

# 廃棄物管理

環境科学系 3年前期(選択)科目

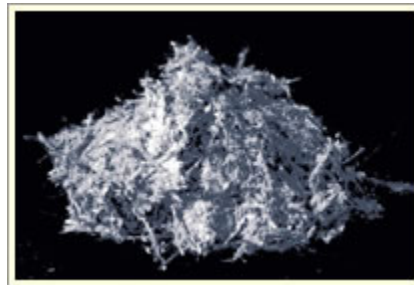
宮脇健太郎

第6回 有害廃棄物の処理技術

# アスベスト



クリソタイル(白石綿)



クロシドライト(青石綿)



アモサイト(茶石綿)

# アスベストの性状など

- **石綿** (いしわた, せきめん) : asbestos
- 繊維状結晶を有するケイ酸塩鉱物の総称
- 主成分: ケイ酸, 酸化マグネシウム, 酸化鉄
- 有害化学物質は含まれない
- 鉱物名称
  - クリソタイル (chrysotile, 白石綿): 白またはやや緑, 産出量の90%以上, 蛇紋岩系
  - アモサイト (amosite, 茶石綿): 灰緑, 角閃石系
  - クロシドライト (crocidolite, 青石綿): 青, 角閃石系
- 繊維結晶 直径 $0.02 \sim 0.04 \mu\text{m}$  (髪の毛の1/5000)
- **引張強さ 大, 熱や摩擦に強い**, 電気絶縁, 薬品に強い, 柔軟

# アスベストの用途

- 防火布, 電気絶縁材, 保温材
  - 石綿単独, 他の繊維と紡織, 接着剤で整形
- 石綿セメント(壁, 天井, 床, 屋根など)
  - 建築物の耐火被覆材
  - 吹きつけ工法, 1971~1972最盛期(1974まで6万トン)
- パイプ類
- 自動車のブレーキ, クラッチ

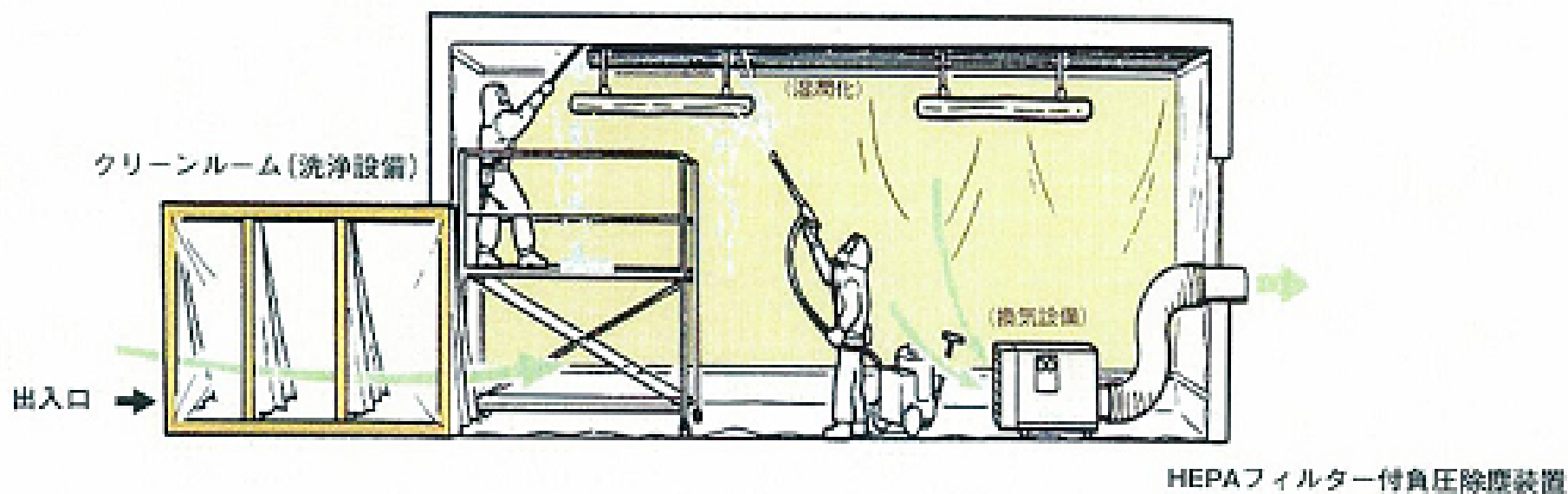
# 毒性・人体影響

- 急性毒性 ラットへの腹腔内投与, 300mg/kg
- 慢性一般毒性 石綿症(肺の一部が固まって呼吸機能抑制), せき, 息切れ, 胸痛, 呼吸困難
- 発生毒性 死産を増加と見られている。
- 発がん性 石綿症, アスベスト鉱山などで肺がん, 中皮腫の発生率が高い角閃石系のアスベストによる発生率が高い IARC グループ1, USEPAグループA(安全大気中濃度4本/m<sup>3</sup>, 5 μm以上の繊維)

# アスベスト排出・撤去

- 建築物解体
- 石綿分析(作業前, 作業中)





[図3] 吹付けアスベスト等の除去等における隔離養生の例

出典:「建築物の解体等に伴う有害物質等の適切な取扱い」建設副産物リサイクル広報推進会議

# 梱包

- プラスチック袋・容器(耐水性)[2重梱包]
  - 作業場近くで、湿潤化された廃石綿などをプラスチック袋に入れ密封
  - 高性能真空掃除機等によりプラスチック袋に付着している粉じんを除去
  - 保護衣等脱着室でさらにプラスチック袋をかぶせ密封
- 固形化(飛散性アスベスト廃棄物の処理の手引き)
  - 事前に作業計画
  - 石綿と水硬性セメントで混練(表面に塊状の石綿が析出しない)
  - 養生中混合物および固化物 特別管理産業廃棄物  
保管基準



# 処理方法

## ■ 中間処理

- 「溶融設備を用いて十分に溶融する方法」
- クリソタイル(1521°C), クロシドライト(1093°C), アモサイト(1399度)
- 溶融後, 再生利用または埋立

## ■ 埋立処分

- 固形化(コンクリート等)し, 二重梱包(堅牢な容器)

# 被害者救済

## 最近の訴訟関連(日本経済新聞)

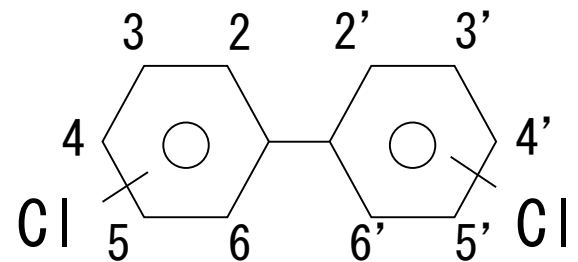
- 2021/5/19 首相「責任痛感しおわび」 アスベスト訴訟原告団と面会
  - 最高裁が17日に国の賠償責任を認める判決を出したのを受け、国の責任を認めて謝罪し「早急に和解に向けた基本合意を締結したい」と述べた。
- 2021/5/18 建設石綿、和解案で基本合意 最大1300万円支払いなど
  - 建設現場でのアスベスト(石綿)による健康被害を巡り、最高裁が国と建材メーカーの責任を認める統一判断を示したことを受け、政府は18日、原告1人あたり最大1300万円の和解金を支払うことなどで原告側と基本合意した。今後も長期的に被害者の発生が想定される大規模な労働災害は、救済に向けて前進した。

# PCB (polychlorinated biphenyls)1336-36-3

- ポリ塩素化ビフェニル
- 別名 アロクロール, カネクロール(商品名)
- 化学構造 **ビフェニル骨格**の10個の結合部位に任意の**塩素原子**が導入(全部で209種)
- 過去市販 塩素3~6個の化合物(塩素42~54%)
- 無色ないし淡黄色液体または固体
- 塩素含有量43%軽油状, 52%粘性油状, 65%半結晶性固体, 66%結晶性固体
- 比重1.4, 沸点340~375°C, 水に不溶

# PCBの性状など

- 化学的に安定
- 熱により分解しにくい
- 酸化されにくい
- 酸・アルカリに安定
- 金属をほとんど腐食しない
- 生物に分解されにくい
- 水にきわめて溶けにくい
- 絶縁性が良い
- 高沸点，不燃性



# PCBの用途

- 電気製品の**コンデンサー**, **トランス**の絶縁油
  - 熱交換器の熱媒体
  - 特殊用途での潤滑油
  - 難燃性・耐熱性樹脂の可塑剤
  - **感圧複写紙** (インク)
- 
- 生産量 5万9千トン(1954～1972)
  - 全世界 120万トン

PCBを含む主な製品



コンデンサ



トランス



安定器

九州電力HPより

# 毒性・人体影響(1)

- 急性毒性 あまり強くないラット経口LD<sub>50</sub>=1～4g/kg
  - ヒト 多量経口 クロルアクネ(塩素挫傷:皮膚障害): ニキビ様の吹き出物, 皮膚・爪の黒変
  - 頭痛, 腹痛, 疲労感, 手足のしびれ, 気管支炎, 肝臓障害
  - 経口動物実験 肝臓, 腎臓, 中枢神経
- 慢性一般毒性 吸入暴露を受けた労働者, 呼吸器障害, 消化器障害, クロルアクネ, 体重減少
- 生殖毒性 月経異常, 未熟児など
- 発生毒性 サル 胎仔死亡率増大

## 毒性・人体影響(2)

- 免疫毒性 免疫担当細胞の減少
- 行動毒性 知能(認識能力, 記憶能力)と運動能力の低下, ラット・マウスの実験でも確認
- 内分泌かく乱性 エストロゲン様作用
- 発がん性 ラット: 肝臓がん・胆管がん・甲状腺がん 油症被害者: 肝臓がん・肺がん, IARC グループ2A, USEPA グループB2 実質安全大気中濃度 $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 実質安全飲料水中濃度 $0.1 \mu\text{g}/\text{L}$

# PCBによる環境汚染の実態

- 1968カネミ油症事件（汚染ライスオイル）
- 1972 製造中止、回収、自己保管
- 事業者にも、回収と自己保管
- 1974 第一種特定化学物質、製造、輸入、使用、原則禁止
- PCB 化学的安定 分解しにくい、生物濃縮
- 2001 POPs条約
- 2002 ヨハネスブルグサミットでも議題  
2028までにPCB処理



# 処理体制

- 日本環境安全事業株式会社(JESCO)を活用した拠点的な広域処理
- 全国で処理 北九州、豊田、東京、大阪、北海道
  - 北九州 1.5トン/日 2004年12月～, 10.4t/日( PCB汚染物等)
  - 豊田 1.6トン/日 2005年9月～
  - 東京 2トン/日 2005年11月～ (江東区青海)
  - 大阪 2トン/日 2006年10月～
  - 北海道 1.8トン/日 2008年4月～, 12.2t/日(安定期等)

# 処理方法

## ■ 脱塩素化分解法

- 分子を構成している塩素とアルカリ剤等を反応させて、PCBの塩素を水素に置き換える方法

## ■ 水熱酸化分解法

- 超臨界水・超臨界状態に近い水によってPCBを塩、 $H_2O$ 、 $CO_2$ に分解する方法

## ■ 還元熱化学分解法

- 還元雰囲気条件の熱化学反応によってPCBを塩、燃料ガスに分解してしまう方法

# 処理方法

## ■ 光分解法

- 紫外線でPCBの塩素を取り外してPCBを分解する方法

## ■ プラズマ分解法（汚染物や安定器など対象）

- アルゴンガス等のプラズマによってPCBをCO<sub>2</sub>, HClなどに分解する方法

# 処理 事例

## 東京

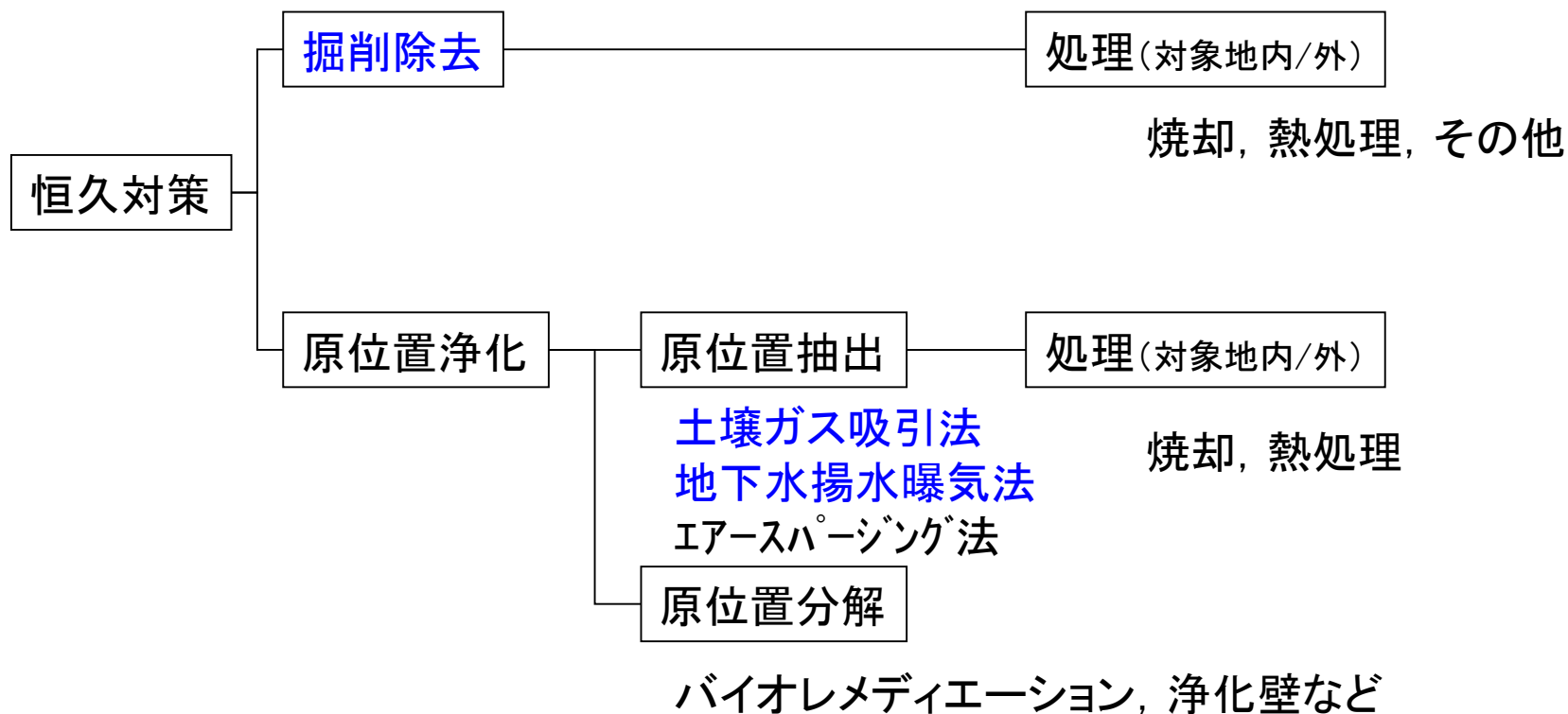
- 処理対象物：高圧トランス・高圧コンデンサ・安定器等/柱上トランスの絶縁油（東京都内分）
- PCB処理能力：2トン/日（PCB分解量）
- 水熱酸化分解法（高圧トランス・高圧コンデンサ・安定器等）（三菱重工業）
  - 温度370°C圧力26.5MPa, 酸素を酸化剤
- 脱塩素化分解法（柱上トランスの絶縁油）
  - アルカリ剤（NaOH）, 約200°C, 常圧



# 溶剤関連

## 汚染土壌修復

### ■ 対象物質：揮発性有機化合物（VOC）

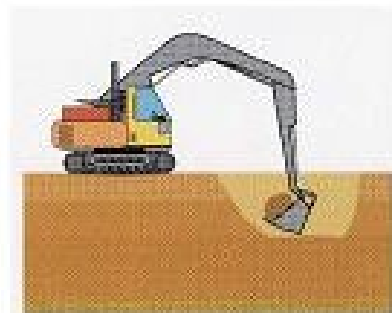


# ■ 掘削→処理プラント (場内または場外)



竹中土木HP

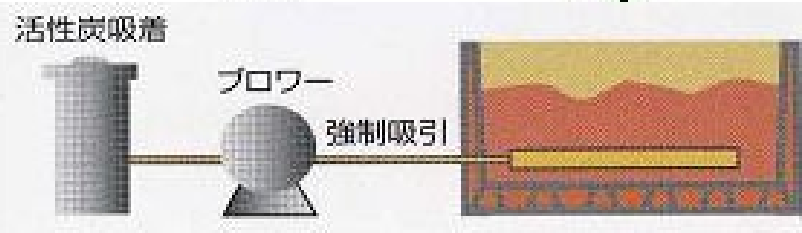
掘削



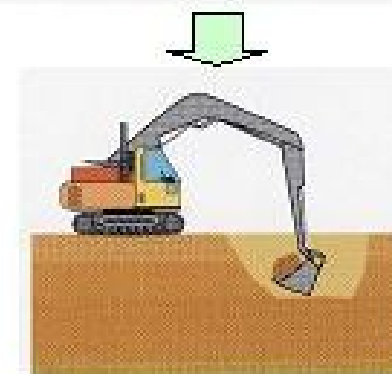
攪拌混合

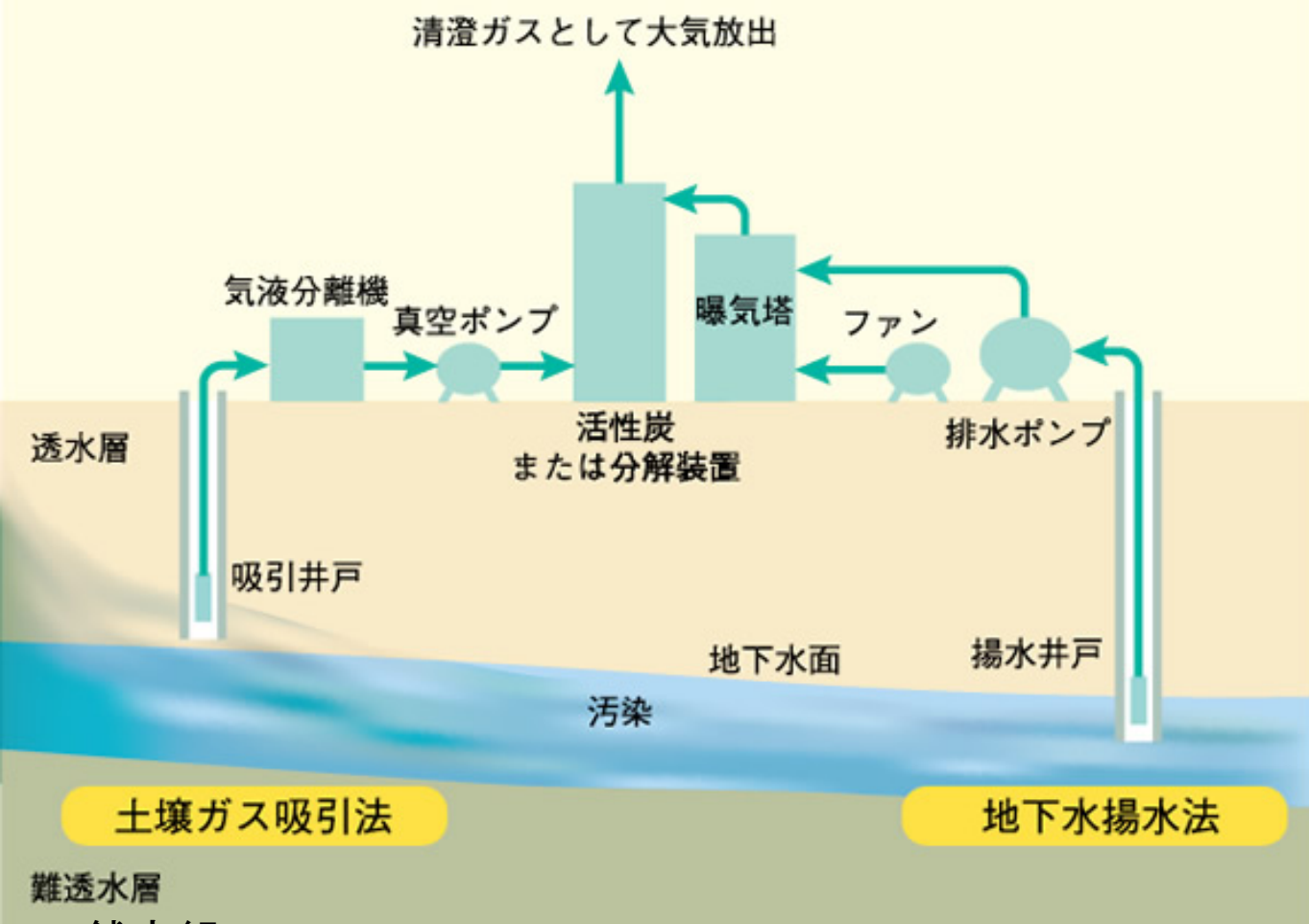


吸引



埋め戻し





銭高組HP



鹿島HP

## 演習(時間内課題:LMS提出)

- アスベストは、( )とも呼ばれる( )結晶を有するケイ酸塩鉱物の総称で、主として利用されたものは( )(白石綿)である。その他アモサイト(茶石綿)、クロシドライト(青石綿)と呼ばれる有害性の強い石綿もある。特徴としては( )が大きく、( )に強い。多くは建材として使用され特に問題となるものは( )工法の耐火被覆材である。
- アスベスト処理は、( )または固形化後、最終処分するか、中間処理として( )処理を行なった後、再利用または最終処分する。



## 演習(時間内課題:LMS提出)

- PCBとは、( )骨格の結合部位に( )が導入されたもの。
- PCBの特徴として、( )的に安定、電氣的に( )が良い。
- 主としてコンデンサー、トランスの( )として使用された。
- 急性毒性として( )(塩素挫傷)がある。
- ライスオイルに混入した( )事件として有名