

2015.02.06

化学物質の安全管理に関するシンポジウム

複合暴露リスク評価への取り組み

独立行政法人 産業技術総合研究所
安全科学研究部門 リスク評価戦略グループ

竹下 潤一

jun-takeshita@aist.go.jp

複数物質・混合物問題の類型

「複合暴露」と言っても、いろいろな類型がある

混合物となる段階	(S)VOCs 室内	(S)VOCs 大気	金属	洗剤	ダイオキシン類
製造(生成)段階	—	—	鉱石中に複数金属が共存	混合物として生産	燃焼副生物や化学品不純物
使用・排出段階	製品中に複数の物質が使用		廃水等に複数金属が共存	製品特性のために混合	—
環境中混合	異なる製品からの排出	異なる排出源からの排出	自然を含む複数の排出源	複数の用途からの排出	複数の排出源
環境中生成	—	?	形態変化	分解・生成	—
現在のリスク評価	TVOC	TVOC (オゾン生成)	— (個別)	代表的分子構造での評価	毒性等価係数で2378TCDDに基準化

Outline

1. 複数暴露リスク評価の国内外の動向
2. 複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の拡張
3. UVCBにおける評価単位の検討
4. まとめ

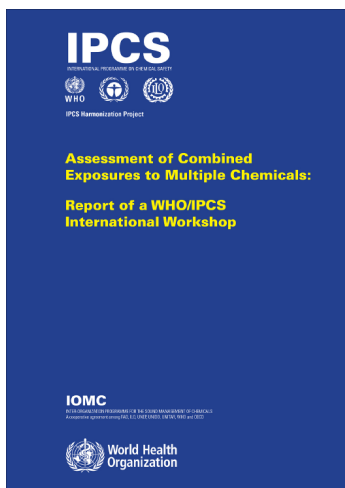
複合暴露リスク評価・管理の国際機関の動き

OECDにおいても複合暴露リスク評価に関するプロジェクトがスタートした

2009

WHO/IPCS

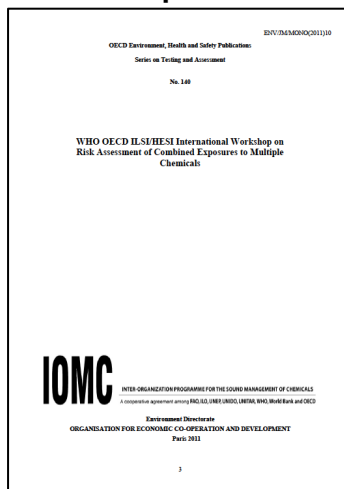
Risk Assessment of
Combined Exposures
to Multiple Chemicals



2011

WHO OECD ILSI/HESI

International Workshop
on Risk Assessment of
Combined Exposures to
Multiple Chemicals



2014~

OECD ハザード評価TF &
暴露評価TF Joint Project

複数物質による複合暴露
によるリスク評価に関する
留意点等をまとめたガイ
ダンスの作成を目指す
プロジェクトがスタート

WHO/IPCS Frameworkの公表

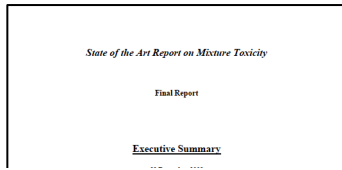
- ・ 暴露評価とハザード評価、それぞれに分かれている。
- ・ スクリーニング評価から確定的評価へ進むTiered評価

- ・ WHO/IPCSのフレームワークの紹介、各国・各機関における活動の紹介
- ・ 「協力と調和」「更なるケーススタディの実施」「ツールと評価手法の更なる改良」「コミュニケーション」に関する勧告の策定

複合暴露リスク評価・管理の各国の動き

複合暴露リスク評価の現状や問題点等についてまとめた報告書が複数公表されている

European Commission
(欧州委員会)

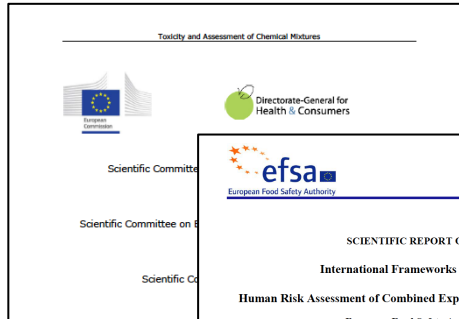


State of the Art Report on
Mixture Toxicity
Kortenkamp et al. (2010)
400ページ弱のレポート

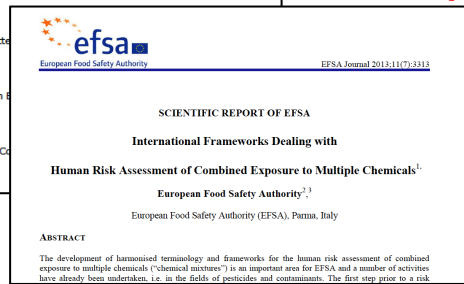
- 混合物毒性に関する現状を取りまとめた報告書
- デフォルトとして濃度加算法を用いた段階的アプローチを推奨
- 混合物リスク評価ガイドスの開発の必要性を提起

• 化学物質混合物のリスク評価のDecision Treeの提案

EU (2012)



EFSA (2013)



- 複合影響評価に関する諸外国、機関における取り組み現状のまとめ
- 統一された用語と調和された手法の重要性を指摘

• REACHにおける混合物評価のあり方の提示

ドイツ環境庁
UBA (2014)



複合暴露リスク評価・管理に関する国内外の動向

日本においても近年複合暴露リスクに関する取り組みがある

	最近の取り組み内容
日本	<ul style="list-style-type: none"> 環境省：環境リスクの文脈で、概念整理から評価の試行を実施（'11～） 化審法スクリーニング評価検討会にて、UVCBの問題を検討（'13～） ※ UVCB：組成が未知または変動する物質、複雑な反応生成物 または 生物由来物質
国際機関	<ul style="list-style-type: none"> OECD： <ul style="list-style-type: none"> ハザードTF：特別セッションの開催('13)や議論グループ立ち上げの動き 暴露TF：各国のガイダンスやケーススタディ状況の調査('14) QSAR Toolboxの最新版で、混合物の評価機能を搭載 WHO (IPCS)：手法の開発とワークショップ（'09, '11）の開催
米国	<ul style="list-style-type: none"> TSCAの改正草案（'10, '11）で言及（ただし廃案。'13の改正草案では言及無） 食品品質安全法で、農薬の複合影響の考慮を要求 EPA：複合影響評価に関する情報を呼びかけ（'13）
欧州	<ul style="list-style-type: none"> バイオサイド規則、植物保護剤規則で、複合影響の考慮を要求 欧州委員会科学委員会、欧州食品安全機構から、評価枠組みの報告書（'10, '12, '13）

- 問題意識は高く、各所で検討されてきているが、これまでは主に枠組みの議論
- ケーススタディの蓄積や技術ガイダンスが望まれる

Outline

1. 複数暴露リスク評価の国内外の動向
2. 複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の拡張
3. UVCBにおける評価単位の検討
4. まとめ

CAモデルの拡張の背景


環境省の調査における議論について学術的に検討を行った

「平成24年度化学物質複合影響評価手法検討調査業務報告書」
(財)化学物質評価研究機構(2013)(以下、CERI(2013))より要約

環境省・平成24年度化学物質複合影響評価手法検討調査

- 複合影響評価の濃度加算法(CAモデル、後述)による評価が妥当であるか?
 - 欧米では、共通の作用機序である化学物質の複合影響評価は、デフォルトでCAモデルによる評価が推奨されている。
 - その妥当性はあまり検証されていない。
- ノニルフェノール(NP)とオクチルフェノール(OP)の同時暴露試験をケーススタディとして検証

ノニルフェノール(NP)とオクチルフェノール(OP)

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● とともに界面活性剤原料 ● 使用量大・有害性大 ● 構造が類似している ● 行政上、個別に評価・管理 |  | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 使用量・有害性の観点から重要 ✓ 同時暴露の可能性あり ✓ 共通の作用機序の可能性大 ➡ ケーススタディに適切な物質群 |
|---|--|--|

NPとOPの同時暴露の結果と議論

同時暴露試験での観測値とCAモデルによる予測値の比較が課題となっている

※ 試験データはCERI (2013) より引用

死亡を評価エンドポイントとしたメダカへの同時暴露試験

混合割合

測定濃度 (mg/L)	
NP	OP
0.021	0.10



メダカの死亡率

観測値 (n=10)	CAモデルに よる予測値
60%	73%

【論点】 ノニルフェノールとオクチルフェノールの複合影響はCAモデルと矛盾していないと言えるかどうか？

- 観測値60%とCAモデルの予測値73%の比較なので、人それぞれの解釈しだい。
- 定量的には、どう判断すれば良いか？



CAモデルにおいて実験のバラツキを考慮できる手法の構築

CAモデルとその拡張の戦略

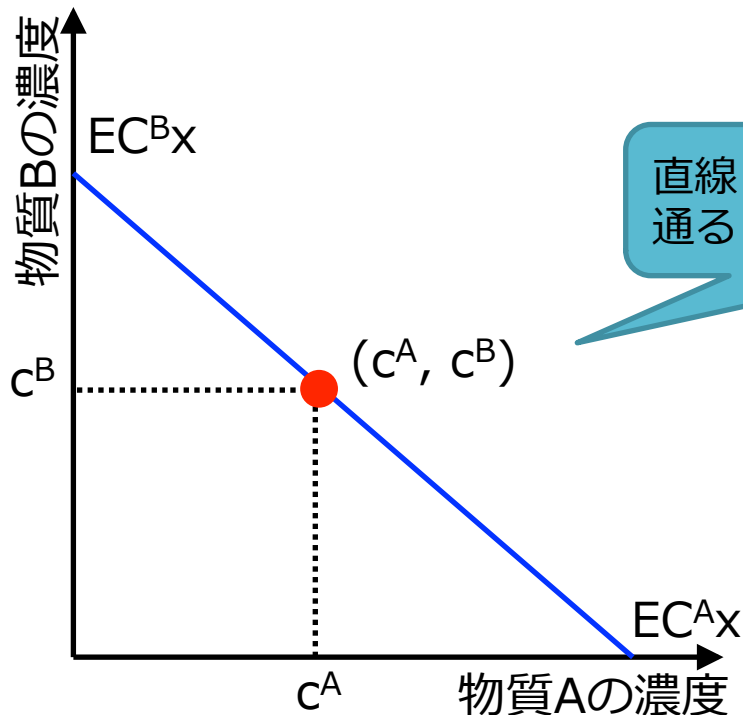
点推定から実験バラツキを考慮した区間推定に拡張する

【CAモデル】

「物質Aを濃度 c^A ，物質Bを濃度 c^B 混合したときの影響率」 = 「TU=1をみたすx」

$$TU = \frac{c^A}{EC^A_x} + \frac{c^B}{EC^B_x}$$

- ✓ TU : Toxic Unit
- ✓ EC^A_x, EC^B_x : 物質A, 物質Bのそれぞれ単独でx%影響が生じる濃度



直線「TU=1」が点 (c^A, c^B) を通るときのxを求める問題

「実験のバラツキを考慮した際に、直線が点からどれだけ離れることが許容されるか？」
という問題に帰着

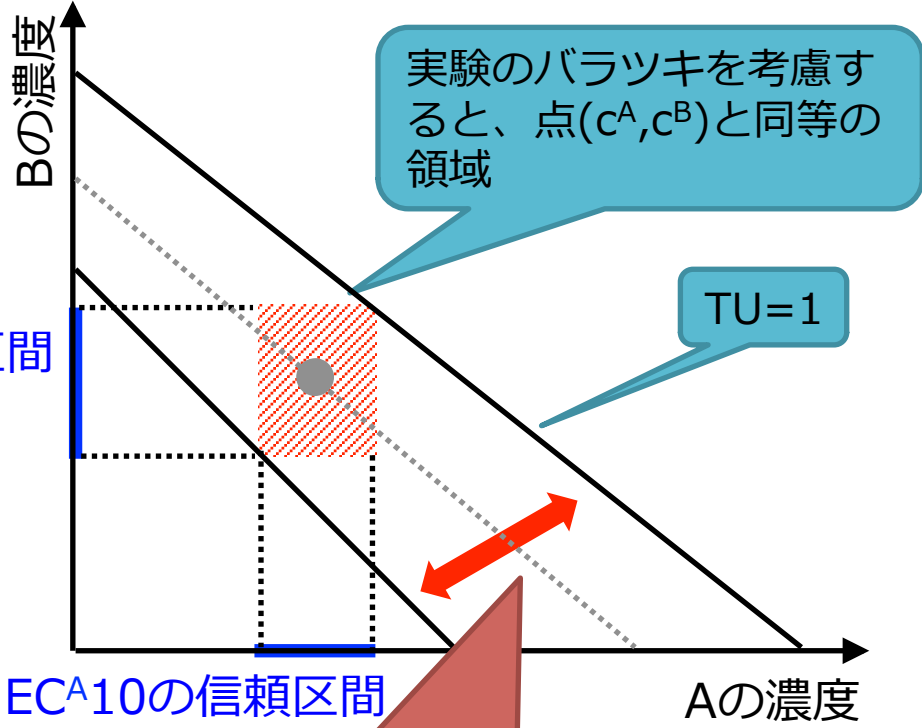
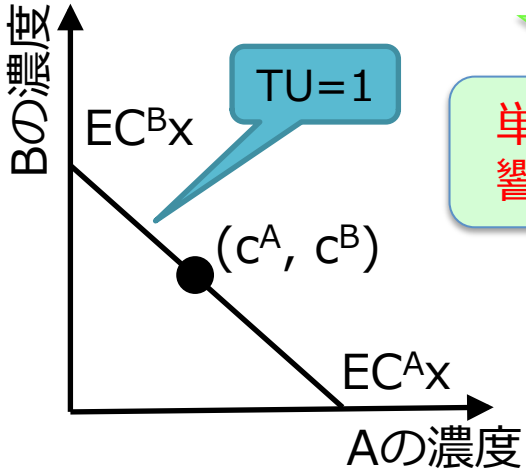
CAモデルの拡張

観察された影響と矛盾しない濃度範囲を考える

物質Aを c^A 、物質Bを c^B の同時暴露試験

直線 $TU=1$ が斜線領域と交点を持つ範囲を求める問題と捉えた

↓
単独の物質での影響の大きさに着目



EC^B15 の信頼区間

EC^A10 の信頼区間

$c^A = EC^A10$ (物質Aの10%影響濃度)
 $c^B = EC^B15$ (物質Bの15%影響濃度)
だったと仮定する。

c^A, c^B と同等の濃度として、 EC^A10 と EC^B15 の信頼区間を単物質の試験データから求める。
※通常、同時暴露試験をする際には、それぞれの単物質の試験は行われる。

この範囲内で予測される濃度がCAモデルで予測される複合影響の濃度の区間

NPとOPの同時暴露試験結果の解析

NPとOPの同時暴露試験の結果はCAモデルとは矛盾しない

※ 試験データはCERI (2013) より引用

死亡を評価エンドポイントとしたメダカへの同時暴露試験

混合割合

測定濃度 (mg/L)	
NP	OP
0.021	0.10

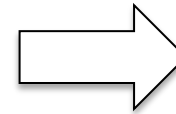


メダカの死亡率

観測値 (n=10)	CAモデルによる予測値		
	従来法	本手法 の下限	本手法 の上限
60%	73%	44%	90%

結果の比較

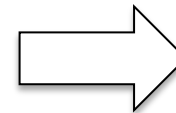
$44\% < 60\% < 90\%$



NPとOPの複合影響は
CAモデルと矛盾しない

従来法

$60\% = 73\% ?$
 $60\% \neq 73\% ?$



実験バラツキの考慮は
人それぞれの解釈次第

環境省の検討調査では10種類の混合割合での試験結果が報告されている
➡ いずれの試験でもCAモデルと矛盾しないという結論が得られた

複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の 拡張のまとめ

- 同時暴露試験結果とCAモデルによる予測結果を定量的に比較することが可能となる統計的解析手法を構築した。
- ノニルフェノールとオクチルフェノールの複合影響はCAモデルの結果と矛盾しないことが定量的に示された。

Outline

1. 複数暴露リスク評価の国内外の動向
2. 複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の拡張
3. UVCBにおける評価単位の検討
4. まとめ

UVCB :
組成が未知または変動する物質、
複雑な反応生成物 または 生物由来物質

➡ 複雑な混合物

化審法スクリーニング評価検討会の概要

スクリーニング・リスク評価の評価単位の検討が課題となっている

平成21年に化審法（化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律）が改正され、一般化学物質等のスクリーニング評価が進められている。

➔ MITI番号やCAS番号のまま評価することは適当でないと考えられるもの



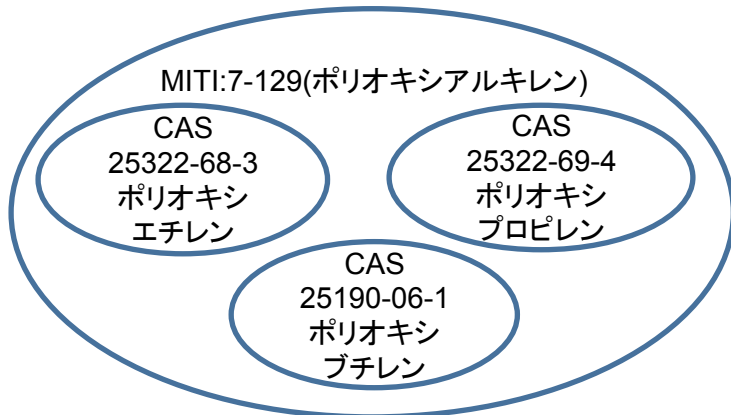
「化審法のスクリーニング評価に関する検討会」の開催

- 平成25年度に3回、平成26年度に6回（予定含む）
- UVCBの適切な評価単位の検討が課題のひとつ

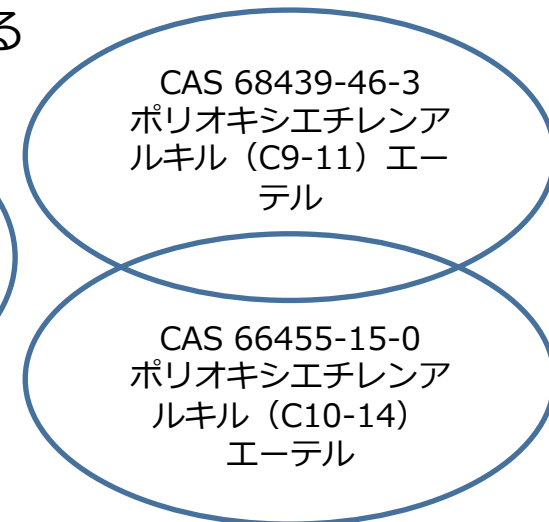
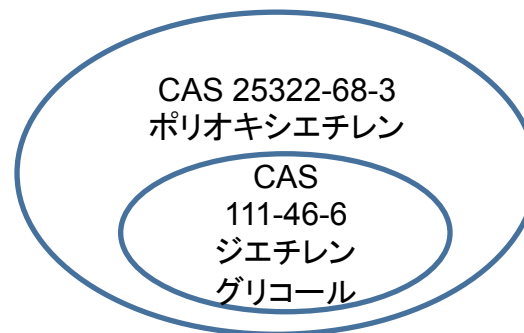
問題点の例

※ 平成26年度第2回検討会「資料4-1」より引用

MITI番号では範囲が大きく、いろいろな構造のCAS番号が含まれている



CAS番号単位において構造に重複関係がある



AISTにおける検討

AISTにおいて評価単位の設定方法を研究的に検討している

これまでの検討会での議論を踏まえつつ、「石油留分」及び「ポリオキシアルキレン類」の評価単位の設定方法の検討として、以下の課題に取り組んでいる。

- データ充足状況の確認（評価基盤情報マトリクス of 作成）
- 評価単位設定方法の整理
- 試行的スクリーニング評価の実施



検討会での議論の素材として、
「各評価単位設定方法の得失」
の整理を行う

「石油留分」と「ポリオキシアルキレン類」

- UVCBの評価単位の問題を抱えている
- 化審法の暴露クラスが高い物質群



検討対象

評価基盤情報マトリクスの作成

評価単位の設定方法の得失を考えるにあたり情報の収集・一元化を行っている

評価単位設定方法の検討に必要な暴露や有害性の情報を収集・整理する。

- データの充足状況の確認（全体的、評価単位に区切った時）
- 評価単位に区切るための道具（ルールに沿ってソート等）
- データギャップ補完方法の検討（要素間の関連性）の基盤

暴露情報

有害性情報

化審法の届出情報

1	2	3	4				5				6	7	8	9	10	11	12	
			13	14	15	16	17	18	19	20								
1	SAS No.	物質名等 (CHRP登録名称又はCAS名称)	暴露情報 暴露経路	暴露情報 暴露頻度	暴露情報 暴露時間	暴露情報 暴露量	有害性情報 急性毒性	有害性情報 慢性毒性	有害性情報 生殖毒性	有害性情報 発がん性	有害性情報 環境毒性	有害性情報 生態毒性	有害性情報 環境蓄積性	有害性情報 環境移動性	有害性情報 環境分解性	有害性情報 環境濃縮性	有害性情報 環境移行性	有害性情報 環境影響
2	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
3	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
4	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
5	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
6	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
7	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
8	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
9	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
10	37-13-6	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
11	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
12	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
13	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
14	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
15	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
16	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
17	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
18	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
19	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
20	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
21	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
22	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
23	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
24	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
25	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
26	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
27	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
28	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
29	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
30	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
31	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
32	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
33	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
34	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
35	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
36	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
37	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
38	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
39	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響
40	64742-47-4	2-1752	経口	1	日	1	急性毒性	慢性毒性	生殖毒性	発がん性	環境毒性	生態毒性	環境蓄積性	環境移動性	環境分解性	環境濃縮性	環境移行性	環境影響

過去の審議会資料、REACH登録のドシエ etc.

CHRIP, REACH登録のドシエ、eChemPortal etc.

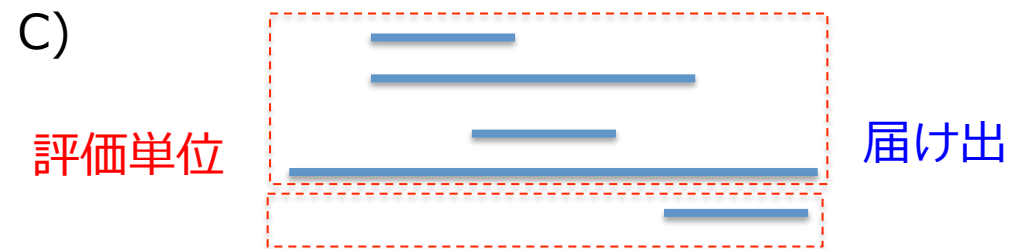
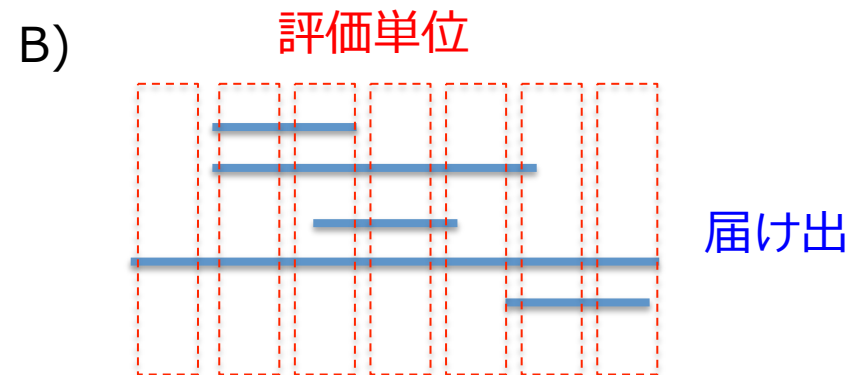
物性情報

想定される評価単位の設定方法

グループ化して評価することも含め、5つの評価単位を設定した

評価単位	概要
CAS A)	現行の方法に準じてCAS番号（MITI番号）をそのまま評価単位とする
按分 B)	多成分物質を純物質に按分・再集計し、純物質として評価
物性 C)	蒸気圧や水溶解度など物性値でグループ化して評価
用途 C)	用途別にグループ化して評価
毒性 C)	毒性作用によりグループ化して評価

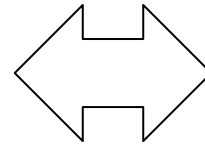
これまでの議論から、可能性のある評価単位設定方法として、左記の5種が想定できる。



CAS番号 (MITI番号) のグループ化

有害性の類似性によるグループ化は難しい
他のアプローチを模索する必要がある

有害性の類似性によるグループ化が原則 (のようだ)



既存の有害性情報は限定的

このギャップをどう埋めるか?
が課題

- 構造
- 物化性状
- 用途

これらが類似していても、
有害性も類似している
(?)

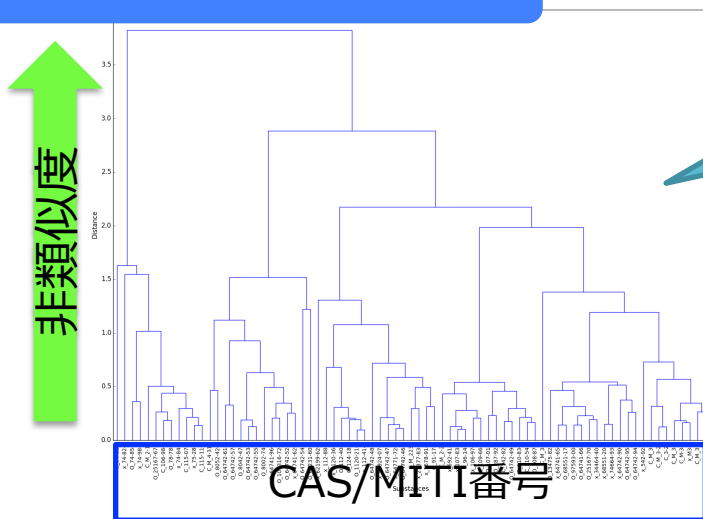


物化性状情報からの類似性、用途情報
からの類似性解析の実施

クラスタ解析の利用[1/2]

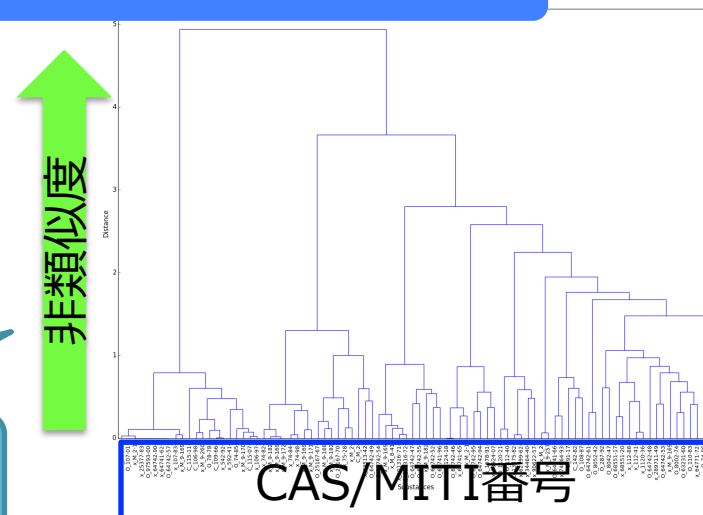
クラスタ解析により類似性を視覚化できる = デンドログラム

物化性状の類似性の解析



CHRIP, REACH登録のドシエ、
eChemPortalなどのデータベース情報
から類似度を解析し、結果を図示

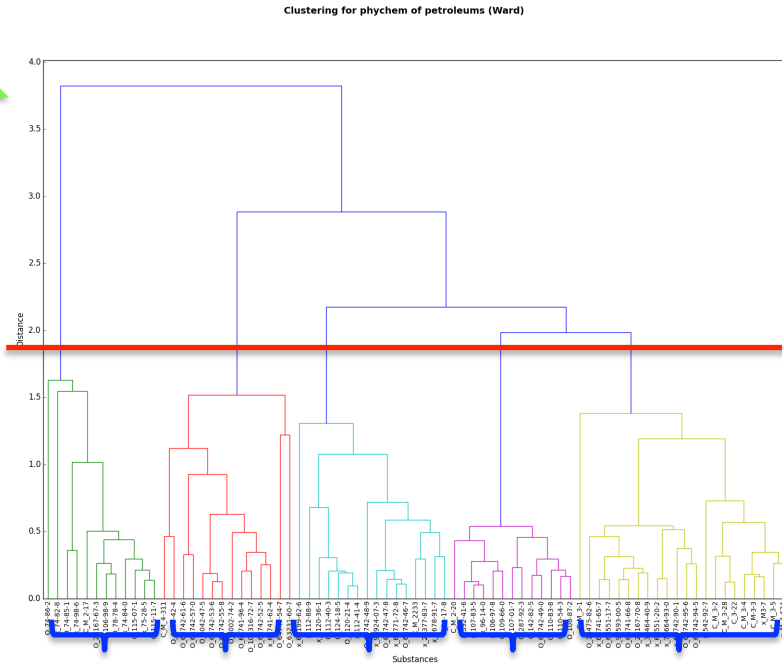
用途の類似性の解析



化審法の届出情報から類似度を解析、
結果を図示

クラスタ解析の利用[2/2]

非類似度の閾値を設けることでグループが生成できる



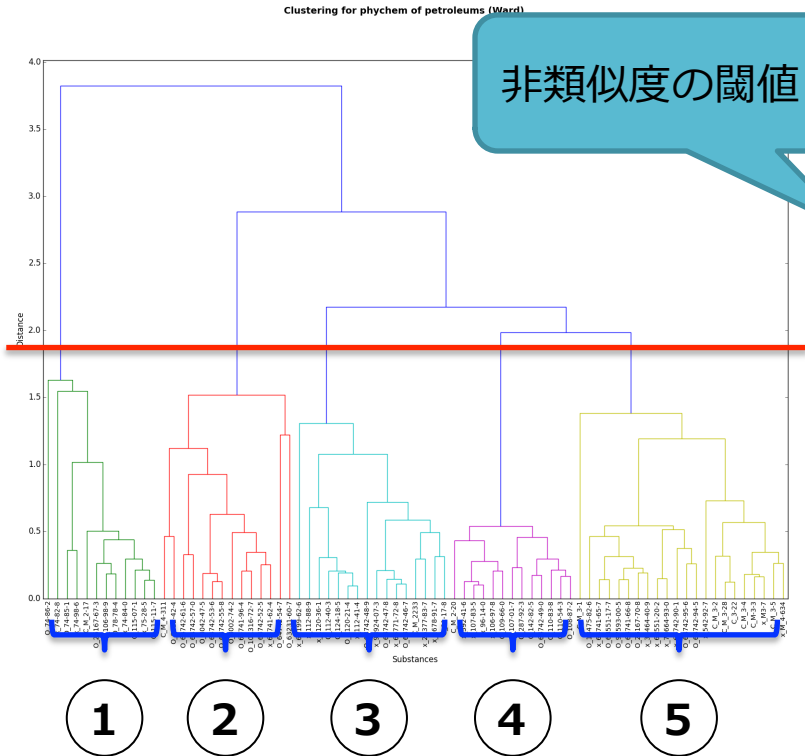
非類似度の閾値

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

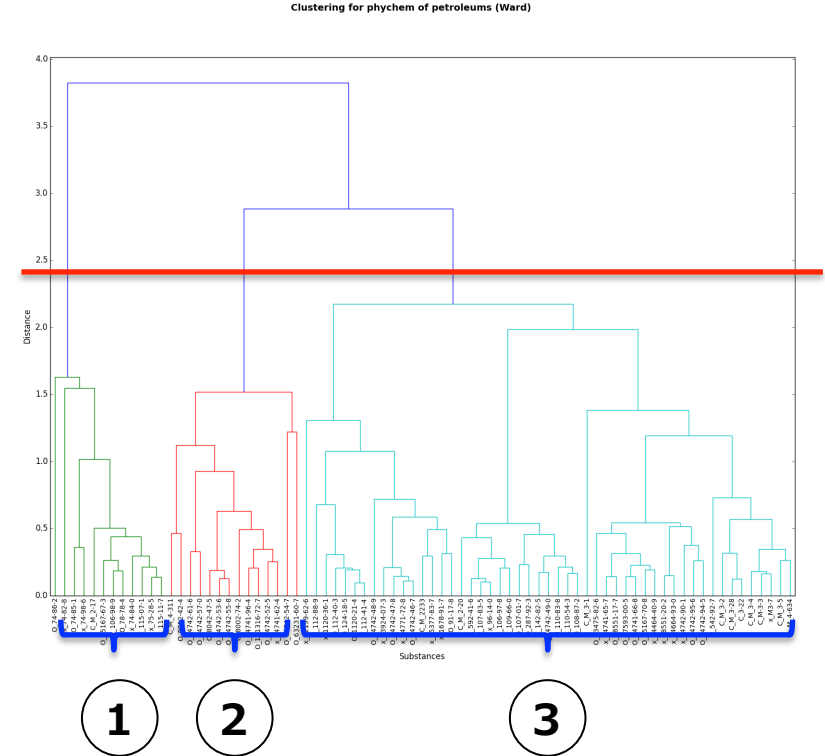
5つのグループに分かれる

クラスタ解析の利用[2/2]

非類似度の閾値を設けることでグループが生成できる



5つのグループに分かれる



3つのグループに分かれる

まとめ

グループ化においては、非類似度の閾値をどう設定するかが課題である

□ グループ化アプローチ

- ➡デンドログラムの非類似度の閾値を設定し、グループ化を行う。
 - 有害性データの充足度を考慮し（各グループに少なくとも1つ有害性データのあるCAS/MITI番号があるように）設定する。
 - 物化性状と用途情報それぞれの類似性を考慮し設定する。
- etc.



種々の評価単位の設定方法を検討し、
設定した評価単位ごとに、試行的
スクリーニング評価を行う

Outline

1. 複数暴露リスク評価の国内外の動向
2. 複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の拡張
3. UVCBにおける評価単位の検討
4. まとめ

まとめと今後の取り組み

今後は体系的に複合暴露リスク評価研究に取り組む

これまでの取り組み

- ❑ 複合影響評価の濃度加算法（CAモデル）の拡張
- ❑ UVCBにおける評価単位の検討
- ❑ 金属の生態毒性における複合影響予測モデルの開発



複合暴露リスク評価に必要な排出・環境動態、ヒト健康影響、生態系影響に関する評価技術の開発を行う

- 化学物質の類似性評価・分類手法の開発（有害性、環境中挙動）
- 複合影響の用量反応関係導出手法の開発（ヒト健康、生態系）
- 複数物質・混合物の環境への排出、分解、生成機構の解明とモデル化

ご静聴ありがとうございました