

# 令和2年度日本フルハップ研究助成報告書

## 木地師の木材粉塵による健康への影響の実態調査・研究

中尾 裕貴

石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所

共同研究者：岡田 和弘（加賀市医療センター）

松田 陽介（森林総合研究所）

呉藤 安宏（石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所）

向出 昭一（石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所）

古場田良郎（石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所）

川北 浩彦（石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所）

川北 良造（石川県立山中漆器産業技術センター 石川県挽物轆轤技術研修所）

藤本 清彦（森林総合研究所）

## 研究の背景と目的

### 背景

木材は重要な再生利用可能な資源であり、建築資材や家具・装備品、伝統工芸品など古くから世界各地で使われてきた<sup>1)</sup>。

木地師とは、椀や盆などといった挽物と呼ばれる木製の器を作る職人であり日本の伝統工芸を支えている。木工用の轆轤を使用して、木材のかたまりからイメージする器形状を削りだす。石川県加賀市にある伝統工芸品である山中漆器は、挽物木地産地としてその名を知られており、木地師の人数とともに木地の生産規模が日本一であることも知られている。

山中漆器産地では、その技術を後世に伝えていくために、各種関係者の尽力により石川県立山中漆器産業技術研修センター石川県挽物轆轤技術研修所（以下、研修所と表記）が設立され、日本で唯一、轆轤技術と漆芸技術を学べる機関として後継者育成に取り組んでいる。木地師を目指す若者が集い、後継者も徐々に増えてきている<sup>2)</sup>。

粉塵とは、固体の材料を機械で加工したときに発生する固体微粒子のことで、空気中に浮遊する粒子状物質の一部である。一般的には、150  $\mu\text{m}$  以下の大きさの粒子を指す<sup>3)</sup>。木粉の主成分はセルロース、ヘミセルロース、リグニンで、その他にも多くの低分子有機化合物が含まれている。木材粉塵にさらされると、喘息やアレルギーなどの呼吸器系疾患だけでなく、副鼻腔がん（Sinonasal cancer:SNC）を引き起こす可能性があることが研究で明らかになっており、グループ1のヒト発がん物質に分類されている<sup>4)</sup>。

研修所では、研修生が木材粉塵にさらされるのを防ぐため、換気装置を設置したり、実習生にフェイスマスクの着用を呼びかけたりしている。しかし、喘息やアレルギーなどの呼吸器系疾患やSNCなど、木粉による健康被害が出ている木地師については知られていない。そのため、研修所では、このような健康問題を研修生に説明することが難しく、不安を感じている研修生もいる。木地師が木材加工に従事する際に木材粉塵にさらされることは知られているが、その暴露と関連する健康への影響に関する研究はほとんど行われていない。

### 目的

本研究は、木地師の木材粉塵による健康への影響の実態を明らかにすることを目的としている。

## 対象と方法

### 対象

SNCは潜伏期間が長いため、轆轤挽きを長く続けている木地師を対象とする必要があった。さらに参加者を絞り込むために、木地師には「旋盤だけを使う人」「旋盤とろくろの両方を使う人」「ろくろだけを使う人」の3つのタイプがあると考えた。

旋盤は機械操作なので、大量の木材を加工することができ、木粉が大量に発生する。

一方、轆轤挽きは手動式である。旋盤に比べて木材の生産効率が低いため、木粉の発生量が少ない。

今回の研究では、轆轤挽きをしている木地師をターゲットにして、旋盤使用による木粉の影響を極力排除する必要があった。

上記の条件を満たしている山中木地挽物技術保存会の会員を対象とした。

### 方法

山中木地挽物技術保存会の会員である20人の木地師にアンケート調査を実施した。アンケートでは、表1に示す項目について質問した。

## 粉塵の測定

本研究では、山中木地挽物技術保存会の会員である2名の木地師（経験年数41年および39年）の協力を得て、以下のように木粉の暴露レベルを測定した。

## 木と道具

木地師は椀を作ることが多い。そのため、今回の木材粉塵測定では、以下のサイズの椀を挽いた。

椀の材料となる乾燥した枚切り（図1-a）は、製材所から供給されることが多い。

木地師に供給された枚切りは工房で所定の大きさに加工した後、乾燥させて含水率を約10~12%に調整する（荒挽き：図2-1）。その後、鉋（図1-b）や木地屋小刀（図1-c）と研磨布紙（図1-d）を使って仕上げる（仕上げ挽き）という工程を経て、椀が完成する。

木材の含水率が高い場合は、少量の粉塵しか発生しない<sup>6)</sup>。粗挽きでは研磨布紙を使用しないため、吸入性の木粉（下記の定義を参照）が発生する可能性は低いと考えた。

スギは日本では一般的な建材であるが、晩材（冬目）と早材（夏目）の間にある境目が柔らかい繊維でできており、作業中に繊維が壊れるため、木工作业には適していない<sup>7)</sup>。そのため、木地師はスギを選ぶことは少なく、代わりに、旋盤に耐えられ、質感の美しいケヤキを使うことが多い。そこで本研究では、荒削り後に乾燥させたケヤキの塊を用いた。含水率は10.1%（乾燥前と乾燥後のサンプルを比較して測定）。

粗挽き後の木片の大きさは、外径/内径=130.2/95.7mm、上げ底の外径=77.8mm、全高=76.6mm、上げ底の高さ=8.9mmであった（図2-1）。最終旋削後のサイズは、外径/内径=121.2/118.2mm、上げ底の外径=61.1mm、全高=72.4mm、上げ底の高さ=17.4mmとなった（図2-2）。

## 轆轤挽きの条件

典型的な木地師の作業環境を再現した山中うるし座の工房で実施した（図3-a）。木地師は、粗挽き後の材を挽き、小刀と研磨布紙で木地を仕上げる（仕上げ挽き）。これらの作業中の木粉を測定した。なお、木地師の中には、市場から木地を調達して自分で加工し枚切りを作る者もいるが、その数は少ない。また、粗挽きまでは木材の含水率が高く、研磨布紙を使用しないため、木粉が発生する可能性は低い。そこで本研究では、粗挽きまでの工程を粉塵測定の対象外とした。

丸鋸を使用した場合、その回転数が粉塵の粒度分布に影響を与える<sup>8)</sup>。研究者は、今回の研究では轆轤の回転数も粉塵の粒度分布に影響を与えると考えた。しかし、木地師は、木を効率的に挽くために、必要に応じてフットペダルで回転数を調整していたため、木地師の回転数を一定に保つことはできなかった。そのため、轆轤の回転数を一定に保つことはできなかったが、最大で1000回転とした。

## 換気条件

木地師は自分の工房を持っている。作業場には集塵機や換気扇などの換気装置が設置されている。ほとんどの木地師は、粉塵の発生量に応じて換気装置の設定を調整している。今回の調査では、アンケートに参加したほぼすべての木地師が換気装置を使用していたこと、換気装置が作動していなければ木地師が木粉にさらされる危険性があったことから、換気装置を作動させた状態で木材粉塵を測定した。

また、ほとんどの木地師は、換気装置の上流にある窓を開けて空気の入りを確保し、空気が効率よく流れるようにしていた。そのため、粉塵の測定時には、換気装置稼働させ、その上流にある引き戸を開けたまま測定した。測定前に集塵点の風速が0.1m/s以下であることを確認し測定をした（図3-b、3-c）。

## 木材の集塵方法

木材の粉塵を測定するには、粉塵の粒子径と測定方法が重要である。流体力学的サイズが 10  $\mu\text{m}$  以上の粒子のほとんどは、鼻腔や喉に残り、痰の形で飲み込まれたり吐き出されたりする。5 $\mu\text{m}$  前後の粒子の多くは、気道粘膜を覆う繊毛に附着して残る。このような粒子の一部は、繊毛運動によって喉から体外に排出されたり、食道を経由して消化管に運ばれたりする。流体力学的な大きさが 1~2 $\mu\text{m}$  の粒子は、肺胞に最も沈着しやすい。沈着率は 1~2 $\mu\text{m}$  より小さい粒子では低くなる、流体力学的サイズが 0.4 $\mu\text{m}$  以下の粒子では沈着率が高くなるという研究結果がある<sup>9)</sup>。

そこで、本研究では、粒子径、吸入性粉塵、および総粉塵を測定した。粒子径分布の測定には、アンダーセンタイプ・エアサンプラー（柴田科学 AN-200）を使用した。アンダーセンタイプ・エアサンプラーは、28.3L/min の吸入流量で粉塵を含む空気試料を採取し、空気力学的な粒子径によって、0.43  $\mu\text{m}$  以下、0.43-0.65  $\mu\text{m}$ 、0.65-1.1  $\mu\text{m}$ 、1.1-2.1  $\mu\text{m}$ 、2.1-3.3  $\mu\text{m}$ 、3.3-4.7  $\mu\text{m}$ 、4.7-7.0  $\mu\text{m}$ 、7.0-11.0  $\mu\text{m}$ 、11.0  $\mu\text{m}$  以上の 9 段階に分類できる（添付文書より）。その後、各粒子径について粉塵試料の質量（mg）を測定し、質量基準の粒子径を求めた。AN-200 は、お椀の中心から木地師に向かって 65mm 離れた位置で、作業台から 590mm の高さに設置した。アンケートによると、木地師は 1 日平均約 8 時間、輾轆作業を行っている。昼休みには十分な換気が行われていることを考慮すると、木地師が連続して木材粉塵にさらされる時間は 1 日平均 4 時間と考えられた。そのため、本研究では 4 時間分の木材粉塵を採取して測定した（図 3-d）。参加した木地師は、2 時間交代で作業を行った。4 時間の間に 11 個のお椀を完成させた。

吸入性粉塵と総粉塵の測定には、慣性衝突式エアサンプラー（柴田科学 NW-354）を使用した。慣性衝突式エアサンプラーとは、空気中の粒子を慣性衝突により分粒、捕集するエアサンプラーである<sup>10)</sup>。総粉塵とは、集塵装置の入口で 0.5~0.8m/s の速度で捕集された粉塵を指す<sup>11)</sup>。肺胞に到達し、肺の中に沈着する粉塵を吸入性粉塵という。吸入性粉塵とは、4.0  $\mu\text{m}$  までの粉塵の捕集効率が 50%、10  $\mu\text{m}$  以上の粉塵の捕集効率が 0%の粉塵捕集器を通過した粉塵と定義されている<sup>12)</sup>（表 2）。

NW-354 は、木地師の反対側、お椀の中心から 100mm 離れた位置に、作業台から 460mm の高さに設置した。測定用の木材粉塵も 4 時間かけて採取した。

また、輾轆作業を行っていない室内でもバックグラウンドデータを測定した。バックグラウンドデータのサンプルは、粉塵の測定と同じ条件で、粉塵捕集位置で風速が 0.1m/s での条件で 4 時間採取した。

## 結果

### アンケート調査結果（表 3）

調査対象となった 20 名の木地師全員から回答を得た。参加者の平均年齢は 59.9 歳（ $\pm 13.6$  歳）であった。女性は 1 名あった。木地師以外の職業に従事したことがあるものが 3 名いたが、木材粉塵への曝露のないガソリンスタンドや家具設計、自動車整備であり、アスベストの吸入歴などは確認できなかった。

鼻炎や咳嗽などのアレルギー症状と腰痛がそれぞれ 9 名にみられた。耳の聞こえにくさが 6 名にみられた。糖尿病と高血圧症を抱えていた方がそれぞれ 4 名と 2 名いた。

投薬を受けているものは 9 名おり、内容は鎮痛薬、尿酸値改善薬、糖尿病薬、降圧薬、肝機能改善薬であった。家族歴として肺癌が 4 名、消化器癌が 2 名、その他の癌（詳細不明）が 6 名であった。

生活習慣として 14 名に飲酒歴並びに喫煙歴があった。10 名が散歩などの運動習慣があった。

作業環境状況は、輾轆作業中のマスク着用は 3 名であったが、ほぼ全例にあたる 19 名が工房内に換気装置を設置しており、輾轆作業中に換気装置を使用していた。

なお、（表 2）のヒストグラムから正規分布していると考え、年齢は平均値（ $\pm$ 標準偏差）で表した。

また、対象者に女性が 1 名含まれており、ヒストグラムを男女別に記載した場合、女性の年齢分布が特定されることからヒストグラムは年齢分布と構成人数のみ記載した。

## 木粉の測定結果

バックグラウンドは室温 25.7°C、湿度 67.8%で、粉塵測定データは室温 26.9°C、湿度 62.8%で捕集した。

空気力学的粒子径は捕集量が乏しく算出できなかった。

バックグラウンドおよび木工中の吸入性粉塵はそれぞれ 0.04mg/m<sup>3</sup>および 0.03mg/m<sup>3</sup>であった。

バックグラウンドおよび木工中の全粉塵はそれぞれ 0.04mg/m<sup>3</sup>および 0.22mg/m<sup>3</sup>であった。

## 倫理的配慮

本研究は加賀市医療センター倫理委員会並びに山中木地挽物技術保存会の承認と、対象となった木地師全員の文書による同意を得て行われた。

## 考察

木材粉塵にさらされると、呼吸機能の低下、肺疾患、喘息、さらには SNC など、さまざまな病気を引き起こす可能性があることはよく知られている。日本ではアレルギー性呼吸器疾患（アレルギー性鼻炎、気管支喘息、咽頭炎など）を引き起こす可能性のあるアレルゲンのリストを作成しており、米杉、ねずこ、ラワン、リョウブ、桑、ほう、白樺などが挙げられている。これらの木材の木材粉塵にさらされることで起こるアレルギー性呼吸器疾患は、国内では職業病として扱われている<sup>3</sup>。ケヤキはリストに入っていないが、アレルギー性呼吸器疾患を引き起こす可能性がある。今回の調査では、参加者の約半数が鼻炎などのアレルギー症状があると回答した。しかし、この所見は、日本の最新の全国疫学調査の結果（日本におけるアレルギー性鼻炎の有病率は、2019 年 14 年で 49.2%<sup>13</sup>）との間に有意な差はなかった。

前述のように、流体力学的粒子径が 10 μm 以上の粒子は大部分が鼻腔や咽喉部に付着し、経口的に飲み込まれたり、痰として体外に排出される<sup>9</sup>。我々は、轆轤作業中に集められたほとんどの粉塵粒子がこのサイズ（つまり、吸入可能な粉塵よりも大きいサイズ）であることを発見した。このような粒子は鼻腔内に留まり、鼻炎などのアレルギー症状を引き起こす。1970 年代に大型の木製品（茶箱など）を多数製作した際に、木粉を大量に吸い込んで咳などの症状が出たという人もいた。当時はまだ換気装置が設置されていなかったため、大量の木粉が空気中に浮遊していた。今回の研究では、換気装置を使用していた場合、木粉への曝露レベルは吸入性粉塵が 0.03mg/m<sup>3</sup>、総粉塵が 0.22mg/m<sup>3</sup>と低いことがわかった。この結果は、轆轤作業中に常に換気を行うことで、木粉への曝露が減少するためと考えられる。また、研修所ではマスクの着用を推奨しているが、マスクを使用していたのは 3 名のみであった。これは、マスクをすると暑くて作業がしにくく、マスクをするとメガネが曇ってしまうからだと考えられた。

そのため、マスクを使用した参加者は 3 人だけだったと考えられる。

前述の通り、今回の調査では SNC は認められなかった。SNC は罹患率が人口 10 万人対 1~2 人という稀な疾患である。近年、SNC の患者数は、日本ではさらに減少し始めている<sup>14</sup>。国立がん研究センターがん対策情報センターが公開しているデータには、鼻腔および副鼻腔の悪性新生物に関する記載はなく、最新の罹患率は不明である。

今回の調査で SNC が見られなかったのは、SNC 自体が非常に稀な疾患であったためであると考えられる。より多くのサンプル数があれば、SNC の症例が明らかになるかもしれない。今回の結果は、木粉への職業曝露と SNC のリスク増加との間に関連性がないとした過去の研究を裏付けるものである。これは、木粉への職業曝露レベルが近年、1 mg/m<sup>3</sup> 以下に低下していることが理由であると考えられる<sup>15</sup>。

## 制限事項

本研究はアンケート調査に頼っており、サンプル数が少ないため、今回の調査結果に基づいて木材粉塵の発がん性を論じることはできない。

研磨布紙の使用は、最終製品の塗装方法（拭き漆、漆塗り[下塗り・上塗り]）によって異なる。

つまり、漆塗りとする場合は研磨布紙を用いない方が下地の食い付きが良いため木地師は研磨布紙での仕上げは行わ

ない。そのため、粉塵暴露は小さくなる。また、轆轤技術が高いほど仕上げ挽きに用いる研磨布紙の必要性が小さくなるため、熟練の木地師ほど木材粉じんの暴露は乏しいことが多い。

また、研磨布紙がない時代は、とくさ、棕の木の皮や葉を研磨布紙代わりにしており、稲の若苗は艶あげ用として用いられていた。

漆塗装後の研磨布紙による器物の研磨は、木地師毎に行う頻度が極端に変化するため今回の測定では考慮できていない。

粉塵測定は木地師の鼻の位置とすべきであるが、作業上、測定機材を鼻の位置に置くことは困難であった。

なお、本研究では、SNCを含むある種の疾患は発症までに時間がかかるため、経験豊富な木地師のみを対象としたことや、すべての木地師が山中木地挽物技術保存会の会員ではないことなど、選択バイアスがある。

今後、調査対象を広げることでより詳細な検討ができると考えている。

## 結論

資本は無限の価値増殖を目指す、地球は有限である<sup>16)</sup>。日本の伝統工芸は、持続可能な環境の上に成り立っている。SDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) に向け、世界各国が取り組んでいる。ヨーロッパを中心に職人技の物作りやブランド価値のような付加価値を高めることで、働きがいや経済成長、労働負荷や環境負荷の低減を行って行くことが重要と考えられている<sup>17)</sup>。日本では少子高齢化の影響で伝統工芸の後継者問題は各地で叫ばれているが、今回の結果が、日本の伝統工芸を始め世界の木工に従事する者の健康不安解消への一助となれば幸いである。

## 謝辞

400年以上にわたって日本の伝統的な漆器を作り続けてきた木地師の方々と木地師の育成と日本の伝統文化の継承・育成に尽力されている研修所に感謝するとともに、本研究に貴重な時間を割いて参加して下さったすべての方々に、心より感謝申し上げます。

また、研究の資金援助をして頂いた公益財団法人 日本中小企業福祉事業財団 (日本フルハップ) にも感謝申し上げます。

## 文献

- 1)日本の木と伝統木工芸：メヒティル・メルツ
- 2)石川県立山中漆器産業技術センター石川県挽物轆轤技術研修所の案内資料
- 3)労働省労働衛課；労働衛生用語辞典、中央労働災害防止協会、178、1993
- 4)木材粉塵によるがん：厚生労働省  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002b3ek-att/2r9852000002b3gs.pdf>
- 5)山中木地挽物技術保存会の資料
- 6)切削前に被削材に水分を与えることによる丸鋸切削時に発生する浮遊粉塵の低減：藤本清彦、高野勉、奥村正悟、木材学会誌、59(3),146-151;2013
- 7)原色 木材加工面がわかる樹種辞典：河村寿昌：p59,2014
- 8)丸鋸切削時に発生する浮遊粉塵に及ぼす切削条件の影響：藤本清彦、高野勉、伊神裕司；木材工業、404-409 Vol.62 No.9.2007
- 9)作業環境測定のための労働衛生の知識.p23.2019.日本作業環境測定協会
- 10) 木材加工によって発生する粉塵の測定：藤本清彦；木材工業、82-85 Vol.71 No.2.2016
- 11)日本産業衛生学会；産業衛生雑誌、61,177,2019

- 12)日本産業衛生学会；産業衛生雑誌、61,170-202,2019
- 13)日本耳鼻咽喉科免疫アレルギー学会 鼻アレルギー診療ガイドライン作成委員会：2020年版 鼻アレルギー診療ガイドライン. ライフサイエンス,2020;8-12
- 14)西野 宏.新臨床耳鼻咽喉頭科学第3巻.東京：中外医学社,2002;414
- 15)Surveillance of nasal and bladder cancer to locate sources of exposure to occupational carcinogens. : Tesche et al.,1997
- 16)人新世における「資本」.東京:株式会社集英社; 2020.
- 17) 2030年の世界地図. 東京: SBクリエイティブ株式会社; 2019.

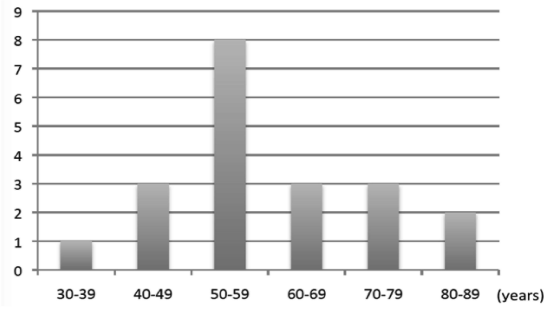
表1：アンケートの項目

対象者の背景情報	性別、年齢、木地師従事歴、1日の仕事時間、 木地師以外の職業従事の有無
疾患の有無	鼻炎、咳嗽などアレルギー疾患（息切れ、鼻閉感、鼻漏、頭痛などの症状）の有無、副鼻腔悪性腫瘍・糖尿病・高血圧・脂質異常症・腰痛・難聴などの有無、既往歴、内服歴、家族歴
対象者の生活習慣	飲酒の有無、喫煙の有無、運動の習慣の有無
作業環境の情報	轆轤中にマスクを着用の有無、換気装置の有無、 轆轤中の換気装置の使用状況
木材粉塵暴露量	轆轤中に生じる木材粉塵暴露量を、 換気装置の運転下で測定する

表 2

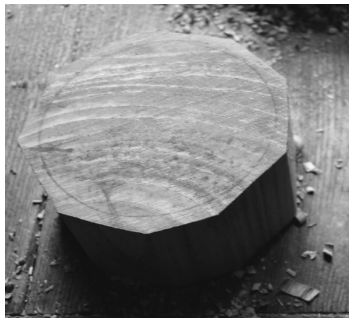
粉塵	空気中に遊離している粒子状物質のうち、 固体物質を機械的処理することによって生じる固体粒子
総粉塵	捕集器の入口における流速を50～80cm/secとして捕集した粉塵
吸入性粉塵	4.0 μm以下の粉塵の捕集率が50%、10 μm以上の粉じんの捕集率が0%になるような分粒特性を持つサンプリングを透過したもの

表3：アンケート質問結果



<木地師従事内容>	
木地師従事歴 (年)	41.1
木地師開始年齢 (歳)	19.1
1日平均鑿鑿作業時間 (時間)	7.8

	対象(n=20)
男性	19
木地師以外の職歴	3
アレルギー症状	9
腰痛	9
難聴	6
糖尿病	4
高血圧症	2
内服	9
飲酒歴	14
喫煙歴	14
家族歴	12
運動習慣	10
鑿鑿中のマスク使用	3
工房での換気装置	19
鑿鑿中の換気装置使用	19



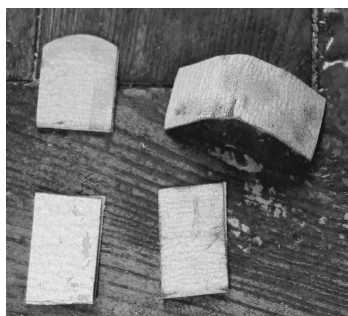
1-a



1-b



1-c



1-d

図1

1-a 枚切り

1-b 鉋

1-c 木地屋小刀

1-d 研磨布紙



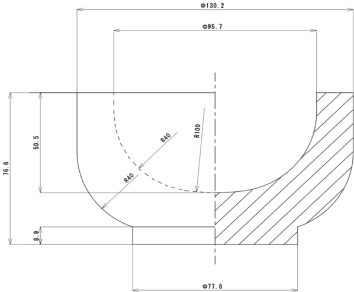
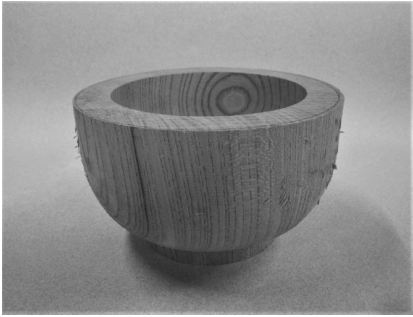


図 2-1:荒挽き材&図面※

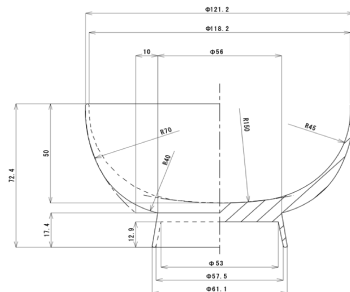


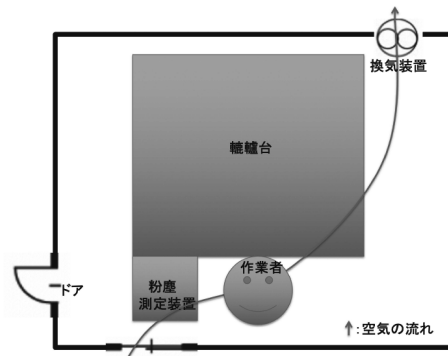
図 2-2:仕上碗&図面※

※記載寸法に関する注記

直径などの寸法に端数がついているのは、産地の伝統的な採寸方法である尺貫法をメートル法に換算したためである。メートル法換算の際、四捨五入を行っているため、尺貫法では厘の単位が含まれる場合もある。参考まで、1寸=30.303mm、1分=3.03mm、1厘=0.303mm。仕上碗の直径121.2mmは、尺貫法の4寸に相当する。



3-a



3-b



3-c



3-d

図3

## 研究発表

・ 中尾裕貴、岡田和弘、松田陽介、呉藤安宏、向出昭一、古場田良郎、川北浩彦、川北良造、藤本清彦.  
木地師の木材粉塵による健康への影響の実態調査・研究. 第 94 回日本産業衛生学会. まつもと市民芸術館(2021 年 5 月 18-21 日)