



令和4年度  
原子力規制庁技術基盤グループ-原子力機構安全研究・防災支援部門  
合同研究成果報告会

# 再処理施設の重大事故時における安全性評価研究 —火災事故の研究—

令和4年11月22日

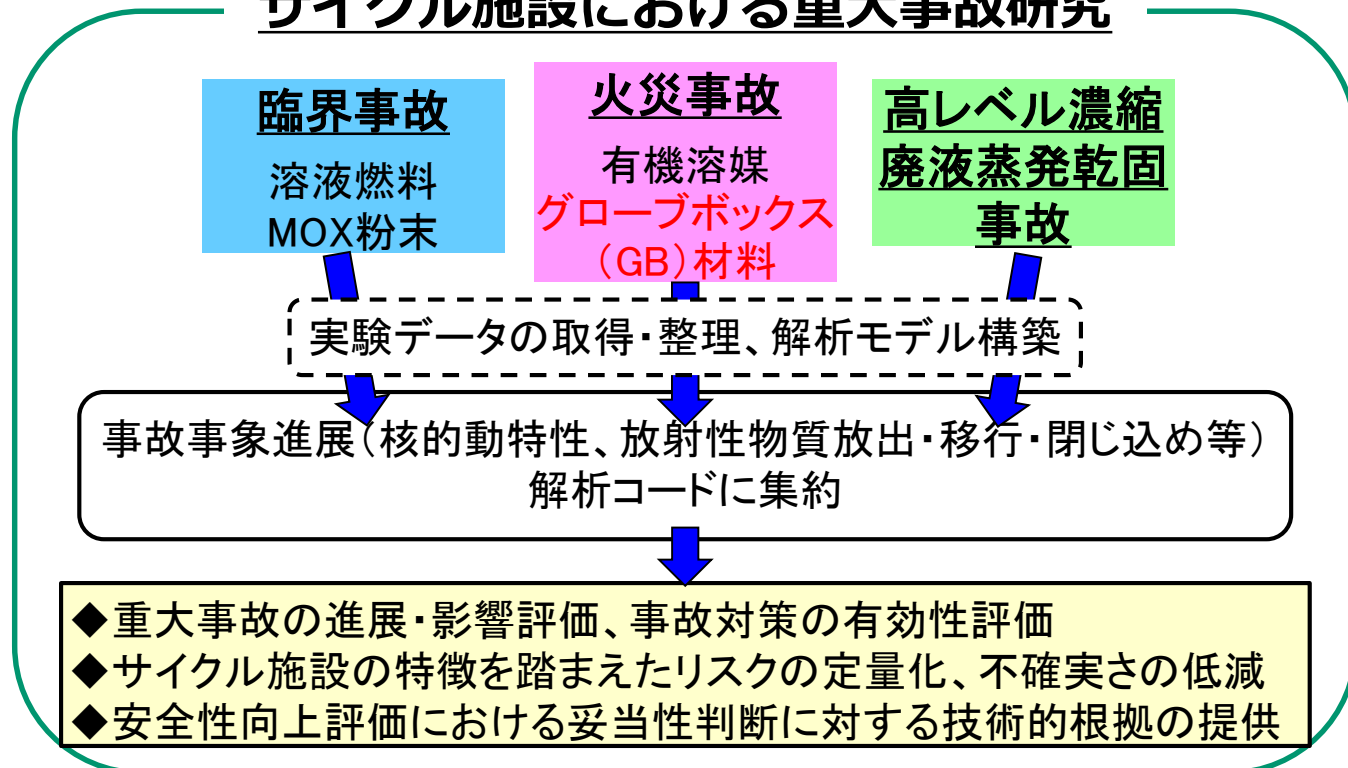
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
安全研究・防災支援部門 安全研究センター  
サイクル安全研究グループ

田代 信介

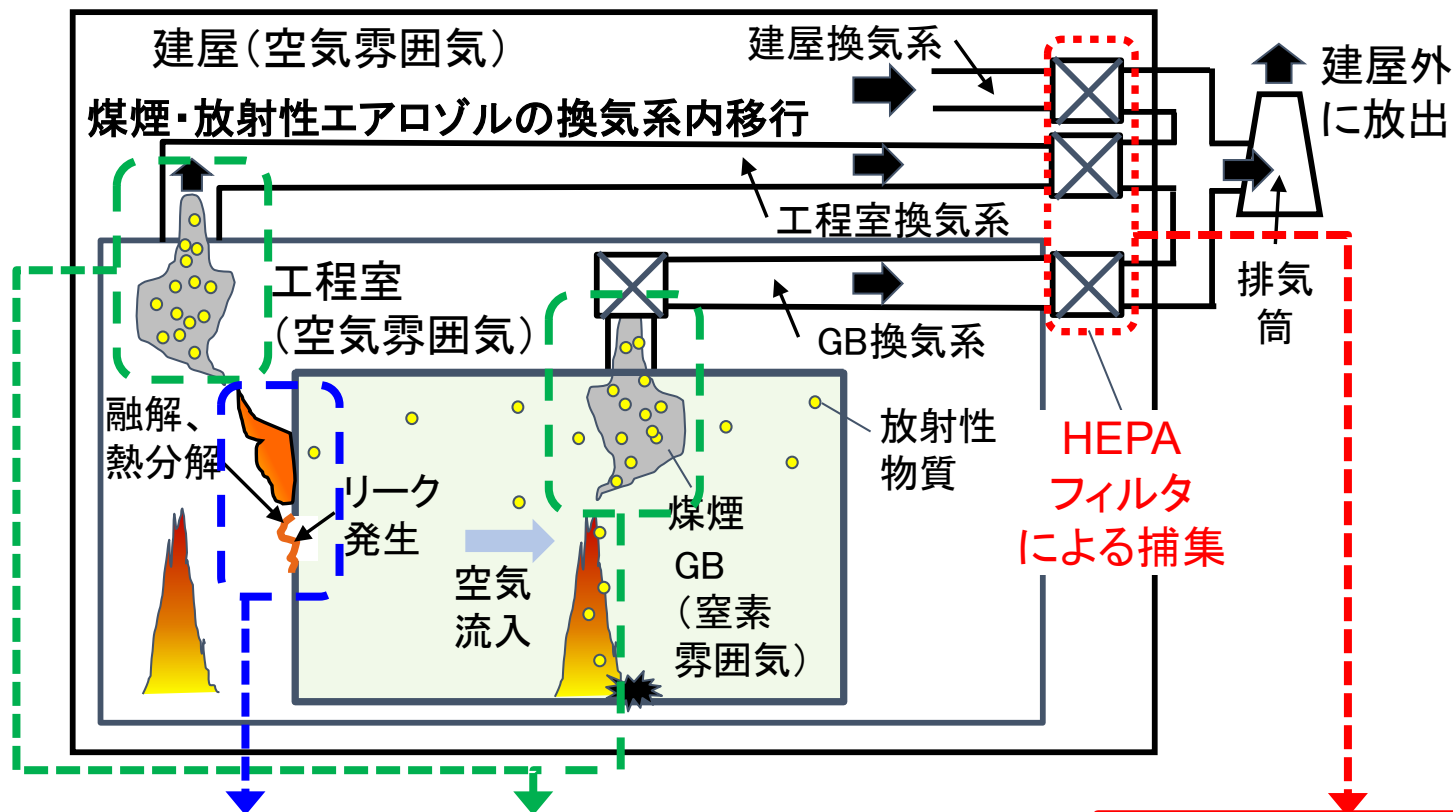
# 背景と研究の全体像

- 福島第一原子力発電所の事故を受けてサイクル施設に対しても「重大事故」の概念が導入された
- 重大事故時の影響評価及び安全対策の有効性評価に関する実験データの取得及び現象のモデル化を行うとともに解析コードの性能を向上し、事象進展及びソースタームを精度良く評価しうる手法の整備が必要

## サイクル施設における重大事故研究



# 火災のシナリオと本研究の位置づけ



## 研究課題(1)

グローブボックスへの  
熱的影響と延焼

## 研究課題(2)

GBパネル材燃焼に伴う煤煙  
や放射性エアロゾルの発生

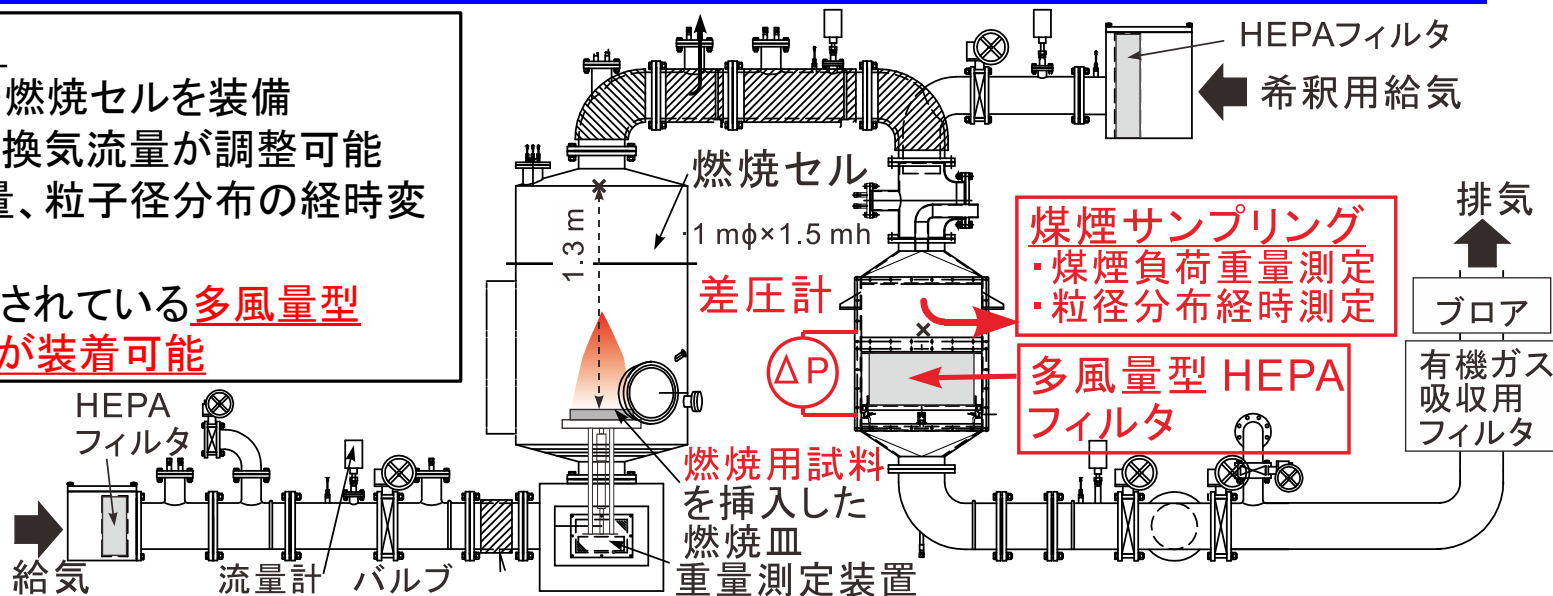
## 研究課題(3)

HEPAフィルタの目詰まり

# 試験装置及び試験方法

## ACUAの特徴:

- ✓ 比較的大型の燃焼セルを装備
- ✓ 燃焼セルへの換気流量が調整可能
- ✓ 煤煙発生率/量、粒子径分布の経時変化が測定可能
- ✓ 実施設で使用されている**多風量型 HEPAフィルタが装着可能**



火災時フィルタ目詰り挙動観察装置(ACUA)の概略図

## 試験条件:

- ✓ 燃焼用GBパネル材: **アクリル(PMMA)**、**ポリカーボネート(PC)\***
- ✓ 燃焼セルへの給気流量:  $1 \text{ m}^3/\text{min}$ 、 $6 \text{ m}^3/\text{min}$
- ✓ HEPAフィルタ差圧測定上限: 約 $2 \text{ kPa}$ 超を目標にして実施\*\*

## 測定項目:

- ✓ 煤煙粒子径分布
- ✓ HEPAフィルタへの煤煙負荷量
- ✓ HEPAフィルタの差圧

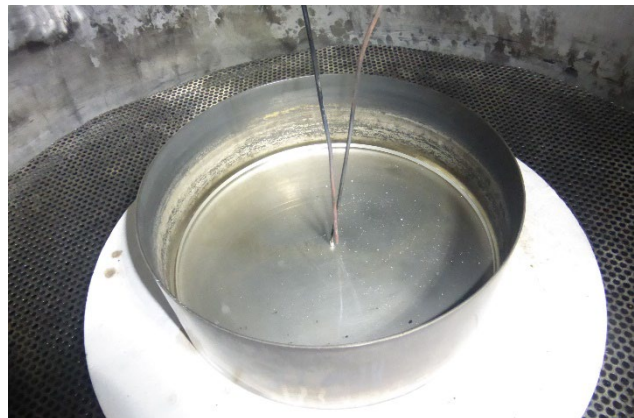
差圧上昇実験式(煤煙負荷状態と差圧上昇の関係の整理)の導出を検討

\* 自己消炎性を有するためヒーター加熱により燃焼を維持<sup>[1],[2]</sup>

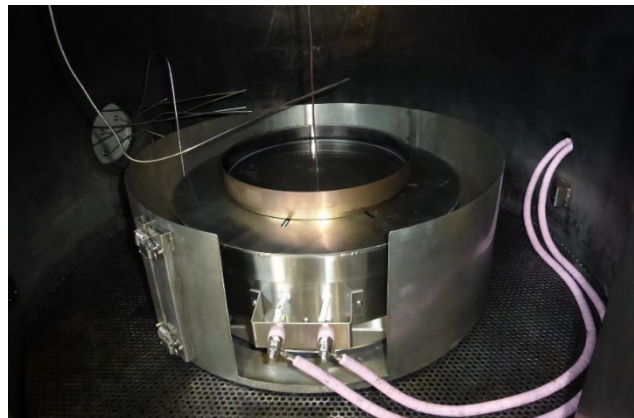
\*\* JIS Z 4812<sup>[3]</sup> (圧力変形抵抗試験)における変形、破損しない差圧値( $2.45 \text{ kPa}$ )を参考に決定

# 試料の燃焼の様子

PMMA



PC

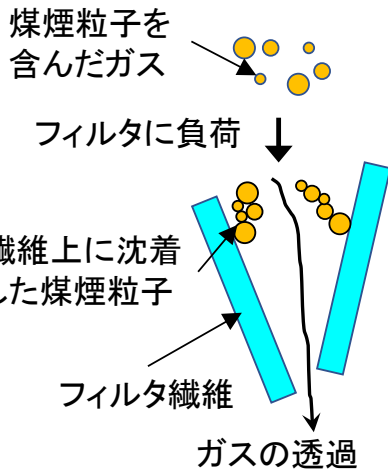
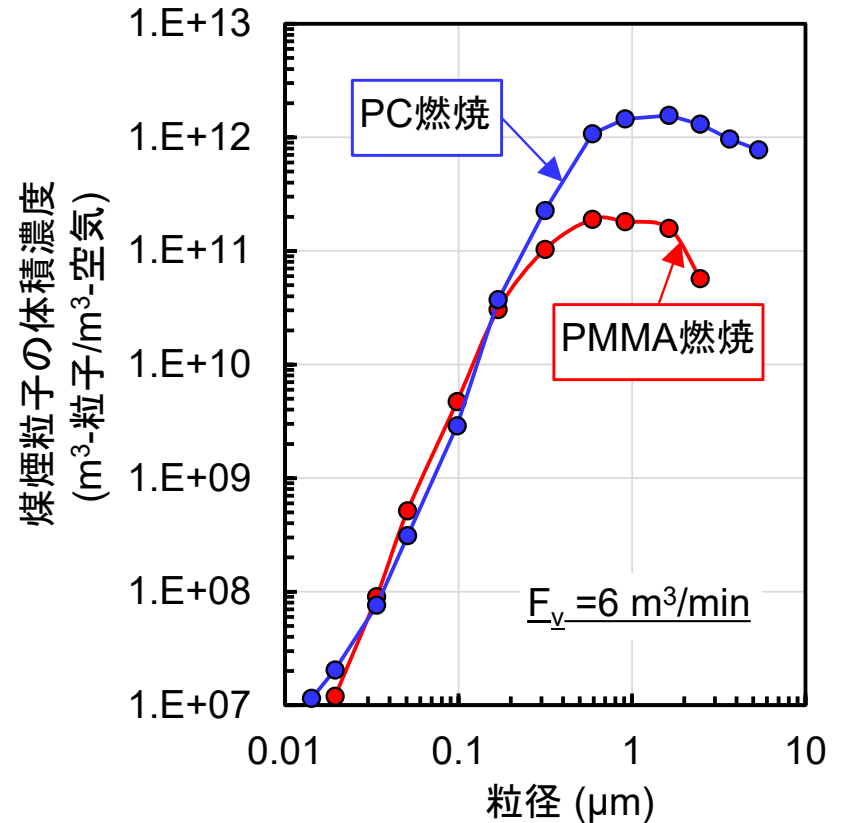
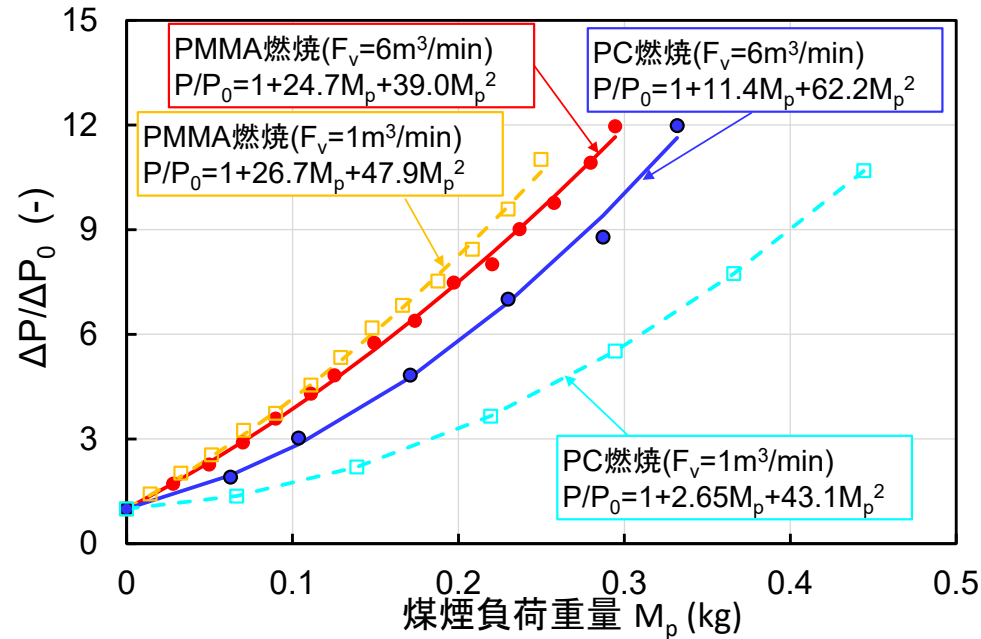


PMMA: 火炎面の試料が液状化しながら燃焼。自然鎮火後にはほとんど残渣が生じない。  
 PC: 燃焼中に試料の隆起があり、チャーを形成。

# 試験結果

煤煙負荷重量とHEPAフィルタの  
差圧上昇挙動の関係(従来の整理)<sup>[1],[2]</sup>

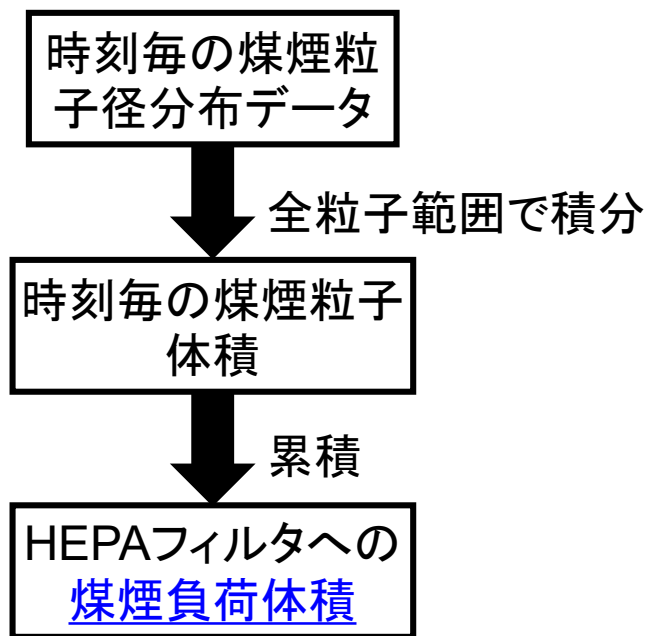
煤煙粒子の体積濃度基準  
の粒径分布の測定結果例<sup>[2]</sup>



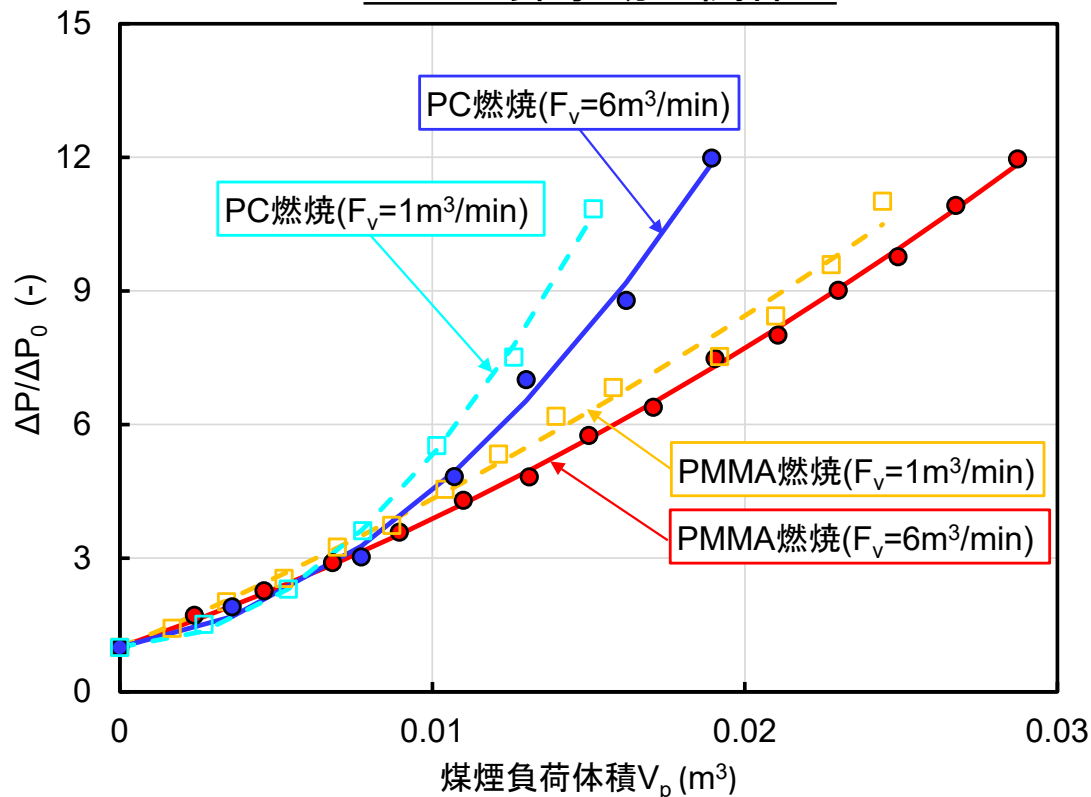
煤煙の粒子形状(体積)に着目して、差圧上昇挙動の違いを説明できないか検討した。

# 煤煙の体積に着目した差圧上昇挙動

## HEPAフィルタへの煤煙負荷体積の算出方法



## 煤煙負荷体積とHEPAフィルタの差圧上昇挙動の関係<sup>[2]</sup>



煤煙負荷体積で整理することで、差圧上昇挙動を統一的に評価できる可能性を得た。

新たに見出した煤煙負荷体積に基づくフィルタの目詰まり評価方法は、より広範囲の燃焼条件(燃焼物質、燃焼周りの換気条件)に伴うフィルタの差圧上昇挙動の予測に援用できる可能性がある。

# まとめ

- GBパネル材燃焼時の多風量型HEPAフィルタの粒子負荷重量の増加に伴う差圧上昇データを取得し、差圧上昇実験式を導出
- 新たに、ろ過面閉塞の観点から煤煙粒子体積が目詰まりに影響している可能性に着目し、煤煙粒子体積とHEPAフィルタの差圧との関係を検討
  - ⇒煤煙負荷体積が少ない領域では、これまで報告されていないパネル材種類に依らず差圧上昇挙動を統一的に評価できる可能性を示唆する結果を得た。
- ⇨HEPAフィルタの目詰まりに対する煤煙粒子形状の影響等を考察し、より広い領域に適用できる評価モデルを検討していく。

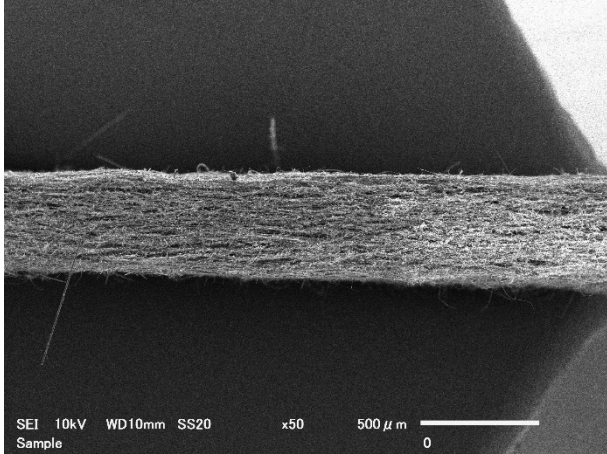
## 【参考文献】

- [1]日本原子力研究開発機構(JAEA), 平成30年度原子力規制庁委託成果報告書, 再処理施設等における火災事故時影響評価試験 (2019).
- [2]S. Tashiro et al., “Clogging Properties of HEPA Filter Induced by Loading of Soot from Burned Glove-Box Panel Materials”, Nucl. Technol., 208, 1553 (2022).
- [3]JIS, “放射性エアロゾル用高性能エアフィルタ”, JIS Z 4812 (1995).

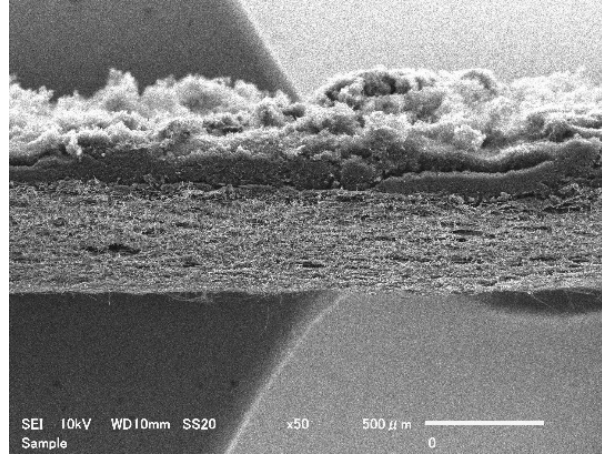


# (参考)HEPAフィルタの目詰まりの様子

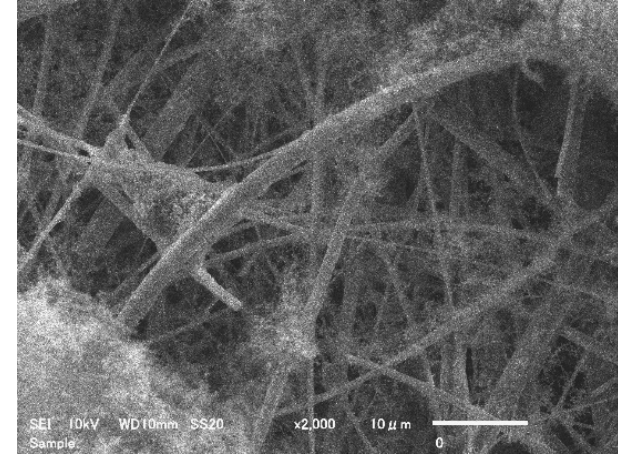
(ブランク試料:ろ紙断面)



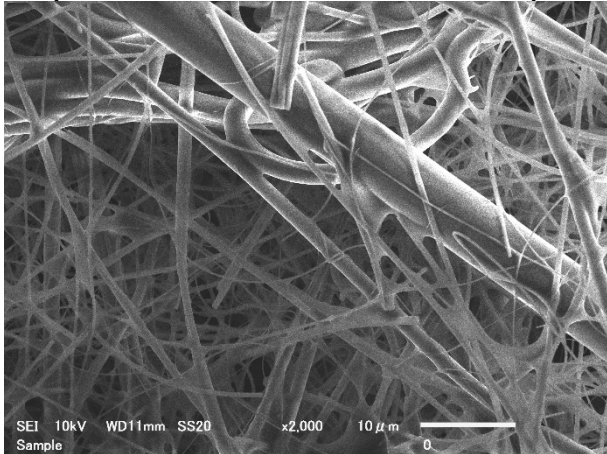
(PMMA燃焼:ろ紙断面)



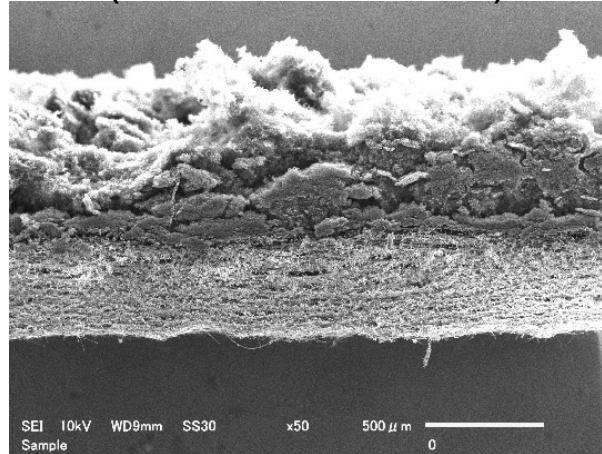
(PMMA燃焼:ろ紙表面)



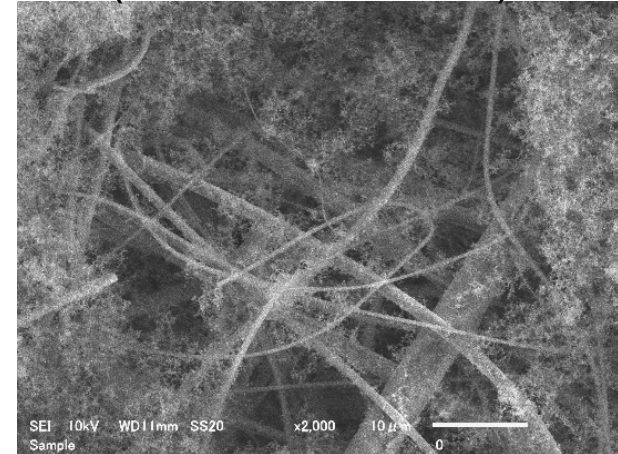
(ブランク試料:ろ紙表面)



(PC燃焼:ろ紙断面)



(PC燃焼:ろ紙表面)



ろ紙内部の繊維上だけでなく、ろ紙表面にも煤煙粒子が堆積し、フィルタを透過するガスの流路である繊維間や堆積した煤煙粒子間の空隙を閉塞して目詰まりを誘発している。