

機関番号：17201

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2007～2010

課題番号：19300294

研究課題名（和文） 佐賀藩の反射炉築設・鉄製大砲鑄造技術に関する研究

研究課題名（英文） Research of the Construction of Reverberatory furnace and Casting Technologies of Iron cannon in Saga feudal clan

研究代表者

小川 博司（OGAWA HIROSHI）

佐賀大学・名誉教授

研究者番号：10039290

研究成果の概要（和文）：

佐賀藩が諸藩に先駆けて反射炉を築設した要因の解明のために、佐賀藩が翻訳した翻訳書を検討した。膨大な原書の中から必要な事項を翻訳していることから、高度の蘭学力と鉄融解の知識を保持していたことが判明した。

反射炉が構築された佐賀、安心院、六尾、葦山について、反射炉跡地出土の鉄を収集し X線吸収微細構造（XAFS）、中性子放射化分析（NAA）などで行った。佐賀藩築地反射炉で鑄造された鉄が砂鉄か鉄鉱石であるかが議論されていることから、分析の結果は鉄鉱石と判断された安心院、六尾、葦山では砂鉄が使われたことが判明した。

戸栗美術館蔵の鉄製大砲を中性子放射化分析（NAA）法で行った。この鉄製大砲はアメリカ製とする見解が出され議論になっている。この見解の検討でもあった。

奥出雲のたたら製鉄について調査した。たたら炉では水分を取り除くために炉の基礎部分には細かい技法が使われていた。鹿児島藩の反射炉でも水分を除くために、基礎部分堅牢な石組みがなされている。佐賀藩と葦山の反射炉の鑄坪調査は行われたが、基礎構造までは調査されていないけれども、たたら炉の基礎造りが用いられたとみなされる。

19世紀後半期における中国の鉄製大砲鑄造技術の調査を桂林で行った。広州師範大学博物館に鉄製大砲が保管されていた。製造年も明記されており、堅牢な造りであった。太平天国記念館には太平天国軍が使った鉄製大砲が展示されていた。小型で粗悪であった。

研究成果の概要（英文）：

A Saga feudal clan established a reverberatory furnace before than other feudal clans. There was advanced orchid scholastic ability in a Saga feudal clan

Because the X-ray absorption minute structure analysis and neutron radiation analysis are beneficial in the analysis of an iron lump, We used these to the analysis of the iron lump that was cast with the reverberatory furnaces of Saga, Azimu, Rokuo,,Nirayama. It became clear that these reverberatory furnaces used iron sand mainly, as a result of analysis. We analyzed the steel cannon that toguri gallery is preserving with the method of neutron radiation analysis (NAA), So there is such a view that this steel cannon was created in America, we analyzed the cannon to examine this view. We investigated the tatarate-type bellows iron manufacture that exists in Izumo. The precise technique was used the foundation part of the furnace to remove moisture in the tatarate-type furnace. The arrangement of garden rocks of the foundation part is done to solidity, to eliminate moisture in the reverberatory furnace of a Kagoshima feudal clan. It is considered as the making technology of the foundation of the pedal-type furnace was used, even though the under work is not investigated.

We did the survey of the steel cannon casting technology of China in a half term of 19th century in Keirin. The steel cannon was stored in Canton instructor university museum. These cannons were cast to solidity. The steel cannons that the peaceful Heaven corps spent were displayed on a peaceful Heaven memorial hall these cannons were coarse with a small size.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2008年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2009年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2010年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
総計	15,600,000	4,680,000	20,280,000

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：科学技術史

反射炉 たたら炉 佐賀藩翻訳書

四郎島 砂鉄

1. 研究開始当初の背景

- (1) 佐賀藩反射炉については、諸藩にさけて構築し鉄製大砲を鋳造したことから注目されていたけれども具体的な調査はあまり行われて来なかった。このような状況にあって平成14年度に文部科学省科学研究費補助金(特定領域研究 A) 研究課題「我が国科学技術黎明期資料の体系化に関する調査・研究」(略称「江戸のモノづくり」)を分担することになった。その研究課題は「我が国科学技術黎明期における佐賀藩の役割ー鉄製大砲・蒸気船製造を中心に」であった。この研究課題に基づく調査と分析を行った。
- (2) 佐賀藩本藩・佐賀藩支藩の小城藩と蓮池藩・武雄鍋島家の幕末期の技術関係資料を調査し、書冊関係は著者、発行年、形態及び内容の概要をデータベース化した。それは5400余冊に及んだ。
- (3) 四郎島砲台跡地を調査した。四郎島は灌木が茂っていたので、地元の協力得てそれらを伐採し、その後四郎島の測量調査を行い、詳細な測量図を作成した。砲台はほぼ築設時のままで残っており、貴重な文化遺産であることが判明した。
- (4) 佐賀藩が鋳造した鉄製大砲が埋蔵されているとみなされてきた武雄鍋島家庭園跡地、の地中レーダー調査を行った。大砲は発見されなかった。
- (5) 鍋島報効会蔵の蒸気機関車・蒸気船の模型の構造調査を行った。これによって佐賀藩が蒸気船凌風丸を建造した技術の進展について見通しが可能となった。
- (6) 鍋島報効会蔵の佐賀藩幕末長崎警備に関する絵画調査を行い、絵画をデジタル化した。
- (7) グラスゴー大学図書館蔵の19世紀後半期に関する工学教育・反射炉・鉄道・造船

の書冊調査をおこなった。

- (8) 中国社会科学院で清朝後半期の科学技術に関する文献調査を行った。
- (9) 韓国国史編纂委員会・軍事研究所で李朝後期の科学技術関連の資料調査を行った。
- (10) 幕末佐賀科学技術史研究会を設立し、年6回の研究会を催し、成果を研究誌「幕末佐賀科学技術史研究」に掲載した。
- (11) 「江戸のモノづくり」が平成14年から17年に掛けて毎年行った国際シンポジウムに参加して調査と研究の成果を発表した。
- (12) 「江戸のモノづくり」の研究分担で幕末佐賀の科学技術について、史料、器物、遺跡の調査を行なった。

2. 研究の目的

佐賀藩幕末期の科学技術を反射炉・鉄製大砲鋳造の面から検討する。佐賀藩が諸藩に先駆けて反射炉を築設出来た要因には在来知の質に由来するとみなされる。佐賀藩における在来知を解明し、それが西洋近代科学技術の摂取にどのように機能したかを分析する。さらに佐賀藩がいち早くイギリスに視点を転換した要因を科学技術の面から解明する。

3. 研究の方法

- (1) 文理融合型の研究体制で調査と研究を進めた。文系研究分担者は史料の調査と解明、分析資料の収集を行い、理工系研究分担者は収集した資料の定性定量分析を行った。
- (2) 佐賀藩が反射炉の築設で基本にしたのが、U.Hugueninの書であった。この書は分厚く内容も詳細である。どの部分を翻訳したかを検討すれば、佐賀藩の反射炉構築や鉄製大砲鋳造に関する認識度が解明できることから、19世紀後半期のオランダ書が解読出来る研究者との共同研究を進めた。

(3) 佐賀藩反射炉で鑄造された鉄塊の収集めた。築地と多布施の2カ所に反射炉はあった。多布施反射炉では緊急発掘が行われ、遺物が収集されたので、その中から反射炉で融解された鉄塊を調査し、それを分析した。築地反射炉に関連したとみなされている鉄塊が日新小学校校長室に保管されているのを分析した。

(4) 反射炉が構築された鹿児島・安心院・六尾・葦山に赴き、融解された鉄塊の収集を行ない分析して、それぞれの反射炉の機能の解明を行なった。鹿児島反射炉は鹿児島藩の事業として行われ、安心院反射炉は島原藩大庄屋賀来家、六尾反射炉は鳥取藩庄屋武信家、葦山反射炉は幕府交代官江川家が主に関わったことから、反射炉構築が異なることから、反射炉で溶融された鉄塊の分析は、各反射炉の機能考察で肝要なので分析を行った。

(5) 四郎島砲台の石垣の調査を行い、砲台構築の技術の解明を進めた。測量調査は行われていたが、砲台の構築過程の解明はなされて鑄なかった。

(6) 19世紀後半期における清朝の鉄製大砲技術の解明のために桂林で調査を行った。桂林は太平天国軍が駐留した場所であり、太平天国記念館も有ることから調査した。太平天国軍と鉄清朝軍との交戦では鉄製大砲を用いてしていることから、鉄製大砲の分析は日本との比較において肝要なので調査した。

4. 研究成果

(1) U. Huguenin の佐賀藩翻訳書は、鍋島報効会、佐賀県立図書館、名古屋市逢左文庫、宮内庁に架蔵されており、4種類ある。書名も「鐵燭全書」、「煩鐵新書」と異なり、内容においても篇別構成で違いがある。これは原翻訳書を写す過程で手が入れられことから違いが出てきたとみなされる。

4種類の翻訳書のどれが原翻訳書であるかを確定することは、反射炉構築が翻訳書に基づいて行われたことから肝要であるので比較検討を行った。

宮内庁蔵本に近いのが佐賀県立図書館蔵本、鍋島報効会蔵本と名古屋市逢左文庫蔵は篇別構成が類似している。このことから2系統の翻訳書がある。検討の結果、宮内庁蔵本が翻訳書の初版であると認定した。

(2) 築地反射炉があった日新小学校校長室に保管され鉄塊と多布施反射炉跡地の緊急発掘調査で出土の鉄塊を電子プローブマイクロアナリシス (EPMA) 法と中性子放射化分析 (INAA) 法及び光学顕微鏡による金属学的観察を行った。

EPMAによる元素分布の画像解析では、築地反射炉跡地出土の鉄塊は反射電子像中央部分で見られる黒色部分はFeの強度が

低くS強度が高いことから、砂鉄を原料とした鉄滓ではSの分布が見られないので鉄鉱石を原料とした鉄加工過程で出た鉄滓と判明した。多布施反射炉の鉄塊については鉄酸化物以外に鉄チタン酸化物が存在することから、砂鉄または砂鉄を還元したときにみられることなので、砂鉄使われたとみなされる。

分析に使われた鉄塊の数が少なかったので、さらに分析資料を収集する必要である。(3) 安心院、六尾、葦山、鹿児島の反射炉で鑄造された鉄塊を収集し、中性子放射化分析法 (INAA) による分析を行った。

安心院反射炉の鉄塊は炭素濃度が0.0067%と極度に低く、チタン (Ti) が2000~3000 ppmとバナジウム (V) が200~300 ppmと定量にあるので砂鉄に由来したてつである。安心院反射炉には砂鉄が原材料として使われた。

六尾反射炉ではチタンが4000~26000 ppmと濃度が高く、バナジウムも390~1100 ppmなので、砂鉄に由来した鉄塊である。

葦山反射炉では6つの鉄塊を分析した。このうち3はチタンが51~81 ppmと低く、バナジウムも51~84 ppmなので砂鉄に由来した鉄塊ではないとみなされる。他の2つはチタン6400~7400 ppm、バナジウムが120~270 ppmなので砂鉄とみなせる。葦山反射炉でも砂鉄の由来する鉄が使われていたことから、砂鉄の流通として注目される。

鹿児島藩反射炉の鉄塊では、6資料のうち1資料はチタンが49000 ppm、バナジウム1600 ppmなので砂鉄に由来したものである。他の5資料もチタン1200 ppm~3100 ppmなので砂鉄とみなされる。

以上のことから、各反射炉では砂鉄が原料鉄として用いられたと解される。

(4) X線吸収微細構造 (XAFS) 測定、X線吸収端傍構造 (XZANS) 測定で安心院反射炉と築地反射炉跡地出土の鉄片を分析した。安心院の5鉄片のうち2つはスペクトルの状況から酸化鉄でなく金属鉄であり、鑄鉄でなく炭素鋼とみなされるが、硬度は低いことから大砲の材料にはならないと判断される。このことから、安心院反射炉は鉄の溶融は行われたが、実用に耐える鉄製大砲は鑄造されなかったとみなされる。

(5) 佐賀藩製造の鉄製砲弾を蛍光X線分析 (XRF) 法で分析した。この砲弾は弾頭信管型の施条砲に使われものである。九州シンクロトロン光研究センターと兵庫県佐用郡佐用町にあるSpring -8で分析した。

分析の結果は、砲弾は鉄以外の不純物はマンガン (Mn)、ニッケル (Ni)、錫 (Sn) のであることから、鑄造技術が高

かったことが窺えた。

(6) 中国桂林で広州師範大学博物館蔵と太平天国記念館での鉄製大砲について調査した。広州師範大学博物館蔵の大砲は良質であるが、太平天国軍が桂林で用いた大砲は粗悪であることが分かった。太平天国軍は南京を首都とした折りには、精巧な鉄製大砲を鋳造したことから、中国には質の高い鋳鉄技術が存在していたとみなせる

(7) 佐賀藩が構築した四郎島砲台について調査した。北側には幅 150 メートル、高さ 15 メートルの石垣が築かれているが、風波の影響で崩落寸前であることが判明した。

(8) 築地反射炉で鋳造された大砲を配備した佐賀藩構築の四郎島砲台が構築される過程について調査した。絵図や文書から綿密な計画に基づいて構築されたことが明らかになった。

(9) たたら炉の基礎構造を解明するために奥出雲に赴き調査した。工夫を凝らして水分を取り除く構造から、反射炉にも用いられたかの検討が、在来知との関連で肝要になってきた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

① 平井昭司・加藤将彦・長野暹、各地の反射炉跡等から出土の鉄関連遺物の中性子放射化分析、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、6号、2011、1-25

② 国分伸一郎・岩瀬元希・脇田久伸・沼子千弥・長野暹、歴史試料の科学分析・評価における放射光蛍光X線分析法の検討、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、6号、2011、29-44

③ 栗崎敏・国分伸一郎・脇田久伸・小川博司・長野暹、歴史資料の科学的分析・評価におけるX線吸収分析法適用の検討(その1)、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、5号、2010、1-18

④ 長野暹、佐賀藩築設の四郎島台場構築に関する一考察、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、5号、2010、19-24

⑤ 加藤将彦・平井昭司・小川博司・長野暹、各地の反射炉跡等出土の鉄関連物質の成分分析、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、4号、2009、1-41

⑥ 青木歳幸、小城藩医の医学稽古、佐賀大学地域学歴史文化研究センター「研究紀要」、査読無、4号、2009、1-30

⑦ 長野暹、太平天国軍における武器の一考察、幕末佐賀科学技術史研究、査読無、4号、2009、42-46

⑧ 加藤将彦・平井昭司・岡田往子・鈴木章吾・長野暹、佐賀築地及び多布施反射炉跡地から発掘された鉄及びスラグの分析、考古学と自然科学、査読有、58、2009、13-24

⑨ 青木歳幸、小城藩蘭方医研究—宮崎元益・元立・相良柳沢・柳途、佐賀大学地域学歴史文化研究センター「研究紀要」、査読有、1号、2008、59-68

⑩ T. Kurisaki, Y. Nakazono, S. Matsuo, R. C. C. Perera, J. H. Underwood and H. Wakita, Evaluation of laboratory ultra, soft x-ray absorption spectrometer by Li-K XANES measurements and their DV-Xα calculations, Adv. Quantum Chem, 査読有、54、2008、315-323

⑪ M. Yamashita, H. Ohashi, Y. Kobayashi, Y. Okaue, T. Kurisaki, H. Wakita, and T. Yokoyama, Coprecipitation of gold(III) complex ions with manganese(II) hydroxide and their stoichiometric, reduction to atomic gold (Au(0)): Analysis by Mössbauer spectroscopy and XPS, J. Colloid and Interface Science, 査読有、319(1)、2008、25-29

⑫ K. Shioji, T. Ueyama, N. Ueda, E. Mutoh, T. Kurisaki, H. Wakita, K. Okuma, Evaluation of enantioselectivity in lipase-catalyzed acylation of hydroxyalkyl phosphine oxides. J. Mol. Catal. B, 査読有、55(3-4)、2008、146-151

⑬ S. Matsuo, and H. Wakita X-ray absorption spectroscopic study on polymerization of aqueous aluminate by DV-Xα molecular-orbital method Adv. Quantum Chem. 査読有、54、2008、193-207

⑭ 青木歳幸、佐賀藩蘭学史再考—医学史の視点から—、佐賀大学地域学歴史文化研究センター「研究紀要」、査読有、1号、2007、39-60

⑮ 青木歳幸、『航米実記』と川崎道民、海外交流と小城の洋学展示目録、査読無、2007、51-55

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 1 件)

① 青木歳幸・野口朋隆、佐賀大学地域学歴史文化研究センター、『小城藩日記』にみる近世佐賀医学・洋学史料(後編)、2010、1-371

[産業財産権]

○出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日：
国内外の別：
○取得状況（計0件）
名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：
〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小川 博司 (OGAWA HIROSHI)
佐賀大学・名誉教授
研究者番号：10039290

(2) 研究分担者

脇田 久伸 (WAKITA HISANOBU)
福岡大学・理学部・教授
研究者番号：50078581
平井 昭司 (HIRAI SHOJI)
東京都市大学・工学部・教授
研究者番号：30112981
青木 歳幸 (AOKI TOSHIYUKI)
佐賀大学・地域学歴史文化センター・教授
研究者番号：60444866
郭 其新 (Qixin Guo)
佐賀大学・シンクロトロン光応用研究センター・教授
研究者番号：60243995
梶原 良則 (KAJIWARA YOSHINORI)
福岡大学・人文学部・教授
研究者番号：20233728
長野 暹 (NAGANO SUSUMU)
佐賀大学・名誉教授
研究者番号：80039221

(3) 連携研究者 なし