

藤原大<sup>1)</sup>、倉持秀敏<sup>1)</sup>、前背戸智晴<sup>1)</sup>、野村和孝<sup>1)</sup>、竹内幸生<sup>1)</sup>、川本克也<sup>2)</sup>、大迫政浩<sup>1)</sup>

1) 国立環境研究所、2) 岡山大学

## 概要

都市ごみの熱処理減容化過程における放射性セシウム (Cs) の挙動について調査し、4つの熱処理形式について比較・整理した。

- 1) **放射性Csの60~99%は飛灰(ばいじん)へ移行した。**各種飛灰への移行割合は熱処理形式により異なった(ストーカー<流動床≧ガス化溶融)
- 2) **飛灰からの放射性Cs溶出率は40~100%であり、熱処理形式によらず高かった。**一方、主灰、不燃物、スラグからの放射性Csの溶出はほとんどなかった。
- 3) 既設の排ガス処理設備(バグフィルタ)により排ガス中に含まれる放射性Csは高い除去率で除去されると考えられ、**熱処理形式に依存することなく高い除去率が得られる**と考えられる。

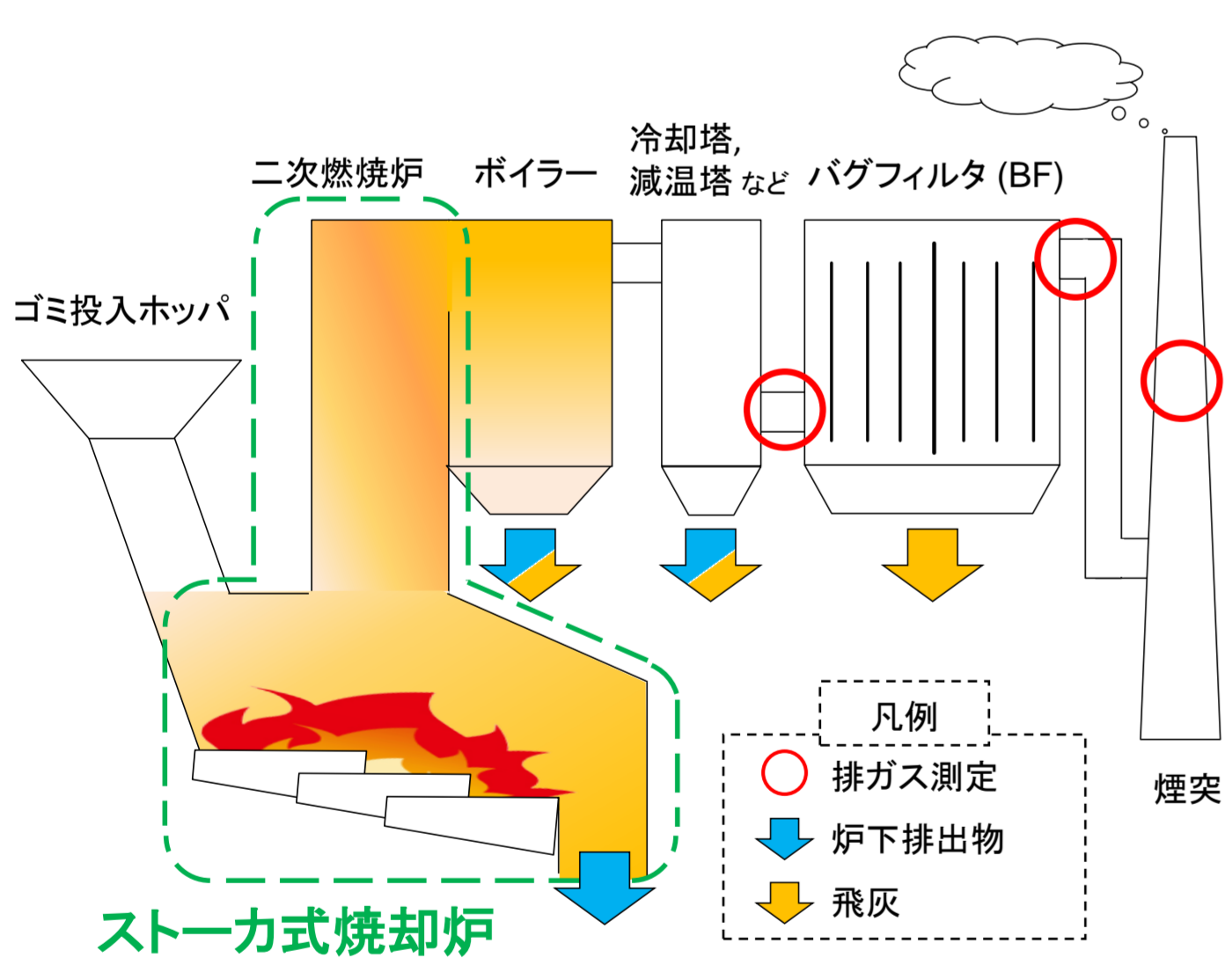
## 背景と目的

- 事故由来の放射性Csに汚染された都市ごみは焼却や溶融によって安全に処理されていることは確認されているが<sup>1)</sup>、放射性Csの挙動(熱処理残(飛灰や焼却主灰等)への分配など)や、排ガス処理設備での放射性Cs除去率については熱処理形式ごとに整理されていない。
- 本調査では熱処理形式の異なる一般廃棄物焼却および溶融処理施設における放射性Csの挙動、処理残渣からの放射性Csの溶出性および排ガス中の放射性Csの除去率を明らかにすることを目的に調査を行った。

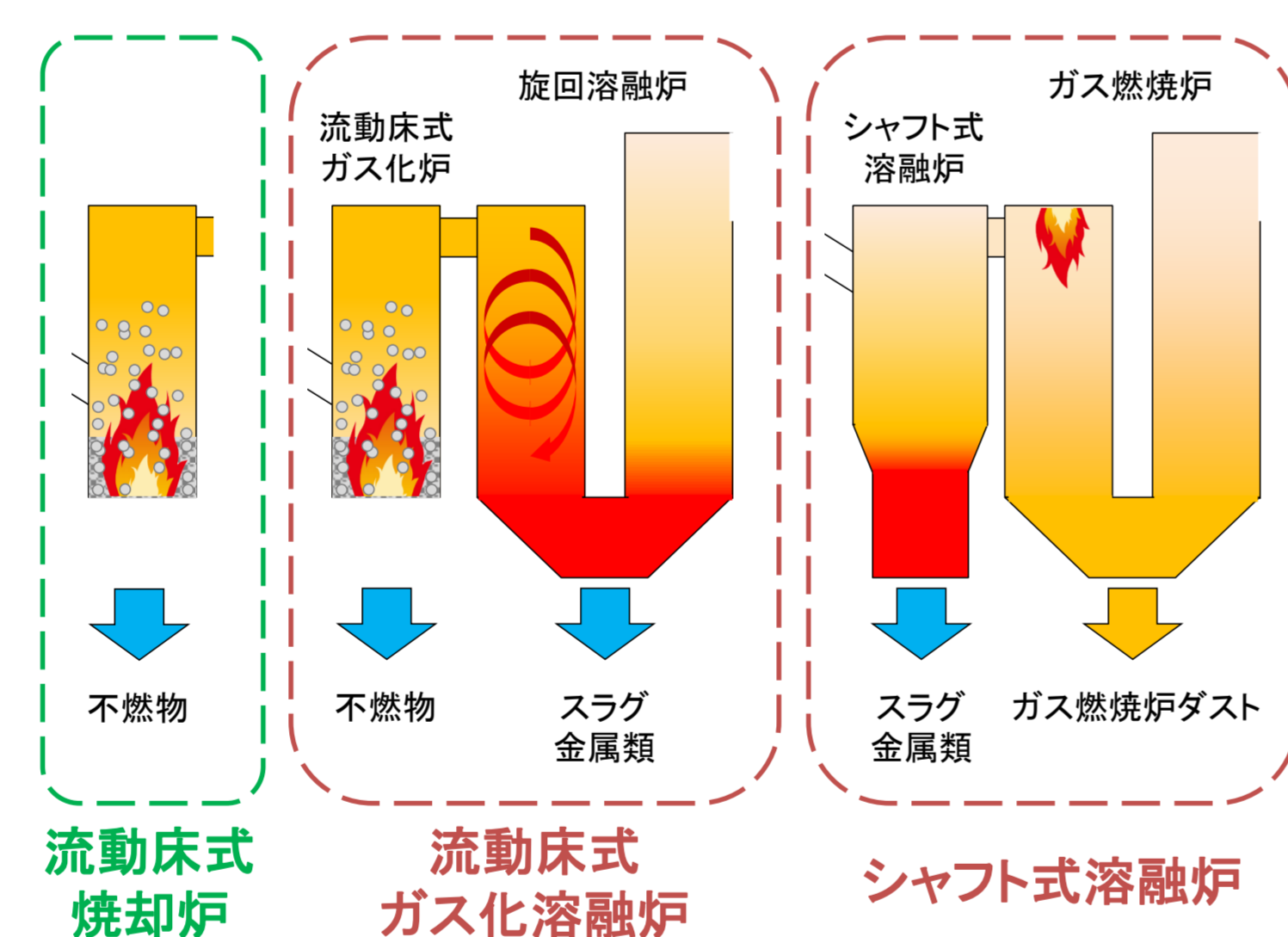
## 調査方法

- 調査は関東~東北で稼働中の熱処理施設において実施した。
- 放射性核種分析では、放射性Csのみを対象とし、Cs-134とCs-137を測定し、その合計値を放射性Cs濃度とした。
- 各熱処理残渣およびバグフィルタ前後の排気ガス中の放射性Cs濃度を測定し、放射性Cs分配および排ガス処理設備による放射性Csの除去効率について調べた。また、熱処理残渣については放射性Csの溶出試験を実施した。

### 熱処理施設フロー(例)



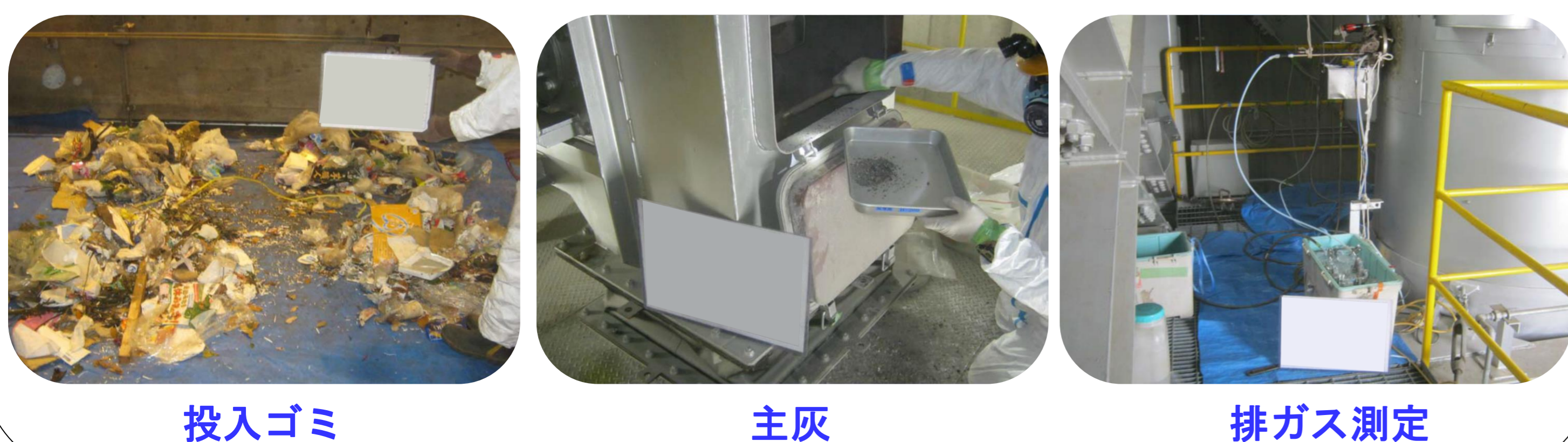
### 焼却・溶融方式の違い



### 調査対象施設の概要

施設	熱処理方式	処理温度(°C)	熱処理残渣サンプリング項目		調査期間
			炉下排出物(主灰等)	飛灰等	
A	ストーカー式焼却炉	800 <	主灰	BF灰	平成24年2月
B	ストーカー式焼却炉		主灰、溶融不適物、磁性物、アルミ	BF灰	平成24年2月
C	流動床式焼却炉		不燃物、鉄	ガス冷灰、BF灰	平成25年1月
D	流動床式焼却炉		不燃物	ガス冷灰、BF灰	平成24年2月 ~平成25年3月
E	流動床式ガス化溶融	1300-1400	スラグ、不燃物、鉄、アルミ	BF灰	平成25年2月
F	シャフト炉式ガス化溶融	1300-1650	スラグ、磁選メタル	ガス燃焼炉灰、ボイラ灰、減温塔灰、BF灰	平成24年12月

### サンプリング作業

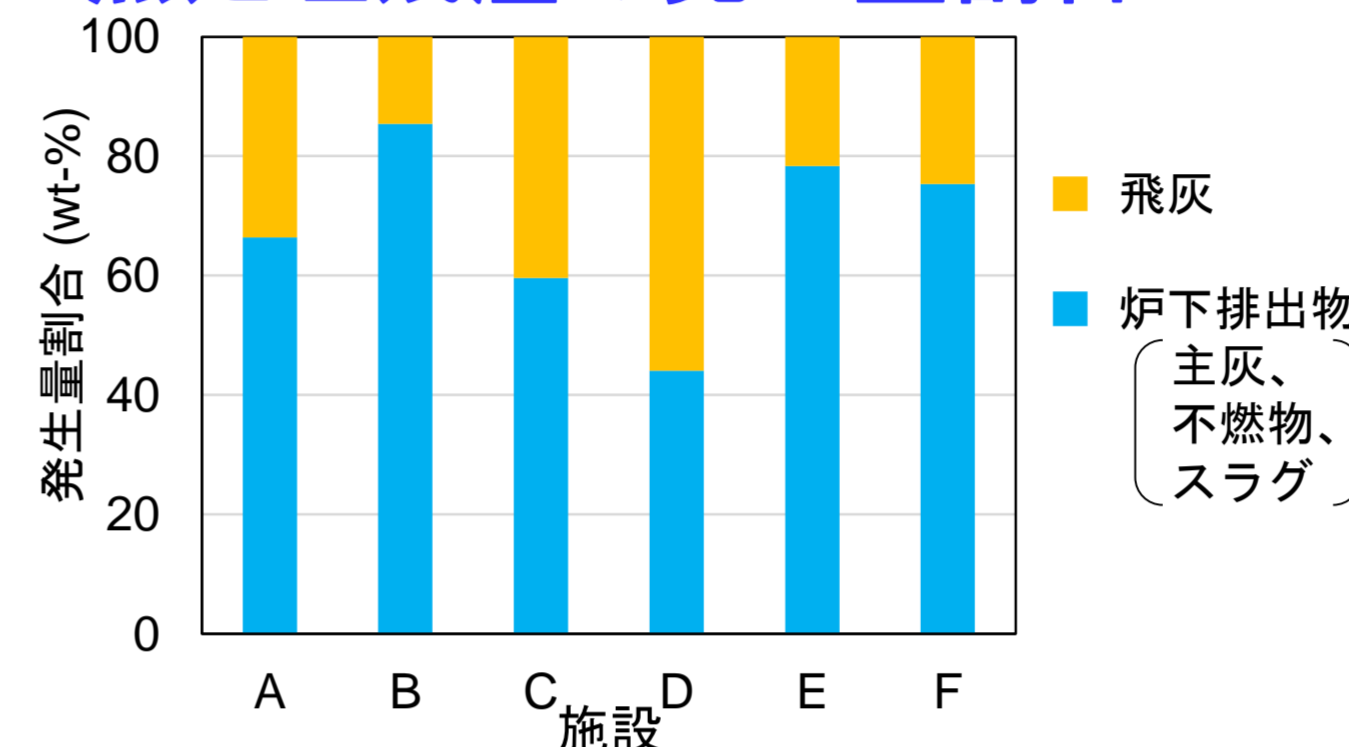


## 結果と考察

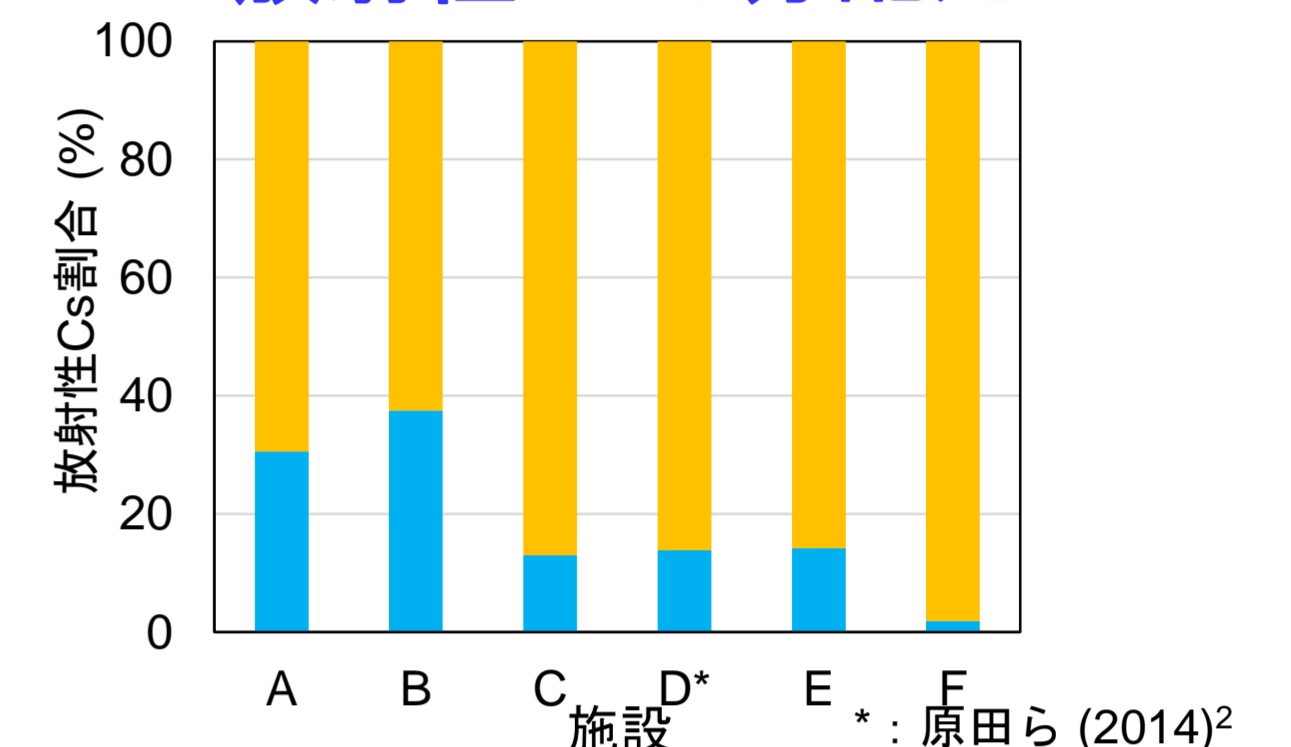
### ○ 熱処理残渣への放射性Csの移行挙動

- 60~99%の放射性Csが飛灰へ移行。ただし、飛灰への移行割合の大きさは熱処理形式によって異なり、ストーカー<流動床≧ガス化溶融。
- 飛灰への移行が高い理由は、ガス化溶融では処理温度が数百°C高く、放射性Csがより多く揮発したため。一方、流動床では灰分の多くは飛灰となるため。

#### 熱処理残渣の発生量割合



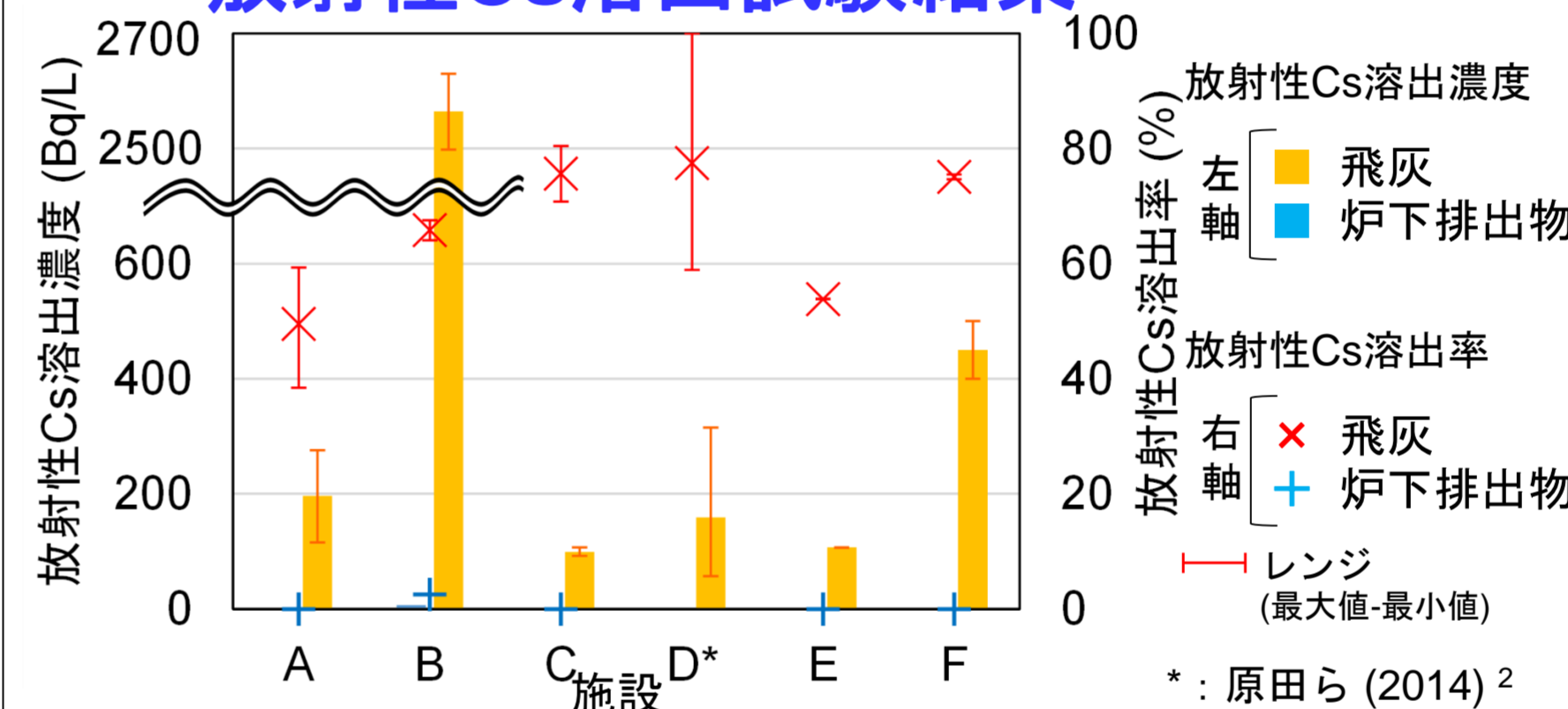
#### 放射性Csの分配比



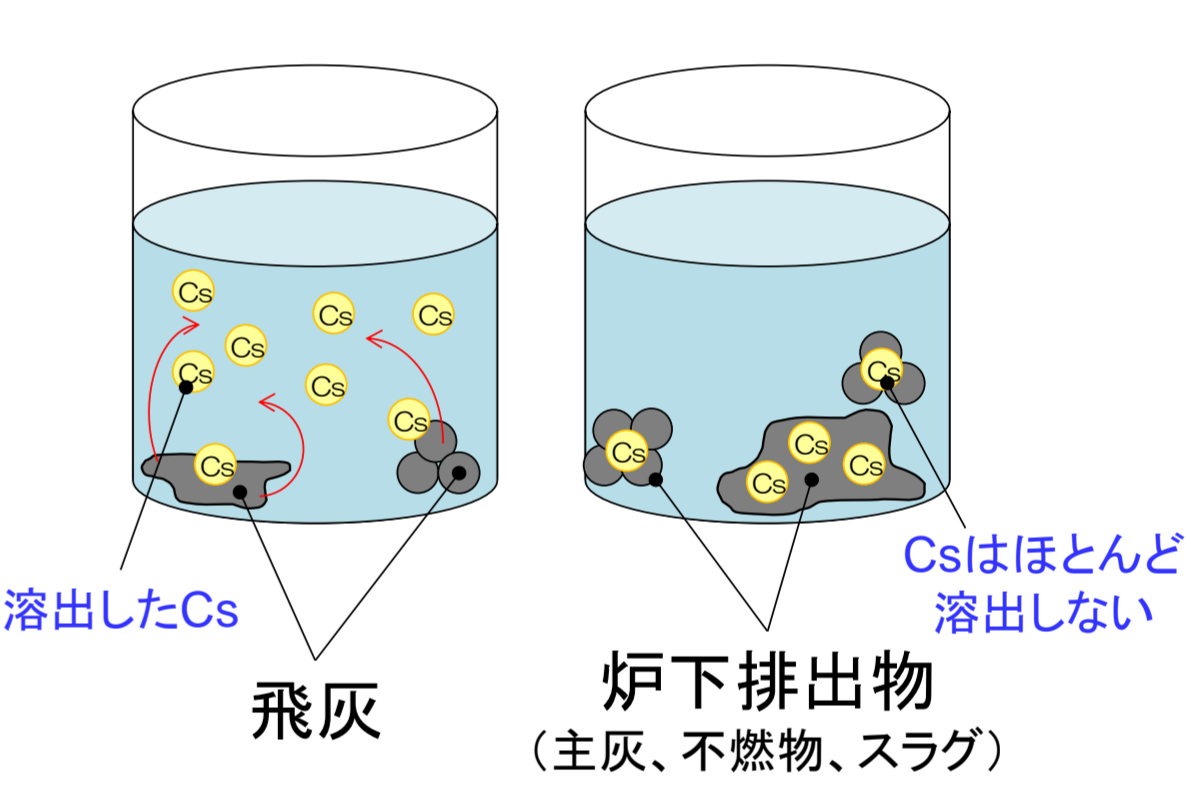
### ○ 熱処理残渣からの放射性Csの溶出挙動

- 飛灰中に含まれる放射性Csの溶出率は、熱処理形式に関係なく40~100%と高い。また、飛灰中の塩素濃度は主灰等に比べて桁違いに高いことから、放射性Csは塩素化物で存在していると推察される。
- 炉下排出物からの溶出率は低い。放射性Csは鉍物相やスラグに取り込まれ、溶出率が低いと考えられる。

#### 放射性Cs溶出試験結果



#### 残渣からの放射性Cs溶出



### ○ バグフィルタ(BF)による放射性Csの除去率

- 次式により放射性Cs除去率を算出した。※検出下限値を代用

$$\text{放射性Cs除去率 (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{BF出口の放射性Cs量 (Bq/h)}}{\text{BF入口の放射性Cs量 (Bq/h)}} \right) \times 100$$

- 全施設で排ガス処理後の放射性Cs濃度は検出下限値未満であった。高い放射性Cs除去率は排ガス中にはガス状の放射性Csが存在は無視できること示している
- ダイオキシン類対策でバグフィルタを200度以下に保持することは、放射性Csを飛灰に固定化させて飛灰とともに高度に除去できる。
- 熱処理形式によらず既存の高度な排ガス処理設備で高い放射性Cs除去率を達成できる。

#### BF前後の放射性Cs濃度および放射性Cs除去率

施設	放射性Cs濃度 (Bq/N-m <sup>3</sup> -dry)				Cs除去率 (%) <sup>※2</sup>	
	BF入口		BF出口 <sup>※1</sup>		Cs-134	Cs-137
	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137		
A	16 <sup>※3</sup>	22 <sup>※3</sup>	<0.015	<0.017	99.86<	99.88<
B	52-68	84-118	<0.015	<0.013<-0.014	99.97<-99.98<	99.98<-99.99<
C	1.8-4.7	3.7-9.4	<0.012<-0.020	<0.011<-0.020	98.83<-99.76<	99.43<-99.89<
D	13-50 <sup>※4</sup>		<0.104-0.36 <sup>※4</sup>		98.36<-99.61<	<sup>※5</sup>
E	データなし		<0.012<-0.013 <sup>※6</sup>	<0.011<-0.012 <sup>※6</sup>	データなし	
F	7.1-9.8	12-17	<0.010	<0.010	99.87<-99.90<	99.92<-99.94<

※1 "<"は不検出の場合の検出下限値を示す ※2 放射性Cs除去率(%) = (1-BF入口Cs量(Bq/h)/BF出口Cs量(Bq/h))\*100 として算出、排ガス流量は運転データもしくは実測値を使用、">"はその値よりも高いことを示す ※3 冷却塔入口で測定 ※4 原田ら(2014)[2] ※5 排ガス流量はBF前後で同じと仮定して計算 ※6 煙突で測定

## 今後の計画

- 草木類を中心とした除染廃棄物を処理対象とした場合の放射性Csの挙動調査を実施する。
- 熱処理残渣中の放射性Csの存在形態について、鉍物学的手法等を用いて明らかにする予定である。

### 参考文献

1. 国立環境研究所：放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分(技術資料第四版)([http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo\\_r4\\_140414\\_all.pdf](http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo_r4_140414_all.pdf) 平成27年11月2日閲覧)
2. 原田健一、倉持秀敏、八巻徹：放射性物質に汚染された牧草の焼却実証事業について(事例報告)、都市清掃、67 (319) 270-276 (2014)
3. 大迫政浩、倉持秀敏、看倉宏史：放射性セシウムを含む廃棄物の焼却処理。都市清掃、65、23-27(2012)