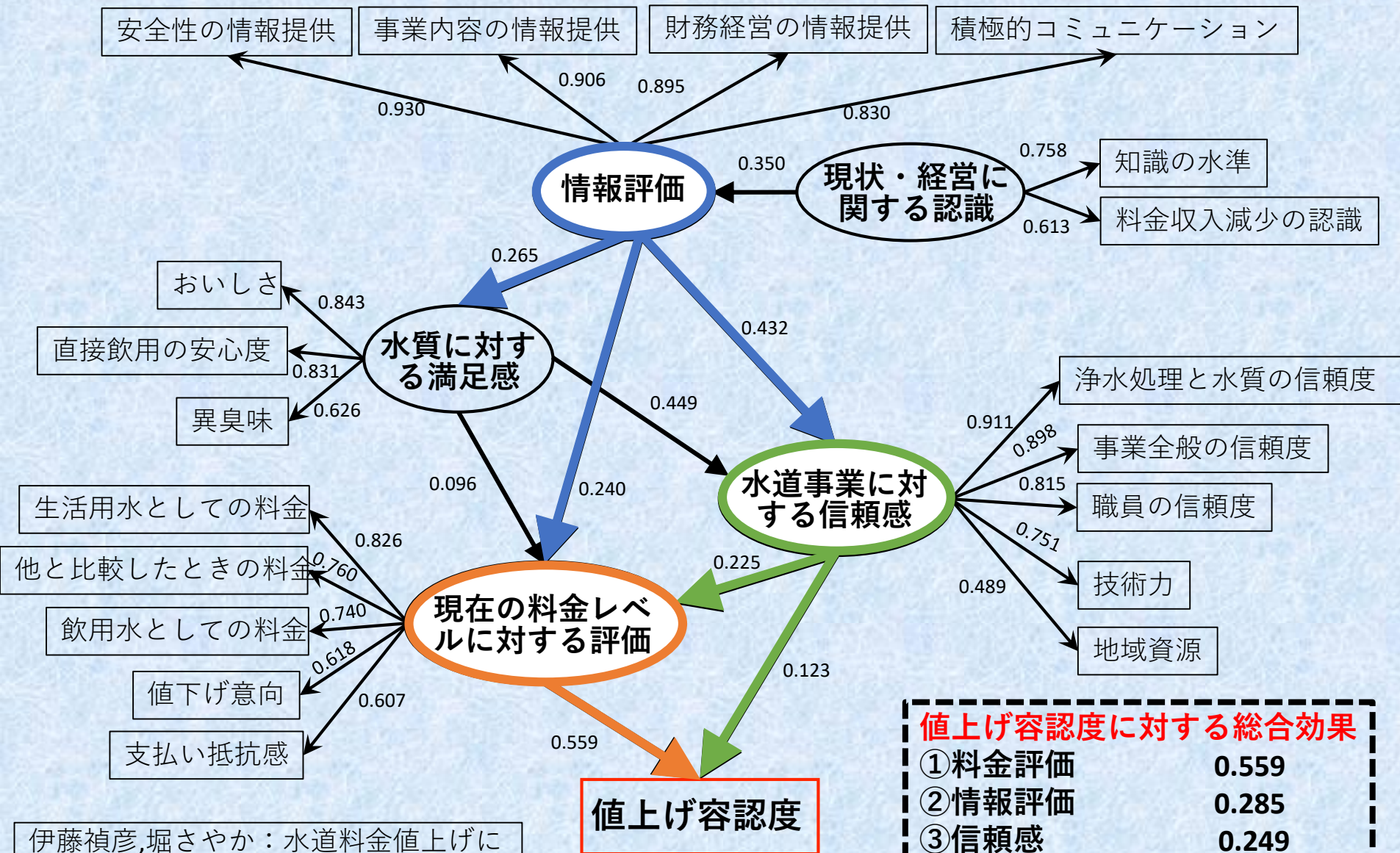
「水道料金の値上げは、アセットマネジメントに基づいた将来必要なものなので、どうかわかってください m(_)mm(_)m」

説得的コミュニケーション・・・△×



情報公開やコミュニケーションにも
「手法」や「技術」がある

「値上げ容認度」に関する因果モデル



値上げ容認度に対する総合効果

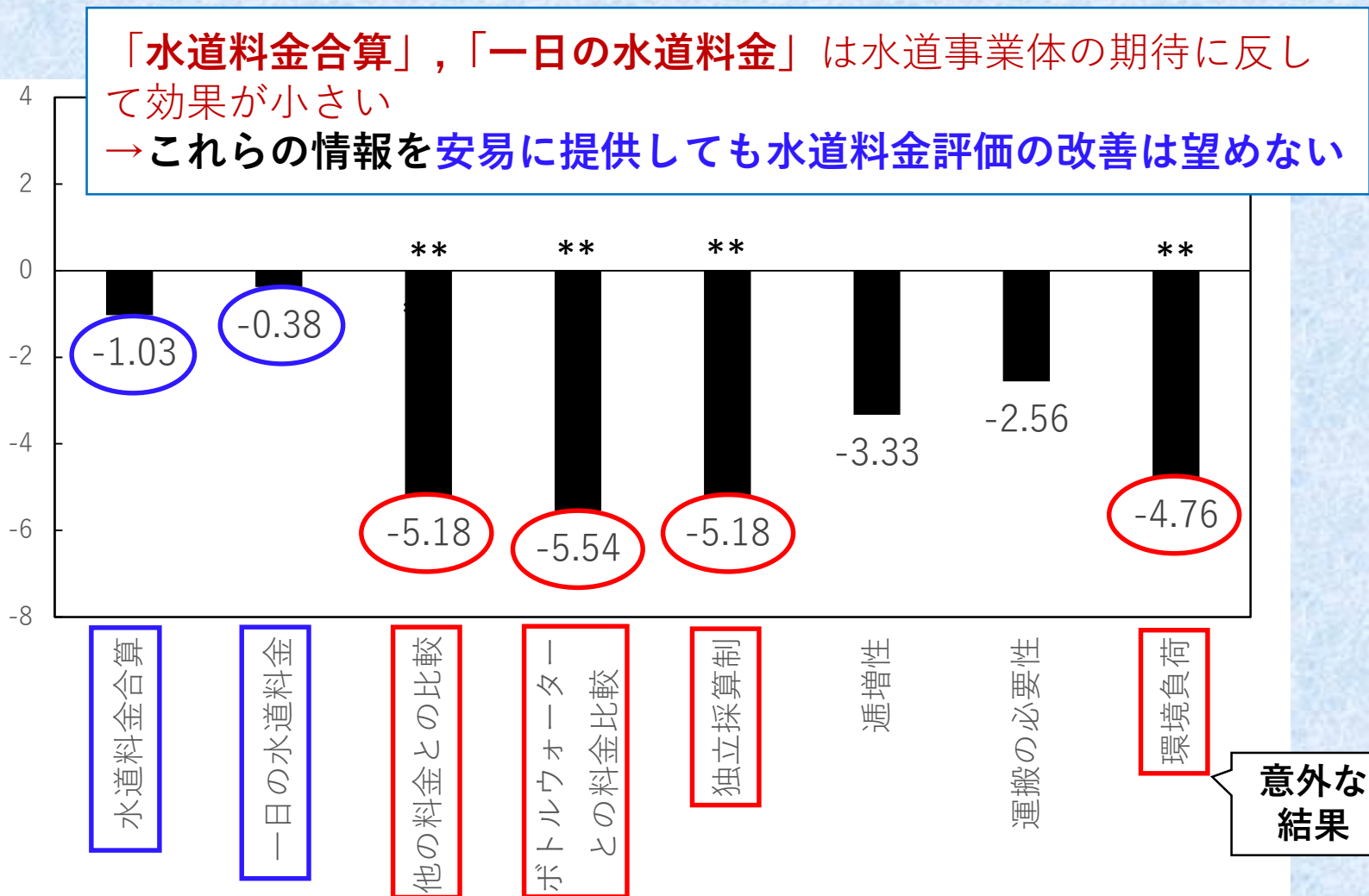
①料金評価	0.559
②情報評価	0.285
③信頼感	0.249
④満足感	0.165
⑤経営に関する認識	0.100

伊藤禎彦,堀さやか: 水道料金値上げに対する市民の容認度増大に係る要因分析,土木学会論文集G, Vol. 77, No. 4, pp. 132-143, 2021.

結果：「水道料金評価」への効果

悪化
↑
改善

提供情報による
水道料金評価への効果



中山信希,堀さやか,伊藤禎彦：水道料金に対する評価を改善するための提供情報, 令和2年度全国会議（水道研究発表会）講演集, pp.48-49, 2020.

市民の水道料金に対する評価を改善するためにはこれらの情報を提供することが有効

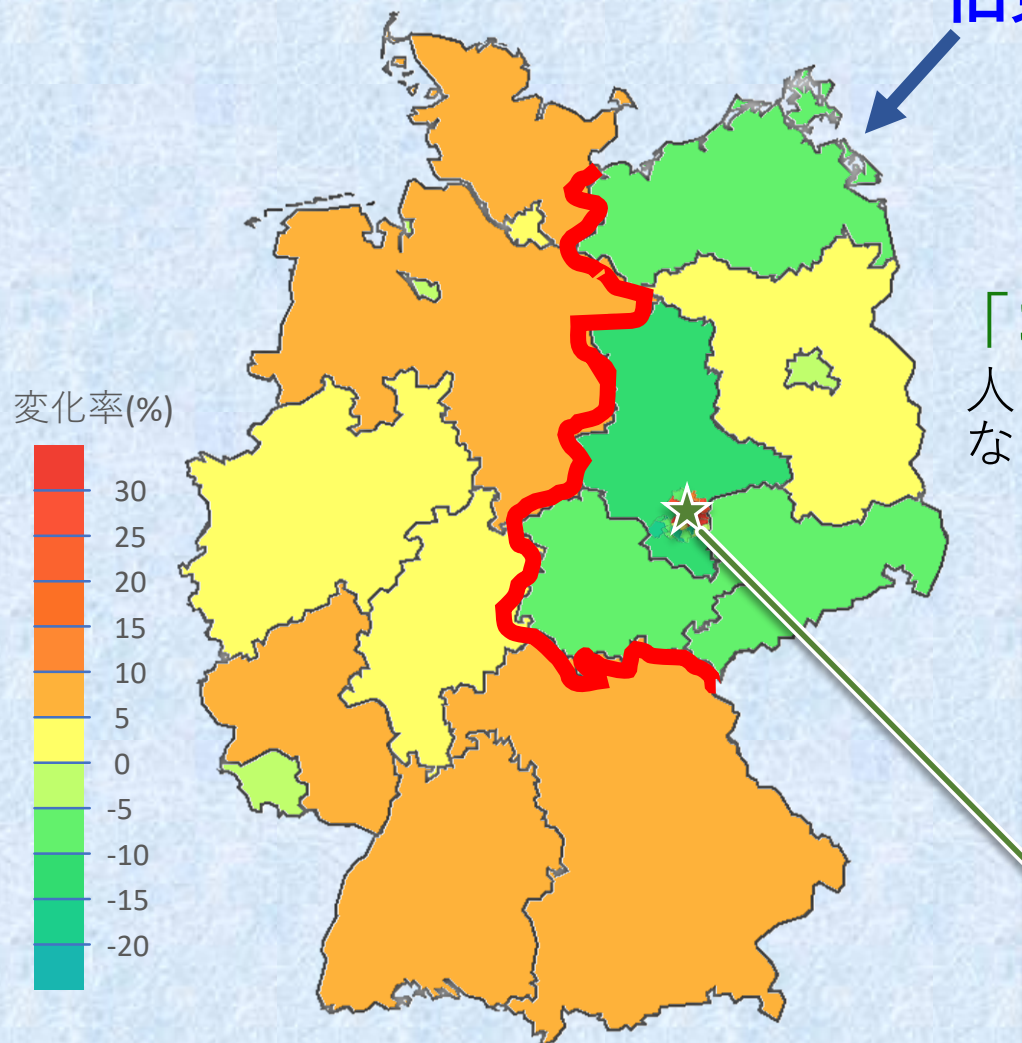
ドイツの人口変化率（1991 - 2005） 1990年：東西ドイツの再統一

旧東ドイツの人口は急激に減少

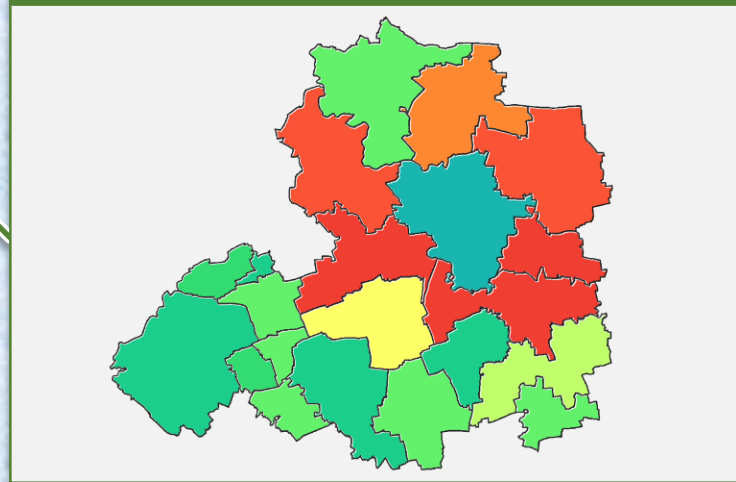
- 西部への移住
- 出生率の急激な低下



「コールドスポット」の出現
人口減少等によって水需要が少なくなった、あるいは減退していく地域



Halle 及び Saalekreisの人口変化率
(1990 - 2005) ²⁾

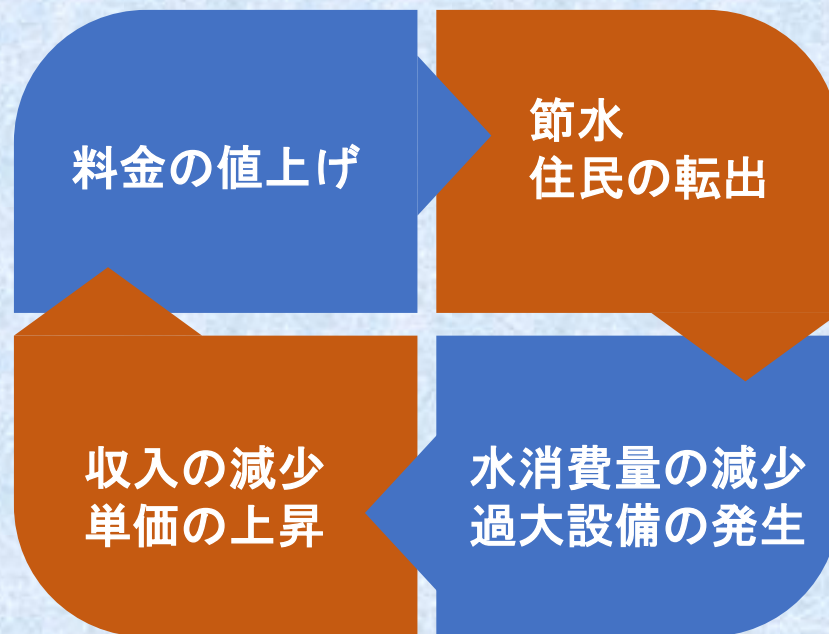


1) ドイツ連邦統計局のデータを基に作成

2) ザクセン＝アンハルト州統計局のデータを基に作成

旧東ドイツの経験

水道料金の値上げによる悪循環



水道料金の値上げが続く



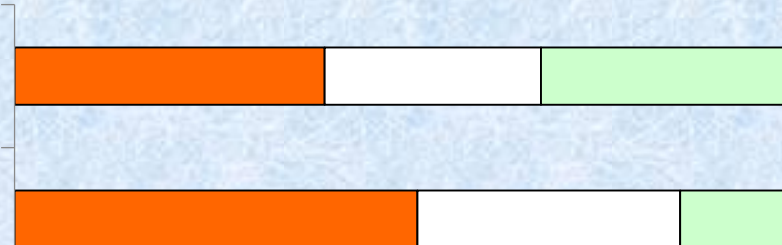
水道の運営方針への不満

三輪 雅幸、伊藤 禎彦：急激な人口減少と水需要の減少に直面したドイツ東部の水道事業に関する事例研究、水道、Vol.63, No.2, pp.2-11, 2018.

社会資本管理水準の低下状況と引越意向の関係性（抜粋）

■ 恐らく引越をすると思う □ わからない □ 恐らく引越をしないと思う

教育施設、公営住宅、公共施設が閉鎖され、ごみなどが不法投棄され、鳥虫害が顕在化する…
公営住宅で怪我をしそうなくらいに安全性や快適性が低下



公共施設が廃止され利便性が低下した場合



水道料金が現状から著しく上昇した場合



バス、鉄道などの公共交通機関が廃止された場合



橋が落ちそうになったり、舗装が荒れてでこぼこになったり、路上に障害物が放置されてい…
災害関連施設の管理が不十分なために、災害発生可能性が高まる場合



将来、料金改定率が高いと推定された水道事業体

	都道府県	事業主体名	料金改定率	将来予測値 (20m ³ 使用時) (円)	総人口 減少率
1	福岡県	みやこ町	+409%	22,239	-32.8%
2	北海道	広尾町	+370%	16,904	-31.2%
3	岐阜県	揖斐川町	+330%	6,831	-34.9%
4	山口県	美祢町	+328%	10,270	-29.0%
5	山形県	小国町	+323%	14,060	-36.8%
6	大阪府	河南町	+269%	10,629	-24.2%
7	鹿児島県	肝付町	+267%	6,260	-35.0%
8	宮城県	南三陸町	+249%	13,944	-32.7%
9	長崎県	川棚町	+248%	12,018	-22.0%
10	岩手県	軽米町	+245%	17,284	-37.3%

※2015年から2040年の期間の推定

新日本有限責任監査法人、水の安全保障戦略機構事務局：人口減少時代の水道料金はどうなるのか？」,2018.

必要な議論

水道施設を含めた
社会インフラの
サービス水準



市民負担の
許容範囲

料金水準の許容範囲例

- 米国ワシントン州

- ✓水道料金が適切かどうかの基準：地域における家計所得中央値の**1.5%**

- ✓この水準を超えた場合には、水道事業者はさらなる対策を立てなければならないとされた

- 米国カリフォルニア州

- ✓家計所得中央値の**1.5%**、もしくは**2%**（当該地域の所得が周辺地域よりも高い場合）

- ✓集中型の浄水処理に代わって、

- 使用場所設置型浄水装置（POU; point of use）

- 建物入口設置型浄水装置（POE; point of entry）

の導入を検討する際の判断基準の一つ

参考：日本は現在 平均 **0.8%**

広域的事業経営と水道事業の持続性

愛知の水

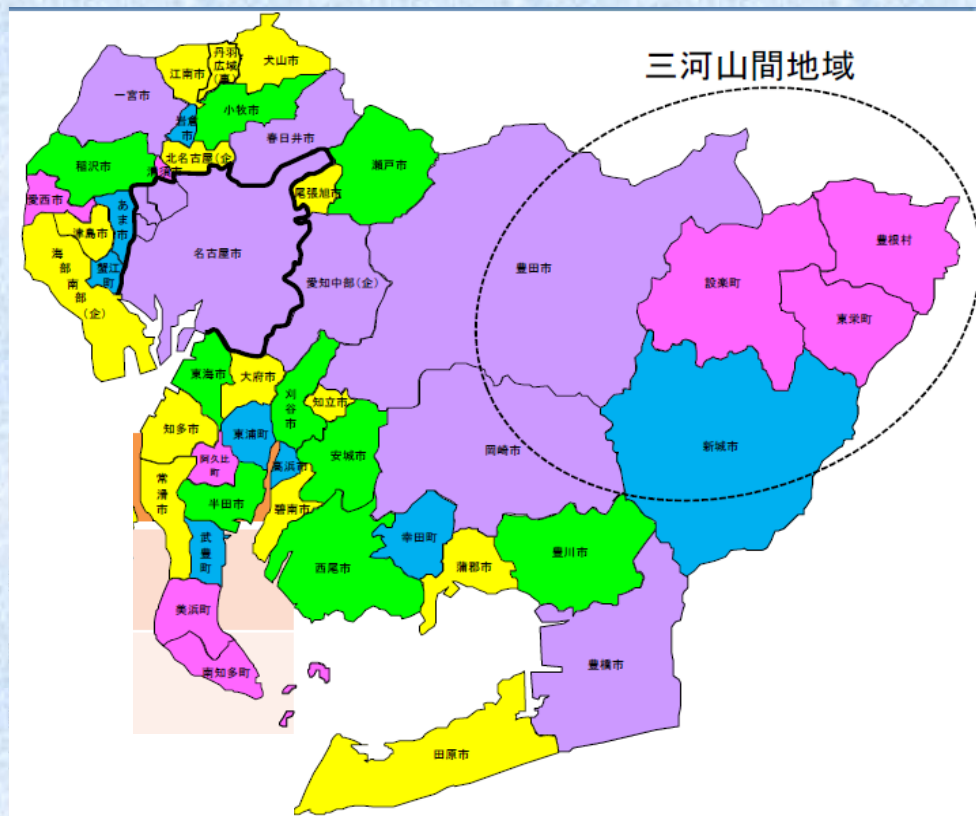


「水道普及率は99.9%であり、県民皆水道をほぼ達成している」

令和3年度第1回 愛知県広域水道懇談会 説明資料(令和3年8月2日)より

県人口 754万人 $\times$ 0.1% = 7,500 人：未普及人口

豊根村、東栄町、設楽町
の合計人口（8,550人）
にほぼ匹敵



必要な水道料金値上げ幅

2043年料金/2018年料金

市町村名	値上げ率
南知多町	77 %
稲沢市	68 %
津島市	64 %
大府市	51 %
・ ・ ・	・ ・ ・
・ ・ ・	・ ・ ・

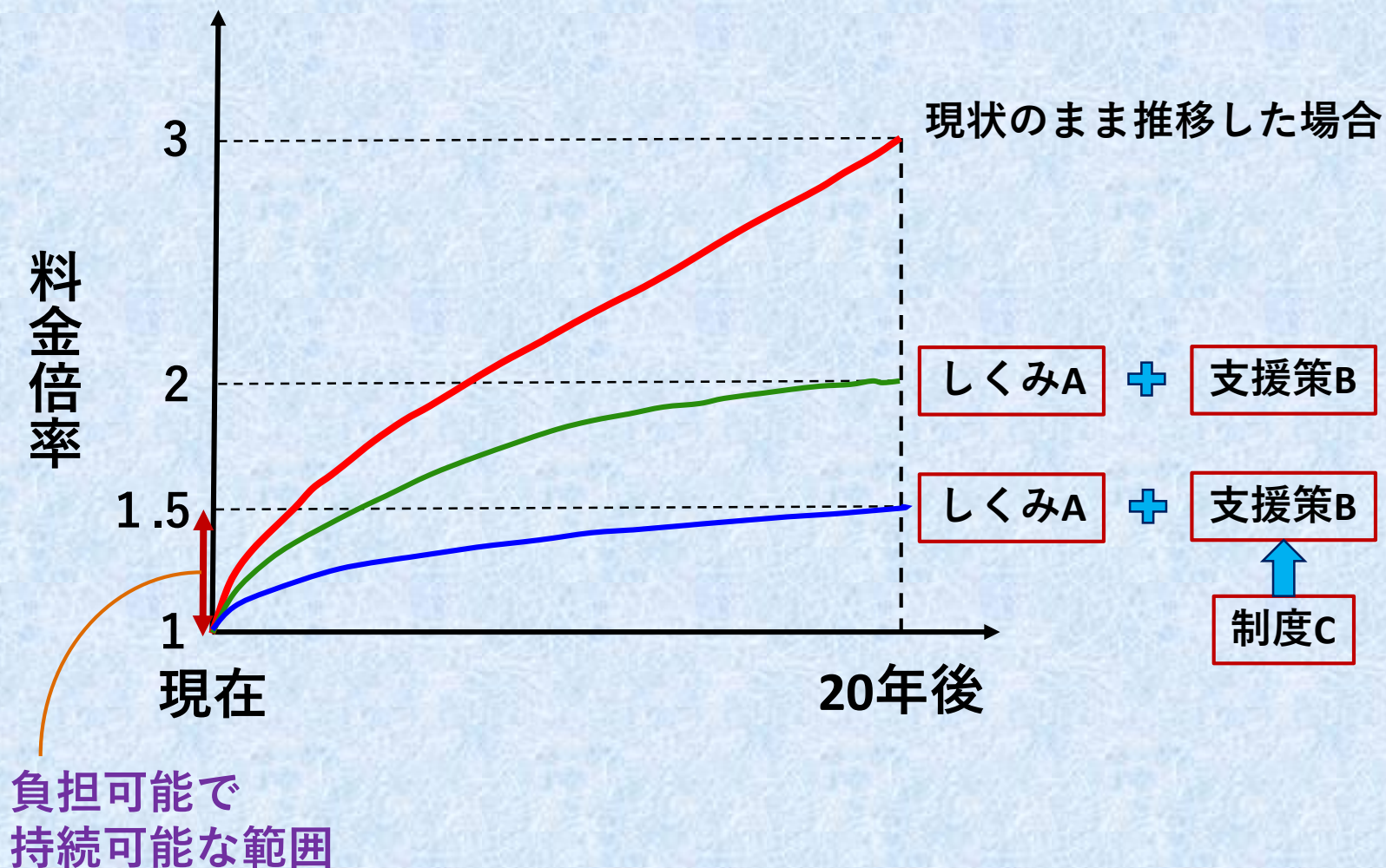
参考：全国平均 43 %

文献：EY新日本有限責任監査法人、水の安全保障戦略機構事務局：
「人口減少時代の水道料金はどうか？」(2021年版)、2021.

豊根村、東栄町、設楽町については推定すらされていない!!

「**愛知県広域化推進プラン**」：単独での事業継続が困難となる事業体が出現するのを回避することを目標にするべき
(by 伊藤)

持続的経営の方法論とその定量的評価のイメージ



参考文献例

土木学会環境工学委員会 水インフラ更新小委員会
報告書、2020年5月30日

「小規模水道の問題解決は、国全体の水道供給にかかる費用を、水道料金で、水道利用者が均等に負担することが最終解と考えます。」（眞柄泰基 先生）

人口減少先進国としてのわが国の役割

日本は、人口が急激に減少していく世界最初の先進国
しかし、人口減少は、やがて各国でおきる現象

2.07: (現在の日本の) 人口置き換え水準に対応する合計特殊出生率

1.34 : わが国の出生率 (2020年)

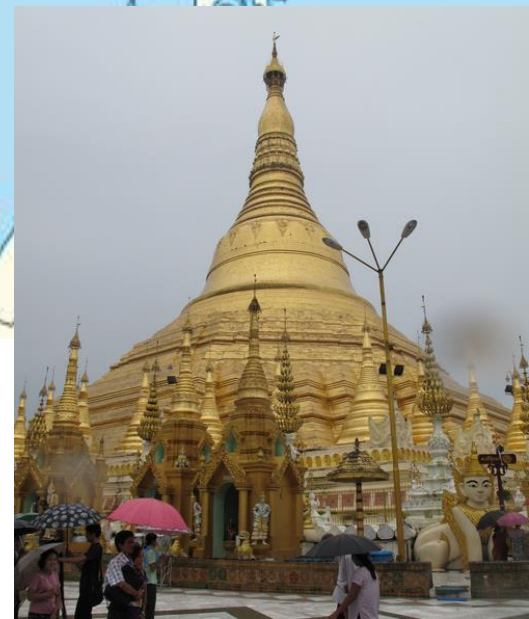
アジアの高所得国・地域の出生率

韓国 (0.84 in 2020)	} 0.8 ~ 1.2
台湾 (1.07)	
シンガポール (1.14)	

さらに. . .

中国 (1.3 in 2020)
マカオ (1.21)
タイ (1.53 in 2018)
⋮
⋮

ミャンマー





都市環境工学専攻 都市衛生工学分野
令和3年度 卒業研究課題例

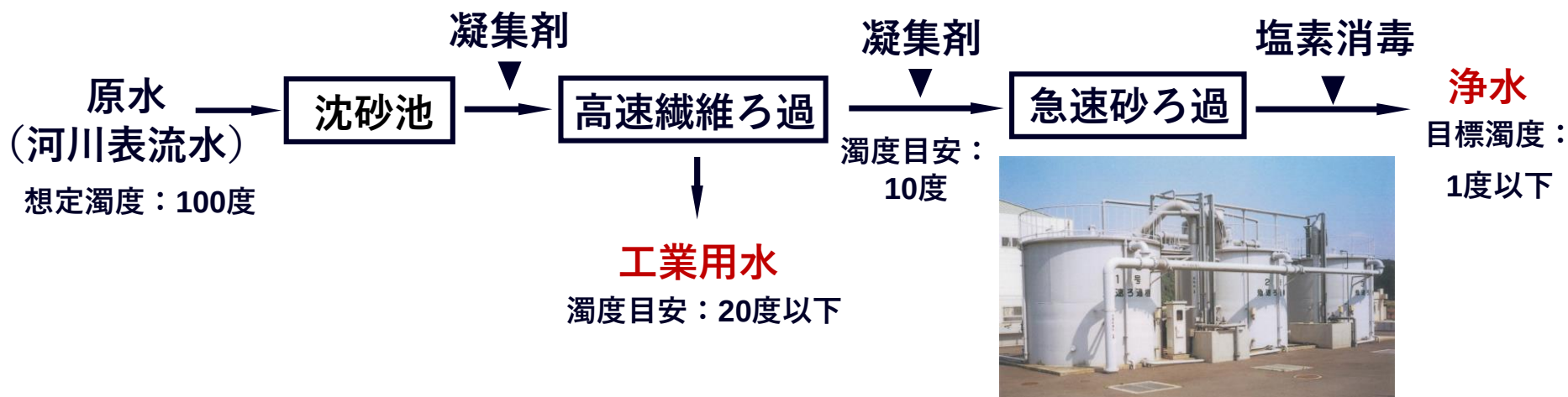
6. 発展途上国における将来の人口減少を見据えた水供給計画の立案

わが国は人口が急速に減少していく世界最初の先進国であると言われるが、それは近未来における世界各国の姿でもある。アジア諸国もその例外ではない。

現在、ミャンマーでは「**バゴー田園都市開発プロジェクト**」が始動しつつあり、人口**12万人規模**の新都市が建設される予定である。本研究では、**生活用水、工業用水、農業用水**の供給計画を立案する。

このとき重視するのは、将来の**人口減少を含む需要変動の可能性**を勘案し、それに対応できる計画とすることである。具体的には、施設・装置を**モジュール化**してとらえ、**長寿命であるものと短寿命であるものを組み合わせ**ることを検討する。

浄水処理プロセス：飲用可能な水の供給を目指す



高速繊維ろ過装置

濁度除去性能：約1/10以下

処理能力：1基あたり最大3,840m³/日

コンクリート構造物ではなく
ユニット型浄水装置を利用
→ 段階的な開発による
需要水量の増加、および長期
的な**減少に対応可能**

人口減少社会におけるインフラ整備の考え方

長寿命化、恒久化といった固い（長期利用可能な）整備



柔軟い（需要変動、不確実性へ対応可能な）整備へ

例：インフラをモジュール化することによって、寿命そのものを短命化（もしくは長寿命化と短命化の組み合わせ）を図り、需要の変化に対応可能とする

人口減少先進国としてのわが国の役割

- √かつてわが国は、公害問題を克服した国として知られ、多くの国々が、その対策手法や技術を学びに訪れた。
- √人口減少先進国であるわが国が、現在抱えているこの難題にいかに対応したのか、いかに乗り越えたのか、あるいは乗り越えられなかったのかを学ぶために、再びわが国を訪れるときが近い将来到来するだろう。彼らが学ぶに値する取り組みを着実に進めたいものである。