# プルトニウムと原発 ~核燃料サイクルをめぐって~

#### 滝史郎

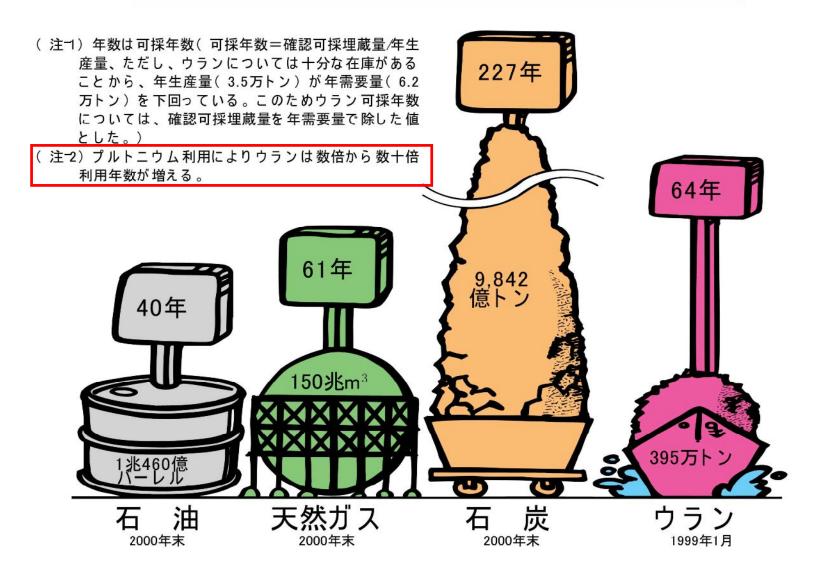
広島大学名誉教授 (元広島大学大学院工学研究科 エネルギー工学講座教授・ さよなら原発ヒロシマの会事務局長)

東広島市原水協学習講演会 2016/2/21 サンスクエア2階研修室

# 原発を増やすにあたって 国民に描いてみせた夢

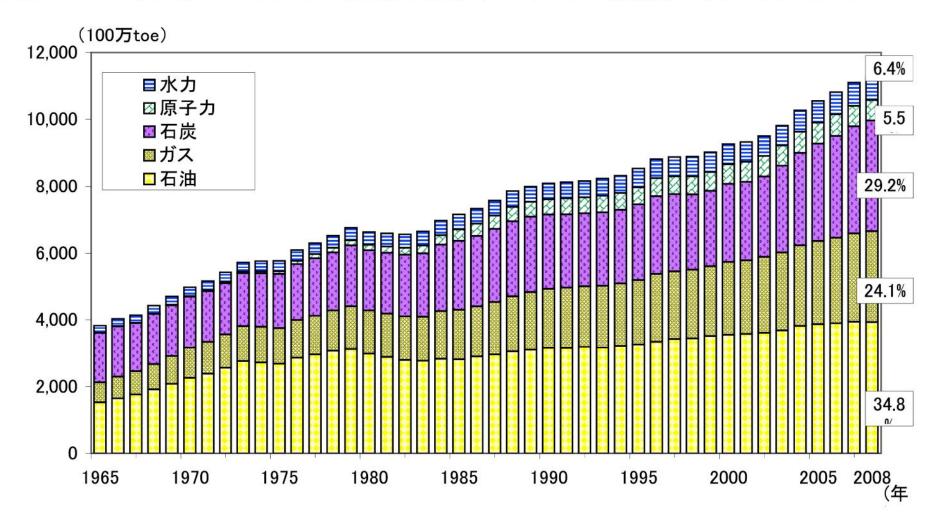
原子力で日本は未来永劫エネルギーを自給できるようになる!

### 世界のエネルギー資源確認埋蔵量

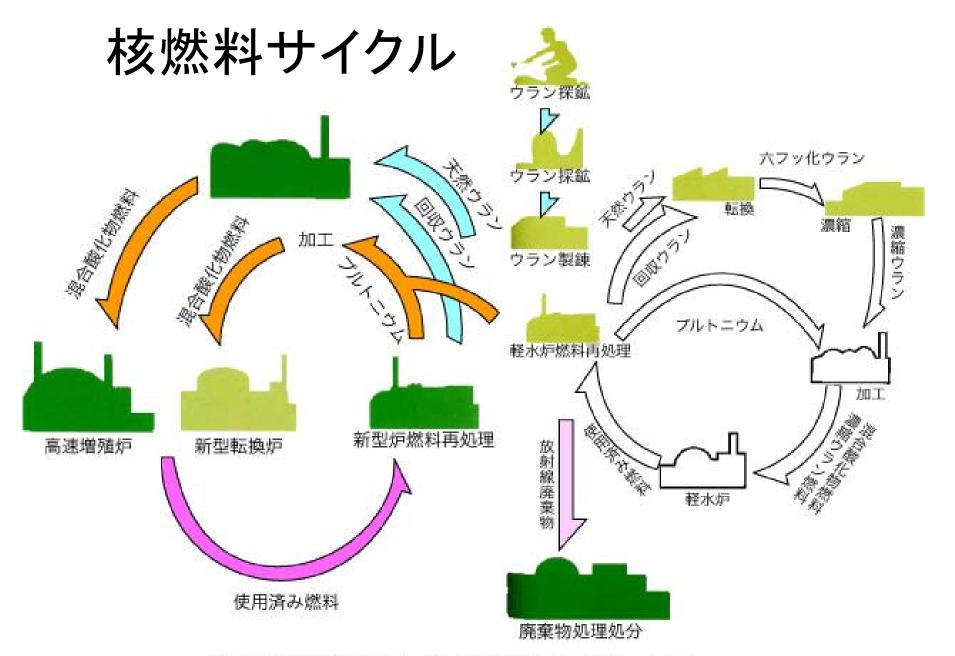


出典:総合エネルギー統計 平成13年度版)

#### 【第221-1-2】世界のエネルギー消費の推移(エネルギー源別、一次エネルギー)

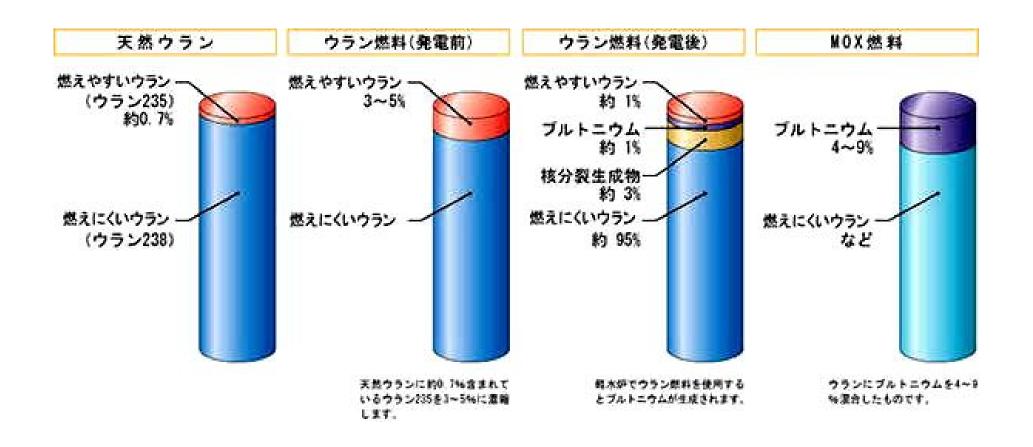


(注)toeはtonne of oil equivalentの略であり原油換算トンを示す。 (出所)BP、Statistical Review of World Energy 2008をもとに作成

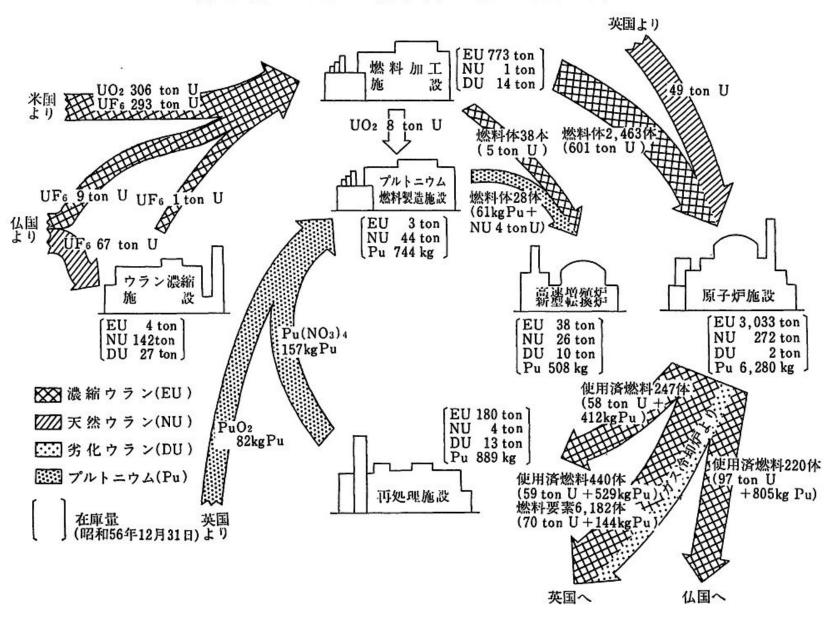


「サイクル機構」核燃料サイクル開発機構のパンフレットより

# 核燃料サイクルの中で 核燃料はどう変化するのか



#### 我が国における核物質の流れ(昭和56年)



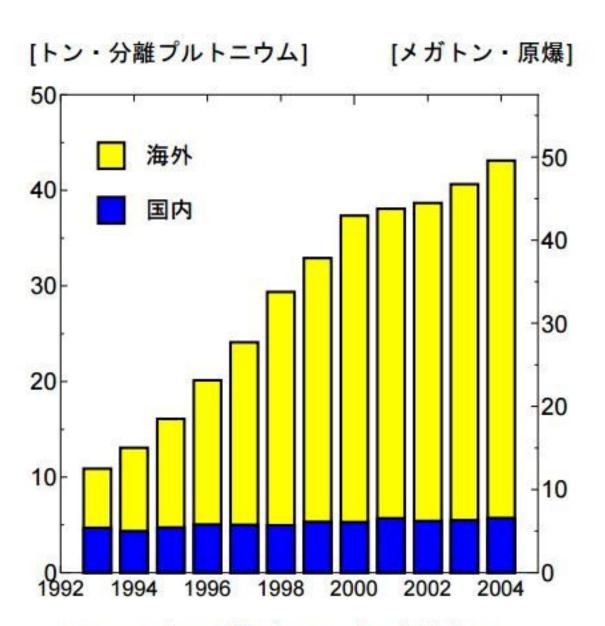
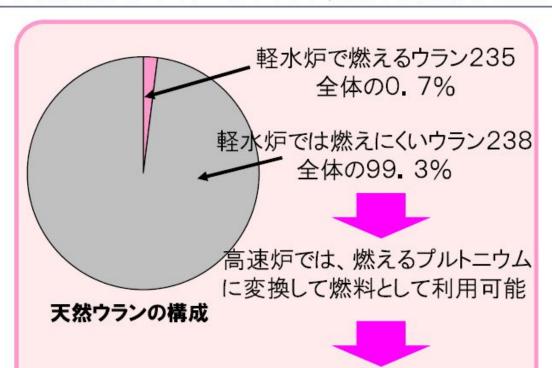


図6 日本の分離プルトニウム保管状況

長崎原爆(22kt)が13kgのプルトニウム239で製造されていたとし、 保管中の分離プルトニウムの68%が核分裂性であると仮定した。

### 高速増殖炉サイクルの意義①(エネルギー安定供給・安全保

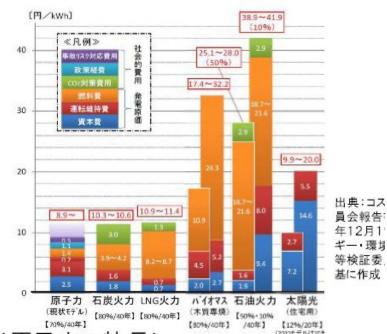
- ○これまでエネルギー資源の乏しい我が国は、長期的なエネルギー安定供給の確保という課題の を目指し、原子力の研究開発を推進してきた。
- ○高速増殖炉サイクルは、ウラン資源の利用効率を飛躍的に向上する技術として当初から開発を打



ウランの利用効率が飛躍的に向上。輸入に頼る 必要性が低下し、我が国のエネルギーの安定供 給・安全保障に大きく貢献。

=約100年

**ウランの可採年数 🔺 3,000年以上にわたって** 「活用ができるようになる



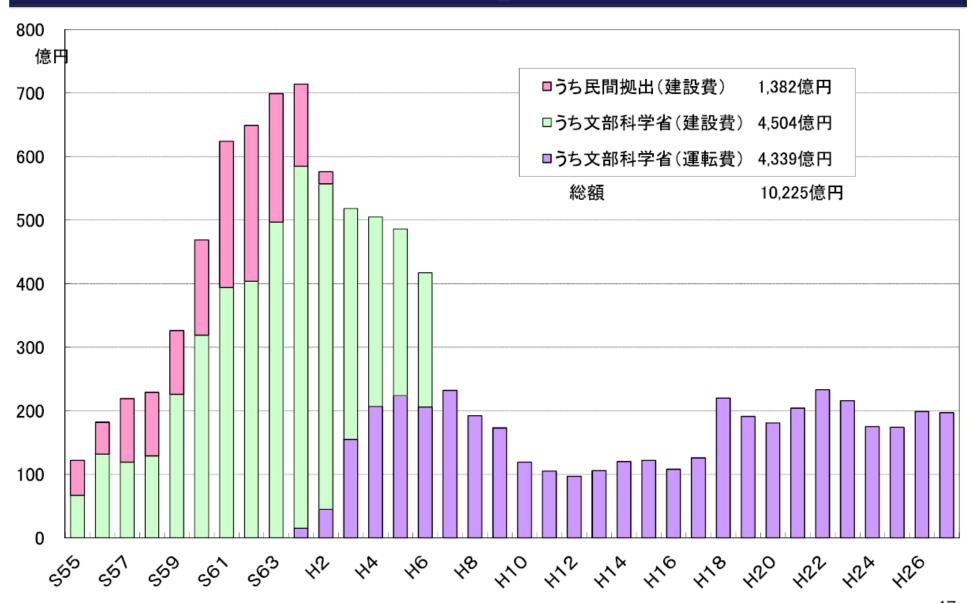
<原子力の特長>

- ①発電コストにおける燃料費の割合が低し
- ②一度装荷した燃料は約1年間使い続け →準国産エネルギーと言われる所以

高速増殖炉サイクルを実用化すれば、ウ 源の輸入はほとんど不要となり、ほぼ準国 ルギーとなる。

出典: OECD/NEA Nuclear Energy Outlook 2008

### 高速増殖原型炉「もんじゅ」の研究開発の予算推移



注)運営費交付金中の推計額を含む(文部科学省分) 17

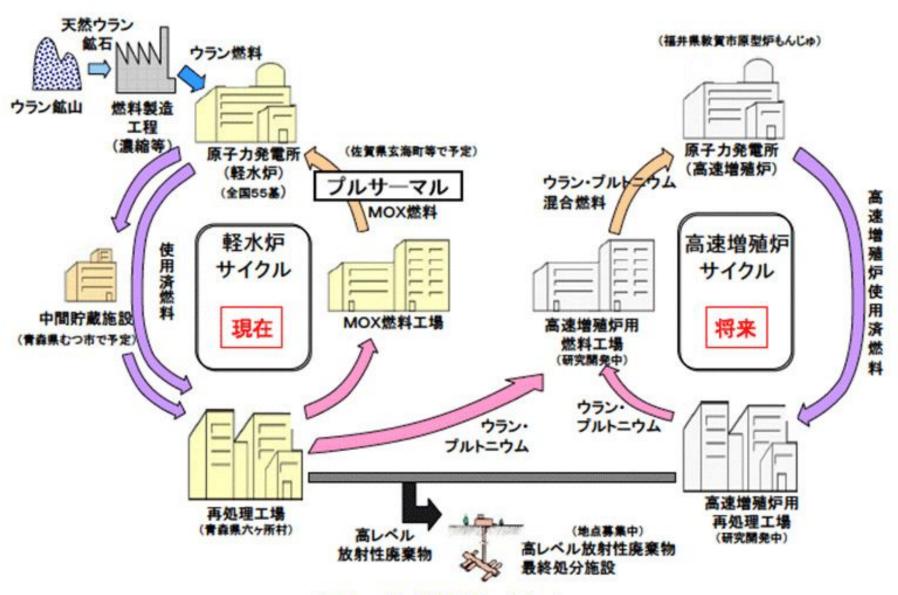


図1 核燃料サイクル

[出典]資源エネルギー庁: 施策情報、原子力政策の現状について、なぜ、日本は核燃料サイクルを 進めるのか?、核燃料サイクル、http://www.enecho.meti.go.jp/policy/nuclear/pptfiles/0201-0.pdf

## 高速増殖炉の開発の見通したたず

- 安全性が低く、危険 発熱密度が高く、燃料集合体の健全性に問題 冷却材にナトリウム(水と反応して燃焼) 安定性・制御性が悪く、暴走の危険 緊急時に炉心冷却できない
- どの国も開発を中止した 日本ではまだお金をつぎ込み続ける
- ・ 純度の高いプルトニウム239が出来る ⇒核兵器材料

### 「もんじゅ」のこれまでの主な経緯

昭和58年 5月 原子炉設置許可昭和60年10月 建設工事開始 平成 6年 4月 初臨界

この間205日運転

平成7年12月 40%出力試験中に2次冷却系のナトリウム漏えい事故

平成 8年~10年 旧科学技術庁が「もんじゅ安全性総点検」実施

平成10年10月 核燃料サイクル開発機構発足

平成13年~22年 改造工事の安全審査、工事、使用前検査

平成17年10月 日本原子力研究所と統合し日本原子力研究開発機構発足

平成21年 保全プログラム導入

平成22年5月 試運転再開(5月8日臨界達成)

この間45日運転

平成22年8月 炉内中継装置の落下トラブル発生

平成23年 3月 東日本大震災

平成24年 9月 原子力規制委員会発足

平成24年11月 機構は自ら約9千点の機器の点検漏れを原子力規制委員会に報告

平成24年12月 規制委員会より1回目の保安措置命令

平成25年 5月 規制委員会から運転再開準備の準備停止含む2回目の措置命令

改善作業に取り組むも、年4回の規制委員会の保安検査で度々各種違反・指摘

平成26年 4月 現行のエネルギー基本計画閣議決定

平成26年12月 機構より措置命令に対する報告書提出

引き続き改善作業に取り組むも、保安検査で度々各種違反・指摘

<u>平成27年11月 原子力規制委員会から文部科学大臣に対する勧告発出</u>

### 「もんじゅ」に関する原子力規制委員会の勧告

原子力規制委員会は、文部科学省(平成27年10月21日)や原子力機構(同11月2日)との意見交換や委員会での議論を踏まえ、11月13日の委員会において、もんじゅに関して以下の勧告を決定した。(参考資料に勧告全文を添付)

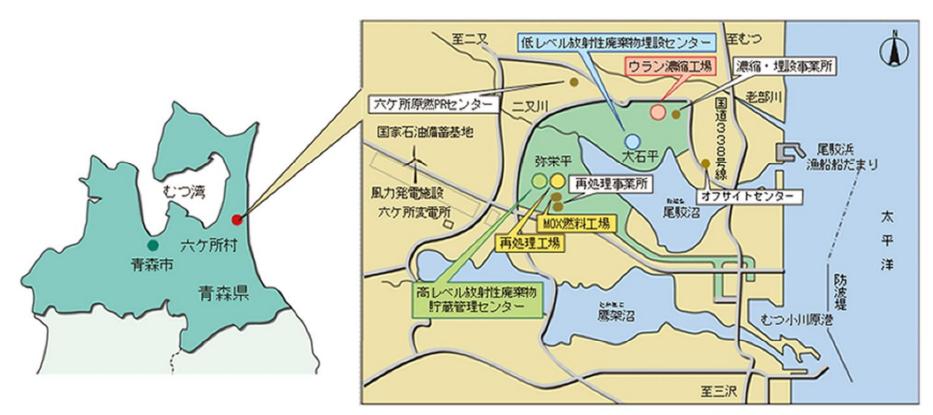
次の事項において検討の上、おおむね半年を目途として、これらについて講ずる措置の内容を示されたい。

- 一機構に代わってもんじゅの出力運転を安全に行う能力を有すると認められる者を具体的に特定すること。
- 二 もんじゅの出力運転を安全に行う能力を有する者を具体的に特定することが困難であるのならば、もんじゅが有する安全上のリスクを明確に減少させるよう、もんじゅという発電用原子炉施設の在り方を抜本的に見直すこと。

委員会終了後、田中委員長が文部科学省を訪問し、馳文科大臣に勧告を手交

核燃料サイクル (プルトニウム・リサイクル)の キーとなる技術は 増殖炉ープルトニウム生産 再処理=プルトニウム抽出

再処理工場を持つ非核保有国は 世界で日本だけ



出典:日本原燃(株)パンフレット、他

#### 図1 六か所核燃料サイクル施設配置図

[出所] 電気事業連合会: 原子力・エネルギー図面集2011、第7章「原子燃料サイクル」、 http://www.fepc.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html

	再処理工場	高レベル放射性 廃棄物貯蔵管理 センター	MOX燃料工場	ウラン濃縮工場	低レベル放射性 廃棄物埋設 センター
場所	青森県上北郡六ヶ所村弥栄平地区			青森県上北郡六ヶ所村大石平地区	
規模	最大処理能力 800トン・ウラン/年 使用済燃料貯蔵 容量 3,000トン・ウラン	返還廃棄物貯蔵 容量 ガラス固化体 2,880本	最大加工能力 130トン-HM <sup>※1</sup> / 年 製品 国内軽水炉 (BWR、PWR)用 MOX燃料集合体	150トンSWU/年で 操業開始 最終的には1,500 トンSWU/年の規 模	約20万立方メート ル(予定)(200リットルドラム缶約100 万本相当) 最終的には約60 万立方メートル (同約300万本相 当)
工期	工事開始:1993年 しゅん工時 期:2018年	工事開始:1992年 操業開始:1995年	工事開始:2010年 しゅん工時 期:2019年	工事開始:1988年 操業開始:1992年	工事開始:1990年 操業開始:1992年
建設費	約2兆1,930億円	約1,250億円	約2,100億円	約2,500億円	約1,600億円(※ 2)

各施設の名称と法令上の名称(かっこ内)の関係は以下の通り 再処理工場(再処理施設)、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター(廃棄物管理施設)、 ウラン濃縮工場(加工施設)、低レベル放射性廃棄物埋設センター(廃棄物埋設施設)

※1:HM(ヘビーメタル):MOX中のプルトニウムとウランの金属成分の質量を表す単位

※2:低レベル放射性廃棄物約20万立方メートル(200リットルドラム缶約100万本相当)分の建設費

## 再処理の工程では

燃料棒の管内に閉じ込めてあった 放射性物質を切り刻んで硝酸に溶 かすため通常の運転時でも多量の 放射性物質を環境中に放出する

### 気体で大気中に放出する放射性物質

放射性元素名	推定年間放出量 (ベクレル/年)	半減期	生物濃縮
クリプトン85 (Kr-85)	33京	10.7年	無し
トリチウム (H-3)	1900兆	12.3年	無し
炭素14 (C-14)	52兆	5730年	無し
ヨウ素129 (I-129)	110億	約1570万年	有り
ョウ素131 (I-131)	170億	8日	考慮不要
ルテニウム106 (Ru-106)	410億	374日	
ロジウム106 (Rh-106)	410億	29秒	
セシウム137 (Cs-137)	11億	30年	
バリウム137m (Ba-137m)	10億	2.55分	
ストロンチウム90 (Sr-90)	7.6億	28.8年	
イットリウム90 (Y-90)	7.6億	2.7日	
プルトニウム240 (Pu-240) (α線核種)	2.9億	6500年	
その他の核種 (α線核種)	4000万		
その他の核種 (非α線核種)	94億		

再処理事業指定申請書

## 液体で太平洋に放流する主な放射性物質

放射性元素名	推定年間放出量 (ベクレル/年)	半減期	生物濃縮
トリチウム (H-3)	1京8千兆	12.3年	無し
ヨウ素129 (I-129)	430億	1570万年	有り
ョウ素131 (I-131)	1700億	8日	考慮不要
ルテニウム106 (Ru-106)	240億	374日	
プルトニウム241 (Pu-241)	800億	14.29年	
セシウム137 (Cs-137)	160億	30年	
ストロンチウム90 (Sr-90)	120億	28.8年	
イットリウム90 (Y-90)	120億	2.7日	
セシウム134 (Cs-134)	82億	2年	
セリウム144 (Ce-144)	49億	285日	
プラセオジム144 (Pr-144)	49億	17分	
コバルト60 (Co-60)	41億	5.3年	
ユウロピウム154 (Eu-154)	14億	8.6年	
プルトニウム240 (Pu-240) (α線核種)	30億	6500年	
キュリウム244 (Cm-244) (α線核種)	3.9億	18年	
アメリシウム241 (Am-241) (α線核種)	1.4億	432年	
その他の核種 (α線核種)	4億		
その他の核種 (非α線核種)	320億		

## 六ケ所村再処理工場のコスト

電気事業連合会の発表によれば

- 1993年着工, 工場建設費 7,600億円
- 1996年 建設費 1兆8,800億円
- 1999年 建設費 2兆1,400億円
- 2003年 建設費 3兆3,700億円
  運転・保守費 6兆800億円
  工場解体・廃棄物処理費 2兆2,000億円
  総費用約11兆円余
  (40年間運転,事故想定無しで)

## トラブル続きで完成しない 核燃料再処理工場

- 当初1997年12月完成予定
- ・完成予定時期を2016年3月から 2018年度上期に延期(23回目の延期)