

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 年次報告会

廃棄物・3R技術ブレークスルー（BT）促進事業

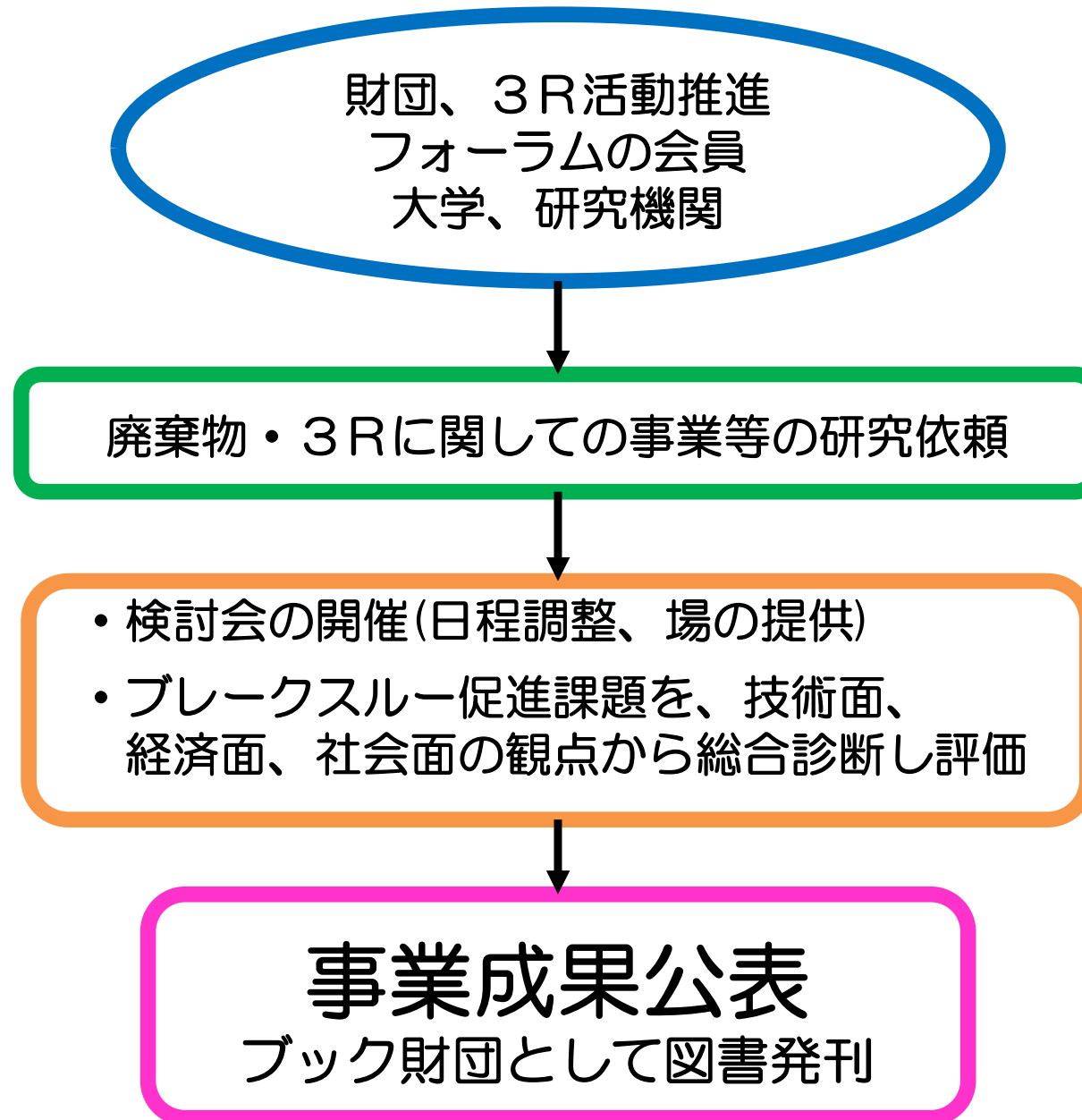
焼却主灰の資源化・リサイクルに関する新たな方式の調査研究

令和元年10月 4日



企画部 主任研究員 山口 純二

廃棄物・3R技術ブレークスルー促進事業について



研究の背景

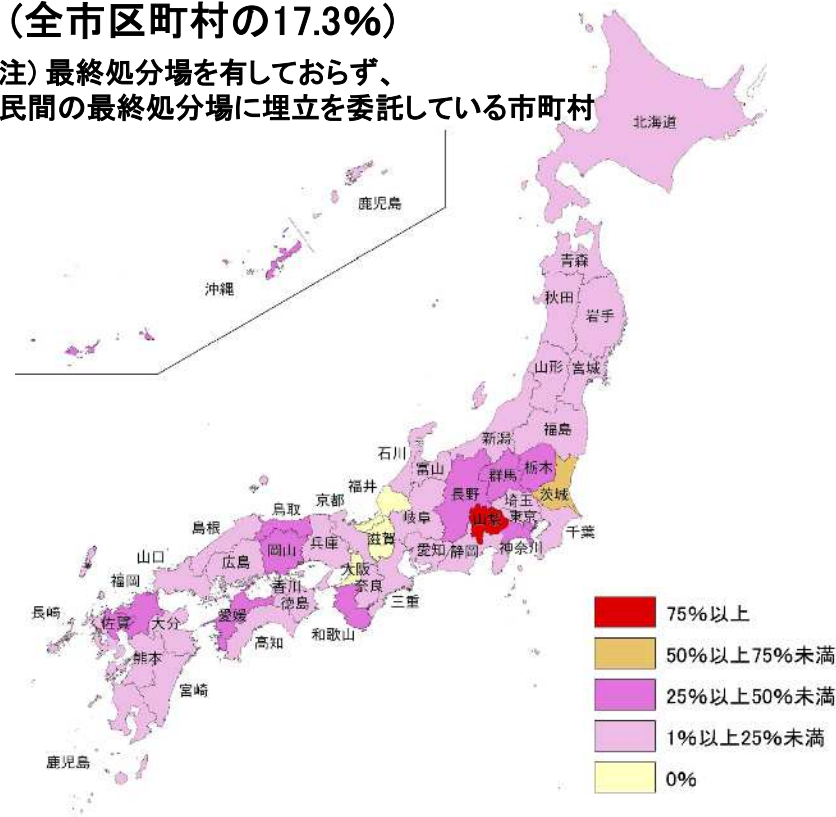
一般廃棄物の排出量、焼却量および最終処分量の変化

		2000年度 (H12)	2015(H27)年度 対2000比	
排出・焼却	総排出量(千トン)	54,834	43,981	-19.8%
	焼却量(千トン) (直接+処理残渣)	42,149	34,813	-17.4%
	焼却率	76.9%	79.2%	↑ 2.3
最終処分	最終処分量(千トン)	10,514	4,165	-60.4%
	最終処分された焼却残渣量(千トン)	5,682	3,163	-44.3%
	焼却残渣率	54.0%	75.9%	↑ 21.9

環境省 一般廃棄物処理統計より抜粋・計算

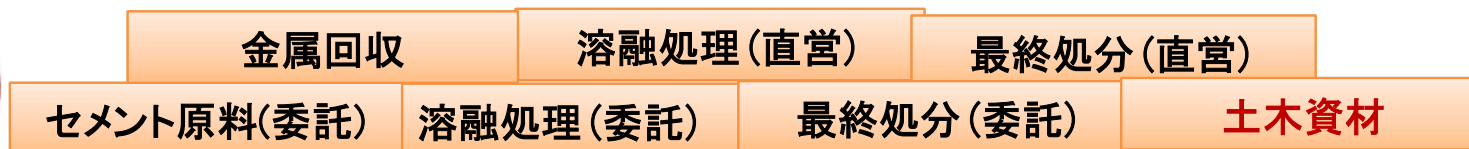
最終処分場を有していない市区町村数^注: 302
(全市区町村の17.3%)

注) 最終処分場を有しておらず、
民間の最終処分場に埋立を委託している市町村



出典: 環境省「一般廃棄物の排出及び処理状況等(平成27年度)について」

- 焼却残渣は今日の一般廃棄物処理における大きな課題
- 特に、最終処分場を保有しておらず長期見通しが不透明な自治体は、
処理や処分の**選択肢を一つでも多く持つ**ことが必要と思われる。



焼却主灰リサイクル研究コンソーシアムの構築

廃棄物・3R技術ブレークスルー促進事業

「地域特性に即した焼却主灰の資源化・リサイクルに関するスキーム構築」

環境研究総合推進費 3-1804

「物理選別とエージングを組み合わせた焼却主灰グリーン改質技術の確立」

国立環境研究所
焼却プラントメーカー
廃棄物・3R研究財団

国立環境研究所
東京都環境科学研究所
鳥取県衛生環境研究所
福岡大学
株式会社フジタ

データの提供・共有
討議・助言・課題整理

社会ニーズの調査・把握
実験の実施、データ蓄積

両研究のアウトプット

実験の実施、データの蓄積
研究成果の発表、論文化

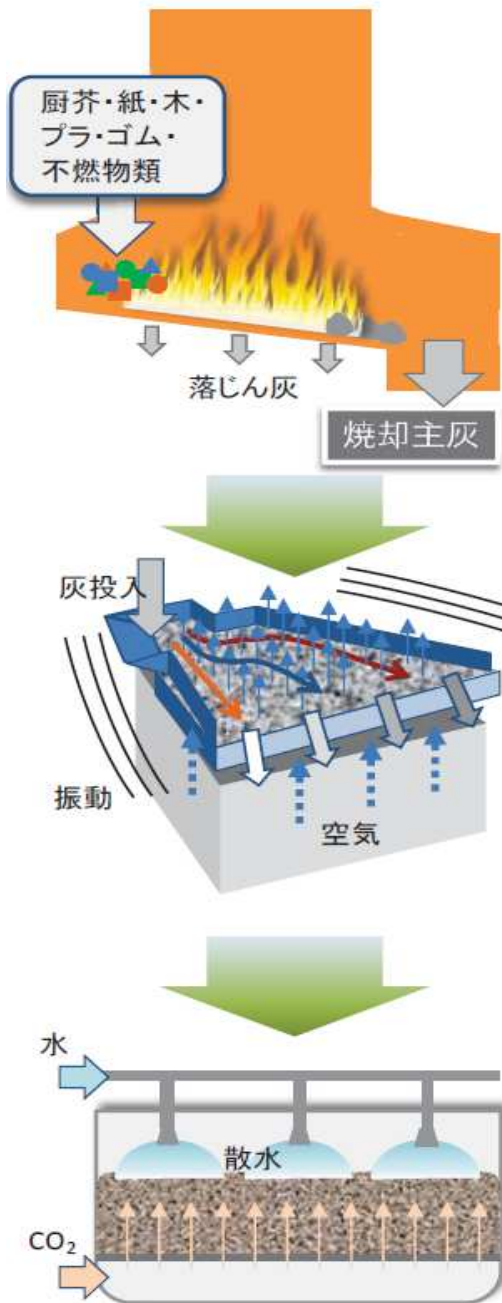
社会実装の実現・学術成果の発信

廃棄物・3R技術ブレークスルー促進事業（H30-R1年度実施）

- (1) 環境省一般廃棄物全国調査のデータに基づく、都道府県あるいは市町村レベルでの焼却残渣のリサイクル状況の実態調査。（別紙参照）
- (2) 焼却残渣リサイクルを実施中の自治体や事業者へのヒアリング調査（別紙参照）
- (3) 焼却主灰を廃棄物ではなく、リサイクル材料として取り扱うための法解釈の整理
- (4) 自治体の焼却主灰の採取、性状調査（別紙参照）
 - ・採取した焼却主灰は環境推進費の選別試験、分析試料として使用し、データの共有効率化を図った。
- (5) エアテーブルを購入し、国立環境研究所にて金属選別実験を実施（別紙参照）

環境研究総合推進費（H30-R2 年度実施）

国立研究開発法人国立環境研究所 希倉 宏史、鳥取県衛生環境研究所 門木 秀幸・成岡 朋宏
 公益財団法人東京都環境公社（東京都環境科学研究所）飯野 成憲、福岡大学 佐藤 研一



焼却残渣：320万トンが処分（H27, 埋立一廃の76%）
 焼却主灰は土木資材利用の可能性大きいが、更なる有害性低減（鉛等の有害金属の排除等）が必要
 ◎金属鉄・アルミ他、金・銀・銅の率先回収（欧州）
 ◎セメント原料化や処分場早期安定化も選択肢

※ST: サブテーマ

ST-1 焼却主灰グリーン改質技術の地域特性に応じた適用方策の提示（国立環境研究所）

- 土木資材、セメント原料、埋立物としての目標品質基準の設定と評価
- 既存施設立地等の前提条件に応じた処理選択肢の提示
- 焼却主灰グリーン改質技術導入ガイドライン提示

ST-2 有価／有害金属の由来廃棄物品目の特定と焼却主灰中の存在形態把握（鳥取県衛生環境研究所）

- 有害金属（特に鉛）の由来となる廃棄物の品目の詳細調査、排除方策の有効性検証
- 分別品目の異なる主灰を収集、分別品目と主灰中有価／有害金属形態や含有量との関係解明

ST-3 エアテーブル選別を用いた粒径ごとの有価／有害金属回収技術研究（東京都環境科学研究所）

- エアテーブル選別による主灰中鉛含有粒子の排除：吹き出し空気量、斜度、前処理（分級・磁選）の影響
- 主灰中金・銀等有用金属粒子の随伴挙動と資源性評価

ST-4 脱着式コンテナを用いたオンサイトエージング技術の確立（福岡大学）

- アーム車脱着コンテナをベースにCO₂通気と散水により主灰をエージング：屋外試験等で長期安定性を検証
- 他の副資材との併用による更なる機能向上を検討

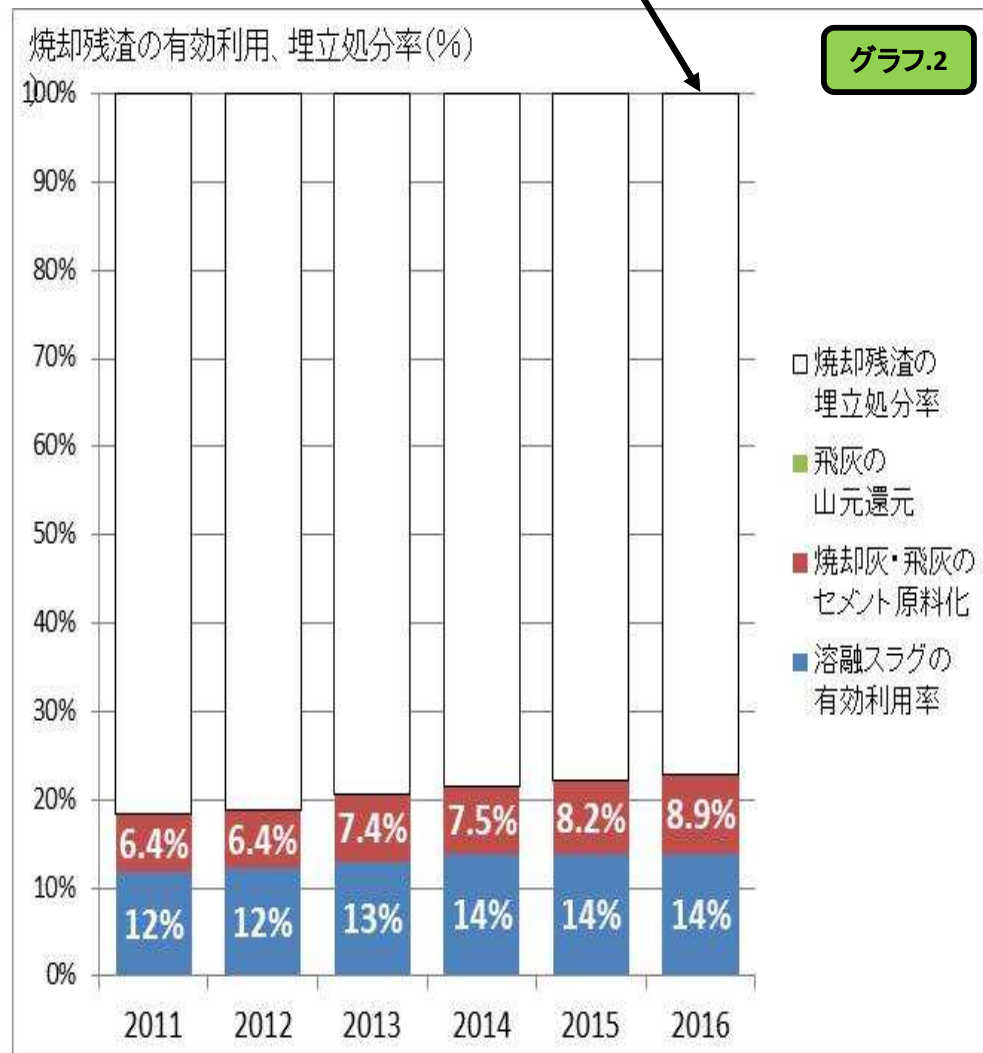
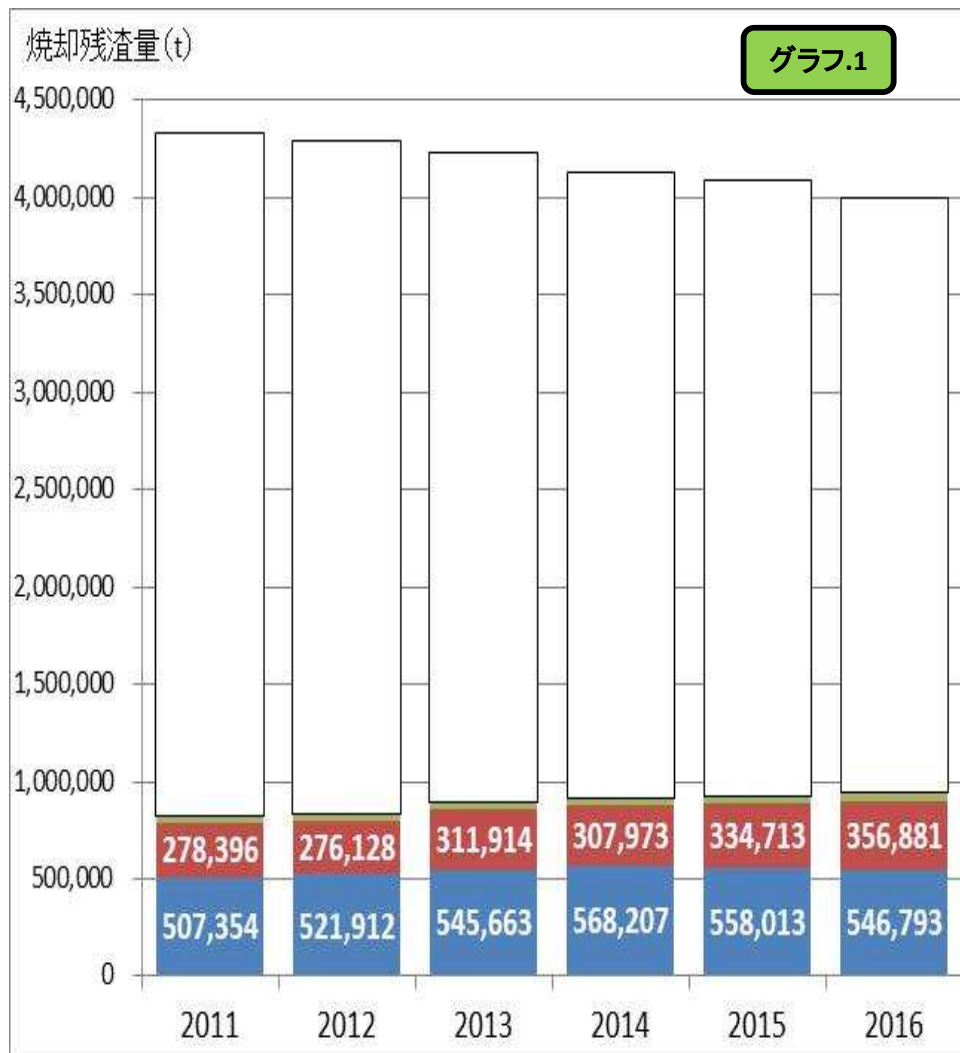
環境研究総合推進費では左記4つのサブテーマ ST1～ST4 の研究を行っている。

ブレイクスルーとの関わり
 ・エアテーブル選別実験のデータ共有
 ・焼却プラントメーカーの技術協力
 ・自治体からの灰供給
 ・実機化への研究

焼却残渣のリサイクル状況の実態調査-1

◆国内の焼却残渣(主灰・飛灰)の有効利用量/率のトレンド

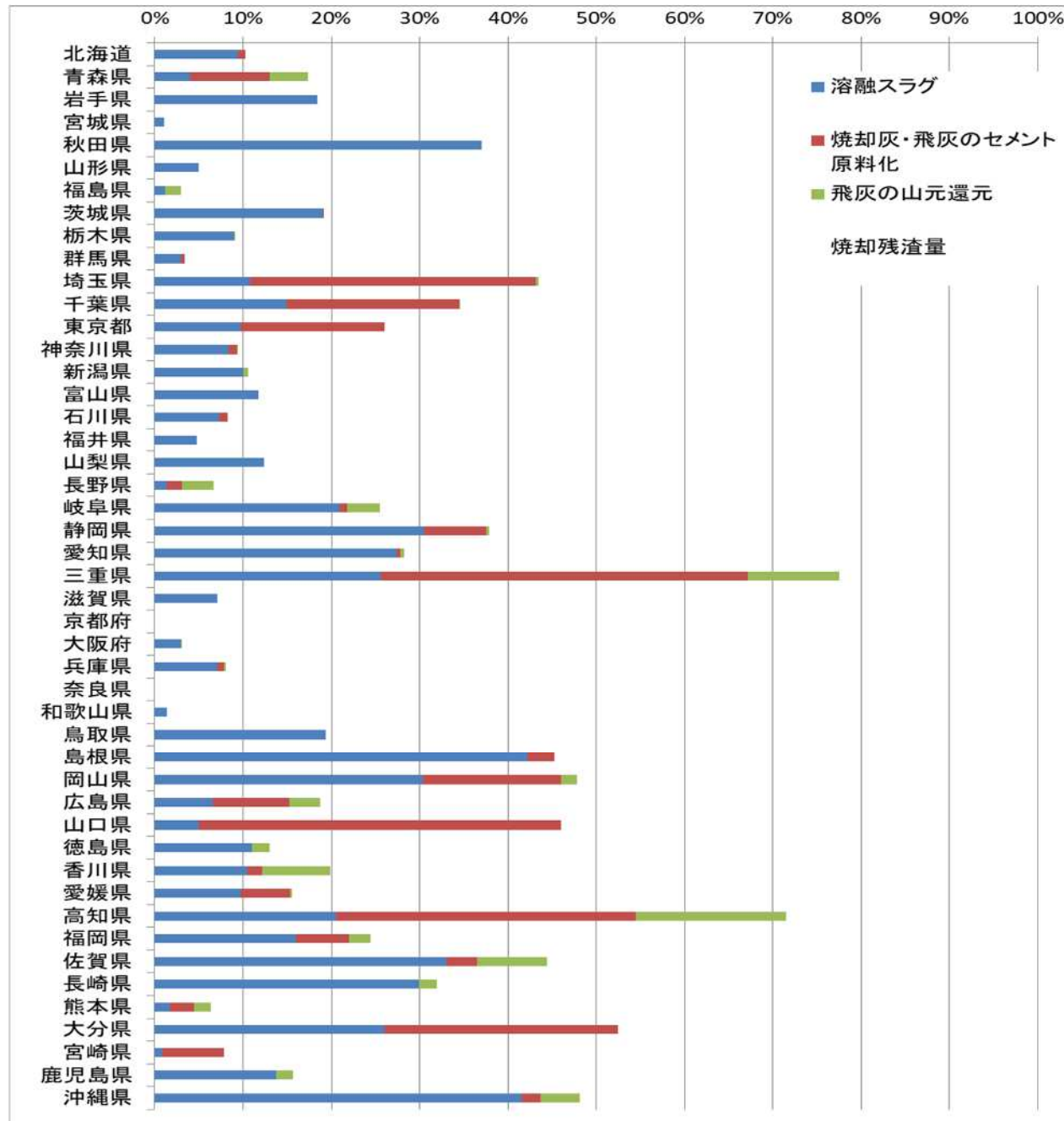
有効利用率は2016年度で約23%にとどまっております、
残りの約77%は依然として埋立処分



出典:環境省「一般廃棄物処理実態調査結果」より

焼却残渣のリサイクル状況の実態調査-2

◆焼却残渣有効利用率



グラフ.3

焼却残渣のリサイクル状況の実態調査-3

表1 有効利用率増加要因

	セメント工場 有無	セメント 原料化	溶融スラグ 有効利用	飛灰の 山元還元	合計	有効利用率の 増加要因
三重県	有	23%	48%	11%	83%	溶融スラグ
山口県	有	77%	2%	0%	80%	セメント+残渣減
高知県	有	51%	20%	5%	76%	セメント
佐賀県	無	22%	39%	8%	69%	セメント
岡山県	有	32%	30%	2%	64%	セメント+残渣減
大分県	有	29%	23%	5%	57%	セメント+残渣減
埼玉県	有	33%	22%	0%	56%	溶融スラグ
島根県	無	3%	46%	0%	49%	残渣減
鳥取県	無	48%	0%	0%	48%	セメント
静岡県	無	12%	36%	0%	47%	残渣減

- ・ 溶融スラグとセメント原料化の増加に起因する有効利用率の増加が主である。
- ・ 必ずしもセメント工場のある県が、セメント原料化が高いわけではない。

焼却残渣のリサイクル状況の実態調査-4

表2 埋立処分の域外搬出率と焼却残渣の有効利用率

単位	埋立処分の 域外搬出量 t	焼却残渣・溶融スラ グ 埋立処分量 t	域外処分率 (域外埋立処分量/ 焼却残渣の総埋立処分 量) %	焼却残渣の 有効利用率 (有効利用量/ 焼却残渣発生量) %	焼却残渣の 埋立処分率 (1-有効利用 率) %
山梨県	18,000	20,697	87.0%	13%	87%
高知県	4,000	5,346	74.8%	76%	24%
埼玉県	56,000	80,370	69.7%	56%	44%
栃木県	22,000	44,937	49.0%	21%	79%
長野県	20,000	43,490	46.0%	13%	87%
千葉県	36,000	123,890	29.1%	32%	68%
福井県	6,000	24,119	24.9%	5%	95%
佐賀県	2,000	8,407	23.8%	69%	31%
新潟県	11,000	51,794	21.2%	23%	77%
岐阜県	7,000	37,755	18.5%	30%	70%
岡山県	3,000	17,209	17.4%	64%	36%
静岡県	8,000	46,722	17.1%	47%	53%
茨城県	12,000	75,927	15.8%	25%	75%
神奈川県	27,000	227,006	11.9%	15%	85%
石川県	3,000	27,966	10.7%	20%	80%
群馬県	4,000	57,086	7.0%	13%	87%
岩手県	2,000	33,053	6.1%	30%	70%
和歌山県	2,000	34,044	5.9%	2%	98%
愛知県	7,000	176,417	4.0%	29%	71%
滋賀県	1,000	36,209	2.8%	7%	93%
奈良県	1,000	42,916	2.3%	1%	99%
福島県	1,000	50,420	2.0%	2%	98%
京都府	1,000	80,381	1.2%	0%	100%

処分場がひっ
迫している状
況でも、リサ
イクルが進ん
でいない。

自治体へのヒアリング調査

①発生する焼却残渣の種類などについて
(ア)焼却残渣の種類ごとの年間の発生量
(イ)焼却残渣の種類ごとの、リサイクルまたは最終処分先と、それぞれの年間発生量

②リサイクルまたは最終処分の各方法や各事業者等を選定する際の考え方について
(ア)コスト
(イ)受入先までの運搬距離
(ウ)焼却残渣リサイクル資材や最終処分先での、環境に対する安全性
(エ)事業者の信頼性

②共通回答
東日本大震災で灰の受け入れが規制されたことがあるため、一か所に偏らず分散する傾向があった。

③リサイクル資材の活用について
(焼却残渣リサイクル資材の貴市・他部署
工事での活用状況など)

④焼却残渣のリサイクルに対する将来的な考え方や見通し

③共通回答
焼却残渣リサイクル資材を積極活用しているという話は無かった。リサイクル業者の自己ルートで滞留することなく流通しているようであった。

ヒアリング

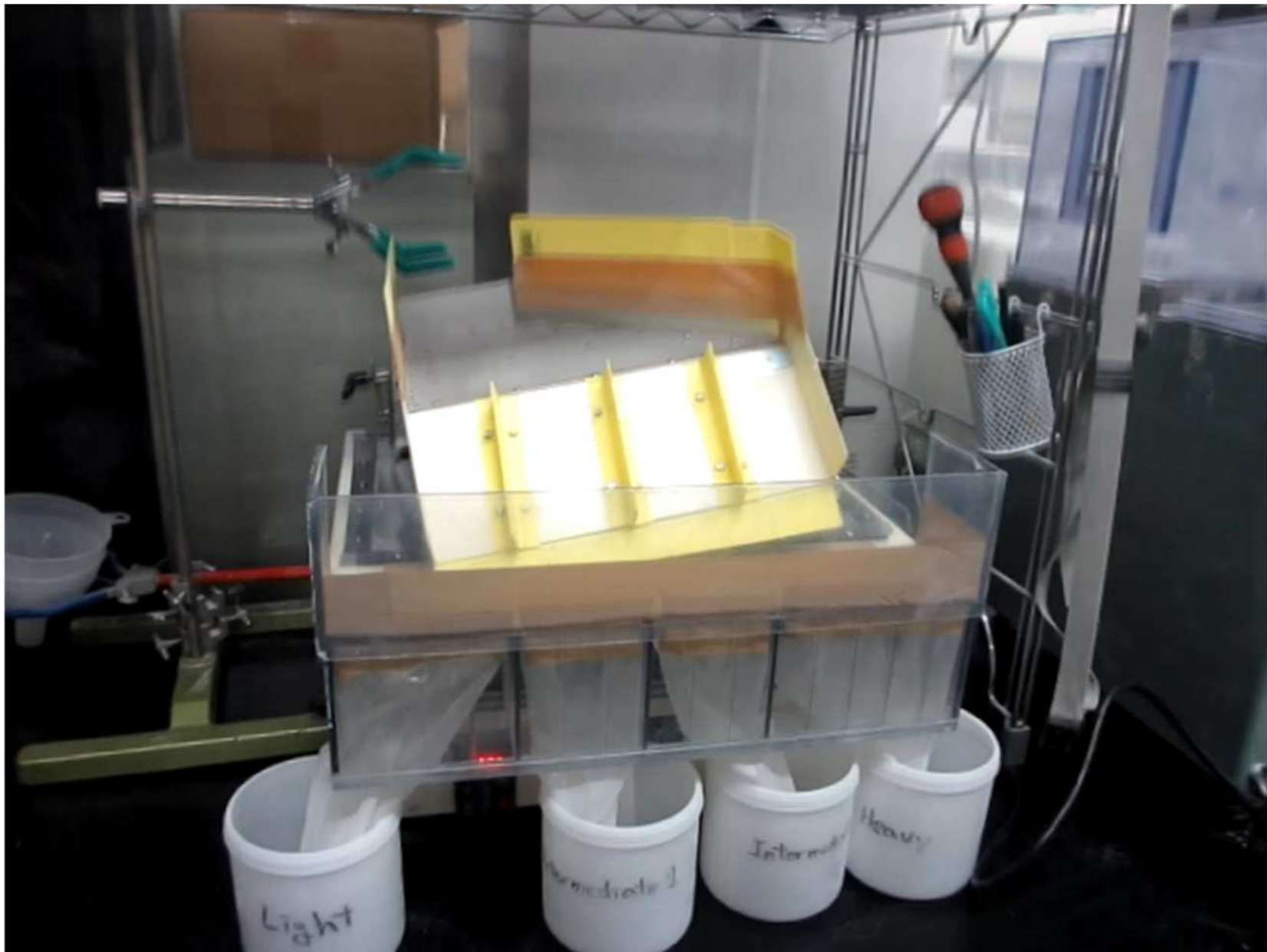
焼却主灰の採取、性状調査



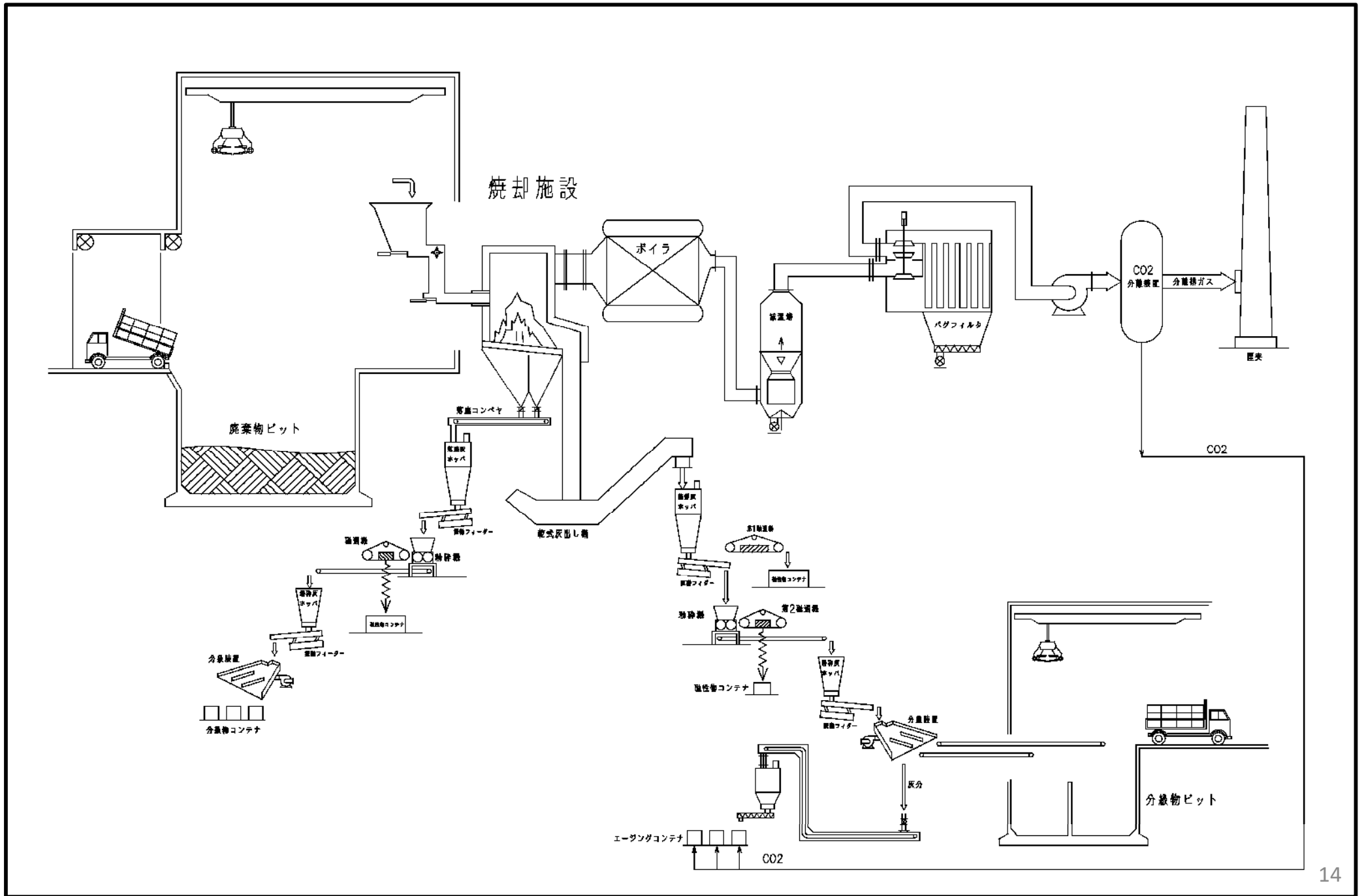
自治体から、エアテーブル実験に使用する乾灰と湿灰を供給いただき、性状を調査した。



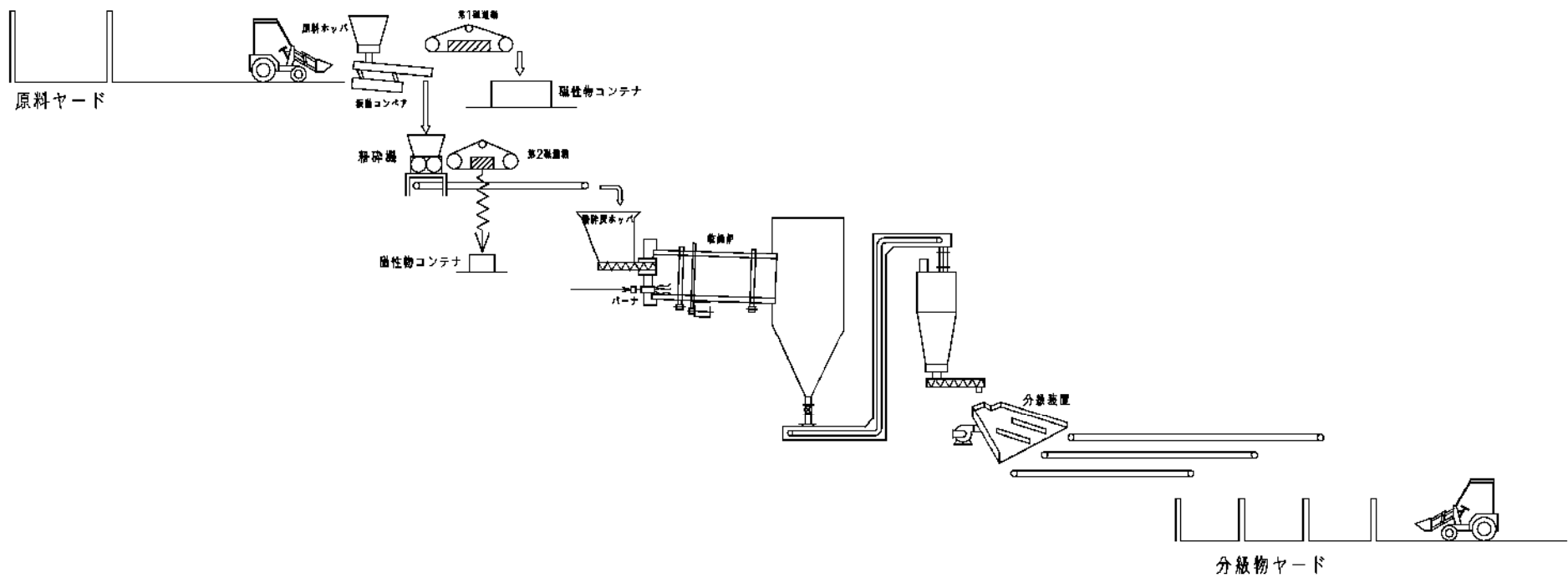
エアテーブルによる金属選別実験



構想ケース1：焼却場で選別の場合



構想ケース2：集約型物理選別施設の場合



◆引き続き環境研究総合推進費研究と連携して◆

1. 一般廃棄物焼却灰の全国調査

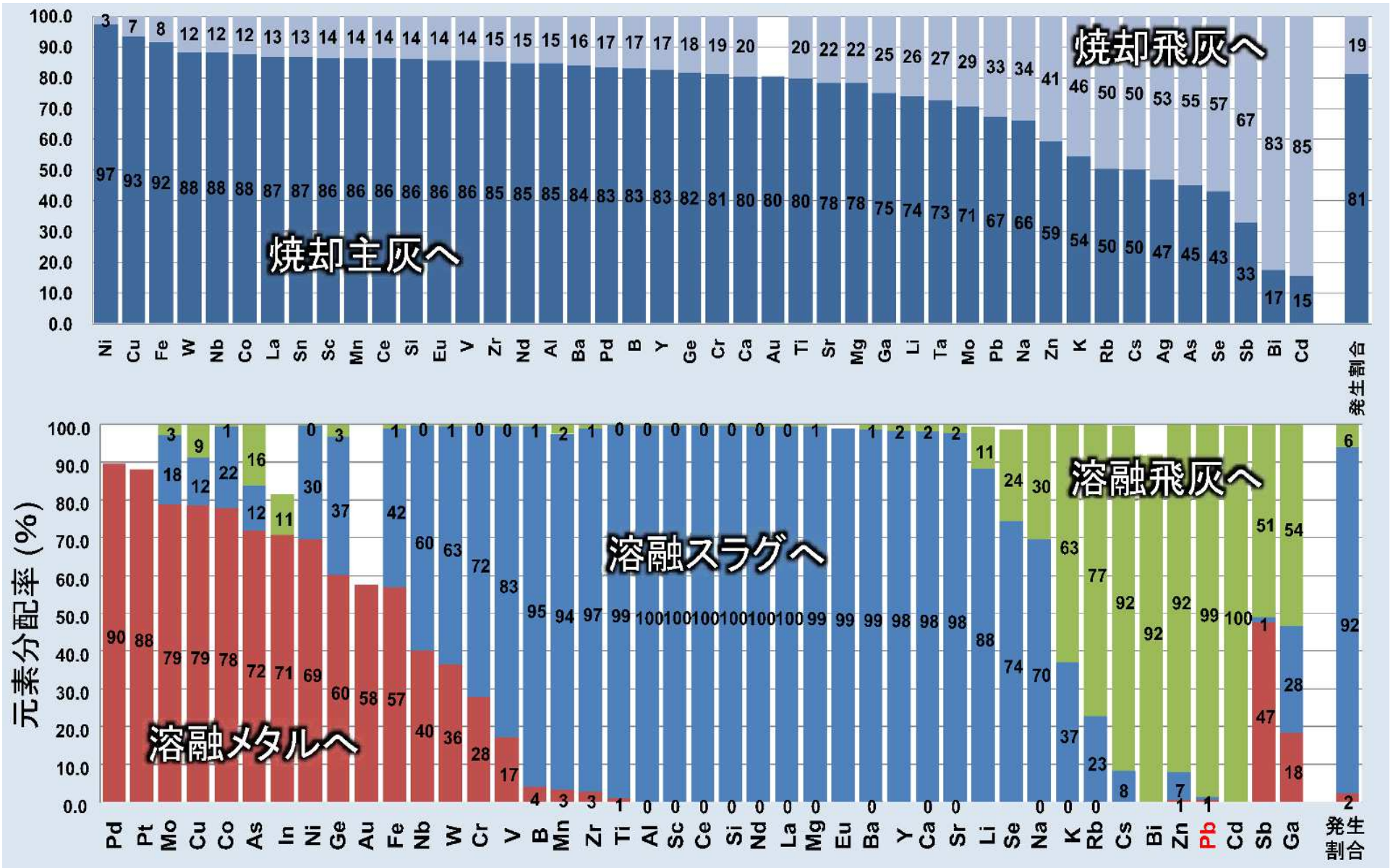
- 1. 焼却主灰リサイクルの現状調査
- 2. 焼却主灰再生品利用状況調査
- 3. 焼却主灰の資源化・リサイクルに関する法解釈・整理

2. 実用化へのアプローチ

- 1. 有価金属回収と改質に関する既往研究等の整理
- 2. エアテーブル金属選別実験
- 3. 実機化設備の基本構想の精査

焼却後の金属の行き先

参考



データ: 着倉ら(2010) 廃棄物資源循環学会研究発表会

※定量下限値以下のデータは定量下限値と仮定して全体の分配率を計算し、図には非表示とした。

微量元素の含有量 (例)

参考

単位: 1キログラムあたりのミリグラム ※100万ミリグラム=1キログラム。1キログラム中に1万ミリグラム (=0.01 キログラム) 存在すれば 1重量%

		焼却主灰	焼却飛灰	スラグ	溶融飛灰	メタル
Ag	銀	2.7	8.2	1.8	16.2	57.2
As	ヒ素	5.0	16.0	0.80	12.6	192
Au	金	0.39	<0.25	<0.25	<0.25	14.6
B	ホウ素	122	65.7	179	15.5	299
Bi	ビスマス	0.80	9.8	<0.5	67.3	<1
Cd	カドミウム	3.4	49.2	<0.05	344	<0.1
Co	コバルト	60.0	22.3	9.7	3.9	1390
Cr	クロム	353	214	595	20.3	9180
Cs	セシウム	0.89	2.4	0.100	12.7	<0.1
Cu	銅	2200	411	329	2740	82600
In	インジウム	<0.05	<0.05	<0.05	0.3	7.7
Li	リチウム	19.6	18.3	28.0	41.5	<5
Mn	マンガン	934	393	1260	379	1680
Mo	モリブデン	8.2	9.0	2.4	4.3	400
Nd	ネオジム	12.1	5.8	19.5	0.81	0.28
Ni	ニッケル	382	26.2	99.5	10.0	9090
Pb	鉛	781	1010	8.4	12600	271
Pd	パラジウム	0.38	0.20	<0.05	<0.05	19.0
Pt	プラチナ	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	14.7
Sb	アンチモン	41.0	225	1.5	611	1940
Se	セレン	0.71	2.5	1.5	5.6	<1
Sn	スズ	365	151	16.8	2540	2270
Tl	タリウム	<0.25	0.50	<0.25	4.3	<0.5
V	バナジウム	62.8	28.1	46.9	2.9	386
Zn	亜鉛	2640	4800	456	69300	1740



主灰天日乾燥



選別設備



メタル回収



ブロックの材料



路盤材

ご静聴ありがとうございました。

