

No.11 ウランの値段が上がればワンスルーでは発電単価が上がる

ウラン燃料単価が上昇した場合、再処理モデルよりも直接処分モデルの方が価格の上昇率は大きい。

核燃料サイクルコスト

感度解析結果(2)フロントエンド単価

(円/kWh)

項目	再処理モデル			直接処分モデル			現行モデル		
	基本 ケース	感度解析 ケース	価格比	基本 ケース	感度解析 ケース	価格比	基本 ケース	感度解析 ケース	価格比
ウラン燃料	0.73	1.04	1.4	0.81	1.16	1.4	0.77	1.10	1.4
MOX燃料	0.15	←	—	—	—	—	0.07	←	—
再処理等	1.03	←	—	—	—	—	0.46	←	—
中間貯蔵	—	—	—	0.09	←	—	0.05	←	—
HLW処分	0.08	←	—	—	—	—	0.04	←	—
直接処分	—	—	—	0.10~ 0.11	←	—	—	—	—
計	1.98	2.29	1.2	1.00~ 1.02	1.35~ 1.36	1.3~1.4	1.39	1.72	1.2

2011/10/25

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第3回)

20

2

No.29 MOX燃料の使用が10~20%のウラン資源の節約となる評価の精査が必要

作業中。

3

#5技術小委 伴委員意見書

2. 再処理に関して

(3) 六ヶ所再処理工場を現時点で止めた場合の影響

③ 再処理を一定期間中断した場合の復興はどの程度難しいのか

再処理を一旦止めると、再び事業を始めるのは下記の観点から極めて困難

- 立地地域との信頼関係の喪失
 - ✓ 立地地域は、原子力及びサイクルが国策として進められることを前提にサイクル施設の立地を受け入れてきており、政策変更により立地地域の信頼を失えば二度と信頼を回復できない可能性大
- 国際社会からの圧力
 - ✓ 日本は非核兵器国の中で唯一商業規模での再処理を認められており、これは日本が長年の外交努力と保障措置への真摯な取り組みの結果得た貴重な権利
 - ✓ いったんこの権利を放棄すると、再びその権利を手に入れることは極めて困難
 - ✓ 日米原子力協定は2018年が更新期限
- 蓄積された技術・人材の喪失

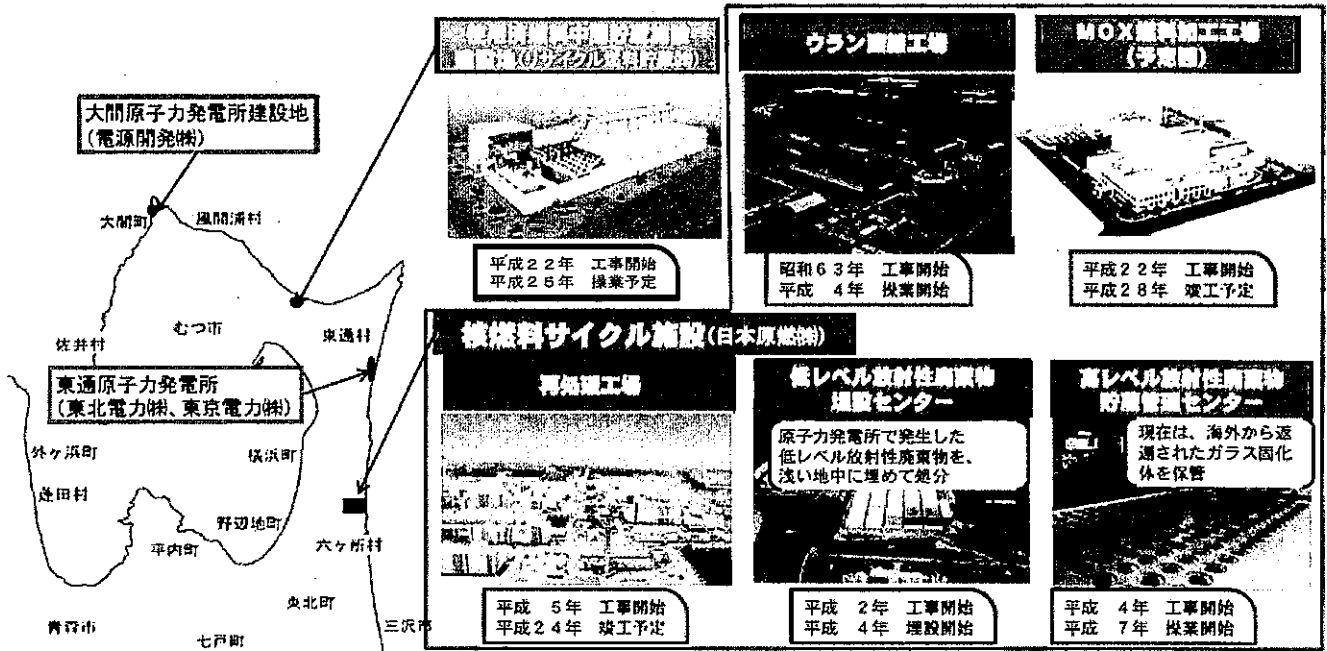
参 考：核燃料サイクル関連施設を巡る過去の経緯

- (1) 国及び電気事業者は、これまで約25年にわたり、青森県の理解と協力のもと、青森県内に核燃料サイクル施設の建設を進めてきた経緯あり(六ヶ所再処理工場、むつ市中間貯蔵施設等)。
- (2) 青森県、六ヶ所村、日本原燃(株)の間では、「再処理事業の確実な実施が困難となった場合には、青森県、六ヶ所村、日本原燃株式会社が協議のうえ、日本原燃株式会社は、使用済燃料の施設外への搬出を含め、速やかに必要かつ適切な措置を講ずるものとする。」との覚書が締結されている(1998年)。
- (3) 仮に六ヶ所再処理工場を廃止する場合、このような覚書との関係や、既に投資している金額(約2.2兆円)の扱いについても検討することが必要。

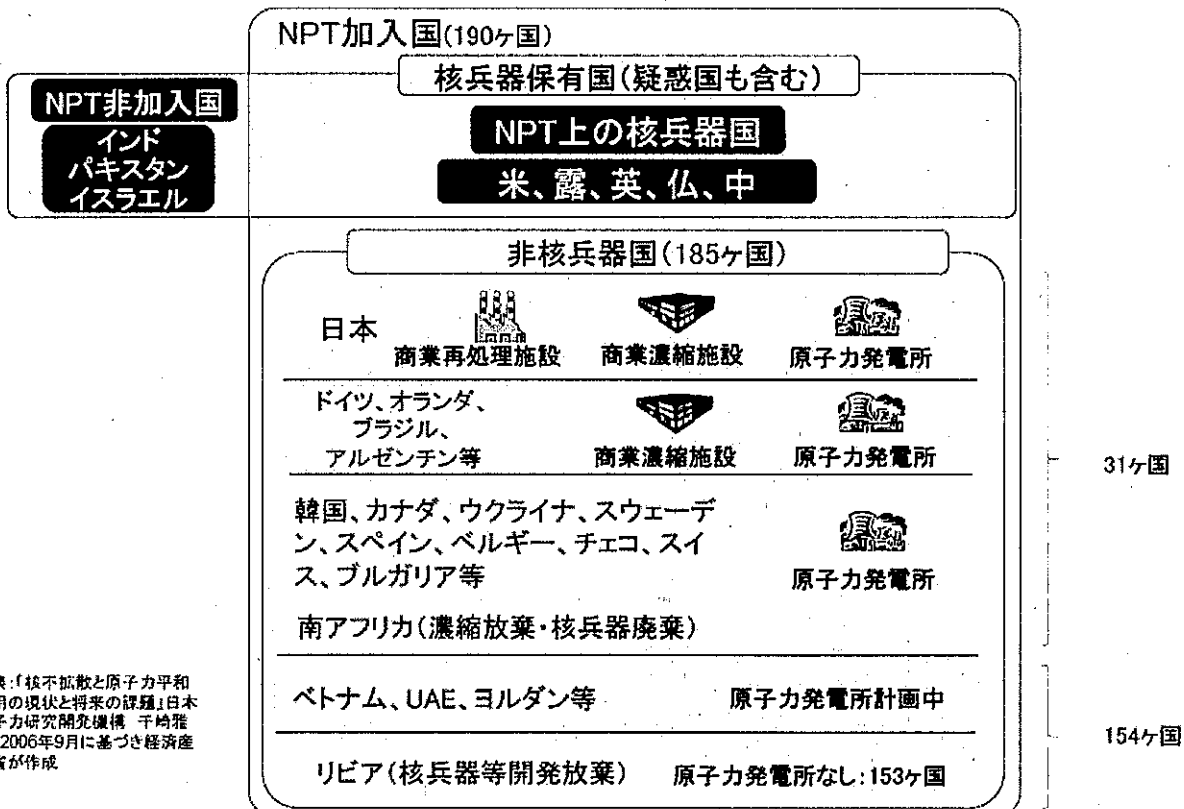
核燃料サイクル関連施設を巡る過去の経緯

- | | |
|----------|--|
| 1984年 4月 | 電事連会長、青森県知事に原子燃料サイクル事業の包括的協力要請 |
| 1985年 4月 | 「原子燃料サイクル施設の立地への協力に関する基本協定」締結
(青森県・六ヶ所村・日本原燃サービス(株)及び日本原燃産業(株)) |
| 1993年 4月 | 再処理工場着工(六ヶ所村) |
| 1995年 4月 | 第1回高レベル放射性廃棄物(海外から返還されたガラス固化体)の受入
(六ヶ所村「高レベル廃棄物貯蔵管理センター」) |
| 1998年 7月 | 再処理事業困難時の使用済燃料の取扱いに関する覚書締結
(青森県、六ヶ所村、日本原燃(株)) |
| 2005年10月 | 「使用済燃料中間貯蔵施設に関する協定」締結
(青森県・むつ市、東京電力(株)及び日本原子力発電(株)) |
| 2006年 3月 | 再処理工場アクティブ試験開始 |
| 2010年 3月 | 直嶋経産大臣より、海外から返還される低レベル放射性廃棄物の受入要請 |
| 2010年 8月 | 三村知事、海外から返還される低レベル放射性廃棄物の受入了解 |
| 2010年 8月 | 使用済燃料中間貯蔵施設着工(むつ市) |
| 2011年10月 | MOX工場着工(六ヶ所村) |

参考:青森県に立地する核燃料サイクル関連施設



参考:原子力の平和利用と核兵器不拡散条約体制



出典:「核不拡散と原子力平和利用の現状と将来の課題」日本原子力研究開発機構 千崎雅生, 2006年9月に基づき経済産業省が作成

参 考：日米原子力協定における日本での再処理 実施に関する過去の経緯

- 1974年のインドの核実験を契機としたカーター米大統領による核不拡散政策の強化により、旧動力炉・核燃料開発事業団(現日本原子力研究開発機構)東海再処理施設(1971年建設開始)の運転にかかる日米原子力協定に基づく米国の同意取り付けが難航。
- 我が国は、原子力利用が我が国エネルギー安全保障及び経済発展によって不可欠との認識の下、
 - ・核拡散防止の強化に積極的に協力
 - ・原子力平和利用の推進と核拡散防止の両立
 - ・NPTにおける非核兵器国の原子力平和利用の権利 等を主張
- 交渉は1977年4月から1977年8月まで実施され、東海再処理施設において2年間、一定量の使用済燃料の再処理を実施すること等に合意。
- その後、核不拡散上の配慮から、東海再処理施設に建設されるプルトニウム転換施設をウランとの混合転換法に変えて本格運転にいたった。
- 1981年に発足したレーガン政権(共和党)は、核拡散のおそれのない国の再処理には柔軟に対処する姿勢に転じ、東海再処理施設の処理量と新規再処理工場に関する制約は撤廃。
- 1982年8月、日米間の対等性・規制権の双務性の確保、再処理の実施等にかかる「包括同意方式」の導入等を目指し、日米原子力協定改定交渉を開始し、15回にわたる協議等を経て1987年1月に実質合意。1988年7月に発効。

#5技術小委 伴委員意見書

(4) 六ヶ所再処理工場の試験運転～竣工へと続けた場合の影響

① MOX 加工工場の建設含めてコストへの影響について

- ・技術検討小委では、平成16年コスト小委で用いた算定に対し、最新の建設費の動向(1,200→1,900億円に増)に合わせ、総事業費を増額して単価を算定(25,600→40,600万円/トン;割引率0%の場合)して評価した
- ・発電コスト全体に占めるMOX燃料加工費の割合は小さいため、評価結果を左右するような支配因子にはならない

割引率3% (円/kWh)

項目	再処理モデル	現状モデル		直接処分モデル	
		今回	平成16年	今回	平成16年
ウラン燃料	0.73	0.77	0.59	0.81	0.64
MOX燃料	0.15	0.07	0.07	-	-
(フロントエンド計)	0.88	0.84	0.66	0.81	0.64
再処理等	1.03	0.46	0.65	-	-
中間貯蔵	-	0.05	0.04	0.09	0.12
HLW処分	0.08	0.04	0.12	-	-
直接処分	-	-	-	0.10~0.11	0.12~0.21
(バックエンド計)	1.11	0.55	0.81	0.19~0.21	0.24~0.33
計	1.98	1.39	1.47	1.00~1.02	0.9~1.0

注1) 各項目ごとの四捨五入の端数で合計が合わない場合がある
注2) 平成16年の検討では、HLW処分は製出単価(割引率2%)を一律に適用していたが、今回は割引率ごとに試算

#5技術小委 伴委員意見書

(4) 六ヶ所再処理工場の試験運転～竣工へと続けた場合の影響
③ 回収ウランの扱い(再濃縮の現実性)、再濃縮でも残る劣化ウランの扱い

- ・ 回収ウランについては、資源エネルギー庁の原子力立国計画において、「国内における再処理の結果得られる回収ウランは、国内利用を第一目標とするが、現在ウラン価格は上昇しているもののウラン調達自身に困難は見出されていないこと、ウラン濃縮度が高く備蓄効果も高いことから、当面は、将来のウラン需要に備えた戦略的備蓄と位置付けることが合理的である。」とされている。
 - ・ 具体的な利用の方法や、再濃縮した場合の劣化ウランの扱いについては、今後のサイクル政策、FBR政策の方向性も踏まえて、今後検討する。
- (参考)軽水炉由来の回収ウランの濃縮度は約1%であることから、天然ウランの約0.7%を濃縮するのに比べ、相対的に劣化ウランの発生量は少なくなる。

#5技術小委 伴委員意見書

3. 使用済み燃料の貯蔵に関して

(1) これまでの対応(リラッキングや乾式貯蔵など)の整理

【2011年9月末現在】

電力会社名	発電所名	管理容量 (tU)	貯蔵量 (tU)	これまでの対応実績
北海道電力	泊	1,000	380	共用化(1, 2号炉と3号炉)
東北電力	女川	790	420	共用化(1号炉と2, 3号炉)
	東通	440	100	—
東京電力	福島第一	2,100	1,960	共用プール 乾式キャスク貯蔵施設増設(4, 5, 6号炉)
	福島第二	1,360	1,120	共用化(1, 2, 3, 4号炉)
	柏崎刈羽	2,910	2,300	ラック増設(3, 4, 6, 7号炉) リラッキング(2, 5号炉) 共用化(1, 2, 5号炉と3, 4, 6, 7号炉)
中部電力	浜岡	1,740	1,140	ラック増設(4号炉) 共用化(1, 2, 3号炉と4号炉、1, 2, 3, 4号炉と5号炉)
北陸電力	志賀	690	150	リラッキング(1号炉)
関西電力	美浜	680	390	プール共用化(1と3号炉、2号炉と3号炉) リラッキング(2号炉、3号炉、ただし2号炉ラックは通常ステンレス鋼使用)
	高浜	1,730	1,180	プール共用化(1号炉と3, 4号炉、2号炉と3, 4号炉、3号炉と4号炉) プール増設(3, 4号炉Bエリア) リラッキング(3, 4号炉Aエリア)
	大飯	2,020	1,400	プール共用化(1, 2号炉と3号炉、1, 2号炉と4号炉) プール増設(3, 4号炉Bエリア)
中国電力	島根	600	390	共用化(1号炉と2号炉) ラック増設、リラッキング(1号炉) リラッキング(2号炉)
四国電力	伊方	940	590	共用化(1, 2号炉と3号炉) リラッキング(3号炉)
九州電力	玄海	1,070	830	共用化(1, 2号炉と4号炉)
	川内	1,290	870	リラッキング(1, 2号炉)
日本原子力発電	敦賀	860	580	ラック増設(1号炉) 共用化(2号炉に1号炉燃料用のラックを設置) リラッキング(1, 2号炉)
	東海第二	440	370	リラッキング 乾式キャスク貯蔵施設増設

#5技術小委 伴委員意見書

3. 使用済み燃料の貯蔵に関して(2) 貯蔵施設がつくられてこなかった理由あるいは困難さについて整理

- 事業者は、現行の原子力政策大綱やエネルギー基本計画などの方針に基づき、中間貯蔵施設の立地に向けた広聴・広報活動等を行い、施設の立地に努めてきたところ。
- その結果として、青森県むつ市での貯蔵施設立地が実現したものの、現時点において、その他の地点においては、立地するところまでには至っていない。
- 中間貯蔵施設の立地が進まない中で、事業としての形態に限らず、広く対応策(リラッキング、共用化、乾式など)を検討・実施。
- 一例では、中部電力は、平成20年12月にサイト内での使用済み燃料乾式貯蔵施設の計画を公表し、建設に向けた準備を進めている。
- 至近では、平成23年3月に発生した福島第一の事故により原子力や使用済み燃料への不安視から、貯蔵施設の増強や立地が、さらに困難な状況にある。

#5技術小委 伴委員意見書

4. 海外保有プルトニウムを使用するプルサーマルについて

①仏国

- ・日本電力分の再処理は完了、各電力へのプルトニウムの割当ても完了。
- ・MELOX工場にてMOX燃料に加工し、順次日本に持ち帰る予定。

②英国

- ・日本電力分の再処理は約1tUを残しほぼ終了。各電力へのプルトニウムの割当ては未了。
- ・SMP工場の閉鎖により当面は保管。2011年12月に公表された英国のプルトニウムの長期管理方策の中で、今後建設に向けた検討がなされるとされている新たなMOX燃料加工工場での加工も視野に入れながら、日英間の協議を継続。

※保管費用は発生しているが、支払い金額等の詳細については、商業上の機密事項のためお答えできない。

【平成22年末における海外に保管中の分離プルトニウム量】

保管国	分離プルトニウム量	
		うち、核分裂性プルトニウム量
英国での回収分	17,055 (16,879)	11,643 (11,531)
仏国での回収分	17,970 (19,318)	11,730 (12,599)
合計	35,025 (36,196)	23,373 (24,130)

()内は平成21年末の報告値を示す。

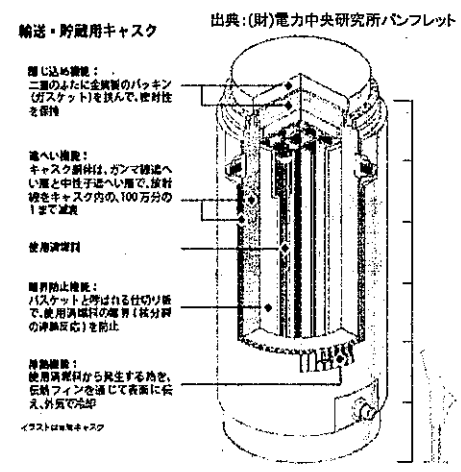
サイクルオプション評価視点整理表

・中間貯蔵の技術的成立性(安全審査)

- 我が国では、福島第一原子力発電所で平成7年度から、東海第二発電所で平成13年度から乾式キャスクを用いた燃料貯蔵を実施。
- 東京電力(株)と日本原子力発電(株)が設立したリサイクル燃料貯蔵(株)は、乾式キャスクを用いた中間貯蔵施設について平成22年8月に工事認可を受け、同月より建設開始(青森県むつ市)。

- 中間貯蔵施設に関しては、原子力安全委員会が平成14年10月に「金属製乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵施設のための安全審査指針」をとりまとめた。
- 本指針には21の指針が記載されており、施設またはキャスクに求められる4つの基本的な安全機能としては以下が挙げられる。

- ◆ 密封機能
 - 一般公衆及び放射線業務従事者に対し、放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料集合体が内包する放射性物質を適切に閉じ込める機能
- ◆ 遮へい機能
 - 一般公衆及び放射線業務従事者に対し放射線被ばく上の影響を及ぼすことのないよう、使用済燃料の放射線を適切に遮へいする機能
- ◆ 臨界防止機能
 - 使用済燃料が臨界に達することを防止する機能
- ◆ 除熱機能
 - 使用済燃料集合体の健全性及び安全機能を有する構成部材の健全性が維持できるよう、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去する機能



【乾式キャスクの主な特徴】

- ・不活性ガス中に貯蔵するため、燃料被覆管の腐食は起こりにくい環境
- ・使用済燃料からの崩壊熱除去に、自然対流を利用するための動的機器がない。

サイクルオプション評価視点整理表

・中間貯蔵の技術的成立性(諸外国の乾式貯蔵例 1/2)

- 諸外国ではサイト内外でキャスクを用いた乾式貯蔵や貯蔵プールを用いた湿式貯蔵が行われている。

国外での乾式貯蔵の状況

	施設名(箇所数)	容量	運開年
アルゼンチン	Embalse	2000(tHM)	1993
アルメニア	Metzamor	155(tHM)	2000
ベルギー	Doel	2100(tHM)	1996
カナダ	(6箇所)	75(tHM)	1985
チェコ	Dukovany	1940(tHM)	1995
ドイツ	(15箇所)	22395(tHM)	1995
ハンガリー	Paks	850(tHM)	1997
インド	(2箇所)	590(tHM)	1990
韓国	Wolsong	6250(tHM)	1992
リトアニア	Ignalina	98(Cask)	1998
ルーマニア	ROG	36000(Bundle/y)	2003
スペイン	Trillo	1680(Cask)	2002
スイス	ZWILAG	2500(tHM)	2001
ウクライナ	Zaporozhe	9120(Cask)	2001
米国	(38箇所)	9509(tHM)	1975
英国	NDA,Wylfa	700(tHM)	1979

米国	主として原子力発電所の敷地内において湿式・乾式の貯蔵がなされている。同様に廃炉がなされた発電所についても、当該炉から発生した使用済燃料が廃炉後の原子力発電所敷地に貯蔵されており、これは特に管理が容易な乾式貯蔵がされている事例が多い。
スイス	使用済燃料を海外で再処理してきたが、現在は終了しており、使用済燃料は電力会社の共同出資で設立されたピュレンリンゲン中間貯蔵施設(ZWILAG)が操業を開始している。保管されている輸送貯蔵兼用キャスクは200基。原子力発電所から同施設までは比較的小規模なキャスクで輸送され、同施設内で貯蔵用の大型キャスクに詰め替えられる。
ベルギー	使用済燃料の再処理契約が破棄された後はDoel発電所サイト内に設けた中間貯蔵施設において乾式貯蔵を行っている。同施設における貯蔵キャスク数は2008年末で66基。更に23基のキャスクを追加調達中
ドイツ	使用済燃料の海外再処理が中止された後は電力会社が出資して設立したGNS社の傘下に中間貯蔵施設を運営するBLG社及びBZA社が設立され、業務を行っている。その後、使用済燃料の輸送に対する反対運動が激化したこともあり、1997年を最後に同施設への搬入は行われておらず、現在は発生した使用済燃料は各原子力発電所のサイト内で保管されている。

※運開年は、施設が複数ある場合、最も古い施設の運開年

出典:IAEA

出典:使用済燃料の中間貯蔵に係わる国際的状況(原子力安全・保安院)

サイクルオプション評価視点整理表

・中間貯蔵の技術的成立性(諸外国の乾式貯蔵例 2/2)



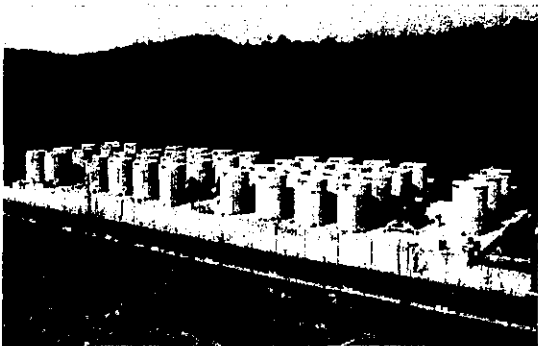
米国: サリー原子力発電所での乾式貯蔵



スイス:
ZWILAG施設内の大型
キャスクによる乾式貯蔵



ドイツ:
ゴアレーベン中間貯蔵施設。奥側5基以外はガラス
固化体



米国: ハダムネック原子力発電所(廃炉済)の敷地内
のコンクリートキャスクによる乾式貯蔵



ベルギー:
DOEL発電所敷地内の貯蔵
施設

出典: 使用済燃料の中間貯蔵に係わる国際的状況 (原子力安全・保安院) 他

サイクルオプション評価視点整理表

技術的成立性

・再処理工場は本当に(定格)稼働するか。海外事例の評価如何(海外も失敗しているのではないか)。

- ・ 六ヶ所再処理工場の年間処理容量800トンとは、現実の操業の際に起こりうる諸々の影響を織り込み、一日あたりの処理能力、運転日数等に一定の余裕を持たせた上で設定されている。
- ・ 具体的には、実際には一日あたり4.8トンの処理が可能であるところ想定では4トンと設定し、実稼働日数は200日程度と想定している。
- ・ また、海外事例として、六ヶ所再処理工場の主要な技術の導入元であるUP3については、定格運転を開始して以降、100%に近い運転実績も有しており、近年の6割程度の稼働状況は再処理契約量に合わせた計画的な操業と聞いている。

(参考)ラアーグ再処理工場における使用済燃料の再処理量

