

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500875

研究課題名(和文)

薩摩藩・南部藩等における洋式製鉄法の導入過程に関する文化史的・実証的研究

研究課題名(英文)

A Research on the Introduction Process of Western-style Iron Manufacturing Techniques into the Satsuma Clan and the Nambu Clan

研究代表者

長谷川 雅康 (HASEGAWA MASAYASU)

鹿児島大学・教育学部・教授

研究者番号：00253857

研究成果の概要(和文)：幕末期薩摩藩は日本初の洋式高炉を構築した。南部藩が続いた。その事実を実証するため、鹿児島県の当該地域を発掘調査して、高炉に関わる遺構・遺物を発見・収集し、評価を行った。その結果、高炉構築位置が特定された。武雄鍋島家資料『薩州鹿児島見取絵図』に描かれた位置と一致した。鉄試料の分析から製鉄していたことが確認された。南部藩の大橋高炉と薩摩藩の高炉の共通の問題点を水車や耐火煉瓦を中心に分析した。両地域間の技術の交流と在来土着技術が有効に使われたことも判明した。

研究成果の概要(英文)：In the last years of the Tokugawa shogunate, the Satsuma Clan constructed the first Western-style Blast furnace in Japan. The Nambu Clan followed behind. To verify this fact, we excavated the area in Kagoshima three times. The discovered Structural Remains and excavated Relics concerned the Blast Furnace, have been estimated. The position of the Furnace has identified, and it has agreed with the location in the Sassyukagoshimamitoriezu. The iron samples have shown that smelting took place on this place. The common problems of Oohashi Blast Furnace and Satsuma Furnace were analyzed concerning water mill and firebrick. It has been ascertained that the exchange of technical information between Satsuma and Nambu was done and conventional techniques were used effectively.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度			
2007年度			
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史

キーワード：集成館熔鋳炉、大島高任、竹下清右衛門、在来土着技術、水車、耐火煉瓦

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

(1) 特定領域研究(公募) 平成 14～15 年度

「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 16～17 年度「近代日本黎明期における薩摩藩集成館事業の諸技術とその位置付けに関する総合的研究」長谷川雅康(研究代表者)において大旨下記の結果を得た。

製鉄関係は、集成館反射炉の発掘調査結果を種々検討した。重要な結果は、反射炉の基礎部の寸法が、ヒュゲーニンの技術書 1826 年の寸法にほぼ一致。2 炉・2 煙突をもつ基本的な反射炉で、2 号炉である。水気防止や強度向上のための工夫が薩摩人独自の石組の緻密さに見られ、薩摩焼陶工による耐火煉瓦の焼成が典型。反射炉建造は壮大な集成館事業の中核をなし、日本の近代化の先駆的事業であった。また、熔鋳炉や鑽開台で使用の在来型木製縦型上掛け水車の動力を見積った。

さらに、鹿大学長裁量経費により 3 回熔鋳炉跡の発掘調査を実施した。主な検出遺構は、石垣列、石組み遺構、突き固め遺構(仮称、南北・東西とも約 8 m の範囲)。出土遺物は陶磁器・瓦・レンガ・耐火レンガ、鉄滓、石製鋳型など。3 回の調査結果により、斉彬時代に建設された日本最初の熔鋳炉は『薩州見取絵図』に描かれた位置にあった可能性が高い。それを裏付ける石垣、水路跡、側溝跡などが同絵図にある位置に発見。同絵図の極めて高い信憑性を証明。また、ヒュゲーニン著の熔鋳炉図の由来に関する芹澤正男の見解を検討し、同図は芹澤が指摘したアッセンフラッツ著『鉄冶金学』1812 年の熔鋳炉図ではないことが判明した。

(2) 特定領域研究(公募) 平成 14～15 年度、

平成 16～17 年度「江戸末期の盛岡藩科学・技術移転関係資料のデータベース化(洋学校日新堂を中心として)」小野寺英輝(研究代表者)では、幕末期の盛岡藩に於ける科学技術伝習の様相を明らかにするため、洋学伝習の中心人物大島高任が設立した洋学校「日新堂」に関わる文書、器物、遺構などの資料収集を実施。調査の結果、約 400 件のデータのデータベース化を行い、出来る限りの詳細解説をつけた。これによる資料の年代別、分類別ソートを行い、盛岡藩での大島による伝習で用いられた洋学資料の系譜を解明した。

2. 研究の目的

本研究は、幕末期長崎からもたらされたオランダの U. ヒュゲーニンの技術書『ロイク王立鉄製大砲鋳造所における鋳造法』(1826 年)の製鉄法の知識を得て、薩摩藩や南部藩などが在来の土着技術を活かして、洋式製鉄法の実用化を果たした過程を具体的な諸資料を駆使して、検証・実証する。

二本の柱(研究対象)を立てて探究する。第一の柱は、最初に洋式製鉄法に挑戦した薩摩藩の熔鋳炉建設に関する諸問題を、これまでの 3 回の発掘調査結果を踏まえ、新たな資料の探索をしつつ具体的に検討する。第二の柱は、薩摩藩の挑戦の後、洋式製鉄法を実用化した南部藩の事例について未解明の問題を分析する。その際、大島高任が指導した高炉建設の事例と明治政府下の工部省釜石製鉄所および釜石田中製鉄所の事例も合わせ対象とする。

また、これらの技術導入・移植に関わった技術者竹下清右衛門、大島高任、野呂景義の業績と技術思想についても検討する。

3. 研究の方法

集成館熔鋳炉跡発掘調査で明らかになった

事実を解析し、それぞれの意味を技術的・歴史的・社会的な角度から分析する。出土物については、種類毎に分類・整理して、記録を詳細にとり、それぞれの時代鑑定等を行った。発掘調査で発見した遺構の配置と薩州鹿児島見取絵図に描かれた施設の位置関係に対応させ、その信憑性を検討した。また、出土した金属試料を電子線マイクロアナライザーなどで科学分析して、物質鑑定した。

一方、同熔鋳炉構築のテキストになったU. ヒュゲーニンの『ロイク王立鉄製大砲製造所における鑄造法』（1826年）の熔鋳炉図などの技術水準とヨーロッパにおける高炉技術の発達史の中での位置づけを、冶金技術史等の文献を基に考察した。

薩摩の後、釜石において熔鋳炉を構築した大島高任の技術思想について著書等で調査検討した。残された遺構に大島の考え方がいかに反映されているかを考察した。熔鋳炉用耐火煉瓦の原料産地特定のための分析実験も実施した。

薩摩と盛岡（南部釜石）の熔鋳炉技術で、とくに水車に注目して、両者の技術の限界・問題点と、それらがどのように克服されたかを分析した。水車の形状・寸法等を具体的に検討した。

4. 研究成果

薩摩藩は、幕末期1854（安政元）年にわが国最初の熔鋳炉（洋式高炉）を構築した。その事実は、『島津斉彬言行録』（市来広貫述）や島津公爵家所蔵版『薩藩海軍史』などに記されている。しかし、その構築された位置など実態は明らかではなかった。そのため、本研究では、構築された位置を確定するため、レーダー探査などの結果をもとに、3次にわたる発掘調査を実施した。本調査で判明した事実と関連する歴史的背景や在来諸技術との関連、その後の日本の製鉄技術史への影響

などを考察した。それらの概要を以下に述べる。

（1）発掘調査の結果

【遺構】

第1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。これらの遺構の配置は、『薩州鹿児島見取絵図』に描かれた熔鋳炉周辺施設の位置とほぼ一致しており、同絵図の描写の信頼性が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、この疎水溝からフィゴを駆動する水車へ給水されたと推測される。総じて、次のように結果をまとめることができる。

- (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・2は『絵図』に描かれている石垣、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。

島津斉彬死後の集成館事業の縮小、薩英戦争での炎上、第2期集成館の構築、さらに西南戦争での炎上と、調査地点の集成館関係施設は破壊と再建を繰り返し、最終的に放棄されてきたが、その過程を示す痕跡は層位的に

は見出せない。これは1917(大正6)年の鶴嶺神社造営にともなう大規模な削平によるものと考えられる。

【出土遺物】

陶磁器類、窯道具、耐火レンガ、ファイゴ羽口、坩堝、鋳型と思われる土製品、砥石、瓦、土器、金属製品、大量の鉄滓などが出土した。これらの遺物のうち、幕末期の磁器類やファイゴ羽口など、熔鋳炉操業時のものと考えられる遺物も含まれるが、大部分は水路跡の埋土や鶴嶺神社造営時の埋め立て土層から出土しており、層位的に年代を比定することはきわめて難しい。

出土鉄試料の分析の結果、分析した遺物試料は2種類に分けられる。一つは鉄鋳石を原料として製錬してできる生成物と、他の一つは鋳鉄製の材料あるいは器具の一部にスラグが付着したものである。製錬に使われた炉は熔鋳炉であったので、この地で熔鋳がなされた証となる。すなわち、製鉄が行われたことが確認できる。

青銅試料の分析の結果、試料は不純物の元素等から青銅砲の材料であると推定される。

耐火レンガの分析結果では、A1203 値が28.32%クラスで、構成鋳物は石英、ムライトなどと非晶質が含まれ、組織は緻密に焼成されており、1200℃程度の焼成(加熱)温度とみられた。

(2) 関連事項の考察

【集成館熔鋳炉の位置づけ】

ヨーロッパにおける熔鋳炉の歩みは、おおよそ15世紀ドイツ・ライン河中流域から発したとされ、ベルギーのリエージュで発展し、フランス諸地方へと伝播した。他方、英仏海峡を渡り、イングランドのウィールドの森やディーンの森、セヴァーン河上流域で定着し、鉄関連産業が発展した。その反面、木炭の欠乏が深刻化して、コールブルックデールでコ

ークス高炉技術が開発された。その技術は18世紀末からヨーロッパへ伝播した。そうした時代に、リエージュの鉄製大砲鋳造所長 U. ヒュゲーニンが1826年に『ロイク王立鉄製大砲鋳造所における鋳造法』を著した。この著書は長崎にもたらされ、蘭学者により翻訳された。島津斉彬は、その翻訳書を鍋島直正から入手し、それを基に日本で最初の熔鋳炉を構築させた。集成館熔鋳炉は、ヨーロッパが約400年かけて発展させた高炉技術を、日本に導入する最初の試みであった。

その試みは、翻訳書を唯一の手懸かりに、自らが蓄積していた在来技術を駆使して、熔鋳炉構築を目指した挑戦であった。薩摩の在来技術としては、知覧などで行われていた石組みの製鉄炉と操業法や各種用途の水車動力技術、薩摩焼の焼成技術等が挙げられる。これらの在来技術と集成館熔鋳炉との関連を具体的に検証した。

【集成館熔鋳炉の経験と日本の製鉄史への影響】

大島高任が1857(安政4)年に南部(盛岡)藩で築いた大橋高炉との関連で検討した。とくに、両者で起こった送風量の不足の問題を水車技術との関連で考察した。両者で使用された水車の出力の推定値や直径はほぼ同規模であった。最初の構築であったため、できるだけテキストに倣って行っただと考えられる。しかし、水車自身は在来の日本型水車を使用したため、出力不足と回転数の不足が重なりあって、送風量の不足を起こした。その結果、炉内の燃焼が十分でなく、炉内温度が上がりにくい状況を来したと考えられる。

こうした水車の諸元等は原書に書かれておらず、大島に協力した薩摩の技術者竹下清右衛門や職人達が、集成館熔鋳炉での経験を基に技術的知見を伝えたと考えられる。大島は、その後の橋野高炉で、水車の幅や水車比

をかなり大きくし、さらに在来の箱形フイゴに切り換えて、操業を軌道に乗せている。水車を例に検討したが、その他の技術的知見についても薩摩の経験が活かされたと推察される。集成館熔鋳炉という実際の製鉄炉の構築と操業における諸課題をもとに、大島高任がさらに前進した意義は大きい。

薩摩藩による熔鋳炉（洋式高炉）の「創建」は、わが国製鉄技術の近代化の先駆をなす挑戦であり、近代文明の礎を築いた事業であった。それを可能ならしめたのは、薩摩特有の土着製鉄技術の蓄積であり、それによって作り出された鉄を生産や生活に広く深く活かす技術文化が在ったが故と考えられる。たとえば、その挑戦が十分な実用化を成し遂げられなかったにしても、ヒューゲニンのテキストに描かれた熔鋳炉を現物の炉として構築し、運用した経験が次に続く南部藩での熔鋳炉構築に具体的な手掛かりと少なからぬ勇気を齎したと考えられる。

また、薩摩の熔鋳炉構築は、当面の鉄製砲材料としての良質の鉄を得るためだけに留まらず、領内の鉄資源の活用と「望みの者へは製式授教の途も開く」ための藩営パイロット・プラントでもあった。斉彬が日本の工業化・近代化を展望していたことの証左である。民需・民生のための製鉄技術の開発という重要な側面を合わせ持っていたことを強調すべきである。

（3）今後の課題

本研究は集成館熔鋳炉に関する課題を主としたものであり、熔鋳炉が集成館事業の中心的事業であったとはいえ、決してすべてではない。今後は集成館事業において実施されたさまざまな試みを実証的に明らかにしていくことが求められる。そうした集成館事業の諸技術のさらなる解明は、鹿児島地域の歴史的・文化的価値をより明確にし、今後の技

術・生産・生活の在り方を捉え直す視点を提供することになる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

①松尾千歳・渡辺芳郎「薩摩藩集成館熔鋳炉」『季刊 考古学』109号、査読有り、pp. 51-54 雄山閣 2009年10月

②小野寺英輝「幕末期の西欧技術導入と在来技術（盛岡藩の高炉水車を例として）」日本機械学会論文集C編74巻746号、査読有り、pp. 2363-2370 2008年10月

③長谷川雅康・渡辺芳郎「薩摩藩幕末期の製鉄・鑄砲技術を訪ねてー反射炉・高炉跡の発掘調査からー」『九州地域の古代から近代の製鉄技術発達史ー社会鉄鋼工学部会2008年秋季講演会シンポジウム論文集』社団法人日本鉄鋼協会、査読無し、pp. 1-11 2008年9月

〔学会発表〕（計2件）

①長谷川雅康、日本産業教育学会シンポジウム報告「鹿児島における近代化産業遺産の解明とその成果の普及」第49回日本産業教育学会大会2008年10月19日、『産業教育学研究』第39巻第1号 pp. 4-6、（於 鹿児島大学）2009.1

②長谷川雅康・渡辺芳郎「薩摩藩幕末期の製鉄・鑄砲技術を訪ねてー反射炉・高炉の発掘調査からー」「鉄の歴史ーその技術と文化ー」フォーラム秋季講演大会（156回）シンポジウム「九州地域の古代から近代の製鉄技術発達史」（於 熊本大学）2008年9月23日

〔図書〕（計1件）

①薩摩のものづくり研究会（代表長谷川雅康）編『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』pp. 1-197 2011年3月28日

〔その他〕

- ① 渡辺芳郎 「集成館熔鋳炉跡の発掘成果」か
ごしま近代化産業遺産セミナー第3回（於
鹿児島市役所みなと大通り別館）2009年
12月10日
- ② 長谷川雅康 「集成館事業における技術を
読み解く－薩摩のものづくり研究から－」
始良町歴史民俗資料館歴民館講演会 2009
年10月17日
- ③ 長谷川雅康 「薩摩藩の集成館事業を読み
解く－製鉄と工作機械の関連から－」東京
工業大学百年記念館特別企画「足踏旋盤」
里帰り展示・講演会講演 2008年11月22
日
- ④ 長谷川雅康 「集成館事業における技術を読
み解く－薩摩のものづくり研究から－」平成
二十年照國講演会 2008年6月14日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 雅康 (HASEGAWA MASAYASU)
鹿児島大学・教育学部・教授
研究者番号：00253857

(2) 研究分担者

渡辺 芳郎 (WATANABE YOSHIRO)
鹿児島大学・法文学部・教授
研究者番号：10210965

小野寺 英輝 (ONODERA HIDEKI)
岩手大学・工学部・准教授
研究者番号：50233599

深川 和良 (FUKAGAWA KAZUYOSHI)
鹿児島大学・教育学部・講師
研究者番号：70452927

(4) 研究協力者

松尾 千歳 (MATSUO TITOSHI)
尚古集成館・副館長

出口 浩 (DEGUTI HIROSHI)
鹿児島市ふるさと考古歴史館・顧問

上田 耕 (UEDA KOU)