

放射性廃棄物向けセメント・マトリックス

概要 / 目的:

本ウェビナーでは、放射性廃棄物の固化/安定化のための代替セメント・マトリックスの製法について述べます。また、廃棄物管理の複雑さとそれに伴う多くの課題について概説します。フランスの廃棄物管理手法、廃棄物の固化/安定化の具体例、廃棄物とそれを包み込むマトリックスの物理化学的相互作用、そして放射線防護を可能にする新しいマトリックス開発に向けたサンプル小型化について紹介します。また、現在行われているポर्टランド・セメントとリン酸マグネシウム/カリウムのセメント・マトリックスに焦点を当てた実験研究の現状についても紹介します。後者は、重金属の安定化・固化に向けた有望なセメントです。また、他のセメント系マトリックスの可能性についても議論します。

講演者紹介:

Matthieu De Campos 氏は、リール大学の博士課程2年目の学生で、UCCS研究室(触媒・固体化学ユニット)の固体化学分野を担当しています。彼は研究チームCIMEND(“Chimie, Matériaux Et procédés pour un Nucléaire Durable”、すなわち“持続可能な核活動のための化学、材料、プロセス”)のメンバーです。本研究チームは、リール大学とオラノ社の共同研究室であるLaboratoire de Recherche Commun Cycle du Combustible et Chimie de l'Uranium (LR4CU) (燃料とウランの化学に関する共同研究室)に所属しています。



LR4CUは、燃料サイクル副産物の付加価値の創出と原子力プロセスの最適化に焦点を当てています。その目的は、将来の産業利用に向けて技術完成度(TRL: Technology Readiness Level)を向上させることです。博士課程の研究では、低放射性金属材料をセメント質マトリックス合成のための試薬とすることで、低放射性金属材料の付加価値を高めることを目指しています。Oranoから資金提供を受けている彼の研究活動は、土木工学と固体化学を組み合わせた学際的なアプローチに基づいています。2017年、アルトワ大学でエネルギーと環境のための材料化学の修士号を取得しました。

1. フランスにおける放射性廃棄物の分類:

- ・放射性廃棄物は放射能レベルと寿命に基づいて6つのカテゴリーに分類される。
- ・解体時には多くの種類の廃棄物が発生する。
- ・解体廃棄物の化学的性質が、解体管理の主な困難さである。
- ・このため、安全な取り扱いを確保し、その毒性から人を守るため、新たなセメント系マトリックスの開発が重要である。

Category	Very short-lived waste	Short-lived waste	Long-lived waste
Very low-level waste (VLLW)	 Management through radioactive decay	 Surface disposal (Industrial facility for grouping, storage and disposal)	
Low-level waste (LLW)		 Surface disposal (Aube and Manche disposal facilities)	 Near-surface disposal under development
Intermediate-level waste (ILW)			 Deep geological repository at the project phase
High-level waste (HLW)	Not applicable		

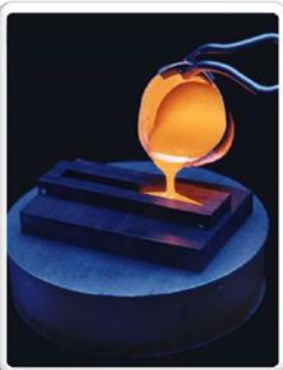
ANDRA. *National Inventory of Radioactive Materials and Waste*. 2018.

2. 放射性廃棄物の処理プロセス:

放射性廃棄物の各種処理プロセスに共通しているのは、「貯蔵」である。

- ・核分裂生成物のガラス固化
- ・放射性廃棄物の固化による安定化
- ・パッキング

Vitrification of fission elements



Stabilization by solidification of nuclear waste



Packing

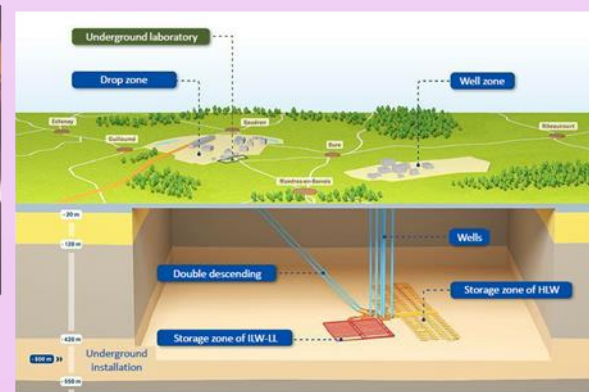


3. 貯蔵の種類:

仏の国家放射性物質・廃棄物管理計画(PNGMDR)には、異なる分類の放射性廃棄物に関する管理方法が記載されている。

浅地貯蔵（極低レベル廃棄物処分） 浅地貯蔵（低中レベル廃棄物処分）

深地貯蔵



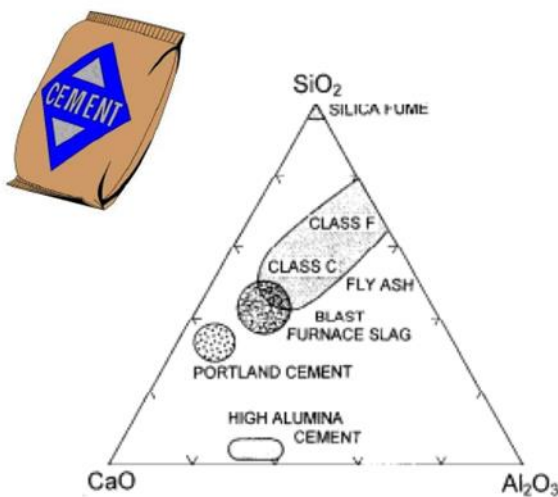
4. 安定化・固化:

OPC(通常のポルトランドセメント)をベースとした可溶性Pbの安定化/固化
→ カルシウム-ケイ酸水和物(C-S-H)ゲル(ポルトランドセメント中に存在)による物理的カプセル化

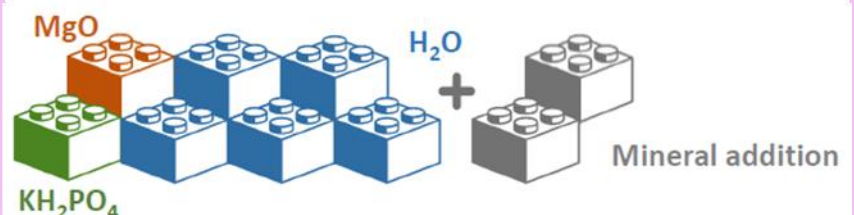
MKPC(リン酸マグネシウムセメント)をベースとしたプロセス
→ 残留リン酸塩で化学的に安定化し、K-ストルバイトセメントで物理的に固定化する。

MKPはPbの安定化/固化プロセスのための(ポルトランドセメントと比較して)より効率的で化学的に安定した無機バインダーである。

Portland Cement



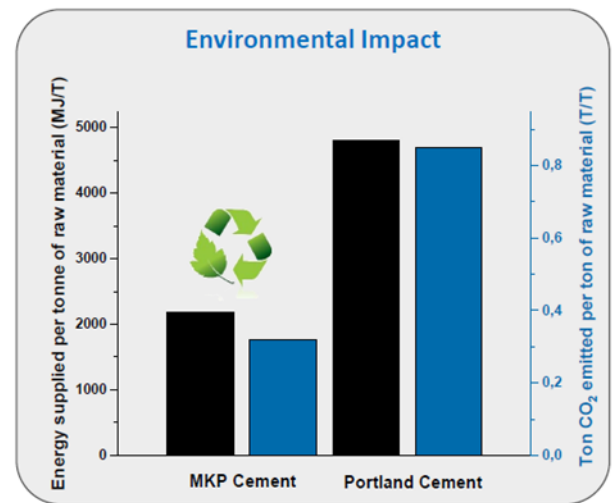
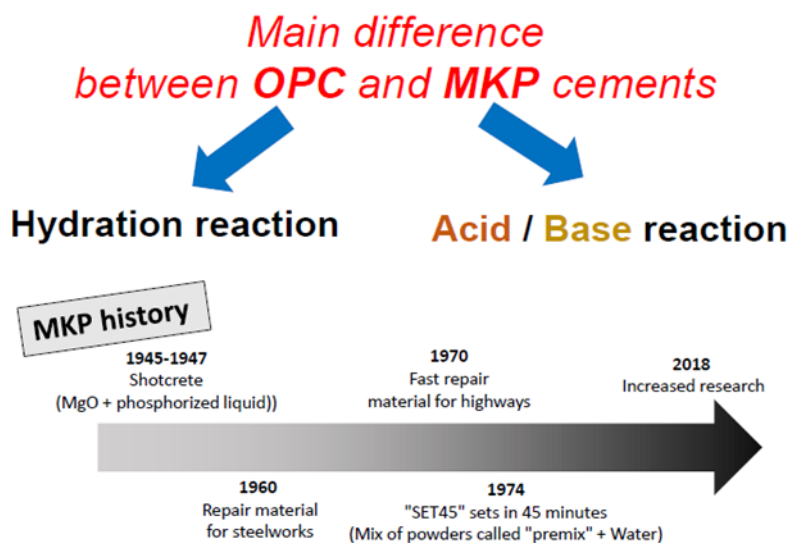
Formation of MKP cement:



5. MKPとOPCの違い:

革新的なマトリックスの形成には、以下の点が必要である。

- 用途に応じた仕様設定
- 廃棄物に適したセメント系マトリックスの利用
- 形成のテスト
- 性能の最適化(物理的、リーチングなど)
- 物理化学的現象の理解



6. 放射性廃棄物の物理的統合:

技術的な課題を解決しながら、スケールアップを可能にする
実現可能性を実証する。

