

2023年2月6日

# 炭窯への IoT機能付きセンシング機器の導入に よる労働条件の改善及び生産品質の 安定化



神鍋白炭工房

# 従来の炭焼きの問題点

## ① 労働環境が劣悪

一昼夜の番、肉体的負担、高火力や排煙成分による危険性



## ② 技術継承が難しい

経験と五感が頼り、職人の減少



## ③ 初期投資が大きい

専用の木割機（窯に合う長い材が割れる）の導入、土地



## ④ 炭窯を作るのが難しい

窯の設計、施工、材料など

# スマート化のねらい ～小型炭窯の利用（2022年～）～

## ○炭材の量・大きさの縮小

- 肉体的負担の軽減
- 一般的木割機の使用が可能

## ○窯自体が小さく軽量

- 設置場所が小規模で済む
- 移動可能

1回あたりの生産量は少ないが、**複数台を短期間のサイクルで稼働**させることで、**生産量の維持と注文への臨機応変な対応**につながる。



# スマート化のねらい ～IoTの利用（今回の事業）～

炭窯の状態を、IoT機器を通じて  
データ化されたものを遠隔で確認可能にする。

## ○見張り時間の削減

→労働者負担の軽減

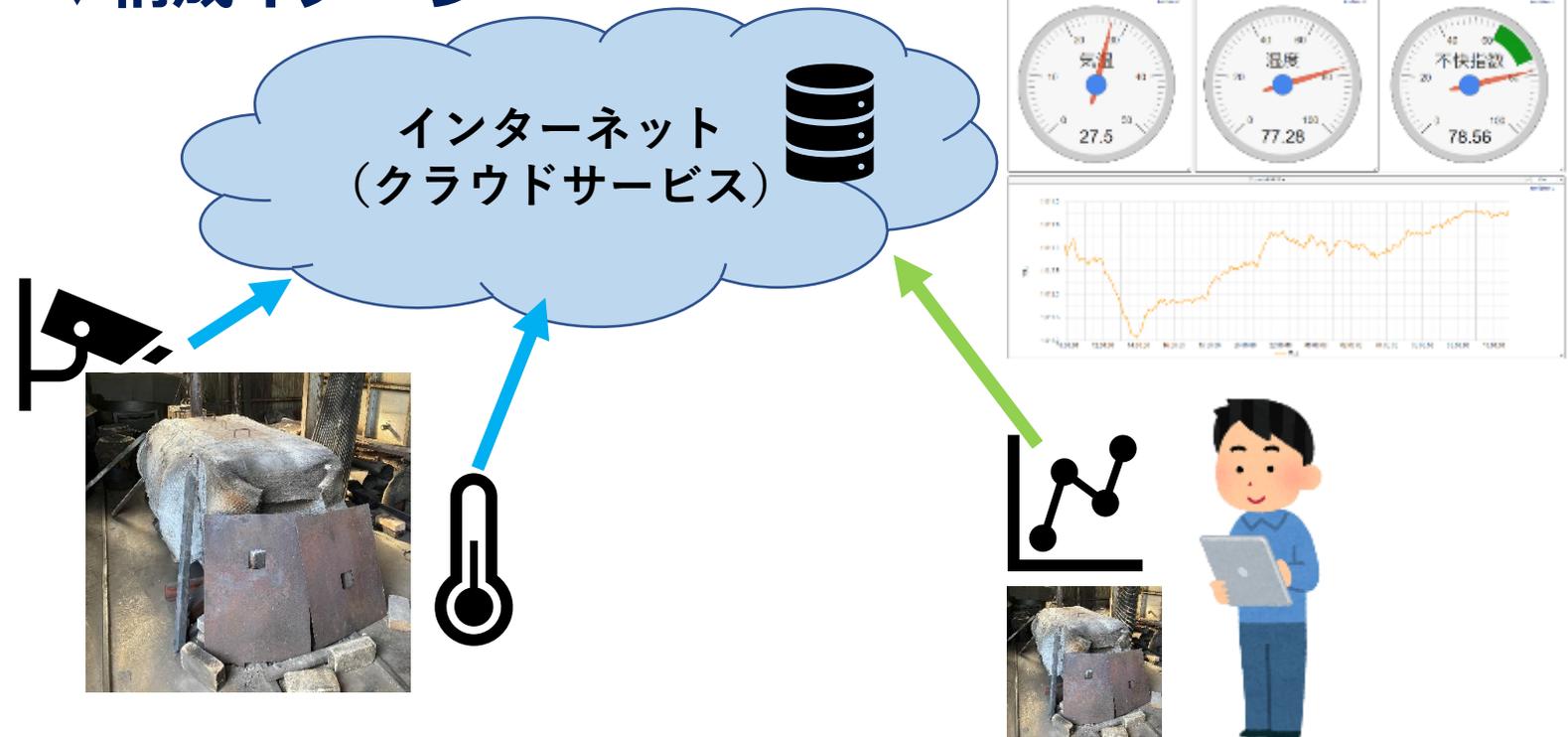
## ○情報の客観的可視化

（グラフや動画）

→属人性の低減

→品質の安定化

### ▼構成イメージ



データの収集・蓄積、分析 ⇒ より精度の高い施策を実施

# 神鍋白炭工房 炭焼きの工程

- ・煙の質・量、温度の変化を見張る必要あり
- ・熟練の勘に頼るところが大きい

【玉切り・木割】



【詰込み】



【火入れ】



【窯出し】



【冷却】

吸気排気口  
を全閉。



【精錬】

吸気排気口  
を全開。



【炭化管理】



吸気排気をコントロールし  
窯内部の温度を自燃で安定  
させる

# 実施内容

## 1. 工程確認

- └ 工程ごとのポイントや注意点を確認・整理
- ⇒ 実装内容や位置などを検討

## 2. 設計、設置

- └ ネットワーク
- └ カメラ、各種センサー

## 3. データ確認、調整

- └ 各データの有用性の検討、温度センサーの安定化等

# 1. 工程確認

## ▼全工程を整理し資料化

### 現状の作業ローテーション

月	窯出し、そうじ、点検、薪入れ 窯出しした炭の着火テスト、選別
火	火入れ、温度調整（薪入れ3、4回 ※自然炭化する温度に安定させる
水	まきの追加投入なし。 絞りで調整、煙と匂いが増加。辛い煙に。
木	精錬日（木 or 金）の判断 精錬 AMに約3h（煙の状況、狙う完成品の状態で開始時間を調整 煙突、全面を全開で空気入れて中を高温にする ↳青い煙でている状態で精錬開始：少しやらかめ ↳青い煙が終わった状態：固くなる ※煙がきれてすぐに精錬にうつる方が良い（炭が残る。時間経つと収炭量が減る） ※排煙温度は最高600℃ほど。400~500℃で安定するよう調整
金	予備日
土・日	冷却

### 作業詳細

工程	1日目（火入れ コナラ	生木（水分量 35~40% 体感		
	作業日：2022/9/13	外気温：8時：23~4度 晴れ		
	作業	温度	状態	
8:05	薪入れ	24		ポイント 空気の通りを考えた
8:30	火入れ	25	おきを作る	
9:00	2回目の薪入れ	25	1回目より多めに	縦に詰めていく 長袖着とかないと少
9:30	石綿でふた	30	火がいこってきたら	固くなった石綿ほく
9:35		35	煙が煙突からでます	

9:49		49	温度上昇、白い煙	
9:51		51	白煙の量が増える	
10:20		58	煙減らない	
10:33	3回目の薪入れ	62	薪どっさり入れる	
10:37	薪入れ終わり	68	薪入れ時は前ブタ全開（空気量多く）で、温度が上昇する	
10:40	煙突しぼり（レン 前ブタの空気穴を半分に	70	レンガ間の隙間 42mm	

## 2. 設計、設置

### ▼カメラ



正面カメラ



側面カメラ



ナイトビジョン



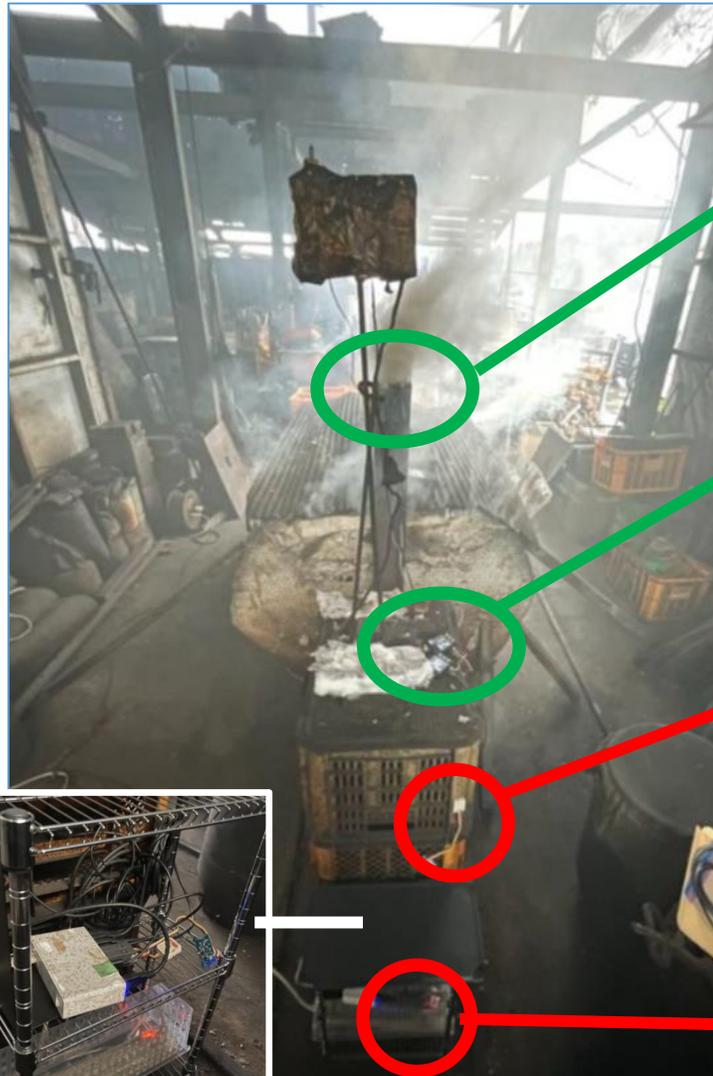
録画・再生



夜間や目を離れた  
状況も把握可能

## 2. 設計、設置

### ▼センサー (炭窯背面部)



煙突排気温度



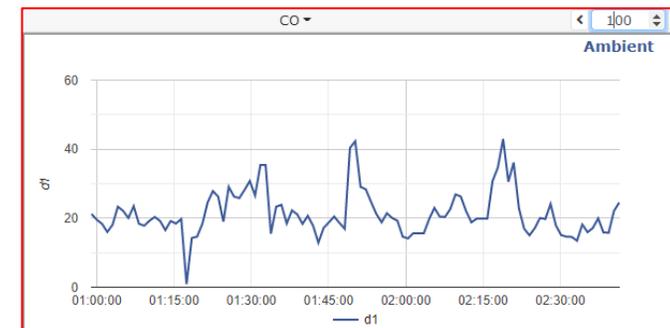
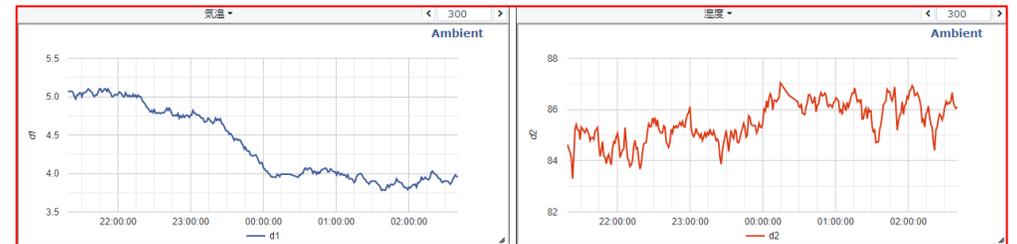
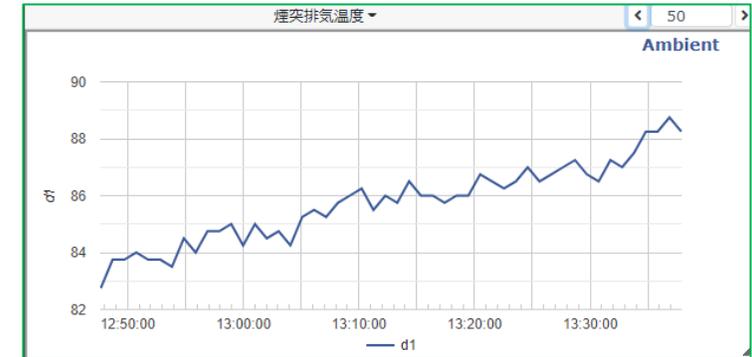
気温・湿度・気圧



CO



測定データは  
Webブラウザで確認



## 2. 設計、設置

### ▼センサー (炭窯背面部)



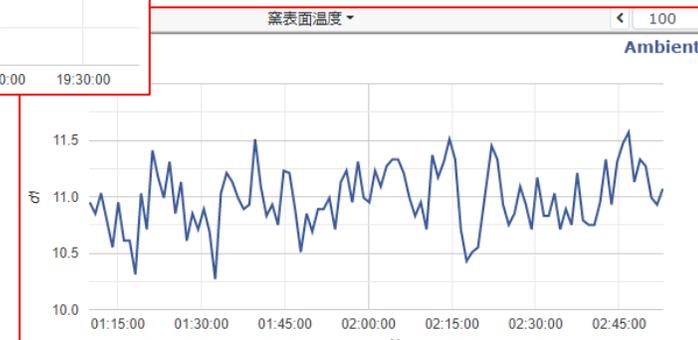
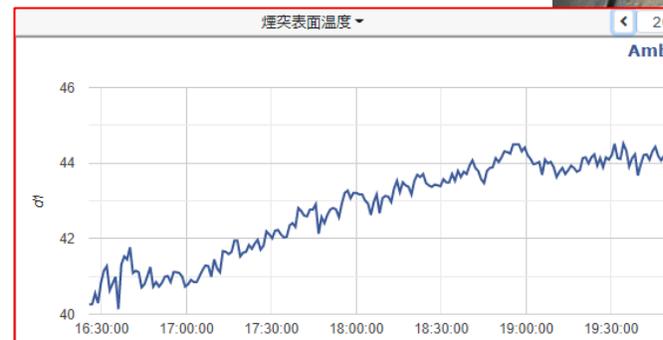
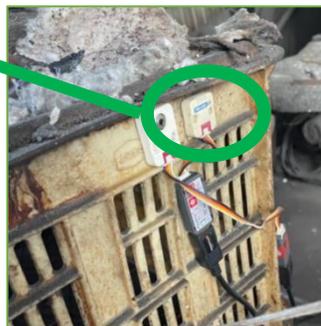
窯表面温度



煙突表面温度



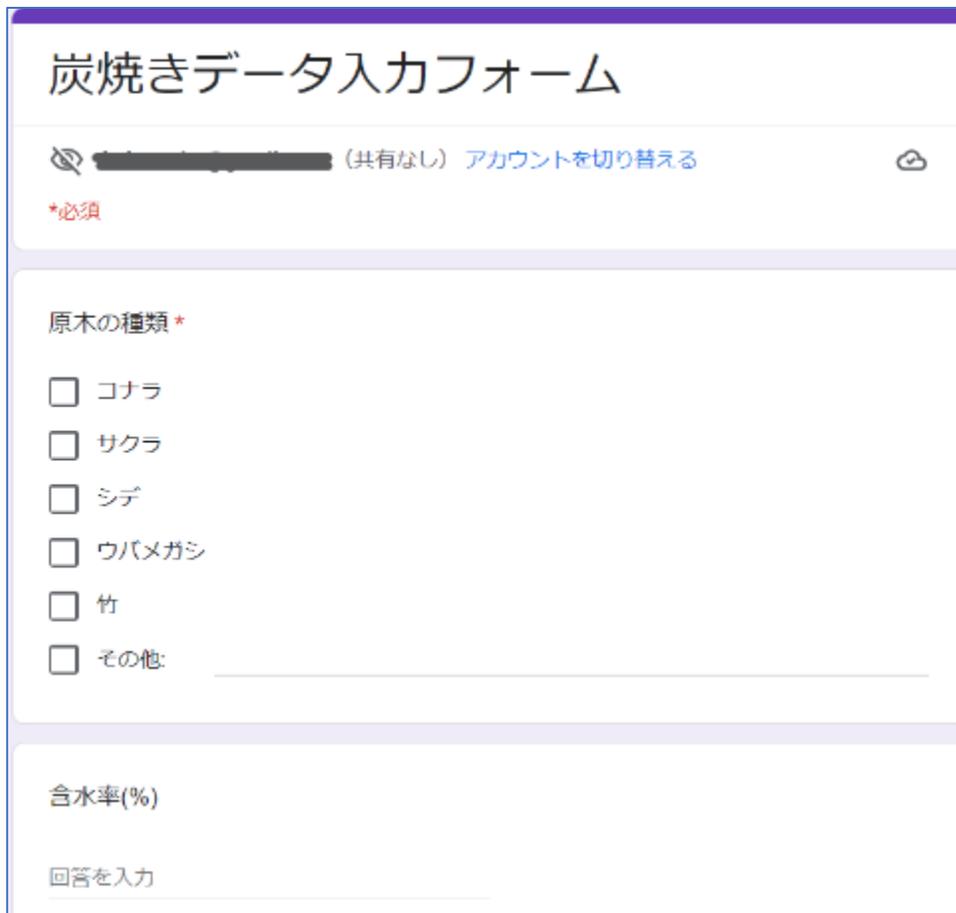
TVOC



## 3. データ確認、調整

### ▼フォームで入力

└火入日、天候、材種、含水量等



炭焼きデータ入力フォーム

XXXXXXXXXXXX (共有なし) アカウントを切り替える

\*必須

原木の種類\*

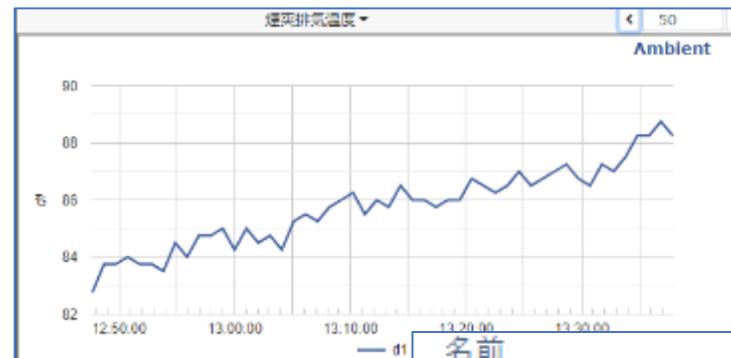
- コナラ
- サクラ
- シデ
- ウバメガシ
- 竹
- その他: \_\_\_\_\_

含水率(%)

回答を入力

### ▼センサー情報

└CSV出力し蓄積方法等の検討



- 名前
- 一酸化炭素-20221115～.csv
  - 煙突排気1-20221115～.csv
  - 煙突排気2 -20221115～.csv
  - 煙突表面温度-20221115～.csv
  - 環境-20221115～.csv
  - 窯表面温度-20221115～.csv

### 3. データ確認、調整

#### ▼ 機器の調整

└ 温度センサーの値の安定化



## 4. 成果

- 煙の量・煙突排気温度のデータを
  - ・ 場所（スマホがあればどこでも）
  - ・ 時間（リアルタイム/過去）を問わず確認できる

⇒ 釜の前での見張り時間の削減

### 【火入れ～精錬終了の見張り時間】

従来：丸三日間 程

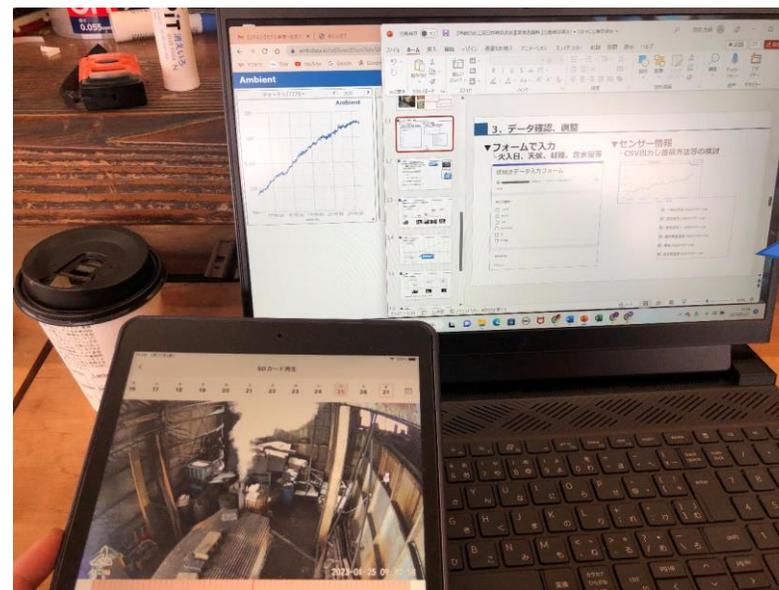


今回：6時間半程度

（1日目：4時間、3日目：2時間半）

- データを複数人で共有できる

⇒ 他のメンバーとの相談がスムーズ

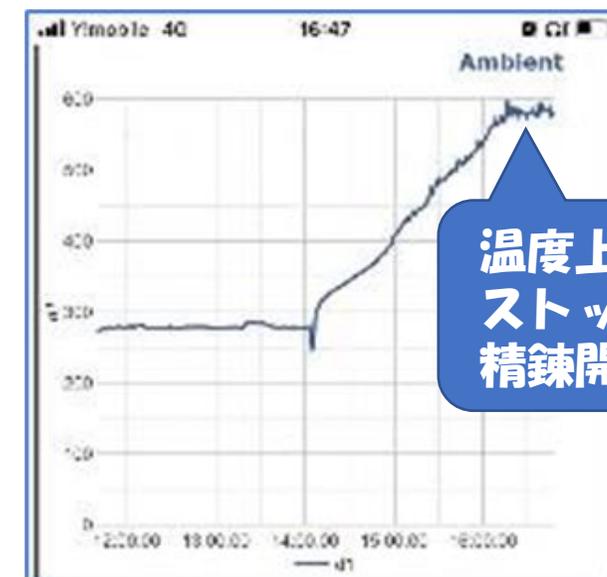


事務所で報告書作成をしながら窯の様子を確認！

煙が夜中の何時に切れたか？



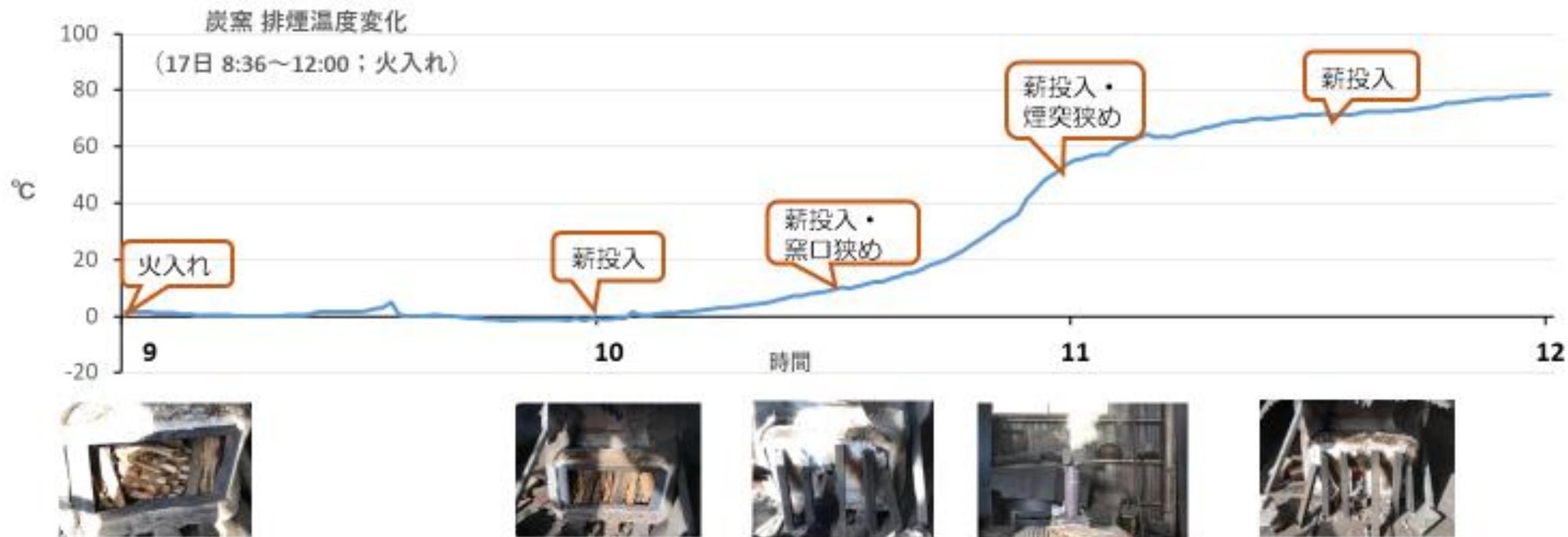
温度上昇がストップ！  
精錬開始！



## 4. 成果

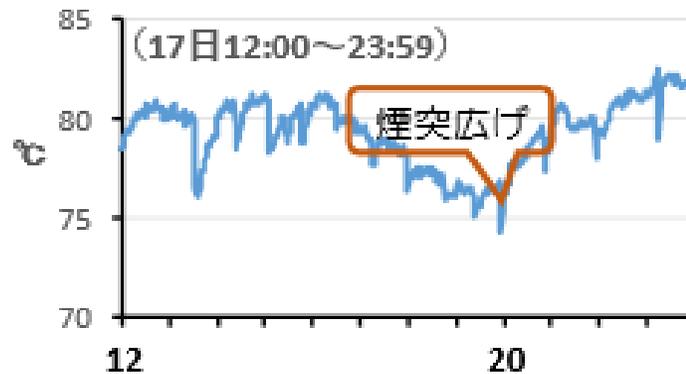
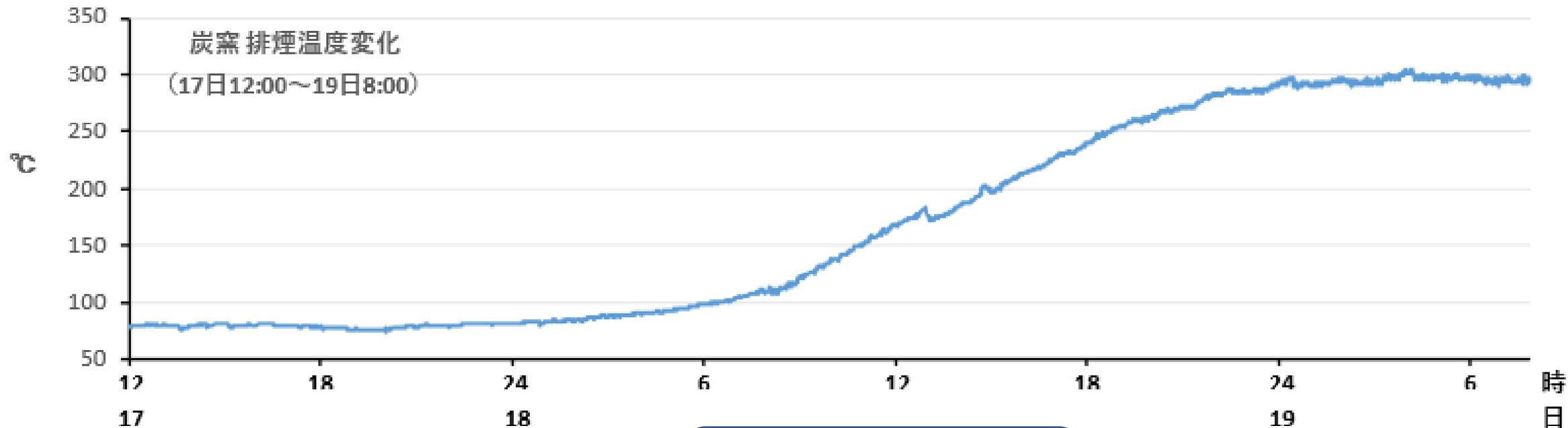
○蓄積したデータのCSV化により活用が容易

### ▼記録としての活用例



# 4. 成果

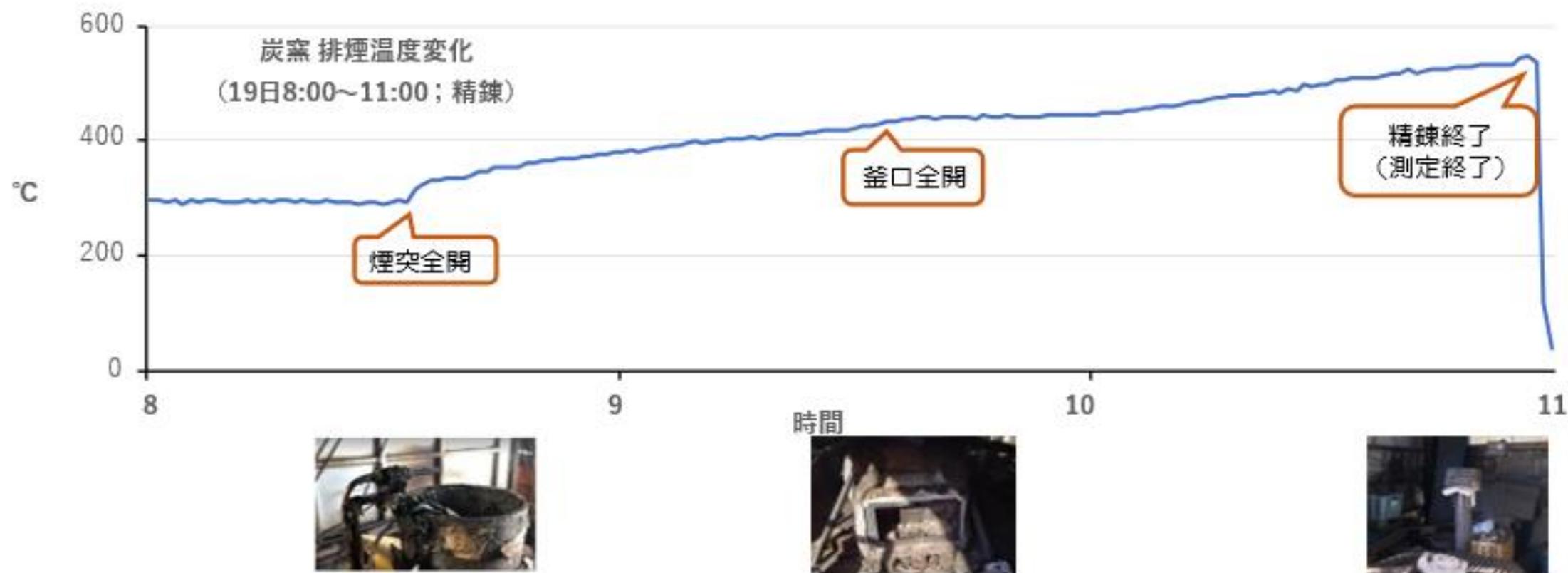
## ▼記録としての活用例



グラフの時間軸の調整で  
細かい変化も確認可

# 4. 成果

## ▼記録としての活用例



## 4. 成果

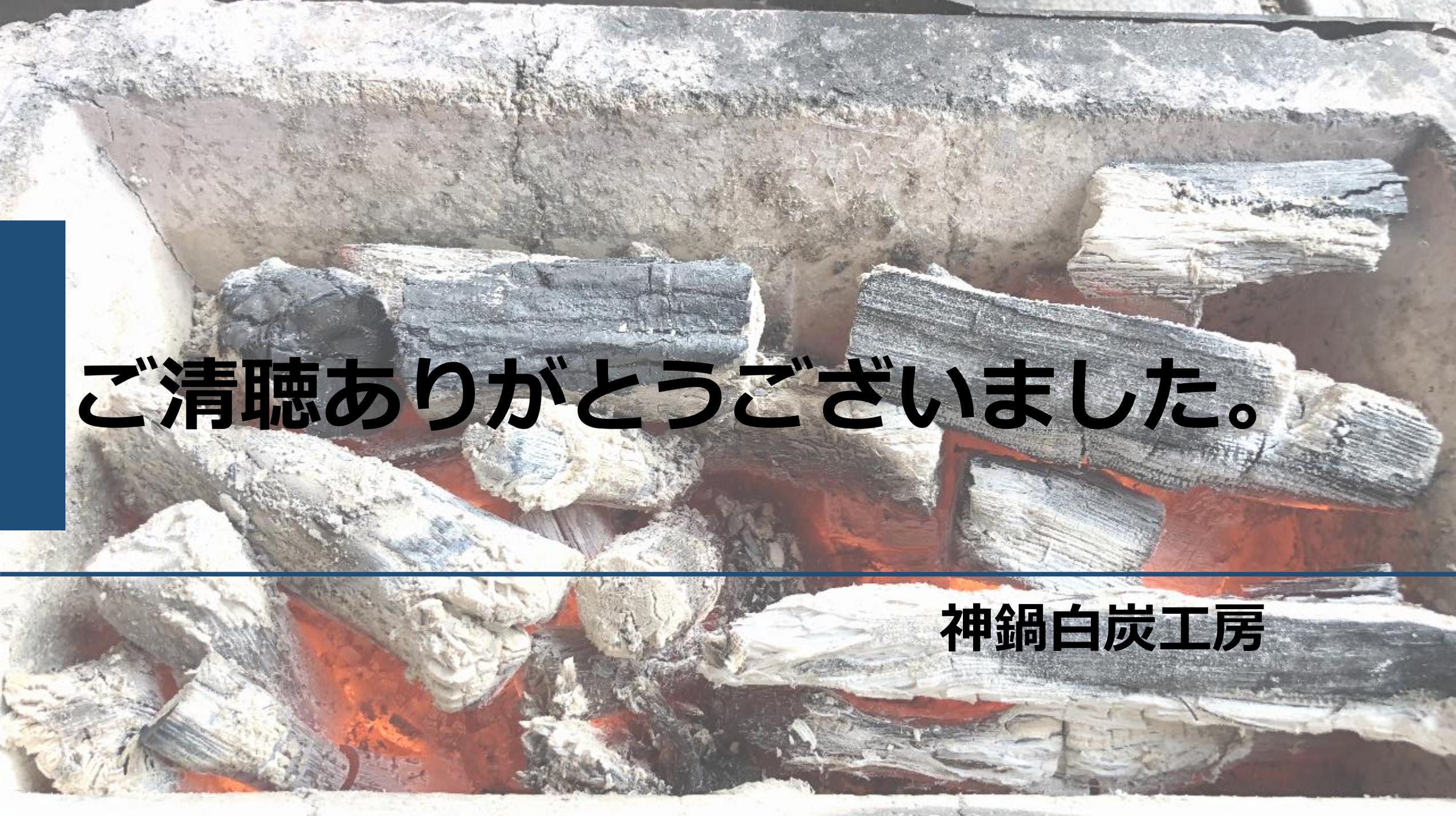
初心者でも白炭の作成に成功！



### 【今後の課題と展望】

- 熟練者が工程の判断基準とする煙の色や匂い等の数値データ化  
(測定内容・方法の更なる検証)
- データ蓄積の継続・マニュアル精度のアップ

⇒ 炭焼きの普及を図る



**ご清聴ありがとうございました。**

**神鍋白炭工房**