

研究炉の廃止措置と廃棄物マネジメント (武蔵工大炉の経験)



東京都市大学原子力研究所

内山 孝文、三橋 偉司、岡田 往子、松浦 治明、羽倉 尚人

25 August, 2017



本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



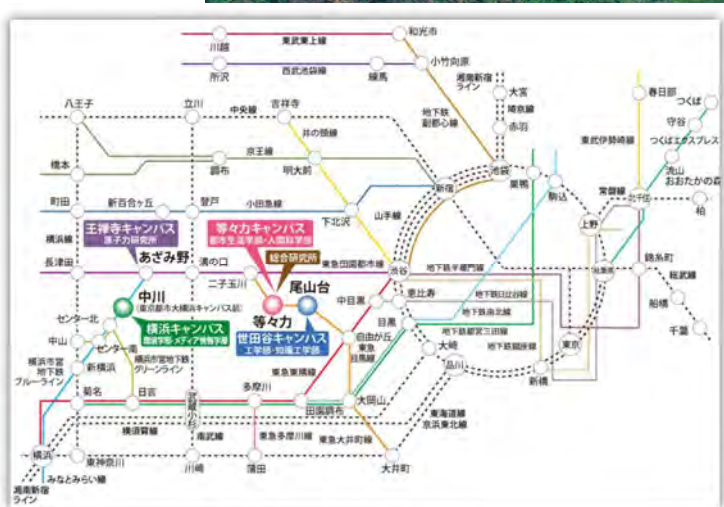
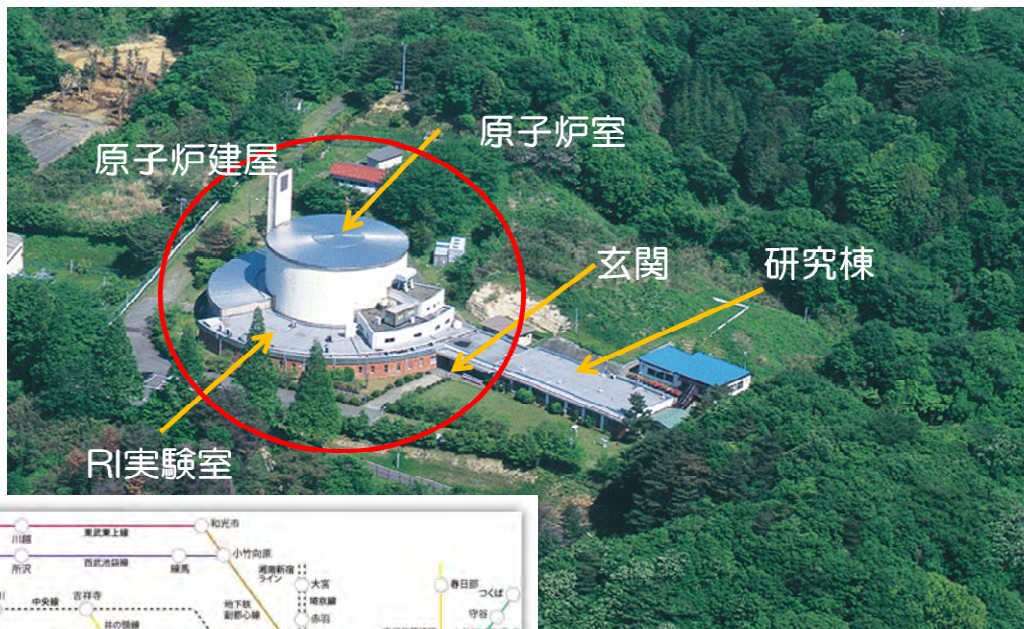
本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



武蔵工大炉の概要 (サイトロケーション)

～東京都市大学原子力研究所 施設全体～



武蔵工大炉のあゆみ

1959年10月：設置許可

1963年 1月：初臨界(使用目的：研究、教育訓練、RI生産)

1976年 6月：使用目的に医療用を追加

1985年 3月：Al被覆燃料炉心からSS被覆燃料炉心に変更

1989年12月：原子炉タンク水の漏洩 原子炉の運転停止

原因究明と修復計画検討 “**運転再開か、廃炉か**” の検討

2003年 5月：原子炉施設の廃止を決定

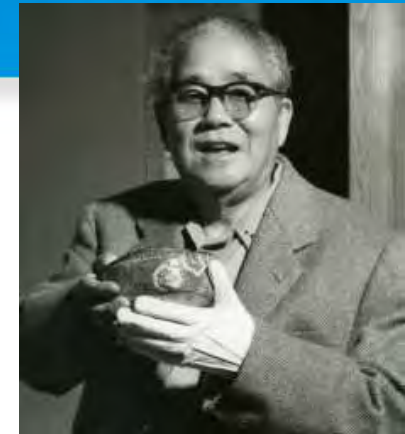
2004年 1月：「解体届」を文部科学省に提出

同年（4月）廃止措置に着手

2008年 4月：原子力安全工学科の開設

2009年 4月：東京都市大学に校名変更

同年（4月）原子力歴史構築賞を受賞



五島 慶太 氏



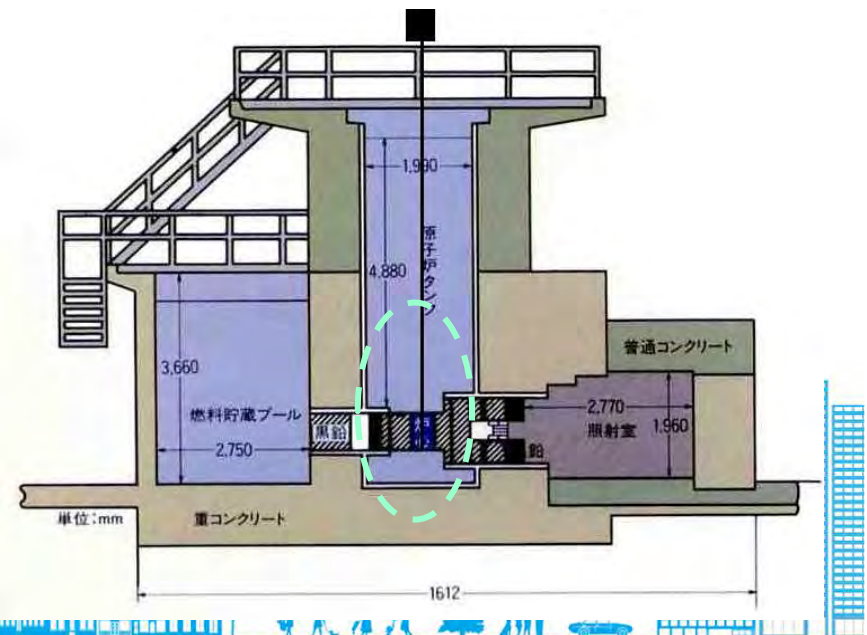
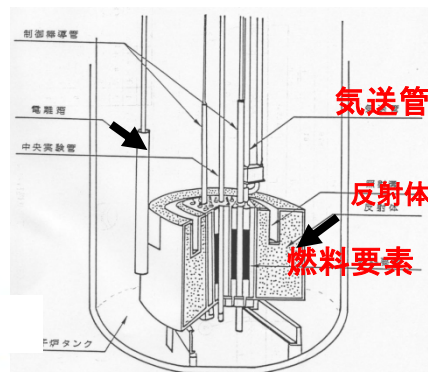
武蔵工大炉のあゆみ (武蔵工大炉概要)

- 型式：TRIGA-II
(Training, Research and Isotope Production Reactor designed by General Atomic)
- 熱出力：100 kW
- 燃料体：20%濃縮ウラン水素化ジルコニウム合金
- 減速材：燃料体中の水素と軽水
- 冷却材：軽水
- 反射体：黒鉛及び軽水
- 制御棒：炭化ホウ素

中性子検出器

制御棒
中央実験管

原子炉タンク



武蔵工大炉のあゆみ (原子力の教育・研究の実績)

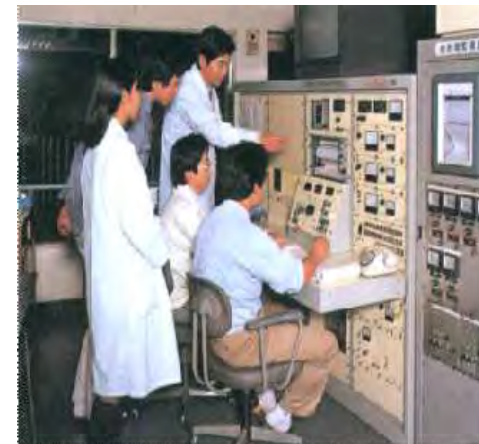
- **1974年, 放射化分析システムを開発**
環境及び材料中の微量不純物元素の定量分析
- **1976年, 全国国公立大学共同利用を開始**
中性子照射による脳腫瘍, 皮膚がんの治療研究他
- **1981年, 大学院(原子力工学修士課程)を設置**
学部生・大学院生の約**600名**を社会に輩出



放射化分析



医療照射



運転実習

本日の内容

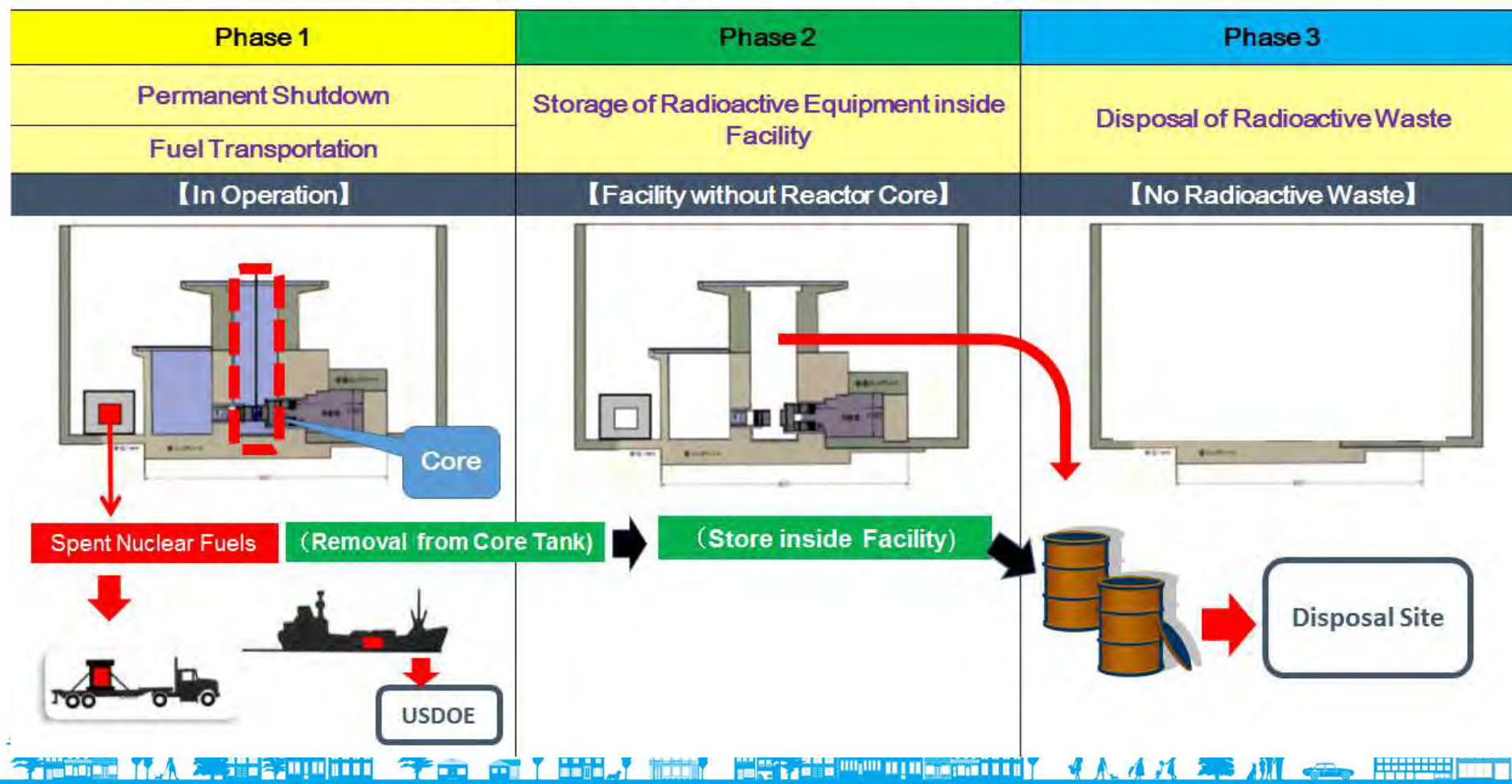
- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



廃止措置計画の要点

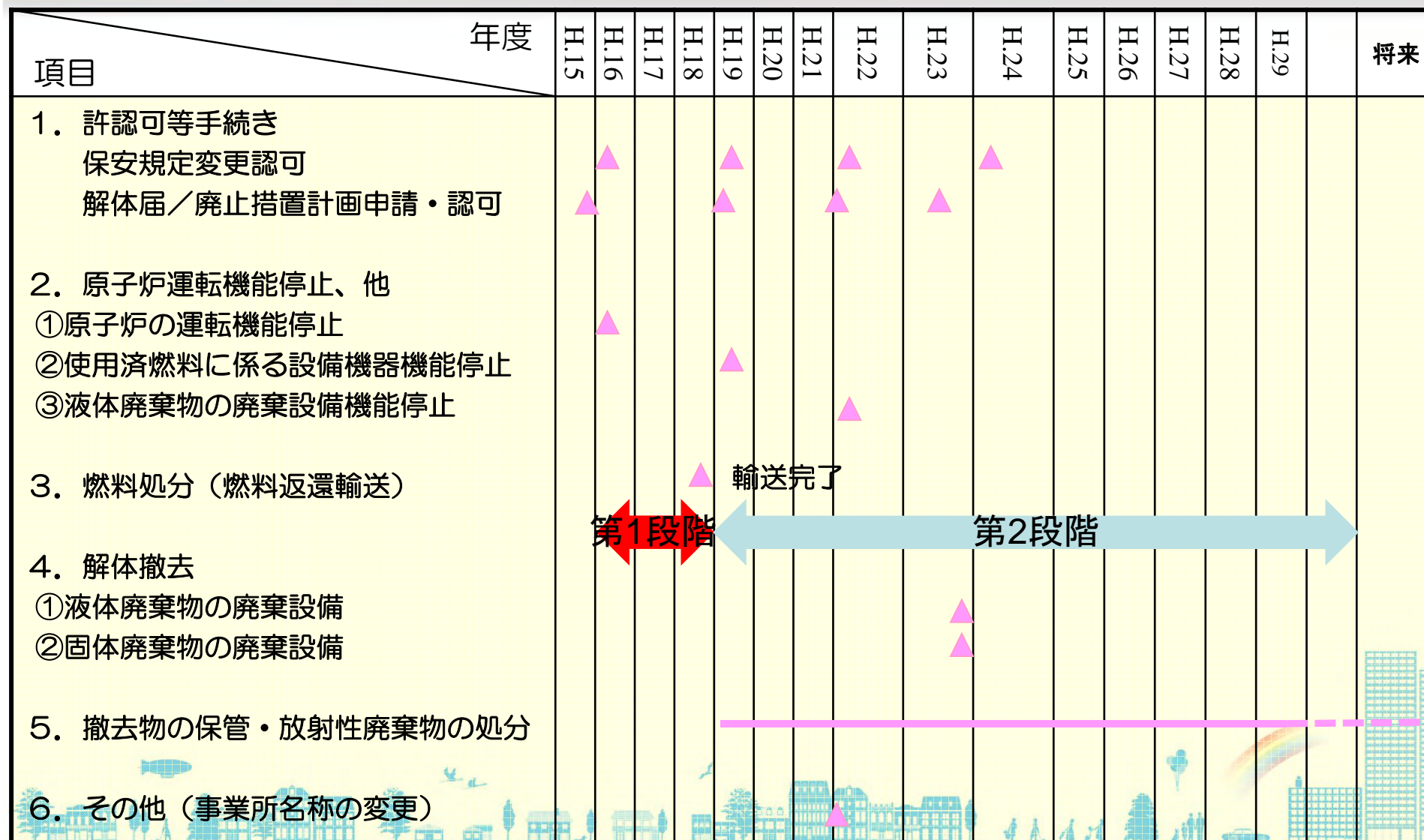
武蔵工大炉の廃止措置計画のイメージ

Image of Decommissioning Plan



廃止措置計画の要点

武蔵工大炉の廃止措置計画進捗状況と予定



本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



廃止措置計画の進捗状況

(1) 原子炉運転機能停止措置（2004年（H16年））

原子炉の運転機能の停止措置については、下表に示す措置等を実施した。

施設区分	性能の維持管理
①原子炉本体	機能停止
②核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	機能維持
③原子炉冷却系統施設	機能停止
④計測制御系統施設	//
⑤放射性廃棄物の廃棄物廃棄施設	機能維持
⑥放射線管理施設	一部機能停止
⑦原子炉格納施設	機能維持
⑧その他原子炉の付属施設	機能停止

上記他、原子炉運転機能の永久停止措置、設備等の放射線線量率測定を実施した。

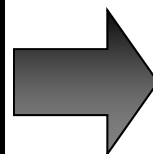


廃止措置計画の進捗状況

(1) 原子炉運転機能停止措置（2004年（H16年））

～④計測制御系統施設機能停止～

- 制御棒
- 制御棒駆動装置
- 中性子計測用検出器
- その他（水放射能モニタ、etc）



- 取外し・保管状態確認
- 電源開放
- ケーブル末端処理



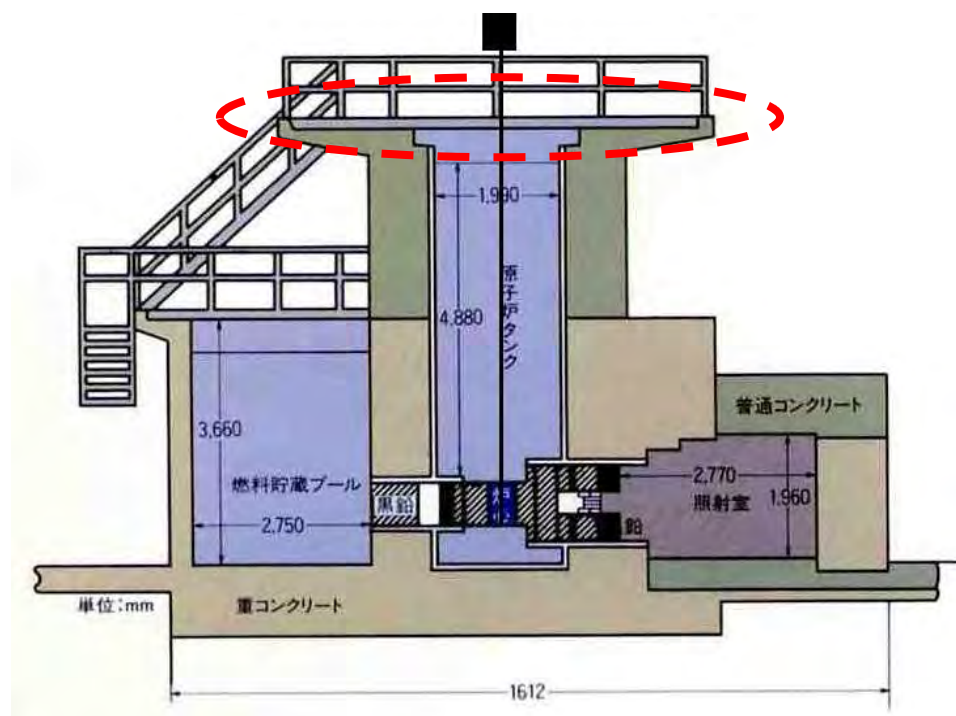
制御盤裏コネクタ開放状態の様子



廃止措置計画の進捗状況

(1) 原子炉運転機能停止措置 (2004年 (H16年))

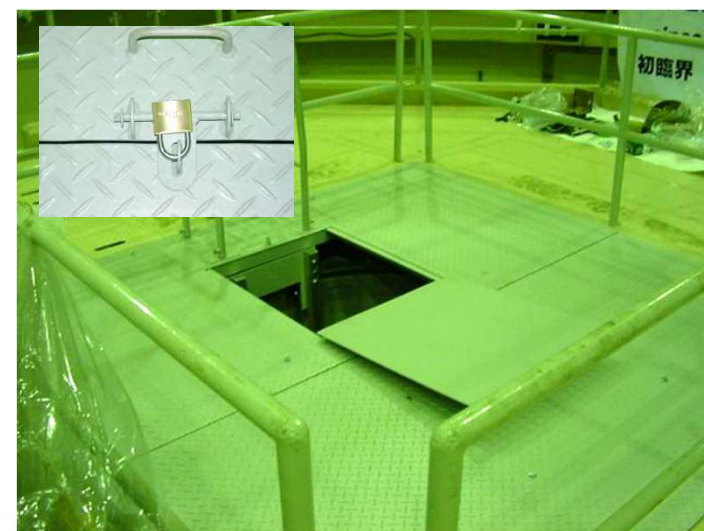
～原子炉運転機能の永久停止措置～



原子炉縦断面図



原子炉タンクを上から見た様子



廃止措置計画の進捗状況

(1) 原子炉運転機能停止措置（2004年（H16年））

～設備等の放射線線量率測定～

全ての設備機器の線量率測定を実施

測定記録の作成・表示

線量
高／低

容器等に収納・据付状態の
まま炉室内にて保管

原子炉室内の遮へい能力ある
エリアにて保管



線量率測定の様子

片付品No.			
区分③	放射性廃棄物		
移動日			
線量率	(TCS161)		μ Sv/h
汚染検査	(汚染検査計)		cpm
スミヤ試験	(β放射線カウンタの測定器)		count
備考			

表示様式



保管エリア場所（一例）



本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題

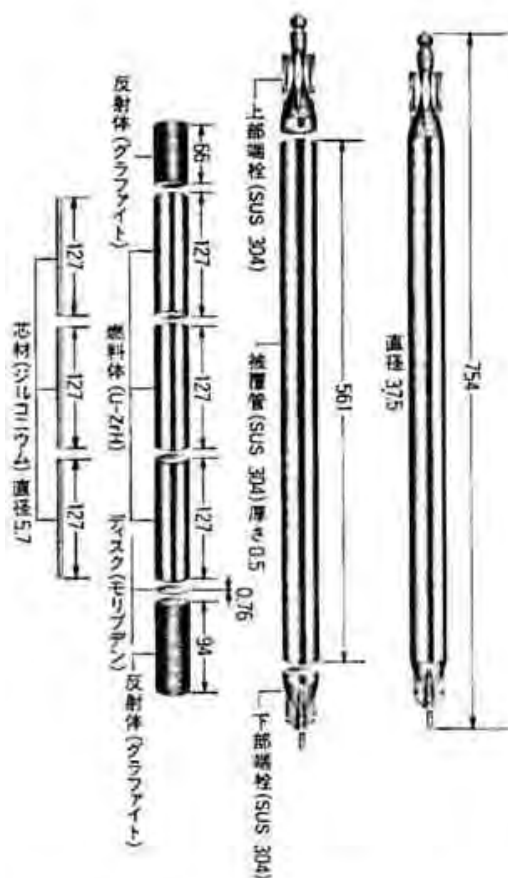


廃止措置計画の進捗状況

(2) 燃料要素の事業所外搬出（2006年（H18年））

～輸送物等の概要～

武蔵工大炉が所有していた使用済燃料



輸送物の概要・燃料要素の主な仕様

燃料種類	20%濃縮ウランの水素化ジルコニウム合金棒	
主要寸法	SUS被覆	Al被覆
全長	約750mm	約720mm
外径	約38mm	約37mm
燃料直径	約36mm	約36mm
燃料長さ	約380mm	約360mm
本数	80本	65本

燃料要素 (単位: mm)

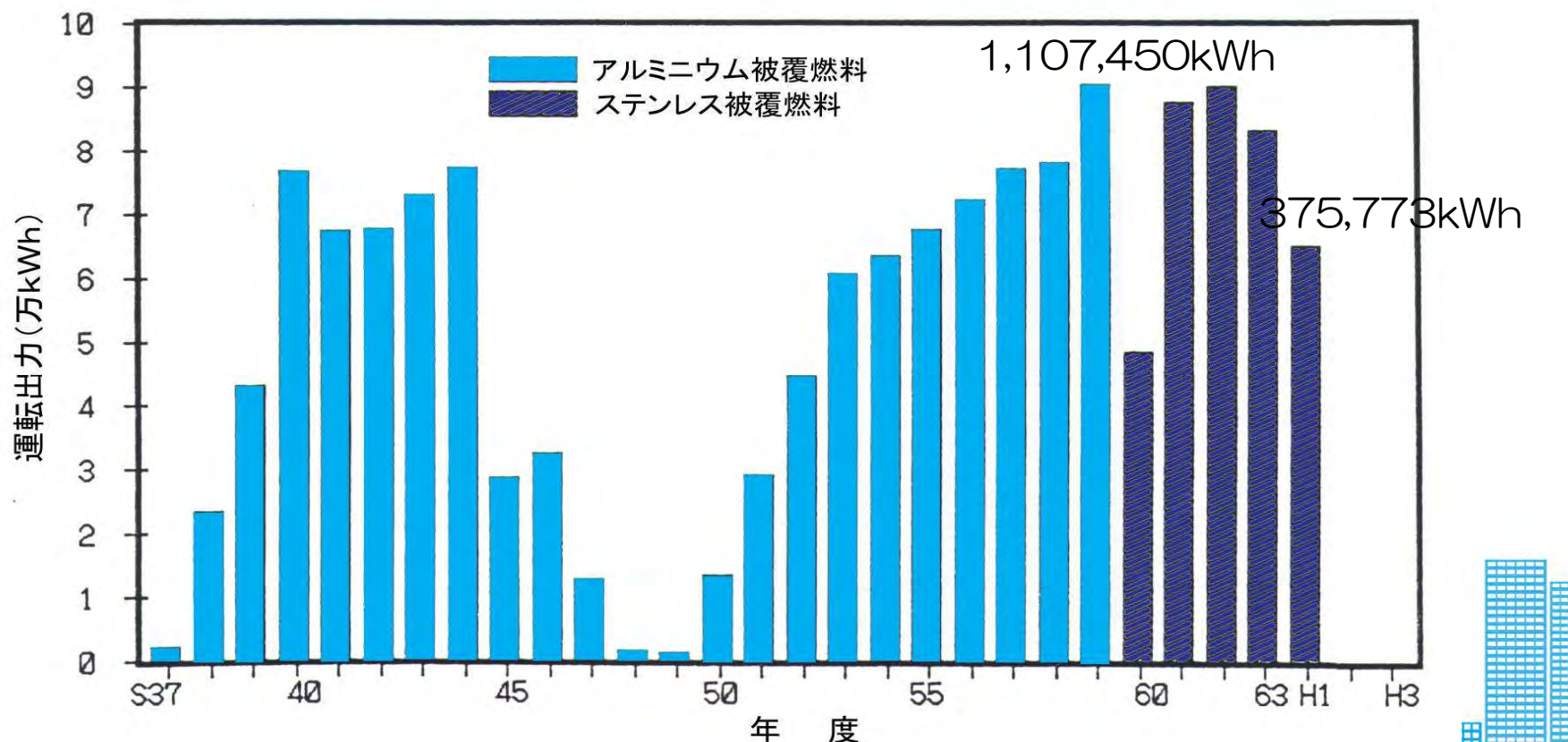


廃止措置計画の進捗状況

(2) 燃料要素の事業所外搬出 (2006年 (H18年))

～運転履歴 (燃料要素の種類別)～

Output power (1963-1989) 原子炉運転実績 (累計積算出力) 約1500MWh



廃止措置計画の進捗状況

(2) 燃料要素の事業所外搬出（2006年（H18年））

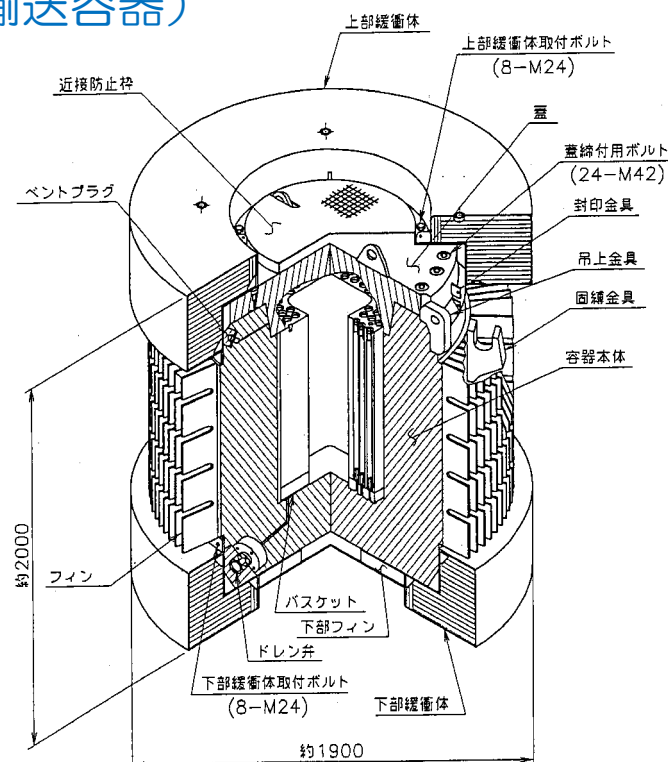
～輸送物等の概要と輸送までの流れ～

燃料装荷・検査（外観、ID、重量、未臨界等）

【輸送物】（収納＋輸送容器）

アルミニウム被覆
燃料要素（65本）

ステンレス被覆
燃料要素（80本）



JMS型輸送容器（2基）

検査

● 発送前検査
● 積み付け検査

輸送



陸上



海上



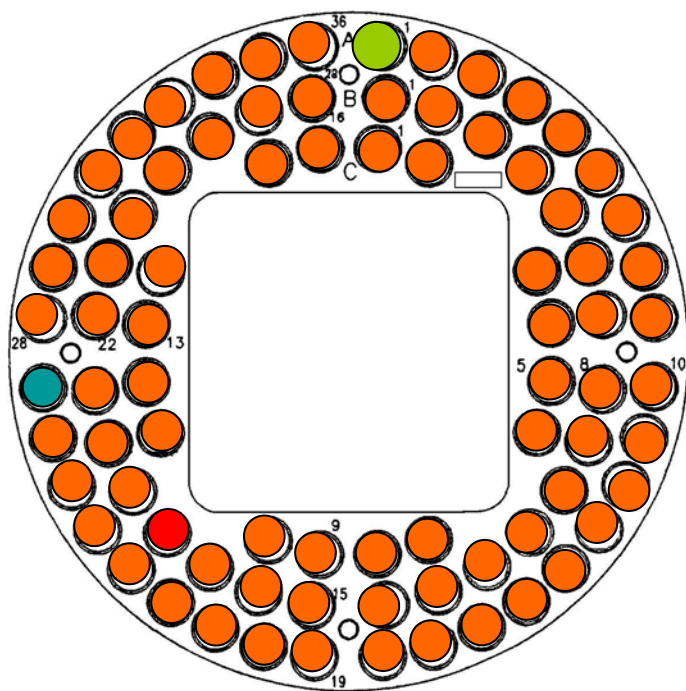
USDOE

廃止措置計画の進捗状況

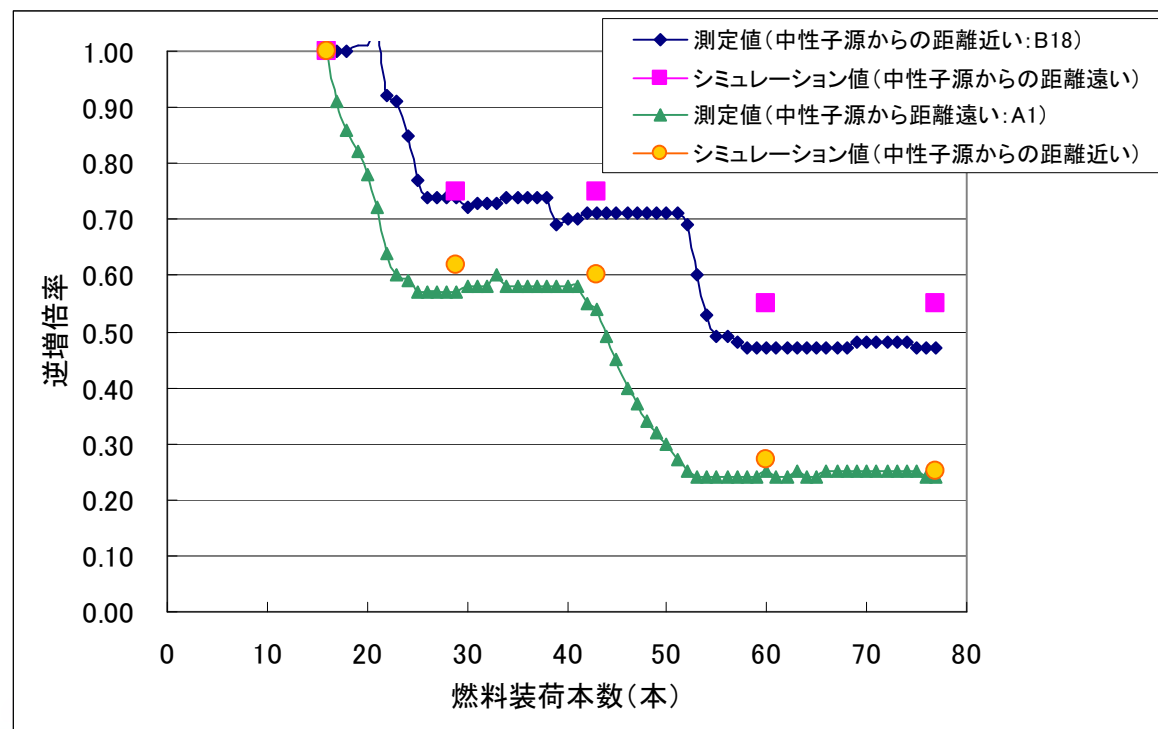
(2) 燃料要素の事業所外搬出 (2006年 (H18年))

～未臨界測定結果 (SUS被覆燃料)～

- 検出器No.1 (位置: A1)
- 検出器No.2 (位置: B18)
- 中性子源 (位置: A27)
- 燃料要素



燃料バスケットと
燃料要素等の配置関係

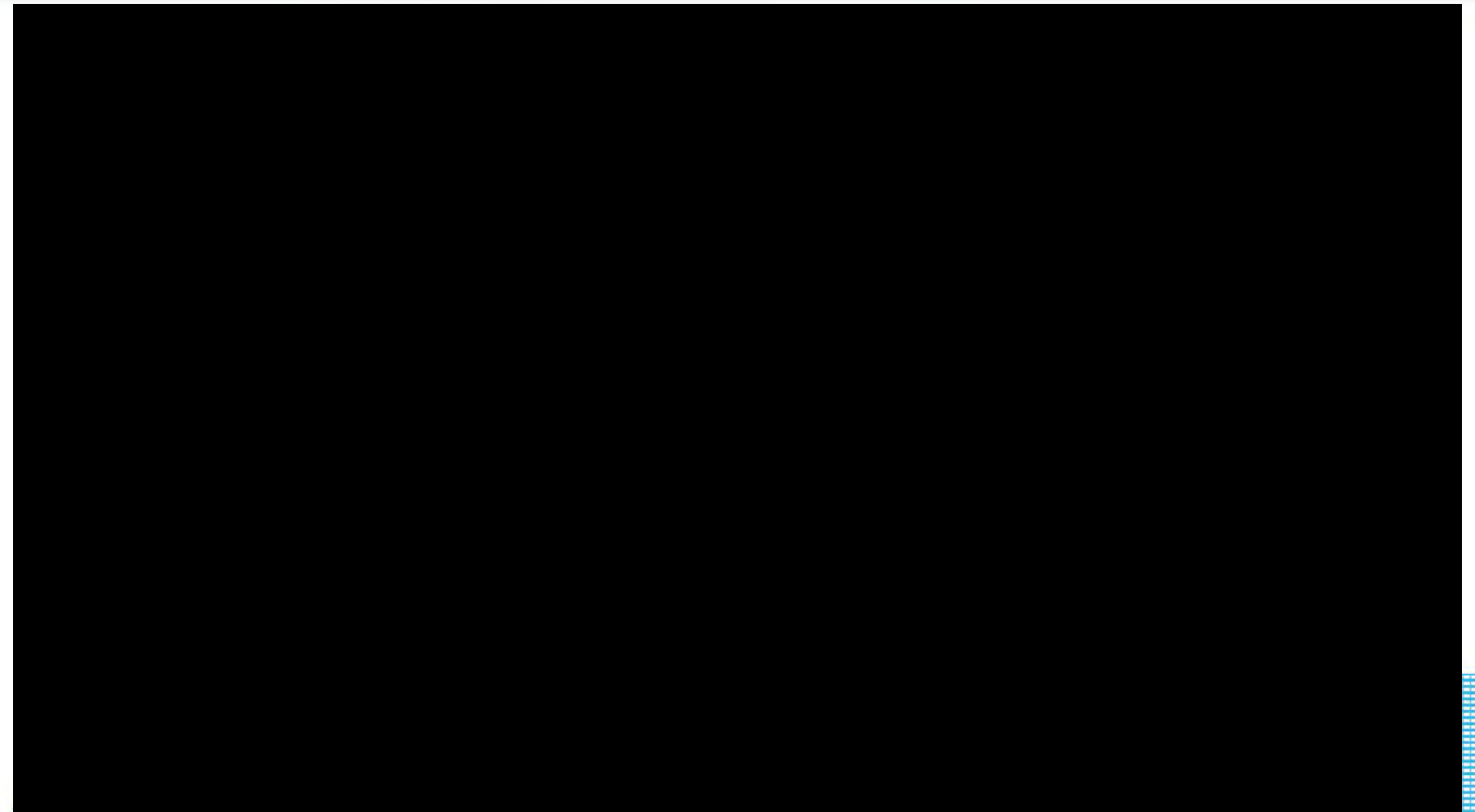


廃止措置計画の進捗状況

(2) 燃料要素の事業所外搬出（2006年（H18年））



東京都市大学
TOKYO CITY UNIVERSITY



本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物の保管管理（平成19年～現時点）

～使用済み燃料に係る設備の機能停止と一部解体撤去～

使用済み燃料の輸送完了に伴い以下の設備機器の機能停止を行った。

施設区分	性能の維持管理
①原子炉本体	全機能停止
②核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	全機能停止
③原子炉冷却系統施設	一部解体撤去
④計測制御系統施設	〃
⑤放射性廃棄物の廃棄物廃棄施設	一部解体撤去
⑥放射線管理施設	一部機能停止
⑦原子炉格納施設	機能維持
⑧その他原子炉の付属施設	全機能停止

＊：網掛けの部分は、平成16年の廃止措置着手時に既に全機能停止した施設・設備を表す。



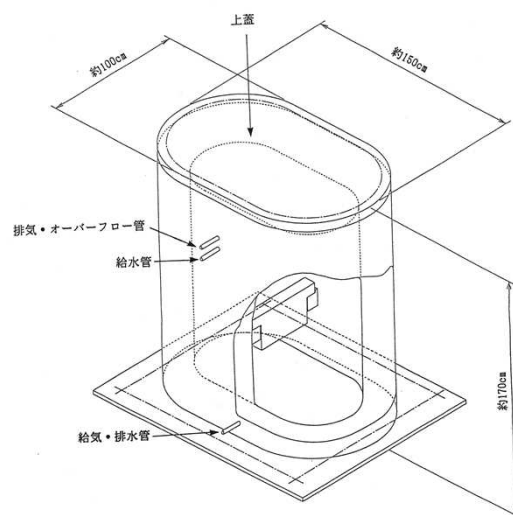
廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

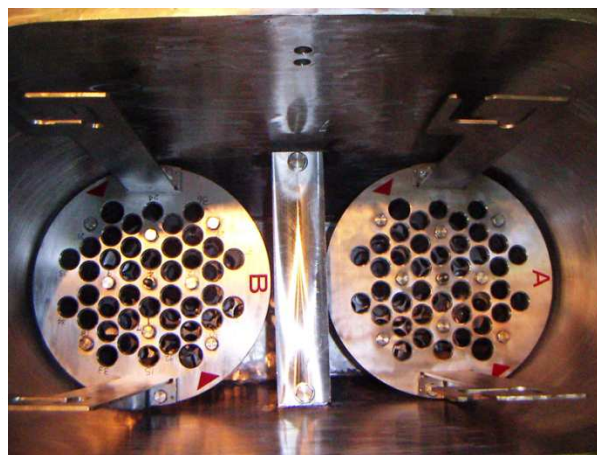
～使用済み燃料に係る設備の機能停止と一部解体撤去～

② 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の機能停止

該当設備：使用済み燃料貯蔵容器2基、燃料バスケット5基、一時貯蔵ピット



使用済み燃料貯蔵容器鳥瞰図



使用済み燃料貯蔵容器内の様子



一時貯蔵ピット外観写真

写真に示す設備内に燃料が装荷されていないことを確認し、表面線量率等を測定し、機能停止の表示を行った。



廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

～使用済み燃料に係る設備の機能停止と一部解体撤去～

③ 原子炉冷却系統施設・二次冷却設備の解体撤去

該当設備：二次冷却設備 クーリングタワー 施設の屋外に設置



クーリングタワーの撤去前の状況
（屋外）

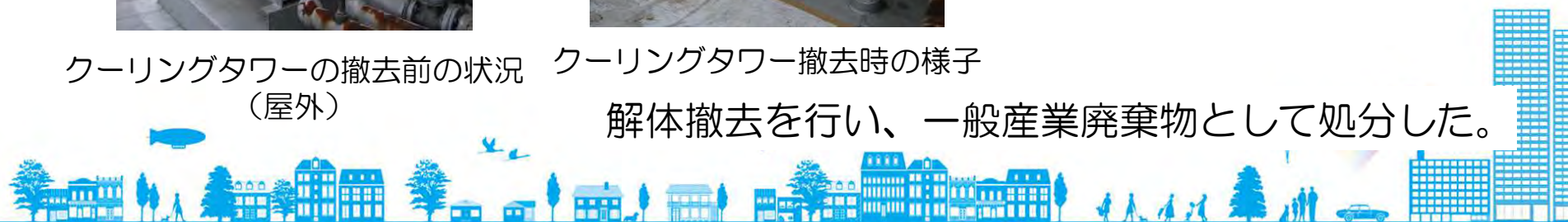


クーリングタワー撤去時の様子



配管部の閉止状況

解体撤去を行い、一般産業廃棄物として処分した。



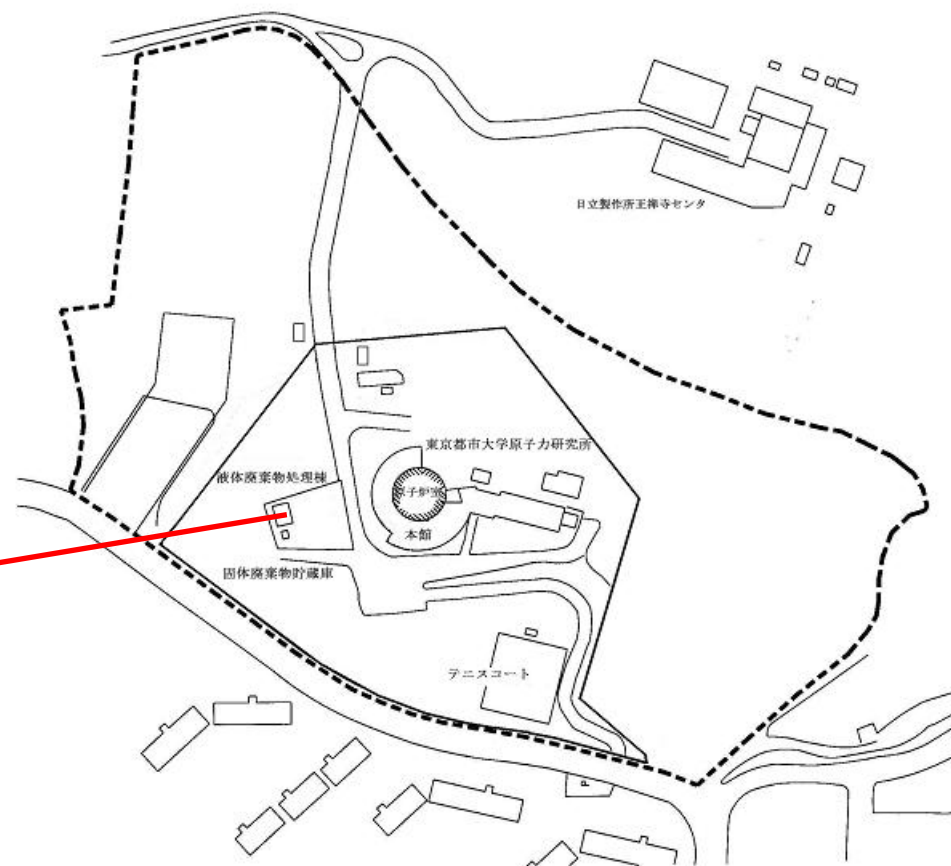
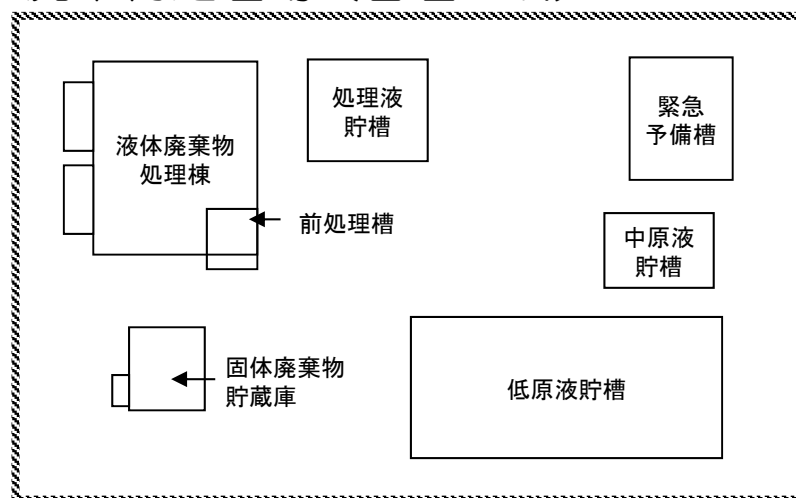
廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

～液体廃棄物の廃棄設備の機能停止と解体撤去～

液体廃棄物の廃棄設備の概要

廃棄物処理場（管理区域）



0 100m

—— 周辺監視区域境界
- - - 事業所境界

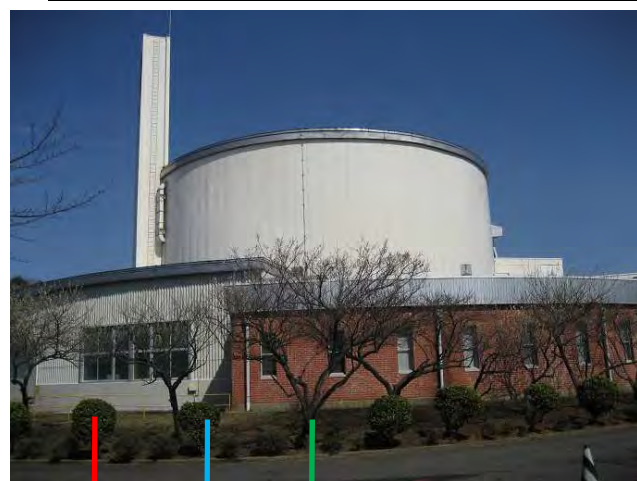


廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

～液体廃棄物の廃棄設備の機能停止と解体撤去～

液体廃棄物の廃棄設備の概要

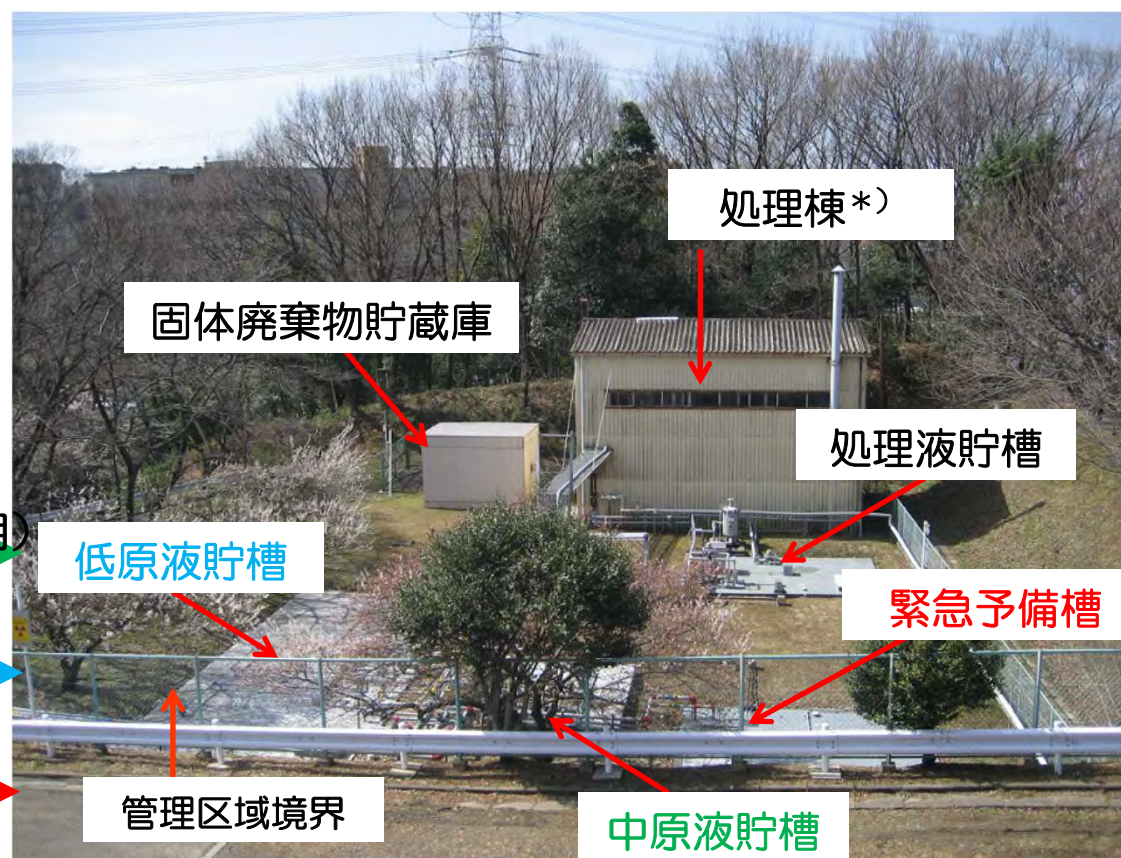


中原液配管（RI施設と共用）

低原液配管（RI施設と共用）

緊急配管（原子炉施設）

＊）処理棟：廃液処理装置が設置されている建屋



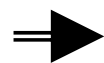
廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

～液体廃棄物の廃棄設備の機能停止と解体撤去～

液体廃棄物の廃棄設備の解体撤去に至る背景

昭和38年から運用



“予防保全的な設備更新”の時期

【原子炉施設】

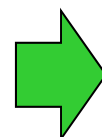
- ・ 放射性液体廃棄物の発生は無い
（将来の解体撤去段階まで）



液体廃棄物の
廃棄設備は“機能停止”
／ “解体撤去”

【R I 施設】

- ・ 今後も、教育・研究に活用



排水設備は“新設”



廃止措置計画の進捗状況

(3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理（平成19年～現時点）

～液体廃棄物の廃棄設備の機能停止と解体撤去～



解体撤去前



解体撤去後

本日の内容

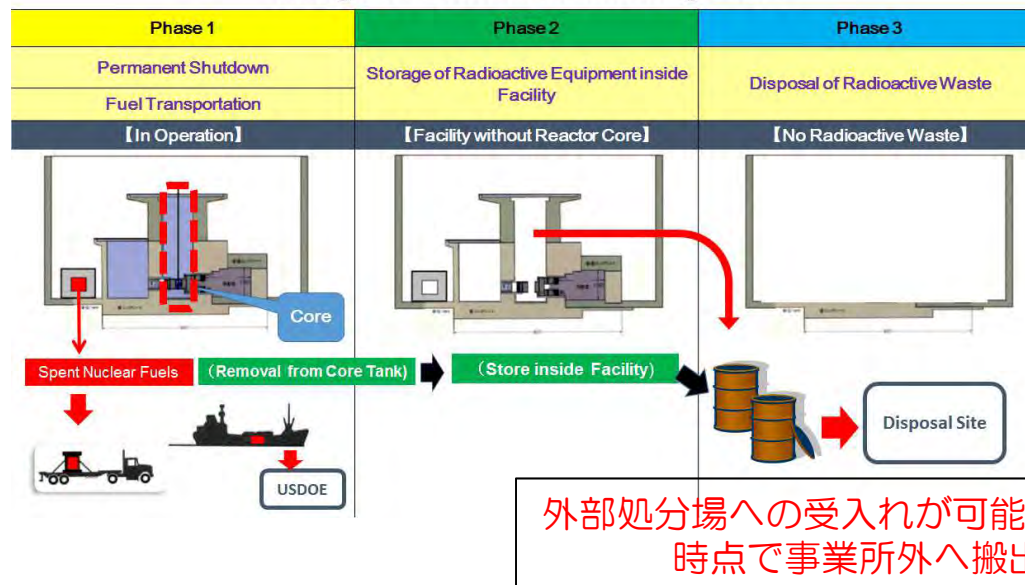
- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の搬出（将来）
- まとめと将来への課題



廃止措置計画の進捗状況

(4) 放射性廃棄物の搬出（将来）

Image of Decommissioning Plan



放射性廃棄物の発生量（推定）

レベル	発生量（t）
余裕深度処分	0
ピット処分	61.9
トレンチ処分	266.9
クリアランス	134.6
NR	161.0

NR: 放射性廃棄物ではない廃棄物

適正な物量評価が必要

合理的な処分

コスト削減

財政負担軽減

【参考】2008年（H20）3月に文部科学省研究開発局原子力計画放射性廃棄物企画室が算出（概算）した廃棄物の処分費ドラム缶1本当たり以下のとおりである。

ピット処分相当：73万円/本（260本）、トレンチ処分相当：18.6万円/本（817本）

本日の内容

- 武蔵工大炉の概要とあゆみ
- 廃止措置計画の要点
- 廃止措置の進捗状況
 - (1) 原子炉運転機能停止措置
 - (2) 燃料要素の事業所外搬出
 - (3) 解体撤去及び放射性廃棄物等の保管管理
 - (4) 放射性廃棄物の処分（将来）
- **まとめと将来への課題**



まとめと将来への課題

～まとめ～

- 廃止措置着手から現在までの進捗状況と将来について報告した。また、今日まで廃止措置計画に従い、特に問題なく着実に廃止措置を実施してきた。
- 使用済燃料の返還についても無事に完了した。
- 液体廃棄物の廃棄設備の解体撤去以降、大きな工事行っていない。現在は、法令遵守のもと、施設・設備の性能維持のための施設管理や廃棄物管理を確実にやっている。



ご清聴ありがとうございました。

