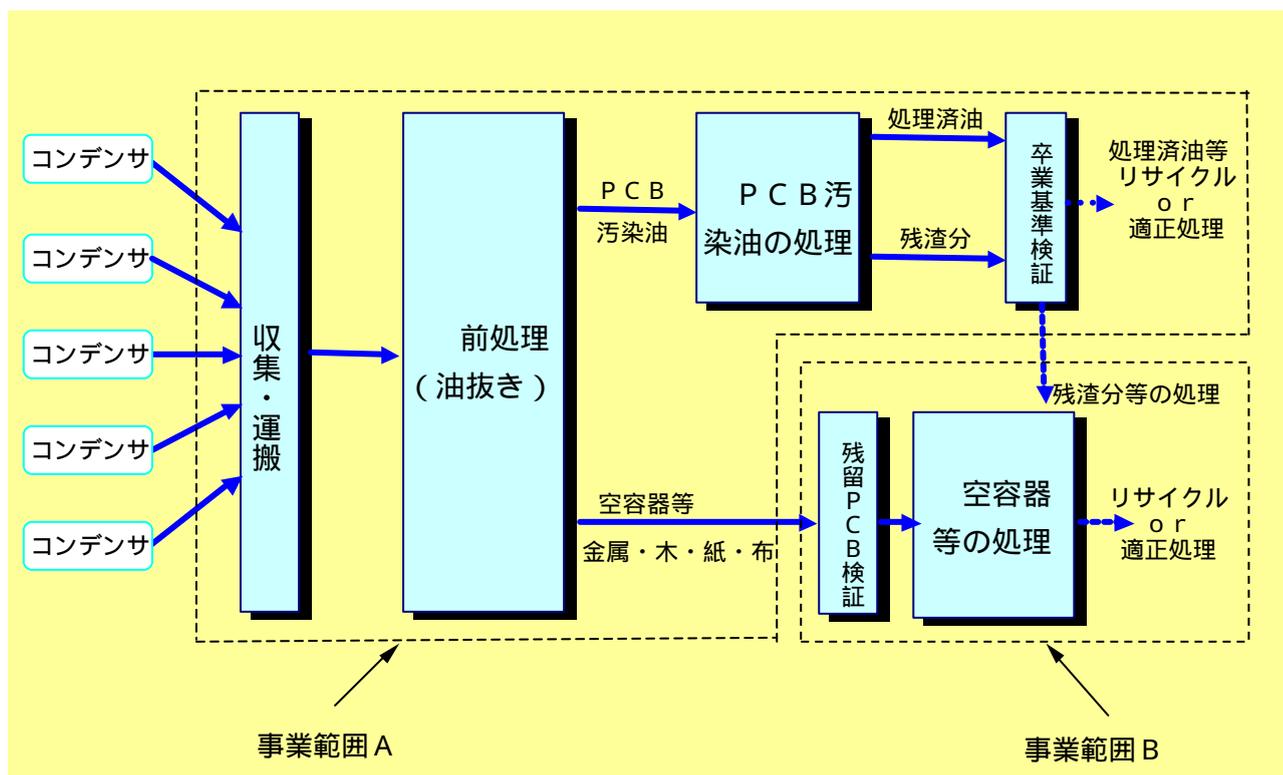


< P C B 汚染油の無害化処理技術を有する企業へのヒアリング内容 >

< 前提条件 >

対象範囲は、参考図に示すとおり、搬入したコンデンサ等の P C B 廃棄物に P C B 処理技術等を適用して卒業基準を満足させるもので、P C B 処理技術を含む処理施設全体を対象とする。なお、P C B 処理技術の種類により処理システム構成は異なるため、目標とする機能が実現できるならば、参考図と異なるのは差し支えない。



参考図 ヒアリングの対象範囲

< ヒアリング項目 >

・ P C B 処理技術に関する事項

1. 処理技術名
2. 国の技術評価状況及び国内外での稼働実績
 - 環境庁・通産省・厚生省による技術評価の状況
 - プラントの国内外の稼働実績
 - ・実験室レベル（実施時期、実施場所、処理対象、総処理量、施設規模、処理データ等）
 - ・実証試験レベル（実施時期、実施場所、処理対象、総処理量、施設規模、処理データ等）
 - ・実用運転（実施時期、実施場所、処理対象、総処理量、施設規模、処理データ等）
3. 反応原理
 - ・反応式
 - ・反応試薬

- ・反応条件（温度、圧力、反応前後の相（気相、液相、固相）、触媒等）
- ・排ガスの性状と発生量
- ・排水の性状と発生量
- ・反応生成物の性状と発生量
- ・システムフローシート
- ・標準マテリアルバランス
- ・バッチ処理 or 連続処理
- ・反応の適正進行を確認する方法
- ・異常反応の起こる可能性とその対処方法

4. 前処理（油抜き）

- ・前処理（油抜き）の要否
- ・前処理の具体的な方法
- ・前処理における制約条件（最大受入可能寸法等）

5. 当該処理技術の適用性

- ・絶縁油（PCB濃度による区分（高濃度、低濃度））への適用性
- ・処理不適物（混入により設備損傷もしくは性能低下の恐れのあるもの）

6. スケールアップ上の条件

- ・スケールアップの方法（サイズアップ or ユニット増設）
- ・スケールアップの上限

7. 当該処理技術の特徴と他技術と比較した場合の技術的な優位性

当該処理技術の特徴と他技術に比較して技術的に優位であると考えられる点について、その根拠とともに下記の例を参考に明示。

- （例）処理時間が短い、除去率が高い、適用性が広い、処理性能が安定、異常反応時の対処が容易、小規模施設に適用性が高い 等

8. 生活環境影響調査の確認事項

実用運転もしくは実証試験実施時における生活環境影響調査の実施状況に関して以下の項目について明示。

- ・調査項目
- ・調査場所
- ・調査頻度
- ・調査方法
- ・調査結果

9. 処理技術に関する特許

- ・基本技術は自社開発 or 海外から導入（具体的に）
- ・処理技術における特許事項

事業範囲 A の処理施設に関する項目

以下の施設計画条件で、概略の施設設計を行って必要事項を明示。

1. 施設計画条件

処理対象機器

豊田市及びその周辺地域内に保管されているPCB使用の高圧コンデンサ6,300台を処理対象とする(コンデンサ内のPCB絶縁油は濃度100%のものが約200tと仮定)。なお、高圧コンデンサの定格(容量)毎の構成台数は現在調査中のため、平均重量70kg、絶縁油重量31.5kg(45%相当)と仮定する。なお、定格の相違によるコンデンサの機器寸法の違いにも考慮すること。

建設条件

- ・建設場所：豊田市内
- ・公害防止基準：関係法令を遵守

2. 施設能力

- ・PCB汚染油のみ：0.2t/day(50t/y)、容器込み処理量：0.44t/day(110t/y)
(年間稼働日数は250日以上を確保)

3. 施設建設計画及びそのコスト

処理施設の施設配置計画

処理フローシート

マテリアルバランス

施設区分毎のプラント工事概算費用

- ・受入保管施設
- ・前処理施設
- ・PCB汚染油処理施設
- ・卒業基準検証施設
- ・空容器等の保管施設 等

建屋の仕様と構造

建屋工事概算費用

4. 建設期間(設計、施工)

工程表(計画・許認可手続き・設計・施工)

生活環境影響調査において、特に配慮が必要な項目(大気、水質(排水)、騒音、振動その他)及び必要な期間

その他

- ・施設建設に必要な届出(圧力容器、危険物)及びこれに要する期間
- ・配置計画上の考慮事項

5. 運転方式

自動化の範囲

1日当たりの運転時間及び年間運転計画

運転サイクル(投入・処理・搬出・受入準備)

自動計測項目の概要

処理物検査の方法及び頻度

ヒューマンエラーで誤操作が生じた場合の対処方策

6. 維持管理費

プラントの運転に必要な電力量・燃料・薬品その他消耗品費

処理の適正を確認するための試験・分析費用

プラントの定期点検整備に要する費用

基幹施設の使用頻度と耐用年数の関係

基幹施設更新費用（標準更新年数・更新費用）

減価償却相当額

操業に伴い必要な資格

操業人件費

- ・ 搬入管理
- ・ 操業（日勤及び交代勤務）
- ・ 操業管理

7. ユーティリティ条件等

用地面積（プラント設置面積、搬入、搬出、保管）

電力、燃料、薬品、水道、排水等（使用量・受入条件・排出条件）

処理物、残渣分（発生量・処分方法・費用）

8. 環境保全対策

事前の生活環境影響調査

- ・ 調査すべき項目、場所、頻度、期間、方法、費用等

運転時環境モニタリング

- ・ モニタリングすべき項目、場所、頻度、期間、方法、費用等

事後の環境影響調査

- ・ 調査すべき項目、場所、頻度、期間、方法、費用等

排ガス処理対策

排水処理対策

反応生成物の処理方策

9. 安全対策

異常反応時の処置

緊急停止措置

ヒューマンエラー等の誤操作の防止策

P C B 絶縁油が含まれた高圧コンデンサ等の運搬にあたっての安全対策

- ・ 安全管理
- ・ 交通事故時の対応策 等

その他安全対策を全て列挙

10. 処理終了後の施設の解体・撤去について

施設の解体・撤去方法

- ・ 具体的な解体・撤去方法

- ・ 解体物の処理方法
 - ・ 作業員の安全確保方策
 - ・ 解体・撤去時の環境保全対策
- 施設の解体・撤去に係る費用

・ 事業範囲 B の処理施設に関する項目

1. 空容器等の処理に関する提案

卒業基準のない木・紙・布等の P C B 含浸物の処理方法とその概算コスト

前処理（油抜き）で P C B 汚染油を分離・洗浄した空容器の処理方法とその概算コスト

高温焼却 鐘淵化学 高温焼却法

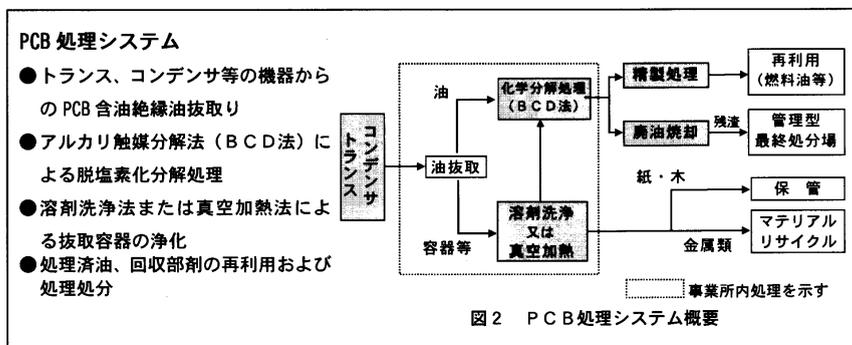
基礎情報	概要	1,100 以上の高温で噴霧したPCBを燃焼
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	
	処理温度 / 圧力	1,100 以上
	処理時間	-
	主要生成物	炭酸ガス・水・無機塩・焼却灰
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	国産技術
	国内採用実績 / 国内運転実績	鐘淵化学 / 鐘淵化学、高砂工業所
実用化・ 法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 （施行令、施行規則、厚生省告示）	1976年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	CO ₂ （炭酸ガス） CO（一酸化炭素） HCl（塩化水素）ガス Cl ₂ （塩素）ガス 但し、排ガスは化学処理に比べて大量に発生
	排水の性状	HCl H ₂ O
	反応生成物の性状	固形の反応生成物は焼却灰のみ？
	反応試薬や触媒の性状	アルカリ剤:NaOH 尿素 H ₂ O
	反応生成物の資源化の可否	不明
	反応生成物の処理方法	不明
	CO ₂ 排出の有無	不明
	廃棄物発生の有無	不明
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	異常時は緊急遮断装置の稼働で対処（緊急水自動供給等も）
	緊急停止措置	炉温度、炉圧力、燃焼効率等の異常（上昇、低下）があった場合は緊急遮断装置による自動遮断（手動遮断で緊急遮断することも可）
	異常時の汚染防止対策	防油堤の設置 緊急遮断装置の設置 装置故障時のバックアップの充実 耐震設計（300ガル）
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	フェールセーフ / フールプルーフの設計概念による自動監視制御 重要装置のインターロック化 重要計器の2重化、重要スイッチの施錠等
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	緊急遮断装置の稼働 鐘淵化学の高温焼却時に、工場内処理施設の試運転で運転員の誤操作による緊急遮断装置の作動が生じたことあり

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	防護服着用、作業環境分析 防護服着用により直接曝露は防止可能 作業環境分析により作業環境の悪化を防止
技術的視点	処理技術の特徴	噴霧したPCBを1,100 以上（鐘淵化学では1,450 以上）の高温で、炉内での滞留時間2秒以上を確保して焼却する方法 分解効率の高さ（9-ナイン（99.9999999%）） 反応時間の短さ（約2秒） 反応温度の高さ（1,450 ） 反応の制御パラメータの多さ（高温熱分解炉内温度、熱分解ガス中CO濃度、O ₂ 濃度、CO ₂ 濃度、空気量、廃PCB供給量、燃焼効率、滞留時間等） 運転管理の精密性が求められる 装置が複雑で、施設規模が大きいこと
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：1987.11～1989液状PCB5、500t 海外：米国、カナダ、英国、ドイツ、スイデンなど多数 （但し、焼却施設の構造等は国内と海外で相違あり）
	運転操作性	全て中央制御室での操作員によるコンピュータ管理
	反応の適正進行の検証方法	下記を制御用コンピュータに接続された測定機器による自動計測 炉内温度、焼却効率、滞留時間、 液状PCB供給量、熱分解空気量、 熱分解ガス中のO ₂ 濃度・CO濃度・CO ₂ 濃度 高温熱分解炉内圧力など
	上記の検証のしやすさ	自動計測のため、容易な検証は可能 但し、処理反応の生成物についてPCBそのものの有無の分析はしていない（PCBの連続測定が不可能なため）

脱塩素化分解 荏原製作所 BCD法

基礎情報	概要	アルカリ剤としてKOHを使用して、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	KOH
	処理温度/圧力	300～320 / 常圧
	処理時間	4時間(高濃度、バッチ式)、30分(低濃度、連続式)
	主要生成物	ビフェニル化合物・無機塩
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	米国より導入、日本の基準に合わせて自社で実用化
	国内採用実績/国内運転実績	自社、大手通信会社（予定）/自家処理
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	N ₂
	排水の性状	凝縮水 但し、排水放流はなし
	反応生成物の性状	固形物 （KCl等の塩類） 油
	反応試薬や触媒の性状	KOH 絶縁油 添加剤（不飽和系炭化水素） 処理済油の精製用分離助剤（シリカ主体の工業用吸着剤）
	反応生成物の資源化の可否	精製油は燃料として再利用可
	反応生成物の処理方法	精製油は燃料油として再利用 塩類を含む廃油は産廃処理(焼却)
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	有り
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	ヒータ停止、連続式の場合はPCB油供給停止 処理油の停止 消火設備の設置 処理不十分の場合は再処理可能
	緊急停止措置	ヒータ停止、連続式の場合はPCB油供給停止(複数箇所から停止可能) （運転監視モニタ、テレビモニタ等による異常認知）
	異常時の汚染防止対策	PCB管理区域の設定/防液堤の設置 処理棟換気の排気処理 PCB管理区域の閉鎖
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	各種マニュアル整備、作業訓練、処理の自動化
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	装置のインターロック 保護具着用等

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	PCBは閉鎖系で取り扱い 管理区域への入室制限 & 保護具着用 作業環境分析
技術的視点	処理技術の特徴	窒素雰囲気中、常圧下、300～320℃での反応 処理後の適正反応の検証が可能 (反応が不備の場合のやり直しがきく) 制御パラメータの少なさ (反応温度、反応圧力(常圧)、窒素雰囲気) 反応原理、分解装置のシンプルさ 反応性の強い薬剤を使用しないこと (KOH, 不飽和系炭化水素, シリカ主体の吸着剤のみ) 反応停止が冷却のみで可能
	国内外の稼働実績(実用機)	国内: 自社処理2000.1～ 海外: オーストラリア 2社1992～1998 : 韓国1999.6～(事故があったとの話あり(1995.オーストラリアで 小規模火災事故。原因は設備上の不備。改善済み)) BCD法は米国EPA(環境保護庁)開発技術 NTTが本技術を自社処理で採用予定
	運転操作性	制御するパラメーターも少なく、遠隔操作が可能で運転が 容易 反応中の冷却制御や反応停止用の薬剤添加が不要で運転操 作は容易
	反応の適正進行の検証方法	<反応中> 反応温度、反応圧力 <反応後> 反応生成油をバッチ分析で確認 (自社開発の迅速分析法を利用)
	上記の検証のしやすさ	処理済油をサンプルリグ後にPCBを分析 (迅速分析法で時間短縮が可能)



脱塩素化分解 三井物産 / 東京電力 化学抽出分解法

基礎情報	概要	DMI (1,3-ジメチル-2-イマゾリジン) を溶媒に、アルカリ剤としてはKOHかNaOHを、水素源は絶縁油を使用して、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通 (高濃度PCB、低濃度PCB)
	反応試薬	KOHかNaOH、DMI (1,3-ジメチル-2-イマゾリジン)
	処理温度 / 圧力	200 ~ 210 / 常圧
	処理時間	1 ~ 6時間
	主要生成物	ビフェニル化合物・無機塩
	基本技術 (国産技術or海外から技術導入)	国産技術
	国内採用実績 / 国内運転実績	自社 / なし (横浜、千葉、川崎で東京電力が自家処理を計画中)
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 (施行令、施行規則、厚生省告示)	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	排ガスは無し
	排水の性状	排水放流はなし?
	反応生成物の性状	ビフェニル類 (PHBP, BP等) DMI 添加剤 KCl (orNaCl) ケーキ (上記排水と同様)
	反応試薬や触媒の性状	溶媒兼触媒: DMI (1,3-ジメチル-2-イマゾリジン (非プロトン性極性溶媒)) KOH (もしくはNaOH) 添加剤 (炭化水素)
	反応生成物の資源化の可否	塩 (KCl (orNaCl)) は産廃処理 ビフェニル類は燃料等で再利用可能
	反応生成物の処理方法	ビフェニル類は燃料等で利用 (KCl (orNaCl)) ケーキは産廃処理
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	有り
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	不明
	緊急停止措置	不明
	異常時の汚染防止対策	不明
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	不明
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策 (特に反応異常時の対応での誤操作の対策)	不明

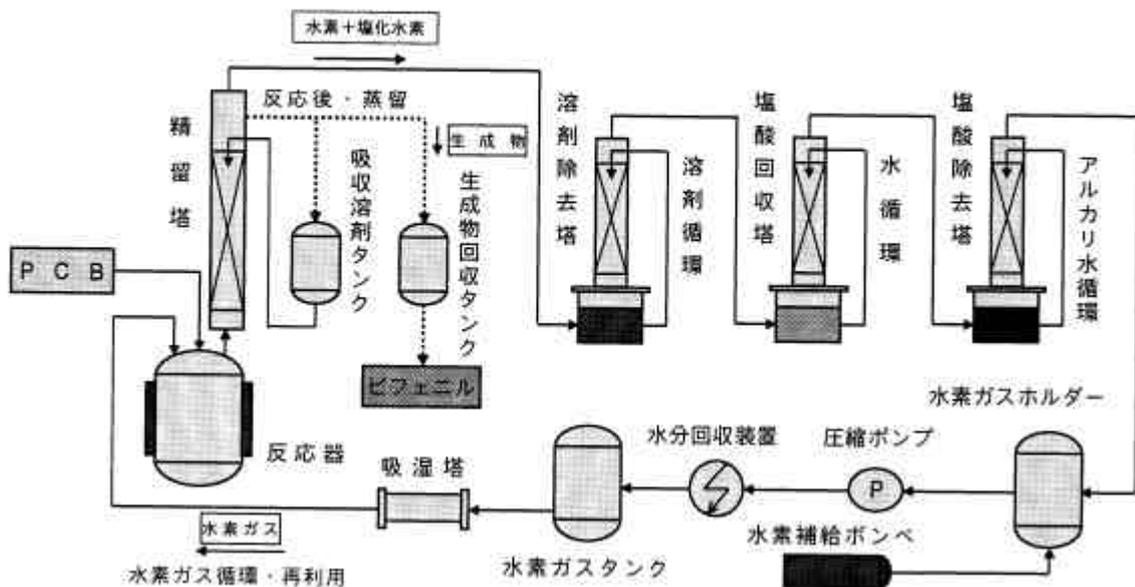
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	PCBを取扱うところは、油抜き、分解槽周りとし最小限に抑え、PCBを取扱うところをPCB管理工程と位置づけ 作業員に対しては、DCSにて遠隔操作を基本とし、現場への立入りを最小限とする 分析採取に関しては、クローズドサンプリングシステムを採用し、作業員へのPCB暴露を防ぐ 作業員は、防塵マスク、ゴーグル等の安全防護器具にて暴露を防ぐ
技術的視点	処理技術の特徴	非プロトン性極性溶媒の触媒による、常圧下、200～210℃での反応NaOHを用いて、液相→液相の脱塩素化分解 反応がマイルドに進行 制御パラメータの少なさ (反応温度(溶媒温度) 反応圧力(常圧)、窒素雰囲気) 反応原理、分解装置のシンプルさ 処理後の適正反応の検証が可能 (反応が不備の場合のやり直しがきく) 反応温度の若干の高さ(他の脱塩素化処理技術との比較)
	国内外の稼働実績(実用機)	平成13年夏に東京電力株式会社横浜火力発電所にて低濃度PCB処理設備を稼働予定その他、川崎市、千葉市でも計画中
	運転操作性	PCBを取扱うところは、油抜き、分解槽周りとし最小限に抑え、PCBを取扱うところを管理工程として位置づけ、作業員は遠隔操作が基本
	反応の適正進行の検証方法	<反応中> 反応温度(溶媒温度) 反応圧力 <反応後> 反応生成油をバッチ分析で確認 (迅速分析法を利用)
	上記の検証のしやすさ	処理済油をサンプリング後にPCBを分析 (迅速分析法で時間短縮が可能)

脱塩素化分解 関西テック Pd/C法

基礎情報	概要	Pd/C (パラジウムカーボン) 触媒の下、水素ガス (H ₂) を使用して、PCBを脱塩素化分解
	適用 PCB 濃度	高濃度PCB
	反応試薬	Pd/C触媒、水素 (H ₂)
	処理温度 / 圧力	180 ~ 260 / 常圧
	処理時間	3 ~ 5時間 (反応・蒸留 6 時間 / バッチ実処理の場合)
	主要生成物	ビフェニル化合物・塩酸・無機塩 (少量NaCl)
	基本技術 (国産技術or海外から技術導入)	国産技術
	国内採用実績 / 国内運転実績	なし / なし
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 (施行令、施行規則、厚生省告示)	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	排ガス発生は微量 (反応中の排ガス発生はなし) N ₂ (置換ガス) H ₂ (置換ガス) H ₂ O (水蒸気)
	排水の性状	排水は無し (回収塩酸: 再利用または産廃、アルカリ水: 産廃)
	反応生成物の性状	PCB分解油 ビフェニル、フェニルクロヘキサン、ビシロヘキシル混合物 塩化水素ガス (塩酸として回収)
	反応試薬や触媒の性状	反応溶媒: パラフィン系溶剤 触媒: Pd/C (パラジウムカーボン) 水素供給体: H ₂ ガス
	反応生成物の資源化の可否	PCB分解油は燃料として、塩化水素は塩酸として資源化可能
	反応生成物の処理方法	PCB分解油は純粋な炭化水素として燃料として利用 塩化水素は、PCBや有機物を含まない塩酸 (HCl) として回収 (再利用または外販)
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	無し
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	整備した緊急時手順に基づいて対応 (周辺への通報や人員の避難等)
	緊急停止措置	緊急停止システムを完備
	異常時の汚染防止対策	防液堤の設置 反応器建屋の排気処理 反応器建屋の床面の浸透防止措置 消火設備
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	バルブ やスイッチ等の表示明確化
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策 (特に反応異常時の対応での誤操作の対策)	インターロックシステム & アラーム等の設備

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	労働衛生保護具の着用 (防毒マスク、送気マスク、保護服、手袋、長ぐつ) 局所排気、排ガス処理、その他特定化学物質等予防規則等に準ずる
技術的視点	処理技術の特徴	Pd/C (パラジウムカーボン) 触媒の存在下、常圧下、180~260でPCBに水素ガスを接触させ、PCBを化学的に脱塩素化分解 脱塩素化にアルカリ剤を用いないため、分解生成物のビフェニル類に塩素や塩類を含まない純粋な炭化水素が得られること 反応でアルカリを使用しないので、産廃処理が必要な廃棄物の発生がない 反応がマイルドに進行 処理後の適正反応の検証が可能 (反応が不備の場合のやり直しがきく) 制御パラメータの少なさ (反応温度、反応圧力、反応器内の酸素/水素濃度等) 反応原理のシンプルさ 可燃性、爆発性の高いH ₂ (水素)の利用
	国内外の稼働実績(実用機)	国内:無し 海外:無し
	運転操作性	バッチ運転でありながら、自動運転が可能
	反応の適正進行の検証方法	<反応中> 反応温度(溶媒温度)、反応圧力、補給反応水素ガス量 <反応後>反応生成油等をバッチ分析で確認
	上記の検証のしやすさ	処理済油をカプリング後にPCBを分析

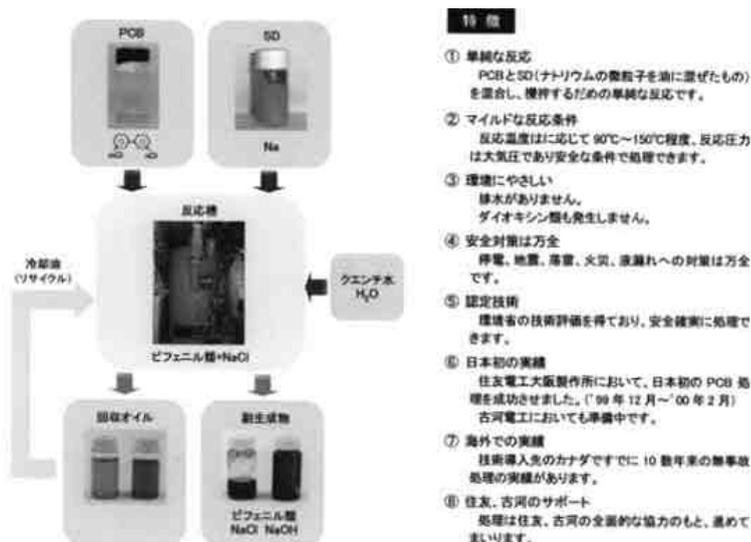
高濃度PCB処理装置フロー



脱塩素化分解 住友電工 / 原子燃料工業 OSD法

基礎情報	概要	アルカリ剤として、金属Naを絶縁油中に微粒子として分散させたもの（SD）を使用し、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	Na分散体（SD）
	処理温度 / 圧力	80～140 / 常圧
	処理時間	0.5～3時間
	主要生成物	ビフェニル化合物・無機塩
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	カナダより導入
	国内採用実績 / 国内運転実績	住友電工 / 自家処理
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	N ₂ H ₂
	排水の性状	無し（手洗水、洗濯水、分析用水等のみ）
	反応生成物の性状	残渣 ビフェニル類 NaCl NaOH H ₂ O
	反応試薬や触媒の性状	SD 鉱油（ベース油、冷却油） 水（洗浄水） 窒素ガス（カバーガス）
	反応生成物の資源化の可否	鉱油、副生成物（鉱油、ビフェニル類、NaCl、NaOH、水の混合物）とも混合燃料として窯業等の燃料で資源化可能 塩分を分離しない場合にはClが3,000ppm以下となるように他の廃油と混合し、濃度調整する
	反応生成物の処理方法	鉱油は次バッチ以降の処理に利用 副生成物（鉱油、ビフェニル類、NaCl、NaOH、水の混合物）は他の廃油と共に混合燃料として窯業等の燃料として使用 塩分を分離しない場合にはClが3,000ppm以下となるように他の廃油と混合し、濃度調整する
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	無し
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	緊急時マニュアル等に基づいた対応
	緊急停止措置	緊急停止装置の完備
	異常時の汚染防止対策	PCB管理区域の設定 防液堤の / 溜め桝の設置 活性炭フィルターによる建屋換気 建屋床の浸透防止加工 耐震設計
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	バルブ等にタグの取付け / コネクタ形状の工夫（誤った接続防止）
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	インターロックシステム&アラーム等の設備

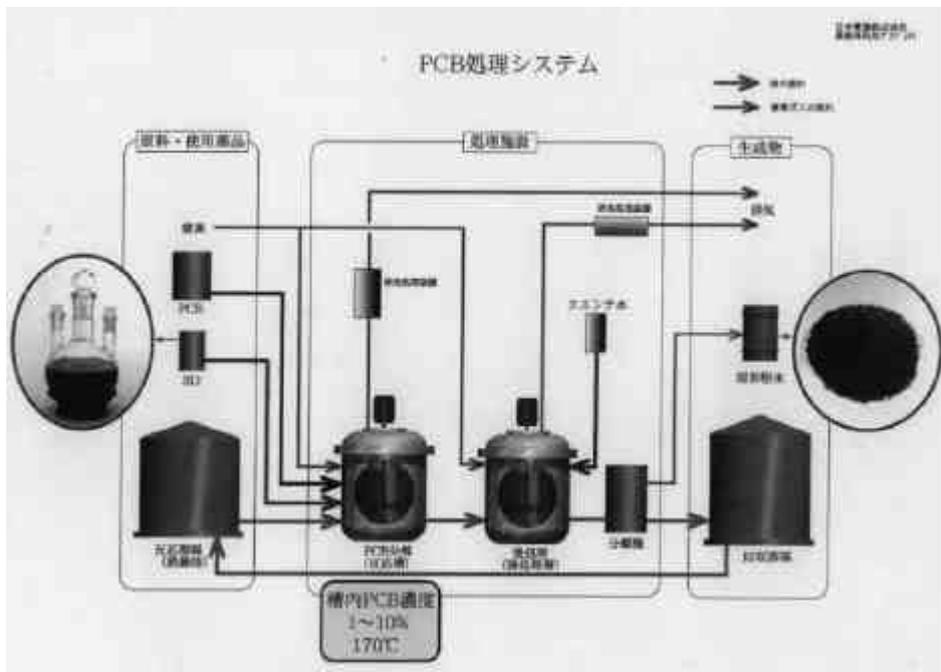
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	PCB含有機器の穴開けは専用ユニット内で実施（穴開けはダイキシン発生防止のため熱がかからず、PCBが漏れない新開発の油圧ポンプ（特許申請中）） 作業員の面罩、ゴーグル、マスク、専用服、長手袋、安全靴等の保護具着用義務化 1回/6ヵ月毎に作業員の健康診断 専用ユニットの関係者以外の立入禁止 消防訓練の実施
技術的視点	処理技術の特徴	窒素雰囲気中、常圧下、120～150（143 ± 4）での反応 SD（金属ナトリウム分散体）を用いて、液相 液相の脱塩素化分解（反応保持時間30分） 反応がマイルドに進行 処理後の適正反応の検証が可能 （反応が不備の場合のやり直しがきく） 制御パラメータの少なさ（反応温度） 反応原理、分解装置のシンプルさ SD（金属ナトリウム分散体）の使用
	国内外の稼働実績（実用機）	国内： 1999.12に自社大阪製作所で低濃度汚染油14,495kg 2000.1に自社大阪製作所で高濃度PCB220kg 2001.3に古河電工で高濃度処理を予定 海外： OntarioHydroが1987～2000年まで608万lを処理 Rondar INC. が1986～1997年まで86万lを処理
	運転操作性	運搬 液抜き 脱塩素化処理 余剰Naの処理・分離 （脱塩素化処理以後は主に制御室のスイッチ操作のため、容易）
	反応の適正進行の検証方法	<反応中> 反応温度（溶媒温度） <反応後> 反応生成油等をバッチ分析で確認
	上記の検証のしやすさ	副生成物を溶出試験にて確認（回収油は冷却油としてリサイクルするため測定しない）



脱塩素化分解 日本曹達 SD法

基礎情報	概要	アルカリ剤として金属Naを絶縁油中に微粒子として分散させたもの(SD)を使用し、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通(高濃度PCB、低濃度PCB)
	反応試薬	Na分散体(SD)
	処理温度/圧力	160~170 (高濃度PCB) 50~60 (低濃度PCB) / 常圧
	処理時間	反応時間 2.5時間
	主要生成物	ビフェニル化合物・無機塩
	基本技術(国産技術or海外から技術導入)	国産技術
	国内採用実績/国内運転実績	自社、電力会社2社(制約)/自家処理
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年(施行令、施行規則、厚生省告示)	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能 最大400kg/日処理(高濃度)プラントの詳細設計完了
環境性	排ガスの性状	N ₂ +H ₂ (H ₂)
	排水の性状	無し
	反応生成物の性状	固形粉末例 (ポリフェニル系高分子) 23% (油) 5% その他(NaOH, NaCl, 水) 52%
	反応試薬や触媒の性状	SD (Na15%、絶縁油85%) 絶縁油と同じ消防法第4種第3石油類に該当 (金属ナトリウムが属する第3類の性質を有さない)
	反応生成物の資源化の可否	油は溶媒として繰り返し利用する(燃料油でも利用可)
	反応生成物の処理方法	油は溶媒として繰り返し利用する(燃料油でも利用可) 固形粉末は助燃剤として有効利用
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	有り
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	各工程を手動停止して、異常部分を確認 PCB分解の再度やり直し等に対応 緊急時マニュアル等に基づいた対応
	緊急停止措置	緊急停止は手動操作 (異常時も各工程は安全側で進行して停止)
	異常時の汚染防止対策	PCB管理区域の設定 防液堤の設備 消火設備 活性炭フィルターによる建屋換気 建屋床の浸透防止加工
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	プロセッサによる自動運転&運転マニュアル整備等
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策(特に反応異常時の対応での誤操作の対策)	フェイルセーフの思想を導入し、計装によりバックアップ(インターロックシステム&アラーム等の設備)

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	PCB: 管理区域への入室制限&活性炭マスク等の保護具着用 SD: 保護具着用(保護具着用により直接曝露は防止可能) 作業は液抜き及び分析試料採取を除いて、自動運転
技術的視点	処理技術の特徴	窒素雰囲気中、常压下、160~170℃での反応 SD(金属ナトリウム分散体)を用いて、液相-液相の脱塩素化分解 反応がマイルドに進行 処理後の適正反応の検証が可能 (反応が不備の場合のやり直しがきく) 制御パラメータの少なさ(反応温度、PCB供給速度) 反応原理、分解装置のシンプルさ SD(金属ナトリウム分散体)の使用
	国内外の稼働実績(実用機)	国内: 自社処理2000.1~40バッチ以上(内高濃度31バッチ)処理済 海外: 無し T電力、H電力の自社処理では本技術を採用決定、処理準備中
	運転操作性	作業チャートに則って、計装室で作業者がコントロール (各工程毎に起動 正常終了 次の工程へ) (PCB分解工程 後処理工程 固液分離工程)
	反応の適正進行の検証方法	<反応中> 反応温度(溶媒温度)、反応圧力 <反応後> 反応生成油等をバッチ分析で確認
	上記の検証のしやすさ	処理済油をサンプルリグ後にPCBを分析 (分析に時間はかかるが、分かり易く确实)



脱塩素化分解 神鋼バンテック S P 法

基礎情報	概要	アルカリ剤として金属Naを絶縁油中に微粒子として分散させたもの(SD)を使用し、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通(高濃度PCB、低濃度PCB)20%以下
	反応試薬	Na分散体(SD)
	処理温度/圧力	90(高濃度PCB) 90(低濃度PCB)/常圧
	処理時間	10分~3時間
	主要生成物	ビフェニル類・無機塩
	基本技術(国産技術or海外から技術導入)	カナダより導入(POWERTECH社)
	国内採用実績/国内運転実績	なし/なし
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年(施行令、施行規則、厚生省告示)	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	N ₂ (加 ^レ ガス) H ₂ (余剰ナトリウム水和時)
	排水の性状	蒸発固化により水分を回収し、系内リサイクル
	反応生成物の性状	固相廃棄物 NaCl NaHCO ₃ & Na ₂ CO ₃ H ₂ O 廃IPA(IPA、H ₂ O) (但し、オプションとしてプロセスへ全量リサイクルシステム対応可能) 処理済油
	反応試薬や触媒の性状	金属Na分散体 CO ₂ H ₂ O 絶縁油 IPA(イソ ^ル ピ ^ル アルコール)
	反応生成物の資源化の可否	処理済油は重油として資源化可能(低温処理により、処理油の変色・変性、劣化が非常に少ない) (燃料用、電気絶縁油用) 固相廃棄物、廃IPAは産廃処理
	反応生成物の処理方法	固相廃棄物、廃IPAは産廃処理 処理済油は重油として再利用
	CO ₂ 排出の有無	中和用としてCO ₂ を注入し、余剰分を排出
	廃棄物発生の有無	有り

異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	緊急時マニュアル等に基づいた対応
	緊急停止措置	緊急停止装置の完備
	異常時の汚染防止対策	PCB管理区域の設定 防油堤の設置 自動火災報知器設置&専用消火器設置 活性炭フィルターによる建屋換気 建屋床の浸透防止加工
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	局所排気設備、遠隔作業、安全防具の着用、漏洩防止パンの設置 セルフ方式の配管キャプチャー採用、漏洩防止パンの設置、消火設備の整備
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	装置のインターロック 機器の固定等
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	装置室内部の換気扇による強制換気（排気は活性炭フィルターを通して放出） 洗浄用シャワー、洗眼台の設置 防護服、消火設備の設置
技術的視点	処理技術の特徴	窒素雰囲気中、常圧下、90℃での反応（PCB濃度20%以下） 金属Na分散体を用いて、液相-液相の脱塩素化分解 低温（90℃）処理 反応がマイルドに進行 処理後の適正反応の検証が可能 （反応が不備の場合のやり直しがきく） 制御パラメータの少なさ（反応温度、反応圧力等） 反応原理、分解装置のシンプルさ SD（金属ナトリウム分散体）の使用 IPAの使用により処理後の重合物の生成がほとんどない
	国内外の稼働実績（実用機）	国内 ・神戸製鋼グループ内の自家処理を現在計画中 ・1998年4月実機スケール（500L/バッチ）にて実証実験を実施 海外 ・開始時期：1989年より稼働し現在も処理運転中 ・実施場所：カナダ・ブリティッシュコロンビア州 ・処理対象：トランス油を電気絶縁体として再生 ・これまでの総処理：13,000Kt 世界的に最も多くの処理実績を持つ（10年間無事故）
	運転操作性	自動運転制御
	反応の適正進行の検証方法	脱塩素化反応後に結果を独自に開発した簡易分析法バッチ分析（GC-ECD）で確認（現場迅速分析）
	上記の検証のしやすさ	処理済油をサンプリング後にPCBを分析（分かりやすく確実） 前処理を含め、1時間以内に分析完了 精度も0.1mg/kg（定量下限値）、0.05mg/kg（検出下限値）を確保

脱塩素化分解 日興リカ 触媒水素還元法

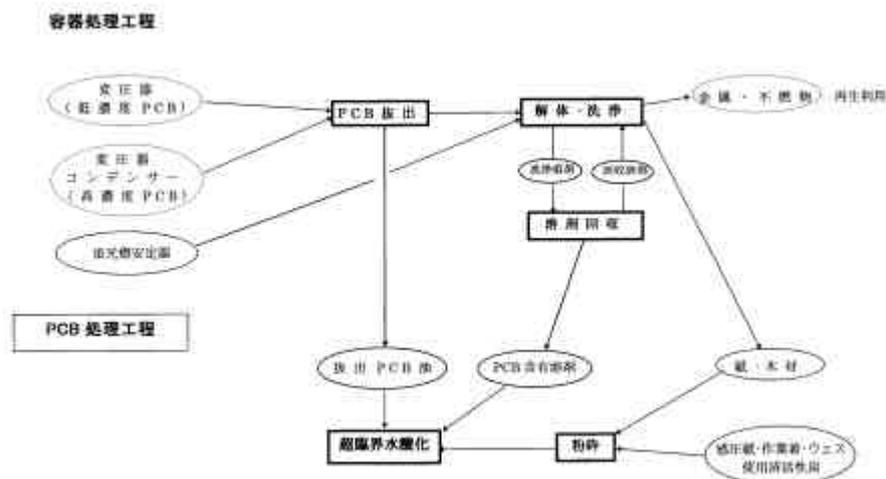
基礎情報	概要	スポンジ・ニッケル触媒により、H ₂ 、NaOHの存在下、PCBを脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	スポンジ・ニッケル触媒、H ₂ 、NaOH(アルカリ)、電気絶縁油(炭水化物)
	処理温度/圧力	250 / 0.3（常圧）～1.0MPa以下
	処理時間	反応時間 4時間(バッチ)
	主要生成物	ビフェニル化合物・無機塩
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	国産技術 日興リカ(株)特許第1982066号：電気絶縁油の精製方法
	国内採用実績/国内運転実績	なし/なし
実用化・ 法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 (施行令、施行規則、厚生省告示)	2001年3月予定
	実用化の進捗度	基準化は2001年3月だが、施設設計・工事発注には直ちに対応できる
環境性	排ガスの性状	N ₂ 、H ₂ 、電気絶縁油分解ガス
	排水の性状	食塩水(NaCl + H ₂ O)
	反応生成物の性状	NaCl H ₂ O ビフェニル化合物 ビフェニル フェニルシクロヘキサン ビシクロヘキシル
	反応試薬や触媒の性状	触媒:スポンジ・ニッケル カバ-ガス:N ₂ 中和剤:NaOH 水素供給体:H ₂ 使用量は追加確認要
	反応生成物の資源化の可否	ビフェニル化合物は化学品原料として資源化が可能
	反応生成物の処理方法	食塩水(NaCl + H ₂ O)は排水放流 ビフェニル化合物は蒸留して化学品原料とする
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	無し

異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	本技術の反応においては異常反応が発生することはない。但し、反応器温度制御系の故障により温度上昇が起り内圧上昇の場合はH ₂ の供給を停止し安全弁が作動し内圧を低下させる。安全弁経由で排出された内容物はN ₂ 雰囲気であるブローダウータンクに全量捕捉され冷却される。又、反応器は自動停止する
	緊急停止措置	反応器内の異常が検知された場合、N ₂ の投入、安全弁による内圧低下等の措置を自動的に実施
	異常時の汚染防止対策	管理区域 / 非管理区域の設置 ブローダウータンク（安全弁） / 防油堤設置など
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	制御系は全てDCS化（警報類完備）し操作部はアンサーバック回路設置 非常時、緊急時の停止機構は自動化し、極力人為的操作を排除する
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	非常緊急停止機構による自動停止
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	処理装置そのものが密閉設備であり内部物質の周辺雰囲気への曝露はない。サンプリング個所には局所排気設備を設置し、これらからの排気は活性炭吸着処理設備に導入する。これにより通常運転時に運転員等が内部物質に曝露されることは極めて稀である。又、サンプリング等の作業時は呼吸器保護具（マスク）、ゴム手袋、ゴーグル等の保護具を着用する
技術的視点	処理技術の特徴	スポンジ・ニッケル触媒により、H ₂ 、NaOH（アルカリ）の存在下、250℃、0.3（常圧）～1.0MPa以下でPCBを脱塩素化し、食塩水とヒェル化合物に分解する方法 処理後の適正反応の検証が可能（反応が不備の場合のやり直しがきく） 反応原理のシンプルさ 可燃性、燃焼速度の速いH ₂ （水素）の利用 反応温度の高さ（他の脱塩素化処理技術との比較） 2次廃棄物ができない 設置面積が比較的少ない
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：無し 海外：無し
	運転操作性	プロセスのほとんどはDCSによる自動運転であり、運転員の業務は中央制御管理室におけるCRT画面上の制御システムの監視・確認作業が中心である。現場における作業はサンプリング採取作業、パトロール等である
	反応の適正進行の検証方法	脱塩素化反応後に結果をガスクロマト分析で確認
	上記の検証のしやすさ	処理済油をサンプリング後にPCBを分析（分析に時間はかかるが、分かり易く確実）

水熱酸化分解 オルガノ 超臨界水酸化法

基礎情報	概要	高温、高圧状態である超臨界水の強い酸化力を利用して、PCBを酸化分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	純水、中和剤（NaOH）、界面活性剤
	処理温度/圧力	450～650 / 25MPa
	処理時間	1～5分
	主要生成物	水・炭酸ガス・無機塩
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	国産技術
	国内採用実績/国内運転実績	半導体工場廃液(35m ³ /d)1件
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	1998年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	N ₂ O ₂ CO ₂
	排水の性状	H ₂ O
	反応生成物の性状	塩類 NaCl Na ₂ CO ₃
	反応試薬や触媒の性状	界面活性剤（物質名は非開示） NaOH（中和剤） IPA（補助燃料）起動時のみ H ₂ O（清水、分析排水、手洗排水） Air（N ₂ 、O ₂ ）
	反応生成物の資源化の可否	塩類（NaCl、Na ₂ CO ₃ ）の資源化は不明
	反応生成物の処理方法	CO ₂ 、N ₂ 、O ₂ は排ガスとして排出 H ₂ Oは排水として排出 塩類（NaCl、Na ₂ CO ₃ ）は放流か塩類分離して廃棄物処理
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	有り（塩類含有水）
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	緊急逃し弁、安全弁を経由して水中に処理ガスを噴出させ、常温近くまで急激に冷却 仮に未分解のPCBや反応生成物があった場合でも、水中に凝縮させる
	緊急停止措置	緊急停止装置（反応温度、反応圧力の異常（上昇、低下）があった場合はコンピュータ制御で自動停止）の完備
	異常時の汚染防止対策	PCB管理区域の設定 反応器破損等による噴出ガスは反応器を覆うフードに覆われた常時ブローで吸引し、噴出ガスを活性炭吸着処理 防液堤の設置 床面の浸透防止措置（エポキシ樹脂コンクリート）
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	作業マニュアル等の整備 / 重要スイッチ類へのボタンカバーの設置 / 高圧機器関係の手動バルブの二重化等
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	制御機器の多重化による操作ミスの回避 / 重要スイッチ類の誤操作防止のためのボタンカバー設置 /

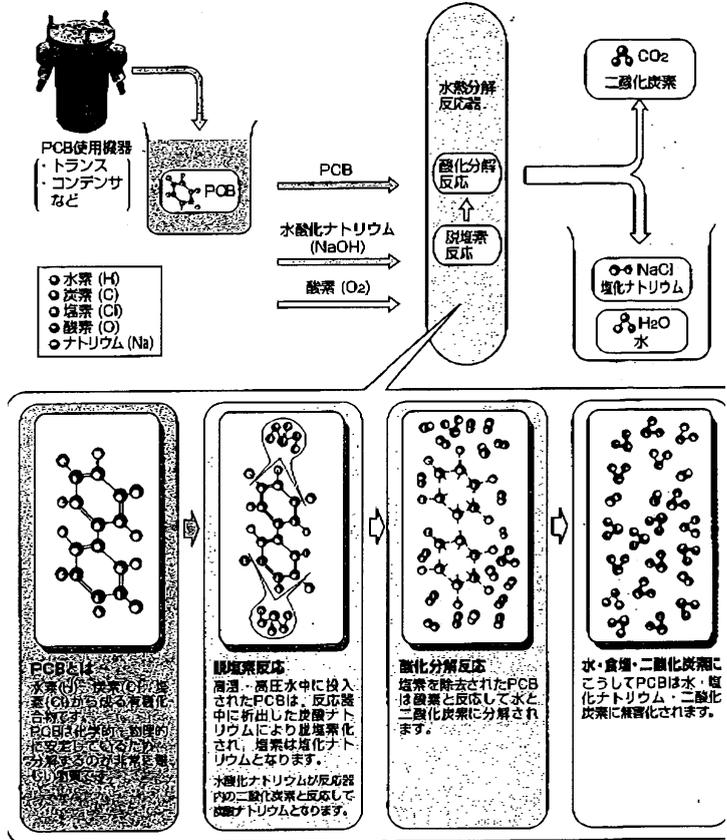
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	PCB管理区域内： 作業員が防護服着用 必要箇所での局所換気 建物全体の換気 薬品（IPA, NaOH等）： 配管及びタンクへの薬品名称明記 フェイスガード付防護 ヘルメットの着用
技術的視点	処理技術の特徴	優れた反応溶媒特性を有する超臨界水中で酸化反応を起こすことによって、PCBを完全に分解する 反応生成物はCO ₂ 及NaClを含んだ水溶液 固形廃棄物は生じないこと 紙・木・布のPCB含浸物の処理も可能なこと 但し、細かく砕く必要あり 反応時間の速さ 反応温度、反応圧力の高さ 反応の厳密な管理、運転管理の精密性が求められる
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：PCB処理装置としては無し （半導体工場廃液、ダイキリン分析廃液、実験廃液の処理装置では稼働実績あり） 海外：無し
	運転操作性	PCB処理事業（液抜きを除く）は全てコンピュータ制御 作業員はファクトに則って、下記の手順を実施 装置起動 運転監視 自動分析 装置停止
	反応の適正進行の検証方法	反応自体の適正進行は反応温度と反応圧力のみで検証 排水及び排ガスの全量をバフファタックに溜めて、PCBオンラインモニターを用いた1回/2時間のPCB濃度自動測定(排ガス CO、CO ₂ 、排水 TOC（全有機炭素）を併行して自動分析)
	上記の検証のしやすさ	排水及び排ガス中のPCB検証は、オンラインモニターにより自動計測可能



水熱酸化分解 三菱重工 水熱分解法

基礎情報	概要	高温、高圧状態の熱水の強い酸化力を利用して、PCBを酸化分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	水、水酸化ナトリウム（NaOH）
	処理温度 / 圧力	380 / 26.5MPa
	処理時間	-
	主要生成物	水・炭酸ガス・無機塩
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	米国より導入
	国内採用実績 / 国内運転実績	自社分自家処理 / 自社分自家処理
法制度化・実用化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	2000年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	CO ₂
	排水の性状	塩化ナトリウム水溶液（H ₂ O、NaCl）
	反応生成物の性状	排ガス、排水以外は無し
	反応試薬や触媒の性状	水酸化ナトリウム（NaOH）
	反応生成物の資源化の可否	CO ₂ 、H ₂ O、NaClは一般環境中へ排出（資源化は否）
	反応生成物の処理方法	CO ₂ は排ガスとして排出 H ₂ O、NaClは塩化ナトリウム水溶液として排水
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	無し
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	重要な温度・圧力は2重化したセンサで監視し、異常時はインタロック停止
	緊急停止措置	インタロック停止と非常停止ボタンを設置
	異常時の汚染防止対策	装置を防液堤及び防護壁で囲み飛散・漏洩を防止
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	通常運転だけでなく異常時の対応方法もマニュアルに明記
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	重要な温度・圧力は2重化したセンサで監視し、異常時はインタロック停止
労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	反応塔など高圧部分は、隔壁で囲って換気し、排ガスは活性済槽を通して排出

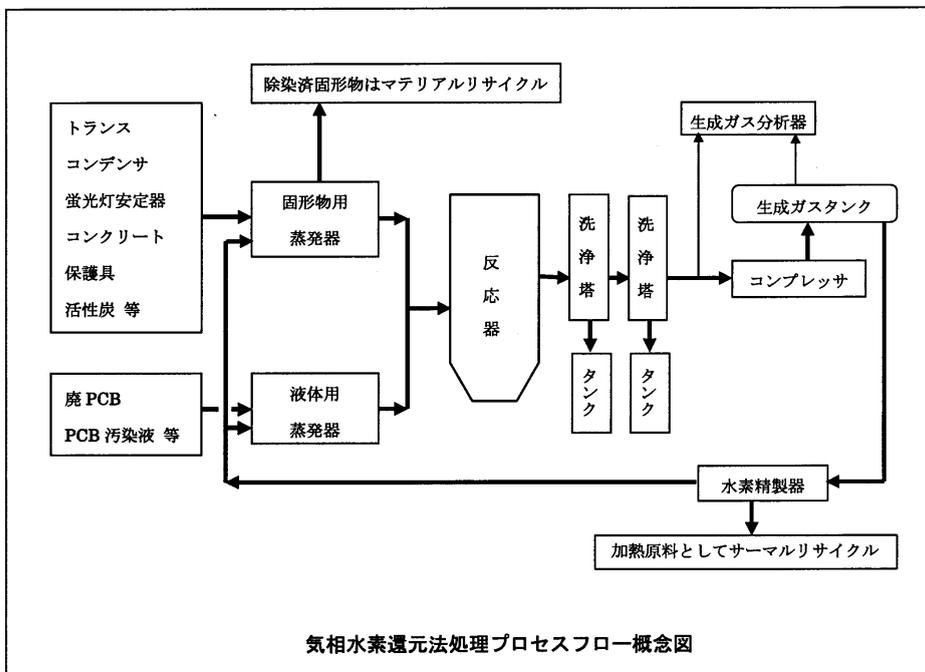
技術的視点	処理技術の特徴	<p>高温・高圧の熱水中（380 /26MPa。炭酸ナトリウム（Na₂CO₃）塩化ナトリウム（NaCl）等の不純物の存在で超臨界状態にはならず液相のまま）でPCBを脱塩素化及び酸化して、NaCl、CO₂、H₂Oに分解する</p> <p>反応生成物はCO₂及NaClを含んだ水溶液</p> <p>固形廃棄物は生じないこと</p> <p>紙・木・布のPCB含浸物の処理も可能なこと 但し、細かく砕く必要あり</p> <p>反応時間の速さ</p> <p>反応温度、反応圧力の高さ 反応の厳密な管理、運転管理の精密性が求められる</p>
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：自社分自家処理 海外：無し
	運転操作性	不明
	反応の適正進行の検証方法	<p>排水中PCB：いったんタワの貯蔵をして化学抽出法+GCによる短時間測定法で管理（開発中）</p> <p>排ガス中PCB：レーザー式オンライン測定法で管理（開発中）</p> <p>反応自体の適正進行は装置出口でサンプリング・分析し検証</p>
	上記の検証のしやすさ	反応自体の適正進行は装置出口でサンプリング・分析し容易に実施



還元熱化学分解 東京貿易㈱・日本車輛・製造㈱ 気相水素還元法

基礎情報	概要	高温の水素により還元して、PCBを化学分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	水素（H ₂ ）、NaOH
	処理温度/圧力	850 以上/常圧
	処理時間	反応時間 1秒以内（ガス滞留時間1秒以内）
	主要生成物	水・炭酸ガス・NaCl
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	カナダより導入
	国内採用実績/国内運転実績	無し/実証機運転
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	2000年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	生成ガスの燃焼排ガス： CO ₂ H ₂ O
	排水の性状	H ₂ O NaCl
	反応生成物の性状	生成ガス、排水以外は無し
	反応試薬や触媒の性状	H ₂ NaOH
	反応生成物の資源化の可否	生成ガスは装置加熱用熱源
	反応生成物の処理方法	H ₂ 、CH ₄ 、CO、C ₆ H ₆ 等の生成ガスは装置の加熱用熱源として燃焼利用、排水は活性炭処理後放流（生成ガスの燃焼排ガスは大気放出）
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	無し
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	下記操作がコンピュータによる自動制御 PCB廃棄物の供給又は蒸発操作の停止 生成ガスの水素回収装置への移送停止 生成ガスの反応器での再処理 モノクロベンゼン濃度設定値以下まで反応器と生成ガス貯蔵タンクで循環 通常運転へ
	緊急停止措置	制御パラメータ設定値を外れた場合に緊急停止回路で自動停止
	異常時の汚染防止対策	漏洩カ所を塞ぎ、非常停止措置 換気装置の活性炭吸着処理 床面の地下浸透防止措置
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	運転者教育、マニュアル整備・運用、通常点検場所以外への立入禁止措置など
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	システム全体の監視制御機能による誤操作の警報、処理中止、システム非常停止

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	保護具（安全靴、防毒マスク、防護服等）の着用 保護具着用により直接曝露は防止可能
技術的視点	処理技術の特徴	無酸素水素雰囲気中、常圧下で850℃で加熱 触媒を用いることなく気相で分解・脱塩素する還元反応 反応生成物は低級炭化水素（気体）を含む生成ガス及びNaClを含んだ水 固形廃棄物は生じないこと 反応時間が短い 反応温度の高さ 反応の厳密な管理、運転管理の精密性が求められる
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：無し 海外：カタール 1996.2～1997.8 ：オーストラリア 1995.5～
	運転操作性	全て中央制御室でのオペレーターによるコンピュータ管理
	反応の適正進行の検証方法	下記を制御用コンピュータに接続された測定機器により自動計測 反応器内の温度、圧力、ガス滞留時間 スクラフ出口の水素濃度、酸素濃度 スクラフ出口及び生成ガス貯蔵タンク内のモノクロベンゼン濃度 スクラフのpH
	上記の検証のしやすさ	自動計測のため、検証は容易に可能 （但し、PCBそのものの分析はしていない）

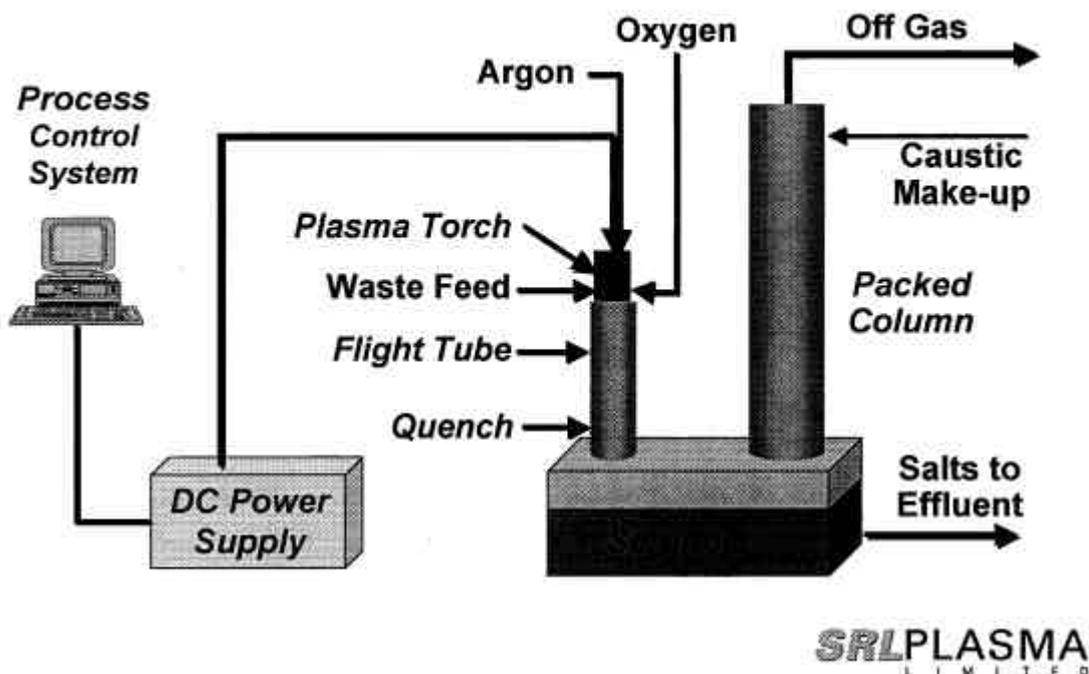


還元熱・化学分解 伊藤忠商事 PLASCON法

基礎情報	概要	アルゴンガス雰囲気下でアーク放電により3,000 以上の超高温で、PCBを分解
	適用PCB濃度	共通（高濃度PCB、低濃度PCB）
	反応試薬	-
	処理温度/圧力	3,000～10,000 以上/常圧
	処理時間	-
	主要生成物	塩類・炭酸ガス
	基本技術（国産技術or海外から技術導入）	オーストラリアより導入
	国内採用実績/国内運転実績	なし/なし
実用化・法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年（施行令、施行規則、厚生省告示）	2001年予定
	実用化の進捗度	法制化完了後、実用化可能
環境性	排ガスの性状	CO ₂ Ar（アルゴン）ガス O ₂ N ₂ H ₂ O（水蒸気）ガス
	排水の性状	H ₂ O NaCl Na ₂ CO ₃
	反応生成物の性状	NaCl CO ₂ H ₂ O Na ₂ CO ₃
	反応試薬や触媒の性状	（触媒、中和や置換などプロセス運転上必要なものを含む） 酸素、アルゴン、水（脱イオン水）、NaOH（苛性ソーダ）、圧縮空気
	反応生成物の資源化の可否	否
	反応生成物の処理方法	排水については二次処理設備必要
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	有り
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	異常反応時はコンピュータ制御でプラント完全停止
	緊急停止措置	コンピュータ制御で異常が検知された場合、設備を自動的に緊急停止
	異常時の汚染防止対策	施設全体を不測の漏洩に備えコンクリート製の堰堤で囲んでいる
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	操作の自動化、マニュアルの徹底
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策（特に反応異常時の対応での誤操作の対策）	自動停止

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	装置の中核部の周りをスクリーンで被覆（予期しない配管破断に備えた措置） 装置運転中は作業員を立入禁止
技術的視点	処理技術の特徴	プラズマによる3,000 以上の超高温でPCBを原子にまで分解させる方式 反応生成物は低級炭化水素（気体）及NaClを含んだ水 固形廃棄物は微量（フィードの0.1%） 反応時間の速さ（30mm秒以下） 反応温度の高さ 反応の厳密な管理、運転管理の精密性が求められる
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：無し 海外：オーストラリア1992～ 4基稼働中（内PCBは1基）、400t以上処理済
	運転操作性	コンピュータ制御（PLC:プログラマブル論理制御回路）による完全自動式
	反応の適正進行の検証方法	US EPA法に基づく、排気ガス、排水のサンプリング及びガスクロマトグラフィー分析（日本においてはJISの規定に準拠）
	上記の検証のしやすさ	平常運転時はプロセスデータの管理のみ

PLASCON™ PROCESS SCHEMATIC



光分解 東芝 UV/触媒分解法

基礎情報	概要	PCBを紫外線照射で低塩素化後、触媒で完全に脱塩素化分解
	適用PCB濃度	共通(高濃度PCB、低濃度PCB)
	反応試薬	前段：紫外線、後段：触媒
	処理温度/圧力	光分解工程40~60、触媒分解工程75 / 常圧
	処理時間	1バッチ1h程度
	主要生成物	ピフェニル、塩、アセトン、水
	基本技術(国産技術or海外から技術導入)	国産技術
	国内採用実績/国内運転実績	なし/なし(2001年度に社内処理プラント稼働予定)
実用化・ 法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 (施行令、施行規則、厚生省告示)	2000年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は可能
環境性	排ガスの性状	N ₂ (加 ^レ ガス) 加 ^レ ガスとしての使用量と同じ?
	排水の性状	H ₂ O NaClの洗浄水(再利用するため排出量は少量) 手洗水、非常洗身(シャワー)水、分析室排水
	反応生成物の性状	NaCl 廃油 (IPA) (ピフェニル) (アセトン) (水)
	反応試薬や触媒の性状	水素供与体: IPA(イソ ^レ ルアルコール) 反応試薬: NaOH 触媒: 貴金属/カーボン
	反応生成物の資源化の可否	廃油(IPA、ピフェニル、アセトン、水)はボイラー等の助燃剤として再利用可能 IPAは再利用
	反応生成物の処理方法	廃油は助燃剤として再利用可能 NaClはリサイクルを検討中
	CO ₂ 排出の有無	無し
	廃棄物発生の有無	有り
異常時の影響と対策	異常反応時の対処方法	プラント安全停止 光分解系、触媒反応系の隔離弁閉鎖 換気系作動でPCB吸着 防火ダンパ閉鎖
	緊急停止措置	上記監視制御装置で異常が検知された場合、設備を自動的に緊急停止
	異常時の汚染防止対策	PCB、IPA等の液体漏洩防止装置設置 防油堤設置 各装置の隔離弁の閉鎖 換気系作業によるPCB吸着 防火ダンパの完備
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	警告・注意ラベル/運転員教育の充実/インターロック機能の完備等
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策 (特に反応異常時の対応での誤操作の対策)	フルブルーパの設計概念による制御

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	グローボックス設置（前処理（PCB抜取）） 局所排気装置（分析）設置 防護具の着用（手袋・眼鏡・作業服・非常用洗身、アイシャワー） 管理区域設定 管理区域への入域管理
技術的視点	処理技術の特徴	PCBをIPA（イソプロピルアルコール）に希釈し、NaOHを添加したものを処理液とする。光分解工程で処理液に紫外線を照射し、PCBの初期濃度の90%以上を分解する。続いて、触媒分解工程で触媒によりPCBを処理基準より十分小さい濃度まで分解する。反応生成物はフェニル、アセトン、水、NaCl、と比較的単純な物質である 常圧かつ、常温に近い(75℃以下)反応。暴走的反応でなく、反応はマイルドに進行 処理後の適正反応の検証が可能 (反応が不備の場合のやり直しがきく) 反応温度の低さ 光分解40～60℃、触媒分解：75℃ 各工程毎にPCB濃度のチェックができる 適正な分解がされなかった場合、不良箇所の特が容易（運開時は各工程毎に分析、傾向がつかめた時点で排出時のみ分析するという運用も可能）
	国内外の稼働実績（実用機）	国内：川崎市東芝事業所で自家処理を現在計画中（2000年度） 海外：無し
	運転操作性	作業パートに則って、作業者がコントロール (各工程毎に起動 正常終了（PCB濃度分析） 次の工程へ) 温度、圧力は各々センサによって監視し、バルブや弁によって自動制御
	反応の適正進行の検証方法	廃油は排出毎に分析し、PCB濃度が処理基準以下であることを確認した後払い出しを行う。(各工程毎の分析も可) 反応が適正でなかった場合、各工程での分析が可能なので不良箇所の特が容易である
	上記の検証のしやすさ	各工程毎に処理されたものをサンプリングしてPCBを分析できるので、工程毎の検証がしやすい

光分解 鉄道総研 紫外線分解/生物分解法

基礎情報	概要	PCBを紫外線照射で低塩素化後、微生物でさらに分解
	適用PCB濃度	共通
	反応試薬	前段：紫外線、後段：微生物
	処理温度/圧力	常温/常圧
	処理時間	2.5日/バッチ
	主要生成物	水・塩酸・余剰汚泥
	基本技術(国産技術or海外から技術導入)	国産技術
	国内採用実績/国内運転実績	なし/なし
実用化・ 法制度化	関係法令の基準遵守	
	廃棄物処理法令上で認められた年 (施行令、施行規則、厚生省告示)	2000年
	実用化の進捗度	現時点で実用装置の建設は困難
環境性	排ガスの性状	CO ₂
	排水の性状	H ₂ O
	反応生成物の性状	HCl(塩酸)
	反応試薬や触媒の性状	溶媒:アルコール(エタノール,メタノール) PCB分解菌(ComamonastestosteroniTK102株、 RhodococcusopacusTSP203株)
	反応生成物の資源化の可否	不明
	反応生成物の処理方法	不明
	CO ₂ 排出の有無	有り
	廃棄物発生の有無	無し
異常時 と対策 の影響	異常反応時の対処方法	不明
	緊急停止措置	不明
	異常時の汚染防止対策	不明
	ヒューマンエラー等の誤操作が生じないための防止策	不明
	ヒューマンエラー等で誤操作が生じた場合の対処方策 (特に反応異常時の対応での誤操作の対策)	不明

労働安全性	曝露防止の対処方法とその有効性	不明
技術的視点	処理技術の特徴	PCBを紫外線照射して低塩素化し、その後微生物を用いて、二酸化炭素(CO ₂)、水(H ₂ O)、塩酸(HCl)に分解する 簡便で非常にマイルドな方法であること 反応温度や反応圧力等の反応条件の制約がないこと PCB分解に非常に時間がかかる(10日間)こと (現在5日間に半減させる研究中) 光分解と微生物分解の二段階反応であること
	国内外の稼働実績(実用機)	国内:無し 海外:無し
	運転操作性	不明
	反応の適正進行の検証方法	不明
	上記の検証のしやすさ	不明