

# 2008年度海外ウラン濃縮動向

2009年3月5日

経営企画部 戦略調査室

須藤 収

# 海外のウラン濃縮企業に関するトピックス(1)

## －URENCOの動向－

- カーペンハースト濃縮工場のE23施設が2008年末でほぼ全開。  
(2007年末の4200tSWU/yから2008年末5000tSWU/yに増強)
- アルメロ濃縮工場のSP5施設のカスケードホール5が2008年7月3日完成。2008年9月23日よりカスケードを順次立ち上げ中。  
(2007年末の3600tSWU/yから2008年末3800tSWU/yに増強)
- グロナウ濃縮工場のUTA-2施設(TC21型遠心機使用)が完成し、6月に第1カスケードが運開、2008年末までに第6カスケードまで運開。(2007年末1800tSWU/yから2008年末2200tSWU/yに増強)
- 米国で建設中の濃縮工場(NEF)の濃縮役務容量を3000tSWU/yから5900tSWU/yに増強する計画を2008年11月12日に発表。第1棟目の濃縮建屋が完成し、2009年後半に運転開始予定。
- 2008年末での濃縮役務容量は11000tSWU/yに。(2007年末では9600tSWU/y)

# 海外のウラン濃縮企業に関するトピックス(2)

## －USECの動向

－

- ACPの建設について、Energy Policy Act2005に基づくDOEのフロント・エンド施設の建設に関する債務保証プログラムに20億ドルを申請。債務保証枠は20億ドルで、AREVAもイーグル・ロック濃縮工場建設について、20億ドルを申請。現在審査中。(2008年12月2日申請期限)
- 連邦最高裁判所は、2009年1月26日、AREVAの米国への濃縮役務輸出に関してダンピング課税をかけるのは合法と、連邦巡回裁判所の判決を覆し、USECと商務省が逆転勝訴。
- 2009年2月6日、USECは自己資金難のためACP建設のスケジュールを遅らせると発表。DOEが早期に債務保証審査を行うよう要望。

# 海外のウラン濃縮企業に関するトピックス(3)

## — AREVAの動向 —

- 建設中のジョルジュ・ベスⅡ濃縮工場の運転会社SETへGDF-Suez(フランスのガス・電力会社)が5%資本参加。(2008年6月3日)
- ジョルジュ・ベスⅡ濃縮工場の建設計画を2年前倒しして、2016年に7500tSWU/yとすることを発表。(2008年12月11日)
- 米国に建設予定のイーグル・ロック濃縮工場の建設・運転許可申請書を12月31日にNRCへ提出。
- フランス電力会社(EDF)と長期濃縮役務供給契約を締結。供給期間は2025年までで、契約金額は60億ユーロ(65億ドル)。(2009年2月3日)

# 海外のウラン濃縮企業に関するトピックス(4)

## — GE Hitachi Nuclear Energy (GEH)の動向 —

- サイレックス法によるレーザー濃縮商業プラントの建設サイトをノースカロライナ州ウィルミントンにGE本部サイト内とすることを決定。(2008年5月1日)
- GE本部に隣接したGEの子会社の核燃料加工工場内に設置するサイレックス法の実規模試験設備Test Loopの建設運転許可をNRCより取得。(2008年5月13日)
- カナダのCamecoがレーザー濃縮商業プラントの建設運転会社Global Laser Enrichment (GLE)に24%資本参加。各社の資本比率は、GEが51%、Hitachiが25%、Camecoが24%。(2008年5月1日)
- レーザー濃縮商業プラントの建設・運転許可申請書の内の環境影響評価書を2009年1月30日に提出。

# 世界のウラン濃縮役務4大企業

USEC(米)、AREVA(仏)

URENCO(英、蘭、独)、ROSATOM

(露)

2007年濃縮役務供給量  
~41000tSWU(60億ドル)

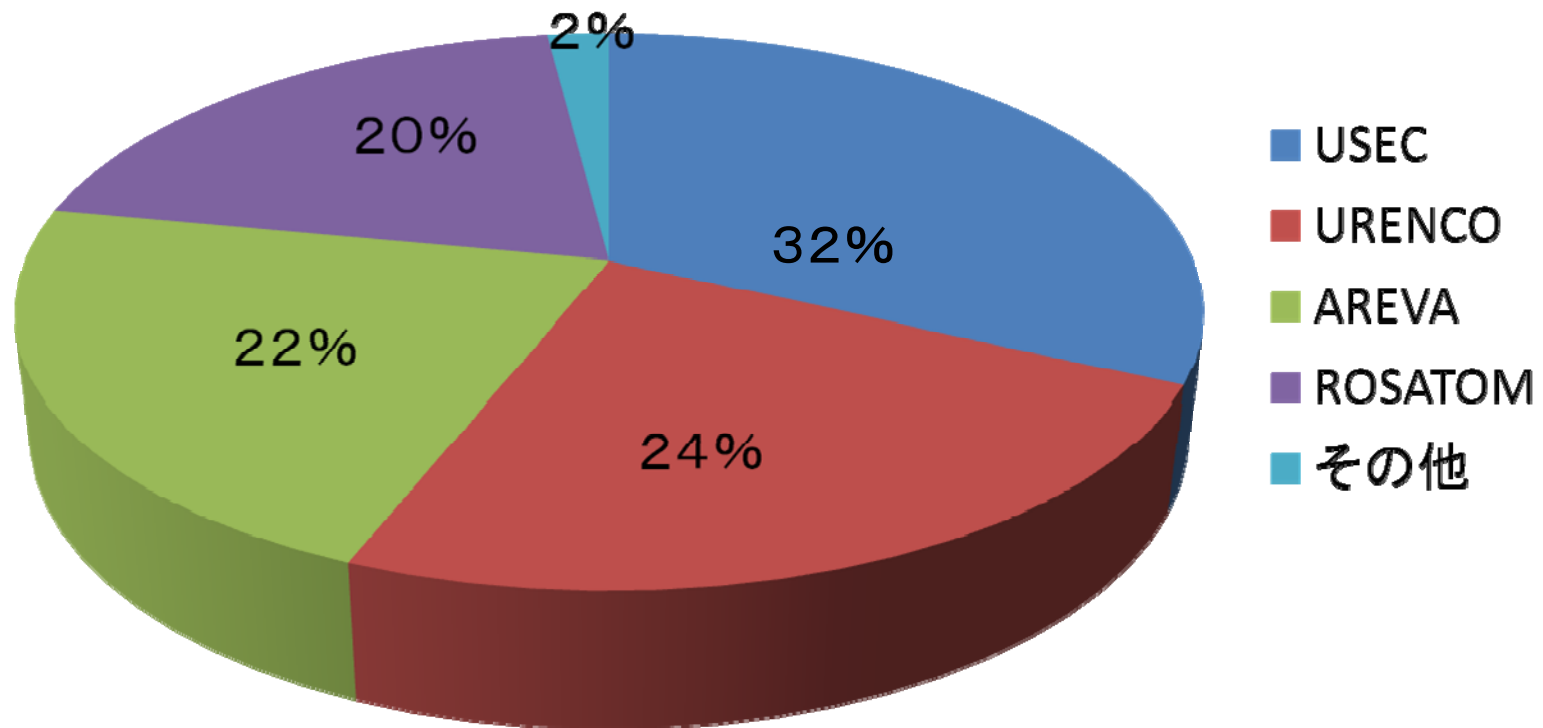


表1 世界のウラン濃縮工場

供給国	分離法	工場所在地	公称濃縮能力 (tSWU/年)	備考
USEC(米)	ガス拡散法	Portsmouth	—	cold shutdown 状態(廃止措置準備中)
		Paducah	8,000	運転実績は約6,000tSWU/年
EURODIF(仏他)	ガス拡散法	Tricastin	10,800	運転実績は6,000~8,000tSWU/年
URENCO (英、蘭、独)	遠心法	Capenhurst(英)	5,000	合計11,000tSWU/年
		Almelo(蘭)	3,800	
		Gronau(独)	2,200	
ROSATOM(露)	遠心法	Novouralsk Zelenogorsk Seversk Angarsk	24,000	左記以外に1994年から2013年の間、USECへ解体核の高濃縮ウラン30t(5,500tSWU)を毎年輸出
CNNC(中)	遠心法	Hanzhog Lanzhou	1,000	ロシアからの技術導入
JNFL(日)	遠心法	六ヶ所	1,050	現在運転中は約150tSWU/年
総計			54,450	供給能力 50,150+5,500 合計55,650tSWU/年

(2008年末の推定値、データ出典は各企業ホームページ及びWNAデータベース)

# 濃縮4大企業比較

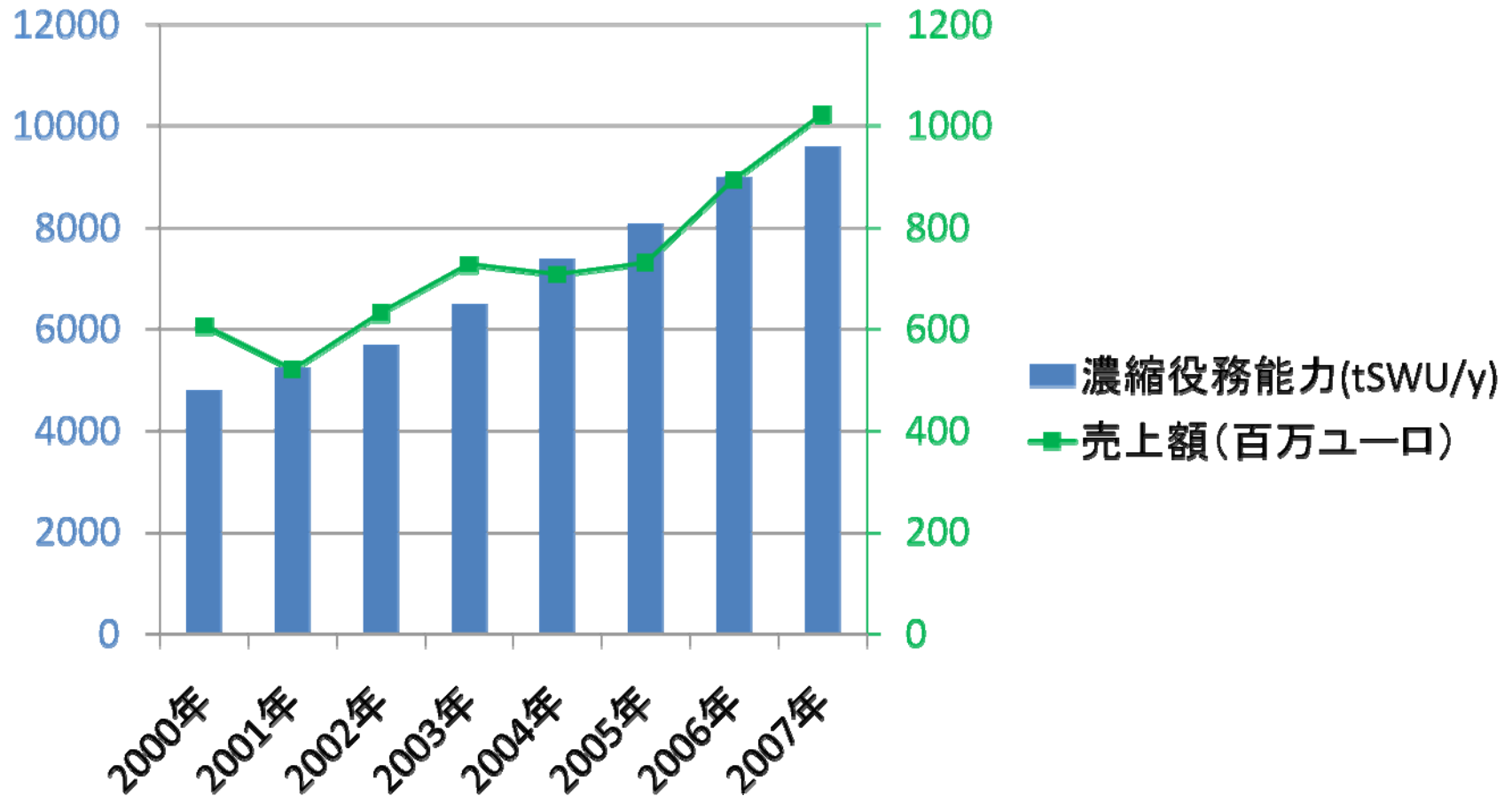
企業名	従業員数	濃縮役務能力	年間売上額	長期契約額
USEC	2866人	8000tSWU/y	19.3億ドル	65億ドル (2015年まで)
URENCO	2199人	9600tSWU/y (2008年末 11000tSWU/y)	14億ドル	247億ドル (2025年以上)
AREVA (濃縮部門)	2095人	10800tSWU/y	14.5億ドル	96億ドル＋ 数10億ドル ＋ $\alpha$ *
ROSATOM (濃縮関係)		24000～ 25000tSWU/y		

2007年末でのデータで、出典は各企業の2007年の年報及びWNAデータベース

\* 2008年の新規契約の報道データのみで、その他既存契約( $\alpha$ )があると思われる



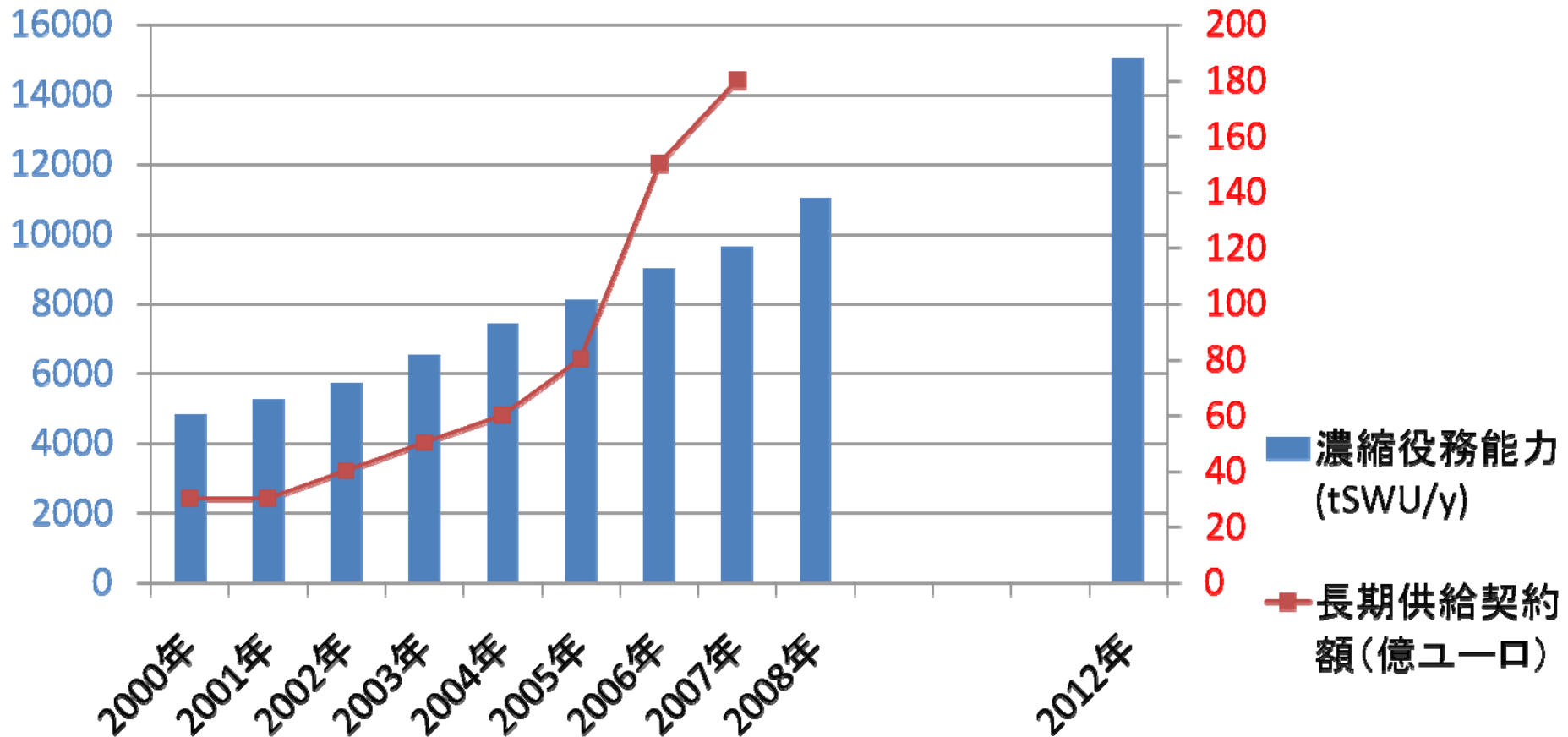
# URENCOの発展推移(1)



(データ出典: URENCOの2007年の年報)

(<http://www.urengo.com/content/69/Publications.aspx>)

## URENCOの発展推移(2)



(データ出典: URENCOの2007年の年報)

(<http://www.urengo.com/content/69/Publications.aspx>)

# URENCOの濃縮施設(1)

## カーペンハースト濃縮工場(イギリス)

- ・濃縮役務能力

2008年末に5000tSWU/yか(2007年末4200tSWU/y)

- ・施設

E22(1982年運開)、A3(1985年運開)、E23(1997年運開・増設中)

設備増設中のE23が2008年末までにほぼ完成か

E23: 8ホール(A,B,C,D,E,G,H,J)、84カスケード

- ・廃止措置

最初の商業濃縮施設E21(1976年～1991年)の廃止措置を2000年に完了

- ・劣化UF6対策

劣化UF6のU3O8への転換、U3O8の貯蔵(50000tU3O8)等を行う施設(TMf: Tails Management Facility)の建設許可申請を2009年中に実施予定

# URENCOの濃縮施設(2)

## アルメロ濃縮工場(オランダ)

- ・濃縮役務能力

2008年末で3800tSWU/yか(2007年末3600tSWU/y)

- ・濃縮施設

SP4(1980年運開)、SP5(2000年運開・増設中)

SP5のカスケードホール5と6を増設中であつたが、2008年7月3日、カスケードホール5が完成、9月よりカスケードを順次立ち上げ中。

- ・廃止措置

最初の商業濃縮施設SP3の廃止措置を2007年12月に完了。廃棄物の総重量は30000tで、96%は再利用またはリサイクルされた。

遠心機は、サイト内で除染され、アルミニウム(遠心機のケーシング)は溶融されて再利用のされた模様。作業期間は2.5年。

- ・劣化UF6対策

国営廃棄物貯蔵施設COVRA(Central Organization for Radioactive Waste)内に既設のU3O8貯蔵施設1ホールに加え2ホールを増設(2008年9月23日完成、貯蔵容量13000tU3O8)。

# URENCOの濃縮施設(3)

## グロナウ濃縮工場(ドイツ)

- ・濃縮役務能力

2008年末で2200tSWU/yか(2007年末1800tSWU/y)

- ・施設

UTA-1(1985年運開、1800tSWU/y)、UTA-2(2008年運開・増設中。TC21を導入。完成すれば2700tSWU/y)

建設中のUTA-2が運開。2008年6月に第1カスケードが運開、10月に第5カスケードまで立ち上げ、424tSWU/yに。2008年末には第6カスケードが運開した模様。

- ・劣化UF6対策

2005年、サイト内に50000tU3O8の貯蔵許可を取得。

# URENCOの濃縮施設(4)



グロナウ濃縮工場

(出典: <http://www.urengo.com/Content/45/Urengo-Deutschland-Gronau.aspx>)



カーペンハースト濃縮工場E23施設

(出典: <http://www.urengo.com/Content/41/Urengo-UK-Ltd-Capenhurst.aspx>)



アルメロ濃縮工場

(出典: <http://www.urengo.com/Content/49/Urengo-UK-Ltd-Almelo.aspx>)

# URENCOの濃縮施設(5)

## 米国の子会社LES (Louisiana Energy Services)の濃縮工場NEF (National Enrichment Facility)

- ・濃縮役務能力

2006年8月よりニューメキシコ州ユーンニスに建設中。建設費は30億ドル以上。  
2009年運転開始、2013年に3000tSWU/y、2015年に5900tSWU/y。

- ・施設

- 第1分離棟 (SBM (SBM1001))

二つのカスケードホールを持ち、各々のカスケードホールには三つのミニホールがあって、ミニホールには四つのカスケードがある。全体で24カスケード、一つのカスケードの濃縮役務能力は最大約68tSWU/yで、全体で約1600tSWU/y。遠心機はTC12使用。2009年後半運転開始。

- 第2分離棟 (SBM2 (SBM1003))

遠心機はTC21で、UTA-2の設計を基に設計。一つのカスケードの濃縮役務能力は約85tSWU/yと推定される。全体では、約2000tSWU/y。2009年8月より建設を開始し、2011年9月に運転開始。

- 第3分離棟、第4分離棟について検討中

- ・劣化UF6対策 (地元との協定)

施設内での最大保管量は48Yシリンダー (最大充填量12.5tUF6) で5018本  
15年以上の施設内保管は禁止。AREVAにU3O8への転換工場検討を依頼。

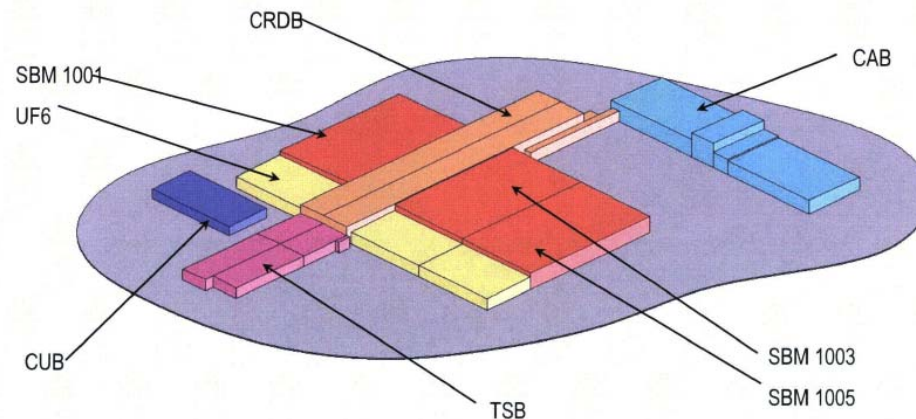




# 米国の子会社LES (Louisiana Energy Services)の濃縮工場NEF (National Enrichment Facility)



(出典: <http://www.urengo.com/content/149/Building-the-National-Enrichment-Facility.aspx>)



**CAB – Centrifuge Assembly Building**  
**CUB – Central Utility Building**  
**TSB – Technical Services Building**

**SBM 1001 – Separation Building 1**  
**SBM 1003 and 1005 – Separation Building 2 & 3**  
**CRDB – Cylinder Receipt & Dispatch Building**

(出典: [http://adamswebsearch2.nrc.gov/idmws/doccontent.dll?library=PU\\_ADAMS^PBNTAD01&ID=081920044](http://adamswebsearch2.nrc.gov/idmws/doccontent.dll?library=PU_ADAMS^PBNTAD01&ID=081920044))

# URENCOの劣化UF6対策

- 劣化UF6のロシアへの再濃縮委託

1996年～2010年の予定で、すでに10万トン以上の劣化UF6をロシアへ再濃縮委託し天然ウラン濃度まで再濃縮したものを受け取っている。再濃縮で発生した劣化UF6はロシアがひきとる契約、劣化UF6の低減を行ってきた。

- 劣化UF6をU3O8に安定化して貯蔵

劣化UF6のU3O8への転換をAREVAに委託している。転換されたU3O8は10tコンテナ容器(DV70)に入れ貯蔵。また、現在、カーペンハーストに転換施設(TMF)を建設するための準備中で、2012年に運転開始予定。

# AREVAの濃縮施設(1)

## ジュルジュ・ベス濃縮工場(フランス、トリカスタン)

### ・濃縮役務能力

10800tSWU/y。1979年に運開、2002年に寿命延命の改修工事を実施。2012年にプラント停止予定。

### ・施設

ガス拡散法。4カスケード。1400段。40～100%の間で生産調整可能。

### ・劣化UF6対策

安全当局のフッ化物での保管は認めないとの方針で、ピエールラットにU3O8への転換施設(W施設)を建設し、1984年より処理を開始。劣化UF6の大部分はU3O8に転換し貯蔵している。2005年までの処理量は30万トンUF6。副産物のフッ酸は、市場へ売却していて、ヨーロッパ市場の30%を占めている。W施設の処理能力は20000tUF6/yで、URENCOからの委託処理もしている。

また、URENCOと同様に、1996年からロシアへの再濃縮委託も実施中。(年間平均7000tUF6)

# AREVAの濃縮施設(2)

## ジュールジュ・ベス II 濃縮工場(フランス、トリカスタン)

### ・濃縮役務能力

2006年夏よりジュールジュ・ベス濃縮工場に隣接した南側サイトに第一施設(南ユニット)を建設中。2009年に運転を開始し、2013年に4000tSWU/yの予定。

第二施設(北ユニット)は、ジュールジュ・ベス濃縮工場に隣接した北側サイトに2008年末から建設を開始し2016年に3500tSWU/yの予定。

建設費は約30億ユーロ。

濃縮役務需要に応じて、ジュールジュ・ベス濃縮工場に隣接した東側に3500tSWU/yの施設を建設することも考えている。

### ・施設

第一施設(南ユニット)は、8カスケードホールで、1カスケードホール当たりの濃縮役務能力は約500tSWU/yで、最初のNEFの設計を基にしている。使用遠心機はTC12。

# AREVAの濃縮施設(3)

## イーグル・ロック濃縮工場(計画中)

- ・建設サイト

  - 米国、アイダホ州イーグル・ロック

- ・建設・運転会社

  - Areva Enrichment Services, LLC

- ・建設スケジュール

  - 2008年12月31日、NRCへ建設・運転許可申請書を提出。

  - 2014年、運転開始予定。

  - 2019年、3000tSWY/yの予定。

- ・建設費

  - 20億ドル。DOEの債務保証プログラムに20億ドルの保証を申請中。

- ・濃縮役務供給契約

  - 複数の電力会社と数十億ドルの契約を交わしている。

# USECのウラン濃縮施設(1)

## パデューカ濃縮工場

### ・濃縮役務能力

8000tSWU/y。1952年に、軍事用のガス拡散濃縮工場として運転開始。1960年代からは、商業用濃縮工場として運転。1993年7月より、DOEからUSECに運転を移管。

現在は、USECがDOEよりリースして生産を行っている。年間の生産実績は約6000tSWU(2007年は5700tSWU)

2008年12月23日、NRCより運転許可の再交付を受けた。許可期間は2009年1月1日～2014年12月31日。

### ・施設

ガス拡散法。1760段。平均消費電力は1370MWで、運転コストの60%が電力費。

### ・劣化UF6対策

1998年7月の民営化以前に発生した劣化UF6はDOEの所有物。当面は、48Yシリンダー等での屋外保管。なお、DOEは、USECが劣化UF6の処理処分を要求した場合受けなければならない取り決めになっている。

# USECのウラン濃縮施設(2)

## ACP (American Centrifuge Plant) 計画

- ・濃縮役務能力

  - 2007年5月31日より建設開始

  - 2010年第二四半期に運転開始予定

  - 2011年第一四半期に1000tSWU/y

  - 2012年末に3800tSWU/y (環境評価上は7000tSWU/yまで拡張可能)

- ・施設

  - ポーツマス濃縮工場サイト内の1985年に開発を中止したGCEPの実規模プラント施設をDOEよりリリース。遠心機AC100の性能は350kgswu/y。遠心機台数は11500。

- ・建設費

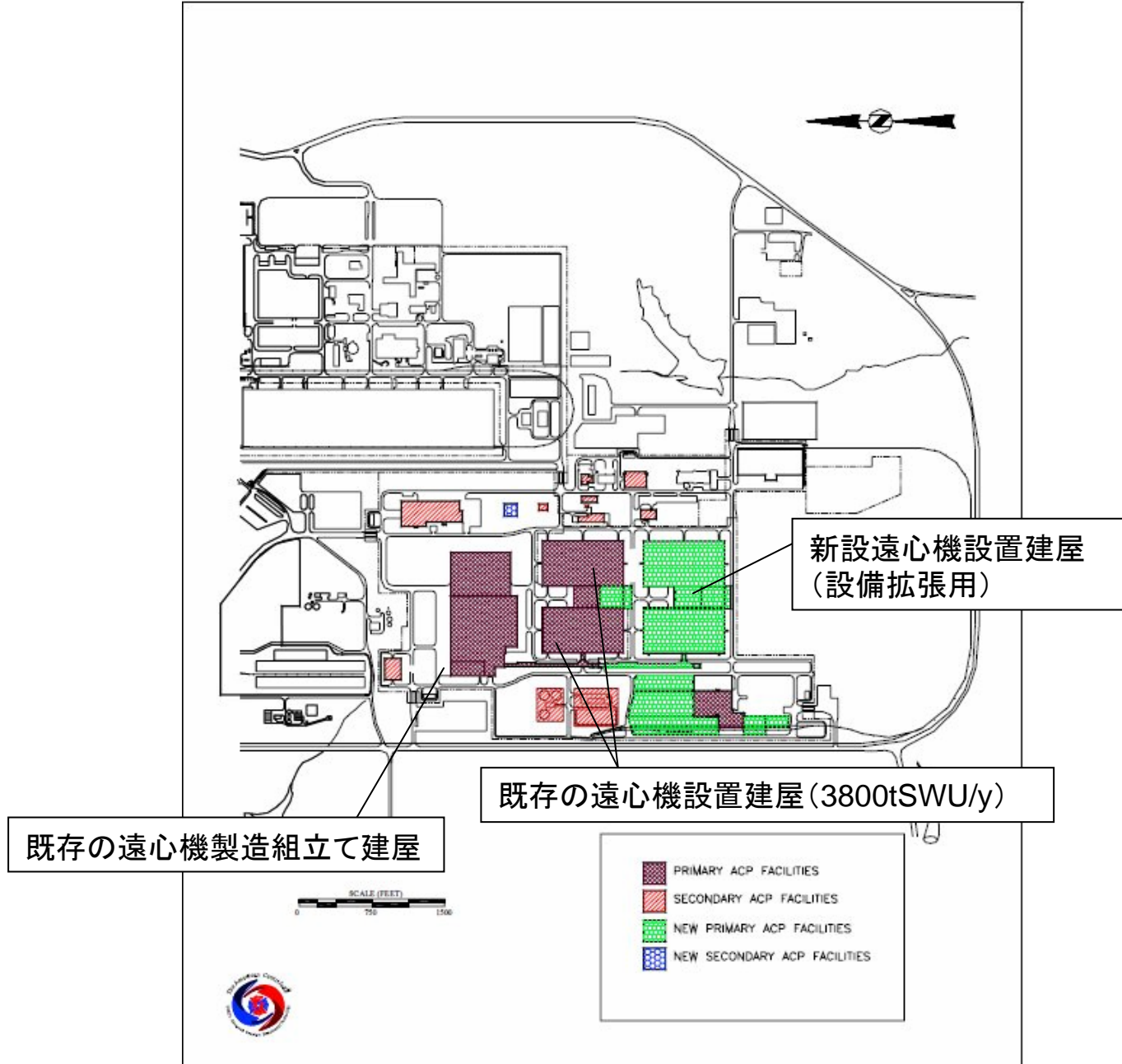
  - 35億ドル(金融コストを含まず)。これまでに12億ドルを投資し、自己資金難に陥っていて、建設スケジュールを遅らせている。DOEの債務保証プログラムに20億ドルを申請しているが、採用されない等の場合は、さらに建設スケジュールを遅らせることになる。



ポーツマス濃縮工場

(出典: <http://web.ead.anl.gov/uranium/guide/prodhand/sld025.cfm>)





ポーツマス濃縮工場内のACP建屋配置図

(出典:NUREG-1834)

# DOEの濃縮施設廃止措置政策(1)

- 廃止措置基金

1992年、USECの設立のための法律、Energy Policy Act 1992の中で、オークリッジ濃縮工場(ETTP: East Tennessee Technology Park)、ポーツマス濃縮工場、パデューカ濃縮工場の廃止措置のための基金設立が定められた。積み立て額は、電力会社が3分の1(年間150万ドル)、政府が3分の2(年間330万ドル)で、費用が不足した場合は政府が責任を持つことになっている。

- 基金状況

1993年会計年度から積み立てが始り、2007年会計年度までの積み立て額は、電力会社分22.5億ドル(終了)、政府分49.5億ドル(2012年会計年度で終了)。2007年度での残金は41億ドル。

- 廃止措置の実施状況

ETTPは完了に近い。ポーツマス濃縮工場とパデューカ濃縮工場については、周辺設備の廃止、廃棄物処理等を実施。

# DOEの濃縮施設廃止措置政策(2)

## 今後の予定

- ・ETTP

  - 今後の必要費用:15.6億ドル

  - 今後のスケジュール:2012年会計年度で完了予定

- ・ポーツマス濃縮工場

  - 今後の必要費用:54~116億ドル

  - 今後のスケジュール:2014年(工場本体の設備解体開始)~2044年

- ・パデューカ濃縮工場

  - 今後の必要経費:58~125億ドル

  - 今後のスケジュール:2012年生産停止

    - 2020年(工場本体の設備解体開始)~2040年

- ・今後の基金予想

  - 追加資金として80~210億ドル(ベースケースで110億ドル)必要

  - 基金は2020会計年度年で枯渇

# DOEの劣化UF6対策

## (1)

### ・経緯

劣化UF6は、鉄製の48Yシリンダーで約74万トンが保管されているが、屋外で雨ざらしの状態であり、シリンダーの腐食等によるUF6の漏えい等が問題となり、1998年及び2002年に制定された法律によりポーツマス濃縮工場とパデューカ濃縮工場にUF6をU3O8に転換する工場をDOEが建設・運転することとなった。

### ・劣化UF6保管量

約74万トン(UF6)

ポーツマス濃縮工場サイト: 約24900本

パデューカ濃縮工場サイト: 約39000本

### ・転換工場

2004年7月、建設開始し、すでに完成している。2010年より運転開始の予定。

ポーツマス転換工場: 処理能力 13500tUF6/y(約1125本/年)

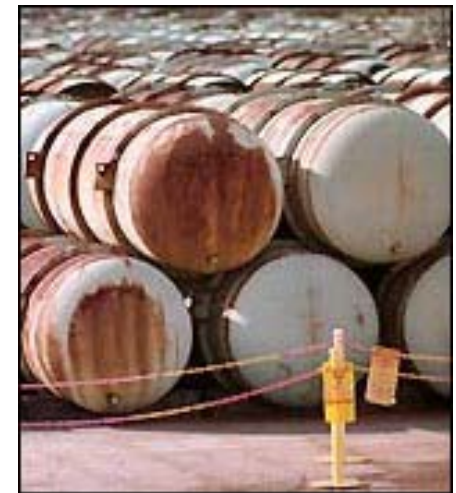
パデューカ転換工場: 処理能力 18000tUF6/y(約1500本/年)

### ・劣化U3O8の処分

NRCの考えは、劣化ウランは廃棄物との認識。DOEは、将来、処分することを要求されることになる。

# DOEの劣化UF6対策(2)

## Paducah Gaseous Diffusion Plant



## 米国DOEの劣化UF6シリンダーの保管状況

(出典: <http://www.ornl.gov/~webworks/cppr/y2001/pres/118450.pdf>)

## 濃縮役務の需給バランス(1)

### 2007年における濃縮役務需給バランス

- ・需要：～45300tSWU/年 (DOE報告)

- ・安定供給能力：54550tSWU/年

  - 内訳：USEC 11500tSWU/年

    - パデューカ：6000tSWU/年

    - 解体核：5500tSWU/年

    - URENCO 9600tSWU/年

    - AREVA 8000tSWU/年

    - ROSATOM 24000tSWU/年

    - 中国 1000tSWU/年

    - 日本 450tSWU/年

- ・9250tSWU/年の供給過剰状態

上記以外にも、米国軍用高濃縮ウランの希釈 (USEC) による供給もあり、供給過剰状態で、価格競争が激しい

## 縮役務の需給バランス(2)

### 2020年における濃縮役務の供給能力予測 ー状況の変化ー

#### ・今後10年間の濃縮役務供給能力の変化

USEC及びAREVAのガス拡散工場が停止し、代わって遠心分離法による新しい工場が稼動する。

USEC 2012年末 3800tSWU/y

7000tSWU/年まで拡張可能

AREVA(仏) 2013年 4000tSWU/y 2016年 7500tSWU/y

AREVA(米) 2019年 3000tSWU/y

#### ・URENCOが新型遠心機を投入し、設備を拡張するとともに、米 国に濃縮工場を建設

URENCO 2008年末 11000tSWU/y

許認可上は13000tSWU/yまで拡張可能

URENCO(米:LES)

2013年 3000tSWU/y 2015年 5900tSWU/y

#### ・ROSATOMが遠心機の更新により2010年までに27000tSWU/y

#### ・20年間にわたる“Megatons to Megawatts”計画が2013年に終了し、 年間5500tSWUの供給が途絶える。(継続する可能性は低い)



## 濃縮役務の需給バランス(3)

### 2020年における濃縮役務需給バランス –その1–

- ・2020年における需要予測

約63400tSWU/年\* (高ケース:72700tSWU/y)

- ・2020年における安定濃縮役務供給能力予測

72400tSWU/年(ロシア、中国を除いた場合:40900tSWU/年)

内訳 USEC 7000tSWU/年

AREVA 13500tSWU/年

URENCO 18900tSWU/年

ROSATOM 30000tSWU/年

日本原燃 1500tSWU/年

中国 1500tSWU/年

\* (WNA Market Report 2007~2030年 referenceケース)



## 濃縮役務の需給バランス(4)

### 2020年における濃縮役務需給バランス —その2—

WNAの予測では、高ケースでも中国の原子力発電容量は36GWe、インドは15GWeであるが、最近の計画見直しでは中国は70GWe、インドは40GWeとの情報もあり、現在計画されている濃縮設備では供給不足に陥る可能性がある。しかしながら、濃縮役務契約は長期契約であり、遠心分離法は需要に応じて段階的に濃縮役務能力を増強していくことが可能であることから需給関係は拮抗した状態で推移していくと考える。

ただし、需給関係が拮抗した場合、売り手有利になることが考えられる。

特に日本の濃縮役務の自給率は約20%(需要7684tSWU/y、供給1500tSWU/y)で、米国の98%(需要16168tSWU/y、供給15900tSWU/y)、フランスの92%(需要8193tSWU/y、供給7500tSWU/y)に比べて極端に低く、長期的観点からは、国内の濃縮役務需要を賄う供給力を持ちながら、濃縮役務の輸出及び輸入が行えるような国際競争力を醸成することが必要と考える。