

古代吹きガラスの実験考古学的研究

島田 守

はじめに

ガラスの研究は近年、ようやく盛んになりつつある。特に成分分析についてはデータが蓄積され、流通年代や製造地などが明確になってきている。ガラスの実験考古学という研究も、多くはないが目にするようになってきた。成分分析が「科学」と「考古学」を掛け合わせた「考古科学」という研究分野であるとするなら、ガラスの実験考古学は「ガラス技術」と「考古学」を掛け合わせたものである。しかし、後者は前者とは違い、まだまだ一つになりきれていない感がある。その原因としては、考古学的な研究だけのために設備を持ったり、使ったりすることが容易ではないこと、ガラス技術と考古学的研究という、全く異なる系統のカリキュラムを修得しなければならない難しさがあること、そして人の手が直接関わってくる研究方法（個人で得手不得手がある）であることなど、一個人が研究を行うには不便で、困難を伴うことが多いという問題が挙げられる。そこで、この研究には、考古学部門を担当する研究者と、実践的技術を持っている作家との共同作業が必要になる場合が多い。これによって上に挙げた不便さを補い、実践的な研究を行うことができるため、様々な議論を交わすことができるようになる。しかし、この場合も結局のところ、各部門同士が互いの知識を共有していなければ成果は薄く、それをまとめることも難しい。こうした古代ガラス研究の現状を意識し、技術的な側面と考古学的な側面を一括りにして始めた研究をまとめたのが本論である。なお、両側面を一括りにしたというものの、私が初め抱いていたように、ガラスの技術はイメージと実践では異なることが多く、また道具も日常使いしないものが多いため、まずは設備や道具、そして基本的な作業工程を知らないことにはガラスの実験考古学的研究の理解は半減してしまう。そこで、本論は2章立てにして、第1章でまずガラスの設備・道具・技術について考古学的な視点も交えながら言及することにし、そして第2章で実際に行った古代ガラスの技術復元に言及することにした。しかしながら、別々に述べるこれらの内容はすべてつながっているということを強調しておく。

第1章 ガラスの設備・道具・技術

1. 基礎知識

(1) 設備と道具

ガラスが人工的に作られるようになって4000年以上が経つ⁽¹⁾。始めは小さなビーズなどが作られ、やがて、芯の周りにガラスを巻きつけながら容器の形を作り、冷まして芯からガラスを外した後、内部に残る芯材（砂と粘土と植物繊維の混合物）を掻き出して完成させるコア・ガラスと呼ばれるものや、型の中でガラス片同士を熔着して作られる器が登場する。そして紀元前1世半ばにローマ帝国内で吹きガラスが始まると、瞬く間に各地に広がり、それから現在までおよそ2000年間、この技法が器を作る主な技法として受け継がれている。こうしたガラス史の大まかな流れは分かっているものの、ガラス製作に関わる設備や道具についてはほとんど分かっていない。しかしながら、吹きガラスについてはわずかながらの考古学的資料や、中世の文献、そして現代の工房など、参考できる資料が多岐に渡っており、有る程度の議論は可能である。

ガラス窯の中には坩堝が据えられ、この中のガラスが常に液状であるよう1200℃くらいに維持されているが、成形は窯の外で行われる。作業可能範囲の900-1000℃くらいを下回れば硬さを増し、やがて成形できなくなってしまうが、再加熱すれば再びガラスは軟化し、成形が可能となる。職人が熱いガラスを成形できるのは道具を介してのみである。以下に一般的な設備・道具について、古代ガラスと絡めて紹介する。

①ガラス窯

ガラスを熔かし、作業するには少なくとも1200℃くらいは必要であり、これを維持するにはかなりのエネルギーが必要である。ガラスは直火ではなく、輻射熱で熔かされる。従って、窯は高温に耐えることができ、かつ、断熱力のある素材で構築される。図1は現代のガラス窯で、この中に熔けたガラスが入った坩堝が置かれている。燃料はガスだが、他に灯油などを使う職人もいる。一方、古代のガラス窯は、その遺構の多くが上部まで残っておらず、構造が明らかではない。しかし、クロアチア、アッセリア遺跡出土の1世紀の粘土製ランプに描かれた図像は間接的にそれを知ることができる貴重な資料である。そこには2人の職人の間に、下に燃焼室、上に熔解室の2層構造と思われる窯が描かれている(図2)。窯は石、日干し煉瓦、粘土など、あるいはこれらを組み合わせて築かれたと思われる。熔解室の中には坩堝らしきものが見え、頂上部は煙突になっている。この資料から燃料を知ることとはできないが、炎や熱が上へ昇ることを利用したシンプルな構造であることが窺える。

②マーバー

平らな板(図3)のことで、この上でガラスを転がして形を整えたり、押し付けて底を作ったりするためのものである。

③吹き竿

内部が空洞の長い棒(図4)で、ガラスに息を吹き込むためと、ガラスを巻き取る際の強烈な熱を避けるための機能がある。現在、イスラエルから出土したガラス遺物によって、吹きガラスの起源は紀元前1世紀半ば頃ということでは落ち着いているが、この遺物というのはガラス管であり、初期の吹きガラスは、現代のような鉄製の吹き竿を使っていたのではなく、ガラス管の先を閉じて使っていた。小さなガラスの板を曲げて端同士をくっつけて筒形にしてから、それを引き伸ばしてガラス管が作られていたが、より大きく膨らませるために鉄製の吹き竿に移行したと考えられている⁽⁴⁾。

その一方で、鉄製の竿に移行する前に粘土製の管が使われていたという主張もある。鉄は紀元前1世紀にはすでに普及していたものの、それを(空洞の)管にすることは難しかったと考えられることから、粘土で坩堝などを作る習慣があった職人は、それで竿も作っていたとされる。これについてはトレド美術館で実験が行われ、それによれば、粘土の竿は強度がないことから、30-60cmと短くすることでそれを補わなければならなかった⁽⁵⁾。この長さではとても現代のようなやり方でガラスを巻き取ることはできないが、エジプトの3世紀のパピルスに書かれていた技術⁽⁶⁾、つまり、予熱したガラス塊を管先に付けてから十分に加熱して吹くという方法であれば問題ないとされている⁽⁷⁾。坩堝から熔解ガラスを巻き取る場合、窯からの強烈な熱を避けるため、竿にはある程度の長さが必要であるが、上記の方法であればそのような必要はなく、温度は1000℃弱で済む⁽⁸⁾。

いずれにしても考古学的物証は非常に乏しく、吹き竿の問題は結論を出せる段階ではないが、遺物・文献史料の研究や実験から得た興味深い成果である。

④ポンテ竿

長い鉄棒(図5)。吹き竿で代用することもある。主にガラスの口を成形する時に必要な道具。本体をある程度まで成形し終わったら、口を成形するためにポンテ竿の先端にガラスを取って、成形中の器の底に付けて支え、吹き竿とガラスを切り離せば、口が成形できるようになる。これが使われると底面には「ポンテ痕」と呼ばれる、ガラスを付けた痕跡が残る。古代ガラスにおいて環状(ドーナツ形)のポンテ痕は、吹き竿がそのままポンテ竿とし

て使われたと考えられている。この種のポンテ痕の初見は初期ローマ時代の45年以前から見られ、一方、内部が空洞ではない、棒状の竿を用いた証拠とされる円形のポンテ痕は少し遅れて1世紀後半に見られる。しかしながら、どちらの竿を使うにしても吹き竿からポンテ竿へ移す技術が広まるのは1世紀末頃からとされている⁽⁹⁾。そうだとすると、紀元前1世紀半ば頃に吹きガラスが発明されてからポンテの技術が導入されるまでの期間は、短く見積もっても100年近い開きがある。ポンテ竿が出現する前も吹きガラスは作られており、ポンテ竿が出現した後の時代でも、ポンテ痕が認められないにもかかわらず、口が成形されているガラスがあり、どのようにしてガラスを支えていたのか研究の余地が残っている。

⑤ ジャック

U字形のバネの効いた道具(図6)で、職人は握り具合を調節しながらその2本の刃を上手く扱って、括れを入れたり、口を広げたりと様々な形にガラスを成形する。今では刃先が平らなもの、丸いもの、そして尖ったものなどが作り手の好みによって使われているが、古代では平らで細長いものが使われたと考えられている⁽¹⁰⁾。また、現代のものは付け根が平らな板状になっていて、わざわざ道具を持ち替えなくても、この部分でガラスを平らにしたりなど簡単な成形ができる。

⑥ ピンサー

ジャックと同じく2本の刃がついているが、これはガラスをつまみ易いように、刃の平らな面同士が合わさるようになっている(図7)。これで直接吹き玉をつまんで突起装飾を作ることもあれば、把手や吊手の形を整えたりするために使われることもある。

⑦ ハサミ

熱いガラスを切るために使われる現代ガラス工芸の一般的な道具。ハサミ自体は古くからすでに知られていたが、ガラス用道具としては使われていなかったと考えられる。実際、ローマ・ガラスの多くにハサミの使用痕はなく、例えば把手や紐装飾の終点部分は、ガラスを引き伸ばして細くなったところを引きちぎる感じで処理されている。刃を交差させて切る今日のようなタイプ(図8)は稀で、U字型のハサミが主流だった⁽¹¹⁾。いつ頃からガラス工芸に用いられるようになったかは明らかではない。

⑧ ベンチ

その両端から伸びる2本の平行した長いアームの上で竿を転がすことができる便利な設備(図9)。これによって竿を水平に保ったまま作業できるので、ガラスを歪ませるリスクは少なくなる。現代の多くの工房で導入されているが、これは16世紀半ば頃の発明品とされており⁽¹²⁾、古代では使われていなかった。どのようにして竿を支え、転がしていたのか、考古学的証拠から迫ることは非常に難しいが、ベンチを使わずに製作している現代の工房からヒントを得ることができる(後述)。

以上がガラスの技術に関わる主な設備・道具である。中には今日普通に使われているものが、古代において存在しなかったとされるものも含まれている。実験的な研究において、このことは現実問題として常に付きまとう問題である。古代の設備を完全に再現することは非常に難しいことであるが、そういうことを意識しているのとしていないのとでは、成果が大きく異なる。また、逆に、たとえ実験が成功したとしても、古代でもそうだったとは言いきれないところもある。だからこそ、古代ガラスの技術の研究には設備や道具の問題も含め、多角的な研究が求められる。

(2) 基本的な技術

簡単なコップの製作工程を図10に示す。図中の*の付いた道具は古代にも使われたと考えられる。ガラスを巻き、

形を整えて膨らませ、伸ばしてサイズを出し、底を平らにして、最後に口を広げて完成という流れになる。この流れや道具の使い方は、どんな作品を作る時でも基本的には同じだが、形によってはそれ以外の場合がある。例えばマーバーに吹き玉を押し当てて四角く成形することもあるし、首を括るために使われるジャックは、同じ要領で胴体などにくびれを入れるために使われることもある。基本的な技術に関していくつか補足すると、

- ・完成までに何度も加熱→成形を繰り返さなければならない
- ・作業中は常に竿を回す。そうしないとガラスが垂れて歪んでしまう
- ・加熱を繰り返せばガラスが焼き戻って厚みを増す傾向にある
- ・成形中のガラスは全体が常に同じ温度ではなく、作業が進むにつれて変化する。竿によってガラスの温度が奪われていくので竿元ほど温度は冷めやすくなること、そして息が入ってガラスが薄くなった部分ほど冷めやすく、また加熱すれば熱くなりやすいこと、逆に厚みのある部分は冷めにくい、いったん冷めてしまうと熱くならにくいこと、こうしたことを考えながら温度をコントロールして製作する
- ・本体に別のガラスで装飾や把手・吊手、注ぎ口などが付けられることがある。このタイミングはポンテに取る前の時もあれば後の時もある
- ・⑦の「パドル」というのは木の板で、竿を転がしながらこれを底にあてがって平らにする道具である。上述のように、現代ではジャックの板状になった柄で平らにすることもある
- ・⑧でガラスが吹き竿から切り離されているが、これは④であらかじめ括っておいた部分に少し水をつけ、竿に軽く衝撃を与えて切り離している。ガラスは吹き竿側に近づくほど、竿に温度が奪われ冷めやすくなるので、製作が進むにつれて手を加えることが難しくなるため、早い段階で首を括る
- ・⑨の応用として、口縁だけを外側に折り返す「外折り」(図11)や内側に折る「内折り」(図12)、あるいは、口縁に沿って別のガラスを付ける「口巻き」がある
- ・⑩の「徐冷」というのは、最終仕上げに必ず必要となる。仕上げた後にそのまま放置しておくとガラス表面は急激に冷めるが、内部はまだ高い温度を保持しているので、この温度差が歪となり、急に割れてしまうことがある。これを防ぐためには徐冷炉で、500℃くらいの温度を保っておき、しばらくしてからゆっくりと冷ます(徐冷する)必要がある。その時間は作品の大きさ(厚み)により異なる

以上が吹きガラスの基本的な作業である。実験考古学的研究において、現在使われている道具が古代において存在しなかった場合は、代わりとなる道具や方法を考えることになるが、たとえ古代の職人と会うことが不可能であっても、現代の職人から多くのヒントを得ることができる。これは古代も現代も、窯を使ってガラスを軟らかくする方法は同じだからである(違うのは燃料や炉材であって、窯の使い方は同じ)。そのヒントを考古学的に吟味していくつかの可能性を示すことができるのである。

2. 現代のガラス工房から探る

(1) 現代と古代の製作スタイルの違い

燃料や炉材こそ違うものの、ガラスを吹いて作るという姿は古代も現代も同じである。しかし細かく見れば、現代と古代とは全く同じではなく、いくつかの違いがある。それは見かけ上は大した差ではないが、実践的には大きな問題であることも少なくない。日本だけでなく、現代ガラス工芸を代表するイタリアやアメリカなど欧米の多くの国の工房は、基本的に数人で作業ができるように設計されている(図13)。このようなチームワークを想定した製作スタイルは比較的新しい時代のスタイルである。このスタイルにはベンチは欠かせないが、そもそもベンチ自体

が16世紀半ば頃の発明品である⁽¹⁴⁾。一方、それ以前の時代に関しては考古学的物証が少ないため、詳細な比較ができないのが現状だが、数少ない証拠から推測できる製作スタイルは、「チームワーク」ではなく「一人作業」である。

中世のいくつかの文献に見られるイラスト、例えばバチカン図書館に所蔵されている文献資料では、職人は窯の前を陣取り、全て一人で作業しているように見える⁽¹⁵⁾。また、これらにはベンチは見当たらず、小さなイスに腰掛けられているだけである。さらに遡って、1世紀の粘土製ランプ（図2）に描かれた図像を見ても、やはり職人が窯の前を陣取っているように見え、これも同じく、職人が腰掛けられているのは小さなイスである。現代の多くの工房でチームワークスタイルが導入されているが、現代でも「一人作業スタイル」で吹いている工房がある。その工房での作業の様子は古代ガラスの技術研究を行う上で「チームワークスタイル」の工房より、さらに参考になる。チームワークで作業する工房は、日本の工房でも見ることができるので、ここでは「一人作業スタイル」を紹介する。

（2）レバノンの工房

①窯の構造

レバノンの南部に位置するサラファンドのガラス工房である。図14は表側（メインの作業をする側）から見た窯のイラストである。レンガとセメントで構築されており、窯の中にはレンガで組んだ浅いタンクがあって、そこに熔けたガラスが入る。燃料は重油。作業口の横には竿の先を暖めておく小さな穴が開いており（パイプウォーマー）、ここに竿の先を突っ込んで予熱しておき、次の作業に備える。徐冷炉とガラス窯とは上下でつながっており、下からの廃熱を利用できる構造になっている。徐冷炉の中にはレールが設置されていて、そこに鉄かごが乗せてあり、完成品が入れられる。徐冷炉の両側面ともに扉が付いていて、かごがいっぱいになったら、挿入口（図14の向かって左側面）を開けてそれを奥に押しやり、新しいかごが入れられる。かごが奥へ（向かって右側）に行くほど温度は低くなっていくので、こうして徐々に冷まされていく仕組みになっている。最終的には取り出し口（右側面）を開け、鉄棒でかごを引き出して製品が取り出される（図15）。ガラスが熔けている部分は1400℃くらいに、そして徐冷炉の、ちょうどガラスが熔けている部分の真上にあたる部分は500℃くらいに保たれているという。温度を一定に保つためにブローが利用されている。吹き場の真反対側では別の職人が同じガラスでシンプルなガラス・ビーズを作っている。1つの設備で何人かの職人が吹きガラスを作ることはよくあるが、同じ設備でガラス玉も作る工房は私の知る限り、我が国では見たことがない。普通、ガラス玉といえば卓上パーナーでガラス棒の先端を熔かしながら鉄棒に巻きつけ、形を整えて作るというのが一般的なスタイルである（図16）。

②吹き作業の様子

大きな特徴は一人で作業している点である。ベンチはなく、腿の上に布、その上にピンサーを置き、その上で竿を転がして作業している（図17）。2番目の特徴は、ガラスを切り離してからポンテを取るという順序で（図18）、これは我々がよく目にする順序と逆である。アシスタントがいる場合、吹き手はガラスが歪まないように注意しながら、アシスタントがポンテを準備するのを待つ（図13がまさにその時の様子）。準備できたら、ポンテを底に付け、吹き竿からガラスを切り離すと、ガラスはアシスタントが持つポンテ竿に委ねられる。こうしてようやく口が成形できるようになる。先に吹き竿とガラスを切り離すと、支えるものがないのでガラスは下に落ちてしまう。また、ガラスに何かを触れさせることは、それで部分的にガラスの温度を奪うことになるので、ガラスに温度差が生じる。この温度差によって生じる歪でガラスは割れてしまうことがあるため、ポンテを準備するまでガラスをどこかに放置しておくことはできない。慣れた職人は一人でもポンテを取ることができるが、その場合でもベンチがないと難しい。ところが、アシスタントもベンチもないレバノンの職人は、まずガラスを作業口正面の砂利が敷かれたところに切り離し、それからすぐに、その直前まで使用していた吹き竿でガラスの底面を自分の方に向けて（図19）、ポンテに取っている（図20）。一見、無作為な作業のように見えるが、この場所だと作業口に近いため砂利が

暖められていて、ガラスを置いても温度が冷めにくく、また、使い終わったばかりの、まだ熱い吹き竿でガラスの向きを変えているため、ガラスの温度を奪うリスクが低い。

3番目の特徴は、ポンテに吹き竿を代用している点である。上述のようにポンテに取るためにガラスの向きを変えた後、吹き竿は作業口すぐ横の小さな穴（パイプウォーマー）に先だけ突っ込まれた吹き竿と交換される。その竿は作業の間ずっと加熱されていたために、先端に残ったガラスが溶けていて、マーバーで形を整えるだけですぐポンテとして使えるようになっている。こうすることで、少しでも早く作業することができる。

4番目の特徴はガラス玉も作っていたという点である。紙面の関係上ガラス玉の製作工程については割愛するが、この点も貴重な研究資料である。

（3）シリアの工房①

①窯の構造

首都ダマスカスにあるアブ・アハマド・ガラス工房。燃料にはガスが使われている。図21に窯のイラストを示す。ここでは2人の職人が別々に作業している。レンガとセメントで築炉され、窯の中にはレンガで組んだ2人共通の浅いタンク、作業口の横のパイプウォーマー、レールの付いた徐冷炉、ベンチがないのがレバノンの窯との共通点である。構造的な特徴として、マーバーが壁に埋め込まれている点が挙げられる。

②作業の様子

一人作業スタイルで、職人は2人別々に製作している。どちらも作業的にはレバノンの工房とほとんど同じで、ベンチはなく、作業口の前に座って、終始座ったまま作業が続けられる。腿の上にピンサーを乗せ、その上で竿を転がす点も（図22）、吹き竿をポンテとして使う点もレバノンと同じである（図23）。興味深いのは、壁に埋め込まれたマーバーを使っていたことである。マーバーで底を平らにする時、レバノンでは竿を立ててガラスをマーバーに押し当てていたが、壁に埋め込まれているマーバーを使えば竿を持ち替える手間が省ける（図24）。

（4）シリアの工房②

①窯の構造

ダマスカス、ハンドクラフトセンター内にあるガラス工房。図25にイラストを示す。レンガで組んだ浅いタンク、作業口の横のパイプウォーマー、ベンチがない点がこれまでの窯との共通点である。また、壁に埋め込まれた垂直なマーバーが使われている。異なるのは徐冷炉の形態で、窯の左側の縦方向に3つの空間—徐冷炉がある。完成直後の製品は一番上の炉に置かれたかごに入れられる。その後、順次下へ下へとかごが移されていく（下へ行くほど温度が低くなる）。

②作業の様子

マーバーの使い方、吹き方などほとんど全てアブ・アハマド・ガラス工房と同じである（図26、図27）。ここではガラスを遠心力で伸ばすという作業が見られた。どの工房でもこうしてガラスを伸ばすが、一人作業スタイル特有の特徴は竿の長さである。常に座りながら作業するので、地面にぶつけてしまわないように竿は短めになっている。

（5）エジプトの工房

①窯の構造

エジプト、カイロにあるガラス工房で、図28のように円筒形の徐冷炉2基と少しいびつな立方体のガラス窯を組み合わせた比較的大きな窯である。窯はレンガとセメントで構築されている。徐冷炉は職人の左側に配置されており、そしてレバノンやシリアのようにガラスを移動させなければならないような構造ではなく、適当な時間で窯番が様子を見て取り出す。燃料はガスで、徐冷炉は燃焼室の廃熱が利用されている。図28には描かれていないが、作業口の前には、長方形の鉄板を真ん中で折って立たせ、その上側の中央にV字型部品を溶接したような道具が据え

られている。これは、V字のところに竿を乗せて支えられるようになっており、「ヨーク」と呼ばれている道具に相当する。ヨークの鉄板部分はシリアで使われていたいわば垂直なマーバーとして利用することができる。マーバーは職人の左側にあるが、この他に作業台としても使える台が右手にもう1つあり、作業の効率化が図られている。3人の職人のうち一人はガラス玉を作っている。最も広い作業エリアで親方が作業し、あとの2人は向かい側のエリアで作業し、ビーズ製作エリアが最も狭い作業エリアである。

②吹き作業の様子

まず、親方の吹き様子であるが、ここでは「内折り口縁」と「トレーリング」を見ることができた。口縁部を内側に折りこんで厚みを持たせる「内折り口縁」に成形するには、軟化させた口縁をジャックの柄の板状になっている部分で軽く押し、口縁を内側に傾けておき、それからジャックの刃をあてがいがながらガラスを回していくと、次々とその傾いた縁が内壁に押し付けられていく。我々がよく目にするのはこの方法であるが、エジプトのこの工房を始め、レバノンやシリアで使われているジャックは柄が板状になっていない(図29)。古代におけるジャックもこのようにシンプルな形だったと考えられ、そうすると“ジャックで口を押し”ということができないが、この工房のように作業台に口を押し当てて内折りする方法もあることが分かった(図30～図32)。

トレーリングとは紐状のガラスを巻きつける装飾のことで、古代ガラスに多く用いられている。本体と同じ色の時もあれば、違う色の時もある。アシスタントがいるなら適当なタイミングで熔解ガラスを取ってきてもらうことができるが、一人で作業するのであれば左手でガラスを歪ませないように保持し、右手でガラスを取って巻き付けていくことになる(図33)。巻きつけ終わったら、ハサミで切るのが一般的であるが、ここではガラスが軟らかいうちに引きちぎって処理していた。

もう一人の職人が作っていたのは皿と吊り玉であった。まずは皿の製作工程であるが、ここでも作業台に口を押し当てて内折り口縁に成形している(図34～図36)。皿を作る場合、別の方法に遠心力で広げるというやり方がある。背の低いコップの形にしておき、全体を加熱したら窯の外ですぐにポンテ竿を回転させると、ガラスにかかる遠心力で自ずと口が外へ広がっていき、皿に仕上がる。道具で口を広げないためガラスの温度が冷めにくく、一気に仕上げるができる。

次の吊り玉では初めてハサミを使っているところを見ることができた(図37、図38)。他の工房もハサミは道具として持ってはいたが、あまり頻繁には使われていないようであった。ハサミを使わずにガラスを切るには引きちぎるか、細く伸ばしてピンサーで摘んで折る、あるいはガラスそのものの温度を利用して焼き切るという方法があるが、どれも形が変形してしまうため、吊り輪に成形するには適さない。チームワークスタイルではアシスタントがガラスを取ってくるため吹き手の手が塞がることはないが、一人作業スタイルでは別のガラスを取る時点で両手が塞がってしまってハサミを使うことができなくなるため、ハサミは使われないか、これがなくても切れるような装飾に限定して作ると考えていたが、竿を置いてハサミで切るという実に単純なやり方でこの問題を解決していた。一人作業でもハサミを使うことがあることを知ることができたが、古代においては考古学的研究からしてハサミは使われていなかった可能性が高い。

3. おわりに

以上が一人作業スタイルのガラス工房である。その手順を図39にまとめた。現在主流の手順(図10)と比べればポンテの順番が違う。また、ベンチを使わずに製作する。一見小さな違いに見えるが、切り離れたガラスをどこに置くのか、割れることはないのか、その後どのようにポンテに取るのか、ベンチなしでどのように竿を回し続けるのか、口広げの作業をどうするのか・・・など実際的な問題が浮き上がることになる。これらは考古学的資料から解決することは難しい問題であり、目の前で作業を見ることが最も早い解決法である。

次回に述べる古代ガラスの技法の実験考古学的研究は、チームワークスタイルのガラス工房で行った研究であるため、その成果を考古学的に吟味する必要があったが、一人作業スタイルの工房を見つけるまで実践的な確認ができなかった。ベンチがなく、一人で作業をしていたとするなら、基本的な動きさえも不明確であり、ましてや、ジャックの柄を使わないで内折り口縁にする方法など具体的な技法などは全くの憶測に頼るしかないのが実情であった。実際に一人作業での動きを見ることができたことで、実験考古学的研究に役立つ具体的な技術を知ることができるようになった。当然のことながら、これらの工房で使われていた方法が古代のやり方と全く同じだと断言できないが、それでもガラス工房の調査は、古代ガラス研究にとって欠かすことができないものであり、実際、考古学的物証の不足を補うに値する成果が得られている。今回は、実際に行った古代ガラスの技法の研究について述べる。

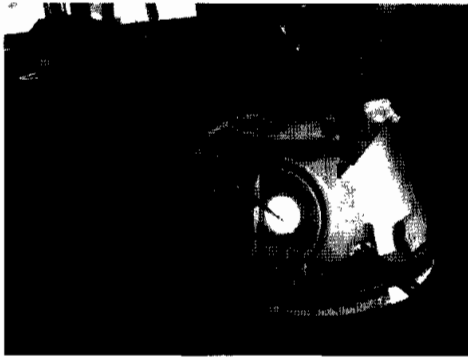


図1：現代のガラス窯



図2：クロアチア出土の粘土製ランプに
描かれたガラス職人 1世紀

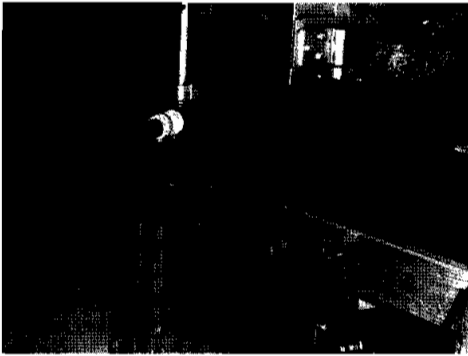


図3：マーバー



図4：吹き竿



図5：ポンテ



図6：ジャック



図7：ピンサー

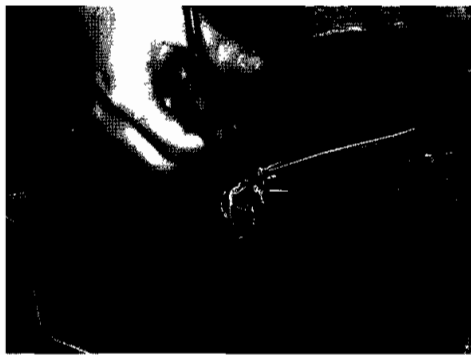


図8：ハサミ



図9：ペンチ

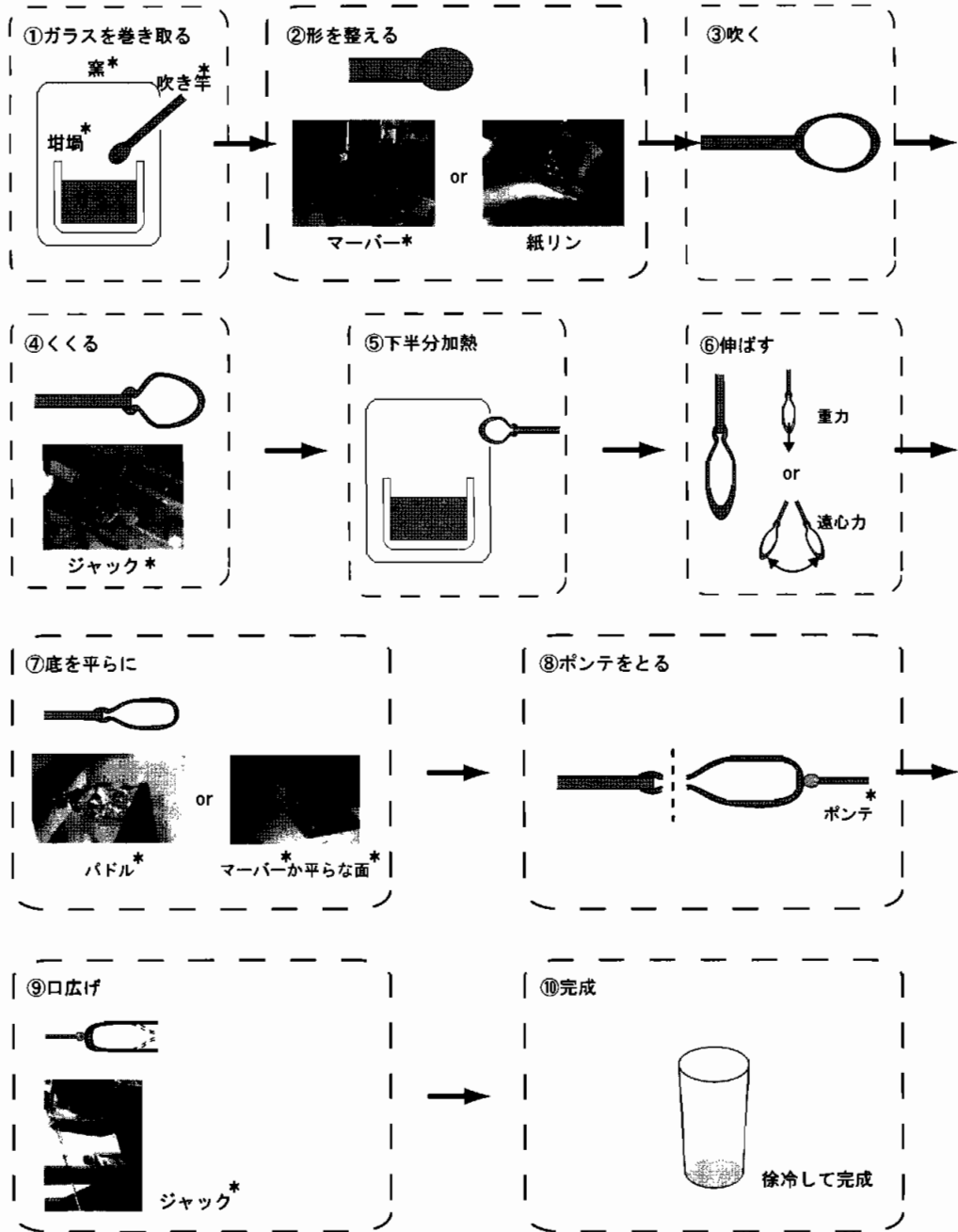


図10：吹きガラスの基本的な流れ



図11：外折りしているところ

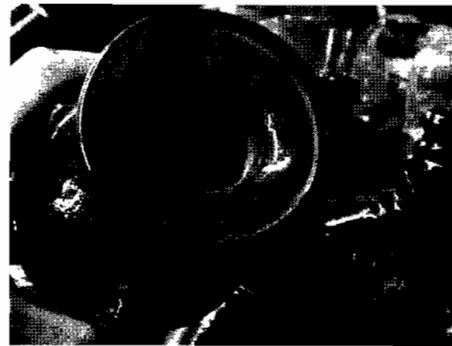


図12：内折りされた口縁



図13：現代ガラス工房の様子

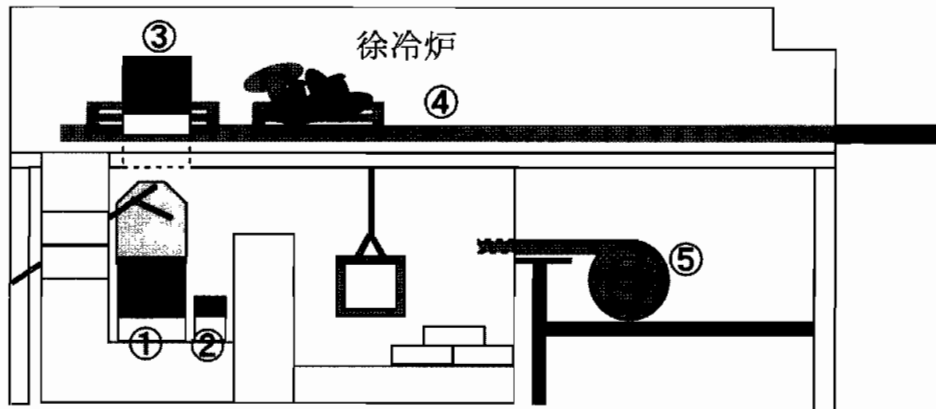


図14：レバノン、サラファンドにある現代ガラス窯
①作業口②パイプウォーマー③徐冷炉の入り口④レール⑤ブローワー



図15：徐冷炉から製品を取り出すところ



図16：バーナーワークの様子

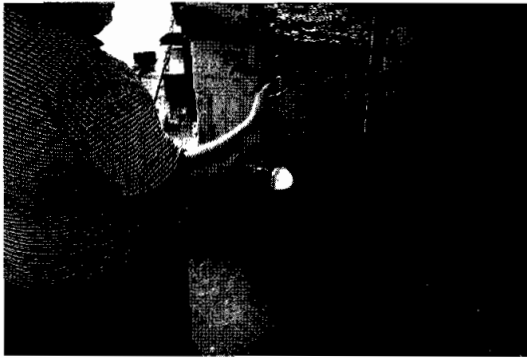


図17：ジャックで首を作っているところ



図18：作業口前にガラスを切り離す



図19：竿を使ってガラスの向きを変える



図20：予熱していた竿をポンテとして使う

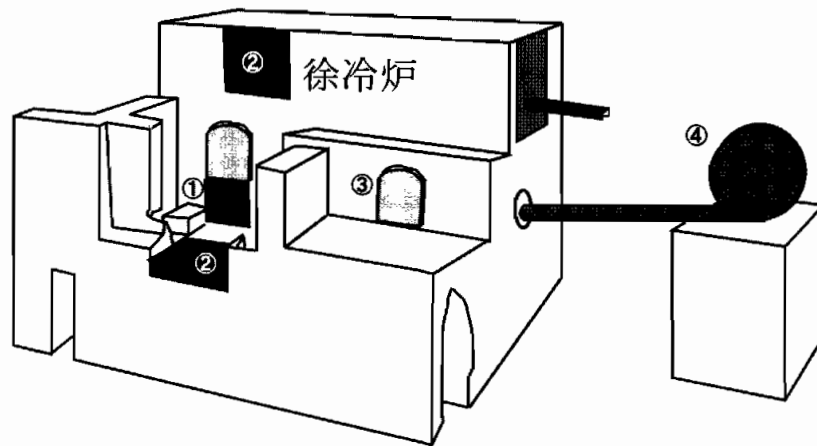


図21：シリア、ダマスカスにある工房 ①作業口②マーバー③作業口④ブロー



図22：腿の上で口を広げる



図23：ポンテは吹き竿を使う



図24：マーバーで底を平らにする

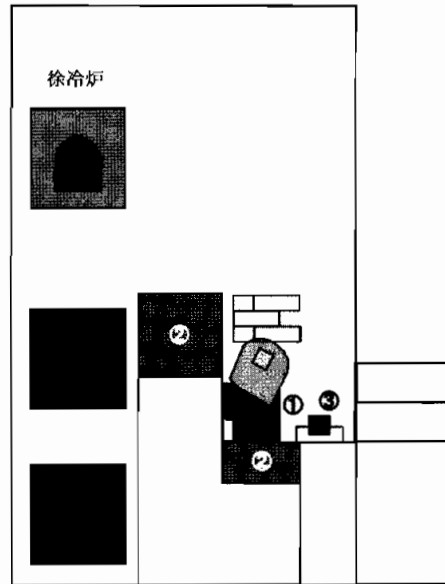


図25：シリア、ダマスカスにある工房
①作業口②マーバー③作業口



図26：作業口前でガラスを切り離してポンテを付ける



図27：口を広げて完成

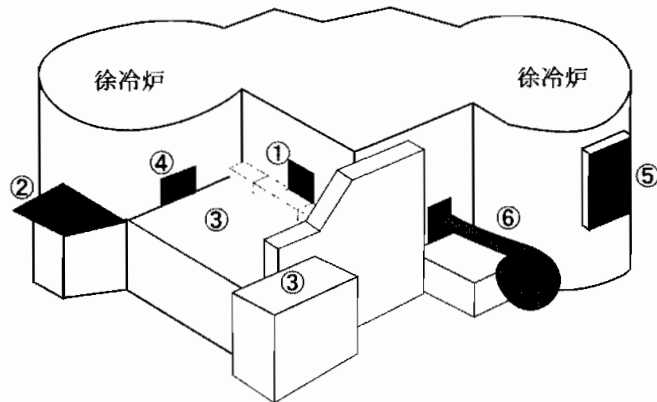


図28：エジプト、カイロのガラス窯 ①作業口②マーバー③作業台④徐冷炉入り口⑤取り出し口⑥ブローワー

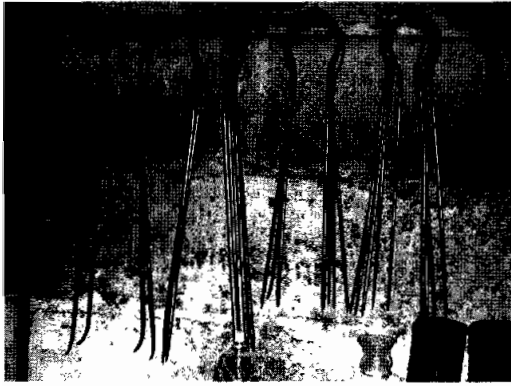


図29：今回紹介した地域で使われていた
ジャックは板状の部分がない



図30：窯で口をよく加熱



図31：作業台に口を軽く押し当てると
口縁が内側に折れる



図32：ジャックをあてがいながら外に開いて
いくと内折り口縁に成形される



図33：別の竿で取った熔解ガラスを付け、
螺旋状に上へ巻いていく

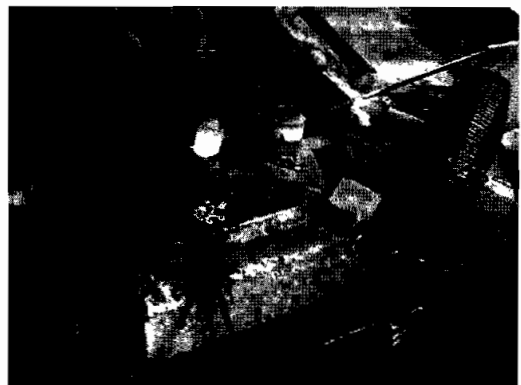


図34：前述のように口を押し当てて口縁を折る



図35：内折り口縁に成形

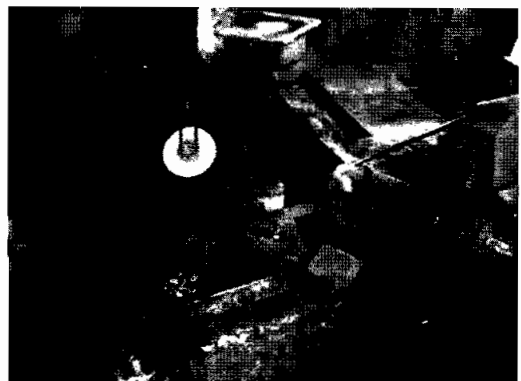


図36：さらにジャックで口を広げて皿に仕上げる



図37：ポンテを取った後、溶解ガラスを口の部分に付け、ハサミで切る



図38：ジャックで穴を開けて完成

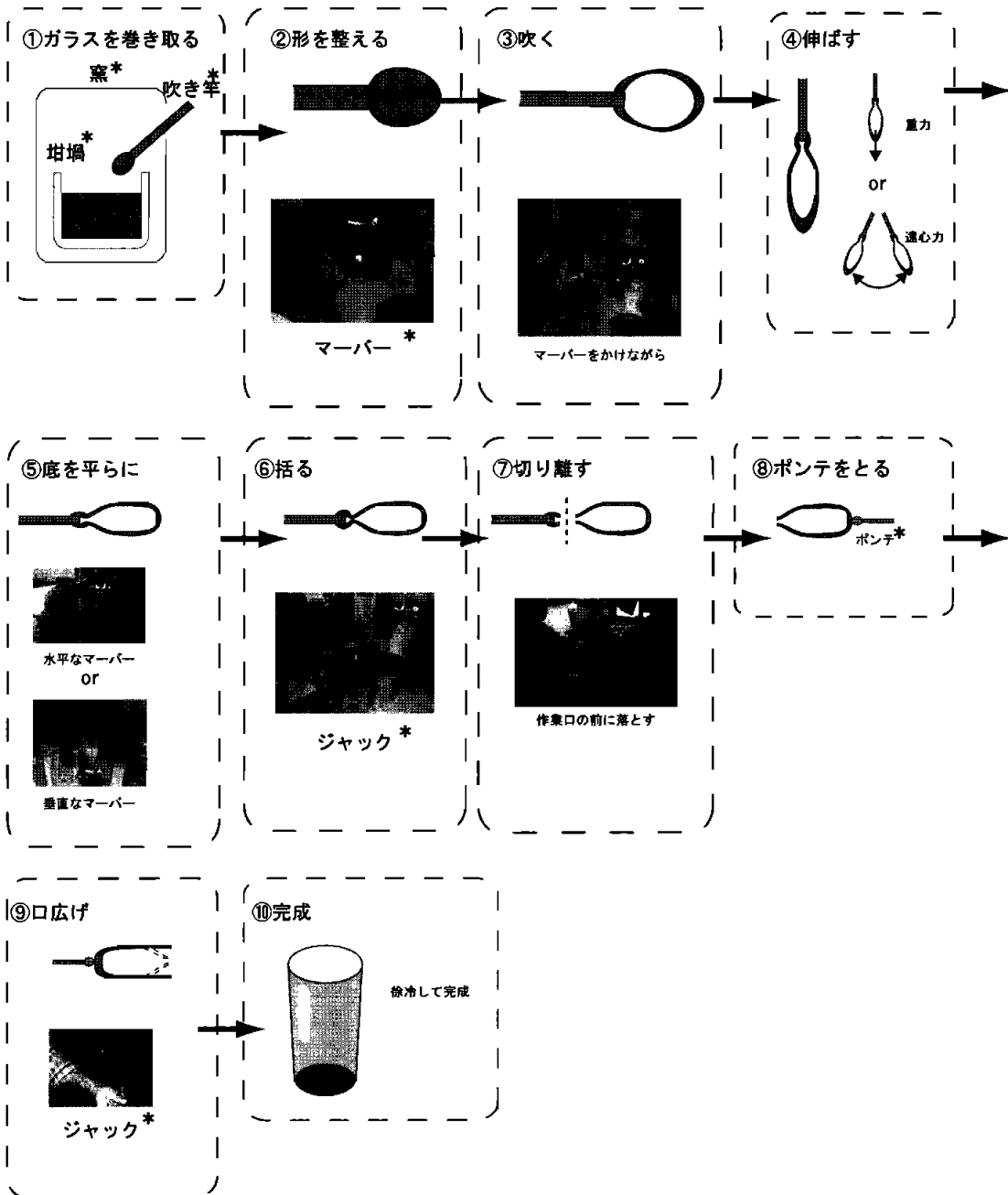


図39：一人作業スタイルの基本的な流れ。図10と比較すると少し異なる部分がある

第2章 古代ガラスの実験考古学的研究

はじめに

第1章ではガラスの設備・道具・技法について述べた。本論ではこれを踏まえて、具体的に古代ガラスの製作実験を行い、考古学的な考察を加える。なお、本研究は便宜上の理由から現代工房（チームワークスタイル）の設備を使つての実験であるため、燃料をガスとする窯や、古代には使われていなかったベンチを用いているが、なるべく古代の条件に合わせるため、道具に関しては吹き竿、ポンテ竿、マーバー、ジャック、ピンサー、コテなど古代から使われていたと考えられるシンプルな道具のみを用い、現代ガラス工芸用に開発されたガストーチやパワァー⁽¹⁾、ハサミなどは用いていない。また、これら以外で特殊な道具が使われた可能性がある場合は、それを使った場合、使わなかった場合をまず実験で確かめるようにしている。

1. 二連瓶

(1) 二連瓶とは

二連瓶とは、器の内部がガラスの壁によって中央で隔てられ、二室に分かれている瓶の総称である。試験管を横に2つ接合したような形をしており、真上から見ると口が2つある。本体全体にトレーリングが施されたり、胴部下方から口縁へ向かって連環状の装飾が施されたり、あるいは側面に把手が付けられたりしているものもある。また、口縁上端に逆U字形などの吊手が1段ないしそれ以上付いたものもある（図1①～③）。

二連瓶は3世紀から6世紀を中心に東地中海沿岸で製作されたとされている。化粧用顔料を入れるための瓶であったと推測されているが、なぜ部屋が2つに分かれているのかは不明である。推測に過ぎないが、一例として挙げられているのは、片方の部屋は化粧用の顔料の素材となる鉱物（方鉛鉱など）のストックに、もう片方はその鉱物とペーストを混ぜるといふ使い方である⁽¹³⁾。以下にこの非常に特徴的なガラスの技法について見ていく。

(2) 2つの部屋がある本体

本体の中央には薄いガラス壁があり、これによって部屋が二分されている。これは吹いて膨らませた吹き玉の真ん中をジャックなどの道具で挟んで作られている（図2）。挟んだ後も、吹き竿とつながった状態であれば吹いてさらに膨らませることができる。また、1度こうして挟んでおいて、吹き竿から切り離れた後で口の方からもう1度挟んでいるものもある（図1①の二連瓶の内部に隙間が見える（図3））。

多くの二連瓶には本体にトレーリングが施されている。巻きつけるタイミングには挟む前と後があり、前者は二連瓶の中央部分で本体から浮いた状態になっているか、作業中に焼きちぎれた痕跡が残る。あるいはポンテに取った後にトレーリングされた可能性もある。後者の場合は、トレーリングごと本体が挟まれているのでその痕跡が残る。

(3) 口縁形態

部屋を二分した後、吹き竿から切り離す場所によって後々、口の成形の仕方が変わってくる⁽⁴⁾。図1の順番に沿って口元の写真を示す（図4①～③）。切り離す場所は次の2つがある。

- A. ガラス壁と同じ高さ
- B. ガラス壁よりも高い位置

図4①は「B」で、口元からもう1度挟んでいる。図4②はガラス壁には変化はなく、口の周辺部分だけが内折

りされたかのようにになっている。実際には不可能であるが、イメージとしては図5のようになる。非常に多くの実験を繰り返し行い、「A」で切り離した後、口を加熱してマーバーやコテに押し付けることで、実際には内折りしていないにも関わらず、実物に近い形に成形することができた(図6)。ガラス壁部分は非常に薄いため、押し付けるまでに、あるいは押し付けた瞬間に熱が奪われて硬くなり、周辺部分ほど押しつぶされないため、周囲だけがあたかも折り返されたように見える状態になることが分かった。最後に図4③であるが、これも実験を何度も繰り返すことで再現の方法が分かった。これを見ると真ん中のガラス壁部分にも内折りされた痕跡があり、あたかも内折りした試験管を2本並べてくっ付けたように見えるが、本体は1つのガラスのみで作られており、他のガラス同士をくっ付けて作られてはいない。ガラス壁は1枚だけであり、この部分をそれぞれの口の内側に向かって折ることは不可能である。そこでここでも口を押し付けるというやり方を適用した。「B」で切り離し、図4①の二連瓶を作るように口元の真ん中を少し挟んで(図7①)、その状態のまま押し付けると、挟んでくっ付けた部分がガラス壁の上に被さるので、後はピンサーや細い棒を使って被さった部分を広げていくと(図7②)、実物とほぼ同じ口に再現できた(図7③)。

口縁形態はそれぞれ異なるが、技法的には口元を挟むか(図4①)、押し付けるか(図4②)、あるいは挟んで押し付けるか(図4③)の方法で成形でき、技術的には一貫性がある。これらの他、ほとんど見かけないタイプであるが、「B」で切り離し、ガラス壁より上の部分をジャックで単に内折りしたのものがある(図8)。少なくとも私が調査した他の多くの二連瓶もいずれかのタイプの口縁形態に当てはまる。現代においては、口の成形にはジャックを用いるが、ほとんどの二連瓶の口縁部はむしろジャックを使おうとすると再現は困難であり、「挟む」か「押す」ことで成形されていた可能性が高い。特に口縁部を「押す」というやり方は、後述していくように他の古代ガラスにも適用でき、二連瓶だけに限られた方法ではないことが推測される。

(4) 連環状装飾と把手・吊手

輪が連なったような形を呈する装飾は別の竿の先に取った熔解ガラスを底部に付けてから引き伸ばし、下から口縁に向かって順にピンサーで本体にくっ付けていく。この製作実験においてはアシスタントに熔解ガラスを保持してもらい、装飾を施した。ガラスを誰かに持っていてもらわないと垂れて作業ができないからである。一人作業スタイルとして別の方法も考えなければならない点で研究の余地が残る。

今回調査した二連瓶の本体に施されていた連環状装飾には「ラウンド型」(図9)と「スクウェア型」(図10)の2種類がある。この装飾はガラスが軟らかいうちに付けていくので、垂れて形がゆがみやすく、輪の形や大きさが不ぞろいになるので、ガラスがまだ軟らかいうちに輪の中にピンサーを引っ掛けて上に軽く引っ張るなどして微調整し、全部を整える(図11)。このようにすると通常「ラウンド型」になる。一方、「スクウェア型」は、隣り合う2つの輪にまたがるようにピンサーを突っ込んで摘んでいくことで、輪と輪の間の隙間が締め付けられ、カーブを描いていた輪がこれに引っ張られて平らになっていく(図12)。

把手や吊手も別の竿に熔解ガラスを取って本体に付けて成形していく。本体両側面に付けられる把手は、棒に取ったガラスを真ん中よりやや上側に熔解ガラスを付け、そのまま引き伸ばして口縁にもしっかりと付けた後、勢いよくガラスを引きちぎる。ここで千切れなくてもガラスは細く伸びきって粘性を失っているため適当な長さのところをピンサーで摘めば、その部分の熱がピンサーで急激に奪われてパキッと折れる感じでガラスを切り離すことができる。吊手も同じ要領である。引きちぎろうとしたために伸びた余分な部分は把手あるいは吊手本体にくっ付けてはみ出ないようにする(図13)。これは実物にも認められる痕跡であり、ハサミを使っていない証拠である。こうして付けた把手または吊手用ガラスは装飾と同様、軟らかいうちに形を崩すことがあるのでピンサーで形を整える。

以上のように装飾や把手・吊手の数だけガラスを別付けしなければならないので、その数が多いほど難しい作業となる。特に連環状装飾は今回の実験では一人で作業できる方法を明らかにできなかったため、課題を残す形と

なった。

(5) 復元製作

以上、各部位の技法について別々に述べてきたが、実際には全て一連の流れ作業で製作される。図1③の二連瓶の製作の様子を図14①～⑤に示す。これを一人作業スタイルに置き換えて考えるとやはり問題はすでに指摘した通り連環状装飾の施し方である。その他の工程に関しては一人でも製作可能である。

以下に述べる四連瓶も二連瓶と技法的に共通点が多く、両者を含めて口縁形態、装飾のタイプ、把手・吊手のタイプなど、技術的な観点から分類が可能である。

2. 四連瓶

(1) 四連瓶とは

4～5世紀、シリアを中心に作られたと考えられている。二連瓶が試験管を2つ横に並べて接合したような形であるのに対し、これは4つ接合したような形をしている(図15①②)。実際には本体は1つのガラスでできており、十字に交わる薄いガラス壁で内部は4分割されている。用途は不明であるが、技術的に二連瓶とほとんど同じであり、形も装飾も共通点が多いことから、これも化粧瓶として使われたのかもしれない。

(2) 4分割された内部

部屋が分割されている点や装飾が似ていることから二連瓶と関連付けて技法を調査した。試作によって二連瓶とは挟む回数が一回多いだけで製作可能であることが分かった。実際には4つの空間が同じ大きさになるように挟まなければならない、二連瓶よりもかなり難しくなる。また、2回目に挟む面は狭い上に湾曲していてジャックが滑るので、マーバーあるいは鉄ゴテなどで平らな面にして真ん中を挟みやすくしていたと思われる。

(3) 口の形

図15②を見るとガラス壁が十字に交わって口が4つあるのが分かる。横壁は周辺部分とつながっていて、ともに押しつぶされたように平らで、ちょうど「8の字形」になっている。一方、縦壁は横壁より薄く、横壁よりもやや背が低い。これは1回目と2回目で挟んでできたガラス壁の高さの違いによるものである。高い方のガラス壁に合わせてガラスを切り離し、口を押すと高い部分だけが押しつぶされて「8の字形」を形成する。実際に製作実験で確認したのが図16①～③である。

(4) 復元製作

図17①～④に製作の様子を示す。挟む回数が異なるだけで二連瓶とほとんど同じ技法である。この連環状装飾は「スクウェア型」である。二連瓶も視野に入れて技法的に分類したのが図18である。二連瓶と同様、装飾を施す際にはアシスタントが必要であったため、一人作業スタイルでの工程を検討する必要がある。古代ガラスの連瓶シリーズには他に三連瓶も存在しているが、以下に述べるように、技法的な研究からすれば全く異なるものであり、同じグループとして考えるのは今の段階では難しい。

3. 三連瓶

(1) 三連瓶とは

器の中が3分割された球形の胴部から3本の首が伸びている(図19)。詳しい用途は分かっていない。部屋が分割されている点では二連瓶・四連瓶と同じ特徴であるが、器形にも装飾にも類似性が認められないため、全く別の存在として捉えて技法を考えた。三連瓶は2世紀末～3世紀半ばにシリアで作られたとされ、それが事実なら二連瓶や四連瓶よりも古いことになるが、以下の実験研究ではそれらよりもさらに難しい技法であることが分かった。

(2) 3つの部屋

吹き玉を挟んで3つに分割することは難しいことや、1つの大きな円筒に3つの口があるのではなく、3本の円筒で1つの頸部を形成していることから、3本の試験管形の吹き玉をくっ付けてから仕上げられたと推測される。

(3) 復元製作

まず同じサイズで3本の試験管を作るところから始め、これらを次々とくっ付けていって、まとめて吹いて胴部を膨らませ、把手を付けて仕上げた(図20①～③)。

1つ1つポンテを取って口を広げた状態の試験管形吹き玉を全て同じ大きさにしなければならないこと、再び吹き竿とつなぐ必要があること、胴部だけを膨らませていくこと、などほとんどすべての工程に熟練した技術が必要である。1つの吹き玉を作っている間、別の吹き玉は冷めないように適度に加熱しながら保持しなければならない、さらに、3本まとめて吹き竿につなぎ直してから吹く時、頸部まで膨らまないように抑えこむ必要があることからチームワークスタイルを余儀なくされた。特に、3本合わせた状態のガラスの胴部の成形のために再び吹き竿と合体する工程で、しっかりと吹き竿と接合できていないと息が漏れて膨らまなかったり、3本のガラスの隙間にも息が入ってしまったたりして、失敗のリスクは非常に高い。

二連瓶や四連瓶とは異なる方法を推測し製作したが、同じ様な形に仕上がったものの、この技法がもし存在していたのなら、他にも同じ様な技法で器が作られていた可能性が十分にあると考えられるにも関わらず、そのような古代ガラスが今のところ確認されていない点で、この技法だと断言するには時期尚早である。技法的には非常に面白いが、まだまだ研究の余地が残されている。

4. カラニス皿

(1) カラニス皿とは

東京三鷹市の中近東文化センターにおいて「エジプトのガラス」展(2002.1.19-4.7)が企画された際に、当センター所蔵のカラニス・タイプ皿(以降カラニス皿と称す)を復元する機会が得られた。カイロ南西に位置するカラニス遺跡から出土したガラス皿と同タイプの皿であることから「カラニス皿」と呼ばれている。年代に関しては3-4世紀と、5世紀半ばから6世紀初めにまで時代を下らせる説がある⁽¹⁵⁾。上から見た形は楕円形というよりはむしろ卵形で、また、口縁の外折部分の太い部分と細い部分があること、ポンテ痕のある別付けの台があることが特徴である(図21、図22)。

(2) 外折り口縁の幅

外折り口縁はガラスを回しながらジャックで口縁だけを本体の外壁に付くまで外に折り返す。普通、口縁をめぐる折り返し部分は全て同じ太さになるが、実物観察においてその太さが一定ではない点に着目した。その原因として円形の皿だったら一定の太さだったところを楕円形にしたため(長径方向に伸びたため)に一定ではなくなったと考え、楕円形の皿を作る実験を行ったが、結果は予想に反して折り返し幅が一定の楕円形皿になった。(図23①②)。そこで、実物をさらに観察し、折り返し幅が中心部から最も離れている部分が一番太いことに注目した。

(3) 復元製作

結果的に幅が変わるということを期待するのではなく、意図的に折り返し部分に幅の差が生じるようにして製作を試みた。口を外折りする前に谷間を入れて折り返すと谷に当たる部分は大きく折れない。こうして遠心力をかけると、その部分にはあまり力がかからず、その他の部分が比較的重みがあるために強く力がかかって、勢いよく外へ広がる。折り返しの太い部分が中心から離れているのはそのため、こうして意図的に卵形にしくなくても、口縁部の折れ具合で自然とそのような形になることが分かった(図24①～③)。すなわち、このカラニス皿が意図して卵形に作られたわけではないということを示唆している。

カラニスから出土している口縁部外折りの皿すべてが卵形ではないので、実際には谷間を入れていたのではなく、例えば、首を括らずに竿を切り離した時、口は欠けやすくなるが、ガタガタになった切り口をそのまま外に折り返すことで折れ幅が一定ではなくなるなどの状況が考えられる。カラニス遺跡出土のガラスで皿以外の器にも折れ幅が一定ではない外折口縁のものが存在していることも、この結論を支持している。なぜなら外折口縁の幅の違いが器の形に影響を与えるのは皿だけだからである。口縁部を折るのは、使用中に最も欠けやすい口縁を補強するためという理由が挙げられるが、それよりむしろハサミを使わなかった当時の、口の凹凸を取り除き、高さをそろえるための工夫であるということが出来る。現在では、口が欠けたらハサミで口を切り、高さを揃えるのが一般的である。¹⁶⁾

5. レバノン出土化粧瓶

(1) レバノン出土化粧瓶とは

地中海東沿岸地域の1つであるレバノンの首都ベイルートから南へ約80kmの位置にある都市ティールにおいて、2002年度より泉拓良教授（現、京都大学大学院教授）を代表とする奈良大学の調査団が発掘調査を行い（文部科学省科学研究費補助金基盤研究（B）（2）海外）、2002～2003年の調査で出土した1世紀後半から3世紀のものと考えられる化粧瓶である（図25）。これはほぼ完全な形で出土した貴重な資料だが、他に頸部の残欠など数点が見つかっている。胴部にくびれがあってヒョウタンのような形をしているが、くびれがなく、もう少し大きい釣鐘形をしたものもこの地域から見つかっている。長い首とずんぐりした胴体を持つこのような形態のガラスは「化粧瓶」と呼ばれ、本論でも慣習的にこの名称を用いるが、名称そのままの用途と一致するかどうかは不明である。

技法的な特徴としては、側面が内側に少し湾曲した長い頸部、内折口縁の折り返し部分が上に向いていること、そしてポンテを使った痕跡がないことである。特にポンテ痕がないという特徴は技法的に非常に大きな問題となる。なぜならポンテは口を成形するために熱いガラスを底面から支えるための道具であり、これがなければ現在の常識から言って、どのようにしてガラスを支えて口を成形したのか分からないからである。ポンテを使わずに以上の特徴が再現できる技法を探るため、いくつかの実験を行った。

(2) 湾曲した頸部

頸部はまっすぐではなく、その中央付近がやや内側に湾曲している。ガラスを伸ばす方法は①「ガラスを垂らすか竿を振り回す」②「ジャックで伸ばす」の2つの方法がある。すなわち自然の力を利用するか、道具を利用するかの違いである。しかし、②ではガラスの長さを自分で調節できるという利点はあるが、頸部は直線的になる（図26）。従って、頸部は①の方法でガラスを伸ばして作られたと推測される。ガラスを竿に巻いて膨らませ、吹き玉全体を加熱して竿を下に向けたり、竿を振り回したりして頸部を成形したのが図27であるが、この方法ではガラスは先太りになり、湾曲した首にはならない。吹き玉全体を加熱すれば、竿元からガラスは勢いよく伸び、細くなるが、竿によってガラスの温度が奪われていくために竿側から先端に向かってガラスが徐々に冷めて硬化し、伸びる勢いが衰えていく（細くなりきれない）。竿側のガラスは最初の勢いで細く伸びているが、先端へいくほど細くなりきれずに太さを残したまま硬化するので、竿から離れるほどガラスは太くなっていく。首の中央付近が内側に湾曲している、すなわち頸部の中で最も細いということは、その部分に伸びる勢いがあった（＝温度が最も高かった）ということが考えられる。そこで、吹き玉全体を加熱してから伸ばすのではなく、吹き玉の中央から先端だけを加熱してから伸ばし、その後、続けて先端だけを再加熱して膨らませ、胴部を作るまでの工程を試みたところ、吹き玉の中央からガラスが伸びて細くなり、そして先端へ向かって再び徐々に太さを増す形になった（図28①②）。何度か行った実験では加熱具合によって、どうしても首の部分まで熱が伝わってしまい胴部だけを膨らませようとしても、せっかく細くなった首が息を入れることで太くなってしまふことがあった。また、何度も加熱すればガラスが焼き

縮まって厚みを増す傾向にあるが、実物は非常に薄いことからして、加熱回数は少ないまま一気に仕上げられたように思われる。

(3) 胴部・底部の成形

膨らませた胴部を再加熱後、頸部と胴部の境界と、胴部の中央付近をジャックでくびれを入れ、底を平らにする。

(4) 口縁部の成形

口縁部は内側に折り返され、さらにその部分が上を向いた状態で完成されている。この方法がどうであれ、口を成形するには吹き竿からガラスを切り離さなければならないが、ティールで出土した化粧瓶すべてにポンテ跡がないため、どのようにしてガラスを持ったのか不明である。現代では「カップパー」「ホルダー」と呼ばれるような特殊な道具(図29)でガラスを掴んで固定する方法があるが、古代においてこのような道具が使われていたのかどうかは明らかではない。そこでこの実験ではこのように数本のアームを固定できる仕組みがあるような道具ではなく、単に握って掴むためのトングを利用した。これで熱いガラスを掴むことができれば口を加熱することは可能である。

口縁は一度、内折りされてからその部分ごと外側に折られている。このように成形するにはジャックで図30のようにするが、ここで大きな問題となるのはこのようにするにはポンテのようにガラスを回転させることができなければならないということである。カップパーのように閉じ具でしっかりとガラスを固定することができれば回転させることは可能であるが、トングでぐっと握ってガラスを掴むだけであれば、手首が回る範囲でガラスの向きは変えられても回転させることはできないため、口を外に折ることは困難である。

レバノンから出土したガラス以外で、ポンテ痕のないガラスを調査すると、ジャックを使って成形されていないと思われる古代ガラスがある。図31はその一つで、折り返し部分が口の上に部分的に被さっている。図30に記したように、現代の一般的な内折りの方法では、回転しているガラスの口に常にジャックをあてがっているため、内側に倒れた口縁部は内側の壁に押し付けられるため、口の上に折り返し部分が被さることはない。

この調査を元にトングを使った実験を行った。トングでガラスを掴んで口だけを加熱し、軟らかくなった口をマーバーに押し付けると、ジャックを使わなくても内折り口縁を外に折り返したようになった。口の細さや加熱時間によって口縁の折れ方は様々であることも分かった(図32)。また、この方法では口を押し付けるだけなので、ガラスを回転させる必要はなく、そのためカップパーのような特殊な道具でなくてもガラスをしっかりと掴めさえすれば成形は可能である。こうまでして口を成形するのは、竿から切り放した後に口がギザギザになっていたり、欠けていたり、あるいは口が斜めになったりしたものを、平らにするためではないかと考えられる。他に、ポンテが使われた痕跡があるにも関わらず、口に折り返し部分が被さっているものもある。わざわざポンテに取ったにも関わらず、ジャックを使わなかったということは、口押しが口の成形手段として一般的に行われていたということを示唆している。

(5) 復元製作

化粧瓶の製作の流れを図33①～⑥に示す。ここではガラスを伸ばした後、加熱せずにすぐに吹いて胴部を作ったが、その方が実験時よりも頸部の湾曲をより近く再現できることがわかった。加熱なしで息を入れると、伸びて薄くなった頸部は冷めて膨らみにくくても、ガラスに厚みがある先端部はまだ熱を保持していて軟らかいため、この部分だけが膨む。こうして再加熱することなく頸部と胴部を一気に作ることができるため、薄手に仕上がり、首が太くなりがちな問題も解消できる。ポンテが使われた痕跡がないため、ここではトングを使ったが、ポンテに代わる道具はまだ考古学的な証拠がないため、研究の余地が残る。また、この方法でポンテ痕のない全てのガラスを再現できるとは限らないという新たな問題も浮上した。例えば、同じく化粧瓶と呼ばれている図34は、内折りした口縁が大きく外に開いている。この実験で行ったような口押しでは口縁部は折ることができても口を外に大きく開くことはできない。これには何らかの道具が使われた可能性が高いと考えられるが、そうするにはポンテ以外の道具

でガラスを固定でき、かつ、回転できるものを考慮しなければならない。ポンテを使わず口を成形する技法は古代ガラスの技法の大きな問題の一つである。

6. ガラス製造窯の遺構

現代のガラス工房では多くの場合、業者によって適切な割合で調合された原料を注文し配送してもらう。この原料を窯の中に投入し、溶かして使う。古代においても同じようなことが行われており、あるガラス製造地でガラス原料を調合して溶かしてガラス化したものをガラス塊として取り出し、それを各地へ分配していたと考えられている。古代のガラス窯の考古学的な証拠はほとんど見つかっていないため、その構造について不明な点が多いが、貴重な遺構としてレバノンの都市ティールにあるガラス窯跡をここで挙げる。

ここは地中海に突き出した半島の先端部に位置する遺跡で、北東から南西（海側）へ向かって並ぶローマ時代の列柱が非常に美しい遺跡である（図35）。1940年代後半と1950年代前半に大規模な発掘が行われ、この列柱と直行する方向に少なくとも4基のガラス製造窯がまとまって存在することが分かった（図36）。その後、2001年に別の調査隊がこの区域を記録し図面を取る作業を行っている。窯は551年に地震によって崩壊したローマ時代の都市の床や壁を利用して築かれていることから、この年代以降に属す。これら全ての上部構造がすでに失われているため、全体像を知ることはできないが、残されたモルタルの床や残存している壁などから規模の推測はある程度可能である。

（1）窯1

4基のうち、もっとも大きな窯である（図37）。床の北側にある長方形の穴は最近の調査時に試掘されたものである。南壁が途切れているあたりまでが熔解室で、それより手前が作業場と考えられ、ここで投入する原料を集め、また窯からガラスを取り出したとされている⁽⁸⁾。熔解室の側壁には今もガラスが付着したままである。熔解室は最大の時で6.4×3.9mあり、何度か作り直されて長さが5.9mまで短くなっている⁽⁹⁾。燃焼室は作業場とは反対側の東側にあったと考えられるが、現在は残っていない。窯全体は、以前からあった2つの平行する石壁の間にちょうど収まったかたちになっており、そしてその石壁と熔解室のモルタル壁との隙間には砂や石が詰め込まれている。これはモルタルを支えるためと断熱するための2つの効果があったとされている⁽¹⁰⁾。

2001年にここを調査したAldsworth氏によると、ガラスを取り出すときに床面が少し削られたことを考慮しても、側壁に残るガラスの位置から少なくとも高さ0.65mまで熔解室がガラスで満たされていたと考えられ、面積も少なく見積もって5.9×3.9mあったこと、そしてガラスの比重が2.5であることから算出したガラス製造量は3.7トンだったとしている。こうして造られたガラスは切り割られて無数のガラス塊にされてから各地の工房へ運ばれた。

（2）窯2

窯1の北側に隣接する窯で（図38）、向きは窯1と同じであるが、燃焼室は西側に築かれている。これも2つの平行する壁の間に作られている。この窯だけ燃焼室が残っており、その構造は中央に石材を積んで作った壁のある二連の部屋になっている（図39）。熔解には大量の燃料と長い日数が必要だったことが予想されるが、片方で燃料の灰が積み、掻き出している間に、もう片方の部屋で燃焼し続けられるように二連の構造にしたのではないかと考えられている⁽¹¹⁾。

（3）窯3と窯4

残されている部分はわずかだが、窯1や2とは向きが90度異なることは分かる。図40は窯3の床で、その向こうに窯2の燃焼室が見えている。窯4は最も残存部が少ない（図41）。どちらも作業室、燃焼室は存在していない。

（4）製造されたガラス

この遺跡の至る所にガラスの塊が転がっており、それらのほとんどは透明な緑色を呈している（図42）。このほかに濃い紫色のガラスも確認できる。このように多くのガラス塊が確認できるにも関わらず、ここで器が作られた痕

跡はない。それは前述のように、各地へ輸出するためのガラスが作られていたのであって、吹きガラスを作るための窯ではなかったからである。

(5) 年代

全ての窯は551年に地震で崩壊した都市の構造物を利用して築かれているため、551年以降のものだということは明らかである。これ以上に年代を示す証拠はほとんど見つかっておらず、年代の推測は困難だが、ここで多く見つかる緑色ガラスは8世紀以降のガラスに多く見られる色であり、それより前の6、7世紀にレバノンで多く使われた色は、ここでは見られない淡い青緑色ガラスであることが分かっている。また、この緑色ガラスは化学分析によって原料に植物の灰が使われたことがわかっている。これはガラスの融点を下げる役割のアルカリ成分で、同じ役割の原料にナトロンがあるが、植物灰を使ったか、ナトロンを使ったかは化学分析をすれば明らかである。ティールでもナトロンが使われていたが、8、9世紀に植物灰への転換が起こったと考えられており、以上のことから、4基のガラス窯の年代は8世紀より遡る可能性は低いとされている⁽¹²⁾。この年代だと、これらの窯は厳密には古代というよりもむしろ中世の窯である。

7. おわりに

第1章の知識的な内容をもとに、この第2章では具体的な作業を示しながら述べた。細かい特徴を再現したいがために全体の流れを無視するような工程を間に入れたり、特別な道具や方法を使ったりすることなく各部位の特徴を出しながら、かつ、全体のスムーズな流れを妨げない方法を示した。この実験的研究によって新たな問題が浮上したのもあったが、大方の工程は示せたのではないかと思う。特に口を押す成形方法は全く形の異なる器でも共通して見られる点が興味深い。

ガラスの実験考古学というものが設備的にも技術的にもお手軽なものではなく、また、世界的にみても、古代ガラスの技法に関する設備や道具、文献資料などは今尚非常に乏しいため、研究を進めることは容易ではないが、技術と考古学的な視点を併せ持つことが技術研究においては理想的な形であると考え、何の技術もない状態から始めたこの研究も、多くの方々の御支援、御協力、御指導のおかげで様々な古代ガラスと関わることができ、一部ではあるがここにまとめることができた。国内においても、レバノンにおいても自由気ままに研究する私を今に至るまでも暖かく見守り、困った時には手を差し伸べて下さる奈良大学・西山要一教授に心よりお礼申し上げたい。現・京都大学大学院・泉拓良教授は、レバノンでガラスの発見を目の当たりにする機会を与えてくださり、また、現地のガラス工房を見学したいという私のためにご多忙中、ご尽力頂いた。この機会がなければ本研究は成り立たなかった。ガラス作家・杉江智・晶子両氏は、技術を何一つ持ち合わせていなかった私に一对一で丁寧に指導して下さいました。考古学的研究だからといっては（古代にはない）道具を取り上げたり、現代にはない方法を求めたりと、困った要求だったにも関わらず、快く協力して下さいました。本研究はともすれば形を似せる技術に走りがちの研究であるが、私の研究の目的がそうではなく、実践を通して古代の技術を解明することであることを最も理解して頂いた作家である。感謝の気持ちでいっぱいである。中近東文化センター、岡山市立オリエント美術館、MIHO MUSEUMの学芸員・研究員の皆さまにはお忙しいにも関わらずいつも快く所蔵品を観察させて頂いている。この場を借りて厚くお礼申し上げたい。

ここでは主に技術的なことに言及したが、古代ガラス研究の現状を考えれば、今後の新発見に期待しなければならないところもあり、未完成な内容も含まれていることは否めない。しかしながら、本拙稿を通じて、これまでほとんど1つに交わることのなかった「ガラス技術」と「考古学研究」が合わさった姿を少しでも伝えることができ、また、今後の展開を長い目で温かく見守って頂ければ幸いである。

参考・引用文献（第1章と第2章をまとめて記す）

- ・ビルギット・ノルテ、谷一 尚・近藤 薫 訳 1985 『エジプトの古代ガラス』京都書院
- ・黒川高明 2005『ガラスの技術史』アグネ技術センター
- ・島田 守 2003「エジプトにおけるローマン・ガラスの再検討 カラニス皿の復元製作から」『GLASS』46 pp. 43-52日本ガラス工芸学会
- ・島田 守 2004「技術から見た二連瓶」『GLASS』47 pp. 67-76 日本ガラス工芸学会
- ・由水常雄 1992『世界ガラス美術全集』1 求龍堂
- ・Aldsworth, F., Haggarty, G., Jennings, S., Whitehouse, D. 2002 "Medieval Glassmaking at Tyre, Lebanon", *Journal of Glass Studies* vol. 44 pp. 49-66, The Corning Museum of Glass
- ・Fleming, S. J. 1999 *Roman Glass: Reflections on Cultural Change*, University of Pennsylvania Museum
- ・Frank, S. 1982 *Glass and Archaeology*, Academic Press
- ・Freestone, I. C. 2002 "Composition and Affinities of Glass from the furnaces on The Island Site, Tyre" *Journal of Glass Studies* vol. 44 pp. 67-77
- ・Harden, D. B. 1936 *Roman Glass from Karanis found by the University of Michigan Archaeological Expedition in Egypt 1924-29*, Ann Arbor
- ・Israeli, Y. 1991 "The Invention of Blowing", *Roman Glass: Two Centuries of Art and Invention* pp. 46-55 The Society of Antiquaries of London (島田 守 訳 2005「吹きガラスの発明」『Glass』48 pp. 55-63 日本ガラス工芸学会)
- ・Newman, H. 1977 *An Illustrated Dictionary of Glass*, Thames and Hudson
- ・Newton, R. G., Davison, S. 1989 *Conservation of Glass*, Butterworth-Heinemann
- ・Stern, E. M. 2001 *Roman Byzantine, and Medieval Glass, 10 BCE - 700 CE Ernest Wolf Collection*, Hatje Cantz,
- ・University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, 1997, *EXPEDITION*, Vol.39, No.2
- ・Stern, E. M. and Schlick-Nolte, B. 1994 *Early Glass of the Ancient World 1600 B.C.-A.D.50: Ernest Wolf Collection*, Hatje Cantz

註

第1章

- (1) 現段階ではメソポタミア、テル・アスマルのアッカド期（紀元前2340年頃－紀元前2150年頃）の遺跡から出土したガラス棒が最古の人工ガラスとされている（由水 1992 p. 140）。
- (2) ローマ帝国内で作られたガラスは「ローマ・ガラス」と呼ばれている。
- (3) ここでは「竿」と「管」をその使い方では区別する。吹き竿のようにガラスを坩堝から「巻き取る」ために使う中空の棒を「竿」と表記し、先端を閉じたり、先端にガラス塊を付けたりして吹くための棒（巻き取ることはしない）は、「管」と表記している。
- (4) Israeli 1991
- (5) Stern他 1994 pp. 81-86
- (6) Stern他 1994 pp. 28, 83
- (7) 彼女はこれを「Chunk Gathering」（塊を取るという意味）と呼び、その予熱は505℃－590℃と推測している。
- (8) Stern他 1994 p. 28
- (9) Stern 2001 pp. 20-21
- (10) Stern 2001 p. 20
- (11) Stern 2001 pp. 19, 21
- (12) Newton他 1989 p. 79
- (13) ジャックでガラスにくびれを入れる作業を「括る」という。
- (14) 1つのベンチを中心に数人の職人が共同で作業することから、チームワークスタイルのことを「ベンチ」あるいは「ショップ」と呼ぶこともある。

- (15) 重複しているものもあるが、ここにそれらのイラストを見ることができる文献をいくつか挙げておく：Frank 1982 pp. 30-31; Newton他 1989 pp. 111-114, pl. 1; Fleming 1999 pp. 37, 52, 137; 黒川 2005 pp. 116-118, 120

第2章

- (1) ガラスを部分的に加熱する道具
- (2) 吹き竿から切り離された後でも息を入れることができる道具
- (3) University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology 1997, EXPEDITION, Vol.39, No.2, p.34
- (4) 島田 2004
- (5) Harden 1936 p. 47
- (6) 島田 2003
- (7) Aldsworth他 2002
- (8) 同上 p.54
- (9) 同上 pp.51-53
- (10) 同上 pp. 51-53
- (11) 同上 p. 63
- (12) Freestone 2002

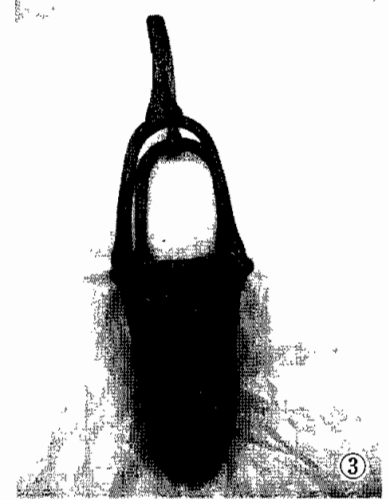
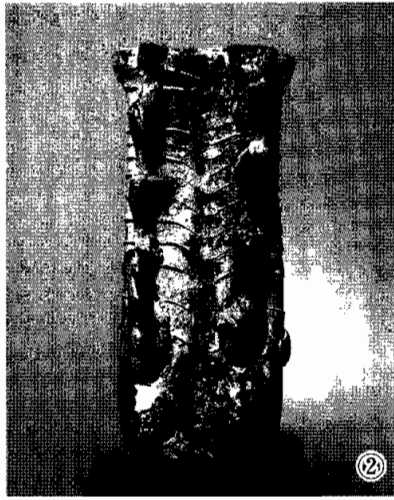


図1①～③：二連瓶。試験管を2つ横にくっ付けたような形が特徴

①東京、中近東文化センター ②③岡山、岡山市立オリエント美術館所蔵

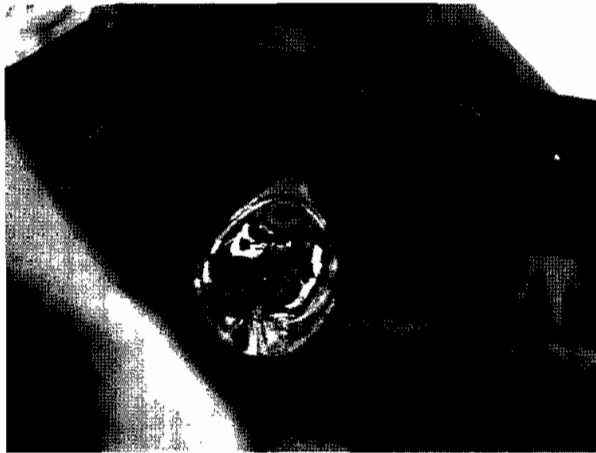


図2：挟んでいるところ

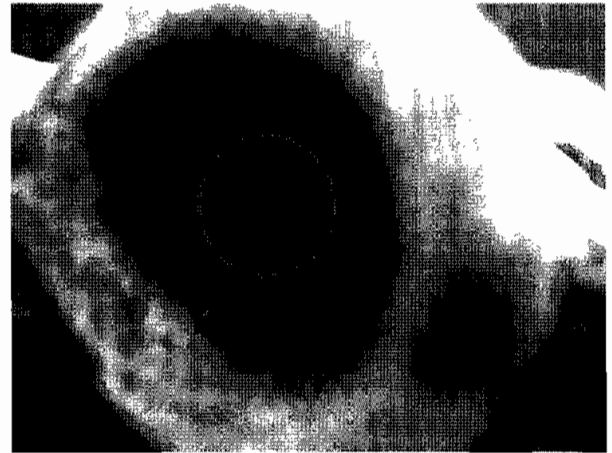


図3：この隙間によって口元からも挟まれたことがわかる

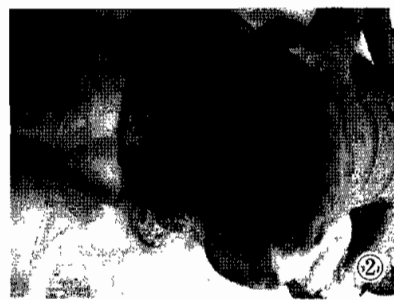


図4①～③：図1①～③の二連瓶の口の部分。同じ二連瓶でも様々な口の形がある

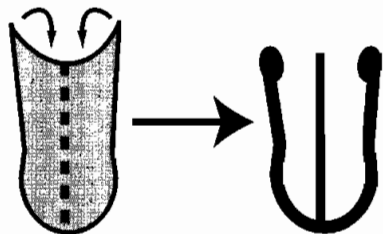


図5：ありえそうにもないが口の形状から率直にイメージした時、壁以外の部分を内折りしたように見える

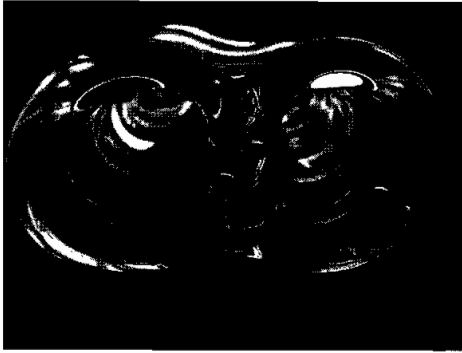


図6：実物と同じ様に周辺だけが内折りされたようになった

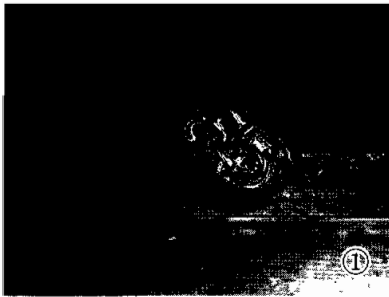


図7①：口の真ん中を挟んでくっ付ける



②：口押しして被さった部分を
広げていく



③：ガラス壁部分も「折った」ように
なっている



図8：ガラス壁より上の部分をジャックで
内折りしているところ



図9：連環状装飾のラウンド型。それぞれの
輪のトップはカーブを描く



図10：連環状装飾のスクウェア型。
それぞれの輪のトップは平らになっている



図11：輪の中にピンサーを入れて形を調節する

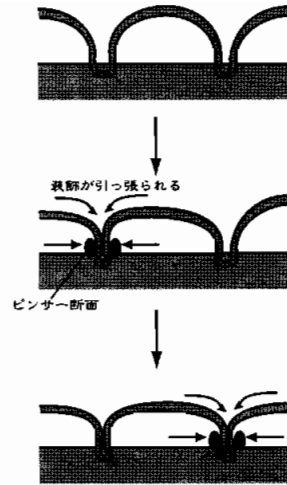


図12：輪と輪の間を縮めることで丸みのあった装飾が引っ張られて平らになる

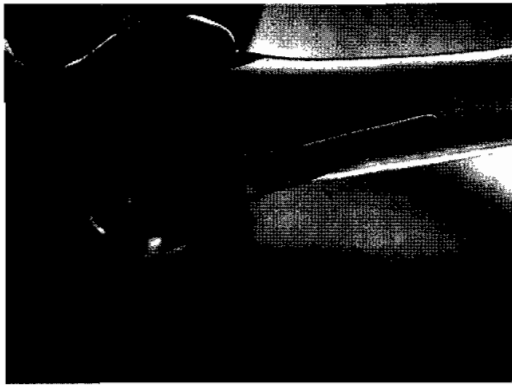


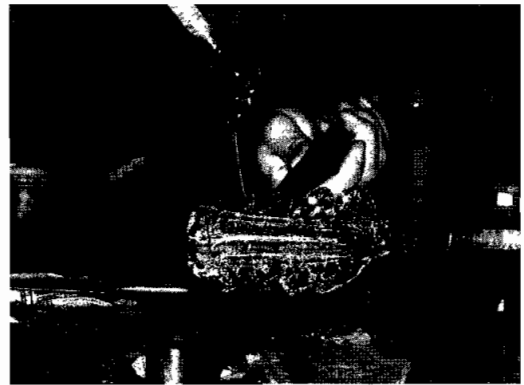
図13：復元品。引っ張ってできた余分な部分を把手や吊手本体に付けている。実物にも同様の痕跡がある



図14①：吹き玉を挟んだ後にトレーリングを施してポンテを取る



②：口を成形する



③：連環状装飾をつけていく



④：1段目の吊手が完成



⑤：2段目の吊手を付けて完成



図15①②：四連瓶。部屋が4分割されている。二連瓶と装飾など共通点がある。岡山市立オリエント美術館所蔵

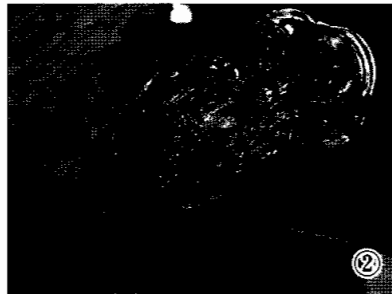


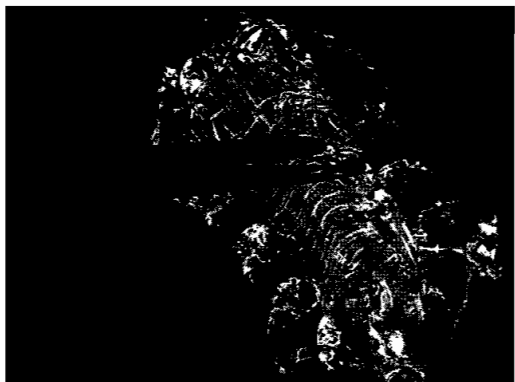
図16①～③：①1回目と同じ高さにならないように挟む②ポンテを取って口を広げたところ。横の壁がやや高くなっている③口を押すと高い方の壁が押しつぶされる



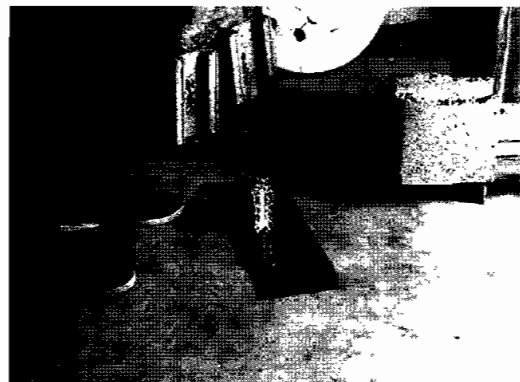
図17①：吹き玉を挟む



②：口をピンサーで丁寧に広げる



③：連環状装飾の成形。輪と輪の間をピンサーでしっかりとかっつけることでフラット型になる



④：口押しして完成

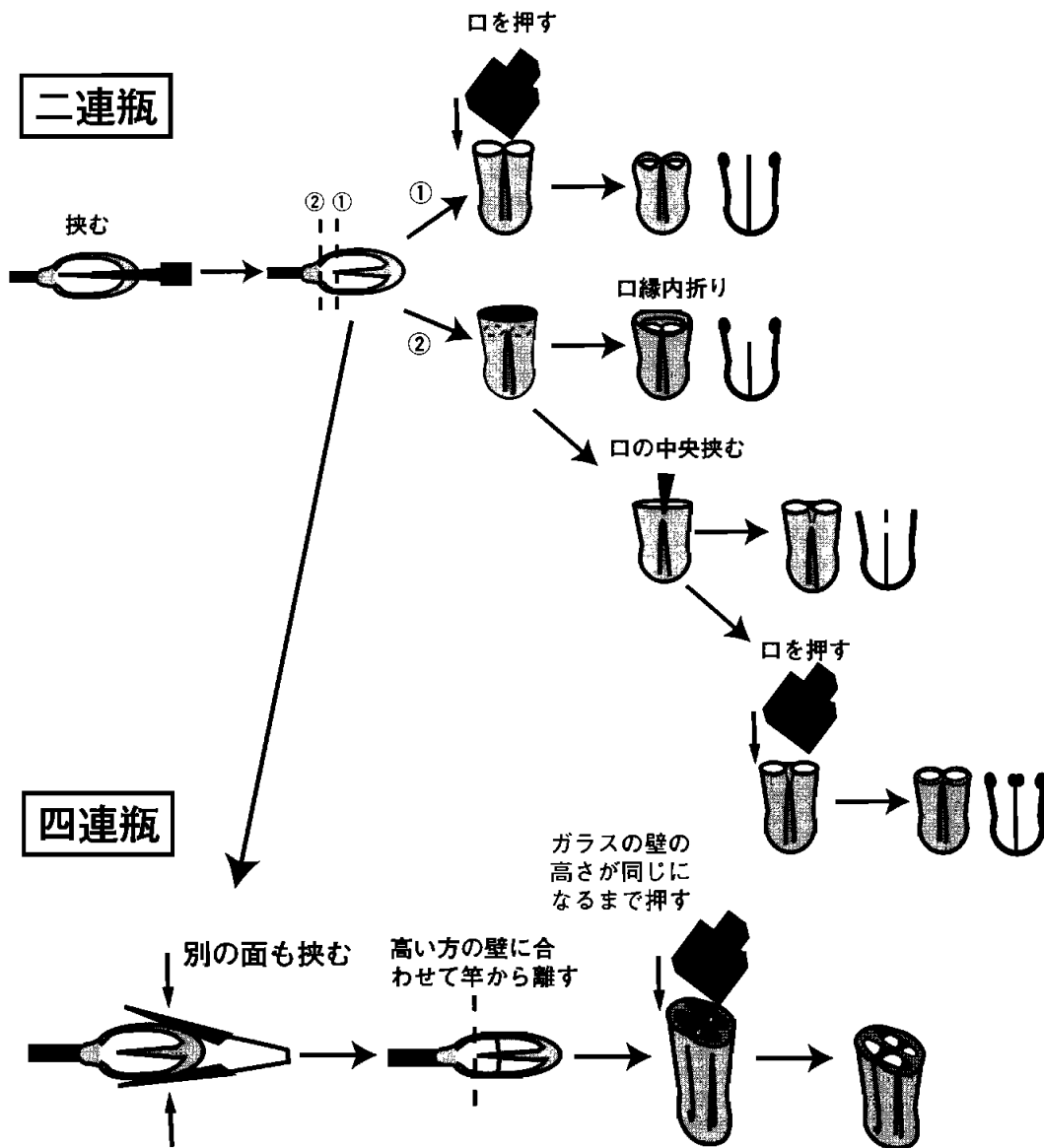


図18：二連瓶と四連瓶の関係。二連瓶は1回、四連瓶は2回挟むことで作ることができる。また、二連瓶は竿を切り離す位置とその後処理によって口の形が異なる。さらに、二連瓶にも四連瓶にも口押しで仕上げられた口縁形態があり、全体的に見て技法的な共通点がある。



図19：三連瓶。岡山市立
オリエント美術館
所蔵



図20①：このような筒形ガラスを
3本つくる



② 3本くっ付けて先端の余分な部分を括り、落とす。



①：胴部のみを膨らませて、再びポンテ竿に取り、口を成形して完成

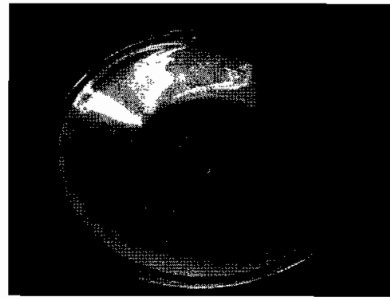


図21：カラニス皿
東京、中近東文化センター所蔵

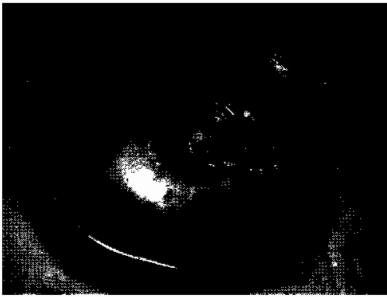
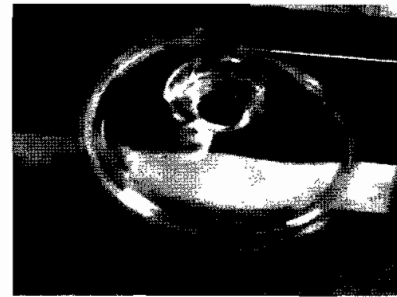


図22：台のまわりにはつまみ痕がある



図23①：ポンテに取った後、口縁を外折りする



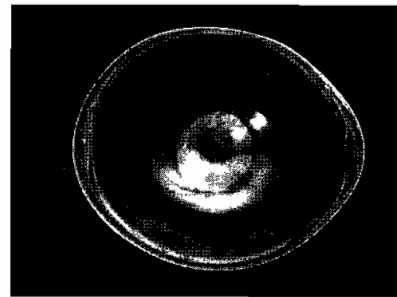
②：竿を勢いよく回して遠心力で口を外に開く



図24①：口の真ん中に谷間を入れる



②：そのままの口で外折り



③：外折りの幅が一定ではない。写真は色を実物と似せたもの

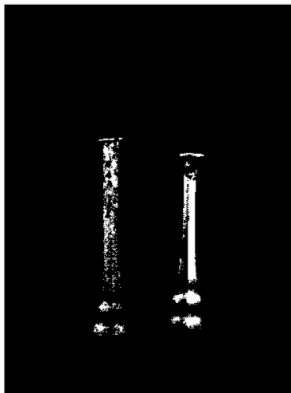


図25：レバノン、ティール出土化粧瓶



図26：ジャックでガラスを伸ばすと直線的になる



図27：道具を使わず伸ばす

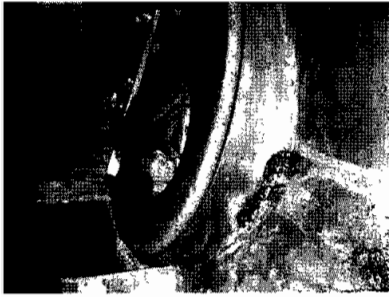
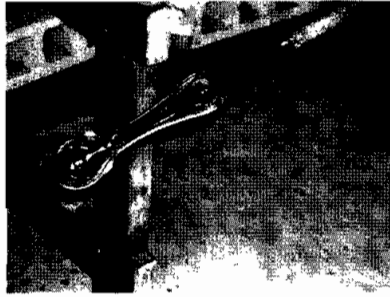


図28①：吹き玉の下半分を加熱する



②：伸びたらすぐ吹く

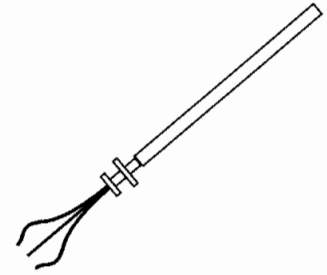


図29：アームは閉じ具を前にスライドさせて固定される

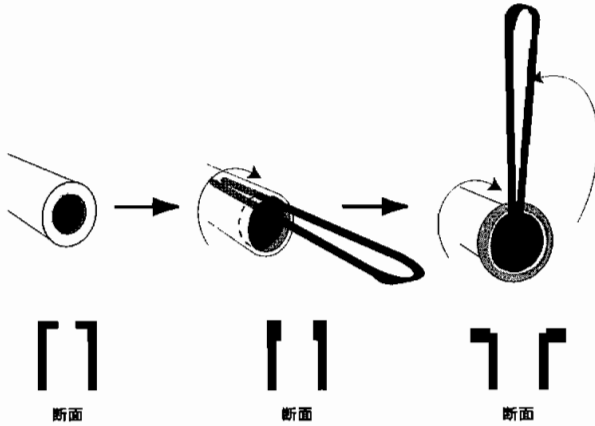


図30：ジャックで口を成形する場合はこのような手順になる。内側に倒した口縁部（左）はジャックで内壁に押し付けられるため（中）、口の上に被さることはない（右）。

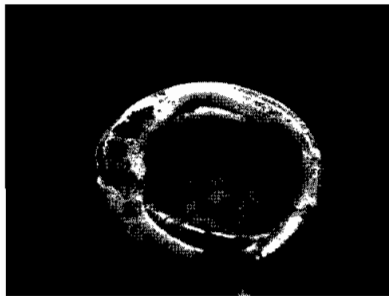


図31：口縁部が一部、口に被っている。ジャックで口を折るという現代よく使われている方法ではこうはならない。中近東文化センター所蔵



図32：トングでガラスを持って口を加熱し、マーバーに押し付けると、口縁部が折り返された（左上）。口の大きさと形や加熱時間の違い、押し付け方で、折り返しの形が異なる。左下は細めの口を押ししたもの、右下は長めに加熱して押ししたもの。



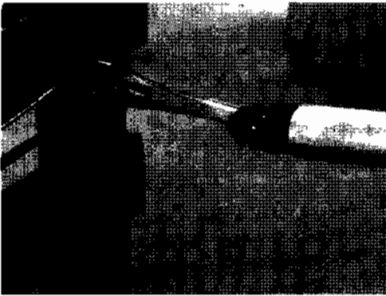
図33①：伸ばしたガラスを加熱せず
すぐに吹く



②：ジャックでくびれをつくる



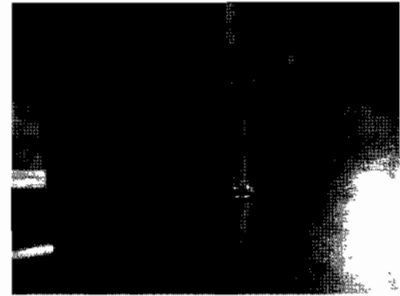
③：底を平らにする



④：トングで掴む



⑤：口を加熱



⑥：口を押す

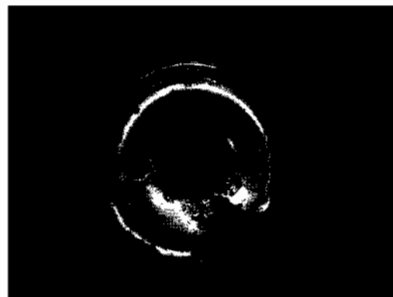
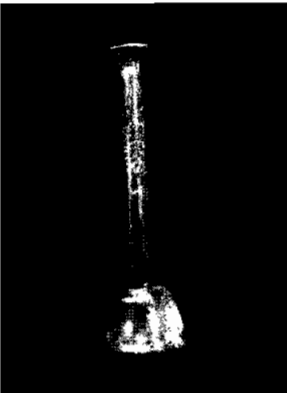


図34：口縁内折り部分を含め、口が大きく外へ広げられている。口押しは口縁を折ることはできるが、広げることはできないので、道具を使ったか別の方法が考えられる。東京、中近東文化センター所蔵



図35：レバノン、ティールにあるシティ・サイトと呼ばれる遺跡。列柱通りが見える

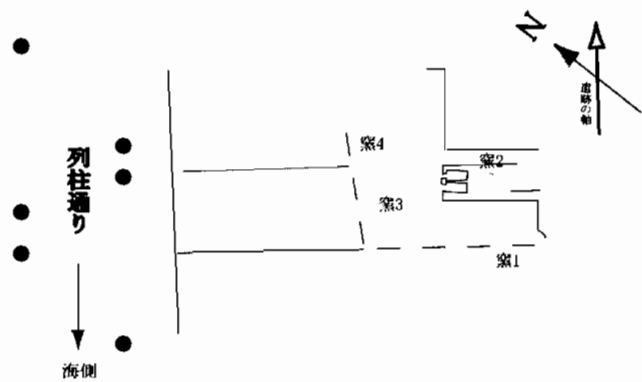


図36：4基の窯の位置関係。図35に見える列柱がこの図の列柱通りに当たる（Aldsworth他 2002 をもとに筆者が作成）



図37：窯1の外観



図38：窯2の外観



図39：窯2の燃焼室



図40：窯3の外観



図41：窯4の外観

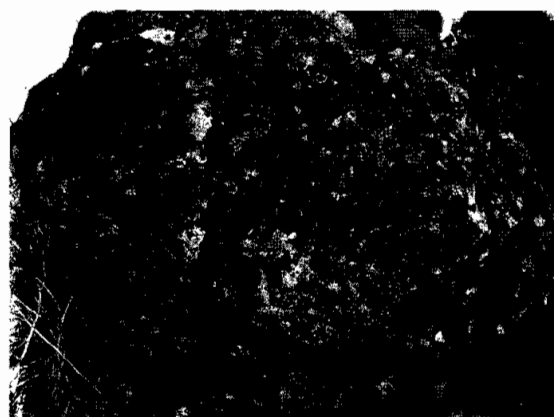


図42：緑色のガラス塊