

戦略調査セミナー

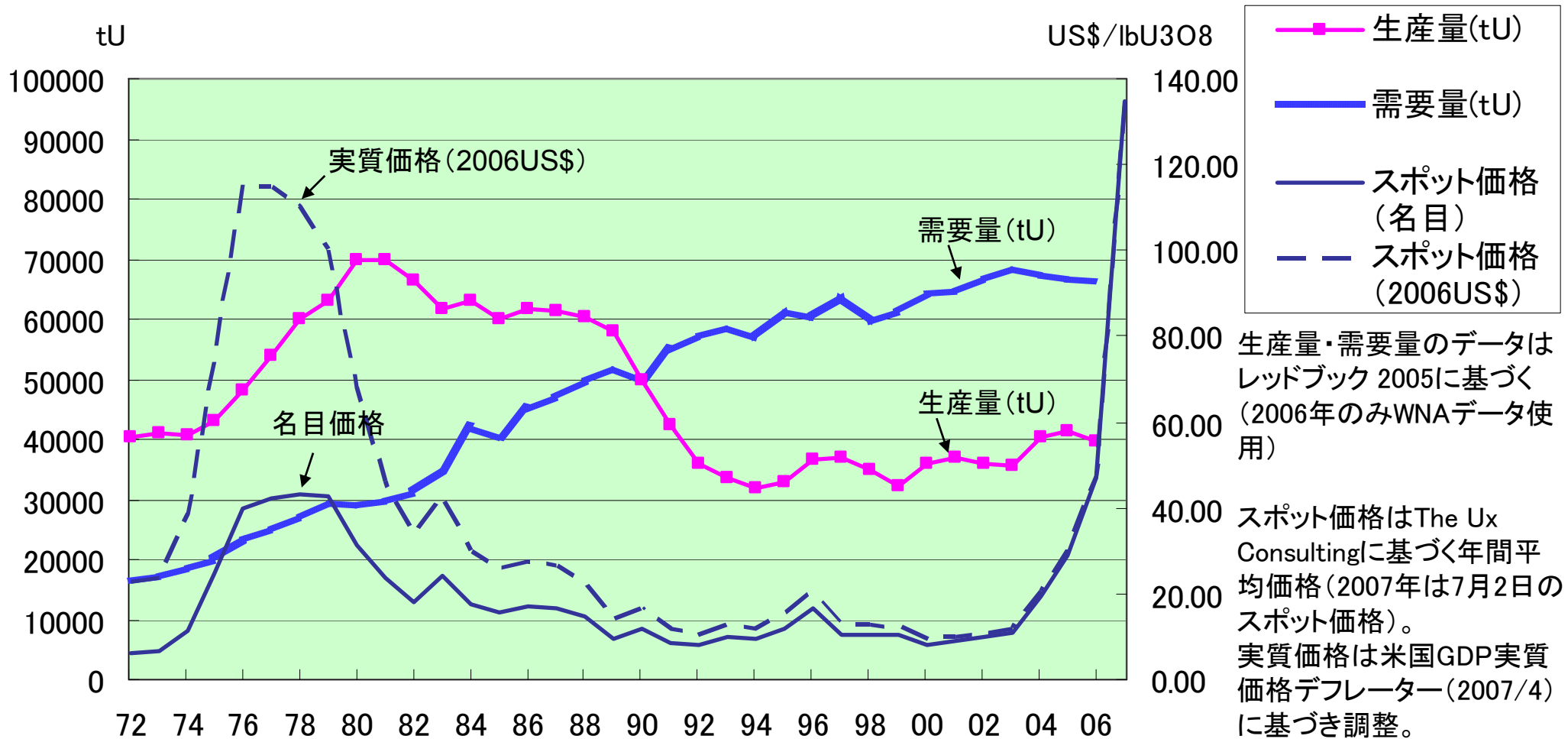
ウラン探鉱・開発の動向と需給見通し

平成19年 7月12日

経営企画部 戦略調査室

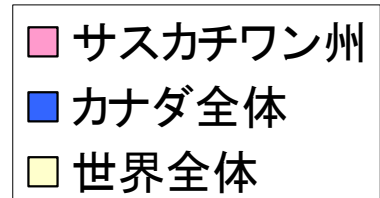
小林 孝男

ウランの生産量・需要とスポット価格の推移



世界・カナダのウラン探鉱費（鉱床評価含む）

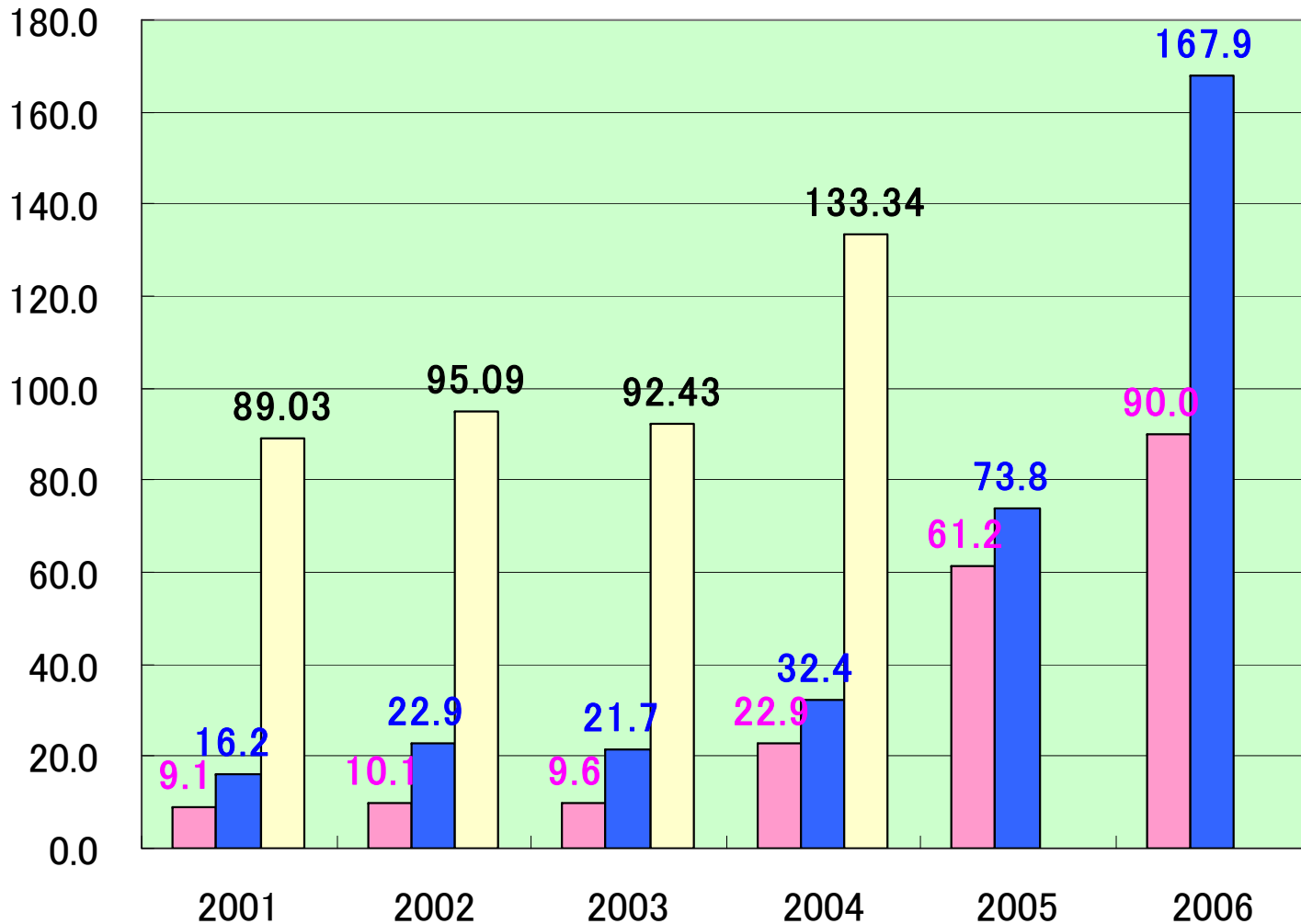
百万USDドル



2006年末現在、カナダ全体で350以上のプロジェクトが活動中。2007年の探鉱費は約US\$220m.と推定されている（Natural Resources Canada, 2007/3）。

データ：世界全体のデータはレッドブック2005、カナダ全体はNatural Resources Canada, 2007/3、サスカチワン州はSaskatchewan Industry and Resources, 2007

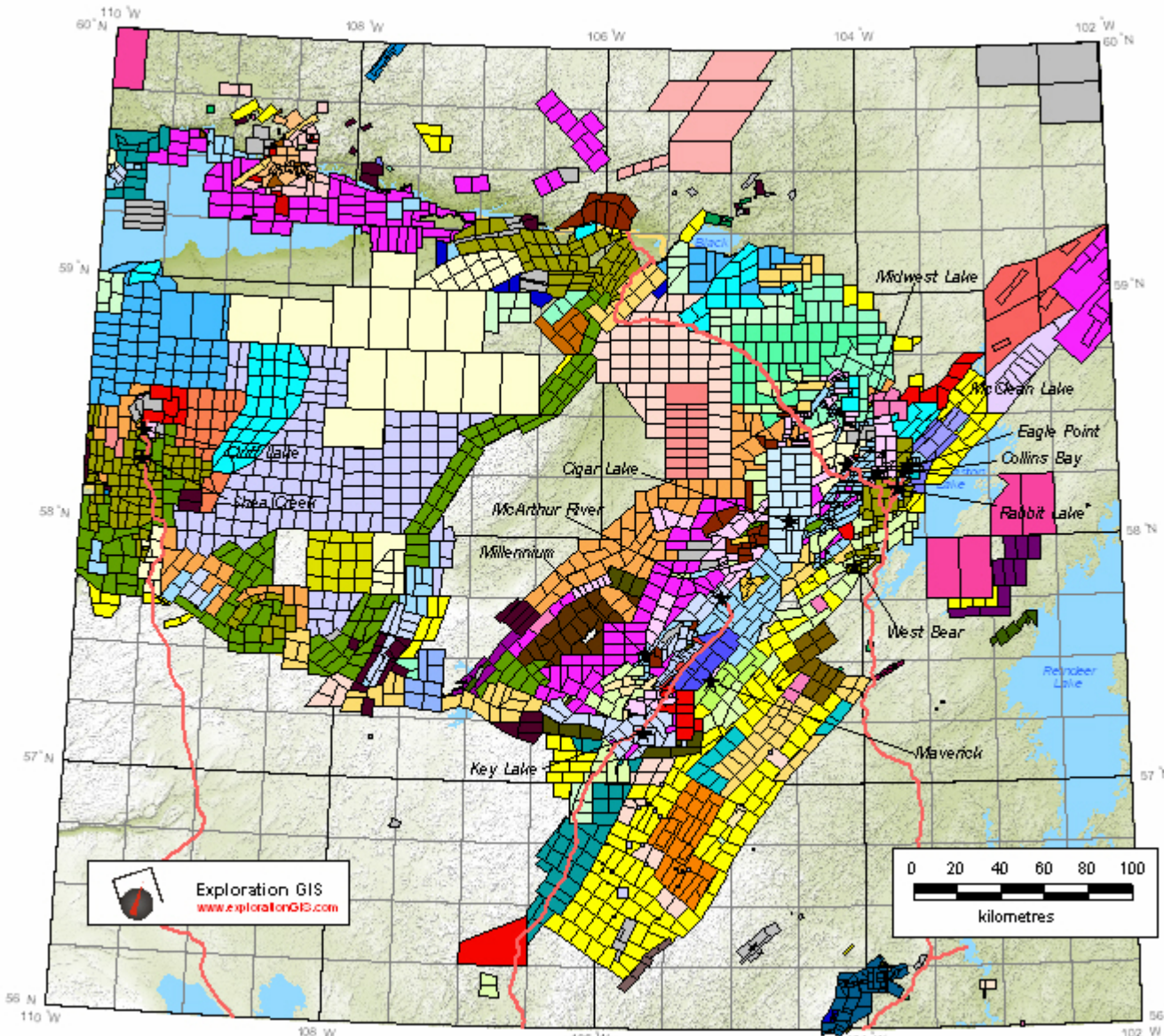
注：2001-2003年のサスカチワン州の探鉱費は鉱床評価費を含まない。





アサバスカ盆地の鉱区保有図

Disposition Holders



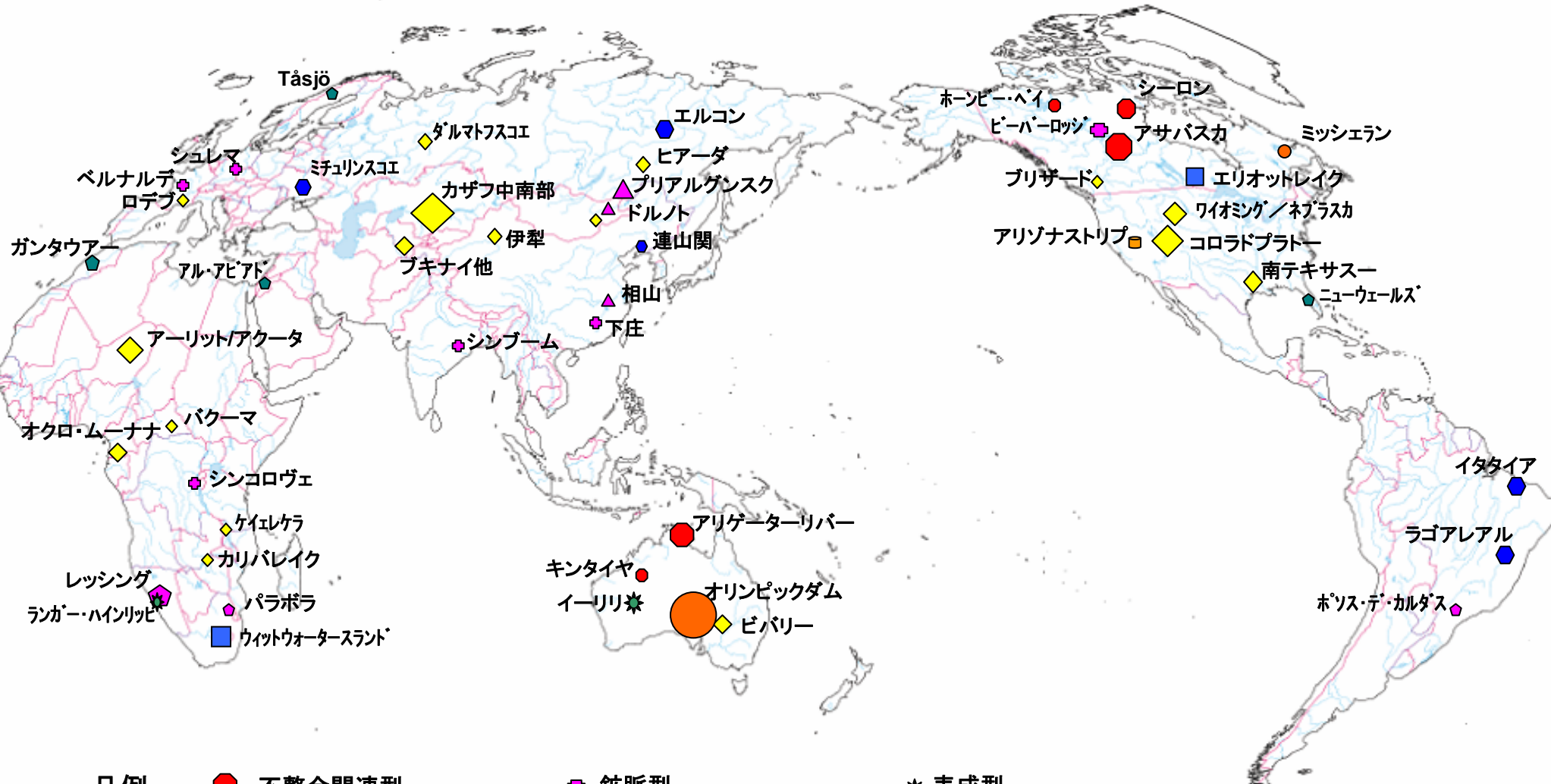
101073531 SK	(42)
101083503 SK	(7)
Allyn Resources	(3)
Areva	(122)
Areva JV	(14)
Areva/UEX	(94)
Bayswater Uranium	(15)
Cameco	(210)
Cameco JV	(36)
Cameco/Areva	(65)
Cameco/Denison	(20)
CanAlaska Uranium	(147)
Canam Uranium	(11)
Cons Pine Channel	(5)
Dahrouge Geol Cons	(5)
Denison Mines	(65)
Denison/JNR Res	(12)
Denison/Santoy Resources	(33)
Ditem Explorations	(20)
Dubnick, R.	(16)
Duran Ventures	(6)
Eagle Plains Resources	(32)
ESO Uranium	(84)
Forum Uranium	(54)
GLR Resources	(37)
Golden Band	(64)
Great Western Minerals	(15)
Hathor Exploration	(23)
JCU Exploration	(7)
JNR Resources	(77)
Leader Mining	(5)
Lederhouse, M.	(7)
Magnum Uranium	(38)
Manicouagan Minerals	(5)
Manson Creek Resources	(7)
Mason, M.	(140)
N Can Minerals/American At En	(5)
Nor Can Minerals	(8)
Nor Continental	(10)
Nor Continental/Roughrider	(5)
North-Sask Ventures	(20)
Nuinsco Resources	(7)
Phelps Dodge	(10)
Pitchstone Exploration	(21)
Purepoint Uranium	(56)
Red Dragon Resources	(8)
Red Rock Energy	(13)
Santoy Resources	(23)
Star Uranium	(10)
Stikine Gold	(7)
Strathmore Minerals	(45)
Strongbow Exploration	(8)
Studer, R.	(9)
Terra Ventures	(56)
The Claim Group	(9)
Titan Uranium	(143)
Trend Mining	(8)
Triex Minerals	(18)
Triex Minerals/Roughrider U	(5)
UEX Corporation	(87)
United Carina	(7)
Uranerz Energy	(7)
Uranium City Resources	(24)
Uranium North Resources	(18)
Wescan Goldfields	(11)
Wildcat Exploration	(5)
Young, T.	(72)
Other	(91)
Pending	(171)



ウラン鉱床の分類(レッドブック,2005)

1. 不整合関連型鉱床
(Unconformity-related type)
2. 砂岩型鉱床
(Sandstone type)
3. 赤鉄鉱質角礫複合岩型鉱床
(Hematite Breccia complex type)
4. 石英中礫礫岩型鉱床
(Quartz-pebble conglomerate type)
5. 鉱脈型鉱床
(Vein deposits)
6. 貫入岩型鉱床(or超変成岩型)
(Intrusive type)
7. 酸性火山岩-カルデラ関連型鉱床
(Volcanic and caldera-related type)
8. 交代岩型鉱床
(Metasomatite type)
9. 表成型鉱床
(Surficial type)
10. ブレッチャーパイプ型鉱床
(Collapse breccia pipe type)
11. 燐灰土型鉱床
(Phosphorite type)
12. その他のタイプ
変成岩型鉱床(Metamorphic type)
石灰岩型鉱床(Limestone type)
ウラン石炭鉱床(Uranium Coal Deposit)
13. ウランに富む岩石
黒色頁岩(Black shale type)等

世界の主要なウラン鉱床分布図



凡例

- | | | | | | |
|--|------------|--|-------------|--|------------|
| | 不整合関連型 | | 鉱脈型 | | 表成型 |
| | 砂岩型 | | 貫入岩型 | | ブレッチャーパイプ型 |
| | 赤鉄鉱質角礫複合岩型 | | 酸性火山岩-カルデラ型 | | 燐灰土型 |
| | 石英中礫岩型 | | 交代岩型 | | |

ウラン市場を左右するキーファクター

(1) 原子力発電容量の見通し

- ① 中国、インド、ロシアの原子力発電容量拡大計画

(2) 世界のウラン資源量

(3) 生産センターの動向

- ① カナダ、カザフスタン、オーストラリアの生産容量拡大

(4) 二次供給ウランの行方

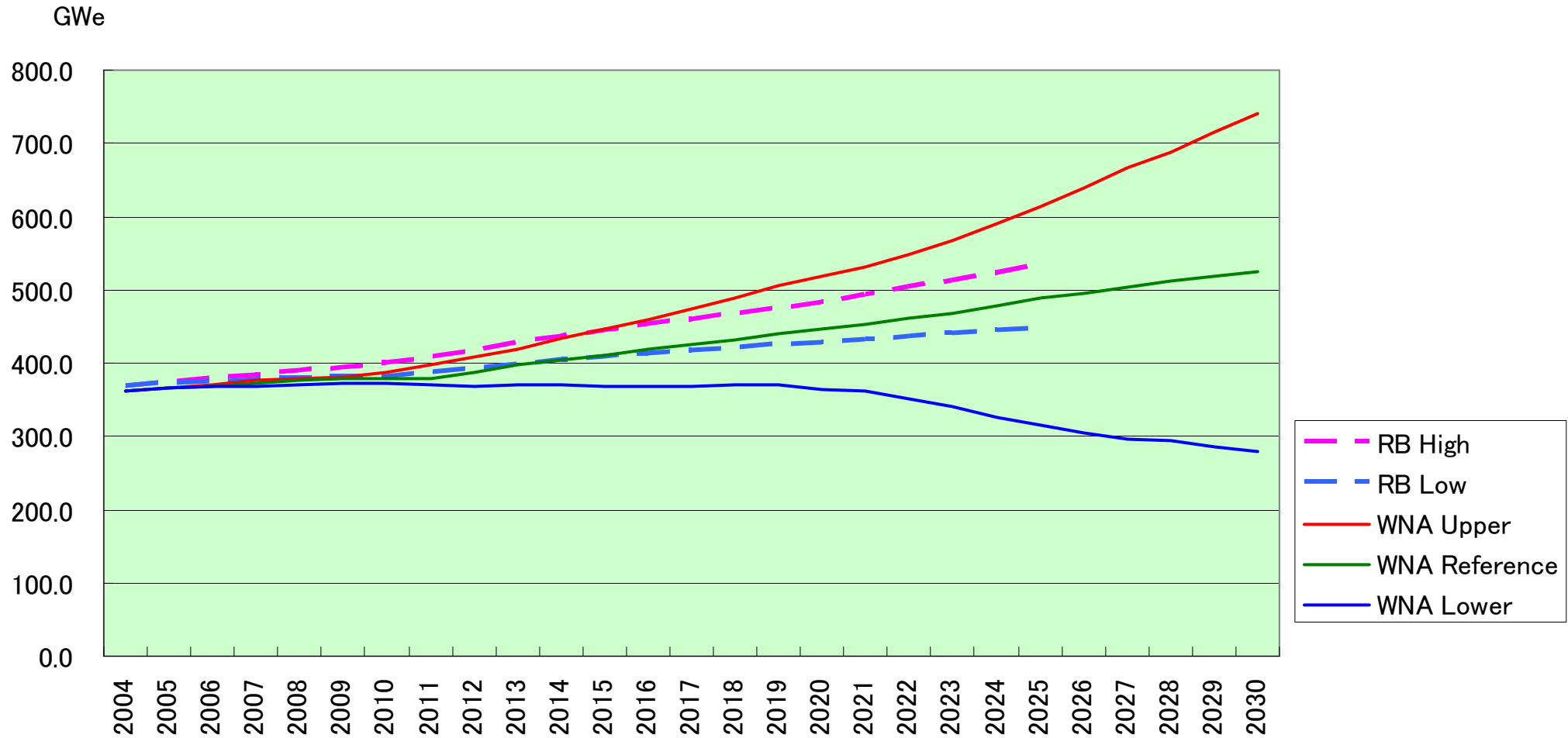
- ① 米ロHEU契約に基づくLEUの供給の見通し
- ② 商業在庫、DOE在庫
- ③ 回収ウラン・MOX利用、劣化ウランの再濃縮

(5) その他(市場心理)

- ① ユーティリティーによる長期購入契約量の拡大
- ② 投機資金・ヘッジファンドの流入



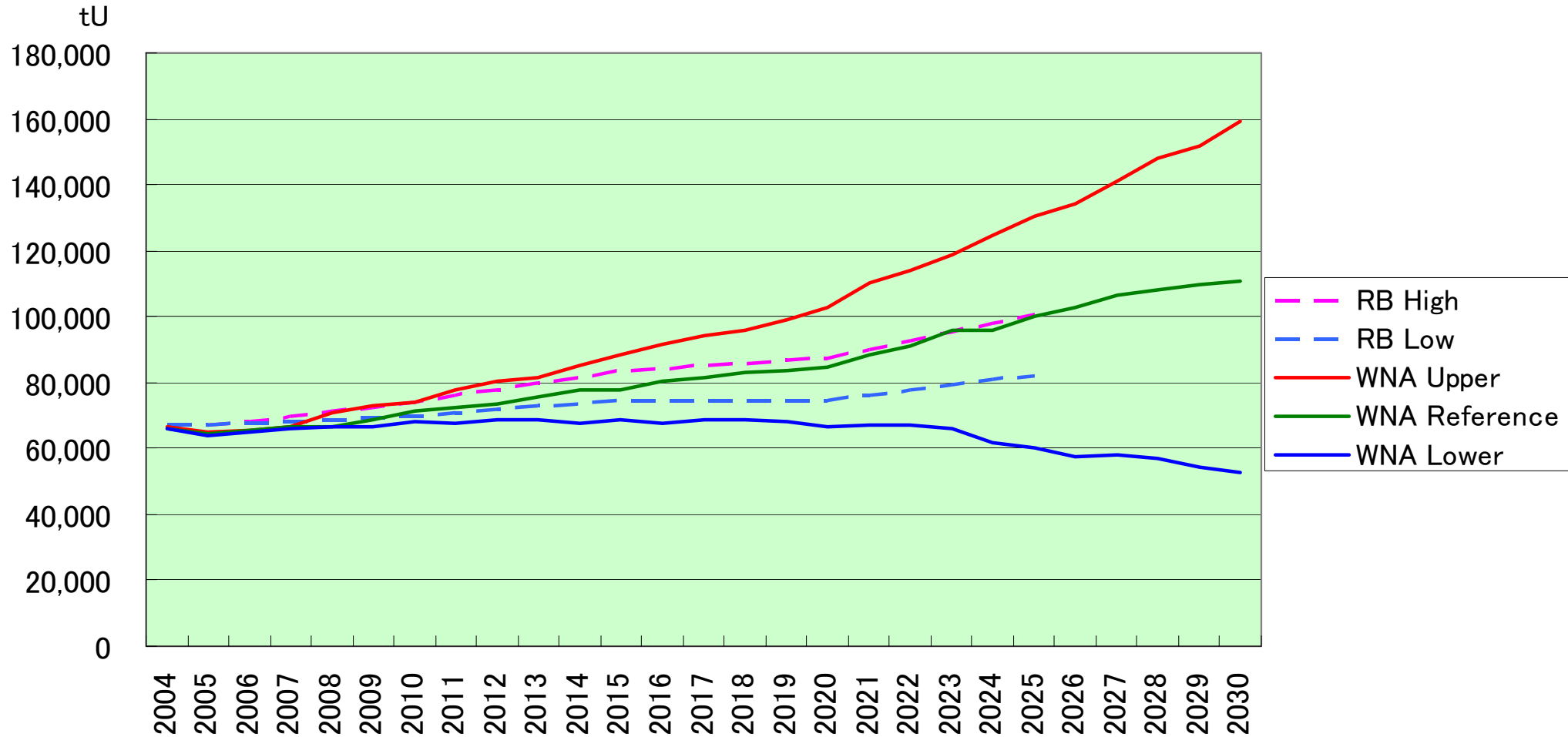
原子力発電容量見通し(レッドブックとWNA の比較)



データ: OECD/NEA-IAEA, 2006(レッドブック 2005)、WNA Market Report, 2005



世界のウラン需要見通し(レッドブックとWNAの比較)



データ: OECD/NEA-IAEA, 2006(レッドブック 2005)、WNA Market Report, 2005



主要国の原子力発電容量の見通し

単位: GWe

主要国	2004	2010		2015		2020		2025		伸び率 (%)
		Low	High	Low	High	Low	High	Low	High	
米国	99.7	100.6	100.6	102.2	102.2	102.7	108.9	102.7	127.8	3~28
カナダ	12.0	13.6	15.1	13.6	15.1	13.6	15.1	13.6	15.1	13~26
中南米	4.2	4.2	6.2	4.2	6.2	5.1	5.8	5.1	7.0	21~66
フランス	63.3	63.0	63.0	64.5	64.5	64.5	64.5	67.7	72.5	7~15
ドイツ	20.6	12.5	14.5	8.0	12.0	1.3	2.5	0.0	0.0	-100
イギリス	11.9	8.5	8.5	3.7	3.7	3.7	3.7	1.2	1.2	-90
スペイン	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.1	7.5	-7~-1
スウェーデン	9.4	8.8	9.6	8.8	9.6	8.8	9.6	8.8	9.6	-6~-2
その他 EU	26.7	24.7	24.9	24.5	27.4	23.4	29.9	21.6	29.9	-19~12
日本	43.9	48.5	48.5	49.2	53.1	58.6	66.9	64.7	75.1	47~71
韓国	16.7	17.7	18.7	24.9	26.3	24.9	26.3	24.9	26.3	49~57
中国	6.7	13.0	20.0	25.0	35.0	30.0	40.0	40.0	45.0	6~6.7倍
インド	2.6	6.2	6.6	9.5	13.1	13.9	19.4	14.1	25.1	5.4~9.7倍
イラン	0.0	0.9	0.9	5.5	5.5	6.4	6.4	9.2	9.2	—
その他アジア	0.4	0.7	0.7	0.6	0.7	2.8	4.6	3.5	8.0	7.8~18倍
ロシア	23.2	27.0	29.0	33.0	38.6	37.0	41.4	38.6	44.2	66~90
ウクライナ	13.1	14.8	14.8	15.2	15.6	14.0	15.2	15.0	15.0	15
世界合計	369.1	382.0	399.0	409.2	444.9	428.2	482.5	449.0	533.3	22~44

参考 3カ国の政府計画 (WNA Website, 2007/6)

単位: GWe

データ: レッドブック 2005

国名	2007年	2020年	2030年	2050年
中国	7.59	40.0	120-160	—
インド	3.78	20.0	—	—
ロシア	21.74	44.0	—	90

世界のウラン資源量

コスト区分	発見資源(万tU)		未発見資源(万tU)		在来型資源 総計(万tU)
	確認資源	推定資源 (推定追加 資源Ⅰ)	予測資源 (推定追加 資源Ⅱ)	期待資源	
コスト区分なし	—	—	—	298(310)	1,480 (1,438)
<US\$130/kgU (<US\$50/ポンドU3O8)	474(459)		252(225)	456(444)	
	330(317)	145(142)			
<US\$ 80/kgU (<US\$30/ポンドU3O8)	380(354)		170(147)		
	264(246)	116(108)			
<US\$ 40/kgU (<US\$15/ポンドU3O8)	275(252)				
	195(173)	80(79)			

注:()内の数字はレッドブック 2003

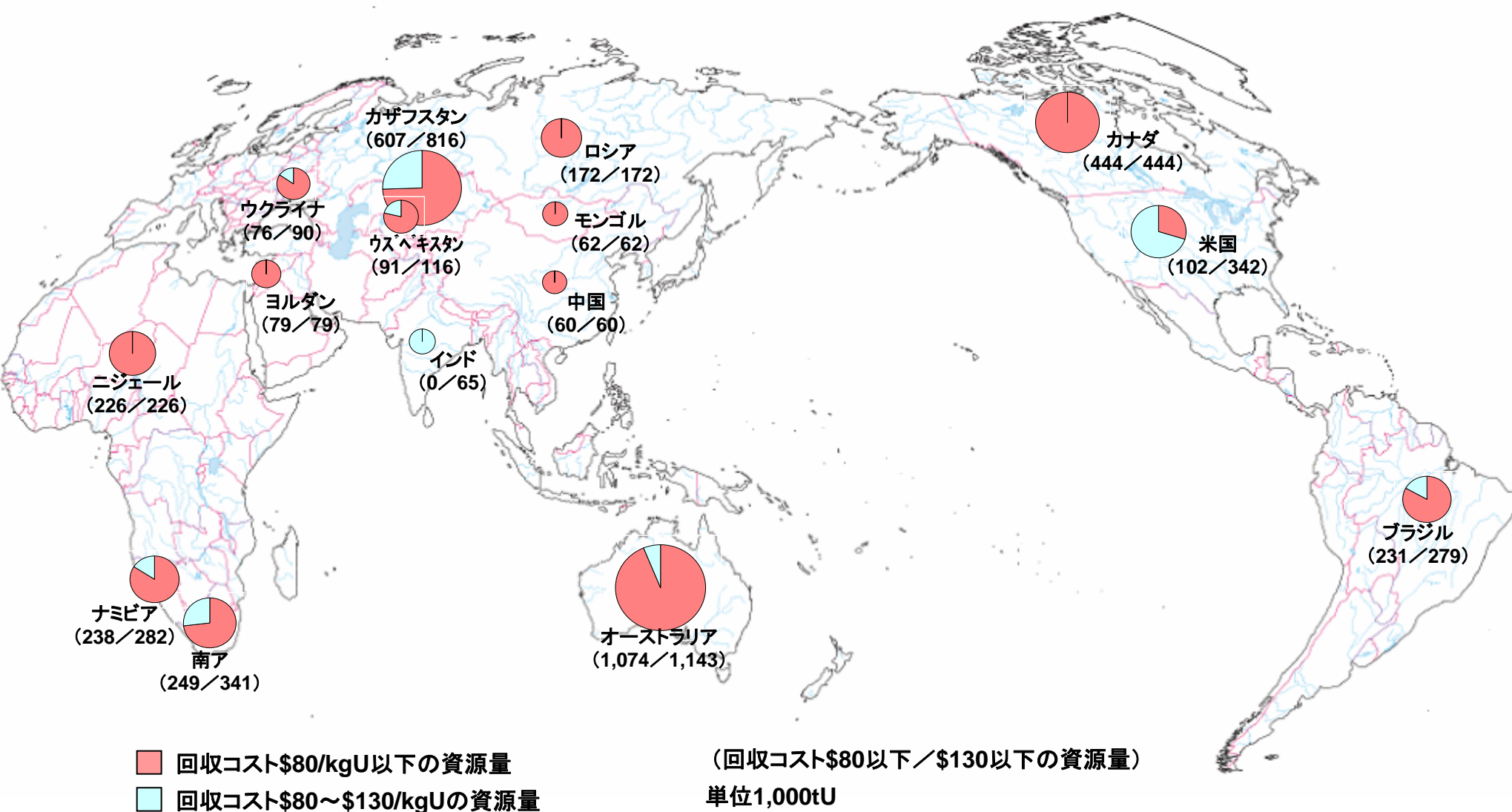
低コスト区分の資源量(<US\$80/kgU, <US\$40/kgU)は高コスト区分の資源量の内数

発見資源: 発見済みの資源であり、規模・品位・形状が明らかな鉱床中に存在する「確認資源」と
鉱床の規模・特性に関するデータが不十分な「推定資源」に区分される。

予測資源: 既存鉱床の地質的延長に、存在が間接的事実を基に推定される未発見資源をいう。

期待資源: 特定の地質鉱床地帯の中に期待される未発見資源をいう。

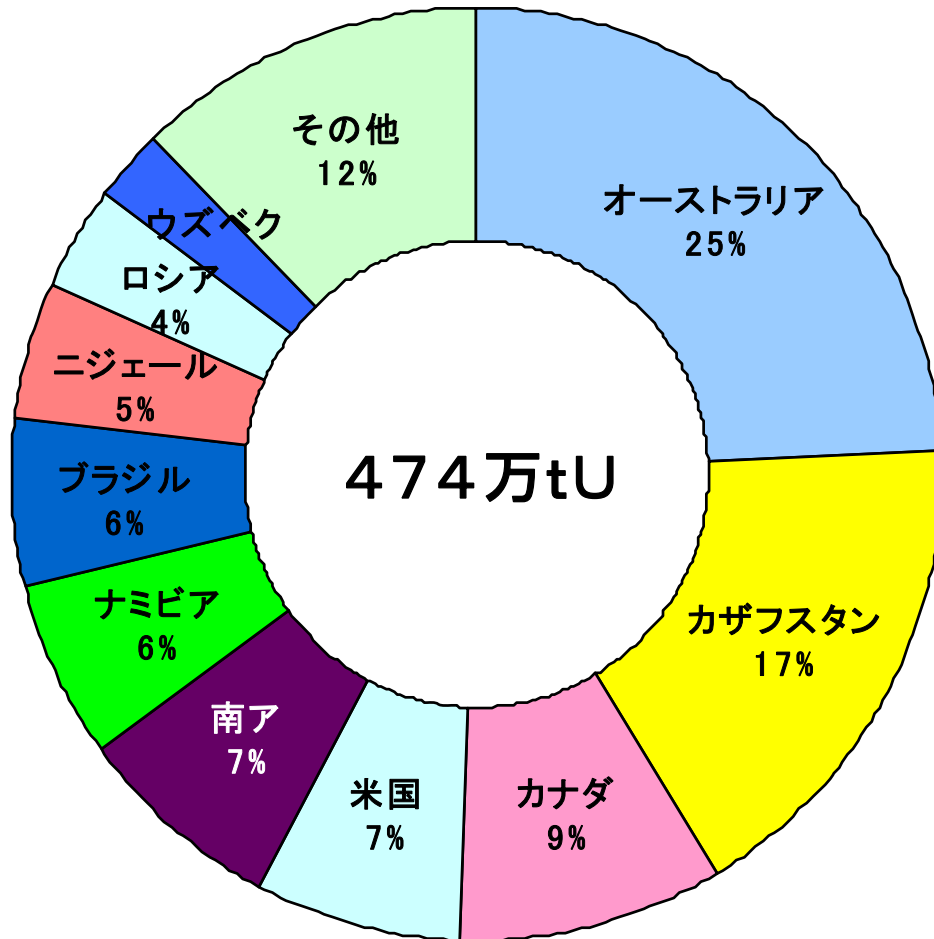
世界のウラン資源分布(在来型発見資源)



データ: OECD/NEA-IAEA, 2006 (レッドブック 2005)

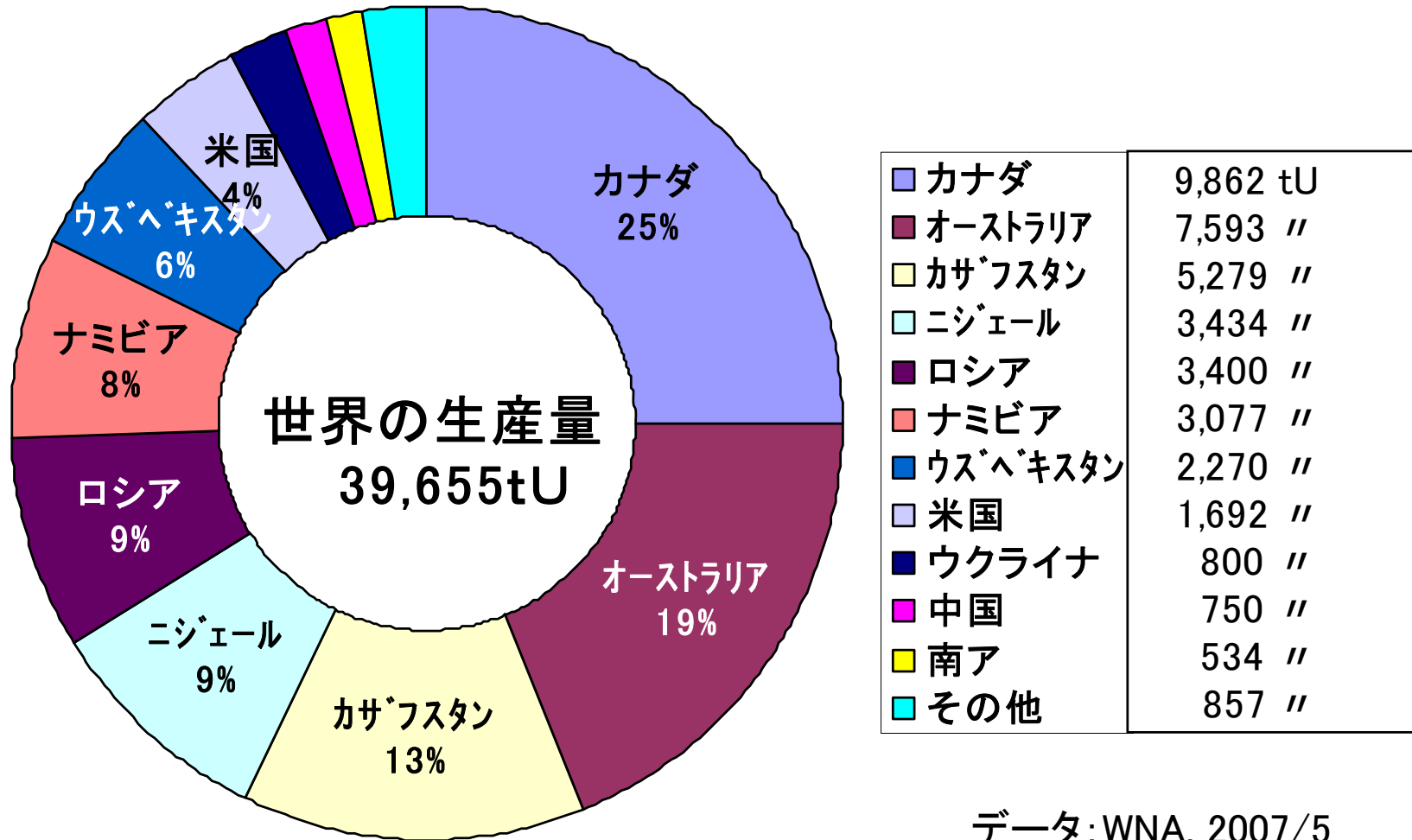
世界各国のウラン資源保有量

回収コスト: \$130/kgU以下の資源量



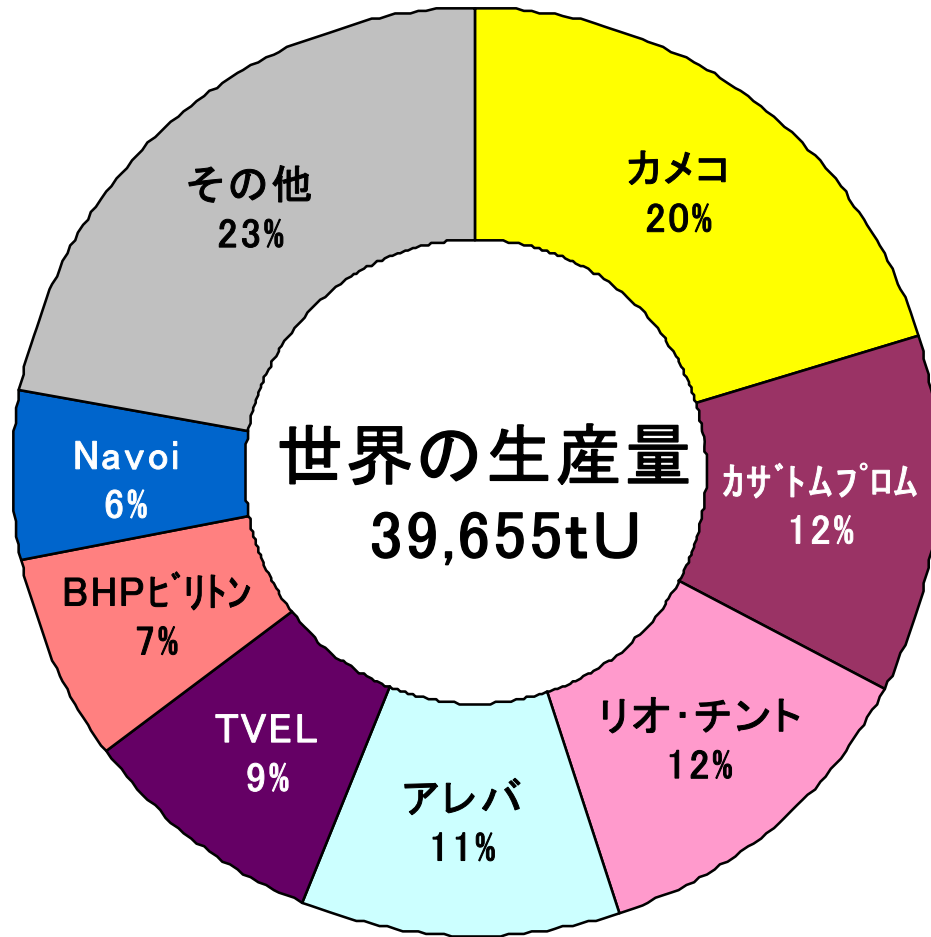
□ オーストラリア	114 万tU
■ カザフスタン	81.6 //
■ カナダ	44.4 //
□ 米国	34.2 //
■ 南ア	34.1 //
■ ナミビア	28.2 //
■ ブラジル	27.9 //
■ ニジェール	22.5 //
□ ロシア	17.2 //
■ ウズベク	11.6 //
■ その他	58.3 //

2006年の国別ウラン生産量



データ:WNA, 2007/5

2006年の企業別ウラン生産量



■ カメコ	8,038 tU
■ カザトムフロム	4,929 //
■ リオ・チント	4,870 //
■ アレバ	4,466 //
■ TVEL	3,400 //
■ BHPピリトン	2,868 //
■ Navoi	2,270 //
■ その他	8,814 //

データ: WNA, 2007/5



世界の主要ウラン生産センター(1/4)

	鉱山／鉱床名	現状・計画	2006年の 生産容量 (tU/年)	2010～2015年の 拡張見込容量 (tU/年)	
カナダ	ラビットレイク	Eagle Pointの埋蔵量は2011年頃枯渇 現状2,310tU/y規模で生産	2,310	3,460	18,070
	マックリーンレイク	JEB製錬所の能力拡張計画中。現状1,000tU/y程度で生産	3,077	6,150	
	ミッドウエスト	開発準備中。2011年生産開始予定。JEB製錬所で処理			
	シガーレイク	出水事故のため生産開始は2010年以降。フル生産規模は6,920tU/年。ラビットレイクとJEBで半分ずつ製錬			
	マッカーサーリバー	2007年に8,460tU/年に拡張予定。キーレイク鉱山で製錬	7,193	8,460	
米国	スミスランチ/ハイランド(Wy) クロービュート(Neb)、 バスケス、アルタ・メサ、キン グスビルドーム(Tex)	2006年にはISL 5鉱山が生産中(2006年 1,584tU生産)。 さらにチャーチロック、クラウンポイント(ニューメキシコ)のISL2鉱山がラ イセンス取得済み	2,150	2,920	4,074
	ホワイト・メサ(Uta)他	4製錬所の内、デニソンのホワイト・メサのみ生産(2006年に108tU生産)	～200	1,154	
オース トラリア	レンジャー	2020年頃までに埋蔵量枯渇。ジャビルカの鉱石を処理予定	4,240	4,240	18,300
	ジャビルカ	開発待機中(先住民の同意取得が課題)			
	オリンピックダム	銅と共産。12,720tU/yへの大幅拡張計画中	3,900	12,720	
	ビバレイ	Heatgate Resources がISL生産中(2006年は700tU生産)	1,000	1,000	
	ハネムーン	SXR Uranium One(加)がISL開発準備中。2008年生産開始予定		340	



世界の主要ウラン生産センター(2/4)

	鉱山／鉱床名	現状・計画	2006年の 生産容量 (tU/年)	2010～2015年の 拡張見込容量 (tU/年)	
ニジ エール	アーリット	生産中(2005年は1,315tU)	1,500	1,500	3,500
	アクータ	生産中(2005年は1,778tU)	2,000	2,000	
	イムラーレン	アレバがISLテストを含むFSを実施中		(3,400)	
	Teguidda	中国CNUCが2006年7月に権益取得。開発を計画中			
ナミ ビア	Rössing	生産中。2026年までの生産延長を検討中	4,000	4,000	5,000
	ランガー・ハインリッヒ	PALADIN(豪)が開発、2006年12月末生産開始		1,000	
	Trekkopje	UraMinが開発を計画。2009年頃から本格生産予定		(1,150)	
南ア	パールリーフ	生産中。金の副産物	1,270	1,270	3,070
	ドミニオン	Uranium One(加)が2007年3月から生産開始。金は副産物		1,460	
	Ezulwini	First Uranium(加)がFSを実施中。2008年からの生産を計画		340	
マラ ウィ	Kayelekera	PALADINが2008年9月からの生産を目指して開発中		1,270	1,270
ブラジ ル	イタタイヤ 鉱床	開発計画中。2007年生産開始予定		680	1,020
	ラゴアリアル	生産中(2005年の生産量は0)	340	340	
中国	Xiangshan 相山他	坑内採掘が主。	640	840	1,140
	Yili 伊犁	ISL生産中	200	300	



世界の主要ウラン生産センター(3/4)

		鉱山／鉱床名		現状・計画		2006年の 生産容量 (tU/年)	2010～2015年の 拡張見込容量 (tU/年)	
カザフスタン	単 独 I S L	Centralnoye	Kanzhugan, Moinkum 1	ISL生産中。2006年はStepnogorskiと合わせた単独鉱山で3,010tUを生産		1,000	1,000	17,250
		Stepnoye	Mynkuduk-Vostochny, Uvanas			1,000	1,300	
		#6	North/south Karamurun			800	1,000	
	JV	Akdala	Uranium One[加](70%)とのJV。2006年から商業生産			1,000	1,000	
		Moinkum 2,3, Tortuduk	アレバNC(51%)とのJV。2006年から商業生産			900	1,500	
		Inkai-sites 1,2	カメコ(60%)とのJV。2007年から商業生産			300	2,000	
		Zarechnoye	ロシアTenex他(50.7%)とのJV。2006年末から商業生産				1,000	
		Budenovskoye	ロシア(50%)とのJV。2008年から商業生産				1,000	
		West Mynkuduk	住商(25%)・関電(10%)とのJV。2010年までに1,000tU/y生産				1,000	
		Central Mynkuduk	伊藤忠が300tU×10年の購入契約				2,000	
		Southern Inkai	Uranium One(70%)とのJV。2008年に商業生産開始				1,000	
		Kharasan 1	Uranium One(30%)、丸紅・東電・中電・東北電力・東芝とのJV				1,000	
Kharasan 2	丸紅・東電・中電・東北電力・東芝とのJV。最大4,000tU/年				~2,000			
Irkol	パートナー未定?				(750)			
単 独 坑 内	Stepno- gorski	Vostoc他鉱脈型	坑内採掘。2008年拡張計画		250	600		

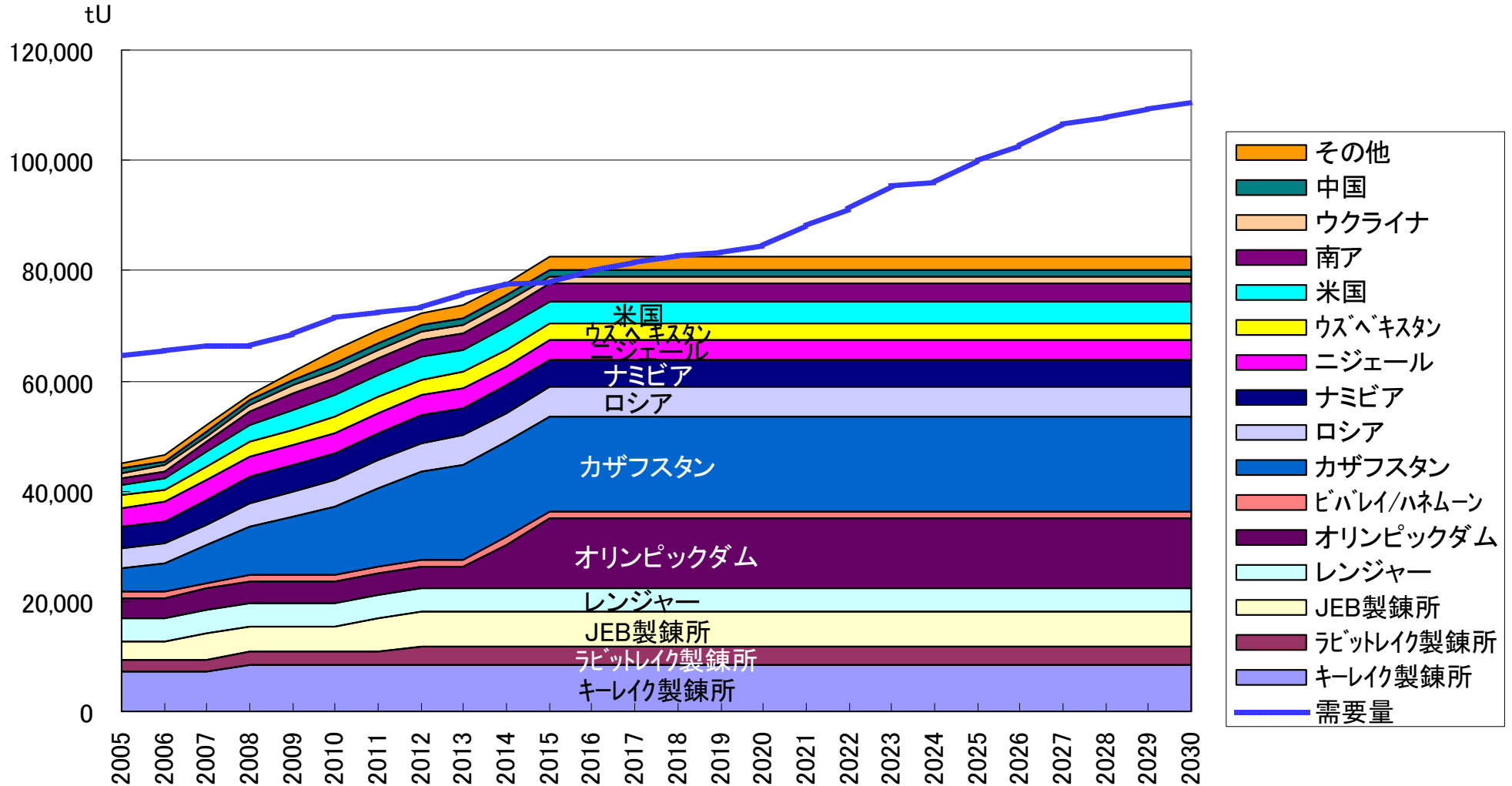


世界の主要ウラン生産センター(4/4)

	鉱山／鉱床名	現状・計画	2006年の 生産容量 (tU/年)	2010～2015年の 拡張見込容量 (tU/年)	
ロシア	Priargunsky	坑内採掘。増産を計画中	3,000	3,500	5,300
	Dalur	ISL生産中	260	800	
	Khiagda	ISL試験中。1,000tU/yへの増産計画	140	1,000	
	Elkon	低品位大規模鉱床(埋蔵量25万tU)。 2006年10月、三井物産が共同FSIに合意。		(1,000)	
ウズベキスタン	Uchkuduk Zafarabad Nurabad	3つのISL生産センターで、2006年は2,270tUを生産。 2007年4月、伊藤忠が鉱山共同開発に基本合意。 アレバ、ロシア、韓国、Nukem等も興味を示している。	2,300	3,000	3,000
ウクライナ	Vatutinskoye Michurinskoye	坑内採掘。毎年800tUを生産と推定。	1,000	1,500	1,500
	Novokonstanti- novskoye	ロシアとの鉱山共同開発実施中。2008年末に生産開始予定。			

JAEA調べ(データ:関係企業・機関Webサイト、OECD/NEA-IAEA レッドブック 2005 他)

世界のウラン鉱山の生産容量見通し



① 民間在庫(戦略在庫+パイプライン在庫+過剰在庫)

ユーティリティー在庫: 11.4万tU(内、8.7万tUは戦略在庫; WNA,2005)

生産者在庫: 約3万tU(WNA 2005)、その他(Trader等)の在庫は不明

② 米ロHEU契約(HEU-1)に基づくロシアHEU500トン(153,000tU+92,000tSWU)

・1994~2013年の20年間で、ロシアTenexが米国USECに希釈LWUを供給

・1999年からは年間30トン希釈して商業利用(9,000tU/年+5,500tSWU)

・2006年6月、ロシアTenexはHEU-2を契約する意思はないと表明

③ 米国DOEの在庫: 約30,500tU⇒DOEは年間5m.lb(1,920tU)×10年の放出検討

④ 回収ウラン/MOX利用: 2019年までは約2,500tU/年、2020年以降約1,600tU/年と予測(WNA 2005)

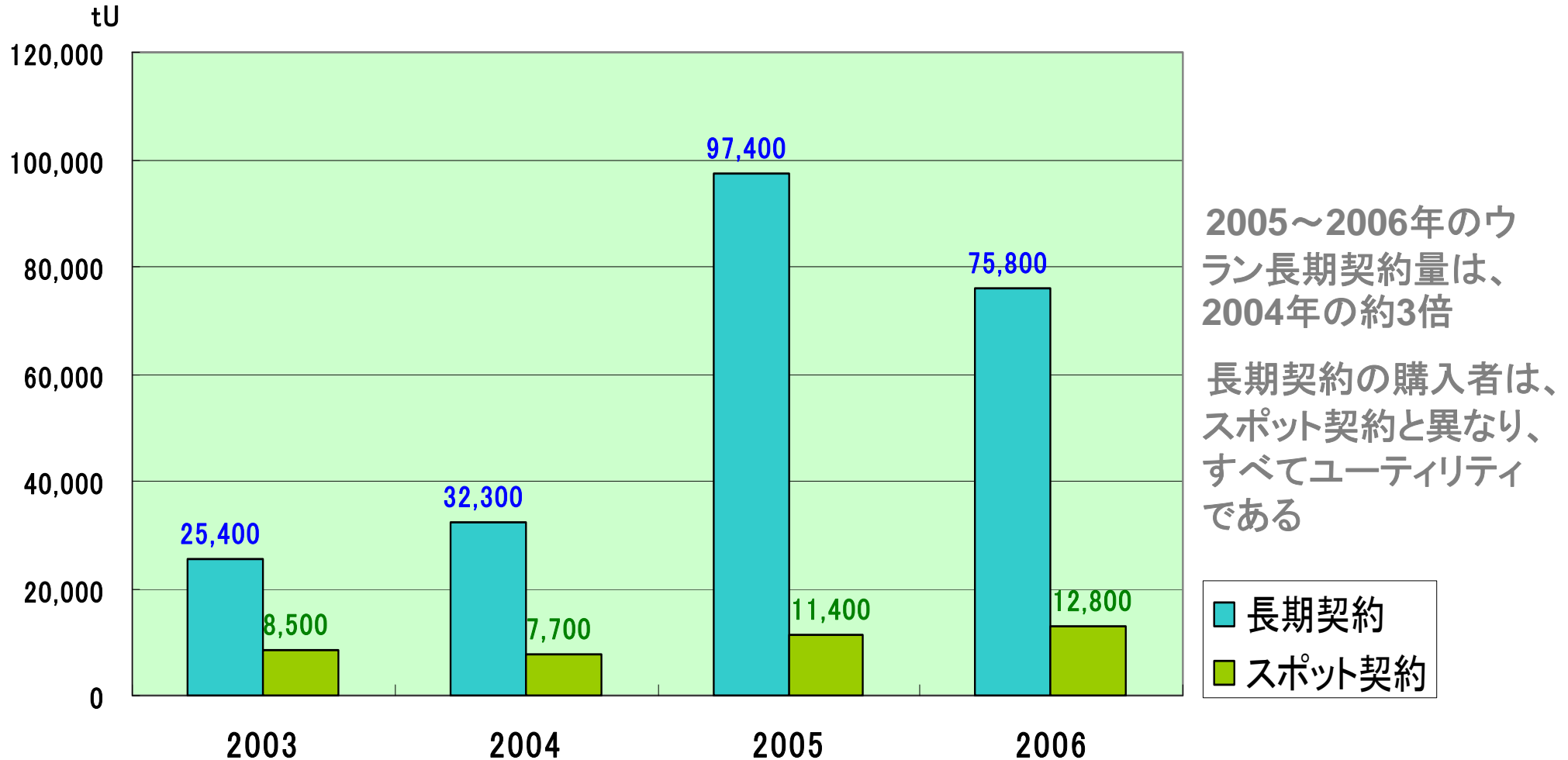
⑤ 劣化ウラン再濃縮

・1990年代後半から、ロシアはUrenco、Arevaから年間10,000~15,000tUの劣化ウランを引き取り、再濃縮したウランの約半分をUrenco、Arevaに返還していた。

・Urencoはロシアに輸出できる劣化ウランがなくなり、2005年時点では、500tUが返還されたのみ。

・ロシア政府筋によると、輸入劣化ウランの再濃縮を今後行わない意向。

西側世界のウラン契約量



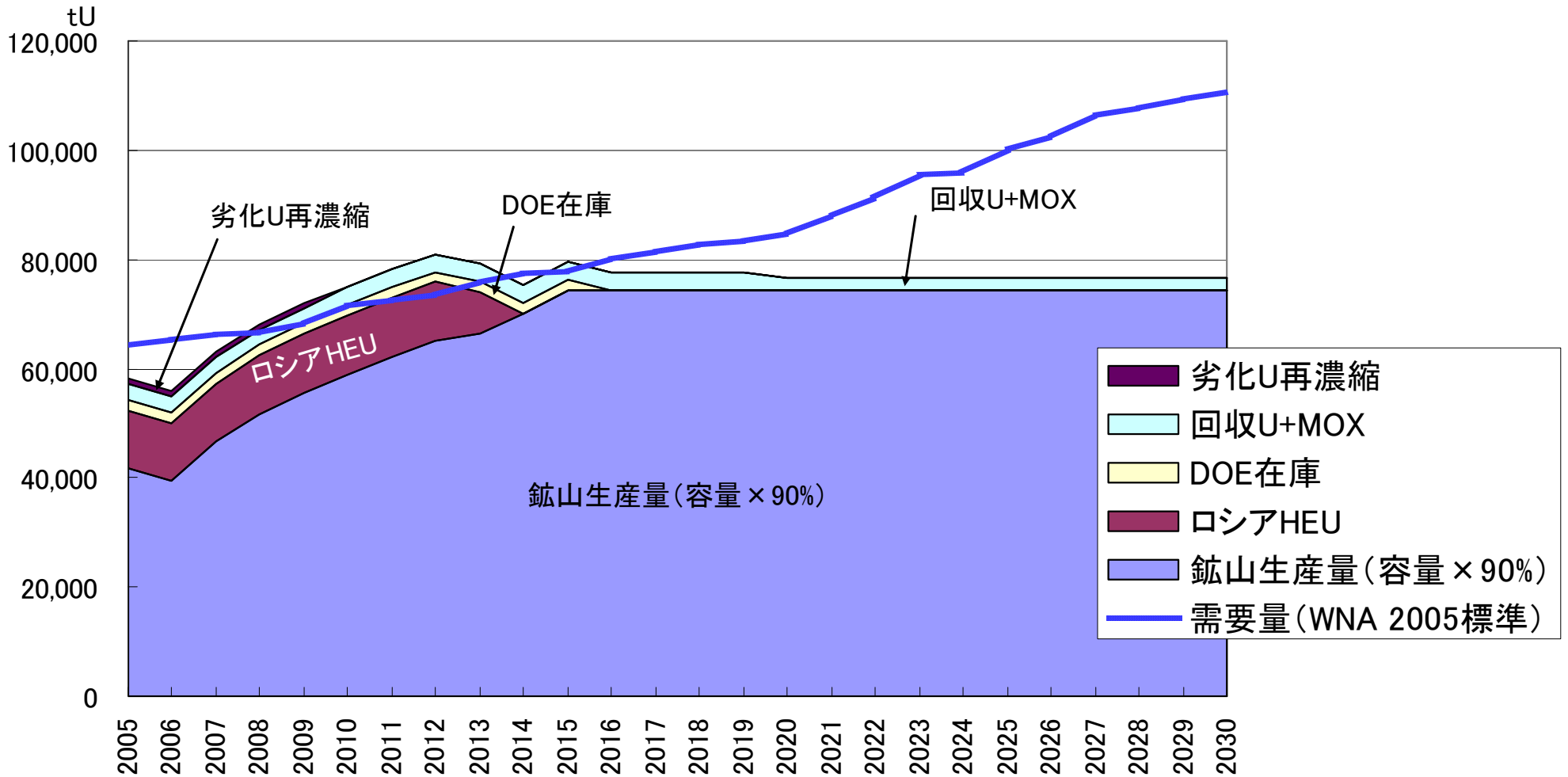
2005～2006年のウラン長期契約量は、2004年の約3倍

長期契約の購入者は、スポット契約と異なり、すべてユーティリティである

■ 長期契約
■ スポット契約

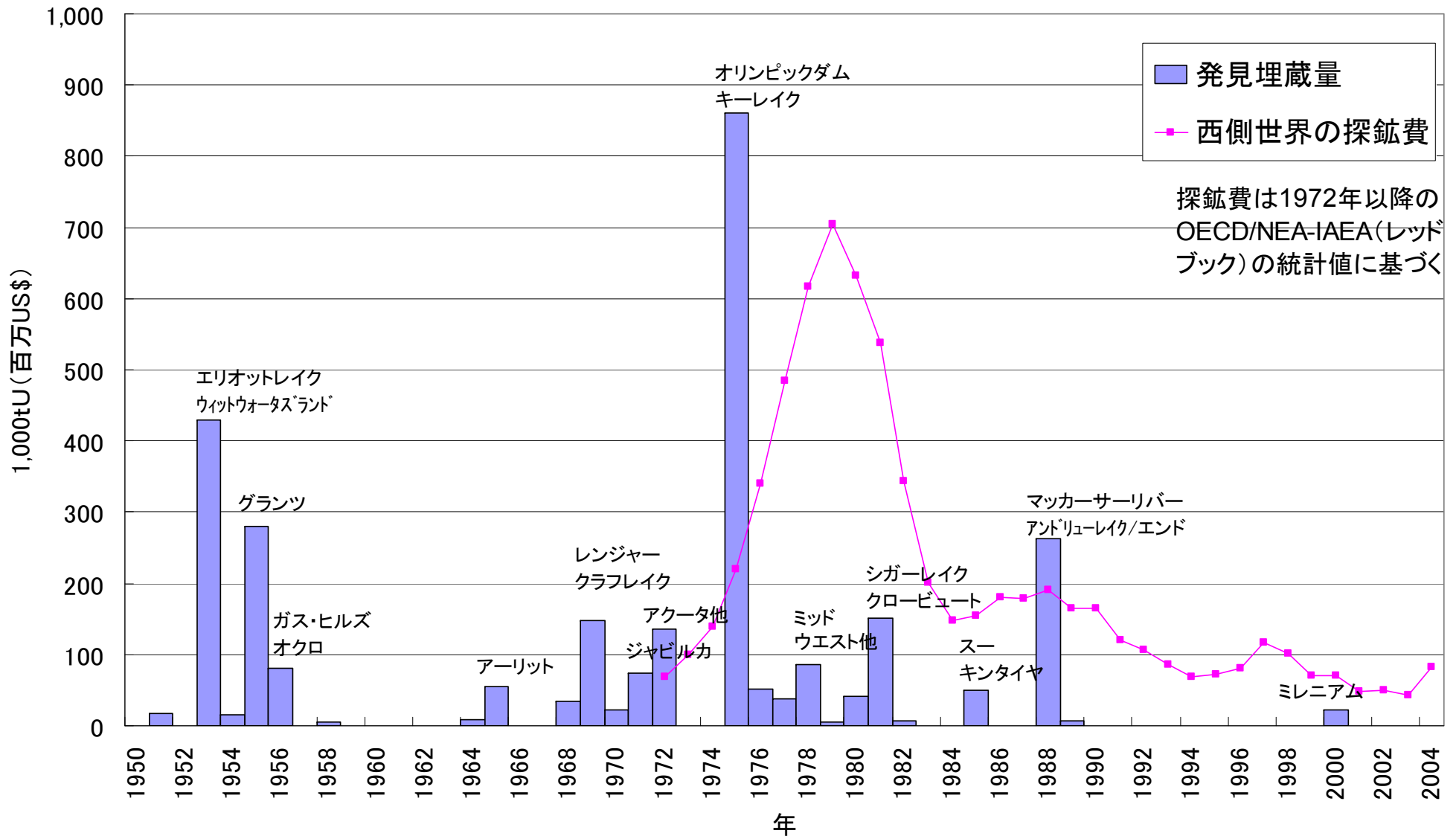
データ:Ux Consulting, 2007/1

ウラン需給見通し



注: 埋蔵鉱量が枯渇した鉱山は新規発見資源によって補われるものと仮定
2005、2006年の鉱山生産量は実績値

西側世界のウラン資源発見量と発見年および探鉱費



注: 鉱床発見後の追加資源量は、簡略化のため発見年に集約

まとめ

- ・ 中国、ロシア、インドを初め原子力発電所新設計画が活発化していることに加え、商業用余剰在庫が先細り、2013年には米口HEU契約が終了する見通しから、原子力発電事業者による調達活動が活発化している。
- ・ 投機筋の参入もウランスポット価格の高騰に拍車をかけていると思われる。
- ・ 当面2～3年の間は民間在庫の取り崩しが必要なことから、ウラン市場は売り手市場が続くものと予想される。
- ・ しかし、カザフスタンやオーストラリアを初めとする世界のウラン生産事業者は、鉱山の新規開発・拡張計画を活発に進めており、ウラン市場は数年後にはひとまず安定すると予想される。
- ・ 本当に心配なのは、20年以上先の将来のウラン需給である。ウラン探鉱活動も活発になっているが、ウラン鉱床の発見は、対象深度の深部化や技術的な問題からより困難になりつつあり、追加資源の発見がタイムリーに行われない可能性がある。
- ・ 今年4月末、官民合同のハイレベルミッションがカザフスタンを訪問し、原子力協力と合わせてウラン鉱山共同開発、ウラン長期購入に係わる多数の契約に調印し、わが国のウラン資源確保は大きく前進。長期的には、さらなる開発輸入拡大が望まれる。
- ・ 国産のウラン資源ともいえる核燃料サイクル技術の早期確立も望まれる。