



Kobe Shoin Women's University Repository

Title	鉛丹ガラスと金属鉛ガラス（一） Glass of Minium and Glass of Metallic Lead (1)
Author(s)	棚橋 淳二 (Junji Tanahashi)
Citation	研究紀要 (SHOIN REVIEW), 第 16 号 : 1-75
Issue Date	1974
Resource Type	Bulletin Paper / 紀要論文
Resource Version	
URL	
Right	
Additional Information	正誤表あり。

< 第 16 号正誤表 >		誤	正
二頁	一四行目	三日	十一日
一二頁	十五行目	『雲林石譜』の	『雲林石譜』所蔵の
一三頁	九行目	『天工開物』の	『天工開物』所蔵の
一七頁	一行目	金属鉛ガラス	金属鉛ガラス (?)
二〇頁	四行目	金属鉛ガラス	金属鉛ガラス (?)
	一四行目	このような	しかし果たしてこのような
	一五-一六行目	ブランコールの書に記されている ことは注意すべきことであろう。	西欧において行われていたとは 考え難いことである
二三頁	一行目	微	微
二五頁	五行目	原本となった	原本とされた
三〇頁	六-七行目	手に入れることを察知せよ。	手に入れなければならない。
四一頁	一四行目	[43-48]	[43~48]
四三頁	三行目	刊行された。	成立した。
四三頁	一四行目	刊行	成立
四四頁	五行目	刊	成
四五頁	一三行目	唐物之	唐物也
七三頁	第三五表	第三十一表・第三十二表より	第三十三表・第三十四表より
七四頁	四行目	写本	稿本

その他訂正については「棚橋淳二にかかわる論文の正誤表」参照のこと。

鉛丹ガラスと金属鉛ガラス（一）

棚 橋 淳 二

序

古代中国のガラスの化学組成上の特質がベックとセリグマン H. C. Beck and C. G. Seligman によって報告されたのは四〇年も前のことであった。以来多くの先人により東洋のガラス組成の特殊性が、その分析値をもとに論ぜられ、そして例えば古代・中世の中国ガラスには鉛ガラスが多いこと、漢代及びそれ以前の鉛ガラスには一般にバリウムが含有されていること、古代より近世に至る日本のガラスは鉛ガラスであることなどが明らかにされた。こうした研究方法、即ち化学組成上の特質から過去のガラスを分類し、系統立てていく方法が、多くの知識を齎すものであり、また効果的なものであることはいうまでもないが、それと共に古記録を利用して過去のガラス技法の系統を確立することも、決して軽視してはならないであろう。現在に残る記録はあまり多くないかもしれぬが、そこには大概原料・融解法などが示されている。

今かりに隣接する二地域から、それぞれの地域特有の形態を示し、同一もしくは類似の化学組成を有するガラスが発見されたとすれば、多くの場合これらは同系統の技法によると看做されるのが一般であろう。しかしこの二地域からそれぞれ古記録も発見され、そこに記された原料・融解法が全く異なることが判明したならば、たとえ相互に類似の化学組成を有するガラスであっても、もはやこれらを同系統のものとして論ずることはできなくなるであろう。

近年、東洋のガラス組成の特殊性が強調される余り、東洋のガラスは鉛ガラス、西欧のガラスは石灰ガラスと直截的に考える向きがないでもない。しかしながら西欧の鉛ガラスを過少評価することは決して適当でなく、例えば十七世紀初頭に出版されたネリ A. Neri の『ガラス技術』には、種々の容器並びに寶石模造用の鉛ガラスの調合例が多数見られるし、また周知の如く十七世紀末におけるレーヴェンスクロフト G. Ravenscroft の工夫以来、高鉛のガラス器物が大量に生産されている。

しかしここで石灰ガラスに対するものとして鉛ガラスを考えるならば、即ち既に生成されてしまった化学物質としての鉛ガラスに重きを置いて論を進めるならば、東洋も西欧も、わが国については古代も近世も近代も、こと鉛ガラスの素地製造に関する限り、すべて同系統の技法を継承していると推定されがちであろう。そして「鉛ガラス」という表現を用いている間は、得てしてかかる傾向に落ちいり易い点に留意すべきであると思う。

本稿においては、やや異端的な表現を援用し、かつ古記録に拠り、鉛ガラスには地域により時代により相異なるいくつかの系統があることを示し、併せて十七、八世紀の日本の鉛ガラスが、西欧の鉛ガラスの系統に属するものでないことを明らかにすることに意を注いだ。なお本稿には既に発表した論稿と部分的に重複する箇所がみられるであろう。ただ、かかる重複は本稿の構成上已むを得ず生じたものであることを諒とせられたい。

本稿は、昭和四十八年十一月三日、神戸文化ホールにおける日本ガラス工芸協会の研修会において発表し、次いで本学における自然科学史の授業の一端として講じたことをもととし、これに増補・訂正を加えたものである。本稿を著わすにあたり、古文書については本学教授金井寅之助氏に、白文については同じく本学教授高馬三良氏に、やや古体のフランス語については父初太郎に、それぞれ教示を受けた。ここに記して深甚なる謝意を表したい。また貴重な資料の閲覧・撮影

を快諾された所蔵機関の関係者各位に対しても衷心よりお礼を申し上げます。

一 緒 論

従来一般に用いられている「鉛ガラス」という語は、主成分の一つとして鉛を含有することを示すにとどまり、鉛原料として鉛丹が使用されるのか、或いは金属鉛が使用されるのか、或いは他の鉛化合物が使用されるのかを区別することはできない。勿論実務上このような区別は必要でないし、また生成した鉛ガラスを検して、それがいずれの鉛原料を使用しただものであるかを識別することは到底できないが、主要な原料元素の状態を単体名・化合物で示すことは、ガラス製法の伝来・系統などを解明していく上で必要なことと思われる。用語の混乱を招く恐れのあることを省みず、あえて標題の如き奇異な術語を用いたのは原料元素の状態についての大方の関心を喚起したかったからに他ならない。本来ならば「鉛丹を原料としたガラス」「金属鉛を原料としたガラス」と表現すべきであるが、ここでは便宜上「鉛丹ガラス」「金属鉛ガラス」と略記することとする。勿論他の鉛化合物の場合もこれに準ずる。主成分の原料元素の状態を示すという建前からすれば、アルカリ元素及び珪素についても、その状態を示す語を付すのが当然であるが、余りにもガラスの名称が冗長になる嫌いがある。いま数例を挙げれば第一表中段の如き表現となる。但し本稿においてはアルカリ元素及び珪素の状態についてまで詳説し得ないし、またガラスの名称を簡略にする上からもアルカリ原料に関しては、さ程必要と思われる場合ばかり塩・ソーダ塩、またはアルカリ塩などの総称を使用し、また珪酸原料に関しては石英・燧石（フリント）・珪石・珪土・白石・石粉など多種に亘るが、いずれも化学的にはほぼ純粋な二酸化珪素（無水珪酸）と看做せるので、原則としてこれを省略し、第一表中段または下段の如く記すこととする。

第一表 鉛原料別ガラス一覽

金屬鉛系ガラス

金屬鉛・白石ガラス	金屬鉛ガラス	金屬鉛ガラス
焰硝・金屬鉛・白石ガラス	焰硝・金屬鉛ガラス	
焰硝・金屬鉛・石粉ガラス	焰硝・金屬鉛ガラス	硝石・金屬鉛ガラス
硝石・金屬鉛・珪石ガラス	硝石・金屬鉛ガラス	

密陀僧系ガラス

密陀僧・燧石ガラス	密陀僧ガラス	密陀僧ガラス
糠蓬塩・密陀僧・砂石ガラス	糠蓬塩・密陀僧ガラス	ソーダ塩・密陀僧ガラス

鉛丹系ガラス

鉛丹・白石ガラス	鉛丹ガラス	鉛丹ガラス
硝石・鉛丹・燧石ガラス	硝石・鉛丹ガラス	
炭酸ポタシウム・鉛丹・珪石砂ガラス	炭酸ポタシウム・鉛丹ガラス	カリ塩・鉛丹ガラス
ポトアス・鉛丹・白砂ガラス	ポトアス・鉛丹ガラス	
灰塩・鉛丹・白砂ガラス	灰塩・鉛丹ガラス	ソーダ塩・鉛丹ガラス
芒硝・鉛丹・珪土ガラス	芒硝・鉛丹ガラス	
アルカリ・鉛丹・珪土ガラス	アルカリ・鉛丹ガラス	アルカリ塩・鉛丹ガラス

鉛白系ガラス

芒硝・鉛粉・珪土ガラス	芒硝・鉛粉ガラス	ソーダ塩・鉛白ガラス
アルカリ・鉛粉・石英ガラス	アルカリ・鉛粉ガラス	アルカリ塩・鉛白ガラス

鉛糖(?)系ガラス

硝石・金膠・石粉ガラス	硝石・金膠ガラス	硝石・鉛糖(?)ガラス
地霜・金膠・水精粉ガラス	地霜・金膠ガラス	

硫化鉛系ガラス

塩硝・硫化鉛・白石ガラス	塩硝・硫化鉛ガラス	硝石・硫化鉛ガラス
--------------	-----------	-----------

なお参考までにアルカリ塩を除く主要原料について、その名称・化学式・密度・融点・解離点などを挙げておく。

金属鉛 lead, Pb, d. 11.34, m.p. 327.4°C

密陀僧 litharge, massicot, PbO, d. 8.0, & 9.2—9.5, m.p. ca. 900°C

鉛丹¹ 光明丹 red lead, minium, Pb₃O₄, d. 9.1, decomp. ca. 500°C → PbO

鉛白¹ 鉛粉 white lead, 2PbCO₃ · Pb(OH)₂, d. 6.14, decomp. 400°C → Pb₃O₄

鉛糖¹ 鉛霜 sugar of lead, Pb(CH₃COO)₂ · 3H₂O, d. 2.55, m.p. 75°C (dehydr.) → Pb(CH₃COO)₂

同無水物 Pb(CH₃COO)₂, d. 3.25, m.p. 280°C

硫化鉛 lead sulphide, PbS, d. 7.5, m.p. 1120°C

石英 quartz, SiO₂, d. 2.65, m.p. 1710°C

生石灰 quick lime, CaO, d. 3.2—3.4, m.p. 2572°C

消石灰 slaked lime, Ca(OH)₂, d. 2.2 decomp. ca. 580°C → CaO

石灰石 limestone, CaCO₃, d. 2.71, decomp. ca. 900°C → CaO

硼砂、金膠 borax, Na₂B₄O₇ · 10H₂O, d. 1.7, dehydr. 350—400°C → Na₂B₄O₇

同無水物 Na₂B₄O₇, d. 2.37, m.p. 878°C

二 奈良時代の鉛丹ガラス

(一) 「造佛所作物帳」所載の鉛丹ガラス

正倉院文書「造佛所作物帳」(断簡)の内、続修第三十四卷には周知の如くガラス玉の製造原料が列記されている。その箇所を「大日本古文書」第一巻より左に転載する。(1)

丹 用黒鉛九百八十三斤 熬得丹小一千一百五十八斤

赤玉 朱沙小八兩 赤玉料

青玉 緑青小十七斤九兩 青玉并靨玉料

黒玉 靨玉 赤刺玉
赤刺玉 赤刺玉染料

墨網玉

注九合 墨網玉等料

形土

胡麻油一升 刺玉形土作調皮

猪脂九升三合 猪脂調皮

瓶一斗三升五合 猪脂用

墨六十四廷 刺玉形墨等料

紙卅八張 鹿川料

絶三尺 權藤料

帛四尺 墨騎血染調皮

薄絶四尺 鹿川料

調布三丈二尺 雜巾并冠等料

商布二丈四尺 雜巾料

白革一張 玉工等備料

破碓十四顆 刺玉形等料

赤土小三斤 二升玉合料

白石二百卅斤 玉合料

土三百六十斤 函和合渡料
河内國石川郡土

可路草茎二百八十把 刺玉調皮

炭二万一千六百斤 玉作料

薪二百四束 箱葛料

右件造玉并料用物具如前

可路草茎

赤土

形墨

この文書は天平六年（七三四）五月一日の日付を有するもので、福山敏男氏の研究によれば興福寺西金堂造営に関連するものであるという。⁽²⁾ なおガラス玉製造原料については既に多くの先人により研究がなされており、詳細に関してはそれら研究の成果を参照されたい。⁽³⁾

白石	690	小斤
丹	1158	
SiO ₂	37.9	%
PbO	62.1	

第二表 「造佛所作物
帳」記載の造玉原料比
および生成が予測され
るガラス組成。

さて素地形成の原料となるものは鉛を熬⁽⁵⁾して得た丹と、「玉合料」として挙げられている赤土・白石であるが、赤土については量比が小さいこと、組成が不定であること、全体一様に混入したのか不明であることなどのため、一応これを除外し、また丹は四三酸化鉛 Pb₃O₄、白石は二酸化珪素 SiO₂ として、これら原料から生成すると推定されるガラスの組成を算出し第二表に示した（既に多くの人々が計算を行なっている）⁽⁴⁾。なお「小一斤」は当時用いられた単位で、一斤の三分の一に相当するという。⁽⁵⁾

(二) 正倉院院蔵のガラス玉化学分析値

原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑛三諸氏は「正倉院のガラス」において、院蔵のガラス玉破片の分析結果を上記計算値と比較し、その値の近似していることを指摘された。⁽⁶⁾ なお同氏等の研究によれば「院蔵のガラス玉の成分は酸化鉛約七四%、二酸化珪素約二四%、その他二%」であり、⁽⁷⁾ 「二酸化珪素 (SiO₂) 約二五%、一酸化鉛 (PbO) 約七五%より成る基礎ガラスに綠色系統の場合には銅を、黄色系統の場合には鐵を着色剤として加える」と分析値表(第三表)の一、二、三、四、五、六、七、八、九各番のガラス玉に相当するものが得られるという。⁽⁸⁾

ところで上記の如き化学分析の結果より、我々はこの院蔵のガラスがアルカリをほとんど含まぬ高鉛のガラスであり、したがって「造佛所作物帳」の記述にアルカリ塩がみられぬことが、決して誤りでないことを確認し得るのである。

ガラス試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
色	黄	褐	赤褐	濃緑	濃褐	藍色部分 白色部分	白	綠	綠	淡綠	青(靛)
見かけの密度	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	4.4	4.2	5.2	4.6	2.4
二酸化珪素 SiO ₂	24.1	23.7	24.8	24.7	23.9	23.5	31.0	23.0	24.9	30.6	64.8
一酸化鉛 PbO	73.6	72.6	73.6	71.9	73.3	72.6	67.4	72.4	70.5	68.5	tr
酸化アルミニウム Al ₂ O ₃	0.06	0.13	0.30	0.31	0.16	0.15	0.24	0.47	0.66	0.12	0.46
酸化鐵 Fe ₂ O ₃	0.14	0.97	0.69	1.08	2.02	1.15	0.17	0.73	0.27	0.08	0.45
酸化カルシウム CaO	0.39	0.26	0.26	0.71	0.38	0.34	0.15	tr	0.39	0.05	8.70
酸化マグネシウム MgO	0.27	0.57	0.36	0.06	0.14	0.15	0.53	0.21	0.37	0.08	1.10
酸化銅 CuO	0.16	0.19	0.55	1.44	0.39	1.36	0.42	1.99	1.58	0.15	1.09
酸化ナトリウム Na ₂ O	0.22	0.10	0.11	0.12	0.07	0.15	0.20	0.19	0.49	0.11	17.3
酸化カリウム K ₂ O	0.08	0.18	0.10	0.09	0.07	0.13	0.12	0.19	0.25	0.24	4.74
酸化硫黄 SO ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03
合計	99.0	98.7	100.7	100.4	100.4	99.5	100.2	99.7	99.3	99.4	99.3

上記成分以外に分光分析法により検出された微量成分

鉛、銅、ニッケル、マンガン、チタン、バナジウム、セレン、モリブデン

鉛、銅、ニッケル、マンガン、チタン、バナジウム、セレン、モリブデン

第三表 正倉院蔵ガラス玉の色・密度・化学成分一覽。(正倉院のガラス)所載)

さて原田淑人氏は同書附篇の内「東洋古代ガラスの史的考察」において「八世紀前後における中日文化交流の緊密であったことから推すと、わが奈良朝で鉛ガラスが盛んに製造されていたからには、唐代中国にも同様の技術の存在したものと考えるのが妥当であろう」と極めて慎重な表現をとっておられるが、鉛丹ガラスの製法は恐らく中国から伝えられたものと思われる。

註

- (1) 東京大学史料編纂所編「大日本古文書」編年之二、(東京大学出版会、昭和四十三年複製)、五七一―五七三頁。
正倉院事務所編「正倉院のガラス」(日本経済新聞社、昭和四十年)、単色図版九〇。
- (2) 原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三「正倉院ガラスの研究」(正倉院事務所編、前掲書)、四七頁。
- (3) 杉江重誠「日本ガラス工業史」(日本ガラス工業史編集委員会、昭和二十五年)、二〇―二八頁。
原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三、前掲論文、四七―五一頁。
- (4) 杉江重誠、前掲書、二三一―二五頁。
原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三、前掲論文、四九頁。
- (5) 杉江重誠、前掲書、二三頁。
- (6) 原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三、前掲論文、四九頁および五四―五六頁。
- (7) 原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三、前掲論文、四九頁。
- (8) 原田淑人・岡田譲・山崎一雄・各務鑑三、前掲論文、五六頁。
- (9) 原田淑人「東洋古代ガラスの史的考察」(正倉院事務所編、前掲書)、八〇頁。

三 中世中国の金属鉛ガラス

宋の詩人、蘇軾（一〇三六―一一〇一）の「蘇東坡詩集」卷三十四には、元祐六年（一一〇九）十月十四日、潁州（今安徽省亳州市）において作られた（1） 獨酌試藥玉滑盞、有懷諸君子、明日望夜、月庭佳景不可失、作詩招之

(獨酌、藥玉滑盞を試み、諸君子を懷ふあり、明日望夜、月庭の佳景、失ふべからず、詩を作つて之を招く)と題する次に示す詩が収められている。(2)

鎔鉛煮白石。作玉眞自欺。

琢削爲酒杯。規摹定州瓷。

荷心雖淺狹。鏡面良渺瀾。

持此壽佳客。到手不_レ容辭。

曹侯天下平。定國豈其師。

一飲至數石。溫克頗似之。

風流越王孫。詩酒屢出奇。

喜我有此客。玉杯不_二徒施_一。

請君詰_レ陳。問疾來何遲。

呼兒掃_二月榭_一。扶病良及時。

鉛を鎔し、白石を煮、玉として眞に自ら欺く。

琢削して酒杯と爲し、規摹す定州の瓷。

荷心は淺狹と雖も、鏡面、まことに渺瀾。

これを持して、佳客を壽す、手に到つて辭するを容さず。

曹侯は天下の平、定國、豈に其師。

一飲、數石に至る、溫克、頗る之に似たり。

風流越王の孫、詩酒、屢は奇を出す。

我が此客あるを喜び、玉杯、徒に施さず。

請ふ、君、陳を詰れ、疾を問うて來る何ぞ遲き。

兒を呼んで月榭を掃ひ、病を扶くる、まことに時に及ぶ。

「鉛を鎔し、白石を煮」という表現は、これが詩であるための制約を受けて、必ずしも充分にガラスの製法を伝えきつているとはいいい難いが、仮に最初から鉛丹と白石を煮るのならば、少なくとも丹という字を使用したであろうし、また「造佛所作物帳」の場合の如く鉛を熬し鉛丹に変えてから用いるのであれば、恐らくこの詩のような表現はとらなかつたであろう。なお上記の如く詩であるための制約からか、あるいは実際に用いなかつたからか、アルカリ塩については全く触

れられていない。

しかしこれより約一〇〇年前の雍熙二年（九八五）頃、宋において製作されたといわれる瑠璃瓶（京都市嵯峨清涼寺釈迦堂本尊胎内の舍利瓶破片）は、山崎一雄氏⁽³⁾の分析（第四表）によって所謂「カリ鉛ガラス」であることが確認されてお

試料	京都市嵯峨清涼寺胎内破片（宋）
色	青
ガラス質	鉛
SiO ₂	30.1
PbO	55.8
Al ₂ O ₃	0.30
Fe ₂ O ₃	0.28
CaO	tr
MgO	tr
Na ₂ O	0.42
K ₂ O	11.2
CuO	1.75
	宋発表（山崎）

第四表 京都市嵯峨清涼寺釈迦堂本尊胎内の舍利瓶破片の化学分析値。（『日本の考古学』Ⅱ所載）

り、この詩にみられるガラスも「カリ塩・金属鉛ガラス」として扱われ得る余地を残しているといえよう（尤もこの瑠璃瓶がカリ塩・金属鉛ガラスであるのか、あるいはカリ塩・鉛丹ガラスであるのかは、

現在のところ容易に推測し難い）。

註

- (1) 蘇軾「蘇東坡詩集」第五卷、久保天隨訳解（鶴田久作「續國譯漢文大成」文学部第十八卷、東洋文化協会、昭和三十三年復版）、三頁及び六一頁。
- (2) 蘇軾、前掲書、第五卷、六〇―六一頁。
- (3) 山崎一雄「ガラス」（三上次男・檜崎彰一編「日本の考古学」Ⅱ歴史時代（七）、河出書房、昭和四十二年）、四〇四頁。

四 中世中国のアルカリ塩・金属鉛ガラス

(一) 「雲林石譜」のアルカリ塩（？）・金属鉛ガラス

宋の人、杜緝^{とくわ}の書「雲林石譜」は種々の石についての知識を集めたもので、序の末尾に紹興癸丑（一一三三）の年紀がみられる⁽¹⁾。さてこの書の「洛河石」の条には⁽²⁾

洛河石 西京洛河水中出碎石頗多青白間有五色斑斕採其最白者入鉛和諸藥可燒變假玉或琉璃用之

(西京の洛河の水中に碎石を出す。頗る青白なるもの多し。間五色の斑斕有り。其最も白き者を探り、鉛を入れ諸薬を和し、焼きて假玉或いは琉璃に変じて、之を用う可し。)

と記され、この石が洛陽附近を流れる洛水の河底より産出すること、青白のものが多く時に五色の斑紋あるものもあること、また白い石を選び鉛・諸薬を混じて焼けばガラスになることを知り得る。ただこの記述だけでは「洛河石」が如何なるものかを明らかにし難いが、恐らくチャート Chert の如きものではなからうか。また「諸薬」はアルカリ塩・着色剤などではなからうか。もし諸薬にアルカリ塩が含まれぬとすれば洛河石の条にみられるガラス(假玉・琉璃)は前述の「金屬鉛ガラス」の一例ということになるであらう。

(二) 『天工開物』の硝石・金屬鉛ガラス

明の人、宋應星は崇禎十年(一六三七)に当時の諸技術についての書『天工開物』十八巻を著わした。この書は遅くとも元祿七年(一六九四)以前にわが国に舶載されており、⁽³⁾ 明和八年(一七七一)に至って江田益英により校訂され、返点・送仮名を施されて梓行された。同書(和刻本)下巻の内、「珠玉第十八巻」の「附瑪瑙 水晶 琉璃」の条に、ガラスについて以下の如き記述がみられる。⁽⁴⁾

凡硝見火還空其質本無而黑鉛爲重質之物兩物假火爲媒硝欲引鉛還空鉛欲留硝住世和同一釜之中一透光一明形一象

(凡そ硝は火に見えて空に還る、其の質は本無し、而して黒鉛は重質の物と爲す、兩物は火を仮りて媒と爲し、硝は鉛を引きて空に還らんと欲し、鉛は硝を留めて世に住めんと欲し、一釜の中に和同して、光明なる形象を透出す)

即ち硝石は火に会うと無に帰してしまい、その実体がないが、鉛は重い質のものである。両者は火を媒として、硝石が鉛を道連れとして空に還ろうとすれば、鉛は硝石を引き留めて地上に残ろうとし、結局釜の中で一体となり、光輝く形状のものになるという。この記述より硝石と鉛を釜で加熱し、両者を融合せしめて透明体を造るということは解るが、珪酸原料についての記述を欠き、諸技術に関する知識を集成した書としては、余りにも抽象的であり、適切な指示に乏しい憾みがある。珪酸原料についての記載はないが、硝石・金属鉛ガラスの系統に属するものといえよう。

註

- (1) 杜紹「雲林石譜」(陶宗儀纂「說郛」卷十六、影印本、台北市新興書局、中華民國五十二年)、二九六頁。
- (2) 杜紹、前掲書、三〇二頁。
- (3) 藪内清「天工開物について」(藪内清編「天工開物の研究」恒星社厚生閣、昭和二十九年)、二二頁。
- (4) 宋應星「天工開物」江田益英校訂、明和八年刊、卷下(九)、六十六オ。びいどろ史料庫蔵。

五 平安時代のアルカリ塩・鉛丹(?) ガラス

朝比奈貞一・會田軍太夫・小田幸子諸氏は「中尊寺ガラスの研究と日本の古代ガラスについて」と題する論文において、保元二年(一一五七)頃の作と推定される中尊寺金色堂の藤原基衡棺中のガラス玉類の分析結果を示され⁽¹⁾、且つ原料元素の状態を推測しておられる。⁽²⁾即ち「鉛の原料には密陀僧も考えられるが、中尾博士の言われたように鉛丹を使用したのであろうか」とし、ソーダの原料については、分析結果に無水硫酸(SO_3)がみられる点より、芒硝を先ず考え、天然にはこれが炭酸ソーダと混じて産することから、炭酸ソーダの混入もあり得るとし、カリの原料としては「中尾博士によれば、シナでは芒硝と硝石との区別がつかなかったというから、技術上の経験に基いて天然産のこれらの塩類を適宜使

Color	Light blue	Yellowish brown
Density	3.76	3.80
Refractive index	1.640	1.650
SiO ₂	39.32	34.58
Al ₂ O ₃	0.05	1.69
Fe ₂ O ₃	0.16	2.85
CaO	0.48	trace
MgO	—	trace
Na ₂ O	3.38	2.31
K ₂ O	7.89	10.26
PbO	47.45	47.81
CuO	0.49	—
SO ₃	0.26	0.12
Total	99.48	99.62

第五表 中尊寺金色堂ガラス玉の色・密度・屈折率・化学組成。(朝比奈貞一・會田軍太夫・小田幸子諸氏による)『古文化財の科学』第5号所載。

用したのではあるまいか」あるいは「木灰から炭酸カリを水で抽出し、蒸発乾涸したものを原料としたことも考えられる」として二つの方法の可能性を挙げておられる。従って以上の説に従うならばこのガラスはアルカリ塩・鉛丹ガラスということになるが、当時の日中交流から推してあるいは既に金属鉛を使用する宋の技法が伝えられていたのではないかとも思われる。

註

- (1) 朝比奈貞一・會田軍太夫・小田幸子「中尊寺ガラスの研究と日本の古代ガラスについて」『古文化財の科学』第5号、古文化資料自然科学研究会、昭和二十八年七月、二頁。
- (2) 朝比奈貞一・會田軍太夫・小田幸子、前掲論文、三―四頁。

六 中世南ロシアのアルカリ塩・金属鉛(?) ガラス

「西トルキスタンのガラス工芸」と題する論文において、由水常雄氏はソ連における近年の研究成果などをもとに、西トルキスタンのガラス容器・製作技術の特質を明らかにされるとともに、隣接地域との関連性を論じておられる。その隣接地域の一つとして挙げられた南ロシアに関して、同氏は十一世紀より十三世紀に至ると見做されるガラスの化学分析値(第六表)⁽¹⁾を示されると共に、次のように述べておられる。⁽²⁾

資料番号	南 ロ シ ア (11~13世紀)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	52.90	53.12	54.54	53.07	18.33	24.56	31.72	31.67	54.49
CaO	1.24	0.82	1.10	0.40	0.05	1.52	0.43	0.20	3.85
MgO	0.05	0.16	0.46	0.49	0.07	0.31	1.50	0.36	0.72
K ₂ O	14.48	15.80	15.91	14.83	0.20	0.05	0.86	—	9.64
Na ₂ O	1.02	0.09	1.40	1.14	—	0.72	—	0.83	8.28
PbO	25.51	26.42	24.60	27.90	75.90	69.24	62.12	63.41	20.11

第六表 南ロシア(11~13世紀)のガラスの化学分析値。(由水常雄「西トルキスタンのガラス工芸」より)『美術史研究』所載。

次に南ロシアとの関係は、南ロシアの窯趾からは多く鉛塊を伴出し、出土するガラスについても鉛ガラスが多いことから、西トルキスタンとの組成上の大きな相異を示しているが、さらに出土する容器にしても、その関連性は乏しい。明らかにガラス工芸に関する限りは、南ロシアと西トルキスタンガラス工芸とは異質の文化圏に属することを示している。

十一世紀のテオフィルスの『諸々の工芸について』は、南ロシアの釉薬についてふれており、この地方がビザンチン文化圏に属していたことを示している。窯趾から伴出するという「多くの鉛塊」が、例えば『造佛所作物帳』の場合の如く鉛丹もしくは密陀僧の原料であったのか、あるいは金属のまま熔融され、珪酸原料と混和されるためのものであったのかについては、判断の基準となる資料が乏しく容易に推断し難いところであるが、少なくとも「鉛丹の塊」あるいは「密陀僧の塊」が伴出した場合よりは、まさしも「アルカリ塩・金属鉛ガラス」の可能性があらうといえよう。こうした意味で、この地方のガラス製造法に関する古記録、もしくはそれについての何らかの情報が俟たれるのである。

註

- (1) 由水常雄「西トルキスタンのガラス工芸」(『美術史研究』第六冊、早稲田大学美術史学会、昭和四十三年)、六八頁。
 - (2) 由水常雄、前掲論文、七一頁。
- 由水常雄「ガラスの道」(徳間書店、昭和四十八年)、一九三—一九四頁。

七 近代ヨーロッパの金属鉛ガラス

(一) ポルタの『奇術』所載の金属鉛ガラス (c)

一五八九年、ポルタ Giovanni Battista della Porta は『奇術』Magiae Naturalis 二十巻を著わした(初版は四巻で、一五五八年の刊行)。この書の内容は、動物の発生、新植物の生産、金属の変成、宝石の模造、蒸溜、銅の焼入れ、料理、釣・鳥撃・狩など多方面に亘るが、この書の名を特に高くしたのは、ポルタの発明といわれるレンズ付暗箱(写真機原型)についての記述がみられるためであろう。再版が刊行されてから数十年を経た一六五八年、ロンドンにおいてこの書(再版)の英訳 Natural Magick が出版された。

さて同書(英訳)第六巻「宝石の模造に就て」Of counterfeiting Precious Stones. のうち、第七章「クリスタルの種々の色に就て」Of Several Tinctures of Crystal. に次の記述がみられる。⁽¹⁾

I will adde somewhat more, indeed no secret, nor very necessary, but that nothing may be omitted by us in this work, viz.

How to make a Jacinth

beautiful enough, and not much unlike a true one. Put lead into a hard earthen pot, and set it on the fire in a glass-makers fornace, there let it remain for some days, till the lead be virrified, and it will be of the colour of a Jacinth.

(秘密でも、さほど必要でもないのだが、少しも省略することのないように、「充分に美しく、しかも真のヒアシンスとそうは違わぬものを如何に作るか」というようなことも、もう少し書き加えておこう。鉛を硬い陶土製の壺に入れ、ガ

ラス製造窯の火に掛けよ。鉛がガラス化するまで、数日間そのままにして置けばヒアシンス色になるだろう。(1)

ヒアシンスは古来宝石として著名な石で、ジルコン Zircon, $ZrO_2 \cdot SiO_2$ のうち橙色・赤色・褐色、透明のものをい(2)う。現在は Hyacinth と綴る。さて、この製法によって生ずるヒアシンスは恐らく古来 *verre de plomb* (鉛ガラス)として知られたものであろう。通常それは橙色結晶の密陀僧と考えられているが、しかし加熱処理の条件(温度、鉛の分量など)の如何によっては、鉛が陶土製の壺の一部を融蝕して金属鉛ガラスを生ずる可能性が十分に存するであろう。尤もこのようにして生成するガラスが、かなりのアルミナを含有するであろうことはいうまでもないし、またこのガラスがヒアシンスの色を呈するに至るのは陶土に含有される微量の鉄のためであるといえよう。なお同書(英訳)第六卷、第九章のうち「錫ガラスを作ること」*To make Glass of Tin.* には、金属状態の錫を原料とする類似の技法の記述がある。(4)

(二) ネリの『ガラス技術』所載の金属鉛ガラス (c)

一六二二年、アントニオ・ネリ Antonio Neri の『ガラス技術』*L'arte vetraria*. 七巻がフィレンツェで刊行された。その後、一六六二年、クリストファー・メレット Christopher Merrett はこの書を英訳し、所見を付してロンドンの書店から出版した。一六六八年には同じ訳者によるラテン語訳がアムステルダムで、一六七九年にはヨハン・クンケル Johann Kunckel による独訳がアムステルダムとダンチッヒで、一七五二年にはホルバット P.H.D. von Holbach による仏訳がパリでなされた。更にこれらの訳書をもとに、各地でガラス技術に関する書物が著わされ、また百科事典にその内容が抄録され、ネリにより集成されたイタリアの技法は急速にヨーロッパ各国へ伝わっていった。

さて、メレットはネリの『ガラス技術』第四卷第六十一章に関する「所見」において、次のように記している。(5)

Libav. de transmüt. met. 1. 7. c. 20. saith, that the melters, and tryers of metals daily change Lead into

Glass, and that this Glass is Black, Red, Yellow, or otherwise coloured, as the calcined Lead is handled, or as Lead is calcin'd into Lytharge, Ceruss or Minium.

(金屬熔融業者や鑑定人は煨焼鉛を扱ったり、また鉛を煨焼して鉛丹・鉛白・密陀僧に変えたりしているので、彼等は日毎に鉛をガラスに変えているし、またこのガラスは黒・赤・黄、その他の色であるとりバヴィウス Andreas Libavius は述べている。)

この記述のように鉛を煨焼しようとする際にガラスが生成したとすれば、これはホルタの場合と同じく橙色結晶の密陀僧がアルミナを含む金屬鉛ガラスであろう。所謂「鉛ガラス」や「鉛釉薬」の発明は、陶土製の壺内での鉛の熔融、鉛の煨焼に際し、恐らく古代においても経験したであろう壺表面の鉛によるガラス化と深い関わりがあったものと思われる。

金屬状態の鉛が高温において陶土製の坩堝を融蝕することを、ネリも十分に熟知していたことは、彼の『ガラス技術』(英訳書)の第四巻の内、第六十一章「天然の水晶を(熔融せずに)ルビー・ガラス・トパーズ・オパール・ファイヤーオパールなど、その他の美しい色に久しく着色しておく法」⁽⁶⁾ *With the way to colour natural Crystal (without melting it) into the permanent colours of Rubies, Balas, Topaz, Opal, Girasole, & other fair colours.* が坩堝の融蝕による破損を防ぐための諸注意

一、鉛を充分に煨焼しておくほど煨焼鉛は鉛に戻り難く、従って坩堝の底を破損せずにする。

二、熔融ガラスは少量ずつ水中に投入することにより、その中に含まれている鉛の微粒子に至るまで分離しておくか、鉛のために坩堝の底が破壊される。

三、煨焼の際に壺や鉛を、また加工の際に熔融したガラスを過熱してはならぬ。

に当てられていることによっても首肯し得るであろう。西欧における所謂「鉛ガラス」製法の主流は、このネリの注意を尊重する方向、即ち金属状態の鉛を直接ガラス原料として用いないという方向に進展したように見受けられる。なおパラスは蔷薇紅色のルビースピネル Ruby Spinel, $MgO \cdot Al_2O_3$ のことである。⁽¹⁷⁾

(三) ブランコールの「ガラス技術」所載の金属鉛ガラス

ブランコール F. Haudicquer de Blancourt は一六九七年に、ネリの「ガラス技術」をほぼ全面的に包括し、さらに別系統の技法をも収録した二書「ガラス技術」De Part de la verrerie. 十二巻を著わした。その後この書の英訳が The Art of Glass. 二題あり、一六九九年ロンドンにおいて刊行された。この英訳書第八十二章「鉛ガラスの製法」The Way to make Glass of Lead. には⁽¹⁸⁾

You may also make a Glass of Lead, by taking three parts of Lead, one of fine Sand, and change them into Glass in the Furnace:

(鉛三と細砂一で鉛ガラスを作ることができる。つまり窯の中で両者をガラスに変えることができる。)

Glass of Lead	
part	%
fine Sand	1
Lead	3
SiO_2	23.6
PbO	76.4

第七表 ブランコールの「ガラス技術」による「鉛ガラス」の調合・組成。

と記されている。この引用文中の three parts of Lead の Lead が、これより後の諸章に頻出する Calx of Lead (鉛の灰) の誤記でないとすれば、これは明らかに金属鉛ガラスと称することができる。このような反ネリ的な、また中世中国(宋)の金属鉛ガラスの技法を思わせる所謂「鉛ガラス」の製法が、ブランコールの書に記されていることは注意すべきことであろう。なおこの調合より生成が予測されるガラスの組成を第七表に示しておく。

- (1) Giovanni Battista della Porta : *Natural Magick*, London, 1658, p. 184. The British Museum 蔵 [C. 48. h. 12]
- (2) E.S. Dana : *The System of Mineralogy of James Dwight Dana*, 6th Ed., John Wiley and Sons, Inc. 1920, p. 484.
- (3) J.W.Mellor : *A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*, vol. VII, London, 1970, p.639.
- (4) Giovanni Battista della Porta : op. cit., p. 186.
- (5) Christopher Merrett : *Observations on the Auther.* (Antonio Neri : *The Art of Glass*, London, 1662), p. 317. The British Museum 蔵 [1043. c. 20]
- (6) Antonio Neri : *L'arte vetaria*, Firenze, 1612, pp. 57—58. The British Museum 蔵 [58. f. 30]
- (7) Antonio Neri : op. cit., (English Edition), pp. 105—107.
- (8) E.S. Dana : op. cit., p. 221.
- (9) F. Haudiquet de Blancourt : *The Art of Glass*, London, 1699, p. 140. The British Museum 蔵 [1043. c. 24]

八 近代ヨーロッパの密陀僧ガラス

ブランコールの『ガラス技術』のうち、なまに「近代ヨーロッパの金属鉛ガラス」の処で引用した同書(英訳)の第八章「鉛ガラスの製法」*The Way to make Glass of Lead.*の箇所に引き続き次の記述がみられる。⁽¹⁾

As also of three parts of calcined Litharge, and one part of calcin'd Flint, melted and vitrified in the Furnace together.

(煨焼された密陀僧三と煨焼された燧石一が、窯の中で共に溶かされ、ガラス化されてもまた同様に、)

即ち鉛原料として密陀僧、珪酸原料として燧石を用いることが示され、アルカリ原料については何等闕説されていない。したがってこれは明らかに密陀僧ガラスの製法といえるであろう。この調合より生成が予測されるガラスの組成は第八表に示す如きものであり、それはなまに「奈良時代の鉛丹ガラス」の処で引用した正倉院院蔵のガラス玉の組成に近似する

Glass of Lead	
calcin'd Flint	1 part
calcined Litharge	3
SiO ₂	25.0%
PbO	75.0

第八表 ブランコールの『ガラス技術』による「鉛ガラス」の調合・組成。

ものである。更に正倉院院蔵のガラス玉の鉛原料が密陀僧ではなく鉛丹であったとしても、密陀僧並びに鉛丹の生成条件、生成状態などを考慮すれば、技法上この両者の相違をさ程重くみる必要はないであろう。したがってブランコールの記載した「密陀僧ガラス」と正倉院院蔵のガラス玉とは、その組成のみならずその原料及び混合比も共に類似しているといえる。両者のこのような類似性が果して偶然であるのか、近い関係にあるのかの検討は今後に残された興味ある課題といえるであろう。

註

(1) F. Haedicqner de Biancourt: The Art of Glass, London, 1699, p. 140. The British Museum 蔵 [1043. c. 24].

九 近代ヨーロッパの鉛丹ガラス

(一) ネリの『ガラス技術』所載の鉛丹ガラス

ネリの『ガラス技術』(L'arte vetraria, の英訳書第五巻は「この巻では硬度を除けば、あらゆる面で天然の石を凌ぐほどの良さと美しさを有する、エメラルド・トパーズ・クリソライト・ヒアシンス・サファイア・ガーネット・エグマリソンの他の色のペーストを作る真の方法が示される」) Wherein is shown the true way to make pasts for Emeralds, Topas, Chrysolite, Iacynth, Saphyre, Garnat, Egmarmine, and other colours, of so much pleasantness and beauty, that they surpass the same natural stones in all things, except hardness. と題され、⁽¹⁾ そのうち特に第七

十七章より第八十九章までの各章は、いずれも微粉末とした水晶と鉛丹を主原料とし、これに弁柄、マンガン、呉須、緑

青などを着色剤とするペースト paste (模造宝石製造用のガラス質煉り物) の製法に当てられている。⁽²⁾ 例えば同書(英訳)第七十七章「オリエンタル・エメラルドを作る法」*How to make Oriental Emeralds.* には次の如く記されている。⁽³⁾

Take of Crystall prepared two ounces, ordinary Red-lead four ounces, mix and incorporate them well together, good Verdigras two penny weight, Crocus Martis made with Vineger eight grains, Mix all well and set them in a potters furnace, in the hottest place thereof, as long as the fire lasts. To see whether the past be sufficiently baked and purified, clear and transparent, take onely off the cover made of lute, and if the past be pure and transparent to the bottom 'tis a sign 'tis baked enough.

(調製した水晶二オンスと並の鉛丹四オンスをとり、充分に混合せよ。良質の緑青二ペニー・ウエイトと酢を用いて作った弁柄八グレイン、これら全部をよく混合して、陶工の窯の最も熱い場所に、火の燃え続く限り入れておけ。ペーストが満足すべく焼けたか、純化したか、透明になったかを見るべく、封泥の被いを取り払え。もしペーストが底まで純粹・透明であれば、それは充分に焼けた微である。)

さて Crystal という語には、水晶 Rock-crystal、クリスタルガラス Crystal-glass その他の義があるが、上記引用文中の Crystall prepared の場合は前者の義である。それは原文では水晶を意味する語 ⁽⁴⁾ cristallo di Montagna を用いて *Piculus cristallo di Montagna macinato impalpabile, come sopra si è detto oncie dua*

(上述の如く、微細な粉にされた水晶二オンスをとれ)

と記されているからであり、また英訳書の第七十六章「天然の水晶を調製する法」*The way to prepare natural Crystall.* ⁽⁵⁾ に、水晶を灼熱して水中へ投入する操作を二回繰返し、更に斑岩の間で粉砕、篩過した細末を第七十七章以降の各章で

Crystal prepared と称するだらうと記されたらならぬや。

	Oriental Emeralds	a deeper Emerald colour	a more past for Emeralds	Another Emerald	An Oriental Chrysolite	An Oriental Sky colour	with a Violet colour	An Oriental Saphyre	A deep coloured Oriental Saphyre	An Oriental Garnet	A Desher Oriental Garnet	Another fair Garnet
Crystal prepared ordinary Red-lead ordinary <i>Minium</i>	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Crocus Martis</i>	8gr.	10gr.	10gr.		8	5	4.5	6	5	6	5.5	5
<i>Manganese</i>					12gr.			7gr.	8gr.	16gr.	15gr.	52gr.
<i>Zaffer</i>						21gr.	4gr.*	5gr.	42gr.	3gr.	4gr.	6gr.
<i>Verdigras</i>	2dwrt.	3 ^{dwrt.} 13gr.	90gr.	80gr.								
SiO ₂	33.4%	13.3%	22.3%	25.1%	22.6%	20.3%	31.2%	25.4%	28.6%	25.3%	27.0%	28.6%
Fe ₂ O ₃	0.3	0.3	0.2			0.3		0.2	0.2	0.3	0.3	1.3
MnO												
CoO								0.1	1.3	0.1	0.1	0.2
CuO	1.2	1.7	1.5	1.5				0.1	1.3	0.1	0.1	0.2
PbO	65.2	84.7	76.0	73.4	77.4	79.4	70.5	68.6	69.9	74.2	72.5	69.9
備考												

第九表 ネリの「ガラス技術」による各種「ペースト」の調合・組成一覽。Crystal prepared は SiO₂, Red-lead および *Minium* は Pb₃O₄, *Crocus Martis* は Fe₂O₃, *Manganese* は MnO₂, *Verdigras* は CuCO₃・Cu(OH)₂ として試算した。なお *Zaffer*, Chap. 84 の備考欄の Painters Blew smalts, CoO 百分率については本稿十五の註脚を参照。

したがってこのペーストは鉛丹ガラスと称することができよう。上記第七十七章以外の各章については、本文の引用を省略し、それぞれのペーストの調合およびそれより生成が予測されるガラスの組成を表示しておく(第九表)。

(二) イペイの化学書(蘭書) 所載の鉛丹ガラス

イペイ Adolphus Ypey の *Systematisch Handboek der Beschouwende en Werkdaadige Scheikunde, 1804—1807*, 「理論的実際的化学の体系的便覧」は、宇田川榕菴の『含密開宗』の原本となったことで、理化学関係の蘭書の中でも特に名高い。もとイギリスのウイリアム・ハンリー William Henry の著 *The Elements of Experimental Chemistry, 1796* の第二版をトロムスドルフ Johann Bartholomäus Trommsdorff が改訂、独訳したものを更にイペイが改訂蘭訳したもので、その第二巻は一八〇五年にアムステルダムで刊行された。この巻のガラスの項の一節には、アルカリを用いずに、砂と鉛丹のみでガラスを作る製法が記されている。⁽⁶⁾

Ook is men in staat een zeer doorschijnend Kristalglas, op eene zeer eenvoudige wijze, zonder Loogzout, te maken, door een deel zeer zuiver geslidd Zand, met even veel Menie, in een geweld'g vuur, te verenigen, 't geen dus eene uitzondering is, van den straks opgegevene aanmerking, dat de Metaalkalken hunne vereeniging met de Keiaarde alleen aan het bijgevoegd Loogzout te danken hebben.

	Kristalglas
	deel

Zand	1
Menie	1
	%
SiO ₂	50.6
PbO	49.4

第十表 イペイの化学書によるクリスタル・ガラスの調合・組成。

(またアルカリ塩なしに、清浄な細砂一と同量の鉛丹を強い火で融合させて、極く簡単に極めて透明なクリスタル・ガラスを作ることができる。……略……)

即ち上記引用文中には *zonder Loogzout* (アルカリ塩なしに)と明確に記されており、これが鉛丹ガラスであることは明らかであろう。その原料混合比・組成を

第十表に示す。

註

- (1) Antonio Neri : *L'arte vetraria*, Firenze, 1612, p. 69, The British Museum 蔵 [58, f. 30]
Antonio Neri : *The Art of Glass*, London, 1662, p. 123, The British Museum 蔵 [1043, c. 20]
- (2) Antonio Neri : op. cit., (Italian Ed.), pp. 71—78.
Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 128—135.
- (3) Antonio Neri : op. cit., (English Version), p. 128.
- (4) Antonio Neri : op. cit., (Italian Ed.), p. 71.
- (5) Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 125—126.
- (6) Adolphus Ypey : *Sijstematisch Handboek der Beschouwende en Werkdaadige Scheikunde*, Amsterdam, 1805, 2de Deel, bladz. 23. 武蔵編島家蔵 [79—83]

十 近代ヨーロッパのアルカリ塩・密陀僧ガラス

ネリの『ガラス技術』(英訳)第四巻は、「この巻では鉛ガラスを作る真の方法、鉛を煨焼する真の方法、グリーンエメラルド・トパーズの色、空色か淡青緑色、ガーネット・サファイアの色、金黄色、瑠璃色にする真の方法が示される」

Wherein is shown the true way to make glass of Lead, to calcine Lead, and extract from it the colours of green Emerald, Topaz, Skie colour or Sea green, Granat colour, Saphyre, Gold Yellow, and of Lapis lazuli. 以下同題の(1)のうち第六十三章「鉛ガラスを作ること」*To make glass of Lead.* 以下以下の如く記される(2)。

Take of this calcined Lead 15 pound, and Crystall or Rochetta or Polverine Fritt, according as you would make the colours, 12 pound, mix them as well as possibly you can, put them in a pot, and at the end of

10 hours, cast them into water, for by that time they will be all well melted, separate the Lead, and return the metall into the pot, which in 12 hours at most you shall have most fit to work.

(一)の煨燒された鉛一五ポンドを、着けつらうとする色に添じて、クリスタルカロケッタかポルヴェリンかのフリット一ポンドをとり、ておふだけよく混合し、蓋を入れ、一〇時間を終つてはよく融けている筈であるから、これを水中に投じ、鉛を分離し、素地を強に尻せ。せうせう一二時間と素地は加工に適するやうにならざるべからず。

即ち煨燒鉛一五ポンドを、製造しつらうとする色ガラスに適したフリット二ポンドを充分に混合し、坩堝で一〇時間融解した後、水中に投じて鉛を分離し、再び坩堝で一時間程煨燒するべし。アハハヤ、アハハヤ、煨燒鉛の密陀櫃でアハハヤ、アハハヤの密の密六十二番「鉛を煨燒するアハヤ」*To calcine Lead.* ②

At first Calcine Lead in a Kil as the potters do, and in great quantity. Usually in two days they calcine many a hundred pound of Lead. In calcining observe that the Kil be not too hot, but sufficiently heated onely to keep the Lead in fusion, for otherwise 'twill not be calcin'd. When the Lead is melted it yields at the top a Yellowish matter. Then begin to draw forwards the calcined part with an Iron fit for the purpose, always spreading it in the internal extremity of the Kils bottom, which should be of soft-stone, which will bear the fire. And the Kil must have a declivitie towards the mouth, which I pass by as a thing well known. When 'tis calcined once it must be put, and spread a second time in the Kil, to reverberate in a convenient heat, always stirring it with an Iron, and that for many hours, till it come this second calcination to a good Yellow and be calcined. Then serce all in a fine serce, and what passeth not the serce

recalcine it with new Lead. This is the way to calcine Lead in great quantity to make thereof store of
 Pottery ware.

(まず鉛を陶工がしているように、しかも多量に炉の中で煨焼せよ。陶工は普通二日間は何百ポンドもの鉛を煨焼している。煨焼中は炉が過熱せぬよう、しかも鉛が熔融状態を保つ程度には加熱するよう注意せよ。さもないと鉛は煨焼されない。鉛が熔融すると表面に黄色い物が生ずる。その時、適当な鉄具で煨焼された部分を、耐火性の軟かい石でできた炉底の端に揚げながら、手前へ掻きだし始めよ。周知のこととして触れなかったが炉には口の方への傾斜が必要である。一度煨焼した後、煨焼された部分を再び炉に入れて揚げ、絶えず鉄具で掻きまわしながら適当な反射熱を加えねばならぬ。しかもそれは長時間に亘って、即ち煨焼された部分が、この二度目の煨焼で良質の黄色物質になり、すっかり煨焼されてしまうまで続けねばならぬ。次に細かい篩にかけ、篩過せぬものは新しい鉛と煨焼せよ。……略……)

と記されていることから容易に推定することができるであろう。したがってネリの書の「鉛ガラス」の調合およびフリットと鉛成分の比率は第十一表の如くなる。

	glass of Lead
Fritt	pound 12
calcined Lead	15
	%
Fritt	44.4
PbO	55.6

第十一表 ネリの「ガラス技術」による「鉛ガラス」の調合およびフリットと鉛成分との比率。calcined Lead は PbO と仮定した。

一方フリットの製法は同書第二章「クリスタル・ガラス用のフリット別称ボリトの製法」*The way to make Fritt for Crystall, otherwise called Bollito.* 及び第八章「並のフリット即ちボルヴェリン、ロケッタ、スペインのバリアアのフリットの製法」*The way to make ordinary Fritt, to wit of Polverine, Rochetta, and Barilla of Spain.* に記われており、(4) 以下では前者から必要箇所を引用し、その製法を略説する。

Take then of the best *Tarso*, pounded small, and serced as fine as flower, 200 pound; of salt of *Polverine* pounded, and sifted also, about 130 pound, mix them well together, then put them into the Calcar, which at first must be well heated, for if they be put into the Calcar when it is cold, Fritt will never be made of them. At first for an hour, make a temperate fire, and alwaies mix the Fritt with the rake, that it may be well incorporated, and calcined, then the fire must be increased, alwaies mixing well the Fritt with the rake, for this is a thing of great importance, and you must alwaies do thus for 5 hours, still continuing a strong fire.

(小さく搗き碎き、小麦粉のように細かく篩に分けた最上のタルソ二〇〇ポンドと、搗き碎き、同じく篩にかけたボルヴェリンの塩一三〇ポンドをとり、よく混合し、充分に熱せられたカルカルの中に納めよ。冷えているカルカルの中に入れたのでは、決してフリットにならぬであろうから。最初一時間は適度の火とし、フリットがよく合わり、煨焼されるよう、終始レイクで攪拌せよ。これは極めて重要なことなので、終始フリットをレイクで攪拌しながら、次に火を強めねばならない。強い火をなお維持しながら、五時間に亘って終始フリットをレイクで攪拌しなければならない。) この節に続く節にカルカルとレイクについての簡略な説明がある。それによるとカルカルは煨焼窯の一種で、レイクはフリット攪拌用の極めて長い鉄具という。またこの節に先行する節にはタルソについて次のような記述がみられる。⁽⁵⁾

When you would make fair, and fully perfect Crystal, see you have the whitest *Tarso*, which hath not black veins, nor yellowish like rust in it. At *Morran* they use the pebles from *Tesimo*, a stone abounding in that River. *Tarso* then is a kind of hard, and most white marble, found in *Tuscany*, at the foot of the

Vernicola of Pisa, at Seravezza, and at the Massa of Carrara, and in the River Arno, above and below Florence, and it is also well known in other places. Note, that those stones which strike fire with a steel, are fit to vitrify, and to make glass and Crystal, and those which strike not fire with a steel, will never vitrify, which serves for advice to know the stones that may be transmuted, from those that will not be transmuted into glass.

(美しい、全く完全なクリスタルを作りたいならば、黒い脈や鏽のような黄色い部分のない純白のタルソを手に入れることを察知せよ。ムラノではテシノ河に豊富にある小石を用いている。タルソはタスカニー地方(ピサのヴェルコラ山麓、セラヴェツァ、カララのマッサ)で、またアルノ河(上下フローレンス)で、またその他の土地で見出される硬い、純白の一種の大理石である。鋼によって火花をだす石はガラス化し、ガラスやクリスタルを作るに適していること、また鋼によって火花をださぬ石はガラス化しないであろうことに注意せよ。このことはガラスに変成せぬ石の中から、変成する石を知るための助言として役立つのである。)

さて上記の引用のうち最も問題になるのは、*Tarso then is a kind of hard, and most white marble, の箇所である*。この原文では⁽⁶⁾

Il tarso adunque è vna specie di marmo duro, & bianchissimo,

となっていて、*Marmo* は大理石であるから、*Marmetto* がこれを *Marble* と訳したのは正しいし、また *tarso* に対しては *"white Tuscan marble"* 「純白の大理石」などの訳が伊英辞書、伊日辞書で与えられているので、ネリのタルソについ⁽⁷⁾ての説述が誤っているとはいえない。しかしながら当時のガラス職人達が、煅焼した場合に石灰を生ずるような大理石を、

	<i>Fritt for Crystall</i>
<i>Tarso</i>	200
<i>the salt of Polverine</i>	130
SiO_2	72.5
Na_2O	27.5

第十二表 ネリの『ガラス技術』による「クリスタルのためのフリット」の調査・組成。*Tarso* は SiO_2 , *the salt of Polverine* は Na_2CO_3 と仮定した。

	<i>glass of Lead</i>
SiO_2	32.2
PbO	55.6
Na_2O	12.2

第十三表 第十一表および第十二表より試算したネリの『ガラス技術』所載の「鉛ガラス」の組成。

珪酸原料としてフリット製造用に用いたとは到底考え難いこと⁽⁸⁾で、恐らく彼等は普通の大理石とは成分が異なるけれども、その外観が大理石に似ており、しかも硬く且つ純白で、ことによると大理石の一種と思われるような、タルソと呼ばれる石を使用していたのであろう。いま粒状組織を示し、硬い純白の石で、クリスタルガラス用フリット原料として適するもの⁽⁹⁾を考えると、珪岩 *Quartzite* を思い起こすことができる。異論もあるであらうが、ここではタルソを純度の高い珪岩として扱うことにする。

アルカリ原料の製法は同書第一章「ガラス製造技術の基礎―新しい秘法を含む―」*The foundation of the Art of Glasswork, with a new and secret way.* に詳説されている⁽¹⁰⁾。その要点を次に示す。ボルヴェリン *Polverine* またはロケッタ *Rochetta* はレヴァントおよびシリアに産する草の灰のことで、この灰から水で可溶性の塩のみを抽出し、乾燥したものを、例えばボルヴェリンの塩 *the salt of Polverine* と称し、クリスタル・フリット用に供する。

さてここでは便宜上この塩を純度の高い無水炭酸ナトリウムとして扱うこととする。タルソおよびボルヴェリンの塩について、上記のような仮定をした上で、生成するフリットの組成を試算すると第十二表の如くなる。従って、上記「鉛ガ

	glass of Lead.	Class of lead. Another wonder-ful of a wonderful Green Emerald color-aid beyond all other Greens.	Topaz color- in glass of Lead.	A Sky or Sea-green in glass of Lead.	The colour of a Grand out in glass of Lead.	Sapphire col- our in glass of Lead.	A Yellow Gold colour in glass of Lead.	
	Chap. 63	Chap. 65	Chap. 66	Chap. 67	Chap. 68	Chap. 69	Chap. 70	Chap. 71
	pound	20 pound	20 pound	pound	pound	pound	pound	pound
Polverine Fritt	12	16	16	15	16	20	15	16
Crystal Fritt	15	16	16	12	10	16	12	16
Lead calcined		1dwt.	1dwt.					
Crooks Martis						3oz.	1dwt.	2dwt.
Manganese						1/2oz.	2oz.	
Zaffer		6oz.	6oz.*	27/2	1/4oz.			6oz.
brass thrice calcined glass of a Gold Yellow colour					4oz.			
Polverine Fritt		54.7%	54.8%					
Crystal Fritt	44.4%			37.0%	60.6%	55.2%	55.2%	49.1%
Fe2O3		0.01	0.01			0.6	0.01	0.03
MnO					0.1	0.1		
CoO		1.5	1.4		1.4		0.6	
CuO		43.8	43.8	29.6	37.9	44.1	44.2	1.7
PbO	55.6			33.3				49.1
glass of a Gold Yellow colour								

*brass thrice calcined の代りに the Caput mortuum of Vitro-lum Venens を使用

第十四表 ネリの「ガラス技術」による「鉛ガラス」および各種の「彩色鉛ガラス」の割合・組成一覽。Crooks Martis は Fe2O3, Manganese は MnO2, brass thrice calcined は Cu2O として試算した。なお Chap. 66の備考欄の the Caput mortuum of Vitro-lum Venens は胆礬の蒸溜残査の發で、天然に産出する硫酸 CuSO4・5H2O がまた硫酸製造の原料として使われてゐた頃の用語であらう。硫酸銅を加熱すれば600-700°で分解し、三酸化イオウを放つて酸化銅(II)となる「鉛」といふから、この Caput mortuum は CuO として計算した。Zaffer および CoO 百分率については本稿十五の註録を参照。

ラス」の組成は第十一表と第十二表より計算して第十三表の如くなる。なおネリの書の第四卷の第六十五章から第七十一章の各章は、ホルヴェリン・フリット若しくはクリスタル・フリットと、密陀僧を使用して種々の寶石に似た色のガラスを製造する技法に当てられている。⁽¹⁾ここでは本文の引用を省略し、それぞれの調合と、生成が予測される各ガラスの組成を第十四表に示しておく。但しフリットを各成分に別ける作業はこの際省略した。

註

- (1) Antonio Neri : *L'arte vetraria*, Firenze, 1612, p. 57. The British Museum 蔵 [58, f. 30]
Antonio Neri : *The Art of Glass*, London, 1662, p. 105. The British Museum 蔵 [1043. c. 20]
- (2) Antonio Neri : op. cit., (English Version), p. 108.
- (3) Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 107—108.
- (4) Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 7—8. (University Microfilms, A Xerox Company)
- (5) Antonio Neri : op. cit., (English Version), p. 7. (University Microfilms, A Xerox Company)
- (6) Antonio Neri : op. cit., (Italian Ed.) p. 4.
- (7) W. James e Gius. Grassi : *Dizionario Italiano-Inglese e Inglese-Italiano, Parte prima ; Italiano-Inglese*, Lipsia, 1854, p. 411.
野上素一『新伊和辞典』(白水社、一九七三、七版) 八一〇頁。
- (8) Christopher Merrett : *Observations on the first Book. (Antonio Neri : op. cit., [English Version])* p. 259.
- (9) R. J. チャールストン「ガラス」川久保正一郎訳(チャールズ・シンガー『技術の歴史』第五卷、筑摩書房、昭和三十八年) 一七七一—一七八頁。
- (10) Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 1—6.
- (11) Antonio Neri : op. cit., (English Version), pp. 110—116.
- (12) 化学大辞典編集委員会『化学大辞典』九(共立出版、昭和四十二年、縮刷版第三刷) 七二〇頁。

十一 近代ヨーロッパのアルカリ塩・鉛丹ガラス

(一) ボルタの『奇術』所載のソーダ塩・鉛丹ガラス

ボルタ Giovanni Battista della Porta の『奇術』の英訳書 *Natural Magick*, 第六巻「宝石の模造について」のうち第五章の一節「トパーズを模造すべし」と *To counterfeit the Topaze*. には左の如く記されている。(1)

To every pound of glass, adde a quarter of an ounce of crocus of Iron, and three ounces of red-lead, to make it of a brighter red. First put in the lead, then the crocus.

(ガラス一ポンド当り、弁柄四分の一オンスと鉛丹三オンスを加えて鮮明な赤色のトパーズを作れ。初めに鉛丹、次に弁柄を入れること。)

Topaze	
	pound
glass	1
red-lead	3oz.
crocus of Iron	1/4oz.
%	
glass	83.4
Fe ₂ O ₃	1.3
PbO	15.3

第十五表 ボルタの『奇術』による「トパーズ」の調合およびガラス、鉛成分、鉄成分の百分比。

即ちガラスに鉛丹を加えて「鉛ガラス」を製造する方法は、前述のフリットに密陀僧を加えて「鉛ガラス」を製造する方法と本質的に同じであり、その起原はともかく、近代の西欧における「鉛ガラス」製法の常套的一手法である。第十五表には「トパーズ」の調合、およびガラス・鉛成分・鉄成分の百分比を示しておく。

さてここで二次原料として用いられるガラスの製法については、同書、第六巻、第二章の一節「パステイルを如何に沸かす」How Pastils are boiled. に(2)

Artificers call those pellets which are made of the salts, and the forenamed powder and water, Pastils. Take

five parts of salt of Tartar, as many of salt of Soda : double the quantity of these of the forespoken powder of pebbles, and mix them very well in a stone mortar : sprinkle them with water & wet them, so that they may grow into a past, and make Pastils of them in bigness of your fist : set them in the sun, and dry them well. Then put them into a furnace of reverberation, the space of six hours, encreasing the fire by degrees, that at last they may become red hot, but not melt ; wherefore use no bellows : when they are baked enough, let them cool, and they will become so hard, that they will endure almost the hammer.

(工匠は塩と、さきに名を挙げた粉末と水で作られた小球をバステイルと呼んでいる。酒石五と同量のソーダ塩、これらの倍量の上述の小石の細末をとり、石製乳鉢で充分に混合せよ。糊状になるよう水をふりかけて湿らせ、拳大のバステイルを作り、陽に当てよく乾せ。次いでそれらを反射炉に入れ、六時間に亘り、次第に火力を強め、最後に赤熱状態になるように、但し熔けぬようにする(それゆえ鑪はいらぬ)。それらが充分に焼けたとき、冷却すれば、ハンマーにも耐えるほど硬くなっているだろう。)

と記され、続いて同書、第六卷、第三章「炉及びその部分について」⁽³⁾ *Of the Fornace, and the Parts thereof.* に「これらのバステイルを胡桃大に砕き、川鍋で融解し、泡を抜き透明化した後、水中に投じ、少量の鉛白と共に熔融するといふ一連の操作が述べられている。今この少量の鉛白を無視して、生成が予測されるガラスの組成を試算すれば、第十六表の如くなる。従つてこのガラスを二次原料としてトパーズを模造するとすれば、その組成は第十七表に示す如くなるであろう。

	Pastil
powder of pebbles	20 ^{part}
salt of Soda	5
salt of Tartar	5
	%
SiO ₂	82.7
Na ₂ O	12.1
K ₂ O	5.2

第十六表 ボルタの「奇術」による「パステイル」の調査・組成。salt of Soda は Na₂CO₃, salt of Tartar は C₄H₅O₆K と仮定して試算した。

	Topaze
	%
SiO ₂	69.0
Fe ₂ O ₃	1.3
PbO	15.3
Na ₂ O	10.1
K ₂ O	4.3

第十七表 第十四表および第十五表より求めたボルタの「奇術」所載の「トパズ」の組成。

(二) フランス『百科全書』所載の硝石・鉛丹ガラス
 デイドロ及びダランベル等の編輯に係わる著名な『百科全書』十七巻は一七五一年から一七六五年に亘って刊行された。その最終巻に「ガラス製造」*VERRERIE*の項があり、種々のガラスの調査が列記されている。その第二番目に、鉛丹を用いる調査について次のように記されている。(4)

Autre composition avec la mine de plomb. Prenez deux cens cinquante livres de minium ou de mine de plomb, cent livres de sable; ajoutez cela à la composition précédente, avec trois livres d'arsenic blanc; mêlez-bien; faites fondre.

Faites les observations précédemment indiquées; si vous avez des groisils ou morceaux de crystal cassé; ajoutez-les à la composition avant que de la mêler dans les pots.

(鉛鉱物を用いる別の調査。鉛丹又は鉛鉱物二五〇ポンド、砂一〇〇ポンドを用いよ。これを白砒三ポンドと共に混ぜ

の調合に加えよ。よく混合し、熔融せよ。前に示した観察を行なえ。もしカレットか、砕けたクリスタルのかけらがあ
るなら、川堀の中で混合する前に、調合にそれに加えよ。)

このページの引用文中の「*この種の調合*」は *composition précédente* 及び *この手前* 前に記された *この調合*、即ち

(5)

On peut compter sur les compositions suivantes. Prenez cent livres de salpêtre, cent cinquante livres de
sable blanc, pur & net, & où il n'y ait point de matieres terrestres, & dont on s'assurera, comme dans la
verriere à bouteilles. Ajoutez deux livres d'arsenic blanc ; faites-en bien le mélange, raffinez, & quand la
matiere sera affinée, cueillez, soufflez une piece qui ait l'épaisseur d'un écu de France. Si le papier paroît
à-travers ce morceau de crystal froid, comme à la vne, sans perdre de sa blancheur, le crystal est comme il
doit être. Mais si vous appercevez quelque teinture verdâtre, prenez de l'arsenic blanc, pilez-le ; prenez-en
plus ou moins, selon que le crystal sera plus ou moins verdâtre : mettez-le dans un cortet de papier, & le
glissez ensuite dans le trou d'une barre de fer, qu'on appelle *le quartré* ; & plongez ensuite cette barre au
fond du pot ; levant cette barre d'une main, & éloignant le visage le plus que vous pourrez, afin d'éviter la
vapeur, remettez cette barre, & lui faites faire le tour du pot : continuez cette manoeuvre jusqu'à ce que la
barre soit rouge : retirez alors la barre ; & au bout de deux ou trois heures, vous appercevrez du changement
en mieux dans votre crystal. Mais pour lui donner encore plus de pureté, tirez-le hors du pot avec la poche
ou la cueillere ; faites-le couler dans de l'eau fraîche, dont vous remplirez des baquets. Quand il sera froid,
relevez-le de-là ; remettez-le dans les pots ; refondez-le, & vous aurez un crystal plus pur.

(以下の調合を数え上げることができる。硝石一〇〇ポンド、純粋・透明な白砂一五〇ポンドを用いよ。そこには地上の(不純な)ものは何ら含まれていないし、人はその点につき瓶ガラス製造の際と同様、確かめるであらう。白砒二ポンドを加えよ。充分混合し、精煉し、材料が精製された時、摘み取り、フランスの一エキュ銀貨の厚さを有する一片を吹いて作れ。一見冷やかなクリスタルのその一片越しに紙がその白さを失うことなく見えるならば、クリスタルはそれが本来あるべき状態にある。しかしもし幾分緑がかった着色を認めるならば、白砒をとり、砕き、クリスタルが緑がかっている程度に応じて、それを若干とり、紙に載せ、次いでカーレーと呼ぶ鉄の細い棒の穴の中に滑り落とせ。次に坩堝の奥底にこの細い棒を突き入れよ。一方の手でこの細い棒を持ち上げ、熱気を避けるため、できるだけ顔を遠ざけて、この細い棒を元に戻し、坩堝を掻きまぜよ。この操作をその細い棒が赤くなるまで続けて、その細い棒を引き出せ。二、三時間後にクリスタルが良好に変化しているのを認めるであらう。然し更にそれに純粋さを付与するためには、大匙または柄杓で坩堝からそれを引き上げ、桶に満した新鮮な水に流し落せ。それが冷えた時、そこから取り出し、坩堝の中に戻し、再び熔かせ。そうすればより純粋なクリスタルを得るであらう。)

であるから、白砂については一五〇ポンドに一〇〇ポンドを加えて二五〇ポンド、白砒については二ポンドに三ポンドを加えて五ポンドとなり、したがって調合及び生成が予測される「鉛ガラス」の組成は第十八表の如くなるであらう。

	<i>Autre composition avec la mine de plomb.</i>	
de sable blanc, pur & net	livre	250
de minium		250
de salpêtre		100
d'arsenic blanc		5
	%	
As ₂ O ₅		1.1
SiO ₂		45.7
PbO		44.7
K ₂ O		8.5

第十八表 「百科全書」所載の「鉛丹を用いる調合」および生成が予測されるガラスの組成。d'arsenic blanc は As₄O₆ と仮定した。

(三) 蘭書「シヨメル辞書」所載の硝石・鉛丹ガラス

なお江戸時代後期にわが国に舶載された著名な蘭書である「シヨメル辞書」M. Noel Chomel: *Algemeen Huishou-delijk, Natuur-, Zedekundig-, en Konst- Woordenboek*, 第三卷「ガラス」GLAS の項のうち「クリスタル・ガラスを如何に製造すべきか」*Hoe men crystal-glas zal maken.* には「百科全書」にみられた上記の調合が、かなり簡略されてはいるものの、ほぼそのまま掲載されている。即ち

5. Op eene andere wijze met *menie* van *lood* ; neemt 250 pond *lood-menie*, en *sand* 100 pond ; voegt dit bij de voorige *compositie*, met nog 3 pond *witte arsenicum*, en smelt het wel onder een.

(第五、鉛丹を用いる他の方法。鉛丹二五〇ポンド、砂一〇〇ポンドを用いよ。これを白砒なお三ポンドと共にのきの調合に加え、それを一緒によく熔融せよ。)

とあり、その二つ前には

4. Neemt 100 pond *salpeter*, 150 pond *sand* wel *gezuivert*, en 2 pond *wit arsenicum* ; smelt dit wel onder een, neemt er de *proef* van met een stuk ter dikte van een gulden, wanneer er het papier helder doorschijnt, is het goed ; zo het nog niet wit genoeg is, moet er meer *arsenicum* bijgedaan, en egaal in omgeroert worden.

(第四、硝石一〇〇ポンド、充分に精製した砂一五〇ポンド、白砒二ポンドを用いよ。これを一緒によく熔融せよ。そこから一ギルダ一貨の厚さの一片の試料をとり、紙がはつきり透けて見えるならば、それでよく、もしまだ充分に白くないならば、更に多くの白砒を添加し、均等に攪拌しなければならぬ。)

と記されている。(7)

(四) ベルセリウスの『化学教科書』(蘭書) 所載のカリ塩・鉛丹ガラス

スウェーデンの著名な化学者ベルセリウス *Jöns Jakob Berzelius* の『化学教科書』六巻がムルデル等により蘭訳され、*Leerboek der Scheikunde*、と題して一八三四年から一八四五年にかけてロツテルダムにおいて刊行された。この書も幕末にわが国に舶載され、なにかの影響を武雄藩の蘭学に及ぼしたと思われる。同書第二巻に二、三頁に亘ってガラスのことが記されており、その内フリント・ガラスの調合に関する節には、⁽⁸⁾

Flintglas uit 120 deelen wit zand, 35 potasch, 40 menie, 13 salpeter, 6 wit arsenicum, en 1/2 bruinsteen, of : kieselzand 100 deelen, menie 10 tot 85, gezuiverde potasch 35 tot 40, salpeter 2 tot 3, bruinsteen 0,06.

(フリント・ガラス、白砂一二〇分、ポタッシュ三五分、鉛丹四〇分、硝石一三分、白砒六分、二酸化マンガン〇・五分、又方、珪砂一〇〇分、鉛丹一〇乃至八五分、精製ポタッシュ三五乃至四〇分、硝石二乃至三分、二酸化マンガン〇・〇六分。)と記されている。これらの内、前者の調合により生成が予測されるガラスの組成は第十九表の通りである。

ここには偶々目に触れた書物に掲載された「鉛ガラス」の調合を引用したにすぎず、特にこのアルカリ塩・鉛丹ガラスに関する調合の例は、枚挙にいとまなしと称しても過言ではなからう。

<i>Flintglas</i>	
	deel
wit zand	120
potasch	35
menie	40
salpeter	13
wit arsenicum	6
bruinsteen	1/2
%	
As ₂ O ₅	3.6
SiO ₂	61.1
MnO	0.2
PbO	19.9
K ₂ O	15.2

第十九表 ベルセリウスの『化学教科書』による「フリントガラス」の調合・組成。potasch は K₂CO₃, bruinsteen は MnO₂ と仮定した。

- (1) Giovanni Battista della Porta : Natural Magick, London, 1658, pp. 181—182. The British Museum 藏 [C. 48. h. 12]
- (2) Giovanni Battista della Porta : op. cit., p. 179.
- (3) Giovanni Battista della Porta : op. cit., p. 180.
- (4) D. Diderot et J. le R. D'Alembert et al. : Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, Paris, Tom. 17, 1765. p. 155. 正統大分館圖書部藏 [X-O, E, 別 ; No. 262120]
- (5) D. Diderot et J. le R. D'Alembert et al. : op. cit., Tom. 17, p. 155.
- (6) M. Noel Chomel : Algemeen Huishoudelijk, Natuur-, Zedekundig-, en Konst-woordenboek, Tweede Druk geheel verbeterd, en meer als de helfte vermeerderd door J. A. de Chalmot, enz., Leyden en Leeuwarden, 1778. 2de Deel, bladz. 880. 正統大分館圖書部藏 [蘭65—72]
- (7) M. Noel Chomel : op. cit., 2de Deel, bladz. 880.
- (8) Jöns Jakob Berzelius : Leerboek der Scheikunde, naar de derde omgewerkte en vermeerderde oorspronkelijke uitgave vertaald, onder Medewerking van G. J. Mulder, door A. S. Tischhauser, B. Dickma en A. F. van der Vliet, Rotterdam, 1835, 2de Deel, bladz. 320. 正統大分館圖書部藏 [43—48]

十二 近代ヨーロッパのアルカリ塩・鉛白ガラス

イギリスの化学者 Sistematisch Handboek der Beschouwende en Werkdaadige Scheikunde, 1804—1807, の「模倣製
 作」*De mogemachte Edale Gesteenten*. の項に、貴石模造のための二次原料となる「マニピール・スマルトガラス」につ
 いての記述がある。(1)

De tweede soort van dit Glas, ofte het *Manizer Smeltglas*, bekomt men, door de smelting van drie deelen
 zeer fijn poeder van Bergkristal, met drie deelen zuiver Loogzout. Na dat dezeze stoffen te zamen wel

gesmolten zijn, giet men dezelve uit, om ze nochmaals tot poeder te brengen, dezelve in water af te wassen, en ze te droogen, om ze wederom te smelten, met een deel gebrande Borax, en anderhalffdeel Loodwit: waar na die stoffen nochmaals moeten worden fijn gemaakt, afgewasschen, en voor de laatste maal wederom gesmolten, met een twaalfde deel Salpeter.

(第二のガラス、即ちマニゼル・スメルトフラスは水晶の極細末三分を清浄なアルカリ三分と共に燄融して得られる。

これらの原料が充分に融合した後、注ぎだして再び粉末とし、水で洗滌し、乾燥して煨焼硼砂一分と鉛白一分半と共に再度熔融する。その後この材料を再び粉砕し、洗滌し、硝石一二分の一と最後の熔融を行なう。)

het Manizer Smeltglas	
	deel
zeer fijn poeder van Bergkristal	3
zuiver Loogzout	3
gebrande Borax	1
Loodwit	1.5
Salpeter	1/12
SiO ₂	42.3
B ₂ O ₃	9.8
PbO	18.3
Na ₂ O	29.1
K ₂ O	0.5

第二十表 イベイの化学書による「マニゼル・スメルトフラス」の調査・組成。zuiver Loogzout は Na₂CO₃ と仮定した。

上記の引用文中に示されている如く、この調査は鉛白を用いているが、鉛原料として鉛白を使用することは、西欧においても比較的少なかったのではないかと思われる。この調査から生成が予測されるガラスの組成を第二十表に示す。

註

(1) Adolphus Xpey : Systematisch Handboek der Beschouwende en Werkdaadige Scheikunde, Amsterdam, 1805, 2de Deel, bladz. 27—28. 武蔵銅山家蔵〔79—83〕

十三 江戸時代中期の硝石・硫化鉛ガラス

(一) 『和漢三才圖會』所載の硝石・硫化鉛ガラス

正徳三年(一七一三)寺島良安の編纂に係わる『和漢三才圖會』一〇五巻が刊行された。この書はその名の示すとおり、和漢の三才(天地人)に関する事物を一々図を付して解説したもので、その巻之六十「玉石類」の「硝子^{びいどろ}

の条にはガラス素地の製法について、次のように記されている。⁽¹⁾
其法用^チ肌濃^{ヌル}白石^シ生鹽^シ硝^シ微火^シ炒^リ去^ス鹽氣^ス居^ス壺^ノ内^ニ唐津燒^ル投^シ鉛^ヲ於^ニ壺^ニ加^テ硫黃^ニ以^テ炭火^ニ鎔^レ之^レ而^{シテ}候^ル鉛消^ス化^シ石^ヲ末^ニ硝^ヲ末^ニ煉^ル之^レ則^{シテ}如^ク膠^ノ醃^ニ

(其法、肌濃^{じまなか}ナル白石〔細末〕、生鹽硝〔微火ニテ炒リ塩氣ヲ去ル〕ヲ用フ。壺ヲ甕ノ内ニ居ヘ〔唐津燒ノ壺佳シ〕、鉛ヲ壺ニ投シテ硫黃ヲ加テ、炭火ヲ以テ之ヲ熔テ、鉛消化スルヲ候ツテ、石末、硝末ヲ投シテ之ヲ煉ル。則膠醃ノ如シ。上記の読み下し文は、原文の返点を一部を変更してある。さてこの技法は鉛を硫黄によって硫化鉛に変え、しかる後白石の細末、硝石の細末を加えて融解するもので極めて特殊なものである。しかしこのような方法によっても、ガラスが生成することは、以前既に明らかにしたところである。⁽²⁾

(二) 『秘事指南車』所載の硝石・硫化鉛ガラス

『和漢三才圖會』の刊行後、十数年を経た享保十二年(一七二七)、和田伊平の『秘事指南車』が大坂において梓行された。この中に「硝子^{びいどろ}を製する法」という条があるが、その内容は全面体に『和漢三才圖會』に拠っている。尤も『秘事指南車』では原文中の割注なども適当に本文に組み入れながら読み下してあり、以下のような平明な記述となっている。⁽³⁾

一 肌^{はだ}の濃^{こまやか}なる白石^{さいし}を細末^{さいま}し生鹽硝^{しやうおんじやう}を微火^{びい}にて炒^ひて鹽氣^{しんき}をさり二品^{しほ}を調置^てて唐津燒^{からつま}の壺^{つば}を甕^{かま}のうちへす鉛^{なまり}を壺の中へ

いれ硫黄を加へ炭火にてこれをわかし鉛の消化するをうかゞひ右の石末と鹽硝の末とを入れてねるとき膠飴のごとくなるを二尺ばかりの細き銅の筒椀その端に付少あたゝめて吹て形をなす色ハ繪の具を加へて紫碧等にすべし赤色ハなりがたし

註

- (1) 寺島良安『和漢三才圖會』正徳三年刊、版本、卷第六十、五ウ。びいどろ史料庫蔵。
- (2) 棚橋淳二『近世日本におけるガラス製造法の発展とその限界』(二)、『研究紀要』第九号、松蔭女子学院大学・松蔭短期大学学術研究会、昭和四十二年)、二四〇—二四五頁(縦組)。
- (3) 和田伊平(潜龍子)『秘事指南車』享保十二年刊、版本、卷上、七〇—七ウ。びいどろ史料庫蔵。

十四 江戸時代中期の硝石・金属鉛ガラス

(一) 「長崎町づくし」所載の硝石・金属鉛ガラス

渡辺庫輔氏の「長崎町づくし」によれば、長崎には「享保十一丙午(一七二六)年には確かに硝子屋仲間があった」し、またその硝子屋仲間の技法は以下の如きものであったともいう。⁽¹⁾

この硝子屋仲間は、日本硝子仕立様を心得ていて、白石十匁を随分細く粉にして指でふるい鉛十斤を鍋に入れてわかしたのに、その粉を入れて鉛の形の見えなくなるまでませ合わせ、さらに白えんしょう六斤にその合わせ粉を入れ、白地硝子をつくったのである。青色にするには銅粉、琥珀色には丹土、瑠璃色には玉椀薬を入れた。

そして、四尺四方ほどの釜に土壺をぬり込み、先の三色の粉を、堅炭で火強く焼いて荒地のビードロをつくり、これをまたまた粉にして、白えんしょうを少し入れ、再び土壺に入れて焼き立て、諸道具を造った。

ただこの記述には出典が示されておらず、また同氏が既に他界されていることもあって、直接原資料に当たってその内

	硝子 地 白	
	10 ^匁	10 ^斤
白石	10 ^匁	10 ^斤
鉛	10 ^斤	10
白えんしょう	6 ^斤	6
SiO ₂	0.5%	42.4%
PbO	79.0	45.7
K ₂ O	20.5	11.9

第二十一表 「長崎町づくし」所載のガラスの調合・組成（左欄）。白石の重量単位を訂正した調合・組成（右欄）。

容を確認することができないのは遺憾である。さてここに記されている手法は、鉛を熔かし、これに白石末を混入し、更に熔硝即ち硝石と混合するもので、明らかに硝石・金属鉛ガラスといえる。尤もここに示された原料混合比より生成が予測される組成を求めると、第二十一表の左欄に示す如く珪酸分が極端に少なくなる。恐らくこれは右欄に示すように「白石十匁」は「白石十斤」の誤ではないかと思われる。なおガラス組成の計算に際しては、一斤を一六〇匁に換算した。

(二) 『萬金産業袋』所載の硝石・金属鉛ガラス

享保十七年（一七三二）、三宅也來は『世寶大成萬金産業袋』六巻を著わした。同書卷之三「硝子細工」の条には、ガラス原料、融解手順、着色剤、成形法などについての懇切な記述がみられる。これらの内、ガラス原料および融解の手順の箇所を左に引用する。⁽²⁾

△白石脂唐物之よく透とをりて。水晶のごとく成をゑらミ。石の白に入鉄の杵にていかにも細末し。羅合にかけて。扱つよきとよハきと。石の性の淡きと重きとにて。時々の相違あれハ。とかくその湯に成たる鉛の中へ。白石の粉をいれ。鉄のへらをしてみて。ひめのりの少堅きほとにして。鍋の下に炭火を。いかにもほそくしてへらに力をいれねる事也。煉くして終日に及ふ時。半切に水をいれ。右のにえたる白石。鉛を打あくるに。重鉛のごとく成。それをまた。

右の白うすに入いれ鉄かねの杵きねにて。さいぜんのこごとく細末さいまつして。焙硝びんせうの塩しおを取り末まつし。右の粉こなに和まて。鍋なべに入いれ。すみ火すみびにてそろくくと。三日三夜斗たぐたく。

即ち素地の製法は、先ず熔融した鉛の中へ白石脂(多分白色蠟石)の細末を加えて加熱し、両者が融和し軟化した後水中に投じ、次に粉碎して硝石末と混合し、これを加熱融解してガラス化するという。珪酸原料として蠟石が用いられるとすれば、素地の中には多少のカリ、アルミナが混入するであろうが、ここでは一応硝石・金屬鉛ガラスの系統に入れておく。

(三) 『日本之硝子史』所載のガラス器化学分析値

ブレア氏 Dorothy Blair は、その著『日本之硝子史』A History of Glass in Japan. の附録に、ワトソン氏 M.T. Watson, Jr. によって行なわれたトレド美術館所蔵の江戸時代中期のガラスの分析値を採録しておられる。⁽³⁾ (第二十二表参照) これらの内、タンブラー型の酒杯 Tumbler-shaped wine cup (緑色透明、高さ六・六cm) は、図版註解では Straight-walled green cups となっており、その時代について、

An inscription inside the storage box reads: "Transparent green *hidoro* saké cups for ten people. Maruya Seibei. Lucky Day in the First Month, Year of the Tiger, Enkyō 3 (1746)."

(箱書に「緑硝子盃 拾箇 丸屋清兵衛 延享三寅年一月吉日」とある。)

⁽⁴⁾と記されている。なお堅溝のある杯 Fluted cup (無色透明、高さ五・六cm) の時代は確かではないが、多分前者と同じく一七四六年以前、また蓋物 Covered bowl (無色透明であるが微綠色を帯びる、高さ八・八cm) の時代は江戸期であるという。分析値より明らかかなように前二者は酸化鉛四〇―四五%程度を含有し、カリ分は勿論多いが、ソーダ分も一―二%に

違する。後者は酸化鉛五〇彩弱を含み、ソーダ分はほとんどなく、典型的なカリ鉛ガラスである。これらのガラスの原料

	Tumbler-shaped wine cup	Fluted cup	Covered bowl
SiO ₂	41.48	43.02	41.48
Al ₂ O ₃	0.55	0.12	0.07
Fe ₂ O ₃	0.041	0.15	0.12
CaO	2.98	0.36	0.12
MgO	0.44	0.17	0.09
Na ₂ O	2.00	1.13	0.08
K ₂ O	10.76	9.17	8.42
PbO	40.12	45.28	49.60
CuO	0.95		
Ignition Loss	0.40	0.10	0.20
	99.72	100.30	100.18

第二十二表 『日本之硝子史』所載のガラス器分析値（分析者：M.T. Watson, Jr.）。

	Tumbler-shaped wine cup	Fluted cup	Covered bowl
白 石	11	10	9
鉛	10	10	10
硝 石	6	5	4

第二十三表 第二十二表より試算した各ガラス器についての調合比（概数）。

が、仮に白石、鉛、硝石であったとし、今それぞれの分析値のうち三酸化珪素、酸化鉛、酸化カリウムの値をもとに、その原料調合比を試算すると第二十三表に示す如くなる。これらの内、特に最初のもは上記「長崎町づくし」に記された調合比に、かなり近い

比率を示しているといえるであろう。

註

- (1) 渡辺庫輔「長崎町づくし」第五十五回、長崎新聞社、昭和三十七年四月二十五日、五頁。
- (2) 三七也來「世寶大成萬金産業袋」享保十七年刊、版本、卷之三、十五ウー十六オ。びいどろ史料庫蔵。
- (3) Dorothy Blair: A History of Glass in Japan, Kodansha International Ltd. and The Corning Museum of Glass, 1973, pp. 455—456.
- (4) Dorothy Blair: op. cit., p. 399.

十五 江戸時代後期の硝石・金属鉛ガラス

(一) 『日本之硝子史』所載の古文書にみられる硝石・金属鉛ガラス

ブレイ氏 Dorothy Blair が何処でこのガラス製造に関する古文書を開覧され得たのか明らかでなく、従ってその内容については訳文より推測せざるを得ないのは遺憾である。さて同氏の『日本之硝子史』のうち「京都におけるガラス製造」GLASSMAKING IN KYOTO にせよ、この古文書について以下の如く記されている。⁽¹⁾

In spite of the often repeated statement that *bidoro* production spread to Kyoto, Osaka, and Edo, documentation of any such activity in Kyoto seems nearly nonexistent. An exception is a memorandum, dated 1826, possibly from an unidentified *bidoro* maker, named Ejirō (or Eigorō?), of Kyoto to a friend in Nagoya, perhaps a former apprentice.

Bunsei 9 [1826], tenth month.

[From]: Kyoto, Nishi-Horikawa-dōri, Shimodachuri-agarumachi [Street on the west side of Horikawa Canal, above Shimodachuri Street, Kyoto] Ejirō [or Eigorō?] *Bidoro* [*bidoro* maker].

[To]: Noshu, [an old name for Nagoya] Majima-mura, Baba Rokumon no Segare Toyojirō-dono [Toyojirō Esquire, son of Baba Rokumon, Majima, Nagoya].

Document of Secret Instruction for Making *Bidoro*

Item: Put lead into a pan and melt thoroughly. Remove the scum and add zinc, stirring well. Again remove the scum. Then add the powdered stone and mix thoroughly.

As regards the addition of zinc : thirty *momme* [approximately 113 grams] of zinc should be added to one *kan* [3.76 kilograms] of lead.

As for the addition of powdered stone : seven hundred *momme* should be added to one *kan* of lead.

Here in Kyoto that is the way.

As regards potash : three hundred and fifty *momme* should be added to one *kan* of lead.

Item : Method for amber color :

Twenty-five *momme* of red oxide of iron should be added to one *kan* of lead.

Item : Method for dark blue : twelve *momme* of zaffer should be added to one *kan* of *bidoro*.

Item : Method for pale green glass : Twelve *momme* of copper carbonate should be added to one *kan* of *bidoro*.

Item : Method for blue glass : Fifty *momme* of [?] should be added little by little to one *kan* of red lead.

There is, I vow, no error in the above.

(びいどろ製造は京・大坂・江戸に広がったと再三繰返し述べたにも拘らず、京におけるそのような活動の記録はほとんど存在していないように思われる。しかるに、ここに一八二六年の年記のある、京の栄二郎(又は栄五郎?)なるびいどろ師から名古屋の知人、多分曾ての徒弟への覚書がある。

文政九年十月

京西堀川通下立売上ル町 栄二郎（栄五郎？）びいどろ

濃州間島村 馬場六右衛門ノ伴豊二郎殿

硝子びいどろ製法秘書

一 坩に鉛を入れよく溶かし 鉾を除き去りよくかきまじへながら亜鉛を入れ 再び鉾を除き去りて さて石粉を入れよくませ合はするなり

亜鉛の入れやう 鉛一貫に亜鉛三十匁を入れるべし

石粉の入れやう 鉛一貫に石粉七百匁を入れるべし

これは京の法なり

焰硝は鉛一貫に三百五十匁を入れるべし

一 琥珀色の方 鉛一貫に弁柄二十五匁を入れるべし

一 濃き藍色の方 硝子一貫に呉須十二匁を入れるべし

一 うす緑硝子の方 硝子一貫に緑青十二匁を入れるべし

一 青硝子の方 鉛丹一貫に□五十匁少しづつ入るべし

右之通ニ相違無之候

であり、その特色は鉛の三〇程度の亜鉛を鉛に加える点であろう。亜鉛を加える技法については後に触れる。また potash について、本来ならばこの語に対して炭酸カリウム、灰汁（あく）、灰などを考えるべきであろうが、ここでは次の理由に

より仮に硝石と解しておく。即ち当時のほとんどのガラスの調合でアルカリ原料として硝石が用いられていたこと、この調合とほぼ同じ調合が『和硝子製作編』にあり、そこでは potash に相当する箇所が「硝石」となっていること。但しこうした仮定は飽くまでも便宜上のことであり、また同氏が他の箇所、例えば『和漢三才圖會』『萬金産業袋』所載のガラス製造法の訳文において「生塩硝」「焰硝」に対しそれぞれ coarse niter, potassium nitrate salts を当てておられることもあって、⁽²⁾ さきの仮定を固執するつもりは全くない。

ところで着色ガラスの調合で、着色剤を加える割合を、琥珀色の場合は鉛を基準とし、濃き藍色、うす緑色の場合は硝子を基準とし、青色の場合は、着色剤が不明であるが鉛丹を基準としている。最後の場合に何故唐突に「鉛丹」が基準となる原料としてあらわれるのかは判断に苦しむところである。これらの調合により生成が予測されるガラスの組成を第二十四表・第二十五表に示しておく。

	<i>Biidoro</i>	amber color
the powdered stone	<i>momme</i> 700	<i>momme</i> 700
lead	1000	1000
potash	350	350
zinc	30	30
red oxide of iron		25
	<i>%</i>	<i>%</i>
SiO ₂	35.4	35.0
Fe ₂ O ₃		1.2
ZnO	1.9	1.9
PbO	54.5	53.8
K ₂ O	8.2	8.1

第二十四表 『日本之硝子史』所載の古文書によるガラス・琥珀色ガラスの調合・組成。potash は便宜上 KNO₃, red oxide of iron は Fe₂O₃ と仮定した。

	dark blue	pale green glass
<i>Biidoro</i>	<i>momme</i> 1000	<i>momme</i> 1000
zaffer	12	
copper carbonate		12
	<i>%</i>	<i>%</i>
SiO ₂	35.0	35.1
CoO	1.2	
CuO		0.9
ZnO	1.9	1.9
PbO	53.8	54.0
K ₂ O	8.1	8.2

第二十五表 『日本之硝子史』所載の古文書による濃藍色ガラス・淡緑色ガラスの調合・組成。copper carbonate は CuCO₃・Cu(OH)₂ とした。zaffer および CoO 百分率については註例を参照。*Biidoro* の組成は第二十四表によった。

(三) 『萬寶智惠海』所載の硝石・金属鉛ガラス

『口傳秘密 萬寶智惠海』一卷は、これに類する題名を付された雑書と同様日用の雑事について俗間に伝えられた智識を集成した書で、文政十一年(一八二八)に上梓され、嘉永三年(一八五〇)浪花の河内屋新次郎により再鐫された。同書、第十四の「硝子を作る法」には、無色・青色・琥珀色の各ガラスの調合、融解の手順、猪口・盃・瓢箪の製法につき、以下の如く述べられている。⁽³⁾

④ 硝子を作る法

白硝子ハ白石粉十斤^{ふかすのこ}硝十斤^{ふかすのこ}なまり十斤 青硝子ハ石十斤
なまり十斤^{ふかすのこ}えんせう十斤^{ふかすのこ}岩緑青四十日^{ふかすのこ}銅のすりくづ三十
日^{ふかすのこ}但し銅のすりくづ^{ふかすのこ}無時は岩緑青三十日^{ふかすのこ}入ルなり
琥珀色ハ兩日^{ふかすのこ}右之通三色ともニ白石の替りに赤石をも粉^{ふかすのこ}
するなり朱三^{ふかすのこ}匆入べし右の石となまりと一日一夜炭火に
てたきその後素焼の壺へ入その時えんせうをも入るゝな
り^{ふかすのこ}擬金のさほのさきに付吹なり猪口^{ふかすのこ}盃^{ふかすのこ}などを吹ハ金に
てその形をこしらへ其中へ吹おろすなり但し瓢箪を吹に^{ふかすのこ}

Rights were not granted to include this image in electronic media. Please refer to the printed journal.

ハ針はりがねにてくゝりふくなり切落きりおとすニハ水を引ひハ切るなり
水みづか小刀こたなになるなり小口こぐちをぬんめりとうつくしくするに
は吹おとしたる時ゆびにてなつればそのまゝうつくしく
なるなりそれくゝに口傳くでんおほ多し

上記のガラスの調合のうち、「琥珀色」のガラスについ
ての記述、なかでも特に「三色ともニ」という箇所になん
か問題があるので、その内容を整理しながら考察したい。

一「白硝子」①白石粉十斤、焰硝十斤 鉛十斤

二「青硝子」①白石粉十斤 焰硝十斤 鉛十斤

②岩緑青四十日 銅磨磨三十日

③岩緑青七十日

三「琥珀色」①兩日右之通

②三色ともニ

③白石の替りに赤石をも粉こなにする

④朱三分入べし

さて三の「琥珀色」の①「兩日右之通」とは、このガラ
スの原料となる白石粉・焰硝・鉛の各面目が、一の「白硝

Rights were not granted to include this image in electronic media. Please refer to the printed journal.

子」の①および二の「青硝子」の①に同じという意味であろう。今三の②の「三色ともニ」という指示が、三の③の指示に対するものとする、これは白色・青色・琥珀色の三色に共通した指示と解されるので、琥珀色の着色剤と見做されるものは④の朱の添加以外にないであろう。しかしながら朱は摂氏五八〇度という比較的低温で昇華する筈であるから、着色剤に相当するものがなくなってしまうことになる。一方三の③の指示には「白石の替りに赤石」を粉にして用いるとあり、「赤石」は恐らく鉄石英 Ferruginous Quartz、赤玉 Akadama (Jasper)、赤色チャート Red Chart など、鉄を含有する珪酸質の石と推測され、それ故「赤石」を用いた場合は特に着色剤を加えなくても、素地が琥珀色になると思われる。しかし「三色ともニ」鉄を含有する「赤石」を「白石」の代りに用いるとすれば、「白硝子」も「琥珀色」になってしまい、また「青硝子」は緑色になるであろう。

従って三の②の指示は、たとい一般的にはそれが倣註として不自然な形式（本文と同じ字の大きさ——第一回参照——）と見做されても、またこの場合「三色」が白石粉・焰硝・鉛の「三種のもの」ではなく、白色・青色・琥珀色の「三種の色」を示すと解した方が常識的と判断されたとしても、やはり三の①の指示に対する註記と解した方が妥当と思われる。また三の④にみられる「朱」は、恐らく弁柄の誤りであろう。いま上述の諸点を勘案して、前記の三の「琥珀色」の内容を修正し、参考までに左に示しておく。

三「琥珀色」①両目石之通三色ともニ

③（但シ）白石の替りに赤石をも粉にする

④弁柄三刃入べし

	白硝子 ⁴⁾	青硝子 I	青硝子 II	琥珀色
白石粉	10 ^斤			
石		10 ^斤	10 ^斤	
白石(赤石)				10 ^斤
なまり	10	10	10	10
焰硝	10	10	10	10
岩緑青		40 ^斤	70 ^斤	
銅すりくづ		30 ^斤		
朱				3 ^斤
SiO ₂	39.3 [%]	38.7 [%]	38.8 [%]	39.3 [%]
Fe ₂ O ₃				some
CuO		1.6	1.2	
PbO	42.4	41.7	41.8	42.4
K ₂ O	18.3	18.0	18.1	18.3

第二十六表 「萬寶智慧海」による白硝子・青硝子・琥珀色のガラスの調合・組成。岩緑青は CuCO₃・Cu(OH)₂、朱は HgS と仮定した。但し朱は 580°C で昇華する。

さて、以上の各種調合により生成が予測されるガラスの組成は第二十六表に示す如きものである。ガラス組成の計算に際しては、一斤を一六〇日に換算した。なお猪口・盃の製法について、「金にてその形をこしらへその中へ吹おろす」とあり、「金型」の使用に言及されている点に留意すべきであろう。

(三) 『和硝子製作編』『金剛硝子製造法』所載の硝石・金属鉛ガラス

尊經閣文庫に蔵される『單思叢録』には、二、三のガラス製造関係の写本が収録されている。即ち第三十四卷は(『塔硝秘録後序』『製硝秘鑑後序』)『硝子製法集説』『玻璃製法訳説』に、また第三十五卷は『和硝子製作編』『和硝子製作編附録』にあてられている。⁽⁴⁾ これらのうち『和硝子製作編』及び『和硝子製作編附録』は花井一好の著で、前者にはいずれも文政十二年(一八二九)の年記を有する最上徳内常矩の序と一好の附言があり、後者には文政十三年(一八三〇)の年記を有する一好の附言がみられる。これと類似の題名の写本は以前、京都の書肆発行の『思文閣古書資料目録』にでたことがあり、⁽⁵⁾ 最近では鹿島晃久氏からの報を得て、辰澤速夫氏等が東京大学史料編纂所蔵の島津家文書の内に、その存在を確

認し、また由水常雄氏がその一部を公表している。⁽⁷⁾ なお島津家文書中には上記「和硝子製作編」「和硝子製作編附録」の他、同じ著者による「金剛硝子製造法」(以上三点を併せ「玻璃精工全書」と題している)、編者不明の「硝子調合論」(仮題)、玉里文庫にその原本が存在する「硝子製造」などの写本もある。⁽⁸⁾ これらには柱の下方に「公爵島津家編輯所」と刷りのある料紙が用いられている。

さて「和硝子製作編」の内「分量の事」、及び「金剛硝子製造法」の内「和硝子ノ分量方」⁽¹⁰⁾には、それぞれ種々のガラスの調合につき左の如く記されている。因に各調合にみられる「金公」は鉛のことである。⁽¹¹⁾ また各調合の下の丸中片仮名、丸中数字は便宜上附したものである。

○分量の事⁽¹⁾

石粉

八百銭

消石

八百五十銭

金公

一貫銭

右に記せる處の分量法ハ硬き硝子を造るの方なり各その分量の多少に因て硬き軟の異なる物あり能く是を撰むべきなり

○中硬の方⁽²⁾

石粉

七百銭

消石

三百五十銭

金公

一貫銭

○軟種の方⁽³⁾

石粉

六百五十錢

消石

三百五十錢

金公

一貫錢

○中通の方ちゆうとほり

石粉

一貫錢

消石

一貫錢

金公

一貫百錢

○極硬種の方ごくかたなほ

石粉

一貫錢

消石

三百五十錢

金公

八百錢

和硝子ノ分量方

○硬種ノ方かたなほ

石粉

八百目

金公

一貫目

消石

三百五十目

○中硬ノ方㉓

石粉

七百日

金公

一貫目

消石

三百五十目

○軟種ノ方㉔

石粉

六百五十目

金公

一貫目

消石

三百五十目

○中通ノ方㉕

石粉

一貫目

金公

一貫百目

消石

一貫目

○極硬種ノ方㉖

石粉

一貫目

金公

八百目

消石

三百五十目

○中通ノ方㉗

石粉 一貫百目

金公 一貫目

消石 一貫百二十目

紺青 一文目五分

○硬種ノ方㊦

白瑪瑙石粉 一貫目

金公 八百目

消石 三百五十目

○中硬ノ方㊧

石粉 一貫目

金公 一貫目

消石 五百五十目

.....(中略).....

○色消硝子ノ方㊨

石粉 一ノ目

金公 一ノ目

消石 一ノ目

極灰 或海石榴灰(少)見斗

又蘇ノ灰カ又ハ美濃國ヨリイッル和ノ面焼青ヲモ用ユベシ

さて上記引用の調合は一好が『和硝子製作編』の「附言」において、

予累年硝子製作の法を好んで世に未だ傳ハらざる所の秘法の口授を廣く聚め盡く筆記して帳中の珍藏となす

と述べていることから察せられるように、幾つかの伝流に分けることができそうである。例えば『金剛硝子製造法』に纏めて掲載されている軟種・中硬・硬種・極硬種の各調合においては、硝石の量がいずれもさ程意味があるとも思われぬ半端な数値、三五〇目に一定していて、鉛一、〇〇〇目に対する石粉の量だけが六五〇目（軟種）、七〇〇目（中硬）、八〇〇目（硬種）と変化していること、また硬種の鉛と石粉の量比だけを入れかえて極硬種としてることより勘案して、これら四つの調合は一つの伝流に属していたもののように思われる。

ところで今主原料が石粉・鉛・硝石よりなる系について考えると、それら三者を調合する場合、ある原料一、〇〇〇に對して他原料をそれぞれ五〇乃至一〇〇きざみで増減させたとしても、その数値の組み合わせは、実用的なものに限ってもかなりの数に達するであろう。多くの資料についてみると、硝石・金屬鉛ガラスに関しては、一般に鉛の量を基準として幾通りかの石粉の量が定められ、それに伴ない、例外もあるがおよそ石粉の半量程度の硝石の量が各伝流により一応の目安として定められていたように思われる。いま種々の資料にみられる金屬鉛ガラス、並びに硝石・金屬鉛ガラスの各調合を、鉛の量を基準とした調合、及び石粉の量を基準とした調合に大別し、整理して第二十七表・第二十八表に示しておく。また『和硝子製作編』『金剛硝子製造法』にみられる硝石・金屬鉛ガラスの調合、および生成が予測されるガラスの組成は第二十九表の如くなるであろう。なお鉛に亜鉛を添加する場合には第三十六表を参照されたい。

鉛	石粉	硝石	備考
1000	500*	0	『日本ガラス工業史』 p. 275
	650	350	軟種 ㉔④
	700	580	『奇術祕書』煉玉
		350	中硬 ㉔③, A History of Glass in Japan, pp. 207 f.
	800 (八割法)	850	硬種 ①
		420	『奇術祕書』硝子
		400	今魚町傘鉾ガラス細工
		350	硬種 ②
		50	『少年工藝文庫』八割法
	900	400	Covered bowl (Hist. Gl. Japan, p.456)
909*	909*	中通 ㉔⑤	
1000 (割法)	1000	色消硝子⑬, 『萬寶智恵海』	
	600	『長崎町づくし』	
	550	中硬 ④	
	500	Fluted cup (Hist. Gl. Japan, p. 455)	
	300	『日本近世窯業史』第4編 p. 212	
1100	1120	中通 ⑦	
	600	Tumbler-shaped wine cup (Hist. Gl. Japan, p. 455)	
1250*	437.5*	極硬種 ㉔⑥, 硬種 ⑤	
	0	『日本ガラス工業史』 p. 292	

第二十七表 鉛の量を基準とした各種調合。*付数字は鉛を1000としたときの石粉・硝石の量の換算値、イタリック体数字は分析値より逆算した概数。

石粉	鉛	硝石	備考
1000	2000	0	『日本ガラス工業史』 p. 275
	1100	1000	中通 ㉔⑤
	1000	1000	色消硝子⑬, 『萬寶智恵海』
		600	『長崎町づくし』
		550	中硬 ④
		500	Fluted cup (Hist. Gl. Japan, p. 455)
		300	『日本近世窯業史』第4編 p. 212
800	350	極硬種 ㉔⑥, 硬種 ⑤	
	0	『日本ガラス工業史』 p. 292	

第二十八表 石粉の量を基準とした各種調合。イタリック体数字は同上。

	硬種①	硬種②	中硬③③	軟種④④	中通⑤⑤	極硬種⑥⑥ 硬種⑧	中通⑦	中硬③	色消硝子⑤
	錢	目	錢	錢	錢	錢	目	目	目
石粉	800	800	700	650	1000	1000	1100	1000	1000
金公	1000	1000	1000	1000	1100	800	1000	1000	1000
消石	850	350	350	350	1000	350	1120	550	1000
紺青							1.5		
SiO ₂	35.2%	39.2%	36.1%	34.4%	37.7%	49.4%	40.7%	42.9%	39.3%
CoO							0.06		
PbO	47.4	52.8	55.5	57.0	44.7	42.6	39.9	46.2	42.4
K ₂ O	17.4	8.0	8.4	8.6	17.6	8.1	19.3	11.0	18.3
備考	この割合は「硬種」用として、硝石850錢は指すの350錢である。					⑧は石粉の代りに白瑪瑙石粉		煙灰・海石・陶灰・美濃・漆・油・少許を加	

第二十九表 『和硝子製作編』所載（丸中片仮名）, 『金剛硝子製造法』所載（丸中数字）の種々のガラスの割合・組成。金公は Pb。紺青および CoO 百分率については註⑧を参照。

さて「和硝子製作編」には、「鉛の滓を除く法」⁽¹²⁾「粉合の事」⁽¹³⁾「粗煮の事」⁽¹⁴⁾「精煮の事」⁽¹⁵⁾の四条件下において、ガラス素地製造法が述べられている。この素地製造法は硝石・金屈鉛ガラス特有のものであり、また記録として代表的なものと思われるので以下に各条を引用すると共に、その要点を整理して第二図に示しておく。

○鉛の滓を除く法

金公の滓を除き去るにハ先づ粉合の鉄鍋を爐の上に安へ置きて武火を以て是を煇き鉛を入れ熔し更に又亞鉛を加ひて熔し速に鉄の匙を以て鉛の滓を悉く掠め取りて除き去るべし而して後に石粉を合せて攪へるなり是を粉合と名くる此の如くなしたるは尤も其硝子の青色を少しく除く鉛一貫錢にハ亜鉛を三十分計を加ふ硝子製造家必ず此術を施すべし

○粉合の事

爐の上に鉄の平鍋を安へ置きて金公を入れ武火を以て鉛を蕩し前文にも言へるがごとく亜鉛を加へて鉛の滓を除くなり夫より別に石粉を火の上にて温め置きたるを右の鉛の焙たる内に入れて鉄の匙を以て強く攪へて鉛と石粉と能く和ぜ合すべし鉛と石粉とよく混和したる時に火より下し少く冷し消石の細末を加へて手を止す強く攪へて煉化す是を称して粉合とハ言ふ

○粗煮の事

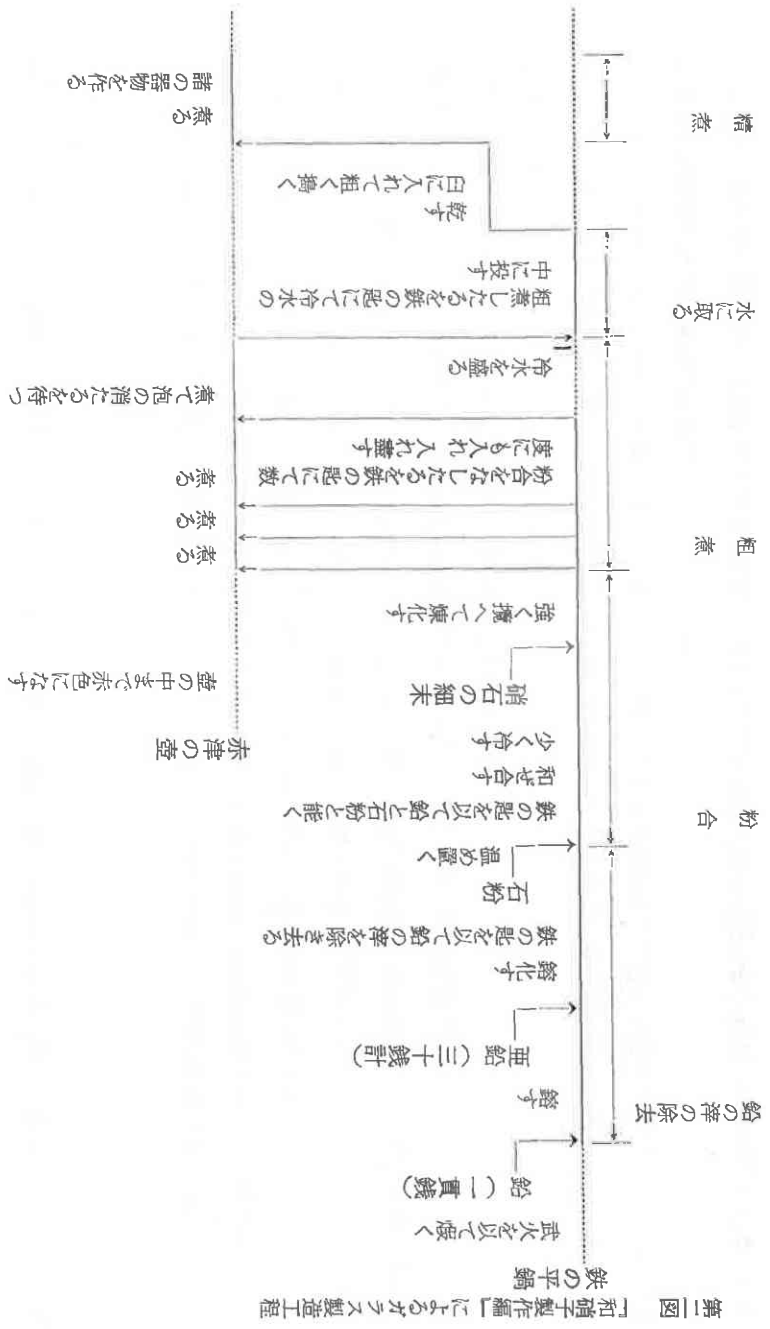
爐に赤津の壺を安へ置き壺の口の周圍を泥を以て合際を能く塗り塞ぎ爐の内に木炭を入れ前栓灰落の口をも悉く泥にて塗塞ぎ壺の中を布に水を潤し拭ひて清くなし壺の蓋を以て壺の口に當て爐の上にて火を焚す時ハ爐の中の炭に火氣移りて通紅となる壺の蓋に手を當て火氣の猛烈となりたる時に壺の口の蓋を除きて壺の中を觀るに赤色になれば前の粉合をなしたるを鉄の匙にて七ひ入れて亦壺の蓋を封じ置き須臾通紅の煮るを候ひ亦前の粉合を入れ一劑を數度にも入れ更に是を煮るなり謹で一劑を一度に入ること勿れ然して後一劑を入れ壺し煮て泡の消たるを待て粉合の鉄の平鍋に冷水を盛り其中に壺の内の鎔たるを名けて粗煮と稱す此粗煮したるを鉄の匙にて七ひて冷水の中に投すべし是を稱して水に取ると言ふなりこの如く水に取るとハ其塩氣を抜き去るの法なり

○精煮の事

前に言へる水に取りたるを取り出して水氣を乾し白に入れて粗く搗きて再び壺に七ひ納れて煮るを精煮とハ言ふ右の如く精煮したるを以て諸の器物等を作る鍾或ハ壘のごとき物をも随意に出る染色の如きは画具の條において詳に述べ種々の彩色をなすも其好に應ずべし

このうち「鉛の滓を除く法」に記されている技法は、前述のブレア氏の『日本之硝子史』所載の古文書にみられる技法

第二圖 「和硝子製作羅」によるガラス製造工程



と極めて類似しており、且また、調査に関しても⑩⑪の記号を付した「中硬」のガラスの調査は同書所載の古文書にみら

れるものと極めて類似しているといえよう。

なお『和硝子製作編』については、いずれ詳細にその内容を検討したいと思うが、いま注目すべき点につき簡単に触れておきたい。それは同書、「和製義屋満の法」の条にみられる鉛原料を用いない調査に関するもので、以下の如く記されている。⁽¹⁰⁾

○和製義屋満の法

今世間に専ら流行なす偽製の義屋満は酒酪の器或ハ斧掃枝等に造れる物ハ皆此法に依て製するものなり絶て本製の硝子を作る者なし故に其色ハ白しといへども破れ易し實用の器となし難きものなり左に其法を載す

石粉 一貫錢

蓬砂 六百錢 或 八百錢

消石 三百五十錢

右に用ゆる蓬砂ハ煨たる物を以て細末となし又は消石をも粉となすべし二品の蓬砂消石を合せ石粉に攪へて三種とも能く混和したるを塙に入れて鎔化すれば硝子となる

「和製義屋満」と「和製」を強調し、また「今世間に専ら流行なす」と述べ、更に一般に和製と考えられる酒器・斧・髮差などに造る物は、「皆此法に依て製する」という証言は軽々に聞き過すわけにはゆかぬであろう。江戸時代のガラスがすべて「鉛ガラス」であるとする通説に対して、これは正しく一つの反証となりうるものであろう。

(四) 『奇術祕書』所載の硝石・金屬鉛ガラス

『奇術祕書』と題する一写本は野中武寅なる者の筆記によるもので、料紙としては罨紙が用いられている。罨紙の柱の

Rights were not granted to include this image in electronic media. Please refer to the printed journal.

Rights were not granted to include this image in electronic media. Please refer to the printed journal.

第三図 「奇術祕書」所載の「硝子拵ル方」「煉玉ノ方」

下方には「河陽亭」とある。その内容は雑多な実用的知識に当てられ、その中に「硝子拵ル方」「玉拵ノ方」「煉玉ノ方」などの条がある（第三圖）。この内「玉拵ノ方」は石粉・黄をう、それに生麩から製した糊を原料とするもので、ガラスではない。他の二方を左に引用し考察する。¹⁷⁾

一硝子拵ル方

白石火ニ而焼キ粉ニ致ス是を石粉ト申ス

石粉八拾匁 鉛百匁 白焰硝四拾貳匁

右石粉をアクへ入水干シ鉛焰硝合火ニテ練アク水へ入取出レ又火ニテ練候而鉄の管ニ而吹ク也

.....(中略).....

一煉玉ノ方

鉛百匁 白焰硝五拾八匁 石粉七拾匁

右火練也

	硝子	煉玉
石粉	80 ^匁	70 ^匁
鉛	100	100
白焰硝	42	58
SiO ₂	38.6 [%]	34.2 [%]
PbO	52.0	52.6
K ₂ O	9.4	13.2

第三十表 「奇術祕書」
所載の「硝子」「煉玉」
の調合・組成。

「硝子拵ル方」には先ず「石粉」についての説明があり、それによると、白石は加熱・冷却・粉砕という操作により、粉末化できることが示されている。またこの製法で特に留意すべき点は、石粉を先づ「アク水」即ち灰汁に浸して乾燥し、次に鉛・焰硝と共に融解した後、灰汁へ入れて急冷・粉砕し、再度熔融するという一連の操作であろう。灰汁に浸すことにより、炭酸アルカリが石粉に均等に附着し、融解を促進する効果があるであろう。

また、あらかじめ煮をしたガラス末についても、炭酸アルカリの附着は熔融を容易ならしめる作用があるであろう。以上の調合から生成が予測されるガラスの組成を第三十表に示す。但し「アク」から添加されるであろう炭酸アルカリは、組成計算の際無視した。

(五) 「日本近世窯業史」所載の硝石・金属鉛ガラス

「日本近世窯業史」第四篇「硝子工業」は大日本窯業協会の委嘱を受け、平野耕輔他八名が文献・文書・口碑等各種資料を収集し、これをもとに明治四十年稿を起し四年の歳月を費やして完成したもので、出典が明らかにされていないため、確認し難い憾みがあるが、その記述はかなり正確なものといえよう。同篇、第七章「製作方法の變遷」には、ガラス素地の原料及び調合並びに融解の手順につき以下のように記されている。

而して、製作法變遷の参考として一言すべきは素地配合なりとす。ビイドロ、ギヤマン時代の硝子は今日の加里鉛硝子に屬し、珪酸原料としては砂を用うる事なかりき、即ち今日傳はる其時代の製品例へば鹿兒島、佐賀等の諸藩にて製作せる高級なるクリスタル硝子製器物の如き皆然り。文政二年美濃國可兒郡土田村に開業せる石塚岩三郎が、久世候の御用硝子吹立をなせる際、全村庄屋より岩三郎に宛てたる覺書によれば、金三步二朱銀三匁五分白焰硝二貫目、金一匁二分鉛三貫目、金一分二朱礮砂、銀六匁とたん二百目等とあり、珪石は古城山より採收し、字櫻井に水車を設けて粉碎せりと云ふ。又福岡藩が陸新地精煉所を設けて硝子を製造せし時は、遠賀郡鹿毛沼村産の堅硬なる珪石を用る、之に長崎より購入せる鉛、硝石等を配合し信樂埴塼を用る、那珂郡野間村の粘土を以て築窯し、糟屋郡犬鳴山産堅炭を燃料に使用せり。而して配合中に礮砂を混用するは、彼の佐久間象山が蘭書によりて知得し、之を嘉永安政の頃、ギヤマン屋として有名なりし加賀屋久兵衛に傳授せるを嚆矢とすと云ふ。尙ほ當時舍密開宗、名物考等蘭書の翻譯現はれ、其中の

硝子に關する記述は當時斯業者の則る所となりしが如し。明治に入りても其初年には大なる進歩なく、明治新式硝子工場の始祖たりし興業社に於てすら、坩堝を始め築窯材料、粘土等を一々英國より取寄せ、珪酸原料としては甲州の名物たる御嶽山の水晶及び其根石たる珪岩を使用せり。其他一般硝子業者も、火舎其他器物類總て鉛硝子にして、珪酸原料には主として美濃石粉を用ゐ、之に金屬狀鉛及硝石を調合するものとし、其法先づ棒狀鉛を鍋に入れて熔かしたる處へ、石粉即ち珪石粉末を投入して鉛を吸取らせ之を冷却して獲たる粉末に硝石を混じ、信樂坩堝に裝入して木炭の火にて熔融するものにて、配合の一例を擧ぐれば石粉十貫、鉛十貫、硝石三貫の如きものなりき。珪砂を用うるに至りしは、興業社が板硝子製造には白砂を用うる事を聞き百万苦辛探求の上、遂に伊豆白濱に於て發見せる珪砂を使用せるに始まるが如し。一般に曹達石灰硝子を採用せるは略明治十六年頃よりとし、當時は曹達の原料として重炭酸曹達を用ゐたり、曹達灰は其後數年を経たる二十年以降に於て使用者を見るに至れり。

この記述は鉛原料の変遷については触れられておらず、むしろ珪酸原料の変遷に重きがおかれている。即ちそれによると江戸時代から明治初年にかけては、珪酸原料として珪砂は用いられておらず、専ら珪石が用いられたといひ、二、三の例が示されている。そこに挙げられた例は少ないが、他の記録にみられる諸例においても、やはりこの原則は当てはまる

鉛硝子	
石粉	10
鉛	10
硝石	3
%	
SiO ₂	45.1
PbO	48.6
K ₂ O	6.3

第三十一表 「日本近世硝子製造の原料組成」

ことを指摘しておきたい。

さてここではガラス素地製法が具体的に述べられている上記引用文の末に注意したい。即ちそれは原料としては美濃石粉・金屬狀鉛・硝石を用い、最初熔融状態の鉛の中へ石粉を入れて鉛を石粉に附着させ、次に硝石を混入して坩堝でこれを融解するというもので、各工程における生成物の

状態については、曾て実験・観察を行なったことがあるので、その記録を参照されたい。⁽¹⁹⁾ 一つの例として挙げられた調査、及びそれより生成が予測されるガラスの組成を第三十一表に示しておく。

(六) 「少年工藝文庫」所載の硝石・金屬鉛ガラス

石井民司研堂が明治中期に少年の啓蒙のために著わした叢書に「少年工藝文庫」十二編がある。読者の対象は少年であるが「何れも皆専門の學者及び當事者につき實地實驗の説に就て編成せしものなれば其有益なること言を俟たず」と広告文に謳っているだけあって、その記述内容は、いい加減なものではなく、充分參考資料になり得ると思う。

さてこの叢書の第六編「硝子の巻」(明治三十五年「一九〇二」刊)には當時行なわれていた新技法と共に旧幕時代のガラスの特質・製法などが記されている。同編、第二十七回「風鈴とベコンク」の内、「昔の硝子の原料」の条には次のように記されている。

「昔のは、坩堝るつぽぼといふても、貧乏徳利の胴びんずいとり中に孔じいなかを明けて使つかつた位で、種の調査たねは、鉛十ちようじゅうに硫酸粉八いしつちのを八割法わちりといひ、鉛と硫酸粉いししちと同量じりりょうなのを、胴返じいがえしといふてました。八割わちりの方かたで申せば、平鍋ひらなべといふ淺鍋あきなべを火あかにかけ、底この赤く焼やけた時、鉛四貫目しゆを入れて溶とかし、三貫二百目の硫酸粉いししちの中、先まづ一貫五百目位くわいを入れて、頗すこる念入ねんいりにかきませ、それがすっかりまぎつてから、残のこりの石粉いじち一貫七百目を入れ、それもよく混和こんわさせて、更さらに壺つぼに入れ、五時間位沸わかします。そして、鐵柄杓てつびょうしやくで之を汲くみ、水みづの中に投なげますが、之を荒煮あらかをかい出すといひます。其沈澱物しんでんぶつを取とつて硝石二百目を加へ、八時間ほど煮るを、本煮ほんにと申し、始めて細工さいくに適てします。胴返かえしの方かたになると、石粉いしちの量りやうが多おほくなるものですから、八割わちりのよりは、沸わきが困難くわんなんでした。

ここに記された内容を、原料調査比と、融解の手順とに別けて考えたい。先ず調査に関しては「八割法」「胴返し」とい

う用語の説明がある。それによると鉛一〇に石粉八入れるのを「八割法」鉛一〇に石粉一〇、即ち同量入れるのを「胴返し」と称するという。この伝でいえば、鉛一〇に石粉を七、一五、二〇入れるのを、それぞれ「七割法」「十五割法」「二十割法」などと称することもできるであろう。またこうした調合についての呼称から、当時の調合基準は一般に金属状態の鉛であったと推定されるのである。

	八割法
	目
鉛	4000
硫酸粉	3200
硝石	200
	%
SiO ₂	42.1
PbO	56.7
K ₂ O	1.2

第三十二表 『少年工藝文庫』所載の「八割法」によるガラスの調合・組成。

さて次に融解の手順であるが、「八割法」の場合は手鍋で鉛を熔かし、石粉は一度に全部を混合するのではなく、全体を四割七分位と五割三分位に分け、これを二度に亘って、即ち前者が鉛と充分混合してから後者を加えて更に混合し、この混合物を一度壺で五時間位沸かしてから、鉄柄杓で汲み出して水中に投じ（「荒煮をかい出す」）、次に水よりこれを取り出し、

硝石五分を加えて八時間ほど加熱する（「本煮」）という。このような手法で生ずるガラスの組成は、第三十二表の如きものであろう。

(七) 魚の町傘鉾のガラス細工の分析値

長崎市の諏訪神社の祭礼に今魚町（魚の町）が奉納した傘鉾は、鯛・ワセ・伊勢海老・籠・竿・地引網・葎などのガラス細工で飾られている。⁽²¹⁾以前は江戸町・榎津町・本紙屋町・東古川町・桶屋町の傘鉾にも美麗なガラス細工がみられたという。⁽²²⁾魚の町の細工は嘉永六年（一八五三）の作と伝えられ、無色・黄色・青色・青緑色・紫色のガラスが用いられている。山崎一雄氏はこれら各ガラスについて、その主要化学成分の分光分析を試みられ、⁽²³⁾また青緑色のガラスについては完全分析をされ、それぞれ第三十三表および第三十四表に示す如き結果を得られた。

試料ガラス	比重	主要化学成分			
		酸化鉛	無水珪酸	酸化アルミニウム	酸化銅
1. 紺色 (魚籠の紐)	約4	64	32	0.10	0.02
2. 青緑色 (芦)	約4	63	33	0.15	0.6
3. 黄色 (魚籠)	約4	70	28	0.09	—
4. 無色 (魚の鱗)	約4	69	31	0.18	—

この分析値は分光分析によるもので、その精度は相対誤差±6%である。

第三十三表 魚の町傘鉾のガラス細工の分光分析値。「古文化財の科学」12号所載。(分析者：山崎一雄氏)

	魚籠の紐	芦	魚籠	魚の鱗	青緑色ガラス
白石	55	55	45	50	80
鉛	100	100	100	100	100
硝石					40

第三十五表 第三十一表・第三十二表より試算した各ガラスについての調合比(概数)。

試料	長崎市魚町傘鉾破片
色	青緑
ガラス質	鉛
SiO ₂	36.9
PbO	51.0
Al ₂ O ₃	0.03
Fe ₂ O ₃	0.26
CaO	0.41
MgO	0.03
Na ₂ O	0.13
K ₂ O	8.47
CuO	1.58

本表(山崎)

第三十四表 魚の町傘鉾のガラス細工の化学分析値。「日本の考古学」IV所載。(分析者：山崎一雄氏)

さてこれらのガラスの原料が仮に白石・鉛・硝石であったとし、今それぞれの分析値のうち二酸化珪素・酸化鉛・酸化カリウムの値をもとに、その原料調合比を試算すると第三十五表の如くなる。

註

- (1) Dorothy Blair: A History of Glass in Japan, Kodansha International Ltd. and The Corning Museum of Glass, 1973, pp. 207—208.
- (2) Dorothy Blair: op. cit., pp. 182—183.
- (3) 『口傳秘密萬寶智恵海』文政十一年刊、版本、七十四ウー七十五オ。ぴいどろ史料庫蔵。
- (4) 『國書總目録』第八卷(岩波書店、昭和四十七年)、四〇〇頁。
- (5) 『思文閣古書資料目録』第十二号(思文閣、昭和三十三年五月)、三六頁には、1770和硝子製造篇 花井一好(最上徳内序)筆写和 一、〇〇〇と記されている。

- (6) 辰澤速夫「薩摩硝子関係資料収集について」(ガラス研究会、昭和四十九年)、同資料第一回配布時の趣意書。
- (7) 由水常雄「薩摩硝子」(「藝術新潮」第二九七号、新潮社、昭和四十九年九月)、一四一—一六頁。
- (8) 辰澤速夫、前掲趣意書。
- (9) 花井一好「和硝子製作編」文政十二年序・附言、写本、四ウー五ツ(本文)、前田育徳會尊經閣文庫蔵(以下尊經閣本)。四ウー五ウ(本文)。東京大学史料編纂所蔵(以下東大史料本)。
- (10) 花井一好「金剛硝子製造法」天保三年附言、写本、五オー六ウ(本文)、及び七ウー八オ(本文)。東京大学史料編纂所蔵。
- (11) 李時珍「校正本草綱目」貝原益軒校訂、寛文十二年刊、版本、金石部第八卷、十三オには、
鉛
.....(中略).....

時珍曰.....(中略).....而神仙家折其字爲三金公一

と記されている。

- (12) 前掲「和硝子製作編」尊經閣本、六ウー七オ(本文)。東大史料本、六ウー七オ(本文)。
- (13) 前掲「和硝子製作編」尊經閣本、七オー七ウ(本文)。東大史料本、七オー七ウ(本文)。
- (14) 前掲「和硝子製作編」尊經閣本、七ウー八ウ(本文)。東大史料本、七ウー八ウ(本文)。
- (15) 前掲「和硝子製作編」尊經閣本、八ウー九オ(本文)。東大史料本、八ウ(本文)。
- (16) 前掲「和硝子製作編」尊經閣本、十オー十ウ(本文)。東大史料本、九ウー十ウ(本文)。
- (17) 野中武寓「奇術祕書」写本、十ウー十一オ(本文につき)。びいどろ史料庫蔵。
- (18) 大日本窯業協会「日本近世窯業史」第四編「硝子工業」(大日本窯業協会、大正六年)、二一一—二二頁。
- (19) 棚橋淳二「近世日本におけるガラス製造法の発展とその限界」(一)、(「研究紀要」第九号、松蔭女子学院大学・松蔭短期大学學術研究会、昭和四十二年)、二四二—二四三頁(縦組)。
- (20) 石井民司研堂「少年工藝文庫」第六編「硝子の巻」(博文館、明治三十九年、第三版)、九九—一〇〇頁。
- (21) 林源吉「ビードロ細工と長崎」(「長崎談叢」第十三輯、昭和八年、八一頁)。
- (22) 山崎一雄「長崎諏訪神社祭礼の傘鉾について」(「ガラス細工」(「古文化財の科学」第十二号、昭和三十一年)、三九頁)。
- (23) 棚橋淳二「日本のガラス」(「セラミックス」第七卷第十二号、窯業協会、昭和四十七年)、九四六—九四八頁。
- (24) 林源吉、前掲論文、八一頁。
- (25) 山崎一雄、前掲論文、三九頁。
- (26) 山崎一雄「ガラス」(「三上次男・橋崎彰一」(「日本の考古学」)「歴史時代」(上)、河出書房、昭和四十二年)、四〇四頁。

(25) 本稿の表中にみられる酸化コバルト CoO の百分率に關し、Neri にまづいて Blair の書にみられる Zaffer¹⁾ 一好の書にみられる紺青・曲燒青は與須・aspolite などと同様比較的少量の酸化コバルト(一・五—一七・三%)を含む wad のことである。本来 wad は主にマンガンの酸化物よりなり、鉄・コバルト・ニッケル・アルミニウム・銅・鉛・アルカリ金属・アルカリ土金属の水化物等を含むし、成分は一定していない。また珪酸三〇%程度を含むものもある(内藤匡「岩古陶磁の科学」二女社、一九六二、二二四頁)。wad はその成分のほとんどがガラス化するが、wad に含まれる水分の量(三—二五%)に依じて、ガラス化する量は表中の CoO の列に示した値の九七—七五%程度となる。更に酸化コバルトの實際の百分率は、その減少した値の一・五—一七・三%程度の値となる筈である。wad にづいての詳細は C. Palache, H. Berman & C. Frondel: The System of Mineralogy of James Dwight Dana……, 7th Ed. vol.1, 1944, pp. 566—571. を参照されたい。

なお Neri の書にみられる Painters Blew smalts は、謂所スマルトで青色顔料として用いられる濃藍色のガラスである。その主成分は珪酸コバルト・カリウムで六五—七一%の SiO₂、一六—二二%の K₂O、六—七%の CoO、その他少量のアルミニウム、鉄の酸化物を含む(井上敏・小谷正雄・玉藤文一・富山小太郎「岩波理化學辭典」岩波書店、一九五五年、第二刷、七一—四頁)。またスマルト二種の分析値が内藤匡、前掲書、二二四頁に掲載されている。スマルトはその成分のほとんどすべてがガラス化するので、酸化コバルトの實際の百分率は、表中の CoO の列に示した値の六—七%程度となる筈である。

	硬種①	硬種②	中硬③	軟種④	中通⑤	極硬種 硬種⑥	中通⑦	中硬⑧	色消硝子 ⑨
石粉	830 匁	800 目	700 錢	650 匁	1000 匁	1000 匁	1100 目	1000 目	1000 目
金公	1000	1000	1000	1000	1100	800	1000	1000	1000
珪鉛	30	30	30	30	33	24	30	30	30
消石	850	350	350	350	1000	350	1120	550	1000
紺青							1.5		
SiO ₂	34.6%	38.5%	35.4%	33.7%	37.2%	48.7%	40.2%	42.2%	38.8%
CoO							0.05		
ZnO	1.6	1.8	1.9	1.9	1.5	1.5	1.4	1.6	1.4
PbO	46.6	51.8	54.5	55.9	44.0	41.9	39.3	45.4	41.7
K ₂ O	17.1	7.8	8.2	8.5	17.3	7.9	19.1	10.8	18.1

第三十六表 花井一好の『和硝子製作編』「金剛硝子製造法」による各種ガラスの原料配合・組成。但し「鉛の差を除く法」「粉合ノ度」の記すところに依り、鉛一貫錢につき珪鉛三十錢を加えた場合を示す。紺青および CoO 百分率については註例を参照。