

水道のエネルギー問題と分散型システムへの新たな提案

(公財)水道技術研究センター 佐々木 隆

何らかのプロジェクトを進めるに当たって大切なのは

ものごとの見方

それらの捉え方

アプローチの仕方

今日のお話はこれらを軸にしています

水道のエネルギー問題と分散型システムへの新たな提案

(公財)水道技術研究センター 佐々木 隆

① エネルギー問題

水道のエネルギーを移動(水輸送)と質変換(水処理)に分けると、前者に比べて後者への取組が遅れている？

水処理の根幹部分、固液分離操作(特に急速混和)に着目し、エネルギー視点から評価

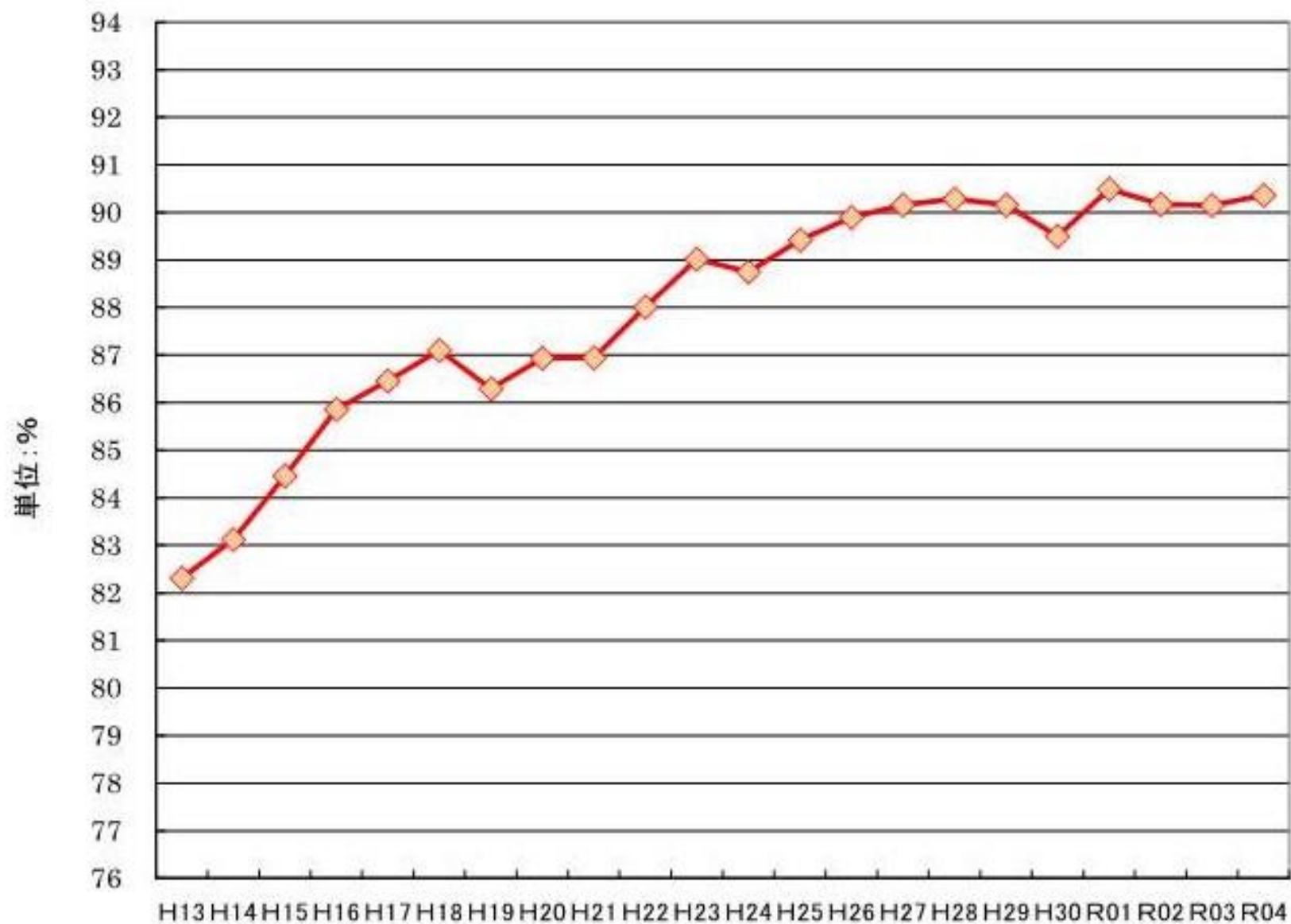
KW: Alum と PAC、急速混和、水の identity、fluid dynamics

② 小規模分散型給水システム

名水百選・垣花樋川の給水タンクに水電解消毒装置を試験導入(2025年4月)

それに至った背景、利用者の問題意識と合意形成、システム改良と機器設置、次亜塩素酸ナトリウム溶液注入との比較
種々の改善点を抽出していくためのケーススタディ

水道ホットニュース 939 から



(参考) 凝集剤使用量全体に占めるPACの割合

JWRC

水道ホットニュース 940 から

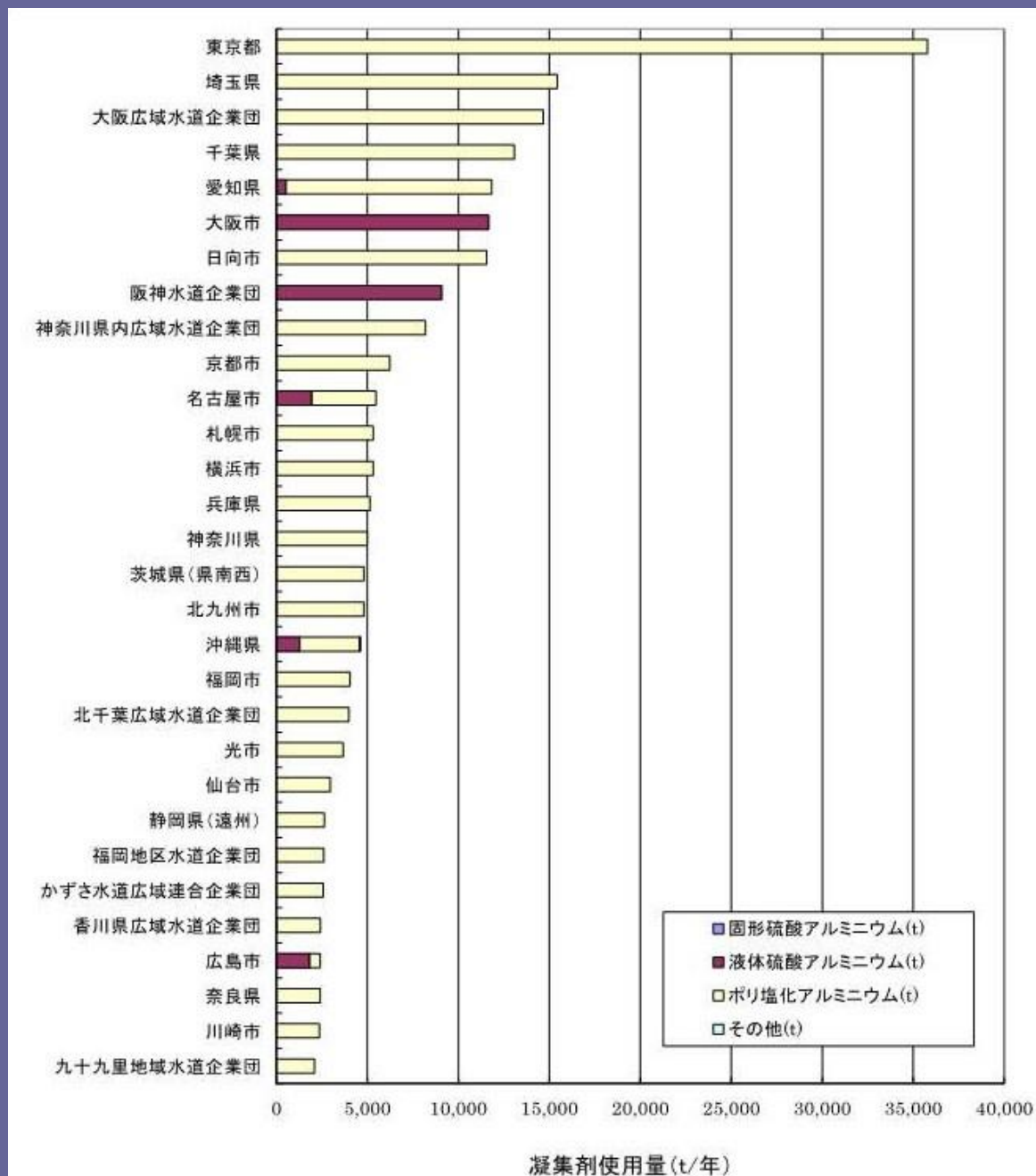


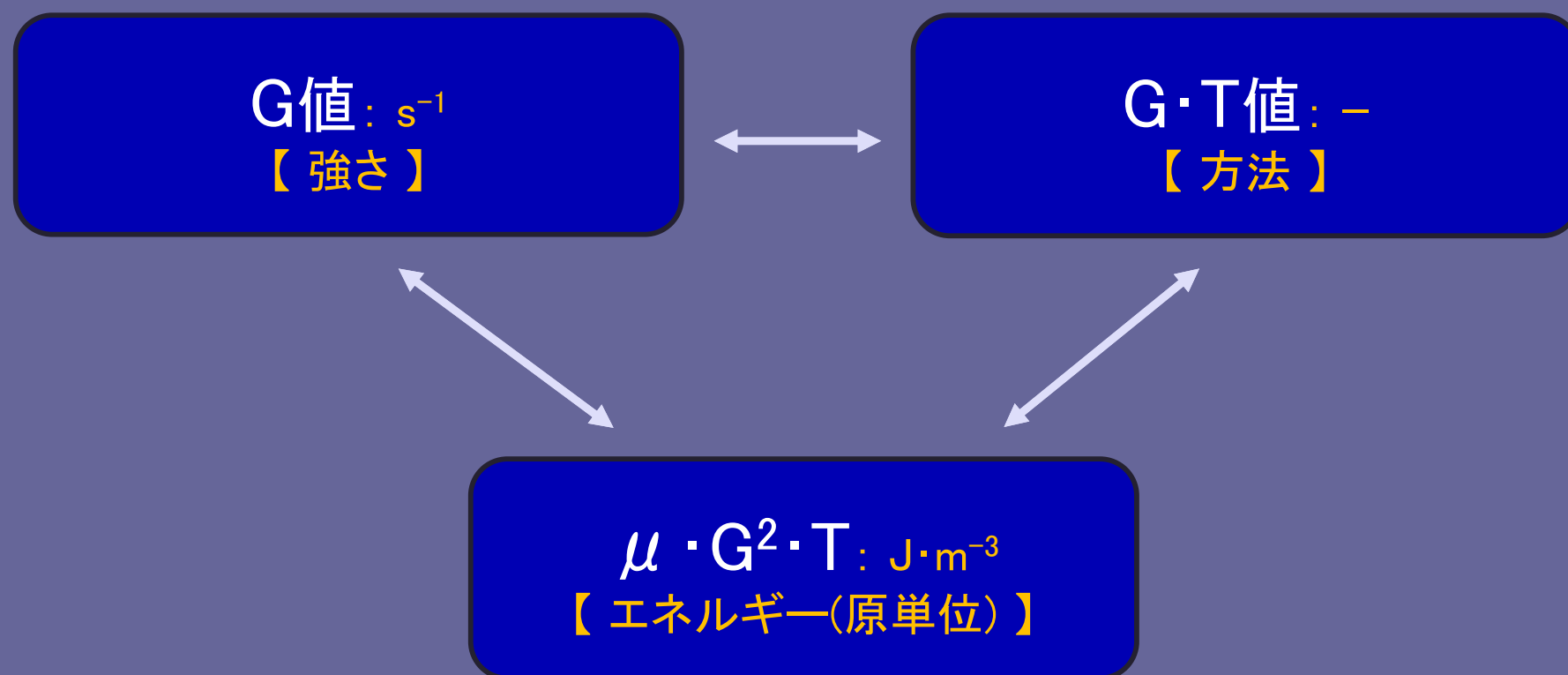
図2 凝集剤の種類別使用状況(凝集剤使用量の多い上位30事業体)ー令和4年度ー

参考：米国での Alum と PAC の評価

比較項目	硫酸アルミニウム	ポリ塩化アルミニウム
原水低水温期への適応度		良
低濁度原水への適応度	良	
アルカリ剤消費量の削減		良
濁度の除去性		良
使いやすさ	良	
水質変化への追従性	良	

AWWA/ASCE “Water Treatment Plant Design 5th ed. (2012)
TABLE 19.1から抜粋

混和について(G と $G \cdot T$ と $G^2 \cdot T$)



既に Alum の場合は、急速混和に必要なエネルギーの最適解が出ている

- 大阪柴島 落差 50 cm + じゃま板 → hL 0.5 m

引用元: 梶野勝司「凝集沈澱の実際とジャーテストの要点」
水道公論 2017/7 P.84-91

- 阪神尼崎 豎型円筒 + インペラ → 1.4 Wh/m^3

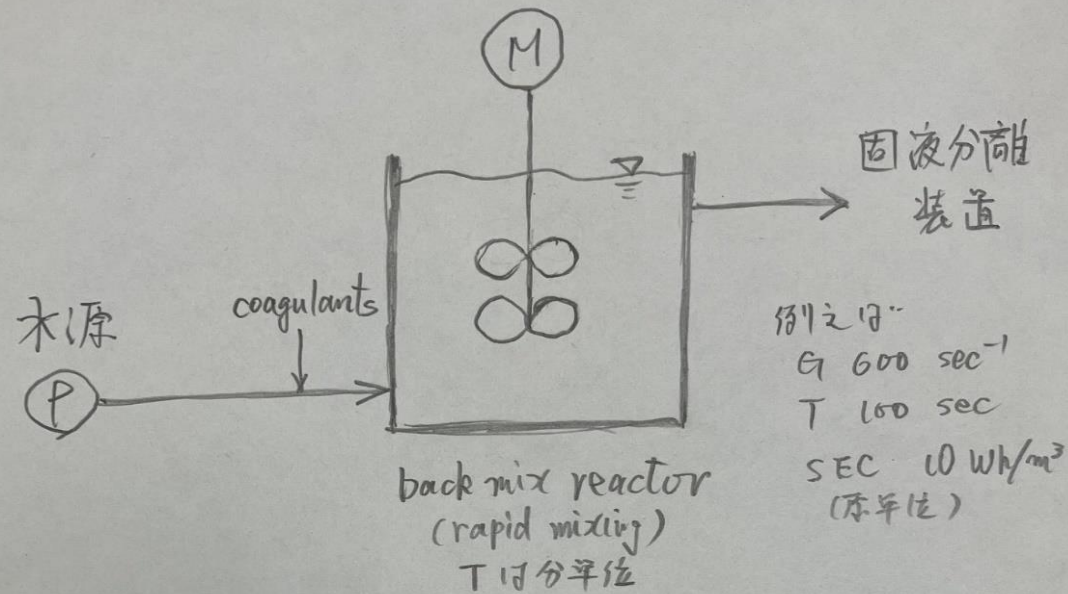
参考図: 水道施設設計指針(2024) P.210 図-5.4.7

- 米国実績 $1,000 \text{ m}^3/\text{d}$ に対し 0.07 馬力

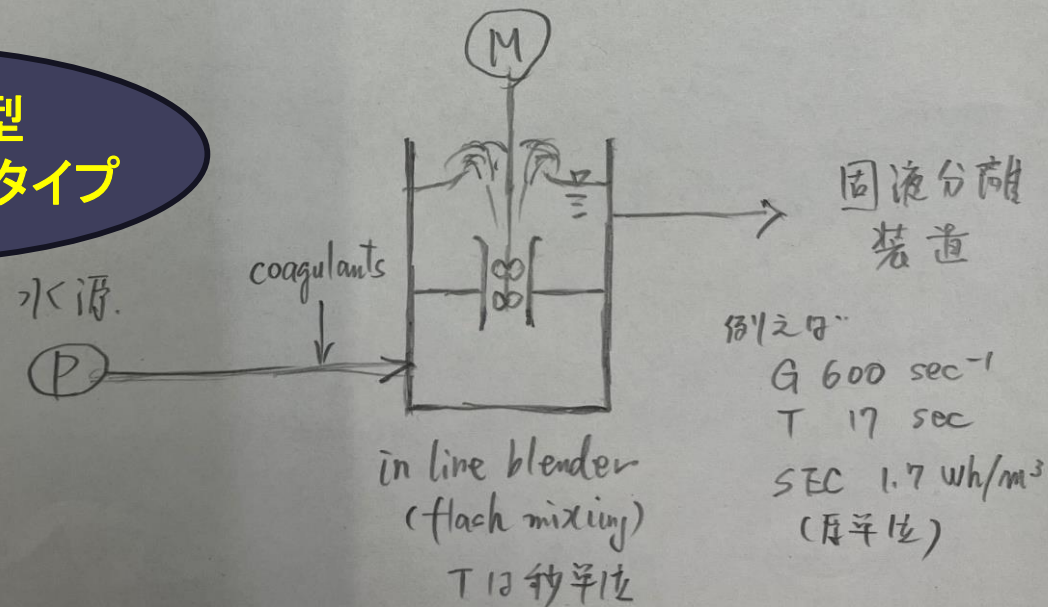
引用元: 河村勸「フロック生成機構の物理学的理論と実際処理について」
水道協会雑誌 1958/5 P.8-17

上記三者のエネルギー原単位はほぼ同じ！

水の identity & fluid dynamics



急縮・吐出型
阪神尼崎はこのタイプ



エネルギー視点から水処理技術を評価

- 水の流れに着目し、マクロ的な観点から部分最適化を
水の identity や fluid (hydro) dynamics を意識
- エネルギー評価をわかりやすく
例えば Wh (水道も下水も 500 Wh/m³ ベース)
- 水の粘度の重要性 (エネルギーに直接影響)
地表水は5 °C以下～30 °C以上 → 粘度は倍半分に
- そもそも、近代水道のスタートは「馬力」からだった…

水道のエネルギー問題と分散型システムへの新たな提案

(公財)水道技術研究センター 佐々木 隆

① エネルギー問題

水道のエネルギーを移動(水輸送)と質変換(水処理)に分けると、前者に比べて後者への取組が遅れている？

水処理の根幹部分、固液分離操作(特に急速混和)に着目し、エネルギー視点から評価

KW: Alum と PAC、急速混和、水の identity 、fluid dynamics

② 小規模分散型給水システム

名水百選・垣花樋川の給水タンクに水電解消毒装置を試験導入(2025年4月)

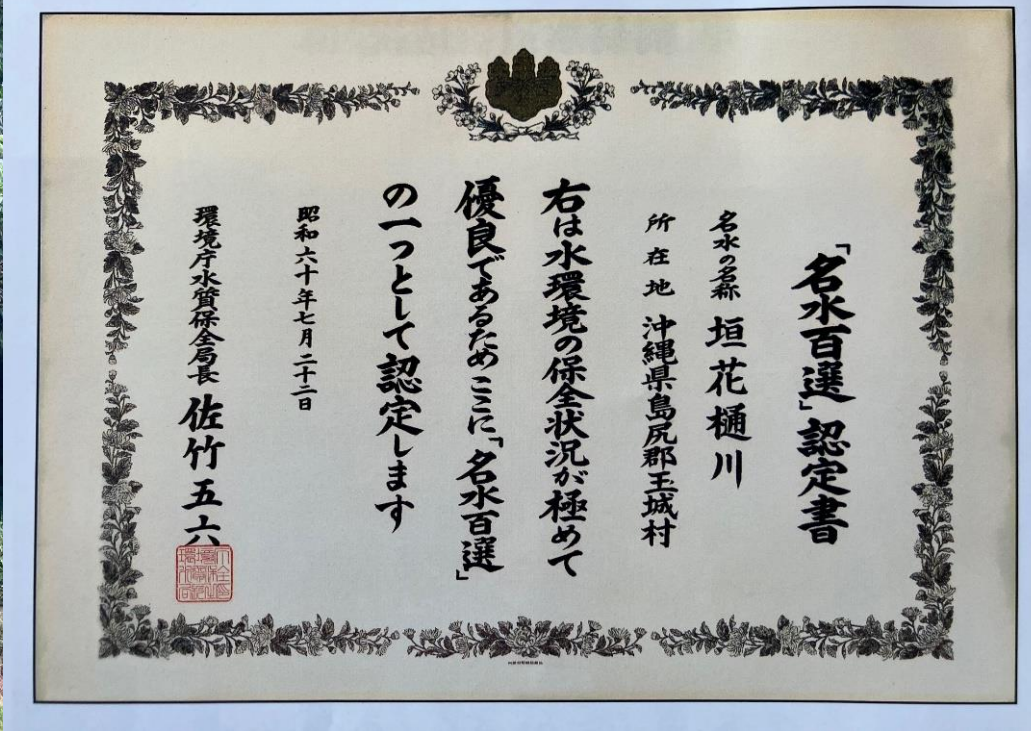
それに至った背景、利用者の問題意識と合意形成、システム改良と機器設置、次亜塩素酸ナトリウム溶液注入との比較
種々の改善点を抽出していくためのケーススタディ

沖縄県 南城市 玉城垣花(たまぐすくかきのはな)



垣花樋川への下り口(石畳道)





昭和28年2月8日 水汲みの労苦から解放！



垣花区水道落成祝記念⁴⁵³_{2.8}

薬注ハウス →



← 給水タンク



次亜塩素酸ナトリウム溶液注入設備

浄水水質検査結果書

基準項目

No. (飲料水) 02516-001
2025年 3月 19日

03-2024

垣花公民館 殿

番 号	000101-0007	依頼者	垣花公民館
水質区分	その他(浄水)	所 属	

国土交通大臣及び環境大臣
登録水質検査機関 第50号
沖縄県浦添市字経塚720番地
一般財団法人 沖縄県環境科学センター

試験の結果は次のとおりです。

採水地点	その他	系	受水点	系
採水箇所	垣花公民館		採水者	新垣(一般財団法人 沖縄県環境科学センター)

検査期日	2025年 3月 12日		～	2025年 3月 19日		受付日	2025年 3月 12日		
採水年月日時	2025年 3月 12日	12時 20分	天候	晴れ		気温	25.5(℃)	水温	23.5(℃)
検査方法	水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法(平成15年7月22日厚生労働省告示第261号)								

項 目	報 告 値	水質基準値	項 目	報 告 値	水質基準値
1 一般細菌	0 (個/mL)	100個/mL以下	27 総トリハロメタン	0.0014 (mg/L)	0.1mg/L以下
2 大腸菌	陰性	検出されないこと	28 トリクロロ酢酸	0.002未満 (mg/L)	0.03mg/L以下
3 カドミウム及びその化合物	0.0003未満 (mg/L)	0.003mg/L以下	29 ブロモジクロロメタン	0.0003 (mg/L)	0.03mg/L以下
4 水銀及びその化合物	0.00005未満 (mg/L)	0.0005mg/L以下	30 ブロモホルム	0.0004 (mg/L)	0.09mg/L以下
5 セレン及びその化合物	0.001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	31 ホルムアルデヒド	0.005未満 (mg/L)	0.08mg/L以下
6 鉛及びその化合物	0.001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	32 亜鉛及びその化合物	0.01未満 (mg/L)	1.0mg/L以下
7 ヒ素及びその化合物	0.001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	33 アルミニウム及びその化合物	0.01未満 (mg/L)	0.2mg/L以下
8 六価クロム化合物	0.002未満 (mg/L)	0.02mg/L以下	34 鉄及びその化合物	0.03未満 (mg/L)	0.3mg/L以下
9 亜硝酸態窒素	0.004未満 (mg/L)	0.04mg/L以下	35 銅及びその化合物	0.01未満 (mg/L)	1.0mg/L以下
10 シアン化物イオン及び塩化シアン	0.001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	36 ナトリウム及びその化合物	25.2 (mg/L)	200mg/L以下
11 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	0.98 (mg/L)	10mg/L以下	37 マンガン及びその化合物	0.005未満 (mg/L)	0.05mg/L以下
12 フッ素及びその化合物	0.05未満 (mg/L)	0.9mg/L以下	38 塩化物イオン	36.9 (mg/L)	200mg/L以下
13 ホウ素及びその化合物	0.02 (mg/L)	1.0mg/L以下	39 カルシウム、マグネシウム等(硬度)	278 (mg/L)	300mg/L以下
14 四塩化炭素	0.0001未満 (mg/L)	0.002mg/L以下	40 蒸発残留物	390 (mg/L)	500mg/L以下
15 1,4-ジオキサン	0.005未満 (mg/L)	0.05mg/L以下	41 陰イオン界面活性剤	0.02未満 (mg/L)	0.2mg/L以下
16 シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.0001未満 (mg/L)	0.04mg/L以下	42 ジェオスミン	0.000001未満 (mg/L)	0.00001mg/L以下
17 ジクロロメタン	0.0001未満 (mg/L)	0.02mg/L以下	43 2-メチルイソボルネオール	0.000001未満 (mg/L)	0.00001mg/L以下
18 テトラクロロエチレン	0.0001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	44 非イオン界面活性剤	0.002未満 (mg/L)	0.02mg/L以下
19 トリクロロエチレン	0.0001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	45 フェノール類	0.0005未満 (mg/L)	0.005mg/L以下
20 ベンゼン	0.0001未満 (mg/L)	0.01mg/L以下	46 有機物(全有機炭素(TOC)の量)	0.2未満 (mg/L)	3mg/L以下
21 塩素酸	* 1.27 (mg/L)	0.6mg/L以下	47 pH値	7.8	5.8以上8.6以下
22 クロロ酢酸	0.002未満 (mg/L)	0.02mg/L以下	48 味	異常なし	異常でないこと
23 クロロホルム	0.0002 (mg/L)	0.06mg/L以下	49 臭 気	異常なし	異常でないこと
24 ジクロロ酢酸	0.002未満 (mg/L)	0.03mg/L以下	50 色 度	0.5未満 (度)	5度以下
25 ジブロモクロロメタン	0.0005 (mg/L)	0.1mg/L以下	51 濁 度	0.2未満 (度)	2度以下
26 臭素酸	0.0005未満 (mg/L)	0.01mg/L以下			
			残留塩素	0.32 (mg/L)	

塩素酸
1.27 mg/L

残留塩素
0.32 mg/L

判 定	上記 * 印水質項目については水質基準に不適合	検査責任者	生活科学部長	吉川 大介
備 考				

水電解消毒装置の試験導入

垣花樋川水の特徴と現行の次亜塩素酸ナトリウム溶液注入による水質問題を利用者(垣花区民)で情報共有し、塩素消毒の必要性も含めて意見交換しながら代替消毒方法について話し合った結果、水電解消毒装置を試験導入することで合意

装置の制御方法については、① 残留塩素濃度計、② 揚水ポンプ連動(現行次亜と同様)、③ 24時間タイマー、の3つの選択肢
→ 操作性や安定性、機器特性を検討して③に決定

水使用量(10~30 m³/d)、塩素要求量(ほぼ zero)、塩化物イオン(37 mg/L)、目標残留塩素濃度(0.2~0.5 mg/L)等から機種を選定し、区民の手で機器類を設置、運転管理も自らで行う

水電解消毒装置水中部(電極板 1g-Cl₂/h)と電源ケーブル



水電解消毒装置電源部設置状況 2025年4月27日



水電解消毒装置電源部 24hタイマー、電流計、逆電タイマー



伝言メモ 24hタイマーの取説 外付けに変更した24hタイマー



次亜塩素酸ナトリウム溶液注入と水電解消毒の比較

比較項目	次亜塩溶液注入	水電解消毒装置
運転操作の容易さ	水質、気候、現場条件によって 左右され、優劣はケースバイ ケース → 事前調査が重要	
保守管理の容易さ		
機器の安定性		
副生成物の問題		
設備導入費用		
運転管理費用		

水道のエネルギー問題と分散型システムへの新たな提案

(公財)水道技術研究センター 佐々木 隆

何らかのプロジェクトを進めるに当たって大切なのは

ものごとの見方

それらの捉え方

アプローチの仕方

ご視聴ありがとうございました

謝辞：寺嶋勝彦氏(元大阪市水道局技術監)のご協力に感謝