

日光市文化財調査報告第14集

足尾銅山跡調査報告書11

令和3年3月
日光市教育委員会

あし お どう ざん あと
足尾銅山跡調査報告書 11

2021.3
日光市教育委員会

序

足尾銅山は、近世から続く在来の産業技術を継承しつつも、欧米の最新技術を積極的に導入し銅生産システムを確立しました。そして同時に、鉱害が社会問題化した段階において、世界に先駆けて銅鉱山における本格的な鉱害防除を実現させた独自且つ貴重な銅山であり、市民の誇りであります。

この日光市民の宝である足尾銅山の産業遺産を後世に伝えるため、日光市では継続的に調査研究を進めています。

本報告書では、鑿岩機等の動力として圧縮空気を供給した施設である「本山動力所跡が有する歴史的背景」と足尾銅山の輸送を担った「馬車鉄道の敷設に関する歴史的背景」の二つの論文をとりまとめました。この調査により、今まで詳細が不明であったこれらの遺産の歴史的背景を明らかにすることができました。本書で得られた知見を通して、産業遺産の保存・活用が促進されるとともに、足尾銅山が果たした役割の一端をご理解いただければ幸いです。

最後になりましたが、調査報告書刊行に至るまで多大なご協力を賜りました古河機械金属株式会社並びに、ご指導、ご助言をいただきました関係機関の皆様に深く感謝いたします。

令和3年3月

日光市教育委員会

教育長 齋藤 孝雄

足尾銅山跡調査報告書 11

目 次

(論文)

本山動力所跡が有する歴史的背景

青木 達也・宮本 史夫 1

馬車鉄道の敷設に関する歴史的背景

青木 達也 43

本報告書の編集は、日光市教育委員会文化財課 課長佐藤英男のもと、高梨一己・宮本史夫が担当した。

なお、作成にあたり次の諸氏、諸機関にご指導、ご協力を賜わった。記して謝意を表したい。(順不同・敬称略)

河東義之・永井護・小風秀雅・青木達也・久能正之・山崎義宏・五十嵐真太郎

古河機械金属株式会社・古河機械金属株式会社足尾事業所

文化庁文化資源活用課・栃木県教育委員会事務局文化財課

本山動力所跡が有する歴史的背景

青木 達也 宮本 史夫

1. 本調査報告の位置づけ

本調査報告は足尾銅山の本山地区にある圧気機工場（国指定史跡名：本山動力所跡）の歴史と遺構に関する知見を取り纏めたものである。前回の報告（日光市文化財調査報告第12集・足尾銅山跡調査報告書9）では足尾銅山における圧気機と鑿岩機の導入を概略的に示し、本山動力所の経緯と結びつけて建造経緯を示した。このたびの報告では、その後の文献調査によって判明した鑿岩機と圧気機に関する歴史を加え、さらに遺構調査によって判明した内容を加えた。なお、本稿は産業遺産学会発行の「産業考古学」第158号で論文として発表したものを再編集したものである。

2. 調査の対象

本研究の対象は図-1^[1]の足尾銅山の主に採鉱に資した本山地区に残存している国指定史跡の「本山動力所跡」（写真-1に示したコンプレッサー室または圧気工場と呼ばれる施設）であり、その中に置かれている圧気機（写真-2に示したコンプレッサーまたは空気圧気機とも呼ばれる機械）に関連する設備なども含める。

3. 鑿岩機と圧気機の歴史

（1）鑿岩機の発展

西洋では1600年代に入ると、鉱山で火薬が使われようになり、ドリルで岩に穴をあけて火薬を詰め込み発破する方法（穿孔と発破による開鑿技術）が採用され始め、1627年にはフライベルクやハンガリーの鉱山で採用されていたとされている。1670年にはその技術がイングランドにも導入されるなど、それまで手掘りで行われていた坑道の開鑿および鉱床の採掘において穿孔と発破による開鑿技術が広められ、その後に



図-1 足尾銅山と本山動力所の位置関係

機械化が進められることになっていった。1683年にはザンクセン州(現在のドイツ)においてボーリングマシーン(大きな鑿かもしくは掘削棒をロープで持ち上げては落すことを繰り返すタイプの機械: drop-drill)が提案され、その後、いくつかの発明を経て、1803年になってようやく坑夫よりも速いと言われる鑿岩機がザルツブルク(現在のオーストリアの都市)で登場したとされる。そして、1813年にはイングランドのコーンウォールにおいて回転式のボーリングマシーンがトレビスックにより考案されるに至っている。その後、1840年にオーストリアのスティリアでも亜炭を掘る際に使われたとされるドリルや鑿を回転軸に取り付けて人力で動かすもの(回転式の鑿岩機)図-2が導入された^[2]。



写真-1 本山動力所の北西側からの外観



写真-2 本山動力所内部と圧気機(4号機)

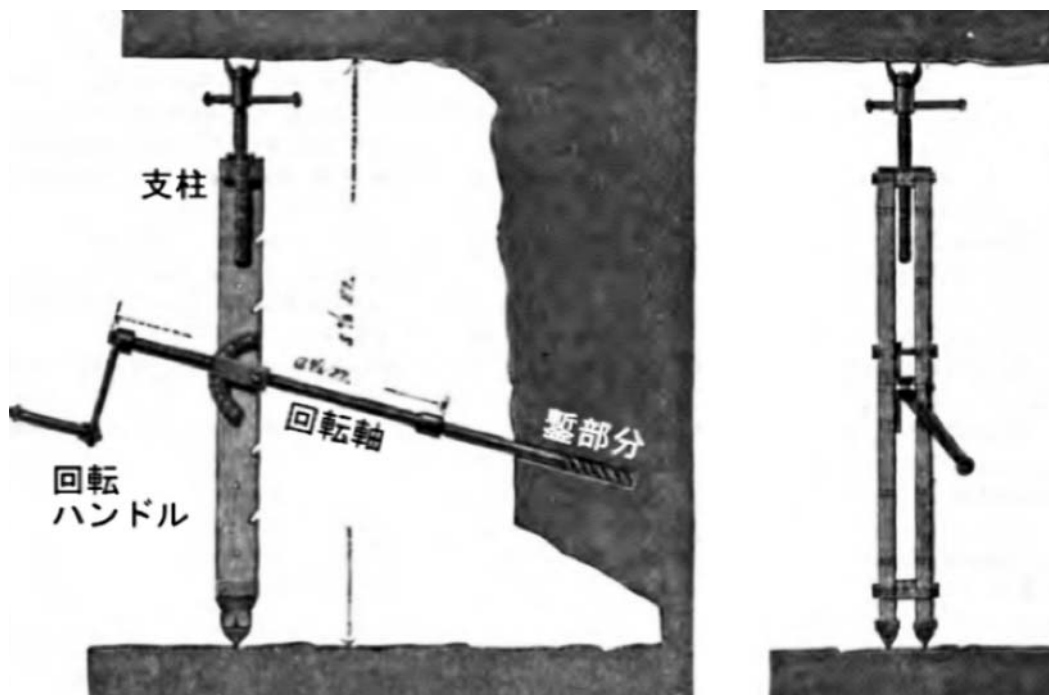


図-2 人力による回転式の鑿岩機

一方、鑿岩機は鉱山だけではなく建設現場でも用いられ、1838年にはイリノイ・ミシガン運河（アメリカ合衆国イリノイ州）の工事で、さらに、1840年にはエリー運河の拡張工事などでも用いられた。また、モントセニスのトンネル工事（フランスとイタリア間）でも鑿岩機が使用されており、1857年には回転軸を蒸気で動かす鑿岩機（図 - 3）なども導入されている^[3]。これら上述のものは落下させるものや回転させる仕組みのものであるが、これらのタイプの鑿岩機の技術が登場し改良がなされていく時代に重なりつつ、近代以降に発展を遂げることになる打撃式の鑿岩機も登場してくる。

1849年にはアメリカのフィラデルフィアの発明家である J.J.Couch によって打撃式の鑿岩機が考案され、さらに、1854 年から 1855 年にかけてドイツのフライベルクの Schumann によっても発明がなされている^[4]。なお、図 - 4 の鑿岩機は空気を動力とする打撃式の鑿岩機の一例である^[5]。打撃式の鑿岩機はこの後も Crease、Jordan、Darlington、Beaumont、Doering、Ingersoll、Sergeant、Wood、Leyner、Stephens らの手により発展され続け、後述のように彼らの鑿岩機メーカーによって改良されたものが近代の鉱山などにおいて主流となっていく^[6]。1880(明治 13) 年当時の鑿岩機の一例として図 - 5 を示すが^[7]、この鑿岩機は支柱を立てて坑道の上部面と下部面で反力を受けて掘り進めるタイプのものであることが見て取れ、坑道掘進に適した大型の鑿岩機で後の代表的な鑿岩機の種類の一つとして後に分類されるドリフターというタイプと類似している。

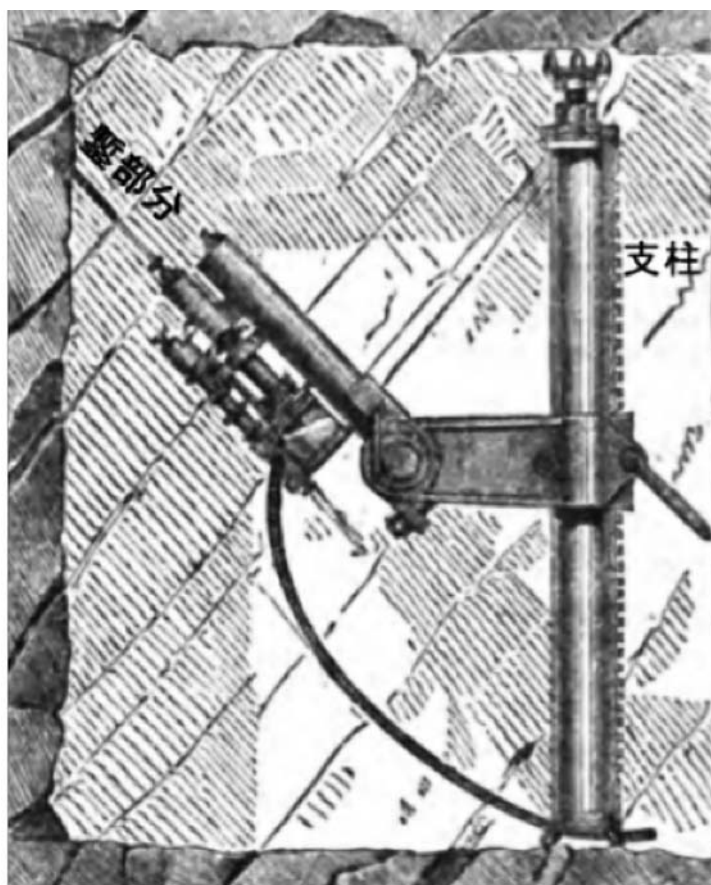


図 - 3 蒸気式鑿岩機

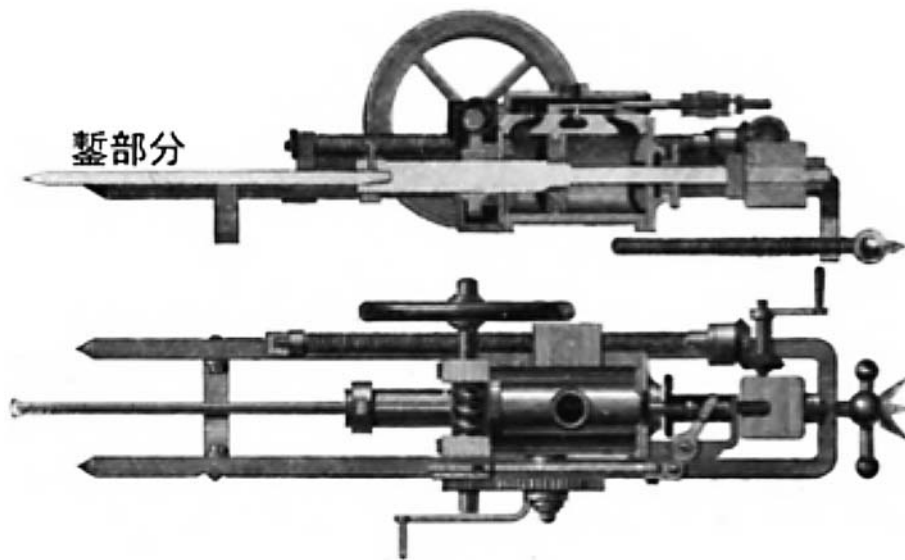


図-4 空気を動力とする鑿岩機



図-5 圧気を動力とする鑿岩機

以上の経緯と 1880（明治 13）年の上掲の図などから、その後日本に導入されていく鑿岩機の基本形状は 19 世紀後半には出来上がっており、それ以降の時代は、据え付け作業上の手間、コスト、操作に必要な人員の確保、岩の燥粉が及ぼす作業効率の低下と珪肺起因など、これら様々な問題に関係した技術的改良が鑿岩機に加えられていった。

（2）圧気を用いた鑿岩機の登場と圧気機

圧気（圧縮空気）が鑿岩機に用いられていく経緯についてみると、1844 年にイングランドにおいて Brunton という人物が Wind Hammer と呼ばれる鑿岩機（図 - 6 のもの）に圧気を使用することを提案しており^[8]、その後、モントセニスのトンネル工事において 1852 年に物理学者の Jean-Daniel Colladon が、さ

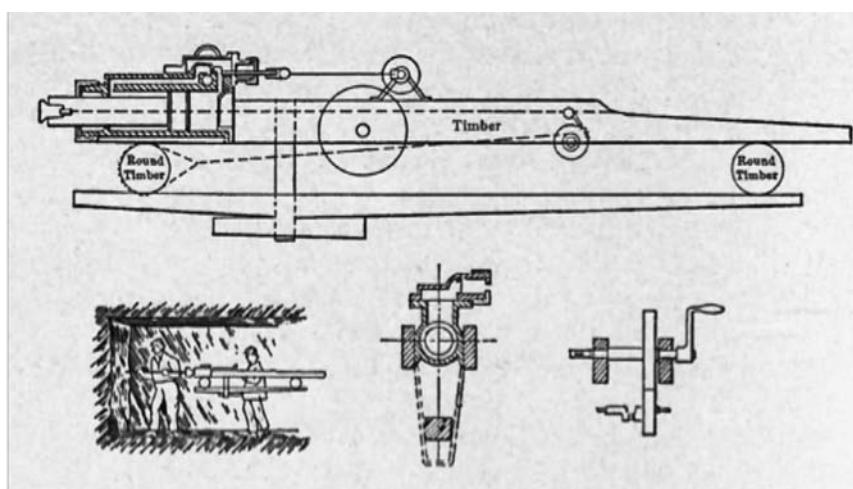


図-6 Wind Hammer（鑿岩機）

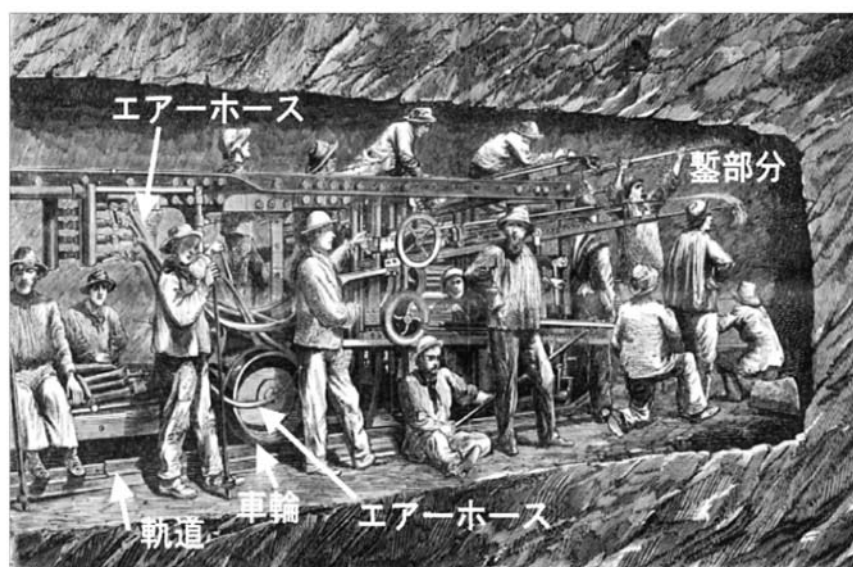


図-7 モントセニスで用いられた圧気駆動の鑿岩機

らに 1853 年にはイタリア人土木技術者の Giovanni Battista Piatti が圧気の使用を提案している。そして、その翌年の 1854 年には同工事に従事していた土木技術者の Germain Sommeiller らによりモントセニスのトンネル工事のための実験が実施された^[9]。その後、圧気の使用が計画に移され、1857 年には図 - 7 で示した圧気を動力とする鑿岩機が使用された^[10]。この鑿岩機に供給された圧気は丘の上に建てられた工場内の圧気機から鑄鉄の管によって運ばれていたとされている。そして、このモントセニスでの圧気の使用が鑿岩機の使用と結びついた初期の成功例であるとされている。モントセニスの圧気機は図 - 8 で示す水撃ポンプ (hydraulic ram) を利用した圧気機であり^[11]、図 - 9 は圧気工場の外観で^[12]、図 - 10 は圧気工場の内部である^[13]。これら各図中の A は送水管で、B は圧力室、C

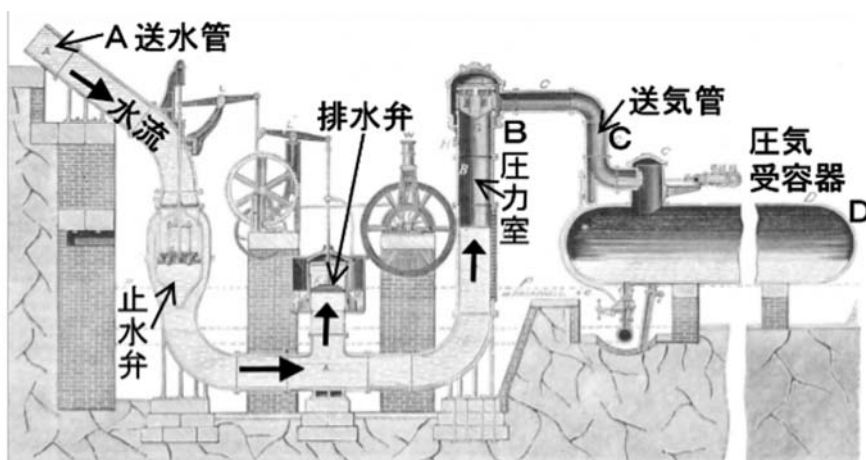


図-8 モントセニスで使われた圧気機



図-9 モントセニスの圧気工場の外観

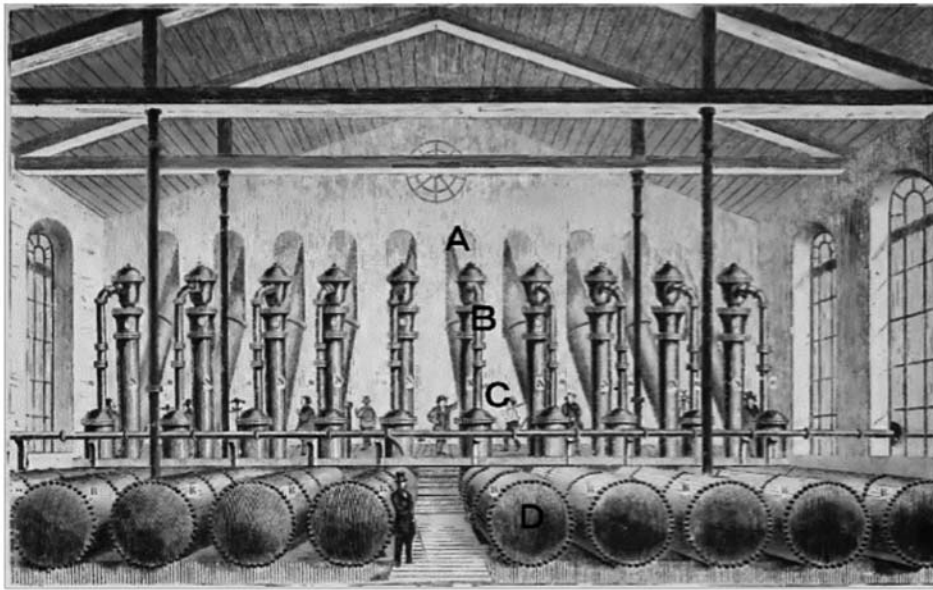


図- 10 モントセニスの圧気工場の内部

は B から受けた圧気を送る送気管で、D は C から送られてきた圧気を受容器である。図 - 8 でその仕組みを見れば、A を通ってきた水流は管の中を通過し、排水弁方向と圧力室方向に流れると、その水流のヘッド（エネルギー）により排水弁部分では勢いよく弁が持ち上げられる。そして排水弁がある高さに到達する（ある位置エネルギーを受ける）と弁が閉まり、その閉められたことで生まれた反動が水撃となって圧力室方向へと伝わり空気を圧縮するという仕組みのものである。圧気機と鑿岩機の組み合わせはこのモントセニスでの成功の後に建設現場と鉱山で用いられるようになり、圧気機や圧気を動力とする鑿岩機を産業用の機械として商品化して売り出すメーカーが登場してきた。1871（明治 4）年にはインガーソル社（Ingersoll company）とランド社（Rand & Waring Drill & Compressor Company）が設立され、その後インガーソル社はサーゼント社（Sergeant Drill Company）やランド社と合併し、1905（明治 38）年にはインガーソルランド社（Ingersoll-Rand Company）となっていった。また、1902（明治 35）年にはライナー社（Leyner Engineering Works Company）が設立された。これらの他にレードローダンゴールドン社（Laidlaw Dunn Gordon Company）やサリヴァン社（Sullivan Machinery Company）やノーウォーク社（Norwalk Iron Works Company）などの製品も日本に輸入された。これらのメーカーによる圧気機の一例を示せば図 -11 がサリヴァン社の蒸気駆動のもの^[14]、図 -12 がノーウォーク社の水力駆動のもの^[15]、図 -13 がインガーソルランドの電気駆動のものである^[16]。これらのメーカーによって作られた製品の類似点は、図 -14 で示す通り^[17]、各原動力（水力、蒸気、電気など）でホイール（fly wheel）を回し、その回転力をクロスヘッドを介してピストンの往復運動に変換して、取り込んだ外気をそのピストン内部で圧縮するという機構とそのための形状である。形状についてはいくつかタイプがあり、発生させたい圧気の容量と圧力によって、一つの気筒（シリンダー）だけを持ち一度

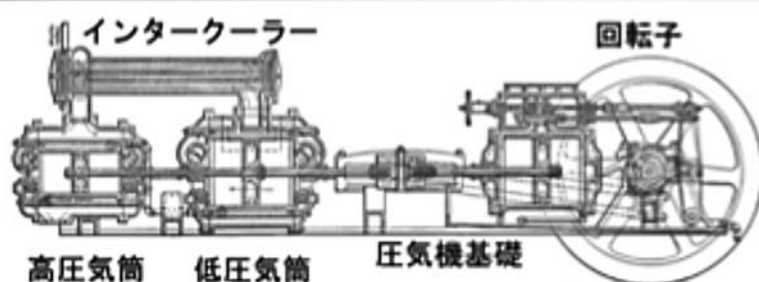
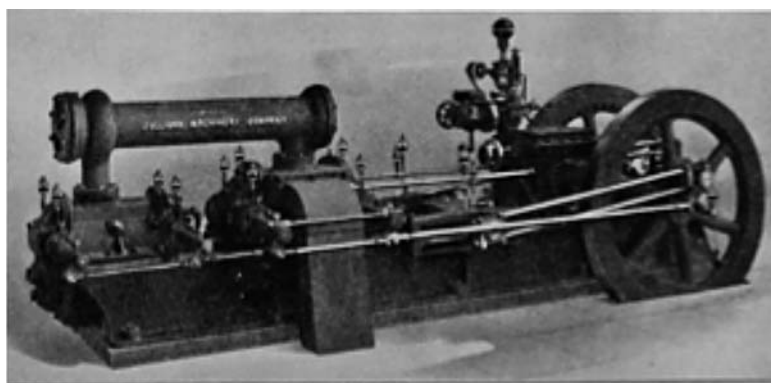


図- 11 サリヴァン社の蒸気駆動圧気機の一例

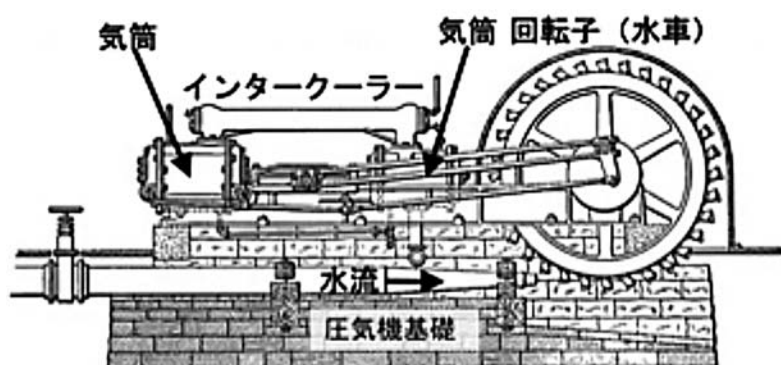


図- 12 ノーウォーク社の水力駆動圧気機の一例

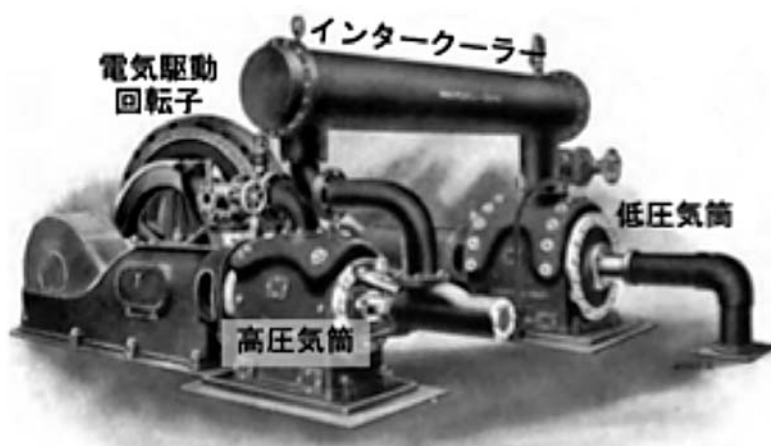


図- 13 インガーソルランド社の電気駆動圧気機の一例

に必要な圧気を生み出すタイプ（single-stage と言われるタイプ）のものか、低圧用と高圧用のそれぞれの気筒を持ち、いったん低圧用の気筒で圧縮したものを冷却して、その後に高圧用の気筒に移し、二段階に分けて必要な圧気を生み出すタイプ（two-stage と言われるタイプ）のものであるのか、さらにその機構の一組または二組が縦一直線上に配置されているもの（straight line と呼ばれる配置）なのか、それとも二組のものが横に並べて配置されているもの（duplex と呼ばれる配置）なのか（それ以上の高気圧を要すれば三組のものが並べられたものとなる）といった違いはあるものの、いずれにせよ各メーカーともその製品である圧気機の基本的な機構と外観は類似したものであった。

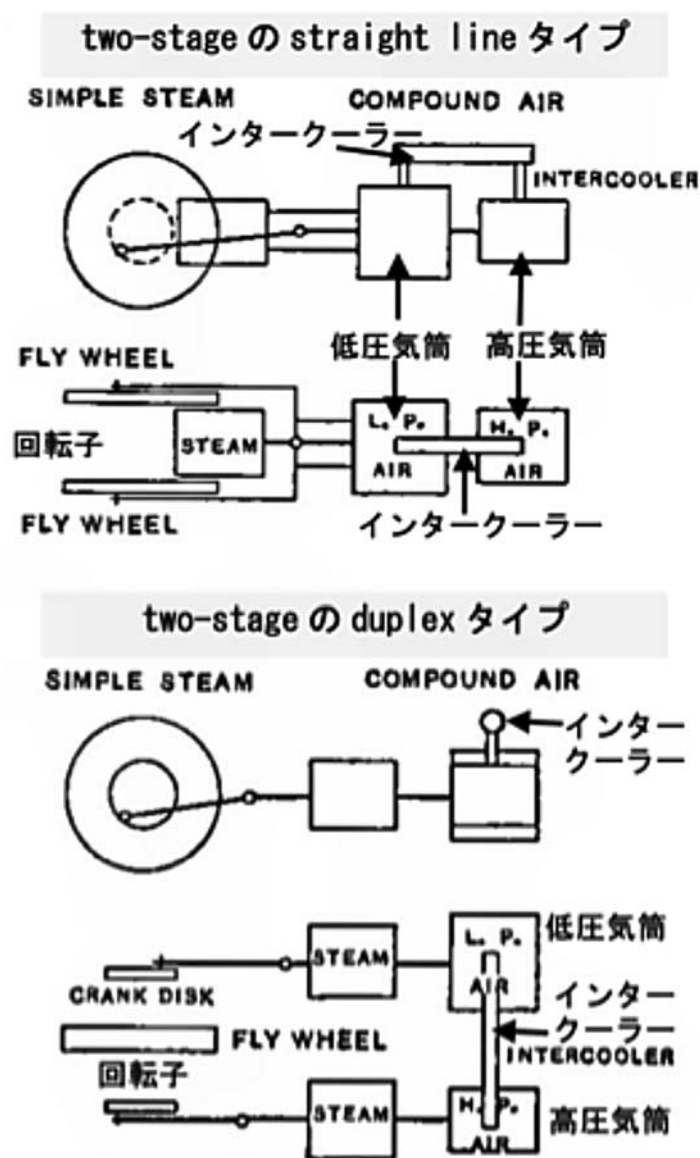


図-14 圧気機の形状タイプの一例

(3) 日本における階段掘りの導入と圧気機

江戸時代の頃から明治時代に入るまでは図-15で示したような格好で坑夫（大工とも呼ばれた者）が品位の高い鉱石だけを見極めそれを斫る採掘方法が採られていた^[18]。この方法では品位の高い部分のみを追って掘り抜いていくため、坑道（間歩とも呼ばれ地中の鉱床を追っていくためや排水のために設けられたトンネル）内は縦横に入り組むことになり、鉱脈（ヒとも呼ばれる樋の字の木へんが金になった字が当てられる目的鉱物が脈状に入っている鉱床）が地下深くに入り込んでいればそれを追って掘るため、採掘の最前線（坑夫が鉱石を採る場）で水がたまり酸素が足りないといった不都合も生じた。つまり、このように運搬や通気や排水上の問題を抱えつつ鉱山の内部に点在する鉱床を部分的に掘り抜いていく、いわゆる「抜き掘り」や「鉋掘り（ハクボリ）」と呼ばれる採鉱方法が採用されていた。

明治時代に入ると、政府の方針により豎坑（垂直方向に掘られた坑道）や斜坑（文字通り傾斜した坑道）や横坑（水平坑道とも呼ばれる坑道）などを組み合わせて鉱山の地下全体に点在する鉱床を捉えて開発していく西洋式の開発方法の採用が促され、各鉱山に広まっていった^[19]。この方法が採用され始めの頃は、坑道の掘進（開鑿）でも、また、鉱床における採掘でも手掘りが採用されていたが、やがて火薬を用いて掘る技術（前述の穿孔と発破による開鑿方法）が西洋より伝えられると、手掘りだけでは掘り進みにくい箇所（硬い岩盤などの箇所）において手掘りと火薬を併用した掘削方法が採られた。そして火薬の併用に伴い坑夫らによって掘る際に使われていた鑿（タガネ）もこのころには斫り落とすための「堀鑿」と呼ばれる先の尖ったタイプのものや「発破鑿」と呼ばれる鑿の先端が蛤のようなカーブを有しているタイプのものが存在し、火薬を用いる際は掘削面にこの発破鑿を当てて回転



図-13 抜き掘り（手掘り）の様子

させながら打ち込んで穿孔し、その孔に火薬を詰め込んで発破する方法が行われていた。鑿岩機は日本には明治前期になってから導入されており、その当初はその大きさや重量、設置の手間、発破後に線粉が舞い次の作業に取り掛かるために時間を要するなどの問題などもあったことから、本格的な導入が進んでいなかった。

明治中期になるとウォーターライナーと呼ばれるライナー社が開発した穿孔中に水を注入しながら穿孔を行う仕組みの鑿岩機（前述した大型の鑿岩機でドリフターと呼ばれるタイプの一つ）のものが採用され始め、また、鉱床全体に対して区画を定め、区画ごとに上向きまたは下向きに階段状に掘っていくいわゆる「階段掘り」という西洋式の採鉱法（ストーピングと呼ばれる鉱床の開発方法）を採用する鉱山も増え、この階段状に掘っていく際に適したストーパーと呼ばれる鑿岩機の導入（輸入）も進んでいった。

表－１ １９２４（大正１３）年頃の各鑛山の圧気機一覧

鉱山名	製造会社	機名	型式※	最高絶対圧力 (ポンド/平方 インチ)	理論容積 (立法尺)	台数
明延	インガーソルランド	XB10	横型直線式二段	114.08	1,051	1
明延	インガーソルランド	NE1	横型一段	114.08	320	1
明延	インガーソルランド	NE1	横型一段	114.08	197	1
足尾	インガーソルランド	PRE2	横型雙聯式二段	138.58	3,659	2
足尾	インガーソルランド	PE2	横型雙聯式二段	138.58	1,870	4
生野	インガーソルランド	XB10	横型直線式二段	134.09	1,051	1
尾去沢	インガーソルランド	PRE2	横型雙聯式二段	149.2	2,032	1
尾去沢	ノードロー・ ダン・ゴールドン		横型雙聯式二段	149.2	925	1
神岡	インガーソルランド	XB2	横型雙聯式二段	113.07	511	1
小坂	ライナー		横型直線式二段	134.27	419	2
小坂	ライナー	ライナー		134.27	514	2
佐渡	インガーソルランド	XB10	横型雙聯式二段	114.55	1,190	2
仙人	インガーソルランド	XB2	横型雙聯式二段	134.42	446	3
土肥	インガーソルランド	XB10	横型直線式二段	94.42	350	1
日立	インガーソルランド	PRE2	横型雙聯式二段	114.12	2,604	2
日立	佃島	ライナー	横型直線式二段	114.12	477	4
別子	インガーソルランド	PRE2	横型雙聯式二段	113.42	2,874	1
別子	サリヴァン	WN4	角型複式二段	113.42	1,374	2
美唄	ノードロー・ ダン・ゴールドン		横型雙聯式二段	114.09	1,062	1
夕張	インガーソルランド	XB10	横型雙聯式二段	134.09	1,520	1
夕張	インガーソルランド	サーゼント	横型雙聯式一段	114.09	638	1
夕張	インガーソルランド	サーゼント	横型雙聯式一段	114.09	776	1
夕張	ノーワーク		横型雙聯式三段	814.09	520	1

※型式欄の「横型」とはシリンダー内のピストン運動が水平方向であるもの
「雙聯式」とは英語では duplex のことで二組以上の機体を並列に配置しているもの
「角型複式」とは英語では angle compound のことで低圧シリンダーが水平（横型）に高圧シリンダーが垂直（縦型）になっているもの
一段とは single-stage のことで二段とは two-stage のこと（それぞれ前述のとおり）

明治時代の後半には坑道の掘進と鉱床の採掘において手掘りと機械掘りと火薬類を用いた発破による採掘作業が併存し、やがて性能を向上させた鑿岩機とそのための圧気機の登場もあり、日本の大規模な金属鉱山では大正期において機械掘りを主とした採鉱法に大きく舵が切られていった。こうして使用される鑿岩機の台数も増え、そのために必要とする圧気も増え、各鉱山ではより排気量が大きく高圧で最新型の圧気機の導入が進められていった。このような情勢から鉱山業界では圧気機の研究報告や調査報告なども行われており、表 - 1 はその報告の中から引用したもので、全国で使用されている圧気機が示されている^[20]。この表から 1924（大正 13）年の段階でインガーソルランドの圧気機が相対的に多く採用されていることがわかる。また、それらの型式は足尾銅山でも採用された PE-2 や PRE-2 などと同じ横型雙聯式二段のもの（duplex、two-stage：水平方向にピストンが動く気筒を有し、取り込んだ外気をまずは低圧用の気筒で一度圧縮しその後高圧用の気筒で二度目の圧縮を行い高圧の圧気を得るタイプのもの、それぞれの気筒がピストン方向に対し並列に配置され一般的にはそれら気筒間の送気の途中にインタークーラーなどが繋げられているもの）が多く、足尾銅山のものが馬力も容積も最大であったと報告されている。さらに、この大正時代では、海外を含め日本の鉱山においても小型圧気機（排気量にして、1,000 立方尺未満のもの）を用いていろいろと遣り繰りすることを経済的ではないとする見方がされており、より大型で運転上の経費が安価なものが好まれていた^[21]。なお、表 - 1 に掲載されている鉱山の中で別子銅山のみが坑内を掘開し大きな圧気工場（動力室）を作り坑内の空気を用いて圧気が作られており、その他の鉱山では主要坑道に近く山裾または山腹（坑外）に頑丈な地区を選定して圧気工場を作り、冷涼で清浄な空気と冷却水の確保と圧気の輸送管の配置に対して最も配慮がなされていた^[22]。

4. 本山動力所の建造に至るまでの経緯

（1）鑿岩機を用いた坑道開鑿の試行錯誤と圧気機

上述のとおり、圧気機は採鉱作業で使われる鑿岩機の動力である圧気（圧縮された空気）を作り出す機械であるため、鑿岩機が導入される場所や台数や種類により、その設置場所、台数、出力（馬力）や種類なども影響を受ける。つまり、鑿岩機の導入の経緯が圧気機の導入の経緯に影響を与えることになる。

足尾銅山において鑿岩機が使用され始めたのは 1886（明治 19）年 1 月の通洞坑開鑿起工の時からであり、このとき「シュラム式」空気鑿岩機（エンジニアの Schram がデザインした鑿岩機）が使用された。なお、同年同月に本山でも横間歩ヒを西に掘り進む際に用いられた。その後も 1888（明治 21）年に小滝でも小滝大堅入の開鑿の際に同型の鑿岩機が使われた。こうして備前楯山直下の鉱源の開発を進めるために 本山、小滝、通洞の各方面で各坑道の開鑿と貫通を進める目的で「シュラム式」空気鑿岩機が使用されてきたが、1897（明治 30）年になると同機の使用が一時中止されることになった。そして同年より 1901 年（明治 34）年まで「シーメンス式」電気鑿岩機が代わりに用いられることになったが、良好な結果が得られなかったため、再び「シュラム式」空気鑿岩機が用いられることになった。なお、

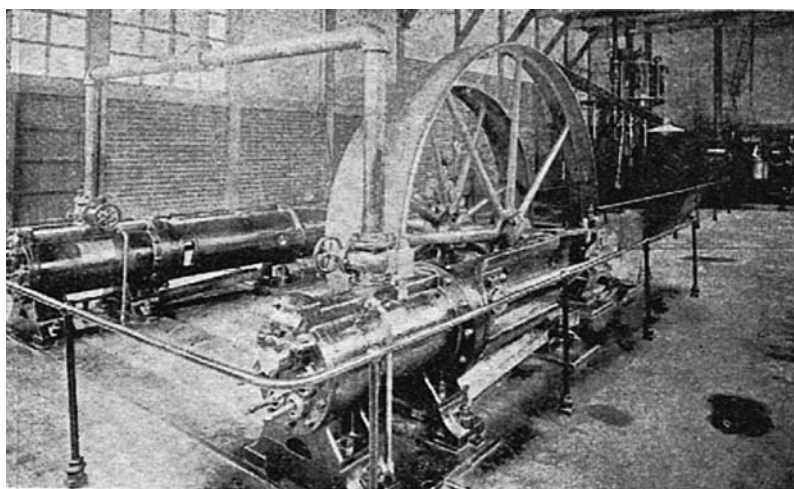
この当時の鑿岩機と坑外に設置された動力所（圧気工場）はそれぞれ写真-3と写真-4のものであったと考えられる^[23]。

さらに、1902（明治35）年になると「ウォーターライナー式」小形空気鑿岩機を用いたり（写真-5はウォーターライナーの一例）、「ジャックソン式」手鑿岩機を用いて良好な結果を残せなかったり、翌年の1903（明治36）年には動力不足のために「シュラム式」と「ライナー式」の両方の使用を中止したものの、翌々年の1905（明治38）年に再びこれらの鑿岩機を用いつつ、「リットルウォンダー式」気槌鑿岩機（ハンマードリル）や「ショー式」気槌鑿岩機なども試用するなどした^[24]。そして、1906（明治39）年には光盛第一堅坑（通洞坑レベルとその下部のレベルを繋ぐ坑内の堅坑）において「ライナー式」中形空気鑿岩機と「ライナー・テリアー」小形気槌鑿岩機を試用し結果が良かったことから翌年の1907（明治40）年から同堅坑に「ライナー式」大形空気圧搾機を増設した。

このように1907（明治40）年までは鑿岩機については各種のものの試用がなされ、その結果、良好であったものが実用されるに至るといった経緯を辿っていた。そして用いられた場所についてみれば、本山方面、小滝方面と通洞方面において、



写真－3 1901（明治34）年以前の足尾の鑿岩機



写真－4 1901（明治34）年以前の足尾の圧気工場

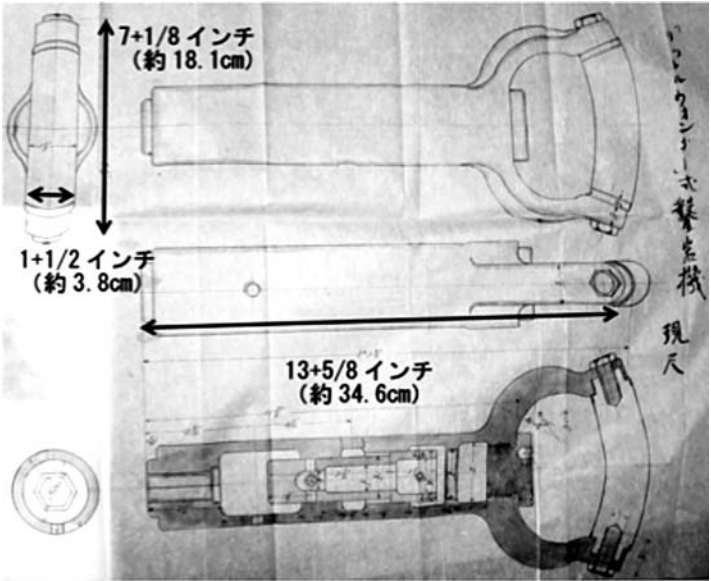
鉦脈などの鉦石の採掘場ではなく、主として坑道の開鑿を急ぐ場で用いられ、それもやがては通洞方面からの開鑿に限定されて使われることになっていった^[25]。表-2は各方面で使用されていた鑿岩機の種類と台数を示したものであるが^[26]、まず



写真－5　ウォーターライナー使用中の様子

表－2　各方面で使用されていた鑿岩機の種類と台数
(1909 (明治 42) 年頃)

鑿岩機	通洞方面での 使用台数	本山・小滝・通洞方面 での使用台数 合計	通洞方面での 使用割合
ライナー式	53	59	90%
リットルウォンダー式	12	19	63%
ショー式	1	1	100%
ライナー式・ロックテリアー	1	1	100%
シーメンス式	1	4	25%
シュラム式		16	0%
インガーソル式	1	1	100%
計	69	101	68%

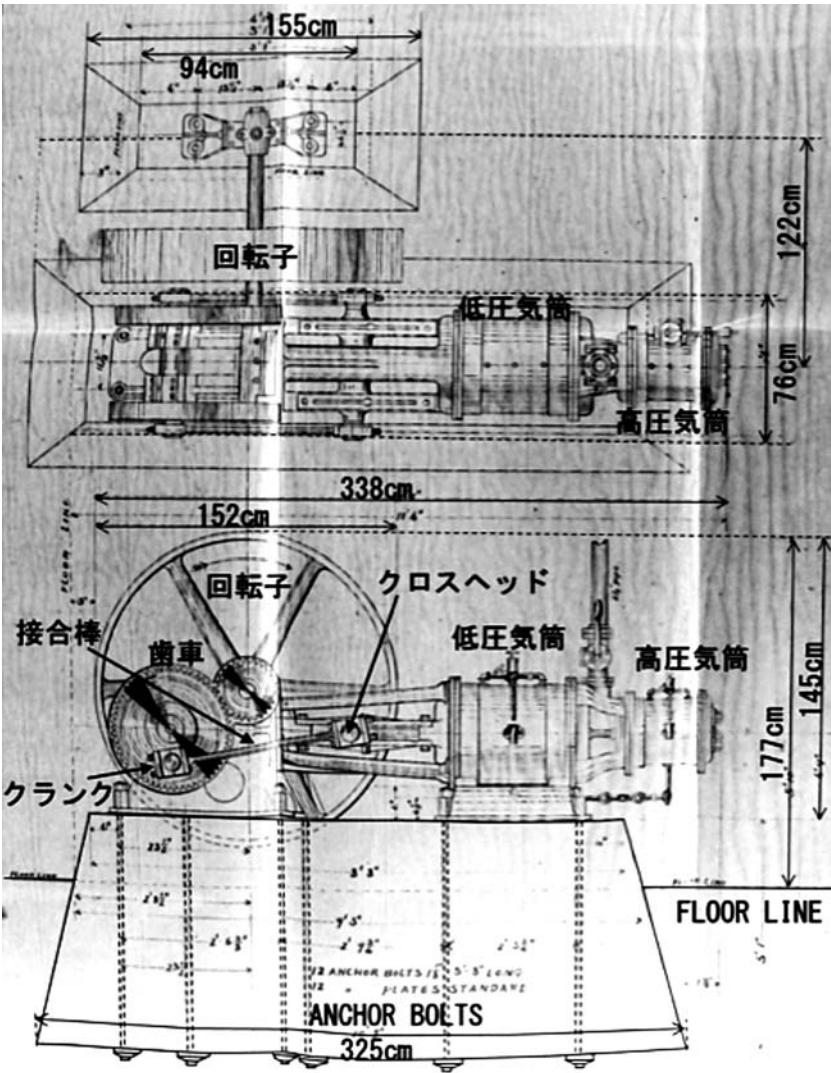


図－16　リットルウォンダー式鑿岩機

はその種類については「ライナー式」のものが最も多く、その次にライナー式で掘って落ちた大塊岩や発破後の岩盤突起部を処理するために用いられた小型の鑿岩機である「リットルウォンダー式」が多く（図-16^[27]）、続いて「シュラム式」のものが多くことがわかる。導入当初は「シュラム式」が用いられ、利便性を見ながら各種の鑿岩機の導入の試行錯誤が行われ、淘汰された結果「ライナー式」のものが1907（明治40）年前後の時期で多く用いられることになっていったものと判断できる。

表ー3 坑内で使用された圧気機の大きさ別台数
（1910（明治43）年頃）

圧気機の 大きさ	ライナー式 三吋鑽の運 転可能数	圧気機の 空気量	圧搾 気圧 (ポンド)	電動機 の馬力	圧気機 の台数
小形圧気機	4	275	100	50	1
中形圧気機	6	314	100	75	2
大形圧気機	8	550	100	100	3



図ー17 ライナー製の2ステージの圧気機

また、圧気機が設置された経緯についてみれば、1907（明治 40）年の頃はライナー式とシュラム式で一台あたり 40 馬力から 50 馬力程度のものが設置されていたが、1910（明治 43）年の直前の段階では全てライナー製で坑内に設置されており、当初は鑿岩機のメーカーが作っているものが導入されていたが、やがて性能的に優れていたライナー性に置き換えられていったという経緯であった^[28]。こうして、1910（明治 43）年のころには表 - 3 で示したように電動機でピストンを動かすタイプの小中大の大きさのライナー製の圧気機が設置されていた^[29]。図 -17^[30] は当時使用されていた圧気機の一つで、写真 - 6^[31] は坑内の様子であり、図 -18^[32] は坑内の圧気機室（いわば坑内の動力所）である。この図の圧気機室は図中の左上の絵から枠（坑木は松、栗、檜などのもので、防腐剤を使わず保持期限は 3 年から 5 年程度）が五本合掌留（五本アーチ留）であり、その他の絵を含めた各寸法からは坑道の中でも「大廊下」と呼ばれるもの（例えば天狗大廊下などの幅 13 尺で高さ 10 尺程度のもの）よりも大きいことがわかる。

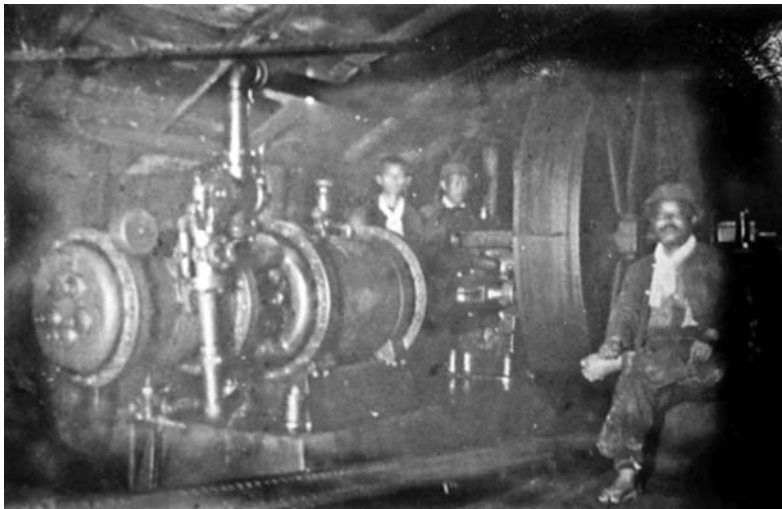


写真 - 6 坑内の圧気工場と圧気機

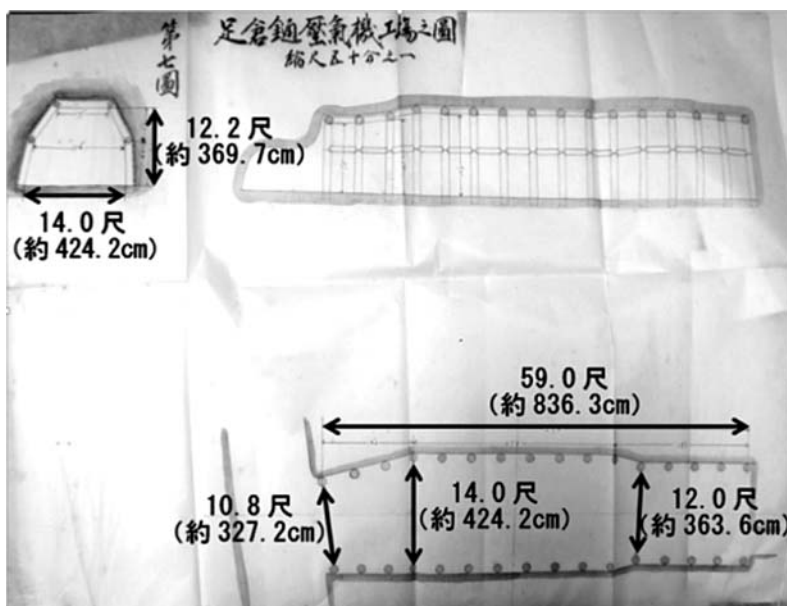


図 - 18 坑内の圧気工場の一例（足倉ヒ圧気機工場）

(2) 鑿岩機の本格導入に伴う坑内における鉄管と圧気機の整備

上述のとおり、1907（明治40）年頃における鑿岩機は通洞方面からの開鑿に限定されるような使われ方がされていたが、採鉱作業の都合上、本山方面や小滝方面からの開発においても鑿岩機使用の必要性が生じ、「ライナー式」を主として「リットルウォンダー式」をその補助として使用するやり方が全山的に採られることになった。そして、本山方面では1908（明治41）年より光盛第二堅坑に設置してある圧気機より横間歩第二堅坑まで4インチの鉄管を敷設し、1909（明治42）年の1月中旬にこれを竣工させ、小滝方面では1907（明治40）年中に小滝地並上盤坑道大タテ入（タテは金へんに盾の字）付近に70馬力（ピストンを駆動させる馬力でこの時の圧気機が電動であったかどうかは不明）の圧気機を一台新設し1909（明治42）年3月より運転を開始して鑿岩機の使用を開始した。こうして、鑿岩機の本格導入とその動力施設である坑内の圧気機設備（坑内圧気工場とその内部の圧気機およびそこから延伸される圧搾空気輸送用鉄管）の整備が本山、小滝、通洞で進められ、本山方面、小滝方面、通洞方面のそれぞれで用いられる鑿岩機の動力（圧搾空気）が、それぞれの方面で賄われるといった素地が形成された^[33]。

(3) 鑿岩機の本格導入に伴う試験の実施

1912（明治45）年になると採鉱方法の一つである「階段掘り」（ストーピングと呼ばれる鉱床の開発方法）を進めるために鑿岩機の一つである「ストーパー」の本格的導入に向けた動きも見られるようになった。これまで「ストーパー」については1895（明治28）年より徐々に試用で用いられてきたが、機械の故障も多く本格的導入に向けた動きは止まっていた。しかし、1912（明治45）年の上季（原文ママ）において本山中で「インガーソル式」ストーパーの試験が行われ、さらに1912（明治45）年上季の時点において本山と通洞で試験が行われ、この開鑿試験の成績で、開鑿量が手掘りで進めるよりも61.9倍で火薬代が2.2倍と、極めて良かったためにこれを用いて階段掘りが本格的に進められることになった^[34]。こうして表-4で示した鑿岩機を含め^[35]、採鉱の作業において「インガーソル」式の鑿岩機が活躍する場が増えつつ、機械掘りが主流となり、その動力を生み出す圧気工場の必要性が増していくことになっていった。なお、足尾銅山におけるストーパーを用いた階段掘りの掘削作業の一例として写真-7（階段掘りには上向きや下向きなどがあり、写真は上向きの掘り方のもの）を示す。この採鉱法は足尾銅山に限らず全国的に昭和の時代にかけて採用されていった^[36]。

表-4 鑿岩機の種別使用台数（明治45年下季）

鑿岩機種別	本山	小滝	通洞
ライナー式五番型C			39
ライナー式六番型八号	8	17	
インガーソル、サーゼント式B廿四番型	17		
ハードソック式リットルウォンダードリル		2	10
インガーソル式ストーパーBC十一番型	6		
インガーソル式ストーパーBC廿一番型	10		
サリバン式DA廿一番型			20
計(台数)	41	19	69



写真－7 ストーパーによる階段掘りの例（足尾銅山）

（４）坑外における新たな動力所の建造

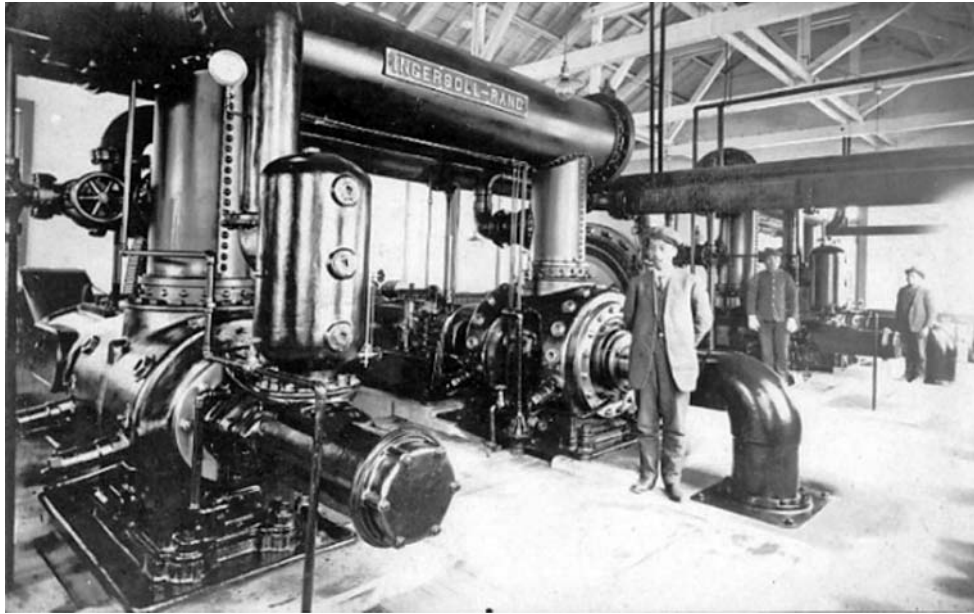
鑿岩機の導入が進んだことで、これまで坑内のそれぞれの開鑿場所近くに散在していた圧気機工場に対応するには不便を来すようになり、ふたたび坑外に大圧気機工場（以降動力所とも記す）を建造して対応することが検討された。まずは通洞方面の工場として1911（明治44）年の上季から「新梨子圧気工場」（以降、通洞動力所とも記す）が新設されることになった。なお、据え付けられた圧気機は「ハリケン・インレット式・PE-2 番クロス・コンパウンド・ダイレクト・コンネクテッド・エレクトリック・ドーズン圧気機」の2台で、最大圧力125フィート、使用圧力100フィート、空気量は毎分1,700立方尺（47.3m³）で、ピストンを直付けの電動機で動かすタイプのものでその電動機は「シンクロナス」式320馬力「エキサイター」30キロワットで毎分1,000回転するものであった。まずは1912（明治45）年上季に1台が据えつけられ、この1台と輸送費等と工場建造費などを含めて総経費約85,443円で、このうち機械費が約37,940円（圧気機1台約32,701円、基礎約3,323円、据付約1,915円）、輸送および装置費で約39,541円、建屋費が約2,940円であった^[37]。そして1912（大正元）年9月に同型の圧気機1台（約32,162円）が追加で据えつけられた^[38]。

(5) 本山動力所及び小滝動力所の建造

1913（大正2）年の段階では、上述した1911（明治44）年建造の通洞動力所の1号機および2号機の圧気機（表-5）から送られて来る空気で全山の殆どを賄っており、これまで使用されてきた坑内の圧気機はその予備として用いられていた。通洞動力所が建造されて間もなくであったが、鑿岩機を用いた全山的な開発が進められ坑内開発（掘進および採鉱の作業）も鑿岩機に傾倒していくこと、また、今後進められるであろう現在よりも下部の開発を考えた場合、空気を遠距離送達する事情から圧力低下（供給不足）も懸念されたことなどから、通洞と同様に同年より本山においても圧気機工場（以降、本山動力所と記す）を建造することになり翌年の1914（大正3）年1月に竣工した^[39]。写真-8はその際の写真と思われる^[40]。さらに、その後の1916（大正5）年、小滝においても圧気機工場（以降、小滝動力所と記す）が建造されることになった^[41]。こうして坑内の圧気機は廃止され、坑外の動力所で賄われるという形が出来上がっていった。なお、空気の供給が坑内から坑外へと切り替わったことで、これまでと比較し好都合な部分と不都合な部分も生じるようになったが、好都合な部分については、高温多湿で膨張している空気を用いなくて済むこと、坑外からの空気が供給されることで坑内の通気的环境も良くなり労働環境が良くなること、坑内の空気ほど亜硫酸を含まないので圧気機の故障も少なくなること、坑内に散在していた圧気工場が本山と小滝と通洞の三箇所に限定されるので監督上都合が良いこと、圧気機の気筒を冷やすための冷却水を得やすいこと、圧気機を動かすための動力線（電線）などを遠距離架設しなくて済むことなどがあった。そして、不都合な部分としては、圧搾空気を坑外から引き込むための鉄管に多くの費用を要すること、切羽などの各作業場に引き込む距離が長くなることから空気の漏えいと管内摩擦などから損失（圧力低下）が多くなることなどが見込まれた^[42]。

表-5 各動力所に導入された圧気機と現存状況

機体番号	クラス	当初設置年および設置場所	移設先	2018 (平成30年) での状態
1号	PE-2	1911(明治44)年 通洞動力所 (新梨子圧気機工場)		不明
2号	PE-2			不明
3号	PE-2	1913(大正2)年 本山動力所 (本山圧気機工場)		不明
4号	PE-2			現存
5号	PRE-2	1916(大正5)年 小滝動力所 (小滝圧気機工場)	通洞動力所 (新梨子圧気機工場)	不明
6号	PRE-2		本山動力所 (本山圧気機工場)	不明
7号	PRE-2	1927(昭和2)年(増設) 通洞動力所 (新梨子圧気機工場)		不明
8号	PRE-2	1930(昭和5)年(増設) 本山動力所 (本山圧気機工場)		現存
9号	PRE-2-X	1939(昭和14)年(増設) 通洞動力所 (新梨子圧気機工場)		不明



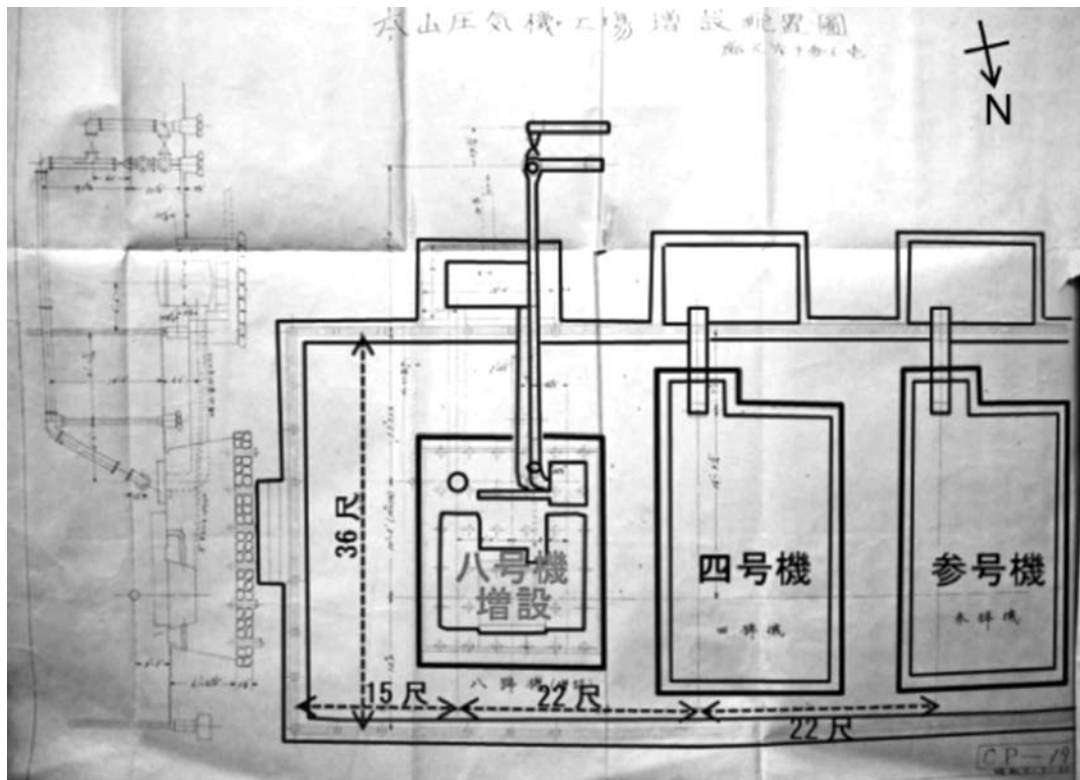
写真－8 本山動力所の内部（手前3号機、奥4号機）

5. 設置された圧気機と本山動力所の増改築

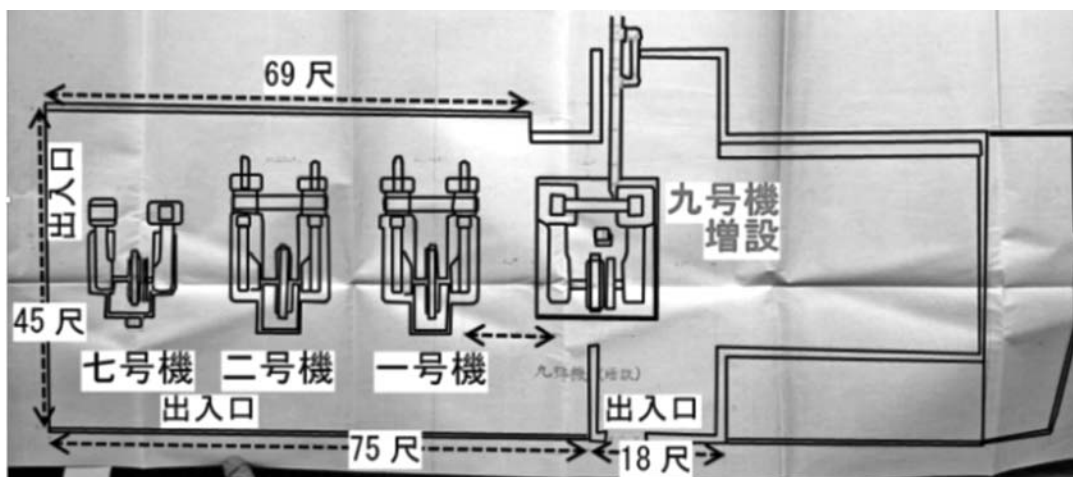
（1）各動力所に設置された圧気機

足尾銅山において通洞、本山、小滝の動力所に導入された圧気機は当初それぞれ2台ずつで、それぞれ番号が振られ管理がされていた。通洞のものは1号機と2号機、本山のものは3号機と4号機、小滝のものは5号機と6号機であり、1号から4号機はインガーソルランド社製でCLASSはPE-2と呼ばれるものであり、5号と6号機は同じくインガーソルランド社製でCLASSはPRE-2と呼ばれるものである。その後、1927（昭和2）年には7号機（インガーソルランド社製でCLASSはPRE-2）が通洞動力所に増設され^[43]、1930（昭和5）年には図-19のように8号機（インガーソルランド社製でCLASSはPRE-2）が本山動力所に増設され^[44]、1939（昭和14）年には図-20のように9号機（インガーソルランド社製でCLASSはPRE-2-X）が通洞動力所に増設された^[45]。さらにその後も小滝の方面での圧気機の使用が無くなったことから^[46]、それらが移転された結果、通洞動力所には1号、2号、7号（増設分）、9号（増設分）、5号（小滝からの移設分）が整備され、本山動力所には3号、4号、8号（増設分）、6号（小滝からの移設分）が整備されていった^[47]。主として鑿岩機用として使用されたがその他にも空気捲揚機（タガーホイスト）の動力やその制動機用としても用いられていた^[48]。

以上を纏めると圧気機は前掲の表-5のとおりとなる。



図－19 本山動力所の8号機増設時の申請図面



図－20 通洞動力所の9号機増設時の申請図面

(2) 現存する圧気機

これまで、圧気機の移設というものが行われた経緯があり、さらに通洞動力所および小滝動力所の圧気機が現存していなかったため、本山動力所内に現存していた2台の圧気機の系譜が不明であったが、上述の経緯と現存する圧気機を照らし合わせ写真-9のように4号機と8号機が残されていることが明らかとなった。写真-10は4号機に取り付けられていた銘板で写真-11は8号機に取り付けられていた銘板であり、それぞれCLASSはPE-2とPRE-2であることも確認された。また、図-21はインガースランド社のカタログに掲載されていたPRE-2の機体であり、この図および機体の解説と8号機(PRE-2)を照合したところ、ほぼ欠損なく残っていることが判明した^[49]。



写真-9 現存する4号機(手前)と8号機(奥)



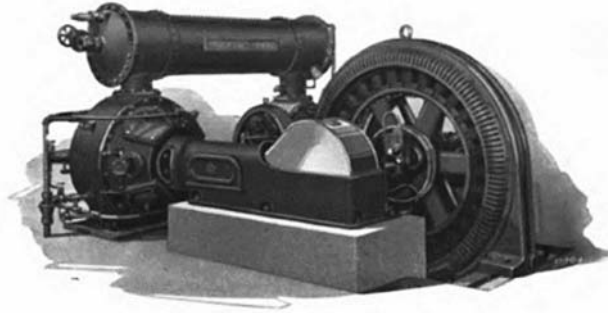
写真-10 4号機の銘板の確認状況



写真-11 8号機の銘板の確認状況

PRODUCTS CATALOG

Class “PRE-2” Air Compressors Direct-Connected Electric Motor Drive Discharge Pressures 60 to 115 Pounds

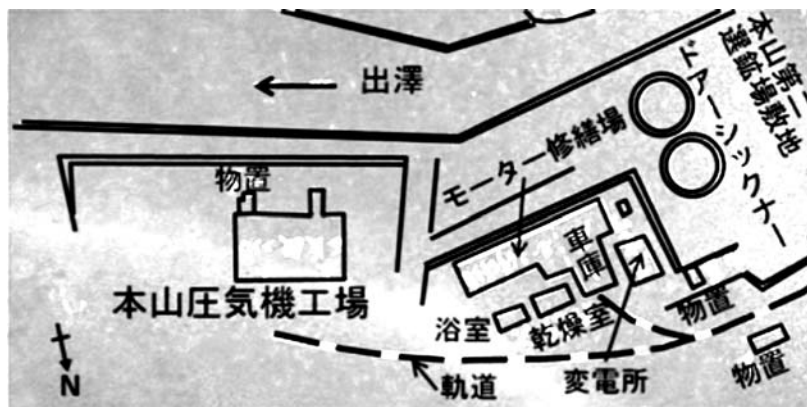


Class “PRE-2” Compressors are of the duplex, two-stage construction having the rotor of the electric motor direct-connected to the compressor shaft. The heavy tangye frame construction is entirely enclosed and dust-proof, removable covers affording ready inspection of all running parts. Air cylinders are fitted with Ingersoll-Rand plate valves for both intake

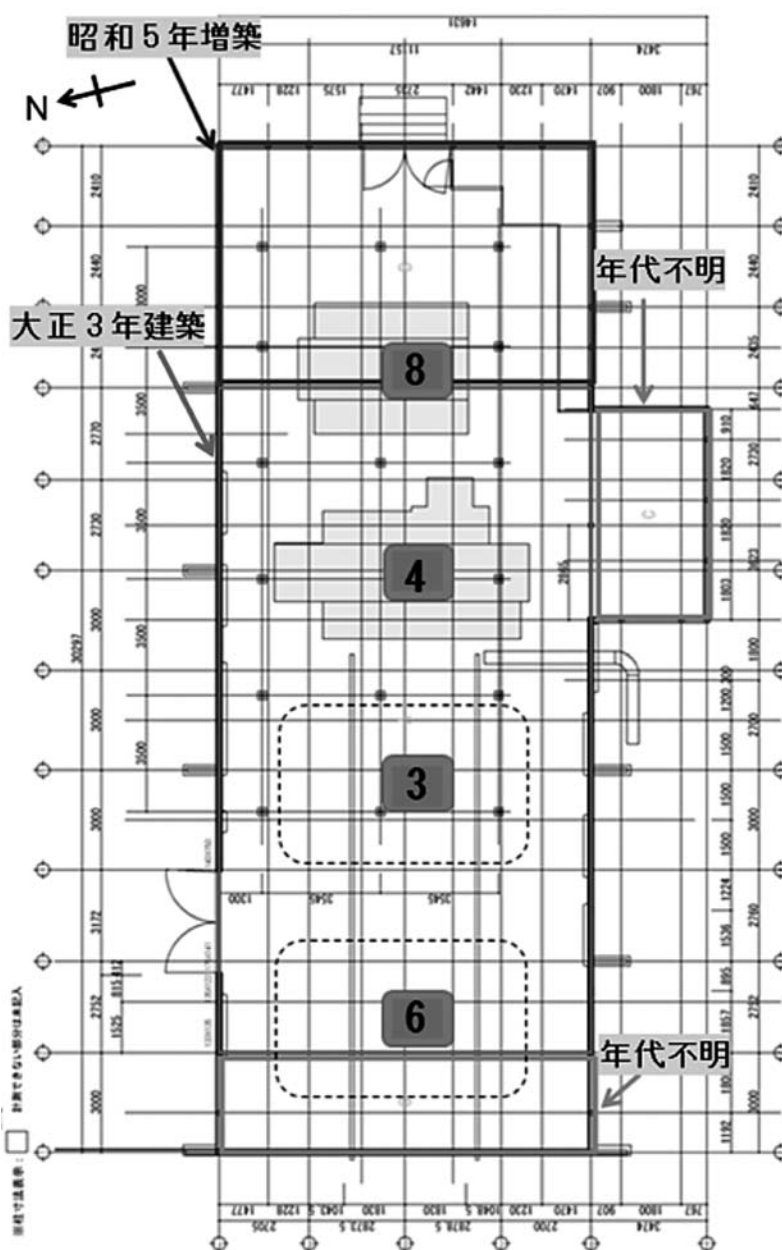
図－21 カタログ掲載のPER-2の図と解説

（３）本山動力所の増改築

本稿で取りまとめられた圧気機設置の経緯によれば、前掲の表 - 5 のように、本山動力所に設置されていた圧気機は増設および移設も含めると最大で４台となる。図 -22 は 1927（昭和 2）年 9 月の本山動力所とその周辺の様子を表すものであり、この当時は 3 号機および 4 号機の 2 台が格納されていた時期である^[50]。本山圧気機工場の敷地は出澤の上流側ではモーター修繕場や浴室の敷地と接している。この後の 1930（昭和 5）年には前掲図 -19 のように 8 号機が増設されるため、図 -22 の東側の部分が拡張され増築され、また、1956（昭和 31）年の夏の時点よりも前に 6 号機が移設されるため、図 -22 の西側の部分がさらに拡張され増築されたはずである。このことは現在進めている建屋の調査（栃木県建築士会への委託調査）においても、図 -23 のように建造当初の部分とその後の増築された部分とが明らかとなった^[51]。本山動力所の建屋は木造軸組（クイーンポストトラス）構造、平屋建て、切妻屋根で屋根棟部に 2 か所の採光用の腰屋根が取り付けられている。本山動力所に限らず、一般的なこととして、動力所（圧気工場）には日常の管理不足や運転トラブルなどにより圧気機を停止させ場合、採鉱作業が停止されることとなり、鉱山の操業上大変不都合を生じることになる。そのため、清澄で塵埃を含まない空気を確保し、清掃および点検などが適切に行えるよう、換気と採光に配慮した造りが求められる。本山動力所の建屋は 1914（大正 3）年 1 月に竣工した箇所を基として、換気と採光が行える造りを保ちつつ増改築が進められてきたものと推測できる。



図－22 本山動力所とその周辺施設（昭和2年）



図－23 本山動力所建屋の増改築状況調査

6. 遺構調査の実施と保存対象

上掲のとおり、本山動力所の増改築の経緯と歴史的背景が明らかになり、現在、建屋（上物類）の修復とその遺構の調査が進められている。今後、歴史的背景および動力施設の機構を表している部分を特定し保存活用へとつなげる必要があるため遺構調査を実施した。以降ではその調査結果を示す。なお、建屋の修復については現存していた材料を用いて修復するため、解体後に保管されている。写真-12 は方角や番号などが付せられて保管された建屋の壁や柱や梁で、写真-13 は動力所施設内外の鉄管、写真-14 は解体後の同施設の様子である。



写真－12 保管された本山動力所の木材



写真－13 本山動力所内鉄管の取り纏め作業



写真－14 解体直後の様子

(1) 動力所基礎（コンクリート基礎）

建屋の解体後において風化等によって生じていた施設の埋没部分を明らかにする作業を写真-15のように行った。その後、コンクリート基礎の状態を確認したところ、当初より一体的に打たれたものではなく、打たれた年代に差がある部分（増設部分）があることが確認された。写真-16と写真-17に示したものはその際のコンクリート基礎の目視と打音による検査の様子である^[52]。さらに年代の差を明らかにするため、コンクリートの劣化具合（打設当初はアルカリ性であったコンクリートが経年変化によって中性化していく具合）をコア抜き調査により確認を行った。写真-18がその選定の際の様子で、写真-19がコア抜きの様子、そして写真-20が各コアにフェノールフタレイン溶液を吹きかけて外気に曝されていた部分が（表面などから）どの程度中性化が進行しているかをノギスで計測している作業（酸素にさらされている時間が長いほど酸素をその内部に取り込み中性化が進み色が赤紫色ではなくなるのでその長さをノギスで測っている作業）の様子である^[53]。これによって基礎の中性化には相対的な差が存在し、部分的に年代の異なる部分が存在していることが確認された。



写真－ 15 基礎の埋没部分の掘り出し作業



写真－ 16 基礎コンクリートの目視及び打音調査



写真－ 17 圧気機基礎の目視及び打音調査



写真－ 18 コア抜き箇所確認調査



写真－ 19 コア抜き作業



写真－ 20 コアの中性化具合の計測

(2) 圧気機

圧気機については前掲の図 -19 と図 -23 で示した配置で残っており、写真 -21 が 4 号機 (PE- 2) をその南東側より写したもので、写真 -22 が 8 号機 (PRE- 2) をその南西側から写したものである。それぞれ、写真に写る左側の気筒が高圧気筒で右側の気筒が低圧気筒であり、まず低圧側の気筒が弁を通じて外気を取り込み、一度圧縮し、その圧縮後のものを高圧側の気筒でもう一度圧縮する Two-stage と呼ばれるタイプのもので、取り込まれた外気の体積が圧縮後に減少するので、高圧側の気筒の大きさは低圧側の気筒の大きさよりも小さく設計されている。両気筒の上に架かっているものが冷却装置 (インタークーラー) である。この冷却措置には外部から送られてきた水で満たされており、それぞれの気筒で圧縮されることにより高温となった空気を冷やすための装置である。また、写真 -23 と写真 -24 はそれぞれ 4 号機 (PE- 2) のと 8 号機 (PRE- 2) の回転子側のもので、電動駆動のものが写っている。ここから生み出された回転力がクランクを経てピストン運動に変換され各気筒内の空気を圧縮する。なお、生み出された圧気の圧力にシンクロして必要な圧力を保つように回転力が調整される仕組みとなっている。

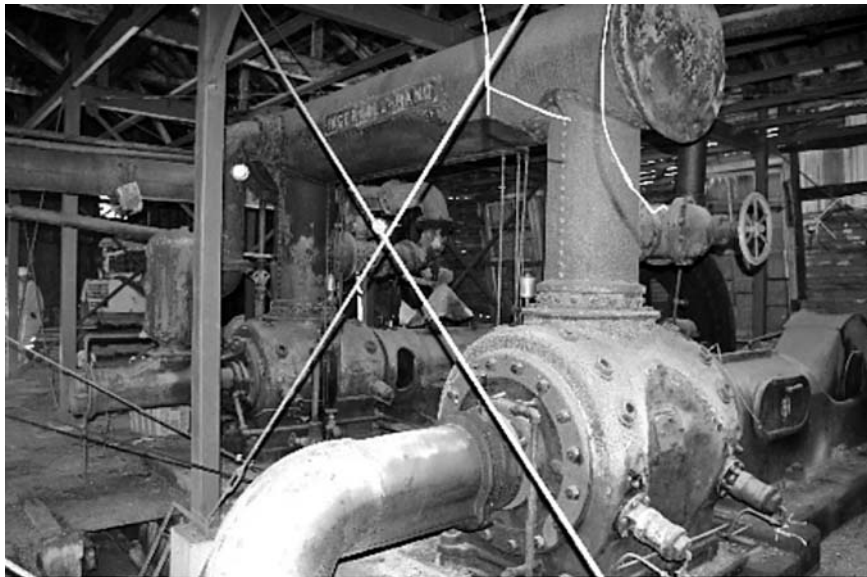


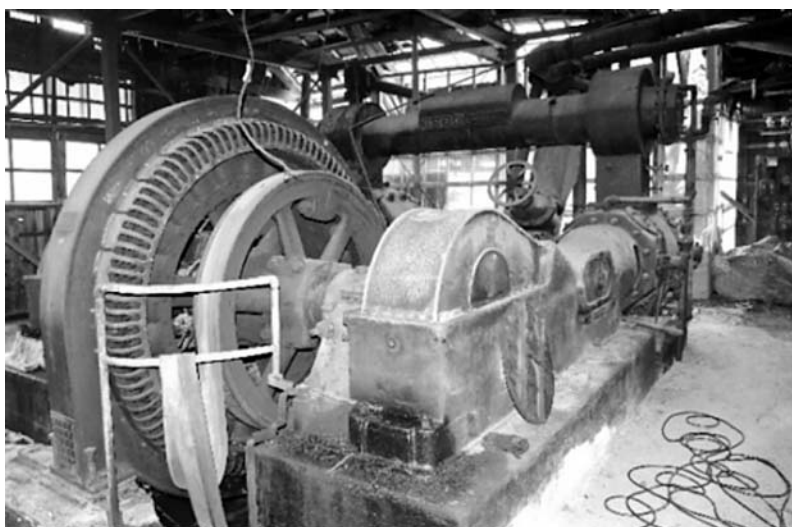
写真- 21 4号機 (PE- 2) 気筒とインタークーラー



写真－22 8号機 (PRE- 2) 気筒とインタークーラー



写真－23 4号機 (PE- 2) 電動回転子



写真－24 8号機 (PRE- 2) 電動回転子

(3) 圧気機基礎（3号及び6号圧気機の基礎）

写真-25と写真-26はそれぞれ前掲図-23で示した3号機と6号機の位置から発見された圧気機の基礎の跡である。本研究の文献調査の結果の裏付けとなるものであるとともに、管理上の都合から低圧および高圧気筒と回転子が管理しやすい位置に来るような深さが確保されており、鉄板を敷いてコンクリート基礎に固定されていたこともわかった。



写真-25 3号機基礎



写真-26 6号機基礎

(4) 受電設備と操作盤および運転手順説明板

写真-27 が電力を施設内に引き込むための受電設備であり、写真-28 のものが圧気機を運転する際の操作盤と推定されるものである。また、写真-29 のものは建屋内に掲げられていた運転手順説明板であり、運転前にすべき点検事項と運転方法が書かれている。その内容は主として6号機のものであるが、3号機と4号機についても触れられており、前述の文献調査による結果を裏付けるものでもある。



写真- 27 電力を引き込むための受電設備

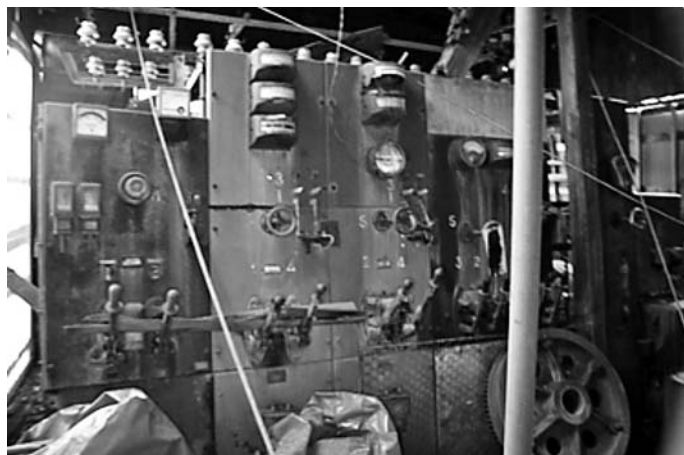


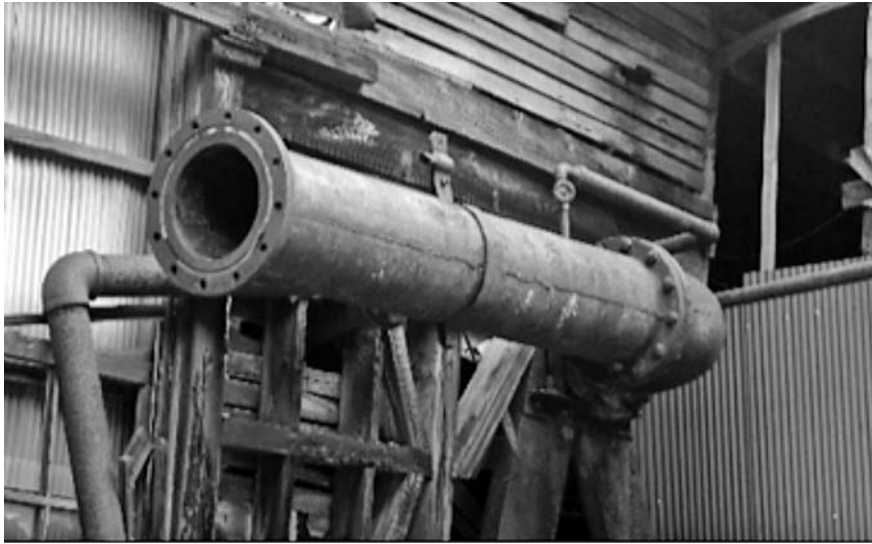
写真- 28 圧気機操作盤



写真- 29 運転手順説明板

(5) 圧気輸送用鉄管および支柱

写真-30 は建屋外に出ている圧気輸送用の鉄管で建屋内の圧気機と繋がっているもの。さらに写真-31 の左側のものは輸送用の鉄管を支えたと思われる支柱で本山坑口方面に向かって並べられていることが確認された。



写真－30 圧気輸送用鉄管



写真－31 鉄管を支えた支柱

（６）給水用設備（ポンプ、排水管等）

圧気および圧気機を冷却するため（インタークーラー等）に水を供給し続けるためにその給水用の設備が必要である。写真 -32 のものはそのためのポンプであり、写真 -33 はそのポンプと接合していたであろうと推測される給水管の跡で、写真 -34 はその管の延長上に存在が確認された設備で今後とも確認が必要なものである。

（７）排水用設備

圧気機で圧気が作り出される際に、取り込んだ外気中の水分がシリンダー内で凝集され水滴が生じることになる。そのため、生じた水を施設外へと排水する設備も必要となる。写真 -35 のものは本山動力所の南側に流れる出沢沿い（出沢との位置関係については前掲図 - 1 参照のこと）に設けられた排水用設備（排水管と口）であり、圧気機一台ごとに一つずつあったことが確認された。



写真－ 32 給水用ポンプ



写真－ 33 給水管の一部



写真－ 34 その他の給水関連設備



写真－ 35 動力所と繋がる排水用設備

7. 本研究のまとめ

(1) 歴史に関するまとめ

西洋において採鉱技術の向上とともに鑿岩機やその動力を生み出す圧気機の技術の向上が19世紀において加速し、鉄道や運河などの土木事業や鉱山において用いられていった。この技術によって鉱山では採鉱の場で機械化が進み、階段掘りなどの鉱脈（鉱床）の開発方法とも合わさり、それに適したタイプの鑿岩機や圧気機が商品として登場し始めた。それらは、後にドリフターやストーパーやハンドドリルなどと呼ばれることになる鑿岩機や、機構上コンパクトな形状を採用できる横型（水平にピストン運動する）でより排気量が大きい（1,000立方尺以上の）圧気機であった。そして、日本ではこれらを用いることにより、大正期以降に採鉱の機械化が加速していくことになった。足尾銅山において各主要坑口の近くに動力所が再建されていく過程はその先駆的一例でもあった。本研究を通じて、本山動力所の歴史的系譜が明らかとなった。

(2) 遺構に関するまとめ

本研究での文献調査を通じて当時の圧気機の機構や同施設に必要な設備の確認も行えたことで、建屋のコンクリート基礎、圧気機、圧気機基礎、受電設備、操作設備（操作説明板含む）、圧気輸送用鉄管、給水用設備、排水用設備の確認を行うことができた。建屋のコンクリートについては増設や埋め戻しなどが部分的に散見されたが、中性化の進行具合を分析することで、より正確な判断が行えたといえる。今後、これらの遺構と修復されるであろう建屋を、採鉱の機械化の歴史の証として保存し、来訪者に説明し得るように整備していくことがふさわしいと考えられる。

8. 今後の課題

本山動力所の歴史的価値を理解する上で、鑿岩機と圧気機の仕組みや用いられ方についての理解も必要である。見学会などの遺産を活用する場面では、それらを学べるような場を設定するか、もしくは、見学者が学習できるような仕組みや施設があるとよい。また、現位置に保存されている圧気機自体が高価なものであること、また、遺産が沢沿いに位置しており排水用設備を見る際に足場が危険な箇所があることなどから、十分な警備と保安がなされる仕組みも検討されるべきである。

謝辞：本調査を進めるにあたり、文献調査においては古河機械金属株式会社、東京大学附属図書館および九州大学附属図書館の協力、お茶の水女子大学による史料整理の恩恵を受けた。さらに内容については河東義之氏（小山工業高等専門学校名誉教授）、中山俊介氏（東京文化財研究所）、大須賀信人氏（栃木県建築士会）から指導を頂いた。また、予算についてはJSPS 科研費（奨励研究、課題番号：18H00272）の助成を受けた。ここに記して感謝の意を表したい。

注

- [1] 図 -1 については文献 49) の図 - 1 で既載のもの。この図の足尾銅山の全体図については 1913 (大正 2) 年に発行されたものに地区名、河川名、主要施設位置、坑口、坑道などの記載を加筆した。写真 - 1、写真 - 2 はそれぞれ文献 48) の写真 - 1、写真 - 2 で既載のもの。
- [2] 鑿岩機と火薬に関する内容は文献 37) の pp.1-7 と文献 38) の pp.189-222 と文献 39) の総合年表の記載を参考とした。また、図 -2 は文献 38) の p.195 の fig82 を引用し加筆した。
- [3] 図 - 3 は文献 38) の p.191 の fig81 を引用し加筆。
- [4] 鑿岩機に関する内容は文献 37) の pp.1-7 と文献 38) の pp.189-222 を参考とした。
- [5] 図 - 4 は文献 38) の p.195 の fig82 を引用し加筆。
- [6] 鑿岩機に関する内容は文献 37) の pp.1-7 と文献 38) の pp.189-222 を参考とした。
- [7] 図 - 5 は文献 37) の p. 3 の fig 3 を引用し加筆。
- [8] 図 - 6 は文献 37) の p. 2 の fig 1 を引用。
- [9] 文献 40) の序文記載の内容と文献 15) と文献 41) の内容を参考とした。
- [10] 図 - 7 は文献 42) の図を引用し加筆。
- [11] 図 - 8 は文献 43) の図を引用し加筆。
- [12] 図 - 9 は文献 44) の p.121 の fig38 を引用し加筆。
- [13] 図 -10 は文献 44) の p.125 の fig39 を引用し加筆。
- [14] 図 -11 は文献 40) の pp.136-137 の図を引用し加筆。下の図は上のものに合わせ左右を反転させた。
- [15] 図 -12 は文献 40) の p.144 の図を引用し加筆。
- [16] 図 -13 は文献 40) の p.15 の CLASS.PE の図を引用。
- [17] 図 -14 は文献 40) の p.133 の図を基にした。
- [18] 図 -15 は文献 46) の p. 9 から引用。
- [19] 「抜き掘り」や「鉋掘り (ハクボリ)」と呼ばれる採鉱方法が採用されていた経緯、そしてその後に明治政府により西洋の採掘法が促され全国に広まっていったことについては文献 1) の pp.110-163 と文献 48) の pp.82-164 の内容を論拠とした。また、日本坑法と鉱業条例の条項にも反映されており、「抜き掘り」や「鉋掘り (ハクボリ)」のように品位の高い鉱床を追って掘り進めるのではなく、鉱区を定め、測量をした開発を前提とし、政府に許可をとる形となっている。このように方針を法律にも反映させていた。
- [20] 表 - 1 は文献 15) の pp.828-829 の第二表を基にした。
- [21] 内容は文献 14) と文献 15) を参考とした。
- [22] 内容は文献 14) と文献 15) と文献 16) を参考とした。
- [23] 内容は文献 47) を参考とし、写真 - 3 と写真 - 4 は pp.8-9 の挿入部から 10 と 9 の写真を引用。
- [24] 文献 21) の pp.92-109 から引用した。鑿岩機使用の開始が 1886 (明治 19) 年であることについては文献 2) にも記載があり、同文献 pp.90-91 では本山で 1886 (明治 19) 年 1 月から用いられていること、pp.93 では小滝では 1888 (明治 21) 年 4 月から用いられていることさらに p.95 では通洞で 1886 (明治 19) 年 1 月

から使用を開始していることが確認できる。また、この時期にいろいろな鑿岩機が使用されていることがわかるが、文献 21) によれば「シーメンス式」電気鑿岩機と「ジャックソン式」手鑿岩機と「リットルウォンダー式」気槌鑿岩機および「ショー式」気槌鑿岩機については良好な結果を残せなかったと記されている。なお、写真 - 5 は文献 49) の写真 - 3 で既載のもの。1909 (明治 42) 年頃のものであるがウォーターライナーを使用している例として文献 21) から引用し掲載した。鑿岩機に二つ管がつながっており、一つは空気が送られて来る管で、もう一つは写真中央の左側にある水の入ったタンクから水を得るものであり、その水がせん孔中の緑粉を押し出す働きをする。

- [25] この時代、手掘りで掘る鉱夫は「坑夫」と呼ばれ、鑿岩機を操作して坑道などの開鑿を進める鉱夫は「進鑿夫」と呼ばれていた。なお、文献 21) の p.93 の中で 1907 (明治 40) 年に光盛第一堅坑と簀子橋堅坑下に圧気機を設置し、横間歩第三堅坑では鑿岩機を使用していることが記されているが、これらはどれも通洞方面の開発として位置づけられる。そのため、1907 (明治 40) 年では鑿岩機は通洞方面でのみの使用となっていたことが窺える。
- [26] 文献 21) の p.93 の表を引用し加筆した。
- [27] リットルウォンダー式鑿岩機の図は文献 21) の pp.102-103 に挿入された図面を引用し加筆したもの。
- [28] 1907 (明治 40) 年の頃の圧気機については文献 22) の pp.67-68 の掲載内容を引用し、1910 (明治 43) 年の頃の圧気機については文献 21) の p.105 から引用した。なお、文献 21) の同記載によれば、ライナー式は鑿岩機 4 台を動かすことができ、シュラム式は鑿岩機 3 台を動かすことができ、シュラム式のものはライナー式のものに比べて劣ると記されている。
- [29] 表 - 3 は文献 49) の表 - 2 で既載のもの。文献 21) の p.105 の表を引用した。
- [30] 圧気機の図は文献 21) の pp.104-105 に挿入された図面を引用し加筆したもの。ライナー製の圧気機が使用されていたことを示す重要な証拠である。この図で示すようにこの圧気機には大きさの違うシリンダー (低圧気筒と高圧気筒の 2 つの部分) が確認できる。なお、図面にも「LEYNER」および「TWO STAGE」と記載があることを確認した。また、電動ではあるが、後に本山動力所に導入されることになった圧気機と異なり、電動モーターが直付けされたタイプのものではなく、並列設置の回転子を電動で生み出した回転力で動かすタイプのものであることがわかる。本調査によって新たに示された知見である。
- [31] 写真 - 6 は文献 49) の写真 - 4 で既載のもの。文献 21) の pp.106 に挿入された写真を引用した。写真には圧気機と機械夫が写っており、坑内の圧気機工場の存在と様子を示す重要な証拠である。
- [32] 図 - 18 は文献 49) の図 - 4 で既載のもの。文献 22) の pp.63-64 に挿入されていた図を引用し加筆した。同文献の年代から 1907 (明治 40) 年ごろの坑内における圧気機工場 (いわゆる坑内の動力所) の様子を知り得る。足倉ヒは本山方面のヒである。

- [33] 文献 23) の pp.46-47 の記載内容を参考とした。
- [34] 文献 24) の pp.23-26 の記載内容を参考とした。火薬代については開鑿量が増えれば消費量が増えるので、手掘りで進めた場合、ストーパーと同じ量を掘るとすると火薬代も 61.9 倍程度になる理屈が成立つ。しかし、火薬代が 2.2 倍ということは $2.2/61.9$ で、 $1/28.1$ 程度に代金を抑えたことになる。つまりストーパーの使用により作業能率が著しく向上しつつも単位開鑿量に対する火薬代を著しく抑えたことになる。この後の時代も鑿岩機の導入が進むため、開鑿量が増えていくが鑿岩機が導入されることで消費火薬量が減るのではなく、増えることになるので、その点、注意を要されたい。なお、本文中の「インガーソル式」ストーパーと記載の部分については、文献 24) の p.23 では「ハードソック式」と書かれており、同文献の p.43 では「ハードソック式」との記載が「インガーソル式」に加筆修正されており、本調査中では「インガーソル式」を採用し、記載している。また、1912(明治 45)年の本山と通洞の試験の後すぐにまた本山で試験が行われている。
- [35] 表 - 4 は文献 49) の表 - 3 で既載のもの。表の鑿岩機の種別と台数については文献 25) の pp.34-35 から引用した。
- [36] 文献 1) および文献 48) を参考とした。
- [37] 文献 24) の pp.65-67 を引用した。1911(明治 44)年の上季に工事に着手し、1912(大正元)年の 9 月に 2 台のインガーソルランド社の圧気機を据え付けいったん工事を終えた。
- [38] 文献 25) の pp.60-61 を参考とした。
- [39] 表 - 5 は文献 49) の表 - 4 で既載のもの。文献 26) の p.45 の内容から、通洞動力所のみでは何れ不足を来すため本山動力所を建造していたと判断した。
- [40] 本調査の文献調査時に古河の資料の中から発見した古写真。
- [41] 文献 27) および文献 28) 中の工作課の報告の中で特に経緯を知ることができる。小滝の動力所は圧気機の到着が予定よりもずいぶんと遅れたため竣工も遅れた。文献 27) では 1916(大正 5)年 2 月の記載に「小滝圧気機工場新設工事ハ合宿所移轉終了シ目下造作ニ従事ス」とあり、さらに 11 月の記載に「小滝圧気機工場新設工事 同機据付ヲ了シ試運轉ニ着手シタルモ機械ノ一部未着ノ為メ来季ノ繰越」とあり、文献 28) では 1916(大正 5)年 12 月の記載に「小滝圧気機工場新設 用水引込ソーダ水槽等約八分通り進工」とあり、建屋を含めた動力所全体の竣工は 1916(大正 5)年の年末かそれを超えた可能性も考えられる。なお、本調査ではこれらの記載と文献 29) の記載を参考として小滝動力所の圧気機の設置を 1916(大正 5)年としている。
- [42] 文献 26) の p.45 から引用した。
- [43] 文献 29) によれば 1930(昭和 5)年 6 月 30 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶五年第三〇八號「御届」が出されており、この中で 35 キロワット以上の原動機を使用している圧気機を報告しており、それによれば、通洞の動力所には 1 号、2 号、7 号が設置されており、本山の動力所には 3 号、4 号が設置されており、小滝の動力所には 5 号、6 号が設置されていることが示されている。本文中に掲載の 1 号から 7 号機までのクラスについてはこの文書を参考とした。なお、各実習報文の中ではクラスや出力についてこれらの記載と異なっている部

分が見られるが本調査では実習報文の方を誤記として扱った。

- [44] 文献 29) によれば 1930 (昭和 5) 年 11 月 15 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶五年第五六八號「御届」が出されており、本山動力所に第 8 号機の増設工事を 1930 (昭和 5) 年 11 月 25 日完了予定で進める旨が書かれている。図 -19 はその添付図面である。文献 49) の図 - 5 で既載のもの。
- [45] 文献 29) によれば 1939 (昭和 14) 年 5 月 12 日付で足尾銅山から東京鑛山監督局長宛に足庶第 874 號「空氣圧縮機増設届」が出されており、その中で通洞坑外 (1 号機の西側川下) にインガーソルランドのクラス PRE- 2 -X を設置する旨が書かれており図 -20 に示した図面が添付されている。図 -20 は文献 49) の図 - 6 で既載のもの。
- [46] 文献 30) の p.60 にはこれが記載されたであろう 1956 (昭和 31) 年の夏の時点において小滝の圧気機の記載はなく、5 号機が通洞の動力所に、さらに 6 号機が本山動力所にあることが記載されている。また、文献 31) の p.72 にもこれが記載された 1962 (昭和 37) 年の夏の時点において小滝の圧気機の記載はなく、そのうえ 5 号機自体についての記載がなく、6 号機が本山動力所にあることが記載されている。このことより遅くとも 1956 (昭和 31) 年の夏の時点よりも前に小滝で圧気機が使用されることがなくなり、5 号機は通洞の動力所に、6 号機は本山の動力所に移設されたと判断した。なお、これらのことから 5 号機のみ 1956 (昭和 31) 年から 1962 (昭和 37) 年の間のいずれかの時点で全く用いられなくなったものと判断できる。
- [47] 文献 31) の pp.72-73 で通洞および本山動力所内に整備されている圧気機の番号を確認した。この他、空気を送付する管は腐食や酸に強いことなどから塩化ビニルが用いられ、その他にも鑄鉄管や銅管、引抜鋼管、ゴムなども用いられていたことが記されている。
- [48] 圧気機が鑿岩機と捲揚機とその制動機に用いられていたことは文献 29) 中の足庶五年第三〇八號「御届」と文献 32) の pp.27-28 で確認できる。また同内容から捲揚機がタガーホイストであることが確認できる。さらに、同ホイスト (ウインチ) が圧搾空気で動くものであることが文献 33) の pp.124-125 で確認できる。なお、坑内の全ての捲揚機が圧搾空気を動力としていたわけではないのでその点注意を要したい。
- [49] 写真 - 9 と写真 -10 と写真 -11 はそれぞれ文献 49) の写真 - 5、写真 - 6、写真 - 7 で既載のもの。2018 (平成 30) 年 5 月撮影のもので、写真 -10 の上部中央左には「CLASS PE- 2」の文字が確認できる。なお、写真 -11 には「PRE- 2」の文字が確認できるが、見えづらいので写真の上に加筆して掲載している。また、図 -21 は文献 49) の図 - 7 で既載のもの。文献 34) の「9207-Page30」から引用したものである。

- [50] 図 -22 は文献 49) の図 - 8 で既載のもの。文献 35) から引用し加筆した。
- [51] 図 -23 は文献 49) の図 - 9 で既載のもの。増改築跡に関する詳細な検証結果は文献 36) として纏められている。
- [52] 宇都宮大学地域デザイン学部教授藤原浩巳氏が検査を担当。
- [53] 宇都宮大学地域デザイン科学部社会基盤デザイン学科材料研究室が分析を担当。

現場写真の撮影年月および撮影者

- 写真 - 1、2 : 2017 (平成 29) 年 5 月、青木。
- 写真 - 9、10、11 : 2018 (平成 30) 年 5 月、青木。
- 写真 -12 : 2018 (平成 30) 年 12 月、青木。
- 写真 -13 : 2018 (平成 30) 年 8 月、宮本。
- 写真 -14 : 2018 (平成 30) 年 11 月、青木。
- 写真 -15 : 2018 (平成 30) 年 9 月、宮本。
- 写真 -16、17 : 2019 (令和元) 年 5 月、青木。
- 写真 -18、19 : 2019 (令和元) 年 7 月、青木。
- 写真 -20 : 2019 (令和元) 年 8 月、青木。
- 写真 -21、22、23、24 : 2018 (平成 30) 年 10 月、青木。
- 写真 -25、26 : 2019 (令和元年) 年 12 月、青木。
- 写真 -27 : 2018 (平成 30) 年 12 月、青木。
- 写真 -28 : 2018 (平成 30) 年 10 月、青木。
- 写真 -29 : 2017 (平成 29) 年 5 月、日光市教育委員会文化財課。
- 写真 -30、31 : 2018 (平成 30) 年 10 月、青木。
- 写真 -32 : 2018 (平成 30) 年 11 月、青木。
- 写真 -33、34 : 2019 (令和元年) 年 12 月、青木。
- 写真 -35 : 2018 (平成 30) 年 10 月、青木。

参考文献

- 1) 鉾山懇話会『日本鉾業発達史』上巻、1932。
- 2) 栃木県史編さん委員会『栃木県史』史料編、近現代九、ぎょうせい、1980。
- 3) 日本経営史研究所『創業 100 年史』古河鉾業株式会社、1976。
- 4) 五日会『古河市兵衛翁伝』富士印刷株式会社、1926。
- 5) 茂野吉之助『木村長兵衛翁伝』富士印刷株式会社、1937。
- 6) 茂野吉之助『木村長七自伝』富士印刷株式会社、1938。
- 7) 足尾町教育委員会、足尾町文化財調査委員会『足尾銅山の産業遺跡』随想社、2006。
- 8) 経済産業省『近代化産業遺産群 33』2007。
- 9) 文化庁文化財部記念物課『近代遺跡調査報告書 - 鉾山 -』ジァース教育新社、2014。
- 10) 村上安正『足尾を歩く - 足尾の産業遺産を訪ねて -』わたらせ川協会、1998。
- 11) 小野崎敏『小野崎一徳写真帳 足尾銅山』新樹社、2006。

- 12) 村上安正『足尾銅山史』随想社、2006。
- 13) 日本鑛業会「足尾鑛山現況」(『日本鉱業会誌』30 卷、353、1914) pp.577-607。
- 14) 日本鑛業会「往復動空氣壓縮機の發達」(『日本鉱業会誌』35 卷、418、1919) pp.1164-1172。
- 15) 青山秀三郎「鑛山の空氣壓縮機」(『日本鉱業会誌』40 卷、476、1924) pp.823-865。
- 16) 鈴木揆一「インガーソルランド會社製鑿岩機の特性」(『日本鉱業会誌』40 卷、476、1924) pp.823-865。
- 17) 青山秀三郎「空氣壓縮機の試験」(『日本鉱業会誌』42 卷、499、1926) pp.905-916。
- 18) 下村弥太郎「欧米の鉱山で見た採鉱技術」(『日本鉱業会誌』77 卷、876、1961) pp.401-412。
- 19) 山口梅太郎「鉱山における圧縮空氣の高圧化について」(『日本鉱業会誌』84 卷、960、1968) pp.457-464。
- 20) 佐藤一夫「神岡鉱山における圧縮空氣の高圧化、運搬合理化」(『日本鉱業会誌』85 卷、974、1969) pp.411-418。
- 21) 古市六三『足尾銅山通洞採鑛報告』、四冊之内第二卷、東京大学附属図書館所蔵、1910。
- 22) 玉木二五三九『足尾銅山通洞採鑛報告』東京大学附属図書館所蔵、1907。
- 23) 坑部課『坑部課事業記録、明治四十二年上季』古河機械金属、編纂年不明。
- 24) 坑部課『坑部課事業記録、明治四十五年上季』古河機械金属、編纂年不明。
- 25) 坑部課『坑部課事業記録、明治四十五年下半年』古河機械金属、編纂年不明。
- 26) 小島庸一『足尾銅山通洞報告』東京大学附属図書館所蔵、1919。
- 27) 足尾鑛業所『操業月報、大正五年度』古河機械金属、編纂年不明。
- 28) 足尾鑛業所『操業月報、自大正五年十二月至大正六年十一月』古河機械金属、編纂年不明。
- 29) 庶務課『庶務課文書、自昭和五年至昭和二十六年三月、捲揚機汽罐一般機械之綴』古河機械金属、編纂年不明。
- 30) 今田尚男『足尾銅山本山坑実習報告』九州大学附属図書館所蔵、1957。
- 31) 河内広太郎『足尾鉱業所通洞坑実習報告』九州大学附属図書館所蔵、1963。
- 32) 鶴飼誠『足尾通洞坑報告』九州大学附属図書館所蔵、1941。
- 33) 永積純次郎『採鉱学』第4 卷、丸善、1936。
- 34) Ingersoll-Rand Company, Ingersoll-Rand products, From No.9207 Superseding 9107, First Edition, 1921.
- 35) 足尾鉱業所『足尾銅山建家配置圖』1927。
- 36) 栃木県建築士会『国指定史跡 本山動力所建屋修復案・本山鉱山神社修復案』足尾銅山関連建造物基礎調査および修復案作成業務委託、2017。
- 37) Eustace M. Weston, Rock drills, design, construction, and use, McGraw-Hill Book Company, 1910.

- 38) Henry Sturgis Drinker, A treatise on explosive compounds, machine rock drills and blasting, J. Wiley & sons, 1883.
- 39) 日本産業火薬史編集委員会：日本産業火薬史、日本産業火薬会、1967。
- 40) Theodore Simons, Compressed air, treatise on the production, transmission and use of compressed air, McGraw-Hill Book Company, 1921.
- 41) Robert Peele, Compressed air plant, the production, transmission and use of compressed air, with special reference to mine service, New York, Wiley, 1919.
- 42) Scientific American, Volume.19, Number.16, 1868.
- 43) Scientific American, Volume.26, Number.05, 1872.
- 44) Librarie illustrés, Les nouvelles conquêtes de la science, grands tunnels et rail ways metropolitans, 1884.
- 45) Ingersoll-Rand Co., Ingersoll-Rand Products, form No. 9007, 1910.
- 46) 青木国夫、他：佐州金銀採製全図・先大津阿川村山砂鉄洗取之図・鼓銅図録、恒和出版、1976。
- 47) 吾妻健三郎『足尾銅山図会』風俗画報、臨時増刊、第二百三十四号、1901。
- 48) 農商務省『採鉱法調査報文』第一回、1907。
- 49) 青木達也、宮本史夫「足尾銅山の本山動力所に関する研究 - 建造の経緯と圧気機について -」（『土木計画学研究講演集』第 58 回、CD-ROM、2018 年）No.10、pp. 1 -11。

馬車鉄道の敷設に関する歴史的背景

青木 達也

1. 本調査報告の概要

本調査報告は、足尾銅山の輸送を担った馬車鉄道が敷設の至るまでの歴史的背景を取り纏めたものである。一次史料や当時の文献を中心に調査を進めた結果、申請に至った足尾銅山側の諸事情、輸送を必要とした物資、輸送力が増強されていく過程、馬車鉄道の敷設位置などが明らかとなった。また、敷設の許可を与える側の国と県との間でその法的根拠の部分で議論がなされたこと、さらに、敷設工事に関する指示や運用上の規則などを記した命令の内容、日光と細尾間の軌道が馬車から牛車へと変更となった事情なども明らかとなった。

なお、本稿は土木学会土木史委員会が2020年7月に開催した「第40回土木史研究発表会」の講演論文「土木史研究講演集 Vol.40」で発表したものを再編集したものである。

2. 調査の対象と目的と方法

(1) 調査の対象

本調査の対象は写真-1に示した「足尾銅山の馬車鉄道」である。

日本の近代化・産業化の過程で輸送技術の向上が重要な役割を果たした。国全体で産業が勃興し得た背景には鉄道や軌道が関係しており、このことはこれまでの数々の研究や図書によって示されている。そして、それらの歴史的調査の対象や焦点は幅広く、官設、私設、幹線鉄道、地方鉄道、専用鉄道、軌道、鉄道または軌道に関する法、鉄道組織、敷設経緯（構想、計画）、施設（鉄道網、線路、軌条、隧道、橋梁、駅舎等）、車両（機関車、客車、貨車等）、動力（人力、畜力、蒸気、電気、ガソリン等）、保安装置（信号、閉そく機）、踏切設備（警報機、遮断機等）など多岐にわたる。本調査では足尾銅山によって公道上に敷設された馬車鉄道を対象とし、その歴史的背景と敷設に至るまでの過程に焦点を当てる。



写真-1 本研究の対象（足尾銅山の馬車鉄道）^[1]

（２）調査の目的

本調査の目的は足尾銅山の馬車鉄道の歴史的背景と申請から敷設に至る段階までの過程を明らかにすることにより、今後進められるであろう遺構調査に資する知見を纏めることにある。

日本が近代化する際に各地に点在する鉱山の開発が重要視され、明治政府は西洋の鉱山に習い鉱山関連の法を整えて鉱業人（大きな資本を有し鉱山を経営し得る者）に対して数々の権利を与えつつ、様々な技術を取り入れさせた^[2]。この過程で足尾銅山を含めた有力な鉱山では鉄や木で作られた軌条が坑内や坑外に敷設され、人力や畜力などでけん引される鉱車（トロッコ）や荷車が輸送に用いられるようになった。その後も江戸時代から続いてきた古い技術や慣習からの脱却が促され、輸送については軌道の導入が進んでいった^[3]。このような経緯から、軌道は鉱山からすれば必須の設備であり、鉱山ならではの区別がある。足尾銅山を例にとれば表-1のような見方ができる。既往の文献にもそれが表れており、例を挙げれば、栃木県史では坑内外に分けて記載されており、また、全国の鉱山を扱っている採鉱法調査報文や日本鉱業発達史でも坑内運搬と坑外運搬に分けられている。さらに、足尾銅山の経営者や坑長ら（古河市兵衛や木村長七）などの伝記においてもこれらと同様に区別され、施設間の軌道や町内外と結んだ軌道が坑外運搬の例として挙げられている^[4]。

一方で、鉄道については、国の急速な近代化、富国強兵、産業全体の発展など、政策的な観点から明治政府は鉄道網の整備を急ぐことになる。何処に優先的に敷設すべきか、官設でやるのか私設を許すのか、国の幹線や地方路線との接合はどうするのか、車両や軌道などの規格は統一すべきか、軽便で道路上などに敷設されるようなものはどう扱うのかなど、これらの問題が議論されつつ法の整備がなされていった。こうして1887（明治20）年には私設の鉄道が従うべき法（私設鐵道條例）が發布され、さらに1890（明治23）年には馬車鉄道や軽便な鉄道（上記の鉄道と規格が異なるもの）が従うべき法（軌道條例）が發布された。このような経緯からこの頃の鉄道政策の観点から見れば軌道は表-2のように鉄道と区別したものととして扱われる^[5]。

表－１ 鉱山（足尾銅山）から見た軌道類の区別

坑内外の 区別	借地所有地の 区別	敷設場所の区別	用いられた動力の 区別
坑内 (鉱区内)	国からの借地(借区 と呼ばれる。全国の 鉱山の地表下の採 掘権利は国の所有 であり、鉱業人はそ れを借りている)	主要運搬坑道	人力(当初)、畜力、 電気
		その他の坑道	人力、電気、ガソリ ン(大正末以降)
坑外	鉱山所有地内また は借区内	選鉱所、製錬所、堆積 所、その他鉱業施設等 の施設を結ぶ区間	人力、畜力(馬)、電 気、ガソリン(大正 末以降)
	鉱山所有地外また は借区外	公道(仮縣道:縣管轄)	畜力(馬、一部一時 期牛も使用)、電 気、 ガソリン(大正末以 降)
		公道(里道:町村管轄)	
		官有地(官有林なども含 む)、共有地	
		私有地(借地)	

表－２ 1890（明治23）年ごろの鉄道と軌道の区別

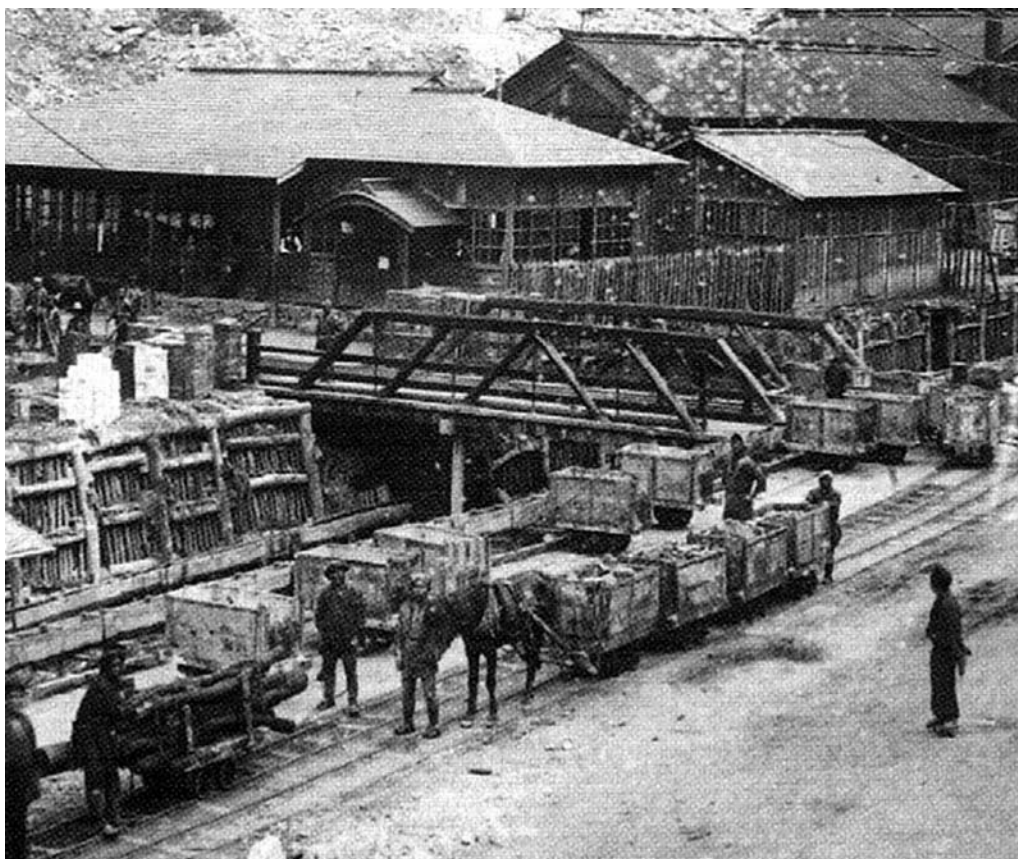
鉄道と 軌道の 区別	法(条例)等の 区別	敷設される用地の区別	規格および用いら れた動力の区別
鉄道	鉄道敷設法	官有地(国、府縣、市町村などの土 地)、または土地収用法により得た土地	政府が鉄道として 定めた規格 蒸気
	私設鉄道条例	払下げを受けたまたは借受けた官有地 (国、府縣、市町村などの土地)、 土地収用法により公共の利益になるこ とを理由として得られたまたは使用が 許された土地、 当該鉄道会社の所有地	官設鉄道に準ず る規格(官設鉄道 と接合できるもの) 蒸気
軌道	軌道条例	払下げを受けたまたは借受けた官有地 (国、府縣、市町村などの土地)、 土地収用法により公共の利益になるこ とを理由として得られたまたは使用が 許された土地、 当該鉄道会社の所有地	私設鉄道で定める ものとは別の規格 人力、畜力、電 気、蒸気など様々

本調査の対象とする馬車鉄道は上述した鉱山の法と鉄道の法により鉄道（軌道）の敷設が推し進められた時代に計画され建造されたものである。その両方の歴史的背景と鉱山の仕組みを理解しつつ一次史料にあたらなければ、本調査の対象を含め、足尾銅山に関連する数々の軌道や鉄道を遺産として整理し説明することは難しい。

しかし、先述した栃木県、古河、文化庁、足尾町、郷土史家らによる既往の成果に目を向けると、栃木県によるものでは、一次史料（古河所蔵のもの）を用いているが、鉱山の法と鉄道の法に触れておらず概略的な内容を示すにとどまっている。これは古河の社史や伝記でも同じである。そして、文化庁、足尾町、郷土史家らによるものは、主に上記の栃木県や古河のものを参考としている内容で、坑内と坑外の区別や法の区別も明示されていない^[6]。具体例を示せば、前掲の写真 - 1 や写真 - 2 や写真 - 3 などのように、軌条の上を人が押しているものや、馬や牛が引いているものや、電車が引いているものが掲載されつつもそれらの区別が読み取れない。結局のところ鉱山内のいろいろな所に軌道が敷かれていたことが理解できる内容にとどまっており、それぞれで鉱山軽便鉄道と記載したり、馬車鉄道とするものもあれば牛車鉄道と区別して記すものもあり、これでは鉱山の発達の歴史と鉄道の発達の歴史の両方を背景に持つ馬車鉄道の遺構の全体像を把握して整理することは難しく、今後その遺構調査に着手し遺産として光を当てていくことにも繋がらない。そこで本調査では、既往の成果において整理しきれなかった敷設に至るまでの背景と当初の申請内容の詳細を古河所蔵の一次史料^[9]にもあたることで調べ上げ、遺構の調査につながり得る知見を取り纏める。



写真－２ 本山坑内から坑外への軌道の例（馬）^[7]



写真－3 坑外（本山地区施設間）の軌道（人力、馬）^[8]

（３）調査の方法と流れ

本調査を進めるにあたり、地元での聞き取りを行い史料の存在も確認しつつ文献調査を進める^[10]。文献調査では上述の既往文献を参考にするほか、鉱山の法と軌道に関する法にあたり馬車鉄道の敷設が許された根拠となる条文を把握する。また、申請や命令の内容を知り得る一次史料として古河機械金属所蔵のもの（足尾銅山の鉱業事務所と、東京鉱山監督局などや栃木県、古河の本社との間で交わされた命令、伺い、認可、報告などのもの）の中から、馬車鉄道に関連するものの内容を発見し、社史や伝記、そして、足尾銅山において馬車鉄道が使われていた時代に発刊されその様子が記されている写真帖、実習報文、図面、雑誌、などの史料とも照合しつつ事実関係をつぶさに追い^[11]、敷設前の輸送増強の背景と敷設に至るまでの経緯の詳細を把握する。以上の調査によって得られた内容を、敷設の背景、申請とその対応について論じ、今後の遺構調査に資する知見として取り纏める。

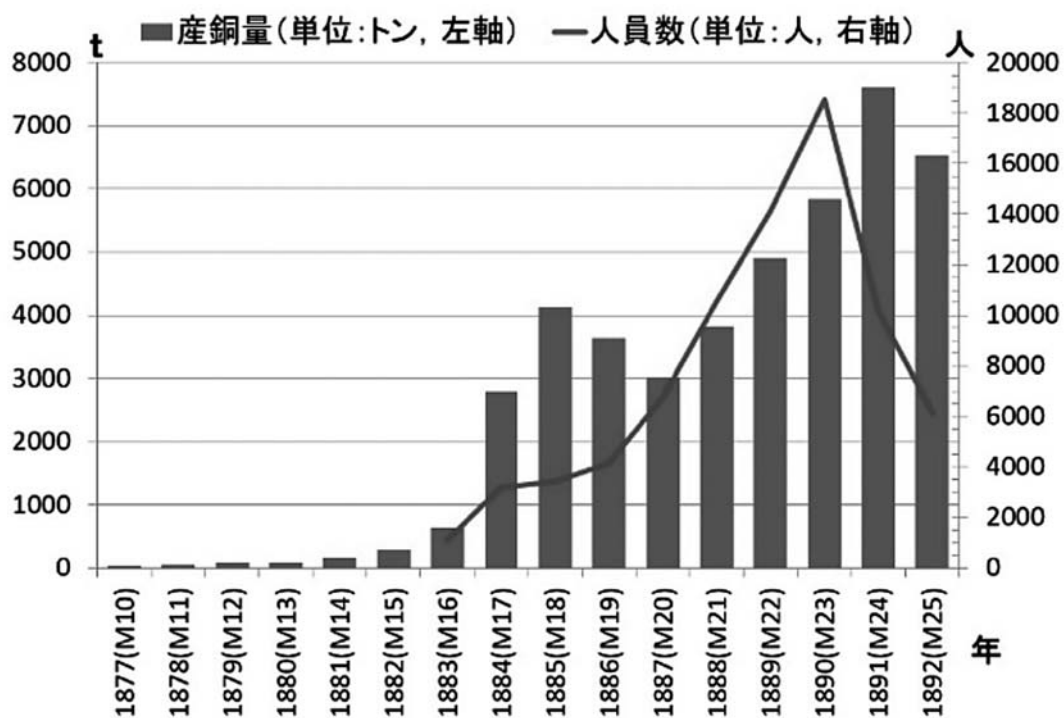
3. 申請に至るまでの歴史的背景

(1) 輸送力増強の背景

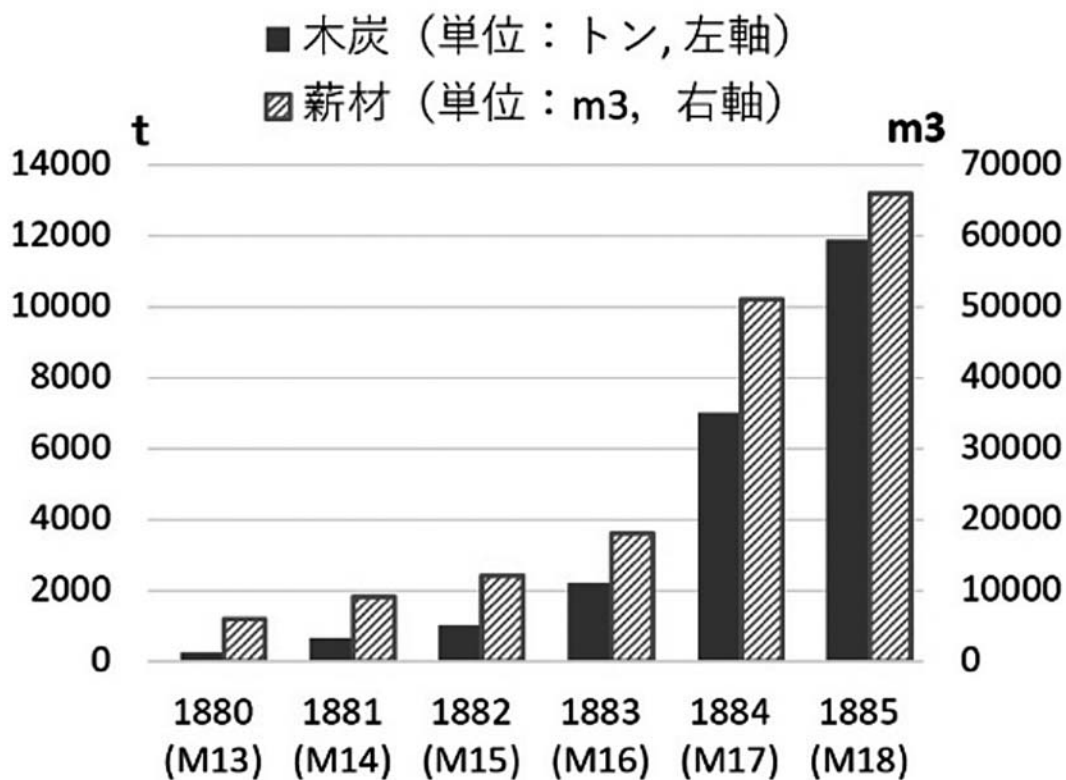
古河市兵衛は1877（明治10）年に足尾銅山の権利を買い取ると、旧来からの操業方法を見直し、規則を整えて坑夫らを統制しつつ、富鉱脈の発見に力を注がせ有望箇所（主に図-1の本山地区）での開発を進めた。それまで坑内の作業では搬出物を人が籠で背負ったり一輪車に積んだりしていたものを、軌道を敷設し輸送の能率を改善させた。こうして輸送方法を含む様々な取り組みが功を奏し、1881（明治14）年に鷹の巣坑から神保ヒ直利を、さらに1883（明治16）年には本口坑から横間部大直利（直利とは富鉱脈のことを指す）を掘り当てた。これがきっかけとなり、坑内からの出鉱量が急増し、その処理に伴って選鉱設備の増強と新たな製錬所の開設もなされ^[13]、図-2に示した通り産銅量と就業人員が急増し始めた。これを見ても1884（明治17）年では前年と比べ産銅量については約4.3倍に、人員数については約2.8倍になっており、銅の輸送のほか、採鉱、選鉱、製錬などの各工程で使用する機械類の輸送、そしてその動力（蒸気力）を生み出したり製錬の際の燃料にもなる薪炭の輸送が図-3に示す通り急増した^[16]。当然ながら人員らの生活物資などの輸送も急増したと考えられる。



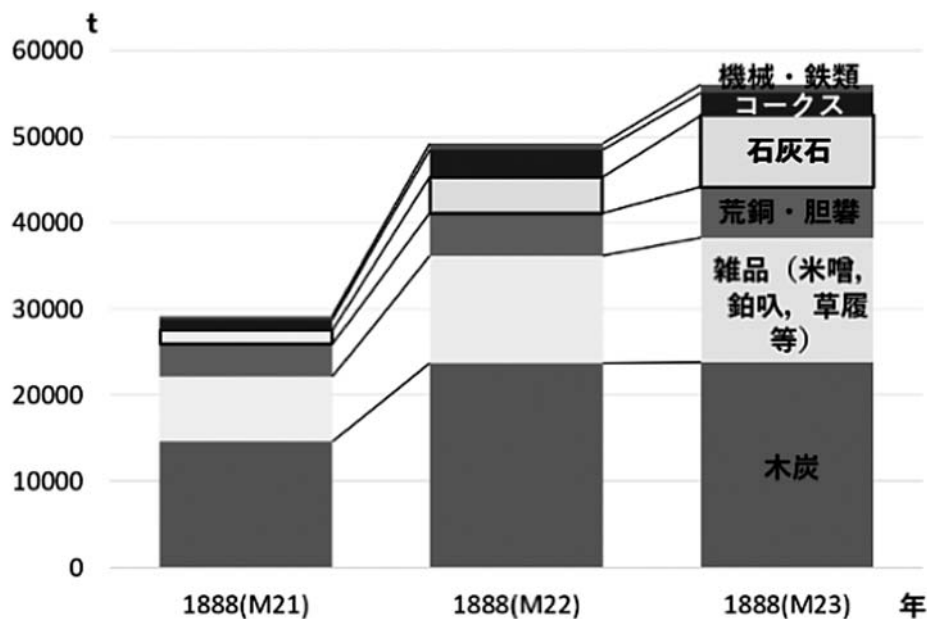
図-1 足尾銅山地内の生産拠点と施設位置^[12]



図－2 足尾銅山の産銅量と人員数の推移^[14]



図－3 足尾銅山の木炭および薪材の推移^[15]



図－４ 馬車鉄道導入直前の銅の移出と物資の移入^[18]

その後、この本山での成功を契機として古河市兵衛は備前楯山（本来は楯は木偏ではなく金偏）全体の鉱源の開発に着手した。図 - 1 に示したように本山から備前楯山を挟んだ反対側（西側）から貫通させるため旧坑であった小滝坑を 1885（明治 18）年 7 月に取明け（坑内の再開発ができるよう整備し直し）て掘り進め、さらに南東の下部からこれらを貫き排水と通気と運搬の問題を解決するため同年 9 月に通洞坑を開坑した（新たに坑道を開いた）。それぞれ掘り進める過程でも鉱脈にあたり 1886（明治 19）年 7 月には小滝を分局として選鉱と製錬の作業を独立させ、1890（明治 23）年 1 月には通洞に選鉱所を建てた^[17]。こうして、馬車鉄道の申請が出されるまでの間で、足尾銅山では本山、小滝、通洞を主要拠点とした生産体制が出来上がり、図 - 4 に示ように、これに伴って輸送力の増強が必要となっていた。なお、薪炭の調達も銅山近隣の山々に頼っていたが、1887（明治 20）に足尾で大火が起こったため、近隣からの調達が難しくなり遠隔からの調達に頼らざるを得なくなったため、そのことも輸送力の増強をしなければならないことに繋がっていた^[19]。

(2) 輸送上の難題

足尾銅山は周りを急峻な山々に囲まれ周りの村町からも隔絶されているため、そもそも古河市兵衛が引き継いだ当初より輸送上の不便さはあり、細尾峠を通り日光方面に抜ける道（野州路、東道）と群馬方面に抜ける（上州路、西道）のどちらにおいても荷車はさることながら駄馬ですら通行が難しく、多くの人が荷を背負って輸送するといった状況であった。このような状況であったため、1877（明治10）年の引継ぎ当初から細尾峠から旧道の改修や神子内を抜け本山に至る新道の開削などが行われてきたが、上述したとおり富鉱脈の発見に伴う輸送力増強の必要性が高まり、馬車、牛車、手車（以下、これらを含めて荷車と記す）が通ることができる道路の整備が急がれることになった。こうして、1883（明治16）には東に位置



図-5 足尾銅山による輸送路の新設と改修箇所^[21]

する草久村へ通じる新道が開かれ、1884（明治 17）年には茨倉へ通じる薪炭運搬用の道路が開かれ、さらに西道の足尾から群馬県との界までが改修され馬車を通過できるようになり、1885（明治 18）年には東南に位置する粕尾村へ通じる新道の開削がされた。なお、年々改修が続き、西道では本山と小滝から沢入を通り大間々に至るまでの間が改修され、東道においても改修が日光の神橋から細尾峠を通過して神子内に至る部分が 1889（明治 22）年までに整備された^[20]。このように、まずは図 - 5 で示した部分で荷車が通過できるまでに道路が整備されたが、それでも供給が追いつかず荷車の絶対数も足りない状態であった^[22]。そのため、輸送の難題を克服するための改善策は道路整備だけではなく、1888（明治 21）年には東道の細尾の峠に隧道を抜いて日光まで軽便鉄道を通す策や西道に電気機関車を走らせる計画も立てられた。しかし、それぞれ、当時の坑長であった木村長兵衛の急逝や、採算のめどが立たなかったことなどが影響し実現に至らなかった。そしてこれらの計画に代わり 1889（明治 22）年の春に立てられたのが索道の計画であり、まずはその第一として同年の 9 月に着工されたのが細尾と地蔵坂を結ぶ索道であり、1890（明治 23）年の 10 月に竣工となった。次に、第二として 1891（明治 24）年の 11 月に着工されたのが細尾と地蔵坂のすぐ南にある地点（栃木平）を結ぶもので、1892（明治 25）年の 6 月に竣工されていった^[23]。一方、鉄道との連絡についてみれば、日本鉄道（私設鉄道）の大宮宇都宮間（小山含む）が 1885（明治 18）年の 7 月に開通となり、さらに宇都宮日光間が 1890（明治 23）年の 8 月から開通となったことで日光を経由して東京へ向かう経路が整い、両毛鉄道（私設鉄道）が 1888（明治 21）年の 11 月に小山桐生間で開通し、さらにその翌年の 11 月に小山前橋間も開通となったことで桐生を経由して東京へ向かう経路も整った^[24]。これによって、図 - 5 で示したように、東道と西道の両方とも鉄道と連絡して物資輸送が行える状態となっていた。

この時代は鉱業政策からみれば、1873（明治 6）年に発布された日本坑法が 1890（明治 23）年に発布されることになる鉱業条例へと移り変わる時代で、国が鉱業人の権利を強めていく時代であった。そして、鉄道政策から見れば、官設のみで進めるか私設も許すのかの部分の議論が決着し、1887（明治 20）年には私設鉄道条例が、1889（明治 22）年には土地収用法が、1890（明治 23）年には軌道条例が発布された時代でもあった^[25]。

（3）鉱業政策と馬車鉄道

明治政府が発足された当初は民部省と大蔵省と工部省からの許可を受ければ民間人が鉱山経営を請負える状態であった。その後、1872（明治 5）年に鉱山心得が発布されると、その中で政府の鉱物に対する独占権が示され、その上で外国人の参入を抑えつつ、民間の起業が許される旨の内容が明文化された。続いて、1873（明治 6）年に日本坑法が発布されると、その中で、試堀や借区や通洞の開坑に関する権利や手続きなどが示され、そして土地の使用に関する権利はその第二十二項において示された。発布当初は借区した範囲の地上部に限ってのこととして示されていたが、1890（明治 23）年の改正の段階で、以下のように鉱業上必要であれば土地

の所有者と協議ができるとの旨の権利が追加された。この条文によれば、借区外も含めて他人の土地の上でも鉱業上必要な場合においては鉱業人が馬車鉄道を敷設することができる権利を得ており、その際の土地の使用や収用については土地収用法によるものとされていたことがわかる^[26]。

第二十二 試掘又ハ借區ヲ出願スル為他人ノ土地ヲ測量スルコトヲ必要トスルトキハ地方長官ノ認可ヲ受クヘシ此場合ニ於テハ其土地ノ所有者又ハ関係人之ヲ拒ムコトヲ得ス若シ測量ノ為損害ヲ生シタルトキハ之ヲ賠償スヘシ
左ノ場合ニ於テ試掘人又ハ借區人坑業上他人ノ土地ヲ使用スルコトヲ必要トスルトキハ其土地ノ所有者又ハ関係人ト協議シ其承諾ヲ受クヘシ若シ協議調ハサルトキハ農商務大臣ノ裁定ヲ請フヘシ

- 一 坑口ヲ開穿スル為
- 一 坑物及土石ノ堆積場ヲ設置スル為
- 一 坑道、道路、鐵道馬車、鐵道運河溝渠及溜池ヲ開設スル為
- 一 坑業上必要ノ精鍊場及建物ヲ建設スル為

前項ノ場合ニ於テ農商務大臣ノ裁定ニ對シテハ其土地ノ所有者又ハ関係人ハ其貸渡ヲ拒ムコトヲ得ス

試掘人又ハ借區人ハ貸渡ヲ受クルヘキ土地ニ對シ土地所有者及関係人ニ協議ヲ遂ケ相當ノ補償金ヲ支拂フヘシ

試掘人又借區人三箇年以上土地ヲ使用スル目的アルカ又ハ使用ノ為土地ノ形質ヲ變更スルカ又ハ建物アル土地ハ所有者ノ請求ニ依リ之ヲ収用スヘシ

此他土地ノ使用及収用ニ関シテハ土地収用法第十八條第十九條第二十條第二十一條第二十二條第二十三條第二十四條第二十五條第二十六條第一項ダイ三十四條第三十五條第三十六條第三十七條ノ例ニ依ル

しかしその一方では、この時代においてさらなる鉱業の発展が求められており、それを促すための新たな鉱業法の登場が望まれていた。馬車鉄道の敷設に関係する部分についてみれば、必要な土地の土地収用に関わる部分の検討が下記のとおりなされた。

鑛業上必要ナル土地ノ収用法

鑛物ハ地中ニ鑛床ヲ為スモノナレハ之ヲ採掘製煉スルニハ土地ノ表面ヲ使用スルニ非サレハ能ハサルナリ元來鑛物ノ所有權ト土地ノ所有權トハ對等相讓ラサル權利ナリ而シテ鑛物ヲ利用センニハ土地ノ表面ヲ使用スルコト必要ナルカ故ニ其必要ナル土地ニ就テ土地所有權ト鑛物所有權トハ抵觸セサルヲ得ス此抵觸ヲ解除スルノ方法ハ即チ鑛業上必要ナル土地ノ収用ニシテ鑛山法中ニ鑛業人ト地主トノ關係權利義務ヲ規定シテ其方法ヲ定ヘキモノナリ

鑛業上必要ナル土地ノ範圍如何ニ就テハ普通鑛物ヲ採掘シ及之ヲ利用スルニ必要ナル土地ヲ包括スルモノトセリ而シテ其利用ノ範圍内ニハ鑛物運搬ノ為メ必要ナル道路鑛道運河等ヲモ包括スルモノナリ論者アリ鑛物採掘ノ為メニ必要ナル土地ヲ収用スルコトハ固ヨリ兩所有權ノ抵觸ヲ解除スル方法ニ於テ已ムヲ得サルモノナリト雖トモ其利用ニ関スル土地ノ使用ヲモ之ニ包括スルハ土地所有權ヲ侵スコト過当ナリト此論タル鑛物所有權ヲ土地所有權ヨリ分割獨立セシメタルノ理由ヲ知ラサルモノト云フヘシ抑々鑛物ノ所有權ヲ分割獨立セシメタル一大理由ハ國ノ一大財源タル鑛物ヲ採掘利用スルノ途ヲ開キ社會ノ需要ニ應シ國家經濟ヲ保持スルノ目的ニ出タルモノナレバ若シ鑛物ヲ採掘シ得ルモ之ヲ利用スルノ方法ナキトキハ之ヲ採掘セサルト一般ニシテ鑛業ノ隆盛ヲ期スルコト能ハス貴重ノ鑛物モ亦廢物ニ過キサルヘシ鑛業上必要ナル土地ノ収用法ニ就テ外國ノ例ヲ見ルニ佛國ニ於テハ鑛山法中別ニ規定ヲ設ケシテ鑛業ノ特許狀中ニ其鑛區内ノ地主ニ賠償スヘキ金額ヲ定メ其他鑛業上必要ナル土地ハ一般ノ土地収用法ヲ適用ス普國ニ於テハ鑛山法ヲ制定スルニ當リ佛國ノ制ハ從來同國ノ經驗ニ徴スルニ収用ノ方法繁雜ニシテ大ニ鑛業ノ發達ヲ妨ケ又地主モ敢テ之カ為メニ便益ヲ得サルニヨリ更ニ鑛業法中ニ其収用法ヲ規定セリ又獨逸帝國ニ於テ佛國ヨリ讓與シタルエルサス・ロートリンゲン二州ノ為メニ千八百七十三年特ニ鑛山法ヲ制定スルニ當リ最モ立法官ノ注意ヲ要セシハ成ルヘク旧來ノ法令ニシテ國民ノ權利ニ係ルモノハ之ヲ變更セサルニアリシモ鑛山法ヲ議スルニ當リ同地ニ行ハレシ佛國ノ鑛業上必要ナル土地収用ノ法ハ鑛業人及地主双方ノ不便ナリト認メ其制ヲ襲用セス普國及バワリヤ國ノ鑛山法ヲ折衷シテ鑛山法中ニ特別ノ規定ヲ設ケタリ爾來同州ニ於テモ鑛業人及地主共ニ大ニ新法ノ便益ナルヲ公認シタルモノ、如シ

我國ニ於テ新法中ニ規定スヘキ鑛業上必要ナル土地収用ノ方法ニ就テ地主ト鑛業人トノ關係及其權利義務ノ標準ト為スヘキモノハ左ノ數項ニアリ

- 一 鑛業上必要ナル土地トハ鑛物ノ採掘、製煉及運搬ニ必要ナル總テノ土地ヲ謂フモノニシテ此土地ハ鑛山法ノ規定ニ依テ収用シ得ヘキモノトス
- 一 鑛業上必要ナル土地ノ収用ニ就テハ鑛業人ト地主ト相對協議シ若シ協議整ハサルトキハ鑛業主管ノ大臣之ヲ裁定スヘシ
- 一 地主ハ主管大臣ノ裁定シタル土地ノ使用ヲ拒ムコトヲ得ス
- 一 家屋接近ノ地其他危害アル場所ニ於テハ總テ鑛業ヲ禁ス
- 一 鑛業人ハ土地使用ノ為メニ生スル地主ノ損害ハ凡テ之ヲ賠償スルノ義務アルモノトス

又鑛業上必要ノ土地ニ對シ土地収用法ヲ適用スヘシトノ論者アレドモ既ニ前陳セシ如ク佛國等ノ經驗ニ於テモ繁雜ニシテ却テ双方ノ便益トナラサルノミナラス鑛業上必要ナル土地ノ収用法ト土地収用法トハ全ク其趣旨ヲ異ニスルモノナリ鑛業ニ於テハ所有權ノ抵觸ヲ除スルノ方法ニシテ土地収用法ハ既ニ我國現行法（明治二十二年

七月三十日發布)ノ第一章第一條ニ明記セル如ク「公共ノ利益ノ為メノ工事ニ必要ナル土地」ノ収用方法ヲ規定スルモノニシテ其第二條ニ於テ其工事ノ種類ヲ列記セリ今第一條第二條ノ文意ヲ對照スルニ該法ハ鑛業上必要ノ土地ニ適用スヘキモノニアラス

《以下省略》

これによれば、馬車鉄道も含む鉱業上必要な土地についてはこれまでの日本坑法第二十二項の条文と土地収用法との組み合わせによる収用ではなく、鉱業法の規定だけで収用できるようにすべきだとの見解がなされた。外国においても鉱業人と土地所有者との権利の抵触があり、フランスやプロイセンを参考にすれば、フランスは鉱業上必要な土地の収用を一般の土地収用法にて定め、プロイセンは鉱業法の中で定めており、結果としてフランスのやり方では繁雑となり大いに鉱業が妨げられていたからである。そのため、新たな法には鉱業の発展を促すためにプロイセンとバワリヤ國の鉱業法の折衷し、鉱業人と土地所有者の権利と義務を規定されるべきであるとされた。そして、土地収用法に関しては、公共の利益に必要な工事をする際に適用されるものであるものであるので、鉱業上必要な土地に対しては適用すべきではないと考えが持たれていた^[27]。

こうして、1890（明治23）年9月に發布された鑛業條例の第四十八條において「左ノ場合ニ於テ鑛業上他人ノ土地ヲ使用スルコトヲ必要トシ鑛業人其貸渡ヲ請求シタルトキハ其土地ノ所有者又ハ関係人之ヲ拒ムコトヲ得ス」と前掲の日本坑法の条文よりも鑛業人の権利が強められつつ、その一つとして「坑道、道路、鐵道、鐵道馬車、運河、溝渠及溜池ヲ開設スル為」といった文が挙げられた^[28]。

以上のように鉱業政策から見れば、古河が馬車鉄道を敷設しようとする直前では、鉱業上必要な場合であれば、そこが借区外であっても他人の土地の上であっても敷設し得るという方針が示されていた。

（４）鉄道政策と馬車鉄道

先述のとおり、鉄道政策については官設で進めるのか私設を許すかといった部分の議論に決着がつき、1887（明治20）年に私設鐵道條例が發布された。その中で、私設鐵道については、第二十七條で官設と同じ規則が適用され、第七條では軌道の幅員は原則と三呎六吋と定られ、官設鐵道と連絡ができるよう同じ規格とされた。このほか、土地の取得については、第十五條において官有地は払下げにより、民有地は土地買上規則によりそれぞれ得ることとされた。なお、民有地の取得の際は、それまでは対象となる民有地を政府がいったん買上げてそれを鐵道会社に払い下げるといったやり方で行われていたが、鐵道の事業が公共の利便を助けるものであるとして、その後の1889（明治22）年に發布される土地収用法に引き継がれ、この法を基に土地を必要とする側が直接その土地の所有者に対して協議を持ち掛けることができるようになった。そして、馬車鐵道については第一條で、「馬車鐵道ハ本條例定ムル所ノ限ニアラス」として、私設鐵道條例の適用範囲から外された^[29]。

こうして馬車鉄道は官設や私設の鉄道とは別ものとして、その後の 1890（明治 23）年 8 月に発布される軌道條例の適用を受けることとなった。しかし、この時に発布された軌道條例の条文は三つしかなく、第一條では内務省から特許を受ければ公共道路上に敷設してよいとされ、第二條では、道路を拡張したり新設したりするときに土地が必要であれば土地収用法の規定によって収用することとされ、第三條では、軌道敷は道路として扱われる旨が示された。そして、この軌道條例が発布された同年の 10 月には内務省から訓令「軌道條例ニ関スル取扱方ノ件」が出されて「出願者アルトキハ右願書ハ府縣庁ヲ經由セシメ、其國縣道ニ関スルモノハ府縣会、里道ニ関スルモノハ市町村会ノ意見ヲ聞キ尚ホ府縣知事ニ於テ其意見ヲ附シ當省ヘ差出スヘシ其保護及檢束シヲ要スル條件別紙命令書案ニ準シ尚ホ土地ノ状況ニ依リ斟酌取調差出スヘシ」と補足された。しかし、その後の訓令は 1894（明治 27）年になってから出されたもので、軌道の幅員については全国的に統一はせずにその報告に留めて、敷設する際に確保されるべき道路の幅員やその他工事について準拠すべき事項を示す程度のものであった^[30]。

以上のように鉄道政策から見れば、1890（明治 23）年の段階では、軌道は鉄道と同様に公共に資するものと位置づけられ、その敷設の際に必要な土地は土地収用法によって収用するとされたものの、一方では国の鉄道網を形成するものとしての立場から外される方針が示された。そして細かな規定については、私設鐵道條例と同様に急がれることはなく、敷設の権利についてと、敷設後に道路に編入されることと、申請の際の窓口と、府県や市町村の意見も付す必要があることのみが示されるにとどまり、鑛業條例で示される敷設の権利との重複部分に触れられることも無かった。

4. 馬車鉄道の敷設申請と対応

(1) 馬車鉄道の敷設申請

先述のとおり、道路の新設と改修が行われた後、日光駅および両毛鉄道とそれぞれ連絡するための隧道開削計画と電気鉄道敷設計画が練られて更なる増強が急がれた。しかし、これらが頓挫したため、古河はこれらの代替として細尾と地蔵坂を繋ぐ索道の建設を急ぎ、1890（明治23）年の10月にこれを竣工させた。そして地蔵坂と足尾までの間と西道での輸送力の増強のために、馬車鉄道の敷設案を立てて^[31]、1891（明治24）年1月4日付で道路使用の許可を下記のとおり栃木県に願い出た^[32]。

道路使用之儀願

当銅山追年盛業ニ赴キ随テ出産物及諸器械ークス薪炭石炭其他需要品物品之運搬非常ノ頻繁ヲ極メ今日ニ於テスラ時々渋滞ヲ来タシ然ハ爾来日進ノ事業モ独リ運搬ノ為メ遮断サレ候ハ必定ノ次第ナルヲ以テ今般当町字神子内鉄索場ヨリ鉾山及小滝支山ヲ経テ群馬縣界迄ノ間輕便馬車鉄道ヲ布設シ追テハ日光ステーションヨリ同町大字細尾鉄索停車場間モ同様布設致シ運搬渋滞ノ為メ事業ノ進歩ヲ妨ケサル様仕度右就テハ民有地之分ハ夫々協議シ可致見込ニ候得共仮定縣道亦ハ町村道ヲ貫通不仕ニテハ起工難致次第ニ御座候間右道路ヘ軌条之儀御許可被成下度尤モ民有地之分協議不相調節ハ坑法第貳十貳条ノ御制規ニ依リ亭裁定尤モ衆庶ノ運搬等ニ聊争障ノ無之様可仕ハ勿論該線路ニ係ル通路破損ノヶ所ハ總テ私ニ於テ修繕可仕候間何卒右願之趣御聞届被成下度別紙図面相添此段願候也

栃木縣上都賀郡足尾銅山

借区人古河市兵衛代理

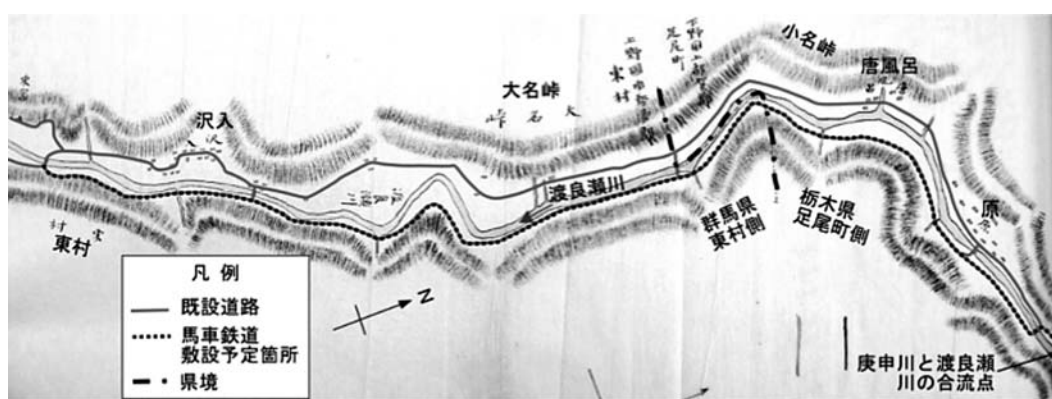
明治貳十四年一月四日

木村長七

栃木県知事折田平内殿

これによれば、足尾銅山の構外から主に仮縣道と町村道を通り敷設されるものに対して許可を求めており、さらに民有地に敷設せざるを得ない部分については日本坑法第二十二條の規定による権利を主張していることがわかる。さらに添付された図-6と図-7のものは、それぞれ足尾銅山の南端から群馬県東村沢入間のものと、鉄索（地蔵坂細尾間の索道）の細尾停車場から日光駅までをつなぐ馬車鉄道の敷設予定箇所を示したものである。図-6からは、前掲した道路整備を経て、渡良瀬川の左右岸に道路ができていたことがわかる。なお、前述のとおり荷車が通れるように整備されたのでこの部分については荷車の通過ができる幅が保たれていた。

さらに、木村長七伝にある「小名峠は漸く車の通ずる程度に開通しましたが、大名峠は岩石が多くて逆も開鑿が不可能ですから、これには片側棧橋を架けて道を造り恰も蜀の道の如きものが出来上りました」との記載内容と照らし合わせると、大名峠と小名峠の難所の周辺の渡良瀬川左岸側の道路は荷車が通れる程度の棧道が既に整備されており、馬車鉄道はその上に敷設されたものであったことがわかる。そして、馬車鉄道の敷設計画箇所を足尾銅山の借区の南端側から沢入に向かって見ていくと、原の集落の北側で渡良瀬川の左岸側へ渡り、小名峠と大名峠のあたりで棧道を通り、沢入の集落の南側に至っていたことがわかる。なお、馬車鉄道の設計は小田川全之が担ったとされている^[35]。



図－6 足尾銅山の南端（庚申川と渡良瀬川合流点）から沢入までの馬車鉄道敷設計画箇所^[33]



図－7 細尾鉄索停車場から日光駅までの馬車鉄道敷設計画箇所^[34]

（２）申請に対する栃木県と政府の対応

この申請が出された時代においては、申請を出す側である鉱業人からすれば、その権利が鑛業條例に依るものであろうが軌道條例に依るものであろうが敷設申請を出せることになるが、許可を出す側からすれば、鉱業人からの申請に対する許否の判断を何に依って下すべきか迷うような法となっており、鉱業人が敷設しようとする馬車鉄道の申請内容の解釈の仕方によっては鉱業政策と鉄道政策を推し進める両省各局の考えを横断的に調整しなくてはならないものとなっていた。そのことが以下で示す栃木県から政府に出された伺書に如実に表れている^[36]。

軌道條例適用上ノ義ニ付伺

管内上都賀郡足尾銅山借区人古川市兵衛ヨリ出産物及ヒ諸器械其他需用ノ物品運輸上ノ便宜ヲ計リ足尾町字神子内鉄索停車場ヨリ銅山及小滝支山ヲ経テ群馬県境マテ八哩四分ノ三又日光町大字日光鉄道停車場ヨリ同町大字細尾鉄索停車場マテ五哩二分ノ一輕便馬車鉄道敷設ノ計画有之候所處右ハ素ヨリ一般ノ運輸運搬交通ノ便ニ供スルモノニ無之只タニ前条出産物其他諸器械需要品等ノ運輸ニ止マルモノナレハ仮定縣道又ハ里道ヲ貫通若クハ該敷地内ニ多少敷設スル場合トイエドモ軌道條例ニ因ラス日本坑法第二十二條ニ照拠シ右道敷使用ノ事ハ縣会又ハ町村会ノ意見ヲ聞キ知事限承認致シ可然哉又ハ一般ノ運輸交通ノ便ニ供セサルモ多クハ借区外ニ涉リ縣道又ハ里道ヲ使用スル上ハ軌道條例ニ依ラシムヘキ筋ニ可有之哉取扱上疑義ヲ生シ候ニ付相伺候条至急何分ノ御指揮相成度候也

明治廿四年一月三十一日

栃木縣知事折田内平

内務省大臣伯爵 西郷従道殿

農商務大臣 陸奥宗光殿

これによれば判断に際し、栃木県は日本坑法と軌道條例のどちらに基づくべきか迷って最終的に政府の判断を仰いだことがわかる。以下の記録によれば、この伺に対して会議が開かれ、軌道條例に基づき特許を出す内務省（大臣、次官、土木局長、総務局長、地理局長、他）と、日本坑法または鑛業條例に基づき許可を出す農商務省（大臣、次官、総務局長、鑛山局長、他）が同席し指令案と通牒案が作られていたことになる。なお、この時の鑛山局長は前述の鑛業條例の制定を牽引した和田維四郎であった^[37]。

明治廿四年二月六日 土木局主査属丸山民太郎

《他の出席者は上掲により省略》

軌道條例適用上之儀ニ付伺 栃木県

《伺の内容は上掲とほぼ同様につき省略》

内務省指令 第 号

本年一月三十一日付第二一一号伺軌道條例適用上ニ関スル件ハ道敷使用方ニ就キ
其使用及取締ノ方法ヲ具シ内務省ニ稟伺スル義ト心得ヘシ

年月日

両大臣

通牒案

本年一月三十一日付第二一一号伺軌道條例適用上ニ関スル件ニ付本日内務省農
商務省両大臣ヨリ指令相成候処右ハ借区内外ニ拘ハラス公道ヲ使用スル場合ハ都
テ日本坑法ニ関係無之又其事業タル一般ノ運輸交通ニ供スルモノアラサル上ハ軌
道條例ニ拠ルノ限りニモ無之該件ハ官有地特別処分規則ニ依リ且道路使用上ニ付
キ関係者ノ意見ヲ聞キ尚其使用方及ヒ取締リ法ヲ具シ当省ヘ稟伺可相成義ト御承
知有之度此段及通牒候也

内務書記官

栃木縣知事宛

以上の内容によれば、公道を使用してるので日本坑法に依るものとはされず、しかしな
がら、一般の運輸交通に供するものではないので軌道條例に依るものでもないと判断され、
官有地特別処分規則に基づくものとして扱われる案が検討されていたことがわかる。なお、
その後、栃木県から古河に対して許可が出されぬまま一月ほど経過し、同 1891（明治 24）
年の 3 月 10 日に照会が出された。古河はこれに答申すべく同月中に足尾町の庶務課の協
力を得て町内（地藏坂から神子内および本山と小滝と結び渡良瀬川と庚申川の合流点に至
る間）までの仮縣道と里道の面積および敷設予定箇所を取り纏めた。その後、9 月 5 日付
で「馬車鐵道布設ニ付追願書」を提出し、これに続いて同年 10 月 16 日付で「上申書」を
提出して縣道使用料の金額と貨物の輸出入量を示し、さらに、同年 11 月 16 日付で「道路
使用之儀ニ付再願」を提出していった。そしてこれを受けた栃木県から 1892（明治 25）
年の 1 月 18 日付で本山から掛水間、小滝から切幹を経て掛水に至る間、神子内から掛水間、
切幹から沢入間の部分について、縣道（仮定縣道）使用の許可が下記の命令書とともに出
された^[38]。

輕便馬車鐵道布設命令書

第一條 鐵軌布設許可ノ期限ハ指令ノ月ヨリ滿三拾ヶ年トス

第二條 鐵軌布設工事ハ許可ノ日ヨリ二十日以内ニ着手シ六ヶ月以内ニ竣工セ
シムヘシ

第三條 鐵軌布設工事ハ着手竣工トモ本廳及ヒ所管警察署ニ届出ヘシ

第四條 鐵軌ノ布設ハ左ノ各項ニ準拠スヘシ

第一項 屈曲半径ハ三拾六尺ヲ以テ最小限トナスヘシ

第二項 勾配ハ貳拾五分ノ一ヲ以テ最小限トナスヘシ尺ヲ

第三項 鐵軌ノ幅員ハ内法貳尺ヲ超ユヘカラス

- 第四項 道路ヲ横断スル箇所ハ總テ其鐵軌間ニ土砂或ハ木石ヲ填メ一般道路ノ表面ヨリ易低スヘカラス
鐵路ト道路ト高低アリ工事上止ムヲ得サル場合ニ於テハ本廳ノ許可ヲ得テ一般道路ヲ切下ケ又ハ盛土ヲ為スコトヲ得ヘシト雖トモ其勾配ハ本條第二項ノ制限ニ隨フヘキモノトス
- 第五條 道路ニ布設スル場所ハ工事中堅牢ナル防圀ヲ設ケ夜間點燈スヘシ
- 第六條 鐵軌築造又ハ修繕ニ當リ本廳ノ許可ヲ得スシテ道路往来ヲ止ムヘカラス
- 第七條 橋梁ヘ常ニ危險ナキ様注意スヘシ
- 第八條 本廳ニ於テ必要ト認ムル場所ハ運搬中番人ヲ配置セシムルコトアルヘシ
- 第九條 番人ハ信号旗ヲ以通過ニ差問ノ有無ヲ車輛ニ告知スヘシ
但車輛ニ於テハ喇叭又ハ笛ヲ以テ常ニ通行人ニ注意ヲ與フヘシ
- 第十條 運搬時間ハ日出三十分前ヨリ日没三十分後マテタルヘシ
- 第十一條 鐵軌布設ノ爲メ殊ニ道路横断ノ場所ハ人馬車等通行ノ障礙ニナラサル様深ク注意ヲ加フルヘシ
- 第十二條 道路ニ布設スル場所ハ都テ其道路全幅ノ修繕ヲ負擔スヘシ
- 第十三條 前項道路ノ修繕ヲ怠ルトキハ本廳ニ於テ修繕ヲ加ヘ其工費ヲ上納セシムヘシ
- 第十四條 道路ヲ使用スル其敷地ハ相當使用料ヲ成規ニ依リ上納スヘシ
- 第十五條 満期後又ハ鐵軌ノ撤去ヲ命シタルトキハ橋梁ヲ合シ三ヶ月以内ニ取拂フヘシ
- 第十六條 前項ノ場合ニ於テハ鐵軌及橋梁取拂跡道路川縁石垣土留等都テ原形ノ通一ヶ月以内ニ修繕ヲ加ヘ險查ヲ受クヘシ
- 第十七條 鐵軌ニ関スル事物ニシテ公衆ノ安全若シクハ要用ナリト認メ鐵軌布設換ヲ命スルトキハ自費ヲ以テ改修スヘシ
- 第十八條 以上ノ條項ニ背クトキハ勿論本廳ノ都合ニ依リ鐵軌ノ取拂ヲ命スルトキハ期限内ト雖トモ自費ヲ以テ取拂フナスヘシ

明治廿五年一月十八日 栃木縣知事折田平内

そして、細尾から日光に至る部分については同年の5月6日付で仮定縣道の使用許可とともに「輕便馬車鐵道布設命令書」が出された^[39]。なお、この際の命令書は上記のものと異なっている部分もあり、第二條での期限が「三十日以内ニ着手シ壹ヶ年以内ニ竣工セシムヘシ」となっており、第四條一項で「軌道ハ兩側人家連擔ノ場所ニ於テハ道路ノ中央ニ之ヲ布設シ其他ハ道路ノ一方ニ偏シテ路端ヨリ貳尺ノ地ヲ餘シテ之ヲ布設スヘシ」及び五項で「鐵軌布設又ハ橋梁架設ニ際シ木石ヲ毀傷シ風致ヲ障害スヘカラス」となっており、さらに第十二條に「道幅拾五尺ニ満タサルヶ所ハ都テ其以上ニ擴築スヘシ又神橋前通り延長四拾間ノ間幅四尺通り御影石ヲ敷キ原形路面ト並行シ神橋ヨリ山内ニ通スル本道ハ在形ニ倣ヒ全

幅ヲ同名ニテ敷詰メ鐵軌ハ其敷石面ト並行シ路面ヨリ顯出スルコトナカラシメ然シテ鐵軌ハ山際ノ一方ニ偏シ路端ヨリ貳尺ノ地ヲ餘シテ布設スヘシ」となっている。なお、この後、同年の9月30日付で落成届が出され使用が開始されていた（日光細尾間の工事については、一次史料では翌年の8月31日付けで成功届が出されており、伝記では11月竣工となっている）^[40]。さらに輸送量を賄うために夜間の運転を同年11月9日付で栃木県に願ひ出るも12月6日付で県から拒否されその後同月11日付で再び願ひ出て翌1893（明治26）年の1月26日付で臨時の場合に限って許可され、足尾町内において電灯を灯しながら速度を10分間で5町（時速約3.3km）で運転することで認められた^[41]。また、運搬に適する牡馬が気性が荒く暴れやすい面も有していたことから通行人に加害することが懸念され、日光細尾間では1898（明治31）年7月8日付で、衛生面や風致に配慮することを前提に牛に変更された^[42]。

以上の内容からすると、当初は主に公道上や官有地上やなどを通る路線は、東道方面の日光細尾間も含めた神子内から掛水までの間と、足尾町内の本山と小滝の生産拠点から掛水を経て渡良瀬川と庚申川が合流する切幹間と、西道方面の切幹から沢入までの間の全域で「軽便馬車鉄道」との扱いがされていたことがわかる。なお、足尾町教育委員会が出版した既往の文献では、日光細尾間が「軽便牛車鉄道」とされ、さらに「牛方は牛を元気にするため豆腐屋のようなラッパを吹いたという」と記載がされている^[43]。しかし、栃木県が出した前者の命令書の第九條の内容からは「ラッパや笛は通行に対する安全への配慮から日光細尾間に限らず使用されていた」事がわかる。さらに、後者の命令書からは、家々と軌道との間隔や道路の幅員の確保について、より限定的に命令がされており、特に神橋及び山内周辺の既存の地区の風致を守るよう示されていたことがわかる。

（3）縣道以外への申請

馬車鉄道の路線は上記の縣道（仮定縣道）の他、官有林（官有地）上を通過し、足尾町内の里道と共有地も通過している。そのため、古河は官有林については当該林を管轄する東京大林区署またはその下の小林区署へ借地願ひを出して許可を受けた。また、足尾町内の里道と共有地についても申請を出し、1892（明治25）年1月25日付で足尾町長三上成所から使用許可と命令書を受けた^[44]。

なお、日光細尾間の里道については1892（明治25）年4月30日付で使用願ひが出され同年6月6日に日光町長入江喜平から使用許可と命令書を受けた^[45]。

5. まとめ

富鉱脈の発見とそれに伴う生産体制の増強から始まり、燃料、生活物資、銅、機械類の輸送の必要性の向上、そして、道路整備と荷車による増強を経て、索道と馬車鉄道の手段が採られることになる過程が明らかとなった。また、荷車のための道路整備がその後の馬車鉄道に活かされていたことも明らかとなった。

いっぽう鉱山と鉄道の政策の観点からすれば、ちょうど鉱山の法と軌道の法により鉱業者に対して坑外に軌道を敷設する権利が示された時代に進められた事業で、結局、許可をしていく側においても迷いが生じた事業であったことが明らかとなった。

そして、これら歴史的背景から見ると、足尾銅山の馬車鉄道に関する遺産は、日光から細尾、神子内から掛水、本山と小滝と通洞を結び切幹、切幹から沢入までの、縣道、里道、共有地、官有林、官有地上にそれぞれ敷設されたものを牛馬を問わずに一括りにすると説明がし易いと考えられる。

6. 今後の課題

遺産として活用を進めるために、今後、申請書に添付された図や、当時の写真などをもとに遺構の確認を進めていく必要がある。

謝辞：史料調査において古河機械金属株式会社、東京大学附属図書館の所蔵のものを拝見した。また、日光市教育員会文化財課と同市足尾町の日向野憲氏と足尾文化交流館の協力を頂いた。なお、本調査はJSPS 科研費（奨励研究、課題番号：20H00941）の助成を受けている。ここに記して感謝の意を表したい。

付録

- [1] 写真 - 1 は文献 3) の 40 番の写真を引用した。足尾町の渡良瀬地区の道路上を行き交う馬車鉄道を映したもので 1895 (明治 28) 年以前とする記載がある。
- [2] ここで示した鉱山関連の法とは日本坑法とそれを前身とする鉱業条例のことであり、それらの内容については文献 4) と文献 5) と文献 6) を参考とした。なお、日本坑法は 1874 (明治 6) 年に布告されその後改正を加えつつ 1890 (明治 23) 年に鉱業条例へと引き継がれていく。馬車鉄道などの敷設を含め数々の施設導入やそのための土地の使用や買取などの鉱業人の権利もその中で示されており、日本坑法では第 22 条、鉱業条例では第 48 条にそれぞれその内容が記されている。
- [3] 文献 8) の pp.83-96 では「現今ハ軌道四輪車ノ法大ニ行ナハルルニ至レリ」との記載があり、1892 (明治 25) 年の段階で鉱車や軌道が全国の鉱山で使用されるようになってきたことを知ることができる。また、文献 9) の pp.150-177 ではそれが発刊された 1907 (明治 40) 年の時点では坑内および坑外については全国的に軌道が当たり前となっていることがわかる内容が示されている。さらに文献 10) の pp.6-7 では 1868 (明治元) 年から 1889 (明治 22) 年の間に政府が官営の鉱山に西洋の技術導入を進め好果を得たとし、鉱業を発達させた技術を 13 項目挙げ、その第二では「坑場ニ軌道ヲ布設シ鉱車ヲ用フルノ便ヲ開キタルコト」、そして第八では「馬力水力及汽力ヲ鉱業上ニ応用スルコト」と記されている。軌道と馬力が鉱山に導入され近代化が進められてきたことがわかる。
- [4] 栃木県史は文献 11) と文献 12)、採鉱法調査報文や日本鉱業発達史などはそれぞれ文献 9) と文献 13) のものでこれらは全国の鉱山についての報告がされているものである。伝記は文献 14) と文献 15) であり、古河が足尾銅山を得てから発展させるまでの経緯を知ることができ、以上の文献の内容でもこのような見方ができる。なお、伝記についてはこの他文献 16) や文献 17) があり足尾銅山の変遷を知ることができ、鉱山側から見た時の軌道をどのように見ていたかがわかる。さらに挙げれば、文献 18) の社史でも同様に坑内と坑外で区別して記載がなされている。
- [5] この時代の鉄道政策については文献 19) と文献 20) の内容を、また、軌道條例、私設鐵道條例、鐵道敷設法は文献 21 と文献 22) と文献 23) を参考とした。
- [6] 栃木県によるものは文献 11) と文献 12)、古河の社史は文献 11)、伝記は文献 14) と文献 15) と文献 16)、文化庁のものは文献 24)、足尾町のは文献 25)、郷土史家らのものは文献 3) と文献 26) と文献 27) と文献 28) のものである。
- [7] 文献 3) の 12 番の写真を引用した。本山坑との記載されており、同写真は文献 29) でも確認した。坑内外を結ぶ軌道上に馬がけん引する鉱車 (トロッコ) が写っている。
- [8] 文献 3) の 18 番の写真を引用した。写真の位置は文献 30) で構内 (有木橋周辺) であることを確認した。写真左下には軌道の上を通る人力 (手押し) の鉱車が写っており、中央のあたりのものは馬に 4 つの鉱車を引かせ、それを人が後ろから押している様子が写っている。
- [9] 文献 42) と文献 43) と文献 44) と文献 45) である。
- [10] 聞き取りは足尾銅山文化交流館の多島信彦氏と足尾町民日向野憲氏に対して実施した。

- [11] 写真帖は当時の足尾銅山の御用写真師小野崎一徳のもの。実習報文は当時足尾銅山に実習に来ていた学生がまとめた報告書で東京大学附属図書館所蔵のもの。図面は文献 30) と文献 31) が栃木県立博物館所蔵のもので、その他の図面は古河の一次史料の調査や実習報文の調査の際に発見したもの。雑誌は、文献 32) で当時の操業を絵図や写真を用いて説明がされているもの。なおここに掲載されている写真は小野崎一徳が撮影したものであるとの記載が文献 3) ではなされている。
- [12] 図 - 1 は全山における坑口（鷹の巣坑、本口坑、本山坑、小滝坑、通洞坑）、主要生産拠点（本山地区、小滝地区、通洞地区）、主要施設（選鉱所、製錬所）及びその跡、主要坑道、および「日光・細尾方面」と「群馬・沢入方面」の輸送方面を示したものである。ベースの図は文献 33) を引用し、加筆した。
- [13] 鉱脈をとらえて出鉱量が急増していく様子は文献 14) の pp.123-137 と文献 15) の pp.169-174 と文献 18) の pp.124-129 を参考とした。また、これに伴う選鉱所および製錬所施設の増強および開設については文献 11) の pp.98-112 と文献 14) の pp.144-146 と文献 15) の pp.228-230 を参考とした。
- [14] このグラフに使用した人員と産銅量のデータは文献 14) の pp.135-137 のものと文献 26) の巻末のものを用いた。
- [15] このグラフに使用した木炭および新材のデータは文献 26) の p.93 から引用した。
- [16] 機械類の使用と蒸気力利用に伴う薪炭の増加は文献 14) の pp.144-146 と文献 15) の pp.228-231 を参考とした。
- [17] 小滝坑の取明けおよび独立創業と通洞坑の開坑の年月日は文献 14) の pp.139-144 を参考とし、通洞選鉱所の建設年については文献 34) の I_333 と補注 [18] からの引用。
- [18] このグラフに使用した銅の移出と物資の移出のデータは文献 12) の p.511 から引用した。
- [19] 足尾での大火により遠隔からの調達に頼らざるを得なかった部分は文献 12) の p.507 から引用した。
- [20] ベースとなる図は文献 12) の p.496 のものを引用し、これに加筆した。1892（明治 25）年ごろとされている。
- [21] 草久村と茨倉と足尾から群馬県との境までと粕尾村へ通じる道路の新設および改修については文献 16) の p.86 を参考とした。また、大間々から沢入を通り足尾銅山まで改修したことについては文献 15) の pp.223-224 を参考とし、神橋から細尾峠を経て神子内に至る道路の改修については文献 14) の p.205 を参考とした。
- [22] 荷車の絶対数がたりないことは文献 14) の p.205 を参考とした。記載には「明治廿一年には馬車四百輛、牛舎車百廿輛、手車二百輛を以て辛うじて出入貨物を運搬した」とあり、さらに「全く荷馬車百廿三兩輛の不足にて」とあり、道路整備を進めたものそれでも輸送力が足りていなかったことが分かる。なお文献 16) の p.88 の記載では西道における牛車は 1888（明治 21）年の春に大間々警察署によって通行差し留めがされたとある。
- [23] 東道において細尾峠に隧道を抜いて軽便鉄道を通す計画、群馬（上州）方面での電気鉄道敷設計画、索道の敷設計画は、文献 12) の pp.506-512、文献 14) の pp.199-206、文献 15) の pp.226-228、文献 16) の p.88 を参考とした。

- [24] 文献 35) によれば日本鉄道の大宮宇都宮間の開業は 1885 (明治) 7 月 16 日であり、文献 36) によれば宇都宮日光間の開業は 1890 (明治 23) 8 月 1 日とされている。また、両毛鉄道の各駅の開通については文献 36) pp.776-777 から引用した。
- [25] 鉱業と鉄道に関する法の移り変わりは文献 4), 文献 5), 文献 6), 文献 7), 文献 20), 文献 21), 文献 22), 文献 23), 文献 37), 文献 38), 文献 39), 文献 40) を参考とした。
- [26] 明治政府の発足当初から鉱山心得に至るまでの規則については、文献 38) と文献 39) の内容を根拠とした。1873 (明治 6) 年の日本坑法の発布当初の原文については文献 7) の pp.22-45 を参考とした。1890 (明治 23) 年の鉱業條例へ移り変わる直前の内容については文献 4) の pp.90-107 を参考とした。第 22 項の改正の内容は文献 4) の pp.97-98 から引用した。
- [27] この日本坑法が鉱業條例へ代わる時代の記載は文献 40) の pp.77-82 内容を参考とし抜粋した。なお、この内容を記した和田維四郎は文献 41) の pp.79-86 によれば当時の鉱山局長を務めその後に登場する鉱業條例の草案を作ったとされている。
- [28] 鉱業條例の内容は文献 4) の pp.11-12 から引用した。
- [29] 私設鐵道條例の内容は文献 21) の pp.63-68 内容を参考とした。また、鉄道が公共の便を助けるものであるとの内容は、文献 21) の p.69 の「鐵道事業の幫助 (内務省訓令第七九五號)」に書かれている。
- [30] 軌道條例の内容は文献 21) の p.75 から引用し、1890 (明治 23) 年と 1894 (明治 27) 年の内務省訓令の部分は文献 22) の pp.27-36 の内容から引用した。
- [31] 細尾と地蔵坂間の索道建設が急務であったことは文献 12) の p.507 の記載を参考とした。また、その後の馬車鉄道の敷設計画に至る経緯は文献 12) の p.511 から引用した。
- [32] 文献 42) からの引用。
- [33] 文献 42) の「道路使用之儀願」の添付図に加筆した。
- [34] 文献 42) の「道路使用之儀願」の添付図に加筆した。
- [35] 引用部分は文献 15) の pp.220-224 から。ただし、日光細尾間の馬車鉄道については小田川全之の設計とは明示されていないため、他者の設計の可能性もある。
- [36] 文献 42) からの引用。内務省廿四年二月二日受の文書。
- [37] 文献 42) からの引用。
- [38] 文献 42) からの引用。
- [39] 文献 43) からの引用。
- [40] 一次史料は文献 44) で伝記は文献 15)。
- [41] 文献 44) からの引用。
- [42] 文献 45) からの引用。
- [43] 文献 25) の p.315 の記載。
- [44] 1892 (明治 25) 年 1 月 25 日付のものは文献 42) から引用し、その他の記載は文献 42) と文献 43) を参考とした。
- [45] 文献 43) からの引用。

足尾銅山跡調査報告書 11 執筆者

青木 達也 あおき・たつや 宇都宮大学地域デザイン科学部技術専門職員

宮本 史夫 みやもと・ふみお 日光市教育委員会事務局文化財課 副主幹

日光市文化財調査報告第 14 集
足尾銅山跡調査報告書 11

発行日 令和 3 年 3 月 31 日

編 集 日光市教育委員会事務局文化財課

発 行 日光市教育委員会

〒 321 - 1261

栃木県日光市今市 304 - 1

TEL 0288 - 25 - 3200

印 刷 有限会社 高橋平版社