

④旧集成館反射炉跡発掘調査概要

出 口 浩

- 1 所在地 鹿児島市吉野町磯 9698・9699 番地
- 2 調査の原因 国指定「史跡旧集成館」の整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査
- 3 事業主体 株式会社 島津興業, 調査主体 尚古集成館
- 4 調査担当 鹿児島市教育委員会
- 5 調査期間 平成8年4月15日～7月2日(2.5月), 調査面積 464 m²
- 6 調査概要(遺構および出土遺物等)

(1) 反射炉石垣内本体中心部の遺構

- ア 基礎敷石 炉の本体部の床面をなす水平面で、側石上面から1.05 mの深さでプール状に凹みをなしている。長さ東西8.0 m 幅南北7.5 m 面積60.0 m²である。この基礎敷石面の上部に反射炉本体が構築させていたものと思われる。矩形の切石100個以上を、短径を東西方向にぎっしりと敷き詰めている。目地合わせも丁寧で細かくひじょうに緻密堅牢な作りである。巨大で重量のある煙突や炉壁の反射炉の構造物を水平位に支え、かつ地下からの湿気を完璧に密閉遮断する重要な基礎部分である。
- イ 灰穴灰受部斜敷石 炉本体部中心の東よりに傾斜角25度の灰受石が2面対となって残存している。長さ東西1.7 m 幅南北1.4 mの斜敷石2面の中間部は切石2列で0.8 mの間隔を置いている。この面の上位にロストルが位置し、石炭・木炭などの燃焼室があったものと思われる。斜面敷石の平面形を台形ないし長方形の切石を左右対称に配置するということが、灰受石の最下段と東側の平坦な作業場床面、それに側壁面の3面を1個の切石で造作するということが、実に丁寧に複雑な石組みを行っている。いかに基礎石部分の歪みやずれに気を配ったかが伺われる。
- ウ 基礎石列 基礎敷石面の南側の上位に、角柱状の切石を南北に配した石列10組が残存している。石列間に10～15 cmの間隔を設けていることが最大の特徴である。石列の南北端部も側壁に密着せず、約30 cm幅の空間を残している。これらの空洞部は暗渠No.1～No.3と共に、排水・除湿・保温の役割をなしている。反射炉の基礎構造の中における空間の確保がいかに重要な課題であったかを示しているように思われる。その他西側には、上面に抉入加工の施された立方体形の大きな基礎石が対となって、基礎石列の上位に位置している。

(2) 反射炉石垣内本体周辺部の遺構

- ア 基礎石垣 ・南側面 長さ22.88 m 高さ4.3～4.5 m 11段で最下段は砂層中に位置している。現高は2.6～2.8 mで旧面から約1.5 mの盛土がみられる。傾斜角77度、乱層樵石積みで東端のコーナー部は算木積みである。・西側面 長さ約40 m(32.36 mまで確認) 南端で高さ2.7 m, 北端で1.5 m, 石積みは縁取りをして内面のやゝふくらむ乱層の野面積みである。南面が表面としての壮大さと格式、美観を備えたもの、西面が実用として機能面を重視したものといえよう。
- イ 石積階段 反射炉石垣の南西隅にある。南北3.0 m 東西5.0 m 9段積み。切石表面の激しい磨減状況や荒い目地の隙間から基礎石垣と一体感をなしていない。しかし階段上部から6段目以下の石組は南面石垣と連動しており、石垣本体と同時期の構築と考えられた。

ウ 鑄場石組 G～I－1区西側に、石垣に接してL字状に切石5段 高さ2.5mの石組を確認した。石組は階段状をなし下段へ行くほど内側へ（西側）張り出す。石組表面は赤褐色を呈し熱を受けているものが多い。南側と西側の石組面は未確認である。

エ 暗渠形排水通風溝 ・No.1 (K・L－1～7区) 炉本体部の北側 東西ライン。 開口部断面 幅0.7～0.8m 高さ1.49m 長さ13.53m ・No.2 (C・D－1～7区) 炉本体部の南側 東西ライン 開口部断面幅0.7～0.85m 高さ1.92m 長さ13.33m。開口部の高さがNo.1より41cmも高くなっている。 ・No.3 (A～O－7区) 炉本体部の東側3mの南北ライン。 開口部断面 幅0.7～0.83m 高さ2.54m 長さ29.10m 北端は崩壊のため不明。南面の旧地表面は現面より約1.5m下位にある。当時No.3の開口部は、人間の目の高さから上位の石垣の上半分にあり、やや見上げるような高さにあったものと思われた。以上3本のトンネル状の空洞部が炉本体部を囲み排水・除湿・通風・保温の機能を果たしていたものであろう。

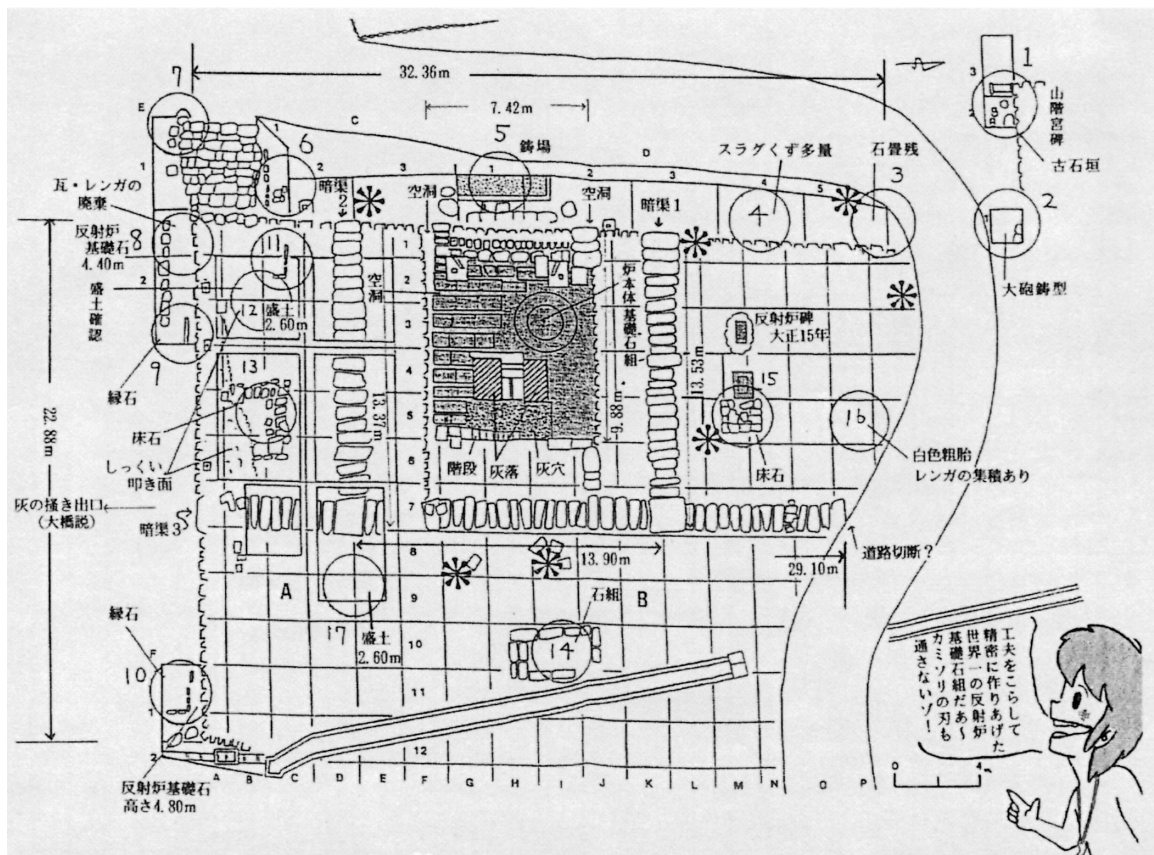
オ その他の遺構 ・敷石遺構No.1～No.3 枅形石組遺構

(3) 出土遺物

耐火レンガ（バチ形・駒形・立方体形・直方体形・クサビ形・円柱形・刻字） 白型土製品 筒形土製品 U字形土製品 白型石製品 筒形石製品 扇柱状石製品 片面剥落陶片 硯状土製品 轆羽口 埴塙 砥石 石臼 軽石加工品 窯道具 染付磁器 青磁 青花 薩摩焼白系陶器 薩摩焼黒形陶器 土器 土師器 須恵器 石器 鉄製品 瓦類多量 鋳滓類多量 大砲石製鑄型

(4) 小 結

今回の調査によって既存の反射炉は葦山型の1基2炉構造のもの1基のみで、石垣および暗渠も全てこの2炉を中心とした附属施設であることが判明した。これらの状況から、この反射炉遺構は文献にみられる安政4年（1857年）完成の2号炉であろうと推定された。

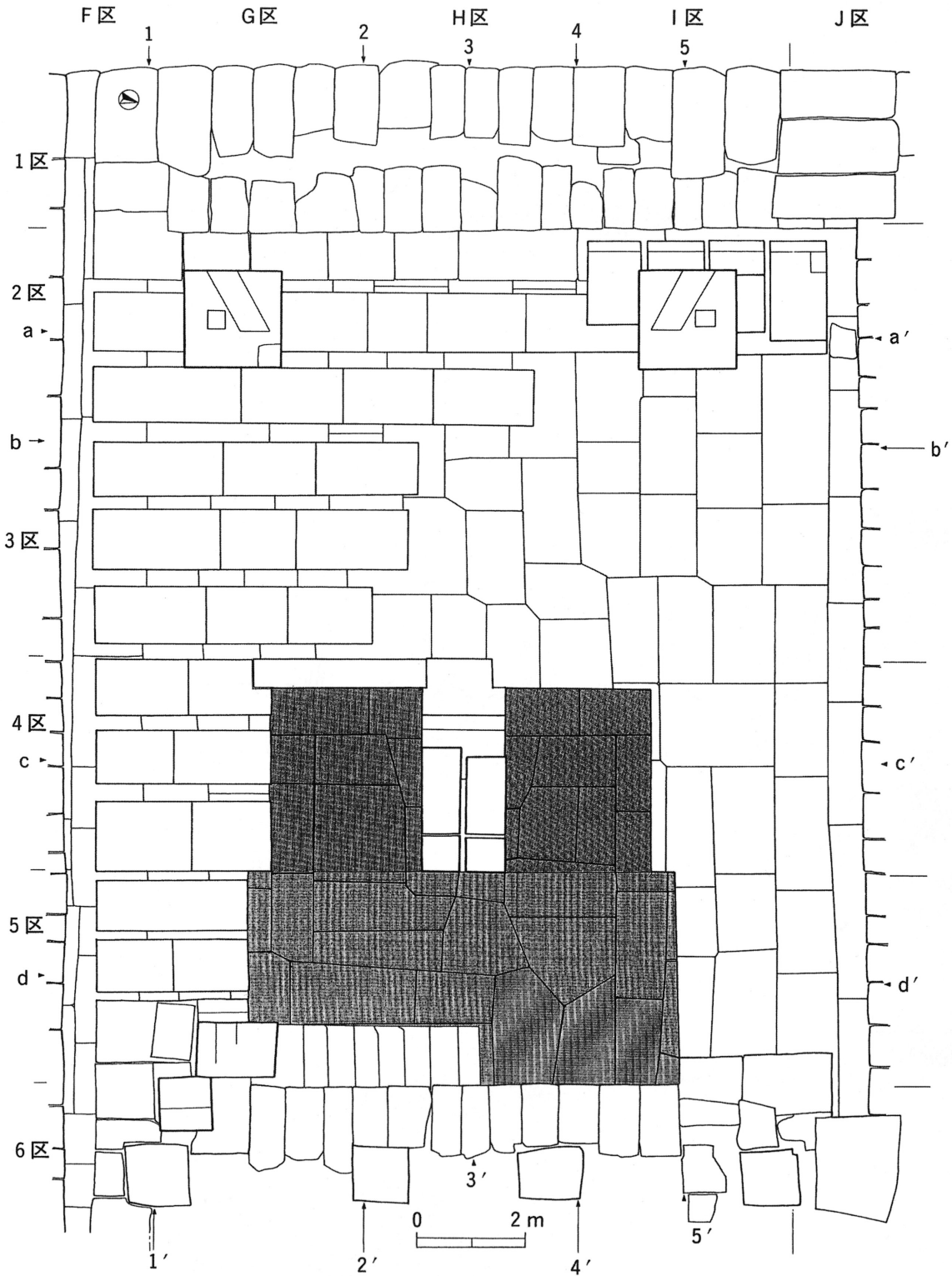


反射炉石垣基礎遺構グリッド図

【プロフィール】

鹿児島大学教育学部卒業、吉野小学校教諭などを経て、鹿児島県教育委員会文化財研究員、鹿児島市教育委員会文化指導主事、鹿児島市立ふるさと考古歴史館指導主事を歴任、現在嘱託。

主な発掘歴：金峰町－高橋貝塚、川内市－薩摩国分・国分寺、鹿屋市－王子遺跡、鹿児島市－大龍遺跡、祇園之洲砲台、横井竹ノ山遺跡、掃除山遺跡など多数。



反射炉石組炉跡本体部（アミは灰穴灰受斜敷石 2 基と灰取作業穴床面）

⑤集成館反射炉の耐火煉瓦の特性

寄 田 栄 一

1 はじめに

幕末、外国の脅威から国を守るために鉄製大砲が必要となり、大砲製造用反射炉が各地に建設されました。この反射炉に使用された耐火煉瓦は日本で最初に造られた耐火煉瓦であります。外国の文献を参考にしましたが、ほとんど独力で造られ、実際に反射炉で使用され、大砲の製造に寄与しました。近年、各地の反射炉跡地で発掘調査が実施され、反射炉に使用された耐火煉瓦が出土し、当時の耐火煉瓦を入手する機会が出来ました。鹿児島集成館においても平成8年4月から7月に反射炉跡地の発掘調査が実施され、多くの耐火煉瓦が出土しました。その中から13個の耐火煉瓦を入手し、品質試験を実施しましたのでその結果を報告いたします。また、平成15年3月に高炉跡地の発掘調査が実施され、一部耐火煉瓦を入手出来ましたのでその結果も合わせ報告いたします。

2 外観及び切断面観察

集成館反射炉用耐火煉瓦の特徴は耐火煉瓦の使用面に平行に貫通孔が開けられていることです。他の反射炉に使用された耐火煉瓦にも明治以後の耐火煉瓦にもありません。耐火煉瓦の貫通孔については8mm孔(SMP-3,-12) 4mm孔(SMP-1,-2,-4,-5,-7,-10)、無孔(SMP-6,-8,-9)の3種類に分類されました。貫通孔は成形後棒又はパイプで開けられたものと考えられます。何の目的で孔を開けられたか不明ですが、ワイヤー等を通して耐火煉瓦施工後固定するためかと思いましたが、寸法が合いませんでした。耐火煉瓦製造から考えますと乾燥、焼成工程で耐火煉瓦内部の水分を蒸発させやすくするためとも考えられます。

切断面を観察しますと貫通孔の区分に耐火煉瓦が異なるようです。8mm孔品は茶色を示し、耐火煉瓦の充填性が悪く、強度なく、耐火煉瓦が剥離したあとが見られます。4mm孔品は試料の主体となっています。白色を示し、充填性が良くなり、強度もある感じがします。無孔品は充填性良く、高強度品と思われます。

3 一般物性及び化学成分

品質表を表1に示します。幕末各地の反射炉で使用された耐火煉瓦はある程度品質結果が一定になっていますが、集成館の耐火煉瓦はいろいろな品質の耐火煉瓦が出土しています。これを貫通孔で区分しますと次のようにまとめることが出来ます。

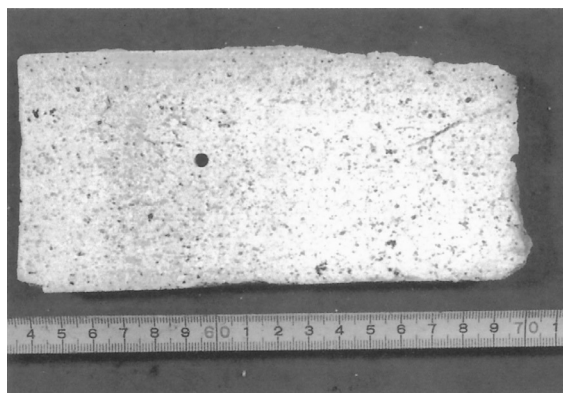
(1) 8mm孔品

Al_2O_3 分が35%前後あり、 K_2O 分が少なく、明らかに他の試料とは異なる原料が使用されています。耐火度はSK31以上と高いのですが、気孔率40%以上、かさ比重低く、圧縮強さ10Mpa以下であり高気孔率低強度品で良い耐火煉瓦とは云えません。また、化学成分でIg.loss(灼熱減量)4%(SMP-3)は焼成煉瓦では考えられない数字です。

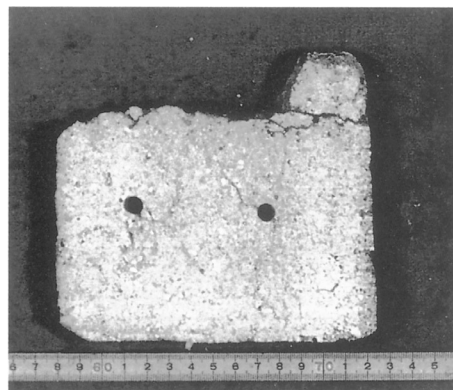
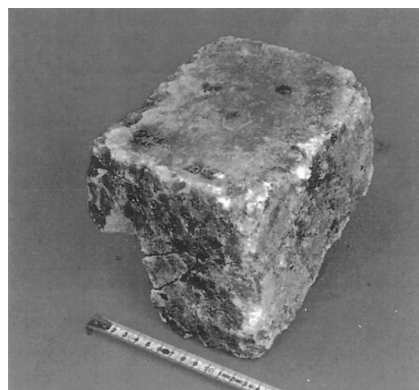
(2) 4mm孔品

Al_2O_3 分が27%前後で K_2O 分が約2%あり、天草陶石が使用された耐火煉瓦と推定されます。耐火度はSK28~29と8mm孔品に比べ低いです。しかし、一般物性を見ると気孔率25~41%、圧縮強さ18~94Mpaとバラツキが大きいです。データを見ると気孔率35~41%品(SMP-4,-5,-7,-8)と気孔率25~19%品(SMP-1,-2,-10)に分けられます。前者は低強度品になりますが後者は高強度品で良質な耐火煉瓦となります。天草陶石の焼結温度が1150℃と言われており、この前後の温度で焼成されたものと考えられます。

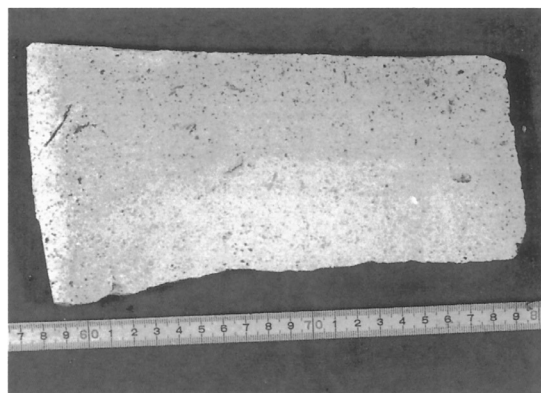
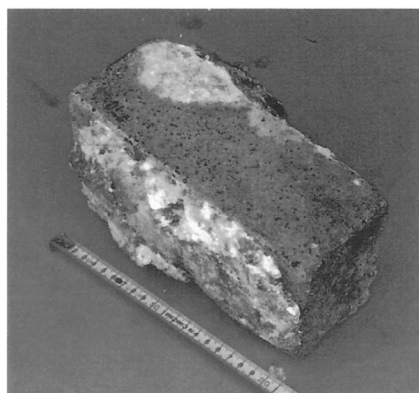
SMP-2



SMP-3



SMP-6



(3) 無孔品

Al_2O_3 分が 22% と少なく、 K_2O が 2% 以上あり、天草陶石を原料とした耐火煉瓦です。耐火度も SK26 ~ 28 と若干低くなっていますが、気孔率 15 ~ 21%、圧縮強さ 100Mpa 以上あり、耐火煉瓦の品質としては優れた品質となっています。

4 熱膨張試験

代表的な試料 6 (SMP-1,-2,-4,-5,-6,-9) について実施しました。その結果、4mm 孔品の SMP-1,-2 は 1200℃ 前後、SMP-4,-5 は 1100℃ 前後、無孔品の SMP-6 は 1300℃ で焼成されていることが分かりました。残念ながら 8mm 孔品の試験が実施されませんでした。

焼成温度が高いほど品質が優れた耐火煉瓦になっています。

5 残存線膨張収縮率

1200℃、1300℃ で実施しました。SMP-3,-4,-7,-8 は残存収縮が大きく、高温部での使用には不十分と考えられます。耐火煉瓦製造時の焼成温度が 1150℃ の天草陶石の焼結温度に以下のためと考えられます。SMP-1,-2,-5,-6,-9,-10 は高温部での使用可能と考えます。

6 8mm孔品

平成15年に高炉跡の発掘で出土した耐火煉瓦に8mm孔品があり、品質試験を実施しました。その結果を表2に示します。Ig.lossが約10%あり、主体鉱物が粘土鉱物であるカオリナイトであることから焼成されていない不焼成耐火煉瓦（日干し煉瓦）であることが分かりました。SMP-3のIg.lossが4%であったことは反射炉で使用され加熱されて結晶水の一部が蒸発したと思います。（カオリナイトの結晶水は500～600℃で蒸発します）

7 考察

集成館反射炉用耐火煉瓦の品質試験を実施しました。その結果耐火煉瓦は3種類に分類されます。

- (1) 最初に造られた耐火煉瓦は天草陶石を使用されていない Al_2O_3 35%品と考えられます。この耐火煉瓦は第1号炉に使用されたものではないかと推定されます。
- (2) 不焼成耐火煉瓦であったため、耐火煉瓦製造中に多くの水分を蒸発させる乾燥工程、使用時の結晶水の蒸発をしやすいするために大きな貫通孔（8mm）を開けられたと思います。第1号炉ではいつまでも水蒸気が取れなかったり、炉が傾いたり、耐火煉瓦が剥離して熔鋼と共に流出したといわれています。不焼成耐火煉瓦であれば結晶水は500～600℃で蒸発し、使用時に耐火煉瓦が収縮することは考えられますため、炉が傾いたり、熔鋼と共に煉瓦片が流出することは考えられます。第1号炉における異常現象原因の一端は耐火煉瓦にあったと思います。
- (3) 出土した耐火煉瓦の主体は4mm孔品です。この耐火煉瓦は Al_2O_3 27%品、耐火度SK26～29あり、天草陶石を原料に使用された耐火煉瓦です。焼成温度が1100℃のものと1200℃のものと2種類ありました。焼成温度の高い方が品質は向上しています。
- (4) 無孔品は Al_2O_3 22%品です。高温で焼成されており、耐火度は低いですが低気孔率高強度の品質的に優れたものです。
- (5) 耐火煉瓦は8mm孔品、4mm孔品、無孔品の順に開発されたと思います。

表1 耐火煉瓦品質結果表

試料名		SMP-1	SMP-2	SMP-3	SMP-4	SMP-5	SMP-6	SMP-7	SMP-8	SMP-9	SMP-10	SMP-11	SMP-12	SMP-13
耐火度	SK	26	31	31	28+	29	28	28	26	26	31	28	33	32
化学成分	% SiO_2	64.59	68.12	53.46	64.69	68.09	71.80	71.80	64.69	72.03	64.47	56.93	54.01	54.85
	Al_2O_3	28.03	26.18	35.37	27.80	25.47	22.10	22.45	27.47	21.39	29.64	34.92	36.89	38.30
	Fe_2O_3	1.15	0.90	1.92	1.04	0.97	1.29	0.93	1.62	1.23	0.81	2.82	1.94	2.09
	CaO	0.30	0.23	1.14	0.27	0.19	0.49	0.36	1.16	0.44	0.18	1.48	1.10	1.34
	MgO	0.17	0.23	0.27	0.19	0.22	0.21	0.16	0.33	0.20	0.12	0.38	0.32	0.35
	Na_2O	0.67	0.33	0.98	0.54	0.31	0.53	0.44	0.93	0.50	0.50	1.07	0.85	1.03
	K_2O	2.60	1.87	0.82	2.37	1.85	2.44	2.30	1.22	2.50	2.17	0.60	0.83	0.86
	Ig.loss	0.87	0.66	3.95	1.54	0.68	0.28	0.59	0.63	0.70	0.64	0.23	1.70	0.43
気孔率	%	27.4	29.4	41	41.5	38	15.9	35.1	37.9	21.2	25.3	30.3	43.3	44.8
かさ比重		1.90	1.84	1.48	1.56	1.63	2.16	1.72	1.65	2.04	1.97	1.86	1.42	1.49
見掛比重		2.61	2.60	2.51	2.66	2.63	2.56	2.65	2.66	2.59	2.64	2.67	2.51	2.71
圧縮強さ	Mpa	70.3	55.7	8.1	23.8	25.7	193.2	18.9	25.1	107.2	94.8			
熱膨張率	1000℃	%	0.34	0.37		0.37	0.40	0.48		0.42				
	1200℃	%	-0.49	-0.13	-3.15	-5.39	-1.14	0.02	-2.66	-2.50	-0.17	-0.02		
	1300℃	%	1.72	-1.62	-5.99	-2.74	-5.78	-0.34	-7.20	-5.32	-0.97	-0.54		

表2 高炉跡地出土した8mm孔品品質試験結果

8mm孔品	
SiO_2	51.08
Al_2O_3	31.64
Fe_2O_3	2.02
CaO	1.27
MgO	0.39
Na_2O	0.83
K_2O	0.52
Ig.loss	9.99
主体鉱物	カオリナイト
随伴鉱物	石英、クリストバライト
気孔率	% 35.5
かさ比重	1.66
見掛比重	2.56
圧縮強さ	Mpa 2.5
耐火度	SK 31
熱膨張率 1000℃	% -2.05
残存線膨張収縮率	% 1200℃ -5.06
	% 1300℃ -6.84

⑥集成館反射炉の実態と意義

国立科学博物館 鈴木 一 義

現状の礎庭園に残る反射炉遺構の発掘と計測により、建設された反射炉の基礎部分の寸法を得ることができた。結論から言えば、現存する葦山反射炉や記録で反射炉の大きさや形状の詳細が知れる那珂湊反射炉等と同様、参考とした『ロイク王立鉄製大砲鑄砲所における鑄造法 (Het Gietwezen in 'sRijks Ijzer-Geschutgieterij te Luik ヒュギューニン著1826年)』の翻訳書の寸法とほぼ一致することが分かった。2つの炉と煙突をもった基本的な反射炉である。しかしながら、その反射炉は水気や強度上の工夫が為された石垣の上に建設されたり、溶解に至る過程でも様々な試行錯誤が行われるなど、随所に関った藩士や職人らの苦勞と独自の工夫が見られる。

ところで薩摩藩は、礎にあった集成館だけ見ても、反射炉や高炉等による製鉄場以外に鑄開場（大砲の穴開け）や水車場、ガラス工場や金物細工所があり、集成館以外も含めれば、造船所（礎・桜島）、蒸気機関製造所（江戸藩邸・礎）、紡績場（田上・永吉）、電信や写真、火薬製造、印刷など、実に多岐の事業を行っていた。これら島津斉彬公が行った事業の総称が「集成館事業」なのであり、まさに当時日本最大規模の「近代工場」がそこにあったのである。反射炉一つ取ってみても、並大抵では行えない建設・操業の実態が浮かび上がっている。集成館事業が、体系的な知識を学ぶことの出来ない状況のなかで行われたにも関わらず、近代の先駆けとしての様々な分野に実績を残しえた事実は、今後さらに実証的に明らかにされるべきであろう。

【プロフィール】

新潟県生まれ。東京都立大学工学部機械工学科卒業。同大学院工学研究科材料力学専攻修士課程修了。同年、日本NCR株式会社 技術開発部勤務。昭和62年、国立科学博物館理工学研究部（主任研究官）勤務。

専門は科学技術史で、日本における科学、技術の発展過程の状況を調査、研究をしている。特に江戸時代から現代にかけての科学、技術の状況を実証的な見地で、調査、研究をしている。

平成13年からは、文部科学省が5年間の研究期間をかけて行っている文部科学省科学研究費補助金、特定領域研究「我が国の科学技術黎明期資料の体系化に関する調査、研究」に従事しており、「江戸のモノづくり」についての調査、研究活動中である。(HP：<http://www.ied.co.jp/edomono/>)

主な所属学会は、日本機械学会、産業考古学会、日本設計工学会、日本人形玩具学会など。ほかに、経済産業省「伝統の技研究会」委員、大阪こどもの城、トヨタ産業記念館、江戸東京博物館、その他博物館の構想委員や展示監修委員などを歴任。

主著

- 『日本人の暮らし』（講談社）
- 『20世紀の国産車』（三樹書房）
- 『日本の鉱山文化』（国立科学博物館 特別展図録）
- 『からくり人形』（学研）
- 『日本の産業遺産300選』（同文館）
- 『技術史教育論』（玉川出版）
- 『技術史の位相』（東京大学出版）

⑦第3回「薩摩のものづくり」シンポジウム ディスカッション

2003年10月26日

鹿児島大学教育学部第101号講義室

司会

先ほどお話しいただきました菊池先生の記念講演と、先生方のご報告を受けまして、ディスカッションを行います。

まず反射炉遺構の発掘調査に関してですが、調査には三つの大きな目的がありました。その目的は

- 1 薩摩藩における反射炉の実態確認。特に3号炉の有無について明確にすること。
- 2 150ポンド砲が鑄造されたか否か。
- 3 150ポンド砲があったとしたらそれは鉄製か青銅製かというものです。

この点についてまず松尾さんからお願いします。

松尾氏

3号炉の有無については、市来四郎が書いた記録（斉彬公御言行録）の中に「嘉永5年、反射炉（1号炉）を建設するが失敗。安政3年に2号炉が完成したが大規模大砲の製造は無理で、安政4年、3号炉で150ポンド砲製造が可能に」という記述があり、現在遺構として基礎が確認できる反射炉は何号炉に当たるのか、という疑問がありました。また、150ポンド砲に関して言えば、種々の資料にその存在は明記されており、1858年に鹿児島を訪れたカッテンディーケの記録では月の砲台に150ポンドパイアン砲があり、大変優れていたと書いていますので、存在はしたであろうと考えられます。

そこで、150ポンド砲があったのならばそれを造るには2基4炉の（比較的大規模な）反射炉でなければならないという見方が当初ありました。しかし、発掘調査に平行して更に文献調査を進めたところ、市来四郎の日記からは実際に建設されたのは2号炉までで3号炉は計画のみだった可能性が高く、発掘調査でも3号炉の形跡はありませんでした。

150ポンド砲自体についても青銅製か鉄製か判別は難しいのですが、おそらく青銅製ではないかと思われます。150ポンド砲があったことと3号炉の存在とは必ずしも結びつかず、青銅製ならば薩摩藩が持っていた在来技術で製造可能で、1基2炉の2号炉でも可能です。

司会

反射炉遺構の発掘調査を担当された出口先生の立場からはいかがでしょう。

出口氏

反射炉遺構の発掘調査の最中雨が降ってきたことがありましたが、雨水が炉内にたまりなかなか捌けないのです。反射炉建設時、基礎の歪みが生じないほど基礎石は精密に並べられ、湿気を防ぐために目地合わせも完璧に行われていたのです。三つの暗渠や石の配置等もバランス良く、多くの工夫がなされており、150年たっても歪みがなくカミソリの歯も通さないすばらしい技術といえるのでしょう。また、鶴丸城跡の石垣等は木の根によって大きな歪みが生じた部分がありますが、反射炉遺構の場合は近くに大楠がありますがその根も侵入しておらず堅固な基礎であることがわかります。1号炉を建設した際は煙突が傾くという大失敗を経験し、一念発起をして次の炉の建設に懸けた思いが伝

わってくるようです。反射炉建設に着手するおよそ10年前に架けられた甲突川の五石橋も素晴らしい技術を駆使して作られており、平成の時代まで多くの荷重に耐えてきました。このような状況から、ヒュニゲンの図面をもとに堅固な基礎を作りえる技術者(石工)集団と、耐火煉瓦のような西洋技術に対してきちんと対応できる在来技術が、薩摩に確かに存在していたことがわかります。

また、3号炉についてですが、その存在は考えられないと思います。レジュメ17ページの図で言いますと、現在山階宮碑の周辺が1号炉の場所で、その浜手に現在遺構として確認できる2号炉を建設したことになります。3号炉の敷地として更に浜手となると海辺となってしまう、西側は考えにくく、3号炉は計画のみであったと思われます。

司 会

鈴木先生からはいかがでしょうか。

鈴木氏

安政4年に建設された2号炉は1基2炉で、遺構として残っているものがそれに当たると思われます。これが完成した際、斉彬公が見分し非常によい出来であったためすぐに次(3号炉)に着手するよう命じたと記録があります。もし遺構が2基4炉とされる3号炉ならば、2基をL字に並べるか向かい合わせにするのが普通ですが今の遺構はそうになっていません。ですから遺構は2号炉と考えた訳です。また1基2炉でも150ポンド砲の製造は可能で、文献によると1炉で3トン程度の鉄を溶かすのが可能だったとあり、佐賀藩や葦山では実際にこの程度の鉄を実際に溶かしていました。

150ポンド砲についてはおそらく青銅製だったと思います。カッテンディーケは月の台場には150ポンド炸裂砲があるが、集成館で最近作り始めた鑄鉄砲は質が悪く、日本(薩摩)は銅が豊富で青銅砲が多くあり、鉄は重宝されている、と記録しています。また、150ポンド砲が銅製か鉄製かは明記されていませんが、後の記述で銅砲について褒めていることからカッテンディーケが台場で見たいものは青銅製ではないかと考えられるのです。

司 会

では、在来製鉄技術とその原料となった砂鉄、特に鹿児島独特といわれる砂鉄についてはどうでしょう。

長谷川氏

薩摩の在来製鉄技術には、知覧で見られた石組縦型炉と水車ふいごを組み合わせた製鉄法と帖佐鍋倉製鉄所に代表されるたたらを使用した製鉄法の2種類があり、製鉄に関して言えば薩摩藩はかなり高い技術を持っていたといえるでしょう。原料としては霧島の吉田で採掘された岩鉄(鉄鉱石)と砂鉄が挙げられます。鹿児島で採掘される砂鉄はチタン分が非常に多いことが特徴で、これが多いと精錬時に生成されるスラグの粘土が高くなり不純物の排出がされにくくなることから、結果的に不純物の多い質の悪い鉄ができてしまうわけです。これは鹿児島県で採取される材料的特質といえるでしょう。

また施設に関する調査では、鶴嶺神社の敷地内で、絵図中では‘高炉’と書かれているあたりを地下レーダー探査し、更に今年3月には発掘調査を行いました。すると非常に精密な石組みの水路が確認でき、この水路についても更に検証するために2回目の発掘調査を準備中です。

司 会

先生方のお話から、鹿児島で採取される砂鉄を用いて製鉄を行うには、経験的に材料の性質を熟知した技術者の存在が不可欠で、この条件が整って初めて西洋技術との結びつきが可能であったと思われます。実際に薩摩藩の反射炉は稼働していたことから、優れた技術者の存在と西洋技術が結びついて操業されていたと考えられるでしょう。

反射炉に用いられていた耐火煉瓦について寄田先生からも補足もございましたら宜しくをお願いします。

寄田氏

先ほどの研究報告の中で特に申し上げたかったことは、種々の煉瓦が発掘されたということは、ここでかなりの実験を試みていた証だということです。当時は耐火煉瓦について多くの実験が行われ技術的にも進歩していたと思われます。また、アルミナ値が高い煉瓦は耐火性が高いものですが、失敗を繰り返したのは焼成温度に問題があったからだと思われます。耐火性が高い煉瓦を作るには高い焼成温度が必要ですがそれがうまくいかなかったのでしょう。天草産の焼石を最初は利用していましたが、のちに生石といわれる生の陶石を使うようになり、質は向上したのではないかと思われます。陶石を利用すればカチカチに堅くなるのですが、焼石だったためにうまくいかなかったのでしょう。

煉瓦に開けられた直径4mmの穴についてはまだ多くの疑問点があります。穴を上から塗りつぶしたものもありますので穴をあけること自体が目的ではなかったと思います。可能性として、日干煉瓦であったなら乾燥時に水が出ますのでそれを早く排出するための水道（みずみち）としての役割とも考えられます。

司 会

寄田先生のお話に対していかがでしょう。

鈴木氏

反射炉の煉瓦に関する研究は非常に難しいところがあります。寄田先生の講演のなかでも既往の研究に基づく数値等を出していただきましたが、それらは非常にサンプル数が少ないため反射炉の全容を判断しづらいという問題がありました。そこで全国の反射炉について採取場所・質量・質感等様々なバリエーションのサンプルを用いて、寄田先生に調査をしていただいているところなのです。その上で、概ね4種類に分類できるのではと考えられたのです。また、文献には強度向上・湿気防止・断熱性向上のために反射炉の炉床に鉄鍋でふたをしていた等という記録があり、様々な工夫がなされていたようです。反射炉の構造を考えても熱が多くかかる炉体内壁と、比較的熱がかからない外壁とを同じ性質の耐火煉瓦を使用したとは考えにくく、使い分けがされていたと思われます。煉瓦は部分ごとに異なる多様な煉瓦が用いられていたでしょう。現存せず、バラバラに散在する煉瓦から部分ごとに推測することは困難なことです。葦山に現存する反射炉と比較をすることから集成館反射炉の煉瓦について多くの謎が今後解決されるのではと期待しています。

司 会

耐火煉瓦について検証するには他地域の煉瓦との比較が不可欠になってくるでしょう。菊池先生から、補足をお願いします。

菊池氏

本日のディスカッションの中で、鉄についての話題が多く出ましたが、日本は鉄製品の製造が苦手であったと思います。カッテンディーケの記録には、150ポンド砲は立派であったが、製造途中の鑛開台にあるものは粗末なものであったという記載があります。しかし、それでも鉄を造るために反射炉建設に着手していることから、並々ならぬ苦勞とそれを克服する意気込みがあったということを感じます。

司会

今残っている反射炉遺構は2号炉で、3号炉は計画のみだったのでしょうか。1号炉は基礎がしっかりしておらず大失敗におわったという経験から、相当な試行錯誤を経て堅固な基礎を築き、それを今私たちが眼にしているというわけです。

さて鈴木先生、今後、磯周辺はどのように整備をしていくべきでしょうか。私見でも結構です、何か意見がございましたらどうぞ。

鈴木氏

今から約10年前ですが那珂湊で反射炉に関する講演を行い、そのときの基調講演を内田星美先生という方にお願いと、「反射炉は単に鉄を溶かすだけの施設ではない。その周辺への広がりがあるものすごく大きい。工場群として捉えるべきで、もちろん当時の人はそう考えて計画されていたでしょう。点としてではなく面として捉え、反射炉の向こうにみえるものを大切にしていきたいと思います。例えば集成館。」と、そうおっしゃいました。近代の工場群を考える上で集成館はそのままの良い例なのでしょう。東洋で最大級の工場がここにはある、とカッテンディーケやハルデスに大絶賛された工場群です。それを日本人が運用していたのです。反射炉を中心とした全体の広がりを踏まえた広い視点で、近代工場群のモデルケースがここにはあるのだという意識を集成館は持つべきです。集成館がモデルケースであるということをもっと強調してよいと思います。その中心施設が反射炉であったと捉えてほしいです。水戸藩や佐賀藩、長崎等他地域との間で製鉄技術や情報が行き交っていたことは考えられますが、詳細はまだ明らかになっていません。そこでガラスや紡績事業等の反射炉以外の事業についても見ていくと最終的には反射炉に関する部分へフィードバックできるものがあるでしょう。

質疑応答

質問

発掘やこれまでの研究結果から反射炉遺構は今後保存されていくのでしょうか。

回答

将来的には反射炉も復元して保存していきたいと考えています。しかし、ハードルは高く、基礎的研究の結果・資金面の問題・国指定史跡であるため文化庁との話し合い等がありますから。ですが、反射炉も含めて復元していきたいという方向です。

質問

今日報告があったように、集成館における技術的側面は研究により整理されつつあるように思います。ではもう一つの側面として、働いていた陶工や技術者らはどこから来た人で、どういう状況で働いていたのでしょうか。反射炉は現在の製鉄所と同じように24

時間操業だったのでしょうか。

回 答

そういう面については、私たち研究を行っている者も興味がある点です。集成館では1200人が働いていたといわれますが、その食事はどうしていたのか、暑さ対策はどうだったのか等ですが、はっきり分からない部分もあります。

陶工に関していえば、ホシハマという姓であったことが分かっています。

これからもっと具体的に検証するべき課題と考えています。

資料5 「薩州見取絵図」について

松尾 千歳

安政4年、佐賀藩士千住大之助（側役）、佐野常民（精練方主任）・中村奇輔（精練方）が、鍋島直正から島津斉彬に贈られた電信機を携えて来薩した。その際、集成館や中村製薬所など薩摩藩の諸施設を見学し、その様子を絵図に認めた。これが「薩州見取絵図」である。当地・鹿児島にはこのような絵図が残されていないため、集成館事業の様子を伝える貴重な資料となっている。

なお「薩州見取絵図」は鍋島報効会蔵（佐賀県立図書館保管）のもの、武雄市歴史資料館エポカル武雄蔵のものがある。鍋島報効会蔵（以下「鍋島本」）は、昭和49年オーストリア人研究者エリッヒ・パウアー氏が佐賀県立図書館で見出だして論文等で紹介した（註1）。これ以後、いろんな方面で広く利用されている。一方、武雄市歴史資料館エポカル武雄蔵（以下「武雄本」）のものは、近年、武雄鍋島家から武雄市に寄贈された資料郡の中に含まれていたもので、その存在は知られていなかった。平成12年、武雄市が寄贈された資料を収蔵・展示する博物館を設立した際、同館の学芸員川副義敦氏が見出したもの。

鍋島本が原本で武雄本は、その写本と思われる。一方にしか残っていないもの、さらに同じものでも微妙に表現や記載内容が異なっていたりする。鍋島本・武雄本の内容は下記の通り、

【鍋島報効会蔵「薩州見取絵図」】

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1 帖佐なべ（鍋）倉村、鉄山 | 2 砲台（弁天波止砲台） |
| 3 造士館 | 4 築副砲台（弁天波止砲台） |
| 5 銃薬水車 | 6 演武館 |
| 7 谷山錫山 | 8 磯仮屋（仙巖園および花倉仮屋） |
| 9 けくら（花倉）銅吹試方 | 10 なかむら（中村）製薬所 |
| 11 滝上銃薬方（滝之上火薬製造所） | 12 天保山調練場 |
| 13 山ヶ野金山 | 14 砲術館 |
| 15 しばやのかんぎ（芝居屋岸岐）鑄製方 | |
| 16 こうりもと（郡元）大幅織物場其外 | 17 和泉屋町織物場 |
| 18 石州同様ノ炉（たたら） | 19 大幅機・機側面（紡績機械） |
| 20 機外面 | 21 機正面之図 |
| 22 綿操外面 | 23 アメリカ農具（2枚） |
| 24 いそ反射炉方（集成館） | 25 さくら島せと（瀬戸）むら造船場 |

【エポカル武雄蔵「薩州見取絵図」】

- 1 波止築副台・天保山調練場・なかむら製薬所・大幅織場
（それぞれ鍋島4・12・10・16 とほぼ同じ）
- 2 鑄製方見取絵図（鍋島15 とほぼ同じ）
- 3 帖佐鉄山・銃薬方（それぞれ鍋島1・11 とほぼ同じ）
- 4 砲術館・桜島ノ内瀬戸村造船場（それぞれ鍋島14・25 とほぼ同じ）
- 5 大幅機 側視（鍋島19 とほぼ同じ。ただし鍋島本は白描、武雄本は彩色）

- 6 大幅機 平視 (鍋島 21 とほぼ同じ。ただし鍋島本は白描、武雄本は彩色)
- 7 大幅機 水車仕懸ノ機 見取図 (鍋島 20 とほぼ同じ)
- 8 高炉 (溶鋳炉) (鍋島本に無し)
- 9 高炉見取図 (鍋島本に無し)
- 10 綿操略図 (鍋島 22 と類似。鍋島にある外面図なく、付属部品の図あり)
- 11 鹿児島見取絵図 (城下図・鍋島本に無し)
- 12 磯御館周辺之図 (鍋島 24・8・9 とほぼ同じ、ただし集成館と仙巖園の間の登り窯や集成館奥の描写もある)

※鍋島本の 2・3・5・6・7・13・17・18・23・24 は武雄本には無い

武雄本の 8・9・11 は鍋島本になく、同 12 は鍋島本にない部分も描かれている

これら「薩州見取絵図」は、論文・冊子等で挿絵として利用されることが多い。絵図の記載内容について論考を加えたものは、鍋島本の存在を世に知らしめた前述のパウアー氏の「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—」くらいしかない。しかしこの論文とて、新資料を紹介することに主眼が置かれたものであり、絵図一枚一枚の内容まで踏み込んだものではない。さらに、武雄本にいたっては、論考したものは皆無である。

集成館事業に関する絵図類は、東京大学史料編纂所蔵の「島津家文書」の中にも若干含まれている。現在、薩摩のモノづくり研究会でコピー作成と文書解読を進めている。それらは一部詳細な図面も含まれているものの、集成館事業全体を網羅したものとは程遠い。「薩州見取絵図」も事業全体を網羅したものとはいいがたいが、記載内容は幅広い分野におよんでいる。しかも東大の島津家本の絵図やその他諸資料で全く触れられていないもの（綿操機・大幅織機など）、ほとんど資料が残されていないもの（郡元大幅織物場・織局・中村製薬所・花倉銅吹試方など）、ほとんど資料が残されていないもの（郡元大幅織物場・織局・中村製薬所・花倉銅吹試方など）も含んでいる。

また、「薩州見取絵図」の記載内容が非常に正確であることは、昨年度集成館一帯の実測図を作成した際にも、今年度地下レーダー探査をした際にも確認された。まず実測図作成にあたって、集成館裏山の伐開作業をおこなったところ、絵図に描かれた通りの水路跡が発見された。地下レーダー探査では溶鋳炉跡・鑽開台跡推定地に沿って石垣等も確認されたが、この石垣の位置なども「薩州見取絵図」に描かれている通りであった。

このように、「薩州見取絵図」は、実際に集成館事業の様子を目の当たりにした佐賀藩の技術者たちが描いたもので、記載内容も正確である。集成館事業の全容解明には「薩州見取絵図」の調査・研究をより進めることが不可欠である。

註 1 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)

資料6 薩摩のせものづくり研究会名簿

薩摩のものづくり研究会名簿

No	氏 名	所 属	備 考
1	土 田 充 義	鹿児島大学名誉教授	**
2	門 久 義	鹿児島大学工学部	**
3	中 西 賢 二	鹿児島大学工学部	
4	田 辺 征 一	鹿児島大学教育学部	**
5	長谷川 雅 康	鹿児島大学教育学部	**
6	玉 川 寛 治	東京国際大学（非）	*
7	池 森 寛	西日本工業大学工学部	**
8	田 村 省 三	尚古集成館	*
9	松 尾 千 歳	尚古集成館	*
10	上 田 耕	ミュージアム知覧	*
11	原 口 泉	鹿児島大学法文学部	
12	木 下 紀 正	鹿児島大学教育学部	
13	鈴 木 一 義	国立科学博物館	
14	渡 辺 芳 郎	鹿児島大学法文学部	*
15	菊 池 俊 彦	中央大学名誉教授	
16	道 家 達 将	東京工業大学名誉教授	
17	松 尾 孝	東京工業大学	
18	高 塚 秀 治	東京工業大学	
19	斎 藤 努	国立歴史民俗博物館	
20	亀 井 宏 行	東京工業大学	
21	阿 児 雄 之	東京工業大学大学院	
22	四 谷 優 介	東京工業大学大学院	
23	水 田 丞	九州大学大学院	
24	藤 田 智 子	鹿児島大学大学院	
25	雨 宮 瑞 生	ドゥローイング社	
26	寄 田 栄 一	元品川白煉瓦	
27	黒 瀬 郁 二	鹿児島国際大学	
28	Erich Pauer	ドイツ・マールブルグ大学	
29	出 口 浩	ふるさと歴史考古館	
30	藤 口 悦 子	鍋島報効会	
31	川 副 義 敦	武雄市歴史資料館エポカル武雄	

これまでに、研究会に参加されたり、ご協力下さったりした方々を含めています。
備考欄の**、*は科研費の共同研究者、研究協力者メンバーです。

薩摩のものづくり研究

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

（課題番号 14023215）

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

発行日 2004（平成16）年3月発行

編集・発行 薩摩のものづくり研究会

研究代表者 長谷川 雅康

鹿児島大学教育学部技術教育講座

〒890-0065 鹿児島市郡元1-20-6

Phone & Fax 099-285-7868

印刷 濱島印刷株式会社

〒890-0052 鹿児島市上之園町17-2

Phone 099-255-6121

