

メーカーとユーザが一体となった 変圧器の使用済絶縁油リサイクル事業

株式会社 キューヘン

令和5(2023)年10月20日

1. 研究目的と背景

◆目的

リサイクル絶縁油を柱上変圧器に採用し、新品絶縁油投入量を低減することで循環型社会の形成に貢献する

プロジェクト活動

○取り組む背景

- 柱上変圧器を修理する際、油入替された使用済絶縁油が焼却(CO2を排出)されている

○キューヘン環境方針

- 環境に配慮した製品の提供
- 廃棄物の削減及び再資源化を推進

(参考) 変圧器とは

変圧器は、発電所でつくられた高圧な電気を工場やビル、ご家庭などそれぞれの用途に合った電圧に変える機器です。

変圧器には、絶縁と冷却を目的に電気絶縁油が注油されています。

対象機器



柱上変圧器(電柱設置)

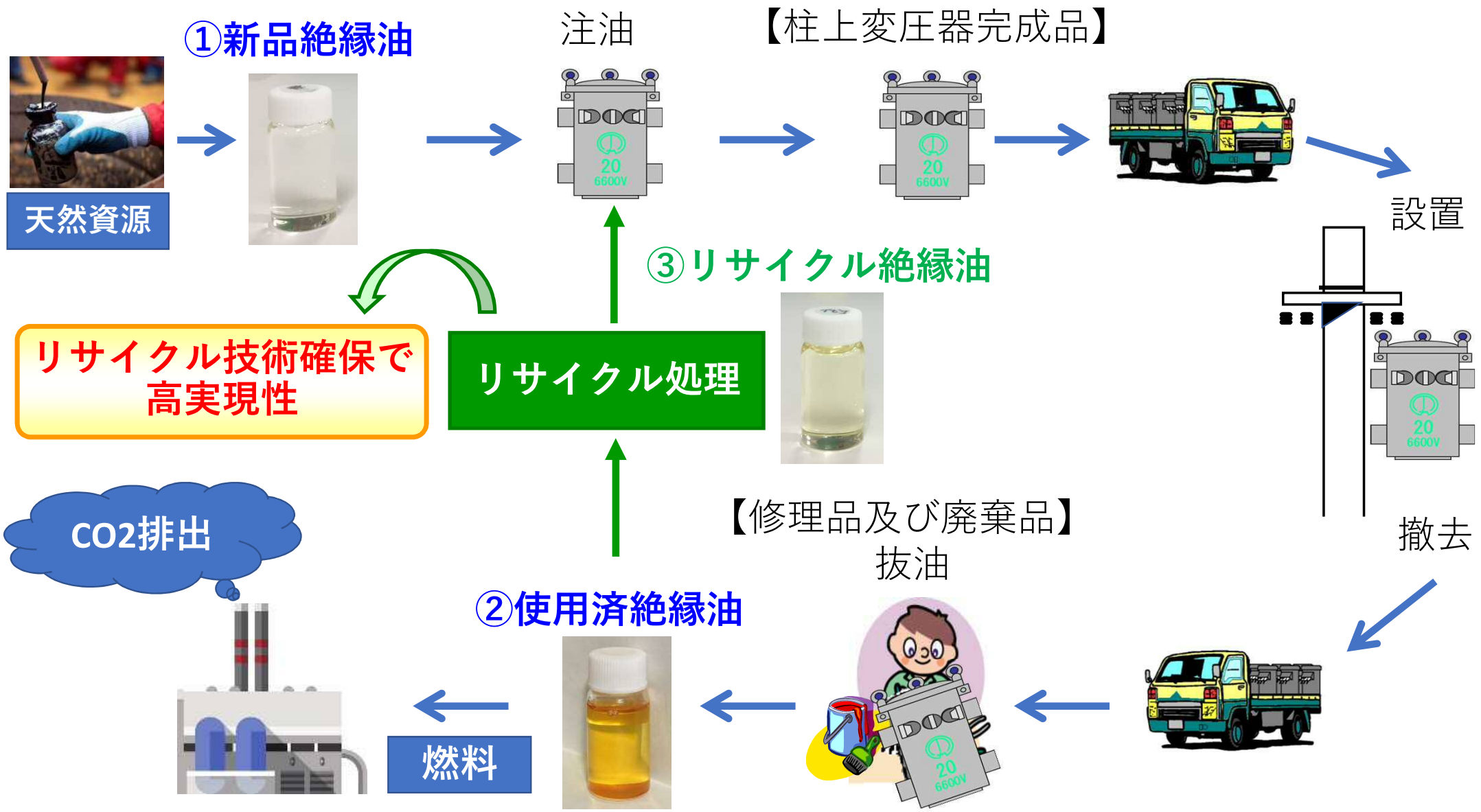
対象機器	柱上変圧器
容量(kVA)	10~100
電圧(V)	6900(一次)/210(二次)
油量(ℓ)	20~130
重量(kg)	65~450



大型変圧器(地上設置)

【リサイクル絶縁油事業イメージ】

現在の流れ →
今回の事業スキーム →



2. リサイクル技術を確保するために

(1) リサイクル技術開発体制

■福岡県リサイクル総合研究事業化センター

～研究開発から事業化までを総合的にサポート～

- ・共同研究開発の実施(補助金最大1,000万円/年・最長3年)
- ・研究成果の実践支援(県の試験研究所紹介、協力企業の紹介など)



■九州工業大学

- ・油や吸着剤の化学分野を支援



■キューヘン

- 社内体制
2名
- 技術開発
当社は電機製造業のため、電気・機械には強いが化学に弱い



■アドバイザー

- ・絶縁油の専門分野をアドバイス

(2) リサイクル技術調査

リサイクル技術	メリット	デメリット	備考	検討
①硫酸・白土法	安価で製造が可能である。	特別管理産業廃棄物が排出されるため、環境負荷が高い	1989年まで使用実績がある	×
②蒸留法	大油量処理できる (原油精製プロセス)	設備コストが高価	大油量が確保できれば事業化は可能	×
③吸着剤法	設備コストが蒸留法より安価 (小油量向き)	吸着剤が高価 廃吸着剤の発生	安価な吸着剤が確保できれば事業化は可能	○

わかったこと

- ・吸着剤法は、安価な吸着剤が確保できれば、事業化の可能性はある

(3) 開発の方向性

リサイクル処理技術は、事業化ベースに乗せることを前提に、環境負荷の低い、安価な吸着剤等によるリサイクル処理技術の確立に取り組んだ。

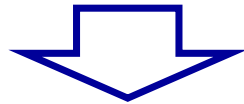
(4) 技術確立の判断基準

- JIS規格値を満たす
- 変圧器の性能が落ちない
- 長期安定性

3. 事業化へのステップと研究成果

○事業化ステップ内容

項目	2016年 実験的検討	2017-2019年 スケールモデルによる検討		
	第一ステップ ビーカーテスト	第二ステップ 卓上実験	第三ステップ 実証試験	第四ステップ 実機
絶縁油の リサイクル	安価な吸着剤探し	5ℓ 実験機で 設備構想	200ℓ 処理試験装 置で試作油の生産 と評価	5000ℓ /日処理プ ラントの実用化 検討



○第一ステップの成果

- ・ 安価な吸着剤(以下、特殊吸着剤)を見出す
- ・ 特殊吸着剤でリサイクル処理した絶縁油の特性確認
⇒ 良好な結果 (JIS規格値を満たす)

○特殊吸着剤でリサイクル処理した絶縁油の特性試験結果

	酸価 mg・KOH/g	水分 mg/kg	体積抵抗率 TΩ・m	誘電正接 %
①新油(測定値)	0.00	15以下	3以上	0.02
②使用済絶縁油	0.04	27	0.1	0.24
③しらす	0.04	45	0.2	0.20
④漆喰	0.00	29	1.7	0.02
⑤牡蠣殻粉	0.03	21	0.4	0.20
⑥特殊吸着剤	0.00	27	13	0.01
JIS-C-2320(1種4号)	0.02以下	30以下	0.5以上	0.1以下

○事業化ステップ内容

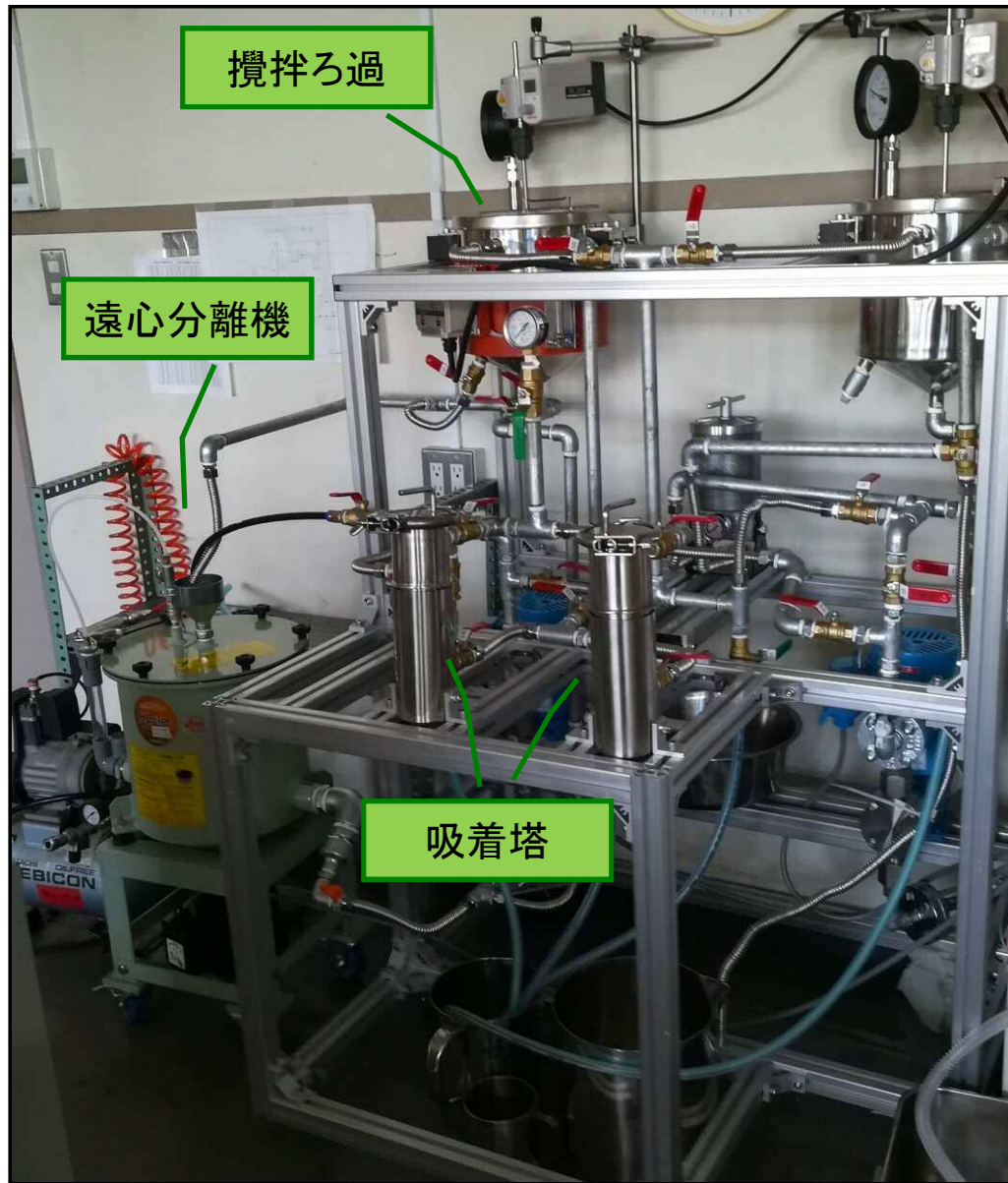
項目	2016年 実験的検討	2017-2019年 スケールモデルによる検討		
	第一ステップ ビーカーテスト	第二ステップ 卓上実験	第三ステップ 実証試験	第四ステップ 実機
絶縁油の リサイクル	安価な吸着材探し	5ℓ 実験機で 設備構想	200ℓ 処理試験装 置で試作油の生産 と評価	5000ℓ /日処理プ ラントの実用化 検討



○第二ステップ成果

- ・ 5ℓ 実験機で、スケールアップする製造方法の検討
- ・ 200ℓ 処理試験装置の設計完了

5ℓ 実験機

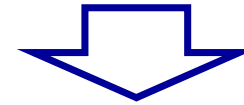


製造方法の検討

- ・ 遠心分離
- ・ 吸着塔
- ・ 攪拌ろ過

○事業化ステップ内容

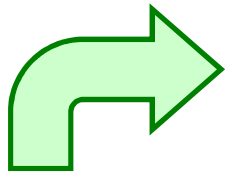
項目	2016年 実験的検討	2017-2019年 スケールモデルによる検討		
	第一ステップ ビーカーテスト	第二ステップ 卓上実験	第三ステップ 実証試験	第四ステップ 実機
絶縁油の リサイクル	安価な吸着材探し	5ℓ 実験機で 設備構想	200ℓ 処理試験装 置で試作油の生産 と評価	5000ℓ /日処理プ ラントの実用化 検討



○第三ステップ成果

- ・ 200ℓ 処理試験装置を用いて**試作油の生産**
- ・ 試作油を注油した**柱上変圧器の評価**(初期特性・加速劣化試験40年相当)をユーザと共同で実施
⇒ 長期安定性があり、変圧器の性能が落ちないことを確認

200 ℓ 処理試験装置

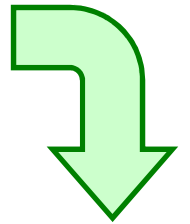


使用済絶縁油

攪拌タンク

濾過槽

真空脱気装置



試作油

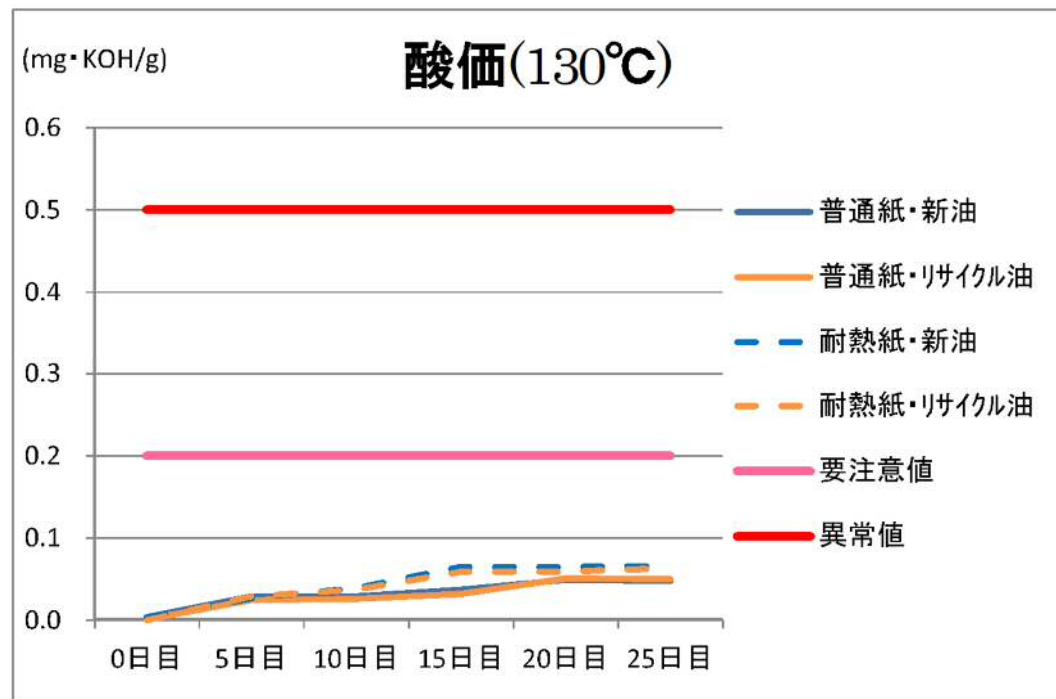
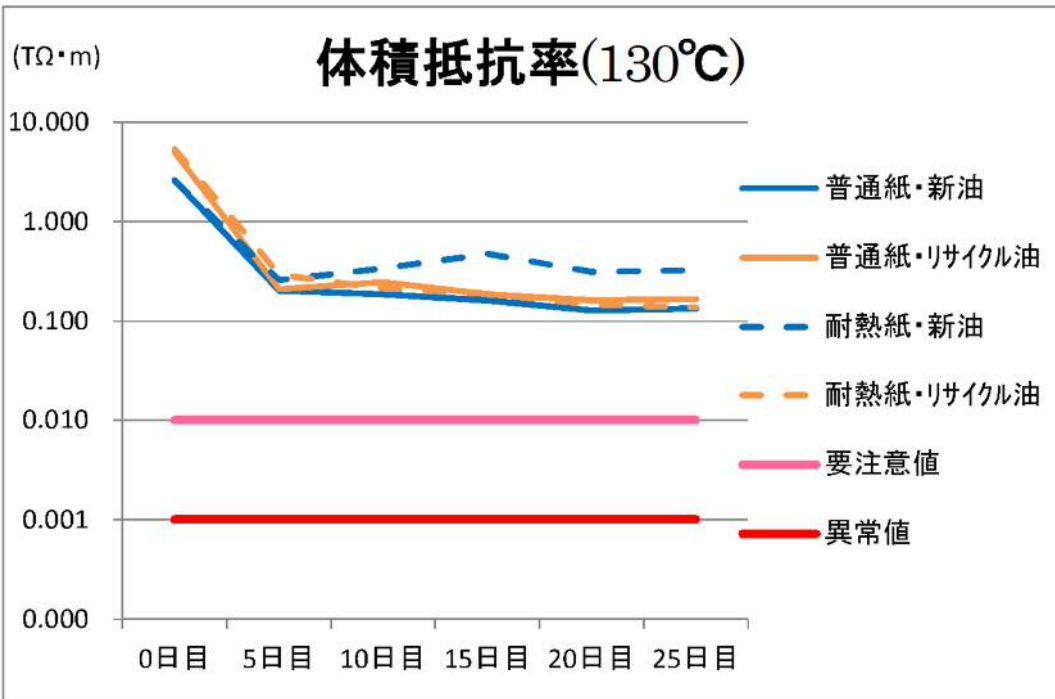
試作油の特性試験結果

初期特性値

	酸価 mg・KOH/g	水分 mg/kg	絶縁破壊電圧 kV	体積抵抗率 TΩ・m
①新油(測定値)	0.00	15以下	70以上	3以上
②使用済絶縁油	0.03	44	26	0.10
③リサイクル絶縁油	0.00	8	80	11
JIS-C-2320(1種2号)	0.02以下	-	30以上	0.1以上

JIS-C-2320(1種2号)を満たし、良好な結果

長期安定性



長期安定性があり、変圧器の性能が落ちないことを確認

○事業化ステップ内容

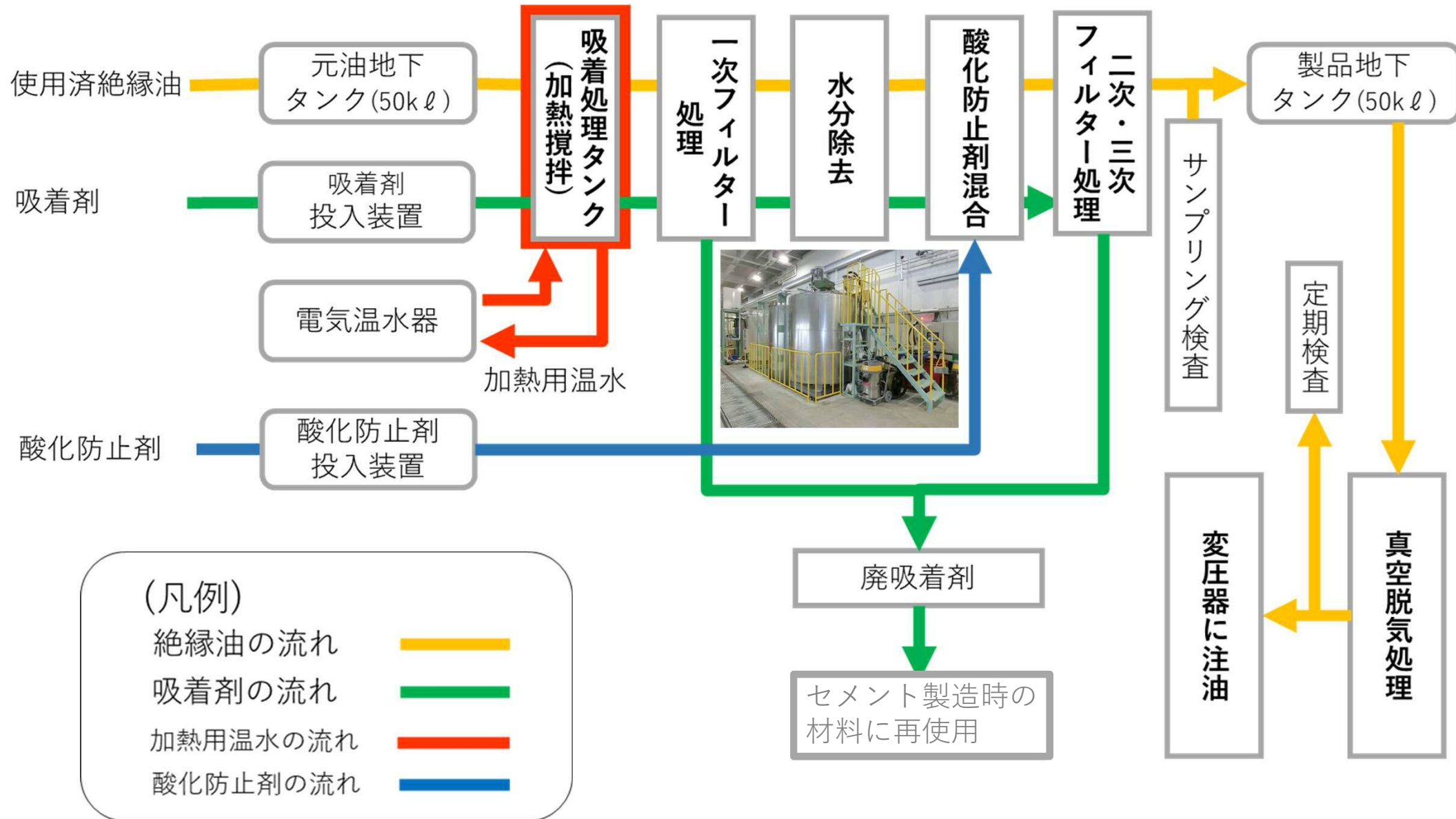
項 目	2016年 実験的検討	2017-2019年 スケールモデルによる検討		
	第一ステップ ビーカーテスト	第二ステップ 卓上実験	第三ステップ 実証試験	第四ステップ 実機
絶縁油の リサイクル	安価な吸着材探し	5ℓ 実験機で 設備構想	200ℓ 処理試験装 置で試作油の生産 と評価	5000ℓ /日処理プ ラントの実用化 検討



○第四ステップ成果

- (1) 実用プラントの設計を完了し、設備見積もりを取得
⇒ 設備投資しても 事業化ベースに乗ることを確認
- (2) 使用済特殊吸着剤のリサイクル化

4. リサイクル処理フロー



5. リサイクル設備の導入と処理実績

リサイクル設備の導入は、福岡県リサイクル施設整備費補助事業※で補助金を獲得し導入。処理実績は、2021年度からスタートし1,000klを超過



※ 福岡県リサイクル施設整備費補助事業(2020年度)

- ・循環型社会への効果大きい産業廃棄物のリサイクル設備に対し、福岡県が補助金を交付する制度
- ・技術の先導性、リサイクル効果、県内への波及効果、事業の確実性等の観点から審査が行われ採択された

(単位:kl)

	1/4期	2/4期	3/4期	4/4期	合計	備考
2021年度	10	55	55	95	215	柱上変圧器 約5千台相当
2022年度	125	140	140	110	515	柱上変圧器 約1万台相当
2023年度	150	165			315	
	総計				1,045	

6. まとめ

- 環境負荷の低い、廃棄物がほとんど出ないリサイクル技術
- ユーザとメーカーが一体となって品質評価
- 品質は、実使用上問題ないレベル(JIS規格値満たす)を達成

ご清聴ありがとうございました

END

当社は、本事業により資源の有効活用、循環型社会の構築、CO2削減、さらにはコストダウンに貢献してまいります。

