

非核化の技術的プロセスとその検証について



2018年10月4日

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

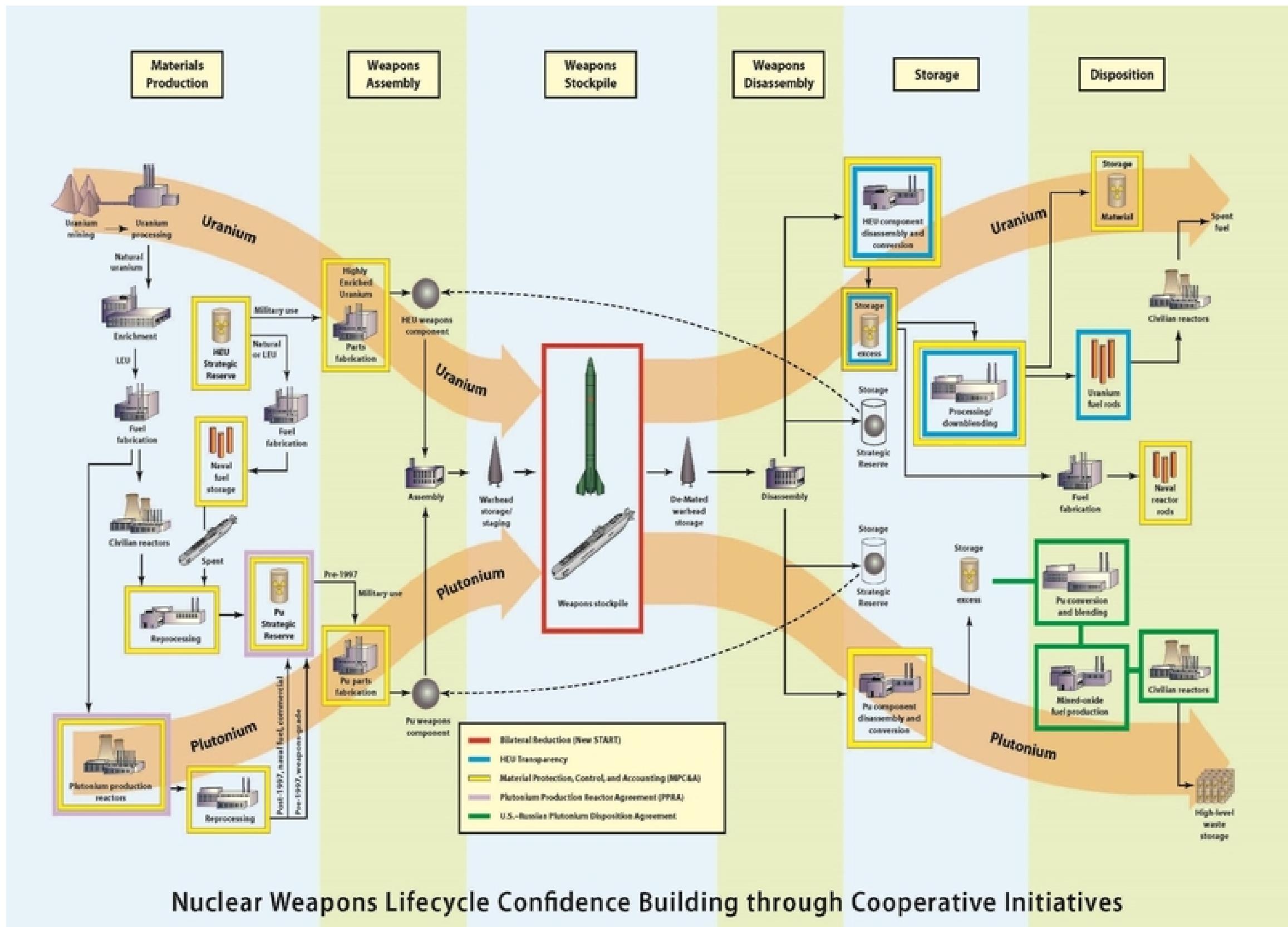
平成30年度第1回核不拡散科学技術フォーラム

目次

- 非核化の技術的プロセス
- 非核化の事例
 - 南アフリカ
 - リビア
- 非核化・検証のオプション、日本の強み、対応

非核化の技術的プロセス

核兵器のライフサイクル



非核化の技術的プロセス

- ① 核実験施設の廃棄
- ② 核兵器の解体、国外移転
- ③ 核兵器製造施設の無能力化・廃棄
- ④ 核兵器利用物質（PU、HEU）の処分、国外移転
- ⑤ 核兵器利用物質製造施設（ウラン濃縮、再処理、原子炉）の無能力化・廃棄
- ⑥ 核物質・核原料物質の処分、国外移転

低

非核化の度合い

高

核兵器の信頼性・製造能力の低下

核兵器製造に要する時間が長くなる

技術者、ノウハウ、資機材の調達ルート等は残る

非核化の事例

南アフリカ (1)

核開発を自発的に放棄することを決定し、核兵器の破棄、解体等を自ら実施。IAEA保障措置の下で検証が行われた事例。

1) 核開発の歴史

1970年からウラン濃縮技術開発に着手。

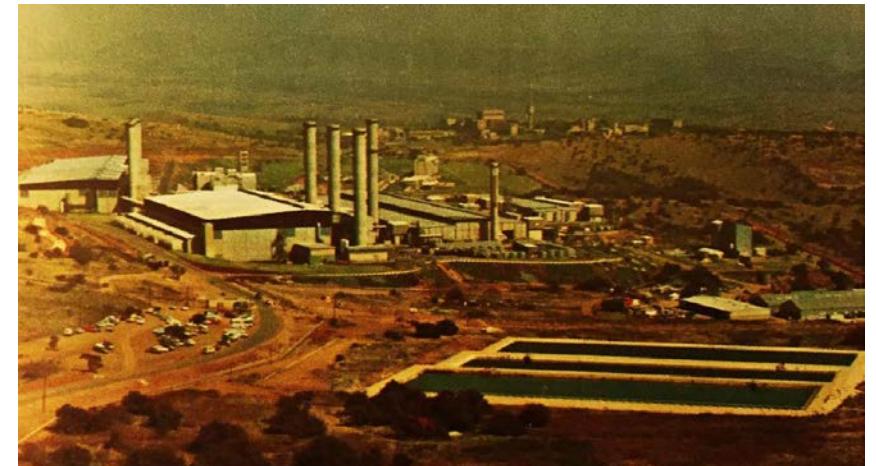
1974年にウラン濃縮プラント(高濃縮：Yプラント、低濃縮：Zプラント)を建設し、ウラン濃縮活動を開始。関連資機材調達は主に自力で。

1979年に核爆発装置用の高濃縮ウランを完成。

核開発を放棄した時点で、原子爆弾6個と未完成の7個目を所有。

2) 核開発放棄の背景

- 冷戦終結（ソ連の崩壊）により、隣国（アンゴラ・ナミビア内戦等）からの脅威も減少したため。
- アパルトヘイト（人種差別）撤廃を求める国内の運動を受けた同国初の黒人政権誕生の気運の高まりを受け、平和的な権力移行を果たすため。
- 国際的経済制裁の解除及び欧米先進諸国からの経済支援、国際的な認知の獲得。



高濃縮ウランの製造が行われていたYプラント

出典: Uranium Enrichment Corporation of South Africa Limited



核兵器の開発・製造が行われていたKenton Circle施設

https://isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/Chapter_5_Circle_april_1,_2016.pdf

南アフリカ (2)

3) 核兵器の放棄

1989年 就任したデクラーク大統領は、核兵器の放棄を決定

1990年2月 ウラン濃縮施設の運転停止

1990年2月 核兵器等の放棄を指示

1993年3月 同国の議会で「保有していた核爆弾をすべて自主的に放棄した」と公表



Kalahari核実験場のシャフトへのコンクリートの流し込み

出典: IAEA, Against the Spread of Nuclear Weapons: IAEA Safeguards in the 1990s

4) IAEAによる検証

1991年 NPT締約、保障措置協定締結

1993年 IAEAが南アの査察

核兵器関連施設へのアクセスも実施

1995年 IAEAは南ア提出の冒頭報告の完全性及び核兵器の完全放棄を報告

リビア (1)

核開発を断念し、IAEA等を通じて放棄した事例（核開発放棄後に制裁解除等を実施。「リビア・モデル」）。

1) 核開発の歴史

10年以上ウラン濃縮開発に関与し、天然ウラン、遠心分離機、周波数変換装置を入手。試験規模の遠心分離施設を建設。核兵器取得には至らず。

2001年末頃、核爆発装置の設計及び製造等に係る資料をカーン博士（パキスタン）の闇市場ネットワークを通じて取得。

2) 核開発断念の背景

冷戦終結後のイラク戦争(2003年)等を契機とした、欧米諸国との関係改善（経済制裁解除、経済支援、内戦下でのカダフィ大佐体制の維持等）

3) 核開発断念

2003年12月、核兵器関連物質、設備、計画の放棄、及びIAEAによる即時かつ全面的な査察受け入れを宣言。



オークリッジ国立研究所に保管されているリビアから搬出されたP1型遠心分離機

http://www.nti.org/media/images/1540_libya.jpg?_=1330127318

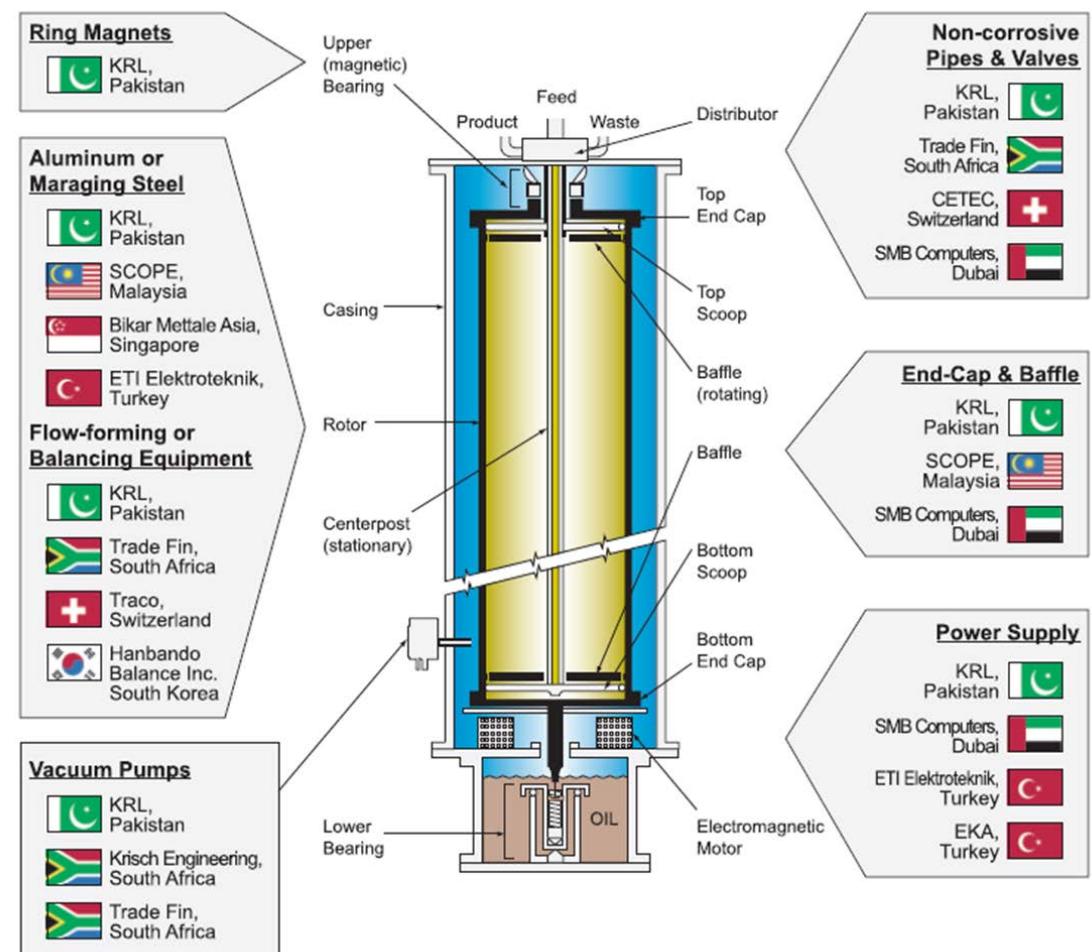
リビア (2)

4) 核物質等の国外搬出

- 米英が核関連資機材（遠心分離機、UF6）等を国外搬出後、処分（2004年1月から3月までの間）。
- ロシアがソ連時代に提供した研究用の高濃縮ウランを引き取り（2006年）。
- リビア提出の核爆発装置の設計及び製造等に係る資料は、IAEA封印の下でリビア国外に保管。

5) IAEAによる検証

- IAEAが過去の未申告活動の検証を含む査察、補完的アクセス、施設設計情報の検証、核物質（六フッ化ウラン等）及び核燃料サイクル（重水生産等）関連設備・資料の輸出入/取得の関係者（加盟国）への聞き取りを実施。
- 2008年9月12日付けIAEA事務局長報告書：未申告核物質・活動、及び核兵器開発関連活動等の不在を確認。



Source: Center for Nonproliferation Studies, January 2005

リビアの遠心法機器の調達先及び調達予定先候補として報告されている企業

http://www.nti.org/media/images/companies-sold-libya-gas-centrifuge-lg_1.jpg?_=1316466791

非核化のプロセスの比較

	南ア	リビア	北朝鮮
保有核兵器・タイプ	核兵器・利用物質を7発 HEU	核兵器未取得 (HEU)	核兵器20～60発？ HEU、Pu、水爆？
核開発の放棄・断念	1989年放棄	2003年断念	2018年放棄？
廃棄、国外搬出の対象	核兵器、核実験場、核兵器製造施設、核兵器利用物質、ウラン濃縮施設	ウラン濃縮施設、核物質	核兵器、核実験場、核兵器製造施設、核兵器利用物質、ウラン濃縮施設、再処理施設、黒鉛炉
廃棄方法・IAEAの廃棄への関与	自ら廃棄 IAEA関与なし	主として国外搬出 封印取付等限定的	
廃棄の所要期間	1990～1993（3年）	2004～2006（2年）	
NPT、保障措置協定（CSA）、追加議定書（AP）	NPT 1991年締約 CSA 1991年発効 AP 2002年発効	NPT 1975年締約 CSA 1980年発効 AP 2006年発効	NPT 1985年締約 CSA 1992年発効 2003年NPT脱退宣言
IAEAによる検証対象	すべての核物質・原子力施設、核開発関連施設	すべての核物質・原子力施設、未申告活動	
検証の所要期間	1991～1995（4年）	2003～2008（5年）	

非核化・検証のオプション、日本の強み、 対応

廃棄・国外搬出オプション

廃棄・国外搬出オプション	メリット	デメリット
<p>当該国が国内で自ら廃棄作業を実施 (南アフリカ)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 短期間で実施可能 • 最小限のリソース 	<ul style="list-style-type: none"> • 透明性が低くなる可能性 • 検証が不十分の可能性 • 機微技術が残る • 全体像の解明が困難
<p>他国の専門家・IAEAが立ち合いの下、当該国が国内で廃棄作業を実施</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 短期間で実施可能 • 廃棄がより完全 • 検証がより完全 • 全体像の解明の可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> • 他国の負担が生じる（数千万円） • 機微技術が残る
<p>他国に搬出 (リビア)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 完全な廃棄 • 完全な検証 • 全体像の解明の可能性大 	<ul style="list-style-type: none"> • 再処理、黒鉛炉は汚染等のため困難 • 長期間にわたる作業 • 他国の負担最大（10億円以上）

廃棄・無能力化のオプション

オプション	特徴	リソース・時間	備考
主要設備の完全な廃棄（撤去、変形、処理）	<ul style="list-style-type: none"> •能力がなくなる •機微技術消滅 •素材の再利用困難 •無能力化の検証が容易、モニタリング不要 	<ul style="list-style-type: none"> •廃棄に必要なリソース・期間：大 •検証に必要なリソース：小 	<ul style="list-style-type: none"> •汚染の度合い、どの程度の安全基準を適用するかで、リソース・時間は大きく異なる。
主要設備の無能力化	<ul style="list-style-type: none"> •能力がなくなる •機微技術が残る •素材の再利用可 •無能力化の検証が必要、モニタリングが必要 	<ul style="list-style-type: none"> •廃棄に必要なリソース・期間：小 •検証に必要なリソース：大 	<ul style="list-style-type: none"> •無能力化の対象、方法について、施設及び施設廃棄の知見・経験が必要。
主要設備を取り外し、国外に搬出	<ul style="list-style-type: none"> •能力がなくなる •機微技術消滅 •素材の再利用不可 	<ul style="list-style-type: none"> •廃棄に必要なリソース・期間：大 •検証に必要なリソース：小 	<ul style="list-style-type: none"> •再処理、黒鉛炉は汚染等のため困難・

非核化の検証例

- 国・施設者からの情報提供、得られた情報の分析（DIQ、DIE）
- 施設等へのアクセス（DIV）
 - ✓ 過去に行われた活動の検証
 - ✓ 主要機器の特定
 - ✓ 廃止・無能力化の検証方法、措置後のモニタリングの検討
- 廃止・無能力化の検証（査察）
- 廃止後のモニタリングの適用（査察、封じ込め／監視の適用）

（ ）内は、IAEAが保障措置協定の下で廃止措置中の施設に適用する措置

非核化プロセスにおける日本（JAEA）の知見・強み

	解体・廃止等の技術的知見	検証に関する技術的知見
核実験施設の廃棄	△ CTBTOを通じて得た情報に限定される	△ 地層処分施設の保障措置の知見が利用可
核兵器解体・国外移転	× 文献等で得た知識のみ	○ IPNDVを通じて得た知見
核兵器製造施設の無能力化・廃棄	× 文献等で得た知識のみ	△ 保障措置の知見が利用可
核兵器利用物質（Pu、HEU）の処分・国外移転	◎ 取り扱い・転換・加工・処理・国際輸送の知見・経験あり	◎ 保障措置適用の知見あり
核兵器利用物質製造施設（ウラン濃縮、再処理、原子炉）の無能力化・廃棄	◎ 施設の建設・運転・廃止措置の知見・経験あり	◎ 保障措置適用の知見あり
核物質・核原料物質の処分・国外移転	◎ 取り扱い・転換・加工・処理・国際輸送の知見・経験あり	◎ 保障措置適用の知見あり

非核化・検証に関する対応

- JAEAの持つ知見を活用し、非核化とその検証に関する調査・研究の実施、非核化に関連する情報発信
- 非核化ケーススタディーを実施し、効率的、効果的、日本の強みを生かした非核化対応の検討
- 国等から要請があれば、専門家・技術者の派遣等を含め、迅速に対応