

政策的研究

1. 非核化達成のための技術的プロセスに関する研究(結果)
2. ロシアのウクライナ侵攻に起因する核不拡散・核セキュリティへの影響と対応策(概要)

2023年10月3日



令和5年度 第1回 核不拡散科学技術フォーラム

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核不拡散・核セキュリティ総合支援センター (ISCN)

1. 非核化達成のための技術的プロセスに関する研究 (R3～R4年度)

-ウラン濃縮施設、原子炉・再処理施設を対象-

研究の背景・目的

- 核施設の検証及び廃止措置には**長期間を要する**ことが見込まれる。
- 対象国の政権交代等で、非核化の方針が変更された場合に**、施設の解体・廃棄や核物質の撤去が十分進んでいない場合、早期に復旧され、**核開発が再開される潜在的リスク**が残る。

核開発の再開を不可逆的に阻止するとともに、早期に、効果的かつ効率的な非核化を達成する技術的方法の検討が必要



核兵器製造を目的としたウラン濃縮施設（ウラン生産ルート）及び原子炉施設・再処理施設（Pu生産ルート）について、「**施設**」、「**核物質**」の両方を対象に、最も**効果的(不可逆性)・効率的(必要な時間、リソース)**と考えられる廃棄等の方法を選択し、可能な限り定量的評価を実施。

非核化作業の基本的な流れ

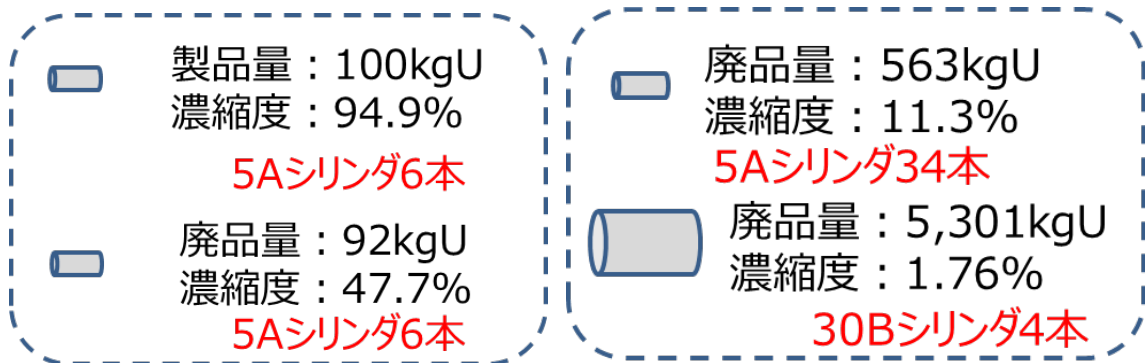


検討した非核化措置のオプション

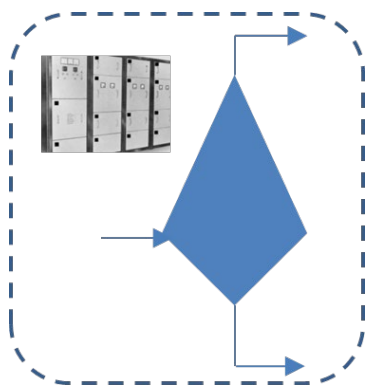
オプション		民生利用	凍結	無能力化	廃棄作業(施設廃止措置)	国外搬出
目的		平和目的に限定した稼働	施設の停止	早期の再稼働の阻止	施設の完全な撤去	早期の再稼働阻止のため主要機器類の一部撤去
施設	必要な期間	— (運転がされている限り継続)	即時	数週間～数か月	数年から数十年	数か月～数年 (対象範囲による)
	対象	核兵器生産に必要な施設・設備	核兵器生産に必要な施設、機器	核兵器用核物質製造工程における一部の重要なポイント	核兵器生産に必要な施設、設備	核物質生産に必要な重要設備一部
	方法	すべての装置が再利用可能。IAEA保障措置の適用 ⇒核開発に戻るリスクは高い	・出入口の施錠、運転制御装置のスイッチの封印、バルブの施錠等 ・制御室、貯蔵室、移動経路の監視等	移動経路の封鎖、重要な機器の無効化等による施設再稼働の物理的阻止 (短期間で効果的・効率的に実施できる方法を選択)	・全ての機器は解体撤去し、汚染されたものは密封し処分場 ・施設は解体し、廃棄物は汚染の程度により処分	搬出可能な大きさの機器・設備の撤去・搬出
放射性物質の取扱い等		高頻度で平和的利用が維持されていることの監視のための活動が必要 ⇒監視コストが大きい	核物質及び放射性廃棄物は保管管理	施設内の核物質及び放射性廃棄物は保管管理 核兵器に転用可能な核物質は撤去	作業前には作業時の被ばく線量を抑えるため除染作業を行う。 施設内の核物質及び放射性廃棄物は安定化処理後、安全な処分場に処分する。	核物質の撤去・搬出 核物質に応じた輸送容器の手配、引き取り国との調整 搬出すべき核物質の精査

U製造ルート施設における効果的廃棄プロセス

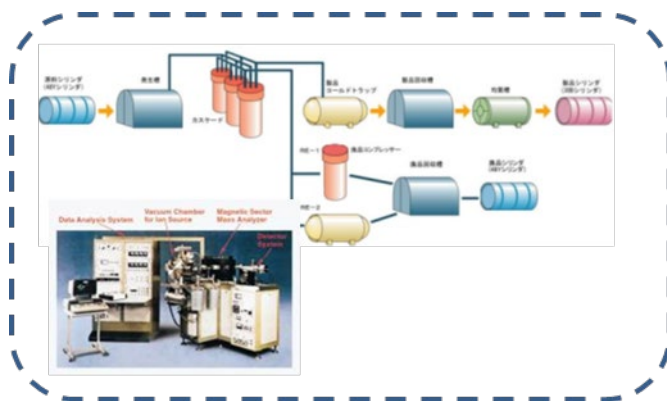
1 HEUをLEUを用いてダウブレンド



2 遠心分離機・高周波変換機の無能力化



3 供給回収システム・質量分析器の無能力化



4 ダウブレンド後のLEUの国外搬出

LEU : 6,056kgU
濃縮度 : 4.86%
30Bシリンダ4本

凍結

5 NU/DU

未使用の天然ウラン
30Bシリンダ34本
廃品量 : 54,554kgU
濃縮度 : 0.254%

6 廃棄物

30Bシリンダ及び5Aシリンダ
ヒールシリンダ (供給後のシリンダ)
ウランを含む廃棄物 (ケミカルトラップ、真空ポンプのオイル、水スクラバの沈殿等)
200Lドラム

廃棄・検証の全体プロセス（ウラン生産ルート）

廃棄の措置

ダウブレンド

LEUの国外搬出

6週間、2000万円

1~3か月、9億円+PP対策費

遠心分離機・高周波変換機の無能力化

10週間、7000万円

供給回収システム・質量分析器の無能力化

1週間、450万円

検証

核開発の申告
の検証

措置の実施中の検証

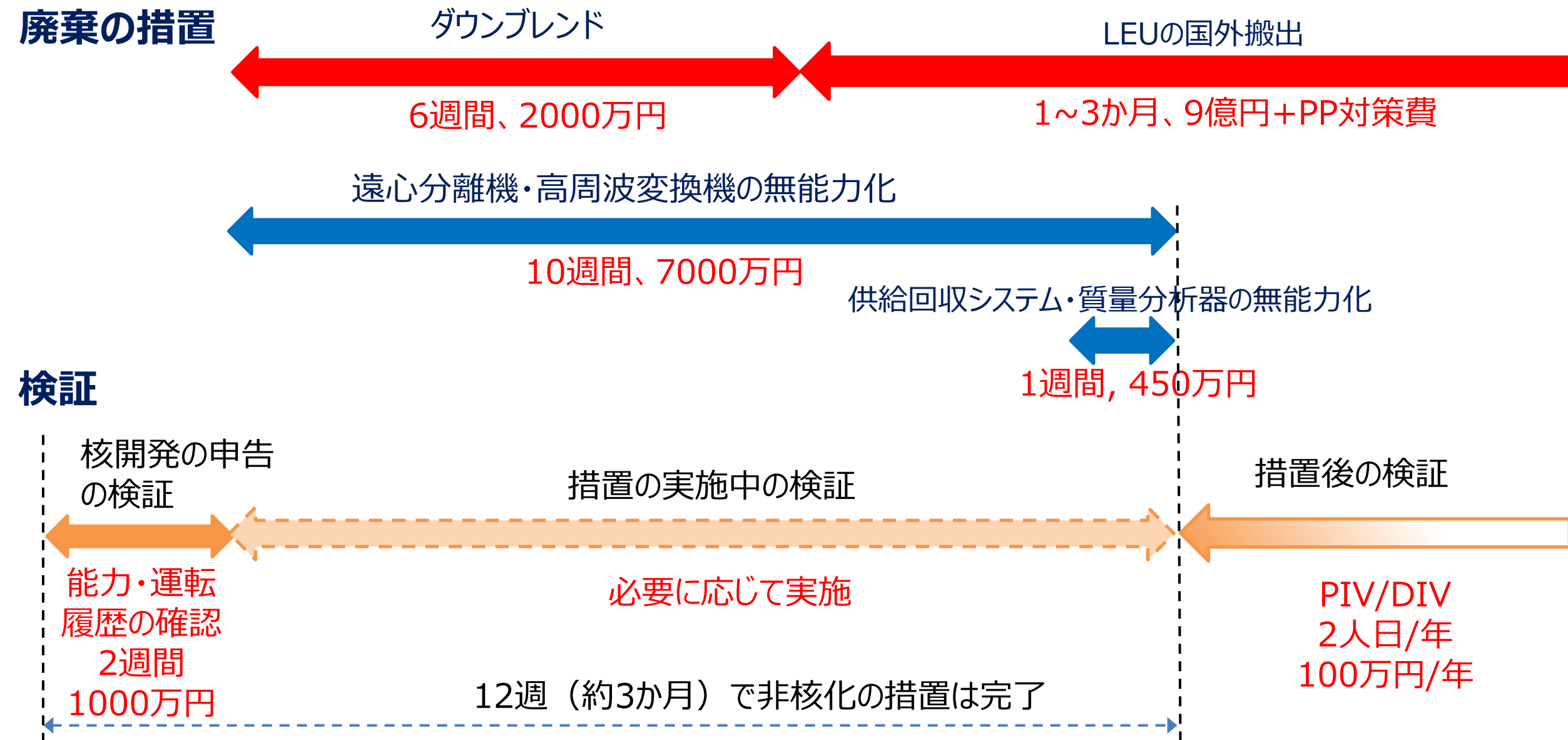
措置後の検証

能力・運転
履歴の確認
2週間
1000万円

必要に応じて実施

PIV/DIV
2人日/年
100万円/年

12週（約3か月）で非核化の措置は完了



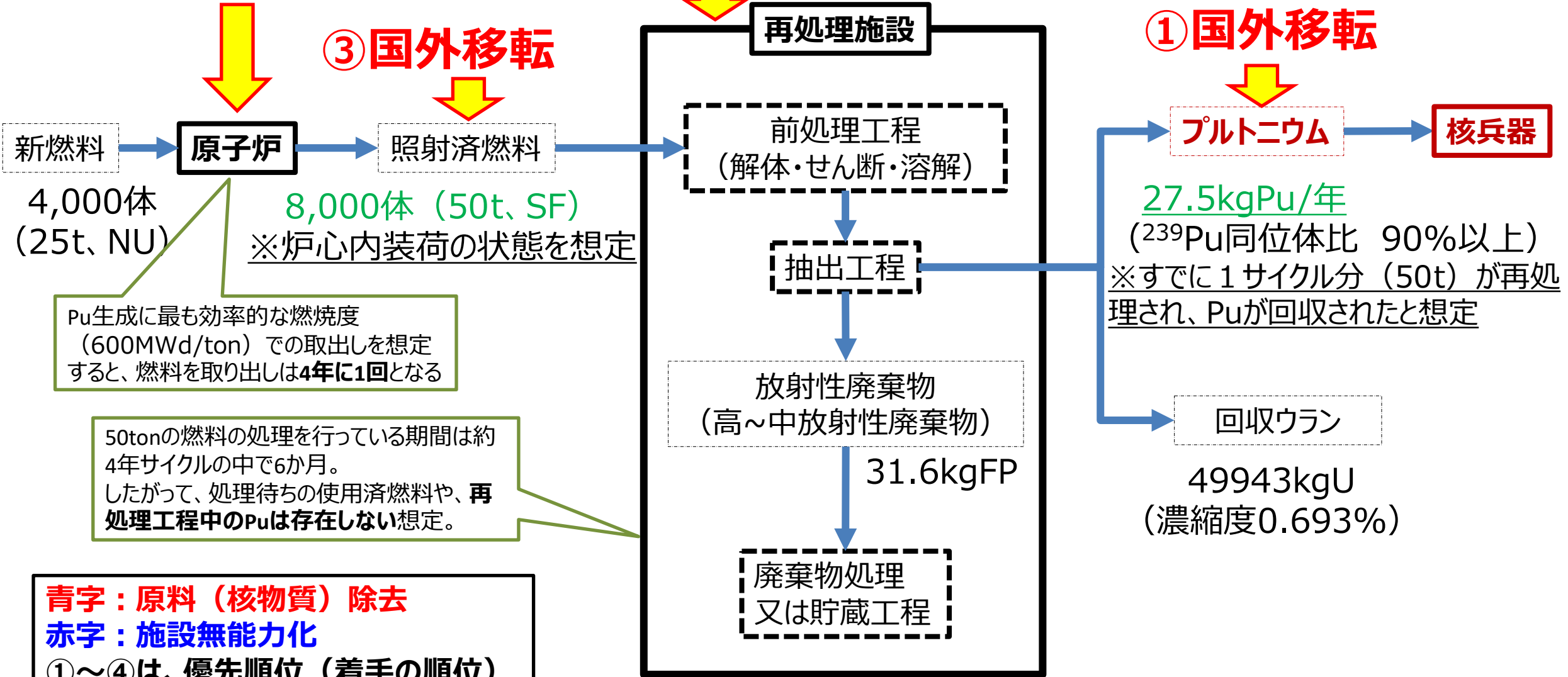
Pu製造ルート施設における効果的廃棄プロセス

④ 炉心チャンネル閉塞

② 液移送系統閉塞

③ 国外移転

① 国外移転



青字：原料（核物質）除去
 赤字：施設無能力化
 ①～④は、優先順位（着手の順位）

廃棄・検証の全体プロセス（Pu生産ルート）

廃棄等の措置

照射済燃料取り出し



2か月

Pu製品・照射済燃料の国外移転



2年（準備1年、輸送1年）、～100億円+PP対策費



国外移転



1週間程度、0.3億円 ※措置の対象範囲によりさらに期間を要する場合がある

黒鉛炉の主要設備の無能力化（炉心チャンネル閉塞）



8週間程度（事前準備含む）、1億円

検証

核開発の申告
の検証



2週間～
1,000万円～
（施設規模に依存）

措置の実施中の検証



必要に応じて実施

1.5年程度で非核化の措置は完了

措置後の検証



PIV/DIV
12人日/年
600万円～/年

Pu製品/照射済燃料が対象国から払い出された時点



「U濃縮施設」と「原子炉・再処理施設」の施設・核物質の効果※1・効率※2のバランスを踏まえた廃棄・検証プロセス

対象順	U濃縮施設の施設(設備)・核物質 10億円のオーダー、約3か月	原子炉・再処理施設の施設(設備)・核物質 100億円のオーダー、約1.5年
1	申告の完全性/正確性の検証	申告の完全性/正確性の検証
2	廃品LEUを使用したHEUのダウブレンド	分離Puの国外搬出
3	施設の無能力化(遠心分離機・高周波変換機の廃棄) ⇒年1回のDIV	再処理施設の無能力化(送液系閉塞) ⇒措置後の検証：年1回のDIV
4	ダウブレンド措置後のLEU(上記2)の国外搬出	使用済燃料(照射済燃料)の国外搬出
5	施設の無能力化(供給回収システム・質量分析器の廃棄) ⇒措置後の検証：年1回のDIV	原子炉の無能力化(炉心チャンネルの閉塞) ⇒措置後の検証：年1回のDIV
6	NU/DUの凍結(現地保管) ⇒措置後の検証：年1回のPIV	新燃料・回収U(DU)の凍結(現地保管) ⇒措置後の検証：年1回のPIV
7	廃棄物の凍結(現地保管) ⇒措置後の検証：保管廃棄物のため在庫検認対象外	廃棄物の凍結(現地保管) ⇒措置後の検証：保管廃棄物のため在庫検認対象外

※1：施設・核物質の不可逆性

※2：措置に必要なリソース・措置後の検証のリソース

2. ロシアのウクライナ侵攻に起因する核不拡散・核セキュリティへの影響と対応策（R5年度～）

昨今の動向と、核不拡散、核セキュリティとの関係

国際的課題

- イランの核問題
- 北朝鮮の核問題

制度・外交的動向

- 第10回NPT運用検討会議
- 新START(露国の査察受入停止)
- 核兵器禁止条約第1回締約国会議

核不拡散

核セキュリティ

新たな脅威

- サイバーテロ、ドローン

制度・外交的動向

- 改正CPPNM運用検討
締約国会議

国際的課題

- ロシアのウクライナ侵攻による影響
- 中国の脅威

制度・外交的動向

- G7広島サミットでの言及

新たな脅威

- AI、3Dプリンター等
デジタル技術

国内原子力政策の転換

- 次世代型原子炉の開発と建設の推進

世界的な先進炉導入

- SMR、高速炉、高温ガス炉等の導入計画

世界的な原子力発電の拡大

- 廃止措置施設、使用目的の無い核物質の増加
- 新規(新興国の導入、先進国の政策転換)

背景

- COP27における気候変動対策(ゼロ炭素社会の実現/N4C)
- 2050年カーボンニュートラル(GX)
- 原発の最大運転期間の実質延長
- 感染症、異常気象

核不拡散政策研究の進め方(案)

現状起きている事象(例)

- ロシアのブダペスト覚書不遵守
- ロシアによる核の威嚇とベラルーシへの核配備
- ロシアのZNPPの占拠、ZNPP周辺での武力衝突、ZNPPへの外部電源喪失

将来起こり得る事象*(例)

- ロシアによるウラン及び濃縮役務供給の削減、停止
- ロシアによる核兵器使用
- ロシア敗戦、自治共和国独立

* : 「現状起きている事象」に起因するものではないが、将来起きることが否定できない事象

想定されるシナリオ
(極端シナリオを含む)

シナリオに基づく影響分析

対応策の検討

**優先度に応じ、
対応策を深化**

主な尺度

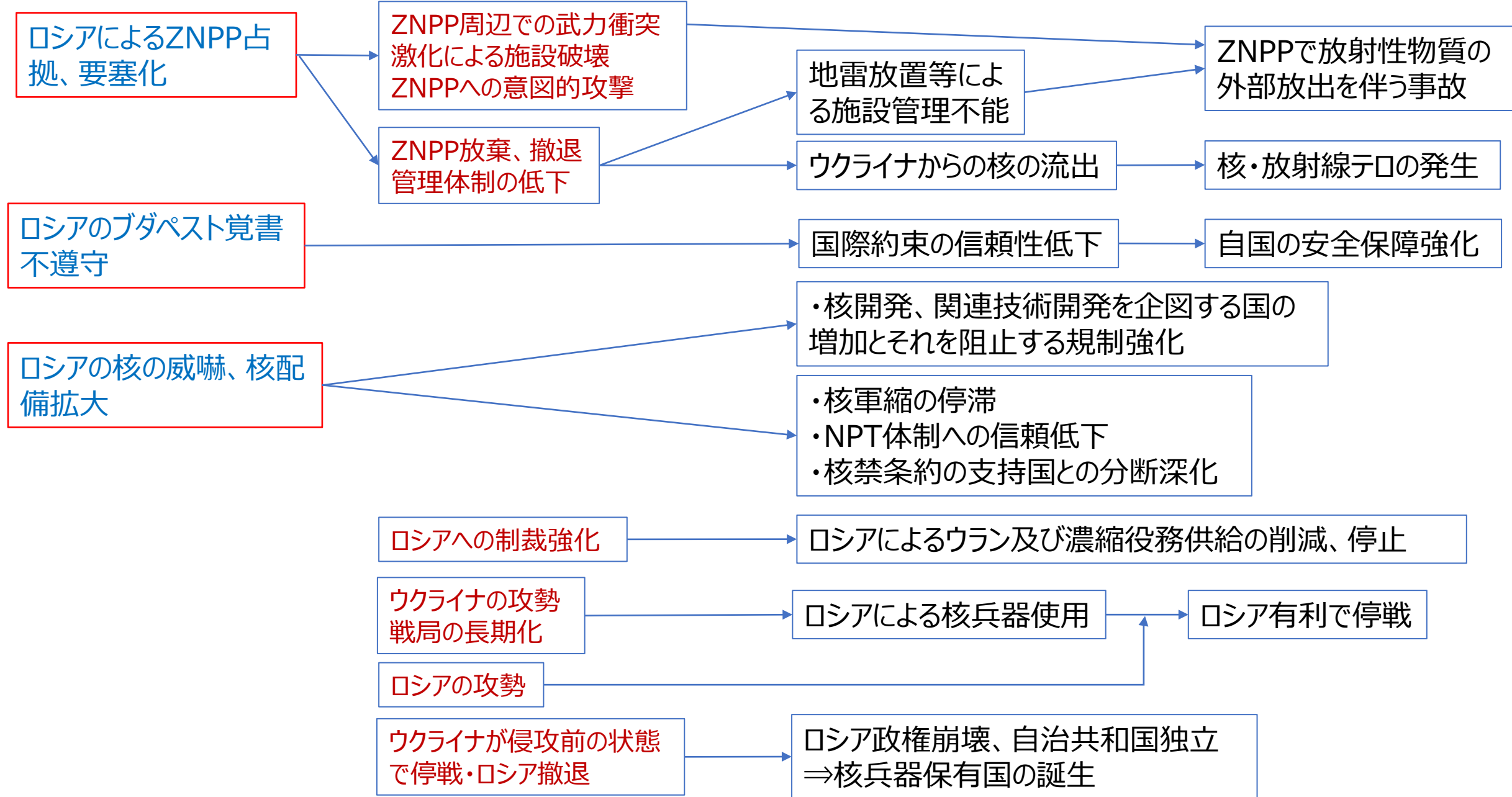
- 影響の度合い
- 誰が：国際社会、日本、JAEA
- 緊急度：短期、中長期

ウクライナの状況に応じシナリオや影響に反映

現状起きている事象

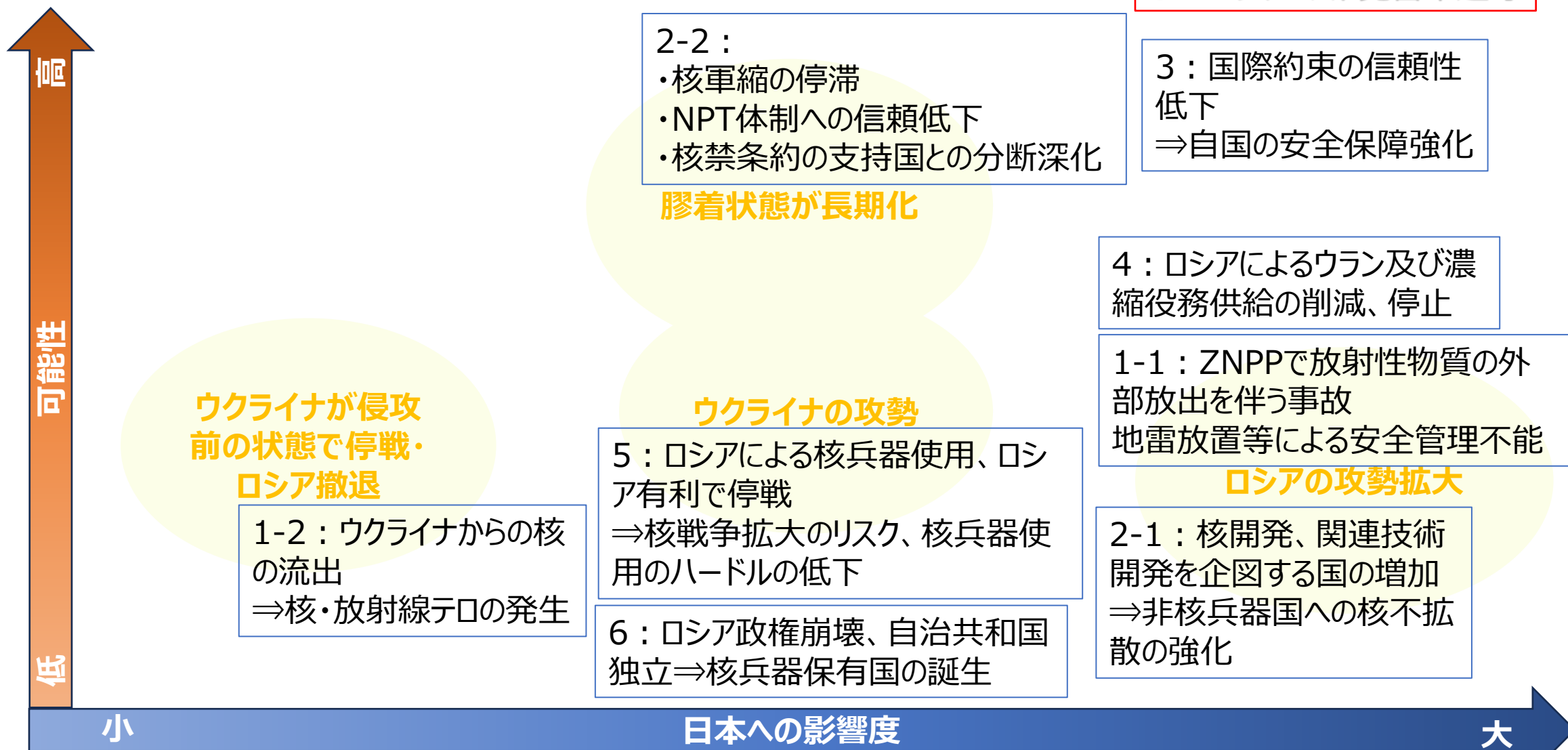
将来起こり得る事象

想定シナリオ(極端シナリオ含む)



想定シナリオ（極端シナリオを含む）

現状起きている事象



現状起きている事象が与える核不拡散・核セキュリティへの影響と対応策 (新たに懸念される事象が生じず停戦となった場合など)

番号	事象	影響		対応策	
		影響の内容	影響を受ける者とその度合い	緊急度	(主に日本・JAEAが)何をするか、できるか
0-1	ロシアによるZNPPの占領、要塞化、周辺での武力衝突	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉、安全上重要設備の破損による放射性物質の外部放出の恐れ スタッフ、メンテナンス備品等による安全、核セキュリティの懸念 原子力施設への軍事攻撃を防ぐためのソフト(国際的なルール)とハード的対策案の検討を開始する動き 	国際社会:大 日本:中 JAEA:中	短期	<ul style="list-style-type: none"> DBT見直しの必要性に向けた国際社会の動向把握(IAEA、米英のシンクタンク、EU等) 軍事攻撃・占拠に対する「核セキュリティ」の課題抽出、予想され得る「核セキュリティ」対策の分析 緊急時対策の再確認
				中長期	<ul style="list-style-type: none"> 国際的なルールメイキング(既存の条約等での対応、新規枠組みの構築)が具体化した場合にその会議体への参加 国と事業者の責任の範囲の検討、追加すべきセキュリティ対策の分析 軍事攻撃・占拠を考慮した原子炉設計, 事故耐性燃料の開発
0-2	ロシアのブダペスト覚書の不遵守	<ul style="list-style-type: none"> 自国の安全保障強化、核抑止力の有用性の再認識する国の増加 核兵器国と非核兵器国及び各々の中での分断→国際的なコンセンサスが取れずアクション出来ない 	国際社会:大 日本:中 JAEA:小	短期	<ul style="list-style-type: none"> 国連、IAEA理事会、二国間協議等による外交努力 政府の要請に応じて、アジアや中東諸国に対し、NPT体制遵守の必要性流布と人材育成支援(トレーニング等の提供)
				中長期	<ul style="list-style-type: none"> 非核化に対して、IAEAによる査察活動の支援 非核化研究の更なる深堀(Deep-dive) 非核化に対する技術、財政等の支援
0-3	ロシアによる核の使用の威嚇とベラルーシへの核配備	<ul style="list-style-type: none"> 核軍縮、核懸念国の非核化の停滞 TPNW締約国と非締約国との分断 	国際社会:大 日本:中 JAEA:小	短期	<ul style="list-style-type: none"> NPT体制維持のための取組み(重要性の流布、平和利用の維持) NPT運用会議、TPNW締約国会議、米国NPR等の動向調査 原子力施設の3S維持
				中長期	<ul style="list-style-type: none"> 継続的取組み

想定シナリオと核不拡散・核セキュリティへの影響と対応策(サマリー)

ISCN

番号	事象	想定シナリオ (極端シナリオを含む)	影響	対応策	
				緊急度	(主に日本・JAEAが)何をするか、できるか
1-1	ロシアによるZNPPの 占領、要塞化	放射性物質の外部放出を伴う事 故の発生	<ul style="list-style-type: none"> 原子力施設攻撃禁止(保護)条約策定の動き 軍事攻撃・占拠を考慮したDBT見直しの動き 軍事攻撃・占拠を考慮した「IAEA勧告」の発効等の動き 原子力平和利用へのブレーキ 核の流出の防止策の検討 	短期	国際的なルールメイキングに関する検討、新核セキュリティ対策に 関する検討、現状把握など
				中長期	
1-2		核の流出・密輸に伴う核爆発装 置やダーティボムの製造・使用	<ul style="list-style-type: none"> 核爆発装置やダーティボムの使用による放射性物質拡散時 の影響最少化方法の検討 	短期	<ul style="list-style-type: none"> 紛争時の既存施設の核物質等管理方法の適切性の評価、核 検知技術、核鑑識技術の整備強化など 核爆発装置等の使用を想定した既存の対応ルールの確認など
				中長期	
2-1	核による威嚇とペラ ルーシへの核配備	核開発、核兵器利用物質生産 能力保有を企図する国の増加と 阻止するための規制強化	<ul style="list-style-type: none"> 米国及び国際的な核不拡散の強化 非核兵器国の原子力平和利用の阻害、停滞 	短期	<ul style="list-style-type: none"> 日本のエネルギー計画や利用目的のないPuを持たない方針 に対する理解増進、核拡散抵抗性を有したサイクル技術開発 原子力施設における3Sの確実な履行
				中長期	
2-2		NPT体制の揺らぎ 核軍縮の停滞・核兵器の増加 (グランドバーゲンの不成立)	<ul style="list-style-type: none"> NPT体制を中心とした核不拡散体制の弱体化 原子力平和利用への弊害 	短期	NPT体制の理解の増進・獲得、Pu利用の更なる透明性向上
				中長期	
3	ブダペスト覚書の不遵 守	国際約束の信頼性の低下	<ul style="list-style-type: none"> 北朝鮮、イランの核問題の解決の困難化 核開発周辺諸国の安全保障の強化の必要性 	短期	国連、IAEA理事会、二国間協議等による外交努力など
				中長期	
4	ロシアのウラン及び濃 縮役務供給の削減、 停止	西側諸国向けウラン転換及び濃 縮役務の提供の削減、停止	<ul style="list-style-type: none"> スポット価格（濃縮役務、核燃料）の上昇、 濃縮ウラン不足→Pu利用拡大、U濃縮国産化 中国への供給元移行 	短期	国際動向と国内への影響の分析
				中長期	
5	ロシアによる核兵器使 用	核戦争拡大のリスク ロシア有利で停戦	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲の放射能汚染、被爆者の発生 核兵器使用に対するハードルの低下、核兵器の有効性認 識 	短期	<ul style="list-style-type: none"> 強制力のある核兵器不使用のルールメイキング 被ばく医療経験の提供、医療及び除染支援
				中長期	
6	ロシア政権崩壊、自 治共和国独立	複数の核兵器保有国の誕生	<ul style="list-style-type: none"> 核兵器の所有権の問題 核兵器の適切な管理の問題(紛失・横流し) 	短期	ブダペスト覚書以上の信頼性のある取決
				中長期	

核不拡散政策研究委員会 委員

参考資料

	氏名	所属（役職名）
1	浅田 正彦 （委員長）	同志社大学法学部 教授 （京都大学名誉教授）
2	岩本 友則	日本原燃株式会社 フェロー
3	菊地 昌廣	きくりん国際政策技術研究所 代表 （元核物質管理センター 理事）
4	相楽 洋	国立大学法人東京工業大学 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所 准教授
5	戸崎 洋史	公益財団法人日本国際問題研究所 軍縮・科学技術センター 所長
6	友次 晋介	国立大学法人広島大学 平和センター 准教授
7	山崎 元泰	防衛大学校 公共政策学科 教授