

PNC PN1510 94-008

社内資料

「ウラン＝資源・生産・需要」

(通称 Red Book)

1993年版の概要

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
P	N1510 94-008	1994, 8-4
<p>この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室</p>		

1994年5月

動力炉・核燃料開発事業団

1 - 1993年版の特徴

(1) 報告国数 51ヶ国

-世界のウラン生産量の95%をカバー

-新規報告国

チェコ, カザフスタン, リトアニア, モンゴル, スロバキア, ウクライナ,
ウズベキスタン, ロシア, スロベニア

(参考) 1991年版 報告国数 44ヶ国

(2) 内容

-1991年版のデータを1993年1月1日現在のデータに更新

-2010年までの短期予測

(参考) 4年毎の本格版 Red Book では40年先までの長期予測を行うことにな
っており, 1989年版では2030年までの予測を行っている。

2 - 1991年以降のウラン市場及びウラン産業の変化

(1) COMECON 崩壊により旧非WOCA諸国 (東欧, ソ連, 中国) 産ウランが欧米諸国
へ流入増大 - 輸入規制の動き

(2) ウラン価格の低落

スポット価格 (NUEXCO EV)

(1991年版) 1990年平均 25.37ドル/KgU (9.76ドル/ポンドU₃O₈)

(1993年版) 1992年平均 20.80ドル/KgU (7.95ドル/ポンドU₃O₈)

(3) ウラン生産量の急減

1990年 5.0万トンU

1992年 3.6万トンU

(4) ウラン探鉱・生産活動 (関連従業員数) の縮小

3 - ウラン資源量

(1) 資源カテゴリーの定義

(a) 確認資源 (Reasonably Assured Resources: RAR)

形状・品位が判っている鉱床の中に存在し、かつ現在実証されている採鉱、製錬技術により、一定の生産コストの範囲内で回収されうるウラン資源。

(b) 推定追加資源 - I (Estimated Additional Resources -Category: EAR-I)

良く採掘された鉱床の延長部に存在するか、あるいは地質的連続性は明らかになっているが鉱床特性データが不足している鉱床中に存在するウラン資源。

この資源の鉱量、品位、回収コスト等は既知鉱床部分あるいは類似鉱床のデータに基づく推定値であり、RARに較べて信頼性が劣る。

(c) 推定追加資源 - II (EAR-II)

良く判っている地質トレンドの中、あるいは既知鉱床が存在する鉱化帯中に存在するものと期待されるウラン資源。

鉱床の発見、鉱量、品位、生産のコスト等は類似条件の鉱床のデータに基づく推定値。

EAR-I より信頼性が劣る。

(d) 期待資源 (Speculative Resources: SR)

間接的事実や地質学的仮定に基づき、現在の採鉱技術で発見可能な鉱床中に存在すると思われるウラン資源。

存在の可能性、その量ともに期待に過ぎない。

(2) 回収コストのカテゴリー

ウラン資源の採掘、製錬に必要な経費、すなわち生産コストを回収コストとして下記のように分類

— 1 KgU の回収コスト80ドル以下

(1 ポンド U_3O_8 当たり30ドル以下)

— 1 KgU の回収コスト80ドル— 130ドルの範囲

(1 ポンド U_3O_8 当たり30ドル—50ドルの範囲)

(注) 1993年版において40Fw/KgUのカテゴリーを設けようとしたが、多くの国がデータ不足により回答不可とし、いくつかの国は企業秘密として回答拒否。

(3) 確認資源量 (130Fw/KgU 以下) 単位：万トンU

	1993. 1. 1.		1991. 1. 1.		1993/91
オーストラリア	52	25%	53	27%	
カナダ	40	19%	21	11%	△ 19
米 国	37	18%	36	18%	
南 ア	24	11%	34	17%	▲ 10
ニジェール	17	8%	17	9%	
ナミビア	10	5%	10	5%	
スペイン	4	2%	4	2%	
フランス	3	1%	4	2%	
特定国合計	209		200		△ 9

(4) 推定追加資源-I (EAR-I) 単位：万トンU

	1993. 1. 1.		1991. 1. 1.		1993/91
オーストラリア	39	40%	39		
ニジェール	31	32%	31		
ブラジル	9	9%	9		
カナダ	7	7%	23		▲ 17
南 ア	5	5%	8		▲ 3
ナミビア	5	5%	5		
特定国合計	97		113		▲ 16

(5) 他の既知資源(RAR+EAR-I)

CIS諸国, 東欧, 中国, インド 1993. 1. 1. 単位: 万トンU

	<130ドル/KgU	コスト不明	合計
カザフスタン	51	—	51
ロシア	30	—	30
ウズベキスタン	—	23	23
ウクライナ	15	—	15
モンゴル	8	—	8
中国	—	7	7
インド	—	7	7
ルーマニア	—	3	3
合計			144

- Red Book とは異なるコストカテゴリーで分類されており, 資源カテゴリー
コストカテゴリーとも厳密には Red Book のカテゴリーとは対比できない。
- これらは回収率不明の原地埋蔵量である。
- すでに採掘した分も含まれている。

(6) 推定追加資源-II (EAR-II)

	1993. 1. 1.		1991. 1. 1.	1993/91
米国	131	54%	130	
カザフスタン	38	16%		
ウズベキスタン	29	12%		
カナダ	15	6%	19	
ロシア	15	6%		
ソ連	—		50	
南ア	3		7	
世界合計	243		210	△ 33

(7) 期待資源 単位：万トンU

	1993. 1. 1.		1991. 1. 1.
オーストラリア	260-390	35%	260-390
中国	177	16%	177
モンゴル	139	13%	
米国	135	12%	134
南ア	111	10%	111
世界合計	1000-1100		960-1100

(8) 非在来型及び副産物に伴うウラン資源

17ヶ国が報告。燐鉱、非鉄金属鉱、炭酸塩岩、黒色頁板、褐炭に伴うものに分類。

総量 710 万トンU

このうち、92%に相当する約 650万トン、モロッコの燐鉱に伴うものとして報告。

(9) 資源量に対する特記事項

—世界全体の既知資源量(RAR+EAR-I)は1991. 1. 1現在の313万トンから1993

1. 1現在 305万トンに減少。コスト評価による変更が主たる原因

—南アフリカはRAR, EARともに減少。

金、銅の副産物であり、これらの市況ならびにウラン市況によって評価変更が原因。

—カナダはEAR-Iが減少し、RARが増加

—中国は1991-92年に既知資源が数万トン増加と報告、但しカテゴリー、コスト不明。

(1991. 1. 1) 5万トン → (1993. 1. 1) 7万トン

—EAR-IIは報告した国が少ない。

但し、チェコ、カザフスタン、ロシア、ウクライナ、ニジェール、ジンバブエが初めて報告。

- オーストラリアはEAR-IIをSRに入れている。
- 米国はEAR-IとIIを分類せずIIに入れている。

4-ウラン探鉱

(1) 世界のウラン探鉱費の推移

	単位：万ドル		前年比
1990	35,200	(内ソ 連 1,900)	
91	18,000	(内 " 6,000)	▲ 17,200
92	11,400	(内ロシア 970)	▲ 6,600
93	7,900	(内 " 670)	▲ 3,500

(2) 主要探鉱対象国における探鉱費 (単位：万ドル)

投下探鉱費	1992年		1990年	1992/90年
カナダ	3,840	35%	3,940	▲ 100
米 国	1,600	14%	1,970	▲ 370
フランス	1,500	13%	3,250	▲ 1,780
オーストラリア	1,030	9%	1,180	▲ 150
ロシア	970	8%	(6,000) ロシア	
インド	960	8%	1,540	▲ 580
エジプト	450	4%	440	▲ 10
世界合計	11,400		35,200	

(3) 国外探鉱費 (単位：万ドル)

	1992 年		1990 年
フランス	1,940	47%	570
日本	1,600	39%	1,420
ドイツ	400	10%	680
英国	90		830
世界合計	4,100		3,600

(4) ウラン探鉱についての特記事項

- 世界の探鉱費が年々減少
- 主要探鉱対象国、カナダ、オーストラリア、中国、米国
- アルゼンチン、インドネシア、スペイン、タイ等は国内通貨で探鉱費増加
- ロシアが初めて報告
- 経済悪化のため、予算を縮小されながら高レベルの探鉱活動を維持
- 国外探鉱については、フランス、日本、ドイツが主な実施国

5 -ウラン生産

(1) 世界の生産量の推移

	1992 年	1990 年	1992/90年	
旧WOC A	23,500	28,400	▲ 5,000	(▲17%)
旧非WOC A	12,700	21,800	▲ 9,000	(▲42%)
世界合計	36,200	50,100	▲14,000	(▲28%)

(2) 主要生産国

	1992 年	
カナダ	9,300	26%
ニジェール	3,000	8%
ロシア	2,900	8%
カザフスタン	2,800	8%
ウズベキスタン	2,700	7%
オーストラリア	2,300	6%
米 国	2,200	6%
フランス	2,100	6%
南アフリカ	1,700	5%
ナミビア	1,700	5%
チェコスロバキア	1,500	4%
ウクライナ	1,000	3%
中国	800	2%
ガボン	500	1%
世界合計	36,200	

(3) ウラン生産についての特記事項

－生産減少の原因

価格低下による生産縮小あるいは閉山

－1992年のスポット価格（7.95ドル/ポンドU₃O₈）はすべての欧米ウラン生産者の生産コストを下回った。

－ CIS及び米国の軍用ストック及び核兵器解体ウランの民生転用の可能性が出てきたため、ウラン価格の低迷はさらに長引くと思われる。

6 - 短期ウラン生産容量予測

(1) 特定国（旧WOCa+チェコ、ハンガリー）の生産容量（単位：千トンU）

	1992年		2000年		2010年	
	A	B	A	B	A	B
カナダ	9.3	9.3	12.0	14.1	5.4	6.6
米 国	4.7	4.7	13.2	13.4	3.4	4.6
オーストラリア	4.2	4.2	5.9	5.9	5.9	5.9
ナミビア	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
ニジェール	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
フランス	3.1	3.1	0.5	0.5	0	0
南アフリカ	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
チェコ	1.5	1.5	0.6	0.6	0.5	0.5
ガボン	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0
合 計	34.6	34.6	36.2	48.2	25.6	30.5

(注) A：既存及び開発決定済生産センター

B：A+計画及び予想生産センター

(2) 1991年版予測との比較

- Aは1993～2010年の間、1993年版とほぼ同量

WOCaの減少した国の分は1993年版で初めて報告されたチェコとハンガリーの分で相殺。

- 2000年のBは1991年版で 3.7万トンU，1993年版で 4.8万トンU

この増加は主としてカナダ，米国において2000年頃生産に入ることが計画あるいは予測される生産センターの分。

(3) 短期生産容量予測についての特記事項

- 特定国以外の国についてはデータが得られていない。

- この生産容量は80Fm/KgU以下の確認資源をベースにしている。

－1993～2010年の特定国の累積生産容量と累積原子炉所要量との比較
(単位：万トンU)

累積A	58	累積所要量	119	49%
累積B	72	"	119	61%

－短期的にはこの不足量は在庫とりくずし，東欧圏・東アジアからの輸入，計画及び予測生産センターの実施等で充足される。

－長期的には技術的改良，あるいはいくつかの国の政策変更等により，他の低コスト資源のみならず，高コスト資源の生産，及びEAR-IIやSRの資源の利用に頼らざるを得ない。

しかしながら，現在の低レベルの探鉱活動及び新たな鉱床の開発までの長いリードタイムのため，新規発見鉱床が生産に寄与するのは2000年を越してかなり後のことになるだろう。

－その他の国の生産容量

ブルガリア : 1992年に生産中止 (1991年 500トンU)

チェコ : 国内需要を充足する量に生産縮小計画

ハンガリー }
ルーマニア } : 国内需要を充足する量の生産計画

スロベニア : 生産中止，再開の計画なし

ドイツ : 本格生産中止，再開の計画なし
但し，旧鉱山後処置に伴うウランを回収

C I S 諸国 : 統制経済から市場経済に適應するため生産量が減少してきており，将来予測困難

ウラン協会の推定 1992年生産容量

カザフスタン 3,900トンU

ロシア 4,000

ウクライナ 2,000

ウズベキスタン 4,000

合計 13,900

NEA事務局推定 9,400 (ウラン協会推定の約7割)

－核兵器解体高濃縮ウラン(HEU)の利用可能性

米ロ協定(協議中)に基づくロシア HEU 500トン

天然ウラン換算 14.2-16.2万トンU

-1993年~2010年の世界の累積所要量の12~14%に相当

-リサイクル物質

長期的には重要な燃料となりうる。

7-ウラン需要

(1) 世界の原子力発電の短期予測 (単位: 万KW)

	1992年	2000年	2010年	2010年の93年版/91年版
米 国	9,900	10,400	10,200	▲ 200
フランス	5,600	6,400	7,300	
日 本	3,200	4,800	6,800	▲ 100
ドイツ	2,300	2,200	2,200	▲ 300
ロシア	2,000	2,100	3,200	
カナダ	1,400	1,500	1,600	▲ 700
ウクライナ	1,300	1,600	1,700	
イギリス	1,200	1,100	740	△ 370
スウェーデン	1,000	1,000	670	▲ 140
世界合計	32,500	37,800	44,500	▲ 2,900

(2) 年間ウラン所要量 (単位: 千トンU)

	1992年	2000年	2010年	2010年の93年版/91年版
米 国	17.3	17.5	16.9	△ 0.5
フランス	7.8	8.0	8.6	▲ 0.8
日 本	7.6	10.0	15.0	△ 1.9
ロシア	4.0	4.3	6.8	
ドイツ	3.2	3.1	3.1	▲ 0.6
ウクライナ	2.5	2.5	3.2	
イギリス	2.3	1.9	1.2	△ 0.7
カナダ	1.9	1.9	2.0	▲ 0.6
世界合計	57.2	63.5	75.7	▲ 2.0

(3) 原子力発電とウラン所要量についての特記事項

－1993年1月1日現在

世界の原子力発電炉数 4 2 4 基

設備容量 3 3 1 百万KW

－短期予測は各国がそれぞれbestとする予測値であり、ウラン所要量は必ずしも各年の発電容量に対応しない。

－1992～2010年の原子力発電容量の伸びは37%増

－1992～2010年のウラン所要量の伸びは57.2千トン→75.7千トンで32%増

－ウラン所要量は炉の稼働率によって異なり従って同一設備容量であっても、稼働率によって所要量は異なる。稼働率が5%高くなれば燃料消費量も5%多くなる。近年世界的に稼働率が高くなっている。

－ウラン所要量は濃縮テール濃度によって大幅に変わる。

－回収プルトニウムのMOXとしての利用は燃料サイクルの効率性を高めるが短期的には量が少ないため世界のウラン需要量に大きな影響は与えない。

－ウラン需要量予測は原子炉建設スケジュール、新規発注、キャンセル、炉寿命の延長等についてのいろいろな仮定によって大きく左右され、これらが、ウラン需要量予測についての最大の不確実性となっている。

－原子力発電計画を阻害する要因

- ・ 東欧及び発展途上国における資金不足
- ・ 原子力産業基盤の低下
- ・ 西欧諸国についてパブリック・アクセプタンスに関連して、政府によって新規プロジェクトが遅延・延期されること
- ・ 厳しい規制手続きにより、計画の遅延と建設費の高騰を招くこと
- ・ 投資によって得るべき利潤の不確実さのため投資家の信頼性が弱まっていること。

8 - ウラン需給関係

(1) 需給関係の変化要因

- 原子炉建設発注の低下

- 1970年代後半から、炉運開の遅延、新規原子炉建設発注の削減あるいはキャンセルに伴い供給過剰となる。

- 東西の政治的緊張緩和

予想以下の原子力発電の伸びに加えて、東西の政治的緊張緩和により、政府所有の在庫も加わり、膨大な商用在庫が発生

- 軍事物質の民生転用の可能性

商用在庫に加えて、軍用高濃縮ウラン、プルトニウム、天然ウラン—全体として天然ウラン換算で世界の需要量の数年分に匹敵—が問題となっている。これらは、現在まだ市場で利用されていないにもかかわらず、商用在庫とともに市場価格に影響を与えている。

(2) 世界のウラン産出国と消費国

生産国—現在の生産量の86%は11ヶ国（カナダ、米国、南ア、オーストラリア、フランス、ニジェール、ガボン、ナミビア、ロシア、カザフスタン、ウズベキスタン）において生産

消費国—26ヶ国

(3) 現在の市場構造の特徴

(a) 非伝統的供給先の利用可能性

中国、ロシア、カザフスタン、ウズベキスタン、その他の東欧諸国が供給者として加わる。

但し、そのペースは予想より低い。理由—経済システムを変えつつあるこれら諸国の資源の長期的信頼性に対する危惧、及び欧米諸国における輸入規制

(b) ウラン製品間の相互代替性

U₃O₈、天然UF₆、濃縮UF₆等様々な形での相互取引が増加しており、転換、濃縮サービス市場に影響を与える。

(c) 在庫利用の可能性

- 世界の商用在庫は24万トンUと推定
- このうち、過剰在庫は今後2～3年分相当と推定
- 軍事用高濃縮ウラン(HEU)の民生転用の可能性

1992年 米・ロ予備協定

1993年2月 本協定調印

10トン/年 当初 2年間

20トン/年 引続く 2年間

30トン/年 以降

合計 500トンU

- 低濃縮ウランになったものは短期的なウラン及び濃縮サービス市場に大きな影響を与えないようにするため、米国の濃縮工業においてOverfeedに用いられる。
- Overfeedに用いられなかったものは、2000年以降ウラン市場に年間1.4～1.7万トンUのペースで供給されることになり、15年間で合計14.2～16.2万トンUが供給される。

(d) 核燃料のリサイクル

- 使用済燃料は第3の実質的ウラン在庫である。

1993. 1. 1現在、世界に14.2万トンHMが貯蔵されている。

- 現在のところ、世界のどの国もこれを地層処分することに許可を与えていない。

- フランス、日本、韓国、英国は使用済燃料を自国のエネルギー資源と見なしている。

- 長寿命放射性同位元素(アクチナイド)の減少技術の開発

米国はIFRからのスピノフとして取り組もうとしている。

(e) スポット市場活動の拡大

(f) ウラン市場にけるトレーダーの活動と輸入規制

- 1992年10月米国商務省 (DOC)とロシア, カザフスタン, ウクライナ, キルギスタン, スズベキスタン, タジキスタンとの間でSuspension agreement 締結

(注) Suspension agreement

CIS諸国のウランが実際にダンピング輸入され, 米国のウラン産業がその害を受けたかどうかの調査を停止する協定

9 - 最近の状況が長期見通しに及ぼす影響

- 長期的には在庫が適正レベルに減少し, 生産と需給がバランスのとれたものなる。
- 化石燃料の長期安定供給性への危惧, 酸性雨, 地球温暖化現象, オゾン層破壊などから, 長期的にはウランへの依存が予想より高まるかもしれない。
- 世界エネルギー会議 (WEC)の予測では原子力発電は1990~2020年で 175%~250 %増大する。
- 主要な伸びは発展途上国であり, 2000年以降先進国より 2~3 倍の伸び率で増大する。

「ウラン－資源・生産・需要」

(通称 Red Book)

1993年版の概要－付属説明図集

1994年5月

動力炉・核燃料開発事業団

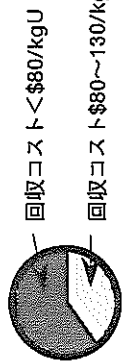
世界の確認ウラン資源

(1993年1月1日現在)

単位：千tU

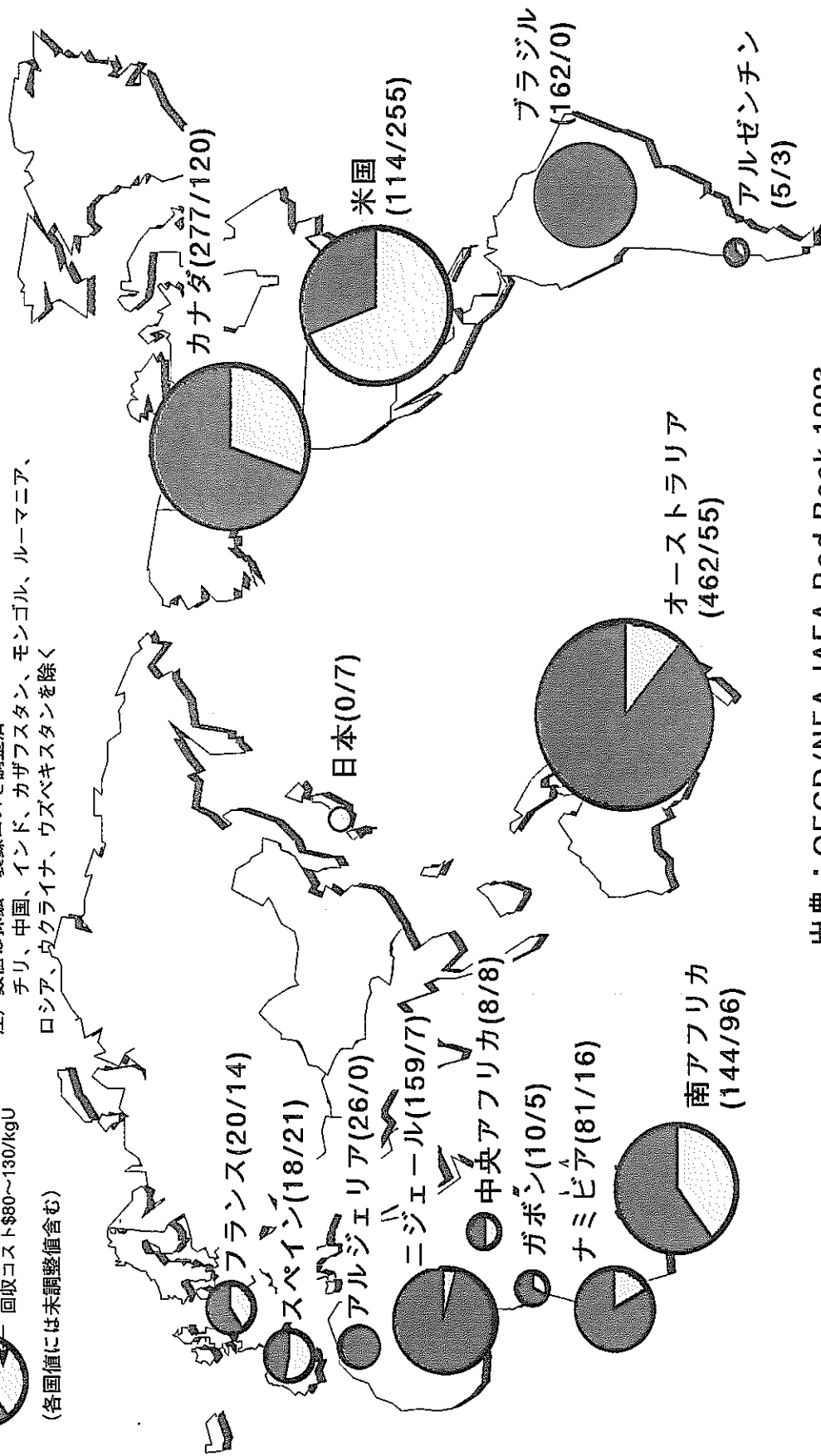
<\$80/kgU	80-130/kgU	計
1,424	659	2,083

凡例



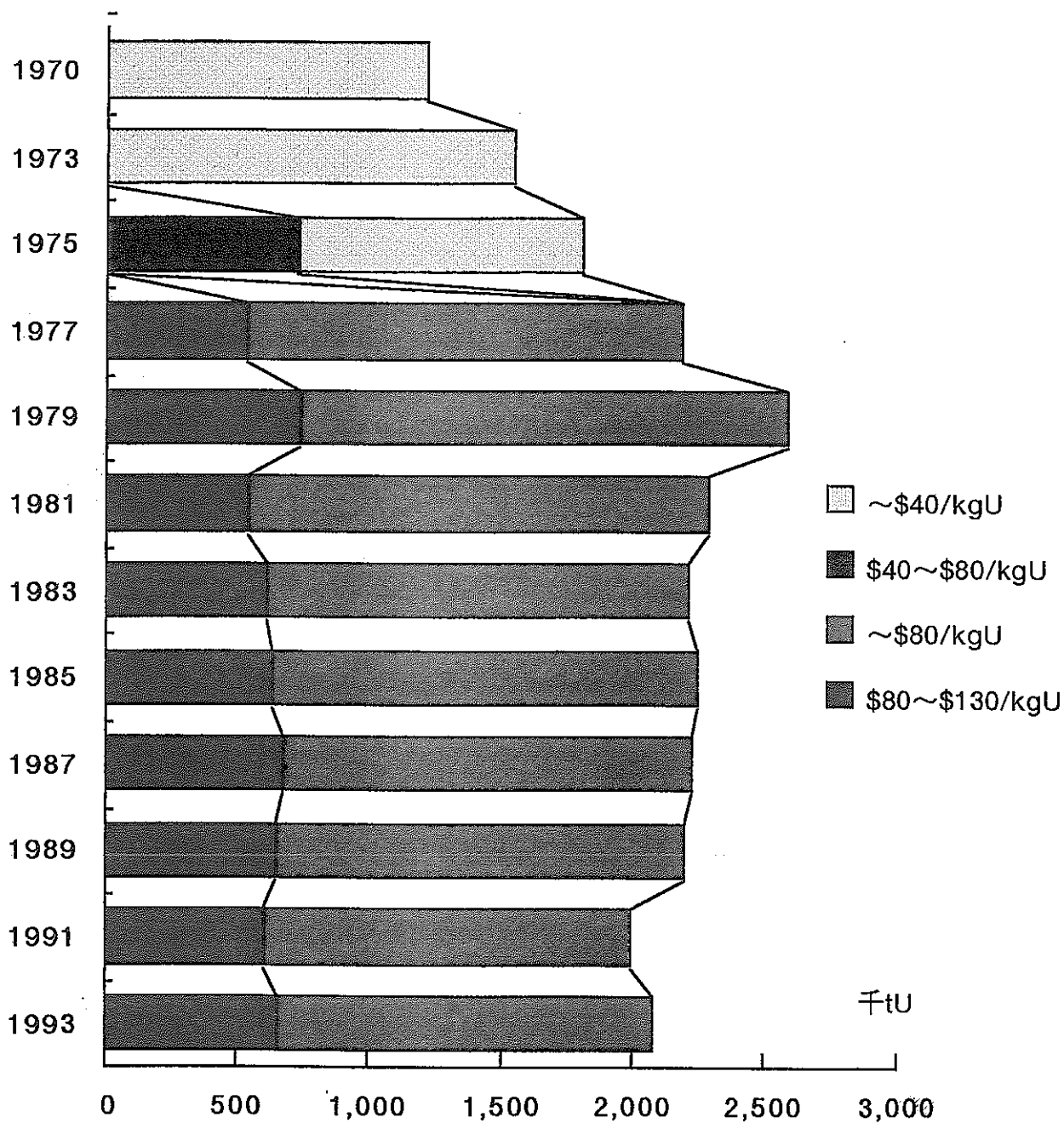
注) 数値は採鉱・製錬ロスを調整済
チリ、中国、インド、カザフスタン、モンゴル、ルーマニア、
ロシア、ウクライナ、ウズベキスタンを除く

(各国値には未調整値含む)



西側世界のウラン確認資源量の推移

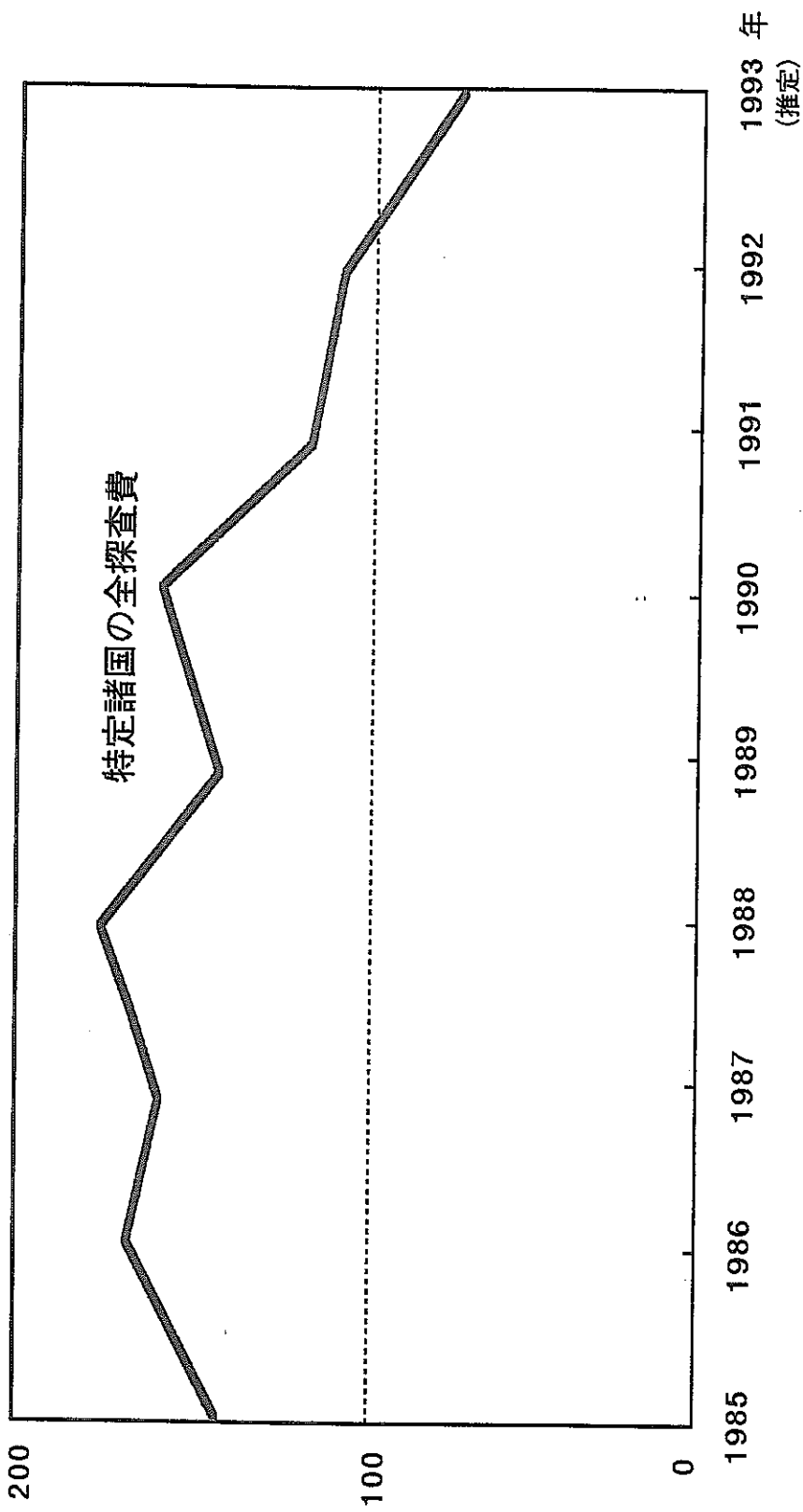
(スロベニア、ハンガリー、チェコを含む)



出典：OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)

ウラン資源探査費の推移

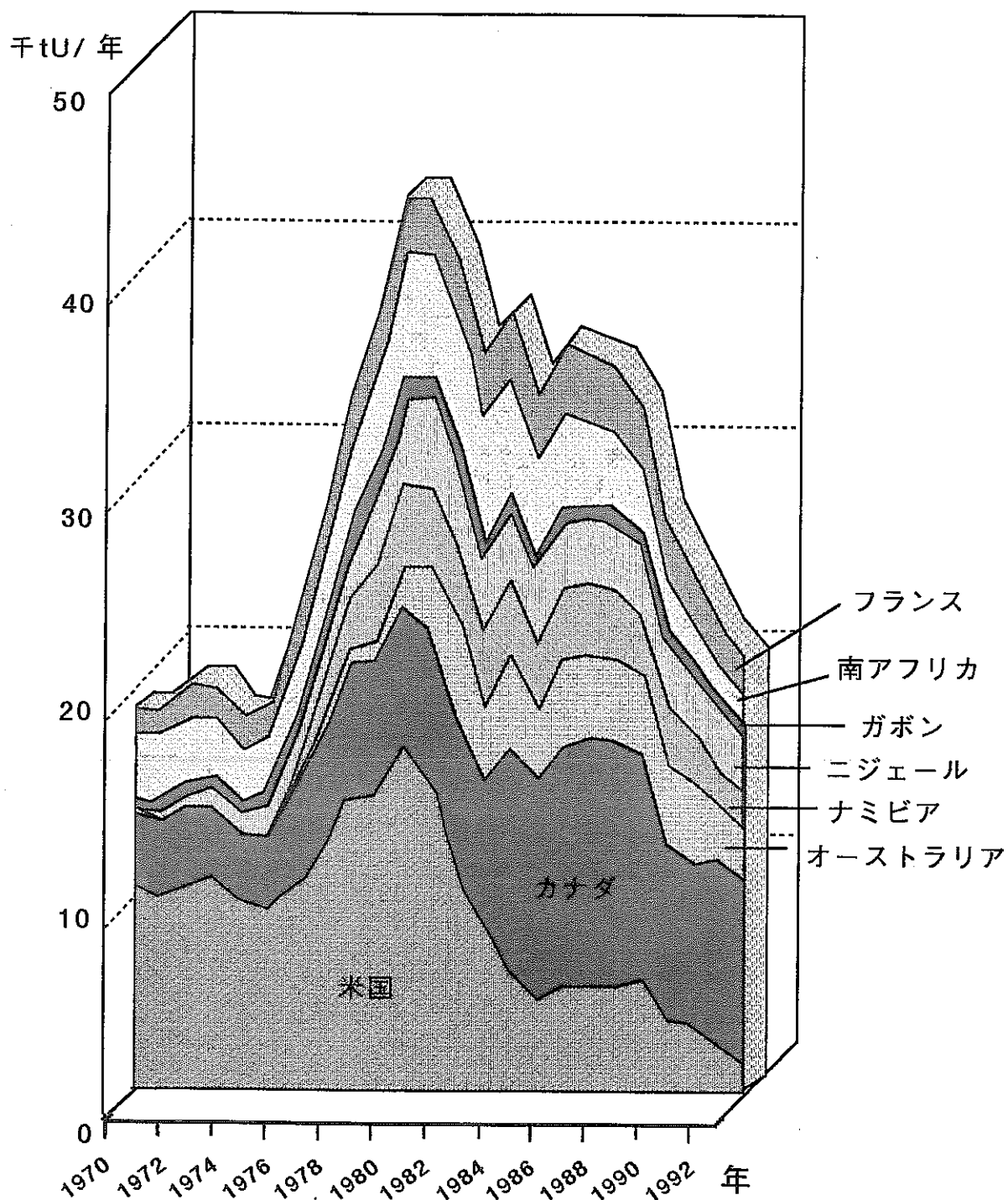
百万ドル



(中国, キューバ, USSR/NIS, 東欧を除く)

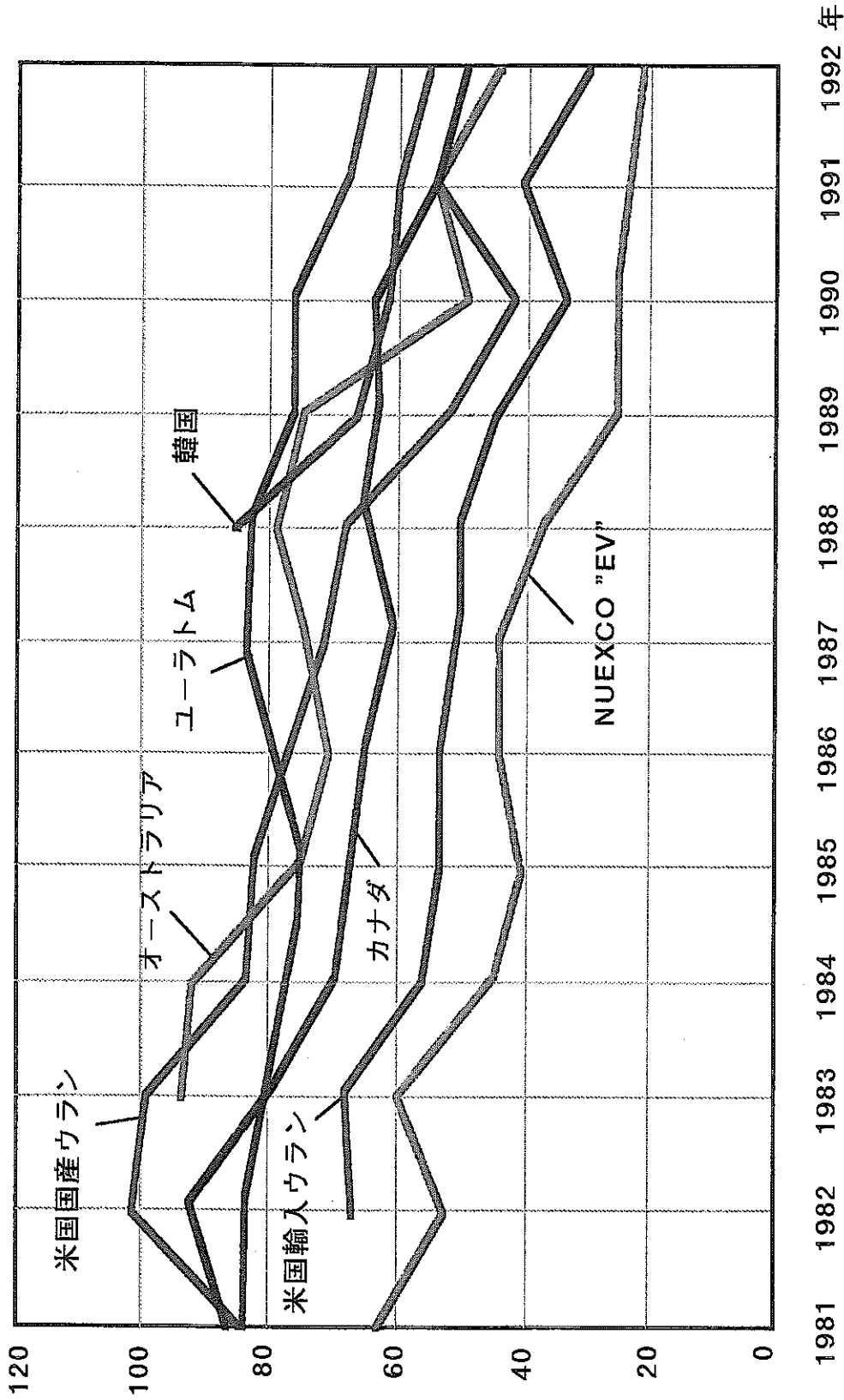
出典: OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)

主要国におけるウラン生産量の推移



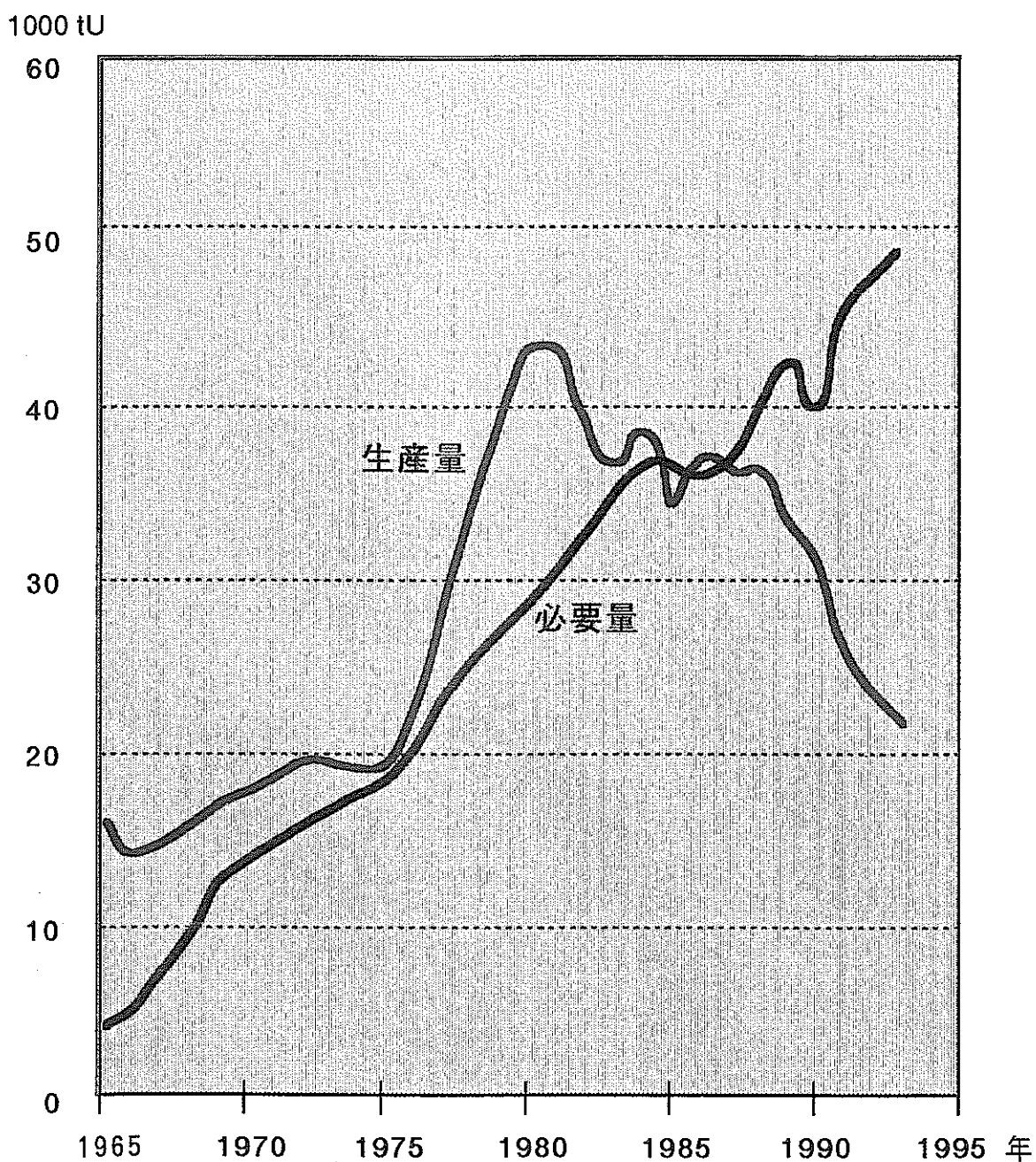
ウラン価格の推移

(引渡し年のドル表示)
ドル/kgU



出典：OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)

ウラン生産量と必要量の推移



(ブルガリア、中国、CSFR、キューバ、チェコスロバキア、チェコ、東ドイツ、ハンガリー、カザフスタン、モンゴル、ルーマニア、ロシア、スロベニア、タジキスタン、ウクライナ、ソ連邦、ウズベキスタン、ユーゴスラビアを除く)

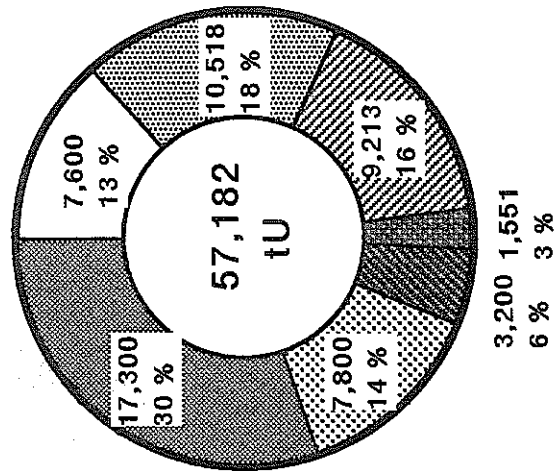
出典：OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)

世界のウラン必要量

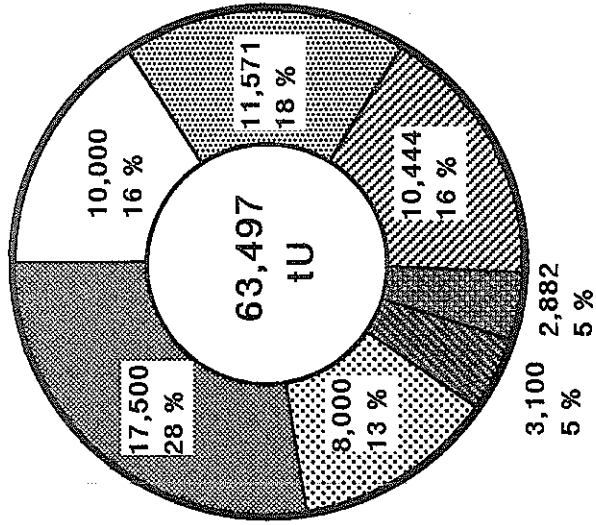
- 米国
- フランス
- ドイツ
- 韓国
- 旧非WOCA
- その他
- 日本

(グラフ内の数値は上段：ウラン必要量tU、下段：比率)

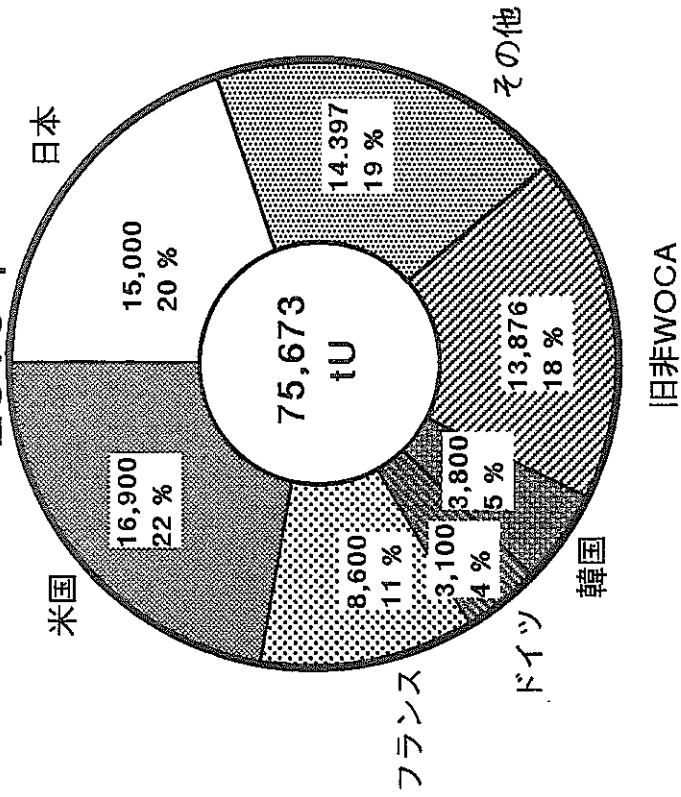
1992年



2000年

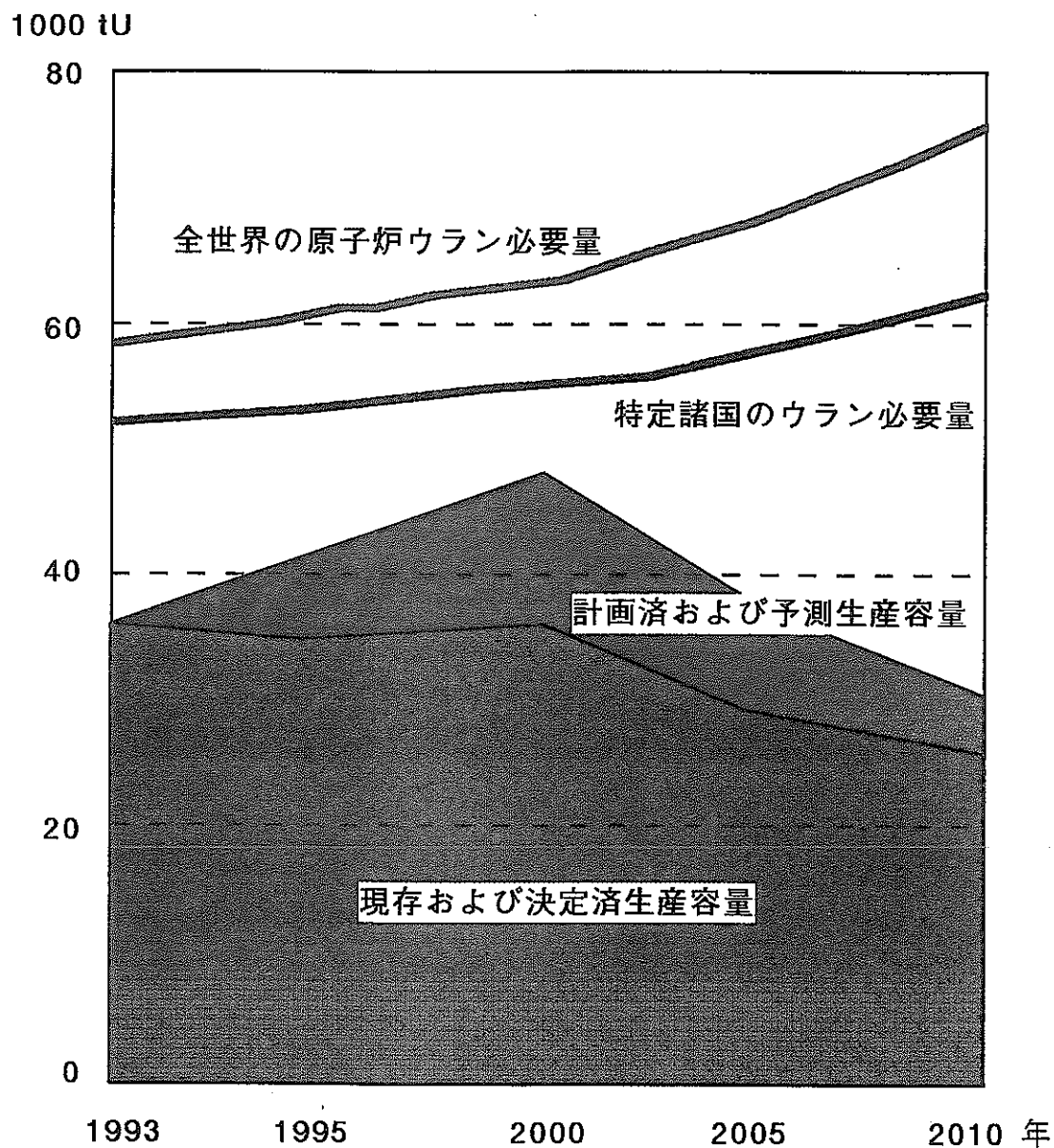


2010年



出典：OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)

特定諸国の短期的年間ウラン生産能力と 世界／特定諸国ウラン必要量



(特定諸国の80ドル/kg U以下のコストで回収可能な資源量にもとづく)

出典：OECD/NEA Uranium 1993 (Red Book)