

第2回福島第一廃炉国際フォーラム

2017年7月2～3日（日本）

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



廃棄物管理戦略

「レガシー廃棄物管理における
フランスの経験」

エリック・クラウス（Eric Kraus）

CEA（原子力・代替エネルギー庁）原子力部門

eric.kraus@cea.fr

1. CEAの核廃棄物管理
2. レガシー廃棄物：CEA D&D (除染&廃止措置) 領域
3. レガシー廃棄物：技術とプロセス
4. 結論

1. CEAの核廃棄物管理

2. レガシー廃棄物：CEA D&D (除染&廃止措置) 領域

3. レガシー廃棄物：技術とプロセス

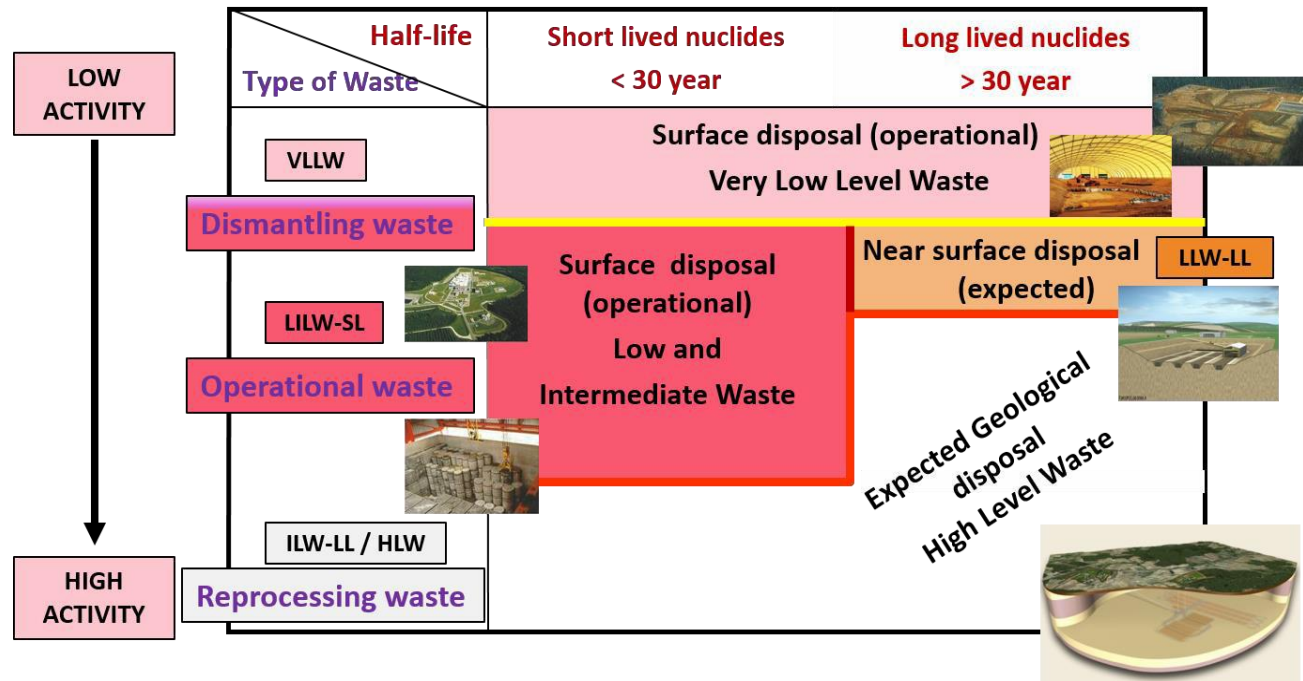
4. 結論

廃棄物分類の原則

■ 5つのカテゴリー

- フランスにおいて、廃棄物は主に2つの基準に従って分類される。
 - ✓ 放射能レベル
 - ✓ 寿命：「短寿命」廃棄物（半減期31年以下、「長寿命」廃棄物（半減期31年超）

| | Bq/g |
|-----------------------|---------------|
| 極低レベル廃棄物 (VLLW) | 100未満 |
| 短寿命低中レベル廃棄物 (LILW-SL) | 100～1,000,000 |
| 長寿命低レベル廃棄物 (LILW-LL) | 10～100,000 |
| 長寿命中レベル廃棄物 (LILW-LL) | 1,000,000 |
| 高レベル廃棄物 (HLW) | 1,000,000,000 |



放射性廃棄物管理公社 (ANDRA) が運営・研究を行っている処分場

極低レベル廃棄物
(VL-LW)

《環境科学共同研究機構
(CIRES)》



短寿命と長寿命



CEA : $\sim 10,000\text{m}^3/\text{y}$

低レベル廃棄物
(LLW)

《ローブ保管センター》



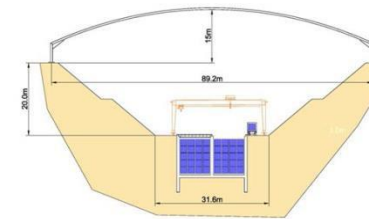
短寿命



CEA : $\sim 4,000\text{m}^3/\text{y}$

低レベル廃棄物
(LLW)

研究中



長寿命



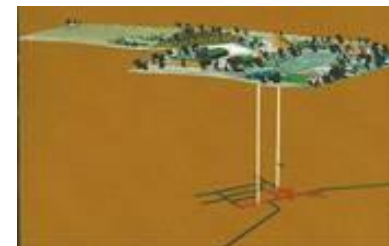
- 黒鉛 (UNGG炉)
- ビチューメンドラム缶
- ラジウム含有廃棄物

中・高レベル廃棄物
(ILW & HLW)

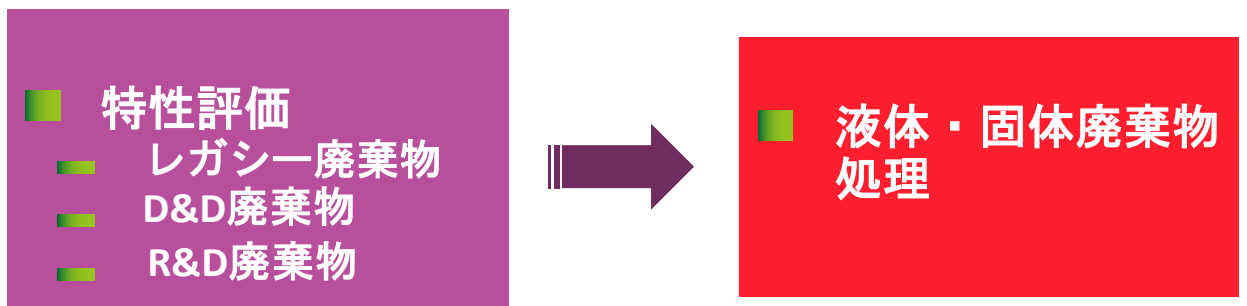
研究中
CIGEOプロジェクト



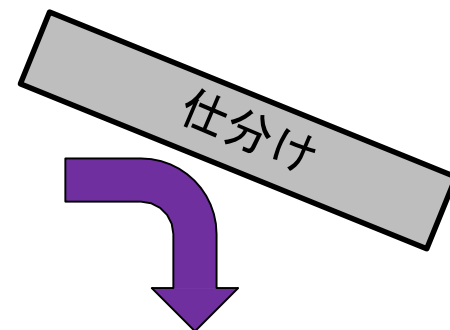
長寿命



CEAにおける廃棄物管理の一般原則



- 廃棄物管理を支援する専用の研究開発プログラム
 - 効率的な廃棄物処理法を開発する
 - 特定廃棄物向けに新たに母材を決定する
 - 廃棄物の分類を最適化する



廃棄物管理

- 貯蔵サイトが存在する場合
→ 国営施設に貯蔵
- 存在しない場合
→ CEAサイトに中間貯蔵

液体廃棄物処理施設名称

サクレー



STELLA

地表処分



マルクール



STEL

地表処分

中間貯蔵

カダラッシュ



AGATE

CEAの固体廃棄物処理施設

サクレー



INB 72



短寿命廃棄物



地表処分

マルクール



スラッジ
セメント固化ユニット

長寿命
廃棄物

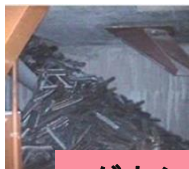


カダラッシュ

INB 37

中間貯蔵

CDS



マグネシウムセメント固化ユニット

短寿命廃棄物

地表処分

専用廃棄物の特定処理装置

R&DおよびD&Dプログラムによる様々な廃棄物用の施設名称

長寿命廃棄物の特定事例（LLとIL）

低レベル・長寿命廃棄物 (LL)

中レベル・長寿命廃棄物 (IL)

決定された母材
(セメント母材、ビ
チューメン母材)



CEDRA
(セメント固化廃棄物パッケージ)



EIP
(ビチューメンドラム)

未決定の
母材

不活性化

DIADEM



表面処理
短寿命廃棄物



地層処分



決定された
母材

中間貯蔵

中間貯蔵の施設名称

サクレー

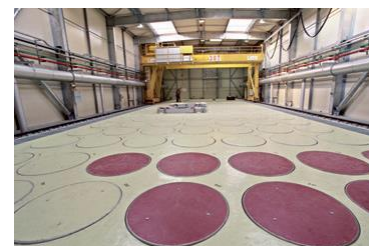


INB 72

短寿命と長寿命の廃棄物

フォントネー

カダラッシュ



マルクール



EIP

EIP (ビチューメン固化ドラム缶)

長寿命廃棄物

長寿命廃棄物



CEDRA
(セメント固化廃棄物パッケージ)

HLW

AVM (ガラスキャニスター)

DIADEM

1. CEAの核廃棄物管理
2. レガシー廃棄物：CEA D&D (除染&廃止措置) 領域
3. レガシー廃棄物：技術とプロセス
4. 結論

レガシー廃棄物回収拠点



HA4 - 有機液体タンク

INB 72



INB 35

フォントネーオー
ローズ

サクレー

INB 166



CIRCE - 放射性液体タンク

レガシー廃棄物の回収、特性評価、
および再パッケージ化



固体廃棄物



マグネシウム廃棄物 - UP1

UP1: レガシー廃棄物
の回収と前処理

PHENIX

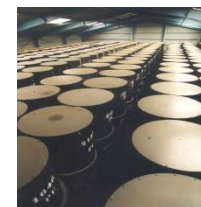
グルノーブル

カダラッシュ

RCD 56

マルクール

PEGASE



ビチューメン固化した廃棄物ドラム缶

PEGASE プール



ガラス固化施設
レガシー廃棄物 (ガラス容器)



スラッジ



液体廃棄物 (有機物を含む)

レガシー固体廃棄物

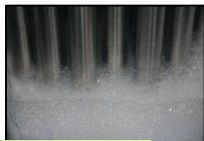
使用済燃料

1. CEAの核廃棄物管理
2. レガシー廃棄物：CEA D&D (除染&廃止措置) 領域
3. レガシー廃棄物：技術とプロセス
4. 結論

研究開発活動

■ 液体および固体廃棄物処理・前処理

- D&Dにより生じる特定廃棄物・流出物及び、実験室規模から産業規模によるレガシー廃棄物に対応するR&D



ゲル発泡体

- ✓ 効率的な廃棄物処理法を開発する（プラズマトーチによる有機物焼却
ハロゲン系液体、除染フォーム、...）
- ✓ 特定廃棄物向けの新しい母材を定義
（マグネシウム用のジオポリマー）



ジオポリマー母材

■ 膨大な廃棄物

- ✓ 水銀、ナトリウム、脱被膜から生じるマグネシウム、粉末、スラッジ、
灰、フィルター、樹脂



マグネシウム



スラッジ

■ 廃棄物の特性評価

- R&Dによる廃棄物の量と分類を最適化
- ✓ パッシブ・アクティブ中性子
- ✓ γ および α 画像化、 γ 分光測定



パッシブ中性子計測

例：セメント母材

■ 重要課題

- 多種多様な廃棄物に合わせた新しい母材を決定すること（レガシー廃棄物、現在及び今後の活動に伴う廃棄物）
- 母材の性能を改善すること（配合率）

■ 開発

- 反応性金属のパッケージ化：マグネシウム、アルミニウム、...
 - ➔ ジオポリマーによる充填
 - ➔ マグネシウムに関して、不活性状態、実寸大プロセスで試験を実施、実証済み
- その他廃棄物の種類：スラッジ、樹脂、粉末
 - ➔ セメント調合開発を進行中



マグネシウム廃棄物



圧密



セメント固化



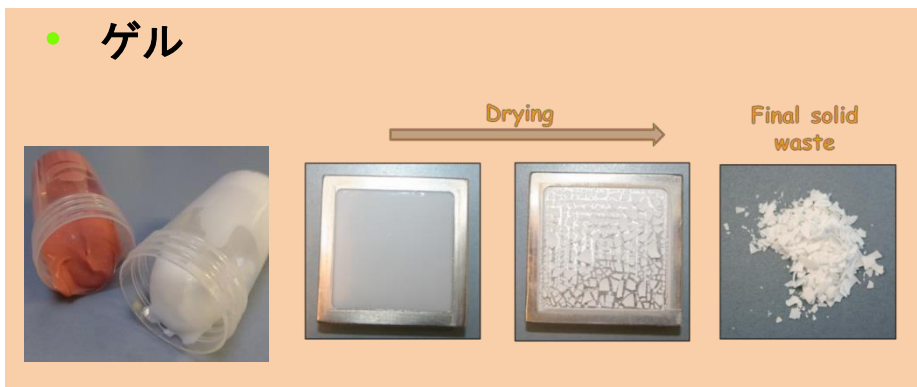
充填固化

例：固体廃棄物処理

■ 重要課題

- 吸収線量を減らす
- 除染効率を上げることによって廃棄物分類を最適化する
- 二次廃棄物の生成量を削減する

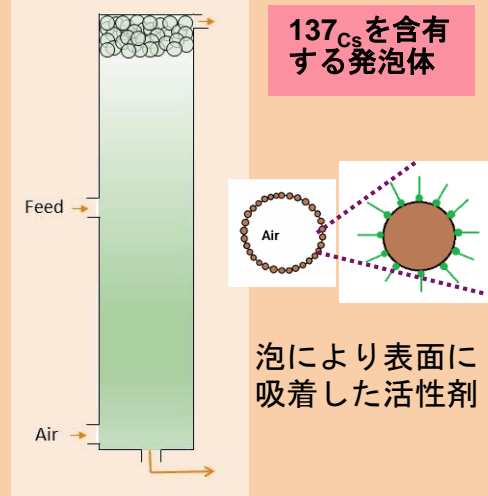
● ゲル



● 発泡体



除染泡



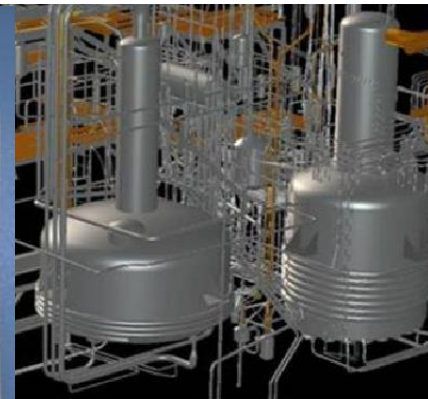
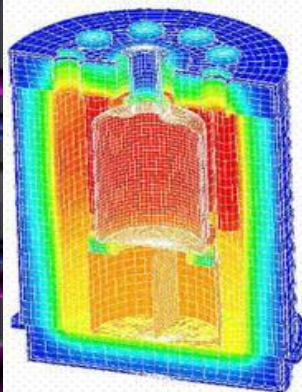
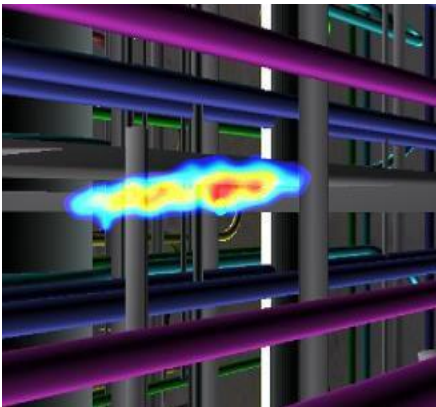
泡により表面に吸着した活性剤

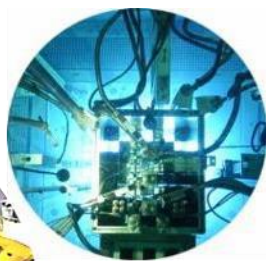
除染された土

流動発泡体

1. CEAの核廃棄物管理
2. レガシー廃棄物：CEA D&D (除染&廃止措置) 領域
3. レガシー廃棄物：技術とプロセス
4. 結論

- 膨大な廃棄物を取扱うCEAの廃棄物管理における特異性
- 特別な研究開発の役割
 - 複合的放射性廃棄物の効率的な処理法を開発する
 - 特に長寿命廃棄物用に対応する母材を開発する
 - 膨大な廃棄物に対応する処理や母材を開発する
 - 廃棄物の特性を評価する





ご清聴ありがとうございました

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex

T. +33 (0)1 64 50 10 00 | F. +33 (0)1 64 50 11 86

Etablissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019