

# スリーマイル島2号機 破損燃料の取出しに関する 主な意思決定と重要事象

第1回 福島第一廃炉国際フォーラム  
発表資料

2016年4月

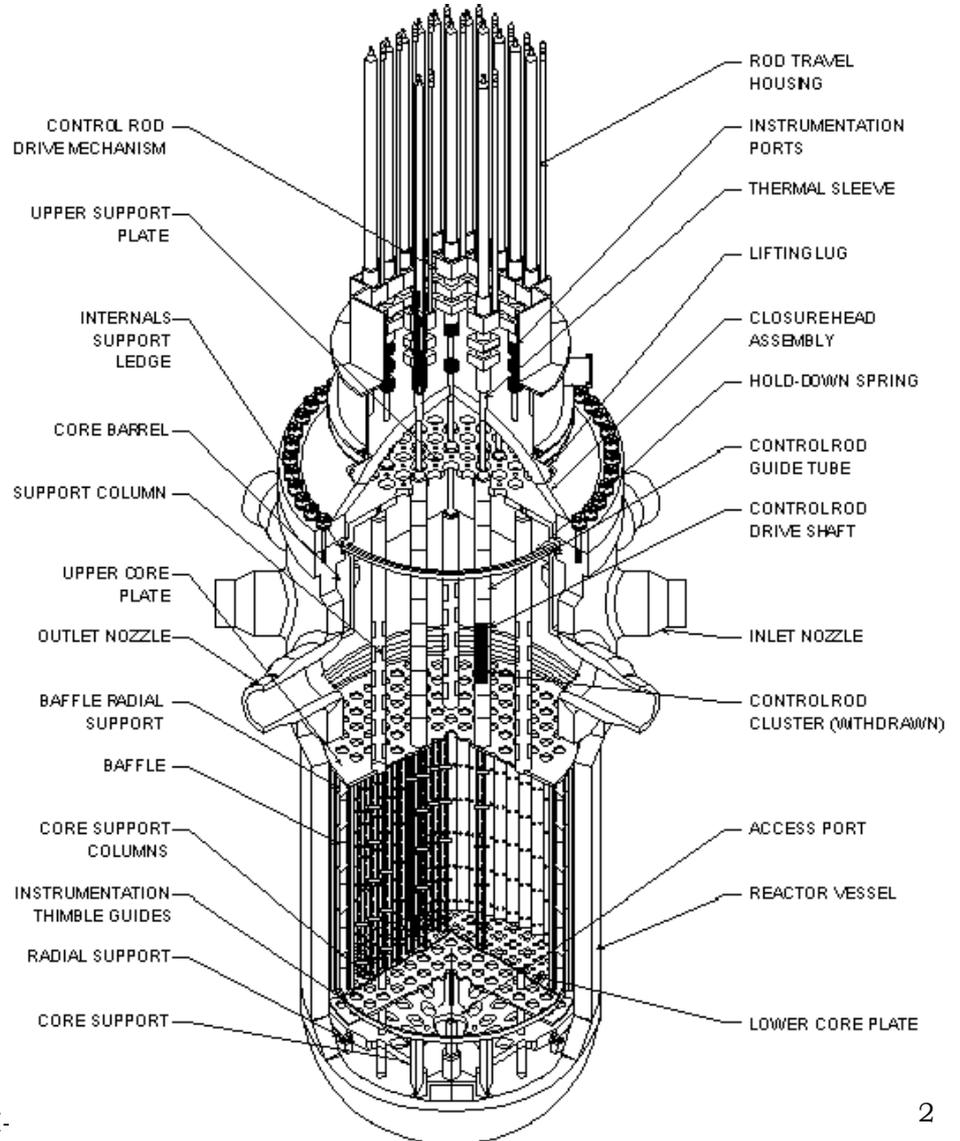
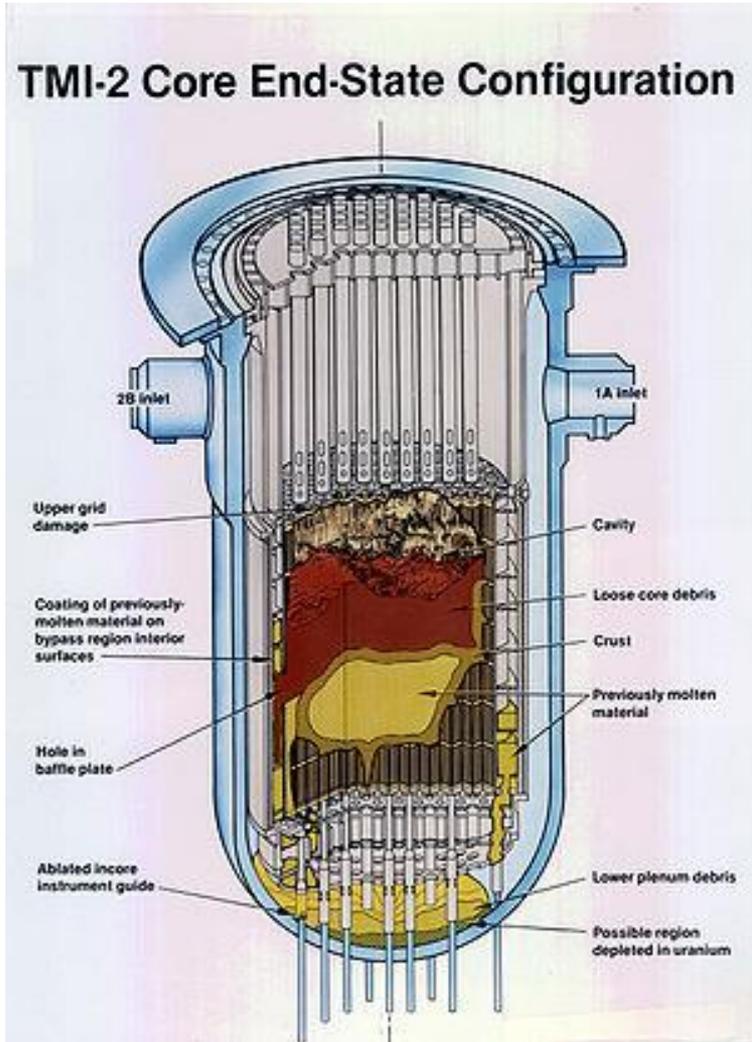
チャック・ネギン

米国メリーランド州ワシントン・グローブ  
charlesnegin@gmail.com

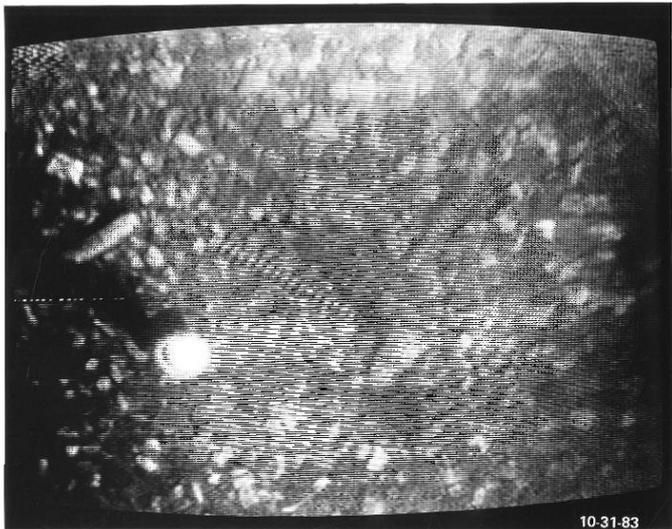
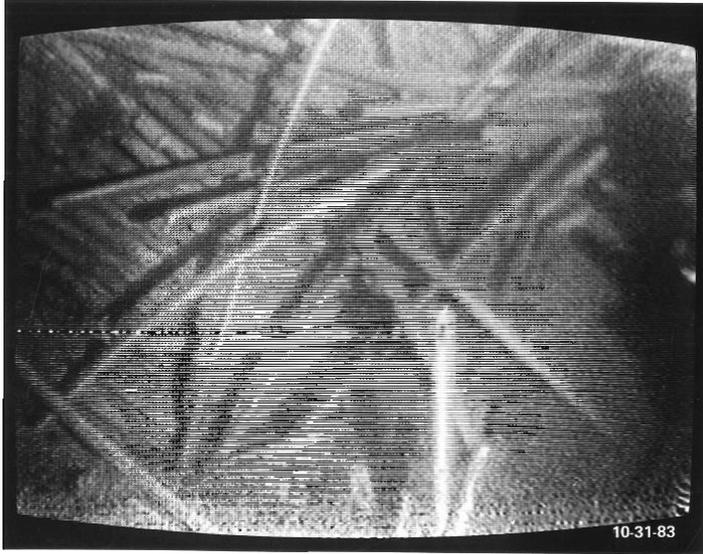
仮訳

# 破損燃料とデブリ

## TMI-2 Core End-State Configuration



# 破損例



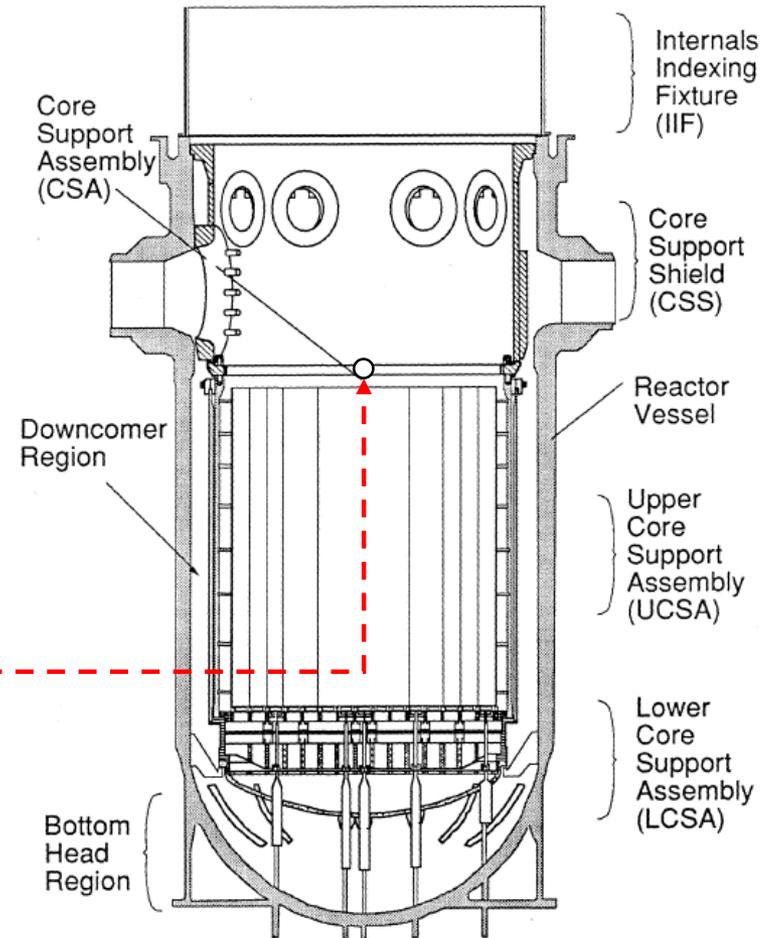
TMI-2 Overview

# さまざまな燃料取出し領域

- ❑ 炉心領域
- ❑ 下部支持格子
- ❑ 流量分配器
- ❑ 炉心バッフル板後方・内部
- ❑ 下部ヘッド
- ❑ 原子炉系統のあらゆる場所

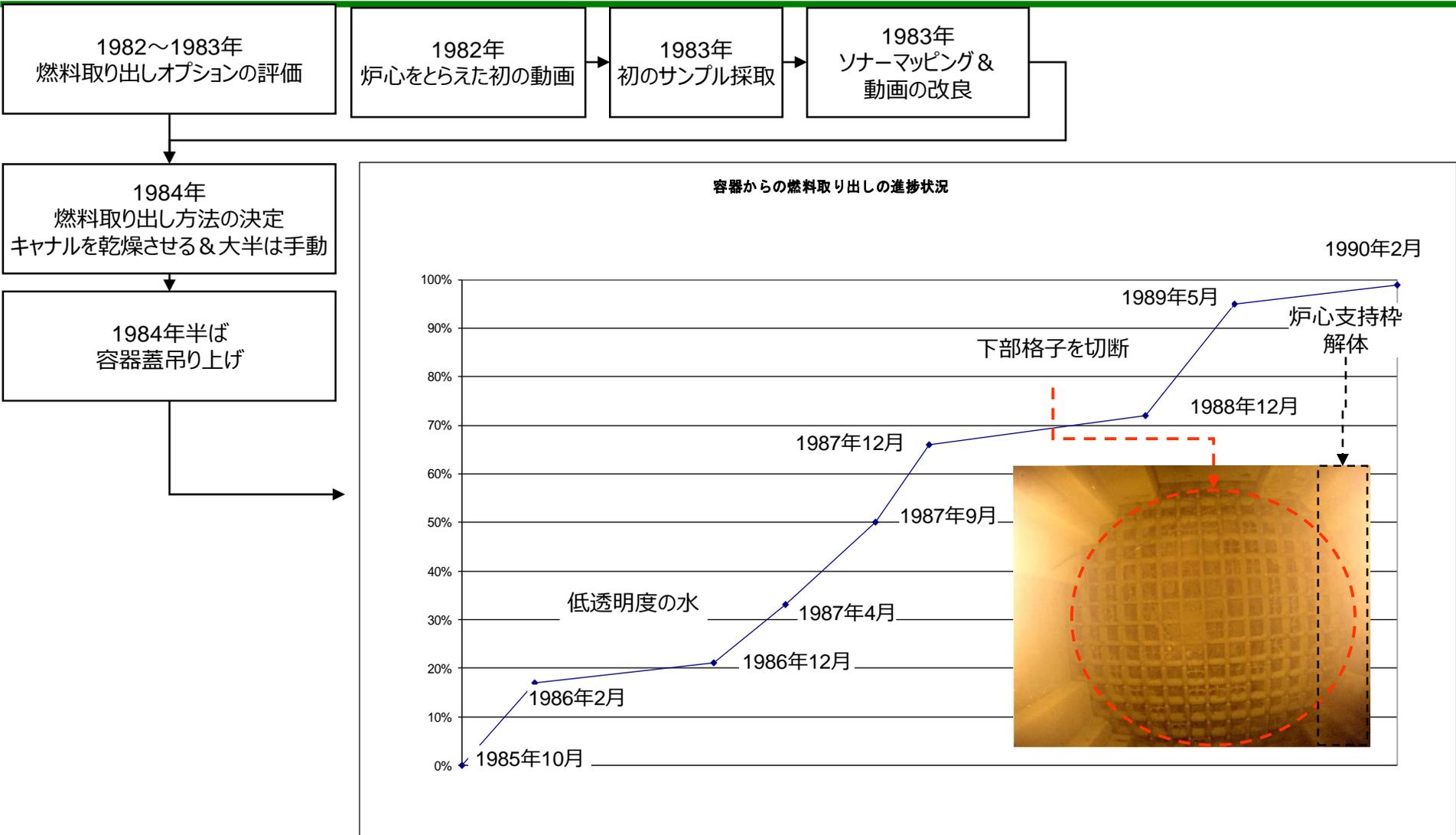


上部炉心支持集合体の底部



原子炉压力容器の断面図

# 燃料取出しの進捗と主な影響



# 取出し方法

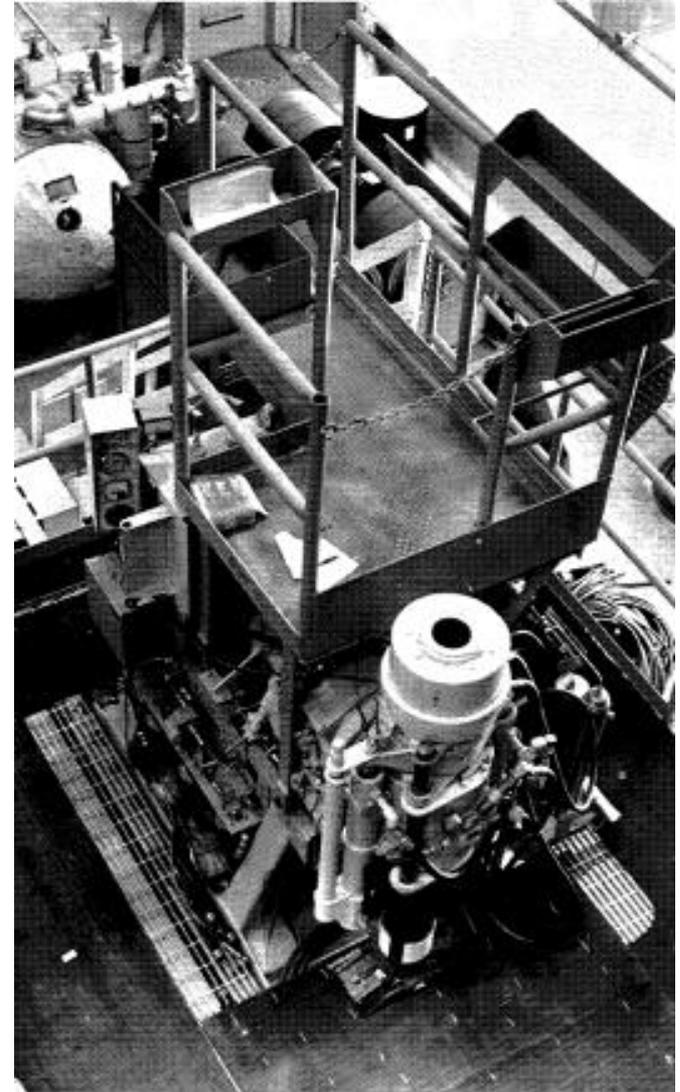
- 目視確認以前の5つの燃料取出し確認(炉内状況把握) 概念：  
いずれも利用せず
  - デュアル・テレスコープチューブ、マニピュレータ
  - 手動燃料取出しシリンダ
  - 間接的燃料取出しシリンダ
  - フレキシブル・メンブレン(柔軟膜)
  - ドライ (乾燥)
- 後に、遠隔多関節マニピュレータ、シュレッダ、真空移送システムが検討されたが、却下された
- 最終的に選ばれた方法は、改造型掘削用ドリル(炉心ボーリング)とマニュアル(非自動)での取出し方法であった

# 炉心ボーリングマシン

- ❑ 商用の掘削用ドリルを改造
- ❑ 本プロジェクトにおいて最も重要な機械の一つ
- ❑ まずは中空炉心部分に使用：10サンプル  
長さ1.8m x 直径6.4cm（下図参照）
- ❑ 次に、炉心領域のかつて溶融した固い塊を砕くため、  
中空でない表面部分に使用
- ❑ 3回目では、金属を砕き、下部支持格子と計装管に  
使用（次のスライド参照）

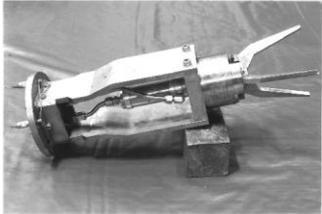


人工ダイヤモンド含有 炭化タングステン・ティース



# 燃料取出し工具と機器

## □ 手動工具の一部



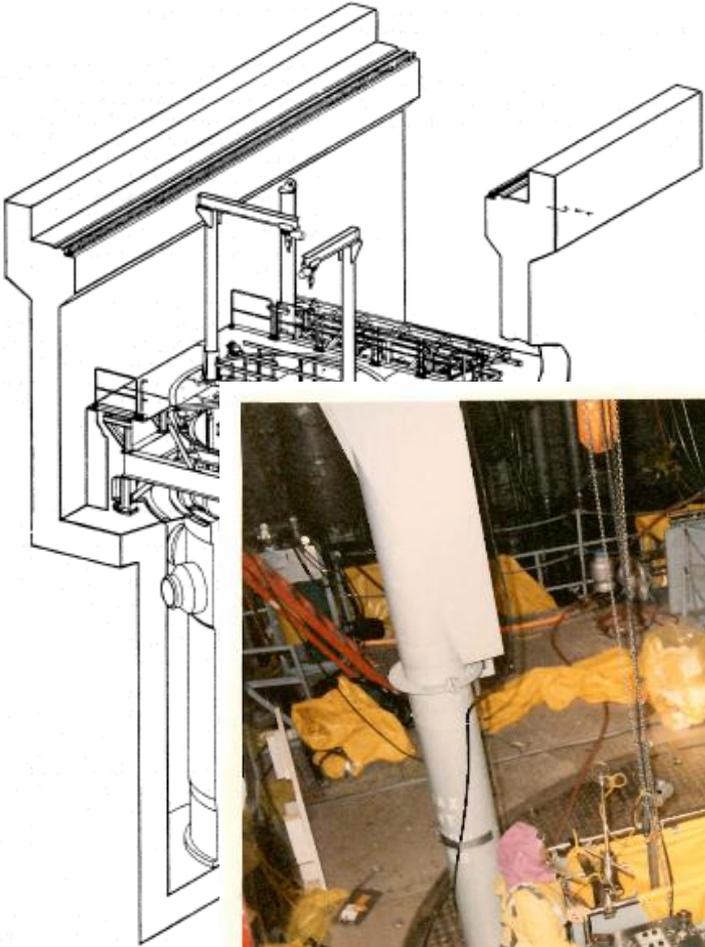
## □ 電動機器

- 炉心ボーリングマシン
- プラズマアーク
- 補助電動機付きせん断機
- バルク(塊)除去装置
- 水バキューム取出し、エアリフト

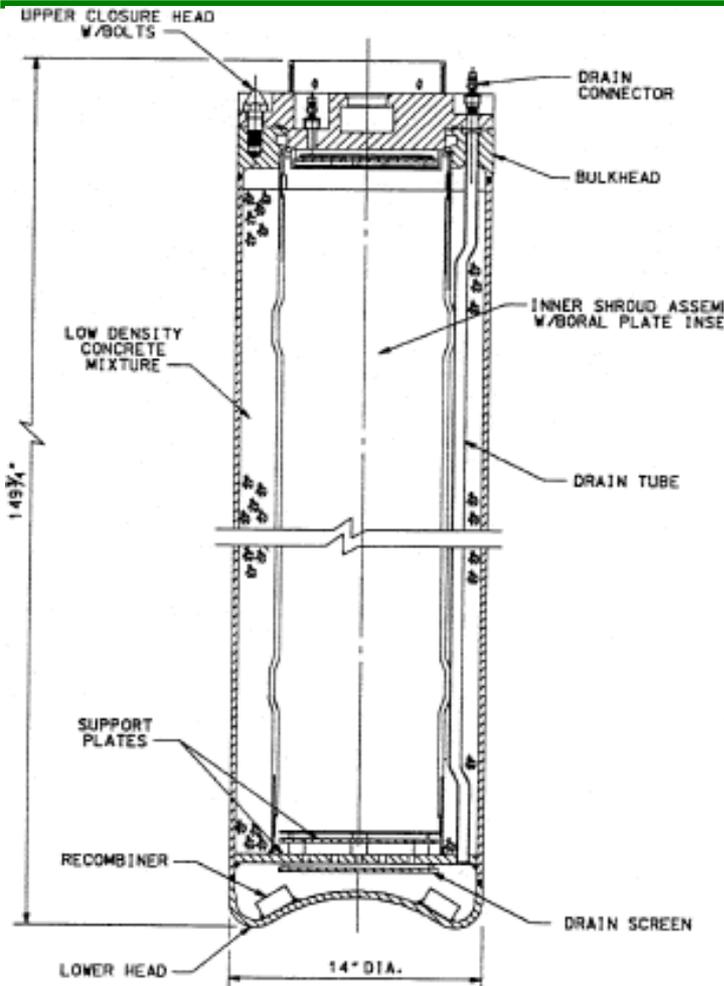
## □ 手動操作機器

- グリッパ
- バケツ

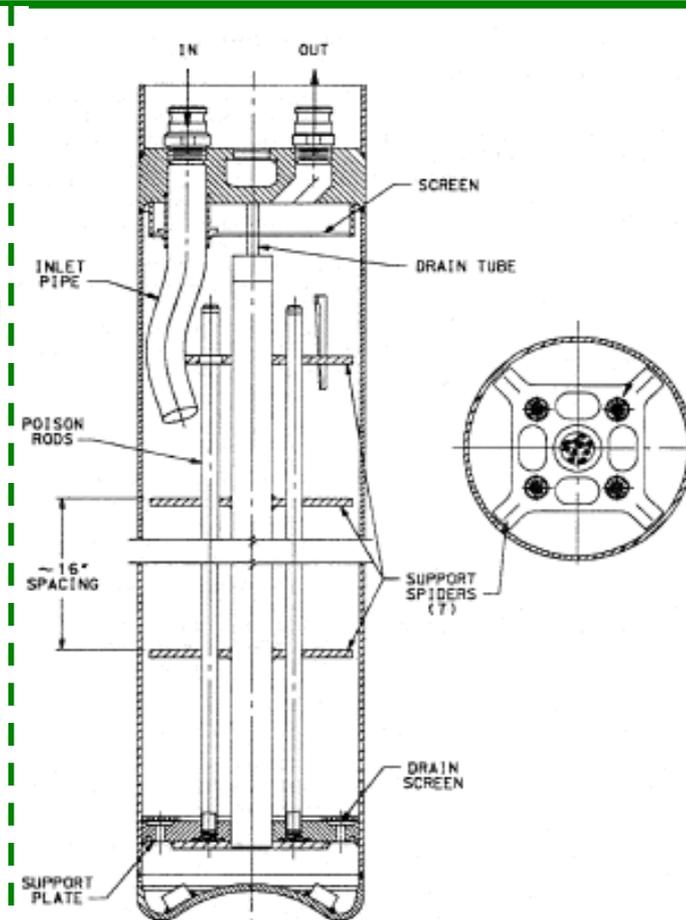
# 作業足場



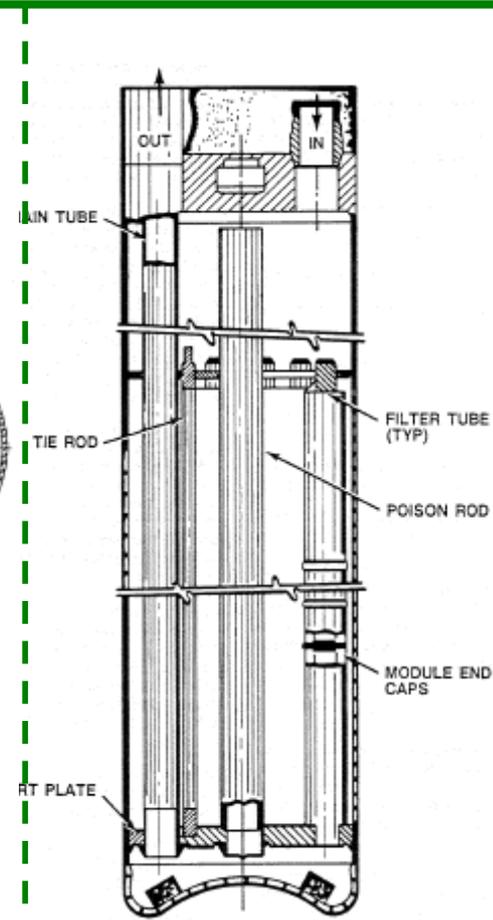
# 3種類のキャニスタ設計 – 341基を輸送



燃料&デブリキャニスタ (271基)



ジャクアウト・キャニスタ (10基、真空工具用)



フィルタ・キャニスタ (60基、水処理)

# 収納 & 移動

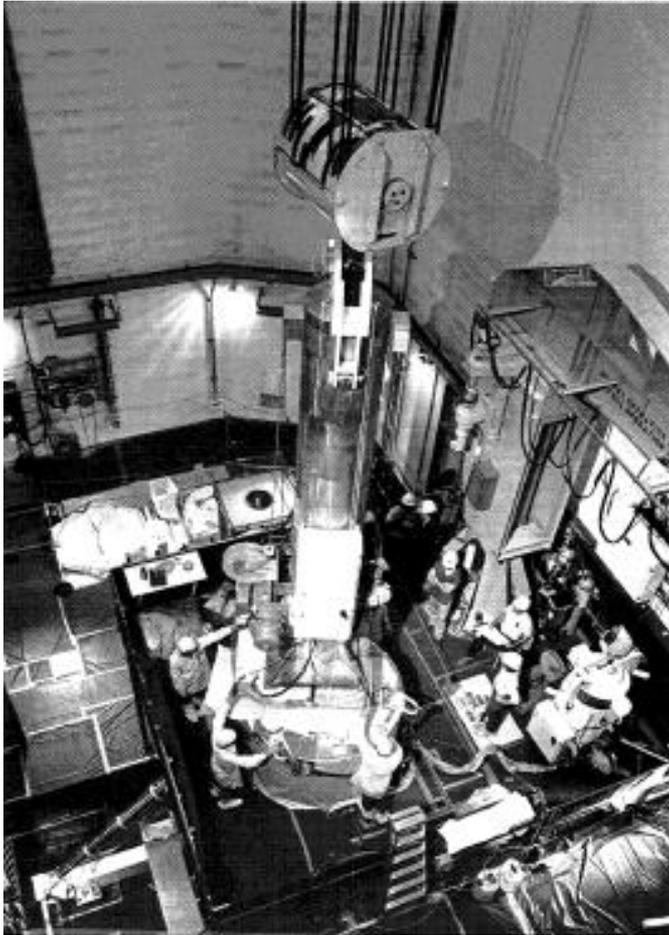


使用済燃料プール内での  
キャニスタ配置

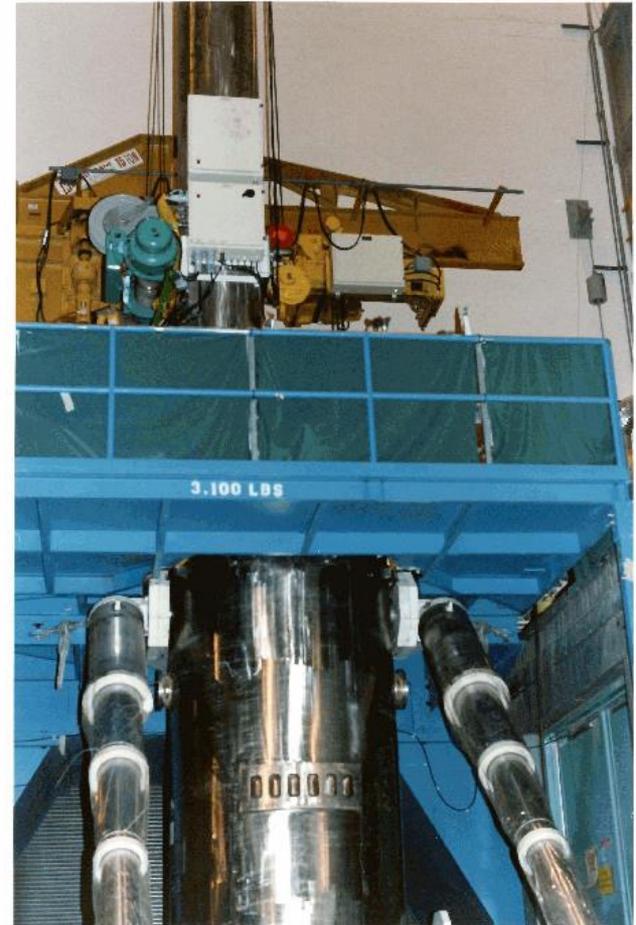


キャスク移送作業

# 配置 & 輸送



輸送キャスクへの積込み



輸送キャスク

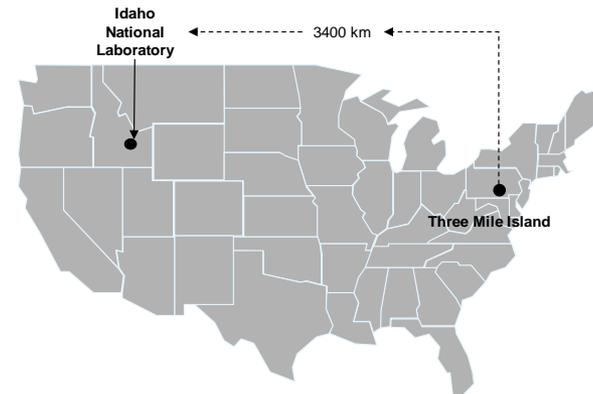
# 収納 & 移送 & アイダホでの貯蔵



1986年～1990年  
46回の鉄道輸送にて、アイダホ  
国立研究所へ341基の燃料 &  
デブリキャニスタを移送



1990年～2000年  
使用済燃料貯蔵プールでの  
湿式貯蔵



2000年～2001年  
プールから取り出し、水を除去、  
乾燥後、乾式貯蔵にて保管

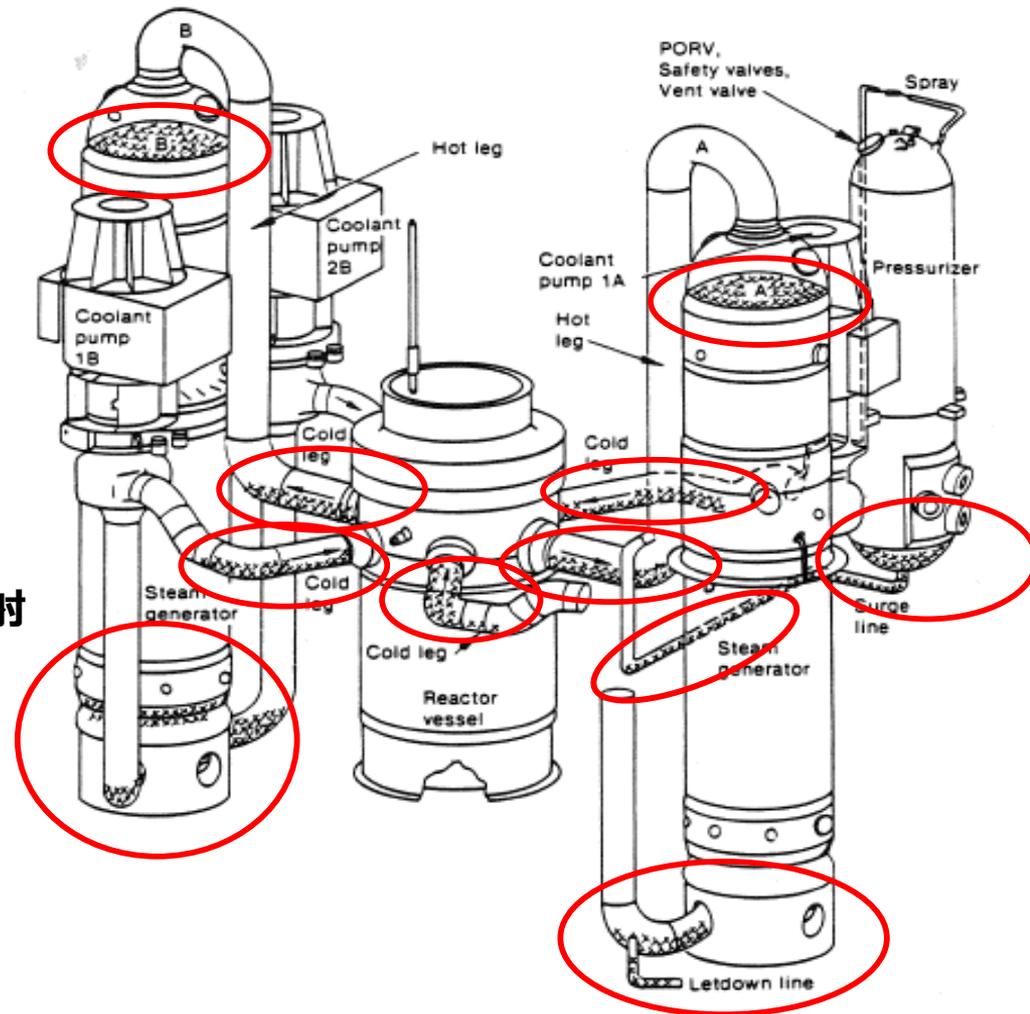
# 想定される残存燃料粒子

## □ 残存燃料\*

- RPV: < 900 kg
- 原子炉冷却系統内 : < 133 kg
- 解析にて臨界の可能性は排除された

## □ 以下を組み合わせたの評価が必要とされた

- 当該箇所の動画検査
- ガンマ線量率、スペクトロメトリー
- パッシブ中性子固体飛跡検出器、放射化、BF3検出器
- アクティブ中性子問いかけ法
- アルファ検出器
- サンプル分析



# 事象/意思決定 (1)

事象/意思決定	重要性
<p>取出しのための事前目視確認方法の決定</p>	<p>最初に現状を知る必要があった：全体評価にさらに1年；この情報がなければ、燃料取り出し計画の策定に進むことはできなかった</p>
<p>圧力容器内には、炉内せん断機を設置しないことに決定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 提案された技術の新たな適用、失敗すると問題が生じる可能性への懸念、動力補助付きながらほぼ手動操作に依存</li> <li>• 全体スケジュールを最小限に抑えられないことが分かり、せん断機を設置しないことで燃料取出しを当初より早く開始することが可能となった。遠隔操作システム/機器の開発に3年を費やすよりも取出しを早めることが選択された</li> </ul>
<p>燃料取替えチャンネルを乾燥した状態にしておくことに決定</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 手動操作工具のために深さを抑えた</li> <li>• 遮蔽された作業足場を原子炉圧力容器フランジの上部2mに設置</li> <li>• 水処理の必要性を低減</li> <li>• 燃料取替えチャンネル内の線量率が低かった</li> </ul>
<p>炉心ボーリングマシンの使用が必須であった</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 同時に熔融した燃料とデブリのサンプル</li> <li>• 手動での方法がうまくいかなかった場合に固くなった表面と熔融した塊を粉砕</li> </ul>

## 事象/意思決定 (2)

事象/意思決定	重要性
水が腐敗したフィルタ部分における予期せぬ生体(藻)発生	1年の遅れが生じた ; 水の透明度管理は極めて重要
DOE(米国エネルギー省)が燃料&デブリの取出しを担当 新しいキャスク設計と認可 トラックではなく鉄道でアイダホへ燃料を輸送	<ul style="list-style-type: none"><li>• 輸送先が決定するまで、処理、輸送設計、加工を実施できなかった</li><li>• TMIから燃料&amp;デブリキャニスタを撤去することが可能に</li><li>• TMIキャニスタ用に新たなキャスクを設計する可能性</li><li>• より少ない輸送回数</li></ul>
乾式貯蔵へ移行	長期的な貯蔵安定性により、アイダホでの燃料プール廃止が可能に