

第二回軽水炉・高速炉におけるトリウム燃料の  
利用ワーキンググループ

# 核物質管理と核拡散抵抗性

2009.09.10

東京工業大学  
澤田哲生

1

## 内容

- 3つの論点
- 転換時間
- 有意量
- 曖昧な言質
- 核拡散抵抗性
- 核分裂可能性

2

## 3つの論点

- 資源論
  - ☆トリウムは豊富にある
- 核不拡散
  - ☆トリウムサイクルは核拡散抵抗性が高い
- 放射線防護
  - ☆従業員被ばく量は高くなる

3

## 転換時間

物質形態	転換時間
Pu, HEU又は233U金属	7～10日
PuO <sub>2</sub> , Pu(NO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> 又はその他の純粋なu化合物; HEU又は233U酸化物又はその他の純粋な化合物、MOX又は、Pu, U(233U+235U≥20%)を含むその他の未照射混合物、スクラップその他の種々の不純化合物中のu, HEU及び/又は233U	1～3週間*
照射済燃料中Pu, HEU又は233U	1～3ヶ月
233U 235U含有量が0%未満のU、Th	年のオーダー

\* この範囲はいかなる単一の因子によっても決まらない、ただし純粋のPu及びU化合物ではこの範囲の下端に、そして混合物及びスクラップは上端の方に位置する傾向がある。

4

# 有意量

QuickTimey C<sup>2</sup>  
èLlèÉvÈçÉÖéàÉÄ  
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ%â©ÇÈÇžÇ½Ç...ÇÖiKónÇ-ÇAB

5

## 有意量について

- 概念が不明瞭
  - ・裸の原子炉の理論は適用できない
- プルトニウム8kgの由来は
  - 10kg - 8kg - 6kg
  - 8kgなのか1kgなのか
- 核融合ブースターのもとでは、有意量の有意性はなお一層希薄になる

6

## 立場

- われわれが知り得るのは半世紀前の核技術
- 過去50年間でどのような科学技術的進歩を遂げたかその実態を知らない
- そういう立場で核不拡散や核拡散抵抗性をどこまで“真っ当に”議論できるのか

7

## あいまいな言質

- ウラン型核爆弾は実験をしなくともその保有が認められる
- 原子炉級プルトニウムでは有効な核爆弾は作れない
- 核爆弾に使えないプルトニウムがある
  - Pu240・・・自発核分裂
  - Pu238

8

# 核拡散抵抗性について

## 1) 核拡散抵抗性という概念の由来

- 核拡散抵抗性という概念 ----- いつ頃誰が言い出したのか不詳。核開発の初期からその言葉が用いられていたという言質もある。少なくともTOPS(あるいはINFCE)ではその概念と、ある種の評価手法、つまりInstitutional barrier, technological barrier, material barrierというカテゴリーの下に要素項目を列挙して比較するという手法が広まったように思われる。

## 2) 核拡散抵抗性の評価

- 核拡散抵抗性の定量的評価が報告されることがあるが、炉型式やサイクル手法の違いによる抵抗性の数値に有為な差が見られない場合が多い。

## 3) 垂直拡散

- 垂直拡散に対して、核拡散抵抗性の概念は意味を持たないように思われる。しかも、非核国からすれば、核保有国の垂直拡散の方がより脅威であるように思われる。

9

## だから？

- 核拡散“抵抗性”という概念がどこまで有効なのか釈然としない。
- 核拡散抵抗性の高い技術というものがあるのかもしれない。問題は、そのような技術をだれが使うかということ。
- 核拡散抵抗性をMaterial barrierを高めることによって担保するというのは比較的分かりやすい話で、そういう“処方”はあるのかもしれない。しかし、それはtechnological barrierとinstitutional barrierとはほぼindependentだと思われる。そうだとすれば、Material barrierをいくら高めたところで、核不拡散には寄与しないように思える。
- 核の実像が見えなければ、核拡散抵抗性は吟味できない。我々は圧倒的に核を知らない。(半世紀前の技術)

10

# 核分裂可能性

## Fissile ⊂ Fissionable

- Fissile: 低速中性子～高速中性子で効率よく核分裂を起こす
- Fissionable: 高速中性子(～MeV以上)で能く核分裂
- 核融合中性子(14MeV)では？
- 単段階核分裂反応爆弾の可能性
- 核分裂可能な物質は幾らでもある(U238)

11

### 核爆弾の小型化とは？

米国の一例

これはひとつの洗練された例であり、普通ここまでの小型化は不要



小型化

© 2011 防衛省 防衛研究所 防衛技術センター

ファットマン(Fat man)

完成年：1945年

重量：約5000kg (5トン)

大きさ：直径約1.5m、長さ約2m

爆発威力：約20kton-TNT

爆縮方式：32点起爆(高-低速火薬)

運搬：大型爆撃機 (B29)

スワン(Swan)

完成年：1956年

重量：約50kg

大きさ：直径約30cm、長さ約20cm

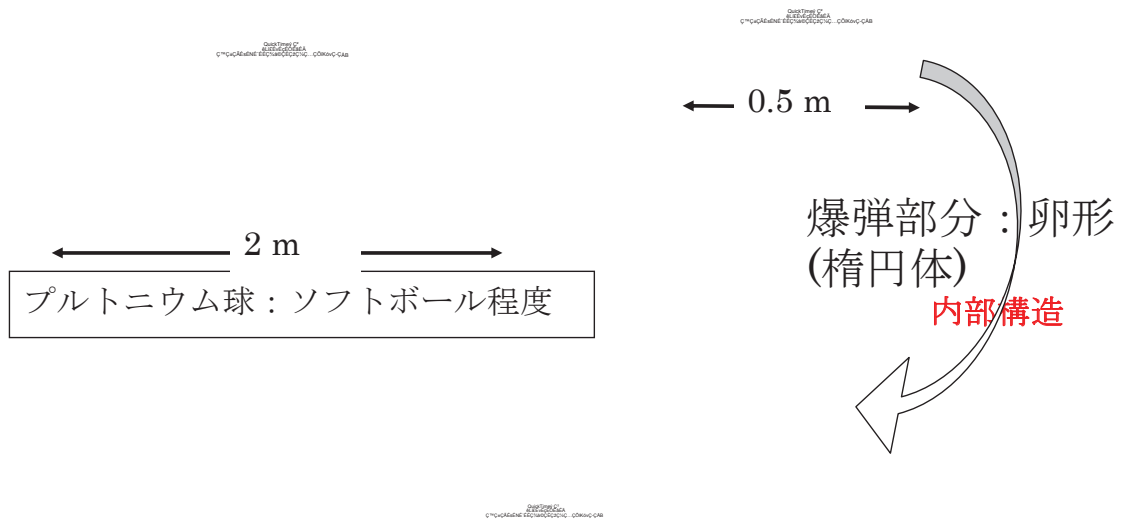
爆発威力：約6～15kton-TNT

爆縮方式：2点起爆、中空構造、核融合ブースト

運搬：可搬型無反動砲 (Davy Crocket)

ファットマン

スワン



13

## スエーデンが設計した核(1957)

QuickTime<sup>®</sup> C<sup>2</sup>  
èLíÉvÉcÉÓÉáÉÁ  
Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ´ÉÉÇ%â@ÇÉÇZÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇAB

14

# おわりに

- U233が保障措置対象になった事例はない・・・とりわけ混合物規制の実際がどのようになるのか
- Thサイクルの実態が不詳
- コストベネフィットからみたThサイクルを総合的に評価する枠組みが必要