

本資料は 年 月 日付けで登録区分
変更する。

東濃地科学センター 【研究調整グループ】

世界のウラン鉱山便覧 —旧東側諸国—

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1996年3月

社団法人 資源・素材学会

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184
Japan

©核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
1996

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。~~

本資料についての問い合わせは下記に願います。

~~〒509-51 岐阜県土岐市泉町定林寺宇園戸959-31
動力炉・核燃料開発事業団
東濃地科学センター
技術開発課~~



~~報 定 資 料~~
PNC T 7552 96-002
1996 年 3 月

世界のウラン鉱山便覧 - 旧東側諸国 -

社団法人 資源・素材学会¹⁾

要旨

1991年に西側諸国のウラン鉱山を網羅した便覧をこれまで取りまとめた。その後、東西冷戦の終結に伴い、旧共産圏のウラン鉱山についての情報が入手できるようになり、今年度、世界のウラン鉱山便覧-旧東側諸国-を取りまとめる事ができた。

出来るだけ多くのウラン鉱山を取り挙げて、鉱山評価に必要な情報を盛り込むように努力した。用語の統一等に当初予定したよりも多くの労力を要したが、各編集委員の献身的な努力によって本便覧を完成することが出来た。本便覧のように共産圏のウラン鉱山を網羅したものは、おそらく世界で初めてと思う。

不備な点も有ると思うが、本便覧がウラン資源に携わる人々の座右の書となれば幸いである。

編集委員会名簿

委員長	武内 寿久弥	東京大学名誉教授 (大手開発顧問)
委員	岡田 茂	(株) P E S C O
"	小林 直樹	イズミ建設コンサルタント (株)
"	肝付 兼弘	海外ウラン資源開発 (株)
"	大屋 尚彦	カクタスリサーチ (株)
"	南光 宣和	三井金属鉱業 (株)

¹⁾ 本報告書は、社団法人 資源素材学会が動力炉・核燃料開発事業団 東濃地科学センターとの契約により実施した業務の成果である。

契約番号；07C0961

事業団担当部課室および担当者；東濃地科学センター鉱床解析室 高橋 修

目 次

1. 旧東ドイツ	1
2. チェコ共和国・スロベキア共和国	34
3. ハンガリー共和国	66
4. ルーマニア共和国	79
5. ブルガリア共和国	95
6. ウクライナ共和国	111
7. カザフスタン共和国	119
8. ウズベキスタン共和国	157
9. キルギスタン共和国	191
10. ロシア連邦	200
11. モンゴル共和国	284

1. 旧東ドイツ

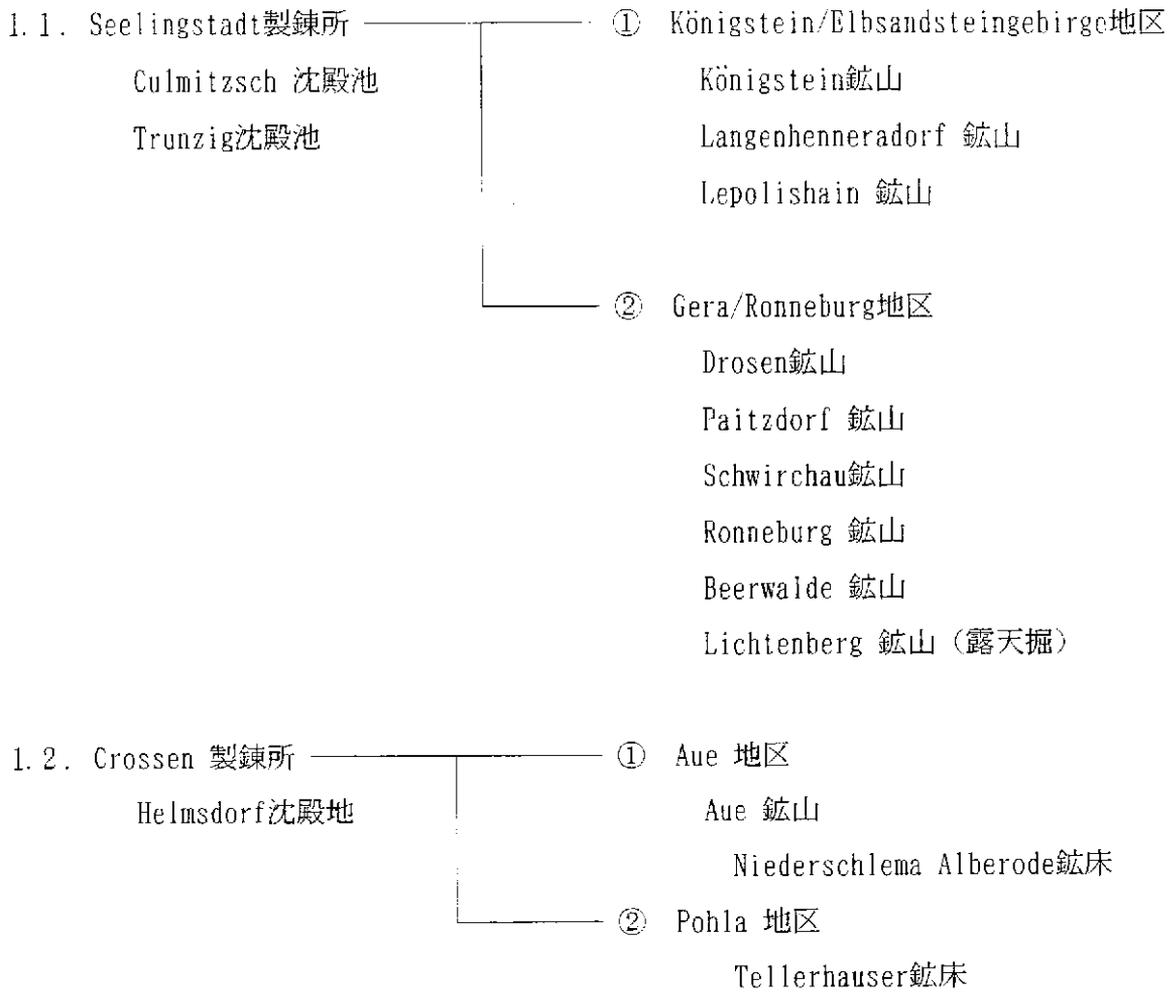


図1-A 旧東ドイツのウラン生産センター

1.1. Seelingstädt生産センター

1.2. Crossen 製錬所

表1-A 旧東ドイツのウラン生産量

図1-B Thüringen Sachsen 州ウラン鉍山位置図

図1-C 東部ドイツにおけるWismut社のウラン施設

図1-1-1 Seelingstädt製錬所周辺図

図1-1-2 Königstein鉍山周辺図

図1-1-3 Königstein模式断面図

- 図 1-1-4 Ronneburg 鉍山周辺図
- 図 1-1-5 Ronneburg 模式断面図
- 図 1-1-6 Königstein 鉍山の坑内インシチューリーチング模式図
- 図 1-1-7 Königstein 鉍山の鉍石ブロックのリーチング準備模式図
- 図 1-1-8 Seelingstädt 製錬所のソーダアルカリ・ウラン処理フローシート

- 図 1-2-1 Crossen 製錬所周辺図
- 図 1-2-2 Aue 鉍山周辺図

- 別紙 1-1 (3. 鉍業権益)
- 別紙 1-2 (5. 経緯・現状)
- 別紙 1-3 (12. 環境保全対策 その1)
- 別紙 1-4 (" " その2)

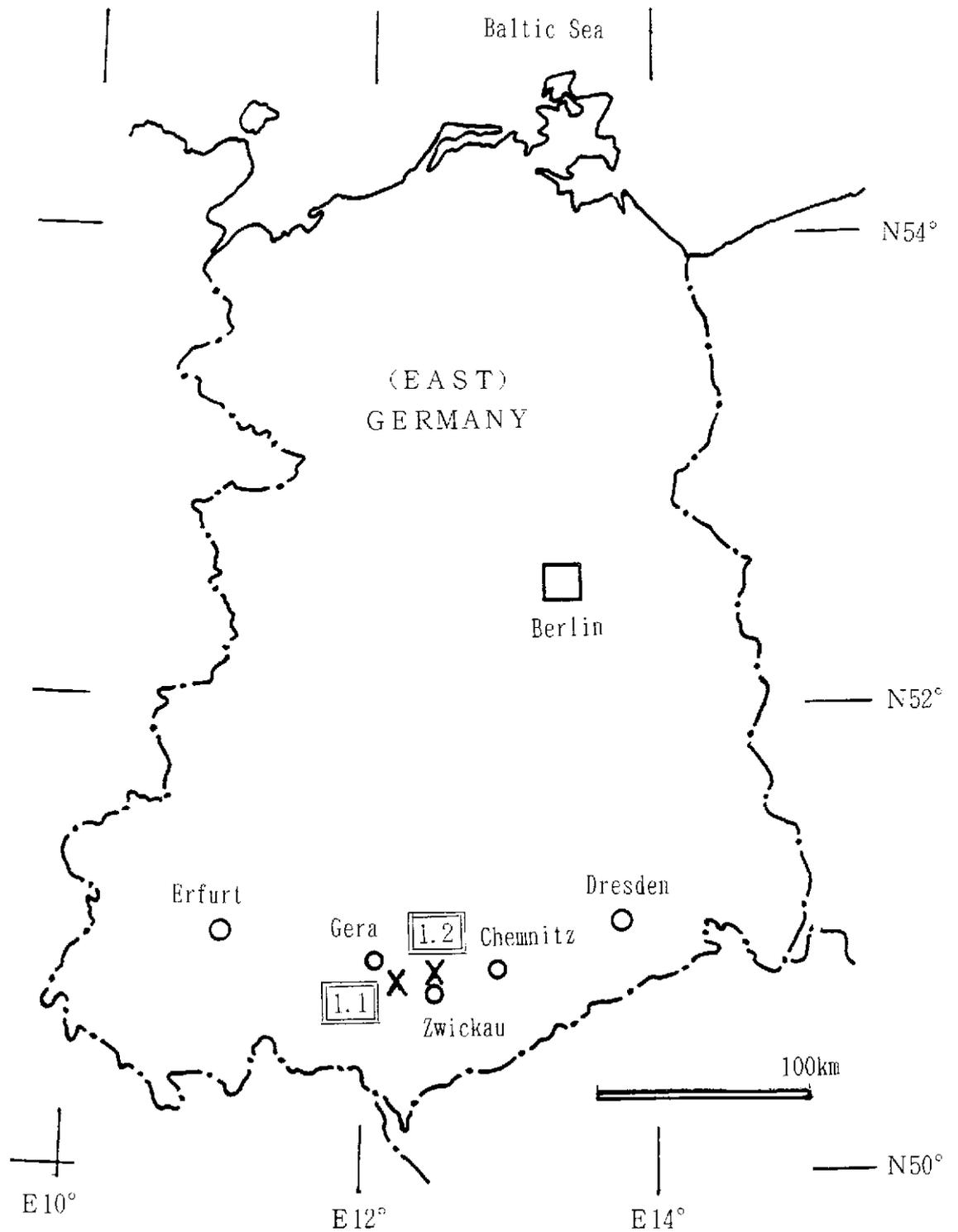


図1-A 旧東ドイツのウラン生産センター
 1.1. Seelingstädt生産センター
 1.2. Crossen 製錬所

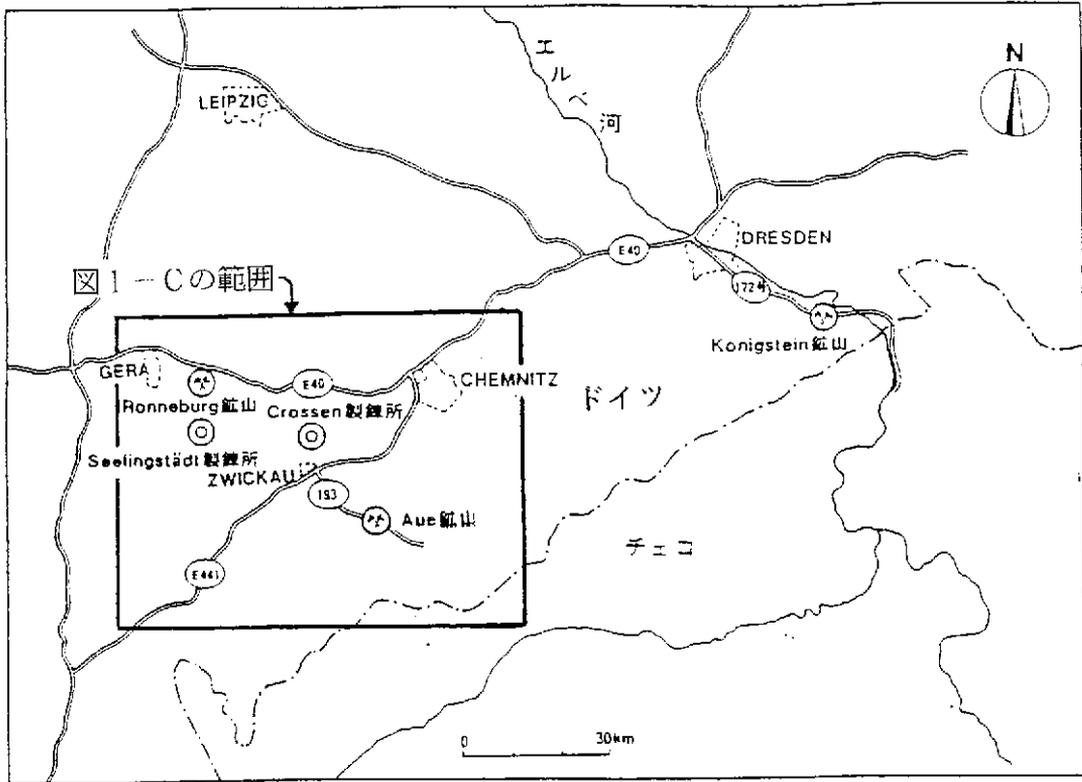


図1-B Thüringen Sachsen 州ウラン鉱山位置図

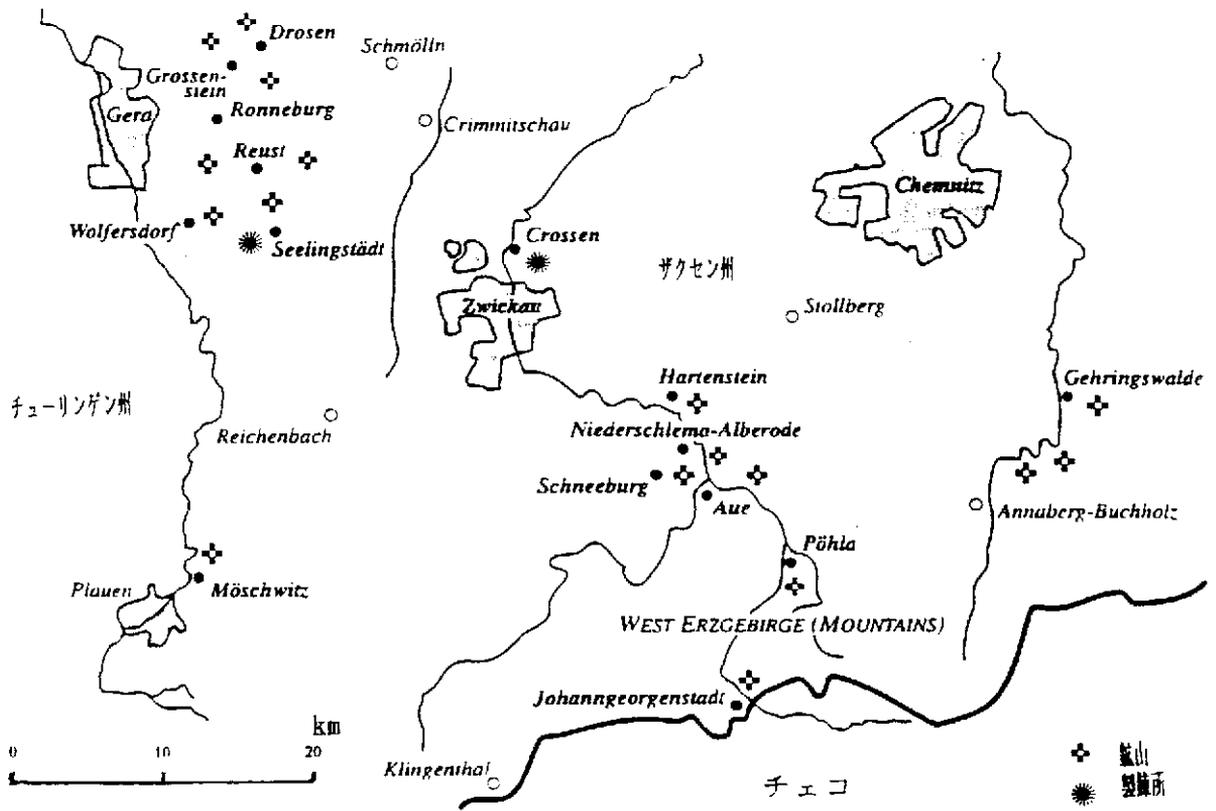


図1-C 東部ドイツにおける Wismut 社のウラン施設

YEAR	SEELINGSTÄDT (t U)	CROSSEN (t U)	TOTAL (t U)
1946	-	17	17
1947	-	150	150
1948	-	321	321
1949	-	766	766
1950	-	1224	1224
1951	-	1675	1675
1952	-	1299	1299
1953	-	3094	3094
1954	-	3967	3967
1955	-	4522	4522
1956	-	5157	5157
1957	-	5278	5278
1958	-	5302	5302
1959	-	5345	5345
1960	56	5300	5356
1961	999	5300	5991
1962	1371	5000	6371
1963	1730	5000	6730
1964	2483	4500	6983
1965	3090	4000	7090
1966	3570	3500	7070
1967	4110	3000	7110
1968	4448	2500	6948
1969	4412	2000	6412
1970	4389	2000	6389
1971	4485	2000	6485
1972	4627	2000	6627
1973	4721	2000	6721
1974	4777	2000	6777
1975	4884	2000	6884
1976	4695	2000	6695
1977	4314	2000	6314
1978	4158	2000	6158
1979	3766	1500	5266
1980	3745	1500	5245
1981	3677	1200	4877
1982	3422	1200	4622
1983	3377	1100	4477
1984	3326	1100	4426
1985	3470	1000	4470
1986	3186	900	4086
1987	3159	900	4059
1988	3124	800	3924
1989	3000	800	3800
1990	2972	0	2972
1991	1207	0	1207
1992	230	0	230
1993	116	0	116

表1-A 旧東ドイツのウラン生産量

処理能力	Seelingstädt	4,600,000t 鉱石/年
	Crossen	2,500,000t 鉱石/年 (1989閉鎖)

1.1. Seelingstädt (ゼーリングシュテート) 生産センター／製錬所

1. 交通・インフラ

ドイツ連邦共和国 (E R G) Thüringen(チューリンゲン) 州 Gera(ゲーラ) 市東南約 15km。北緯50°45′, 東経12° 12′, 高度200m。

同州Zwickau(ツピッカウ) 市とGera市を結ぶ道路の中間ややGera市寄りにある。最も近い空港は南東約80kmの州都 Erfurt(エルフルト) にある。(図1-A)

Wismut GmbH(ビスムート有限責任会社) Jagdschanken Strasse29, D0-9030 Chemnitz, Germany, Tel.31-71-880, Fax.37-71-882626, Telex.75092

大陸性気候で冬は寒冷, 曇りがち, 夏は時に熱帯性フェーン風を伴い, 相対湿度が高い。年間降雨量は山麓で 500~700mm, 盆地で約 500mm。気温は2月平均-1℃, 7月平均18℃程度。

2. 権利関係

Wismut GmbH(ビスムート有限責任会社) が運営。

所有権はドイツ連邦政府100% (経済省50%, 環境省50%)

3. 鉱業権益

ウランの探鉱, 採掘に関係する主な法律等 (詳細は別紙1-1参照)。

- ・連邦鉱業法 (Law, 1980.7.18; 1990.2.12 および1992.8.26 修正)
- ・連邦放射保護法 (Law, 1974.12.28; 1983.6.22修正)
- ・環境責任法 (Law, 1990)
- ・原子力法 (Act.1959.12.23; 1985.7.15 修正)
- ・放射線保護委員会の勧告についての条例 (Decree, 1984.10.11)
- ・旧東独の放射線防護関係法律 (Legislation) で, 現在も有効なもの
- ・ビスムート法 (Act, 1956.1.1) 内容不詳。

4. 許認可関係

ウランの探鉱, 採鉱, 製錬, 撤収の法的手続きおよび監督官庁 (州, 郡, 地域) は次の如くである。

- ・廃棄物管理局 (Authority), 建設管理局 (Auth.), 鉱業管区局 (Mining Magistracy), 記念物保護局 (Auth.), 森林局 (Auth.), 保健局 (Auth.), 放射保護局 (Auth.), 土地管理局 (Auth.), 風景局 (Auth.), 農業局 (Auth.), 自然保護局 (Auth.), 道路建設局 (Auth.), 水管理局 (Auth.), 地域および地方行政機関 (Administration),

州地質調査所，環境保護局(Auth.)，測候所(Meteorological Service)。

5. 経緯・現状

- ・ Sachsen(ザクセン) 州のErz(エルツ) 山脈では1700年代後期にウラン鉱化帯が発見された。
 - ・ 1946年：旧東独チューリンゲン州およびサクセン州の全ウラン鉱山・製錬所を旧ソ連が操業（旧ソ連100%のSAG Wismut社による）。
 - ・ 1954年：SAG Wismut社を改組し，旧東独政府 50%，旧ソ連 50%で ADAG Wismut社を設立。西暦2000年までのウラン鉱石の採鉱，採鉱および処理について合意
 - ・ 1990年10月3日ドイツ再統一後：
 - 1990年：ADAG Wismut 社はウラン採鉱を中止
 - 1991年1月16日：旧ソ連 ADAG Wismut社の50%株をドイツ政府に譲渡し，浄化コスト責任約52億マルク（約34億米ドル）を免除された。
- 現在ドイツにウラン鉱山はない。但し，Königstein(ケーニッヒスタイン) 鉱山閉鎖作業から出る残留溶液からSeelingstädtで幾らかのウランが回収されている。

6. 地質概要

Seelingstadt製錬所に所属する①Königstein/Elbsandsteingebirge（ケーニッヒシュタイン／エルブザントシュタイン）地区諸鉱山（Sachsen 州）と②Gera/Ronneburg（ゲラ／ロンネブルグ）地区諸鉱山（Thüringen 州）の地質概要は次の如くである。

① Königstein/Elbsandsteingebirge 地区

地質鉱床 鉱床母岩は上部白系最下部セノマニアン期の陸成碎屑岩（堆積盆堆積物）。
砂岩およびシルト岩。

主要ウラン鉱物，随伴金属鉱物

ピッチブレンド

鉱床タイプ 砂岩型（ロールフロント型）

規 模 ・ 鉱床の規模は，南北5 km×東西1.5 km×厚さ数m～数10m。

・ 深度：-160m ～ -270m。北に緩傾斜。

鉱 量 ・ 当初埋蔵量：23,855tU（1961年）0.1%U

・ 採掘済量：17,314"（～1994年）0.08～0.15%U

・ 残 存 量：6,541"（1994年12月末）

② Gera/Ronneburg

地質鉱床 鉱床の母岩は古生代オルドビス紀頁岩／石灰岩およびシルル紀炭酸塩質一

黄鉄鉱頁岩。北傾斜（南側に露頭）で、地塁構造の一部。

主要ウラン鉱物 コロイド状ピッチブレンド・少量のコフィン石、煤状ピッチブレンド。

随伴金属鉱物 Fe, Pb, Zn, Cu硫化鉱物（計1%以下）。トレース程度のCo-Ni 砒化物

（脈石：炭酸塩鉱物、重晶石、粘土鉱物）。

鉱床タイプ 地層制御／構造制限（stock-work）型

規 模 ・ 鉱床賦存範囲：長さ25km×巾8～15km

・ 鉱床規模：長さ20～500m×巾数m～数100m×厚さ2m以下～120m。その内部の鉱化裂かは巾1mm～1cm

鉱 量 ・ 当初埋蔵量：200,073tU（1957年）

・ 採掘済量：92,341 tU（1957年12月）0.08～0.095%U

・ カットオフ品位：0.03%

7. 採鉱関係

① Königstein/Elbsandsteingebirge 地区

採 鉱 法 ・ 1967-1969年：坑内採掘（ルーム・アンド・ピラー法）

・ 1969-1983年：坑内掘坑内 I S L 併用

・ 1983-1990年：坑内 I S L（Chamber Leaching）のみ（図1-8, 1-9参照）

採鉱能力, 生産量

・ 坑内掘：14,236tU。カットオフ品位0.03%Uで、1967-1971年平均出鉱品位は0.13%U, 1991-1996年は0.14%U, 1976-1983年は0.1%U。

・ 坑内 I S L：3,078tU 以上を生産。カットオフ品位0.02%Uで、0.099%U の鉱石まで適用。生産能力は308～385tU/年であった。1990年の生産性は、272kgU/人・年に達した。

② Gera/Ronneburg

採 鉱 法 ・ 地表～-250m：露天掘：Lichtenburg（リヒテンブルグ）鉱山

・ -250m 以下：坑内掘（サブレベルストーピング）：Schmirchau（シュミルショウ）、Paitzdorf（パイツドルフ）、Beerwalde（ビアバルデ）、Drosen（ドローセン）鉱山

採鉱能力, 生産量

・ 露天掘：1957-1978年の採掘量（鉱石+ズリ）1.7億m³で、12,000～13,000 tUを生産した。ピット規模は、長さ1,500m×巾400～600m×深さ260m。

・ 坑内掘：4 鉱山で採掘（同一鉱体）。立坑25本（最深940m×4本Drosen）。最大のDrosen鉱山（長さ4km×巾1.5km）の生産性は6m³/人・方(6h/方)

平均ウラン生産性は231kgU／人・年。坑内充填は貧配合コンクリートと褐炭灰により、固化に14日を要する。

鉱山名	開始	生産能力	採鉱品位	採掘深度
Schmirchau	1950年	80万t/年	0.082 %U	525m
Paitzdorf	1963	100万 "	0.085 "	480m
Beerwalde	1974	50万 "	0.089 "	540m
Drosen	1982	80万～120万 "	0.073 "	780m

8. 製錬関係

- ・1960年操業開始以来、1990年まで、アルカリ・リーチングと酸リーチングの2方式でウラン鉱石を処理してきた。1990年以降はアルカリ・リーチング（苛性ソーダを用いる）のみが行われている。但し、図1-10のフローシートにみられるように鉱石の種類によって2系統に分けて行われた。なお、1994年現在ウラン鉱山の採掘は全て休止しており、Seelingstädtで処理しているのはKönigstein鉱山の環境浄化産物である。
- ・Seelingstädtの製錬処理能力は4,600,000t／年(3,847tU)で世界最大の製錬所であった。1960年から全鉱山が休止した1991年までに1.1億tの鉱石を処理した。操業日の処理能力は9,000～10,000t/日であった。アルカリ・リーチングのみの処理能力は大体3,300,000t／年である。現在は環境浄化産物処理で192.5tU/年を生産している。
- ・製錬所、酸工場、発電所、修理工場、資材倉庫で面積1ha、沈殿池2ヶ所で400ha(250ha, 150ha)。全能力操業時の人員は800人。
- ・廃液処理にはCulmitzsch（カルミッシュ）、Trunzig（ツルーンツイク）の2沈殿池がある。いずれも露天掘跡を利用し、廃液はパイプ流送される。アルカリ系と酸系に区分されている。廃液はRaが2,500mBq/l程度だが、塩化鉄、塩化バリウムでU, Ra, Asを共沈させ、Ra150-160mBq/l程度にし、上澄は逆送する。
- ・イエローケーキ・スペック：一般的に42.4-67.84%Uであるが、特別注文によっては76.32%Uあるいはそれ以上の品質にし得る。

9. 生産コスト

- ・1980年-1990年7月間の東ドイツにおけるWismut社のウラン生産コストの平均は約225GDRマルク/kgU（約US\$90/kgU）^{*1}であった。しかし1990年には350GDRマルク/kgU（約117US\$/kgU）^{*2}に上昇した。
- ・環境浄化によるKönigstein鉱山からの残鉱・溶液処理によるウラン生産コスト推定：
 鉱山コスト：DM165(US\$97)^{*3}/kgU

製錬所コスト：DM30～50(US\$18～29)^{*3}/kgU

合計 US\$ 115～126 kgU

- *1 GDR マルクは公式には西ドイツマルクと等価であった。1980年代の西ドイツマルクの平均交換レートは大体2.5DM/1US\$であった。
- *2 2.52DM/1US\$(NUEXCOの換算率)
- *3 1.67～1.72(平均1.7) GDM=US\$1(NUEXCOの換算率)

10. 生産体制, 実績, 計画

- ・Konigstein鉱山浄化産物からのウラン回収は2008年まで続くと予測される。
1994年～2007年 192.5tU/年 生産, 能力 192.5tU/年
2008年 115 tU/年 生産 “ 115 tU/年
- ・Seelingstädt, Crossen 両製錬所の操業開始以来のウラン生産量は表1-1を参照のこと。

11. 生産物の販売実績, 計画

- ・浄化作業の結果として生産されるウランは経済省に代表されるドイツ政府によって所有され, ユーロトム管理のもとで販売される。

12. 環境保全対策

- ・ウラン施設の汚染廃棄物の再生を含む放射性物質の合法的取扱いの担当官庁は「環境・自然保護・原子炉保全連邦省」(Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)である。必要なガイド・ラインは「連邦放射線防護局」(Bundessamt für Strahlenschutz)の代理として行動する「放射線防護委員会」(Strahlenschutz Kommission)による勧告として整備されている。
- ・規制に関する法律, 規制値は別紙1-3参照
- ・対策, 計画は別紙1-4参照。

13. 政策

ドイツではウラン鉱山ならびに製錬所は全て旧東ドイツのThüringen州と Sachsen州にある。また, これらの施設はドイツ再統一以前は, 旧ソ連と旧東ドイツ政府の共同所有である SDAG Wismut社が全て所有していた。しかし, 再統一後の交渉で1991年5月16日以降 SDAG Wismut社の全株がドイツ連邦政府の所有となり連邦経済省と同環境省が責任を等分している。同社のウラン産業に関する最大事業は, 閉山したウラン鉱

山、閉鎖した製錬所およびそれらの尾鉱沈殿池等の清浄化、修復である。製錬所のうちSeelingstädtは主としてKönigstein鉱山の清浄化作業から出る残渣などの処理で2008年まで少量のウランを生産するが、他の施設は全て閉鎖、清浄化作業に入っているか計画中である。これら、清浄化修復作業のコストはWismut社の見積りでは2008年まで約15年かかり、約130億DM（約76億US\$（換算率1.7DM=1US\$））とされているが、期間は倍の30年で、コストは約400億DM（約235億US\$（換算率1.7DM=1US\$））と云う予想もある。

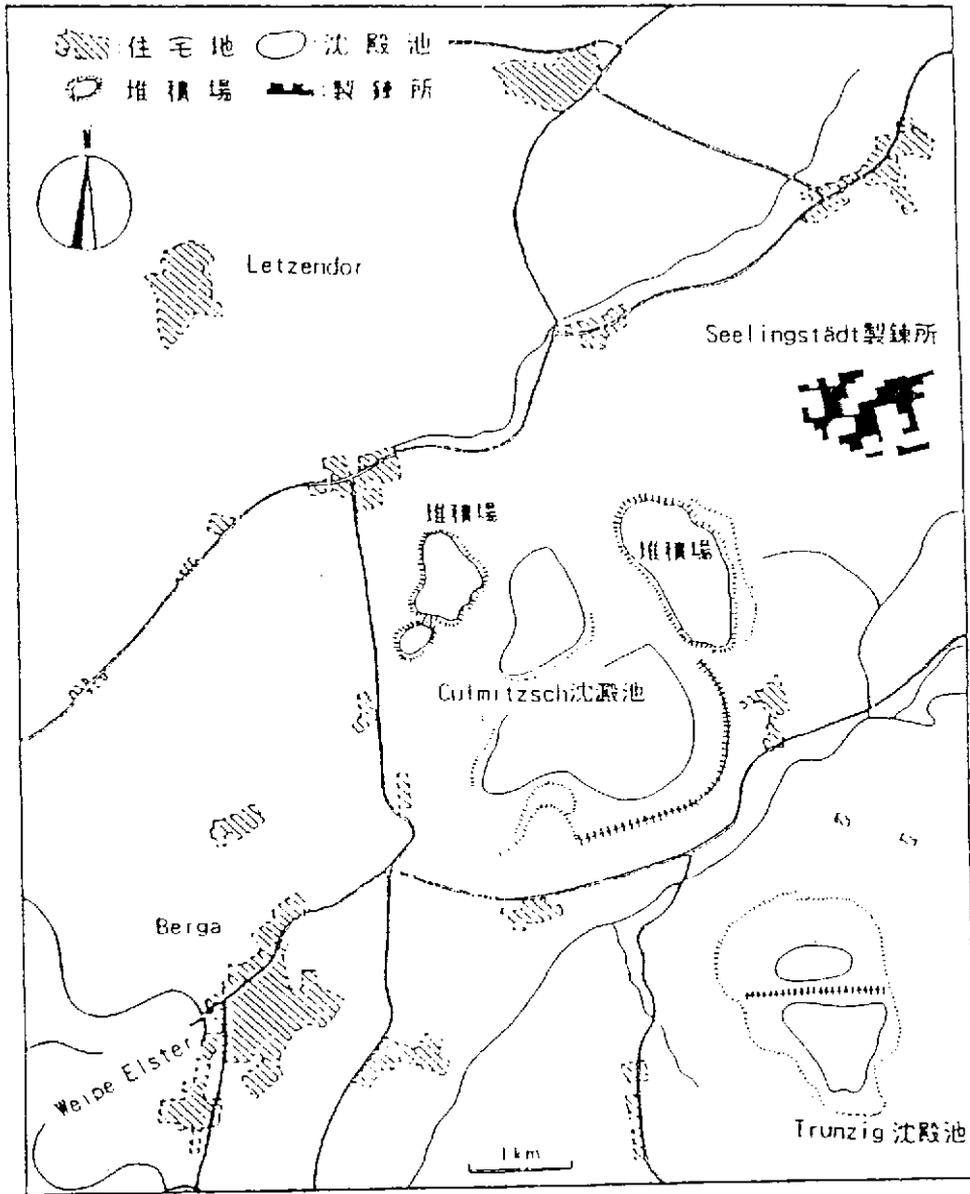


图 1-1-1 Seelingstädt製鍊所周边图

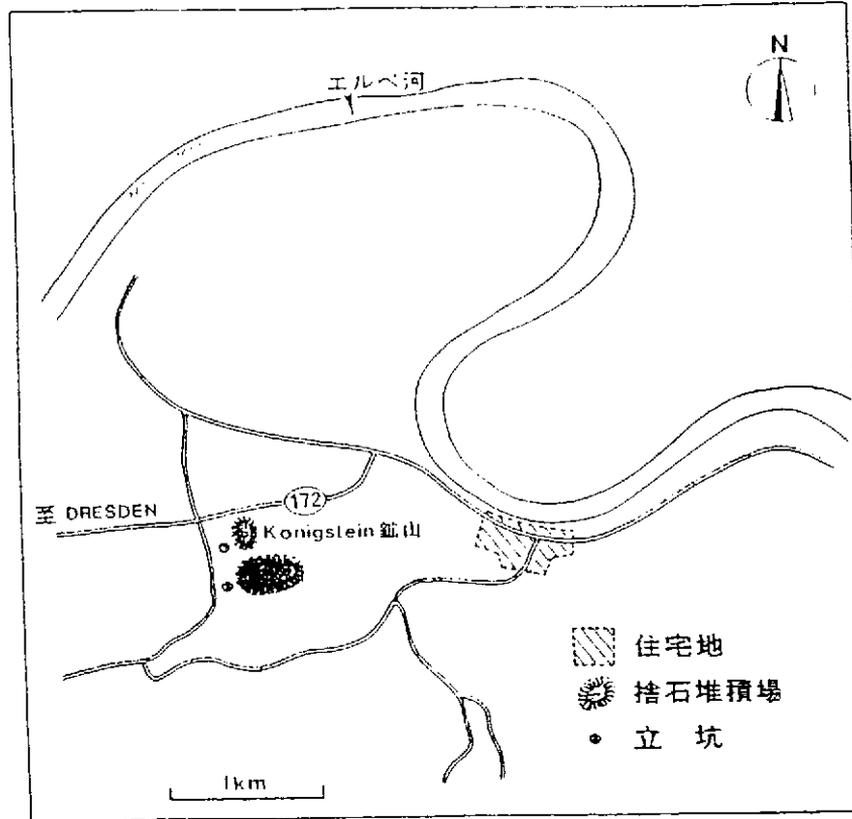


図1-1-2 Königstein鉞山周辺図

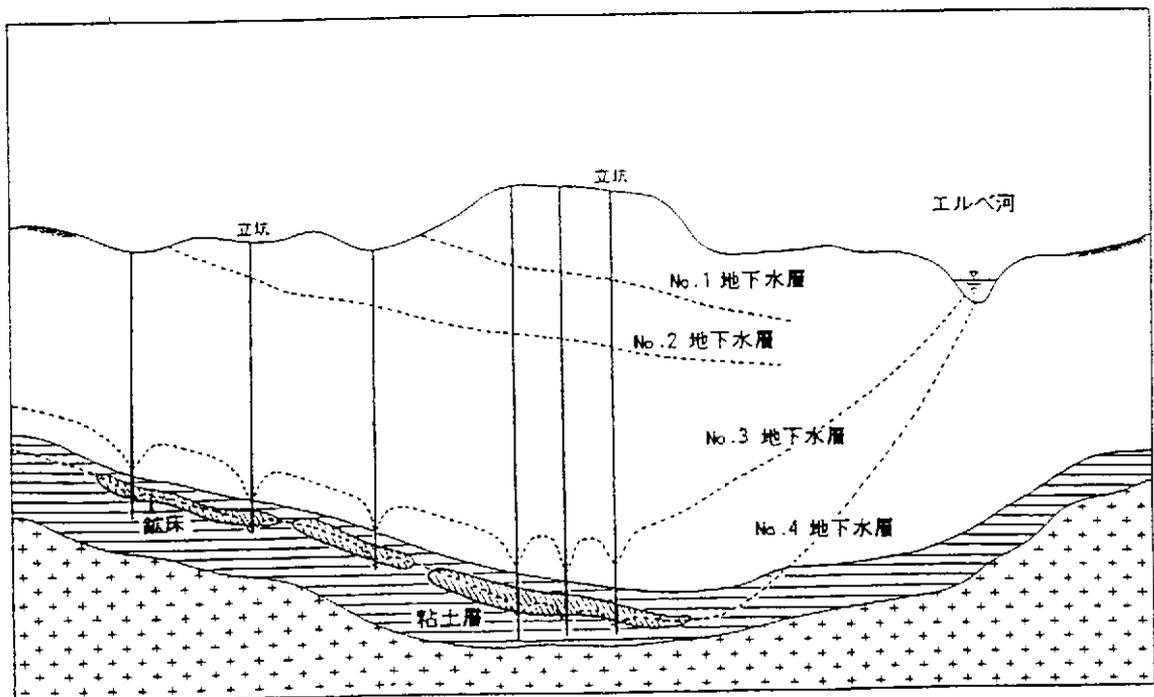


図1-1-3 Königstein模式断面図

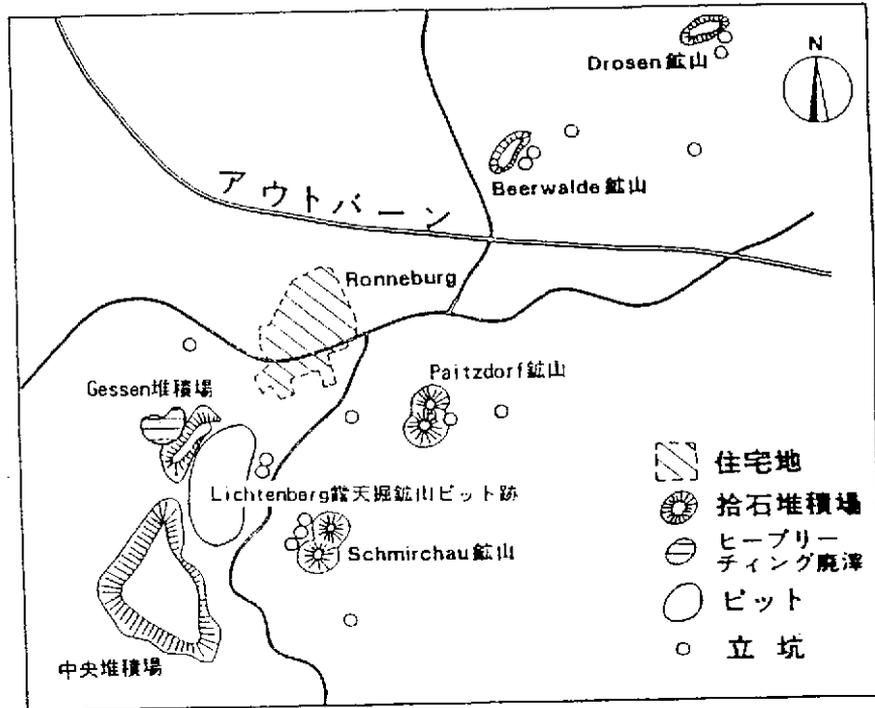


図1-1-4 Ronneburg 鉱山周辺図

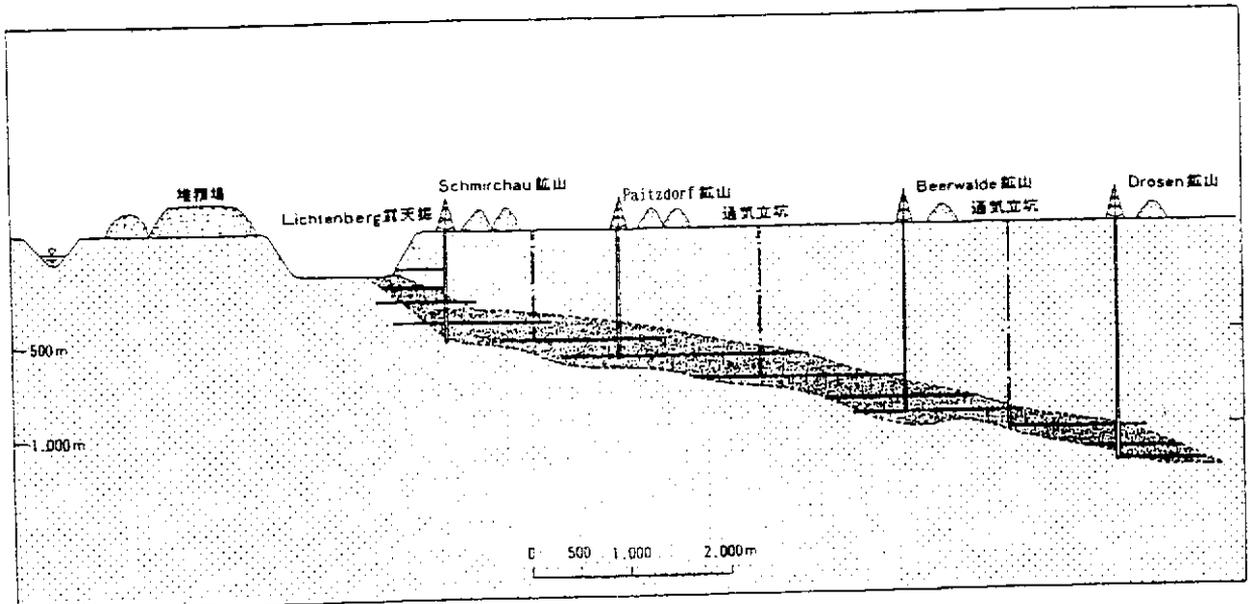


図1-1-5 Ronneburg 模式断面図

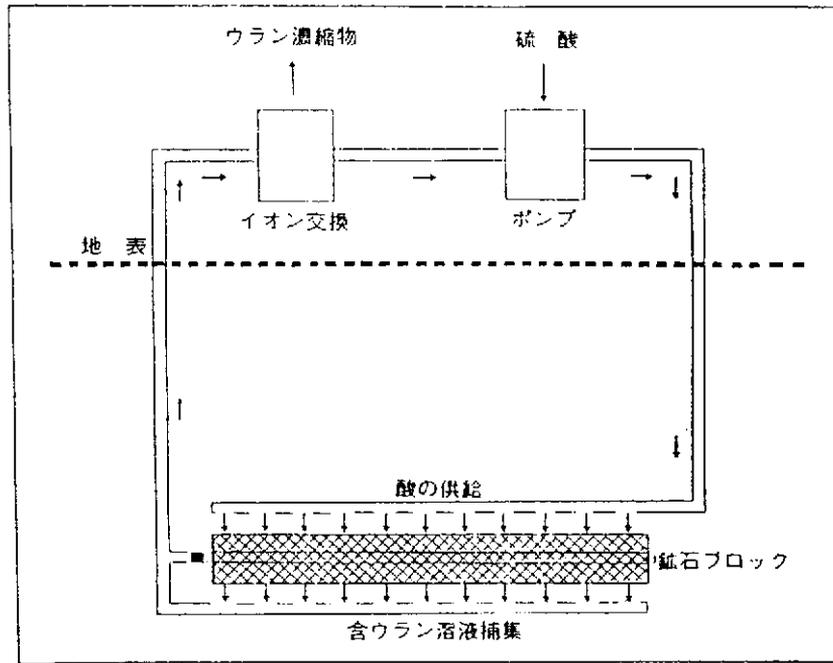


図1-1-6 Königsteink鉱山の坑内インシチュリーチング模式図

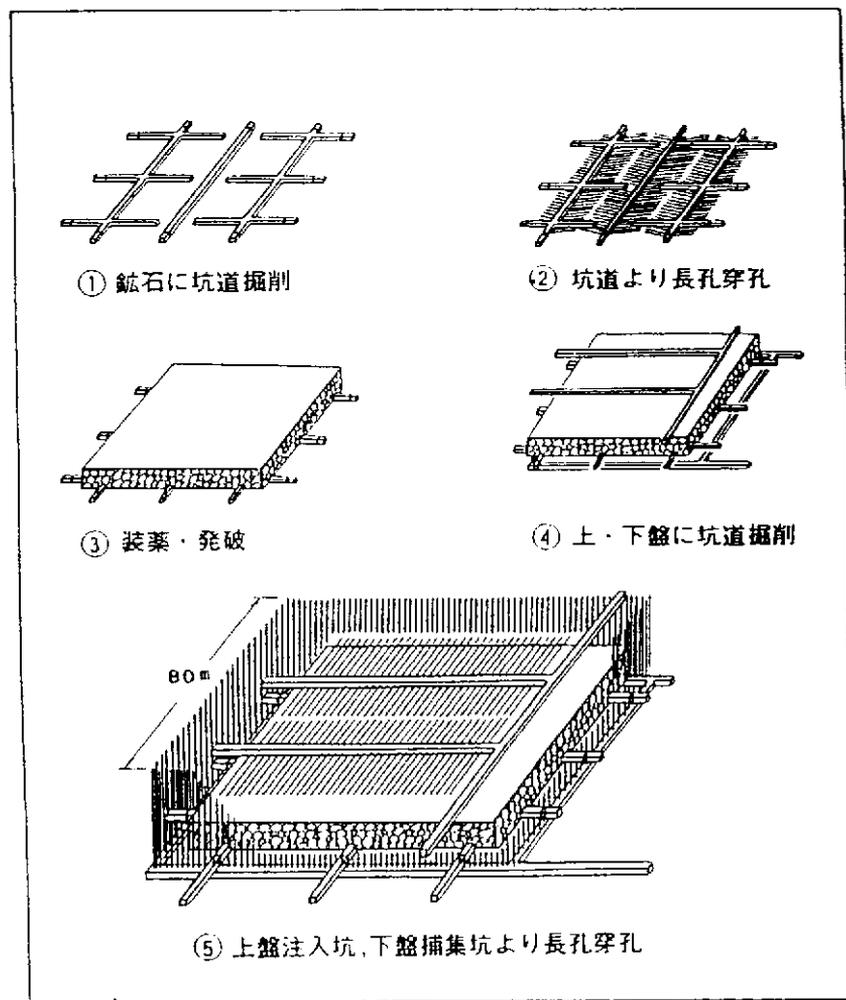
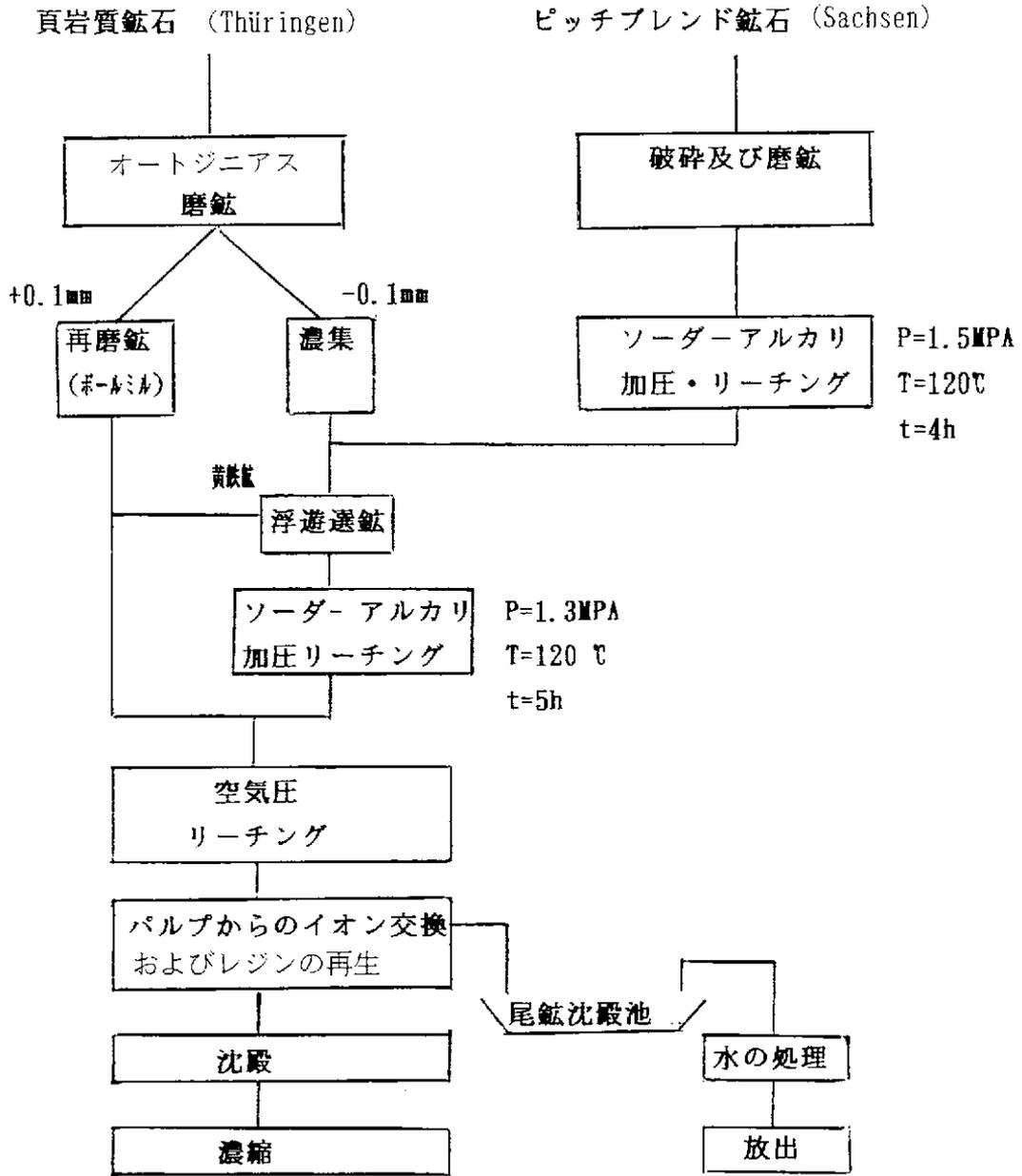


図1-1-7 Königsteink鉱山の鉱石ブロックのリーチング準備模式図



Wismut AG 1991

図1-1-8 Seelingstädt製錬所のソーダ-アルカリ・ウラン処理フローシート

1.2. Crossen(クロッセン) 製錬所／生産センター

1. 交通・インフラ

- ・ドイツ連邦共和国 Sachsen州西部Zwickau(ツビッカウ) 市の中心部から北5kmの人口密集地にある。北緯50° 34′ , 東経12° 43′ ; 標高500m。
- ・空港はHof(ホーフ, 南西60km, Bayern州)とDresden(ドレスデン, 北東90km, Sachsen州首都) にあり, 幹線道路で結ばれている。本社のある Chemnitz(ケムニッツ, 旧東独時代のKarl-Marx-Stadt)の東南東約35kmでこれも幹線道路で結ばれている。
- ・Wismut GmbH (1.1. Seelingstädt参照)。

2. 権利関係

1.1. Seelingstädt参照

3. 鉱業権益

1.1. Seelingstädt参照

4. 許認可関係

1.1. Seelingstädt参照

5. 経緯・現状

- ・1953年に操業開始。1989年までに生産は107,730tUを越えた。最大年間生産量は5,000tU 強で, 1950年代晩期と1960年代初期にみられた。ペレストロイカの開始と共に生産は急減し, 製錬所は1989年永久閉鎖された。現在(1994年)施設の取り外しが行われており, 浄化計画が策定されている。

1.1. Seelingstädtを参照。

6. 地質概要

- ・Crossen 製錬所にウラン鉱石を供給していたのは, Ronneburg地区鉱山(Seelingstädt の項参照) と西Erz 山脈地方の下記鉱山である。
 - ① Aue(アウエ) 地区: Niederschlema(ニーデルシュレーマ)-Alberode(アルペロード) 鉱床: 世界最大の鉱脈型ウラン鉱床の一つ。*

- * ・発見：14世紀，当時Ag鉱山として採掘
- ・1930年代：Bi, Co, W, Pb の副産物としてウランを出産した。
- ・1946年以降：ウラン生産(Niedepschlema鉱床は1940年発見)

② Pohla(ポーラ) 地区：Tellerhausep (テレルホイゼル) 鉱床：付近にSn-W鉱床がある。

付近のSn-W鉱床

- ・Hammerlein (ヘンメルライン)
 - ・Tellerhauser (テレルホイゼル)
 - ・Globenstein(グローベンシュタイン)
- 品位：Sn 0.1~0.03%, WO₃ 0.45% (局部)
- 埋蔵量：Sn 200,000t弱, WO₃ 約 40,000t。

① Aue 地区

地質鉱床 母岩：原生代後期からカンブリア紀初期の結晶片岩および片麻岩
 鉱化作用・時代：ヘルシニアン造山期（古生代後期，特に石炭紀が中心）
 の花崗岩貫入に伴う接触変成帯中に鉱床が生成した。

主要ウラン鉱物 ピッチブレード，コフィン石

随伴金属鉱物 Ag, Co, Ni, Bi 鉱物

鉱床タイプ 多金属鉱脈型（急傾斜）

規 模 鉱化帯：長さ 2.5km×巾400-500m×深さ2,000m

鉱 脈：巾1.3-10m. 約 1,000脈が識別された。

鉱 量 88,494tU, カットオフ品位 0.03%U, 平均品位0.4%U, うち採掘済量は 73,103tU(Ref.5では81,000tU)。

② Pohla 地区

地質鉱床 母岩：原生代後期からカンブリア紀初期の雲母片岩，両雲母片麻岩。
 鉱化作用・時代：ヘルシニアン期花崗岩をとりまく接触スカルン帯中に生成。

主要ウラン鉱物 ピッチブレード，コフィン石

随伴金属鉱物 Ag, Co, Ni, Sn 鉱物

鉱床タイプ 多金属鉱脈型（分岐脈）

規 模 鉱化帯：長さ 1,000m ×巾1,000m

鉱 脈：長さ500-1,000m×巾1.5-2.5m：分岐脈が多い(垂直間隔15-60m)

鉱 量 6,541tU, カットオフ品位 0.03%U, (1973年発見), うち採掘済量は 1,154 tU。

7. 採鉱関係

① Aue 地区

- 採 鉱 法 シュリンケージ法。深部は修正カット・アンド・フィル法（上向き）：
 最小採掘巾0.8m。深部岩盤温度65℃(Ref.5では70℃)を21℃～27℃に冷却
- 採鉱能力 約100,000t鉱石/年。106kgU/人・年（1991年）
- 採鉱計画 1990年生産中止。
- そ の 他 ・人員：4,500 人（1991年）
 ・立坑：30本以上。最下底レベルは-1,880m
 ・採掘レベル：通常30m 間隔(45mの所もある)
 ・運搬：坑内レール運搬。坑外とトラックで10km離れたHarntenstein（ハルテンシュタイン）へ送られ、ここで0.4%U に品位調整し、鉄道40kmで Seelingstadtに送られた。

② Pohla 地区

- 採 鉱 法 シュリンケージ法。
- 採鉱計画 1990年生産中止。
- そ の 他 ・通洞（海拔600m）：長さ 6,000m
 ・立坑：2 本（通洞から鉱体へ）
 ・主要レベル：+85m～-300m 間 60m間隔（中間レベル30m 毎）
 ・運搬：坑内はレール、以後は①Aue 地区に同じ。

8. 製錬関係

- ・1946年にウラン生産を開始した。
- 当初：送鉱（重力送鉱および放射能送鉱）→アルカリ浸出または浮遊送鉱→酸送鉱（黄鉄鉱が多い鉱石）
- 1970年代初期：粉碎(3m/m)→放射能送鉱→エア・ジェットによるウランの多い部分を区分
- 1978年：加圧浸出実施（オートクレーブ使用, 140℃, 14atm)→ RIP法（向流法）→アンモニアによる ADU沈殿。
- ・製錬能力：1950年－1989年：74,000,000t の鉱石を処理（平均1,850,000t/年），108,217tU を生産（平均2705.4tU/年），最大生産量は1959年の5,345 tU/年で，1956年－1963年の8年間は，5,000 tU/年以上の生産規模を続けた。1980－1989年間の生産は10,500tUであった。
- ・イエローケーキの品位：70－75%U

・廃棄物処分：

鉍さい堆積場：92年57,000,000 t：最大はHelmsdorf(ヘルムズドルフ)堆積場で、面積200ha、周囲8 km、最深部70m、50,000,000t堆積。鉍さい品位 U50g/t, Ra5.5Bq/t, As300g/t

尾鉍堆積物：92年16,000,000t：放射送鉍尾鉍堆積場で、製錬所のすぐそばのものは22ha、2,200,000m³。尾鉍品位Ra²²⁶Pb1~2Bq/t。

9. 生産コスト

- ・1980年-1990年7月間のウラン生産コストは200-250GDRマルク/kgU

この間の為替交換比率は平均2.5GDRマルク/1US\$

従って、この間のウラン生産コストはUS\$80-100/kgU の間にあったと計算される。

10. 生産体制, 実績, 計画

- ・1989年12月31日閉鎖
- ・閉鎖までの最後の10年間(1980年-1989年間)の生産実績は、10,500tU。
- ・操業開始以来(1946年-1989年)の全生産実績は108,217tU。年別生産量はSeelingstädt製錬所の表1-1参照。

11. 生産物の販売実績, 計画

12. 環境保全対策

1989年12月31日以降、浄化・修復作業を計画しており、一部は実施または調査・研究中である。浄化・修復の考え方は以下の通り。

- (1) 鉍さいダム汚染対策：Helmsdorf 鉍さい堆積場を排水し覆土する。
- (2) 尾鉍堆積場：Helmsdorf 鉍さい堆積場に輸送する。
- (3) 製錬所：全ての工場施設・建屋を取り壊すと共に、製錬所敷地内の汚染土壌を砂利で覆土する。廃材、剝土および廃棄物をHelmsdorf 鉍さい堆積場に運搬し処分する。

実施中(1992年6月)：Helmsdorf 鉍さい堆積場を中心に地下水調査、地質調査が行われ、同時に処置のための研究開発、検討が行われている。

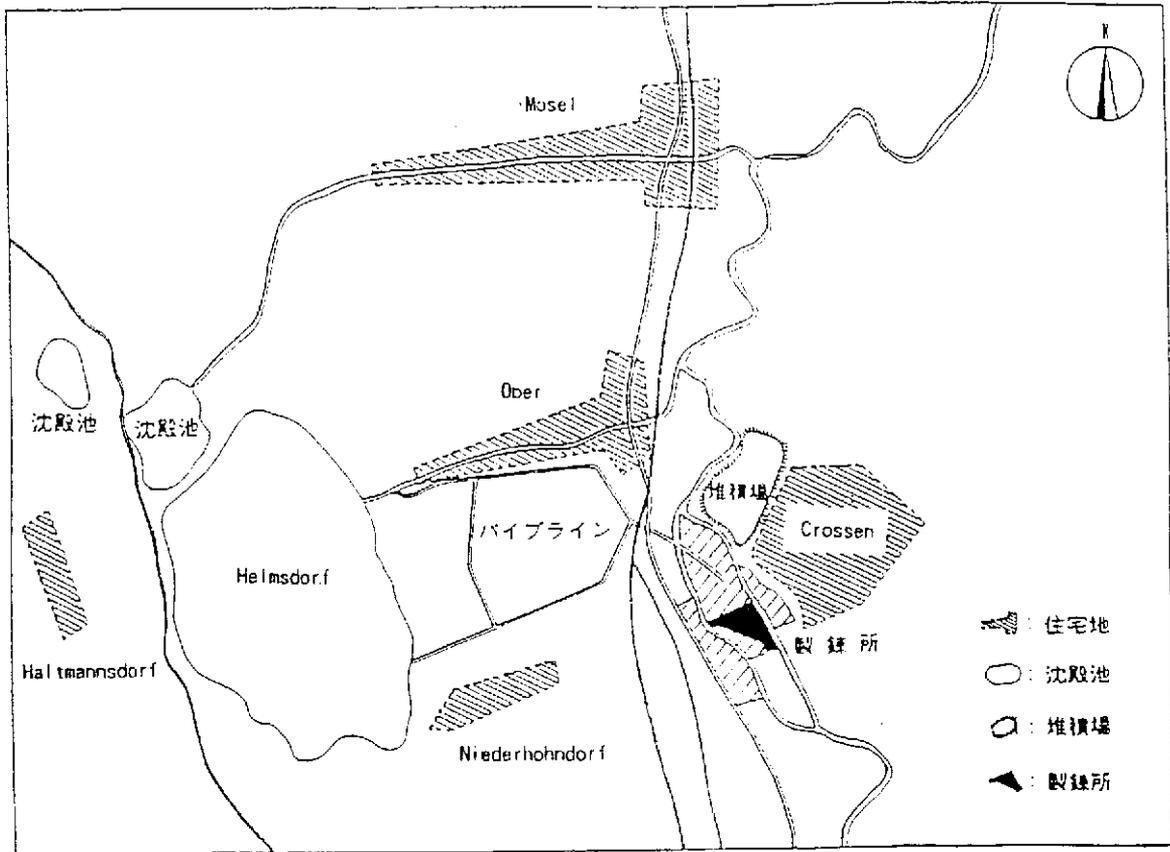


図1-2-1 Crossen 製鍊所周辺図

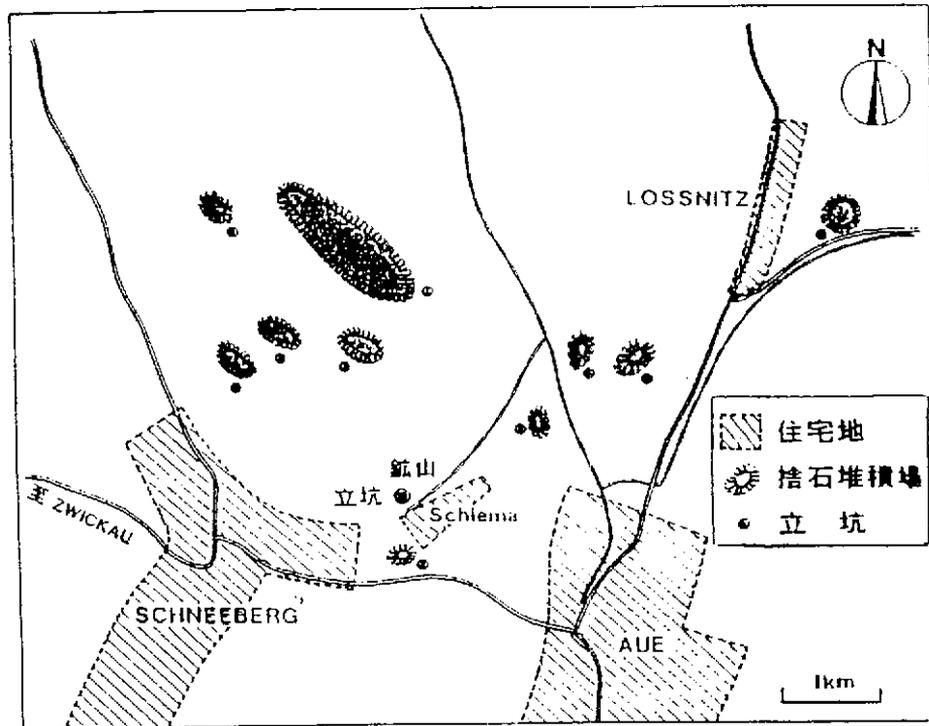


図1-2-2 Aue 鉦山周辺図

別紙 1 - 1 (3. 鉱業権益)

ウラン探鉱およびウラン鉱山や処理工場の開設、採鉱、廃棄などの申請を判定する法律、命令および／または指令等は次のごとくである。

- ・一般鉱業法 (1980年まで有効) (law)
- ・連邦鉱業法 (1980年 7月18日発効; 1990年 2月12日および1992年 8月26日修正, 1990年版の18節にEIA/環境影響評価の条件を含んでいる) (law)
- ・環境責任令 (1990年) (act)
- ・原子力法 (1959年12月23日; 1985年 7月15日修正) (act)
- ・連邦放射物保護法 (1974年 8月28日; 1983年 6月22日修正) (law)
- ・原子力安全および放射線防護令 (VOAS) (1984年10月11日) (decree)
- ・1984年10月11日の命令 (VOAS) についての実施規定 (1980年10月11日) (stipulation)
- ・ズリおよび産業堆積施設および含有物質使用に対する放射線防護保証についての規則 (1980年11月17日) (regulation)
- ・環境影響評価法 (1990年 2月12日; 1985年 6月27日からのECガイドラインに従って1990年 6月20日変更) (law)
- ・鉱業プロジェクトの環境評価令 (1990年 7月13日) (decree)
- ・土地使用変更法／管理法 (1989年 7月11日; 1985年 6月27日のECガイドラインによる) (law)
- ・行政手続法 (1976年 5月25日; 1990年 9月12日変更) (law)
- ・連邦自然保護法 (1990年 1月 1日) (law)
- ・水管理法 (1986年 9月23日) (law)
- ・廃水処理法 (1984年 2月 2日; 1987年 6月 1日および1993年 1月 1日変更) (law)
- ・放射線防護令 (1989年 6月30日; 1990年 4月 3日変更) (decree)

Wismut社の変遷

第二次世界大戦以後、旧ドイツ民主共和国(GDR)のウラン探鉱と採鉱は1700年代後期にウラン鉱化作用が発見された Erz山脈と Sachsen州に集中した。最初、高品位鉱の大部分は手選され処理のためソ連に送られ、低品位鉱は現地で処理された。これ等の作業はソビエト資本の会社であるSAG Wismutの指示のもとに実施された。

1946年以来、Wismut事業は推定230,850tU を生産しソ連に送った。1960年代のピーク時には約50鉱山が稼行していた。製錬所は1953年に Crossen, 1960年にSeelingstädt (世界最大のウラン処理工場) が操業を開始している。Seelingstädtは操業開始以来1億トン以上の鉱石を処理した。この製錬所だけが他のWismut産地で得られる半製品を処理し得る能力を持っている。

1954年にSAG Wismutは GDRとソ連50:50のSDAG Wismut に改組された。更に、1956年1月1日にSDAG Wismut は GDRとソ連の株式比率50:50の株式会社となり、GDR は全ての鉱山事業をこの会社に委譲した。本社はカール・マルクス市(Karl Marx Stadt)(現Chemnitzケムニッツ) にあり、代表取締役は常にソ連人であった。Wismut社の労働者は1950年代のピーク時には10万人以上であったが、1990年までに約1万人に減少した。

Wismut社は垂直統合企業である。即ち、全ての資材と社員の家庭的需要は国家から支給され、ウラン鉱業に加えて機械・火薬・荷揚機材・道具の生産、家屋建築、医療・病院および警備の子会社等を運営している。操業の初期、労働者はしばしば国家への反逆罪を宣告された囚人があてられ、西側の標準からみれば、採掘法は粗末で旧式であった。後年、労働条件は改善されたが健康基準は西側世界のそれにはおよばなかった。採掘期間を通じて環境に対する認識はほとんど見られない。

再統一以前、Wismut社に関する全ての情報は東ドイツ政府によってトップ・シークレットに分類されており、“Wismut”という言葉そのものの存在すら否定していた。この言葉は実際には金属ビスマスを意味し、ウランを採掘している事実を隠すのに用いられた。防衛警備は非常に広汎にわたっており、労働者は生産品を単に金属(metal) と呼ぶほどで、Wismut社についての西側世界の情報は大部分推測であった。

東ドイツの Thüringen州と Sachsen州は旧ソ連にとって、最も重要なウラン酸化物生産地であった。この比較的小さな地域は、230,850tU 以上を生産し、世界第3の累積ウラン生産地となった。1956年の株式会社 SDAG Wismut設立の目的は、GDR での全てのウラン鉱業操業を指揮・管理することである。Wismut社はGDR とソ連の間の「西暦2000年までのウラン鉱石の探鉱、採掘および処理」という合意を代表していた。

1990年10月3日のドイツ再統一は、特に東部ドイツでのウラン鉱業活動に強力な経済的圧力を加えた。これ等の圧力は新たに適用された西ドイツ環境および安全基準やWismut社にその買い手を保証したソ連-GDR ウラン貿易協定の廃棄を含んでいる。Wismut社は基本的に1990年末までにそのウラン採掘を休止した。1991年5月16日にドイツとソ連の間でサインされた契約は、ソ連がそのWismut社の50%の持ち分をドイツに譲渡し、代わりにソ連は52億ドイツ・マルク(US\$34億)と評価される浄化コスト責任を解消されるものである。(或る浄化コスト評価では300億ドイツ・マルクまたは200億米ドルに達するとされる)。Wismut社に対する責任はドイツの経済省と環境省によって等分に分担される。

ドイツ政府は旧東ドイツ-旧ソ連時代のWismut社によるウラン操業の環境再構築と採鉱場汚染の浄化修復という非常に重要な環境問題に直面している。連邦および地域レベルの政治的圧力はこれらの問題に早急に何等かの手を打つことを要求している。ドイツ政府は、東部ドイツの地下鉱山を放射性廃棄物埋設地として使用することの実現性検討など現存する環境問題に対する技術的、経済的提案を続けている。

なお、Wismut社は依然として大企業であり、1991年-1995年の同社操業予算は、ほぼ8億マルクまたはおおよそ1億6,000万ドイツ・マルク/年である。

別紙1-3 (12. 環境保全対策その1)

ウラン施設の汚染廃棄物の再生を含む放射性物質の合法的な取扱いについての担当機関は、「環境・自然保護・原子炉安全連邦省」(Bundesminister für Umwelt, Naturschutz, und Reaktorsicherheit, BMU)である。必要なガイドラインは、「連邦放射線防護局」(Bundesamt für Strahlenschutz)の代理として行動する「放射線防護委員会」(Strahlenschutzkommission, SSK)による勧告として用意されている。

ウラン施設廃止作業中の固相物質に関する放射線防護委員会の勧告は次の如くである。

(a) 汚染スクラップ

適用

- ・ウラン鉱業および製錬所施設の撤去から発生した汚染スクラップ
- ・鋼溶解工場のスクラップでリサイクルを予定されているもの

最大放射レベル

- ・表面の総計 α 放射能は $0.5\text{Bq}/\text{cm}^2$ 以下

その他の条件

- ・スクラップは直接スクラップ商またはスチール製造業者に渡される
- ・スクラップは放出前に、放射線安全条件下で製錬所が受入れ可能なサイズになるまで破碎されること

(b) 汚染機器

適用

- ・自動車、道具、機械等を含む汚染機器、またはウラン採掘あるいは製錬施設でウラン産業以外で再利用しようとしているもの
- ・もし製錬尾鉱またはウラン精鉱による汚染が存在する場合には適用性は個々のケースについて調査される

最大放射能レベル

- ・表面 α 放射能の総計は $0.05\text{Bq}/\text{cm}^2$ 以下
- ・もし汚染が鉱石またはズリ物質だけから由来する場合、可視的塵埃がない状態に全ての表面をクリーニングすれば、概ねこの条件に適っていると見做し得る。この場合表面放射能測定は必要ない

(c) 汚染建物

適用

- ・休止したウラン鉱山または製錬所の建物を産業目的に再使用する場合

条件

- ・汚染が鉱石またはズリ物質からのみ由来する場合

- ・可視塵埃が見られない程度に内側の表面がクリーニングされている場合
- ・全ての部屋内で γ 放射線レベルが $0.3\mu\text{Sv/h}$ 以下である場合
- ・全ての部屋内で空気中の Rn^{222} 濃度が 250Bq/m^3 を越えない場合
- ・後に建物を取り壊した場合、発生した屑は次に述べるように取り扱う

(d) 汚染建物屑

適用

- ・ウラン採鉱および製錬施設の取りこわしから発生した建築屑
- ・もし製錬所尾鉱またはウラン精鉱による汚染があれば、適用性については個々のケースについて調査しなければならない

最大放射能レベル

- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が 0.2Bq/g 以下の場合
- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が 0.2Bq/g と 1Bq/g の間である場合：既に汚染し規則的管理のもとにおかれる場所に堆積する
- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が 1Bq/g 以上の場合：堆積の可能性はケースバイケースに検討しなければならない

その他の条件

- ・放射能濃度が 0.2Bq/g 以上の物質のリサイクルは止める
- ・放射能濃度が 0.2Bq/g 以上の汚染土地への物質堆積は次頁参照

(e) 汚染土地

適用

- ・ウラン採鉱および製錬施設によって汚染した場所
- ・ズリ堆積場、尾鉱溜および汚染が化学的ウラン抽出工程から由来した地域は含まれない。

最大放射能レベル

- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が 0.02Bq/g 以下(100m^2 以上の平均。深さの間隔は $0-0.1\text{m}$ および 0.5m 以下天然地盤まで 1m 間隔)：無制限の土地使用が可能
- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が 0.02Bq/g 以上で 1Bq/g 以下の場合：土地は次の場合使用できる；

① 森林または牧場としての利用は無制限

② 公園としての利用には制限がある：

a) γ 放射能レベルが最大 0.3Sv/h 以下でなければならない

b) 運動場、幼稚園その他レクリエーション施設は、汚染が 0.2Bq/g 以下の地域にのみ建築できる。

③ 産業目的には次の制限がある：

a) γ 放射能レベルは、最大 0.3Sv/h までに減少すべきである

b) 住宅、幼稚園およびレクリエーション施設は、汚染が 0.2Bq/g 以下の地域にのみ建設

し得る

- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が1Bq/g以上：改善が必要で、土地使用の可能性については特定基準の調査をしなければならない

その他の条件

- ・放射能濃度が0.2Bq/g以上の地点については、線量当量0.5mSv/年以上となるような地下水汚染がないことを確実にしなければならない
- ・全ての新しい建築は、構造内での空気中の Rn^{222} 濃度が250Bq/m³以下となるよう計画すべきである
- ・すでに異なる目的のために使用されている採鉱跡または製錬地の利用決定は放射能線量当量に基づく特別評価によるべきである

(f) 廃石堆積地

適用

- ・ウラン採鉱からの廃石堆積地
- ・高い黄鉄鉱含有量の廃石堆積、ヒーブリーチング堆積および製錬工程からの尾鉱を含む堆積地は含まない

最大放射能レベル

- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が0.2Bq/g以下であること(100m²にわたる平均、深さの間隔は0-0.3m, 0.3-3mおよび3m以下天然地盤まで)：改善作業にあたり放射能防護施設は考慮しなくてよい
- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が0.2Bq/g以上で1Bq/g以下の場合：廃石堆積範囲1ha以下または堆積物質の容量が100,000m³以下の場合：改選作業にあたって放射能防護手段を考える必要はない。しかし、将来の土地利用は汚染土地に対する勧告に従うべきである(前項参照)
- ・ U^{238} 崩壊系列の放射能濃度が0.1Bq/g以上または廃石堆積地面積が1ha以上または堆積物容積100,000m³以上の場合：必要な改善手段と将来の土地利用の決定は、地域の線量当量評価に基づくべきである。

U^{238} 崩壊系列の放射能濃度：この用語は U^{238} 崩壊系列の個々の核の比放射能を定義する。もし、核が放射平衡にない時は最高の放射能を持つ核が対象としてとられる。

備考：

これ等の勧告の基本的概念は以下のように性格づけられる：

- ・土地利用はウラン採掘跡または製錬地に由来する放射能曝露に強く依存している。放射能レベルの基準は土地利用の可能性に関する経路分析によって導かれる。線量当量の計算に用いられたパラメーターはでき得る限り現実のものが選ばれてきた。しかし、実際

に発生が予想される状況をカバーするにはなお十分とはいえない。

- ・個人に対する線量当量は天然バックグラウンドの線量当量 1 mSv/年を越えるべきではない、というのが線量当量評価の基礎である。
- ・勧告の主要目標は次のごとくである：

汚染レベルの基準は、特定の放射線防護手段を取らなくてもよい限度以下で、もし、ある種の制限（主として土地利用）に従えば放射能障害がないと予想される限度以下である。

汚染レベルの基準は必ずしも浄化プログラムの目標とは言えない。もし、ある地点の汚染が基準を越えた場合には、実際のリスクについてその地点に即した評価を行うべきである。このリスク評価は改善作業および将来の土地利用に関する決定の基礎となるべきである。

最も緊急の対策を要する環境問題は製錬所の尾鉱沈殿池から漏出した放射性物質による地下水の汚染である。尾鉱沈殿池と露天掘鉱山からラジウムが地下水層に浸透して深刻な環境問題をひきおこしている。

ウラン尾鉱問題は Thüringen州と Sachsen州に生じている。Thüringen州のGeraでは全面積0.97128km²におよぶ4製錬所尾鉱沈殿池がある。それぞれの容量は60,000,000~1.2億m³あり、硫化物とラジウムを含んでいる。池の平均深度は50mで、尾鉱スラッジ上の水の深度は15mである。

SeelingstädtおよびPaitzdorfの池底は地質的に健全であり、近傍の川への浸出はごく少ないと言う。Seelingstädtの沈殿池は、推定2.5億m³の容積を持ち、SchmirchauとPaitzdorfにある4尾鉱沈殿池の合計容積は80,000,000m³と比較的小さい。

ウランは選鉱作業の間に除去されているので現在はラジウムが主要汚染源である。鉱石は、酸とアルカリで浸出されたが、1990年以降は苛性ソーダによるアルカリ浸出のみが使われている。

Seelingstädt製錬所では人口ダムが池の水を封じている。廃棄物は、南側ダム付近で池に投入され細粒シルトおよび砂で濾過される。池からの浸透率は平均40~50m³/hrである。γ線放射レベルは1レムに達しており、操業が止まると、池の水はリサイクルすることがなくなるので、放射線レベルは増加すると予想される。ラジウム濃度は約270×10⁻¹² Ci/gである。全Wismut社事業の線量当量は平均20~25μレムである。

もし改修によってチェックされないとすれば、地中を通過する天然浸出は池の周辺で長年に渡って継続するであろう。更に、選鉱作業の休止と共に沈殿池の水位が低下し、水位下にあった堆積物(細粒シルト)が露出し、飛散する。このシルトはラジウムおよび鉄、鉛、亜鉛、銅の硫化物を含んでいるので、環境および健康への障害が研究されている。露天掘鉱山は、さらにラジウム汚染源の可能性を示している。ピット内の水位が上昇すると、ラジウムが土壌中に浸出するようになる。現在、連続揚水が行われているが、それにも拘らず、ピットは約14年で湛水すると推定されている。

Gera地域のSchmirchauおよびPaitzdorfなどいくつかの鉱床では、当初は坑内採掘が行なわれた。深さは2,000mに近づき、地温は65°Cに達し、硫化物鉱石の自然燃焼がおきた。その結果4主要鉱体は坑内採掘から露天掘採掘に変更された。ピットの深さは175m、容量は2.5億m³に近い。水位が上昇し、ピットが湛水すると浸透率は300m³/hrに達する。製錬所尾鉱沈殿池と同様、ラジウムや硫化物は付近の地下水供給源に浸出をはじめるとであろう。Wismut社の沈殿池浸透水分析ではウラン2.5mg/l、硫化物13g/l、ラドンガス放射能濃度4.050pCi(150Bq)/m³であり、ピットは閉鎖すべきであると結論されている。

1994年まで、Wismut社はAs, Ra, U および中性塩濃度がドイツ標準を越えているにもか

かわらず、汚染物を川に放出できるという法的免除を持っていた。公的にはGDRは非常にきびしい放出基準があると主張している。例えば、飲用水許容濃度はラジウム5.4pCi/lで、米国California州の50Ci/lに匹敵する。しかし、Wismut社の放出物濃度は、許容レベルの何倍も大きい。付近にあるReust(ロイスト)町郊外の採水測定では、ウラン濃度0.3g/l、ラジウム62pCi/lであった。

土 壤

地下水問題が大きすぎるので、Wismut社とドイツ政府は土壤汚染の優先度を第二位にした。政府が考慮している一案は、影響を受けた土壤を掘って製錬所尾鉱沈殿池に投棄するものである。Wismut社はSchmirchau露天掘鉱山への投棄を開始したが、現地を訪問したカナダのある会社の勧告によりこの作業を中止し、今後の研究に待つことになった。

当該地域に分布するウランや重金属の硫化物を含む多数のズリ山についても環境汚染の懸念がある。ラジウム濃度が100~200ppmで、溶液中の放射線レベルが54pCi/lである値が一地点から報告されている。大きなズリ山は1.7億m³に達する放射性廃棄物を擁している。Kulmich(クルミッヒ)町では88,000,000tの固体廃棄物が堆積しており、そのウラン含有量は75~80ppm、ラドン(Rn²²⁰)の放射レベルは270~324pCi/gである。

ラドン ガス

Wismut社の鉱山や廃棄物堆積場は絶えずラドン・ガスを放出している。同位体Rn²²²とRn²²⁰は放射崩壊シリーズのなかで、U²³⁸とTh²³²を先駆者として地殻中に生成し土壤中を移動する。Rn²²⁰の大部分はその半減期が55秒なので地球表面に達する前に崩壊し、平均拡散長は2cmである。しかし、半減期3.8日のRn²²²の平均拡散長は約1.6mでより長い距離を移動する。世界の土壤の平均濃度は、U²³⁸もTh²³²も約0.65pCiであるが、当該地域で放出されるラドン濃度は約13.5pCi/lである。

Wismut社修復

計 画

Wismut社とドイツ政府が直面している問題は大規模で複雑である。その状況は、1980年代に米国エネルギー省(DOE)の武器生産所が初めて環境保護庁のスーパー・ファンド計画のもとに入った時にDOEが直面したのと同様である。Wismut社と経済省および環境省は、強力な国家政治勢力が直ちに修復手段をとるよう要求していることを自覚している。ドイツ政府によって実施されようとしている行動方針は次の如くである。

1. 環境破壊の拡がりを正確に評価する。

- ・地表、空気および水分に対する影響の評価
 - ・完全な地理的影響評価の実施：ダムでの観測、土壌の安定性、尾鉱用地での浸出、水理学的流れのパターン、混和、ラドン・ガス放出および景観的処置
2. 露天掘鉱山ピットの水位上昇制御
 3. 製錬所尾鉱沈殿池と露天掘鉱山ピットの湛水による汚染物質浸出の制御
 4. 被覆、ガラス固化、イオン交換または他の経済的解決法により適用し得る修復技術の開発
 - ・沈殿池表面の堆積物として、褐炭灰または土壌を用い汚染堆積物を被覆する手順の改善および開発
 - ・地下水から汚染物を除去する
 - ・廃棄物堆積場地域を修復し、ほこり、水の漏出および汚染土壌など環境の負荷を減少させる
 - ・製錬所およびその施設を撤去する
 - ・2,000,000m³ の廃棄物を水酸化物吸着、石灰、塩化第二鉄、塩化バリウムおよび水和石灰を用いて化学的に処理する

第一段階として、担当省はWismut社による環境破壊の全体的・包括的評価を終えつつある。Wismut社と両省は、限界的な問題を識別し、迅速な汚染対策を実施しようとしている。尾鉱沈殿池、露天掘鉱山ピット内での上昇した水位、坑道掘鉱山からの溶出および尾鉱沈殿池からの汚染物飛来粒子と関係する地下水に緊急の重点がおかれている。平行して、より恒久的な水問題の修復について長期概念計画を立案中である。担当省は西側で使用された技術的方法について勧告するため、コンサルタント会社をかかえている。

ドイツは修復長期計画の初期にあるが、連邦レベルおよび地域社会レベルの省外からの政治的圧力は、ウラン産業用地の清浄化に関して、早々に公約を発表せざるを得ない状況にしている。そのような表明は、汚染が高レベルにある地域の部分的修復に西側技術を使い、政治的センスでは初期の信頼度を得ることに貢献するであろう。しかし、全体にわたる修復努力は20年位の長期にわたり、コストは300億ドイツマルクに達するであろう。

修復工程を洗練するために、Wismut社はラジウムおよび硫化物鉱床を含む少量(1500t)の尾鉱を処理している。しかし、全体の問題の大きさから見て、恐らく水も土壌も米国基準にまで修復できないであろう。ドイツは経済的理由から、堆積物被覆などの汚染対策を選択せざるを得ないだろう。これは、約150億ドイツマルクのコストで10年の期間に完成されるだろう。東部ドイツにある多数の褐炭燃焼発電所から豊富に得られる瀝青炭灰を使う被覆技術の評価実験も進行中である。石炭灰は水からウラン硫化物を濾過することに使える。実験は、特に降雨水の堆積廃棄物への浸透およびそれに続く汚染物質の溶出を制限することはどれ位の灰量が必要かを決定することにある。不幸にして、この被覆技術は尾

鉍沈殿池や鉍山からの汚染物質溶出のこの問題を処理するためには、もし経済的にできるならガラス固化が一つの選択肢である。しかし、これにはガラス／陶磁器カプセル封入技術の一体性と耐久性に対する懸念がある。第三の選択肢は、製錬所の汚染除去に使われるイオン交換樹脂技術であるが、この技術は遊離ラジウムにのみ有効である。

結 論

経済的理由からドイツは、低レベル汚染物質に対する封じ込めオプションを選定するらしい。地域を限定された汚染度の高い水および土壌（廃棄物堆積の部分を含む）は、放射性核物質、重金属および硫化物の積極的除去によって修復されるであろう。ラドン・ガス放出は疑わしい地域は被覆し、地域内にある多数の通気立坑や鉍山ピットを充填することによってある程度制御できるであろう。

東ヨーロッパ諸国は経済的転換期にあるので、ドイツ政府は環境問題を解決すると共に、東部ドイツの新たに統合された5州のほぼ16,000,000人に雇用の機会を提供しなければならない。Wismut社とドイツ政府による環境修復事業は、旧共産圏諸国のウラン生産地の修復に関し良好な指針となるであろう。

2. チェコ共和国・スロベキア共和国

鉍山・製錬所

鉍床

- 2.1. Hamr鉍山 ————— Hamr, Straz, Brevniste
Holicky, Osecna-Kotel, Minon
Hvezdov, Krizany
- 2.2. Mydlovary 中央製錬所 ——— Pribram
(Pribram 鉍山)
- 2.3. Straz 鉍山 ————— Hamr鉍山参照
- 2.4. Mydlovary 中央製錬所 ——— Zadni Chodov, Vitkov, Dylen
(西ボヘミア鉍山群)
- 2.5. Dolnirozinka ————— Rozna, Olsi (閉山)
Rozna 鉍山

図2-A チェコ共和国, スロバキア共和国の原子力発電所と核燃料サイクル施設

図2-B チェコスロバキアの製錬所における代表的な在来法フローシート (酸浸出なら
びにアルカリ浸出)

表2-A チェコ共和国のウラン生産量の推移

図2-1-1 Hamr-Straz鉍床の位置図

図2-1-2 Hamr-Straz地域のウラン鉍床分布図

図2-1-3 Hamr-Straz地域の地質層序

図2-1-4 Hamr-Straz地域の地質断面図

図2-2-1 Pibramウラン鉍床地域におけるウラン鉍脈の垂直投影図 (北西-東南方向)

図2-2-2 Pibramウラン鉍床地域, 北西-東南方向の広域地質断面図

図2-2-3 Pibram鉍山の熱水鉍脈の模式断面図

図2-2-4 Pibramウラン鉍床地域の中央部における東南-北西方向の断面図 (坑内構造)

図2-3-1 Stratzにおけるウランのインシチューリーティング法

図2-4-1 Zadni Chodov鉍山の鉍脈系の平面図

NUCLEAR POWER UNITS AND FUEL CYCLE FACILITIES
IN THE CZECH AND SLOVAK FEDERAL REPUBLIC

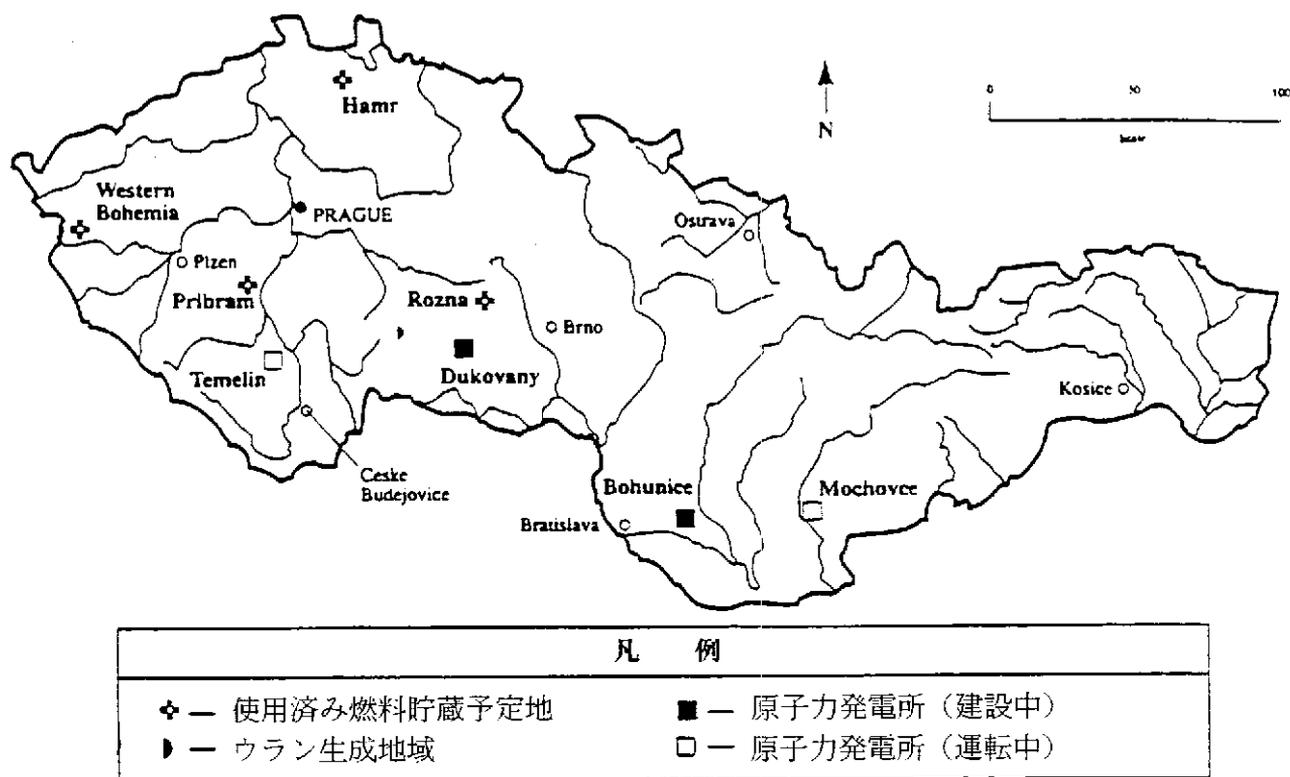
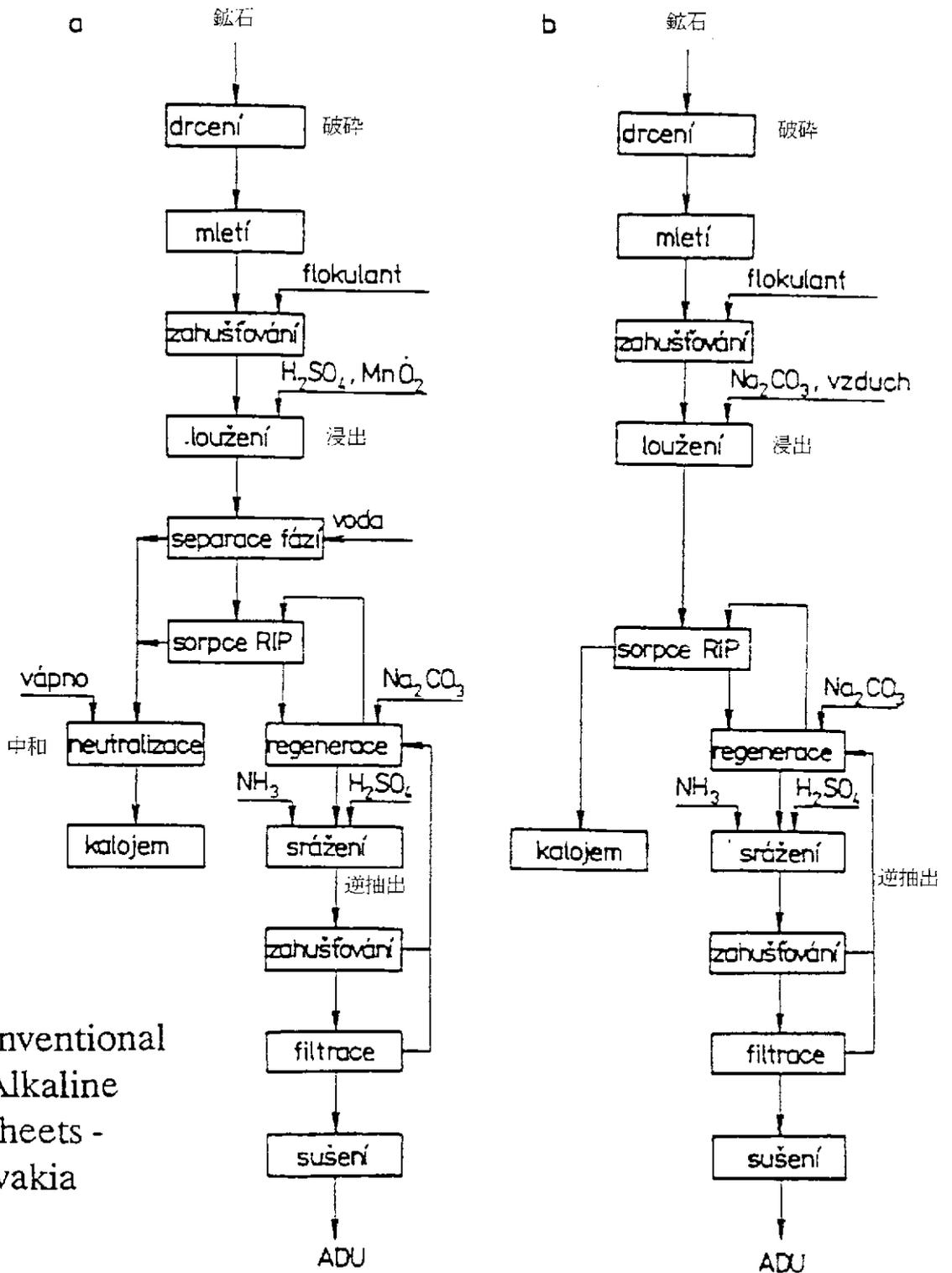


図2-A チェコ共和国、スロベキア共和国の原子力発電所と核燃料サイクル施設



Typical Conventional
Acid and Alkaline
Mill Flowsheets -
Czechoslovakia

図2-B チェコスロバキアの製錬所における代表的な在来法フローシート
(酸浸出ならびにアルカリ浸出)

表2-A チェコ共和国のウラン生産量の推移 (t/U)

	ROZNA	JACHYMOV	Z. CHODOV	H. SLAVKOV	PRIERAM	HAMR	STRAZ	OTHER	TOTAL
1946	0	31	0	20	0	0	0	0	51
1947	0	62	0	40	0	0	0	0	102
1948	0	94	0	99	0	0	0	0	193
1949	0	125	0	176	0	0	0	6	301
1950	0	177	0	268	32	0	0	5	481
1951	0	291	0	288	21	0	0	1	602
1952	0	395	21	308	96	0	0	8	828
1953	74	520	41	248	204	0	0	8	1,095
1954	137	624	103	278	321	0	0	9	1,472
1955	158	708	237	268	589	0	0	13	1,972
1956	169	696	278	169	910	0	0	9	2,232
1957	127	676	278	119	1,253	0	0	12	2,465
1958	74	676	258	89	1,649	0	0	8	2,754
1959	148	644	155	50	1,853	0	0	7	2,856
1960	264	561	124	40	1,928	0	0	7	2,924
1961	422	270	175	0	1,842	0	0	2	2,712
1962	570	114	155	0	1,939	0	0	6	2,783
1963	633	832	227	0	1,928	0	0	13	2,884
1964	643	104	244	0	1,885	0	0	26	2,906
1965	675	0	299	0	1,799	0	0	32	2,805
1966	696	0	320	0	1,714	0	0	51	2,780
1967	696	0	330	0	1,714	0	0	90	2,830
1968	653	0	340	0	1,639	0	4	70	2,707
1969	549	0	361	0	1,692	0	14	81	2,696
1970	496	0	330	0	1,617	0	33	122	2,598
1971	506	0	320	0	1,542	0	134	138	2,640
1972	496	0	268	0	1,532	0	203	138	2,636
1973	538	0	320	0	1,339	0	428	104	2,729
1974	506	0	309	0	889	0	640	70	2,415
1975	496	0	278	0	781	185	695	54	2,490
1976	485	0	258	0	696	245	764	58	2,506
1977	485	0	247	0	664	271	770	54	2,492
1978	464	0	237	0	632	379	676	49	2,437
1979	475	0	227	0	589	654	704	46	2,694
1980	475	0	247	0	546	700	632	40	2,641
1981	464	0	247	0	503	729	612	33	2,589
1982	454	0	278	0	461	706	636	26	2,561
1983	443	0	278	0	439	775	630	20	2,585
1984	443	0	299	0	439	853	635	26	2,695
1985	439	0	299	0	394	847	617	26	2,623
1986	427	0	295	0	360	841	620	35	2,578
1987	295	0	298	0	407	890	630	39	2,560
1988	383	0	283	0	295	865	619	24	2,468
1989	361	0	270	0	270	861	631	13	2,407
1990	343	0	209	0	207	739	626	18	2,142
1991	304	0	99	0	155	539	640	40	1,778
1992	301	0	69	0	0	564	605	0	1,539
1993	300	0	0	0	0	250	400	0	950
	17,066	6,850	9,917	2,454	39,768	11,894	13,598	1,636	103,182

2.1. Hamr (ハムル) 鉱山

1. 交通・インフラ

位 置：Prague (プラグ) の北東約75km, ドイツおよびポーランドとの国境の南約35km にあり, 東経14° 43′ 北緯50° 43′ に位置する。海拔標高は約400m。

交 通：近くを主要道路が通っている。

連絡先：DIAMO s.p. TUE 47127 Stra z pod Ralskem, Czech Republic (電話) CUI 42-425-55338 (ファックス) CUI 42-425-55456 (テレックス) 121570 (代表者)
Dr. Jan Jansky

気 候：近くをPlounice川が流れる。夏は涼しく, 冬は寒く, 湿度が高く, 曇天の日が多い。

2. 権利関係

100%政府所有の国有企業DIAMO(ダイヤモンド社)が, 旧チェコスロバキア国内におけるウラン鉱床を独占管理してきた(現在はチェコ共和国のみ), 同社はウランの採鉱, 製錬を主要産業としているが, 以下に示す6事業部から成っている。

- 鉱物資源, 特に放射性鉱物の採鉱と処理
- 環境修復事業
- 地下施設建設事業
- 機器製造事業
- 化学物質製造事業
- ホテルおよび娯楽サービス事業

3. 4. 鉱業収益および許認可関係

ウランの採鉱, 採鉱, 製錬, 鉱山跡地処理は, 旧チェコスロバキア時代の1989年以前に公布された法令と, それ以降に公布された新しいものから成り立っている。しかし, 新しい法令は, 古い法令を基準にしたり, あるいは古いものに複雑な方法で関連づけているために, 多少の混乱を起こしており, 部分的には古い法令と新しいものとお互いに抵触することがある。

[採鉱]

○採鉱は鉱業法 (Mining Law) によって規定されており, さらに監督官庁によって規定された法規 (Regulation), 指令 (Directive), 条例 (Ordinance) によって制約を受ける。

探鉱に関する主要な法規 (Regulation) は「CNR Law No. 62/1988 Sb」で、ここでは、チェコ地質調査所による探査およびその他の責務が定められている。

- 民間に対して探査権を与えることについては、現在検討中である。
 - 現時点ではもしも民間会社がウラン探鉱の許可申請に関心をもっているならば、実務的なアプローチとしては、魅力のある投資であることを示すような申請を政府に提出することであろう。
- しかし、この手続きには非常に官僚的で時間のかかるプロセスが必要である。

[鉱業法 (Mining Law)]

○鉱業活動は、鉱業法と鉱山大臣 (Mining Magistrate) によって公布された多くの省令 (Decree) および布告 (Ordinance) によって規定されている。現在効力をもつ鉱業法は、CSSR Law No. 44/1988 Sb (二鉱業法) の中で公式化されており、その後、次の法令によって置き換えられている。

- ・ CNR Law No. 541/1991 Sb
 鉱物資源の探鉱と保護のための原則を定めている。
 - ・ CNR Law No. 439-440/1992 Sb
 探鉱、採鉱、安全性、救援サービス、許認可手続などの主要な条件について定めている。
- 現在、ドイツおよびオーストリアの鉱業法を基準にして、新しい鉱業法の草案を作る努力が行われており、関係者の間で意見を調整中である。

[関係政府機関]

ウランの探鉱、採鉱、製錬に係る政府機関としては次のものがある。

- ・ 貿易産業省 (Ministry of Trade and Industry)
 - ・ 生態環境省 (Ministry of Ecology)
 - ・ 健康省 (Ministry of Health)
 - ・ 鉱山省 (Mining Magistracy)
 - ・ 公衆衛生局 (Public Health Authority)
 - ・ 原子力安全局 (State Office for Nuclear Safety)
- 核燃料サイクルに関する新しい法律は現在立案中である。

5. 経緯・現状

1975年生産開始。1993年の操業中止までの坑道掘削量延べ96km以上。ピーク時の出鉱量は1万トン鉱石/日、1991年の出鉱量は2,000トン鉱石/日で、鉱石の平均品位は

0.10% U_3O_8

6. 地質概要

地質鉱床：Hamrウラン鉱床地帯は約250km²の拡がりを持ち、その中にHamr鉱床、Straz 鉱床を含めて8つの鉱床が存在する。地質は原生代の変堆積岩と花崗岩を基盤として、その上に上部白亜系の堆積岩（主として砂岩）が堆積している。鉱床は上部白亜系の砂岩中に胚胎している（図2-1-1, 2-1-2, 2-1-3）。

主要ウラン鉱物：ピッチブレンド、コフィン石、人形石、含ウランジルコン

鉱床タイプ：砂岩型

規 模：鉱化部の数層の厚さの累計は5～13m が普通、一部では鉱化部11層の厚さの累計は33m に達する。鉱床深度は 170～530m（図2-1-4）。

鉱 量：平均品位約0.18% U_3O_8 、残存ウラン埋蔵量 923tU

7. 採鉱関係

採鉱法：ルームアンドピラー法、各ルームの幅 5.3～6.7m、高さ5～10m

採鉱能力：2.2t/人・方（直接採鉱能力35t/人方）

機械その他：ゴムタイヤ付二連ジャンボ、ドイツ製ローダー3～4立方ヤードLHD、4～6 t 横開き鉱車、10～12積スキップ、ボルトは長さ2m で、2m×2m格子、埋め戻し充填物は砂とセメント

出鉱量：ピーク時は10,000 t/日、1991年には 2,000 t/日で平均品位は0.10% U_3O_8

8. 製錬関係

製錬方式：鉱石をSAGミルで破碎、スパイラル分級機で分級、28メッシュ以上のものはボールミルへ送られ、48メッシュ以下に粉碎。これら摩鉱はドラム・フィルターで脱水後、酸浸出槽へ送られる。浸出液は53%の稀硫酸で温度は115℃。浸出槽からの貴液はイオン交換樹脂コラムへ送られる。ウランは樹脂に吸着。ウランは炭酸ソーダ溶液で溶離され、アンモニアが加えられて、沈殿する。

廃 液：廃液は広さ1.8km²のテーリング・ポンドへ送られ、石灰で中和される。

人 員：770名（スタッフと150名のメンテナンス関係者を含む）

スペック：イエローケーキは84% U_3O_8 (71%U)。ZrとMoが多く西側世界のスペックに合わない。

9. 生産コスト

生産コスト \$53.63/kg U

(1993年12月31日現在)

10. 生産体制, 実績, 計画

生産実績 (トンU)

1984年……853 tU	1989年……861 tU
1985年……847 "	1990年……739 "
1986年……841 "	1991年……539 "
1987年……890 "	1992年……564 "
1988年……865 "	1993年……250 "

11. 生産物の販売実績, 計画

○1991年以前は生産量すべてが、旧ソ連に引き渡され、そのかわりに見返りとして、加工済燃料が旧ソ連によって供給保証されていた。

○1991年以降は西ドイツのInteruran(インターウラン)社がマーケットにおける販売のエージェントとなり、チェコ共和国の必要量以外のウランを取り扱っている。

○チェコ電力公社(Czech Power Board)は、現在2基の原子炉を運転中で、1994年の同電力公社の必要ウラン量は400tU、更に建設中の2基の原子炉が稼働する1998年には年間必要ウラン量は700tUになると思われる。

12. 環境保全対策

環境保全は放射線防護の規制は次の法令によって定められている。

・CNR Law No. 513/1992 Sb

廃棄物管理の詳細を定めている。

・CSFR Law No. 238/1992.

廃棄物について定めている

・CSFR Law No. 238/1991 Sb

監督官庁および廃棄物生産者の廃棄物管理上の責任、違反した場合の罰則を定めている

・チェコ鉞山大臣布告(Ordinance)No. 99/1992 Sb

廃棄物の地下処分施設の建設、操業、安全性、除去について定めている

・CSFR Law No. 17/1991 Sb

環境保護について定めている

- ・チェコ健康省告示(Announcement) No. 59/1972 Sb

電離放射線による健康上のリスク評価について定めている

- ・チェコ鉱山大臣布告(Ordinance/Decree)No. 6971-Z/1975

天然の放射性鉱物鉱床の立坑、鉱山（製錬所などの）施設の安全性と放射線防護を定めている

- 健康、環境、放射線防護についての数多くの規制や基準が、お互いに抵触するところがあるので、ウラン鉱山や製錬施設では、DIAMO社が国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告を適用して、改善活動を行っている。

13. 政策

- チェコ共和国政府の発表によると、同国のウラン生産量は、生産コストが高いことと、市場価格の低迷のために半減されるとのことである。しかし、労働組合が、鉱山労働者の保護を強く求めているので、同国のウラン鉱山をすべて閉山することはむずかしい。
- 旧チェコスロバキアが2つの国に分離したため、スロバキア共和国はウランをチェコ共和国から買わずに、マーケットで安いウランを買うことになる。
- チェコ電力公社はチェコ共和国のウラン鉱山会社である DIAMO社からウランを購入しており、また新しい原子力発電所が1995年には稼働する。
したがって、チェコ共和国のウラン生産量は、自国の必要量を満たすだけの量になるようである。

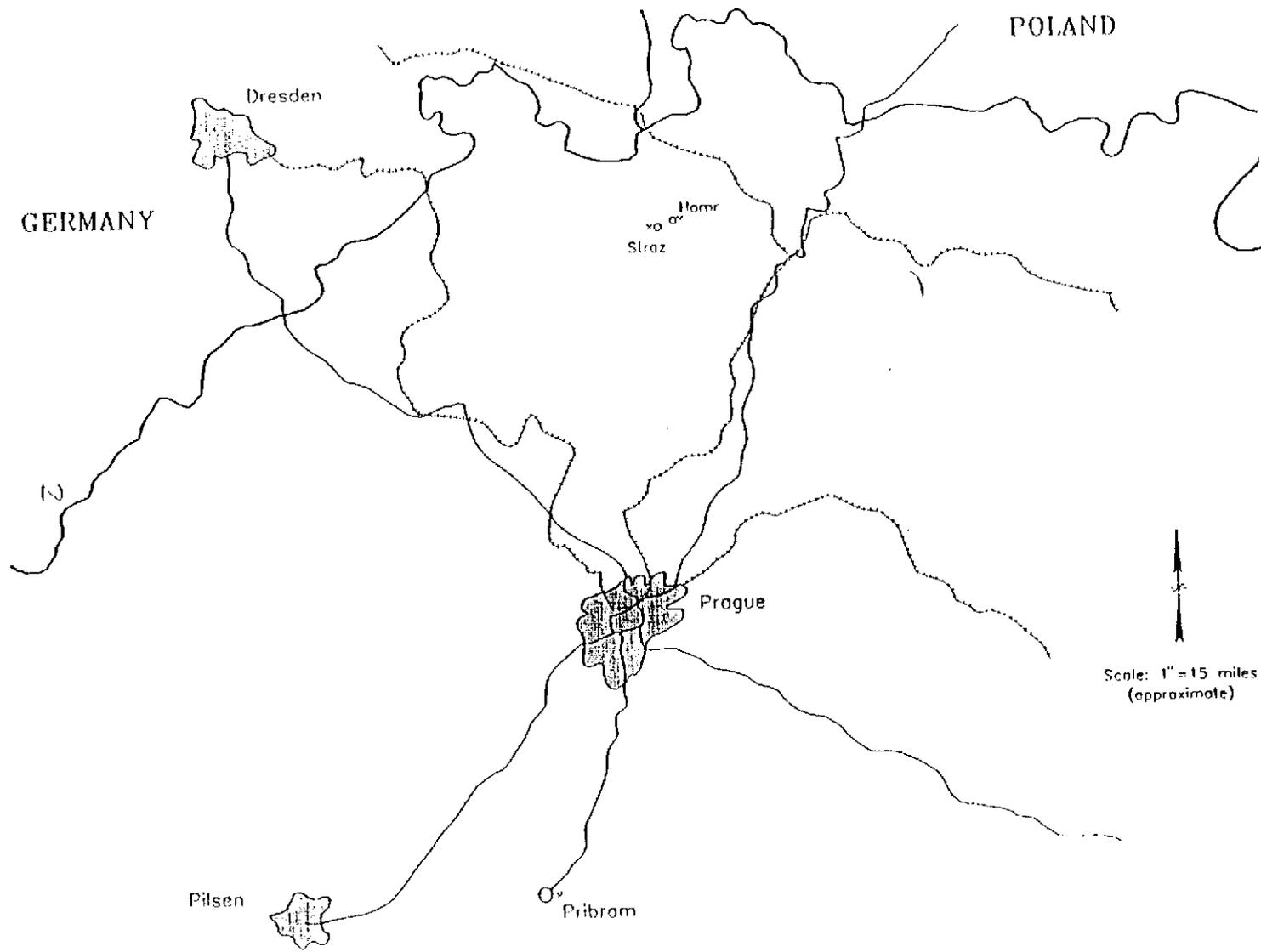


図 2 - 1 - 1 Hamr-Straz 鉛床の位置図

- 1 Hamr Deposit ハムル鉱床
- 2 Stroz Deposit シュトラツ鉱床
- 3 Brevniste Deposit プレブレニスト鉱床
- 4 Holicky Deposit ホリツキー鉱床
- 5 Osecna-Kotel Deposit オセクナ・コテル鉱床
- 6 Mimon Deposit ミモン鉱床
- 7 Hvezdov Deposit フベツドフ鉱床
- 8 Krizany Deposit クリザニイ鉱床

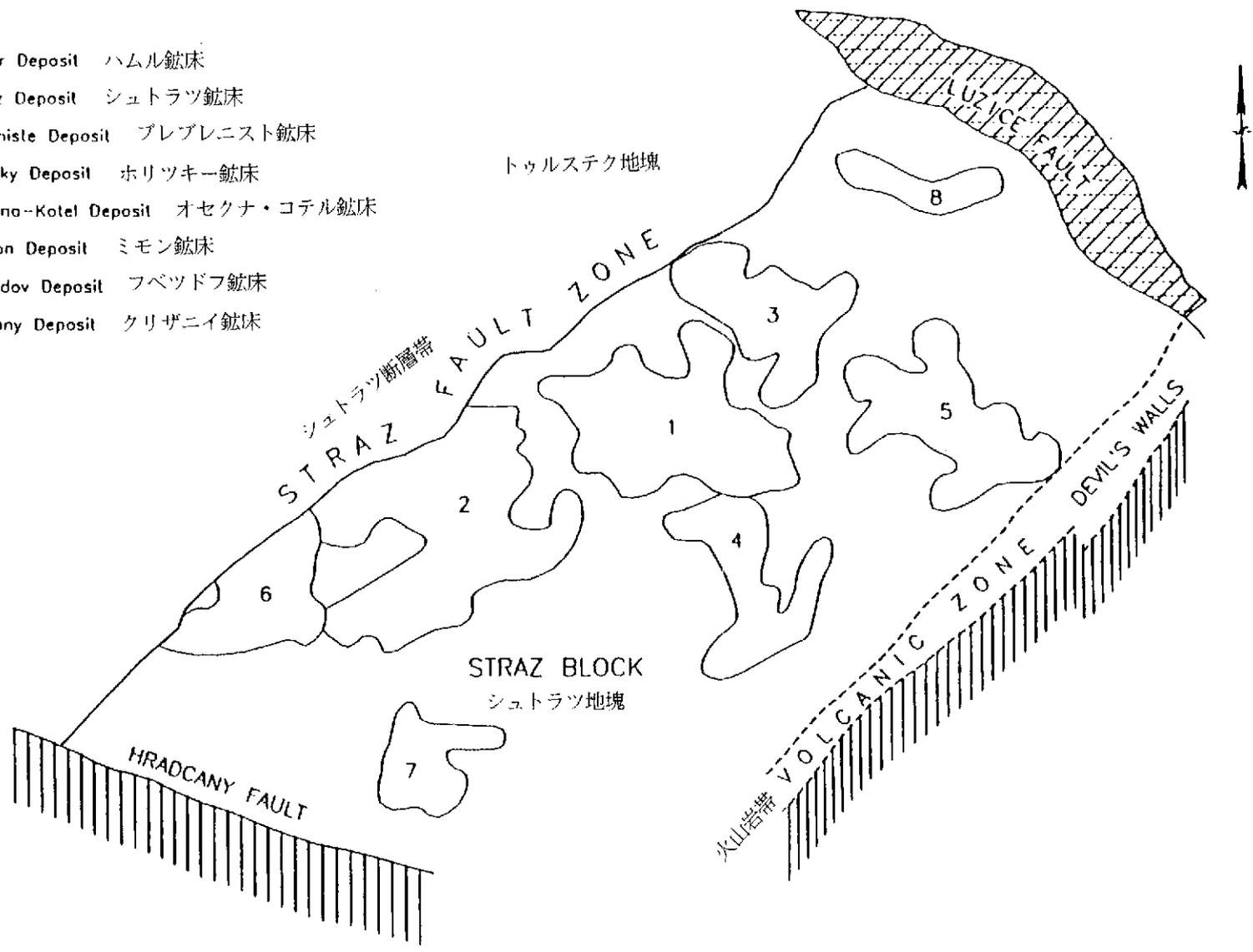


図2-1-2 Hamr-Straz 地域のウラン鉱床分布図

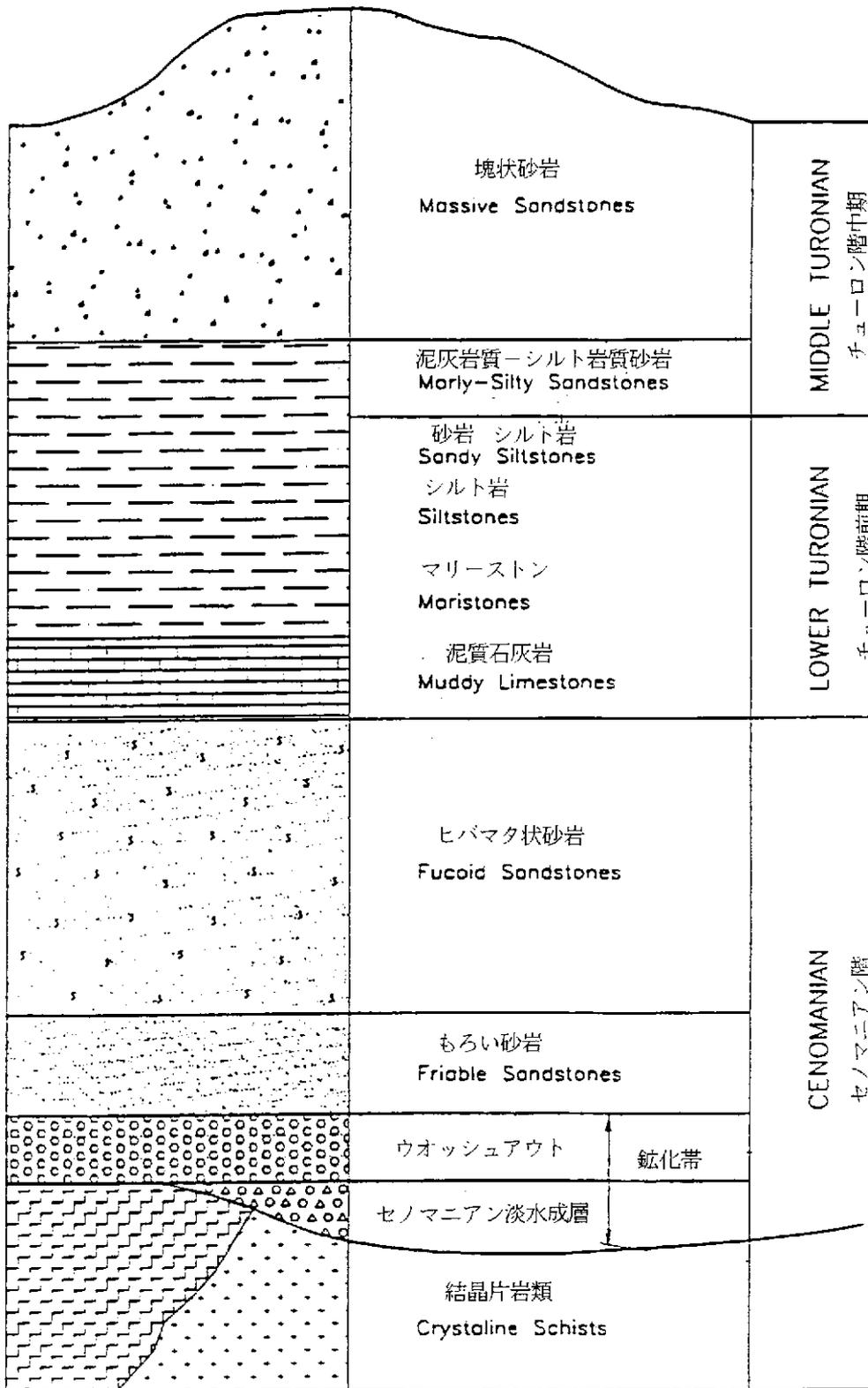


図2-1-3 Hamr-Straz 地域の地質層序

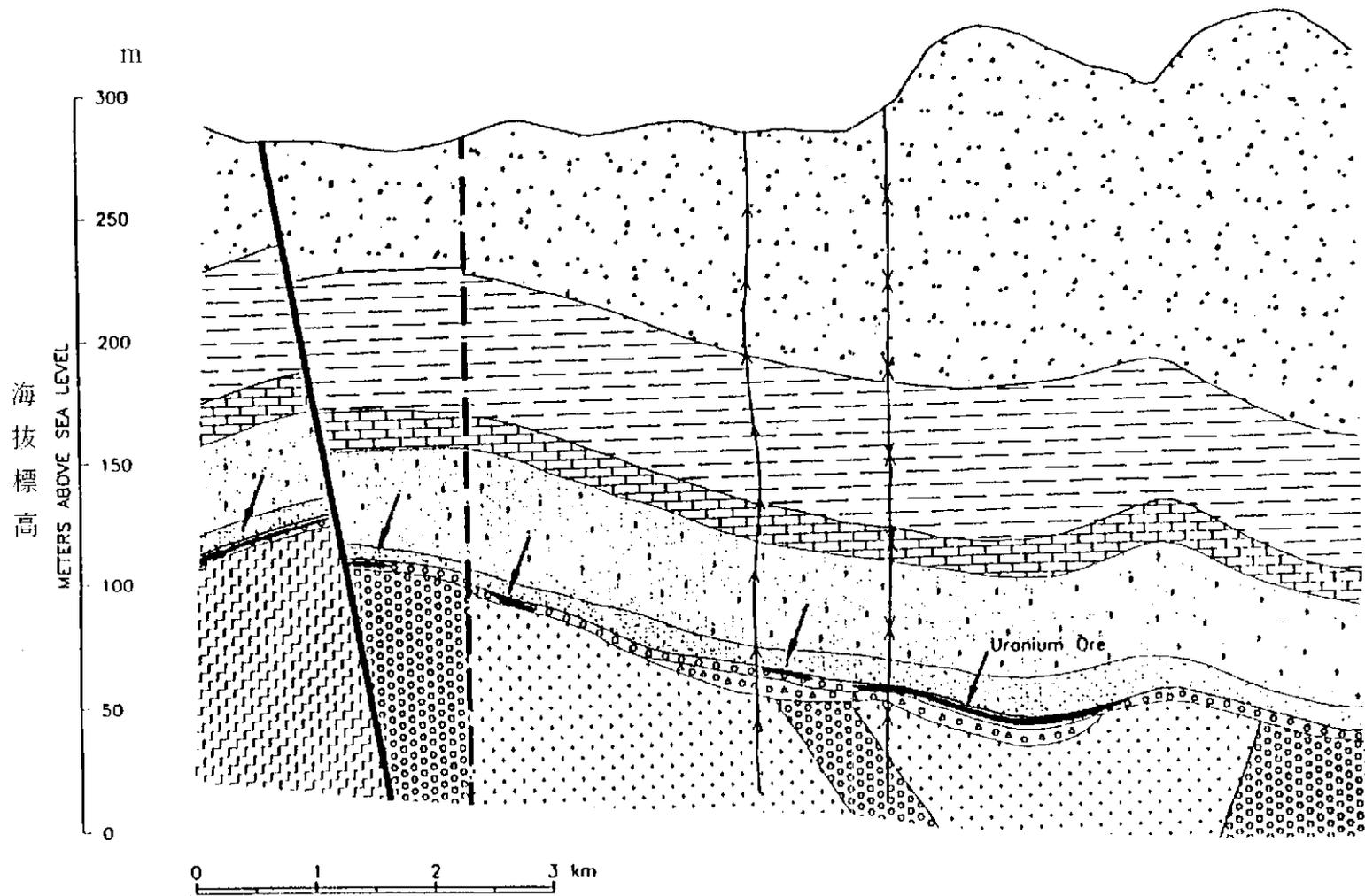


図2-1-4 Hamr-Straz 地域の地質断面図

2.2 Mydlovary(ミドロバリー) 中央製錬所(Pribram (プリブラム) 鉱山)

1. 交通・インフラ

位 置 : Prague (プラグ) の南西約60kmに位置し, 東経14° 08', 北緯49° 41' に位置する。海拔標高は約400m

交 通 : ハイウェイによってPragueと結ばれている。

連絡先 : DIAMO s.p. TUU 47127 Straz pod Ralskem, Czech Republic (電話) CUI 42-425-55338 (ファックス) CUI 42-425-55456 (テレックス) 121570

(代表者) 社長 Dr. Jan Jansky

気 候 : 起伏のある平原や丘, 高原から成っている地域で, まわりを低い山で囲まれている。気候は夏は涼しく, 冬は寒く, 湿度が高く, 曇天の日が多い。

2. 権利関係

2.1. Hamr鉱山参照

3. 鉱業権益

2.1. Hamr鉱山参照

4. 許認可関係

2.1. Hamr鉱山参照

5. 経緯・現状

1311年に砂金鉱床が開発されたこの地域では, その後鉛, 亜鉛, 銀の金属鉱床が発見され, 開発された。

1947年, これら金属鉱床の周辺でウラン探鉱が行われ, 金属鉱山の南東3 kmの地点でウランの主要鉱化帯が発見された。

1950年ウラン生産を開始, 1991年に閉山。旧チェコスロバキアの全ウラン生産量の約60% が, 本鉱山で生産された。

6. 地質概要

地質鉱床 : 上部原生界の片岩類を主とし, 一部にカンブリア紀の堆積岩が分布する。これらは低度の広域変成作用と接触変成作用を受けており, 多数の断層構造が見られる。ウラン鉱化作用はこれら断層に伴って見られる。鉱床母岩は絹雲母化, イライト化, 緑泥石化, 赤鉄鉱化, 炭酸塩化などの変質作用を受けて

いる。鉍化年代は265(±15)m. y. (U/Pb法)

主要ウラン鉍物：ピッチブレンド（一部にコフィン石） 随伴金属鉍物：鉛、亜鉛、鉄の硫化物（方解石、菱鉄鉍を伴う）。

鉍床タイプ：鉍脈型

規 模：鉍化帯は幅1～2 kmで北東方向へ約20km延びており、この中に数千の鉍脈が発見され、約1,600本の鉍脈が採掘された。大きな鉍脈は、平均の厚さ0.05～1.0mで、水平方向ならびに垂直方向に平均500～1,000m続く、小さな鉍脈は幅0.5m以下で、100m以上は続かない。平均品位は0.25～0.75%U₃O₈。（図2-2-1, 2-2-2, 2-2-3）

鉍 量：1991年の閉山までの既採掘量は39,614tU

7. 採鉍関係

採鉍法：坑内採掘（シュリンケージ法），採掘切羽は高さ50～60m 長さ50m（採掘はサブレベルを設けて実施），採掘幅は1.0～1.2m（最小幅は0.8m），運搬坑道は50～60m 間隔で展開。（図2-2-4）

採鉍能力：1960年代のピーク時に10,000t 鉍石／日を採掘

規 模：40年間にわたる採鉍期間に、32段の水平坑道（延べ2,400km）と48本の立坑（坑内立坑を含む、延べ24km）を掘削

1990年には従業員約2,500人で600,000tの鉍石を採掘

8. 製錬関係

選 鉍：選鉍は放射能と比重選鉍により品位約2%の精鉍が作られ、鉍山現場でヒープリーチングが行われる。

1990年には、1日当り、1,300tの精鉍が作られた。

製 錬：精鉍は90km離れているMydlovary 中央製錬所へ鉄道で運ばれた。この製錬所は1959年から1963年にかけて建設され、1970年には鉍石処理能力が750,000t 鉍石／年に拡張された。しかし、1981年以降100%稼動していない。1990年には250,000tの鉍石が処理された模様である。

製錬所は1993年に閉鎖された。

9. 生産コスト

\$46.80/kgU

（1990年現在）

10. 生産体制, 実績, 計画

生産実績(tU)

1982.....461 トンU	1987.....407 トンU
1983.....439 "	1988.....295 "
1984.....439 "	1989.....270 "
1985.....494 "	1990.....207 "
1986.....360 "	1991.....155 "

11. 生産物の販売実績, 計画

2.1. Hamr 鉱山参照

12. 環境保全対策

2.1. Hamr 鉱山参照

13. 政策

2.1. Hamr 鉱山参照

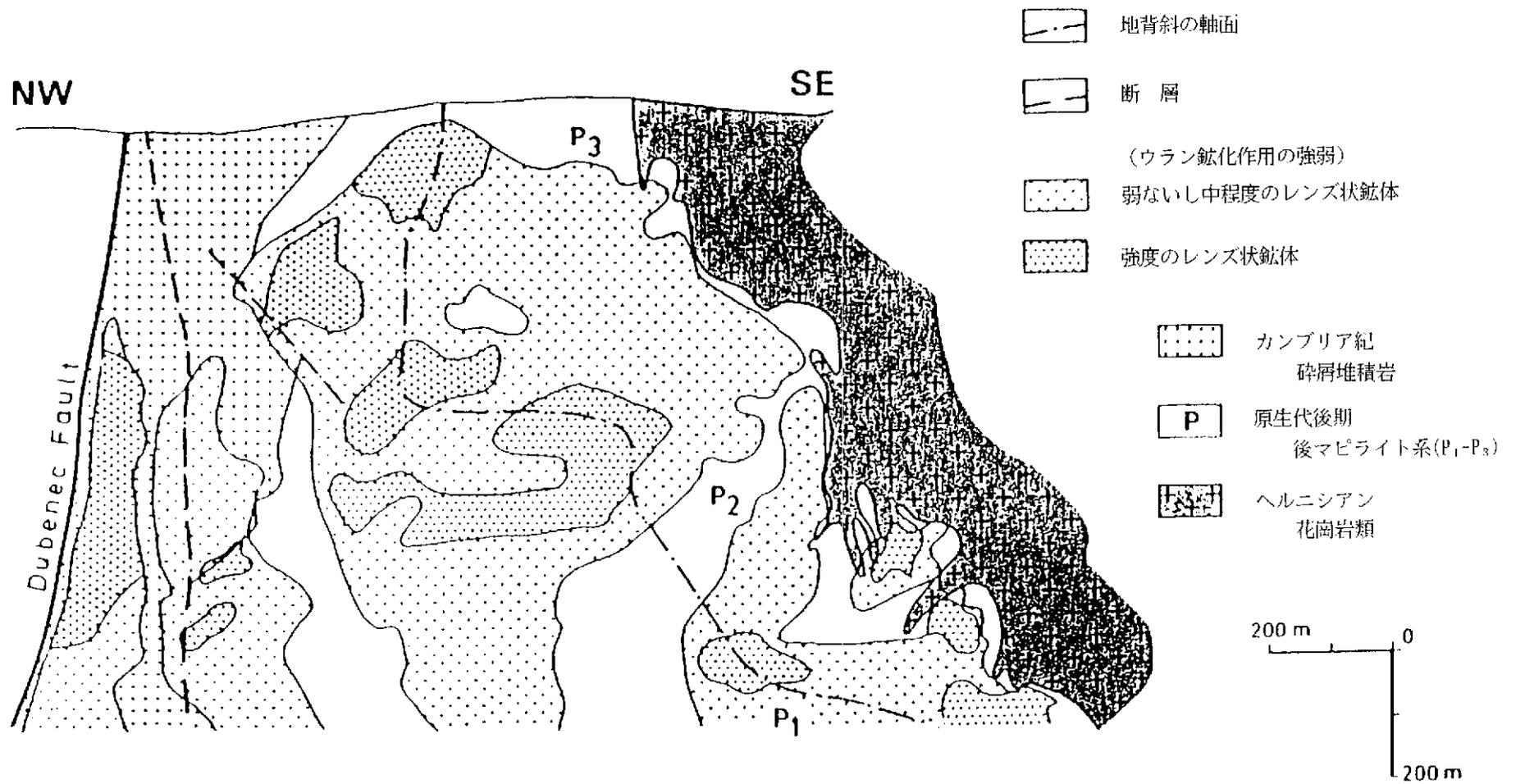
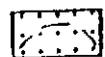
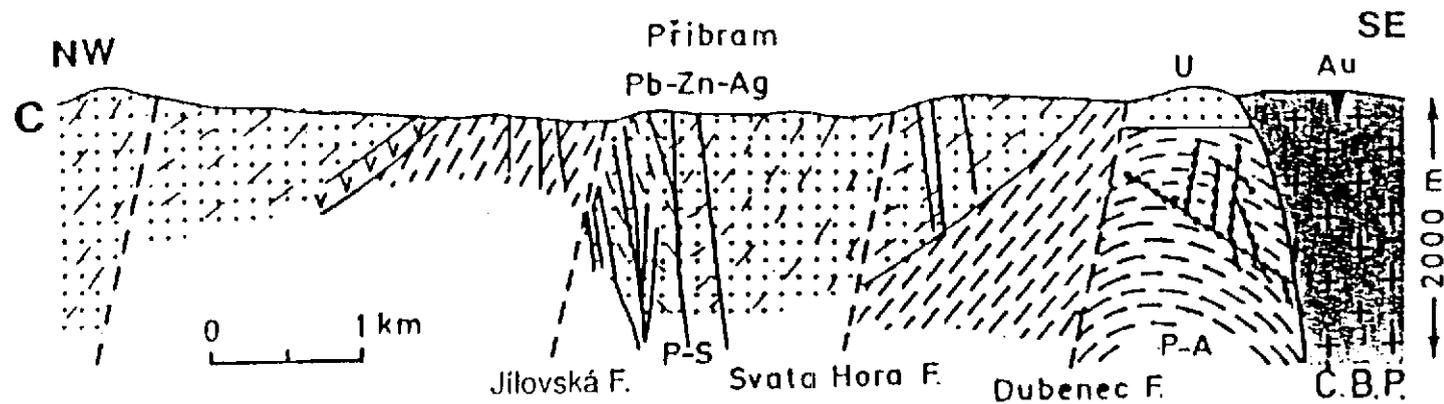
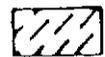


図2-2-1 Pribram ウラン鉍床地域におけるウラン鉍脈の垂直投影図
(北西-東南方向)



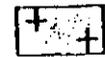
カンブリア紀：砂岩，グレイワッケ等（地層の傾斜が示されている）



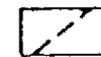
原生代後期：頁岩，砂岩，レキ岩



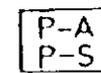
原生代後期：スピライト



ヘルシニアン：花崗岩類（中央ボヘミア深成岩類）



主要断層



Příbram 背斜 (P-A)

Příbram 向斜 (P-S)



輝緑岩々脈と鉛，亜鉛，銀鉱脈

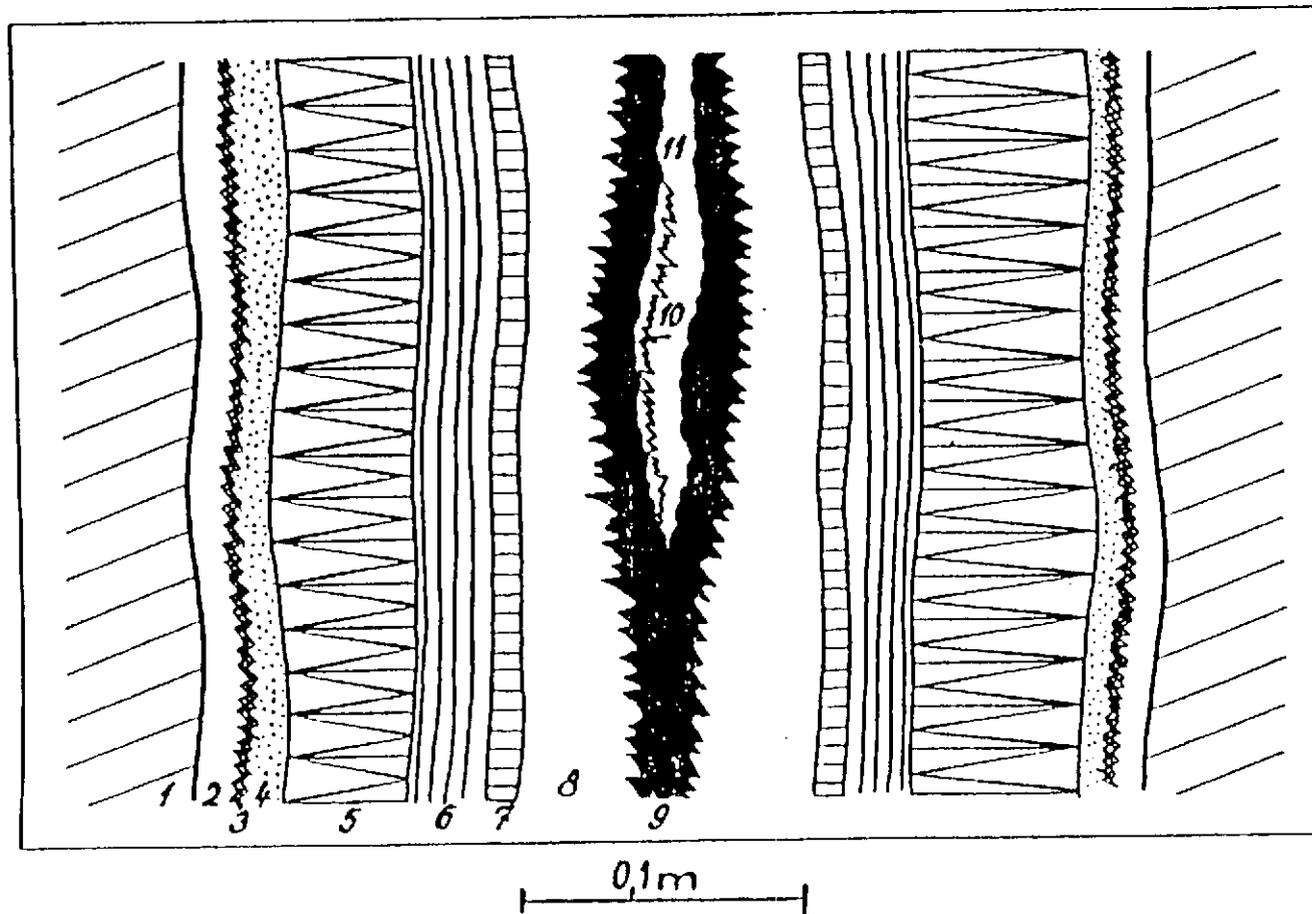


ウラン鉱脈

図2-2-2 Příbram ウラン鉱床地域・北西-東南方向の広域地質断面図

この図は鉛，亜鉛，銀，ウラン，金の鉱脈と貫入深成岩との関係を模式的に示したものである。中央ボヘミアの線構造は東西-南北系であるが，Jachymov（ヤキモフ）では，北西-東南系である。

PRIBRAM



- 1.母岩 2.菱鉄鉱 3.石英 4.アンケライト 5.方解石DK 6.方解石K1 7.方解石K2
 8.方解石K3 9.ピッチブレント 10.方解石K4 11.方解石K5

図2-2-3 Příbram 鉱山の熱水鉱脈の模式断面図

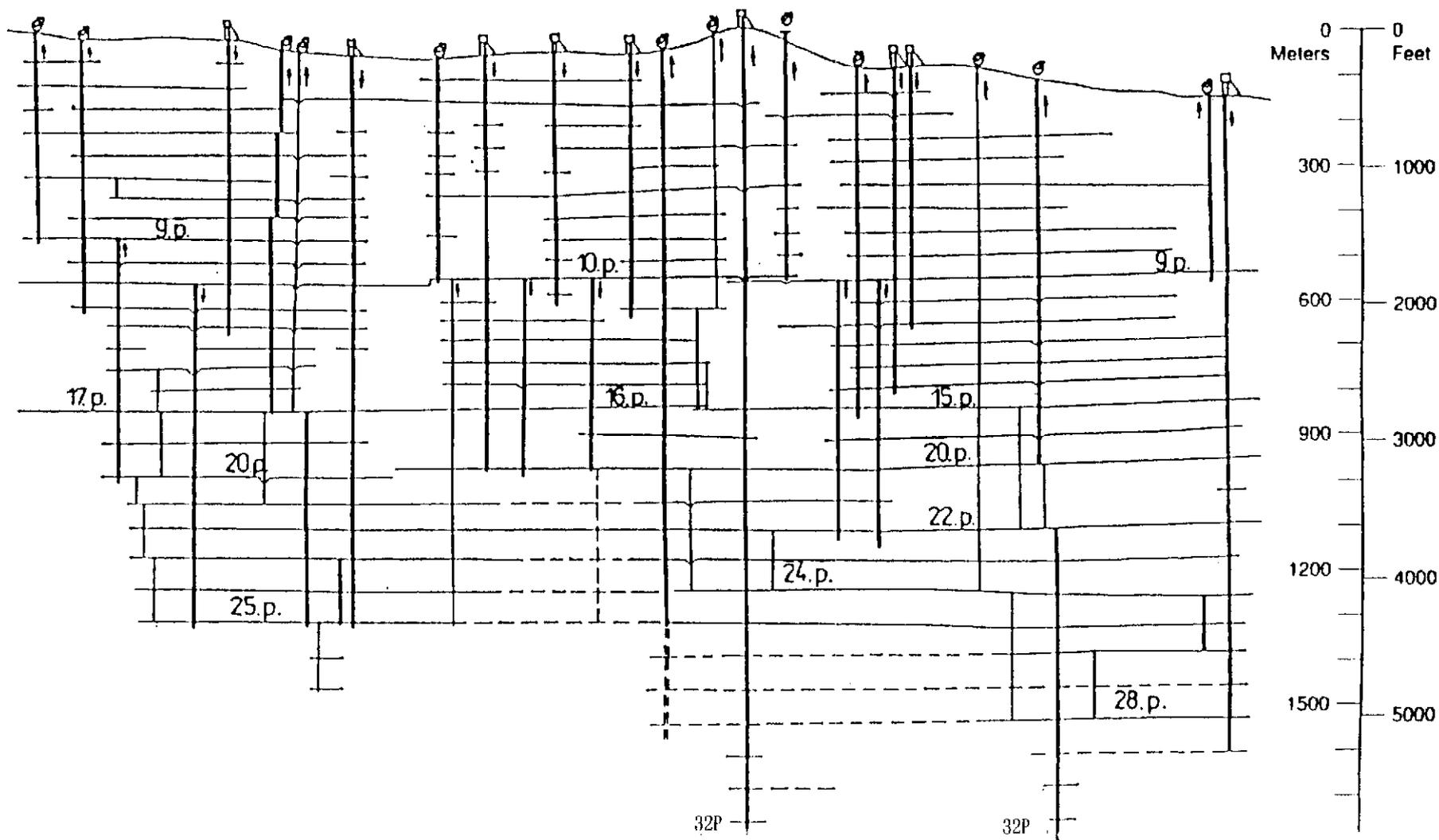


図 2 - 2 - 4 Pribram ウラン鉱床地域の中央部における東南-北西方向の断面図 (坑内構造)

立坑、水平坑道の開発を示す。坑道は50~60m 間隔、最深部は32番坑道で、地表下1836m 矢印は立坑での通気方向を示す。

6. Straz(シュトラツ) 鉱山

1. 交通・インフラ

位 置：Prague（プラグ）の北東約75km、ドイツおよびポーランドとの国境の南約35km
にあり、東経14° 48'、北緯50° 42' に位置する。海拔標高は約200m。

交 通：近くを主要道路が通っている。

連絡先：DIAMO s.p. TUU 47127 Straz pod Ralskem, Czech Republic（電話）CUI 42-
425-55338（ファックス）CUI 42-425-55456（テレックス）121570

（代表者）社長 Dr. Jan Jansky

気 候：近くをPloucnice 川が流れる。夏は涼しく、冬は寒く、湿度が高く、曇天の日
が多い。

2. 権利関係

2.1. Hamr 鉱山参照

3. 鉱業権益

2.1. Hamr 鉱山参照

4. 許認可関係

2.1. Hamr 鉱山参照

5. 経緯・現状

1963年にウラン鉱床発見。1967年にインシチュリーチング(ISL)のテスト開始。
1968年生産開始。1977年に生産量がピークに達し(770tU)。1993年には400tUとなり、
1994年に生産を中止した。

6. 地質概要

地質鉱床：隣接するHamr 鉱床と同じように、原生界の変堆積岩と花崗岩を基盤として、
その上に上部白亜系の堆積岩（主として砂岩）が堆積している。鉱床は上部
白亜系の砂岩中に胎胚している。（図2-1-1, 2-1-2, 2-1-3）

主要ウラン鉱物：閃ウラン鉱、人形石、ハイドロジルコン

鉱床タイプ：砂岩型

規 模：11の層準に鉱化部が見られ、鉱層の厚さ累計は平均して約5m

鉱 量：残存ウラン埋蔵量は約3,800tU、品位は0.05～0.10%U₃O₈

7. 採鉱関係

採鉱法： インシチュリーチング(ISL) 法

注入井は12m 毎に、生産井は110m毎に配置されており、井戸パターンは線形配列で、注入井ラインと生産井ラインの間隔は 83mである。注入溶液の酸濃度は20gr/l～100gr/l、回収溶液のウラン品位は20～50ppmU。注入溶液量は1エーカー (4,048m²) 当り、42,000～2,100加侖/月。注入井の口径は8.89～11.00cm で、深度は平均152m。ウランの回収率は埋蔵量の50%強。1 kgのウランを生産するために消費される化学薬品は、硫酸290.5kg、硝酸19.2kg、アンモニア7.3kg。(図2-3-1)

8. 製錬関係

製錬方式：生産井から集められた回収溶液は、中央プラントへ送られ、吸着回路でイオンを交換樹脂に吸着させ、向流洗浄(CCD)を行った後、樹脂に吸着されているウランを硝酸で溶離し、アンモニアを加えて重ウラン酸アンモンを沈殿させる。樹脂は硝酸アンモンで再生される。

生産井からの回収溶液中のウラン回収率は90.2%である。

9. 生産コスト

生産コスト \$ 26/kgU

(1992年現在)

(内訳) Hydrologic Barrier維持費 \$7.02 ; 井戸設備 \$5.20
光熱費 \$2.99 ; 化学薬品 \$5.20 ; 労務費 \$5.46
その他管理費等 \$0.13

10. 生産体制, 実績, 計画

生産実績 (トンU)

1984.....635 tU	1989.....631 tU
1985.....617 "	1990.....626 "
1986.....620 "	1991.....640 "
1987.....630 "	1992.....605 "
1988.....619 "	1993.....400 "

11. 生産物の販売実績, 計画

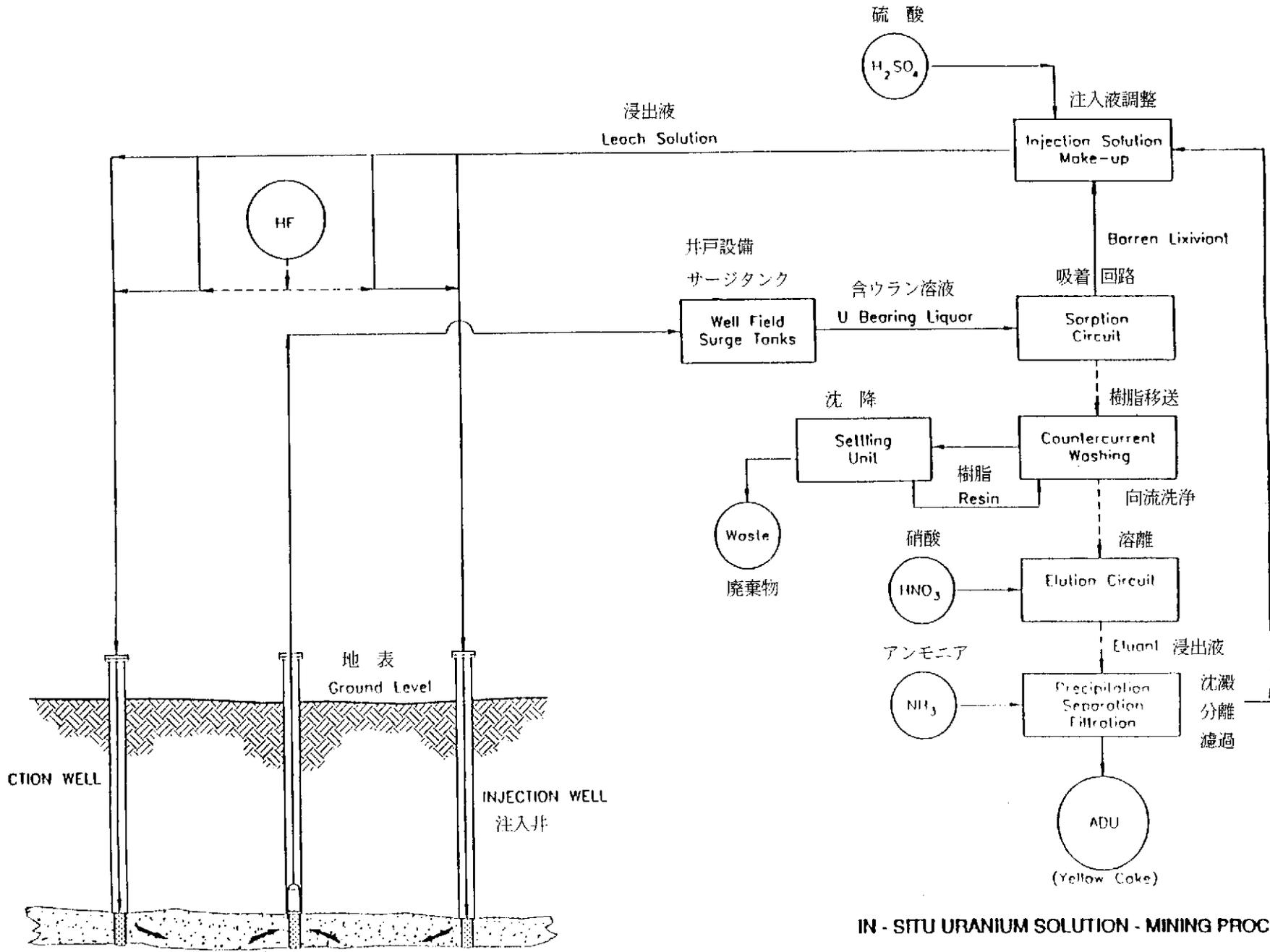
2.1. Hamr 鉱山参照

12. 環境保全対策

2.1. Hamr鉞山参照

13. 政策

2.1. Hamr鉞山参照



IN - SITU URANIUM SOLUTION - MINING PROCESS
 STRAZ, CZECH REPUBLIC

図2-3-1 Straz におけるウランのインシチューリーチング法

7. Mydlovary(ミドロバリー) 中央製錬所 (西ボヘミア鉍山群)

1. 交通・インフラ

位置：Mydlovary 製錬所はPribram(プリブラム)の東約90kmにあり、南ボヘミアのBudejovice(ブデジョビス)の北に位置する。

西ボヘミアのウラン鉍山群は Pribramの西約100km にある。Zadni Chodov鉍山は東経12° 40′ 北緯49° 53′ , 海拔標高は400m。

交通：Prague(プラグ)からPlzen(プルゼン)まではハイウェイが通じており、Plzenから鉍山までは2級国道が通っている。

連絡先：DIAMO s.p. TUU 47127 Straz pod Ralskem, Czech Republic. (電話) CUI 42-425-55338 (ファックス) CUI 42-425-55456 (テレックス) 121570
(代表者) 社長 Dr. Jan Jansky

気候：起伏のある平原や丘、高原から成っている地域で、まわりを低い山で囲まれている。

気候は夏涼しく、冬は寒く、湿度が高く、曇天の日が多い。

2. 権利関係

2.1. Hamr鉍山参照

3. 鉍業権益

2.1. Hamr鉍山参照

4. 許認可関係

2.1. Hamr鉍山参照

5. 経緯・現状

1920年に放射性鉍物が発見される。1940年代の終り頃からウラン探鉍が再開され、1950年代のはじめに、Zadni Chodov(ザドニョドフ)鉍山が最初のウラン鉍山として開発される。1963年にVitkov(ビトコフ)Ⅱ鉍山, Dylen(ディレン)鉍山が開発される。1992年には当地域のウラン鉍山すべてが閉山となる。

6. 地域概要

地質鉍床：原生代の変堆積岩とこれを貫く古生代花崗岩との境界部の南北系の断層帯に鉍床が胚胎する。(図2-4-1)

主要ウラン鉱物：コフィン石、プランネル石、ウラノフェン（少量のピッチブレンド）

鉱床タイプ：鉱脈型

規模：鉱化作用は地表下1,330m以上に及ぶ

鉱量：当初のウラン埋蔵量は Zadni Chodov 鉱床約 5,000tU, Dylrn 鉱床1,700tU
弱。鉱石品位は0.12～0.35%U₃O₈

7. 採鉱関係

採鉱法：坑内採掘、（上向充填採掘法）

採鉱計画：出鉱量は当地域全体で約 150,000t/年、生産量は約290tU/年

規模その他：Zadni Chodov 鉱山の例 — 採掘深度900mまで、水平坑道28段、1990年には切羽7ヶ所、開発坑道3ヶ所、掘上り2ヶ所で操業。従業員数 320名（坑夫80名、サポートなど 240名）、各切羽は2人1組で2シフト、生産性は1シフト当たり1～2切羽、爆薬係数は1立方メートル当たり 1.6～2.5kg。発破はゲル状爆薬(30%)とANFO(70%)

8. 製錬関係

鉱山から出された鉱石は、トラックで最寄りの駅に運ばれ、鉄道でMydlovary 中央製錬所へ送られる。この製錬所は1959年にかけて建設され、1970年に拡張された。製錬能力は 750,000t 鉱石/年であるが、1981年以降フル操業は行われていない。1990年には約 250,000t の鉱石が処理された模様である。

この製錬所は1993年に閉鎖された。

9. 生産コスト

Zadni Chodov鉱山での生産コスト

\$ 85.43/kgU

(1993年12月31日現在)

10. 生産体制、実績、計画

生産実績 (tU)

1983.....278 tU	1988.....283 tU
1984.....299 "	1989.....270 "
1985.....299 "	1990.....209 "
1986.....295 "	1991..... 99 "
1987.....298 "	1992..... 69 "

11. 生産物の販売実績, 計画

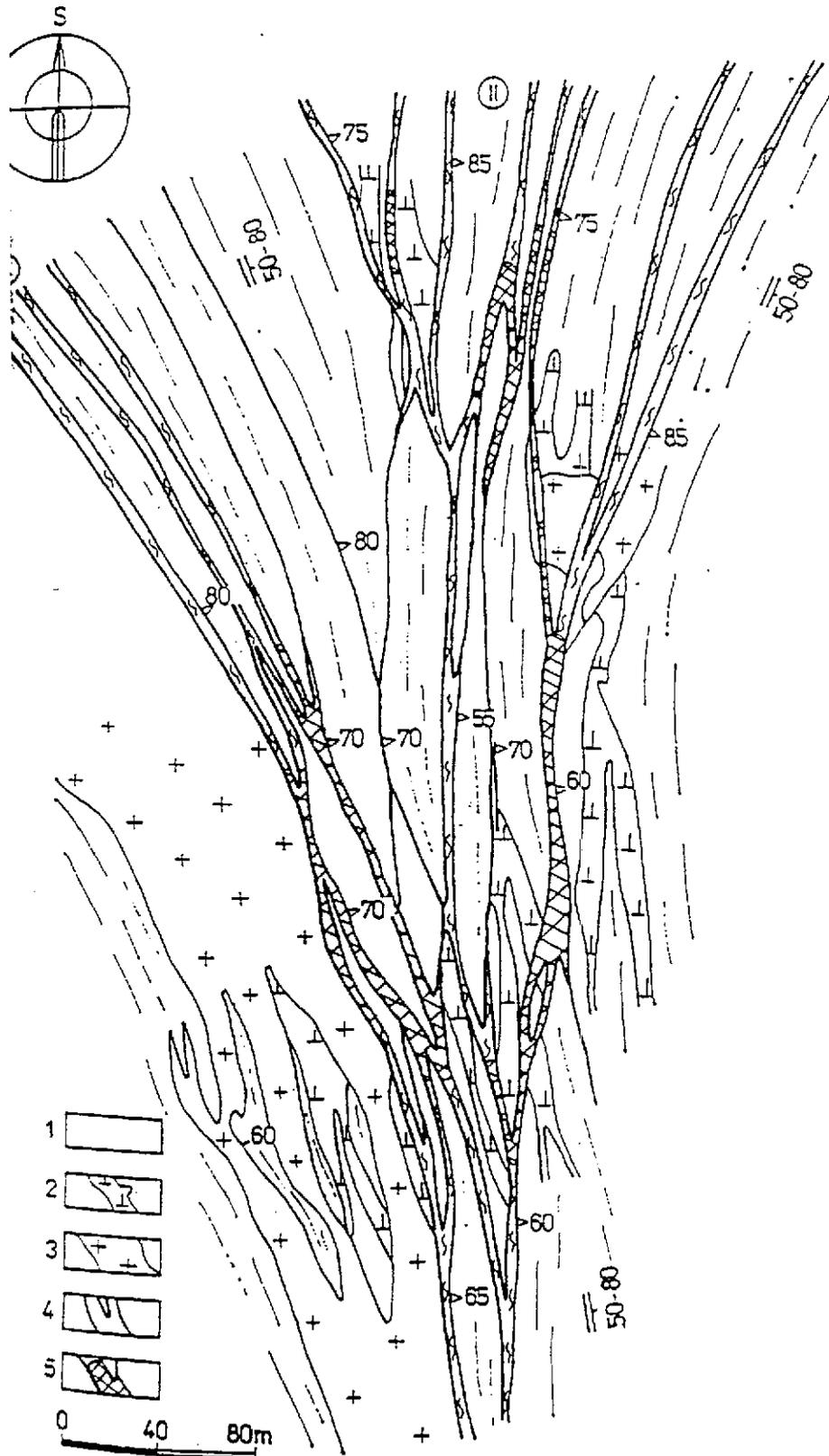
2.1. Hamr 鉱山参照

12. 環境保全対策

2.1. Hamr 鉱山参照

13. 政策

2.1. Hamr 鉱山参照



1. 角閃岩
2. 閃緑岩
3. 花崗岩および花崗閃緑岩
4. 鋅脈
5. ウラン鋅化帯

図2-4-1 Zadni Chodov 鋅山の鋅脈系の平面図

Dolnırozinka (ドルニロジンカ) Rozna(ロズナ) 鉍山

1. 交通・インフラ

位 置 : Prague (プラグ) の東南方約150km, 東経16° 15', 北緯49° 28' に位置する。
海拔標高約500m。

交 通 : 鉍山の南東約50kmのBrno (ブルノ) 市に空港があり, BrnoとPragueを結ぶ鉄道
およびハイウェイが鉍山の近くを通過している。

連絡先 : DIAMO s.p. TUU 47127 Straz pod Ralskem, Czech Republic. (電話) CUI 42-
425-55338 (ファックス) CUI 42-425-55456 (テレックス) 121570
(代表者) 社長 Dr. Jan Jansky

気 候 : 起伏に富んだ地形で夏は涼しく, 冬は寒く, 湿度が高く, 曇天の日が多い。

2. 権利関係

2.1. Hamr鉍山参照

3. 鉍業権益

2.1. Hamr鉍山参照

4. 許認可関係

2.1. Hamr鉍山参照

5. 経緯・現状

1954年ウラン鉍床発見。 1958年生産開始。 1993年まで生産継続。

1994年は断続的に生産を中止。 1995年の生産再開が期待されている。

6. 地質概要

地質鉍床 : 鉍床母岩は褶曲, 断層運動を受けた先カンブリア紀の変成岩 (準片麻岩, 角
閃岩, 珪岩, 石灰岩) で, 鉍化作用は主として破碎帯および断層に伴って見
られる。

主要ウラン鉍物 : ピッチブレンド, コフィン石, 随伴金属鉍物 : 銅, 鉄, 鉛のセレン
化物

鉍床タイプ : 鉍脈型

規 模 : 主要鉍化帯は長さ1.6km, 深度1.330mに達する。個々のレンズ状鉍体は幅2.
3 ~3.3mで深部へ20~23m 延びる。

鋳 量：当初のウラン埋蔵量は隣接のOlši（オルシ）鋳床（1989年閉山）を含めて
20,000tU。1994年の残存鋳量は、稼行埋蔵量として数年分。品位は交代岩中
の鋳石が 0.05～0.1%U₃O₈、鋳染部の鋳石が0.15～0.25%U₃O₈、鋳脈中の鋳
石が0.30～0.75%U₃O₈

7. 採鋳関係

採鋳法：坑内採掘、（トップスライシング法）（図2-5-1）

採鋳計画：3鋳夫一組で、ジャック・レグ・ドリルと2ドラムスラッシャーを使用

採鋳能力：Koepe社製捲揚機（径17フィート）、16.5tの鋳石用スキップ、捲上速度800
m/分

人員その他：採鋳夫 700名、坑内サポート 500名、監督スタッフ 100名

2.6t鋳車を使用、支柱は天然坑木

通気は百立方フート（=28.317m³/分）

8. 製錬関係

製錬能力：1969年に 400,000t 鋳石/年。その後 850,000t 鋳石/年に拡張

人 員：従業員 150名

9. 生産コスト

生産コスト \$ 80/kgU

（1993年12月31日現在）

10. 生産体制、実績、計画

生産実績（tU）

1984.....443 tU	1989.....361 tU
1985.....439 "	1990.....343 "
1986.....427 "	1991.....304 "
1987.....295 "	1992.....301 "
1988.....383 "	1993.....300 "

11. 生産物の販売実績、計画

2.1. Hamr鋳山参照

12. 環境保全対策
 - 2.1. Hamr鉈山参照

13. 政策
 - 2.1. Hamr鉈山参照

3. ハンガリー共和国

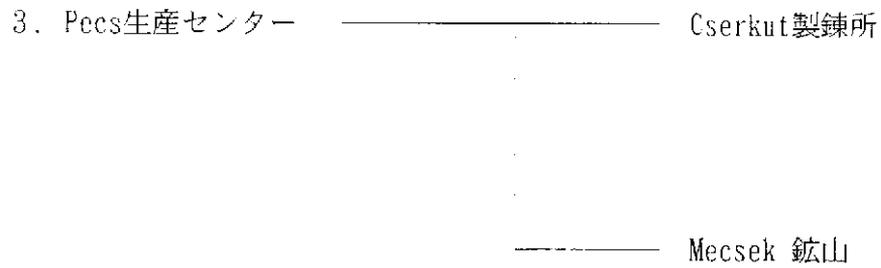


図3-A ハンガリー共和国のウラン鉱山・製錬所と主都

図3-B Mecsek付近の地質図

図3-C Mecsek付近の地質断面図

図3-D Cserkut 製錬所のフローシート

表3-A ハンガリーのウラン生産量

別紙3-1 (安全・環境規制)

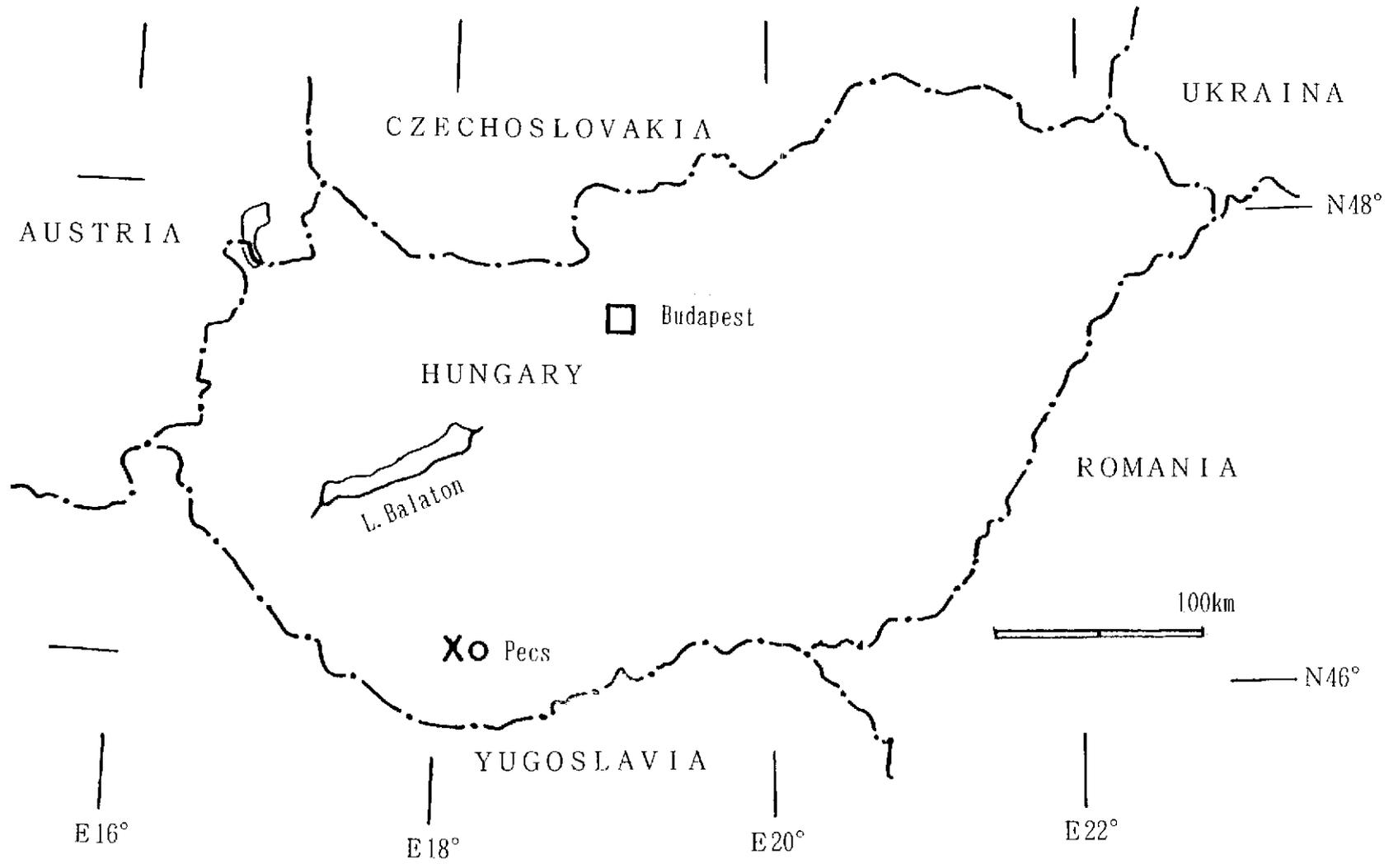


図3-A ハンガリー共和国のウラン鉱山・製錬所

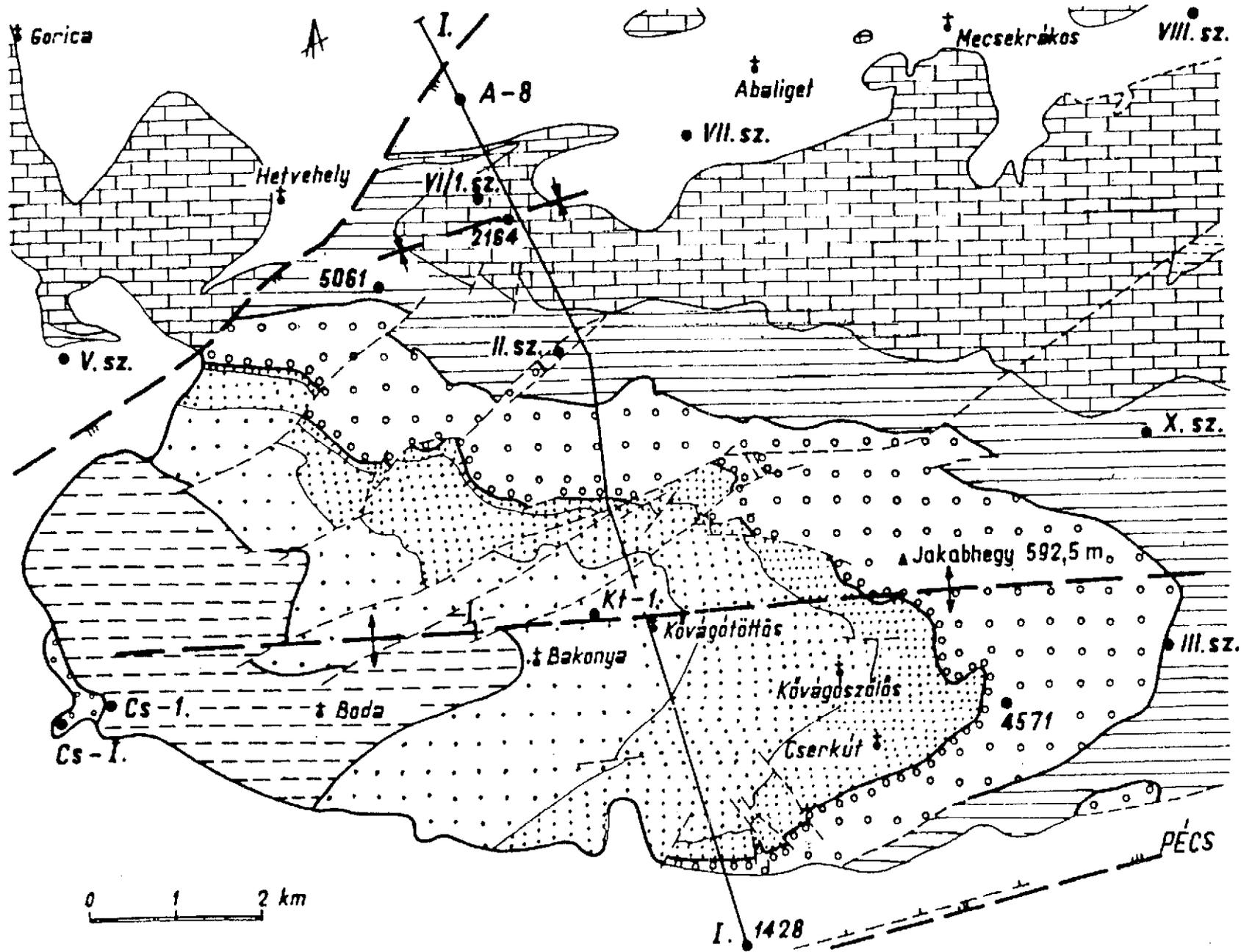


図3-B Mecsek付近の地質図

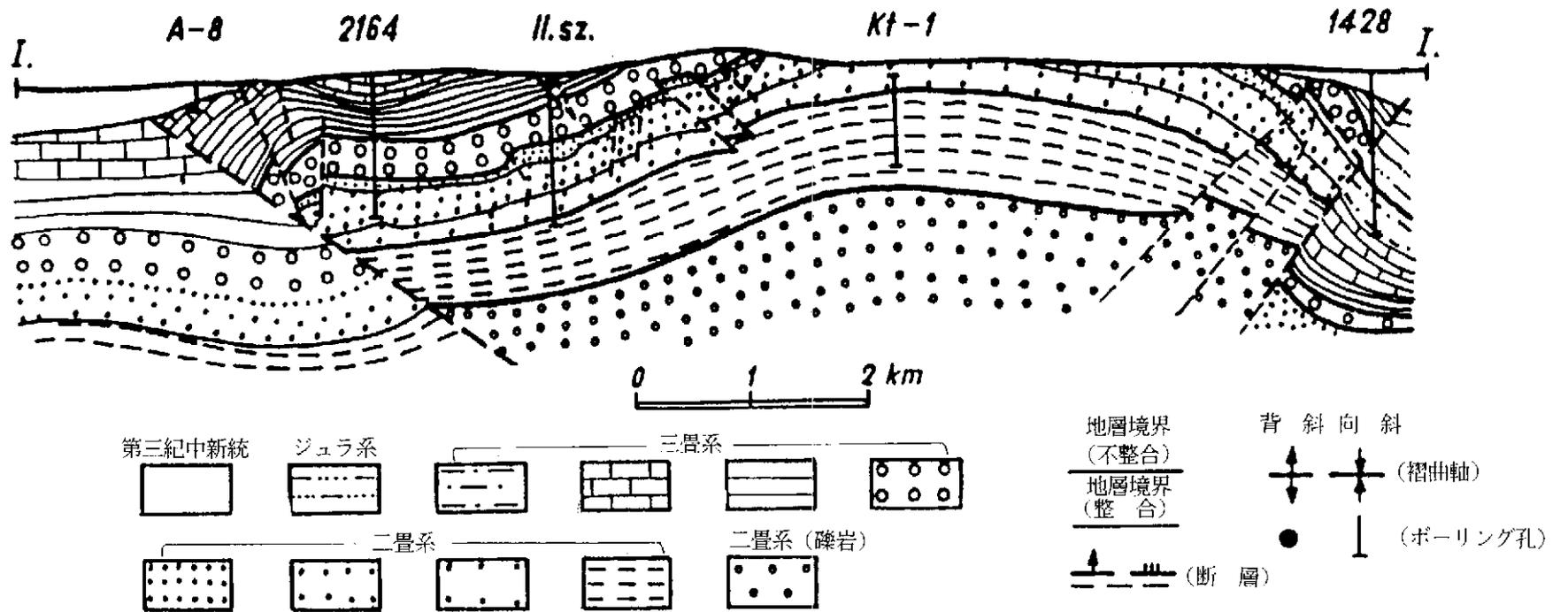
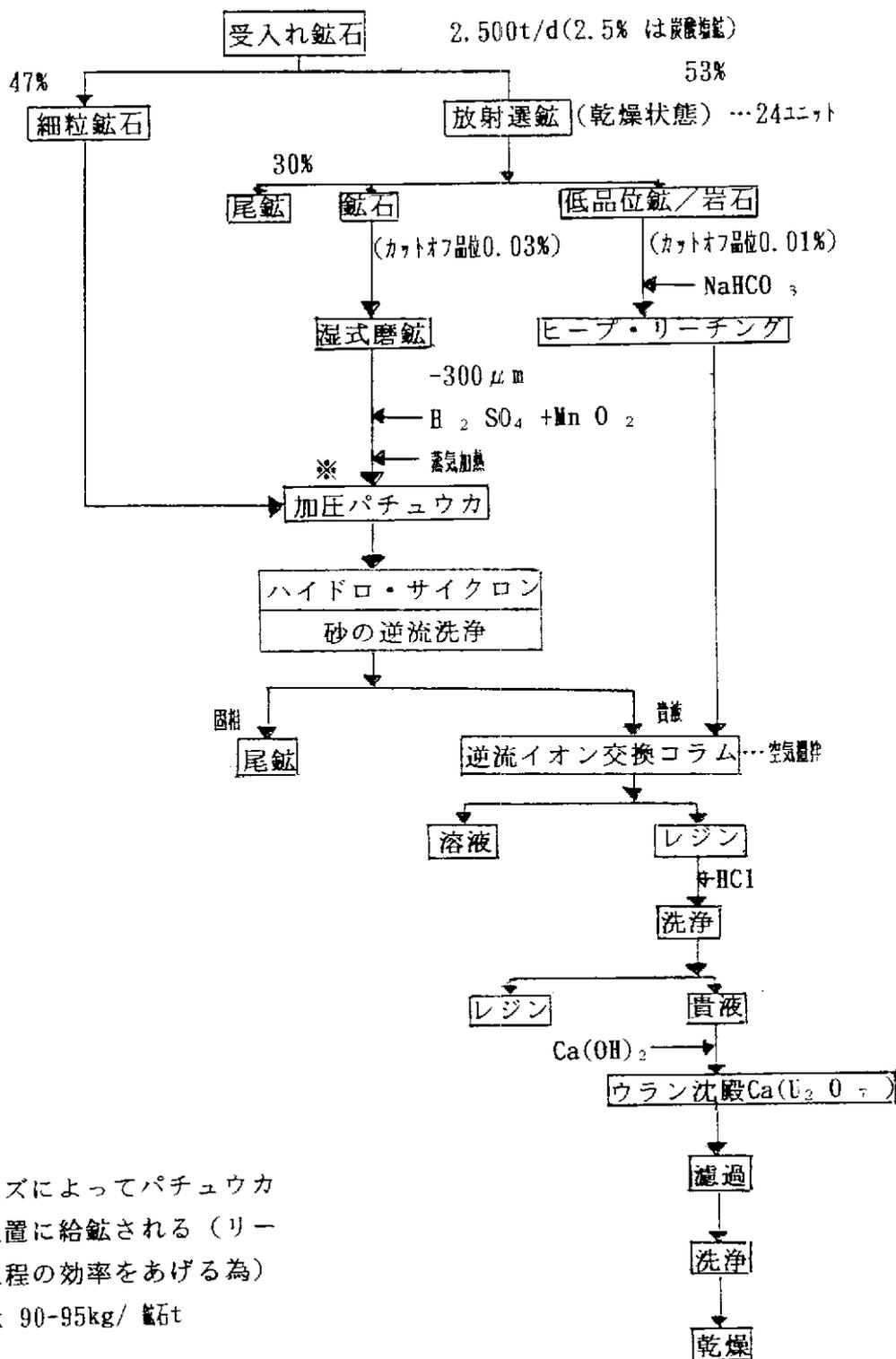


図3-C Mecsek付近の地質断面図 (図3-BのI-I断面) 凡例は3-B, 3-C共通

フローシート



※磨鉱サイズによってパチュウカの違う位置に給鉱される (リーチング工程の効率をあげる為)
 ・酸消費量 90-95kg/ 鉱t

図3-D Cserkut 製錬所のフローシート

表3-A ハンガリーのウラン生産量

年	鉱石量(t)	品位(%)	ウラン量(KgU)
1956	8,926	0.083	7,444
1957	63,802	0.085	54,521
1958	198,858	0.090	178,204
1959	325,233	0.088	286,030
1960	378,405	0.089	335,258
1961	507,317	0.084	462,195
1962	606,493	0.079	478,879
1963	697,000	0.079	547,700
1964	721,350	0.071	574,632
1965	711,922	0.068	481,994
1966	737,667	0.064	469,627
1967	784,459	0.060	470,360
1968	777,524	0.059	460,541
1969	768,281	0.058	442,460
1970	759,429	0.059	450,954
1971	766,268	0.059	454,595
1972	771,389	0.064	494,637
1973	866,996	0.065	566,089
1974	857,054	0.067	574,784
1975	846,223	0.067	570,196
1976	858,876	0.068	580,509
1977	834,702	0.070	581,709
1978	857,200	0.070	602,195
1979	814,696	0.070	570,490
1980	833,495	0.069	576,325
1981	982,370	0.061	601,418
1982	935,201	0.059	552,149
1983	830,291	0.062	510,839
1984	693,475	0.065	449,805
1985	689,836	0.068	466,841
1986	703,195	0.066	462,715
1987	715,297	0.067	482,298
1988	721,591	0.068	488,748
1989	685,232	0.066	449,438
1990	616,382	0.072	444,491
1991	396,192	0.089	351,847
1992	425,000	0.086	364,640
1993			328,218
合計	24,747,900	0.069	17,160,775

3. Pecs（ペーチュ）鉱山・製錬所／生産センター

1. 交通・インフラ

ハンガリー共和国Baranya(バランヤ)郡にあり、Mecsek(メーチュック)山脈西麓に位置する。ブタペスト-ペーチュ間は急行電車で約2時間40分である(バスの便も)。

Pecs生産センターは首都Budapestの南南西約180km、Pecs市の西約15kmにある。Mecsek鉱山とCserkut製錬所を有する。

Mecsek製錬所は北緯46° 05′, 東経18° 14′, 海拔約100m。

連絡先: Mecsek Uran Ltd, H-7633 Pecs, 39-es DANDAR ut 19, Hungary

Tel. 36-72-13675, 36-72-11298; Fax. 36-72-27515; Telex. 12221

気候は一般に温和であるが冬は寒く曇りがちで湿度が高く、夏は暑い。

2. 権利関係

・Mecsek Uran Ltd(メーチュック・ウラン株式会社)が鉱業権を持ち、鉱山と製錬所を操業している(略称MEV)。

・同社の株主

ハンガリー政府: 49%

Doromin Resources Ltd(ドローミン資源株式会社, カナダ): 15% (1994年5月 購入)

3. 鉱業権益

・鉱業法は作成中、ドイツ連邦鉱業法(1980年制定, 1990年および1992年改定)を基礎とする。検討中の案では民間会社に探鉱および採鉱の許可発行についての条件(内容不明)を特定している。

・鉱業法以外にウランの探鉱, 採鉱, 処理に関係する以下のような法令, 規則等がある: 原子法(Act), 民有化法(Act), 全国健康基準, 人の環境保護規定(1976年公布, 改定案は議会に提出していない)。環境保護法(Act), 天然水保護法(Act), 地表水基準(1994年制定), 放射性廃棄物令(Decree, 限度, 標準は示されていない), ウラン尾鉱沈殿池の再耕作についてのMEV特別規則(Regulation)。

4. 許認可関係

・ウランの探鉱および採鉱活動に対する全ての権限を持つのは、「鉱業検査官団」

(Minig Inspectorate)である。鉱区権の発行を含む鉱業権の承認はハンガリー政府の手中にある。また、問題が発生した場合や、「検査官団」の権限範囲外の法律, 法令については、国および地域の産業, エネルギー, 保健, 環境, 安全, 水等に関する省庁

や機関が関係する。

5. 経緯・現状

ペーチュ鉱床は現在ハンガリー唯一のウラン鉱床である。1952年ハンガリー・ソ連合同ウラン探鉱プロジェクトによって発見され、1956年から生産が開始された。この鉱山および製錬所を操業したのはMecsek Ore Mining Co. (メーチェク鉱業会社 略称MEV) である。MEVは1992年4月民有化され2社に分割された。1つはメーチェック・ウラン社でウランの採鉱および処理に責任を持ち、他の1つは、前の名前のままで、前のMEVの子会社全部を保有し、1992年までに生じたウラン廃棄物の処理・処分に責任を持つ。ハンガリー政府は1990年、非経済的という理由で、1992年までにPecsの閉鎖を決定した。しかし、その後始末や雇用問題がからみ、補助金を出しても操業させた方が経済的と判断して決定を変更した。操業継続に当たっては、1992年以前のウラン生産に伴う環境汚染の浄化、修復責任をPecsの操業から切りはなし、負担を軽減させた。その後、世界にウラン市場をひろげるために1994年5月、カナダ資本の導入にふみきった。

6. 地質概要

鉱床の母岩は上部二畳系の砂岩、胚胎層(緑色砂岩)の層厚は10～50m、砂岩層全体の厚さは600m、その上部200mの部分に鉱床が胚胎する。

鉱床タイプは砂岩型(レンズ状)、主要ウラン鉱物は酸化ウラン、ウラン珪酸塩鉱物で、黄鉄鉱・白鉄鉱を伴う。

レンズ状鉱体の規模は数百t～数万t、厚さは0.5m～5mにわたる。平均品位0.17%U

埋蔵量は確認U量(EAR)が2,154tU、平均品位0.106%U(内US\$80/kgU以下のコストを区分は1,540tU)；推定追加U量(EAR)が10,773tU、平均品位0.098%U

採掘済U量(1956年～1990年)は18,853tU(平均品位0.068%)。

予測生産量：1994年～2010年は423tU/年。

予測生産能力：1994年～1995年は462tU/年；1996年は539tU/年；1997年～2010年は616tU/年。

7. 採鉱関係

- ・採鉱法はルーム・アンド・ピラー法およびオープン・ストーピング法(下向き)を採用；立坑深度は最深1,100mに達した(平均的な採掘深度は600-650m)。各立坑につきそれぞれ独立した採鉱区として操業した。切羽での鉱石識別は放射能測定によった。
- ・製錬所の処理能力2,300t/日から推定すると、鉱山の採鉱能力は3,000～3,300t/日程度であろう。
- ・採掘された鉱石は、鉱車運搬によって地表の「中央貯鉱場」に送られる。ここでジョ

ー・クラッシャーにより-200mmに破碎され、スクリーンにかけられ、更に放射能測定で鉱石と廃石に分けられる。その後、鉱石は約 1.5km離れた製錬所に送られた。

人員：1991年の最初の6ヵ月間に鉱山部門で 1,500人を雇用し、そのうち 500人は採鉱夫であった。

8. 製錬関係

Cserkut 製錬所の製錬方式は図 3-Dを参照。

製錬能力は2,300t鉱石/日、生産量は385tU/年～693tU/年、最近は平均500tU/年である。このうち8～10tU/年は地表ヒープ・リーチング (NaHCO₃を用いる) によって生産されている。

9. 生産コスト

1980年代後半、ウラン生産コストはUS\$100-110/kgUに達したが、1991年までにUS\$70/kgU にまで減少した。

US\$70/kgU の内訳：

採 鉱	60%
処 理	35%
その他	5%

Mecsek Uran Ltd. はUS\$60/kgU 以下にまでコストを削減する必要があると表明しているが、これはPaks原子力発電所への唯一の供給者として残るためでもある。しかしPecs生産センターは助成金なしではオーストラリア、カナダまたは米国の生産者と競争できないという推測もある。

10. 生産体制、実績、計画

Mecsek鉱山は1956年生産開始し、1993年までに 24,747,900tの鉱石（平均品位0.068% U)を出鉱し、19,813t のウランを生産した。開始以来の全生産量（年別）は別紙 2 参照。

Pecs生産センターは、今後補助金の援助で385tU/年以上の生産を続けるものと予想される。

生産予想：1994～2010年は423tU/年であろう。

生産能力予想：1994～1995年は462tU/年；1996年は539tU/年；1997～2010年は616tU/年であろう。

11. 生産物の販売実績、計画

1990年までPecsからのウランは二国間協定によって全量ソ連に売られていた。ソ連はこれとは別にハンガリー電力公社 (PAV) の原子力発電所にウラン燃料を供給してき

た。

1990年にソ連はPecsからのウラン購入を打ち切り、ハンガリー政府は雇用問題などから閉鎖が難しいPecsを継続させるためPAVへのウラン独占供給源とすることにした。PAVとソ連もこのことを諒承した。しかし、PAVとしてはコストが高いPecsのウランを購入する義務はないので、Pecs側は生産コストの改善に努力しなければならない。1994年現在のPAVへの売り渡し価格は US\$60/kgUである。

12. 環境保全対策

別紙 3 - 1 参照

1992年4月、旧MEVは私有化され、かつ2社に分割された。私有化以前の旧MEV事業活動によるウラン廃棄物の処理、修理は新MEVが責任を持ち、Pecsウラン生産センターを運営するMecsek Uran Ltd. は、1992年4月以後別紙3-1にみられるような諸法規・規制に基づいて操業すればよいことになっている。

ハンガリー政府の環境保護局(Environment Protection Authovit) は、鉱業会社の破産および私有化過程について介入することを次の2法律によって義務づけられている。

政府法(Law) N 11/1191 : 破産訴訟および清算手続き

政府法(Law) No IV/1992 : 私有化について

13. 政 策

ハンガリーにおける生産はPecsに限られている。ハンガリー政府が一度閉鎖を決めたPecs鉱山の操業継続を決定したのは、鉱山の閉鎖に伴う技術的・社会的デメリットについて考慮した結果による。ハンガリーにとって国産ウランを使う方が国際市場で購入するより経済的であるということになる。

ハンガリーのウラン生産は、政府補助金を支払ってもPak 原子力発電所のウラン需要を全てまかなうために継続されるであろう。このことは国家エネルギー需要の大部分を原子力によって供給するというハンガリーのエネルギー政策を確実にすることと合致している。

別紙 3 - 1 (12. 安全・環境規制)

社会主義時代からの古い法律や条例の多くがまだ効力を持っているが、ハンガリー議会は多数の新法律を通過させており、担当機関は将来のウラン鉱業および修復活動に対する多くの指示を出している。

ハンガリーの鉱業および環境保護関連法令は、他の社会主義諸国よりかなり進歩しているとはいえ、従来政府命令によって切りぬけていた多くのギャップがなお存在する。現在、新旧の法令に齟齬があり、実際の作業への適用で混乱の原因になっている。

ウラン鉱業と関連する修復要請を支配する新しい規則、法令(decree)および布告は、将来の全てのウラン企業にとって考慮に入れざるを得ないであろう。

新旧の法(act, law), 準則(by-law), 法令(decree), 布告(ordinance), 規則(regulation), 指示・命令(directive)等でウラン鉱業に関する安全・環境を規制するのは次の通りである。なお、諸規制値などこれ等の内容は不明である。

- 法(law) No.IV/1964 : 水質防護のために、あらゆる危険な水の汚染を禁止している
(修正案を作成中)
- 法(law) II/1976 : 人間環境の保護について(新しい改訂版を1994年11月に提出予定)
- 保健所法(law) No. 1/1980 : 原子力について
- 保健所規則No. 7/1988 (VI. 20) : 一般公衆に対する放射線レベル
- 政府布告3272/1989MT: 撤収の技術的および財政的計画と必要な修復行動に対する指示を伴うMEV ウラン鉱山の閉鎖について
- 政府令3028/1991(2月) : 政府令3272/1989MT の修正で将来のウラン鉱業許可についての条件を規定。
- 政府布告1015/1991(III 31) : ウラン廃棄物貯留場の環境保護と修復に対して要求される重要な行動について; および、将来の環境破壊の防護手段への資金手当としてMEV に4億7000万フォリント(1フォリント=0.8 円…1995年4月: 3億7600万円)割り当てることについて
- 政府布告1011/1992(II, 10) : 諸会社の作業の修復のための特別基金の割り当てについて; MEVは発足した修復活動を継続するため約2億5000万フォリント(2億円)を受けとった
- 1990年9月26日共同決議(南トランス・ドノウ地区環境・水事業団と地域公共保健局との協力による) : MEV活動の全分野に対する環境影響評価制度について
- 国立放射生物学・健康研究所とMEV共同研究: 研究は1991年度末に完結。MEV諸施設での地表再耕作の為の新基準および放射性核種の新限度の設定

以上の他 3.鉦業権益の項であげた10の法律，基準なども関係する。

4. ルーマニア共和国

4. Feldiora製錬所

- ① Apusenib山脈地域 —— Baita-Bihor, Avram, Iancu, Bansa
Rachitele, Budereasa, Paiuseni

- ② Banatului 山脈地域 —— Ciudanovita, Natra, Dobrei(North, South)
Mehadia, Ilisova

- ③ Eastern Carpathia 山脈地域 —— Tulghes, Crucea, Baotusana

☒ 4 - A ルーマニア共和国のウラン製錬所

☒ 4 - B Feldiora製錬所のウラン精鉍までのフローシート

☒ 4 - C Feldiora製錬所のUO₂ までのフローシート



図4-A ルーマニア共和国のウラン製錬所

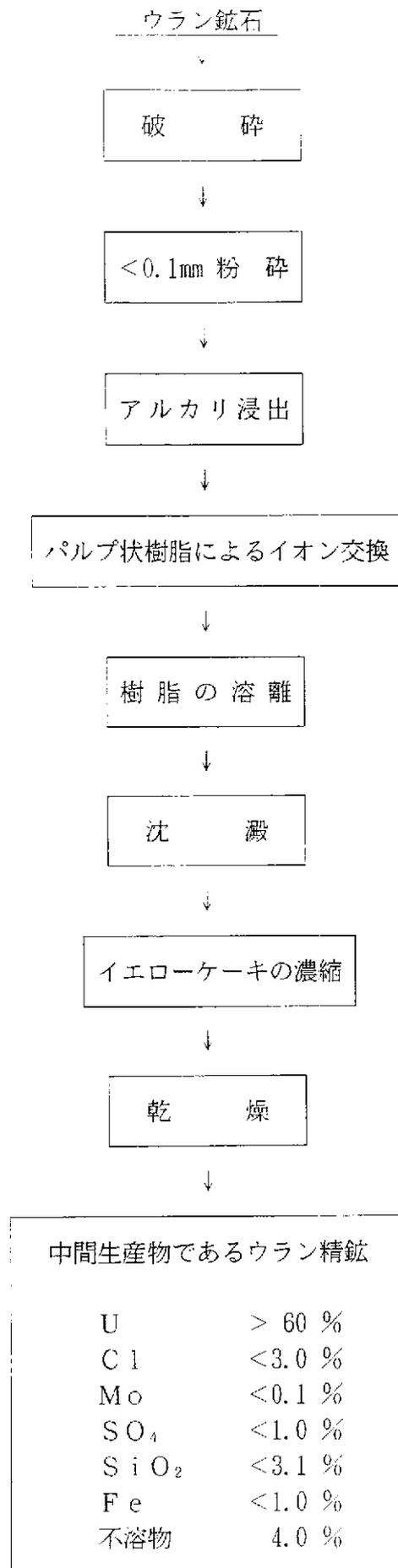
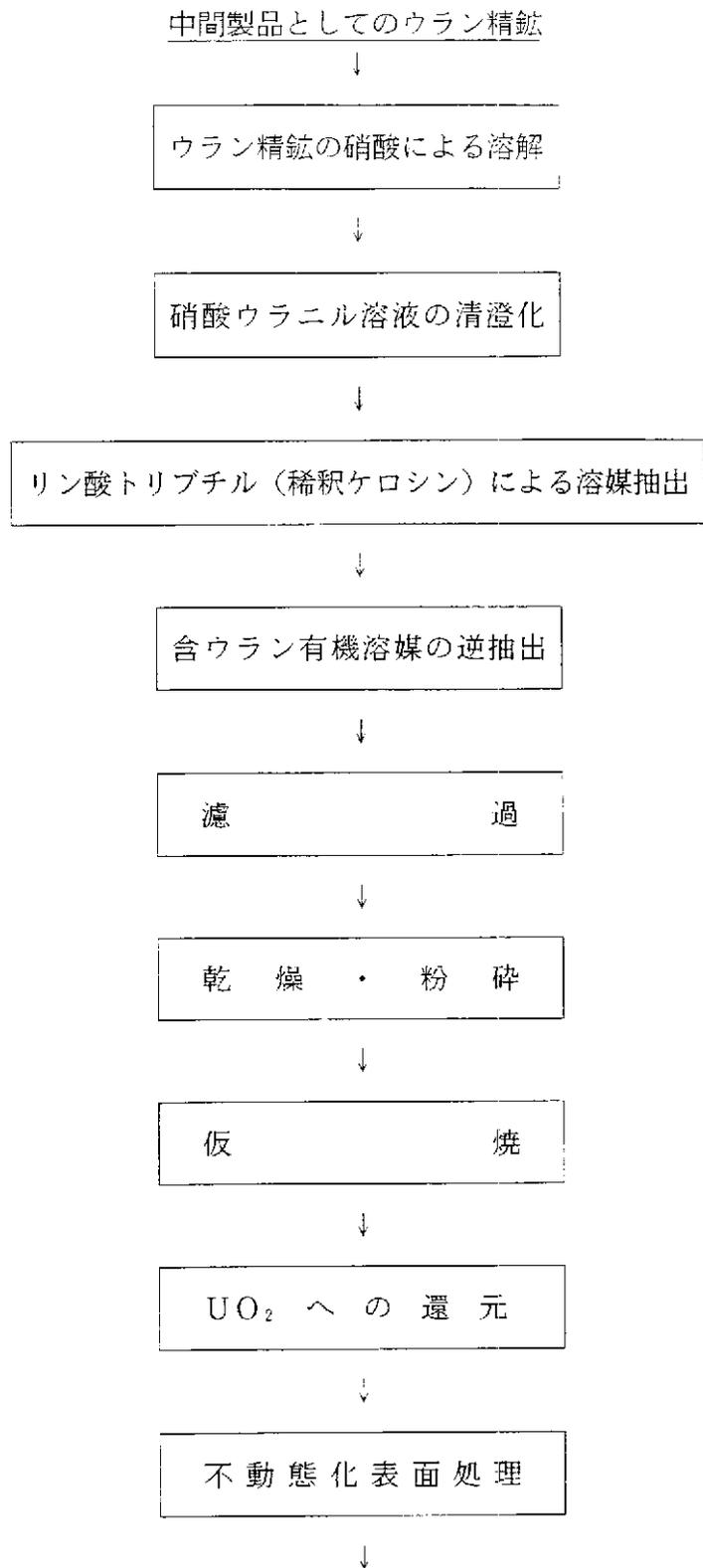


図4-B Feldiora製錬所のウラン精鉱までのフローシート



焼結UO₂（不純物の最大許容濃度）

Al	25.0p. p. m.	Cl	70.0p. p. m.	Fe	75.0p. p. m.
B	0.3 "	Cr	18.0 "	Gd	0.1
C	200.0 "	Cu	10.0 "	Mg	10.0
Co	50.0 "	Dy	0.15 "	Mn	5.0
Cd	0.2 "	F	30.0 "	水分	最大 5%
Mo	2.0 "	Si	30.0 "		

図4・C Feldiora製錬所のUO₂までのフローシート

4. Feldiora (フェルディオラ) 製錬所

1. 交通・インフラ

Feldiora (フェルディオラ) 製錬所はルーマニア中央部の Brasov(ブラジョ) 地方 Brasov(ブラジョ) 市の北数kmにある。首都のブカレストからは北西約150km に位置し、Olt(オルト) 河に沿っている。北緯45° 49' , 東経25° 36' 。標高600m (図4 -) Feldiora製錬所とBrasov市は幹線道路にて結ばれている。

本社 : Dionisie Lupu Street 68, Bucurest Romania.

製錬所 : Regia Autonoma Pentru Metale Rare(RAPMR), Feldira, Romania

温帯に属し、冬は曇りがちで、降雪と霧を伴い、夏は日照に恵まれるが、雷雨を伴う。Feldiora製錬工場がある Transylvnian(トランシルバニア) 盆地は 東は Eastem Carpathian (東カルパチア) 山脈によってMoldavia (モルダビア) 平野と隔てられている。南はSouthern Carpathian(南カルパチア) によってWalachian(ワラキア) 平野と隔てられている。これらの山岳は樹木にて覆われ、ウランの他に石油、天然ガス、石炭、鉄鉱石、岩塩を産する。

2. 権利関係

ウラン資源は国有財産であり、ウランの採鉱および開発は国有会社によって行われる。現存する唯一のウラン開発会社は1956年に設立された。Regia Autonoma Pentru Metale Rare(RAPMR)である。

ウランの採鉱については、“希少金属および放射性金属に関する規格調査所”(Institut de Cercetare-Proiectare Metale Rare si Radioactive)によっても実施される。

3. 鉱業権益

1990年までの社会主義体制下では、すべての土地・施設・産物は国有であった。現在は新体制に移行中であるが、近い将来に鉱業権に関して大きな変更が生じる兆しはない。特に、ウランは戦略物質として政府の管理下に置かれ続けるであろう。

4. 許認可関係

一般的な採鉱、採鉱、製錬および保安に関する法規、およびウランの採鉱、採鉱、製錬を含む核物質に関する作業を規制する法規として、現在有効なものは社会主義時代のものである。従来からの鉱業法には採鉱、採鉱に関するすべての事柄が規定されているが、ウランに関する特別な規定はない。また、ウラン生産設備の閉鎖および放射線防護

に関する規定もない。

1994年に、フランスの鉱業法(Code Minier) およびドイツ連邦鉱業法(英文表記 Federal Mining Law)を参考にして、新しい鉱業法の法案が議会に提出されたが、1994年11月現在まだ可決されていない。

新しい原子力法の法案も、1994年に議会に提出されたが、これも1994年11月現在まだ可決されていない。新法案は従来の法律と重複する部分もあるが、放射線防護および環境保全の基準値または許容値は、この新法案にて規定している(通常、他の国においては所轄官庁の省令にて告示される)。

また、この新法案では、放射性廃棄物管理と閉山処理業務のための資金の積立てについても規定している。鉱山会社は核物質に関する事業を始めるための条件として、この資金の負担を義務付けられる。原子力法の成立後90日以内に、この資金積立てに関する施行規則が告示されるとしている。

新しい環境保全規則(英文表記Environmental Protection Regulation)の草案も議会に提出されているが、1994年11月現在まだ可決されていない。

現在、核物質に関する作業を規制する法則は、主として次のようなものである。

- ・1974年公布の原子力法No.61(英文表記Nuclear Act No.61)
- ・1982年公布の質保証法No.6(英文表記Quality Assurance Act No.6)
- ・1982年告示の共和国放射線防護基準(英文表記Regulation Radiation Protection Norms)
- ・原子力法No.61の施行規則として1975年告示された共和国原子力安全基準(英文表記Republican Nuclear Safety Norms)。これには核原料の地質調査、採鉱、採鉱および製錬に関する安全基準も含まれる。

上記の現行の2つの法律では、核原料産業に関して次のように規定している。

- ・核原料とは“ウランまたはトリウム、あるいはこれらの元素の化合物”および“品位0.03%以上のウランまたはトリウム、あるいはこれらの元素の化合物の鉱石”を云う。
- ・核原料に関する作業を行うためには、原子力産業管理国家委員会(英文表記National Commission of Nuclear Activities Control)が発行する政府の許可証が必要である。
- ・核原料の採鉱、採鉱、製錬、使用、輸送および保管は、法規制の対象であり、許可されたオペレータによってのみ実施される。
- ・許可されたオペレータとは、許可証の保持者および操業免許証の名義人である従業員または作業員を云う。
- ・操業免許証は、該当者の責任と権限に応じて、操業の管理者および監督者対しては

原子力産業管理国家委員会により、また一般の従業員および作業員に対しては許可証保持者によって発行される。

許可証保持者の法的義務は以下の通りである。

- ・法律の定める基準に従って作業が実施されていることを確認する。
- ・原子力設備の指定および建設に当たり、作業員、公衆および環境を放射能リスクから守るために原子力安全基準を遵守する。
- ・放射性物質に関する明確にして正確な記録を保管する。
- ・放射性物質に関する損傷、事故の拡散、紛失または盗難を防ぐための予防措置を講ずる。
- ・核物質に関する事故が発生した場合には速やかに公表する。
- ・放射性廃棄物中の放射性同位体の含有量を出来るだけ低くし、且つ許容値を守るなど適切な管理および安全措置を行うことにより、廃棄物の放出に対して環境の保全に努める。

1975年の共和国原子力安全基準のうち、核原料の地質調査、採鉱、採鉱、製錬に関する規定は次の通りである。

- ・原子力設備と警備システムの正常な稼働のための一般的な安全規則、ならびに放射能汚染に対し従業員、公衆および環境を防護するための許容限度。
- ・原子力設備の設計、建設および運転のための一般的条件および許認可手続き。
- ・放射性従業員および公衆に対する最大許容線量、ならびに空気中および水中の放射性物質の最大許容濃度
- ・ウラン鉱山および製錬工場の設計基準
- ・ウラン製錬工場における配置、組織および安全対策に関する一般的基準
- ・ウラン鉱山の通気
- ・核原料の輸送に関する一般的規則
- ・作業部署のカテゴリーを定める基準
- ・職業的被曝の記録および監視
- ・放射性気体および崩壊生成物による被曝の管理
- ・放射性粉塵による被曝の管理
- ・環境汚染の管理

ウランの採鉱、採鉱および製錬に関する法案作成、許認可、管理、監督などの法的業務を行う官庁は以下の通りである。

- ・原子力産業管理国家委員会(英文表記National Commission for Nuclear Activities Control)
- ・内務省(英文表記 Ministry of the Interior)

- ・保健省（英文表記 Ministry of Health）
- ・放射線衛生研究所（英文表記 Radiation Hygiene Laboratories）
- ・地方環境保全局（英文表記 Regional Environment Protection Agencies）
- ・鉱山監督官（英文表記 Mining Magistrates）

原子力産業管理国家委員会の任務は放射性物質を取扱う設備の許認可と監督である。

保健省は以下の事柄を監督する。

- ・原子力産業の従業員の健康状態
- ・廃棄物による水および大気の放射能汚染
- ・食料品およびその他商品の定量方法
- ・食料品、食物連鎖および飲用水の放射能汚染

保健省は、これらに関する技術的業務を放射線衛生研究所に委託する。

地方環境保全局は環境（大気、水、土壌、植物）中の放射能、放射性同位体およびその他の有毒物質の監督を行う。

鉱山監督官は鉱山の通常の技術および保安に関する許認可および監督を行う。

5. 経緯・現状

1952年、旧ソ連の最初の原子爆弾用のウランを供給するために、旧ソ連とルーマニアのジョイント・ベンチャー SOVROM-CUARTIT は、広域探査を開始し、Banatului(バナトルイ)山脈とApuseni(アプゼーニ)山脈でいくつかのウラン鉱床を発見した。中でも Baita-Bihor 鉱床は鉱量15,000tU以上、品位1.1%U の優れた鉱床で、直ちに採掘が行われた。Baita-Bihor鉱山の採掘鉱石は、旧ソ連エストニアのNarva(ナルバ)に送られて製錬された。1960年までのSOVROM-CUARTITによる累積採掘量は14,500tUに達する。

1961年にSOVROM-CUARTITは解散し、ウラン産業はその後10年以上にわたって低迷を続けた。1970年代の石油不足と価格高騰によって、原子力発電計画が生まれ、1980年にCernavoda(チェルナボータ)で630MWe CANDU炉5基の建設が開始された。

新たにウラン資源の探鉱、開発が促進され、1978年にFeldiora製錬所が建設された。1980年に3地域において鉱石の採掘が始まり、全量がFeldiora製錬所にCANDU 炉の燃料であるUO₂の生産工程が追加された。

ウラン生産は、工業省（英文表記 Ministry of Industry）所属のRegia Autonoma Pentru Metale Rareによって操業され、3鉱業所、1製錬工場、探鉱、技術、研究部門および本社において7,000名の人員を擁している。1980年以降の採掘量の合計は約2,600tUである。

現在の高い生産コスト、環境破壊、および大量のストックを考えると、ルーマニアのウラン産業の将来には問題がある。

6. 地質概要

7. 採鉱関係

8. 製錬関係

Feldiora製錬所はアルカリ浸出法で、給鉱量は1,000t/日以上、生産量は300tU/年以上であるが、数年来建設中の並列の系統が完成すれば、生産量は増加する。

いろいろな地域から来る鉱石の多様性の問題は、ブレンドによって解決している。Eastern Carpatian 山脈東端の鉱石は炭酸塩の含有量が高いが、Bahatului 山脈と Apuseni 山脈の鉱石は酸浸出に対する適応性がある。これらの鉱石の多くは最大16%に達する大量の瀝青を含んでいる。

現在の給鉱品位は0.10%U、平均実収率は約80%である。

Feldiora製錬所は図4-2の工程によって中間生産物であるウラン精鉱を生産し、さらに図4-3の工程によって、CANDU 炉の燃料であるUO₂の燃結物を最終製品として生産している。

9. 生産コスト

ルーマニアのウラン生産コストの総計は100\$/kgU である。

このうち採掘費は、Botusana鉱山およびCrucea鉱山が1,010名の従業員によって約60 tU/年を掘削していることを考えると約80\$/kgU と思われる。

10. 生産体制、実績、計画

1980年以来Feldiora製錬所は約2,600tUのウラン精鉱を生産した。1992年までの生産実績は以下の通りである。

1980年70tU, 1981年90tU, 1982年90tU, 1983年140tU, 1984年170tU,
1985年220tU, 1986年290tU, 1987年275tU, 1988年260tU, 1989年250tU,
1990年210tU, 1991年160tU, 1992年120tU。

今後は生産能力を下回る生産量115tU/年が継続されるものと思われる。

11. 生産物の販売実績、計画

Feldiora製錬所の生産物は、全量ルーマニアのCernavoda(チェルナボーダ)原子力発電所(5基)のためにストックされている。

Regia Autonoma Pentru Metale Rare は原子力発電所を今後30年間運転するのに必要なウラン燃料を確保すべきであるとしている。

12. 環境保全対策

一般公衆および環境に関して1982年に保健省によって告示された“共和国放射線防護基準”は、核原料の採掘および製錬に関しても、次の事柄を規定している。

- ・原子力施設を運転するための衛生管理権限許可証（英文表記Sanitary Commissioning License)の取得および保持の必要性，ならびに取得の条件
- ・放射能汚染から，健康，食物連鎖および環境を保護するための措置
- ・国家基準STAS-1342(英文表記 National Standard STAS 1342) に定められる飲用水中の放射性同位体の最大許容濃度の遵守

その他にもいろいろ基準によってウラン鉱山と製錬工場のサイトに関する規定が定められている。その主なものは以下の通りである。

- ・ウラン鉱山および製錬工場の除染に関する許可証保持者の義務
- ・最終的に，または一時的に休止した設備に対する柵囲い，覆土，閉鎖ならびに許可なき者の立入りを禁止する明確な表示の義務
- ・上記の作業の計画または実施，ならびにその作業に用いる材料（石材，コンクリート，木材等）の条件に関する地方当局への通知
- ・鉱山のずりの保管および表示，ならびにずり置場の柵囲いに関する条件
- ・長期的安定を確保し，かつ環境の放射能汚染の原因となる水および風の侵食を抑止するような貯鉱場およびずり置場の建設
- ・ある鉱業所が操業を中断した場合，環境の放射能汚染または公衆の許容値以上の被曝が生じないように予防措置を行う許可証保持者の義務

1975年告示の共和国原子力安全基準には，次のような不備な点がある。

- ・放射能リスクおよびそれに対する防護措置に関するアセスメントの規定がない
- ・機材の除染に関する条件および基準についての規定がない
- ・一般的にずり置場の補強および長期的安定，ならびに景観の復旧について規定しているが，ずりの種類による区分の規定がない
- ・廃滓捨場の現状復帰については不十分なガイドラインが示されているだけである。特に廃滓捨場の1000年までの長期的安定に関する規定が必要である

ウラン施設の閉鎖，それに対する安全保障，現状復旧作業，モニタリング，および土地と地表水の汚染防止に関しては，現行の法規は不十分であり，かつ不明確である。新法案が議会によって承認されれば，これらの不備は是正されることになる。

13. 政 策

ルーマニア政府は現在のところ，ウラン国有政策を撤回しウラン生産を民間会社に開放する意向はない。

① Apuseni(アプゼーニ) 山脈地域

1. 交通・インフラ

ルーマニアのウラン鉱床は、1)Apuseni(アプゼーニ) 山脈、2)Southern Carpathian (南カルパチア) 山脈のBanatului(バナトルイ) 山脈、3)Eastern Carpathian (東カルパチア) 山脈の東部の3地域に胚胎する(図4-1)。

Apuseni山脈地域には、Baita-Bihor, Avram, Iancu, Bansa, Rachitele, Budereasa, Paiuseniなどの鉱床が分布する。

2. 権利関係

4. Feldiora製錬所に同じ

3. 鉱業権益

4. Feldiora製錬所に同じ

4. 許認可関係

4. Feldiora製錬所に同じ

5. 経緯・現状

4. Feldiora製錬所に同じ

6. 地質概要

Apuseni 山脈地域の鉱床は造山運動期の花崗岩類貫入に伴う造構造運動、変成作用、熱水活動と関連して形成された。

Balta-Bihor 鉱床は、二畳紀の砂岩層中にピッチブレンドがレンズ状に鉱染したもので、高品位大規模鉱床である、同鉱床の高品位帯の形成は鉱化流体が断層により規制されて形成されたものである。

3地域の鉱床の合計埋蔵量は確認量で19,000ktである。

② Banatului(バナトルイ) 山脈地域

1. 交通・インフラ

Southern Carpathian 山脈の一部 Banatului 山脈地域には, Ciudanovita, Natra, Dobrei North, Dobrei South などの鉱床がある (図 4-1)。

2. 権利関係

4. Feldiora 製錬所に同じ

3. 鉱業権益

4. Feldiora 製錬所に同じ

4. 許認可関係

4. Feldiora 製錬所に同じ

5. 経緯・現状

4. Feldiora 製錬所に同じ

6. 地質概要

Banatului 地域の鉱床の多くは, 二畳紀堆積岩を母岩とした熱水成鉱床である。

ウラン鉱物はピッチブレンドとアンスラキソライトで, 有機物に富んだ細粒の頁岩中に産する。

Ciudanovita 鉱床は急傾斜の層状鉱床で, 2,300tU の埋蔵量を有したが, 深度1,000m まで採掘され, ほぼ終掘に近い。

Natra 鉱床は平均品位0.34%Uの鉱床であったが, SOVROM-CUARTIT時代と1970年代に採掘され, 1986年に終掘した。

Dobrei South 鉱床は1960年代後半に, Dobrei North 鉱床は1984年に採掘が開始された。Dobrei Northの残存埋蔵量は数百tU程度であるが, 深部の試錐探査により鉱量増加の可能性はある。

Mehadia 鉱床はメタ礫岩中に, Ilisova 鉱床は流紋岩中に胚胎づく小規模鉱床である。

③ Eastern Carpathian (東カルパチア) 山脈地域

1. 交通・インフラ

Eastern Carpathian山脈東部地域には、Tulghes, Crucea, Botusana などの鉱床が分布する(図4-1)。

Tulghes 鉱床は、埋蔵量3,000tU(平均品位0.15%)を有するが未開発である。

2. 権利関係

4. Feldiora製錬所に同じ

3. 鉱業権益

4. Feldiora製錬所に同じ

4. 許認可関係

4. Feldiora製錬所に同じ

5. 経緯・現状

Botusana鉱床は1965年に発見され、1979年に開発が始まり、1984年に最初の出鉱を見た。

6. 地質概要

これらの鉱床は先カンブリア時代の変成岩を母岩とする急傾斜の脈状鉱床である。

Tulghes 鉱床は脈幅2～9mの数條の鉱脈からなり、ウラン鉱物はピッチブレンドである。

Crucea鉱床とBotusana鉱床は1.6km離れた脈状鉱床で、片麻岩と雲母片岩からなる変成岩を母岩としている。

脈幅は2～6m、脈中に幅1mの品位0.15%のピッチブレンド鉱化帯が認められる。瀝青と各種炭酸塩鉱物を含み、炭酸塩の含有量は平均35%に達する。Botusana鉱床は4本の急傾斜鉱脈からなる。両鉱床の埋蔵量はそれぞれ960tUである。

7. 採鉱関係

ルーマニアにおけるウラン採鉱は、一般的に薄い脈状鉱床の坑内採掘という条件により低生産性を余儀なくされている。上向きカット・アンド・フィル法が典型的採掘法である。特に坑木による切羽支保、スコップと一輪車による切羽の鉱石運搬、ずり充填など非効率な点が多い。

Botusana鉱山では、980mレベルに1,500mの水平坑道によって切羽が設定され、1,040mレベルに鉱床上盤のアクセス坑道、880mレベルに運搬坑道が展開された。1,040mレベル坑道と880mレベル坑道は立坑によって結ばれている。最小切羽巾は0.8m、レッグ・ハンマーで1.2mの穿孔を行い、爆薬原単位（ダイナマイト）は0.7kg/m³、0.4kg/孔である。坑内員能率は約0.8m³/人・日。鉱石/ずり比は約1:1である。鉱石の平均品位は0.15%U（カットオフ品位0.04%U）、ずりの平均品位は0.02%U以下である。0.02~0.04%Uの低品位鉱は将来の、ヒープ・リーチングに備えて貯鉱されている。

Botusana鉱山はCrucea鉱山と2,000mの主要運搬坑道によって結ばれ、Botusana鉱山の鉱石は45馬力ディーゼル機関車と0.6m³ 鉱車27輛からなる列車でCrucea鉱山に運搬される。Crucea鉱山からは34km離れたVatra Dornei（バトラドルネイ）駅までトラックで運ばれ、そこからFeldiora製錬工場へ鉄道輸送される。

8. 製錬関係

9. 生産コスト

ルーマニアの鉱山業における給与は、鉱山労働者が200~350\$/月、技師および管理部門の者が150~200\$/月である。人件費の諸掛りは給与の約32%で、人件費は採掘費の70%を占める。最近、賃金交渉が進行中であるが、政府の認めるベース・アップは、近年の激しい物価上昇に追い付かない。

10. 生産体制、実績、計画

3地域が占める出鉱量は、Eastern Carpatian 山脈東端が50%、Apuseni 山脈地域が30%、Banatului 山脈地域が20%である。1980年以降の実績は以下の通りである。1994年は鉱石量約110,000t、含有ウラン量約125tU と見込まれている。

Eastern Carpathian山脈地域

	採掘鉍石量 t	品位 %	含有ウラン量 tU		採掘鉍石量 t	品位 %	含有ウラン量 tU
1980年	108,475	0.11	120	1987年	199,623	0.17	340
1981年	109,228	0.13	142	1988年	201,507	0.16	322
1982年	120,904	0.11	133	1989年	206,780	0.15	310
1983年	128,814	0.14	180	1990年	172,128	0.15	258
1984年	160,075	0.13	208	1991年	152,542	0.13	198
1985年	172,128	0.16	275	1992年	141,996	0.11	156
1986年	178,154	0.20	356				

5. ブルガリア共和国

5. 1. Plovdiv 鉍山地域 ————— Momino (開発中), Navasen-Troian (開発中)
 Elesnica製錬所 Isgrev (開発中), Okop-Tenebo(開発中)
 Belozem(開発済), Pravoslaven(開発済)
 Haskovo(開発済), Marista(未開発),
 Orlov Dol(未詳)
5. 2. Bukhovo 鉍山地域 ————— Bukhovo, Proboinista, Kurrilo
 Smolianoytzi (開発済), Sliven, Sborishte
5. 3. Elesnica鉍山 ————— (1994年生産中止)

図5-A ブルガリアのウラン生産施設と主要都市

図5-1-1 Momino鉍床地域の地質断面図

図5-2-1 Bukhovo ウラン鉍床の地質断面図

凡 例	
●	ウラン生産設備
●	首 都
○	主要都市
⌘	主要山脈

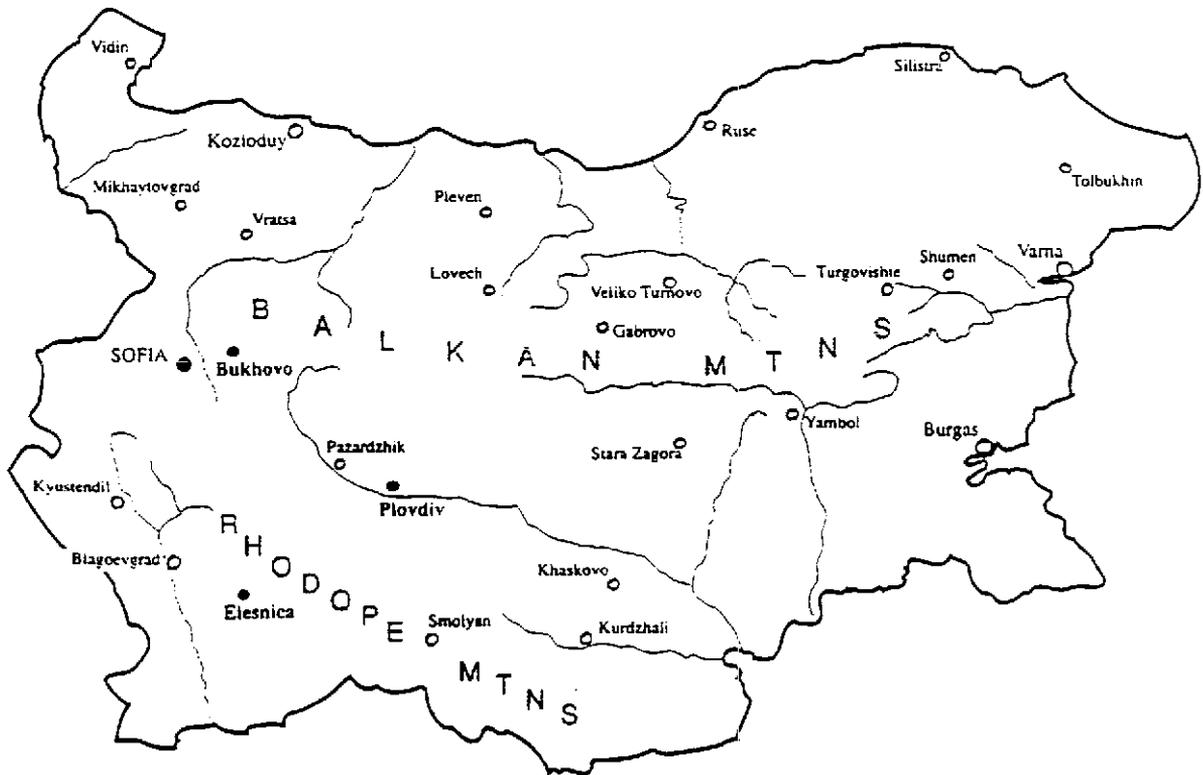
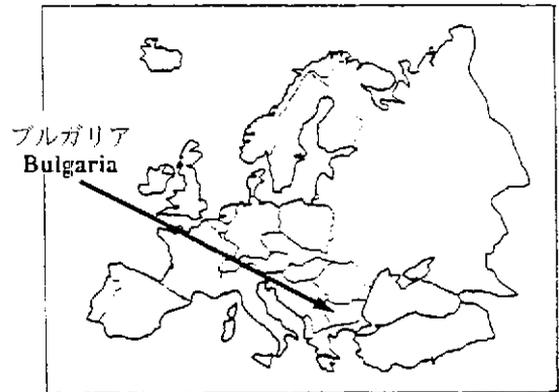


図5-A ブルガリアのウラン生産設備と主要都市

5.1. Plovdiv(プロブディフ) 鉍山地域/Elesnica(エレスニカ) 製錬所

1. 交通・インフラ

位 置：ブルガリアの首都Sofia(ソフィア) の東南約130km にあり，東経24° 45' ，北緯42° 10' に位置する。海拔標高200m。

交 通：Sofia からハイウェイおよび鉄道が通じている。空港もある。

連絡先：Redki Metali Company 1830 Sofia-Bukhovo, Bulgaria. 電話359-2-47031
テレックス 23839

気 候：Marista(マリスト) 川が流れており、平均気温は、夏は24℃，冬は0℃である。年間降水量は平均 630mmである。

2. 権利関係（所有権）

1946年：ウラン開発のため，ソビエトブルガリア公社が設立され，旧ソ連が事業全体を管理運営した。

1954年：Redki Metali (レドキメタリ) 社が，国有ウラン会社として事業を継承した。

1989年：同社のリストラクチャーリングが行われたが，社名は変えなかった。

1991年：政府の命令により，17の会社に分割したが，すべて政府所有の有限責任会社となった。

Redki Metali社の概要

○ Bukhovo(ブコボ)，Elesnica (エレスニカ)，Plovdiv(プロブディフ) の3ヶ所にウラン生産センターをもっている。

○ ウランのほかに，
機器サービス，修理部門
研究開発部門
住宅，食料部門
国内における商業部門
国際貿易部門

をもっている。

○ ブルガリアのウラン関係の資産はすべて，1989年までは国有となっており，ウラン関係の活動はRedki Metali社が独占的に行ってきた。

3. 4. 鉍業権益および許認可関係

○ ブルガリアの関係政府機関は，探鉍，採鉍，安全性，健康，環境について，多くの法律を制定した。しかし，前の社会主義政権のもとでは，これらの法律は，ウラン業界によって必ずしも守られていなかった。ウラン生産が最優先とされていたの

である。

- ウランの採鉱、採鉱、製錬、鉱山の跡地処理に関しては、1989年以降の新しい法令と、それ以前の古い法令の一部とが効力をもっているため、1994年現在、かなり混乱を生じている。

そのため、古い法令の一部が政府によって再検討されている。ウランの採鉱やウラン鉱山の跡地処理については、多くの新しい法律(law)、布告(decree)、命令(instruction)が、1991年以降公布、施行されている。

- 鉱業法以外で、ウラン採鉱にもっとも関係のある規制(regulation)としては、次のものがある。

① “ウラン採鉱の段階的撤退について”

* 1992年11月20日付 閣僚会議布告(Council of Ministers Decree) No.163

* 1992年11月27日付 産業省省令(Ministry of Industry Directives)

② “採鉱および製錬から生ずる影響について”

* 1994年3月29日付 閣僚会議布告(Council of Ministers Decree) No.56

③ “放射性残留物の分類について”

* 1992年1月28日付 原子力平和利用ブルガリア委員会(State Committee for the Peaceful Use of Atomic Energy in Bulgaria)布告(Decree)No.7, Section II,

[鉱業法(Mining Law)]

- 1994年半ば現在、社会主義政権時代に制定された鉱業法が有効である。これでは採鉱、採鉱およびこれに関連するすべての活動が規定されている。
- ドイツ連邦の鉱業法をベースにして、新しい鉱業法(草案)がエネルギー委員会によって作成され、1994年6月ブルガリア議会に提出された。この草案には、採鉱権、採鉱権の民間へのリース条項が含まれている。
- ウラン鉱山会社は産業省とエネルギー委員会の監督下であり特に、エネルギー委員会は、採鉱権、採鉱権の付与を含めて、ウラン関係の活動についての主要条件を定める権限をもっている。

5. 経緯・現状

ブルガリアでの最初のインシチュリーチング法によるウラン生産は、当地域内の Orlov Dol(オーロフ・ドル) 鉱床で1967年から始まった。ウラン生産量は1990年まで増加してきた。ブルガリアでのインシチュリーチング法は当地域が中心で、操業地区は15ヶ所におよんでいる。1990年から生産量が減少し、1995年末までには生産が中止されることになっている。

6. 地質概要

地質鉍床：当地域は、北部のBalkan（バルカン）山脈と南部のRhodope（ロドープ）山脈にはさまれた盆地であり、地質は漸新世から鮮新世までの陸成堆積層とその上に堆積する第四紀層から成っている。第三紀層は砂岩、シルト岩、粘土質岩から成っている。当地域内には多数のウラン鉍床（9ヶ所以上）が存在している。

主要ウラン鉍物：人形石、コフィン石、ウラノフェーン、ピッチブレンド、随伴金属鉍物：輝水鉛鉍、黄鉄鉍

鉍床タイプ：第三紀層中の砂岩タイプ鉍床（ロールタイプ）

規 模：Momino（モミノ）鉍床では、鉍床深度 100～260m、鉍体の厚さ 0.3～4.0m

鉍 量：当地域全体のウラン埋蔵量は約15,000tU、品位は 0.035～0.12%U₃O₄

開発状況：開発中…Momino鉍床、 Navasen-Troian（ナバセンートロイアン）鉍床、

Isgrev（イスグレフ）鉍床、 Okop-Tenebo（オコプーテネボ）鉍床

開発済…Belozem（ベロゼム）鉍床、 Pravoslaven（プラボスラベン）鉍床、

Haskovo（ハスコボ）鉍床

未開発…Marista（マリスタ）鉍床

未 詳…Orlov Dol 鉍床

7. 採鉍関係

採鉍法：インシチュリーチング（ISL）法

14,000の井戸、15ヶ所の井戸設備、4ヶ所のサテライト施設、1ヶ所の粗製錬所がある。

井戸パターンは六角形（7点配列）、各井戸の間隔は20～25m、注入井の硫酸濃度は7g/l、生産井では3g/l、生産井でのウラン含有量は、平均10ppmU、酸消費量は430kg/1kgU、注入圧は6kg/cm²、エネルギー・コストと酸のコストは、合わせて生産コストの20～30%

8. 製錬関係

インシチュリーチングの生産井で回収された含ウラン溶液は、サテライト施設に送られ、イオン交換法によりウランは樹脂に吸着される（15kgU/m³）。ウランを吸着したこの樹脂は、トラックで粗製錬所へ運ばれ、強酸で剥離された後に、再び弱酸で樹脂に吸着させ、35～40kgU/m³とする。この樹脂はウラン回収の最終工程施設のあるEl esnica製錬所へトラックで運ばれる。

当地域にある4ヶ所のサテライト施設のうち、1ヶ所では副産物として硫酸アルミニ

ウムアンモン $\text{NH}_3\text{AL}(\text{SO}_4)$ を生産している。このアルミニウム回収工程設備はウラン回収工程設備の数倍の大きさをもっている。

9. 生産コスト

ブルガリア全体での生産コストは\$86/kgU(1994年初頭) ; \$51.20/kgU(1991年半ば)
Plovdiv 地域での直接操業コストは約\$14/kgU(1991年)

10. 生産体制, 実績, 計画

生産量 (tU)

1991年	約300tU
1992年	90tU
1993年	50tU
1994年	38tU
1995年	約 19tU(推定)
1995年末までに	生産中止の予定

11. 生産物の販売実績, 計画

1991年以前には、ブルガリアで生産されたイエローケーキは、すべて旧ソ連へ輸出され、見返りとして、ブルガリアの原子力発電に必要なウランを加工済み燃料として供給されていた。しかし、1990年に旧ソ連との契約は失効し、それ以降ブルガリアは、500 ~ 600 tのウランを自由市場で売却しようとしている。

12. 環境保全対策

○政府の規制や管理のすべてに責任をもつ行政機関として、各省専門家合同会議(Joint Interdepartmental Council of Experts—J I C E—)があり、このJ I C Eには、ウラン施設の解体や関連する改善活動を調整し、管理する部門がある。J I C Eは11の省あるいは委員会からの代表者によって構成されており、その調整機関として産業委員会(Committee of Industry)がある。

○規定によって、現存するすべてのウラン鉱山は、1996年末までに解体撤去を完了しなければならない。そしてその後は、ウランの採鉱、製錬で汚染した地域の修復をしなければならない。政府筋によると、その修復には3~5年かかると云われているが、一部では10~30年かかると推定する人もいる。

13. 政策

ブルガリアでは、環境問題のため、すべてのウラン鉱山を1994年までに閉山するとの

発表が行われたが、この閉山で影響を受ける鉱山労働者の数は12,000人に及ぶ。そのため1993年5月 25,000 人の鉱山労働者がウラン鉱山廃止の政府決定に反対して、7日間のストライキを行ったが、政府の方針は変わらなかった。

したがって、ブルガリアは、自国が必要とすく原子炉用ウランのすべてを今後は輸入に頼ることになる。そして当面はウラン鉱山の環境浄化と修復に力をいれることになろう。

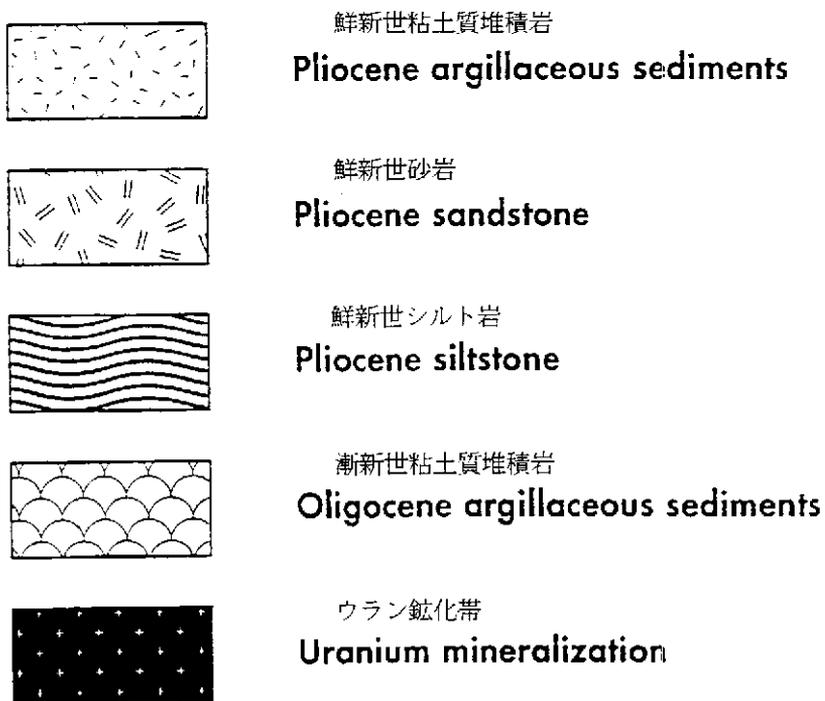
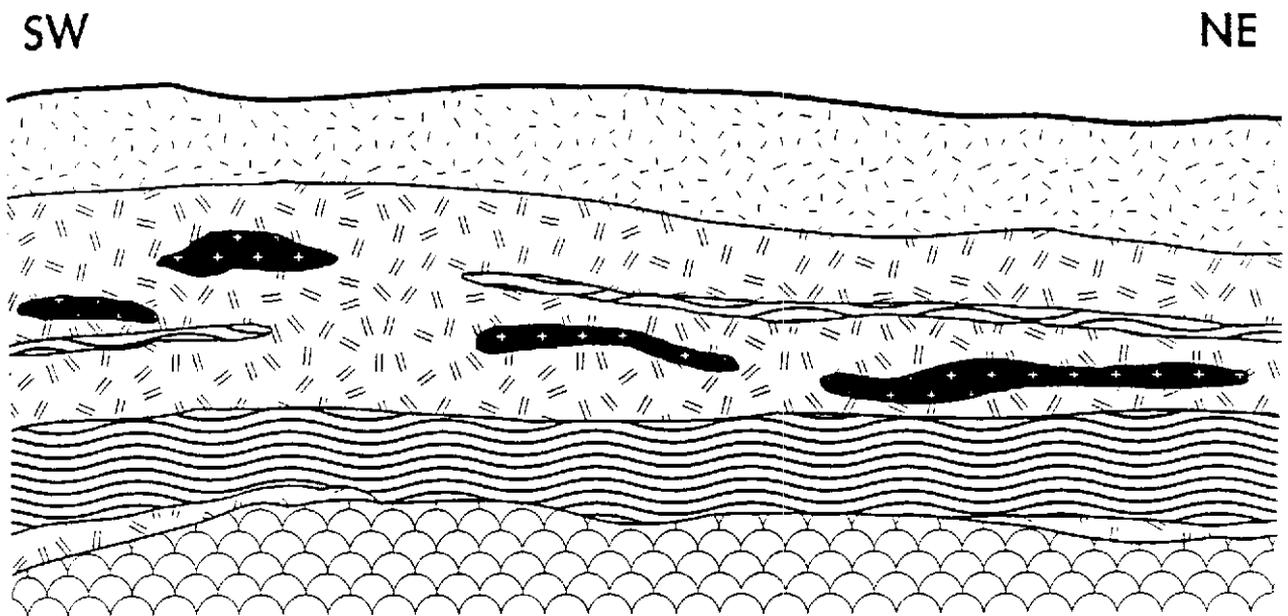


図5-1-1 Mominoウラン鉍床地域の地質断面図

5.2. Bukhovo(ブコボ) 鉍山地域

1. 交通・インフラ

位置：ブルガリアの首都Sofia(ソフィア)の北東約20kmにあり，東経23° 34'，北緯42° 45'に位置する。海拔標高500m。

交通：Sofia から主要ハイウェイと幹線道路が通じている。

連絡先：Redki Metali Company 1830 Sofia-Bukhovo, Bulgaria, 電話359-2-47031,
テレックス：23839

気 候：平均気温は，夏は24℃，冬は0℃である。年間降水量は平均 630mmである。

2. 権利関係（所有権）

5.1. Plovdiv 鉍山地域参照

3. 4. 鉍業権益および許認可関係

5.1. Plovdiv 鉍山地域参照

5. 経緯・現状

1945年に探鉍を開始し，バルカン山脈の各地でウラン鉍床を発見。Bukhovo地域がブルガリアでの最初のウラン鉍床地域となり，1946年には Bukhovo鉍床の開発生産が始まった。Bukhovo鉍山は1991年に閉山となった。

当地域の主要鉍床は次の通りである。Bukhovo鉍床，Proboinista(プロボイニスタ)鉍床，Kurrilo(クリロ)鉍床，Smolianoytzi (スモリアノフチ)鉍床，Sliven (スリベン)鉍床，Sborishte (スボリシュテ)鉍床

6. 地質概要

○当地域の主要鉍床である Bukhovo鉍床の地質概要は次の通りである。

地質鉍床：オールドヴィス紀の黒色片岩とこれに貫入した小規模の石英閃長岩…モンゾニ岩の接触部に鉍床が胚胎する。

主要ウラン鉍物：ピッチブレンド 随伴金属鉍物：黄鉄鉍，黄銅鉍，方鉛鉍

鉍床タイプ：鉍脈型

規 模：鉍床深度 500～1,000m

鉍 量：当初のウラン埋蔵量は 5,000tU～10,000tU 平均品位0.12～1.2%U₃O₈

○その他の鉍床の概要：

Proboinista 鉍床…鉍脈型，埋蔵量約 4,000tU，平均品位0.12～1.2%U₃O₈

Kurrilo 鉍床…鉍脈型, 埋蔵量約 8,000tU, 平均品位0.12~1.2%U₃O₈

Smolianovtzi鉍床…砂岩型, 埋蔵量約 4,000tU, 平均品位0.12~1.2%U₃O₈

採掘終了

Sliven鉍床…火山岩型, 埋蔵量約11,000tU, 平均品位0.035 ~0.12%U₃O₈

Sborishte 鉍床…鉍脈型, 埋蔵量約11,000tU, 平均品位0.035 ~0.12%U₃O₈

7. 採鉍関係

採鉍法：当地域のウラン鉍山は坑内掘りで採掘されたが、Proboinista 鉍山を含めて、一部の鉍山では、ある期間、坑内リーチング（酸、アルカリ両方で浸出）が行われ、イオン交換法でウランを樹脂に吸着させ、Bukhovo 製錬所またはElesnisca（エリスニカ）製錬所へ送られ、ウランが回収された。

8. 製錬関係

製錬所から 100km以内にある鉍山から鉄道で運ばれてきた鉍石は、トラックに移され、製錬所の破碎・摩鉍工程へ送られる。

30cmメッシュのグリズリふるいをへた鉍石は、径5mの半自生（SAG）ミル、20mm回転ふるい、コーン・クラッシャーで破碎されて貯鉍ビンへ集められる。その後ボールミルで200メッシュ以下60%まで粉碎される。更にその後径30mのシクナへ移され、そこでパルプ濃度1,500gr/lにされる。ウラン浸出には酸浸出工程回路（処理能力40万ト鉍石/年）とアルカリ浸出工程回路（処理能力20万ト鉍石/年）がある。

酸回路は12基のパチューカを備え（高さ16m、径4m、ゴムでライニング）、硫酸、二酸化マンガン、イオン交換樹脂がパルプに混合される。ウランは濃硫酸（120g/l）で溶離され、貴液濃度は2.0~2.5gU/lとなる。アルカリ回路はシクナー2基、パチューカ10基を備えて80℃で運転するほかは、酸回路と同じ方法の工程である。貴液は4段の溶媒抽出工程を経て炭酸アンモンでウランが剥離され、沈殿させた後700℃で乾燥し、U₃O₈が生成される。操業人員は300~350名

9. 生産コスト

ブルガリア全体での平均生産コストは \$86/kgU(1994年はじめ)

\$50.20/kgU(1991年半ば)

Bukhovo 鉍山での操業コストは未詳

在来法坑内採掘における生産コスト比率は次の通り（ブルガリア全体の平均）

資材費（5.2%）	償却費（12.5%）	開発費（12.1%）
電力費（7.1%）	人件費（37.1%）	本社費（26.0%）

10. 生産体制, 実績, 計画

Bukhovo 製錬所, 銅鉱山ならびに周辺100km 以内のウラン鉱山はすべて, ウラン生産を中止している。

11. 生産物の販売実績, 計画

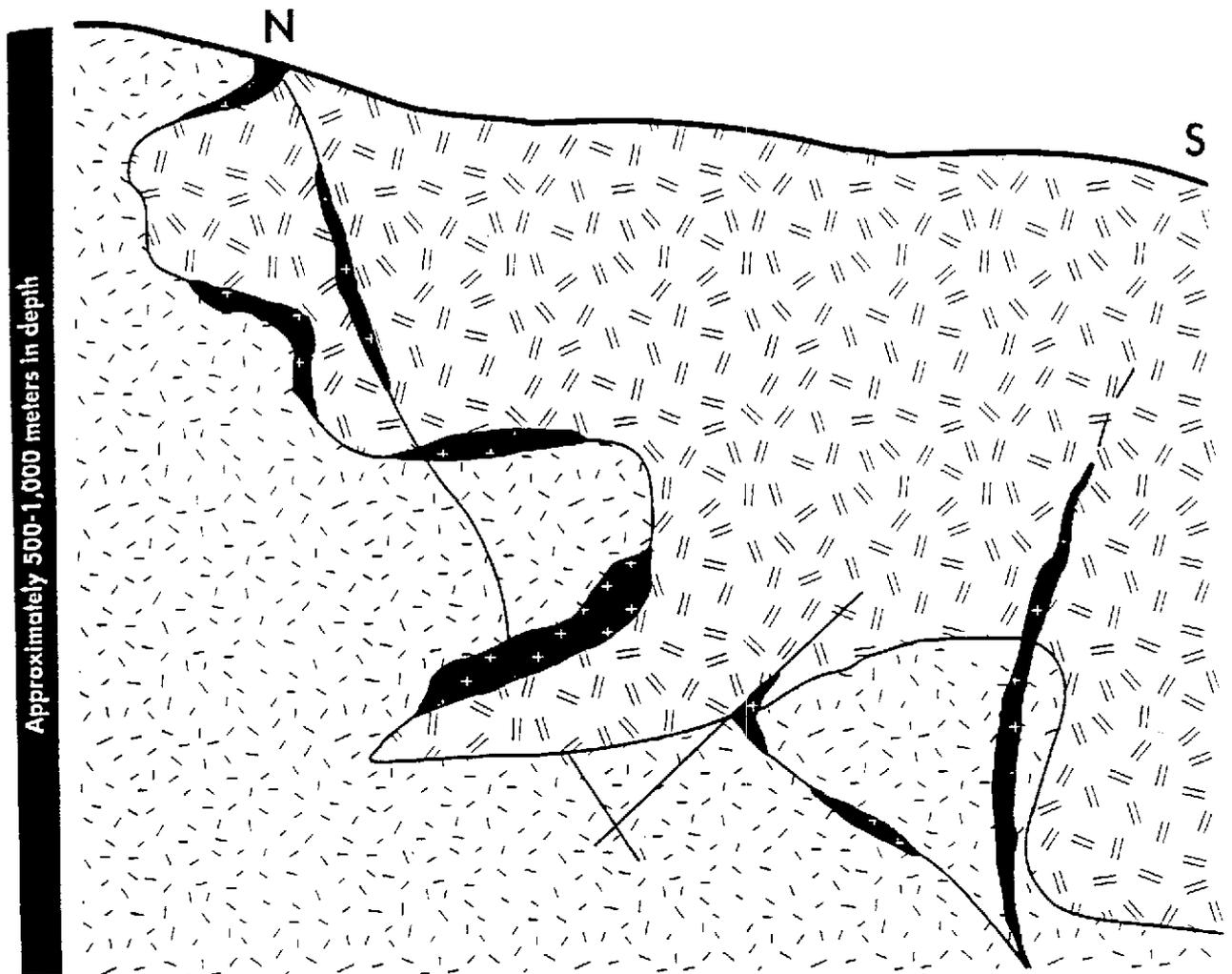
5.1. Plovdiv 鉱山地域参照

12. 環境保全対策

同 上

13. 政 策

同 上



石英閃長岩およびモンゾニ岩
Quartz-syenite and monzonite



オルドヴィス紀黒色片岩
Ordovician black schist



ウラン鉱化帯
Uranium mineralization



断層
Fault

図5-2-1 Bukkovo ウラン鉱床の地質断面図

5.3. Elesnica (エレスニカ) 鉍山

1. 交通・インフラ

位置：ブルガリアの首都Sofia(ソフィア)の南約120km, Rhodope(ロドプ)山脈の西部にあり, 東経23° 37', 北緯41° 52' に位置する。海拔標高は約1,000m。

交通：Sofia から南へ主要ハイウェイで Razlog(ラズログ) へ, そこから2級道路で Eulesnica へ至る。

連絡先：Redki Metali Company 1830 Sofia-Bukhovo, Bulgaria. 電話 359-2-47031
テレックス 23839

気候：平均気温は, 夏は24℃, 冬は0℃である。年間降水量は 630mmである。
近くを Mesta (メスタ) 川が流れている。

2. 権利関係(所有権)

5.1 Plovdiv 鉍山地域参照

3. 4. 鉍業権益および許認可関係

5.1 Plovdiv 鉍山地域参照

5. 経緯・現状

1954年にエアーボーンにより鉍床発見, 1955年露天掘り採鉍開始, 1960年露天掘り採鉍完了後, 試錐により深部で富鉍部を発見, その後の探鉍でさらにいくつかの鉍体を発見, 生産量は 380tU/年に達したこともあるが, 1991年には 150tU/年にまで減少し, 1994年には採鉍が中止となった。

6. 地質概要

地質鉍床：地溝構造を示す厚さ1,200mの漸新世～中新世の堆積岩中にウラン鉍床が胚胎する。鉍床母岩は炭質物を含む砂岩およびシルト岩で, 基盤は変成岩と花崗岩である。

主要ウラン鉍物：ピッチブレンド, コフィン石, ウラノフェーン, リンカイウラン石

随伴金属鉍物：黄鉄鉍, 白鉄鉍

鉍床タイプ：砂岩型

規模：地表から深度500mまでの間に, レンズ状鉍体が数層見られる。

鉍量：当初の埋蔵量は10,000tU

開発状況：大部分の鉍石は採掘済み

7. 採鉱関係

採鉱法 : 坑内採鉱 (ルームアンドピラー法) が大部分で一部は露天掘り, 坑道車は40 m 間隔の水平坑道が6レベル存在する。

採鉱計画 : 20万トン鉱石/年。そのうち90%は坑内採鉱による。鉱車は1 m³サイズ。

カットオフ品位は坑内採鉱では0.02%U, 露天掘りでは0.01%U

坑内水は3~4 ppm のウランを含み1,100 ガロン/分で流入するので, 沈殿池を通した後, イオン交換筒でウランを吸着させて放流する。

施設 : メインシャフトは深度660m, 通気能力は25万立方井フット/分

8. 製錬関係

製錬方式はBukhovo 製錬所とほぼ同じであり, 酸浸出工程回路のみという点で異なる。一次, 二次破碎のあと, ボール・ミルでマイナス70メッシュに粉碎し, パチューカタンクへ送られ, 2段の硫酸浸出を行う。2段目のパチューカタンクでイオン交換樹脂が加えられ, ウランは樹脂に吸着される。この樹脂は, 10m × 1.6m の円筒のコラムで, 濃硫酸(120gr/l) によって溶離される。

アンモニアが加えられて沈殿物となった三炭酸ウラニルアンモンが, 乾燥, 焙焼されてU₃O₈が生成される。

酸消費量は鉱石トン当たり30kgである。イエローケーキのスペックは U…75%以上, Ca…1%以下, Cl…1%以下, H₂O …0.5%以下である。

なお, この製錬所では, Plovdiv 地域のインシチューリーチング粗製錬所から, トラックで運ばれてくる樹脂からの回収も行っている。

9. 生産コスト

ブルガリア全体での平均生産コストは \$86/kgU(1994年はじめ)

\$51.20/kgU (1991年半ば)

Elesnicaの現場での直接操業コストは\$25.14/kgU (1991年), このうち労務費が約30%を占めている。

10. 生産体制, 実績, 計画

1994年にはElesnica鉱山での採鉱は中止となったが, Elesnica製錬所は, Plovdiv地域でのインシチューリーチング粗製錬所からの樹脂を処理して, ウランを生産している。

11. 生産物の販売実績, 計画
 - 5.1 Plovdiv 鉦山地域参照

12. 環境保全対策
 - 5.1 Plovdiv 鉦山地域参照

13. 政策
 - 5.1 Plovdiv 鉦山地域参照

6. ウクライナ共和国

6. Zholtve Vodyウラン生産センター

図6-A ウクライナ共和国のウラン生産設備と主要都市

図6-B ミル処理系統図

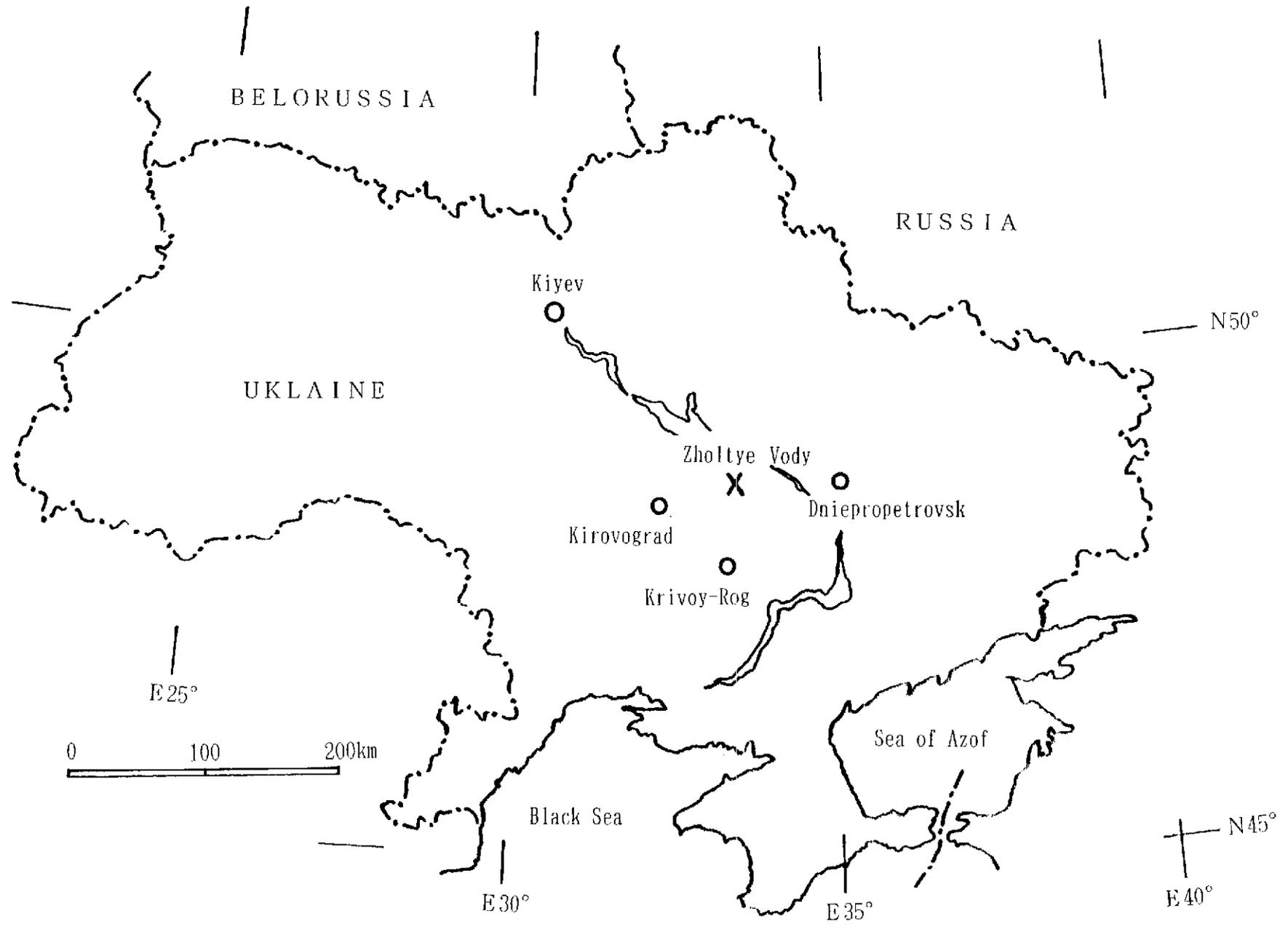


図6-A ウクライナ共和国のウラン生産設備と主要都市

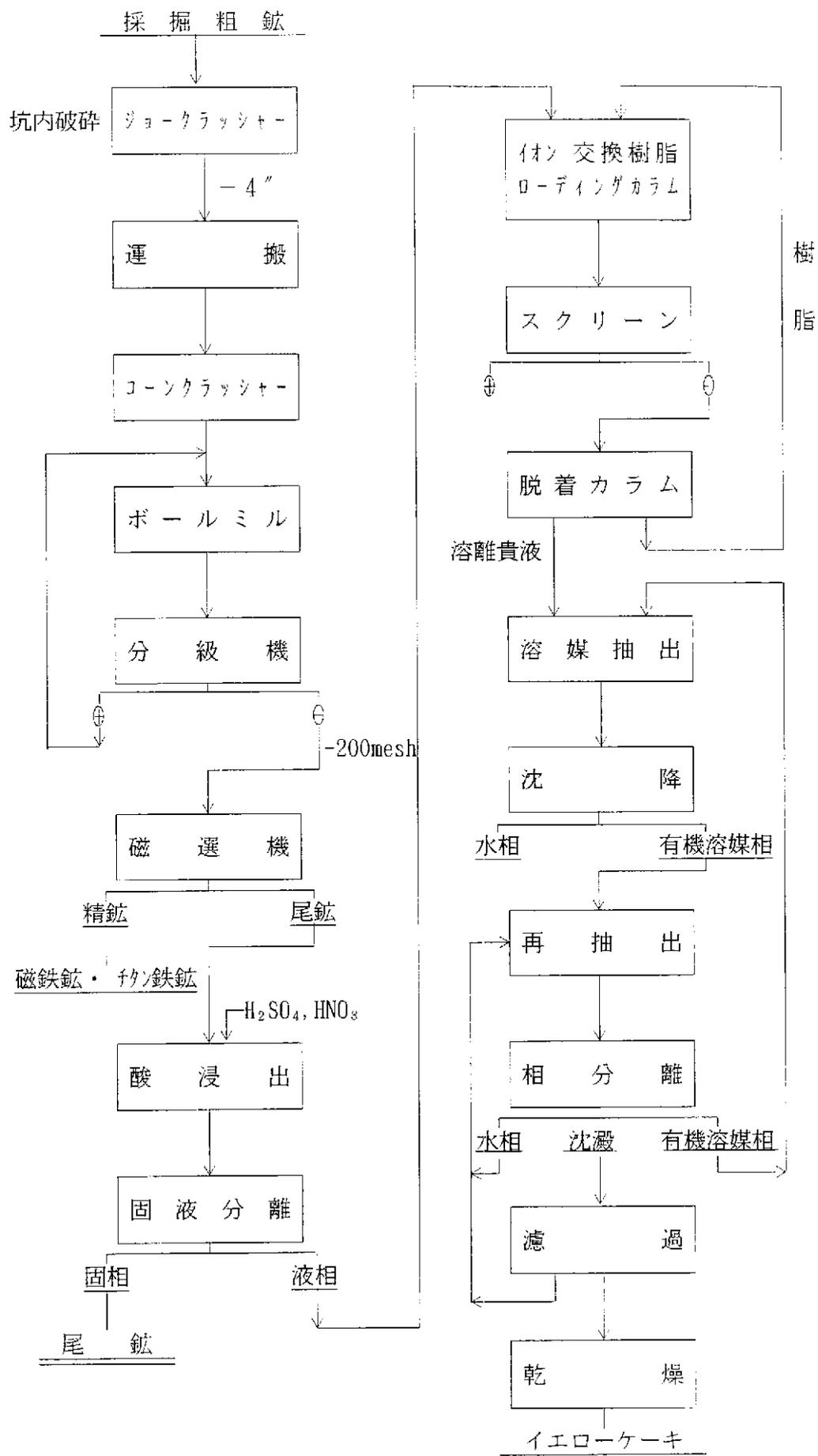


図6-B ミル処理系統図

6. Zholtye Vodyウラン生産センター

1. 交通・インフラ

Dnepropetrovsk(ドニエプロペトロフスク)市の西方約120kmに位置する。北緯48°21′, 東経33°33′, 標高100m。

ハイウェイでDnepropetrovsk西方へ, るいは Kirovograd(キロボグラド)から東方へ入る。(図6-A)

Vostgok Mining and Metallurgical Combinat, 21 Gorkiy Street, 322530 Zholtye Vody, Ukraine Tel:(7-0562)3-39-92 Telex:(7-05652)3-20-34

肥沃な平野(ステップ)と高原, 気候は温暖で大陸型である。

2. 権利関係

Vostgok Mining and Metallurgical Combinatの管理下で East Minig and Refining Combineが Zholtye Vodyウラン生産センターを運営している。

3. 鉱業権益

ソ連邦の崩壊に伴い所有権は各共和国独自のシステムへ移行する過渡期にあるが, 次の2原則は不変と考えられる:

1. 全ての鉱物は国家の財産である。
2. 鉱物の開発は免許システムを通して行われる。

4. 許認可関係

ロシア鉱物資源法に類似した免許システムが施行される見込み。同システムは鉱物の開発免許(5年間)と採掘免許(20年)を競売(小規模の場合)か入札で付与する。中小の案件は地方の権限で免許を与えるが, 大きい案件はロシア地質委員会が認可する。免許の期間と条件は国家機関が決定する。

5. 経緯・現状

1781年: 高品位鉄鉱石をKrivbas(クリフバス)(クリボイ・ログ盆地)で発見

1875年: 幅2~7km, 延長100kmの地域で46~70%Feの高品位帯を確認し, 鉄鉱石の商業生産を開始。

1946年: Zholtye Vodyウラン鉱床を発見

1945~50年: ウラン鉱床の開発を開始

1951年: Nvaya(ノバヤ)鉱山として生産を開始

- ・現在、1475mの深度まで開発が進んでいるが、さらに少なくとも100m下まで鉱体が続くことを確認済。
 - ・最近のウラン鉱山操業は高コストと不安定な政治的環境のために散発的であった。
- 1994年4月：ウクライナ政府は操業再開を宣言したが、実際に再開したかどうか不明である。
- 1994年初めにカナダのEmtech社が、現在の鉄、ウラン鉱区中に賦存するスカンジウムを開発する協定に同意した。

6. 地質概要

- ・地質鉱床：母岩はウクライナ楯状地の中心に位置する原生代の結晶質岩石で、片麻岩、片岩、メタ砂岩やメタ礫岩のような高度に変成を受けた岩石である。ウランは含鉄累層の下に位置する礫石とアルコースから再軟化作用によって鉄鉱層へ移動した。原生界の年代はおよそ27～18億年、ウラン鉱化作用の年代はおよそ17～9億年である。
- ・主要ウラン鉱物：ピッチブレンドとセンウラン鉱を主体とし、ブランネル石、コフィン石およびnenuk-kevite系のウランケイ酸塩を伴う。
- ・随伴金属鉱物：各種の鉄鉱物と各種の硫化鉱物。
- ・鉱床タイプ：交代岩型鉱床
- ・規模：複数のレベルにおける多数の鉱体から構成されており、各鉱体の規模は著しく変化に富む。
- ・鉱量：正規な鉱量は未発表。NUEXCOの推定によると未採掘鉱量は5,800～7,700t
U.品位は0.10～0.13%である。

7. 採鉱関係

- ・採鉱法：坑内掘“Slotblasting”の変形法による。ステーション、クラッシャー室、盤の悪い主要運搬坑道はコンクリート・アーチで支保。
- ・機械設備：2本の通気立坑と3本の運搬立坑を有し、そのうち1本は-1,450mレベル以下からの出鉱用。坑道運搬はトロリーロコと2tおよび8t鉱車による。鉱石スキップと捲上設備は米国とカナダの設計を模倣し、設備は全てソ連製である。中央ステーションに集められた鉱石はジョー・クラッシャーで-4'に破碎の後、スキップで地表へ搬出する。発破は3½"の垂直孔にANFOとダイナマイトを詰め、電気雷管で行う。

8. 製錬関係

- ・製錬方式：破碎－湿式粉碎－磁選－浸出－濃縮－沈殿－脱水・乾燥。フローシートは図6－Bを参照のこと。

- ・製錬能力：鉱石500,000t／年。年間生産能力 700tU／年

- ・製錬プロセスの特徴：

磁選は混入している磁鉄鉱とチタン鉄鉱を除去するためのプロセスである。

浸出は硫酸と硝酸を併用した酸浸出法によっている。

浸出液からのウランの濃縮はイオン交換樹脂で抽出した後、溶媒抽出でさらに濃縮する。

9. 生産コスト

Zholtye Vodyウラン生産センターに関してはいかなるコストも公表されていない。しかし、NUEXCOはZholtye Vodyウラン生産センターのコストは比較的高く、政府からの助成金が無いと操業継続は困難と推測している。

CISの他の生産センターについて入手できる情報からNUEXCOは、1989年のZholtye Vodyの生産コストを40～50ルーブル/kgU(\$54～\$68/kgU)(\$21～26/1b. U₃O₈)と推定している。

10. 生産体制, 実績, 計画

Zholtye Vodyウラン生産センターの生産実績は1990年の385tU/年から250tU/年に落ちており、1994年から2010年までの生産量は250tU/年、生産能力は250tU/年程度で推移するものと推測されている。

11. 生産物の販売実績, 計画

1993年8月米国国際貿易委員会はウクライナからのウラン輸入が米国市場に脅威を与えているとして、ウクライナ産ウランに対して129.29%のダンピング関税を課する決定を行った。現在、ウクライナには原子力に関してモラトリアムが発動されているので、この国には世界市場へ提供できる過剰なウラン在庫と生産量が存在する。

12. 環境保全対策

1980年代後期以前には、Zholtye Vodyコンビナートは硫酸工場等からの高レベル放射能の二酸化硫黄の排出、コンビナート住宅や施設の建設に尾鉱を用いたことによるガンマ線放出の問題、ならびに工場周囲に捨石を置いたことによる高レベル・ラドンガスの問題が存在した。1980年代後期にこれらを改善するための環境保護計画を実施し、ガンマ線放出物質を取除いて現在は正常なレベルに落ち着いている。

ウクライナは環境に与える打撃の見地から、Zholyte Vodyに ISL法を適用することを断念した。

13. 政 策

市場経済への移行がウクライナのウラン産業の衰退を招く結果となった。ソ連邦崩壊前はウクライナでは6鉱山が稼行していたが、現在は3鉱山が操業しているだけである。ISL鉱山は経済的ならびに環境的な理由から、全て閉止され、ウランの総生産量も40%低下した。それにも拘らず、ウクライナはウラン操業を近代化し、効率を上昇させるための計画を策定している。

7. カザフスタン共和国

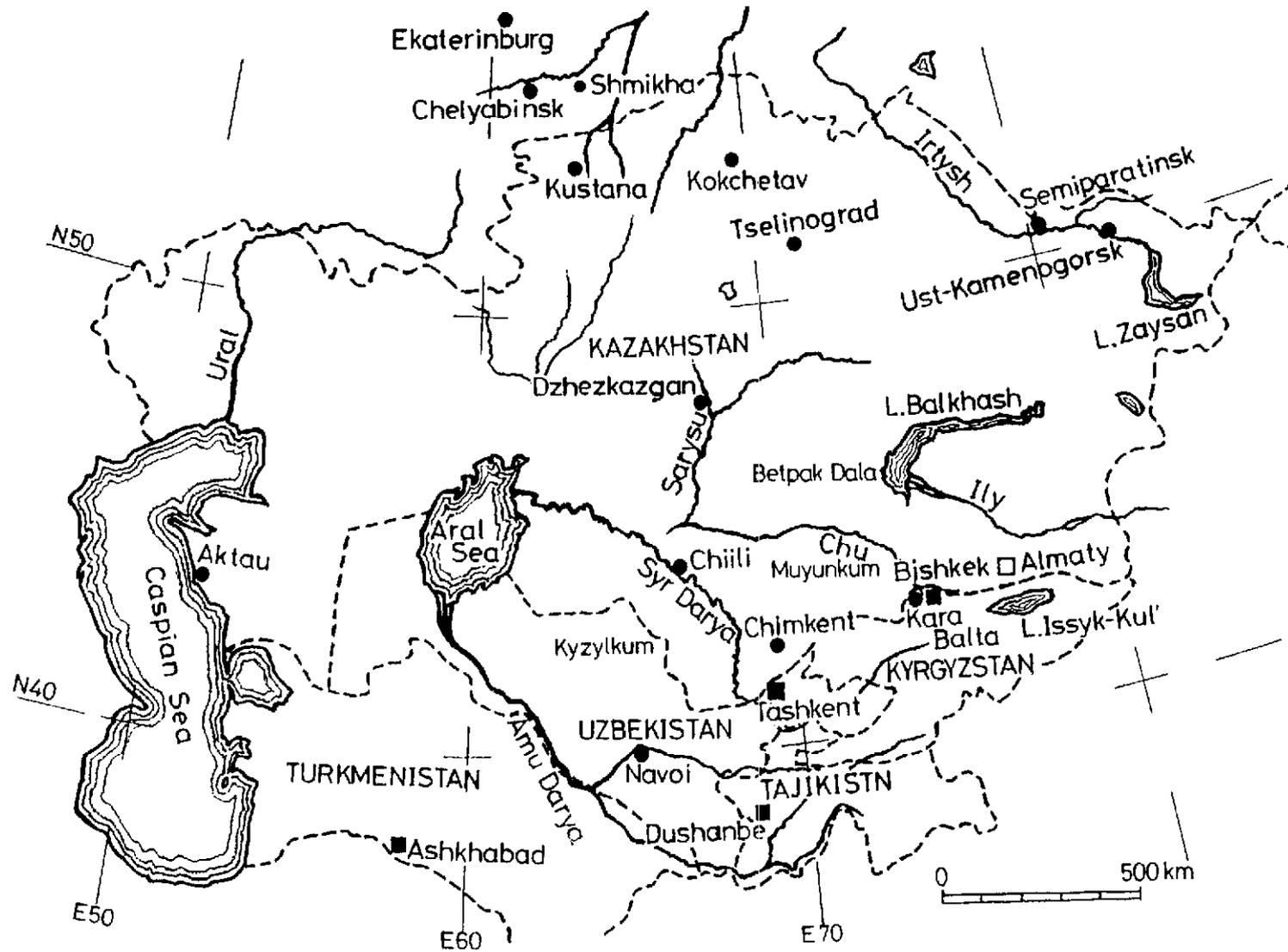


図7-A カザフスタン共和国の地理

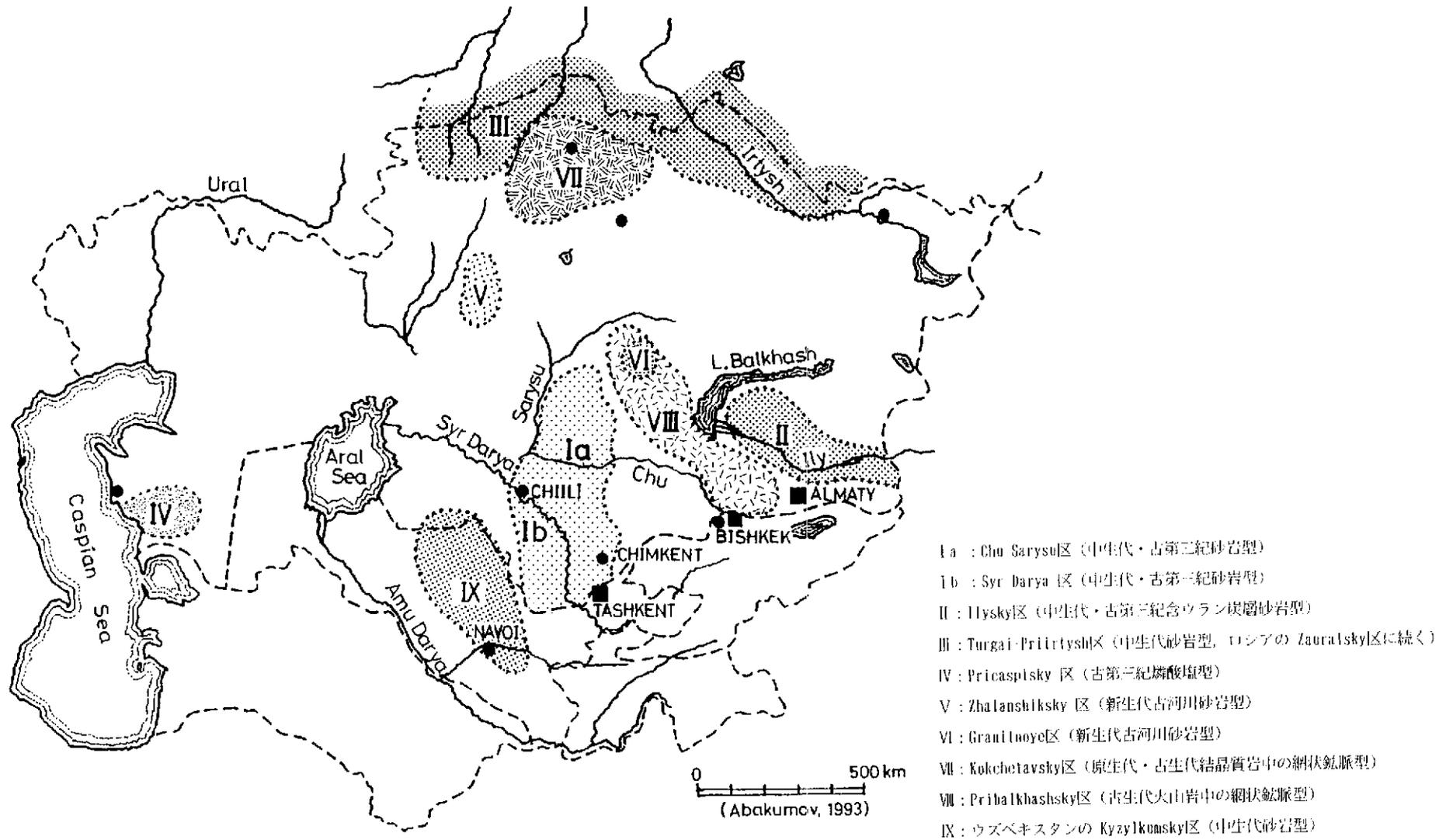
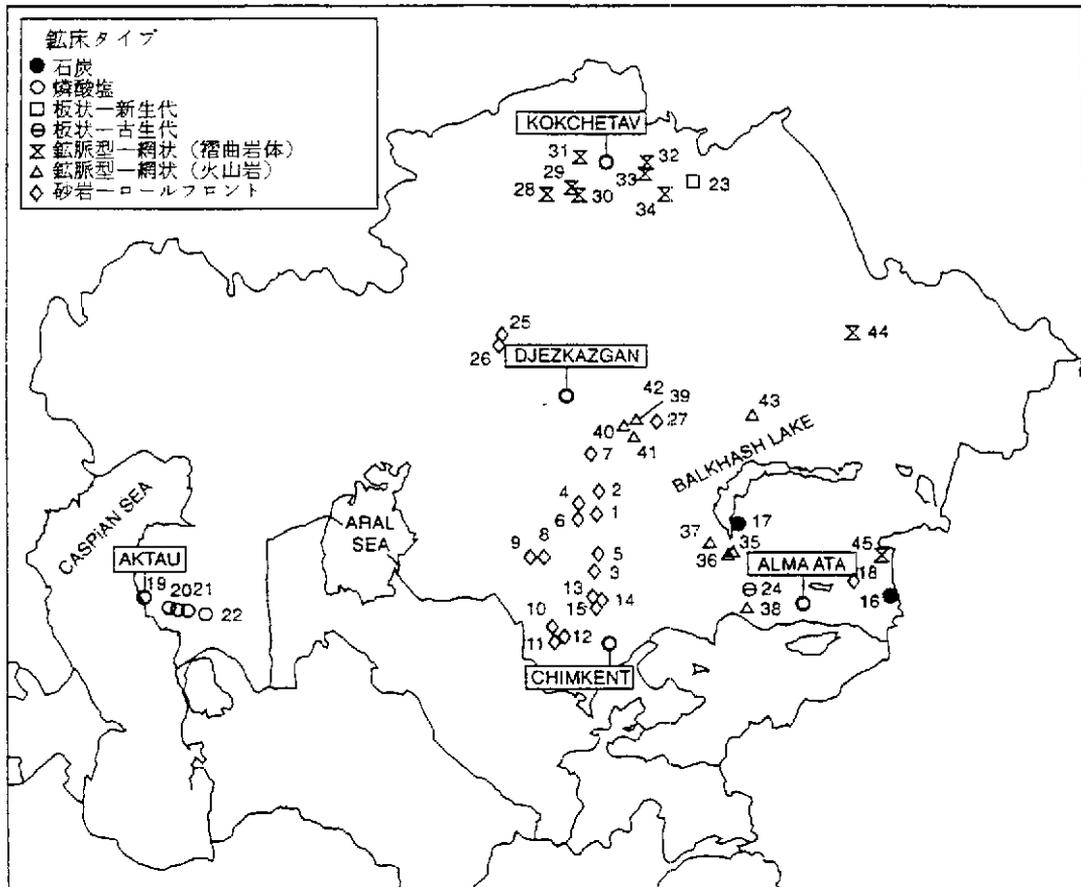


図7-B カザフスタン共和国のウラン鉍床「Abakumov(1993)に加筆」



- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1. Uvanas | 24. Kopalsai |
| 2. Zhaipak | 25. Lunnoye |
| 3. Kanzhugan | 26. Lazarevsk |
| 4. Mynkuduk | 27. Granitnoye; Talas |
| 5. Moynkum | 28. Ishimsk |
| 6. Sholak-Espe | 29. Vostok |
| 7. Karakoyun | 30. Balkashinsk |
| 8. Northern Karamurun | 31. Grachevsk |
| 9. Irkol | 32. Zaozernoye |
| 10. Zarechnoye | 33. Tastykolsk |
| 11. Asarchik | 34. Manybaisk |
| 12. Zhautkan | 35. Botaburum |
| 13. Kyzylkol | 36. Djussandalynsk |
| 14. Chayan | 37. Kyzylsai |
| 15. Lunnoye (Say-Darya) | 38. Kurdai |
| 16. Koldjat | 39. Djidely |
| 17. Nizhneilysk | 40. Kostobe |
| 18. Suluchekinskoye | 41. Daba |
| 19. Melovoye | 42. Bezymyannoye |
| 20. Tasmurun | 43. Kyzyi |
| 21. Taibagar | 44. Ulken-Akzhal |
| 22. Karyntarynskoye ore field | 45. Panfilovsk |
| 23. Semizbai | |

図7-C カザフスタンのウラン鉱床 (IAEA/NEA, 1993)

7.1. 鉍 床 概 要

1. 交通・インフラ

- ・カザフスタン共和国は1991年12月16日にソ連邦より独立した。東は中国，南はキルギスタン・ウズベキスタン，南西はカスピ海，北はロシアに接し，東西約3,000km,南北約1,700km に広がり，日本の7.2倍の面積(2,720,000km²)を占める（図7-A）。首都のAlmaty（アルマティ，旧称Alma-Ata）は国の北東端，天山山脈の北麓にある。国土の中央にあるKaraganda へ遷都の計画もある。
- ・主要都市を結ぶ鉄道，道路はあるが，中央部のステップ，砂漠地帯は極めて不便である。
- ・西部はカスピ海沿岸の低地，北西部はウラン山脈南部の森林地帯，北部は西シベリア低地，中央部はステップ，南部は砂漠，東部・南東部は天山山脈の4,000～5,000m級山岳地帯からなる。Obi(オビ)川支流のIrtysh（イルティシュ）川以外は全てカスピ海，アラル海，Balkhash（バルハシ）湖など内陸湖に注ぐか，砂漠に消滅している。全体として大陸性気候で，夏は暑く，冬は寒い。

2. 経緯・現状

- ・1950年代に広域地質調査，空中放射能調査が行われ，Pribalkhashsky（プリバルハシスキー），Kokchetavsky(コクチェタフスキー)，Pricaspisky（プリカスピスキー）地域にウラン鉍床が発見された。1953年以降，キルギスタンのKyrgyz Mining Combine（後のYuzhpolymetal Production社）によりPribalkhashsky地域のKurdai鉍床などが開発された。
- ・1953年～1955年には，Kokchetavsky地域で多数のウラン鉍床が発見され，1967年以降，Tseliny Mining and Processing Combine が生産を行った。
- ・1954年には，Pricaspisky 地域でMelovoye鉍床ほかが発見され，1959年以降，Tseliny Mining and Processing Combine が生産を行った。
- ・1957年～1968年には，Ily 地域，Chu-Sarysu地域で相次いで多くの鉍床が発見され，1970年にはChu-Sarysu地域のUvanas鉍床で ISL法の試験が行われた。現在はStepnoye社とCentral Mining社が ISL操業を行っている。
- ・1970年～1975年には，Syr Darya 地域において砂岩型ウラン鉍床が発見された。
- ・1990年代に入って，Chu-Sarysu, Syr Darya 両地域でさらに大量のウラン資源が発見された。
- ・ウラン資源の探査はVolkovgeslogy(ボルコフ・ゲオロギ)，Stepgeology（ステップ・ゲオロギ），Krasnoholmgeology(クラスノホルム・ゲオロギ) の3組織により，ウラ

ン生産と輸出はNational Joint-Stock Company of Atomic Energy and Industry (略称KATEP)が行っている。

- ・1955現在、Chu-Sarysu地域では、Central 鉍山 (1992年生産量500tU)がKanzhugan 鉍床を、Stepnoye鉍山 (1992年生産量700tU)がUvanas, Mynkuduk鉍床を、Syr Darya 地域ではNo.6 鉍山 (1992年生産量300tU)がNorth Karamurun 鉍床を ISL法により開発している。
- ・カスピ海沿岸のAktau に高速増殖炉があり、発電 (定格容量135MWe) のほかに、鹹水の淡水化に利用されており、必要ウラン量は70tU/年である。

3. 地質概要

地質構造

- ・北東部はシベリア卓状地、北西部はロシア卓状地、その間にヘルシニア期褶曲帯のウラル山脈と、中生代・新生代の堆積岩類からなる西シベリア低地がある。東部・南東部はアンガラ地向斜帯 (先カンブリア界-古生界)、南部は天山山脈である。
- ・アンガラ地向斜帯には(1)先センブリア時代-古生代前期、(2)古生代中期・後期-三疊紀前期、(3)三疊紀後期-ジュラ紀中期・後期、(4)新生代の4回の堆積輪廻が認められている。
- ・火成活動は各地質時代について認められるが、特にカレドニア期 (古生代前期) とヘルシニア期 (古生代後期) の活動が著しい。
- ・カザフスタンは、ウランの他にも燃料、金属など地下資源に恵まれている。

ウラン鉍床

- ・古生代以前の内成鉍床と中生代・新生代の外成鉍床とに大別され、さらに6鉍床区に分けられる (図7-B, 7-C)。
- ・結晶質複合岩中の網状鉍脈型鉍床 (Kokchetavsky地域) : 原生代・古生代の変成岩と花崗岩中の破碎帯に沿って形成されたレンズ状、パイプ状網状鉍床で、カレドニア期花崗岩活動と成因的関連を有する。この地域の総資源量は208,000tU、このうち RARは99,200tU (うち、コストカテゴリー<\$80/kgUが72,400tU) である。
- ・デボン紀珪長質火山岩中の網状鉍脈型鉍床 (Pribalkhashsky 地域) : 溶岩、火砕岩、火山底岩栓などの火山岩帯にあり、鉍床形成は地質構造、岩相境界に規制されている。モリブデンを伴う。総資源量は120,000tU、このうち RARは21,900tUである。
- ・砂岩型鉍床 (Chu-Sarysu, Syr Darya地域) : 白亜紀後期-古第三紀碎屑性堆積物中の透水性砂質層の酸化帯-還元帯境界に沿って、ロール・フロント形、レンズ形をなして産する。碎屑性堆積物は緩傾斜の卓状地堆積物で、酸化帯-還元帯境界の伸長は400km 以上と極めて大規模であり、Sheet-infiltration型またはRegional oxidation

型と呼ばれている。レニウム、スカンジウム、イットリウム、セレン、希土類元素を伴う。鉍床は上部白亜系と第三系暁新統中に胚胎し、第三紀漸新世～新第三紀に形成したと推定されている。両地域はNW-SE系のKaratau 山脈により南北に分けられている。Chu-Sarysu地域の埋蔵量は500,000tU、うち確認埋蔵量は221,000tUである。Syr Darya 地域の埋蔵量は143,000tU、うち確認埋蔵量は77,300tUである。

- ・含ウラン炭層型鉍床(Ilysky 地域) : Ily(イリー)川の上流、中国との国境近くのジュラ紀夾炭層の石炭にウランが吸着して形成された鉍床がある。Balkhash湖の南岸には第三紀暁新世の夾炭層に胚胎する同様な鉍床がある。この他に、第三紀暁新世の炭層上盤の砂岩中に層状の砂岩型鉍床が発見されている。埋蔵量はRARが92,500tU、EAR-1が37,000tUである。
- ・燐酸塩型鉍床(Pricaspisky地域) : 第三系漸新統下部-中新統下部の堆積岩中に胚胎する。黄鉄鉍を含む粘土層中の燐酸塩化した魚骨の化石にウランが吸着したもので、品位は0.03~0.05%である。スカンジウムと希土類元素を伴う。埋蔵量はRAR(コスト・カテゴリー \$80~130/kgU)が64,000tUと報告されている。

ウラン埋蔵量

- ・報告されている埋蔵量が多いが、これらはカットオフ品位が考慮されていない地質埋蔵量であることが多い。経済埋蔵量は地質埋蔵量の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ であるとの見方もある。カザフスタンのウラン総埋蔵量は1,100,000tUと報告されているが、経済埋蔵量は380,000tU 前後との評価がある。

4. 生産体制、実績、計画

- ・広大な荒地の中に開発された鉍山では、生活諸施設の建設費、諸物資の長距離輸送のコストなどが生産コストに反映されているか否か明らかでない。
- ・社会主義体制の名残りが強く残っており、生産過程における半製品の長距離輸送など非能率的システムが多い。
- ・内陸国であるため、製品の輸出は他国の輸送施設に依存せざるを得ず、輸送の安定性と輸送費の製品価格への影響が懸念される。

7.2. Aktau(アクタウ) コンビナート／鉍石処理センター〔またはShevchenko (シェフチェンコ) 鉍山〕

1. 交通・インフラ

- ・カザフスタン共和国の西南縁、カスピ海東岸Mangistau(マンジスタウ) 地域のうち Tyub Karagan(チュブ・カラガン) 半島 (チュブ・カラガンはMangyshlak (マンギシュラク) 半島の先端で「岬」としている地図もある。) の南にある。北緯43° 39′ , 東経51° 15′ , 高度約50m 。Aktau の旧称はShevchenko (シェフチェンコ) (人口 180,000 人) 。
- ・Makat(マカト) およびBeineu (ベイネウ) から道路を通ずる。(Aktau-Beineu 間約360km)。
- ・KASKOR Joint Stock Company (カスコール株式会社, 通称 KASKOR, Pricaspiskii Mining and Metallurgy Combine から転換した。) c/o Kazakh State Atomic Power Engineering & Industry Corporation(KATEP) * 168 Bogenbai; Batyr, Almaty 480012, Kazakhstan Tel:(83272)625683, 625587. 1442. Fax:506 288. Telex:251805“KATEP” 。または前の宛名: Precaspian Gorno Metallurgy Combinat, 4466200 Aktau, Kazakhstan.
- * Nationalnaya Aktsionernaya Kompaniya po Atomnoi Energetikei Promyshlenosti (略称 NA KATEP, 通称KATEP) カザフ国营原子力工業株式会社。
- ・気候: この地域は乾燥地帯で砂漠である。

2. 権利関係

- ・KASKORが運営。
- ・KASKORを含むカザフスタンのウラン鉍業7「鉍石グループ」はすべてKATEP の傘下であり, KATEP はカザフスタンのウラン産業に対する責任をもっている。

3. 鉍業権益

- ・旧ソ連の鉍物についての基本的所有権システムの2原則 (①全ての鉍物は国の所有である。②鉍物開発は許・認可システムによって規制される) は, ソ連崩壊以後も各共和国での独自の所有権システムにそのまま残るのではないと思われる。カザフスタンでは新所有権システムの構築作業中であるが, やはり基本方針は変化しないであろうし, 特にウランは戦略金属であり続け, 国はウラン開発の全ての面の管理を続けるであろうと予想されている。

4. 許認可関係

- ・カザフスタン独自の許・認可システムはまだ確立されていないが、ロシア共和国の「鉍物資源法」に似たものになるであろうと予想されている。
- ・ロシア共和国鉍物資源法：鉍物の包括的使用権利を許・認可システムによって採鉍者または鉍山に渡す。採鉍許可証は5年期限、採鉍許可証は20年期限である。許可証の発行は競売（小規模なもの）または入札（大規模なもの）による。入札は、ロシア地質委員会および地方行政機関によって指名された専門家委員会によって決定される。何等かの異議があればロシア連邦仲裁裁判所が取扱う。入札準備などは地方地質委員会が行う。手数料、許可料は許・認可発行者に支払う。許可証の期限条件等は国家機関によって決定され、その機関担当官、地質委員会代表および許可証所有者によってサインされねばならない。

5. 経緯・現状

- ・1956年、ウラン採鉍が開始され、1959年には採鉍坑道が掘進されて、1964年に露天掘による生産が開始された。他に4鉍床が発見されたがいずれも経済的に採掘するには深すぎた。
- ・Aktau コンビナートはウラン・ランタニド元素を含む燐鉍床を稼行している。ウラン精鉍以外にSc、Sc-Al 合金、稀元素精鉍を生産している。また、付近にあるSr-Ba 鉍床、Mn鉍床が調査されている。その他ウラン精鉍生産過程で使う硫酸、硝酸製造工場をもち、さらに非鉍業活動として、「練菌みがき工場」を運営している。コンビナート全体で30,000人を備用しており、付近にあるShevchenko市の企業の90%がコンビナートに支配されている。ウランの生産は1994年12月31日で停止した。なお KASKOR が使う電力は、他のコンビナートが運営する石油燃焼発電所から供給されており、このコンビナートは他に原子力発電所、カスピ海水脱塩プラントも運営している。

6. 地質概要

- ・鉍床は古第三紀末から新第三紀中新世前期（20～25Ma）の緩傾斜舟状盆地にほぼ水平に堆積した燐灰土鉍床中にウランおよびランタニド元素が含まれる。Pricaspisky 鉍床区に属する（図7-B）。
- ・鉍石は含ウラン燐灰土（phosphorite:塊状燐灰石の集合体）。
- ・鉍床タイプは燐鉍層型（燐、ウラン、ランタニド元素は化石骨、特に、破碎細粒片に濃縮している）。一連の燐鉍床が分布しているが、最大は、Melovoye（メロボイエ）鉍床である。この鉍床は2露天掘ピットで採掘されている。（No.5ピット）長さ11km（内7km採掘済）×巾3km×厚さ最大3m、深度110m、（No.3ピット）長さ26km（内

5 km採掘済) ×巾600m, 深度0～100m。傾斜はいつでも1°

- ・鉍量：Aktau 地域全体の確定鉍量（コスト区分\$80-\$130/kgU）は64,000tUで、このうちMelovoye鉍床の鉍量は43,800tU（全体の68%）と報告されている。NEA/IAEA（1993年版）によれば鉍石中のウラン品位は0.03～0.05%Uである。また、NUEXCOレポートによれば採掘鉍石の品位は200～220gU/鉍石トンの間にあり最高は600～700gU/鉍石トンとしている。P品位は化石骨で30%，鉍層平均で5～12%程度。この鉍量は現在の出鉍量規模で2015年まで寿命があるだろうと推定されている。

7. 採鉍関係

- ・採鉍法：露天掘；ピット2ヶ所（No.3ピットは接近した2ピットの総称。No.5ピットは単独ピット）。1991年の剝土比は35：1～50：1であった。鉍層傾斜1°。ピットの斜面勾配12°。剝土は約2 km運搬され、採掘済地域に堆積された。しかし剝土の膨張率が10%で量がふえるので一部はピットのそばに堆積された。ピットはNo.5の場合、約300m/年の速度で前進する。剝土は切羽より約3ヶ月前進して行なわれた。鉍層中の水は、剝土切羽から約1,000m前方に先進井を掘さく排水した。No.5ピットにおける剝土・鉍石の掘さく状況は下表の如くである。地質技術者が毎日鉍層中のレンズ状鉍体をマークし、選択採鉍を行った。No.3ピットでは鉍石と粘土の互層が4層あり、品位コントロールが難しい。

Melovoye鉍床No.5ピット採掘量

厚 さ	方 法	年間費	採 掘 物
17～20m	バケット／ホイール	600万m ³	黄色砂岩及び粘土
50～60m	ショベル／トラック	3,400万m ³	青色粘土
30m	バケット／ホイール	1,200万m ³	”
3m	ショベル／トラック	100万t	鉍 石

- ・採鉍能力・生産量：（No.5ピット）上表参照，（No.3ピット）剝土量は24,000m³/年
- ・使用機器：（No.5ピット）トラック，Minsk製40tトラック145台；掘さく機，上段：バケットホイール掘さく機2台，小型掘さく機12台，下段：バケットホイール掘さく機2台；（No.3ピット）小型掘さく機剝土用8台，鉍石用1台，トラック40t ×42

台。

- ・製錬所への輸送：(No.5ピット) 60t 貨車30～35台／1列車×3往復／日；(No.3ピット) No.5ピットと同様であるが2往復／日運行。
- ・人員：(No.5ピット) 1,000人，(No.3ピット) 600人(支援作業) 1,200人：鉍山部門総計 2,800人。

8. 製錬関係

- ・製錬方式は図7-2-1(鉍石処理工程)と図7-2-2(ウラン抽出工程)のフローシートを参照のこと。
- ・製錬能力・生産量：1994年の生産能力は1,000tU/年であったが、生産実績は77tUであった。
- ・金属抽出部門は、図7-2-1に見られるようにウラン、スカンジウムおよびランタニード元素の3回収系統に分かれており、この順序に回収されている。金属抽出部門を通過した貴液は、磷酸塩肥料工場に送られ、磷酸塩はアンモニアを加えて沈殿させ、30%P+30%N肥料と52%P+12%N肥料として生産される。なおランタニードは精鉍とし、ウクライナに送られている。
- ・1991年の希土類(ランタニード元素とスカンジウム)生産はウラン生産より重要であった。1994年末のウラン生産停止以後はランタニード元素およびスカンジウムの生産増でウラン生産に代えようとしている。しかし、スカンジウムの市場は小さく、大量のスカンジウムの販売は困難であろう。
- ・Aktau 製錬所には各種酸などを生産する化学工場が付属している。(図7-2-1)

9. 生産コスト

- ・Aktau 生産センターのウラン生産コストに関する直接情報は全くない。間接的情報ではコストは非常に高く、恐らくUS\$78/kgUを越えるであろうという。
- ・Aktau では副製品が多いのでウラン生産のみの原価計算は複雑である。

10. 生産体制、実績、計画

- ・Aktau のウラン生産は高コストの為、1994年末で休止した。1994年末以降もウラン生産能力1,000tU/年の設備は保有している。
- ・Aktau では現在ウクライナで処理されているランタニード元素精鉍を自前で処理する計画をしている。その概要は次の如くであろうと言われる。

第一段階：Th, Ac等の放射性不純物とランタニード元素の分離(分離室1.2m³×56室)

第二段階：ランタニード元素をSm(サマリウム, 原子量150.36, 比重7.7)を境とし

て重い成分と軽い成分に区分する。この部門は85段階の抽出工程を含む。
生産規模：鉍石 300万t/年（磨鉍6ユニットをフル操業すれば可能），精鉍 500t/年
（軽成分：重成分=60：40）

11. 生産物の販売実績，計画

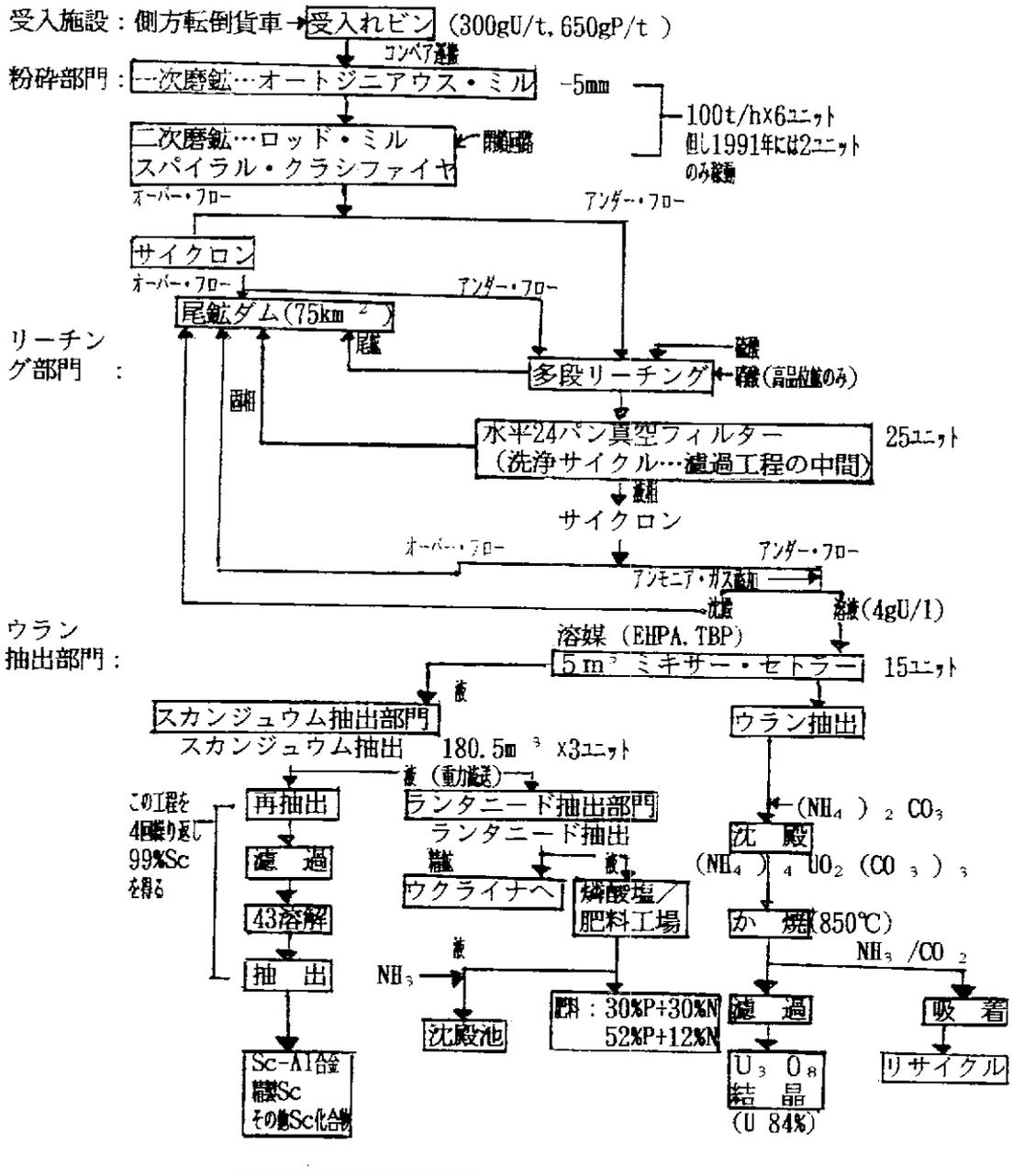
KATEP はNUKEM, Energy Resources(オーストラリア), CAMECO(カナダ), キルギスタン共和国との間で4ウラン販売契約を1992年6月から1994年6月までの2年間に締結したが，1994年以降 Aktauはウラン生産を停止したのでこれ等の契約から除外された。

12. 環境保全対策

- ・現在（1994年末）のところ，カザフスタン共和国でのウラン探鉍・採鉍に係わる安全・環境規制は不明である。しかし，これ等の規制はロシアの環境諸法と似た方法で構成されると予想されている。

13. 政策

- ・カザフスタン共和国は，1992年にウラン鉍床，ウラン鉍床帯の地質および経済特性，ウラン生産および能力についての情報公開を議決した。この目的は，IAEA加盟の条件をみたし，そのことによってウランを世界市場で売却する権利を得ることである。
- ・同じ1992年には，KATEP が共和国の原子力活動，主としてウラン鉍業管理の任について。最近，KATEP は以下の目的で国営株式会社に改組された。
 - ①探鉍，採鉍，処理およびウラン製品の輸出分野での一般政策を実施する。
 - ②企業の活動全体について，財政的管理を完全にする。
 - ③投資資金を集中して最善の方法で使用し，KATEP の将来の発展を図る活動を調整する。
 - ④各企業のマネージャーが，全体としての会社活動の結果について意見を増加させる。
- ・KATEP の最近の政策は，良好なインフラストラクチャーと共に地域内に位置する砂岩型鉍床の開発を最大限にし（これは ISL鉍業を重点にすることを意味する），一方，通常法によるウラン鉍山操業を漸次減少させてゆくと言うものである。KATEPはウラン生産および輸出問題について開放的政策の実施を意図している。



化学工場：硝酸 : 60ft/年……アンモニアから製造
 アンモニア : 45ft/年……天然ガスから製造
 窒素 : ? ……空気から製造
 硫酸 : 100 ft/年…ウクライナ産黄鉄鉱を焙焼して製造
 その他の酸 : 電気化学的方法で製造

図7-2-1 Aktauコンビナート（鉱石処理センター）フローシート

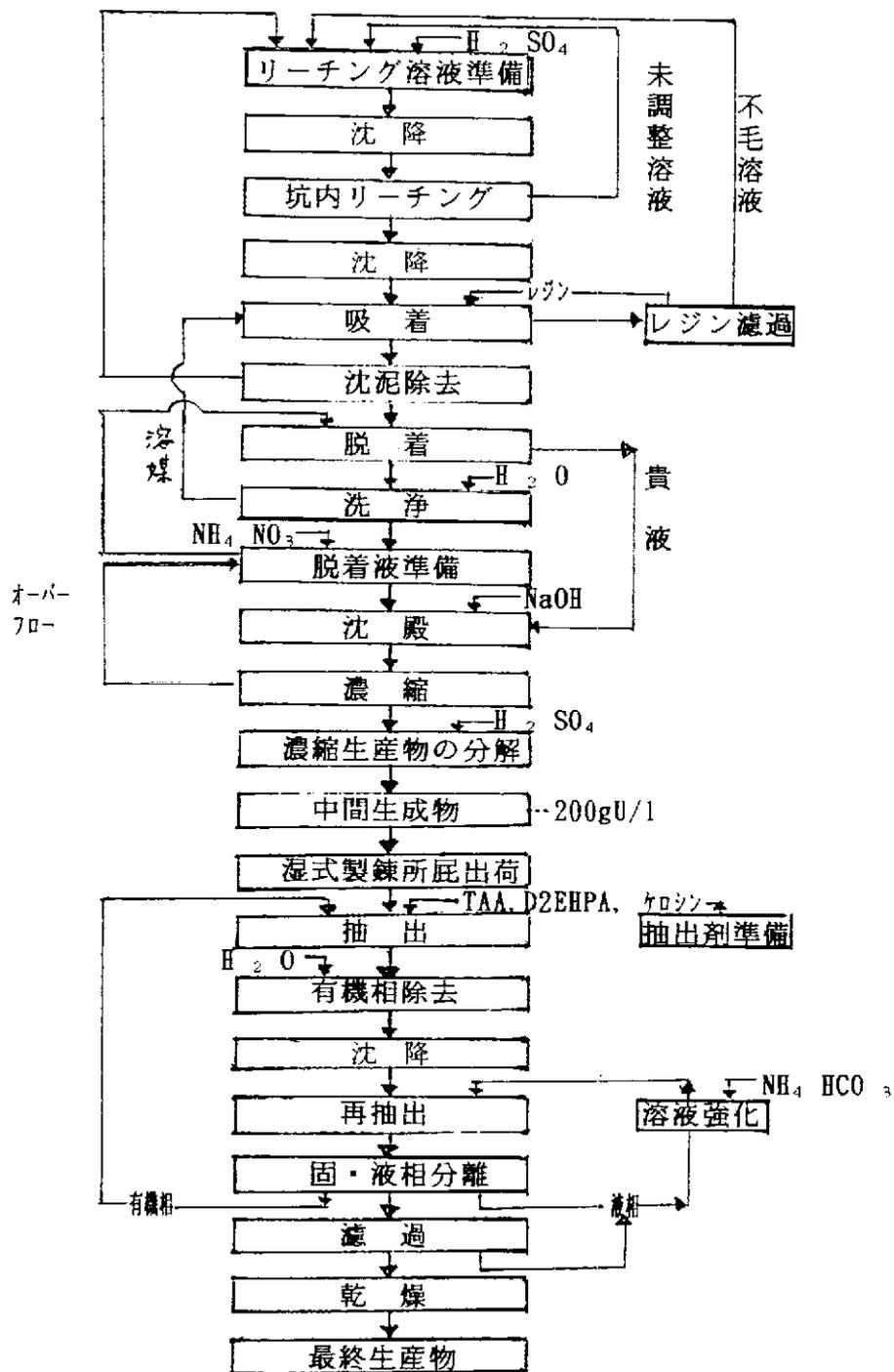


図7-2-2 Aktau, Stenoye, Central, No.6鉍山のウラン処理センターのフローシート
 (共通, NUEXCOのレポート所収)

7.3. Stepnogorsk(ステプノゴルスク) ウラン生産センター／コンビナート

1. 交通・インフラ

カザフスタン共和国の北東部Akmola (アクモラ) 地域のTselinograd(ツエリノグラード) 市北東約120km にある。北緯52° 13' , 東経73° 03' , 海拔高度約300m (図7-A)。

最も近い空港はTselinograd 南東約170km のKaraganda(カラガンダ) にある。

連絡先: KASKOR Joint Stock Company(KASKOR 株式会社)

c/o KATEP, 168 Bogenbai Batyr Street, Almaty 480012, Kazakhstan

Tel:(8 3272)625 683. 25 587, 1442. Fax:506 288. Telex:251805 "KATEP"

2. 権利関係

A k t a uに同じ。

3. 鉱業権益

A k t a uに同じ。

4. 許認可関係

A k t a uに同じ。

5. 経緯・現状

- ・ウラン事業は1950年代中期に開始された。当初の鉱山は、製錬所のあるStepnogorsk に近く、Shantov(シャントフ) 町から約16kmの2 露天掘鉱山である。
1960年代中期にKrasnogorsk(クラスノゴルスク) とZazernoje(ザゼルノイエ) の2 坑内掘鉱山が開設された。1970年代中期には5 番目の鉱山Volodarskoye (ボロダルスコエ) (坑内掘) が開設された。初期の鉱山を除きこれらの鉱山は、製錬所から120km ~150km 離れており、鉱石は鉄道で製錬所に運搬される。現在、鉱山は全て坑内掘で採掘している。
- ・Stepnogorsk では当初ウラン磷酸塩工場とウラン・モリブデン処理工場の2 ウラン製錬所が操業していた。このうち、前者は1992年3月に高コストのためウラン生産を停止し、磷酸塩鉱石(ウランを含まない) の処理のみに転換した。

6. 地質概要

- ・鉱床が分布するKokchetavsky区は、ウラルーモンゴル褶曲の一部であるカレドニア期のコクチェタフー北天山褶曲帯のなかにある。基盤は原生代の片麻岩およびカンブリ

ア紀～オルドビス紀の弱変成陸成火山岩類である。この基盤にシルル紀～デボン紀に斑れい岩、閃緑岩、花崗岩などが貫入した。基盤の凹所はシルル紀～デボン紀の火山碎屑岩および石炭紀とジュラ紀の平原堆積物で埋められている。この上に、不整合に白亜紀～新生代の堆積物が乗っている。NW-SE, NE-SWおよびN-Sの3断層系が認められる。

- ・ 鉱床には2型がある。脈型鉱床はカレドニア造山運動期に形成され、鉱床の大部分はKokchetav 山塊の花崗片麻岩核の周辺に分布する。主にU-Mo鉱化であるが、U-燐灰石鉱化もある。U-Mo鉱化作用の主要鉱物はピッチブレンド、輝水鉛鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱で、Zrを伴うアルシノバイトと共存する。U-燐灰石鉱化作用の鉱物は含U弗素燐灰石が大部分で、少量のピッチブレンドを伴い、黄鉄鉱、白鉄鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、硫砒鉄鉱と共存する。含Zrアルシノバイトを伴うこともある。

砂岩型鉱床はジュラ紀後期に準平原に刻みこまれた古河川の堆積物中に胚胎する層状鉱床で、白亜紀以降の堆積物に覆われている。砂岩型鉱床についての詳しい情報は無い。

Kokchetavsky区の総ウラン埋蔵量は208,000tU, うちRARは99,200tUとされている。主要鉱床の埋蔵量はKamyshovoye(カミショボエ)20,400tU; Grachevskoye(グラチェフスコエ)16,300tU; Vostok(ポストーク)11,700tU; Zvednoye (ツベドゥノエ)9,500tU; 総計57,900tUである。

7. 採鉱関係

- ・ 早期の露天掘操業を除きStepnogorsk 生産センターに属する鉱山では通常法による坑内掘によって操業している。平均的深度は200m～300mの間にあり、最も深い立坑は、現在(1994年)500m深で、このレベル以下の鉱石は開発されていない。採掘後の切羽は砂とセメントで充填された。ISL法の使用が検討されたが、採鉱地域の10%でのみ適用可能と云うことで実施されなかった。現在の採鉱作業はStepnogorsk から120km～500km離れた鉱山で行われている。
- ・ 鉱山ではカット・オフ0.03%Uのズリがあり、殆どがU-Mo鉱物組成である。これらのズリは、地表でヒープ・リーチングによってUを回収している。Stepnogorsk 鉱山で最大のヒープ・リーチング作業場は隔壁で区画された12ユニットにそれぞれ1,000,000t, 合計12,000,000tのズリを貯留している。ズリ山は、平面にならした底面に1m厚の粘土層、その上に1.5m～2.0m厚のプラスチック・ライナーが設置され、貴液溜に向かって傾斜している。ズリ山の高さは約15m～17mである。リーチング液は約1km離れたプラントからポンプ輸送された使用済溶液で、溜池で苛性ソーダを加えられ、ズリ山頂にポンプ揚水され、径250mmの給水パイプ、ついで径75mmの孔明(径8m/mの孔)

プラスチック・スプレイ・パイプから散布される。リーチングに苛性ソーダを用いるのはStepnogorsk だけで他の4鉱山は硫酸を用いている。実収率は夏で50%、冬は25%。冬には一度氷が形成されると操業が安定するという。

- ・生産能力：公称2,500tU/年であるが、1994年の生産量はその50%程度で、設備からすると2,500tU/年は無理なようである。

8. 製錬関係

- ・製錬のフローシートは図 7-3-1を参照：ウラン磷酸塩鉱石処理工場は1992年3月から、ウランを含まない磷酸塩鉱石（ウランを含むものは磷酸塩13%、含まないものは17%）処理に転換している。現在、ウランはウラン-モリブデン鉱石処理からのみ生産されている。
 - ・製錬能力：公称2,000tU/年であるが、1994年の生産実績は577tUである。
 - ・製錬所の従業員は1,700人で、そのうち約半数がウラン操業に従事している。
 - ・フローシートの水平オートクレーブ（6基）は硫砒鉄鉱を含むAu鉱石処理に転換し得るとされている。また、モリブデン部門のイオン交換レジンAM-26は旧ソ連の多くのAu鉱山でAu回収に使われているものである。これ等の実績があるので、ウラン-モリブデン鉱石処理部門の一部をAu鉱石処理に転換するプログラムが進行中である。
- この他、実験用キルンを用い、石墨によって U^{6+} を U^{4+} に還元する試験も進行中である。

9. 生産コスト

- ・Stepnogorsk ウラン生産センターの生産コストに関する直接情報は得られていない。生産コストが相対的に高くウラン生産は数年以内に休止しそうである。Stepnogorsk の生産コストは、ウズベキスタンの Vostok(ボストーク) 鉱山の原価構成に似ているであろうと推定されている。(表7-3-1)

10. 生産体制、実績、計画

- ・Stepnogorsk ウラン生産センターでのウラン生産は、高生産コストの為、1996年までに休止されるものと予想される。
- ・生産予測 1994年 557tU, 1995年 385tU, 1996年 192tU, 1997年 0 tU
- ・生産能力予測 1994年1,154tU, 1995年 770tU, 1996年 770tU, 1997年 770tU

11. 生産物の販売実績、計画

Aktauに同じ。

12. 環境保全対策

A k t a uに同じ。

13. 政 策

A k t a uに同じ。

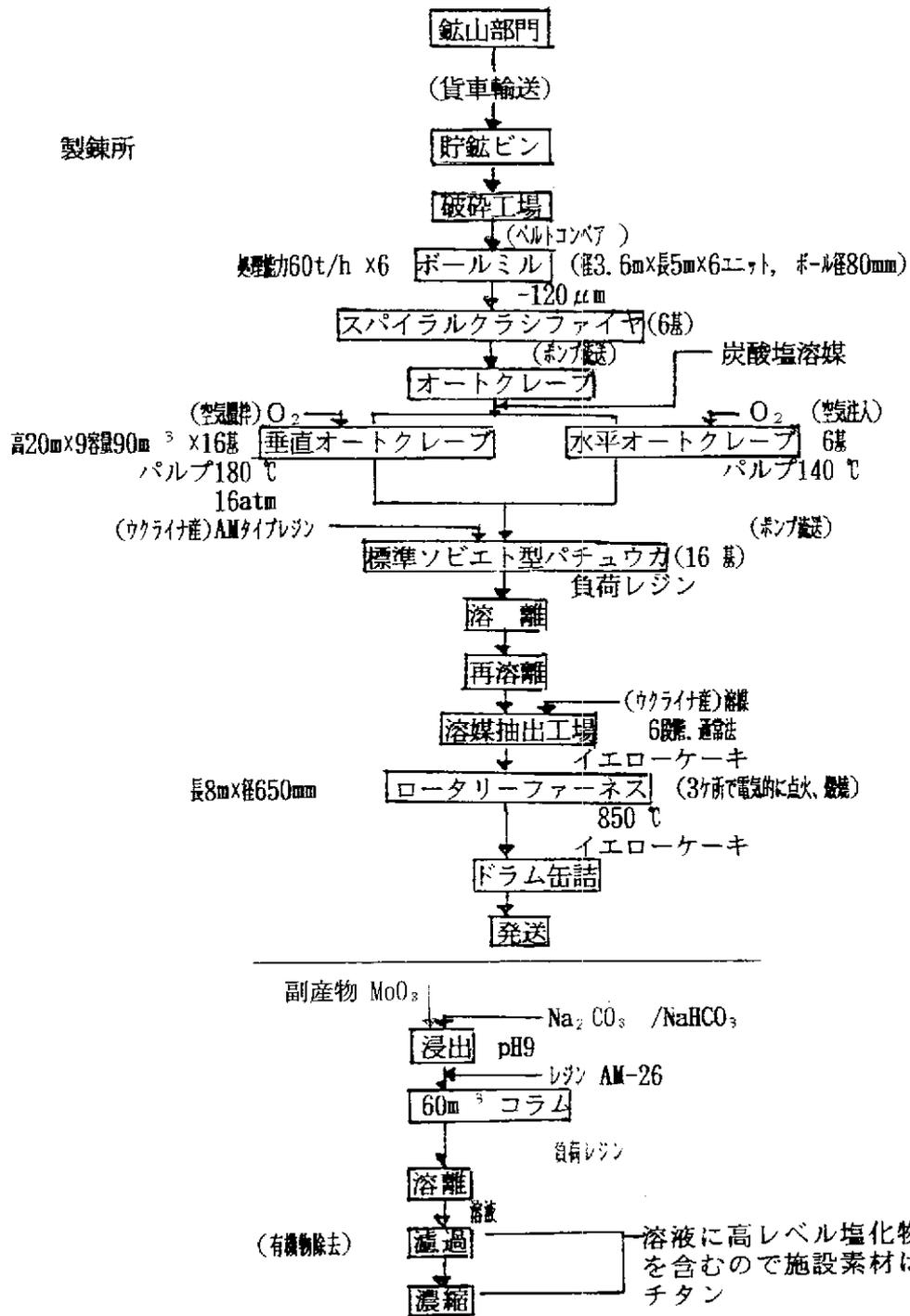


図7-3-1 Stepnogorsk製錬所フローシート

表7-3-1 ポストーク鉱山のウラン生産コスト

		US\$/kgU		
項目	年	1989	1990	1991(第1半期)
		①	②	③
・償却				
鉱山		6.83	8.65	1.56
製錬所		6.51	6.34	1.97
小計		13.34	14.99	3.53
・操業費				
鉱山		44.66	64.47	33.86
運搬		3.51	4.99	1.96
製錬所		7.72	9.47	7.65
小計		55.89	78.93	43.47
合計		69.23	93.92	47.00

①Ref. 1-13. P. 22(1994):1.35US\$/1R.

②ソ連・東欧データ・ブック(1991): 1.71US\$/1 R.

③世界経済データ・ベース(1995):1US\$/1.75 R. 又 0.57US\$/1 R.

7.4. Stepnoye (ステプノイエ) 生産センター

1. 交通・インフラ

- ・ Stepnoye生産センターはカザフスタン共和国中央部Betpak Dala(ステップ) の中で、Chimkent (チムケント) の北方350km にある。北緯45° 39′ 東経67° 24′ , 海拔高度約100mである (図7-4-1)。
- ・ 鉱山町Stepnoi の人口は約4,500人。物資の輸送には約300kmのトラック輸送が必要である。生活用水も約300km, 3段のパイプ流送が必要。イエローケーキの出荷には、Kara Baltaへは720kmのトラック輸送, Stepnogorsk へは300kmのトラック輸送と1600kmの鉄道輸送が必要である。
- ・ 連絡先: Stenoye Mining Company (ステプノイエ鉱業会社), c/o KATEP 168 Bogenbai Batyr Street, Almaty 480012, Kazakhstan.
- ・ 気 候: Muyun Kum 北部の砂漠とステップの中間帯にある大陸性乾燥気候地帯で、夏の気温は43℃, 冬期は-40℃にもなる酷しい気候である。

2. 権利関係

運営はStenoye Mining Company
所有者はKATEP

3. 鉱業権益

A k t a uに同じ。

4. 許認可関係

A k t a uに同じ。

5. 経緯・現状

鉱山町Stepnoi は、かつてUvanas, Zhalpak 鉱床の地質調査のベース・キャンプであった。1970年に ISL法のパイロット・テストが開始され、1971年に本格的操業が開始されたソ連邦では最初の ISL鉱山である。処理工場はUvanas鉱床のほぼ中央部にある。生産能力1,000tU/年の設備を有する。センターの西方約100kmにあるMynkuduk鉱床南部鉱体とInkai 鉱床の推定埋蔵量約300,000tU を対象にKATEP はCAMECO/URANERZと共同開発の締結をした。

6. 地質概要

- Chu川の北側に北からZhalpak(ジャルパク), Uvanas(ウバナス, 20,000tU), Mynkuduk(ミンクドゥク, 190,000tU), Inkai(インカイ, 300,000tU), Sholak-Espe(ショラク・エスペ)などの鉱床が分布する(図7-4-1)。Uvanas鉱床の20,000tUのうち, 15,000tUはすでに採鉱済で5,000tUを残すのみである(表7-4-1)。
- 西に緩傾斜の中生代-新生代の卓状地堆積物中に胚胎する砂岩型鉱床で, Zhalpak, Mynkuduk, Inkai 鉱床は白亜紀後期の砂岩層, Uvanas鉱床は第三紀暁新世の砂岩層の中の酸化帯・還元帯の境界付近に形成された複雑な形態のロール・フロント型鉱床である。第三紀漸新世から新第三紀にかけて鉱床が形成されたものであろう。
- 酸化帯-還元帯境界部の伸長は400km以上と大規模で, Sheet-infiltration型(またはRegional oxidation型)と呼ばれている(7.1. 鉱床概要を参照)。ウラン鉱物は閃ウラン鉱, コフィン石で, Re, Se, Sc, Y, REE(希土類元素)を伴う。
- 鉱床の規模は, 長さ10~20km, 幅25~1,500m, 厚さは3~6mである。
- Central 生産センター関係の埋蔵量も含めたChu-Sarysu地区の総埋蔵量は500,000tU, うちRARは221,000tU, EAR-Iは74,000tUとされている。

7. 採鉱関係

- Uvanas鉱床の西部とMynkuduk鉱床の東部(40,000tU)を対象に ISL法が行われている。鉱体の深さはUvanas鉱床が90~150m, Mynkuduk鉱床が250m, 鉱体の厚さは5~15m, 品位はUvanas鉱床が0.05%U, Mynkuduk鉱床が0.032%Uである。
- 坑井列の間隔は50~60m, 坑井間隔は15~20mである。坑井数はUvanasでは4000本, Mynkudukでは1,250本, 注入井/生産井=2:1(Uvanas), 1孔当り平均注入量は2.5m³/時(Uvanas), 貴液生産量は4m³/時(Uvanas), 浸透速度はUvanasでは3~5m/日, Mynkudukでは10m/日である。浸出液の硫酸濃度は20~30g/l, 生産後期では10~0g/lとする。硫酸消費量は20~40kg/kgU。貴液品位は30~70mgU/lである。地下水の水温は18℃。揚水は水中ポンプ(4", 2.5kW)によっている。Uvanas鉱床は1977年から, Mynkuduk鉱床は1988年から ISL法の操業が行われている。
- 坑井のケーシングには, 注入井では外径110mm, 肉厚18mm; 生産井では外径160mm, 肉厚18mmのポリエチレン管を使っている。

8. 製錬関係

- 生産能力1,000tU/年の処理施設は, Uvanas鉱床近くに設けられた中央処理プラントとMynkuduk鉱床付近に設けられたサテライト処理プラントからなり, 貴液40,000m³/日の処理能力を有する。

- ・Mynkndukの貴液は各生産井から集められ、530mm 径のステンレス・スチール・パイプにより沈殿池に集められて6,000~8,000ppmの懸濁固体が除去された後、サテライト・プラントにおいてイオン交換樹脂によりUを回収する。回収されたUはUvanasの中央処理プラントでさらに処理される。
- ・Uvanasの貴液も同様にイオン交換樹脂により処理される（図7-4-2フローシート参照）。負荷樹脂からのUの溶離には SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Na^+ イオンを含む水溶液が用いられている。
- ・生産された粗イエローケーキの品位は40~45%Uである。生產品の70% は、キルギスタン共和国のKara Balta精製錬所へトラック輸送(700km) され、30% はトラック輸送(300km) と鉄道輸送(1,600km) でStepnogorsk 精製錬所へ送られて精製される。

9. 生産コスト

- ・Stepnoye生産センターでのウラン生産コスト情報は表7-4-2を参照。

10. 生産体制、実績、計画

- ・Stepnoye生産センターの生産能力は1,000tU/年であるが、1994年の生産実績は845tU/年であった。
- ・操業は 3方/日、 365日/年の体制で行われ、人員は 206名である。

11. 生産物の販売実績、計画

A k t a uに同じ。

12. 環境保全対策

A k t a uに同じ。

13. 政 策

A k t a uに同じ。

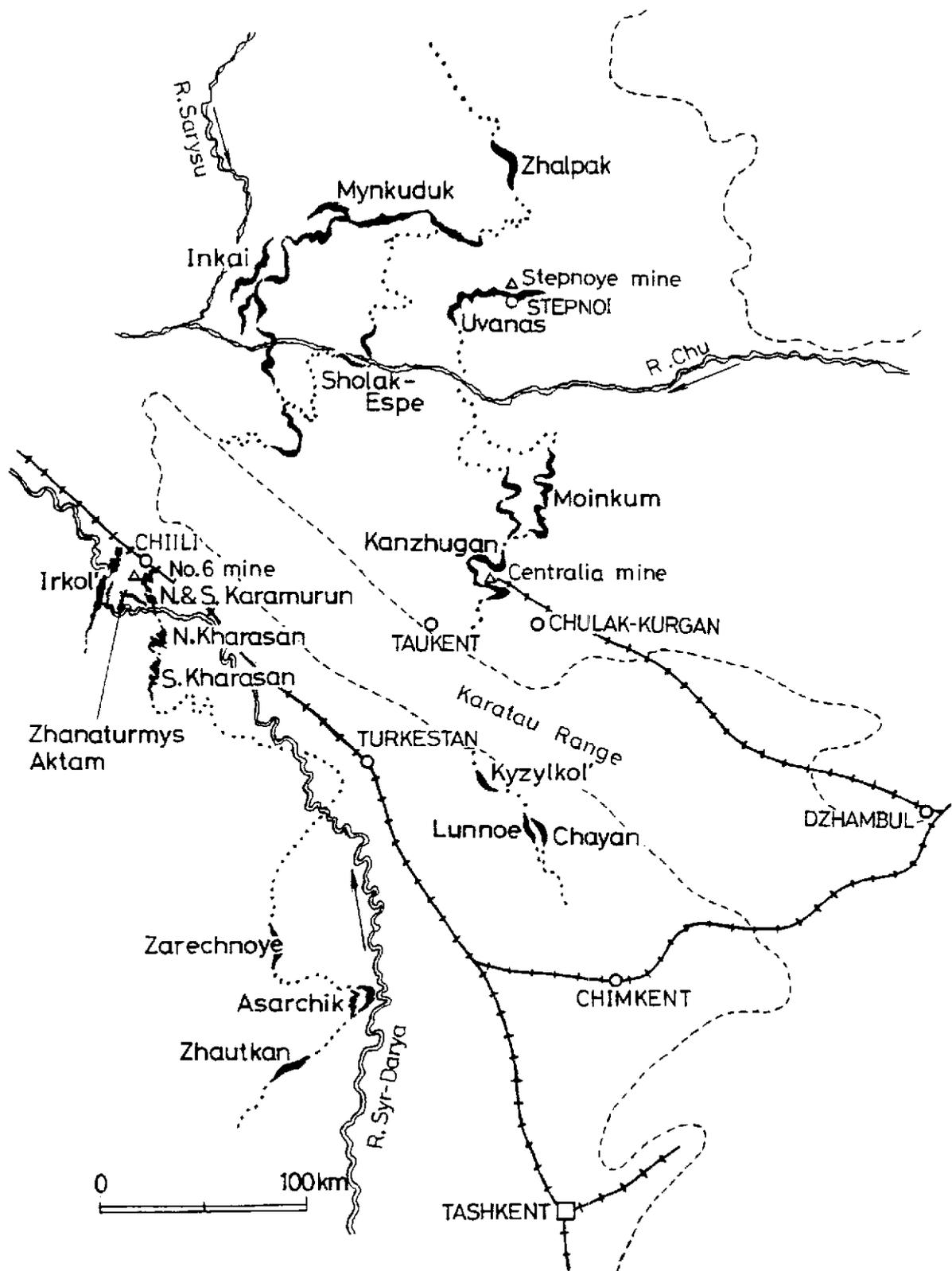


図7-4-1 Chu Sarysu, Syr Darya地域のウラン鉛床分布図

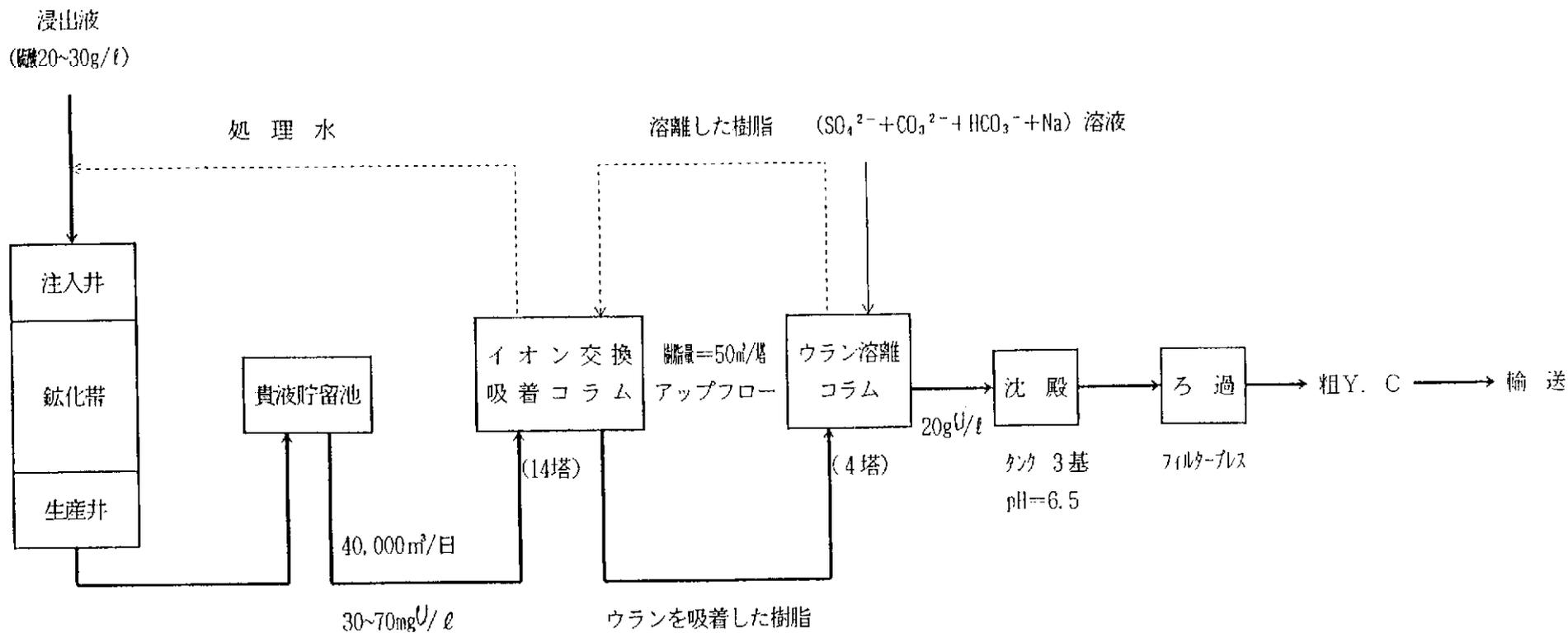


図7-4-2 Stepnoye生産センターのウラン処理フロー

表7-4-1 Chu Sarysuu地域の鉱床のウラン埋蔵量(tU)(1995年)

鉱床	会社	埋蔵量(tU)		
		確認	推定	合計
Uvanas	Stepnoye	5,000		5,000
Mynkuduk(E)	"	40,000		40,000
Mynkuduk(W)	Cameco/Uranerz	68,000		68,000
Inkai	"	150,000	150,000	300,000
Moinkum	(Cogema)	82,500	217,500	300,000
Kanzhugan	Central Mining	50,000		50,000

表7-4-2 Stepnoye生産センターの生産コスト

項目	US\$/kgU		
	年 1989 ①	1990 ②	1991(第1半期) ③
・償却			
坑井域	1.81	2.24	2.26
処理工場	7.49	8.05	8.16
小計	9.30	10.29	10.42
・操業費			
坑井域	35.03	42.48	65.84
処理工場	2.71	3.44	3.57
小計	37.75	45.92	69.41
合計	47.05	56.21	79.83

①Ref. 1-13. P. 22(1994):1.35US\$/1 R.

②ソ連・東欧データブック(1991):1.71S\$/1 R.

③世界経済データベース(1995):0.57US\$/1 R.

7.5. Central Mining (中央鉦山) 生産センター

1. 交通・インフラ

- ・Central Mining生産センターはカザフスタン共和国南部, Karatau(カラタウ) 山脈の北側で, Taukent(人口約4,000人) の北東北約40kmの所にある。北緯43° 40', 東経68° 13', 海拔高度約500mである(図7-4-1)。
- ・生産センターへは Dzhambul(ジャンブール) から鉄道があり物資輸送, 生産品出荷に利用されている。
- ・連絡先: Central Mining Company (中央鉦業会社), c/o KATEP, 168 Bogenbai Batyr Street, Almaty 480012, Kazakhstan
- ・大陸性気候で, 夏は暑く, 冬は寒い。乾燥気候地帯である。

2. 権利関係

- ・運営はCentral Mining Company
- ・所有権は KATEP

3. 鉦業権益

A k t a uに同じ

4. 許認可関係

A k t a uに同じ

5. 経緯・現状

- ・この地域の探査は1994年から始められた。Kanzhugan 鉦床では1982年から ISL法操業が行われている。
- ・Central Mining生産センターの生産能力は800tU/年であるが, 実績は500tU/年前後である。粗製錬所建屋は1988年に増設され, 1995年現在イオン交換カラム1基を増設中である。
- ・Moynkum 鉦床の埋蔵量は 300,000tU弱と評価されており, KATEPとCOGEMAとの共同開発が検討されている。

6. 地質概要

- ・Kanzhugan(カンズガン) 鉦床とMoinkum(モインクム) 鉦床があり, Uvanas鉦床を胚胎する第三紀暁新世の透水性砂岩層の南延長部にあたる。この層準は Karatau隆起帯で

切られた後、その南側に再び現われ Kyzylkol(キジルコル), Lunnoe (ルノエ), Chayan (チャヤン) 鉱床を胚胎している (図7-4-1) (表7-4-1)。

- ・Kanzhugan 鉱床は深さ100~300mにある古第三紀砂質層 (層厚10~40m)の下部層に胚胎し、鉱体幅100~500m、鉱体の厚さ1~15m、平均品位 0.035~0.04%Uの砂岩型鉱床で、埋蔵量は50,000tUと評価されている。閃ウラン鉱、コフィン石を含み、Re, Sc, Se, REE(希土類元素)を伴う。
- ・Moinkum 鉱床の平均品位は0.04~0.05%UとKanzhugan 鉱床よりやや高いが、鉱床胚胎深度が250~350mとやや深い。確認埋蔵量は82,500tUであるが総埋蔵量は300,000tU弱という。
- ・透水性砂質層中の酸化帯-還元帯の境界付近に形成されたロール・フロント型鉱床で、北方のUvanas鉱床と類似点が多い。(7.4. Steпноye生産センターを参照)。

7. 採鉱関係

- ・I S L法を採用。坑井配列は線形パターンで、坑井列間隔は50m、注入井間隔は12m、生産井間隔は25m、注入井/生産井=2:1、1孔当り注入量は2.0~2.5m³/時、浸透速度は1~2m/日、揚水にはエアーリフトか水中ポンプを用いている。浸出液の硫酸濃度は3~30g/l、貴液の品位は40~60mgU/lである。
- ・1982年から生産を開始しており、処理能力は33,600m³/日、生産規模は800tU/年であるが、1994年の生産実績は530tUであった。
- ・I S L法対象鉱石のカット・オフは0.01%U(0.04%・m)である。
- ・地下水の水温は20~22℃である。

8. 製錬関係

- ・33,600m³/日の貴液処理能力をもつ施設の処理フローを図7-5-1に示す。
- ・揚水された貴液 (品位40~60mgU/l)は500mm径ステンレス・スチール・パイプで容量30,000m³の沈殿池へ集められ、懸濁物(30~40m³/年)を沈殿させる。
- ・イオン交換樹脂に吸着されたUは、(NH₄)₂NO₃により溶離した後、NaOHで沈殿させ、粗イエローケーキとして、精製のためキルギスタン共和国のKara Balta精製錬所(トラック輸送)とStepnogorsk 精製錬所(鉄道輸送)へ送っている。
- ・粗イエローケーキの品位は40~45%Uである。

9. 生産コスト

- ・Central Mining生産センターでの生産コストは下表のように要約される。

US\$/kgU

項目	1989年	1990年	1991年(前期)	項目	1989年	1990年	1991年(前期)
償却:				操業費:			
坑井域	2.20	2.86	0.74	坑井域	36.21	46.38	24.94
処理工場	7.49	8.05	2.50	処理工場	2.71	3.44	0.70
小計	9.69	10.91	3.24	小計	38.92	49.82	25.64
				合計	48.61	60.73	28.88

10. 生産体制, 実績, 計画

- ・当分の間, 800tU/年の生産規模が継続すると予想される。

11. 生産物の販売実績, 計画

Aktauに同じ。

12. 環境保全対策

Aktauに同じ。

13. 政策

Aktauに同じ。

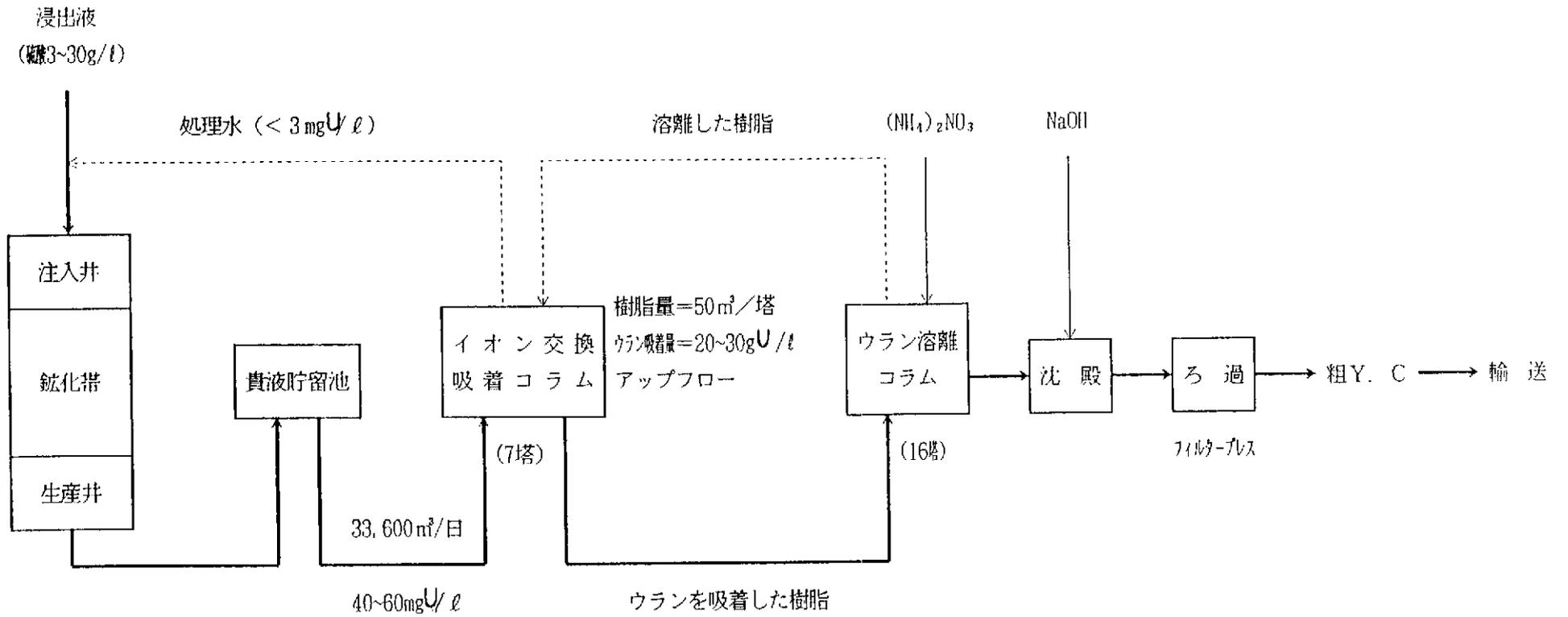


図7-5-1 Central Mining生産センターのウラン処理フロー

7.6. No.6 Mining(No.6 鉍山) 生産センター

1. 交通・インフラ

- ・No.6 生産センターのあるChiili (チーリィ) はカザフスタン共和国南部, Syr Darya (シルダリヤ) 川北岸, Karatau 山脈の南西側にあり, 人口は約60,000人である。北緯44° 20', 東経66° 45', 海拔高度約100m。
- ・ロシア共和国Orenburg (オレンブルグ) とウズベキスタン共和国のTashkent (タシケント) を結ぶ主要ハイウェイの沿線にある。最も近い大都市はChiiliの北西約120kmにあるKzyl-Orda(クジル・オルダ) である。
- ・連絡先: No.6 Mining Company (No.6 鉍業会社), c/o KATEP 168 Bogenbai Batyr Street, Almaty 480012, Kazakhstan
- ・気 候: Syr Darya に沿う農業地帯で稲作も行われている。

2. 権利関係

- ・運営はNo.6 Mining Company
- ・所有権はKATEP
A k t a u 参照

3. 鉍業権益

A k t a u 参照

4. 許認可関係

A k t a u 参照

5. 経緯・現状

1970～1975年にSyr Darya 地域において砂岩型鉍床が発見された。1977年にタジキスタンのLeninabad(レーニナバード) Combineの6番目の鉍山として, North Karamurun 鉍床が開発された。

6. 地質概要

- ・Syr Darya 地域の砂岩型ウラン鉍床は, 白亜紀後期の透水性砂質層中に胚胎する鉍床で, Syr Darya に沿って, Chiiliから南南東へ, Tashkentの西方へ向けて分布している。この鉍床帯の北延長はKaratau隆起帯をはさんでChu-Sarysu地域のInkai, Shol ak- Espe鉍床帯に達する(図7-4-1)。

- ・この地域は南北系の褶曲を伴う舟底形の構造的凹地で、白亜系、古第三系、新第三系によって充填されているが、全体として被圧地下水は北西に向かって流動している。
- ・この地域には、1995年現在、10鉱床が報告されているが、探査が進んでいるのは Chiili付近、特にSyrDarya右岸（北側）の鉱床群で、左岸地域の鉱床の調査は不十分である（図7-6-1）。鉱床は北からZhanaturmys(ジャナトゥルミス)、North Karamurun（北カラムルン）、South Karamurun(南カラムルン)、Irkol' (イルコーリ)、North Kharasan（北ハラサン）、South Kharasan(南ハラサン)、Zarechnoye(ザレチノエ)、Asarchik（アサルチク）、Zhautkan(ジャウトゥカン)などの鉱床が知られている。これら鉱床のうち埋蔵量の情報が得られているものを表7-6-1に示してある。
- ・以上のほかTurkestan の東約50kmにKanzhugan 鉱床帯の南延長部と推定される古第三系中の砂岩型鉱床があるが、その規模などは不詳である。
- ・Chu-Sarysu地域の鉱床と類似点が多い。一般に品位が0.05~0.07%と高いが、鉱床胚胎深度が400~500mと深い。
- ・NUEXCO(1994)はSyr Darya 地域の地質資源量を143,000tU(1993)と報告している。
- ・NEA/IAEA(1993)は、RAR:77,300tU、EAR-I:16,700tU、未発見資源:55,000tUとし、このうちRAR+EAR-I=88,000tUの内訳を Irkol':37,000tU、North Karamurun:28,000tU、Zarechnoye:23,000tU としている。

7. 採鉱関係

- ・I S L法を採用している。坑井配置は7ポイント形で、注入井間隔40m、生産井間隔80m。1977年より操業開始。
- ・浸出液の注入量は1孔当り3~20m³/時。生産井の貴液揚水量は10m³/時である。
- ・浸出液の硫酸濃度は7~10g/l、貴液の品位は100~200mgU/l。貴液の揚水にはエア・リフトを使っている。
- ・貴液は6,000~8,000ppmの懸濁固体を含むので、沈殿池に一時貯留される。
- ・貴液貯留池から径530mmのステンレス・パイプによって中央処理施設へ送水される。送水量は平均22,000m³/日である。
- ・1995年現在、I S L操業が行われているのは、North Karamurun 鉱床（1997年から生産開始、確定埋蔵量22,000tU）と、South Karamurun(埋蔵量14,000tU)の一部である。粗製錬所の南方40kmにはKharasan（ハラサン）鉱床（推定埋蔵量120,000tU）、西方にはIrkol'（イルコーリ）鉱床（確定埋蔵量20,000tU）がある。貴液のウラン品位が高いのは、鉱床の品位が0.065%と高く、地下水温度が42℃と高いことによる。しかし、鉱床胚胎深度が400~500mと深く、地表には人家、農耕地が多いので、環境保全対策が必要である。

8. 製錬関係

1985年に粗製錬所の建屋が建設された。

沈殿池に貯留され懸濁固体が5～8 mg/lに減少した貴液中のウランは、粗製錬所においてイオン交換により回収され、粗イエローケーキとして、一部はStepnogorsk 精製錬所へ、一部はキルギスタン共和国のKara Balta精製錬所へ送られている。処理工程のフローシートを図7-6-2 に示す。No.6 生産センターのウラン粗製錬の特徴は、輸送費低減と輸送時の環境汚染防止の観点から製造されたイエローケーキを再度硫酸により溶解している点にある。溶液のウラン濃度は100～150g/lである。以前は、粗イエローケーキをタジキスタン共和国のKhodjent（ホジェント）精製錬所へ送っていた。

9. 生産コスト

- ・No.6 生産センターにおける生産コストに関する情報は得られていない。1991年の総生産費が19,470,000ルーブルで、総生産量は、365,381kgU と公表されているので、これから計算すると単位コストは 53.22ルーブル/kgUとなる。
- ・世界経済データ・ベース(1995)によれば、1991年の為替交換比率は、1ルーブル=US \$0.57であるので、上記 53.22ルーブル/kgUは\$30.41/kgUとなる。

10. 生産体制、実績、計画

- ・No.6 生産センターの生産能力は800tU/年と推定されるが、1994年には390tU/年を生産した。

11. 生産物の販売実績、計画

A k t a u 参照

12. 環境保全対策

A k t a u 参照

13. 政策

A k t a u 参照

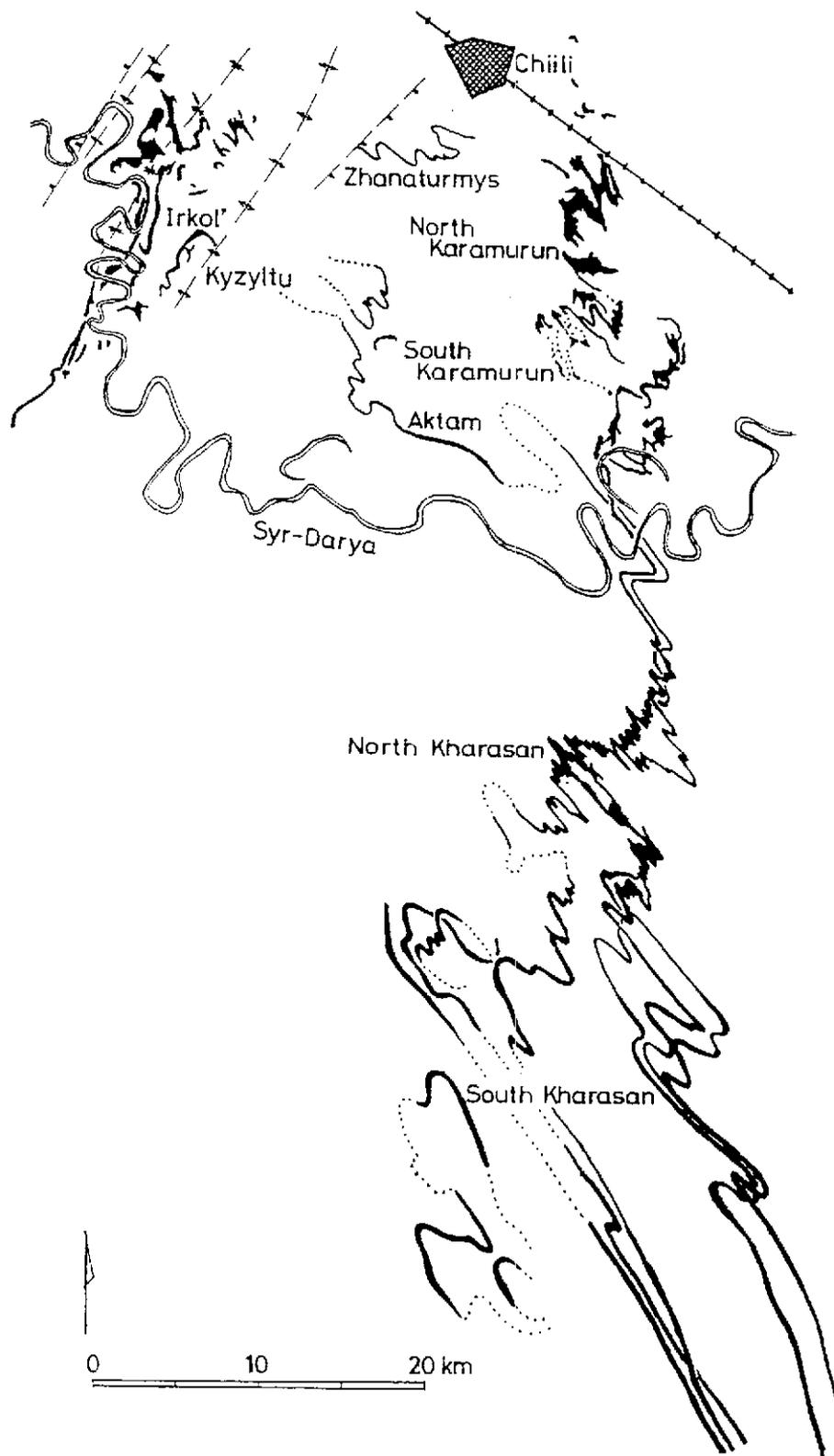


図7-6-1 Syr Darya 地域の鉱床分布図

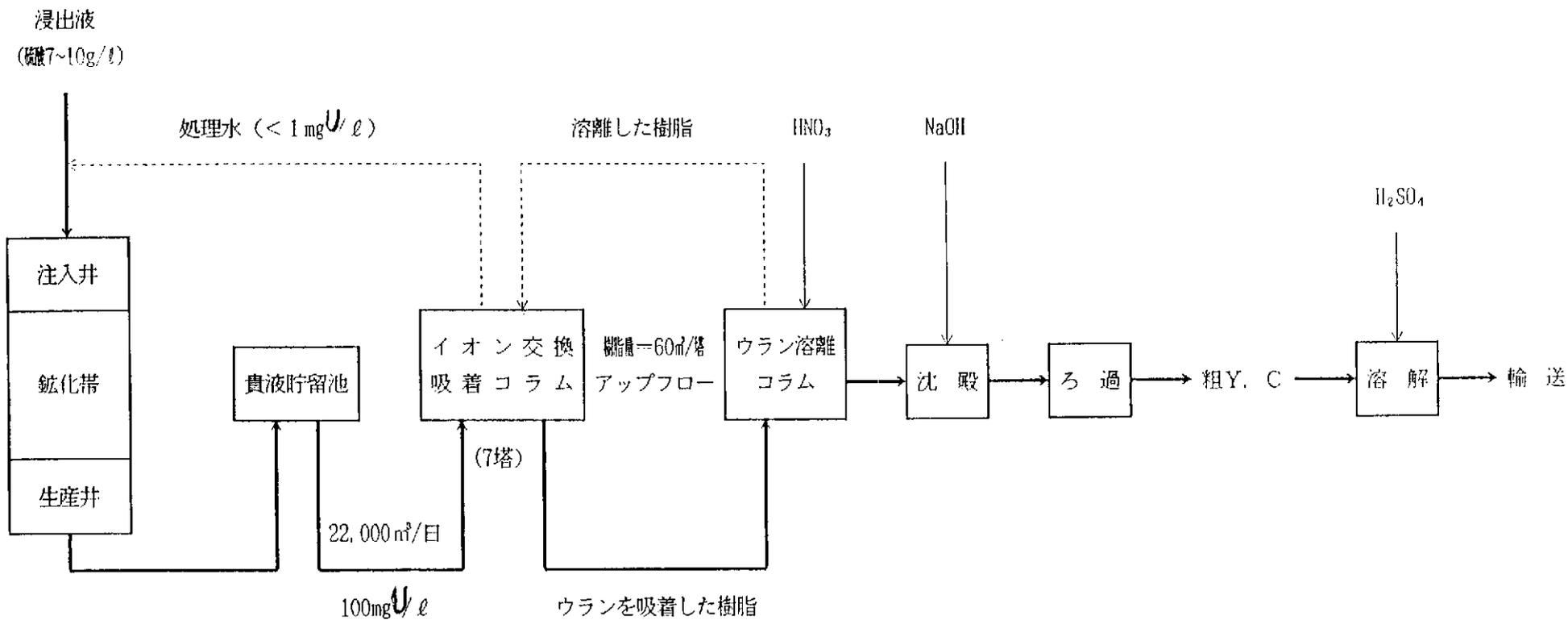


図7-6-2 No.6生産センターのウラン処理フロー

表7-6-1 Syr Darya 地域の鉱床のウラン埋蔵量 (tU)(1995年)

鉱 床	会 社	埋 蔵 量 (tU)		
		確 認	推 定	合 計
Karamurun(N)	No.6 Mine	22,000		22,000
Karamurun(S)		14,000		14,000
Irkol		20,000		20,000
Kharasan(N)				
Kharasan(S)				
Zhanaturmys			10,000	10,000
Aktam			10,000	10,000
Zarechnoye		23,000		23,000

8. ウズベキスタン共和国

生産センター／製錬所	鉱床
8. 1. Uchkuduk地域	(砂岩型) Uchkuduk, Meylisai, Kendykijube, Aktau Bakhaly (熱水成) Koscheka, Djantuar, Rudnoye, Auminza-Beltau Altyntau
8. 2. Zaravshan 地域	(砂岩型) Sugraly
8. 3. Zafarabad 地域	(砂岩型) South Bukinai, North Bukinai, Veshkak, Alendik, Lyavlaykan, North Kanimekh, South Kanimekh, Maizak, Aulbek, Terekuduk, Varadzhan
8. 4. Nurabad 地域	(砂岩型) Sabyrsai, Ketmenchi, Shark, Agron, Tutly, Nagornoe
8. 5. Navoi 精製錬所	

図 8 - A ウズベキスタン共和国

図 8 - B Kyzylkum砂漠のウラン鉱床分布

表 8 - A ギジルクーム地域のウラン鉱床一覧表

表 8 - B ウズベキスタンの採鉱法別のウラン埋蔵量

表 8 - C ウズベキスタンのウラン生産実績と計画

図 8 - 1 - 1 Kyzylkum砂漠の基盤露出状況

図 8 - 1 - 2 ウラン鉱石処理フローシート

図 8 - 3 - 1 Zafarabad 地域の鉱床分布

図 8 - 3 - 2 Zafarabad センターの I S L によるウラン生産フロー

図 8 - 5 - 1 ナボイ精製錬所の精製錬工程

表 8 - 3 Zafarabad 地域の鉱床と確認 (推定) ウラン埋蔵量

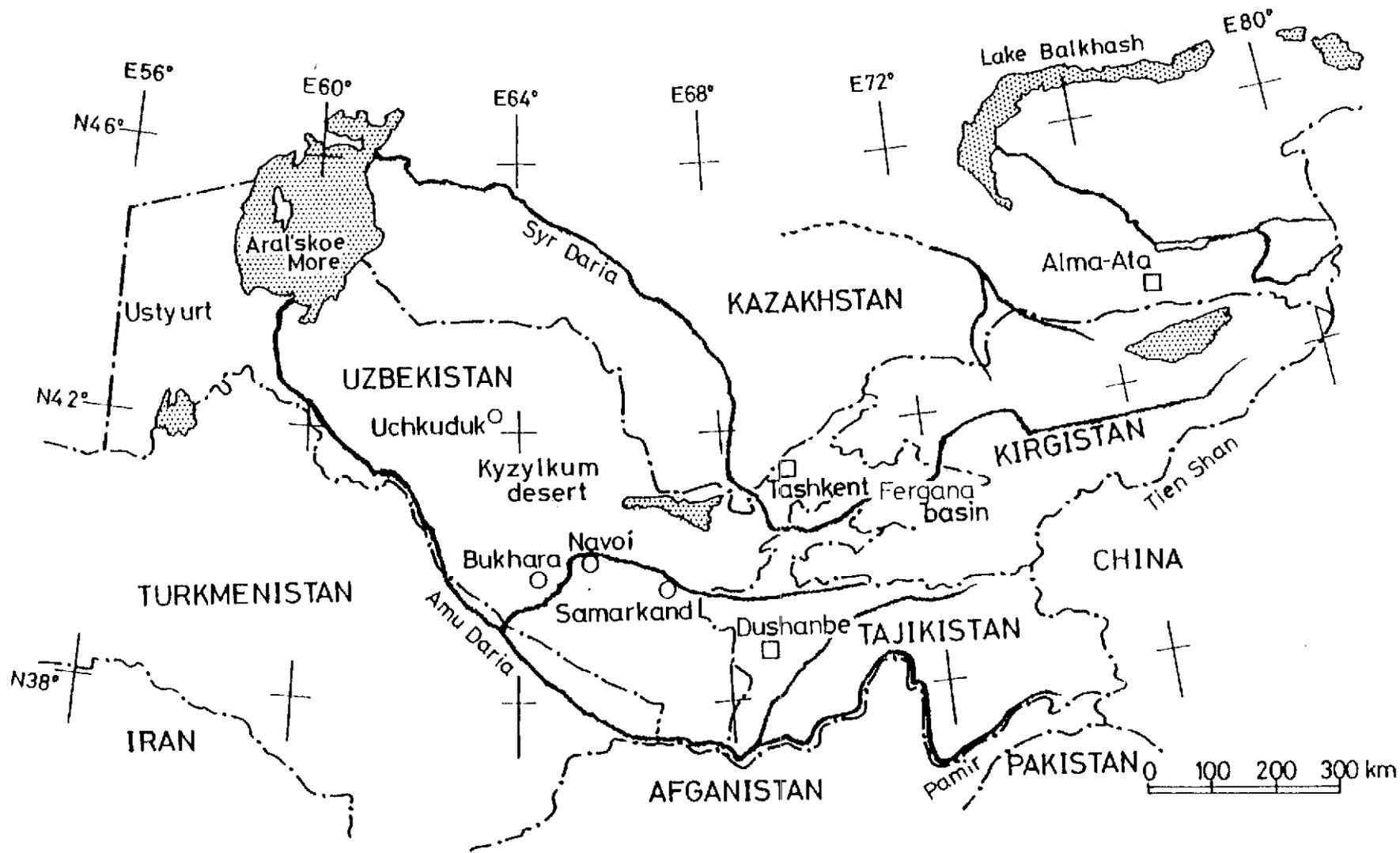


図8-A ウズベキスタン共和国

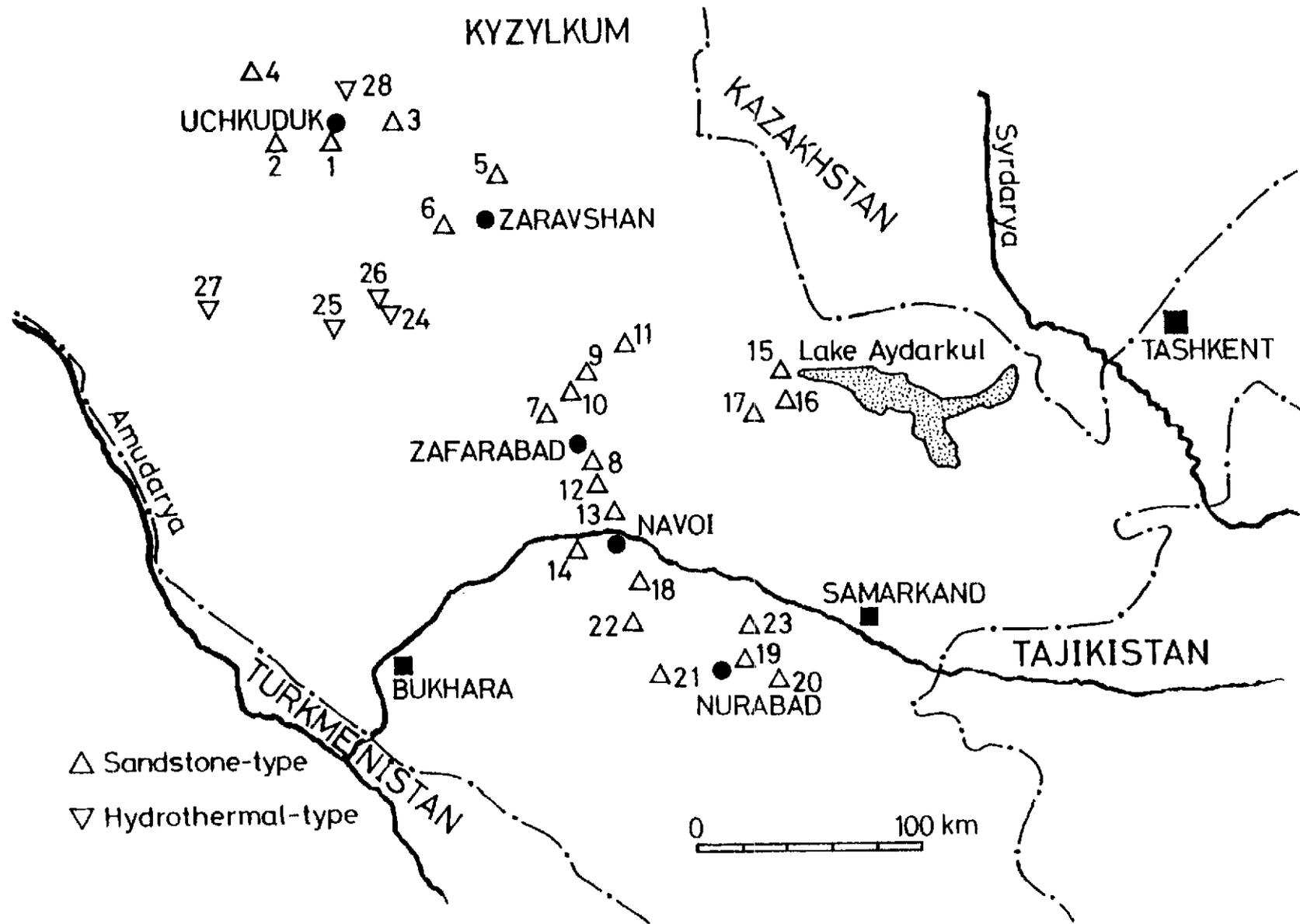


図8 - B Kyzylkum砂漠のウラン・釷床分布

表 8 - A キジルクーム地域のウラン鉱床一覧表

1994年11月現在

鉱床地区	番号	鉱体名	鉱床タイプ	生産状況
Uchkuduk地区	1	Uchkuduk	砂岩型	生産中
	2	Meylisai		生産中
	3	Kendykijube		生産中
	4	Bakhaly		採掘終了
	5	Aktau		生産中
	24	Koscheka	熱水成型	
	25	Djantuar		
	26	Rudnoye		
	27	Auminza-Beltau		
	28	Altyntau		
Zaravshan 地区	6	Sugraly	砂岩型	閉山
Zafarabad 地区	7	South Bukinai	砂岩型	生産中
	8	North Bukinai		生産中
	9	Veshkak		生産中
	10	Alendik		探鉱中
	11	Lyavlyakan		探鉱中
	12	North Kanimekh		探鉱中
	13	South Kanimekh		探鉱中
	14	Maizak		探鉱中
	15	Aulbek		
	16	Terekuduk		
17	Varadzhnan			
Nurabad 地区	18	Sabyrsai	砂岩型	生産中
	19	Ketmenchi		生産中
	20	Shark		採掘終了
	21	Agron		探鉱中
	22	Tutly		
	23	Nagornoe		

注) 上記の鉱体の番号は、図 8 - B で位置を示すために付けた番号である。

表 8 - B ウズベキスタンの採鉱法別のウラン埋蔵量

単位：tU

場 所	露天掘り法	坑内掘り法	ISL法	HL法	計
Uchkuduk	2,000 (1995年閉山予定)	4,200	21,300	33,100 (既堆積分4,200)	60,600
Zaravshan (Vostok)		40,600 (1995年閉山予定)			40,600
Nurabad			27,000		27,000
Zafarabad			42,400		42,400
NAVOIの計	2,000	44,800	90,700	33,100	170,600
ウズベクの計	7,700	44,800	144,400	33,100	230,000
確定鉱量	2,000	44,800	90,700	33,100	170,600
推定鉱量	5,700		53,700		59,400

表 8 - C ウズベキスタンのウラン生産実績と計画

単位：tU

	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996~2000年
Uchkuduku 露天掘り	555	500	500	500	450	
ISL, HL	400	400	500(885)	550	600	1,050
Zaravshan 坑内掘り	290	200	200(40)	150		
Zafarabad I S L		800	1,050(1,000)	1,050	1,210	1,200
Nurabad I S L	850	800	800(885)	800	800	800
計	2,095	2,700	3,050(2,810)	3,050	3,050	3,050

() の数字は、1993NUEXCO Review

8.1a. Uchkuduk (ウチクドウク) 生産センター(ISL)

1. 交通・インフラ

Uchkuduk (ウチクドウク) はウズベキスタン中央部の Kyzylkum(キジルクム) 砂漠の中にあり、Navoi(ナボイ) の北西約300km に位置する(図8-A, 8-B)。北緯42°07′, 東経63°32′, 標高約200m。Samarkand, Navoiを結ぶ主要道路の最北西端にあり、Navoi から車で約5時間を要する。

Navoi Mining and Metallurgy Combine(ナボイ採鉱・製錬コンビナート)。

Ul. Shevchenko 26, Navoi 706800, Uzbekistan.

Tel. 7-43622-5-60-05, Telex. 116271 BIZONSU

砂丘を伴った平坦なKyzylkum砂漠にあり、気候は中緯度砂漠気候で、東部は半乾燥の草原気候。

2. 権利関係

Kyzylkumredmetzoloto (キジルクムレドメトゾロタ社) 傘下の Navoi Mining and Metallurgy Combine(NMMC)がオペレーターである。NMMCは1958年に旧ソ連の中型機械工業省のウラン生産部門として設立され、旧ソ連の原子力産業省(MAPI)の管理下にあった。1992年にキジルクムレドメトゾロタ社が設立され、NMMCはその傘下に入り、ウズベキスタン政府の管理を離れた。NMMCはUchkuduk, Zafarabad, Nurabad 3地域でインシテュリーチング法(ISL法)によりウラン採掘をおこない、Navoi 精製錬所で酸化ウランを生産し、NUKEM社を経て出荷している。NMMCはウラン生産のほか、金鉱山の経営、機械・電気機器の生産、建設業、農業、観光業など多方面にわたり産業活動を展開している。

3. 鉱業権益

鉱物の所有権に関する基本的システムは、ソ連邦の崩壊後の過渡期にあり、共和国は独自の所有権システムを目指しているが、かつてのソ連邦のシステムに近いものになる。その基本は、1)すべての鉱物は国家の財産である、2)鉱物の開発は免許システムで規制される、点にある。ウズベク共和国は“地下資源に関する”新法律を公布したが、これは1995年1月1日に発効し、上記2原則をうたっている。

4. 許認可関係

新法律は免許所有者に次のことを要求している。1)鉱床富鉱部の選択的採掘と採鉱・処理における過度の鉱石ロスの禁止、2)集水場所における地下水のモニタリングとその変化の際の通知義務、3)操業安全と緊急時対策の策定、4)地下資源開発に伴う環境破壊

の防止, 5)擾乱された土地の復原, 6)地下資源使用に対する対価の遅滞の無い支払。

5. 経緯・現状

1950年代に空中放射能探査によりUchkuduk地域で初めてウラン鉱床が発見された。

1958年：露天掘採掘, 坑内採掘によりウラン鉱山が開発された。

1963年：鉱石処理テスト・プラントが建設された。

1967年：ISL法のテストが開始され, 1969年からISL法によるウラン生産が開始された。

1974年：坑内採掘鉱山を閉山した。

1994年：露天掘鉱山を閉山した。

1995年現在4鉱体をISL法により採掘している。

6. 地質概要

ウズベキスタン中央部のウラン胚胎地域の基盤はヘルシニア期卓状地地塊の一部をなす褶曲した古生代の堆積岩類と花崗岩類からなり, NW-SE系とE-W系の断層により隆起-沈降ブロックを形成している。沈降部は透水性の砂質堆積物と不透水性の粘土質堆積物からなる白亜紀-第三紀の堆積物により覆われている。(図8-1-1)

ウラン鉱床は基盤を覆う白亜紀-古第三系の透水性砂岩層中の酸化帯と還元帯の境界付近に形成された砂岩型(ロールフロント型)鉱床で, 鉱床の厚さ1~20m, 幅は最大数百m, 長さは数kmに達する複雑な形態の鉱床である。ウラン鉱物は酸化ウラン(ピッチブレンド), コフィナイトが主体で, スカンジウム, イットリウム, 希土類元素を伴うことが多い。低品位であり, 鉱床の深度が100~500mであるが, ISL法が適用できる鉱床である。

Uchkuduk地域には, 砂岩型鉱床が5鉱床, 熱水成網状鉱脈鉱床が5鉱床ある。ウラン鉱物はピッチブレンド, コフィン石で, スカンジウム, イットリウム, 希土類元素などが含まれている。レニウムは地下水に溶存していると考えられている。

総埋蔵量 60,600tU(平均品位0.03%U), このうちISL法により稼行できる埋蔵量は21,300tUである。(表8-B)

7. 採鉱関係

Uchkuduk, Meylisai, Kendykijube, Aktauの4鉱床についてISL法を用いている。鉱体は深さ80~100mにあり, 厚さは2~3m, 地下水面は地表下40mにある。

カット・オフ品位は0.01%U, 鉱石の平均品位は0.03%Uである。注入井列と生産井列の間隔は20m, 各井戸の間隔は10~15mである。注入井 1,260本, 生産井 460本で, 2,000

～3,000m³/時の浸出液を注入している。揚水はエアリフト(60%)か水中ポンプ(40%)による。浸出液に薬品は添加されていない。生産井が連結された貴液回収幹線パイプに沿って3.8m³/分処理能力のサテライト・イオン交換処理施設が設置されている。坑井は毎年1,600本が更新され、坑井の寿命は1～5年(平均3年)である。

貴液のウラン濃度が10ppmになると、そのブロックは放棄される。穿孔はトリコーン・ロックビットを用い、56時間/100mの速度で掘削される。坑井のポリエチレン・ケーシングは放棄される時に回収される。イオン交換樹脂はウクライナ製である。

8. 製錬関係

ISL法貴液の処理工程は8.3. Zafarabad(図8-3-2)を参照。貴液からのウラン回収は3部門からなる。貴液を生産する坑井現場に設けられたサテライト・イオン交換処理ユニット(処理能力300m³/時)で貴液中のウランを陰イオン交換樹脂(AM-Pタイプ、ウクライナ製)に吸着し、中央処理プラントへ送る。ここでは樹脂からウランを溶離、沈殿、濃縮したイエローケーキ・スラリーをNavoi精製錬所へ送る。Navoi精製錬所では各処理プラントから送られてきたスラリーをまとめて酸溶解・溶媒抽出により精製し、水酸化アンモニウムにより沈殿させた後、乾燥・焙焼して高品位イエローケーキ(NO₃)としている。

9. 生産コスト

生産コスト (US\$/kgU)				費目別コスト (US\$/kgU)		
	1989年	1990年	1991年上半期	1991年	%(1992年1月)	
割賦償却費				物品費	48.26	31.0
坑井フィールド	0.91	3.82	1.92	労務費	52.00	33.4
処理プラント	7.28	6.34	7.49	電力費	43.97	28.3
小計	8.19	10.17	9.41	償却費	8.89	5.7
操業費				その他	2.57	1.6
坑井フィールド	58.37	51.51	79.66			
処理プラント	3.20	3.43	3.43	合計	155.69	100.0
小計	61.57	55.25	83.10			
合計	69.76	65.49	92.51			

* ルーブルの公定レートとして下記の値を用いた。

	1989	1990	
ルーブル/100米ドル	63.04	58.47	1991年の分は1990年のレートに準じた。

10. 生産体制, 実績, 計画

技術者, 地質担当者, 管理担当者が90人, 試錐要員80人を含めて労働者が510人, 計600人で操業している。

操業は1方6時間, 1日4方, 24時間体制で行われ, 従業時間は週36時間である。

年間生産量は1991年に400tU/年, 1992年に400tU/年, 1993年に500tU/年であり, 生産計画は1994年が550tU/年, 1995年が1,600tU/年である。(表8-C)

11. 生産物の販売実績, 計画

ウズベキスタンと米国は1994年9月にウランに関する反ダンピング調査を差止める協定を修正して, 輸入割当制度の下で2004年まで米国へウランを販売できることになった。NMMCはウランの販売量と価格を独自に設定する能力を持っている。

NMMCはNUKEM社との間で, 1993年から2000年まで1,900tU/年を供給する長期契約を結んでいる。

12. 環境保全対策

独立国家として, ウズベキスタンの議会と政府は法体系の確立に乗り出し, 憲法が批准され, 鉱物資源と自然環境の利用を規制する法律を含む多くの法律が議会を通過している。政府はまた, アラル海地域の環境破壊を回復するための法令を公布し, 環境保全対策を模索している。内閣に対して責任を有する環境保護省(Department of Environmental Protection)を新設し, 鉱山・コンビナートとその周辺都市における環境保全, 新しい鉱山施設の建設と土地利用の規制に当たらせている。当鉱山に関しては遠隔地にあること, 地下水中の全溶解物量が操業前の3,000ppmから操業後の3,200ppmまでの僅かな増加であることを考慮して, 地下水と地表の復元は不要としている。

13. 政策

ウズベキスタンは国家収入を増やす方策として輸出を促進するため, ウラン産業の拡張を計画している。ウラン資源の開発には低コストのISL法に焦点が絞られている。

NMMCは世界のウラン市場における信頼できる供給者となるべく計画している。

8.1b. Uchkuduk 鉱山（露天採掘）

1. 交通・インフラ

Uchkuduk（I S L）に同じ。

2. 権利関係

Uchkuduk（I S L）に同じ。

3. 鉱業権益

Uchkuduk（I S L）に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk（I S L）に同じ。

5. 経緯・現状

Uchkuduk（I S L）を参照。

- 1958年 露天採掘開始
1994年Uchkuduk露天採掘 停止。

6. 地質概要

地質・鉱床はUchkuduk（I S L）に同じ。

露天採掘で採取可能な埋蔵量は1993年現在、2,000tU で、平均品位は0.01%である。

7. 採鉱関係

Uchkudukの露天採掘は1958年に始まり、1993年までに10億m³の鉱石とずりが採掘された。1992年の時点で稼働中の#13ピットは1970年に操業を開始し、最盛期には年間36,000,000m³のずりと1,000,000tの鉱石を産出したが、1992年にはそれぞれ24,000,000m³と500,000tに減少した。その時点で寿命は3年と推定されており、1994年に閉山した。その他の露天採掘は計画されていない。ピットの深さは1992年に北部で70m、南部で150mであった。表土は10m³のパワーショベルと75tトラックで運搬された。ベンチ高さは

12m。鋳石は2～3mの厚さで約0.12%Uの品位を有し、発破の後5m³のパワーショベルと40tトラックで運搬された。

鋳石は鉄道で300km離れたNavoiミルへ送り、処理された。

8. 製錬関係

Navoiミルで処理された。供鋳量は250～300t/時でロール・クラッシャーで破碎の後、ロッド・ミルとサイクロンの閉回路で-150 μ mに粉碎される。粉碎された鋳石は硫酸と二酸化マンガン（酸化剤）を加えたパチューカ槽（pH1.2）で予備浸出の後、イオン交換樹脂を含んだパチューカ槽で浸出・吸着がおこなわれる。尾鋳は廃滓ダムへ送られる。樹脂に吸着されたウランは硫酸で溶離され、リン酸トリブチルを用いた溶媒抽出回路で濃縮、精製された後、炭酸アンモニウムで沈殿させる。この後、一般的な方法でイエローケーキ（YC）に変換される（図8-1-2）。

プラントの人員は630人、電力消費量は55kW/t鋳石、硫酸はUchkuduk硫酸工場（能力700,000t/年から供給された）。

9. 生産コスト

US\$/kgUで示した生産コストは下記の通り（1991年については公定レートがないので、1990年のレートに準じた）

	1989年	1990年	1991年上期	ルーブル公定レート	
				1989	1990
割賦償却費				ルーブル/US\$100	
鋳山	3.98	3.85	3.04	63.04	58.47
ミル	7.67	6.34	7.44		
小計	11.65	10.19	10.48		
操業費					
鋳山	41.73	66.61	100.23		
輸送	3.59	5.93	6.94		
ミル	7.90	9.49	27.09		
小計	53.22	82.03	134.26		
合計	64.87	92.22	144.74		

10. 生産体制、実績、計画

生産量は1991年は555tU/年、1992年は500tU/年、1993年は500tU/年であった。

1994年に192tUを生産した後、閉山した。

11. 生産物の販売実績、計画
Uchkuduk (I S L) に同じ。

12. 環境保全対策
Uchkuduk (I S L) に同じ。

13. 政 策
Uchkuduk (I S L) に同じ。

8.1c. Uchkuduk 鉱山（坑内採掘）

1. 交通・インフラ

Uchkuduk（I S L）に同じ。

2. 権利関係

Uchkuduk（I S L）に同じ。

3. 鉱業権益

Uchkuduk（I S L）に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk（I S L）に同じ。

5. 経緯・現状

Uchkuduk（I S L）に同じ。

坑内採掘操業は1974年に終了した。

6. 地質概要

Uchkuduk（I S L）に同じ。

坑内採掘で採取可能な埋蔵量は1993年現在、4,200tU である。

7. 採鉱関係

NMMCはUchkuduk地区で4坑内採掘鉱山を操業していたが、1990年までにいずれも閉山した。操業の詳細は不明である。採掘粗鉱は鉄道で Navoiミルへ送られ、処理された。

8. 製錬関係

Uchkuduk（露天採掘）に同じ。

9. 生産コスト

US\$/kgU で示した生産コストは下記の通り（1991年については公定レートของデータがないので、1990年のレートに準じた）

	1989年	1990年	1991年上期	ルール公定レート	
				1989	1990
割賦償却費					
鉱山	8.03	8.66	5.88	ルール/US\$100	63.04
ミル	7.64	6.34	7.44		58.47
小計	15.68	15.00	13.31		
操業費					
鉱山	52.49	64.51	101.37		
輸送	4.13	4.99	5.88		
ミル	9.07	9.49	22.88		
小計	65.70	78.99	130.13		
合計	81.38	93.99	143.44		

10. 生産体制、実績、計画

過去の生産実績は不明。将来の生産計画はない。

11. 生産物の販売実績、計画

Uchkuduk（ISL）に同じ。

12. 環境保全対策

Uchkuduk（ISL）に同じ。

13. 政策

Uchkuduk（ISL）に同じ。

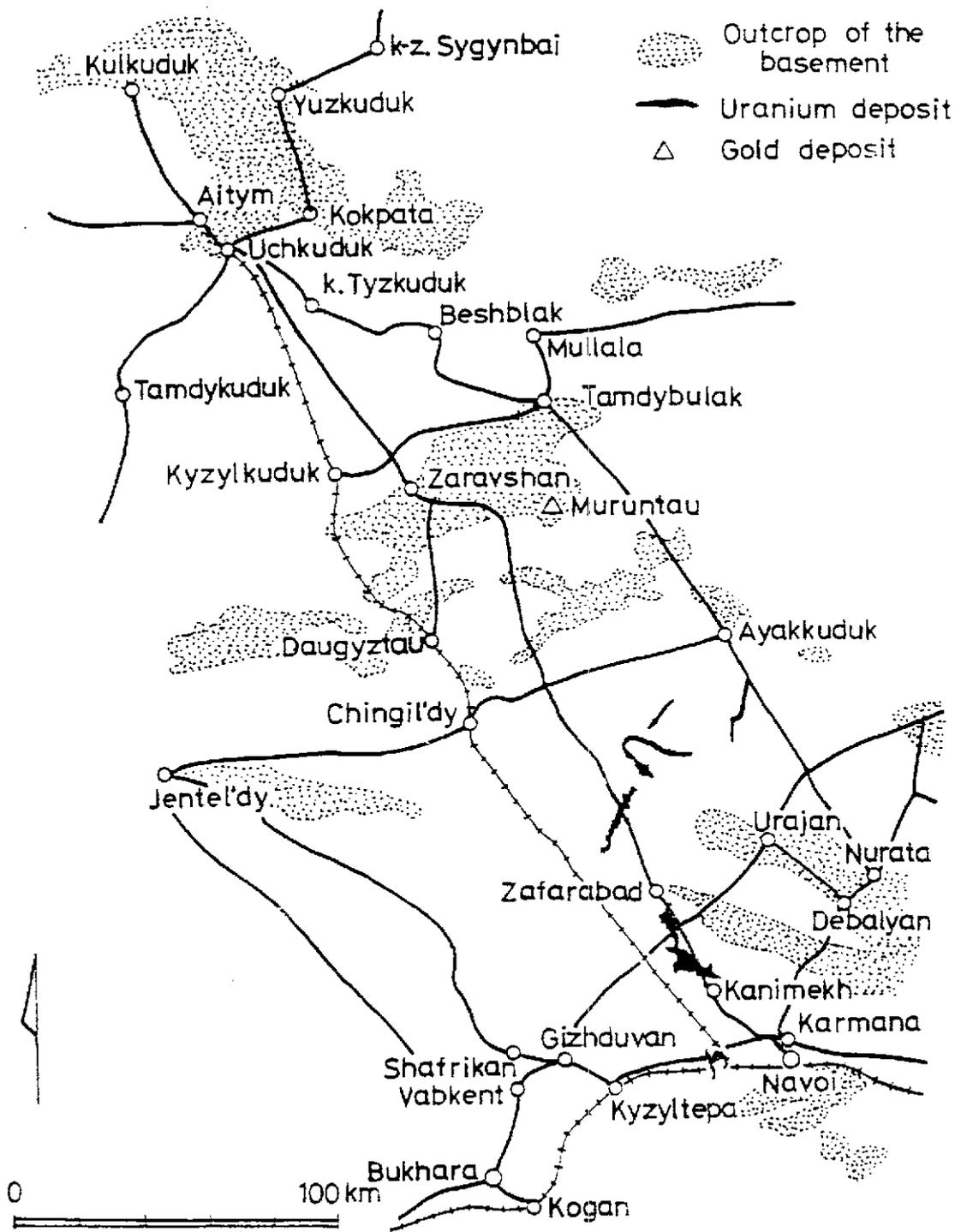


図 8 - 1 - 1 Kyzylkum 砂漠の基盤露出状況

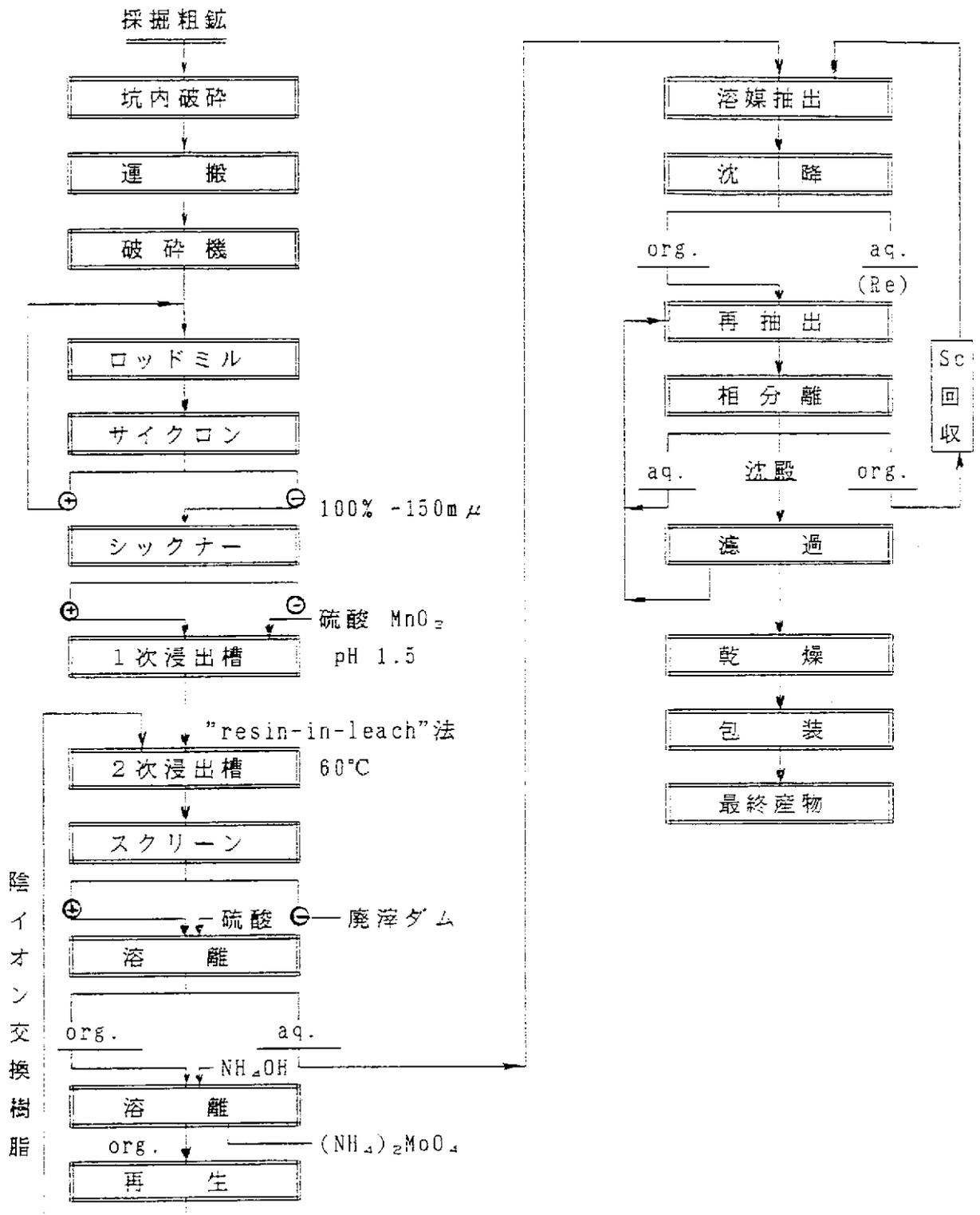


図8-1-2 ウラン鉍石処理フローシート

8.2. Zaravshan(ザラフシャン) 生産センター

1. 交通・インフラ

Zaravshan(ザラフシャン, 別名Vostokポストーク)はNavoi(ナボイ)の北西200kmに位置する(図8-A)。北緯41° 21', 東経64° 11', 標高500m。Navoi から主要道路が通じており, 車で約3時間を要する。

連絡先: Uchkuduk (I S L) に同じ。

気 候: Uchkuduk (I S L) に同じ。

2. 権利関係

Uchkuduk (I S L) に同じ。

3. 鉱業権益

Uchkuduk (I S L) に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk (I S L) に同じ。

5. 経緯・現状

探鉱・開発の経緯についてはUchkuduk (I S L) を参照。

1994年に坑内採掘は中止された。

6. 地質概要

地質, 鉱床タイプ, 鉱体の規模はUchkuduk (I S L) を参照。

鉱床タイプは砂岩型鉱床(ロールフロント型)である。

鉱体は複雑なロール状で, 厚さは1mないし20m, 幅は最大数百m, 延長は数kmに達する。

Zaravshan 地域の坑内採掘可能なウラン埋蔵量は(1993年現在)40,600tUであった。

7. 採鉱関係

採鉱法は, 石炭層の採掘に用いられる掘削機械を用いた長壁式採鉱であった。採掘さ

れた鉱石は列車で Navoiミルへ送られた。

Vostok鉱山における坑内採掘は1994年に中止された。

8. 製錬関係

Uchkuduk（露天採掘）に同じ。

鉱石は1992年までの数年間はタジキスタンの Khodjent(ホドジェント) ミルで処理された。その後は Navoiミルで処理された。

9. 生産コスト

Vostok鉱山における生産コスト(US\$/kgU) を下記に示すが、ミル操業費はKhodjentミルにおけるコストである。(1991年のルーブル公定レートはデータがないので、1990年のレートに準じた)

	1989年	1990年	1991年上期	ルーブル公定レート	
				1989年	1990年
割賦償却費				ルーブル/US\$100	
鉱山	8.06	8.66	5.88	63.04	58.47
ミル	7.67	6.34	7.44		
小計	15.73	15.00	13.31		
操業費					
鉱山	52.60	64.48	101.37		
輸送	4.13	4.99	5.88		
ミル	9.10	9.46	22.88		
小計	65.83	78.94	130.13		
合計	81.56	93.94	143.44		

10. 生産体制, 実績, 計画

生産量は1991年に290tU/年, 1992年に200tU/年, 1993年に200tU/年であった。1994年に閉山した。

11. 生産物の販売実績, 計画

Uchkuduk (I S L) に同じ。

12. 環境保全対策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

13. 政策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

8.3. Zafarabad(ザファラバド) 生産センター

1. 交通・インフラ

Zafarabad(ザファラバド)はNavoiの北西60kmにある(図8-B)。Navoiから車で約40分。北緯40°21′, 東経67°48′。標高約300m。

連絡先: Uchkuduk (I S L)に同じ。

2. 権利関係

Uchkuduk (I S L)に同じ。

3. 鉱業権益

Uchkuduk (I S L)に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk (I S L)に同じ。

5. 経緯・現状

Uchkuduk (I S L)に同じ。

6. 地質概要

地質・鉱床はUchkuduk (I S L)に同じ。

Zafarabad 地域には南北130kmにわたり、8鉱床が分布している(図8-3-1)。1994年現在、Veshkak, North Bukinai, South Bukinaiの3鉱床についてI S L法が用いられている。Alendik, Lyavlyakan, North Kanimekh, South Kanimekh, Maizakの5鉱床は探鉱中である(表8-A)。この地域の確認U量は38,900tU, 推定U量は37,700tU(1994年現在)である。表8-3にその内訳を示す。

砂岩型鉱床の\$80/kgU以下のカテゴリーの確認・推定埋蔵量は42,400tU, 熱水成鉱床は規模が小さく、低品位で、\$80~120/kgUカテゴリーの確定・推定埋蔵量は18,000tUと見積もられている。

砂岩型鉱床の胚胎深度は100~450m, 鉱体の厚さは1~35m, 品位は0.01~0.5%U,

カットオフ品位は0.01%U (0.04~0.06% m)、鉍物は酸化ウラン、コフィナイト、希土類元素、スカンジウムを伴う。副産物としてレニウムを産する。地下水温度は18° ~25°C、鉍床の透水係数は5m/日である。

埋蔵量について下記の報告もある。

	N. Burkinai	S. Burkinai	Veshkak	その他
埋蔵量 tU				
C ₁	17,769	15,898	4,999	NA
C ₂	2,986	1,702	1,825	NA
合計	20,755	17,600	6,824	37,047
生産量	10,118	6,285	2,188	0
残存埋蔵量				
C ₁	4,702	7,792	2,166	NA
C ₂	2,986	1,701	1,790	NA
合計	7,688	9,493	3,956	37,047
%U	0.043	0.117	0.042	NA
%・m	0.122	0.230	0.110	NA

7. 採鉍関係

I S L法を採用している。

坑井の配置は注入井と生産井の列を交互に並べる直線配置。列間の距離は50m。列の中の坑井間隔は20~25m。液の汲み上げはエアリフト(70%)と水中ポンプ(30%)による。ウラン濃度が10~15mg/l以下になったところで坑井を放棄する。

注入液は累層中に2%以上の炭酸塩が存在すれば、5~10g/lの硫酸溶液を用い、2%以下の場合には少量の硫酸を添加して初期pHを少し下げるとどめる。貴液の品位は50mg/l程度である。

I S L法に関するパラメーターは下記のとおりである。

	N. Burkinai	S. Burkinai	Veshkak
坑井当たりの平均流量(m ³ /時)	4.5	6.5	7.5
空気量m ³ /溶液量 m ³	60	35	15
揚液高さ(m)	110	15~90	15~25
酸消費量(kg/kgU)	165	190	90
濃度(ppm U)	40~50	40~50	50~60
坑井寿命	3年	3年	1年

8. 製錬関係

I S L法貴液の粗製錬工程フローシートは図8-3-2を参照。

貴液は5槽の受入タンクで固形物を除去した後、イオン交換コラム6槽でイオン交換樹脂にウランを吸着させる。ウランを吸着した樹脂は溶離コラム7槽でアンモニアによりウランを溶離する。この工程でウラン濃度は受入貴液の50mgU/l から25gU/lに濃縮される。さらにアンモニアを加えてpHをあげウランを沈殿させ、脱水する。洗浄工程を経て、シックナーで沈殿、濃縮し、イエローケーキのスラリー(150gU/l)とする。設備は500tU/年能力施設を3系統、計1,500tU/年の能力を有する。1993年生産量は1,060tU/年であった。

9. 生産コスト

(1) 1989年におけるコスト(US\$/kgU)¹⁾

	割賦償却	操業費	合計
坑井フィールド	1.97	64.45	
処理プラント	7.31	3.22	
小計	8.71	67.68	76.39

(2) 1994年1月におけるコスト(US\$/kgU)²⁾

費目	金額	費目	金額
物品費	2.42	技術・管理部門労務費	2.55
時間給労働費	0.99	小計	15.39
電力費	3.17	一般管理費	3.38
割賦償却費	0.05	社会的費用	0.16
開発費	5.12	処理プラント	1.92
保守費	1.07	包装費・販売費	0.99
輸送費	0	合計	21.84

1)1989年におけるループルの公定レート US\$1.60/ループル

2)1994年1月における公定レート US\$1=1,500 ループル, 1 som=1 ループル。

10. 生産体制, 実績, 計画

Zafarabad の従業員数は2,200人。

操業体制は4方6時間の24時間体制で、従業員の週労働時間は36時間である。

年間の生産実績は1992年に800tU, 1993年に1,050tU, 1994年に1,050tUであった。

1994年～2000年の年間生産計画は1,200tU/年である。

1991年におけるZafarabad の総生産費は50,599,000ループルであり, kgU 当たりの総単位コストは60.84 ループルであったので, 総生産量は831,673 kgU と算出される。

11. 生産物の販売実績, 計画

Uchkuduk (I S L) に同じ。

12. 環境保全対策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

13. 政策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

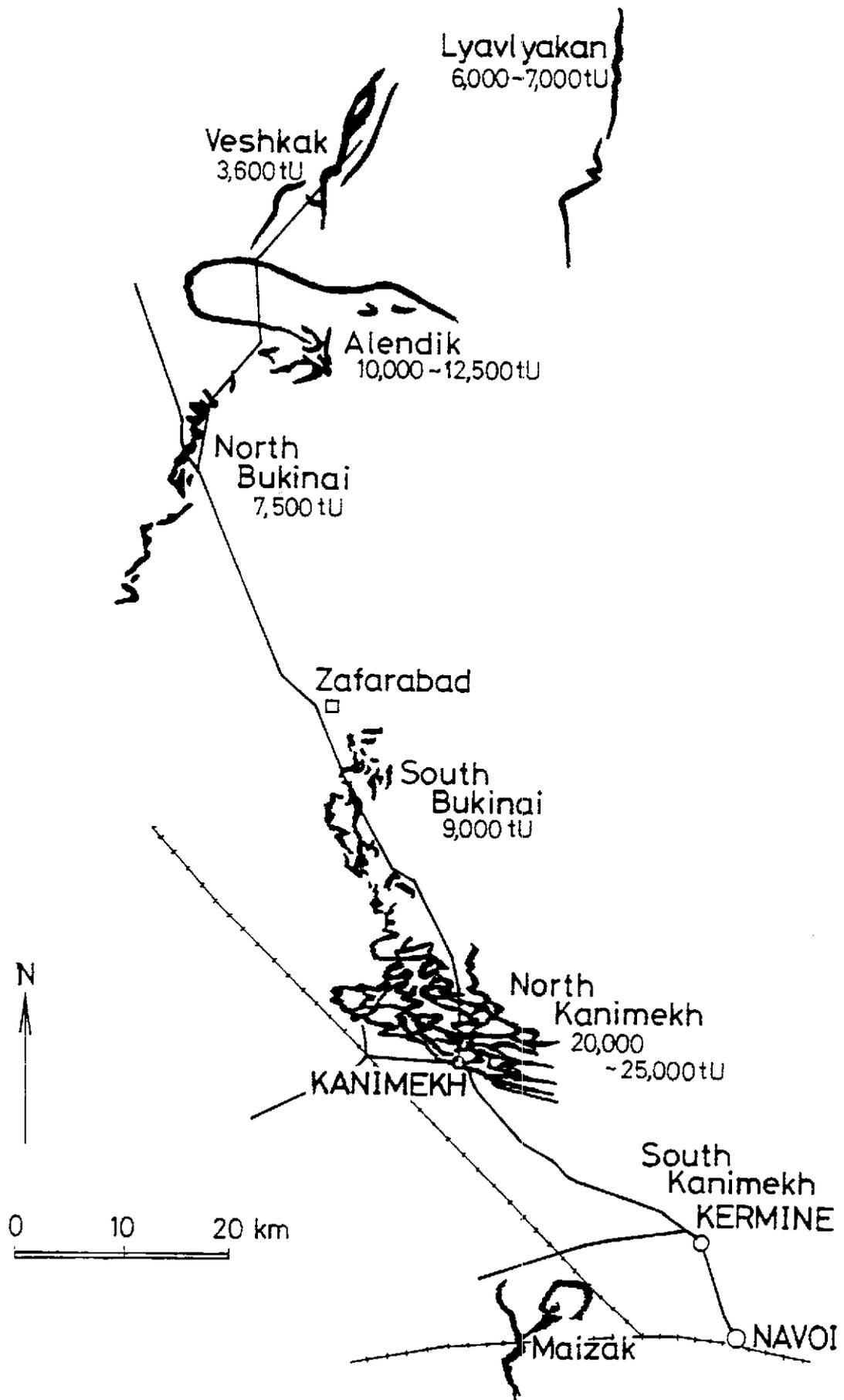


図 8 - 3 - 1 Zafarabad 地域の鉄床分布

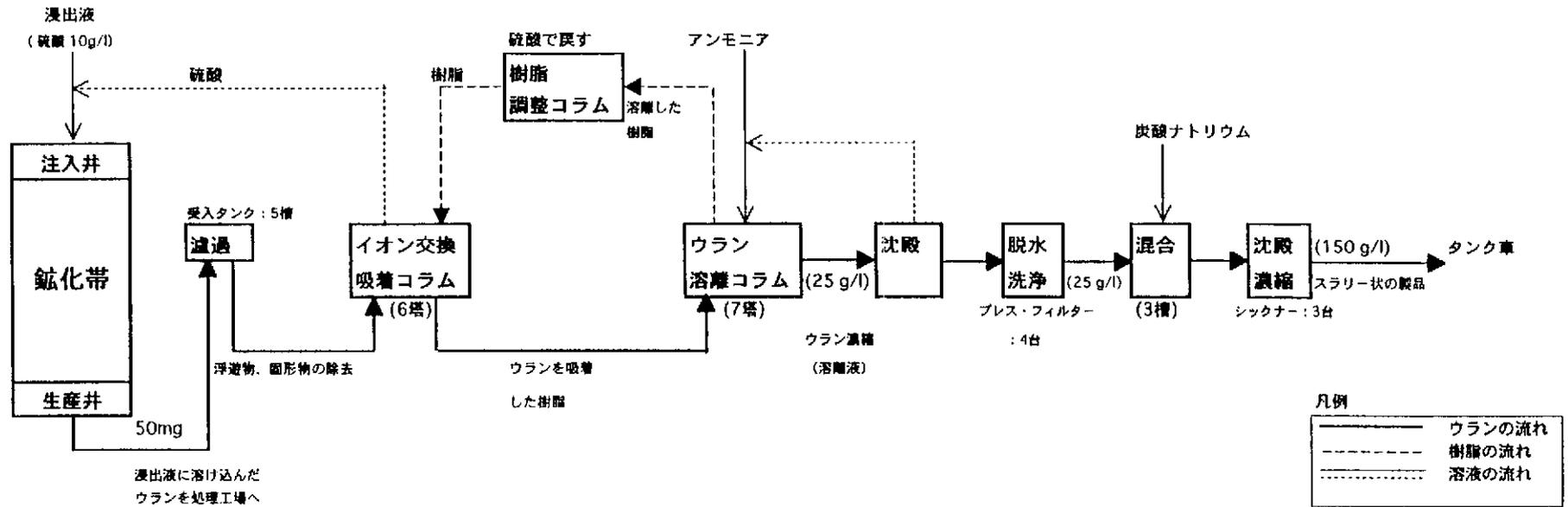


図8-3-2 Zafarabad センターのISLによるウラン生産フロー

表8-3 Zafarabad 地域の鉱床と確認・(推定)ウラン埋蔵量

単位：tU

鉱床名	確認量	推定量
Lyavlyakan	7,000	
Veshkak	3,600	
Alendik	10,000	
South Bukinai	7,500	
North Bukinai	9,000	
North Kanimekh	1,800	(25,000)
South Kanimekh		(12,500)
Maizak		(?)
合計	38,900	(確認・推定：74,600)

〔註〕 Severny Kanimekh(25,000tU)の一部1,800tU はNMMCに移管された。

8.4. Nurabad(ヌラバド) 生産センター

1. 交通・インフラ

Samarkand(サマルカンド)の西, 約70km, Navoi(ナボイ)の南東20kmに位置する(図8-B)。北緯39° 40', 東経66° 09'。標高約500m。SamarkandとNavoiを結ぶハイウェイから30km南へ入る。

連絡先: Uchkuduk (I S L)に同じ。

2. 権利関係

Uchkuduk (I S L)に同じ。

3. 鉱業権益

Uchkuduk (I S L)に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk (I S L)に同じ。

5. 経緯・現状

Uchkuduk (I S L)に同じ。

1995年現在, 6鉱体を把握, うち2鉱体にI S L法を用いている。

6. 地質概要

地域の地質はUchkuduk (I S L)を参照。

古第三紀の碎屑性堆積物(主として礫岩・砂岩・泥岩)中に形成された砂岩型(ロール・フロント型)鉱床で, Sabyrsai, Ketmenchi, Shark, Agron, Tutly, Nagornoyeの6鉱体が知られている。ウラン鉱物はピッチブレンド, コフィナイト, 随伴元素としてスカンジウム, イットリウム, 希土類元素を含んでいる。I S L法で採取可能な埋蔵量は1993年現在27,000tUである(表8-B)。

鉱床胚胎深度は100~400m, 鉱体の厚さは0.5~10m, 品位は0.01~1.0%, カットオフ品位は0.01%U (0.04~0.06%・m), 地下水温度は18°~20°Cである。鉱床の透水係数は6~8m/日である。

7. 採鉱関係

Sabyrsai, Ketmenchi 2 鉱山について I S L 法を用いている。Shark 鉱体は採掘を終了した。

坑井の配置は注入井と生産井の列を交互に配置する直線配置。列間の間隔は 50m。列の中の坑井の間隔は注入井では15m、生産井では25m。液の汲み上げは水中ポンプ(50%)、エアリフト(50%)。ウラン濃度が10~15mg/l以下になると揚水を中止する。

累層中に2%以上の炭酸塩が存在すれば、注入液に5~10g/lの硫酸溶液を添加する。2%以下の場合は初期pHを少し下げのために少量の硫酸を用いる。

鉱体深度 100~400mの条件で I S L 法のカットオフ品位を0.04~0.06m%としている。1993年生産量は 800tU。

8. 製錬関係

坑井フィールド内に複数個設けたサテライト・イオン交換ユニットと中央樹脂ストリッピング施設からなる。

サテライト・ユニットでは坑井から汲み上げた貴液を粘土でライニングした集水池に集めた後、サテライト・ユニットへ送り、ウランを上昇流イオン交換樹脂カラムで回収する。流量は1ユニット当り300m³/時である。ウランをロードした樹脂はストリッピング施設へ送る。ウランを回収した後の浸出廃液はpHを調節して、再び浸出液として注入井へ送る。採取率は97%と報告されている。

中央樹脂ストリッピング施設では約100kgU/t(樹脂)ロードされたイオン交換樹脂から5段の向流式ストリッピング・カラム(2mφ×15mH)で硝酸アンモンと硫酸を用いてウランを溶離した後、水酸化アンモニウムでウランを沈殿させる。シックナーで濃縮したスラリーはタンク車で Navoi ミルへ送られる。

9. 生産コスト

Nurabad 鉱山の I S L ウラン生産コスト(US\$/kgU)は下記の通り。(1991年はループルの公定レートの情報がないので1990年に準じた)

	1989年	1990年	1991年上半期		1989年	1990年	1991年上半期
割賦償却費				操業費			
坑井フィールド	3.30	3.82	5.93	坑井フィールド	40.27	47.06	68.74
製錬処理	7.28	6.34	7.44	輸 送	-	-	-
小計	10.58	10.17	13.36	製錬処理	3.20	3.43	3.43
				小計	43.477	50.49	72.18
				合 計	54.05	60.66	85.54

ルーブルの公定レート（年平均値）

年	ルーブル/US\$100
1989	63.04
1990	58.47
1991	（1990年に準じた）

10. 生産体制, 実績, 計画

1994年～2000年の年間生産計画は800tU/年である（表8-C）。

11. 生産物の販売実績, 計画

Uchkuduk（ISL）に同じ。

12. 環境保全対策

Uchkuduk（ISL）に同じ。

13. 政策

Uchkuduk（ISL）に同じ。

8.5. Navoi(ナボイ) 精製錬所

1. 交通・インフラ

タシケントの南西約550km (図8-A)。

タシケントからSamarkand を経て主要道路が通じている。車で約6時間を要する。ナボイ州には5都市があり、州の人口は250,000人、ナボイ市の人口は45,000人である。

Navoi Mining and Metallurgy Combine(NMMC) ナボイ採鉱・製錬コンビナート

Ul. Shevchenko 26, Navoi 706800, Uzbekistan.

Tel. :7-43622-5-60-05, Telex. :116271 BIZONSU

2. 権利関係

NMMC社はKyzilkumredmetzoloto社(1992年1月設立)の傘下にある。

社長 Nicolay I. Kuchersky

3. 鉱業権益

Uchkuduk (I S L) に同じ。

4. 許認可関係

Uchkuduk (I S L) に同じ。

5. 経緯・現状

- ・1958年：旧ソ連の中型機械工業省の組織としてNMMCが設立された。管理は旧ソ連の原子力産業省(MAPI)により行われ、製品の出荷はMAPIのマーケット部門であるTechsnab export(Tenex)により行なわれていた。
- ・1964年：Navoi に湿式製錬ウラン処理施設が完成した。(1,500tU/年規模)
- ・1987年：鉱石採鉱量が減少し、I S L法による貴液処理が主体となった。
- ・1992年1月：Kyzilkumredmetzoloto 社が設立され、NMMC社の親会社となり、ウズベキスタン政府の管理を離れた。
- ・1992年3月：NUKEM 社との間にウラン売却の長期契約が締結された。
- ・1994年現在：Uchkuduk, Zafarabad, Nurabadの3 I S L 鉱山からイエローケーキを受入、高品位のイエローケーキ(UO₃)を生産している。

6. 地質概要

7. 採鉱関係

8. 製錬関係

- ・精製錬のフローシートを図8-5-1に示す。
- ・1963年に建設され、当初の生産能力は1,500tU/年であったが、1979年にウラン抽出工場を増設して生産能力4,000tU/年となった。施設は溶媒抽出工場と乾燥・焙焼の2建屋からなる。
- ・中和設備、アンモニア製造設備を有する。
- ・各生産センターの粗製錬所から送られてくるスラリー（20%程のスラリー）の品位は30～200gU/l
- ・溶媒はAMP(三級アミン系、ウクライナ製)。実収率は99.5%
- ・再抽出工程前にレニウムを有機溶媒で回収している。NH₄ReO₄の品位は69%
- ・焙焼したイエローケーキの品位は84～85%

9. 生産コスト

- ・操業形態は365日/年稼働、2方/日、36時間/週就労、労働者数は250名である。
- ・操業コストの割合は電力費20～30%、労務費20～30%、物品費40～60%。精製錬コスト比率は総生産コストの20～25%

10. 生産体制、実績、計画

11. 生産物の販売実績、計画

- ・酸化ウラン製品は210lドラム缶詰（重量330kg）とし、20ftコンテナに密封して、鉄道でロシアのサンクトペテルブルクかアルハンゲリスクに陸送している。カスピ海経由で地中海へ出す輸送ルートが検討されている。
- ・NMCCはウランの販売量と価格を独自に設定する能力を持っている。NOKEM社との間に、1993年から2000年まで1,900tU/年を供給する長期契約を結んでいる。

12. 環境保全対策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

13. 政 策

Uchkuduk (I S L) に同じ。

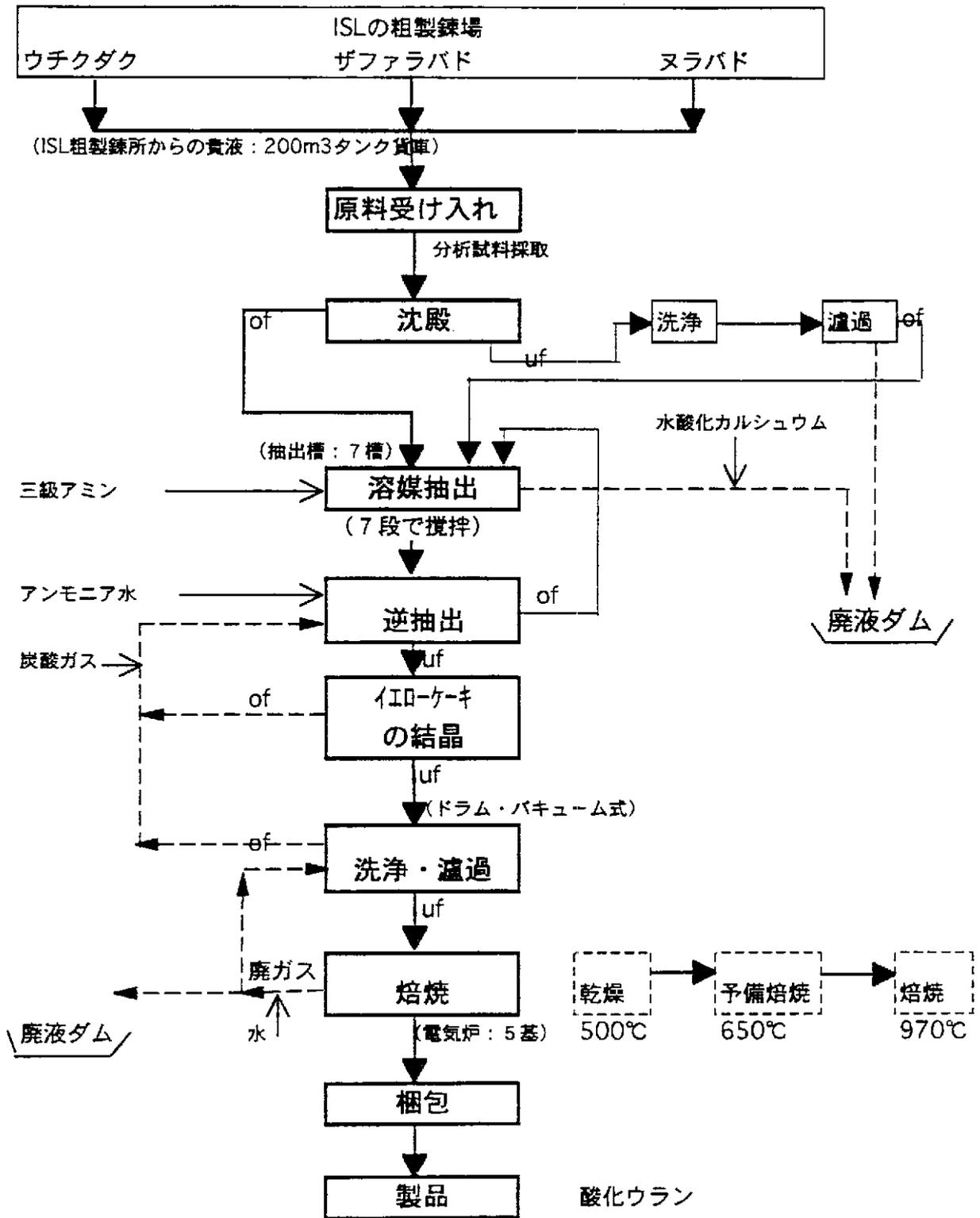


図 8 - 5 - 1 ナボイ精製錬所の精製錬工程

9. キルギスタン共和国

Kara Balta 生産センター／製錬所

図9-A キルギスタン共和国のウラン生産センター

図9-B Kara Balta製錬所鉱石処理フローシート

図9-C Kara Baltaウラン精製錬フローシート

表9-A Karasaiskoye（露天掘）鉱山の生産コスト(US\$/kgU)



図9-A キルギスタン共和国のウラン生産センター

9. Kara Balta (カラ・バルタ) 生産センター／製錬所

1. 交通・インフラ

Kara Balta (カラ・バルタ) はキルギスタン共和国の北部、首都Bishkek(ビシュケク(旧称 Frunze(フルンゼ)))の西70kmにある。北緯42° 50' , 東経73° 56' , 海拔高度約600m。

Bishkek とは鉄道、幹線道路で結ばれている。(図9-A)

Kara Balta Ore Mining Combinat (カラ・バルタ鉱山コンビナート(1993年に「Yuzh polymetal Mining and Metallurgical Kombinat」は「Kara Balta Ore Mining Combinat」に改称された)) Ul. Belinskovo, 55 , Bishkek 720001, Kyrgyzstan.

Tel. 22-28-81, 22-21-81; Fax. 3312 22-72-28; Telex. 245161 Granit

2. 権利関係

Kyrgyzaltyn(キルギスタン企業連合:1992年キルギスタン政府が7企業を集めて設立した)に属するKara Balta Ore Mining Combinat (カラ・バルタ鉱山コンビナート)がウラン製錬を運営している。

キルギスタン共和国政府が権利を保有している。

3. 鉱業権益

4. 許認可関係

- ・キルギスタンではウラン生産についての許・認可システムは変化しつつあり、ロシア共和国の許・認可システムと同様な道をたどると予想される。
- ・ロシア共和国の許・認可システムについての規定・規制を含む「ロシア鉱物資源法」の概要は、アクタウの本項参照。

5. 経緯・現状

- ・Yuzhpolymetal は1951年にキルギスタンとカザフスタンのウラン鉱床を開発するために設立された。1955年酸溶出ウラン製錬所がKara Baltaに建設された。この場所は、鉄道幹線上にあり、既知ウラン鉱床分布の中心地であった。付近の鉱量が枯渇したので採鉱活動は北方のカザフスタンに漸次移動した。Kara Balta製錬所は当初ウラン・モリブデン鉱脈網状鉱体の鉱石を処理しており、1990年までに38,476tを産した。その設計能力は1,500,000t鉱石/年であったが、1980年代中期以降フル操業したことは

なく、1990年で能力の10%、1991年は6%で、それ以後ウラン鉱石が処理されたことはない。所属鉱山のうちKarasaiskoye（カラサイスコエ）露天掘鉱山は1989年に閉鎖し、坑内掘鉱山「東」および「西」は1990年に閉鎖された。以後、Kara Balta製錬所へはカザフスタンのCentral ISL 生産センター、Stepnoye ISL生産センター産の重ウラン酸アンモニウムが契約により供給されている。

6. 地質概要

7. 採鉱関係

8. 製錬関係

- ・典型的なロシアの湿式ウラン製錬法である（フローシートは図9-Bを参照）。
- ・設計能力1,500,000t鉱石／年（少なくとも1980年代中期以降にフル操業したことはない）。
- ・1990年までに38,476tUを生産した。
- ・製錬所操業の大部分は、中央コントロール室から電子的にコントロールされている。操業中間生産物の試料は、空気チューブで分析室に送られる。操業パラメーターおよびコストは、中央コンピューター・システムを通して入手できる。
- ・精製錬施設 設備容量1,700tU/年、精製錬フローシートは図9-Cを参照、製品の品位は85%Uである。

9. 生産コスト

Karasaiskoye露天掘鉱山（1989年閉山）、東・西坑内掘鉱山（1990年閉山）の生産コストは表9-Aに示されている。

精製錬の操業費は人件費17～18%、電力費26%、副原料費30～35%、残りは諸経費である。

10. 生産体制、実績、計画

- ・Kara Balta製錬所はカザフスタンのStepnoye生産センターとCentral 生産センター産のイエローケーキを精製処理している。操業は3交替制、人員は70名。現在、キルギスタン国内ではウラン鉱の採鉱はおこなわれていない。

11. 生産物の販売実績、計画

- ・1994年6月、カザフスタンのKATEPとの間にKara Balta製錬所におけるウラン精製錬

および製品の販売に関し、契約を締結した。すなわち、KATEPは1,000t／年(40-45%U)のイエロー・ケーキを精製錬のためKara Balta製錬所に送り、最終製品はKATEPが販売する。販売利益は、KATEP 71%、キルギスタン 29%で配分する。契約期間は、1994年-2000年である。

12. 環境保全対策

ウラン産業に対する規制や環境規制については不明。これらの法律は、ロシア環境法と同様なものが制定されるであろう。

13. 政 策

- Kara Balta鉱山コンビナートは従来のウラン産業施設の金産業への転換を計りつつある。CAMECOとの合弁会社KUMTORが設立されている。

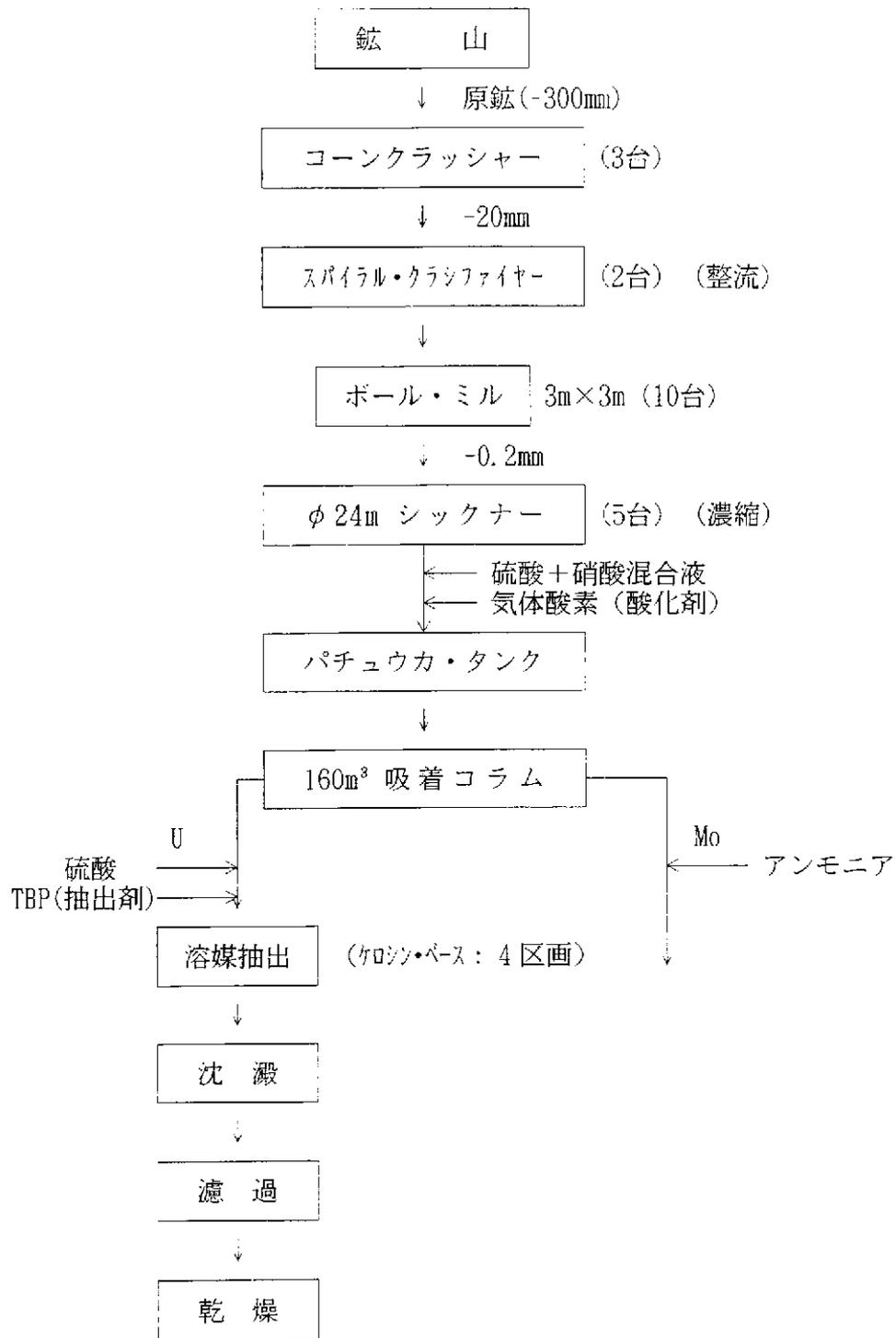


図9-B Kara Balta製錬所鉍石処理フローシート

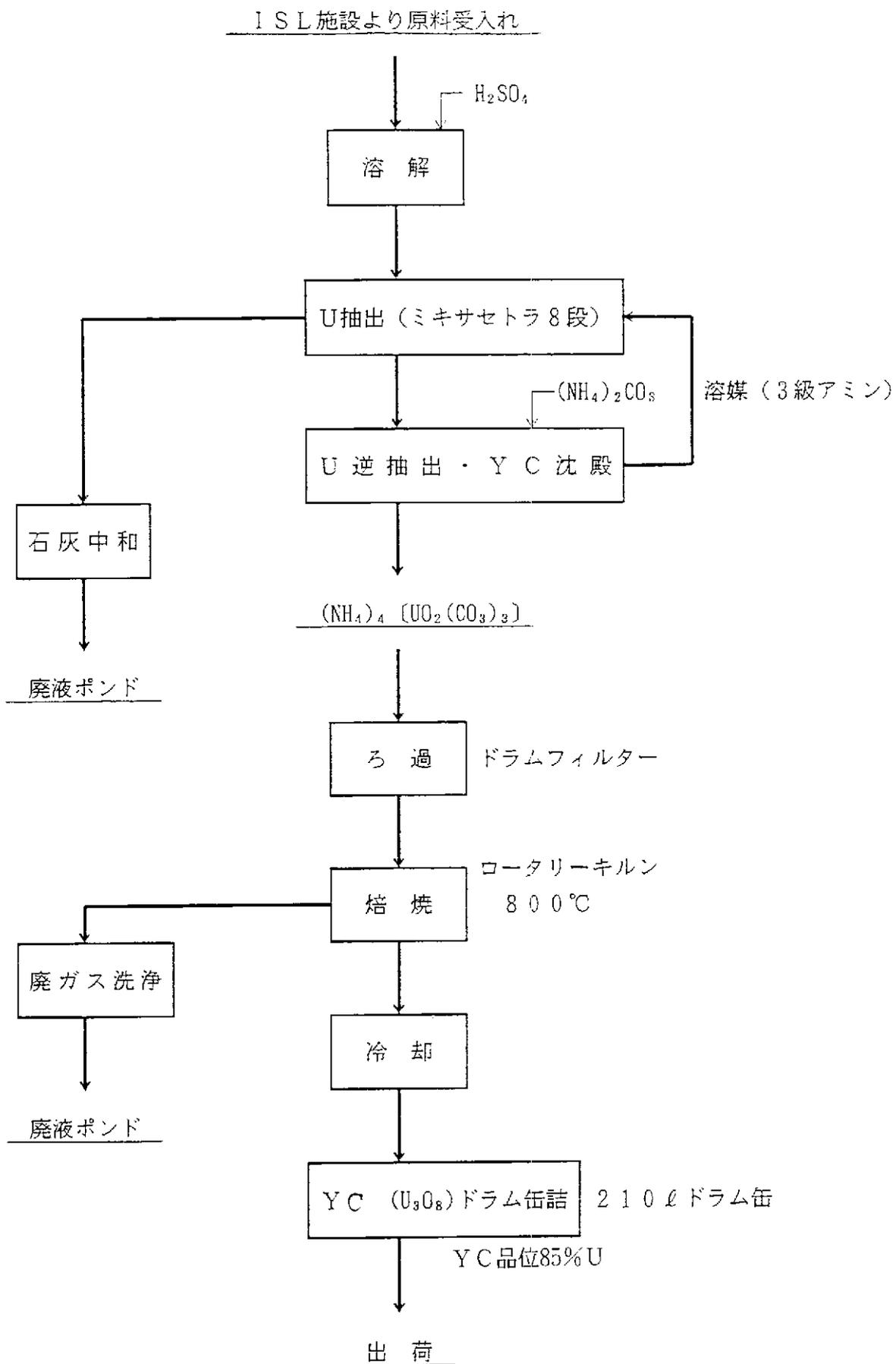


図9-C Kara Baltaのウラン精製錬フローシート

表9-A Karasaiskoye (露天掘) 鉍山の生産コスト (us\$/ kgU)

年	1989	1990	1991
項目	①	②	
・償却			
鉍山	-	閉鎖	閉鎖
製錬所	7.83	-	-
小計	7.83	-	-
・操業費			
鉍山	64.64	閉鎖	閉鎖
輸送	1.80	-	-
製錬所	46.85	-	-
小計	113.29	-	-
合計	121.12	-	-

坑内掘生産：「東」鉍山生産コスト

年	1989	1990	1991
項目	①	②	
・償却			
鉍山	1.03	-	閉鎖
製錬所	7.84	9.05	-
小計	8.87	9.05	-
・操業費			
鉍山	75.92	152.72	閉鎖
輸送	2.11	4.22	-
製錬所	53.00	41.43	-
小計	131.03	198.37	-
合計	139.90	207.42	-

坑内掘生産：「西」鉍山生産コスト

年	1989	1990	1991
項目	①	②	
・償却			
鉍山	0.36	-	閉鎖
製錬所	7.84	9.05	-
小計	8.20	9.05	-
・操業費			
鉍山	64.41	121.63	閉鎖
輸送	2.13	3.18	-
製錬所	53.65	30.64	-
小計	119.19	155.45	-
合計	127.39	164.50	-

①Ref. 1-13(1994):
US\$1.35/1 R

②ソ連・東欧データブック(1991)
US\$1.71/1 R

10. ロシア連邦

- ロシア連邦のウラン資源開発
1. ウラン資源開発経緯
 2. 埋蔵量
 3. 生産量
 4. 需 要
 5. 生産センター
 6. 鉱業権益
 7. 許認可関係

地域・鉱山	鉱 床
10.1. Priargunsk露天掘鉱山／製錬所	Shirsndukuy, Streltsovsk(U. G) Antey, Oktyabrsk(U. G), Luchist(U. G) Martovsk(U. G), Malo-Tulukuev(U. G) Tulukuevsk(O. P), Yubileyn Vesenne, Novogodne, Pyatiletne Krasniy Kamen, South-West, Zherlov Argunsk, Bezrechno, Dalne, Polevo
10.2. Priargunsk坑内掘鉱山	10.1. と同じ
10.3. Onezsk地域	Padma 鉱床
10.4. Zauralsk地域	Dalmatovsk, Dobrvoin, Zauarsk
10.5. Yeniseisk 地域	Labyshko, rimorskogo, Ost-Uynk
10.6. Vitimsk 地域	ヒアジンスカヤ, インスコヤ
10.7. C. Transbaykal 地域	Olovsk, Stepnoy, Bevezov, Gornoye
10.8. Far East(Amur) (極東) 地域	Lastochka 鉱床
10.9. Chupa 地域	
10.10. Lovozero Tundra地域	

10.11. Aldan地域 ————— ユーズナヤ鉍床

10.12. Slyndyanka 地域

10.13. Vihorevka地域

図10-A ロシア連邦のウラン鉍山及びウラン鉍床地域

図10-1-1 リアルグンスク・ウラン鉍床地域地質概念図

図10-1-2 プリアルグンスク・ウラン鉍床地域模式断面図

図10-1-3 プリアルグンスク地域地質構造図

図10-1-4 トウルクエフ鉍床断面図

図10-1-5 Priargunsk（プリアルグンスク）製錬所フローシート

図10-1-6 クラスノカメンスク概略図

表10-1-1 露天掘鉍山生産コスト一覧

図10-2-1 ストレルツォフスク鉍床断面図

表10-2-1 採鉍関係一覧

表10-2-2 坑内掘鉍山生産コスト一覧

表10-2-3 坑内掘鉍山の主要資材の原単位－1991年

表10-2-4 Priargunsk鉍山の所要工数－1991年

図10-3-1 オネガ・ウラン鉍床

図10-3-2 オネガ鉍山地域図, パドマ鉍床断面図

図10-3-3 パドマ鉍床断面図（'97断面線）

図10-3-4 パドマ鉍床断面図（'88断面線）

図10-4-1 西シベリアのウラン賦存ベルト地帯

図10-4-2 ザウラルスク地域の古河川の平面図

図10-4-3 ダルマトフスコエ鉍床の平面図

図10-4-4 ダルマトフスコエ鉍床の断面図

図10-4-5 ダブルボノエ鉍床地質平面図

図10-4-6 ダブルボノエ鉍床地質断面図

図10-4-7 ロシア・ダルマトフスコエ鉍床のISLによるウラン生産フロー

図10-6-1 ビチムスキー鉱床区（ヒアジンスカヤ鉱床）の地質図

図10-6-2 ビチムスキー鉱床区の鉱化した古チャンネル断面図

○ 参考資料：法・規則の抜すい

I. ロシア連邦地下資源法抜すい

II. ロシア連邦最高会議政令抜すい

III. 鉱業権益に関する法・規則抜すい

IV. 許認可，環境保全対策に関する法・規則抜すい

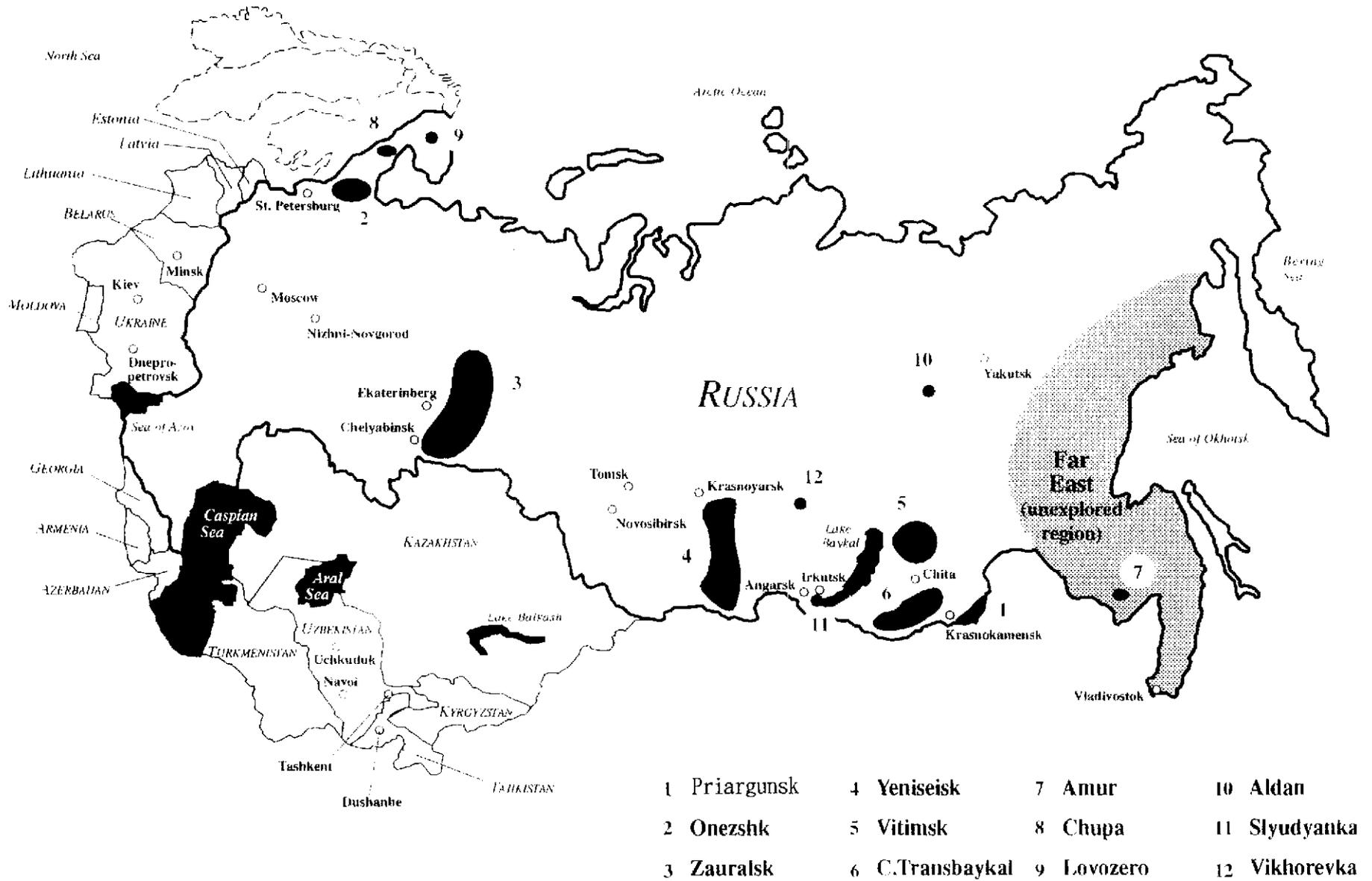


図10-A ロシア連邦のウラン鉱山及びウラン鉱床地域

○ロシア連邦のウラン資源開発

1. ウラン資源開発経緯

旧ソ連時代、国防委員会によって地質省に第一探鉱指令部が設置されることが決定された。1945年よりウラン探鉱に国家予算が配分され、優秀な地質技術者たちがウラン探鉱に取り組むことになった。中央政府の予算によってウラン探鉱が開始されてから、1970年代までに、ある程度まで成果を上げることができ。

最初は、旧ソ連の南部にウラン鉱床が発見され、旧ソ連の南部を対象として主に探鉱をしていた。旧ソ連邦崩壊後、ウラン資源の探鉱はロシア地質学会（又はロシア連邦政府地質・地下資源利用委員会）が所轄し、探鉱の実施はその下部機関のゲオロゴラズベドカ公団が行っている。ウラン資源の開発は原子力省が所轄し、その下部機関のアトムレドメゾロート公団のもとで行っている。1994年現在、ウラン鉱山の開発企業の民営化を進めている。

2. 埋蔵量

1991年1月1日時点の旧ソ連の埋蔵量（B+C、カテゴリー）は92.4万tUである。その内訳は25%（約24万tU）がロシア、44%がカザフスタン、11%がウズベキスタンとその他の共和国に分布する。その他の共和国には有望な鉱床は見られていない。

80 \$ /KgU以下の埋蔵量は57.8万tUである。その内訳は25%（約14.5万tU）がロシア、47%がカザフスタン、15%がウズベキスタン、13%がウクライナに分布する。（図10-A）

3. 生産量

1990年のウラン生産量は12,800tUである。その内、32%の4,100tUがロシアであり、ウズベキスタンが29%の3,700tU、カザフスタンが31%の4,000tU、ウクライナが8%の1,000tUとなっている。1994年の旧ソ連邦のウラン生産量は約7,700tU、その内ロシアが2,968tU、カザフスタンが2,240tU、ウズベキスタンが2,116tU、ウクライナが400tUとなっている。

4. 需 要

ロシアの発電所の施設容量は2134万2千KW、ウクライナが14万KW、リトアニアが250万KWとなっている。現在ロシアにおいて100万KW級の発電所が建設中である。カザフスタン、ウズベキスタンには原子力発電所（軽水炉）がない。カザフスタンには35万KWの高速増殖炉がある。

5. 生産センター

1970年代旧ソ連時代には8つのウランコンビナートが存在していた。当時の生産量で

は国内需要は充分満たされており、輸出可能なほどの余力があった。旧ソ連が崩壊したことからロシアにおける生産中のウラン鉱山は1つになった。その他の鉱山は他の共和国に位置し、当該国の所有となった。

ロシアのウラン産業は、現在のところ需要を十分に満たすが、有望な大きな鉱床は Priargunsk (プリアルグンスク) 鉱山のみしかないことが問題である。

6. 鉱業権益

ロシア連邦における鉱物資源の探鉱および採鉱に関する基本法は鉱物資源法（英文表記 Law of Mineral Resources）又は地下資源法（露文表記 0 He u pac）である。これは 1992年2月に議会で承認され、1992年7月に施行規則として鉱物資源開発許可取得手続きに関する規則（英文表記 Regulaytions on Procedures for Licensing the Use of Mineral Ressources）又は地下資源利用認可手続きに関する規則が告示された。現在、鉱物資源の所有者は依然として国家であるが、1993年12月に批准された新憲法では将来鉱物資源の所有権をロシア市民及び国内民間企業に認めることになっており、法律の改訂が必要である。

現在の鉱物資源法では、ウランは戦略的鉱物資源のトップに位置付けられ、その第9条に放射性物質の採掘許可証は国有企業に対してのみ発行されると規定している。すなわち、ロシアの原子力省（英文表記 Ministry of Atomic Energy）の排他的権利を保証して、外国企業参加のジョイント・ベンチャに門戸を閉ざしている。1993年9月、議会は独占禁止と民営化の政府方針に反するものとして、第9条の改訂に同意したが、翌10月のロシア・ホワイトハウス攻防戦事件のために、お蔵入りになってしまった。しかしながら、ロシア議会の下院であるドゥーマは、数年前に金に対して行ったのと同様にウランに対しても外国企業が投資出来るように改訂することを検討している。

7. 許認可関係

鉱物資源法は探鉱権及び採掘権を許認可制度によって与えることを定めている。許可証保持者は、許可条件に従うことによって鉱物を利用する排他的権利を所有する。許可証の期限は、探鉱権が5年間、採掘権が20年間である。

許可証は競売（通常小規模プロジェクトに対して）か入札によっても交付される。入札書類はロシア地質委員会（英文表記 Russian Geological Committee）又はロシア連邦政府地質・地下資源利用委員会が任命する専門委員会と地方行政によって検討される。入札の結果に不満な場合には、入札者はロシア連邦仲裁裁判所（英文表記 Russian Federation Arbitration Court）に異議を申立てることが出来る。

大部分の中規模又は小規模の鉱山プロジェクトについては、地方行政から許可証が交付され、大規模プロジェクトについては、ロシア地質委員会の承認を必要とする。入

札の事前作業（公告、引合書の配付など）は地方行政府によって行われる。許可証の発行者に支払う競売（入札）参加費及び許可証取得費は、法律によって定められている。

許可証は定められた書式の書類であり、国家と地方の利用者との関係を定めている。許可証の主要項目（有効期間、鉱区の範囲、生産量など）は国家によって決められる。また、資金のおよび技術的能力、環境保全、鉱物の最大限の利用、その地方の労働力の優先的な活用、社会インフラストラクチャの発展などに関して、許可証の発行者と地下の利用者との間で取り決めが行われなければならない。許可証には、ロシア連邦の権限を有する行政官、地質委員会委員長及び許可証保持者が署名する。

1992年8月から1994年1月までに地質委員会が発行した6,591件の許可証のうち、1,220件は石油およびガス、3,302件は貴金属に対するものである。340件が競売又は入札によって許可され、120件が外国資本が参加したジョイント・ベンチャに交付された。また、この6,591件のうち10件が、仲裁裁判所における係争の対象となった。

1993年9月9日ロシア連邦政府は、探鉱及び採鉱作業の国家管理体制を定める国家地質管理規則（英文表記 Regulation on the State Geological Control）が承認された。この規則によってロシア地質委員会は国家管理を実施する中央官庁になり、ロシア地質委員会の副委員長は主席国家監督官（英文表記 Chief State Inspector）となった。また地方の地質委員会の委員長には地方主席監督官（英文表記 Local Chief Inspector）の権限が与えられた。このような体制は許可証保持者の鉱物資源法及び許可条件の遵守を監視するためのものである。

監督官の職務は、最初の地質データの正当性、生産品の量及び質に関する許可条件との整合性、坑道探鉱及び試錐探鉱の安全性、探鉱及び採鉱作業中に得られた地質データの保存、並びに科学的、文化的重要性のある地表及び地中の保護についての管理である。また監督官は、ロシア連邦鉱工業監督署（英文表記 Federal Mining and Industrial Supervision of Russia）と共に、副産物を含めた資源の現状、変遷及び損失についての調査を管理する。更に、監督官は不正な地中の利用を防ぐと共に、必要があれば許可証の取消しを提案する。

1994年7月に鉱物資源法の一部修正案が会議に提出された。これは地下鉱物資源の国家所有を確認すると共に、採掘された鉱物の所有権を採掘者に認めることを提案している。修正案では鉱業権の移転も認めており、許可証の登録替えの手続きも定めている。また、ロシア連邦政府に地質情報費を支払うことも規定している。更に現存の鉱山が民営化される場合には、銀行供託金によって、その鉱山の開発・維持費を連邦政府に変換することも定められている。

10.1. Priargunsk（プリアルゲンスク）鉍山（露天掘鉍山）/製錬所

1. 交通・インフラ

位置：Priargunsk（プリアルゲンスク）鉍山は、シベリアのバイカル湖の東 Chita（チタ）地方のKrasnokamenk（クラスノカメンスク）にある。Krasnokamenkは鉍山のために作られた人口約8万人の人口都市である。この地域はロシア連邦とモンゴル共和国並びに中国の国境が接する地点で鉍山からモンゴルまで200km、中国まで30kmである。北緯50°06′，東経118°01′。標高約800m。

交通：鉍山の北西約400kmにChita（チタ）市があり、此処から道路、鉄道および空路によってアクセスできる。

連絡先：Priargunsk Industrial Mine-Chemical Union Chita Region, 674665
Krasnokamenk 423-23, Russia. 電話(302-45)2-54-12, Fax(302-45)2-51-21
Telex 225817(Chenist)

気候：現地は草原地帯で風強く樹木はない。気温は夏35℃，冬-30℃である。

2. 権利関係

Priargunsk鉍山の経営企業Priargunsk Industrial Mine-Chemical Union は1994年4月に株式会社となった。今後1997年まで更に民営化を進めていくこととなっている。

{	51% 政府
	34% ロシアの会社
	15% フランス系会社（詳細不明）

額面10,000ルーブルの株券準備券はロシアの証券取引所にて38,000~39,000ルーブルにて取引された。

当社はロシア連邦唯一のウラン生産業者で、ウラン鉍山と製錬所を所有している。製錬工場の一部はこの地域で採掘される金鉍石を製錬する設備に転換する計画がある。

3. 鉍業権益

1992年に承認、施行された鉍物資源法（または地下資源法と言う）、鉍物資源開発許可取得手続きに関する規則（または地下資源利用認可手続きに関する規則と言う）に基づく、採掘権と推定される。採掘権の期限は20年間である。

法、規則に関する詳細は別紙参照。

4. 許認可関係

採掘権等の許認可はロシア連邦地質・地下資源利用委員会が承認・交付する。

法、規則に関する詳細は別紙参照。

5. 経緯・現状

旧ソ連における活発なウラン探鉍活動は1946年に始まり、多くの鉍床が各地で発見された。1963年KrasnoKamenK鉍化地域にてStreltsovskoye（ストレットソフスコエ）鉍床が発見され、1969年に開発が開始された。これまで約40本の立坑を掘削（深度400～1000m）し、探査坑道1000km、開発坑道5000kmを開さくした。旧ソ連時代は地質省（英文表記Ministry of Geology）によって探鉍が行われ、探鉍および製錬は原子力産業省（英文表記Ministry of Atomic Power and Industry-Mignatomergoprom）によって行われた。これらの作業は国家安全監視委員会（英文表記State Committee for Safety Inspection-Gosgortekhnadzor）と労働者代表者会議（英文表記Soviets of Working Peoples' Deputies）の管理下にもあった。ウランは戦略物質として最高機密事項であった。1994年民営化への移行が始まった。現在はウランの露天掘・坑内掘鉍山、製錬所および硫酸工場、石灰火力発電所、露天掘炭鉍などを操業し、病院、学校、研究機関、市民会館、レジャー施設、農場などを保有している。又モンゴルのErdes 鉍山のウラン鉍製錬も実施している。

6. 地質概要

KrasnoKamenK周辺のStreltsovsk 鉍床地域は、古生代のウラル・モンゴル褶曲帯の構造岩塊であるZabaykalsky（ザベカルスキー）山塊内に位置する。この褶曲帯はジュラ紀の火山活動と白亜紀の地塊断層運動を被っている。

基盤岩は中世代の花崗岩と原生代の変成岩である。ジュラ紀の火山活動によりカルデラ構造が形成され、そのカルデラ構造の凹地はジュラ紀の火山岩、火山砕屑岩類や白亜紀の石炭を夾在する堆積岩によって埋められている。

主要な構造方向は北東－南西、南北、北西－南東および東西の方向である。

ウラン鉍床は直径約20kmのカルデラ内のジュラ紀の珪長質火山岩と凝灰岩中に存在する。火山岩は、砂岩を夾在する珪長岩、流紋岩、イグニブライトおよび凝灰岩から成る上位層準と、砂岩、礫岩を夾在する山岩、玄武岩、石英安山岩質凝灰岩、イグニブライトから成る下位層準とに分けられる。カルデラ内には多数の断層が存在し、ウラン鉍化作用は構造により、または岩質によって規制されている。

ウランの単味鉍石とウラン・モリブデン鉍石とがあり、主要ウラン鉍物はピッチブレンドと時にコフィナイトである。通常黄鉄鉍、白鉄鉍および方鉛鉍を伴う。ウラン・モリブデン鉍石の場合には、この他に多くの輝水鉛鉍を含む。これらの有用鉍物は鉄染状、小脈状、時には塊状にて存在する。脈石鉍物は絹雲母、石英および方解石で

ある。

主要ウラン鉍化年代として 128Maが、その他に 108Ma, 90Ma, 70Maが測定されている。

ウラン鉍体としては、形状、規模および品位とも極めて変化に富んでいるが、主として次の3つに分類出来る。

- 一 裂か充填脈状鉍床：ほとんどすべての火山岩層準を切る大きな亀裂中に鉍石が集中している。急激な形態の変化を示し、時には亀裂の発達した基磐岩中に延びている。この場合上位の火山岩との接触面近くで最大の厚さを示し、基磐岩中の深度と共に薄くなる。品位は鉍脈中の局部では数%Uに達することもある。
- 一 網状鉍床：複雑な線状構造の組み合わせを呈し、通常適した岩質の単一層準中に発達する。品位は0.6%U程度に達することもある。
- 一 層状鉍床：炭質物を伴う透水性の良い火砕岩または碎屑岩の層準中に、多くの場合急傾斜断層に隣接して賦存する。貫入岩とその上位の火山岩層準との間の不整合面に添って水平な層状鉍床が存在することもある。品位は0.2%U程度である。

主要鉍床は主として脈状鉍床か網状鉍床であり、小規模鉍床は主として層状鉍床からなる。しかしながら、砂岩と凝灰岩の互層中に、一鉍体中にいろいろな型の鉍体が共存して、複雑な形状を呈している場合もある。

鉍床はいくつもの火山岩および火砕岩の層準中に賦存し、400m以上にわたって垂直方向に延びていることもある（Streltsovskoye（ストレルツォフスコエ）鉍床）。Streltsovskoye鉍床は基盤の花崗岩中まで延長しており、最大深度1800mに達する。鉍床の長さは数100m(Tulukskoye(トゥルクエフスコエ)鉍床の場合約400m)、巾は150mに及ぶ。

鉍床の位置と分布を規制するものは次のようなものである。

- ・ 北西－南東方向および南北方向の断層
- ・ 断層と断層との交差点
- ・ 断層と岩肌との交差点
- ・ 断層による接触面の傾斜の急激な変化
- ・ 断面の不均質な火山岩
- ・ 有機物を含み断層の発達した火砕岩および碎屑岩の互層
- ・ 火山岩層準間の不整合面

ウラン鉍床はこれまでに約19鉍床発見されている。

1	Shirsndukuy	3	Antey
2	Streltsovsk(またはStreltsovskoe)	4	Oktyabrsk

5 Luchistoye	13 Krasniy Kamen (Red Rock)
6 Martovsk	14 South-West
7 Malo-Tulkuy	15 Zherlovoye
8 Tulkuy (またはTulukuevskoe)	16 Argun(またはArgunskoe)
9 Yubileynoye	17 Bezrechnoye
10 Vesenneye	18 Dalneye
11 Novogodneye	19 Polevoye
12 Pyatiletneye	

OECD/NEA ウラングループ調査報告書（1992）によれば、当地区の総埋蔵鉍量は約281,000tU、80\$/kgU以下の埋蔵鉍量約119,200tU と推定されている。

主要なウラン鉍床の埋蔵鉍量は以下の通りである。

Streltsovskoe	約60,000tU
Tulukuevskoe	約30,000～40,000tU
Arugunskoe	約40,000tU

1990年末現在の残存埋蔵鉍量は74,298tUとされている。

7. 採鉍関係

露天掘鉍山はTulukevskoe(トウルクエフスコエ) 鉍床（ウラン・モリブデン鉍床）を対象とし、1970年に採掘開始されたが、1993年の280tU の採掘を最後として閉山した。操業時の状況：露天採掘場の規模は1.1km×1.5km×深度200m、ピットスロープ23～27°、ベンチ高15～20m である。

さく孔機械：ダウンザホール孔径約 150～200m、積込機械ホイールローダーまたはパワーショベル

Minsk(ミンスク) 製の35～40t オフハイウェイ・トラックで傾斜12%のピット内道路を経て鉍石を搬出し、積載（鉍石はスキャナーによって、ずり捨場行き、ヒーブリーチング用および製錬工場行きに選別される。春期と秋期はピット底にラドン・ガスが停溜するので、常時モニタリングを行い、必要があれば2台のトラック搭載の扇風機にて排除する。1991年の採掘鉍石の平均品位は 0.09%弱であった。ピット斜面の安定性は不良で、犬走り、グラウティング、コンクリート補強が必要であった。年間 320日、1日16時間の操業であった。

Priargunsk 鉍山のモリブデン生産の大部分は露天掘採掘の鉍石によっていたので、閉山によってモリブデン生産量は著しく減少するものと思われる。

8. 製錬関係

Priargunsk製錬所にトラックで送られてきた鉍石は、原産地別に処理される。夫々の原産地からの鉍石は、0.15%U程度の給鉍にブレンドされる。給鉍は篩分けされ、+300mmの鉍石はジョー・クラッシャーで破碎され、-300mmの鉍石は放射性選鉍所か、または製錬所の貯鉍ビンに送られる。

理由は不明であるが、放射性選鉍所はここ数年間正常な運転をしていない。放射能選鉍所が正常に稼働していた時には、給鉍の約40%を処理し、0.012%Uのカットオフ品位でこのうち約12%が分離された（多分ヒープリーチング用）。60~200mm粗粒用系統と40~60mm細粒用系統とがあり、粗粒用系統は2レーン（シンチレーション検出器2基）、細粒用系統は4レーン（シンチレーション検出器8基）から成る。各レーンのベルト・コンベヤ速度は1.3m/秒である。このうちの5レーンはコンビナートにて製作されたものである。

製錬所の粉碎設備は6系統から成り、処理能力は鉍石のタイプの違いによって、2系統が140t/h、4系統が100t/hである。1992年の処理鉍石量は、採掘鉍石量の減少を反映して450t/hであった。

各系統は、7.23m径2.3m長さの自生ミル、35m径4.5m長さのボール・ミル、スパイラル・クラシファイアおよび湿式サイクロンで閉回路を構成している。粉碎粒度は $100\% < 150\text{mesh}(75\mu)$ で、ボール・ミルのボールは100mm径と60mm径の混用である。各系統の所要電力は5MWで、鉍石屯当り電力消費量は36kwhである。ミルは補修のために月に2日間運転を停止する。

クラシファイアのオーバーフローは、トロンメルネットにて木屑を除去された後、湿式サイクロンを経て、3基ある50m径シクナーのうちの一つに送られる。ポリアクリルアミド凝集剤が添加される。沈降速度は $1\text{t}/\text{m}^2/\text{日}$ 、アンダーフロー濃度は1400g/lである。

浸出工程は3系統から成り、各系統は8基の浸出用タンクから成る。浸出パルプは過熱蒸気で 85°C に加熱され、濃度15g/lの硫酸と酸化剤の二酸化マンガンを加えられる。浸出時間は約3時間である。満足すべき酸化条件は通常400~500mVの酸化還元電位であるが、製錬所では420~520mVにコントロールされている。

浸出タンクは高さ22m、径5mのパチューカ・タンクで、セラミック・ライニングされた鋼鉄製で、鋼材とライニングの間には耐酸性充填材が入れられている。

浸出工程から出たパルプは、石灰の添加によってPHを2.5~3.5に調整された後、3系統から成る吸着工程に入る。この樹脂吸着による浸出技術は、応用化学全国連合協会（英文表記All Union Institute of Chemical Technology）によって開発されたものであるが、製錬所の技術者達は古い技術であると評価しているようである。

各系統は11基の280m³ パチューカ・タンクから成り、各タンクの滞留時間は45分間である。吸着用樹脂はウクライナ製のAM-P型樹脂で、アメリカのAmberlite と類似のものであるが、より選択性が優れていると言われている。将来鉍山でこの樹脂を生産する計画である。系統中の樹脂量は3,500m³ である。樹脂は15%の濃度で、パルプと向流して移動し、吸着量は第1タンクで25~30kg/t、最終タンクで2~3kg/tである。

ウランを吸着した樹脂は、水洗後ゴム・ライニングのステンレス鋼製溶離タンクに送られ、エア・リフティングしながら硫酸・硝酸液と向流する。この間に硫酸・硝酸液はウランを溶離して貴液となる。溶離された樹脂は、水洗後吸着工程に戻される。劣化と流失による樹脂の消費量は220g/tで、補給量は840kg/日である。

モリブデンは硫酸塩錯イオンを形成してウランより先に樹脂に吸着され、ウランの溶離工程では除去出来ないので、樹脂にとって有害となる。製錬所ではウランの溶離後に、更に水酸化アンモニウムによる溶離を行い、もりぶでん酸アンモニウムにして除去する。

更に、シリカによる樹脂の目詰りもPriargunsk製錬所では問題であり、別途水酸化ナトリウムによる洗浄によって目詰りしたシリカを除去している。

貴液中にはスカンジウムなどの有害物も含まれるが、これらは溶媒工程で第三層を形成するので、濾過による第三層の除去によって除去することが出来る。

吸着工程でウランが回収された後のパルプは、混入樹脂を除去した後中和されて、粘土層の上にプラスチックシートを敷いたダム式廃滓捨場に投棄される。ダムのオーバーフローは粉碎工程に戻される。

貴液はポンプによって溶媒抽出工程に送られる。有機栽培はケロシンを希釈剤として夫々0.1 モル/m³のリン酸トリブチル、2エチルヘキシル・リン酸およびトリアルキル・アミンの混合液である。これは単一の抽出剤を用いた場合よりも、相乗効果によって、より優れた抽出率を示す。

溶媒工程には、ミキサー・セトラーと向流式パルスコラムの2種類の設備がある。後者は高さ16m、直径2mのコラム内で、有機溶媒が貴液と向流で接触する。

含ウラン有機溶媒は炭酸アンモニウムによって逆抽出され、3炭酸アンモニウム・ウラニルとして沈殿する。

沈殿物は濾過、乾燥の後 800~850 °Cで仮焼され、84%のウランを含むU₃O₈の結晶が製品として得られる。仮焼工程中に発生するアンモニアは回収されて再利用される。

工場実収率は93~94% である。製錬所の操業は年間 320日、1日24時間である。

1992年の生産量4,000tU の内訳は以下の通りである。

露天掘鉍山の鉍石を製錬所で製錬	800tU
坑内掘鉍山の鉍石を製錬所で製錬	2,750tU
ヒープ・リーチング	200tU
坑内掘鉍山のイン・ストープ・リーチング	100tU
モンゴルの鉍石を製錬所で製錬	150tU

製錬所の付属設備では次のような生産を行っている。

- 硫酸生産：ウラン浸出用の硫酸は、ウラル山脈地方から鉄道輸送されるパイライト精鉍（37～46%硫黄）から生産されている。硫酸工場の容量は1,000t/日で、平均42%硫黄のパイライト精鉍の消費量は780t/日である。ただし、現在はウラン鉍石の採掘量が減っているため、硫酸の生産量も減少している。方式は通常の5酸化バナジウムの触媒による接触法である。
- 石灰生産：石灰石はKrasnokamensk から焼く160km の位置にある鉍山経営の石灰石採石場にて採掘される。石灰石はプラントに鉄道輸送されて焙焼される。プラントの容量は850t/日で、3基の焙焼炉を有する。
- 発電：石炭火力発電所を有し、年間3.2百万tの石炭を消費する。従来約百万tの石炭をKrasnokamensk から15kmの地点にある鉍山経営の露天掘炭鉍で採掘し、残り2.2百万tの石炭は他の炭鉍から移入していたが、1992年には鉍山経営の炭鉍で全所要量の3.2百万tを採掘する計画を立てている。
発電所は12基のボイラーと7基の発電機から成り、容量は500MWである。発電量の約30%はChita(チタ)市に販売されている。

9. 生産コスト

露天掘鉍山の生産コスト

		1989年	1990年	1991年上半期	
償却費	鉍山				
	製錬工場	ル-ブル/kgU	0.57	0.77	0.93
	小計	"	0.08	1.13	1.32
操業費	採掘費	ル-ブル/kgU	0.95	2.03	2.52
	運搬費	"	0.40	0.50	0.65
	製錬費	"	4.55	5.80	8.25
	小計	"	5.90	8.34	11.42
合計	ル-ブル/kgU	7.27	10.24	13.68	
	\$/kgU	11.56	17.51	—	
\$ /ル-ブル		1.59	1.71	—	

10. 生産体制，実績，計画

露天掘鉍山は現在閉山となった。

11. 生産物の販売実績，計画

ロシア産ウランの販売および輸出は、すべて共同出資会社Techsnabexportによって行われ、Priargunsk（プリアルグンスク）鉍山のウランの80%は輸出されている。1993年までに合計約25,000tUのウランが輸出され、欧州ではフィンランド、スウェーデン、スペイン、ドイツおよびスロバキアに販売された。また1989年から1993年までの輸出量の約半分はアメリカに販売された。その他フランス、イギリス、アメリカ、カナダにも販売された（詳細については不明）。

1992年アメリカの商務省(Department of Commerce)は、旧ソ連のウランはダンピングされているとして、旧ソ連の6共和国との間にウラン輸入を制限するサスペンション協定を結んだ。同年欧州原子力共同体調達局(Euratom Supply Agency)も、旧ソ連の6共和国からの輸入量を需要量の約20%に制限する措置を取った。1994年3月協定の見直しにより、アメリカの最終ユーザーが同量のアメリカ原産ウランと抱き合わせで買うことを条件として、ロシア産ウランを買うことが出来るようになった。

12. 環境保全対策

ロシア連邦における環境保全に関しては、連邦レベルでは環境保全・天然資源省（英文表記Ministry of Ecology and Natural Resources）が、地方レベルでは地方や都市の環境保全委員会が管轄している。

ロシア連邦の環境保全法（英文表記Law regarding Environmental Protection）は1993年に制定されたが、その第41条第1項に、国家の工業的および社会的発展は環境と地域住民の健康を守る必要性をそこなうことなしに進められなければならないと規定している。

開発予定のプロジェクトについては、フィジビリティ・スタディ中に環境影響評価報告書（英文表記Ecological Evaluation Report）を作成して審査（公聴会、世論調査など）を受けなければならない。環境保全・天然資源省は環境影響評価報告書の作成を必要とするプロジェクトのリストを公示した。それには精油所、発電所、核物質処理工場、化学工場、油およびガスのパイプライン、鉄道、港、化学処理プラント、大規模な鉍山および製錬所などの22種類のプロジェクトが含まれる。環境影響評価報告書の承認は連邦政府の環境保全・天然資源省が行うが、小規模なプロジェクト

（外国資本の投資の場合100百万ルーブル以下）については地方の環境保全委員会が承認する。

環境保全法とその施行規則の他に、いろいろな工業に対して基準や規則が決められている。工業基準を定めるのは、国家衛生・防疫管理委員会(英文表記State Committee of Sanitary and Epidemiological Control)で、これはまたその地方組織を通じて各工業サイトにおいて基準が守られているかどうか監視し、コントロールする。

核物質を取り扱う工業に関しては、放射線防護基準について国家原子力管理局（英文表記State Atomic Control）の規制を受け、地方の放射線防護監督署（英文表記Inspection of Radiation Safety）の監督を受ける。

環境保全法以外のウラン鉱山を規制する現行の規則および基準は次の通りである。

- ・放射性鉱物の採掘および製錬を行う企業の、解散・一時的閉鎖および転業に関する衛生規則（英文表記 Sanitary Rules of Liquidation, Temporary Closing-Down and Conversion of the Enterprise on Production and Processing of Radioactive Ores)(CN NKN-90)
- ・地表水の汚染防止のための衛生規則および基準（英文表記 Sanitary Rules and Standard of Surface Water Protection from Contamination)
- ・大気汚染防止規則（英文表記 Rules on Air Protection)
- ・ウラン露天掘採掘に関する衛生規則（英文表記 Sanitary Rules of Uranium Pit Operation)
- ・放射線防護規則（英文表記 Rules of Radiation Security)(HP5-76/87)
- ・放射性物質および電離放射線源を伴う作業に関する主要衛生規則（英文表記 Major Sanitary Rules for Work with Radioactive Materials and Ionizing Radiation Sources)(OCN-72/87)
- ・原子力設備に関する衛生基準（英文表記 Sanitary Standards for Designed Atomic Plants and Units)
- ・放射性廃棄物に関する衛生規則（英文表記 Sanitary Rules Regarding Radioactive Waste)(CNOPO-86)
- ・放射性物質の輸送に関する安全規則（英文表記 Safety Rules for Transporting Radioactive Materials)(NBTPB-73)

Krasnokamensk コンビナートにおけるウラン生産に対する環境保全と放射線防護を管轄する規制当局は次の通りである。

- ・ロシア連邦の環境保全・天然資源省と次のような地方組織
 - －チタ地方環境保全・天然資源委員会（英文表記 Ecology and Natural Resources Committee of the Chitinskaya Oblast)
 - －Krasnokamensk 環境保全・天然資源委員会（英文表記 Ecology and Natural

Resources Committee of Krasnokamensk)

- ・ロシア連邦の国家衛生・防疫管理委員会と次のような地方組織
 - －チタ地方衛生・防疫管理センター（英文表記 Center for Sanitary and Epidemiological Control of the Chitinskaya Oblast）
 - －Krasnokamensk 衛生・防疫管理センター（英文表記 Center for Sanitary and Epidemiological Control of Krasnokamensk）
- ・ロシア連邦の国家原子力管理局と次のような地方組織
 - －イルクーツク地方放射線防護監督署（英文表記 Irkutsk Local Inspection of Radiation Safety）
- ・ロシア連邦のGosgortekhnadzorと次のような地方組織
 - －地方鉱山技術監督署（英文表記 State Local Mining Technical Inspection）

また、コンビナート内には次のようなPGHKの部署がある。

- ・環境保全分析所（英文表記 Laboratory of Environmental Protection）
- ・放射線防護分析所（英文表記 Laboratory of Radiation Safety）
- ・地球物理・環境保全部（英文表記 Geophysical and Environmental Protection Department）
- ・安全監督部（英文表記 Safety Requirement Department）

これらの部署は、環境保全に関して次のような事柄を行う責任がある。

- ・規制当局としての作成された資料の検討および承認
- ・作業部署を含む環境保全、放射線防護および保安に関する有効にして且つ柔軟性のあるコントロール
- ・基準によって定められた最大廃棄許容量に近づくことになる技術的アイデアを実現するために止むを得ない一定期間の汚染物質の廃棄を許可する一時的許可証の当局からの取得
- ・許可証に定められた環境基準に関するコントロール
- ・廃棄を許された汚染物質のレベルが上昇した場合、並びに保安上の違反が発生した場合の迅速な対応
- ・その他の問題点の解決

鉄工業設備は汚染物質を環境中に廃棄するための許可証が必要である。この許可証には主要な廃棄物質の廃棄許容量（gr/秒およびt/年）に従って、各汚染物質質量が総量（t/年）にて決められている。現在までのところ、これに関する違反はない。

鉄工業設備は特定の水使用許可証が必要である。この許可証には水を汚染する物質を廃棄するときの、許容される濃度と量が決められている。現在までのところ、これ

に関する違反はない。

世界中の他の国と同様に、ロシアの公衆も生産が環境に悪影響を及ぼすかも知れない企業活動に関して関心を抱いている。

1991年の災害実績は以下の通りである。

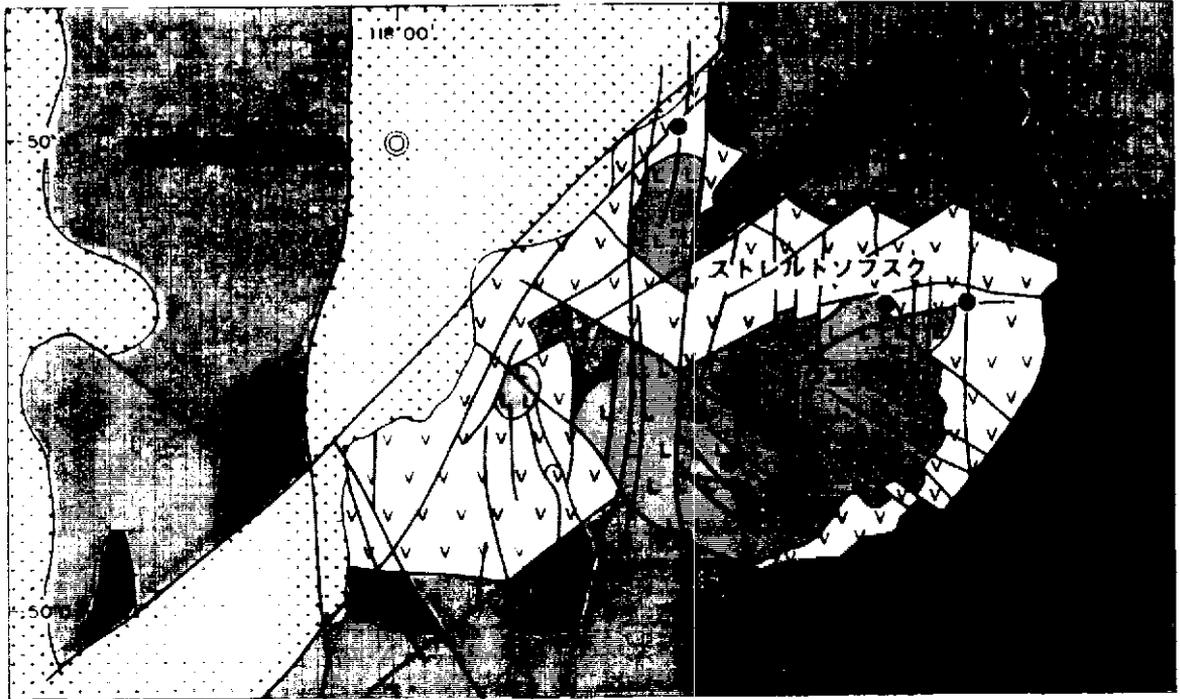
	在籍人員	災害件数	死亡災害
鉱 山	6,054	30	1
製 錬 工 場	1,460	7	0
コンビナート全体	20,536	80	4

13. 政 策

- ・ロシアは大量のウランのストックを持っているが、輸出と国内原子力発電のためにウラン生産は継続される。ソ連の解体後、ロシアは交換可能通貨の必要性を認識して、ウランを含む大量の鉱産物を西側諸国に販売し始めた。

しかしながら、現在ロシアは欧米との貿易について新しいパターンを模索することを余儀なくされている。ウラン輸出量の増加如何がウラン産業の将来を決めるであろう。

- ・ロシア連邦の国際条約によって、以前にロシア連邦地下資源法の規定とは異なる規則が定められていた場合、国際条約の規則の適用が許される。

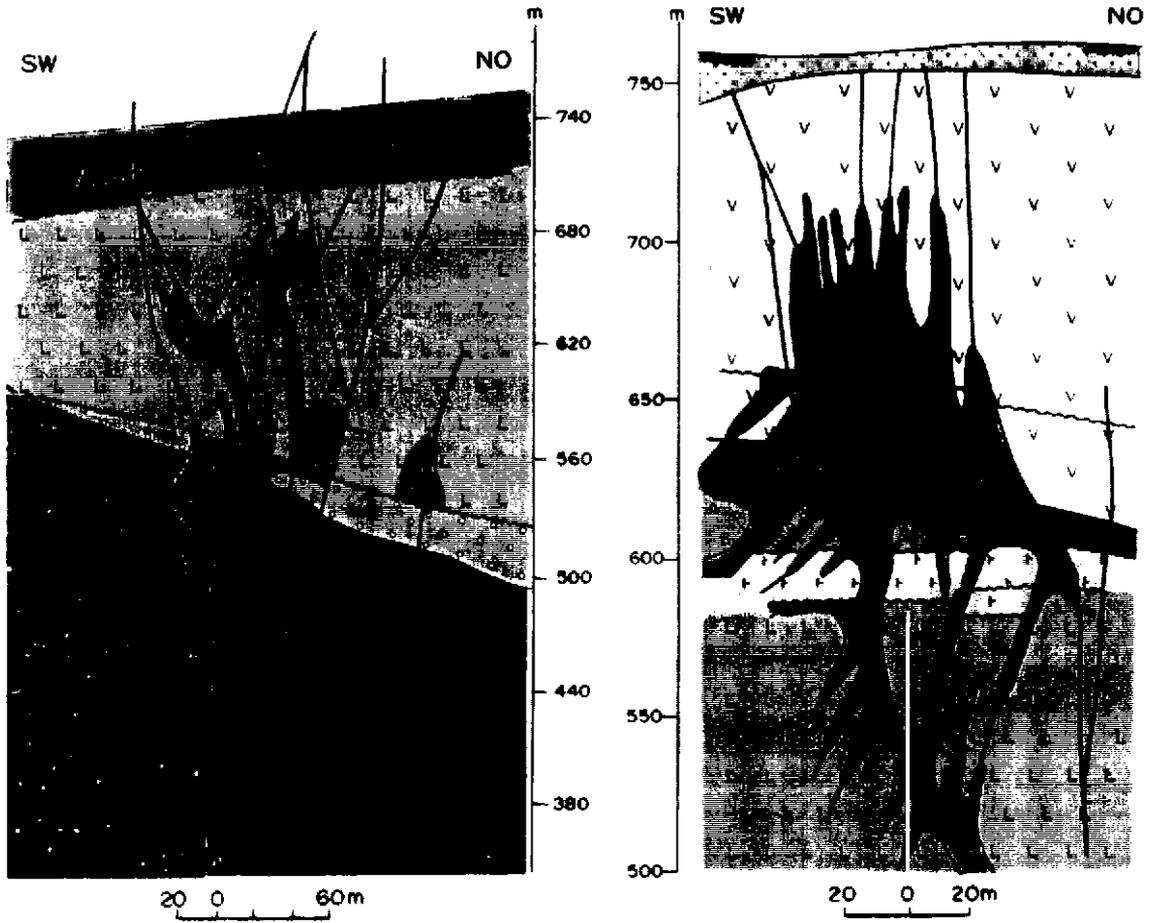


2 0 2 4 6 km

-  被 覆 岩
-  酸性火山岩類
-  花 崗 岩
-  変 成 岩
-  断 層
-  ウラン鉱床(総ウラン資源量281,000tU)

図10 1 1 プリアルグンスク・ウラン鉱床地域地質概念図

ストレルツォコエ鉱床（左）と
トウルクスコエ鉱床（右）の断面図



- 石英粗面岩
- 凝灰岩
- 石英安山岩
- 玄武岩
- 礫岩
- 花崗岩
- 断層(急傾斜)
- 断層(緩傾斜)
- ウラン鉱床(ピッチブレンド)

図10-1-2 プリアルゲンスク・ウラン鉱床地域模式断面図



図10 1・3

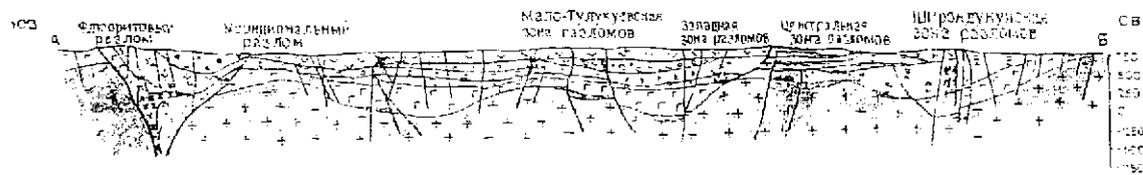
プリアルグンスク地域地質構造図

-  ストレルツォフスク・カルデラ境界
-  鉍床開発地域

ウラン鉍床

- ① シルスドゥクイ
- ② ストレルツォフスク
- ③ アンティ
- ④ オクチャプリスク
- ⑤ ルチスト
- ⑥ マルトフスク
- ⑦ マロ・トゥルクエフ
- ⑧ トゥルクエフ
- ⑨ ユビレイ
- ⑩ ベゼンニ
- ⑪ ノボゴドニ
- ⑫ ピャティレテニ
- ⑬ クラスネイ・カメニ
- ⑭ ユーゴ・ザパド
- ⑮ ジェルロボ
- ⑯ アルグンスク
- ⑰ ベゼレチノ
- ⑱ グリニ
- ⑲ ポレエフ

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ



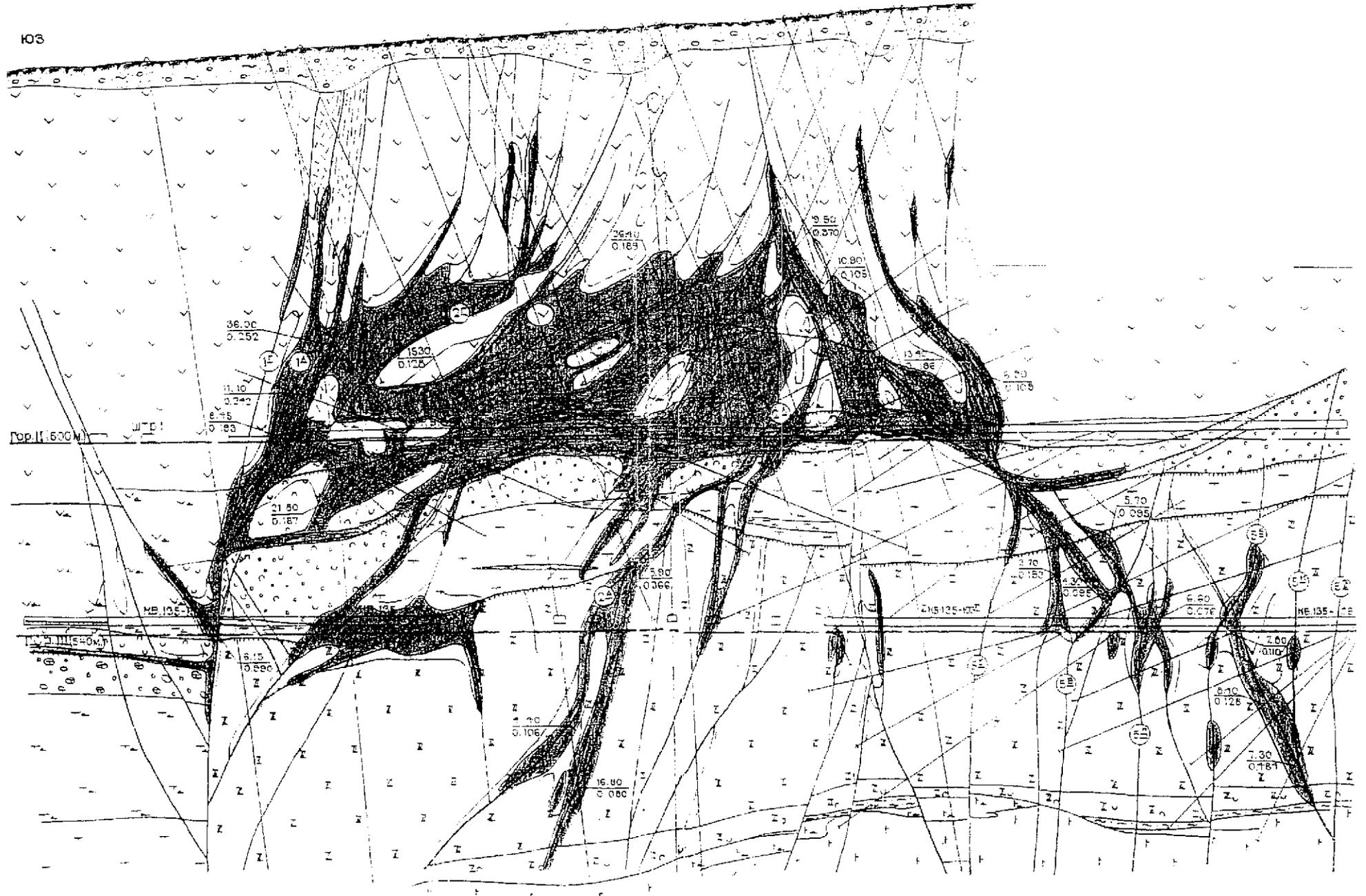


図10-1-4 トウルクエフ鉱床断面図

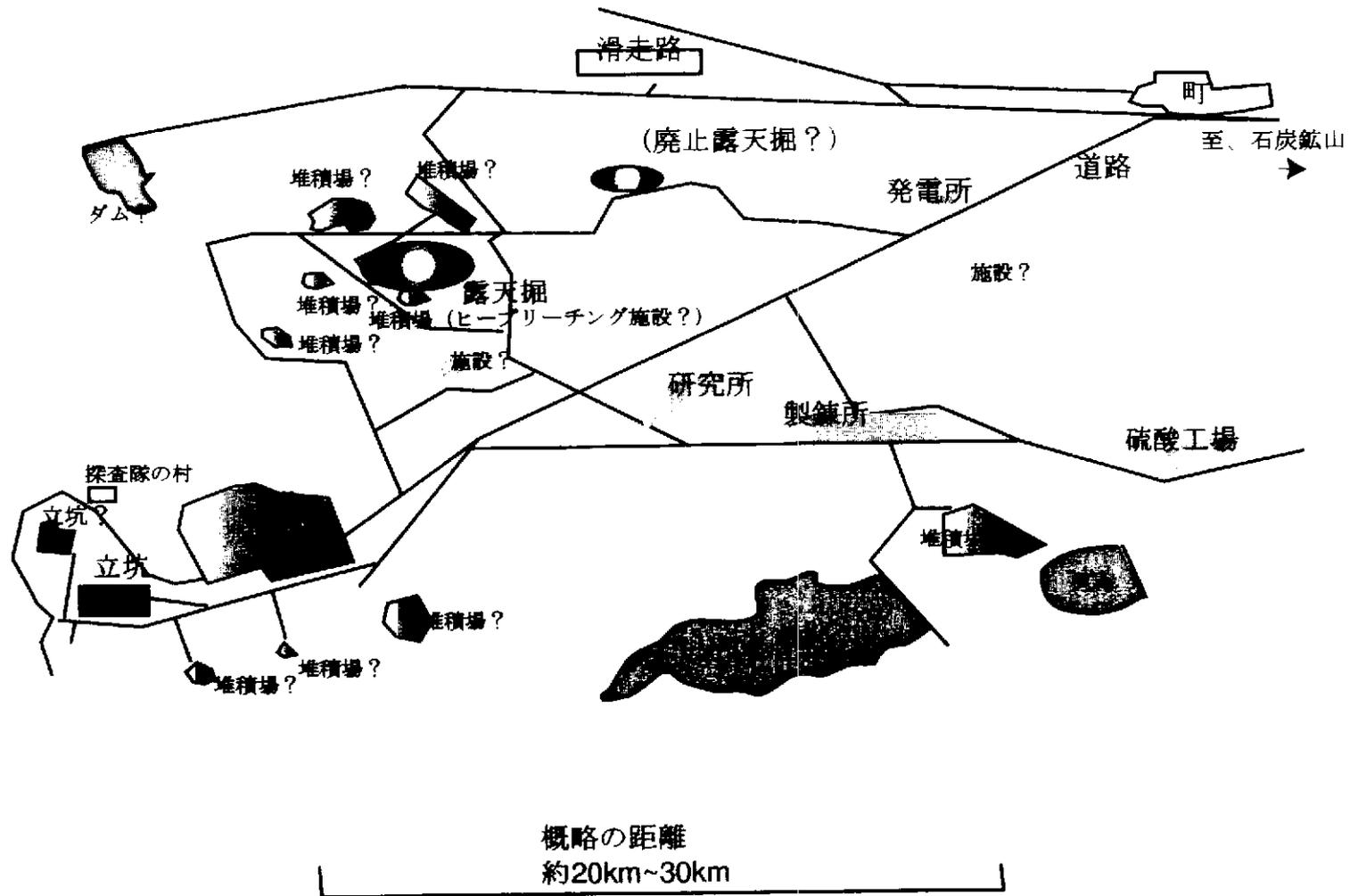


図10-1-6 クラスノカメンスク概略図

10.2. Priargunsk（プリアルグンスク）鉱山（坑内掘鉱山）

1. 交通・インフラ

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

2. 権利関係

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

3. 鉱業権益

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

4. 許認可関係

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

5. 経緯・現状

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

6. 地質概要

Priargunsk 鉱山（露天掘鉱山）の項を参照のこと。

7. 採鉱関係

坑内掘鉱山はStrel'tskovske(ストレルツォフスカヤ) 鉱床(図10-2-1)を対象としており、1992年現在3つの坑が操業していた。1番坑は1970年に、2番坑は1981年に、4番坑は1975年に操業開始して現在に到っているが、2番坑は最近操業を中断しているように思われる。本地域における最も深い立坑は深さ1,000m、直径8mである。

平均品位0.15%の鉱石を産出した7番坑と8番坑は現在終掘しており、後者は水没している。0.2%Uの炭酸塩鉱石を対象とした6番坑の開坑作業は、現在中止されている。

1番坑はKrasnokamenskの町から20kmの位置にあり、2,000名の坑内労働者の一部は鉱山の近くに住んでいる。1番坑の立坑は深さ700m、直径7mで、現在の稼行レベルは120mレベルと180mレベルである。脈状鉱床であり、主要坑道から下向充填採鉱法により採掘されている。40の切羽数を有する。

穿孔作業はChita(チタ)製の自走式2連装油圧ジャンボで行われ、穿孔長は3mである。ドリルはチェーン・フィード方式で、Gardner-Denver PR55の約3分の2の大

きさである。36mm径の丸鋼ロッドに、43mm径のテーパ式デタッチャブル・クロス・ビットが用いられている。穿孔速度は約200mm/分である。

坑内は比較的乾燥しているため、硝安爆薬の使用が可能である。電気雷管で起爆する。

鉍石積出用のローダは当初東独製が用いられていたが、交換部品の不足を機に、Chita 製ローダに切換えられた。ローダには1m³バケットの非関節型と、1.3m³バケットの関節型との2種類がある。ローダの回転半径は2.5m、45kw電動式で巻取りケーブルの長さは120mである。この他に圧気式タイヤローダーとトラックを組合わせたような重機がある。75mm径のエア・ホースの牽引のために自走距離は30～40mと短い。しかしながら、これらの重機の中に規制されて、約300mmの鉍脈巾に対して切羽巾は2～4mと大きく、平均3mとして約10倍のずり混入となり、鉍脈品位は約1%であるが出鉍品位は0.1%になる。鉍石はローダによって坑井に運ばれ、鉍車に積込まれる。切羽高さは3.5mで、切羽能率は25t/人・方である。

坑井はレイズボラによって掘さくされる。高さ4.5m×2.4m×2.4mのレイズ・ボラの作業場で、直径4m、深さ400mまでの立坑の掘さくが出来る。

鉍車は、750mmゲージの軌道上を250V単相モータのトロリー機関車で牽引され、鉍石は2.2m³(4t) スキップで坑外に捲上げられる。捲上機の動力はサイリスター付き200kw 直流モーターで、巻綱は56mm径、捲上速度は9m/秒である。捲上機の運転手は、飲食や欠勤のトラブルがないことから、すべて女性である。

鉍床周辺の岩盤は亀裂が発達した軟弱岩盤であるために、採掘跡はセメント 120kg/m³、発電所のスラグ50～100kg/m³、水200kg/m³を混入した砂の充填材によって充填される。充填用ミキサーは坑外にあり、砂は湖底から採取される。坑内のコンクリート・ポンプによって充填材は充填切羽に圧入される。充填材の強度と安定性をチェックするために、トランスデューサー（変位計）が充填材中に埋没される。

坑道は浮石防止のためにライニングが行われ、切羽近くではショットクリート吹き付け、または木枠や鋼枠が施される。

2番坑はStreltsovskoe 鉍床の中央部に位置し、Oktyabrskoe, Luchistoe, Martovskoe およびMalo-Tulkuevskoeの4鉍体を対象にしている。稼行鉍体の走向方向延長は南北3kmにおよび、傾斜方向の巾は600mである。鉍体の大部分は軟弱な断層ゾーンの中に在り、支保が必要である。坑内湧水量は600m³/hrである。

2番坑には3本の立坑があり、深度は600～700mである。60m離れた2つの稼行レベルで操業されていた。3本のうち1本が通気立坑であり、排気量は30,000m³/分である。採掘終了部内では硫酸溶液（1～5g/l）によってイン・ストープ・リーチングが行われ、溶解ウランは鉍山にある樹脂イオン交換塔によって回収される。

Priargunsk 鉍山（坑内掘鉍山）

毎月2回女性監視員によって各切羽のラドン・ガスの測定が行われる。鉍山は年間320日、1日16時間の操業である。1992年には、現在の生産量で1年半分の貯鉍量を有すると言われていた。

表10-2-1 採鉍関係一覧

生産量（1992） 坑内掘 2750tU，インストープ・リーチング 100tU

立坑番号	1 番坑	2 番坑	4 番坑	6 番坑	7 番坑	8 番坑
開発開始	1970	1981	1975			
立坑数		3（内1坑通気）				
立坑深度	700m	600~700m				
立坑径	7mφ	8mφ				
稼働レベル	120~180m*					
切羽数	2~4m（平均3m）					
切羽幅	2~4m（平均3m）					
切羽高さ	3.5m					
切羽能率	25t/人・方					
湧水量		600m ³ /h				
主要重機	自走式2連装油圧 ジャンボ タイヤローダー					
対象鉍床	Streltsokovskoe	Oktjabrskoe Luchistoe Martovskoe Malo-Tulkuievskoe				
鉍体母層		軟弱断層帯		炭酸岩塩		
鉍脈幅	300mm					
鉍体規模		南北3km 傾斜方向幅600m				
出鉍品位	0.1%U			0.2%U	0.15%U	0.15%U
採掘方法	下向充填採掘	インストープ・リーチング 硫酸溶液(1~5g/l)				
状況		操業中断			終掘	終掘 (未設)

*500mレベルでも稼行中との情報有り

8. 製錬関係
Priargunsk 鉍山（露天掘鉍山）の項を参照のこと。

9. 生産コスト
坑内掘鉍山の鉍石からのウラン精鉍の生産コストは以下の通りである。

表10-2-2 坑内掘鉍山生産コスト一覧

		1989年	1990年	1991年
償却費				
鉍山	ル-ブル/kgU	0.95	1.40	1.92
製錬工場	〃	0.69	0.93	1.39
小計	〃	1.64	2.33	3.362
操業費				
採掘費	ル-ブル/kgU	6.45	6.59	12.61
運搬費	〃	0.34	0.41	0.68
製錬費	〃	3.92	4.73	7.56
小計	〃	10.70	11.73	20.86
合計	ル-ブル/kgU	12.34	14.06	24.17
	\$/kgU	19.62	24.04	—
\$/ル-ブル		1.59	1.71	—

1994年半ばの生産コストは31~42\$/kgUと思われる。

1990年までの鉍山開発のための起業費合計は136,900,000 ルーブルであり、うち償却済みが51,088,000ルーブルで、償却残高が85,812,000ルーブルである。残存鉍量を74,298tとすると、今後の鉍山の償却費は1.2 ルーブル/kgUとあなる。

尚、主要資材の原単位および所要工数は下表の通りである。

表10-2-3 坑内掘鉍山の主要資材の原単位 - 1991年

	単位	数 量	鉍石 t 当り原単位	ウランkg当り原単位
木 材	m ³	11,461	0.008	0.005
爆 薬	kg	633,438	0.45	0.25
ロ ッ ド	kg	160,292	0.114	0.063
ビ ッ ト	g	3,547,690	2.52	1.40
電 力	kwh	78,485,000	56	31
圧 縮 空 気	m ³	459,690,000	326	181
熱 量	Kcal	149,863,000	106	59

表10-2-4 Priargunsk鉱山の所要工数-1991年

(人・時間/kgU)

	直接工	間接工	管理部門	計
鉱山				
熟練工	0.294	1.241	0.297	1.832
非熟練工	-	0.179	0.011	0.190
小計	0.294	1.420	0.307	2.021
製錬				
熟練工	0.238	0.420	0.162	0.821
非熟練工	-	0.045	0.012	0.057
小計	0.238	0.465	0.174	0.878
その他				
熟練工	-	2.617	0.811	3.428
非熟練工	-	0.377	0.048	0.426
小計	0.000	2.995	0.859	3.854
合計				
熟練工	0.532	4.279	1.269	6.080
非熟練工	-	0.601	0.071	0.672
小計	0.532	4.879	1.341	6.753

10. 生産体制、実績、計画

Priargunsk鉱山の坑内掘鉱山からのウラン生産量は1990年の2,700tU から1993年の2,100tU へと次第に減っていき、1995年の生産量は1,540tU と見込まれている。今後960tU まで減少してそのレベルにて2010年頃まで推移するものと考えられる。

10.3. Onezshk(オネズシュク) 地域

1. 交通・インフラ

位置：サンクトペテルブルグの北東約400km ペテロザボーツク市街の北，オネガ湖の北岸に存在する。北緯62° 以北。

交通：メデジェゴルスクから南方に車で約1時間半。

連絡先：NEVSKGEOLOGIA Expedition 32

気候：シラカバ等の森林地帯。

2. 権利関係

オペレーター：NEVSKGEOLOGIA Expedition 32

オーナー：ロシア連邦

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

1978～1979年：探査開始。当地域全域の探査により鉱床発見。

現在，坑内探鉱終了。1993年6月立坑水没。

6. 地質概要

地質鉱床：原生界堆積岩中の交代作用に伴うウラン-バナジン鉱床。鉱床は褶曲断層帯に胚胎する。鉱体は8鉱体からなり代表的な鉱床はパドマ鉱床である。地層は上位から頁岩，砂岩，苦灰岩，基盤となっており，鉱床は苦灰岩，砂岩，頁岩の境界部に胚胎し，特に砂岩中に存在する。鉱化年代は18億年。

主要ウラン鉱物：ウラニナイト，ノストランド（ピッチブレンドと同義）の両者で85%を占め，その他にブランネライト，コフィナイト，ティタナイト，ウラン雲母，カルノータイト，ツヤナイトがある。

随伴金属鉱物：バナジンフロゴバイト，バナジン赤鉄鉱，カレオニット，モントロジット，ノラニット，鉱石の元素群U-V-Mo-Cu-Fe-Au-Pr-Bi-Se-Au

鉱床タイプ：交代型鉱床。鉱床周辺はアルバイトの交代作用を受けている。交代作用は

外側からアルバイト帯→強アルバイト帯→雲母帯（バナジンフロゴバイト）
→雲母、苦灰石帯と内側に向って帯状配列する。鉍床は大きく岩相に支配されるが、細部においては直交する2方向の断層に支配される。

鉍床規模：形状はパイプ状、鉍体の大きさは100m巾×50m高×900m長、深度50～350m

埋蔵鉍量：全体：ウラン2,900tU, 品位0.067%U(0.04～0.15%Uとばらつく) Max. 1%,

バナジン108,000tV₂O₅, 品位2.5V₂O₅, Max 7%V₂O₅

副産物：Mo 0.027%, Cu 0.05%, Au 0.27g/t, バラジン0.58g/t, Bi 0.005%,

Se 0.004%, Ag 4g/t

主鉍体：ウラン1500tU, 品位0.07%U,

バナジン62,000tV₂O₅, 品位2.8%V₂O₅

この地区で唯一開発された鉍床は Padma（パドマ）鉍床である。

7. 採鉍関係

採鉍法：坑内掘

生産量：坑内採鉍のため一部採掘

設 備：立坑：深度130m

その他：開発準備中、試錐データはDATA MINE(ver. 3. 3. 2)に inputs, 地質統計法使用

ブロックの大きさ, 15m × 15m × 2m, 入力項目はHole No., Depth(m), Au,

U

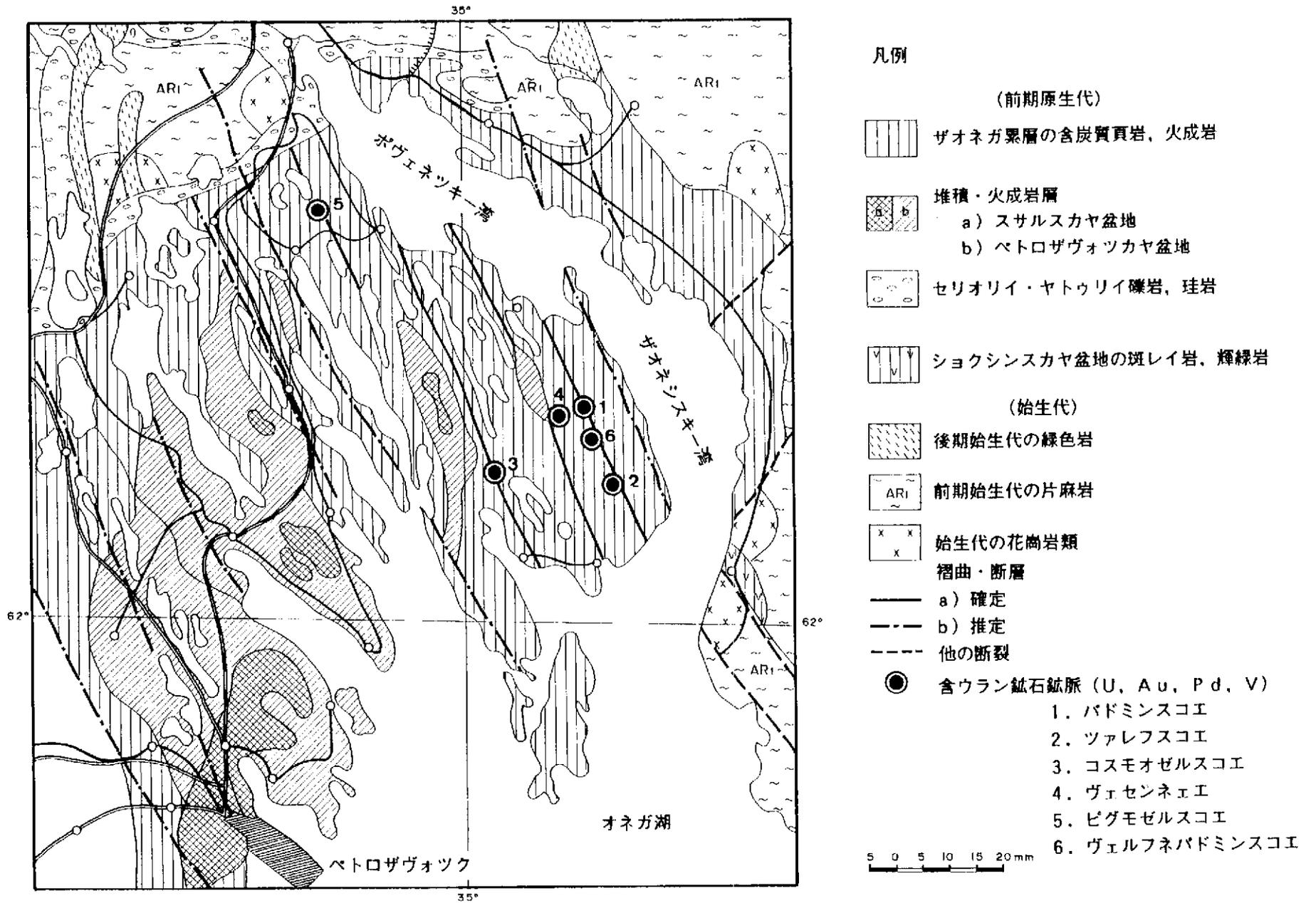


図10-3-1 オネガ・ウラン鉍床

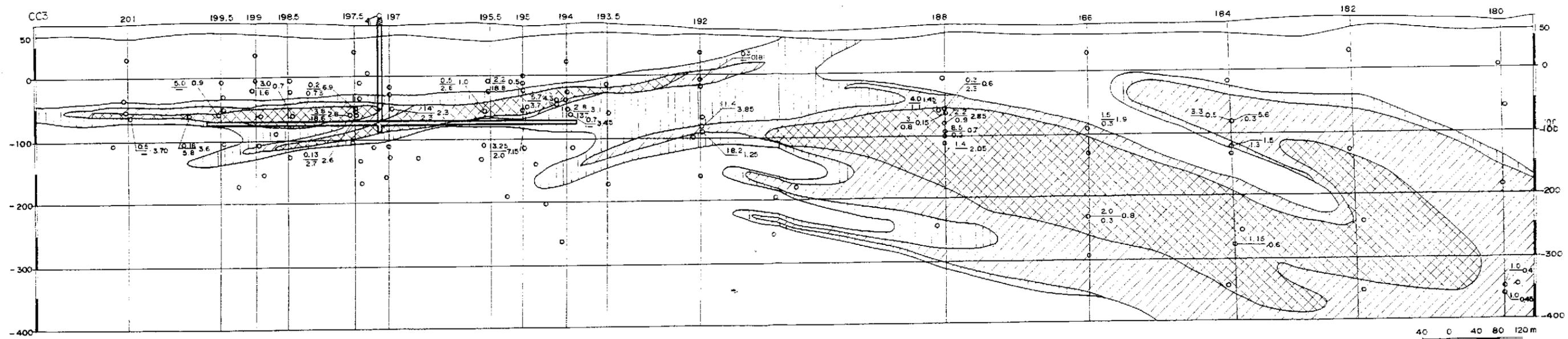
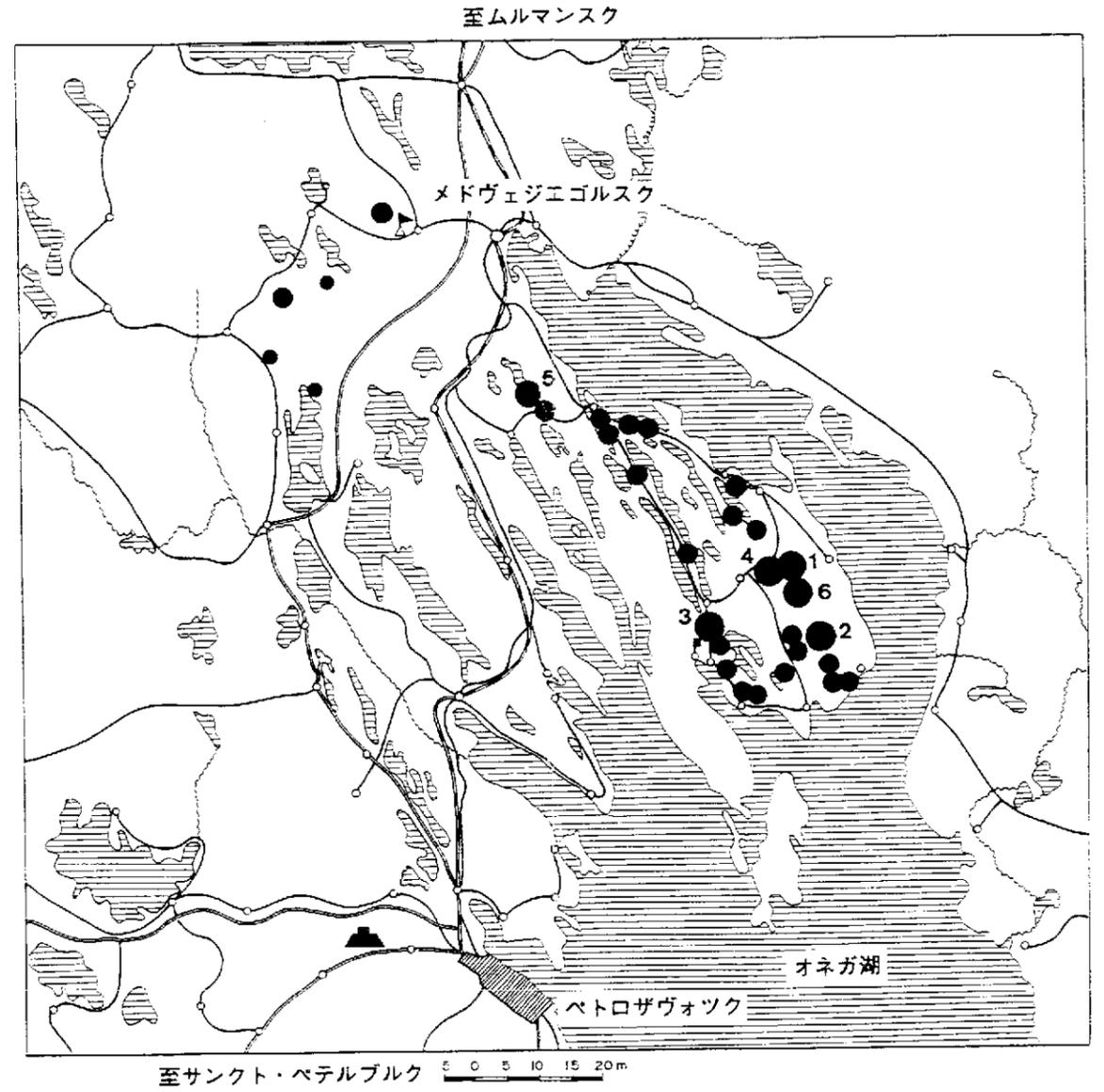
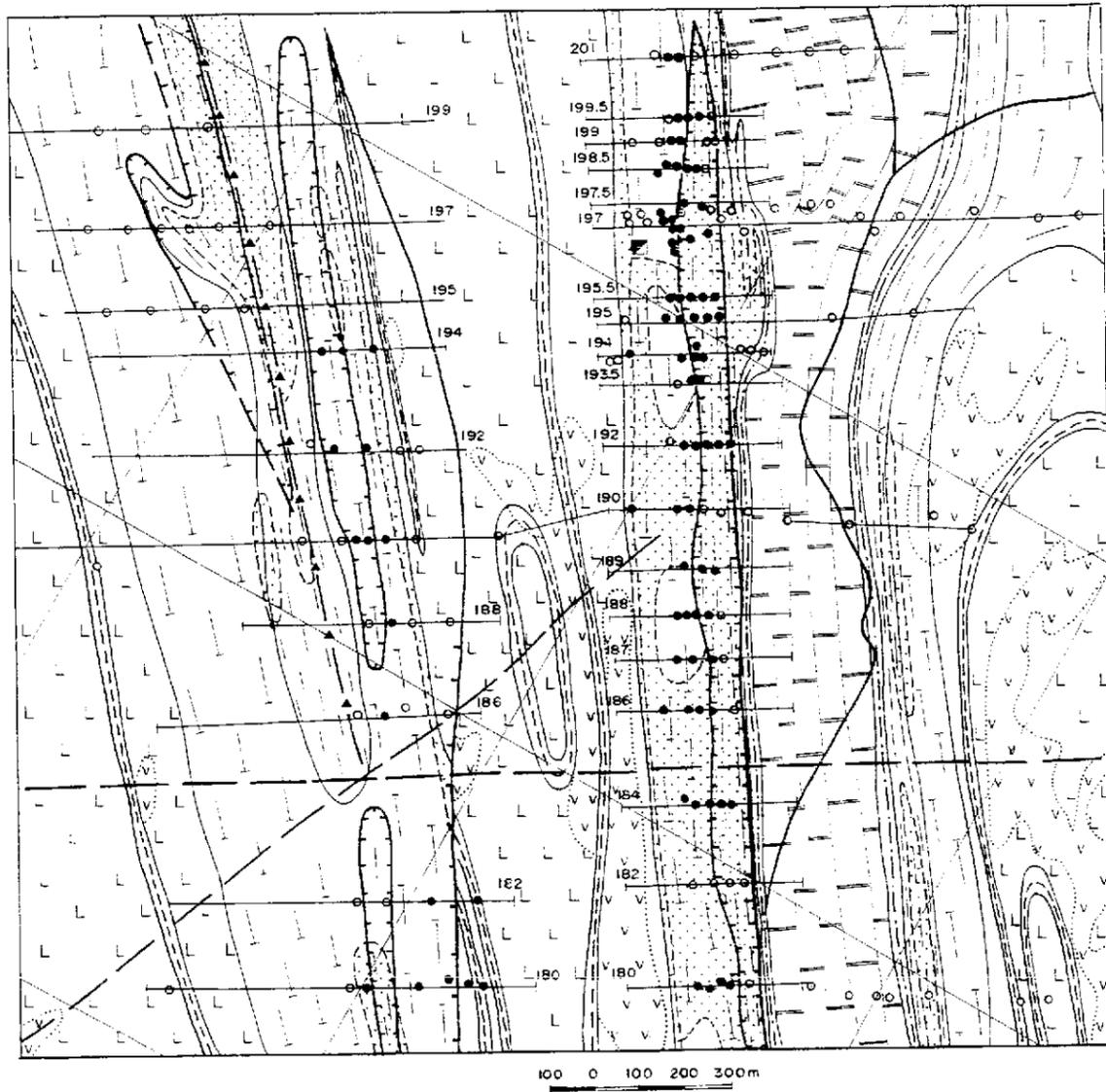


図10-3-2 オネガ鉱山地域図、パドマ鉱床断面図

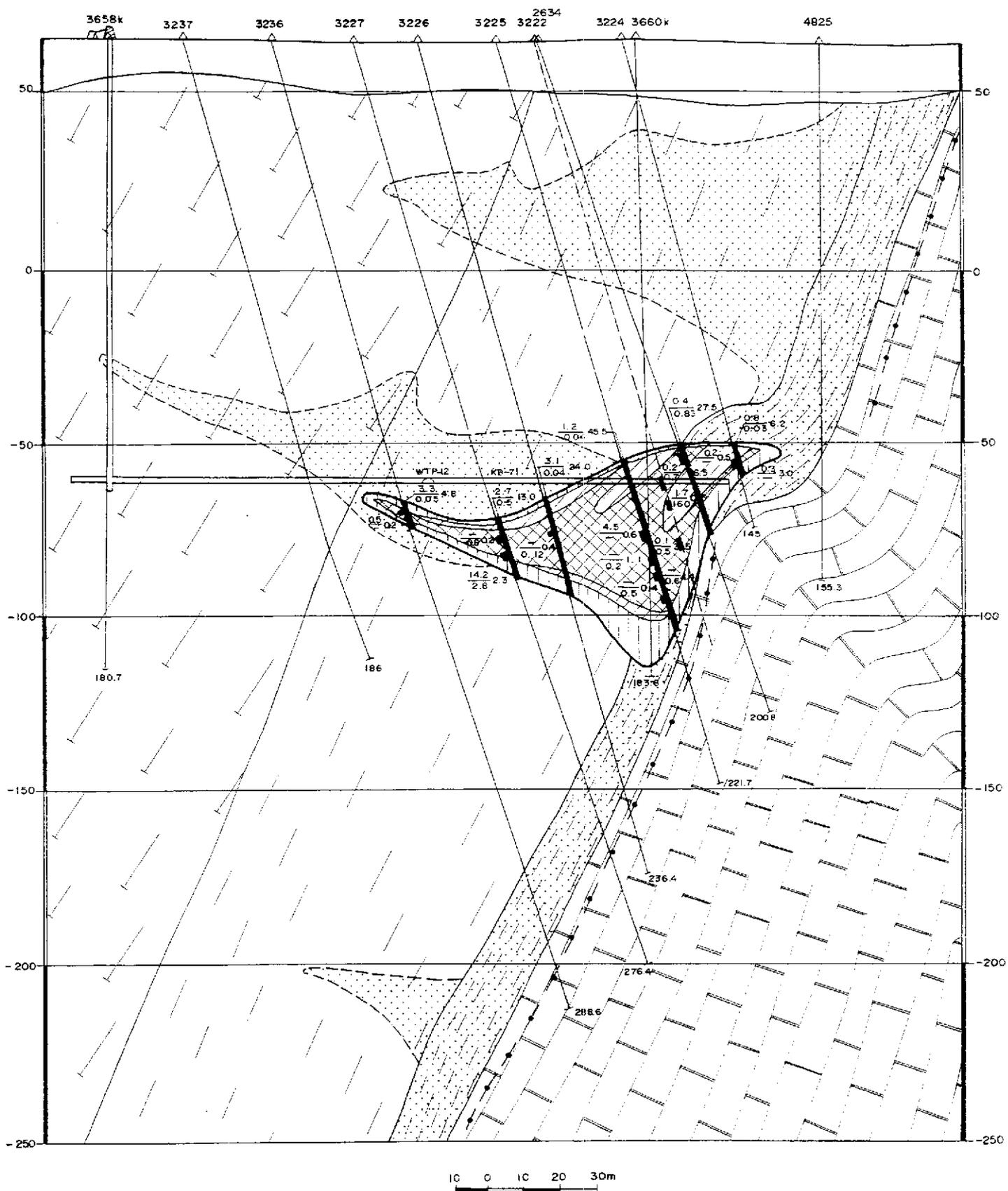


図10-3-3 パドマ鉞床断面図（'97断面線）

凡例

ザオネシスカヤ累層

PRisn ₂	上部累層	石墨、凝灰質頁岩、凝灰質シルト岩
PRisn ₁ ³	下部累層 上部層	斑状含雲母炭酸塩岩質頁岩
PRisn ₁ ²	中部層	含石墨雲母炭酸塩岩質頁岩
PRisn ₁ ¹	下部層	長石・石英質シルト岩

トゥロモゼルスカヤ累層

PRit ₂	上部累層 上部層	含石英ドロマイト
PRi ₁	前期原生代	斑レイ岩、輝緑岩

地質構造

- → → 頁岩化、圧碎岩化
- △ — 角礫岩化
- — — 逆断層
- - - 他の構造

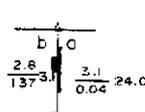
変質作用

- カリ長石、磁鉄鉱、炭酸塩、雲母交代作用
- カリ長石交代作用



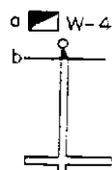
試錐断面線

- a) 錳化帯
- b) 非錳化帯



試錐孔 (深度 m)

- a) 錳化 (U, V₂O₅)
 $\frac{V_2O_5\%}{U\%}$ 層厚 (m)
- b) 錳化 (Au, Pt, Pd)
 $\frac{Au\text{ g/t}}{Pt+Pd\text{ g/t}}$ 層厚 (m)



W-4 鉱山、坑道

- a) 地表
- b) 地下



複合錳石錳床 (U, Au, Pt, Pd, V)

1. バドミンスコエ
2. ツアレフスコエ
3. コスモゼルスコエ
4. ヴェセンネエ
5. ビグモゼルスコエ
6. V. バドミンスコエ



複合錳石錳化帯



バナジウム錳床輪郭 (0.1%V₂O₅)

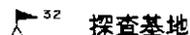


ウラン錳床輪郭

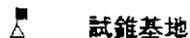
- a) 0.01%U
- b) 0.03%U

他の錳床

- ペドロランピ (Au)
- ルダンスコエ (Cu)
- 錳微地 (Au)



32 探査基地



試錐基地

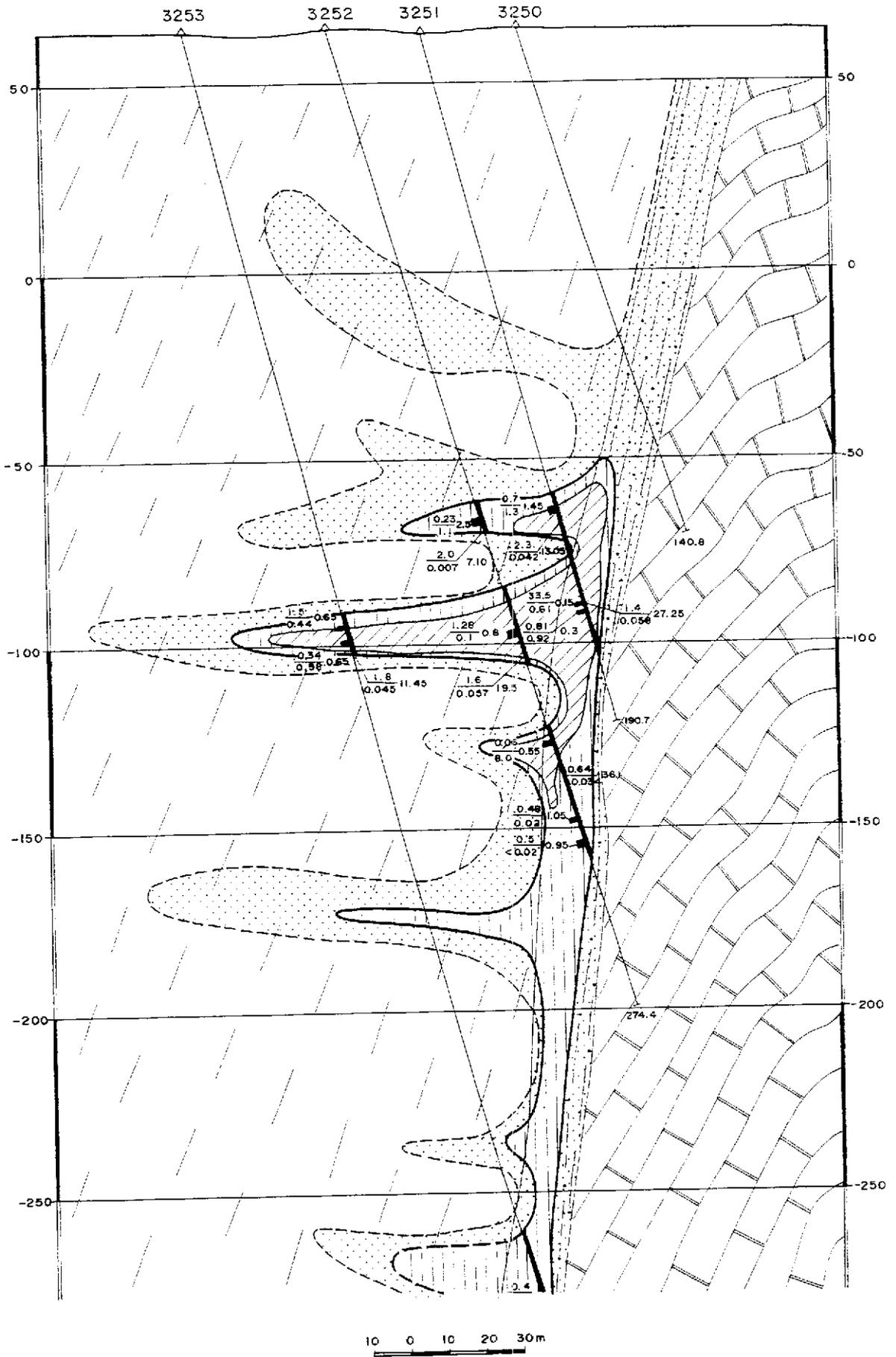


図10-3-4 パドマ鉱床断面図（'88断面線）

10.4. Zauralsk（ザウラルスク）地域

1. 交通・インフラ

位置：ウラル山脈の東側，Chelyabinsk(チェリアビンスク)の南西からEkaterinburg(エカテリンブルグ)の東部まで広がっている。サイトはエカテリンブルグから南東約230km, Dalmatov(ダルマトフ)より南に約40km

交通：道路でエカテリンブルグから車で約4～5時間

連絡先：ZELENOGORSKGEOLOGIA EXPEDITION 71

所長 BOGDANOV, L. N. 主任地質技師 MARKOV, S. N.

気象：ウラル山脈南部，麦耕作地と白樺森林地帯。

2. 権利関係

オペレーター：ZELENOGORSKGEOLOGIA EXPEDITION 71，開発準備中，テスト・プラントの運営は Malyshevo Mining Ore Administration (マリイシェフ) 鉱業

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

1944年以降探査を開始。設立は1947年，最初にサナルスカヤ鉱床が発見され，探査手法とリーチングの研究のため試験採掘された。ウラル山脈において熱水鉱床を対象として探査し，7,000～8,000tUの鉱床を中部ジュラ系において発見している。砂岩型鉱床としては，ダルマトフスコエ(Dalmatovskoe)鉱床が最初に発見され現在開発準備段階にある。他にドロボルノ(Dobrvolnoye) 鉱床がある。

6. 地質概要

地質鉱床：基盤は古生代の粘土質岩，石灰岩，珪長質，苦鉄質火山岩類からなる。基盤に刻まれた古河川を充填する中部，上部ジュラ系は少量の有機物を含み空隙率の高い淡灰・淡黄色の砂層・粘土層からなる（図10-4-3）。ウラン鉱化は，透水性の良い砂質層中の淡灰色部と淡黄色部との境界付近に特に顕著で，ロール・フロント型の産状を示している（図10-4-4）。ウラン鉱化年代はジュラ紀。

主要ウラン鉱物：酸化ウラン，コフィナイト。

随伴金属鉱物：スカンジウム，希土類（イットリウム，ランタノイド）

鉱床タイプ：砂石型ウラン鉱床（古チャンネル）

規模：鉱体の深度は400～500m，個々の鉱体のサイズは長さ30～50m，巾10～30m，厚さ1～25mである。

鉱量，品位：砂質層中の確認埋蔵鉱量は11,800tU，粘土質層中のウラン量も含めると約24,000tUとなる。品位は0.01～0.07%（平均0.035%）。

鉱量計算は，ブロック内の試錐孔当りの平均(m×%)値と，ブロック面積，試錐の成功率を用いて行い，統計地質学的考慮は払っていない模様である。ブロックの大きさは，年間生産額から求めた270,000m²を最大としている。鉱石の限界品位は0.01%，カットオフ品位は0.08%（岩芯比重を1.65とすると，経済限界は0.08×1.65=1.32kgU/m³）としている。

この地区には約50の古河川があり，中部，上部ジュラ紀の河川成堆積物により充填されているが，その80%以上にウラン鉱化が認められている。ダルマトフスコニ鉱床の探査は既に終了し，現在開発準備段階にある。その確認埋蔵量(C1, C2)は12,000tU（平均品位0.064%U）である。

7. 採鉱関係

ISL法：井戸のパターン；線形パターン，井戸の間隔；25m(注入井)，25m(生産井)
注入井と生産井の列間隔；50m

設備機械：試錐径：240mmφ（注入井），240mmφ（生産井）

ケーシング：塩化ビニール，パイプ径（外径×内径×厚み）

注入井(110×76×17mm)

生産井(110×73×18.5mm)

生産量：30tU/年，カットオフ0.08m% (1.32kg/m³=0.08÷100×1.65×10³，岩芯の比重1.65)

採鉱ブロック面積は270,000m²(採掘対象鉱量357tU)を最大としている。

硫酸10g/l，70%回収のため硫酸消費量111.8kg/kgU，揚水量3.45m³/時，本空気圧5.56kg/cm²(450m)，浸出率67.4%，累積浸出液分の回収ウラン量49で評価。地下水温18℃，年間通じて生産可能。冬期は停止すると氷結する。

8. 製錬関係

設備容量：ウラン；0.8tU/月（半製品NH₄[UO₂(CO₃)] ウラン濃度30～32%U），年間生産能力100～120tU/年。スカンジウム10kg/月。

浸出方式：硫酸貴液→イオン交換樹脂で回収（樹脂の径2mmφ，消費量1t/年）→水洗
→弱NH₄CO₃で逆抽出→低温で結晶化。

建屋は粗製錬工場を除くと移動式の一時的なものである。粗製錬工場の建屋は老朽化している。コンプレッサーの能力低下，故障が多発，更新が必要である。

副産物とその回収順位；Sc 1.5mg/l，希土類(Y，ランタノイド)30mg/l，Sc(OH)g(CO₃)x
+H₂Oの形で生産

9. 生産コスト

2000年までの生産に対する投下資金は，90億ルーブル(300万\$ でその内ボーリング費用が80～90%) で投下資金は3～4年で回収できる。

F/S による生産規模500tU/年，25年間操業で生産コストは10～12\$/kgU

ダルマトフスコエ鉱床の試験データ

井戸の配置：生産井1本，注入井1本の計2本。 浸出面積：110.6m²

ウラン埋蔵量：1,021.3kgU(0.56%) 回収ウラン：813.7kgU

浸出液の回収量：8,564.7m³

硫酸の使用量：55.7m³（投入量：133m³，回収量：77.3m³）

上記の試験結果より

浸出回収率：79.7% (813.7÷1,021.3 =0.797)

平均浸出品位：95mg/l(813.7÷8,564.7 =0.095kg/m³=0.095g/l)

硫酸使用量：68.4kg/kgU (55.7÷813.7 =0.0684m³/kgU=68.4l/kgU)

試験採鉱によって，浸透速度は1～10m/日。浸出回収率は70～75%，浸出液は硫酸13.2g/l(硫酸投入量に対しては13.2g/l，硫酸使用量に対しては6.5g/l)との結果を得た。採鉱後の地下水の後処理は必要ないと考えており，生産井，注入井は全長をセメントで充填する。

10. 生産体制，実績，計画

試験操業人員：4人1シフト，5シフト制，1日12時間交替2シフト，1週36時間。

生産実績：1993年30tU/年（実績），1994年60tU/年，1995年90tU/年（計画）

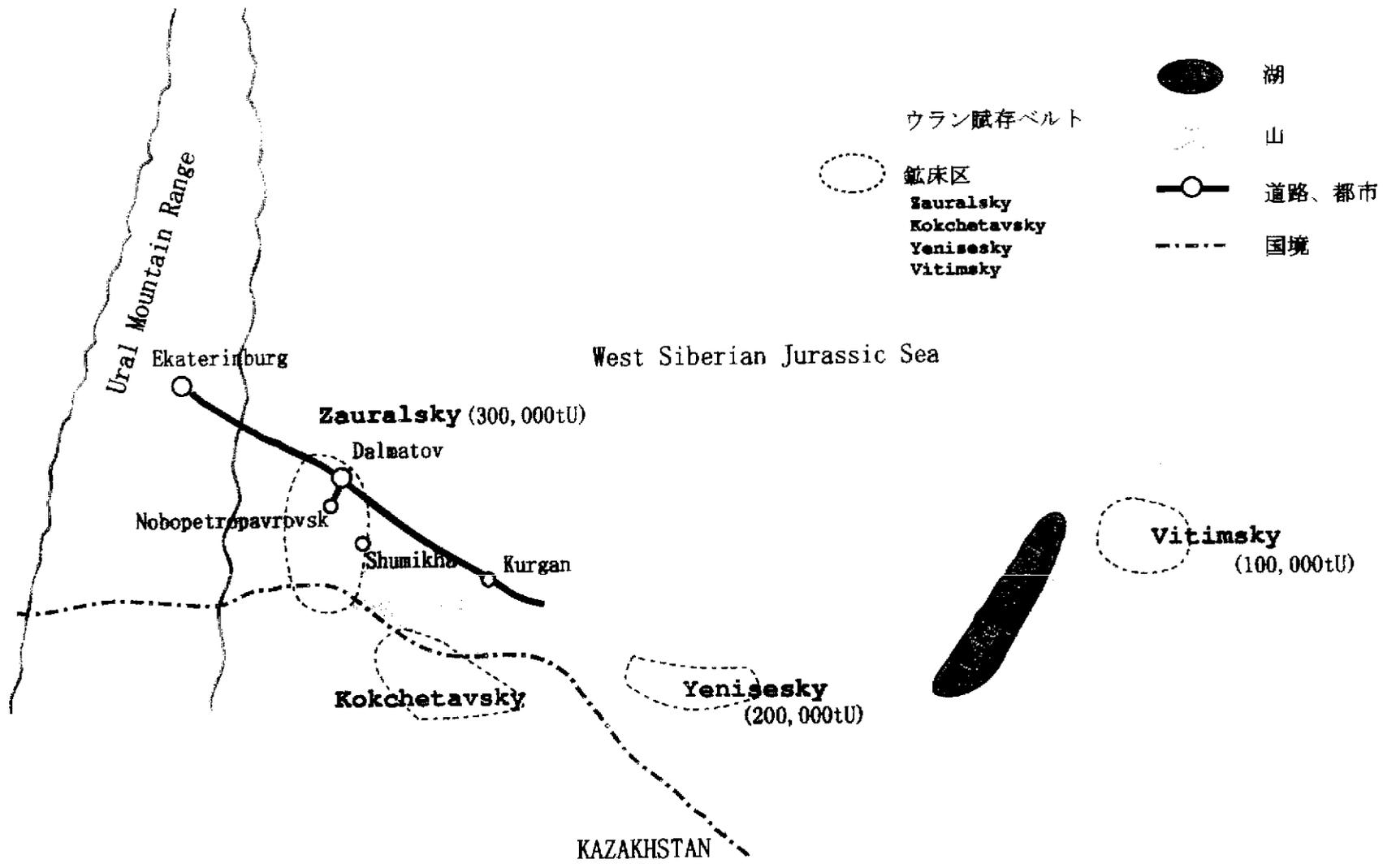
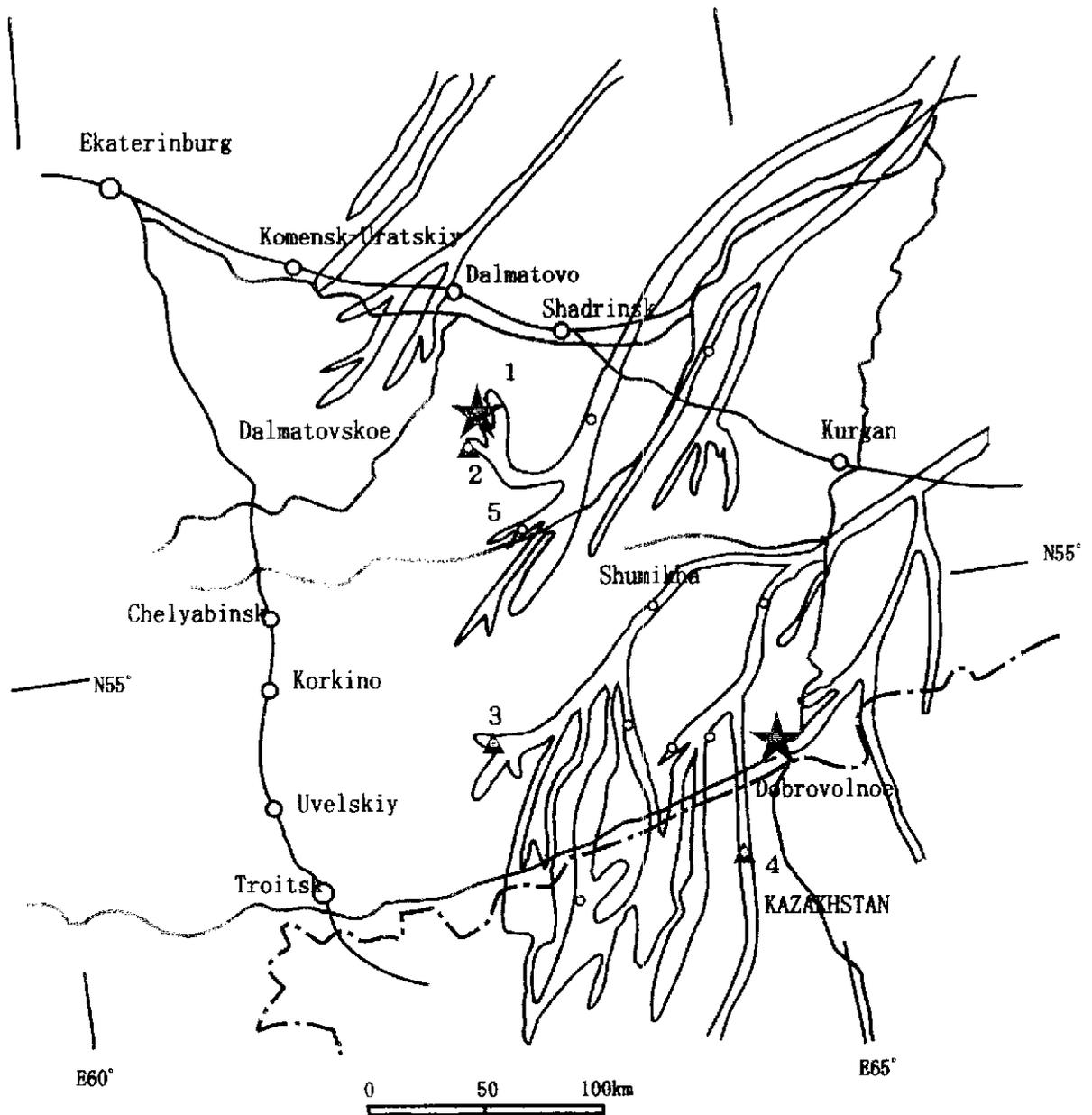


図10-4-1 西シベリアのウラン賦存ベルト地帯



鉱床名

- 1. Uksyanskoe
- 2. Lenyazhinskoe
- 3. Ruslovoe
- 4. Tengizskoe
- 5. Shmikha

- 河川
- 道路、市町村
- 国境

- Paleovalley of Jurassic Period
- Ore deposit
- Mineralization
- Radioactive anomaly

図10-4-2 ザウラルスク地域の古河川の平面図

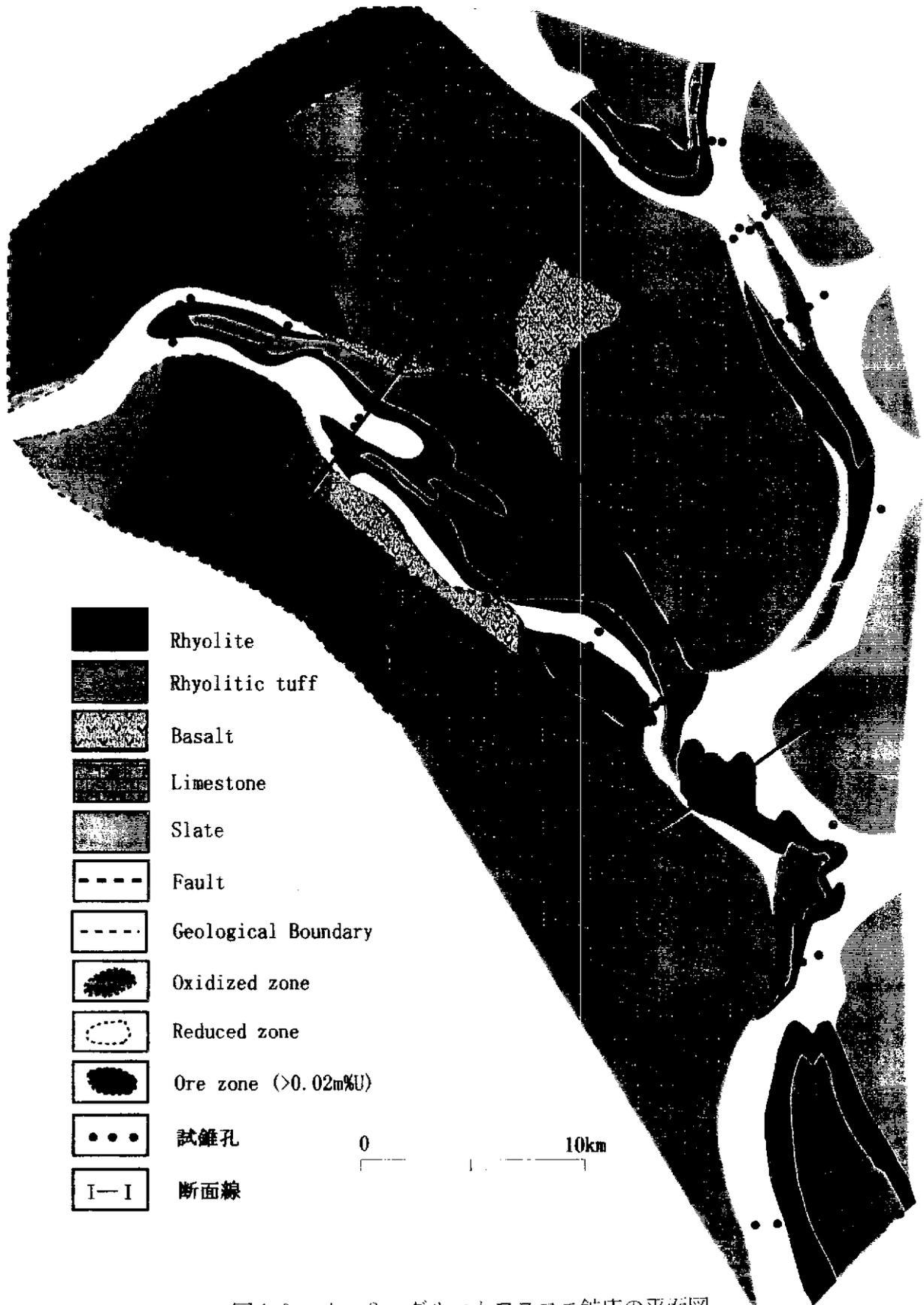


図10-4-3 ダルマトフスコエ鉍床の平面図

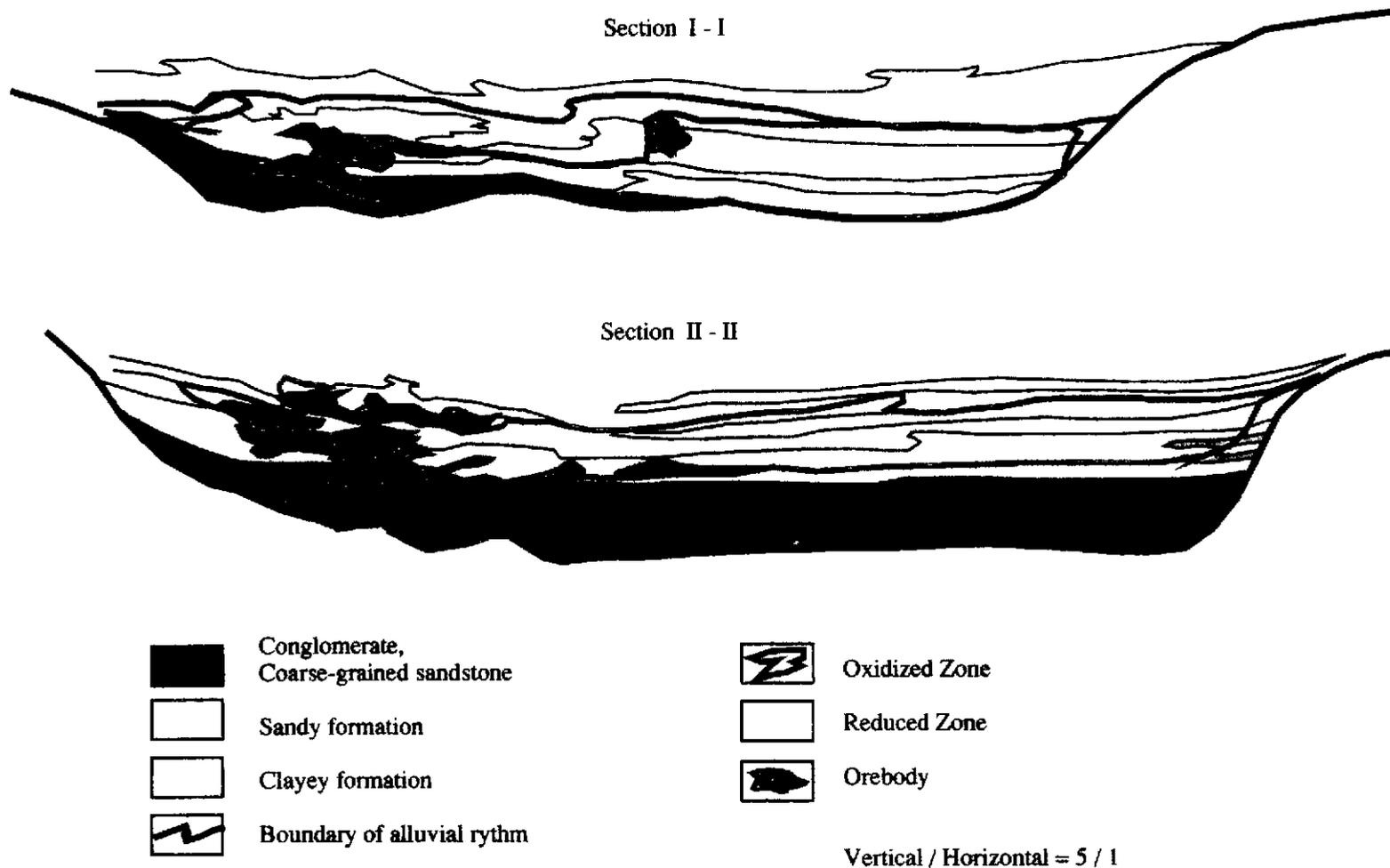
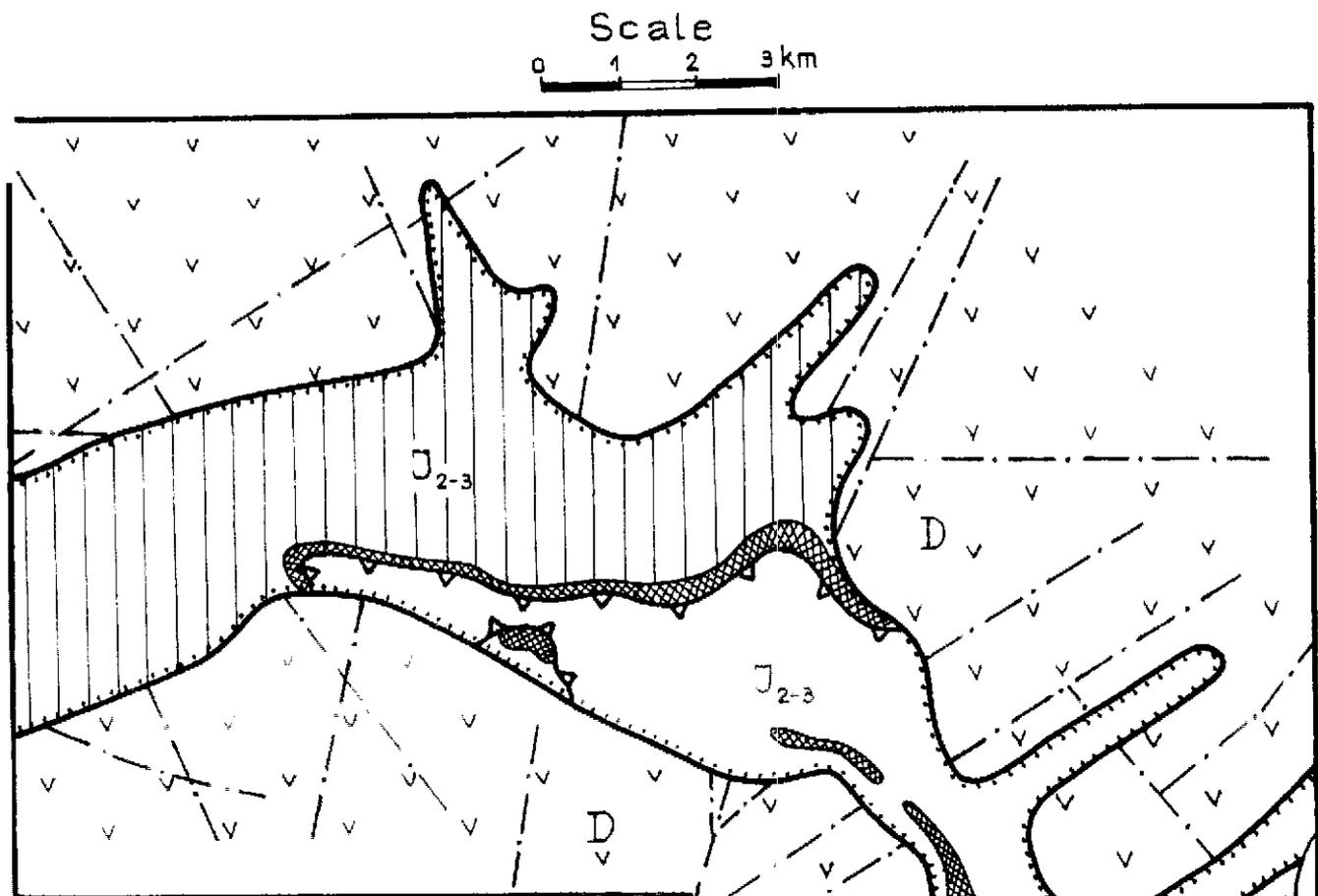


図 10-4-4 ダルマトフスコエ鉱床の断面図



LEGEND

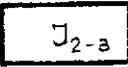
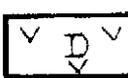
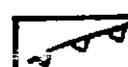
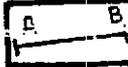
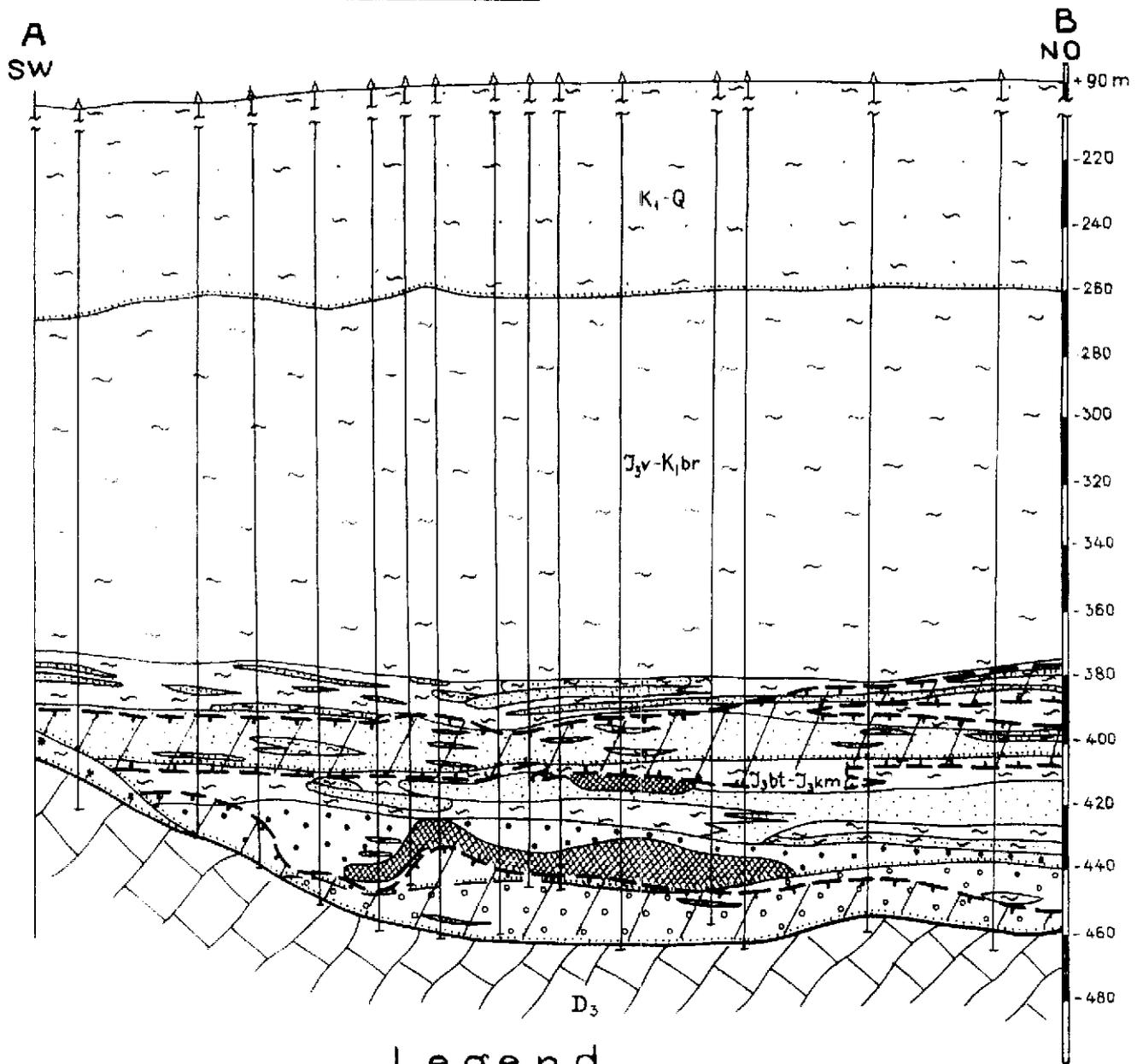
- | | |
|---|--|
|  | Middle-Late Jurassic Bathian-Kimmeridgian alluvial sediments: gravel, sand, aleurite, clay, plant detritus |
|  | Valley-floor basement: Devonian volcanic and terrigenous rocks |
|  | Valley outlines |
|  | Primary grey rocks |
|  | Geochemical barriers zone (ore-bearing zone) |
|  | Epigenetic oxidized and secondary reductived rocks |
|  | Geochemical zones outlines |
|  | Uranium orebody |
|  | Faults |
|  | Geological cross section line |

図10-4-5 ドロボルノエ鉱床平面図

Horizontal scale

0 100 200 300 m



Legend

-  K₁-Q Early Cretaceous-Quaternary. Terrigenous sediments
-  J_{3v}-K_{1br} Late Jurassic-Early Cretaceous. Volga-stage-Berriasian: Red aleurite and clay
-  J_{2bt}-J_{3km} Middle-Late Jurassic. Bathian-Kimmeridgian. Primary grey rocks:
-  Shingle  Gravel  Sand  Clay
-  D₃ Late Devonian. Limestone
-  Sedimentary cycle boundary
-  Uranium ore bodies
-  Epigenetic oxidized and secondary reductived rocks
-  Drill hole

図10-4-6 ドプロボルノエ鉱床断面図

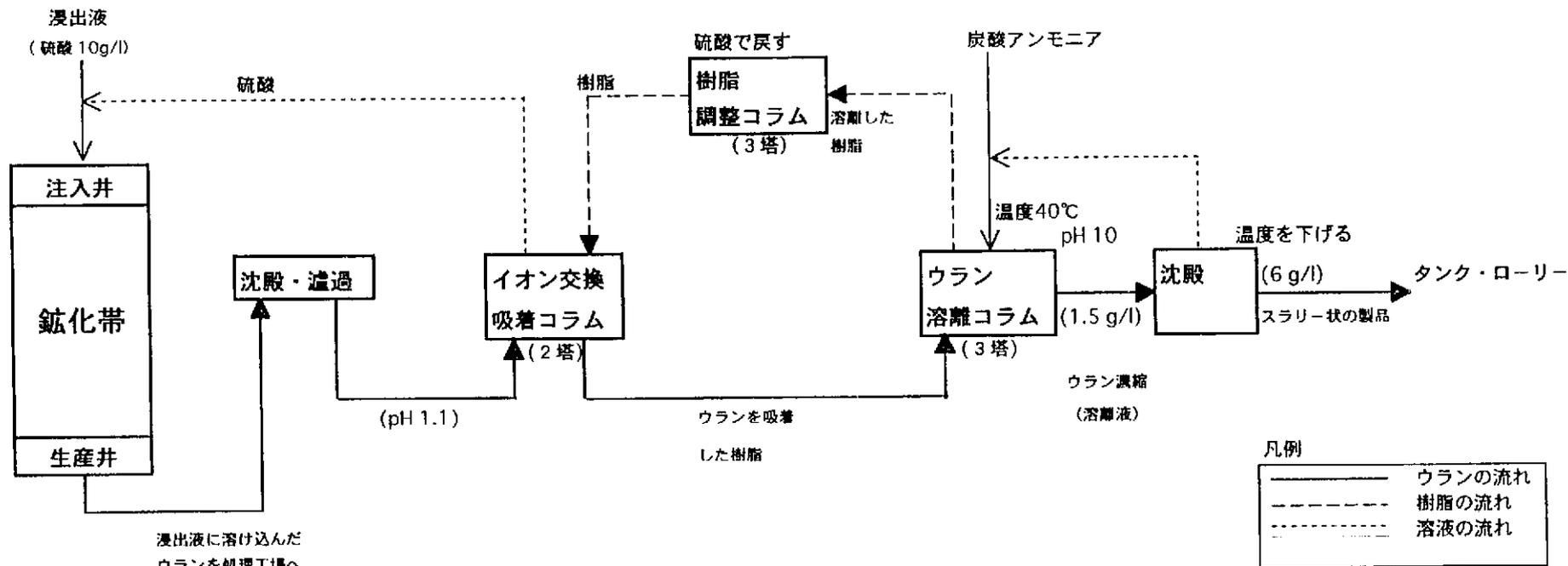


図10-4 7 ロシア・ダルマトフスコエ鉱床のISLによる生産フロー

10.5. Yeniseisk(イニセイスク) 地域

1. 交通・インフラ

位置：Abakan（アバカン）市街の周辺を流れる Yeniseisk（イニセイスク）河の南にある。イニセイスク、ウラニウム地域は、Kransnoyarsk(克蘭スノヤルスク)市の南からモンゴル国境まで広がる。

2. 権利関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

3. 鉱業権益

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

6. 地質概要

イニセイスク地区にはいくつかの砂岩型ウラン鉱床がある。既知ウラン鉱床には Devonian Volcanics(デボニア) 火山中にある鉱脈型鉱床である Labyskoye(ラビシュコエ) 鉱床がある。Primorskoye(プリモルスコエ) およびウストーウユク(Ust-Uyuk) 鉱床は、ラビシュコエ鉱床の南にある砂岩型鉱床で、鉱化作用は 0.3~0.5mの厚さの砂岩層に賦存し、確定鉱量は7,600tU。品位は0.17~0.25%U(0.2~0.3%U₃O₈)である。

当地域では現在、地質、試錐調査を実施中で、埋蔵鉱量約20万tU、品位0.0n%が見込まれる。深度は約200m、\$80/kgU~120/kgU のコスト区分の鉱量は約30千tU。

共生元素はレニウム、スカンジウム。

10.6. Vitimsk(ビチムスク) 地域

1. 交通・インフラ

位 置：ロシア連邦チタ州, ビチムスキー地域, Chita (チタ) 市の北約200km の北トランスバイカル地方。

気 象：表土は凍土帯

2. 権利関係

オペレーター：SOSNOVGEOLOGIA

オーナー：ロシア連邦

開発のためEXPEDITIONとロシア銀行団が合併企業を設立。

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

1974年：花崗岩を対象として探査を目的とした試錐で発見

現在 (1993年) まで試錐50万m, 2,500本 (平均200m), 探査範囲600km² (1km² 当り平均4孔)

1994年：既に ISL試験採鉱終了。開発準備中

6. 地質概要

地質鉱床：古生界の花崗岩を基盤として、新第三系堆積物が不整合に覆っている。多数の小さな砂岩型鉱床とロールフロント型ウラン鉱床が、基盤が削剥されて出来た古チャンネルに堆積した漸新世から中新世にかけての含炭質物碎屑岩中に胚胎する。その深さは10~30m で、ある地域では200m以上の厚い第4紀の玄武岩層に覆われている。約11の鉱床があり、その中で代表的な鉱床はヒアジンスカヤ鉱床で、北部にインスコヤ鉱床がある。ウラン鉱化年代は新第三紀である。

主要ウラン鉱物：酸化ウラン, コフィナイト

随伴金属鉱物：スカンジウム, 希土類

鉱床タイプ：砂岩 (古チャンネル) 型ウラン鉱床

規 模：4 km長×400×500m巾×数m～25m 厚の範囲に胚胎。

鉍 量：ビチムスキー地域，確認鉍量65,000tU，推定を含めると100,000tU，平均品位0.065%U 80～120\$/kgUコスト区分の鉍量67千tU。うちヒアジンスカヤ鉍床，埋蔵鉍量 14,000tU，品位0.0n～0. n%U，平均品位0.046%U。

現在（1993年）開発準備中

7. 採鉍関係

ISL法：2ヶ所で試験採鉍を実施。硫酸浸出。1年間の試験結果：浸出率92%透水率24m/日。深さ30～70m まで永久凍土であり浸出は凍土層下部に当り浸出し易い。一部浅い所は永久凍土で，ISL 法には向かず，露天採掘となる。

ウラン含有量40mg/l，Sc 6～8g/t，Y30g/t

生産量：1994年から開発。5年間にわたって試験採鉍を行う予定。1ブロック0.5ha で実施。採鉍は100m³/h で開発，ウラン50tU/年，250kgSc/年の生産計画。

8. 製錬関係

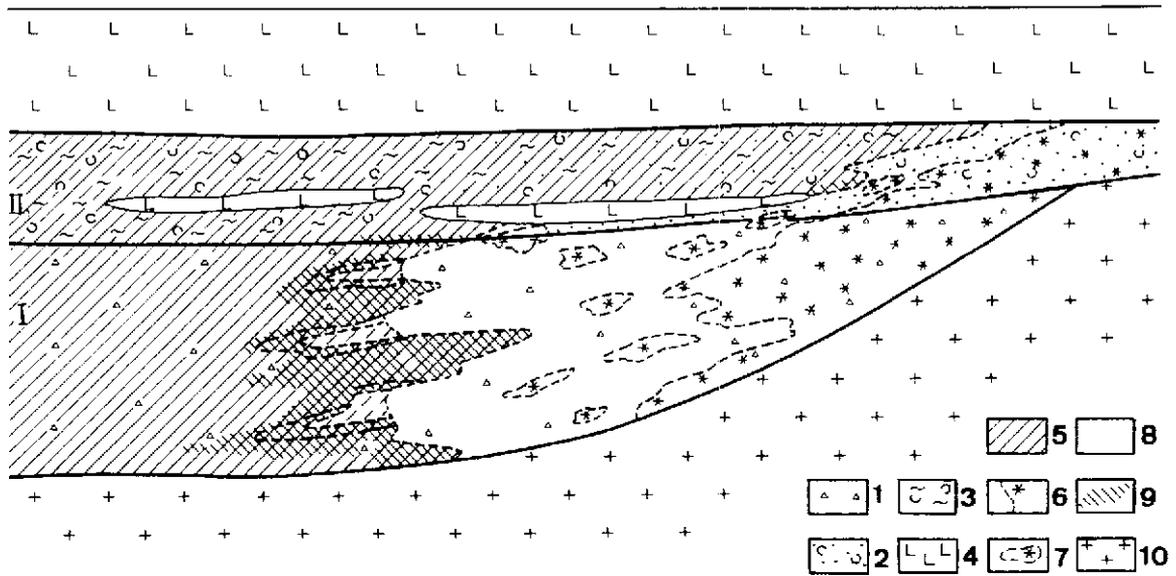
9. 生産コスト

プリアルゲンスク鉍山の生産コストと同様か，ビチムスキー鉍床の方が安い。コスト的には有望。

資本費：不明

操業費："

生産費："

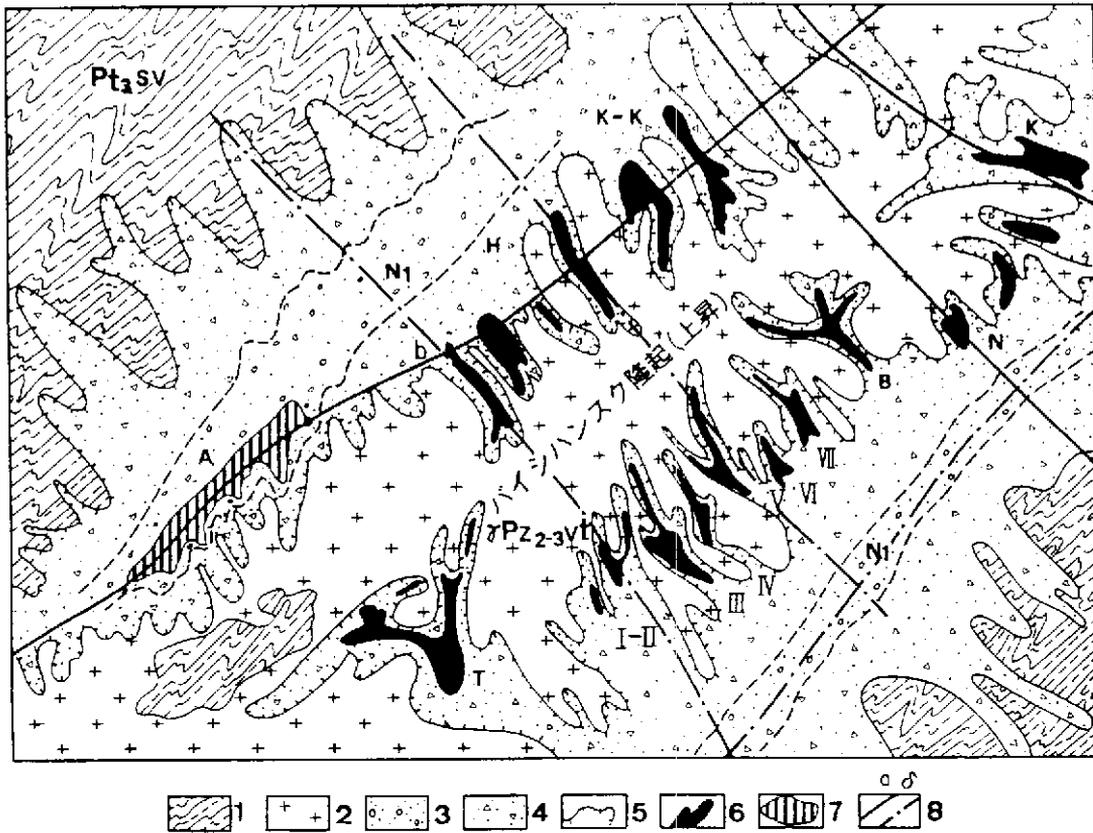


ビチムスキー鉱床区の鉱化した古チャンネル断面図

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1 - 下部層の砂岩と礫 | 6,7 - まだら模様の酸化層 |
| 2,3 - 上部層の凝灰岩質堆積岩層 | 8 - 白色化した層 |
| 4 - 玄武岩 | 9 - 鉱化作用 |
| 5 - 初生灰色層 | 10 - ビチムカン累層の花崗岩 (Pz2-3vt) |

〔出典：探査と保護“地下”1992年5月〕

図10-6-2 ビチムスキー鉱床区の鉱化した古チャンネル断面図



ビチムスキー鉱床区（ヒアジンスカヤ鉱床）の地質図

- | | |
|-----------------|---------------------------|
| 1 - 原生代の結晶質頁岩 | 5 - 古チャンネルの輪隔 |
| 2 - ビチムカン累層の花崗岩 | 6 - ウラン-レアメタル鉱床 |
| 3 - 中新世沖積層 | 7 - 金を伴ったウラン-レアメタル鉱床 |
| 4 - 古チャンネルの中新世層 | 8 - 断層（a- 確実, δ- 予想される鉱床） |

T- 第4, B- 頂部, N- 総合的, H- ナマル, K-K- コレット-コンダ, b- ボルトフ, K- コリチカン, A- ディブリン, I~IV- 鉱化した古チャンネル

〔出典：探査と保護“地下”1992年5月〕

図10-6-1 ビチムスキー鉱床区（ヒアジンスカヤ鉱床）の地質図

10.7. Central Transbaykal (セントラル・トランスバイカル) 地域

1. 交通・インフラ

位置：ロシア共和国チタ州, Chita (チタ) 市街の北東から南西に約500km の範囲に広がる。

連絡先：SOSNOVGEOLOGIA本部

2. 権利関係

オペレーター：SOSNOVGEOLOGIA

オーナー：ロシア連邦

3. 鉱業権益

○ ロシア連邦の資源開発を参照

4. 許認可関係

○ ロシア連邦の資源開発を参照

5. 経緯・現状

河川水の地化学探査で発見。現在まで全体の評価はほぼ終了。坑内探鉱実施済。

6. 地質概要

地質鉱床：ジュラ系の花崗岩が分布する。花崗岩分布域の放射能値は高く、BGで60～80 $\mu\text{r/h}$ である。ウラン鉱床は花崗岩中の断層帯に胚胎する。その他に各種タイプのウラン鉱床があり、北東から南西にかけ、前期ジュラ紀から後期白亜紀の火山岩中の脈状、網状鉱床のOlovskoye(オロフスコエ) 鉱床、後期白亜紀の含炭質物堆積岩中の薄層の砂岩型鉱床である Stepnoye(ステプノエ) 鉱床が存在する。花崗岩中の鉱床は脈状型の Berezovoye(ベリュソブエ) 鉱床およびGornoye(ゴルノエ) 鉱床からなり、これらの鉱床の品位は低品位である。オロフスコエ鉱床の埋蔵量12,000tU、ウラン鉱化年代はジュラ紀。

鉱床タイプ：花崗岩中の鉱脈型。鉱体は脈状、鉱化部で厚い所は 280～300mにおよぶ。

主要ウラン鉱物：オーチュナイト・ウラノフェーン、ゼオライトへのウラン吸着。

随伴金属鉱物：なし。電気石を伴う。

埋蔵鉱量：ベリュソブエ鉱床；平均品位0.15%U、ゴルノエ鉱床 平均品位0.25%U、合計埋蔵鉱量20,000tU。 最大の品位×層厚；1.58%U×7.73m。

7. 採鉱関係

坑内ヒープリーチング法。試験結果：回収率74%、坑内で爆破等で亀裂を入れ、硫酸浸出液を使用して回収する方法を採用する。

8. 製錬関係

9. 生産コスト

資本費：不明

操業費：”

生産費：”

10.8. Far East(Amur)極東 (アムール) 地域

1. 交通・インフラ

位置：ハバロフスク西方の中国国境沿いのプリンスキー山塊に位置する。

交通：道路は整備されている。

鉄道から47kmとアクセスは近い。

連絡先：住所 17, Novaya Street, 680032, Khabarovsk

電話 39-69・10

2. 権利関係

オペレーター：Taiga Geological Expedition

オーナー：詳細不明。Taiga Geological Expedition と推定される。

3. 鉱業権益

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

現在、採鉱活動を行っていない。

6. 地質概要

極東ウラン地区は、有望な鉱床の存在が期待できる広大な地域であるが殆んど探鉱は行われていない。地質は、ウランに富む花崗岩や変成岩類を基盤として、カルデラ構造凹地に火成岩類が分布する。火成岩類は、下部層が安山岩類、上層部がリパライトとなる。当山塊のカメノシンスカヤ火山構造帯の北縁部にウラン異常が分布する。数多くのウラン鉱床が発見されているが、唯一よく知られている鉱床はLastochka(ラストチカ) 鉱床で Bureinsky Massif(ブレインスキー山塊) 内にある。

ラストチカ鉱床は、酸性火山岩型の脈状・網状型鉱床で、古生代花崗岩の陥没地を充填した後期白亜紀の火山岩に胚胎している。規模は0.3km²、300m×100m、カットオフ品位(鉱業用) 0.03%Uで、確定埋蔵量 4,000tU、品位0.38%U、半分がC₁カテゴリーで品位 0.2%U、その他がC₂カテゴリーで、品位は0.11%Uである。

露天採掘に適している。鉱体深度は上限が50m、下限が100mである。

7. 採鉱関係

採鉱法：本鉱床は浅いことから露天採掘が可能である。

10.9. Chupa(チュパ) 地域

1. 交通・インフラ

位 置 : Omega(オネガ) 湖の北, Farelia(ファレリア) 地方。

2. 権利関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

6. 地質概要

地質鉱床 : 先センブリア代の片麻岩中の含ウランペグマタイトが特徴である。

ウランの鉱化作用は, Baltic Shields(バルト・シールド) の貫入岩類内や古期火山岩中に認められている。

10.10. Lovozero Tundra(ロボゼロ ツンドラ) 地域

1. 交通・インフラ

位 置： Kola(コーラ) 半島中央

2. 権利関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

6. 地質概要

この地区のウランは、アルカリ性岩内のトリウム鉱物と関連している。

10.11. Aldan(アルダン) 地域

1. 交通・インフラ

位置 : Yakutsk(ヤクーツク) 市の南西, Yakutia(ヤクーティア) 地方またはエルコンスキー地方と呼ばれる地方にある。

標高200mの山稜地形で, 近くに石炭, 金の採掘地が存在する。

交通 : 道路が整備されている。

連絡先 : 住所 17. Novoya Street, 680032, Khabarovsk

電話 39-69-10

2. 権利関係

オペレーター : Taiga Geological Expedition

オーナー : 詳細不明。Taiga Geological Expedition と推定される。

3. 鉱業権益

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

- ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

1984~85年 ; 探査実施。試錐作業量は150km に及ぶ。一部坑道探鉱を実施している。

1994年 ; 探査は凍結されている。

6. 地質概要

地質鉱床 : シベリア盾状地南東縁のエルコンスキー上昇地塊に位置する。始生界の片麻岩, 角閃岩が分布し, 東西方向に延長する断層が発達する。ユーズナヤウラン鉱床は, マイロナイト化した断層帯 (範囲20km×16km) に胚胎する。ウラン鉱化はアドラリア交代作用を被った角礫化したマイロナイト中の基質部分に認められる。ウラン鉱化年代は白亜紀である。その他東アルダンスキー地方には始生界と原生界の不整合部分にウラン鉱化の徴候 (トプリカン等) が知られており, その鉱化年代は13億年前とされ, カナダ・オーストラリアで発見されている不整合関連型鉱床と地質および鉱化の特徴が類似している。

ウラン鉱物 : ブランネライト, ウランチタナイト, コフィナイト, ピッチブレンド, 随

伴金属として金(0.8g/t)、モリブデン、銀を伴う。

鉱床タイプ：鉱脈型鉱床。鉱化の厚さは10～20m、深度350m～最大1km。鉱化脈の延長は断層に沿って約20kmにわたって認められている。

埋蔵鉱量：断層帯の総延長約100kmに対し、約2/3の60kmが鉱業用段階(C₁+C₂+P₁ 段階)まで評価している。

埋蔵鉱量は約15～20万tU。ウラン品位は0.1～0.2%U(平均品位0.145%U)とされている。

10.12. Slyudyanka（スリュディアンカ）地域

1. 交通・インフラ

位 置：南イルクーツクのバイカル湖の南端

2. 権利関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

3. 鉱業権益

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

6. 地質概要

地質鉱床：ペグマタイト中にウランおよび希土類を含む。この地域においては、1958年に先カンブリア代の結晶質石灰岩から採掘されたと報告されている。

10.13. Vihorevka(ビホレフカ) 地域

1. 交通・インフラ

位 置：イルクーツク地方 Bratsk(ブラック) の南西2～3 km

2. 権利関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

3. 鉱業権益

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

4. 許認可関係

○ ロシア連邦のウラン資源開発を参照

5. 経緯・現状

6. 地質概要

地質鉱床：超変成作用をうけた始生代の岩石中にウランとトリウムを産出する。

○参考資料：法・規則の抜すい

○ 法・規則の抜すい

1. II. には法・規則の概要を抜すいする。またIII. には鉱業権益に関する、またIV. には許認可、環境保全に関する事項を再度詳細に抜すいする。

8. I. ロシア連邦地下資源法の抜すい

地下資源とは、土層や水域の底より下にあり、深部まで広がる、地質調査や開発の可能な地殻の一部である。

本法は、ロシア連邦の領土、大陸棚、経済水域の、地下資源ならびに採掘・加工業の廃棄物や泥炭、腐泥、その他の特殊な鉱物資源の研究利用、保護の過程で起こる種々の関係を調整するものである。

本法は、地下資源の総合的、合理的利用と保護の法的、経済的基礎を内容とし、ロシア連邦の国家と国民の利益ならびに地下資源利用者の権利の保護を保障するものである。

第1部 総 則

第1条 ロシア連邦地下資源法

省 略

第2条 国家地下資源ファンド（ファンドの構成、運営）

”

第3条 地下資源利用の諸関係の調整の分野におけるロシア連邦の権限

”

第4条 地下資源利用の諸関係の調整の分野におけるロシア連邦に属する共和国、地方州、自治区の権限

”

第5条 地下資源利用の諸関係の調整の分野における地区、市の権限

第2部 地下資源の利用

第6条 地下資源の利用の種類

第7条 利用に供される地下資源の区域

省 略

第8条 地下資源利用の制限

”

第9条 地下資源の利用者

一部省略

放射性資源の採掘のための地下資源の利用者となりうるのは、国営企業のみである。

第10条 地下資源利用の期限

地質調査：5年以下

地下資源の採掘，採掘と関係のない目的のため：20年以下

上記の利用の種類が組合わさっている場合：25年以下

地下資源の採掘と関係のない地下施設の建設と使用，特に保護される施設の形成，その他の目的の場合：無期限

地下資源利用の期限は，地下資源利用者の意思によって延長しうる。

” ” その利用の権利が与えられた日から起算する。

第11条 地下資源利用のための提供

省略

第12条 認可の内容

”

第13条 認可の交付の手順

地下資源利用権の認可の交付は，競争入札やオークションの実施によって行われる。

以下省略

第14条 認可交付の拒否

省略

第15条 国家認可制度

”

第16条 国家認可制度の組織的保障

”

第17条 反独占的要求

”（権力・行政機関，経済主体による禁止行為）

第18条 一般的な地下資源の鉱床の開発のための地下提供

省略

第19条 土地所有者による一般的な地下資源の採掘

”

第20条 地下資源利用権の停止の根拠

”

第21条 有効期間満了前の地下資源利用権の停止の規則

”

第22条 地下資源利用者の主な権利と義務

”

第3部 地下資源の合理的利用と保護

第23条 地下資源の合理的利用と保護に関する主な要求

省 略

第24条 地下資源の利用に関連する作業の安全な実施に対する要求

”

第25条 地下資源の存在する区域での建設の条件

”

第26条 地下資源採掘企業と地下資源の採掘と関係のない地下施設の閉鎖と活動停止

”

第27条 地下資源に関する地質学情報（地質学情報等の所有権など）

”

第28条 国家登録と国家登記

”

第29条 地下資源鉱脈国家鑑定

”

第30条 地下資源の鉱床および発現の国家台帳

” (鉱徴?)

第31条 地下資源備蓄国家収支

”

第32条 地下資源の鉱床および発現の国家台帳と地下資源備蓄国家収支の記録

”

第33条 特別な学術的あるいは文化的価値を持つ地下資源の区域の保護

”

第34条 地下資源鉱床の発見に対する報奨

”

第4部 地下資源利用の諸関係の国家調整

第35条 地下資源利用の諸関係の国家調整（国家調整の主な課題，方法）

省 略

第36条 地下資源利用の諸関係の國家管理

〃

第37条 地下資源の合理的利用と保護の國家監視

〃

第38条 地下資源の利用と関連する作業の安全な実施に対する國家監視

〃

第 5 部 地下資源利用料

第39条 地下資源利用料制度

省 略

第40条 地下資源利用料の免除

〃

第41条 地下資源利用権料

〃

第42条 地下資源利用権料の分配

〃

第43条 地下資源利用料の支払方法

〃

第44条 鉱物資源基盤の再生産のための積立金

〃

第45条 認可交付料

〃

第46条 消費税

〃

第47条 水域および海底の利用権料

〃

第48条 地下資源の枯渇に対する割引

〃

第 6 部 地下資源法の違反に対する責任

第49条 地下資源法の違反に対する責任（違反項目によって、刑事責任あるいは行政責任を負う）

省 略

第50条 係争解決の規則

”

第51条 損害賠償

”

第7部 国 際 条 約

第52条 国際条約

ロシア連邦の国際条約によって、以前に本法の規定とは異なる規則が定められていた場合、国際条約の規則の適用が許される。

1992年2月21日

No. 2395-1

II. ロシア連邦最高会議政令抜すい

ロシア連邦「地下資源法」の施行に関する規則

ロシア連邦政府付属地質・地下資源利用委員会（以下ロシアゲオルコムと略す）

「地下資源利用認可手続きに関する規則」

1. 総 則

地下資源利用権の認可を受けて、地下資源の地質調査を行ったり、地下資源産地の開発作業を行ったり、地下資源採掘とは無関係ではあるが、地下施設を建設したり、使用したり、鉱業とそれに関連した加工業の廃棄物を利用したり、特別保存対象物を形成したりする場合の地下資源利用権認可交付手続きについて定めるものである。

国家地下資源基金の国家経営の任務は、ロシアゲオルコムに委ねる。

地質学、地球物理学地域研究、地質学撮影、工学地質調査、古生物研究、一般的な地下資源研究を目的としたその他の活動、地震予知、火山活動研究、自然環境モニタの建設と監視、地下水の状況監視等の地質学的諸活動と、地下資源の保全を本質的に損なわずにできる研究を実施する権利については、認可を受ける必要はない。上記諸活動の実施許可は、ロシアゲオルコム或いは、その地域下部組織が発給し、その実施条件については、この作業の実施者と地域自治体とで台意する。

ロシア連邦を構成する共和国、地方、州、自治区は、本規則が定めるものと異なる地下資源利用許可制度を作り、一般普及地下資源産地の開発を行うことができる。

鉱物学、古生物学等の地質学的資料コレクションの収集権に対する認可交付手続きは、ロシア連邦の各地域の現行規則により定められる。上記規則は、ロシアゲオルコムとロシア連邦構成共和国、地方、州、自治区との共同決定により確認する。

2. 国家地下資源利用認可制度

- 2.1. 地下資源は認可に基づき利用提供される。認可とは、認可所有権者が事前に決められた基準、条件を守ることを前提に、所定期間、記載目的に従って規定境界の地下部を利用する権利を証明する文書である。
- 2.2. 認可は、国家認可制度によって交付され、それに対する組織上の保証をロシアゲオルコムとその地域下部組織に委ねる。
- 2.3. 省略（ロシアゲオルコムの職務）
- 2.4. " （許可申請対象物を開発に組み込む手続き等についての認可過程）
- 2.5. " （同上の認可決定機関）
- 2.6. 認可交付の決定は、ロシア連邦構成共和国、地方、州、自治区の代表行政機関と、ロシアゲオルコム或いはその地域下部組織とが共同で行う。認可証の交付と登録は、ロシアゲオルコム或いはその地域下部組織が行う。

3. 利用提供される地下資源区域

- 3.1. 認可に伴い、地下資源区域は幾何学的方法で処理され、地下資源区域の区画の形で、利用提供される。
- 3.2. 認可証に記載された区域の範囲で、その作業を行うことができる。
- 3.3. 地下資源区域は、鉱山用地、或いは地質用地の形で利用提供される。
- 3.4. 省略（地下資源区画の種類）
- 3.5. " （鉱山用地の境界の決定方法）
- 3.6. " （ " " の決定機関）
- 3.7. " （認可地下資源利用者の独占権）
- 3.8. " （地質用地の境界の決定方法）
- 3.9. " （地質用地は、複数の認可者によって、同一地域内で地下資源の地質調査ができる）
- 3.10. 認可交付機関は、一人の利用者に提供できる地下区域の限界寸法を決めることができる。）

4. 用地区域

- 4.1. 地下資源利用権の認可交付は、当該用地区域の利用権（地上権？）の交付と同時に行われる。一時的利用の用地区域の取得或いは禁止については、ロシア連邦

の各法令に従って行われる。

4. 2. 省略（地下資源利用者と用地区域の所有者との調整）
 4. 3. “ （用地区域の利用条件等についての交渉）
 4. 4. “ （用地区域に対する支払い）
5. 地下資源利用支払制度
5. 1. 省略（地下資源利用に伴う支払い）
 5. 2. “ （地下資源利用権に対する着手料）
 5. 3. “ （具体的額、支払い条件等は競争入札（オークション）実施過程で決定）
 5. 4. “ （地下資源利用権の支払い生産物代納）
 5. 5. “ （地下資源利用権の支払い構成の中に含まれるもの）
 5. 6. “ （地下資源利用権の認可交付手数料）
6. 認定の種類
6. 1. 地下資源利用の種類により、地質学的地下調査、地下資源採取、地下資源採取とは非関連の地下施設の建設、使用、特別保護対象物の形成については、規定モデルの認定証が交付される。
 6. 2. 省略（地質学調査、地下資源の詳細調査（試掘）、地質学的地下調査の各認定証の権利内容）
 6. 3. “ （地下資源採取の認定証の権利内容）
 6. 4. “ （地下の地質調査権所有者は、地下資源採掘の認可取得の優先権をもつ）
 6. 5. “ （複数の産地の開発認可を1グループ（1人）の申請者に与えることができる。）
 6. 6. “ （地下資源採掘権認可所有者は、その用地内で追可認可なしに地質調査作業を行いうる。）
 6. 7. “ （採掘業及びその関連加工業の廃棄物の加工は、独立した認可が必要であるが採掘権認可所有者に与えられる）
 6. 8. “ （地下資源採掘と非関連の地下施設の建設、使用に対する認可証）
 6. 9. “ （数種の地下資源利用（探査、試掘、採掘）の組合せ認可）
 - 6.10. 地下資源採掘、採掘とは無関係の地下資源施設の建設、使用に対する認可はその地質学的情報が国家鑑定を通過している地下区域についてのみ交付される。但し本条の6.11項の場合は除外する。
 - 6.11. 同時に地質調査と、地下資源採掘の地下資源利用権が交付された場合には、地下資源利用者は、認可に従って地質情報の国家鑑定以前に採掘を開始できる。以下省略（情報の提出時期、利用条件等）

6.12. 省略（地下資源採掘以外の用途を持つ特別保護対象物を形成する権利の認可証）

7. 認可の有効期限

- 7.1. 認可は、地下資源の地質調査については5年迄、地下資源の採掘、および採掘と無関係の目的については20年迄。地下の地質調査と地質資源採取との組合せについては25年を期限として交付される。
- 7.2. 地下施設の建設と使用、特別保護施設の形成に対する権利の認可は、無期限有効で交付される。
- 7.3. 20年以上の地下資源産地開発プロジェクトは、認可所有者の発議によってその期限を延長できる。
- 7.4. 認可の有効期限は、その登録日から数える。

8. 認可証には次のものが含まれる。

- 8.1. 省略（地下資源利用のデータ、作業の指定目的のデータ、用地の境界、有効期限、利用料の支払い条件等）
- 8.2. “ （認可条件、地下資源利用に対する契約関係の形態について、前項以外の追加条件）

9. 認可所有者

- 9.1. 省略（放射性原料の採掘権所有者には、ロシア連邦の国家企業のみなれる）
- 9.2. “ （認可所有者の権利、責任）

10. 認可取得応募者選定制度

- 10.1. 地下資源利用権の認可は、競争入札及びオークションを実施して交付される。
- 10.2. 省略（認可の対象、応募者選定の実施時期、方法、条件等の選択）
- 10.3. “ （競争入札制度）
- 10.4. “ （オークションによる認可交付制度）
- 10.5. “ （採金アルテリ形小規模企業、軍需企業については別個の競争入札、オークションを行ってもよい）
- 10.6. 放射性鉍石産地の開発権の認可は、ロシア連邦の国家企業のみが対象となる特別競争入札によって行われる。この場合オークションによる認可交付制度は行われない。
- 10.7. 省略（地下水採取権）
- 10.8. 飲料用地下水産地の開発権の認可を、オークション制度で交付してはならない。

15. 地下資源利用権停止の理由

15. 1. 省略（利用権の停止理由）

15. 2. " （国家機関等の申請により，利用権の停止，一時停止或いは制限をうける場合）

15. 3. " （直ちに地下資源の利用が停止される場合；労働者或いは住民の生命或いは健康に直接危険が発生した場合）

15. 4. " （文書通告後3ヶ月内に改善されない場合には停止）

15. 5. " （事態発生時点から停止；天災，軍事行動）

15. 6. " （利用者の発意で期限前に利用を停止）

15. 7. " （企業の一時休止或いは閉鎖の費用負担）

15. 8. " （上記費用負担を国が行う場合）

15. 9. " （一時停止或いは制限された利用権の復活）

15. 10. " （新種の地下資源の認可条件の再検討）

15. 11. " （採掘鉱物原料の換金の条件の変化にらる採鉱企業の一時休止或いは閉鎖。休止中の認可の取消，新所有者への提供）

16. 認可所有者の主な権利と義務

16. 1. 省略（認可所有者の権利）

16. 2. " （ " 責任）

17. 認可無効承認条件

17. 1. 省略（認可の無効）

17. 2. " （認可交付の拒否）

18. 認可証に定める地下資源利用条件の履行管理

18. 1. 省略（履行管理機関）

18. 2. " （定期検査）

18. 3. " （必要書類の提出）

18. 4. " （管理機関の職務）

18. 5. 地下資源利用条件の履行監視その他の条件及び規定を認可証に含めることができる。

19. 本規則施行前に地下利用している企業への認定交付

19. 1. 省略（現在活動或いは利用している企業は，本規則施行日から1ヶ月の間に申

請し、利用権を確保すること)

19. 2. “ (申請書の提出内容)
19. 3. “ (申請の検討, 認可証の交付及びその条件の決定)
19. 4. “ (申請の検討目的)
19. 5. “ (利用権の確認認定条件)
19. 6. “ (所定の期限内に認定条件を保証できない企業は利用権を剥奪され, その地下区域は一般認定対象となる)
19. 7. “ (認定により活動が延長されない企業の新認定所有者への引渡し条件)
19. 8. “ (未利用地下区域の認可証交付手続き)

1992年6月15日

No. 3314-1

Ⅲ. 鉱業権益に関する法・規則抜すい

鉱業権, 採掘権に関する規制, 鉱種, 国有等に関する法・規則の詳細を抜すいする。

ロシア連邦地下資源法 (以下法と云う)

第6条 地下資源の利用の種類

地下資源は以下のための利用に供される。

- 1) 地質調査
 - 2) 採掘業の廃棄物の利用やそれと関連した加工業を含めた地下資源の採掘
 - 3) 地下資源の採掘と関係のない地下施設の建設と使用
 - 4) 科学的, 文化的, 景観的, 衛生・保健的, その他の意義を持つ特に保護されるべき地質に関する施設 (科学・学術実験場, 地質学上の保護区, 禁漁区, 天然記念物, 洞窟その他の地下の空洞) の形成
 - 5) 鉱物学, 古生物学, その他の地質学的資料の収集
- 地下は, 同時に地質調査 (探査, 試掘) と地下資源の採掘のために利用することができる。この場合, 採掘は, 地質調査の途中でも, それが終了した直後でも行える。

地下資源利用認可手続きに関する規則 (以下規則と云う)

2. 国家地下資源利用認可制度

2. 1. ロシア連邦地下資源法に従い, 地下資源は認可に基づき利用提供される。認可とは, 認可所有者が事前に決められた基準, 条件を守ることを前提に, 所定期間, 記載目的に従って規定境界の地下資源部分を利用する権利を証明する文

書である。（ただし、規則 総則：地質学、地球物理学地域研究、地質学撮影、工学地質学調査、古生物研究、一般的な地下資源研究を目的としたその他の活動、地震予知、火山活動研究、自然環境モニタの建設と監視、地下水の状況監視等の地質学的諸活動と、地下資源の保全を本質的に損なわずにできる研究を実施する権利については、認可を受ける必要はない。上記諸活動の実施許可は、ロシアゲオルコム或いはその地域下部組織が発給する）

2. 2. 認可は国家認可制度によって交付され、それに対する組織上の保証をロシアゲオルコムとその地域下部組織に委ねる。

（以下 略）

法第7条 利用に供される地下資源の区域

地下資源採掘、地下資源の採掘と関係のない地下施設の建設および使用、特に保護される地質に関する施設の形成の権利に対する認可にしたがって、地下資源の区域は鉱山用地の形で利用に供される。鉱山用地はまた、同時、或いは直後に行われる地下資源採掘を伴う地質調査の実施のためにも利用に供される。

（一部 略）

鉱山用地を与えられた地下資源利用者は、その領域内で与えられた認可にもとづく地下の利用の実施に対して独占権を持つ。（一部 略）

認可にもとづいて地質調査のために提供された地下資源の区域には、鉱山用地としての地位は与えられない。地質調査のために提供された地下資源の区域の領域内では、同時に複数の利用者が作業を行うことができる。（以下 略）

規則 3. 利用提供される地下区域

3. 3. 地下資源区域は、鉱山用地、或いは地質用地の形で利用提供される。

3. 4. 地下資源採掘、地下資源採掘とは無関係な地下施設の建設と使用、特別地下保護区域の組織に対して認可証を交付する場合には、鉱山形態の地下区画が提供される。地下資源を同時に或いは直接続けて採掘する地質調査にもまた、鉱山用地形態の地下区画が提供される。

地質調査に対する認可証を交付する場合には、地質用地形態の地下区域が提供される。

3. 7. 鉱山用地の形態の地下区域を入手した地下資源利用者は、その境界内で、入手許可証に従った活動をする独占権を有する。

3. 9. 同一の地質区域境界内において、同一種類の、或いはそれぞれの目的指定に沿った異なる数種類の複数の認可によって、地下の地質調査を行うことができる。（以下 略）

法第9条 地下資源の利用者

地下資源利用者となりうるのはロシア連邦の法律にその規定がないかぎり、所有の形態にかかわらず、法人、外国の市民を含む企業活動の主体である。

放射性資源の採掘のための地下資源利用者となりうるのは、国営企業のみである。

規則 9. 認可所有者

- 9.1. ロシア連邦の法令で別の規定がなされない限り、所有権の形態に係わりなく（他国の法人、国民（今後は企業）を含む）、認可所有者が事業活動の主体となることができる。放射性原料の採掘権認可所有者には、ロシア連邦の国家企業のみなれる。

法第10条 地下資源の利用の期限

地下資源は、一定の期限付き、或いは期限なしで利用に供される。期限を付けて利用に供されるのは

地質調査のため：5年以下

資源の採掘、採掘と関係のない目的のため：20年以下

上記の利用の種類が組合わさっている場合：25年以下

地下資源の採掘と関係のない地下施設の建設と使用、特に保護される施設の形成、その他の目的の場合：無期限

地下資源の利用の期限は、地下資源の利用者の意思によって延長することができる。（以下 略）

規則 7. 認可の有効期限

- 7.1. 認可は地下資源の地質調査については5年迄、地下資源の採掘及び採掘と無関係の目的については20年迄、地下資源の地質調査と地下資源採取との組合せについては25年を期限として交付される。
- 7.2. 個々の種類の地下施設の建設と使用、特別保護施設の形成に対する権利の認可は、無期限有効で交付される。
- 7.3. 20年以上の地下資源産地開発プロジェクトは認可所有者の発議によってその期限を延長できる。
- 7.4. 認可の有効期限は、その登録日から数える。

法第13条 認可の交付の手順

地下資源利用権の認可の交付は、競争入札やオークションの実施によって行われる。(以下 略)

規則 10. 認可取得応募者選定制度

- 10.1. 地下資源利用権の認可は、競争入札及びオークションを実施して交付される。
- 10.2. 各々の認可の対象或いは1組の対象について、競争入札かオークションか、競争入札およびオークションの実施期間、方法、条件等の選択は、ロシア連邦構成共和国、地方州、自治区の代表行政機関と、ロシアゲオルコム、或いはその地域下部組織とが共同で行う。(以下 略)
- 10.6. 放射性鉱石産地の開発権の認可は、ロシア連邦の国家企業のみが対象となる特別競争入札によって行われる。この場合オークションによる認可交付制度は行われない。(以下 略)

〃 11. 認可交付の仕組み

- 11.1 地下資源利用権認可取得希望企業は、ロシアゲオルコム或いは、その他地域下部組織に問い合わせると関心ある対象の認可の交付期限、条件等、必要な情報を提示してくれる。(以下 略)

法第41条 地下資源利用権料

地下資源利用者は、地下資源の鉱床の探査、採掘、その他の目的の地下資源利用に対して料金を徴集される。(一部 略)

探査や試掘を行う権利に対する支払いの額は、経済地理的条件、地下資源の区域の大きさ、地下資源の種類、作業の期間、地質調査の程度、危険の程度によって決定される。

採掘権に対する支払いの額は、地下資源の種類、その鉱脈の質と量、鉱床の開発に関する自然地理的、鉱山技術的、経済的条件、危険の程度を考慮して決定される。(一部 略)

地下資源の採掘のために提供された鉱山用地の領域内で地下資源を採掘する権利に対する料金は、徴収されない。(一部 略)

規則 5. 地下資源利用支払制度

- 5.1. 現行の法律ならびにロシア連邦政府の決議に従い、地下資源利用に伴い支払額が徴収され、それには地下資源利用権に対する支払、鉱物原料基盤再生積立金、水域と海底区域利用に対する支払いが含まれる。

地下資源利用者はその他に、ロシア連邦の法律が定める税金、間接税、その他の課徴金及び支払額(これには利用者が使う用地区域に対する支払いも含ま

れる。)を支払う。それらについては地下資源利用権に対する支払いから地下の消耗を考慮に入れた割引を行ってもよい。(以下 略)

IV. 許認可, 環境保全対策等に関する法, 規則抜すい

経緯, 安全や環境に関する規制, 管轄等, 環境保全対策, 安全, 環境規制管轄, 規制に関する法律や規制値, 対策もしくは計画に関する法・規則の詳細を抜すいする。

法第20条 地下資源利用権の停止の根拠

地下資源利用権は, 以下の場合に停止される。

- 1) 定められた認可の有効期間が過ぎた場合
- 2) 認可の所有者が地下利用権を拒否した場合
- 3) 認可に定められた, 与えられた権利の今後の行政を不可能にするような決定的な条件が起った場合

以下の場合に, 国家地下資源ファンド管理機関, または認可を交付したその地方支部により, 有効期間の満了以前に地下資源利用権が停止, 中止, 或いは制限されることがある。

- 1) 地下資源の利用に関連する作業の影響が及ぶ区域で働く人々や居住する人々の生命或いは健康に直接の脅威が起こった場合
- 2) 地下資源の利用者が認可の主要な条件に違反した場合
- 3) 地下資源の利用者が規定の地下資源利用の規則に常習的に違反した場合
- 4) 非常事態(天災, 戦争その他)が起こった場合
- 5) 地下資源の利用者が, 認可に定められた期間内に予定の規模での地下資源利用を始めない場合
- 6) 地下資源が利用に供された企業やその他の経済活動の主体が存在しなくなった場合

地下資源利用権の停止, 中止, 制限に関する決定に地下資源利用者が不同意の場合, 地下資源利用者は, 行政手続き, 或いは訴訟手続きにしたがって不服を申し立てることができる。

法第21条 有効期間満了前の地下資源利用権の停止の規則

本法第20条後半の第1項, 第4項に当てはまる場合, 地下資源の利用は, 権限を持つ機関による停止の決定と, 地下資源利用者への書面による通知の直後に停止される。

本法第20条後半の第2, 3, 5項に当てはまる場合, 地下資源利用者への違反に関する書面による通知の日から3ヶ月が経過し, 地下資源の利用者が違反をあらためる対策をとらなかった場合に, 地下資源利用権停止の決定が取られ

る。(以下 略)

規則 13. 特殊な場合の地下資源利用手続き

13.1. 地下資源の利用が労働者或いは住民の健康にかなりの危険を伴ったり、地下資源の利用過程でかなり環境リスクを伴う場合には、認可証には2段階の規定がなされる。

認可証に定められている期間の第1段階で、認可所有者は地下資源利用計画を作成し、作成された計画が、安全作業管理、環境安全規格(規準、規則)に合致しているか判断をずくために当該機関と合意する。必要な場合には鉱山用地と用地区画の境界を明確にする。

第2段階で、合意計画を認可条件に従って実行する。地下資源利用に関連した作業は、計画の合意が得られるまで行ってはならない。

13.2. 本規則の13.1項に示された地下資源利用の手続きが適用される対象のリストは、ロシアゲオルコム、ロシア連邦産業安全作業管理と、鉱山監督委員会、ロシア連邦環境・天然資源省とが共同で決定する。

規則 15. 地下資源利用権停止の理由

15.1. 地下資源利用権の停止理由：認可に規定されている有効期限切れ、認可所有者が地下資源の利用権を拒否した場合、提供された地下資源利用権を今後遂行出来なくなるような認可証に記載された決定的条件が起きた場合

15.2. 地下資源利用権は次の場合、ロシアゲオルコム、或いはその地域下部組織により、停止、一時停止、或いは制限を受ける。

- 1) 地下資源利用関連作業の影響ゾーンにおいて労働者或いは住民の生命或いは健康に直接危険が発生した場合。
- 2) 地下資源利用者が認可証に規定されている重要条件に違反している場合
- 3) 現行の法律、規格(規則、規準)に規定された地下資源利用保全法、環境保護法(企業活動停止法を含む)に地下資源利用者が常習的に違反した場合
- 4) 極端な状況が発生した場合(天災、軍事行動)
- 5) 地下資源利用者が認可に定められた期限及び条件に従って地下資源の利用を開始しない場合
- 6) 認可を交付された企業が閉鎖となった場合

地下資源利用権の停止、一時停止或いは制限に対して地下資源利用者が同意しない場合に、地下資源利用者は、行政手続き或いは法手続きにより、この限定に異議を申し立てることができる。

15.3. 本条15.2項1)の定める場合においては、この決定がなされ、同時に地下資源利用者に文書にてこれが通知されたら直ちに、地下資源利用は停止される。

- 15.4. 本条15.2項2), 3)及び5)の定める場合においては、<規則に違反しており、さらにそれを取り除く為の対策がなされていない>ことを利用者に通知した文書の日付から3ヶ月経過したら、地下資源利用権停止の決定をすることができる。(以下 略)

法第24条 地下資源の利用に関連する作業の安全な実施に対する要求

地下資源採掘企業、様々な用途の地下施設の建設と使用、地下資源の地質調査の実施は、これらの企業の職員や、地下資源の利用に関連する作業の影響が及ぶ地域の住民の生命および健康の安全が保障される場合のみ許される。

権力、行政機関、地下資源利用者、国家鉱山保安機関は、自己の権限の範囲内で、法律ならびに所定の手続きに従って承認された地下資源の利用に関連する作業の安全な実施に関する規格(規準、規則)の要求を遵守する義務を負う。

地下資源の利用に関連する作業の安全条件の保障に直接の責任を負うのは、自己に与えられた認可にもとづいて作業を行っているか、契約によって作業の遂行を依頼されたに係わらず、企業の責任者である。

地下資源の利用に関連する作業の安全な実施に対する主要な要求は以下の通りである。

- 1) 特別な訓練や資格を有する者に作業をさせること。
- 2) 採掘、掘削作業に従事する者に作業服、個人的、集团的保護手段を保障する。
- 3) 安全規則と衛生規準の要求に合致する機械、設備、材料を用いること。
- 4) 爆発物と爆破手段の正しい使用と、それらのしかるべき登録、保管、使用
- 5) 作業の正常な技術的経過を可能にし、危険な状況を予測するのに十分な総合的な地質学的、鉱山測量学的その他の観察を行うこと。
- 6) 坑道内の空気の状態、酸素、有害ガス、爆発性ガス、塵埃の含有率を常に監視すること。
- 7) 地下資源の利用に関連する作業を行う企業の職員、それらの作業の影響がおよぶ地域の住民を、作業の有害な影響から、正常な状態においても、事故が発生した場合にも保護できる対策の考案と実施。

地下資源利用者は、鉱山救護隊またはガスや石油の噴出の防止および除去を行う部門を設置、あるいは契約によってそれらのサービスを利用する義務を負う。

地下資源の利用に関連する作業の影響が及ぶ地域の住民の生命や健康に直接の脅威が起こった場合、当該企業の指導者は、すみやかにしかるべき国家行政機関や地区の行政府に報告する義務を負う。

規則 16. 認可所有者の主な権利と義務

16.1. 認可所有者は次の権利を有する。

(以下 略)

16.2. 認可所有者の責任

- ・ロシア連邦地下資源法，地下資源利用に関係ある作業工程関連の所定の手続きで承認された規格（規準，規則）の条件を守ること。
- ・採掘の技術計画及び開発図の条件を守ること。
- ・ロシアゲオルコムならびにその地域下部組織に，地質学的情報，地下資源の試掘分，採取分，地下残留分，含有成分についての情報，また採掘と関係ない目的による地下の利用についての情報を提供すること。
- ・地下水採掘の場合（放水も含む）認可有効区域内の地下水監視データを国家監視機関に提供すること。
- ・作業者及び住民に対して地下資源利用に関連した作業が安全に行われることを保障すること。
- ・地下資源利用に関連した作業の有害的な影響から，坑内空気，地面，森，水等の自然環境対象物，並びに建物施設を保護することに關する所定の規格（規準，規則）を守ること。
- ・地下資源利用の際に崩壊した土地並びにその他の自然対象物を今後も使用できる状態にすること。
- ・採鉱試掘場及びボーリング孔を，地下資源産地の開発に，また別の経済目的に使用が可能ならば，保存すること。また利用対象とならない試掘場やボーリング孔は所定の方法で閉鎖すること。

(以下 略)

法第49条 地下資源法の違反に対する責任

本法に違反して締結された地下資源利用に関する取引は，無効とする。

そのような取引の締結，ならびに以下の行為の責任者は，

- ・法律によって定められた地下資源利用規則の違反
- ・無許可の地下資源利用
- ・地下資源を汚染したり，地下資源鉱床を使用不可能な状態にするような違反を含め，本法や地下資源利用に関連する作業の安全な実施，地下資源と自然環境の保護に關して所定の手続きに従って承認された規格（規準，規則）の違反。
- ・地質学的情報などの情報の所有権やその秘密の侵犯。
- ・地下資源の存在する地域での無許可の建設。
- ・地下資源利用に際して，建物，施設，ならびに特に保護される地域や自然環

境の保全を保障しない。

- ・地下水の監視孔や、鉱山測量標識、測地標識の破壊あるいは破損。
- ・地下資源利用権料の支払い規則の常習的な違反。
- ・閉鎖或いは活動停止される採掘場や掘削孔を住民の安全を保障する状態にすることに関する要件、ならびに地下資源鉱床、採掘場、採掘孔や活動停止の間保全することに関する要件の不履行。
- ・地下資源利用に際して侵害された用地やその他の自然物を今後の使用に耐える状態にしないこと。

以上の行為の責任者は、ロシア連邦とロシア連邦に属する共和国の法律に従って刑事責任を負う。

地下資源法その他の違反に対して法律によって責任が定められることがある。

法第52条 国際条約

ロシア連邦の国際条約によって、以前に本法の規定とは異なる規則が定められていた場合、国際条約の規則の適用が許される。

11. モンゴル共和国

	鉍山・地域	鉍床
11.1.	Dornod 鉍山	Dornod
11.2.		Gurvanblag, Nemer, Maradaingol
11.3.		Haraat
11.4.		Nars

図11-A モンゴル共和国の鉍山と鉍床

図11-1-1 Dornod鉍床地域の地質概念図(Mironov, Yubほか, 1990年)

- 11-1-2 Dornod鉍床の地質図
- 11-1-3 Dornod鉍床の地質断面図
- 11-1-4 Dornod鉍床の各鉍体の位置および形態
- 11-1-5 Dornod鉍床, 鉍体2bの地質断面図(測線18J)
- 11-1-6 Dornod鉍床, 鉍体7の地質断面図(測線1-1)

図11-2-1 Gurvanbulag 鉍床

- 11-2-2 Gurvanbulag 断層中の鉍化帯分布概略図
- 11-2-3 Gurvanbulag 鉍床+800mレベルの地質平面図
- 11-2-4 Gurvanbulag 鉍床の地質断面図
- 11-2-5 Dornod火山-地質構造のMardaingol地塊の地質図
- 11-2-6 Nemer 鉍床のウラン鉍化の地質-構造学的位置
- 11-2-7 Nemer 鉍床の地質断面図(測線201)
- 11-2-8 Mardaingol鉍床の地質-構造概略図
- 11-2-9 Mardaingol鉍床の鉍化帯1の地質平面図と地質断面図

図11-3-1 Choir 凹地構造の地質概略図

- 11-3-2 Haraat鉍床の地質図
- 11-3-3 Haraat鉍床の地質断面図

図11-4-1 Shinshand 凹地構造の地質図

- 11-4-2 Nars鉍床の地質断面図

表11-3-1 Haraatプロジェクト建設費(初期投資分)

表11-3-2 Haraatプロジェクト操業費(生産量200tU)

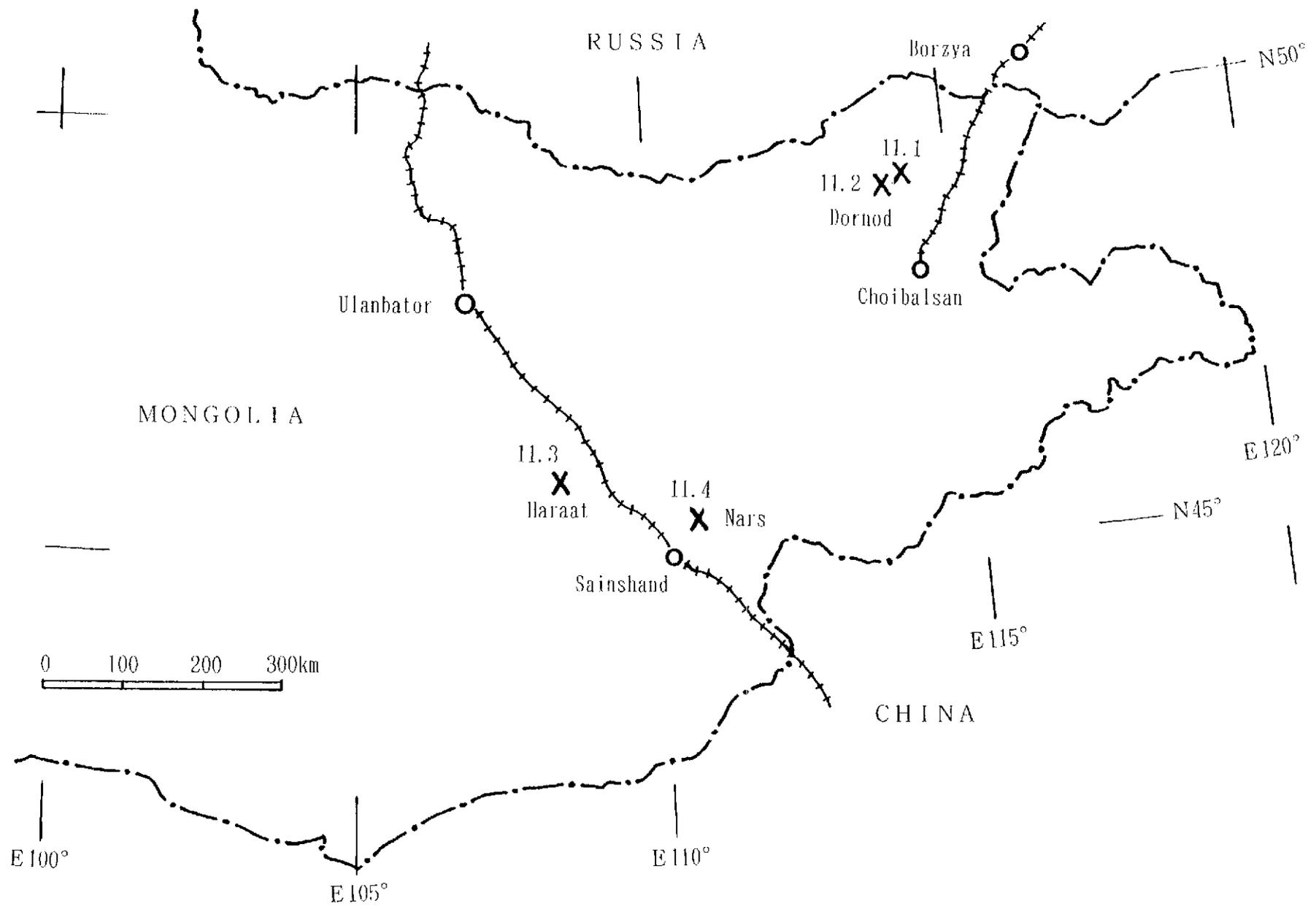


図11-A モンゴル共和国の鉞山と鉞床

11.1. Dornod (またはDornot)(ドルノッド) 鉱山/Dornod鉱床

1. 交通・インフラ

Dornod (ドルノッド) 地域はChoibalsan (チョイバルサン) の北120km のモンゴル国の北東端に位置する。北緯49° 06' 30~50" , 東経 114° 19' 20/30 " 。標高 900~1,130m。首都のウランバートルとChoibalsanの間は約 560kmの未舗装道路, Choibalsan-鉱山間も未舗装道路である。ウランバートル~Choibalsan間には週 2 便の航空便が計画されている。ChoibalsanからロシアのBorznya (ボルジャ) に到る鉄道のChingischan dalam (チンギシャンダラン) 駅からErdes(エルデス, 鉱山から1.5km)まで単線軌道が延びている。Erdes 町は, この地域のウラン鉱床の開発のためにロシア人が建設した。Erdes にはCharanor (チャラノール) 水力発電所から220Vの送電線が来ている。Erdes の現在の人口は 1,600名 (うち 400名が鉱山従業員) である。(図11-A)。

この地域は小高い円錐形の丘陵と緩傾斜の平原を繰り返す地形を特徴とし, まれに樺やポプラが見られる草原である。定常的に流れる河川はない。冬季は7ヶ月間と長く, 平均土壤凍結厚は3.2mである。最低気温-38℃, 最高気温36℃。年平均降水量は244mm で, うち70%が7月と8月に降る。

2. 権利関係

Dornod鉱山はモンゴルとロシアの合弁会社Erdes(エルデス) によって操業されている。所轄官庁はエネルギー・鉱山・地質省 (英文表記 Ministry of Energy, Minig and Geology) である。

3. 鉱業権益

鉱物資源はモンゴル国家の財産とみなされ, 所轄官庁が発行する許可によって法人または個人に鉱業権が賦与される。開発の結果得られる鉱物資源は鉱業権者が鉱業権の取得費, 税金などを支払うことによって鉱業権者の財産となるが, 戦略的鉱物資源については法律と協定書にさだめる数量の範囲内にて, また合意された価格にて, 国家が優先的に買取る権利を有する。

鉱山業に関する所轄官庁はエネルギー・鉱山・地質省 (英文表記 Ministry of Energy, Minig and Geology) である。

4. 許認可関係

鉱物資源の探鉱および開発の許可証は, 次の者に与えられる。

- ・モンゴルの生産または役務を行う会社または法人

- ・モンゴルの法律に基づいて設立された外資系の会社

通常の鉱物資源の許可証は地方行政庁によって発行されるが、戦略的鉱物資源の許可証は中央官庁によって発行される。

許可証の申請者は地図上に記入された鉱区に基づいて申請するが、この地図は当該行政区画の行政庁および関係官庁との合意のもとに、中央官庁によって承認され、広告される。この地図は許可証を発行した行政庁および当該行政区画の行政庁によって登記され、保管される。鉱区の形状は矩形とし、深度については制限がない。

探鉱許可証の申請には、下記資料の添付が必要である。

- ・予備的な探鉱契約書
- ・環境保全計画

開発許可証の申請には、下記資料の添付が必要である。

- ・土地使用の許可証
- ・フィジビリティ・スタディ
- ・環境保全計画
- ・環境影響の評価

外国法人が、または40億チュグリック以上の外資を使ってモンゴルの会社が、戦略的鉱物資源の開発を行う場合には、予備的契約書およびその他の必要とされる資料を添付しなければならない。

申請書が法規上の要件を満たしている場合は、受領後60日以内に審査され、その結果が通知される。申請書が法規上の要件を満たしていない場合は、受領後10日以内に申請書は申請者に返却される。

国家予算によって探鉱が行なわれた鉱床の開発許可証、および国家の発展にとって特に重要と思われる探鉱の許可証は、入札によって発行されないこともある。入札の手続きは、入札日の少なくとも90日前までに告示される。

一当事者には5件までの許可証が発行されるが、戦略的鉱物資源の開発許可証は3件を超えてはならない。この制限以内の許可証の保持者が、更に許可証を希望し、かつ自らがオペレータとならない場合は、入札に参加しなければならない。この保持者が国家機関の場合には、この限りではない。

入札においては次の事柄が考慮される。

- ・鉱床開発の経済効率
- ・資源の探査レベル
- ・使用する機器および技術
- ・環境保全および現状復帰対策の質とレベル
- ・専門家スタッフの陣容

・鉍物資源のタイプおよび特性に関するその他の事項

5. 経緯・現状

旧ソ連の地質省（英文表記 Ministry of Geology）の地質調査隊（英文表記 Geological Survey Expedition）がDornod火山地質構造の調査中に、1973年Dornodウラン鉍床を発見した。1977年から1990年まで坑外試錐探査および坑道探鉍（鉍体7）が実施され、鉍量評価が行われた。鉍体2b/2cでは1988年から露天掘採掘が開始された。1994年末現在操業中である。鉍体7の開坑作業は立坑掘削、主要水平坑道および立入坑道の掘進まで行われたが、1991年に予算上の制約とウラン価格の低下により、中止された。1994年末まで中断が続いているが、再開の目途はない。

6. 地質概要

Dornod地域のウラン鉍床は、Dornod火山地質構造のErhtiin(エルチン)地塊の北東部に賦存する(図11-1-1)。Dornod火山地質構造は、現在の一連の複雑な凹地を形成している古火山からなっている。基盤構造は、主として花崗岩と閃緑岩からなる原生代および古生代前期の変成複合岩体である。この複合岩体内の鉍床の位置は、急傾斜の割目および有機物と硫化鉍物に富む多孔質透水性の火山起源堆積岩層によって規制される。Dornod鉍床は13の鉍体からなり、これらの中の最も重要なものは鉍体2b/2cと鉍体7である(図11-1-2, -1-3, -1-4, -1-5, -1-6)。鉍体2b/2cは平坦な凝灰岩層中に2~7mの厚さにて賦存し、平均品位は0.12%Uで、主要鉍物はピッチブレンド、コフィナイトである。本鉍体は1987年以降露天掘にて採掘され、1994年1月1日までに0.115%Uの鉍石を440,000t採掘している。1994年1月1日現在の残存鉍量は鉍石量2,630,700t、平均品位0.117%U、含有ウラン量3,088tUである。鉍体7は平坦な角礫状安山岩・枕状玄武岩層中に、周辺部にて数m、中心部にて25~40mの厚さにて賦存する。鉍体は巾400m、長さ800mである。鉍体7の主要鉍物はコフィナイト(52%)とピッチブレンド(20%)であるが、炭素質鉍物を含むブラネライト、閃ウラン鉍、白チタン石のようなウラン・チタン鉍物も合わせて25%を占める。これらの鉍物は角礫岩のマトリックス中に存在する。埋蔵鉍量は6,160,850t、平均品位0.227%U、含有ウラン量14,000tUである。Dornod鉍床全体の鉍量(確認)として鉍石量16,467,100t、平均品位0.175%U、含有ウラン量28,868t、(1991年1月1日現在)という数字もある。

7. 採鉍関係

鉍体2b/2cの露天掘採掘によって1994年までに約580tUを生産した。kgU当たり剝土量は16.6m³であった。1994年1月1日までの剝土量は26,300,000m³である。保有採鉍機

械は5m³パフォーマショベル2台, SBSH-250穿孔機1台, T-500ブルドーザ1台, T-170ブルドーザ1台, Belaz-548A40tトラック8台およびDZ-81-1グレーダ1台である。

現在, 機械類および交換部品の不足のために円滑な操業が阻害されている。操業を継続するためには追加投資が必要である。

鋳体7に対しては, 深さ約500mの立坑, 断面積11m², 長さ450mの主要水平坑道および100m毎の立入坑道までの開坑作業が行われたが, 1991年に放棄され, 坑内は水没している。計画された採鋳法は, 充填式サブレベル・ストーピング法で, 一次採掘パネルの採掘跡を充填し, その後に一次採掘パネルにはさまれた二次採掘パネルを採掘する方法が考えられていた。所要坑道掘進長は起砕鋳石1,000t当たり0.8m。1.2m×1.5mの発破規格にて所要穿孔長は起砕鋳石1,000t当たり60m, 爆薬原単位は1.0kg/m³である。下のサブレベルから抜き出された鋳石は, タイヤ式ディーゼル駆動のLHDによって鋳石捲揚立坑まで運搬される。割目の発達した岩盤のため, 支保が必要である。湧水量は少なく, 最大2m³/分以下である。

8. 製錬関係

Dornod鋳山にて採掘された鋳石は, 鋳山から1.5kmをトラック輸送, そこから鉄道にてシベリアのKrasnokamensk(クラスノカメンスク)にあるPriargunsky(プリアルグンスキー)製錬工場に送られ, ブレンドされて0.15%の製錬給鋳となる(製錬方式に関してはロシアのPriargunskyコンビナートの項を参照のこと)。

鋳体7の鋳石について山元におけるヒープリーチングが計画されていた。テストの結果378日間操業にて75%の浸出率が得られた。浸出液中のウラン濃度は最大600~700ppm, 操業終了時には70~80ppmで平均濃度は220ppmであった。予想硫酸消費量は39.6kg/kgUで, 酸化剤(MnO₂)消費量は硫酸消費量の約10%である。

9. 生産コスト

現在の露天掘鋳山, 坑内掘鋳山の途中までの開坑費, Erdesの町を含む鋳業所全体の総建設費は約3億ルーブルである。露天掘鋳山の1994年の操業費は採掘費・輸送費17.40\$/kgU, Priargunsky製錬工場の委託製錬費18.00\$/kgU, 操業費合計は35.40\$/kgUである。鋳体7を開発した場合の建設費および操業費は, ヒープリーチングの場合については, 未だ見積もられていない。従来のPriargunsky製錬工場にて鋳石を製錬する場合の建設費の見積りは, 建屋建設費690,000\$, 坑外設備費5,070,000\$, 坑内設備費7,433,000\$, 立坑掘削費3,780,000\$, 水平坑道掘進費4,873,000\$, 揚鋳レベル掘進費6,242,000\$, その他開坑費1,495,000\$で, 建設費合計は29,583,000\$である。1994年5月現在の操業費の見積りは, 採掘鋳石屯当たり採掘費30.71\$, 輸送費6.29\$(うちロシア側4.33\$),

Priargunsky 製錬工場の委託製錬費18.00\$/kgU(?)で、操業費合計は55.00\$/鉱石t または35.75\$/kgUである。

10. 生産体制, 実績, 計画

Dornod鉱山の生産は1989年に始まり、現在までに約580t 含有の鉱石を採掘した。192t/年の生産能力を維持しながら、96t/年の鉱石の採掘を継続する計画であるが、必要機器類の不足により、1999年以降の操業は難しい状況である。鉱体7を採掘する目途はいまのところ無い。

11. 生産物の販売実績, 計画

従来から、モンゴルのウラン鉱石は旧ソ連に輸出され、製錬されていた。1993年には150,000tのウラン鉱石がロシアに輸出された。近年は、ウランをアメリカ合衆国にも輸出している。

12. 環境保全対策

モンゴルの環境影響審査の手続きは次の通りである。

- 1) 種類および規模の如何に拘らず、すべてのプロジェクトはこの手続きを踏まなければならない。
- 2) 既存の設備を近代化または改造する場合、ならびに新しい技術またはプロセスを導入する場合も対象とする。
- 3) 環境影響審査の手続きは、下記の段階からなる。
 - ・選別
 - ・予備的審査
 - ・詳細審査
 - ・環境管理およびモニタリング計画の策定
- 4) プロジェクトの計画の初期段階において、申請者は所定の資料を作成して自然・環境省(英文表記 Ministry of Nature and Environment)に提出し、選別を要求する。

選別では、プロジェクトの概要についての説明に基づいて、そのプロジェクトが環境におよぼす影響の程度を審査する。この段階においてプロジェクトは4つのカテゴリーに分類される。カテゴリーAおよびカテゴリーBとされたプロジェクトは、それぞれの審査範囲報告書(Scoping Report)に基づいた範囲にて、その後の環境影響審査を受けなければならない。カテゴリーCおよびカテゴリーDに分類されたプロジェクトは、その後の環境影響審査の対象から除外され、この段階にてプロジェクトは承認される。

- 5) 予備的審査では、プロジェクトのより詳細な技術的・経済的情報に基づいて、最も重要と思われる環境影響を調べ、詳細審査にて取扱うべき主要な環境問題を特定する。
- 6) 詳細審査では、プロジェクトの詳細な情報および現地調査に基づいて、プロジェクトに関するすべての環境影響を特定し、その範囲、程度および影響のおよぼす結果を示し、適切な影響緩和対策をたてる。
- 7) モニタリング計画の策定では、詳細審査にて予想されなかった影響も含めて、プロジェクトの建設工事および操業に起因するすべての環境影響を測定するための作業計画を示す。環境管理計画の策定では、環境保全に関する法規を遵守するために、プロジェクトの操業期間中に実施すべき措置を示す。
- 8) すべての環境影響審査の業務は、自然・環境省が認可した業者によってのみ実施される。環境影響審査が必要とされたプロジェクトの申請者は、その準備のためにこのような業者と話し合わなければならない。
- 9) 自然・環境省がこのような業者を認可するに当たっては、その専門的資格と能力を条件とするので、申請者が別途専門的能力を有する業者を探す必要はない。
- 10) 環境影響審査は、自然・環境省によって承認された手法によって実施される。環境影響報告書は規定の書式に従い、明瞭にして簡潔でなければならない。用いられた情報およびデータの出所は、リストアップして、その信頼性を示さなければならない。
- 11) 環境影響審査は、その結果をプロジェクトの設計に反映することが出来るように、設計段階の適当な時点にて行わなければならない。

プロジェクトの承認は以下のように行われる。

- 1) 自然・環境省の環境保全専門局（英文表記 Ecological Expertise Section）が審査の責任者であり、同局の規則に基づいて審査を行う。環境保全専門局は、審査のために、外部の有能な専門家を集めて専門家グループを組織することが出来る。
- 2) 環境影響報告書の受領後1ないし2ヶ月間以内に審査を完了し、その結論に基づいて自然・環境省はプロジェクトを承認するか否かを決定する。
- 3) 自然・環境省が申請通りの形ではそのプロジェクトを承認出来ないと決定した場合には、修正の勧告を付して、申請書と環境影響報告書を申請者に返却する。

こちらの規則に定める環境影響審査手続きに違反する者に対しては、次のような法的措置がとられる。

- ・すべてのプロジェクト活動の一時停止
- ・プロジェクトの完全な禁止

環境影響審査の決定に対して異議がある場合には、自然・環境省に申出る。自然・環

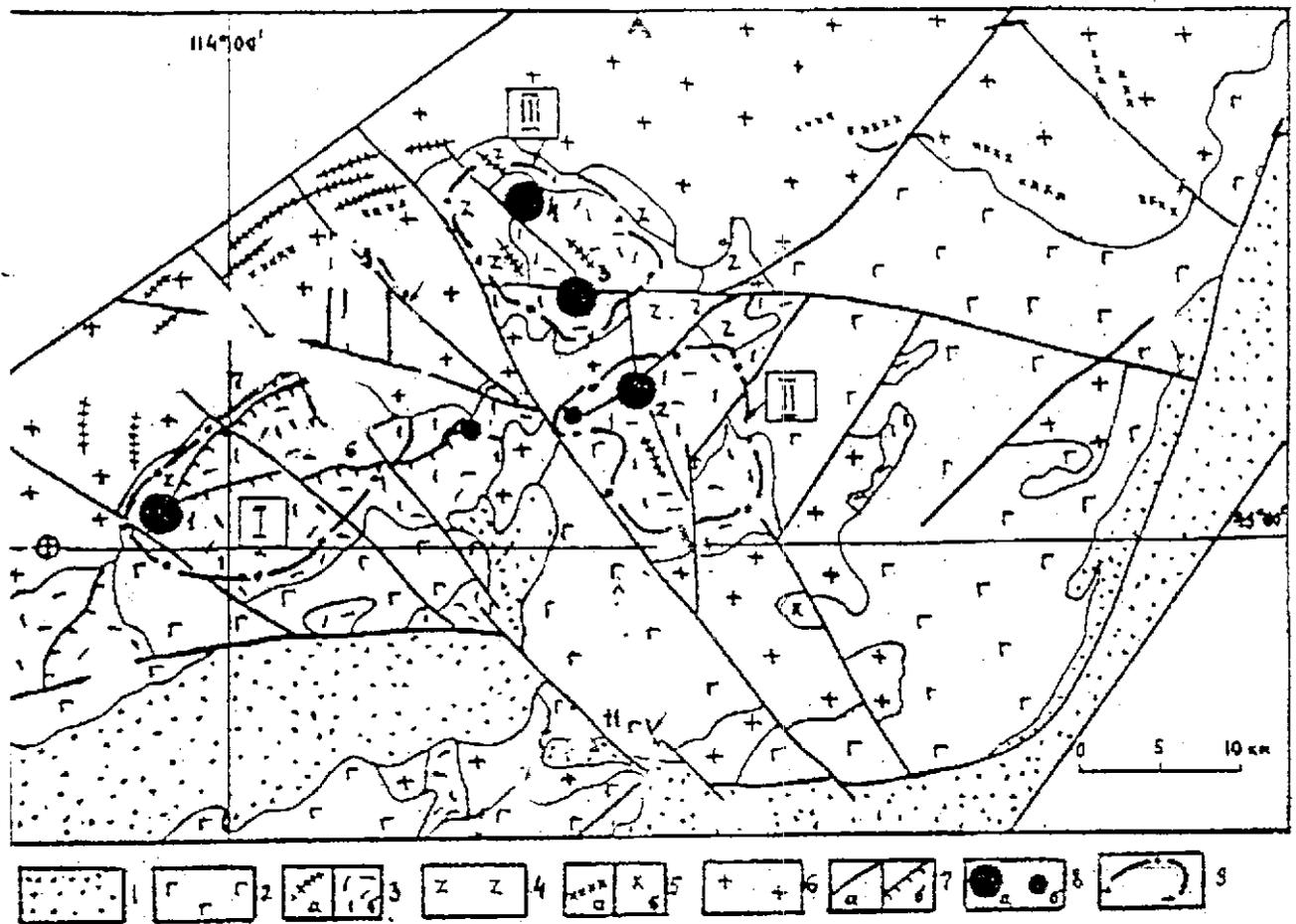
境省は、これらの異議申立てを適切な専門家および科学者の助力を得て再検討し、最終的な決定を行う。

13. 政 策

地下資源開発分野の重要課題は、鉱物資源・エネルギー資源開発の投資を促進することであるが、資金の調達、インフラストラクチャーの制約、企業経営の不統一性などの問題点をかかえている。

1991年1月、アメリカ合衆国から、モンゴルとアメリカ合衆国間の貿易促進のために、最恵国待遇を供与された。

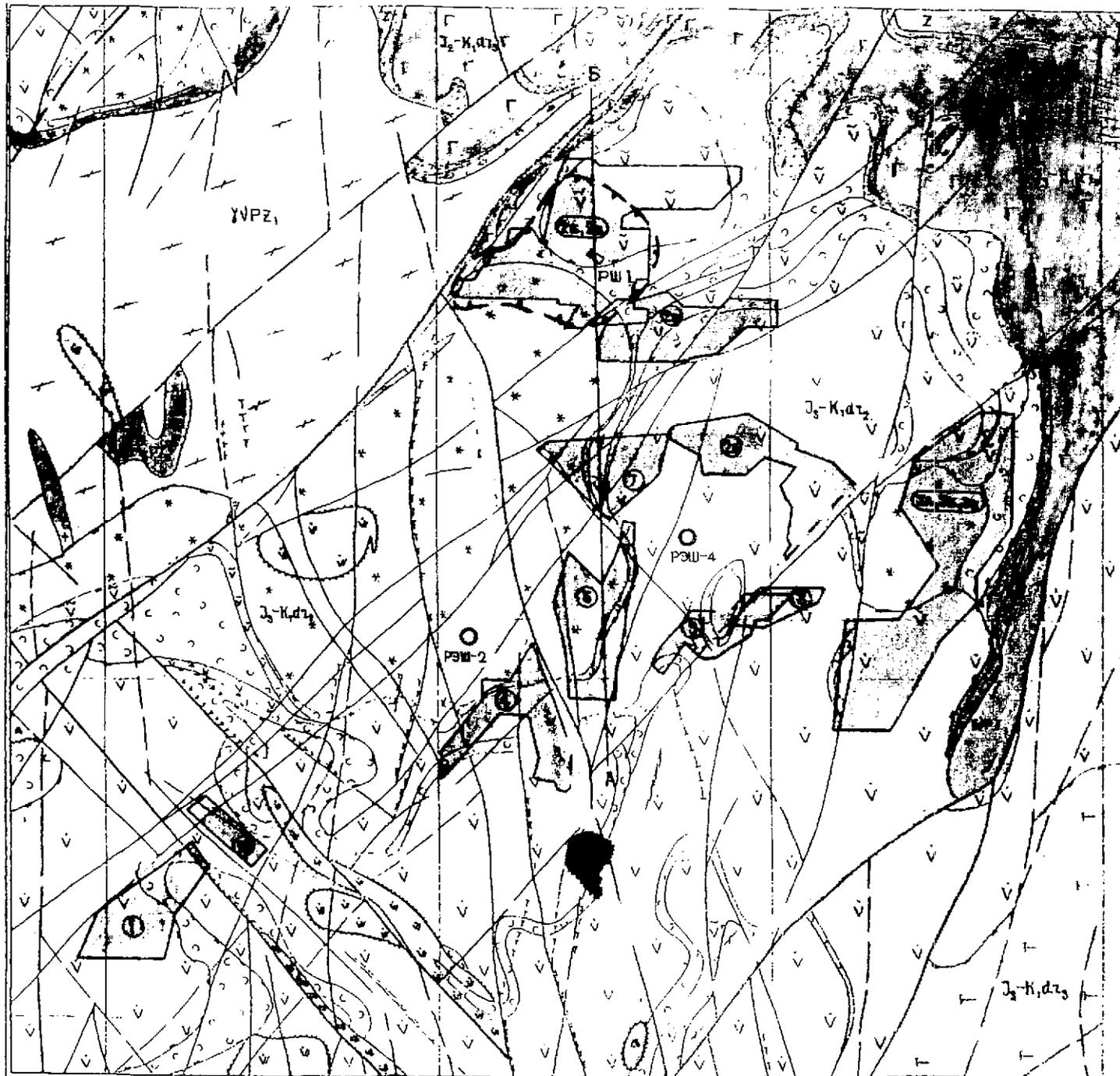
モンゴルは海外の投資家の関心を鉱業部門にひきつけるために、国家投資法(Country's Investment Code)と税法(Taxation Code)の改訂に着手した。



凡 例

1. 陸成堆積岩 (K)
- 2~4. Domod 複合岩体 (J3-K1)
 2. 上位小複合岩体 (玄武岩質安山岩, 流紋岩, 砂岩)
 3. 中位小複合岩体 (流紋岩: a-岩脈, b-シート (岩床), 凝灰岩, 火山噴出物)
 4. 下位小複合岩体 (玄武岩質安山岩, 石英安山岩, 凝灰岩, 礫岩)
5. 閃綠岩, 花崗閃綠岩 (ZM) (a-岩脈, b-シート)
6. 變成岩類, 花崗閃綠岩 (PR, PZ)
7. 断層 (a-高角断層, b-低角断層)
8. ウラン鉱床 (a) および露頭 (b)
 - 1 - Gurvanbulag, 2 - Dornod, 3 - Mardaingol, 4 - Nemer
9. 鉱床地域の境界
 - I. Gurvanbulag, II. Dornod, III. Mardaingol

図 1 1 - 1 - 1 Dornod 鉱床地域の地質概略図 (Mironov, Yub ほか, 1990年)



LEGEND

1	A	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27

凡 例

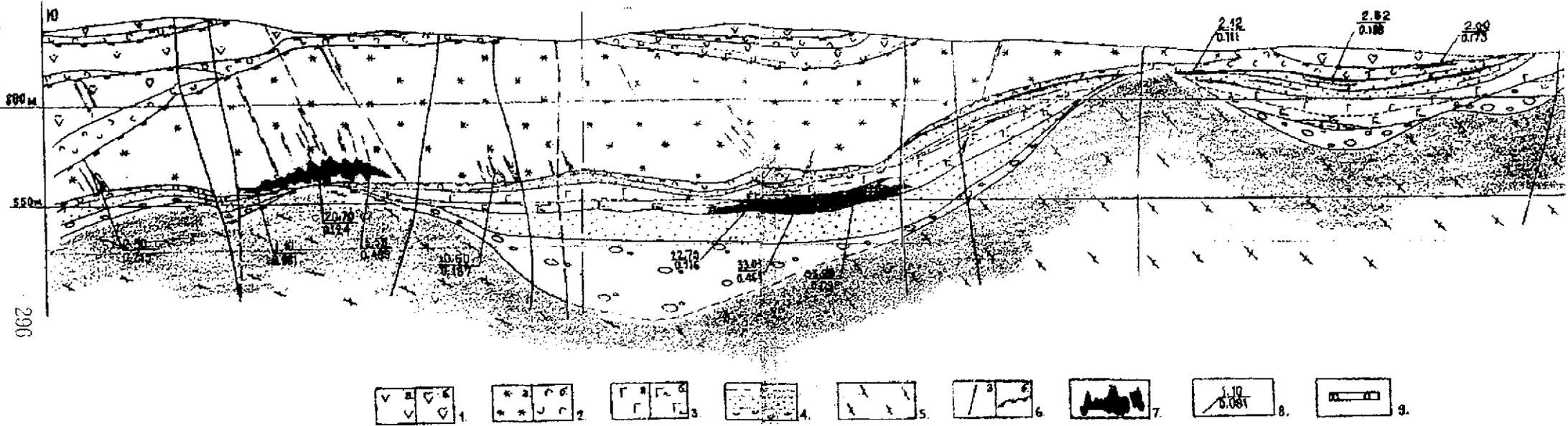
- 1~13. Dornod複合岩体の堆積性火山起源層 (J3-K1)
1. 粗面安山岩, 2. 石英安山岩
 3. フェルサイト, フェルサイト斑岩
 4. 流理構造を示すフェルサイト
 5. フェルサイトの凝灰岩
 6. 斑晶の少ない (oligophytic) リバライト
 7. 砂岩 8. シルト岩
 9. 礫岩 10. 玄武岩質安山岩
 11. 粗面石英安山岩
 12. 粗面石英安山岩, 13. フェルサイト斑岩の岩脈
14. 花崗岩質アブライトの岩脈, 岩床
15. 古生代後期の黒雲母花崗岩
16. 古生代前期の未区分片麻岩
17. 火山噴出岩, 浅所火山岩体, 18. 植物デトリクス,
19. 断層, 20. 低角断層
21. Dornod火山-地質構造の境界
22. ウラン鉱体の地表への投影範囲
23. 採算鉱化からなる鉱体
24. 非採算鉱化からなる鉱体, 25. 地下鉱山
26. 鉱化係数=鉱体の厚さ (m) / ウラン品位 (%)
27. Dornod鉱床の境界

図11-1-2 Dornod鉱床の地質図

ORE BODY 5

ORE BODY 7

ORE BODIES 25 and 28



凡 例

1. フェルサイト (a-フェルサイト斑岩, b-斑晶の少ないリパライト)
2. 斑晶の少ないリパライト (a-酸性組成, b-凝灰岩)
3. 玄武岩質安山岩 (a-玄武岩質安山岩, b-角礫岩), 4. 礫岩、砂岩、シルト岩, 5. 未区分基盤岩類
6. 高角断層(a)、低角層間断層(b), 7. 鉍体, 8. 鉍化係数=鉍体の厚さ(m)/ウラン品位(%)
9. 550mレベルでの坑内作業域

図11-1-3 Dornod鉍床の地質断面図

岩相	岩石-構造レベル	鉱体の形態	鉱体を胚胎する 裂か帯の番号	鉱体の番号	埋蔵量の割合(%)
	中位小複合岩体中の 貫入岩体の境界部	脈状-網状の鉱体 が複雑に組み合う	6 10 11 12		
	斑晶に乏しい流紋岩シート 底部の高角裂か帯	脈状-網状	7 4 5 8		4 13 1
	炭素化した有機物に満たされた 裂か帯、下位と中位の小複合岩体 境界の凝灰岩、礫岩および細粒 碎屑岩中に存在	低角に存在	2a 2b 5 1	2a 2b 2c 3a 3b 3c	4 10 12 3 1 2 1
	玄武岩質安山岩シートの底部に 存在する粗粒角礫岩中の裂か帯	複雑な形態の平板状 翼部に向かい徐々に 消滅			7

図11-1-4 Dornod鉱床の各鉱体の位置および形態

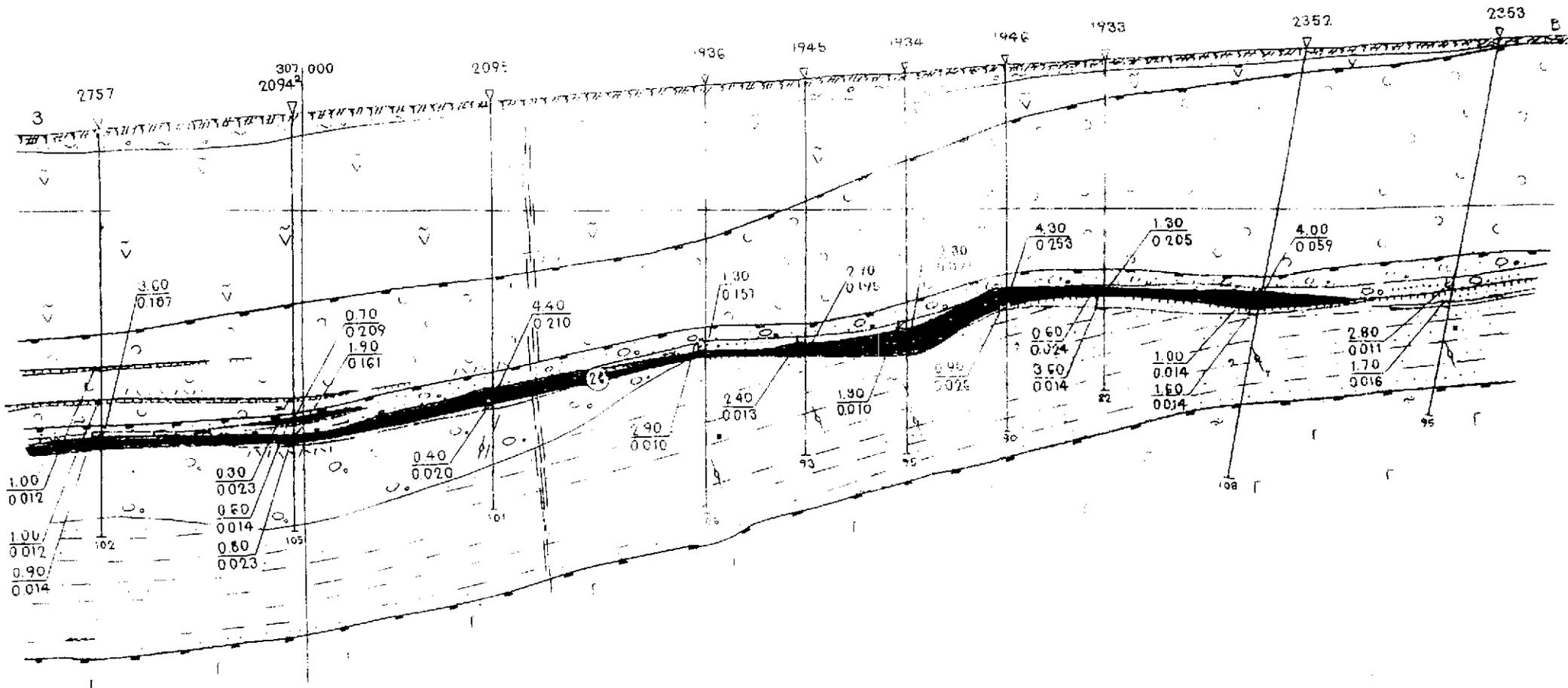


図11-1-5 Dornod鉱床、鉱体2bの地質断面図(測線18J)

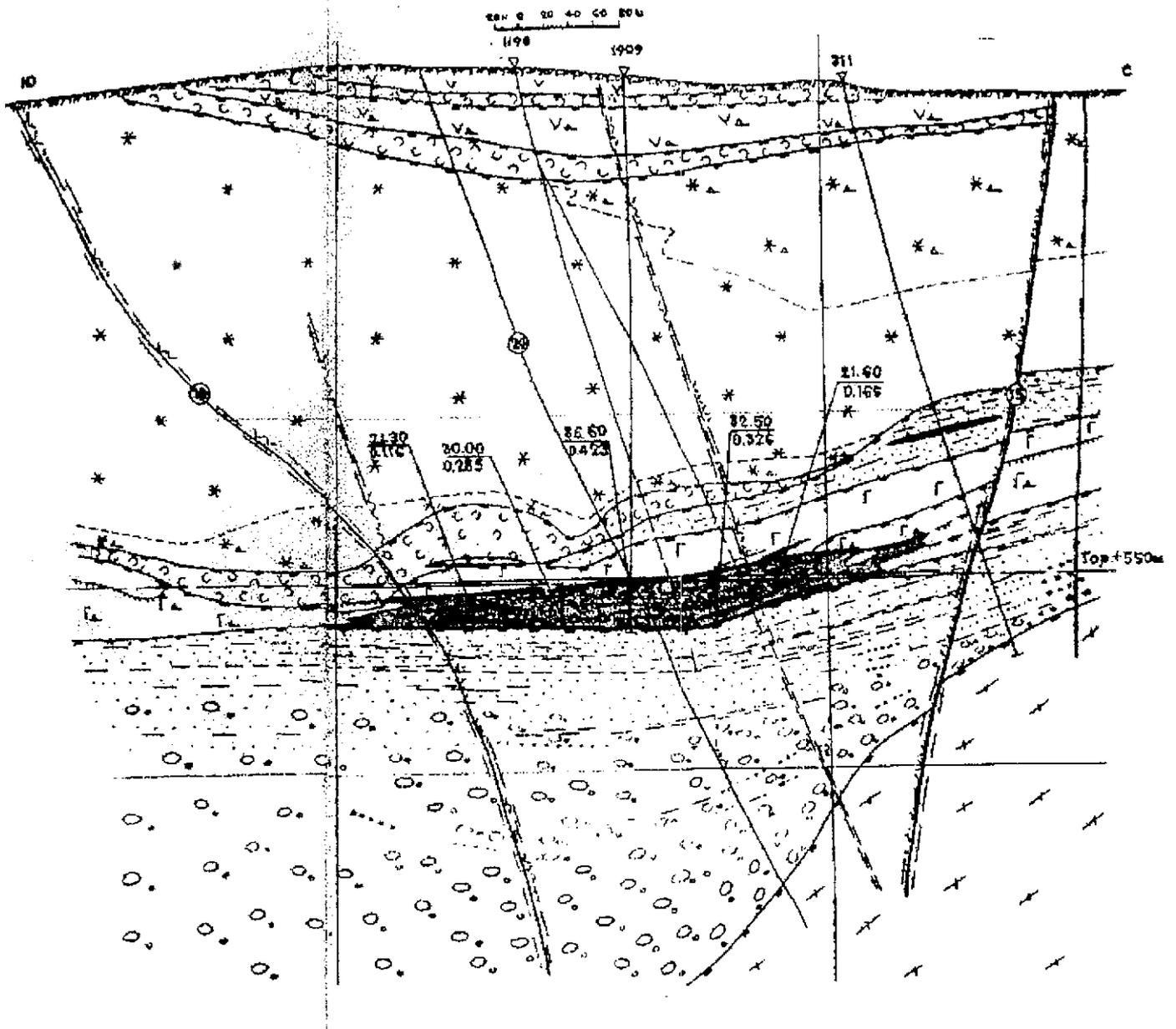


図11-1-6 Dornod鉱床、鉱体7の地質断面図(測線1-1)

11.2 Gurvanblag (グルバンブラグ), Nemer (ネメア), Mardaingol (マルダインゴル) 鉱床

a. 交通・インフラ

- ① Gurvanblag鉱床はDornod鉱床の西約19kmに位置する。
北緯48° 59′ 50″ ～49° 04′ 33″ , 東経 113° 56′ 35″ ～ 114° 02′ 40″ 。
標高 850～1,000m。 交通, 連絡先, 気候などはDornod鉱山と同じ。
- ② Nemer 鉱床はDornod鉱床の北北西約 8 kmの処に位置する。
北緯49° 10′ 00″ , 東経 114° 16′ 50″ , 標高 900～1,130m。
交通, 連絡先, 気候などはDornod鉱山と同じ。
- ③ Mardaingol鉱床はDornod鉱床の北西約5 kmにある。
北緯49° 07′ 55″ , 東経 114° 17′ 40″ , 標高 200～600m。
交通, 連絡先, 気候などはDornod鉱山と同じ。

b. 権利関係

Gurvanblag, Nemer, Mardaingol 鉱床に関する鉱業権はモンゴルとロシアの合弁会社 Erdres(エルデス) が所有する。

c. 経緯・現状

- ① Gurvanblag鉱床は旧ソ連の地質省 (英文表記 Ministry of Geology) の地質調査隊 (英文表記 Geological Survey Expedition)によって, 1974年に発見され, 1977年から1987年にかけて坑外試錐探査および坑内坑道探鉱が実施されて, 鉱量評価が行われた。
- ② Nemer 鉱床は1987年に発見され, 1988年から1990年にかけて坑外試錐探査が実施され, 鉱量評価が行われた。
- ③ Mardaingol鉱床は1979年にトレンチ調査によって発見され, 1981年まで坑外試錐探査, 1984年から1989年にかけて坑外試錐探査と坑内坑道探査が実施されて, 鉱量評価が行われた。

d. 地質概要

- ① Gurvanblag鉱床は, Dorond火山地質構造のUlaan(ウラーン) 地塊の北西周辺部に賦存する。Gurvanblag鉱床は中央, 中間, 南西の3つの鉱化ゾーンに分かれ, 全部で12の鉱体から成る。うち10鉱体が緩傾斜の層状鉱床, 2鉱体が網状鉱床である。鉱体は基盤岩を除くいろいろな層準中に認められ, 15～40m の深度から720mの深度まで確認

されている（図11-2-1, 11-2-2, 11-2-3, 11-2-4）。

埋蔵鉍量の80%は中央鉍化帯の鉍体1と鉍体2に集中している。この両鉍体は緩傾斜の断層によって規制され、 $5\sim 10^\circ$ の傾斜を有する。鉍体1は厚さ2mの層状鉍床である。鉍体2は最大の鉍体で厚さ1~6mの層状鉍床であるが、内部構造は複雑で、17の体から成り、各小鉍体間は低品位鉍によって埋められている。主要鉍物はコフィナイト、ピッチブレンド、ウラノフェーンである。

Gurvanblag鉍床全体の確認鉍量は5,449,400t、平均品位0.188%U、含有ウラン量10,270tU（1991年1月1日現在）である。

- ② Nemer鉍床はDornod火山地質構造の Mardaingol 断層地塊の北西部に賦存する（図11-2-5）。Nemer鉍床はDornod複合岩体中の凝灰岩質堆積層中に胚胎し、3鉍化帯からなる（図11-2-6, 図11-2-7）。

鉍化帯Ⅰは、深度120~230mの中位の堆積層準中に胚胎するすべての鉍化作用を含むが、南東部にて発達し、埋蔵鉍量の大部分はこの部分に含まれる。中心部では20~30mの厚さを示し、東と西にはほぼ水平な薄層をなして広がっている。鉍化帯Ⅱは、深度130~230mの上位の凝灰岩層中に胚胎し、厚さがそれぞれ0.5~5.2mおよび0.9~2.1mの2つの層状鉍床から成る。鉍化帯Ⅲは、深度200~300mの基底礫岩中に、厚さ0.3~9.6mの層状鉍床として、Nemer鉍床地域の北西部に存在する。本鉍床の地域内には、結晶基盤岩中に小規模な脈状鉍床も認められ、部分的には3.9mの厚さを示している。主要鉍物はコフィナイト、ピッチブレンドおよび輝水鉛鉍（副産物としてモリブデンの回収が考えられる）である。

Nemer鉍床全体の確認鉍量は1,730,200t、平均品位0.146%U、含有ウラン量2,528tU（1991年1月1日現在）である。

- ③ Mardaingol鉍床はDornod火山地質構造の Mardaingol 断層地塊内のDagai(ダガイ)断層帯に賦存する。鉍体は北西方向のDagai断層帯と南北方向の構造的軟弱帯の交叉部に位置し、火山起源堆積岩の層準中に胚胎し、深度は90~130mから650mに及ぶ。2鉍化帯がある（図11-2-8）。

鉍化帯1は本地域の東部に位置し、埋蔵鉍量の33%を含む。鉍体は網状脈の分布が南北方向の断層に規制されて形成するレンズ状鉍体で、0.85~5.30mの厚さを示す（図11-2-9）。鉍化帯2は、本地域の西部に位置し、埋蔵鉍量の67%を含む。鉍化帯1と同様に数10cm~7.6mのレンズ状鉍体の他に、層状鉍体も認められる。主要鉍物はコフィナイト、ピッチブレンドである。

Nemer鉍床全体の確認鉍量は924,600t、平均品位0.119%U、含有ウラン量1,104tU（1991年1月1日現在）である。

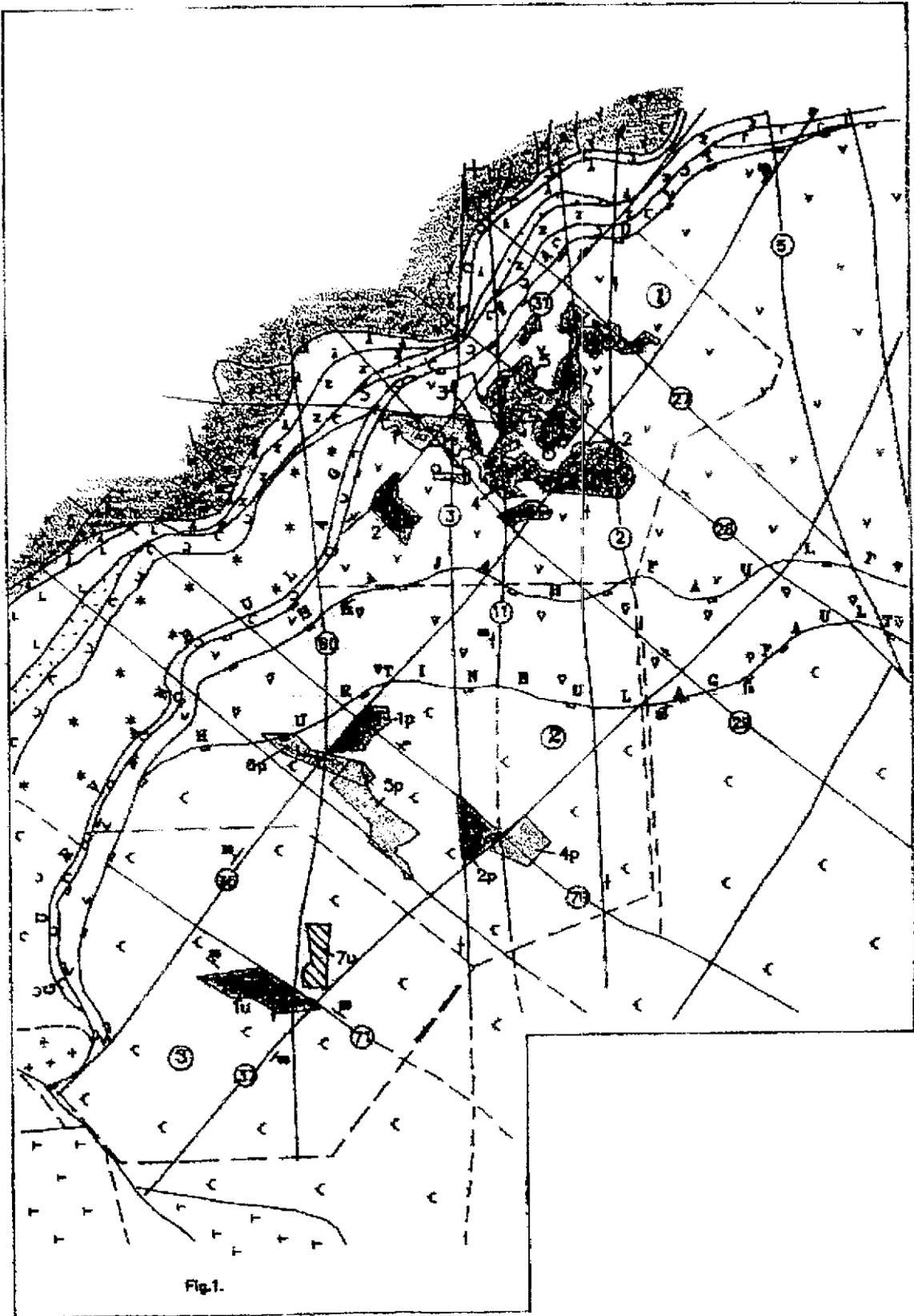
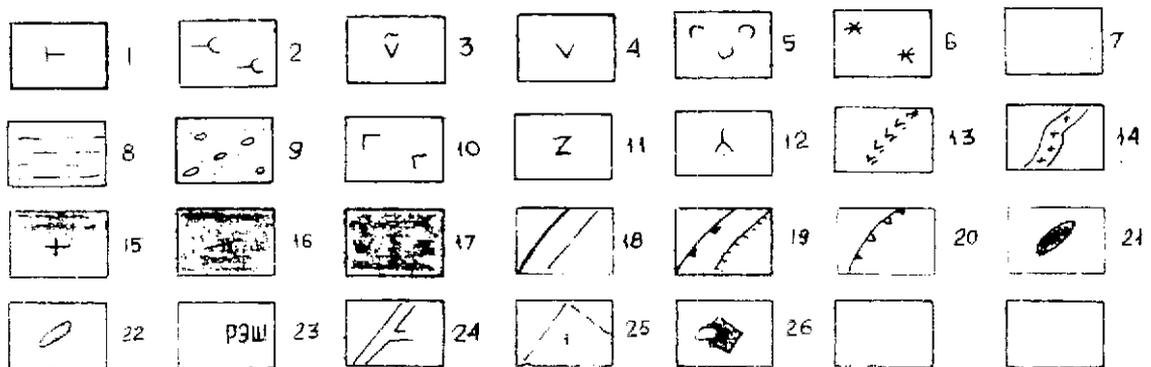


图1 1 - 2 - 1 Gurvanbulag 鉞床



凡 例 (図11-2-1~11-2-4に共通)

1~13. Dornod複合岩体の堆積性火山起源層 (J3 K1)

- 1. 粗面安山岩, 2. サニディナー粗面リパライト, 3. 流理構造を示す粗粒フェルサイト
- 4. フェルサイト, 5. 酸性凝灰岩, 6. 斑晶の少ない (oligophytic)リパライト
- 7. 砂岩, 8. シルト岩, 9. 礫岩, 10. 玄武岩質安山岩, 11. 粗面石英安山岩
- 12. 石英-長石斑岩, 13. フェルサイト斑岩の岩脈

14. 花崗岩質アプライトの岩脈, 岩床

15. 古生代後期の黒雲母花崗岩, 16. 古生代前期の未区分片麻岩 (花崗岩, 花崗閃緑岩, 閃緑岩組成)

17. 原生代の結晶質片岩, 片麻岩, 角閃岩, 18. 高角断層, 19. 低角断層

20. Dornod火山-地質構造の境界

21. 採算鉍化からなる鉍体, 22. 非採算鉍化からなる鉍体

23. 予測-開発調査の立坑, 24. 坑内作業の範囲

25. 本地域内鉍化部の境界 (1-中央, 2-中間, 3-南西)

26. ウラン鉍体の地表への投影範囲 (異なる岩相レベルに存在しており, その番号を併記)

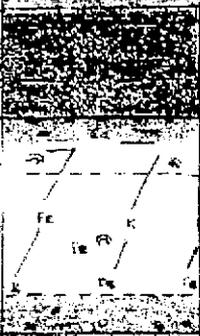
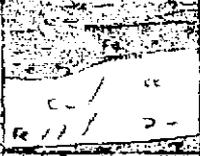
	地質状況	鉍床	岩相
断層の上部派生		鉍床 1	フェルサイト 粗粒 流理構造 粉砕状
			火山ガラス 偽流理構造 真珠状、黒曜岩様 球状、粉砕状
断層の下部派生		鉍床 2	凝灰岩
			細粒凝灰岩の挟みを伴う 火山灰流 細粒凝灰岩の挟みを伴う 中-細粒碎屑物
			細粒凝灰岩の挟みを希に 含む粗-中粒碎屑物

図11-2-2 Gurvanbulag 断層中の鉍化帯分布概略図

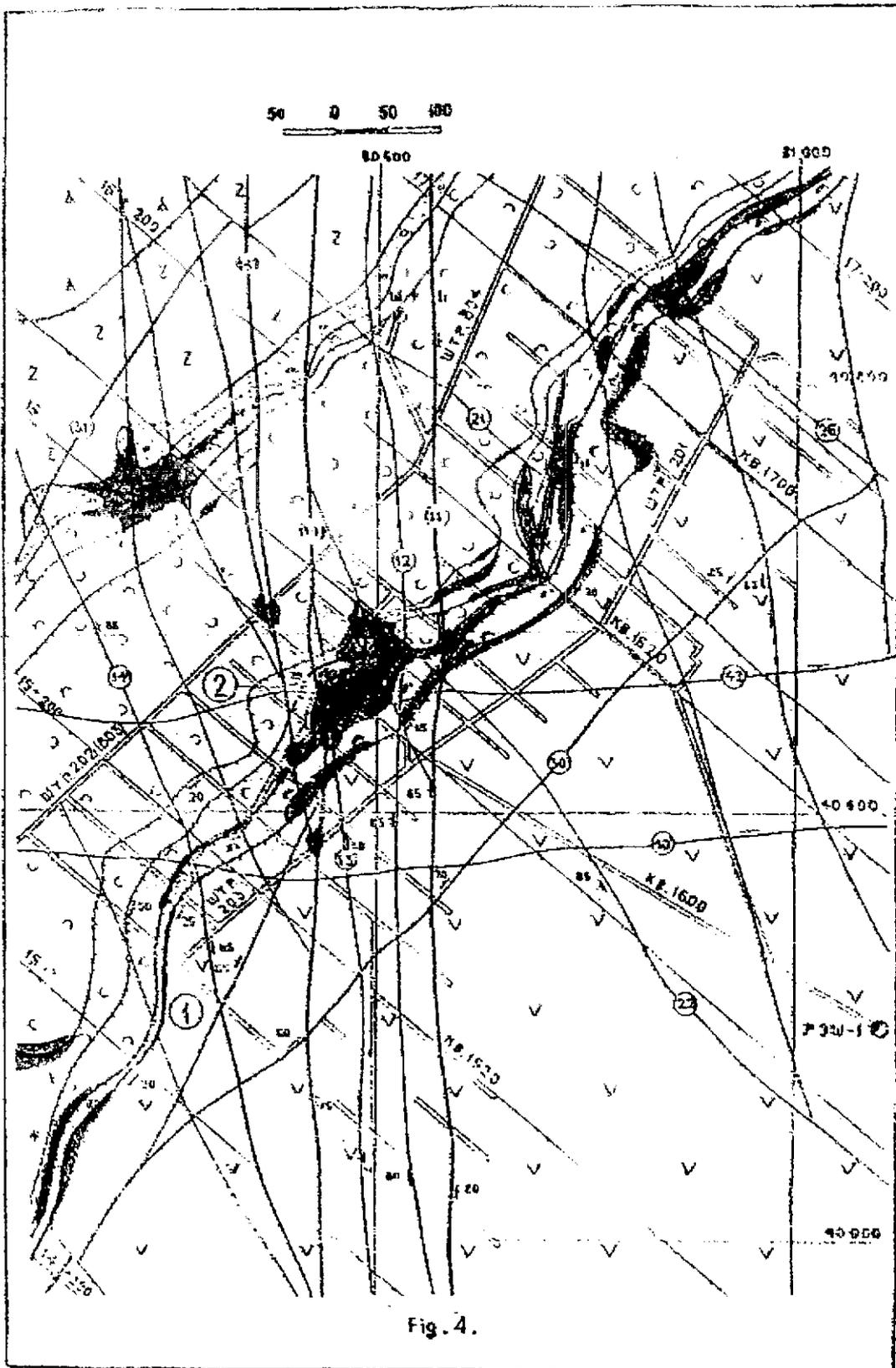


図11-2-3 Gurvanbulag 鉱床+800mレベルの地質平面図

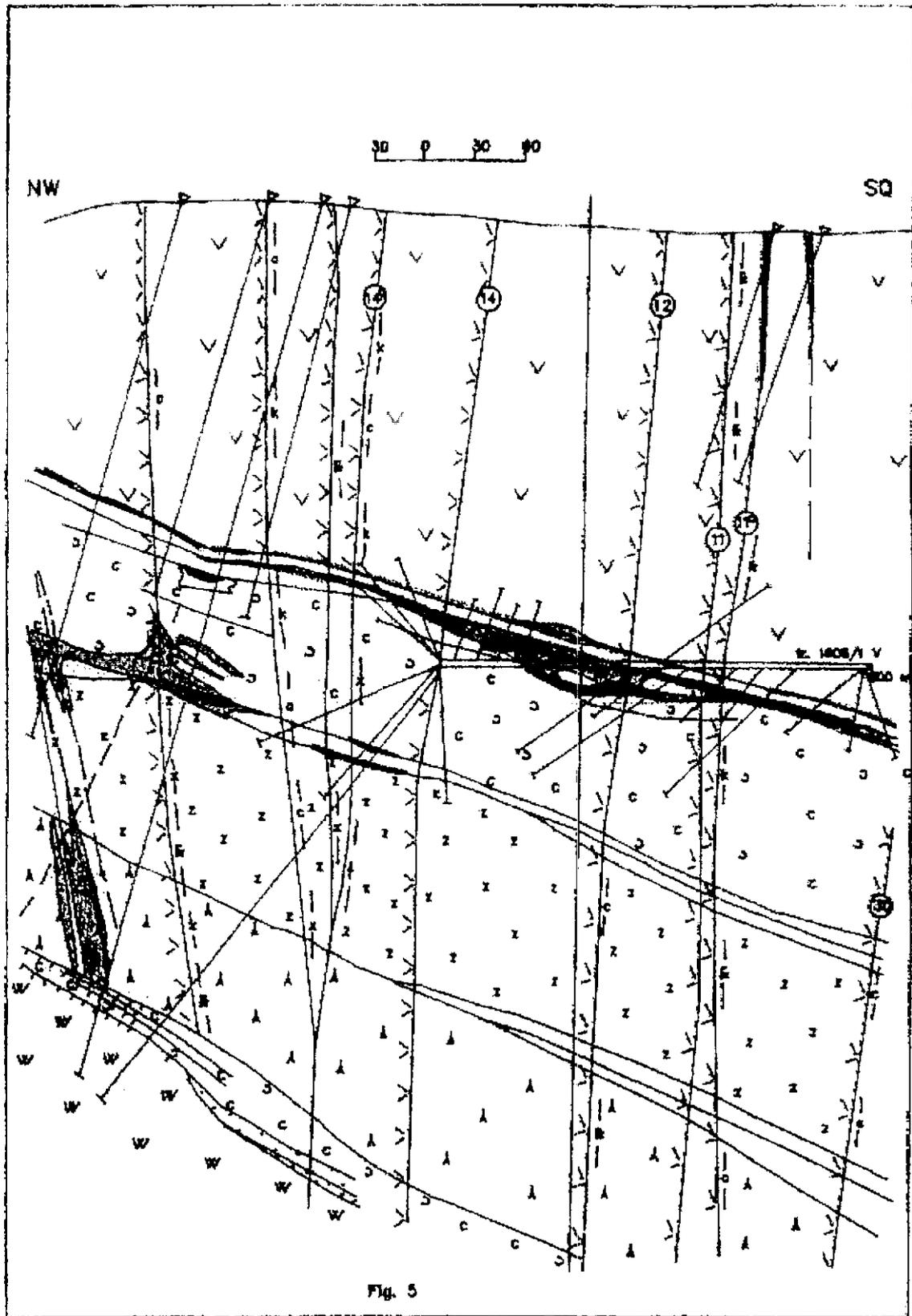
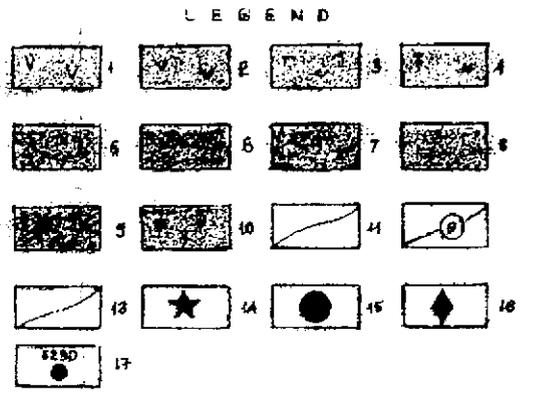
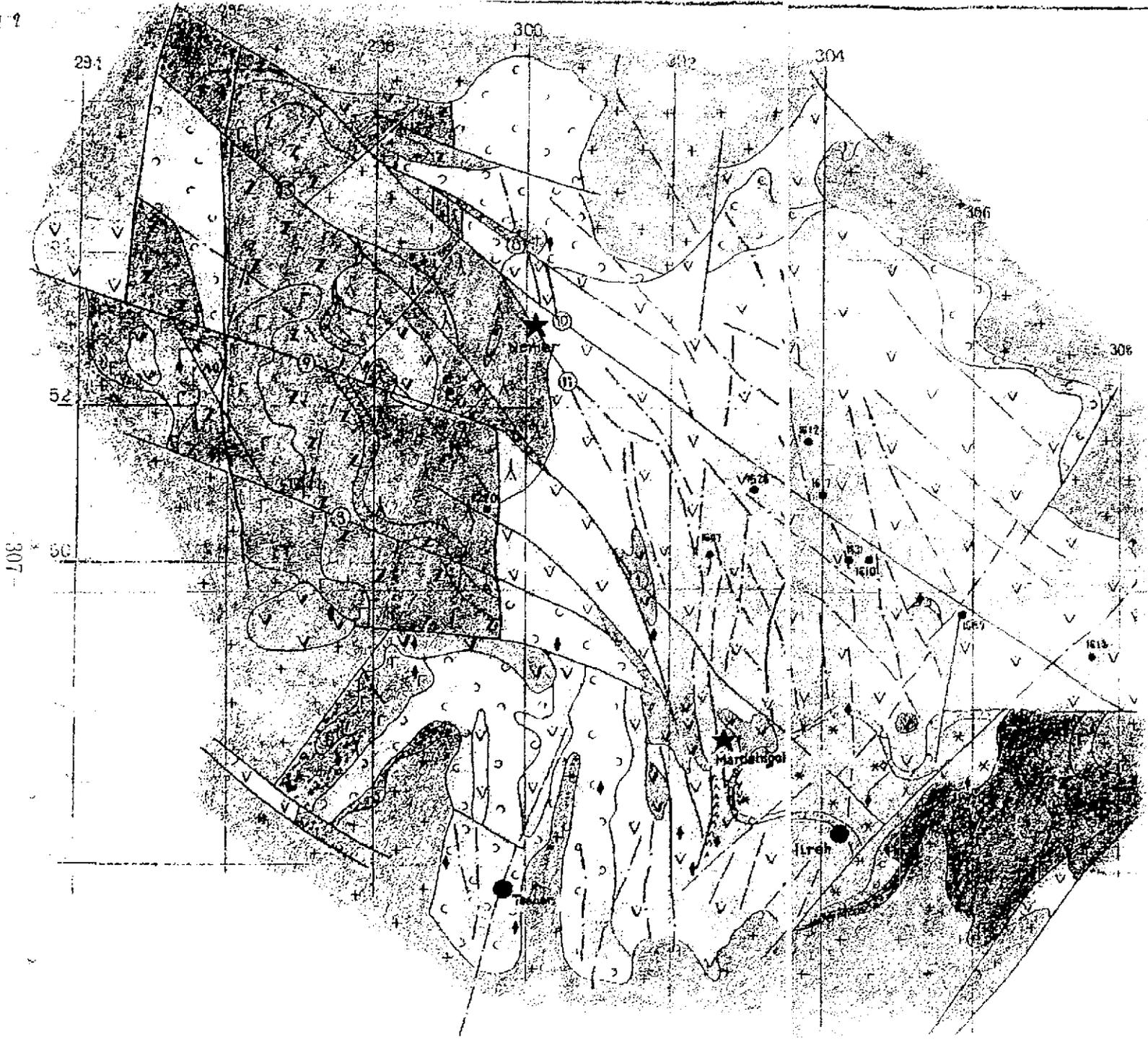


図11-2-4 Gurvanbulag 鉱床の地質断面図

19



- 凡例
1. シート(岩床)状フェルサイト
 2. 噴出性および岩脈状フェルサイト
 3. 多様な岩片を含む凝灰岩
 4. 斑晶の少ない(oligophytic)リパライト
 5. 石英斑岩, 6. 砂岩, シルト質砂岩, シルト岩
 7. 石英安山岩, 8. 玄武岩質安山岩, 9. 礫岩
 10. 花崗岩, 閃緑岩, 片麻岩, 結晶片岩(未区分)
 11. 地層境界, 12. 断層
 13. 地球物理学的調査結果から決定される断層
 14. ウラン鉱床, 15. ウラン鉱床露頭, 16. ウラン鉱微
 17. 採算鉱化を有する鉱体への試錐孔位置およびその番号

図11-2-5 Dornod火山-地質構造のMardaingol地塊の地質図

GEOLOGICAL COLUMN	Maximal thickness	Lithologic structural levels.
	300	UPPER
	280	
	220	
	60	
	180	LOWER
	40	
	40	
	240	
	120	

岩石記載

—フェルサイト斑岩およびその溶岩角礫、岩片状に破碎された凝灰岩の挟みを含む。
—フェルサイト斑岩の浅所火山岩体。

—岩片状に破碎された凝灰岩。凝灰質砂岩、凝灰質砂礫岩、イグニフライトの挟み
あるいはレンズを含む。緑灰色、赤灰色を呈す。tuffiteの挟みには化石を含む。

—赤色、茶褐色の石英-長石斑岩および溶岩角礫。凝灰岩の挟みあるいはレンズを含む。

—凝灰岩、凝灰質砂岩、凝灰質砂礫岩、礫岩、砂岩、粘土質砂岩、砂粘土岩の挟み。
上部は凝灰質および粗粒岩片状の岩石が卓越。下部は細粒の破碎岩が卓越。底部は
河川堆積相を示す白色の破碎質礫岩により区分される。これらの岩石は、緑灰色、
黒灰色、黒色を呈す。下部の細粒破碎岩には化石が含まれる。

—暗橙色、橙灰色の塊状石英安山岩、リバライト、石英安山岩、安山岩-石英安山岩
—およびその溶岩角礫および凝灰岩。
—塊状、黒色の玄武岩質安山岩

暗灰色および茶色の礫岩、礫質角礫岩、まれに砂岩、凝灰岩。

—塊状で黒色あるいは黒褐色の玄武岩質安山岩およびその溶岩角礫。

—礫質角礫、礫岩、凝灰岩、tuffite、砂岩、砂粘土岩、泥岩の挟みが複雑に分布。
灰色、まれに白色、緑色、白色を呈す。細粒岩には有機物が含まれる。

—細粒から粗粒の優白色および優黒色花崗岩。種々の組成の片岩のゼノリスおよび
花崗岩化、結晶質化した石灰岩を含む。

図11-2-6 Nemer 鉱床のウラン鉱化の地質-構造学的位置

構造性破碎岩の特徴	鉍化作用の特徴
一高角および圧縮性の裂かが広く認められる。破碎および断層粘土を伴う断層が底部において火山岩シートとの境界として発達する。	一フェルサイト斑岩の接触部において、非採算鉍石からなる小規模な網状-脈状鉍体が希に認められる。
一層間断層および層内節理帯。 独立した大規模な高角の裂か。	鉍化帯 2 一 大規模な層間断層-2 に胚胎する平板状鉍床。 凝灰岩の挟みの中、あるいは境界部に生じる非採算鉍石の小規模なレンズ。 一 岩石間の境界部において小規模な裂かに生じる非採算性の網状-脈状鉍体。
一主に境界部に発達する小規模な高角の節理。	鉍化帯 1 一層間断層に生じる平板状-リボン状鉍床。 非採算鉍石の小規模なレンズと鉍巣。 本層準中のウラン鉍化は、複数の層に胚胎しており、各々は 5-15m 離れている。
一節理帯により代表される多数の層間断層。 これらの断層は、破碎岩および断層粘土を伴い、鏡肌が認められる。 2つの層準の境界では、大規模な層間断層が認められる。 微小な節理が強く現れ、これらは通常岩石の層理方向である。	一高角の断層に生じる非採算鉍化からなる網状-脈状鉍床。
一高角の節理。破碎岩、角礫岩を伴う断層。	一自然放射能の異常
一岩石の境界部においては、破碎岩を伴う断層が認められる。 層間断層。まれに高角の裂か。	
一まれに高角の裂か	
一岩石境界の大規模な断層および岩相間の断層。 強い節理、破碎作用および角礫化作用が認められる。	鉍化帯 3 一層間断層に生じる平板状のモリブデン鉍床。非採算鉍石からなる小規模なレンズおよび鉍巣。この鉍化は層状に位置している。 一高角断層に生じる網状-脈状の採算ウラン鉍体。 放射能異常は260mkghour以下。螢石鉍化の飽和帯。
一節理、破碎、角礫化の帯により表される高角の断層。 カタクラサイト (圧碎岩) 帯。 基盤の頂部は大規模な層間断層が認められる。	

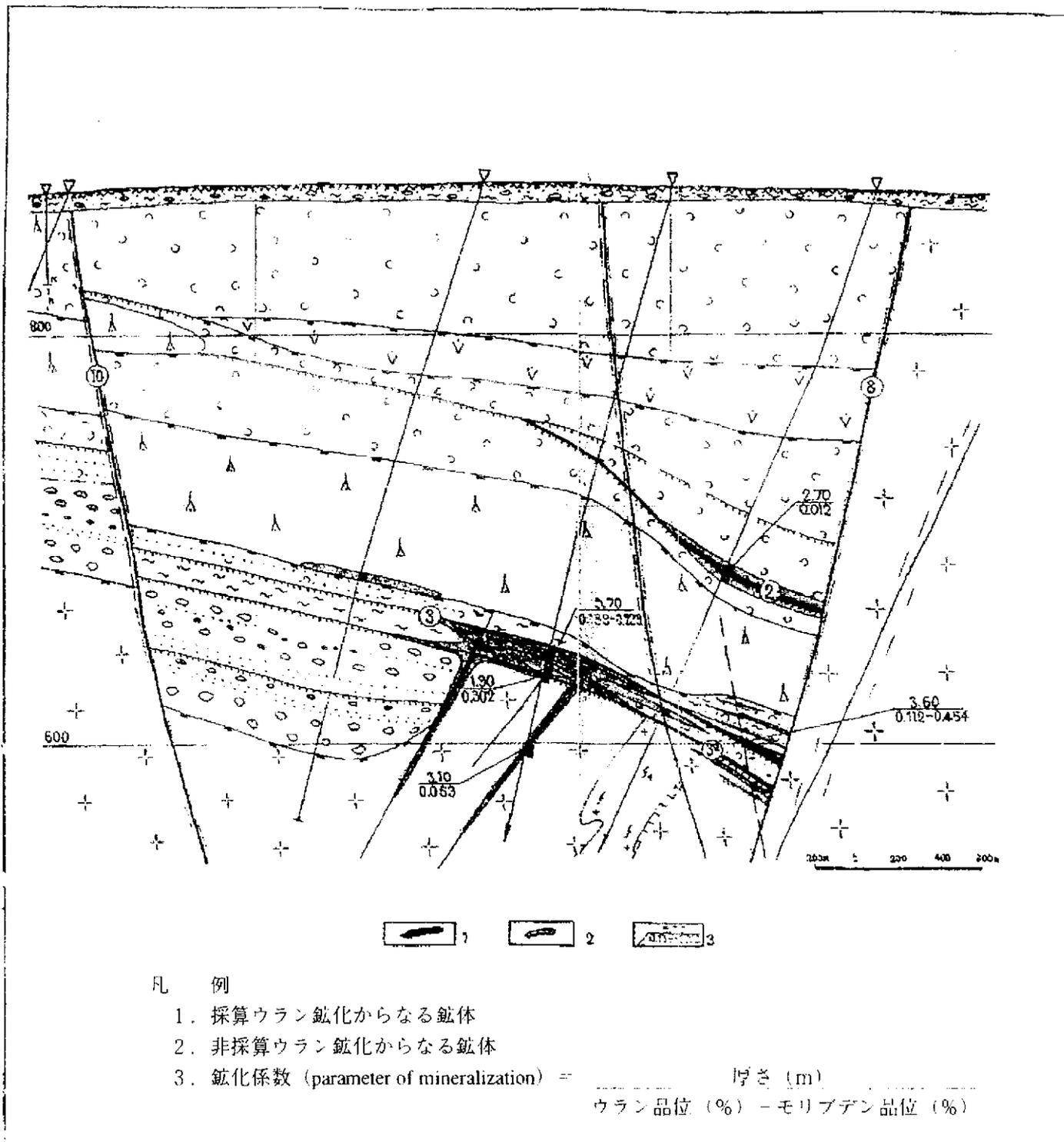
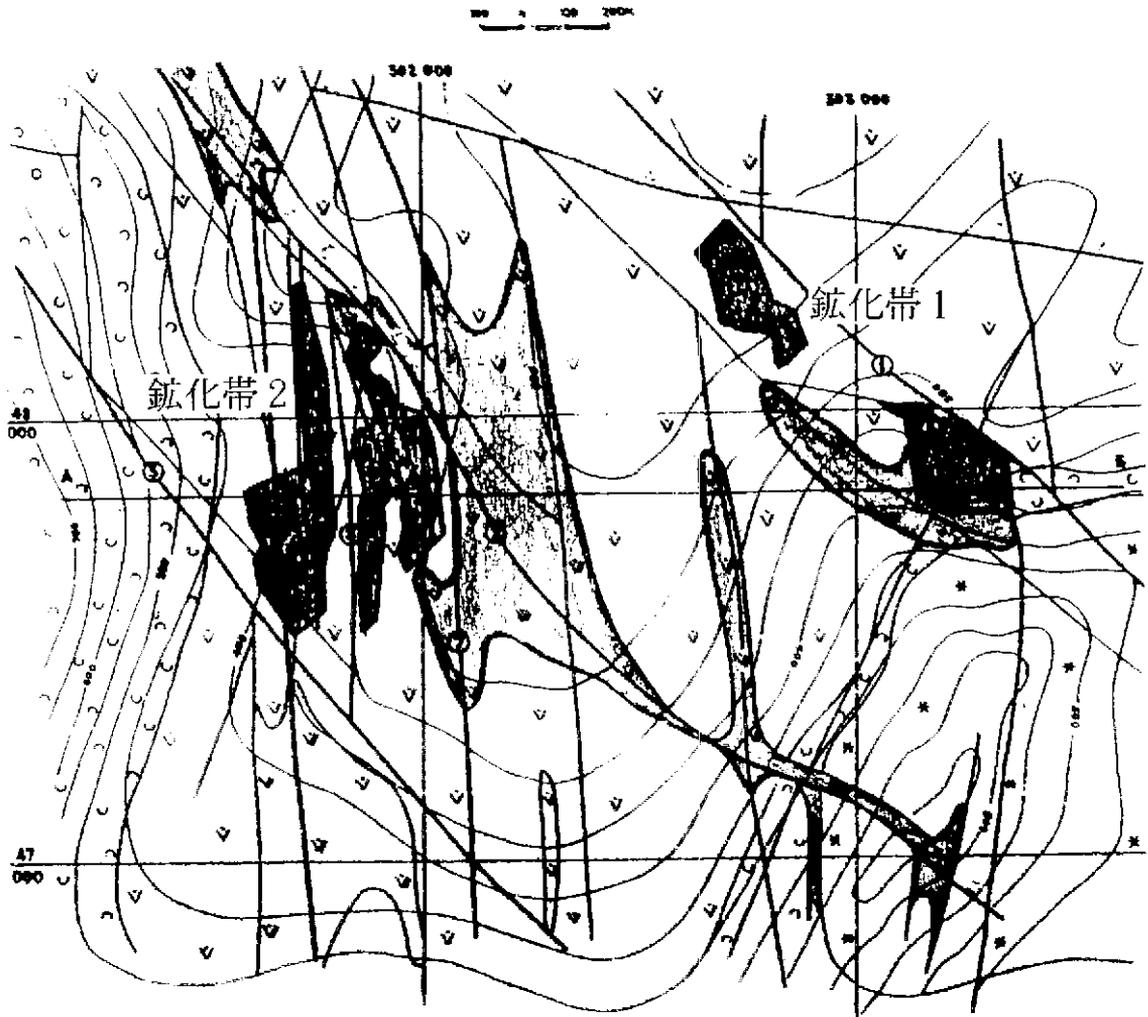
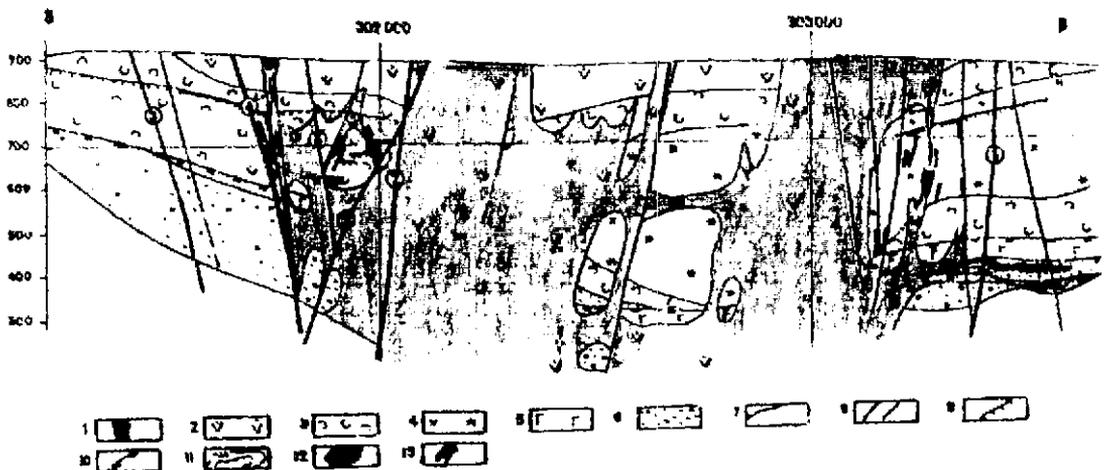


図 11-2-7 Nemer 鉱床の地質断面図 (測線 201)



地質断面図 (A-B)



凡 例

1～6. Dornod火山起源堆積岩複合岩体

1. フェルサイト斑岩の噴出物、岩脈、シル、2. フェルサイト、3. 凝灰岩、tuffite、凝灰質砂岩

4. 斑晶の少ない (oligophytic) リパライトおよびその凝灰岩、5. 安山岩質玄武岩 6. 礫岩、砂岩

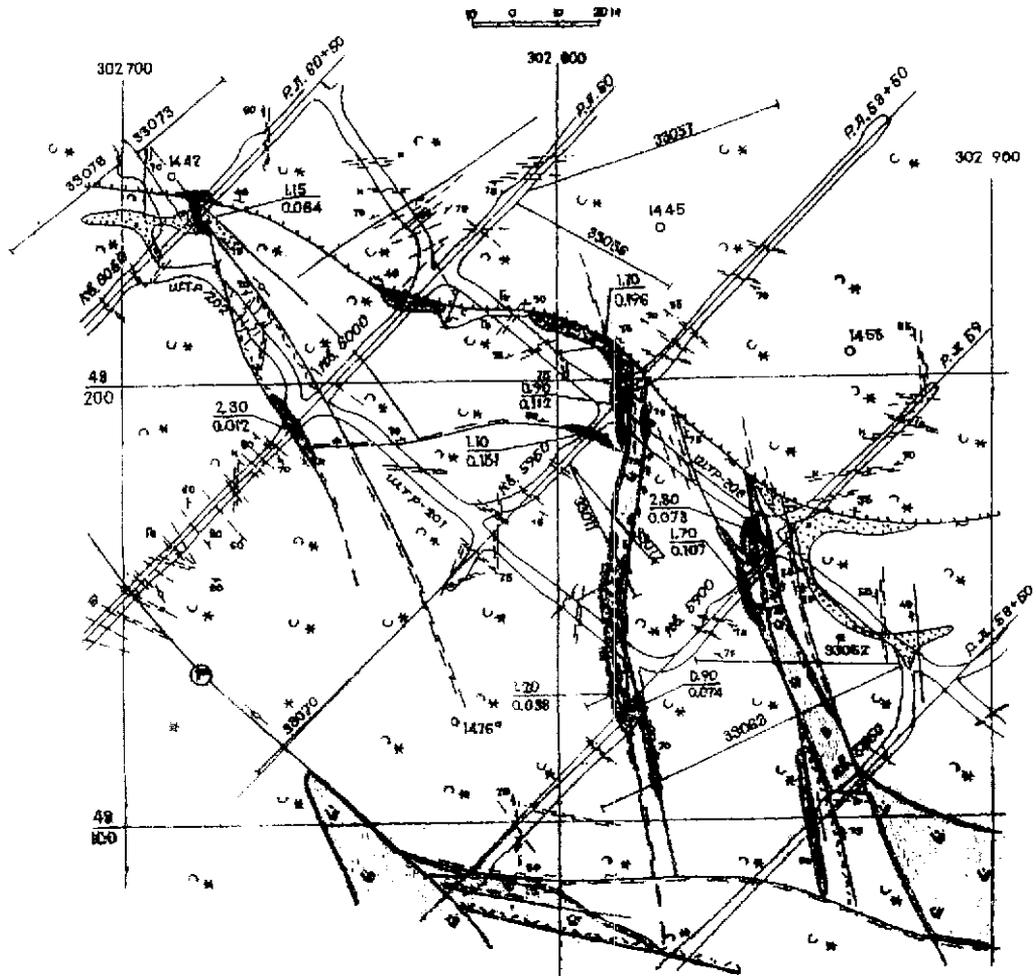
7. 基盤岩類

8～9. 断層、8. 高角断層、9. 低角断層

10. 中位小複合岩体と上位小複合岩体との境界、11. 基盤の起伏の等高線、12. 鉱化体の範囲、13. 鉱体

図11-2-8 Mardaingol鉱床の地質-構造概略図

鉍化帯 1 の鉍化分布、+580mレベルでの地質平面図



地質断面図 (測線59)

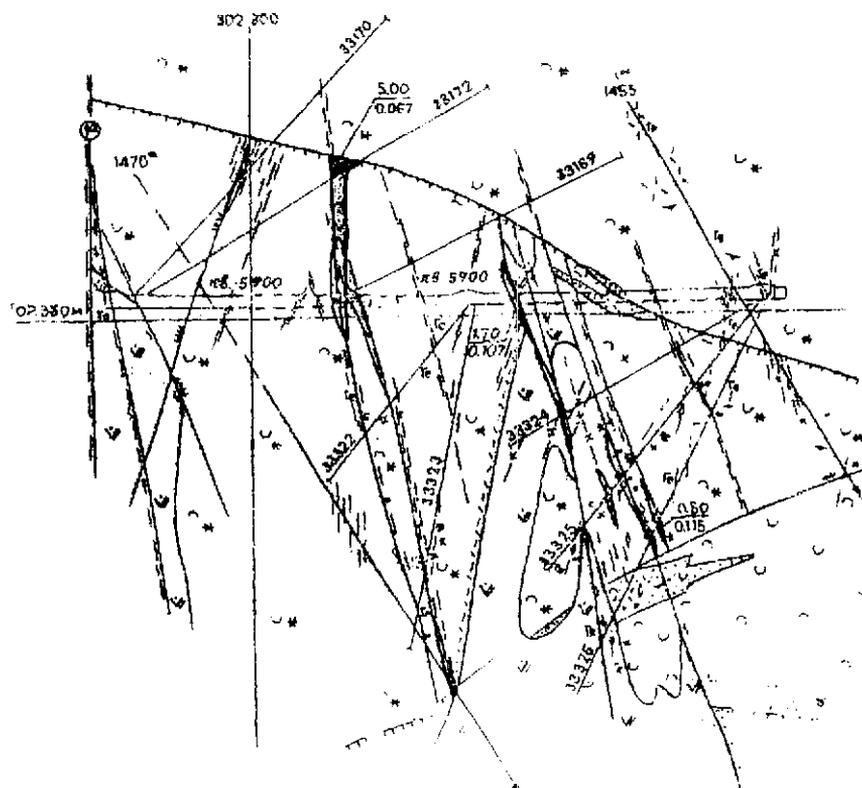


図11-2-9 Mardaingol鉍床の鉍化帯1の地質平面図と地質断面図

11.3. Haraat (ハラート) 鉱床

1. 交通・インフラ

Haraat (ハラート) 鉱床はEast-Gobi(イースト・ゴビ) 地域のChoir(チョイアー) 凹地内にあり、ウランバートルの南東 290kmにある。北緯45° 51' 44" , 東経 108° 23' 43" 。標高約1,500m。本地域は未舗装であるが道路網が整備され、ウランバートル～北京間の鉄道が北西から南東に延びている。鉱区面積は約30km² で、同鉄道のChoir(チョイアー) 駅まで72km, Shivee-Gobi(シビー・ゴビ) 駅までは48kmである。Shivee-Gobi の町には旧ソ連の戦略空軍基地があったが、現在は放棄されているので、開発プロジェクトの基地として利用出来るかも知れない。連絡先は Energy Fuels Nuclear Inc. (CONCORD), Three Park Central, Suite 900, Denver, Colorado 80202. 電話(303)623-8317;(800)525-3088, Fax(303)595-0930, または Energy Fuels Nuclear(モンゴル事務所), Central Post, Box 880, Ulaanbaatar 13, Mongolia, 電話976-1-360429, Fax 976-1-360429。

本地域は北部ゴビ砂漠に属し、低い丘陵と緩傾斜からなる半砂漠高原である。水系の発達は乏しく内陸流域である。平均土壌凍結厚は2～2.5m。大陸性乾燥気候で最低気温は-35℃(1月), 最高気温40℃(7月, 8月) で、日中気温差は20℃を超える。年平均降水量は90mmで、うち70～80%は夏季に降る。

2. 権利関係

アメリカの鉱山会社 Energy Fuel, ロシアの地質省(英文表記 Ministry of Geology) 所属の Geologorazvedka, モンゴルの地質・鉱物資源省(英文表記 Ministry of Geology and Mineral Resources)所属のURANの3者によるジョイント・ベンチャー(Gurvan Saihan (ガーバン・サイハン) ジョイント・ベンチャー)。Energy Fuel がオペレータで、採鉱作業はGeologorazvedka とURANによって実施される。

所轄官庁はエネルギー・鉱山・地質省(英文表記 Ministry of Energy, Mining and Geology) である。

3. 鉱業権益

11.1 Dornod鉱床と同じ

4. 許認可関係

11.1 Dornod鉱床と同じ

5. 経緯・現状

Geologorazvedka は1943年以降モンゴル国の地質図作成に従事し、1976年にこの地方の予備的なウラン探鉍を開始して、ポテンシャルの高いいくつかの地域を特定した。Haraat 鉍床は1988年に発見され、坑外試錐探査が続けられたが、1990年の旧ソ連の崩壊と共に終了した。

1993年10月 Energy Fuel, Geologorazvedka およびURAN間にて、ゴビ砂漠地方におけるウランの探鉍と開発に関する契約が調印され、1994年1月24日ジョイント・ベンチャーが設立された。今後、経済的に開発可能な鉍床の確保に力が注がれることになる。

6. 地質概要

モンゴルの南東部にはウランが賦存する可能性のある凹地がいくつかあるが、Choir 凹地が最も良く調査されている。Choir 盆地は長さ120km、巾20kmで、層厚約1,500mの所により石炭を含む白亜紀の堆積岩によって満されている。堆積岩の基盤岩は原生代の結晶片岩、片麻岩、大理石からなり、凹地構造の周辺部では花崗岩の貫入が認められる(図11-3-1)。ウランの鉍化作用は、深度45m までの黄鉄鉍と有機物碎屑物を含む沖積層の砂岩および粘土岩の中に、通常0.01~0.04%の低品位にて1.0m前後の厚さで賦存するが、局部的に高品位部も見られる。ウランの源泉は凹地周辺の花崗岩と思われる。Haraat 鉍床の鉍化作用は、盆地内の長さ19km、最大巾2 kmの古溪谷と関連している(図11-3-2, 図11-3-3)。Haraat 鉍床のウラン鉍物は還元環境中で沈積した後、地表近くで酸化した二次鉍物である。すなわちオーテナイト $[\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \sim 10\text{H}_2\text{O}]$ 、トルバナイト $[\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \sim 10\text{H}_2\text{O}]$ およびシュレッキンジェライト $[\text{NaCa}_3(\text{UO}_2)_2(\text{CO}_3)_3\text{SO}_4\text{F} \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$ である。これらの鉍物は放射平衡になく、 γ 線/科学分析値の比が0.15~3.0 と一定しないので、中性子検層器の使用が必要である。希土類元素鉍物およびスカンジウムがウラン鉍化作用と密接に関連して随伴するので、副産物として回収出来る可能性がある。埋蔵鉍量は、旧ソ連の分類による C_2 鉍量は含有ウラン量7,956tU、平均品位0.034%U、 P_1 鉍量が含有ウラン量7,700tU、平均品位0.02%Uである。

7. 採鉍関係

Haraat 鉍床は浅くかつ低品位であるのでインシチュリーチング(ISL)法が計画されている。

ISL法では、鉍床胚胎層に注入された浸出液の封じ込めに必要な水圧を確保するために、地下水面下の十分な深さに鉍床が存在することが望ましいとされるが、Haraat

鉱床の鉱量の大部分は地下水面より上にあるので、この問題の解決が必要である。

予備的フィジビリティ・スタディによる計画は次の通りである。生産量200tU/年、回収液量40l/分、注入井と生産井の数の比3：1、注入井と生産井との距離10m、貴液のウラン濃度90ppm、井戸の平均深さは35mである。

8. 製錬関係

生産井からの貴液は次の工程からなる製錬所にポンプ流送される。

- 1) イオン交換樹脂による貴液からのウラン抽出
- 2) 塩化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合液による樹脂からのウラン逆抽出
- 3) 硫酸または塩酸によるウラン逆抽出液のpH調整
- 4) アンモニアまたは過酸化水素によるウランの沈殿
- 5) 沈殿したイエローケーキの乾燥およびドラム缶詰め。

Choir 地域に散在する鉱床は、いずれも浅くて低品位なので ISL法が採用されるであろう。このため、これら鉱床を対象とする上記仕様の中央製錬所が建設されるであろう。

9. 生産コスト

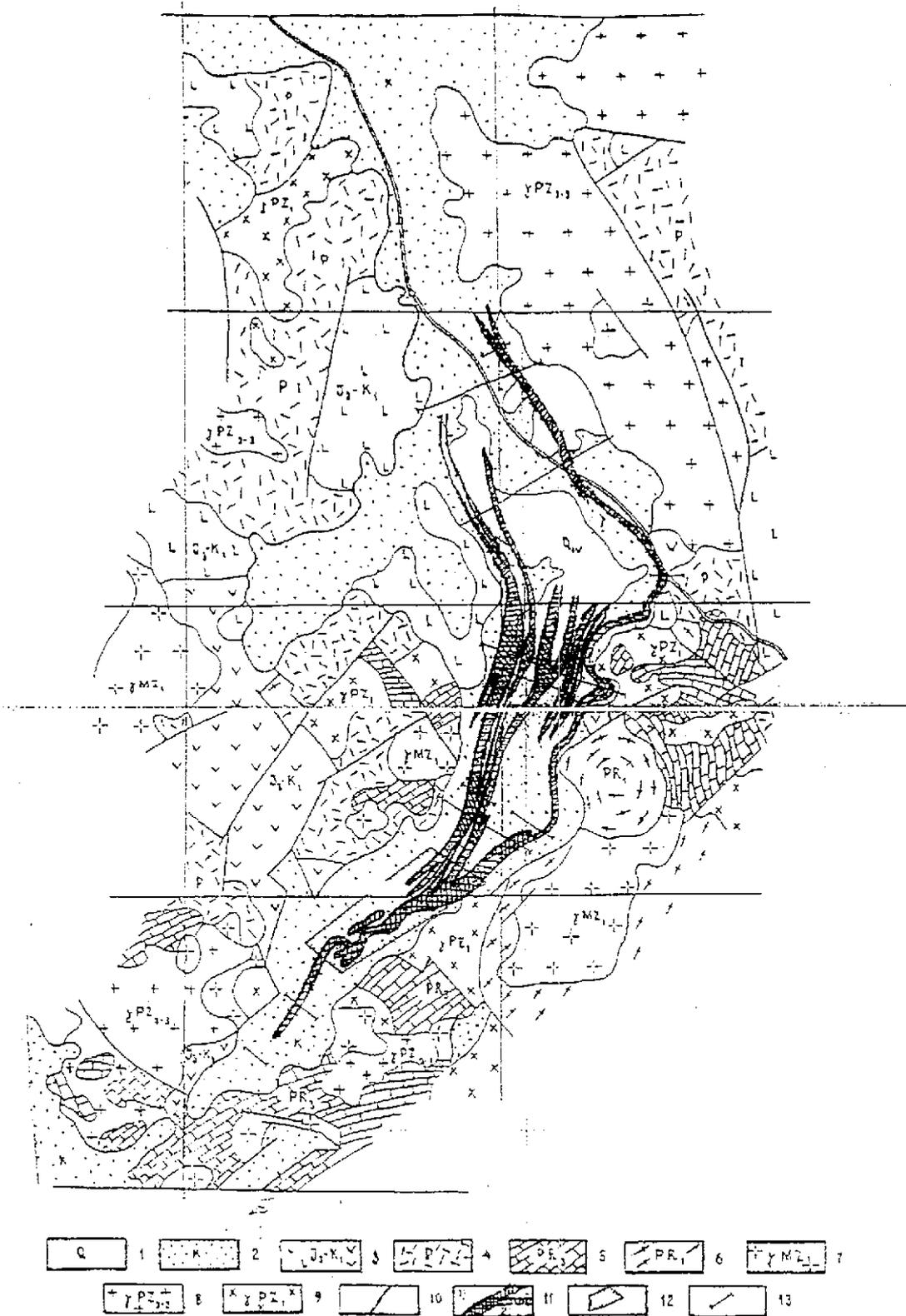
上記のような採鉱および製錬を行う場合の建設費は5,052,000\$, 操業費は11.00\$/kgU(生産量200tU/年の場合)と見積もられている。

建設費内訳は表11-3-1、操業費内訳は表11-3-2を参照のこと。

10. 生産体制, 実績, 計画

今世紀末までには生産開始の計画である。

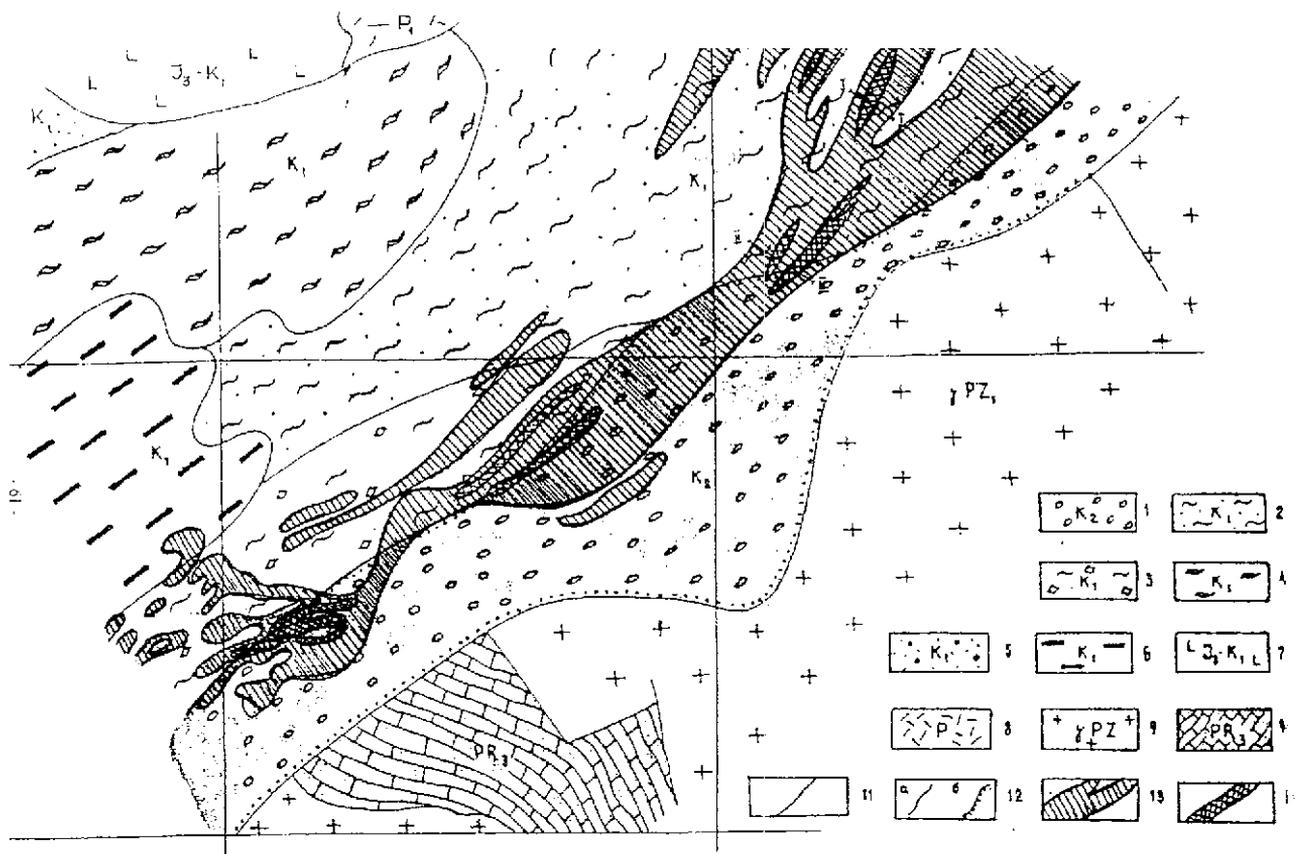
1999年に200tU/年、2000年以降は400tU/年の生産が予想される。



凡 例

1. 第四紀碎屑堆積物
2. 白亜紀の石英を含む浅海成堆積物
3. ジュラ紀後期-白亜紀前期の玄武岩、玄武岩質安山岩、安山岩
4. 二疊紀珪質火山岩
5. 石灰岩
6. 中生代前期優白色花崗岩
8. 古生代-中期 黒雲母-角閃石花崗岩
9. 古生代前期花崗緑閃岩
10. 断層
11. 鉱床の地表への投影 (1-試錐により確認, 2-推定)
12. 試錐による探鉱範囲 (1/10,000スケール)
13. 探査-地質図作成のため試錐

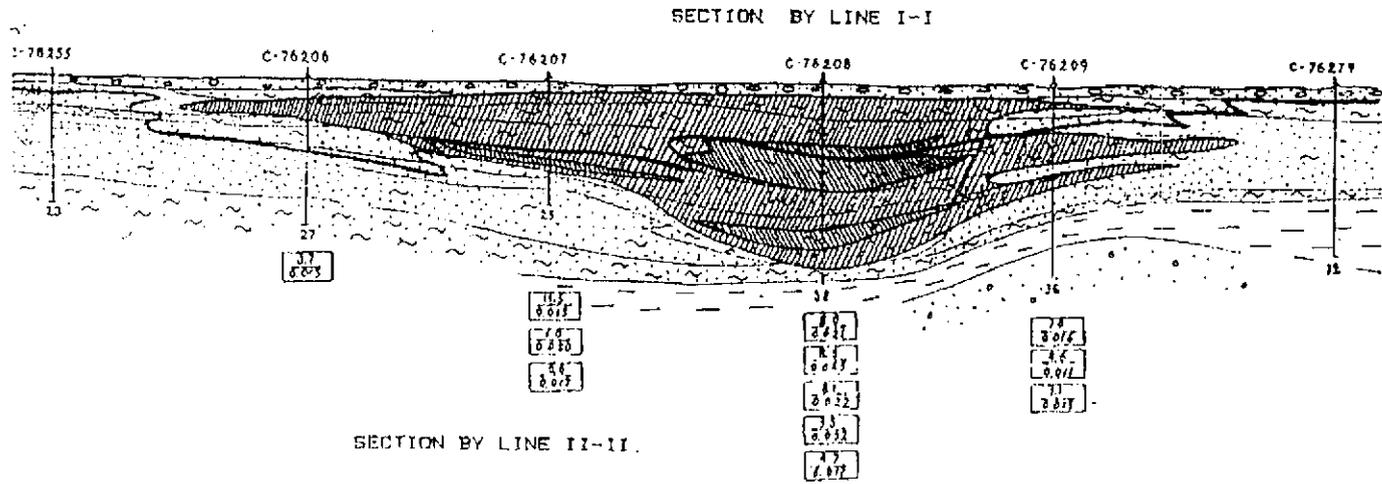
図 11-3-1 Choir 凹地構造の地質概略図



凡 例

- 1～6. Choir 凹地構造を構成する岩石
 - 1. 上部白亜紀系 (K 2) 多彩な碎屑堆積物
 - 2～6. 下部白亜紀系 (K 1) 灰色の石炭含砂および粘土質堆積物
 - (2 - 湖、河床の堆積相を示す砂-粘土質堆積物, 3 - 砂-粘土質の石灰質堆積物,
 - 4 - 川、段丘の堆積相を示す砂-粘土質堆積物, 5 - 段丘堆積相を示す砂礫堆積物,
 - 6 - 湖沼起源の炭質粘土堆積物)
- 7～10. Choir 凹地構造の基盤類
 - 7. 玄武岩、玄武岩質安山岩、安山岩 (J3-k1), 8. 二畳系 (P) リパライト
 - 9. 古生代前期 (γPZ) 黒雲母、黒雲母-角閃石花崗岩
 - 10. 原生代後期 (PK3) 結晶質石灰岩
- 11. 断層, 12. 複合岩体の地質学的境界 (a - 調和的, b - 非調和的)
- 13. 鉱体の地表への投影 (ウラン品位 0.01-0.05%)
- 14. 鉱体の地表への投影 (ウラン品位 0.05%以上)

図 1 1 - 3 - 2 Haraat 鉱床の地質図



- 上部白亜系、Sainshand系
- 下部白亜系、Zuunbain系
- 固結度の低い礫岩、砂礫堆積物
- 砂礫岩
- 砂礫-小石-砂堆積層
- 多様な粒度の砂および砂岩
- 砂岩およびシルト質砂岩
- 砂質粘土
- 粘土
- シルト岩
- 褐炭
- 浅成帯 (赤色層、混合色層)
- 鉍体 (ウラン品位 0.01-0.05%)
- 鉍体 (ウラン品位 0.05%以上)
- 試錐孔での鉍化の係数 (鉍化の厚さ(m)/ウラン品位(%))

図 1 1 - 3 - 3 Haraat鉍床の地質断面図

表11-3-1 Haraatプロジェクト建設費（初期投資分）

I S L作業所		
井戸500孔	300\$/孔	150,000\$
地表配管		60,000
その他機器類		10,000
	小 計	220,000
製 錬 設 備		
中央製錬所	5 m ³ /分	1,500,000\$
ポンプ及びタンク類		150,000
硫酸タンク	545 m ³	100,000
試薬貯蔵所		50,000
	小 計	1,800,000
動 力 設 備		
ディーゼル発電機	1,000 Kw	50,000\$
現場の配電設備		50,000
エア・コンプレッサ		30,000
ボイラ室		30,000
暖房用配管		20,000
	小 計	180,000
支 援 設 備		
ベースキャンプ		300,000\$
上下水道設備		30,000
鉄道ヤード及び倉庫		500,000
食堂及び医務室		150,000
現場の機材倉庫		30,000
修理工場		50,000
	小 計	1,060,000
輸 送 設 備		
自動車類		200,000\$
道 路		700,000
自動車修理工場		50,000
	小 計	950,000
	中 計	4,210,000
予 備 費20%		842,000
	再 計	5,052,000

表11-3-2 Haraatプロジェクト操業費（生産量200tU年）

	年間経費	kgU当たりコスト
労 務 費		
給料 100人×500\$/人・月	600,000\$	3.00\$/kgU
諸掛かり 40%	240,000	1.20
	-----	-----
小 計	840,000	4.20
物 品 費		
硫酸 115kg/kgU	350,000\$	1.75\$/kgU
その他試薬	200,000	1.00
イオン交換樹脂	100,000	0.50
燃料および潤滑油	250,000	1.25
	-----	-----
小 計	900,000	4.50
ISL作業所建設費	220,000\$	1.10\$/kgU
その他費用	240,000\$	1.20\$/kgU
	=====	=====
合 計	2,200,000\$	11.00\$/kgU

11.4 Nars (ナール) 鉱床

1. 交通・インフラ

Nars (ナール) 鉱床はEast Gobi 地域のSainshand(サインシャンド) 凹地の南縁部、ウランバートルの南東 410kmにある。北緯45° 20' 30" , 東経 110° 40' 00" 。標高 1,000~1,200m。ウランバートル~北京間鉄道のSainshand(サインシャンド) 駅から北東 60kmの地点に位置する。

連絡先 不明

気候はHaraat鉱床と同じ

2. 権利関係

11.1Dornod鉱床と同じ

3. 鉱業権益

11.1Dornod鉱床と同じ

4. 許認可関係

11.1Dornod鉱床と同じ

5. 経緯・現状

ロシア地質省(英文表記 Ministry of Geology) 所属のGeologorazvedka は1943年以降モンゴル国の地質図作成に従事し、1978年には Nars(ナール) 地域 400km² の1/100,000 地図が作成された。Nars鉱床は1978年に坑外試錐探査によって発見された、1980年まで探査が続けられた。

6. 地質概要

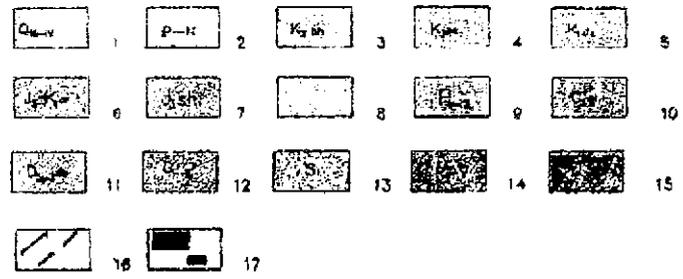
Sainshand 盆地は、層厚約1,500mの白亜紀前期の堆積層と、層厚 100~300mの白亜紀後期の2堆積岩層によって満されている。基盤はいろいろな時代の貫入岩類から構成されているが、主に花崗岩である(図11-4-1)。

Nars鉱床は透水性砂岩累層中の深度 180~1,200mの上部層に胚胎する巾 100~200m、厚さ 0.3~0.7mのロール・フロント状砂岩型鉱床(品位 0.016~0.67%U)である(図11-4-2)。

主要鉱物はピッチブレンドとされているが、埋蔵鉱量は旧ソ連の分類によるP₁鉱量として僅かな数字が見積もられているだけである。



LEGEND



凡例

1. (上部第四系) 礫、砂、砂礫
2. (古第三系、新第三系) 赤色粘土、砂、礫岩
3. (上部白亜系、Bayanshree系) 多彩な粘土質岩および砂岩
4. (上部白亜系、Sainshand系) 多彩および灰色の礫岩、砂岩、粘土質岩
5. (下部白亜系、Zuunbayan系) 粘土質岩、片岩
6. (上部ジュラ-下部白亜紀系、Dornod複合岩体) 玄武岩、安山岩-玄武岩、凝灰岩
7. (上部白亜系、Sharli系) 多彩な礫岩、砂岩
8. (中-上部二畳系) 流紋岩、流紋岩-石英安山岩
9. (中-上部石炭系、Dusinobin) 安山岩、安山岩-石英安山岩、流紋岩
10. (下部石炭系、Gunbayan系) 凝灰質砂岩、砂粘土岩 (alcoarillite)、玄武岩、凝灰岩
11. (中-上部デボン系) 砂粘土岩、砂岩、安山岩、片岩
12. (下-中部デボン系、Undurud系) 片岩、砂岩、砂粘土岩、塩基性火山岩
13. (シルル系) 砂岩、砂粘土岩、片岩、火山岩
14. (中部先カンブリア系) 片岩、珪岩、砂粘土岩
15. 花崗岩、16. 断層、17. ウラン鉱徴

図11-4-1 Shinshand 凹地構造の地質図

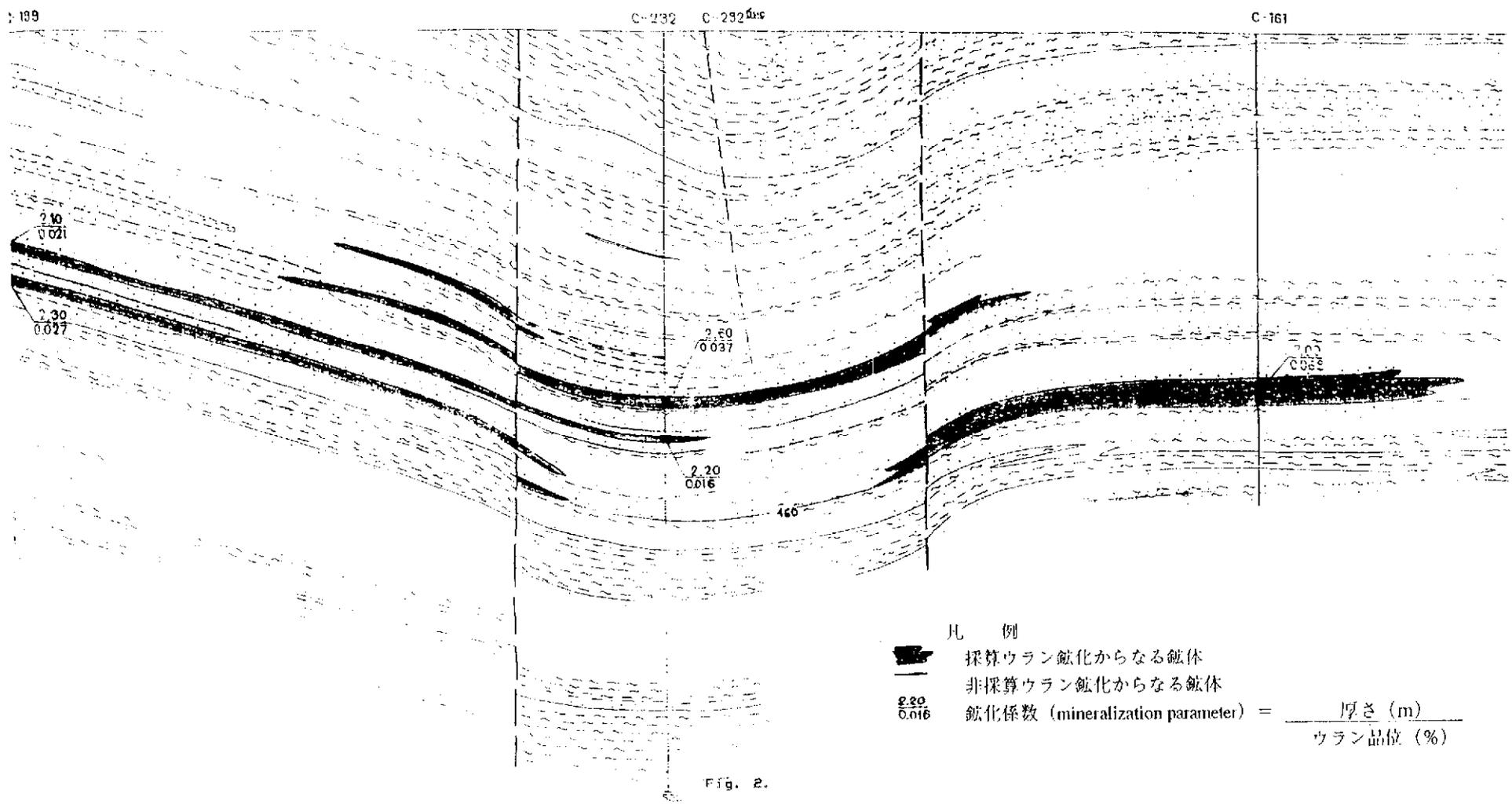


図1 1 - 4 - 2 Nars鉱床の地質断面図

参考文献

1. 三井物産株式会社；旧ソ連・東欧諸国のウラン鉱山—鉱床情報の収集—URANIUM PRODUCER PROFIL
Vol. 1～Vol. 31（1995年）PNC ZJ7183 95-002
2. 動力炉・核燃料開発事業団；国営企業DIAMO（1993年12月）PNC PN7510-93-012
3. 動力炉・核燃料開発事業団；旧東独WISMUT社ウラン鉱業汚染の浄化修復現地調査報告書
（1992年6月）PNC TN7420 92-018
4. 動力炉・核燃料開発事業団；ロシア共和国ウラン資源開発に関する現地調査報告書（1993年10月）
PNC PN7420 93-009
5. 動力炉・核燃料開発事業団；ロシア連邦ウラン資源開発に関する情報収集調査報告書〔1994年8月
～9月〕（1994年11月）PNC PN7420 94-013
6. 動力炉・核燃料開発事業団；モンゴルのウラン資源（1994年11月）PNC PN7420 94-007
7. 動力炉・核燃料開発事業団；ロシア・ウズベクのISL鉱山に関する現地調査報告書（1995年2月）
PNC ZJ7901 95-001
8. 動力炉・核燃料開発事業団；カザフ・キルギスのISL鉱山に関する現地調査報告書（作成中）
PNC PN7420 95-010