

材料特性の理解とガラス加工講習の安全性向上との関係 ～経験の差を補完する安全注意～

馬場 敦

九州大学 理学部 附属工場

1. はじめに

本学理学部附属工場は、学生のものづくりへの意識向上、安全なガラス機器の使用、工場業務の見える化および宣伝などを目的に、令和5年度から理学部の学生および教職員を対象に「ガラス加工講習会」を開始した。開催に際して、筆者が過去に参加した他大学の講習会や民間技能者による研修で得た知見を元に安全対策を講じたが、ヒヤリハット事例が続いたため早急な安全対策の改善が必要になった。

本発表では、対策の中で最も安全性向上の効果が大きかった「材料特性の理解」についての説明と、なぜ最も安全性向上に繋がったのかについて考察する。

2. 発生したヒヤリハットについて

本講習会の内容を表1に示す。項目1, 2の座学では保護具、加工時に気を付ける事項、修理可否破損などを説明した。項目3, 4では筆者の加工の見学や実際に加工をしてもらった。

一般的なガラスの危険性は、機器の破損時に生じる切創である。一方、今回発生したヒヤリハット事例は破損によるものではなく、加工時に熱したガラスに手が触れてしまうという、「熱」によるものであった。具体的には、引き伸ばしや接合など加工を施したガラス管を一旦机に置く際に手が触れてしまう事例や、追加工を行う際についつい冷え切っていない箇所を触ってしまう事例などである。

安全講習では表2に示す安全注意事項を説明した。これは、筆者が過去に参加した講習で利用された注意事項の項目に則ったものである。筆者が参加した講習ではこの説明のみでヒヤリハットの発生を防げていたため、本講習会でも採用を決定した。学生と技術職員との実地経験の差や、講習に対する意識の違いによる注意力の欠如などが今回のヒヤリハットの原因と推察される。

3. 対策

工作実習である以上、危険源の除去や柵などによる対策は現実的ではないため、安全注意事項と工程を見直すことにした。なお、工程の見直しによる安全への効果は、再考した安全注意事項の効果と比較して小さかったため、本稿では触れずに、口頭発表時に概略のみ説明する。

安全注意事項を見直す前に、ヒヤリハットを起こした参加者に対してアンケート調査を行った。内容を表3に示す。結果1, 2から触診検査がヒヤリハットの原因と判断できる。3からは、日常で使用する

表1 講習会工程

項目	内容
1 安全講習	保護具、服装、やけど、切り傷など加工の際に気を付ける事項
2 基礎知識	理化学ガラス機器の安全な使用方法、修理可否破損の説明、機器製作手順
3 実演	手加工、ガラス旋盤による加工
4 工作実習	基礎加工（切断、伸ばし、接合、穴あけなど）

表2 安全注意事項

	注意事項
1	熱したガラスには触らない
2	熱した部分は体から遠ざけて置く
3	加工した順番に並べる
4	熱したフライパンとは温度帯が異なる

表3 熱されたガラスについて

	熱されたガラスについてどのように考えていたか	
1	熱したフライパン程度の感覚だった	
2	一瞬触って温度を確かめようとした	
3	金属と違い持ち手が熱くなかったので油断した	

表4 ガラス加工温度一覧

転位点	525°C	曲がり始める温度 (透明)
軟化点	820°C	溶けはじめる温度 (色あり)
流動化	860°C	状態変化する温度 (色あり)
作業点上限	1,270°C	(色あり)

表5 材料特性 (熱伝導率)

材質	熱伝導率 (W/m・K)	熱伝導率比 (対ガラス)
ガラス	1.1	—
A5052	137	124
SUS304	16	14.5
真鍮	106	96.3
銅	398	361.8
S45C	45	40.9
陶器	1.08-1.73	0.98-1.57

機器との熱伝導率の差がヒヤリハットの原因と判断できる。フライパンなどの日用品や金属部品は熱伝導率が高く、加熱すると全体が熱くなるが、ガラスは熱伝導率が低く、ガラス棒の先端を熱しても持ち手が熱くならないためである。

以上により、ガラスの「熱」に注目して安全注意事項を再検討することにした。

ガラス加工に関連した温度一覧を表4に、他材料と比較した材料特性 (熱伝導率) を表5に示す。表4より加工時のガラスの温度は 500°C~1200°Cであることが分かる。揚げ物に利用する油の温度は 180°C程度、IH コンロのセンサーが反応する温度は 250°Cであり、加工時のガラスの温度はそれらの 3~4 倍以上の温度帯になっている。また、表5より、ガラスは A5052 や SUS304 と比較して熱伝導率がかなり低く、温度が伝わりにくいことが分かる。これらの資料を安全注意事項に盛り込むことで数値的にガラスの「熱」の危険性を説明した。

4. 結果および考察

図1に講習会参加者とヒヤリハット人数を示す。講習4日目からヒヤリハット人数がほぼゼロに推移しているのは追加の安全対策を講じたためである。表6に講習後の参加者の声を示す。表3と比較して「熱」に関しての危機意識が格段に高まったことが分かる。安全対策に材料特性を用いて数値的に危険性を示すことは、実地経験の浅い学生に対して有用かつ必要であることが確認できた。これは、学生が社会人や技術者と比べて経験が浅く技能的応用力を発揮し辛いことに起因するためと考察できる。

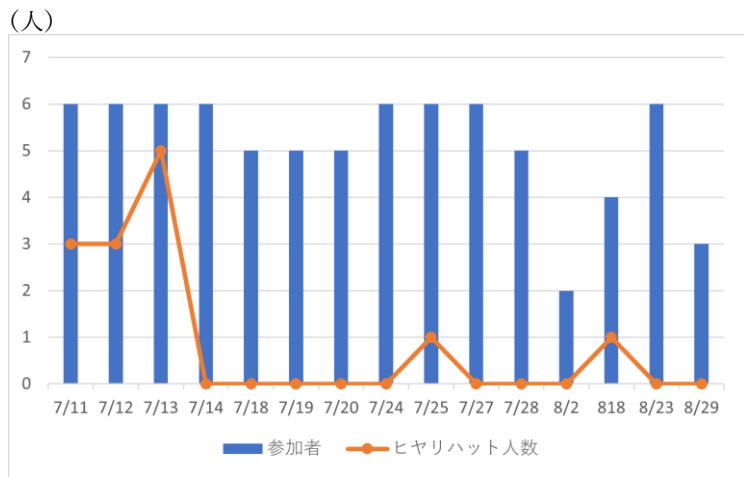


図1 講習会参加者 (棒グラフ) とヒヤリハット人数 (折れ線グラフ)

表6 講習後の感想 (熱に関して)

1	思った以上に加工温度が高温でびっくりした
2	熱伝導率の説明が分かりやすかった
3	ヤバい温度帯だと思った
4	触って温度を確かめることは危ない