

# ペーパーリチューブーシュレッダーの紙くずの活用ー

制作 阿部研究室 A21AB148 若尾歩美

## 1. 背景と目的

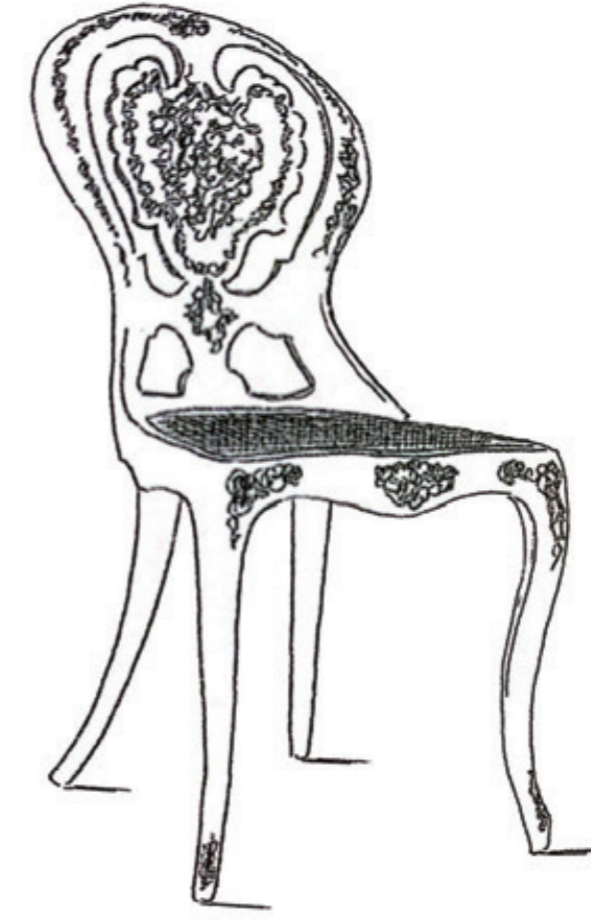
近年、ペーパーレス化が進んでいるが、未だに紙は多くの場所で利用されている。紙は会社や教育機関などの身近な場所で非常に多く利用され、多くの紙がシュレッダーにかけられた後、処分されている。シュレッダーの紙くずは、リサイクルしづらい素材であるを知り、これを活用して日常的に利用できるものを制作したいと思うようになった。

本制作の目的は、シュレッダーの紙くずの新たな活用方法を考え、再び暮らしに取り入れることである。そこで、シュレッダーの紙くずを使用したスツール制作を行う。

この試みをペーパーリチューブと名付けた。

## 2. パピエ・マーシェ

パピエ・マーシェとは、紙に接着剤、糊（のり）、砂などを混合したもので、これを椅子などの鋳型に流し込んで圧縮成形して家具をつくる。木材ではできない複雑な形をつくり出している。この表面に漆（うるし）や、象嵌を施すことにより、豪華な装飾をつくり出すことができたので、大変人気があった。



▶中林幸夫「図でみる 洋家具の歴史と様式（増補縮刷版）」（理工学社、2012）171 頁



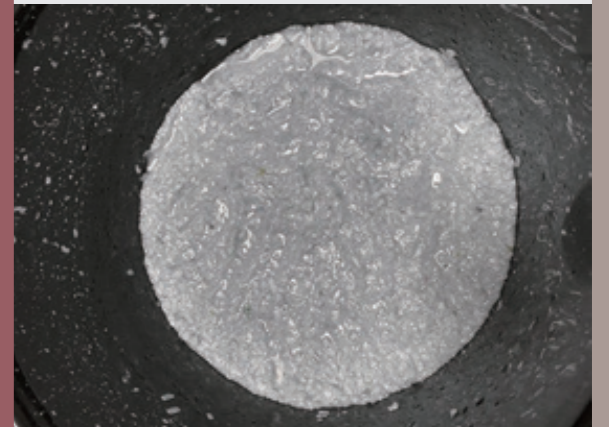
【図 18】シュレッダーの紙くず



【図 19】加熱中



【図 20】シャトルシェフで保温



【図 21】混ぜた後



【図 22】糊の追加



【図 23】押し固める



【図 24】型から外した



【図 25】アイロンがけ工程



【図 26】糊付け



【図 27】3 枚の座面糊付け後



【図 28】ヤスリ工程

## 3. 制作過程の 6 つの実験

制作にあたり以下の 6 つの実験を行った。

### ① 溶けやすさの実験

候補 1：水に浸すのみ

候補 2：沸騰後 30 分間火にかける

候補 3：沸騰後 1 時間火にかける

[使用したもの]

紙くず、水、鍋、型、計り、計量カップ、割り箸

[結果]

- ・水に浸すのみよりも火にかける工程の方が溶けやすい
- ・溶けやすくするためには長時間火にかけることが重要

### ② 真空保温調理器（サーモスのシャトルシェフ）使用実験

加熱工程をより経済的に行うことを目的とした

[使用したもの]

紙くず、水、真空保温調理器（サーモスのシャトルシェフ）、型、計り、計量カップ、割り箸

[結果]

- ・長時間火にかける工程を経済的に行うことが可能になった
- ・保温中に対流が発生しないため、常に火にかけるよりもシュレッダーの紙くずが細かくなりやすい傾向が見られた

### ③ 保温後の混ぜる工程追加実験

シュレッダーの紙くずをより細かくすることを目的とした

[使用したもの]

紙くず、水、型、バケツ、ハンドミキサー

[結果]

- ・シュレッダーの紙くずを短時間でより細かくすることが可能になった

【表 1】混ぜる工程追加表

作業工程	1 回目	所要時間
沸騰（強火）	17:06 ~ 17:16	10 分間
加熱（中火）	17:16 ~ 17:26	10 分間
保温	17:26 ~ 17:56	30 分間
混ぜる	17:58 ~ 18:03	5 分間
冷ます	18:03 ~	
水を切る		
型に入れる		
押し固める		
乾燥開始	20:30 ~	



【図 1】混ぜる工程

### ④ 糊の混合量の実験

候補 1：でんぷん糊 0g

候補 2：でんぷん糊 10g

候補 3：でんぷん糊 20g

候補 4：でんぷん糊 40g

[使用したもの]

紙くず、水、でんぷん糊、鍋、型、計り、計量カップ、割り箸

[結果]

- ・候補 1 は硬さや乾燥時間が他の候補に比べて悪い評価になった
- ・候補 3 が表の項目全てで良い評価のため、でんぷん糊 20g が適量

【表 2】でんぷん糊比較表

	でんぷん糊 0g	でんぷん糊 10g	でんぷん糊 20g	でんぷん糊 40g
硬さ	○	○	◎	◎
制作のしやすさ	◎	◎	◎	×
乾燥時間	△	◎	◎	◎

### ⑤ 型からの取り外し方実験

候補 1：押し出す方法

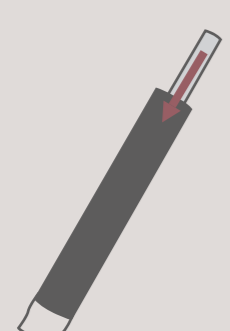
候補 2：片面ずつ外す方法

[使用したもの]

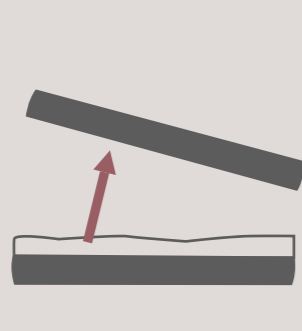
ペーパーリチューブが入った型（脚部）

[結果]

- ・候補 1 は取り外せなかったが、候補 2 は取り外せた
- ・片面ずつ取り外すことにより、形状が変化しづらい



【図 2】候補 1



【図 3】候補 2



【図 4】脚部取り出し方決定

### ⑥ 乾燥中のアイロンがけ工程追加実験

乾燥中の座面のカーブ抑制を目的とした

[使用したもの]

座面、アイロン、アイロン台、ハンカチ

[結果]

- ・座面のカーブを抑制することができた
- ・アイロンがけ工程なしで制作すると大きくカーブしてしまうため、この工程は平らな座面制作において非常に重要な工程である



【図 5】カーブした座面



【図 6】アイロン後乾燥した座面

## 4. 制作後の加工

制作後に以下の4つの加工を行った。

### ① のこぎりでの切断工程

ペーパーリチューブ乾燥後に切断可能か知ることを目的とした

[使用したもの]

脚部、のこぎり

[結果]

- ・ペーパーリチューブは乾燥後にのこぎりですら約1分で切断可能であった



【図7】切断作業



【図8】切断後

### ② ヤスリ工程

ペーパーリチューブ乾燥後にヤスリで加工可能か知ることを目的とした

[使用したもの]

座面、脚部、ヤスリ(#100)、木の端材

[結果]

- ・乾燥後にヤスリでの加工は可能であった



【図9】座面ヤスリ作業



【図10】脚部ヤスリ作業

### ③ 穴あけ工程

候補1: ダボ手法

候補2: 座面のみ穴あけ手法

[使用したもの]

座面、彫刻刀、鉛筆

[結果]

- ・候補1は接合段階で効果を発揮しなかった
- ・候補2のように座面に脚部のサイズの穴をあけて差し込むことにより、ぐらつきが抑制された



【図11】ダボ手法



【図12】座面のみ穴あけ手法

### ④ 塗装工程

使用する塗料の条件を以下の3点とした

- (1) 環境にやさしい
- (2) 人にやさしい
- (3) 防カビ効果がある

[使用したもの]

座面、脚部、ブラシ、オスモカラーウッズステインプロテクター(#735 ノルディックレッド)

[結果]

- ・塗装による変形はなく、標準的な乾燥時間であった



【図13】塗装材料



【図14】塗装後

## 5. 燃焼実験

(2024年10月22日 15:00 ~ 19:00)

ペーパーリチューブが最後まで燃え尽きるかを知ることを目的とした

対象: 脚部(高さ350mm程度)

[使用したもの]

脚部、ガスバーナー、網

[作業工程]

ガスバーナーで実験開始時と実験開始から1時間後に脚部の端に着火して観察した

[結果]

- ・約4時間で燃え尽き、形状が維持できないほどの完全な灰になった



【図15】燃焼中



【図16】燃焼完了

## 6. 制作工程

ペーパーリチューブは以下の工程で制作が可能である

座面制作時間: 約18時間 脚部制作時間: 約4時間

※乾燥時間は含まない

【表3】作業工程表

作業工程	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	所要時間
沸騰(強火)	10:02 ~ 10:12	10:55 ~ 11:05	11:48 ~ 11:58	12:41 ~ 12:51	13:34 ~ 13:44	10分間
加熱(中火)	10:12 ~ 10:22	11:05 ~ 11:15	11:58 ~ 12:08	12:51 ~ 13:01	13:44 ~ 13:54	10分間
保温	10:22 ~ 10:52	11:15 ~ 11:45	12:08 ~ 12:38	13:01 ~ 13:31	13:54 ~ 14:24	30分間
混ぜる	10:55 ~ 11:00	11:48 ~ 11:53	12:41 ~ 12:46	13:34 ~ 13:39	14:28 ~ 14:33	5分間
冷ます	11:00 ~	11:53 ~	12:46 ~	13:39 ~	14:33 ~	
水を切る						
糊を入れ混ぜる						
型に入れる						
押し固める						
乾燥開始					15:43 ~	
1週間後						
アイロンがけ					20:00 ~	
乾燥開始					20:20 ~	

## 7. 座屈の強度実験

(2024年12月04日 16:00 ~ 16:30)

ペーパーリチューブのツールで人や物の荷重が加わった際に耐えられるか知ることを目的とした

対象: ペーパーリチューブのツール

[使用したもの]

ツール、万能試験機

[作業工程]

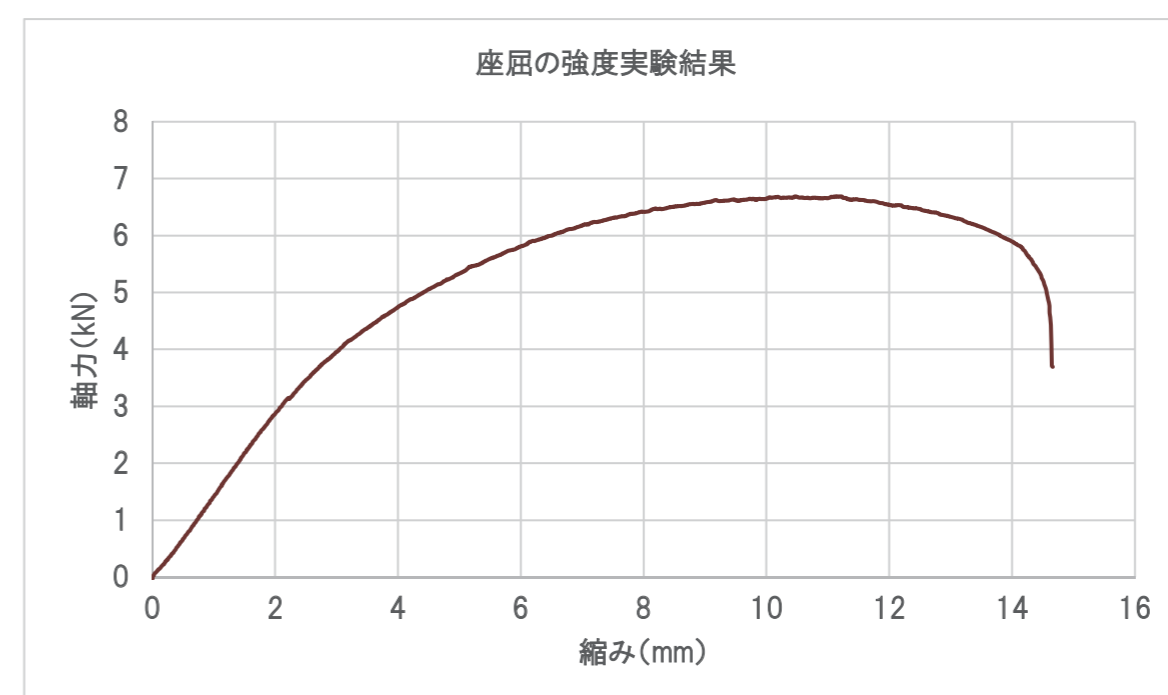
万能試験機を使用して垂直荷重を1分間に2mmかけていく

[結果]

最大荷重: 6.69kN

剛性: 1.48kN/mm

- ・垂直荷重はおよそ670kg耐えられる(200kgの人も座れる)



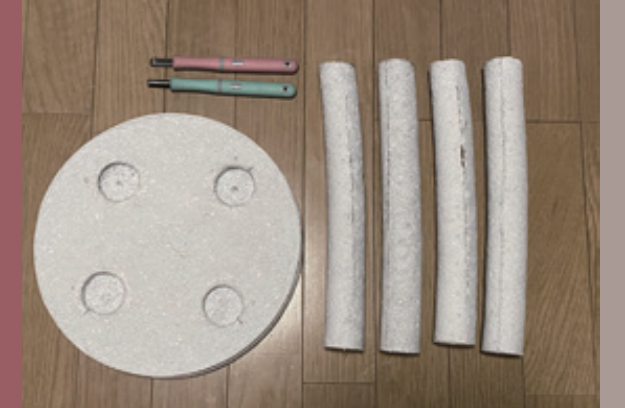
【図17】座屈の強度実験結果

## 8. まとめ

本制作のツールは、ごみの削減やリサイクル、自然環境に配慮することができる利点がある。また、ペーパーリチューブは自由な形状が制作可能であるため、再び暮らしに取り入れやすい材料であると明らかになった。実用化に向けては、着座時の荷重のかかり方の検討が必要である。垂直荷重以外にもせん断荷重や衝撃荷重などの様々な試験を行い、人が安全に着座可能なツールを追求しなくてはならない。



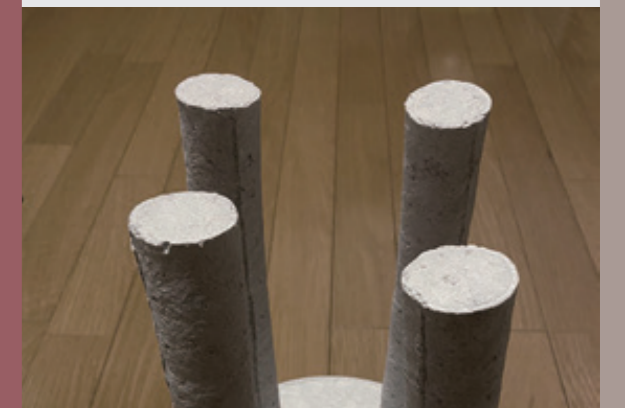
【図29】穴あけ工程



【図30】座面のみ穴あけ完了



【図31】座面に差し込む



【図32】接合完了



【図33】塗装工程



【図34】塗装完了



【図35】設置イメージ



【図36】万能試験機



【図37】実験前



【図38】実験後(座屈)