

〈2〉世界のウランの半分は 中央アジアで採掘されている

一般社団法人 ROTOBO ロシア NIS 経済研究所 研究員 渡邊 光太郎

はじめに

中国が望ましからざる大活躍をするレアアースの世界と異なり、値上がりはしているものの、ウラン資源の世界は比較的平穏であるように見える。もっとも、ウラン濃縮の量的な能力はロシアが圧倒的であり、核燃料まで考えるとあまり平穏ではない。しかし、近年、ウラン鉱石の供給不安が騒ぎを引き起こした記憶はない。一般的に、資源は特定の地域に偏って存在する場合に供給不安を引き起こす。中国に偏在するレアアースなどその代表例と見做されている（レアアースの問題は資源の偏在だけではない）。幸い、ウランが偏在する地域は中国ではないものの、実はウラン資源も激しく偏在している。カザフスタンとウズベキスタンで、世界のウラン産出量の約半分が生み出されている。あまり評価されている様子はないが、カザフスタンとウズベキスタンは、これまでウランを安定して供給してくれていたの

である。これだけのウラン資源が中央アジアに偏在していることは、ウラン確保の観点から十分に念頭に置くべき重大事であるはずである。しかし、中央アジアの資源に関しても、なぜか存在の怪しいレアメタルの方が感心を集めてしまうように見える。筆者としては違和感を覚えるところである。

確かに、ウランのサプライチェーンを考えると、日本が中央アジアから直接ウラン鉱石やイエロー

ケーキを輸入することは発生しにくい。貿易統計に中央アジアからのウランの輸入は出てこない。しかし、第三国での転換等を経た中央アジア由来のウランを、日本も使用してきた。また、これだけのシェアを持つのであれば、中央アジアの動向がウランの動向に大きな影響を与えうる可能性を持っている。

本稿では、実は世界がウラン資源をカザフスタンとウズベキスタンに依存していたという事実を紹介するとともに、両国のウラン資源や採掘の状況についてまとめる。

ウラン鉱石から核燃料までの流れ

最初にカザフスタンとウズベキスタンのウラン業界における立ち位置を確認するため、ウラン鉱石から核燃料までの流れを述べる。

ウランはウランガラスなどのマイナーな用途があるが、基本的には核分裂性物質として利用される元素である。核分裂性物質は核兵器にも使用されるが、核兵器に用いられる量など知れており、基本的には原子力発電用の核燃料として利用がほぼ全てである。

ウランは金属であるが他の金属とは異なり、石油やガスといった化石燃料のような利用のされ方をする。燃料を海外に頼る日本にとって、原料・材料として用いられる他の金属とは違った意味で、ウランは大きな重要性を持つ（逆に言うと、原子力発電が

行われないのであれば、他に大した用途のないウランの価値はほぼなくなる。ただの有害重金属になる。原子力発電そのものの将来は、中央アジアのウラン資源の価値に大きな影響を及ぼす。しかし、それはそれで大きなテーマであるし、筆者には原子力発電の将来性を占う知見もない。本稿では原子力発電は将来に渡って世界の電力を支えていく前提で進める。

一般的な金属は硫化物や酸化物として採掘される。これら鉱石は精錬によって、硫黄なり、酸素なりが取り除かれ、金属になる。ウランの場合はこの経路が少しややこしい。

技術的何度が高い上、政治的にも容易でないため、核燃料製造の工程をすべて国内で揃えられる国は米国、ロシア、フランス、中国等に限られる。結果として、中央アジアが送るイエローケーキと、日本が国内で持つ核燃料のバリューチェーンが繋がっておらず、日本から見ると中央アジアは直接の取引先とならない。ウランや核燃料に関係する品目で、中央アジアが通関統計に表れることは稀で、日本から中央アジアが見えにくくなる要因である。

以下、そのややこしい流れを簡単に紹介する。図表1を参照しながら読み進めていただきたい。

①採掘

ウランはウラン鉱床を形成する。この鉱脈から鉱石を採掘してウランを得る。カザフスタンやウズベキスタンで行われている方法は少し特殊で、”鉱石の採掘“という言葉からイメージできるものとは異なっている（追って詳述する）。なお、鉱床によっては、他の金属鉱石と同じような方法で鉱石を採掘する場合もある。

本来はここでウラン鉱床や鉱石の分類について解説するべきと思うが、それをやると世界中のウラン鉱床について調べる必要がある。本稿では恐縮ながら、カザフスタンとウズベキスタンのウラン鉱床についての説明に必要な範囲に限定し紹介する。

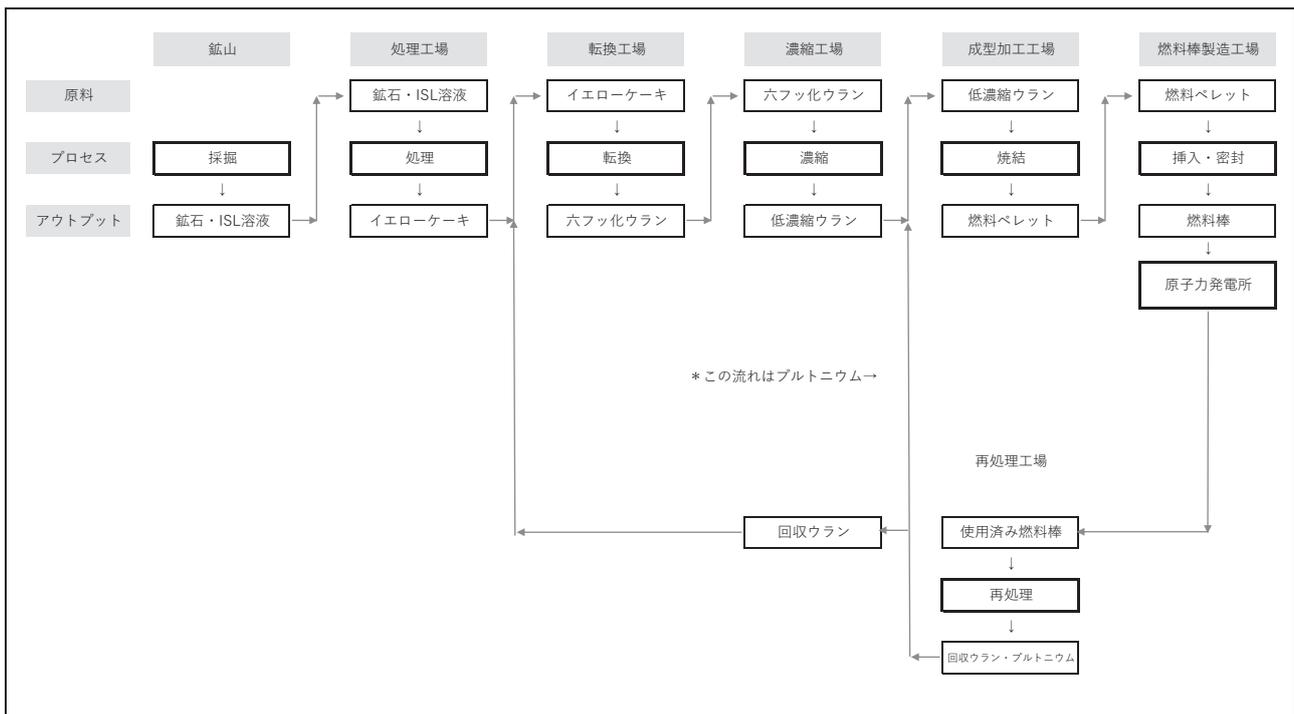
②イエローケーキ製造

ウラン鉱石は採掘後、処理されてイエローケーキにされる。イエローケーキとは、八酸化三ウランを主体とする物質で、その名の通り黄色の粉末である（純粋な八酸化三ウランは黄色ではないようだ）。ウラン鉱石からイエローケーキまでのプロセスは、鉱石の組成によって異なるはずである。本稿では追ってウズベキスタンやカザフスタンについて紹介するが、その他の国については別のプロセスが存在する可能性があることは留意願いたい。

③転換

イエローケーキは、転換と呼ばれるプロセスで六

図表1 ウラン生産の流れ



出所：各種資料より筆者作成

フッ化ウランになる。次の濃縮の工程はガスの状態で進めるため、沸点の低い六フッ化ウランにする。ウラン鉱石の採掘と、イエローケーキの製造を比較して、転換は難易度が各段に上がるようだ。転換以降の工程を持つ国は限られる。日本も鉱石由来のイエローケーキから転換を行う工程がない（再利用する核燃料の転換を行う設備はあるらしい）。カザフスタンやウズベキスタンも転換以降への工程への意欲を表明しているが、現時点では転換工程はない。近い将来に実現することも現実的には難しいそうだ（カザフスタンの転換工程への進出への試みは後述）。

④濃縮

転換工程の次は濃縮工程になる。原子核は陽子と中性子からできているが、元素の種類は陽子の数で決まっている。中性子の数は同じ元素でも違う場合がある。例えば、炭素原子は陽子6個を含むが、中性子6個の炭素12と、中性子8個の炭素14がある。こうした各々の原子核の種類を核種という。原子力以外の世界では、核種が重要性を持つことはあまりないので、資源や精錬プロセスを語る時はほぼスルーされる。しかし、ウランに関してはそうはいかない。濃縮が必要な理由も、濃縮のために転換が必要な理由も、核種によって核燃料としての性質が大きく異なるからである。

通常の原子力発電所では軽水炉を用いるが、軽水炉で核分裂する核種はウラン235である。天然のウラン鉱石に含まれる核種はほぼウラン238で、ウラン235は0.7%程度と少ない。ウラン235の割合を核燃料として使用できる3%以上の濃度に上げることを、濃縮という。必要なウラン235の含有率は、原子炉の種類によって異なるがだいたい1桁%である。核爆弾に使用する場合は、99%以上に濃縮する必要がある。なお、現在の核爆弾ではウランではなくプルトニウムが使用される場合が多いようだ。とはいえ、プルトニウムも原子炉で製造されるものなので、いずれにしても独自に核兵器を開発するならばウラン濃縮技術は欠く事ができない。よって、ウラン濃縮技術を手にすることは、そう簡単には国際社会が許してくれない。単に技術開発の難易度という問題だけでなく、政治的にも濃縮技術の獲得は難しい。

ウラン鉱石供給国が、核燃料供給国になれるわけ

ではない。カザフスタンやウズベキスタンが核燃料供給国となるのはハードルが高い。ウラン資源を確保しても、転換・濃縮の能力を確保しなければ、核燃料にならない。これが、カザフスタンとウズベキスタンの原子力産業における存在感を薄めると同時に、濃縮技術と量的生産能力に優れるロシアの存在感を大きくしている。2024年に米国がロシアからのウランの輸入を禁止する立法をしたが、本当にロシアのウランを排除しても大丈夫かという議論が起きたのはそのせいである。本稿はあくまでもカザフスタンとウズベキスタンのウラン資源をテーマとしているので、核燃料のバリューチェーン全体に深入りしない。しかし、ウラン資源に恵まれている優位性が相対化されている点は強調しておく。世界のウラン鉱石の半分が中央アジアにあるからといって、中央アジアが原子力産業を支配するとは言えるわけではないのである。一方、日本がカザフスタンやウズベキスタンからウラン鉱石やイエローケーキを輸入していなくても、日本にとって無関係であるわけでもない。カザフスタンやウズベキスタンのイエローケーキを買って、フランスなどに委託して転換し、六フッ化ウランを日本に持って来て、六ヶ所村で濃縮するというスキームもあるからである。必ずしも、商流が通関統計に表れるとは限らない。

中央アジア優良ウラン資源地帯

前述のとおり、カザフスタンとウズベキスタンは、世界のウラン資源供給量の内、半分近くを産んでいる。図表2に世界のウラン産出量の推移を示す。カザフスタンとウズベキスタンの合計で、だいたい40～50%で推移しており、2021年には53%にも達している。この、世界の半分にも達するウラン資源供給は、中央アジアのごく限られた地域からもたらされている。図表3-1と3-2にその位置関係を示す。この地域には、低コストで採掘できるウラン鉱床が多く、高い競争力を持つ。本稿では、この地域を優良ウラン資源地帯と呼ぶ。

優良ウラン資源地帯は、カザフスタン南部からウズベキスタン中部にかけて広がる。具体的には北はカザフスタンのトルケスタン州・クズロルダ州から、ウズベキスタンのナボイ州にかけての一带である