

歴史の散歩道(41)



技術者の視点で見た横須賀製鉄所

The Yokosuka Arsenal from an Engineer Point of View

毛利 邦彦*
Kunihiko Mouri

1. はじめに

徳川幕府は勘定奉行小栗上野介忠順の提案を受けて1865年（慶応元年）、相模国三浦郡横須賀村に横須賀製鉄所（L'Arsenal d'Iokosuka）¹⁾の建設を開始した。この国家プロジェクトを指揮したのはフランス人技師ヴェルニー（François Léonce Verny）である。この背景には欧米露の脅威に対抗するために洋式造船技術が不可欠であった。

横須賀製鉄所は鉄を生産する工場ではない。造船、艦船修理、造機および技術伝承のための学校（餐舎（こうしゃ））を含めた日本初の大規模重工業工場と言える。完成は1号船渠（Dry Dock）が完工した1871年（明治四年）であり、その年に明治政府工部省の管轄下となった。その時に横須賀造船所と名称変更が行われた。さらに海軍省管轄下で横須賀海軍工廠（1903年 明治三十六年）となり、戦後は米国海軍横須賀基地（1945年 昭和二十年）として現在に至っている。横須賀製鉄所の歴史は多くの研究者が、公文書（続通信便覧等：国立公文書館）、古文書（堤家文書、石井コレクション等）および海軍工廠が纏めた横須賀海軍船廠史（1914年 大正三年 海軍工廠）などで整理され解析が行われている。しかしながら使用された機械類、土木建築機械の紹介は極めて少ない。現在米軍の管理下にあるために現地調査も難しい状況であるので、残された文献を最大限に活用して取り纏めた。主な文献資料は「大日本帝国相模国横須賀 造船所手引草」（明治十四年発行）²⁾



図1 ヴェルニー³⁾と小栗上野介忠順⁴⁾

*元東京海洋大学客員教授
〒238-0042 神奈川県横須賀市汐入町2-36
E-mail: mourik@jcom.zaq.ne.jp

を用いた。また過去の横須賀製鉄所の歴史を復習しながら、約160年前の横須賀製鉄所の機械設備に焦点を当て、その意義・役割について紹介したい。

2. 横須賀製鉄所について

横須賀製鉄所が出来る前の横須賀村は戸数213、人口1,263人の小さな漁村²⁾であった。ここに敷地面積約8.13ha、主要設備のある工場敷地は75,000m²（1865年頃の計画図¹⁾より算出した概略結果）の造船所を建設した。この敷地にはフランス人技術者らの住居、日本人の管理事務所、各種機械工作の工場、警備詰所、医室、職能訓練所、ドライドック、船台などから構成されている。図2はフランス人が当時撮影した横須賀製鉄所のパノラマ写真である。



図2 1868年の横須賀製鉄所⁵⁾

2.1 建設の工程と技術発展の蒸気機関採用の経緯

概略工程を表1に示すが、1865年から始まり、1871年1号船渠の完成を持って完工としたが、引き続き工部省の傘下として横須賀造船所と名称を変更し、造船、造船修理を行いながら拡張工事を行った。

この工程で分かることは、横須賀製鉄所建設用地を確保

表1 横須賀製鉄所概略工程⁶⁾

種別	工事内容	1865年	1866年	1867年	1868年	1869年	1870年	1871年
		慶応元年	慶応二年	慶応三年	慶応四年	明治二年	明治三年	明治四年
主な土木 工事	白仙山切崩し	---	---	---	---	---	---	---
	構内埋立	---	---	---	---	---	---	---
	1号ドック建造	---	---	---	---	---	---	---
	船台工事(第1 第2)	---	---	---	---	---	---	---
官舎建設	ヴェルニー（首長）	---	---	---	---	---	---	---
	ザヴァチエ（医師）	---	---	---	---	---	---	---
	ティゴディエ（副）	---	---	---	---	---	---	---
	平職人官舎	---	---	---	---	---	---	---
	奉行役宅	---	---	---	---	---	---	---
工場建設	製鉄所	---	---	---	---	---	---	---
	鍛冶所	---	---	---	---	---	---	---
	セビ所（木工所）	---	---	---	---	---	---	---
	やすり所	---	---	---	---	---	---	---
	鋳物所	---	---	---	---	---	---	---
備考	慶応四年9月8日を持って明治元年に改元（旧暦）							

するために山を削り、埋め立てを行った。また横須賀製鉄所の最終目的は鋼鉄軍艦の製造と修理及び造機である。

その目的が遂行出来るまでは、表2に示す蒸気機関を動力に持つ木製の船舶を建造していた。1872年（明治五年）に竣工した御召船創竜丸は揺動エンジンを採用、更に1873年（明治六年）竣工した練習船第1利根川丸には単膨張2筒機関が導入された。ボイラーの技術的な発展も加速度的に展開した時代である。横須賀製鉄所時代に製造した船のボイラー型式は「角缶」であるが、表2に示す蒼竜丸には「焚き口二つある管入方形缶」が採用された。燃焼ガスが管（ボイラーチューブ）から放熱して缶にある水を蒸気に変える蒸気発生器である。更に展開して、高円缶（丸ボイラー）が1873年（明治六年）着工の迅鯨（1,464トン木製、御召艦）に採用された。

表2 初期横須賀製鉄所（造船所）の建造船⁷⁾

項目	訓令年	用途	船体材質	機装 (HPは馬力、(x1)は台数)
	竣工年			
第一横須賀丸	1866年	曳舟	木製	86.2ton 120HP 角缶(x1)
	1867年			フランス製蒸気機械(x1)
小蒸気船	1866年	通船	木製	10HP 角缶(x1)、横須賀製鉄所製蒸気機械(x1)
	1867年			
横浜丸	—	通船	木製	200トン、40HP、角缶(1)
	1870年			蒸気機械(x1)
創竜丸	1869年	御召船	木製	152トン、40HP、管入方形缶(x1)
	1872年			揺動式機械(x2)
第1利根川丸	1870年	練習船	木製	119トン、95HP、汽車缶(x1)
	1873年			斜置単膨張2筒機械(x1)
函容丸	1871年	運送船	木製	450トン、両面管入方形缶(x1)
	1875年			気筒機械(x1)
第2利根川丸	1871年	通船	木製	109トン、汽車缶(x1)
	1875年			単膨張2筒機械(x1)
清輝	1873年	砲艦	木製	882トン、443HP、片面戻火缶((x2)
	1876年			横置環藤2段膨張3筒機械(x1)
迅鯨	1873年	御召艦	木製	1464トン、高円缶(x4)
	1881年			斜動2筒機械(x1)

横須賀造船所の3号船渠の近傍にクレーンがある。丸ボイラー形状と酷似した機械が1871年（明治四年）3月28日付けの記録写真にある。荷揚げされたボイラー（炉筒煙缶）と思えるが、今後の課題である。



図3 1871年撮影の丸ボイラーらしき写真⁸⁾

以上の工程と機関の技術発展の経緯から横須賀製鉄所の機械設備は急速に発展する欧米の最新技術が導入していることが分かる。

3. 手引草に見る横須賀製鉄所（造船所の設備等）

3.1 スティームハンマー

図4は国指定の重要文化財のスティームハンマーである。横須賀製鉄所の設備はフランス製、オランダ製、イギリス製など西洋式の工作機械である。スティームハンマーは蒸気動力で鉄を鍛造する機械で、鉄の加工製品・素材を作る。または鎖、レンチなどの工具も作る金属加工の基幹設備である。横須賀駅近傍のヴェルニー記念館には、1865年製のスティームハンマーが保存されている。

手引草には次の説明文がある。「蒸気鎚は驚くべき大力を有し、(中略)僅かな力で鍛錬出来て、鍊鉄所では最も有功のもの」(筆者編集)

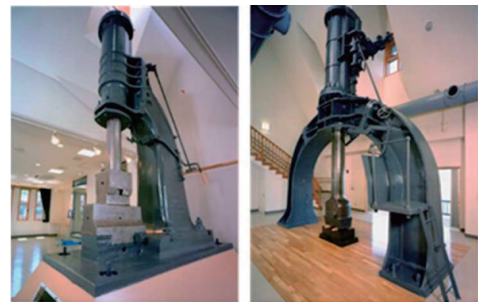


図4 ヴェルニー記念館のスティームハンマー⁹⁾

図5に手引草のイラストを示す。また図6は英国にて製造された1862年製のスティームハンマーの写真である。

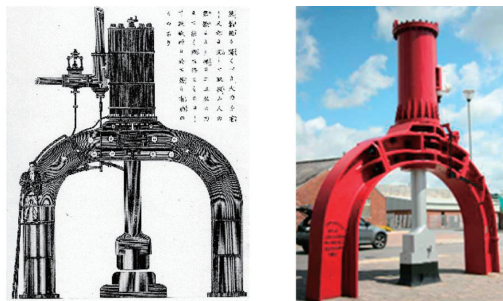


図5 横須賀のハンマー²⁾

図6 英国のハンマー¹⁰⁾

横須賀のスティームハンマーの製造国はオランダとあるが、筆者らの研究¹¹⁾で英国GlasgowのGlen and Ross (Engineering)社であることを、2023年3月30日に発表した。

3.2 ボイラー

横須賀造船所時代のボイラーは高円缶（Scotch Boiler）と呼ばれる炉筒煙管ボイラーで、手引草に詳細なイラスト

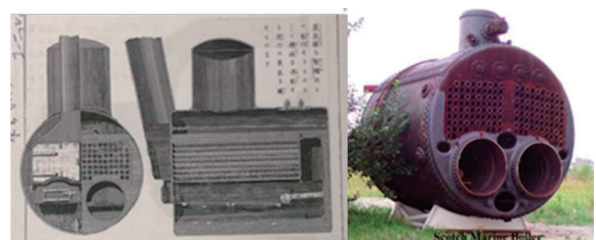


図7 手引草のイラスト²⁾と英国で保存のボイラー¹²⁾

が掲載されている。またイメージをし易くするため英国で保存されている同種のボイラーを示す。当時は蒸気の漏洩を防ぐために金属の加工の正確性が求められ、またリベットによる金属と金属の接着性を高めている。

3.3 穴あけおよび平板切断設備

この機械はボイラー煙管をリベットで止める穴あけ機械と、金属板を一定の寸法に切断してボイラー構造を作るための重要な機械設備である。図8に手引草のイラストを示すが、英国に保存されている同種の設備 (Shearing and Punching machine) に酷似している。

また、グラスゴーの住所録に、酷似した Shearing and Punching machine の広告 (イラスト) が記載されている。この機械の製造国来歴はないが、英国と考えると不自然ではない。

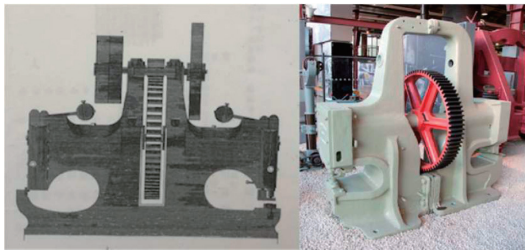


図8 平板切断機と穴あけ機の比較^{2,13)}

3.4 平鉋盤

手引草に次の説明がある。「鉋平機械 (かななきかい プレーイングマシン) は鋸盤旋盤所に在りて、鉄具 (てつぐ) の諸部を削り平かにするものなり」(図9参照)

図10は明治村に保存されている赤羽工作分局製作の同種の機械と東京赤羽工作分局製品目録のイラスト図である。

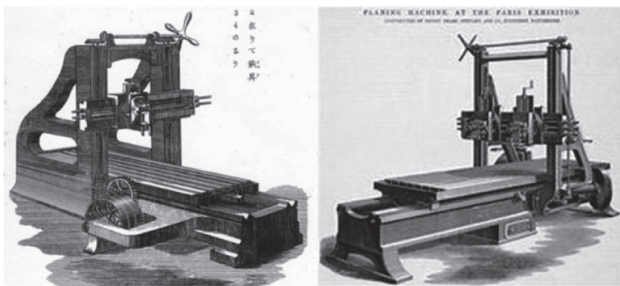


図9 製鉄所のイラスト図²⁾、右は英国の機械¹⁴⁾

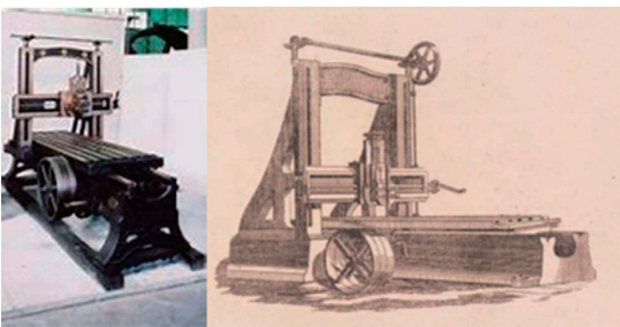


図10 明治村の平削り盤¹⁵⁾と赤羽工作分局のカタログ¹⁶⁾

4. 横須賀製鉄所建設に使用された日本初めて物語

4.1 洋式潜水服

洋式の潜水服のイラストが手引草に描かれている。

手引草の説明は次の通り。潜水服 (みずくぐり) は「ゴム」の衣にして船橋の底に損傷を検査 (ぎんみ) したまたは海底 (うみそこ) より物を揚げんとする時これを着て水中に潜入 (もぐり)。空気はお筒 (ポンプ) にて空気を送り、呼吸ができる。(筆者要約)

岩手県洋野町の岩手県立種市高等学校は潜水を授業として取り入れている日本唯一の学校で、潜水作業の伝承がされている。

また横浜港、東京湾などの土木工事にも明治初期から潜水服が使用され水中作業が効率的に進められ、全国に普及した。

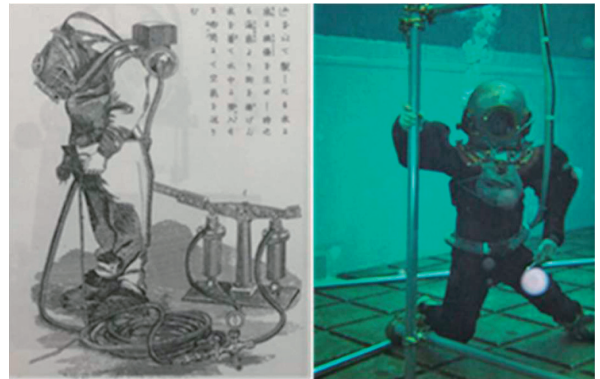


図11 洋式潜水服²⁾と種市高校の実習状況¹⁷⁾

4.2 日本初の洋式浚渫船

横須賀製鉄所の造成には白仙山を切り崩し造成したが、湾内の浚渫を行い浚渫泥を埋め立てに用いた。この機械は図2の全体写真に写っているが、横須賀製鉄所関係図書に紹介されていない。



図12 1868年頃横須賀製鉄所に係留されている浚渫船³⁾

この浚渫船の構造は図13に示すが、蒸気機関を動力として連続バケットにより海底を浚渫する。

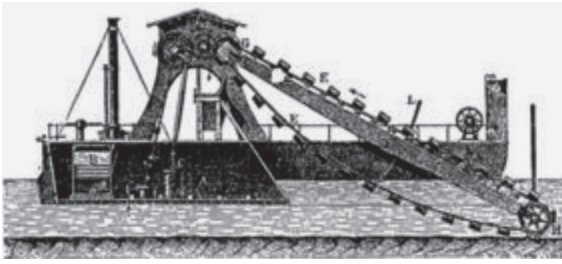


図13 連続バケット浚渫船の参考図¹⁸⁾

5. 横須賀製鉄所の技術の普及

横須賀製鉄所にて導入した技術は名称が横須賀造船所に変ったが、殖産興業に大きく貢献した。横須賀製鉄所に雇用されたヴェルニーは帰国せず、横須賀造船所の指揮を執り、木製造船から甲鉄船の建造する明治十年まで奉職していた。その間横須賀製鉄所以外の工場の機械類を受注して、製造していた。技術の国内移転を促進させていた。



図14 富岡製糸場鉄水溜 (明治八年)¹⁹⁾

5.1 富岡製糸場の鉄水溜

世界遺産である富岡製糸場は横須賀製鉄所に勤務していたフランス人バスチャン (Edmond Auguste Bastien) により明治五年に建設された。この一部に鉄水溜 (明治八年製) の鉄板は横須賀製鉄所 (造船所) が製造したものである。

その他にも横須賀製鉄所 (造船所) で製作されたレンガも一部使用されていた。機械設備に製造者などを視点を交えて調査・研究すると新たな発見につながる可能性がある。

5.2 生野鉱山のボイラー等の設備

兵庫県朝来市に古くからある鉱山で明治元年に官営鉱山

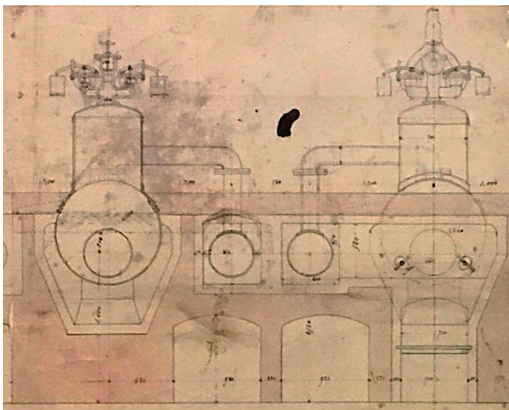


図15 生野鉱山用ボイラー配置図 (縮尺1/20)²⁰⁾

として、近代化技術を導入して銀、銅、錫を産出した。

フランス人技師コワニネ (Jean-François Coignet) の指導を得て近代化が進められた。横須賀製鉄所に図15に示すボイラーの配置図が保存されている (1872年)。当時の技術開発のレベルと形状から丸ボイラー (1つの焚口) と考えられる。

5.3 日本初の洋式灯台

横須賀市観音崎の観音崎灯台は横須賀製鉄所のヴェルニーによって1869年 (明治二年) に建設された。建設資材のレンガには図16に示す横須賀製鉄所の刻印がある。このレンガ工場は横須賀製鉄所、横浜製作所の工場や居住者住宅の数多くが製造された。



図16 初の洋式灯台²¹⁾ と当時使用されたレンガ²²⁾

6. エネルギー資源

横須賀製鉄所のエネルギー資源は、当時は石炭のみであった。ボイラーの燃料である石炭は上海経由で輸入していた。また九州炭も使用されていた。

使用した石炭に関する文献は少なく、明治二年に唐津産の石炭をレンガの焼成用に使ったとの記録および幕末に軍艦については岩城 (いわき) 産を入札して使用したとの記録がある²³⁾。また鉄については、横須賀製鉄所は錬鉄を横浜居留地の商会を通じて調達していた。国内で原料が確保できるレンガや木材は国内調達であった。

横須賀製鉄所時代にて建造された船舶は、すべて木製の船体であり、横須賀造船所での鋼鉄船の製造には1889年 (明治二十二年) 竣工の初代愛宕 (669トン, 747HP) まで数十年を要している。

7. 結言

横須賀製鉄所 (造船所) に使用されていた設備について、技術者の視点で調査研究事例はほとんどない。そのため文献資料が存在するにもその視点がないために見逃されている。欧米露並みの国力を持つ強靱な日本を作るために横須賀製鉄所に徳川幕府は命運を託したが、明治政府に引き継がれ一流国と国際的に認められる国になった。これは今から150年以上前にフランス人の支援を契機にイギリス、ドイツ、アメリカなどの技術を消化しながら国産化と日本の

固有の技術に昇華して来た先人の努力と志によるものと考えられる。当時人間の「重い」「思い」と次世代に向けた「想い」など時空を超えて次世代に語り継ぐ必要がある。過去の歴史を知識として認識するのではなく、技術の壁を越えた発明、着想、共同作業、国際交流など、人間・地域・国家について技術者の倫理観・safety culture は時を経ても変わることがない。技術者は次世代を担う若手を含めて過去を知り、現在を理解し、少し先の未来への思いを巡らせて貰いたい。未来はあなたを待っている。緊張感を忘れずに。

参考文献

- 1) 国立公文書館蔵 PLAN GENERAL de L' Arsenal d' Iokosuka (1865年頃) の表記を参照した。
- 2) 大日本帝国相模國横須賀 造船所手引草 明治14年 吾妻健三郎編 東陽堂出版
- 3) 横須賀海軍船廠史 第1巻 大正3年 海軍工廠 p.4
- 4) 国立国会図書館蔵 近代日本人の肖像 小栗上野介
- 5) 横須賀寫真 (エミール・ド・モンゴルフィエ) 2015年 Christian Plak 監修 株式会社セレク
- 6) 幕末維新期横須賀製鉄所建築群の総合研究・西洋技術導入の

- 実証的研究増補版 2017年 安池 尋幸 より筆者が編集。
- 7) 横須賀海軍工廠外史 1991年 横須賀海軍工廠会 p.126
 - 8) 5) の資料 p.24 回転式起重機 (クレーン) を筆者が拡大。
 - 9) 横須賀市自然・人文博物館 提供
 - 10) https://www.gracesguide.co.uk/Glen_and_Ross
 - 11) 横須賀市博報 (人文) No.67 2023 p.33-p.75 2023 毛利邦彦, 菊地勝広
 - 12) <https://www.mechanicalbooster.com/2016/08/scorch-boiler.html>
 - 13) <https://www.culturenlmuseums.co.uk/SIModes/shearing%20and%20punching/source:NorthLanarkshireCouncilMuseum>
 - 14) https://www.gracesguide.co.uk/Thomas_Shanks_and_Co
 - 15) <http://www.bunka.pref.iwate.jp/archive/hist77>
 - 16) 国立国会図書館アーカイブ 東京赤羽工作分局製造機械品, p.46
 - 17) 岩手県種市高等学校ホームページ
 - 18) <https://ja.wikipedia.org/wiki/淺澤>
 - 19) 富岡製糸場ホームページ 鉄水溜
 - 20) 生野書院蔵
 - 21) 5) の資料 p.56
 - 22) 観音崎灯台下に収集したレンガ (個人蔵)
 - 23) 堤家文書野帳 明治二年4月25日条ほか

付録資料

参考文献²⁾ の文章説明に記述されている機械を整理して纏めた。

大日本帝国相模國横須賀 造船所手引草

記述箇所	作業所	機械名	当時の呼び名	外国語表記	右項の英語訳	備考	
造船所沿革	序文	製綱所	つなこしらえところ	ローバレー	rope alley (英)	cordier (仏)	
		鑄造鍊鉄所	いものところ かなところ	ファンダリーリースミス	foundry smith	fonderir forges (仏)	
造船所諸部略説	製図所	製図所	せいずところ	ドローイングオフィス	drawing office		
		模型所	ひがたがたところ	パトロン ショップ	patron shop		
	模型所 (一つの蒸気機関)	鋸木機械	のこぎりきかい	ソーイングマシン	sewing machine		
		鉋木機械	かんなきかい	ウッドプレーニングマシン	wood planing machine		
		鑽孔機械	きりきかい	ドリリングマシン	drilling machine	手引草に図面あり	
	鍊鉄所 (一つの蒸気機関)	鳩尾筒機械	ありさしきかい	ダブテールマシン	dove tail machine		
		鍊鉄所	かじところ	スミスショップ	smith shop		
		蒸気槌	じょうきつち	スチームハマル	steam hammer	手引草に図面あり	
	鑄造所	鍛冶所	かち	フォージ	forge machine		
		反射炉	はんしゃろ	リバルバルトリーファルネス	reverberatory furnace		
		鑄造所	いものところ	ファンダリーリースミス	foundry	fonderir (仏)	
		溶鉄炉	ようてつろ	キューボラ	cupola	手引草に図面あり	
		鋳銅炉	ようどうろ	ブラスファールネス	blast furnace		
		粉砂機械	ふんしゃき	サンドミル	sand mill		
		攪泥機械	どろこね	ロームミル	rohm mill		
		坩堝	るつぼ	レードル	ladle		
	鑄造所	揚物機械	ものあげ	クレーン	crane		
		乾燥室	かわかしへや	ドライイングストーブ	dring stove		
		廻扇		ファン	fan		
		鑄造所 (一つの蒸気機関)	鑄造所	やすりところ	フィッチングショップ	fitting shop	
			削孔機械	あなくりきかい	ボーリンマシン	boring machine	
			立形動作機械	たてのみきかい	スロットングマシン	slotting machine	
			臥型動作機械	よこのみきかい	セイビングマシン	shaving machine	
鉋平機械	かんなきかい		プレーイングマシン	planing machine			
螺旋機械	ねじつくりきかい		スクリューイングマシン	screwing machine			
製鐵所	軋軋	ろくろ	レーズ	lather machine (旋盤)			
	鑽孔機械	きりきかい	ドリリングマシン	drilling machine			
	運物機械	ものはこびきかい	トラバラー	traveller	手引草に図面あり		
	製鐵所	せいかんしょ	ボイラール ショップ	boiler shop			
	汽鍋	じょうきかま		boiler	手引草に図面あり		
	円軋機械	まるめきかい	ローリング プレス	rolling press			
	製鉄機械	しびょうきかい	リベットメーカーキングマシン	ribet making machine			
	鑽孔機械	きりきかい	ドリリングマシン	drilling machine	手引草に図面あり		
	鉋剪機械	はさみ	セヤリング	shearing macine	手引草に図面あり		
	鑿孔機械	あなあけきかい	パンチングマシン	punching macine	手引草に図面あり		
製鐵所	水壓唧筒	みずてっぽう	ハイドロリックポンプ	hydraulic pump			
	銅工所		コッパルスミスショップ	copper smith shop			
	由管機械	くだまげ	パイプベンディングマシン	pipe vending machine			
	灰花機械	らたしあげき(ロータ仕上げ?)	ローズベット	rosebud machine ?	不明		
	伸管機械	くだのばし	ドローベンチ	draw bench machine			
製綱所	製綱所	つなこしらえところ	ローバレー	rope alley (英)	cordier (仏)		
船渠	船渠	せんきよ	ドック	dock	basin (仏)		