



ベトナム国染色産業における 排水リサイクルによる節水

Keep the Earth Sky-blue

株式会社神鋼環境ソリューション

2025年2月19日



目次

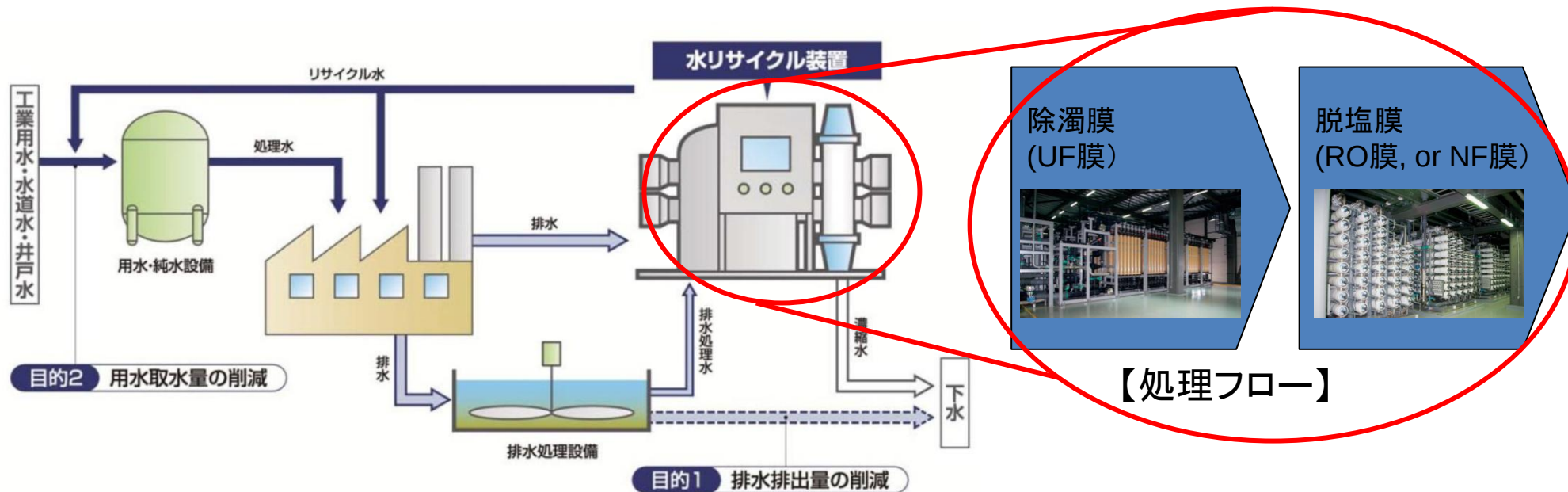
1. 令和4年度、令和5年度に実施した調査について
2. ベトナムでのニーズ、並びに発展性について
3. 弊社で開催したセミナーに関して
4. 実証試験と結果について
5. 今後の方針について

1. 令和4年度、令和5年度に 実施した調査について

導入予定の技術概要

＜膜処理を用いた排水リサイクル＞

除濁膜（UF膜）と脱塩膜（RO膜 or NF膜）を組み合わせ、SS、及び溶解性成分を除去。



令和4年度、令和5年度に実施した調査について

	令和4年度				令和5年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
<マイルストーン>								
A. F/S調査		→						
B. 実証試験		→						
C. 事業計画の検討/見直し				→				→
<詳細スケジュール>								
A. F/S調査								
1) 対象地域の現状調査		→						
2) ベトナム関係省庁・企業との関係構築		→						
B. 実証試験								
1) 実証試験装置の計画・設計		→						
2) 実証試験装置の製作								
3) 実証試験実施			→					
・ Case 1				→	→			
・ Case 2						→	→	
・ Case 3								→
4) ベトナム関係省庁や繊維協会向けセミナー開催							◆	
C. 事業計画の検討/見直し								
1) 事業計画の検討				→				
2) 事業計画の見直し								→

2. ベトナムでのニーズ、 並びに発展性について

ベトナム政府の繊維産業の発展計画

「決定番号 3218/QD-BCT」で、2020年までの繊維産業の発展計画、並びに2030年までのビジネス拡大に関するビジョンを規定。

この政令で、ベトナム政府として、繊維産業を2030年まで、毎年9%～10%延ばす計画を策定すると共に、2030年までに約8.5兆円の輸出拡大の目標を設定。



今後もベトナムの繊維産業は成長すると考えられる。

排水リサイクルに関する規定

「政令第 54/2015/ND-CP」で、水の経済的かつ効率的な使用に対するインセンティブについてに規定。

この政令により、以下条件を満たす企業は、法人所得税を免税、若しくは減免を規定。

- ① 500m³/日以上 of 排水をリサイクルして利用している場合
- ② 500m³/日以下で、
 - ◆ 40m³/日以上 of 排水処理設備の新設/改造に投資
 - ◆ 排水リサイクル率が80%以上
 - ◆ 処理水は、国が定めるリサイクルの水質基準を満たす

ベトナム国における排水規制状況 ①

- 「QCVN 40: 2011/BTNMT」で、産業排水の各種基準値を規定。
- 「QCVN 13: 2015/BTNMT」で、染色産業排水の各種基準値を規定。

産業排水中の各規制項目の

最大許容値 C_{max} は以下によって算出。

$$\underline{“ C_{max} = C \times K_q \times K_f ”}$$

C: 規制項目ごとに割り当てられる数値

K_q : 排水先河川の流量または水域の容積によって割り当てられる係数

K_f : 24 時間当たりの排水量によって割り当てられる係数

ベトナム国における排水規制状況 ②

それぞれの具体的な数値は以降の表の通り。

C 値は、排水する水域の用途により、以下のA とB に分類。



A: 生活用水を目的とした水域

B: 生活用水以外を目的とした水域

ベトナム国における排水規制状況 ③

- Kq 値は、排水先が河川、水路、運河などの場合、その流量によって係数を設定

排水先の水域の流量(Q) (m^3/sec)	Kq
$Q \leq 50$	0.9
$50 < Q \leq 200$	1.0
$200 < Q \leq 500$	1.1
$500 < Q$	1.2

- 一方、湖や沼などの場合はその水域の容積によって Kq 値の係数を設定

排水先の水域の容積(V) (m^3)	Kq
$V \leq 10 \times 10^6$	0.6
$10 \times 10^6 < V \leq 100 \times 10^6$	0.8
$100 \times 10^6 < V$	1.0

ベトナム国における排水規制状況 ④

- Kf 値は、24 時間当たりの排水量により、係数を設定。

24 時間当たりの排水量(F) (m ³ /24h)	Kf
$F \leq 50$	1.2
$0 < F \leq 500$	1.1
$500 < F \leq 5,000$	1.0
$5,000 < F$	0.9

「QCVN40:2011/BTNMT」-産業排水 基準 ①

No.	規制項目 QCVN40:2011/BTNMT-産業排水	単位	C 値	
			A	B
1	温度	℃	40	40
2	色	Pt/Co	50	150
3	pH	-	6 - 9	5.5 - 9
4	BOD5(20℃)	mg/l	30	50
5	COD	mg/l	75	150
6	総浮遊物質	mg/l	50	100
7	ヒ素	mg/l	0.05	0.1
8	水銀	mg/l	0.005	0.01
9	鉛	mg/l	0.1	0.5
10	カドミウム	mg/l	0.05	0.1
11	六価クロム	mg/l	0.05	0.1
12	三価クロム	mg/l	0.2	1
13	銅	mg/l	2	2
14	亜鉛	mg/l	3	3
15	ニッケル	mg/l	0.2	0.5
16	マンガン	mg/l	0.5	1
17	鉄	mg/l	1	5

「QCVN40:2011/BTNMT」-産業排水 基準 ②

No.	規制項目 QCVN40:2011/BTNMT-産業排水	単位	C 値	
			A	B
18	シアン化合物	mg/l	0.07	0.1
19	フェノール	mg/l	0.1	0.5
20	鉱物油	mg/l	5	10
21	硫黄化合物	mg/l	0.2	0.5
22	フッ素化合物	mg/l	5	10
23	アンモニウム態窒素	mg/l	5	10
24	全窒素	mg/l	20	40
25	全リン	mg/l	4	6
26	塩化物	mg/l	500	1000
27	残留塩素	mg/l	1	2
28	有機塩素系農薬	mg/l	0.05	0.1
29	有機リン系農薬	mg/l	0.3	1
30	PCB	mg/l	0.003	0.01
31	大腸菌群	菌/100ml	3000	5000
32	全アルファ線強度	Bq/l	0.1	0.1
33	全ベータ線強度	Bq/l	1	1

「QCVN 13:2015/BTNMT」- 染色産業排水 基準 ①

- 染色産業に対しては、「QCVN40」とは別に、「QCVN13」によって排水基準を設定。
- 環境負荷が高い染色産業向けに、「QCVN40」の基準を適用すると遵守が難しいという理由で、緩和された基準を設定。
- 適用される排水基準は、工場が立地する自治体により判断。

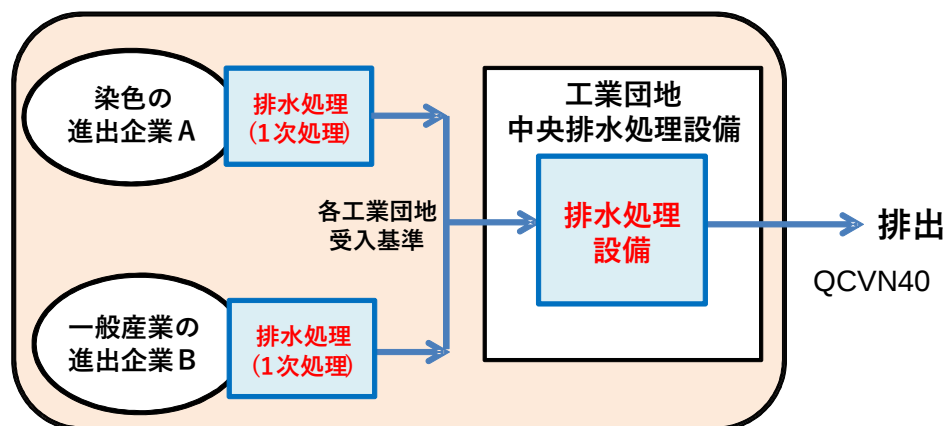
「QCVN 13:2015/BTNMT」 - 染色産業排水 基準 ②

No.	規制項目 QCVN 13:2015/BTNMT - 染色産業排水	単位	C 値	
			A	B
1	温度	℃	40	40
2	色	Pt/Co	50	150
3	pH	-	6 - 9	5.5-9
4	BOD5(20℃)	mg/l	30	50
5	COD	mg/l	75	150
6	総浮遊物質	mg/l	50	100
7	六価クロム	mg/l	0.05	0.1
8	シアン化合物	mg/l	0.07	0.1
9	残留塩素	mg/l	1	2
10	総界面活性剤	mg/l	5	10

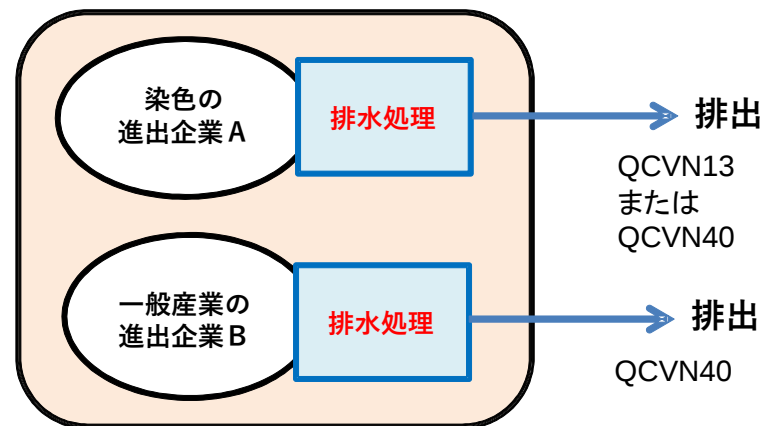
工場を工業団地内、若しくは工業団地外に 設置する場合の規制値

- 工場を工業団地内に設置する場合と工業団地外に設置する場合により、規制値が変わる。
 - 工業団地内の場合(Case1)・・・工業団地が定める基準に準拠。
 - 工業団地外の場合(Case2)・・・前述の国家基準(QCVN13とQCVN40)に準拠。

Case1: 工業団地内



Case2: 工業団地外



ベトナム繊維産業の主要輸出先、および市場の動向

【ベトナム繊維産業の輸出売上高】

単位: Billion USD

輸出先	2018	2019	2020	2021	2022※1
合計	36,264	38,886	35,067	40,454	44,023
アメリカ	13,958	15,146	14,236	16,977	18,201
日本	4,008	4,190	3,730	3,472	3,978
中国	3,970	4,228	3,640	4,468	3,886
韓国	3,830	3,835	3,337	3,662	4,211
EU	4,304	4,502	3,234	3,462	3,823
ASEAN	1,949	2,298	2,033	2,556	2,856
ロシア	180	255	243	339	219
その他	4,065	4,432	4,614	5,518	6,849

※1: 予想値

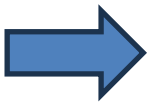
全体の
約50%

- ベトナムは18件の自由貿易協定を締結。繊維産業はベトナムの主要な輸出産業。
- アメリカとEU市場への輸出は、ベトナム染色産業の約50%を占める。



上記市場はESG対応を進めている。そのため、ベトナムサプライヤーにESG対応を求めるケースがあり、排水リサイクルへの注目が高まる。

ニーズのまとめ

- ① 排水基準順守は最低限で、更なる排水量低減が求められる。
- ② SDGsの観点からも、製品原単位当たりの水使用量低減が必要。
 許認可取得の観点だけでなく、欧米企業は原料調達先にリサイクル等の環境分野への取組みを強く求める傾向有り。
- ③ ベトナム南部の工場給水原価上昇で排水リサイクルの需要増。
- ④ 工業団地の排水処理設備の能力に限界があり、工場拡張を計画する工場側が排水リサイクルを検討。
- ⑤ 主要顧客である欧米アパレル製造小売業側が、発注条件としてベトナム側に排水リサイクルへの取組みを求めるケースあり。

発展性

- ベトナム商工省マスタープランでは、繊維産業全体として2030年まで10%/年の成長を目標として設定。
- 「リサイクルにより環境負荷低減が可能」という認識が広まれば、染色工場建設も許認可が得やすくなり、染色排水処理のマーケットが拡大する可能性あり。
- 排水リサイクルは染色産業だけでなく、環境負荷が高いとされる製紙産業やメッキ産業への横展開が期待できる。

3. 弊社で開催したセミナー

セミナー プログラム、及びアジェンダ

項目	内容	
1) 日時	日時:2023年12月22日(金) 9時～12時30分	
2) テーマ	ベトナム染色産業に対する排水リサイクル	
3) 参加者	【パネリスト】3名 ・ベトナム繊維協会(VITAS) ・世界自然保護基金(WWF)ベトナム ・PM3特別工業団地 【その他参加者】以下の企業・団体などの代表者 ・環境省(日本) ・ホーチミン市天然資源環境局 ・大学(ホーチミン市工業大学、ベトナムドイツ大学) ・工業団地 ・染色企業 ・アパレル製造小売業 ・ベトナムのコンサル企業	
4) 内容	セッション1	染色産業における排水リサイクルパイロット実証試験結果報告
	セッション2	染色排水リサイクルへの投資のメリットと課題のディスカッション

セッション1: 排水リサイクルパイロット実証試験結果報告

- 実施した2サイトでの実証試験について説明すると共に、排水リサイクル設備の導入前にパイロットテストを実行する利点について説明。
- セッション1のQ&Aでは、以下の内容に関する質問があった。
 - 適切な原水の選択
 - 適切な濃縮液処理方法の選択
 - ランニングコスト
 - 投資コスト回収年数



セッション1のQ&Aの様子

セッション2: 染色排水リサイクルへの投資のメリットと課題

ベトナムの染色産業における排水リサイクルに関し、「ベトナム繊維協会(VITAS)」、「世界自然保護基金(WWF)」、「Phu My 3 特別工業団地管理委員会の代表」による、「ベトナムの染色産業における排水リサイクルの投資に関する課題と解決策」というテーマでパネルディスカッションを実施。



セッション2の様子

セッション2で議論された課題

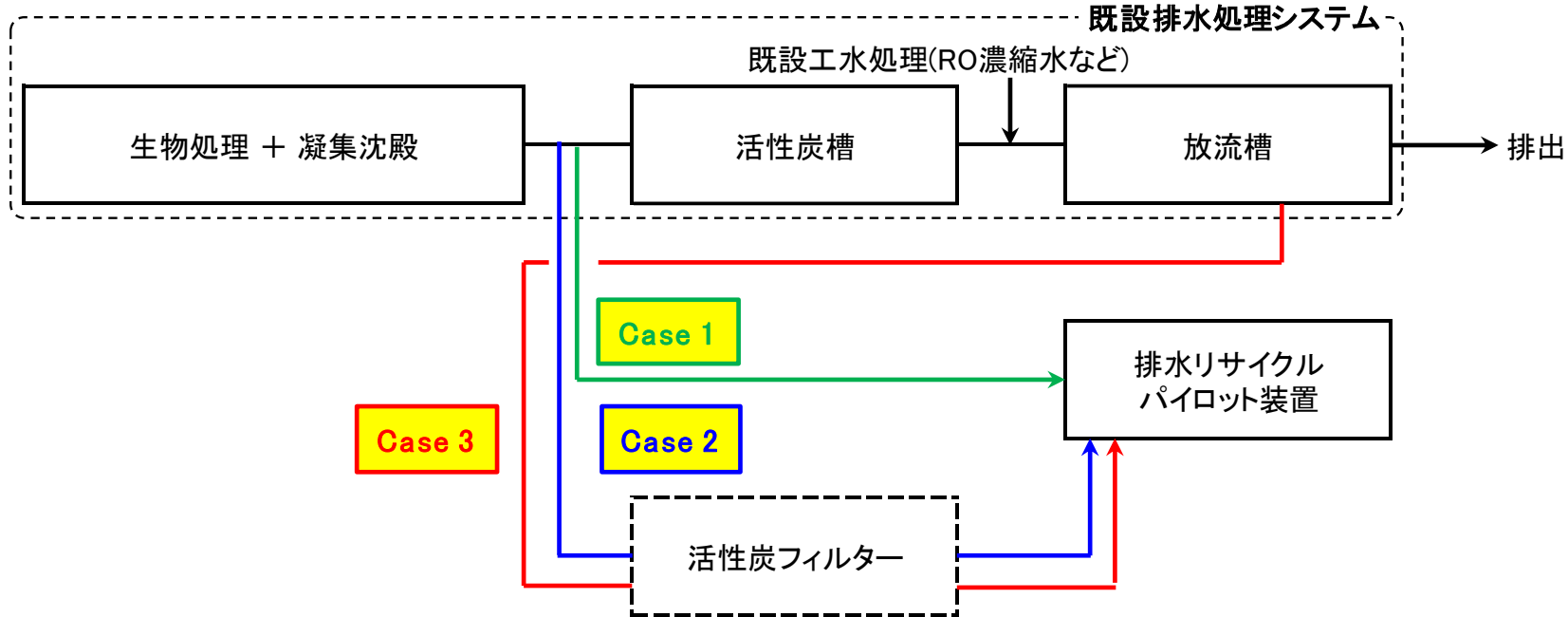
- 染色産業の排水リサイクルは、緊急に解決しなければならない問題であることで意見が一致
- 染色企業は排水リサイクル設備の投資に多くの課題を抱えていることについても意見が一致
- 染色企業が排水リサイクル設備の投資する際の課題は以下、
 - ◆ 企業の敷地面積が限られ、追加の排水リサイクル設備を設置が難しい
 - ◆ 排水リサイクル施設のイニシャルコストとランニングコスト
 - ◆ リサイクルした排水の水質基準が明確でない
 - ◆ 複雑な行政手続き

セッション2の様子



4. 実証試験と結果について

試験概要 (CASE 1 ~ 3) ①



- 染色排水処理水単独ではパイロット装置の安定運転が困難。
- 試験期間との兼合いから他排水混合水で本試験を実施。
- 並行して、既設染色排水処理水の薬注処理最適条件をジャーテストで検討すると共に、ランニングコストを確認。

試験概要(CASE 1 ~ 3) ②

Case	原水	プロセス	排水回収率
1	染色排水処理水(生物処理+凝集沈殿)	UF + RO	60~65%
2	染色排水処理水(生物処理+凝集沈殿)+活性炭	UF + RO	60~65%
3	染色排水処理水(生物処理+凝集沈殿+活性炭) &既設用水処理水排水 +活性炭	UF + RO	60~65%
3.1		UF + RO	60~65%
3.2		UF + RO	70~75%
3.3		UF + NF	70~75%

実証試験結果(CASE 1)

RO膜でも放流基準のCIを安定して満足すること、及び、膜設備の運転安定性(膜洗浄による作業員の作業負荷、膜洗浄に伴う洗浄排水処理含む)から総合的に、“(Case 3.1) UF + RO／回収率60~65%”が望ましいと判断。



CASE 1の実証試験結果による、現状の想定最大生産ベース(排水量1000m³/d)でのリサイクル設備導入によるランニングコスト削減効果の試算結果は以下となった。

取水費	60%削減
排水排出費	60%削減

- リサイクル水 色度・硬度ともにND ～ 工場側要求水質を満足
- 濃縮水はCOD(60~80 mg/l),色度(600~900 Pt-Co)処理のため既設排水処理設備の一部を転用

29

実証試験結果 (CASE 3)

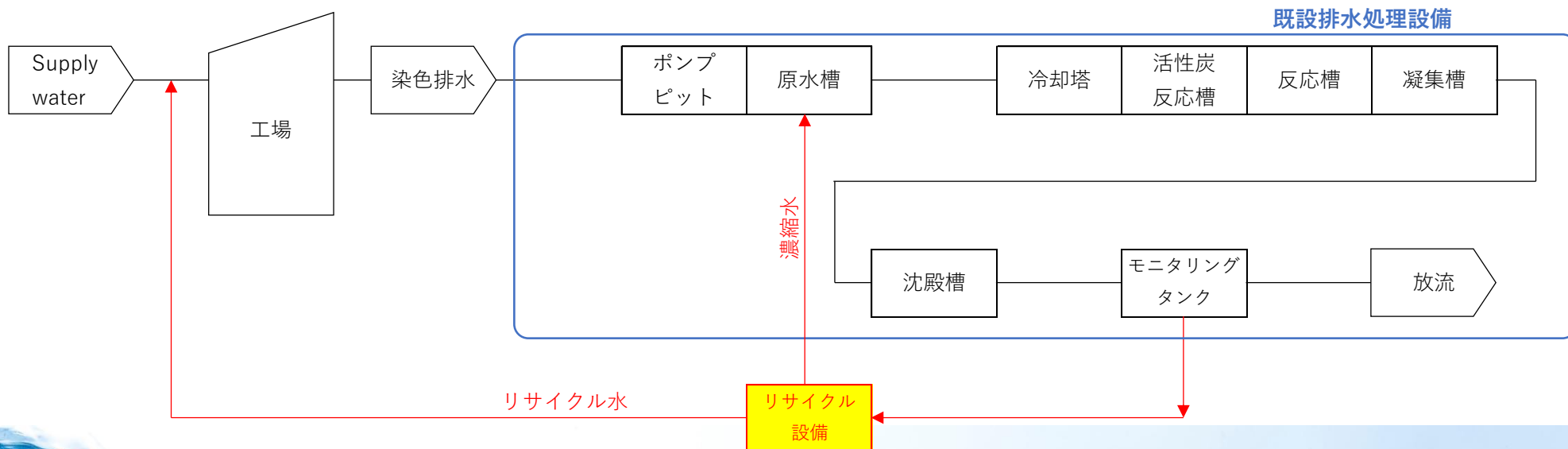
リサイクル水水質 (現場測定データ)

- 電気伝導度: $57\mu\text{S}/\text{cm}$
- 色度: ND



リサイクル原水 濃縮水 リサイクル水

リサイクル設備導入後の想定フロー



実証試験を通して得られた知見

- ・ 放流CI (日本に無いベトナム固有の規制値) の懸念がある場合、NF膜をRO膜の代替として適用できるかを確認
 - ➡ リサイクル後の水質はRO膜の方が優位、投資コストもRO膜が同等あるいは優位のため、Case1～3の結果比較ではRO膜を採用
- ・ リサイクル水質は染色生産用途として問題ないことを確認、回収率は60%回収での運転を確立
 - ➡ Case2は濃縮水安定処理から50%に設定
- ・ 追加設備投資を抑えつつ、濃縮水が放流基準値を満たす処理フローや、排水回収率の設定が必要であることを再認識

5. 今後の方針と予定について

事業を通じて期待される効果（水環境改善及び副次的効果）

1) 水環境改善効果

今回実証した染色排水向けのリサイクル技術を導入することで、用水使用量、及び排水放流量の低減に繋がり、周辺河川の水質改善に繋がる。

また、同様の環境負荷型産業向けの排水リサイクル技術の確立にも繋がる。

2) SDGs目標達成への貢献

水環境の他、以下3目標の達成に貢献。



：「すべての人に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保」



：「強靱なインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに技術革新を拡大」



：「持続可能な消費と生産のパターンを確保」

今後の方針と予定について

- VITASや、主要顧客の欧米アパレル大手企業などと協力し、排水リサイクルに関するセミナーを開催し、染色企業との接触機会を増やせるセミナー等を企画
- 工業団地内にある染色企業とコンタクトして、排水リサイクルに関するニーズを確認
- 排水リサイクルを検討している企業に対して、実証試験得られた結果を説明することで、排水リサイクルの有用性をアピール

将来的なビジネス展望

- 染色排水処理市場は2021～2030年平均で約52億円/年（うちリサイクル約5億円/年）と試算。
以降も市場拡大予想。
- 排水リサイクル施設本体と、O&Mとセットで発注が増えることが予想される。
- 運転マニュアル整備や遠隔監視等の監視システムの確立させ、OPEXの低減が必要となる。

