



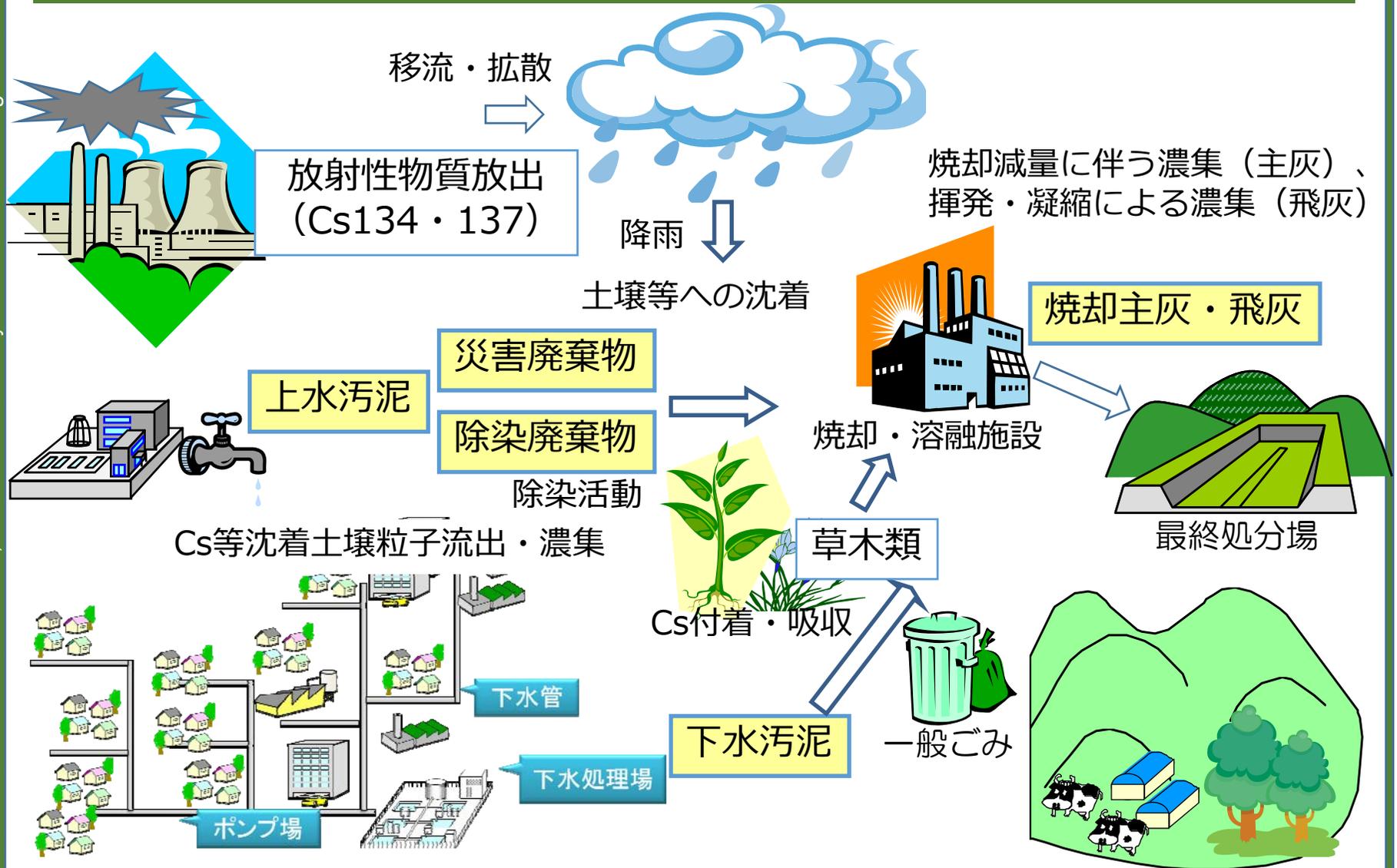
# 内容

- 汚染の由来と焼却処理の問題
- 各施設の報告データの解析からわかること
- 焼却処理に対する研究課題
  - 研究成果I(放射性セシウム (Cs) の挙動)
  - 研究成果II(バグフィルターの安全性)
  - 研究成果III(焼却炉内蓄積)

上記内容の参考資料：

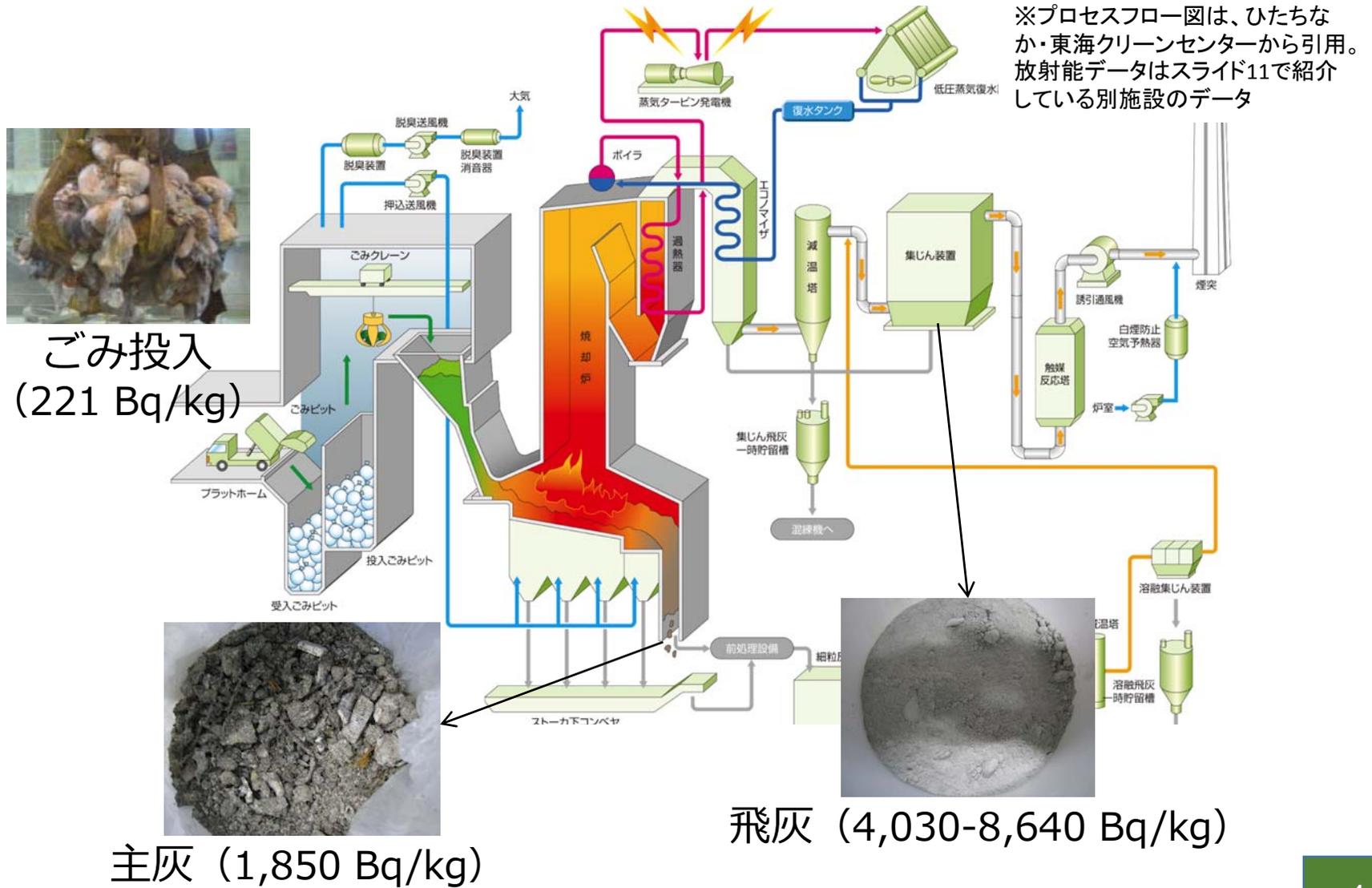
(独) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター：放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分（技術資料：第四版）、平成26年4月14日、  
[http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo\\_r4\\_140414\\_all.pdf](http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo_r4_140414_all.pdf)

# 放射性物質を含む廃棄物等の問題の構造



人間活動を通じて、最終的に廃棄物処理過程に移行

# 焼却処理（ストーカー炉）による焼却灰（主灰・飛灰）へ濃縮

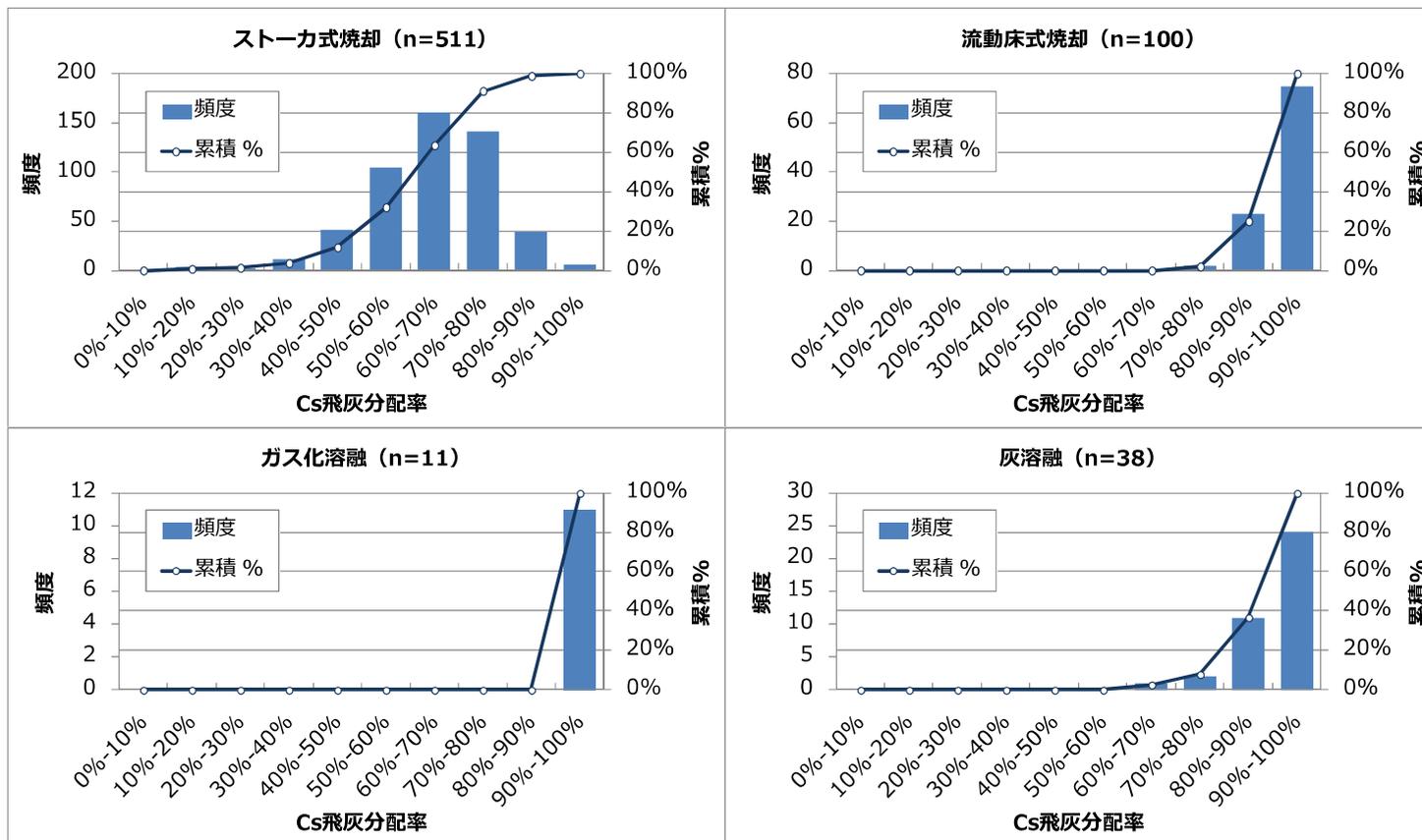


- 汚染の由来と焼却処理の問題
- 各施設の報告データの解析からわかること
- 焼却処理に対する研究課題
  - 研究成果I(放射性セシウム (Cs) の挙動)
  - 研究成果II(バグフィルターの安全性)
  - 研究成果III(焼却炉内蓄積)

市町村の焼却処理施設における焼却灰（主灰、飛灰）の放射性Cs濃度、ごみ処理量、灰の排出量から解析

# 処理形式による灰への分配や濃縮の違い

- ✓ 飛灰への分配率は処理形式に依存： 溶融> 流動床式> ストー方式
- ✓ 最も施設数が多いストーカ炉の飛灰への分配率は平均的には7割
- ✓ ただし、飛灰中の濃度： 溶融> ストー方式> 流動床式



※ストーカー炉は主灰(bottom ash)と飛灰(fly ash)の両方を排出、流動床炉は残灰も吹き上がりほぼ全て飛灰として回収、ガス化溶融炉、灰溶融炉はスラグと溶融飛灰を排出

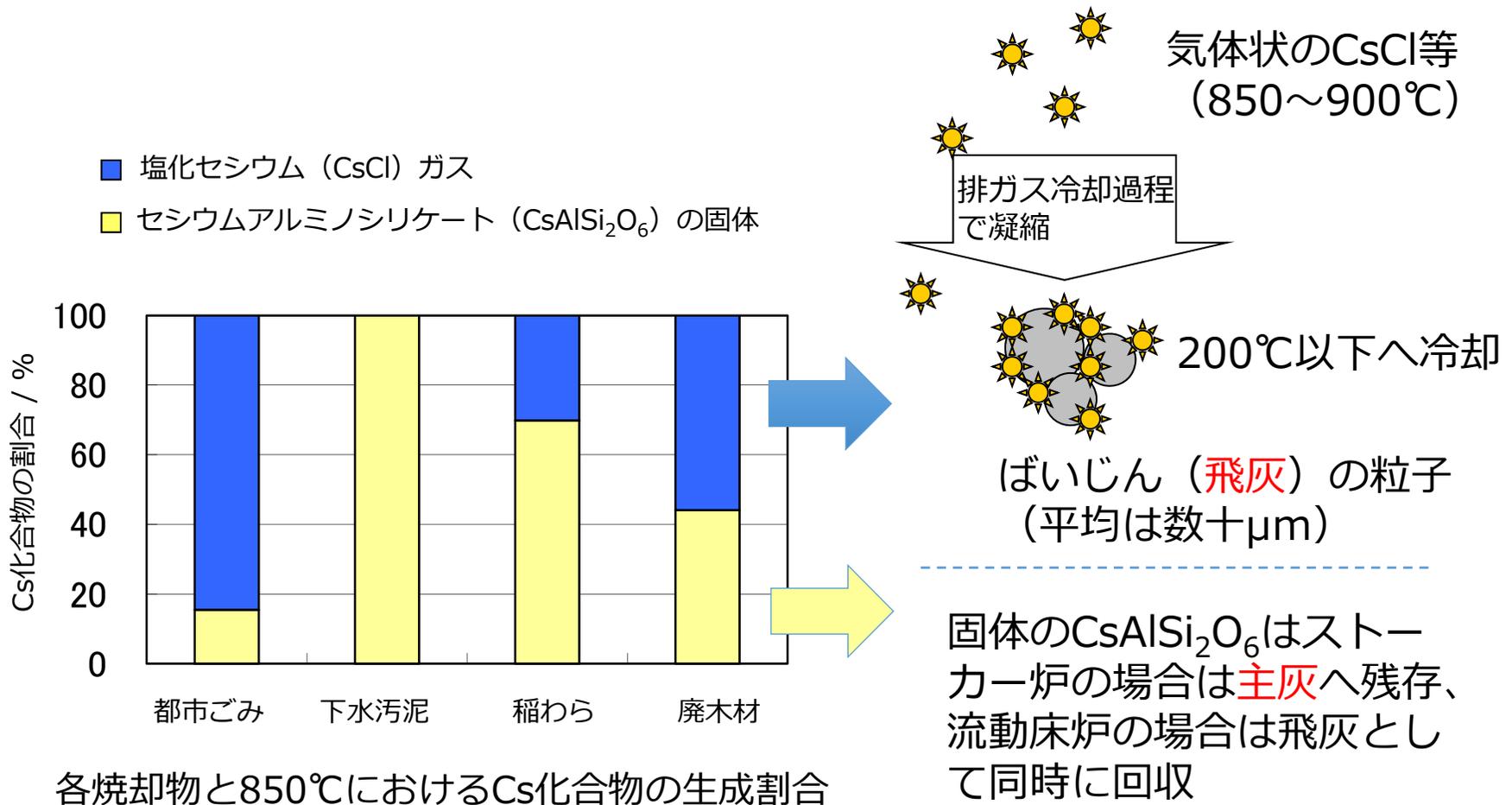


- 汚染の由来と焼却処理の問題
- 各施設の報告データの解析からわかること
- 焼却処理に対する研究課題
  - 研究成果I(放射性セシウム (Cs) の挙動)
  - 研究成果II(バグフィルターの安全性)
  - 研究成果III(焼却炉内蓄積)

放射性Cs濃度は極めて低いことから、化学分析での測定は困難、平衡計算（最終的な安定状態を計算）により存在形態（化学種と状態（ガスor固体）を予測

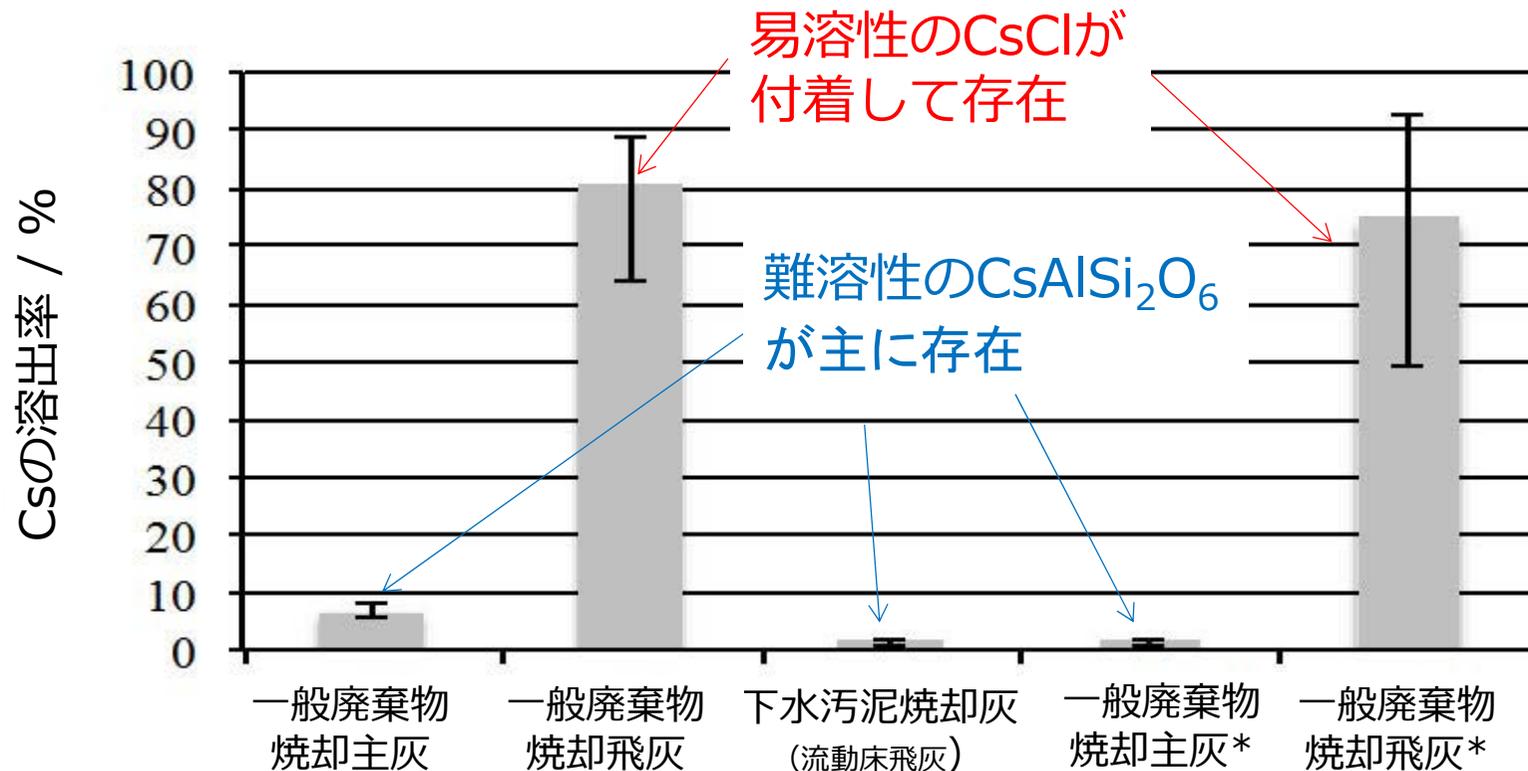
# 焼却過程におけるCsの存在形態

- ✓ 焼却過程ではCsClガス と固体のCsAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>が存在
- ✓ 焼却物の元素組成によってCsClとCsAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>のバランスに相違



# 平衡計算結果の妥当性の検討（溶出試験）

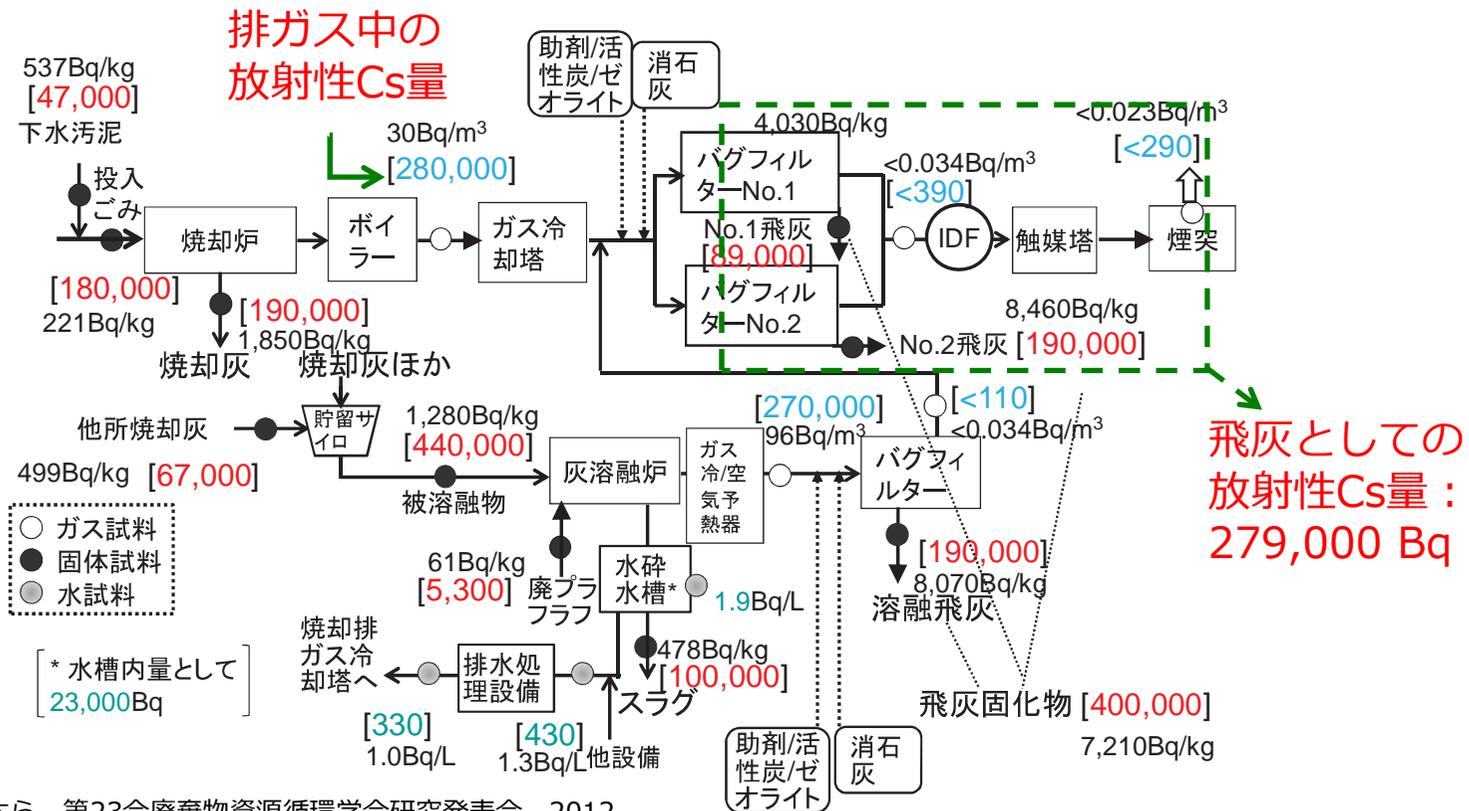
- ✓ 一般廃棄物焼却飛灰は放射性Csの溶出性が高い、それ以外の焼却灰類は低い
- ✓ CsClおよびCsAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>の水への溶解性で上記の説明が可能  
→ 平衡計算結果も妥当と判断



各灰からの放射性Csおよび安定Cs（\*）の溶出試験結果

# 施設調査による焼却炉内のCsフローの把握

- ✓ 全体の放射性Csフローを把握し、データを蓄積 → 型式ごとに挙動を理解、さらに、挙動予測シミュレータを開発中
- ✓ バグフィルター前後での収支は良好 → 調査の妥当性



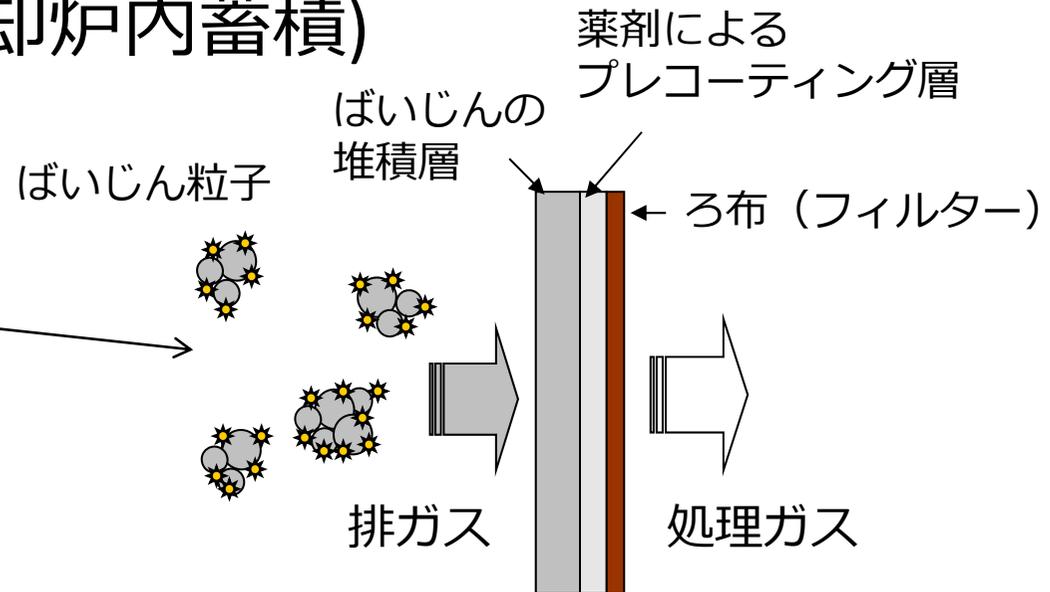
川本ら、第23回廃棄物資源循環学会研究発表会、2012

焼却処理プロセス内（T市）の放射性Cs濃度（黒字）と放射性Cs量（水色：ガス中、赤字：固体中）

- 汚染の由来と焼却処理の問題
- 各施設の報告データの解析からわかること
- 焼却処理に対する研究課題
  - 研究成果I(放射性セシウム (Cs) の挙動)
  - **研究成果II(バグフィルターの安全性)**
  - 研究成果III(焼却炉内蓄積)



バグフィルター (円筒)



バグフィルター表面 (機能)

# バグフィルター（BF）のCs除去率

- ✓ BFの放射性Csの除去率は、概ね**99.9%以上**
- ✓ 排ガス中の放射性Cs濃度は大気の濃度限度(Cs134は20Bq/m<sup>3</sup>、Cs137は30Bq/m<sup>3</sup>)よりも桁違いに低いことを確認

## 焼却施設におけるBF前後の排ガス中の放射性Cs濃度と除去率

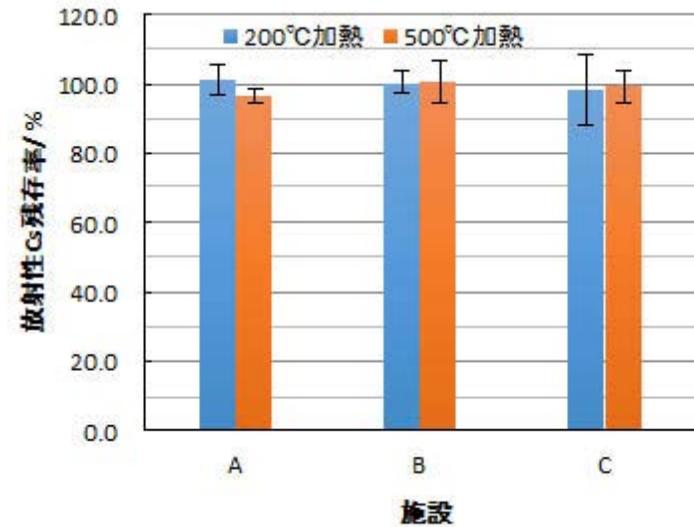
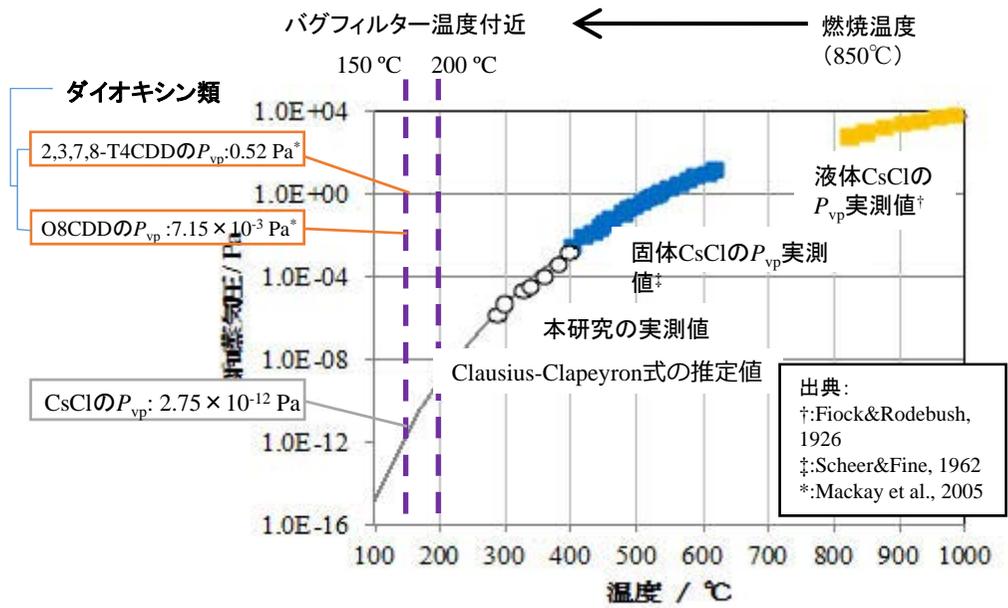
施設	対象プロセス	入口濃度(Bq/m <sup>3</sup> )		出口濃度(Bq/m <sup>3</sup> )		除去率(%)		集塵装置	調査実施者	調査時期
		Cs134	Cs137	Cs134	Cs137	Cs134	Cs137			
福島県 あらかわCC	焼却	78	96	<0.008	<0.006	99.99<	99.99<	BF	環境省	10月
		98	126	0.008	<0.007	99.99	99.99<			12月
須賀川地方 保健環境組合	焼却	33	42	0.2	0.2	99.39	99.52	EP	環境省	10月
		43	57	0.2	0.2	99.53	99.65			12月
A市清掃工場	焼却	58	70	<0.054	<0.053	99.91<	99.92<	BF	国環研	10月
B市清掃工場	焼却	58	76	<0.1	<0.1	99.83<	99.87<	BF	国環研	12月
	溶融	677	844	<0.1	<0.1	99.99<	99.99<			
C市清掃工場	焼却	15	20	<0.012	<0.013	99.92<	99.94<	BF	国環研	2月
	焼却	64	85	<0.018	<0.017	99.97<	99.98<			3月
	溶融	39	51	<0.01	<0.011	99.97<	99.98<			2月
	溶融	98	133	<0.013	<0.013	99.99<	99.99<			3月
D市清掃工場	溶融	335	404	<0.4	<0.3	99.88<	99.93<	BF	A社	9月
	溶融24h 採取	220	330	<0.05	<0.07	99.98<	99.98<			3月

\*BF：バグフィルター、EP：電気集塵機

\*\*濃度はろ紙部のみ、環境省調査は出口濃度は煙突出口、国環研調査はBF出口（但し、煙突出口ガスは検出下限未満）

# バグフィルターからの排ガス中にガス状のCsが存在する可能性

- ✓ バグフィルター処理温度では極めて低い揮発ポテンシャル（飽和蒸気圧）、ダイオキシン類よりも9桁以上低いポテンシャル
- ✓ 飛灰を200°Cで20時間加熱しても放射性Cs量が減少しないことを確認



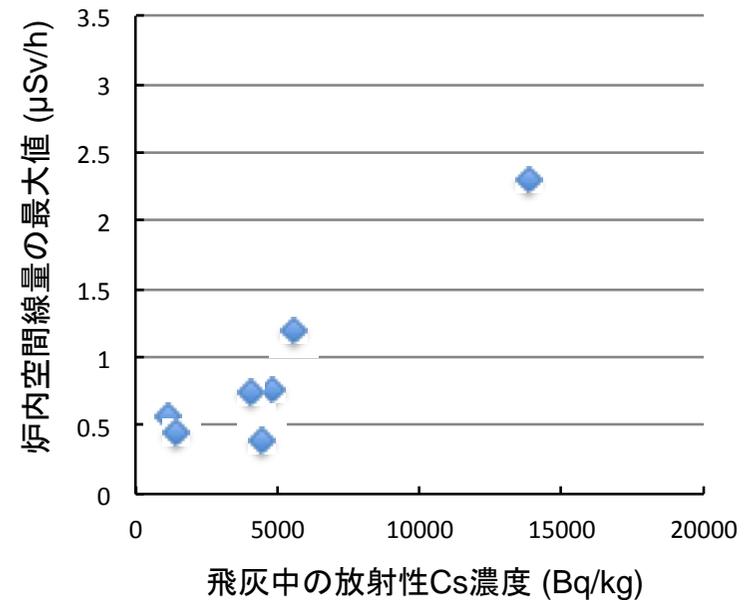
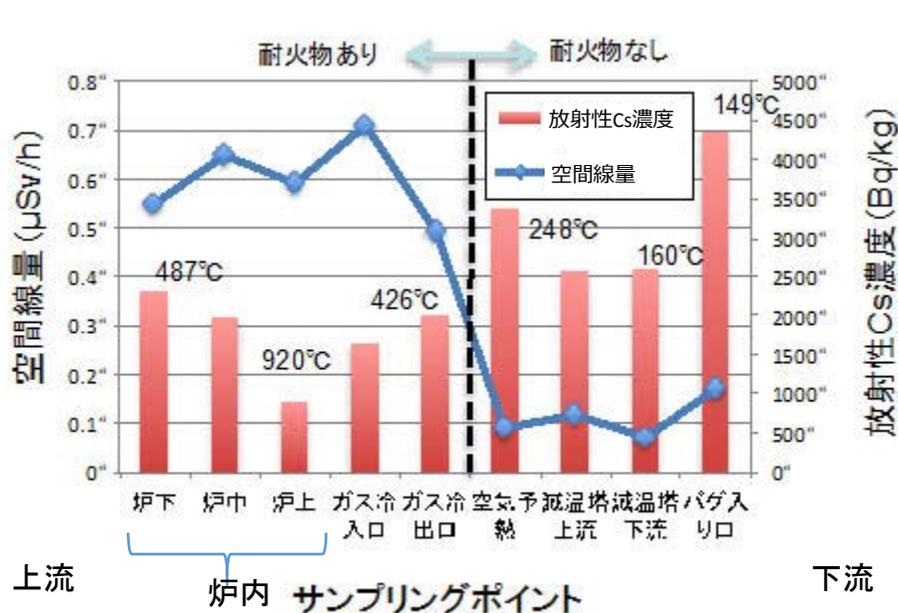
塩化セシウム (CsCl) の飽和蒸気圧 ( $P_{vp}$ ) と温度の関係

飛灰加熱試験 (20時間加熱) 後の放射性Csの残存率

- 汚染の由来と焼却処理の問題
- マクロデータ解析からわかること
- 焼却処理に対する研究課題
  - 研究成果I(放射性セシウム (Cs)の挙動)
  - 研究成果II(バグフィルターの安全性)
  - 研究成果III(焼却炉内蓄積)

# 焼却炉内の調査結果

- ✓ 耐火物の有無で空間線量が劇的に変化 → 放射性Csの耐火物への蓄積
- ✓ 温度が高い場所：空間線量が高く、付着灰の放射性Cs濃度は低い
- ✓ 温度が低い場所：付着灰の放射性Cs濃度が高いが、空間線量は低い
- ✓ 飛灰中の放射性Cs濃度に比例して炉内空間線量の最大値も高くなるが、現在稼働中の焼却炉におけるレベルでは、炉内作業は可能



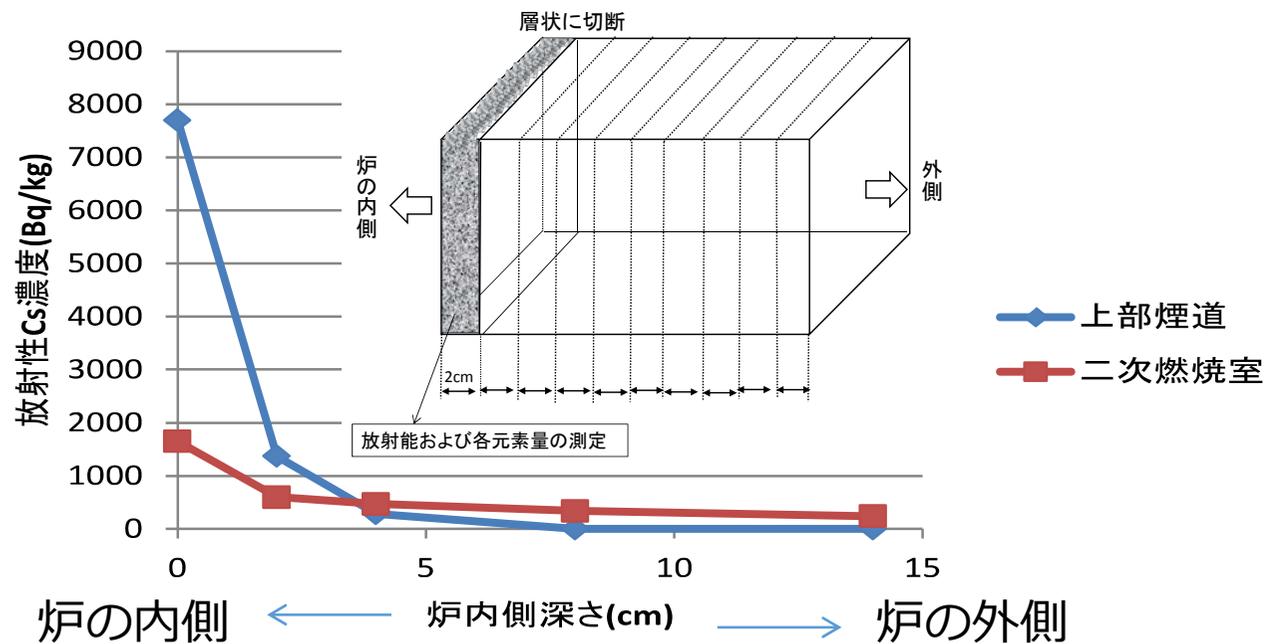
A施設における炉内付着ダスト中の放射性Cs濃度と炉内空間線量

施設ごとの飛灰中の放射性Cs濃度と炉内空間線量の最大値の関係

# 耐火物内の放射性Csの濃度分布

- ✓ 炉内表面の濃度が高く、炉の外へ向かって減少。表面部分の除去で空間線量率を効率的に減少させることが可能。
- ✓ 場所によって蓄積レベルが相違（温度や耐火物組成等が影響？）

	雰囲気温度(°C)	耐火物付着物Cs濃度(Bq/kg)
二次室	850~900°C	4000
後燃焼室	750~800°C	4700
上部煙道	550~650°C	12600



耐火物の深さ方向と放射性Cs濃度