

日本最初の洋式高炉に挑んだ薩摩藩と近代化への寄与

著者	長谷川 雅康
雑誌名	金属
巻号	86
号	4
ページ	11-18
発行年	2016
URL	http://hdl.handle.net/10232/00030734

日本最初の洋式高炉に挑んだ薩摩藩と近代化への寄与

長谷川 雅康

要旨

昨年登録された世界遺産は、2005年に鹿児島県が提案し、九州地方知事会が連合して登録準備をした「九州・山口の近代化産業遺産群—非西洋世界における近代化の先駆け—」が基である。幕末期に薩摩藩主島津斉彬が推進した「集成館事業」において、日本最初の洋式高炉構築に挑んだ。その高炉は薩英戦争の戦禍により破壊され、永く文献で知るのみであった。近年、その実態を明らかにすべく、発掘調査など理工学的方法により検証がなされた。その経過を述べる。

はじめに

薩摩藩は日本で最初に洋式高炉の構築に挑んだ。幕末期オランダの技術書を基に導入を試みた。鍋島藩は同書を基に反射炉を最初に構築したが、高炉の構築はせず、薩摩藩が反射炉とともに高炉に挑戦した。薩摩では中国から西南諸島を経て伝えられた石造縦型炉による製鉄を行っていた。洋式高炉による製鉄法はそれと類似する方法であったため、それを習熟していた薩摩が初めて洋式高炉に挑んだことには必然性があると考えられる。

本稿では、世界文化遺産に登録された鹿児島の製鉄関係の遺産について近年解明された事実を中心に述べる。すなわち、薩摩の在来製鉄技術の概要と幕末期に導入された洋式高炉の実態を伝える史料ならびにそれらを具体的に解明した事実について解説したい。加えて、薩摩藩の日本の近代化への貢献について少しく考察する。

1. 薩摩の在来製鉄技術

薩摩では、わが国最初の洋式高炉導入の土壌となる在来の製鉄技術の豊かな伝統があった。その実態について、わが国最初の鉄冶金技術書の著者下原重仲は、薩摩の製鉄の様子を次のように記している¹⁾。

「薩摩で造られる鉄があるが、ここでは備中の場合のように鋳は出ない。鉄の製錬法が違うので

ある。すなわち鞆は琉球の人の作で、これを水車で差させるということである。この水車鞆こそ日本書紀にいう水碓にて冶鉄なのかもしれない。水車の軸に坊主木という木を立て添えているというが、琉球人が僧であったのでこのように呼ばれたという。薩摩の砂鉄は金を含んでいて銑はできないという。(後略)」

ここにある坊主木を用いる水車鞆送風などによる薩摩の製鉄法については、島袋盛範が大正から昭和初年にかけて行った遺跡調査と古老の口碑(言い伝え)をもとに詳述している²⁾。薩州の製鉄鉱業を種子島、知覧、小根占、志布志、加世田、大村、鍋倉、吉松の各地について述べ、その代表例としての知覧の製鉄に薩摩独特の砂鉄製錬法を明らかにしている。

「当時の原料は薪炭と穎娃村ヤゴシの浜の砂鉄である。ヤゴシの浜の砂鉄は昔から良質と称せられ斉彬公も磯熔鋳炉で此の

図1 知覧の石造砂鉄精錬炉

注219頁の図の寸法に従い筆者が作成した。

砂鉄を使用している。石造の熔鋳炉は図1の様であるが、炉底には火山灰の白砂を二尺二、三寸位の厚みに敷き薪炭の燃焼を完全ならしむる為にはホタと称する薪材を炉の周囲に入れそして薩州独特の水車鞆を用いた。鞆よりは四本の外徑四寸内徑七分位の粘土製の羽口が三尺ばかりの竹を中継ぎとして炉の奥まで挿入された。熔鋳炉に木炭と薪材を装入し最初奥の方より点火せる薪炭によって上部より投入せる砂鉄を順次に還元する様にした。砂鉄は長さ一尺二、三寸巾八寸ばかりの匙で一度に四、五升づつ約一五分おき位に投入された。(後略)」

ミュージアム知覧の上田耕らは知覧町厚地松山製鉄遺跡の発掘調査で検出された石組み製鉄炉跡の考古地磁気年代推定法並びに¹⁴C放射性年代測定法により、ともに18世紀後半から19世紀前半であることを明らかにした^{3)、4)}。この事実も下原や島袋の記述を裏付けていると考えられる。

こうした薩摩独特の製鉄の事情を踏まえ、洋式高炉との関係を大橋周治は次のように捉える⁵⁾。「薩摩の伝統的な水車送風の砂鉄精錬炉は集成館の高炉とのあいだに直接のつながりがあったものとは考えない。(中略)しかし山陰地方の足踏ふいごによるたたら吹とはことなり、水車送風で高炉にかなり類似した炉による銑鉄生産の伝統が薩摩にあったことは、洋式高炉法をまったく奇想天外のものとしてではなく受け入れる条件をつくっていたものとはいえよう。」

集成館の高炉構築や操業に直接携わる職人らは、おそらく薩摩の在来製鉄法の現場経験者が集められて、作業に従事したのではないか。現場の作業者が作業の意味を理解して行うことは極めて重要であり、薩摩はそうした人材を相当数擁していたと考えられる。こうした土壌がわが国初の洋式高炉に挑戦する背景にあったと推測される。

2. 集成館事業とは

薩摩藩は、薩摩半島から西南諸島、沖縄諸島に連なる位置にあり、アジアに進出してきた西欧列強の強大な軍事力の脅威の矢面に立たされていた。

文政7年(1824)にはイギリス船が、天保8年(1837)にはアメリカ船が来航して砲撃事件を起した。そして、1840年にアヘン戦争が勃発して、東洋最大・最強と考えられていた清国が西欧の島国イギリスに完敗した事実は、日本の指導者達に強い襲撃を与えた。1840年代イギリスやフランスの軍艦が頻繁に来航して通商を求め、薩摩藩はその対応に苦心し、危機感を一層強めていた。

この事態に対し、藩主島津斉興は、高島秋帆の洋式砲術を採用し、弘化3年(1846)鑄製方を設立して青銅砲の製造に着手し、沿岸要所に台場(砲台)を設置した。中村製薬館を創設し、火薬製造の体制を整えた。近代化・工業化の先鞭を付けた。

嘉永4年(1851)島津斉彬が藩主に就任して、近代化・工業化の動きを促進させる集成館事業という富国強兵・殖産興業政策を推進した。鹿児島郊外の磯に築かれた「集成館」という工場群が事業の中核として展開した。ここには、鉄製砲のための反射炉と熔鋳炉(洋式高炉)と鑛開台、薩摩切子などを造るガラス工場、蒸気機関の研究所などがあり、最盛期には1200人余りが働いていたという。

この他、磯・桜島瀬戸村・牛根などに洋式船建造のための造船所、郡元・田上・永吉に水車動力の紡績所などを築いた。造砲・造船・紡績・写真・印刷・ガラス・電信・食品・医薬など多岐にわたる事業に取り組んだ。

図2 薩州見取絵図(鍋島報効会蔵)

薩摩藩の集成館事業では、軍事関係はむろんのこと、紡績や出版など民需産業の育成、教育水準の向上、社会基盤の整備という分野まで含み込んだ近代化・工業化が図られた。ここに集成館事業の大きな特徴が見られる。

以上、斉彬主導の事業を第一期集成館事業と称する。この間の代表的な構築物である反射炉と高炉が近年実証的に研究され、実態が解明された。

3. 集成館反射炉跡の発掘調査

集成館事業の実態を明らかにすべく、平成6年度(1994)～平成8年度(1996)に鹿児島市教育委員会文化課により旧集成館反射炉跡・溶鋳炉跡の発掘調査が大規模に行われた⁶⁾。反射炉の発掘調査によって、次のように結果がまとめられた。

- (1) 反射炉の基礎部分の寸法が他地域の反射炉と同様に、ヒュゲーニンの『ロイク王立鉄製大砲鑄所における鑄造法』(1826年)の翻訳書の寸法にほぼ一致する。
- (2) 2炉・2煙突をもつ基本的な反射炉で、文献にある安政4年(1857)完成の2号炉である。
- (3) その一方で、水気防止や強度向上のための工夫と苦労が薩摩人独自の石組の緻密さに見て取ることができ、薩摩焼の陶工による耐火煉瓦の焼成などが典型的である。
- (4) 反射炉建造は壮大な集成館事業の種々採用された諸技術の中核をなし、ひいては日本近代化の先駆をなす事業であったことが確認される。
- (5) 鉄試料・鋳滓試料のエネルギー分散型特性X線検出器付走査型電子顕微鏡による組織観察および元素分析の結果、19点の試料中、スラグ8点、炉壁5点、鉄試料5点、青銅1点などが確認された。鉄試料には2点銑鉄を検出。スラグは2種のグループに分かれる。青銅も検出され、炉壁に付着した試料もあり、青銅砲の鑄造も行われたと予想される。

4. 集成館溶鋳炉(洋式高炉)跡の発掘調査

集成館溶鋳炉は、市来四郎らの論述に構築されたことが記されている⁷⁾。だが、薩英戦争におけ

る砲撃で破壊された上、西南戦争での破損、その後の鶴嶺神社等の造営工事により、その遺構が見出されないまま実態は不明であった。そのため、『薩藩海軍史』上巻⁸⁾にある「文久三年以前の集成館略図」を基に、溶鋳炉が反射炉の北、山手側に隣接する位置にあったと推定して、発掘調査されたが、溶鋳炉の遺構は確認できなかった。溶鋳炉の操業に伴って生じたと思われる多くの鋳滓は検出された⁹⁾。

図3 集成館高炉見取図(武雄鍋島家資料)

その後、1992年に『薩州見取絵図』(鍋島報効会蔵)¹⁰⁾、2000年に『薩州鹿児島見取絵図』(武雄市蔵)(以下『絵図』と呼ぶ)が発見され、図2を基に、溶鋳炉の位置は現存する反射炉跡の位置を基準に、当初の推定位置から西へ数10メートルと推定した。現在の鶴嶺神社境内の鎮像殿周辺と推定し直し、その地点周辺において地中レーダー探査を平成14年(2002)9月(磁気探査も実施)¹¹⁾と平成15年(2003)3月に行った。

それらの探査により、強い反射像や反射体が大凡三種類認められた。一つは鎮像殿と鶴嶺神社(本殿)の間に強く乱れた反射像。二つには神社境内を階段状に横断する直線的で局所的な強い反射体。三つには鶴嶺神社の西側の駐車場内に深度1m前後の強い反射面が認められ、建物の基礎跡とみられる。『絵図』と比較すれば、鑽開台の位置と符合する結果と認められた。東京工業大学の亀井宏行研究室による細密な地中レーダー探査の結果は、より一層精密な知見を提供した¹²⁾。

こうした探査結果を基に、発掘調査を平成15年(2003)3月、平成16年(2004)3月、平成18年(2006)3月の三度にわたり実施した。

その結果、各種遺構と出土遺物が発見された¹³⁾。遺構は、第一期集成館事業期(1851~1858年)の石垣跡、熔鋳炉の基礎と考えられる突き固め遺構、水路跡1および水路跡2の遺構の存在が確認された。以下に、発見された主な遺構を紹介する。

① 石垣跡

地中レーダー探査で強い反射像があった箇所を一部発掘したところ、図4に見られる石垣の存在が地中で確認された。この石垣の延長上に、地上に残存する当時の石垣が位置する。すなわち、『絵図』の中程に階段状の横に描かれた石垣と考えられる。ただし、大正6年(1917)の鶴嶺神社造営の際に、熔鋳炉が建設された平坦面がかなり削平され、石垣の上部が約1.45m除去されたと考えられる。残存する石垣頂部と検出石垣頂部との比高差がその長さにあたる。

図4 地中に発見された石垣

② 突き固め遺構

突き固め遺構は、石塊と突き固めた砂状の層より成り、きわめて硬質である。これは、石塊を下に敷き、上から叩き占めることで地面を強化する技法であり、もろい石塊は粉末状になり、硬い石塊はそのまま残る。砂状の層は厚さ5~10cmをはかる。建築物の基礎工事に多く用いられる。3回の発掘で、突き固め遺構の南北・東西の境界端面を検出した結果、この遺構は東西・南北に約9mのほぼ正方形をなしていること

が判明した(図5)。ただし、突き固め遺構上面のレベルは、大正整地面のそれと同じであり、この遺構も大正6年(1917)に削平されたと考えられる。ヒュゲーニンのテキストにある「熔鋳炉図」の基礎部分が切石を積んだ構造物として描かれているが、そうした遺構物は検出されなかった。薩摩の在来土木技術で基礎部分が構築されたと考えられる。

『絵図』の高炉見取図(図3)には炉の高さ22尺(約6.6m)、横幅11尺(約3.3m)とあり、突き固め遺構の範囲に十分収まる大きさであったと考えられる。

図5 突き固め遺構

③ 水路跡の遺構

石組みの水路状遺構が検出された。図6にみられる溝状の形態をとり、組まれた切石の間に黒色の漆喰状のもので充填されて防水処置がされているとみられ、水路跡と推測した。写真上部に写る高い二列の石組みとその間の石組みの溝を水路跡1、その下の低い石組みの左方向に少し傾く溝を水路跡2と名付ける。水路跡2も切石間に黒漆喰が認められ、水路と判断した。

水路跡1は、検出長13.9m、上端幅1.25~1.4m、床面幅1.1m~1.2mあり、北から南に向かって(写真の下に)やや狭くなる。床面は約四度で南に傾斜している。水路跡1南端は、石垣と接続して開口部を造る。水路跡1の北端は、東壁は破壊され、西壁も一部自然石が加工されて壁体をなすが、その先は樹木などのため、トレンチが入らず、確認できなかった。総じて水路跡1の全長は約15mと予想される。

また、水路跡1の底部から、長さ5.3m、幅0.

7～1.0mの加工痕跡がある木材片が出土した。この木材片と床面との間に砂層があり、水路が使われなくなってから、また大正整地以前に廃棄されたものと推察される。鹿児島大学工学部の門久義は樋など木製水路の可能性を指摘。疎水溝の水路から水車に水を導く樋の可能性が考えられる。

水路跡1は、『絵図』に描かれている熔鋳炉の右側(東側)で石垣から流れ落ちる水路に該当すると考えられる。

図6 水路跡1・水路跡2遺構

水路跡2は、水路跡1の開口部の南方(下側)に検出された水路跡であり、この主軸は、水路跡1よりもやや西に偏り、現在の尚古集成館本館の方向へ曲がっている。『絵図』では、石垣下段にも水路が描かれ、二股に分かれ、一つは硝子工場方向へ、もう一つは現在も神社境内に残る井戸の西側を通過して、南西方向に流れている。水路跡2は、『絵図』の二股水路の一部と考えられる。

これらの遺構の配置は、全体として『絵図』に描かれた熔鋳炉周辺施設の位置とほぼ一致しており、同絵図の信頼性の高いことが実証された。これらの遺構と鶴嶺神社北側斜面に残る疎水溝跡の測量結果から、水路跡1と疎水溝跡①の主軸が一致することから、この疎水溝からフイゴを駆動する水車へ給水されたと推測される。

なお、鹿児島県企画課世界遺産登録推進室が平成22年(2010)に、鶴嶺神社奥の山林を測量調査した結果、『絵図』に描かれた位置に石組みの疎水溝が見出された¹⁵⁾。今回発見された水路跡1に真

っ直ぐ向かうように疎水溝が存在することが判明した。(図7)

図7 集成館背面疎水溝跡

総じて、平成15年以来行われた熔鋳炉跡の発掘調査の結果は、以下の五点にまとめられる。

- (1) 島津斉彬時代の熔鋳炉本体は、すでに全壊している。
- (2) 石垣跡、水路跡1・水路跡2は『絵図』に描かれた石垣、水路と対応する。
- (3) 突き固め遺構は、石垣跡や水路跡との位置関係より、熔鋳炉の基礎工事の可能性が高く、その位置に熔鋳炉があったと考えられる。
- (4) 『絵図』の描写は、細部において省略・誤謬はあるものの、その建物配置は基本的に信頼できる。今後、同図に描かれた鑛開台や硝子工場などの所在地推定に有力な手がかりとなる。
- (5) 集成館の中心部分は、東西方向の石垣を「基本軸」とした計画性の高い建物配置がなされた可能性がある。(図8)

なお、出土した鉄滓の一部は、近代製鉄法によって製錬された銑鉄であると、光学顕微鏡観察及びE PMAによる元素分布で推定された。

図8 周辺遺構との関係図

5. ヒュゲーニン『ロイク王立鉄製大砲鑄砲所における鑄造法』¹⁶⁾の高炉図の由来

芹澤正雄は、ヒュゲーニンの高炉図に関して以下のように記述している¹⁷⁾。

「序文の終わりに、刊行に協力した資料の収集調査や作図の担当者、および、実証のための実験施行者たちの名を紹介してその労を謝し、また、高炉の図はハッセンフラッツの書から引用したものであると言ひ、その提供者名を挙げている。」

この部分について、芹澤は出典を示していないが、手塚謙藏訳『西洋鐵煩鑄造篇』¹⁸⁾の序文を基にしたと考えられる。しかし、その訳文は原文と照合すると一部誤訳があり、芹澤はそれを援用している。筆者の調査の結果、訂正が必要と考える。

訂正されるべき一つは、J.H.HASSENFRATZ アッセンフラッツの”Siderotechnie”『鐵冶金學』(1812年)¹⁹⁾にある高炉図を引用したとあるが、筆者はロンドンの大英図書館所蔵の同書4巻本の全頁を閲覧したが、ヒュゲーニンの高炉図と同じ図を見出せなかった。なお、著者はフランス人であるので、アッセンフラッツと表記するのが適切である。

二つには、手塚謙藏訳『西洋鐵煩鑄造篇』の訳文の「第一葉の圖」は、原文¹⁶⁾のTafel Iの訳語であるが、「表一」と訳すべきで、原文には「アッセンフラッツによる鉄鉱石の分類」と題する表が書かれている。この「第一葉の圖」を高炉図と誤った解釈をしているので、訂正が必要である。

L. ベックは『鉄の歴史』の中で、18世紀前半の高炉法について「18世紀の初期には、炉の構造がきわめて多様になり、それぞれの地方、国によって、きまった炉の構造、プロフィル、タイプが完成されるにいたったと見ることができる。」²⁰⁾と述べている。その後アッセンフラッツやヒュゲーニンらが著作活動した19世紀前半に至っても、炉の地域性は引き続き維持されたと考えられる。

このため、ヒュゲーニンはアッセンフラッツの著作を参照したとはいえ、その中の高炉図をそのまま引用したのではなく、当時リエージュ一帯で使われていた標準的な木炭高炉の図を著書に採用したと考えられる。

6. 薩摩の近代化への貢献

第一期集成館事業で構築された反射炉と洋式高炉の経験は、薩摩藩士の技術者竹下清右衛門により、水戸の反射炉の建設、釜石の洋式高炉の構築で中心的な役割を果たした大島高任へ重要な知見を伝達し、それらが成功へ導いたと考えられる。

安政5年(1858)斉彬が急死し、異母弟久光の長男忠義が藩主となり、集成館事業を大幅に縮小させた。翌年久光が実権を握り、万延元年(1860)に斉彬が計画していた蒸気船購入を実現し、加えて蒸気船の整備工場建設にも備えることになった。

文久3年(1863)薩英戦争が勃発し、集成館は砲撃により焼失したが、これにより、斉彬の政策意図が広く理解されるようになり、近代化・工業化が加速された。慶応元年(1865)に集成館機械工場(現尚古集成館本館)を竣工させ、そこで旋盤などの工作機械を製作するに至る。さらに、その周辺に順次工場が建てられ、集成館が再建された。第二期集成館事業という。

さらに、慶応3年(1867)にわが国初の洋式紡績工場である鹿児島紡績所が操業を開始した。この工場にはイギリス製の蒸気機関・紡績機械などが備えられ、ホームらのイギリス人技師が指導し、薩摩の技術者・技能者が技術を短期間で習得した。

その後、明治3年(1870)堺紡績所、明治5年(1872)鹿児島紡績所の構築に集成館事業に関わった蘭学者石川確太郎(正龍)らが指導し、日本の近代紡績の基盤を固めた。薩摩藩士五代友厚らもイギリスなどの諸技術導入に重要な関わりをもち、大阪に進出して経済界を主導した。

こうした集成館事業により、薩摩藩は日本最高水準の技術力・工業力を持つにいたった。その後、明治政府の大久保利通らは斉彬提唱の「富国強兵」をスローガンに掲げ、薩摩で培われた技術が各地に伝播することになる。薩摩が日本の工業化・近代化の先鞭をつけた意義は大きい。

おわりに

近年、日本でも産業遺産が世界文化遺産に登録される事例が増えている。それらにより、一般の

人々が見学に赴く機会が増えている。現地に行き実物を五感で受け止めることは、それらの理解を深める良い機会である。歴史を産業との関わりでとらえ直すことにもなる。いわば、歴史・社会の良い教材と言えよう。産業遺産の保護の観点からも有益である。わが国では、技術の教育が残念ながら疎かにされているが、その克服にも一役買ってほしいと考えている。

本稿で紹介した集成館事業の製鉄関連技術の調査研究は、渡辺芳郎、田村省三、松尾千歳、出口浩、上田耕の各氏ならびに多くの専門家と共同で行った研究であり、ここに深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 館充『現代語訳 鉄山必用記事』(丸善、2001年) 16。原著は下原重仲『鉄山必用記事』(天明4年(1784年))。
- 2) 島袋盛範『藩政時代に於ける製鉄鋳業』(昭和7年12月)(鹿児島県立図書館が昭和34年11月に再版して所蔵している。) 17~20。
- 3) 上田耕「薩摩における在来製鉄技術—南九州の鉄づくりの歴史から—」薩摩のものづくり研究会(代表 長谷川雅康)『集成館熔鋳炉(洋式高炉)の研究 薩摩藩集成館熔鋳炉跡発掘調査報告書』2011年3月、137-147(鹿児島大学リポジトリ <http://hdl.handle.net/10232/11637> により全頁PDFで閲覧可能)。
- 4) 奥野充「知覧町「厚地松山製鉄遺跡」の炭化木片の¹⁴C年代測定の結果報告」知覧町教育委員会『知覧町埋蔵文化財発掘調査報告書 厚地松山製鉄遺跡』2000年、187-188。
- 5) 大橋周治編『幕末明治製鉄論』アグネ、1991年、85-106。本書は、大橋周治『幕末明治製鉄史』アグネ、1975年、59-78。を基に増補されている。
- 6) 出口浩「第4章 反射炉跡の発掘調査」株式会社島津興業『旧集成館 溶鋳炉・反射炉跡 旧集成館史跡整備事業に伴う確認発掘調査報告書』平成15年(2003)3月、79-160。
- 7) 市来四郎編述 牧野伸頓序『島津斉彬言行録』岩波文庫、1944年、1995年復刻、41-52。
- 8) 公爵島津家編纂所編『薩藩海軍史』上巻、原書房、1968年、876-877。
- 9) 前掲6) 55-57。
- 10) エリッヒ・パウアー「産業革命のあけぼの 薩摩藩の技術段階—絵図を基礎とした産業考古学—」『西南地域史研究』第7輯 1992年、401-416。
- 11) 応用地質(株)「第1回地下レーダー探査・磁気探査結果」薩摩のものづくり研究会『薩摩のものづくり研究 薩摩藩集成館事業における反射炉・建築・水車・動力・工作機械・紡績技術の総合的研究』平成14年度~平成15年度科学研究費補助金(特定領域研究(2))研究成果報告書(平成16年3月) 114-115。
- 12) 前掲 11) 阿児雄之・亀井弘之「熔鋳炉跡地レーダ探査結果」 131-135。
- 13) 前掲 3) 渡辺芳郎「熔鋳炉跡の発掘調査成果」 13-81。
- 14) 前掲 3) 平井昭司「鉄関連遺物の自然科学的分析」 82-104。
- 15) 鹿児島県企画部世界文化遺産課『関吉の疎水溝測量調査成果報告書』平成22年12月、15-24。
- 16) U.HUGUENIN “ HET GIETWEZEN IN 'SRIJKS IJZER-GESCHUTGIETRIJ,TE LUIK,” 1826, xiii
- 17) 芹澤正雄『洋式製鉄の萌芽(蘭書と反射炉)』アグネ技術センター、1991年、20-21。
- 18) 手塚謙蔵訳『西洋鐵煩鑄造篇』三枝博音編『日本科學古典全書 第九卷』(朝日新聞社、昭和17年) 310。
- 19) J.H.HASSENFRATZ. “ LA SIDEROTECHNIE,ou L'ART DE TRAITER LES MINERAIS DE FER ” TOME PREMIER.1812 本書は4巻から成る。
- 20) ルードウィヒ・ベック著、中沢護人訳『鉄の歴史』第3巻 第1分冊 たたら書房、1979年、241。

はせがわ・まさやす HASEGAWA Masayasu

1972年名古屋大学大学院工学研究科修士課程金属・鉄鋼工学専攻修了、同大学教育学部研究生修了、1973年東京工業大学工学部附属工業高等学校教諭、1993年鹿児島大学教育学部助教授、1998年教授、2001年薩摩のものづくり研究会代表、2012年鹿児島大学名誉教授、技術教育、中等工業教育、産業考古学