

平成28年度金沢大学資料館特別展

# ガラスの 博物誌

金沢大学資料館



正倉院ガラス器  
紺瑠璃杯(複製)



正倉院ガラス器  
白瑠璃水瓶(複製)

## CONTENTS

- p. 1 平成28年度資料館特別展ごあいさつ
- p. 2 I 概要 . . . . . 奥野 正幸
- p. 4 II ガラスの起源 . . . . . 由水 常雄
- p. 8 III 正倉院ガラス器の不思議な千変万化について . . . . . 由水 常雄
- p.10 IV 金沢大学角間遺跡出土の紺色ガラス製小玉について . . . 佐々木花江
- p.11 V 板ガラス等の現代のガラスと板ガラスの製法 . . . . . 奥野 正幸
- p.12 VI 金沢大学資料館所蔵「硝子製造順序標本」 . . . . . 笠原 健司
- p.14 VII 自然の中のガラス . . . . . 奥野 正幸
- p.16 出展資料リスト



正倉院ガラス器  
白瑠璃碗(複製)



正倉院ガラス器  
紺瑠璃馬上杯(復元)



正倉院ガラス器  
紺瑠璃壺(複製)

## 平成28年度資料館特別展

### ごあいさつ

金沢大学資料館は、旧制第四高等学校など多くの前身校から引き継がれた貴重な資料を収蔵している。最近の特別展では、資料館及び関連施設所蔵の資料を中心にした展示を行ってきた。今年度は、ガラスという物質を題材に、文理融合を一つのキーワードとし従来の特別展とは一味違う展示を計画した。

現代社会において、ガラスは建築、自動車、医療、情報通信など様々な分野で欠くことのできない物質である。しかしながら、陶器などに比べると、その起源や歴史及び物質としての特徴や製造方法については、一般にはよく知られていない。しかし、ガラスの起源は4,000年以前にも遡ることができ、古代より人類とともにあるといえる。また、基本的にガラスは人工的に作られた物質であり、天然にもそれほど多くはないが、一般によく知られている黒耀石をはじめとする様々なガラスやガラス状物質が存在する。このように、ガラスは人類の歴史や文化に密接に関係するとともに、現代社会では、通信用光ファイバーなど現代人の生活の様々な場面で利用され、さらに、自然界にもめずらしいガラスや生物起源のガラスなども存在し、生命誕生当時から生命の形成や活動に重要な役割を果たしている。このように、一口にガラスといっても、学問的には考古学、歴史学、工学、自然科学といった多くの分野で研究が行われている。

今回の特別展では、「ガラスとは何か？」という疑問にわかりやすく答えながら、ガラスの起源及び奈良・正倉院所蔵の歴史的なガラスを、レプリカ資料やパネルで紹介する。また、現代の板ガラスの原料や製造方法について、資料とパネルで紹介するとともに、金沢大学で所蔵する黒耀石に代表される火山ガラスや生物ガラスを中心に、自然界に存在する多様なガラス物質についても紹介する。さらに、金沢大学埋蔵文化財調査センターの調査においてキャンパス内で発見された紺色のガラス玉、資料館で所蔵するローマン・ガラスの資料や金沢大学の前身校で使用されていたガラス原料の標本などについても展示を行う。

このたびの特別展を通じて、古代にガラスが作られた世界及びそれを日本にもたらした雄大な文化交流に思いを馳せるとともに、現代のガラス技術や自然界のユニークなガラス標本から、様々な研究分野に及ぶ非常に大きなガラスの世界を理解していただきたい。

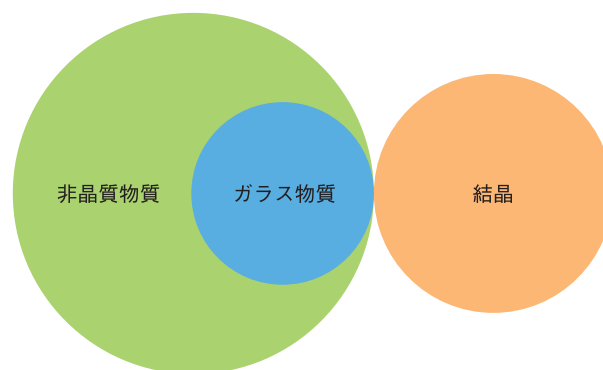
最後に、本特別展の開催に当たって、正倉院ガラスレプリカを提供いただき、全面的に協力をいただいた箱根ガラスの森美術館の由水常雄先生、現代の板ガラス等を提供いただいた旭硝子株式会社関係者の皆様、オパールを提供いただいた岩田勇也氏及び石英標本を提供いただいた奥寺浩樹氏に御礼申し上げます。また、埋蔵文化財調査センターの皆様には紺色ガラス製小玉の展示に協力をいただいた。なお、自然界のガラス試料については、私の研究室所蔵の試料を展示させていただいたことを申し添えておく。

金沢大学資料館長  
奥野 正幸

# I 概要

## ガラスってなに？

まず、この特別展の主役であるガラスという物質について、簡単に説明する。私たちのまわりにある物質は大きく分けると、固体、液体、気体の3種の状態が存在する。このうち固体物質は、更に結晶(クリスタル)と非晶質(アモルファス)物質に分けることができる。ガラスは、非晶質物質の代表である。次に、具体的なガラスとクリスタルの例を挙げて説明する。



〈結晶物質・非晶質物質・ガラス物質の関係〉

## 石英(水晶)と石英ガラス

私たちが目にするガラスのほとんどは、珪素(Si)と酸素(O)を主要な元素として含む。ここで、二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )を組成とする結晶とガラスを例として説明する。両者の化学組成は同じであるが、結晶(石英もしくは水晶)では、構成原子は一定の規則性(周期)のもとに配列し図1(A)、石英ガラスでは周期性はみられない図1(B)。これは、ガラスは一般的には、結晶物質を高温で熔融したのち急冷することによって得られた固体で、ナノスケールの原子配置は、液体(融液)に近いと考えることができる。

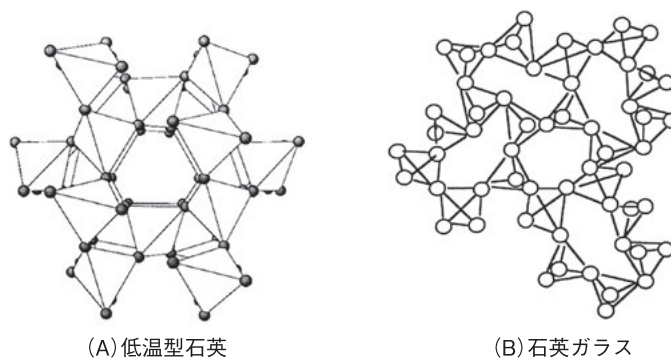


図1 低温型石英と石英ガラス(模式図)の酸素原子の配置

実際の天然石英(水晶)では、図2のように六角柱状の形状を示すが、石英ガラスでは、冷却したときの形状が保たれるので、さまざまな形状にすることができる。

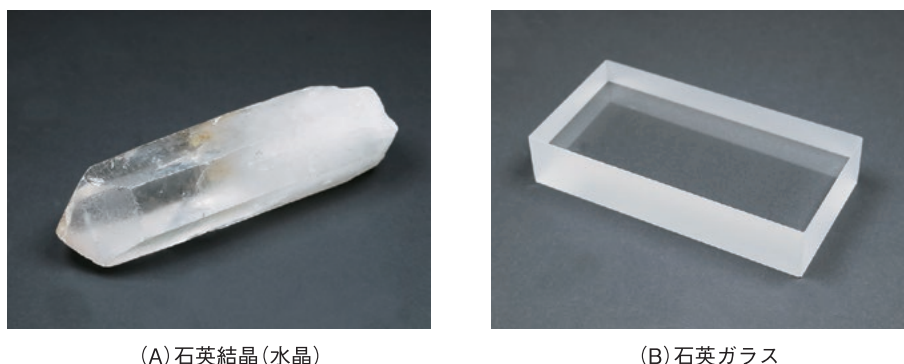


図2  $\text{SiO}_2$ 組成の石英結晶(水晶)と石英ガラス



## 展示の概要

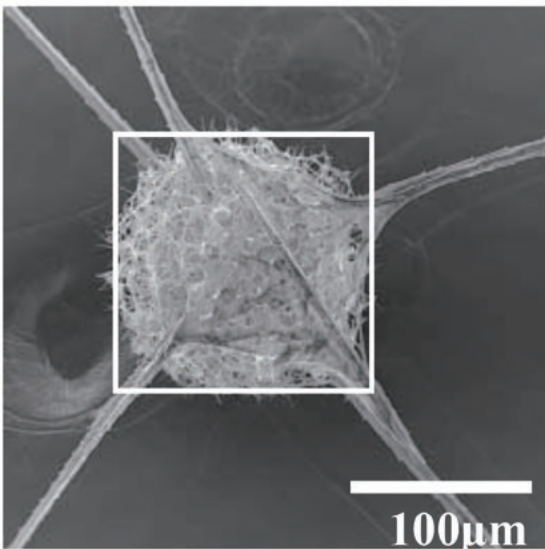
このようなガラスは、基本的には人工的に作られてきた。また、その起源は今から4,000年以上も前に遡ることが明らかにされている。

そこで、本特別展では、まず、その起源についてパネルで紹介するとともに、日本の代表的なガラスコレクションである、正倉院に今も所蔵されている6つのガラス器を精密に複製したものをご覧いただき、それぞれのガラス器誕生の背景と文化の交流についてパネルを用いて紹介する。

また、金沢大学角間キャンパス内でも、わずかではあるが非常にきれいなブルーを呈したガラスビーズが発見されている、このガラスビーズについて最近精密な化学分析が行われ、その色の原因が明らかにされている。

さらに、時代を近・現代に移し、近代化されたガラスとその製造法について製品とパネルを用いて説明する。ここでは、最近までガラス製造に驚くべき化合物が使われていたことや、板ガラスを連続的に大量に製造する仕組みなどを紹介する。

最後に、自然界にも僅かであるが、ガラスないしはガラス状物質が見つっている。石器時代に道具として使われていた黒曜石(Obsidian)が特によく知られているが、他にも隕石が地球に衝突したときに生成されたとされるガラス、水を含むガラス、生物が作るガラスなど多種・多様なガラスやガラス状物質がある。特に、生物が作るガラスについては、ガラス物質と原始生命との関係性が今も多く研究者によって研究されている。



放射虫



黒曜石(金沢大学理工学域 所蔵)

このように、この特別展では日常よく知られているが、実体や多様性についてはあまり理解されていないガラスについて、様々な切り口から知っていただくことができれば光栄である。(奥野 正幸)

## Ⅱ ガラスの起源

### ガラス起源のエピソード

ローマ時代初期の博物学者プリニウス(A.D.23/24~79)の著した『博物誌』の中にガラスの起源とも取れる記述がある。それによれば、現在のイスラエルのシドンの町に近い地中海の海岸近くでの人為的な作業によって溶け出したガラスの発見がガラスの起源となったという逸話がある。この時代は、この地方でローマンガラス(吹きガラス)の技法が発明され、大量生産が始まり、全ユーラシアに輸出された頃であり、ガラス貿易の発祥地を主張するための伝説であったとも考えられる。具体的には、プリニウスは『博物誌』の中の一説でガラスの起源について、次のように述べている。

「シリアのフェニキアとして知られ、ユダヤに接している部分だが、そのカルメル山の麓の斜面の真中に、カンデビアという名の沼がある。これはベルス川の水源だと考えられているのだが、この川は5マイルほど流れた後、プトレマイスの植民地の近くで海に注ぐ。その流れは緩やかで、その水は飲用に適しない。ただしそれは儀式用としては神聖な水と考えられている。その川は泥川で、深い水路をなして流れていて、潮が干いたときにだけ砂が現われる。というのはそれが海の波に翻弄され汚いものが洗い落されて、初めてきらきら光るからである。さらにそれが塩水の激しい収斂性の作用を受けたと思われるときになって、初めて(\*ガラスの原料として)使用できるようになる。その浜は半マイル以上の広がりをもたない。それなのにもう何世紀もの間、ガラスの生産はもっぱらこの地域に頼ったのである。こういう話がある。天然ソーダ(\*アフリカ産の炭酸ナトリウム( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )と考えられる。)を商う何人かの商人たちの船がその浜にはいつて来た。そして食事の用意をするために彼らは岸に沿って散らばった。しかし彼らの大鍋を支えるのに適当な石がすぐには見つからなかった。そこで、彼らは積荷の中から取り出したソーダの塊の上にそれをのせた。このソーダの塊が熱せられその浜の砂と十分に混ったとき、ある見たことのない半透明な液が何本もの筋をなして流れ出た。そしてこれがガラスの起源だという。」(“Plinii Naturalis Historia” Loeb 英語版, 36巻65項; (中野定雄他 翻訳『プリニウスの博物誌 第三巻』 雄山閣 p.1492, 1989年: 英語版“Plinii Naturalis Historia”, Loeb Classical Library 36巻65項を翻訳したもの。)\*は筆者による注釈

この物語の背景には、フェニキア人がいかにガラスを有利な貿易品として大切にしていたかを伝えている。実際フェニキア人が活動した領域からは、古くは紀元前6世紀頃のガラス製品が、新しいものではローマン・グラス(ローマ時代にローマ帝国内で作られたガラス)が、数多く発掘されていることも、この伝説の背景を実証するものと言える。

## ガラスの起源と製造法

しかし、ガラスの製造は上記の時代より遥か以前に始まっている。現在知られている最古のガラスは、メソポタミアのテル・アスマル出土の透明淡青色のガラス棒断片(B.C.2,340～2,150)や大英博物館所蔵のエリドウ遺跡出土の青色ガラス塊などが挙げられるが、この時代においても、多様なガラス作成技術が用いられている。たとえば、コア・テクニクと呼ばれる芯(コア)のまわりに熔けたガラス紐を巻き付けて整形する技法、色ガラスの断片をモザイクのように並べて、型のなかで熔融し器を作る技法(モザイク技法)及びガラス粉末を型のなかで熔融・整形するパート・ド・ヴェールなどがある。さらに、当時のガラス製造のためのレシピが見つまっている。例えば、メソポタミアの「タール・ウマール粘土板文書(紀元前18～17世紀:写真)」には、ガラス原料の調合法や色ガラス、鉛ガラスの製造法が記載されており、既にガラスの製造法が確立されていたと考えられる。(由水 常雄)



タール・ウマール粘土板文書(前1400ー前1200年)  
大英博物館 所蔵

# 正倉院ガラス器の伝来ルート

参考：由水常雄『NHK人間大学 ガラスと文化 -その東西交流-』（日本放送出版協会,1996），  
由水常雄『ガラスと文化 -その東西交流- NHKライブラリー』（日本放送出版協会,1997），  
※写真は複製品



## 紺瑠璃杯(7世紀)

22個の環状装飾がつけられた杯。このような装飾のガラス器は、世界中で他に二点しか知られていない。一点は韓国の慶州郊外の漆谷郡松林寺で発見された緑瑠璃舍利杯(7世紀)、もう一点は唐の玄宗皇帝の財宝とされる白瑠璃鉢である。

環状装飾は本体への溶着が極めて困難であることから、最も熟練した工人による少量生産品であるとされている。





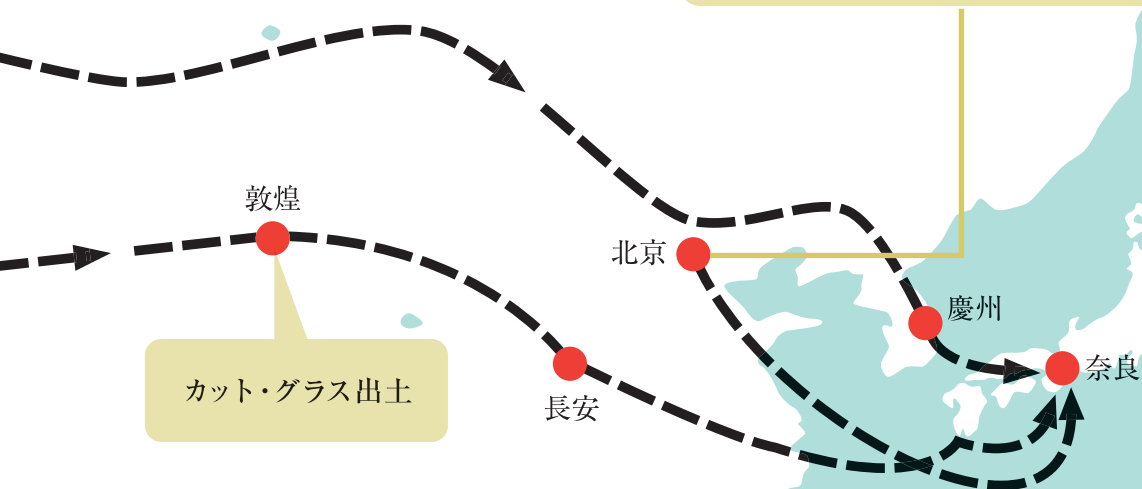
### 紺瑠璃壺(10世紀頃)

1021(治安元年)年に伊勢の平致経が東大寺に奉納したもので、そのまま正倉院に移納されたとされる。サマルカンドやタシュケントの中世の窯物ではこうした形のコバルトブルーの壺が発見されるが、正倉院の本ガラス器は10世紀に宋が中央アジアのガラス産地に作らせたものが日本に伝えられたとされる。



### 緑瑠璃十二曲長杯

鉛ガラスで作られたもので、典型的な清朝のガラスの技法とされる。年代は不明だが、これだけの大きさとなると、中国では清の乾隆帝の時代にならないと作れないとされる。正倉院には明治5年から15年までの間に納められた。



### 白瑠璃碗(4-5世紀)

正倉院のガラス器の中で最も古い時代に作られたもの。江戸初期に発見され、正倉院の所蔵となる。ササン朝の王宮があったクテシフンの町から南へ約50キロほど下ったキッシュという町にあった王室工房で大量に作られたとされる。



### 白瑠璃水瓶(9世紀)

正倉院に鎌倉時代初頭に所蔵となったもの。熟練の技術とイスラムの伝統的なライフ・スタイルが合わさって生み出されたとされる。イランやイラク・シリアの遺跡から数多く出土している。



### 白瑠璃高杯(8世紀)

明治期に正倉院所蔵となったもの。大量生産品ではなく、高度な熟練技術によって作られた名人技の作品とされる。



### Ⅲ 正倉院ガラス器の不思議な千変万化について

現在、正倉院(奈良市)には6点のガラス器が宝蔵されている。いずれも外国製の作品で、古代日本の文化交流を象徴する貴重な文化財である。

1965年に発行された正倉院ガラスの正式な学術報告書である正倉院事務所編『正倉院ガラス』(日本経済出版社刊)によると、それら6点のガラス器について、“紺瑠璃壺こそ、平安中期の奉納であるが、他のガラス器は、その性格が天平勝宝四年のものとみて別段差し支えあるとは考えられない。”と解説されている。この説が、教科書や、いろいろな辞典などにも採用されてきている。

そこで、これらのガラス器について、充分に実物に則して調査してみると、不思議なことに、これらのガラス器は異なった場所で、異なった時代に作られて、異なったルートで我が国にもたらされて、異なった時代に正倉院に収められたことが分かった。そのような正倉院のガラス器の激動は、明治時代に入ってもまだ生々しい動きを見せていたことが分かってきた。

正倉院文書にもとづいて、奈良時代から現代にいたるまで、正倉院ガラス器の戸籍調査を徹底的にしてみると、正倉院の宝物目録には奈良時代にも平安時代にも、1点のガラス器も記録されていなかった。正倉院ガラス器が、正倉院の在庫として記録された最初の『正倉院御物目録』は、鎌倉時代冒頭の建久四年(1193年)の『勅封蔵開検目録』であった。この時、正倉院には、24個のガラス器が在庫していたことが記録されている。これらのガラス器は、全て外国製のガラス器である。源頼朝や平重衡によって、焼き討ちになった東大寺や大仏が再建され、文治元年(1185年)に盛大な大仏開眼供養が開催された時、多くの外国使節たちにより、豪華な奉納品が大仏に奉獻された。おそらくその中に、このような多くのガラス器が、含まれていたのであろう。



正倉院ガラス器  
白瑠璃鉢(復元)



正倉院ガラス器  
紺瑠璃馬上杯(復元)

しかし、これらの24個のガラス器は、その後多くのものが失われていき、江戸時代の初めのころには、わずかに3個のガラス器の存在が記録されるにとどまっている。そして、幕末の天保年間には、6点が目録に記録され、明治5年の開封のときにも6点のガラス器が目録に記録されていたが、その後、その6点の中の2点が消失した。後に、別のガラス器2点(白瑠璃高坏と緑瑠璃十二曲長坏)が新たに奉納されて、現状の6点となったのである。(由水 常雄)



正倉院ガラス器  
白瑠璃高杯(複製)



正倉院ガラス器  
白瑠璃碗(複製)



正倉院ガラス器  
白瑠璃水瓶(複製)



正倉院ガラス器  
紺瑠璃杯(複製)



正倉院ガラス器  
紺瑠璃壺(複製)



正倉院ガラス器  
緑瑠璃十二曲長杯(複製)

## IV

## 金沢大学角間遺跡出土の 紺色ガラス製小玉について

このガラス製小玉は、金沢大学角間遺跡第2調整池南地点の、一辺が9 m程の方形遺構の床面上で発見された。溝が周囲を囲み、その中央には墓壙と考えられる長方形の穴のある遺構である。出土地点周辺からは、9世紀頃の遺物が多数出土している。管切法という管状のガラス棒を切って作成したものと考えられ、長径10mm・短径9mm・厚さ7mmで、中央の穴は径1mmほどである。XRF分析でコバルトが検出され、西アジア起源のコバルトによる発色のアルカリ石灰ガラスであると考えられる。

ガラスの起源は紀元前2000年紀の西アジアとされている。紀元後50年から70年頃に書かれたとされる『エリュートラ海案内記』には、インド洋沿岸の寄港地での輸出入品の中に「ガラス材料」の記載がある。これは古くからガラスの素材が交易品として運ばれ、現地でガラスの溶融が行われたことを示している。

日本では、弥生時代になると多くの遺跡からガラス製品が出土する。佐賀県の吉野ヶ里遺跡からは、重要文化財に指定されたガラス製管玉が出土している。出雲市の西谷古墳群からは、ガラス製小玉や勾玉、釦が発見され、茨木市の東奈良遺跡や福岡県春日市の赤井手遺跡などからは、勾玉の鑄型が発見されている。これは日本でも弥生時代にガラス加工がおこなわれていたことを意味する。

弥生時代から古墳時代のガラス製品のほとんどはアルカリ石灰ガラスである。奈良時代になって鉛ガラスが主に作られるようになって、コバルトを呈色剤に使用した紺色ガラス玉は、アルカリ石灰ガラスであること



紺色ガラス製小玉



紺色ガラス製小玉の出土地

ことが化学分析の結果からわかっている。コバルトが国内では生産されなかったことから、コバルト呈色のガラス製品は西方の国からもたらされていたことを示しているのかもしれない。角間遺跡出土のガラス小玉はたった一つのごく小さな資料であるが、角間の地と西アジア世界を結ぶ重要な歴史資料なのである。

(佐々木 花江)



## V 板ガラス等の現代のガラスと板ガラスの製法

ここでは、現代の一般的な板ガラス製法及び化学強化ガラスについて説明する。

まず、建物の窓ガラスなど非常に広く用いられている板ガラスは、主な原料として、珪砂(Silica sand:  $\text{SiO}_2$ )、ソーダ灰(Soda ash:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )、芒硝(Salt cake:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )、苦灰石(Dolomite:  $\text{MgCO}_3$ )、石灰石(Limestone:  $\text{CaCO}_3$ )、長石(Feldspar: Alを含む。)が用いられている。それぞれの原料の割合を変化させることで、異なった特性のガラスができる。板状に整形するためには、古くは型に流し込む鑄込み整形法や20世紀初頭までは自動化された吹きガラスの手法が用いられていた。しかし、ガラスの需要の高まりから、現代ではフロート法(図1)を用いて連続的な大量生産が行われている。フロート法の特徴は、熔融したガラスを熔融した錫で満たされたフロートバスに流し込み、重力と液体の平らな自由表面の性質を利用して、平らな表面を持つ板ガラスを製造するところにある。

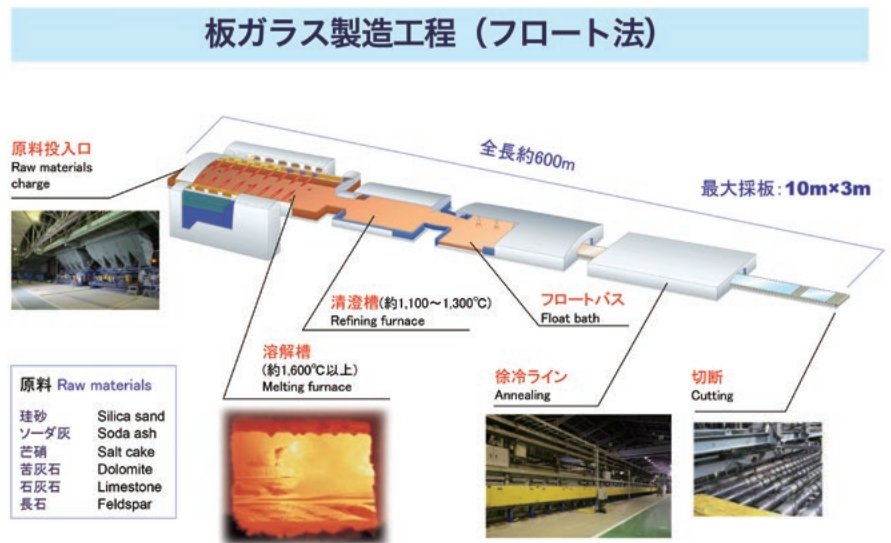


図1 フロート法(資料提供:旭硝子株式会社)

もう一つの化学強化ガラスは、一般の板ガラスの6～8倍の曲げ強度を持つ板ガラスで、スマートフォン、タブレットPCなどのカバーガラスとして用いられている。従来の強化ガラスは、板ガラスを加熱急冷して強度を3.5倍まであげているが、化学強化ガラスでは、板ガラスを $\text{KNO}_3$ 融液に浸すことで、板ガラス表面のNaイオンをより大きなKイオンで置換し、高い強度を実現したものである。(図2)(奥野 正幸)

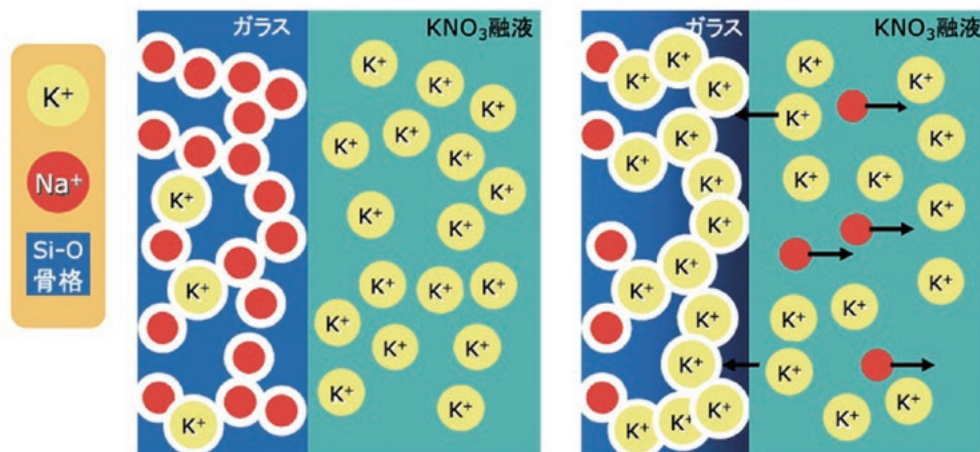


図2 Na+イオンをK+イオンに置換する化学強化法の原理  
(林 和孝 他, Res. Reports Asahi Glass Co., Ltd., 61 (2011) より引用)

## VI 金沢大学資料館所蔵「硝子製造順序標本」

「島津製作所 硝子製造順序標本 甲号 壺組」は、株式会社島津製作所が明治中期から昭和初期にかけて学術標本として販売していたものである。ガラス製造の順序に従ってその材料と出来上がる製品を計23点の標本にしている。工業製品としてガラスや鉄鋼、陶磁器類、繊維等が大量生産される時代であり、旧制高等学校の授業ではこうした標本を使って理系の学生たちが勉学に励んでいたものと思われる。本資料には説明書も付属しているのでその内容を知ることが可能である。この説明書をもとに、23点の標本を見ていくと、ガラスの原料及び製造上必要な材料が7点、製造過程の混合物が2点、製造過程及び完成品のサンプルが14点となっている（別表参照）。さらに、ガラス製造に使用する器具も12点含まれていたようだが、残念ながら本資料からは失われている。

島津製作所は、「金鉱製煉順序標本」や「マッチ製造順序及其製品標本」、「セルロイド製造順序及製品標本」など、時代のニーズに応えた工業製品の標本を製造していた。同社は1875(明治8)年に島津源蔵により設立され、1891(明治24)年からは標本の製作を開始している。島津製作所から1948(昭和23)年に標本部を継承した株式会社京都科学のWebサイトによると、島津製作所が標本部を閉鎖するのは1944(昭和19)年であることから、標本部は53年間存在していたことになる。本資料には製造年代が記されていないが、島津製作所標本部が発行していた製品カタログ1937(昭和12)年の『島津博物標本目録800号』と1938(昭和13)年の『島津鉱物標本目録30号』には同じ名前の資料について記載があることから比較することは可能である。これら2冊のカタログにあるガラス製造に関わる標本の名称及び情報は、いずれも資料館所蔵の標本と異なる。『島津博物標本目録800号』には「硝子製造順序標本 A号箱入」、「硝子製造順序標本 B号箱入」、「硝子製造順序及製品標本 カード式」の三点が掲載されており、『島津鉱物標本目録30号』には、「硝子製造順序及製品標本 箱入」、「硝子製造順序及製品標本 カード式」、「硝子種類標本 箱入」、「硝子及硝子綿 箱入」の四点が掲載されている。いずれも酷似した内容であるが、カード式の



「硝子製造順序標本」の箱



同資料1～4の標本



同資料17～20の標本



ものは掛図のように吊り下げて使用するタイプのもので、資料館所蔵の資料とは異なるし、それ以外の製造順序標本も含まれる標本の点数や内容が異なる。資料館所蔵の硝子標本には「甲号壺組」というナンバリングがなされており、セットにされている標本の数も上記の二冊に掲載されているものから比べると少なく、さらに、説明書の送り仮名がカタカナであることなどから、昭和期のものではなく大正期あるいは明治期のものである可能性が高い。いずれにしても上記カタログの年代である1937(昭和12)年及び1938(昭和13)年から島津製作所標本部が閉鎖される1944(昭和19)年までの間に資料館所蔵の「島津製作所 硝子製造順序標本 甲号 壺組」が製造・販売されていた可能性は低く、資料年代は1891(明治24)年から1936(昭和11)年までと設定することができる。

以下に、「島津製作所 硝子製造順序標本 甲号 壺組」のセット内容を説明書から抜粋する。括弧内は筆者による追記事項、■は虫損のため判読不可の部分を表す。なお、既述のとおり、後半の器具は欠品であり、本資料館は所蔵していない。(笠原 健司)

原料及製品	
1 石粉(いしこ)	13 全部完成シタルモノ
2 石灰	14 酸化コバルト
3 曹達灰(ソーだはい)	15 瑠璃色原料混合物
4 硝石	16 約十六時間熱シタルモノ
5 亜硫酸(あひさん)	17 約十二時間熱シタルモノ
6 呉須(ごす)	18 瑠璃色標本瓶
7 無色原料混合物	19 紅辦
8 約六時間熱シタルモノ	20 茶色原料混合物
9 約十二時間熱シタルモノ	21 約六時間熱シタルモノ
10 略ホ形ヲ作りタルモノ	22 約十二時間熱シタルモノ
11 臺ノ部分ヲ形チ作りタルモノ	23 茶色標本■
12 口部ノ完成シタルモノ	

器具	
1 熔解用坩堝	7 コンパス(瓶外径計測用)
2 吹き竿	8 コンパス(瓶高さ計測用)
3 リン(窪)	9 栓取り箸
4 瓶型	10 臺擴ゲ
5 西洋箸	11 毛拔箸
6 木箸	12 ヤットコ鋏ミ

## VII 自然の中のガラス

基本的にガラスは人工的に作られた物質であるが、古来より山火事によって偶然に生成されたガラスがいまのガラスの始まりという説があるように、自然界でもガラスがあることは知られていた。ここでは、自然界にあるガラスもしくはガラス類似物を紹介する。

### 【黒耀石・溶岩】

黒耀石は石器時代のさまざまな石器の原料として、幅広く人類が利用してきた自然界のガラスである。黒耀石は二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )を多く含むマグマが水中などで急冷されてできたものである。化学組成としては、約70～80%の二酸化珪素、10%程度の酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、その他に酸化ナトリウム( $\text{Na}_2\text{O}$ )、酸化カリウム( $\text{K}_2\text{O}$ )、酸化鉄( $\text{FeO}$ )、酸化カルシウム( $\text{CaO}$ )等を含み、僅かの水も含まれている。よく、内部に微小な結晶(晶子)が筋状に分布するのが認められる。黒耀石の黒い色は、成分として含まれる酸化鉄が原因である。酸化鉄の中の鉄イオンは、緑色を呈するが、大きな厚い黒耀石では黒く見える。黒耀石の端の薄い部分を見ると緑色に見える。また、酸化鉄が少ない黒耀石では、透明感のある褐色を呈する。溶岩も火山ガラスの一種である。特殊な溶岩の一種であるReticuliteは、粘り気の低い溶岩が激しく発泡し、そのあぶくの骨組みだけが残ったもので、透明感のある褐色を呈している。これらの黒耀石や溶岩は、基本的には人工的なガラスの製法(熔融・急冷して製造する。)と類似したプロセスを経てできたものである。

### 【隕石衝突によって生成したガラス】

地表に隕石が衝突することにより主に地表の岩石がガラス化する。この種のガラスには大きく分けてインパクトタイトとテクタイトがある。

#### ・インパクトタイト(衝撃ガラス)

インパクトタイトは、地表に隕石が衝突した際に地表の岩石が熔融過程を経ずにガラス化したものである。そのため、同じ組成の熔融・急冷ガラスに比べると少し高い密度や屈折率を示す。

#### ・テクタイト

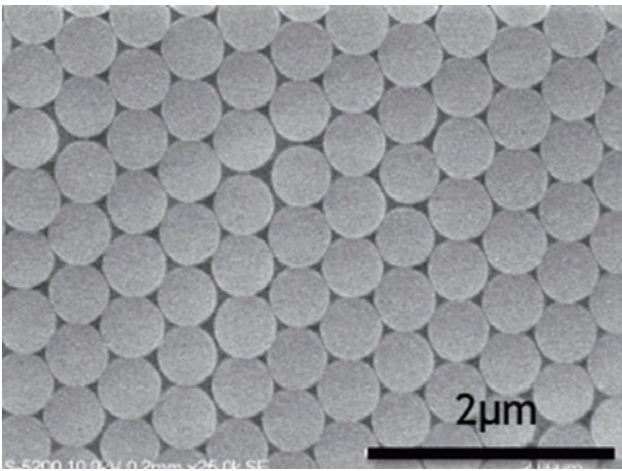
テクタイトも隕石衝突の際に生成したガラスと考えられているが、インパクトタイトとは異なり、隕石衝突の際の温度上昇で岩石が熔融・冷却されることにより生成されたと考えられている。一般的にテクタイトは黒耀石に類似した黒色を呈する。リビアンガラスもテクタイトの一種であるが、酸化鉄などの不純物が少なく、薄い緑色で透明感のあるガラスである。

### 【閃雷石：フルグライト】

閃雷石は、砂漠などの珪砂に落雷があった場所に生成されるニンジンに似た形状のガラス管である。地表の砂が高温に熱せられ、雷の経路に沿った形のガラスが形成される。

### 【オパール】

主に火成岩または堆積岩のすき間に、珪酸分を含んだ熱水が充填することで含水珪酸鉱物としてできる。化学組成は、珪酸( $\text{SiO}_2$ )に水が加わったものであり、約10重量%くらいまでの水を含む。オパールは、数百ナノメートルくらいの直径を持つ珪酸を主成分とする球体が規則正しく積み重なった微細構造を持っている。オパールの遊色(光彩)の色は、この $\text{SiO}_2$ 球の積み重なりが原因であり、球が大きい場合は赤っぽい色、小さい場合は青色を呈すると言われている。



人工的に作成したオパールの電子顕微鏡写真



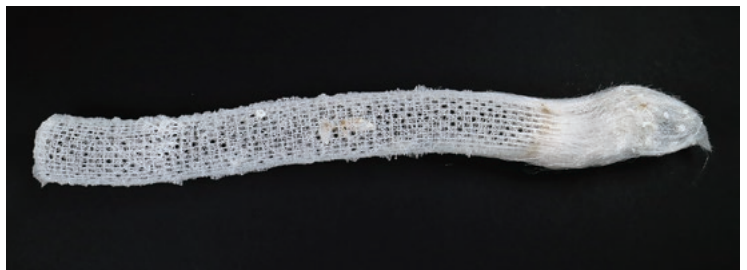
オパール(産地:石川県)

### 【生物起源ガラス】

今まで紹介した自然界のガラスは、無機的な過程で生成されたものである。自然界には、この他本体がガラスからなる生物(ガラス海綿・珪藻・放散虫)などが生息し、ユニークな生物起源のガラスとして知られている。

#### ・ガラス海綿

ガラス海綿は古生代から生息する原始的な多細胞生物の一種である。ガラス海綿は偕老同穴(カイロウドウケツ)と呼ばれ、その骨格と細いファイバー状の骨針は水を含むガラス質の $\text{SiO}_2$ で構成されている。近年、ガラス海綿の骨針は、その屈折率の分布など光ファイバーと類似した性質を持っていることが報告されている。



ガラス海綿

#### ・珪藻(珪藻土)

珪藻も、古生代から地球に生息する単細胞生物の藻類の一種であり、その殻は水を含むほぼ純粋な珪酸からなっている。珪藻の殻が死後、大量に堆積して出来たものが珪藻土である。珪藻土は、我々の生活の中で耐火物原料やその湿度調整機能から壁土としても利用されている。(奥野 正幸)

## 出展資料リスト

正倉院ガラス器 白瑠璃高坏(複製)	金沢大学理工学域所蔵	黒耀石:ロシア	金沢大学理工学域所蔵
正倉院ガラス器 白瑠璃碗(複製)	金沢大学理工学域所蔵	黒耀石:アメリカ合衆国	金沢大学理学部旧蔵
正倉院ガラス器 白瑠璃水瓶(複製)	金沢大学理工学域所蔵	黒耀石:日本	金沢大学理学部旧蔵
正倉院ガラス器 紺瑠璃杯(複製)	金沢大学理工学域所蔵	黒耀石 (アパッチ・ティアーズ)	金沢大学理学部旧蔵
正倉院ガラス器 紺瑠璃壺(複製)	金沢大学理工学域所蔵	熔岩	金沢大学理学部旧蔵
正倉院ガラス器 緑瑠璃十二曲長杯(複製)	金沢大学理工学域所蔵	インパクトタイト (衝撃ガラス)	金沢大学理工学域所蔵
正倉院ガラス器 白瑠璃鉢(復元)	金沢大学理工学域所蔵	テクタイト	金沢大学理学部旧蔵
正倉院ガラス器 紺瑠璃馬上杯(復元)	金沢大学理工学域所蔵	Libian Desert Glass	金沢大学理工学域所蔵
紺色ガラス製小玉	金沢大学埋蔵文化財 調査センター	Reticulite (火山ガラス)	金沢大学理学部旧蔵
島津製作所 硝子製造順序標本 甲号壺組	金沢大学資料館	閃雷岩(フルグライト)	金沢大学理工学域所蔵
石英(天然水晶)	個人蔵(奥寺)	オパール(蛋白石)	金沢大学理学部旧蔵
石英(人造水晶)	個人蔵(奥寺)	オパール(蛋白石)	個人蔵(岩田)
石英ガラス(熔融石英)	金沢大学理工学域所蔵	ガラス海綿(偕老同穴)	金沢大学理工学域所蔵
珪砂	旭硝子(株)	珪藻土(珪藻)	金沢大学理工学域所蔵
ソーダ灰	旭硝子(株)	粉殻灰	金沢大学理工学域所蔵

## 奥付

### ■協力者・協力機関(アイウエオ順)

旭硝子株式会社

岩田勇也

奥寺浩樹

金沢大学埋蔵文化財調査センター

由水常雄

### ■執筆者

奥野正幸(金沢大学資料館長)(あいさつ, 本文)

由水常雄(箱根ガラスの森美術館顧問)(ガラスの起源, 正倉院ガラス器の不思議な千変万化について)

佐々木花江(金沢大学埋蔵文化財調査センター)(金沢大学角間遺跡出土の紺色ガラス製小玉について)

笠原健司(金沢大学資料館学芸員)(金沢大学資料館所蔵「硝子製造順序標本」)

### 主要参考文献

- ・ 由水常雄『NHK人間大学 ガラスと文化 その東西交流』(日本放送出版協会, 1996)
- ・ 由水常雄『世界ガラス美術全集 2, 5』(求龍堂, 1992)
- ・ 由水常雄『ガラスの道』(中央公論新社, 1998)
- ・ 中野定雄, 中野智美, 中野美代 訳『プリニウスの博物誌 第三卷』(雄山閣出版, 1989)
- ・ 『島津製作所博物學標本目録』(島津製作所標本部, 1937)
- ・ 『島津製作所礦物學標本目録』(島津製作所標本部, 1938)





平成28年度金沢大学資料館特別展

# ガラスの 博物誌

開催期間

平成28年度10月12日(水)～11月30日(水)

編集・発行

金沢大学資料館

発行日

平成28年10月14日

印刷

能登印刷株式会社

