

環境研究総合推進費補助金(3K153003)

廃棄物の焼却処理に伴う化学物質のフローと 環境排出量推計に関する研究

研究実施期間:平成27~29年度

累積予算額:118,342千円(間接経費含む)

研究代表者	(国研)国立環境研究所	小口正弘
研究分担者	(国研)国立環境研究所	山田正人
	(国研)国立環境研究所	倉持秀敏
	(公財)日本産廃処理振興センター	谷川 昇
	埼玉県環境科学国際センター	渡辺洋一
	埼玉県環境科学国際センター	堀井勇一
	静岡県立大学	三宅祐一
	(有)環境資源システム総合研究所	浦野真弥

研究背景

第3次循環基本計画(H25.5)

「有害物質を含む廃棄物等の適正処理
システムの構築」
(第5章 国の取組 第2節1(4))

第4次環境基本計画(H24.4)

「(化学物質の)ライフサイクル全体のリスクの削減」
(第2部 今後の環境政策の具体的な展開
第9節3(3)重点的取組事項②)

廃棄物処理における化学物質管理のための基礎情報として**環境排出量の把握**が必要

- 化学物質排出移動量届出制度(PRTR制度)において、廃棄物処理からの排出量は一部の化学物質を除いて届出外推計(国推計)の対象。
- 排出量推計の必要性が指摘(H19化管法見直し合同会合(中環審・産構審))。

★ 産業廃棄物は廃棄物の性状, 処理フロー, 処理施設等が多様。

★ 限られた排ガス等実測データに基づく単純なアプローチでは推計困難。

排出量の推計においてこれらを考慮することが技術的課題

施設の特徴

廃棄物・含有物質の処理実態／フロー

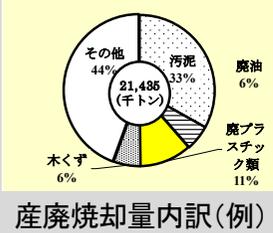
処理における物質挙動特性

研究開発目標・構成・体制

- 産業廃棄物焼却処理からの化学物質排出量の推計試行, 推計手法・基礎データの提示

(1) 廃棄物焼却施設の類型化

施設の多様性を推計で考慮

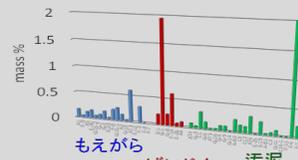
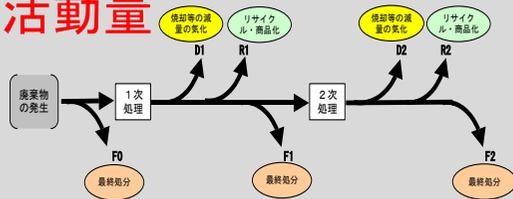


DXNs排出実態調査データ解析, 維持管理情報等のDB化

処理施設側から見た産廃焼却実態の整理と施設の類型化

(2) 廃棄物・含有物質フロー推計

活動量



廃棄物の物質含有実態推定 (焼却残さ等化学分析, PRTR移動量データ解析)

産廃処理の化学物質フロー推計モデル

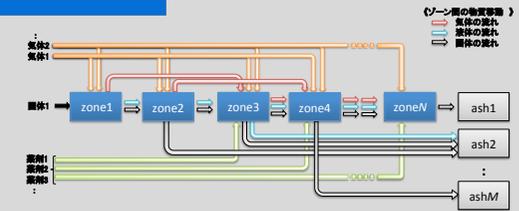
廃棄物側から見た焼却実態の整理と焼却処理への化学物質流入フロー推計

産業廃棄物・含有物質の焼却投入量推計

(3) 廃棄物焼却における物質挙動・排出特性の把握



室内実験



マルチゾーン熱力学平衡計算

実施設からの排出実態・排出係数の検証データ作成

(4) 実施設からの排出実態調査解析と排出係数作成

多数の産廃焼却施設のデータ蓄積

施設類型に着目した排出実態の傾向解析



排出係数

施設類型に応じた排出係数作成

産廃焼却からの化学物質排出量推計に資する基礎知見を提供し, PRTR届出外推計等の政策へ貢献

研究体制
(主な担当)

(1) 浦野(環境資源システム研)・谷川(産廃振興C)

(2) 山田・小口(国環研)・渡辺(埼玉県環科C)・浦野(環境資源システム研)

(3) 三宅(静岡県立大)・倉持(国環研)

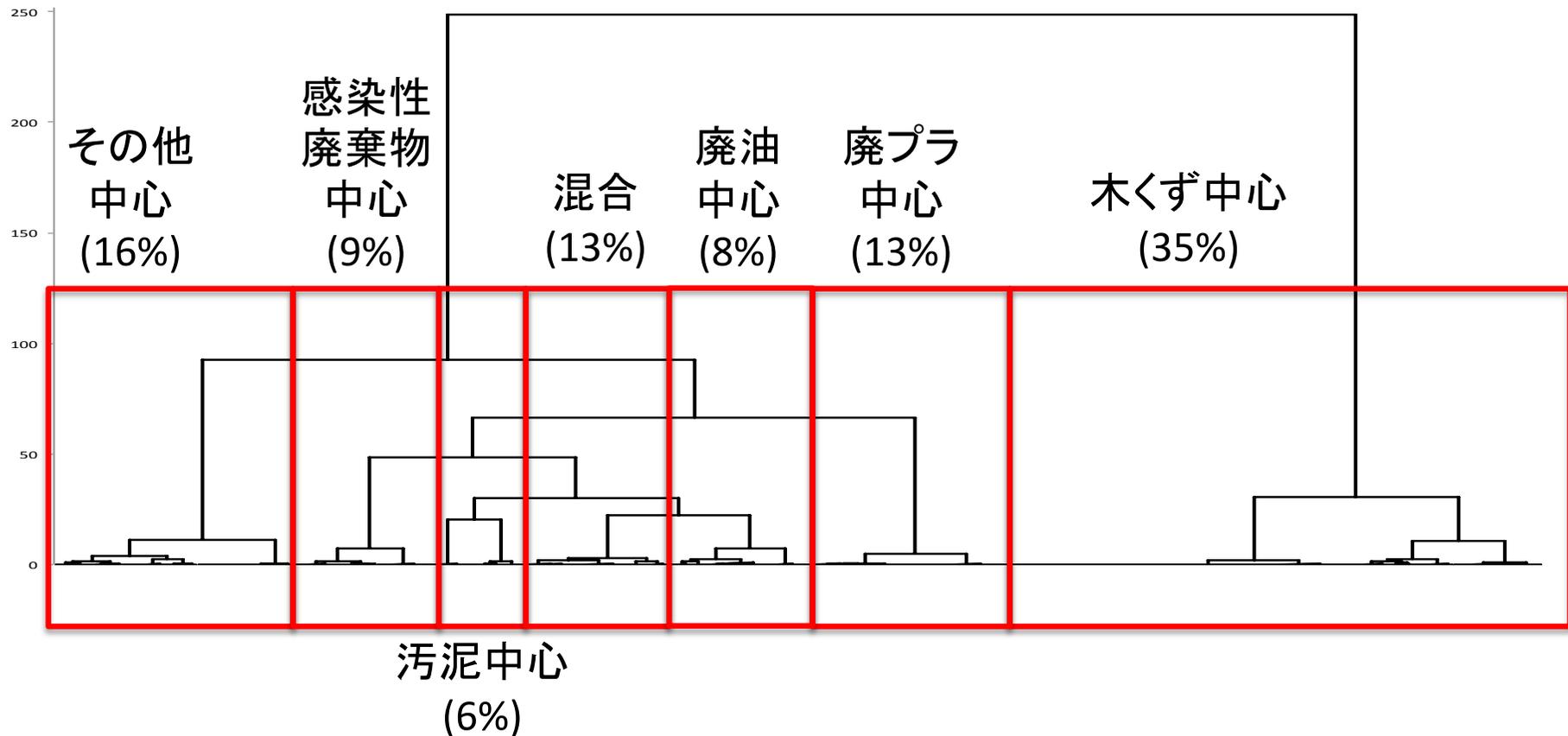
(4) 堀井(埼玉県環科C)・三宅(静岡県立大)・谷川(産廃振興C)・小口(国環研)

焼却施設の類型化(データ整備)

- ダイオキシン類排出状況等調査(環境省)のデータに基づいて、施設類型化のためのデータを整備。クラスター分析等により全国の施設を類型化。
 - ✓ 廃棄物種別焼却量(汚泥/廃油/廃プラ/木くず/感染性廃棄物/一般廃棄物/その他)
 - ✓ 炉形式, 排ガス処理方式等の施設形式
 - ✓ 施設種類(一廃処理施設, 産廃処理施設, セメント工場, 製紙工場)
 - ✓ 委託処理 or 自己処理
- 業許可を持つ施設については、維持管理情報の収集整理・結合を行い、より詳細な廃棄物種別の焼却量データを把握できるDBを作成(関東・近畿・北海道地域)。

処理廃棄物の特徴による産業廃棄物焼却施設の類型化

- クラスタ分析により、全国の焼却施設を類型化。
- 産廃処理業の施設を主要な処理廃棄物で7類型に分類。

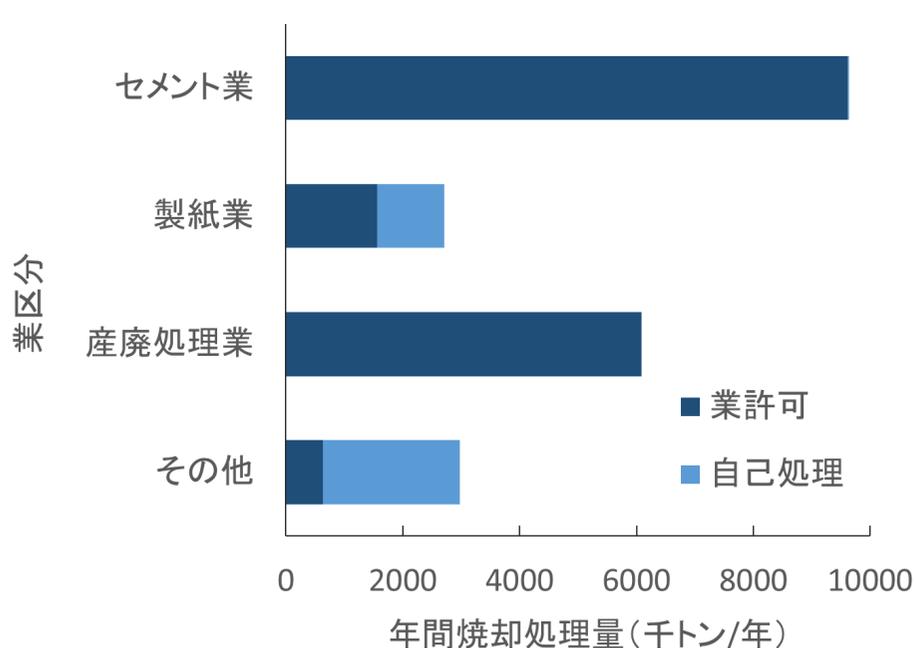


主要な処理廃棄物による産廃焼却処理施設の類型化（産廃処理業／委託処理）

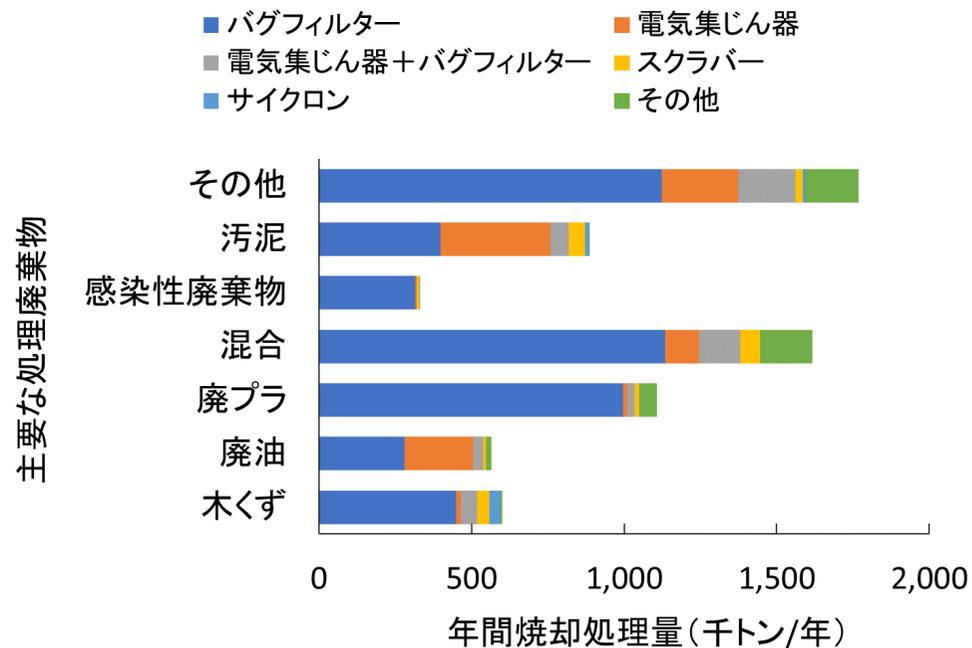
※カッコ内は施設数ベースの割合

施設類型ごとの産廃焼却量(活動量)データの作成

- 類型化に用いたものと同じダイオキシン類排出状況等調査(環境省)のデータから、施設類型ごとの焼却量(活動量)データを作成。
- 維持管理情報の接続により、詳細な廃棄物種別の焼却量も作成可能(関東・近畿・北海道地域については本研究で実施)。



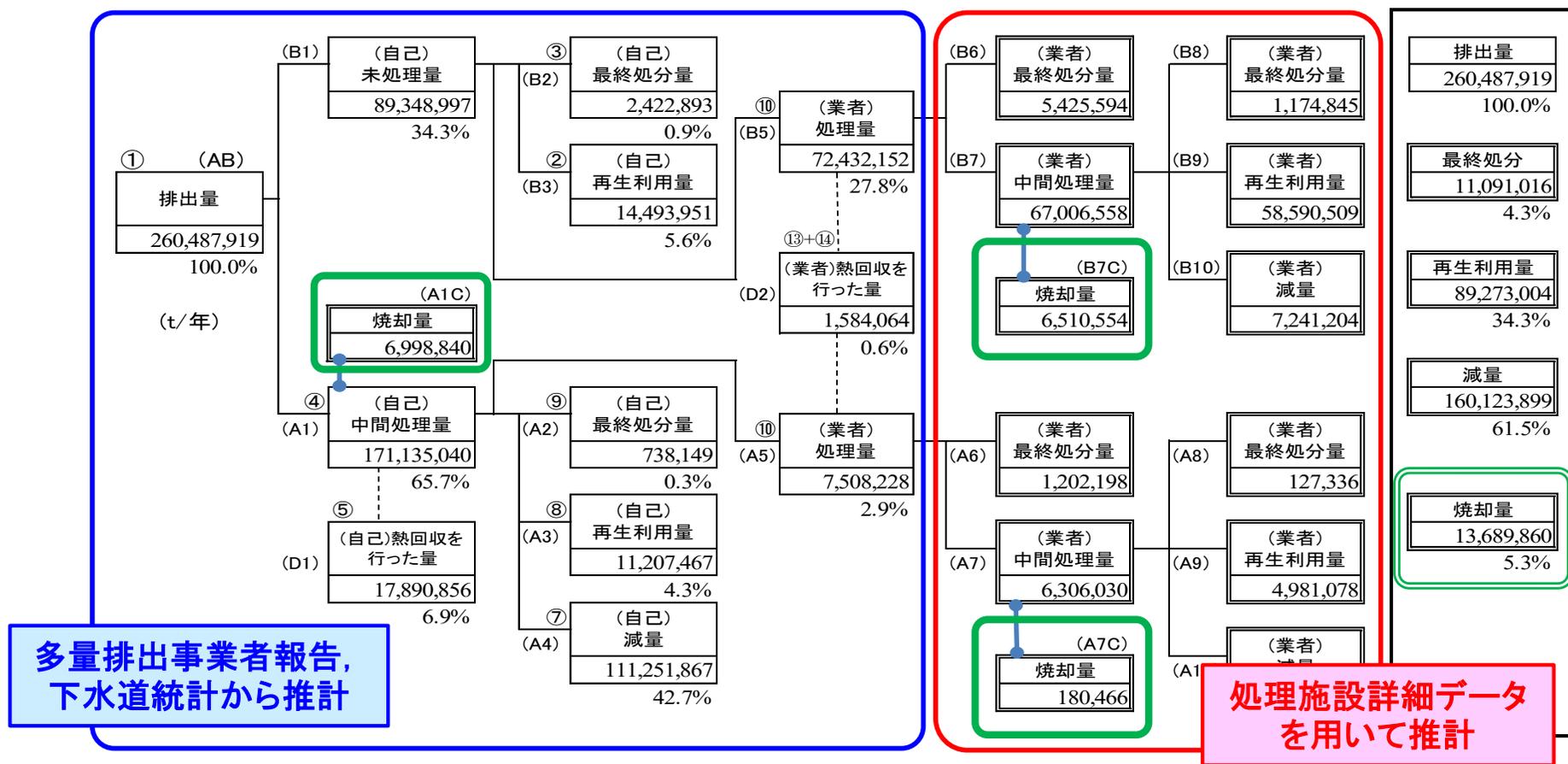
業区分、委託処理/自己処理別の焼却処理量



施設類型別 (主要処理廃棄物/排ガス処理方式) の焼却処理量

産業廃棄物の処理フロー推計

- より詳細な焼却量の把握のため、多量排出事業者報告、下水道統計のデータを収集整理し、**排出業種別・廃棄物種類別の排出量**、自己処理量、委託処理量までの**フローを作成**(全国排出量の86%)。
 - 産廃処理業者の中間処理情報(受入廃棄物の発生業種別・詳細品目別・処理方法別の焼却処理量)を組み込んで、**自己処理・委託処理における焼却量を推計**(別の中間処理を経る焼却フローも推計)。
- ➔ 排出業種までを考慮した焼却量を把握可能。
- ➔ PRTR届出移動量との結合による廃棄物の化学物質含有量データも作成

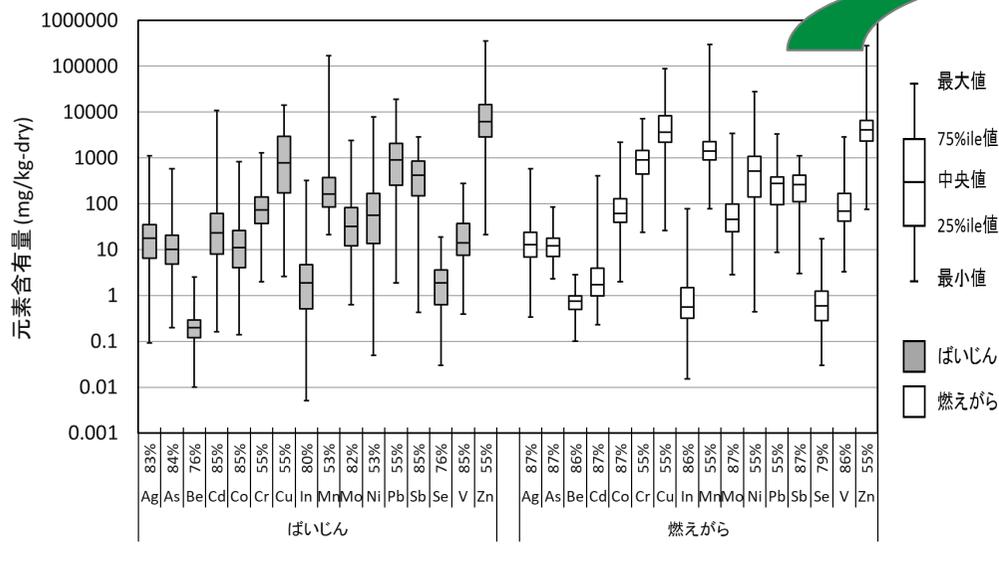


多量排出事業者から排出された産業廃棄物（全種類合計）の処理フロー

産廃焼却残さの分析による焼却廃棄物の金属類含有量の推定

- 36施設、約100試料セットのPRTR対象16金属類の含有量データを取得・蓄積(ICP-MS分析, XRF分析)。
- 年間処理量, 焼却残さ発生量を用いて処理廃棄物の(平均)含有量を推定。

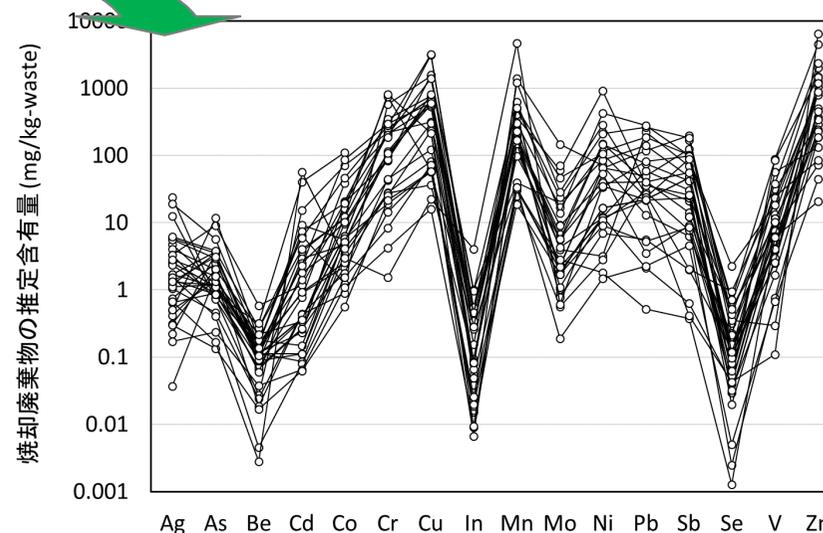
$$\frac{(\text{ばいじん含有量} \times \text{年間発生量}) + (\text{燃えがら含有量} \times \text{年間発生量})}{\text{年間焼却処理量}}$$



産廃焼却残さの金属元素含有量

(36施設・約100試料セット, %表記は検出試料数の割合)

- Cd, Pb, Se, Znはばいじんの方が高濃度, Be, Co, Cr, Cu, Mn, Vは燃えがらの方が高濃度の傾向。
- 金属元素含有量の施設間でのばらつきは, ばいじんの方が大きい傾向。



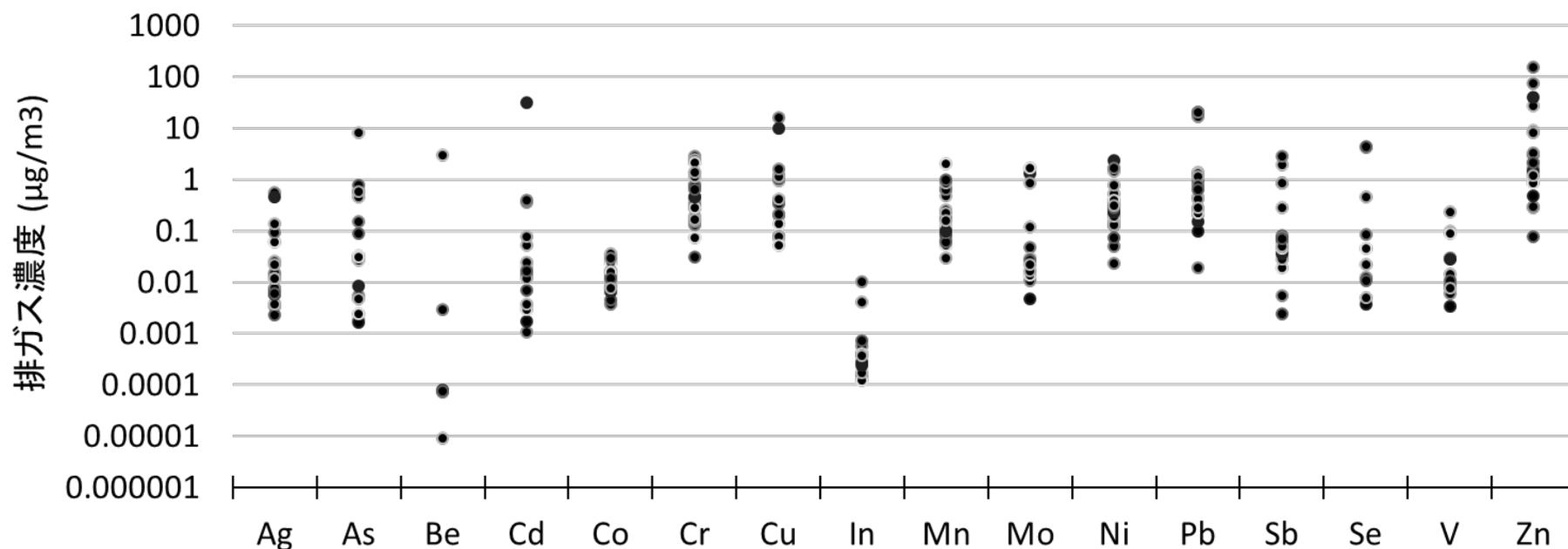
焼却廃棄物の金属元素含有量推定値

(施設ごとの平均値)

- 施設により含有量のレベルに違いはあるが, 一部を除けば**元素間の含有量の高低はパターンが類似**(ただしCd, Cr, Ni, Pbなどはやや異なる)。
- この結果をもとに, 処理廃棄物による違いを整理し, **施設類型別のデータを作成**。

実施設における排ガス実測データの取得・蓄積(金属類)

- 実産廃焼却施設(23施設)において採取・分析を行い、排ガス濃度実測データを蓄積。
- 別途、焼却施設の自主測定等で採取したダスト試料(ろ紙試料)を入手し、金属類分析を実施(23施設、約80試料)。排ガス濃度データ数を充実。



産業廃棄物焼却施設の排ガス中金属類濃度 (詳細調査23施設)

- 排ガス濃度は施設によって大きく異なる。1つの排出係数としての整理は困難。
 → 施設類型(特に排ガス処理方式)ごとに、金属類の流入量(=処理廃棄物中の金属類量)に対する排出率として整理。

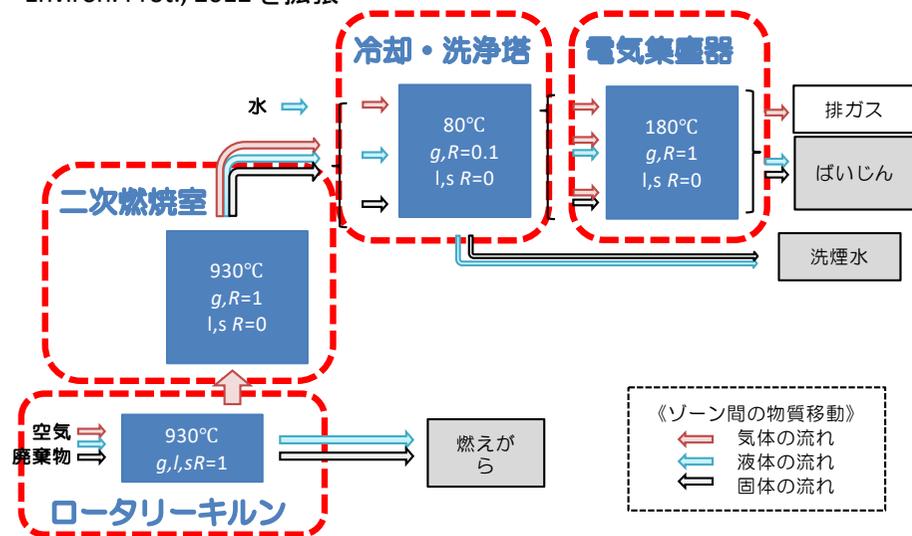
産廃焼却における物質挙動シミュレーション(汎用プログラムの作成)

- マルチゾーン熱力学平衡計算を用いた産廃焼却プロセスにおける金属類の揮発・排出傾向と化学形態を推定する計算プログラムを開発。

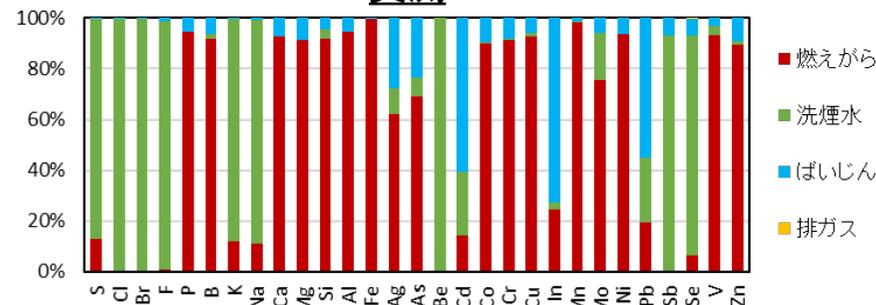
マルチゾーン平衡計算

廃棄物焼却炉内を複数のゾーンに分割して平衡計算を行い、焼却処理における元素の分配挙動と化学形態を推定。

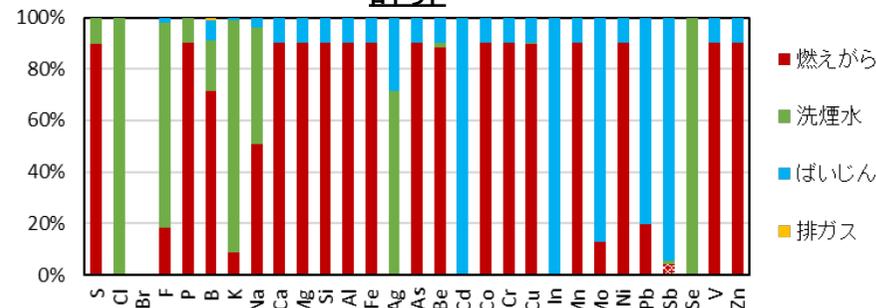
Ginsberg et al., Process Safety Environ. Prot., 2012 を拡張



実測



計算



産廃焼却施設 (A) における元素の分配挙動の実測値と計算値の比較

- 金属類の分配挙動を概ね再現するプログラムを開発。他の施設についても組成・燃焼条件等を変えた計算を行うことで、分配・排出傾向の検証に利用可能。
(一部の金属類は実測値と計算値が一致せず、分析データの確認とパラメータの修正が必要。)

産廃焼却からの排出量推計方法

活動量 × 排出係数

①

焼却処理量

×

排出係数
(焼却処理量あたりの排出量)

②

焼却への流入物質量
(=焼却処理量 × 廃棄物中含有量)

×

最終排ガスへの排出率
(=排ガス濃度 × 排ガス量 / 流入量)

処理廃棄物の類型ごとに作成

施設形式(特に排ガス処理方式等)の
類型ごとに作成

③

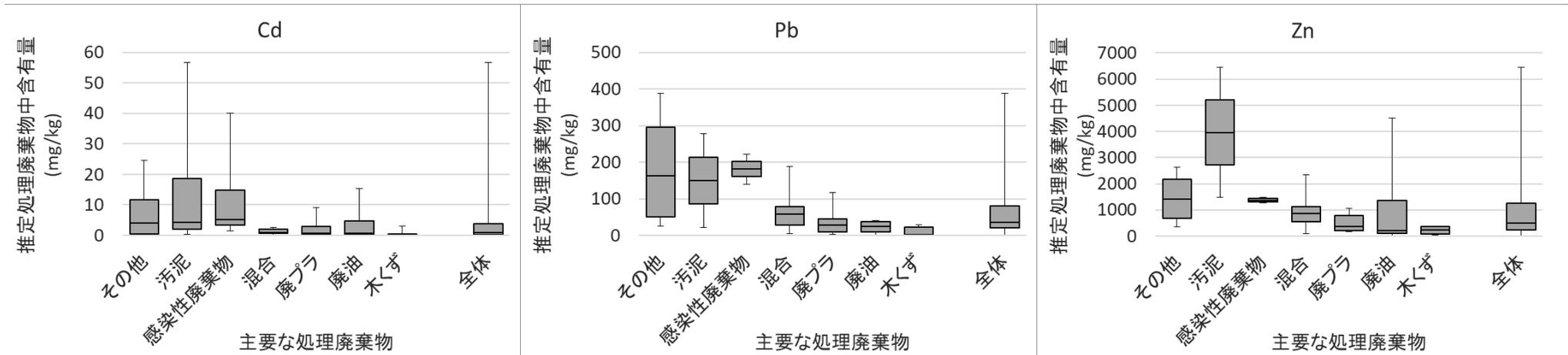
発生するばいじん中の物質量
(=ばいじん発生量 × ばいじん中含有量)

×

ばいじん排出率
(=1-ばいじん除去率)

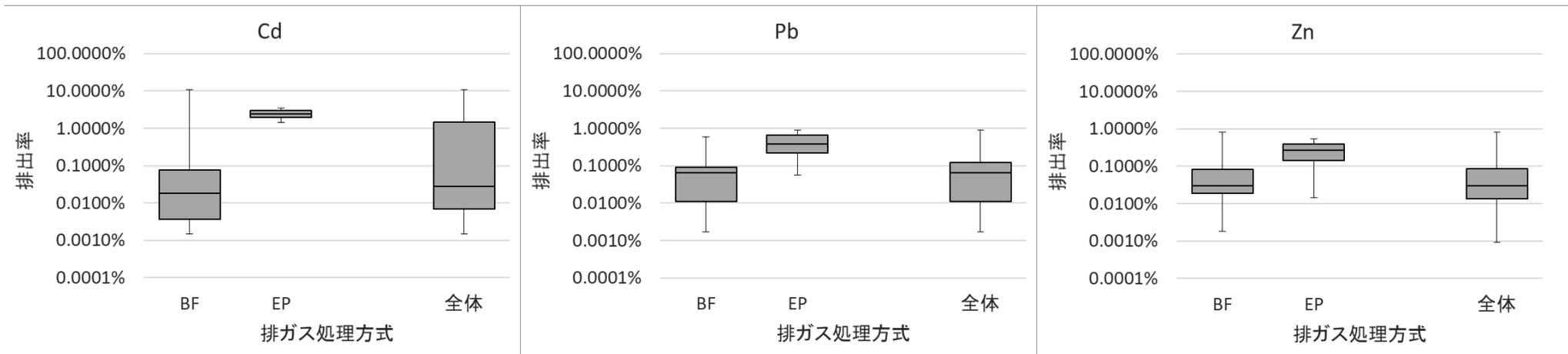
施設類型ごとの焼却量・処理廃棄物濃度・排出率(金属類)

処理廃棄物類型別の処理廃棄物中含有量



排ガス処理方式類型別の排出率

※焼却処理量の多いBF, EPの施設について作成



本研究により得られた主な成果

- 産業廃棄物焼却施設の類型に応じた排出実態を反映した排出量の推計方法、推計事例および基礎データの提示
 - ➔ PRTR届出外推計をはじめとした物質管理政策において、廃棄物処理に伴う化学物質のフローおよび排出量推計を行うための科学的知見を提供
- 既存制度によるデータ（PRTR制度、廃棄物処理に係る統計・行政調査、維持管理情報等の施設公表データ等）の接続による産業廃棄物焼却量および化学物質フローデータの作成
 - ✓ データ活用に向けた制度・統計（届出項目等）の改善必要性も提言。
- 産廃処理への化学物質流入や焼却処理からの排出実態の解明（VOCs・アルデヒド類、六価クロムのデータも取得）
- 実測データのみ依存していた排出係数作成に、マルチゾーン熱力学平衡計算モデル、室内燃焼実験による新たな検証アプローチを導入

「国民との科学・技術対話」実施状況

- 公開シンポジウム講演, ポスター／パネル発表 4件
- 高校生・大学院生向け講義 8件

平成27年度		
静岡県立大学公開シンポジウム「USフォーラム」講演で成果紹介	2015年9月29日 静岡県立大学	聴講者 約90名
SSHインセンティブレクチャーで成果紹介	2015年10月17日 静岡北高等学校	聴講者 約20名
広島大学大学院工学研究科講義で研究背景・成果紹介	2016年1月13日 広島大学	受講学生 10名
平成28年度		
国立環境研究所 一般公開「春の環境講座」パネル展示・説明で研究背景と成果紹介	2016年4月23日 国立環境研究所	一般公開来場者 約500名
国立環境研究所 公開シンポジウム2016ポスター発表で研究背景と成果紹介	2016年6月17日 ロームシアター京都 2016年6月24日 メルパルクホール東京	シンポジウム来場者 約250名(京都) 約500名(東京)
女子中高生の理系進路選択支援プログラムで成果紹介	2016年8月17日 静岡県立大学	聴講者 約240名
SSHインセンティブレクチャーで成果紹介	2016年10月15日 静岡北高等学校	聴講者 約20名
広島大学大学院工学研究科講義で研究背景・成果紹介	2016年11月16日 広島大学	受講学生 18名
平成29年度		
女子中高生の理系進路選択支援プログラムで成果紹介	2017年8月17日 静岡県立大学	聴講者 約200名
SSHインセンティブレクチャーで成果紹介	2017年10月7日 静岡北高等学校	聴講者 約20名
広島大学大学院工学研究科講義で研究背景・成果紹介	2017年12月20日 広島大学	受講学生 25名
埼玉県環境科学国際センター講演会で成果紹介	2018年2月2日 埼玉会館	聴講者 約240名