

北海道立総合研究機構 工業試験場でのガラス研究

(地独) 北海道立総合研究機構 工業試験場

稲野 浩行

Glass research in Hokkaido Research Organization, Industrial Research Institute

Hiroyuki Inano

Hokkaido Research Organization, Industrial Research Institute

1. はじめに

「ニューガラス」という雑誌の記事なのに申し訳ないが、北海道内の地場産業の振興が目的である当场では、いわゆる「ニューガラス」の研究には取り組んでいない。ハイテク産業の地盤が脆弱な北海道では「ニューガラス」はなかなか研究や技術支援の対象とはなりにくい。我々が扱っているのはガラス工芸と廃ガラスのリサイクルであるから「キュー」ガラスばかりである。ただし、伝統的なガラス工芸に新たな視点を持ち込んだり、ガラスリサイクルに材料化学的なアプローチを行っているので、その部分は「ニュー」かもしれない。以下それらレトロなガラス研究最前線について紹介する。

2. 北海道立総合研究機構とは

当场は、全国の各都道府県に設置されている公設試のひとつであり、もともとは北海道立工業試験場という工業を対象にした公設研究機関であったが、平成22年より、道内の他の公設研究機関である農業試験場、水産試験場、地質

研究所などと統合され、地方独立行政法人 北海道立総合研究機構となった。現在はその中の産業技術研究本部工業試験場でガラス研究と企業への技術支援を行っている。

当场の第一の目的は北海道内製造業の技術支援である。道内のガラス産業といっても板ガラス、ガラス瓶、電気製品ガラス、食器などの大型の工場はなく、ガラスを大規模に溶融しているのはグラスウール工場だけである。また、複層ガラス、強化ガラス、エッチング等、板ガラスの2次加工を行っている工場はいくつかある。一般的に道外から見た北海道のガラスのイメージは、なんと言っても小樽の工芸ガラスだろう。読者の中には、運河沿いを散策し、手作りのコップをお土産に買って帰ったという思い出のある方もいるのではないか。小樽の工芸ガラスは1980年代から盛んになり、現在では函館や札幌近郊などをはじめ、全道各地にガラス工房が広がっている。

北海道立工業試験場でのガラス研究は、札幌の東隣でレンガ等窯業が盛んであった江別市に設置されていた野幌分場で昭和61年より行われてきた。当初はガラス工芸科という独立したセクションがあり、吹きガラスやガラス加工の設備が整っていた。平成24年には野幌分場は札幌にある工業試験場（以前は分場に対し、本

場と呼んでいた)に統合され、設備は大幅に縮小された。現在は、ガラスと名のついた部署はなく、高分子・セラミックス材料グループで2名がガラスリサイクルとガラス工芸に取り組んでいる。しかし、北海道の産業のバランスからいって、ガラス研究に専念できるわけではなく、ガラスを含めた無機材料、無機系廃棄物全般に対応している。さらに、依頼によってはプラスチックの表面分析を行うこともある。

3. ガラスリサイクルへの取り組み

北海道内には、全国から蛍光ランプを回収、処理している会社があり、当場では1993年頃よりそこで発生する蛍光管ガラスのリサイクル製品開発を始めたのをきっかけに、その後ガラスびんやテレビのブラウン管などのガラスリサイクルに取り組むことになった。ガラス廃材は全国どこでも発生するが、道内では大規模なガラス製造工場がないため、道内で発生したガラスをどう有効利用するかは大きな課題であった。

ブラウン管ガラスのリサイクルには、2001年に家電リサイクル法が施行される前から取り組んでいる。我々の売り文句は「20世紀からやってます」である。そもそも北海道内にはブラウン管ガラス製造工場がなく、最初から再利用の道が閉ざされていたことから始めた。さらに国内での製造は2005年に停止し、激減したとはいえまだブラウン管の排出が続いている現在では全国的な課題となっている。そのうち世界的な課題となるであろう。

ブラウン管の後部のファンネル部分にはPbOが25 mass%程度含まれている。ガラスを構成する酸化物のうちPbOは極めて還元されやすい成分であるが、ガラス構造から網目修飾酸化物であるPbOが抜けるとガラスの粘性がますます高くなり、還元されてできたPbを沈殿でガラスから分離するのは実際には難しい。そのため、Na成分を加え熔融し、粘性を下げると図1のように分離することができる。

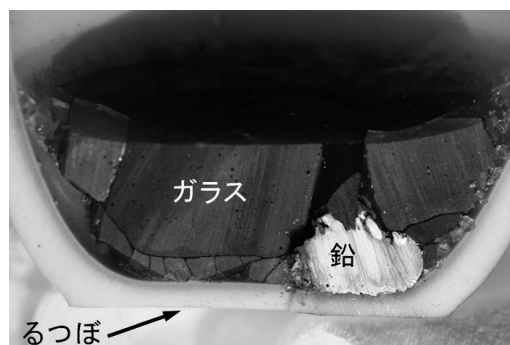


図1 還元熔融により鉛を分離したブラウン管ガラスの断面

このPbの分離、回収、除去について、北大、旭硝子(株)と共同研究を行い、「還元熔融/塩化揮発ハイブリッド法」¹⁾および「鉛溶出抑制技術」を開発した。これによりPbを金属資源として回収し、Pbの含まれないガラス残渣の有効利用の可能性を見いだした。

4. ガラス工芸への取り組み

大規模なガラス工業ができる近代以前、ガラス製品といえば工芸的な手法で作られるものであり、「ガラスの研究=ガラス工芸の研究」であったが、現在では一般的なガラス研究と工芸は乖離している。ガラス工芸に関してはデザイン的な進展はめざましいものがある反面、加工技術など技術的な進歩はあまり見られないのが現状である。しかし、工芸品の制作においても、ガラス原料調合、着色、熱膨張、成分分析、歪みなど、工芸家では手に負えない要素が多々ある。当場では、ガラス工芸に対して科学的な面からの技術支援や研究を行っている世界でも希な研究機関である。(MITにはガラス工房があるようだが……)

以前はガラス工芸家を目指す人達を研修生として受け入れ、吹きガラスなどの指導を行ってきた。その研修の一部として、原料調合や表面処理などの化学的な内容も実験をしながら指導した。なお、筆者は一時期、多摩美術大学で夏の集中講義として同様の授業を受け持っていた²⁾。美大生相手に化学式は通じないので、「手

つなぎオニ」でガラスのネットワーク構造を体感してもらったりした。ガラス工芸教育機関でも科学的なことを扱えるところは世界的にみても極めて少ない。

5. ラピッドプロトタイプ法を使ったガラス工芸

ガラス工芸では、「パート・ド・ヴェール」「コールドキャスト」と呼ばれる手法がある。これは、粘土やワックスで原型を手作業で作り、耐火石膏をかけて硬化後、原型を取り除き、そこに、ガラスを粉碎した粒や塊を室温で充填し、それを焼成して一体化させることにより作品を作るもので、できる作品は基本的に一品ものである。

一方、近年はCADで制御し平面を積層させて立体物を成形する3Dプリンターが製造業に普及し、製造革命と呼ばれている³⁾。当場では、金属鑄物の型製造のために3Dプリンターの一種である粉末RP（ラピッドプロトタイプ）製造装置を導入していたので、それをガラス工芸の型造りに応用した。この3Dプリンターで制作した耐火性の型にガラスの粒を充填し、電気炉中800℃程度で焼成すると、ガラスは一体化して、作品ができあがる⁴⁾。制作過程を図2～4に示す。

日本では「工芸」というと、なんとなく「手作り」というイメージで、コンピューターの使用は御法度という感じである。しかし、現代では、コンピューター制御で調合された原料を、コンピューターで温度を調節された窯で溶融しているのが現状である。最終的に成形を人間が行ったものを手作りと呼んでいる。

3Dプリンターを使えば、手が不器用でも作品が作れるし、手では作りにくい複雑な形状のものでも作れる。また、さらに3Dスキャナーと組み合わせれば、自分で粘土などで作った原型を元に同じものが何度でも作れるし、文化財の複製にも使える。ガラス工芸で「手作り」が消えることはないが、こういった手法も今後

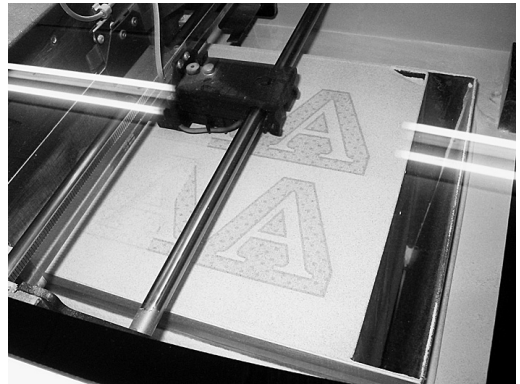


図2 3Dプリンターによるガラス工芸用型の成形

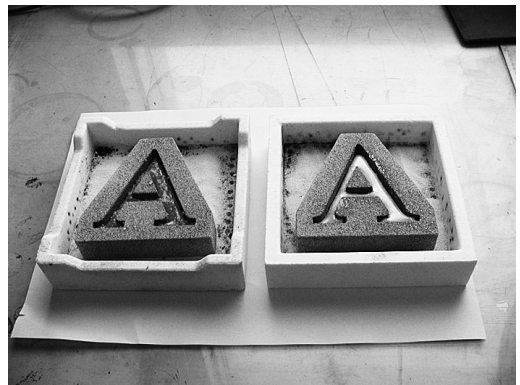


図3 電気炉で焼成した3Dプリンターによる型とガラス

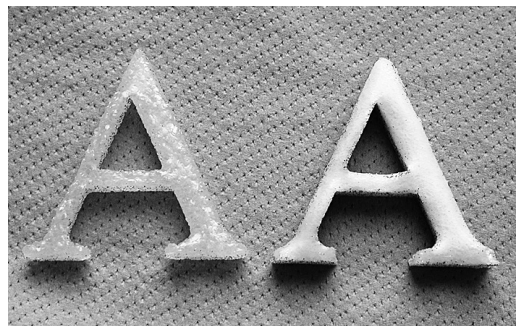


図4 試作したガラス作品

は普及するであろう。

6. 最後に

我々のような公設試では、1ヵ所ですべての技術分野に対応することはできないので、ガラスに取り組んでいる東京都、福岡県、京都市

などの地方公設試や産総研関西センターと連携し、産業技術連合会のガラス材料技術分科会で年 1 回会合を持ち、研究内容、指導事例、保有機器などについて情報交換などを行っている。

当場は、北海道大学の奥地、北キャンパス地区にある。歩いて 3 分ほどのところには西井準治先生のいる北大の電子科学研究所があり、歩いて 15 分の北大工学部には忠永清治先生が今年から赴任された。最近は大変嬉しいことに北海道にガラス研究者が増えつつあり、今後の北海道でのガラス研究の盛り上がりを楽しみである。

文献

- 1) 稲野浩行・多田達実・岡田敬志・広吉直樹：還元溶融／塩化揮発ハイブリッド法によるブラウン管ガラスからの鉛の分離抽出技術，セラミックス，47 (2)，pp 96-100 (2012)
- 2) 稲野浩行：ガラス工芸のための科学教育 多摩美術大学における事例，GLASS／日本ガラス工芸学会誌，No. 46，pp. 55-58 (2003)
- 3) 「メイカーズ革命」週間東洋経済 2013 年 1 月 12 日号
- 4) 稲野浩行，平野繁樹，戸羽篤也：ラピッドプロトタイピング法による新しいコールドキャスト用型製作技術，GLASS／日本硝子工芸学会誌，No. 55，pp. 20-27 (2011)