原子力発電所の廃止措置について

-クリアランスと廃棄物対策-

令和7年12月

日本原子力学会 シニアネットワーク会員
元 原子力機構 バックエンド推進部門長
現 ㈱アトックス 上級顧問
現 原子力バックエンド推進センター 事業担当部長
長谷川　信

長谷川　信プロフィール

- 過去　日本原子力研究開発機構（旧動燃事業団）　 バックエンド推進部門長
  現在　㈱アトックス 上級顧問、　(公) 原子力バックエンド推進センター 事業担当部長
- 動燃事業団での初期は、遠心法及びレーザー法ウラン濃縮技術開発、原子力フロンティア研究、続いて事業所の研究開発管理業務、2006年頃からバックエンド業務として原子力機構を含めたバックエンドの全体計画を推進。その途中の2009年に、もんじゅ副所長としてもんじゅの第2回目の臨界に向けて参加
- 遠心法ウラン濃縮技術については、日本原燃に移管して、動燃事業団での技術開発は終了。その後原子力ルネッサンスの中で、動燃事業団として人工知能、レーザー技術等の新技術を使った原子力への応用可能性について利用検討
- 原子力機構の研究開発にも影響しかねないバックエンド対策について、長期的視点で合理的な検討を行い、関係省庁と折衝を実施
- 動燃事業団に入社した当時は、第２次オイルショクで就職難の時代。動燃事業団に就職したきっかけは、大学の卒業生の先輩が、特別講義で日本のエネルギーについて熱く語っていただき、原子力の面白みを説明されたこと

講　演　の　内　容

１．原子力発電所のライフサイクル

２．原子力発電所の廃止措置

３．クリアランス制度と廃棄物対策

４．集中クリアランス処理事業（原子力リサイクルビジネス）

1. 原子力発電所のライフサイクル

我が国における原子力発電の歩み

1953年　Atoms for Peace（アイゼンハワー大統領、原子力平和利用の開始）
1954年　原子力研究の開始（最初の原子力予算、２億3500万円）
1957年　我が国最初の原子炉JRR-1臨界（茨城県東海村）
1963年　我が国最初の原子力発電成功（動力試験炉JPDR、1.25万kW）
1966年　東海原子力発電所運転開始（日本原電、ｺｰﾙﾀﾞｰホール型炉12.5万kW）
1970年　敦賀発電所1号機（原電、BWR、37.5万kW）
1970年　美浜発電所1号機（関電、PWR、34万kW）
1971年　福島発電所1号機（東電、BWR、46万kW）
この後、原子力発電所の大型化と建設ラッシュ：60基の原子力発電所を建設

（1966年〜この後：営業運転）

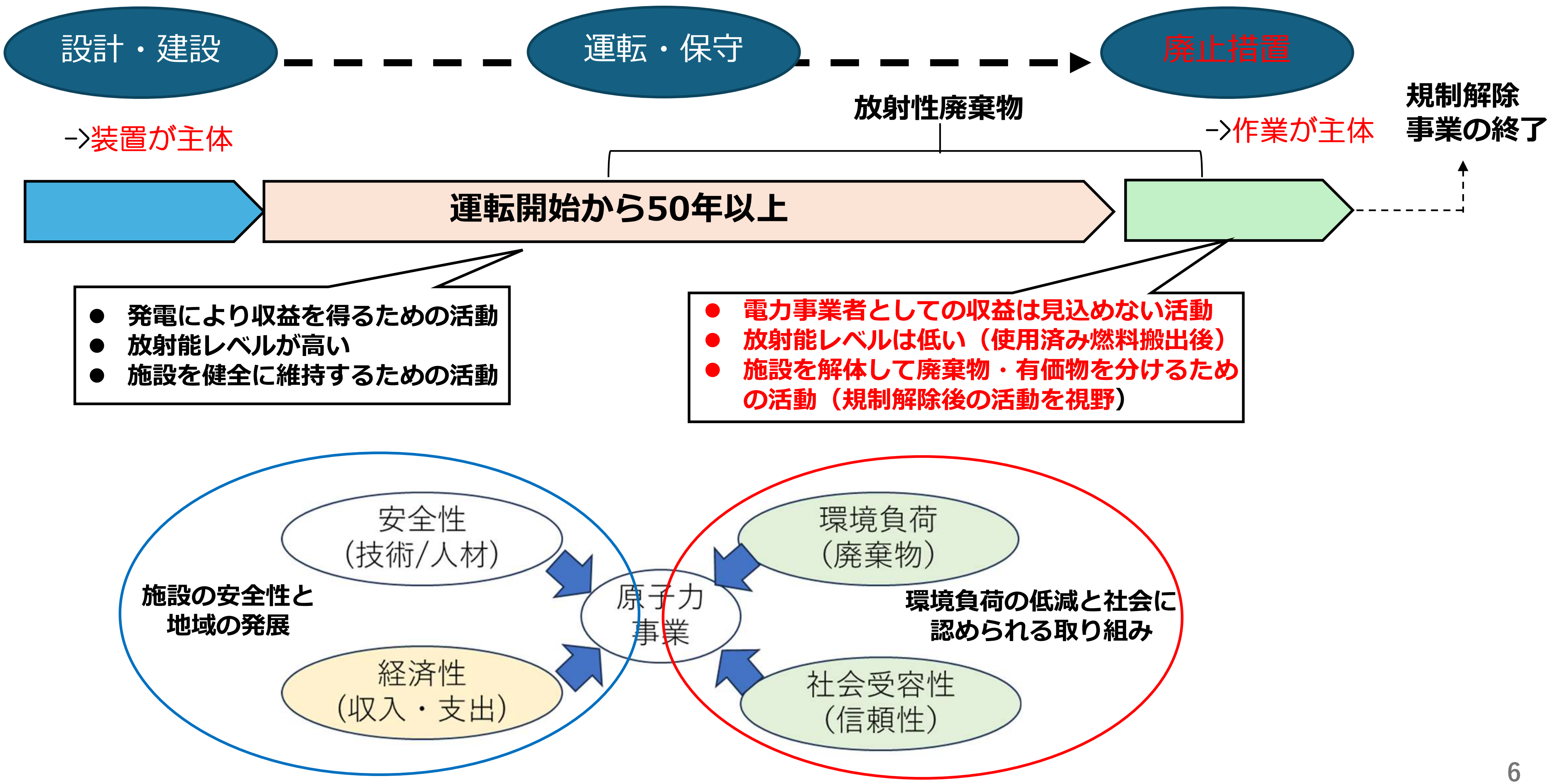
⋮

1992年：六ケ所低レベル放射性廃棄物埋設センターが操業を開始
1993年：海洋投棄を選択肢としないことを決定（原子力委員会）
2005年：クリアランス制度の成立

⋮

2011年　福島第一発電所の事故
2012年　原子炉等規制法の改定（40年ルール、最長60年運転）

原子力発電所ライフサイクルと考慮すべき主要な観点



原子力発電所の施設と中性子による核反応

原子力発電所の施設

- 原子炉建屋（原子炉格納容器、燃料交換機 、燃料貯蔵プール 、原子炉圧力容器（炉内構造物） 、安全設備など）
- タービン建屋（蒸気タービン、発電機、復水器など）
- 原子炉補助建屋（放射性廃棄物処理設備）
- その他の施設（固体廃棄物貯蔵施設、取水・排水口）

中性子による核反応

核燃料
- ● 核分裂　例　$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3(^{1}_{0}n)$
- ● 核変換　例　$^{1}_{0}n + ^{238}_{92}U \rightarrow ^{239}_{92}U \xrightarrow{\beta^-} ^{239}_{93}X \xrightarrow{\beta^-} ?$

構造物
- ● 中性子捕獲　例　$^{1}_{0}n + ^{59}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{27}Co \xrightarrow{\beta^- + \gamma} ^{60}_{28}Ni$

放射化放射性物質

中性子との反応によって生成された放射性核種

- ●炉心部機器　：^{3}H, ^{14}C, ^{51}Cr, ^{54}Mn, ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{63}Ni, ^{94}Nb, ^{125}Sb, ^{154}Eu, 等
- ●熱(生体) 遮へい体：^{3}H, ^{14}C, ^{60}Co, ^{63}Ni, ^{134}Cs, ^{152}Eu, ^{154}Eu , 等

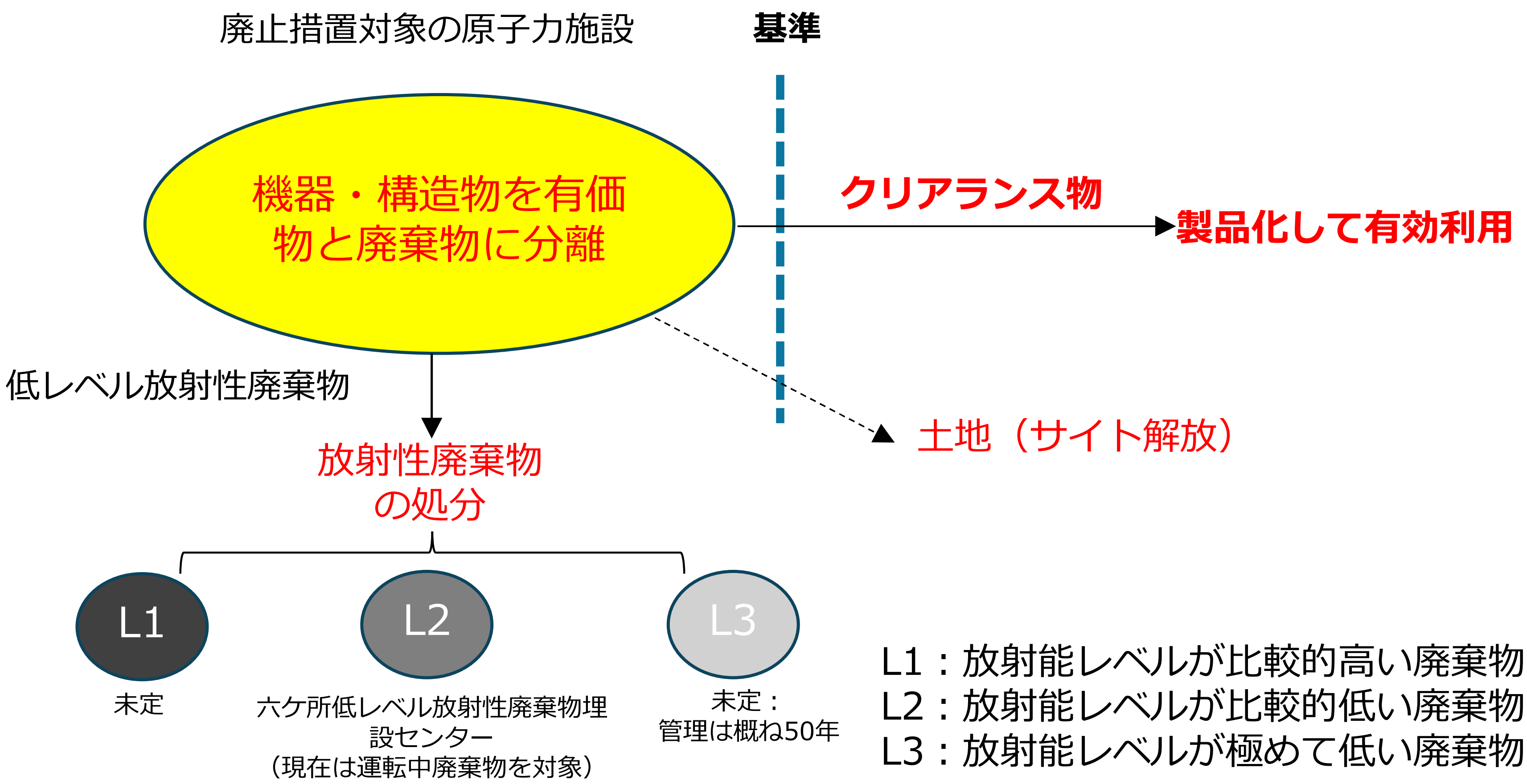
廃止措置の定義（IAEA）

世界の共通した認識

- 廃止措置とは原子力施設の一部又は全部をそこに課せられている規制から除外するための行政的、技術的な活動（処分施設は除外：処分施設は閉鎖であり廃止措置とは定義されない）。
- 廃止措置の活動には、放射性物質、廃棄物、機器・構造物の除染、解体、撤去が含まれ、放射線リスクの低減を実現するために適用されるものであり、安全確保に必要な事前の計画や評価に基づいて実施される。

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

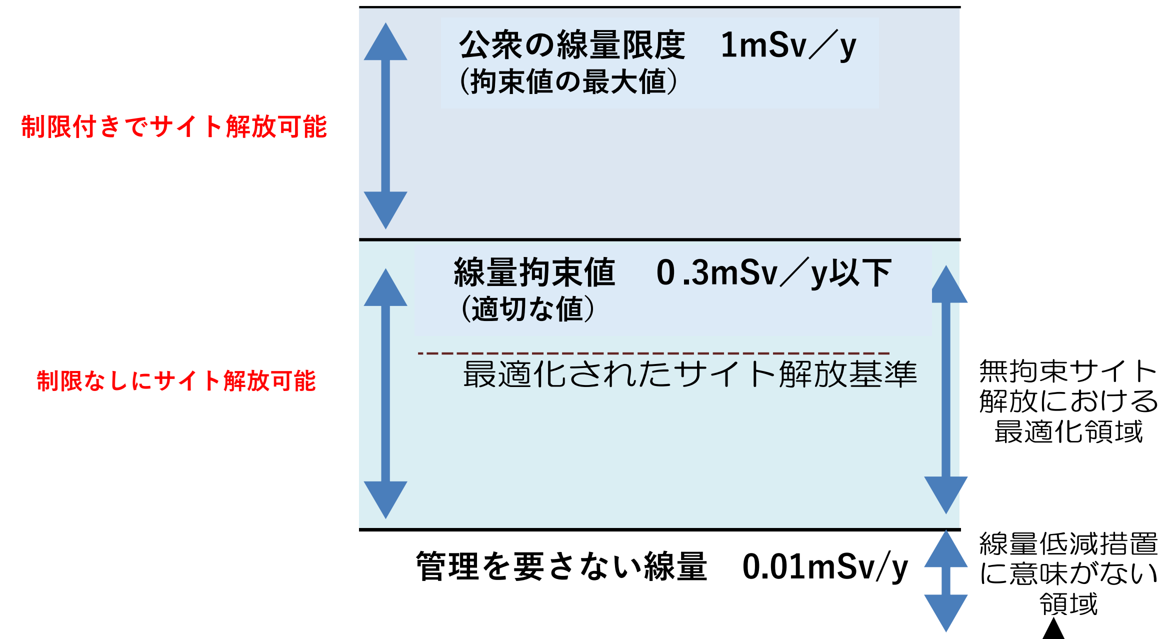
廃止措置で実施する作業の役割



L1：放射能レベルが比較的高い廃棄物
L2：放射能レベルが比較的低い廃棄物
L3：放射能レベルが極めて低い廃棄物

サイト解放 – エンドステートの条件

廃止措置を終了した後に、人が残った土地や施設を使用しても十分に安全だということを確認



総合資源エネルギー調査会　原子力安全・保安部会　廃止措置安全小委員会報告書

原子力規制委員会の考え方(注1)

（評価方法の例）

……、いずれの評価単位においても、決定された土壌中の放射性物質の平均放射能濃度がクリアランス規則に規定されているクリアランスレベルを超えていないことを確認する。

廃止措置の先にあるもの

原子力開発から半世紀を経て我が国が直面する様々な課題の下、廃止措置の先に来る社会をどのように展望するのかが重要

- 新たな時代の展開（SDGｓ、人口減少）
- 次世代炉はどうあるべきか
- 整備されたインフラをどう活用するのか
- 地域の発展はどうするのか

注１：廃止措置の終了確認における敷地土壌等の状況の判定に関するガイド、令和４年３月３０日、原子力規制委員会

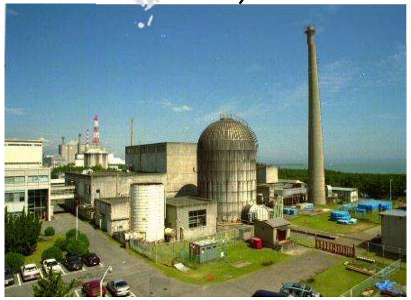
2. 原子力発電所の廃止措置

JPDR（動力試験炉）の廃止措置

JPDRの概要

- 型式：沸騰水型（BWR）
- 出力：90,000kW（当初45,000kW）
- 運転：昭和３８年～昭和５１年

JPDR：動力試験炉
所在地：茨城県東海村
我が国で初めて原子力による発電



解体作業

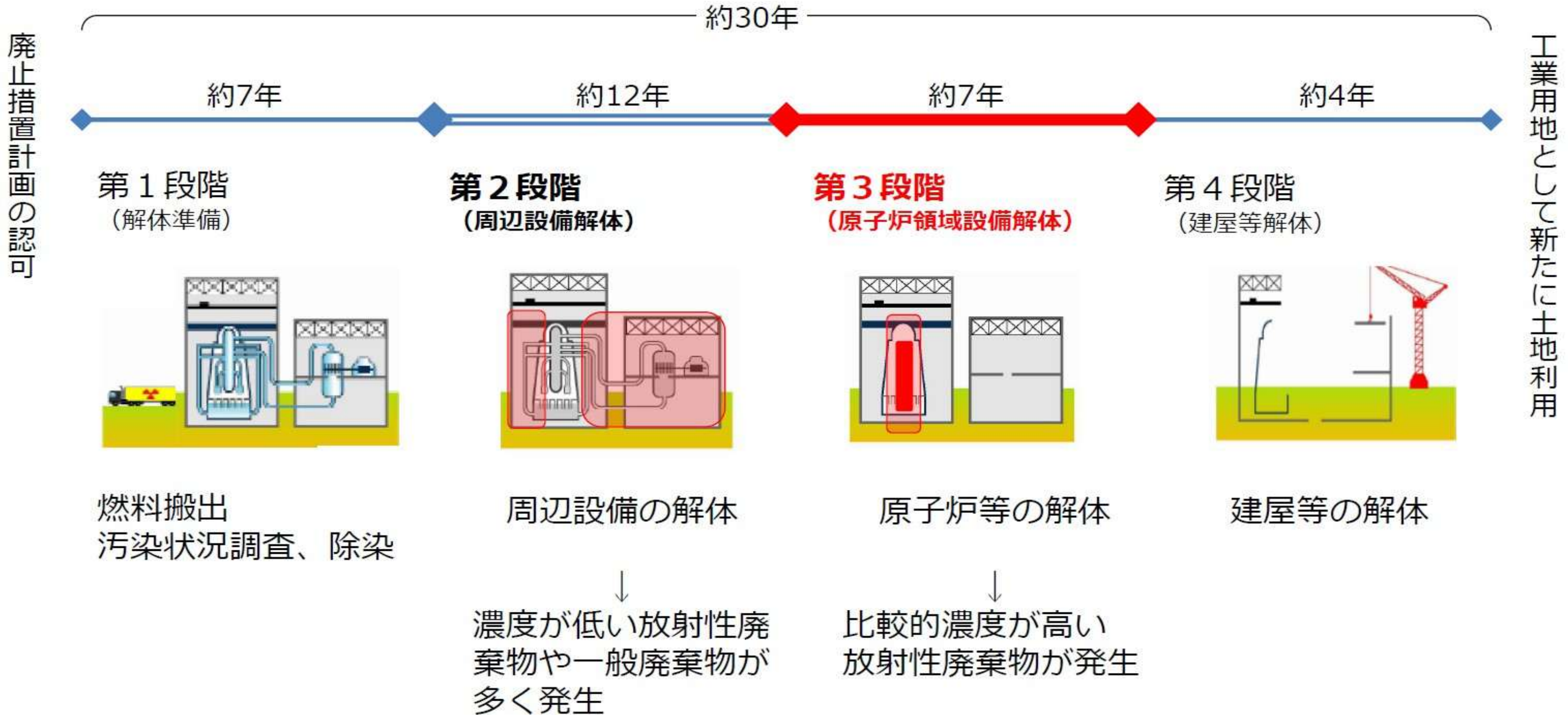
- 目的　　　：解体技術の検証、データ・経験の所得
- 作業期間　：昭和６１年１２月～平成８年３月
- 費用　　　：約２３０億円（含技術開発）
- 廃棄物量　：３,７７０トン（放射性）
- 被ばく線量：３０６人・ｍＳｖ（個人最大：８.５ｍＳｖ）

廃棄物管理

- 放射性廃棄物は極低レベルコンクリートを除いて全て保管
- 極低レベル廃棄物を廃棄物埋設実地試験に使用
- 放射性廃棄物でない廃棄物の区分を実施

原子力発電所の廃炉は30年かかる長期事業

- 廃炉のプロセスは４ステップ。１基につき、**約30年をかけて廃炉を完了**させる。
- 設備を解体し、放射性廃棄物が本格的に発生する**「第２段階」及び「第３段階」**が**作業のピーク**であり、重要なプロセスとなる。



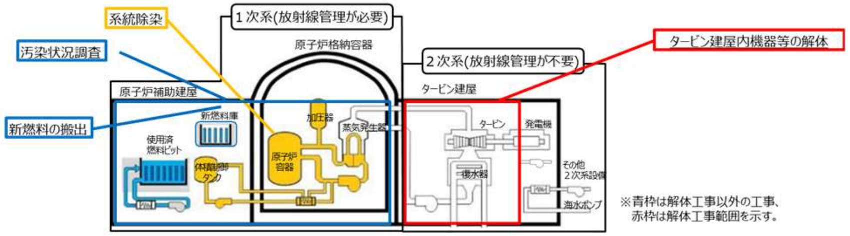
出典：資源エネルギー庁作成「原子力政策に関する直近の動向と今後の取組」. ”第37回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会”配布. 2023.12.19開催.
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/037_01_00.pdf

参考：原子力発電所の廃炉の各段階

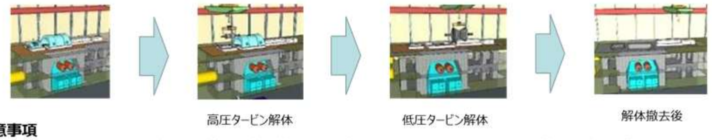
第１段階

○主な工事内容

系統除染、汚染状況調査、新燃料の搬出、タービン建屋内機器等の解体を実施する。



<タービンの解体イメージ>



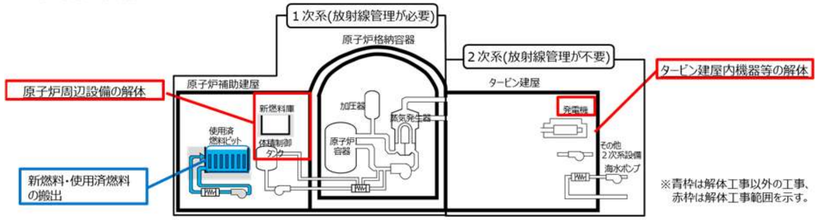
○主な留意事項

- 管理区域内における作業員の被ばく防止（防保護具着用による内部被ばく防止、遮へい等による外部被ばく低減等）
- アスベスト対策の徹底（作業員の健康被害防止、石綿作業主任者等の配置、粉じんの飛散防止等）
- 労働災害の発生防止（クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛け、落下、挟まれ等）

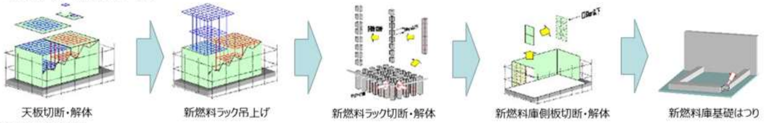
第２段階

○主な工事内容

比較的線量が低い管理区域内設備（原子炉周辺設備）の解体、新燃料・使用済燃料の搬出、タービン建屋内機器等の解体を実施する。



<新燃料庫の解体イメージ>



○主な留意事項

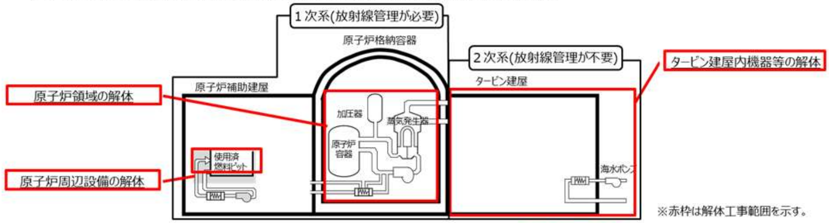
- 管理区域内における作業員の被ばく防止（防保護具着用による内部被ばく防止、遮へい等による外部被ばく低減等）
- アスベスト対策の徹底（作業員の健康被害防止、石綿作業主任者等の配置、粉じんの飛散防止等）
- 労働災害の発生防止（クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛け、落下、挟まれ等）

第３段階

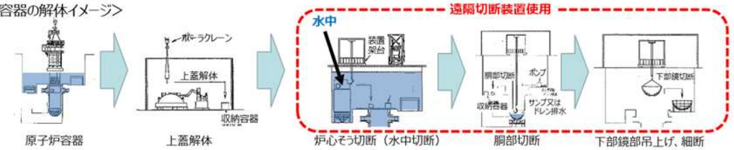
○主な工事内容

比較的線量が高い原子炉領域や原子炉周辺設備の解体、タービン建屋内機器等の解体を実施する。

※第2段階以降に行う具体的事項については、放射能調査や2次系設備の解体撤去の経験等を踏まえて検討する。



<原子炉容器の解体イメージ>



○主な留意事項

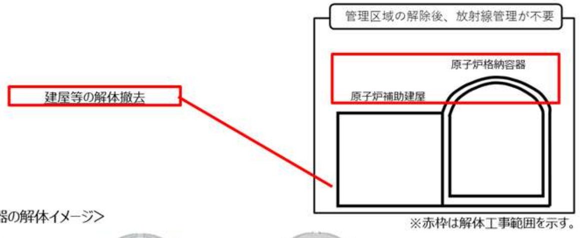
- 高線量区域における作業員の過剰な被ばくの防止（遠隔切断装置の導入による被ばく低減等）
- 放射能レベルが高い解体廃棄物の発生量低減、拡散防止
- 労働災害の発生防止（クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛け、落下、挟まれ等）

第４段階

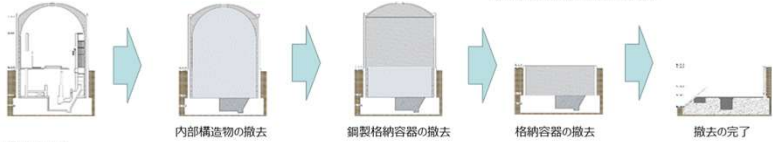
○主な工事内容

管理区域の解除後、建屋等の解体撤去を実施する。

※第2段階以降に行う具体的事項については、放射能調査や2次系設備の解体撤去の経験等を踏まえて検討する。



<原子炉格納容器の解体イメージ>

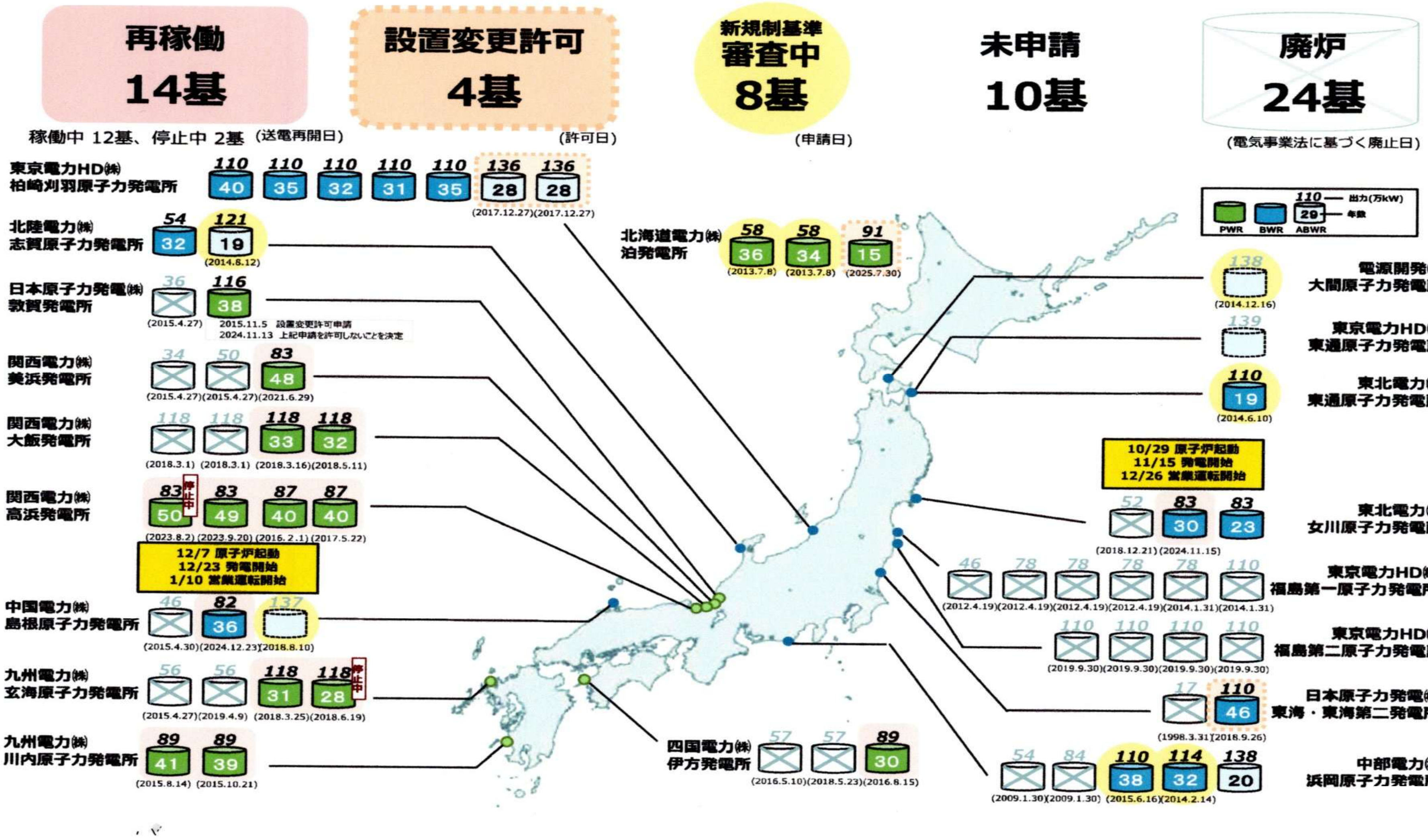


○主な留意事項

- 解体に伴い発生する粉じん等の発生量低減、拡散防止
- 労働災害の発生防止（クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛け、落下、挟まれ等）

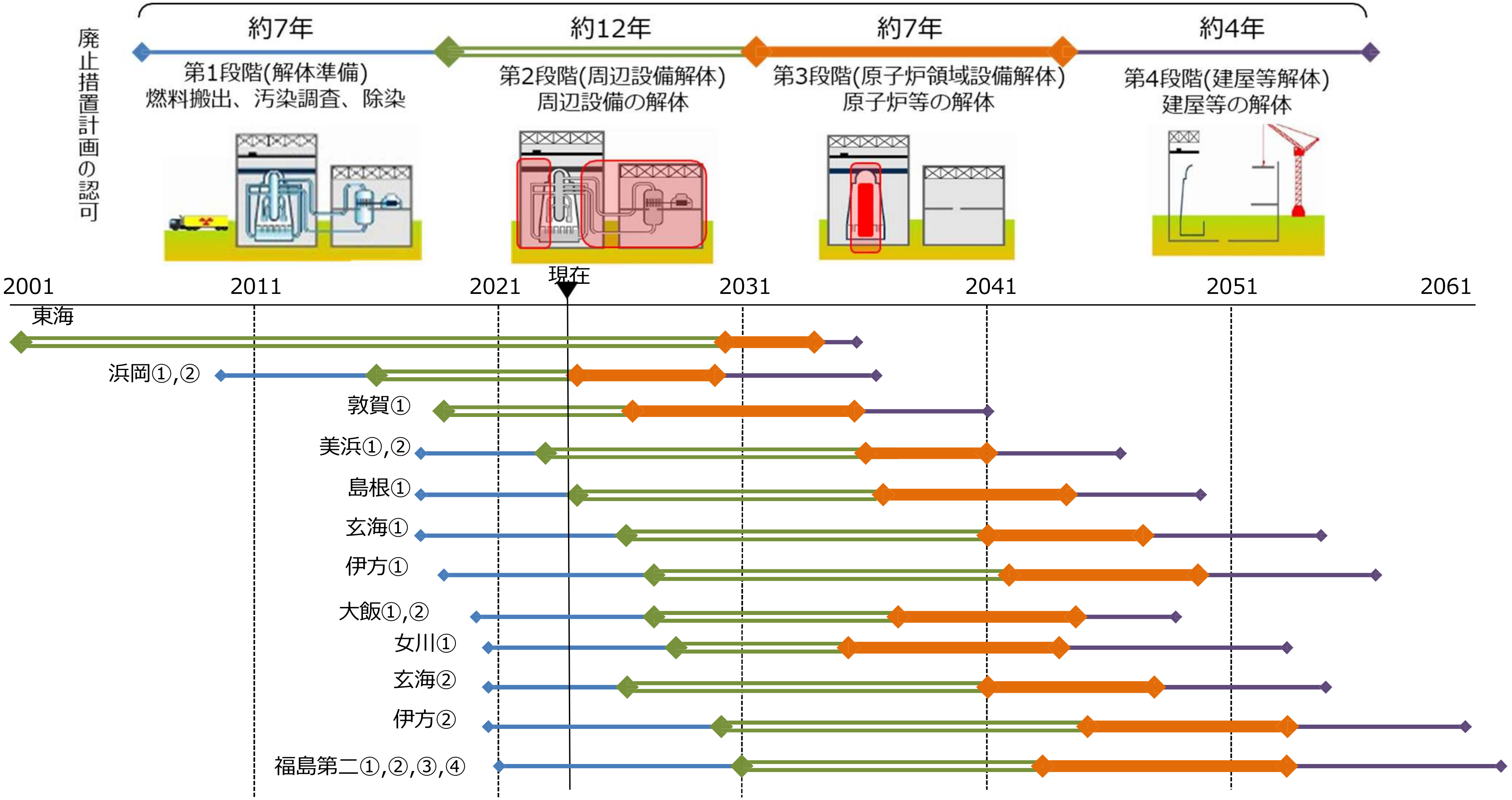
参考：国内の原子力発電所の現状

2025年10月1日時点



原子力発電所の廃炉スケジュール

- 廃炉決定済の18基※のうち、周辺設備を解体する**<u>第2段階にあるのは6基</u>**。 ※福島第一原発を除く。
- 3月14日、中部電力が、**<u>浜岡①②の第3段階着手の廃止措置計画を認可申請（商用炉初）</u>**。



我が国における原子力発電所の廃止措置の概要

NO	原子炉	型	出力(MWe)	運転開始(年)	停止年	運転期間(年)	廃止措置終了(年度)	放射性廃棄物量（ton） L1	L2	L3	廃止措置期間(年)	廃止措置費用(億円)
1	東海発電所	GCR	166	1965	1998	33	2034	1,540	8,950	12,230	35	885
2	敦賀発電所1号機	BWR	357	1969	2011	41	2040	40	1,990	10,760	24	366
3	女川発電所1号機	BWR	524	1983	2011	27	2053	60	740	5,340	34	419
4	福島第２原子力発電所1号機	BWR	110	1981	2011	30	2064	90	1,040	10,190	44	697
5	福島第２原子力発電所２号機	BWR	110	1983	2011	28	2064	100	1,110	12,100	44	714
6	福島第２原子力発電所３号機	BWR	1100	1984	2011	27	2064	100	1,100	12,300	44	708
7	福島第２原子力発電所４号機	BWR	1100	1986	2011	25	2064	90	1,110	12,360	44	704
8	浜岡原子力発電所1号機	BWR	540	1974	2001	27	2036	100	600	12,300	36	379
9	浜岡原子力発電所2号機	BWR	840	1978	2004	26	2036	100	800	8,900	36	462
10	美浜発電所１号機	PWR	340	1970	2010	40	2045	110	630	1,600	40	323
11	美浜発電所２号機	PWR	500	1972	2011	39	2045	110	800	1,790	40	358
12	大飯発電所１号機	PWR	1175	1977	2011	38	2048	200	1,420	10,080	31	592
13	大飯発電所2号機	PWR	1175	1978	2011	38	2048	200	1,430	10,160	31	594
14	島根原子力発電所１号機	BWR	460	1973	2010	37	2049	60	670	4,970	27	378
15	伊方発電所1号機	PWR	566	1977	2011	34	2056	90	880	2,070	40	396
16	伊方発電所2号機	PWR	566	1981	2012	31	2059	90	880	2,000	40	396
17	玄海原子力発電所１号機	PWR	599	1975	2011	36	2054	100	800	1,990	28	385
18	玄海原子力発電所２号機	PWR	559	1980	2011	31	2054	90	800	2,040	35	365
19	ふげん	ATR	165	1978	2003	25	2040	500	4,400	45,400	34	747
20	もんじゅ	FBR	714MWt	1995	2010	3	2047	-	-	-	38	1,500

出典：廃止措置計画認可申請書、廃止措置実施方針

原子力発電所の廃止措置を進めるための課題

- 廃止措置とはプラントライフサイクルの最終段階における活動
- 廃止措置はプロジェクトでありプロジェクトリスクの考慮が必要
- 廃棄物の行き先が決まらないと廃止措置は終了しない
- 廃棄物処分及びクリアランス物の利用には社会的合意形成が必要
- 新たな考え方に基づく取り組みと事業モデルの創生は、これからの原子力技術の展開（ビジネス）に向けた第一歩

3. クリアランス制度と廃棄物対策

クリアランス制度 -1

- 原子力施設等の廃止措置や運転・保守に伴って発生する解体物等の中には、放射能濃度が極めて低く、人の健康への影響が無視できる物質が含まれてる。
  これらを測定・評価し、放射能濃度基準値以下であることを確認したものを一般資材として再利用又は処分することができる制度を「クリアランス制度」と呼ぶ。
- 我が国では、原子力施設の廃止措置等で発生する金属やコンクリート等の放射能濃度が極めて低いものについて、人の健康への影響を無視できる放射能濃度として法令で定める。その基準を超えないことについて、国による「測定・評価方法」の認可（第一段階）及び「測定・評価結果」の確認（第二段階）を、受ける。
- 国の確認を受けたものは、「放射性物質として扱う必要がないもの」として、「原子炉等規制法関係法令」の規制を外れ、「廃棄物・リサイクル関係法令」の規則を受け、通常の産業廃棄物として再利用又は処分することができる。

クリアランス制度-2

- 多くの国でクリアランス制度が運用されており、我が国でも平成17年度に法令が改正され、同制度が導入された。

- クリアランス基準はIAEAガイドに基づき、全数原子力規制庁が確認。(例えば、Co-60,Cs-137で0.1Bq/g)

  注) 一般食品中のセシウムの基準値0.1Bq/gと同じレベル。
  食品は自治体が品目に応じて自主的に検査

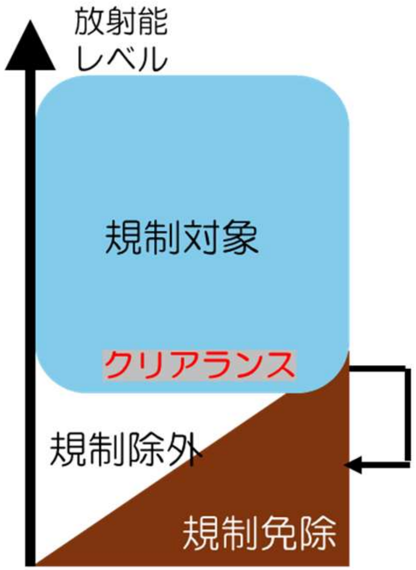
  出典: http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/20131025-1.pdf

- 基本となる考え方：10μSv/年以下(IAEA:10μSv/年オーダ)
  ⇒核種毎にクリアランスレベルが設定

- このクリアランス制度は、リサイクルを可能とするもので、地球環境への負荷低減、循環型社会形成に寄与。

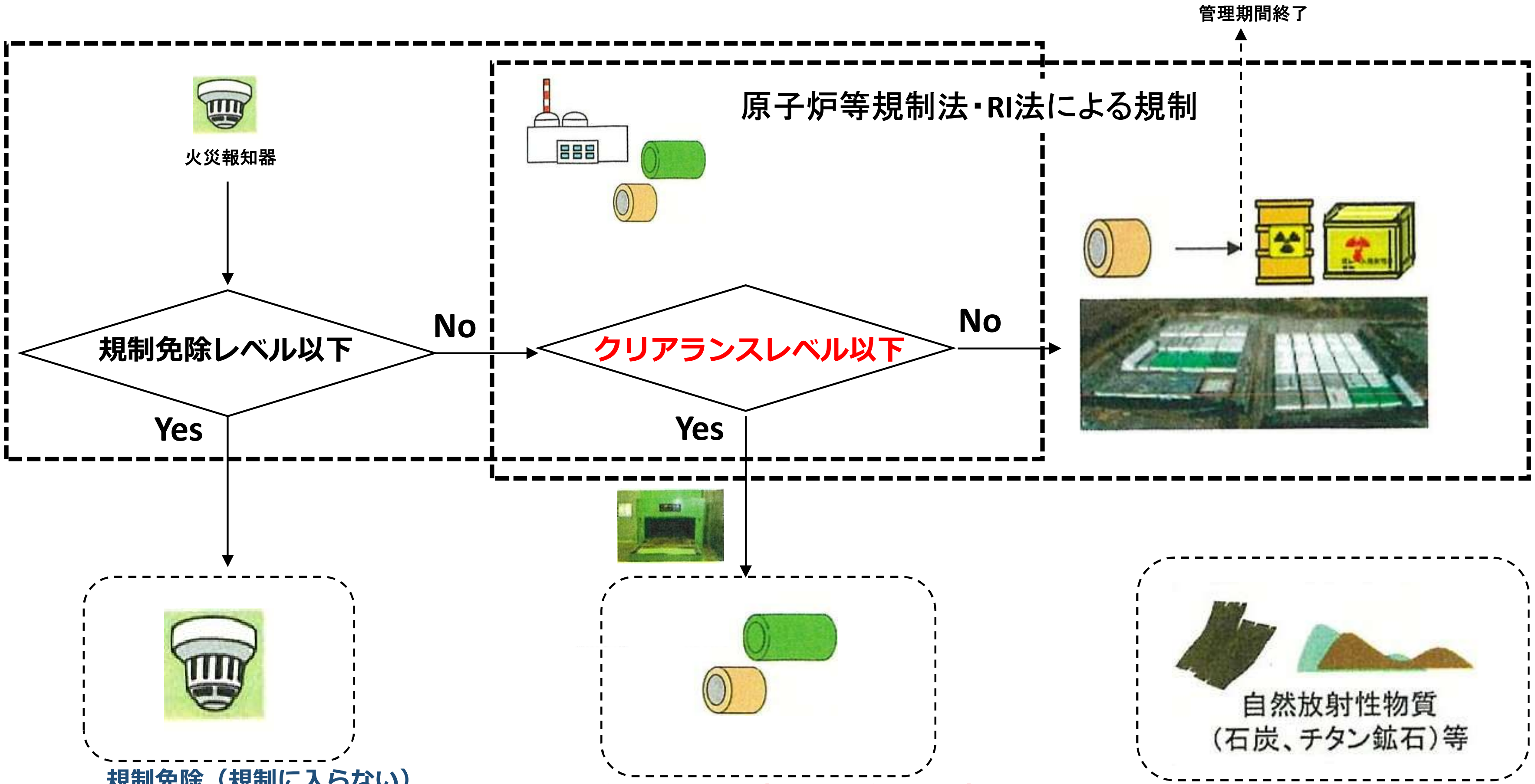
  注)産廃の53%が再利用、44%が減容化され、最終処分は3%

  出典: (財)日本産業廃棄物処理振興センターHP



クリアランスレベル；「放射性物質」から「放射性物質として扱う必要のない物」を区分する基準となる放射性核種濃度。

規制免除、規制除外、クリアランスの概念



規制免除（規制に入らない）
Exemption

ある放射線源について、それによる健康への影響が無視できるほど小さく、放射性物質として扱う必要がないことから、放射線防護上にかかる規制の対象としないこと

クリアランス（規制から外すこと）
Clearannce

規制の範囲内にある放射性物質または放射性物質を装備した機器などを、規制当局により以後の規制の管理から外すこと

規制除外（もともと規制外）
Exclusion

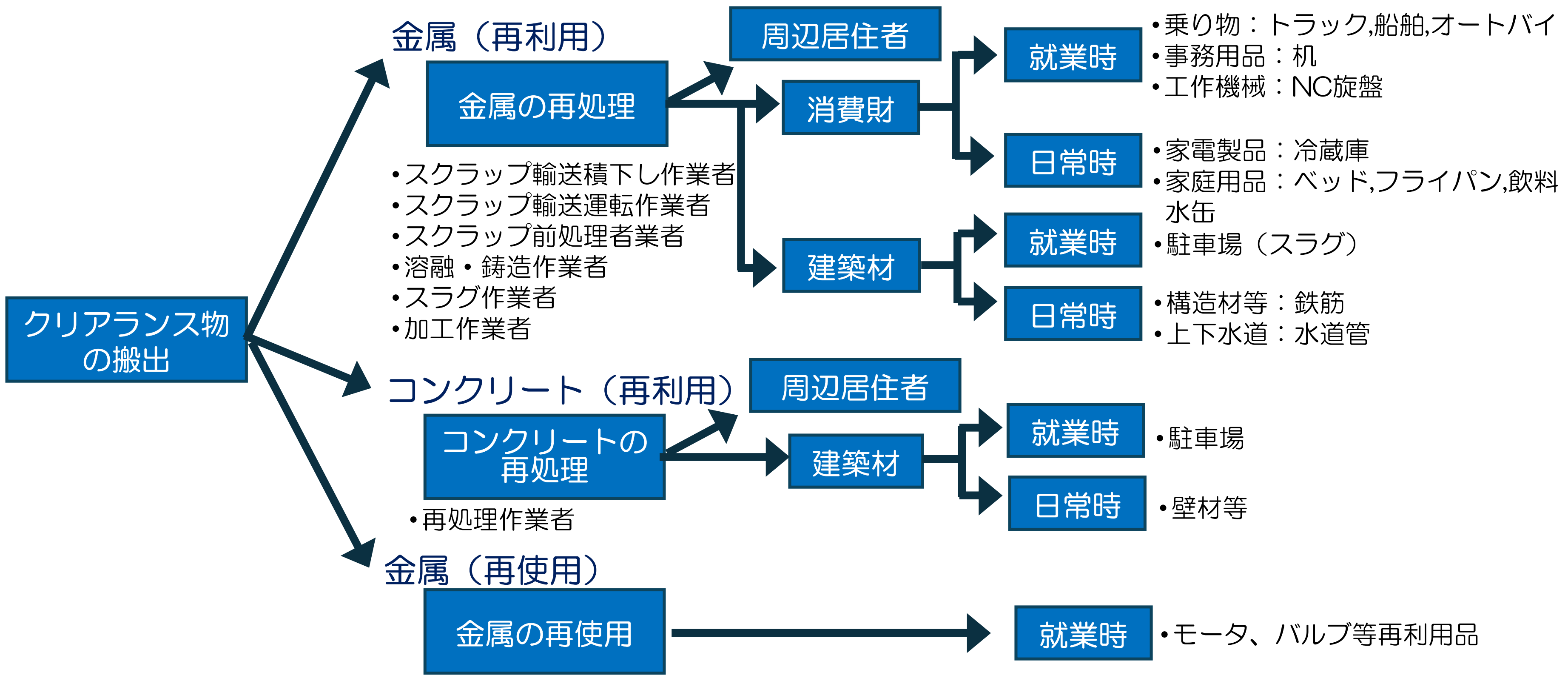
自然界に存在する放射線源による被ばくのように、制御できず、規制の対象としてなじまない被ばくを規制の対象としないこと

海外のクリアランス制度と実績

国名	制度と基準値	再利用制約と実績の例(調査できた情報のみ)
米国	個別審査: -	制約無: ESが1991～2015年に金属62,000tを溶融してリサイクル。
カナダ	個別審査: -	制約無: ESが2006～2015年に金属2,000tを溶融してリサイクル。
ドイツ	制度有(含む、条件付): Case by Case	制約無: Siempelkampは20,000tのうち12,000tを原子力業界、7,000tをそれ以外でリサイクル
英国	制度有 : 0.4Bq/g	制約無: Capenhustの金属7,610tをリサイクル
フランス	ゾーニング: -	クリアランス制度は導入されていない。放射性物質で汚染された可能性があるゾーンを定め、それから生じる廃棄物は全て放射性廃棄物扱い。それまで極低レベル放射性廃棄物に区分されていた金属に関し、規制適用除外によるリサイクルを可能とする政令が2022年2月に発行。
スウェーデン	制度有 : 0.5Bq/g	制約無: Studvikが1987～2015年で金属44,700tを処理してリサイクル
フィンランド	制度有 : 1Bq/g	制約無: Olkiluotoで 金属 300tをリサイクル
スペイン	制度有 : Case by Case	制約無: Vandellos-1で廃棄物16,000tをフリーリリース
ベルギー	制度有 : 0.1Bq/g	制約無: Eurochemicで除染金属219t、溶融金属670tをフリーリリース。

出典: JAEA-Review 2012-019,OECD/NEA,"Recycling and Reuse of Materials Arising from the Decommissioning of Nuclear Facilities",2017.

クリアランスレベル導出のシナリオ（評価経路）



クリアランス物の利用等によりどの程度の被ばくが予想されるのか

クリアランスレベルはどう算出されたか

クリアランスレベル（単位：Bq/g)

H-3	：100	Cs-134	：0.1
C-14	：1	Cs-137	：0.1
Mn-54	：0.1	Eu-152	：0.1
Co-60	：0.1	Eu-154	：0.1
Sr-90	：1	全α各種	：0.2
Ba-133	：2		

クリアランスレベルの計算(注)

核種	算出結果	クリアランスレベル（Bq/g）	決定経路	評価経路名	対象者
H-3	64	100	埋設	跡地利用（農産物摂取）	子供
C-14	3.8	1	埋設	地下水利用（淡水産物摂取）	子供
Co-58	3.3	1	埋設	操業（埋立作業者外部）	成人
Co-60	0.31	0.1	再利用	壁材等・外部	子供
Ni-59	35	100	埋設	地下水利用（農産物摂取）	子供
Ni-63	130	100	埋設	跡地利用（農産物摂取）	子供
Fe-55	2500	1000	再利用	積み下ろし・直接経口摂取	成人
Sr-90	0.69	1	埋設	跡地利用（農産物摂取）	子供

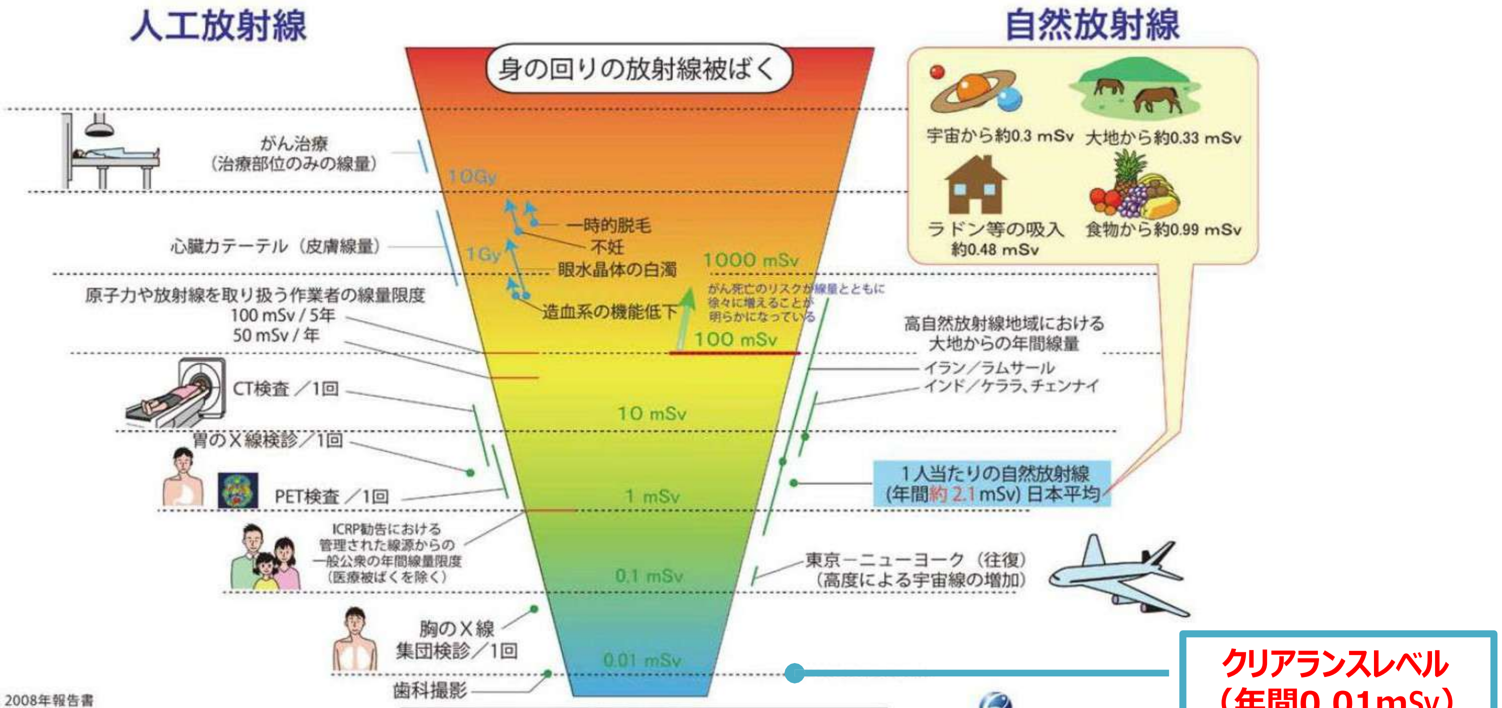
主要な前提条件（注）

- ✓ IAEA 安全指針RS-G-1.7 を参照
- ✓ 110 万kW 級の原子炉が1 基解体（約50 万トン）されることを想定
- ✓ 人体への影響度及び対象廃棄物中での存在量の相対的に大きな核種として、合計58 核種を選択
- ✓ 線量評価を行う評価経路は、対象物に起因して現実的に起こり得ると想定される全ての評価経路(埋設処分、再利用)を考慮

注：原子炉施設及び核燃料使用施設の解体等に伴って発生するもののうち放射性物質として取り扱う必要のないものの放射能濃度について、平 成16年12月9日(平成17年3月10日一部訂正及び修正)、原子力安全委員会放射性廃棄物・廃止措置専門部会

参考：日常生活と放射線

- クリアランス制度では、原子炉等規制法に基づき、原子力規制委員会が定める基準**（クリアランスレベル）以下であることの確認を受ける。**
- **クリアランスレベルは放射線が極めて少なく人体への影響が無視できるレベルで、その放射線量は年間0.01mSvに相当**。これは**日常的に受ける放射線量**（日本平均：年間約2.1mSv）**の100分の１以下**。



- UNSCEAR 2008年報告書
- ICRP 2007年勧告
- 日本放射線技師会医療被ばくガイドライン
- 新版 生活環境放射線（国民線量の算定）

などにより、放医研が作成（2013年5月）

【ご注意】
1）数値は有効数字などを考慮した概数です。
2）目盛（点線）は対数表示になっています。
目盛がひとつ上がる度に10倍となります。
3）この図は、引用している情報が更新された場合変更される場合があります。

【線量の単位】
各臓器・組織における吸収線量：Gy（グレイ）
放射線から臓器・組織の各部位において単位重量あたりにどれくらいのエネルギーを受けたのかを表す物理的な量。
実効線量：mSv（ミリシーベルト）
臓器・組織の各部位で受けた線量を、がんや遺伝性影響の感受性について重み付けをして全身で足し合わせた量で、放射線防護に用いる線量。
各部位に均等に、ガンマ線 1 Gy の吸収線量を全身に受けた場合、実効線量で1000 mSv に相当する。

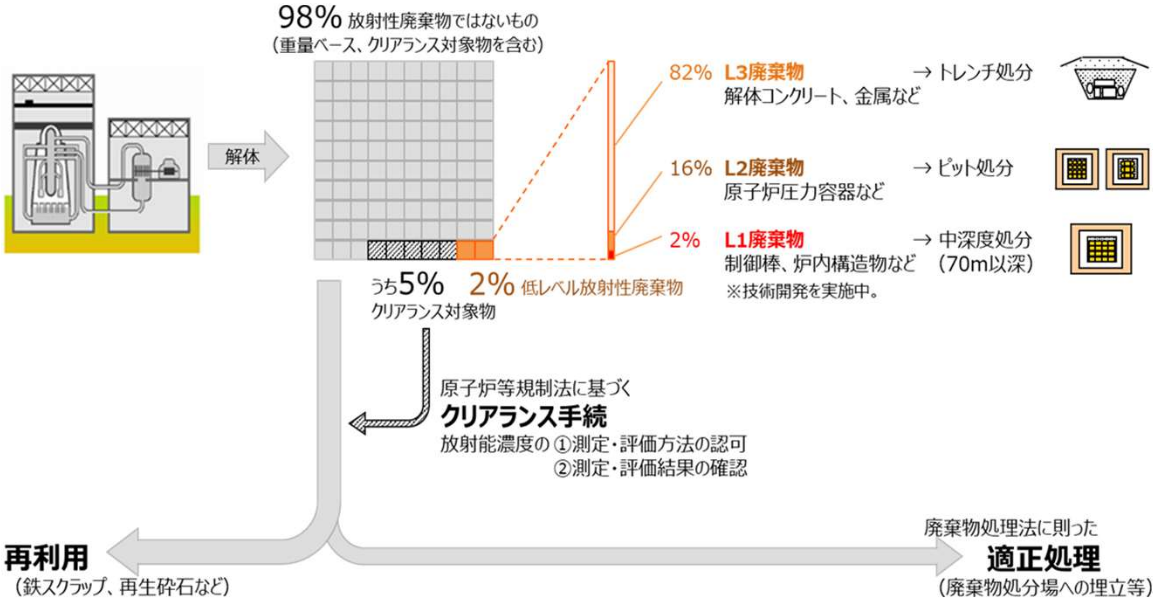
QST 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構
放射線医学総合研究所
http://www.qst.go.jp
NIRS
Ver 180516

解体廃棄物の種類と量

- 解体廃棄物のうち、**低レベル放射性廃棄物は2%であり、放射能レベルに応じて処分する。**

- **低レベル放射性廃棄物**については、廃止措置の進展に伴い増加が見込まれることから、**早期の処分実現に向けた取組が重要**。

- **クリアランス物**についても、**廃止措置の円滑化**や**資源の有効活用**の観点から、**更なる再利用先の拡大**を推進するとともに、**フリーリリースを見据え、クリアランス制度の社会定着に向けた取組**を進めることが重要。



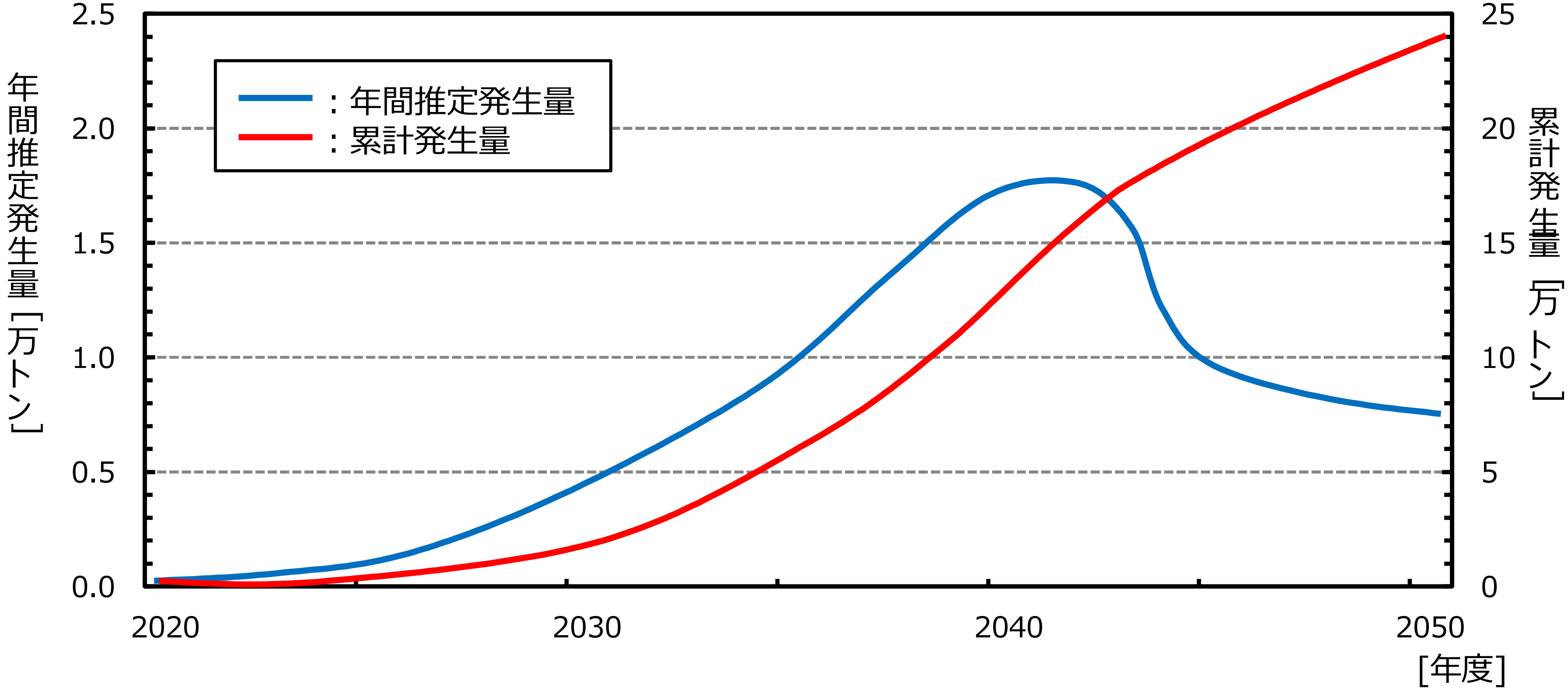
ton

レベル	BWR-小型	BWR-中型	BWR-大型	PWR-小型	PWR-中型	PWR-大型	GCR
L1	50	70	80	120	190	200	1,540
L2	760	830	850	710	1,230	1,720	8,950
L3	5,530	6,750	11,810	1,850	2,570	4,040	12,300
CL	9,710	9,750	28,490	3,970	8,080	11,660	41,100
NR	130,620	220,430	495,420	187,150	215,750	477,300	128,700
合計	146,670	237,830	536,650	193,810	227,820	494,920	192,400

クリアランス対象物の増加

- クリアランス対象物のうち、金属は、現状では年間1,000トン程度発生。
  今後、廃炉が増加するにつれて、<u>**約10年後には10倍程度発生する見通し。**</u>
- 廃炉作業を効率的に実施するためには、<u>**クリアランス物の再利用の拡大が重要**</u>

クリアランス対象物のうち金属の発生見通し（電気事業連合会試算）



クリアランス制度の法制化に係る国会附帯決議（平成17年第163回国会）

（衆議院附帯決議抜粋）

政府は、クリアランス制度の適正な運用を図るため、その安全基準や手続手順に関して可能な限り明確にするとともに、その運用が厳格に行われるよう事業者の監視を徹底すること。さらに、本制度の内容や趣旨を広く分かり易く広報等を行うことにより、地元の理解に万全を期するとともに、国民の間で誤解や風評が生じないよう十分周知徹底に努めること。

（参議院附帯決議抜粋）

いわゆるクリアランス制度の導入に当たっては、本制度の円滑な運用を図るため、関係省庁、地方公共団体等において緊密な連携を行うとともに、事業者に対して十分な指導・監督を行い、その厳格な運用がなされるよう万全を期すこと。また、本制度の導入により、国民にいたずらに不安を抱かせることがないよう、その趣旨・内容の周知徹底に努めること。

(質問主意書)

「制度が定着するまでの間、事業者が自主的に搬出ルートを把握・業界内で再生利用」と説明示されているが、法自体に規定はない。「制度が社会に定着するまでの間」を判断するのはだれか。

また、その判断根拠は、「制度化後の実績」と説明されているが、原子力事業者が率先利用しても閉じたルートであり、社会への定着とは直接リンクしない。これでは、いつ率先利用が解除され、市中に原発廃材リサイクル品が出回るか明らかでない。判断根拠は何か。

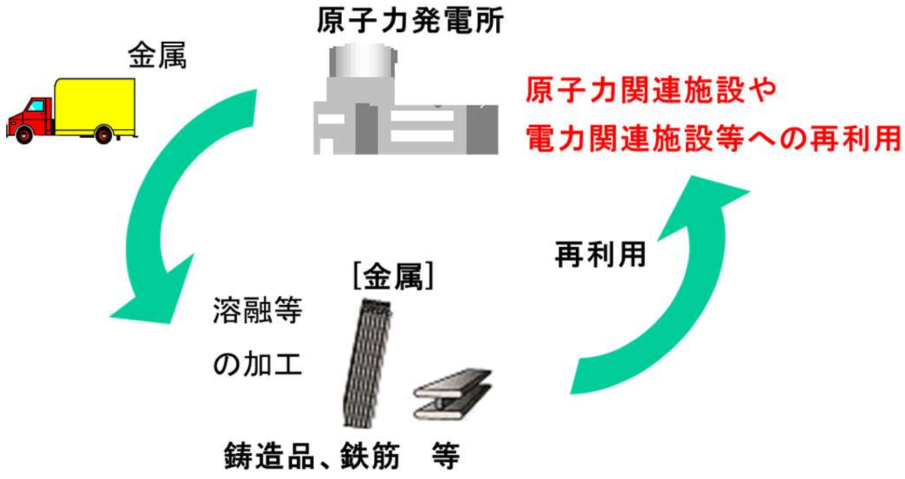
→

(答弁書)

クリアランス制度が社会に定着したか否かにについては、今後、クリアランスされた物の安全性、クリアランス制度の実施状況等について、国民に対する積極的な情報の提供及び理解の促進に努めながら、国が適切な時期に総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会等の公開の場において、広く意見を伺いつつ判断していきたいと考えている。

クリアランスの課題

１．国会答弁を踏まえた制約



- 理解活動を目的とした製品等に加工
- 積極的な広報活動により、制度の定着に努力

２．クリアランス運用の課題

・クリアランス制度の利用が 進んでおらず、円滑な廃止措置の進捗に影響。

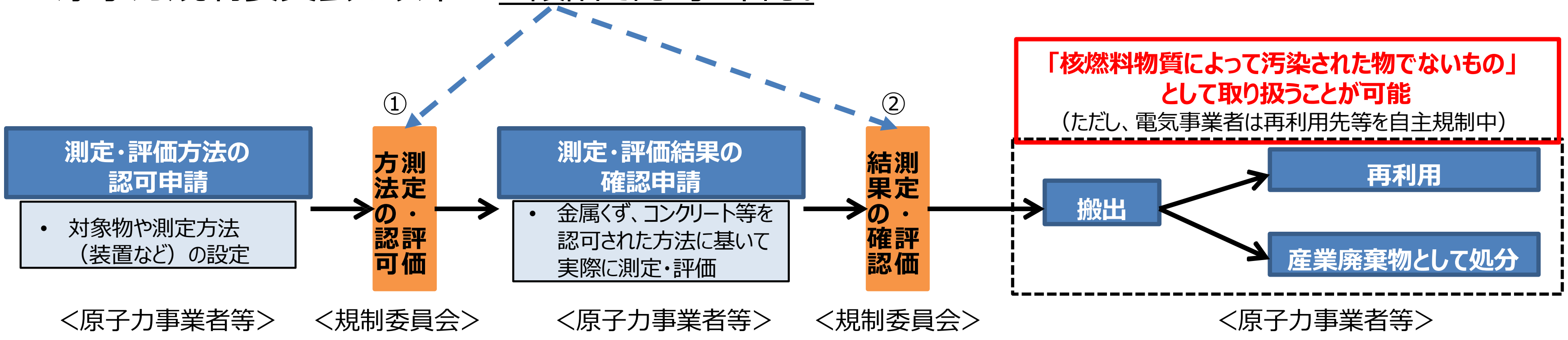
・RI施設においては、事業者の規模が小さいこともあり、制度を作ったものの、実績はない。

- リスクに対して法手続きにかかる負荷が大
- 再利用の制約

クリアランス制度について

クリアランス制度とは

- 放射能濃度が極めて低く人体への影響が無視できるレベルのものの中で、原子炉等規制法に基づき、原子力規制委員会による認可・確認を受けたものは、「核燃料物質によって汚染された物でないもの」として取り扱い、再利用も可能とすることができる制度（平成17年原子炉等規制法改正により導入）。
- 原子力規制委員会は以下の<u>２段階で認可・確認。</u>



原子力事業者等による対応状況

- 原子力事業者等は、「クリアランス制度が社会に定着するまでの間」、クリアランス金属の再生加工品については、電気事業施設・発電所内施設、原子力関連施設にて率先して再利用を行いながら、クリアランス金属が一般市場に流通することがないよう対応している。
- また、原子力事業者等は再利用や展示の状況をホームページ等で公表し、制度の理解促進に努めながら再利用範囲の拡大を目指している状況。

参考：クリアランス制度の社会定着に向けたステップ

- 事業者は自主的にクリアランス金属の再利用先等を限定しているが、廃止措置の円滑化や資源の有効活用の観点から、再利用先の更なる拡大及び将来的なフリーリリース※は重要。※ 一般の金属スクラップ等と同様に特段の制限なく再利用又は処分すること。
- 早期のクリアランス制度の社会定着に向け、今後はより需要規模の大きい建材といった再利用先の更なる拡大に向けた加工実証や留意すべき事項をまとめた運用ガイダンスの整備等を計画。

▼現在

2005年 クリアランス制度制定
→ 電力業界内での再利用開始
→ ベンチ、テーブル等（鋳造製品）への再利用
→ 2015-2017年度 鋳鍛鋼製品への加工実証（経産省委託事業）
→ 2021-2023年度 **一般製品等への加工実証**（経産省委託事業）
→ 2025年度以降 **再利用先の拡大**（より汎用性が高く一定の需要が期待でき、広く社会の目に触れやすい建材等）
→ **制度の社会定着**
→ フリーリリース

理解活動の継続：業界内での展示等 → 地域への説明 → 加工プロセスの確立 地域への説明 → 社会全体への周知

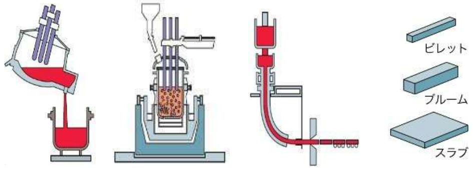
令和５年度クリアランス金属再利用実証事業

経済産業省
↓ 委託
三菱総合研究所
- ・加工実証事業の計画立案
- ・再利用先、関係業者との調整
- ・輸送
- ・有識者検討委員会の運営
- ・報告書の作成

↓ 再委託
電炉メーカー 等
- ・半製品への加工

【加工実証】
- ✓ 電気炉容量を2トン→70トンと大幅に増加。
- ✓ 連続鋳造した際の安全性や加工プロセス等を確認する。

溶解 → 製錬 → 連続鋳造 → 半製品



（参照）普通鋼電炉工業会HPより

【有識者検討委員会】
- ✓ 令和3・4年度に続き有識者検討委員会を実施。
- ✓ 再々利用時の取り扱いや、今後の運用方法を検討する。

【留意事項の拡充検討】
- ✓ 昨年度とりまとめた加工事業者等向けの留意事項について、実務的な運用を見据えた拡充等を検討する。

エネ庁 スペシャルコンテンツ

資源エネルギー庁スペシャルコンテンツ
資源エネルギー庁HPに制度についてのわかりやすい記事を掲載。

参考：国内におけるクリアランス物の再利用実績

- **<u>19都道府県</u>**で**<u>約5,900個</u>**もの<u>クリアランス物の再利用を実施</u>（令和6年10月時点）。
- 他方、これまで<u>クリアランス物の加工が鋳造に限定的</u>であったことから、今後は<u>電炉メーカー等の方々の協力もしっかり得ながら</u>、<u>より需要規模の大きい建材に向けた加工にも取り組んでいく</u>。

サイクルスタンド

防犯灯

福井県
ベンチ：発電所 13、高校等 21
テーブル：県庁等 3
花壇：敦賀駅前通り 18
サイクルスタンド：道の駅、公園等 18
防犯灯：高校等 27
その他：発電所等 469

富山県
ベンチ：電力本店 1

島根県
ベンチ：発電所 1
側溝用蓋：発電所 6

石川県
ベンチ：発電所 1

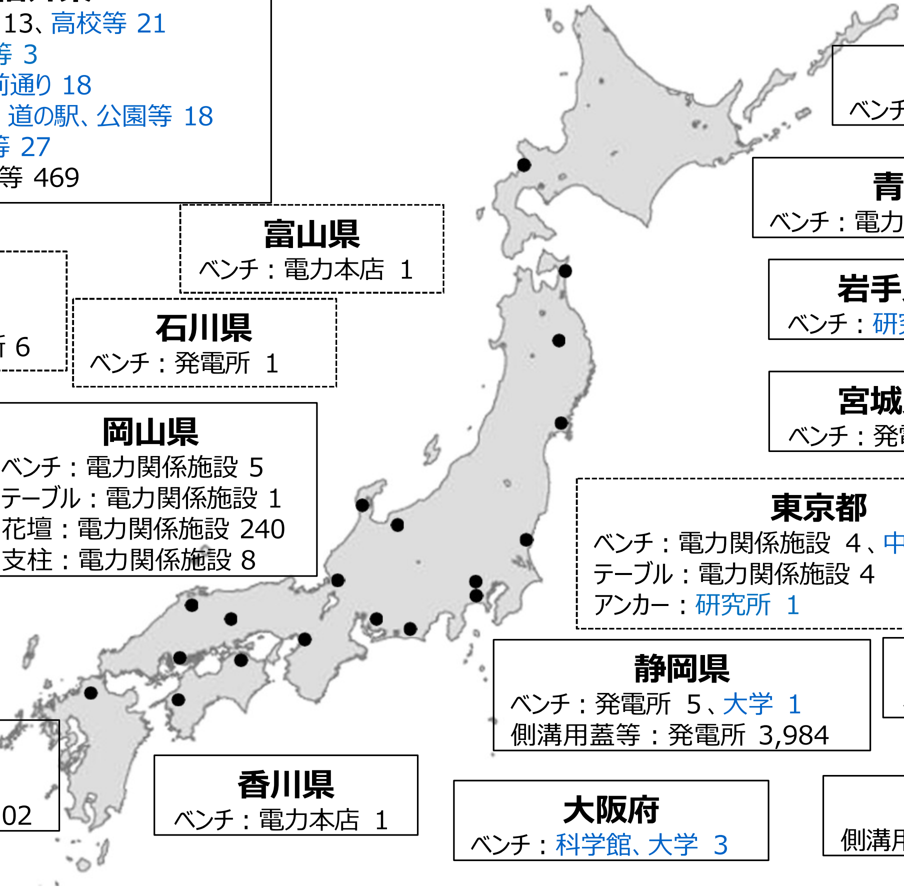
岡山県
ベンチ：電力関係施設 5
テーブル：電力関係施設 1
花壇：電力関係施設 240
支柱：電力関係施設 8

広島県
ベンチ：電力本店 1

福岡県
ベンチ：電力本店 1

愛媛県
ベンチ：発電所等 3
側溝用蓋：発電所 102

香川県
ベンチ：電力本店 1



北海道
ベンチ：発電所 1

青森県
ベンチ：電力関係施設 2

岩手県
ベンチ：研究所 1

宮城県
ベンチ：発電所 1

茨城県
ベンチ：発電所 39
テーブル：発電所 5
その他：電力関係施設 865

東京都
ベンチ：電力関係施設 4、中央省庁等 8
テーブル：電力関係施設 4
アンカー：研究所 1

静岡県
ベンチ：発電所 5、大学 1
側溝用蓋等：発電所 3,984

神奈川県
ベンチ：電力関係施設 1

大阪府
ベンチ：科学館、大学 3

愛知県
側溝用蓋：電力関係施設 3

ベンチ

テーブル

クリアランス制度のまとめ

- 平成22年当時に比べ、クリアランス申請･確認、再利用実績(製品、物量、地域等)の実績は着実に積み重ねられてきている。
- これまでの加工･再利用実績で反対運動や風評被害は生じていない。なお、海外では通常ルートで再利用が行われており、一般物として流通している。
- クリアランス確認後の再利用は制限なしで制度化されている。原子力規制庁は法律に基づく確認行為を行う役割を担っているが、再利用について制約を設けていない。
- クリアランスの再利用制限は、円滑な廃止措置の制約になることから、実績を踏まえて見直しが必要。

４．集中クリアランス処理事業
（原子力リサイクルビジネス）

福井県「嶺南Eコースト計画」について

エネルギー研究開発拠点化計画（2005年策定）

様々な原子炉が集積する福井県の特徴を活かし、原子力を中心としたエネルギーの総合的な研究開発拠点を目指すもので、**「安全･安心の確保」**、**「研究開発機能の強化」**、**「人材の育成･交流」**、**「産業の創出･育成」**の４つを基本理念に掲げ、国、自治体、事業者、大学、産業界などが一体となって具体的な施策を展開。

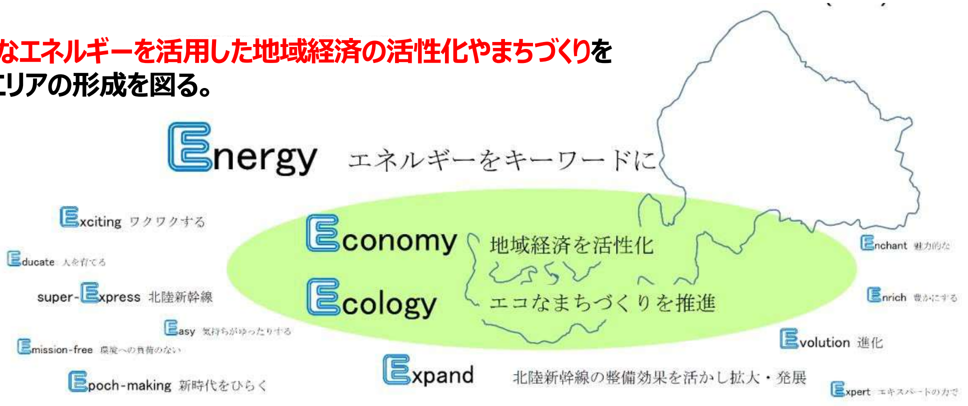
情勢変化
- 2011.3の東日本大震災以降、原子力の環境が激変
- 2016.12に「もんじゅ」を廃止措置の方針決定
- 2024春に北陸新幹線敦賀開業予定

「研究開発拠点」をめざす計画から原子力をはじめ再エネを含む様々なエネルギーを活用した地域経済の活性化やまちづくりによる**「嶺南振興」をめざす計画**へ

嶺南Ｅコースト計画（2020年策定）

嶺南地域を中心に、原子力をはじめ再エネを含む様々なエネルギーを活用した地域経済の活性化やまちづくりを目指すことにより、人･企業･技術･資金投資が集まるエリアの形成を図る。

嶺南Ｅコースト計画基本戦略
- I.　原子力関連研究の推進および人材の育成
- **II.デコミッショニングビジネスの育成**
- III.様々なエネルギーを活用した地域振興
- IV.多様な地域産業の育成



出典１：福井県ホームページ｢エネルギー研究開発拠点化計画について｣. 2019.7.12更新. https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/dengen/kyoten/kyotennka.html
出典２：福井県公開資料｢嶺南Ｅコースト計画 2020年(令和2年)3月｣. https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/dengen/shinkeikaku/suishinkaigi_d/fil/2_keikakuhontai.pdf

「嶺南Eコースト計画」の概要

【基 本 理 念】　嶺南地域を中心に、原子力をはじめ再エネを含む様々なエネルギーを活用した地域経済の活性化やまちづくりを目指すことにより、人・企業・技術・資金（投資）が集まるエリアの形成を図る

【計画対象期間】　２０２０年度（令和２年度）から概ね１０年程度

４つの基本戦略に基づき、８つのプロジェクトを推進

基本戦略Ⅰ　原子力関連研究の推進および人材の育成

【目指す将来像】国内外の大学等から幅広い人材が集まる研究開発・人材育成の拠点を形成し、地域を活性化

1　国内外の研究者等が集まる研究・人材育成拠点の形成

（施策の方向性）
県内における原子力関連人材の確保・育成の強化、海外人材の育成、高経年化等の研究開発を推進

（主な施策）
・県内原子力関連企業の人材確保・育成を支援
・IAEA と連携した国際会議や研修を実施
・高経年化対策や、小型モジュール炉を含む原子力関連技術のイノベーションに資する研究を推進　等

敦賀における国際シンポジウム

2　新たな試験研究炉を活用したイノベーションの創出、利活用の促進

（施策の方向性）
新たな試験研究炉の利活用に向け、ニーズを掘り起こすための周知活動や利用支援を実施

（主な施策）
・県内外の企業が参画する利用推進協議会を設立
・既存の試験研究炉を活用して研究開発を行う県内企業を支援　等

京都大学研究炉（KUR）

基本戦略Ⅱ　デコミッショニングビジネスの育成

【目指す将来像】県内外の廃止措置工事に県内企業の参入が拡大し、全国に先駆けたビジネスが発展

1　廃止措置工事等への地元企業の参入促進、製品・技術の供給拡大

（施策の方向性）
県内企業の受注拡大に向けて、企業基盤の確保や技術力の向上、製品・技術の研究開発や販路開拓を支援

（主な施策）
・元請等の受注拡大に向け、県内企業の連合体結成を支援
・廃止措置関連技術の高度化につながる研究開発を促進、研究開発した製品等の販路開拓を支援　等

企業連合体のイメージ

2　解体廃棄物の再利用を進めてビジネス化を推進

（施策の方向性）
クリアランスレベル以下の廃棄物を再利用するビジネスモデル構築に向けて、国や事業者による再利用や理解活動を促進

（主な施策）
・クリアランス制度の社会定着に向けた理解促進活動を推進
・県内の原子力発電所から発生する廃棄物の再利用　等

クリアランスレベルの廃棄物（金属）再利用製品

基本戦略Ⅲ　様々なエネルギーを活用した地域振興

【目指す将来像】「WAKASA リフレッシュエリア」の実現に繋がる、環境に優しいスマートエリアを創出

1　嶺南の市町と連携し、スマートエネルギーエリア形成を推進

（施策の方向性）
人や企業が集まる地域を目指し、スマートエリア構築や再エネ等の利活用を促進

（主な施策）
・スマートエリアの整備促進
・ＶＰＰシステムの実証実験の実施
・水素ステーション等の研究開発・実証実験を実施　等

ＶＰＰ構築イメージ

2　原子力や再生可能エネルギーを幅広く学ぶ機会を提供し、人の交流を促進

（施策の方向性）
エネルギー関連施設を観光資源として活用するほか、小中高生や県民に対しエネルギーの理解を深める機会を提供

（主な施策）
・観光施設とエネルギー関連施設を組み合わせたＰＲの実施
・小中学生等への原子力・エネルギー教育を推進　等

きいぱす（美浜町エネルギー環境教育体験館）

基本戦略Ⅳ　多様な地域産業の育成

【目指す将来像】新技術を活用した農林水産業や試験研究炉等を活かした新たな産業が発展

1　技術の高度化、地元企業等への技術移転による次世代の農林水産業を実現

（施策の方向性）
農林水産業を儲かる産業とするために、低コスト化や省力化等の実現に向けた新技術を開発

（主な施策）
・農業のスマート化や高付加価値品目の研究を推進
・水産養殖における IoT や AI 等の先端技術導入や人工種苗技術を研究　等

養殖における IoT の活用

2　地元企業支援や企業誘致により、多様な産業を育成

（施策の方向性）
若狭湾エネルギー研究センターの機能強化や、嶺南地域の産業育成、立地条件など強みを生かした企業誘致の展開

（主な施策）
・若狭湾エネルギー研究センターにおける研究分野の重点化（宇宙、育種）、産業支援機能の強化
・産業団地を整備し、多様な企業誘致を展開　等

県民衛星「すいせん」のイメージ

出典：福井県公開資料「嶺南Ｅコースト計画の概要」. https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/dengen/shinkeikaku/suishinkaigi_d/fil/1_keikakugaiyou.pdf

デコミッショニングビジネス（原子力リサイクルビジネス）構想の背景

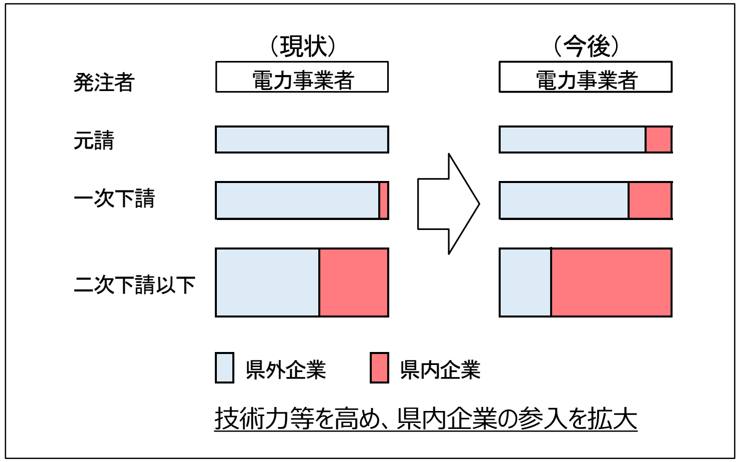
- 原子力を取り巻く環境変化に対応して、県内企業の廃止措置工事への積極的参入を進めることが重要となるが、企業の人手不足や廃止措置工事が本格化していない等の事情により、県内企業の参入意欲は必ずしも高くない状況にある 。
- 今後、本県だけでなく、全国的に増加していく原子力発電所の廃止措置工事のビジネスチャンスを見据え、企業の関心を高めていく必要がある。

目指す将来像

企業連合体の結成等を通じて、県内の廃止措置工事における県内企業の参入が拡大し、さらには県外の工事にも進出して、全国に先駆けてデコミッショニングビジネスを発展

- **廃止措置工事のノウハウや技術を持つ県内企業が集まり、企業連合体を結成**
  → 従来県内企業が受注できなかった元請や一次下請業務に参入
  県外の廃止措置工事にも進出 【参考Ⅱ－3】
- 廃止措置工事のニーズを踏まえた製品・技術の開発により、県内外での工事や原子力以外の産業において活用が拡大
  → 県内企業の研究開発意欲が向上し、電力事業者や研究機関との共同研究、企業間交流が活性化
- クリアランス制度への理解が進み、原子力発電所からの解体廃棄物を電力業界以外においても再利用
  → 県内で発生するクリアランスレベル以下の廃棄物を再利用する企業が県内に進出

今後目指す工事の受注構造（イメージ）

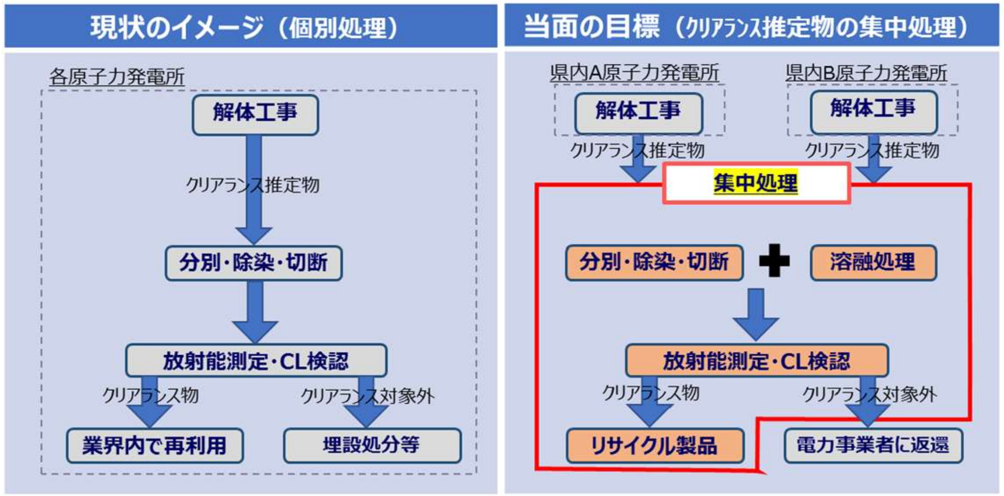


出典：福井県公開資料「嶺南Ｅコースト計画 2020年(令和2年)3月」. https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/dengen/shinkeikaku/suishinkaigi_d/fil/2_keikakuhontai.pdf

集中クリアランス処理事業（原子力リサイクルビジネス）の概要

- 集中クリアランス処理事業では、**複数の原子力発電所から発生するクリアランス推定物（CL）を収集し、裁断・除染・溶融・放射能測定等の処理作業を一拠点で集中化し、CL検認後、CL物をリサイクル・販売する。**
- 本事業におけるCL推定物の処理作業、放射線管理等は、既往の原子力事業と同様に、**原子炉等規制法に基づく運用、管理を行う。**
- 本事業は、地元企業、行政、原子炉設置者等が参画する**新規事業体（2025年８月１日発足：「福井県原子力リサイクルビジネス準備(株)」）にて運営**、2027年頃に規制委員会に事業許可を申請予定。

【本ビジネスモデル案】



<集中クリアランス処理事業の特徴>

① 集中処理で効率化

- 現状、各発電所ごとに実施している　CL検認作業を、１か所に集めて集中処理

② CL検認前溶融で更なる効率化

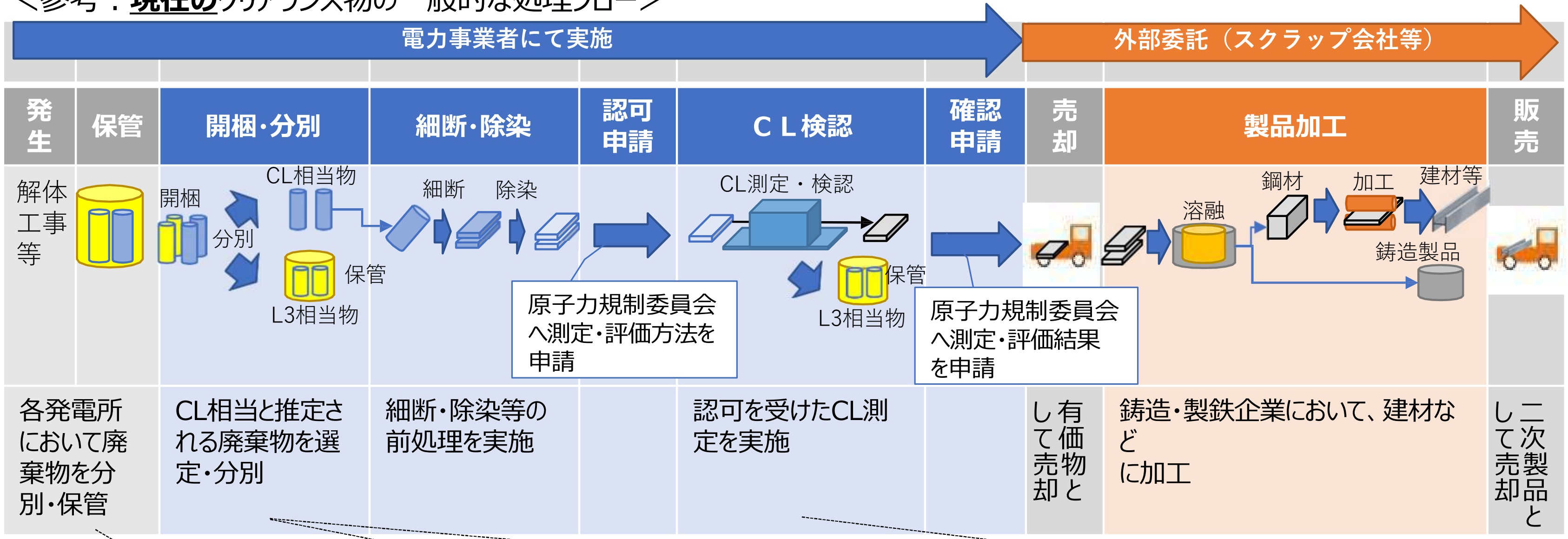
- 現状、廃棄物の形状等にはバラつきがあるため、CL検認作業が複雑化
- CL検認前の溶融処理により、汚染の均質化、作業の効率化が可能
（海外では既に実施されている処理法）

出典：福井県作成「福井県における原子力リサイクルビジネスの取組みについて」. "第2回 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 廃炉等円滑化ワーキンググループ"配布. 2022.8.31開催. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/hairo_wg/pdf/002_03_00.pdf

クリアランス物の一般的な処理フロー

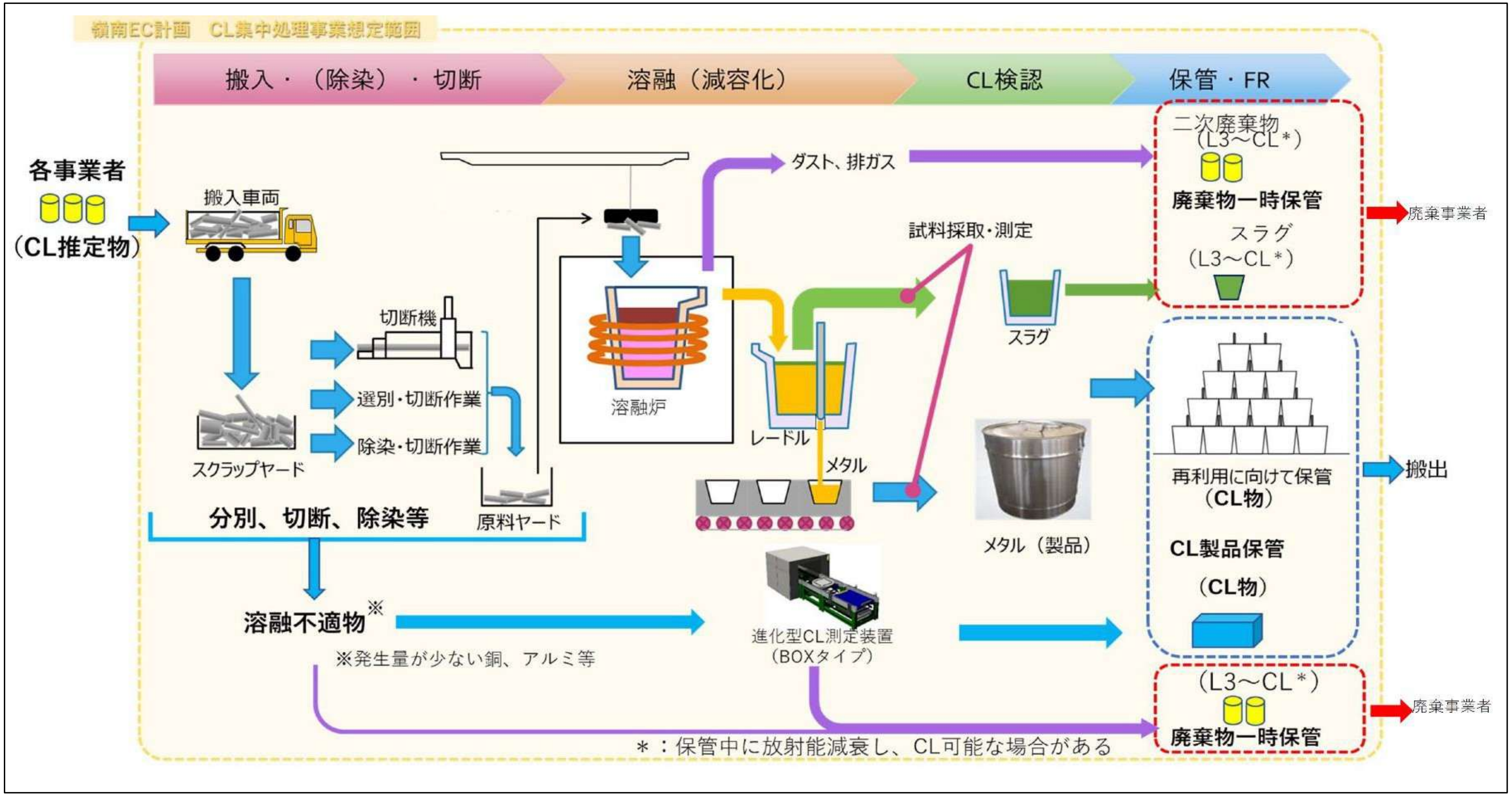
原子力発電所の運転や廃止措置に伴って発生する放射性廃棄物のうち、放射性物質の放射能濃度が低く、人の健康への影響がほとんどないものについて、国の認可・確認を得て、普通の廃棄物として再利用又は処分できる制度

＜参考：**現在の**クリアランス物の一般的な処理フロー＞



出典：福井県作成「2022年 ＳＨＭ資料」を一部修正

集中クリアランス処理事業における処理フロー案



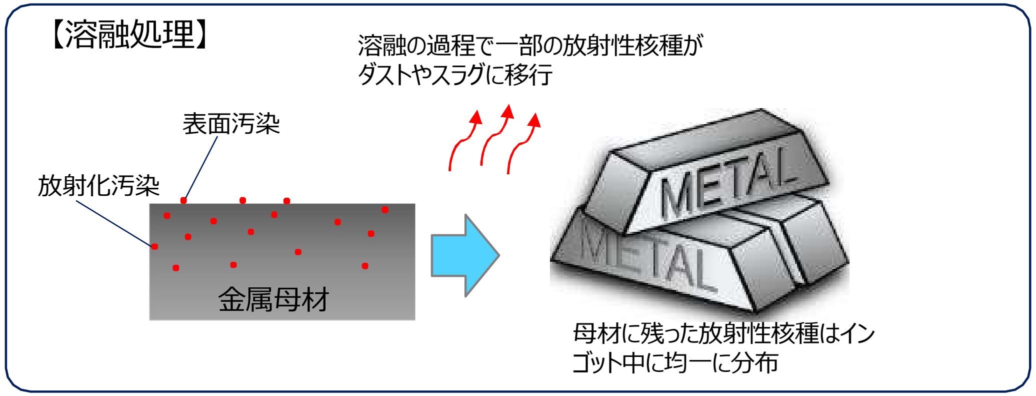
出典：福井県作成「原子力リサイクルビジネス（クリアランス集中処理事業）について」. ”第1回福井県クリアランス集中処理事業に係る意見交換会合”配布. 2023.7.31開催.
https://www.nra.go.jp/data/000443107.pdf

クリアランス推定物の溶融処理について

【溶融を行うことの意義】

- **溶融に伴い、核種の一部は排ガスやスラグに移行することを踏まえると、考慮する核種が明確になるため、評価対象核種が絞られる。**
- 既往の認可申請案件において主要な核種として選定されているCo-60等は溶融金属中に残留し、
均一に分布することから、溶湯の一部を測定単位としてサンプリングすることで評価単位全体を代表する
ことができる。
- 溶融に伴い**減容**され、**インゴットとなるため扱いやすい形状**になる。
- 現状、廃棄物の形状が様々であるため、測定の不確　かさを考慮した保守性を見込んだ評価手法とする必要があるが、溶融処理により測定の不確かさの小さな形状　となるため、測定の精度向上が図ることができる。

ES 社の金属リサイクルの例



参考：クリアランス物の処理事業の海外事例

➢ 欧州でも、自国だけでなく他国も含め、原子力発電所から生じる金属のリサイクルを目的とする溶融処理サービスを提供している企業が存在。

独Siempelkamp Metallugie社のCARLA

- 産業機械・プラントエンジニアリングと鋳物製造を主体とする企業グループ。ドイツ西部のノルトライン＝ヴェストファーレン州クレーフェルトに所在。
- クレーフェルトにあるCARLA（低レベル放射性廃棄物リサイクル集中プラント）において、1989年から原子力施設で発生する汚染金属スクラップの溶融処理を行っている。リサイクル金属の大半を放射性廃棄物用の容器製造会社に供給している。

CARLA

溶融炉

誘導炉：１基（炉容量3.2トン）

許可を受けている年間処理量：4,000トン

Cyclife Sweden社のSMA

- フランスEDFグループの子会社。EDFは2016年にスウェーデン企業であるスタズビック社の放射性廃棄物処理部門を買収。
- 金属溶融施設SMAは、スウェーデン南東の沿岸にあるニーショーピン自治体のスタズビック・テクノパークと呼ばれる産業エリアにあり、1987年から操業している。
- 溶融を円滑に進めるため、英国西部のワーキントンにある大型金属機器の前処理施設MRFと一体的に運用されている。
- 2024年1月より、同規模の新たな溶融施設を建設中。

SMA

溶融炉

誘導炉：２基（炉容量3.2トン）

許可を受けている年間処理量：5,000トン（今後拡張予定）

（出典）令和５年度放射性廃棄物共通技術調査等事業放射性廃棄物海外総合情報調査報告書より資源エネルギー庁で加工。

参考：県内のクリアランス製品の活用状況

- 資源エネルギー庁、電力事業者（関西電力、日本原電、JAEA）および、県の取り組みにより、令和５年度末までに、全国で初めて県内全１７市町にクリアランス製品を設置

サイクルスタンド

資源エネルギー庁（R4～R5）

敦賀市	1台	永平寺町	1台
小浜市	1台	美浜町	2台
鯖江市	1台	高浜町	1台
あわら市	1台	おおい町	2台
越前市	1台	若狭町	3台
坂井市	1台		

関西電力（R5）

鯖江市　1台
越前市　1台

日本原子力研究開発機構（R5）

あわら市　1台
あわら市　１台（設置準備中）
敦賀市　１台（設置準備中）

サイクルスタンド

照明灯

資源エネルギー庁（R4）

福井市　水仙型５灯
敦賀市　ボート型３灯

福井県（R5）

福井市　10灯
大野市　2灯
勝山市　2灯
池田町　2灯
南越前町　2灯
越前町　2灯

照明灯(R4)

照明灯(R4)

照明灯(R5)

スタンドテーブル

スタンドテーブル

福井県（R5）

福井市　1台
敦賀市　1台

フラワーポット

フラワーポット

日本原子力発電（R5）

敦賀市　18コ

ベンチ

ベンチ

日本原子力発電（R5）

福井市　10台
敦賀市　８台
鯖江市　２台
美浜町　２台

車止め

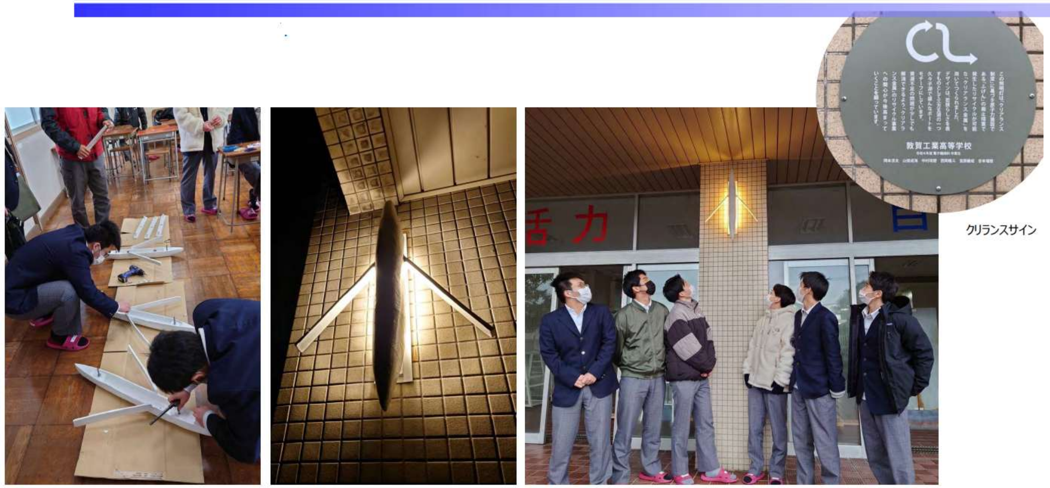
車止め

日本原子力研究開発機構（R4）

敦賀市　2コ
美浜町　1コ

出典：福井県作成「原子力リサイクルビジネスに関する検討状況について」. ”令和６年度 嶺南Ｅコースト計画推進会議”配布. 2024.11.5開催.

参考：福井県におけるクリアランス物の利用促進に係る取組み



製作　ボート型照明灯　点灯　クリランスサイン

敦賀工業高校の学生による照明灯の製作

敦賀赤レンガ倉庫　美浜町レイクセンター　美浜町健康楽膳拠点施設こるぱ
福井県海浜自然センター　道の駅若狭熊川宿　鵜の瀬公園

サイクルスタンドの製作と設置

型　水仙照明灯　水仙照明灯　クリアランスのサイン

福井南高校の学生による外灯の製作

地元企業SHGによる原子力リサイクルビジネ勉強会、議論

市民による勉強会

ご清聴ありがとうございました。