

ウ ラ ン

資 源 生 産 需 要

1989

OECD 原子力機関 (OECD・NEA)

国連・国際原子力機関 (IAEA)

共 同 報 告

経済協力開発機構 (OECD) 1990年発行

動力炉・核燃料開発事業団 訳

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to : Technical Information Service, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation
9-13, 1-chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan

© 動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1990.

OECDの設立と目的*

Organisation for Economic Co operation and Development (OECD, 経済協力開発機構) は1960年12月14日パリで調印され、1961年9月30日に発効した協定の第1条に基づいて、次のことを意図した政策を推進する。

- 加盟国において、財政金融上の安定を維持しつつ、できる限り高度の経済成長及び雇用並びに生活水準の向上を達成し、もって世界の経済の発展に貢献すること。
- 経済発展の途上にある加盟国及び非加盟国の経済の健全な拡大に貢献すること。
- 国際的義務に従って、世界の貿易の多角的かつ無差別な拡大に貢献すること。

OECDの最初の加盟国は、オーストリア、ベルギー、カナダ、デンマーク、フランス、ドイツ連邦共和国、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリア、ルクセンブルグ、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、イギリス、及び米国である。その後、次の国々が付記した日付に加盟国となった。日本(1964年4月28日)、フィンランド(1969年1月28日)、オーストラリア(1971年6月7日)、ニュージーランド(1973年5月29日)。

ユーゴスラビア社会主義共和国は、OECDの一定の業務に参加している(1961年10月28日合意)。

NEA設立の目的*

OECD Nuclear Energy Agency (NEA, 経済協力開発機構原子力機関) は、OECE European Nuclear Energy Agencyとして1958年2月1日に設立された。日本がヨーロッパ以外の最初の正式加盟国となった1972年4月20日に現在の名称となった。NEAの加盟国は、OECDの全ヨーロッパの加盟国及びオーストラリア、カナダ、日本、米国によって構成されている。Commission of the European Communities (CEC, ヨーロッパ共同体委員会) もNEAの業務に参加している。

NEAの主要な目的は、安全で環境上も許され、かつ経済的なエネルギー源としての原子力の開発を進める上で、その加盟国政府間の協力を促進することである。

* 便宜上見出しを付した。

(1990年7月20日付文書にてOECD出版局の日本語への翻訳承認済み)

これは次のことにより達成される。

- 特に原子力施設の安全性，電離放射線に対する人類の保護と環境の保全，放射性廃棄物の管理，及び原子力に関する第三者への責任と保険の分野で，参加国の規制方針及び施行面での調整を助成すること。
- 原子力の成長の技術的・経済的特質についての調査の継続並びに核燃料サイクルの種々の面での需給の予測を行うことにより，全体のエネルギー供給に対する原子力の貢献を評価すること。
- 原子力における科学・技術情報の交換を，特に共通のサービスへの参加を通じて発展させること。
- 国際的研究，開発計画及び共同事業を発足させること。

上記及び関連作業のため，NEAはすでに協力協定を締結しているInternational Atomic Energy Agency（IAEA，国際原子力機関）の他，原子力関係分野の他の国際機関とも緊密な協同作業を行っている。

日本語版発行にあたって

本書は、1990年に発行されたOECD/NEA-IAEAによる「URANIUM Resources, Production and Demand 1989」の日本語版である。

原書は、1965年にOECDのNEAから「World Uranium and Thorium Resources」の表題で発行されて以来、ほぼ隔年毎に改訂発行されてきた。1986年にOECD/NEAとIAEAの両機関は、1年毎に世界のウラン供給能力についての主要な評価及び供給可能性についての長期的な解析を実施し、2年毎に当面の状況とそれが需給の短期的見通しに及ぼす影響に焦点をあてて記述することに合意した。今回の報告書は、4年毎の報告書にあたり、通算では13回目の報告書である。

動燃事業団は1969年から発行の都度日本語版を作成しており、今回もOECD/NEAの承認が得られて日本語版発行のはこびとなった。日本語版の発行に承認を賜ったOECDに感謝の意を表する。

なお本書の翻訳は中部事業所鉦床解析室が行った。

(1990年9月)

巻 頭 言

1960年代の半ば以来、その加盟国の協力のもとに、OECD原子力機関（NEA）と国際原子力機関（International Atomic Energy Agency：IAEA）は、「レッド・ブック」と言われる“世界のウラン資源、生産及び需要に関する報告書”を定期的に共同刊行してきた。本報告書はその第13回目のものである。簡略な中間報告書は、1987年1月1日までの情報に基づいて、1988年に刊行されている。

この出版物の内容は、NEAがその加盟国に、またIAEAが非OECDの加盟国とその他の国連加盟国に、それぞれ送付した質問状から求めたデータに基づいて作成したものである。一部の国は、本質的にそのオリジナルのフォームで第VI部に記載したような包括的な報告書を作成しているが、その他の大部分の国については、質問状に対する回答を基に、NEAとIAEAが作成したものである。本報告書の残りの章の作成については2つの機関が平等に分担した。NEAはNEAのウラングループの指導のもとで、その責任を果たした。

本報告書では、1989年1月1日に入手可能であった40か国以上からのデータに基づき、ウラン資源、過去及び現在の生産量、将来の生産計画についてのデータを評価しとりまとめることによって、非共産圏世界（World Outside Centrally Planned Economics Area：WOCA）におけるウラン供給の状況を検討し、将来の原子炉関連のウラン必要量と比較している。また、最近のウラン探鉱の水準についても報告し、分析している。

短期的なウラン需要に関する情報は、2005年までの質問状に対する回答として各国の当局から提供されている。ウラン需要に対する長期的な予測は、NEAの電力発電の長期的予測に関するワーキンググループ（NEA Working Group on Long-Term Forecasting of Electricity Generation）と原子炉戦略とそのウラン必要量に関するワーキンググループ（NEA Working Group on Reactor Strategies and their Uranium Requirements）から提供された。

歴史的なデータを確実なものにし、かつ、最新の短期的予測を述べている統計報告書が1990年に刊行される予定である。

謝 辞

パリのOECD原子力機関（NEA）とウィーンの国際原子力機関（IAEA）は、送付した質問状に回答いただいた各国の機関（付録2参照）の協力に対して感謝の意を表する。

目 次

	ページ
要 約	1
定義と用語	5
第 I 部 ウラン資源	
A. 既知の在来型資源	13
B. 未発見の在来型資源	20
C. 非在来型及び副産物資源	23
D. W O C A 諸国以外の資源	25
第 II 部 ウランの探 鉱	
序 文	27
A. 最近の状況	28
B. リードタイムと発見コスト	33
C. 探 鉱の動向	34
第 III 部 ウランの生産	
A. 歴史的概観	37
B. 業界の構造	40
C. 生産国における最近及び現在の開発状況	43
D. 生産能力	44
第 IV 部 ウランの需要	53
A. 原子力発電設備容量及び関連ウラン必要量	54
B. 2005年までの原子力発電の成長及び関連ウラン必要量	57
C. 2030年までの原子力発電の成長及び関連ウラン必要量	58

第V部 ウランの需要と供給

A. 現 状	67
B. 短期の見通し	77
C. 長期の展望	79

第VI部 ウランの探鉱、資源、生産についての国別報告

序 文	87
アルゼンチン	88
オーストラリア	101
ベルギー	117
ベニン	121
ブルガリア	122
カナダ	125
中華人民共和国	148
コロンビア	154
コスタリカ	159
チェコスロバキア	160
デンマーク (グリーンランド)	161
エジプト	164
フィンランド	168
フランス	176
ドイツ連邦共和国	188
ギリシャ	201
インド	207
インドネシア	211
日 本	213
ヨルダン	219
韓 国	221

マレーシア	225
モーリタニア	228
メキシコ	229
モロッコ	230
ナミビア	233
オランダ	238
ニジェール	240
ペルー	245
フィリピン	249
ポルトガル	252
スペイン	263
スウェーデン	272
スイス	277
シリアアラブ共和国	280
タンザニア	282
タイ	283
トルコ	286
イギリス	290
米 国	297
ウルグアイ	312
ユーゴスラビア	314
ザンビア	320
第Ⅶ部 地 図	323
付 録	
1. NEAウラン・グループ委員名簿	330
2. 報告のあった機関のリスト	332

3.	ウラン鉱床の地質環境	336
4.	1965～1988年のレッド・ブックにおける国別報告書の索引	339
5.	エネルギー換算係数	341
6.	ウラン資源の理解	344
7.	ウラン需要の長期的予測	349

要 約

本報告書は、主として非共産圏世界（WCOA: World Outside Centrally Planned Economies Areas）におけるウラン供給と需要についての1989年の検討結果をまとめたものである。これには10か国以上の国のウラン探鉱活動と資源並びに生産のデータが含まれており、1988年3月発行の前回の“レッド・ブック”を更新したものである。

80ドル/kgU以下のコストで回収可能な確認資源（RAR）の見積もりは、この2年の間に7万t以上が生産されたにもかかわらず、1987年のはじめの前回の評価以来ほとんど変わっていない。1989年1月1日現在のこの低コストの確認資源は154.6万tと見積もられており、1987年1月1日以来9千tの減少となっている。

低コスト区分の推定追加資源（分類I（EAR-I））は、11万t以上減少して、約77万tとなった。この減少の大部分は南アフリカでの減少に由来している。この2つの資源区分のものは、以前考慮していなかった採鉱・製錬における損失見積もりによって、かなりの下方修正が行われたということに注目する必要がある。

80～130ドル/kgUのコストで回収可能なWCOAの確認資源の見積もりは、2万t強減少して、65.5万tとなった。これは主として、数か国が資源量の減少を報告した結果である。同じコスト区分にある推定追加資源（分類I）の見積もりは、3.4万t減少して約39万tとなったが、これは主として、スウェーデンでかなりの減少があったことに起因している。

130ドル/kgU以下のコストで回収可能な確認資源と推定追加資源（分類I）の合計、すなわち“既知”資源量は、1989年1月1日現在、340万tと見積もられており、1987年のはじめに比較し約18万t（5%）の減少となった。

推定追加資源（分類II）と期待資源の見積もりに反映されているように、130ドル/kgU以下のコストで回収可能な在来型ウラン資源に追加される資源のポテンシャルはかなり高い。この潜在量は1,000万t以上になろう。

上述の在来型資源のほかに、大量の非在来型ウラン資源も存在する。その大部分は海成の磷酸塩に伴って産出する。このような資源からの現在の生産は、地理的にも生産量に関しても限られている。

ブルガリア、中国、チェコスロバキア、東ドイツ、ハンガリー、ルーマニア、ソ連などWCOA以外の国々については、その資源量や生産量のデータは限られているが、かなりのウラン資源が存在していることが知られている。

1987年のWCOAにおけるウラン探鉱費の総額は、現行のドル・ベースでは引続き1.6～1.8億ドルの範囲にある。報告された1988年の探鉱費は1.46億ドルであり、この範囲を下回っているが、これはデータが不完全であるためである。かなり大規模な探鉱計画が、オーストラリア、カナダ、フランス、インド、米国で実施されている。探鉱費総額のかなりの部分は、フランス、西ドイツ、日本、イギリスなど主要なウラン消費国によって支出されている。

自国以外で支出した探鉱費は、米ドルで表示する限りはあまり変わっていないが、為替相場の変動により、自国通貨での自国内及び自国外での探鉱費はこれとは異なっている場合もある。

これらの探鉱努力にもかかわらず、1985年にオーストラリアで Kintyre 鉱床が発見されて以来、重要な新しいウラン鉱床は発見されていない。しかしながら、生産中並びに開発中の鉱区で引続き探鉱活動が行われた結果、かなりの資源がウラン資源量見積もりに追加された。

1938年以来50年間にWCOA諸国で生産されたウラン量は、累積で92.8万tと推定され、その生産量の大部分は、米国、カナダ、南アフリカからのものであった。1986年から1988年のWCOAのウラン生産量は、年間約3.7万tというかなり一定した水準にとどまっている。主要生産国における生産能力が強化され安定化されているので、南アフリカの数施設が副産物としての生産を止めない限り、WCOAでの年間生産量が大幅に減少することはないであろう。

1980年代の半ば以降、年間ウラン生産量は、“予測される”原子炉関連必要量を、年間数千t下回っている。原子炉関連必要量は、1988年の約4.1万tから、2000年までに約4.9万tへと増加するであろうと予想されている。一部の電気事業者は引続き、その購入必要量を過剰在庫の処分によって補いあるいは相殺することができる。そして在庫がある目標レベルに達するまでは、年間ウラン生産量は年間必要量を下回ったままである。

低コストの既知資源に支えられている現存及び決定済み生産センターに基づくWCOAの年間生産能力は、1990年代の初期にわずかに上昇し、1995年までに4.3万tに達するものと予想されている。このレベルは1995年に予想される原子炉必要量約4.4万tを満たすことにはならない。この生産量の不足分は、過剰在庫の取り崩しによって繰り延べられることになるであろう。また、不足分は次のいくつかの組合せによっても満たされるであろう。すなわち、計画中並びに予測の区分に入っている生産センターの開発、WCOA以外の一部の国からの輸入、現在はまだ許可されていないその他の確認済みの鉱床の開発などである。生産センターの4つの区分すべてからの全生産能力の見通しでは、低コスト資源だけに限れば、1995年に年間約4.9万tのピークをつける。高コスト資源を考慮に入れれば、6.1万tとなる。

高コスト資源を加えた生産能力は、2000年までは年間6万t近くを維持し、2005年には約5.2

万tとなるであろう。原子炉必要量は2005年には約5.3万tになると予測されており、計画中及び予測されるすべての生産センターが開発されると仮定すれば、2005年においても低コスト及び高コスト資源からの生産量の深刻な不足はないものと予想される。また、この時間的枠組みの中で、技術的な発達や一部の国における政策の変更の結果、さらに多くの低コスト資源が入手可能になり得るということを認識しなければならない。今世紀末に向かい、増大する需要を満たすために新規の生産開始の必要性とともに、供給と需要はよりバランスを保つようになると予想される。

2030年までの長期的な原子力の将来を予想する場合、すべての予測は不確実性を伴っているもので、これらの予測は注意深く用いる必要がある。原子力の成長は次のことによって大きく影響を受けるであろう。すなわち、経済的要因（世界的な経済成長の結果として生ずるエネルギー需要の変化、及び原子力発電と化石燃料発電の相対的な経済性）、環境上の考慮（“温室効果”及び酸性雨についての懸念）、原子力に対する一般公衆の姿勢である。技術的進歩（軽水炉におけるMOX燃料の使用やAVLISのような進んだ濃縮技術）が、その予測期間中のウラン需要量に大きな影響を与えとは考えられない。

本報告書では原子力発電の低成長見通しと高成長見通しについて述べているが、この両者とも1986年のレッド・ブックで示されたものよりも低くなっている。原子力発電容量についての現在の見通しでは、2000年の約335GWeから、低成長シナリオの場合は2030年に600GWeへ、高成長シナリオの場合には同年に860GWeへと増加することが示されている。

この予測は、原子力に対する一般公衆の考え方や姿勢が、予見し得る将来において現状とあまり違いはないであろうということを前提としている。このように、高成長シナリオの場合には、ここ数十年の間に、“温室効果”の問題により、原子力が環境に有害なガス放出を減少させる重要な要因として位置づけられるという可能性を考慮していない。

長期的には、在庫が望ましい水準まで取り崩され、原子炉必要量とウラン需要量は一致するものと推定される。軽水炉戦略を例にとれば、2030年の年間ウラン必要量は、低成長シナリオの場合は7.3万tU、高成長シナリオの場合は10.9万tUに達するものと現時点で予想されている。1986年のレッド・ブックの見積もりでは、2025年の年間ウラン必要量は、低成長シナリオの場合は10.6万tU、高成長シナリオの場合は25.8万tUであった。

また高速増殖炉戦略を例にとれば、年間ウラン必要量は、2030年には低成長シナリオの場合の6.4万tUから高成長シナリオの場合の9.5万tUの範囲となっている。これは、2030年には年間12%のウランの節約になることを示している。高速増殖炉の導入はOECDヨーロッパと太平洋諸国だけ

であり、また2020年までは増大されないと考えられ、累積の節約量はわずか4%にしかすぎないであろう。

現在のウラン需要動向を延長した低需要シナリオの場合、2005年以降の予測需要量をカバーするための生産能力を維持するには、現時点の“既知”資源では不十分であろう。2010年には年間に約1.55万tLの生産量の不足を生じ、2030年には年間1.6万tLに拡大する。高需要シナリオの場合には、年間の生産量の不足は著しく大きくなり、2010年には約3.6万tL、2030年には8.2万tL以上になるであろう。

2000年以降は、予想される生産量の不足をカバーするために必要なウラン生産量の追加分は、新しく発見される鉱床から生産されなければならないであろう。これらの潜在的な供給可能性が現実のものとなる前には、多大の探鉱及び開発の努力がタイムリーに払われることが必要である。価格が上昇して、投資に対する適切な利潤を業界に十分に与えるようになった時に、探鉱水準の上昇が伴ってゆくものと思われる。もしも環境に対する懸念の高まりから原子力への依存度が大きくなれば、ウラン需要量は高成長シナリオでの予測需要量を実際大幅に上回る可能性がある。しかしながら、今後のウラン発見の見通しが良好であり、2030年までの期間については、このことは大きな問題ではないであろう。市場を通して適切なインセンティブが生ずれば本報告書で予測されているよりもかなり高い需要量を満たすのに十分なウランが入手可能となるはずである。

定 義 と 用 語

本報告書に用いられているデータは、1989年前半の6か月間に集められたものである。

1983年12月版で行われた修正以来、本報告書で使われている資源に関する用語と定義については、わずかな変化があるだけである。

資源の評価

資源の評価は、報告された資源量の信頼度が異なっていることを反映して、いくつかに分類される。資源量は更に生産コストに基づいて分類される。資源の評価はすべて、ウラン酸化物 (U_3O_8) ではなくて、回収可能なウラン(U) のメトリックトン (tonnes) の単位で示される。特にことわらない限り、採掘可能な鉱石から回収できるウランの量について評価されたものである (di参照)。

(a) 資源分類の定義

確認資源 (Reasonably Assured Resources : RAR) とは、与えられた生産コストの範囲内で現在実証されている採掘及び鉱石処理技術を用いて回収されうる量を明示できるような、その規模、品位、形状が把握されている既知鉱床中に存在するウランのことをいう。

鉱量及び品位の評価は、鉱床の特定のサンプルデータと鉱床の拡がり並びに鉱床の特性についての知識に基づいている。確認資源は存在確度の高いものである。

推定追加資源 — 分類 I (Estimated Additional Resources - Category I : EAR - I) とは、主として直接の地質的事実に基づいて、“よく探鉱された鉱床の延長部”か、あるいは“地質的に連続していることは分かっているが、鉱床の拡がりを含む特定のデータ及び鉱床の特性についての知識がRARとして資源に分類するには不十分であると考えられる鉱床中”に賦存すると推定され、RARに追加されるウランのことをいう。鉱量、品位、並びに鉱床の形態を明らかにするコスト及び回収コストの評価は、入手できるサンプルと、鉱床の最もよく分かっている部分あるいは類似の鉱床で決定される鉱床の特性に関する知識に基づいて行われる。この分類の評価についての信頼性はRARに対するものより低い。

推定追加資源 — 分類 II (Estimated Additional Resources - Category II : EAR - II) とは、その証拠は主として間接的であり、よく解明された地質トレンド、あるいは既知鉱床をもつ鉱化帯地域内に存在していると信じられる鉱床中に賦存することが期待されるEAR - I

に追加されるウランをいう。鉱量、品位、並びに発見と鉱床の形態を明らかにするコスト及び回収コストの評価は、主にそれぞれの地質トレンドや地域内の既知鉱床の鉱床特性に関する知識と、入手できるようなサンプル、地質、地球物理、あるいは地球化学的証拠に基づいて行われる。この分類の評価に対する信頼度はE A R - Iに対するものより低い。

期待資源 (Speculative Resources : S R)とは、推定追加資源 - 分類 II に追加されるウランであり、主として間接的証拠と地質的推測とに基づいて、現存の探鉱技術によって発見可能な鉱床中に存在するものと考えられるウランをいう。この分類に入る鉱床の位置は、一般には、ある特定の地域あるいは地質トレンド内のどこかであるということが明言されるにすぎない。この言葉が意味するように、このような資源の存在度と規模は、多分に期待的 (Speculative) なものである。

上記のように定義された資源分類と他の主要な資源区分法に用いられている分類との対比を図1に示す。

(b) コストの分類

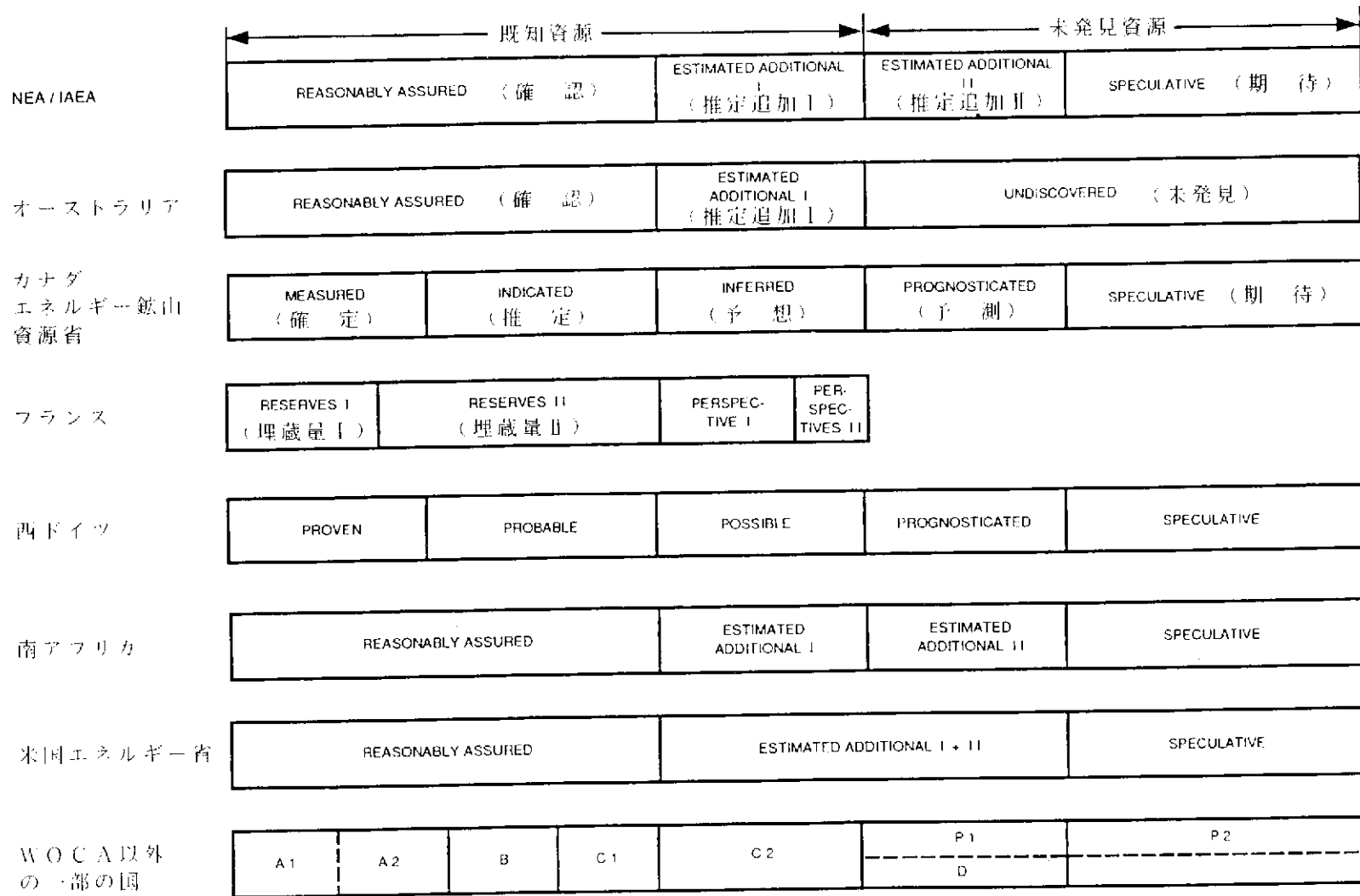
この報告書に用いられたコストの分類は、これまでの報告書に使用されたものと同じである。すなわち、\$ 80/kgU 以下、\$ 80~130/kgU 及び \$ 130~260/kgU である。本報告書のコストは、1989年1月1日現在の米ドルで表示されている。(注：コスト分類は市場条件の変動に追従すべきであるということを意図していない。)

\$ /1bU₃O₈で表示されているコストから\$ /kgU のコストに換算するには、係数2.6が使われる(例えば、\$ 30/1bU₃O₈ = \$ 80/kgU, \$ 50/1bU₃O₈ = \$ 130/kgU, \$ 100/1bU₃O₈ = \$ 260/kgU)。

他の通貨と米ドルの換算には、1989年1月1日の換算レートを使った。すべての資源分類は、鉱石処理工場で回収されるウランのコストで定義されている。

資源を各コスト分類に割当てようとして生産コストを見積もるときは、次のコストが計算に含まれる。

- ウラン鉱石の採掘、運搬、鉱石処理の直接費；
- 関連する環境管理と廃棄物管理の費用；
- 必要な場合、操業を行っていない生産ユニットの維持費；
- 進行中のプロジェクトの場合、償却されないで残っている資本費；



図示された用語はいくつもの分類に用いられているが、基準が同じではないので厳密には比較できない。従って、特に資源の確度の低いところでは、相互関係に欠けた部分ができることは避けられない。それにも拘わらず、この図は用語を合理的に近似させて対比している。

第1図 主な資源分類法に用いられる用語の対比

- 必要な場合、資金調達のコストを含めた新規の生産ユニットに必要な資本費；
- 必要な場合、事務管理費、税金、ロイヤルティのような間接費；
- 採鉱に着手できる段階まで、更に鉱石の分布状態を明確にする必要のある場合、そのための探鉱費と開発費；
- 埋没原価については、通常は考慮されない。

(c) 資源の各分類間の関係

図2に、各資源分類の相互関係が示されている。横軸は地質的な知識の程度に基づいて与えられた資源量の実在の信頼度のレベルを示し、縦軸は開発の経済的な実行可能性をコスト分類に区分して示したものである。

一番高いコスト区分のRAR、EAR-I、EAR-II及びSRの間の点線は、必ずしも信頼度の区別が明瞭でないことを示している。斜線の部分は、その存在の信頼度からみて、\$130/kgU以下で回収可能なRARとEAR-Iが特に重要であることを示している。この報告書の目的のため、それらを“既知資源（known resources）”と称する。優勢な市場価格で回収可能なRARは、通常は“埋蔵量（Reserves）”と定義され、\$80/kgU以下で回収可能なRARのかなりの部分が現時点でそれに相当する。

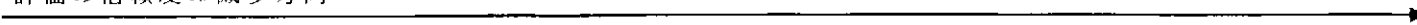
EAR-IIとSRの分類に入る資源は本来未発見のものであるから、必ずしもこれらの資源量をコストの分類に分けることはできず、そのため異なるコスト分類の間を水平の点線で示している。

(d) 回収可能資源量

資源の見積もりは、一般に回収可能なウランのトン数で示されている。すなわち、可採鉱石中に含まれる量あるいは原位置での量ではなくて、可採鉱石から回収できるウランの量である。従って、予測される採鉱及び鉱石処理から生じるロスは多くの場合差し引かれている。この基準に合わないものは本文中にその旨が示されている。

(e) 資源のタイプ

ウラン資源の状態をよりよく理解するために、その資源を含んでいる鉱床の各種の地質学的なタイプについて述べ、在来型資源と非在来型資源との区別を次のように行う。

回収可能なコスト	\$ 130 to \$ 260 / kg U	REASONABLY ASSURED RESOURCES (確認資源)	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES I (推定追加資源 I)	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES II (推定追加資源 II)	SPECULATIVE RESOURCES (期待資源)
	\$ 80 - \$ 130 / kg U	REASONABLY ASSURED RESOURCES	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES I	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES II	SPECULATIVE RESOURCES
	\$ 80/kg U or less	REASONABLY ASSURED RESOURCES	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES I	ESTIMATED ADDITIONAL RESOURCES II	
評価の信頼度の減少方向 					

第2図 NEA / IAEAのウラン資源分類

i) ウラン鉱床の地質学的タイプ

主要な世界のウラン資源は、その地質学的環境に基づいて、次の8つの鉱石のタイプに分類されている。

1. 石英礫岩鉱床
2. 不整合関連鉱床
3. 角礫岩複合鉱床
4. 火成岩及び変成岩中の鉱染状岩漿鉱床、ペグマタイト鉱床、接触鉱床
5. 鉱脈鉱床
6. 砂岩鉱床
7. 表成鉱床
8. その他の鉱床

これら鉱床の主な特徴は付録3に示されている。

ii) 在来型及び非在来型資源

在来型の資源とは、ウランが主要生産物または共産物、あるいは重要な副産物（例えば金の副産物）のどちらかで、既に確立された生産の歴史があるものである。上に掲げた初めの6つの地質学的な鉱石タイプのもの、7番目のうちのいくつかのタイプのものは、在来型の資源と考えられる。ごく低品位の資源、すなわち現在は経済性を有していないもの、あるいはごく少量のウランが副産物として回収されるにすぎないようなものは、非在来型の資源と考えられる（例えば、磷酸塩、モナズ石、石炭、褐炭、黒色頁岩等）。

生産に関する用語¹⁾

(a) 生産センター

この報告書での生産センターとは、1つあるいはそれ以上の鉱石処理プラント、1つあるいはそれ以上の関連する鉱山、及びそれらに結びついている資源から成り立っている生産の単位である。生産センターについての記載のため、生産センターは次の4つの区分に分類されている。

- i) 現存の生産センター (Existing Production Centers) とは、現在操業状態にあるもので、閉鎖されているが迅速に操業状態に戻すことができるものを含む。

¹⁾ Manual on the Projection of Uranium Production Capability, General Guidelines, Technical Report Series No.238, IAEA, Vienna, 1984.

ii) 決定済の生産センター (Committed Production Centers) とは、建設段階にあるものか、あるいは建設についてはっきり約束されているものである。

iii) 計画中の生産センター (Planned Production Centers) とは、既に終了しているかまたは実施中のフィージビリティ・スタディに基づいて計画されているが、建設発注が未だ行われていないものである。これには、閉鎖されたプラントで操業状態に戻すにはかなりの費用を必要とするものも含まれる。

iv) 予測の生産センター (Prospective Production Centers) とは、そのセンターに寄与するRARとEAR-I、すなわち“既知資源”によって支えられてはいるが、未だ建設計画が作成されていないものである。

(b) 生産設備容量と生産能力

生産設備容量とは、通常の商業的操業を長期にわたり行うための、工場と施設の設計に基づく公称の生産水準を意味する。

生産能力とは、上述のいずれかの生産センターで、それに寄与できる資源がある場合に、良い環境の下で、工場と施設によって実際かつ現実に達成できる生産水準の見積もり量のことである。

生産能力の予測は、RARとEAR-I、あるいはこのうちのいずれかによってのみ支えられる。この予測は2つに分けられ、1つは\$ 80/kgU 以下のコストで回収できる資源だけに基づいているもので、2つめのものは\$ 130/kgU以下のコストで回収できる資源に基づくものである。

単 位

表の作成及び報告のすべてには、メートル法の単位が用いられている。ウランの資源量と生産量は、ウランの酸化物 (U_3O_8) ではなく、含まれているウラン(U) のメトリックトン (tonnes) で示されている。

$$1 \text{ ショートトン } U_3O_8 = 0.769 \text{ tU}$$

$$\$ 1 / \text{lb } U_3O_8 = \$ 2.6 / \text{kgU}$$

探鉱費は米ドルで報告されている。他通貨との換算には、支出を生じた年の年央の為替交換レートが用いられている。

地質学的用語

i) ウラン鉱徴 (Uranium Occurrence)

天然に産出する異常なウラン濃集。

ii) ウラン鉱床 (Uranium Deposit)

現在あるいは将来、その中のウランが開発可能であろう、天然に産出する鉱物物質の集合体。

第 I 部 ウラン資源

A. 既知の在来型資源 (RAR及びEAR-I)

本報告書の目的のために、\$130/kgU以下で回収可能な在来型鉱床タイプの確認資源 (RAR) と推定追加資源 - 分類 I (EAR-I) のことを既知の在来型ウラン資源と呼ぶこととする。広く行き渡っている市場価格で回収可能なRARは、一般には埋蔵量 (Reserves) と定義されており、現状では\$80/kgU以下で回収可能なRARのかなりの部分を占めているであろう。

表1と表2は、それぞれ\$80/kgU以下と\$80~130/kgUのコストで回収可能な、1989年1月1日現在のRARとEAR-Iを示している。この表には、新しい見積もりが入手できない一部の国の資源も含まれている。この場合には以前のレッド・ブックからのデータが用いられており、南アフリカの場合には既刊の資料*からのデータが用いられている。

これまでの報告書と同様に、RARとEAR-Iの見積もりは、“回収可能な”資源量として示した。これは、原位置でのウランの量から採鉱及び鉱石処理によるロスを差し引くことを意味している。アルゼンチン、オーストラリア、カナダ、フランス、インド、ナミビア、南アフリカ、米国を含めて、大部分の国の既知資源は回収可能なものとして報告されている。アルジェリアとスペインは採掘可能な資源量を報告しており、ブラジル、中央アフリカ共和国、チリ、インドネシア、ニジェール、ペルー、ソマリア、ザイールのRARとEAR-Iは、原位置での量として報告されている (表1、2)。WOCAのRARとEAR-Iの集計に際し、原位置あるいは採鉱可能な量として各国から提出された見積もり値は、採鉱及び鉱石処理によるロスを加味し、5%から50%まで下方に修正されている。

1. 確認資源

\$80/kgU以下のコストで回収可能な確認資源 (RAR) は、前回報告書からわずかに減少して、1987年1月1日現在の155.5万tUに比べて、合計154.6万tUになっている (表1)。\$80~130/kgUのコストで回収可能なRARもまた67.8万tUから65.5万tUへとわずかに減少している。これら2つのコスト分類の総計は、前回報告書の223.3万tUに対して、220.1万tUとなっている。この2つのコスト分類のもの比率は、\$80/kgU以下のものが70%、\$80~130

* The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited: 1987 Uranium in South Africa, Pretoria 1988.

第1表 確認資源

(1989年1月1日現在)

(1,000tU)

	コスト範囲		計 \$130/kgU以下
	\$80/kgU以下	\$80~130kgU	
アルジェリア ^{b) e)}	26.00	0.00	26.00
アルゼンチン	9.05	2.60	11.65
オーストラリア	480.00	58.00	538.00
ブラジル ^{a) h)}	162.71	0.00	162.71
カナダ	139.00	96.00	235.00
中央アフリカ共和国 ^{a) g)}	8.00	8.00	16.00
デンマーク ^{c)}	0.00	27.00	27.00
フィンランド ^{a)}	0.00	1.50	1.50
フランス	46.70	12.20	58.90
ガボン ^{b) i)}	13.00	4.65	17.65
ドイツ連邦共和国	0.80	4.00	4.80
ギリシャ	0.30	0.00	0.30
インド	41.14	6.15	47.29
インドネシア ^{a)}	0.00	1.00	1.00
イタリア ⁱ⁾	4.08	0.00	4.80
日本	0.00	6.60	6.60
韓国 ^{a)}	0.00	11.80	11.80
メキシコ ^{a)}	4.50	3.24	7.74
ナミビア ⁱ⁾	90.90	16.00	106.90
ニジェール ^{a)}	173.71	2.20	175.91
ペルー ^{a)}	0.00	1.79	1.79
ポルトガル	7.30	1.40	8.70
ソマリア ^{a) d)}	0.00	6.60	6.60
南アフリカ ⁱ⁾	317.00	101.50	418.50
スペイン ^{b)}	16.80	18.20	35.00
スウェーデン ^{k)}	2.00	2.00	4.00
トルコ ^{a)}	0.00	3.90	3.90
米国	111.30	266.20	377.50
ザイール ^{a) i) m)}	1.80	0.00	1.80
計(概数)	1,657.00	663.00	2,319.00
計(調整済) ^{a)}	1,546.00	655.00	2,201.00

^{a)} 原位置での資源量

^{b)} 採鉱可能な資源量

^{c)} 回収可能な資源量に等しい

^{d)} OECD(NEA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1979

^{e)} " " " " 1982

^{f)} " " " " 1982

推定生産量に対して調整した。

^{g)} OECD(NEA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986

^{h)} " " " " "

推定生産量に対して調整した。

ⁱ⁾ OECD(NEA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1988

^{j)} The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988

^{k)} Ranstad以外の鉱床中のもの

^{l)} 回収可能性についての情報は入手していない

^{m)} Kolwezi の銅・コバルト鉱床中のウラン1,000tU を含む

ⁿ⁾ 黒色頁岩中のもの

^{o)} 一部の見積もり中で考慮されていない採鉱ロスと粗製錬ロスを推定して勘定に入れたもの

／kgU のものが30%を占め、変わりはない。

これらの資源量は各国で個別に見積もられたものであり、その見積もり方法、すなわち種々の分類として報告される資源量の信頼度は、国によって異なるということを強調しなければならない。このように、報告された数値は信頼に足る実態を示していると思われるが、詳細な数値については過大に見積もっている国もあり、また過小に見積もっている国もある。

\$ 130／kgU以下のコストで回収可能なR A Rの地理的分布を図3 Aに示した。

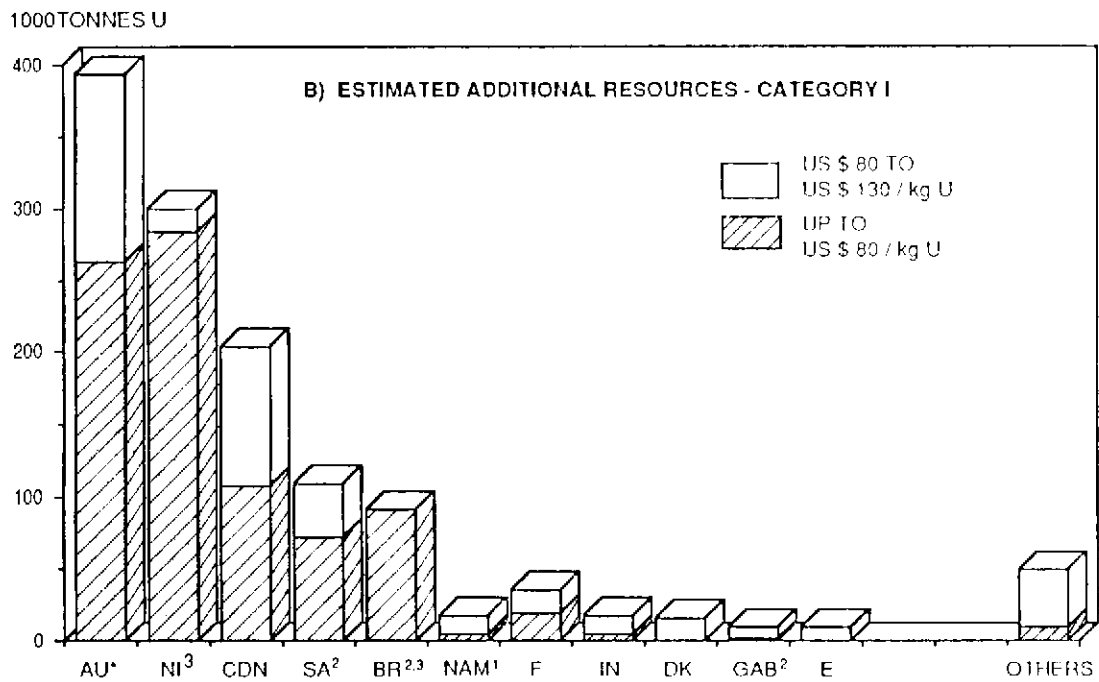
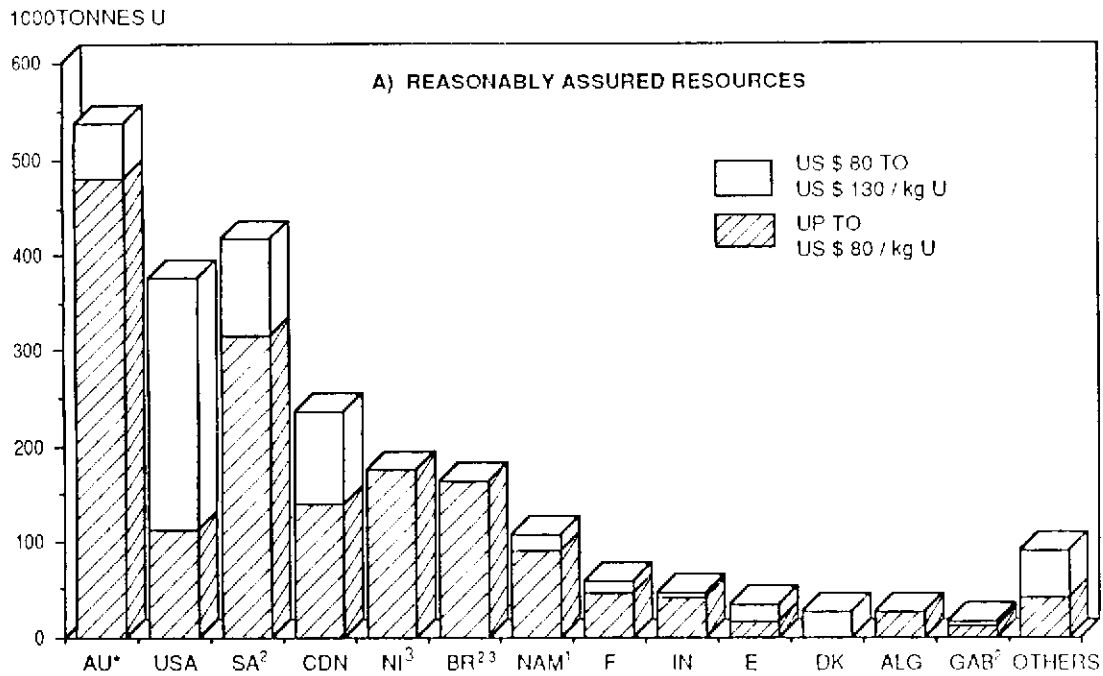
R A Rの見積もり値の変化は大きくないが、多くの要因がこれらの変化に影響を与えている。それらの要因としては、オーストラリア、韓国、南アフリカにおける資源量の増加のほかに、1987年と1988年の生産量合計が7.5万t以上あったこと、スウェーデンのR A Rの大部分が高コスト分類に移されたこと、採鉱及び鉱石処理のロスの見積もりにより原位置でのR A Rがかなり差し引かれたことなどがあげられる。

オーストラリアは、\$ 130／kgU以下のコストで回収可能なR A Rを53.8万tと報告している。1987年1月1日現在では51.8万tと報告されていた。2万tの増加量のうちの大部分は\$ 80／kgU以下のコスト分類に入るものである。この背景として、1987年と1988年にオーストラリアで合計7,300tが生産されたということを考慮しなければならない。

カナダの\$130／kgU以下のコストで回収可能なR A Rは、1987年の見積もり値に比べて、約1.4万tあるいは5.6%減少している。主として低コスト部分におけるR A Rのこの減少は、1987年と1988年の生産量合計2.5万tをR A Rへの追加分によってもすべて埋め合わせることができなかったということから生じている。

韓国は、これまで黒色頁岩に伴う非在来型資源として3.11万tの見積もり値しか報告していなかったが、今回はこれらの資源の中の1.18万tを\$ 80～130／kgUのコストで回収可能なR A Rとしてあげている。

南アフリカの\$ 130／kgU以下のコストで回収可能なR A Rは、本報告書の1988年版において、1987年1月1日現在で349,170tと発表されている。この数字は、南アフリカ原子力公社(Atomic Energy Corporation of South Africa)によって公表された同月同日現在の合計値426,300tという見積もりに対比されるものである。1987年と1988年の生産量(7,800t)を考慮し修正すると、1989年1月1日現在のR A Rは418,500tとなり、77,000tあるいは22%の増加となっている。この増加量は主として\$ 80／kgU以下のR A Rの増加からもたらされたもので、さらに詳しく言えば、Witwatersrand礫岩と、Karoo層の中のSpringbok Flat石炭層に関係するものである。この変化は、Witwatersrand盆地での広範な採鉱の結果と、米ドル



1. OECD(NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1983, 生産量と推定生産量は調整済み
 2. OECD(NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986, 生産量と推定生産量は調整済み
 3. 原位置資源
- * AU: オーストラリア, USA: 米国, NI: ニジェール, SA: 南アフリカ, CDN: カナダ, BR: ブラジル, NAM: ナミビア, F: フランス, IN: インド, DK: デンマーク, E: スペイン, GAB: ガボン, ALG: アルジェリア

第3図 W O C A諸国におけるウラン資源の分布

とランドの交換レートの変動の両方を反映している。

スペインでは、\$ 130/kgUまでのRARの水準としては変わっていないが、1万tUが\$ 80/kgUのコスト分類から\$ 80~130/kgUのコスト分類へ移っている。

これらのコスト分類におけるRARの減少で最も重要なことが、スウェーデンによって報告されている。そこでは、Ranstad鉱床の3.5万tUが、\$ 80~130/kgUの分類から\$ 130/kgUよりも高いコスト分類へと移され、その結果として中間のコスト範囲のRARが2,000tUへと減少している。このことは、この報告期間における通貨交換レートの変化並びにインフレーションを反映している。

2. 推定追加資源—分類 I

\$ 80/kgU以下のコストで回収可能な推定追加資源—分類 I (EAR-I)は、89.1万tUから77.3万tUへと13%減少している(表2)。\$ 80~130/kgUのコストで回収可能なEAR-Iは、42.5万tUから39.1万tUへと減少している。\$ 130/kgU以下のコストで回収可能なEAR-Iの総計は、116.4万tUで、前回報告された見積もり値131.6万tUに比較し、15.1万tUあるいは11%の減少である。\$ 80/kgU以下のものが全体の67%を占め、残りが\$ 80~130/kgUのコスト分類のものである。

\$ 130/kgU以下のコストで回収可能なEAR-Iの地理的分布は、図3Bに示されている。

EAR-Iの減少は、主として、“回収可能なもの”としてではなく“原位置で”として現在報告されている資源量の採鉱ロスと鉱石処理ロスを推定して、大きく修正したことを反映している。またカナダ、南アフリカ、スウェーデンにおける資源量見積もりも減少している。EAR-Iの比較的少量の増加が、オーストラリアと韓国によって報告されている。

オーストラリアは、\$ 130/kgU以下のEAR-Iとして、合計9,000tUの増加を報告している。\$ 80/kgU以下のものと\$ 80~130/kgUのものとは、それぞれほぼ同量である。

韓国は、黒色頁岩に伴う非在来型資源の3,000tUを\$ 80~130/kgUのコストで回収可能なEAR-Iへ移した。

この資源分類の見積もり値の前回の報告書からの減少は、合計約6万tUで、そのうちの大きなものは、南アフリカとスウェーデンのものである。

南アフリカでは、\$ 80/kgU以下のEAR-Iは3.5万tU減少し、そのうちの一部1万tUは\$ 80~130/kgUのコスト分類への追加となった。これらの変化は、主としてWitwatersrand鉱床中の資源に関わるものである。

第2表 推定追加資源—分類I

(1989年1月1日現在)

(1,000tU)

	コスト範囲		計 \$130/kgU以下
	\$80/kgU以下	\$80~130kgU	
アルゼンチン	0.84	3.14	3.98
オーストリア ^{a)}	0.70	1.00	1.70
オーストラリア	262.00	131.00	393.00
ブラジル ^{a) b)}	92.39	0.00	92.39
カナダ	109.00	95.00	204.00
チリ ^{a) c) h)}	0.00	0.00	0.30
デンマーク ^{d)}	0.00	16.00	16.00
フランス	20.00	16.00	36.00
ガボン ^{e) k)}	1.30	8.30	9.60
ドイツ連邦共和国	1.60	5.70	7.30
ギリシャ ^{a)}	6.00	0.00	6.00
インド	4.08	13.24	17.32
インドネシア ^{a)}	0.00	6.70	6.70
イタリア	0.00	1.30	1.30
韓国 ^{m)}	0.00	3.00	3.00
メキシコ ^{e)}	0.00	2.98	2.98
ナミビア ^{l)}	30.00	23.00	53.00
ニジェール ^{a)}	283.60	16.70	300.30
ペルー ^{a)}	0.00	1.86	1.86
ポルトガル	1.45	0.00	1.45
ソマリア ^{a) e)}	0.00	3.40	3.40
南アフリカ ^{l)}	72.60	37.60	110.20
スペイン ^{b)}	0.00	9.00	9.00
スウェーデン ^{l)}	1.00	5.30	6.30
トルコ ^{a)}	0.00	3.20	3.20
米国 ^{l)}	—	—	—
ザイール ^{b) h)}	1.70	0.00	1.70
計(概数)	888.00	403.00	1,292.00
計(調整済) ⁿ⁾	773.00	391.00	1,164.00

a) 原位置での資源量

b) 採鉱可能な資源量

c) コスト分類についての情報は入手していない

d) 回収可能な資源量に等しい

e) OECD(NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1979

f) " " " " 1982

g) " " " " 1986

h) " " " " 1988

i) The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988

j) Ransstad以外の鉱床中のもの

k) 回収可能性についての情報は入手していない

l) E A R - I と E A R - II に分類されず, E A R - II として表している

m) 黒色頁岩中のもの

n) 一部の見積もり中で考慮されていない採鉱ロスと粗製錬ロスを推定して勘定に入れたもの

スウェーデンは、\$ 80~130/kgUのコストで回収可能なものとして前回報告していた黒色頁岩中のEAR-Iをより高いコスト分類へ移した。これはRARの場合と同じである。

3. より高コストの既知在来型資源

RARとEAR-Iの分類の中でコストのより高い方の在来型の資源、すなわち\$ 130~260/kgUのコストで生産できるものは、数か国で見積もられているに過ぎないので、全く不完全なデータ(表3)となっている。同様なデータは1986年のレッド・ブックで公表されたのが最後である。

第3表 より高コストの確認資源と推定追加資源—分類I*

\$130~260/kgUのコストで回収可能なもの

1989年1月1日現在(tU)

国名	RAR	EAR-I
アルゼンチン	2,500	300
カナダ ^{a)}	54,000	51,000
フィンランド	2,900	0
イタリア ^{c)}	4,900	4,700
ナミビア ^{b)}	9,000	15,000
南アフリカ ^{d)}	69,000	73,600
スウェーデン ^{e)}	35,000	40,000
米国 ^{f)}	222,700	—

* 採掘可能な資源量

^{a)} 回収可能な資源量

^{b)} OECD (NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris 1982

^{c)} OECD (NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris 1986

^{d)} The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited: 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988

^{e)} Ranstad 鉱床の資源量。環境上の理由による地域当局の拒否により、開発は許可されない。

^{f)} EAR-IとEAR-IIとは区別されず、EAR-IはEAR-IIに含まれる。

B. 未発見の在来型資源 (EAR-II及びSR)

このグループには推定追加資源-分類II (EAR-II)と期待資源 (SR)の両方が含まれている。しかしながら、これら2種類の“未発見”資源をはっきり区別することが重要である。EAR-IIとは、既知鉱床を含む良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帯地域内に存在することが期待されるウランのことであるが、一方SRとは地質学的に有望であるが、比較的探査されていない地域に存在すると考えられるウランのことである。EAR-IIは、既に発見されそして明確にされている鉱床の近く、あるいはそれらの鉱床に密接に伴っているために、その見積もり値に高い信頼度を与えることができる。

未発見資源は1986年のレッド・ブックで報告されたのが最後である。

1. 推定追加資源-分類II

\$ 80/kgU 以下, \$ 80~130/kgU, \$ 130~260/kgU で回収可能な推定追加資源-分類IIが、表4に示されている。1986年版と同様に、EAR-IIを見積もり報告している国は少ない。

重要なウラン資源国の中では、アルゼンチン、カナダ、ガボン、南アフリカだけがEAR-IIを見積もり、報告している。オーストラリアはEAR-IIを分けて見積もらず、期待資源の中に入れていた。米国はEAR-IとEAR-IIを1つの分類EARとして報告している。本報告書の目的に合わせて、これらの資源をEAR-IIとして表示する。その理由は、これら資源の大部分が以前にはEAR-IIに分類されていたからである。コロンビアとベルーからは新しいデータが提出されたが、南アフリカの見積もり値は最近刊行された報告書から引用した。

レッド・ブックの1986年版で報告された見積もりからの変化には、アルゼンチンと南アフリカが含まれている。アルゼンチンでは\$ 130/kgU 以下のEAR-IIが1.6万tUから5,060tUへと減少しており、南アフリカでは同じコスト分類のEAR-IIを47.6万tUと発表しており、これは7,000tUの減少となっている。これとは対照的に、カナダのEAR-IIは1985年1月1日現在の20.3万tUから1989年1月1日現在の27.4万tUへと増加している。

第4表 推定追加資源—分類II*

1989年1月1日現在

(1,000tU)

国名	コスト範囲		計	コスト範囲
	\$80/kgU以下	\$80~130/kgU		
アルゼンチン ^{a)}	1.6	3.5	5.1	0
カナダ ^{b)}	154.0	120.0	274.0	107.0
コロンビア		—	11.0	0
ガボン ^{c)}	0	1.2	1.2	0
ドイツ連邦共和国	2.5	3.5	6.0	0
ギリシャ ^{d)}	0	6.0	6.0	0
ペルー	0	0.1	0.1	0
ポルトガル	1.5	0	1.5	0
南アフリカ ^{e)}	—	—	476.0	0
イギリス	0	1.0	1.0	0
米国 ^{b) f)}	515.3	388.5	903.8	542.3

* 原位置での資源量

a) 回収可能な資源量

b) 採掘可能な資源量

c) OECD(NEA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986

d) OECD(NEA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1988

e) The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988

f) E A R - I と E A R - II を合わせたもの

2. 期待資源

WOCAの在来型資源のうちの期待資源(SR)については、数か国の当局によって、またそれとは独立にNEA/IAEAのウラン資源に関する運営部会により、1977年の国際ウラン資源評価プロジェクト(IUREP)の一部として見積もられている。これらの見積もりの結果は、1983年に再検討され、改訂された。

各国のデータは表5に収録されている。\$130/kgU以下並びに\$130~260/kgUで回収可能なSRについての10か国の情報が含まれている。チリ、イタリア、南アフリカ、ベネズエラ、ザンビアは、SRをコスト分類に区分せず報告しているが、これらは\$260/kgUのコスト内にあるものと判断される。前述のように、オーストラリアから報告されたSRの一部はE A R -

第5表 非共産圏世界の期待資源*

各国からのデータ —— 1989年1月1日現在

(1,000tU)

	コスト範囲		コスト分類を しないもの	計 \$130/kgU以下
	\$80/kgU以下	\$80~130kgU		
アルゼンチン ^{a)}	364	0	0	364
オーストラリア ^{b)}	2,600~3,900	0	0	2,600~3,900
カナダ	—	—	—	1,000
チリ ^{a)}	—	—	0.2	0.2
コロンビア	217.5	0	0	217.5
デンマーク	10	50	0	60
ドイツ連邦共和国	15	0	0	15
ギリシャ	6	0	0	6
イタリア ^{a)}	—	—	10	10
ポルトガル	5	0	0	5
南アフリカ ^{c)}	—	—	1,113	1,113
イギリス	1	0	0	1
米国 ^{d)}	750	473	0	1,223
ベネズエラ ^{a)}	—	—	163	163
ザンビア	—	—	35	35

* 原位置での資源量

^{a)} OECD(NBA)/IAEA : Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986

^{b)} E A R - II のかなりの部分を含む

^{c)} The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988

^{d)} 採鉱可能な資源量

第6表 非共産国世界の期待資源

\$130/kgUまでのコストで回収可能なもの
IUREP データ —— 1983年1月1日現在

(百万tU)

	評価した国の数	全体の範囲	最も可能性のある範囲
アフリカ	50	1.3~4.6	2.6~3.5
アジアおよび極東	37	0.3~1.6	0.5~0.8
オーストラリア及び大洋州	17	2.0~4.0	3.0~3.5
北米	3	1.8~2.9	2.1~2.4
中南米	40	0.7~1.8	1.0~1.3
ヨーロッパ	22	0.3~1.1	0.4~0.6
計	169	6.4~16.0	9.6~12.1

IIに相当する。

表6は、\$130/kgU以下で回収可能なSRについてのIUREPの見積もりを要約したものである。これは、ウラン資源に関するNEA/IAEA運営部会によって、当初IUREPのPhase Iの一部として1977年に作成され、1983年に最新の内容に改訂されたものである。この表には、各国の見積もりの信頼度の判断に基づく最も可能性のある範囲についての見積もりだけではなく、各国の見積もりの全範囲が含まれている。

SRの全体の範囲は640~1,600万tUである。最も可能性のある範囲は960万tUから1,210万tUの間に入るものと考えられる。詳細については、IAEAの内部報告書World Speculative Resources, November 1984, 及び1986年のレッド・ブックに言及されている。

前記の見積もりを評価する場合には、特にオーストラリア、カナダ、米国で引続き行われている探鉱によって、前記の見積もりを増加あるいは減少させる追加情報が提供されているということに注意を払う必要がある。

C. 非在来型及び副産物資源

いくつかの国では、非在来型及び副産物としてのウラン資源を現在開発している。海成の磷酸塩を除いて、これらの資源が近い将来大量に供給されるとは期待できない。ウランが低コストで生産される場合には各国はこれらの資源をRARとEARとして報告しているが、そうでない場合は非在来型資源として別に報告している。より高コストの分類の在来型資源と同様、これらの資源のデータは不完全である。大部分の非在来型資源の資源分類については入手できないので、表7にそれらの分類法に関係なく、資源量を供給源別に示す。この種のものうち最も重要な資源は質問書に答えて報告されているが、それは次のようなものである。

海成の磷酸塩中のウランは、この非在来型資源から生産されるものでは最も重要な供給源である。米国では海成の磷酸塩の大鉱床から、磷酸製造の副産物として、かなりのウランが生産されている（1988年は約2,000tU）。またベルギーでは輸入磷酸塩から磷酸製造の副産物としてウランが回収されている。磷酸塩岩の大鉱床があるモロッコは、平均品位120ppmで600万tを超えるウランが存在すると報告している。ヨルダン、メキシコ、シリアもまた磷酸塩中にかなりのウラン資源があることを報告している。

海成の黒色頁岩中のウランについて、韓国とスウェーデンは\$80~130/kgUと\$130~260/kgUの在来型のRAR及びEAR Iとして報告しており、一方フィンランドは非在来型資源として

表示している。

ウランは非鉄金属鉱石に伴って産出する。チリ、インド、ペルーはこのタイプの資源を報告している。インドや米国ではウランは銅浸出の副産物として生産されている。

南アフリカでは、Palaboraのカーボナタイト複合岩体から、銅やその他の金属類回収の副産物としてウランが生産されていることが報告されている。この鉱床中の \$ 80/kgU 以下の R A R は 5,200tU , \$ 80~130/kgU の E A R - I は 1,600tU とそれぞれ見積もられている。その他 \$ 130/kgU 以下のコストで回収可能な E A R - II が 4,300tU 含まれている*。カーボナタイトに伴った非在来型資源はブラジル (Araxa: 13,000tU) , 及びフィンランド (Sokli: 2,500tU) から報告されている。

第7表 供給源別の非在来型および副産物としての資源

1989年1月1日現在 (1,000tU)

	磷酸塩	非鉄鉱石	カーボナタイト	黒色片岩、褐炭
ブラジル ^{a)}	28.0			
チリ ^{a) g)}	2.8	5.2	13.0	
コロンビア ^{b)}	20.0			
エジプト ^{c)}	60.0			
フィンランド			2.5	3.0~9.0
ギリシャ ^{a) g)}	0.5			4.0
インド ^{d) g)}	2.5	22.9		
ヨルダン ^{a)}	123.4			
メキシコ ^{e)}	100.0			
モロッコ	6,526.0			
ペルー	20.0	0.14~1.41		
南アフリカ			h)	
シリア	80.0			
タイ ^{e)}	0.5~1.5			
米国 ^{f)}	33.0			
ベネズエラ ^{a) g)}	42.0			

* 原位置での資源量、資源区分には分類されていない

a) 回収可能性については報告されていない

b) 国のデータを示す； ICREP の見積もりでは40,000~60,000tU

c) Abu Tartur中に含まれるウランを示す；すべての鉱床では100,000tU を含んでいる

d) これに加えてモナズ石砂鉱床中に14,000tU

e) ICREP の見積もりを示す、モナズ石砂鉱床中のウランを含んでいる

f) 回収可能な資源量

g) OECD(NEA)/IAEA: Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986

h) 表1, 表2に含まれている

D. WOCA諸国以外の資源

本報告書のこれまでの版で報告したように、共産圏（Centrally Planned Economies: CPE）地域のウラン資源に関する情報はほとんど入手できない。第11回世界エネルギー会議(1980)**のために作成された見積もりでは、低コストのRARは45万tUから50万tUの間であった。低コストのEARは全部で150万tU以上と見積もられており、ソ連と東ドイツにその大部分が存在している。

ILREPの期待資源に関するデータベースの検討時に、前のNEA/IAEAのウラン資源に関する運営部会は、CPE地域の12か国について、すべての分類に入る資源量として、全体の範囲を330万tUから840万tU、そして最も可能性のある範囲として520～650万tUであろうと見積もった。全体の範囲の約70%が東ヨーロッパとソ連のアジア地方に存在し、そして残りは主としてアジアの他の地域に存在するものと考えられている。かなりの資源量をもつ国としては、ソ連、中国、チェコスロバキア、東ドイツがある。

探鉱の継続、新しい発見、生産によって、これらの資源見積もりはその後変化したかもしれない。しかしまた、回収コストに関する異なる経済的前提を適用することによっても変化したかもしれない。

最近、WOCA以外の国の資源についてのかかなりの情報が、多くの国際会議で報告されている。資源量の見積もりは入手されていないが、ブルガリア、中国、チェコスロバキアのウラン資源の質的な情報は入手されている。

ブルガリアでは、探鉱が充分に行われて、自国の原子炉の燃料用に十分なウランが生産されている。既知ウラン鉱床の75%が砂岩型鉱床で、残りが鉱脈型鉱床であると報告されている。したがって、生産量の70%はインシチュリーチング(ISL)法によって生産されている。

WOCA諸国のウラン鉱床の時代的分布とは違って、中国の既知資源の大部分は中生代あるいはそれより若い岩石中に胚胎している。鉱床はその母岩によって4つの地質タイプに分けられ、それらを重要なものから順にあげると、花崗岩型鉱床、火山岩型鉱床、砂岩型鉱床、炭質珪質泥岩型鉱床である。炭質珪質泥岩型は、黒色頁岩中の非在来型資源に類似している。

現在のところ、年産約4,000tUの生産能力を支えていると報じられている中国の既知資源は、計画の原子炉関連必要量（原子力発電容量6～7GWeに対する30年分以上の量で、合計3.5万tU

* The Atomic Energy Corporation of South Africa Limited: 1987 Uranium in South Africa, Pretoria, 1988.

** Survey of Energy Resources prepared by BGR - Federal institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover, for the 11th World Energy Conference, Munich, September, 1980.

と推定される)と輸出契約量を満たすのに十分な量である。本報告書で用いられている分類とは正確には対応していないが、中国の見積もりによると、約5万tUの既知資源が存在している。これらの必要量以上の将来の需要は、現在発見されていない資源から供給されなければならないであろう。期待資源についての予備的な見積もりによれば、その量は約177万tUとされている。中国の既知鉱床は小規模で、個々の鉱床は、一般的には平均品位0.1~0.3%Uでウラン埋蔵量は1,000~3,000tUであると報告されている。鉱床は500m以浅に存在するが、700~1,000mの深部に存在するものもある。

チェコスロバキアでは、ボヘミア山塊(Bohemian Massif)に、かなりのウラン資源が存在する。地質学的に2つのタイプのウラン鉱床があり、それらは古生代後期の花崗岩類に伴う鉱脈型鉱床と白亜紀後期ないし第三紀の砂岩型鉱床である。これらのタイプの中で重要な鉱床として、Hamrの砂岩型鉱床のほかに、Jachymov(鉱石枯渴)、Medvedin, Rozna-Olsi, Pribram, Zadni Chodovの鉱脈型鉱床がある。

第Ⅱ部 ウランの探鉱

序 文

1987年から1988年にかけてのWOCAにおけるウラン探鉱費の総額は、1986年の探鉱費に比較し減少している（表8）。米ドル（1989年換算）で示すと、報告された探鉱費は、1987年が17,120万ドル、1988年が14,630万ドルとなっている。1986年の探鉱費18,700万ドルと比較した場合、1987年が5%、1988年が19%減少となっている。1989年の探鉱費は全体で約12,800万ドルと予想されている。

これまでと同じように、探鉱費の地理的な分布は一樣ではない。例えば、オーストラリアからのデータが入手できた最後の年である1987年には、約87%がオーストラリア、カナダ、フランス、インド、米国の5か国で支出された。そして残りが20か国以上で支出され、支出年のドル表示で、一か国当りの平均は100万ドル以下であった。

1987年と1988年に自国以外で支出された探鉱費の総額もまた、1986年に比較し減少している（表9）。米ドル（1989年換算）で示すと、報告された探鉱費は合計で、1987年が7,250万ドル、1988年が5,180万ドルである。1986年の探鉱費8,190万ドルに比較した場合、減少率は、1987年が11%、1988年が36%となっている。1989年の予測探鉱費は約5,140万ドルと報告されている。自国以外で探鉱プロジェクト資金を支出した国は、大きな原子力計画をもっている国で、西ドイツ、フランス、日本、イギリスなどが含まれている。

探鉱費の推移は図4に示されている。

A. 最近の状況

最近の探鉱努力は、既に確立された地域において高品位ウラン鉱床を探すことと、既知鉱床の開発にその主な目標が向けられている。1987年及び1988年には、特にカナダの東部や北西準州で探鉱活動が増えたという兆候はあるものの、既知鉱床が存在しない地域についてはほとんど注目されなかった。1985年にオーストラリアでKintyre 鉱床が発見されて以来、WOCAでは主要な鉱床の発見は報告されていない。

1987年と1988年に行われた探鉱の主なものについて概要を述べると、次の通りである。

アルゼンチンでは、CNEAが1987年と1988年に、約9万ドルの年間支出でウラン探鉱を続けた。探鉱活動は主として、少量の試錐を伴う地表調査であった。調査対象地域は、Cordoba の Sierra（古生代の花崗岩類）、アルゼンチン北西部のPuna（第三紀の酸性火山岩類）、Sierra Pintada（古生代の火山性堆積岩）、Patagonia（白亜紀の砂岩）の各地域であった。1989年の計画としては、これらのプロジェクトを継続するとともに、Mendoza-San Juanの三畳紀ベースン、Frontal Cordilleraの古生代～三畳紀の火成岩類、Andean Cordilleraの中部白亜紀ベースンなどの新しい地域で調査を行うことが予定されている。

オーストラリアでの主要探鉱プロジェクトは、引続き南オーストラリア州のStuart Shelf地域と、Paterson地質区北部のRudall地域で実施された。これらプロジェクトの目的は、Olympic Dam の鉱化作用をより明確にすることと、1985年に発見されたKintyre 鉱床とその周辺地区の探鉱を行い評価することであった。さらに、Pine Creek地向斜のMyra Falls, Rum Jungle-Waterhouse, Ranger鉱山地域で不整合関連型鉱床の探鉱が引続き行われた。

1987年のカナダにおけるウラン探鉱費は、約3,000万ドルで、1986年の水準を維持した。しかしながら、1988年は2/3近く増加し、ほぼ5,000万ドルとなった。この増加の大部分は北部サスカチワン州のCigar LakeプロジェクトとMidwestプロジェクトにおける試験探鉱計画によるものであった。カナダの東部と北西準州では新しい地域でのグラスルートの探鉱も続けられたが、探鉱の大部分はAthabascaベースンに集中して行われた。1988年にはカナダ全体で50以上の探鉱プロジェクトがあり、同年の探鉱費全体の98%が10社によって支出された。既知鉱床での追加資源量の把握に加えて、北部サスカチワン州にあるWollyプロジェクトで鉱石品位の鉱化作用が新しく発見されたことが、1989年のはじめに、Minatco社によって発表された。

エジプトでは、核原料局（Nuclear Materials Authority）が、年間100～120万ドルの予算でウラン探鉱を行っている。エアボーンによって選び出された対象地域は、Eastern Desertと

第8表 各国に投入されたウラン探鉱費^{a)}

(支出した年での、\$1,000)

	1983年前	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989(予想)
アルゼンチン	34,342	5,700	2,015	69	965	87	92	n. a
オーストラリア	300,000	13,000	11,000	9,000	12,000	18,000	n. a	n. a
バングラディシュ	283	34	40	43	40	13	n. a	n. a
ベルギー	1,100	---	---	65	85	330	105	n. a
ボリビア	9,368	---	---	---	---	---	---	---
ボツワナ	430	---	210	---	---	---	---	---
ブラジル	189,920	---	---	---	---	---	---	---
カナダ	623,220	33,960	27,970	25,200	25,660	29,720	49,720	47,100
中央アフリカ共和国	20,000	---	---	---	---	---	---	---
チリ	7,560	---	---	---	---	---	---	---
コロンビア	23,380	150	150	63	79	37	36	40
コスタリカ	10	1	---	250	100	---	---	---
デンマーク	4,000	200	100	50	---	---	---	---
エクアドル	1,405	258	192	200	n. a	n. a	n. a	n. a
エジプト	8,571	1,574	1,250	1,050	1,072	1,213	1,087	n. a
フィンランド	12,638	665	544	336	304	109	126	48
フランス	460,880	49,320	48,580	47,740	64,026	55,143	47,020	46,684
ガボン	71,542	4,737	3,982	5,000	n. a	n. a	n. a	n. a
ドイツ連邦共和国	94,165	5,400	2,200	2,800	4,600	5,800	3,000	2,500
ガーナ	90	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
ギリシャ	8,299	1,723	1,484	1,095	810	510	350	548
ガテマラ	---	---	580	---	30	---	---	---
インド	69,920	9,850	8,670	10,190	11,580	13,430	12,560	16,460
インドネシア	6,904	874	170	187	52	229	207	183
アイルランド	6,800	---	---	---	---	---	---	---
イタリア	68,000	4,000	1,000	600	700	760	n. a	n. a
ジャマイカ	---	30	---	---	---	---	---	---
日本	5,740	580	560	480	760	520	---	---
ヨルダン	---	---	---	---	---	---	227	n. a
韓国	2,565	477	302	213	81	315	333	347
レソト	n. a	n. a	10	6	5	n. a	n. a	n. a
マダガスカル	4,287	914	42	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
マレーシア	3,200	635	705	738	725	665	680	n. a
マリ	51,235	72	330	---	---	---	---	---
メキシコ	24,910	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
モロッコ	2,500	n. a	n. a	200	28	24	---	---
ナミビア	15,522	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
ニジェール	168,589	4,890	879	2,130	5,497	4,870	n. a	n. a
ナイジェリア	6,950	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
ノルウェー	2,780	400	---	---	---	---	---	---
パラグアイ	25,510	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
ペルー	3,355	21	54	112	189	300	108	83
フィリピン	3,162	62	25	25	25	16	16	16
ポルトガル	9,758	715	705	693	744	798	990	814
ソマリア	1,000	---	---	---	---	---	---	---
南アフリカ	108,993	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
スペイン	103,629	10,000	7,000	382	680	990	1,830	1,962
スリランカ	33	---	---	---	---	---	---	---
スウェーデン	43,000	2,100	1,200	570	---	---	---	---
スイス	3,610	126	112	20	---	---	---	---
シリア	800	---	---	---	---	---	---	n. a
タイ	1,023	50	65	1,966	4,477	2,716	29	n. a
トルコ	13,940	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	400	321
イギリス	2,600	---	---	---	---	---	---	---
米国	2,404,100	44,200	31,300	25,200	25,100	22,000	22,000	16,800
ウルグアイ	---	31	52	34	29	27	28	30
ユーゴスラビア	n. a	n. a	175	175	295	40	85	25
ザンビア	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a
ジンバブエ	435	n. a	367	583	1,261	n. a	n. a	n. a
総額	5,036,053	198,749	155,020	138,565	163,099	159,662	141,129	127,961
総額(1989年ドル)	---	241,406	181,648	157,681	180,712	171,193	146,348	127,961

n. a データを入手していない

— 探鉱費の報告なし

a) 産業界と政府の出費を合わせたもの

第9表 外国に投入したウラン探鉱費

(支出した年での, \$1,000)

投資国	1983年前	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989(予想)
ベルギー	4,000	200	100	100	100	—	—	—
フランス	454,390	28,700	18,764	15,013	17,595	14,525	7,748	10,916
ドイツ連邦共和国	268,000	15,500	11,500	15,800	20,000	19,000	14,000	13,160
日本	180,126	24,220	20,684	20,592	27,170	26,450	21,410	18,130
韓国	16,384	3,295	1,177	257	43	5	48	134
スペイン	20,400	—	—	—	—	—	—	—
スイス	18,797	294	340	2,570	2,400	1,005	1,000	1,500
イギリス	n. a	2,875	7,402	11,854	6,705	6,761	5,812	7,547
米国	222,260	4,680	1,830	n. a	n. a	n. a	—	—
総額 ^{a)}	1,184,357	79,764	61,797	66,186	74,013	67,746	50,018	51,387
総額(1989年 ¹⁾)	—	96,730	72,296	75,197	81,875	72,523	51,785	51,387

n. a データを入手できない

— 探鉱費の報告なし

a) 入手可能なデータのみ

Sinai 半島である。前者のウラン鉱化帯は Pan-African花崗岩とその接触部に関係しており、また後者は石炭紀の堆積岩中にある苦灰岩質のカルスト中に見られる。この調査には地質学的及び地球物理学的な様々の方法が用いられており、El MissikatとEl-Erediyaと Um Ara (Eastern Desert) 及びAbu Zenaima (West-Central Sinai)などの地域では、トレンチ掘削や試錐へと進んで行くことが期待されている。

西ドイツでは、1987年のウラン探鉱は、1986年と同じ1,000万ドイツマルクの水準で、Menzenschwand 鉱床とGrossschloppen鉱床で行われた。しかしながら、1988年には、Grossschloppenプロジェクトが休止になったため、探鉱費は540万ドイツマルクに減少した。海外では、西ドイツに本拠をもつ3つの鉱山会社が、オーストラリア、カナダ、米国、ザンビア（1988年に終結）、ジンバブエで探鉱を続けた。1986年には4,450万ドイツマルクであった海外探鉱費は、1987年には3,500万ドイツマルク、1988年には2,500万ドイツマルクへと減少した。しかし、ドル表示ではその減少は著しくはなく、2,000万ドルから、それぞれ1,900万ドル及び1,400万ドルへの減少となっている。

フィンランドでは、地質調査所によって最小限のウラン探鉱が行われ、低高度でのエアボーン調査結果の解析とその追跡調査が主なものとなっている。これらの調査結果に基づいて、Riutta（フィンランド東部のKoli地域）で不整合関連型のウラン鉱徴存在の新しい証拠が発見されている。

フランスでは、探鉱費は1986年の44,400万フランから、1987年の33,000万フラン、1988年の28,000万フランへと減少している。1988年の支出の約1/3が探鉱に関係し、残りが開発のために使われている。Marche, Limousin, Central 山塊の南部, Armoricaian山塊のような、現在探鉱が行われている既知鉱床地域に探鉱活動が集中している。国内ウラン探鉱を4つの会社が実施中である。それらは、COGEMA、1986年以来COGEMAの100%子会社となったCompagnie Française de MOKTA, Compagnie Française des Pétrolesの子会社 Total Compagnie Minière Française SNC, Electricité de France の子会社Société Auxiliaire d'Énergieの4社である。フランスの鉱山会社、特にCOGEMAと Totalが、フランス以外の主としてカナダ西部、オーストラリア、米国で探鉱を行っている。このための探鉱費は1988年には総計770万ドルで、1986年には1,760万ドルであった。

インドは、原子力局 (Department of Atomic Energy)の原子力鉱物部 (Atomic Minerals Division: AMD)を通して、ウラン探鉱費を1979年以来初めて報告した。自国の原子力計画におけるウラン供給の自立を目指して、AMDは、白亜紀の砂岩と変成岩中にウラン鉱床発見の可能

性の高い新地域に加え、主としてSinghbhum 衝上帯の既知鉱床地域で、活発な探鉱を行っている。1985年以来、AMDの探鉱費は1,000万ドルを超え、増加している。1988年の探鉱費は1,200万ドル以上であったが、1989年には1,600万ドルに達するものと予想されている。

インドネシアにおけるウラン探鉱活動は、提出された探鉱費に示されるように、1987年と1988年は再び活発となった。1986年の予算約5万ドルに対して、1987年と1988年の予算は20万ドル以上であった。1987年には、探鉱はKalan（西カリマンタン）のほか、Sibolga（北スマトラ）の一部地域で引続き行われた。これらの地域は、それぞれ、花崗岩起源の古第三紀堆積物が分布している地域と、石炭－二畳紀の変堆積岩が分布している地域である。1988年にSibolgaでの探鉱を中止し、Kalanウラン鉱床近傍のSchwaner地域で集中的な探鉱が行われた。

日本では、政府所有の動力炉・核燃料開発事業団(PNC)によって、国内と国外で探鉱が行われた。1987年に国内探鉱は終了したが、海外における探鉱プロジェクトが、オーストラリア、カナダ、中国、ニジェール、米国、ジンバブエで引続き進められた。年間予算は減少して約2,000万ドルとなっている。

ペルーでは、Macusaniの様々な所で調査が引続き行われ、年間予算は1987年が30万ドル、1988年が10万ドルであった。1987年には多少の試錐が行われ、これが探鉱費の増加に反映されている。1988年には地質調査、放射能調査、トレンチ掘削が行われた。Macusani地方のChapi地区で追加の埋蔵量を把握したことにより、RARの見積もり値がわずかに増加した。

ポルトガルでは、1987年と1988年には、地質調査所(DGGM)とEmpresa Nacional de Uranio(ENU)が、80万ドルないし100万ドルの探鉱費でウラン探鉱を続けた。地質調査所がこの国の有望地域で探鉱を行ったが、一方、ENUの探鉱活動はBeirasとAlentejoの鉱区のほか、既知鉱床の延長部に限られていた。

スペインでは、Empresa Nacional del Uranio S.A.(ENUSA)が、1986年の探鉱予算70万ドルを、1987年には100万ドル、1988年には180万ドルに増額して探鉱を行った。Salamanca地方のMina Fe, Retortillo, Villaresの各鉱床で、合計2,200tUの低コストのRARが発見され、低コストのRARの増加を目指した探鉱計画目標を達成することができた。

スイスは、米国南西部におけるウラン探鉱に引続き参加している。しかしながら、その探鉱費負担は、1986年の240万ドルから、1987年及び1988年には約100万ドルへと減少した。

トルコにおけるウラン探鉱で最も重要な出来事としては、1987年の終り頃にAnatolia中央部のKayseri地域で、19,000km²以上の範囲のエアボーン放射能調査を行ったことである。

イギリスのウラン探鉱は、民間会社により、関係する国に設立した子会社または関連会社を

通して、外国で実施されている。さらに、中央電力庁（Central Electricity Generating Board; CEGB）によって、オーストラリア、カナダ、マラウィ、米国でウラン探鉱が行われており、その探鉱費は、1987/88年度は約 680万ドル、1988/89年度は 580万ドルであった。

米国で活動中の会社によって支出されている探鉱費は、1985年以来年間約2,000～2,200万ドルで一定している。探鉱の対象地は、主としてアリゾナ（溶解作用により形成された角礫岩タイプ）、テキサス並びにワイオミング（インシチュリーチングが可能な砂岩型ウラン鉱床）である。

B. リードタイムと発見コスト

ウラン探鉱計画の着手から、発見に成功し、それから生産を開始するまでのリードタイムは重要な意味をもっている。このリードタイムは、ウラン産業の初期（1959年以前）には比較的に短い（10年以下）傾向にあったが、現在では通常10年から15年あるいはそれ以上になっている。

最近の米国の例として、ネブラスカ州北西部にあるCrow Butteプロジェクトがある。探鉱は1979年に始められ、1980年に鉱床が発見された。この鉱床をインシチュリーチング技術で開発するという決定が1983年になされ、その年にパイロットプラント建設許可の申請が行われた。1984年までに行った試錐によって、11,000tUの埋蔵量が確認された。パイロットプラントの許可が1985年に与えられ、インシチュリーチングのパイロットプラントの建設が始まった。その結果として、年間生産量約 200tUの商業施設の建設を1989年に開始することが決定された。このプロジェクトはどんなに早くても1990年までは生産を開始することはできないであろう。このことは、探鉱の開始から最初の生産までのリードタイムが11年になることを意味している。

ウラン発見のためのコストは、国により、プロジェクトにより大きく異なる。そしてウラン発見に必要な将来の探鉱費の水準について予想を立てる際には、注意深くこれを取り扱うことが大切である。長期間にわたる歴史的な探鉱費とその同じ期間に発見されたウラン資源量とを比較する解析を行うことにより、探鉱費に関して、ウラン発見のために要する探鉱努力の度合について有益な知見を得ることができる。

1971年から1983年までにカナダで毎年発見されたウランkg当りの概算の発見コストは、全探鉱費と発見されたウラン量とから計算することができる。表10に示されているコストは、その探鉱期間にCigar Lakeを含めたカナダで発見されたすべてのウランについてのものである。そ

のような大きな発見は、サスカチワン州に対しても、カナダ全体に対しても、その発見コストにかなりの影響を与えている。もしもCigar Lakeが発見されていなかったら、カナダ全体のコストは\$ 4.04/kgUとなっていたであろうし、サスカチワン州だけの場合には\$ 2.51/kgUとなっていたであろう（両方とも1985年カナダドルでの表示）。

第10表 カナダのウラン発見コスト：1971～1983*

	探鉱費 (1985年カナダドル) (× 100万ドル)	発見されたウラン (tU)	kgU当たりのコスト (カナダドル)
カナダ全体	1,096	421,200	2.60
サスカチワン州	588	383,800	1.53
サスカチワン州以外 のカナダ全体	508	37,400	13.58

* "Uranium Resources and Geology of North America", IAEA-TECDOC-500, 1989
D. A. Cranstone と R. T. Whillansによる論文 "An Analysis of Uranium Discovery
Costs in Canada, 1930-1983" から抜粋

オーストラリアにおいては、1967年から1983年の間に、\$ 130/kgU以下のコストの資源が89.2万tU新しく発見された。その同じ期間の探鉱費は57,300万豪ドルであった（前記のカナダでのコストと比較するため1985年豪ドルでの表示）。このことは、全体での発見コストが、1985年のドル表示で、ウランkg当り約0.64豪ドルであったことを示している。

米国における探鉱努力は、1970年代末に最高水準に達したが、1980年代に入って急激に低下した。1973年から1982年の10年間の総探鉱費は、1985年の米ドル換算で 280,900万ドルであった。すべてのコスト分類の確認資源に追加されたウラン量は 226,300tUに達した。1973年から1982年の平均のウラン発見コストは約\$ 12.41/kgUであった。

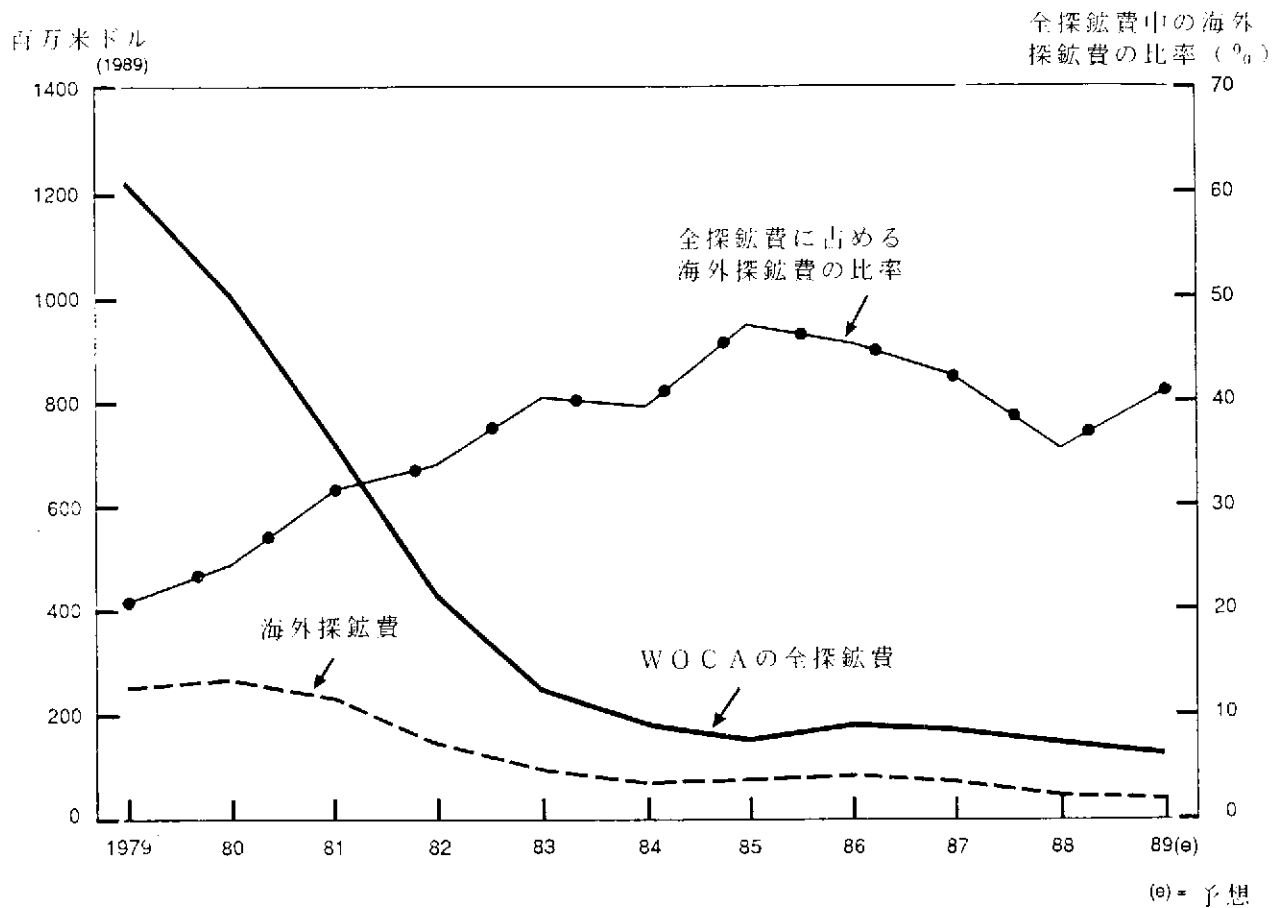
C. 探鉱の動向

探鉱費は、大きくは、将来予想される需要を満たす資源量の妥当性についてのウラン市場の認識に左右される。またそのような認識は市場価格に反映される。WOCAのウラン探鉱費の歴史的な趨勢が図4に示されている。ウラン価格の低落へと導くウランの供給過剰とともに、探鉱

費も同じように低迷している。需要が増加して価格が十分に上昇すると、投資に対する適切な予想利益が業界に与えられるので、それに伴って探鉱費水準の増大が予想される。

1983年から1988年までの間に、WOCA諸国のウラン探鉱費は、1989年ドル表示で言えば、40%減少している。この減少は特に米国において著しく、同じ期間に米国の探鉱費は55%以上減少している。

小規模な探鉱計画をもっていた数か国では全く探鉱活動を中止し、また、主として発展途上国で国際的企業によって行われていた大規模で長期的なプロジェクトの多くは終結した。しかしながら、他の数か国では、自国の長期的な必要量を供給することを目的としてかなり安定した探鉱努力が維持されている。例えば、フランスの探鉱費は依然として高く1988年にはWOCA全体の1/3に達している。インドの探鉱費は、その同じ期間に、着実に増加し、1988年には1,200万ドルの水準に達している。ウラン探鉱費全体の中でのカナダとオーストラリアの占める比率は、1983年以来かなり一定している。



第4図 WOC Aのウラン探鉱費の推移 (1979 - 1989)

第Ⅲ部 ウランの生産

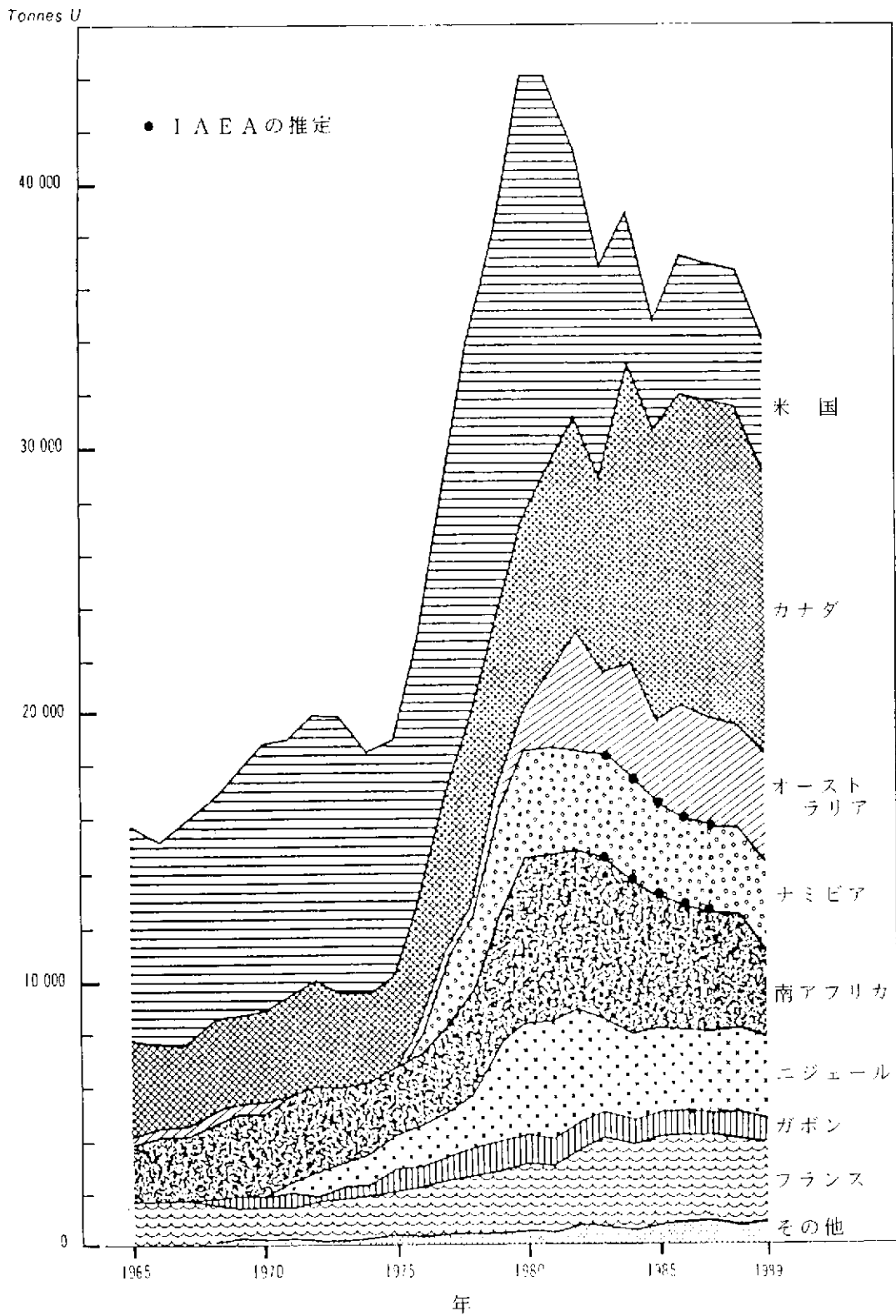
A. 歴史的概観

1965年以來の原子力発電所における民需用ウラン生産の推移は、図5と表11（1970年以降）に示されているように、それぞれが異なる成長のパターンで特徴づけられるいくつかの時期に分けることができる。

1965年から1975年までは、軍需用計画のための生産から民需用の原子力計画のための生産へと移行する国の数が増加していった時期であった。その生産量の水準は、1966年の約15,300tUという低い生産量から、1972年の約20,000tUという高い生産量の間で変動している。全体の傾向としては生産が緩やかに増加した時代であった。この時代には米国が最大の生産者であり、世界の生産量の50%をやや下回るシェアを占めていた。カナダと南アフリカは、世界の生産量に対して、それぞれ約19%と15%を占めていた。これらウランの多くは比較的小規模で低品位の鉱山で生産されていた。

1975年から1980年までは、予想される急速な原子力開発に合わすために、ウランの生産量が、これまでの最高の約44,200tUへと急激に増加して行った時期である。この時期に、年間生産容量約4,000tUのナミビアのRossing鉱山（1976年）、年間生産容量2,500tUのオーストラリアのRanger鉱山（1981）、年間生産容量1,300～1,400tUのカナダのRabbit Lake鉱山（1975年）が生産を開始している。さらに、原生代の不整合関連型の最初の高品位鉱床として、オーストラリアのNabarlek鉱山（1980年）とカナダのCluff Lake鉱山（1980年）が、それぞれ年間生産量1,300～1,500tUで生産を開始した。（Rabbit Lake 鉱床とRanger鉱床は不整合関連型鉱床として分類されるが、特に高品位ではない。）カナダとオーストラリアにおけるこの開発と平行して、米国の生産能力は約8,000tU増加して16,800tUとなった。この増加は、多くの小規模在来型鉱山や、多くのインシチュリーチング鉱山が生産を始めたこと、並びに副産物ウランの回収量が増大したことなどの結果である。この同じ時期に、ニジェールが年間2,800tUの生産を開始し、南アフリカが副産物ウランの生産を年産2,500tUから年産6,000tU以上へ増加させている。この間に、フランスはその生産量を300tU増やして年産2,600tUとしている。

しかしながら、1980年から1985年にかけて、年間ウラン生産量は9,400tU減り34,900tUへと減少した。一鉱山としては世界最大のウラン生産者であるカナダのKey Lake鉱山が1983年に年間生産能力4,600tUで生産を開始し、またオーストラリアのRanger鉱山が生産容量を3,200tUへと拡



第5図 ウラン生産量の推移 (W O C A)

第11表 ウラン生産量の推移
(tU)

国	1970年 以前	1970年	1971年	1972年	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1988年 までの合計	1989年 予想
アルゼンチン	79	45	45	25	24	30	22	40	100	126	134	187	123	155	172	129	126	173	95	142	1,972	150 ⁽¹⁾
オーストラリア	7,546	254						359	356	516	705	1,561	2,922	4,422	3,211	4,324	3,206	4,154	3,780	3,532	40,848	3,800
ベルギー ⁽¹⁾												20	40	45	45	40	40	40	40	40	350	40
ブラジル													4	242	189	117	115 ⁽¹⁾	115 ⁽¹⁾	0	0	782 ⁽¹⁾	0 ⁽¹⁾
カナダ	85,200 ⁽²⁾	3,320	3,830	4,000	3,710	3,420	3,560	4,850	5,790	6,800	6,820	7,150	7,720	8,080	7,140	11,170	10,880	11,720	12,440	12,400	220,200	11,000
フィンランド	30																				30	0 ⁽¹⁾
フランス	14,100	1,250	1,250	1,545	1,616	1,673	1,731	1,871	2,097	2,183	2,362	2,634	2,552	2,859	3,271	3,168	3,189	3,248	3,376	3,394	59,369	3,190
ガボン	3,460	400	540	210	402	436	800	850	907	1,022	1,100	1,033	1,022	970	1,006	918	940 ⁽¹⁾	900 ⁽¹⁾	800	930	18,646 ⁽¹⁾	950 ⁽¹⁾
西ドイツ	108 ⁽¹⁾	28	18	0	0	26	57	38	15	35	25	35	36	34	47	32	30	26	53	38	681	30
インド ⁽¹⁾	1,000	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	4,800	200
日本	2	1	7	8	10	7	3	2	1	2	2	5	3	5	4	4	7	6	8	0	87	0
メキシコ	42																				42	0 ⁽¹⁾
ナミビア								654	2,340	2,697	3,840	4,042	3,971	3,776	3,719	3,700 ⁽¹⁾	3,400 ⁽¹⁾	3,300 ⁽¹⁾	3,500	3,600	42,539 ⁽¹⁾	3,600 ⁽¹⁾
ニジェール			430	867	948	1,117	1,306	1,460	1,609	2,060	3,620	4,128	4,363	4,259	3,426	3,276	3,181	3,110	2,970	2,970	45,100	3,000 ⁽¹⁾
パキスタン			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	540	30
ポルトガル	1,364	66	61	73	73	92	115	88	95	98	114	82	102	113	104	115	119	110	141	144	3,260	150
南アフリカ	55,046	3,167	3,220	3,197	2,735	2,711	2,488	2,758	3,360	3,961	4,797	6,146	6,131	5,816	6,060	5,732 ⁽¹⁾	4,880 ⁽¹⁾	4,602 ⁽¹⁾	3,963 ⁽¹⁾	3,850 ⁽¹⁾	134,620 ⁽¹⁾	2,900 ⁽¹⁾
スペイン	55	51	60	55	55	60	136	170	177	191	190	190	178	150	170	196	201	215	223	228	2,951	216
スウェーデン	178	14	8																		200	0
米国	142,800	9,900	9,400	9,900	10,200	8,900	8,900	9,800	11,500	14,200	14,400	16,800	14,800	10,300	8,200	5,700	4,300	5,200	5,000	5,050	325,250	4,600
ユーゴスラビア																	30	59	72	80	241	85
ザイール	25,600																				25,600	0
計	336,610	18,896	19,099	20,110	20,003	18,702	19,348	23,170	28,577	34,121	38,339	44,243	44,197	41,456	36,994	38,851	34,874	37,208	36,691	36,628	928,117	33,941 ⁽¹⁾

(1) 輸入燐酸塩からのウラン

(2) 1983年以前のデータは入手不能

(3) 海外産ウラン120tU が加わる

(4) 事務局の推定

(5) 1985年 Uranium in South Africa

(6) 1987年 Uranium in South Africa

張したのにもかかわらず、このような減少となった。ガボン、ニジェール、南アフリカ、ナミビアのような生産国は、すべて生産量のある程度減少させた（合計で年間約3,000tU）。また米国での年間減産量の合計は12,500tUに達している。一方、カナダとオーストラリアの生産量は両者で年間5,400tU増加した。

1985年以降、ウラン生産量は年間約2,000tU増加して、かなり安定した水準を保ち、ほとんど変動がない。

ウラン生産における重要な進展の一つは、その重点が低品位の砂岩型並びに礫岩を母層とするウラン鉱床からの生産から、高品位の不整合関連型ウラン鉱床からの生産へと徐々に移行しているということである。前者は米国、南アフリカ、カナダ東部に存在しており、後者はカナダ西部とオーストラリアに存在している。

B. 業界の構造

i) 生産の所有権

業界における合併をその一因とする生産者数の減少、そして米国における比較的小規模で低品位の鉱山からカナダやオーストラリアにおける大規模で高品位の鉱山への移行によって、ここ数年の間に生産所有者の構造に一つの変化が起こっている。この傾向が最近加速されて、現在では、大手3社がWOCAの生産量の約40%を所有する。しかしながら、資源の支配は、その残りの株式がすべて広く持たれているとするならば過半数に達しない株式の所有者によって行われ得るし、また大きな粗製錬所容量をもっている所有者によっても行われ得る。次に述べる大手3社は、WOCAの生産物の約60%を支配している。*

1988年9月30日、カナダの2つの公営企業Eldorado Nuclear LimitedとSaskatchewan Mining Development Corporationが合併して、A Canadian Mining & Energy CorporationすなわちCamecoが誕生した。この会社はWOCAの年間生産の約15%を所有しており、WOCAの生産物の約1/5（18%）*を支配している。

1989年1月の発表によれば、オーストラリア、カナダ、ナミビア、南アフリカ、米国にウランの利権をもっているイギリスの鉱山会社RTZは南オーストラリア州にあるOlympic Dam鉱山（銅、ウラン、金を生産している）の49%の利権を含めてBPがもっている鉱業権を取得

* P. Verbeek, An Insight into the Diversification Policy of the Utilities, Uranium and Nuclear Energy: 1988, Proceedings of the Thirteenth International Symposium held by the Uranium Institute, Uranium Institute, London, 1989.

する手続きを開始したとのことである。（オーストラリアの鉱山会社Western MiningはOlympic DamのBPの利権売却に対して、優先買取権を主張することができる。）そのような取得が行われれば、RTZの生産所有権は約8.5%から10%へと増加するであろうが、現在WOCA全体の生産物の約20%*と信じられている生産物の支配が増加することにはならないであろう。このほかに、カナダで操業しているRTZの子会社Rio Algomは、米国において、Kerr-McGee Corporationとその100%子会社Quivera Mining Companyが所有するワイオミング州にあるウラン鉱業権を取得している。

第3番目の大きな会社はCOGEMAであり、これはフランス原子力庁（French Commissariat à l’Energie Atomique: CEA）により100%所有されている。COGEMAは現在、Total Compagnie-Minière-Franceの鉱山を除くフランスのすべての生産を所有している。このほかにCOGEMAは、オーストラリア、カナダ、ガボン、ニジェール、米国に鉱業権益をもっている。オーストラリアにおける利権は、1987年に直接に購入したRanger鉱山の利権1.25%と、Saarberg-Interplan、現在のInteruraniumの株式75%を購入したことによって間接的に取得された2.5%である。COGEMAは現在のところ、WOCAの生産の14%を所有し、カナダ、ガボン、ニジェールでの関与を考えると、実際にはWOCAの生産物の20%以上*を支配している。

レッド・ブックの本報告書のための質問状には、生産の所有権についての問い合わせが含まれていた。表12は1988年の生産物所有権について、その質問状の回答をまとめたものであり、“国内”と“海外”の2つに分類し、それを更に、“政府”と“民間”とに分けている。

第12表 1988年ウラン生産物の所有権

	国内		海外		合計					
	政府系 [tU]	民間 [%]	政府系 [tU]	民間 [%]	政府系 [tU]	民間 [%]				
OECD	9,038	36.6	8,793	35.6	958.5	3.9	5,910	23.9	24,701	100
その他の WOCA	1,310	11.6	3,850	34.2	2,302	20.5	3,790	33.7	11,252	100
WOCA全体	10,348	28.8	12,643	35.2	3,260.5	9.0	9,700	27.0	35,953	100

* 前ページ脚注参照

WOCA全体の生産は、国内の民間企業、海外の民間企業、政府系の企業によって、ほぼ同じ割合で所有されている。最後の政府系の企業については、その3/4が国内、1/4が海外の政府系の企業である。これらの比率は国によって大きく異なっており、一方でOECD諸国における所有権を他方でWOCAの発展途上国における所有権を要約しているこの表に反映されている。またカナダ、フランス、米国のような主要生産国からの国別報告書にその比較が良く表れている。政府系企業による所有権は、フランス84%、カナダ47%、米国0%である。他方、国内の民間企業によるものは、それぞれ、16%、15%、74%となっている。

外国人による所有権（民間企業及び政府系企業）も所有権パターンの多様性を表している。OECD域内では外国人による所有権は全体の25%強であるが、WOCAのその他の国ではこの比率は50%以上になっている。

ii) ウラン産業における雇用

表13には国別のウラン産業での雇用が示されている。大部分の国では雇用が1980年から1988年まで減少しているが、米国だけはこの減少が著しく大きくなっている。オーストラリアでは Olympic Dam鉱山が生産を開始した1988年に雇用が増加している。しかしながら、米国における雇用の減少はむしろ激し過ぎる程であった。米国のウラン産業における雇用は、1980年から1988年までに90%減少し、この期間の初めの年には約20,000人・年であったものが、この期間の終りには2,000人・年程度に減少した。

この同じ期間に、米国での年間1人当たりのウラン生産量は、1980年の0.84tUから1988年の2.4 tUへと増加している。カナダでは、それに相当する数字は、1980年が年間1人当たり1.17 tUで、1988年は年間1人当たり2.62tUとなっている。他の生産国では、被雇用者1人当たりの生産量が高くなっているという傾向ははっきり観察されない。しかし、表15に示されている不完全なフランスのデータによると、明瞭とはいえないであろうが、フランスでも同様な傾向が示されている。

第13表 現存の生産センターにおける雇用（報告に基づく）

(人・年)

国	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989 (予測)
アルゼンチン	700	700	650	650	630	630	630	600	590	580
オーストラリア	500	500	500	500	480	460	460	460	1,250	1,170
カナダ	6,100	n. a.	4,830	5,850	5,810	5,330	5,080	4,830	4,730	4,600
フランス	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	3,682	3,508	3,247	3,145	3,043	n. a.
西ドイツ	85	80	75	75	70	60	70	65	50	50
ポルトガル	614	598	573	549	535	519	506	487	460	450
スペイン	252	355	348	347	323	311	349	348	348	309
米国	19,920	13,680	8,970	5,620	3,600	2,450	2,120	2,000	2,140	2,000
ユーゴスラビア						420	460	470	490	490

C. 生産国における最近及び現在の開発状況

1986年から1988年までの3年の間、WOCA全体のウラン生産量は、かなり一定した水準に保たれ、37,208tUから36,628tUへとわずかに減少したにすぎない。しかしながら、1989年にはいくぶん目立つ減少が予想される。カナダではCamecoがRabbit Lake粗製錬所の大改修のため一時的に閉鎖する予定であり、南アフリカでは数か所の事業所が副産物ウランの生産を中止することが予想されている。

米国におけるウラン生産量の水準は、現在では年産4,000tUと5,000tUの間で落ち着いているように思われる。1981年に操業していた22の在来型粗製錬所のうちの3か所だけが、1988年末に操業を続けていた。大手の企業がウラン産業から撤退していく一方で、Rio Algomは、Kerr-McGee Corporation及びその100%子会社Quivera Mining Companyから、重要な鉱区を買収した。ソリューション・マイニングによる生産は、現在では、米国の全生産量の中でかなりの部分を占めるようになっており、その比率は今後さらに大きくなると思われる。

オーストラリアでは、1988年には2つの重要な出来事が注目される。すなわち、Nabariek鉱山で高品位貯鉱の粗製錬が1988年の半ばに終了し、低品位鉱石の粗製錬を始めたことと、Western MiningとBPのOlympic Dam鉱山が初期年産1,300tUの水準で1988年8月に操業を始めたことである。Olympic Dam鉱山は本来は銅鉱床であり、拡張後には、年間15万t程度の銅と4,000tU程度のウランを生産することができるであろう。

カナダは依然としてWOCA第一のウラン生産国であり、WOCA全体の生産量の約1/3を生産してい

る。カナダのウラン生産の2/3は、サスカチワン州北部の Athabasca ベーズン地域からであり、残りがオンタリオ州の Elliot Lake 地域からである。

1988年9月、カナダの2つの公営企業 Eldorado Nuclear Limited と Saskatchewan Mining Development Corporation が合併して、 Cameco - A Canadian Mining & Energy Corporation が誕生した。この新会社は7年の間に段階的に民営化されることになろう。1989年に Cameco は Key Lake 鉱山のオペレーターとなった。そして現在ではカナダのウラン生産量の約半分について利権をもっている。Athabasca ベーズンの東縁にある Cameco の Collins Bay A 及び D 鉱体と Eagle Point 鉱体の開発に必要な法規上並びに環境上の承認が取得され、Collins Bay A 及び D 鉱床の開発は延期されているが、Eagle Point 鉱床の開発は始まっている。

オンタリオ州では、Elliot Lake 地域での坑内における原位置浸出 (In-place leaching) が進められており、やがてこの地域の全生産量の20%以上が、この方法によって生産されることになるかもしれない。

1988年には2か国でウラン生産が中止になった。日本では人形峠でのバット・リーチングのパイロットプラントが閉鎖され、今後商業規模で生産することは計画されていない。ブラジルでは原子力業界が再編成されたために1988年はウラン生産が行われなかったが、将来は生産が再開されるであろう。ブラジルは、1981年以來 Poços de Caldas 鉱床から年間最大で 242tU の生産を行っていた。

D. 生産能力

本報告書を作成するために、ウラン生産国は、1) \$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なウラン資源に基づくものと、2) \$ 130/kgU 以下のコストで回収可能なウラン資源に基づくものについて、その生産能力の見通しを個々に作成するように要請された。南アフリカについては、南アフリカ原子力公社発行の "1987 Uranium in South Africa" からのデータが用いられている。

表14と表15には、現存及び決定済みの生産センター (A 欄) と計画中及び予測の生産センター (B 欄) の短期的及び長期的予測が示されている。図6は短期的見通しを図7は長期的見通しを示している。バーの下の部分は現存及び決定済みの生産センターの生産能力を表しており、上の部分は計画中及び予測の生産センターの追加能力を表している。図6及び図7のAは \$ 80/kgU 以下のコストで回収可能な RAR と EAR - I に基づいたもので、Bは \$ 130/kgU 以下のコストで回収可能な RAR と EAR - I に基づいたものである。

i) 現 状

1986年以来、WOCAの現存のセンターでの生産能力に、いくつかの追加が示されている。この中には、カナダのサスカチワン州にある Rabbit Lake 鉱山の拡張（年産1,400tUから2,600tUへ）の他、オーストラリアの新規の Olympic Dam 鉱山（年産 1,610tU）と Ranger 鉱山の拡張（年産 2,500tUから 3,200tUへ）が含まれている。しかしながら、いくつかの生産センターでは一時的閉鎖及び永久的閉鎖も行われている。米国では合計年間生産能力約 6,000tUに達する5つの生産センターが閉鎖され、南アフリカではいくつかの副産物ウラン生産施設が閉鎖され年間生産能力が約 1,000tU減少した。さらに、オーストラリアのNabarlek 鉱山では、さらに低品位貯鉱からの生産がかなりの低水準で継続されているものの、高品位貯鉱の粗製錬が1988年に終了した。その結果、WOCA全体の生産能力はおそらく年間 3,000tU程度減少した。

大部分の国については、現在の生産能力は、1988年と1989年のそれぞれの実際のあるいは予想される生産量に、よく反映されている。しかしながら、ナミビアとニジェールではそれぞれその生産容量から 400tUと 1,000tUを下回る生産を行っている。米国もまた生産能力以下の生産を行っており、その生産容量の多くは待機中かあるいは低稼働である。需要が少ないことと、それによって価格が安いことが、この低稼働の理由である。

表14は2005年までの現在及び将来の生産能力の推定値を国別に示したものである。WOCAの1988年のウラン生産能力の合計は、実際のウラン生産量36,600tUよりも数千t多かったかもしれない。

現在の生産能力は、\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能な資源に大きく依存しており、\$ 80~130/kgUのコストで回収可能な資源にのみ基づく生産能力は、ウラン価格が上昇するまでは、開発あるいは再開されることはないであろう。

ii) 2005年までの短期的予測

図6は、\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能な既知資源によって支えられる生産能力の予測について、次のような傾向を示している。

- 1990年には、現存及び決定済の生産センターの生産能力は、年産約43,000tUになるであろうが、計画中及び予測の生産センターは、全体に対してわずかな影響を与えるのみである。

第14表 短期的生産能力の予想

A : 現存および決定済センター

B : 現存, 決定済, 計画中, 予測のセンター

(10)

国	1990				1995				2000				2005			
	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII
アルゼンチン	150	150	150	150	180	180	180	180	230	230	230	230	230	230	230	230
オーストラリア	4,800	4,800	4,800	4,800	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500	8,500
ベルギー ^{a)} *	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
ブラジル*	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
カナダ	11,400	11,400	11,400	11,400	10,000	11,200	11,600	16,300	6,200	7,400	9,100	16,100	3,900	5,100	5,400	12,400
フランス	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920	3,920
ガボン*	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	0	0	0	0
西ドイツ	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
インド*	200	200	200	200	200	350	200	350	200	350	200	350	200	350	200	350
ナミビア*	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
ニジェール	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300
ポルトガル	160	160	160	160	160	320	160	320	150	330	150	330	150	300	150	300
南アフリカ	4,200*	4,400*	4,200 ^{b)}	4,400 ^{b)}	4,700*	6,400*	4,700 ^{b)}	6,400 ^{b)}	5,500*	8,800*	5,500 ^{b)}	8,800 ^{b)}	5,500*	10,000*	5,500 ^{b)}	10,000 ^{b)}
スペイン	225	225	225	225	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
米国	7,600	7,600	14,300	14,600	4,600	7,200	8,300	14,200	3,100	5,700	4,600	10,500	2,800	4,700	3,800	7,200
ユーゴスラビア	0	0	102	102	0	0	102	102	0	0	102	102	0	0	102	102
合計	42,400	42,600	49,202	49,702	42,755	48,565	48,157	60,767	38,295	45,725	42,797	59,327	34,195	42,015	36,797	51,997

I : 1989年1月1日現在\$80/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iによって支えられる生産能力

II : 1989年1月1日現在\$130/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iによって支えられる生産能力

a) : 輸入磷酸塩からのウラン

b) : 1987 Uranium in South Africa

* : 事務局の推定

第15表 長期的生産能力の予想

A : 現存および決定済センター

B : 現存, 決定済, 計画中, 予測のセンター

(tU)

国	2000				2010				2020				2030			
	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII	AI	BI	AII	BII
アルゼンチン	230	230	230	230	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*	230*
オーストラリア	8,500	8,500	8,500	8,500	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400	3,400
ベルギー ^{a)} *	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
ブラジル*	300	300	300	300	300	1,300	300	1,300	0	1,300	0	1,300	0	1,300	0	1,300
カナダ	6,200	7,400	9,100	16,100	3,900	3,900	5,400	10,000	470	470	470	470	470	470	470	470
フランス	3,920	3,920	3,920	3,920	3,000	3,920	3,000	3,920	1,000	2,500	1,000	2,500	0	1,500	0	1,500
ガボン*	1,500	1,500	1,500	1,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
インド*	200	350	200	350	200	350	200	350	0	500	0	500	0	600	0	600
ナミビア*	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	0	1,000	0	1,000	0	1,000	0	1,000
ニジェール	4,300	4,300	4,300	4,300	0	2,000	0	2,000	0	4,000	0	4,000	0	4,000	0	4,000
ポルトガル	150	330	150	330	150	300	150	300	0	150	0	150	0	0	0	0
南アフリカ	5,500*	8,800*	5,500 ^{b)}	8,800 ^{b)}	5,500*	11,000*	5,500 ^{b)}	11,000 ^{b)}	3,000*	10,000*	3,000 ^{b)}	10,000 ^{b)}	2,000*	9,000*	2,000 ^{b)}	9,000 ^{b)}
スペイン	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
米国	3,100	5,700	4,600	10,500	2,500	4,000	3,500	6,500	1,500	3,000	2,500	5,500	500	2,000	1,500	4,500
ユーゴスラビア	0	0	102	102	0	0	102	102	0	0	102	102	0	0	102	102
合計	38,295	45,725	42,797	59,327	23,575	34,825	26,177	43,497	10,495	27,445	11,597	30,047	7,495	24,395	8,597	26,895

I : 1989年1月1日現在\$80/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iによって支えられる生産能力

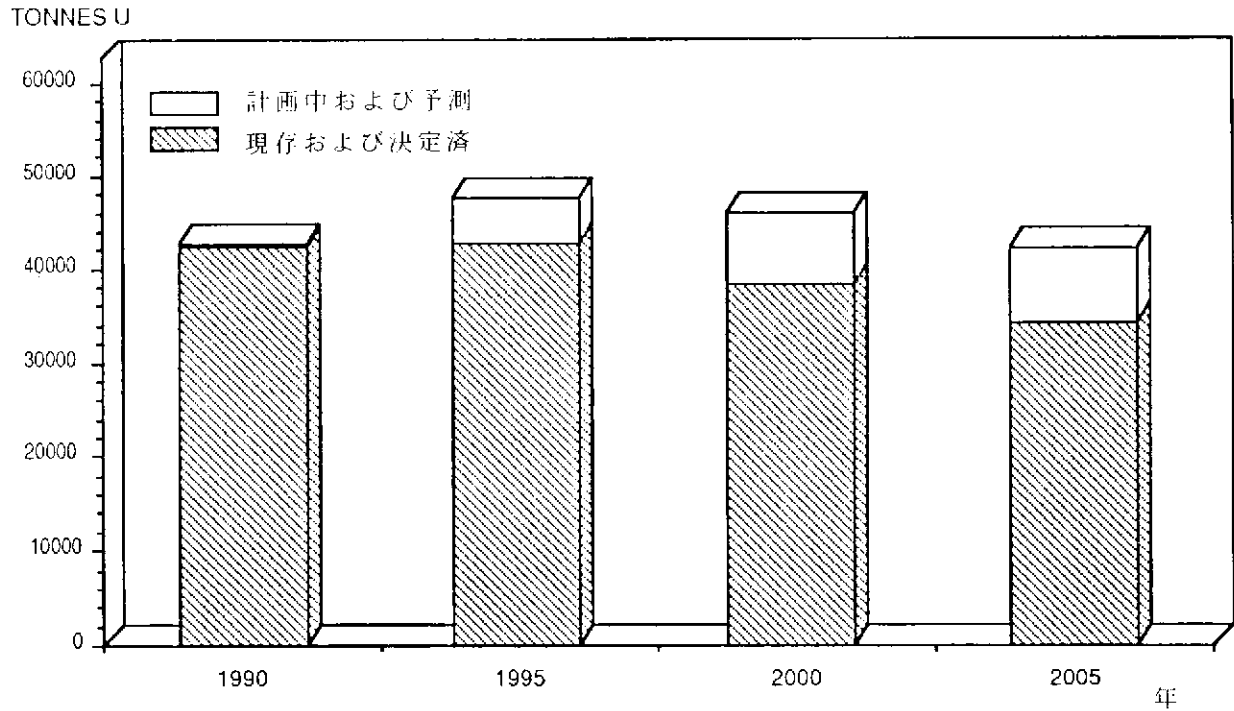
II : 1989年1月1日現在\$130/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iによって支えられる生産能力

a) : 輸入磷酸塩からのウラン

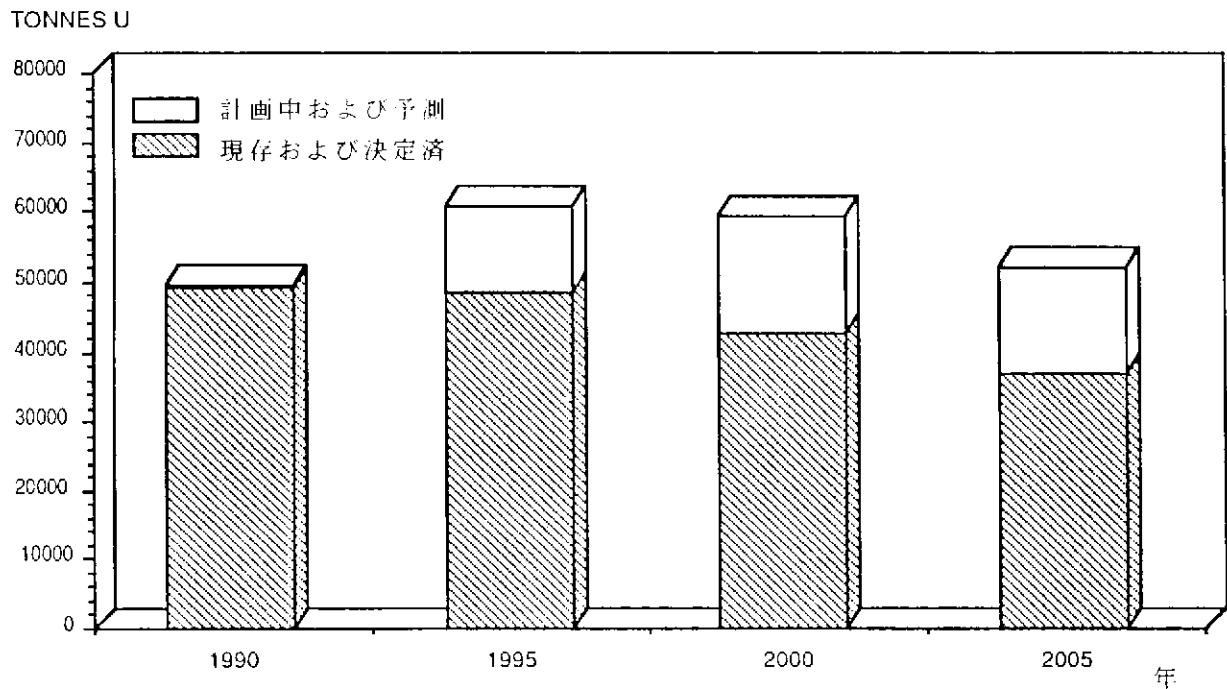
b) : 1987 Uranium in South Africa

* : 事務局の推定

A) \$ 80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの

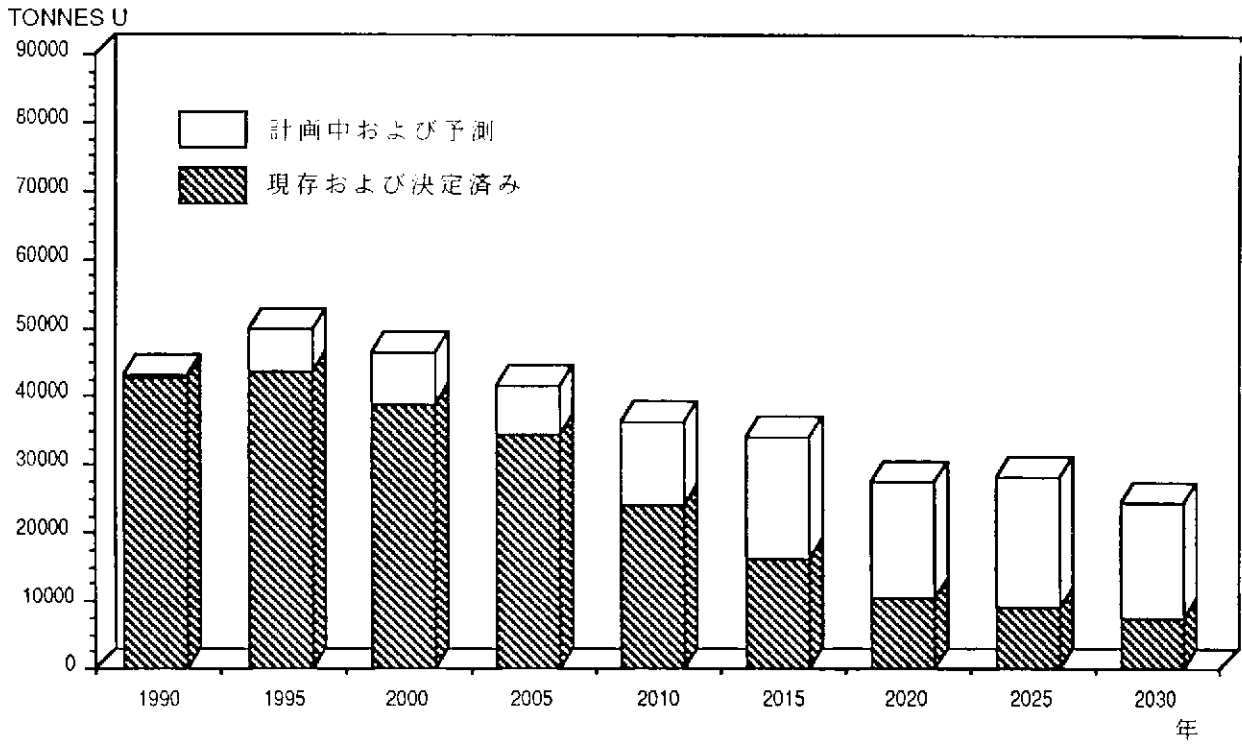


B) \$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの

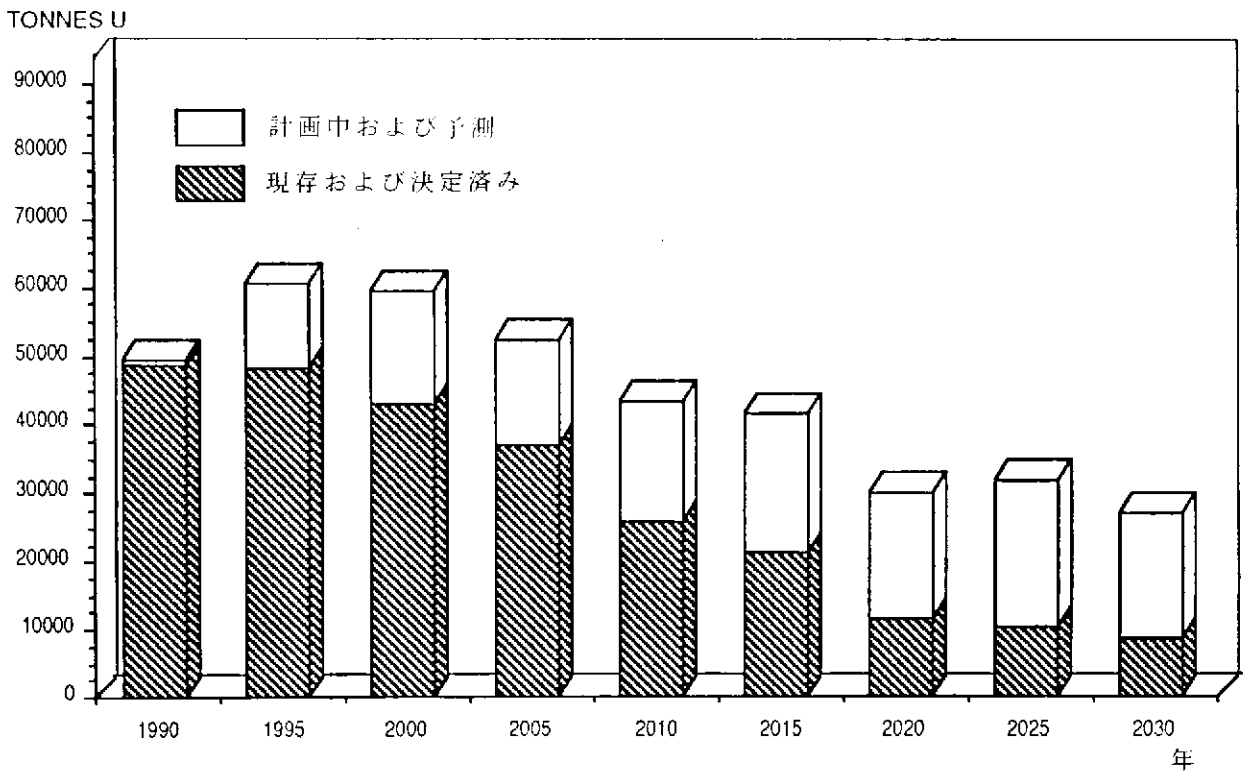


第6図 W O C Aの短期的年間ウラン生産能力

A) \$ 80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



B) \$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



第7図 W O C Aの長期的年間ウラン生産能力

- 1990年と1995年の間に、現存及び決定済生産センターの生産能力はほとんど変わらないが、計画中及び予測の生産センターが1995年までに生産能力を約 6,000tU増加させることになるであろう。
- すべてのクラスの生産センターの全生産能力は、1995年に年産約49,000tUのピークに達すると思われる。
- 1995年から2000年までの間に、現存及び決定済の生産センターの生産能力は約 4,500tU減少するであろうが、一方では計画中及び予測の生産センターから、2000年までに年産約 7,000tU以上が追加されるものと予想される。
- 2000年から2005年までの間については、すべての国がデータを提供しているわけではないが、以前に事務局が入手したデータで補完すると、2005年までに、現存及び決定済生産センターの年間生産能力は約 4,000tU減少するが、計画中及び予測の生産センターから約 8,000tUの年間生産能力が追加されることになろう。

1990年から1995年までの間の低コスト資源からの全生産能力の増加は、主としてオーストラリアと南アフリカの計画中及び予測の生産センターで操業を開始する可能性があるものに起因し、一方、1995年から2005年間の緩やかな減少は、主として米国及びカナダの現存生産センターを支えている埋蔵鉱量が枯渇することに起因している。

図6 Bは、もしも高コスト資源（\$ 80~130 /kgU）からの生産が行われるならば、生産能力は30%まで高くなるであろうということを示している。しかしながら、その傾向は図6 Aに示されているものと非常に似ている。低コストと高コストの資源によって支えられるすべてのクラスの生産センターの生産能力が最高水準の61,000tUになるのは1995年であろう。高コスト資源からの米国での生産は1990年から2005年まで実現可能と考えられていたが、そのような資源からのカナダの生産能力の追加は1995年までに可能であろう。

表14に示されているように、年間生産能力は、1990年には43,000tUから50,000tUまで、1995年には43,000tUから61,000tUまで、2000年には38,000tUから60,000tUまで、2005年には34,000tUから52,000tUまでの範囲である。生産能力の実際的水準は、計画中及び予測の生産センターがどれだけ建設されるかということや、生産が高コスト資源から行われるかどうか、もしそうならば、どの程度かということによって決まるであろう。

現存及び決定済生産センターの生産能力を上回るような生産能力は、もしも市場のインセンティブが早めに現れ、追加施設を開発するのに必要なリードタイムが十分に与えられるな

らば、必要とされる時にだけ操業が開始されるであろう。多くの場合、閉山していた生産センターは2年以内に再開できるし、既知ウラン鉱床での新規のインシチュリーチング操業は2～3年で生産を始めることができる。新しい鉱石処理プラントを備えた新規の坑内掘りあるいは露天掘りの大鉱山が操業を始めるには、5～10年のリードタイムが必要である。一方、探鉱を始めてから発見に成功して生産を始めるまでのリードタイムは、現在では10年以上になっている。

国別に述べると、次のような傾向を特記することが出来よう。

オーストラリアにおける生産能力の唯一の変化は、現存の生産センターすなわちRanger鉱山と Olympic Dam鉱山の拡張の可能性によって決まるが、それは市場の需要によるであろう。1990年の年産 4,800tUから1995年の 8,500tUへと、これら生産センターでの生産能力は75%の増加となる。オーストラリアからの生産能力の予測には、合計約25万tUと報告されている他の既知鉱床についての考慮はなされていない。

低コスト資源によって支えられている現存のカナダの鉱山の生産能力の予測では、1994年以降までは、年産12,000tUを大きく下回らない。しかしながら、これら生産センターへの高コスト資源の貢献を予測に含めた場合、その減少はさほど著しくはない。十分な市場と価格が与えられれば、計画中及び予測の生産センターが実際に生産を開始して、カナダの生産能力は1995年までに年産16,000tU以上の生産水準に達する可能性がある。

フランス、ガボン、ナミビア、ニジェールでは、1990年から2000年までの間は、報告されているどの分類でも変化は見られない。

南アフリカの現存及び決定済の生産センターの年間生産能力は、1990年の 4,200tUから2000年の 5,500tUへ増加する可能性がある。計画中及び予測の生産センターを含めた場合、2000年には10,000tUまで生産能力は増加する可能性がある。低コスト資源からの生産能力と高コスト資源からの生産能力の区別は行われていない。

スペインでは、1990年の年産 225tUの生産能力から、1995年、2000年、2005年の 850tUへと生産能力の著しい増加が示されている。

1990年の米国の生産能力の見通しは、低コスト資源によって支えられる現存及び決定済の生産センターでは年産 7,600tUであり、低コスト並びに高コスト資源によるものは、年産14,300tUである。1990年以降は、両方の資源分類とも生産能力が減少する。現存、決定済、計画中、予測の生産センターは、低コスト並びに高コスト資源からの生産能力として、年産12,000～14,000tUを1995年まで維持することができるであろう。その後は、これが減少を続

け、2005年には年産約7,000tUになるであろう。

iii) 長期的予測

表15と図7 A及びBは、短期的データの一部に加えて、2030年までの生産能力の長期的予測を示したものである。表15は、事務局による推定値によって補足されている。これは、それぞれ、低コスト資源からの生産能力、及び低コスト資源と高コスト資源からの生産能力の予測を示している図7 A及びBを作成するためである。

既知資源から可能な生産能力は21世紀の始めまでは減少を続けるであろう。現時点での最善の推定は、4つのクラスのすべての生産センターからの全生産能力は1995年に達成される最高水準を超えることはないであろうということである。2030年までに、低コスト資源からの生産能力は、年産約24,000tUへと減少しているであろう。そしてもしも高コスト資源からの生産が可能であるならば、その生産能力は約27,000tUへ減少することになるであろう。しかしながら、現在の予測を1986年版レッド・ブックのそれと比較してみると、以前の予測では、2000年以降には既知資源からの生産能力は現在の予測よりも急激に減少するとしていたことがわかる。

オーストラリアで既に生産を行っている鉱床のほかに、既知資源として合計約25万tUとその所有者によって報告されている鉱床がいくつかあるということを思い起こす必要がある。しかしながら、オーストラリア政府の政策によって、これらの鉱床からの輸出は許可されていない。したがって、これらの資源はここでは将来の生産能力の推定には考慮されていない。

第Ⅳ部 ウランの需要

第一次石油危機の直後、1970年代の半ばから末にかけて、原子力は多くの工業国において、化石燃料や減少しつつある水力資源からのエネルギー生産に対する歓迎すべき代替エネルギーと見なされた。原子力開発計画がOPEC石油への依存度を減らすために、強力に進められた。多くの原子力発電所の建設発注やその開始と共に、ウランの需要は1970年代には2倍になり、1980年までに年間約30,000tに達した。続いて起こった景気後退の間に、そして一部には、エネルギー節減対策に対応し、エネルギー消費の伸びは著しく鈍化した。電力需要の伸びの鈍化は全エネルギー需要の伸びのそれと比較し劇的ではなかったが、各国の多くの原子力開発計画はその勢いを失ってしまった。その結果として、ウランの需要量の増加は、現在では、以前に予想していたよりもかなり低くなっている。

ウランの唯一の重要な商業上の最終使用目的である商品、すなわち電力生産のために原子炉に燃料として供給するものであるという事実にかかわらず、他のいかなる経済の指標を予測するのと同じように将来のウラン需要を予想することは難しい。ウラン需要の不確かさは、次に述べる要因を予測する困難さに関係しているとみることができる。

- 国内総生産(GDP)の成長率で測られる全般的な経済成長。経済成長自体がある程度エネルギーの利用可能性に依存している。
- 世界の各地域での経済の各分野のエネルギー強度、これは国内総生産との組合せでエネルギー需要の程度を示す。
- 経済成長に関する電力需要の弾性、これは、例えば一方では節減対策からの、他方では重工業から高度技術とサービス産業への移行などによる、潜在的なエネルギー節減の程度を示す。
- 全エネルギー需要に占めるパーセンテージとして示されるエネルギー市場での電力の浸透度。
- 電力市場での原子力エネルギーの浸透度、したがって原子力エネルギーが電力生産の他の手段を置き代える可能性。
- 各種の原子炉タイプにおけるウラン燃料の効率。
- 原子炉での再処理ウランとプルトニウムのどちらか一方あるいは両方の使用。
- 高速増殖炉導入の速度。

最近では、原子力のパブリックアクセプタンスが、その開発を妨げる重要な要因となっており、

特に1986年4月のチェルノブイリ事故以来、いくつかの国での、原子力計画のスローダウンの原因となっている。一般公衆の信頼を得るためにかなりの努力がなされてきているが、将来、より多くのパブリックアクセプタンスが形成されるかどうかを予測することは難しい。

本報告書では、将来のウラン需要に対して2つの予測が立てられている。その一つは各国への質問状に対する返事に基づいて作られた2005年までの期間の短期的予測であり、もう一つは世界の各地域の電力需要シナリオ、原子力エネルギーの市場への浸透度の高低、及び原子力発電の需要シナリオに適用される異なる原子炉戦略を設定した2つのNEAの専門家グループの作業を基礎とする2030年までの長期的な予測である。これらのデータを基にして、原子炉関連ウラン必要量*が燃料サイクルのすべての段階における需要量とリードタイムを考慮した上で計算された。この予測は、低シナリオと高シナリオの両方に対して緩やかな成長を示しており、実際に達成し得るものと技術的に可能であり得ないものとを反映していると考えられる。

仮説としては可能性があるが、原子力発電所建設のモラトリアムが広まることについては考慮していない。また、これら専門家グループは、化石燃料の燃焼によって炭酸ガスの大気圏への放出が増大しそれに続いて起こる温室効果を避けるため、原子力エネルギーがその重要な役割を果たすよう求められる可能性に関連した需要シナリオについても特に考慮していない。その方向へ導く政策によって、ウラン需要の高予測を超える結果となる可能性がある。

需要予測に用いられた方法論の詳細については、この章のC節及び付録7を参照されたい。

A. 原子力発電設備容量及び関連ウラン必要量

1987年と1988年の間に、WOCAの原子力発電設備容量は255GWeから264GWeへ増加した。その差9GWeは、年間成長率として1.7%を表している。その同じ年の原子炉関連ウラン必要量のそれぞれの推定値は、約37,500tUと約40,600tUであった。1985年と1986年の原子炉関連ウラン必要量推定値はそれぞれ36,100tUと36,270tUであり、これは原子力発電設備容量でいえば、それぞれの年に222GWeと237GWeである（表16、表17を参照）。

1989年には、WOCAにおけるウラン必要量の推定値が約1,000tU増加することが予想される。このように徐々にではあるが、ウラン需要量は着実に増加している。1988年末現在、WOCAには354基の原子炉があり、その設備容量の合計は264GWeである。またこれらの原子炉は引続きウランを

* 原子炉関連必要量は、生産センターにおけるウラン需要量と等しいと見ることができる。それには精製、転換、濃縮、燃料加工、サイトでの貯蔵について適切なリードタイムといった要因が考慮される。

第16表 2005年までの原子力発電設備容量

(MWe)

国	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2000	2005
アルゼンチン	935	935	935	935	935	935	935	935	935	1,640	1,640	1,640
ベルギー	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,425	5,200
ブラジル	630	630	630	630	630	630	630	1,880	1,880	1,880	1,880	3,100
ブルガリア ^{a)}	1,630	1,630	2,550	3,540	3,540	3,540	4,500	4,500	5,440	5,440	5,440	5,440
カナダ	11,000	11,800	11,900	12,800	13,700	14,600	15,400	15,400	15,400	15,900	15,900	18,000
チェコスロバキア	3,080	3,520	3,520	3,520	3,960	4,400	6,280	6,280	7,280	8,280	9,280	12,280
フィンランド	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
フランス	44,700	49,400	50,000	53,000	56,000	57,000 ^{b)}	58,000 ^{b)}	59,000 ^{b)}	61,000 ^{b)}	63,000	64,000	66,300
西ドイツ	19,200	19,200	21,700	22,900	22,900	22,900	22,900	22,900	22,900	22,900	24,300	24,300
インド ^{a)}	1,230	1,230	1,230	1,700	1,700	2,170	2,170	2,170	2,170	2,640	7,580	10,580
イタリア ^{a)}	1,273	1,273	1,120	1,120	0	0	0	0	0	0	0	0
日本	25,800	28,000	28,000 ^{b)}	29,800 ^{b)}	31,500	33,300 ^{b)}	35,200 ^{b)}	37,000 ^{b)}	38,100 ^{b)}	40,700	53,000	61,000
韓国	4,800	5,700	6,700	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	7,600	8,600	12,300	12,300
メキシコ	0	0	0	650	650	650	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
オランダ	500	500	500	510	510	510	510	510	510	510	510	0
パキスタン	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
南アフリカ	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842	1,842
スペイン	5,811	5,811	7,951	7,951	7,951	7,951	7,951	7,951	7,951	9,021	10,091	12,100
スウェーデン	9,649	9,649	9,926	9,926	9,926	9,926	9,926	9,926	9,926	9,926	8,300 ^{b)}	4,000
スイス	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	2,996	3,921	3,921
イギリス	7,100	8,800	10,000	10,000 ^{b)}	11,200	11,200 ^{c)}	11,200 ^{c)}	11,200 ^{c)}	10,800 ^{c)}	10,800	12,700	1,1000
米国	86,000	94,000	95,000	97,000	97,000	102,000	102,000	102,000	102,000	102,000	103,000	103,000
ユーゴスラビア	632	632	632	632	632	632	632	632	632	632	632	632
その他WOCA ^{f)}	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	4,924	6,824	7,824
OECD合計	221,754	239,154	246,818	255,728	261,408	270,108	273,808	276,608	279,308	285,478	303,447	311,121
WOCA合計	236,872	255,172	263,836	274,766	280,446	289,616	293,966	298,016	300,716	309,061	303,570	350,464
非WOCAからの報告	4,710	5,150	6,070	7,060	7,500	7,940	10,780	10,780	12,720	13,720	14,720	17,720
総計	241,582	260,322	269,906	281,826	287,946	297,556	304,746	308,796	313,436	321,781	352,290	366,184

^{a)} IAEAによる推定^{b)} NEA事務局により改変^{c)} 低成長予測に基づき NEA事務局により改変^{d)} NEA事務局による推定^{e)} NEA ブラウン・ブック^{f)} 台湾(中国)を含む

第17表 2005年までの原子炉関連年間ウラン必要量

(tU)

国	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2000	2005
アルゼンチン	114	126	109	100	147	150	148	235	189	180	230	180
ベルギー	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	895 ^{a)}
ブラジル	110	110	110	110	110	110	110	300	300	300	300	500
ブルガリア ^{b)}	390	390	600	850	850	850	1,000	1,000	1,300	1,300	1,300	1,300
カナダ	1,400	1,600	1,700	1,800	1,900	1,900	1,900	2,000	2,000	2,000	2,000	2,300
チェコスロバキア	761	863	863	863	956	1,049	1,235	1,235	1,749	2,263	2,777	3,805
フィンランド	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
フランス	6,200 ^{c)}	6,200 ^{c)}	6,050	7,200	6,750	7,600	6,600	7,400	6,750	7,000	8,000	7,600 ^{d)}
西ドイツ	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,300	3,500	3,500
インド ^{b)}	230	230	230	315	315	400	400	400	400	480	1,400	1,900
イタリア ^{c)}	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
日本	4,800	6,000	6,400 ^{d)}	6,600 ^{d)}	6,900	7,100 ^{d)}	7,300 ^{d)}	7,600 ^{d)}	7,800 ^{d)}	8,000 ^{d)}	9,200	12,800 ^{a)}
韓国	1,190	1,390	840	1,040	1,070	1,270	1,470	1,620	1,420	1,880	1,820	1,820
メキシコ	0	0	0	145	112	98	98	268	211	223	216	216
オランダ	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	280 ^{a)}
パキスタン	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
南アフリカ	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270	270
スペイン	1,019	1,300	1,251	1,100	1,300	1,150	1,550	925	1,350	1,250	1,670 ^{b)}	2,150 ^{a)}
スウェーデン	1,148	1,325	1,500	1,400	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,300	1,220 ⁽¹⁾	600 ^{a)}
スイス	566	570	529	529	537	537	532	532	532	532	680	680
イギリス	1,500	1,550	1,700	1,900	1,900	1,850	1,800	2,200	1,600	1,700	1,700	1,900
米国	11,850 ^{a)}	11,150 ^{a)}	14,190	13,350	13,420	13,350	12,540	13,500	12,770	12,770	14,080	13,620
ユーゴスラビア	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
その他WOCA ^{a)}	740	740	740	740	740	740	740	740	740	740	1,030	1,100
OECD合計	33,499	34,520	38,148	38,704	39,032	39,812	38,547	40,482	39,127	39,377	43,575	46,805
WOCA合計	36,270	37,503	40,564	41,541	41,913	42,967	41,900	44,432	42,774	43,567	48,958	52,908
非WOCAからの報告	1,151	1,253	1,463	1,713	1,806	1,899	2,235	2,235	3,049	3,563	4,077	5,105
総計	37,421	38,756	42,027	43,254	43,719	44,866	44,135	46,667	45,823	47,130	53,035	58,013

a) ブラウン・ブックのデータ

c) 事務局による推定

d) 台湾(中国)を含む

e) 濃縮フィードの引渡し

b) IAEAによる推定

d) 国別に提供された推定値の改変

f) 低成長容量に基づく

必要とする。したがって、現在成熟している原子力産業は、穏やかな増加という見通しを持ち、安定したウラン需要を期待することができるであろう。

B. 2005年までの原子力発電の成長及び関連ウラン必要量

短期とも表現されている1988年から2005年までの期間について、大部分の国が原子力発電設備容量と原子炉関連必要量について、自国の予測を提出している。そのようなデータが入手できない部分については、事務局が最善と思う推定値を使用している。

表16は、2005年までの原子力発電設備容量の国別の予測を要約したものである。予測期間を通して緩やかで安定した成長が示され、その最終年には現在よりも30%高い水準に達するとされている。平均すると年間成長率は約1.8%と予想されている。年間成長率は1988年から1989年までの4%以上から、今世紀末に向かっての約1%という範囲になっている。

原子力発電計画をもっている大部分の国がその計画を続けてゆくであろうということは、一般に予想されている。これらの国々は、しばしば原子力発電を利用しない国と協力して、原子力プラントの安全性を維持し、高めてゆくための可能な限りの努力を行っている。さらに、放射性廃棄物を安全に、そして適時に管理することができることを示す方向へ主要な活動も行われている。これらの分野で成功することが、原子力への将来の投資予測を高めるのに重要であろう。

現在のところ、原子力発電の追加見通しはフランスと極東が最もよい。米国では、現在建設中の一部の発電所は今後2年以内に完成する予定になっている。しかしながら、1978年以降米国では新しい発電所の発注が行われていないので、今世紀末までは、それ以上の原子力発電所が運転を開始することはないであろう。

一部の国では、原子力発電計画が次に述べるような個々の要因の影響を受けている。すなわち、1980年代初めからの景気後退とそれに続く電力需要成長率のスローダウンに伴う設備過剰、許可手続が長引いたり発電所のプラントの改良を必要とするような許可条件の変化の結果としてしばしば発電所の建設費が超過すること、環境論者による反対、チェルノブイリ事故以来公衆の意見が原子力反対へと動いたこと、そしてこれら要因のいくつかが組み合わさっていること、などである。

原子力発電計画が再び促進されるためには、今世紀の終わりまで、一部の国を除くすべての国の原子力産業が原子力開発に関連する現在の困難さを乗り越えてゆく必要があるということは広く認識されている。

表17は、回答した国々が予想している2005年までの原子炉関連ウラン必要量を要約したものである。1988年のWOCAにおける年間ウラン必要量は、1986年の水準を4,300tU上回っており、年間増加量は2,150tUに相当する。1988年から2005年まで、必要量は年間平均約950tU増加するものと思われる。

原子炉関連ウラン必要量は、少なくとも短期的には、緩やかで安定した原子力発電の成長に密接に従ってゆくであろう。しばらくの間おそらく1995年までは（第V章B節を参照）、多くの市場参加者が過剰在庫からのウランを入手できるので、ウラン需要は引続き低迷を続けるであろう。

回収したプルトニウムをMOX燃料としてリサイクルすることは（また多少の再処理ウランをウラン燃料またはMOX燃料としてリサイクルすることは）、一部の国では実用化が普通となるであろう。そこで使用される量は少ないため、このことによってウラン需要量が大きく変化することはないであろう*。

燃料の設計と管理の進歩によって、キロワット時当たり多少のウラン節約が行われてきており、今後のウランの経済性に対する可能性が生まれている。しかしながら、現時点ではこの領域における努力は、主として、原子炉運転における全体的なコスト削減に向けられており、核燃料サイクルにおけるウラン節約にはそれほど重きをおかれていない。現在のような低いウラン価格のもとでは、ウランを節約するための設計や手順がそのこと自身にコストがかかることになるかもしれないためウラン節約が促進されることはない。

2005年までは天然ウラン必要量の減少についての可能性は無視できないが、実際にはその影響は小さいものと思われる。さらに、そのような影響についての調整はそれぞれの国の回答の中で既に盛り込まれているであろう。

C. 2030年までの原子力発電の成長及び関連ウラン必要量

i) 予測をするために用いられた方法

この章の始めに指摘したように、原子力発電の将来は多くの不確実性によって影響を受ける。エネルギー、電力、原子力開発の動向に急激な変化が起こる可能性がかなり大きいと思われるこの時期に、ウラン需要の予測を行うために傾向の分析に基づく複雑なコンピュータ

* 再処理容量を現在の水準である年間の使用済み燃料約3,000tから、2005年までに約5,600tに増加するということが計画されている。しかしながら、この目標が達成できるかどうか、ひとたび再処理プラントが完成したときにその設備稼働率がどうなるかということについては、不確かである。

ー・モデルを用いることは適切ではないと考えられた。それゆえ、原子力開発のもっともらしい道程を論証可能に表わすシナリオを作成するために、より単純な分析法を用いることが決定された。原子力発電の予測に対するこれらのシナリオは、現実的に何が達成可能であり、技術的に何が不可能であるかを示すことに注意して作成された。

長期的電力予測に関する NEAのワーキンググループ (NEA Working Group on Long Term Electricity Forecasting: WGLTF) が、WOCAの3地域、すなわち、OECD-ヨーロッパと太平洋地域、OECD-北米地域、WOCAの発展途上国のそれぞれに対して、電力消費の中心的な予測を作成した。これは世界エネルギー会議 (World Energy Conference: WEC) のデータから引き出された控え目な経済の仮定を基にして作成された。OECD諸国に対しては2030年までの国内総生産の年間成長率として2.6%が用いられ、WOCAの発展途上国に対してはその成長率として3.2%が適切なものと考えられた。

国内総生産成長率に対する電力成長率の弾力値は、節減対策が現在重要な役割を演じておらず、また予見される将来においても採用されるとは思われない発展途上国に対しては、1.0という係数が用いられている。

一方、OECD諸国に対する弾性値は、2000年以後の初期の年には0.7とし、2030年の0.5へと小さくなってゆくものとしている。

その結果求められる2000年と2030年間の電力発電量の予測が、電力市場への原子力の浸透度を模擬するためロジスティック関数を用い、OECDにおける原子力発電量の2つのシナリオの作成に用いられた。“低成長”のシナリオでは、OECD-北アメリカについては、原子力発電の長期的シェアは20%で、現状との差の1/2に達するには20年かかるものと仮定している。OECD-ヨーロッパ・太平洋地域については、その値はそれぞれ40%と20年を仮定している。“高成長”シナリオでは、OECD-北アメリカについては、原子力発電のシェアは最終的には25%に達し、現状との差の1/2に達するには17年かかるとしている。OECD-ヨーロッパ・太平洋地域についてのそれぞれの値は60%及び20年としている。

このワーキンググループはWOCAの発展途上国で原子力発電所を建設するのに異なる側面の制約があることを承知していた。したがって、原子力発電量の予測は全発電量からは求めている。原子力発電容量の増加の可能性について、国別に評価が行われた。その後、原子力発電量については、原子力発電設備容量の推定に基づき年別に推定されている。電力の全発電量と原子力発電量との間には数学上の関連はない。

原子力発電量からウラン必要量を計算するに当たって、原子炉戦略とそのウラン必要量に

関するワーキンググループ（Working Group on Reactor Strategies and Their Uranium Requirements: WGRSU）は、発電電力のTWh当りのウラン消費量を計算するために、将来における原子炉展開の道程を作成した。次の3つの案が考慮された。

基本的なケースとして、このグループは軽水炉戦略を採用し、PWR（燃料の燃焼度を高めた）を2/3、CANDU炉の現在のシェアを維持する余裕を残して、1/3弱をBWRとする組合せを仮定している。この戦略においては、プルトニウムは、電力事業者によって明確に計画されている程度の小規模で、MOX燃料としてリサイクルされる。

第2のケースでは、現在の在庫から引き出されるプルトニウムを含め、現存及び計画の確定している再処理プラントの最大容量で生産されるプルトニウムが、リサイクルされる。

第3のケースでは、OECD ヨーロッパ・太平洋地域で、商業用の高速増殖炉の導入が2020年に始まり、10年以内に新しく建設される全原子炉がこのタイプであると想定している。

ii) 結果

表18に、WOCAの3地域、OECD-ヨーロッパ・太平洋地域、OECD-北アメリカ、WOCAの発展途上国の原子力発電設備容量についての、1990年から2030年までの低成長並びに高成長の原子力発電需要シナリオが示されている。

現在の低成長並びに高成長の予測は両方とも、1986年版レッド・ブックでの予想よりも低くなっている。現在原子力発電は、2000年の338GWeから、2030年には低成長シナリオで600GWe、高成長シナリオで860GWeへ増加すると予測されている。1986年版レッド・ブックで示されたものは、2000年では低成長の400GWeと高成長の500GWe、2025年では低成長の675GWeと高成長の1,555GWeであった。

表19に示されているように、軽水炉戦略に対する年間ウラン必要量は、低成長シナリオと高成長シナリオそれぞれ、2000年には52,000tUと58,000tU、2030年には73,000tUと109,000tUと予測されている。1986年版レッド・ブックでの数字は、低成長シナリオ並びに高成長シナリオのそれぞれ、2000年に62,000tUと81,000tU、2025年に106,000tUと258,000tUであった。

第2の戦略では、OECD-北アメリカ・太平洋地域でのウラン節約は年間約4%という結果になるが、OECD-北アメリカやWOCAの発展途上国での再処理容量は考えられないために、WOCA全体でのウラン節約は約2%になる。それゆえ、この戦略では予測は大きく変わることがないと結論される。したがって、ここにはその結果を示さないことにする。

第18表 長期的原子力発電容量
(GWe)

低需要シナリオ

年	OECD-ヨーロッパ・ 太平洋地域	OECD- 北アメリカ	その他WOCA	WOCA合計*
1990	146	112.5	18.9	277.4
1995	161.9	118.6	23.3	303.9
2000	173.8	118.8	30	327.6
2005	202	132	34	368
2010	230	145	40	415
2015	255	160	45	460
2020	285	175	50	510
2025	320	185	55	560
2030	350	195	60	600

高需要シナリオ

1990	146	112.5	17.9	276.3
1995	161.9	118.6	28.6	309.2
2000	178.7	118.8	31.5	329
2005	228	138	46	412
2010	285	160	65	510
2015	330	180	85	595
2020	380	200	105	685
2025	430	220	125	780
2030	480	240	145	860

* それぞれが概数であるため、合計の合わないものがある。

第3の戦略では、OECD-ヨーロッパ・太平洋地域では、2030年には年間ウラン節約量は25%になる。WOCA全体に対しては、FBR戦略に関連する年間ウラン節約量は2030年には約12%になる。なぜならば、この戦略において、OECD-北アメリカとWOCAの発展途上国では、FBRは導入されないからである。21世紀の最初の20年間のウラン必要量の減少は軽水炉にMOX燃料を使用することによるが、この第3のケースは高速増殖炉戦略と言われている。

図8は、WOCAの原子力発電設備容量の総計を表わしている。1990年から2030年までのこれに関連するウラン必要量（軽水炉戦略と高速増殖炉戦略）は、表19と図9に示されている。

全体として、低成長シナリオと高成長シナリオの間の拮抗りはあまり大きくはない。しかしながら、選択されたシナリオは範囲の両極端を表わしているものではないということを強調する必要がある。温室効果ガスの放出を制限するという事から生ずるシナリオから引き出される原子力発電容量予測のような代案は考慮されていない。同様に、原子力発電のモラトリアムを組み入れたシナリオは考えにくいので考慮されていない。ウラン必要量の累計は表20及び図10に示されている。

原子法レーザー濃縮（Atomic Vapour Laser Isotope Separation: AVLIS）技術の可能性についての以前の議論の中で、天然ウランからU-235を回収する効率が非常に高いので、その導入がウラン需要量に著しく影響を与えるであろうと言われていた。現存のガス拡散法及び遠心分離法による濃縮工場からの濃縮テイルは、AVLIS技術を用い残っているU-235の大部分を回収するための潜在的な供給原料となるかもしれないということも注目された。現在の試算によると、テイルアッセイ中のU-235が0.2%以上の場合に、AVLIS技術による分離作業は現在用いられている他の方法よりもコストが安いと言われている。最近の分析によれば、テイルアッセイが低い場合には、コスト上の有利さが大きいとは思われないとのことである*。さらに、AVLISを用いた分離作業のコストが安い場合でも、“最適な”テイルアッセイは、主として天然ウランの価格によって決まるであろう。それゆえ、以前の提唱とは反対に、この技術の導入が天然ウランの需要に大きく影響を与えるとは考えられない。

* 例えば、“AVLIS Programme Powers Ahead in the United States”, Sewell and Haberman, Nuclear Engineering International, October 1988, P17のテイルアッセイの仮定。

第19表 長期的年間ウラン必要量 (tU/年)

軽水炉戦略

低需要シナリオ

年	OECD-ヨーロッパ・ 太平洋地域	OECD- 北アメリカ	その他WOCA	WOCA合計*
1990	21,200	16,700	3,600	41,500
1995	23,700	18,200	5,400	47,200
2000	26,200	20,200	6,300	52,700
2005	28,000	21,000	7,000	56,000
2010	30,000	22,000	7,500	59,500
2015	31,000	23,000	8,000	62,000
2020	32,000	23,500	8,000	63,500
2025	36,000	25,000	8,500	69,500
2030	37,000	26,500	9,000	73,000

高需要シナリオ

1990	21,200	16,700	3,600	41,600
1995	24,200	18,300	5,800	48,400
2000	29,400	21,000	8,100	58,400
2005	33,000	23,000	10,500	68,500
2010	39,500	25,000	13,000	80,000
2015	42,000	26,500	15,000	83,500
2020	46,000	27,500	17,000	90,500
2025	51,000	30,000	19,000	101,000
2030	55,000	32,500	21,000	109,000

高速増殖炉戦略

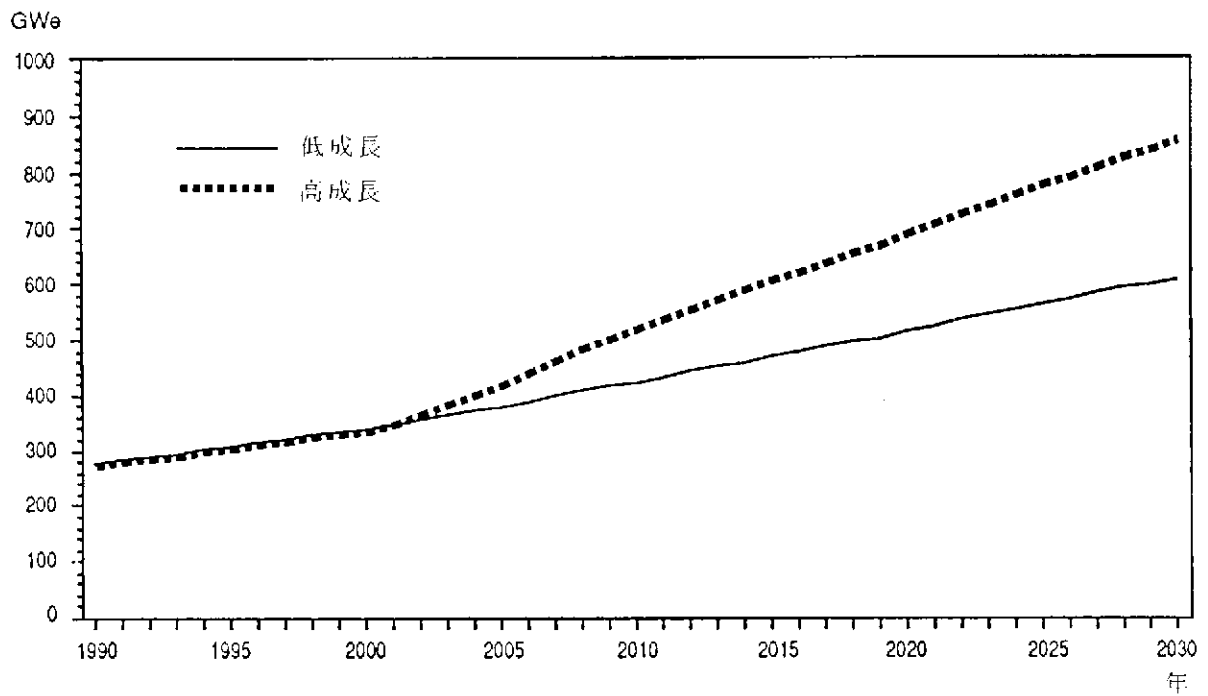
低需要シナリオ

年	OECD-ヨーロッパ 太平洋地域	OECD- 北アメリカ	その他WOCA	WOCA合計*
1990	21,200	16,700	3,700	41,600
1995	23,700	18,200	5,400	47,200
2000	25,900	20,200	6,300	52,400
2005	27,000	21,000	7,000	55,000
2010	28,500	22,500	7,500	58,500
2015	29,500	23,000	8,000	60,500
2020	29,000	23,500	8,000	60,500
2025	27,000	25,000	8,500	61,000
2030	28,000	26,000	9,000	64,000

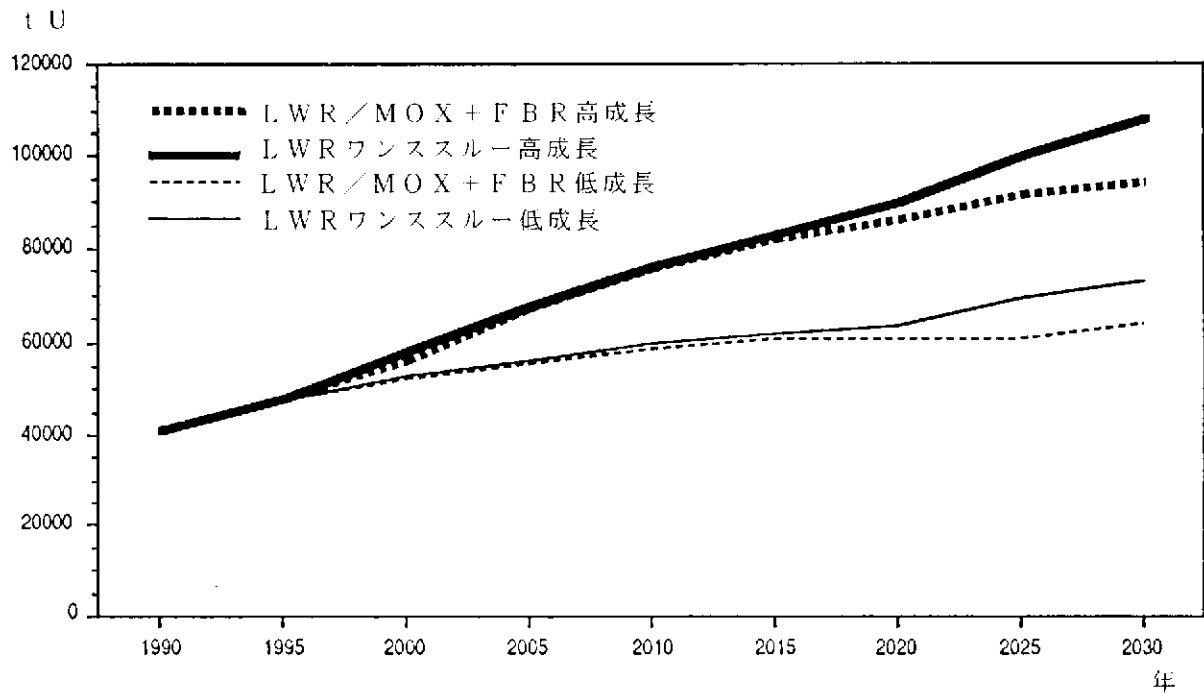
高需要シナリオ

1990	21,200	16,700	3,700	41,600
1995	24,200	18,300	5,800	48,400
2000	29,300	21,000	8,000	58,300
2005	34,500	23,000	10,500	68,000
2010	59,000	25,000	12,500	76,500
2015	41,500	26,500	15,000	83,000
2020	42,500	27,500	17,000	87,000
2025	43,000	30,000	19,000	92,000
2030	41,000	32,500	21,000	95,000

* それぞれが概数であるため、合計が合わないことがある。長期的予測を行うのに用いられた方法のために、1990年から2000年までに対しては、合計は、表17のものとはわずかに異なる。



第 8 図 W O C A の原子力発電設備容量予測 (1990年～2030年)



第 9 図 W O C A の年間ウラン必要量 (1990年～2030年)

LWRワンススルー戦略とLWR/MOX-FBR戦略
それぞれの高成長ケースと低成長ケース

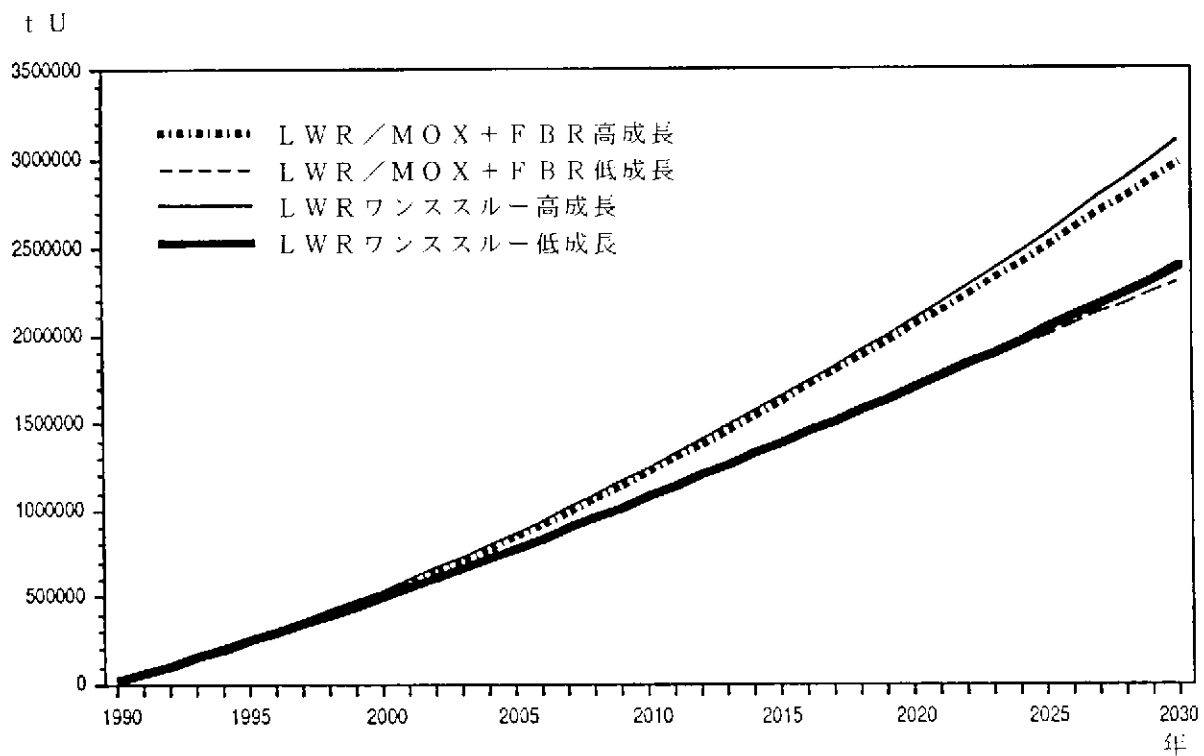
第20表 累積ウラン必要量

軽水炉戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		低	高	低	高	低	高	低	高
OECD 北アメリカ	17	201	204	416	437	648	703	898	1,007
OECD-ヨーロッパ ・太平洋地域	21	261	272	546	627	856	1,053	1,212	1,569
WOCAの発展途上国	4	58	64	127	171	206	322	293	515
WOCA合計	42	520	540	1,090	1,235	1,710	2,078	2,403	3,091

LWR/MOX+FBR戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		低	高	低	高	低	高	低	高
OECD-北アメリカ	17	201	204	416	437	648	703	898	1,007
OECD-ヨーロッパ ・太平洋地域	21	260	271	537	622	830	1,035	1,112	1,462
WOCAの発展途上国	4	58	64	127	171	206	322	293	515
WOCA合計	42	519	539	1,080	1,230	1,684	2,060	2,303	2,984



第10図 W O C A の累積ウラン必要量 (1990年～2030年)
LWR ワンススルーおよびLWR/MOX+FBR 戦略

第V部 ウランの需要と供給

A. 現状

1. 序文

1985年以来、原子炉関連ウラン必要量の予測は、実際のウラン生産量を上回っている。このことは、新規のウランに対する市場の需要が、転換・濃縮・燃料加工などのための必要量を含む原子炉関連ウラン必要量と適正在庫を維持するのに必要なウラン量とを合わせたものであるために起こっている。換言すれば、新規生産物に対する市場の需要が、原子炉関連必要量と在庫への追加を合わせたものに等しいために起こっている。在庫が不必要に高い水準に達しているときには、在庫からのウランを原子炉に供給することができる。そのときには、適正在庫を維持するために必要なウランの量はマイナスとなる。すなわち、新規生産物に対する市場の需要は原子炉関連必要量から在庫取り崩しを差し引いたものである。これが1985年以来の状態である。

1987年のウラン生産量は36,691tUで、1988年にはわずかに減少して36,628tUとなっている。その同じ年の必要量は、それぞれ、37,503tUと40,564tUであった。1985年から1988年までを合計すると、約5,000tUのウランが、生産によって供給されておらず、おそらく在庫から取り崩されたものであろう。

北アメリカにおける1989年1月2日のカナダと米国の間の自由貿易協定(FTA)の発効は特に重要な出来事であった。カナダに対してFTAは、米国の原子力法のもとで課せられる外国産ウランの濃縮制限及び新しい法律によって課せられるかもしれない輸入制限からも、カナダ産のウランが免除されることを保証している。米国に対してFTAは、米国の電力事業者がカナダのウランへ接近することを保証し、また米国の精製業者や転換業者がカナダの輸出ウランの大部分に関連する転換事業での競争ができることを保証している*。北アメリカ以外では、他の国、特にオーストラリアからのウラン輸入制限の目標は、現在のところ米国のウラン産業にとっては、達成されそうには思われない。しかしながら、南アフリカ産のウランの輸入制限は依然として有効である。一方ナミビアに関しては、それが独立した時点で、輸入制限は解除されるかもしれない。

* カナダのウランが米国で精製かつ転換されて、かつ米国の原子炉で実際に使用される場合、あるいはカナダのウランが第三国へ輸出される前に米国で精製、転換、濃縮される場合には、米国はカナダの加工度向上政策から免除される。

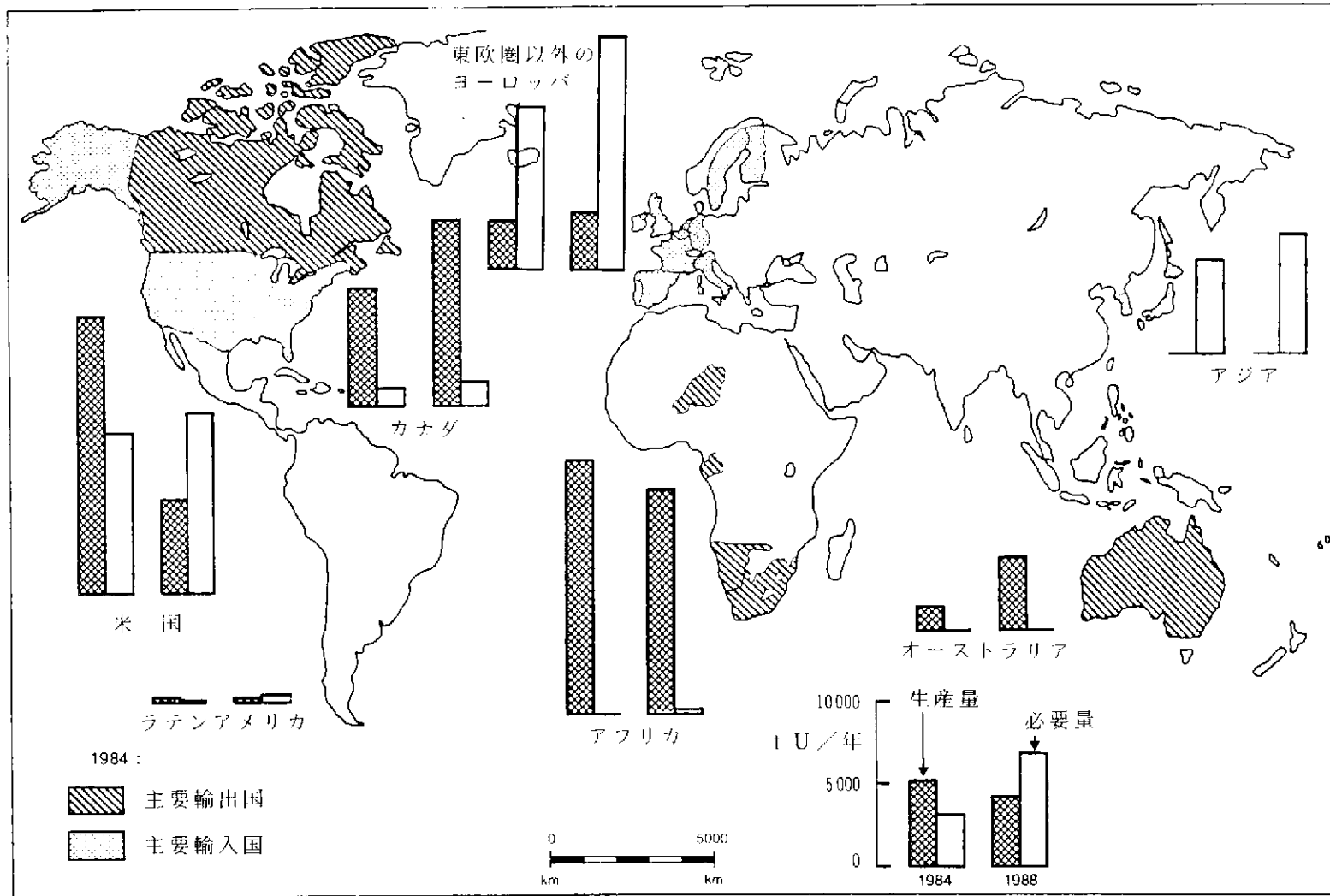
1988年6月米国の最高裁判所は、米国のウラン採鉱・粗製錬事業の存続性がないということで、米国エネルギー省が海外産ウランの濃縮を制限するという義務を生ずるということはないとの決定を下した。なぜならば、そのような制限は国内ウラン産業の存続性を維持することの保証にはならないからである。最高裁判所はこの訴訟事件を再審理のために連邦地方裁判所へ差し戻した。1989年1月米国の生産者は、“損害なしに却下する申し立て”を行い、米国エネルギー省に対する4年にわたる訴訟を終了させた。米国最高裁判所のこの決定は、自由貿易協定の施行とともにウラン市場に対する安定要因となり、また市場にあった一部の不確かさを取り除くことにもなるであろう。

WOCAの需給関係に現在影響を与えているその他の要因は、中国からの天然ウランとソ連からの濃縮ウランの西側世界への売り込みと、東ヨーロッパ諸国の一つあるいはそれ以上の国からウランを入手する可能性が生じたことである。その実際の量は大きくないが、その供給能力が知られておらず、したがって、市場になお一層の不確かさを与えている。

1984年と1988年の主要生産国（または地域）と主要消費国（または地域）におけるウランの生産量と必要量の比較が図11に示されている。図12には、1964年から現在までの、WOCAにおけるウランの生産量と必要量の歴史的推移が示されている。

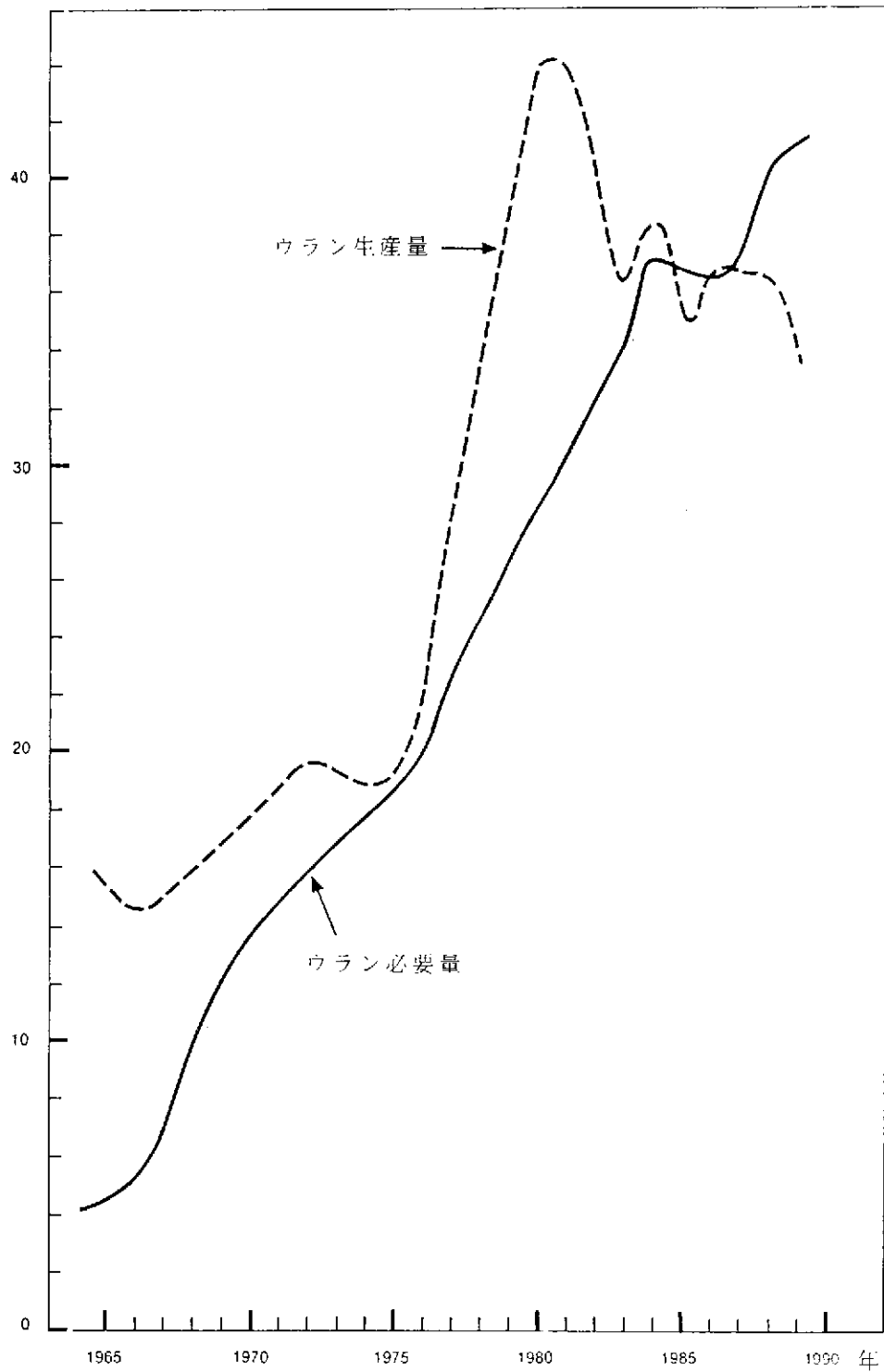
2. 貯蔵と在庫

生産者、消費者、あるいは政府によって所有されているウラン貯蔵量の大きさについては、ほとんどの国が詳細なデータを提供していない。そのため表21のデータは、全体の貯蔵量のうちの一部にしか過ぎない。多くの国は、天然ウラン必要量の1年分ないし4年分に相当する量の備蓄を求めるといった政策をもっているが、それに関するデータは入手されていない。備蓄政策について報告されているものを要約すると下記の通りである。



第11図 1984年と1988年のW O C Aでのウランの主要輸出者と主要輸入者

生産量または必要量 (10⁴ t U / 年)



※以前のレッド・ブックで報告されているのと同じ原子炉関連必要量

第12図 W O C Aにおけるウラン生産量と必要量の歴史的推移

第21表 報告されたウラン貯蔵

(天然ウラン相当量, tU)

国名	天然ウラン 精鉱貯蔵	濃縮ウラン 貯蔵	減損ウラン 貯蔵	再処理ウラン 貯蔵
アルゼンチン	400			
オーストラリア	1,900			
フィンランド	560	480		
西ドイツ	10,500	2,918	3,000	
イタリア	897	2,308	3	134
韓国	300		12	
オランダ	70	18	520	16
ポルトガル	675			
スウェーデン		780		
イギリス	n. a.	n. a.	2,150	3,300
米国	69,500	30,800	16,900	n. a.
ユーゴスラビア	85	76		

備蓄政策*

ベルギー : 電力会社の経営方針として、2年先までの必要量に相当するウランの貯蔵を維持することとしている。現在は備蓄がこの水準を超えており、今後5年以内に適正水準まで取り崩しが行われるものと思われる。

カナダ : カナダの3つの原子力発電会社は、加工済み燃料の敷地内在庫の維持に努めており、その量はいかなる場合にも6か月先までの必要量を下回ることではない。そのほかの在庫としては、加工済み燃料集合体、処理工程中原料、精製工程へ供給するのに必要なものなどが、いろいろな割合で含まれている。3社全体として、すべての形での在庫量は通常1年先までの必要量を上回ることではない。国家備蓄は現在のところ存在せず、また考えられてもいない。

フィンランド : 電力会社は1年先までの必要量に相当するウランを燃料体の形でもっている。そのほかに、TV0電力会社は、1年先の必要量に相当するウランを、各種の処理段階にあるウランとして海外に所有している。政府による備蓄はない。

* 天然ウラン、濃縮ウラン、加工済み燃料など、様々な形になっているウランに対して用いる。

- フランス : フランス電力庁(EdF)は非常事態用のウラン備蓄をもっている。供給途絶に対応するために、備蓄の最低水準は消費量の3年分と定めている。
- 西ドイツ : 約2年分の需要に相当するウラン備蓄が、政府によって原子力発電所において行われている。
- 日本 : 日本の電力会社は、数年先のウラン必要量に相当する在庫を、主として加工施設及び発電所敷地にもっている。
- 韓国 : 電力会社が必要とする貯蔵水準は、1年先までの原子炉必要量である。現在の貯蔵はこの水準より少ないが、1991年にはその必要水準に達するものと思われる。
- オランダ : オランダのウラン貯蔵は、現在約5年先の原子炉消費量という必要水準よりも多くなっている。この貯蔵は、ほぼ1996年までに必要水準まで減少されるであろう。
- スウェーデン : もしも輸入が止まった場合、濃縮ウランの備蓄、加工中の燃料、原子炉中の燃料によって、原子炉を22か月間運転することができなければならない。
- スイス : 原子力発電所を運転している会社は、1年ないし2年分の燃料必要量に相当する新規の燃料集合体を原子炉サイトに備蓄として維持する政策を持っている。
- イギリス : 電力会社の経営方針は、2年先までのウラン必要量に相当する備蓄を維持することである。ただし、十分な供給多様化を図らなければならない。そのほかに、その備蓄の一部を濃縮ウランの形で保有することも経営方針となっている。しかしながら現在は、貯蔵量は必要とする水準以上となっている。1990年代の半ばまでに、2年先までの原子炉必要量の水準になるものと思われる。

米 国 : 米国は多量のウラン貯蔵をもっているが、戦略的なウラン国家備蓄を維持することに関しては特別な政策をもっていない。しかしながら、米国政府はその濃縮工場のために45日分の操業用在庫(UF₆として約 3,000tU)と、濃縮サービスの顧客のために 120日分の濃縮操業用在庫(約7,000~8,000 tUの天然ウラン相当量を必要とする約 500万~ 600万分離作業単位を含んでいる)を維持している。現在約 1,100万SWUの過剰の濃縮済みの在庫は、1年以内に500万SWUまで減少するであろう。

ユーゴスラビア : 電力事業者に必要なとされている貯蔵水準は、濃縮ウラン10.6tU(4.3% U-235)である。現在の貯蔵はこの水準を下回っている。1991年には必要とされる水準に達するものと思われる。

それぞれの国や電力会社にとって、望まれる在庫水準は、国のエネルギー政策、供給の安全性、現存の供給契約によって与えられている多様化の程度と将来の必要量充足度、原子力発電が止まることによる財務上の重要性、備蓄のためのコストなど、いくつかの要因によって決まる。それゆえ、ウラン備蓄全体の評価はかなりの不確実さに左右される。しかしながら、現在の全在庫量は、約14万tUとさまざまに推定されている。この量は、多くの電力事業者にとって合理的と考えられていると思われる目標値である、2年分の原子炉関連必要量を満たすのに必要な在庫量よりもかなり多くなっている。

3. 生産コストと価格*

ウランの生産コスト、あるいはそのようなコストの最近の傾向について、メンバー国からはほとんど発表されていない。賃金や物品など主要なコスト要素に対する上昇圧力は引続き存在しているが、大部分の生産国では、これらの圧力は数年前ほどは厳しくはない。他方では、1979年以降起こった価格の下降傾向のために、多くの生産者、特に現在の市場で経済的に限界に近い生産者が、コスト上昇を押しえる特別の努力を払い、生産性を改善することを余儀なくさせられている。米ドルで表示されている価格のこの下降傾向の影響は通貨交換レートの変動のため、一部の生産国ではあまり厳しくなっていない。

* 1987年、ウラン協会(ロンドン)が“Uranium Price Reporting System”と題する報告書を発刊した。この報告書には、いろいろな価格報告システムの中で、価格と価格指標を引き出すために用いられている各種の方法が述べられている。

個々の契約の価格についての情報は一般には入手できない。しかしながら、一部の政府当局及び国際機関当局は、市場価格の傾向を反映している価格データを集めたものを年単位で発表している。そのほかに、多くのウラン“ブローカー”が、主としてスポット市場における価格を反映しているウラン価格指標を発表している。典型的には、スポット市場は量的には年間の全引渡し量の10%から20%を占めるにすぎない。

公表された資料によると、1987年と1988年のオーストラリアの平均輸出価格は、それぞれ、105.84豪ドル/kgUあるいは40.71豪ドル/lbU₃O₈と、89.26豪ドル/kgUあるいは34.34豪ドル/lbU₃O₈であった。これらの価格は、ウラン輸出に係るオーストラリア政府の最低価格政策に従っている。1989年9月4日、一次産業・エネルギー大臣は、ある特定の長期契約の中間でなされた決着に関してこの政策を見直し、ウランの市場の状態とこれらの契約を取り巻く特別な状況を考慮して、26米ドル/lbU₃O₈という最低価格を承認したことを発表した。しかしながら、大臣は、既存のすべての契約での最低価格の取り決めは依然として変わらないことと、そしてこれらの契約が適切である間はそれが引続き適用されるであろうということを強調した。大臣はまた、オーストラリアの生産者によって締結される新契約を考慮する際には、その最低価格は、その契約が交渉されているときの特殊な環境と市場条件の中で、国益が反映される水準で決定されることになろうと発表した。生産者によって締結された価格が少なくとも市場で他の生産者によって受け容れられている価格と比較し得るものであるということに大臣が満足する必要がある。

カナダにおいては、1987年の引渡しのためにカナダの生産者によってなされたすべての輸出契約のもとでの平均価格は、79加ドル/kgUあるいは60米ドル/kgU（23米ドル/lbU₃O₈）であった。1988年の輸出引渡しの平均価格は79加ドル/kgU、あるいは65米ドル/kgU（25米ドル/lbU₃O₈）であった。1987年の輸出引渡し量の約35%及び1988年のその13%がスポットでの販売であったので、スポット市場はその平均価格に対してかなりの影響を与えた。

ユーラトム供給機関（Euratom Supply Agency）の資料*によれば、1987年と1988年にヨーロッパ共同体の電力会社へ引渡された天然ウランは、それぞれ、約14,000tUと12,500tUであった。これらのうちスポット契約のもとでなされた引渡し量は、1987年が17%、1988年が4.5%であった。中期あるいは長期の引渡し（すなわち、契約調印の日付と最終引渡しの日付の期間が1年を超えるもの）の加重平均価格は次の通りである。

* ユーラトム供給機関年報、1987年及び1988年

	米ドル表示		ECU表示
1987年：	\$ 84.75/kgU または	ECU	73.50/kgU または
	\$ 32.50/1bU ₃ O ₈	ECU	28.25/1bU ₃ O ₈
1988年：	\$ 82.74/kgU または	ECU	70.00/kgU または
	\$ 31.82/1bU ₃ O ₈	ECU	26.92/1bU ₃ O ₈

スポット契約のもとで引渡しされたウランを、同様に算出すると、その平均価格は次の通りである。

	米ドル表示		ECU表示
1987年：	\$ 45.00/kgU または	ECU	39.00/kgU または
	\$ 17.25/1bU ₃ O ₈	ECU	15.00/1bU ₃ O ₈
1988年：	\$ 41.96/kgU または	ECU	35.50/kgU または
	\$ 16.13/1bU ₃ O ₈	ECU	13.65/1bU ₃ O ₈

1989年に米国エネルギー省によって行われた米国のウラン市場調査では、契約に基づいて1988年に国内の生産者から国内の電力会社に引き渡されたウランの平均価格は、\$ 66.69/kgU または \$ 25.65/1bU₃O₈であったと報告された。1987年の同価格は \$ 71.16/kgU または \$ 27.37/1bU₃O₈であった。1987年と1988年に米国の購入者が輸入ウランに対して支払った価格は、それぞれ、\$ 49.76/kgU または \$ 19.14/1bU₃O₈と、\$ 49.48/kgU または \$ 19.03/1bU₃O₈であった。

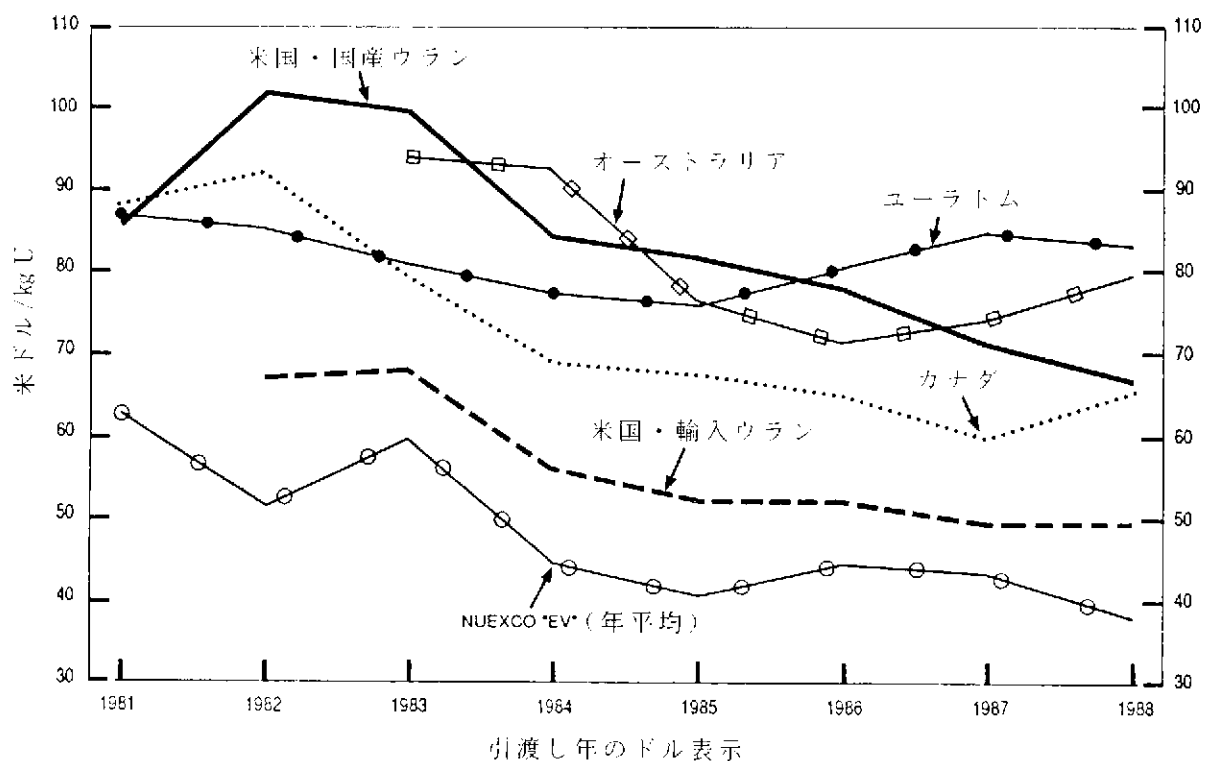
米国において天然ウランのスポット市場を通して国内電力会社へ引渡されたウラン量は、1987年と1988年にそれぞれ、全引渡し量に対して37%と23%を占めていた。

直渡しあるいは近日渡しのスポットの市場価格は、NUEXCO (Nuclear Exchange Corporation) 社の「Exchange Value*」、及び NUKEM社のスポット市場に対する入札と引き合いについての「Spot Market Price **」範囲で示される。いずれの指標も毎月発表されており、最新の情報を提供している。両社のスポット価格指標とも、きわめて同じ傾向をたどっている。1987年と

* Exchange Valueとは、その月の最終日に「かなりの量の天然ウラン精鉱の商取引が、その価格で月の最終日に完結できるとNuexcoが判断した値」である。

** NUKEM社のスポット価格とは、報告月またはその後の6か月以内に引渡しが行われるということが報告月に有効となった、天然ウラン精鉱の引渡しのための明確な引き合いと入札、あるいは購入・売却について、NUKEM社が知り得た価格に基づいたものである。

1988年の Nuexco Exchange Valueの年平均値（量による加重平均を行っていない）は、それぞれ米ドル表示で、\$43.62/kgU（\$16.78/lbU₃O₈）と\$37.84/kgU（\$14.55/lbU₃O₈）であった。1989年半ばまでに、Exchange Valueは\$25.4/kgU（\$9.80/lbU₃O₈）となった。



第13図 ウラン価格の推移（1981年～1988年）

B. 短期の見通し

レッド・ブックのこの版では、“短期”という言葉で表している期間は、NEAの“ブラウン・ブック”の用語に合わせて2005年までとしている。しかしながら、1989年の質問状に対する回答には、必ずしも調査期間の最後の5年間について記載されていなかった。したがって、2000年から2005年までの期間のデータは事務局の推定による補足が必要であった。

短期的なウラン需要は、基本的には原子力発電設備容量によって決定される。この容量のうちの大部分は既に運転中であり、建設中及び計画中のものによる不確実性が小さいので、必要量はかなり予測し得ると考えてよいであろう。

稼働率、プルトニウムのリサイクルとMOX燃料、燃焼度のような、この期間中の必要量に影響を及ぼす操業上の要因があるが、それらは大きな影響力をもっていないであろう。しかしながら、在庫方針が変わることによる不確実性がある程度存在する。

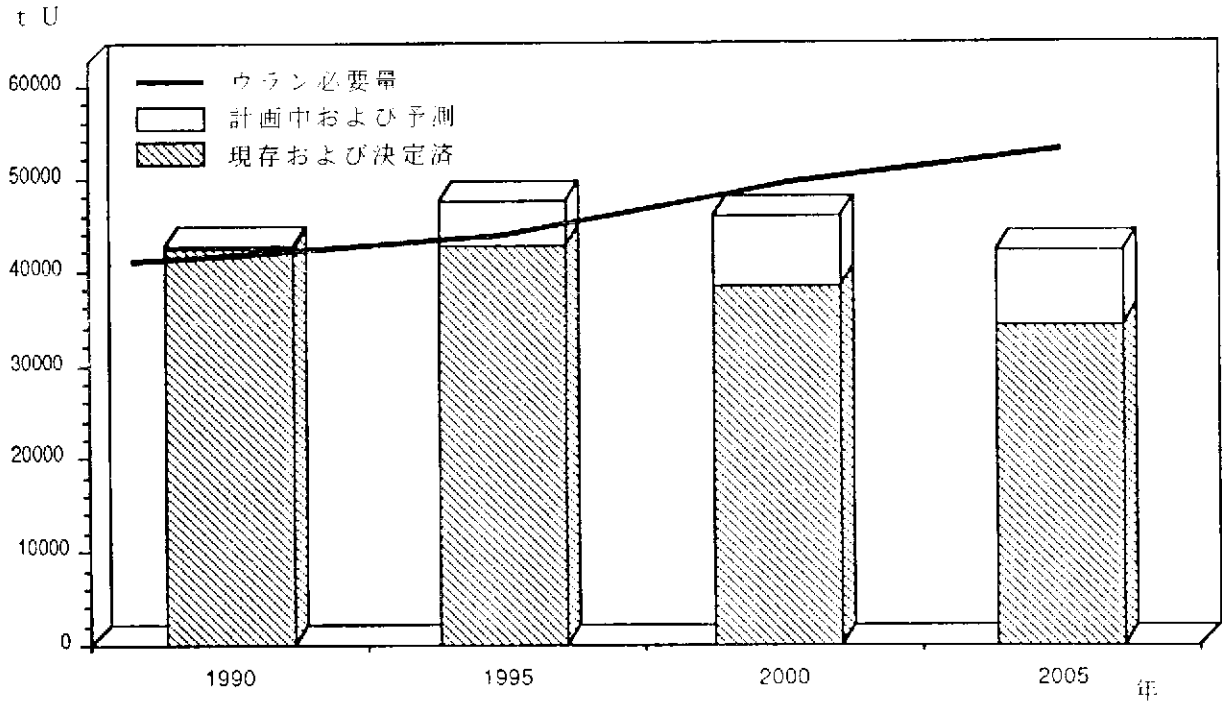
供給面では、その不確実性は将来の供給水準にはさほど大きく関係しないが、その供給がどこから来るのかということに大きく関係する。南アフリカからの供給水準、オーストラリアの3鉱山政策の将来、サスカチワン州北部での坑内採鉱試験の結果、(特に米国における)現在待機中の鉱山再開の可能性、そして中国、ソ連、その他の潜在的な供給者によるWOCA市場への参入の程度など、すべてが影響力を持ってくるであろう。

現在の生産能力は、1990年の予測量よりも下回っているものと見積もられている。図14Aに示されているように、低コスト資源に支えられている生産能力は、現在の水準から、短期に年間約43,000tUに上昇するに過ぎないであろう。この量は1995年に予測される原子炉関連必要量の年間約44,000tUを満たすのにほぼ充分であろう。しかしながら、必要量が増加して生産能力が減少するので、このギャップは2005年へ向かって大きくなってゆくであろう。

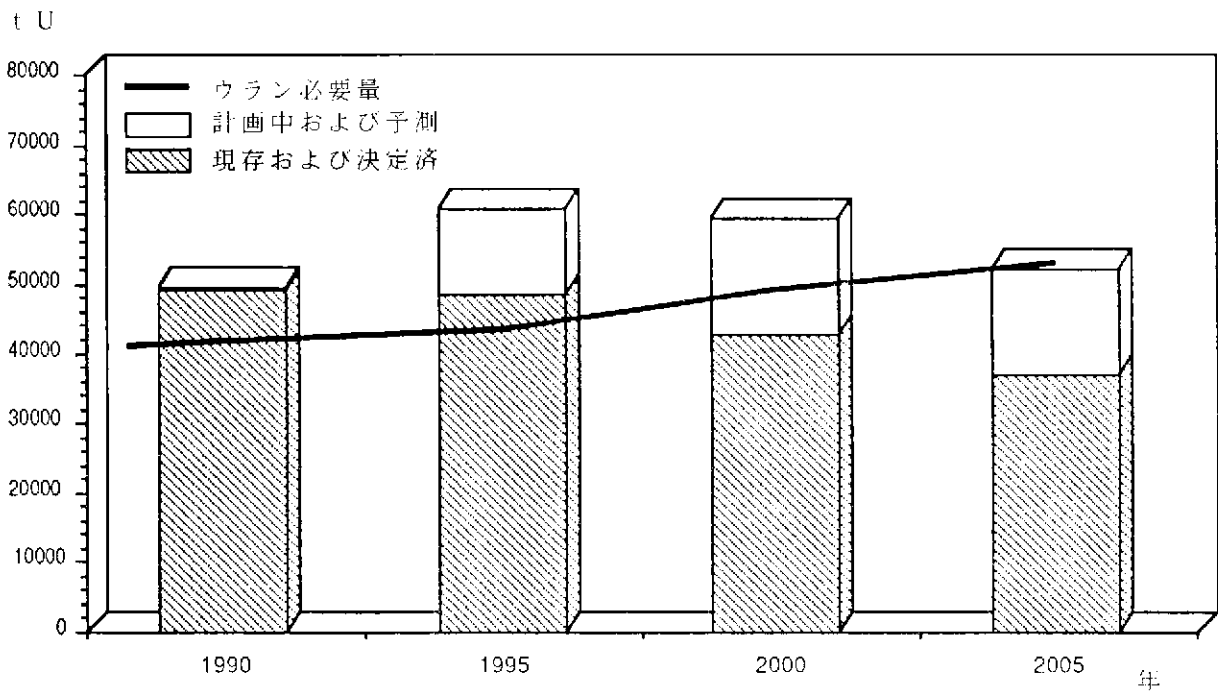
図14Bに示されているように、\$130/kgUまでの高コスト資源に支えられる生産能力は、1995年までに年間約60,000tUに増加する。生産能力は2000年にもなお年間約60,000tU近くを維持し、2005年には年産約52,000tUとなるが、この量は、その時点での予想される必要量を満たすのに十分な水準である。それゆえに2005年においてさえ、計画中及び予測の生産センターがすべて開発されれば、低コストと高コスト資源からの生産量に深刻な不足は考えられない。それにもかかわらず、技術開発の結果あるいは一部の国における政策の変更の結果として、この期間中にさらに多くの低コスト資源が入手可能になるかもしれないということを認識する必要がある。

要約すると、1990年代の半ばまで過剰在庫の取り崩しが予想され、生産量は依然として生産能

A) \$ 80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



B) \$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



第14図 W O C Aの短期的年間ウラン生産能力

力を下回るであろう。今世紀末に向かい、増大する需要を満たすための新規の生産開始の必要性とともに、需要と供給はよりバランスを保つようになると予想される。

C. 長期の展望

生産能力の長期的な（すなわち、2005年以降）見通しについては、ごく少数の国がこのレッド・ブック版にデータを提供したにすぎない。それゆえ、この見通しのかなりの部分は、多くの国における生産能力の可能性についての事務局の推定に基づいている*。原子炉関連必要量の長期的予測は、前述した NEAのワーキンググループによって行われた作業に全面的に基づいている（第IV部Cを参照）。

i) 概観

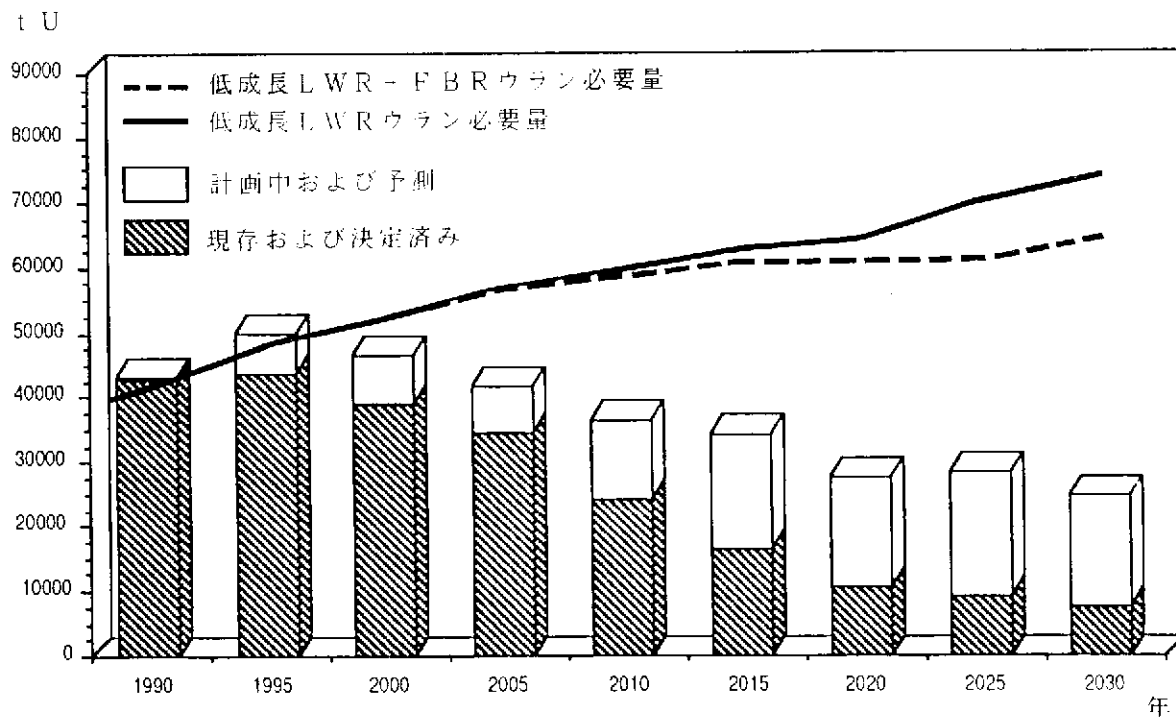
長期的には、在庫が望ましい水準にまで下り、原子炉関連必要量と需要量は等しいものと仮定される。すべての実際上の目的のために、低需要のシナリオはウラン需要の現在の傾向の延長としている。このシナリオと各国から提出されたデータに厳密に基づくと、図15Aと図15Bに示すように、2005年以降は、現在の“既知”資源では予測されるウラン需要を満たすための生産能力を維持するには充分ではない。2010年には年間15,000tUないし16,000tUの生産量不足が生ずるであろうし、2020年には、その不足量は年間約33,500tUとなり、2030年には、その不足量は年間約46,000tUとなるであろう**。

図15の点線は、OECD-ヨーロッパ・太平洋地域で再処理利用を含めたシナリオでのウラン必要量を示している。これらの地域では、追加されるプルトニウムの一部は LWRでリサイクルされるが、一部は2020年に導入される FBRでリサイクルされるまで貯蔵される（第IV部C及び付録7を参照されたい）。図15は、このようなシナリオで節約されるウランの量は、2030年まででさえ、そんなに大きくないということを明らかに示している。しかしながら、超長期的には、FBRシナリオのもとでOECD-ヨーロッパ・太平洋地域のすべての原子炉がFBR

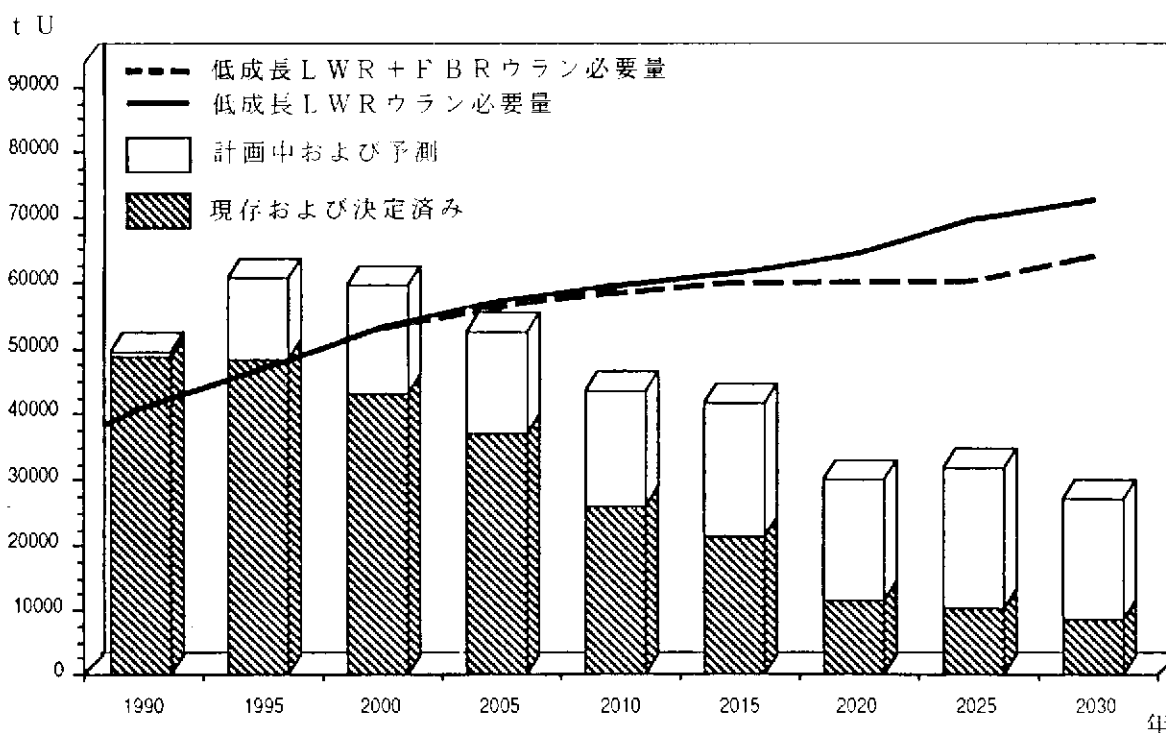
* それぞれのコスト範囲（\$80/kgU以下と\$80~130/kgU）での資源量、その国のインフラストラクチャーと地理的位置、ウランの採鉱・粗製錬に関する環境上の政策、財務の状況、ウラン鉱業への外国人の参加に関する政策などについて考慮している。

** 長期的見通しにおいて、2005年から起こってくる生産量の明らかな不足は、2005年と2010年の間に運転に入る原子炉の最初の炉心に必要なウランを考慮した見通しによるものである。これは各国からの提出資料の大部分ではなされていない。何故ならば、これらの年は、多くの電力会社にとっては計画外の年だからである。

A) \$ 80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



B) \$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの



第15図 W O C Aの長期的年間ウラン生産能力

になっている2060年頃までには、これらの地域におけるウラン必要量は無視できるほどになっているであろう。

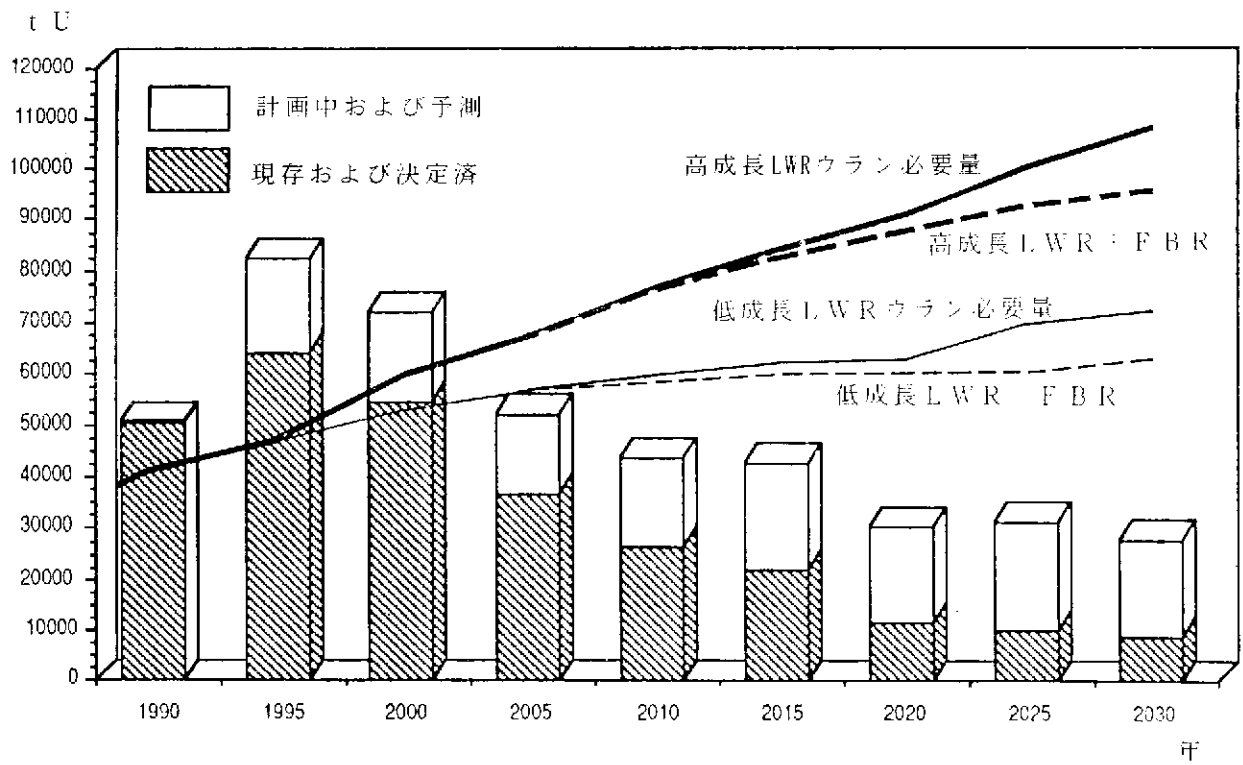
図16に示されている高需要のシナリオでは、2005年には年間の生産量の不足は約16,500tUになるであろう。この不足量は、2010年には約36,000tUに、2020年には約60,000tU以上に、2030年には約82,000tUへと拡大していくであろう。WGRSUによって定められた FBR戦略では、考慮期間中には、この状況が大きく変わることはないであろう。

ii) 追加供給の可能性

現在は許可されていないオーストラリアのいくつかの鉱床の開発とその他数か国での副産物から、追加供給が可能である。しかしながら、2000年以降は、現存、決定済、計画中及び予測の生産センターからの予想される生産量不足を補うために必要な追加のウラン生産の多くは、新しく発見される鉱山から供給しなければならないであろう。E A R - II に新しい鉱床発見のかなりのポテンシャルが反映されている。この分類に入る \$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源は、現在約 170万tUと見積もられている。純粹に量的な観点から言えば、この数量は、低需要と高需要の両方のシナリオでの必要量を満たすのに十分な量であろう（図10の累積ウラン必要量を参照）。

しかしながら、供給可能性の時間的な流れを解析すると、現在E A R - II として見積もられているよりも多くの資源が、“既知資源”とE A R - II の両方が枯渇するずっと前に、確認されて開発されなければならないであろう。これらウラン量以上の資源発見ポテンシャルは“期待資源”の見積もりの中に反映されている。国際ウラン資源評価プログラム（International Uranium Resources Evaluation Programme: IUREP, 1976~1984）により、\$ 130/kgU以下のコストで回収可能なこの分類の資源は、960~1,210万tUの範囲にあると見積もられている（第I部Bを参照）。

資源アナリストの多くは、前に述べたように、供給の時間的な流れを研究する技術を用いる。そのような技術の一つが、IAEAのために1980年代に開発された“資源と生産予測”のモデリングシステム（RAPP）である。RAPPモデルにより、いろいろな資源分類の資源量に基づく供給の時間的な流れのシナリオが作成される。これらのシナリオは図17に示されているような需要見通しと比較することができる。この図17は、\$ 130/kgU以下のコストで回収可能な各種の資源分類から段階的にタイムリーな生産と、低需要の見通し（低成長のワンスルー LWR戦略）とを関連させている。



第16図 W O C A の長期的ウラン必要量と年間ウラン能力
 S 130/kgU 以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの

RAPPモデルは、資源が、タイムリーに、探鉱、発見、そして開発されると仮定している。このモデルは、ウランの探鉱開始から生産までのリードタイム、インフラストラクチャーへの投資、資本調達の可能性など一定の制約を組み入れている。図17は、国別に定められているこれらの制約の枠組みの中で、将来のウラン需要を満たすための潜在的なウラン資源は、次の世紀への必要量、また本報告書で予測している期間の終わりまでの必要量を確実に満たすのに十分なほど多いということを示している。このような予測は非常に主観的ではあるが、資源の潜在的な入手可能性の程度を提供している。この点に関して、ウラン資源が検討対象期間に原子力の開発を制限する要因とはならないことを、RAPPは指摘している。^{*}

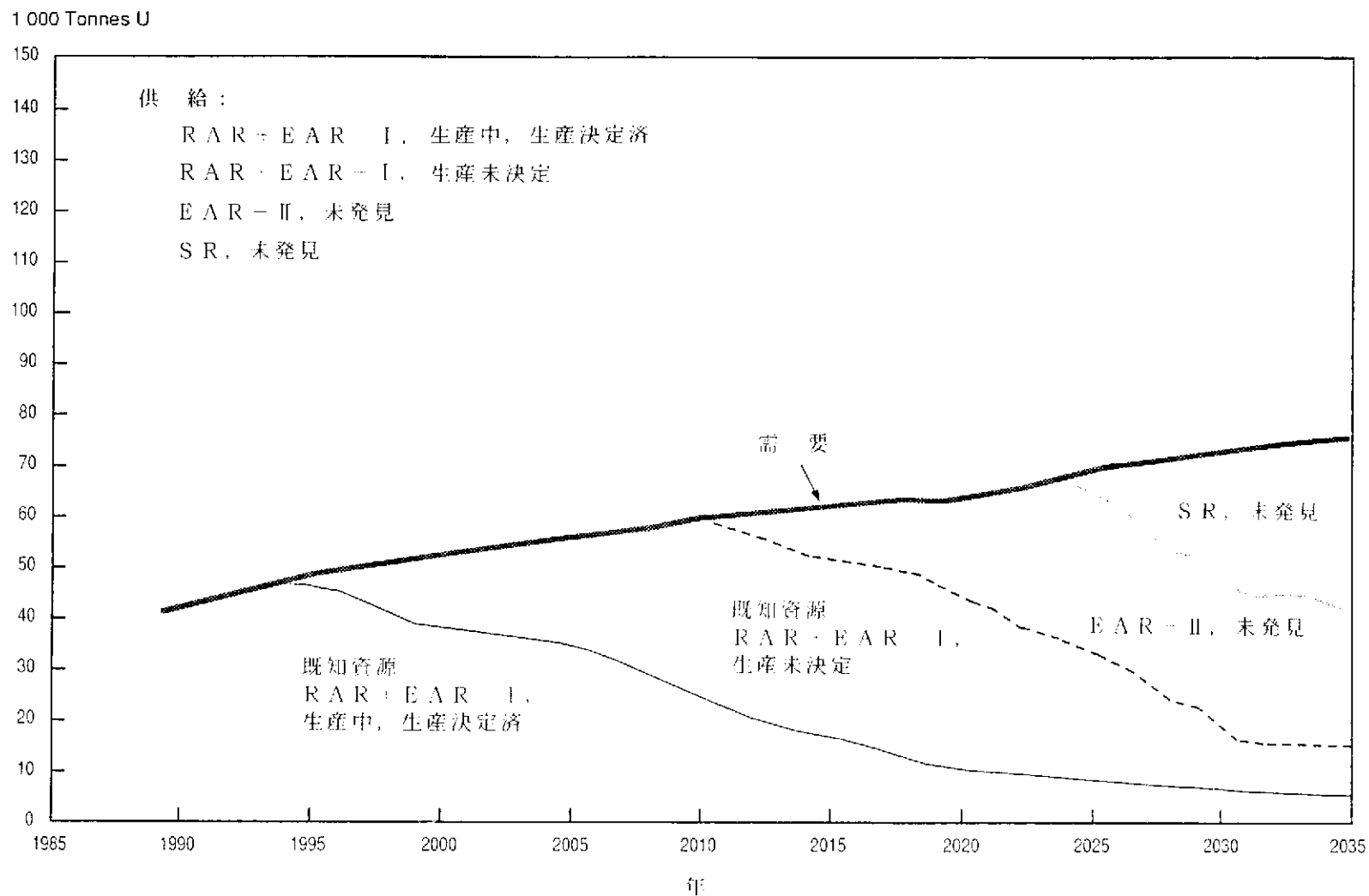
前述の潜在的供給の可能性が実現される前には、かなりの量の探鉱と開発の努力がタイムリーに行われることが重要である。探鉱努力が実際にタイムリーかつ適切に行われるかどうかということ、必要とされる資源の開発を政治的環境が許すかどうかということ、探鉱と開発へのかなりの投資に先立ち必要とされる資本をウラン産業が供給できるかどうかということについては、RAPPモデルには考慮されていない。

iii) 将来の探鉱活動

本報告書で述べられている資源の潜在性を現実のものとするには、将来の探鉱努力の水準に大きく依存している。探鉱会社の意志決定の過程において、将来のウラン需要についての認識が重要な要因であるが、おそらく実際のウラン市場が探鉱・開発活動に影響を与える最も重要な要因であろう。ウランの供給過剰を伴った市場での低ウラン価格は、探鉱費が現在低水準になっているということの説明に充分である。投資に対する適正な利潤をウラン産業に与えるほど十分に価格が上昇すると、探鉱水準がそれに続いて増大することが予想される。

将来の探鉱活動は、この業界から人員が流出する結果生ずる専門的技術の損失によって影響を受けるであろう。しかしながら、技術の改善によって入手された資金がより効果的に使われるようになるであろう。将来探鉱が行われそうな地域は、発見の可能性、供給を多様化しようとする消費者の要望、探鉱を制約したりあるいは探鉱により発見された鉱床を開発することに影響を及ぼす政府の政策などにより、影響されることになるであろう。

* IAEA-TEC DOC 395, "Long-Term Uranium Supply-Demand Analyses"を参照されたい。



第17図 長期的ウラン必要量に対するRAR, EAR-I, EAR-II, SRの資源からの生産量
(RAPPモデルにより計算し, 低需要見通しに合わせたもの)

iv) 展 望

エネルギーの安全保障、原子力の経済性及び環境上の利点などのいろいろな理由から、現在原子力が多くの国のエネルギーミックスに貢献している。原子力発電は次の世紀へ向かって全体として成長を続けるものと考えられる。

本報告書で述べられている長期的見通しは、予見し得る将来において、原子力に対する公衆の考えや態度が現状とは根本的に変わらないであろうということを前提に、予測されている。しかしながら、この数年、化石燃料の使用から起こる環境上の影響を少なくしようとする努力の中で、原子力が重要な要素となる可能性をもっているということが明らかになってきている。原子力は、増加しつつある温室効果の原因となるガスの放出に対して、1つの選択肢を提供している（表22を参照）。

最近では、発電に関係のある炭酸ガスを減少させることに関心が向けられている。1988年に、OECD13か国の原子力発電所は、1,433TWhすなわちOECDの全発電量の23.6%の発電を行った。この同じ年に、OECD諸国は、現存の化石燃料発電所から約 3.4×10^9 tの炭酸ガスを発生させている。原子力発電所がなければ、炭酸ガス放出量は 4.45×10^9 tに達していたであろう。OECDにおける全エネルギー消費の約30%が電力であるということを基準にすると、原子力発電によってOECDの炭酸ガス放出を約7%減少させたことになる。

もしも化石燃料の使用による環境上の影響を軽減することができるという原子力の可能性により、原子力への依存度が増大する方向に向かうならば、予測されるウラン需要は、実際に原子力の高成長シナリオよりもかなり上回るであろう。しかしながら、推定追加資源一分類IIや期待資源量の見積もりに反映されているように、ウラン資源が将来発見される見通しは大きく、このシナリオで述べられている期間にわたり、問題が生ずることはない（第1部、Bを参照）。市場を通してタイムリーで適切なインセンティブが生ずれば、本報告書の予測に反映されている需要量よりもかなり大きな需要量を満たす十分なウランが入手可能となるはずである。

第22表 発電による放出物
 (設備容量 1 GWe - 発電6.6TWh.yに対して)

	石 炭	石 油	原子力
CO ₂ 1000 t/y	7,800	1,700	0
SO ₂ t/y	10,000	91,000	0
NO ₂ t/y	9,500	6,500	0
粉じん t/y	6,000	1,600	0
照射線量 μ Sv/Y	10	0	20*

* 原子力産業のすべてを含む。

出典：1989年モンリオールで開かれた第14回世界エネルギー会議での提出論文
 "Prospects for the French Nuclear System at the Beginning of 21st Century"

第VI部 ウランの探鉱、資源、生産についての国別報告

序 文

本報告書の第VI部は、ウランの探鉱、資源、生産についての各国からの報告を紹介したものである。この報告は核原料物質の管理に責任をもつ各国の公式政府機関（付録2参照）から提出されたものであり、またその詳細については個々の機関に責任がある。民間企業がウランの探鉱、採鉱、生産を行う国では、資料はまずこれらの企業から当該国政府に提出され、それから政府の判断で、NEAあるいはIAEAに伝達されることがある。

本報告書では、事務局からの資料提出要請に応えた各国の報告だけが取り上げられている。本機関は、共産圏地域と中国以外にも、本報告書に記載されていない多くの国で、現在探鉱が行われていることを承知している。また、これらの一部の国のウラン資源が確認されていることを承知している。しかし、これら資源の総量（共産圏地域と中国は除く）は、本報告書の結論に実質的に影響は及ぼさないとと思われる。

アルゼンチン

ウラン探鉱

歴史的概観

アルゼンチンにおけるウランの産状についての研究は1938年に始まったが、1950年に国の原子力理事会がCuyo国立大学の協力を得て探鉱作業を担当することになるまで、本格的な探鉱は行われなかった。民間企業の参加は常時認められていたが、1956年にすべての活動は、現在の原子力委員会（CNEA）のもとに集中された。

1956年以来、CNEAは技術者を採用し、彼等を外国で訓練し、また基礎的設備を購入するなど絶えざる努力を行った。その結果、鉱石処理法のみならず、アルゼンチンにおけるウラン資源の探査・探鉱・国内ウラン資源の評価に関する野心的な計画が、1961年以来進められてきた。

各種の地質的、地球物理的、地球化学的方法を用いて、最北端のJujuy 地方から南のSanta Cruzに至る地域、特にTonco-Amblayo (Salta), Los Gigantes (Cordoba), Sierra Pintada (Mendoza), 及びSierra Pichinan (Chubut)において、種々のウラン賦存地域と鉱床位置を明らかにできた。

1982年には、多数のウラン鉱徴の存在が知られていたAchala底盤の大部分を占める、Cordoba, San Luis及びSantiago del Esteroの諸州で、40,000km²に及ぶエアボーン放射能調査が行われた。10km間隔のコントロールラインを設け、測線間隔1kmの調査が行われた。

このエアボーン放射能調査の評価から多数の異常点が発見され、これらの異常点は1983年と1984年に地上でチェックされた。追加の調査が、Patagonia (Sierra Pichinan), Sierra Pintada, Sierras de Cordoba 周辺、及び酸性火山岩中のウラン鉱床賦存の可能性のある北西部のPuna高原周辺に集中された。

1985年とそれにも増して1986年にも、本質的に前述と同じ地域において、ウラン探鉱が継続された。

最近及び現在の活動

1987年と1988年には、この国の各地でウラン探鉱が引続き行われた。詳しく言えば、これらの調査は、5,100km²以上の写真地質図の作成、約1,100km²にわたる地質・放射能強度図の作成、1982年のエアボーン放射能調査で発見された33か所の異常地点の引続く地上でのチェック、7孔延べ

569mの試錐調査であった。

1989年の計画は、Pampas Mountain地域の花崗岩体（Achala, Cerro Aspero, Alpa Corralの各底盤）、Sierra Pintadaの火山岩とそれに関する鉍脈型ウラン鉍化作用、及びChubutの内陸性白亜紀ベースンの評価を引続き行うことである。さらに、Mendoza州-San Juan州の北部にある三畳紀ベースンでの調査や、SomuncuráとFrontal Cordilleraにある古生代～三畳紀の若い火成岩、及びAndean地向斜の白亜紀中期ベースンの各地質区におけるウラン鉍床胚胎の可能性についての調査が始められるであろう。

ウ ラ ン 探 鉍 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉍 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	392,602	n. a.	n. a.	34,341,810
1983	14,132	n. a.	n. a.	5,699,880*
1984	24,252	n. a.	n. a.	2,015,470*
1985	2,149	n. a.	55,154	69,000
1986	25,851	n. a.	1,158,527	965,000
1987	438	5	175,000	87,500
1988	131	2	800,000	91,700
1989**	4,500	n. a.	n. a.	-
計	464,055			43,270,360

* 給料を除く

** 計 画

ウ ラ ン 資 源

ウラン資源は、次に述べるような7つの異なった地質環境に分類され概要が述べられている。

Sub-Andean地域北部

この国の北西部に位置している当地域の特徴は、古生界累層上に白亜系及び第三系堆積岩が不整合関係で存在することである。ウラン鉍徴の大部分は上部白亜系のSalta層群に発見されている。

Tonco-Amblayo地区では、Salta層群のYacoraité累層中に経済性のある鉍床と鉍徴が数か所存在している。鉍床と鉍徴地は、30kmにわたり南北に延びる向斜構造の側面に沿って分布する。

Don Otto, Los Berthos, Martin Miguel de Guemesの3鉱床は既に採掘が行われている。Don Ottoは上部に黄色鉱物（特にバナジン酸塩）が多量に散在する砂岩型鉱床である。鉱化作用は、それぞれが2～3mの非鉱化堆積物で隔てられている急傾斜の3層準中に賦存している。この鉱床は、延長2,600m、深さ120mまで探鉱と採鉱が行われている。延べ19,000mの坑道が掘削されている。San Rafael地方に鉱床が発見されるまでは、Don Ottoは国内で最も重要な鉱床であった。平均品位0.1%U₃O₈の鉱石が1962年から1980年まで採掘された。この地方の活動はすべて終了している。

“Sierra de Transición”地域

Tonco 地区の南の Tinogastaには、二畳紀の漂白された Paganzo砂岩とリュータイト（粘土サイズの碎屑物）が分布している。これら陸成の堆積物は20kmにわたって拡がり、そこでは、延長100mまでの種々の鉱化帯が見られる。鉱化作用はカルノタイトからなっており、厚さは0.2～0.5mで、平均品位は0.04%U₃O₈である。

Pampas Mountain 地域

本地域には、Cosquin, Los Gigantes, Comechingonesの3地区が含まれる。Cosquin 地区の最も重要な鉱床はRodolfo鉱床で、Cordobaの北西約55kmの、Sierra Grande山脈とSierra Chica山脈の間にある第三紀の陸成堆積岩中に存在する。鉱化作用は、始新世のCosquin累層の古いカルクリートと思われる粘土とローム中に存在し、主としてカルノタイトとツヤムナイトからなる。厚さ10mの層準に不規則に分布する平均厚さ1mのノジュールを伴って鉱染状を呈する。鉱化体は、ほぼレンズ状で東方に45度で同斜状に傾斜し、50～300mの幅をもち、南北方向に総延長約6kmにわたっている。その平均品位は0.04%U₃O₈である。

Los Gigantes地区では、Sierra Los Gigantesの花崗岩中にウランの濃集が見られる。最もよく知られている鉱床はSchlagintweitで、石炭紀のAchala底盤花崗岩中の強く破碎作用を受けているゾーンに存在している。ウランの鉱化作用は、主軸方向に約600m延びており、平均の厚さは50m以下である。ウランは主として燐灰ウラン石及びメタ燐灰ウラン石として産出する。鉱石の平均品位は0.023%U₃O₈で、ウラン埋蔵量は約500tである。鉱体は民間企業によって採掘されている。

Comechingones 地区の鉱徴地は、Sierra de Comechingonesの西斜面にあり、変成岩と基盤花崗岩中に存在している。これらの産状は鉱脈型のものであり、最も代表的な例はLa Estela鉱床

である。この鉍床は張力による破碎を伴った螢石-ウランの網状鉍床である。鉍化作用は螢石脈石中のピッチブレンド、ゴム石、燐灰ウラン石、ウラノフェーンからなっている。鉍床は地表からの探鉍が行われた後、900mの坑道掘削と延べ 3,000mの試錐が行われた。鉍床のうちの経済性のある部分の平均品位は0.08%U₃O₈である。

Pre-Cordillera地域

La Rioja州のPampas Mountain 地域の北西部には、Guandacol とLos Colorados の2地区がある。Guandacol地区では、いくつかの鉍化作用が、内陸の水流の速い環境のもとで堆積した礫岩質でアルコーズ質の砂岩と粘土からなる二畳-石炭系 Panacan累層中に存在する。有機物を含む堆積物はかなり石灰質で、断層が発達している。

この地区で最も重要な鉍化作用は Urcal鉍床で、ピッチブレンド、ツヤムナイト、方鉛鉍、孔雀石、菱亜鉛鉍、黄鉄鉍、藍銅鉍を伴った準整合的レンズとして、角礫状石灰質礫岩中に存在している。鉍化帯の平均層厚は5mで、平均品位は0.36%U₃O₈である。

Los Colorados 地区の主要鉍床は、Saladillo累層中にある。鉍化作用は、石炭系の砂岩と泥岩中に、厚さ0.2~0.4mのレンズ状で存在する。鉍物は、ピッチブレンド、ウラノフェーン、ボルトウッドイトである。平均品位は0.07%U₃O₈である。

この地域のその他の鉍徴地は、El Carrizal とPapagayos である。El CarrizalはCortaderas累層の砂岩と泥岩中に存在している。その鉍化作用は網状の形態で、大きな背斜構造の東翼のかなり構造運動を受けている、1,000m×600mのゾーンに見られる。このゾーンには、鉍脈型の鉍化作用（ピッチブレンド、石英、方解石、硫化物）が見られ、平均品位 0.055%U₃O₈で約18tUのウランが含まれている。

Papagayos の鉍徴地は接触角礫岩中に存在し、閃ウラン鉍、シュレッキングエル石、ウラノフェーン、燐灰ウラン石が見られる。その全埋蔵ウラン量は、平均品位0.69%U₃O₈で10tUと推定されている。

Sierra Pintada地域

ウラン鉍徴が、Sierra Pintadaとしても知られているSan Rafael地区の地形-構造的ユニットの南部に存在している。地質学的には、古生代、中生代、新生代の岩類で構成されており、そのうち最も重要なものは、Cochico層群及びCarriazalito層群で代表される、二畳紀及び二畳-三畳紀の堆積岩である。発見された鉍化帯の大部分はCochico層群の Los Reynos累層の陸成砂岩層

中に存在している。最も顕著な鉍化は、南方の方向性をもつ短軸背斜構造帯に位置する Dr. Baulies・Los Rayunos 鉍床中の Tigre I と La Terrazaに見られ、その延長は 1,800m、幅は 600 mである。鉍化作用は準整合的であり、厚さが 1 mから30mに変化するレンズ状鉍体中に、主としてウラノフェーンと閃ウラン鉍からなっている。鉍床は、頻繁に破碎され、数10mに達する種々の落差をもつブロックとなっている。現在のところ、この鉍床がアルゼンチンで最大のものである。延べ 1,600mの試錐探鉍が行われ、その大部分はコア試錐であった。その他の小規模な鉍化作用としては、Tigre III, Gaucho IとII, 及びMedia Luna IとIIがある。Sierra Pintadaの資源量は12,000tUと見積もられており、その鉍石のウラン品位は0.11%U₃O₈である。

Andean地向斜地域

Sierra Pintadaの南西には、白亜紀のDiamante層群の陸成砂岩及び礫岩を鉍床母岩としている Huemul鉍床の賦存するMalargue地区がある。鉍化作用は、銅の鉍物を伴うピッチブレンド、カルノタイト、ツヤムナイト、ウラノフェーンからなっている。鉍体の平均層厚は0.7 mで、西に傾斜しており、その平均品位は0.18%U₃O₈であった。この鉍床はすべて採掘された。

Chubut地域

多数のウラン鉍微地区がPatagoniaのChubut州で発見されている。鉍微は白亜紀砂岩中のより若い堆積岩中에서도発見されている。

現在知られているところでは、この地域の最も重要な地区は、採掘済みのLos Adobes鉍床（品位0.15%U₃O₈、120tU、採掘終了）とCerro Condor鉍床（品位0.05%U₃O₈、85tU、採掘終了）、及び現在探鉍中のCerro Solo鉍床を有するPichinan地区である。これらの鉍床は、白亜紀の火山岩起源の河川成砂岩中に胚胎しており、有機物の存在と鉍化作用の再移動を生じさせたその後の火山活動に関係する張力性破碎作用によって規制されている。これらの鉍床中のウラン鉍物は、ウラノフェーン、閃ウラン鉍、隣ウラニル石、シュレッキンゲル石である。

Pichinanの南には、石英安山岩質凝灰岩中に表成の小規模な鉍微を伴うLaguna Colorado 地区があり、そこではボルトウッダイトとシュレッキンゲル石が産出する（品位0.11%U₃O₈で約70tU）。

これらの地区の東部と南部では、古いカルクリート中の鉍微が見られるが、これらは現在のところ経済的価値は認められない。

\$ 130/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iの概要が次の表に示されている。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在

(tU)

回収可能資源				
主要鉱床名または 地区名	確認資源		推定追加資源分類 - I	
	\$80/kgU以下	\$80-130/kgU	\$80/kgU以下	\$80-130/kgU
Tonco	-	-	-	325
Tinogasta	-	-	-	370
S. Pintada	8,790	1,745	545	675
Cuyo	-	-	-	95
Cosquin	-	295	-	990
Los Gigantes	240	255	295	-
Estela	20	65	-	125
Guandacol	-	35	-	15
Cerro Solo	-	205	-	550
計	9,050	2,600	840	3,145

上記資源量の見積もりでは、採掘によるロス10%と鉱石処理のロス15%がそれぞれ差し引かれている。

地質的分類によるウラン資源の分布

鉱床の型	回収可能資源 (tU)		生産センターの数	
	RAR	EAR I	現存及び 決定済み	計画済み 及び予測
鉱脈型	615	435	2	-
砂岩型	10,740	2,560	1	-
表成型	295	990	-	-

高いコスト分類のウラン資源

回収可能資源 (tU)		
主要鉱床	確認資源 \$130-260/kgU	推定追加資源分類 - I \$130-260/kgU
S. Pintada	1,445	-
Cuyo	144	-
Los Gigantes	297	-
La Estela	119	-
Los Colorados	59	-
Pichinan	472	310
計	2,536	310

追加の在来型資源

探鉱と個別の放射能及び地化学的サンプリングに基づいて、既知ウラン賦存地の推定追加資源—分類Ⅱ（EAR-Ⅱ）が見積もられている。

期待資源（SR）については、A. BellucoとF. Rodrigoが“Uranium Deposits in Latin America. Geology and Exploration” IAEA-Vienna, Austria (1981) STI/PUB/505の 205～252 ページに示した詳しい埋蔵量の評価方法を用いて計算されている。

一般には、ウラン鉱化を示す地質環境は次のように規定することが出来る。

- 新 生 代： 陸成砂質堆積物、主として閉鎖性ベーゼンの泥質岩
- 白 亜 紀： 有機物を含有する、砂岩、泥質岩、火山砕屑岩を含めた陸成及び河川成堆積物
- 石炭—二疊紀： 陸成砂質堆積物
- 古 生 代 中 期： Pampas Mountain 地域の花崗岩質貫入岩

今だわずかに探鉱されているにすぎないが、次の2地域が鉱床賦存の可能性があると考えられる。

- 北部Patagonian Massif： 地質学的にほとんど知られておらず、探鉱もほとんど行われていない地域で、古生代の花崗岩と最近のアルカリ複合岩体が分布している地域。
- Neuquenベーゼン

次の表は、追加の在来型資源を地域別に示したものである。以前のSRの見積もり値が修正されている段階であるので、\$130/kgU以下のコストで回収できるSRは報告されなかったということに注意されたい。

追加の在来型資源

(tU*)

主要鉱床地域または 地区	推定追加資源分類 II (EAR-II)	
	\$80/kgU以下	\$80-130/kgU
S. Pintada	1,300	1,625
Cuyo		325
Los Gigantes	270	270
La Estela	-	135
Los Colorados	-	630
Pichinan	-	505
計	1,570	3,490

*回収可能量

EAR-IIの全合計量 3,060tUの地質タイプ別の分布は次の表に示されている。

追加ウラン資源の地質タイプ別の分布 (tU)

鉱床タイプ	EAR-II
鉱脈型	675
砂岩型	3,880
表成型	505

S 130/kgU - 260/kgUで回収可能なより高コストのEAR-IIとSRの見積もりは行われなかった。

ウ ラ ン 生 産

歴史的概観

アルゼンチンでは、1952年にウラン精鉱の生産が開始された。年代順にその活動を示すと次のようになる。

- 1952 Cordoba にパイロットプラント
ヒープリーチング、濾過、機械的攪拌
- 1954 Malargue (Mendoza州) に実験プラント

過 去

- 1963 Malargueに新規プラント
機械的攪拌と溶媒抽出による処理（80 t 鉱石/日）
- 1963 “Don Otto”（Salta 州）に新規プラント
ヒーブリーチング，“calcico”プレコンセントレートの生産（100 t 鉱石/日）
- 1970 “Don Otto”プラントの拡張とイオン交換法の採用（200 t 鉱石/日）
- 1977 Pichinan（Chubut州）に新規プラント
ヒーブリーチング，イオン交換（200 t 鉱石/日）
- 1978 Malargueの拡張
イオン交換と溶媒抽出の採用（200 t 鉱石/日）
- 1979 San Rafael（Mendoza 州）に新規プラント
ヒーブリーチング，イオン交換（500 t 鉱石/日）
- 1982 Los Gigantes（Cordoba 州）に新規プラント
ヒーブリーチング，イオン交換（1,100 t 鉱石/日）
- 1985 La Estelas（Cordoba 州）に新規プラント
ヒーブリーチング，イオン交換（30 t 鉱石/日）
- 1986 Malargueプラントの閉鎖、1986年にはアルゼンチンの全ウラン生産量の38%を生産した。

現 状

1987年現在、アルゼンチンで操業中のウラン生産センターは、次の3か所である。

San Rafael : Mendoza 州にあり、公称設備容量は 120tU/年で、Sierra Pintada鉱山（Dr. Baulies-Los Reyunos）から給鉱されている。

Los Gigantes : 容量60tU/年

La Estela : 容量25tU/年

これらの全容量は年産約 200tUに達する。Pichinanの閉鎖プラントは解体されつつある。

現存及び決定済の生産センター

名 称	San Rafael	Los Gigantes	La Estela
操業開始	1979年 9 月	1982年 8 月	1985年10月
操業状況	操業中	操業中	操業中
鉍石の供給源			
鉍床名	Dr. Baulies- Reyunos (S. Pintada)	Schlagintweit	La Estela
鉍床の型	砂岩型	鉍脈型	鉍脈型
採鉍作業			
方 式	露天掘	露天掘	露天掘
規模（鉍石 t/年）	150,000	330,000	n. a
平均採鉍実収率	90%	80%	85%
処理施設			
方 式	ヒ-パ-チング/酸浸出 イオン交換	ヒ-パ-チング/酸浸出 イオン交換	ヒ-パ-チング/酸浸出 イオン交換
規模（鉍石 t /年）	500	1,100	30
平均鉍石処理実収率	80	60	75
公称生産設備容量（tU/年）	120	60	25
拡張計画	あり	-	-
その他特記事項	-	-	-

生産能力の予測

短期的な生産能力の予測だけが行われた。この予測は、RARとEAR-1に支えられる現存及び決定済の生産センターに基づいている。下表にその要約を示す。

短期の生産能力 予測 I (tU/年)

\$ 80/kgU以下の資源に支えられるもの			
現存及び決定済み			
年	A RARとEAR-1	B 非在来型資源	計
1990	150	-	150
1991	150	-	150
1992	150	-	150
1993	180	-	180
1994	180	-	180
1995	180	-	180
1996	230	-	230
1997	230	-	230
1998	230	-	230
1999	230	-	230
2000	230	-	230
2005	230	-	230

短期の生産能力 予測 II (tU/年)

\$ 130 /kgU以下の資源に支えられるもの			
現存及び決定済み			
年	A RARとEAR-1	B 非在来型資源	計
1990	150	-	150
1991	150	-	150
1992	150	-	150
1993	180	-	180
1994	180	-	180
1995	180	-	180
1996	230	-	230
1997	230	-	230
1998	230	-	230
1999	230	-	230
2000	230	-	230
2005	230	-	230

ウ ラ ン 生 産

tU (精鉍中)

年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1983前	1,143	-	1,143
1983	172	-	172
1984	129	-	129
1985	126	-	126
1986	173	-	173
1987	95	-	95
1988	142	-	142
1989	n. a	-	n. a
計	1,980	-	1,980

現存生産センターでの雇用

年	人・年
1980	700
1981	700
1982	650
1983	650
1984	630
1985	630
1986	630
1987	600
1988	590
1989*	580

* 推 定

現存の生産センターSan Rafael, Los Gigantes, La Estela の技術的な詳細については、次表に要約されている。

1988年のウラン生産量 142tUの所有者は、75%が政府（アルゼンチン原子力委員会）、25%が国内の民間（Los Gigantes, La Estela)である。

ウランの貯蔵と在庫

天然ウランの貯蔵 (tU)

	精 鈹 中 A	精製したもの B	計 (A + B)
政府貯蔵	280	120	400
生産者貯蔵	-	-	-
消費者貯蔵	-	-	-
計	280	120	400

ウランの必要量

現在、加圧型重水炉(PHWR) 2基が稼働している。すなわち正味電気出力 340MWのAtucha-1と600MWの Embalseである。同じタイプの出力約700MWのAtucha-2が1995年に稼働を開始するものと予想されている。設備容量とそれに相応するウランの原子炉必要量が、次表に示されている。

ウラン必要量と設備容量

年	設 備 容 量 (GWe)	原子炉必要量 (tU)
1986	0.94	114
1987	0.94	126
1988	0.94	109
1989	0.94	100
1990	0.94	147
1991	0.94	150
1992	0.94	148
1993	0.94	235
1994	0.94	189
1995	1.64	180
1996	1.64	223
1997	1.64	230
1998	1.64	230
1999	1.64	230
2000	1.64	230
2001	1.64	230
2002	1.64	230
2003	1.64	180
2004	1.64	180
2005	1.64	180

オーストラリア

ウラン探鉱

歴史的概観

オーストラリアのウラン探鉱は、1947年から1961年までと、1966年から現在までとの2つの明確な時期に分けられる。

その最初の時期に、オーストラリア政府はウラン鉱石発見に対する報奨制度を含む探鉱奨励策を導入した。活発な探鉱活動がほとんどの鉱山地帯で特に探鉱家によって行われ、ガイガーカウンターを携えた探鉱家によって多数の発見がなされた。一部の民間企業とオーストラリア政府によって、限定された地域に対しエアボーン放射能調査が数多く行われた。この時期に発見されたいくつかの鉱床からウランが生産された。そのうちの最大のもは Mary KathleenとRum Jungleであった。

1961年から1966年の間は、需要の急減により、ウラン探鉱はほとんど行われなかった。

1966年から現在までのウラン探鉱の第2期に、オーストラリアのウラン埋蔵量は1967年の6,200ktから1984年の163,000ktに増加した。この時期の探鉱の大部分は民間企業によって行われた。彼らはかなりの探鉱予算を持ち、現在でも利用可能なより進んだ地質的、地球化学的、地球物理的技術を駆使した。エアボーン・マルチチャンネル・ガンマー線スペクトロメーターの使用により、いくつかの重要な発見がなされた。調査は、ウラン鉱化にとって地質的に好ましいと考えられる地域をカバーするために、既知の鉱物賦存地帯のはるか外に拡大されていった。

オーストラリアにおけるウラン探鉱の大部分は、個人あるいは国内及び国際企業によって行われてきた。オーストラリア政府の鉱物資源・地質・地球物理局によって行われた地質調査とエアボーン放射能調査の資料は、関心のある人には利用できるようになっている。1975年から1977年にかけて、オーストラリア原子力委員会(AAEC)はオーストラリアでのウラン探鉱を行った。

最近及び現在の活動

1987年には、国内企業5社と外国企業6社が、合計24の進行中のプロジェクトに関与していた。

オーストラリアにおけるウラン探鉱費は、1985年の1,300万豪ドルという低い値から1987年の2,400万豪ドルへと増加した(1988年の探鉱費については入手できない)。

1987年と1988年には、ウラン探鉱活動は、南オーストラリア州のStuart Shelf地域で引続き行われた。この調査は主としてOlympic Dam 鉱床の鉱化帯の拡がりを明確にすることに向けられた。

またStuart Shelfの他の場所で類似の鉍化帯を探すための探鉍が行われた。

西オーストラリア州のPaterson地質区にあるKintyre 鉍床では、鉍床評価のための試錐と探鉍の大規模なプログラムが引続き実施された。またウラン鉍化作用の母岩となっているRudall変成岩類中の下部原生界の変堆積岩に対する広域的な探鉍も行われた。CRA Exploration社は、Paterson地質区北部のRudall地域に約7,600km²の探査権をもっている。

不整合関連型鉍床に対する探鉍は、北部特別州のPine Creek地帯の下部原生界の変堆積岩地域で引続き行われた。この探鉍活動はKakadu国立公園の外側の地域に限られていた。ウラン探鉍の主な地域は次の通りである。

- Kombologie累層の断崖近くの下部原生界の変堆積岩分布地域内のArnhem Land (Myra Falls 地域)
- Rum Jungle-Waterhouse 地域の下部原生界の堆積岩分布域、及びこの地域の西部の下部原生界の堆積岩分布域。

Ranger鉍山地域、この地域の北部における鉍床賦存のポテンシャル調査のための探鉍。

クイーンズランド州のBen Lomond鉍床では引続き探鉍が行われ、Cattle Creek火山岩の下位の鉍化作用の拡がりを知るための試錐が行われた。

ウ ラ ン 探 鉍 資 料

年	地 表 試 錐		総 探 鉍 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	2,250,000	n. a.	256,000,000	300,000,000
1983	101,000	n. a.	14,000,000	13,000,000
1984	77,000	n. a.	13,000,000	11,000,000
1985	56,000	n. a.	13,000,000	9,000,000
1986	100,000	n. a.	18,000,000	12,000,000
1987	143,000	n. a.	24,000,000	18,000,000
1988	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1989*	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
計	2,727,000	n. a.	338,000,000	363,000,000

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

低コストの確認資源の分類に入るオーストラリアのウランの大部分は、Alligator Riversウラン地帯の原生代の不整合関連型鉱床のものである。その主な鉱床は、Jabiluka, Ranger, Koongarra, Nabarlek（採掘終了）である。

これらの鉱床は、Pine Creek地向斜の東部に分布する下部原生界の変成岩中に存在している。Jabiluka, Ranger, Koongarra の各鉱床は、片岩、炭酸塩岩、角閃岩、及びチャートからなるCahill累層中に賦存している。Nabarlek鉱床はMyra Falls変成岩中に賦存しており、その鉱床母岩はCahill累層相当層と思われる。中部原生界の Kombolgie累層の砂岩が下部原生界の変堆積岩を不整合に覆っている。ウラン鉱床は空間的に下部／中部原生界の不整合に関係している。

Rum Jungle, Waterhouse及びXanambu 複合岩体は、始生代から下部原生界までのマントルド・ナイスドーム* を形成しており、ウラン鉱床はこれらの基盤複合岩体近傍の下部原生界の堆積岩中に賦存している。鉱床の近くでは、母岩は角礫化され、強い緑泥石化作用を受けている。最も普通に見られる母岩の岩質は、石英－緑泥石片岩、塊状赤鉄鉱－緑泥石岩で、それに次いで石墨質片岩も見られる。主要ウラン鉱物は閃ウラン鉱である。主要鉱床の平均品位は次の通りである。

Ranger 1 鉱体	0.30%U ₃ O ₈
Jabiluka 鉱体	0.39%U ₃ O ₈
Koongarra 鉱体	0.27%U ₃ O ₈
Nabarlek	1.84%U ₃ O ₈

低コストのRARの分類に入るオーストラリアのウランの大部分は、南オーストラリア州中央部のStuart Shelf地質区に位置するOlympic Dam 銅－ウラン－金鉱床中に存在している。この地質区では、上部原生界－カンブリア系の未変形の卓上地堆積物が、先カンブリア紀のGawler地塊を不整合に覆っている。Gawler地塊は、原生代中期の変形作用を受けた花崗岩類と変堆積岩からなっており、これらは広く分布する未変形の珪長質火山岩によって覆われている。Olympic Damでは、非公式にOlympic Dam 岩体として知られている未変形の底盤状の複合岩体（15.95億年）が変形を受けた花崗岩に貫入しており、その面積は約 1,200km²に及んでいる。Olympic Dam 岩体は石英モンゾニ閃緑岩から花崗岩にわたる岩質を示す。Olympic Dam 鉱床とその母岩となってい

（訳者注）

* 基盤の片麻岩が後の造山運動により再活動してドーム状に盛り上がり、上を覆う地層中に貫入したものを。

る角礫岩は、Olympic Dam 岩体中の桃 赤色のアルカリ長石に富んだ花崗岩中にすべて存在しており、そこでは基盤が局部的に高くなっている。

Olympic Dam 鉱床の地質については、最近再解析が行われている。現在では、この鉱床は、比較的破碎されていない花崗岩によって囲まれている、粗粒赤鉄鉱質及び花崗岩質の角礫岩の複雑な岩体の内部に存在していると考えられている。大きな熱水性の角礫パイプ複合岩体と解釈されているこの岩体は、直径約5～6 kmで垂直的な拡がりは少なくとも1 kmあり、厚さ約300mのかなり新しい時代の水平の堆積岩によって不整合に覆われている。

この角礫岩は大きく分類すると、その主要構成岩片によって、花崗岩質のものと赤鉄鉱質のものに分けることができ、その他に赤鉄鉱と石英に富んでいる角礫岩も認められる。少量ではあるが局部的には重要な構成岩片として、結合したり破片となっている苦鉄質及び珪長質貫入岩や比較的細粒の層状岩石も認められる。この角礫岩は、熱水活動、マグマ水蒸気爆発、圧砕など、いろいろなメカニズムによって生成されたものである。

この鉱床は多くの個々の鉱石帯で構成されている。赤鉄鉱に特に富む角礫岩は最も強い鉱化作用を受けており、したがって高品位鉱化帯の分布は赤鉄鉱に富む角礫岩の分布によって規制されている。この鉱床では、銅、ウラン、稀土類元素、金、銀の鉱化作用が認められている。銅の鉱化作用は主として輝銅鉱、斑銅鉱、黄銅鉱である。ウランの鉱化作用はピッチブレンドで、少量のコフィナイトとブラネライトを伴う。稀土類元素のランタンとセリウムはバストネサイト及びフローレンサイト中に含まれている。品位の高い鉱石帯は、鉱染状の輝銅鉱、斑銅鉱、ピッチブレンドからなり、比較的低位の黄銅鉱鉱化帯の上方、鉱床の上部に位置している。ウランの品位が高い部分では、鉱染状のものだけではなく、ピッチブレンドに富む細脈が見られる。またいくつかの金の鉱化帯も別に存在している。

ジョイントベンチャー担当者の推定によると、200mのグリッド試錐によって明らかにされた鉱石量は、銅1.6 %Cu、ウラン0.6 kg/tU₃O₈、金0.6 g/tの平均品位で約20億tである。1988年にジョイントベンチャーが発表した鉱石資源量/埋蔵量は次の通りである。

(百万 t)	Cu (%)	U ₃ O ₈ (kg/t)	Au (g/t)	Ag (g/t)	分 類
1	銅-ウラン鉱化作用				
450	2.5	0.8	0.6	6	確定及び推定資源 (原位置埋蔵 t/品位)
	次のものを含む				
11.2	3.1	1.2	0.3	11.2	確認埋蔵鉱量 (ズリ混入率計算済み)
2	金鉱化作用				
2.3	0.3	0.1	5.8	1.5	確定及び推定資源 (原位置埋蔵 t/品位)

Olympic Dam 鉱山からの酸化ウランの生産は1988年8月に開始され、銅、金、銀の生産も1988年の第3四半期に始められた。最初の切り羽の発破が、1988年2月に行われ、8月までに鉱山は年間に150万tの鉱石と50万tのズリを採掘するという計画出鉱量に達した。この鉱山は、年間に銅15,000t、ウラン1,900tU₃O₈、及び随伴貴金属を生産する容量をもっている。選鉱所、湿式製錬プラント、銅精錬所の建設は1988年中に完了し、これらはその年の終わりまで相次いで操業を開始した。

1985年に発見されたKintyre ウラン鉱床は、西オーストラリア州のPaterson地質区にあるRudall変成岩複合岩体の北端部に位置する。Paterson地質区は、北西の方向性をもつ帯状の原生界からなる地質区で、Rudall変成岩複合岩体とYeneena 層群からなっている。Rudall変成岩複合岩体は2つの変成岩系列からなっており、それは古期の片麻岩並びに花崗岩類と若い変成岩類とに分けられる。これらの2系列は異なった構造史を示している。古期の片麻岩並びに花崗岩類は、塩基性及び超塩基性の片麻岩類（角閃岩と長石-角閃石片麻岩）及び変成花崗岩類（石英-長石-雲母片麻岩と葉状構造をもった花崗岩並びにアダメロ岩）からなっている。若い変成岩類は、主として珪岩と石英-雲母片岩からなり、そのほかに石英-緑泥石-ざくろ石片岩、石墨-緑泥石-石英片岩、炭酸塩-緑泥石-石英片岩、縞状炭酸塩岩、変成縞状鉄鉱層もみられる。Rudall変成岩複合岩体の信頼できる年代測定値はないが、古期の片麻岩と花崗岩類は始生代のものと解釈されている。

(Yeneena 層群の) Coolbro 砂岩は、Rudall変成岩複合岩体を不整合に覆い、塊状で中粒の砂岩からなっている。その基底部には（厚さ20mまでの）多源巨礫岩を伴っている。Yeneena 層群の堆積に引続いて、Paterson地質区全域にわたって変形作用が起こった。Coolbro 砂岩は褶曲して、一部の地域では等斜褶曲に近いものとなっている。

Kintyre 鉍体は、Rudall変成岩複合岩体中に存在し、その上位のCoolbro 砂岩の基底部との広域的な不整合近傍に位置している。その鉍床母岩は、石英-緑泥石-ざくろ石片岩、変成作用を受けたチャート、炭酸塩岩、石墨-緑泥石片岩などの混合層である。鉍体は主要な広域的せん断帯に沿って胚胎している。

鉍化作用は厚さ数mmから最大20cmの範囲の細脈の複雑なシステムに伴い認められる。この鉍脈にはピッチブレイクが含まれており、多量の二次炭酸塩鉍物を伴っている。通常ピッチブレイクは脈壁に沿って産出し、コロフォーム構造を呈している。二次炭酸塩鉍物は鉍脈の中央部を満たしている。この鉍化された脈中に少量の金、白金、パラジウムが報告されている。

CRA Exploration社は、1988年9月までに行った評価試錐によって、カットオフ品位を0.5 kg / t U₃O₈として、ウラン含有量22,000 t U₃O₈と見積もられる推定鉍量、11,000 t U₃O₈の推定資源量、3,000 t U₃O₈の予想資源量を明らかにしたと発表した。

オーストラリアのウラン資源量のかなりの部分が、カルクリートを母岩とするウラン鉍床中に存在する。これらのウラン鉍床は、西オーストラリア州の始生代のYilgarnブロック北西部の花崗質片麻岩を覆う、古水系の流路の中の第三紀堆積岩中に胚胎している。第三紀堆積物の主要構成物は、種々の割合の碎屑性の石英と長石を含む粘土である。カルクリートは本流の谷沿いに広く分布し、その規模は小さな不連続性の「さや」状のものから、幅6.5 km厚さ20mに達する大きな不規則レンズ状岩層のものまでである。主要ウラン鉍物はカルノタイトである。この鉍物は土状のカルクリート中全体に散在している。また粒子を被膜して産出したり、粘土-石英ユニット中及び断裂に沿って鉍染状に産出している。

Yeelirrieはカルクリートを母岩とするウラン鉍床の中で最大のものである。鉍体を構成しているウランの鉍化作用は、延長9,000m、平均750mの幅をもっている。鉍石は概ね連続的で水平なレンズをなしており、その中心は地表から5.5 mの深さにある。Western Mining社の発表によれば、カットオフ品位0.1 % U₃O₈として、鉍体の平均の厚さは3 m、平均品位は0.15 % U₃O₈である。カルクリートを母岩とする他の主要なウラン鉍床は、Lake Way鉍床、Thatcher Soak鉍床、及びLake Maitland 鉍床である。

Frome Embaymentの第三系の古水系砂岩中に低コストの資源がある。主たる鉍床は、Beverley、Honeymoon及びEast Kalkarooである。Beverley鉍床レンズは、胚胎層準でない炭質粘土と互層する砂岩層準にある。ウランが胚胎する砂岩のレンズは、100mから900mの巾で変化して南北へ3 km以上追跡できる。South Australian Uranium Corporationは、鉍床の平均品位は0.27 % U₃O₈であると報告している。Honeymoon鉍床は、第三系古水系の辺縁部に沿ってロールフロント的に堆積



オーストラリアのウラン鉱床と鉱徴地

している。鉍床の平均品位は0.157% U_3O_8 である。

Mulga Rock鉍床は、Officer Basin の南西部にある埋設している古水系の中に胚胎している。鉍床母岩は始新世の湖成並びに沼沢成の有機物に富む堆積物である。鉍化作用は水平的で地下水面上部に見られる。その上を覆う砂岩は地表風化によって酸化している。母岩はビート、粘土質ビート、粘土砂岩である。鉍化帯の最上部までの深さは20から50mである。Mulga Rock鉍床は、“Emperor”、“Shogun”、“Ambassador”と称されている別個の3鉍体からなっている。Fulwood は、オーストラリア鉍山冶金協会での発表で、カットオフ品位0.03% U_3O_8 として、鉍化帯の平均品位は0.12% U_3O_8 、平均の厚さ2mと報告している。

クイーンズランド州のBen Lomond鉍床は、石炭紀のSt. James火山岩類の流紋岩質溶結凝灰岩層中に賦存している。鉍化作用は、急傾斜の断裂に規制されている準平行的な脈の複雑なシステムに伴っている。鉍化作用は走向延長400m以上にわたって露出しているが、東に向かっては、不整合に覆っている鉍化作用を受けていない火山岩と堆積岩の下部にさらに350m続いている。主要なウラン鉍石鉍物は、コフィナイトとピッチブレンドで、輝水鉛鉍が随伴している。Minatome Australia社は、可採埋蔵量の平均品位をウラン0.209%、モリブデン0.159%と発表している。

Westmoreland地域では、ウランの鉍化作用は中部原生界のWestmoreland礫岩層の砂岩中に見られる。ウラン鉍床は、Redtree断層に沿って貫入した塩基性並びに中性の岩脈に隣接して胚胎している。鉍化作用の産状は次のうちのいずれかである。

- Westmoreland礫岩を覆っている塩基性火山岩層との接触面に平行している水平なレンズ状貫入岩脈に近接する急傾斜のレンズ状

砂岩型のウラン鉍床は、Ngaliaベースンのデボン系ないし上部石炭系の砂岩中に（Biglyi 鉍床）、また Amadeusベースンのデボン系の砂岩中に（Angela鉍床）賦存している。そして Carnarvon ベースンの白亜系の砂岩中と（Manyingee 鉍床）、Canning ベースンの上部デボン系ないし下部石炭系の砂岩中にも（Oobagooma 鉍床）砂岩型のウラン鉍床が存在している。

オーストラリアのウラン資源の見積もりは、ズリ混入による鉍石の品位低下及び採掘と粗製錬におけるロスが適正に考慮されて、鉍床から回収可能なウラン量として表示されている。他の経済性のある鉍物との共産物及び副産物に対しても必要な場合には、考慮が払われるが、鉍石処理によるロスの割合についての情報は入手されていない。確認資源と推定追加資源（分類I）についての、精鉍として回収可能なウランに対するコスト区分は、各資源についての操業費と資本費を現在の貨幣価値で見積もることにより決定されている。操業費には、採掘、粗製錬、エンジニアリング全般、輸送、経営管理（ロイヤルティを含む）などのコストが含まれる。資本費には、生

産開始前の開発、採掘・粗製錬施設の建設と更新、必要な場合には、地域社会の開発コスト、資本に対する金利が含まれる。過去の探鉱コスト及び埋蔵量確定のための今後の探鉱コストは含まれず、また会社の利益も含まれていない。

ウラン資源－1988年12月31日現在 (tU)

確認資源 (RAR)		推定追加資源分類 I (EAR - I)	
\$80/kgU以下	\$80-\$130/kgU	\$80/kgU以下	\$80-\$130/kgU
480,000	58,000	262,000	131,000

RAR及びEAR-Iのほかに、オーストラリアの期待資源が、75%の確率で260万tU以上、50%の確率で390万tU以上存在すると考えられている。

オーストラリアの期待資源は未発見鉱床の見積もりを表わしており、この報告書で定義されているEAR-IIとSRとを合わせたものに相当する。この段階では、これらの分類についての別々の数値はオーストラリアでは入手されていない。

ウ ラ ン 生 産

歴史的概観

ウラン生産は1955年に始まった。1955年から1971年までの間に約7,800tUが生産された。その主な生産は、2つの鉱山、北部特別州のRum Jungleとクイーンズランド州のMary Kathleenからのものであった。残りは、北部特別州のSouth Alligator Valleyの多数の小規模鉱床と、南オーストラリア州のRadium Hillからの生産であった。既存契約の完了とともに生産は終了したが、Rum Jungleでは鉱体がすべて採掘されるまで生産が続けられ、その結果生じた余分の生産物は貯蔵された。

ウ ラ ン 生 産

ウラン生産（精鉱中のtU）

年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1954-1971	7,800	-	7,800
1976-1982	10,841	-	10,841
1983	3,211	-	3,211
1984	4,324	-	4,324
1985	3,206	-	3,206
1986	4,154	-	4,154
1987	3,780	-	3,780
1988	3,532	-	3,532
1989*	3,800	-	3,800
計	44,648	-	44,648

* 推定

生産の現状

1988年には、ウラン酸化物は3か所の鉱山粗製錬所、すなわちRanger、Olympic Dam、Nabarlekで生産された。

北部特別州のAlligator River 地域にあるRanger鉱山には、露天掘り鉱山と粗製錬所がある。この粗製錬所は年間に $3,800\text{tU}_3\text{O}_8$ (3,200tU) を生産する容量をもっている。

Olympic Dam 鉱山でのウラン酸化物の生産は1988年の8月に始まった。最初の切り羽からの鉱石採掘は1988年の2月に始まり、8月までに年間のフル生産である150万tの鉱石と50万tのズリの採鉱水準に達した。Olympic Dam 鉱山は、年間にウラン $1,900\text{tU}_3\text{O}_8$ (1,600tU)、銅45,000t、及び随伴貴金属を生産する容量をもっている。初期の生産量は年間 $1,500\text{tU}_3\text{O}_8$ (1,300tU) となるであろう。

Nabarlek鉱床は露天掘りによって1979年中に採掘され、鉱石はその後の処理のために貯鉱された。貯鉱されていた残りの高品位鉱が処理され、生産は1988年の半ばに中止となった。この鉱山会社は以前に露天掘りで採掘された低品位鉱石の処理を引続き行っている。

ウラン鉱業における雇用

現存の生産センターにおける雇用

年	人・年
1980	500
1981	500
1982	500
1983	500
1984	480
1985	460
1986	460
1987	460
1988	1,250
1989*	1,170

* 推定

将来の生産水準

オーストラリア政府のウラン政策は、北部特別州にあるRanger鉱山とNabarlek鉱山及び南オーストラリア州のOlympic Dam 鉱山からウランを生産して輸出することを認めている。

オーストラリア政府との協定に基づいて、Ranger鉱山の所有者は、商業上可能になったときには、粗製錬所の年間生産容量を5,100tU₃O₈にまで増加することができる権利が与えられている。

Olympic Dam 鉱山のオペレーターは、年間生産量としてウランを4,000tU₃O₈、銅を15万tまで増産するのに十分な鉱石埋蔵量があると発表した。しかしながらその増産は市場の今後の成長によって決まるとオペレーターは述べている。

オーストラリアには、US\$ 130/kgU 以下のコストで回収できるRAR並びにEAR-1のウラン資源のうちのかなりの量を占める他の鉱床が存在しているが、オーストラリア政府のウラン政策によってそれらの鉱床からのウラン生産は許可されていない。これらの鉱床は、将来の生産能力に関するどの見積もり値にも、検討の対象となっていない。これらの鉱床の開発と生産能力は思惑的なものであり、開発を始めることが許されるかどうかは、市場が確保できるかどうかによるであろう。これら鉱床とその埋蔵量は、それぞれの鉱業権者の発表によると、次の通りである。

<u>鉱床</u>	<u>州、特別州</u>	<u>資源量 (tU)</u>
Jabiluka 1, 2	北部特別州	175,900
Koongarra	北部特別州	13,200
Ycelirrie	西オーストラリア州	44,500
Lake Way	西オーストラリア州	2,800
Beverley	南オーストラリア州	13,700
Honeymoon	南オーストラリア州	2,900
Ben Lomond	クィーンズランド州	4,600

生産センターの所有権

生産センター : Nabarlek

鉱山会社 : Queensland Mines Ltd.

所有権 : Pioneer Concrete Services Ltd.の子会社

位置 : 北部特別州, Darwinの東 260km

生産開始 : 1980年

年間生産量 : (tU)

<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
853	1,115	408

生産センター : Ranger
鉱山会社 : Energy Resources of Australia Ltd.
所有権 : 8月15日現在の株主 1988年発行済株式資本金の%
 Peko-Wallsend Limited 33.25
 North Broken Hill Holdings Ltd. 31.85
 その他Aクラスの株主 9.90
 Rheinbraun Australia Pty. Ltd. 6.24
 UG Australia Development Pty. Ltd. 4.00
 Interuranium Australia Pty. Ltd. 2.50
 Cogema Australia Pty. Ltd. 1.25
 OKG Aktiebolag 1.00
 日豪ウラン資源開発株式会社 10.00
位置 : 北部特別州, Darwinの東 220km
生産開始 : 1981年
年間生産量 : (tU)
 1985 1988
 2,136 2,740

生産センター : Olympic Dam
鉱山会社 : Olympic Dam Joint Venture
プロジェクト運営 : Roxby Management Services Pty. Ltd.
所有権 : Western Mining Corporation Ltd. 51%
 BP Minerals (Roxby Downs) Pty. Ltd. 49%
位置 : 南オーストラリア州, Adelaideの北北西 650km
生産開始 : 1988年 8月
年間生産量 : (tU)
 1988
 383

短期の生産能力

在来型資源

(tU/年)

年	予 測 I			予 測 II		
	\$80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの			\$130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの		
	現存及び決定済のセンター	計画中及び予測のセンター	計	現存及び決定済のセンター	計画中及び予測のセンター	計
1990	4,800	—	4,800	4,800	—	4,800
1991	5,400	—	5,400	5,400	—	5,400
1992	5,400	—	5,400	5,400	—	5,400
1993	6,700	—	6,700	6,700	—	6,700
1994	6,700	—	6,700	6,700	—	6,700
1995	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
1996	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
1997	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
1998	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
1999	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
2000	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
2005	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500

長期の生産能力

在来型資源

(tU/年)

年	予 測 I			予 測 II		
	\$80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの			\$130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの		
	現存及び決定済のセンター	計画中及び予測のセンター	計	現存及び決定済のセンター	計画中及び予測のセンター	計
2000	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
2005	8,500	—	8,500	8,500	—	8,500
2010	3,400	—	3,400	3,400	—	3,400
2015	3,400	—	3,400	3,400	—	3,400
2020	3,400	—	3,400	3,400	—	3,400
2025	3,400	—	3,400	3,400	—	3,400
2030	3,400	—	3,400	3,400	—	3,400

現存の生産センター

鉱山名	NABARLEK	RANGER	OLYMPIC DAM
操業開始	1980年	1981年	1988年8月
操業形態	貯鉱鉱石の処理 1988年半ばに完了	採鉱と粗製錬所運転	採鉱と粗製錬所運転
鉱石の供給源			
鉱床名	NABARLEK	RANGER 1, No. 1鉱体 RANGER 1, No. 3鉱体	OLYMPIC DAM
鉱床タイプ	原生代不整合関連 型鉱床	原生代不整合関連 型鉱床	角礫岩複合鉱床
採 鉱			
タイプ	露天掘	露天掘	坑内掘
規模 (t 鉱石/年)	採鉱終了	1,500,000	1,500,000
平均採鉱実収率	n. a.	n. a.	n. a.
粗製錬所			
タイプ	酸浸出・溶媒抽出 AL, SX	酸浸出・溶媒抽出 AL, SX	浮遊選鉱, 酸抽出, 溶媒抽出 Flot, AL, SX
規模 (t 鉱石/日)	170	4,200	n. a.
平均粗製錬実収率	n. a.	n. a.	n. a.
公称生産容量(tU/年)	1,270	3,200	1,610
拡張計画		政府との協定により, 商業上可能になった 場合, プラントの年 間容量を5,100tU に 拡張する権利が与え られている。	市場が確保できれば, 約 3,400tUまで拡張 の可能性あり。
その他	会社は第2の鉱体を明 らかにするため採鉱継 続中		

ウランの貯蔵と在庫

商業機密のため、本報告書に生産者の貯蔵についての情報を入手することはできない。国のウラン備蓄は現在 1,900tU である。

国の政策

民間及び外国企業の参加に対する政策

オーストラリアにおける探鉱活動に対してはいかなる外資規制も適用されない。ウラン生産における外資は、承認済の 3 生産センターを含む政策的ガイドラインの範囲内での取り決めに限られるであろう。

外国での活動に関する政策

オーストラリアの民間企業が外国で活動することに対する制約はない。

政府の監督機関

連邦政府の一次産業・エネルギー省が、オーストラリアの鉱物資源の商業的開発及び鉱物輸出の規制に責任を有している。財務省は外国による投資事項に対して責任を有している。

探鉱活動は州政府及び北部特別州政府によって管理されており、それぞれの州の関係鉱山省が鉱業権の認可に責任をもっている。

全般的ウラン政策

オーストラリア政府のウラン政策では、Nabarlek, Ranger, Olympic Dam での現存の生産センターで引続き操業を行うことが認められている。

現契約と今後の契約のもとで行われるオーストラリアのウラン輸出はすべて厳格な保障措置要件を満たさなければならない。

オーストラリア政府の政策は、Nabarlek, Ranger, Olympic Dam 鉱山からのウランの採鉱及び輸出以外は、核燃料サイクルの段階にオーストラリアが参加することはないことを定めている。

ベルギー

ウラン探鉱

まえがき

1977年までは、ベルギーでは数か所の鉱徴が知られているにすぎなかった。それらは主として Dinant ベーゼンの上部 Viséan-Namurian 統及び Stavelot 山地の Revinian 統の黒色頁岩に関係しており、また Visé 山地の Viséan 統と Frasnian 統のチョーク中の角礫岩とも関係するものであった。

1977年から1979年までの間に、ウラン探鉱についての関心が新たに高まり、Visé 山塊のウラン鉱徴地の調査や Mons ベーゼンの白亜系中にある磷酸塩のウラン含有量の調査が行われるようになった。

1979年から1981年まで、ヨーロッパ共同体 (EC) 及び経済省の資金によるプロジェクトとして、ベルギーの古生層分布地域を対象にウランの全般的な概査が行われた。地質調査を含む3種類の探鉱法によって、約11,000km²の面積がカバーされた。この調査はベルギーの大学に委託して行われた。調査方法はカーボン放射能調査 (Mons)、沖積堆積物の地化学的調査 (Louvain, UCL)、水の地化学調査 (Brussels, ULB) である。この総合報告書は1983年に公表された。

1981年から1985年までは、全般的な探鉱過程の中で発見された主な異常 (Viséan-Namurian 統及び下部デボン系) の地質的環境を調査するという目的をもった研究が、主として Mons 研究所で行われた。

最近及び現在の活動

1985年から1988年まで、地下資源調査所の資金により行われた探鉱プログラム (Walloon 地域) によって、下部デボン系の片岩-砂岩層中と上部 Ardenne 層の地表部で、ウラン異常及びウラン鉱床が発見された (局所的にはウラン相当量1%以上)。

Ardenne 地域の下部デボン系及び、1979年から1982年にかけてヨーロッパ経済共同体 (EEC) とベルギー地質調査所が共同で資金を出して行った予察的カーボン調査で発見された点在する異常とを対象として、戦略的な探鉱が行われた。その第2段階の調査や、トレンチ、浅掘試錐 (約10m) によって発見された鉱徴に対して、地化学的及び地球物理学的調査 (湧水中のラドン、地表でのラドン、ガンマー線スペクトロメトリー) が行われた。深掘試錐による岩芯採取と試錐孔の検層が、地質調査所によって広域的に行われた。

ウラン鉱徴地は数多く多岐にわたるが、現時点では調査されたいずれの地域も経済的には重要ではないと判断されている（100ppm以上の異常を示す鉱徴地のウラン含有量は1t以下である）。

MOS ベーザンにおける磷酸塩のウラン含有量もまた評価された。新しい見積もりでは、このベーザンの磷酸資源中に含まれる非在来型ウラン資源は約40,000tUであり、この中には磷酸塩採掘に適する地域での約2,000tUが含まれている（ただし、その地域での含有量は10%P₂O₅並びに100ppmU以下である）。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨 (百万円/千フラン)	米ドル換算
1983前	0		35	1,100,000
1983	0			
1984	0			
1985	0		3	65,000
1986	0		3.9	85,000
1987	820	26	13.2	330,000
1988			4.2	105,000
1989*				

* 計画

海外における探鉱費

年	自国通貨	米ドル換算	国
1983前		4,000,000	米国、カナダ、オーストラリア、 ブラジル
1983		200,000	カナダ
1984		100,000	
1985		100,000	
1986		100,000	
1987		0	
1988		0	
1989*		0	

* 計画

ウ ラ ン 資 源

かなりの量のウランを含んでいる輸入燐酸塩以外には、この国ではウラン資源は知られていない。

ウ ラ ン 生 産

ウ ラ ン 生 産

tU (精鋳中)

年	生産物の供給源		計
	資 源	非在来型資源*	
1983前**		105	105
1983		40	40
1984		40	40
1985		40	40
1986		40	40
1987		40	40
1988		40	40
1989**		40	40
計		385	385

* 燐酸塩からの酸化物ウラン精鋳－イエローケーキ

** 推 定

国 の 政 策

ウランの輸出入政策

ウランの輸出入政策はユーラトム条約によって規制される。

電力会社は、ユーラトム供給機関の承認を条件に、自由にウラン購入の交渉をし、取りまとめることができる。

ウランの備蓄政策

電力会社の現在の政策は、2年分の天然ウラン必要量をいつでも処分可能な貯蔵として持つことである。これらの貯蔵は、核燃料サイクルの各段階のものとして構成されている（精鋳及びUF₆の形での天然ウラン；UF₆、酸化ウラン、及び燃料集合体の形での濃縮済みウラン）。現在の貯蔵はその必要量を超えている。5年以内に適正な貯蔵量になる予定である。

ウ ラ ン 必 要 量

年	原子力発電所設備容量* (GWe)	必 要 量 (tU)	再処理生産物のリサイクル による予想節約量（天然ウ ラン相当量の t 数）
1986	5,425	950	
1987	5,425	950	
1988	5,425	950	
1989	5,425	950	
1990	5,425	950	
1991	5,425	950	
1992	5,425	950	
1993	5,425	950	
1994	5,425	950	
1995	5,425	950	
2000	5,425	950	
2005	5,425	950	

ウランとプルトニウムのリサイクルから生ずる節約は長期的には約10%のシェアに達する。時間的尺度はまだ計算されていない。

* 年末における設備容量

ベニ

ウラン探鉱

歴史的概観

1980年に、BRGMは、Bureau National de Recherches Minières du Togo (BNMR) 及びOffice Beninoise des Mines (OBEMINES)と協力して、Dahomeyen とAtacorien の間の地質境界におけるウラン鉱床賦存の可能性について調査を行った。約 2,000km²の地域で放射能調査と地化学探鉱（1サンプル/1km²の密度での河川堆積物の採取）が行われた。これらの調査の結果から、引続き調査する理由は見当たらないとの結論に達した。

探鉱費についての追加情報は入手できない。

ブルガリア

ウラン探鉱

歴史的概観

ブルガリアにおけるウラン探鉱は1945年に始まり、現在まで続いている。しかしながら、探鉱の対象はその得られた結果と経済状勢に従って変化した。

最初の探鉱対象地は、Balkan山地におけるシルル紀の黒色片岩と閃長岩岩体との接触部であった。いくつかの高品位鉱床が発見され、このような地質環境は非常に有望であることが証明された。主要なウラン鉱物は、断裂や角礫充填物の方解石脈石中のピッチブレンドである。

1950年代初期には、Rhodope山地の火山岩類中で鉱脈型ウランの鉱徴が発見された。類似の鉱床がその後ソ連で発見されたため、このタイプを対象とした探鉱は1960年代まで続けられた。これらソ連の鉱床は“molybdenum-uranium formation”と称された。ブルガリアではこの種のタイプは小さな鉱床がただ1か所で発見されたにすぎなかったため、これらの鉱床の探鉱は1960年代に中止になった。

また1950年代の初めには最初の砂岩型鉱床が発見された。その結果として、Rila山脈と Pirin山脈の間にある地溝構造中の1地域が選ばれた。鉱床母岩は、礫岩とシルト岩の間に挟まれている漸新世の河川成アルコース質堆積物である。鉱体は一般に地溝の軸の方向に平行して胚胎しており、いくつかの砂岩層中に存在している。

ほぼ同じ頃に、花崗岩中の鉱脈型鉱床が2か所で発見された。主要ウラン鉱物はウラノフェーンで、束沸石を伴っている。

1960年代の初めに表成型の鉱床が2か所で発見された。これらは、花崗岩上の谷を満たしている第四紀堆積物中に賦存している。ウラン鉱物は二次的性質のもので、非常に溶け易く、インシチュ採鉱法で回収が容易である。

インシチュリーチング技術についての肯定的な経験に基づいて、1960年代の終り頃には、若い堆積ベースンに対して探鉱努力が向けられた。その結果として、Thraceの漸新世ベースンでいくつかの発見がなされた。このベースンは、その中央部に河川チャンネルをもった幅広い低地を満たしているものである。ウラン鉱体は、粘土層に挟まれた砂岩中の酸化-還元境界に関係するロール・フロント型である。鉱石は低品位であるが、インシチュリーチング法によって回収することができる。要約すると、過去44年間にわたって、ブルガリアでは十分なウラン探鉱が行われ

てきた。国土面積（110,000km²）の約80%が、エアボーンと地表での放射能調査によってカバーされている。探鉱のための坑道が640km掘削されたが、そのうちの約400kmは閃長岩と黒色片岩の接触部を調査するためのものであった。18,000km以上の試錐が行われた。そのうちの約86%は砂岩中のウランの産状を調べるためのものであり、また試錐孔の80%以上は、深度300m以下で岩芯の採取は行われなかった。

ウ ラ ン 資 源

ブルガリアのウラン資源についての詳細は発表されていない。既知ウラン資源の約75%が砂岩中に、残りが鉍脈型鉍床中に存在すると報告されている。

ウ ラ ン 生 産 量

情報は入手できない。しかしながら、ブルガリアは白国の原子炉に燃料として供給するのに十分なウランを生産しているということが知られている。

ウ ラ ン 必 要 量

ブルガリアは、コメコン加盟国の中で、商業ベースで原子力を利用した最初の国であった。1975年末に、2基の原子力発電プラントが発電容量の合計82万kwで運転を開始した。1988年12月31日現在、Kozloduy 1号機から5号機まで5基のPWRが、合計正味容量255万kwで運転中であり、Kozloduy 6号機とBelene 1号機の2基のPWRが建設中である。

ウラン必要量と設備容量の見積もり

年	設備容量* (GWe)	原子炉必要量** (tU)	再処理生産物のリサイクル による予想節約量 (天然ウ ラン相当量のt数)
1986	1.63	390	n. a. ***
1987	1.63	390	
1988	2.55	600	
1989	3.54	850	
1990	3.54	850	
1991	3.54	850	
1992	4.50	1,000	
1993	4.50	1,000	
1994	5.44	1,300	
1995	5.44	1,300	
2000	5.44	1,300	
2005	5.44	1,300	

* IAEA Power Reactor Information System (PRIS).

** 推定

*** 情報入手できず

カナダ

ウラン探鉱

歴史的概観

カナダのウラン探鉱は1942年に始まった。これらの活動はいくつもの明瞭な段階をたどることができ、今までのレッド・ブックにまとめられている。最も新しい探鉱段階は、ウランの価格水準が上昇し市場が活発になるとともに、1973年に始まったもので、1979年と1980年にはピークに達し、総探鉱費はそれぞれ13,000万カナダドル、12,800万カナダドルに達した。1981年以来、探鉱活動は1970年代半ばの水準まで徐々に低下してきている。しかしながら、“年間100万ドル”のプロジェクトの数は、1982年から1988年の期間にわたり比較的一定している。

最近及び現在の活動

カナダにおけるウラン探鉱費は、1986年の3,300万ドルから1987年の3,700万ドルへと、緩やかに増加した。その活動が主として資源の存在が明らかとなっている鉱区に集中していたとはいえ、探鉱試錐もまた増加した。歴史的に探鉱活動の水準に影響を与えてきたスポット市場価格が絶えず下落してきていることを考えると、この増加は重要なものであった。1988年には、探鉱費は5,900万ドルへと増加したが、この大部分は、サスカチワン州のCigar LakeプロジェクトとMidwestプロジェクトで進行中の試験探鉱計画によるものであった。試錐活動も鉱床の内外での探鉱が活発であったために増加した。

東部カナダや北西準州の新しい地域におけるグラスルートの探鉱活動によって引続き有望地域が示されているが、1987年と1988年の探鉱努力は北部サスカチワン州のアサバスカベーズンに再び集中していた。これは近い将来も同様となりそうである。

サスカチワン州における探鉱の成功が続いたことは、1980年代を通して、カナダのウラン資源に大きく貢献している。Cluff Lakeで続けられている探鉱によって1984年から1987年の間に約5,000tLが確認され、またその後、そのSouth Dominique-Janine鉱床でかなりの追加量が発見されている。1989年の初めに、Minatco社は、同社のWollyプロジェクトで鉱石品位の鉱化作用を浅部で発見したと発表した。埋蔵量を確認しこの地域のポテンシャルを調査するためには、さらに多くの試錐が必要である。カナダにおける新しいウランの発見は、1984年から1988年の間の実際の生産量約35,000tを補い、また高コスト分類に入ってしまった経済性がなくなった資源の

分までも補っている。

1988年には、カナダで最も活動しているオペレーター10社が、全探鉱費 5,900万ドルのうちの98パーセントを支出している。これをアルファベット順であげると、Amok社、 Cameco社—A Canadian Mining & Energy Corporation, Cigar Lake Mining 社, COGEMA Canada 社, Denison Mines 社, Interuranium Canada 社, Minatco 社, PNC Exploration (Canada)社, Uranerz Exploration and Mining社, Urangesellschaft Canada 社である。

カナダ全体では、1988年には、50以上の探鉱プロジェクトが進められ、これより少数の企業が参加したことが明らかになっている。1988年に実際に探鉱費を支出した34の企業の内訳は次の通りである。すなわち、国内の民間企業(15)、国内の国営企業(1)、外国民間企業(13)、外国の政府所有企業(5)である。

カナダのウラン探鉱費は、その約2/3 が外国に本拠を置く企業によって支出されており、これは1980年の第1四半期から、割合は上昇している。この支出の大部分は米国以外の企業によるものである。比較のために述べると、米国の支出は一時期全支出額の1/4 を占めていたが、現在では年間支出額の2パーセント以下である。カナダのウランの外国人所有権に関する政策の変化と米国との自由貿易協定の発効により、この傾向は反対に向かう可能性がある。

カナダのウラン産業界の探鉱資料^{a)}

年	総探鉱費 ^{b)} (百万)		総試錐量 ^{d)} km	総探鉱費 100万 カナダドル以上 のプロジェクト数	確認された プロジェクト数
	\$Cdn	\$US ^{c)}			
1971 ^{82e)}	685	604	247 ^{f)}	13 ^{g)}	203 ^{g)}
1983	41	33	153	10	114
1984	35	27	197	12	84 ^{h)}
1985	32	24	183	14	63 ^{h)}
1986	33	24	162	11	54 ^{h)}
1987	37	28	164	12	58 ^{h)}
1988 ^{g)}	59	48	202	11	54 ^{h)}
1989 ^{p)}	55	46	160	—	—

- a) エアボーン放射能調査, その他の調査については、産業界のデータは入手できない。次表の政府データを参照のこと。
b) 直接の探鉱費と試錐費 (概数) ; 1975~1979年の連邦政府によるウラン予察プログラムの支出は含まれていない。
c) カナダ銀行の年央 (6月) のレートで換算した現行米ドル。
d) 探鉱試錐と地表からの開発試錐 (概数) ; 生産中の鉱区での開発試錐を除く ; 試錐孔数についてのデータはない。
e) 1971年以前のデータは入手できない。
f) 1982年のデータだけである。
g) 探鉱費の増加は、大部分がCigar Lakeプロジェクトと Midwestプロジェクトで進行中の試験探鉱計画によるものである。
h) 活動中のプロジェクト
p) 予備値

政府による調査と支出^{a)}

年	放射能調査	地球化学調査 ^{c)}	支出額 ^{b)} (百万ドル)			
	km ²	km ²	放射能	地球化学	計	\$US
1975-82*	2,116,000 ^{d)} 56,000 ^{e)}	1,323,000	10.084	10.597	20.681	19.32
83	19,500 ^{d)} 22,500 ^{e)}	99,000	0.397	0.784	1.181	0.96
84	75,000 ^{d)} 22,000 ^{e)}	96,000	0.616	0.647	1.263	0.97
85	34,000 ^{e)}	160,400	0.640	1.138	1.778	1.30
86	57,000 ^{d)} 25,500 ^{e)}	184,100	0.738	1.568	2.306	1.66
87	15,500 ^{e)} 1,600 ^{f)}	143,000	0.450	1.854	2.304	1.72
88	13,000 ^{e)} 6,500 ^{f)}	108,900	0.550	1.538	2.088	1.72
89 ^{g)}	15,000 ^{e)} 5,000 ^{f)}	51,700	0.475	0.840	1.315	1.10
計	2,484,600	2,166,100	13.95	18.976	32.916	28.75

a) 探鉱試験のための政府支出はゼロである。

b) 調査した年のカナダドル。連邦政府と州政府の資金が含まれている。；合計額もまたカナダ銀行の年央（6月の平均）のレートで米ドルに換算された。

d) 測線間隔 5 km

e) 測線間隔 1 km

f) 測線間隔 1 km未滿

g) 推定

* 1975年前のデータは報告されていない。

他の国における活動

多数のカナダの企業が、いくつかの国においてウラン探鉱を行っているが、その支出額についての資料は入手できない。

ウ ラ ン 資 源

概 説

カナダの主要なウラン鉱床は、この国のウランの確認資源と推定追加資源の大きな割合を占めており、原生代石英礫岩型と原生代不整合関連型鉱床の2つの地質学的タイプに属する（図面参照）。

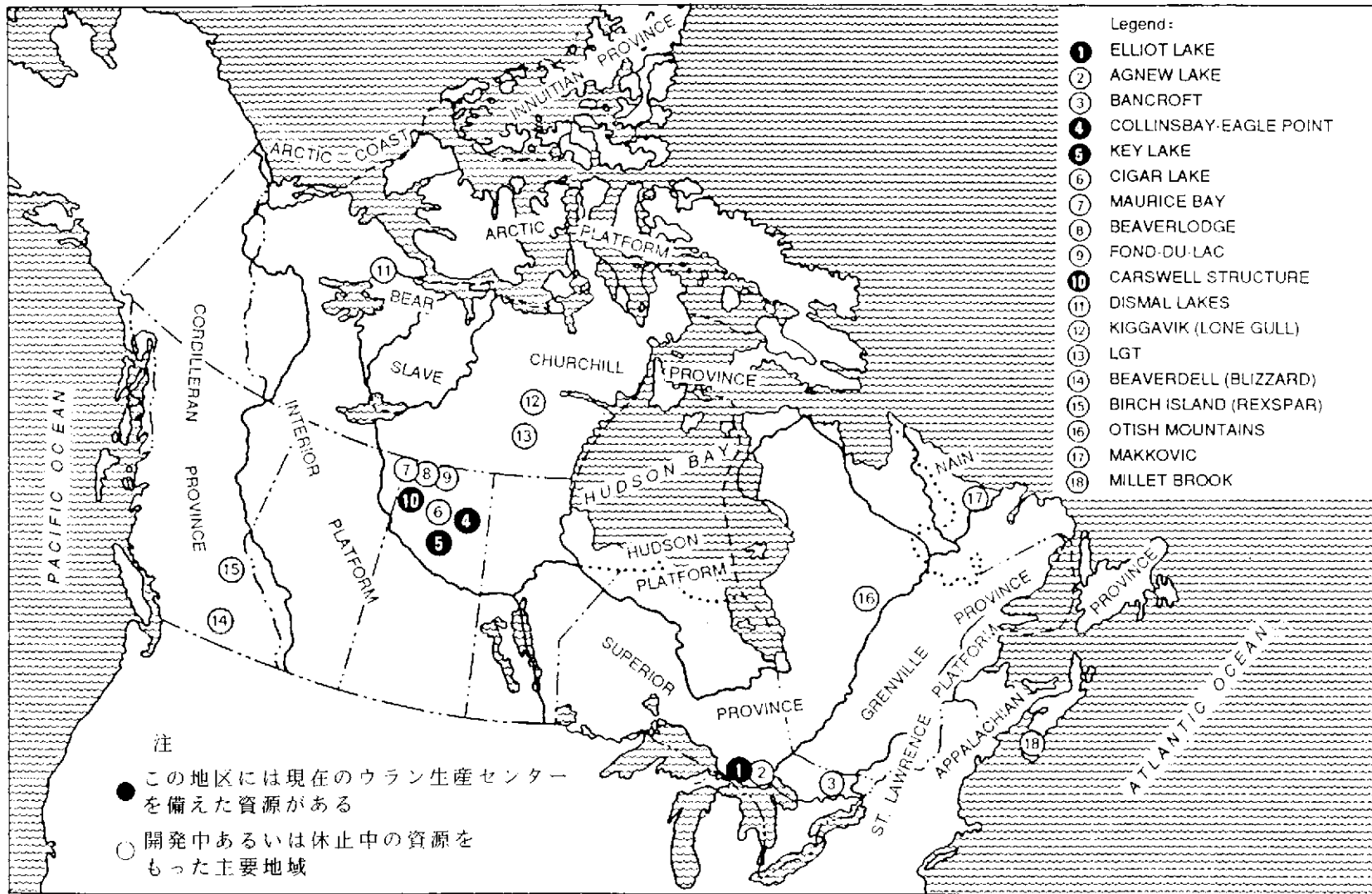
原生代の石英礫岩型鉱床は、オンタリオ州Elliot Lake 地域に存在し採掘されている。これらの鉱化作用は、Huronian Supergroup の基底部の数層（リーフ）中に存在しており、平均0.05～0.1%Uの品位をもつ鉱石を含んでいる。その他の地域の資源、例えばオンタリオ州Agnew Lake及びケベック州Sakami Lake では、ウラン品位はより低く現在では経済性がない。

原生代の不整合関連型鉱床は、サスカチワン州北部のAthabasca Basin 地域に存在し採掘されている。現在では、Key LakeのDeilmann鉱体と、Carswell構造にあるCluff LakeのClaude鉱床並びにDominique-Peter 鉱床など、いくつかの鉱床が採掘されている。Collins Bay “B” 鉱床もまた採掘されており、大規模高品位資源であるCigar Lake鉱床は採鉱のための開発がなされつつある。その他の重要な鉱床としては、McClean, Eagle Point, Midwest があり（ウラン生産の項を参照）、後者の2鉱床では進んだ段階の探鉱と開発が行われている。

不整合関連型鉱床には、Athabasca 層群基底の不整合（原生代中期）と関連して、単一金属（例えばEagle Point）あるいは多種金属の鉱化作用（Key Lake, Collins Bay “B” ゾーン, Cigar Lake）がある。単一金属鉱床中ではピッチブレンドの鉱化作用が優勢であり、一方多種金属の鉱床ではウラン ニッケル コバルトの組合せが優勢である。鉱床の平均品位は、1%U以下から2%～5%の範囲であるが、鉱床の一部では（例えばCigar Lakeでは）、10%Uを超えるものもある。この鉱床タイプは、現在では単に北部サスカチワン州だけではなく、北西準州のThelonベーズン地域でも、探鉱の目標になっている。

カナダのRARとEAR Iの見積もりは次の表に示されている。注目される最も大きな変化は、これらの見積もりを前回の（1988年3月）NEA/IAEAのレッド・ブックで報告されている数字（カッコ内の数字を参照）と比較すると、1987年1月1日と1989年1月1日の間の追加資源量は、その2年の評価期間中の約25,000 tU という記録的な生産量を十分に補うことができなかったという事実である。3つの資源分類のそれぞれの正味の減少は、生産による埋蔵量の取り崩し、主として低コストの資源取り崩しを反映している。

コスト水準（換言すれば、経済的に開発可能な水準）に分類するため、予想される鉱石処理に



カナダのウラン鉱床

よる損失（一般に約5%～10%）を考慮して、さらにすべての生産コストに今後必要とする資本費を加えたものを含めてカットオフ品位が決定される。個々の鉱床の資源量についてのカットオフ品位と平均品位の差が、税金とロイヤルティ、本社管理費、今後の探鉱と開発のコスト、投下資本に対する適正な利益率（すなわち資本の使用に伴うコスト）のような費目を支えられるかどうかを決定するために、カットオフ品位と平均品位の差が検討される。もしも選んだカットオフ品位と平均品位との差が十分と判断されると、その資源量が当該限界コストで採鉱可能なものとされる。すべてのコストが考慮されているので、その限界コストが容認し得る最低の限界価格に等しいと考えられる。

カナダのウラン資源の見積もり^{a)}

主要な資源区分

(可採鉱石からの回収可能ウラン)^{b)}

コスト区分 ^{c)}	確認資源 (RAR) ^{d)}		推定追加資源分類-I (EAR-I) ^{d)}	
	(1,000tU)		(1,000tU)	
A	139	(153)	109	(112)
B	96	(96)	95	(99)
A+B	235	(249)	204	(211)
C	54	(56)	51	(51)

a) 1989年1月1日現在の資源；カッコ内の数字は1987年1月1日のもの。

b) 鉱石処理と採掘による実際あるいは予測の損失分が差引かれている；これらのファクターは、現存及び将来の生産センターに所属する資源に対して、個々に適用された。坑内採掘の場合には可採鉱石は現場での埋蔵鉱量の75～80パーセントが普通である。露天採掘ではそれよりも高い採掘実収率が達成される。カナダで操業中の在来型粗製錬工場の1988年の加重平均実収率は、その範囲は94～98%と変化するが、96%であった。

c) 分類A, B, Cは、それぞれ\$80/kgU以下、\$80～130/kgU、\$130～260/kgUのコスト範囲を示す（国際的に比較するためには、NEA/IAEAの3つの“コスト”分類は、カナダの3つの“価格”分類に等しいと考えることができる）。

d) NEA/IAEAの資源に関する用語は、定義の章で述べられているように、カナダの資源に関する用語にそのまま等しい。

すなわち、RAR=Measured+indicated 及びEAR-I=inferredである。

注：資源の見積もりは、経済性のある他鉱物との共産物あるいは副産物の関係に基づいていない。

高コスト資源

\$130~260/kgU のコストで回収可能なRARとEAR-Iの見積もりも主要な資源分類の表に示されている。これら資源量のうちの大部分は石英礫岩中に含まれている。

追加の在来型資源

RARとEARに追加される在来型のウラン資源の発見に有望な地域は、カナダに多数存在する（図を参照されたい）。この可能性のあるものは次の2つの明瞭なタイプに分けられる。すなわち、既知鉱床を含む鉱化作用が十分に明らかにされている地質トレンドや地域内に存在が期待されるもの（すなわちEAR-II）と、未探査地域または鉱徴のみが知られている地域内に賦存していると考えられるもの（すなわちSR）である。

カナダのEAR-IIの見積もりが、NEA/IAEAの1988年3月発行のレッド・ブックに報告された見積もりと比較して、次の表に示されている。カナダのRARとEAR-Iの場合と同じように、不整合関連型鉱床の相対的重要性が増加している。カナダのEAR-IIの大部分はこのタイプの鉱床に属しており、主としてサスカチワン州北部と北西準州のものである。そして探鉱の対象として、このタイプの鉱床が重要であることを示している。礫岩型鉱床の重要性は減っている。カナダのEAR-IIの少量が鉱脈型鉱床に属している。

カナダのウラン資源見積もり

推定追加資源 -- 分類II^{a)}

(採掘可能な鉱石中のウラン量)^{b)}

(×1,000tU)

コスト区分	EAR-I (1989年1月1日現在)	EAR-II (1987年1月1日現在)
A	154	138
B	120	118
A+B	274	256
C	107	103

a) NEA/IAEAの資源に関する用語は、定義についての章で述べられているように、カナダの資源に関する用語にそのまま等しい。すなわち、EAR-II = Prognosticated

b) 採掘による損失分は差し引いてあるが、鉱石処理時の損失分は差し引いていない（主要資源区分類表の脚注も参照されたい）。

c) 分類A, B, Cはそれぞれ、\$80/kgU以下、\$80~130/kgU、\$130~260/kgU のコストの範囲を示す。（国際的に比較するには、カナダの3つの“価格”分類は、NEA/IAEAの3つの“コスト”分類に等しいと考えてよい。）

注： 資源の見積もりは、経済性のある他鉱物との共産物あるいは副産物の関係に基づいていない。

現在の地質学的知識に基づくと、次に述べるRARと2つのEARの分類に入る資源のほかに、期待資源SRは合わせて約100万tU（原位置資源量）と判断される。もしもこれらの資源が存在するならば、\$260/kgU以下のコストで開発できる既知鉱床の資源と地質学的に比較し得るものであろう。さらに、未だ評価が行われていない地域にも資源が賦存するものと思われる。

これら期待資源の大部分は不整合関連型鉱床中に賦存しているものと信じられる。特に有望な地域は、サスカチワン州北部のAthabascaバースンとその隣接地域のPre-Athabasca不整合に沿った地域、及び北西準州のThelonバースン地域である。オンタリオ州のNipigon地域やカナダ東部の数地域に見られるSub-Sibley不整合もまた興味を持たれている。

鉱脈型鉱床はカナダの期待資源量のかなり大きな部分を占める。その大部分のものは、カナダ大西洋岸のAppalachian造山帯と北西準州のBear構造区に賦存すると考えられている。

砂岩型ウラン鉱床は、カナダの期待資源量の少量を占めている。この型の鉱化作用の徴候は、顕生代バースンの一部、例えばCordilleraのKelowna-Beaverdell地域、カナダ太西平洋岸の顕生代バースン中に存在している。

ユーコン準州中央部の先カンブリア地域や北西準州のBear構造区では、オーストラリアのOlympic Dam鉱床と類似の成因の鉱化作用が発見される可能性がある。

礫岩型ウラン鉱床はカナダで現在明らかにされているウラン資源の大部分を占めているが、今後この型のウラン資源がさらに追加発見される可能性は小さいものと思われる。

表成鉱床の存在する地域の研究によって、Cordilleran造山帯とAppalachian造山帯に表成鉱床が賦存する可能性が比較的良好であることが示されている。

非在来型あるいは副産物からの資源

非在来型あるいは副産物からの顕著なウラン資源は、まだカナダでは発見されておらず、また地質学的にこれらの存在に好ましい地域の拡がりは限られている。

ウ ラ ン 生 産

歴史的概観

カナダのウラン産業は、北西準州のPort Radiumのピッチブレンドの発見と共に1930年に始まった。Port Radiumでは1933年から1940年まで鉱床中のラジウムを回収するために採掘が行われた。それ以来、この産業はいくつもの明確な変遷をたどってきた。Port Radium鉱山は米国とイ

ギリスの防衛計画のウラン需要に応じて1942年に再開された。政府による探鉱と1947年に始まった民間による探鉱によって、5つの生産地域で19の処理プラントをもつ23の鉱山が開発されるに至り、1959年には12,200tUのウランが生産された。

1950年代末に米国及びイギリスとの新規契約が停止され、1959年の最高水準に続いて、ウラン産業は整理統合と衰退の時期に入った。生産量は1966年の3,000tU以下の最低水準まで急激に減少したが、その中の大部分はカナダ政府の備蓄計画によって支えられた。その時点ではわずか4生産者のみが残って操業しているだけであった。

1966年には電力事業者との間で最初の重要な商業上の長期販売契約が締結されたが、この流れが本当に変わって、ウラン価格が上昇し、市場が十分に活発となって探鉱・開発活動が著しく拡大したのは、1970年代の半ばであった。1970年代末には産業界は強固に再建されて、いくつもの新しい生産施設が種々の段階の開発に入った。

カナダにおける一次ウラン生産（1938～1988年）

（精鉱中のtU）

年	生産物の供給源		
	在米型資源	非在米型資源	計
1983前 ^{a)}	154,440	0	154,440
1983	7,140	0	7,140
1984	11,170	0	11,170
1985	10,880	0	10,880
1986	11,720	0	11,720
1987	12,440	0	12,440
1988	12,400 ^{a)}	0	12,400 ^{b)}
計	220,190 ^{c)}	0 ^{d)}	220,190 ^{c)}

- a) 1938年から1982年までのデータを含む：1933年から1937年のデータは入手できない。
b) 1988年に採掘、製錬された鉱石から生産されたウランは全体で約12,400tU：そのほかに70tUがElliot Lakeの生産者によって精錬及び転換施設の廃棄物から回収された。
c) この総生産量のうち、60%が礫岩型鉱床から、14%が鉱脈型鉱床から、24%が不整合関連型鉱床から、2%がペグマタイト鉱床から、それぞれ生産された。
d) 1980年代の半ばに、アルバータ州Calgaryの磷酸副産物工場で米国から輸入された燐灰石から少量のウランが回収された。この生産量はカナダの生産量の合計に含まれていない。

生産の現況

カナダのウラン生産者5社は、1988年の精鉱生産量として推定12,470tU、または西側世界の生産量の約1/3を生産したとの報告を行った。この総生産量のうちの約12,400tUは一次生産によるもので、70tU強はElliot Lakeでの精錬・転換施設の廃棄物から回収されたものである。一次

生産量は、最近の数年間とは逆に、オンタリオ州でわずかに増加し、サスカチワン州で多少減少した。図面には現存の生産者5社とカナダの主要ウラン鉱床が示されている。これら現在操業中のものだけに基づくと、カナダの年間生産能力は1990年代の半ばまで12,000ktの水準を維持すると予想される。1988年末現在、新規の生産施設あるいは生産施設拡張についての決定はなされていない。カナダのウラン生産施設での直接雇用者数は、4,700名のオーダーである。

カナダの生産者5社からのウラン出荷は1988年も依然として高水準で、全体で13,200ktと推定され、これは11億ドル以上の価値に相当する。年間生産量と出荷量との違いは生産者による在庫調整を意味している。カナダのウラン生産量並びに出荷量の2/3はサスカチワン州からのものであり、その残りがオンタリオ州からである。カナダの国内必要量は現在のカナダの生産量の15%であり、カナダのウラン生産量の大部分は輸出用に回すことができる。

オンタリオ州のElliot Lake 地域では、3つの大規模低品位ウラン生産センターで生産が行われている。1988年には、Denison Mines 社の生産と引渡し計画を満たすのに、1日当り鉱石処理量約8,000tで充分であると見なされた。また、Rio Algom社のQuirke, Panel, Stanleighの3鉱山では、全体の鉱石処理量として、1日当り約12,000tの鉱石が処理された。両社とも操業コストを削減して生産性を上げるのに成功した。両社による坑内での原位置浸出プログラムは効果的であることが実証されており、最終的には、両社それぞれの全生産量の20%以上を占めることになるかもしれない。1988年には、Denison Mines 社とRio Algom 社は引続いて、精錬施設と転換施設の廃棄物を処理してウランの回収を行った。

Denison Mines 社は、当社のスケジュールよりも早く最近取得した Canuc鉱区へのアクセス坑道の掘削を終了し、その隣接のElliot Lake の主要鉱山からの生産量を補うために、1989年に生産を開始することを予想している。1983年以来Denison Mines 社は、ウラン市場の改善を待ち、坑道維持を主体とした隣接のStanrock鉱山の操業を維持している。しかしながら Denison Mines 社は、サスカチワン州の Midwestプロジェクトを1990年代半ばに生産を開始することが可能であるかどうかを評価中である。

Rio Algom 社は、Elliot Lake のStanleigh 鉱山に隣接しており、かつその生産量を補うことになると思われるMilliken, Nordic, Lacnorの各鉱区で、より高品位の埋蔵鉱量に対して開発を続けている。Millikenの排水作業は1988年5月に始まり、1990年には完了するであろう。Rio Algom 社はまた、米国のKerr-McGee Corporationとの契約に調印して、Kerr-McGee社のワイオミング州のウラン鉱区と同社の100%子会社であるQuivera Mining社の株式を取得した。

サスカチワン州北部のAthabasca ベーズンでは原生代の不整合関連型鉱床を露天掘り及び坑内

掘りで開発している比較的高品位の3か所の生産センターで生産が行われている。

Rabbit Lake 鉱山では、Eldorado Resources社（現在の Cameco社*）は、Collins BayのA鉱体とD鉱体並びにEagle Point 鉱床の開発を進めるための法規上及び環境上の承認を1988年1月に取得した。A鉱体とD鉱体は露天掘りによってそれぞれ1年以内に採掘が終了するが、Eagle Point鉱床が最初に生産に入るものと思われる。なぜならば、Eagle Point鉱床は21世紀に入っても生産を続けることができるからである。1988年末にUranerz Exploration and Mining社は、Noranda Exploration 社が所有していたEagle Point North 鉱区の1/3の利権を取得した。Cameco社はその残りの2/3を所有しており、同様にEagle Point South鉱区の全利権も所有している。1989年3月、Cameco社は、1989年7月からRabbit Lake 粗製錬所を6か月間閉鎖することと約100人の鉱山現場雇用者を解雇することを発表した。

Cluff Mining社は、そのClaude露天掘り鉱山の鉱石が1989年に枯渇するのに先立って、同社のDominique-Janine露天掘り鉱山を開発するための政府の承認を1988年10月に取得した。1988年にはDominique-Peter 坑内掘り鉱山とClaude露天掘り鉱山からの鉱石が粗製錬所へ給鉱された。Cluff Mining社はウランの生産量と販売量との調整を続けており、1988年には1週間置きに操業していた。しかし、1口当り鉱石処理量1,000tの割合で生産を行い、それによって1987年の生産水準を上回った。さらに、1987年の初め以来、操業のフェーズIの期間中に生じた浸出残渣から250kg以上の金が回収された。1988年2月に最後の残渣が処理されて、この特別な回収工程は5月に解体された。粗製錬所の閉鎖延長についての発表が1989年半ばに行われたが、このことは1989年と1990年の年間ウラン生産量に影響を及ぼすことになるであろう。

Key Lake Mining 社は、Gaertner露天掘り鉱山の閉鎖作業を続け、また1989年の初めより、大きなDeilmann鉱体の採鉱開始にむけての準備作業を実施中であった。1988年には、Gaertner鉱体からの貯鉱がKey Lake粗製錬所に給鉱された。粗製錬所が点検のために夏に閉鎖された後の第4四半期には、年間の生産目標1,600tを達成するため、生産量が上げられた。1989年3月の終わり頃、Cameco社とUranerz 社は、Cameco社がKey Lakeウラン鉱山のオペレーターとなることについて原則的に合意した。Key Lake鉱山とRabbit Lake 鉱山に対するSaskatoon からの支援サービ

* 1988年2月カナダ政府とサスカチワン州政府は、ウラン産業に従事していたそれぞれの公営会社Eldorado Nuclear LimitedとSaskatchewan Mining Development Corporationの合併とそれに引き続く民営化に合意した。この合併は1988年9月30日に発効し、ウラン採鉱とその加工を行う世界的規模の統合大会社が誕生し、その本社がサスカチワン州のSaskatoonに置かれた。CamecoはA Canadian Mining and Energy Corporationとして知られているこの新会社は、従業員1,000名以上で、約16億ドルの資産を保有し、世界的に第一級であり文字通り統合的なウラン生産会社として知られているフランスのCogema社のライバルとなった。

スを統合することによって、操業コストは引き下げられることになるであろう。Deilmann鉱体の鉱石はGaertner鉱体の鉱石に比べてモリブデンが多く含まれているので、1989年の半ばに生産物の品質維持のためのモリブデン除去工程が設置された。

ESI Resources 社とUrangesellschaft Canada 社が共同で所有していたカナダ唯一の副産物ウラン回収施設は依然として閉鎖されたままである。この施設は1983年にその設計容量に近い生産を達成する以前の生産開始時に困難を経験しているが、1987年4月には隣接の化学肥料工場からの磷酸の供給が止まったために、ESI社はその施設を閉鎖せざるを得なくなった。生産されたウランは米国から輸入された磷酸塩岩石から回収されて、再び米国へ輸出されたので、カナダの生産量として計上されていなかった。

カナダの現存鉱山からのウラン生産能力は、「ウラン生産能力」の項に示されている。これら生産センターの一部のものの生産寿命（例えば Rabbit Lake）は、その地域での新しい鉱床の開発によって延ばされてきたし、引き続き延ばされることになるであろう。そのような開発を進めるかどうかは市場次第であろう。

現存のウラン生産センターにおける雇用

(12月31日現在の概数)

年	人・年	年	人・年
1980	6,100	1985	5,330
1981	n. a.	1986	5,080
1982	4,830	1987	4,830
1983	5,850	1988	4,730
1984	5,810	1989	1,600

カナダのウラン産業の所有権構造

a) 1988年の国内ウラン生産

<u>分類</u>	<u>分野</u>	<u>シェア (%)</u>
国内の民間	鉱業	15
カナダ政府	鉱業	48
海外の民間	鉱業	32
海外の政府	鉱業	5
計		100

b) 生産センター

<u>生産センターの位置</u>	<u>生産会社</u>	<u>所有権と分類</u>
i) Cluff Lake, Saskatchewan	Cluff Mining パートナーシップ Amok Ltd. (80%) Cameco* (20%)	Amok 75% Compagnie Générale des Matières Nucléaires - 25% Pechiney Ugine Kuhlman - 政府, 外国 (フランス) Cameco - サスカチワン州政府61.5% とカナダ政府38.5%(カナダ)

(* Cameco-A Canadian Mining & Energy Corporation)

生産開始 : 1980年

<u>年生産量 (tU) :</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
	-	-	11	834	860

ii) Key Lake, Saskatchewan Key Lake Mining Corp. Cameco - (同上)
 Cameco (66.7%) Uranerz - 100% Uranerz-
 Uranerz Exploration and bergbau GmbH
 Mining Limited (33.3%) -民間, 海外
 (西ドイツ)

生産開始 : 1983年

<u>年生産量 (tU) :</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
	-	-	-	4,270	4,629

iii) Rabbit Lake, Saskatchewan Cameco (100%) Cameco (同上)

生産開始 : 1975年

<u>年生産量 (tU) :</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
	-	279	1,967	824	2,679

iv) Elliot Lake, Ontario Denison Mines Limited Denison - 36% Roman Corp.
 (100%) -民間, 国内

生産開始 : 1957年

<u>年生産量 (tU) :</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
	1,396	1,120	1,712	2,112	1,876 ^{p)}

v) Elliot Lake, Ontario Rio Algom Limited (100%) Rio Algom - 51% RTZ Corp.
 -民間, 海外

生産開始 : 1956年

<u>年生産量 (tU) :</u>	<u>1970</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>
	1,537	1,784	2,609	2,840	2,349 ^{p)}

p) 一次生産量のみ

将来の生産センター

現存の鉱山以外に、もしも市場環境が許すならば、1990年代に生産を始めることができる鉱床が現在3つある。1988年にサスカチワン州で2プロジェクト、北西準州で1プロジェクトが開発作業を進めた。

Cigar Lake Mining社は、サスカチワン州北東部にあるCigar Lakeで4,000万ドルの試験採鉱を行うための採鉱及び環境上の承認を1987年の終りに取得した。深度500mの立坑開削が1988年9月に開始され、年末までに地上施設と立坑櫓が設置された。1989年8月には立坑は420mレベルに近づいた。そこから水平坑道が採鉱試験のために掘進されることになる。この試験結果によって、1990年と1991年にフィージビリティ・スタディが行われる予定である。この計画が成功して、必要な政府の承認が得られると仮定すると、粗製錬所を建設するかあるいは鉱石処理のためKey Lake粗製錬所へ鉱石を車で運ぶかという決定が1992年になされるであろう。1993年以降に年間4,600tUの生産が予想されている。世界最大で最高のウラン品位をもつCigar Lake鉱床の地質的な既知資源量は、平均10%Uの鉱石品位で15万tU以上である。

Cigar Lakeの北方にあるMidwest Lakeプロジェクトでは、Denison Mines社が岩盤の状況と採鉱法を試験するための1,800万ドルの計画を実施中である。1988年9月に環境上の承認が与えられて、Denison Mines社は深度185mの立坑開削を開始し、年末までに立坑櫓を完成した。1989年4月に立坑が完了し、鉱体へ向けての水平坑道の掘進が始められた。採鉱試験は1989年の後半に行われる計画になっている。Denison Mines社とそのパートナーであるPNC Exploration (Canada)社、Uranerz Exploration and Mining社、Bow Valley Industries社は、鉱石品位1%Uで20,000tU以上と報告されている資源から、1990年代の半ばに生産を開始することの可能性について評価中である。

北西準州のBaker Lakeの近くでは、Urangesellschaft Canada社が、1990年代の半ばに同社のKiggavikプロジェクトを開発して生産に入ることを計画している。同社の報告によれば、資源量は10年の鉱山寿命として十分な鉱石品位0.4%で15,000tUである。推定2億ドルのこのプロジェクトを進めるかどうかの決定は、ウラン市場、ジョイントベンチャーのパートナーを捜すこと（CEGB Exploration (Canada)社が1988年の終り頃に20%の利権を取得した）、及び現在実施している環境上の再検討の結果によって決まるであろう。1989年6月に、連邦政府の指名による「環境評価検討パネル」(Environmental Assessment Review Panel)によって、環境影響報告書（Environmental Impact Statement:EIS）のガイドラインが発刊された。このEISは1989年11月までに提出され、公聴会は1990年の初めに開始されるであろう。

他の多数の確認されたウラン鉱床中に含まれている資源量（すなわち、RARとEAR-I）は、前述以外の生産センターを支えるのに十分な量である。市場状況次第で、これらのプロジェクトの一部は確実に開発されて生産段階に入るであろう。将来のウラン生産センターになる可能性のあるものとしては、サスカチワン州の Dawn Lake（Camecoがオペレーターとなっている不整合関連型鉱床）、McClellan Lake（Minatco 社がオペレーターになっている不整合関連型鉱床）、ブリティッシュコロンビア州の Blizzard（Norcen Energy Resources社がオペレーターとなっている表成型鉱床）、ケベック州ラブラドル地区の Kitts-Michelin（Western Canadian Mining社がオペレーターとなっている鉱脈型及び火山岩起源の鉱床）などがある。これらの鉱床からの生産の可能性については、次の表で示されている見通しの中には含まれていない。その理由は、その実現の可能性に関しては多くの不確実性が存在するからである。

カナダのウラン生産能力 (tU/年)

短期の生産能力

予測-I

予測-II

年	\$ 80/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの			\$ 130/kgU以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの		
	現存及び 決定済の センター	計画及び 予測の センター	合計	現存及び 決定済の センター	計画及び 予測の センター	合計
1990	11,400	0	11,400	11,400	0	11,400
1991	12,200	0	12,200	12,200	0	12,200
1992	12,100	0	12,100	12,200	0	12,200
1993	12,000	0	12,000	12,100	0	12,100
1994	11,700	0	11,700	11,800	0	11,800
1995	10,000	1,200	11,200	11,600	4,700	16,300
1996	9,500	1,200	10,700	11,000	7,000	18,000
1997	9,100	1,200	10,300	10,700	7,000	17,700
1998	7,600	1,200	8,800	9,600	7,000	16,600
1999	6,400	1,200	7,600	9,300	7,000	16,300
2000	6,200	1,200	7,400	9,100	7,000	16,100

長期の生産能力

2005	3,900	1,200	5,100	5,400	7,000	12,400
2010	3,900	0	3,900	5,400	4,600	10,000
2015	3,000	0	3,000	4,600	2,300	6,900
2020	470	0	470	470	0	470
2025	470	0	470	470	0	470
2030	470	0	470	470	0	470

現存の生産センター，1988年

会社名と プラントの場所	生産開始年	鉱床タイプ ^{a)} と 採 鉱 法 ^{b)}	鉱石処理プラント		
			方 法 ^{c)} と 実収率(%) ^{d)}	1日当り 鉱石処理 容量 (t)	年生産量 ^{e)} (tU)
Cluff Mining- Phase II Cluff Lake, Sask.	1984 ^{f)}	Ucon/OP/UG	AL/SX/96	- 900	860
Denison Mines Ltd. Elliot Lake, Ont.	1957	Cong/UG/IPL	AL/IX/95	7,700	1,876
Cameco - A Canadian Mining & Energy Corp. Rabbit Lake, Sask.	1975	Ucon/OP	AL/SX/94	1,800	2,679
Key Lake Mining Corp. Key Lake, Sask.	1983	Ucon/OP	AL ² /SX/98	+ 700	4,629
Rio Algom Ltd. Elliot Lake, Ont.					
• Quirke mill	1968 ^{g)}	Cong/UG	AL/IX/95	5,000	1,112
• Panel mill	1979 ^{h)}	Cong/UG	AL/IX/95	3,000	769
• Stanleigh mill	1983 ^{h)}	Cong/UG	AL/IX/95	+ 4,500	468

a) 鉱床タイプ： 礫岩型 (Cong)，不整合関連型 (Ucon)

b) 採 鉱 法： 坑内掘り (UG)，露天掘り (OP)，インブレスリーチング (IPL)

c) 鉱石処理法： 酸浸出 (AL)，2段酸浸出 (AL²)，イオン交換 (IX)，溶媒抽出 (SX)；
詳細については "Uranium Extraction Technology", NEA/IAEA, Paris, 1983を参照されたい。

d) 鉱石処理実収率： 1988年のデータ

e) 1988年の一次生産量の実績

f) 第 I 段階の操業は1980年から1984年まで

g) New Quirke鉱山からの生産のため再開，1956年から1961年 (Old Quirke鉱山) まで操業した後閉鎖

h) 再開，1958年から1961年まで生産した後閉鎖

ウランの貯蔵と在庫

a) 天然ウランの貯蔵

- 政府による貯蔵： な し
- 生産者貯蔵： 生産者在庫についてのデータは入手できない。
- 消費者在庫： 消費者在庫についてのデータは入手できない。

b) 濃縮ウランの貯蔵

カナダに濃縮工場はなく、さらにカナダの原子力発電所は天然ウラン燃料を使用するため、認められるほどの濃縮ウランの在庫は蓄えられていない。しかし、少量の濃縮ウランが実験及びいくつかのCANDU炉のブースターロッドに使われている。

c) 劣化ウランの貯蔵

カナダには濃縮ウラン工場がないので、劣化ウランの在庫はない。しかしながら、 Cameco社では、注文によって劣化ウラン金属鋳造物を加工する関係から、少量の劣化ウランを在庫としてもつことがしばしばある。

d) 電気事業者に必要な貯蔵水準

カナダの原子力発電会社 3 社（2 社はそれぞれ 1 基の原子炉を運転中であり、Ontario Hydro社は16基をもっている）、それぞれの燃料在庫方針は異なっている。3社すべては完成した燃料集合体を敷地内に在庫としてもつように努めており、その量は6か月先までの必要量を下回ることはない。追加の在庫として、完成した燃料集合体や、処理中の原料や、精製工程に供給する原料などが種々の割合で存在する。3社全体としては、すべての形の在庫量全部で、通常1年先までの必要量を超えることはない。現在のところ、Ontario Hydro社だけがその在庫方針の目標を上回る量の在庫をもっている。そしてこれら過剰な在庫は1993年までに削減されるものと思われる。

e) 再処理ウランとプルトニウムの貯蔵

カナダには再処理施設が存在しないので（近い将来にも考えられていない）、再処理をされた物質の貯蔵はない。

ウ ラ ン 必 要 量

カナダの推定ウラン必要量*

年	設備容量** (GWe)	原子炉必要量*** (tU)	再処理生産物のリサイクルによって予想される節約量 (天然ウラン相当量)
1987 ^{a)}	11.8	1,600	0
1988 ^{a)}	11.9	1,700	0
1989	12.8	1,800	0
1990	13.6	1,900	0
1991	14.6	1,900	0
1992	15.4	1,900	0
1993	15.4	2,000	0
1994	15.4	2,000	0
1995	15.8	2,000	0
2000	15.8	2,100	0
2005	18.0	2,300	0

a) 実 績

* Ontario Hydro, Hydro Quebec, New Brunswick Electric Power Commissionの原子力発電計画に必要な推定の必要量

** 1989年1月1日現在の設備容量

*** 年末の設備容量に対する必要量とは直接には等しくない。

ウランに関するカナダの政策

外国会社の参加に関する政策

1987年12月、カナダの森林・鉱山担当国務大臣は、ウラン鉱業の分野における非居住者の所有権についての新しい政策を発表した。この新しい政策は、カナダのウラン鉱業への投資を奨励し、経済的発展、輸出、カナダ人のための雇用を促進することを意図したものである。この政策はカナダ及び外国の投資家にかなりの柔軟性を与えており、最近カナダで発見されたウラン鉱床の開発に融資することに関心のある人々の努力をかなり軽減することになるであろう。

この新しい政策の主要な目的は、生産開始時にそれぞれのウランプロジェクトにおけるカナダ人の権利が51%の水準に達していることである。しかしながら、もしもカナダ人による支配が明確に示されるならば、それよりも低いカナダ人の所有権も許可されるであろう。カナダ人のパートナーを見出すことができない場合にのみ、この政策の免除が考慮され、それには閣議の承認が必要である。これらの新しい基準は以前の政策よりもかなり自由度の高いものである。探鉱段階でのカナダのウラン産業への外国の参加については、引続き制限はない。

外国での活動に関する政策

カナダは純然たるウランの輸出国であるため、カナダ企業の外国でのウラン探鉱・開発プロジェクトへの投資を奨励する必要はない。しかしながら、カナダ会社がこのような活動を行うのは自由であり、カナダ会社は数か国でウランのプログラムに関係している。

カナダ政府の関係機関

カナダの原子力エネルギー管理法（AEC）により、連邦政府にカナダのウラン産業についての監督権が付与されている。この法は主として保健、安全、保障及び環境に関する事項を取り扱う。原子力管理委員会（AECB）が、その規則に規定される許認可システムに従って、原子力管理法を執行している。ウラン活動の許認可は、通常、ウラン品位が0.05%U を超える濃集物から年間10 kgを超えるウランの移動が行われる場合に適用される。連邦の領域では、通常、エネルギー・鉱山・資源省がウラン産業に影響を及ぼすような政策事項、特に商業的性質をもつもの（例えば、外国人の所有権や輸出など）についての主務官庁となる。

他の鉱物類と同じように、ウラン資源は州の所有であり、地表踏査及び土地取得のような活動は州の管轄事項である。これらの活動に対する規制は、10の州と2つの準州の間で異なっている。ウランの探鉱・生産活動は多くの面で州の規制を受けるが、これに伴い、あらかじめ上述のAECBの適切な認可を受けることが必要である。各州の重要な省は次の通りである。

Newfoundland州鉱山省

Nova Scotia 州鉱山・エネルギー省

New Brunswick 州天然資源・エネルギー省

Prince Edward Island州エネルギー・森林省

Quebec州エネルギー・資源省

Ontario 州北部開発・鉱山省

Manitoba州エネルギー・鉱山省

Saskatchewan州エネルギー・鉱山省

Alberta 州エネルギー省

British Columbia州エネルギー・鉱山・石油資源省

インディアン及び北部担当省（北西準州及びYukon 準州）

ウラン輸出政策

カナダのウラン輸出政策は、その貿易相手国に対して信頼されかつ競争力のある長期の供給者としてのカナダの役割を維持し一方ではウラン資源の開発を通してカナダに対して最適な利潤を得るように努めることを主要な目的として、永年にわたって立案され修正されてきた。

カナダのウランは核兵器の生産に使用されてはならないという、すべてに優先する政策目的がある。核兵器非保有国の場合には、国際的な核不拡散条約に批准しているか、あるいはそれと同等の拘束力をもつ措置を行って核不拡散の公約を行っている国、そしてその国のすべての原子力施設に対して国際原子力機関（IAEA）による国際的な査察を受け入れている国に対してのみ販売が許される。

(a)カナダが供給する核原料物質、設備、技術が核兵器のために使用されないことの保証、(b)第三国への再譲渡、(c)カナダの核原料物質から得られた高濃縮ウラン及びプルトニウムの使用、(d)物理的な防護、(e)非常時の保障措置、などに係わるその他の多くの必要事項を正式な協定のもとに受け入れた国（核兵器非保有国、核兵器保有国とも）に対してのみ、ウラン輸出を行うことができる。IAEAの保障措置が何らかの理由で中止になった場合に、この最後の規定が効力を発することになるであろう。

輸出政策の要点は、国内での必要量に対し適切な供給を保証し、輸出可能なウランからカナダ人に公正な利益を提供し、より一層の加工の機会を実現するように努めるという点にある。例えば、ウラン輸出契約における価格条件は、利益とリスクの公正なバランスに配慮し、類似の期間の契約のもとでは、カナダ及び国際的なウラン生産者によって結ばれているものと概して一致していなければならない。免除されている場合を除き、カナダが転換工場の能力を保有し一般的に競争力がある限り、ウランは輸出以前にカナダで可能な限り最大限に加工度を高めなければならない。

より一層の処理加工の必要性に対する免除は、1980年1月1日より前に締結された真正で適切な転換契約を最終使用者がもっていて、それを早期に終結させることが財政的な困難を伴う場合には与えられる。米加貿易自由協定の発効とともに、カナダのウランを米国の原子炉で実際に消費するために米国で精製され転換される場合、あるいはカナダのウランを第三国への輸出に先立って米国で精製・転換・濃縮する場合にも免除が与えられる。

すべてのウラン輸出契約は、それがこれら輸出政策の目標に合致していることを確認するために、連邦政府当局によって審査される。これらの目標と一致していることが確認された契約のもとでウランを輸出するために、輸出業者は（輸出時に、あるいは多年度契約の場合には毎年）、

必要な輸出免許と輸出許可を、規制当局に対して申請しなければならない。

ウランの輸出契約審査の手続は、比較的円滑で効率的に行われており、その関連のある政策は現実的で実際に適用されている。

ウランの輸入政策

カナダは純然たるウラン輸出国であるため、ウラン管理のための輸入政策は制定されていない。またウラン製品に関する関税・非関税障壁も制定されていない。

ウランの備蓄政策

カナダは市場低迷の時期に生産と雇用を維持するために、過去に国内備蓄プログラムを実施した。その最後のプログラムは1974年に完了し、これらプログラムのもとで蓄積されたウランは、1982年に商業ルートを通じて売却された。現在のところ、さらに新たなウランの備蓄プログラムは考えられていない。

中華人民共和国

ウ ラ ン 探 鉱

中国におけるウラン探鉱は、1955年に当時の核工業部地質局（現在の中国核工業総公司）の指導のもとで開始された。すべての必要資金は政府によって与えられている。地質局は50の地質チームを監督する6つの地方支局を含めて、国全体のインフラストラクチャーを維持している。全職員は50,000人以上に達する。エアボーンのリモートセンシング・センターのほかに、研究所7か所、備品製造工場8か所、地質専門大学1か所、地質技師並びに技能者養成学校7か所をもち、サービスと支援活動を行っている。

1955年以来、中国全土の31%に相当する約300万km²がガンマー線地表調査によってカバーされ、183.4万km²がエアボーンによって調査されている。一部の坑道掘進も含めて、試錐の全掘進長は25,765kmに達している。

ウランの探鉱活動は、1950年代半ばから1960年代半ばまで、1960年代半ばから1970年代半ばまで、そして1970年代半ばから現在までの3つの時期に分けることができる。

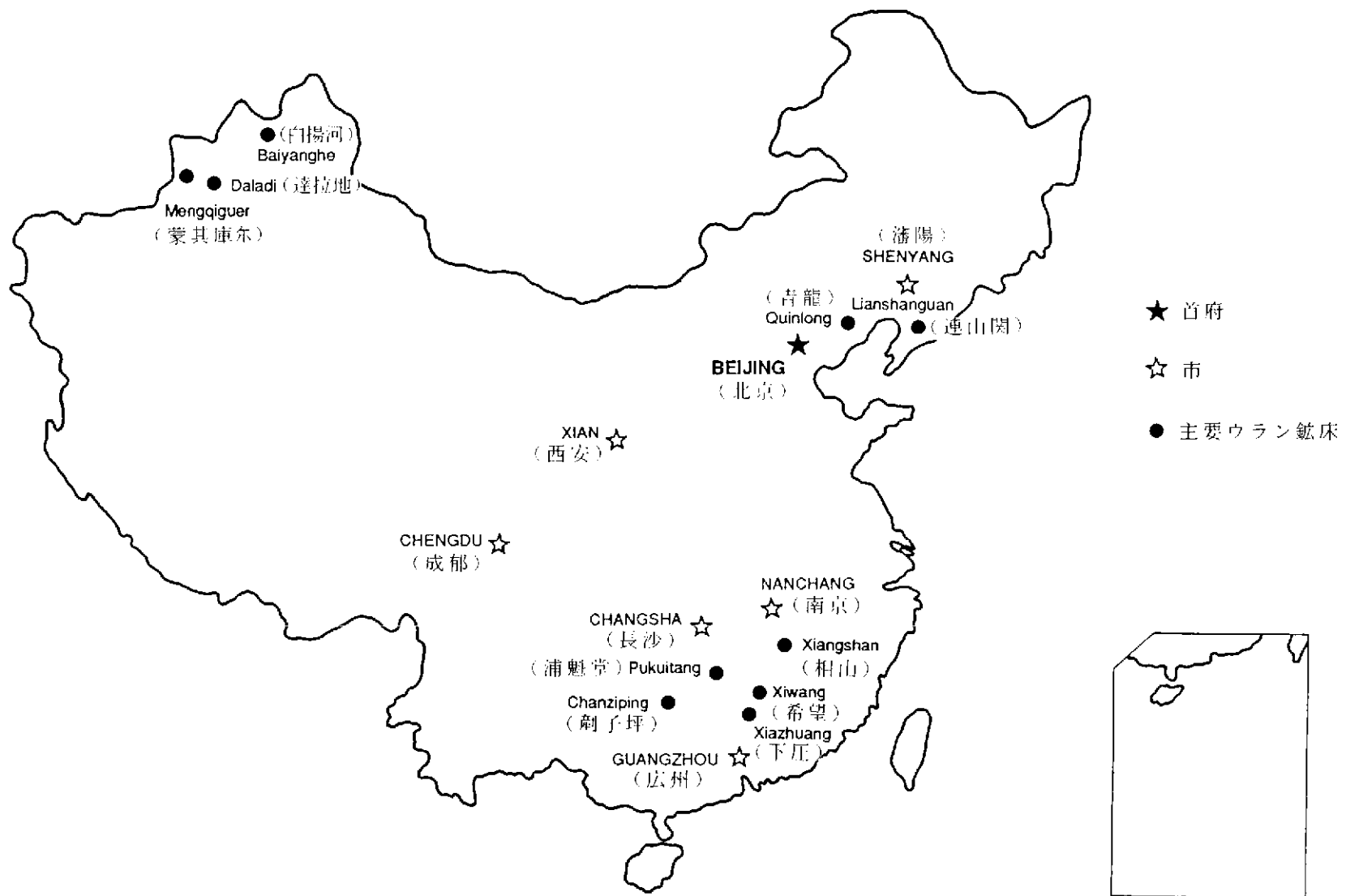
1950年代半ばから1960年代半ばまでは、その主要目標は露出しているウラン鉱床を発見することであった。この時期の探鉱結果として、Daladi（達拉地）、Mengqiguer（蒙其庫尔）などの砂岩型鉱床が、1955年にJili（伊犁）山間ベースン（新疆自治区）のジュラ紀の含石炭層中で発見された。その後1956年には、古生代後期の火山岩中に Baiyanghe（白揚河）鉱床（新疆自治区）の他に、Hengyang（衡陽）（湖南省）の近くで、白亜紀ないし第三紀の砂岩型鉱床の Pukuitang（浦魁堂）鉱床が発見された。

1957年には花崗岩中で最初に発見された鉱床であるXiwang（希望）鉱床が、Guidong（貴東）花崗岩山塊の珪化された破碎帯で発見された。同じ年に火山岩分布域に Xiangshan（相山）鉱床地区が発見された。

1960年代半ばから1970年代半ばまでの第2の時期には、鉱床成因論的な研究と野外での地質調査の協同作業が既知鉱床地域と未探査地域の両方で行われた。

この第2の時期の探鉱によって、次のような多くの鉱床が発見された。

- 炭質珪質泥岩中のChanziping（劍子坪）鉱床（廣西自治区）
- 砂岩中のQuinlong（青龍）鉱床（河北省）
- 砂岩中のJianchang 鉱床（遼寧省）



中国の主要なウラン鉱床

- 中国北西部のシルル紀の珪質石灰岩中の新規の鉍床
- 中国東南部（江西省と廣東省）の火山岩及び花崗岩中の鉍床。これらの鉍床によりこの地域は重要なウラン鉍床地区となった。
- 雲南省西部の第三紀後期の石炭及び砂岩礫岩中のいくつかの鉍床

1970年代半ばから現在までは、コンピュータによる地質データの統合処理技術の他に、土壌ガス調査、小口径ダイヤモンド試錐、未発見資源の推定などの現代的な探査手法が用いられている。北部中国の高原地域の新しい有望地域や新しい鉍床モデルに対して探鉍が集中され、その結果として、Yanliao（燕遼）鉍床区において火山岩中及び砂岩中のウラン鉍床が発見された。中国北東部における新鉍床発見の可能性を明確にしたこともまた、これらの努力の結果である。さらに、中国南部の既知鉍床地域における新規鉍床の調査でかなりの成功があった。

輸出用及び国内需要の両方のための将来のウラン資源となるべき世界的規模の鉍床を発見することを第一の目標として、中国におけるウラン探鉍を継続し強化する計画が作られている。

ウ ラ ン 資 源

中国のウラン資源は、空間的及び時間的な関係において明らかな特徴を示している。その最も著しい特徴は次の通りである。

1. 既知ウラン鉍床は地理的に広く分布しているが、地域的に違いを示している。ほとんどの省及び自治区にウラン鉍床の存在が知られているが、ウラン資源の大部分は中国の中央部と東部に集中している。
2. すでに知られているウラン鉍化作用の時代は比較的新しい。ウランはオルドビス紀を除いたすべての地質時代に産出する。ウラン鉍床の大部分は中生代後期に形成された。一部のものは第三紀に形成されている。
3. ウラン鉍床は群れをなして存在する傾向がある。ある地域では10以上の鉍床が存在している。代表的な鉍石品位は0.1～0.5%Uである。
4. ウラン鉍床の大部分は4つの鉍床タイプに属しており、中国の既知ウラン資源については次のような比率で産出している。

花崗岩を母岩とするもの	41%
火山岩を母岩とするもの	20%

砂岩を母岩とするもの 21%

炭質珪質泥岩を母岩とするもの 13%

そのほかに、残りの5%の資源は次のような鉱床タイプとして存在しているものと推定される。すなわち、含ウラン石炭、炭酸塩岩を母岩とするもの、珪岩を母岩とするもの、アルカリ岩を母岩とするもの、燐灰土を母岩とするもの、ペグマタイト質花崗岩を母岩とするものである。

この4つの主要タイプの代表的な鉱床について次に述べる。

Xiazhuang（下庄）鉱床地区は、Yanshan（燕山）期（同位元素による年代：142.3～183.3百万年）のGuidong（貴東）花崗岩山塊に存在する。ここでのウラン鉱化作用は珪化された破碎帯とコウ斑岩の岩脈との交会部に規制されており、その鉱化作用の時期は59.5～86百万年前と年代決定されている。この鉱床では、ピッチブレンド—曹長石—赤鉄鉱という鉱物組合せと、ピッチブレンド—微晶質石英という2つの鉱物組合せが見られる。

Xiangshan（相山）鉱床地区は、中国南部のカレドニア褶曲帯とYangzi（揚子）準台地との接触部にあり、Ganhang（贛杭）火山岩鉱床区に位置している。その火山岩層序はジュラ紀後期のものであり、ジュラ紀後期下部の堆積岩のみならず、震旦（Sinian）系の変成度の低い変成岩を覆っている。ウラン鉱化作用は陥没タイプの火山岩カルデラに伴い、詳しくいえば大規模な剪断断層帯に伴っている。鉱床母岩は準火山岩質の花崗斑岩、流紋岩、石英安山岩などであり、赤鉄鉱化作用、加水雲母化作用、緑泥石化作用、螢石化作用などを受けている。ウラン鉱物はピッチブレンド、コフィナイト、ウラントーライト、ブラネライトである。

Quinlong（青龍）ウラン鉱床地域は、Shanghaiguan（山海関）古隆起帯とYanliao（燕遼）地溝の間にある小さな断層ベーズンに位置している。このベーズンの基盤は主として原生代初期の花崗岩と始生代の片麻岩によって構成されている。このベーズンの充填物はジュラ紀中期の熔岩のほかに、内陸性の破屑堆積物、火山起源の破屑堆積物によって構成されている。ウラン鉱化作用は基盤花崗岩源の礫岩及び炭質凝灰質砂岩礫岩中に見出され、黄鉄鉱及び有機物を伴っている。その鉱化年代は76～131百万年の間である。

炭質珪質泥岩を母岩としているChanziping（劉子坪）鉱床は、2つの花崗岩山塊に挟まれたカレドニア向斜に位置している。鉱床胚胎層は震旦系の堆積物（砂岩、ドロマイト、珪質泥岩）の上位に位置し、また白亜紀の赤色層（砂岩、礫岩）により覆われている。鉱化母層はカンブリア紀前期のものであり、炭質泥岩（この鉱床のウラン埋蔵量の46%を占める）、珪質泥岩（24%を占める）、斑状粘板岩（19%を占める）、泥質粘板岩（11%を占める）からなる。

1989年1月1日現在のウラン資源

(t) ^{a)}

主要鉱床または地区 ^{b)}	確定資源 ^{c)} (Defined reserves)
Xiazhuang (下庄) 地区	12,000
Xiangshan (相山) 地域	26,000
Quinlong (青龍) 地域	8,000
Chanziping (剷子坪) 鉱床	5,000

a) 実収率についての情報は入手できない

b) 各種の鉱床タイプの中で代表的なもの

c) RARとEAR Iの合計にほぼ等しい、コスト分類は行われていない

上記の資源に加えて、今後の資源量発見のポテンシャルは高い。未発見ウラン資源についての推定が地殻存在量をモデルにして1987年に行われ、その結果期待資源として177万tという推定値が出された。そのうちの100万tは中国西部に集中している。

中国及び海外における探査経験を基にすると、今後の探査戦略は、中国で知られているタイプの新鉱床を探査することと、不整合関連型鉱床、銅・ウラン角礫岩複合型鉱床、表成型鉱床など、まだ中国で発見されていないタイプの鉱床の探査を強力に行うことであろう。

このほかに、中国南東部において、花崗岩、火山岩、炭質珪質泥岩などの地質環境で、新しい資源の発見が期待される。有望地域としては、Indo China (インドシナ期) ~Yanshan (燕山期) の花崗岩類を伴うTaoshan ~Zhuguan (桃山~諸広) 鉱床区、ジュラ紀末から白亜紀にかけてのGanhang (贛杭) 鉱床区とWuyishan (武夷山) 鉱床区があり、このほかに震旦系及びカンブリア系の泥岩が分布するXuefengshan (雪峰山) 鉱床区とSouth Guangxi (南部廣西) がある。

中国北部と北東部における有望地域は、原生代分布地域と中生代~新生代のベースンである。ミグマタイト質花崗岩基盤と下部原生界との間の不整合の上位に産出するLianshanguan (連山関) 鉱床と類似の地質環境が中国北部の台地の北端に沿って見られ、これらの地域が探査の対象となる。

さらに、この台地の南端に位置する河南省と山西省は、不整合関連型鉱床と銅・ウラン角礫岩複合型鉱床胚のポテンシャルを有すると考えられている。中国北部及び北東部にある中生代~新生代ベースンは有望な地域である。最近の数年間に、Yanliao (燕遼) 鉱床区にあるジュラ紀ベースンで多数の新鉱床が発見され、この地域が新しい鉱床地域になりつつある。また内蒙古自治区にある類似のベースンで新しいユニークな砂岩型鉱床が発見されている。

中国西部では、その露出岩石の約50%を占めている中生代～新生代の堆積ベースンに鉍床賦存の可能性がある。初期に発見されたDaladi（達拉地）鉍床やMengqiguer（蒙其庫尔）鉍床とは別に、Tianshan（天山）、Longshoushan（龍首山）、Qinling（秦嶺）北方、雲南省西部において、さらに砂岩型鉍床が発見される可能性がある。Ordos, Tarim, Junggar, Erlian のベースン等でも、さらに鉍床が発見される可能性がある。中国南西部のKandian nucleus（康滇核）は、不整合関連型鉍床及び銅・ウラン角礫岩複合型鉍床にとって有望な母岩であると考えられている。

国 の 政 策

中国は互惠平等を基本にして、ウラン探鉍の面で海外諸国との協力を強めてゆくことを望んでいる。

最近の技術協力協定は、一部のアジア諸国と締結されている。これらの協定には、中国のウラン専門家による技術サービスが盛り込まれている。

中国核工業総公司の地質局はウラン原料物質の分野ですべての国との技術協力を引続き強めてゆくことを望んでいる。この協力には機器、備品、サービスの提供も含まれている。

コロンビア

ウラン探鉱

歴史的概観

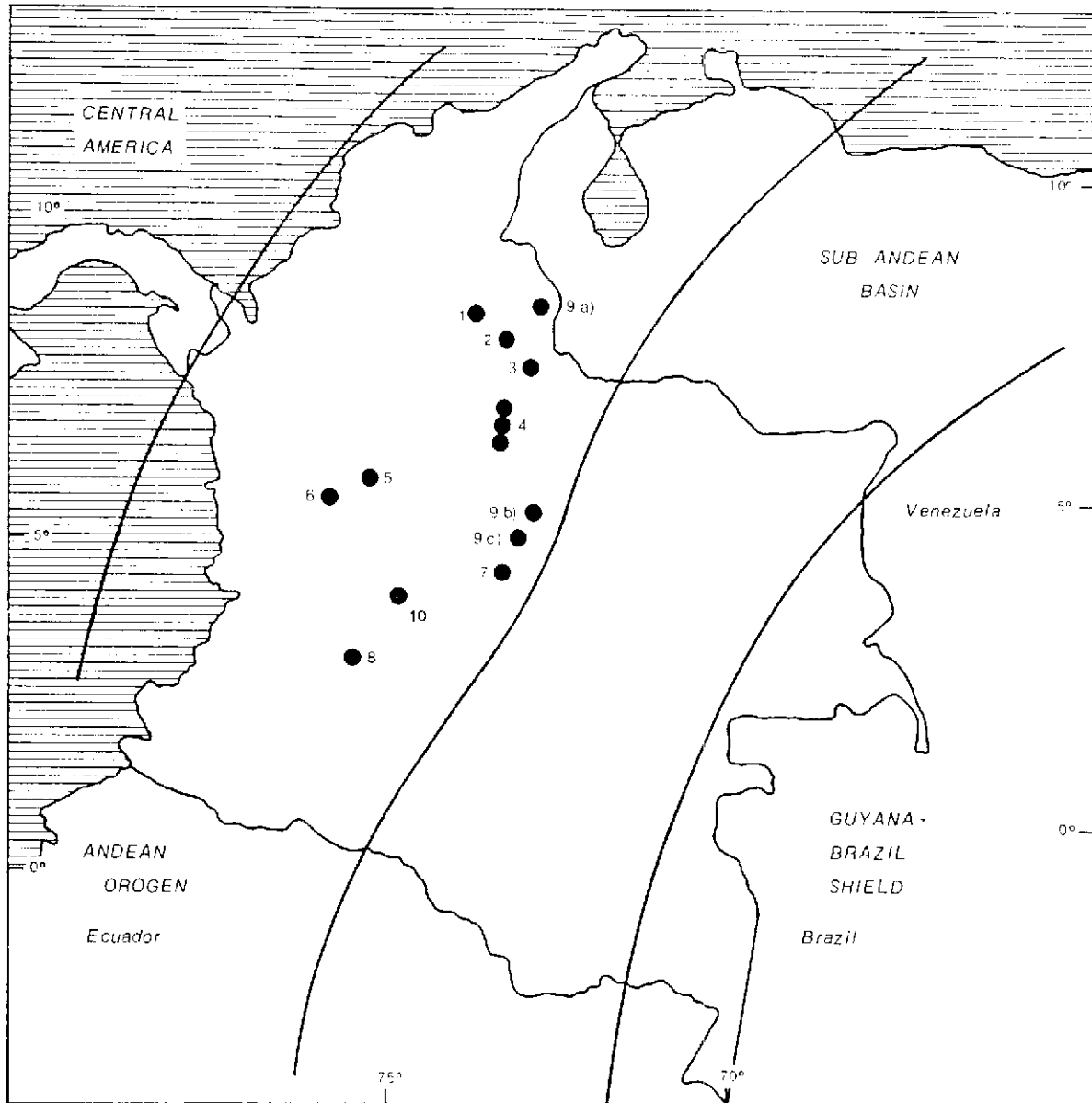
コロンビアでウランが初めて発見されたのは1909年である。1967年には、ウラン鉱床賦存の有望地を明らかにするために、世界の主要な既知ウラン鉱床とコロンビアの基本的な地質構造との比較が文献調査によって行われた。この調査に基づいて国内における全般的な放射能調査が行われた。1973年までに国内のいろいろな岩相層序の環境中に 106か所の異常地が明らかになった。この調査は外国のコンサルタントの助言を多少受けたが、もっぱら原子力研究所 (Institute of Nuclear Affairs:IAN) によって行われた。

1976年と1981/1982年の間に、Urangesellschaft (西ドイツ)、AGIP (イタリア)、韓国電力 (韓国)、動燃事業団 (日本)、Total Minatome (フランス)、ENUSA (スペイン)、COGEMA (フランス) などの会社がウラン探鉱活動を実施した。探鉱、生産のためのジョイントベンチャー契約がIANとTotal-Minatome及びENUSAとの間で、また探鉱のみのジョイントベンチャー契約がIANとCOGEMAとの間で、それぞれ結ばれた。これら協定の対象地域は、ウラン鉱床の賦存が有望とされる地域の約70%を占めていた。これら契約対象地域における探鉱に用いられた方法には、地表調査、カーボン調査、エアボーン放射能調査、地化学探査、ラドン測定、試錐などの広範な探鉱技術が含まれていた。約 300か所のウランを伴う異常が確認された。1978年には、ウラン鉱床を評価し、生産し、ウランを販売することを目的として、コロンビアウラン会社 (Colombian Uranium Company: COLURANIO) が設立された。1978年から1982年にかけてIAEAによって実施されたUNDPプロジェクト調査は3地域で合計13,000km²に及んだ。この中にはZapatocaの三畳紀～ジュラ紀ベースンにおける詳細な調査が含まれている。

1980年の初めに、国際ウラン資源評価プロジェクト (IUREP) は、コロンビアのウランのポテンシャルを決定するため、Orientation Phase Missionを派遣した。

1981年から1982年にかけて、動燃事業団、Total-Minatome、ENUSA、COGEMA は、コロンビア探鉱プロジェクトから撤退し、それぞれの契約地域は放棄された。

これらの活動によってウランポテンシャルが明らかにされた地域は次の通りである (図面を参照されたい)。



ウラン有望地域



- | | |
|--------------------------------------|-----------------|
| 1. Ocaña | 7. Caño Negro |
| 2. San Alberto | 8. Palermo |
| 3. California • La Baja | 9. a) Sardinata |
| 4. Lebrija - Zapatoca - Contratacion | b) Pesca |
| 5. Berlin | c) Iza |
| 6. Irra | 10. Chaparral |

コロンビアのウラン有望地域

1. Ocana (Cesar, Norte del Santander), 古生代の雲母片岩とペグマタイト
2. San Alberto, 同上
3. California La Baja (Norte del Santander), 中生代片麻岩中の貫入岩（モンゾナイト斑岩と角礫岩）、ピッチブレンドとコフィナイトが、金、黄銅鉱、黄鉄鉱、輝水鉛鉱などに伴う。
4. Lebrija-Zapatoca-Contratacion (Norte del Santander), 三畳紀～ジュラ紀のGiron 層群の砂岩中のウラン鉱化作用。
5. Berlin (Antioquia, Caldas), 下部白亜系の堆積物（黒色頁岩、砂岩、礫岩）
6. Irra (Caldas), 古生代石墨片岩中の貫入岩に伴う異常。
7. Cano Negro (Cundinamarca), 二畳～石炭紀の潟ないし三角州で堆積したToquiza 累層中のウラン鉱化作用で、有機物を伴う泥質層準と砂岩チャンネルの双方に伴う。
8. Palermo (Huila), 灰色の還元された泥岩とその下位の含黄鉄鉱砂岩中の放射能異常。
9. Cordillera Oriental の東翼に、上部白亜紀の磷酸塩が、北の Sardinata (a)から西の Pesca (b)と Iza (c)（地図参照）まで走向方向約 200kmにわたって存在することが知られている。

さらに、コロンビア東部の契約対象地域で、Guyana Brazil 楯状地の先カンブリア系の岩石に伴う多数の異常がENUSAとCOGEMAによって発見された。

1983年にIANはBerlinで試錐探鉱を実施した。これは430mに及ぶ試錐3本で、下部白亜系の含ウラン磷酸塩質頁岩の調査を対象としていた。1983年の残りと1984年のIANの活動は、財政上の制約のために、1981年から1982年にかけてそのプロジェクトを放棄した探鉱会社によって提出された地質情報の再評価の取りまとめ作業に限られた。

1984年にCOLURANIOはウラン活動を中止し、東部地域の石炭の探鉱と生産を行うことになった。ウランに関連する活動は現在IANに集中されている。

1985年から1986年にかけて、IANは関係するすべての地質情報と放射能情報のとりまとめ再評価作業を引続き行った。この作業によって、さらに探鉱を行うべき地質環境が選定された。これらの地質環境には、下部白亜系堆積物が分布するBerlin地域の一部や、Zapatocaの三畳系～ジュラ系堆積物、Chaparralの下部白亜系の磷酸塩質堆積物がある。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1983前*	11,475	78	n. a.	23,380,000
1983**	130	3	11,250,000	150,000
1981	-	-	15,000,000	150,000
1985	-	-	9,300,000	63,000
1986	-	-	15,256,000	79,000
1987	-	-	9,000,000	37,000
1988	-	-	11,000,000	36,000
1989***	-	-	13,750,000	40,000
計	11,905	81	84,556,000	23,935,000

* 外国企業による1976～1982年の活動、試錐延べ13,275m（約65孔）と探鉱費 2,200万米ドルを含む。

** 1983年とそれ以降はIANのデータを引用

*** 計画

最近及び現在の活動

1987年から1988年にかけて、予算上の調整のためにIANの活動はさらに縮小され、ZapatocaのQuebrada Nogalesにおける多少詳細な放射能調査とラドン調査に限られた。

ウ ラ ン の 生 産

1960年代初期に、品位0.05～0.97%Uのウラン鉱石約2,000tがNorte del SantanderのCalifornia-La Baja 地域から採掘された。それ以降は生産されていない。

ウ ラ ン 資 源

コロンビアではRARとEAR-Iの分類に入るウラン資源は知られていない。最近の政府の見積もりでは、\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能なEAR-IIとSRが鉱床タイプ別に次の表のように示されている。

地質タイプ別の追加のウラン資源分布

(\$ 130/kgU 以下) - tU

鉱床タイプ	tU*	
	E A R - II	S R
石英礫岩型	-	100,000
鉱染型, 火成型, ペグマタイト型, 接触型		22,500
鉱脈型	1,000	15,000
砂岩型	10,000	70,000
表成型		10,000
計	11,000	217,500

* 原位置

このほかに, Sardinata, Pesca, Jza などの白亜紀後期の燐酸塩鉱床からの非在来型資源が原位置の資源として20,000tUと見積もられている。

国 の 政 策

1984年現在, コロンビアでウランに関連する活動すべてを所管している唯一の政府機関は IAN であり, この国の約 270,000km²あるいは80%がIANによって保有されている。

ウランの輸出に関しては公式の制約はない。

コ ス タ リ カ

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

系統的な探鉱プログラムに適する地域選定のため、コスタリカにおけるウラン探鉱は、IAEAの支援を受けて、コスタリカ開発公社 (Costa Rica Development Corporation: CODESA) によって1980年に開始された。この作業は規模を限定して1983年まで続けられた。1980～1981年に調査された最初の地域はコスタリカの北部の縮尺5万分の1の地図Ahogados, Curubande, Carillo Norte, Monteverde の範囲内の地域であり、放射能及び地球化学的方法が用いられた。

1984年末、科学技術開発のための国連融資システム (United Nations Financing System for Science and Technology for Development: UNFSSTD) (イタリアの資金) の支援のもとで、新しく設立されたCODESAの子会社MINASA (Minera Nacional S.A.; 国有鉱物会社) とIAEAによる技術協力プロジェクトが開始された。プロジェクトの調整は、コスタリカ原子力委員会 (Atomic Energy Commission of Costa Rica: CEA) の責任で行われた。その目的は、第三紀～第四紀の酸性火山岩の分布するCordillera de Guanacaste, Tilaran, Monte del Aguacateの6,000km²に及ぶ地域を探査することであった。用いられた方法は、カーボン放射能調査と多元素地化学概査であった。

これらの調査の結果、コスタリカにウラン鉱床が賦存する可能性は非常に限られているという結論に達し、このプロジェクトは1986年に終了した。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前*	--	--	n. a.	10,000
1983	--	--	--	1,000
1984	--	--	--	--
1985	--	--	--	250,000
1986	--	--	--	100,000
1987	--	--	--	--
1988	--	--	--	--
1989	--	--	--	--
計			n. a.	361,000

* 1980～1982年の探鉱費を含む。

チェコスロバキア

チェコスロバキアは、ウランの探鉱、資源、生産、あるいは将来の供給についての情報を全く提出しなかった。

しかしながら、Bohemian山塊とCarpathian Mountains西部にある既知ウラン鉱床タイプの情報については、参考としてチェコスロバキアのウラン鉱床についての出版物*の英文要約がある。

ウラン必要量と設備容量

全必要量 (tU)

年	設備容量 (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル による予想節約量 (天然ウラン相当量トン数)
1986	3.08	761	*
1987	3.52	863	
1988	3.52	863	
1989	3.52	863	
1990	3.96	956	
1991	4.40	1,019	
1992	6.28	1,235	
1993	6.28	1,235	
1994	7.28	1,749	
1995	8.28	2,263	
2000	9.28	2,777	
2005	12.28	3,805	

* チェコスロバキアでは使用済燃料の再処理については決定されていない。

* Ceskoslovensky uranovy prumysl: Ceskoslovenska loziska uranu, Praha 1984.

デンマーク（グリーンランド）

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

ウラン探鉱活動は次のように要約される。

- 1971～76 北緯70°～76°の東部グリーンランドにおけるエアボーン、地化学探鉱、地表地質調査からなる全般的な探鉱プログラム
- 1975～77 北緯63°～69°の西部グリーンランドにおける種々の放射能、地化学及び地質調査からなる全般的な探鉱プログラム
- 1978 カーボナタイト複合岩体のような異常地域の精密野外調査
- 1979～83 南部グリーンランドにおける広域放射能調査と地化学探鉱からなる探鉱概査プログラム
- 1981～85 Motzfeld Center とグリーンランド最南部における詳しい継続的探鉱

1979年に始まった南部グリーンランドのウラン探鉱概査プログラムは1983年末に完了した。その結果、Kvanefjeldの過アルカリ岩以外にも、経済的に開発可能なウラン鉱床存在のポテンシャルを有する他の特定の地域とゾーンがあることがわかった。それには次のものが含まれる。

- ー Ilimaussaq貫入複合岩体を囲む 2,000km²のほぼ円形の地域で、その周囲の花崗岩中に多数の高品位のピッチブレンドの鉱化部が発見された。
アルカリ岩質のIgaliko 貫入複合岩体中の“Motzfeldt Center”で、抽出可能な量でパイロクロアに伴った開発可能な大量低品位のウラン鉱石が鉱化帯に賦存している。
- ・ この国の最南部で、高度の変成岩類中に鉱染状のウラン鉱化作用が発見された。

1979～1980年には、Kvanefjeldのウラン鉱床中に 960mの坑道が掘削され、Riso国立研究所に設置された抽出試験プラントに 4,000tの鉱石を供給した。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル(m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1983前	約 10,000	77	20,000,000	4,000,000
1983	—	—	—	200,000
1984	—	—	—	100,000
1985	—	—	—	50,000
1986	—	—	—	—
1987	—	—	—	—
1988	—	—	—	—
1989*	—	—	—	—
計	10,000	77		4,350,000

* 計画

ウラン資源

今までのところ、南グリーンランドのKvanefjeldのウラン鉱床が経済的に開発可能な唯一の鉱床である。

1981～1982年にRiso国立研究所に小規模工業化テストプラントが建設された後、抽出技術の改良が行われた。次にKvanefjeldのウラン資源の特性の概略を示す。

岩石型 : 過アルカリ霞石閃長岩
 資源量 : 確認資源 27,000tU
 推定追加資源 16,000tU
 平均品位 : 0.034%U
 カットオフ品位 : 0.025%U

多数のウラン鉱化作用が、グリーンランドの東部及び中西部で発見されている。現在のところ、これらに経済性のある鉱床が存在するとは考えられない。

1979年と1980年に、南グリーンランドでウラン鉱徴地区2か所が明らかになった。そのうちの1か所ではピッチブレンドの鉱脈型鉱化作用が発見された。原生代中期下部の花崗岩の母岩の時代と、その地質構造上の位置からみて、この地域における鉱脈型賦存のポテンシャルは高いものと思われる。

ウラン資源 - 1989年1月1日現在

(tU)

確 認 資 源 (R A R)		推 定 追 加 資 源 (E A R)	
\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80-130/kgU の コストで回収可能 なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80-130/kgU の コストで回収可能 なもの
—	27,000	—	16,000

これらの数字は原位置の量である。ズリ混入によって鉱石の平均品位は 0.034%U から 0.031%U に低下するが、このわずかに品位の低い鉱石 (200ppm) の混入によって、採掘されるウラン量は約20%増加することになる。回収率を85%と仮定すれば、回収可能な資源は27,000tUと16,000tUに近いものになるであろう。

期待資源

期待資源のポテンシャルが最も高いと信じられる南グリーンランドについてのみ評価が行われた。鉱染状Kvanefjeldタイプのようなアルカリ岩漿質岩中の期待資源 (S R) は、50,000tUと見積もられる。これらの資源は、1980年に放射能鉱物の鉱化作用が広範囲にわたって明らかにされたIgaliko 貫入岩体だけではなく、KvanefjeldやIlimaussaq貫入岩体の他の地域にも存在するかもしれない。このような資源は \$ 130~260 /kgU のコストで回収可能であろう。

1980年に南グリーンランドの同じ地域でピッチブレンドの鉱脈と漂礫が発見されたことに基づく、この種の鉱床の期待資源は、\$ 130/kgU以下のコストで回収可能なものとして、暫定的に10,000tUと見積もられる。

追加の非在来型資源

南グリーンランドのアルカリ岩質Motzfeld貫入複合岩体では、ウランはパイロクロア中に含まれている。全岩石の分析ではウラン含有量は29~63 g/t の範囲である。この複合岩体内の調査地域でのニオブ含有量の平均値は0.6%である。

ウランはまた、西グリーンランドの顕生代の2か所のカーボナタイト貫入岩、すなわちQaqarssuq とSarfatoqのパイロクロア中に含まれている。

しかしながら、資源量の見積もりは入手されていない。

エジプト

ウラン探鉱

歴史的概観

エジプトにおけるウラン並びに他の核原料物資の探鉱は、原子力委員会の地質・核原料物質部の活動として1956年に始まった。

1956年から1977年までに次のことが実施された。

地質学的並びに地球物理学的探鉱、核原料物質の開発と処理、地質資料の分析、天然資源の開発並びにその他の分野での安定同位元素と放射性同位元素の利用など、種々の分野での経験を積むこと。

- 上記の分野で用いられる装置、器具の入手並びに運転維持と取扱いの経験を得ること。
- エジプトの種々の地質単位及び地理的地域に対して、エアボーンによる放射能調査と磁気調査を行うこと。
- ウラン、トリウム、ジルコニウム、ニオブ、タンタル、稀土類についての確認済み鉱化作用地点を20か所以上発見すること。
- ウラン、トリウム、稀土類の埋蔵量、鉱物組成、選鉱、抽出に関して、地中海沿岸の黒砂鉱床の研究調査を行うこと。
- エジプトの燐酸塩鉱床中のウランの含有量、濃度、ウラン抽出に関して調査を行うこと。
- 原子力委員会の地質・核原料物質部に代わるものとして、1977年に核原料会社（Nuclear Materials Corporation ; NMC）を設立。

その後1986年までは、1981年からのスペクトロメーターを用いたエアボーン調査と、それによって発見されたシナイ半島のみならず西部及び東部の砂漠地域での異常地についての地表チェックに作業は集中された。

異なる地域で発見されたウラン鉱徴は、一般的に3つの明らかな鉱床区に分けることができる。

西部砂漠 : Gebel Quatrani, Gebel Hafhuf (Bahariya Oasis), Wadi Araba での様々な地質時代（石炭紀、漸新世）の堆積岩を母岩とするウラン

東部砂漠 : El Erediyat/El Missikat, Um Ara, Gabal Gattar での、Pan African 期の後造山期の花崗岩岩漿の活動に関係する鉱脈型ウラン

シナイ半島： Abu Zeneima での石炭紀のドロマイトのカルスト地域に見られるウラン鉱化作用

上記の鉱徴地は、地形学的調査、地質調査、放射能調査などの地表調査によって調べられ、一部ではトレンチや坑道による調査も行われた。

最近及び現在の活動

1987年と1988年に、NMC は東部砂漠地域とシナイ半島のウラン鉱徴地で作業を続けた。この調査は特に、El Missikat, El Erediyat, Um Ara, Abu Zeneima の鉱徴地で行われた。そこでは坑道掘削やトレンチが行われ、1989/1990年に開始される大規模な試錐計画の準備が行われている。トレンチ坑道掘削のような地表での物理的作業に平行して、試錐目標を明確にするために、これらの鉱徴地においていくつかの地球物理調査（IP, SP, EMF, VLF）が計画されている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

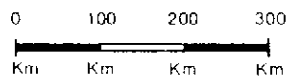
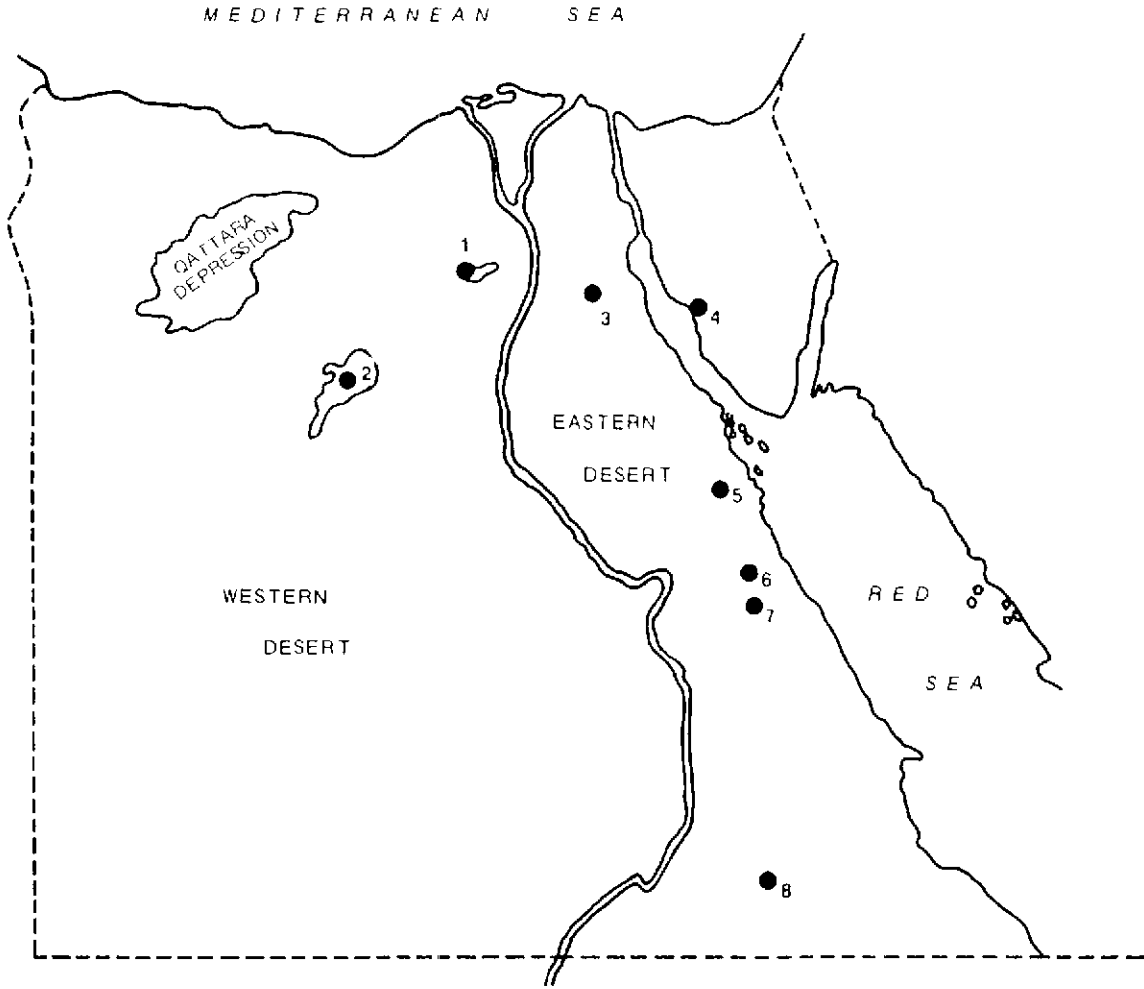
年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前*	n. a.	n. a.	6,000,000	8,570,000
1983	—	—	2,140,000	1,570,000
1984	—	—	1,700,000	1,250,000
1985	—	—	1,890,000	1,050,000
1986	—	—	1,930,000	1,072,000
1987	—	—	2,790,000	1,213,000
1988	—	—	2,500,000	1,087,000
1989**	—	—	2,500,000	964,000
計	n. a.	n. a.	21,450,000	16,776,000

* 1956年から1982年までの探鉱費を含む。

** 計画

ウ ラ ン 資 源

エジプトはいかなる在来型ウラン資源についても報告していない。しかしながら、非在来型ウラン資源は、Abu Tartur（西部砂漠）、Sebaiya(ナイル溪谷)、SafagaとQuseirの間（紅海沿岸）にある磷酸塩鉱床に伴い存在している。Abu Tarturのウラン資源は60,000tUと見積もられているが、磷酸塩鉱床すべてのウランは100,000tUに達するかもしれない。



ウラン鉱徴地の凡例

- 1 G. Quatrani
- 2 El Hathuf
- 3 W Araba
- 4 Abu Zeneima
- 5 G Gattar
- 6 G. El Missikat
- 7 G. El Erediyat
- 8 Um Ara

エジプトのウラン鉱徴地

国 の 政 策

1977年に大統領布告によって設立された核原料会社（NMC）が、ウランに関する事項を所管する唯一の政府機関である。NMCは、研究、探鉱、生産、契約並びに協定の4つの部門をもっており、核原料物質の研究から利用までのすべての範囲を受け持っている。

NMCはまた、ウランの探鉱及び生産の分野でのエジプト政府と民間会社とのジョイントベンチャーのすべてにおいて、国側のパートナーとして行動するであろう。

フィンランド

ウラン探鉱

歴史的概観

1950年代から1970年代まで、ウラン探鉱がいくつかの民間会社や政府所有の機関によって行われた。詳細な地化学及び土壌のラドン法、トレンチ、及び試錐などと共に、携帯用のガイガー及びシンチレーションカウンターとカーボンスペクトロメーターが、放射能異常地を発見するために用いられた。多数の小さな鉍徴地が、主としてフィンランド南部の原生代中期のミグマタイト中とフィンランド東部と北部の下部原生界の珪岩中で発見された。これら鉍徴地の多くは政府所有の鉍山会社Outokumpu Oyによって発見された。

原子力委員会の指導により、エアボーンガンマー線スペクトロメーターの開発と広域的な地化学探査が1970年代初期に始まった。広域調査プログラムは間もなく地質調査所に移された。1972年以来の広域調査の年間平均面積は、エアボーンスペクトロメーターによる調査で約10,000km²、地化学探査その他で20,000km²に達している。フィンランドにおけるすべてのウラン探鉱についての責任は、1970年代末までに地質調査所に移管された。

最近及び現在の活動

1983年に地質調査所はウラン探鉱を強化する計画を放棄した。この計画は1980年にフィンランドへ派遣されたIUREP 調査団の報告に基づくものであった。1983年以降、探鉱活動は著しく低下してきている。地質調査所は、主としてエアボーン放射能調査結果の解析と追跡調査のために、ウラン探鉱の活動とその専門的技術の最小限のレベルを維持している。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	白国通貨 (FIM)	米ドル換算
1983前	49,340	427	n. a.	12,638,000
1983	2,780	15	3,683,000	665,000
1984	2,310	17	3,225,000	544,000
1985	454	27	2,113,500	335,800
1986	740	18	1,545,000	304,000
1987	—	—	484,000	109,000
1988	795	8	547,000	126,000
1989*	—	—	210,000	48,000
計	56,419	512	—	14,769,800

* 計 画

1987年と1988年に、フィンランドの地質調査所は主としてフィンランド南部でエアボーン放射能異常の追跡調査を行った。フィンランド中部ではトレンチとダイヤモンド試錐によって、Riutta有望地（フィンランド東部のKoli地域）において原生代前期の不整合に関連する新規のピッチブレンドの鉍化作用が発見された。そこでは、始生代片麻岩を覆っているレゴリス様の絹雲母 石英片岩中に、数条のピッチブレンド脈が産出している。フィンランド北部のKuusamo 地域では、下部原生界片岩類中の多金属鉍床の有望地について評価がなされており、この作業は続けられるであろう。小さな鉍床が多数発見されており、平均品位金 8 ppm、モリブデン0.04%、コバルト0.03%、銅0.1%、ウラン0.1%で鉍石量40,000tが含まれている。

1989年については、新しいウラン探鉱プロジェクトは計画されていない。低高度のエアボーン物理探査の国家プログラムの一部として系統的なエアボーン放射能調査が続けられるであろう。エアボーンによるガンマー線異常の追跡調査は小規模に行われるであろう。さもないと、ウラン探査の方法は、地質調査所の探査プロジェクトにおいて、主として補助的な手段として用いられるであろう。

ウ ラ ン 資 源

資源量の報告があるウラン鉍床は4つの鉍石タイプに分けることができる。ウランの回収について十分な研究が行われていないために、ウラン量を示す数字はすべて地質的（現位置）のものである。

(tU)

主要鉱床または地域	確認資源 (RAR)		
	\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの	\$ 130~260 /kgU のコストで回収可 能なもの
Palmottu	—	1,000	—
Pahtavuoma	—	500	—
Nuottijärvi	—	—	1,000
Lampinsaari	—	—	700
Kesänski	—	—	950
Ipatti	—	—	—
Martinmonttu *	—	—	250
Ruunaniemi	—	—	—
計	—	1,500	2,900

* Koli地域

火成岩及び変成岩中の鉱染鉱床

最も可能性のある最近の発見は、フィンランド南部のNummi-PusulaにあるPalmottu鉱床である。この鉱床は原生代中期（約17億年）のもので、ミグマタイト質雲母片岩との角閃岩中の花崗岩質岩に鉱染した閃ウラン鉱によって構成されている。鉱床は埋蔵鉱石量 100万t で、平均品位は 0.1 %Uである。

低品位で副産物としてのウラン資源が、フィンランド北部のSokli カーボナタイト岩体（3.78～3.34億年）の中心部に含まれている。この中心部のソーバイト（sovite注:カセタイトのこと）と石英ソーバイト（silicosövite）では、古い時代のU-Thパイロクロアと新しい年代のThパイロクロアによって、ウランとトリウムが産出が規制されている。この岩体は品位0.01%Uで数百万tの鉱石をもつと見積もられている。

鉱脈型鉱床

フィンランド北部のKittilä にある原生代前期から始生代の緑色岩複合岩体中の準経済的なPahtavuoma銅・亜鉛鉱床中に、個別の3つのウラン露頭がある。ウランは炭酸塩、閃ウラン鉱、磁硫鉄鉱、輝水鉛鉱が充填している断裂に存在している。現時点で、品位0.19%Uで合計30万tの鉱石が存在すると見積もられている。Pahtavuomaのウラン露頭は不整合関連型鉱床とも見なされている。

砂岩型鉍床

フィンランド北部のKolari、北東部のKuusamo 及び東部のKoliの各地域に分布する下部原生界珪岩中に層準規制のウラン露頭が存在する。閃ウラン鉍、ピッチブレンド、あるいはウラノフェーンが鉍化作用を形成しており、詳細には鉍化作用は層状から地層と斜交する形状を呈する。原生代にもかかわらず、石英礫岩型鉍床というより砂岩型鉍床と考えられる。推定資源量は、Kesanki鉍床の鉍石 1,450,000t(平均品位0.06%U)から、Koli地域の3鉍床を合わせた 200,000t (0.08~0.14%U)までの幅がある。

その他の鉍床

主としてフィンランドの中央部及び東部の中部~下部原生界(21~19億年)の含磷酸塩変堆積岩中に、いくつかの低品位のウラン鉍微地が知られている。これらの鉍微地ではウランは細粒の磷灰石に伴っており、大部分が極細粒の閃ウラン鉍として産出している。磷酸塩質の母岩には、石灰質及び炭質の変堆積岩、チャート、珪長質ないし中性の凝灰岩とタファイトが含まれている。このタイプの最も大きな2つの鉍微地は、Paltamo のNuottijärvi(鉍石量 2,500,000t,0.04%U)と、Vihanti の Lampinsaari (鉍石量 2,500,000t,0.03%U)である。

Talvivaara, Sotkamoにある中部~下部原生界の黒色片岩の2つの岩体は、卑金属の低品位鉍床として可能性があると評価されている。鉍化作用を受けている岩石は 0.002~0.004 %U の品位である。Talvivaara鉍床は埋蔵鉍石量3億tで、非在来型の低品位の副産物ウラン資源と見なされる(ウラン回収については未だ研究されていない)。

地図にフィンランドのウラン資源の位置が示されている。

1986年報告の変更

1986年のレッド・ブックで\$80~130 /kgU で回収可能なEAR-Iとして報告された2,900tUは\$130~260 /kgUで回収可能なRARとして再分類されている。しかしながら、これらの資源の一部(すなわち、先カンブリア紀の含ウラン磷灰土)については、現在のところ処理技術が実証されていない*。

* 事務局注： 現在実証されている処理技術が用いられない場合、通常はRARとして分類しない。

地質タイプ別ウラン資源

鉍床タイプ	生産センターの数		\$ 130/kgU 以下で回収可能な資源 (1,000tU)
	現存及び決定済	計画中及び予測	R A R
鉍染、岩漿性、ペグマタイト、接触	—	1	1.0
鉍脈	—	1	0.5

追加の在来型資源

フィンランドの原生代と始生代の地質をカナダ楯状地やオーストラリアの類似地質環境と比べてみると、未発見の資源が存在するように思われる。IUREP のOrientation Phase Mission 報告 (1981年) では、E A R - II として 3,000~9,000tU と見積もられている。この資源量は、“非在来型または副産物資源”の表に示されている。IUREP 報告書は、期待資源を8,000 ~18,000tU と見積もっている。

非在来型または副産物資源*

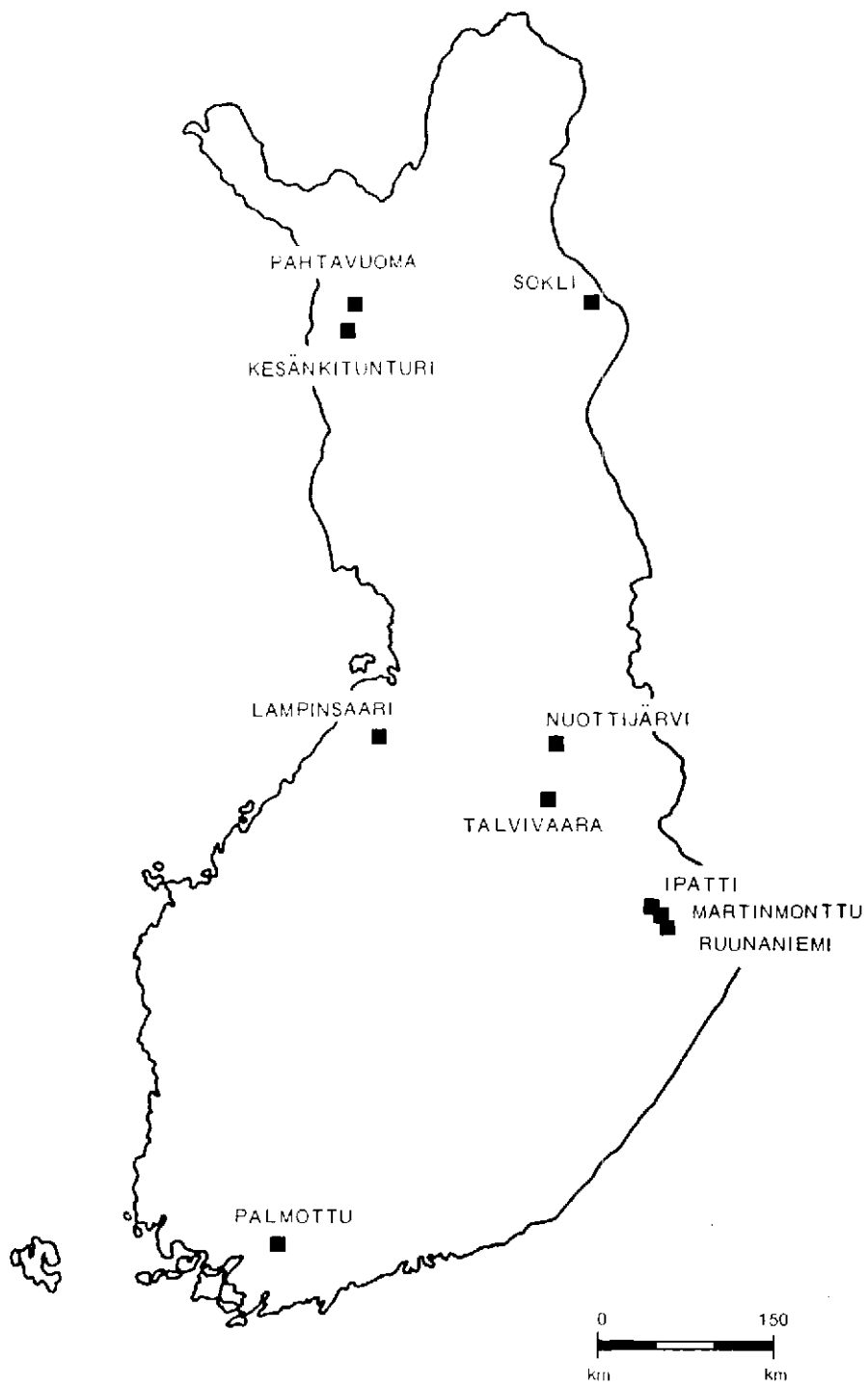
鉍床名	位置	鉍床タイプ	tU**	品位%U
Talvivaara	Sotkamo	黒色片岩	3,000~9,000	0.002 ~0.004
Sokli	Savukoski	カーボナタイト	2,500	0.01

* これらの資源はどの生産センターも支援しない。

** 原位置での量

ウ ラ ン 生 産

民間企業である Atomenergija Oy が、1958年から1961年まで North Karelia の Joensuu 近くでパイロットプラント規模のウラン採鉍及び選鉍試験を実施した。それ以来粗製錬所は操業していない。1960年から1961年に約30tUのウランが生産された。



フィンランドのウラン鉱床と鉱徴地

ウ ラ ン 必 要 量

年	設 備 容 量 (GWe)	必要ウラン量 tU*
1986	2.3	480
1987	2.3	480
1988	2.3	480
1989	2.3	480
1990	2.3	480
1991	2.3	480
1992	2.3	180
1993	2.3	480
1994	2.3	480
1995	2.3	180
2000	2.3	480
2005	2.3	180

* ソ連によって供給されるLoviisa 原子炉の必要量を
含めた天然ウラン

国 の 政 策

民間企業及び外国企業の参加についての政策

核物質及び核廃棄物の所有、加工、生産、譲渡、取り扱い、使用、輸送に対してだけでなく、ウラン及びトリウムの生産を目的とした採鉱及び濃縮の操業には特別の免許が必要である。このような免許は、フィンランド国民、フィンランドの企業あるいは財団、または政府当局に対してのみ与えられる。特別の理由があれば、外国の企業あるいは政府当局はフィンランド国内における核物質または核廃棄物の輸送免許を受けることができる。

外国での活動についての政策

フィンランドの企業が外国でのウランの採鉱及び生産に関与することについては、フィンランドの法規上は何の制約もない。もしも核物質の所有権がフィンランド側に譲渡されて、その譲渡される核原料物質がフィンランドが結んだ国際協定の条項に従うものである場合には、そのような民間レベルの協定の締結と履行には、フィンランド政府当局による特別な免許が必要である。

政府の政策には海外ウラン採鉱への参加の奨励は含まれていない。また政府による財政上のいかなる援助もない。

管轄政府当局

原子力法を管理し国の政策を決定する当局は貿易・工業省である。核物質の物理的防護や保障措置だけでなく、イオン化能力のある放射線及び核エネルギーの安全使用に関するすべての問題に対して管轄をもつ当局は、フィンランド放射線・原子力安全センター（Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety）である。大部分の探鉱はフィンランド地質調査所によって行われている。

ウラン輸出政策

核物質の取引は、その関係する法律に基づく政府当局によって発行される一連の特別許可によって規制されている。輸出許可に関して考慮される基本的な制約は、関係する輸出業務がフィンランドが結んでいる国際協定の義務に相反してはならないということである。そのほかに、フィンランドは、核供給者団体ガイドライン（Nuclear Suppliers Group Guidelines；いわゆるロンドンクラブ）に基づく基準を核輸出政策の土台にするということを宣言している。

フィンランドには輸出向けのウラン資源がなく、上述の輸出政策の規則は、主として海外での処理や燃料加工のための移動に適用される。

ウラン輸入政策

フィンランドの原子炉で使用されるすべてのウランは多くの様々な国から輸入されている。Loviisa 原子力発電所用の燃料調達はその連の供給者との長期契約に基づいている。燃料はすぐに使用可能な集合体として輸入される。TVO電力会社は、ウラン、転換と濃縮サービス、燃料加工サービスを、いくつかの供給国から購入するという経営方針を選んでいる。ウランの輸入はフィンランドが締結した関連の双務協定の条項に従うものであり、それに関する義務は免許条件として輸入免許に含まれている。現存の長期契約と供給源の多様化は、適切で確実なウラン供給として満足すべきものと考えられている。

ウラン備蓄政策

原子力発電事業者は約1年分の燃料体を貯蔵している。この他に、TVO電力会社は様々な処理段階にあるウランを海外に約1年分もっている。フィンランドにおいて原子炉供給用ウランの備蓄が必要とは思われない。

フ ラ ン ス

ウ ラ ン 探 鉱

フランスのウラン探鉱は、既知のウラン鉱徴地とラジウム探鉱の際に発見された鉱徴地に焦点を合わせて、1946年に始まった。

主として地質図作成と徒歩、カーボン、エアボーンによる放射能測定調査から、1948年には歴史的に重要なLa Crouzille鉱床を発見するに至った。1955年までに、Limousin, Forez, Vendée及びMorvanの花崗岩類中で鉱床が確認された。

地質図作成と放射能測定、地球物理的並びに地化学的技術などに基づいて、最初は既知鉱床の周辺に探鉱が集中された。

その後、花崗岩に囲まれた小さなベーズンや、Massif Centralの特に北端と南端にある堆積層が探鉱された。

1977年と1981年の間、フランスの探鉱は政府による援助 (Aid Plan for Uranium Exploration) を受け、その総額は約3,800万ドルに達した。

この援助の目的は、有望であるがリスクが大きいと考えられるプロジェクトを援助することによって、フランス国内及び海外における探鉱を促進することであった。援助の理論上の最高額はそのプロジェクトのコスト全体の35%で、もしも開発可能な鉱床が発見された場合には返済されることになっていた。

最近及び現在の活動

最近の数年間ウラン探鉱活動は著しく減少し、Marche, Limousin, Massif Centralの南部、Massif Armoricaireなどで現在探鉱されている鉱床に隣接した地域に限られる傾向がある。1988年には探鉱費の総額は4,700万ドルで、そのうちの1,610万ドルが探鉱に関するもの、3,090万ドルが鉱床の開発に関するものであった。

放射能測定調査、水による地化学探鉱などの在来の探鉱技術が用いられている。基礎的な物理探鉱法は、もしそれが有効でありそうな場合には、後で行われる試錐のための目標を決めるのに用いられる。

4つの会社がウラン探鉱を行っている。

- The Compagnie Générale des Matières Nucléaires (COGEMA), CEAが100%所有する。

- Total Compagnie Minière France SNC (TCMF), Compagnie Française des Pétroles の子会社
- The Compagnie Française de Mokta (CFM), COGEMAが 100%所有する。
- The Société Auxiliaire d'Énergie (SAE), Electricité de France の子会社

SAEとTCMFは、フランス国内の数地域で探鉱をする目的で、ジョイントベンチャーを発足させた。

前述の4社によって現在探鉱されている地域の面積は、全体で 5,080km²に達している。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨 フラン (×1,000)	米ドル換算
1983前	9,225,959		2,304,400	160,880,000
1983	810,700		375,820	49,320,000
1984	782,365		424,609	48,580,000
1985	743,000		429,176	47,740,000
1986	715,400		443,742	64,026,000
1987	640,580		331,408	55,143,000
1988	554,700		280,238	47,020,000
1989*	499,800		269,976	46,684,000
計	14,002,504	—	4,859,369	819,393,000

* 計画

米ドルに対する換算レートは次の通り。

1977年前 5フラン； 1977年 4.9フラン； 1978年 4.5フラン； 1979年 4.25フラン；
 1980年 4.22フラン； 1981年 5.44フラン； 1982年 6.53フラン； 1983年 7.62フラン；
 1984年 8.74フラン； 1985年 9.75フラン； 1986年 6.93フラン； 1987年 6.01フラン；
 1988年 5.96フラン； 1989年 6.64フラン

外国における活動

フランスの鉱山会社によるウラン探鉱活動はここ数年間減少してきている。大規模高品位鉱床が発見されそうな鉱床区が探鉱の主な対象になっている。

探鉱作業はカナダ（主としてサスカチワン州）で行われており、米国とオーストラリアでも多少行われている。

外国における探鉱費

年	フランス フラン (×1,000)	米 ド ル (×1,000)	国
1983前		454,390	
1983	218,694	28,700	
1984	164,000	18,761	
1985	134,966	15,013	
1986	121,937	17,595	
1987	87,301	14,525	カナダ
1988	46,180	7,748	オーストラリア
1989*	72,439		米 国

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

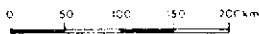
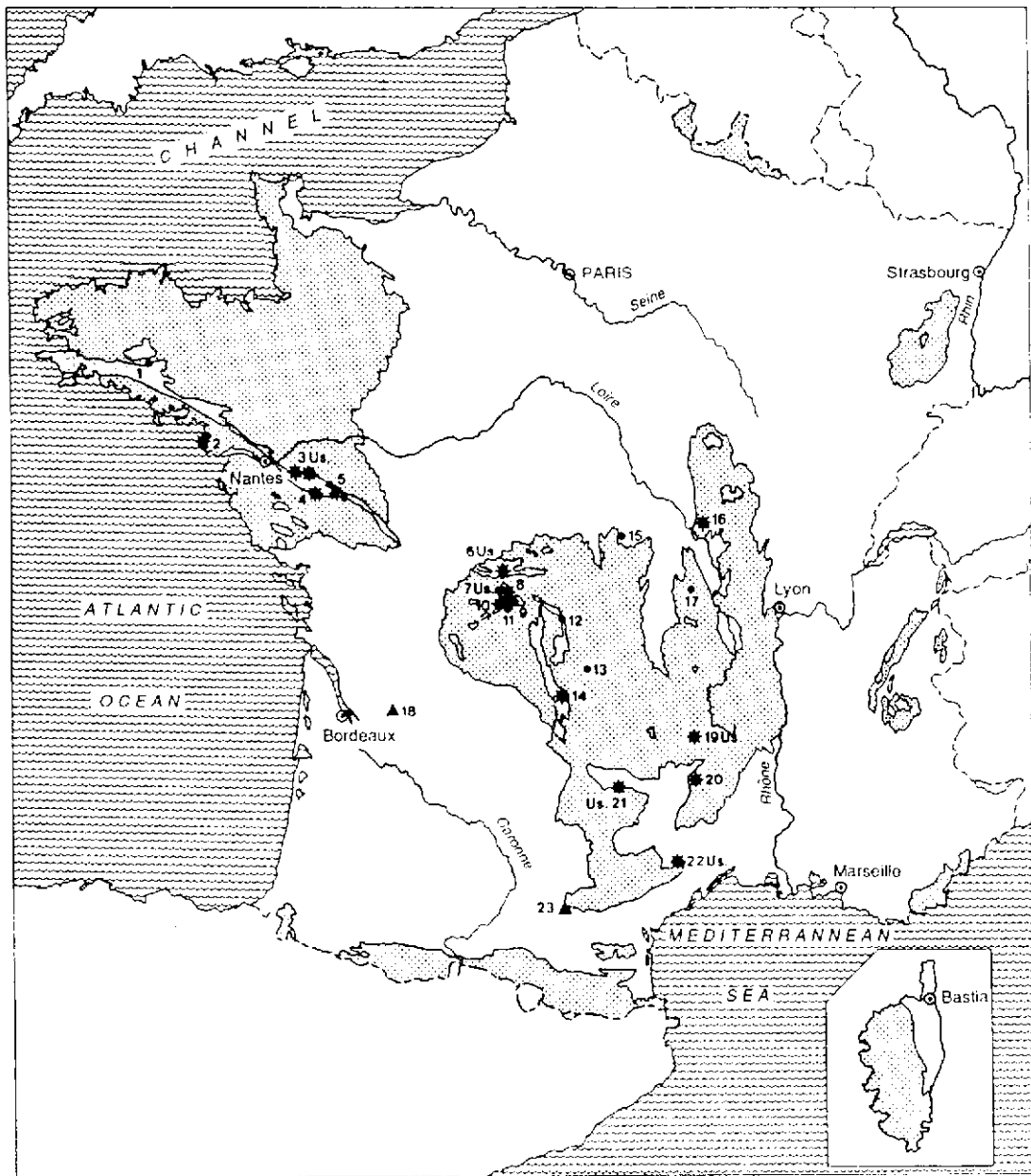
フランスにおけるウラン鉱化作用は、Variscan造山帯の結晶質岩石あるいは結晶質葉状岩石中に見られる。

- Saxothuringian帯では、鉱化作用は花崗岩地域の外縁にある片岩中に見出される（例えば、Massif Armoricaireの南部）
- Moldanubian 帯では、鉱化作用は花崗岩類中（Brittany南部、Vendée、Marche、Limousin、Forez、Morvan、Margeride）あるいは変成岩内の外縁に見られる。

ウランはまた、Hercynian 山脈内の取り囲まれた沈降ベーズン（例えば、St. Pierre du Cantal）、あるいはこれらの山脈の周辺にあって、これら山脈から浸食された砕屑物を含む大きな堆積ベーズン（Lodève、Cérilly、Coutras）で、石炭—二畳紀あるいは古第三紀の砕屑性堆積岩中にも見出されている。

開発可能なウランはフランスでは次のような環境中に見出されている。

- 花崗岩地域（Les Bois Noirs - Haute Loire）、あるいは優白質花崗岩地域（Augère、Bel-lezanne、Le Bernardan、Brugeaud、Fanay、Le Fraisse、Marnac、Pény en Haute-Vienne; Coussat、Creuse のHyverneresse、La Besse en Corrèze、Le Cellier、Lozère のLes Pierres Plantées、La Chapelle Largeaud、La Commanderie、l'Ecarpière、Vendée のLe Chardon）
- 砕屑性堆積岩地域（CantalのSaint Pierre、AllierのCérilly、HéraultのLodève; GirondeのCoutras）



凡例

ウラン鉱床

- ★ 採掘中
- ▲ 計画中
- 採掘済

Us 操業中の粗製錬所

- Leucogranite
- Variscan Massif

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pontivy | 7. Le Bruguaud (Bessines) | 15. Carlay |
| 2. Pennaran | 8. Bellezane | 16. Gruy |
| 3. Le Chardon | 9. Faray | 17. Les Bos Noirs |
| 4. Beaurepaire | 10. Margnac | 18. Coutras |
| 5. La Chapelle Largeau | 11. Hennette | 19. Le Celler (Le Celler) |
| 6. Le Berrardan (Mailhac) | 12. Hyvernesse | 20. Les Boncons |
| | 13. St. Pierre du Cantal | 21. Bethmolène (Les Ballaures) |
| | 14. La Besse | 22. Mas Lavayre (St. Martin du Bosc) |
| | | 23. Tréville |

* The names in parentheses are those of the mills

フランスの主要なウラン鉱床

- 花崗岩との接触部の変成岩地域 (VendéeのBeaurepaire とRousset; Lozère のLes Bondons),
あるいはその堆積岩被覆層の直下 (Aveyron のBertholène)

1988年末現在、全ウラン量 (開発された資源に既知資源量を加えたもの) は採鉱及び粗製錬ロスを差し引き後、151,306tUに達しており、1986年末と比較すると2,600tU、1984年末からは5,200tUの減少となっている。

全体で94,840tUの既知資源は次のような分布を示している。すなわち、57.3%が堆積岩中の鉱床に、39.7%が優白質花崗岩中の鉱床に、そして3%が変成岩中の鉱床に存在している。

1) 花崗岩類中では、ウラン鉱床は、様々な開構造形態を伴う、様々な複雑さと規模の鉱脈系列中に散在している。

ウランのトラップは常に構造的なものであって、通常は構造的トレンドの交会部である。しかし時には、破碎されたブロックとケルサンタイト岩脈 (注: 斜長石黒雲母ランプロファイヤー) の接触部に単純に伴うこともあり (Haute-VienneのHenriette, Lozère のCellier),
あるいは破碎されたブロックと岩石学的な接触部との間に産出することもある (変成岩優白質花崗岩, VendéeのLe Rousset)。

鉱体の形状は、割れ目充填鉱脈からなる線状タイプのものから、多孔質な母岩を鉱染している円筒状タイプのものまでである。

線状の鉱化作用が、数百ないし数千mにわたって、構造運動を受けているブロック中に存在している。Haute-Vienneの Margnacでは、厚さ平均2~15mの破碎されたブロック中に、平均の延長800mにわたって、厚さ1~2mの鉱化作用が見られる。この鉱床は、単一の断裂の充填あるいは網状の細脈からなる。

円筒状の鉱化作用は通常は急傾斜している。この円筒またはパイプは、10から100 m²の断面積で、高さは30から200mである。空隙の多い鉱床母岩は、通常雲母に富む“エビ閃長岩”から成っている。このエビ閃長岩は強度の破碎帯で花崗岩または優白質花崗岩が脱珪化作用を受けて出来たものと解釈されている。

主要ウラン鉱物はピッチブレンドで、しばしばコフィナイトを伴っている。稀ではあるが主要な脈石鉱物としては、硫化物 (黄鉄鉱, 白鉄鉱, 方鉛鉱), 赤鉄鉱, 石英, 方解石, 螢石, そして時には重晶石がみられる。

ウランの平均含有量は、線状鉱体における0.1~0.2%から、円筒状鉱体 (円筒, パイプ)

における0.3%~1.0%へと変化し、線状構造と円筒状構造が交会部の杏仁状を示す部分では、時として4%（1から10%）の高品位になることがある（Haute-VienneのMargnac）。

個々の鉱床は、一般にはウラン含有量が全体で50ないし1,000tUである。2つの鉱床は5,000tUを超える。

垂直的な深度が300mに達する鉱床がある。

2) 堆積岩中の鉱床は、二畳紀（Hérault のLodèveベースン；Allierの Cérillyベースン）及び古第三紀（Cantalの Aquitaineベースン，Saint Pierreベースン）の碎屑性堆積岩中に存在している。

ウラン鉱化作用は、通常は有機物に伴っており、次のような場所に存在することが知られている。

多少の粘土を含む砂あるいは固結した砂岩中のレンズまたはロール。そこではウランは黒色の酸化物、バナジン酸塩あるいは磷酸塩の形で産出する。

一 炭質物の多いシルト岩-粘土岩層と激しい構造運動を示しているベースン内の断層構造との交会部。ウランはピッチブレンド、コフィナイト、あるいは炭質物に伴った形で産出する。

堆積岩中の鉱床の平均ウラン含有量は0.1%から0.3%であり、その埋蔵量は500t から20,000tUを超えるものまでである。

ウ ラ ン 資 源

(tU) *

確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源-分類I (EAR - I)	
\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの
46,657	12,239	19,959	15,986

* 粗製錬ロスを差し引いたもの

地質タイプ別の分布

鉱床タイプ	生産センターの数		回収可能ウラン (tU)	
	現存及び決定済	計画中及び予測	RAR	EAR-I
鉱脈	5	-	23,900	16,600
砂岩	-	-	700	-
表成鉱床	-	-	-	-
細粒碎屑性及びその他	1	-	7,800	7,400

上記のデータは、現存の生産センターと関係のある資源に相当している。
 鉱脈型鉱床を処理している1か所の生産センターは、砂岩型の鉱石処理も行っている。

追加の在来型資源

前述の経済的條件（\$130/kgU以下のコスト）内での未発見鉱床は、すべて既知のウラン地域に存在している可能性が高い。

ウラン生産

年	(精鉱中の) tU		
	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1958年から1982年まで	37,820	-	37,820
1983	3,271	-	3,271
1984	3,168	-	3,168
1985	3,189	-	3,189
1986	3,248	-	3,248
1987	3,376	-	3,376
1988	3,394	-	3,394
1989*	3,189	-	3,189
計	60,655	-	60,655

* 推定

現存の6か所の生産センターの1988年におけるウラン生産能力は全体で3,920tUであった。CantalのSaint Pierre生産センターが閉鎖され、一方Balaures生産センターが操業を開始した。Balauresセンターでは酸浸出が行われており、酸性溶液中のウランはイオン交換樹脂によって回収されている。それは、その後Mailhac/Bernardanセンターへ運ばれ、溶離工程を経てウラン精鉱が生産される。

フランスにおけるウランの探鉱と生産部門での雇用

年	探 鉱	採 鉱	鉱石処理
1984	498	2,881	303
1985	470	2,817	221
1986	415	2,611	221
1987	446	2,496	203
1988	386	2,512	195

1988年の生産はすべて、株式公開の民間会社によって取引された。

短期の生産能力

(年間 tU)

年	S 80/kgU以下のコストで開発可能な資源からの供給		
	現存及び決定済プラント		
	A	B	計
	RAR及びEAR-I	非在来型資源	
1990	3,920		3,920
1991	3,920		3,920
1992	3,920		3,920
1993	3,920		3,920
1994	3,920		3,920
1995	3,920		3,920
1996	3,920		3,920
1997	3,920		3,920
1998	3,920		3,920
1999	3,920		3,920
2000	3,920		3,920
2005	3,920		3,920

現存のウラン生産センター

粗製錬所名	L'ecarpriere (Vendée)	Bessines (Haute-Vienne)	Le Cellier (Lozère)
生産開始	1957 (1953)	1958 (1949)	1977
操業状況	通常	通常	通常
鉍石供給源			
鉍床名	Ecarpiere Chardon Commanderie	Bellezane Fanay Fraisse Margnac Peny	Cellier Villeret Pierres Plantees
鉍床タイプ	鉍脈 (花崗岩中)	鉍脈 (花崗岩中)	鉍脈 (花崗岩及び片岩中)
採鉍作業			
方式	坑内掘 露天掘	坑内掘 露天掘	露天掘 坑内掘
規模 (鉍石 t / 年)	350,000	600,000	200,000
鉍石処理施設			
方式	酸 / ADU*	酸 / ADU	酸 / MU**
規模 (鉍石 t / 年)	1,400	4,000	600
鉍石処理平均 実収率 (%)	96.5	95.5	95
公称生産設備 容量 (t / 年)	650	1,500	200

* ADU : 重ウラン酸アンモン

** MU : ウラン酸マグネシウム

現存のウラン生産センター（続き）

粗製錬所名 (地域)	Les Balaures (Aveyron)	Mailhac/Bernardan (Haute-Vienne)	St. Martin Du Bosc (Hérault)
生産開始	1982	1979	1981
操業状況	操業開始	操業開始	操業開始
鉱石供給源			
鉱床名	Bertholene	Bernardan Les Loges	Mas Lavayre Mas D'alary
鉱床タイプ	鉱脈（変成岩中）	鉱脈（花崗岩及び 砂岩中）	細粒碎屑岩
採鉱作業			
方式	露天掘 坑内掘	露天掘 坑内掘	坑内掘 露天掘
規模（鉱石 t / 年）	90,000	120,000	400,000
鉱石処理施設			
方式	酸 (坑内での浸出)	酸 / MU*	アルカリ / MU
規模（鉱石 t / 日）	200	500	1,400
鉱石処理平均			
実収率（%）	95	98	91
公称生産設備容量 容量（tU / 年）	70	500	1,000

* MU : ウラン酸マグネシウム

ウ ラ ン 必 要 量

年	設 備 容 量* (GWe)	原子炉必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量)
1986			
1987			
1988	50	6,050	
1989	53	7,200	
1990	56	6,750	
1991		7,600	
1992		6,600	
1993		7,400	
1994		6,750	
1995	63	7,000	
2000	64	8,000	
2005			

* 年末における設備容量

国 の 政 策

民間及び外国会社の参加に関する政策

現在の法律の枠内では、フランスにおけるウラン探鉱と生産は制限されていない。

外国での活動に関する政策

供給源の多様化を目的として、フランスの経営者は当該国の法律のもとで、外国のウランの探鉱と生産活動に参加している。

国の監督機関

原子力庁（CEA）は、使用者が十分な核物質の供給を受けることを保証している。

ウランの輸出政策

フランスは主にウランの輸入国であるので、この質問には当てはまらない。

ウランの輸入政策

フランスの供給政策は供給源を多様化することにある。輸入に対して関税障壁を設けていない。

ウランの備蓄政策

フランス電力 (EDF) は、供給途絶に備えて、緊急用として定められた最低 3 年分の消費量に等しいウランを備蓄している。

ドイツ連邦共和国

ウラン探鉱

歴史的概観

1956年以来、地質学的に関心を持たれる次にあげるすべての地域、Black Forest, Odenwald, Frankenwald, Fichtelgebirge, Oberpfalz, Bayerischer Wald, HarzのHercynian山塊, Rheinisches Schiefergebirge の古生代堆積物, Saar Nahe 地方の二畳紀の火山岩類と陸成堆積物、そして有望な堆積層すなわち前期及び後期の古生界、三畳系、ジュラ系、白亜系及び第三系の分布する全地域において、初期的な概査が行われてきた。

初期段階の探査には、水による地化学探査、カーボン探査、徒歩による地表調査、小規模なエアボーン調査が含まれている。追跡調査として河川堆積物の地化学調査、ラドン調査、詳細な放射能調査が行われた後で、有望地域に対して試錐とトレンチが行われてきた。

概査と精密探鉱の段階では、連邦と州の地質調査所が関与したが、実際の作業は主として民間の企業によって行われた。

これまでの探鉱活動により、3つの経済性のある鉱床が発見された。それらは、Black Forest 南部のMenzenschwand 近くの部分的に高品位の熱水鉱床（ピッチブレンドと少量のコフィナイトが、赤鉄鉱、石英、重晶石、多少の螢石と黄鉄鉱、及び少量の卑金属に随伴する）、Black Forest 北部のGeroldsau 近くの酸性花崗岩上Oos のトラフに分布する石炭紀後期のアルコーズと泥岩中に胚胎する堆積型のMüllenbach鉱床、そしてもう1つはHercynian 花崗岩（Bavaria 北東部）と接している先カンブリア紀とカンブリア紀の変成岩中にあり、断層と断裂に規制されているGrossschloppen鉱床である。

Black Forestでは、旧 Wittichen鉱山を含め、比較的小さないくつかの鉱徴地が知られており、そこでは、ウランはコバルト、ニッケル、ビスマスに随伴して産出している。Eisenbach 花崗岩地域の別の対象についても探鉱が行われた。

Saar Nahe のトラフの二畳紀火山岩中には、珪長質斑岩に関係する小さな鉱床が過去に採掘された。

Franconia北部のStockheim では、ウランは石炭層に伴って産出する。ウラン資源量は100tU以下のものである。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨 (DM)	米ドル換算
1983前	350,460	24,744	n. a.	84,165,000
1983	2,670	10	n. a.	5,400,000
1984	—	—	6,200,000	2,200,000
1985	256	2	8,400,000	2,800,000
1986	1,092	6	10,200,000	4,600,000
1987	—	—	10,800,000	5,800,000
1988	—	—	5,400,000	3,000,000
1989*	—	—	5,000,000	2,561,000
計	354,478	24,762		110,526,000

* 計画中

Bohemian山塊のBavarian地方の精密探鉱を実施した際、Wölsendorfの螢石鉱床中、Mähring と Bayerischer Pfahl の石英脈中、そして TirschenreuthとWeissenstadt近くの花崗岩中の熱水鉱床として、いくつかの鉱徴地が発見された。経済性をもつ鉱床になる可能性がありそうである。

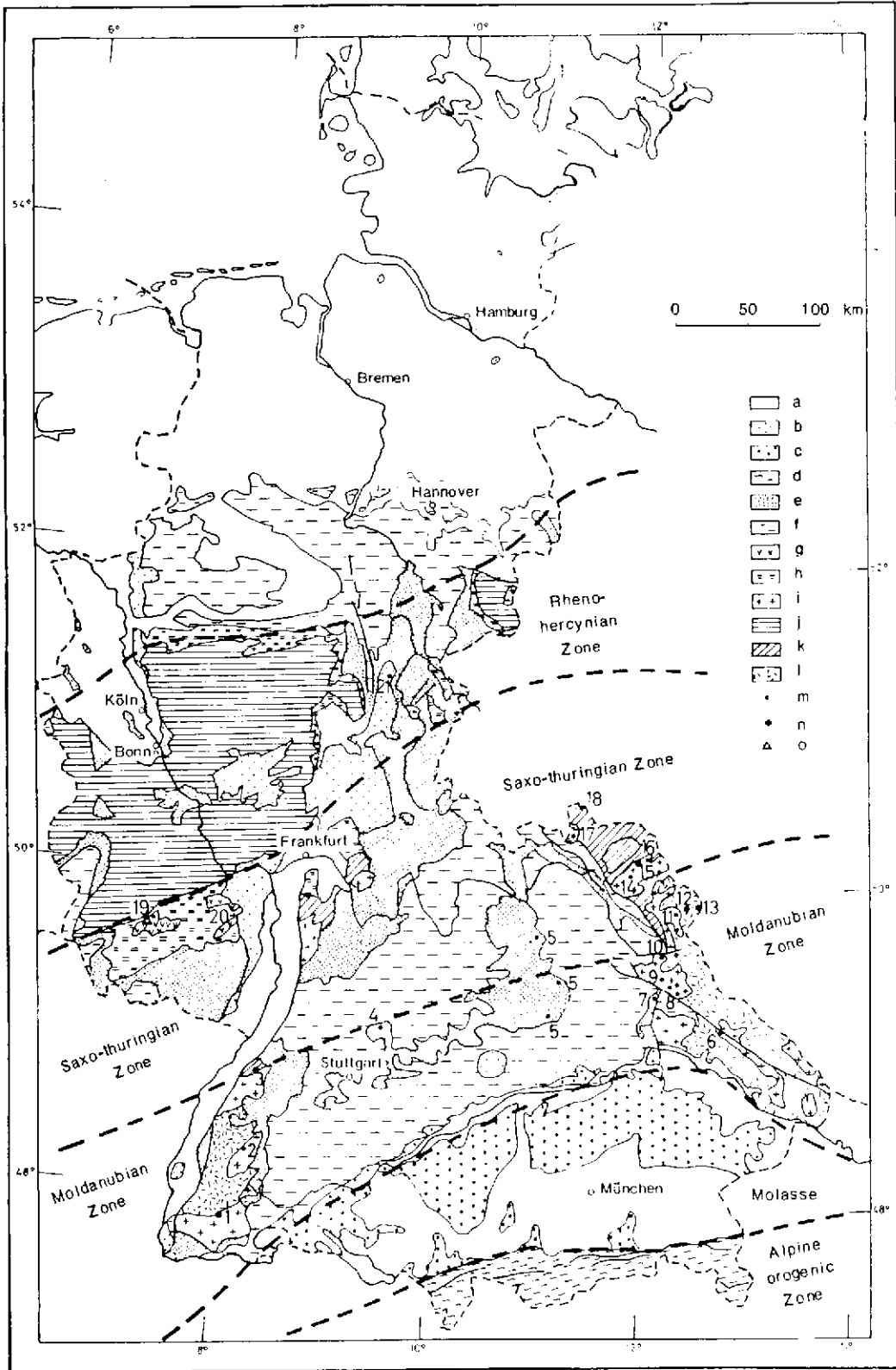
Oberpfalz 地域の花崗岩塊の周りの片麻岩と雲母片岩中で多数の鉱化作用が発見され、試錐と坑道探鉱が行われた。

小規模なウラン鉱徴がRheinland-PfalzandのObermoschel 近くの二畳紀初期 (Rotliegendes) の灰色アルコース質砂岩と泥岩中、並びにその他の数地区で発見された。三畳紀のBunt砂岩の灰色相にもウラン鉱徴が認められるが、あまり関心はもたれていない。

Bavaria (Franconia) と Württembergでは、三畳紀後期 (Keuper) の砂岩中にウラン濃集が認められている。Franconiaでは、これらの濃集はBurg砂岩の炭酸塩質及び磷酸塩質のセメント膠結物中に見られる。Württembergでは、ウランは同時代のStuben砂岩層中の植物化石に伴って産出している。

最近及び現在の活動

1987年には、Menzenschwand 鉱床 (Black Forest) においてGewerkschaft Brunhilde社が、Grossschloppen/Fichtelgebirgeでは Interuran社が坑道探鉱を行った。1988年に Interuran社はGrossschloppenにおける探鉱を終了させ、鉱山は坑道維持の状態に置かれた、Menzenschwand 鉱床での坑道探鉱は1988年も続けられた。



ドイツ連邦共和国のウラン鉍微地

凡 例

I - 地 質

- a. 第四系
- b. 第三系
- c. Alpineモラッセ (第三紀)
- d. アルプス造山帯 (中生代)
- e. 中生界砂岩
- f. 中生界
- g. 二疊系火山岩 (石英粗面岩)
- h. 二疊石灰系
- i. パリスカン花崗岩類
- j. Rheno hercynian帯 (古生代)
- k. Saxo thuringian帯 (変成)
- l. Moldanubian帯 (変成)
- m. ウラン鉱微地
- n. 500t以上の埋蔵量のあるウラン鉱微地
- o. 操業中のウラン粗製錬所

II - ウラン鉱微地

- 1. Menzenschwand, Baden-Württemberg
- 2. Wittichen, Baden-Württemberg
- 3. Müllenbach, Baden-Württemberg
- 4. Murrhardt, Baden-Württemberg
- 5. Middle Franconia, Bavaria
- 6. Bavarian Pfahl, Bavaria
- 7. Schwandorf, Bavaria
- 8. Girnitz/Schwarzach, Bavaria
- 9. Nabburg/Wölsendorf, Bavaria
- 10. Geratshofen/Böhmischbruck, Bavaria
- 11. Falkenberg Granite, Bavaria
- 12. Höhensteinweg/Poppenreuth, Bavaria
- 13. Wäldel/Mähring, Bavaria
- 14. Rudolfstein, Bavaria
- 15. Grossschloppen, Bavaria
- 16. Hebanz, Bavaria
- 17. Ludwigsstadt, Bavaria
- 18. Ellweiler, Rheinland-Pfalz with operating plant
- 19. Obermoschel, Rheinland-Pfalz
- 20. Kassel.

外国での活動

1987と1988年には、民間鉱山企業3社が海外でのウラン探鉱に参加した。探鉱はカナダ（主としてサスカチワン州）の20のプロジェクトで集中的に行われている。米国では5プロジェクト、オーストラリアでは4プロジェクト、ジンバブエとザンビア（1988年に終了）ではそれぞれ1プロジェクトが進められた。

外国におけるウラン探鉱費

年	白国通貨 DM (百万)	米 ド ル (百万)	国 名
1983前		268	オーストラリア、オーストリア、ボツワナ、ブラジル、カメルーン、カナダ、コロンビア、ガーナ、ニジェール、タンザニア、トーゴ、米国、ザンビア、ジンバブエ
1983		15.5	オーストラリア、ブラジル、カメルーン、カナダ、米国、ザンビア、ジンバブエ
1984	32.3	11.5	オーストラリア、カナダ、カメルーン、米国、ザンビア、ジンバブエ
1985	46.9	15.8	オーストラリア、カナダ、カメルーン、ガボン、米国、ザンビア、ジンバブエ
1986	44.5	20.0	オーストラリア、カナダ、カメルーン、ガボン、米国、ジンバブエ
1987	35	19.0	オーストラリア、カナダ、米国、ザンビア、ジンバブエ
1988	25	14.0	オーストラリア、カナダ、米国、ジンバブエ
1989*	25		オーストラリア、カナダ、米国、ジンバブエ

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

現在のところ、小規模の鉱床が発見されているにすぎない。これらの鉱床はBlack ForestとOberpfälzer Wald (Bavaria)の Hercynian花崗岩中の熱水性の鉱脈に関係するものである。ピッチブレンド、コフィナイト、2次ウラン鉱物が、石英、重晶石、螢石、赤鉄鉱、黄鉄鉱を含む鉱脈充填物に伴って産出している。一部の鉱徴地では、ニッケル、コバルト、ビスマス、銅及び他の卑金属と共生している。鉱石品位は0.08%Uから2%Uの間である。

上部石炭系の砂岩及び頁岩中の鉱床がBlack Forestの北部で発見された。ピッチブレンドとコフィナイトが主要ウラン鉱物である。この堆積型鉱床のポテンシャルはまだ分かっていない。鉱石の平均品位は0.2%Uである。

鉱床タイプと採鉱方法によるが、平均10%の採鉱ロス（差し引き済）が予想される。

Ellweiler プラントでの鉱石処理試験の結果から見積もられた5%の鉱石処理ロスが差し引かれている。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

確 認 資 源 (RAR)		推 定 追 加 資 源 — 分 類 I (EAR-I)	
\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの
800	4,000	1,600	5,700

地 質 タイ プ 別 の 資 源 分 布

鉱床タイプ	生 産 セ ン タ ー の 数		含 有 資 源 量 (tU)		規 模
	現存及び決定済	計画中及び予測	RAR	EAR-I	
鉱 脈	1	—	—データは機密事項である—		
砂 岩	—	—			

地質的に有望なウラン賦存地域

a) 堆積岩類

スウェーデンの黒色頁岩及び東ドイツで採掘された鉍床と類似性があるため、Franconia のシルル紀の筆石頁岩の調査が行われた。ウラン含有量が一般に低く、ウランを含む地層は経済的興味をもつほどの大きさはないと考えられる。国の大部分はデボン系と石炭系の堆積物で覆われているが、上部石炭系のいくつかの小さな堆積ベースンだけが有望と考えられる。

ウランの濃集に適した石炭紀後期～二畳紀前期 (Rotliegendes) の堆積物からなる山間ベースンが、Franconia の北部だけではなく、Saar-Nahe トラフとBlack Forestの数地域で発見されている。ウラン濃集は砂岩と頁岩中にみられる。それらは、有機物に富む、あるいは石炭を含んでいる上位の泥岩近傍の還元環境下にある細粒ないし中粒のアルコース質砂岩中に存在する。いくつかの小さな鉍徴が発見され、追加発見の可能性も考えられる。

二畳紀のKupferschieferの堆積物には低品位の同成的なウラン濃集が認められている (約50 ppm)。

三畳紀前期には、陸成の堆積条件がBunt砂岩の堆積の間続いた。灰色の泥岩中に、卑金属を伴う低品位の鉍化作用が発見された。FranconiaとWürttemberg では、Keuper累層が三畳紀後期に好適な条件を備えていた。Burg砂岩とStuben砂岩のアルコース質砂岩は好ましい陸成条件下で堆積している。数か所のウラン鉍徴が発見されている。

Keuper層中部の“Stuben砂岩”の河川堆積砂岩中にウランの鉍徴が見られる。砂岩は部分的に方解石を含み、また有機物を伴う。ドロマイト質の地域は鉍化されていない。ウランの品位は0.004%から0.06%の間で、平均品位は0.015%である。

磷酸塩質の“骨層”の中の小さないくつかのウラン濃集を除いて、ジュラ紀の堆積岩中には好ましい条件が存在することは知られていない。

白亜紀の陸成堆積物中にウラン鉍化が存在する可能性は限られているようである。

国の一部では、陸成起源の第三紀堆積物中に含ウラン褐炭がみられる。しかしながら、これら個々の含ウラン褐炭は10～50t程度のウランを含むにすぎず、経済的開発の可能性は限られる。

b) 結晶質基盤岩及び火成岩類

Bohemian山塊のドイツ側領域では、ウラン濃集を示すいくつかの兆候が基盤岩の主要構造に伴って見出されている。ウランはVariscan期の花崗岩質貫入岩体及び構造帯中に期待される。ウラン濃集の可能性がある火成岩の大部分は Hercynian期のもので、花崗岩とそれに関する脈、熱水鉱床並びに酸性ないし中性の火山岩類である。

これまでに発見された鉱徴から判断すると、Hercynian 造山帯のMoldanubian と Saxo-thuringian帯が最良の条件を備えているように思われる。Renohercynian帯の有望性は低いと考えられる。最も有望な地域はBlack ForestとBohemian山塊の Bavaria地方(Fichtelgebirge, Oberpfalz, Bayerischer Wald)である。

一部の中性の火山岩だけではなく、流紋岩や他の酸性斑岩に随伴するウランが、Saar Naheトラフで発見された。これら二疊紀の火山岩類に関するウラン濃集の品位は一般に低い。

地質学的な知見から判断すると、大量の低コストウラン資源を発見する可能性は限られるものと考えざるをえない。新規発見のポテンシャルとして、およそ10,000tU程度を見積もることができよう。

花崗岩、低品位の堆積岩（砂岩、頁岩）のような非常に低品位のウラン鉱石が存在するポテンシャルは10,000～50,000tUと見積もられる。頁岩中の極めて低品位のウランまで含めるとさらに多いと推定できる。このような資源は現状では採掘できない。環境問題を考えると将来も採掘不可能であるかもしれない。

追加の在来型資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

主要鉱床 あるいは 地域	推定追加資源 — 分類 II (EAR-II)		期待資源 (SR)
	\$ 80/kgU 以下の コストで回収可能 なもの	\$ 80~130 /kgU の コストで回収可能 なもの	\$ 130 /kgU 以下の コストで回収可能 なもの
計	2,500	3,500	15,000

ウ ラ ン 生 産

Gewerkschaft Brunhilde社が、Rheinland-PalatinatのEllweiler で在来型のプラントを操業しており、またBavaria で小規模のヒーブリーチングを行っている。Ellweiler のプラントは、Menzenschwand とGrossschloppenにおける坑道探鉱で採取された鉱石を処理している。

現存の生産センターにおける雇用*

年	人・年
1980	85
1981	80
1982	75
1983	75
1984	70
1985	60
1986	70
1987	65
1988	50
1989**	50

* 数字には探鉱（地表及び坑内）と Ellweilerプラントの操業での雇用が含まれている。探鉱のための短期雇用（例えば学生など）は除かれている。

** 推 定

ウ ラ ン 生 産 量

tU (精鉱中の)

年	生 産 物 の 供 給 源		
	在来型	非在来型	計
1983前	331*	-	331*
1983	47	-	47
1984	32	-	32
1985	30	-	30
1986	26	-	26
1987	53	-	53
1988	38	-	38
1989**	30	-	30
計	587*	-	587*

* 外国起源のもの 120tU

** 推 定

現存及び決定済の生産センター

名 称	Ellweiler
生産開始	1960年
鉍石供給源	
鉍 床 名	Menzenschwand
鉍床タイプ	鉍脈型鉍床
採鉍作業	
タ イ プ	坑道採鉍
規 模	約 5,000t鉍石/年
鉍石処理施設	
タ イ プ	CWC, 酸浸出, イオン交換
規 模	100t鉍石/日
平均実収率%	95%
公称生産	30～50tU/年
設備容量 (tU/年)	125t/年*
拡張計画	な し

* 鉍石の供給が限られているために、プラントは設備容量の 100%で運転されていない。

ウラン産業の所有権構造

Gewerkschaft Brunhilde : 100%民間の国内鉍山会社

Interuran : 25% 民間電力事業者

75% 鉍山会社

短期の生産能力

1990年末までEllweiler で年間約 100tUの生産能力があるであろう。その後の生産能力についてのデータは入手できない。

ウランの貯蔵と在庫

a) 天然ウランの貯蔵 (tU)

	精鉱として (A)	精製品として (B)	計 (A+B)
政府貯蔵			
生産者貯蔵	10,500		10,500
消費者貯蔵			
計			10,500

b) 濃縮ウランの貯蔵 (tU)

	tU	U_{235} %	天然ウラン相当量*
政府貯蔵	73	2.7	338
	52	3.0	346
生産者貯蔵	178	3.3	1,180
	104	3.6	754
消費者貯蔵	31	4.0	250
計	438		2,918

c) 減損ウランの貯蔵 (tU)

	tU	U_{235} %	天然ウラン相当量*
政府貯蔵			
生産者貯蔵		0.2 ~ 0.3	3,000
消費者貯蔵			
計			3,000

* 廃棄濃度0.20% U_{235} の場合の濃縮プラント供給量

ウ ラ ン 必 要 量

総 ウ ラ ン 必 要 量 (tU)

年	設備容量* (GWe)	原子炉必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクルに よって予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	19,200	3,300	
1987	19,200	3,300	
1988	21,700	3,300	
1989	22,900	3,300	
1990	22,900	3,300	
1991	22,900	3,300	
1992	22,900	3,300	
1993	22,900	3,300	
1994	22,900	3,300	
1995	22,900	3,300	500
2000	24,300	3,500	500
2005	24,300	3,500	500

* 年末の設備容量

国 の 政 策

民間及び外国の企業の参加に関する政策

探鉱は国内及び国際企業により行われている。これらの事業が現行鉱業法の下で実施される限り、ウランの探鉱、生産、販売活動に、民間企業あるいは外国企業が参加することについての制約はない。

西ドイツの企業は、申請により、探鉱プログラムに50%まで政府資金援助を受けることができる。この資金は探鉱が成功した場合に返済されることになっている。

外国での活動に関する政策

西ドイツの企業は、申請により、海外における探鉱活動のために50%までの政府資金を受けることができる。企業が政府資金を受けた場合、採掘したウランはEBC内の消費者に役立てなければならない（ユーラトム条約）。成功した場合は資金は返済されることになっている。

ウランの輸出政策

ウランは、商業用原子炉、研究炉及び試験炉用に燃料体の形で輸出されている。

ウランの輸入政策

ウランは低濃縮物質の形で、米国、ソ連、ウレンコ関係国から輸入されている。濃縮フィード物質は、いろいろな供給源から供給されている。輸入はすべてユーラトム供給局を通じて調達される。

ウラン備蓄政策

需要の約2年分に相当するウラン備蓄が政府と原子力発電所によって保有されている。

国の監督機関

所管の省： 連邦政府の経済省と研究・技術省。

ギリシャ

ウラン探鉱

歴史的概観

1955年から1970年まで、各種の概査がギリシャの有望と思われる地域で行われた（1966年：ギリシャ北部でエアボーン放射能調査；1969年～1971年：カーボーン放射能調査）。

1971年以降、系統的なウラン探鉱がMacedonia とThraceで行われた。これらの地域は、カーボーン調査の結果とサンプル採取地点での放射能測定と組み合わせた概査段階の水のサンプリングの結果から、さらに詳細な“追跡調査”が必要であることが示されていた。この探鉱は、UNDPとIAEAの協力を得て、ギリシャ原子力委員会によって実施された。

1978年以来、探鉱作業はトレンチ、試錐および試験探鉱によって、ウラン鉱床を明確にすることに焦点が合わされ、これにはギリシャ原子力委員会（GAEC）と、地質・鉱物探査研究所（IGME）の2つの政府機関が従事した。概査は全国をカバーするために続けられ、またSerresの褐炭と含石炭頁岩中に含まれるウラン資源をより正確に評価する努力がなされた。

1983年から1986年の期間に、カーボーン放射能調査による全国調査が遂に完了した。

Serres第三紀ベースンでは、探鉱試錐も完了して、褐炭中のウラン含有量が推定された。

追跡調査作業と精密探鉱は主として、ギリシャ北部のMacedonia とThraceで集中的に行われた（Paranesti地区：Archontovouni ウラン鉱床での概査試錐の完了、Pefki, Diamesso, Loukatinaの各有望地及びIteroto, Spiliaの各地区での探鉱試錐の継続）。

Archontovouniの酸化鉱石（主として燐灰ウラン石）からのウラン回収試験のために、Paranestiに小さなパイロットプラントが建設された。

ここで述べておかなければならない重要な出来事としては、1984年の終りから1985年初期にかけて、GAECのウラン探鉱活動をIGMEに組み入れたということである。

最近及び現在の活動

1986年以来、探鉱活動の水準はIGMEの活動の結果として安定している。現在18のウラン探鉱プロジェクトが活動中である。これらプロジェクトの大部分は、ギリシャ北部（Macedonia とThrace）にある。そこでは、ピッチブレンドの鉱化作用が発見されたSpilia有望地区のあるParanesti地域で、主として試錐プロジェクトが進められている。1989年の探鉱計画の概要は次の通

りである。

- 探鉱の継続 —— Spilia有望地区の2地区での評価試錐とHaidou地域及びFlorina 地域での予備的試錐。
- 2～3地域 (Kalithea, Andiro, Medoussa) とAxioupolisにおける精密探鉱・試錐の追跡調査。これらはすべてギリシャ北部にある。
- Lesbos, Samos, Ikaria のエーゲ海諸島の2～3か所で、以前の探鉱によって発見されたウラン鉱徴のいくつかを評価すること。
- 以前に探鉱され、試錐が行われた地域の結果の最終的な評価を行うこと。

ウランの探鉱活動（概査、地表での追跡調査、試錐、データの評価など）で用いられている方法は、ウラン探鉱で活動している諸国の多くで使用されている方法に基づいている。

過去に実施されたすべてのプロジェクト、現在進行中あるいは計画中のプロジェクトの資金は、全額が政府によって供給されている。探鉱プロジェクトはすべて地質・鉱物探査研究所（IGME）によって行われている。探査対象面積は約 500km²である。

特にウラン、あるいはもっと広い意味での放射性鉱物に対する国内の探鉱活動はすべて、ギリシャ政府によって資金が出されている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

総 探 鉱 費

（歴史的および最近）

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	白国通貨	米ドル換算
1971-1982	27,949	333	n. a.	8,298,725
1983	7,100	66	n. a.	1,723,111
1984	8,153	60	163,245,830	1,484,053
1985	4,182	34	150,000,000	1,095,000
1986	4,758	27	110,000,000	810,000
1987	3,067	17	67,000,000	510,000
1988	2,805	16	50,000,000	350,000
1989*	4,000	26	92,000,000	550,000
計	62,014	579	632,245,830	14,821,189

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

過去2年の間にウラン埋蔵量に関しての実質的な変更はなかった。Paranesti地区にあるArchontovouniの鉍脈および鉍染ウラン鉍床は、Rodhopi山塊の結晶質基盤岩の花崗岩質岩に関係している。

最近行われた試錐作業によって、同じ地区の同様な地質環境にあるSpilia有望地区で、鉍脈型のピッチブレンドが発見された。数地点でピッチブレンドの鉍微も発見され、現在探鉍を継続中である。

Archontovouni 鉍床のフィージビリティストディでは、可採鉍石からのウラン回収率は良好であるという結果が出ている。

予備的な地表での探鉍によってAlexandroupolis, Xanthi, Axioupolis, Florinaの各地域で、様々な地質環境中（結晶質-変成岩、火山岩、堆積岩）に、有望地となる可能性のある地区が確認された。

ギリシャ北部のSpiliaの最も有望で可能性のある地域で、評価試錐が行われている。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

主要鉍床または地域	確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源 — 分類 I (EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Paranesti 地域	300*		6,000**	
Archontovouni 鉍床				

* 可採鉍石から回収可能なウランの量

** 採鉍ロスと粗製錬ロスは差し引かれていない。

この表に示されている資源量は、経済性のある他の鉍物との共産物あるいは副産物という関係のものは含まれていない。

地質タイプ別の分布

鉍床タイプ	回収可能な資源量 (tU)	
	RAR	EAR I
鉍染, 岩漿性, ペグマタイト, 接触	300	3,000
鉍脈		2,000
砂岩		1,000

追加の在来型資源

Alexandroupolis : 変成岩と第三紀始新世の火山岩中で、構造的に規制された鉍脈型ウラン

Haidou Medoussa : 第三紀始新世の酸性火山岩と花崗岩質基盤岩との不整合部

Serres, Potami有望地区: 堆積岩内の砂岩と炭質シルト岩に関連するウランの鉍化作用

Vathyrema Spilia : 花崗岩質の母岩中の鉍脈タイプ

Axioupolis : 結晶質火成岩中の鉍脈および鉍染

Florina : ウランは第三紀の砂岩に係る。

追加の在来型資源

(tU) *

主要鉍床, または地域	推定追加資源 — 分類II (EAR II)		期待資源 (SR)
	\$ 80/kgU 以下のコスト で回収可能なもの	\$ 80~130 kgU のコスト で回収可能なもの	\$ 130 kgU 以下の コストで回収可能な もの
Thrace		1,000	1,000
Macedonia 東部		1,000	3,000
Macedonia 中部		500	1,000
Macedonia 西部		500	1,000
計		6,000	6,000

* 原位置の量

地質タイプ別の分布

鉍床タイプ	tU*	
	EAR-II	SR
不整合関連	500	1,000
鉍染, 岩漿性, ペグマタイト, 接触	2,000	2,000
鉍脈	1,500	1,000
砂岩	1,000	1,000
表成	1,000	1,000

* 原位置の量

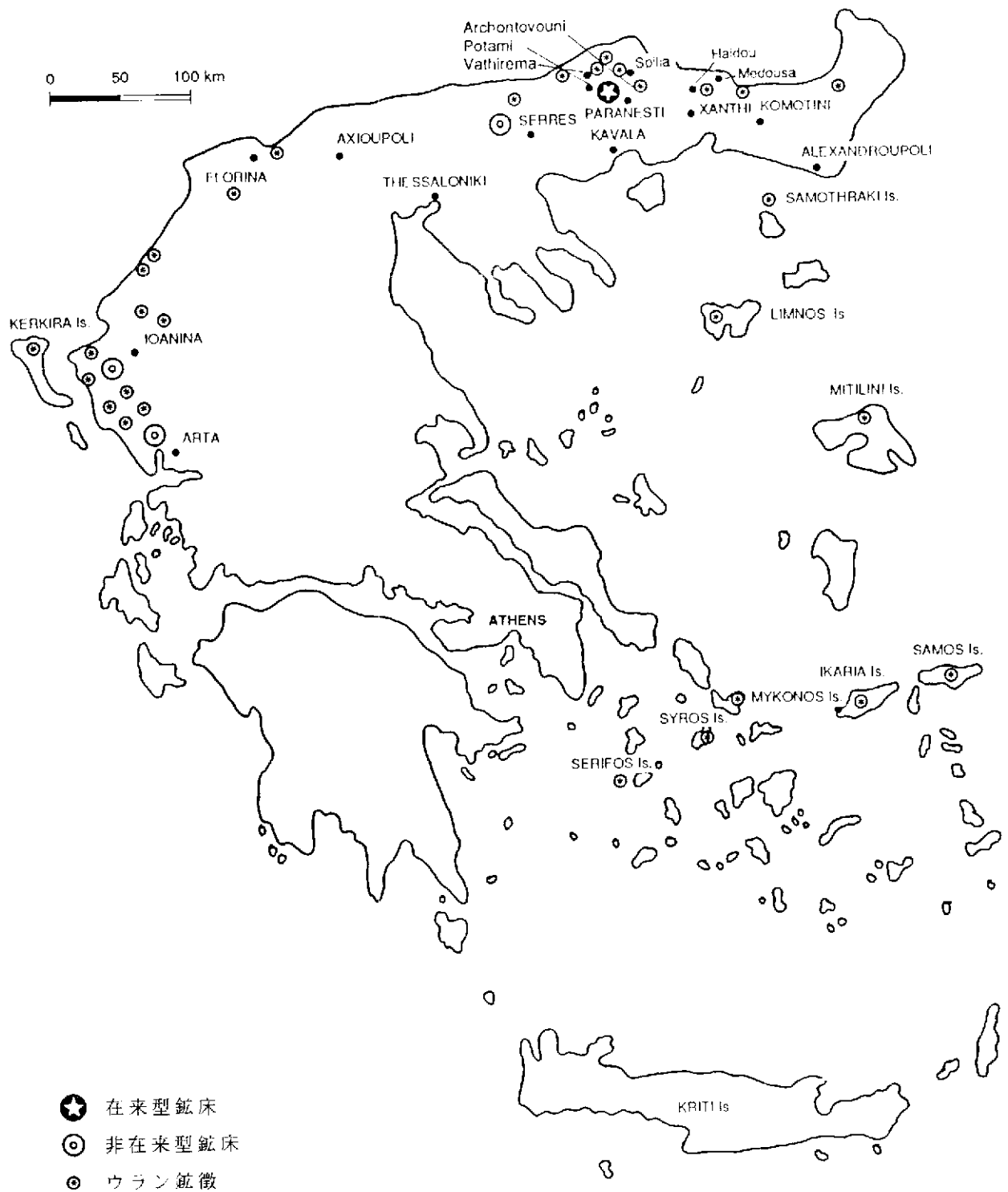
非在来型または副産物資源

鉍床名	位置	鉍床タイプ	tU	品位	生産センター
Serres	Serresベーズン	含ウラン褐炭	4,000	100ppm	
Drimon	Epirus	磷酸塩	500	100ppm	

追加の鉍床の発見に有望な地域

追加のウラン鉍床を発見するのに有望な地域として次の地域がある。

- a) 多くのウラン鉍微地があり、海成の磷酸塩岩石中にいくつかの小さな鉍床が見出されているギリシャ西部の中生代堆積岩層。
- b) 含ウラン褐炭が発見されているギリシャ北部の第三紀ベーズン。
- c) 鉛および亜鉛の鉍床からウランが副産物として生産されるかもしれないギリシャ北東部 Rodhope 山塊の結晶質基盤岩中のいくつかの有望地区。



ギリシャのウラン鉱床と鉱徴地

イ ン ド

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的背景

インドのウランについての組織的調査の歴史は1949年にさかのぼる。その探鉱結果として、かなりの規模の資源と多数の有望なウラン鉱徴地帯が明らかにされた。探鉱努力は主として Bihar 州のSinghbhum の既知ウラン鉱床区に向けられていたが、ここ10年間の探鉱活動は多くの他の有望地域で行われた。多数の鉱床が既に明らかにされている。Singhbhum のJadugudaの鉱床は1962年以來開発されており、また本世紀の終わりまでに予定されている10,000MWの原子力発電プログラムの必要量を満たすために、他の多数の鉱床が段階的に開発できるように準備されている。

過去30年間に機器類と多くの野外調査技術が開発され、これらの努力によってインド固有の能力と自信が高められた。

ここ10年間の統合的な探鉱の結果、ウランポテンシャルの高い多くの地域が新たに明らかになり、また既知の地域における鉱化作用に関する知識が増加した。これまでに明らかにされていたウラン賦存地帯の一部では資源量の増加が確認された。

Karnataka 西部では、ウラン、金、黄鉄鉱を含む石英礫岩が広範囲にわたって発達しており、それはShimoga, Chitradurga, Sandurのより新しい緑色岩帯の基底部に分布している。Shimoga 帯では、含ウラン緑泥石質黄鉄鉱砂岩の層準は下部原生界の上部層とされている。

閃ウラン鉱とそれ以外のウラン・トリウム鉱物を含む石英礫岩もまた、Bihar 州のDhanjori変質火山岩の基底、及びOrissa州境地域のGorumahisani鉄鉱層の層準中で発見された。石英礫岩はまた、Uttar Pradesh州の Rajasthan及びBijawars, 並びにMadhya Pradeshの州境にあるAravallis 層の基底部にも存在する。このタイプのウラン鉱化作用についての系統的調査が、特に始生代の地殻が早期にクラトン化した地域の原生界の鉄、鉄-マンガン層、早期の炭酸塩岩層の下の層準で行われた。この探鉱は花崗岩類に関する地質年代学的データによって大いに助けられた。地層年代学データによって、それまで“貫入性”と考えられていた花崗岩類のうちの多くは実際には基盤の花崗岩であって、恐らくは重力による構造運動の影響を受けたものであることが明らかにされた。

探鉱作業は、鉱化作用が主として破砕帯によって規制されている地域で続けられ、好ましい結果が得られた。調査された多くの地域のうちでは、Singhbhum 衝上帯を除くと、次のものが注目

に値する。

- i) Bodal-Bhandaritola-Pavijhola 破碎帯の鉍化帯に例示されているように、Madhya Pradesh 州の Dongargarh 累層群の安山岩 - 流紋岩分布地域。
- ii) Sarguja (Madhya Pradesh 州) Palamau (Bihar 州) 地域の Chotanagpur 片麻岩質複合岩体中のミグマタイト - 角閃岩の層準。そこでの優勢な鉍化体は、延長 120km に及ぶ東北東 - 西南西方向の破碎帯に沿っている Jajawal, Dhabi, Binda-Nagnaha 地域に存在している。
- iii) ヒマラヤの主要中央衝上帯。それによって、特に Himachal Pradesh, Uttar Pradesh, Arunachal Pradesh の各州の一部において、Lesser Himalaya 石英 - 變質火山岩の層序と中央ヒマラヤの花崗岩と片麻岩の押しつぶせ地塊とが切断されている。中央片麻岩とウランの鉍化作用が見られるそれに伴う變堆積岩からなる、大きな衝上断層で生じた地塊が、南方へ伸び、東部ヒマラヤの一部にまで広がっている。この地帯での破碎帯鉍化作用は広範に分布し、Uttar Pradesh 州の Tehri Garhwal 地方と、Sikkim, Darjeeling (西ベンガル)、及び Arunachal Pradesh の各州の一部で見出されている。主として珪岩中の引張り節理を充填している鉍脈型の鉍化作用は、そのすべてが衝上断層帯に沿って、多数存在している。
- iv) South Rajasthan 州の Udaipur 近くの中部 Aravallis 層中の角礫化・破碎化した黒色頁岩 - 炭酸塩岩からなる層序。これは大規模な燐灰土層に覆われている。

最近及び現在の活動

同時的で全世界的な概念的地質モデルの発展に基づいて、ウラン探鉍のための新しい衝上断層地域が国内のいろいろな場所で明らかにされた。26 のプロジェクトからなる計画は、選ばれた研究だけではなく直接の探鉍目的のためと、新発見へ向けての開発努力のために、現代的な研究室によって十分に支援されている。その結果として、ウランポテンシャルの高い多くの新しい地域が発見されている。それらは、Meghalaya の白亜紀の Mahadek 河川成堆積物、Andhra Pradesh 州 Cuddapah ベーゼンの原生代の石灰岩、及び Himachal Pradesh 州の Kasha-Kaladi (Rampur Window) の先カンブリア紀の緑泥片岩と珪岩の地域であり、既に知られていたウラン鉍微地域の一部では資源量の増加が確認されている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨 (百万)	米ドル換算
1983前	400,240	n. a.	638,740	n. a.
1983	54,300		98,540	9,850
1984	58,780		104,880	8,670
1985	56,040		123,260	10,190
1986	62,510		140,170	11,580
1987	65,510		175,960	13,430
1988	58,210		185,690	12,560
1989*	84,000		251,500	16,460
計	840,490	n. a.	1,718,740	

* 計 画

ウ ラ ン 資 源 — 1989年 1月 1日 現 在 —

主要鉱床または地域	回 収 可 能 な 資 源* (tU)			
	確 認 資 源 (R A R)		推 定 追 加 資 源 — 分 類 I (E A R I)	
	S 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	S 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	S 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	S 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Singhbhum 衝上断層 帯 (Bihar 州)	35,400	4,010	3,880	1,400
その他	5,740	2,140	200	11,840
計	41,140	6,150	4,080	13,240

* 可採鉱石から回収可能なもの

在来型資源の追加は、次のような地質環境のところで予想される。

Karnataka 州の若い緑色岩帯ならびに Bihar 州の Dhanjori 変質火山岩の基底部や、Orissa 州の Gorumahisani 鉄鉱層の層準中に含ウラン石英礫岩が発見された結果、類似の地質環境の地域で積極的な探鉱が行われている。

Cuddapah, Pakhal, Bhima Penganga, Indravati, Abujhmar, Chattisgarh, Kaladgi, Delhi, Bijawars など各地の原生代ベースンでは、不整合関連型鉱床を対象とした探鉱が行われている。

10万km²以上を占めているGondwanaベーズンでは、探査の結果明らかとなった概念モデルに基づき、新たに探鉱が行われている。その他の砂岩型ウラン鉱床発見の主要目標となっているものは、300か所以上の小規模なウラン露頭をもつヒマラヤ山麓の丘陵沿いに分布する第三紀のSiwalik砂岩、Meghalaya の白亜紀層、そしてインド西部の中生代堆積岩である。

破碎帯での鉱化作用が広範囲に分布しているLesser Himalaya とインド半島の一部が、新鉱床発見のための他の有望地域となっている。

インドネシア

ウラン探鉱

歴史的概観

原子力庁 (National Atomic Energy Agency ; BATAN) が1960年代の初めにウラン探鉱活動を開始した。初めの10年間はむしろ控え目なものであった。フランスのCEA、後にCOGEMAによる探鉱プログラムが1970年代の初めにカリマンタン (ボルネオ) で始まった時から、この状態は変わった。1976年から1978年の間、西ドイツの地質調査所が西スマトラで広域的な概査を行った。そのほか、北スマトラ (Sibolga)、南スマトラ、Sulawesi (Masamba)、東部インドネシア (Ramsiki) の各地域にも調査が拡げられた。

BATANは Sibolga (北スマトラの) 地域で1986年までウラン探鉱を続けた。そこでは先第三紀の花崗岩地帯を供給源とする古第三紀の堆積物中に放射能異常が発見されている。

最近及び現在の活動

1987年には、Kalan (西カリマンタン) に加えて、Sibolga の小地域で探鉱が行われた。

古第三紀堆積岩中のウランポテンシャルは限られたため、Sibolga での探鉱作業は1988年に中止された。そのかわり、西カリマンタンの Kalan 鉱徴地の周辺地域に探鉱活動が集中された。この地域はSchwaner地域と呼ばれている。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	白国通貨 (×1,000)	米ドル換算
1983前	32,786	195	n. a.	6,904,140
1983	2,550	12	n. a.	874,000
1984	2,700	13	170,000	170,000
1985	1,080	20	215,000	187,000
1986	2,040	16	72,000	52,000
1987	2,000	17	366,300	229,000
1988	2,000	17	343,600	207,000
1989*	2,000	20	320,000	183,000
計	50,156	310	1,486,000	8,806,140

* 計画

ウ ラ ン 資 源

インドネシアの既知ウラン資源は西カリマンタンのKalan にあり、1987年と1988年に埋蔵鉱量の推定が行われた。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在

回 収 可 能 資 源* (U)				
主要鉱床または地域	確 認 資 源		推定追加資源 - 分類 I	
	(RAR)		(EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Kalan のRemaja地区	—	1,000	—	—

* 原位置の資源量

日 本

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

日本の国としてのウラン探鉱プログラムは1954年に開始され、地質調査所(GSJ)がウラン濃集に地質的に好ましい地域を対象に全国的な概査を開始した。1956年には政府機関の原子燃料公社(AFC)が設立され、地質調査所が発見した放射能異常のある有望地点での精密探鉱作業を行った。これらの組織的な探鉱プログラムによって、1956年には人形峠鉱床、また1962年には東濃鉱床が発見されるに至った。

原子燃料公社は、1967年に準政府機関として新設された動力炉・核燃料開発事業団(PNC)に吸収合併された。地質調査所は日本の全国土370,000km²のうち200,000km²に及ぶ全国的な概査を1975年に完了した。しかしながら、それ以降は、動力炉・核燃料開発事業団が小規模な国内ウラン探鉱を続けている。

これまでに、100か所以上の明確な放射能異常地が日本で発見されており、これらのほぼすべては第三紀ないし中生代の花崗岩分布域とその周囲に分布している。発見されたウラン鉱徴の大部分は経済的価値をもっていない。これらの鉱徴はペグマタイト型、鉱脈型、堆積型に分類される。人形峠鉱床と東濃鉱床は日本の新第三紀のチャンネルを満たす砂岩型ウラン鉱床の代表的なものである。

最近の結果と現在の探鉱活動

1987年に動力炉・核燃料開発事業団は、国内の数地域において、カーボン放射能調査と地質調査からなる概査を行った。

しかしながら顕著な発見は報告されていない。また動力炉・核燃料開発事業団は、東濃鉱床において埋蔵鉱量をより正確に評価するため、精密試錐プログラムを実施した。

国内のウラン探鉱は1987年末に終了した。

現在、動力炉・核燃料開発事業団はオーストラリア、カナダ、中国、ニジェール、米国、ジンバブエでウラン探鉱を行っている。これらの探鉱活動の大部分は、外国企業あるいは探鉱が行われている国の政府とのジョイントベンチャーで実施されている。

日本の民間会社4社が、オーストラリア、カナダ、ニジェールの諸国でウラン探鉱活動に参加している。

ウラン探鉱データ
探鉱試錐および総探鉱費

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨 (×1,000円)	米ドル換算* (×1,000ドル)
1983前	399,500	4,724	1,423,000	5,740
1983	6,400	83	145,000	580
1984	6,200	52	140,000	560
1985	5,100	41	120,000	480
1986	3,000	22	130,000	760
1987	720	6	78,000	520
1988	0	0	0	0
1989**	0	0	0	0
計	420,920	4,928	2,036,000	8,640

- * 交換レート：1978年前，300円／ドル；1978～1981，200円／ドル；1982～1985，250円／ドル；1986，170円／ドル；1987，147円／ドル；1988，133円／ドル；1989，124円／ドル
- ** 計画

外国における探鉱費

年	支出国の自国通貨	米ドル換算*	国名
	(×1,000円)	(×1,000ドル)	
1983前	29,495,000	180,126	
1983	6,055,000	24,220	
1984	5,171,000	20,684	
1985	5,148,000	20,592	
1986	4,619,000	27,170	オーストラリア，カナダ
1987	3,968,000	26,450	中国，ニジェール，
1988	2,848,000	21,410	米国，ジンバブエ
1989**	2,248,000	18,130	

- * 交換レート：1978年前，300円／ドル；1978～1981，200円／ドル；1982～1985，250円／ドル；1986，170円／ドル；1987，147円／ドル；1988，133円／ドル；1989，124円／ドル
- ** 計画

ウ ラ ン 資 源

多数の放射能異常が日本中の種々の地質環境で発見されている。ウランの主要濃集地は花崗岩塊に関係があり、これらの鉍徴地は大規模な花崗岩体が存在する地域に限られている。

東濃地域

東濃地域には1つのウラン鉍体が賦存している。最も大きなものは月吉鉍床である。その母岩は中新世の亜炭を伴う土岐夾炭累層に限られている。この累層の主要な岩相は礫岩、砂岩、シルト岩である。この累層とその上部には大量の酸性火山灰が存在している。この地域の基盤は白亜紀後期ないし第三紀初期の花崗岩からなっている。鉍石は大きな主チャンネルや大きなベーズンの中よりも、むしろ花崗岩基盤中に刻みこまれている小さなチャンネルの上流部に賦存している。

人形峠地域

人形峠鉍床は比較的大きな5つの鉍体と、7つの小さな有望地をもっている。ウランは母層の基底部に濃集している。この母層は準平原化した白亜紀後期の花崗岩上に堆積した上部中新統から下部鮮新統（第三紀）の非海成の湖成あるいは河川成堆積物の礫岩、アルコーズ、砂岩からなっている。初生ウラン鉍物は、非酸化帯では人形石、閃ウラン鉍、コフィナイトで、二次鉍物は主として燐灰ウラン石である。

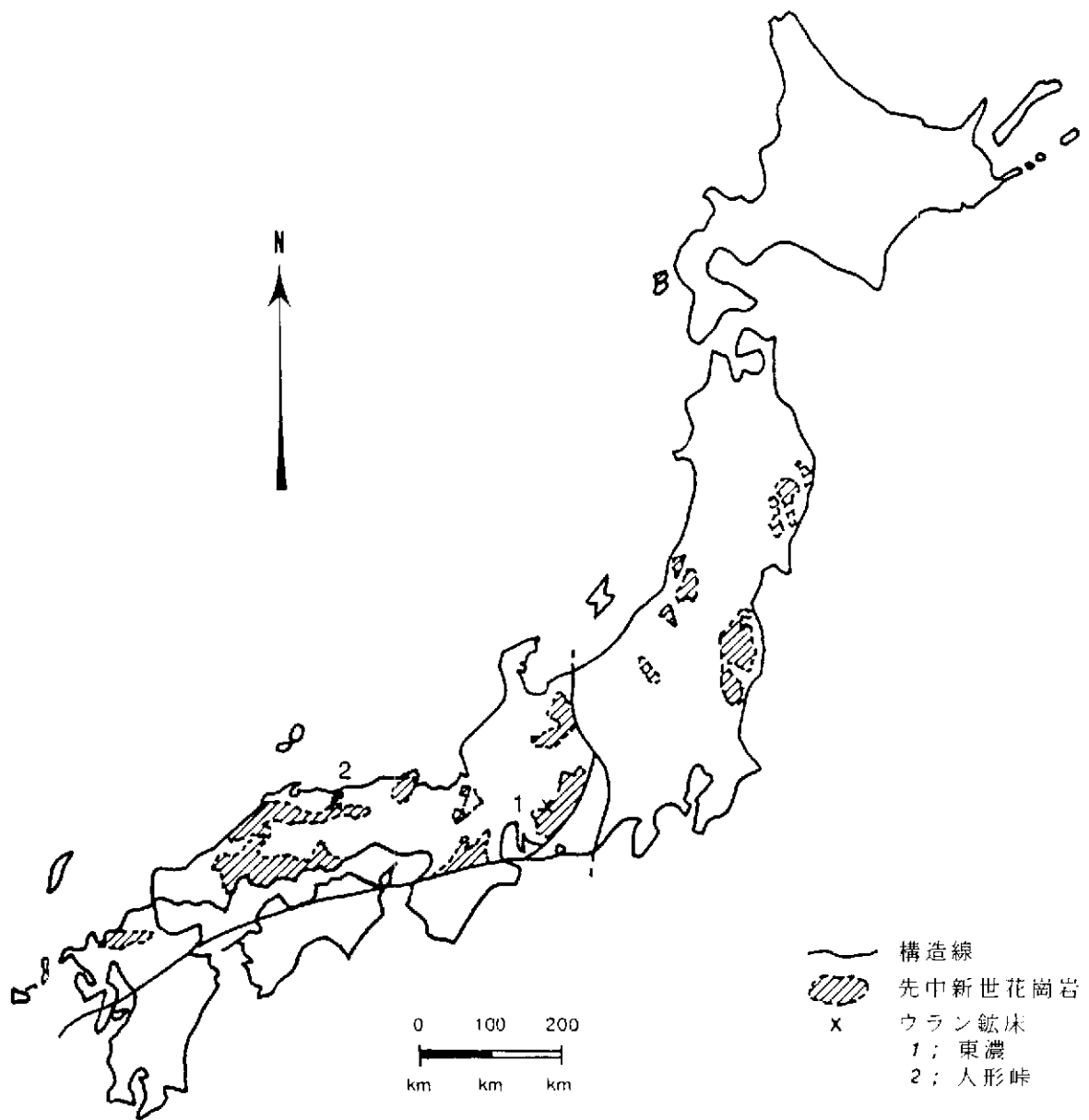
追加の未発見ウラン鉍床は、人形峠および東濃地域周辺の花崗岩基盤上の、非海成でおそらくは河川成の、変動を受けていない未固結の堆積物中に賦存するかもしれない。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

	確 認 資 源 (RAR)
主要鉍床または地域	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの
人形峠 東 濃	6,600
計	6,600

採鉍ロスと粗製錬ロスとして15%が差し引かれている。
これら資源はすべて砂岩中に産出する。



日本の主要な花崗岩体の分布とウラン鉱床

生産センターについての説明

鉍石処理能力50t/日の試験用パイロットプラントが、動力炉・核燃料開発事業団により1969年に人形峠鉍山に建設された。全量で15tのウランが生産され、1982年に運転が停止された。1978年には、人形峠鉍石の小規模なバトリーチング試験が、鉍石容量 500t の3つのバットからなる、最大設備容量12,000t/年の規模で開始された。バトリーチング試験は1987年末に終了した。

ウ ラ ン 生 産

年	(精鉍中の) t
1983前	58
1983	4
1984	4
1985	7
1986	6
1987	8
1988	0
1989	0
計	87

設備容量と原子炉関連ウラン必要量

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	25.8	4,800	
1987	28.0	6,000	
1988	(28.0)**	(6,400)**	
1989	(29.8)**	(6,600)**	
1990	(31.5)	(6,900)	
1991	(33.3)	(7,100)	
1992	(35.2)	(7,300)	
1993	(37.0)	(7,600)	
1994	(38.9)	(7,800)	
1995	(40.7)	(8,000)	
2000	53.0	9,200	
2005			

* 年末の設備容量

** カッコ内の数字は内挿値である。

国 の 政 策

外国および民間企業の参加に関する政策

1975年以來、日本の鉱業法令の下ではウランと他の鉱物の間に差異はない。日本におけるウランの探査・開発は、同国で法人化された民間企業に開放されている。しかし、日本でウラン探鉱を実施した民間企業はない。

外国での活動に関する政策

日本の中長期的政策は、供給国と供給地域の多様化を考慮して、長期供給契約により天然ウランを確保すること、ウラン資源を自主的に探鉱して自らの探鉱努力によって得られるウラン資源の割合を増加させること、そして開発の経営に参加することである。日本および外国における活動はともに、科学技術庁と通産省によって監督されている。

海外ウラン探査についての日本政府の政策は次の通りである。第1に、科学技術庁を通してウラン探鉱を実施している動力炉・核燃料開発事業団に、毎年一定額のウラン探鉱費を予算化することである。第2に、民間企業に対してそのウラン探査プロジェクトの実施に必要な資金の50%を融資するため、通産省を通して、金属鉱業事業団に予算配分することである。融資金は、そのプロジェクトが経済的に開発ができない場合を除き、利息を加えて返済しなければならない。

ウラン輸入政策

ウランは原子力発電所を所有する民間の電力事業者の責任で輸入されている。外国為替および外国貿易管理法に基づき、核原料・核燃料物質の輸入には、政府の事前許可を必要とする。しかし、政府はウラン供給源の多様化の継続を政策としている。

ウランの備蓄政策

日本の電力会社は、約2年分のウラン必要量に相当する在庫を、主として加工施設および原子力発電所の敷地に保有している。

ヨルダン

ウラン探鉱

歴史的概観

全国的に行われたエアボーン放射能調査によって、オールドヴィス紀の砂岩中の放射能異常が明らかにされた。これに基づいて、エネルギー・鉱物資源省の天然資源局（Natural Resources Authority : NRA）が、IAEAの援助のもとで、1986年にヨルダンのウランポテンシャルについての調査を行った。この結果、先カンブリア紀の基盤岩とカンブリア紀の堆積岩の分布域 6,000km²が、多年度にわたる探鉱プログラムの対象地域として選ばれた。

最近及び現在の活動

1988年に NRAはその選ばれた地域での精密な探鉱を開始し、広域的な縮尺（1：50,000）と精度の高い縮尺（1：10,000）での地図を作成するのに加えて、地表での放射能調査、河川堆積物の地化学的試料採取を行った。この調査結果により、2か所でトリウム-ウラン異常が確認されるに至った。

1989年の計画には、カンブリア紀とオールドヴィス紀の砂岩の分布域に加えて先カンブリア紀の基盤岩分布域の評価が含まれている。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1988	—	—	81,900	227,000
1989*	—	—	148,000	260,000
計			229,900	487,000

* 計画

ウ ラ ン 資 源

ヨルダンには既知在来型ウラン資源は存在しない

国土面積の60%に相当する52,000km²にわたって分布する上部白亜系と始新統の磷酸塩岩石中に、125,000t程度の非在来型ウラン資源が存在する。これらの資源の詳細は次の表に要約される。

非 在 来 型 資 源

	磷酸塩埋蔵量 (百万t)	平均ウラン品位 (gU/t)	ウラン含有量 (tU)
Ruseifa	69	150	10,350
El Hassa	133	100	13,300
El Abiad	167	100	16,700
Shidiya	1,186	70	83,020
計			123,370*

* 原位置

韓 国

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

1950年代半ば以降、政府は朝鮮半島の主として堆積岩類の分布地域で断続的な探鉱活動を行ってきた。これらの活動によりウラン鉱微地が数か所で発見された。その中には韓国中央部の海成の含ウラン黒色頁岩層とKyonggi 変成岩地域の層準規制の鉱化作用が含まれている。

これらの対象地域は、白亜紀砂岩中の鉱微地同様、1980年代の初期から半ばにかけて、さらに評価が行われた。

最近及び現在の活動

1987年と1988年に、韓国エネルギー資源研究所（Korea Institute of Energy and Resources ; KIER）が主として2地域で探鉱を行った。この2地域は不整合関連型鉱床胚胎のポテンシャルを有するBonapsan地域と先カンブリア紀の花崗岩中にウランの微候が見られるBuncheon地域である。

Bonapsanでの調査は約3km²の地域に限られていたが、Buncheonでは1,500km²以上の地域にわたって準精密調査が行われた。このプロジェクトは資金的には韓国電力(KEPCO)によって支援されている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨 (百万)	米ドル換算
1983前*	42,393	256	1,490	2,565,000
1983	8,465	48	380	477,000
1984	2,700	29	250	302,000
1985	4,080	12	190	213,000
1986	2,040	4	70	81,000
1987	2,000	4	250	315,000
1988	2,000	4	250	333,000
1989**	2,000	14	250	347,000
計	61,960	371	3,130	4,633,000

* 1976～1982年の探鉱費を含む。

** 計画

外国での活動

KEPCOは外国での探鉱活動にも参加しており、1977年から1983年までは、台湾電力およびAnschutz Corporationとのジョイントベンチャーでパラグアイで探鉱を行い、現在はカナダ、ガボン、米国での探鉱に参加している。

KEPCOはカナダのDawn Lakeプロジェクト(4.5%)とCigar Lakeプロジェクト(2%)のパートナーであり、またDaewoo Engineering社はKiggavikプロジェクトに1%の権益で参加している。ガボンではKEPCOはNord Leyouプロジェクトに41%の権益をもち、米国ではCrow Butteプロジェクトに20%の権益を保有している。

外国における探鉱費

年	支出国の自国通貨	米ドル	国名
1983前	n. a.	16,384,000	ガボン、パラグアイ
1983	n. a.	3,295,000	ガボン、パラグアイ
1984	n. a.	1,177,000	カナダ、ガボン
1985	n. a.	257,000	カナダ、ガボン
1986	n. a.	43,000	カナダ、ガボン、米国
1987	n. a.	5,000	カナダ、ガボン、米国
1988	n. a.	48,000	カナダ、ガボン、米国
1989*	n. a.	134,000	カナダ、ガボン、米国

* 計画

ウ ラ ン 資 源

韓国は、前回の報告書で非在米型資源として報告されていた黑色頁岩中のウラン資源を在来型資源として再びここに報告している。

KEPCO の基本的なウラン調達戦略は、中・長期の契約、スポット市場からの購入、生産プロジェクトへの参加によって、供給を確保することである。

ウラン資源 1989年1月1日現在 —

(tU) *

主要鉱床または地域	確 認 資 源 (R A R)		推定追加資源 — 分類 I (E A R - I)	
	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Ogcheon	—	11,800	—	3,000
計	—	11,800	—	3,000

* 回収可能な資源量

ウ ラ ン 必 要 量 と 設 備 容 量

年	設備容量 (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	4.8	1,190	n. a.
1987	5.7	1,390	
1988	6.7	840	
1989	7.6	1,040	
1990	7.6	1,070	
1991	7.6	1,270	
1992	7.6	1,470	
1993	7.6	1,620	
1994	7.6	1,420	
1995	8.6	1,880	
2000	12.3	1,820	
2005	12.3	1,820	

ウランの貯蔵と在庫

韓国は、1989年1月1日現在の貯蔵量について、次のように報告している。

a) 天然ウラン貯蔵 (t)

	精 鋳 中 (A)	精製品中 (B)	計 (A-B)
消費者貯蔵	300		300
計			300

b) 減損ウラン貯蔵

	tU	% U ²³⁵	天然ウラン 相 当 量
消費者貯蔵	125	0.25	12
計			12

電力会社が必要とする在庫量は原子炉の1年分の消費量である。しかし、現在のところウラン在庫量はこの必要量以下であり、1991年までには在庫が必要水準にまで達するものと思われる。

マレーシア

ウラン探鉱

歴史的概観

マレー半島

1928年にFraser's Hill で錫の鉍化作用に伴った燐銅ウラン石のウラン鉍化作用が初めて発見された。1950年末にAnglo Oriental社がUlu SelangorとPahangでウラン探鉱を行ったが、好ましい結果は得られなかった。1956年から1957年にかけて地質調査所 (Geological Survey Department : GSM) が、コロボ計画の援助のもとで、鉄と錫を目的としたエアボーン物理探査に関連させて、マレーシアのウランポテンシャルについての予備的調査を行った。磁力計とシンチレーションカウンターを用いたこの調査は、選択された6地域、合計約41,000km²を対象に行われた。その後1975年に、GSM とAGIP Nucleare Australia が共同で、マレー半島中央部のウランポテンシャルについての予察的評価を行った。しかし、ウランの系統的な探鉱が始まったのは1977年の半ばにすぎない。その時に始められたのが現在広域的鉍物探査プロジェクトとして知られている“中央地帯プロジェクト”であり、カナダ国際開発機関 (Canadian International Development Agency, CIDA) からの技術援助を受けて、広域的な地化学的サンプリングが開始された。地化学的な試料のウラン分析を初めて組み入れたこのプログラムは、マレー半島の北部-中央部の約31,000km²をカバーするプロジェクト地域における鉍物賦存のポテンシャルを評価する上で、引続き重要な役割を負っている。この地化学的調査を補足するために、ヘリコプターを用いたスペクトロメーターと磁力計による調査が、1980年の4月から11月までの間、プロジェクト地域で行われた。

ウランポテンシャルを有する多くの異常地域が主として中央地帯プロジェクトによって確認されている。1983年には GSMによって精密な河川堆積物サンプリング、土壌サンプリング、放射能分布図作成、ラドンガス調査など多段階の追跡調査が、KelantanにあるSok 有望地区で実施された。この有望地区では卑金属と貴金属の鉍化作用に加えて、ウランの鉍化作用が発見されている。ウラン鉍化作用は花崗岩を母岩としており、含ウラン磷酸塩、ラブドフェーン、フローレンサイトのほか、閃ウラン鉍の形で産出する。

サラワク

最初の探鉱は1972年に日本の動力炉・核燃料開発事業団によって、Kuching-Simanggan の道路沿いに、水の地化学的調査法（河川水）を用いて行われた。この調査はその後地質調査所によって続けられ、Balai RinginとSimanggangの間の道路と交わる河川でサンプリングが行われた。さらに水の地化学的調査はKumpang地域でも実施された。

1975年にAGIP Nucleare 社は、地質調査と、西サラワクの主要道路沿いで、放射能測定調査を行った。

1979年から1981年までの間に、地質調査所は西サラワクの約 8,000km²の地域で、重鉱物調査と放射能調査を行った。

今のところ、サラワクではウラン鉱徴は報告されていない。

総 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨 (百万MS) *	米ドル換算
1983前	--	--	14.63	3,200,000
1983	--	--	1.17	635,000
1984	--	--	1.65	705,000
1985	--	--	1.83	738,000
1986	--	--	1.87	725,000
1987	--	--	1.68	665,000
1988	--	--	1.85	680,000
1989**	--	--	1.85	684,000
計	--	--	26.83	8,032,000

* 広域的鉱物探査プロジェクト全体の探鉱費を含む。ウラン探査はその活動の一部にしかすぎない。1987年と1988年のウラン関係探査費は年間に約 MS 100,000で、これは1987年と1988年ではそれぞれ約40,000米ドルと37,000米ドルに相当する。

** ウラン関係探査費の合計は、計画ではMS 100,000と見積もられている。

最近及び現在の活動

GSM の広域的鉱物探査プロジェクトによって、1987年と1988年には、マレー半島中央地帯のそれぞれ約 1,000km²と 250km²の地域において地球化学的概査（河川堆積物、河川水、岩石試料、重鉱物濃集物）が行われた。

それに加えて、KelantanのSok 地域の2 km²について詳細な追跡調査が、IAEA専門家の指導のもとで1987年に続けられた。この地域の約半分については1988年にも追加の調査が計画され、上壤による地球化学的調査が行われた。

モーリタニア

ウラン探鉱

歴史的概観

最初のウラン探鉱プロジェクトは1959年に原子力委員会 (Commissariat à l'Énergie Atomique) によって、Ogmane背斜の地域で行われた。

西オーストラリアでの表成型ウラン鉱床の発見に引続いて、Total Compagnie Française de Pétrole によるウラン探鉱が、R'gueibat 山脈にある2鉱区 (A22とA26)、総面積164,000km²の地域を4つのブロック (Chami, Bir Moghrein, Nouadhibou, Ghallamane) に分けて開始された。その後、A22とA26の鉱区をカバーする、次のようなパートナーと参加比率からなる2つのジョイントベンチャーが形成された。

	A 22	A 26
Total	70%	50%
Société Mauritanienne de Recherches Minières	20%	20%
CEA	10%	10%
東京ウラン開発会社		20%

1975年にA22の鉱区は5ブロック、25,000km²に減区され、A26の鉱区は1ブロック、16,000km²に減区された。そしてMinatome S. A. とCOGEMAが設立された後で、これらのジョイントベンチャーは再編成されて、新しいパートナーシップは、A22はMinatome (90%) とCOGEMA (10%) で構成され、A26はMinatome (70%)、COGEMA (10%)、東京ウラン開発会社 (20%) で構成されることになった。これらのジョイントベンチャーは1983年まで鉱区を保有していた。

これらの鉱区における実際の調査は1972年から1975年までの間に行われ、1981年にも再び行われた。これらの調査は、表成型鉱床 (R'gueibat 山脈) の評価と、閃長岩と花崗岩に伴う放射能異常が発見されている先カンブリア紀基盤岩 (Bir Em Var, Tigismat, Tenebdar) の鉱徴の評価を行うことを目的としていた。1983年にウラン探鉱活動はすべて中止になった。

支出された探鉱費についての詳細な情報は入手されていない。

メキシコ

メキシコは本報告書のためのウラン探鉱と資源についての情報を全く提出しなかった。
これらの分野についての詳細は、1986年版レッド・ブックを参照されたい。

ウラン必要量

ウラン必要量と設備容量

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	—	—	—
1987	—	—	—
1988	—	—	—
1989	0.65	145	n. a.
1990	0.65	112	n. a.
1991	0.65	98	n. a.
1992	0.65	98	n. a.
1993	1.30	268	n. a.
1994	1.30	211	n. a.
1995	1.30	223	n. a.
2000	1.30	216	n. a.
2005	1.30	216	n. a.

* 年末の設備容量

1989年の計画には、Sok 地域で追跡調査の継続ほか、中央地帯で概査の継続が含まれている。
1988年までのウラン探鉱活動で支出された探鉱費と1989年の見積もりは、前表にまとめられている。

ウ ラ ン 資 源

これまでのところ、マレーシアには報告すべきウラン資源は知られていない。ウランの鉱徴地としては次のものが知られている。

- a) Perak のPapan 採石場の花崗岩中に見られる緑泥石化された薄い破碎帯。ウラン鉱物は同定されていない。
- b) Fraser's Hill 地域の花崗岩中の断裂に錫石と随伴して産出する燐銅ウラン石
- c) Selangor州のTempler Parkの花崗岩中に見られるオパール質シリカに伴う微量なウラン
- d) Selangor州のKuala Lumpur近くにあるHong Fatt 鉱山の花崗岩中に見られる微量な閃ウラン鉱
- e) Sok 地域の花崗岩中に貫入した幅2 mの放射性石英脈。そこでは含ウランラブドフェーンと含ウランフローレンサイトが見出されている。同じ地域で、花崗岩中に放射能異常をもつ破碎帯が発見されており、閃ウラン鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、褐簾石、磁鉄鉱、黄銅鉱の鉱化作用がみられる

モ ロ ッ コ

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

探鉱は1946年から1953年の間、鉱山省 (BRPM) とフランス原子力庁 (CEA) 共同で行われた。1953年から1956年までは、モロッコとフランスの合弁会社 (SOMAREM) が探鉱を行った。1970年には、1,800km²に及ぶ放射能概査が国連とBRPMによって行われた。1974年以降、BRPMはウラン探鉱に力を入れた。さらに2地域が追加対象地域として選ばれた。Haute Moulouyaの二畳-三畳系に対する概査プログラムが進められ、三畳系の基底部で多数の異常が発見され、コア試錐が行われた Haut Atlas Occidentalでは、Imin Tanout (Marrakesh州) の白亜紀の陸成砂岩中に、ウランを伴う砂岩の層準が発見され、放射能異常を示す延長15kmに及ぶ露頭に沿って試錐調査が実施された。

1979年と1980年には、Haut Atlas Occidental の白亜系、Haute Moulouyaの二畳-三畳系、及びAnti-Atlasの先カンブリア系の分布地域で探鉱活動が続けられた。Nord Mesetien の基盤岩を調査するための地化学探鉱プログラムが、IAEAの援助のもとで実施された。IAEAによる別の援助プログラムが、Bou Azzer El Graara ベーズンの地域で実施された。

1981年と1982年には、High Atlas山脈 (Marrakesh 州) にある陸成白亜系の分布地域で探鉱が続けられた。そのほかに、第三紀のOuarzazateベーズン、Moulouya川の中流付近、Anti-Atlasの先カンブリア系分布地域で探査が行われた。

1983年と1984年には、予算上の制約から、Haut Atlas Occidental で計画されていたエアボーンスペクトロメーター調査が延期された。そのかわりに、Anti-Atlasの選ばれた地域で、地質、放射能、試錐による調査がいくらか実施された。

1985年には、磁力、電磁法、スペクトロメトリー法を用いたヘリコプターによる物理探査が、ウランと卑金属の両方を探査する目的で、High Atlasの 8,000km²にわたる地域で実施された。この結果、ウラン及びウラン・トリウム異常が多数発見された。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	白国通貨* (DH)	米ドル換算
1983前	25,300	201	n. a.	2,500,000
1983		--	n. a.	n. a.
1981	250	3	n. a.	n. a.
1985	--		1,800,000	200,000
1986		--	250,000	28,000
1987	--		200,000	24,000
1988		--	--	--
1989*	--	--	--	--
計	25,550	201	2,250,000	2,752,000

* 試錐孔数と探鉱費に関しては不完全である。

最近及び現在の活動

1986年と1987年には、1985年のヘリコプター調査によって発見された異常に対する評価が行われた。経済性のあるウラン鉱床は発見されず、その結果は失望的なものであり、引続き調査を行う計画は立てられなかった。

ウ ラ ン 資 源

モロッコには既知の在来型ウラン鉱床は存在しない。

しかし、Anti Atlas, Haute Atlas Occidental et Central, Meseta 及びMoyen Atlas, Haute Molouya では多数のウラン鉱徴が知られている。地質的には、これらの鉱徴は主として先カンブリア紀、カンブリア紀および古生代の花崗岩と、カンブリア紀から白亜紀にわたる堆積岩に伴っている。

1983年のIUREP Orientation Phase Mission によって見積もられた期待資源量は7万tから18万tの範囲であった。

これに加えて、燐酸塩鉱床中に非常に多量のウラン資源が存在する。これらは次の表にまとめられている。

非在来型および副産物資源

鉍床名	位置	鉍床型	U	品位
Oulad Abdoun	Khourigba	磷酸塩	3,220,000	120gU/t
Gantour	Youssoufia	磷酸塩	966,000	130gU/t
	Ben Guerir		240,000	180gU/t
Oued Eddahab	Boucraa	磷酸塩	57,000	60gU/t
Meskala	Essaouira	磷酸塩	2,043,000	100gU/t

現在のところ、磷酸塩からの副産物としてウランを回収するという明確な計画はない。

ナ ミ ビ ア *

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

Damara変動帯のペグマタイト質花崗岩に伴ってウランの鉱化作用が存在することは、今世紀の初めから知られていた。特にRossing 鉱床のウラン鉱化作用は1928年から知られており、1966年以來の広範囲な探鉱活動の結果、1976年に大鉱山の建設が完了した。含ウラン花崗岩の小規模な鉱徴も多数発見されている。

1970年代の初期以降、大規模ではあるが低品位の含ウラン表成型鉱床が存在する可能性が認められていた。しかしながら、市場環境が好転すれば、これらの鉱床のいくつかは開発可能となるかもしれない。

Karoo 層が分布している数地区では、1970年代の初期からウランの鉱徴が知られている。特にEngo Valley の鉱床については積極的な評価が行われた。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ ¹⁾

年	空中放射能調査	地表試錐	総探鉱費
	(km ²) ²⁾	(m)	(\$)
1983前	351,848	303,726	15,522,000
1983	n. a.	n. a.	n. a.
1984	n. a.	n. a.	n. a.
1985	n. a.	n. a.	n. a.
1986	n. a.	n. a.	n. a.
1987	n. a.	n. a.	n. a.
1988	n. a.	n. a.	n. a.
計	351,848	303,726	15,522,000

¹⁾ OECD(NEA)/IAEA: "Uranium Resources, Production, and Demand", Paris, 1982

²⁾ エアボーンの測線間隔は1 km。その他の調査は、地質調査、地表の放射能調査、ラドン調査、測線またはグリッド間隔0.02kmから5 kmの地化学的調査。

* IAEAにより作成された。

探鉱活動

ナミビアにおけるウラン探鉱は、主として2つの型の鉱床、すなわちアラスカイト質花崗岩と古水系のチャンネルを埋めている若い表層の堆積物に向けられてきた。1983年までの探鉱活動と探鉱費の要約は前表に示されている。最近の情報については入手していない。

ウ ラ ン 資 源

花崗岩質鉱床

Rossing 型の花崗岩質鉱床の形成に至った地質史は次のように要約される。Nosib 層群の砂質堆積物が始生代基盤の上に堆積し、それに続いてSwakop層群の泥質・化学的堆積物が堆積した。これらの層群がDamara累層群を形成し、5～6億年前のPan African 造山運動時に高度の変成作用を受けた。広範な花崗岩化作用と花崗岩質岩石の貫入が起こった。このようにして基盤岩とNosib 層群の岩石を源岩として生成された赤色花崗岩-片麻岩の組合せと、Swakop層群の岩石を源岩とするSalem 花崗岩類の組合せが形成された。これらの花崗岩にはウランの異常濃集がみられるが、ウランの鉱化作用を受けているのは、赤色花崗岩-片麻岩系の岩漿分化の後期の段階のもの、すなわちアラスカイト質花崗岩である。すべての場合、鉱床は背斜またドーム状構造に伴っており、鉱床の規模および品位は、貫入したアラスカイトに対してトラップの役割をしたSwakop層群中の大理石帯に主として規制されている。

これらの鉱床のウラン品位は不規則で、微量から1.0%Uまで変化するが、平均品位は0.03%から0.04%U程度と比較的低い。閃ウラン鉱が主要ウラン鉱物である。Rossing 鉱床は、下表に示されている資源見積りの主要部分を占め、現在のナミビアのウラン生産量の100%を占めている。

表成鉱床

Damara造山期で発達した花崗岩類は優れたウランの供給源岩となっており、そしてその地域の環境は表成型のカルクリート型鉱床およびジブクリート型のウラン鉱床形成に好ましい状態となっている。ウランは花崗質及び片麻岩質の岩石が風化する間に溶解して、水系中を水によって運ばれ、蒸発あるいは化学的手段によって、古水系チャンネルのカルクリートおよびジブクリート中にカルノー石として沈殿した。

表成鉱床中のウラン品位は、変化に富み、微量から10%Uの範囲にわたる。しかしながら、一

般にこれらの鉱床の平均品位は低く、0.05%から0.30%Uの範囲である。ウランは通常非平衡の状態で存在している。鉱床の深さは75m程度までと浅い。

Karoo 鉱床

Karoo層中の鉱床の重要度は小さい。興味ある1つの鉱床が、Skeleton CoastにあるEnko ValleyのDwyka 累層基底部の堆積岩中に賦存している。この鉱床は小規模で遠隔地にあるため、現状では経済性がない。

既知ウラン鉱床をタイプ別に分けたナミビアの資源量が、次の表に要約されている。

地質的に有望な地域

前節で述べた地質環境は追加のウラン鉱床に対して有望な目標となる。しかしながら、ナミブ砂漠の広大な地域は、風成の厚い砂によって覆われていて、このような目標を覆い隠している。

\$ 80/kgUと \$ 130/kgUで回収可能なウラン資源

1981年1月1日現在* **

(tU)

主要鉱床または地域	確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源 分類 I (EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
花崗岩類	64,900	9,000	15,000	21,000
Karoo 層および若い 表成堆積物	26,000	7,000	15,000	2,000
計	90,900	16,000	30,000	23,000

* OECD(NEA)-IAEA: "Uranium Resources, Production and Demand", Paris, 1982.

** 1981~1988年の生産量と推定生産量で調整してある。

\$ 130~260 /kgUのコストで回収可能なウラン資源

—1981年1月1日現在*—

(tU)

岩石タイプ	RAR	EAR**	計
	\$ 130~260 /kgU	\$ 130~260 /kgU	
花崗岩類	5,000	7,000	12,000
Karoo 層および若い表成堆積物	1,000	8,000	12,000
計	9,000	15,000	21,000

* OECD(NEA)/IABA: "Uranium Resources, Production and Demand", Paris, 1982.

** E.A.R - I に等しい。

ウ ラ ン の 生 産

ナミビアでの唯一のウラン生産者であるRossing 鉱山は、1976年の半ばに生産を開始したが、年間約 4,250tUの全生産容量に達したのは1979年の初めである。現在の生産量は年産 3,200tU、あるいはWOCA諸国の全生産量の約8.5%と推定される。1日当りの鉱石処理設備容量約40,000t のプラントは世界最大のウラン処理プラントである。

1983年前から1989年までのナミビアの生産統計を次表に示す。

年	精鉱中のウラン (tU)
1983前*	21,260
1983**	3,800
1984**	3,700
1985**	3,400
1986**	3,300
1987**	3,200
1988**	3,200
1989**	3,200
計	45,060

* OECD(NEA)/IAEA: "Uranium Resources, Production and Demand", Paris, 1982.

** 事務局の推定

\$ 80/kgU以下のコストおよび \$ 130/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iに基づく生産能力の短期予測が、IAEAの事務局によって推定された。

生産能力の短期予測

予測 I

(tU/年)

S 80/kgU以下の資源に支えられるもの			
現存および決定済			
年	A RARとEAR I	B 非在来型資源	計
1990	3,500		3,500
1991	3,500		3,500
1992	3,500	—	3,500
1993	3,500	—	3,500
1994	3,500	—	3,500
1995	3,500		3,500
1996	3,500		3,500
1997	3,500	—	3,500
1998	3,500	—	3,500
1999	3,500		3,500
2000	3,500	—	3,500
2005	3,500	—	3,500

生産能力の短期予測

予測 II

(tU/年)

S 130/kgU以下の資源に支えられるもの			
現存および決定済			
年	A RARとEAR-I	B 非在来型資源	計
1990	3,500	—	3,500
1991	3,500	—	3,500
1992	3,500	—	3,500
1993	3,500	—	3,500
1994	3,500	—	3,500
1995	3,500		3,500
1996	3,500	—	3,500
1997	3,500	—	3,500
1998	3,500	—	3,500
1999	3,500	—	3,500
2000	3,500	—	3,500
2005	3,500	—	3,500

オ ラ ン ダ

オランダにはウラン資源はなく、また現在ウランの探鉱は行われていない。

ウ ラ ン 必 要 量

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	0.51	95	
1987	0.51	95	
1988	0.51	95	
1989	0.51	95	
1990	0.51	95	
1991	0.51	95	6
1992	0.51	95	14
1993	0.51	95	24
1994	0.51	95	29
1995	0.51	95	29
2000	0.51	95	29
2005	—	—	—

* 年末の設備容量

ウ ラ ン の 貯 蔵 と 在 庫

a) 天然ウラン貯蔵 (tU)

	精 鉱 中 (A)	精製品中 (B) *	計 (A+B)
消費者貯蔵		70	70

* UF₆

b) 濃縮ウラン貯蔵

	tU	% U ²³⁵	天然ウラン相当量
消費者貯蔵	2.5	3.29	18

c) 減損ウラン貯蔵

	tU	% U ²³⁵	天然ウラン相当量
生産者貯蔵	4.840	0.2-0.3	520

d) 再処理ウラン貯蔵

	tU	% U ²³⁵	天然ウラン相当量
消費者貯蔵	5.8	2.75	16

e) 再処理プルトニウム貯蔵

	Kg Pu	天然ウラン相当量
再処理業者貯蔵*	核分裂性プルトニウム	
	26.9kg	

* 欠陥のある燃料集合体をフランスで再処理した際に回収された量

f) 必要とされる電力会社の備蓄量

現在のオランダのウラン備蓄量は、約5年先までの原子炉消費量という必要水準以上になっている。備蓄量は1996年頃までに必要水準まで下げられるであろう。

輸 出 及 び 輸 入 政 策

ウランの輸出政策

ウランの輸出政策は濃縮ウランの輸出に関するものだけである。濃縮ウランの輸出はオランダの核不拡散上の責務によって制約を受ける。

ウランの輸入政策

ウラン生産物の輸入に関しては、関税あるいは非関税障壁もない。輸入はヨーロッパ共同体供給機関 (Euratom)の管理下にある。

ニ ジ ェ ー ル

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

ニジェールのウラン探鉱は、フランスの原子力庁(CEA)によって始められ、同庁は最初 Air山塊の花崗岩に探鉱を集中したが、1950年代の末にはTin Mersoïバーズンの堆積岩層の探鉱に切り換えた。

1965年にArlit 地方でウランが発見され、その後開発作業が行われ、1968年には発見された鉱床を開発するために Air鉱山会社 (Société des Mines de l'Air : SOMAIR) が設立された。これに続いてArlit の南西部の探鉱プログラムが進められ、1972年にはAkouta鉱床が確認された。この鉱床を開発するために1974年にAkouta鉱山会社 (Compagnie Minière d' Akouta : COMINAK) が設立され、1978年に採鉱が開始された。

これら2 鉱床の発見に続いていくつかのジョイントベンチャーが組織され、Imouraren, Afasto-Ouest, Abkrorum Azelik, Arni の諸鉱床が発見されるに至った。Arni鉱床を開発するためにSociété Minière de Tassa N' Taghalgué (SMT) が1979年に設立された。

1981年と1982年には探鉱活動が落ち込み、いくつかの探査権が取り消された。しかしながら、Imouraren ジョイントベンチャー (COGEMA CONOCO ONAREM) , Afasto- Ouest ジョイントベンチャー (COGEMA-OURD ONAREM) , そしてまたAbkrorum Azelikコンセッション (IRSA-ONAREM) と Sekiretコンセッション (動燃事業団-ONAREM) では、探鉱作業が続けられていた。

Afasto-Ouestのパートナーは、1982年3月にフィージビリティ報告書を提出し、25,000tUの確認資源と60,000tUの推定追加資源-分類Iをもつ鉱床が存在することを明らかにした。

1983年から1986年までの間は、Abkrorum Azelik 鉱区とSekiret 鉱区に探鉱が集中された。

最近及び現在の活動

1987年と1988年には探鉱活動が減少した。試錐を例にとると、1986年の試錐量23.5kmから、1987年には10km、1988年には2.2 kmに減少し、探査権も1987年の7,390km²から1988年には 5,400km²になった。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨 (百万) *	米ドル換算
1983前	1,134,302	1,647*	n. a.	168,589,000
1983	20,000	55	n. a.	4,890,000
1984	11,000	36	384.2	879,000
1985	21,765	87	956.0	2,130,000
1986	23,589	90	1,903.0	5,497,000
1987	10,151	35	1,463.0	4,870,000
1988	2,248	8	n. a.	n. a.
1989	n. a.	n. a.	n. a.	-
計	1,233,055			

* 不完全なデータ

ウ ラ ン 資 源

既知のウラン鉱床はすべて、石炭紀から白亜紀の河川成及び河川成-デルタ成の砂岩中に存在している。鉱化作用には4価と6価のウラン鉱物がともに含まれている。鉱床の平均品位は次の通りである。

Arlit 及び Arni	0.25%U
Akouta	0.42%U
Imouraren	0.05%U
Afasto Ouest	0.25%U
Abkrorum	0.20%U

\$130/kgU以下のコストで回収可能なRARとEAR-Iの資源量は次の表に示されている。EAR-IIと期待資源(SR)についての情報は入手していない。

ウラン資源* 1989年1月1日現在

(tU)

確認資源		推定追加資源	
(RAR)		(EAR-I)	
\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの
173,706	2,200	283,600	16,700

* 原位置

ウ ラ ン の 生 産

生産の現状

ニジェールのウラン生産は、Arlit のSOMAIRプラントが生産に入った1971年に始められた。1978年にはSOMAIRプラントが 1,710t を生産し、Akoutaの COMINAKプラントが生産を開始した。現在SOMAIRと COMINAKの両生産センターの年間公称設備容量はそれぞれ 2,300tUと 2,000tUである。しかしながらウラン市場が世界的に低迷しているために、実際の生産量は全体で約 3,000tUに減少している。両生産センターからのウラン生産量の詳細は、次の表に示されている。

ウ ラ ン の 生 産

年	tU (精鉱中)		
	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1983前	25,027		25,027
1983	3,426	—	3,426
1984	3,276	—	3,276
1985	3,181	—	3,181
1986	3,110	—	3,110
1987	2,957	—	2,957
1988	3,015	—	3,015
1989	n. a.	—	n. a.
計	43,992	—	43,992

現存の生産センターの技術的内容の詳細を次に示す。

現存の生産センター

名称	SOMAIR	COMINAK
操業開始	1971	1978
操業状況	生産中	生産中
鉍石の供給源		
鉍床名 鉍床の型	Arlit 砂岩	Akouta 砂岩
採鉍作業		
方式 規模 (t 鉍石/日) 平均採鉍実収率	露天掘 3,500 —	坑内掘 2,000 —
鉍石処理プラント		
方式 規模 (t 鉍石/日) 平均鉍石処理実収率%	酸浸出・ヒーブリーチング/溶媒抽出 1,700 93	酸浸出/溶媒抽出 2,000 93
公称生産容量 (t/年)	2,000/300*	2,000

* 生産容量：プラントからのもの/ヒーブリーチングからのもの

将来の生産センター

ニジェールの既知資源量は、追加される将来の生産センターを支えるのに十分な量である。計画中の生産センターが3つある。Arni, Imouraren, Afasto-Ouest の鉍床は、将来の生産センターのいくつかを支えるのに充分である。しかしながら、市場の状況が好ましくないため、その実施が遅れている。これらの生産センターの詳細を次に示す。

可能性のある将来の生産センター

名称	Arni	Imouraren	Afaste Ouest
操業開始	未定	未定	未定
操業状況	探鉱済	探鉱済	探鉱済
鉱石の供給源			
鉱床名	Tassa N' Taghague	Imouraren	Afaste-Ouest
鉱床の型	砂岩	砂岩	砂岩
採鉱作業			
方式	露天掘	露天掘	坑内掘
公称生産容量 (tU/年)	2,000	3,000	900 - 1,300

ウランの貯蔵と在庫

ニジェールは、1989年1月1日現在精鉱として 394tUの天然ウランの備蓄をもってしていると報告している。

国の政策

ニジェール政府のウランに関する政策は、次の2つの主要目的に基づいている。

1. ニジェール国内のウランの探鉱と生産への参加者を分散すること。
2. 特別の税制と輸入資材への関税免除の形などの刺激策で、外国からの投資を奨励すること。

ウラン関連活動を所管する国の当局は、鉱山エネルギー省の鉱山局と国立鉱物資源公社 (National Bureau of Mineral Resources ; ONAREM) である。

ペ ル ー

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

ペルーのウラン探鉱プログラムは、1953年から1965年まで米国原子力委員会と共同で実施された。探鉱努力は主要な既知の金属鉱床の調査に向けられ、そのうちの32の鉱床で放射能異常が認められた。ウラン鉱徴地域のうちの6か所が詳しく調査されたが、経済性のあるウラン品位ではなかった。

1975年に、ペルー原子力研究所 (Nuclear Energy Institute; IPEN) が、政府の支援とUNDP/IAEAの技術援助を受けて、放射性鉱物の探査を開始した。ウランの有望性を示す予備的な地質図が作成され、約750,000km²の地域がウラン探鉱に好ましい地質条件にあることが示された。

1977年に、カーボン放射能調査によって、第三紀のQuenamari 累層と二疊-三疊紀のMitu累層中で異常が発見された。

1980年に、UNDP/IAEAの支援を受け、Puno地方で約12,000km²にわたってエアボーン調査が行われた。この調査によって合計 700km²に及ぶ異常地域が明らかにされた。同じ年にHuiquiza (Macusani) とHuacchane (Picotani) で、酸性火山岩中にウラン鉱化作用が発見された。

1981年から1984年にかけて、Quenamari 累層の流紋岩が分布するMacusani地域で広域的な探鉱が行われた。全面積 600km²の地域で、40以上のウラン鉱徴地と60以上の放射能異常地が発見された。それに引続いてHuiquiza, Tantamaco, Cuychinc, Chapi, Cerro Calvario, Cerro Concharrumio, Chacaconizaなどの多くの有望地区で詳細な調査が行われた。

1985年から1986年にかけては、Pinchoおよび Chilcuno VI (Huiquizaの一部), Chapi, Cerro Concharrumioの有望地区に探査が集中された。様々な調査の一貫として、延べ 4,000mのトレンチと延べ 175mの坑道が掘削されて調査された。

これらの作業で採取された鉱石は室内での鉱石処理試験に使用され、良好な結果が得られた。

最近及び現在の活動

1987年と1988年には、Chapi, Cerro Concharrumio, Cerro Calvario の有望地区で、IPENによる探鉱活動が続けられた。Cerro Calvarioでの詳細な放射能調査のほかに、Chapi での試錐調査、Cerro Concharrumioでのトレンチ調査が行われた。

1989年の計画には、Chacaconiza 地域での放射能調査のほかに、Chapi でのトレンチ調査とサンプリングが含まれている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	白国通貨*	米ドル換算
1983前	1,500	15	n. a.	3,355,000
1983	—	—	55,780,000	20,970
1984	—	—	157,681,000	54,370
1985	—	—	1,230,000	111,730
1986	—	—	2,241,000	189,000
1987	125	4	8,259,000	300,000
1988	—	—	10,847,000	108,000
1989**	—	—	57,858,000	82,600
計	1,625	19		4,212,670

* 1984年まではペルーの通貨はSoles であったが、それ以降はIntisである。

** 計画

ウ ラ ン 資 源

在来型資源

Macusaniのウラン地域はペルーの南東部のPuno県に位置している。地質学的には、この地域は古生代の基盤岩を覆っている中新世ないし鮮新世（1,700～400万年）の酸性火山岩からなっている。

鉍化作用（ピッチブレンド、ガム石、燐灰ウラン石、メタ燐灰ウラン石など）は、ほぼ垂直の断裂やほぼ水平の断裂中に見出されている。

最も重要な有望地である Chapiでは、鉍化作用を受けたほぼ垂直の断裂は、幅15～90mで厚さ20～30mの中に集中している。その品位は0.03%から0.75%の範囲で平均0.1%Uである。

Chilcuno VIとPinochoの有望地では、ほぼ水平の断裂に鉍化作用が見られる。その品位は0.1%から1.5%の範囲で、平均0.25%Uである。

Cerro Concharrumioでは、ほぼ垂直な断裂に鉍化作用が見られ、その平均品位は0.036%Uである。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在

回収可能な資源* (tU)

主要鉱床または地域	確認資源 (RAR)		推定追加資源 — 分類 I (EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの
Chapi	—	1,670	—	1,720
Chilcuno VI	—	80	—	20
Pinocho	—	40	—	30
Co. Concharrumio	—	—	—	90
計	—	1,790*	—	1,860*

* 原位置

これらの資源は火山岩タイプの鉱床に存在している。これらの資源を基にして、“計画中あるいは予測”の生産センターが、IPENによって発表された。しかし、その技術的詳細については報告されていない。

主として期待資源を含んでいる追加の在来型資源が、Macusani地域で見積もられている。これらの資源は次の表にまとめられている。

追加の在来型資源* — 1989年1月1日現在 —

(tU)

主要鉱床 または地域	推定追加資源 — 分類 II (EAR-II)		期待資源 (SR)
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの	\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能なもの
Chapi	—	—	6,600
Chilcuno VI	—	—	400
Pinocho	—	—	130
Co. Concharrumio	—	60	50
Co. Calvario	—	—	195
Macusani**	—	—	19,000
計	—	60	26,375

* 原位置資源

** Macusani地域の未探鉱延長部のもの

非在来型および副産物資源

このグループに属する資源は、金属鉍床中に含まれているウランのほかに、Bayovar の磷酸塩鉍床中に含まれているウランである。これらの資源の要約は次の表に示されている。

非在来型および副産物資源*

鉍床名	鉍床の位置	タイプ	tU	品位
Bayovar	Piura	堆積、磷酸塩	20,000	30~100ppm
Turmalina	Piura	角礫岩パイプ (W)	10~100	0.006~0.25%
Sayapullo	Cajamarca	鉍脈 (Cu-Mo)	10~100	0.1~0.22%
Colquijirca	Paseo	層準規制 (Cu-Pb-Zn-A)	100~1,000	0.06~3.50%
Restauradora	Huancavelica	鉍脈 (Pb-As)	10~100	0.1~0.13%
Vilecabamba	Cuzco	鉍脈 (Ni-Co)	10~100	0.05~20%
Mercedes	Huancavelica	鉍脈 (Cu)	0~10	0.11%

* 原位置資源量

いろいろな鉍床タイプの原位置資源量として、合計、磷酸塩中に20,000tU、金属鉍床中に140~1,410tUが存在する。

ウランの生産

前述したように、IPENは、Macusani地域の火山型鉍床中の既知資源に支えられる計画中および予測の生産センターについて発表している。しかし、この生産センターの技術的詳細については報告されていない。

国の政策

エネルギー鉍山省に報告を行っているIPENが、ペルーにおけるすべてのウラン関連活動を所管する機関である。

1980年に政府はウランに関する法律 (DL23 112) を公布した。この法律はウランの探鉍、生産、取引における国内外の民間企業の参加について規定している。

フィリピン

ウラン探鉱

歴史的概観

フィリピンにおけるウランポテンシャルを評価する第一歩は、米国原子力委員会の支援を受けて、鉱山局が1950年代に行った調査である。この期間の最も重要な調査は、1954年にLuzon, Mindanao, Marinduqueの5,000km²に及ぶ地域でのHunting Geophysics社によるエアボーン放射能調査であった。

さらに、これらの数年間に、民間企業特に Philippine Iron Mines社によってウラン探鉱が行われ、最初のウラン鉱化作用がLuzonのCamarines NorteにあるLarap 鉱山で発見された。

1964年には、フィリピン政府の要請に基づき、IAEAは鉱山局とフィリピン原子力委員会(PAEC)と協力して、ウラン探鉱のための有望地域を選定し探鉱プログラムを実施した。

1977年には、原子力開発計画が策定されたのに続いて、Larap, Camarines, Samar での組織的なウラン探鉱が、鉱山局(1978年まで参加したのみ)、エネルギー開発局(BED)、及びPAECとフィリピン国営石油会社-エネルギー開発公社(PNOC-EDC)によって始められ、いずれもIAEAの支援を受けた。

1979年には、Getty Oil社(米国)とパートナーシップを組んだBenguet社と、Western Nuclear社(米国)と提携したUltrana Nuclear Minerals社の民間企業2社が、Camarines NorteとCentral Negrosで探査権を取得した。

1979年と1980年に政府機関と民間企業2グループによって行われた活動は次の通りである。

- Benguet-Getty パートナーシップによって、系統的なエアボーンによる放射能と磁力の調査がLarap の2,500km²にわたる探査鉱区で行われ、それに続いて詳細な地化学調査と地表での放射能調査、ダイヤモンド試錐調査が行われた。
- Ultrana 社によって、その1,750km²にわたる探査鉱区で、放射能、地化学、及び地質地表調査が行われた。
- PNOC-EDCによって、Mindoro, Luzonの各地域(Ilocos NorteとSur, Abra, La Union, Benguet)で、統合的な地質概査と準精密地質調査が行われた。

1981年と1982年には、Benguet-Getty はLarap 鉱山を含むCamarines Norte(782km²)で探鉱作業を続けた。しかしながら有望な結果は得られなかった。Larap 鉱山のBessemerピットでは、

50ppmU₃O₈のウランを含む銅・モリブデン鉱石4,100万tが推定された。1982年10月には探鉱活動はすべて中止され、その鉱区はPNOC-EDCに引継がれた。

同じ時期にUltrana社はAklanのBuruanga半島で探鉱したが、調査地域の南東部で弱い地化学異常を発見したにとどまった。この異常は明らかにBuruanga変成岩体中の砂岩の構造的特徴に関係している。このような否定的な結果であったため、Ultrana社は1982年にその探鉱活動を中止した。

1981年と1982年にPNOC-EDCは、Luzon北西部、Mindoro、Romblon群島で、広域探鉱および準精密探鉱を続けた。全体で約2,000km²の地域が、種々の探鉱方法、主として地化学的方法により調査された。

ウラン市場の不況とウラン発見の見通しが乏しいことから、PNOC-EDCのウラン部門は1983年の初めに解散した。しかしながら、広域的規模での適度な探鉱努力はPAECによって維持されている。1983/84年の探鉱費は87,000ドルで、地化学調査によって約25,000km²の地域をカバーすることができた。

1985年には広域的な地化学調査プログラムが続けられた。25,000ドルの支出で約5,000km²の地域を調査した。

最近及び現在の活動

1987年には探鉱は行われなかったが、1988年にはフィリピン原子力研究所の核原料グループによる小規模な地化学概査が行われた。調査地域はLuzon島中央部の1,450km²であった

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	34,110	204	n. a.	3,162,000
1983	—	—	—	62,000
1984	—	—	—	25,000
1985	—	—	—	25,000
1986	—	—	—	25,000
1987	—	—	—	16,000
1988	—	—	—	16,000
1989*	—	—	—	16,000
計	34,110	204	n. a.	3,347,000

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

フィリピンではウラン資源は報告されていない。

ウラン鉱徴は一般に、中新世中期の酸性ないし中性の貫入岩に係る高温交代鉱床、交代鉱床、熱水鉱床に伴っている。その例としては、Larap, Bagacay, Samar の各銅鉱床中の低品位のウラン鉱徴があり、50ppmU₃O₈までのウラン品位が知られている。Aklan地域のBuruanga変成岩体の中粒砂岩中に見られる放射能異常は、わずかに0.2~1.8ppmUの品位を示すにすぎない。

ごく最近の調査によって、Luzon の堆積ベースンと隣接する火山岩分布地域がウラン鉱床にとって地質学的に好ましい母岩と考えられることがわかった。他の有望な地区は大構造が横切っている地帯と花崗岩塊を供給源とした堆積岩である。大陸地塊の一部と考えられていた先第三紀の変成岩類もウランの鉱化作用にとって好ましいものと考えられている。

ウ ラ ン の 必 要 量

1985年9月に運転を開始することになっていた620MWeの原子力発電所の建設が一時中止になったため、ウランの必要量は報告されなかった。

ポルトガル

ウラン探鉱

歴史的概観

ポルトガルのウラン探鉱は、1912年のUrgeiriça 鉱床の発見に始まり、この鉱床からは1944年までラジウムが、1951年からはウランが採掘された。1915年から1962年の間、外資系の民間企業 *Campanhia Portuguesa de Radium Limitada (CPR)* が、Beiras地方の花崗岩地帯で、地表放射能調査、詳細な地質図の作成、トレンチ、ガンマー線検層を伴うコア試錐を行った。

1955年に政府は系統的なウラン探鉱を開始し、地質図の作成、エアボーン、カーボーン及び地表での放射能調査、物理探鉱（比抵抗調査）、トレンチ、ダイヤモンド試錐とパークッション試錐を行った。1961年までに原子力委員会 (*Junta de Energia Nuclear: JEN*) は、BeirasとAlto Alentejo地方のHercynian花崗岩地帯あるいは花崗岩周辺地帯で、約100の鉱床を発見した。Beiras地域は、多数の小さな鉱床とともにUrgeiriça 粗製錬所を備え、統合的なウラン生産地域を構成している。Alto Alentejo 地域は、将来のもう1つの生産センターを支えることになるところである。1976年から探査は既知ウラン鉱徴地をもつ結晶質岩石の分布地帯で続けられている。

堆積岩分布地域での探鉱は、1971年に、ポルトガルペーズンの中生界－新生界分布域の西縁で、地質調査、放射能調査、地化学調査、ラドン調査を用いて始められた。

ウラン探鉱活動及びウラン探鉱に対する責任は、原子力委員会(JEN) から、それぞれ、1977年に公営企業体の *Empresa Nacional de Uranio (ENU)* へ、1978年に *Direcção-Geral de Geologia e Minas (DGGM)* へ移管された。ENUは、Beirasと Alto Alentejo地方の探査鉱区地域と同様、ウラン鉱床の隣接延長地域で探鉱を行った。

ポルトガルにはIAEAの技術援助計画からの専門家が訪問し、また1979年には国際ウラン資源評価プロジェクト(IUREP) からの調査団が訪問している。

最近及び現在の活動

1987年と1988年には、DGGMと公営企業体の ENUがポルトガルでの探鉱活動を続けた。DGGMは放射能調査と地化学調査により、約 650km²の地域を調査した。詳細な追跡調査にはVLF、ラドン調査、試錐が用いられた。ENUの探査鉱区はBeirasと Alto Alentejo地域を中心とする 1,500km²の地区に縮小された。1988年の初めの探鉱の主目的は枯渇した資源の代わりを発見することであっ

た。

次の表は探鉱活動を要約したものである。

	1987	1988
広域的探鉱 — 放射能調査	615km ²	866km ²
地化学調査	129km ²	—
精密な探鉱 — 放射能調査	1.7ha	1,150ha
VLF調査	—	64.5ha
— ラドン調査	47km ²	63.2ha

DGGMのウラン探鉱活動は数年間は減少するであろうが、一方 ENUの活動は同じ時期に増加するであろう。

1980年代の初期には、Trás-os-Montes地域でかなりの量の探鉱と試錐作業が行われた。実際に全体で 3,500km²の地域が国営会社の ENUによって保有されている。1989年には、ENUはその活動を探査鉱区に集中するが、これに対してDGGMは 1,200km²の地域をカバーする全般的な探査プログラムと、150km²の地域をカバーする放射能調査と VLF調査を含む精密な探鉱プログラムを実施することになるであろう。12の鉱体が試錐によって評価されるであろう。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

政府 お よ び 業 界

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨 (エスクード)	米ドル換算
1983前	516,915	14,522	n. a.	9,758,000
1983	29,376	607	n. a.	715,000
1984	26,212	490	102,000,000	705,000
1985	26,958	557	118,000,000	693,000
1986	42,844	805	111,000,000	744,000
1987	38,842	749	112,456,000	798,000
1988	45,200	900	142,486,000	990,000
1989*	40,900	715	141,585,000	914,000
計	767,247	19,345	n. a.	15,317,000

* 計 画

ウ ラ ン 資 源

既知ウラン鉱床はイベリア中央地質構造帯中に分布している。これらの鉱床はHercynian 花崗岩底盤中、あるいは構造的高まりの中の接触部の外側の変堆積岩中に賦存している。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU) *

主要鉱床または地域	確 認 資 源		推定追加資源 — 分類 I	
	(R A R)		(E A R - I)	
	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下の コストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Beiras	3,500	400	600	
Alto Alentejo	3,500	1,000	650	—
Trás-os-Montes	300	—	200	—
計	7,300	1,400	1,450	—

* 採鉱ロスと粗製錬ロス約10%が差し引かれている。

花崗岩類はカルク-アルカリ岩系に属し、通常は構造運動後（280百万年）のもので、周囲を取り巻かれている岩体の形をなしている。Th/Uの比率は1：4である。Hercynian 造山運動の末期に、最大圧縮応力の方向が南北性の密集した網状の断裂が発達した。Beiras地方では、花崗岩類は約226百万年前の多数の塩基性岩脈によって切られている。花崗岩中の脈状ウラン鉱床は、碧玉脈、石英脈、塩基性岩脈、花崗岩角礫岩、およびエピ閃長岩に伴う脈として分類される。Alto Alentejo 花崗岩類中では、鉱化は石英脈と花崗岩角礫岩だけに伴っている。碧玉タイプの鉱床ではピッチブレードが主要なウラン鉱物であるが、次のような共生関係を示している：石英—赤鉄鉱—閃亜鉛鉱—ピッチブレード—黄鉄鉱—方鉛鉱—アンケライト—黄銅鉱—コフィナイト。ピッチブレードはHercynian 期の後期を示している。その他のタイプの鉱化作用は主として6価のウラン鉱物から構成されている。

BeirasおよびAlto Alentejo 地方に分布している底盤周囲の鉱床では、ウランの鉱化作用は上部カンブリア系/下部カンブリア系の片岩—グレイワッケ累層群中に胚胎している。ほぼすべてが6価のウラン鉱物で構成され、まれにピッチブレードの場合がある。このタイプの最大規模の鉱床はNisa (Alto Alentejo)とAzere (Beira Alta)である。

ウラン鉱床の胚胎の地質的な有望地域

鉱脈型やイベリア型のウラン鉱床存在のポテンシャルがかなり高いということは、多年にわたって続けられてきた探鉱によって十分に示されている。これら2つのタイプのEAR-IIとSRのポテンシャルは合わせて約5,500tUと見積もられる。ポルトガルの西部に分布する堆積岩についての過去数年にわたる探鉱の結果から判断して、非変成の堆積岩中の追加資源のポテンシャルは、1,000tUに減少されている。Tagusベーズンにおける新しい時代の堆積物中のポテンシャルは評価されていない。

在来型の追加資源*

(tU)

主要鉱床, または地域	推定追加資源 — 分類II (EAR-II)		期待資源 (SR)
	\$80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$80~130/kgU のコストで回収可能なもの	\$130/kgU 以下のコストで回収可能なもの
Beiras, Trás os Montes & Alto Alentejo	1,500	—	4,000
西 縁			1,000
計	1,500	—	5,000

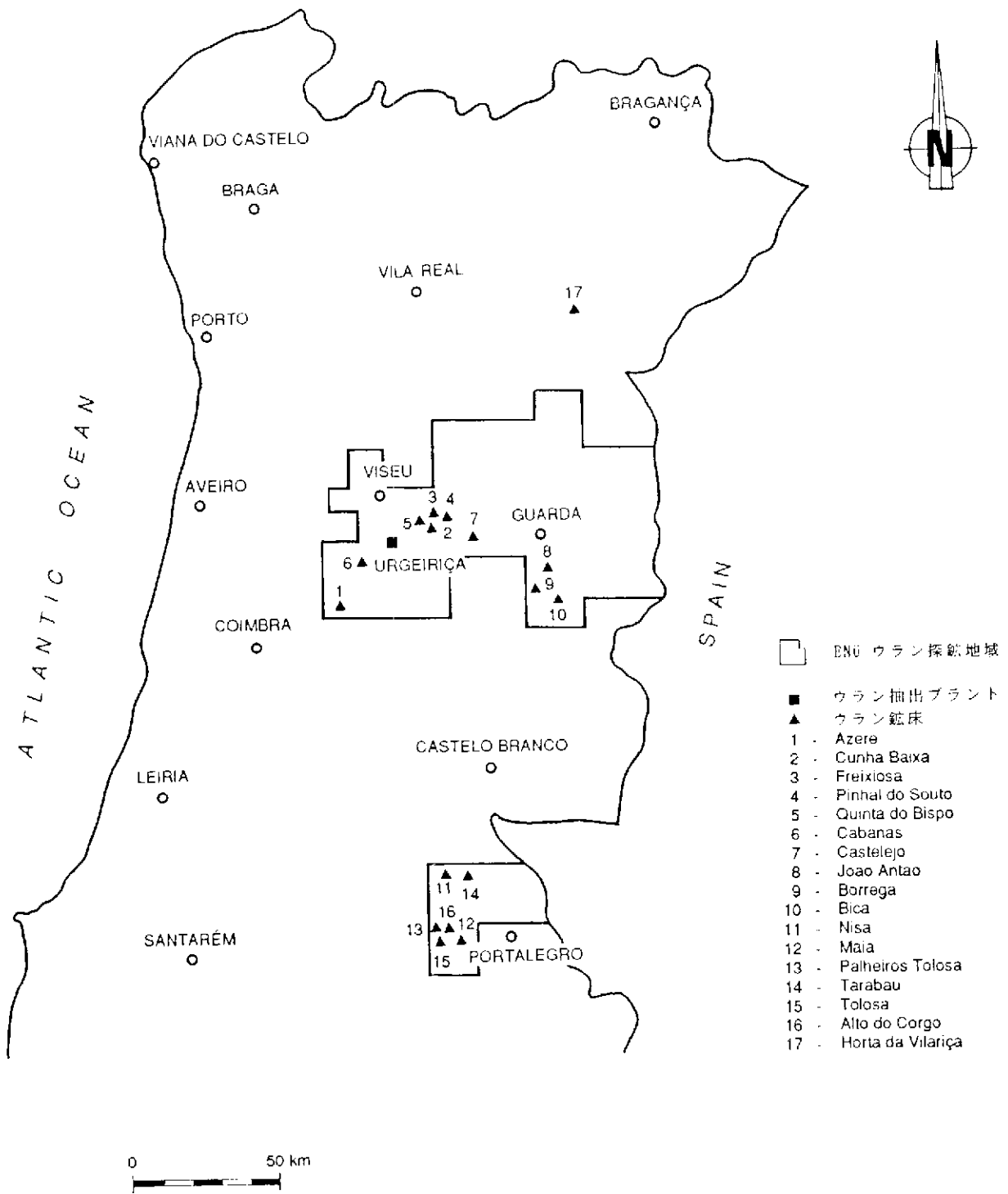
* 見積もりは原位置資源についてのものである。

ウ ラ ン の 生 産

歴史的概観

1951年から1962年の間、CPRは22の鉱区から合計1,123tUのウランを生産した。そのうちの1,058tUはUrgeiriçaのプラントで処理され、65tUはそれらの鉱山でヒーブリーチング法で処理された。その当時はウランを酸化マグネシウムを用いて沈殿させていた。

1962年から1977年までの間は、採鉱及び粗製錬の操業をJEXがCPRから引継ぎ、有機溶媒抽出法を導入した。Urgeiriçaのプラント及びSenhora das Fontesのパイロットプラントから、合計904tUのウランが生産された。



ポルトガルのウラン鉱床と鉱徴地

1977年から1984年までの間に ENUは1,242tUのウランを生産した。

ウ ラ ン の 生 産

tU (精鉱中)

年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1983前	2,536	—	2,536
1983	104	—	104
1984	115	—	115
1985	119	—	119
1986	110	—	110
1987	141	—	141
1988	144	—	144
1989	150	—	150
計	3,419	—	3,419

生産の現状

現在Urgeirica の生産センター (Beira Alta) が操業中であり、Nisaのプラント (Alto Alentejo) が計画の段階にある。

現在5鉱山が操業中で、そのうちの4鉱山は露天掘り (Quinto do Bispo, Castelejo, Bica, Cunha Baixa)である。1970年代の初めに在来法による採鉱が中止となったUrgeiriça の坑内掘り鉱山では、インシチュリーチングが行われている。1987年以来生産量は20~25%増加しているが、これはUrgeiriça 粗製錬所の設備が拡張されたことと、すべての在来法による坑内採鉱を中止し露天掘採鉱に集中したことによる生産性の向上の結果である。インシチュリーチングからの生産量の寄与も増加している。

ウラン鉱業における雇用

現存の生産センターの雇用

年	人・年
1980	614
1981	598
1982	573
1983	549
1984	535
1985	519
1986	506
1987	487
1988	460
1989 *	450

* 推定

ポルトガルのウラン鉱山会社は100%国有である。

計画中の生産センター

スペインとの国境に近いポルトガルの中央東部のAlto Alentejo 鉱山プロジェクト (NISA鉱山)が見直された。すべてヒープリーチングに基づく操業を基本にした技術的ならびに経済的な開発可能性についての調査が完了した。生産設備容量は1日当り鉱石処理量 1,100t、あるいは年産160ktとなるであろう。

現存および計画中の生産センター

	現 存	計画中
名 称	URGEIRICA	NISA
操業開始	1969 (設備の交換)	1990
操業状況	操業中	技術的および経済的な開発可能性の調査により、全面的にヒーブリーチング操業に変更
鉍石の供給源		
鉍床名	Azere, Bica, Castelejo, Cunha Beixa and Quinta do Bispo	Alto do Corgo, Maia, Mato do Pova, Meada, Nisa, Palheiros de Tolosa, Tarabauなど
鉍床型	鉍脈 (イベリア型を含む)	鉍脈 (イベリア型を含む)
採鉍作業		
方 式	露天掘 (100%)	露天掘 (100%)
規 模 (鉍石t/年)	“高品位” 鉍石 (0.1%U): 160,000 限界品位鉍石 (0.032%U): 40,000	鉍石の平均品位0.075%U: 400,000
平均採鉍実収率	100%	100%
鉍石処理プラント		
方 式	化学処理プラント (CTP): CWG, AL, SX, ヒーブリーチング (HL): AL, IXによる前濃集と SXによる処理	HL: 破碎 AL, IX, SX
規 模 (鉍石t/日)	CTP: 500 HL: 120	HL: 1,100
平均鉍石処理実収率	CTP: 89% HL: 60%	HL: 55%
公称生産設備容量 (tU/年)	CTP: 140 ISL: 15 HL: 15	HL: 160
	計 170	計 160

短期の生産能力

在来型資源

(tU/年)

年	予測 I			予測 II		
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能 の資源で支えられるもの			\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能 の資源で支えられるもの		
	現存および 決定済の センター	計画中およ び予測の センター	計	現存および 決定済の センター	計画中およ び予測の センター	計
1990	160	-	160	160	-	160
1991	160	-	160	160	-	160
1992	160	-	160	160	-	160
1993	160	-	160	160	-	160
1994	160	-	160	160	-	160
1995	160	160	320	160	160	320
1996	160	160	320	160	160	320
1997	160	160	320	160	160	320
1998	160	160	320	160	160	320
1999	160	160	320	160	160	320
2000	150	180	330	150	180	330
2005	150	150	300	150	150	300

長期の生産能力

在来型資源

(tU/年)

年	予測 I			予測 II		
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能 の資源で支えられるもの			\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能 の資源で支えられるもの		
	現存および 決定済の センター	計画中およ び予測の センター	計	現存および 決定済の センター	計画中およ び予測の センター	計
2000	150	180	330	150	180	330
2005	150	150	300	150	150	300
2010	150	150	300	150	150	300
2015	150	150	300	150	150	300
2020	-	150	150	-	150	150
2025	-	-	-	-	-	-
2030	-	-	-	-	-	-

ウ ラ ン 必 要 量

ウラン必要量については現在のところ考えられていない。

天 然 ウ ラ ン の 貯 蔵

(tU)

	精 鉍 中	精 製 品	計
	(A)	(B)	(A-B)
政府貯蔵	418	—	418
生産者貯蔵	257	—	257
消費者貯蔵	—	—	—
計			675

ウラン備蓄政策

原則として、ウラン精鉍の生産は将来の国内の必要量を満たすように維持しなければならない。これらの必要量が明らかにされるまでは、生産物はウランの採鉍および粗製錬の操業を財政的に支援するために輸出される。

国 の 政 策

国のウラン政策を所管する政府機関はエネルギー省 (State Secretariat for Energy) とエネルギー局 (Direccao-Geral de Energia)である。

採鉍活動と粗製錬活動のすべてはEmpresa Nacional de Uranio (ENU, EP)に任せられている。ENU は 100%国有の企業で、現在および将来の鉍山の周辺地域でウラン採鉍を行っている。地質鉍山局 (DGGM) は概査を行っている。

民間および外国の企業の参加に関する政策

1980年5月15日付法令 120/80号に基づき、公共もしくは民間、国内もしくは外国の企業は、事前に地質鉍山局と交渉した上で、指定区域でのウラン採鉍プログラムに参加する協定を ENUと結ぶことができる。採鉍および粗製錬の活動に参加するためには、いかなる交渉にも先立って、認可を取得することが必要である。

ウランの輸出政策

ウラン精鉱の輸出には政府の事前承認を受ける必要があり、すべてのウラン供給は核不拡散条約に従わなければならない。

ウランの輸入政策

ウランを輸入する必要性は予見されないので、ウラン輸入に関する規則あるいは規定はない。

ス ペ イ ン

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

政府機関である原子力委員会 (Junta de Energia Nuclear: JEN) は、1940年代の終り頃、スペイン西部のHercynian 山塊でウラン探鉱を開始した。多数の鉱脈型鉱体がAndalucia 地方とExtremadura 地方 (La Virgen, Mina Cano, Los Ratonos, La Carretona, El Sabio, Engorda, Cabra Bajaなど) で発見された。

ウラン探鉱はまた、Salamanca州、Zamora州、Galicia地方でも行われた。1969年に Hercynian 山塊地域での探鉱は中断され、堆積ベースンに探鉱が向けられた。この活動は JENによって1981年まで、Empresa Nacional del Uranio S.A. (ENUSA) によって1984年まで続けられた。

この期間にMolina de Aragón鉱床が発見され (1972年)、評価が行われた。

Salamanca 州での探鉱は1953年にHercynian 花崗岩地域で開始され、多数の鉱体が発見された (Valdemaseño, Villar de Peralonso など)。1975年に先カンブリア紀後期ないしカンブリア紀前期の片岩類に伴う最初の鉱徴地が発見された。PE異常地点は1958年に発見されていた。1975年に ENUSAはウラン探鉱を引き継ぎ、その探鉱活動をMina PE, Alamedaなどの最も有望な鉱徴地の調査と評価に集中させた。

探鉱方法として、エアボーンによるガンマー線スペクトロメトリーと磁力調査、カーボーンと徒歩による放射能調査、トラックエッチ、土壌と水のラドン調査、水の地化学的探査、比抵抗調査、VLF調査が用いられた。

最近及び現在の活動

ENUSAはSalamanca州の先カンブリア紀ないしカンブリア紀の片岩類分布地域、とくにMina PE 周辺部で活発な探鉱を行っている。既知の鉱徴地に対する評価作業が行われている。用いられている調査方法は、精密な放射能調査 (5 km)、比抵抗調査 (測線 100km)、ヘリコプターによる磁力調査、EM調査、VLF調査 (測線 190km)、パーカッション試錐 (22,000m)、及びダイヤモンド試錐 (3,900m) である。その結果として、PE, Retortillo, Villaresの各鉱体の延長部で、\$ 80~130/kgUのコストで回収可能な確認資源 (RAR) 2,200tUの存在が明らかにされた。

民間企業であるCISAは、Hercynian 山塊（Cáceres 州）の片岩類および花崗岩類分布地域で探鉱を行っている。行われている探鉱作業は、河川堆積物と土壌の地化学調査、広間隔及び詳細な放射能調査、物理探鉱（VLF）、パーカッション及びダイヤモンド試錐である。

Union de Explosivos Riotintoとのジョイントベンチャーのオペレータとして、CISAはいくつかの放射能異常（試錐）が確認されている Segoviaの白亜紀ベースンで探鉱を行った。このプロジェクトは1988年末に終了した。

民間企業によって探鉱のために現在保有されている鉱区面積は 300km²である。このほかに 46,000km²が探鉱のために政府機関によって保有されている。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	白国通貨	米ドル換算
1983前			n. a.	103,629,000
1983			n. a.	10,000,000
1984	32,000	210	1,200,000,000	7,000,000
1985	5,000	47	65,000,000	382,000
1986	5,500	58	96,000,000	680,000
1987	11,800	122	125,000,000	990,000
1988	15,660	198	222,000,000	1,830,000
1989*	13,500	168	214,000,000	1,963,000
計				119,474,000

* 計 画

ENUSAは1976年から1981年までの期間に、次の諸国でウラン探鉱を行った。

- カナダ：ジョイントベンチャーに参加
- 南アフリカ：Karoo 地域
- コロンビア：コロンビアのIANと提携してオペレーターとして。

これら諸国でのENUSAの累積探鉱費は2,040万ドルであった。

ウ ラ ン 資 源

\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なすべてのRARに加えて、スペインの既知RAR全体の3/4はSalamanca州に存在している。

主要な鉱床は、Mina FE地区、Retortillo地区、Caridad地区に存在している。

オルドビス紀の炭質片岩類を鉱床母岩としているRetortilloの鉱床を除いて、Salamancaの鉱床はすべて先カンブリア紀後期からカンブリア紀前期の片岩類中に賦存している。鉱化作用はアルプス造山運動の時期(3,700~5,700万年)のものであり、断層角礫岩により規制されている。

前回の報告書に比べて分類別の資源量が変化しているのは、いろいろな鉱体についてのフィージビリティ調査及び予備的なフィージビリティ調査が完了したためである。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 — (tU)

主要鉱床または地域	確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源 - 分類 I (EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
	CIUDAD RODRIGO	16,800	9,700	—
DON BENITO	—	2,800	—	2,000
CECLAVIN	—	900	—	2,000
MOLINA DE ARAGON	—	4,800	—	—
計	16,800	18,200		9,000

地 質 タ イ プ 別 の 分 布

鉱 床 の 型	生産センターの数	回 収 可 能 な 資 源* (tU)		
		RAR	EAR-I	EAR-II
鉱 脈 (イベリア型)	2	30,200	9,000	
砂 岩	—	4,800		

* 粗製錬ロスは差し引かれていない。

ウ ラ ン の 生 産

歴史的概観

スペインの最初のウラン生産は、1949年から1954年まで準工業的規模で、品位4～20%U₃O₈の初生鉱石を使って行われた。

この経験を基にしてMoncloa (Madrid)のパイロットプラントが設計された。これはアルカリ処理法を採用しており、1959年まで運転された。

本格的規模での工業生産は、Andujar (Jaén)のGeneral Hernandez Vidae ウランプラント（在来法）において、1959年に始まった。このプラントは、JENによって発見されたスペイン南部のCardena (Cordoba) 地域とSantuario de la Virgen de la Cabeza (Jaén)地域における鉱脈型鉱床の鉱石を処理するため、JENによって設計・建設・運転が行われた。設備容量は鉱石 200t / 日であった。年間生産量は約50tUであった。

このプラントは鉱床が掘り尽くされたので、1981年に閉鎖された。

1960年代の末に、JENは、Ciudad Rodrigo (Salamanca)地域で発見された先カンブリア紀片岩中のウラン鉱床の鉱石について、定置式の浸出パイロットプラント (P. ELE)で処理試験を始めた。これにより得られた結果を基にして、JENは、これら片岩類中の主要鉱床の近くに、生産容量を110tU/年から150tU/年に増強したプラント (FE) を設計した。このプラントは ENCSAによって建設され、同社によって1975年5月に生産が開始された。

ウ ラ ン の 生 産

tU (精鉱中)

年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1983前*	1,557		1,557
1983	170		170
1984	196		196
1985	201		201
1986	215		215
1987	223		223
1988	228		228
1989**	216		216
計	3,006		3,006

* 操業開始年：1959年

** 推定

現存および決定済の生産センター

名 称	Saelices el Chico (Elefante) - Salamanca -	La Haba (Lobo-G) - Badejoz -
操業開始	1975年 5月	1983年 2月
操業状況	生産中	試験生産
鉍石の供給源		
鉍 床 名	FE	Intermedia - M ^a Lozano
鉍床の型	片 岩 (イベリア型)	片 岩 (イベリア型)
採鉍作業		
方 式	露天掘	露天掘
規模 (鉍石t/年)	360,000	50,000
平均採鉍実収率	90%	90%
鉍石処理プラント		
方 式	ヒーブリーチング	攪拌とヒーブリーチング
規模 (鉍石t/年)	360,000	50,000
平均鉍石処理実収率	70%	60%
公称生産容量 (t _b /年)	212	27
拡張計画	あり	なし

将来の生産センター

在来型資源：

ウラン探鉱の結果が良好であるために、次の生産センターが計画されている。

- Saelices el Chico (Salamanca) 地域に、FE, D, Alamedaの各鉱床からの鉱石を処理し、合計の生産容量を 950tU/年とする追加設備が計画されている。

計 画 の 生 産 セ ン タ ー

名 称	Saelices el Chico (Salamanca) Quercus
操業開始	1992年1月
鉱石の供給源	
鉱床名	FE, D, Alameda
鉱床の型	片 岩 (イベリア型)
採鉱作業	
方 式	露天掘
規模 (鉱石t/年)	900,000
平均採鉱実収率	90%
鉱石処理プラント	
方 式	酸浸出 (攪拌 + ヒープ)
規模 (鉱石t/年)	1,000 : 攪拌浸出 2,000 : ヒープリーチング
平均鉱石処理実収率	93% : 攪拌浸出 60% : ヒープリーチング
公称生産容量 (tU/年)	950

ウラン生産の所有権

会社名 : Empresa Nacional del Uranio, S.A. (ENUSA)

所有権 : 60% Instituto Nacional de Industria (INI)

40% Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
(CIEMAT)

生産センター :

年	年間生産量 (tU)	
	Saelices el Chico	La Haba
1975	73	-
1980	118	-
1985	183	18
1988	202	27

短期の生産能力の予測

(tU/年)

年	S 80/kgU 以下で回収可能な資源に支えられるもの		
	現存および決定済		
	A RAR および EAR-I	B 非在来型資源	計
1990	225		225
1991	205		205
1992	510		510
1993	850		850
1994	850		850
1995	850		850
1996	850		850
1997	850		850
1998	850		850
1999	850		850
2000	850		850
2005	850		850

長期の生産能力の予測

(tU/年)

年	現存および決定済		計画中および予測		計
	RAR	および EAR-I	RAR	および EAR-I 追加の非在来型資源	
2000	850				850
2005	850				850
2010	850				850
2015	850				850
2020	850				850
2025	850				850
2030	850				850

現存生産センターの雇用

年	人・年
1980	252
1981	355
1982	348
1983	347
1984	323
1985	311
1986	349
1987	348
1988	348
1989*	309

* 推定

ウラン必要量

(tU)

年	原子炉必要量*
1986	1,019
1987	1,300
1988	n. a.
1989	n. a.
1990	1,400
1991	n. a.
1992	n. a.
1993	n. a.
1994	n. a.
1995	1,400**
2000	1,670**

* ブラウン・ブック1988年による。

** NEA事務局による推定

国の政策

国の原子力計画を縮小した結果、ウランの供給量は当分の間必要量を上回っている。しかしながら、供給過剰をできる限り少なくする施策がとられている。国内のウラン生産の割合を実質的に増やすことが、長期的なウラン確保策である。

民間と外国の企業の参加に関する政策

スペインの法律は、ウランの探鉱・生産への国内及び外国の民間企業の参加を許可している。

外国での活動に関する政策

国営企業である ENUSAが海外でのウランの探鉱及び生産に参加している。しかしながら将来、この参加は縮小することになるであろう。

ウランの輸入政策

ウランの輸入政策は供給源を多様化することにある。

スウェーデン

ウラン探鉱

歴史的概観

1950年代に政府の費用によるウラン探鉱が、AB Atomenergi によってアラム頁岩に重点を置き実施された。民間の鉱山会社と森林会社がさらに多少の探鉱を行った。1967年にスウェーデン地質調査所がAB Atomenergi からウラン探鉱を引き継いだ。探鉱予算は1967年の6万ドルから1975年の290万ドルへと急増し、引き続いて契約に基づき他の企業が参加した。1977年までに、広域調査として、エアボーン放射能調査が136,800km²、地化学調査が123,102km²にわたって行われ、89,943個のサンプルが採取された。1967～1977年の間には74,100mの試錐が行われた。

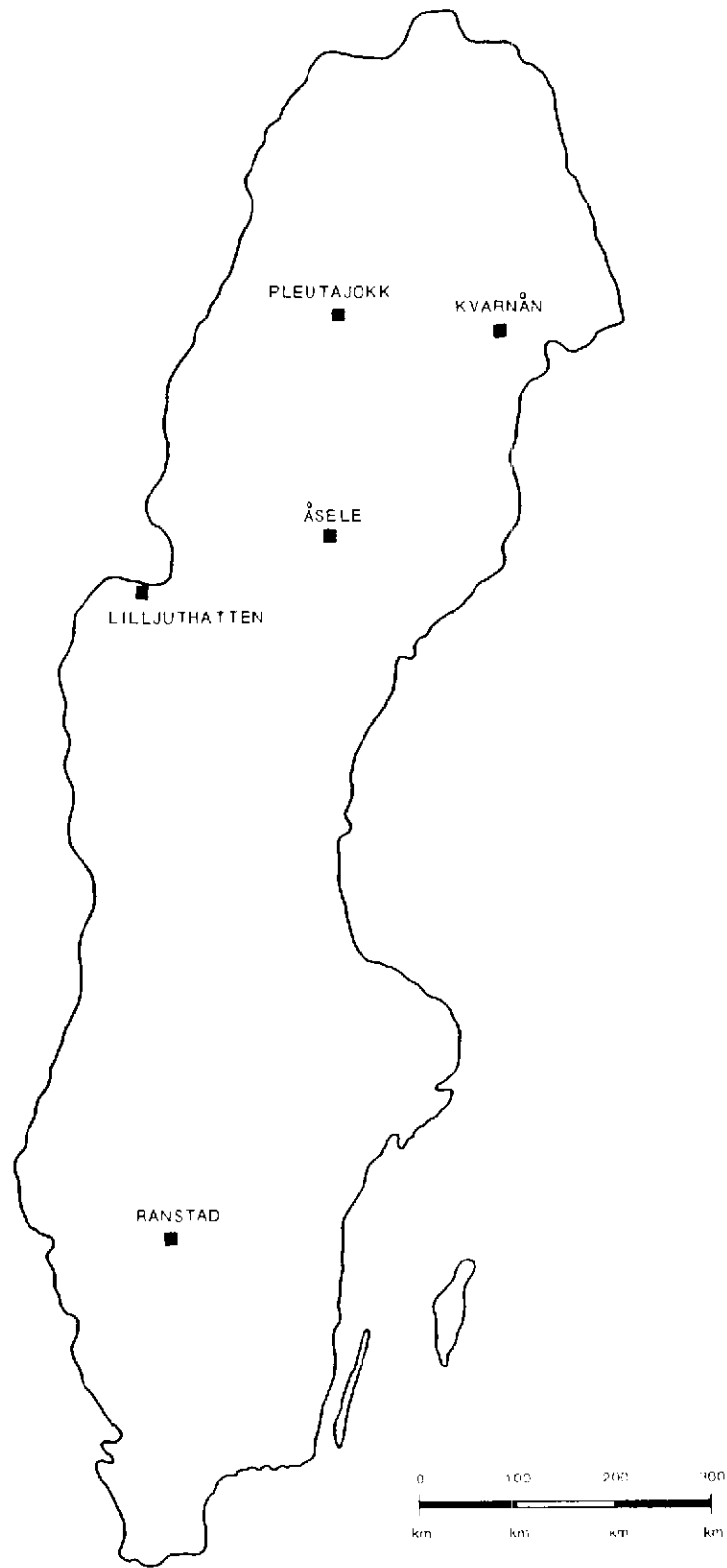
1976年に鉱山会社のLKABは、スウェーデン北部のPleutajokk地域の探鉱鉱区の一部を地質調査所から引き継いで、同年の大規模試錐プログラムの費用を負担した。1977年から1981年まで、スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社 (Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company: SKB)の資金援助を受けて、LKABは第2次の探鉱作業を行った。

1977年に地質調査所は、年間260万ドルの資金をSKBから受けて、スウェーデン中部で5年間のウラン探鉱プログラムを開始した。

1977年以来、広域的ウラン探鉱のための国の費用は著しく減らされた。1981年スウェーデン政府はその探鉱プログラムの中止を決定した。SKBは政府が以前から保有していた比較的有望な探鉱地のいくつかについて局部的な探鉱を続けたが、詳細な評価作業に専心するために、1982年にはすべての広域的探鉱を中止した。1983年には、SKBは活動中の3つのウラン探鉱プロジェクトを有し、その面積は合わせて50,421km²であった。

地質調査所は1982年に再編成されて、探鉱作業は現在、政府所有会社であるスウェーデン地質会社 (Swedish Geological Co.) によって行われており、資金はSKBが負担している。

スウェーデンには4つの主要なウラン鉱床区がある。第1の鉱床区はスウェーデン南部 (Östergötland, Västergötland, Närke) の上部カンブリア系と下部オルドヴィス系の堆積岩中、ならびにスウェーデン中央部のCaledonian山脈の周辺沿いである。ウランの産状は、上部カンブリア系のPeltura 帯中の黒色 (アラム) 頁岩中で層状をなすか、あるいは下部オルドヴィス系の含磷酸塩炭質層に伴っている。上部カンブリア系の岩石中のウランの分布は、古地形に係のあるそれぞれの岩質によって左右されている。重要なRanstad 鉱床が存在するBillingen



スウェーデンのウラン鉱床と鉱徴地

ウ ラ ン 資 源

スウェーデンではRanstad のアラム頁岩中にかなりの量の確認資源が存在する。しかしながら、1987年1月1日から1989年1月1日までの為替交換レートの変動とインフレーションのために、Ranstad の資源はもはやウラン1kg当り130ドル以下のコストでは回収できなくなっている。

過去数年間探鉱が行われていないので、新しく発見された鉱床はなかった。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

主要鉱床または地域	確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源 — 分類 I (EAR-I)	
	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80/kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収 可能なもの
Ranstad 以外の他の 地域*	2,000	2,000	1,000	5,300
計	2,000	2,000	1,000	5,300

* Ranstad 以外の他の地域の資源はすべて、鉱脈型鉱床である。

高 コ ス ト の 追 加 資 源

回 収 可 能 な 資 源* (tU)		
主要鉱床または地域	\$ 130~260/kgU のコストで回収 可能な確認資源	\$ 130~260/kgU のコストで回収 可能な推定追加資源 — 分類 I
Ranstad	35,000	40,000
計	35,000	40,000

* 可採鉱石から回収可能なウラン量

(Västergötland) は、500km²以上の面積を占めている。

第2のウラン鉱床区 (Arjeplog-Arvidsjaur-Sorsele) は、北極圏のすぐ南にある。この鉱床区は Pleutajokk 鉱床とそれに類似した特徴をもつ20以上の鉱徴群からなっている。個々の鉱徴地は大部分が高品位、不連続的で、鉱脈型あるいは鉱染型を示し、ナトリウム交代作用を受けている。同じ鉱床区には、低品位で層準規制を受けた“斑岩”タイプのウラン鉱化作用も存在する。この鉱床区は1962年に発見された。

第3の鉱床区はスウェーデン中央部の Östersund の北にある。最近になって、高品位で不連続的ないくつかの鉱化作用が、Caledonides 変成帯内の先カンブリア紀基盤岩の地層中あるいはその近くで発見されている。

第4の鉱床区はスウェーデン北部の Asele の近くにある。

最近及び現在の活動

1985年末に SKBはそのウラン探鉱プロジェクトを中止した。その理由は、ウラン世界市場においてウランが入手しやすくなり、価格が安くなったためであった。このためにスウェーデンでは1987年と1988年にはウラン探鉱は行われなかった。そして1989年の探鉱計画もない。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	177,878	1,367		43,000,000
1983	11,727	130		2,100,000
1984	9,507	171	10 MSEK	1,200,000
1985	4,023	38	5 MSEK	570,000
1986	0	0	0	0
1987	0	0	0	0
1988	0	0	0	0
1989*	0	0	0	0
計	203,135	1,706		46,870,000

* 計 画

ウ ラ ン の 生 産

200tUのウランが1979年以前に生産されたが、スウェーデンでは現在ウランは生産されていない。また生産計画も全くない。

ウ ラ ン 必 要 量

(tU)

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	9,649	1,148	0
1987	9,649	1,325	0
1988	9,926	1,500	0
1989	9,926	1,400	0
1990	9,926	1,500	0
1991	9,926	1,500	0
1992	9,926	1,500	0
1993	9,926	1,500	0
1994	9,926	1,500	0
1995		1,300	0
2000			
2005			

* 年末の設備容量

国 の 政 策

ウランの輸出政策

現在輸出されていない。政府の許可が必要である。

ウランの輸入政策

購入者が自己の購入分を交渉するのは自由である。電力会社はスウェーデン核燃料・廃棄物管理会社へ参加協力している。政府の許可が必要である。

ウランの備蓄政策

濃縮ウラン，加工中の燃料，および原子炉中の燃料の備蓄は，もしも輸入が途絶した場合に，発電所を22か月運転できるものでなければならない。

ス イ ス

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

1979年6月に連邦政府は、1980年から1984年の間に合計150万フランの補助金を支出することにより、ウラン探鉱を奨励することを決定した。1980年と1981年の間に民間企業によって、Aiguilles RougesのHercynian 山塊及びその周辺の片麻岩分布地域で、探鉱のための約1,000mの坑道掘削が行われた。これまでの限られた探鉱作業では、地質的に非常に複雑な地域での、低品位でかつ鉱染状を呈する鉱化作用を規制している要因を明確にするまでには至らなかった。

1982年に連邦政府はIséables 南部の地表調査とVaters (Valais) での試錐調査を支援した。

1982年から1984年までの間に、連邦政府資金による5か年計画の一環として、Valais西部のPenninic Bernhard ナッペの起伏に富んだ地域で探鉱が行われた。放射能調査と化学的な調査が主として二畳-石炭紀の礫層性堆積物と古い時代(Nendaz統およびその下位のSiviez統)の片岩類に対して行われた。激しいアルプス造山運動によって、一般にウランは岩石中に不規則に鉱染している。放射能異常はNendaz統の炭酸塩質および緑泥石質の岩相に限られると思われるが、それらの実際的の価値については確かめられていない。

最近及び現在の活動

1985年以来すべての探鉱活動は中止されたままである。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	502	4		3,610,000
1983				126,000
1984	139	1		112,000
1985				20,000
1986				—
1987				—
1988				—
1989*				—
計				

* 計 画

外国での探鉱プログラム

1983年以来ウラン探鉱でのスイスの参加は米国の南西部だけに集中している。

外国における探鉱費

年	支出国の自国通貨	米ドル	国
1983前		18,797,000	世界中
1983		294,000	米国
1984		340,000	米国
1985		2,570,000	米国
1986		2,400,000	米国
1987		1,005,000	米国
1988		1,000,000	米国
1989*		1,500,000	米国

* 計画

ウラン必要量

(tU)

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	2,996	566	
1987	2,996	570	
1988	2,996	529	
1989	2,996	529	
1990	2,996	537	
1991	2,996	537	
1992	2,996	532	
1993	2,996	532	
1994	2,996	532	
1995	2,996	532	
2000	3,921	680	
2005	3,921	680	

* 年末の設備容量

国の政策

ウランの輸出政策

スイスはウランの生産も輸出も行っていない。

ウランの輸入政策

ウランの調達はすべて民間企業によって取り扱われるので、正式な輸入政策はない。

ウランの備蓄政策

1～2年分の燃料必要量に相当する新しい燃料集合体を原子力発電所の敷地内に備蓄することが、原子力発電所を運転する企業の方針となっている。

シリアアラブ共和国

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

エアボーン放射能調査と地上での追跡調査を含むウラン探鉱が、エジプト企業によって1959年から1960年にかけて行われた。シリアにおけるウランポテンシャルに関する最も詳しい調査が、縮尺20万分の1の広域的な地質図作成プロジェクト進行中の1962年から1968年の間に、ソ連の地質技術者によって行われた。その一部は磷酸塩堆積物に関係するウランの2次鉱物の鉱徴地多数が、20枚の地質図幅のうちの13枚から報告され、それらは地表放射能調査、サンプリング、試験調査によって評価された。

1968年から1977年までの間はウラン探鉱は行われなかったが、鉱物資源再検討のためのコンサルタント契約の一部として、多少の野外での評価作業と文献調査が、Hunting Geology and Geophysics社によって1975年に行われた。

1977年以後、主として上部白亜系の磷酸塩岩石が分布しているPalmyran山脈及び、それと類似の地質環境をもつその他の地域で、放射能調査が行われた。この調査は、1981年末にシリア原子力委員会（SAEC）がすべての原子力関連活動を担当するまでは、General Establishment of Geology and Mineral Resources により管理されていた。

1985年から1986年にかけて、シリア原子力委員会（SAEC）は、IAEAの協力を得てウラン探鉱プログラムを実施した。カーボンによる放射能調査、ラドン調査、地下水による地化学調査に加え、主として河川堆積物と重鉱物のサンプリングが行われ、多くの地域が調査された。調査地域にはDawwベースン、Sabhat Muhベースン、Furqlosベースン、Euphratベースンが含まれていた。このプロジェクトの目標は、Palmyride 褶曲帯にある上部白亜系中の磷酸塩鉱床を供給源とする堆積岩を母岩とするウラン鉱床を発見することであった。

1986年以來、国内のウランポテンシャルを評価するための大規模な調査が行われている。この調査はシリア中央部での多元素についての地化学概査と放射能調査が含まれていた。その結果、白亜紀後期から現世に至る時代の、次のような地質環境でウラン鉱徴地が発見された。

- 白亜紀後期（セノン階）から古第三紀前期（始新世）までの時代の燐灰土および磷酸塩質層中。
- 始新世前期の粘土質の海緑石質石灰岩及び泥灰岩中。

断層中。

現世の表層固結物（表層堆積物、ジブクリート、カルクリート）中。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	空中放射能調査 (km ²)	その他の調査 (km ²)	地 表 試 錐		総 探 鉱 費 (\$)
			メートル (m)	孔 数	
1979前	10,000	5,000	2,989	125	800,000
1979以降	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

最近及び現在の活動

1987年と1988年にはUNDPからの資金援助を受けて次のような探鉱プロジェクトが実施された。

- 40,000km²以上にわたるエアボーン・スペクトロメトリー調査
- 3,700km²以上にわたる地表探鉱
- 水の地化学探鉱

現在エアボーンの異常が統合的な方法で評価されている。

前にあげた表に探鉱の統計的データのいくらかがまとめられているが、ごく最近のデータは入手されていない。

ウ ラ ン 資 源

シリアでは在米型ウラン資源はこれまで発見されていない。

白亜紀後期の燐酸塩鉱床中の非在米型ウラン資源は80,000tUに達するものと見積もられている。その品位は30~140ppmU の範囲であり、最も高い品位のものはKhneifiss 鉱山から報告されている。このほかに、ウラン品位約 50ppmのものが、Sawwaneh Ash-Sharqueih（東部）燐酸塩鉱床中で確認されている。

タンザニア共和国

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

1953年にUluguru 山脈のChiwiligoペグマタイト中で、ウランが初めて発見された。

1976年と1979年の間に、タンザニア全土に対してエアボーン物理探査が行われ、多数の放射能異常が発見された。

これらの結果から、1978年から1983年まで、Uranerzbergbau-GmbH によってウラン探鉱プログラムが実施された。この調査の対象となったのは、Gallapo のカーボナタイト中のもののほかに、Karoo 層中 (Selous Game Reserve とMkuju)及び若い表層堆積物中 (Itigi 地域)、及び更新世の磷酸塩質堆積物中 (Minjingu) のウラン鉱徴地であった。

このプロジェクトで支出された探鉱費の詳細についての情報は入手されていない。しかしながら、約35孔延べ 1,700mの試錐が行われたことが報告されている。

タイ

ウラン探鉱

歴史的概観

1950年代末に王立タイ鉱物資源局(The Royal Thai Department of Mineral Resources)は、初めて放射性鉱物の調査を行った。錫石に随伴するウラン鉱物が、1958年にタイ中央部のUthai Thani 県の河川沿いの沖積層中で発見された。1961年にサマルスキー石が砂錫鉱山で発見され、また1962年に少量の燐銅ウラン石がタイ南部のSoukhla 県の変質花崗岩中で発見された。1970年にジュラ紀Khorat層群の砂岩中のウラン・銅の鉱化作用が、タイ北東部Khon Kaen県のPhu Wiang 地区で初めて発見された。この発見がタイにおける本格的なウラン探鉱の契機となった。

詳細な探鉱作業と評価作業が、種々の機関との協力のもとに、王立鉱物資源局によって1970年代に実施された。1973年11月から1974年3月まで、米国地質調査所の協力のもとに、鉱物資源評価プログラムの一環としてウラン資源調査が行われた。1976年8月から1977年5月までの期間、IAEAの協力のもとに、Khorat高原のPhu Wiang 地区とその周辺地区でウラン鉱床の調査が行われた。1979年には Phu Wiangベーズンの一部を含むタイ北東部の36,800km²の地域に対して、エアボーン放射能調査が行われた。

エアボーン調査に引き続いて、Phu Wiangベーズンの既知鉱徴地域の年代決定のための試錐と、隣接地への延長の可能性を調べるための地表放射能調査が行われた。詳細なスペクトロメトリー調査が、タイ北部のChian Mai 県の含ウラン螢石脈を胚胎するDoi Tao 底盤地域で行われた。花崗岩の分布地域に対しては広域的な地化学調査が行われた。

1981年から1982年にかけて、主としてタイ北東部のChaiyaphum県とKhon Kaen 県で、IAEAと西ドイツの援助を受けて、鉱物資源局が探鉱を行った。総面積 8,000km²の地域が種々の探鉱方法で調査された。すなわち、カーボントータルカウント放射能調査、河川堆積物についての系統的な地化学調査、広域的な地質概査、地質層序図の作成などである。

1981年1月から同年3月にかけて、IUREPの Orientation Phase Missionがタイのウラン資源評価を行った。

1983年には、鉱物資源局がタイ北東部のKhon Kaen Udon県とVong Kai県のKhorat高原の西部域で、1つのウラン探鉱プロジェクトを実施した。このプログラムでは、ウラン探鉱のために保持されている37,300km²の地域のうち、8,000km²が調査されたにすぎなかった。

1984年に鉱物資源局は、IAEAの協力のもとに、タイ北東部の Chaiyaphum, Udonthani, Loei, Khon Kaenの各県に及ぶKhorat高原の西部域でウラン探鉱を行った。

1985年には鉱物資源局は、CIDAの協力を得て、エアボーンによる放射能調査、磁力調査、EM調査を全国的な規模で開始した。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨*	米ドル換算
1983前	4,207	99	n. a.	1,022,950
1983	—	—	—	50,000
1984	—	—	—	65,000
1985	—	—	—	1,966,000
1986	—	—	—	4,776,750
1987	—	—	—	2,715,750
1988	—	—	—	29,500
1989	—	—	—	n. a.
計	4,207	99	n. a.	10,625,950

* 1980～1982年に支出された探鉱費を含む。

最近及び現在の活動

全国的な規模でのエアボーン調査は1987年に完了した。その結果の解析は、放射能分布図が作成されその他の情報が整理されたあとで行うことになるであろう。1988年の計画には、エアボーン調査の結果から選ばれた地域での地表調査が含まれている。

ウ ラ ン 資 源

タイにはRAR, EAR-I, EAR-IIの分類に入る重要なウラン資源はない。

銅・ウランの鉱徴地が、Khon Kaen の北西約70kmのKhorat高原の西端に近いPhu Wiang 地区のKhorat層群のアルコーズ砂岩中で、1970年に初めて発見された。その母岩はおよそジュラ紀後期のSao Khua累層の灰紫色から明るい緑灰色のアルコーズ質ないし含中礫砂岩である。ウラン鉱物は主としてコフィナイトで、少量の燐灰ウラン石と燐銅ウラン石を伴い、珪化木片に伴う置換物質として、あるいは炭質物中に鉱染状に、そしてまた断裂を充填して産出する。推定埋蔵量は、カットオフ品位0.01%U₃O₈ の場合 4.5tU₃O₈、カットオフ品位0.05% U₃O₈ の場合 1.7tU₃O₈ と

計算されている。

タイ北東部のKhorat高原には中生代の赤色岩層が分布している。約 150,000km²を占めるこの高原は、砂岩型鉱床の大量のウラン資源が知られている米国西部のコロラド高原に、地質構造的にも層位学的にも類似している。Khorat高原の西端に近いPhu Wiang 地区の砂岩中で最近ウラン・銅の鉱徴地が発見されたことに加えて、この類似性により、この高原がかなりのウラン資源のポテンシャルを有しているであろうと思われる。

少量のウランがまた、タイ北部のChiang Mai県のDoi Taoで螢石を伴う鉱脈中に産出する。

IUREP Orientation Phase Missionは、1981年に期待資源を次のように見積もった。

Khorat高原のジュラ紀砂岩中に	1,000～10,000tU
第三紀砂岩中に	0～ 2,000tU
花崗岩中の螢石鉱床中または花崗岩の貫入を受けた石灰岩中、 あるいはそれらに関係して	0～ 1,000tU
花崗岩中に	0～ 1,000tU
黒色頁岩や石墨質粘板岩のような古生代の堆積物中に	0～ 5,000tU

合 計 1,000～37,000tU

さらに、燐酸塩中とモナズ石砂鉱中の非在来型資源として合計 500～ 1,500tU

トルコ

ウラン探鉱

歴史的概観

トルコにおけるウラン探鉱は、1956年から1957年にかけて始まり、酸性火成岩や変成岩のような結晶質岩石の分布地域で鉱脈型鉱床を発見することを目的として行われた。これらの活動の結果、ピッチブレンドの鉱化作用が数地点で発見されたが、これらは経済性のあるウラン鉱床には発展しなかった。

1960年以降、結晶質岩類を取り囲んでいる堆積岩類の調査が行われ、燐灰ウラン石と燐銅ウラン石の鉱化作用を伴う小さな鉱体がいくつか各地で発見された。1970年代半ばに、黒色の鉱石を伴うウランの潜頭鉱床が、Köprübaşı 地域の地下水面下で初めて発見された。

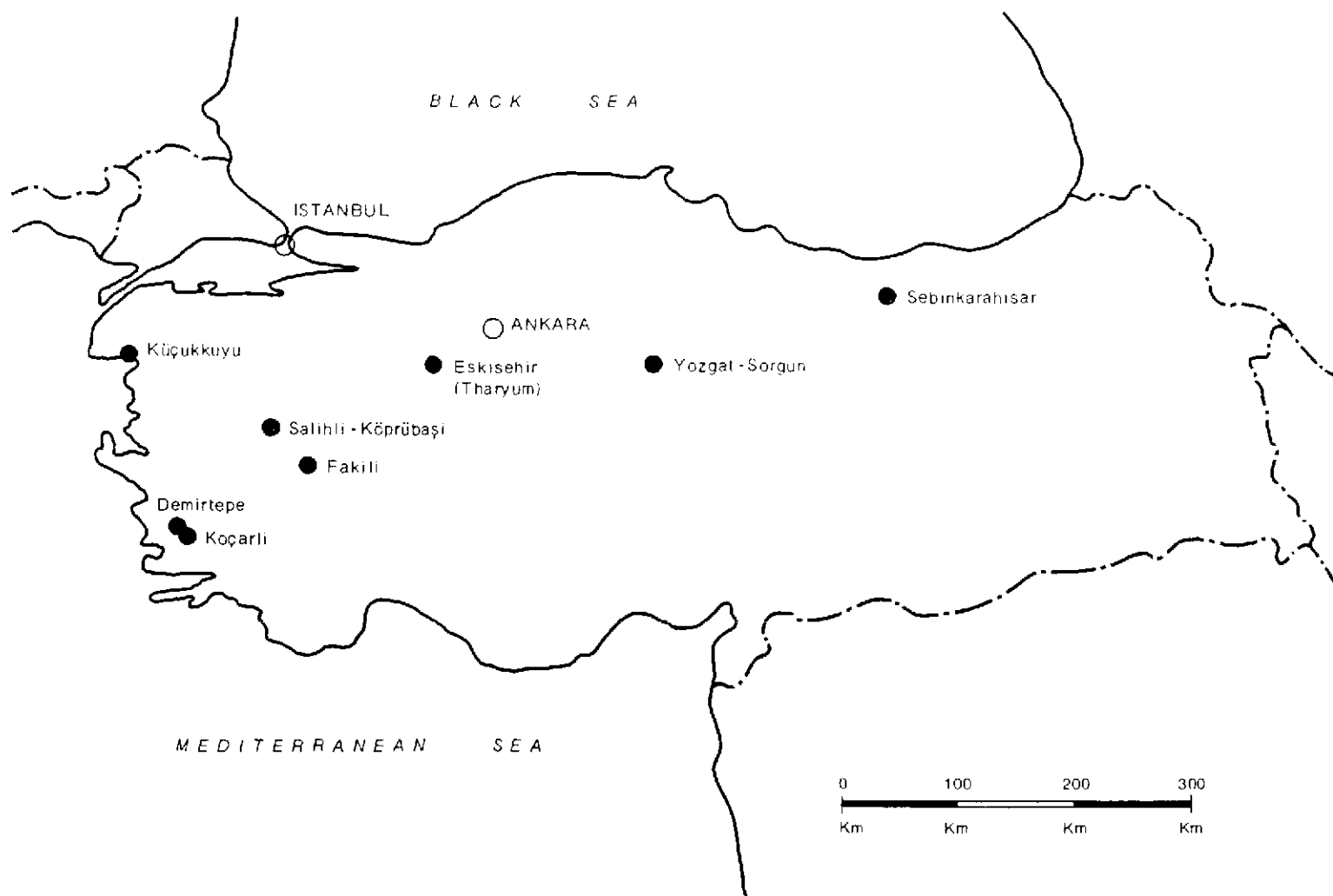
最近及び現在の活動

Anatolia中央部の新しい地域で地表調査と試錐作業が行われている。またエアボーン放射能調査がAnatolia中央部で行われた。

1989年の計画にはAnatolia中央部での探鉱試錐、Anatolia北東部でのエアボーン放射能調査、Anatolia西部での地表放射能調査が含まれている。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	白国通貨	米ドル換算
1983前	240,200	2,313	n. a.	13,940,000
1983	33,641	220	n. a.	2,000,000
1984	30,036	174	350,000,000	1,000,000
1985	31,557	263	597,500,000	1,000,000
1986	6,600	35	700,000,000	1,000,000
1987	885	6	900,000,000	1,000,000
1988	3,437	21	567,000,000	400,000
1989	1,940	24	340,000,000	160,000
計	348,296	3,056	3,454,500,000	20,500,000



ウ ラ ン 資 源

Salihli-Köprübaşı : 鉍床は 100km²の範囲内に10か所で発見されている。鉍床は磷灰ウラン石と磷銅ウラン石のような2次ウラン鉍物を主として含んでいる。ただ1か所だけ例外的に地下水面下に黒色鉍石が産出する。鉍床の多くは河川成の新第三紀堆積岩中に存在する。数個の鉍床は湖成堆積物の基底部近くに賦存している。これらの鉍床の平均品位は0.04~0.05%U₃O₈で、埋蔵量2,578tUである。

Fakili : この鉍床は新第三紀湖成堆積物中に賦存し、1枚のレンズ状のものである。平均品位は0.05%U₃O₈で埋蔵量は432tUである。

Koçarlı : この鉍床は眼球状片麻岩中の非常に小さな新第三紀のベースン中に賦存している。平均品位は0.05%U₃O₈、埋蔵量は424tUである。

Sebinkarahisar : ウランは古生代の花崗岩を覆う始新世の海成堆積層の基底部にある河川成堆積物中に賦存している。平均品位は0.04%U₃O₈で、埋蔵量は254tUである。

Küçükkuyu : 鉍床は火山岩中に賦存している。平均品位は0.08%U₃O₈で、埋蔵量は212tUである。

Yozgat-Sorgun : ウランは始新世のデルタ性及びラグーン性の堆積物中に賦存している。鉍床は平均品位は0.1%U₃O₈で、埋蔵量は2,120tUを含み、EARとして分類される。

Aydın-Demirtepe : 鉍床は片麻岩中の断裂帯に賦存している。平均品位は0.08%U₃O₈で、埋蔵量は1,102tUと見積もられており、EARとして分類される。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

(tU)

主要鉱床または地域	確 認 資 源 (RAR)		推定追加資源 — 分類 I (EAR - I)	
	\$ 80 / kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130 / kgU のコストで回収 可能なもの	\$ 80 / kgU 以下 のコストで回収 可能なもの	\$ 80~130 / kgU のコストで回収 可能なもの
	—	3,900	—	3,222

採鉱ロスと粗製錬ロスは差し引かれていない。

地 質 タ イ プ 別 の 分 布

(tU)

鉱 床 の 型	回 収 可 能 な 資 源	
	RAR	EAR - I
鉱 脈		1,100
砂 岩	3,900	2,100

ウランの生産データ

Köprubasi 鉱床とFakilli鉱床からの鉱石を使用して、パイロットプラントで1975年から1982年までの間、合計1.3 tU₃O₈ (U₃O₈含有量は65%)を生産した。この生産物は貯蔵されている。

イギリス

ウラン探鉱

歴史的概観

1800年代の後半に、特に錫などの他の鉱物の採掘時の副産物としてCornwallで多少のウランが採掘され、また1945年から1951年までの間、1957年から1960年までの間、そして1968年から1982年までの間に、いくらか系統的な探鉱が行われたが、顕著なウラン埋蔵量は発見されなかった。

ウラン探鉱データ 会社の活動

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1983前	1,845	89	--	2,600,000
1983	0	0	--	0
1984	0	0	--	0
1985	0	0	--	0
1986	0	0	--	0
1987	0	0	--	0
1988	0	0	--	0
1989*	0	0		0
計	1,845	89	--	2,600,000

* 計画

ウラン探鉱データ 政府の活動

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1983前	6,800	197	--	1,215,000
1983				
1984				
1985				
1986				
1987				
1988				
1989*				
計	6,800	197	--	1,215,000

* 計画

最近及び現在の活動

1983年以降、すべての探鉱活動は中止されている。

外国での探鉱プログラム

外国におけるウラン探鉱は、民間企業により当該国に設立された独自の子会社あるいは関連会社（例えば、RTZグループ会社のメンバー）を通して行われている。探鉱はまた、英国の民間ウラン消費者に代わって、英国民間ウラン調達組合（British Civil Uranium Procurement Organization ; BCUP0）によって、中央電力庁（Central Electricity Generating Board ; CEGB）を通して行われている。

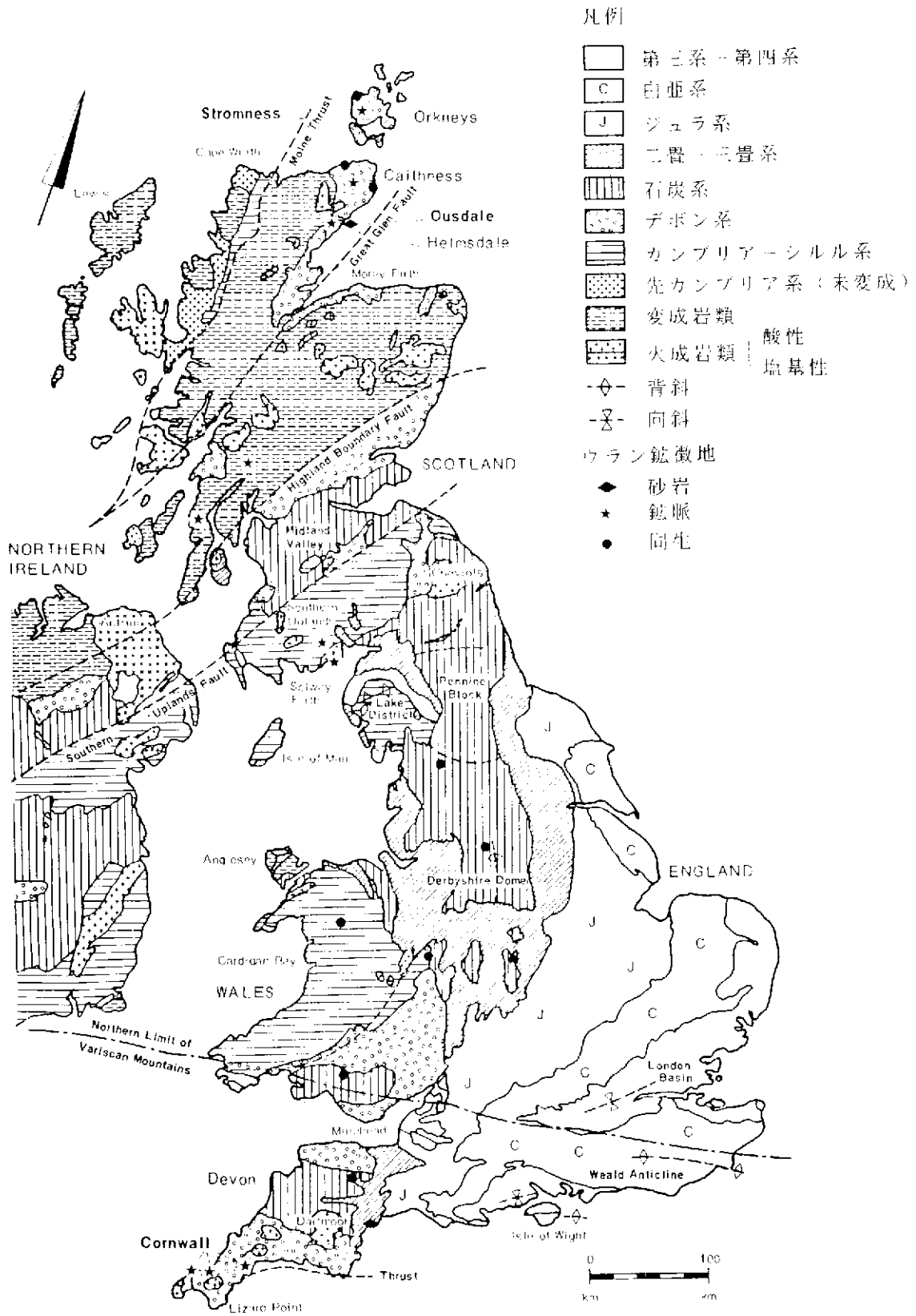
この組合はオーストラリアとカナダに子会社を設立し、現地の事務所により活動を行っている。米国とマラウイにおける単独あるいはジョイントベンチャーでの活動は、なおロンドンの本社が管理している。

民間企業と BCUP0のいずれも、探鉱活動のために英国政府から資金的な援助を受けていない。

外国における探鉱費

(BCUP0のみ)

年	支出国の白国通貨	米ドル	国名
	(1,000ポンド)	(1,000ドル)	
1975 82/83	7,366	—	カナダ, 米国,
1983/4	1,926	2,875	オーストラリア,
1984/5	5,891	7,402	西ドイツ, ボツワナ,
1985/6	8,605	11,854	ケニヤ, マラウイ,
1986/7	4,493	6,705	ボリビア, スーダン,
1987/8	4,027	6,761	ザンビア
1988/9	3,610	5,812	
1989/90	4,871		



イギリスのウラン鉍徴地

ウ ラ ン 資 源

現在イギリスにはウラン鉱床は存在しない。しかしながら、次の2地方にはウラン資源が存在すると考えられている。

England 南西部の金属鉱山地方 (CornwallおよびDevon)

ウランは、デボン紀の変堆積岩と火山岩類中に貫入している鉱脈および網状脈中に、しばしば錫や他の金属に伴って産出しており、含ウランHercynian 花崗岩の縁辺部に関係している。鉱化作用は局部的には中程度の品位 (0.2 ~ 1%U) を示しているが、分布が散らばっている。個々の有望地の資源量は数 100tにどまりである。

Orkeysを含む北部Scotland

Caledonia 期の花崗岩の貫入を受けた北部Scotlandの先カンブリア紀の変成岩類は、造山運動後の河川成および湖成のデボン紀堆積物によって覆われている。ウランは磷酸塩質および炭質の堆積物中に胚胎しており、アルコーズ質砂岩 (Ousdale)中に、また堆積物 (Stromness)とその下位の花崗岩 (Helmsdale)中の断層内に鉱染している。平均品位は0.1%U以下で、資源量は数 1,000tと推定されている。

ウランにとって地質学的に好ましい地域

さらに小規模な資源が、次にあげる国内の前述の地区以外に知られている。

- a) 西部Highlands の上部原生界の変堆積岩を切る岩脈
- b) 南西ScotlandのCaledonia 期の花崗岩周縁のホルンフェルス化したシルル系を切っている岩脈
- c) 中央および南西England の二畳系堆積岩中の酸化還元状態に関係するバナジウムをしばしば随伴するノジュール

1980年以来、イギリスのウラン資源についての地質学的な再評価は行われていない。そして、それ以降の報告は、その初めの見積もりを修正したものを基礎にしている。それ以降、探鉱が行われてなく、発見もない。鉱山業における最近の経済的な変動、特にイギリスの錫鉱業界の縮小を考えると、経済的に回収可能な資源の見積もり値は著しく減少した。

このほかに、EAR IIとSRのそれぞれに対して、\$130~260/kgUのコストで回収可能な資源として1,000tUが見積もられている。

ウラン資源 - 1989年1月1日現在 -

主要鉱床または地域	推定追加分類II		期待資源	
	(EAR-II)		(SR)	
	\$80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$130~260/kgU のコストで回収 可能なもの	\$80~130/kgU のコストで回収 可能なもの	\$130~260/kgU のコストで回収 可能なもの
England 南西部	500*	500*	500*	500*
Scotland北部	500**	500**	500**	500**
計	1,000	1,000	1,000	1,000

* 鉱脈型鉱床
** 砂岩型鉱床

ウランの貯蔵と在庫

	tU	U^{235} %	天然ウラン相当量
a) 天然ウラン	n. a.	-	-
b) 濃縮ウラン	n. a.	-	-
c) 減損ウラン*	12,150	~0.29	2,150
d) 再処理ウラン*	7,400	~0.43	3,300

* 消費者貯蔵

ウ ラ ン 必 要 量

(tU)

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	7.1	1,500	—
1987	8.8	1,550	—
1988	10.00	1,700	—
1989		1,900	—
1990	11.2	1,900	—
1991		1,850	—
1992		1,800	300
1993		2,200	300
1994		1,600	300
1995	10.8	1,700	300
2000	12.7	1,700	300
2005	11.0	1,900	—

* 年末の設備容量

国 の 政 策

外国及び民間企業の参加に関する政策

The UK Atomic Energy Act 1946 では、イギリスのウラン資源に関して、特に情報を得ること（第4項）、補償なしで鉱物を採掘する権利を取得すること（第7項）、英国内で採掘されたウランを補償して取得すること（第8項）及びウランの採掘を規制し、あるいは条件をつけるための認可手続を導入すること（第12項A）に関しては、国務大臣に広範な権限が与えられている。ウランの輸出は、The Import, Export and Customs Powers (Defence) Act 1939に基づき修正されたThe Export of Goods (Control) Order 1970 (SI No. 1288)に規制される。

イギリスでのウランの探鉱・生産・売買への外国企業や民間企業の参加については何の規制もない。

外国での活動に関する政策

外国での探鉱活動に関する特定の政策はない。

ウランの輸出政策

英国はウラン生産国ではなく、また予見しうる将来にウラン輸出国となることはない。

ウランの輸入政策

英国民間ウラン調達組合(BCUPO)が、民間ウラン消費者すべてのために、ウランの供給と将来の調達を管理している。現在は長期契約によって、オーストラリア、カナダ、米国から供給を受けている。イギリスのウラン必要量は1990年代の初期ないし半ばまでは確保されており、その時点には、BCUPOが参加している米国、カナダ、マラウイのウラン資源開発プロジェクトからウランが供給されるであろうと期待されている。

ウランの備蓄政策

イギリスの政策は2年先までの必要量に相当する備蓄を維持することである。ただしその場合、適切な供給源の分散が達成されていなければならない。さらに、備蓄のうちの少量の部分を濃縮ウランの形で保持することも政策となっている。しかし、現時点では備蓄は必要水準以上になっている。1990年代の半ばまでには備蓄量は2年先までの原子が必要量になるものと思われる。

米 国

ウ ラ ン 探 鉱

歴史的概観

米国のウラン探鉱は1940年代末から行われている。初めは米国原子力委員会(AEC)が支援していた。1950年代になって産業界の活動が加速されるにつれて、政府による活動は順次減少していった。国のほとんどの地域で多少の探鉱が行われたが、探鉱努力(特に産業界による)は、Colorado高原、Wyomingベーズン、Gulf Coastal平原のような、既に明確になっているウラン鉱床区内あるいはその周辺部に集中された。米国におけるウランの探鉱では、地球物理、地球化学、そして物理的な種々の技術の組み合わせが用いられている。ウランの鉱化が認められる地域では主たる方法として試錐が行われ、試錐の掘進長がウラン探鉱活動を示す良い尺度となっている。

ウラン価格の上昇と原子力発電所用への大量のウラン需要見込みを反映して、1970年代になって探鉱が急速に活発になった。1948年から1982年までの間に、米国ではウラン探鉱のため、約138,100kmの探鉱試錐と開発試錐が行われた。1978年にはこれまでの最高の試錐が行われ、その掘進長は14,700kmであった。1980年代の前半には地表試錐は減少し、1985年には540kmとなり、それからわずかに増加して、1987年には600km、1988年には920kmとなった。

米国におけるウラン探鉱は歴史的には、Colorado高原、Wyomingベーズン、Texas Coastal平原の砂岩型鉱床が中心となり、一方では、Colorado Front Range、ワシントン州のSpokenなどの地域が、その他の鉱床タイプ(鉱脈型、ルーフペンダント、断層規制)として、過去に注目を集めた。最近最も注目を集めているのは、高品位で比較的小規模な角礫岩パイプが存在するアリゾナ州北部地域である。

最近及び現在の活動

1988年には、32の企業が合計約920kmの探鉱試錐と開発試錐、土地の取得、及びその他の活動を行った結果、総探鉱費は2,000万ドルをわずかに上回ったことが報告されている。この総探鉱費のうちの約44%が外国企業によるものであった。予備的な試算では、1989年の探鉱費は1988年よりも少なくなるであろうとされている。1988年の探鉱は主として、ワイオミング、テキサス、アリゾナの各州で行われた。

米国の会社としてはただ1社だけが、1988年に外国で探鉱を行い、1989年も探鉱を計画してい

ると報告した。

1988年に国内および外国の企業によってウラン探鉱のために保有されていた土地の総面積は6,880km²であった。探鉱のために政府機関によって保有または保持されている土地はない。

米国政府はウラン探鉱のための資金的援助は行っていない。

ウラン業界の探鉱データと探鉱費

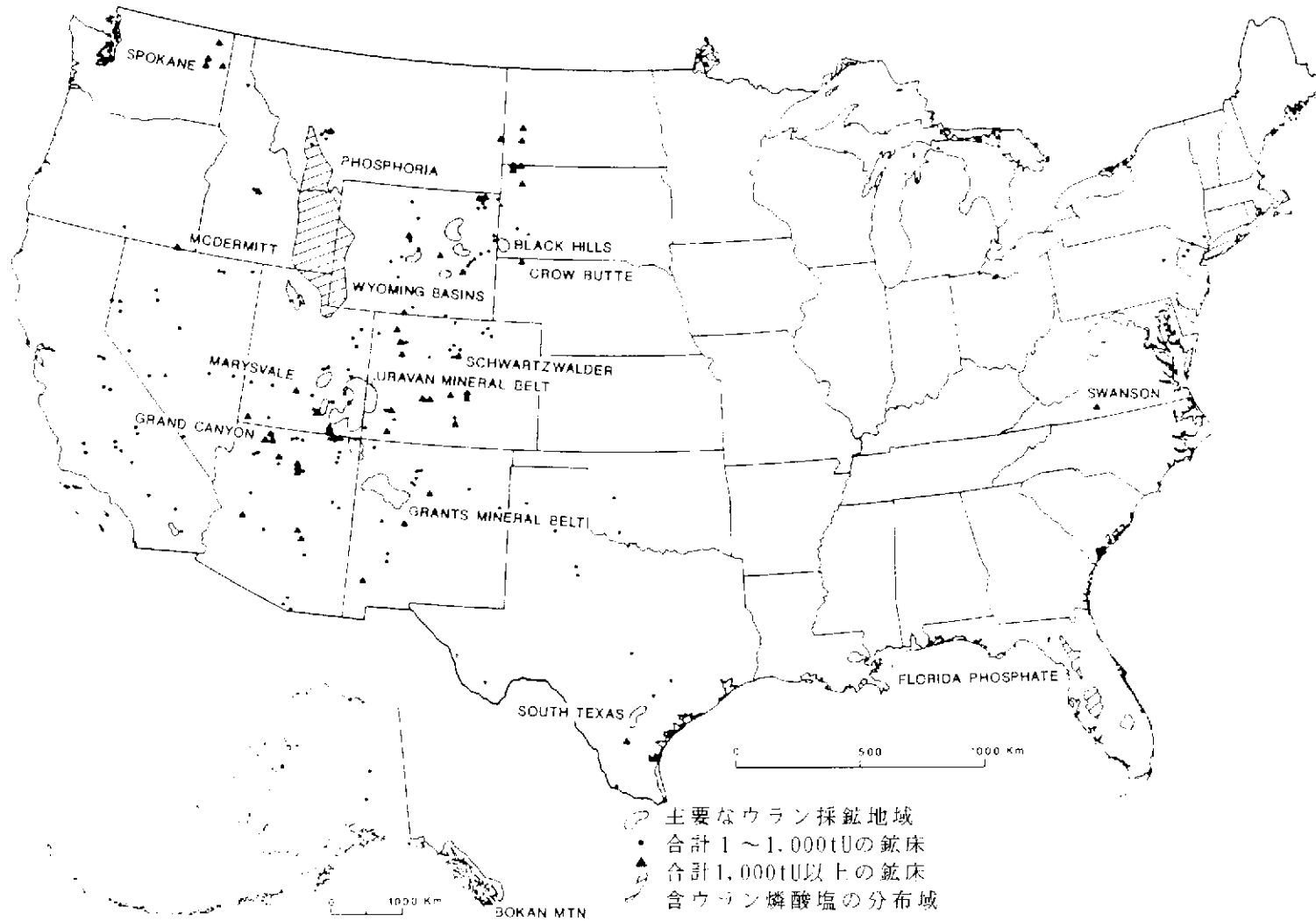
年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m) (×1,000)	孔 数	自 国 通 貨	米 ド ル (×1,000)
1966-1983	116,380	899,000		2,080,000
1983	970	7,300		37,000
1984	780	5,500		26,500
1985	540	3,600		20,100
1986	630	3,800		22,100
1987	600	3,800		20,000
1988推定	920	5,200		20,100
1989*	750	4,200		15,000
計	121,570	932,400		2,240,800

* 計 画

米国政府のウラン探鉱データと総探鉱費

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自 国 通 貨	米 ド ル
1974-1983	160,170	367		324,100,000
1983	0	0		7,200,000
1984	3,100	9		4,800,000
1985	0	0		5,200,000
1986	0	0		3,100,000
1987	0	0		2,000,000
1988	0	0		2,000,000
1989*	0	0		1,800,000
計				

* 計 画



米国のウラン鉱床と主要な採鉱地域の分布

外国における探鉱費

年	支出国の自国通貨	米ドル	国
1975~1982		222,260,000	
1983		4,680,000	
1984		1,830,000	
1985		n. a.	
1986		n. a.	
1987		n. a.	
1988			
1989			

n. a. = 入手不能

ウラン資源

米国では、確認資源と推定追加資源に分類されるウラン資源は、Colorado高原の三疊紀およびジュラ紀の砂岩中の層状鉱床と、Wyomingバースン中央部とテキサス州のGulf Coastal平野の第三紀砂岩中のロール・フロント鉱床が主なものである。

ウラン資源 — 1989年1月1日現在 —

主要鉱床または地域	回収可能な資源* (tU)			
	確認資源		推定追加資源 — 分類 I	
	(RAR)		(EAR I)	
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコストで回収可能なもの
ニューメキシコ	68,100	103,800		
ワイオミング	26,200	107,700		
テキサス	3,100	7,700	EAR-II と分けることができない。	
アリゾナ・コロラド・ユタ	5,400	30,800		
その他	8,500	16,200		
計	111,300	266,200		

* 可採鉱石から回収可能なウラン量

ウラン資源の見積もりには、1974年から1981年まで続けられたNUREプログラムのもとで得られた大量のデータを利用した。これらは、民間のウラン会社から集められたデータ及び米国原子力委員会がウラン探鉱を始めた1940年代後半以来蓄積されたデータからなる。現在の資源評価に寄与している総合資源データベースには、業界が実施した数10万の試錐孔、エアボーン放射能調査、地下水・河川水・河川堆積物のサンプリングと分析、不十分な地下情報を補足するための選択的な試錐、及び広範囲にわたる野外地質調査の結果が含まれている。

ウラン資源の評価には2つの方法が用いられている。確認資源（RAR）の工学的計算は特定の鉱区における試錐孔からのサンプル結果に基づいている。推定追加資源と期待資源の見積もりは地質的類似性に基づいている。

より高コストの資源

主要鉱床または地域	回収可能な資源* (tU)	
	\$ 130~260/kgU のコストで回収可能な確認資源	\$ 130~260/kgU のコストで回収可能な推定追加資源—分類 I
ニューメキシコ	86,900	EAR-II と分けることができない。
ワイオミング	99,200	
テキサス	10,400	
アリゾナ・コロラド ・ユタ	15,000	
その他	11,200	
計	222,700	

* 採鉱ロスは差し引かれている。

より高コストの追加資源

(EAR-II 及び SR)

(tU) *

\$ 130~260/kgU のコストで回収可能なもの	
EAR-I および II	SR
542,300	473,000

* 原位置

推定追加資源分類 - I と II 及び期待資源

- 1989年1月1日現在 -

(tU) *

主要鉱床, 地方, または地域	推定追加資源 - 分類 I, II (EAR - I, II)		期待資源 (SR)
	\$ 80/kgU 以下のコスト で回収可能なもの	\$ 80~130/kgU のコスト で回収可能なもの	\$ 130/kgU 以下の コストで回収可能な もの
Colorado高原	169,200	157,700	176,900
Wyomingベーズン	69,200	80,800	65,400
Gulf Coast	146,200	46,200	69,200
北部 Rockies	7,700	19,200	57,700
Colorado, 南部 Rockies	53,800	15,400	53,800
Basin & Range	23,000	46,200	73,100
その他	46,200	26,900	250,000
計	515,300	388,500	746,100

* 原位置

非在来型または副産物資源

次に掲げる磷酸塩の処理から副産物として生産可能なウランの見積もりは、前表のRAR, EAR, またはSRの見積もりには含まれていない。

鉱床名	位置	鉱床の型	tU*	品位	生産センター
フロリダ 磷酸塩	フロリダ	含ウラン磷酸塩	33,000	0.010%	米国南東部の 磷酸工場

* 回収可能な量

ウ ラ ン の 生 産

歴史的概観

1940年代初めには、軍用ウランの需要を満たすために、ベルギー領コンゴとカナダからの生産に加えて、Colorado高原地域の古い鉱滓が処理された。Colorado高原でこの時期に使われた粗鉱の粗製錬法は、数段の選択的沈殿に基づいた浸出液からのウラン回収で、40年前に使った方法とほとんど変わっていなかった。

原子力法（Atomic Energy Act of 1946）の施行を受けて、いろいろな形の支援により探鉱と採鉱が奨励された。これらの刺激策によって、米国西部の既知可採埋蔵鉱量は、1946年の約 100 万tから1959年の 8,000万tへと増加した。

ウ ラ ン 生 産 量

tU（精鉱中）			
年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1983前	281,800	10,000	291,800
1983	6,000	2,200	8,200
1984	3,700	2,000	5,700
1985	2,300	2,000	4,300
1986	3,400	1,800	5,200
1987	3,300	1,700	5,000
1988	2,700	2,350	5,050
1989*	2,400	2,200	4,600
計			

* 推定

鉱石処理法の開発プログラムが、1944年から1958年まで、20以上の別々の企業体との契約によって、政府の支援を受けて進められた。この期間に得られた知識には多くの民間会社の貢献も大きかった。主要な開発事項は、浸出液の濃集と精製についてのイオン交換樹脂と溶媒抽出法の適用と化学的凝集剤の改良であった。運転技術と装置設計の改良が、鉱石処理法の信頼度の向上と高純度の最終精鉱の生産に貢献した。開発期間中に処理コストは着実に下がっていった。

1960年から1962年の生産ピーク時には、24ないし26の粗製錬所が操業し、年間 725万t の鉱石処理によって、年間13,000tUを超えるウランが生産された。1962年から1967年までの期間には、

いくつかの理由によって、操業中のウラン粗製錬所の数と生産量は著しく減少した。1957年頃には、大量の埋蔵量が開発され、政府の買上げ契約の拡大（探鉱に対する主要な刺激）により1966年までの政府の必要量を超える量に達するであろうということが明らかになった。1958年に AEC はそれ以降に開発された鉱床からのウラン買い取り提案を撤回した。これによって、契約終了後に粗製錬所が閉鎖され、あるいは1970年代まで期間を延長するいわゆる引延し契約が行われる結果になった。これらの契約によって、政府購入量は減少し、原子力発電の発達が十分でなく、大量の商業用需要が生まれていなかった漸移期のウラン産業界の苦痛を和らげることができた。1960年代の初めに生産量が著しく減少した後、1970年代には産業界は復元し、1980年にはほぼ17,000tUのウラン生産の最高記録を作った。1981年1月1日現在には、22の在来型粗製錬所、11のソリューションマイニング施設と粗製錬施設、8つの燐酸からのウラン回収施設、2つの酸化銅浸出液からのウラン回収施設があった。原子力発電所の新規発注が止まり、ウラン需要が大きく減少したことにウラン業界が気づき始めたときに、ウラン生産は再び劇的な低下を示した。1984年の終わりには、わずかに8つの在来型粗製錬所が運転されているだけで、14工場は操業を中止していた。多数の非在来型ウラン回収プラントもまた活動を休止していた。

生産の現状

1988年末現在の在来型粗製錬所は、運転中および休止中のもの合わせて14工場があり、その設備容量は27,750t/日であった。同年末には、ユタ、テキサス、ニューメキシコの各州それぞれただ1つの粗製錬所が運転されているにすぎなかった。そのほかに、ソリューションマイニング施設6か所と銅浸出液および燐酸からの副産物としての回収施設5か所が運転されていた。1988年中にユタ州では在来型粗製錬所1か所が運転を中止した。Chevron-TOTAL は、テキサス州で新しい露天掘り鉱山からウラン生産を開始した。その鉱石はChevron 社のHobsonテキサス粗製錬所で処理されている。

ウラン産業における雇用

10年前には米国のウラン鉱業は約20,000人を雇用していた。10年後の今日に至るまで雇用は減少を続け、この産業における雇用は1980年の雇用の約1/10に減っている。

現存の生産センターにおける雇用

年	人・年
1980	19,920
1981	13,680
1982	8,970
1983	5,620
1984	3,600
1985	2,450
1986	2,120
1987	2,000
1988	2,140
1989*	2,000

* 推定

ウラン産業の所有権構造

米国の国内ウラン生産を生産者別に分けると次のようになる。

- 74.3% 国内民間企業 (63.7% 鉱山会社 ; 7.7% 石油会社 ; 2.9% 電力会社)
- 20.3% 外国民間企業 (スイスおよび西ドイツ …… 8.9% 電力会社 ;
フランス …… 7.5% 石油会社 ;
カナダ・その他 …… 3.9% 鉱山会社)
- 5.4% 外国政府機関 (フランス …… 5.4%)

将来の生産センター

新規の原子力発電所の建設計画がないことと、米加自由貿易協定が調印されたことによって、米国産ウランに対する需要は引続き低いということが予想されている。在来型の採鉱・粗製錬プロジェクトのいくつかが放棄され、ウラン生産会社は時として厳しい生産縮小に追い込まれている。ウラン産業から離れていった企業には、Atlas, Kerr McGee, Anaconda, Exxonなどがある。Rio Algom はユタ州の事業所を閉鎖したが、ニューメキシコ州とワイオミング州のKerr McGeeの鉱区を買収した。在来型のウラン生産施設とは対照的に、いくつかの新しいインシチュリーチング施設がテキサス州、ワイオミング州、ネブラスカ州で建設された。

1989年1月1日現在操業中のウラン粗製錬所ならびにプラント

<u>在来型粗製錬所</u>	<u>位 置</u>	<u>公称設備容量</u> (鉱石t/日)	<u>操業開始</u> (年)
Chevron Resources	Hobson, Texas	2,300	1979
UMETCO/ENF	Blanding, Utah	1,800	1980
Homestake Mining	Grants, N.M.	<u>3,100</u>	1958
計 (1989年1月1日現在操業中の粗製錬所)		7,200	

インシチュリーチングプラント 1988

Converse County JV	Highland, Wyo.		1988
Everest Minerals	Hobson, Texas		1988
Malapai Resources	Irigary, Wyo.		1988
Malapai Resources	Holiday, Texas		1976
TOTAL Minerals	West Cole, Texas		1987
Uranium Resources	Kingsville, Texas		1988

磷酸および銅の副産物

Energy Fuels Nucl.	Bingham Canyon, Utah		1977
Freeport-McMoran	Uncle Sam, La. と Sunshine Bridge, La.		1978
IMC Corp.	New Wales, Fla. と Plant City, Fla.		1978

1989年1月1日現在休止中のウラン粗製錬所

Cotter Corp	Canon City, Colo.	1,100	1958
Dawn Mining Co.	Ford, Wash.	400	1957
Quivera Mining	Grants, N.M.	6,350	1958
Minerals EExpl.	Red Desert, Wyo.	2,700	1980
Pathfinder Mines	Gas Hills, Wyo.	2,500	1958
Pathfinder Mines	Shirley Basin, Wyo.	1,600	1971
Plateau Resources	Ticaboo, Utah	900	1982
Rio Algom Corp.	La Sal, Utah	700	1972
UMETCO	Natrona Cty., Wyo.	1,300	1958
UMETCO	Uravan, Colo.	1,200	1948
Western Nuclear	Wellpinit, Wash.	<u>1,800</u>	1978

計 (1989年1月1日現在休止中の粗製錬所) 20,550

短期の生産能力

A: 在来型資源

(tU/年)

年	予 測 I			予 測 II		
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの			\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの		
	現存および決定済のセンター	計画中および予測のセンター	計	現存および決定済のセンター	計画中および予測のセンター	計
1990	4,300	—	4,300	10,800	200	11,000
1991						
1992						
1993						
1994						
1995	2,100	1,200	3,300	5,700	2,800	8,500
1996						
1997						
1998						
1999						
2000	1,000	1,200	2,200	2,500	2,400	4,900
2005	1,000	1,200	2,200	2,000	1,600	3,600

B: 非在来型資源

(tU/年)

年	予 測 I			予 測 II		
	\$ 80/kgU 以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの			\$ 130/kgU 以下のコストで回収可能な資源に支えられるもの		
	現存および決定済のセンター	計画中および予測のセンター	計	現存および決定済のセンター	計画中および予測のセンター	計
1990	3,300	—	3,300	3,500	100	3,600
1991						
1992						
1993						
1994						
1995	2,500	1,400	3,900	2,600	3,100	5,700
1996						
1997						
1998						
1999						
2000	2,100	1,400	3,500	2,100	3,500	5,600
2005	1,800	700	2,500	1,800	1,800	3,600

ウランの貯蔵と在庫

a) 天然ウランの貯蔵 (tU)

	U ₃ O ₈ (A)	UF ₆ (B)	計 (A+B)
政府貯蔵** **	30,800		
生産者貯蔵	7,400		
消費者貯蔵	31,300		
計	69,500		

b) 濃縮ウランの貯蔵 (tU)

	tU	U ²³⁵ %	天然ウラン 相当量
政府貯蔵*** ****			14,100
生産者貯蔵			40
消費者貯蔵			16,650
計			30,790

c) 減損ウランの貯蔵** (tU)

(濃縮工場のテイル)

	tU	U ²³⁵ %	天然ウラン 相当量
政府貯蔵	34,000	0.30	16,900
	104,600	0.25	

* UF₆。顧客から供給されるウランを除く

** 1988年9月30日現在

*** 処理過程中および高廃棄濃度の政府所有ウランを含む。顧客のウランを除く。

ウ ラ ン 必 要 量

(tU)

年	設備容量* (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	85	11,800**	
1987	94	11,150**	
1988	95	14,190	
1989	97	13,350	
1990	97	13,420	
1991	102	13,350	リサイクルの計画はない
1992	102	12,540	
1993	102	13,500	
1994	102	12,770	
1995	102	12,770	
2000	103	14,080	
2005	103	13,620	

* 年末の設備容量

** 過去の原子炉必要量は濃縮フィードの実際の引渡し量である。

国 の 政 策

民間および外国会社の参加に関する政策

米国政府は天然ウランの探鉱・生産・市場活動を行わない。しかし政府は国内および外国の両方の顧客に対して濃縮サービスを提供する。国内あるいは外国の民間企業がウランの探鉱・生産・市場活動を行うことについては何らの規制もない。現在いくつかの外国企業が米国内でウラン鉱業権を所有している。

外国での活動に関する政策

米国の政府は外国でのウラン探鉱・生産に参加していない。外国で米国の民間企業がウランの探鉱あるいは生産を行うことを規制する米国の政策はない。

1940年代の終り頃から1950年代にかけての米国の国防計画を支援するために、米国政府は特にカナダ、オーストラリア、コンゴ、南アフリカなど多くの国とウランの購入契約を結んだ。しかし国防のための必要量が充足された後は、すべての契約は廃止された。

ウランの輸出政策

いかなる国についても、天然ウランを輸出する場合、一度に1 kg以下あるいは1年に100kg以下の量の場合を除き、原子力規制委員会(NRC)の特定の認可が必要である。米国から濃縮ウランを輸出する場合も事前に特定の認可が必要である。認可発行の際の基準には次の事項が含まれる。すなわち、その輸出が米国の防衛と安全保障に対して不利にならないこと、そしてその輸出は（最終的に原子力を利用しようとする時には）協力協定の条件に従うものであるということである。その協力協定の条件とは次の事項からなっている。すなわち、保障措置が適用されることの保証；核爆発に使用せずあるいは核爆発装置の研究に使用しないこと、そして適切な物理的安全対策を維持することである。協力協定で特別に明記されている場合を除いて、米国から輸出されたウランは、事前の米国の承認なしに、(1)濃縮あるいは再処理によって形を変えたり、含有量を変えることはできず、あるいはまたそのウランを、(2)1つの協力協定から別の協力協定に移しかえて用いることはできない。

ウランの輸入政策

現在のところ、南アフリカからのウランを除いて、天然ウランを米国に輸入することについての規制はない。1986年の終わり頃に、米国議会は「包括的反アパルトヘイト法1986」を通過させ、それによって1987年1月1日以降、南アフリカならびにナミビアから米国へ、ウラン鉱石とウラン酸化物(U_3O_8)を輸入することが禁止された。1987年3月10日に米国財務省は最終的な規則を公布した。それには、ウラン鉱石あるいはウラン酸化物が米国以外の国でUF₆あるいは濃縮ウランに実質的に変換されたものは、その輸入制裁措置の対象とはならず、米国へ持ち込むことができることが規定されている。

南アフリカに対するものを除いて、現在のところ、米国内の最終消費者のために濃縮される他の外国産の天然ウランの量については、米国政府による規制はない。しかしながら、外国産のウランに対して過大に依存することが米国のウラン産業の存続性にとって有害な影響を与える可能性があり、将来のエネルギー必要量を十分に満たす米国の能力が減少することによって国家安全保障が損なわれるかもしれないという懸念が増大している。そのような懸念を緩和するために、エネルギー省長官は、国内のウラン採鉱・粗製錬産業ならびにその存続性について引き続いて監視し、否定的な展開があるかを評価している。

ウランの備蓄政策

米国はウランの国家的な戦略備蓄の維持に関する特別の政策をもっていない。政府のウラン濃縮工場の濃縮作業に必要な量、その他の政府使用量、および産業界への緊急時供給用として多量の備蓄がある。

米国政府は、濃縮ウランを予定通り引き渡せるように、濃縮工場に操業用在庫を維持している。濃縮工場をスムーズに運転させるためには、45日分の天然ウランの操業用在庫が必要である。濃縮工場が定常状態で運転されている時には、UF₆として約3,000tのウランが必要である。濃縮業務の顧客に対して契約スケジュール通りに引渡すことを保証するためには、120日分の濃縮ウランの操業用在庫が必要である。米国の濃縮工場が定常状態で運転されるためには、約500万～600万分離作業単位を含む濃縮ウランが必要であり、これには約7,000～8,000tの天然ウラン相当量が必要である。

現在の米国政府の濃縮ウラン在庫量は1,100万分離作業単位であることに注目する必要がある。しかしながら、1年以内に濃縮ウランの在庫量は約500万分離作業単位に引き下げられるものと思われる。

ウルグアイ

ウラン探鉱

歴史的概観

ウルグアイにおけるウラン探査は1950年代に始まり、常に国有企業によって進められてきた。1960年代半ばまでの作業の多くはカーボン放射能調査であった。

1968年から1969年にかけて、Cerro Largo 県の二畳一石炭紀の堆積層中の種々の異常に対する調査が行われた。わずかの試錐によって、平均700ppmの移動性ウランを含む褐鉄鉱質細粒砂岩層が発見された。およその見積もりで約2,000tのウランの存在が明らかにされた。

1971年から1975年にかけて、ウルグアイ原子力機関 (Uruguayan Atomic Energy Agency : CNEA) は、各地方で一連のカーボン放射能調査を行った。この作業は1975年にIAEAの調査団によって再検討され、同調査団は二畳一石炭紀およびデボン紀のベースンの縁辺地域の空中探査を含めた作業プログラムを勧告した。

1977年には、詳細な探鉱を実施する地域を明らかにする目的で、ウルグアイの広い地域に対して、空中探査が開始された。21,435km²の地域で500m×500mの基本グリッドに沿って3年にわたる調査がおこなわれ、飛行測線は37,900kmに及んだ。調査地域はCerro Largo, Tucuarembó, Durazno, Treinta y Tres, Lavallejo, Rocha, Maldonado, Floridaの各県であった。更に詳細な調査を行うに値する種々の異常が検出された。

詳細な追跡作業が、Cerro Largo 及び Las Cañas地方で実施された。その作業は、地質図作成、地化学的なサンプリング、放射能調査、ラドン調査、及び少量の試錐であった。

1981年4月、全国的規模の鉱物探査プロジェクトが、ウルグアイ政府とBRGM (フランス) との契約の枠内で発足した。適用された方法は放射能調査、地化学探査、物理探査、及び試錐である。第1期のプロジェクトは1983年8月に終了した。有望な地域が明らかにされ、ウランの鉱徴地が発見された。

1985年の初めに終了した第2期のBRGMプロジェクトは、ウルグアイ北東部の二畳一石炭紀の堆積ベースンを調査する試錐プログラムであった。鉱山・地質局 (National Directorate of Mining and Geology : DVMG) の技術者がその試錐プログラムに対して地質的な支援を行った。その他に、上部原生界の結晶質基盤岩中の有望地区がDVMGによって評価された。この作業は1986年にも続けられた。

ウ ラ ン 探 鉱 デ ー タ

年	地 表 試 錐		総 探 鉱 費	
	メートル (m)	孔 数	自国通貨	米ドル換算
1983前	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1983	1,077	12	—	31,500
1984	1,662	8	—	52,300
1985	—	—	—	33,600
1986	—	—	—	28,800
1987	—	—	—	27,200
1988	—	—	—	28,300
1989*	—	—	—	30,000
計	2,739	20	n. a.	231,700

* 計 画

最近及び現在の活動

1987年と1988年には、合計 1,200km²に及ぶ4つの広い地域の評価が続けられた。調査にはトレンチ、ビット、坑道の掘削のほかに、放射能調査、岩石の地化学的調査、電気物理探鉱、詳細な地質図の作成が含まれていた。この調査の結果、1989年に更に評価を行うべき有望地区が3か所明らかにされた。

現在のところ、政府支出によってDNMGにより行われるウラン探鉱のために、約70,000km²が保有されている。

ユーゴスラビア

ウラン探鉱

歴史的概観

Zirovski vrhウラン鉱床地域における広域的な探査は、およそ1960年に始まった。ベルグラード地質研究所 (Geoinstitute of Belgrade) が、地質的、地化学的方法、及び放射能調査を用いて探鉱を行った。1961年にはこの計画に引き続いて、地表試錐と坑道探鉱が行われた。

1970年以降この探鉱プロジェクトはスロベニア地質調査所 (Geological Survey of Slovenia) によって実施され、1978年の鉱山地質部の新設後はその技術者によって実施された。しかし、地表試錐は依然として地質調査所が担当した。

ウラン探鉱データ

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル (m)	孔数	自国通貨*	米ドル換算
1983前	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1983	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1984	970	3	25	75,000
1985	1,230	4	50	175,000
1986	1,210	4	125	295,000
1987	500	1	25	40,000
1988	900	2	200	85,000
1989**	500	1	450	25,000
計	5,310	15	875	795,000

* Zirovski vrh鉱床での探鉱に係るもの

** 計画

最近及び現在の活動

現在鉱床の周辺 3 km²の地区において、400×200mグリッドで深度 600mの地表試錐が行われている。

ウラン資源

ウラン資源についての情報は入手されていない。

ウ ラ ン の 生 産

スロベニアのZirovski vrh鉱山は、ユーゴスラビアにおける唯一のウラン鉱山である。この鉱山では、二畳紀の Groeden累層の褶曲した灰色砂岩中に胚胎するウラン鉱床が採掘されている。1982年に鉱山開発が始まり、1984年に粗製錬所が操業を開始した。現在の生産能力は年産 102tU である。

この鉱床は運搬坑道と通気立坑をもった坑内掘り鉱山として開発されている。鉱床は鉱化作用を受けた粗粒砂岩中の多数の小鉱体からなっており、ルームアンドピラー法とカットアンドフィリング法によって採掘されている。

プラントの技術的な詳細は、“現存の生産センター”の表に要約されている。

現 存 の 生 産 セ ン タ ー

名 称	Zirovski vrh
操業開始	1985年
操業状況	生産中
鉱石の供給源	
鉱 床 名	Zirovski vrh
鉱床の型	砂 岩
採鉱作業	
方 式	坑内掘り
規 模 (鉱石t /年)	160,000
平均実収率%	65
鉱石処理施設	
方 式	2 段酸浸出 / 溶媒抽出
規 模 (鉱石t /年)	600
平均鉱石処理実収率%	90
公称生産容量 (tU /年)	102
拡張計画	なし
その他特記事項	なし

ウ ラ ン の 生 産

tU (精鉱中)

年	生産物の供給源		
	在来型資源	非在来型資源	計
1985	30	—	30
1986	59	—	59
1987	72	—	72
1988	80	—	80
1989*	85	—	85
計	326	—	326

* 推 定

現 存 生 産 セ ン タ ー の 雇 用

年	人・年
1985	420
1986	460
1987	470
1988	490
1989 *	490

* 推 定

Zirovski vrhウラン鉱山は、スロベニア社会主義共和国によって 100パーセント所有されている。

2005年までのZirovski vrh鉱山の短期的生産能力は、次の表の通りである。

短期の生産能力の予測

(tU/年)

\$ 130/kgU以下の資源によって支えられるもの			
年	現存および決定済み		
	RAR および EAR I	非在来型資源	計
1990	102	—	102
1991	102	—	102
1992	102	—	102
1993	102	—	102
1994	102	—	102
1995	102	—	102
1996	102	—	102
1997	102	—	102
1998	102	—	102
1999	102	—	102
2000	102	—	102
2005	102	—	102

同様に、Zirovski vrhの現存の生産センターを基にした長期的生産能力は、次の表の通りである。

長期の生産能力の予測

(tU/年)

\$ 130/kgU以下の資源によって支えられるもの			
年	現存および決定済み生産センター		
	A RAR および EAR-I	B 非在来型資源	計 A + B
2000	102	—	102
2005	102	—	102
2010	102	—	102
2015	102	—	102
2020	102	—	102
2025	102	—	102
2030	102	—	102

ウランの貯蔵と在庫

a) 天然ウランの貯蔵 (tU)

	天 然 ウ ラ ン		
	精 鉱 中 (A)	精 製 品 (B)	計 (A + B)
生産者貯蔵	85	—	85
計			85

b) 濃縮ウランの貯蔵 (tU)

	濃 縮 ウ ラ ン		
	tU	U ²³⁵ %	天然ウラン 相 当 量
生産者貯蔵	7.8	4.3	76
計			76

電気事業者が必要とする貯蔵水準は、濃縮ウラン10.6t(U²³⁵4.3%)である。現在の貯蔵水準はこれ以下である。1991年には必要な貯蔵水準に達するものと予想されている。

ウ ラ ン 必 要 量

1983年1月に商業運転を開始した発電容量632MW(e)の PWR 1 基をもつ Krsko原子力発電所の天然ウラン必要量は次の表の通りである。

ウ ラ ン 必 要 量 と 設 備 容 量

年	設 備 容 量 (GWe)	原子炉関連必要量 (tU)	再処理生産物のリサイクル から予想される節約量 (天然ウラン相当量, tU)
1986	0.6	102	n. a.
1987	0.6	102	
1988	0.6	102	
1989	0.6	102	
1990	0.6	102	
1991	0.6	102	
1992	0.6	102	
1993	0.6	102	
1991	0.6	102	
1995	0.6	102	
2000	0.6	102	
2005	0.6	102	

国 の 政 策

ユーゴスラビアでは追加の原子力発電所の建設は一時停止の状態になっている。ウランの輸入に関しては、Zirovski vrh鉱山が 102tUの年間必要量を生産することができるまで、輸入が必要である。

ザンビア

ウラン探鉱

歴史的概観

1940年代に Kitwe の Mindola 銅鉍山でウランが初めて発見された。この鉍床は1957年と1959年の間に採掘が終了した。この鉍床は原生代の Katanga 累層群の下部に見出された。地質調査所によるカーボン放射能調査によって、Karoo 堆積物（石炭紀ないしジュラ紀）中でウラン異常が発見された。Mwinilunga Mines が、北西部州でエアボーン放射能調査を行い、Domes 地域の Katangan 変堆積岩中で別のウラン異常を発見した。1967年から1976年にかけて、第四紀の砂によって大部分が覆われている西部の州を除いて、政府は全国的なエアボーン調査を行った。その目的は、Karoo 系と Karoo 系よりも古い岩石の両方の鉍物探査を早急に行うこと、ウラン探鉱者を引きつけること、そして鉍業活動をカッパーベルト地域からこの国の他の地域へ分散させることであった。

国内では現在までの間、民間企業がウランの探鉱を行ってきている。これらは、1970年以來の Agip SpA、1973年以來の動燃事業団 (PNC)、1980年以來の Saarberg Interplan Uran GmbH である。Agip SpA は、Zambezi Valley 中央部 (Kariba 湖の北) および北西部州に探査権を保有している。動燃事業団は Zambezi Valley 中央部に 1 か所だけ探査権を保有していたが、その後ザンビアにおける探鉱作業を終了した。Saarberg Interplan Uran GmbH は、Zambezi Valley 中央部、Luangwa 地域、北西部州へ伸びるカッパーベルト地域に探査権を保有している。1982年に Cogema は Agip とのウラン共同探鉱プログラムに参加した。Zambezi Valley 中央部および北西部州 (Domes 地域) での本格的な試錐作業を中心とした調査によって、Karoo 堆積物の上部にウラン異常あるいはウラン鉍徴地が発見された。一方 Domes 地域では Katanga 累層群の下部にウラン異常あるいはウラン鉍徴地が発見されている。動燃事業団の Lundazi 探査権地域での探鉱は、上部 Karoo 層と基盤との接触部で、多少のウラン鉍化作用が明らかにされたにすぎなかった。

1970年代にウラン探鉱活動が増大したので、議会条令が通過して、指定鉍物・材料委員会 (PMMC) が設置された。この委員会は、放射性鉍物の探鉱・採鉱・市場活動の規制と管理を託された。また未だ国際社会に受け容れられていないが、この国の利益になるような方法で、放射能廃棄物の処理を託された。

1981年には、国際ウラン資源評価計画 (IUREP) の Orientation Phase mission 段階調査団によ

る調査が行われた。

最近及び現在の活動

動燃事業団、Agip、Cogema、Saarbergの外国企業がそれぞれのプロジェクトを終了させ、あるいは休止させたために、1987年と1988年には政府機関による探鉱活動が、この国における唯一の活動であった。

IAEAからの支援を受けてPMMCと地質調査所は、ウランの鉱化作用が存在する可能性のある対象地域を明らかにするために、地質調査、放射能調査、地化学探査のデータの解析を行っている。このプログラムでは、過去に民間企業によってほとんどあるいは全く注目されていなかった基盤岩および花崗岩地域に重点が置かれている。

ウラン探鉱データ*

年	地表試錐		総探鉱費	
	メートル(m)	孔数	自国通貨	米ドル換算
1983前	171,273	993	n. a.	n. a.
1983	13,369	26	n. a.	n. a.
1984	55,321	81	n. a.	n. a.
1985	2,793	14	n. a.	n. a.
1986	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1987	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1988	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
1989	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
計	242,956	1,114	n. a.	n. a.

* 1986年と1988年のレッド・ブックのデータに基づく

1989年に新しいプログラムが開始された。その目的は、既存の河川堆積物の地化学探査の結果を示したウランの地球化学地図帳を作成することである。このデータは、地質図および物理探査図を組み合わせて、ウラン探鉱会社がウランポテンシャルの最も大きい地域を選ぶのを奨励し援助するための助成的な資料集の作成に用いることを目的としている。

ウ ラ ン 資 源

ウランの鉱化作用は、Katanga期の先カンブリア紀変堆積岩および、二畳-三畳紀の上部Karooの碎屑岩中で知られている。カッパーベルトの Mindola地域の含銅堆積岩中に存在した小規模鉱床は採掘されてしまったが、カッパーベルトにそのような他の鉱床が存在する可能性を見過ごすことはできない。民間企業による Katanga変堆積岩地域での積極的なウラン探鉱によって、北西部州の Domes地域で、小規模で孤立しているが、中程度の品位の鉱床が発見されている。いくつかの民間企業によって探査された Karro堆積岩では、浅いが低品位の小規模鉱床がいくつか発見された。

Karoo 層の碎屑岩および Katanga変堆積岩に加え、他の有望な対象地域として、ザンビア西部の表成のカルクリート、花崗岩地域、湖地域の沼地堆積物、及び Mporokoso層と基盤岩との不整合がある。

ザンビアには中程度のウランポテンシャルがあることが示されている。しかしながら既知資源量の見積もりはできない。

この国の広大な地域はまだ評価されずに残されている。期待資源量は35,000tUと見積もられている。

ウ ラ ン の 生 産

唯一のウラン生産は、カッパーベルト地域の Kitweにあった Nkana銅鉱山で、1950年代の初めに行われた。品位0.19%U で採掘されたウラン鉱石約100,000tから、約 100tUのウランが生産された。上部原生界 Katanga変堆積岩のRoan累層の下部に胚胎する層準規制の銅鉱床の“不毛帯”にウランの鉱化作用が産出していた。

国 の 政 策

外国の企業は、指定鉱物・材料委員会と協定を結べば、自由に探鉱活動を行うことができ、これらの企業には採掘権が与えられる。しかし、指定鉱物・材料委員会は、ウランを採掘し輸出する権利をもち、またこの権利を指定鉱物・材料委員会と協定を結んだいかなる企業に対しても譲渡することができる権利を与えられている。

第 VII 部

地 図

第VI部の国別報告では例外的な場合だけ参考として地図を付した。

しかし、本報告書の第VII部では、主要なウラン鉱床および鉱徴地の位置を、オーストラリア、アフリカ、ラテンアメリカ、北アメリカ（グリーンランドを含む）及び CPE域外ヨーロッパの各大陸について示す。

オーストラリアのウラン鉱床と鉱徴地

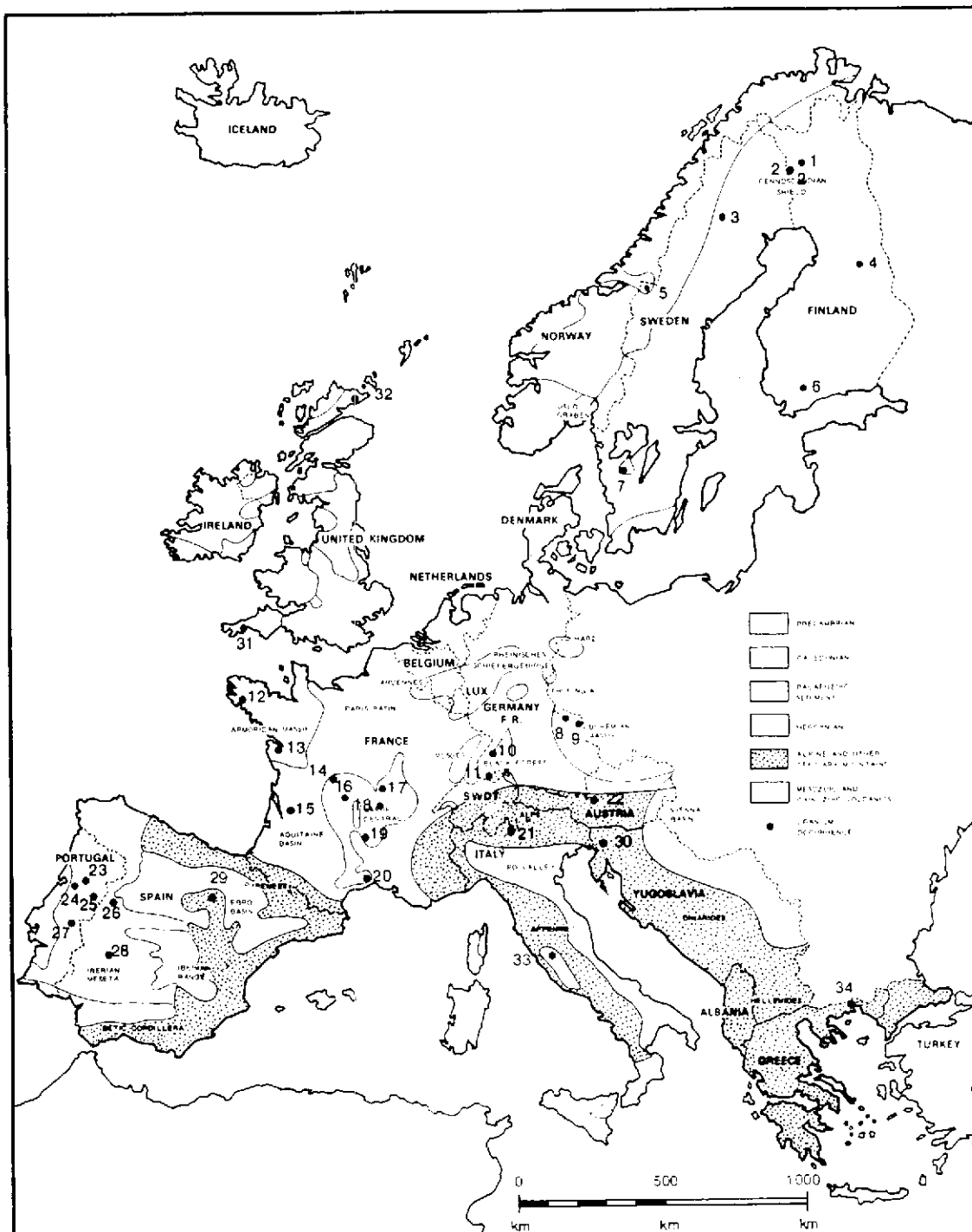


アフリカの主要なウラン鉱床または鉱床地域



西ヨーロッパの主要なウラン鉱床と鉱徴地

(地質構造帯との関係)



凡 例 :

- ★ 1. Pahtavuoma
- ★ 2. Kesäuki
- ★ 3. Pleutajokk
- ★ 4. Nuottijärvi
- ★ 5. Lilljuthatten
- ★ 6. Palmottu
- ★ 7. Ranstad
- ★ 8. Groszschloppen
- ★ 9. Mähring
- ★ 10. Müllenbach
- 11. Menzenschwand
- 12. Pontivy
- 13. Commanderie, Chardon, Escarpriere
- 14. Le Bernardan
- 15. Coutras
- 16. Fanay, Margnac, Bellezane
- 17. cerilly
- 18. St. Pierre cantal
- 19. Le Cellier, Pierres Plantées
- 20. Lodève
- ▽ 21. Novazza, ValVedello
- ★ 22. Forstau
- 23. Urgeiriça
- 24. A'zere
- 25. Bica
- 26. Fe
- ▽ 27. Nisa
- ★ 28. El Pedrigal
- ▽ 29. Mazarete
- 30. Zirovski Vrh
- 31. South Terras
- ★ 32. Ousdale
- ★ 33. Lazio
- 34. Paranesti

■ 鉱山

□ 閉山した鉱山

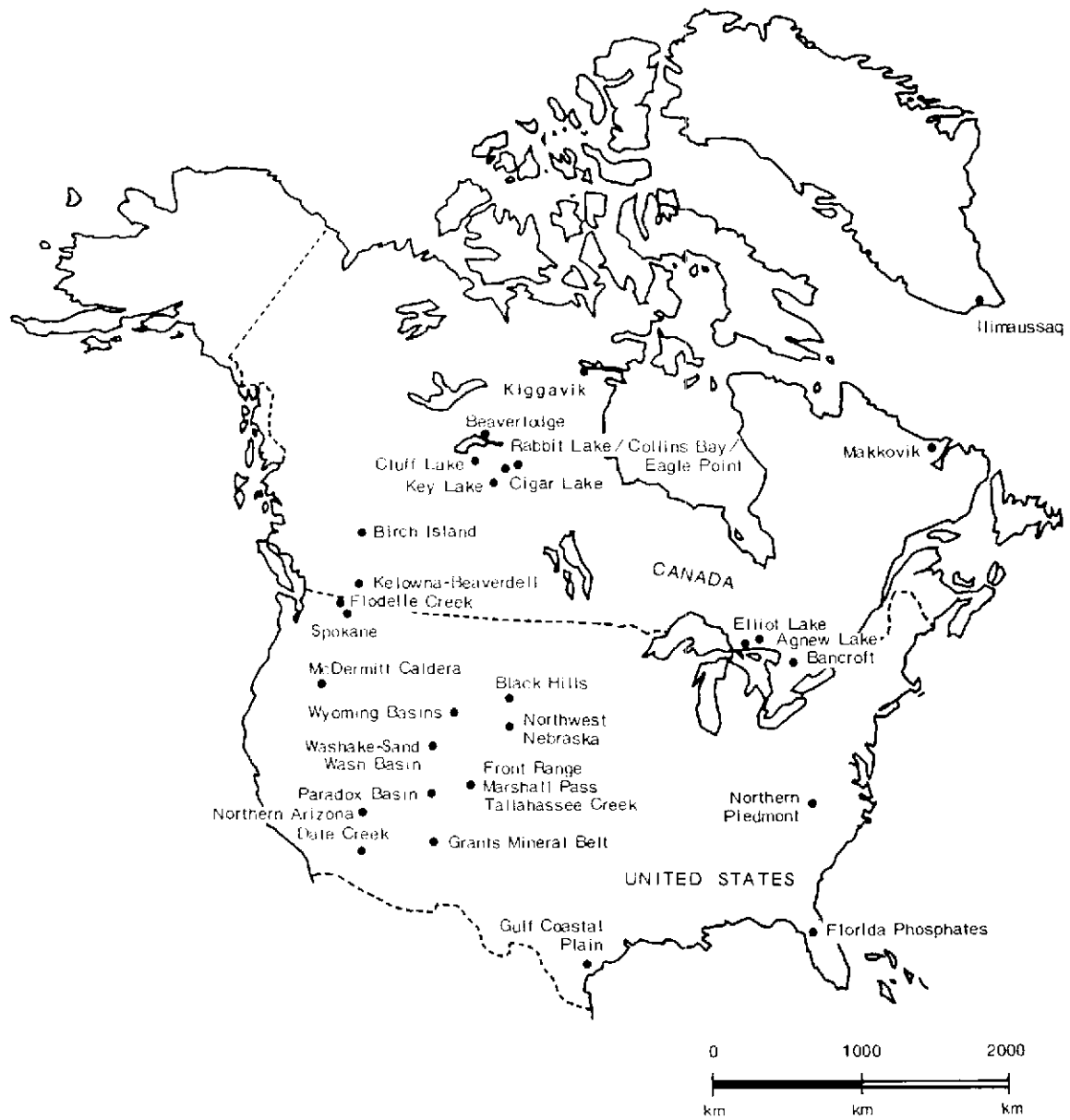
▽ 開発予定の鉱山

★ 鉱徴地

ラテンアメリカのウラン鉱床と鉱徴地



北アメリカの主要なウラン鉱床または鉱床地域



NEA ウラングループの委員名簿

Australia	Mr. G. C. BATTEY	Mineral Project Evaluation Branch, Bureau of Mineral Resources, Canberra, N. S. W.
	Dr. P. MOORE	Australian High Commission, London, United Kingdom
Belgium	Mr. J. PYPE	Synatom, Brussels
Canada (議長)	Mr. R. M. WILLIAMS	Uranium & Nuclear Energy Branch Energy, Mines and Resources, Ottawa
	Dr. V. RUZICKA	Geological Survey of Canada, Energy, Mines and Resources, Ottawa
France	Mr. J. L. BALLERY	Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris
	Mrs. E. BERTEL	Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris
	Mr. J. DARDEL	Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris
Federal Republic of Germany	Dr. F. BARTHEL	Bundesanstalt für Geowissens- chaften und Rohstoffe, Hannover
	Dr. E. BUDDE	Bundesministerium für Forschung und Technology, Bonn
Greece	Mr. D. A. M. GALANOS	Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens
Japan	Mr. A. ISHIDO	PNC Office, Paris
	Mr. T. TOMISHIGE	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tokyo
Netherlands	Mr. L. BUYS	Ministry of Economic Affairs, The Hague

Sweden	Mr. I. LINDHOLM	Swedish Nuclear Fuel & Waste Management (SKB), Stockholm
Switzerland	Mr. H. BAY	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Baden
United Kingdom	Mr. J. ROWLAND	British Civil Uranium Procurement Organisation, CECB, London
United States	Dr. W. I. FINCH	USGS, Denver
	Mr. J. C. GEIDL	Energy Information Administration, Department of Energy, Washington
CEC	Dr. D. M. TAYLOR	Directorate General for Energy, DG XVII, Brussels
IAEA (事務局)	Dr. E. MÜLLER-KAHLE	Division of Nuclear Fuel Cycle and Waste Management, Vienna
OECD/NEA (事務局)	Mr. G. H. STEVENS	Nuclear Development Division
	Dr. W. GEHRISCH	Nuclear Development Division
	Mr. R. T. WILLIAMS	Uranium & Nuclear Energy Branch Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada (Consultant)

報告のあった機関のリスト

- Argentina: Comision Nacional de Energia Nuclear, Direccion de Suministros Nucleares, Av. Libertador 8250, 1129 Capital Federal, Buenos Aires
- Australia: Department of Resources and Energy, G.P.O. Box 858, Canberra, Act 2600
- Belgium: Ministère des Affaires Economiques, Service des Applications Nucleaires, 30 rue de Mol, 1040 Brussels
Service géologique de Belgique, 13 rue Jenner, 1040 Brussels
Synatom S.A., 13 avenue Marnix, 1050 Brussels
- Benin: Office Bennois de Mines, B.P. 249, Cotonou
- Bulgaria: Geological Committee of Bulgaria, Bld. G. Dimitrov 22, Sofia
- Canada: Department of Energy, Mines and Resources, Uranium and Nuclear Energy Branch, 580 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E4
- China: China National Nuclear Corporation, Bureau of Geology, P.O. Box 1436, Beijing 100013
- Colombia: Instituto de Asuntos Nucleares, Apartado Aereo 8595, Bogota, D.E.
- Costa Rica: Minera Nacional S.A., Apartado 5298, 1000 San José
- Czechoslovakia: Czechoslovak Atomic Energy Commission, Slezská 9, Prague
- Egypt: Nuclear Materials Corporation, Maadi-Kattamiza Road, P.O. Box 530, Maadi, Cairo
- Finland: Geological Survey of Finland, 1 Kivimiehentie, 02150 Espoo
- France: Commissariat à l'Energie Atomique, Direction de l'approvisionnement en matières nucléaires, 31-33 rue de la Fédération, 75752 Paris Cedex 15

Germany, FR of: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, P.O. Box 51 01 53, 3000 Hannover 51

Greece: Institute of Geology and Mineral Exploration (I.G.M.E.) 70, Mes-soghion Str., Athens 115 27

India: Atomic Minerals Division, Department of Atomic Energy, Government of India, 1-10-153/156 Begumpet, Hyderabad 500016

Indonesia: Nuclear Minerals Development Centre, National Atomic Energy Agency, P.O. Box 11, Kbyb, Jakarta Selatan

Ireland: Department of Energy, Petroleum and Minerals Branch, Nassau House, Dublin 2

Japan: Science and Technology Agency, 2-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo
Ministry of International Trade and Industry, 1-3-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo

Jordan: Jordan Phosphate Mines Co., Ltd., P.O. Box 30, Amman
Natural Resources Authority, Ministry of Energy and Mineral Resources, P.O. Box 7, Amman

Korea Rep. of: Korea Institute of Energy and Resources, P.O. Box 98, Guro-ku, Seoul
Korea Electric Power Corp., 167 Samson-Dong, Kangnam-Gu, Seoul 135

Malaysia: Geological Survey of Malaysia, Ting Kat 20, Bangunan Tabung Haji, Jalan Tun Razak, Peti Surat 11110, 50736 Kuala Lumpur

Mauretania: Direction des Mines et de la Géologie, B.P. 199, Nouakchott

Mexico: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Salazar, Edificio de Mexico

Morocco: Bureau de Recherches et de Participations Minières, Division de l'Exploration Minière, 5 7 Charia Moulay Al Hassan, B.P. 99, Rabat
Office Chérifien des Phosphates (OCP), Route d'El Jadida et Boulevard de la Grande Ceinture, Casablanca 02

Netherlands: Ministry of Economic Affairs, Directorate General for Energy,
Electricity and Nuclear Energy Department, P.O. Box 20101, 2500
EC The Hague

Niger: Ministère des Mines et de l'Énergie, B.P. 11700, Niamey

Peru: Instituto Peruano de Energía Nuclear, Apartado 1687, Lima

Philippines: Philippine Nuclear Research Institute, P.O. Box 932, Diliman,
Quezon City, Manila

Portugal: Direcção-Geral de Geologia e Minas, Rua Antonio Enes, P-1097
Lisbon Codex

Spain: Empresa Nacional del Uranium, S.A., Santiago Rusinol 12, 28040
Madrid

Sri Lanka: Geological Survey Department, 48 Sri Jinaratana Road, Colombo 2

Sweden: Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. (SKB), Box 5861, 102
48 Stockholm

Switzerland: Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), 3003 Bern
Nordostschweizerische Kraftwerke (NOK), 5401 Baden

Syria: Atomic Energy Commission, P.O. Box 6091, Damascus

Tanzania: Geological Survey Department, P.O. Box 903, Dodoma

Thailand: Department of Mineral Resources, Strategic and Radioactive Minerals
Section, Rama VI Road, Bangkok 10400

Turkey: Turkish Atomic Energy Authority, Karanfil Sok. 67, Ankara, Bala-
nliklar

United Kingdom: British Civil Uranium Procurement Organisation, c/o CEEB, Sudbury
House, 15 Newgate Street, London EC1A 7AU

United States: Energy Information Administration, U.S. Department of Energy,
Washington, D.C. 20585

Uruguay: Direccion Nacional de Minería y Geología, Hervidero 2861. Montevideo

Zambia: Geological Survey Department
Prescribed Minerals and Materials Commission, P.O. Box 50135,
Lusaka

Yugoslavia: Rudnik Urana Zirovski vrh, Todraz 1, Y-64224 Gorenja vas

ウラン鉱床の地質環境

世界の主要なウラン資源は、その地質環境に基づいて次の8つの鉱石タイプに分類することができる：

1. 石英礫岩鉱床；
2. 不整合関連鉱床
3. 角礫岩複合鉱床
4. 火成岩類及び変成岩類中の鉱染状，岩漿質，ヘグマタイト質，並びに接触鉱床
5. 鉱脈鉱床
6. 砂岩鉱床
7. 表成鉱床
8. その他のタイプの鉱床

これらの鉱床の主な特徴について次に述べる。

1. 石英礫岩鉱床

これまで知られている石英礫岩の鉱石は特定の地質時代に限られている。これらは花崗岩質および変成岩質の岩層からなる始生代基盤岩類上に不整合で位置する下部原生界の基底部に存在する。経済性をもつ鉱床はカナダと南アフリカに存在しており、準経済的な鉱徴がブラジルで報告されている。

2. 不整合関連鉱床

不整合関連型鉱床は、空間的に、大きな浸食を受けている不整合の近傍に存在する。このような鉱床はほとんど常に、約18～16億年前の全般的な世界的規模の造山運動期に形成されたものである。これらを代表するものには、カナダ・サスカチワン州北部のCluff Lake, Key Lake, および Rabbit Lakeの鉱体と、オーストラリア北部のAlligator Rivers地域の鉱体がある。

3. 角礫岩複合鉍床

このグループの鉍床は非造山期の原生代の大陸時期に形成されたものである。鉍床母岩は珪長質の火山性碎屑岩と堆積岩である。ウラン鉍化作用は、花崗岩質の基盤岩類直上の岩層中に見出されている。鉍石は一般に2段階の鉍化作用を示しており、初期のものは層準規制の鉍化作用で、後のものは地層をきっている鉍化作用である。このタイプの代表として主要なものは、南オーストラリア州の Roxby Downs 鉍床である。ザンビア、ザイール、LabradorのAillik層群の鉍床もまた、この分類に属するものかもしれない。

4. 火成岩類及び変成岩類中の鉍染状、岩漿質、ペグマタイト質、並びに接触鉍床

このグループに入る鉍床は、花崗岩類、ミグマタイト、閃長岩、ペグマタイト、カーボナタイト、火山岩類に伴うものである。このグループの中の最大の鉍床は、ナミビアのRössing 鉍床で、ペグマタイト質花崗岩とアラスカイトに伴って産出している。

5. 鉍脈鉍床

ウランの鉍脈鉍床は、クラック、裂か、間隙、角礫および網状構造のような空隙をウラン鉍物が満たしている鉍床である。その間隙の大きさは、Jachymov, Shinkolobwe, Port Radiumにおけるピッチブレンドの塊状の鉍脈から、ヨーロッパ、カナダ、オーストラリアのいくつかの鉍体で見られるような、細いピッチブレンドで満たされたクラック、断層、裂かに至るまで広範にわたっている。

6. 砂岩鉍床

このタイプの鉍床はほとんどが河川あるいは縁海性の状態で堆積した岩石中に存在している。湖成および風成の砂岩もまた鉍化作用を受けているが、これらの岩石中にウラン鉍床が存在することはかなり少ない。母岩はほぼ常に黄鉄鉍と植物起源の有機物を含む中粒ないし粗粒の淘汰の悪い砂岩である。堆積物は一般に凝灰岩を伴っている。このタイプの非酸化鉍床は、アルコーズ質および石英質の砂岩中のピッチブレンドとコフィナイトからなっている。風化作用を受けると、カルノタイト、チューヤムナイト、ウラノフェーンのような2次鉍物が形成される。

米国の西部コルディレラの第三紀、ジュラ紀、三畳紀の砂岩が、この国のウラン生産量の大部分を占めている。アルゼンチンでは白亜紀と二畳紀の砂岩が重要な母岩である。他の重要なウラン鉍床は、ニジェールでは石炭紀のデルタ性の砂岩中に、フランスでは二畳紀の湖成シル

ト岩中に、そしてアルプス地方の二畳紀の砂岩中に見出されている。ガボンの先カンブリア紀の縁海性砂岩中の鉍床も、一部の研究者により、砂岩型鉍床として分類されている。

7. 表成鉍床

含ウラン表成鉍床は、通常第三紀から現世に至るまでの含ウラン堆積物として広義に定義することができる。これは深く埋没されなかったもので、ある程度石灰質になっていることもあるが、なっていないこともある。水の移動が主として地下で行われるような半乾燥地域の、オーストラリア、ナミビア、ソマリアに存在するカルクリートに伴うウラン鉍床がこのタイプに属する。

8. その他のタイプの鉍床

これまでに述べてきた鉍石タイプでは容易に分類できない鉍床がこのグループに入る。これには、石灰岩ならびに石灰岩カルスト地域で、石灰岩の磷酸塩化された破片として産出するウラン鉍床が含まれている。海成の燐灰上、瀝青質頁岩、褐炭の中に低品位で産出するウランもこれに含まれる。

1965～1988年* のレッド・ブックにおける国別報告書の索引

次の索引は、すべての国別報告書ならびに、これらの報告書が公表されたレッド・ブック版のリストである。

Algeria	1975, 1977, 1979, 1982
Argentina	1967, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Australia	1967, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Austria	1977
Bangladesh	1986, 1988
Belgium	1982, 1983, 1986, 1988
Bolivia	1977, 1979, 1982, 1983, 1986
Botswana	1979, 1983, 1986, 1988
Brazil	1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986
Cameroon	1977, 1982, 1983
Canada	1965, 1967, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Central African Rep.	1970, 1973, 1977, 1979, 1986
Chile	1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Colombia	1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Costa Rica	1982, 1983, 1986, 1988
Côte d'Ivoire	1982
Cuba	1988
Denmark (Greenland)	1965, 1967, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986
Dominican Republic	1982
Ecuador	1977, 1982, 1983, 1986, 1988
Egypt	1977, 1979, 1986, 1988
El Salvador	1983, 1986
Ethiopia	1979, 1983, 1986
Finland	1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
France	1965, 1967, 1969, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Gabon	1967, 1970, 1973, 1982, 1983, 1986
Germany, F.R. of	1970, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Ghana	1977, 1983
Greece	1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Guatemala	1986, 1988
Guyana	1979, 1982, 1983, 1986
India	1965, 1967, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986
Indonesia	1977, 1986, 1988
Iran	1977
Ireland	1979, 1982, 1983, 1986
Italy	1967, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Jamaica	1982, 1983
Japan	1965, 1967, 1970, 1973, 1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988
Jordan	1977, 1986, 1988
Korea, Rep. of	1975, 1977, 1979, 1982, 1983, 1986, 1988

* レッド・ブックの版：すべてのレッド・ブックの版の詳細リストはこのインデックスの末尾に示されている。

Lesotho									1988
Liberia				1977.				1983	
Libyan Arab Jamahiriya								1983	
Madagascar				1975.	1977.	1979.	1982.	1983.	1986. 1988
Malaysia								1983.	1986. 1988
Mali									1986. 1988
Mexico				1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1986
Morocco	1965.	1967.				1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Namibia								1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Netherlands								1982.	1983. 1986
New Zealand	1967.						1977.	1979	
Niger	1967.		1970.	1973.			1977.		1986. 1988
Nigeria								1979	
Norway								1979.	1982. 1983
Pakistan	1967								
Panama								1983.	1988
Paraguay								1983.	1986
Peru							1977.	1979.	1983. 1986. 1988
Philippines							1977.	1982.	1983. 1986
Portugal	1965.	1967.	1969.	1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Rwanda									1986
Senegal								1982	
Somalia							1977.	1979	
South Africa	1965.	1967.	1969.	1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986
Spain	1965.	1967.	1969.	1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Sri Lanka							1977.	1982.	1983. 1986. 1988
Sudan							1977		
Suriname								1982.	1983
Sweden	1965.	1967.	1969.	1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Switzerland							1975.	1977.	1979. 1982. 1983. 1986. 1988
Syria									1982. 1983. 1986. 1988
Thailand							1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Togo								1979	
Turkey						1973.	1975.	1977.	1979. 1982. 1983. 1986. 1988
United Kingdom.							1975.	1977.	1979. 1982. 1983. 1986. 1988
United States of America	1965.	1967.	1969.	1970.	1973.	1975.	1977.	1979.	1982. 1983. 1986. 1988
Uruguay							1977.	1982.	1983. 1986. 1988
Yugoslavia						1973.	1975.	1977.	1982
Venezuela									1986. 1988
Zaire	1967.		1973.			1977.			1988
Zambia									1986. 1988
Zimbabwe								1982.	1988

1965年以降のレッド・ブックの版

OECD(ENEA):	World Uranium and Thorium Resources, Paris, 1965
OECD(ENEA):	Uranium Resources. Revised Estimates, Paris, 1967
OECD(ENEA)/IAEA:	Uranium Production and Short Term demand, Paris, 1969
OECD(ENEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1970
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1973
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1975
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1977
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1979
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1982
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1983
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1986
OECD(NEA)/IAEA:	Uranium Resources, Production and Demand, Paris, 1988

エネルギー換算係数

最近各種の原子炉タイプに適用する変換係数についての問い合わせの頻度が増加し、ウランの量を通常のエネルギー単位に転換するための換算係数を確立する必要性が生じた。

それゆえ、NEAはメンバー国の機関に対して、本報告書に公表するために、そのような換算係数を提供するように依頼した。

これらの機関から提供されたデータが次の表に示されている。

各種の原子炉タイプで使用されるウランのエネルギー値⁽¹⁾

(天然ウラン1トン = × 10¹⁵ジュール)

国	カナダ	フランス	西ドイツ		スウェーデン		日本		イギリス		米 国	
	CANDU	1300 MWe PWR	BWR	PWR	BWR	PWR	BWR	PWR	MAGNOX	AGR	BWR	PWR
燃 焼 度 (MWd)												
a) 天然ウランまたは 天然ウラン相当量	8,000	5,640	5,855	5,931	6,370	5,674	5,384	5,621	5,900	n. a.	4,342	4,616
b) 濃縮ウラン	-	32,000	27,500	32,500	38,000	40,000	29,500	33,000	-	24,000	24,000	30,700
ウラン濃縮 (% ²³⁵ U)	-	3.1	2.6	3.0	3.0	3.5	3.0*	3.2	-	2.9	2.76	3.27
廃棄濃度 (% ²³⁵ U)	-	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.2*	0.2*	-	n. a.	0.25	0.25
熱エネルギーの電気エネ ルギーへの転換効率	30%	33.3%	n. a.	n. a.	34%	34.5%	33%	34%	26%	40%	31.57%	31.57%
天然ウラン1tの熱エネ ルギー相当量 ⁽²⁾ 〔10 ¹⁵ ジュール〕	0.691	0.487	0.506	0.513	0.55	0.490	0.465	0.486	0.512	0.36	0.375	0.399
天然ウラン1tの電気エ ネルギー相当量 ⁽²⁾ 〔10 ¹⁵ ジュール〕	0.207	0.162	n. a.	n. a.	0.187	0.169	0.154	0.165	0.133	0.144	0.118	0.126

(1) PuとUのリサイクルを含めていない。炉寿命30年、設備容量70%の場合、必要量が約6%低くなる初期炉心装荷のための必要量は考慮していない。

(2) LWRとAGRの燃料の場合、U²³⁵濃縮に消費されたエネルギーを考慮していない。3%濃縮、0.2%廃棄濃度の場合、そのエネルギー等に適用される係数に0.957を掛けなければならない。

* 推定

化石燃料の換算率とエネルギー等価量
(比較のために)

1 カロリー = 4.196 ジュール

1 ジュール = 0.239 カロリー

石油 (正味, LHV) 1 トン = 42×10^9 ジュール* = 1 TOE

石炭 (標準炭, LHV) 1 トン = 29.3×10^9 ジュール* = 1 TCE

天然ガス (標準, LHV) $1,000 \text{ m}^3$ = 36×10^9 ジュール

液化天然ガス 1 トン = 46×10^9 ジュール

$1,000 \text{ kWh}$ (一次エネルギー) = 9.36×10^9 ジュール

1 TOE = 10.034×10^9 カロリー

1 TCE = 7×10^9 カロリー

天然ガス $1,000 \text{ m}^3$ = 8.6×10^9 カロリー

液化天然ガス 1 トン = 11×10^9 カロリー

$1,000 \text{ kWh}$ (一次エネルギー) = 2.236×10^9 カロリー**

1 TCE = 0.697 TOE

天然ガス $1,000 \text{ m}^3$ = 0.857 TOE

液化天然ガス 1 トン = 1.096 TOE

$1,000 \text{ kWh}$ (一次エネルギー) = 0.223 TOE

燃料用木材 1 トン = 0.380 TOE

ウラン 1 トン (軽水炉, ワンスルー) = $10,000 \sim 16,000$ TOE

$14,000 \sim 23,000$ TCE

* 世界エネルギー会議 (WEC) 標準換算率 (Standard Circular No.1, 11/83)

** $1,000 \text{ kWh}$ (最終消費) = 860×10^6 カロリー (WEC換算率)

ウラン資源の理解

レッド・ブックでウラン資源に対して用いられている分類については、かなり多くの論議が行われており、そして同じようになり多くの誤解がなされている。考え方そのものは単純である。資源の分類はその信頼度（地質学的確実性）を基にして、図面上で2次元のグリッドで表される。その図面は、存在する確度（水平軸）とそれらの回収コスト（縦軸）から成り立っている。これは本文の図2に示されている。最も信頼度が高く、低コスト*（このレッド・ブックの目的のために、\$80/kgU 以下と定義されている）で生産し得る資源は、その図面の最下部左側にある“確認資源”の枠の中に入る。それよりも信頼度が低い同様の資源は右の方へ移ってゆき、ある時点で、“推定追加資源-分類Ⅰ”との境界を超えることになる。明確にするのが難しいのは、この境界の位置とより右側の他の境界の位置である。

最も単純な表現をすれば、確認資源（RAR）とは、鉱床の中で最もよく知られている部分に含まれている資源である。推定追加資源-分類Ⅰ（EAR-Ⅰ）とは、それよりもよく知られていない資源のことである。これはしばしば、RARを含む同じ鉱床に伴っているが、別の鉱体となっていることもある。残りの2つの資源分類である推定追加資源-分類Ⅱ（EAR-Ⅱ）と期待資源（SR）は、本質的に未発見の資源である。この2者の間の違いは、EAR-Ⅱ資源はその位置をより明確にすることができ、それに対応してその規模の推定の信頼度がより大きいということである。期待資源の推定は、鉱床が全く発見されておらず、あるいは鉱化作用も見出されていない地域に対して行われるものである。他方、単一の鉱床がいくつかの分類に属する資源を含んでいると記載されている場合もある。

これら異なる分類の間の区別は正確なものではなく、その存在の確実性についての地質学的な基準は、推定する人によって異なることを認識することが重要である。この付録の目的は、推定する人がいろいろな資源分類の間をどのように区別しているかについて、読者に知らせることである。

* コスト分類あるいは経済的な魅力の分類の問題は、資源を分類するときに非常に重要である。しかし、単純化するためこの付録ではこれ以上の説明はしないが、将来切り離して取り扱うことになるであろう。

** この付録で言及している資源には、他の金属あるいは海成の磷酸塩を生産するときの副産物として回収されるような“非在来型”の資源は通常含まれていない。また花崗岩あるいは海水のような非常に品位の低い（従って高コストの）資源も含まれていない。

地球統計法の手法を用いて資源分類に対する信頼度の水準を明確にする試みがなされている。異なる資源分類は、その推定値に関する異なる水準の確率と異なる誤差限界に関係している。例えば、1つの方法では、RARをその存在の可能性を90%、報告された資源量の上限・下限をプラスマイナス20%と定義している。もしも詳細な試錐孔や分析のデータなどを含めて、十分な技術的および経済的なデータが入手できる場合には、このような方法は有益であろう。これは時には国内レベルの場合である。しかしながら、地球統計法的な確実性の水準を決定するための十分な技術的データを入手することは、多くの国では不可能である。それゆえに、そのような方法は国際的な比較をするにはさほど有益ではない。

資源の分類を明確にする最も普通の方法は、必要でかつ入手可能な地質的データのタイプや質を基にして、それらの間の境界を明確にすることである。基本的にはこれがレッド・ブックで用いられている方法である。異なる資源分類について次に述べることは、本報告書の“定義と用語”の項で述べられている資源分類の定義よりも少し詳しくなっている。これらの記述は、カナダのエネルギー・鉱山・資源省のウラン資源評価グループ（Uranium Resources Appraisal Group ; URAG）によって採用されているガイドラインにかなり準拠している。これはその定義と一緒に読まれるべきものである。読者のコメントおよび提案を歓迎し、NEA あるいはIAEAへ送付されることを希望する。

確認資源（RAR）

RARとは、その地質の詳細な三次元の姿が得られ、そして鉱床のそれぞれの部分あるいは“ブロック”において、鉱石の量・品位・比重・製錬特性が知られている鉱床に存在するものである。ブロックとは1つの鉱床の特定のかたまり（volume）に対して与えられた名前であり、通常は一定のカットオフ品位で一定の鉱石量をもっている。個々のブロックの規模は、鉱床の内部でもまた鉱床と鉱床の間でも変化があり、しばしば、試錐孔の間隔によって決まる*。さらにまた、RARとして分類されるためには、鉱石は実証済の技術によって採鉱可能であり、鉱石処理も可能でなければならない。

RARはある地域の既知資源の中で最も高い水準の確実性をもっているものを表している。計算された埋蔵量と品位は、一般にはプラスマイナス20%の誤差範囲にあると考えられる。

* 例として “IAEA, Methods for the Estimation of Uranium Ore Reserves, An Instruction Manual”, TRS N° 255, IAEA, Vienna, 1985を参照されたい。

推定追加資源－分類Ⅰ（E A R－Ⅰ）

E A R－Ⅰの推定にとって欠くことができないものは、鉍化作用の存在という特定の地質的証拠である。これらは、R A Rの延長部あるいは鉍徴地域内の別の鉍床に限定されている。

R A Rの延長部にあるE A R－Ⅰは、その内側の縁ではR A Rのブロックとの境界に接している。その外側の縁は、（周辺のサンプルの“影響ゾーン”を基にした*）鉍床の推定境界線によって決定されるか、あるいは、（もしもサンプルの分布と密度がR A Rを見積もるのに不十分な場合は、）そのサンプルの分布と密度によって決定される。十分なサンプルデータが無い場合には、E A R－Ⅰの外側の境界は鉍化作用の性状に関する地質的要素を考慮して、任意に決めることができる。

別個の鉍床についてのE A R－Ⅰの見積もりは、同じまたは類似のタイプの鉍床の地質的特徴についての広範な知識を基にして行われる。例えば、カナダのオンタリオ州 Blind River近くにあるPronto鉍床のポテンシャルについての最初の評価は、南アフリカの Witwatersrandベーズンにある類似のタイプとの比較によって行われた。Quirke向斜帯にある鉍床の最初の評価は、順に、Pronto鉍床との比較と、着鉍した数孔の試錐を基にして行われた。サンプルあるいは測定データの密度、あるいはその鉍床の地質についての知識、あるいは現在実証済の採鉍および鉍石処理技術の適用性についての知識が、R A Rとしてその資源を見積もるには不十分であるために、大部分の資源がE A R－Ⅰとして分類されている。E A R－Ⅰの推定に当たっては、その推定の基となっている特定の品位の限界と条件について限定する必要がある。

推定追加資源－分類Ⅱ（E A R－Ⅱ）

E A R－Ⅱは、空間的にR A R及びE A R－Ⅰの地理的な限界を越えている所に位置している本質的に未発見の資源であるが、確認されたウラン資源をもっている地域内での明確な地質トレンドをもった範囲内に存在するとされるものである。**

E A R－Ⅱの定義のきわめて重要な部分は、“既知鉍床を伴った明確にされた地質的トレンドあるいは鉍徴地域”という制約である。“明確にされた地質トレンド”の定義は非常に難しい。これは、そのトレンドの特性や記載が、特有の地質状況ならびに地質環境についての知識の程度によって変化するからである。例えば、カナダのBlind River－Elliot Lake ベーズンは、一方

* サンプルの影響ゾーンは、単一のサンプルがまわりの岩石をどの程度代表しているかというものの推定である。このゾーンの大きさを決めるには、その鉍床の他の部分での経験が必要である。

** E A R－ⅠとE A R－Ⅱとの間の境界を決めるのに確かな根拠がないために、一部の国（特に米国）では、推定追加資源を2つに分類することをしていない。

では既知鉱床を伴っている地域を表しており、他方では、このベーズン内の Matinenda 累層の分布は明確な地質トレンドを特徴づけている。同様に、サスカチワン州の Athabasca ベーズンは、既知鉱床を伴っている地域を表わしているが、Athabasca 層群と Aphebian 基盤岩との間の変質作用を受けた境界（すなわち、Athabasca 層群下底部の不整合近傍）は、明確にされた地質トレンドの一例である。

通例として、明確にされた地質トレンドは、特定の鉱床タイプに対して、すなわち、特定の種類の鉱化作用の場所ならびに特定のタイプの鉱床の分布を規制する地質環境（岩質的および構造的）に対して描かれる。適切な地質環境が存在することの証拠は広域的で詳細な地質図の解析に基づくであろう。また地質概査・地化学探査・物理探査によって補足し、あるいは試錐から得られた情報によって補足される。

E A R II の資源量の算出は、それぞれのタイプの鉱床に対する 概念的成因モデル の一部の更に詳細な要素を考慮して行っている。例えば、Athabasca ベーズンの不整合に関するウラン資源量の算出には、伝導性の層準の存在・広がり・位置などが重要な要素となっている。

期待資源

1976年から1978年にかけて、OECD原子力機関（OECD/NEA）のウラン資源についての運営グループと国際原子力機関（IAEA）が、“World Uranium Potential : An International Evaluation” : 国際的な評価。（OECD, 1978）* という報告書を作成した。

この調査によって、“Uranium Resources, Production and Demand, December 1977” で報告された確認資源と推定追加資源のほかに、ウラン資源の発見に有望と思われる地域が確認された。各国に対して、\$ 130/kgU 以下のコストで開発可能なウラン鉱床の存在に対する地質的有望性を基にして、追加の可能性のある資源量の規模についての判断がなされた。

各国の相対的有望性の判断を容易にするために、運営グループはランク付けを考案した。新しく発見されるポテンシャルについて、低い、中程度、中程度ないし高い、高い、高くないし非常に高い、非常に高いとランク付けを行った。このポテンシャルの総合的な尺度を得る目的で、このグループはまたランク付けに対して資源量の範囲を適用した。その実施が主観的性質をもっているため、適用された範囲は幅のあるものとなり、期待資源と定義された（すなわち、R A R および E A R に追加される未発見資源であり、ほぼ間接的な徴候及び地質的な推測に基づいて、現存する技術で発見可能な鉱床中に存在すると考えられている資源である）。これらの資源は、もし

* これは国際ウラン資源評価プロジェクト（IUREP）の一部として行われた。

もその時に発見されれば、 $S = 130 \mu\text{kgU}$ 以下で開発可能なものに限られていた。（運営グループは、1983年にその推定値を再検討して最新のものに修正した）*

しかしながら、これは単に一つの方法にすぎず、他の方法も可能である。この方法に最も近いのは、1970年代の国内ウラン資源評価（NURE）実施期間に米国で用いられていた方法であり、ここでは未発見資源を推定（probable）、可能（possible）、期待（speculative）に分類している**。この“地質学的”アプローチでは、それぞれの鉱床タイプに対して有望な選択地域を考慮している。修正MIMIC法として知られている他の方法は、一定の深さ（例えば 1,000m）までの大陸殻のブロックを考え、ウランが濃集するプロセスを模擬した要因を考えている。

期待資源（Speculative Resources）に対する NEA/IAEA の定義では“その名称が意味しているように、その資源の存在や規模が、思索的な（speculative）ものである”とされている。これらの資源に伴う不確実性というものは、ある資源が存在するという信頼性には関係がないということを強調することが重要である。その不確実性は、その地理的な位置と全体の資源量（通常は与えられた範囲内で）に関するものである。

未発見のウラン資源の見積もりとその経済的評価のいろいろな方法についての包括的なマニュアルが、IAEAのためにコンサルタントのグループによって準備されつつある。***

* IAEA, World Speculative Uranium Resources Revised Estimates 1983, 未発表内部報告書, IAEA, Vienna, 1981

** US Department of Energy: An Assessment Report on Uranium in the United States of America, GJO-111 (80) (Grand Junction, Colorado, October 1980), pp.21-30 及び Energy Information Administration: Uranium Industry Annual 1988, DOE/EIA 0478(88), (Washington D. C., August 1989), P.67

*** IAEA, Methods for the Estimation and Economic Evaluation of Undiscovered Uranium Endowment and Resources, An Instruction Manual. IAEA (作成中)

ウラン需要の長期的予測

2030年までのウラン需要予測値の範囲をせばめることについての支援を求めたウラングループの要望に応じて、原子力発電量の進展に対して可能性のある2つの進路を予測することが決定された。この予測では極端な状況を考えずに、最もありそうな進展の範囲が考えられている。これらの進路が、各種の原子炉タイプを用いる多くのシナリオからなる第2階段と結びつけられて、ウラン需要についての予測が行われた。

以前の長期的予測はイエロー・ブック⁽¹⁾を基にしていた。イエロー・ブックでは原子力の需要予測を確立するために TLV（ウィーン工科大学）コンピューター・モデルが使用されていた。このモデルで用いられたパラメーターを最新のものにすることが考えられたが、それが困難であることがわかった。それを行うにはかなり多くの努力が必要であったし、原子力発電の成長には政治的な決定がかなりの影響を及ぼすと思われるときにそのような努力をすることはほとんど根拠のないことであった。その代わりに、長期電力予測についての専門家ワーキンググループ（WGLTF）は、OECDならびに共産国以外の非OECD諸国（NOCPPE）における電力消費を計算するために、単純な数学的方式を用いることに同意した。それぞれのケースでは、電力消費は弾性値で修正された国内総生産（GDP）に従って成長することになる。OECDでは、国内総生産の成長率は年間2.6%で、電力の伸びと経済成長の弾性値は、2000年の0.7から2030年の0.5へとゆるやかに減少するであろう。この減少は電力使用の効率の向上が考慮された結果である。減少傾向は永久には続かないが、2030年までは続くであろうと思われる。その他のWUCA諸国に対しては、国内総生産成長率は3.2%で、弾性値は1であった。

それから WGLTFは、原子力技術の電力発電への浸透に影響を与える要因を考えて、最もありそうな可能性の範囲をカバーすると思われる2つのシナリオが質的に同じものであると確認した。このようにして、彼等は広まっている原子力利用のモラトリアムについて除外し、また化石燃料使用による環境上の影響に対する懸念から原子力に大きく傾くという可能性も除外した。“低成長”シナリオでは、OECD諸国の現在の原子力利用者の大部分は、電力生産のための燃料を組み合わせるといふ公約を守っている。この期間の初期には、天然ガスと石炭のクリーンな利用技術が多く利用される。原子力の安全性と放射性廃棄物管理に対する引き続き懸念から、原子力の導入は遅れているが、それが阻止されることはない。OECD以外の非共産圏諸国の“低成長”シナリオ

では、韓国、インドなどの原子力の利用を強く公約している利用者だけに、この期間を通して進展がみられる。またこの期間の後半に原子力を採用しようとしているその他の工業化諸国にも進展がみられる。OECD諸国の“高成長”シナリオでは、引き続き良好な運転状態が仮定され、許認可手続きが簡素化され、標準化されて安くなった原子炉の入手が可能になり、放射性廃棄物の管理能力が実証されるということが前提となっている。これらの要因は、エネルギー供給の安全保障に対する懸念及び厳しきの増大する環境保護規制とともに、米国における原子力利用の増加並びに現在原子力利用を公約している国々においてその利用が最大限に近づいていく結果に導く。事実上現在モラトリアム状態になっている国々においても、原子力発電に再び依存するような結果に導く。OECD以外の非共産圏諸国では、大部分の発展途上国が依然として原子力未利用者の状態であるが、工業化を進めており人口の多い国々の多数は、ある程度原子力を使用することになるであろう。原子力にとって一般的により一層好ましいことは、技術を高め、財政的援助を移転することに結び付くということである。

OECD諸国については、これらのシナリオはロジスティック関数を用いてモデル化されており、そこでは、現在の数値と漸近値との間の差を二等分する時間とともに、原子力発電の漸近の浸透度についての数値が与えられている。OECD北アメリカに対するパラメーターは、その地域の統計における米国の比重と現在および予測される将来の環境がOECDの残りの国とは違っているということ認識して、区別して作られている。採用されたパラメーターは次の通りである。

	“低成長”シナリオ		“高成長”シナリオ	
	漸近原子力 シェア	二等分期間 (Halving time)	漸近原子力 シェア	二等分期間 (Halving time)
OECD北アメリカ	20%	20年	25%	17年
OECDヨーロッパ および太平洋地域	40%	20年	60%	20年

この期間の稼働率がOECD北アメリカでは68%から75%へと増加し、OECDヨーロッパと太平洋地域では70%から78%へ増加するという前提でさらに計算を行い、必要とされる原子力設備容量の推定値が求められている。

OECD以外の非共産圏諸国に対しては、2000年、2010年、2020年、2030年と10年の間隔で、追加の原子力発電所の建設について最も可能性の高い増加率のシナリオを基にして、それぞれの国別に査定が行われた。その中間的な年における設備容量は、簡略化した関数を用いて決められた。

稼働率を70%と仮定して、与えられた原子力発電設備容量から発電量が算定されている。

これらの計算の結果は表1から表6までと図1に示されている。

原子炉戦略とそのウラン必要量についてのワーキンググループ（WGRSU）は、各種の原子炉タイプの利用についてのシナリオを作り上げるために、これらの推定値を基礎として採用した。彼等は既に世界的に進んだ開発段階に達している原子炉システムに限定することを決定した。

イエロー・ブック⁽¹⁾を作成したときの以前の経験と、現在開発中の広範な原子炉システム（高温原子炉（HTRs）、改良型重水炉、日本の新型転換炉など）の特性についての、その後のおよその評価から、このような限定が2030年までのウラン必要量の見積もりをゆがめることはないということが考えられた。

選択された基準戦略が図2 aに示されている。原子炉は国の計画に従って導入される。MOX燃料の利用も同様である。その後重水炉（HWRs）はHWRsで置き換えられ、他のすべての追加容量は軽水炉（LWRs）で、1/3が沸騰水型原子炉で、2/3が加圧水型原子炉である。軽水炉でのMOX燃料の利用は2000年に到達する水準で維持される。重水炉あるいは高温原子炉の利用が多少増加することが予見されるが、ウラン必要量の見積もりにはほとんど影響しないであろう。

プルトニウムの入手が考えられる国または地域、すなわちOECDヨーロッパおよび太平洋地域に関してのみ2つの異なる戦略が作成された。OECD北アメリカとOECD以外の非共産圏諸国については、考慮対象期間中にプルトニウムのリサイクルがなされるほど早くには、使用済み燃料を再処理するという決定はされないであろうと想定された。軽水炉MOX燃料を使用する戦略では（図2 bを参照）、MOX燃料はプルトニウムの入手可能性に従って導入される。ブラウン・ブックの質問状に対するメンバー国の回答に対応し、2000年以後の再処理容量は5,700tHM/年と想定している。この全期間を通して、MOX軽水炉の炉心の1/3だけが混合酸化物燃料装荷である。MOX燃料100%の軽水炉は2030年以前に技術的には実施可能ではあるが、安全性の調査と許認可手続の遅れのために、そのときまでに商業的に展開されることはなさそうである。

OECDヨーロッパと太平洋地域に限られているFBR戦略は、図2 Cに示されている。メンバー国によって作成された現在のプログラムはワーキングパーティによって考慮され、2020年がFBRの工業的ならびに商業上の展開の始点として選択された。この時点以前では、入手されるプルトニウムはMOX軽水炉でリサイクルされることになるであろう。しかし、2020年以降の増殖炉の展開に備えて十分なプルトニウム在庫が貯えられることになるであろう。FBRの浸透スピードはロジスティック曲線に従い、2030年には高速増殖炉が原子炉の新規発注のマーケットのすべてを押さえるものと想定している。その時点までにはOECDヨーロッパと太平洋地域における設備容量は、

“低成長”シナリオでは、MOX 燃料装荷軽水炉の63GWe、FBR55 GWe、そして“高成長”シナリオでは、それぞれ 31GWeと 65GWeとなる。

リードタイムやタイムラグのような原子炉の特性と燃料サイクルのパラメーターについては、イエロー・ブック及び MOX燃料でのプルトニウム使用の研究に基づいている。最近の開発を考慮に入れるため、専門家は原子炉データのいくつかを更新した。

主な結果は第V部の表と図に示されている。この戦略に対応する年間ウラン必要量は、1990年の41,600tから、基準軽水炉の低成長シナリオでは2030年に72,800tに増加し、高成長シナリオでは 108,700tへと増加する。2000年のウラン必要量は、高成長の場合には低成長の場合に比べて約10%多くなっている。この差は2030年には約50%へと増大する。1990年から2030年までのウランの累積必要量は、低成長シナリオの場合には 210万tとなり、高成長シナリオの場合には、それより29%増えて 310万tとなる。

もしも MOX燃料が、OECDヨーロッパと太平洋地域で、図4で述べられているように導入される場合には、年間ウラン必要量はこの期間を通して減少し、リサイクルする量は低成長あるいは高成長のシナリオに対して、2030年までに約4%に達する。このような大規模なプルトニウムリサイクルに伴うウラン節約量は、課せられた制約を考慮すると限られたものになると思われる。非共産圏世界（WOCA）全体では、MOX軽水炉がOECD北アメリカとOECD以外の非共産圏諸国のいずれにおいても採用されないため、その影響はほどほどである。WOCAの年間ウラン必要量の減少は2030年までに2%を超えることはないであろう。MOX利用戦略においては、OECDヨーロッパと太平洋地域の1990年から2030年まで累積ウラン必要量は、基準軽水炉戦略に比べて低成長シナリオでは6%低く、高成長シナリオでは5%少なくなるであろう。WOCA全体の必要量では、累積節約量はそれぞれ4%と2.5%減少することになる。

2020年以降OECDヨーロッパと太平洋地域に FBRを導入することによって、2030年にはこの地域の年間ウラン必要量を約25%少なくすることができる。しかし、FBRの運転開始時に、いくらかのプルトニウムを FBRへの燃料とするために保持する必要があるため、MOXが軽水炉にだけ使用される場合に比べて、2000年まではウランの必要量が多くなるということに注目しなければならない。WOCA全体では、FBR戦略に伴うウランの年間節約量は、2030年には約12%に達する。ヨーロッパと太平洋地域における FBR戦略での累積ウラン必要量は、MOX戦略のそれとほとんど同じであり、予測されている期間にわたって、低成長シナリオではただの2%、高成長シナリオで1.5%がさらに節約されるにすぎない。WOCA全体では、これらの追加累積節約量は、高成長シナリオでは1%に減少し、低成長シナリオでは1%以下に減少するであろう。

表 1

OECD-北アメリカ-低成長シナリオ

年	原子力のシェア (%)	弾性値	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	17.4	0.70	4,076	709	119
2005	17.8	0.63	4,445	791	132
2010	18.1	0.59	4,810	873	145
2015	18.4	0.55	5,178	955	162
2020	18.7	0.53	5,551	1,038	174
2025	18.9	0.51	5,936	1,123	186
2030	19.1	0.50	6,337	1,210	196

表 2

OECD-ヨーロッパと太平洋地域-低成長シナリオ

年	原子力のシェア (%)	弾性値	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	29.7	0.70	3,764	1,118	179
2005	31.2	0.63	4,105	1,282	202
2010	32.6	0.59	4,442	1,449	227
2015	33.8	0.55	4,781	1,617	256
2020	34.8	0.53	5,126	1,786	286
2025	35.7	0.51	5,482	1,959	319
2030	36.5	0.50	5,852	2,135	348

表 3

OECD-北アメリカ-高成長シナリオ

年	原子力のシェア (%)	弾性値	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	17.4	0.70	4,076	709	119
2005	18.7	0.63	4,445	832	138
2010	20.0	0.59	4,810	955	162
2015	20.9	0.55	5,178	1,080	182
2020	21.7	0.53	5,551	1,203	201
2025	22.4	0.51	5,936	1,328	221
2030	22.9	0.50	6,337	1,452	238

表 4

OECD-ヨーロッパと太平洋地域-高成長シナリオ

年	原子力のシェア (%)	弾性値	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	29.7	0.70	3,764	1,118	179
2005	33.8	0.63	4,105	1,388	220
2010	37.8	0.59	4,442	1,679	287
2015	41.5	0.55	4,781	1,985	332
2020	44.9	0.53	5,126	2,299	381
2025	47.8	0.51	5,482	2,618	431
2030	50.2	0.50	5,852	2,940	480

表 5

発展途上国－低成長シナリオ

年	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	2,360	30	184
2005	2,763	34	209
2010	3,234	38	235
2015	3,785	43	264
2020	4,431	48	293
2025	5,187	53	324
2030	6,072	58	356

表 6

OECD－ヨーロッパと太平洋地域－高成長シナリオ

年	発 電 量 (TWh/y)	原子力発電量 (TWh/y)	原子力発電容量 (GWe)
2000	2,360	32	193
2005	2,763	46	279
2010	3,234	63	388
2015	3,785	84	515
2020	4,431	106	649
2025	5,187	126	776
2030	6,072	144	885

表 7
年間ウラン必要量
基準軽水炉戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	16.7	20.2	20.9	22.3	24.8	23.5	27.7	26.4	32.7
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21.2	26.2	29.4	29.9	39.3	31.9	46.0	37.3	54.9
WOCAの発展 途上国	3.7	6.3	8.1	7.5	12.8	8.1	16.9	9.1	21.1
WOCA合計	41.6	52.7	58.4	59.7	76.9	63.5	90.6	72.8	108.7

LWR - MOX戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	16.7	20.2	20.9	22.3	24.8	23.5	27.7	26.4	32.7
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21.2	25.5	28.5	26.7	36.1	29.4	43.3	35.7	52.6
WOCAの発展 途上国	3.7	6.3	8.1	7.5	12.8	8.1	16.9	9.1	21.1
WOCA合計	41.6	52.0	57.5	56.5	73.7	61.0	87.9	71.2	106.4

LWR - MOX + FBR戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	16.7	20.2	20.9	22.3	24.8	23.5	27.7	26.4	32.7
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21.2	25.9	29.3	28.7	38.8	29.0	42.4	28.2	41.2
WOCAの発展 途上国	3.7	6.3	8.1	7.5	12.8	8.1	16.9	9.1	21.1
WOCA合計	41.6	52.4	58.3	58.5	76.4	60.4	87.0	63.7	95.0

表 8

累積ウラン必要量

基準軽水炉戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	17	201	204	416	437	648	703	898	1,007
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21	261	272	546	627	856	1,053	1,212	1,569
WOCAの発展 途上国	4	58	64	127	171	206	322	293	515
WOCA合計	42	520	540	1,090	1,235	1,710	2,078	2,403	3,091

LWR - MOX戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	17	201	204	416	437	648	703	898	1,007
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21	259	269	522	601	802	997	1,137	1,488
WOCAの発展 途上国	4	58	64	127	171	206	322	293	515
WOCA合計	42	518	537	1,065	1,209	1,656	2,022	2,328	3,010

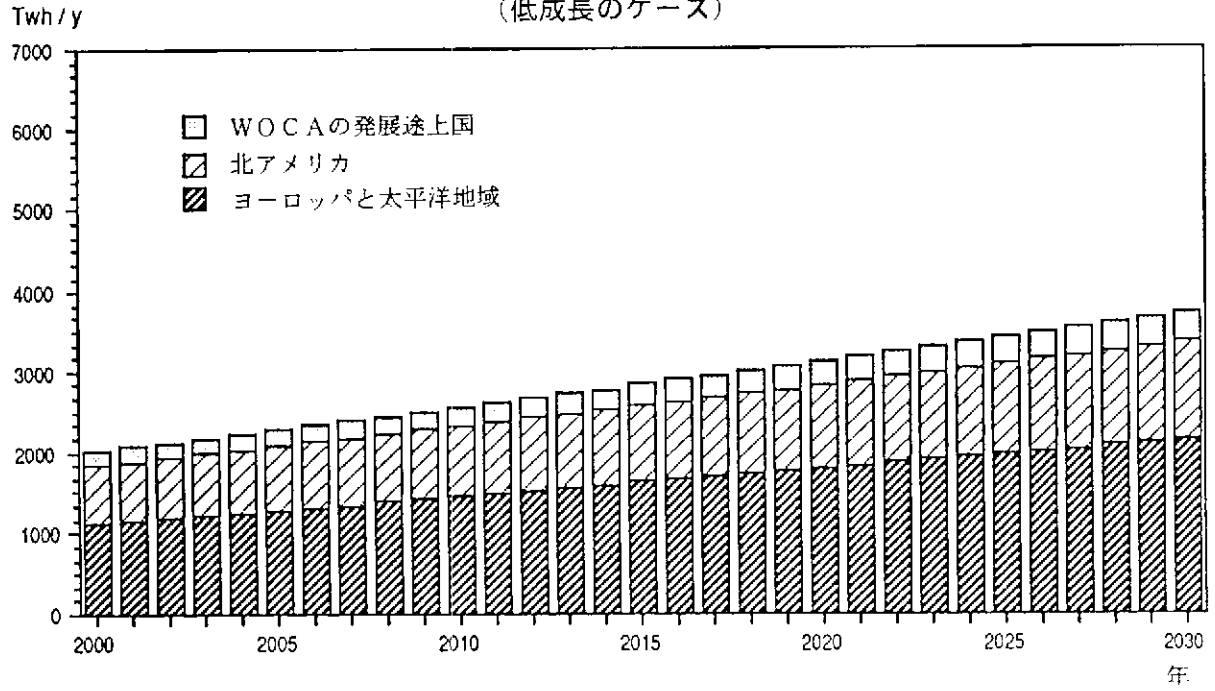
LWR - MOX + FBR戦略
(1,000tU)

	1990	2000		2010		2020		2030	
		LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
OECD北アメリカ	17	201	204	416	437	648	703	898	1,007
OECDヨーロッパ と太平洋地域	21	260	271	537	622	830	1,053	1,112	1,462
WOCAの発展 途上国	4	58	64	127	171	206	322	293	515
WOCA合計	42	519	539	1,080	1,230	1,684	2,060	2,303	2,984

第 1 図

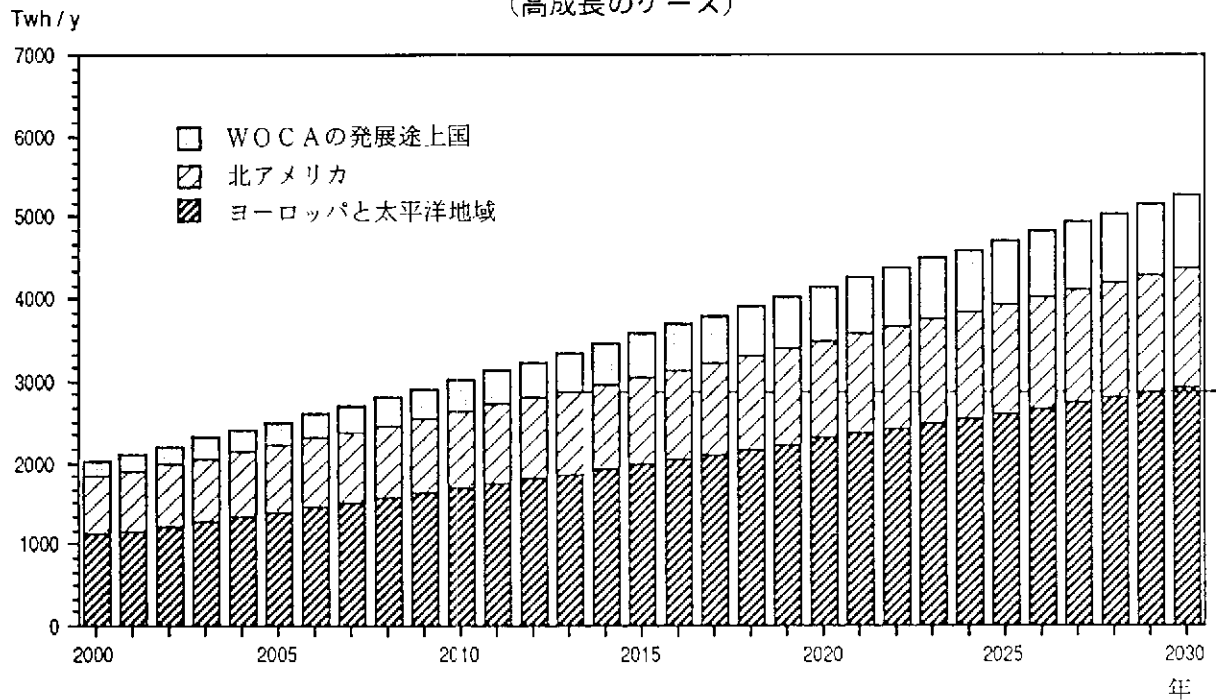
(A) W O C Aにおける2000～2030年の原子力発電量

(低成長のケース)



(B) 非共産圏における2000～2030年の原子力発電量

(高成長のケース)



発電量の長期的予測に関するワーキンググループのメンバー

Australia	Mr. A. GARRAN	Australian Embassy-Permanent Delegation to the OECD
Canada	Mr. W. D. JARVIS	Energy, Mines and Resources
Finland	Dr. J. VIRA	Technical Research Centre of Finland
France	(第2回会議議長) Mrs. E. BERTEL	Commissariat à l'Energie Atomique
Germany, F.R. of	Dr. S. JACKE	Bundesministerium für Forschung und Technologie
Japan	Dr. O. SATO	Japan Atomic Energy Research Institute
United Kingdom	Mr. Nick BALDWIN	Central Electricity Generating Board
	Prof. P. M. S. JONES	United Kingdom Atomic Energy Authority
	Mrs. J. SELLERS	The Uranium Institute
United States (第1回会議議長)	Dr. C. BRAUN	Electric Power Research Institute
	Dr. S. PINTO	Nuclear Assurance Corporation
	Dr. F. GOLDNER	U.S. Delegation to the OECD
Commission of the European Communities	Dr. D. TAYLOR	Nuclear Policy Division
IAEA	Mr. I. NOVAK	Division of Nuclear Power
IIASA	Mr. H-H. ROGNER	Methane Technologies
UNIPEDC	Mr. M. BENARD	Electricité de France

World Energy
Conference

Dr. J.R. FRISCH

Electricité de France

OECD

International
Energy Agency

Mr. I. CRONSHAW

Energy Resources

Mr. S.B. FOSTER

Energy Resources

Nuclear
Energy Agency (事務局)

Dr. W. GEHRISCH

Nuclear Development Division

Mr. G.H. STEVENS

Nuclear Development Division

原子炉戦略とウラン必要量に関する特別ワーキンググループのメンバー

Belgium	Mr. P. KUNSCHE	Belgonucléaire
Canada	Dr. F. N. McDONNELL	Atomic Energy of Canada Ltd.
	Mr. W. THOMPSON	Atomic Energy of Canada Ltd.
France (議長)	Mrs. E. BERTEL	Commissariat à l'Energie Atomique
Germany, R.F. of	Prof. Dr. H. KAISER	Siemens AG, KWU Group
Japan	Mr. Y. YOKOUCHI	Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation
Netherlands	Mr. P. G. M. BOONEKAMP	Energieonderzoek Centrum Nederland
Spain	Mr. E. DELGADO	ENUSA
	Mr. R. JIMENEZ	ENUSA
Switzerland	Mr. P. VERSTRAETE	Ecole Polytechnique fédérale
United Kingdom	Dr. R. T. THORNE	Central Electricity Generating Board
United States	Mr. R. P. OMBERG	Hanford Engineering Development Laboratory
	Dr. C. E. WEBER	U. S. Department of Energy
	Mr. F. GOLDNER	U. S. Delegation to the OECD
OECD/Nuclear Energy Agency (事務局)	Dr. W. GEHRISCH	Nuclear Development Division
	Mr. G. H. STEVENS	Nuclear Development Division