

# 最近における日本のウラン鉱床

小 関 幸 治

## はじめに

1959年3月(地質ニュース No. 55)以来しばらくの間国内ウランについてのようすが紹介されていないのでここに最近までのあらましを述べよう。

原子力の平和利用という大きな問題の一環としてわが国のウラン資源に関する組織的探査が1954年以来地質調査所と原子燃料公社とが主体となつて着実に続けられておりまたさらにはこれに関心を寄せられる全国各大学関係機関ならびに民間各位がそれぞれの立場から広く参加している。このところわが国のウラン調査はだいたい初期にはおもに含ウラン・ペグマタイト鉱床以後はおもに含ウラン鉱脈鉱床から含ウラン層状鉱床へと推移しているがこの間相前後していろいろな産状を示してウランが発見されてきた。とくに最近では新第三紀層中の層状ウラン鉱床に調査研究の重点が向けられておりそれ以外のウラン鉱床についての調査はほぼ完了した観がある。

## 国内ウラン鉱床の概要

1954年以前までは放射性鉱物の産地として多数のペグマタイト鉱床地帯が知られていたしまた一部第四紀砂鉱床中にも産することがわかってきた。

国内ウラン資源に対する組織的な調査が開始されてから今日まで10年たらずの間にこのほかいろいろな地質的産状が次々に発見され新しいウラン鉱床の数は実に100を越している。しかしそれらのものを成因的な立場からの確にしかも全部を網らして分類することは種々の点で困難であるのでここではウランを胚胎する母体を基準として第1表に一括して示した。

第1表 日本で確認されているウランの産地とその鉱物

- I 不規則~塊状鉱床に伴うウラン
  - A ペグマタイト鉱床に伴うもの\*
    - 〔例〕水晶山(福島) センウラン鉱 フェルグソン石  
サマルスキー石 リンドウウラン石 ヒドウウラン石など
    - 雲水峯(〃) ユークセン石 フェルグソン石  
モナズ石 サマルスキー石など
    - 石川(〃) イシカワ石 サマルスキー石  
リンカイウラン石など
    - 大呂(京都) フェルグソン石 センウラン鉱?
    - 柳井(山口) モナズ石 リンカイウラン石

- リンドウウラン石
- 波方(愛媛) フェルグソン石
- 長垂(福岡) モナズ石 リンカイウラン石  
リンドウウラン石
- 竜田(〃) モナズ石 センウラン鉱  
リンドウウラン石
- ほか多数
- B 接触交代鉱床に伴うもの
  - 〔例〕山口(岩手) センウラン鉱
  - 亀山(〃) 含ウランリョクレン石
- II 脈状鉱床に伴うウラン
  - A 気成-熱水移行鉱床に伴うもの
    - a 錫鉱脈
      - 〔例〕垂水(鹿児島) α-ウランロフェン 含ウラン針鉄鉱  
リンカイウラン石
      - 又野(〃) —
    - b タングステン鉱脈
      - 〔例〕恵比寿(岐阜) センウラン鉱 モナズ石 含ウランアワソウエン 含ウランケッヒリナイト
      - 福岡(〃) ゴフィン石 モナズ石 含ウランアワソウエン
      - 大谷(京都) センウラン鉱 モナズ石
      - 三吉(岡山) コフィン石 ヒドウウラン石
      - 瀬戸田(広島) モナズ石 センウラン鉱
      - 祖生(山口) センウラン鉱 モナズ石
      - 栄和(〃) 含ウランアワソウエン
      - 真砂(島根) モナズ石
    - c タングステン・モリブデン鉱脈および鉱染鉱床
      - 〔例〕内外海(福井) センウラン鉱
      - 小馬木(島根) センウラン鉱
    - d モリブデン鉱脈
      - 〔例〕平瀬(岐阜) センウラン鉱 モナズ石
      - 加茂(岡山) モナズ石
      - 鍋谷(〃) モナズ石
  - B 熱水鉱床に伴うもの
    - a 含銅・砒・磁鉄硫鉄鉱脈
      - 〔例〕釜石鬼が沢(岩手) センウラン鉱 モナズ石?
      - 松岩(宮城) センウラン鉱 リンカイウラン石
      - 金取(〃) —
    - b 含ニッケル・コバルト・モリブデン鉱脈
      - 〔例〕野田玉川(岩手) センウラン鉱
    - c モリブデン鉱脈
      - 〔例〕高根(新潟) —
      - 南生口(広島) コフィン石 リンドウウラン石
      - 円谷(鳥取) コフィン石 リンカイウラン石

大 東(島根) —  
清 久(ノ) センウラン鉱  
東 山(ノ) センウラン鉱 ウラノフェン  
                        シェップ石  
山 佐(ノ) —

d モリブデン・銅 鉱脈

〔例〕 小 袖(岩手) —  
      羽 田(宮城) —

e 銅 鉱脈および 鉱 染 鉱 床

〔例〕 大 張(山形) —  
      朝 日(ノ) ヒドウウラン石  
      大 成(ノ) ピッチブレンド  
      黒 川(岐阜) コフィン石 カソロ石 リンドウ  
                        ウラン石  
      山 宝(岡山) コフィン石 センウラン鉱?  
                        β-ウラノフェン  
      剣 山(ノ) ピッチブレンド コフィン石  
                        ドウスクロドフスク石 カソロ石  
                        リンドウウラン石  
      八 坂(山口) コフィン石  
      戸 禰(ノ) —  
      銅 谷(ノ) ピッチブレンド  
      双子島(鹿児島) プランネル石

f 銅・鉛・亜鉛 鉱脈および 鉱 染 鉱 床

〔例〕 阿 部(岡山) コフィン石  
      大 笹(ノ) コフィン石  
      岩 屋(ノ) コフィン石  
      新美川(ノ) 含ウランリョクエン石

g 金・銀 鉱脈および 鉱 染 鉱 床

〔例〕 新玉生(栃木) コフィン石  
      倉 吉(旧小鴨)(鳥取) コフィン石  
                        リンカイウラン石

h 不毛石英脈または粘土脈

〔例〕 三 池(山形) —  
      黒 森(ノ) —  
      岩 倉(岐阜) —  
      三段峽(広島) —リンドウウラン石

i いわゆる黒 鉱 鉱 床

〔例〕 上 北(青森) —  
      安部城(ノ) —  
      花 輪(秋田) —  
      花 岡(ノ) —  
      相 内(ノ) —  
      小 坂(ノ) —  
      西 館(ノ) —  
      吉 野(山形) —  
      羽前小国(ノ) —  
      朝 日(福島) —  
      石見石膏(島根) —  
      鬼 村(ノ) —  
      高 丸(ノ) —  
      鱒 淵(ノ) —

〔例〕 栗 栖(愛知) —  
      一宝七中森(愛媛) —  
      辻中四道(ノ) —  
      山下俵津(ノ) —

b 変 成 型

〔例〕 野田玉川(岩手) センウラン鉱  
      桐 松(ノ) センウラン鉱  
      玉 根(ノ) —  
      茅 平(ノ) —  
      三 根(ノ) —  
      田野畑(ノ) —  
      日鉄花輪(ノ) —  
      加 蘇(栃木) センウラン鉱  
      東加蘇(ノ) —  
      高 平(ノ) —  
      萩 平(群馬) —  
      花 輪(ノ) —  
      中野山(ノ) —  
      松 島(ノ) —  
      田 口(愛知) センウラン鉱  
      五百井(滋賀) —  
      智 頭(鳥取) —

B 新第三紀層中のもの

a 初～中期中新世層中のもの

〔例〕 田沢湖(秋田) コフィン石  
      花 巻(岩手) コフィン石 ウラノフェン  
      等楽寺～須川(京都) コフィン石  
                        リンカイウラン石

b 中期中新世層中のもの

〔例〕 砂 川(山形) —  
      野 川(ノ) —  
      黒 鴨(ノ) —  
      矢ノ沢(ノ) —  
      小国～金丸(山形～新潟) コフィン石  
                        リンカイウラン石  
      中 東(新潟) 含ウランリンカイ石  
                        リンカイウラン石  
      中 条(ノ) 含ウランリンカイ石  
      上赤谷(ノ) センウラン鉱  
      三 川(ノ) ピッチブレンド  
      五頭山(ノ) コフィン石 センウラン鉱  
      車 峠(福島) —  
      大 内(宮城) —  
      土 岐(岐阜) コフィン石? リンバリウムウ  
                        ラン石 リンカイウラン石

c 末期中新世～鮮新世層中のもの

〔例〕 人形峠(岡山～鳥取) ニンギョウ石  
                        リンカイウラン石など  
      東 郷(鳥取) ニンギョウ石 コフィン石  
                        β-ウラノフェン ウラノフェン  
                        リンカイウラン石  
      石見大田(島根) —  
      垂水大野原(鹿児島) —

C 第四紀層中のもの\*

〔例〕 石 川(福島) モナズ石 サマルスキー石

III 層状 鉱 床としてのウラン

A 古生層中のもの

a 非 変 成 型



	田沢川 (枝田)	花巻 (岩手)	等楽寺 (京都)	砂山 (山形)	野川 (山形)	川 (山形)	黒川 (山形)	鴨 (山形)	矢ノ沢 (山形)	小田一丸 (山形・新潟)	中 (新潟)	東 (新潟)	中 (新潟)	上赤谷 (新潟)	三 (新潟)	五頭山 (新潟)	車峠 (新潟)	大 (宮城)	土 (秋)	峽 (秋)	人形峠 (興山)	東 (鳥取)	郷 (鳥取)	石見大田 (高田)	栗大野原 (鹿兒島)
含ウラン母層	中 期 中 新 世										末 期 中 新 世 ~ 鮮 新 世														
基盤岩	花崗岩類	花崗岩類	花崗岩類	花崗岩類	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)	花崗岩類 (寒川野)
含ウラン岩石	凝灰角礫岩	砂岩・礫岩 含炭質物 凝灰角礫岩	砂岩 礫岩 炭質頁岩 凝灰角礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩	砂岩 礫岩
ウラン鉱物	コフィン石 ウラン石	コフィン石 ウラン石	コフィン石 ウラン石					コフィン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石	ウラン石 ウラン石
品位および 鉱量	見掛け 1.55%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.29%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	一般に 0.6~0.8 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 見掛け 0.15%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	一般に 0.09~0.1 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 見掛け 0.15%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	一般に 0.03 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 見掛け 0.02%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	一般に 0.003 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 見掛け 0.02%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	一般に 0.01%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	埋蔵鉱量 (小田山) 0.030%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 190×10 <sup>4</sup> トン (1969年4月現在) (原・西村社)	一般に 0.06%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 見掛け 0.16%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.06 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.15 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.01 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.02 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.01 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.02 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.01 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.02 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	見掛け 0.01 %U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	埋蔵鉱量 0.05%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 1,645×10 <sup>4</sup> トン (1969年4月 現在) (原・西村社)	埋蔵鉱量 0.01%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> 1,000×10 <sup>4</sup> トン (1969年4月 現在) (原・西村社)	見掛け 0.28%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>				

第2表 新第三紀層中の層状ウラン鉱床

Marysvale 地方 (アメリカ合衆国) La Crouzille (フランス) などの他の金属鉱物をあまり伴わないウラン単独の鉱脈鉱床は わが国には発見されていない。

古生層中の層状ウラン鉱床では 鉱石品位は一般に低く 平均 1/10,000 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> 以下である。変成型鉱床の一部には しばしば n/1,000 U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> におよぶ高品位部が認められることがあるが その産状は局所的であって 現在では資源として扱われる程度にまとまったものは発見されていない。

新第三紀層中の層状ウラン鉱床は 第1図および第2表に掲げたように 全国各地において発見されている。その代表的なものは人形峠~東郷鉱床地帯であって ここではすでに埋蔵量および鉱石の品位・質からみて 経済的価値が認められるに至った。このほかにも 小国~金丸~中東鉱床地域においても ややまとまった鉱量が獲得されているし 最近とくに注目を引いている鉱床として 等楽寺~須川 (京都)・上赤谷 (新潟)・土岐~瑞浪 (岐阜) および垂水大野原 (鹿兒島) 等の諸鉱床がある。いずれにしても この種の鉱床は 日本のウラン資源としてもっとも大きな潜在力を秘めているものと期待されている。

第四紀層中の漂砂鉱床は いずれも規模が小さく ウランとして大量の濃集部がみられない。

注目される新第三紀層中の層状ウラン鉱床 (特性) 前に述べたように この種の鉱床はわが国のウラン資源として重要であり 経済的に最も期待がもたれるものである。人形峠鉱床が発見されて以来 これと類似の地質環境が推察される地域に対して 組織的な探査が進められている。その結果 これまでに発見されている鉱床は前に掲げたとおりである。この表からおおよそ次のようないくつかの地質・鉱床学上の特性をうかがうことができよう。

(1) 含ウラン母層は 各地によって個々の名称が与えられているが その地質時代は

- i) 初期~中期中新世
- ii) 中期中新世
- iii) 末期中新世~鮮新世

に3大別することができる。ウランを含有する部分はそれらの地層がのっている基盤岩に直接するところから10m程度上位までの間にあたる例が大部分 (まれには新潟県中条付近のウラン鉱床のように 基盤から約400mも上位にみられることもある) である。いずれにしても これらの含ウラン部分は それぞれの地層が堆積する際 広域にわたる海進に先立つ閉塞的な堆積盆地 (潟・湖沼あるいは河川など) にたまったものとみられる。

(2) 上記含ウラン母層の基盤岩は ごく特殊の場合 (人形峠鉱山の東方にある黒岩鉱床においては その基盤岩は古生層である) を除いては例外なく花崗岩質岩類である。しかもそれらの基盤花崗岩は それぞれの地域における花崗岩類のうちでも ある特定のもの (放射能強度がより高いもの ないしは微量成分としてのウラン含有率が高いもの) であるという傾向があるようである。

(3) 含ウラン岩石 (鉱石) としては 砂岩・礫岩・凝灰岩・同質角礫岩のように 一般に粗しような岩石である。頁岩の場合でも ごく細粒で緻密なものに含まれることはまれであって ウランは頁岩の構成鉱物の粒度がやや粗粒な部分に濃集しているようである。また ウランはしばしば炭質物と共生することも第2表によって明らかである。

(4) 第2表には確認されているそれぞれのウラン鉱物を列記した。これらの鉱物は鉱石鉱物として良質であって 鉱石中のウランの大部分は 酸やアルカリに対して溶出しやすい形で含まれている。

(5) 現在までに いわゆる埋蔵鉱量として量的にかなりまとまったものとして認められている鉱床は 人形峠～東郷および小国・金丸～中東鉱床だけである。そのほかの鉱床については 探鉱が必ずしもじゅうぶんには進んでいない。最近では等楽寺～須川・上赤谷・土岐および垂水大野原などの諸鉱床がとくに期待をもって探査が進められている。

〔人形峠～東郷ウラン鉱床の埋蔵量とその鉱石〕

人形峠～東郷ウラン鉱床は 1955年11月 鳥取県と岡山県の境の当時は無名の一峠において 地質調査所の調査班によって発見されて以来 原子燃料公社による積極的かつ重点的な探査が続けられてきた。この周辺の地質の概略および鉱床の全般的な分布を第2図に示した。

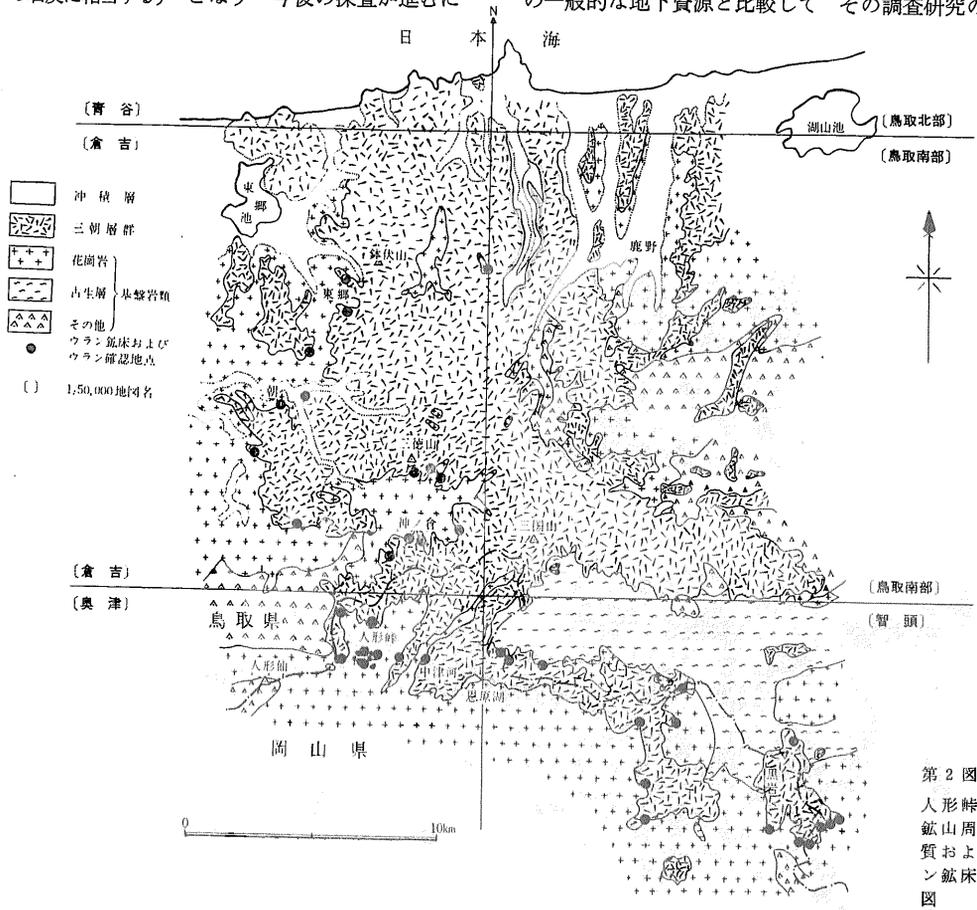
現在までのところ この地帯には 鉱石品位0.058～0.081%  $U_3O_8$  として約280万トンの埋蔵鉱量が獲得されている。これを金属ウラン量に換算すれば約1,800トン(金属ウランの持つ原子エネルギーが かりに石炭のエネルギーに換えられるとしたら 1トンのウランは約300万トンの石炭に匹敵するといわれている。これによれば この数字は約54億トンの石炭に相当する) となり 今後の探査が進むに

つれて さらにその量は増大するものと予想される。世界におけるウラン鉱石の埋蔵量は 同じく金属ウラン量として約百数十万トンといわれているから この地域だけで その約千分の1以上のウランが埋蔵されていることになる。この地域は 1つのウラン鉱床地帯の規模としては世界的に比肩されるものであるといえよう。

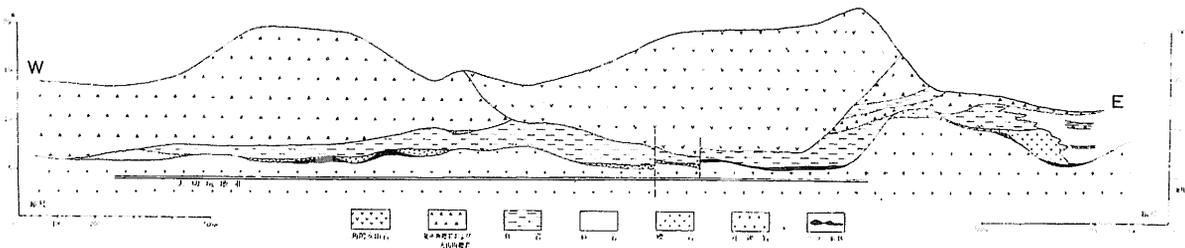
しかもこの鉱石は 海外のウラン鉱石にくらべて一般にやや品位が低いといううらみがあるが 質はすこぶる良好である。すなわち この鉱石のウランが 物理的にも化学的にも酸に対して非常にとけやすい状態にあるという点 およびウラン金属にした場合に核燃料として有害な不純成分がきわめて少ないなどの利点がある。このことは原子燃料公社における鉱石処理試験によってもすでに明らかにされている。

む す び—<ウラン鉱床の調査と研究>—

地質調査所におけるウラン鉱床に関する調査研究は究極的には「国内ウラン資源の地質学的潜在力」をきわめようとするものである。しかしながら わが国のウラン資源については 金・銀・銅・鉛・亜鉛など他の一般的な地下資源と比較して その調査研究の歴史が



第2図 人形峠～東郷鉱山周辺の地質およびウラン鉱床分布略図



第3図 人形峠鉱山中津河鉱床断面図

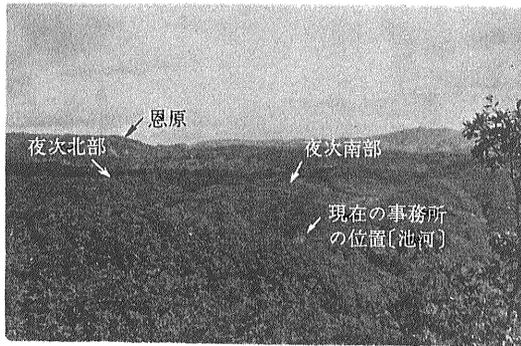
新しいので まずウラン兆候地を発見する努力から始めなければならない。

第三紀層中の層状ウラン鉱床は 地下に深く潜在しているのが通例である。上記のウラン母層は あるいは厚い表土におおわれ あるいは厚い(ときには数100mにおよぶ)火山岩やほかの岩石におおわれている場合がしばしばである。したがって このような鉱床を地表だけの調査によって直接に発見することはきわめて困難であるばかりでなく すでに発見されているウラン鉱床ないしウラン兆候地における調査も なかなか迅速に効果的にはこぶことはむずかしい。ここに一例として第3図を掲げる。この鉱床は 前記人形峠鉱床の発見に端を発して 地表地質調査—地化学調査—試験調査—地震探査—坑道探査—など各種の方法をもってようやく明らかにされてきた。

このような調査の困難性を打破するためには 調査探鉱と併行して これらに関連するあらゆる地質・鉱床学的性格——ウランが濃集するのに適した地質・鉱床学的諸条件 いいかえるならば そのウラン鉱床がどのようにして どのようなところに生成されたものであって その発展性はどうか? ということ——およびこれに適応した調査技術などについて いろいろな方面から常に研究と検討を加えなければならない。これによって実際の探鉱率を向上させることにもなり またひいては国内ウラン資源の潜在力を判断する上にきわめて重要な基礎資料を提供することになるであろう。

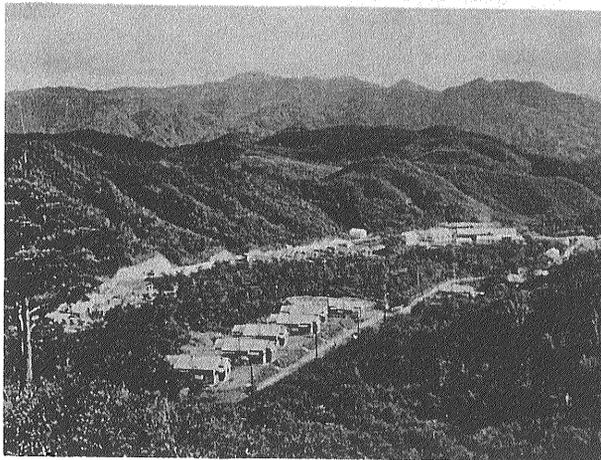
このように調査と研究とは密接不可分の関係にあると考えられる。今後も地道な調査研究が進められるであろう。

(筆者は鉱床部 核原料資源課長)

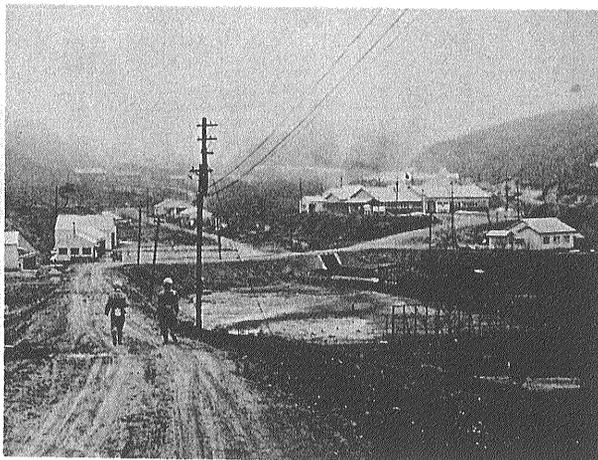


人形峠ウラン鉱床  
付近のむかしと今

a 発見当初のころ(昭和30年7月)  
高清水高原から恩原(左側遠望)夜次鉱床方面をのぞむ



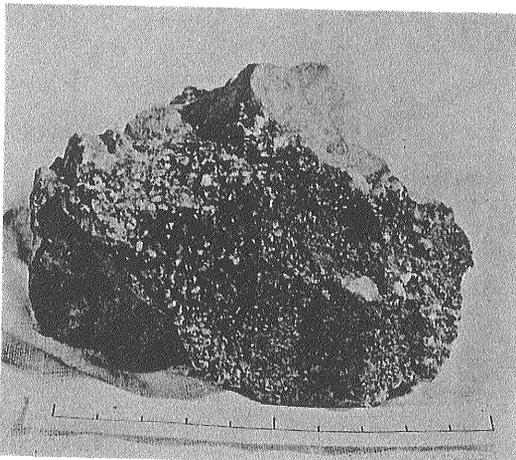
b 原子燃料公社人形峠鉱山(昭和34年10月)  
現在の事務所(右側)と一部社宅(中央下部)が完成し さらに多くの社宅(中央部)が建設途中にある



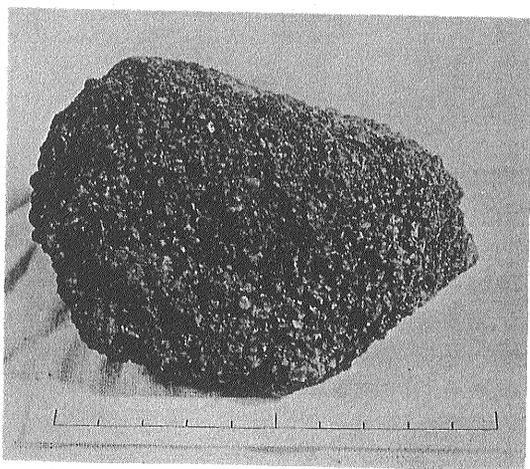
c 同じく事務所付近(昭和38年4月)  
今では 事務所(中央右寄り)のほか 診療所(右端) 購売所(左側奥) 車庫(左端)などの施設も完備し その向かい側には社宅群も見える 写真には見えないが 手前道路の左方では 現在一貫製錬パイロット・プラントを建設中である

### 人形峠鉱山中津河南部鉱体産の高品位ウラン鉱石

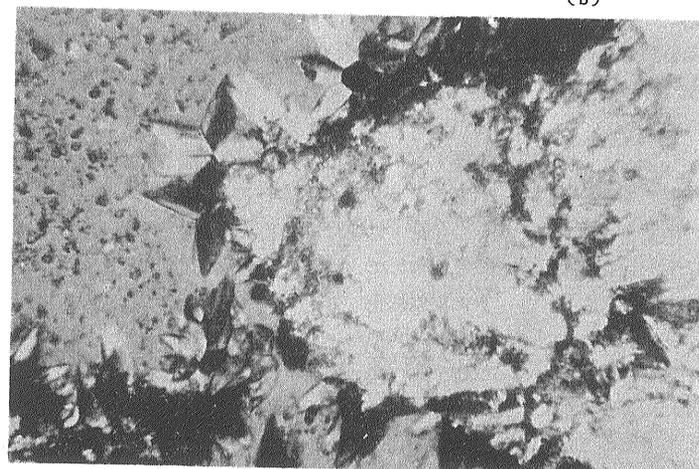
中津河鉱床は試錐調査によって発見され 1958年からは坑道による探鉱を開始 '60年には本鉱体に着鉱した さらに坑道探鉱が  
おし進められた結果 今年'63年になって 写真のような高品位鉱を産する南部鉱体に着鉱した 鉱石は非酸化鉱で 鉱石鉱物は  
主として人形石である



(a)



(b)



(a) ウラン鉱石 (その1)  
素地は礫岩 鉱石品位はだいたい  
1~2%U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>

(b) ウラン鉱石 (その2)  
素地はアルコーズ砂岩 鉱石品位は  
5%U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>程度

人形峠鉱石の主要なウラン鉱物 ニンギョウ石  $\text{CaU}(\text{PO}_4)_2 \cdot 1 \sim 2 \text{H}_2\text{O}$  および共生鉱物の透過顕微鏡写真 (原子燃料公社提供)

←

ニンギョウ石が不完全ではあるが六角の花弁状の双晶を作って結晶している セッコウとキヌウンモに交代された長石をおおうニンギョウ石の結晶 (径約数ミクロン)



人形峠鉱石から造られたウラン精鉱およびウラン金属のサンプル (原子燃料公社提供)

イエローケーキは粗製錬の産物であるウラン精鉱 (70~80%U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>を含む) 黒色の塊は精製錬によって得られたウラン金属で中央のものはダービー 左側のものはこれを鋳造したインゴット 後方線状のものは燃料アセンブリ 右側管状のものは被覆管