

IRIDの研究開発概況

日本原子力学会 2021年秋の年会
福島第一原子力発電所廃炉検討委員会セッション

令和3年9月9日
Web 開催

国際廃炉研究開発機構（IRID）
奥住 直明

この成果は、経済産業省/廃炉汚染水対策事業費補助金の活用により得られたものです。

無断複製・転載禁止 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発
 - (1)試験的取り出し
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

目 次

1. はじめに

2. 原子炉格納容器内部調査技術開発

(1)既に終了した調査

(2)今後計画している調査

3. 燃料デブリ取り出し技術開発

(1)試験的取り出し

(2)段階的に規模を拡大した取り出し

(3)取り出し規模の更なる拡大

1. プール燃料取り出しに係る研究開発

使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価

2016.3終了

3. 廃棄物対策に係る研究開発

固体廃棄物の
先行的処理手法
技術

2019.3終了

固体廃棄物の
処理・処分
技術

2. 燃料デブリ取り出しに係る研究開発

除染・線量低減技術

R/B内の
遠隔除染
技術

2016.3終了

燃料デブリ取り出し技術

燃料デブリ・炉内構造物取出 臨界管理・基盤技術 小型中性子検出器

2019.3終了

燃料デブリ・
炉内構造物
取り出し技術・工法
開発

燃料デブリ・
炉内構造物取出
ダスト集塵
システム

燃料デブリ
収納・移送
・保管技術

燃料デブリ取り出し
安全システムの
開発

環境整備技術

<安定状態の確保>

RPV/PCVの
腐食抑制・耐震性評価

2018.3終了

PCV漏えい箇所の
補修・止水及び実規模試験

2018.3終了

PCV内水循環技術 実規模試験

2019.3終了

内部調査・分析技術

<間接的調査>

<直接的調査>

RPV内燃料デブリ検知技術・評価

2018.3終了

総合的な炉内状況把握の高度化

2018.3終了

PCV詳細調査技術

2019.3終了

RPV
内部調査
技術

PCV詳細調査
X-6 α ネ
実証（自主）

PCV詳細調査
堆積物
実証（自主）

燃料
デブリ性状
把握・分析

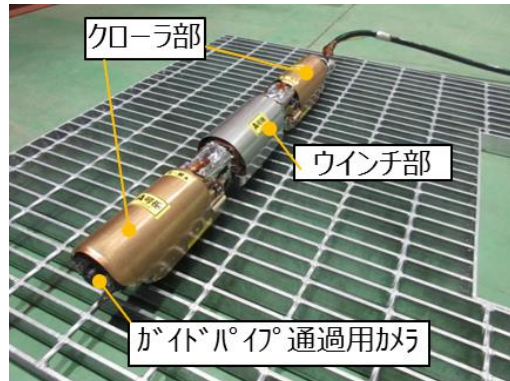
燃料デブリ
サンプリング・
規模拡大
技術

目 次

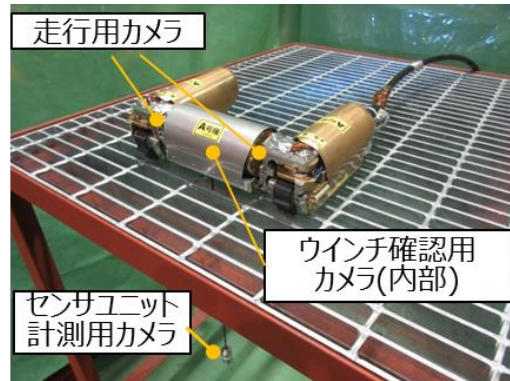
1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発
 - (1)試験的取り出し
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

原子炉格納容器内部のロボット等による調査

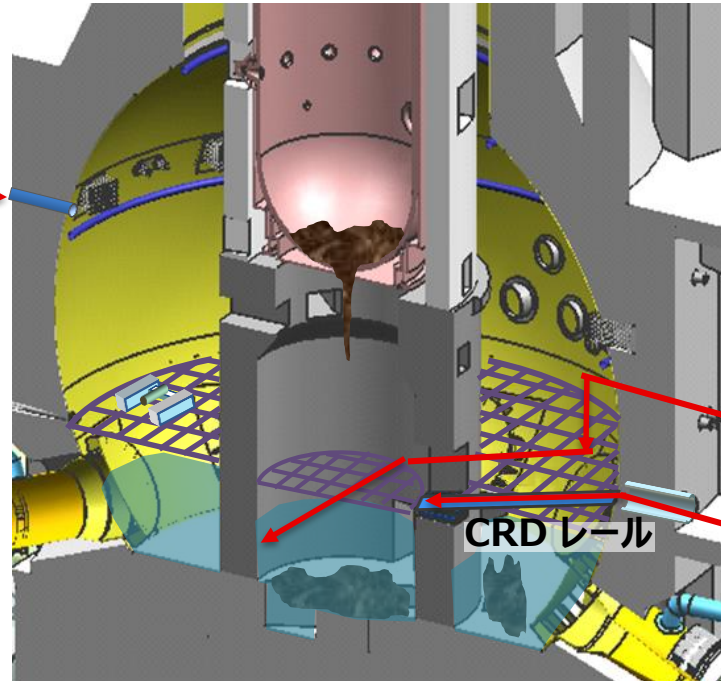
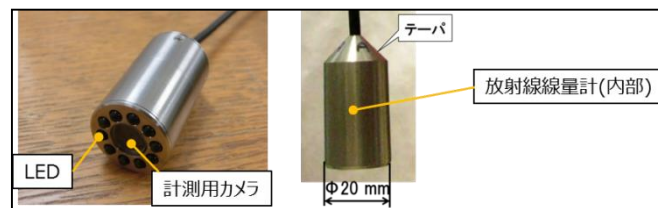
ペDESTル外側の調査（1号機）



I型(ガイドパイプ通過時)



コ型(平面走行時)



ペDESTル内側の調査（2号機）

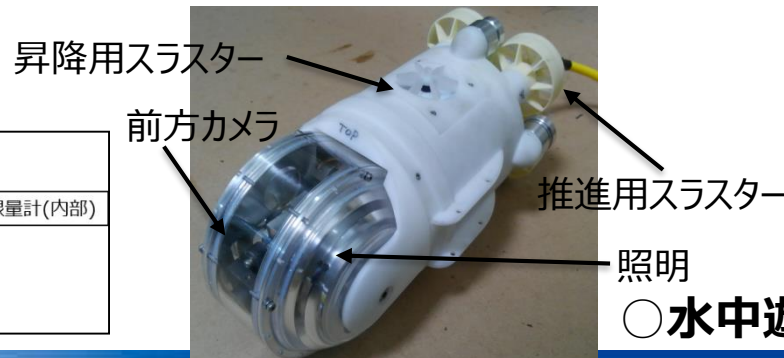
○クローラ型遠隔調査ロボット（A2調査）



○釣りざお型調査装置（A2'調査）



ペDESTル内側の調査（3号機）



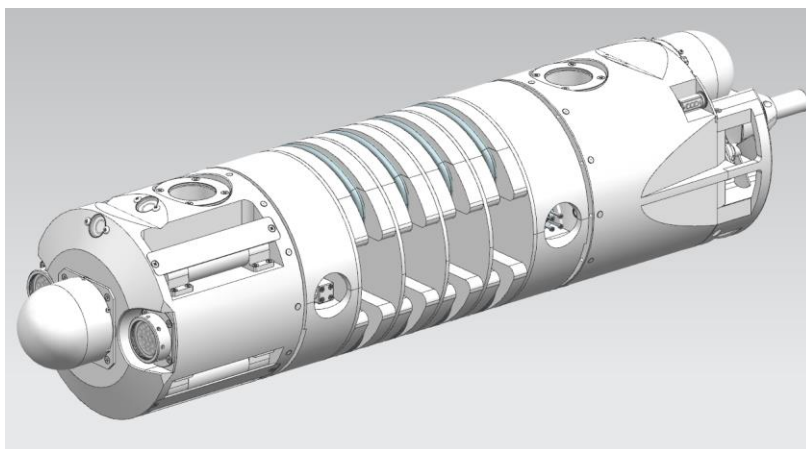
○水中遊泳型ロボット

目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査**
3. 燃料デブリ取り出し技術開発
 - (1)試験的取り出し
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

ボート型アクセス装置

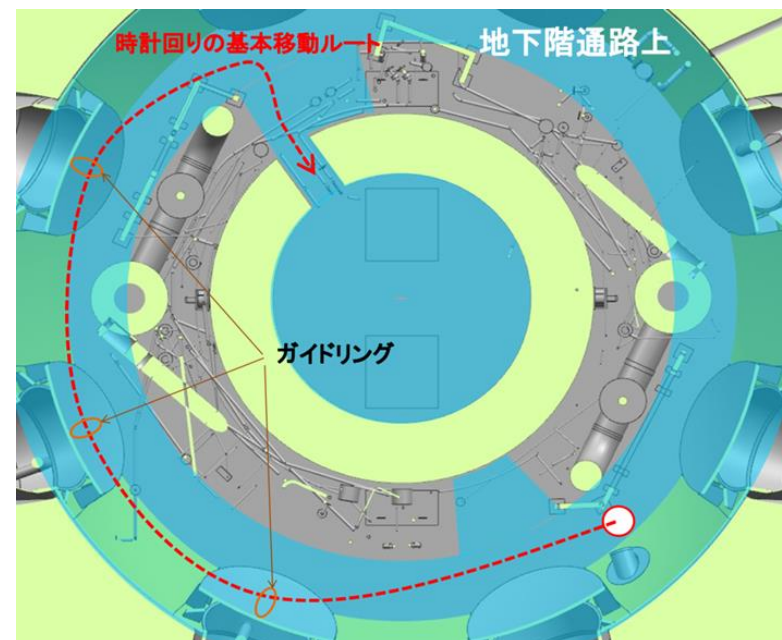
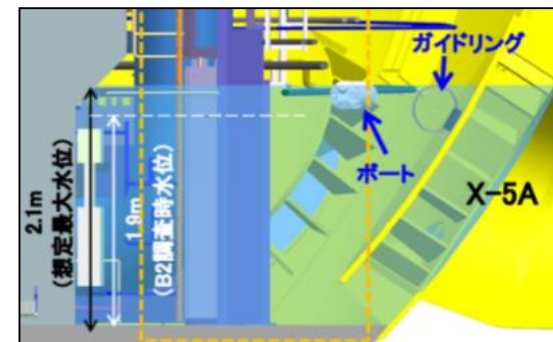
- 格納容器内の水の上を航行して、広範囲に移動可能なボート型アクセス装置を製作中



ガイドリング取付用の例

- 直径: $\phi 25\text{cm}$
- 長さ: 約1.1m
- 推力: 25N以上

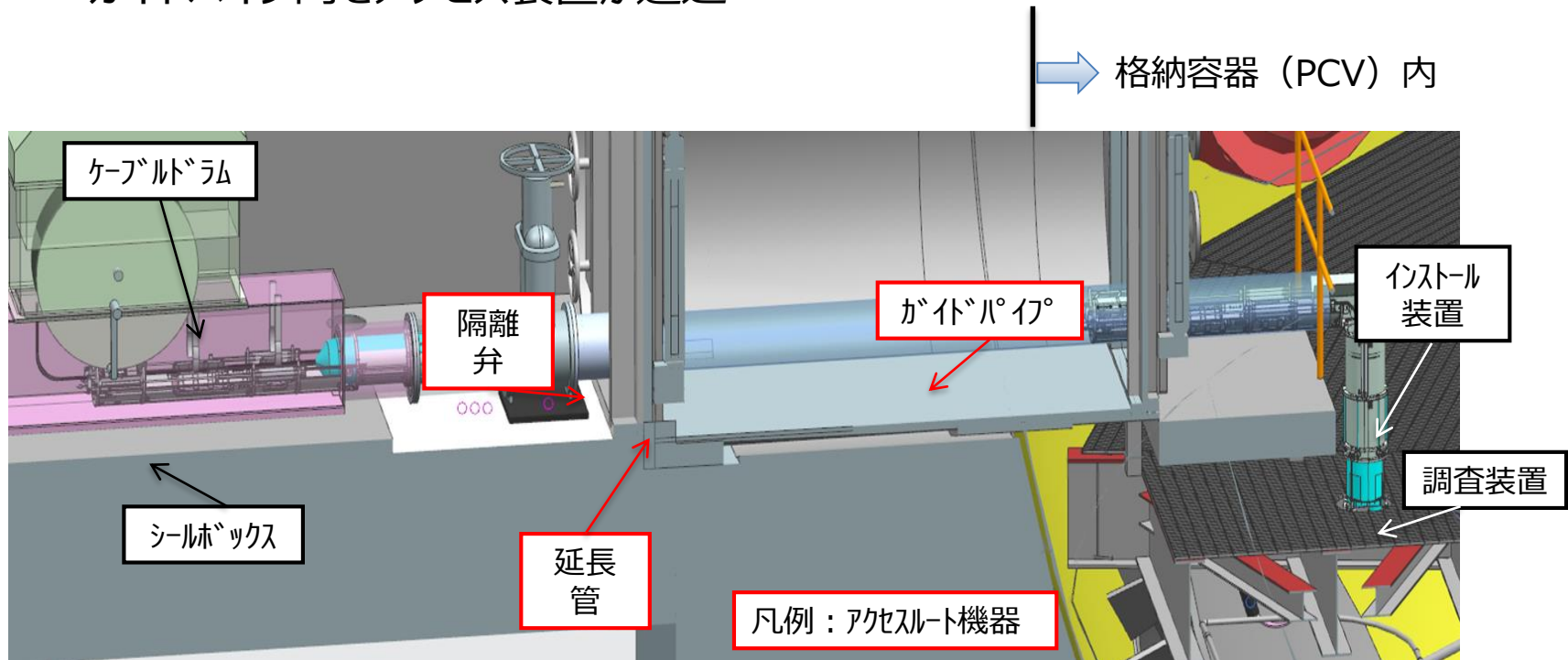
ボート型アクセス装置外観



ボート型アクセス装置の動線

ボート型アクセス装置 PCVバウンダリの構成

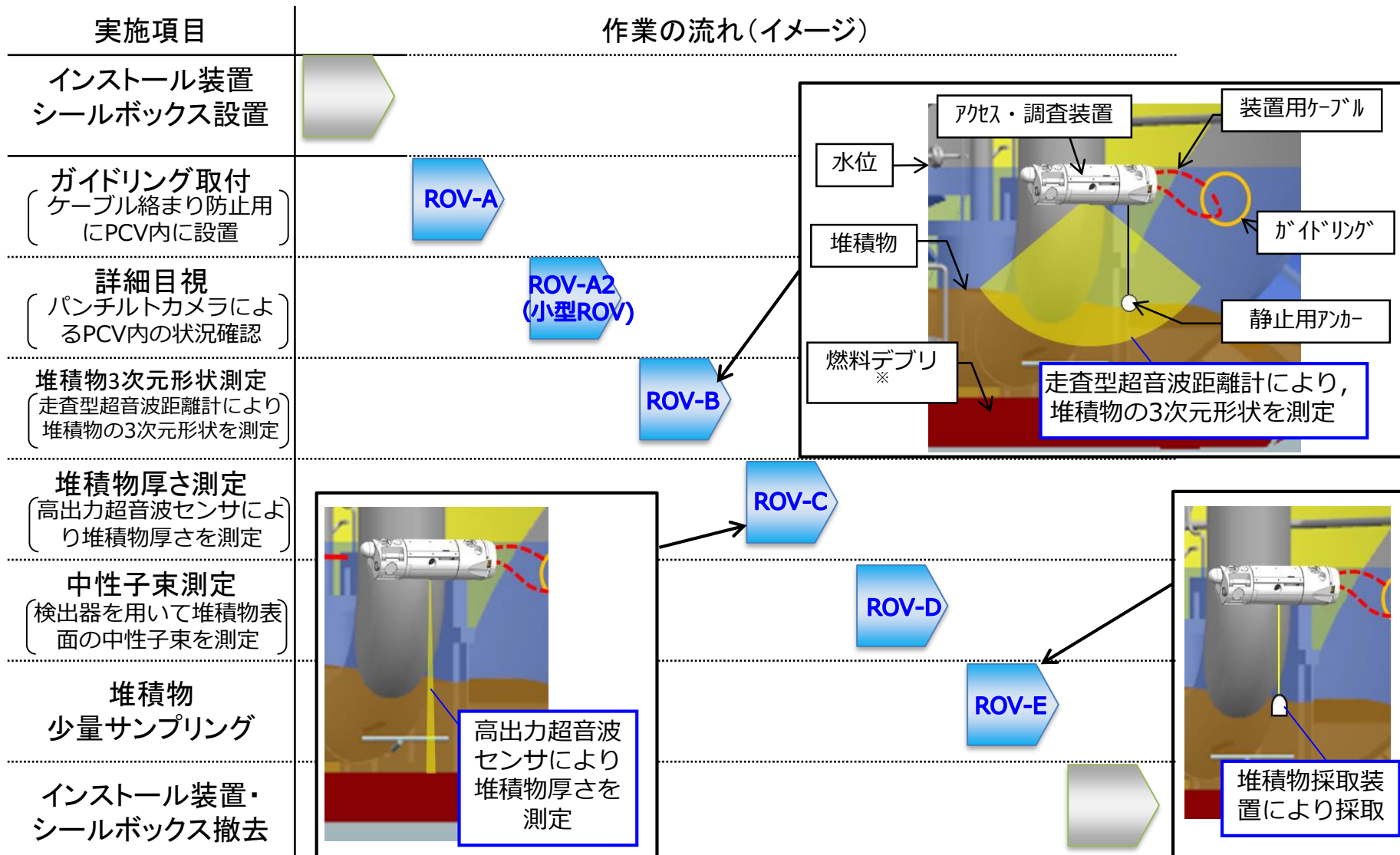
- パーソナルエアロック（定期検査時の作業員通路，2重扉）を貫通するガイドパイプ
- 原子炉建屋側（PCV外）にシールボックスとケーブルドラムを設置
- ガイドパイプ内をアクセス装置が通過



格納容器（PCV）バウンダリの構成(案)

ボート型アクセス装置(X-2ペネからのPCV内部調査)

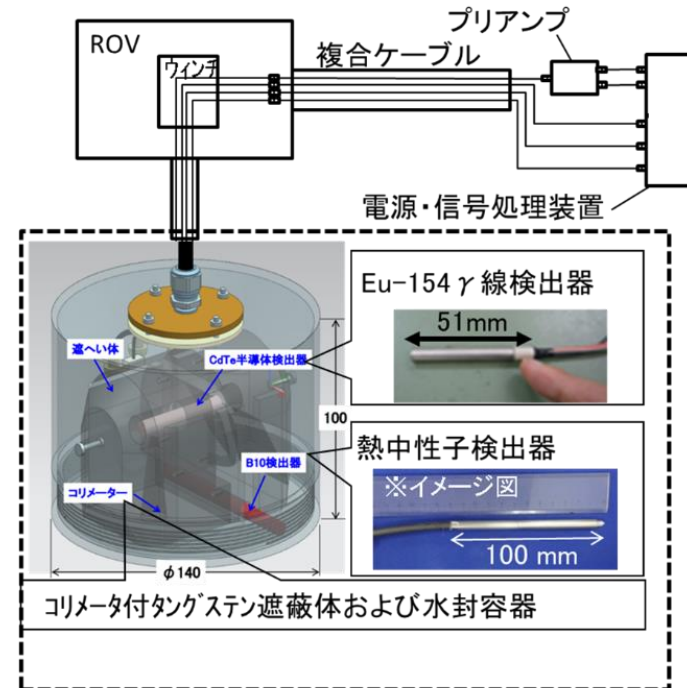
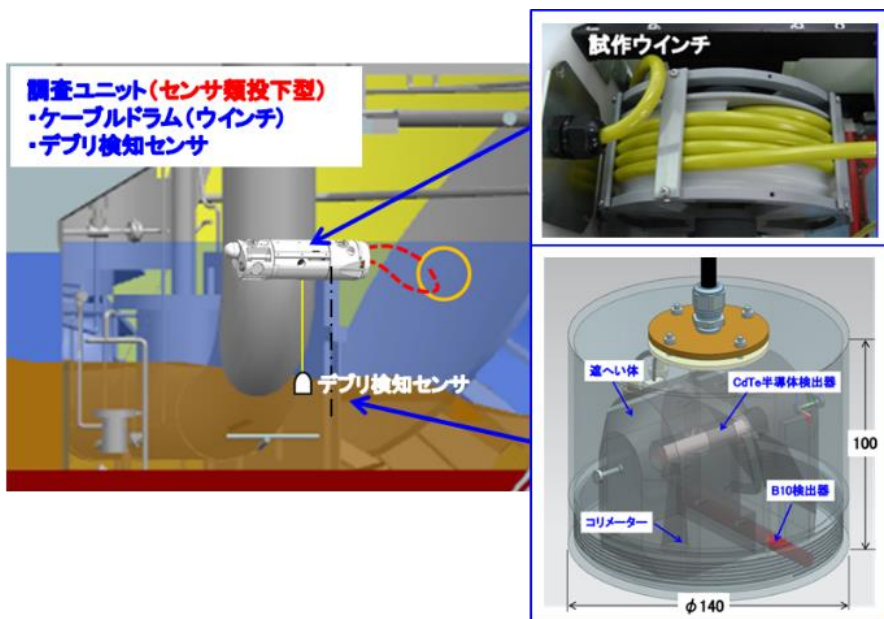
- 潜水機能付ボート型アクセス・調査装置については、機能毎に6種類準備する予定。



※：堆積物の厚さや燃料デブリの有無及び厚さは未知だが、説明のためイメージとして記載

デブリ検知技術

- これまでの調査で視認した堆積物中の燃料デブリを検知するための放射線計測技術を開発中
- **Eu-154 γ 線検出器**（CdTe半導体検出器）と**熱中性子検出器**（B10検出器）を併用し、確実なデブリ検知を目指す

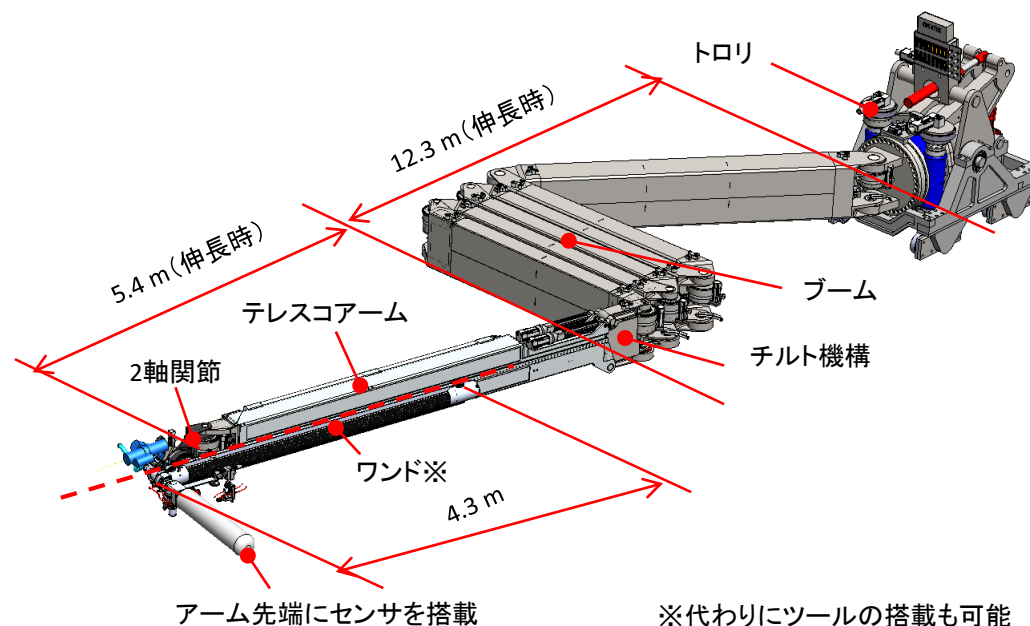


全体&システム構成イメージ

アーム型アクセス装置

■ 制御棒駆動機構メンテナンス用の格納容器貫通部（X-6ペネ）を通じて広範囲にアクセス可能なアーム型アクセス装置を製作中

- アーム全長約22 m
- 10 kgまでの調査装置を搭載可能



アーム型アクセス装置

格納容器貫通部ハッチ開放

■ 格納容器貫通部（X-6ペネ）の開放

アーム型アクセス装置を投入するX-6ペネの開放技術を開発中

✓ ハッチ開放時の閉じ込め機能

✓ 遠隔でのハッチ開放

隔離部屋

- 搬入/組立/搬出性確認



隔離部屋搬入イメージ



隔離部屋組立状態

ハッチ開放装置

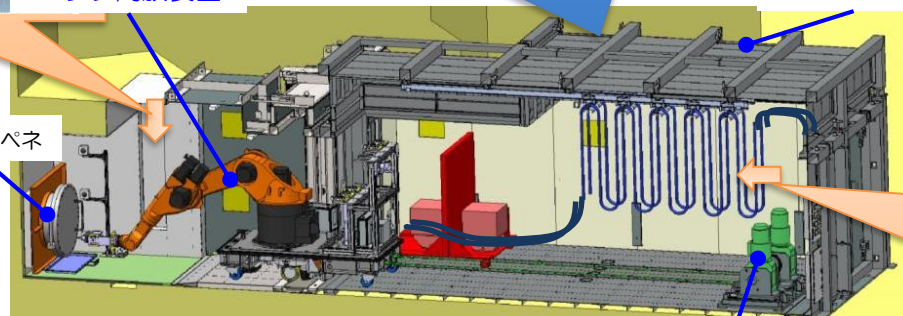
- 開放作業性確認 etc



X-6ペネ

ハッチ開放装置

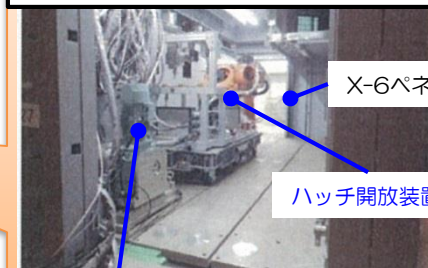
X-6ペネ



隔離部屋

ハッチ開放装置

- 走行性確認 etc



X-6ペネ

ハッチ開放装置

救援用
ワイヤーツール

救援用
ワイヤーツール

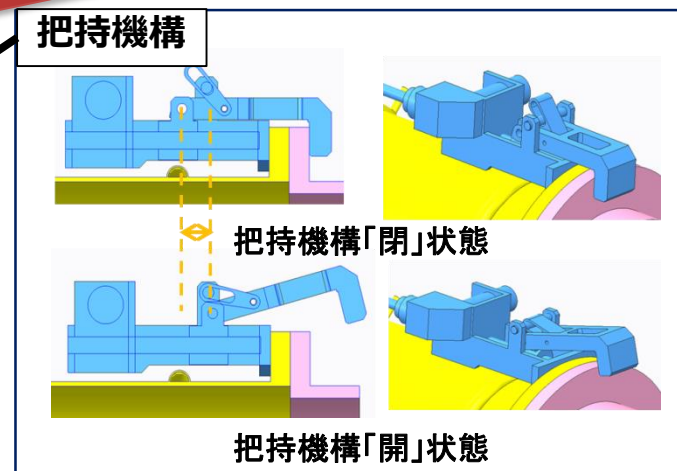
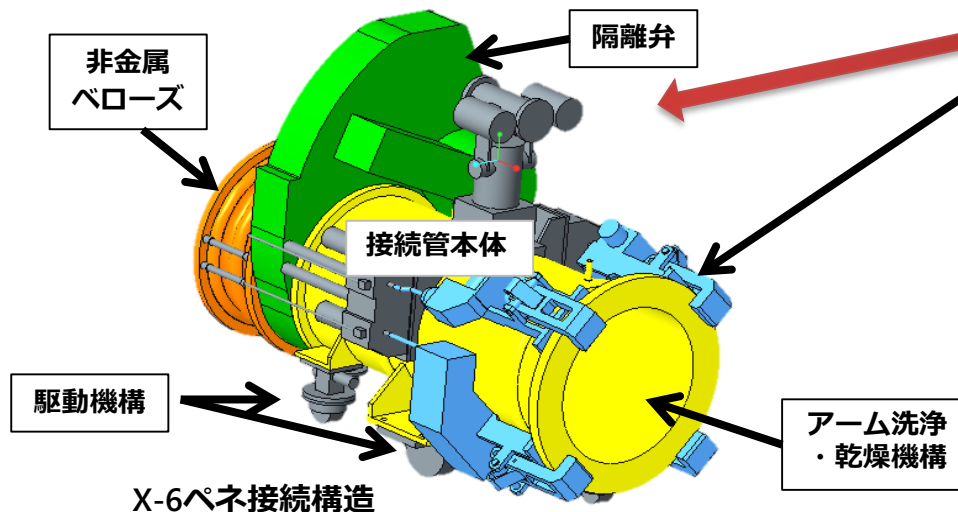
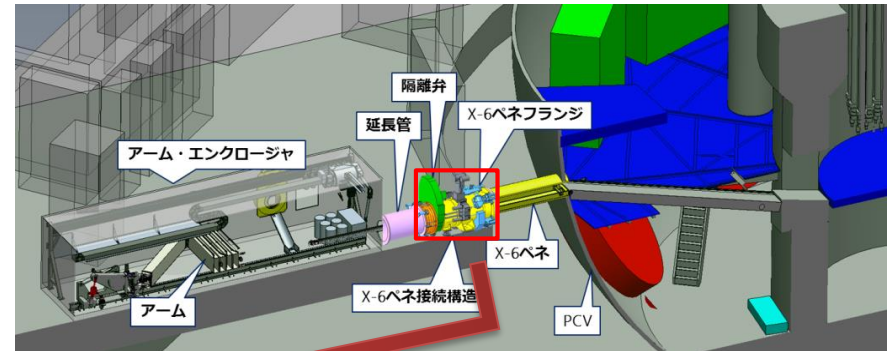
← :カメラ撮影方向

アーム型のアクセスルート

■ 格納容器への接続構造体

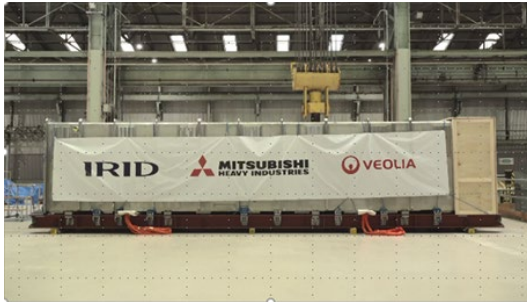
以下の機能等を有する接続構造体を開発中

- ✓ 遠隔で既存のペネフランジに接近・取りつく機能
- ✓ 把持機構の耐震性
- ✓ 閉じ込め機能
- ✓ アーム通過性の維持



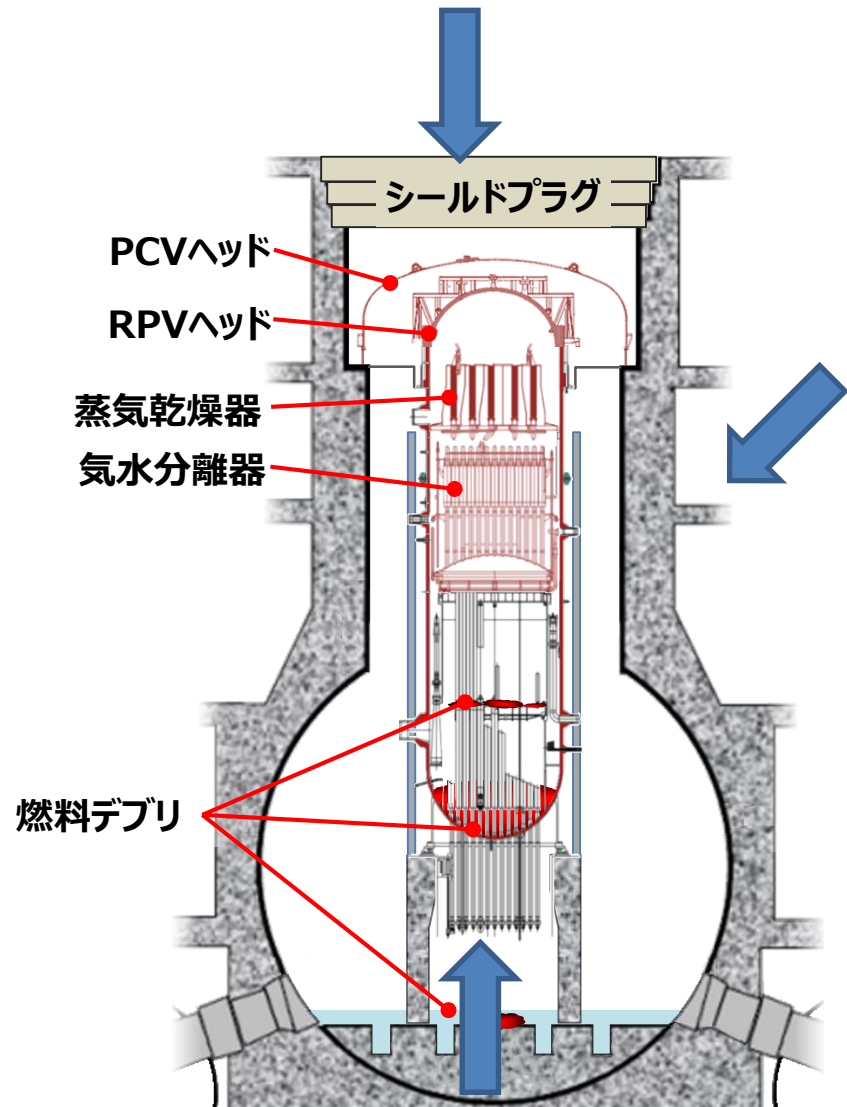
接続構造体外観

アーム型アクセス装置



圧力容器内部調査技術

- 上部から圧力容器にアクセスし内部調査するための要素技術は、今後の装置試作に向け、あらかた検証済
- 側面から圧力容器にアクセスするための要素技術を開発中
- 加えて下部から圧力容器にアクセスし内部調査を調査するためのコンセプト案を検討中

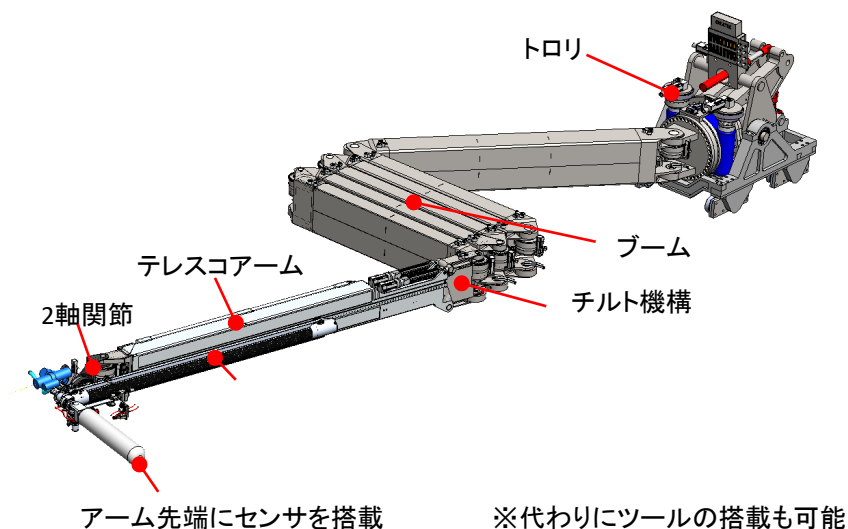


目 次

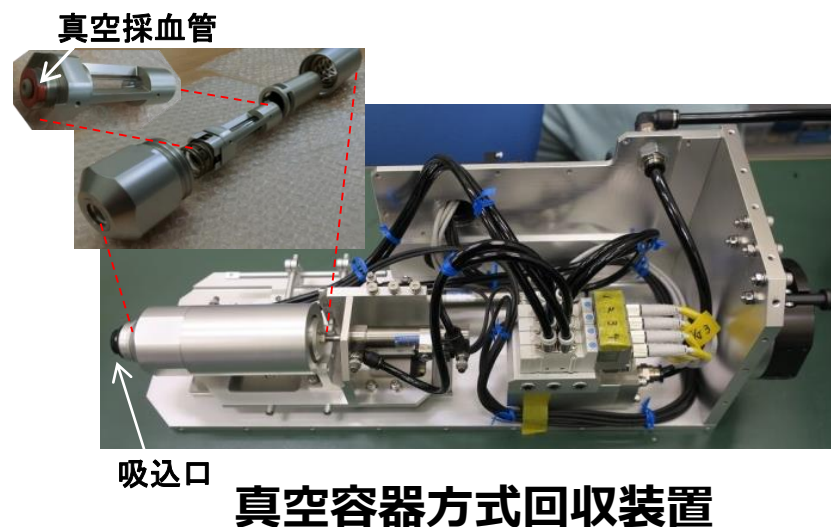
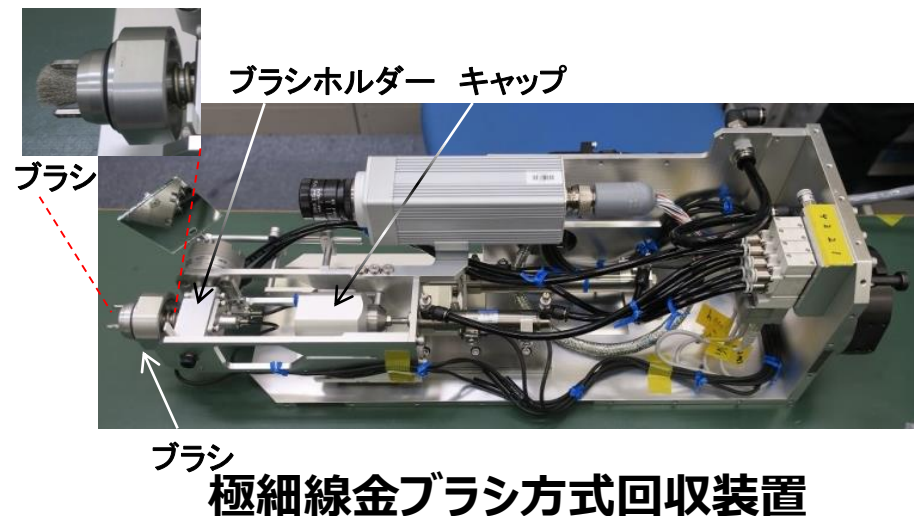
1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. **燃料デブリ取り出し技術開発**
 - (1)試験的取り出し**
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

燃料デブリ 試験的取り出し

アーム型アクセス装置先端に極細線金ブラシ方式回収装置等を装着



アーム型アクセス装置

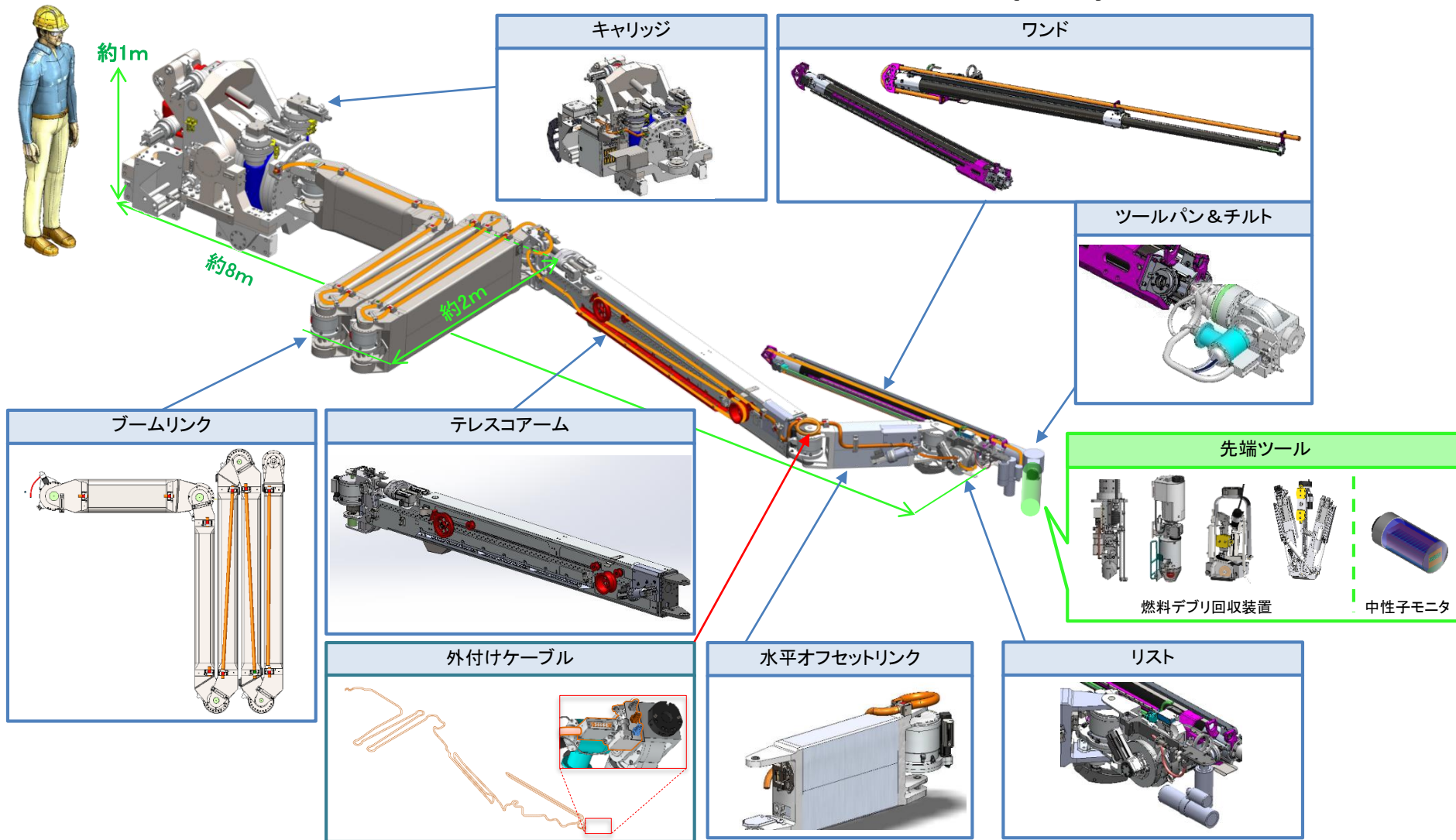


目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. **燃料デブリ取り出し技術開発**
 - (1)試験的取り出し
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し**
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

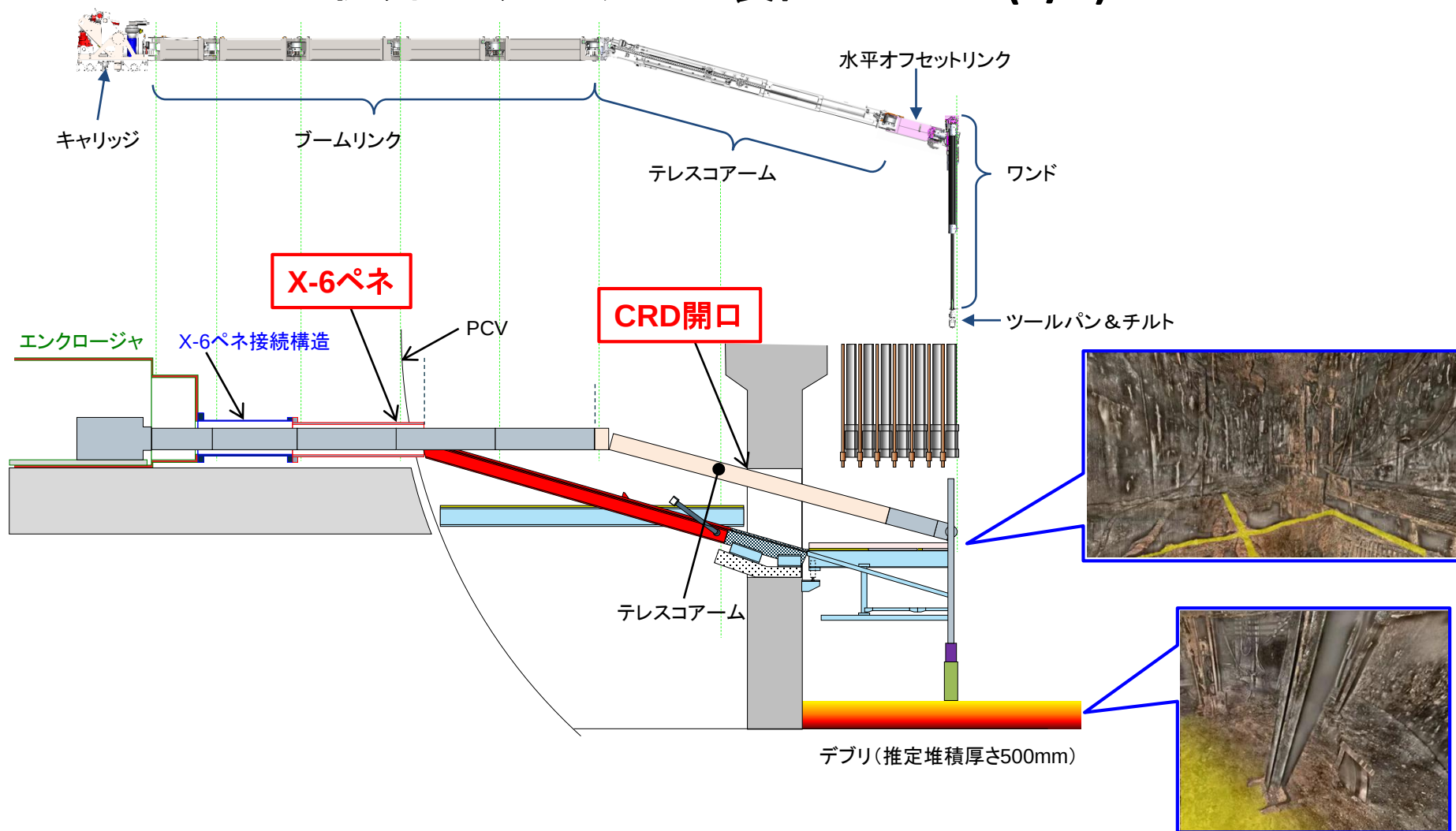
燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し

取り出し用アクセス装置 アーム(1/2)



燃料デブリの段階的に規模を拡大した取り出し

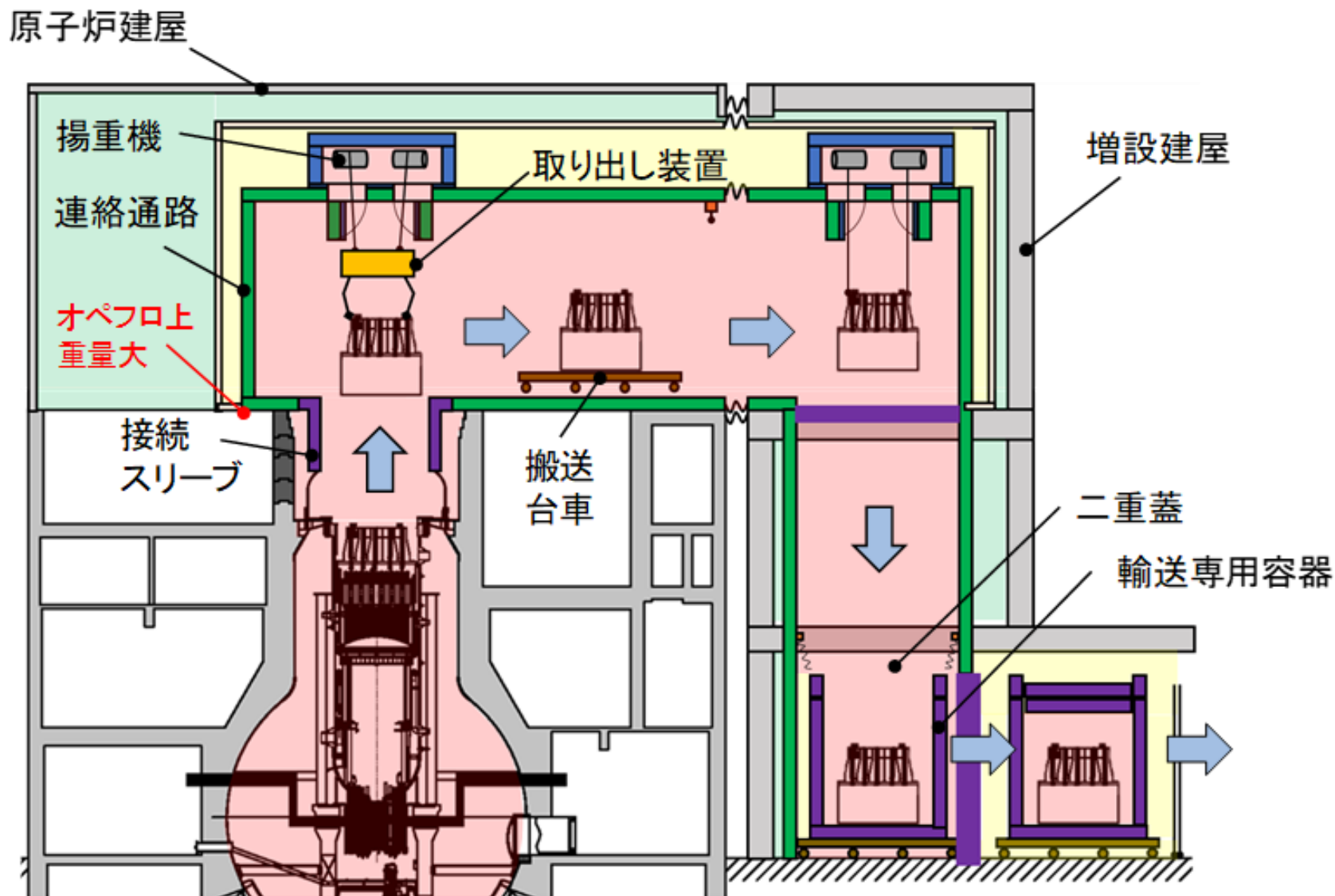
取り出し用アクセス装置 アーム(2/2)



目 次

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内部調査技術開発
 - (1)既に終了した調査
 - (2)今後計画している調査
3. 燃料デブリ取り出し技術開発
 - (1)試験的取り出し
 - (2)段階的に規模を拡大した取り出し
 - (3)取り出し規模の更なる拡大

【上アクセス工法の例】：構造物一体撤去・搬出工法



燃料デブリの切削技術

- 要求事項を満たす切削技術の構成を検討中
- コアボーリング，ディスクソー，超音波コアドリル，油圧カッター，チゼル，アブレシブウォータージェット(AWJ)，レーザーガウジング 他

チゼル加工



コアボーリング



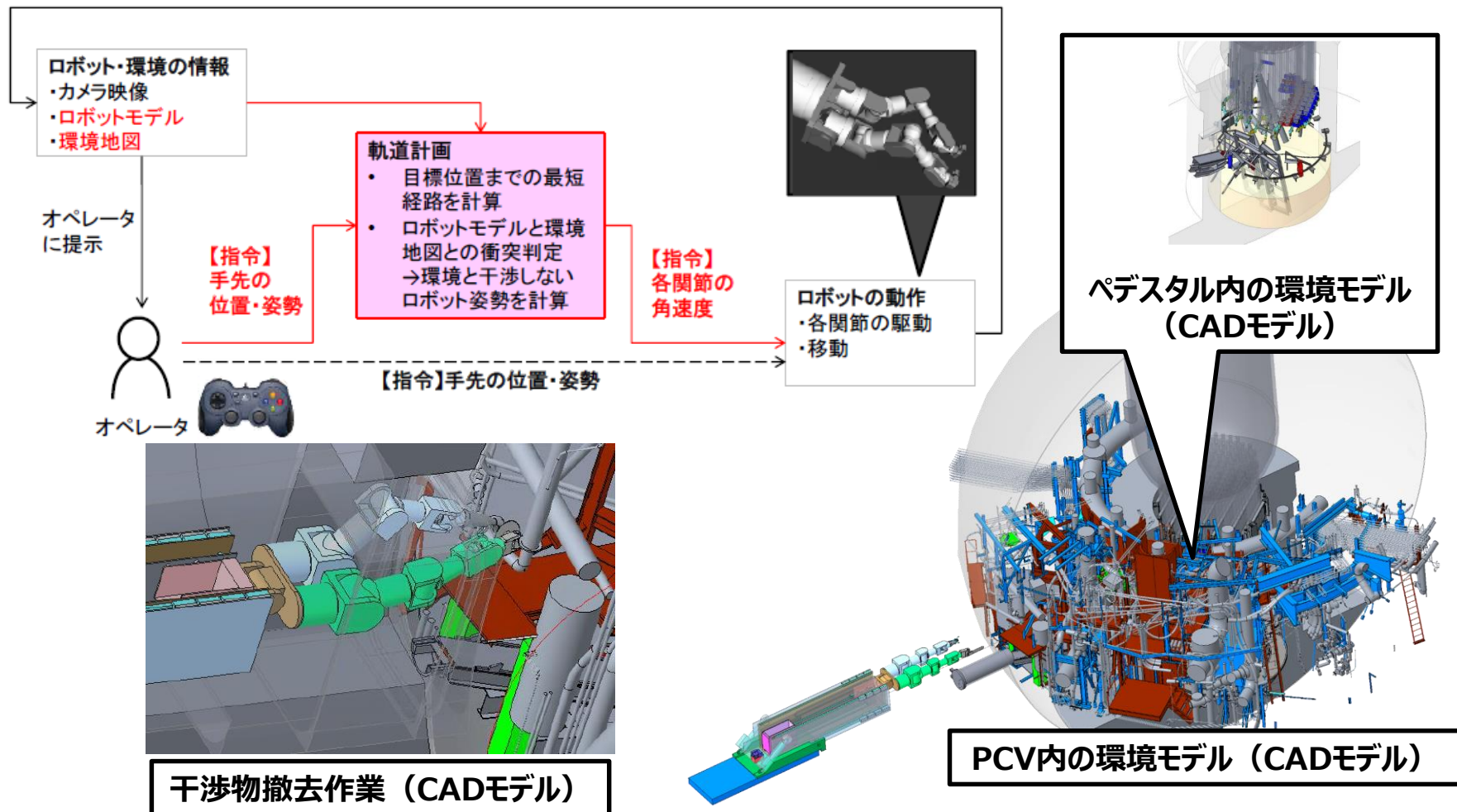
レーザー加工



インターフェース管理/構成マネジメントシステムの開発

視界不良かつ狭隘環境において、ロボットを遠隔操作するオペレータの作業負担を軽減し、操作の効率化を図れる制御手法を開発する

- オペレータの遠隔操作(マニピュレータの手先操作)によるロボット動作を基本とし、必要に応じて『**干渉物を自動回避**』する動きを反映する



ご清聴ありがとうございました。