

ウラン資源について

平成16年8月11日



世界のウラン資源量： OECD/NEA&IAEA(1)

OECD/NEA&IAEA,Uranium2003(2004)

コストが40米ドル/kg-U未満の在来型既知資源量は、約250万トン。

(参考)

- ・BP統計においては、石油の「確認資源量(Proved Reserves)」を「地質学的・工学的なデータにより現在の経済的・経営的条件において既知の貯蔵から合理的な確実性を持って将来回収できる石油の推定量」と定義している。

未発見資源量(「130米ドル/kg-U未満」及び「コスト区分されていないもの」の合計)を加えた在来型資源量は、約1440万トン。

質問状を送付し、世界43か国から回答を得て集計

世界のウラン資源量： OECD/NEA&IAEA(2)

OECD/NEA&IAEA,Uranium2003(2004)

世界のウランの在来型資源量 (単位：千t - U)

コスト区分	在来型既知資源量	在来型未発見資源量				資源量の合計
		確認資源量	推定追加資源 - 区分 の量	推定追加資源 - 区分 の量	期待資源量	
40米ドル/kg-U未満	> 2,523 (> 2,086)	> 1,730 (> 1,534)	> 793 (> 552)			> 2,523 (> 2,086)
80米ドル/kg-U未満	3,537 (3,107)	2,458 (2,242)	1,079 (> 865)	1,475 (1,480)		5,012 (4,587)
130米ドル/kg-U未満	4,588 (3,933)	3,169 (2,853)	1,419 (> 1,080)	2,255 (2,332)	4,437 (4,438)	11,280 (10,703)
コスト区分されていないもの					3,102 (5,501)	3,102 (5,501)

資源量の合計 (在来型既知資源量 + 在来型未発見資源量) = 11,280 + 3,102 = 14,382千t - U 1,440万t - U

上段 : 2003年1月1日時点 (出典: Uranium 2003, OECD/NEA & IAEA, 2004)

下段 (括弧内) : 2001年1月1日時点 (出典: Uranium 2001, OECD/NEA & IAEA, 2002)

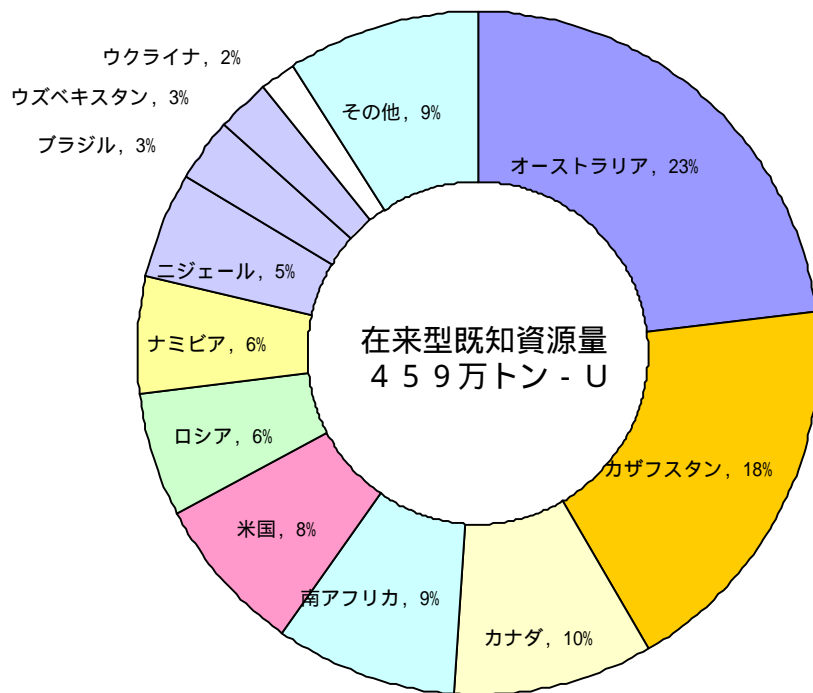
- ・ 確認資源 : その大きさ、品位及び形状が明らかになった既知の鉱床中に存在するウラン資源
- ・ 推定追加資源 - 区分 : 主に直接の地質学的事実に基づいて、よく探鉱された鉱床の拡張部か、地質学的連続性は明らかになっているが、鉱床の拡がり、鉱床の特性に関する知見などの特定データが確認資源として分類するには不十分な鉱床中に存在すると推定されるもの
- ・ 推定追加資源 - 区分 : 主に間接的な事実に基づき、よく解明された地質トレンド中あるいは既知鉱床に伴う鉱化作用が認められる地域に期待されるウラン資源
- ・ 期待資源 : 主に間接的事実や地質学的外挿に基づき、既存の探鉱技術により発見可能な鉱床中に存在すると考えられているもの

世界のウラン資源量： OECD/NEA&IAEA(3)

OECD/NEA&IAEA, Uranium2003(2004)

主なウラン資源国

ウランの在来型既知資源量（2003年）





世界のウラン資源量： その他

OECD/NEA & NEAによる調査の他に、以下のような考え方も公表されている。

「価格が2倍になると、確定資源は約10倍になるであろう」

〔出典：I. Hore-Lacy, Nuclear Electricity 7th ed.(2003)〕

「鉱石品位が10分の1になれば、入手可能な資源は300倍になる」

〔出典：K.S.Deffeyes&I.D.MacGregor, World Uranium Resources (1980)〕

米国の30米ドル/kg-U以下と50米ドル/kg-U以下の回収可能なウラン量から、ウラン資源量はウラン価格の2.35乗に比例、と推定。

〔出典： Generation IV fuel cycle crosscut group (2001)
EIA, Uranium Industry Annual(1999)〕

海水ウラン捕集技術開発の現状

- ・海水中には3.3ppb(1トンあたり3.3mg)の濃度でウランが含まれている。
- ・海水ウラン捕集については、日本原子力研究所が、放射線利用研究の一環として、海水から重金属を捕集できる捕集材の研究開発を実施してきている。
- ・日本原子力研究所と財団法人電力中央研究所の共同研究において海域試験を行った実験結果は、以下のとおり。

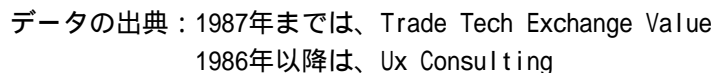
捕集性能 [g/kg-ad]*	浸漬 日数	捕集方式	海域	利用回数 [回]	捕集コスト (1) [千円/kg-U]	鉱山ウラン 価格との比 較(2)
0.5	30	布状捕集材 カセット	むつ	5	384	130倍以上
1.5	30	モール	沖縄	5	82	30倍以上

*: kg-ad: 捕集材乾燥重量

1 捕集コストは、捕集・回収・精製にかかる物品費等から試算したものであり、設備投資など様々な間接コストを含んでいない。

2 鉱山ウラン価格: 2.9千円/kg-U、OECD/NEA, Uranium 1999 (2000)

- ・現在、海水ウラン捕集コストは、鉱山ウランと産業的に競争するには程遠いレベルであり、実用化に向けた方策を議論できる段階にはなく、現在、基礎的な研究開発を実施しているところである。なお、海水から実用レベルの量のウランを定常的に捕集するためには、広大な海域を占有する必要がある他、膨大な量の捕集材を海水中に長期間係留する必要があるなど、技術面・コスト面で解決すべき課題が多いと考えられる。

$$1\text{kg-U} = 2.6\text{ポンドU}_3\text{O}_8$$


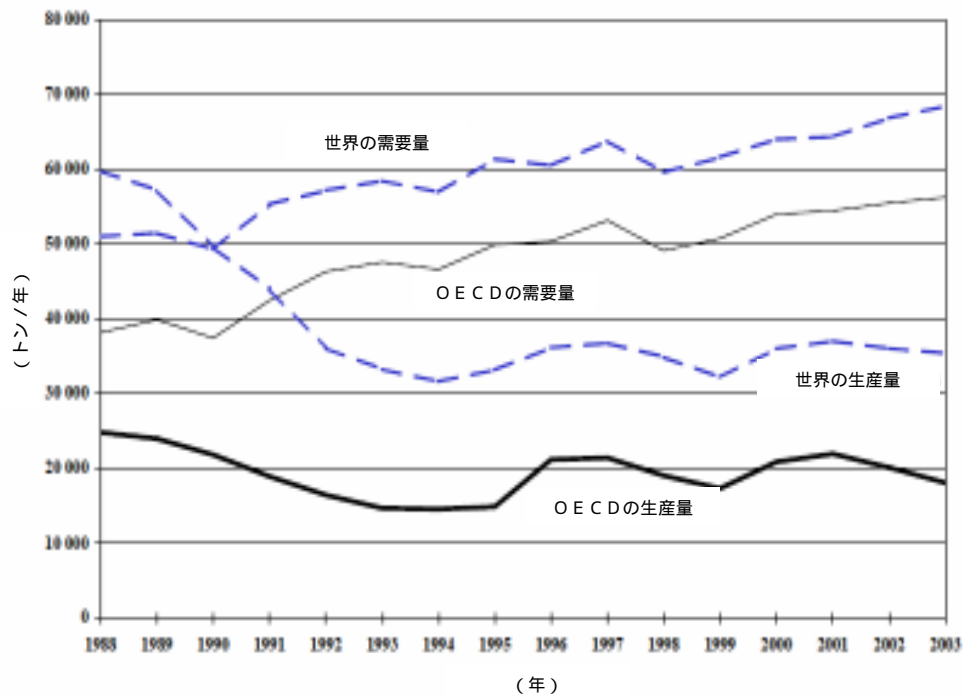
世界のウラン需給関係の現状

OECD/NEA&IAEA,Uranium2003(2004)

一次供給（生産）量は、
世界需要の50～60%

二次供給は、

- ・ 民生用・軍事用起源の天然ウラン・濃縮ウランの在庫
- ・ 使用済燃料の再処理・軍事用プルトニウムからの核燃料生産
- ・ 劣化ウランの再濃縮によるウラン





世界のウラン需給関係の予測（１）：OECD/NEA&IAEA(1)

OECD/NEA&IAEA,Uranium2003(2004)

2020年における原子力発電設備容量及びウラン需要を、それぞれ、約４億２千万～４億８千万kW、約７万３千～８万６千トンと予測。

（うち、中国は、2200～3200万kW、3960～5760トン）

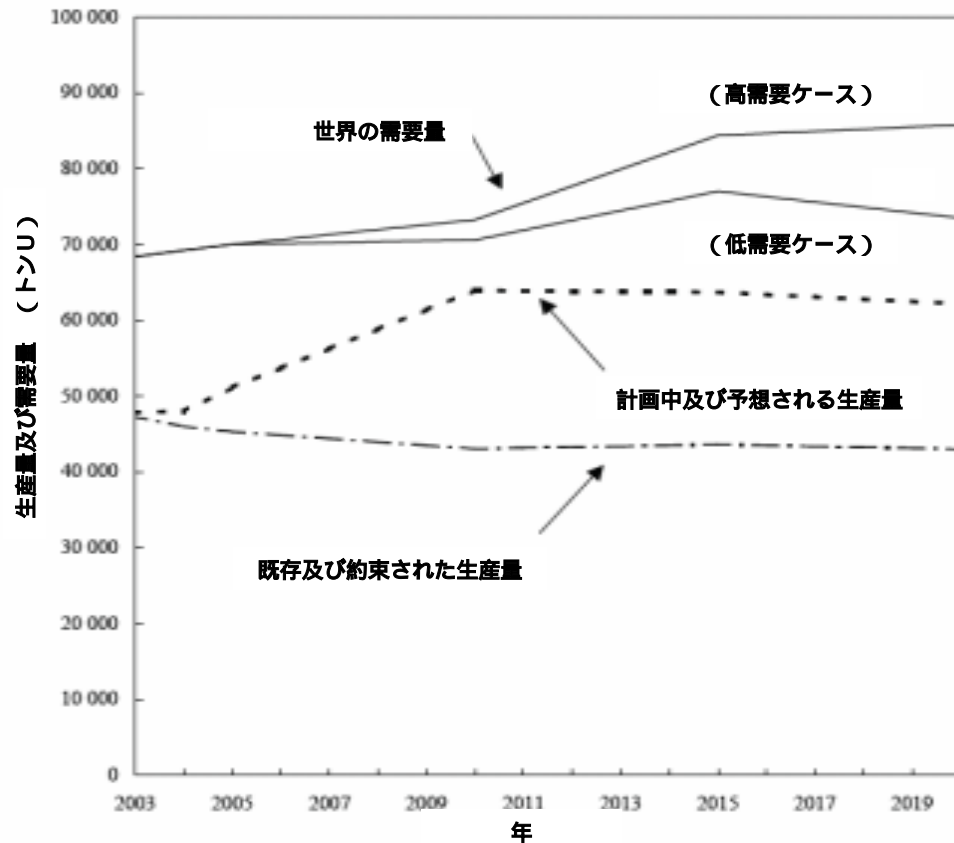
2020年におけるウラン生産量について以下のように予測

- ・既存及び約束された生産施設の生産量を 約４万３千トン
- ・計画中及び予想される生産施設を加えた生産量を 約６万２千トン

（したがって、2020年においては、約１万１千から４万３千トンの生産量不足が予測されるということになる。）

世界のウラン需給関係の予測（２）：OECD/NEA&IAEA(2)

OECD/NEA&IAEA, Uranium 2003 (2004)





世界のウラン需給関係の予測（３）：世界原子力協会（１）

世界原子力協会, The Global Nuclear Fuel Market(2003)

各国の機関に質問状を送付し、必要に応じてWNAの判断を加えて集計して、2025年までのウラン需給を予測。

需要

- ・原子力発電の相対的経済性、地球温暖化の脅威の影響、電力市場の再編成の影響、パブリック・アクセプタンスの進捗等の条件を設定し、高需要・標準需要・低需要の3通りのシナリオを設定。
- ・2025年においては、約5万8千～10万3千トンの需要と予測。
（うち、中国は約2300～7900トン（2003年の需要は1216トンとの予測））



世界のウラン需給関係の予測（４）：世界原子力協会（２）

世界原子力協会, The Global Nuclear Fuel Market(2003)

供給：以下の２通りのシナリオを設定。

- ・ 高供給シナリオ

- ・ 予期される生産力も含む。
- ・ リサイクルについて、日本・フランス・英国の再処理工場をフル稼働。
（ピークは、2012年で、天然ウラン換算で4500トン。）

標準需要シナリオでは2010年以降に、

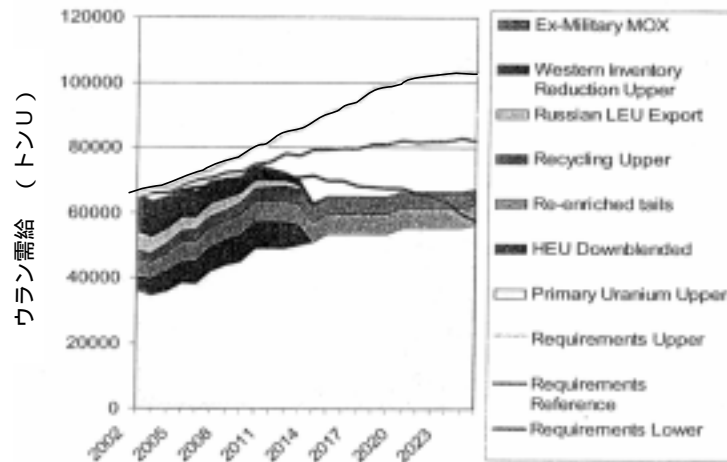
低需要シナリオでは2013～2020年の間に、供給不足

- ・ 低供給シナリオ

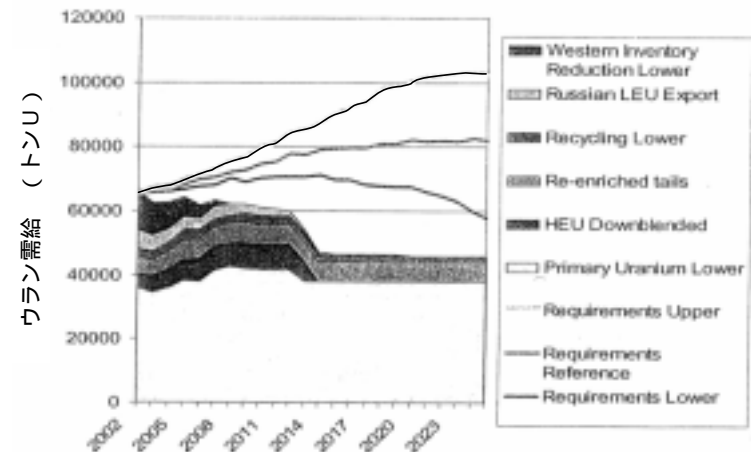
- ・ 既存及び計画された生産力のみ。
- ・ リサイクルについて、天然ウラン換算で2800トンを上限。
全期間、すべての需要シナリオで、供給不足

世界のウラン需給関係の予測（５）：世界原子力協会（３）

世界原子力協会, The Global Nuclear Fuel Market(2003)



高供給シナリオ



低供給シナリオ

< 供給項目 >

Ex-Military MOX: 核解体MOX
 Russian LEU Export: ロシア低濃縮ウラン輸出
 Re-enriched tails: テイル再濃縮
 Primary Uranium: ウラン一次生産

Western Inventory Reduction: 西側諸国在庫取崩し
 Recycling: リサイクル物質
 HEU Downblended: 核解体高濃縮ウラン

< 需要項目 >

Requirements Upper: 高需要 Requirements Reference: 標準需要 Requirements Lower: 低需要

3つの折れ線が高需要、標準需要、低需要のそれぞれの場合の需要量変動を示している。積上げ部（色付き部）が供給量を示している。例えば、低供給シナリオでは、折れ線が積上げ部を常に上回っており、これは供給が需要に追いついていないことを意味する



世界のウラン需給関係の予測（6）：IAEA（1）

IAEA, Analysis of Uranium Supply to 2050(2001)

以下の想定等に基づき、2050年までのウラン需給関係を予測。

需要

- ・ 2000年～2020年：1999年までに入手可能な情報から I A E A が編纂
- ・ 2020年～2050年：I I A S A / W E C の見通し

2050年までの累積ウラン需要を以下のように予測

低需要ケース　：　約 3 3 9 万トン（　既知資源量で充足。）

標準需要ケース：　約 5 3 9 万トン

（　既知資源量では約150万トン不足、
「推定追加資源区分 - 」の資源量を加えると充足）

高需要ケース　：　約 7 5 8 万トン

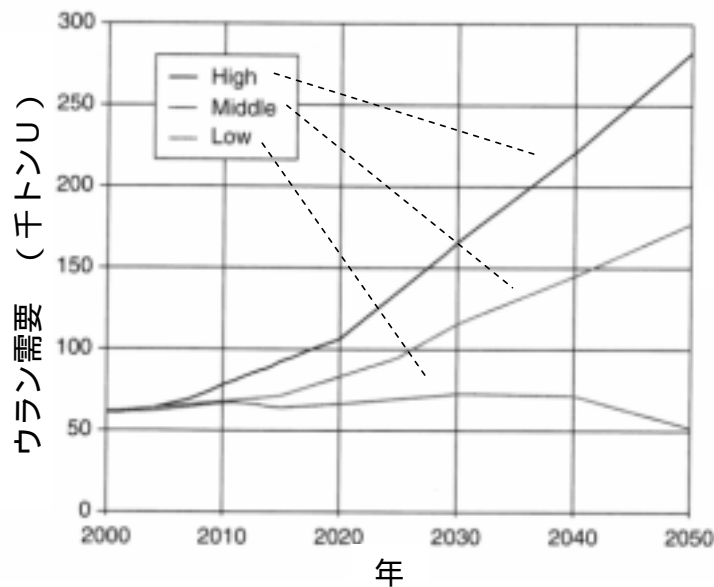
（　「推定追加資源区分 - 」の資源量を加えても
約170万トンの不足。）

供給

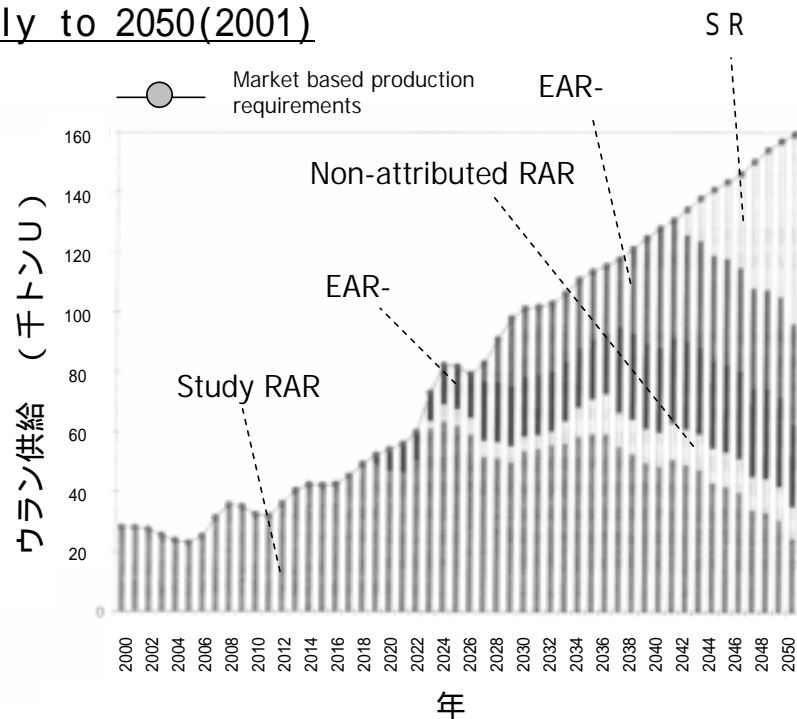
- ・ 2次供給：2000年時点で42%をカバー、2025年時点では4～6%に低下、さらに2050年まで低下
- ・ 1次供給：二次供給の減少に合わせて増加

世界のウラン需給関係の予測（7）：IAEA（2）

IAEA, Analysis of Uranium Supply to 2050(2001)



2000年から2050年までのウラン需要予測



2000年から2050年までのウラン供給予測
(標準需要ケース)

供給予測図中のRAR（確認資源）、EAR-（推定追加資源 - 区分）、EAR-（推定追加資源 - 区分）、SR（期待資源）の内容については2頁参照。なお、「Study RAR」はRARの中でも確度の高いもので、「Non-attributed RAR」とは直接的に既知資源とすることが出来ないもの



世界のウラン資源のまとめ（１）

ウラン資源量

- ・ 在来型既知資源量は、 約 460万ト（2002年の推定世界需要量 の約 85年分）
- ・ 未発見資源量を加えると、約1,440万ト（2002年の推定世界需要量 の約270年分）

〔出典：OECD/NEA & IAEA, Uranium 2003(2004)〕

発電電力量10億kWh当たりの天然ウラン必要量20.7トン（ワンススルーの場合。

出典：Trends in the Nuclear Fuel Cycle, OECD/NEA(2002) に基づき推定

ウラン需給の現状

- ・ 1次生産量は、需要（7万トン弱）の50～60%。
- ・ 不足分は、民生用・軍事用起源の在庫等の二次供給。

〔出典：OECD/NEA & IAEA, Uranium 2003(2004)〕

- ・ ウランのスポット価格は、長期低迷後、この3年半で2.6倍に上昇。



世界のウラン資源のまとめ（２）

ウラン需要の将来見通し

- ・世界原子力協会による2025年までのウラン需要見通し（約２倍の幅）、ＩＡＥＡによる2050年までのウラン需要見通し（約６倍の幅）に見られるように、具体的な原子力発電所の建設計画のある期間を超える長期的な需要の見通しには、大きな幅が見られる。

ウラン需給の将来見通し

- ・世界原子力協会による2025年までのウラン需給見通しでは、2010年以降頃に供給量が不足する可能性が示唆されている。したがって、新規鉱山の開発促進が必要と考えられる。
- ・また、ＩＡＥＡによる2050年までのウラン需給見通しでは、2050年頃までには資源量が不足する可能性が示唆されている。したがって、資源の効率的利用技術の実用化が必要と考えられる。