

環境研究総合推進費S17課題  
公開講演会(令和2年2月21日)



# 災害・事故後に環境中に 残留する化学物質汚染の 除去対策

大阪大学大学院工学研究科環境・エネルギー工学専攻

井上 大介



# アウトライン

1. 災害・事故に起因する化学物質汚染の除去対策
  - ・ リスク管理における除去対策の位置づけ
  - ・ 災害・事故後に特有の制約条件
2. 除去対策(環境浄化)技術
  - ・ 緊急度の高い汚染への対応策
  - ・ 既存の様々な環境浄化技術(物理的・化学的・生物学的)
3. 人工湿地(CW)
  - ・ CWによる化学物質除去機構
  - ・ 既往研究における適用事例
4. 多機能型人工湿地(VCW)
  - ・ 災害・事故後の化学物質除去への有用性
  - ・ 想定される適用方法



# 災害・事故後のリスク管理

## 体系的なリスク管理によるリスクの最小化

- 懸念物質の所在・量の把握、事前対応
- 環境中に流出した化学物質消長及び残留状況のモニタリング・予測
- 流出物質により生じ得るリスクの見積り
- リスク低減の応急対応

□ 残留する化学物質の除去

本グループの  
研究対象

# 平常時とは異なる条件

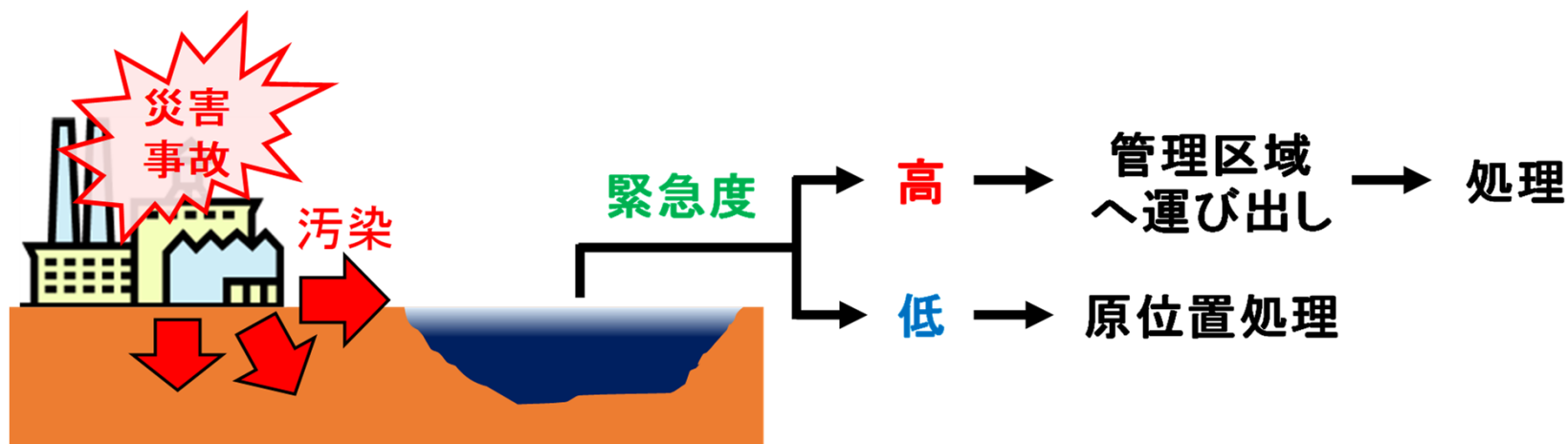
## □ 復興・復旧を妨げない

コスト、除去期間、副次的リスク、など

## □ 様々な制約条件下で一定の効果を確実に発揮

人員、費用、エネルギー、資機材の不足

## □ 緊急度に応じた対応

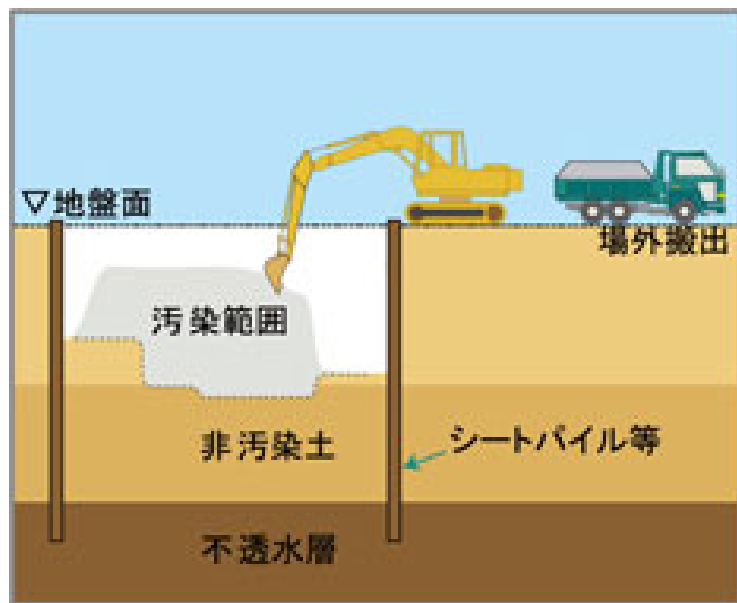




# 緊急度の高い汚染の対応策

物理的に汚染媒体を除去する、あるいは汚染媒体の飛散・流出を防止する

## 【掘削除去】



<https://www.toda.co.jp/solution/ecology/soil/method.html>

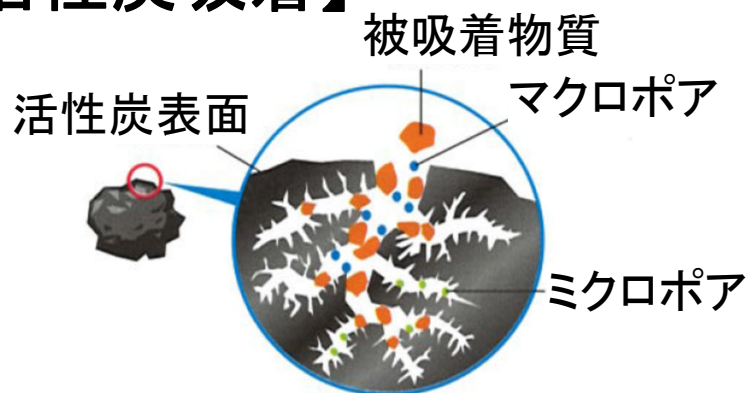
## 【オイルフェンス】



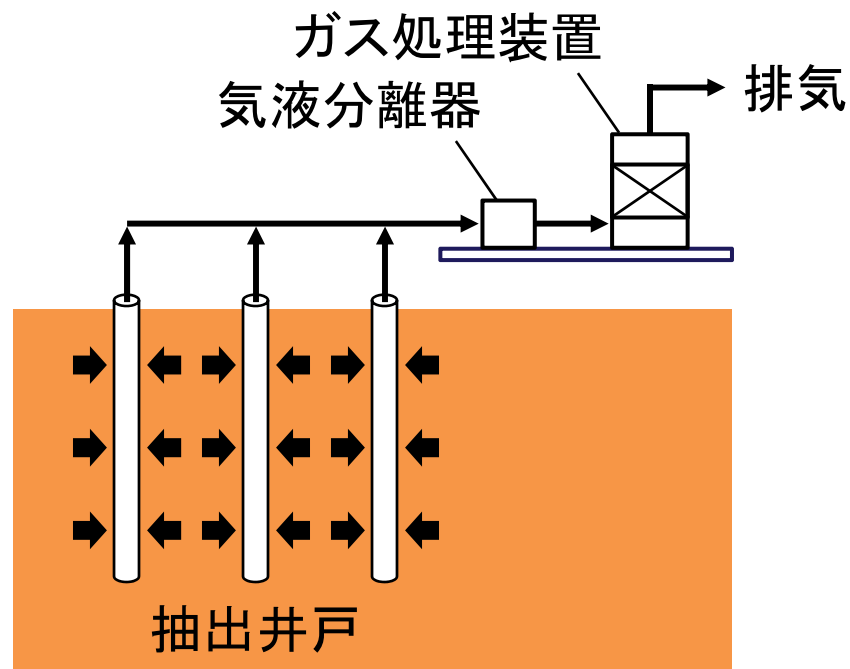
<http://www.pcs.gr.jp/doc/panfj/j6.html>

# 緊急対応後の汚染除去 (1) 物理的手法

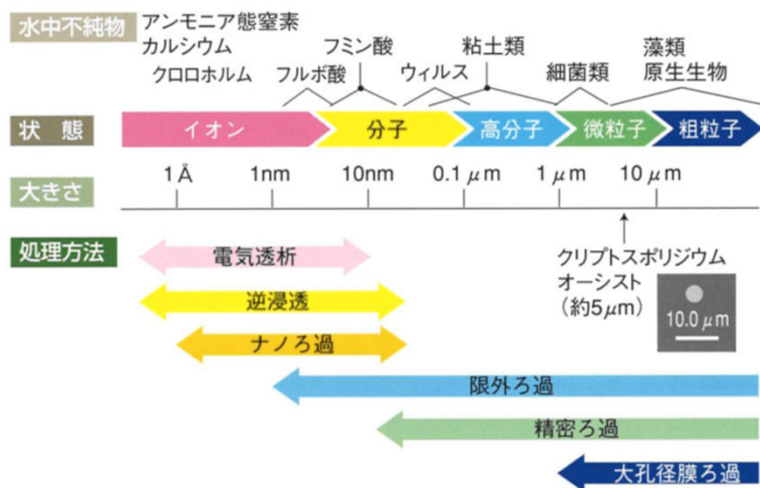
## 【活性炭吸着】



## 【ガス吸引法】

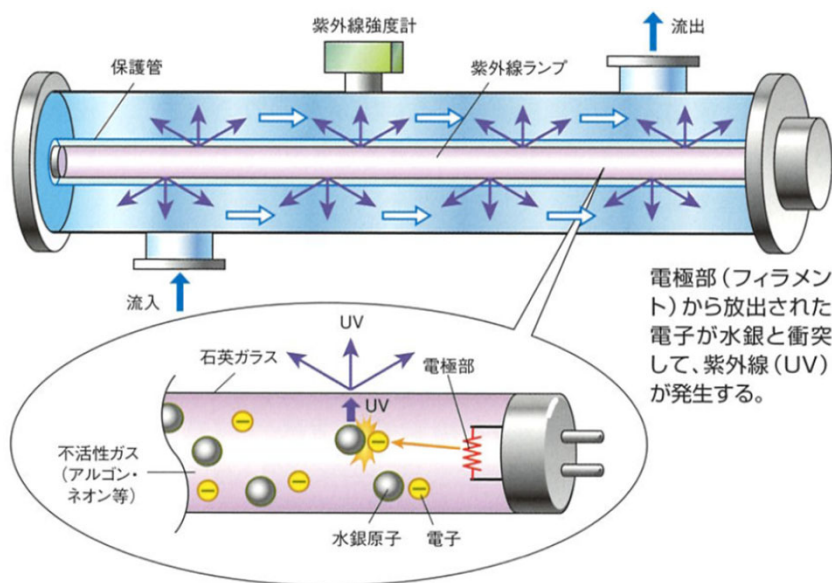


## 【膜処理】



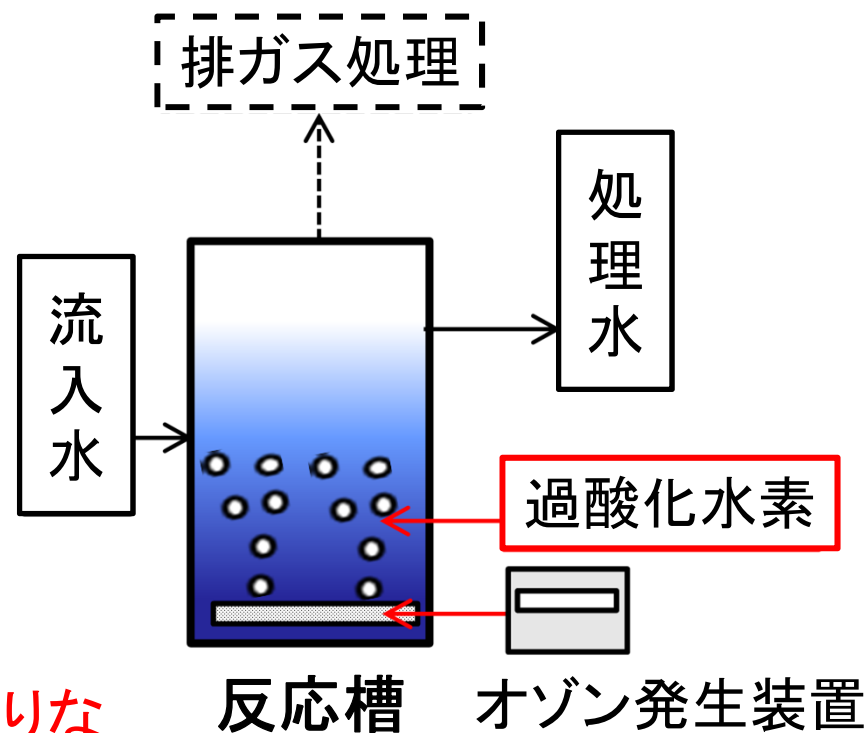
# 緊急対応後の汚染除去 (2) 化学的手法

## 【紫外線処理】



コスト・エネルギー、比較的大がかりな  
インフラ、専門業者が必要

## 【促進酸化法】



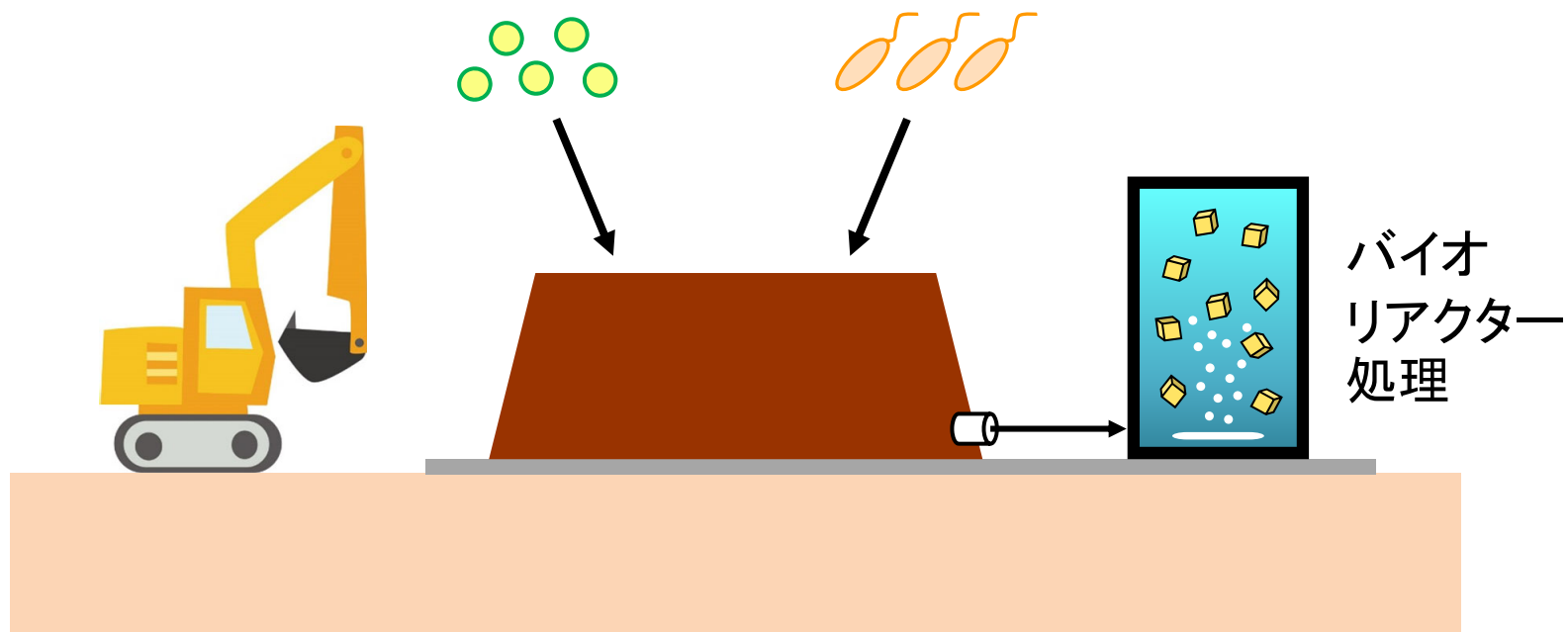


# 緊急対応後の汚染除去 (3) 生物学的手法

## 【バイオレメディエーション】

バイオスティミュレーション  
(栄養源等の活性化因子)

バイオオーグメンテーション  
(強力な汚染物質分解菌)



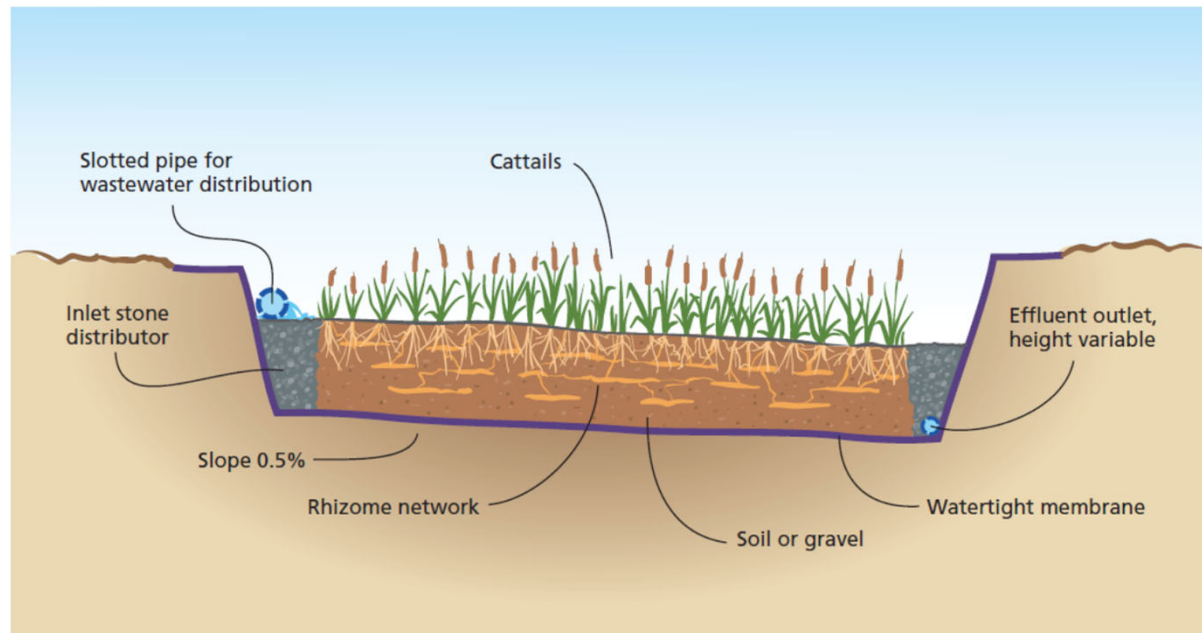
微生物の積極的な活用も現実的には困難





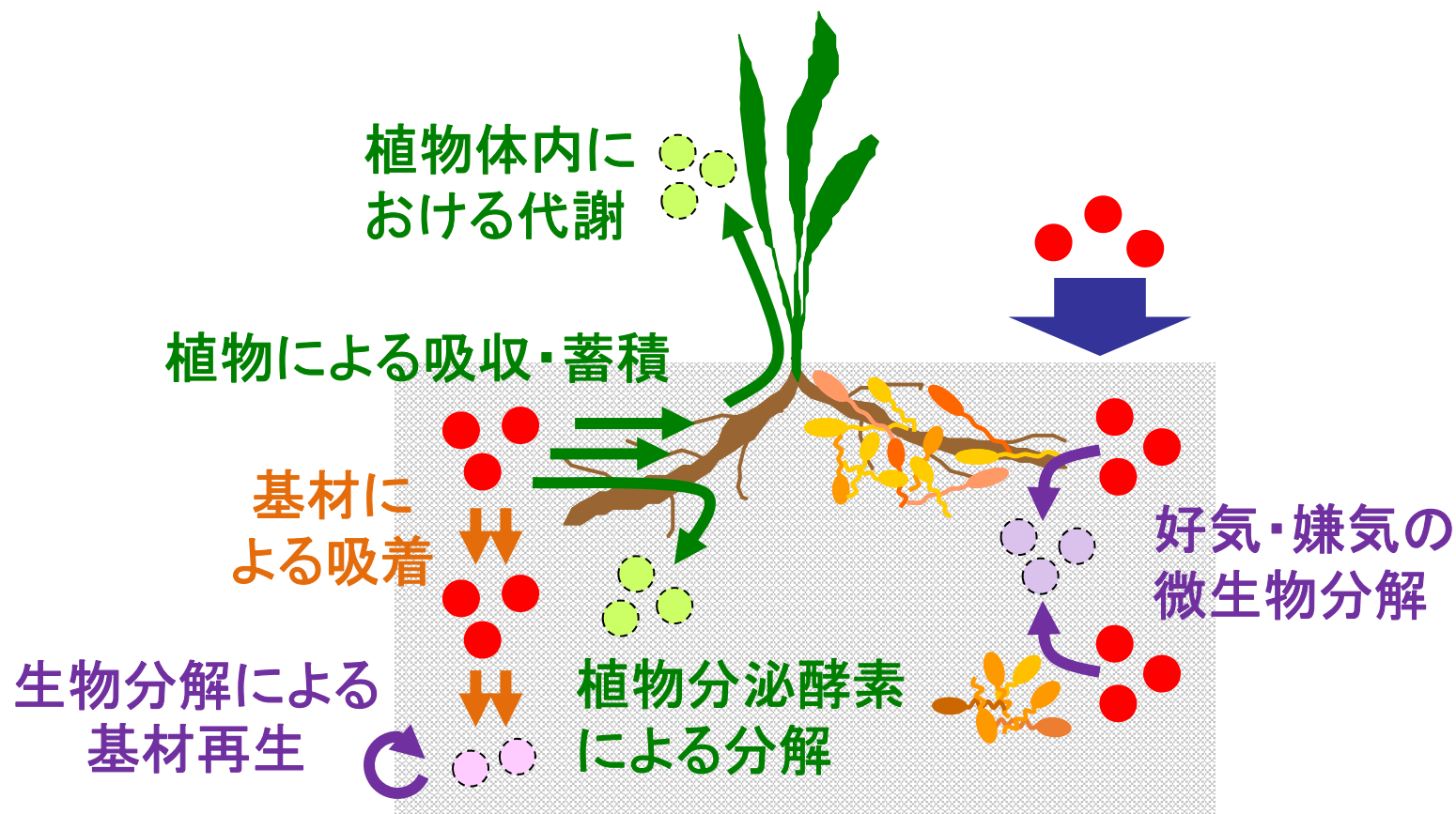
# 人工湿地 (Constructed Wetland; CW)

湿地の植物・土壌(基材)・微生物による環境浄化機能を  
工学的に強化した排水処理システム



伏流式人工湿地の例 (Grismer and Shepherd, 2011)

# CWによる化学物質除去機構



植物—土壤(基材)—微生物による多様な化学物質除去機構



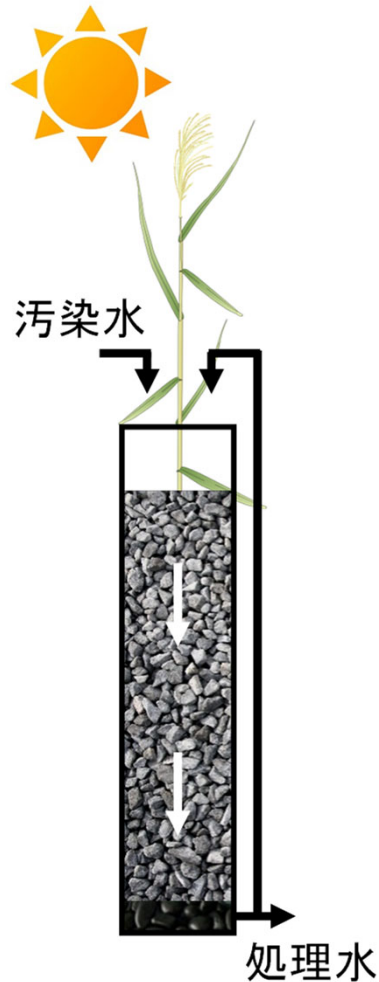
# 化学物質除去への適用事例

国内外の多数の研究において、CWが多種多様な化学物質の除去に対して有効であることが実証済

- 易分解性有機物質 (BOD)
- 浮遊物質 (SS)
- 栄養塩類 (窒素、リン)
- 金属類
- 難分解性有機物質 (芳香族化合物、EDCs、PPCPs、農薬、抗生物質、など)



# 多機能型CW (VCW)

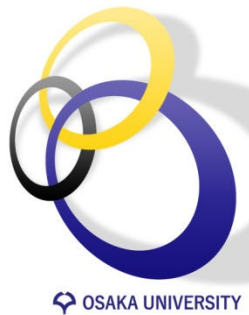


## 【基本構成】

- カラム容器に基材を投入し植栽するシンプルな構成
- 汚染物質を含む水はポンプを用いて流入

## 【災害・事故後の浄化への有用性】

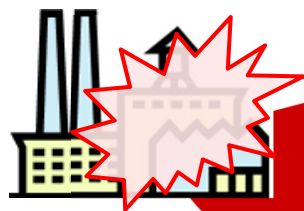
- 大がかりなインフラ整備を必要としない
- 太陽光のみで運転可能
- 浄化現場付近にある資材(容器)、基材、植物を用いて作製可能
- 柔軟な機能強化・拡張(水循環、複数基の連結、後処理の追加等)



# VCWの適用方法

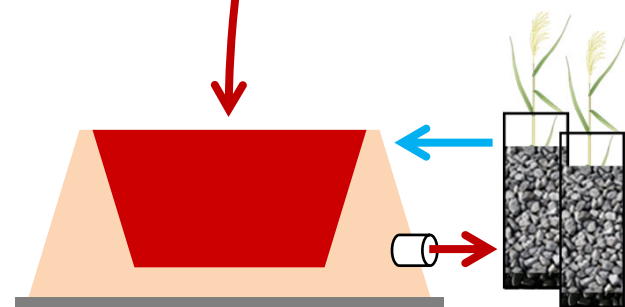
復興・復旧の  
進行後は、他  
処理を併用し  
高効率化

化学物質の流入小川をせき  
止め、浄化して下流に放流

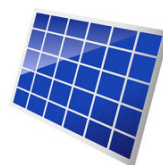


現場にある植物・基材の使用も可

汚染された湖沼等の水を浄化



汚染土壌からの管理区域に  
運び出し、浸出水を処理



可搬型の太陽光パネルと蓄電池  
で最小限のポンプ動力を確保



# まとめ

- 災害・事故後においては、平常時には想定されない特有の制約条件の下で残留化学物質の除去が必要である。
- ここで紹介したカラム型人工湿地システム (VCW) は、このような制約条件下でも一定の除去効果を発揮し得ると考えられ、残留化学物質除去対策のコア技術となり得る。
- 実際の運用として、現場の基材や植物を用いて構築する他、平常時から下排水/浸出水処理における微量化学物質汚染対策のためのフェイルセーフとして活用することも可能である。
- 今後は、物性の異なる化学物質群や複合汚染へのVCWの適用性の検証、処理高効率化の検討等を進めていく。

謝辞：本研究はERCA環境研究総合推進費(S17-4(3))により実施された。