

## 6. 資源市場のメカニズム

### 6-1. 需給バランスと備蓄

本章からまた少し気分を変えて、資源市場の経済学的な取り扱い方を考えてみます。まずは備蓄の話から始めましょう。

石油天然ガス・金属鉱物資源機構ではニッケル、クロム、マンガン、タングステン、モリブデン、バナジウム及びコバルトの一般にレアメタルと呼ばれる7種類の金属について、供給障害発生時に備えた国家備蓄業務を行っており、備蓄物資は茨城県高萩市の希少金属国家備蓄倉庫において集中保管されています。

石油天然ガス・金属鉱物資源機構の行う事業の究極の目的は、金属資源の安定供給に貢献することです。安定供給とは、一言で言うと、物資の供給が途絶えたり需要に対して大きく不足したりする事なく定常的かつ安定した価格で行われることです。一方備蓄という行為の目的は、物資の供給が不足した時に備えてその物資をあらかじめ蓄えておくことです。こう考えると、備蓄とは結局供給障害に対する対処療法に過ぎないように思われるかも知れません。しかし実際には、備蓄事業の効果は市場というメカニズムを通じて増幅され、需給バランスの促進や価格の安定化といった「神通力」を発揮するのです。

そこで今回は、市場メカニズムの中で備蓄が発揮するこうした効果について、例の需給曲線の×印を使って説明してみようと思います。



高萩国家備蓄倉庫 ([http://www.jogmec.go.jp/mric\\_web](http://www.jogmec.go.jp/mric_web)より)

茨城県高萩市（手綱工業団地内） 敷地面積 約37,000㎡

## 安定供給と供給曲線

ここで、需給曲線で示した場合の金属市場の特徴について思い出して下さい。金属資源市場の需給曲線の一般的な特徴として、以下の3つが挙げられます。

- ①供給曲線の右上がりの傾斜が生産限界に近づくにつれて急になる。
- ②需要曲線の右下がりの傾斜が全体的に急である。
- ③景気変動に従って需要曲線が頻繁に左右にシフトする。

これらの特徴が原因で、金属資源の市場価格が独特の変動パターンを示す事は、本書4-2において説明した通りです。ここではまず、金属資源の供給曲線をもう少し細かく分解して考えてみたいと思います。

図6-1-1は、ある金属地金が生産コストの異なるA、B2つの生産者によって供給されている市場を示しています。それぞれの生産者の供給曲線は $S_A$ と $S_B$ で示されます（この図では話を簡単にするために供給曲線は単純な右上がりの直線にしてあります）。そしてこの2つの供給曲線を水平方向に（つまり数量について）足し合わせたのが、この金属の市場全体の供給曲線（S）になります。もし生産者が10人いれば、それらの10本の供給曲線を全部水平方向に足し合わせたものが市場供給曲線となります。逆に言うと、市場供給曲線は生産者の数だけ存在する個別の供給曲線を全部水平方向に足し合わせた総和なのです。

図6-1-1には市場需要曲線(D)も示してあります。これも個々の消費者の需要曲線を水平方向に足し合わせたものです。この時、市場供給曲線と市場需要曲線との交点Eは市場全体の均衡点を表し、この金属はその均衡価格 $P_E$ で、均衡数量 $Q_E$ だけ売買されます。因みにこの状態での生産者A及びBからの供給量は、価格 $P_E$ の水平線と供給曲線 $S_A$ 、 $S_B$ との交点 $Q_A$ 、 $Q_B$ となり、 $Q_A + Q_B = Q_E$ です。

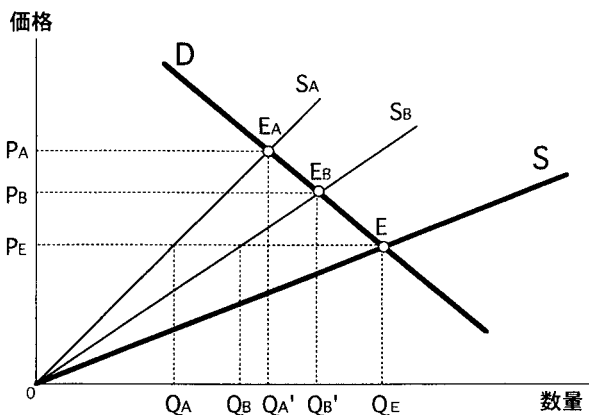


図 6-1-1 : 供給曲線の足し合わせ

ここで、生産者Bの製錬所が地震で壊れて生産がストップしたと仮定しましょう。この時生産者Bは値段がいくらであろうとも生産できない訳ですから、その市場への供給量は常にゼロ、すはわち供給曲線はグラフの縦軸に重なってしまいます。従ってこの時の市場供給曲線は、唯一の生産者となった生産者Aの供給曲線と同じになります。その結果市場均衡点はEから $E_A$ に移動し、均衡数量は $Q'_A$ まで減少し、均衡価格は $P_A$ に上昇します。もし逆に生産者Aから市場への供給が途絶すると、市場均衡点はEから $E_B$ に移動し、均衡数量は $Q'_B$ 、均衡価格は $P_B$ になります。

このように主要な生産者からの供給がストップするような事態が、供給障害です。我が国への金属資源の供給の大部分は原料鉱石ないし地金の形で海外からの輸入ですから、海外からの物資の供給が何らかの原因で滞ると、すぐにこういう事態が生じます。このような供給の減少は、市場供給曲線の急な左へのシフトとして表す事が出来ます。

では、安定供給を保つためにはどうしたらよいのでしょうか？ 一番良いのはもちろん市場供給曲線の形や位置を固定する事ですが、それが簡単に出来れば苦労はありません。不測の事態が起こって供給曲線が急に左へシフトし

た場合に対する備えが必要です。特に、先に挙げた例のように生産者が二人しか居ない状況では、もし一方の生産者からの供給がストップするとそれだけで市場への供給は半減してしまいます。両方の生産者が同時に生産ストップしてしまう可能性も無い訳ではありません。このような状態は、例え普段は順調な供給が行われていても、常に重大な供給障害が発生する可能性を秘めているという事になります。

こうした状況を回避するには、市場供給曲線がなるべく沢山の個別の供給曲線の合計であること、すなわち供給源を極力分散させることが最も効果的です。こうする事により、一つや二つの生産者からの供給がストップしてもそれが市場供給曲線全体に与える影響は小さくなります。

金属資源の場合、原料となる鉱石の産状や品質が鉱床毎に違って、精製コストに大きな幅があります。しかもどこで採れた原料を使っても出来た地金の販売価格は同じですから、生産者間での価格競争力に大きな差が生じます。従って自然とその時点で最も競争力のある鉱山や製錬所に供給源が集中してしまうため、潜在的な供給障害発生リスクが生じ易いと言えます。安定供給体制を確立するためには、幅広い探査活動やより効率的な生産技術の開発を促進する事により、供給ソースを多様化する努力が必要になります。

しかしここで問題になるのは、一般に探査や技術開発が効果を発揮するまでには相当な時間を要する事と、そう都合良く世界のあちこちから良質の鉱石が産出するとは限らないという事です。特にこうした傾向はレアメタル資源について顕著なため、探鉱努力や技術開発だけではどうしても十分な供給ソースの分散が実現出来ません。結果として、我が国へのレアメタルの供給先はベースメタルに比べて特定の産出国に集中する傾向があり、場合によっ

ては特定の鉱床地帯で産出する鉱石に大きく依存しています<sup>1)</sup>。

つまり、金属資源の安定供給の実現のためには幅広い探鉱活動と新たな生産技術の開発による供給ソースの分散が不可欠ですが、その効果が出るまで待つだけの余裕がない場合には、備蓄のようなよりダイレクトな対策が必要となるのです。

## 需要曲線の区分

そこで、市場における備蓄の効果を考えるために、今度は市場需要曲線を分解してみます。これも消費者の数だけの需要曲線に分解できますが、全ての需要曲線を並べるのは大変なので、これを2つのグループに分ける事にします。

一つは消費需要曲線 (**Consumption Demand Curve**) と呼ばれるもので、図6-1-2では $D_c$ の線で示されます。この需要曲線は総需要のうち実際に金属地金ユーザーが製品を作るために地金を消費するための需要の合計を示しています。以前に説明したとおり、こうした実需要は金属地金の価格自体には余り影響を受けないので、価格弾力性の小さい急傾斜の需要曲線になっています。

2つめの需要曲線は図6-1-2に $D_I$ で示した線で、在庫需要曲線 (**Inventory Demand Curve**) と呼ばれるものです。この曲線は大口ユーザー、流通業者、商品取引投資家などの在庫調整に伴う需要の合計です。こうした

---

1) 実際に、一般にレアメタルと呼ばれる金属の中には、実際には地殻存在度(クラーク数)や資源の枯渇年数(資源量を年間消費量で割った値)が一部のベースメタルより遥かに大きいものがあります。実態から言うと、レアメタルとは量が少ない金属ではなく、産地が特定国に偏っている金属なのです。ではなぜレアメタル資源は特定国に偏るのでしょうか? その理由は、人類がレアメタルを本格的に利用し始めてまだ日が浅く、ベースメタルに比べて今までに採掘・精製された金属の総量が小さい事にあります。現在我々は、地質学的には極めて奇で特定の地域にしか存在しない超高品位のレアメタル鉱石だけを使っているのです。これは例えば銅で言えば自然銅だけを使っていた古代社会の段階に相当すると言えるでしょう。

需要は今すぐ必要な地金を買うというのではなく、いずれ必要となる分を

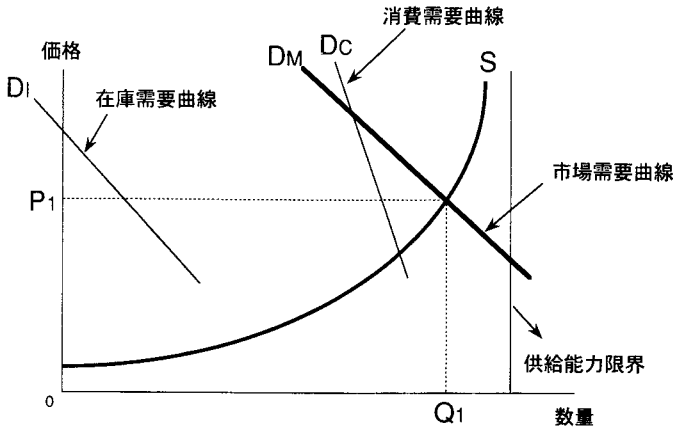


図 6-1-2 : 金属地金の需要曲線の細分化 (Tilton, 1985)

比較的安い時にまとめて確保しておこうというものですから、その需要は金属価格の変動に対して実消費向け需要よりも格段に敏感に反応します。そのため在庫需要曲線は消費需要曲線に比べて傾斜が緩くなっています。しかもこの在庫需要曲線は、価格がある程度以上高くなるとグラフの縦軸を越えて数量がマイナスの側へ行ってしまう。これは、市場価格が余りに高くなると、それまで保有されていた在庫が市場に売りに出れる事を示しています<sup>2)</sup>。

こうした2種類の需要曲線を水平方向に足し合わせたものが、市場全体の需要曲線 ( $D_M$ ) となります。これが備蓄の存在しない状態での市場需要曲線です。

2) 在庫品が売りに出されるという事は、市場へ物資が供給される事ですから、このマイナスの需要はその絶対値に相当する量が供給される右上がりの供給曲線として別途表現することも出来ます。どちらの表現を使っても結論は変わりませんが、全体を一連の行為としてまとめて表現した方が判りやすいので、ここでは在庫の出入り全体を1本の需要曲線として示しています。後ほど備蓄についても同様に扱います。

## 備蓄の影響

備蓄とは、見方によっては在庫調整の一形態だと言えなくもありません。しかし在庫調整はその所有者が自らの利益のために行うものであるのに対し、備蓄は通常ある程度公共的な目的で行われます。こうした公共目的のための備蓄 (Public Stockpile) が行われた際に、これが市場にどのような影響を与えるかについて、市場の需給モデルを用いて理論的に検討してみましょう。

ここでは備蓄を需要の一形態として扱うために、前述の2種類の需要曲線に加えて、新たに「備蓄需要曲線 (Stockpile Demand Curve)」なるものを想定します。従って、市場需要曲線は3つの需要曲線の総和ということになります。更に備蓄という行為には実際には以下の3通りの状態があると考えます。

- ① 備蓄物資を積み増ししつつある状態 (Acquisition Phase)
- ② 備蓄物資を保有している状態 (Holding Phase)
- ③ 備蓄物資を取り崩しつつある状態 (Disposal Phase)

ではこれらの状態において、公共備蓄が市場に及ぼす影響を見てみましょう。

### <積み増しつつある状態>

公共備蓄物資の積み増しには、備蓄目標量達成のための買入れや、生産者救済のための余剰在庫の引き取りなど様々なケースがあります。まずは価格に関係なく一定の数量が備蓄向けに市場から調達される場合を考えます。図6-1-3(a)においてその積み増し量を $Q_{SA}$ とすると、備蓄需要曲線はグラフの縦軸から右に $Q_{SA}$ だけ離れた垂直線 $D_{SA}$ になります。この備蓄需要曲線が新たに加えられる事により、市場需要曲線は $D_{M1}$ から $D_{M2}$ に変化します。その結果市場均衡点は市場供給曲線 $S$ の上を右上に移動します。

この備蓄物資の積み増しによる市場均衡点の移動の影響は、その時の消費需要曲線の位置、つまり世の中の景気の状態によって違ってきます。もし景



気が低迷し消費需要が供給能力に対して小さめである場合、備蓄物資積み増しによる市場均衡点は市場供給曲線が殆ど水平に近い部分に沿って移動するので、均衡価格は殆ど上昇しません。均衡数量はほぼ備蓄積み増し分相当が増加するだけで、消費需要や在庫需要も変化しません。しかし、もしこれが消費需要が旺盛で供給能力の上限に近い状態で起こった場合には、市場供給曲線が急傾斜で立ち上がった部分に沿って市場均衡点が移動するため、均衡価格は大きく（図6-1-3（a）の $P_1$ から $P_2$ に）上昇し、そのあおりを受けて消費需要や在庫需要が減少するため、備蓄向けの需要があっても総需要は僅かしか増えません。つまり、消費需要低迷時の備蓄積み増しは値段を上げずに需要を増やしますが、需給逼迫時の積み増しは需要を増やさずに値段だけをつり上げてしまうのです。

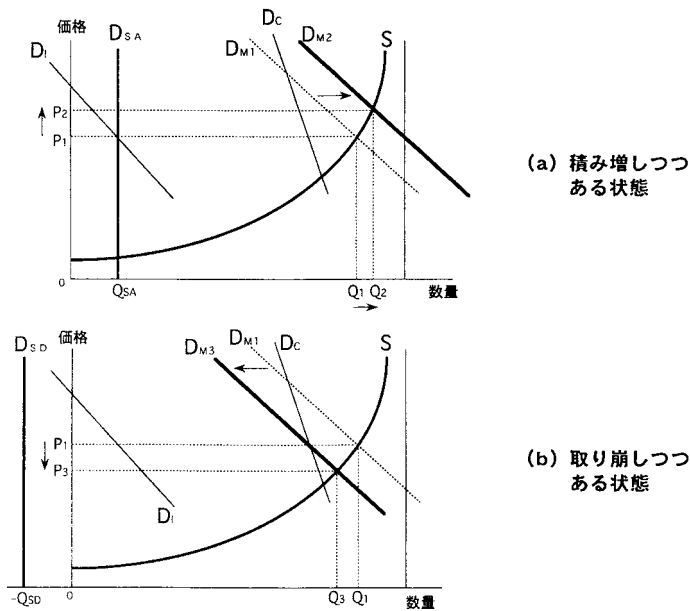


図6-1-3：備蓄積み増し時の需要曲線のシフト

## ＜物資を保有している状態＞

備蓄物資を積み増しも取り崩しもせずに保有している状態では、市場に対して何ら行動を起こしませんから、物理的には市場への影響はありません。

## ＜物資を取り崩しつつある状態＞

備蓄物資の取り崩しには、目標量の下方修正などによる計画的な取り崩しと、供給障害の発生に対処するための緊急放出とがあります。いずれも実質的には市場への物資供給ですが、ここではこれらもマイナスの需要として扱います。積み増しの場合と同様にその取り崩しの量は市況に関わらず一定であると仮定すると、その備蓄需要助線は図6-1-3(b)に示すように、グラフの縦軸から放出量分だけ左側

に垂直に立った直線 $D_{SD}$ になります。この時市場需要曲線は物資取り崩し量の分だけ左にシフトすることとなり、それに伴い市場均衡点も市場供給曲線上を左へ移動します。

こうした備蓄の取り崩しによる市場均衡点の移動の影響も、市場の状態によって違ってきます。市場の需給が逼迫し市場均衡点が市場供給曲線の右端に近い急傾斜の部分にある時だと、放出物資の大部分が消費需要や在庫需要の増加に振り向けられ、均衡価格は大きく下がりますが生産者の売り上げは余り減りません。しかし需要が落ち込んでいる時に取り崩しが行われると、均衡価格はほとんど下がらないため消費需要や在庫需要も増えず、結局物資が放出された分だけ生産者の売り上げが更に減る結果になります。従って需給逼迫時の放出は消費者を助ける効果がありますが、需給が緩んだ時の放出は生産者にとって泣き面に蜂の仕打ちになってしまいます。

## ＜現実の備蓄需要曲線＞

ここまでの説明は、備蓄物資の積み増しや取り崩しの数量が事前に決まっ

ている事を前提としていました。しかし実際には、物資の積み増しや取り崩しの数量はその時の市況に左右されます。一般に需給逼迫時の積み増しや需要低迷時の取り崩しは生産者ないし消費者に被害を与えるので敬遠されますし、積み増しのために使える金額が決まっていれば市況が高くなるにつれて実際に調達できる物資の量が少なくなります。結果として、実際の備蓄需要曲線は垂直ではなく、ある程度右下がりの傾斜を持つはずで

そこで、ある一つの備蓄需要曲線の例を図6-1-4の $D_s$ のように想定してみます。この備蓄は既に目標量の積み増しを終えており、今後は市場価格が $P_D$ を越えた場合にのみ取り崩しを行い、その数量は需給逼迫の度合いが強く市況が高騰するほど大きくなる事になります。その結果、市場需要曲線 $D_M$ は上の方が寝た格好になります。

この状態で突然供給障害が起こり、市場供給曲線が $S_1$ から $S_2$ にシフトしたとしましょう。もし備蓄制度がなければ均衡価格は $P_2$ にまで跳ね上がってしまうところですが、備蓄物資の取り崩しにより実際の均衡価格は $P_3$ に押さえられ、生産者からの供給をほとんど減らさずに、流通業者は在庫の取り崩し量を減らします。

図6-1-4の備蓄需要曲線の例は、供給障害による一時的な品不足を和らげる事に目的を限定し、事前にある程度の物資を蓄えた上で運営される備蓄制度を想定したものです。もしこれが需要の落ち込みを下支えするのが目的の備蓄であれば、供給過剰で市況が下落した場合に備蓄の積み増しが行われますから、備蓄需要曲線は下の方でプラスの側に出てくるでしょう<sup>3)</sup>。

---

3) 図6-1-4のような供給障害対策のための備蓄は現在のレアメタル備蓄、そしてこの需要下支えのための備蓄はかつて行われていたベースメタル備蓄の主旨を単純に表現したものです。ただし前者の場合備蓄目標量達成のための積み増しが、後者の場合は預かった備蓄地金の引き取りによる取り崩しが、それぞれの備蓄需要曲線には表現されていません。その理由は、こうした売り買いの判断は単純に市況によって決まるものではありませんから、これらを市況に対する関数である需要曲線で示しても余り意味が無いからです。

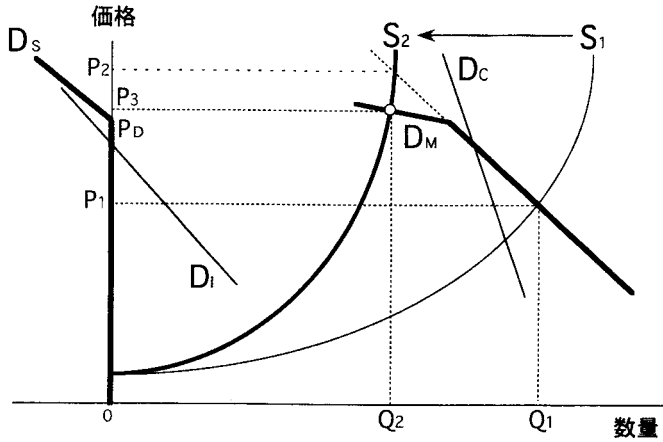


図 6-1-4 : 供給障害による需給逼迫を緩和する備蓄需要曲線

## アナウンスメント効果

しかし実際の市場への備蓄の影響は、備蓄需要曲線のような単純な理屈だけで表せるほど簡単なものではありません。なぜならば、備蓄物資の売り買いは市場に対して、物理的な需給モデルの×印には表れない心理的影響を及ぼすからです。

そもそも政府による公共備蓄というのは、通常その実態が市場に対し公表されています。従って市場関係者は公共備蓄の現状とその運営方針について常にある程度の情報を持っており、こうした知識が彼らの市場での駆け引きに心理的な影響を与えます。例えば政府が供給障害発生時に備えて物資を蓄えていると知れば、消費者は供給不安要素に対して多少の安心を感じ、それまで万が一のために備えて確保してきた在庫の最低ラインを少し下げられるでしょう。また投機筋は公共備蓄の今後の積み増しや取り崩しの動きを使って市況を先読みしようとするはずで、その結果、実際に物資の売り買いをしなくても、備蓄制度の存在そのものが市場の動向にある程度の影響を与えます。

むしろこうした影響こそが実は公共備蓄の最も大きな効果なのです。

1980年代の始めに米国政府が戦略備蓄物資の一部放出の方針を発表した際には、その直後、まだ実際の放出が行われる前から、当該物資の国際価格が下落し始めました。これは備蓄物資放出のニュースにより市況の先安感が広まり、在庫需要が減って（＝在庫需要曲線が左にシフトして）市場需要曲線を左にシフトさせたことによるものだとされています。結局実際に放出されたのはごく僅かな量でしたが、その時には既に市場はその放出が及ぼす物理的な効果以上の反応を終えていた訳です。

最近の事例としては、平成6年末に国際価格上昇を受けて起こったモリブデンの国内価格の急上昇があります。これはこの頃各国でモリブデン鉱山の閉山が相次ぎ、近い将来供給不足が発生するのではないかという見方が広まった事によって起こったとされていますが、実際には翌平成7年3月以降市況は一転して急速に軟化してしまいました。当時の商社筋のコメントでは、この市況反転のきっかけの一つに、(旧)通産省が(旧)金属鉱業事業団に対しモリブデンの国家備蓄の放出を検討するよう指示した事を挙げています（結局この時は放出は見送られましたが）。

このように備蓄制度による市場への影響というのは、実際に物資の売り買いをしなくとも、その制度がある事自体、ないしはその関係者の「放出するぞ」、「買うぞ」という意志表明だけで在庫需要に対してかなりのインパクトを与える事が出来ます。こうした「アナウンスメント効果」は、何の費用も行為も必要とせず市場に影響を与えられるという意味では非常に便利な現象で、実際に物理的供給不足を伴わない市場の空騒ぎ的な価格高騰であれば、これだけで十分事態を收拾できるのではないかと思われる位です。

ただこうした神通力が効くためには、実際に市場に影響を与えるだけの備蓄物資を保有していてそれがいつでも売れる状態にあるとか、買い入れの

ための資金と保有スペースが整っているなどといった条件が必要です。また毎回アナウンスばかりで実際の売り買いが行われなければ、いずれ市場は反応しなくなってしまうでしょう。市場の動きを調節する目的の備蓄がその効果を最大限に発揮するには、それが常に十分なアナウンスメント効果を発揮できる状態を保つ必要があります。そのためには常日頃からいざという時に即座に物資を売り買い出来る体制（素早い判断体制、保有物資の品質・荷姿の維持、放出先や放出価格の決定方法の取り決めなど）を確立しておかねばなりません。これには定期的な備蓄物資の売り買いを行う事が一番効果的ではないかと思えます。

## 長期的な影響

ここまでは備蓄物資の積み増しや取り崩しが市場に短期的に与える影響についてみてきました。ではこうした備蓄制度の存在がより長期的な次元で市場に与える影響はどのようなものでしょうか。

理論的には、備蓄物資の積み増しにより短期的に価格が上昇しても、長期的には積み増しによる需要増を見越して生産者は生産設備を増強し、消費者は逆に高値を嫌ってその物資の消費を他の安全かつ安価な原料に代替しようとするため、市場供給曲線は右へ、市場需要曲線は左へとシフトし、結果として需給は緩み、均衡価格は元に戻ると言われています。逆に備蓄物資の取り崩しの場合には、供給増による安値を避けるため生産者は減産し、消費需要は安値を見越して増えますから、一時的に下がった価格もいずれは持ち直すであろうとされています。要するに、備蓄物資の売買による市場への影響は、長期的には市場メカニズムの自動制御機能により解消されるという訳です。

しかし金属資源市場に話を絞れば、市場は実質的に世界規模の国際市場で

あるのに対し、備蓄制度はいずれも各国政府が自国の生産者と消費者の置かれた状況を基準に行われています。従って一口に備蓄といってもその運営方針は国により様々で、ある国で積み増している時に別の国では取り崩しているといった事態も起こります。こうなると在庫需要と備蓄需要との違いも曖昧になってしまいます。

先にも述べたように、資源の安定供給を達成する手段としての備蓄は、探査活動や技術開発と表裏一体の関係にあります。そして市場における需給バランスのメカニズムが市場安定のための全自動制御機能だとすると、探査や技術開発はマニュアル式の制御機能、備蓄は緊急時用の強制制御機能だと言えるでしょう。

## 6-2. 技術開発の意義

前節では、金属の備蓄が市場に作用するメカニズムをご紹介しました。本節は、技術開発の意義について考察してみたいと思います。

鉱業分野に限らず新しい技術の開発は多くの企業や研究組織などで行われており、今日のわが国の発展を支えていることは説明するまでもないことと思います。

技術開発は試行錯誤的な面が強く、いつも思いどおりに事が運ぶとは限りません。このような業務に深く関わっていると、とすればその本来の事業の主旨を見失って技術分野の迷宮に迷い込んでしまいがちです（自戒の念）。こういう事態を避けるためには、時々原点に立ち返ってその目的と意義を認識する事が大切だと思います。

### 探査技術と資源の価格

図6-2-1は新鉱床の発見とその金属の価格推移との関係を模式的に示したものです。点Aでこの金属の鉱床からの生産とその消費が始まったとします。鉱石の採掘が進み高品位部分を掘り尽くすにつれて次第に生産量が減少し、市場に出回る地金の量が少なくなるため、需要が一定であればその金属の価格は上昇していきます。しかし新たな鉱床が発見され、そこからの生産が開始されると、総生産量は一気に回復し、価格は急に下がります。しかしそのうちこの新鉱床からの生産量も少なくなり、価格は再び上昇します。このように、非常に小さな閉鎖市場の場合、金属価格は原則としてゆっくりと上昇し急に下落するというパターンを繰り返すと考えられます。



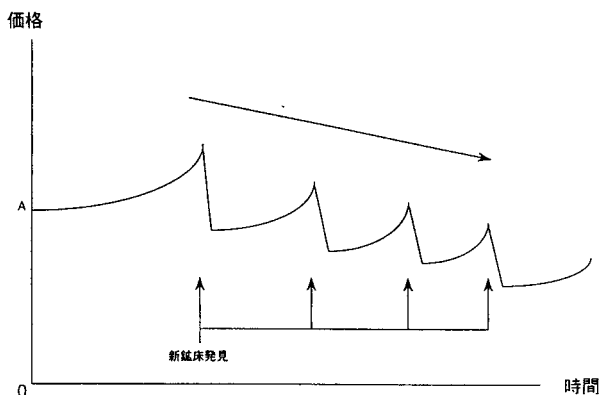


図 6-2-1 : 新鉱床発見と探査技術の進歩が金属価格に及ぼす影響

ここで注目すべき点は、探査技術の進歩により新鉱床の発見が容易になると、この繰り返しのサイクルが短くなると考えられる事です。また金属回収技術の進歩でカットオフ品位が下がり一回の発見で獲得される金属量が増えれば、単位生産量当たりの生産コストが下がるため、その金属価格は次第に低くなっていきます。従って価格の推移のグラフは山谷を繰り返す間隔を縮めながら、次第に低くなっていきます。

ただしこれは極端に単純化されたモデルであって、実際には地表に露出した高品位の鉱床は既に掘り尽くされてしまい、残された探査対象は潜頭性ないしは低品位鉱床になりつつあるため、探査自体が次第に難しい作業になりつつあり、これが探査技術の進歩の効果を相殺しています。また実際の市場には多くの独立した供給源があり、新鉱床発見のサイクルが供給源によって異なっているため、互いの価格への影響を打ち消し合うこともあります。更に市場が大きくなれば個々の鉱床からの生産量が市場全体の供給量に占める割合が小さくなるため、一つの鉱床の発見のインパクトは小さくなるでしょう。

しかしもし探査技術の進歩がなく、未だに山を歩き回って露頭を探すしか

手段がなかったとしたら、新鉋床が発見される周期は縮まるどころか、限りなく長くなっていたに違いありません。

## 技術と限界費用曲線

技術の効果を考えるためには、コストが重要な指標となることは日常の経験からお判りだと思います。そこでコストについてももう少し踏み込んで考えるために限界費用（**marginal cost**）という概念を取り入れてみます。限界費用とはある産物の産出量を追加的に1単位増大させるために必要な投下費用の追加額の大きさを意味します。要するに、1つのものを追加して余計に作るためにかかる余計なお金のことです<sup>1)</sup>。

品物を製造したり、何かの処理をしようとするとき、その量一単位당りに使用する経費があります。たとえば、ある工場排水1 m<sup>3</sup>を1分間で処理するコストが10円だったとします。これが工場の都合で処理量が1.5 m<sup>3</sup>/分が増えた場合、少し電力代や薬品代などが余計にかかるのでコストは毎分12円に増えるとします。この時、処理量が2 m<sup>3</sup>/分にまで増えるとコストは14円になると予想されます。毎分の処理量を0.5 m<sup>3</sup>/分増やす毎に2円余計にかかると見なせるからです。つまり、この処理コストのうち6円は処理量に関係なく一定の固定費で、残りは1 m<sup>3</sup>/分当たり4円の割合で処理量に比例してかかるコストだということです。

ところが、この排水量がもっと増えて当初の10倍の10 m<sup>3</sup>になったとします。このような場合は単純に電力代や薬品を増やただけでは間に合わず、排水処理設備自体を増設しなければなりません。またオペレーターの人数も増やす必要があるかも知れません。従ってこの時の処理経費は単純に6円

---

1) 厳密に言うと、産出量と総費用の関数を産出量で微分したものが限界費用で、生産設備を一定とした短期の場合と生産設備の増減を伴うような長期の場合とについて2通り定義されます。

+ (10m<sup>3</sup>/分×4円) =46円という訳にはいきません。固定費が大きくなるため、10m<sup>3</sup>/分の追加処理に要する出費が40円では済まなくなってしまうからです。

このような経費の増分の割合を示したものが限界費用で、一般的に生産量や処理量が増えるにしたがって単位量の追加作業に要する経費の額が大きくなります。テストで50点の成績を70点にするより、80点を100点にする方が相当難しいのと同じです。限界費用の大きさを縦軸に、横軸に生産ないし処理量をとったグラフを作ると、グラフは最初は水平で、やがて緩やかに上昇し、次第に急傾斜になります。

図6-2-2はある排水処理にかかる限界費用と税金の関係を示しています。縦軸は限界費用、横軸は処理される汚染排水の量です。従って排水量がQ<sub>0</sub>の時、排水処理全体についてかかる費用は、曲線MC<sub>0</sub>（これを「限界費用曲線 (marginal cost Curve) と呼びます) をQについて積分して得られる値、つまり図6-2-2でA+Dで示した部分の面積に相当します。

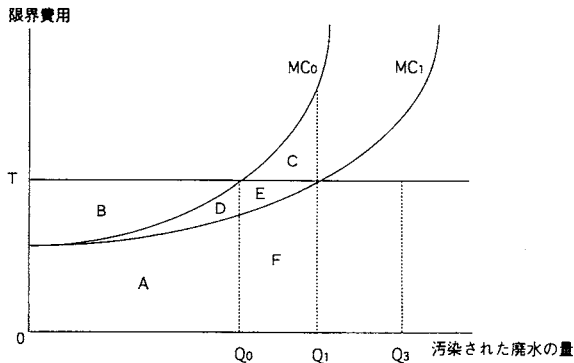


図6-2-2：排水処理に関する排出税と技術開発の効果

ここで、 $Q_0$ の時の限界費用に等しい額である $T$ が、排水を未処理で排出する場合に支払う税金の単位量当たりの単価であるとします。これは以前にちらっとご紹介したことのある「排出税」という税制で、排出量単位当たりにつきこの額を払えば、未処理の排水をいくら垂れ流しても構わないというものです。こんな制度を取り入れたらさぞかし環境汚染が進むだろうと心配される向きもあるかも知れません。しかしここで「技術開発」が真価を發揮するのです。

この工場から実際に排出されている汚染物質の量を $Q_1$ とします。この時この工場は排水を処理しないで流してしまうと $T \times Q_1$ 分（図6-2-2で言うと $A+B+D+E+F$ の面積）の税金を払うことになります。一方 $MC_0$ の経費のかかる排水処理技術で $Q_1$ を全て処理したとすると、かかる費用は図6-2-2の $A+C+D+E+F$ の面積に相当します。しかしここで工場の経営者は考えるはずです。 $Q_0$ の量までは税金 $T$ を払うよりは排水を処理する方が面積 $B$ の分だけ安く済むので、処理をする事を選ぶでしょうが、 $Q_0$ を越える量については処理費用の方が面積 $C$ の分だけ高くなってしまいますので、これを無理して処理することはせず、税金を $T \times (Q_1 - Q_0)$ だけ払ってその分の排水を無処理で流してしまうはずで、その結果全体としてかかる費用は $A+D+E+F$ だけとなり、全く処理せず税金を払って済ますよりは $B$ の分だけ、全て処理するよりは $C$ の分だけ、いずれにせよ安上がりだということになります。しかも結果として未処理で排出される排水の量は $Q_1$ から $(Q_1 - Q_0)$ に減り、かつ国が残りの分の排水による汚染の対策に使える税収が得られて、めでたしめでたし、となります。

さて、ここで技術開発の成果として新たに同じコストで大きな処理能力を發揮する排水処理装置が実用化されたとします。これを導入することにより、この工場の排水処理 $m^3$ 当たりの経費が安くなるため、その限界費用曲線は右

へシフトして $MC_1$ になったとします。この時排出量 $Q_0$ までの処理コストの総額を従来と比べると、図6-2-2のDの部分の面積に相当する額を節約出来た事になります。更に $Q_0$ から限界効用助線 $MC_1$ が税金単価の水準Tの水平線と交差する $Q_1$ までは、税金を払うより排水を処理した方が総額で図6-2-2のEの面積の分だけ安く済みますから、結局工場は総排水量 $Q_1$ まで自発的に排水処理を続けるはずで

結果として、この新技术が導入されたことによりこの工場が処理する排水の量は $Q_0$ から $Q_1$ に増え、その分未処理で排出される排水の量が少なくなります。おまけに、この工場が支払う排水処理費の総額は従来の $A + D + E + F$ から $A + F$ に減少し、しかも未処理で排出される排水 $m^3$ 当たりの税収額は従来と変わらないのです。こうして全てがハッピーに収まるというのがこの話の主旨なのですが、このめでたさを生み出す源こそが新技术の開発です。これだけ誰にとってもめでたい結果をもたらすならば、企業も国も環境保護団体もこぞって技術開発に取り組むことでしょう。

この話のポイントは、技術開発の効果はその経済政策のあり方一つで如何様にでもなるということです。もし仮に政府が排出税ではなく排出基準を設け、「これを越える未処理排水の排出は絶対まかりならん。越えたら即操業停止！」という強硬手段に出たとすると、企業は所定量を越える排水を処理せざるを得なくなります。ここで同様の新型処理装置が開発された場合、その導入で利益を得るのは企業のみで、未処理排水の排出量やこれに対する国の対策費の財源問題は何も改善されません。しかも企業の得る利益は排出税のケースに比べて小さくなるのです。これでは新技术の開発に対する社会のインセンティブはどうしても小さくなり、その結果技術の進歩自体が遅れかねません。技術開発と社会制度とは実は表裏一体の問題なのです。

## 新技術の性格分類

人間一人一人に固有の性格があるように、新技術にも固有の性格があります。技術開発の意義を明確にするためには、目指す新技術をその性格によって分類してみるのが有効です。こうした性格の違いを目に見える形で描いてみましょう。

図6-2-3はある製品をある量だけ製造するのに資本と労働力がどれだけ必要かを示しています。例えば、ある銅鉱山で鉱石を年間に銅純分1万トン分生産するのに、ショベルローダーを何台用意し労働者を何人雇えば良いかを示していると考えて下さい。縦軸が資本、横軸が労働力の必要量を表し、単位は資本の場合はショベルローダーの台数、労働力の場合は労働者の人数です。ここで原点に向かって凸の曲線Xは等産出量曲線（isoquant）と呼ばれ、この線上の点における資本と労働力の組合せで所期の生産高を達成出来る事を示しています。つまり、曲線Xの左上の辺りではアメリカ風に機械設備を大量に導入して少ない労働者の数で操業する場合を、右下の辺りでは中国などのように労働者を大量に雇って人海戦術で生産する場合を意味しています。いずれの場合も同一の技術水準の中での実行上の選択の中の一つであ

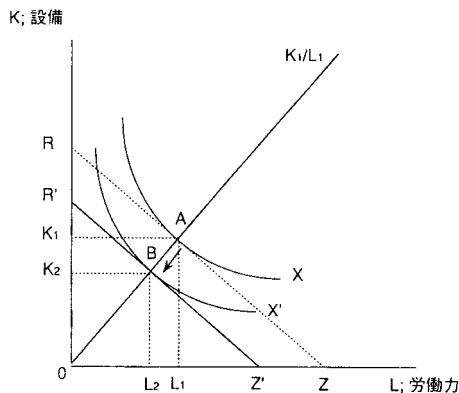


図6-2-3：技術の進歩による資本と労働力の必要量の変化

り、こうした選択点の集合である等産出量曲線の形はその時の技術水準を表します。これが原点に近い場合は低コストの技術、離れている場合にはコストの高い技術という事になります。またどんなに画期的な技術の等産出曲線でも縦軸や横軸にはぶつからず、常に原点に向かって凸の形になります。これはローダーばかりで運転手が一人も居なかったり、運転手だけでローダーが無かったりしたら、いずれにせよ生産は不可能だからです。

この曲線Xに接している右下がりの直線RZは予算線 (**isocost line** 又は **budget line**) と呼ばれ、ある予算の範囲内で資本と労働力の各々につき定める金額の組合せを示しています。例えば、予算を全て資本に注ぎ込むとR台のショベルローダーとなり、全てを人件費に注ぎ込むとZ人の労働者となります。実際にはこの2つの組合せの他に、 $K_n$ 台のローダーと $L_n$ 人の労働者の組合せを選ぶことも可能です (ただし $R > K_n$ かつ $Z > L_n$ )。予算がふんだんにあれば予算線は原点から遠くなり、逆に使える金額が少なければ原点に近づきます。ショベルローダーと人件費の単価が変わらない限りRやZは単純に予算に比例しますから、予算線は常に一定の傾きを持った直線になります。

等産出量曲線は技術面での制約 (これより左下では目標量の生産が出来ない) を、予算線は予算上の制約 (これより右上では予算が足りない) を表します。従って、両者の領域の交わる範囲においてのみ実際の生産が可能となります。ただし等産出量曲線より右上の点で生産すると不必要なローダーや労働者が出ることになり、また予算線より左下で生産すると予算が余ってしまいますから、実際には図6-2-3のように両者が一点 (点A) で接するような生産要素の配分 ( $K_1$ と $L_1$ ) と予算で操業するのが、持てる技術をフルに生かし予算を必要最小限にするという意味で理想的であり、実際の操業は常にこういう状態で行われると考えます。

ではここで、下記の3通りの新技術が開発されたとしましょう。

- 1：精鉱生産量を変えずにその銅品位を5割アップさせるスーパー選鉱法
- 2：一度に従来の2倍の鉱石を採掘・運搬できるウルトラショベルローダー
- 3：給料を上げずに労働者を二人分働く気にさせる恐怖の洗脳術

これらの生産技術の進展（？）がどのように性格分けされるか、試してみよう。まずスーパー選鉱法の場合、この技術が導入されると自動的に生産量が1.5倍になります。従って従来と同レベルの生産量を維持するのに必要な資本と労働力の組み合わせは、いずれも一律3分の2になります。その結果、この技術の等産出量曲線は従来のものより全体が原点に近くなるはずで、図6-2-3ではこの新しい等産出量曲線がX'で示されています。その結果予算線も原点に向かって平行移動してR'Z'になり、製品は点B ( $K_2, L_2$ )で生産されることとなります。この時、KとLは同じ割合(=2/3)で減少しています。

一方ウルトラローダーの場合は、従来の作業量をそれまでの3分の2の台数でこなせるわけですから、Kはおよそ3分の2に減らせるはずで、しかし労働者の方はローダーのオペレータが3分の2で済む以外は今までと変わりませんから、全体としては多少減らせる程度です。いずれにせよコスト削減には変わりありませんから、その等産出曲線は従来より原点に近づきますが、その向きはグラフの横軸に近寄る向きになるはずで、これを先程と同様に示すと図6-2-4のaのようになります。その結果予算線は図6-2-3と同程度動きますが、新たな生産はスーパー選鉱法の場合とは違って資本の投入量のみが極端に減り労働力の必要量は余り変わりません。

一方恐怖の洗脳術の場合は、必要な労働者が半分で済みます（もっともこれを続けていると皆死んでしまうでしょう）が、ショベルローダーは従来通り必要です。従ってその等産出曲線は、図6-2-4のbに示すように、従来



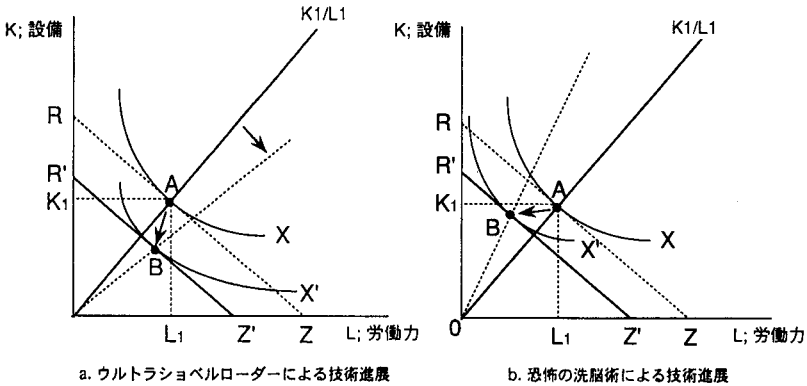


図 6-2-4 : 技術の進歩による資本と労働力の必要量の変化

のものより左に偏って移動し、その結果新たな生産は労働力だけが大幅に削減される事になります。

同じ技術進展でもスーパー選鉱法のように資本と労働力を等しく削減出来る技術と、ウルトラショベルローダーや恐怖の洗脳法のように主にいずれか一方を省くことが出来る技術とがあります。スーパー選鉱法のような中立的な技術進展は**Neutral technological change**と呼ばれ、ウルトラショベルローダーのように特に資本向けの費用を削減できる技術は**Capital saving technological change**、恐怖の洗脳術のように労働力を節約する技術は**Labor saving technological change**と呼ばれます。これらのケースについて原点と生産点を結んだ直線の傾きを見ると、技術の進展により傾きが大きくなり直線が縦軸側に近寄るのが**Labor saving**、傾きが小さくなって横軸側に近寄るのが**Capital saving**、変化しないのが**Nutral**です（遠ざかる方の軸の生産要素を節約する事になる訳です）。

図 6-2-3 や 6-2-4 のグラフは、要するにどの生産要素を節約する技術であるかによって新技術を性格分けしたもので、技術開発という行為自身の意義を視覚化したものと言えます。鉱山の操業で言えば、かつて米国の

銅鉱山がコンピュータによる操業管理技術を駆使して行った大幅な合理化は、**Labor saving technological change**の良い例だと言えるでしょう。一方最近流行のSX-EWによる銅の回収技術は、**Capital saving**の例の一つです。鉱床探査の分野では、衛星リモートセンシング技術は**Labor saving**の最たるものですし、パーカッション掘削技術は**Capital saving**な技術に入っているのではないかと思います。

これから開発しようとしている技術がどの生産要素を節約する技術なのかという事は、実は非常に重要です。というのも、先程の限界費用と同じで、既にぎりぎりまで節約されている生産要素を更に節約することは非常に難しく、今まで余り節約の努力が払われていなかった生産要素を切り詰める方が比較的易しくかつ効果が大きいからです。また将来単価が上昇しそうな生産要素を節約する技術を優先的に開発するべきだという考え方もあり得ます。

## コスト削減とロマン

これまでの例で見てきたように、技術開発の最終的な目的は、コストを下げる事にあると言えます。こう言い切ってしまうと、何だか無味乾燥でロマンが無いなど感じられるかも知れません。しかし、出来上がってなんぼの作業（鉱床を見つけるとか、地金を生産するなど）に関する新技術の貢献度を評価する基準は、結局コストの他にはないのです。金属の生産技術や公害防止技術は正にコスト削減技術ですし、探査技術だって例外ではありません。もし鉱床を発見できる確率を2倍にする技術が確立され実用化されれば、実際にそれまでの2倍の鉱床が発見されるかというところでは決してそうではありません。むしろこの技術は探査コストを従来の半分に減らしつつ従来並みの成果を上げるという形で利用されるでしょう。おしなべて探査技術の開発とは、地球の表面全体に100mグリッドでボーリングを打てば簡単に解決する問題

を、より低コストで済ますための技術開発なのです。

コストの削減は未知への挑戦に比べてみみっちい話だという認識は間違いだと思います。コスト削減のニーズを満たす手段として未知への挑戦が求められるのであって、コスト削減のニーズのないところに未知への挑戦の動機は無く、未知への挑戦は最後にはコスト削減に戻って来なければならないのです。ただし、力づくで無理矢理コストを下げるのは単なる合理化で、技術開発とは頭を使ってコストを下げる事です。頭をうまく使い、かつ運が良ければ、単にコストを削減出来るのみならず、現時点ではお金を積んでも出来ない絵空事に将来手が届くかも知れません。この程度のロマンは持っていたいものだと思います。

### 6-3. 安定供給とその達成手段

前節までに備蓄や技術開発が資源市場に与える効果について紹介しましたが、本節では、「金属資源の安定供給」とはそもそも何を意味するのか、そしてこれを達成するために行政が果たす役割とはどのようなものかについて、資源市場という観点からまとめてみたいと思います。

#### 安定供給の定義

「安定供給」という言葉を感覚的に経済学の概念に置き換えると、「市場供給曲線が安定している事」といった感じになるでしょう。しかし、たとえ供給曲線が不動であっても需要曲線が動けば均衡点も移動し、結果として価格の高騰や暴落、品不足や生産過剰が起こります。また非常に高い価格や少ない供給量のまま市場が安定してしまっても困るでしょう。そこで「安定供給」の具体的な意味として3つの考え方を想定してみようと思います。

#### (1) 価格の安定

安定供給とは価格が変動しないことだと定義したとします。図6-3-1はある金属の需給構造を想定したもので、現状の需要曲線 $D_0$ と供給曲線 $S_0$ が価格 $P_0$ の均衡点で交わっています。この状態で価格が安定するということは、需給曲線の一方がシフトしても他方がそれを補完し、結果として均衡点は常に $P_0$ から右に延びた水平線上にあるという状態を意味します。従って需要曲線が右にシフト(=需要の増加)して $D_1$ になった場合には、供給曲線を同時に右へ $S_1$ までシフトさせて均衡数量を増やさないと価格を維持できません。先に供給曲線が $S_1$ へシフトした場合も同じ

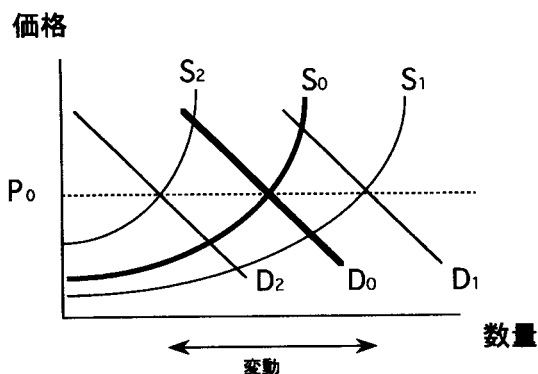


図 6-3-1：価格が安定した市場

で、需要曲線がこれに合わせて  $D_1$  にシフトしないと価格が上がってしまいます。逆に需要が減って需要曲線が  $D_2$  にシフトすると、供給曲線も  $S_2$  にシフトし均衡数量を減らさねばなりません。このように、価格を安定させるために需給曲線をシフトさせると、結果として均衡数量が大きく変動せざるを得なくなります<sup>1)</sup>。

## (2) 均衡数量の安定

逆に均衡数量の安定が安定供給の目標だとすると、図 6-3-2 において均衡数量が常に  $Q_0$  から上へ延びた垂直線数量上に来る必要があります。もし需要が増えて需要曲線が  $D_0$  から右に  $D_1$  までシフトすると、供給曲線を  $S_0$  から左へ  $S_1$  までシフトさせて価格を上げないと、均衡数量を一定に保てません（移動の向きを左右ではなく上下で表現するとこの場合も両曲

1) ただしこの変動の大きさは需給曲線の傾きの度合い（＝価格弾力性）によって違ってきます。例えば供給曲線が垂直に近い場合は需要曲線が左右にシフトしても均衡数量はそれほど変化しませんが、供給曲線が水平に近いと均衡数量に大きな変動が生じます。逆に均衡数量を一定にしようとすると急傾斜な供給曲線ほど価格の変動が大きくなります。

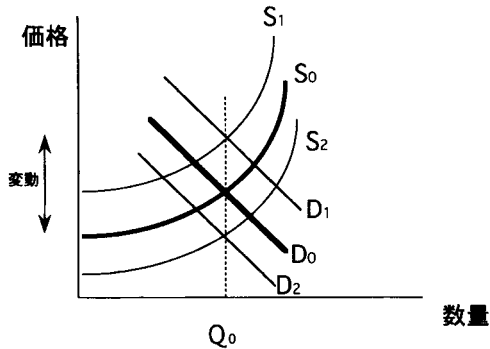


図 6-3-2 : 均衡数量の安定した市場

線のシフトの向きは同じになります)。供給が増えて供給曲線が右にシフトすると、需要曲線は今度は左にシフトせねばならず、結果として価格は下がります。つまり均衡数量を一定に保とうとすると価格が上下に変動してしまうのです。

### (3) 余剰の安定

安定供給のもう一つの尺度として、本書 4-2 で紹介した余剰という概念があります。余剰とは一言で言えば生産者や消費者が得をする大きさですから、市場における需給バランスが成立している限り常に両者はある程度の得をするはずですが、しかしこの得が極端に小さくなったりするというような問題が生じてきますから、こういう事態を避けることが安定供給の本質だとする考え方です。図 6-3-3 で価格  $P$  からの水平線と需要曲線  $D$  とで囲まれた部分 (CS) が消費者余剰、 $P$  の線と供給曲線  $S_0$  とで囲まれた部分 (PS) が生産者余剰です。これらの余剰の大きさや生産者余剰と消費者余剰の割合は市場の状態に応じて変化しますが、これが常にそれ

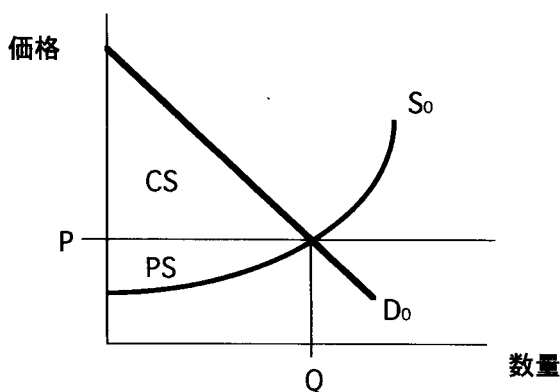


図6-3-3：消費者余剰（CS）及び生産者余剰（PS）

なりの大きさを保つような状態がこの場合で言う安定供給です。

このように「安定供給」という言葉には3通りの概念があり得ます。市場の需給曲線が両方とも全く変動しなければ、これら全ての概念は同時に満たされるのですが、実際には計画経済体制でない限りそんなことは不可能です。従って現実には各市場毎の事情に応じてその実現可能性と効果の大きさを勘案し、目指すべき安定供給のあり方を考えねばなりません。

### 資源の安定供給とは？

資源の安定供給の概念について考えるには、資源市場の特殊性を考慮せねばなりません。ここでポイントとなるのが資源市場における需給曲線の性格です。

以前お話したように、資源の供給曲線は基本的には資源量で決まりますから、市場の状況に合わせて生産者が自由に調節できる余地は限られています。既存鉱山からの生産は本書3-2で紹介したようにその現地の状況に応じて最適生産規模が決まっていて、これを無理矢理変える事は技術的に困難であ

ったり経済的なロスを生じたりします。また他の一般施設と違って別の目的のために建設された設備を鉱山施設に転用したり、逆に鉱山施設を異なる用途向けに衣替えるという融通もあまり効きません。更に増産の必要に合わせて都合良く新たな鉱床が見つかったり新技術が開発されたりするという保証もありません。結果として資源の供給曲線は、誰かの都合に応じて短期間の間に作為的にシフトさせることは出来ないのです。

では資源の供給曲線は放っておけば現状のままじっと動かずにいるのかというと、そうでもありません。何もしないで（＝探査や新鉱山開発、生産設備の更新をせずに）放っておくと次第に埋蔵鉱量や既存設備を食いつぶすので、供給曲線は徐々に左にシフトしてゆきます。これは化石燃料を含む非再生资源全体の供給に課せられた宿命のようなものです。更に金属資源の場合、その供給曲線の傾斜が生産量が小さい部分では緩く、生産量が増すにつれて次第に急になり、限界生産量近くではほとんど垂直になる、という傾向があります（本書6-1参照）。

一方資源の需要曲線は、これも以前にお話したように、世の中の景気変動に応じて周期的に左右にシフトします。これに加えてベースメタルの場合では、一般に製品価格に占めるコスト比率が小さいため、比較的急傾斜な（＝価格弾力性の小さい）供給曲線になるという性質があります。これに対して一部のレアメタルのようにその用途が特定分野に集中している場合は、他の原料との価格関係に応じて需要を代替したりされたりするため、価格弾力性の大きい緩傾斜の需要曲線となると共に、その需要分野における技術革新の流れによって需要曲線が一定方向へシフトしようとする傾向があります。

こうした状況下にある資源市場では、需要曲線の左右へのシフトを防ぐ事は諦めねばなりません。世の中の景気の変動を止める事は市場経済システム



そのものを放棄する事です<sup>2)</sup>。ひとまずこれを容認し、ある程度の均衡数量の変動を覚悟した上で、その結果として起こる価格の変動を供給曲線側の対応によってなるべく小さく押さえる事が、「資源の安定供給」という言葉の実質的な内容であると考えてるのが妥当でしょう。

ではこうした資源の安定供給を達成するためには、資源の供給曲線にどのような細工をすればよいのでしょうか？ 資源の供給曲線を作画的にシフトさせる事は非常に困難ですから、需要曲線のシフトに応じて供給曲線をシフトさせて価格を一定に保つ事は現実的には不可能です。では一体どうやって価格の変動を調整すればよいかというと、まず供給曲線が徐々に左へシフトしようとするのを食い止めること、そして供給曲線の形を需要の変動による価格の変動が少なくなるようなものに変えていくこと、の2点になります。

## 探鉱活動のジレンマ

既知埋蔵鉱量の食いつぶしによる供給曲線の左へのシフトは、1年や2年のレベルではごく小さな変化であり特に問題にはなりません、放っておくと次第に供給曲線の価格レベルが上昇し、かつ供給曲線が垂直に立ち上がる数量が小さくなってきます。その結果需要レベルが従来と変わらなくても価格は高く、均衡数量は小さくなってしまいます。もっともこういう状態が続けばそれまで経済価値のなかった低品位鉱床が開発可能となりますから、資

---

2) ただし市場経済のシステムの中でも、宣伝によってイメージやブームを作り上げ需要を喚起したり抑制したりすることは行われます。実際に「ご飯を食べよう」とか「奥様にダイヤモンドを」などといった消費拡大のためのコマーシャルや、「クジラを殺すな」、「熱帯雨林を守ろう」などといった消費抑制のためのキャンペーンが行われています。しかし金属物資（ただし装飾用の貴金属は別として）の消費意欲にはイメージの善し悪しやブームといった要素はほとんどありませんから、テレビで「やっぱり銅が好き！」とか「レアメタルを大切に」と宣伝したとしても、効果があるとは思えません。

源全体が枯渇して供給がゼロになるという事態までは起こりませんが、この状態で需要曲線の左へのシフトが起こった場合には、ひどい品不足と価格高騰（＝いわゆる「供給障害」）を招く事は明かです。従って、こうした供給曲線のゆっくりとした左へのシフトを相殺するような効果のある手だてが必要となります。

これを実現する具体的な方策としてまず最初に考えられるのは、探鉱によって資源埋蔵量を増やし、供給曲線の右端の立ち上がった部分を少しでも右の方へ持っていく事です。そうすれば需要の変動に伴う均衡点の移動が水平に近くなり、需要増加時の価格高騰を最低限に押さえられます。少なくとも毎年消費される資源量の質と量に見合うだけの新たな埋蔵鉱量が発見され生産施設が建設されれば供給曲線の左向きシフトを食い止めることが出来るはずで

これだけであれば話は単純で、とにかくどんどん探鉱して新鉱床を発見すれば良いという事になります。しかし現実には困った問題があります。それは、探査を活発化するには資源生産者が探鉱や投資を継続的に行えるだけの資金的余裕を持つ必要があるのですが、探鉱の結果資源量が増え増産体制が確立すると、こうした資金的余裕に相当する生産者余剰が減ってしまうというジレンマです。これを需給曲線のグラフ（図6-3-4）上で表現すると、新鉱床の発見・開発の結果として供給の限界生産量がある程度以上大きくなると、供給曲線の上を均衡点が行ったり来たりする範囲が全体的にフラットになり、その結果生産者余剰はごくわずかになってしまうという形で表現されます。普通の言葉で言えば、需要が増えようが減ろうが常に採算ギリギリの価格でしか金属が売れないという事態、つまり「資源のだぶつき」に相当します。

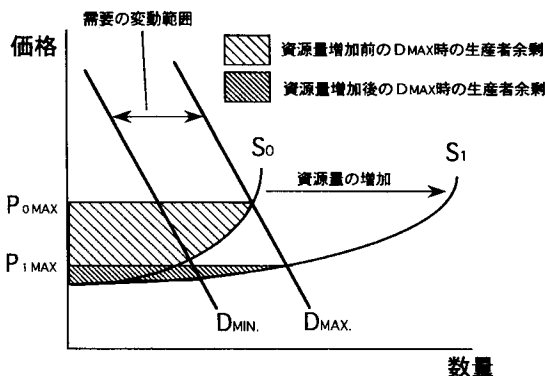


図 6-3-4：探鉱活動による生産者余剰の減少

現状の金属資源の供給曲線では、景気が回復して均衡点が供給曲線の右側の立ち上がった部分に達すると、価格とコストの差益が大きくなる分生産者余剰が拡大します。従って生産者は、需要低迷時にはじっと我慢をし、需要好調時にその分も含めて一気に儲ける、という大胆な商売をしている訳です。しかし供給曲線がこの景気変動の範囲全体でフラットになってしまうと、生産者が儲ける場面が失われてしまい、とても継続的探鉱どころではなくなってしまいます。もしこんな事態が本当に起これば、事業としての金属資源生産の旨味が失われ、事業離脱者が続出して資源の供給体制が崩壊してしまうでしょう。

何だか資源産業のハルマゲドンの予言みたいな話になってしまいましたが、実はこういうシナリオになってしまう原因は、資源の安定供給の実現のための方策が探鉱一本槍であり、かつ発見・建設される鉱床や精錬所の生産コストが全て通常の市況なら何とか採算がとれるというレベルであるという前提

に基づいているからです<sup>3)</sup>。従って本当の意味での資源の安定供給とは、こういうジレンマを起こさずに資分量を増やすことにあるのではないかと考えます。

では具体的にどうすればこの問題がクリアできるでしょうか？ そのためには、供給曲線の左半分がほとんどフラットである現状を改め、この部分にもう少し傾斜を持たせる（ただし供給曲線の右半分が持ち上がるのではなく、左端が下へ下がるように）事にあると考えられます。特に通常の景気変動では均衡点が下がって来ないような供給曲線の左端にもう一段の傾斜がある事が理想的です。この部分の傾斜によって生じる生産者余剰は、どんなに景気が落ち込んでも常に確保できるからです。このような状況は、世の中で最低限必要とされる程度の量までは他より格段に低コストで供給できる事を意味します。つまり、超高品位鉱床ないしは起低コスト精錬所からの生産（超優良資源）が需要低迷時の生産量に見合う程度存在する状態が理想的だという事です。

結論として、資源の安定供給を実現するための具体的目標として想定されるべき理想の供給曲線の形とは、図6-3-5に示すように、中央部の均衡点が行ったり来たりする範囲が比較的平坦で、その左にもう一段の落ち込みがあるようなものであると言えます。もちろんこれが資源の消費による左に向かったシフトの圧力に負けずにその場にとどまっている事が大前提です。

---

3) この後者の前提は、供給曲線の左半分が常に左端までフラットに設定されている事に表されています。実際には一部例外的な超低コスト鉱床も存在しますが、大局的にはこの前提はそれほど非現実的なものではないと思います。しかしこの状況を放置したままでやみくもに資源量だけを増やすと、資源のだぶつきによる価格の低迷によりこのようなジレンマが生じる可能性があります。

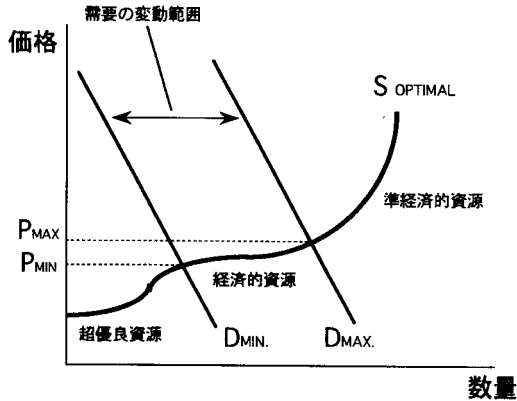


図 6 - 3 - 5 : 理想の資源供給曲線

## 多様な活動が与える供給曲線への影響

では、行政（国）が資源分野で行う多様な活動がこうした理想の資源供給曲線の実現のためにどう貢献する（と説明できる）かを、具体的に考えてみましょう。

### (1) 直接探鉱、企業探鉱支援

金属資源の供給曲線が左へシフトしていくのを押さえるための最も本質的な対策は、言うまでもなく新鉱床の探査です。本書 6 - 1 で説明したように、短期的な意味で供給曲線を安定させるためには供給ソースを極力分散・多重化することが最も効果的ですから、我が国の行政による探鉱支援活動が国内外の幅広いエリアを対象として来た事はその先鞭を付ける効果を持っていると言えます。

また例えば金属資源生産の実績の無い国や地域であっても、通常の供給ソースを失ったときのための対策を考える上で、これらの資源賦存ポテンシ

ヤルを確認しておくことは極めて重要なことだと思います。現在は経済的に稼行できる鉱床でなくとも経済ないし技術の条件が変われば立派な鉱山となり得えるのです。そういう意味では、深海底鉱物資源の探鉱も同様です。将来何らかの理由で通常の供給ソースを失った場合、代替供給額を確保するまでの間に社会が被る損益は莫大なものとなるに違いありません。その時に無駄骨を折って時間を浪費するという最悪の事態を未然に防ぐためにも、準経済レベルの鉱床ならある地域と、それすら無い地域を区別しておく作業も必要ではないかと思えます。

また、前項で述べた理想の供給曲線を達成するような探鉱とは、合格スレスレの鉱床を沢山見つけることではなく、超優良鉱床を少し発見する事にあると言う事も可能です。

## (2) 探査技術開発

陸上資源の探査技術開発は、既存技術の改良や新しい技術の開発・実用化によって探査をより効率化・高性能化する事と、探査コストを軽減して浮いた経費で新たな探査を行うという2つの捉え方がありますが、いずれも新鉱床発見の確率を高め供給曲線の右向きシフトを促進する事を目指しているという意味では探鉱活動そのものと全く同じです。特に深海底資源の探査技術については、探査の技術的能力がそのまま探鉱の成果に結びつきますから、両者は不可分の関係にあると言えるでしょう。

## (3) 生産技術開発

前述の探査のジレンマの解消策として最も直接的であるのがこの分野の業務です。というのも、例えばある条件を満たす鉱体ならば驚異的に低コ

ストで採掘できるとか、ある種の鉱石ならば魔法のように選鉱できてしまうといった技術こそが、正に供給曲線の左端を下に曲げるような効果を持つからです。つまり、適用範囲は限られるがそのコスト削減効果は抜群であるような生産技術こそが、ある程度の生産者余剰を常にキープするために最も効果的なのです。

更に言えば、ここで言う低コスト技術は、それによって何とか採算がとれるような経済的にストレスの鉱床を作るのではなく、既存技術でも十分に採掘可能な程度に条件の良い鉱床の生産コストを更に低減してより大きな利益幅を与える事を目指して実施される必要があります。そうでないと、技術が実用化された結果として供給曲線の右半分が右（ないしは下）にシフトし、供給曲線全体がより平坦になってしまう結果、探鉱活動のジレンマと同じような結果を招く可能性があるからです<sup>4)</sup>。従って生産技術の開発は、超優良資源の形成を目指して行われるべきだと思います。

#### (4) 鉱害防止

この分野は一見すると資源の供給曲線とは縁がなさそうですが、実は多少間接的であるだけで、本質的には同じ効果があります。環境問題は今や全世界的な関心事であり、鉱床を探査・開発して精錬を経て最終的に製品として出荷するまでの過程に坑廃水や工場廃水などの処理費用や閉山後にかかる環境復旧事業などのコストを十分に見込まねばならないのが現状です。しかもその出費は世界的な環境保護意識の高揚と共に時を追って大き

---

4) 探鉱プロジェクトに関わる者としては、せっかく見つけた鉱床が経済性の面で「次点落選」となった場合、これにちよこつと下駄を履かせて繰り上げ当選させてくれるような生産技術があればと思うのが人情ですが、資源の安定供給に貢献するという観点からは、こうした事例だけに的を絞った生産技術の開発を行うことは決して得策ではありません。落第しそうな生徒の救済ではなく優等生の更なる英才教育が本当の意味で有効なのです。

くなると考えられますから、これは埋蔵量の食いつぶしと同様に供給曲線を時間と共に上に（すなわち左に）シフトさせます。従って、その費用の一部を公共資金による援助やより効率的な対処方法の指導を通じた負担軽減といった国による鉱害防止活動は、この左に行こうとする供給曲線を引き留める役目を果たしている訳です。

鉱害防止は、かつての無節操な資源開発の後始末であったり、逆に環境を浄化して周辺住民の生活と健康を守ってくれる正義の味方であったりと、良きにつけ悪しきにつけイメージが先行するきらいがあるように思えます。しかしこれは社会の「得」である余剰が供給曲線の左向きシフトによって失われる事を防いでいる仕事であり、その意味では探鉱と全く同じであると考えても良いと言えるのではないかと思います。

## (5) 鉱害防止技術開発

鉱害の発生低減や防止などについても多様な技術が採用されています。これらの技術を高度化したり、新しい技術を開発したりする事により資源の生産コストを低減できれば、供給曲線の左向きのシフトを引き戻すことができます。鉱害は供給の「足を引っ張る」役目をしていますので、これを押さえることで探査・生産に力を与えることができるわけです。ただし鉱害防止技術の場合、鉱害防止に必要なコストの大きさとそのコストを含めた鉱床の経済性の度合いとの間にはむしろ逆相関がある（つまり低コスト鉱床はそもそも鉱害対策費をほとんど必要としないような恵まれた条件を持っている）と予想されるので、生産技術の場合のように敢えて優等生の英才教育に重点を置く必要はないかも知れません。



## (6) 備蓄

本書6-1で備蓄の経済効果を説明した際に、備蓄物資の積み上げや取り崩しの方針を市場需要曲線の一つの成分（備蓄需要曲線）の形で表現しました。しかしその際に脚注で述べたように、これはそっくりそのまま供給曲線の一成分の形で表現することも可能です。両者の違いは需要としての物資の積み増しと供給としての物資取り崩しのいずれを基準に考えるかだけの問題です。そこで今回は「需要曲線の変動はやむを得ないとして受け入れる」という全体の方針に合わせて、備蓄業務を供給曲線の調節手段として捉えてみます。

図6-3-6は金属の市場需給曲線に、この金属の備蓄事業の方針を供給サイドの視点で示した「備蓄供給曲線」を加えたものです。これは本書6-1の図6-1-4における備蓄需要曲線と左右反対の形になっていて、価格が $P_0$ を越えた場合にのみ供給が行われる事を示しています。この時市場供給曲線（ $S_M$ ）と備蓄供給曲線（ $S_1$ ）とを併せた物資全体の供給曲線は、価格 $P_0$ より上で右に折れ曲がってその下より緩傾斜になります。

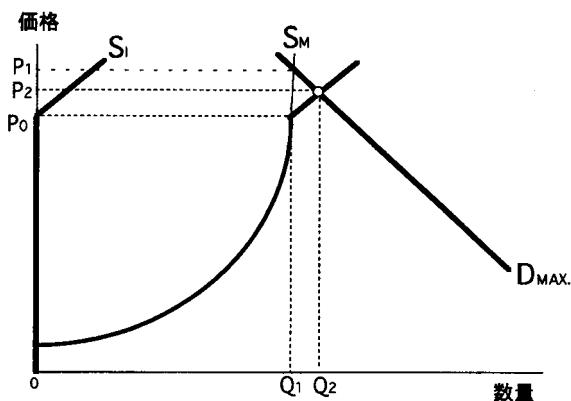


図6-3-6：備蓄供給曲線による供給曲線の調節

その結果、短期的な供給障害のため市場供給曲線が突発的に左にシフトして  $D_M$  となった時の価格の暴騰を、備蓄の無い場合 ( $P_1$ ) に比べて低く ( $P_2$ ) 押さえる事が出来ます。

こうした備蓄の効果は、短期的という意味では今までの議論とはやや異なりますが、要するに生産限界数量にある程度の上乗せを行うという意味で、やはり供給曲線を右へシフトさせる手法の一種だと捉えることが出来るでしょう。結果としてこの供給障害によって引き起こされる価格の上昇と均衡数量の減少の度合いを小さくする効果がある訳です。

## (7) 情報収集

情報収集活動は今まであげた活動すべてに必要な情報や判断材料を提供し、各活動が円滑、かつ効率的に実施されるための支援を行います。正確で新鮮な鉱業情勢や経済情勢などの情報がなければ、各業務による供給曲線のメイクアップの方向性のチェックや臨機応変な軌道修正の判断が出来ません。また、我々が直接コントロール出来ない需要曲線の動きについては、その現状分析と将来予測のための材料を集める唯一のアンテナが情報収集です。

## その他の側面

本節の話は要するに、行政による資源分野での企業支援活動の内容は様々ですが、資源市場というレベルでみるとどの活動も金属資源の安定供給対策の一部だと見なすことが出来るということです。ただしそれを示さんがために供給曲線の形への影響という側面だけで強引に全てを論じた結果として、他の多くの側面を無視している事は否定できません。

中でも特に重要でありながら敢えて触れなかった問題に、資源市場をどう定義するかがあります。かつては資源市場と言えばそれは国内市場に限定されていましたが、現在ではそれだけでは議論にならない事は明白です。本来は資源市場の現状に即した形で各活動の意義を検討すべきだったのですが、本節では、その市場の概念が国内市場なのか海外市場なのかは敢えて曖昧にぼかしてあります。そうせざるを得なかった理由は、我が国の行政ベースの支援活動の多様性が、我が国の金属資源産業が世界市場の枠の中に組み込まれてゆく過程の中の異なる段階における安定供給対策が集積された結果であるため、各事業をある特定の市場の状況の下に一律に論じるといろいろな矛盾が生じるからです。

本節の内容は、資源経済学の一般論を敢えて我が国の事情にあてはめてみたものです。

コロラド鉱山大学でこのような内容を教えている訳ではなく、あくまでも筆者らの「我田引水」ですから、多少強引な論理展開になっている面が否定できません。その点はどうかご了承下さい。