１．研究課題名： 焼却主灰中の難溶性態セシウムが結晶表面の非晶質相に濃集する機構の解明とその応用

２．研究代表者氏名及び所属：
東條　安匡（北海道大学大学院工学研究院）

３．研究実施期間：平成 27～29 年度

４．研究の趣旨・概要

焼却過程において放射性セシウム(以降 Cs)の多くは飛灰に移行するため飛灰の放射能濃度は比較的高いが、主灰の放射性 Cs 濃度は国の定めた基準値（8000Bq/kg）以下のものが多く、含有される Cs の 9 割以上が難溶性である。申請者は、これまでの研究から、主灰中の Cs が難溶性であるのは、主灰中の結晶粒子表面のガラス状非晶質相に封じ込められているためであることを明らかにしてきた。しかし、Cs を表面に捕捉した結晶粒子は何に由来するのか、もともと被焼却物中に存在していたのか、燃焼の過程で被焼却物中の無機元素が反応して生成したのかは不明である。また、結晶と非晶質の判別はできたものの、結晶そのものがどのような鉱物なのか、また非晶質に取り込まれている Cs はどのような化学状態なのか等、解明すべき点が多く存在する。そこで、本研究では、その機構の解明と応用を目指して、次の３つの検討を実施する。１）Cs を捕捉するガラス状非晶質の元となった結晶が何なのかを各種の先端的機器分析により明らかにする。２）次に、結晶の由来を調べるために、様々な材料を用いて、安定 Cs を添加した燃焼実験を実施し、どの材料において結晶粒子周辺の非晶質への Cs の取り込みが形成されるのかを明らかにする。３）最後に、有機系廃棄物に安定 Cs を添加し、その燃焼場に、上記の検討から明らかになる Cs を特異的に捕捉する無機鉱物を介在させた燃焼実験を行い、可燃性除染廃棄物の処理への本機構の適用可能性を検証する。

放射能に汚染された主灰を一般廃棄物処分場で処分する方策には、主灰が十分長い間 Cs を保持できることを証明することが必要である。本研究は、その機構を詳細に解明するものであることから、これまでの施策の科学的根拠となり得る。また、今後進んでいく除染廃棄物の処理においても、Cs が漏れだすのではないかといった懸念に対する十分な保障が必要であるが、本研究で対象としている主灰中の Cs 捕捉機構は、まさに長期間安定的に Cs をその内部に拘束し続ける可能性があることから、除染廃棄物の処理においても有効に応用される可能性を有している。

５．研究項目及び実施体制

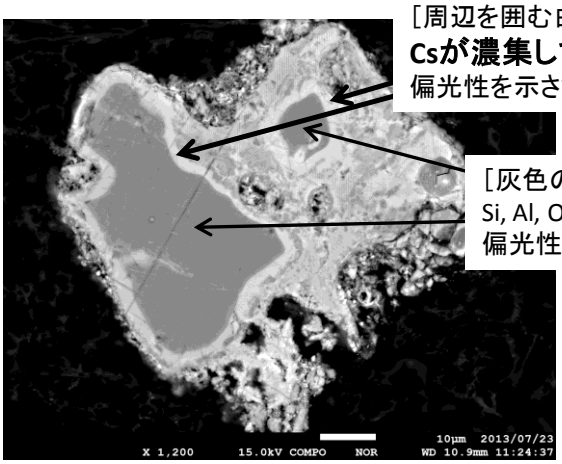
①Cs が濃集している非晶質とその中心に存在する鉱物の特定、Cs を捕捉する元となった鉱物の由来、および可燃性除染廃棄物の処理と Cs 濃縮法の提案（北海道大学）

６．研究のイメージ

課題番号:3K153015
課題名:「焼却主灰中の難溶性態セシウムが結晶表面の非晶質相に濃集する機構の解明とその応用」

研究の背景と課題点

✓焼却主灰中のCsは難溶性である
✓理由は、鉱物周辺に形成されたガラス状非晶質に取り込まれているから

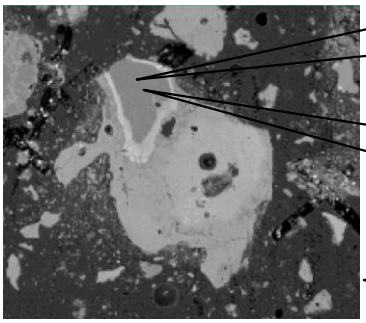


［周辺を囲む白色の部分］
Csが濃集している。
偏光性を示さず、透明なガラス状非晶質である。

［灰色の部分］
Si, Al, Oが特に豊富
偏光性を示し、結晶質である。

結晶が中心にあり、その周りの非晶質にCsが特に濃集していることはわかったが、具体的に、それぞれが何か、Csは非晶質でどう存在しているか、結晶はどこから来たかは不明

本研究での検討対象



①
◆この結晶質は具体的に何か（何の鉱物か）？
◆非晶質の部分には何が存在するか？
◆非晶質部に存在するCsはどのような化学状態か？

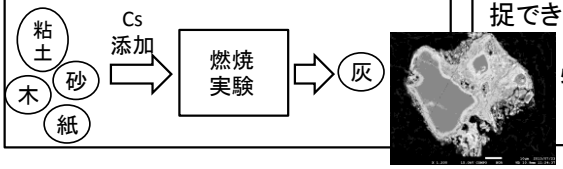
②
◆この結晶質の由来は？もともと廃棄物中に存在していた無機物の粒子か、それとも、燃焼過程で被焼却物中に含まれていた元素から合成したか？

③
◆この現象は除染廃棄物の処理に応用可能か

検討手段

①
灰色の部分とCsの濃集する白い部分について、微細領域の解析が可能な以下の手法を用いる。
・マイクロXRD による結晶の鉱物種同定
・TEMによる結晶構造解析
・オージェ電子分光法による構成元素の定量とCsの化学状態把握

②
廃棄物に含まれる様々な材料（有機系、無機系）にCsを添加後、燃焼させ、灰中に写真のような構造が形成されるかを確認し、鉱物の由来を解明



③
②で明確に成る材料と、Csを含んだ廃棄物とを混焼し、Csを捕捉できるか検討。
除染廃棄物へ応用