

2013年6月19日(水)

## 紙及びパルプの物性測定と観察

時間 (予定)	測定項目	場所	担当者 (予定)
12:15-12:30	[1] 厚さと質量	E201	江前
12:30-12:40	[2] 試験片採取	E201	江前
12:40-14:00	[3] 耐折試験	E201	エフィ (Evi)
12:45-13:20	[4] 繊維長と幅の測定	E202-E201	タンチラ (Tunchira)
13:20-13:25	[5] ろ水度	E202	江前
13:25-14:00	[6] 吸水速度	E201	シュ (Xu)
14:10-15:10	[7] 電子顕微鏡観察	2D123	ティッキー (Tiky)
15:10-16:00	[8] レポート作成	2D121	江前

系列名と各系列シートの原料と処理

系列	繊維の種類	叩解	サイズ剤・助剤
A系列	広葉樹	叩解	無添加
B系列			AKD 1.0 mL PAE 0.5 mL
C系列		未叩解	
AS系列	針葉樹	叩解	無添加

# 紙の物性値測定

## 1. 総論

紙は我々の日常生活と最も密接に結び付いている材料の一つである。従って、その用途に応じて様々な性質が要求されることになり、紙自身はそれぞれの要求に沿った性質をもつように設計、製造されなければならない。本実験では、紙の持つ基礎的な性質を理解することを目的とし、前実験で調製した3種の手抄きシートの厚さ、坪量、密度、引張り強さ、耐折強さ、引裂き強さ、サイズ度、白色度、不透明度を測定し、それらの結果の要因を考察する。なお、紙は（特に）湿度によって物性値が変化するので、物性測定の実験環境は、23℃、相対湿度 50%である。しかし、今回の実験では恒温恒湿室が使用できないので測定中に温度と相対湿度を記録しておく。

## 2. 実験

試料：前実験で調製したA, B, C, ASの各系列のシート3枚

装置：はかり、紙厚計、MIT耐折試験機

器具：カッターナイフ、裁断機、定規

### [1]厚さ、質量測定操作：

- (1) すべての試料が区別できるように目印（番号）をつける。A-1, A-2, ..., AS-3まで端に小さい文字で書き込む。
- (2) マイクロメータのゼロ点を、zeroボタンを押して調整する。円板昇降ボタンを押して隙間を開け試験片をマイクロメータ加圧面の間に入れ、上部円板を試験片から約0.6mmの位置から落下させて厚さを読み取る。1枚のシートにつき3点を測定する（1  $\mu\text{m}$ の桁数まで記録する）。
- (3) はかりでシートの質量を測定する。g単位で小数点以下4桁まで記録する。
- (4) 全てのシート計12枚

### 坪量、密度の計算：

- (1) 1枚のシート面積は200  $\text{cm}^2$ なので上の測定値から坪量( $\text{g}/\text{m}^2$ )を計算する。
- (2) 坪量と厚さから密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )を計算する。  
\*力学物性値計算の際に、どのシートを使用したかを記録しておき、計算で坪量が必要であれば、ここで計算した値を用いる。

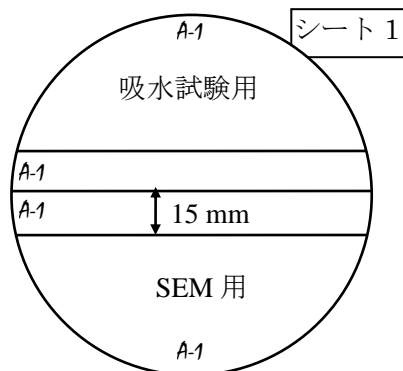
## [2]試験片採取の手順：

(1) A、Bの3系列のシートから次のように物性試験用の試料を採取して下さい。系列の種類がわかるように、試験片の隅に小さく、鉛筆で“A-1”（「Aのシート1」の意味）のように、書き込んでください。

(2) シート1：耐折試験用。幅15 mmの試験片を2枚採取する。残りは電子顕微鏡（SEM）観察用とする

(3) シート2：インクジェットプリンタ印刷用。

(4) シート3：予備（シート1、シート2に折り目や裂けなどの欠点があればシート3を使ってください。）



## [3]耐折強さ試験操作：

- (1) 4系列のシート1から採取した幅15mmの各2枚の試験片を用意する。
- (2) 張力9.8N(1.0 kgf)になるように上部のピストンを押し込み、右のネジで留める。
- (3) 試験片を試験機にセットし、ネジを弛めてカウンターを0にしてからスイッチを入れる。
- (4) 往復折り曲げ試験をして試験片が切れるまでの往復折り曲げ回数を記録する。以下、簡易マニュアル。試験中はこれを参照して下さい。

- ① スイッチをoffにする。
- ② バネを1.0 kgfになるように押し込んで右側のねじで止めておく。
- ③ 下側の回転つかみが上を向くように手で回す。
- ④ 上のつかみに試料を付ける。つかみに対し試料が直角となるようにする。
- ⑤ 下のつかみに付ける。
- ⑥ カウンターを99999にしてから000000に合わせる。
- ⑦ 【忘れやすい注意！】バネのネジを緩める。
- ⑧ スイッチをonにし、試料が切れるまで待つ。  
→ ①に戻る

試料ごとに次のように計算する（下記の式参照）。往復折り曲げ回数の個々の値の対数を取り、その対数の平均値である耐折強さ（小数点以下2けたに丸める）を求める。さらにその真数を取り、ISO耐折回数（有効数字2けたに丸める）を求める。

$$\text{耐折強さ} = \overline{\log_{10}(\text{往復折り曲げ回数})} \quad \text{ISO耐折回数} = 10^{\text{耐折強さ}}$$

#### [4] 繊維長と繊維幅測定操作：

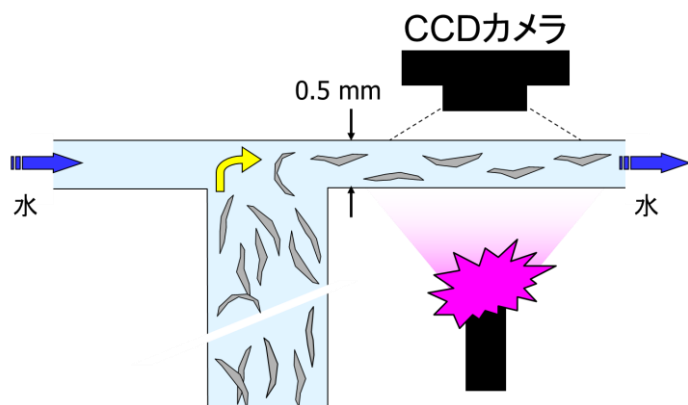
- (1) 広葉樹漂白クラフトパルプシート、針葉樹4系列漂白クラフトパルプシートを各0.8g採取し、約1.6Lの水を入れて、各5分程度ずつ離解する。
- (2) 離解機の容器から繊維の懸濁液を約100mL専用の500mL容ビーカーに採取し、水で希釈して約400mLとしておく。
- (3) ファイバーテスター（写真）の回転ステージにセットする。
- (4) アプリケーションを起動する。
- (5) Detailedを選択し、測定を開始する。
- (6) 各繊維長区分と頻度（%）or 本数を記録する。
- (7) 横軸に繊維長区分、縦軸に長さ平均繊維長を取りプロットする。

$i$ 番目の区分に、繊維長 $l_i$ の繊維が $n$ 本あるとすると、長さ平均繊維長 $L_2$ は、次のように表すことができる。

$$L_2 = \frac{\sum n_i l_i^2}{\sum n_i l_i}$$



本装置は、2枚のガラス板に挟まれた0.5mmの幅の隙間（図左）に希薄な繊維懸濁液を流し、ストロボ撮影を行って、画像（図右）に写っている全繊維の長さと幅を画像処理によって求める。通常20,000本の繊維の測定が終わると自動的に測定を終了し、結果を表示する。



[5] ろ水度測定操作：

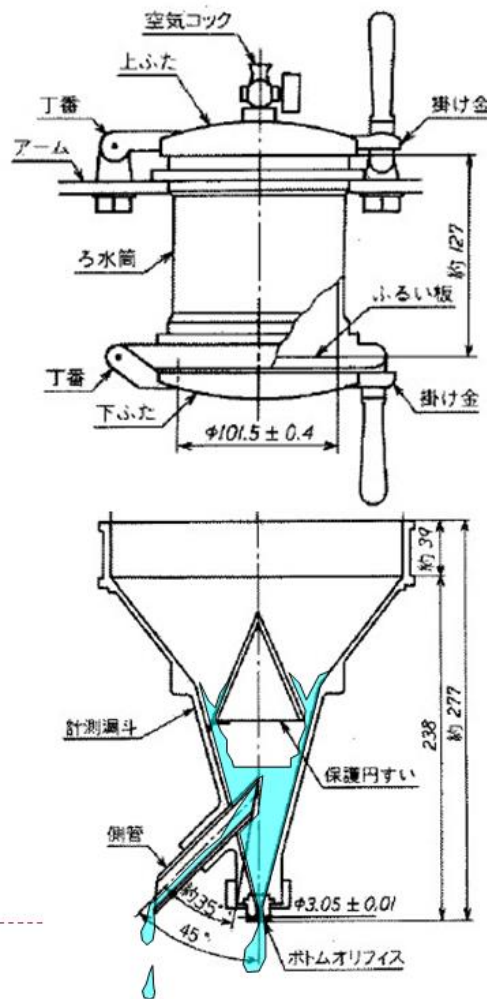
- (1) カナダ標準ろ水度（“Canadian Standard” freeness=CSF）を実験初日に測定した。「ろ水」とは、濾（こ）して出てきた水、及び水がこされて出てくることを指す。
- (2) カナダ標準ろ水度の定義と原理は次の通りである。

単位 mm

**定義** カナダ標準ろ水度試験器（図）のサイドオリフィス（側管）から集めたろ水を、試験条件下の試料の温度及び固形分濃度で補正して、容量をミリリットル(mL)で表したもの。

**原理** 一定量のパルプ懸濁液は、孔のあいたふるい板上に形成した繊維マットを通過して計測漏斗の中へ排出される。計測漏斗には、ボトムオリフィス（直下開口部）及びサイドオリフィス（側管）が備わっている。側管から排出されたろ水量を測定する。排出されたろ水量をミリリットル（mL）で表したものを、パルプのカナダ標準ろ水度とする。

**解釈** ボトムオリフィスは径が小さいため、繊維マットを透過して早くろ水するときには水かさがすぐに上がり、側管からあふれ出す水の量が多くなる。すなわちカナダ標準ろ水度が大きい値（mL）を示す。このときは繊維マットの水切れがよい、と解釈できる。



- (3) ろ水量を測り終わった直後にろ水の温度を測定し、また回収した繊維マットを乾燥器に入れる。
- (4) 繊維マットの絶乾質量を測定する。
- (5) カナダ標準ろ水度は繊維マットの質量、水温（水の粘度が変わるため）の影響を受けるため、測定後に補正表に基づいて、値を修正する必要がある。補正表は次ページ及び次々ページにある。

### 附属書 C

(参考)

### 濃度 0.30 %へのろ水度補正表

排水量 の読み ml	試料の濃度%																			排水量 の読み ml		
	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38		0.39	0.40
	-mL											+mL										
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	20
30	—	—	—	—	—	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	13	15	17	19	21	30
40	22	20	18	16	13	11	9	7	5	2	0	3	5	7	9	12	14	17	19	21	23	40
50	25	23	20	18	15	13	10	8	5	3	0	3	6	8	10	13	16	18	21	23	25	50
60	28	25	22	19	17	14	11	9	6	3	0	3	6	9	11	14	17	19	22	25	27	60
70	31	27	23	20	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	29	70
80	33	29	25	22	19	16	13	9	6	3	0	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	80
90	36	31	27	24	21	17	13	10	7	3	0	4	7	10	13	16	20	23	26	29	32	90
100	38	33	29	26	22	18	14	10	7	3	0	4	7	11	14	17	21	24	27	30	34	100
110	40	35	31	27	23	19	15	11	7	3	0	4	8	11	14	18	22	25	28	31	35	110
120	42	37	33	29	24	19	15	11	7	3	0	4	8	11	15	19	23	26	29	33	36	120
130	44	39	35	30	25	20	16	12	8	4	0	4	8	12	15	20	24	27	31	35	38	130
140	46	41	36	31	26	21	17	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	140
150	48	42	37	32	27	22	17	12	8	4	0	4	8	12	16	21	25	30	34	38	42	150
160	50	44	39	33	28	23	18	13	9	4	0	4	8	13	17	22	26	31	35	39	43	160
170	52	46	40	34	29	24	19	14	10	5	0	5	9	14	18	23	27	32	36	41	45	170
180	54	48	42	36	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	19	24	28	33	37	42	46	180
190	56	49	43	37	31	26	20	15	10	5	0	5	10	15	19	24	28	33	38	43	47	190
200	58	51	45	38	32	26	21	15	10	5	0	5	10	15	20	25	29	34	39	44	48	200
210	60	53	46	39	33	27	21	15	10	5	0	5	10	16	21	26	30	35	40	45	49	210
220	61	54	47	40	34	28	22	16	10	5	0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	50	220
230	62	55	48	41	35	28	22	17	11	5	0	6	12	17	22	27	32	37	42	47	51	230
240	63	56	49	42	35	29	23	17	11	5	0	6	12	17	23	28	33	38	43	48	53	240
250	64	57	50	43	37	30	23	17	11	5	0	6	12	18	23	29	34	39	44	49	54	250
260	65	58	51	44	37	30	24	18	12	6	0	7	13	19	24	30	35	40	45	50	55	260
270	67	59	52	45	38	31	25	19	12	6	0	7	13	19	25	31	36	41	46	51	56	270
280	68	60	53	46	39	32	25	19	12	6	0	7	13	19	25	31	36	41	47	52	57	280
290	70	62	54	47	40	33	26	19	13	6	0	7	13	19	25	31	36	42	47	52	57	290
300	72	64	56	48	41	34	27	20	13	6	0	7	13	19	25	31	36	42	48	53	58	300
310	73	65	57	49	41	34	27	20	13	7	0	7	13	19	25	31	37	43	48	53	58	310
320	75	66	58	50	42	35	27	20	13	7	0	7	13	19	25	31	37	43	48	53	58	320
330	77	68	59	51	43	35	27	20	13	7	0	7	13	19	25	32	38	43	48	53	58	330
340	78	69	60	52	43	35	27	20	13	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	340
350	79	70	61	52	43	35	27	20	13	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	350
360	80	70	61	52	43	35	28	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	360
370	81	71	61	52	44	36	28	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	370
380	81	71	61	52	44	36	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	380
390	82	72	62	53	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	390
400	82	72	62	53	46	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	400
420	83	72	62	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	420
440	83	73	63	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	54	59	440
460	83	73	63	54	45	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	44	49	53	58	460
480	83	73	63	54	46	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	32	38	42	47	52	57	480
500	83	73	63	54	46	37	29	21	14	7	0	7	14	20	26	31	36	41	46	51	56	500
520	82	72	62	53	44	36	28	21	14	7	0	7	13	19	25	30	35	40	45	50	55	520
540	80	71	62	53	44	36	28	21	14	7	0	6	12	18	24	29	34	39	44	49	54	540
560	78	69	60	51	43	35	28	21	14	7	0	6	12	17	22	27	32	37	42	47	52	560
580	76	67	58	50	42	34	27	20	13	6	0	6	12	16	22	27	32	37	42	46	50	580
600	75	66	58	50	42	34	27	20	13	6	0	6	11	16	21	26	31	36	40	44	48	600
620	74	65	57	49	41	33	26	19	12	6	0	5	10	15	20	25	30	34	38	42	47	620
640	73	64	56	48	40	32	25	18	12	6	0	5	10	15	20	25	29	33	37	41	46	640
660	71	63	55	47	39	31	24	17	11	6	0	5	9	14	19	24	28	31	35	39	45	660
680	70	63	55	46	39	31	24	16	11	5	0	4	9	13	18	23	27	30	34	38	44	680
700	69	62	54	46	38	30	23	16	11	5	0	4	8	13	18	22	26	29	33	37	42	700

### 附属書 D

(参考)

### 温度 20 °C へのろ水度補正表

排水量の読み mL	試料の温度 °C																														排水量の読み mL
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30										
	+mL															-mL															
30	11	9	8	6	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	6	8	9	11	30									
40	12	10	9	7	7	6	5	3	2	1	0	1	2	3	5	6	7	7	9	10	12	40									
50	14	12	11	8	8	7	6	4	3	1	0	1	3	4	6	7	8	8	11	12	14	50									
60	15	14	12	9	9	8	6	4	3	1	0	1	3	4	6	8	9	9	12	14	15	60									
70	17	15	13	10	10	8	7	5	3	2	0	2	3	5	7	8	10	10	13	15	17	70									
80	19	17	15	11	11	9	8	6	4	2	0	2	4	6	8	9	11	11	15	17	19	80									
90	20	18	16	12	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	12	16	18	20	90									
100	21	19	17	13	13	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	13	13	17	19	21	100									
110	23	21	18	14	14	11	9	7	5	2	0	2	5	7	9	11	14	14	18	21	23	110									
120	25	22	20	15	15	12	10	7	5	2	0	2	5	7	10	12	15	15	20	22	25	120									
130	26	23	21	16	16	13	11	8	5	3	0	3	5	8	11	13	16	16	21	23	26	130									
140	27	24	22	16	16	14	11	8	5	3	0	3	5	8	11	14	16	16	22	24	27	140									
150	29	26	23	17	17	14	11	9	6	3	0	3	6	9	11	14	17	17	23	26	29	150									
160	30	27	24	18	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	18	24	27	30	160									
170	31	28	25	18	18	15	12	9	6	3	0	3	6	9	12	15	18	18	25	28	31	170									
180	32	29	26	19	19	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	16	19	19	26	29	32	180									
190	33	30	26	20	20	16	13	10	6	3	0	3	6	10	13	16	20	20	26	30	33	190									
200	34	31	27	20	20	17	13	10	7	3	0	3	7	10	13	17	20	20	27	31	34	200									
210	35	31	28	21	21	18	14	10	7	3	0	3	7	10	14	18	21	21	28	31	35	210									
220	36	32	29	22	22	18	14	10	7	4	0	4	7	10	14	18	22	22	29	32	36	220									
230	37	33	30	22	22	19	15	11	7	4	0	4	7	11	15	19	22	22	30	33	37	230									
240	38	34	31	23	23	19	15	11	8	4	0	4	8	11	15	19	23	23	31	34	38	240									
250	39	35	31	23	23	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	23	23	31	35	39	250									
260	40	36	32	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	32	36	40	260									
270	41	37	33	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	33	37	41	270									
280	42	38	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	38	42	280									
290	42	38	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	38	42	290									
300	43	39	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	39	43	300									
310	43	39	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	39	43	310									
320	43	39	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	39	43	320									
330	44	40	35	26	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	26	35	40	44	330									
340	44	40	35	26	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	26	35	40	44	340									
350	44	40	35	26	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	26	35	40	44	350									
360	44	40	35	26	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	26	35	40	44	360									
370	45	41	36	26	26	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	26	26	36	41	45	370									
380	45	41	36	27	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	27	36	41	45	380									
390	45	41	36	27	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	27	36	41	45	390									
400	46	41	37	28	28	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	28	28	37	41	46	400									
420	45	41	36	27	27	23	18	14	9	4	0	4	9	14	18	23	27	27	36	41	45	420									
440	45	41	36	27	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	27	36	41	45	440									
460	44	40	35	27	27	22	18	13	9	4	0	4	9	13	18	22	27	27	35	40	44	460									
480	43	39	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	39	43	480									
500	42	38	34	25	25	21	17	13	8	4	0	4	8	13	17	21	25	25	34	38	42	500									
520	42	38	33	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	33	38	42	520									
540	42	37	33	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	33	37	42	540									
560	41	37	32	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	32	37	41	560									
580	41	36	32	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	32	36	41	580									
600	40	36	32	24	24	20	16	12	8	4	0	4	8	12	16	20	24	24	32	36	40	600									
620	39	35	31	23	23	19	16	12	8	4	0	4	8	12	16	19	23	23	31	35	39	620									
640	37	33	29	21	21	18	14	11	7	4	0	4	7	11	14	18	21	21	29	33	37	640									
660	36	32	28	21	21	17	14	10	7	3	0	3	7	10	14	17	21	21	28	32	36	660									
680	35	31	27	20	20	17	13	10	6	3	0	3	6	10	13	17	20	20	27	31	35	680									
700	33	30	26	20	20	16	13	9	6	3	0	3	6	9	13	16	20	20	26	30	33	700									

[6] 吸水速度測定操作：

- (1) 4系列のそれぞれシート1の残りの弓形1枚を用意する。
- (2) 自動走査吸液計ASA (図) を用いて吸水速度を測定する。本来は紙表面上を給液ヘッドが走査して測定されるが、ここでは内径1mmのヘッドを紙面上の1点に置いて、水が放射状に濡れ拡がりながら浸透していく体積を経過時間とともに記録する。
- (3) 弓形の試験片をASAの回転ステージ上に載せ、磁石で固定する。このときプレートに当たっていた平滑な面を上にする。
- (4) アプリケーションを起動し、Tをクリックしてからファイル名などを入力する
- (5) ガラス管に十分液体が満たされていることを確認してから内径1mmのヘッドをゆっくり降ろし、約30秒間吸水体積の経時変化を記録する。
- (6) データでは経過時間と測定を開始してからの吸水体積が組が十数点出力されるので

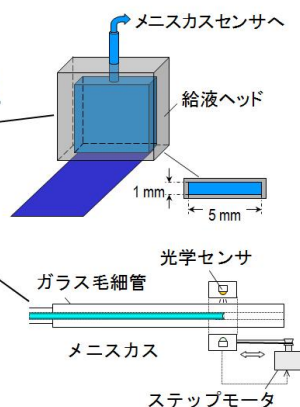
■ **自動走査吸液計**

(らせん走査ブリスト装置)

一定量の液体を入れたヘッドを、速度可変で紙面上で走査する。短時間での吸液速度が測定できる。



自動走査吸液計



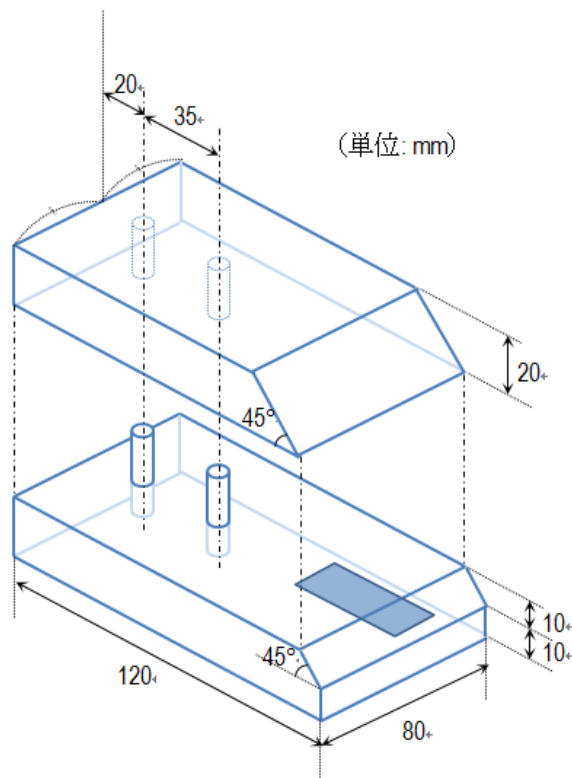
吸水速度を測定するための自動走査吸液計



## [7] 走査型電子顕微鏡 (SEM) 測定操作 :

紙の表面、断面観察には走査型の電子顕微鏡 (SEM) が用いられる。SEMにより、紙表面の構成パルプ繊維の形態、紙層構造等が観察できる。原理的には、真空中で電子を試料に照射させると、一部の電子は反射する (二次電子)。二次電子量の測定位置での差異は、試料の凹凸による二次反射電子量の差異を反映しているため、濃淡で現された二次電子像により試料の表面の凹凸形状を観察することになる。この際、通常のSEM観察では、紙のような非導電性の試料の場合、プラチナや金を蒸着させて導電性を上げる。

- (1) 4系列のそれぞれシート1の残りの、もう一方の弓形1枚を用意する。
- (2) ハサミで幅1cm程度長さ3cm程度短冊状の試験片を採取し、透明ブロックに図のようにセットする。
- (3) カミソリの刃を45°面に当てながら滑らせ、紙の断面が45°となるように切る。
- (4) 残った方の試験片をピンセットでつまみだし、約1cm四方となるように切る。
- (5) アルミニウム試料台に導電性両面テープを張り付け、その上に採取した紙の試験片を貼り付けて軽く押さえる。



### 導電性処理

- (6) 白金コーターのパワーオン
- (7) メインバルブをロックからフリーに (時計方向) 回し手前にゆっくり引っ張る (5 cmほど)。止まったら、反時計方向に回しロックにする。
- (8) 蓋を開けて試料を入れる。
- (9) AUTOのランプオン、COATのランプオンを確認し、150秒にセットし、スタートボタンを押す。
- (10) 時間が来て自動終了したら、サンプルを取り出す。
- (11) 終了操作では、蓋を閉めて、スタートを押し、すぐにPAUSEを押す。
- (12) 0.1Torr程度まで真空になったら、バルブを赤い線が入るまで押してからロックし、スイッチをオフにする。

### SEMの操作

- (1) 鏡筒パネルのディスプレイスイッチを引っ張って上に上げてオンにする。
- (2) 試料ホルダーを台に取り付けて高さを合わせる。
- (3) S.C.Air Lock ValveがClose (右) になっていることを確認して、Airボタン (赤) を押して、試料交換部を開け、試料台にセットする。その際、引っ張る棒の部分を手でさわらない。
- (4) 試料交換部を手で締め、Evacボタン (緑) を押して排気し、High vacuumランプが点灯するまで待つ。
- (5) 試料移動ダイヤル (XY2方向) がいずれも12.5であることを確認する。
- (6) 試料室の仕切りレバーを開けて試料台をレールに挿入し、棒を回して台から抜

く。棒を引き出し、仕切りをしめる。

(7) S.C.Air Lock Valveスイッチを引っ張ってOpen（左）に倒す。

**観察：**

(8) ディスプレーパネルのFlush STBYを押してから、HVを押し、Emissionの値が一定になるように繰り返す。

(9) HVを押し、ピーという音がするまで待つ（約15秒）。

(10)Beam monitorボタンを押すと自動設定される。

(11)Focus, Stigmaは、それぞれ自動ボタン（Auto）を押すと自動設定される。

**試料の取り出し方・終了：**

(12)HVボタンOFFを押して高圧を切る。

(13)試料移動ダイヤル（XYその他すべて）を元の値に戻す。

(14)S.C.Air Lock Valveスイッチを引っ張ってClose（右）に倒す。

(15)仕切りをレバーで開けて、試料台を取り出し、仕切レバーで閉める。

(16)Airボタン（赤）を押すと試料交換部に空気が入り、試料を交換する。

(17)終了の場合には、試料台をはずし、交換室を閉めて排気し、Displayスイッチを引っ張って下に下げ、OFFにする。ノートに使用記録を記入する。

### 3. 考察

★紙の耐折試験が実際の紙の使用にあたり重要になる理由

★サイズ剤の効果

測定データ記入表

	厚さ (μm)			シート質量 (g)	坪量(g/m <sup>2</sup> )	密度(g/m <sup>3</sup> )	耐折回数 (回)		
	1	2	3				1	2	ISO 耐折回数
A-1									
A-2									
A-3									
B-1									
B-2									
B-3									
C-1									
C-2									
C-3									
AS-1									
AS-2									
AS-3									

繊維の種類	CSF パルプ質量(g)	CSF 濃度補正(mL)	CSF 温度補正量(mL)	CSF(mL)	平均繊維長(mm)	平均繊維幅(μm)
広葉樹						
針葉樹						

※ CSF=カナディアン標準ろ水度(mL)