

講演6

廃棄物はどのように取り扱うのか

柳原 敏
福井大学

講演の内容

- 放射性廃棄物の管理に係る疑問
- 廃止措置とは、環境修復とは
- 放射性廃棄物の発生（時間軸・領域に区分した検討）
- ゴールの選択肢
- 放射性廃棄物の管理シナリオ
- 今後の課題

はじめに

- 放射性廃棄物はどのくらい発生するのか
- どのような放射性廃棄物が発生するのか
- 放射性廃棄物が発生する作業はいつまで続くのか
- 放射性廃棄物はどのように管理するのか
- 処分場の場所はどこにするのか

前提条件

- 放射性廃棄物の発生量やその特性は廃炉に係るゴールの設定により異なる
- 福島第一原子力発電所のサイトには特性の異なる施設が存在することから領域を区分して廃棄物の特性を分析することが必要

時間軸：事故発生から環境修復の終了までを対象

領域：領域を区分

- 原子炉領域
- 廃棄物管理施設
- 港湾施設
- 道路・緑地等基盤領域

廃止措置とは・環境修復とは

廃止措置（IAEA）

- 放射線リスクの低減
 - 機器・構造物の除染・解体・撤去、放射性物質の適切な処理
 - 最終的には施設に課せられている規制の解除

環境修復（IAEA）

- 敷地・地下水の汚染からの影響を軽減し、環境を保護してサイトを新たに利用できる状態にする（持続可能な環境修復）
 - 環境、社会、経済への影響を総合的に考慮し、最終的な効果のバランスを取る

IAEA, Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors, SAFETY STANDARDS SERIES No. WS-G-2.1, 1999

IAEA, Management of Long Term Radiological Liabilities: Stewardship Challenges, Technical Report Series No. 450, 2006

時間軸で区分した廃棄物の発生

6

事故対応・安定化・事故後除染

廃止措置

環境修復 (サイト内)

事故対応

安定化

事故後除染
(施設特性調査)

燃料デブリ
り取出し

除染・解体

ゴール
(エンドステート)

事故発生

- ✓瓦礫/伐採木
- ✓汚染水
- ✓汚染水処理二次廃棄物

事故廃棄物対策

- ✓燃料デブリ
- ✓施設の除染等

- ✓原子炉施設解体
- ✓関連施設の解体撤去

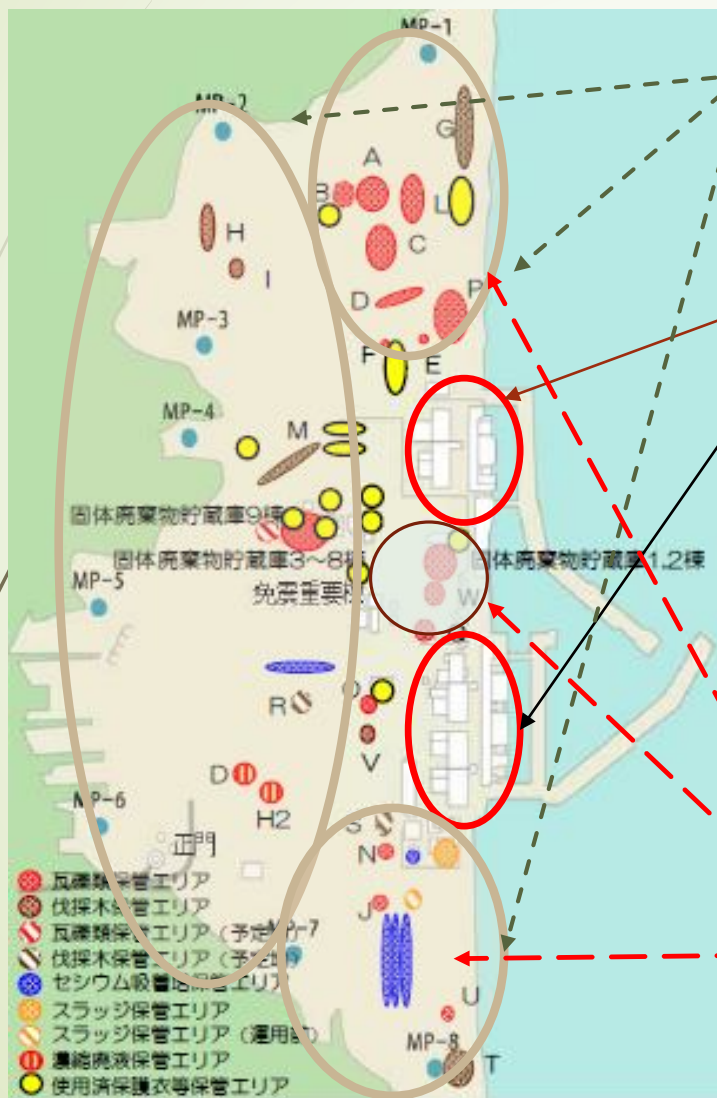
廃止措置廃棄物対策

- ✓敷地の除染物
- ✓サイト管理
- ✓廃棄物処理・管理

環境修復廃棄物対策

領域で区分した廃棄物の発生

7



環境修復 (サイト内)

燃料デブリ取り出し及び
廃止措置 (1-6号機)

- 原子炉建屋
- タービン建屋
- 廃棄物処理建屋
- 港湾施設?
- 地下構造物?

発生した廃棄物の
処理・管理

どのような廃棄物が発生するのか

8

事故対応・安定化・事故後除染

- 発生：瓦礫、伐採木、汚染水、など
- 対策：減容、安定化、トリチウム水の取扱、など

廃止措置・燃料デブリ取出し

- 燃料デブリ
- 放射能濃度の高い廃棄物（炉内機器）

課題

- 保管施設の整備 → 汚染水貯槽の処理によるスペース確保
- 性状把握/安定化処理/発生量の評価

環境修復

- 汚染土壌（量は多いが放射能濃度は低い）

課題

- 発生量の低減/性状評価/発生量の評価

ゴール（エンドステート）を決めないと発生量の予測が困難

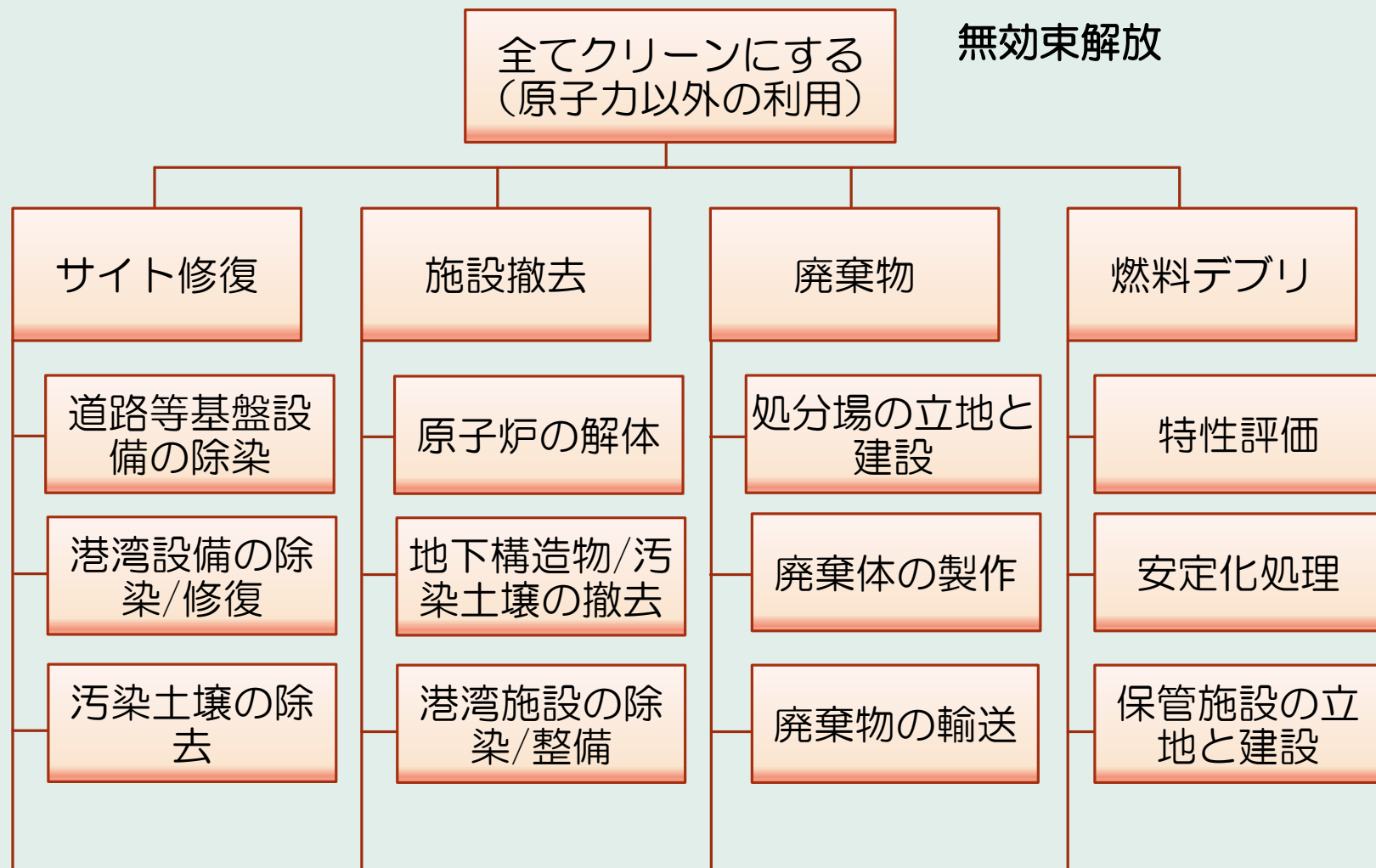
ゴールの選択肢

- 廃止措置（原子炉1-6号機）
 - ①解体撤去：全ての機器、構造物を撤去し建屋を解体
 - ②遅延解体：安全貯蔵（最終的には解体撤去）
 - ③原位置埋設：施設の一部または全部の管理を継続

- サイト修復
 - ①無効束解放：全体の放射能汚染を除去
 - ②制限付き解放：部分的な放射能汚染の除去
 - ③原子力施設の継続：管理を継続

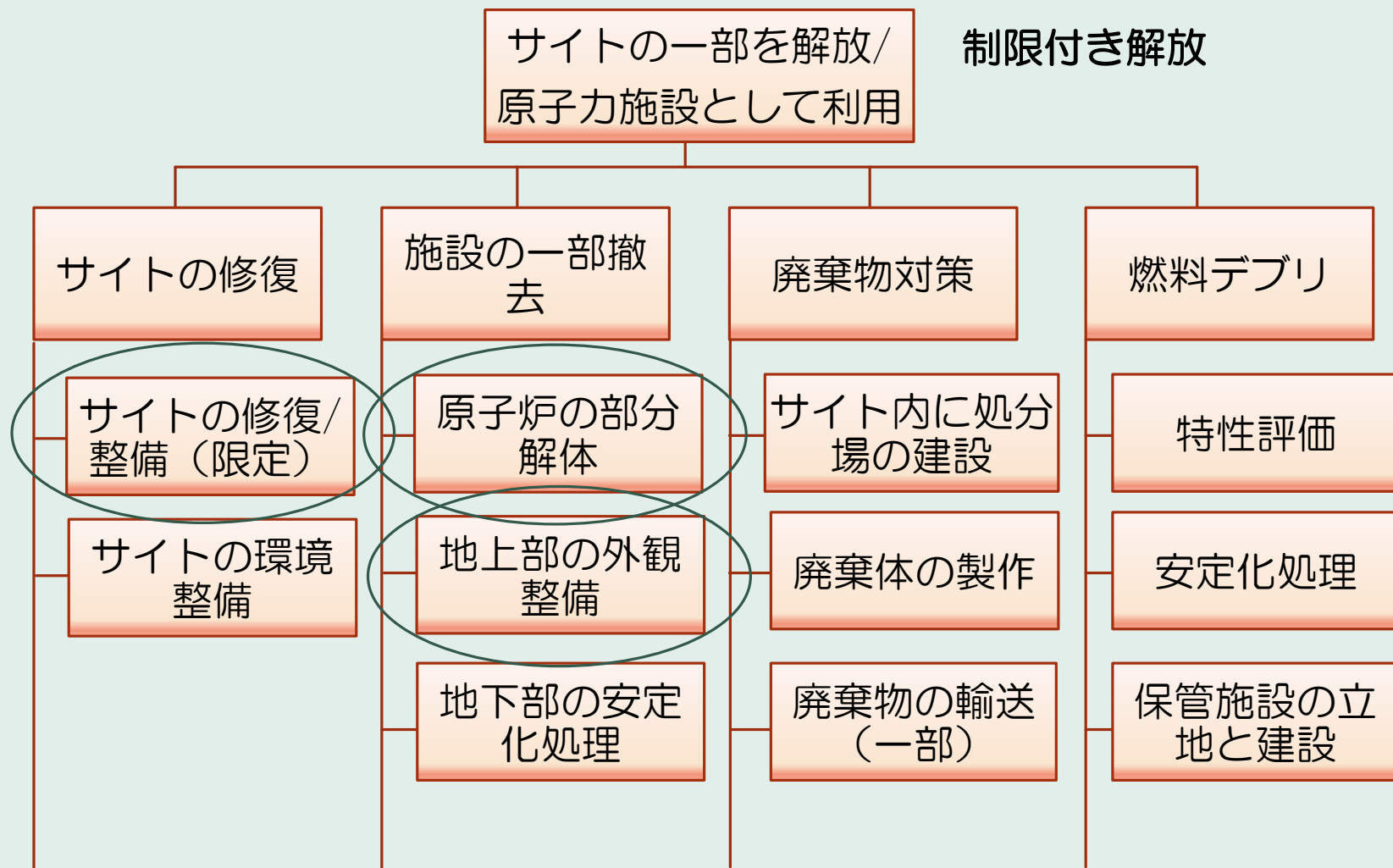
ゴールの設定（ゴールツリーの例1）

10



ゴールの設定（ゴールツリーの例2）

11



廃棄物管理シナリオの選択肢

12

- ① サイト外に搬出：
放射性廃棄物を全てサイト外に搬出
- ② サイト内中間貯蔵：
中間貯蔵施設を建設して放射性廃棄物を貯蔵
- ③ サイト内埋設処分：
処分場を建設（放射性廃棄物の全部または一部を処分）
- ④ スチュワードシップ：
区分した領域の一部の保守・監視を継続

注：スチュワードシップの場合、保守・監視する領域の土壌などは別途処分する必要がなくなる。

放射性廃棄物発生量の試算例

13

サイトを全て除染した場合の放射性廃棄物の発生量（試算例）文献

- 発生放射性廃棄物の容量は約560万 m^3
- 六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターの容量（約60万 m^3 ）の9倍以上
- 放射能レベルが極めて低い廃棄物（L3廃棄物）が全体の約70%

サイトの領域区分



敷地面積：約350万 m^2

- 原子炉施設（5,6号機）の解体では70-80万トンの廃棄物の発生が予想（クリアランスなしの条件では全てが放射性廃棄物）
- 原子炉施設（1-4号機）の解体では80-90万トンの放射性廃棄物の発生が予想。
- その他の施設の解体においても放射性廃棄物の発生が予想。

参考：東京ドームの容積：124万 m^3 （面積：46,755 m^2 ）
六ヶ所低レベル放射性廃棄物埋設センターの規模：60万 m^3
（ウラン濃縮工場用地および低レベル放射性廃棄物埋設センター用地：約340万 m^2 ）

文献 H. Kawamura, S. Yashio, I. G. McKinley, Decommissioning and Environmental Remediation Scenario Development for Fukushima Daiichi, TopSafe 2017,12-16 February 2017, Vienna, Austria

廃棄物管理に係る定性評価

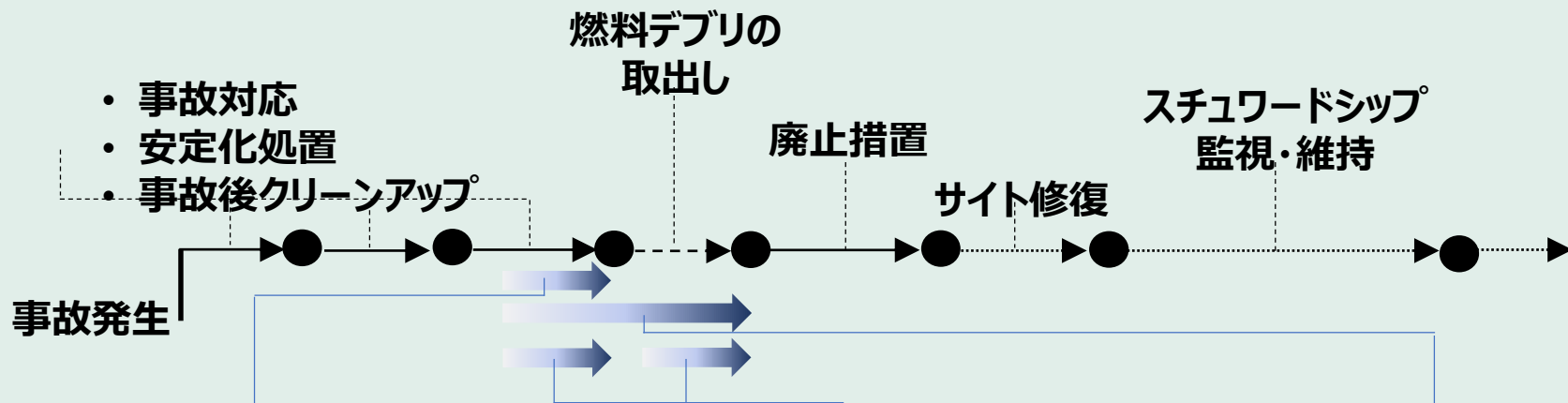
14

- ① サイト外搬出：
 - 処分場の建設に関する社会的合意形成が困難（？）
- ② 中間貯蔵：
 - 期間を限定した貯蔵施設であれば社会的な合意形成は可能
 - 「無効束解放」では十分な容量の貯蔵施設の建設は困難
- ③ 埋設処分：
 - 処分する廃棄物量が低減できれば物理的には可能
 - 現実的な取り組みであるが社会的合意が得れるか疑問
 - 「無効束解放」では十分な容量の処分施設を建設することが困難
- ④ スチュワードシップ
 - 発生する放射性廃棄物の多くがサイト修復に起因
 - 修復作業を適当なレベルまでとし保守・監視状態にすることは合理性
 - 放射性廃棄物の量を制限できることから中間貯蔵やサイト内処分も可能
 - 社会的合意が得れるか疑問

前提：福島第一サイトの外側の状況においては、かなり長期間に亘り通常为社会活動の対象とならないことが予想される

今後の課題

15



トリチウム水の取扱い

環境への放出又は貯蔵の
継続 → 燃料デブリ取出し、
保管等のための用地確保

廃棄物管理システム

中間貯蔵、サイト外搬出、
サイト内処分
→ 廃棄物処理施設の設計

廃止措置のシナリオ

即時解体撤去、安全貯蔵、
原位置埋設 → 廃棄物発
生量に影響

- 廃止措置・環境修復のゴール
- 廃棄物特性の予測（発生量を含む）
- 廃棄物（放射性廃棄物を含む）の行先
- 有価物の有効利用（クリアランスを含む）
- 放射性廃棄物管理シナリオの選択肢