

石見銀山

～ 鉱山の技術と科学～





日本海から^{せんのみやま}仙山を望む

「銀山旧記」によると、博多の商人^{かみやじゅてい}神谷寿禎が^{からしま}仁摩町の韓島沖を航行中^{ぎんぼうさん}銀峯山（仙山）が光っているのを見て、銀山を発見したと伝えられている。

このたび大田市外2町広域行政組合では、「鉱山の技術と科学」をテーマとした「ふるさと学習誌 石見銀山」の第4作目を作成しました。

石見銀山には、さまざまな歴史や遺跡などとともに、銀の産出量を飛躍的に増大させ、銀の質を高めた鉱山の技術と科学がありました。そして得られた大量の銀は、日本はおろか世界を駆け巡り、世界経済に大きな影響を与えました。

（それらを解明するため、平成8年度以降は「石見銀山遺跡発掘調査委員会」を組織し、発掘調査、問歩調査、石造物調査、港湾調査、城跡調査、街道調査、文献調査、科学分析調査、民族調査など広範にわたって調査が続けられています。）

このふるさと学習誌は、石見銀山を科学的な視点から紹介するとともに、当時の鉱山技術を通して、世界遺産を目指す石見銀山を、より一層理解していただくよう編集したものです。

石見銀山

～鉾山の技術と科学～

目次

鉾石はどのように発見されるのだろうか？	壱
山相法による鉾床の発見	壱
石見銀山の鉾石	参
鉾石の採掘とさまざまな技術と工夫	四
坑内の通気対策	伍
坑内水処理の工夫	六
なぜ水は汲み上げられるのか？	七
トリチェリの実験	七
銀の製錬と科学	八
銀の選別と比重	八
徳川家康に納められた銀の大きさは？	九
金属の製錬	拾
銀の製錬	拾
灰吹法	拾壱
史料で見る外国の銀製錬法	拾貳

鉱石はどのように発見されるのだろうか？

一般に鉱物の集合体を岩石といいます。このうち金や銀、銅など私たちの生活にとって有用な物質を取り出すための対象を**鉱石**といいます。また、それら**鉱石**が集まっている場所を**鉱床**^{こうしょう}といい**鉱石**の採掘はこの**鉱床**を中心に行われます。

現在では**鉱床**を探す方法として、まず地質調査によって岩石や地層を調べ地質図が作られ、それに基づいて調査対象地域の岩石や土壌が採取されて分析が行われます。さらに物理探査^{でんじ たんさ}といって、**電磁探査**（TEM法）や**電気探査**（IP法）^{でんき たんさ}という、磁気や電気などの物理現象を応用した探査機器による探査が行われ、最終的にボーリング調査で実際に地中に孔をあけて地中内部の状態を調べ、より正確な地質情報が調査されます。しかし、このような科学的な探査機器や分析機器のない江戸時代（1603-1868）では、こうした**鉱床**を探すためにはいったいどのような方法や工夫が採られたのでしょうか？



空中物理探査



ボーリング調査 [写真:金属鉱業事業団提供]

壺

さん そう ほう

山相法による**鉱床**の発見

当時、金・銀・銅などの**鉱床**を発見する場合、**山相法**という方法がありました。山相とは、山の形状や地質のことを指し、それらを調査して**鉱床**の有無を発見するという、今日でいう地質調査にあたります。それによると**鉱床**を発見するには、(1) 大気中にさらされて化学変化をおこした地表に露出した**鉱石**から発する色合いや光から、(2) 山野を歩くうちに偶然、(3) 植物の生育の変化から、(4) 山間部の谷間の川に堆積した土砂から**鉱物**を発見し、そこから上流の山中へとさかのぼる、という以上4つの方法がありました。偶然発見する場合は別として、いずれも岩石や地層の特徴、また植物の生育の変化という、今日の地質学や植物学の知識に基づいて、それら**鉱床**の発見が行われたものといえます。

さて、実際に当時行われた山相法について、江戸時代に著された『山相秘録』^{さんそう ひろく}によって見ることにしましょう。

およそ山相を観るには、まずその山々のうち最も高い山を南にして、北の方角より観るのが昔からの決まりである。月は5、6、7月がよく、日は雨上がりがよい。時間は朝7から8時までの間がよい。暑い日の雨上がりに、南の山を遠くから観れば、雲や霧が消えて、山々の色がまるで酒がさめたような色になる。この時、一番高い山から周辺の低い山までめぐり連なった山をじっくり観察すると、青緑の中で別に霞光瑞靄（かこうずいあい＝宝から発する精気）を発して、他の山と異なる所があるならば、それは諸金属を含んだ山の姿である。この方法を最初遠見法という。

これによると、鉱床を発見する最初の段階では^{さいしよとおみのほう}最初遠見法という方法が用いられました。これは遠くから山相を観察し、山から発せられる精気の有無から鉱床がある山か、そうでない山かを判断するというものです。その後鉱床の存在が見込まれると、次にどのような金属を含む鉱床かを調査するため、次のような^{ちゆうやほうきほう}中夜望気の法という方法が用いられました。

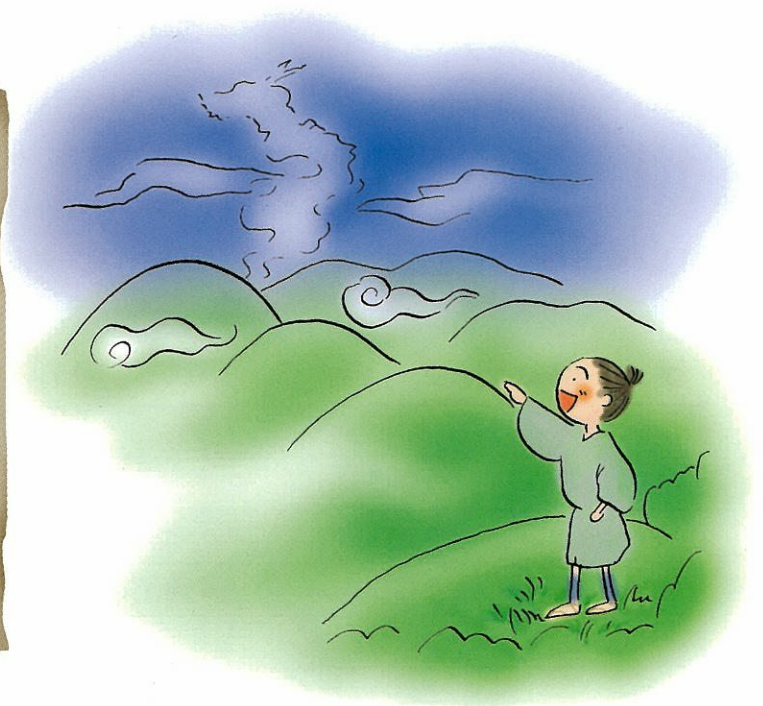


その山に含有する諸金属から発する精気を望み見て、金か銀か、或いは銅・鉛・錫かを見定めること。これを中夜望気の法という。およそ中夜望気の法を行うには、5月より8月迄の間がよい。諸金属の精気が出現するのは、大抵夜の12時頃で、月のないよく晴れた夜を選ぶことである。およそ山中にあるさまざまな金属は、その精気を発する場合、各々定まった形や色があつて、はなはだ著しく明るいものである。金は華のように、銀は龍のように、銅は虹のように、鉛は煙のように、錫は霧のようである。

この方法は、月明かりの少ない夜中に、諸金属から発せられる精気を観察して、どのような金属を含む鉱床なのかを調べるといったものでした。これによると山から発せられる精気は金属の種類によって、さまざまであったようです。しかしこれを読むだけでは何のことなのか具体的に分かりません。そのため^{さとうのおかげ}佐藤信景は、当時こうした^{のぶひろ}鉱山関係者の間で伝わっていた鉱床の発見方法を、だれもが分かるように詳細に調査し、その孫の^{のぶひろ}信淵はそれらを先の『山相秘録』としてまとめました。

式

金の精気は、黄赤色の金光で、初め土中から発生するときは、その勢いはまったく砲火が上がるように、約18から21m或いは約30mの高さに昇り、開いて花の形をなし、その花必ず八花咲（やつばなざき）になる。ほんの短い間に空中に消え、まれに飛び去ることもある。俗にこれを金塊（かなたま）という。大変砲火に似ているけれども火の光とは大いに異なる。また、銀の精気は青白色の銀光で、最初発生するときは大変煙のようである。ほんの短い間に雲の中に龍がいるような形をなし、約30mから約60m程度昇り、ついには天に昇るように空中に散る。



このように金や銀がある場合こうした発光があるかどうかは別として、通常鉱脈は山の尾根や沢筋などの地表に現れることが多く、これを^{ろとう}露頭といいます。この露頭は長い年月空気に触れることによって酸化などの化学変化を起こしています。金属の発する精気とはこうした地質上の変化を述べたもので、鉱床を発見する場合にはこのような地質情報を十分に調査することが重要でした。そういえば石見銀山が発見された時にも、仙山が光っていたと伝えられているので、石見銀山もこうした地質の変化によって発見されたのかもしれませんが。

また、『^{こうざん しほう ようろく}鉱山至宝要録』には「金のある所には、草木生ぬ物なり、生てもやがて枯れるなり。」とあり、当時鉱石のある所には植物は生育しないという考え方が一般的にあったようです。一方それとは反対に、金属を好む植物もあったようで、^{かなやまくさ}金山草や^{りゅう}龍のひげと呼ばれる植物などは、金銀を発見する際に参考となる植物でした。



金山草

石見銀山の鉱石



銀鉱石 石見銀山資料館蔵

参

鉱床の有無を調査することを^{みだて}見立といいます。見立では地形の他、鉱石の種類や品位なども詳しく調べられました。現在ではこうした調査の場合、顕微鏡やエックス線などの分析機器が用いられますが、このような機器のない時代では、人々の長年の経験から得られた知識がそれに代わるものでした。

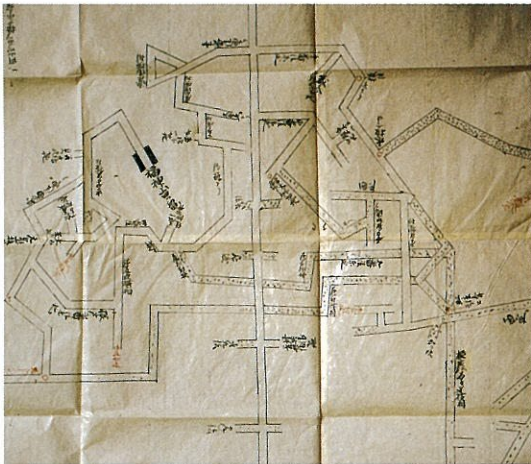
表1は、石見銀山で産出した鉱石の名称と特徴について記したものです。「^{いわみぎんざんきゅうき}石見銀山旧記」によると銀山及び周辺の鉱山ではおよそ105種類の鉱石があったようです。当時の人々はこれらの鉱石を丹念に調べ、その形状や色などをから、卵、味噌、魚の鱗、馬の歯などという身近に似たものを参考にそれぞれの鉱石に対して名称を付け詳しい鉱石の情報を残しました。こうした情報は石見銀山を研究する上で、今日でも重要な基礎資料となっています。

表 1 石見銀山で産出した鉱石

鉱石名	読み	特徴
卵石	たまごいし	卵のような石。銀が多く含まれる。
焼味噌地	やきみそじ	焼け焦げた味噌のような鉱石。銀が多く含まれる。
鱗地	うろこじ	鉱石の表面が魚の鱗に似ている。銀が多く含まれる。
猿面鍔	さるつらぐさり	石の色が猿の顔の色に似て赤い。銀は少し含まれる。
馬歯鍔	まのはくさり	馬の歯に似ている鉱石。銀は少し含まれる程度。

鉱石の採掘と さまざまな技術と工夫

鉱床の探査によってそれが確認された後、実際に鉱石の採掘となります。それにあたっては鉱石が地表面に表れているのか、また地中にあるのかによってその採掘方法も異なりました。地表に露出した場合には、露出部分をそのまま掘り採ることが行われますが、こうした採掘方法を^{ろてんほ}露天掘り（露頭掘り）と呼びます。石見銀山ではその昔“冬の日白山の雪をふむように”銀が地表に露出していたといわれ、開発初期にはこうした露出部分の採掘が行われていたようです。



坑道の図面 石見銀山資料館蔵

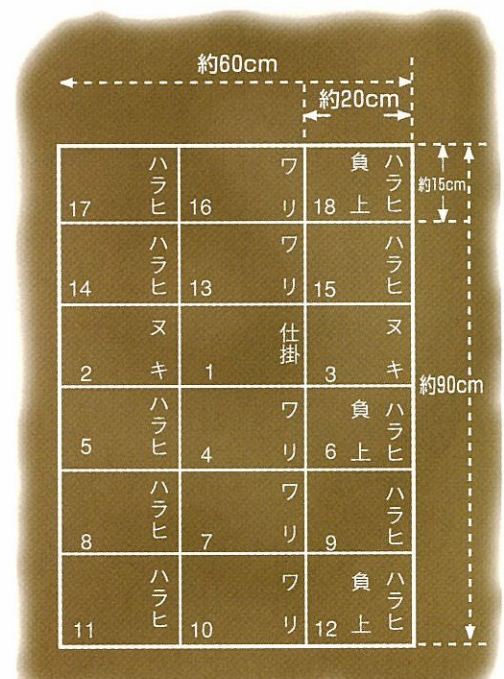
一方、地中にある鉱石を採掘する場合には、坑道（江戸時代には^{まぶ}間歩と呼ばれた）と呼ばれる鉱石の採掘や運搬を目的としたトンネルが掘られました。通常鉱石が露出している部分は、地中から伸びた鉱脈の先端部ですから、露出した鉱石を掘り採るうちに、次第に鉱脈に沿って地中へと掘り進むようになります。このように鉱脈を直接掘り進む採掘方法を^おひ押し、または^{つるのべ}鉸延といいます。また、この方法のように直接鉱脈を掘り進むのではなく、坑道を鉱脈に対して直角にあたるように掘る^{よこあい(よこそう)}横相という方法もありました。これには事前に鉱脈がどのような方向で伸びているかを調査して、測量を行って計画的に坑道の掘進が行われます。

さて、江戸時代には坑道を掘る場合には、^{かせ}加背といって縦何cm、横何cmというようにきちんとした規格が決められていました。例えば、別子銅山（愛媛県）では、加背は縦約90cm、横約60cmで、右図のように18等分に分割し、その中心部の^{しかけ}仕掛という箇所から番号順に掘られました。また、石見銀山では加背を縦約120cm、横約60cmとしてこれを25分割にし、5昼夜を5人で朝昼夜に分担して作業を行いました。このように加背は小さく、坑道の中では大人が腰を屈めて歩くのが精一杯でした。

また坑道は、地中深くまるでアリの巣のように複雑に伸びています。当然地盤の硬いところや柔らかいところなど条件はさまざまです。地盤の柔らかいところでは、岩盤が崩れることもありましたが。そのため崩れやすいところには^{とめぎ}留木といって木や石を使ってそれを防止する工夫が図られました。



「大森銀山図解」 中村俊郎氏所蔵



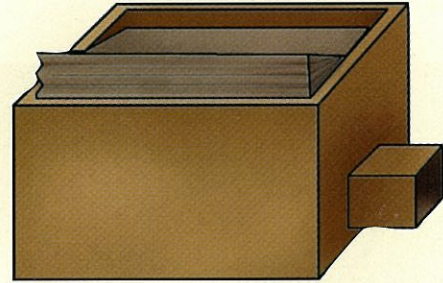
参考「別子開坑二百五十年史話」

坑内の通気対策

坑道は地中深く掘られているため空気の循環が悪く、何の対策もなければ酸欠状態になることもありました。そのため坑道内の通気を良くする目的で、煙穴と呼ばれる地上と坑道を結ぶ通気穴が掘られたほか、次のような道具や方法が用いられ、坑内での作業の安全が図られました。

1) 板踏み

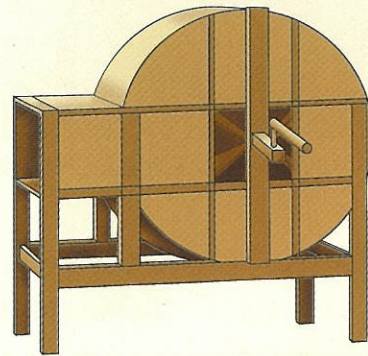
高さ約60cm、横約90cm、幅約90cmの箱型で、約12cmの口がついています。箱の上に乗って、足を交互に上下して体重を移動させると、板踏みの口から空気が押し出される仕組みになっていました。



※イメージ図 「銀山覚書」をもとに作成

2) 唐箕

農具の1つとして、江戸時代中国から日本へ伝わり、おもに米穀の籾殻やゴミなどを取り除くために利用されましたが、鉱山では坑道内に空気を送り込むために使用されました。直径が約75cmの太鼓型をした胴体の内部に、縦約30cm、横約29cmの羽が4枚つけられた翼車からなり、それを回転させることによって風を起し、風箱を通じて風が外へ出る仕組みとなっています。



伍

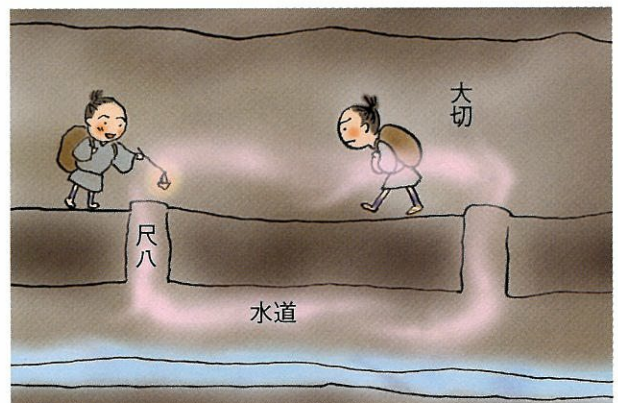
3) 板ぶせ

坑道内に深さ約30cm、幅約30cmの溝を掘り、その上に板を伏せるように何枚も継いで置きます。ただし、板の継ぎ目には、粘土を使ってすき間が出来ないようにしておきます。こうすることによって板ぶせが空気孔の役割をなし、循環がよくなります。



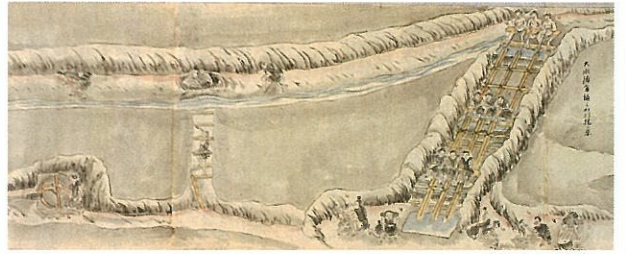
(4) 二重穴

大切と水道とを尺八という堅穴でつなげます。尺八は一定間隔で掘られています。大切を掘削する時に湧き出る地下水を下の水道へ落とすためと、坑内の空気を循環しやすくさせる働きがありました。



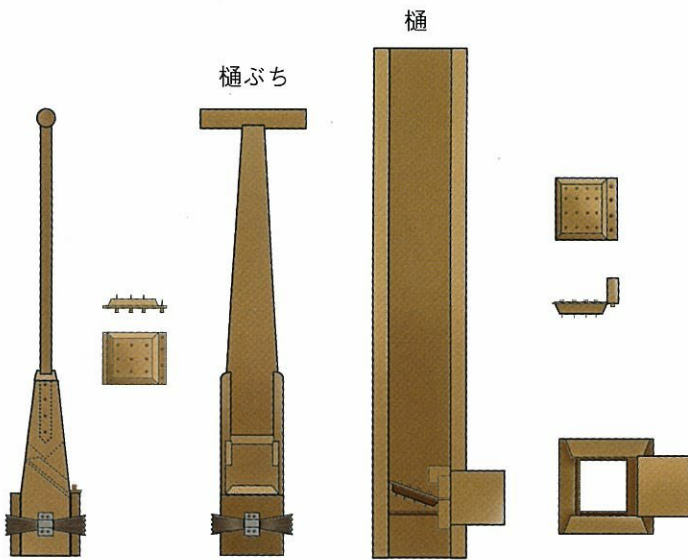
坑内水処理の工夫

一方、坑道を地中深く掘るにしたがい、地下水が湧き出すようになります。そこでこうした水を処理するために、木や竹で作った「水吹子^{みずふいご}」と呼ばれる揚水ポンプで、坑道内にたまった地下水の排水が行われました。



「大森銀山図解」中村俊郎氏所蔵

鉱山で使用された揚水ポンプは、樋^ひという管の部分と、樋ぶち^{ひぶち}という突木の部分からなっています。樋の長さは約3メートルで、管の内側が1辺約12cmの正方形に組まれています。また、内部には、差し込まれた樋ぶちを止めるための埋木が、入口から約90cm余のところ埋め込まれています。



参考：「日本鉱山編」

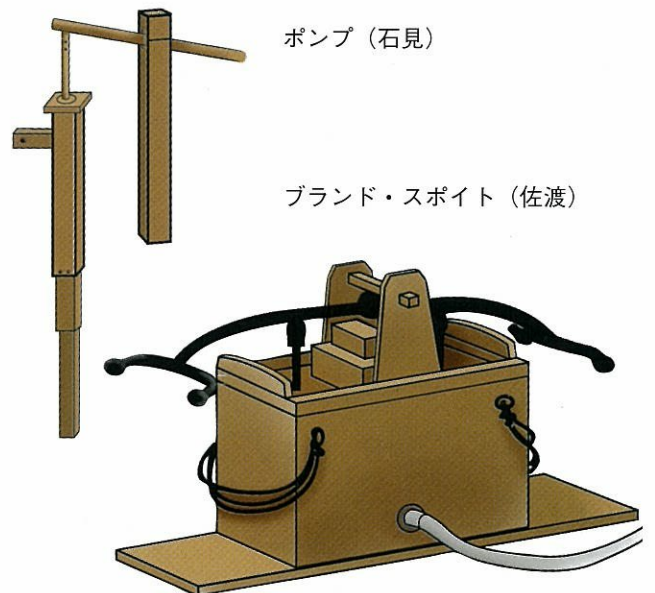
樋ぶちは、長さ約90cm、上部に取っ手をつけ、下部は柵状に作ります。柵は先ほどの樋の中に差し込むために、それよりも小さく作られ、外側を動物の革で巻いていました。これは樋の中に樋ぶちを差し込んだときに、すき間が出来ないようにするためです。また、柵には弁が付けられ、水を汲み上げる際には開閉するような仕組みになっていました。

こうした揚水ポンプは、外国の鉱山で使用されたもので、日本へはヨーロッパ人を通じて伝えられたと考えられています。

鉱山で使用された各種ポンプ



水上輪(佐渡)



ポンプ(石見)

ブランド・スポイト(佐渡)

なぜ水は汲み上げられるのか？

私たちの暮らす地球は、大気という厚い空気の層によって覆われています。この空気は地上付近では約1kg重/cm²であり、地球はこの重さによって押されています。このような大気によってかかる圧力を**大気圧**と呼び、水吹子はこの大気圧によって起こる現象を応用した道具なのです。

さて、この水吹子という道具は、基本的には樋ぶち（突木）を上下に動かすことによって、水が汲み上げられる仕組みとなっています。図1で示したように、樋ぶちを下に押し下ると、樋の中の空気は樋の外に押し出され、その結果真空の状態へと近づいていきます。次に図2のように、再び上へと樋ぶちを引き上げると、水面を押す大気圧によって、水が樋の中に押し上げられていきます。これを何度も繰り返して、水を管の外へと汲み上げます。

また、このとき樋ぶちにある弁の状態は、引き上げると塞がり、押し下ると水圧によって開く仕組みになっていて、樋ぶちを上下するごとに、開いたり、閉じたりを繰り返しています。

七

このように水は、水吹子の吸い上げる力によって吸い上げられるのではなく、実は大気圧によって水面が押された結果、水がポンプの管に押し上げられるためであるといえます。

図 1

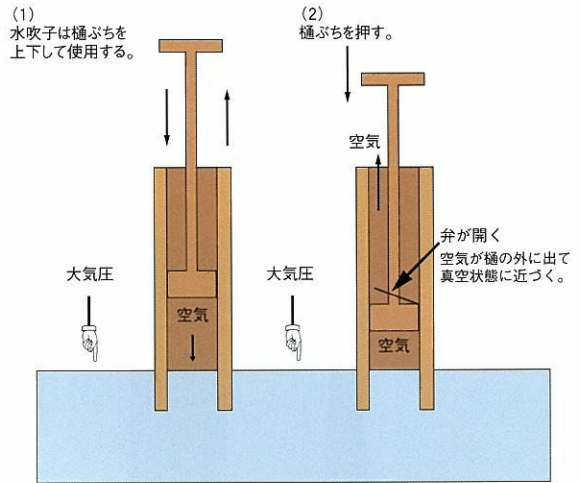
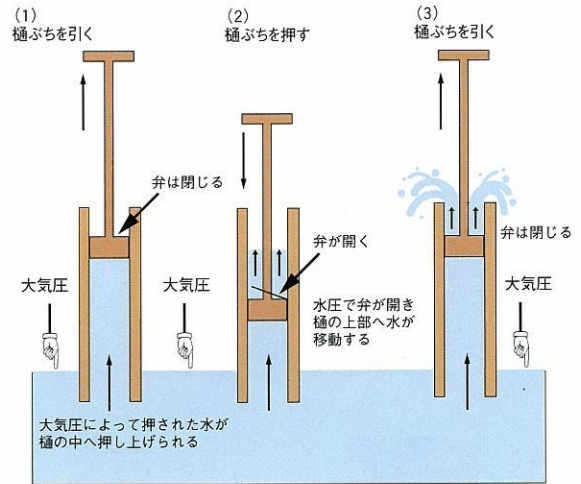
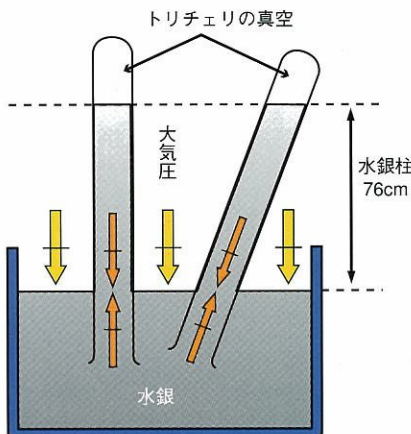


図 2



トリチェリの実験



水銀を満たした1mのガラス管を、同じく水銀を満たした容器の中で逆さに立たせると、76cmの高さでとまります。これは水銀の表面から76cmの高さの水銀の圧力と大気圧がつり合うため、これを明らかにしたのはイタリアの物理学者トリチェリでした。但し、水銀の場合は比重が13.6ですから、水ではその13.6倍で大気圧とつり合うこととなります。したがって、この場合76cm×13.6=1033.6cmとなり、約10mの高さの水圧と大気圧がつり合うこととなります。そのためいくら頑張ってもポンプでは、水を10m以上汲み上げることは不可能で、そのようなポンプはありませんでした。

銀の製錬と化学

銀の選別と比重

金や銀、銅等の金属を得るためには、これらの金属を含む鉱石から目的の金属と他成分（不純物）とに分離しなければなりません。このように鉱石から目的の金属を取り出すことを^{せいれん}製錬といいますが、また、これに際して製錬の対象となる鉱物を鉱石鉱物といい、その対象とならない鉱物を脈石鉱物と区別します。



「大森銀山図解」中村俊郎氏所蔵

さて、掘り出されたばかりの鉱石は、鉱石鉱物、脈石鉱物とも多数交じっています。そのためこうした鉱石を選別するため選鉱という作業がありましたが、江戸時代この選鉱作業を^{くさりごしらえ}鏈拵といいました。鏈拵は、鏈（鉱石）をかなめ石という石製の作業台の上に置いて、山鏈というハンマーで細かく砕きます。それを^{ひじゅうせんこう}ゆり盆というお盆の形をした木製の道具に入れ、水を張った桶の中で揺すりながら、銀と不要な鉱物とを分離します。このゆり盆という道具で行われる一連の作業方法は、現在の用語で比重選鉱といいますが、この用語から分かるように、これは各物質ごとに異なる比重の差を上手く利用したものに他なりません。なお、比重とは、ある物質の質量と、その物質と同じ体積の水の質量との比を示す値をいいます。

石見銀山の銀鉱石は、表1のような鉱物によって構成されています。これからわかるように、銀鉱石は銀の他に、^{けいさん}珪酸（二酸化珪素）やアルミナ（酸化アルミニウム）を中心に、多くの鉱物を含んでいます。そのためこうした銀の製錬に不要な鉱物をできる限り取り除くため、先の比重選鉱という方法が用いられました。銀鉱石に含まれる各物質の比重を表2によって比較すると、マンガン7.4、珪酸2.7、アルミナ4.0、鉄7.9となり、銀の比重10.5に比べていずれも小さいことが分かります。このため銀鉱石を細かく砕き、ゆり盆を使って水の中で揺ると、右図のように比重の大きい銀などは次第にゆり盆の底へと集まっていきます。一方、比重の小さい珪酸、アルミナなどは、それよりも軽いためその上層に集まり、やがてそれらと分離してしまいます。こうして上層に集まった鉱物を上手に取り除くと、最終的に当初の銀の品位よりも不要な鉱物が取り除かれた分だけ銀の品位が高くなります。

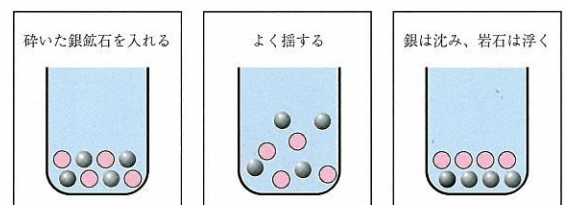
表 1 銀鉱石のおもな成分(%)

銀	鉄	珪酸	アルミナ	マンガン
0.0990	3.06	65.23	16.68	0.29

参考 井沢英二氏分析値

表 2 各物質の比重

物質	比重	磁鉄鉱	5.2
珪酸	2.7	鉄	7.9
アルミナ	4.0	銅	9.0
黄銅鉱	4.3	銀	10.5
輝銀鉱	7.2	鉛	11.4
方鉛鉱	7.6	水銀	13.6
マンガン	7.4	金	19.3



徳川家康に納められた銀の大きさは？

【問題】

石見銀山では、慶長7年（1602）頃、安原伝兵衛やすはら でんべえという人物によって釜屋間歩かまや まぶが開発されました。この時、安原伝兵衛から徳川氏に納められた税金は、銀でおよそ13500kgという、莫大な額であったといえます。では、銀13500kgとは、いったいどれ位の大きさになるのでしょうか？参考として、水は1cm³の重さが1g。銀の比重は10.5で、水の10.5倍にあたりますから、銀1cm³の重さは10.5gになります。

答え

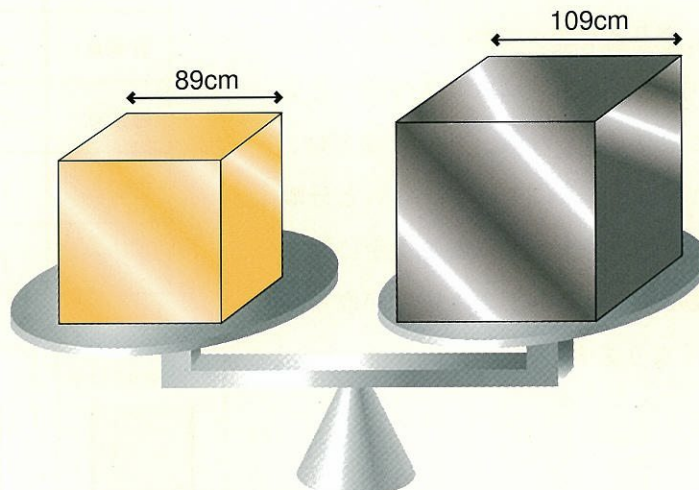
銀13500kgの体積をXcm³としてこれを計算すると

$$1\text{cm}^3 : X\text{cm}^3 = 10.5\text{g} : 13500000\text{g}$$

$$X \div 1285714.2$$

となり、銀13500kgの体積は、およそ1.29m³になります。したがって立方体にすると1辺がおよそ109cmの大きさになります。

参考として、金13500kgについてみると、金は比重が19.3ですから、金1cm³の重さは19.3gになります。同様の計算によると、金13500kgの体積は、およそ0.7m³になります。立方体にすると1辺が89cmの大きさになります。



同じ重さの金と銀の体積の比較

金属の製錬

銀をはじめ、鉄、銅、鉛などの金属は、自然金や自然銀、自然銅などの一部の場合を除いて、鉱石を原料として様々な化学変化を応用して作られます。例えば、鉄には自然金や自然銀のように自然鉄がないので、おもに磁鉄鉱などの酸化鉄を原料として、鉄を作らなければなりません。かつて日本では「たたら製鉄」という砂鉄を原料に木炭を燃料とした、鉄の生産が行われました。

こうした酸化鉄は、右図のように鉄と酸素の化合物で、

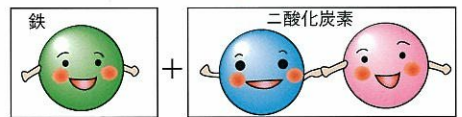
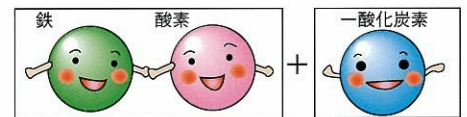
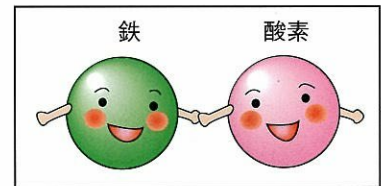


このような酸素とある物質が化合する化学変化を、^{さんか}酸化といいます。酸化鉄の場合、鉄と酸素を分離して鉄を作りますが、これにあたっては木炭が重要な働きをしました。

木炭が燃焼すると、一酸化炭素が発生しますが、右図のようにこの一酸化炭素が酸化鉄の酸素と結びついて二酸化炭素となり、一方酸化鉄は、酸素が分離して鉄となります。



このように酸化物が酸素を失うことを^{かんげん}還元といい、酸化鉄を原料として鉄を製錬する場合には、この還元という化学変化によって鉄が作られました。



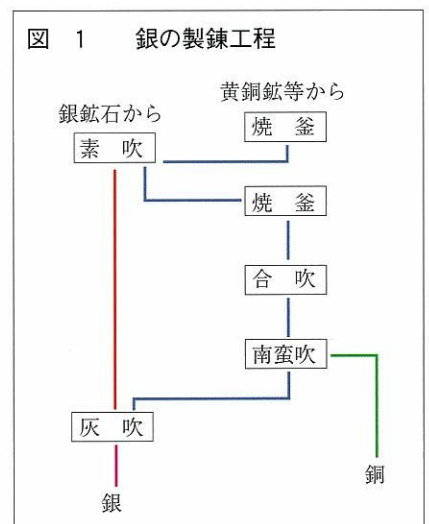
拾

銀の製錬

通常銀は自然銀という場合を除いて、銅、鉛などの他の金属と共に産出されることが多く、また鉱石中においても輝銀鉱のように硫黄と化合した場合が一般的です。そのため銀鉱石は、銀という金属の原料であってそれだけでは銀ではありません。そこでこれら銀鉱石を原料として、先ほどと同様に製錬によって金属である銀が作られました。

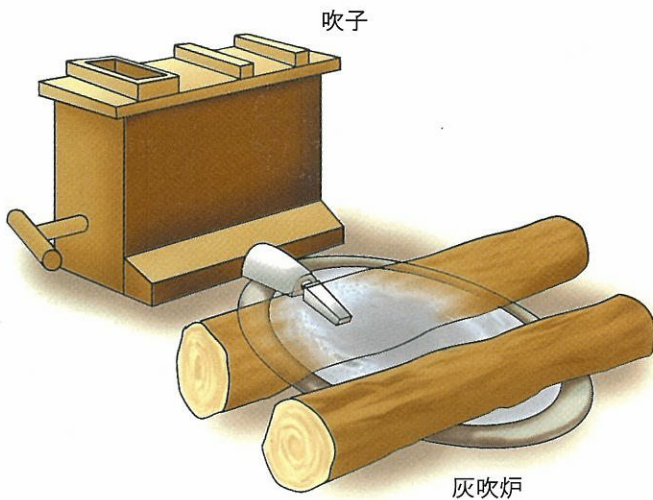
銀の製錬には図1のようにいくつかの工程があり、また原料となる鉱石の種類によっても同じではありませんでした。ここでは銀鉱石について説明しましょう。

まず、最初に素吹という工程で、銀鉱石に鉛を加え溶かして、銀と鉛の合金である貴鉛を作ります。これは既に述べたとおり、銀鉱石には銀の他に、様々な不要な鉱物が多く含まれているため、そこでそれらと銀を分離するために鉛が利用されました。これは銀と鉛が他の物質と比べて化合しやすい性質があるためで、鉛を加えることによって、銀鉱石中の銀だけが鉛へと移り、残りの物質はカラムという不要な固まりとなって、炉の外へと取り除かれます。そして最終的に銀と鉛を分離するのが^{はいふき}灰吹という工程です。



灰吹法

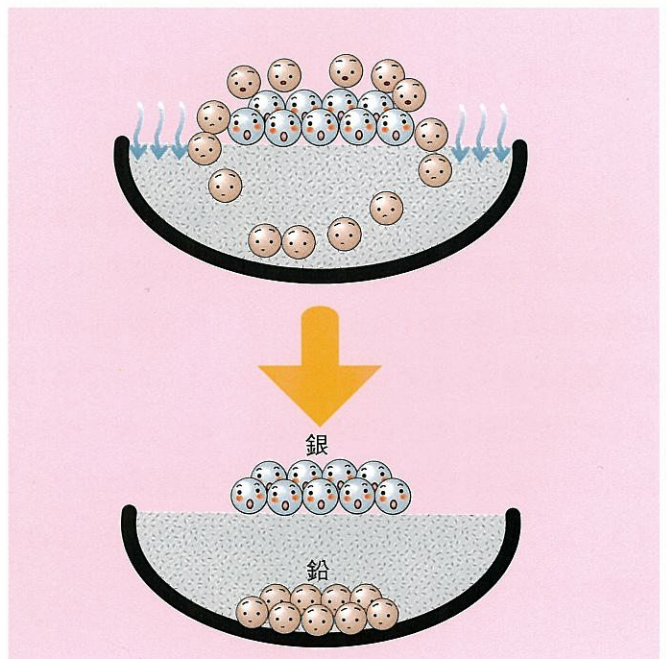
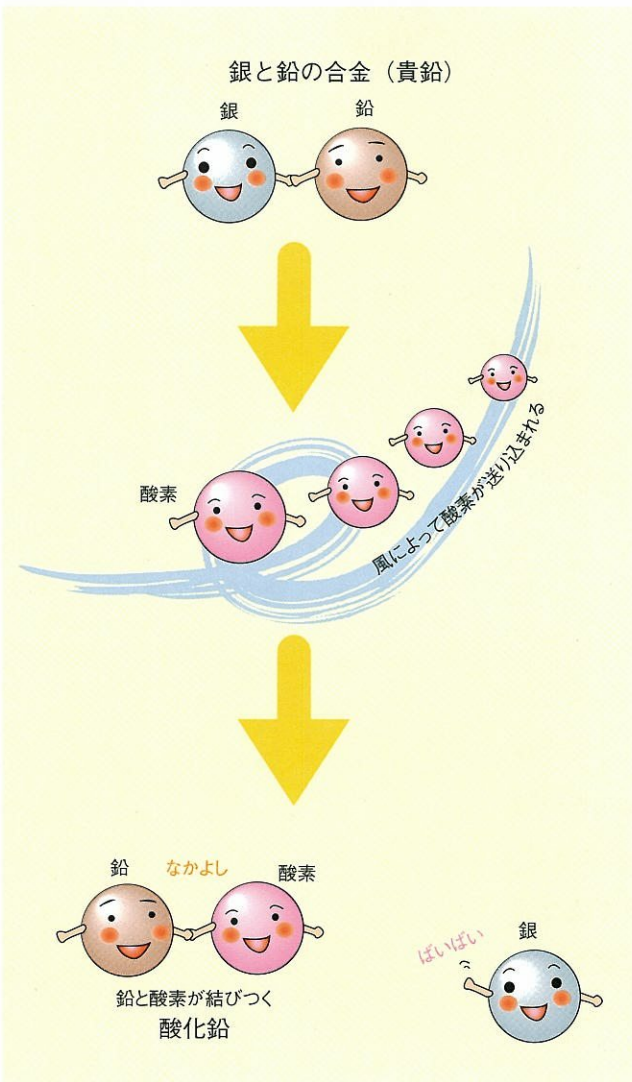
灰吹法は、16世紀前半に石見銀山へ伝えられたのが日本での最初といわれ、やがて各地の鉱山へ伝播しました。銀山に伝えられた当初は、鉄製の鍋に、動物の骨を焼いて作った灰を詰めて炉が作られましたが、江戸時代になると、地面を掘ってその中の松葉の灰が詰められたものへと代わりました。



まず、素吹によって作られた銀と鉛の合金を、左図の灰吹炉の上に置き、炭の粉をかけ、火を付けます。次に、燃料としての雑木を炉に渡すように置き、炭火から雑木へと火が移り、吹子という送風装置によって酸素を送ると、徐々に温度が上昇していきます。なお、銀の融点は962℃、酸化鉛は888℃、鉛は328℃であるため、灰吹は970～1100℃程度の温度で行われました。

やがて温度が上昇すると、銀と鉛の合金は溶けはじめますが、その際吹子によって送られた酸素が、鉛と化合して酸化鉛という化合物ができます。化合物となった酸化鉛は、鉛とは別の性質となり、特に比重と表面張力が小さくなります。そのため酸化鉛は灰に濡れやすくなり、溶けた酸化鉛は灰に次々と染み込んでいき、一方銀は酸素と容易に結びつかないので表面張力も大きく、灰にしみ込むことはないの炉の中央に集まっていき、それが冷えて固まるとボタンの形をした銀が出来上がります。これを灰吹銀といいます。

拾壹



史料で見る外国の銀製錬法

石見銀山に灰吹法が伝わって以後日本では、金銀の製錬にはこの方法が用いられました。同じ時代の外国ではいったいどのような方法が行われたのでしょうか？

中国

鉍石を炉に入れるには、まず選別してきれいに洗う。その炉は土で大きな台を築き、高さ約5尺ばかりとする。そこに陶器のクズ、炭灰（炭と土を混ぜた物）を敷き、炉ごとに2石の鉍石を入れる。栗材の木炭200斤をまわりいっぱい積み重ね、炉のかたわらに一つのレンガの塀を築き、その高さも幅も1丈余りとする。鞆を塀の背後に置き、2,3人が力を合わせ鞆を押し、管から風を送る。塀で炎熱を防ぐので、鞆を扱う人ははじめて安全である。木炭が燃えきると、長い鉄箸で木炭をつぎいれる。風と火の力がまわると、鉍石がとけて塊となる。…十分冷して取り出し、別に分金炉に入れる。これは蝦蟇炉ともいう。内部を松炭で取り囲み、1個の孔をあけて火加減を見分ける。その炉には鞆を取り付けたり、團扇であおいだりして火熱がまわれれば、鉛は沈んで沈殿物となる。たびたび柳の枝を孔から差し入れて燃やすと、鉛がすっかりなくなり、宝物が固まって現れる。この初めにできた銀を生銀という。



「天工開物」の挿絵をもとに作成

藪内清編「天工開物の研究」より引用

南アメリカ

鉍石は、まず石を縮絨機のようにたたき機械の大鎚でよく砕く。鉍石の粉は篩にかけられると、溶鉍炉の箱に納められ、塩水でいためつけられる。これはまだ残っている粘土質や鉍泥を抜き、水銀がよく銀をうけつけるようにさせるためである。そして水銀を鉍石の上に粗い亜麻毛でしぼると、露の粒のように水銀がしぼり出されるが、その水銀の粒がぜんぶゆきわたるように鉍石をまわす。水を張った桶の中に入れ、小さな風車または水車で、辛子をとかして作るときのように、ぐるぐる廻す。すると泥や、鉍泥が流水の中にだんだんと流れ込み、水銀や銀は重いから、桶の底に沈殿する。鉍石は砂のような状態で残るから、取り出して、また水たまりに持って行き桶の中で洗う。すると泥はすっかり落ちてしまい、水銀と銀だけが残る。銀から水銀を除くためには、強い火にかけるが、それには砂糖の塊の型のような造作の土器で上を覆い、大きなとんがり帽子をかぶせた格好にする。そして炭をいっぱいくべて火をつけると、水銀は蒸発して、土器の帽子にぶつかり、土鍋のふたにぶつかる水蒸気のように、凝固して液粒になる。それを蒸留器のような工合に管を引いて、液化した水銀をみな回収すると、あとに銀だけが残る。

解説：水銀は鉛と同様に、金銀と化合しやすい。そのため銀鉍石を砕いて水銀を加えるだけで、銀鉍石中の銀だけが水銀と結びつき、比重選鉍によって不要な土砂を取り除いた。

「新大陸自然文化史」大航海時代叢書そうしょより引用

※本書の内容を複写、複製、引用、転載される場合には、必ず事前にご連絡ください。

ふるさと学習誌

「石見銀山～鉱山の技術と科学～」

発行／平成12年3月21日

監修／仲野義文（石見銀山資料館学芸員）

イラスト／小林亜砂子

発行者／大田市外2町広域行政組合 企画担当

〒694-0064 島根県大田市大田町大田口1111番地

TEL. 08548-4-9155 FAX. 08548-4-9156

【E-mail】 soma@iwamigin.or.jp 【URL】 <http://soma.iwamigin.or.jp/ginshin/>

印刷／柏村印刷株式会社