

# Reverberator Furnace of the SAGA HAN and Indigenous Knowledge in the Edo Latter Period

Susumu NAGANO

Emeritus Professor of Saga University

## 幕末期佐賀藩の反射炉と在来知

長野 暹

佐賀大学名誉教授

**Keywords:** indigenous knowledge, reverberatory furnaces, canons, steam locomotive

### Abstract

SAGA HAN constructed the reverberatory furnaces earliest another feudal clan. The book of .Huguenins *Het gietwezen ins Rijiks ijzter-greschutgieterij te Roijku* became the foundation. The indigenous knowledge which the SAGA HAN had been accumulated caused to succeed of this business. As for it, there been the existence of Dutch studies, the pottery industry, iron manufacture, casting, mathematics, carpenter, plasterer. mentor, demonstrated great power.

These excellent indigenous knowledge were utilized in reverberatory furnaces construction and casted iron canons."the coordination power"and."detailed selection power"that are Japanese A/the Saga feudal clan made the sample of the steam car, steam boat and constructed the steam boat *Ryouhuumaru* on the basis of this knowledge.

### 概要

佐賀藩は諸藩に先駆けて反射炉を構築鉄製大砲を製造した。これはU. Hugeninの“*Het gietwezen ins Rijiks ijzter-greschutgieterij te Roijku* 1826 (ロイク王立鑄造所における鉄製大砲鑄造法)を基に

したが、佐賀藩が蓄積してきた在来知が事業を成功させた。それは蘭学、窯業、製鉄、鑄造、数学、大工・左官の存在があったことによる。佐賀藩は蒸気機関車と蒸気船の雛形を造り、この知識を基にして蒸気船凌風丸を建造した。これは日本のモノづくりにおける連携力と詳細な吟味力が発揮されたことによる。

### 1 幕末佐賀藩の科学技術集団

幕末期の佐賀藩は諸藩よりも科学技術で進んだ状況にあった。

反射炉を構築して鉄製大砲を鑄造し、長崎の海防体制を強化した。さらに蒸気船凌風丸を建造して海運に力を入れた。これらが進行できたのは、それまでに培われた在来知に由来する。<sup>(1)</sup>

反射炉構築では、U. Huguenin の“*Het gietwezen ins Rijiks ijzter-greschutgieterij te Roijku*”を伊東玄朴や杉谷雍助などの蘭学者が翻訳し、それを基に本島藤太夫を中心とする大銃製造方が反射炉の構築と操業を行った。操業で鑄物師の谷口弥右衛門、刀鍛冶師の橋本新左衛門が大きな役割を果たした。蒸気船凌風丸の建造では、田中儀右衛門、石黒寛次、中村奇輔らが蒸気船と蒸気車の模型の技術を基に建造した。谷口弥右衛門は、佐賀藩初期からの御用鑄物師の家系で長崎警備に配備されていた青銅製大砲の鑄造技術を受け継いでいた。橋本新左衛門は慶長3年(1598)に佐賀城町長瀬町に居を構えた初代橋本新左衛門

に由来する。初代橋本新左衛門は慶長元年（1596）と元和10年（1624）に上京し、慶長元年は埋忠明寿の基で刀鍛冶の技の習得に努め、元和10年では武蔵大掾を受領した。橋本家は肥前刀と称される秀でた刀を造り出していた。田中儀右衛門は嘉永4年（1851）には1千余の部品からなる自鳴鐘（万年時計）を製作し、嘉永6年（1853）に請われて佐賀に来住した。中村奇輔と石黒寛次は蘭学者広瀬元恭の私塾時習堂で理化学を学んでいた。

谷口弥右衛門や橋本新左衛門は佐賀城下町の西部の長瀬町に居住していた。弘化2年（1845）の藩軍事編成の記録には瓦師、医師、大工棟梁、十人鍛冶、諸職人が組織されていることを記している。反射炉の構築に、これら職人集団が動員された。

## 2 反射炉と在来知

たたら炉製鉄は、たたら炉に砂鉄と木炭を交互に投入し、3日3晩操業を続けて、4日の朝に炉を解体する。4日の朝には炉内部の温度は1500度にたつする。炉を解体すると融解され形成した鉄塊が現れる。

たたら炉で肝要なのは地下構造である。写真1は、たたら炉地下構造である。地表から1.米の間に湿気除去の大船と小船のがあり、その下に砂利、坊主石、破石の層が設置され、最下部の破石に排水筒が設けられている。たたら炉で融解された鉄塊は質が不均一なので大砲用にはならない。そこで反射炉が必要になる。

佐賀藩は反射炉の構築を嘉永3年（1850）7月から開始した。幕府の鉄製大砲製作の要請で構築した多布施反射炉は安政元年（1854）3月に竣工した。多布施反射炉跡地の発掘が近年行われ鋳坪が見いだされた。底部には小石が敷き詰められていた。たたら炉

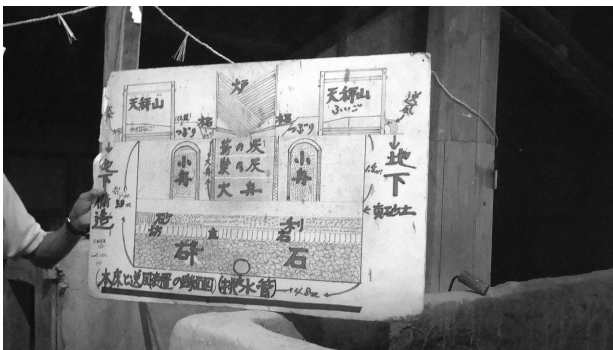


写真1 たたら炉の地下構造



写真2 多布施反射炉のレンガ-1

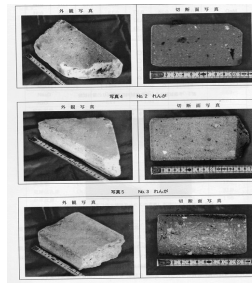


写真3 多布施反射炉のレンガ-2

の地下構造に類似していた。この底部の下には、たたら炉の湿気と排水設備が施されているとみられる。

発掘の折にかなりの雨が降ったが、反射炉周辺に水が溜まっても、この部分には溜まっていなかった。このことから排水設備が施されているとみなされる。たたら炉の技術

が活用されている。

純粋な鉄の融解温度は1573度であるが、不純物も入っているので、1400度ぐらい溶ける。反射炉で鉄を融解するには1400度ぐらいの熱に耐えるレンガの装置必要である。

写真2・は多布施反射炉の表面が溶けたレンガである。かなりの高熱が加わったことが窺える。

この高温に耐えるレンガの製作には、磁器を製作していた有田窯業の技術が活用されていた。磁器の融解温度はほぼ1300度である。鹿児島藩や水戸藩が反射炉の操業で最初うまく行かなかったのは、良質のレンガが造れなかったことが要因とみなされている。反射炉の操業を佐賀藩が諸藩に先駆けられたのは高温に耐えるレンガ出来たことが要因であった。

多布施反射炉の成分分析の折りに記録された記録がある<sup>(2)</sup>。分析結果として、(1)写真の耐火レンガは反炉の主要部分使用された可能性が高い耐火レンガで高珪酸耐珪酸質高気孔率低強度の耐火レンガ、粗粒に陶石の焼石を微粉に粘土を使用し、焼成温度は1200~1250度と推定される、と指摘している。「幕末の耐火煉瓦の基礎が出来」と評価されている。この分析からして、佐賀藩が製作したがよさが窺える。

佐賀藩でレンガ造りが出来たのは、17世紀以降培われ蓄積されてきた有田白磁製作の窯業技術の高さによる。

### 3. 蒸気機関の作製

蒸気機関は1768年のワットの蒸気機関についての特許申請から始まり、1788年の蒸気機関の実用化で進展した。蒸気船では、1802年にスクリー式蒸気船が運航されている。

佐賀藩製とみなされている蒸気船と蒸気車の模型が徴古館に保存されている。

佐賀藩は安政元年(1854)に蒸気船の製作のために三重津に製作所を設地した。安政2年(1855)6月にオランダ国王が幕府に贈呈のスピン号が長崎に入港した。同月18日に諸技術を習うために本島藤太夫、中村奇輔、石黒寛次、田中近江父子が長崎出張を命じられて長崎に赴いた。帰藩後に蒸気船と蒸気車の模型の製作を開始した。写真4は蒸気車の雛形である。

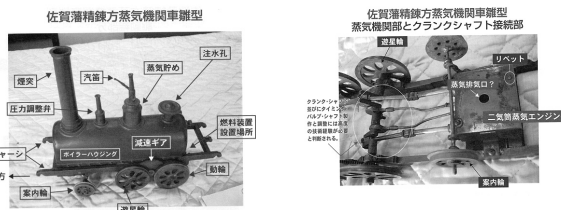


写真4 蒸気車の雛形

左が全景、右は蒸気機関部トクランクシャフト接続部で「クランクシャフト機構並びにタイミングバルブ・システムは精緻を極め・当時の小型機器製造技術の高さを物語られている」と評価されている<sup>(3)</sup>。

模型製作によって高度の技術を習得していたことが判明する。蒸気船雛形でも検討している。

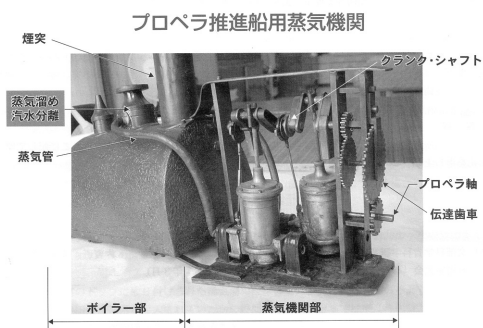
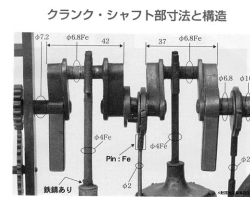


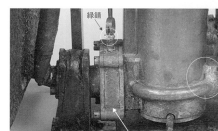
写真5 蒸気船の内部

写真5は蒸気船の内部である。構造としては2気筒のエンジンからなるボイラー部分と蒸気エンジン部分からなり、2部分を蒸気パイプ接続している<sup>(4)</sup>。

クランクシャフトの動力をスクリュウに伝えるためにペロペラ軸伝導歯車がつけられている。この構造については、歯車の葉数の検討からクランクシャフトの回転数とプロペラ側道が同速とみなせる



クランク・シャフト部寸法と構造



タイミング・バルブ左舷部

として、現在の技術のも通じるものがあるとし「増速の必要性がほとんどないことを見抜いた設計技術として評価できる」とある<sup>(5)</sup>。

クランクバルブ部とタイミングバルブ部で、クランクシャフトは精密に作成されており、ミングバルブシステムも「クランク・シャフト機構やタイミング・バルブシステム

は精緻を極め、当時の小型機器製造技術の高さ、つまり加工技術の高さを物語っている」と評価されている<sup>(6)</sup>。

蒸気船の模型は原理が適用され、精密に製作されていることが窺える。

田中儀右衛門は嘉永4年(1853)に自鳴鐘を作製しているので、蒸気機関の構造理解は困難ではなかったとみなせる。また中村奇輔など精煉方の者も模型から蒸気機関の構造や機能を理解したと解される。

この知識が適用され建造されたのが凌風丸である。安政元年(1854)に佐賀藩主鍋島直正は蒸気船の建造を命じた。安政5年9月に鉄製と木造製の2様の建造予算見積書が提出され、木造船造りが採択された。掛に佐野榮寿左衛門外6名が任命された。文久年3(1863)に製作に取り掛かり、2年後の慶応元年(1865)に竣工した。木造の外輪船で10馬力であった<sup>(7)</sup>。凌風丸は明治3年(1870)3月まで運行できたが、同年5月に竹崎鼻付近で座礁した。

### 4 まとめ

佐賀藩は洋式大砲鑄造から蒸気船建造までを15年間で成し遂げている。在来知の高さがそれを可能にした。鉄製大砲の鑄造では、鑄物、刀鍛冶、窯業の技術

と構造の理解を高め、それを基に蒸気船を建造した。  
在来知を発展させていた。

### 参考文献

- (1) 韮山町教育委員会『史跡韮山反射炉保存首  
修理事業報告書』（韮山町、平成元年3月
- (2) 寄田栄一「佐賀藩反射炉用耐火煉瓦の品質  
試験結果」（「幕末佐賀科学技術史研究  
第1号」）（平成17年3月）
- (3) 牟田一彌「佐嘉藩所蔵 蒸気機関車雛形の技術  
論－1」（「幕末佐賀科学技術史研究」第1  
号）（平成17年3月）
- (4) ～(6) 同「佐嘉藩所蔵 蒸気機関車雛形の技  
術論－II」（同、第2号）（平成18年3  
月）が基礎になっていた。蒸気機関製作では、  
雛形で機能。
- (7) 田中近江翁顕彰会『田中近江大掾』（昭和6  
年）113～115頁