



# 鉛スズ溶体を用いた浸漬法による廃電子基板からのスズ回収方法の検討

秋田大学 大学院 上田早紀、川村茂、高崎康志、柴山敦

## 背景・目的

### ◆ Snの用途

はんだ  
(50%以上を占める)  
→近年は、鉛フリーはんだへ移行  
ブリキ、IOT、化成品 など

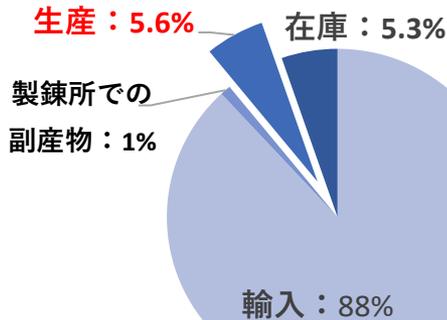
### ◆ Snの供給状況

輸入 88%  
国内 5.6%

国内でのリサイクル率は約8%

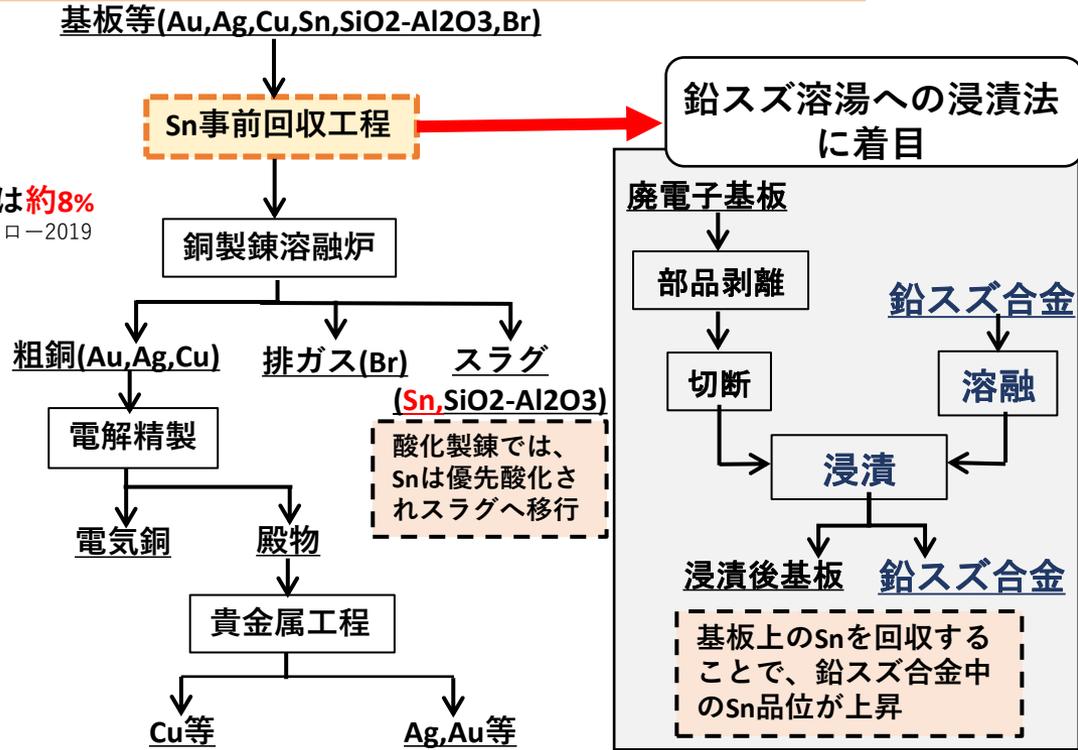
\* JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー2019

### 国内のSnの供給状況



\* 資源エネルギー庁鉱物資源課非鉄金属等需給動態統計(2019)

銅製錬の一般的なフローと本研究が目的とするフロー



- 国内のSnリサイクル率は極めて低い。
- 基板は銅製錬処理が主体であり銅、貴金属、レアメタルなどを回収するのが目的。
- 銅溶錬は酸化が主体。大部分のSnがスラグへ移行する。

Sn回収率の向上

銅製錬炉へ投入する前に基板から直接Snを回収したい

## 目的

鉛スズ合金を用いた浸漬試験により、廃電子基板からSnを直接回収する

## 目標

1. 浸漬法の最適化の検討
- 2-①基板からのSn事前回収率**70%**以上  
②鉛スズ合金中のSn含有率**3%**上昇

# 実験方法 浸漬試験：鉛スズ溶体に基板を浸漬し、はんだを溶解させる

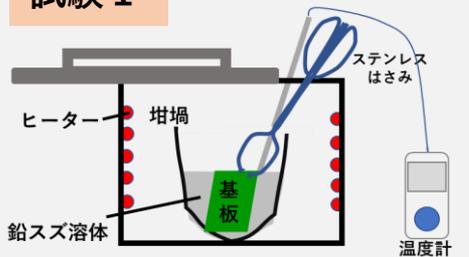
## 試験 1 基礎試験

## 試験 2 スケールアップ試験

はんだ種	Pb系はんだ基板	Sn系はんだ基板	Pb系はんだ基板	Sn系はんだ基板
溶体温度	220°C(±10°C)	250°C(±10°C)	220~250°C	
浸漬時間	1s, 2s, 3s, 5s, 7s, 10s, 15s, 30s, 1min, 3min, 5min		20min/回 (1回20分とし、計3回浸漬)	
基板枚数	1枚		350~400g程度	

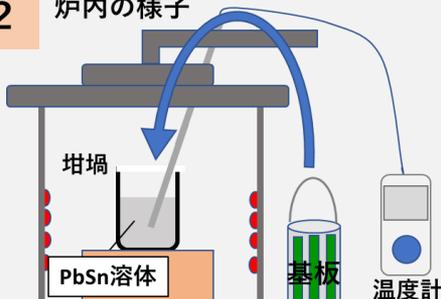
### 試験概要図

#### 試験 1



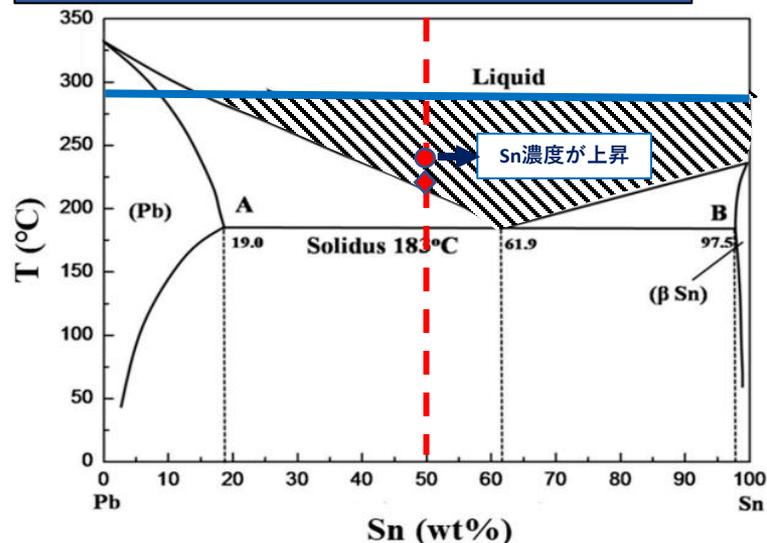
- ・1秒から5分の間の各水準で基板を一枚ずつ浸漬

#### 試験 2 炉内の様子



- ・基板の入ったカゴを、鉛スズ溶体へ浸漬
- ・設定時間後、カゴを引き揚げる

## 二元系状態図から検討した試験条件



- ① 基板の熱分解開始温度280°C以下の領域
- ② 二元系状態図上で液相領域
- ①×②のエリアで試験を実施(図内網掛)

## Sn回収試験の比較検討

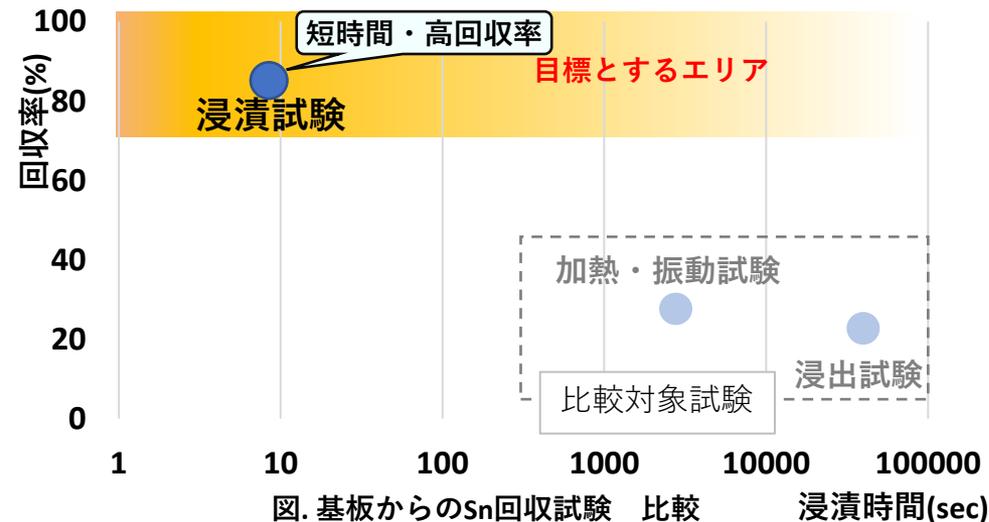
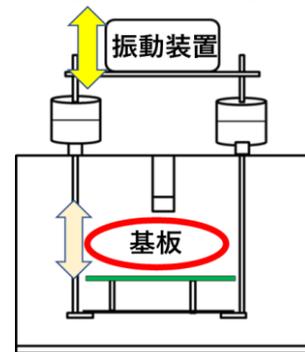
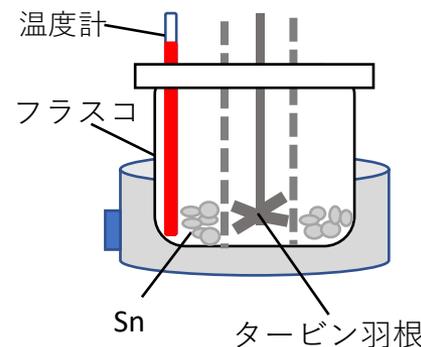


図. 基板からのSn回収試験 比較 浸漬時間(sec)

## 試験概要図・説明



試験方法  
過熱水蒸気による加熱+振動  
結果  
はんだの回収率 20~30%

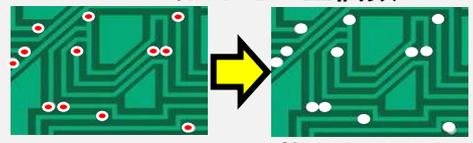


試験方法  
HCl, NaOHによる浸出試験(純Sn使用)  
結果  
Snの浸出率 20%程度

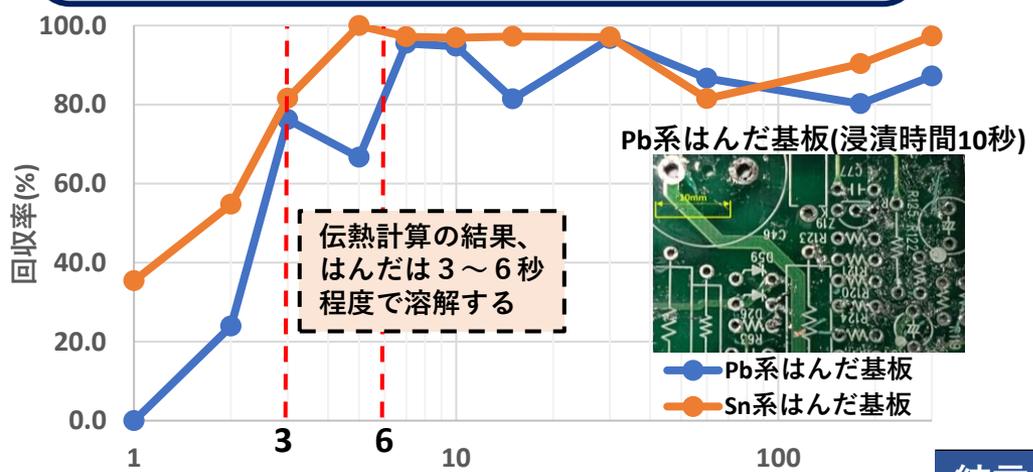
# 実験結果 試験1 基礎試験

評価方法 基板側で評価

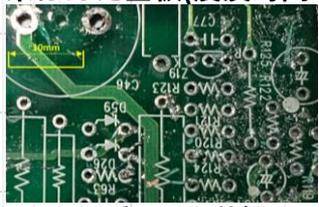
$$\text{はんだ回収率(\%)} = \frac{\text{抜けたはんだの数(基板に空いた穴の数)}}{\text{はんだの全個数}} \times 100$$



● はんだ全個数 ○ 抜けたはんだの数



伝熱計算の結果、  
はんだは3~6秒  
程度で溶解する



● Pb系はんだ基板  
● Sn系はんだ基板

# 試験2 スケールアップ試験

評価方法



Pb系はんだ基板 406.72g			Pb-Sn合金 2630g		
	Sn	Cu		Sn	Cu
含有率%	10.5	20	含有率%	52.4	0
含有量 g	43	81	含有量 g	1,379	0
分布率%	3		分布率%	97	

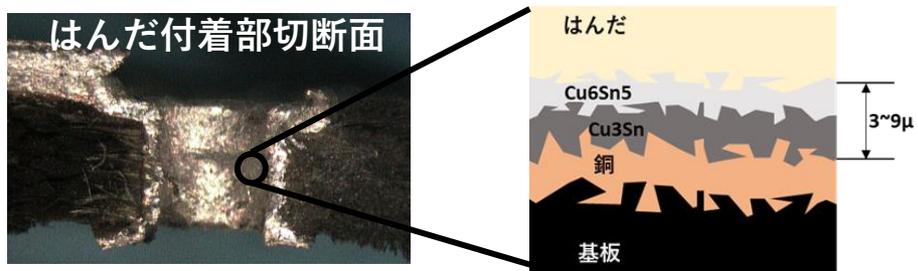


試験後Pb-Sn合金 2530g

	Sn	Cu
含有率%	56.21	0.21
含有量 g	1,422	5
分布率%	100	

結果  
Sn含有上昇率  
56.21-52.43=3.78%

## はんだ付着部切断面



- ・基板の観察より、接合面に薄い金属層が残存していることを確認
- スルーホール部分には、金属層が存在する
- 基板とはんだの接合部分は銅スズ合金

## 結言

- 目的：鉛スズ合金を用いた浸漬試験により、廃電子基板からSnを直接回収する
- 目標：2-①基板からのSn事前回収率70%以上⇒80%以上を達成  
②鉛スズ合金中のSn含有率3%上昇⇒3~5%上昇を確認

## 考察

- ・目標2-①を短時間(7秒)で達成することができた。
- ・はんだの観察結果より、はんだと銅膜は銅スズ金属層の形成により、接合していることが確認できた。
- ・伝熱計算結果より、はんだ溶解速度が3~6秒と算出された。金属溶体の熱伝導度が気体に比べて約1000倍であることに起因すると考えられる。