2019年12月20日
公開研究発表会

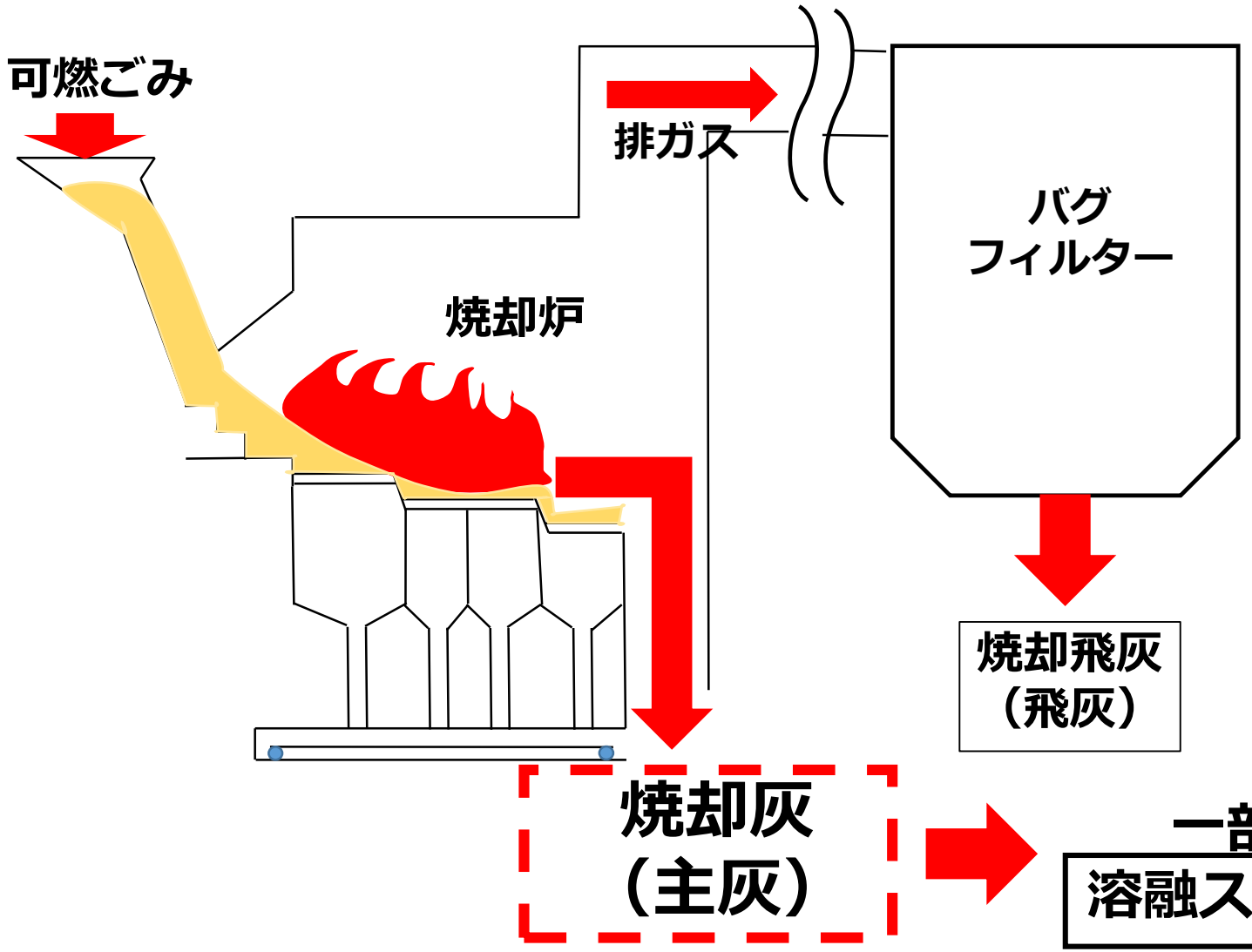
焼却灰の物理選別・脱塩について
－23区最後の最終処分場の延命化のために－

（公財）東京都環境公社
東京都環境科学研究所　環境資源研究科
飯野　成憲

目次

- 研究の背景と目的
- 焼却灰の物理選別実験
- 焼却灰の水洗脱塩実験
- まとめと課題
- 今後の方向性

焼却残渣とは



一部は溶融処理し、
溶融スラグ として有効利用

容積:主灰の1/2

23区の焼却残渣の資源化・最終処分状況

溶融スラグの需要減少等

▼

溶融炉の一部停止

▼

最終処分量の増加

▼

主灰のセメント原料化へ

2029年度に**9万t**目標

（東京二十三区清掃一部事務組合
一般廃棄物処理基本計画（2015.2））

都全体の最終処分計画目標値（2030年度）

21.0万t

23区の最終処分量（2018年度）

24.6万t

23区のセメント原料化量（2018年度）

3.3万t

出典　東京二十三区清掃一部事務組合：平成30年度清掃作業年報

まずは発生量の多い**焼却灰**のセメント原料化 ▶ **最終処分量の削減**

セメント原料化の課題

- ✓ 特定の金属、塩類が阻害物質
- ✓ 焼却灰の水冷却時に生成する難溶性の塩素（フリーデル氏塩）の存在

焼却灰に含まれる**金属の分離**、効果的な**塩素の除去**が必要

※フリーデル氏塩とは
- ✓ 化学式： $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$
- ✓ 焼却灰等と水の接触で生成する**難溶性**の塩
- ✓ 脱塩が困難になり、セメント原料化の支障となる

研究の目的

金属 → 効率的な物理選別 → 金属の有効利用

塩素 → 効果的な脱塩 → 阻害物質を除去した焼却灰のセメント原料化（＝リサイクル量の増加）

物理選別

・乾式エアテーブルを中心とした物理選別の制御に関する選別条件の検討

脱塩

・脱塩が最大となりうる条件の検討

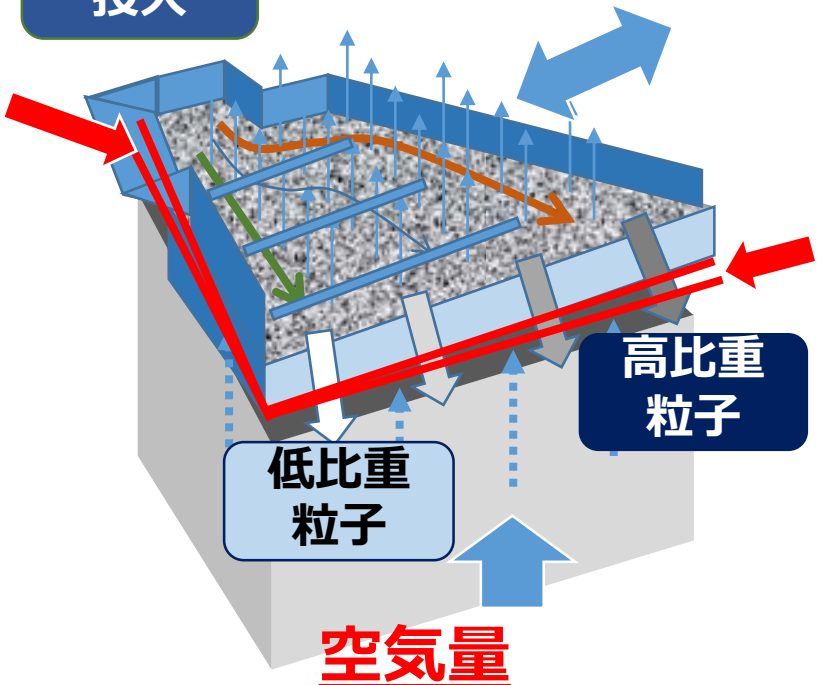
乾式エアテーブル

焼却灰の物理選別実験

エアテーブルの構造と運転パラメータ

振動数
⇒増やすと高比重側に行きやすくなる
増やすと処理量が増える

サイドスロープ
⇒処理量に影響

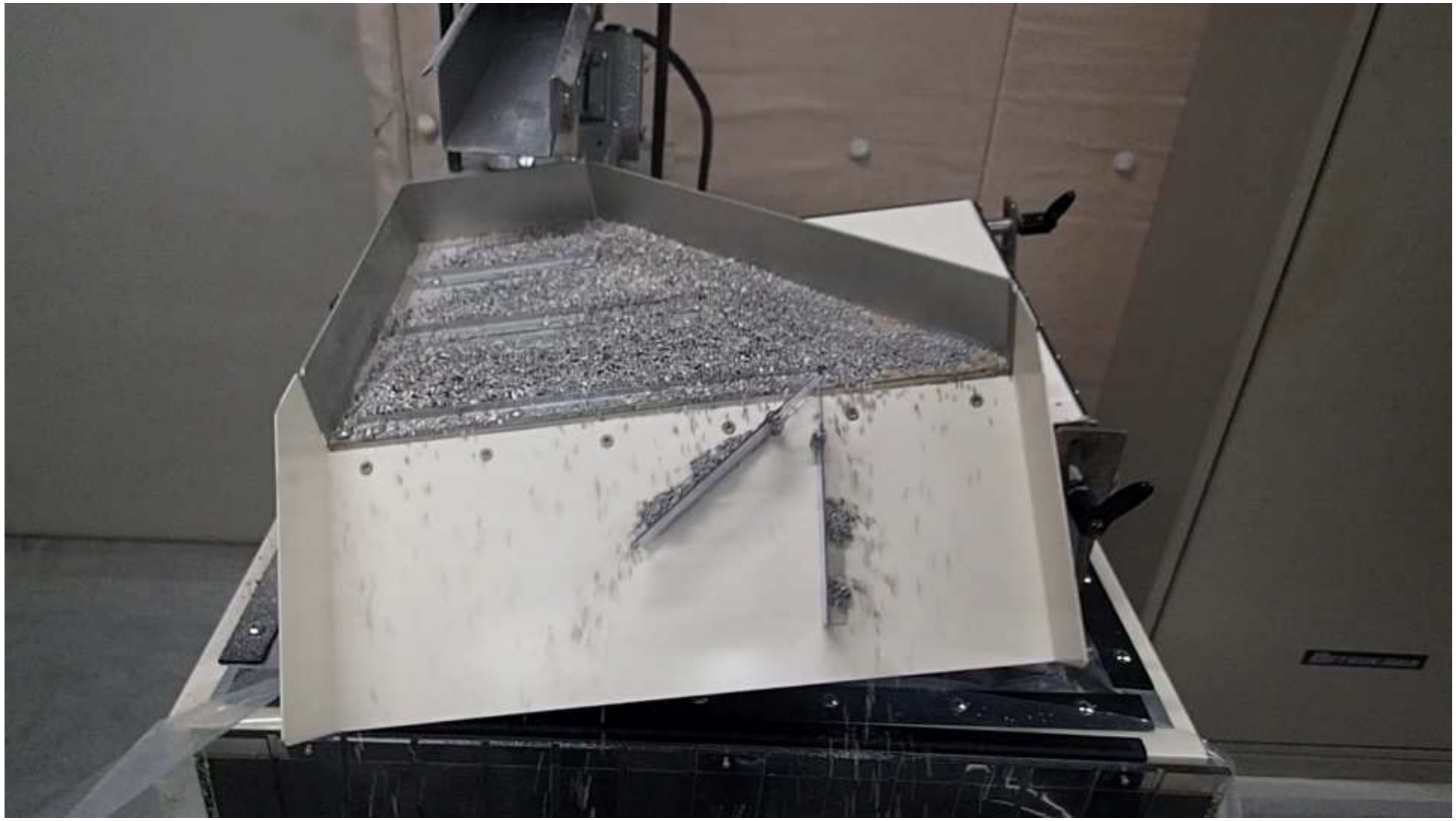


エンドスロープ
⇒高比重側、低比重側への分配量に影響

空気量
⇒増やすと低比重側に滑落しやすくなる

（参考文献）大井ら：資源と素材, Vol.113, p.557-581, 1997

エアテーブルによる焼却灰選別の様子



実験のフロー

縮分：分析／実験等のため試料の代表性を確保しつつ、多量の試料から少量試料を得る操作

分級：篩い分けにより試料を大きさごとに分ける操作

磁力選別

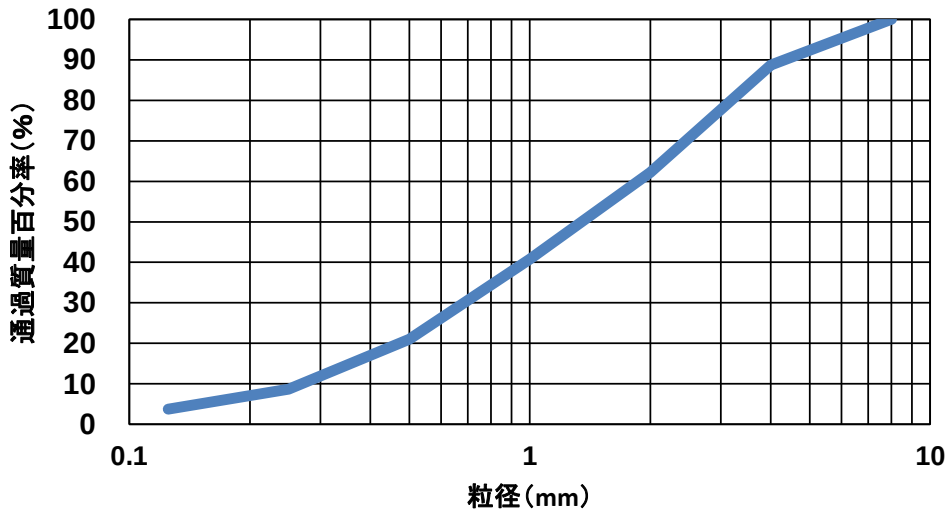
残渣

縮分

分級

<0.25mm、 0.25-0.5mm
0.5-1.0mm、 1.0-2.0mm
2.0-4.0mm、 4.0-8.0mm
8.0-9.5mm　**実験に利用**

粒径加積曲線



縮分

回転縮分機 Retsch社　HP

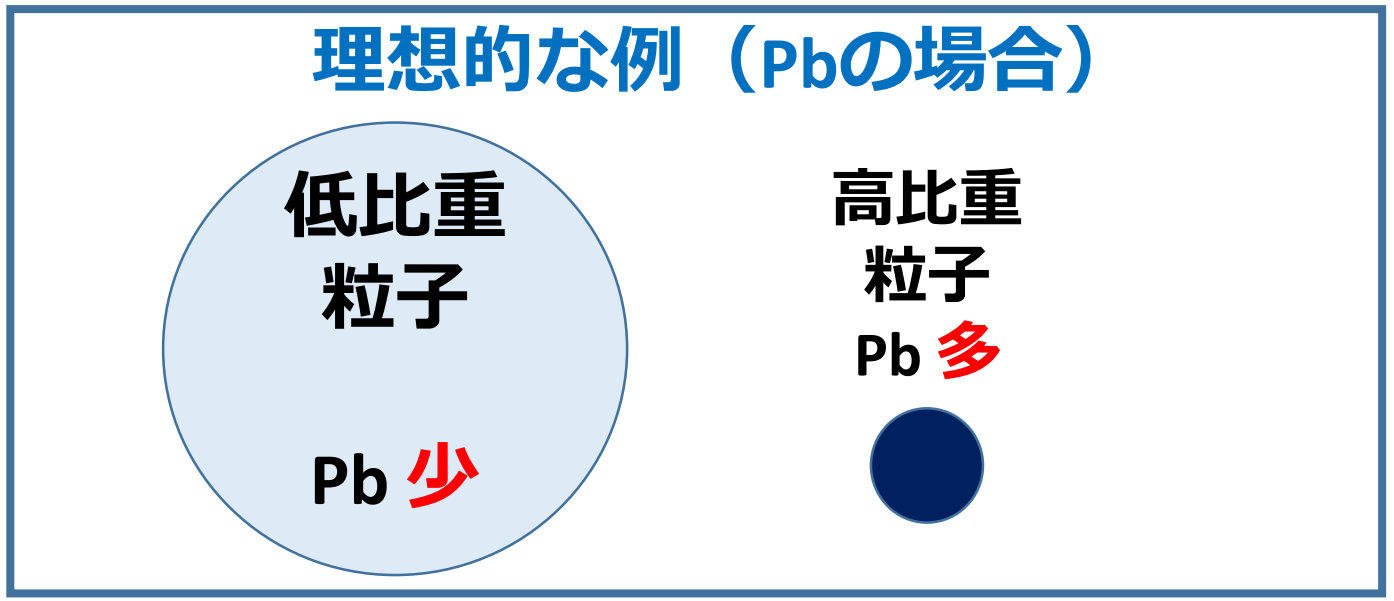
選別実験

+元素含有量分析、
かさ比重測定

選別効率の評価

総合分離効率

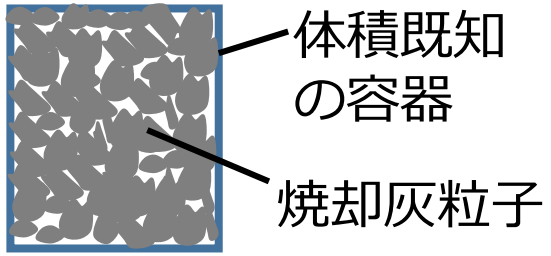
- ✓ どれだけ効率的に分離できているかを示す数値。
- ✓ 少ない量の中に濃縮すると数値が高くなる。
- ✓ 数値は-1～1までで、絶対値が大きいほど良い。



着目金属：Pb（有害金属）、Cu（有価金属）

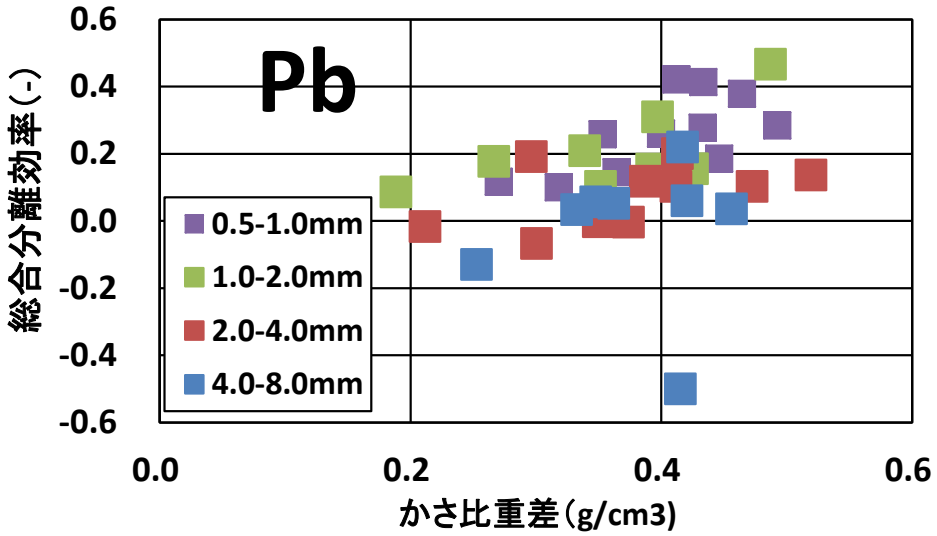
結果①：かさ比重差と総合分離効率

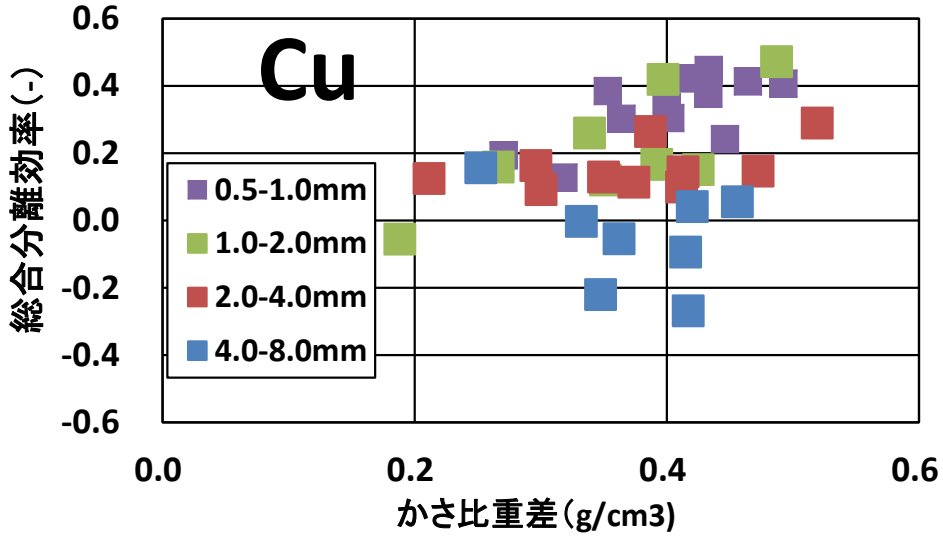
かさ比重とは・・・
単位体積あたりの重量



かさ比重の差
＝高比重粒子の比重
－低比重粒子の比重
が大きければ分離がよくなる？

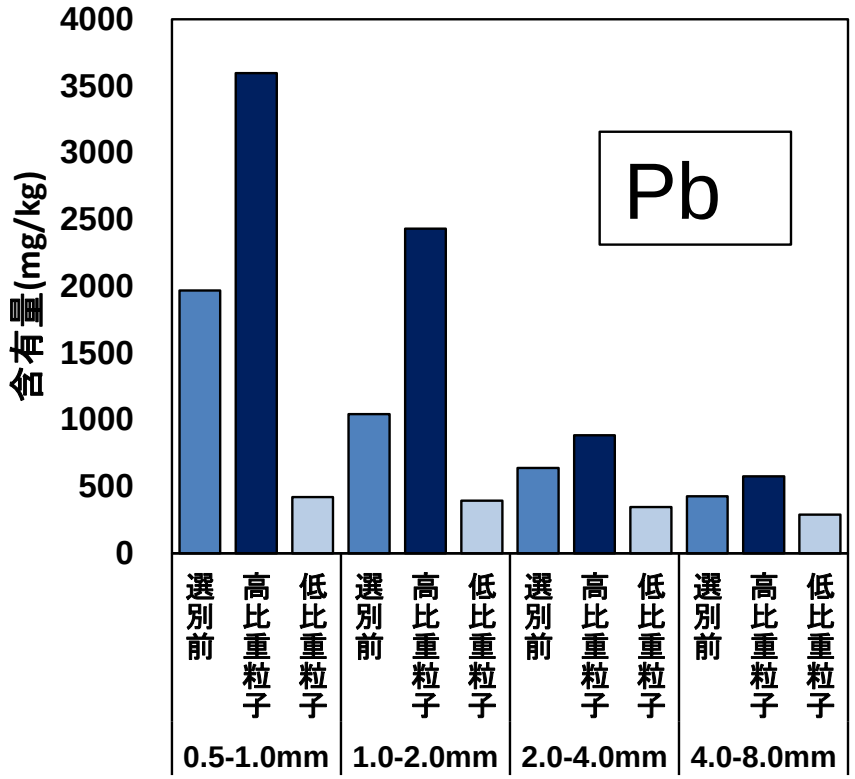
明らかな分離が確認されたPb、 Cuの
総合分離効率の高い条件を最適条件とした

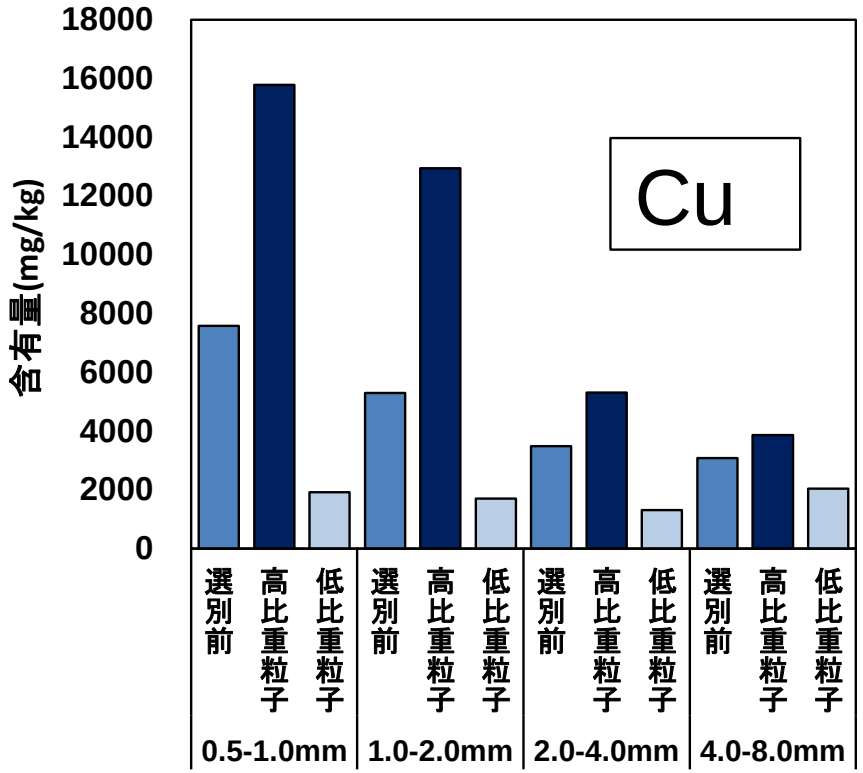




Pb、Cuは、かさ比重の差が大きいと分離効率も高くなる

結果②：最適条件における元素含有量の変化





その他の元素含有量の特徴

高比重粒子＞＞低比重粒子
Zn、 Cd

高比重粒子＞低比重粒子
Cr、 As、 Si、 Fe

高比重粒子≒低比重粒子
B、 Au、 Al、 S

高比重粒子＜低比重粒子
Ti、 Mg、 Cl

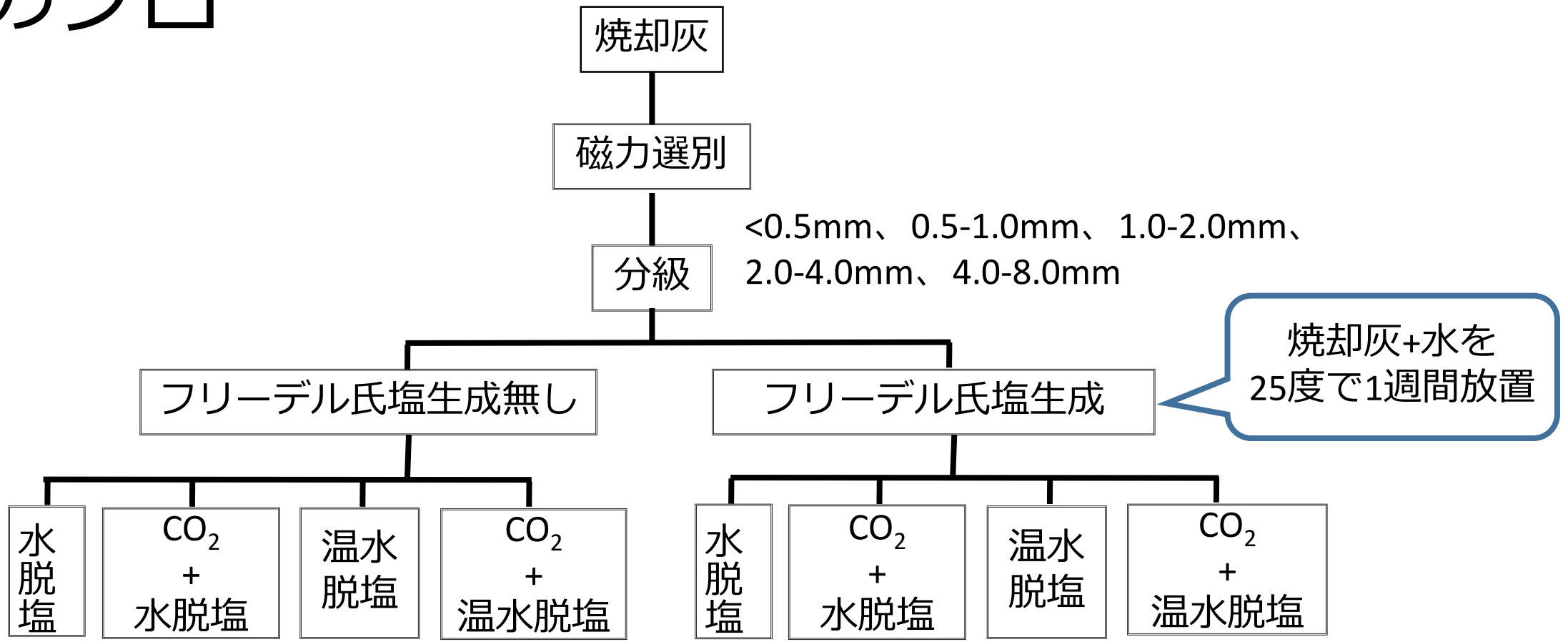
焼却灰の水洗脱塩実験

水洗脱塩の方向性

効果的な脱塩に向けた検討

- フリーデル氏塩生成の有無
- 炭酸ガス吹込の効果
- 加温の効果

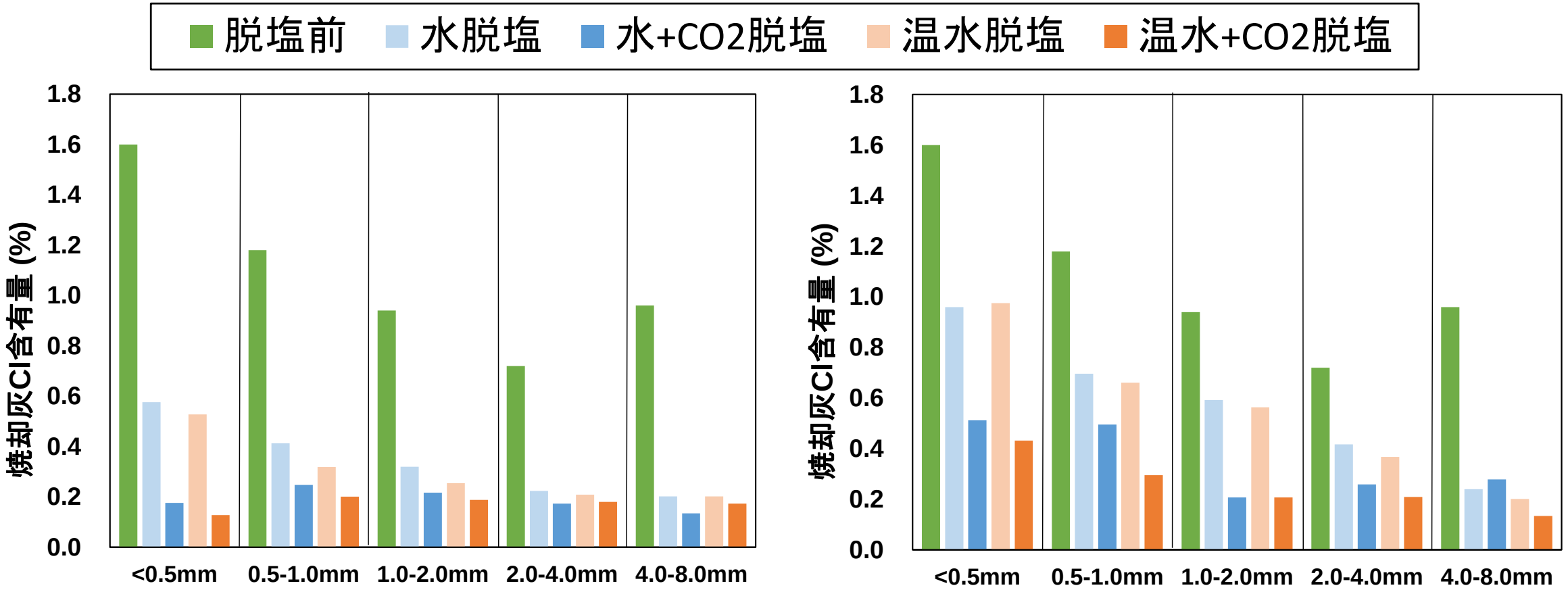
実験のフロー



水脱塩：室温
温水脱塩：50℃
炭酸ガス吹込濃度：16%

結果①：CO_2吹込と加温による灰中塩素の低減

無　　フリーデル氏塩生成　　**有**



✓フリーデル氏塩生成「有」の方が焼却灰の塩素が除去されにくい

✓脱塩効果：　CO_2吹込＞加温　両者併用により効果大

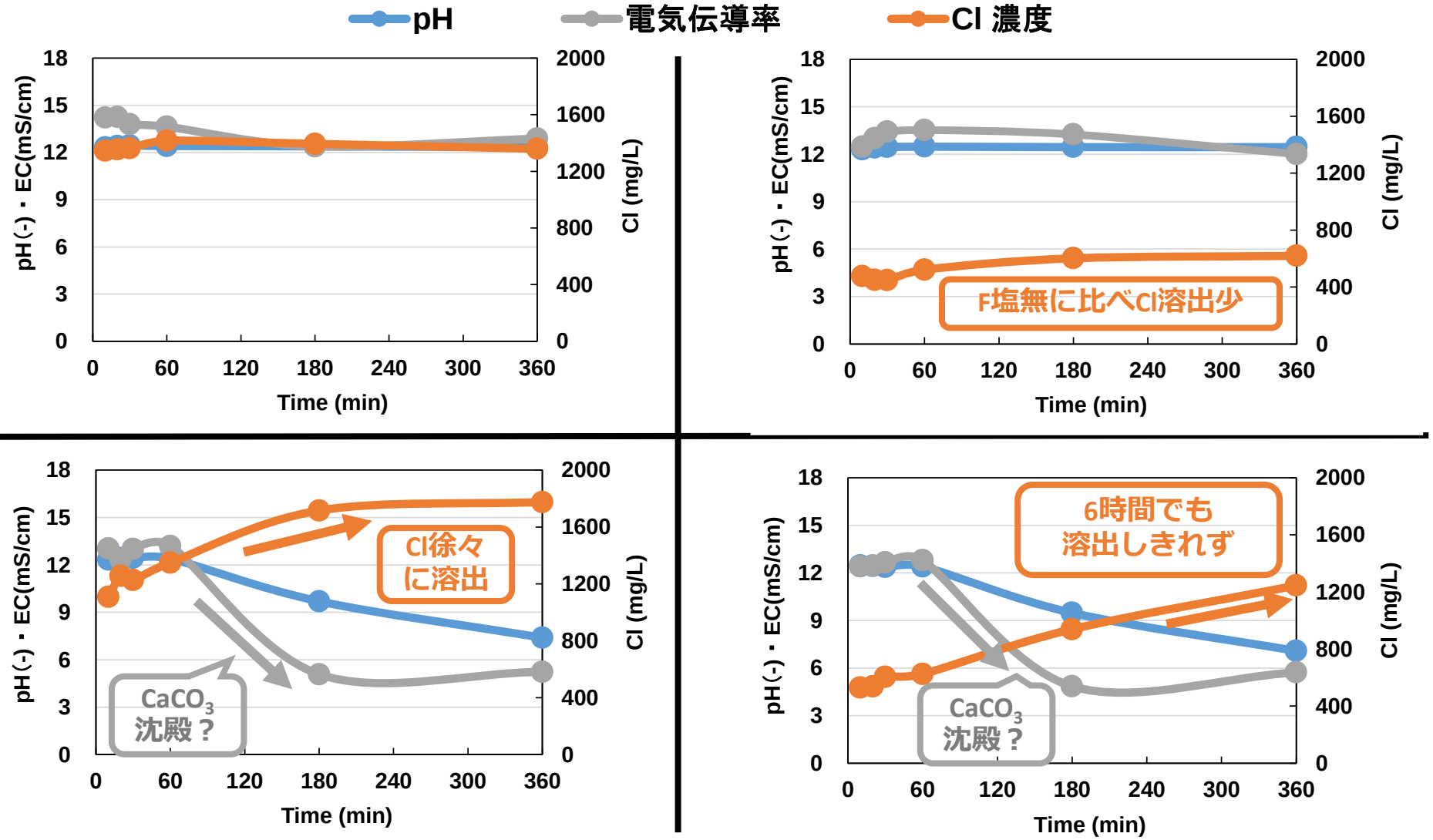
結果②：脱塩溶液の塩素濃度の経時変化

無　　フリーデル氏塩生成　　**有**

炭酸ガス吹込

無

有



まとめと課題

物理選別

まとめ

- ✓ Pb、Cuの最適選別条件の把握
- ✓ 選別前後の元素含有量の変化の把握

課題

- ✓ 選別効率が不十分
- ✓ 含水率が高いと性能が発揮できない恐れ

脱塩

まとめ

- ✓ 炭酸ガスによる脱塩効果の確認
- ✓ 加温による脱塩効果の確認

課題

- ✓ フリーデル氏塩が生成した灰の速やかな脱塩
- ✓ 処理コストの低減

今後の方向性

物理選別

- ✓ 選別効率向上のため、焼却灰の破砕、他の選別方法の併用
- ✓ 許容含水率の把握

脱塩

- ✓ 脱塩効率向上のため、炭酸ガス吹込方法の改良
- ✓ 脱塩処理を実施する特定の粒径の選択

物理選別と脱塩を統合した処理方法の構築・コスト評価 ⇒ セメント原料化の促進