

環境研究総合推進費 S-17
公開講演会(令和5年2月28日)



環境中に残留する化学 物質の除去技術選択を 支援するデータベース

大阪大学大学院工学研究科

井上 大介



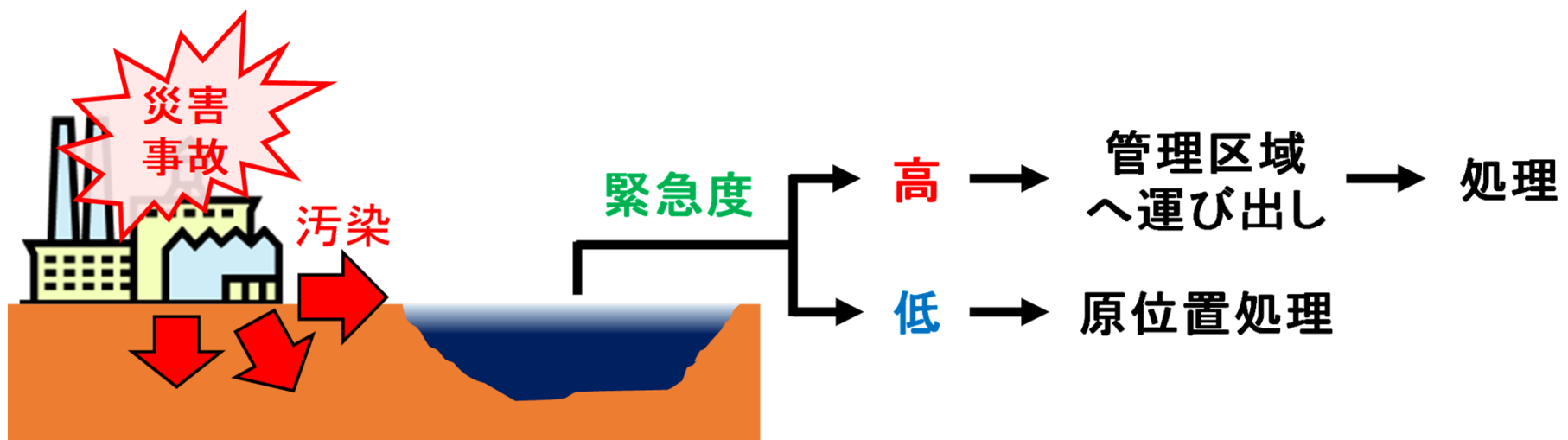
災害・事故後のリスク管理

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
- 環境中に漏出した化学物質の消長と残留状況のモニタリング・予測
- 漏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

平常時とは異なる条件

- 人的被害の最小化、物理的な復興・復旧が最優先
- 投入できる資源(人員・人材、資金、エネルギー、物資)の制限・不足
例：専門業者不在、断水、計画停電、物資調達困難...
- 汚染状況や対策の緊急度に応じた柔軟な対応
例：漏出物質の種類・量、周辺環境(民家・生態系)...





化学物質除去技術

(1) 物理的技術

例：活性炭吸着、膜処理、ガス吸引法

環境媒体から対象物質を物理的に除去

※緊急度の高い場合には、汚染媒体の物理的な除去／拡散防止

(2) 化学的技術

例：オゾン酸化、紫外線処理、促進酸化法

対象物質を化学的に酸化／還元し、無害な物質に変換

(3) 生物学的技術

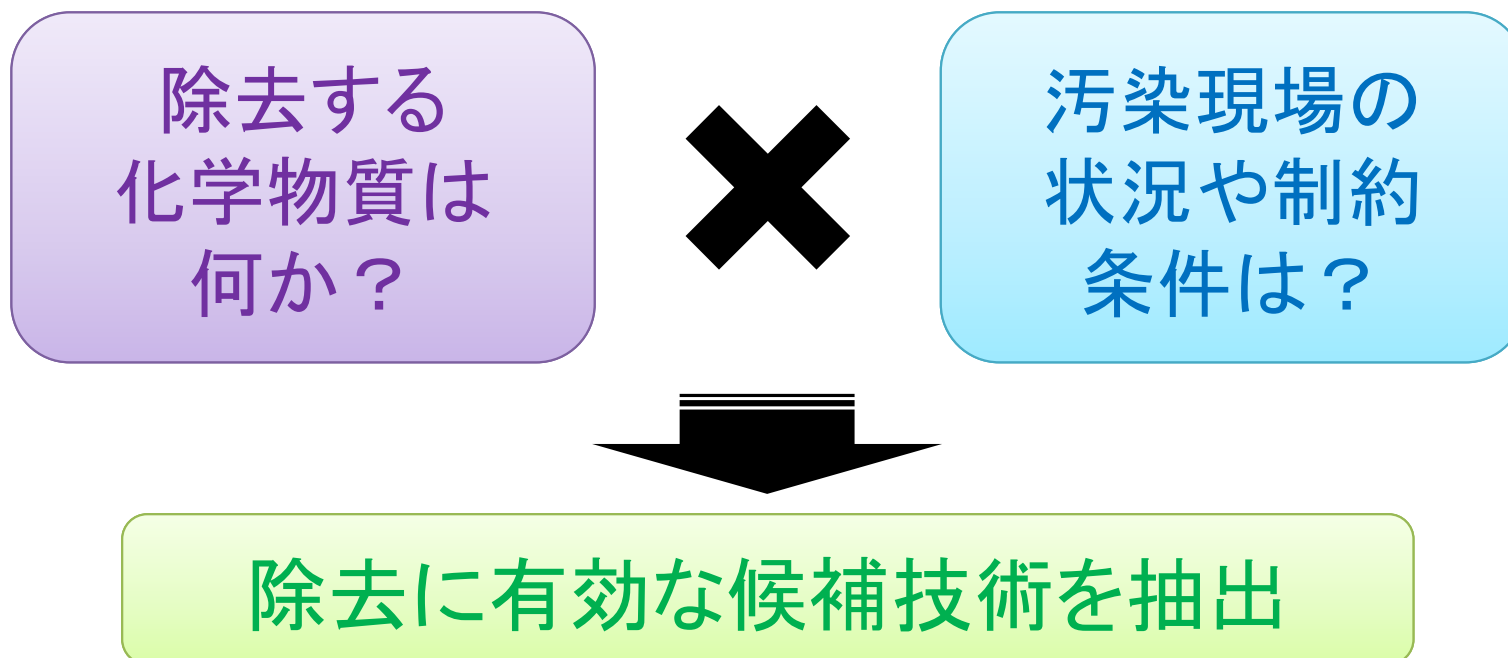
例：バイオレメディエーション、植物を用いた技術

生物の多様な浄化機能により対象物質を無害化／除去

除去技術選択を支援する データベースの構築

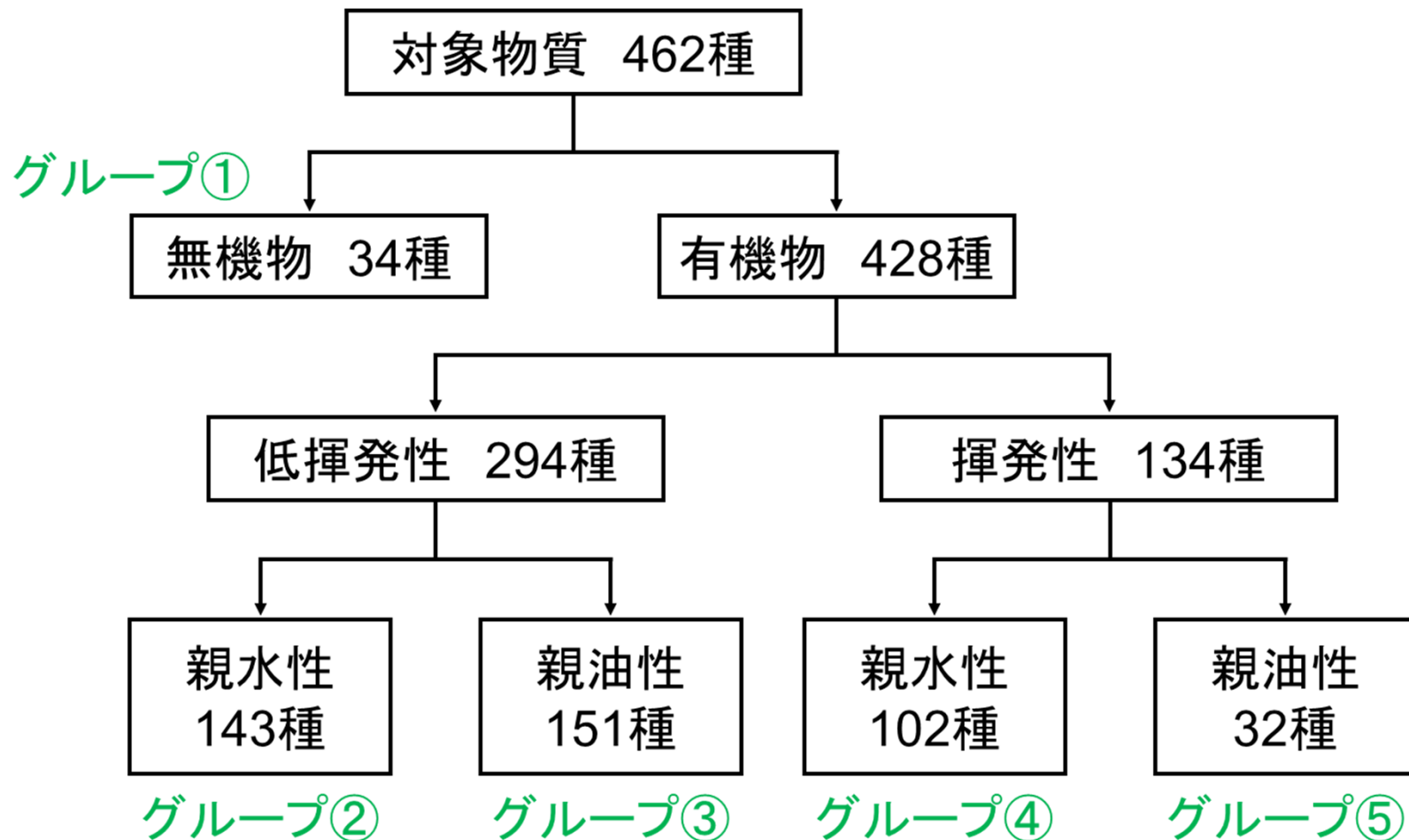
- 特定の化学物質に対して複数(多数)の除去技術が存在する
- 各技術の適用可能性・有効性は汚染現場の条件により異なる

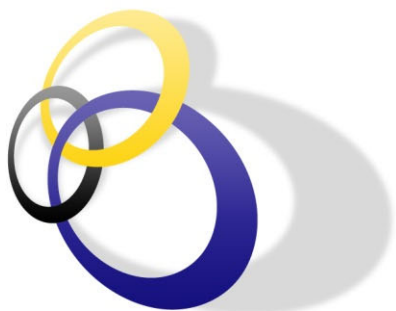
→ 候補技術の選択を支援するデータベース



対象化学物質と分類

対象物質：PRTR第一種指定化学物質462種





代表物質の選出

各グループより代表物質を選出(29物質)

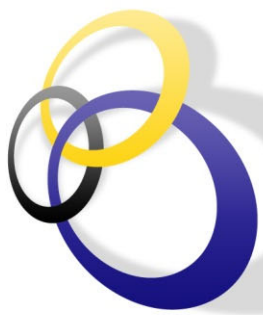
※代表物質以外は“その他”として一括

グループ	物性	代表物質	
		管理番号	物質名
①	無機物	305	鉛化合物
		87	クロム及び3価クロム化合物
		309	ニッケル化合物
		412	マンガン及びその化合物
②	低揮発性－親水性	270	テレフタル酸
		76	ε-カプロラクタム
		414	無水マレイン酸
		413	無水フタル酸
③	低揮発性－親油性	296	1,2,4-トリメチルベンゼン
		34	3-イソシアナトメチル-3,5,5-トリメチルシクロヘキシル=イソシアネート
		447	メチレンビス(4,1-シクロヘキシレン)=ジイソシアネート
		448	メチレンビス(4,1-フェニレン)=ジイソシアネート
		15	アセナフテン
		37	ビスフェノールA
④	揮発性－親水性	240	スチレン
		300	トルエン
		400	ベンゼン
		9	アクリロニトリル
		127	クロロホルム
		411	ホルムアルデヒド
		56	エチレンオキシド
		94	クロロエチレン
⑤	揮発性－親油性	297	1,3,5-トリメチルベンゼン
		53	エチルベンゼン
		80	キシレン
		181	ジクロロベンゼン
		252	フェンチオン
		251	フェニトロチオン
		83	クメン

本DBで取り扱う除去技術

対象技術：環境浄化や廃水処理に用いられる43技術

掘削埋戻し法	金属鉄還元法	水酸化物沈殿法	ストリッピング法
不溶化处理	酸化分解法	硫化物法	触媒分解法
酸化還元	酸分解燃焼法	亜硫酸還元法	不連続点塩素処理法
溶融固化	湿式加熱分解法	鉄(Ⅱ)塩還元法	活性汚泥法
土壌洗浄	煮詰法(煮詰高温燃焼法)	有機水銀排水の処理法	生物還元法
吸引	水酸化物法	吸着法	生物処理法
アルカリ塩素法	酸化沈殿法	活性炭吸着法	バイオレメディエーション
イオン交換法	置換法	凝集濾過法	ファイトレメディエーション
逆浸透膜法	電解還元法	凝集沈殿法	膜活性汚泥処理法
オゾン酸化法	電解酸化法	濾過法	揮散法
共沈法	フッ化カルシウム法	紺青法(難溶性錯体化合物沈殿法)	



各除去技術の多元的評価 (各技術の固有スコアの設定)

- 各除去技術を19の評価項目でスコアリング
- “その他”の物質には各グループ代表物質の平均値を割り当て

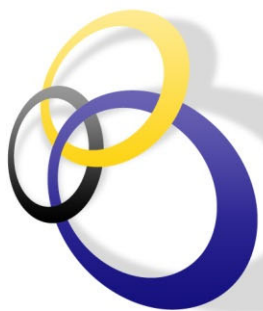
評価項目			スコア			
大分類	中分類	小分類	3	2	1	0
1. 実行可能性	対象物質は技術的に処理可能か？	処理可能物質	適している	処理可能	不可能ではない	不可能
	必要面積は確保できるか？	必要面積	広い	中規模	小規模	
	搬入出可能か？	必要車両サイズ	中型トラック	大型トラック	超大型車両	
		必要台数	ほぼ搬送の必要なし	適宜搬送必要	多量の日常搬送必要	
	資材は確保できるか？	水利用	水利用特になし	水利用量小	水利用量大	
		電気利用	発電機でも対応可	系統電力使用量中	系統電量使用量大	
		通信利用	通信不要		通信が必須	
		燃料利用	必要燃料大	必要燃料中	燃料不要	
		特殊な消耗品利用	消耗品ほとんど必要なし	一般消耗品が必要	特殊消耗品が必要	
	人員は確保できるか？	必要有資格者の希少性	資格者必要なし	一般資格者必要	希少資格者必要	
		装置設置・運転作業員	少人数で対応可能	ある程度の人数必要	多人数必要	
		宿泊場所必要性	少人数で対応可能	ある程度の人数必要	多人数必要	
	2. 費用	周辺環境への影響は問題ないか？	騒音/振動/臭気	騒音/振動/臭気 なし	騒音/振動/臭気 中	騒音/振動/臭気 大
地盤沈下リスク			リスクなし	リスク中	リスク 大	
生態系への影響			影響小	影響中	影響大	
イニシャルコストは高いか？		イニシャルコスト	低	中	高	
ランニングコストは高いか？	ランニングコスト	低	中	高		
3. 効果	緊急に対応できるか？	処理に必要な期間	1~2ヶ月	半年程度	1年超	
	被害削減額が大きいのか？	費用対効果	効果大	効果中	効果小	

現場特有の制約条件の入力 (DB使用者による入力情報)

- 除去対象の化学物質を選択
- 18の評価項目に関して、汚染現場の状況(制約条件)を入力

評価項目			スコア		
大分類	中分類	小分類	3	2	1
1. 実行可能性	必要面積は確保できるか？	利用可能土地面積	余裕あり	制限あり	設置場所なし
		搬入出可能か？	通行可能車両サイズ	超大型車両	大型トラック
	通行可能台数		制限なし	制限あり	日常通行は困難
	資材は確保できるか？	水道・工水復旧状況	余裕あり	制限あり	確保困難 (給水車)
		電気復旧状況	余裕あり	制限あり	確保困難 (発電機)
		通信復旧状況	通信可能		通信不可
		燃料入手状況	必要燃料大	必要燃料中	燃料不要
		サプライチェーン	特殊消耗品含め確保可能	一般薬品確保可能	確保困難
		人員は確保できるか？	資格者確保	希少資格も含め確保可能	一般資格確保可能
	人員確保		確保可能	招集必要	確保は難しい
	宿泊場所確保		近隣で確保可能	少し離れれば確保可能	確保困難
	2. 費用	周辺環境への影響は問題ないか？	周辺状況	周囲に住宅あり	周囲に住宅少ない
地盤状況			過去より強固な地盤	不明	埋立地
周辺環境			国立公園あり	希少生物保護区あり	特になし
イニシャルコストは高いか？		確保可能な初期費用	費用より処理優先	費用範囲内で処理実施	費用はかけられない
ランニングコストは高いか？		確保可能な維持管理費用	費用より処理優先	費用範囲内で処理実施	費用はかけられない
3. 効果	緊急に対応できるか？	処理期間	被害拡大懸念・緊急性大	急な被害拡大想定せず	拡散・自然低減も可
	被害削減額が大きいのか？	被害総額	被害総額大	被害総額中	被害総額小

▶ 技術固有スコアと現場特有条件を基に候補技術を抽出 10



DBを用いた候補技術抽出例

(除去対象物質: LAS)

「既存の化学物質除去対策技術の非常時適用性の評価とその体系化によるデータベース構築」

Ver. 1.24

漏洩状況ヒアリングシート (記入例あり)

※記入例に上書きして下さい

黄色の色がついたセルは直接入力セルになります
 紫色の色がついたセルはプルダウンセルになります

【基本事項】

項目	内容・数値	単位	補足説明	備考
会社名	(株) □□	-		会社名を記載して下さい
工場名	京都工場	-		工場名を記載して下さい
主たる業	化学工業	-		主たる業を記載して下さい
ヒアリング日	2022年8月3日	-		ヒアリング日を入力して下さい (YYYY/M/D)
漏洩日	2022年7月4日	-		漏洩日を記載して下さい (YYYY/M/D)
経過日数	30	日		自動計算
住所	京都府京都市〇〇区		https://maps.ssi.co.jp/	国土地理院地図へのリンク ・距離・勾配計測などのデータが取得可能 ・詳細な使用方法は国土地理院HP参照

【漏洩物質】

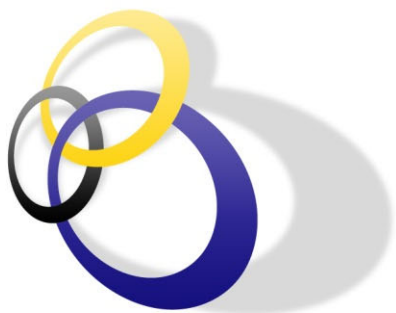
項目	内容・数値	単位	補足説明	備考
候補物質検索	ベンゼン		・和名 (カタカナ全角or漢字) で候補物質の名前を記載して下さい ・候補が出てこない場合、名称を部分的に記載してみてください (例: アンモニウムイオン、アルキルベンゼン、α-ピロール)	
漏洩物質	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (アルキル基の炭素数が10から14までのもの及びその混合物に限る)		上の「候補物質検索」の欄に物質名の一部を入力 (日本語) → 左の「漏洩物質」のプルダウンより対象物質を選択	上の単語を入力しただけではセルの内容は変わりませんが、プルダウンすれば上の単語を含む物質リストがでます。プルダウンに選択肢がない場合には化学物質のDBに含まれていない可能性があります。CAS No.や英語名のみわかる場合には、「DB原本」シートの内容を確認して該当する物質を調べて下さい
漏洩物質分類	③		低揮発性の親水性物質	自動入力
急性毒性	0		急性毒性が高い場合至急対応が必要	自動入力
発がん性	0		発がん性が高い場合至急対応が必要	自動入力
漏洩量	10	m ³	タンク被災	

【現場状況】

項目	内容・数値	単位	補足説明	備考
原因	地震によるタンク倒壊	-		
漏洩先	河川⇨海洋	-		
漏洩先までの距離	1	km	漏洩場よから最も近い公共水系との距離	上記国土地理院地図情報より引用可能
利用可能土地面積	制限あり	-	設備設置場所、廃棄物保管場所	プルダウンリストより選択
最大通行可能車両サイズ	大型トラック	-	装置搬入時の車両サイズ	プルダウンリストより選択
通行可能台数	制限あり	-	装置搬入時、消耗品・廃棄物運搬時の車両台数	プルダウンリストより選択
水の確保	余裕あり	-	水道 (工業用水) の確保	プルダウンリストより選択
電気の確保	制限あり	-	電力の確保	プルダウンリストより選択
通信の確保	通信可能	-	インターネット環境の確保	プルダウンリストより選択
燃料の確保	制限あり	-	燃料確保の可能量	プルダウンリストより選択
消耗品の確保	一般薬品確保可能	-	消耗品の確保可能量	プルダウンリストより選択
有資格者の確保	希少資格も含むの確保可能	-	処理に必要な有資格者の数	プルダウンリストより選択
人員確保	確保可能	-	処理に必要な人工	プルダウンリストより選択
宿泊場所確保	近隣で確保可能	-	常駐人数が多い場合	プルダウンリストより選択
周辺状況	周辺に住宅あり	-	騒音、振動、臭気等の影響	プルダウンリストより選択
地盤状況	過去より強固な地盤	-	大型装置の設置可否	プルダウンリストより選択
周辺環境 (生態系)	特になし	-	固有種等の存在有無	プルダウンリストより選択
確保可能な初期費用	費用範囲内での処理を実施	-	確保可能なイニシャルコスト	プルダウンリストより選択
確保可能な維持管理費用	費用範囲内での処理を実施	-	確保可能なランニングコスト	プルダウンリストより選択
処理期間	時間をかけての拡散・自然低減も可	-	処理にかけられる時間	プルダウンリストより選択
被害総額	被害総額中	-	周辺被害の概想	プルダウンリストより選択

【担当者情報】

項目	内容	備考
担当者	〇〇 × ×	
所属	製造部第2課	
肩書	係長	
連絡先 (TEL)	090-1970-XXXX	
連絡先 (E-Mail)	〇〇@mail.△.□.com	



DBを用いた候補技術抽出例

(除去対象物質: LAS)

【簡易評価(グラフ)】

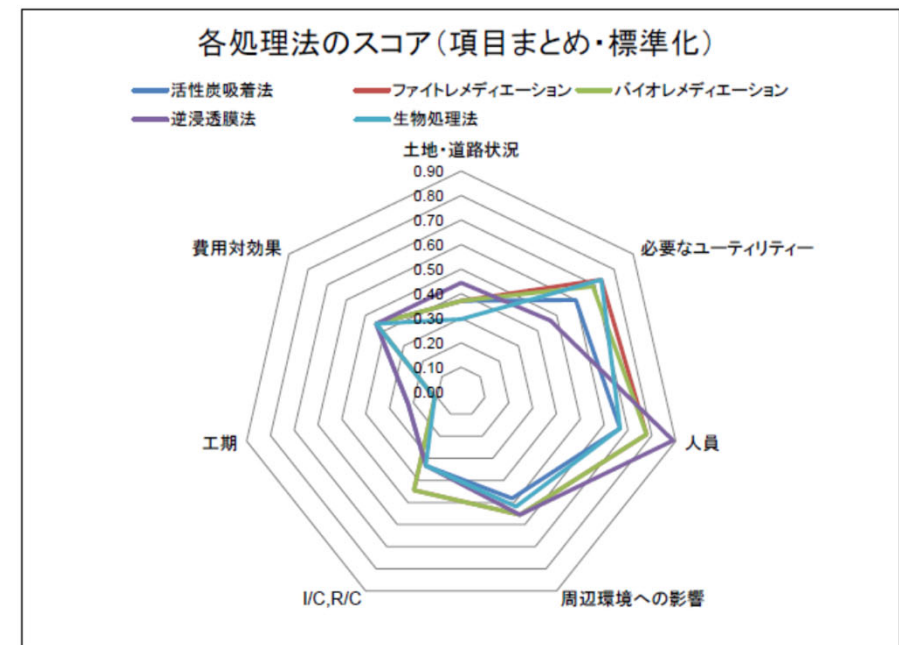
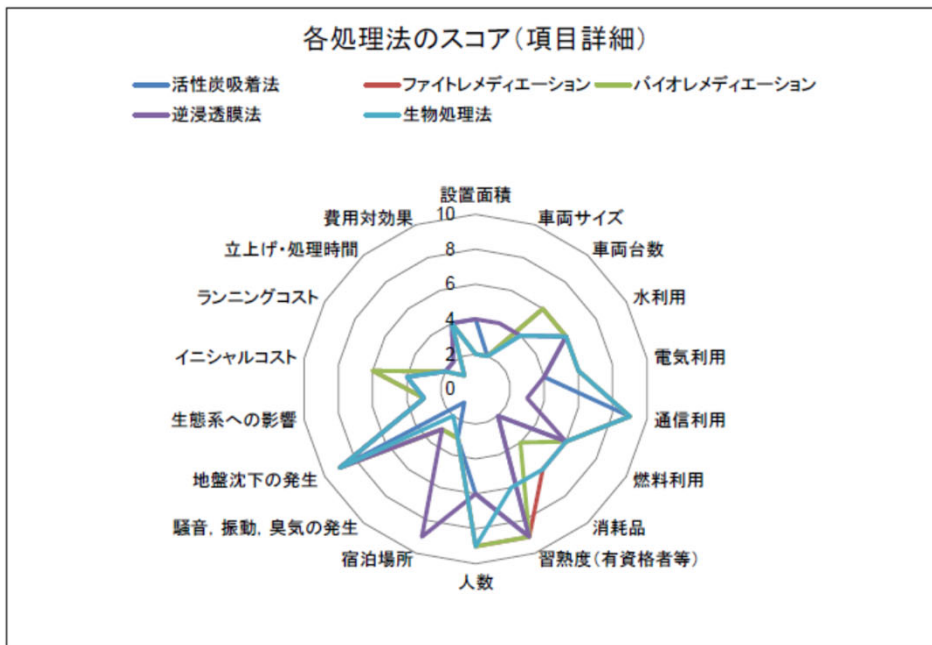
【候補技術(上位5技術)】

【候補技術】	合計スコア	土地・道路状況			必要なユーティリティー					人員			周辺環境への影響			I/C,R/C		工期	費用対効果
		設置面積	車両サイズ	車両台数	水利用	電気利用	通信利用	燃料利用	消耗品	習熟度(有資格者等)	人数	宿泊場所	騒音、振動、臭気の発生	地盤沈下の発生	生態系への影響	イニシャルコスト	ランニングコスト	立上げ・処理時間	費用対効果
活性炭吸着法	100	4	2	4	6	4	9	6	2	9	6	3	1	9	3	4	2	2	4
ファイトレメディエーション	92	2	2	6	6	6	9	6	6	9	9	3	3	9	3	6	2	1	4
バイオレメディエーション	90	2	2	6	6	6	9	6	4	9	9	3	3	9	3	6	2	1	4
逆浸透膜法	84	4	4	4	6	4	3	6	2	9	6	9	3	9	3	4	2	2	4
生物処理法	84	2	2	4	6	6	9	6	6	6	9	3	2	9	3	4	2	1	4

【評価項目まとめ(標準化)】

【候補技術】	土地・道路状況	必要なユーティリティー	人員	周辺環境への影響	I/C,R/C	工期	費用対効果
活性炭吸着法	0.37	0.60	0.67	0.48	0.33	0.22	0.44
ファイトレメディエーション	0.37	0.73	0.78	0.56	0.44	0.11	0.44
バイオレメディエーション	0.37	0.69	0.78	0.56	0.44	0.11	0.44
逆浸透膜法	0.44	0.47	0.89	0.56	0.33	0.22	0.44
生物処理法	0.30	0.73	0.67	0.52	0.33	0.11	0.44

※出力されるスコアは絶対的なものではありません





おわりに

- 本講演では、災害・事故後の環境中に残留した化学物質の除去に有効な候補技術を、化学物質の種類と現場の条件に基づいて抽出するデータベースを紹介
- 本データベースは「災害・事故時の環境リスク管理に関する情報基盤システム」において公開（簡易検索版も）
- 災害・事故時によらず、化学物質の除去に適用可能な技術の検索にも利用可能
- 本データベースが災害・事故に起因する環境リスクの管理に少しでも役に立てば幸いです

謝辞：本講演の内容は、環境研究総合推進費S-17サブテーマ4-3「残留化学物質の除去対策技術の開発」の成果を取りまとめたものである。共同研究者、ならびにデータベース構築に協力いただいた皆様に感謝申し上げます。