



# 放射性セシウム除去のための新規フェロシアン化物担持繊維の開発

バイオマテリアル研究室 (共生2) 10TM3114 岡村 雄介

## Background & Objectives

東日本大震災によって、福島第一原子力発電所内から環境中に多量の放射性物質が放出された。中でも放射性セシウムは、半減期が約30年と長く、早急に環境から除去する必要がある。事故初期に、原子炉を冷却するために海水が使用されたことから、多くの放射性物質は海水中に溶存していると考えられる。

現在、放射性セシウムの除去にゼオライトや凝集沈殿剤が使用されている。しかしながら、セシウムを吸着した粒子や凝集物を汚染水中から分離することは煩雑である。そこで、本研究では、その代替材料として、大量の液体との接触に適したモール状吸着材に成型できる新規セシウム除去用繊維を開発する。

### 現行の吸着材の2つの問題点



ゼオライト 凝集物\*  
\*ウォールストリートジャーナル日本版(2011/4/2) 金沢大 太田教授らが開発した凝集沈殿剤。写真にはヨウ素とセシウムの混合水



放射性廃棄物が大量に残存(ゼオライトや活性炭は難燃性) 汚染水中からの分離が煩雑(ろ過工程が新たに必要)

### 日本の技術 本研究で提案する新規繊維の4つの利点

**加工性が高い**  
モール マスク フィルター

**水溶性で、1段階で、グラフト重合できる**  
親水性のナイロン 親水性の官能性モノマー

**高速にセシウムを吸着できる**  
粒径 1000 μm >> 20倍 繊維径 50 μm  
ゼオライト 新規繊維

**減容しやすい**  
300°C以下で溶解 焼却処分が容易  
易燃性の繊維

## Experimental

### ナイロン繊維を担体とするフェロシアン化コバルト担持繊維の作製

Nylon fiber → (electron beam) → VBTAC fiber → (沈殿生成) → FC-Co fiber

vinylbenzyltrimethylammonium chloride (VBTAC)  $N(CH_3)_3 Cl$   $K_4[Fe(CN)_6]$   $CoCl_2$

グラフト率 [%] = 100  $\frac{\text{グラフト鎖の重量 [g]}}{\text{ナイロン繊維の重量 [g]}} = 25\%$

担持率 [%] = 100  $\frac{\text{FC-Co の重量 [g]}}{\text{FC-Co 繊維の重量 [g]}} = 6\%$

### 海水および純水中でのセシウム除去速度の測定

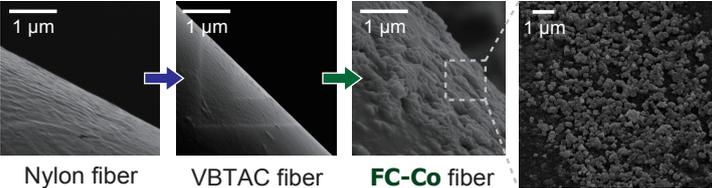
FC-Co fiber (0.1 g) → 3 ~ 60 min → ICP-MS によって Cs 濃度を測定 (検出限界値 0.2 ppm)

海水 or 純水 (10 ppm Cs, 10 mL)

分配係数  $[K_d] = \frac{\text{初期濃度 [ppm]} - \text{残存濃度 [ppm]}}{\text{残存濃度 [ppm]}} \times \frac{\text{溶液の重量 [g]}}{\text{FC-Co 繊維の重量 [g]}}$

## Results & Discussion

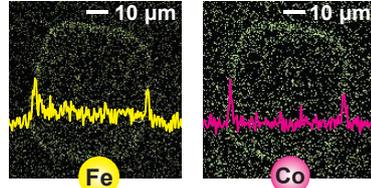
### FC-Co 繊維作製過程での繊維表面の観察 (SEM)



高分子鎖が表面を被覆

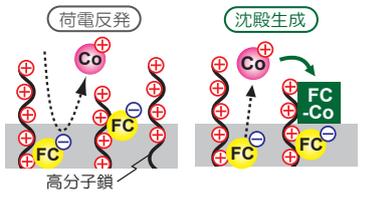
0.2 μm 程度の FC-Co 結晶が形成

### 断面の鉄 & コバルト分布 (SEM-EDX)



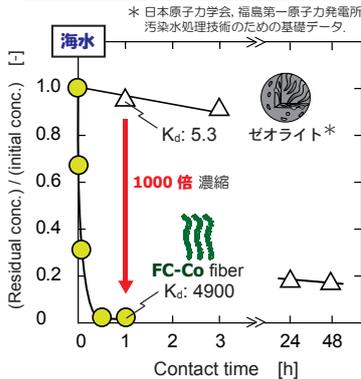
表面付近に鉄 & コバルトが存在

### 表面付近に結晶が形成する理由

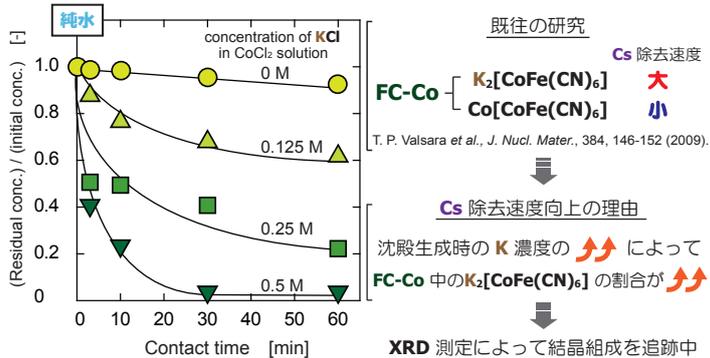


荷電反発で繊維内部へ侵入が困難

### 海水での高速セシウム除去



### 純水中での KCl 濃度の増加によるセシウム除去速度の向上



### 様々なスケールでみた FC-Co 繊維

$K_2[CoFe(CN)_6] \times 4$  の結晶格子の構造\*

イオン交換  $K^+$   $Cs^+$

約 1 nm

繊維表面 繊維1本 モール状繊維

グラフト鎖間に結晶が担持

モール状繊維へ成型 & 量産体制が確立

## Future works

### (1) 通液法による平衡吸着容量の算出

破過曲線の作成 平衡吸着容量の算出

↓

目的の汚染水処理量のセシウム除去に必要な FC-Co 繊維量がわかる

### (2) 酸浸漬後の重量変化および平衡吸着容量の追跡

金属塩化物と熱水との反応によって塩化水素が発生 ( $MgCl_2 + H_2O \rightarrow Mg(OH)Cl + HCl$ )

汚染水は酸性であると考えられるため、酸耐性が必要

↓

酸浸漬後のナイロン繊維および FC-Co 繊維の重量変化およびセシウム平衡吸着容量の評価

### (3) 放射性セシウムの除去試験 (実液での評価)

or

カラム (円筒状容器) に充填

モールをすだれ状に水路に設置

## Acknowledgments

小島 隆先生およびセラミックス研究室のみなさまに、SEM-EDXの測定をおこなっていただき、多くの貴重なご助言をいただきました。

