

## 講 義 概 要 資 料

科 目	紙の劣化と保存環境
講 師 名	金山正子
所 属	財団法人元興寺文化財研究所 記録資料調査修復室
講 義 名	紙の劣化と保存環境
講義概要	<p>1. 資料保存のマネジメント</p> <p>1-1 保存対策の位置づけ</p> <p>1-2 計画的・段階的な措置</p> <p>2. 保存環境のチェック</p> <p>2-1 IPM 法(Integrated Pest Management)</p> <p>2-2 汚染物質濃度の測定</p> <p>2-3 虫菌類の生息調査</p> <p>2-4 カビ対策</p> <p>3. 資料の状態調査</p> <p>3-1 素材の特性と劣化症状</p> <p>3-2 劣化度の判定</p> <p>3-3 保存処置のメニュー作成</p> <p>4. 危機管理</p> <p>4-1 日常的な点検</p> <p>4-2 災害時の緊急対応</p>
参考文献	<p>国立公文書館所蔵公文書等保存状況等調査報告、他『アーカイブズ第4・6・9・10・11号』(国立公文書館) 2000～2003</p> <p>『アーカイブズの科学』国文学研究資料館編 柏書房 2003</p> <p>金山 正子「アーカイブズの資料保存」『元興寺文化財研究所研究報告 2008』 2009</p> <p>金山正子・山田卓司「カビの発生した図書資料の対処法」『元興寺文化財研究所研究報告 2007』2008</p> <p>金山 正子「近現代紙資料にみられる酸性劣化とインク・コロージオン」『元興寺文化財研究所研究報告 2005』 2006</p>

国立公文書館  
H21年度公文書保存管理講習会  
2009. 7. 9. Wed.

# 紙の劣化と保存環境

(財)元興寺文化財研究所

金山正子

Kanayama@gangoji.or.jp

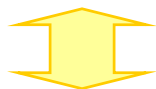
## 講義内容

- 資料保存のマネジメント
  - (1)保存対策の位置づけ
  - (2)計画的・段階的な措置
- 保存環境のチェック
  - (1)IPM法
  - (2)汚染物質濃度の測定
  - (3)虫菌類の生息調査
  - (4)カビ対策
- 資料の状態調査
  - (1)素材の特性と劣化症状
  - (2)劣化度の判定
  - (3)保存処置のメニュー作成
- 危機管理
  - (1)日常的な点検
  - (2)災害時の緊急対応

# 資料保存のマネジメント

# 資料保存機関での保存対策

計画的な保存管理が必要



全体を把握し段階的に保存措置を講じる  
資料が劣化損傷する前に予防措置を！



資料の環境をチェック  
資料の損傷状態を確認

保存のためのマネジメントが求められている

# 保存対策フローチャート

保存プログラムの作成

保存対策の実施

## 環境管理

### 環境チェック

温湿度の管理  
粉塵・汚染物質測定  
カビ・害虫の生息調査

### 保存状態調査

劣化損傷の判定  
保存措置の判断  
優先順位の検討

### 保護措置

クリーニング  
中性紙封筒・箱  
中性紙フォルダー  
中性紙ボード  
調湿ボード

## IPM

高温多湿  
カビ・害虫の  
発見

殺菌・害虫駆除  
環境の改善、発生源の確認

## 修復

劣化損傷

繕い、裏打ち・漉嵌など

顔料劣化

顔料の強化

酸性劣化

補修・脱酸処置

金具・テープ

除去・付け直し・繕い

## 代替化

劣化損傷  
酸性劣化  
変退職  
彩色顔料

マイクロ化・デジタル化等

## 日常のケア

書庫の  
清掃  
点検

ク  
リ  
ー  
ン  
グ

状  
態  
の  
チ  
ェ  
ッ  
ク

保  
存

利  
用

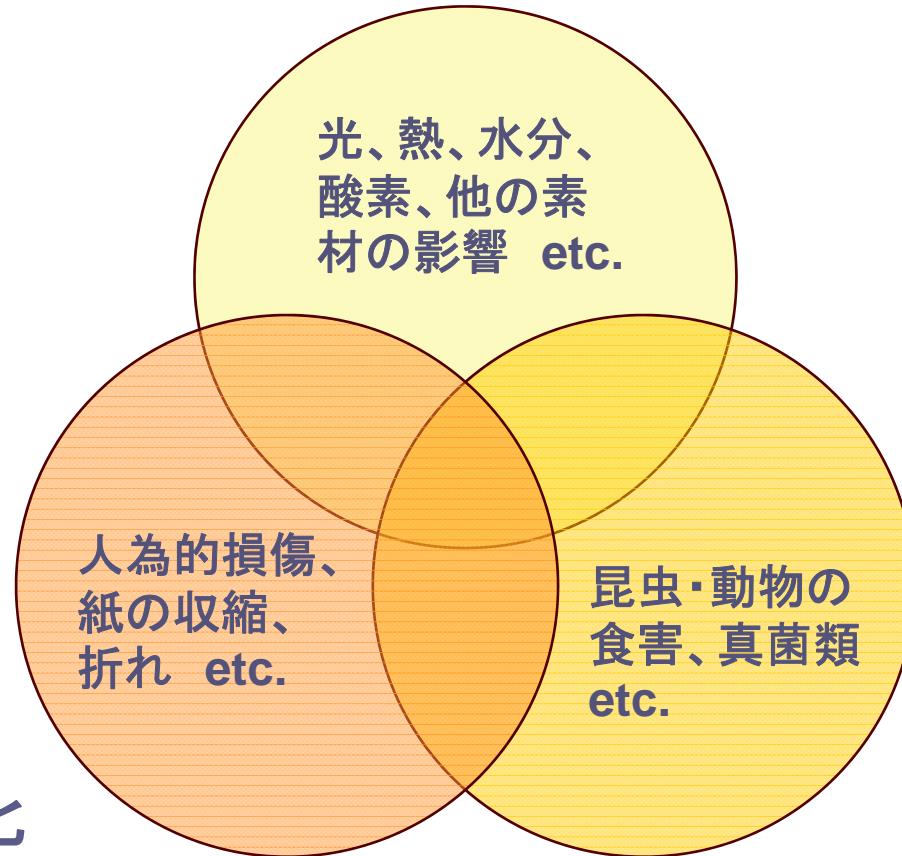
## 閲覧利用

取り扱いの注意  
出納時の確認

# 保存環境のチェック

# 劣化原因

## 化学的劣化



物理的劣化

生物被害

# 劣化の原因を除去・コントロール

## 紙資料の保存に適した条件

温度20～22℃程度・湿度RH55±5%

急激な温湿度変化の繰り返し

⇒資料へのストレス（空調のON/OFFなど）

1日間の変動を抑え、とくに**湿度管理**をしてカビの活動条件にしない

資料に直接触れる空気・光の遮断(資料の防護)

収蔵庫内の空気を流通させ、湿気をたまらせない

# IPM法

## (Integrated Pest Management)

### 総合的有害生物管理

- 虫菌害の回避
- 虫の侵入を遮断
- 発見した場合の処置
- 定期的なモニタリングと記録

環境による制御

# 真菌類の被害を防ぐには

- 湿度を下げる  
除湿機や除湿剤の使用  
湿気たものを持ち込まない
- 結露させない  
急激な温度変化の防止
- 換気する  
空気の流れをつくる  
資料を密集させない
- 栄養源をなくす  
定期的な掃除と点検

# 発見と処置

モニタリングの結果に基づき、対処方法を選択する  
(菌か虫か、発生規模など)

菌や虫による記録資料への被害は？

ない

環境制御  
継続調査

原因調査

ある

汚染資料の隔離  
環境制御  
汚染資料の殺菌処理、薬剤燻蒸

# 収蔵庫内の有害物質の測定

## 環境モニター

収蔵庫内の空気が酸性雰囲気かアルカリ性雰囲気かを試験する



汚染物質の特定

収蔵庫内を

汚染している化学物質

外気からのNO<sub>x</sub>・SO<sub>x</sub>・粉塵

建材などから発生する

ホルムアルデヒド

アンモニア・有機酸

燻蒸による臭化メチル etc



フィルター取替え・空調の調節

## 具体的な環境改善の措置

- 防護措置をして外環境からの緩衝を図る  
⇒ 資料に直接触れる空気・光を遮断する
- 汚染物質の除去  
⇒ 空気の入れ替え、HEPAフィルターの設置等
- 光（紫外線）の遮断、空調の調節・再検討  
保管庫の改装（断熱材・調湿材の使用）
- 資料と保管場所のクリーニング etc.

# 資料の状態調査

# 所蔵資料の保存状況調査

## 抽出

調査対象の資料をサンプリングする

## 観察

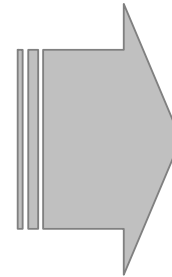
抽出した資料1点ずつの劣化損傷状態を記録する  
必要な保存措置を選定する

## 分析

調査結果を分析する

## 報告

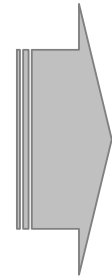
報告書を作成する  
保存提案書を作成する



劣化原因の  
究明  
(素材分析、  
環境測定等)

長期的保存  
計画の立案

具体的保存  
対策の立案



保存対策・保存措置の実施

# 資料の状態調査項目(調査票)

資料番号 作成年代 表題 ラベル(有無、記入事項)

寸法(X×Y×Zmm) 数量 重量 収納寸法

材質(木・竹・布・紙・皮革・金属・その他)

銘(有無) 記載場所 附属品(有無、寸法)

## 資料の劣化状況

劣化の特徴(メモ)

耐光性(強弱、光に弱い部位)・強度(強弱、衝撃に弱い部位)

最長展示期間 その他注意点 過去の補修(有無)

その他の特徴

## 必要な保存処置

(紙資料詳細調査項目:紙の劣化度・pH値・インクの劣化度)

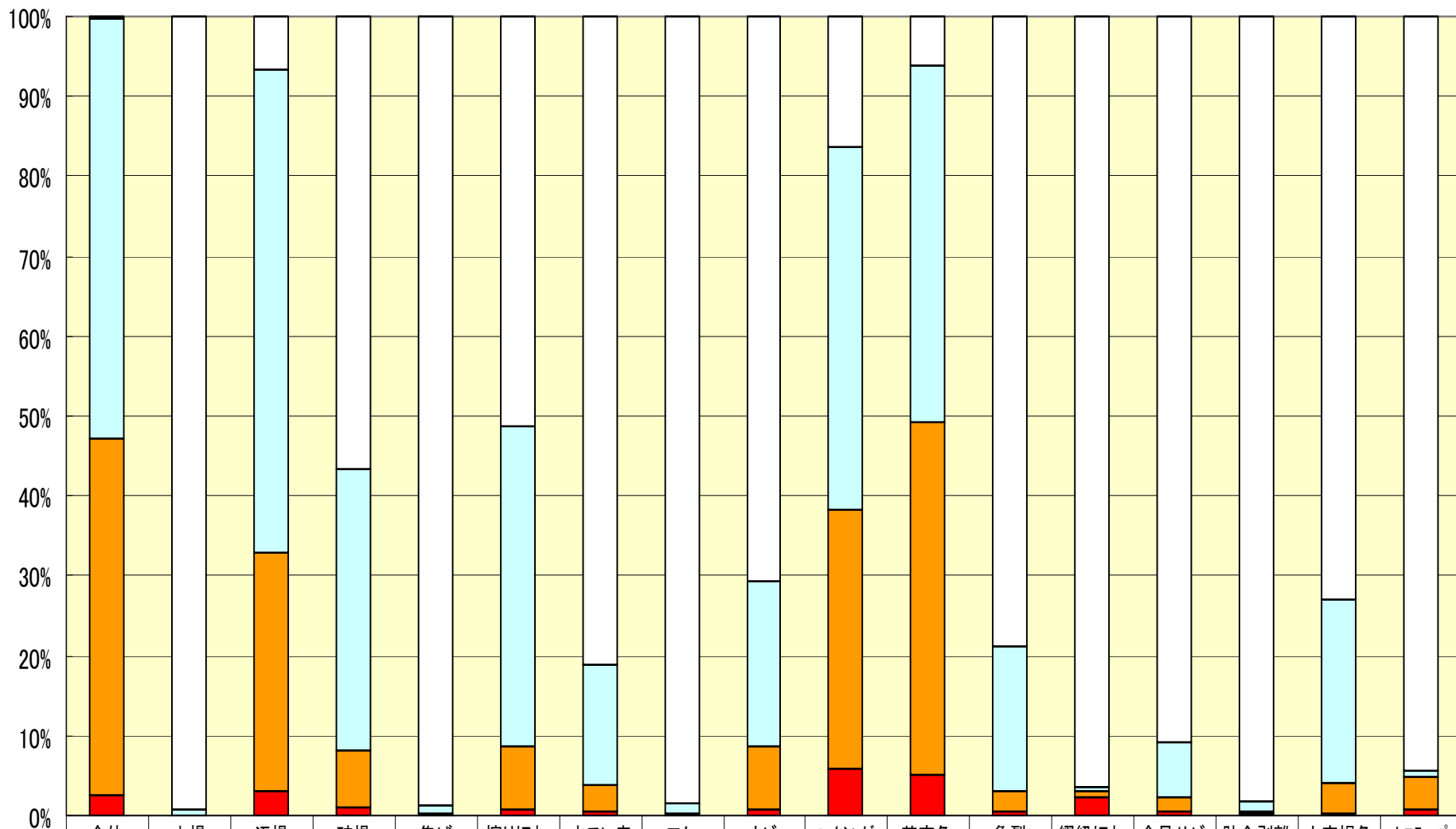
# 紙資料の状態調査票の種類と劣化の項目例

本紙の種類	記録方法	資料の劣化状況
A 和紙罫紙	a. 鉛筆	A 全体の状態
B 和紙	b. 墨	B 虫損
C 洋紙罫紙・上質紙	c. 朱	C 汚損
D 洋紙罫紙・中下級紙	d. ボールペン	D 破損
E 洋紙・上質紙	e. 黒インク	E 焦げ
F 洋紙・中下級紙	f. 青インク	F 擦り切れ
G タイプ用紙	g. 赤インク	G 水又し痕
H 感熱紙	h. カーボン	H フケ
I 新聞紙	i. 印刷 ( )	I カビ
J コート紙	j. ガリ刷り	J フォクソグ
K 写真	k. 木版	K 茶変色
L その他	l. 電子コピー	L 亀裂
① ( )	m. こんにゃく版	M 綴じ紐切れ
② ( )	n. 青凶	N 金具のサビ
( )	o. 青焼き	O 貼合の剥離
	p. 湿式コピー	P 文字の褪色
	q. スタンプ	Q セロテープ
	r. 彩色 ( )	R その他
	s. その他① ( )	製本のくずれ等
	② ( )	

# 記録素材の変遷

- 江戸時代まで
  - 墨、彩色顔料(岩絵の具)、草木染め など
  - ➡ 墨は保存性が高い、染料は褪色しやすい
- 幕末～明治期 合成絵具の輸入 変褪色しやすい
- 近現代の記録方法の多様化
  - 筆記用具、印刷・複写機器の発展
  - 薬品を使った複写現像
  - ➡ 簡便だが保存寿命の短いものも多い

昭和20年代以前の公文書劣化状況(国立公文書館所蔵 11852点)



	全体	虫損	汚損	破損	焦げ	擦り切れ	水ヌレ痕	フケ	カビ	フォキシグ	茶変色	亀裂	綴紐切れ	金具サビ	貼合剥離	文字褐色	セロテープ
□ 0:なし	31	11762	796	6718	11697	6087	9625	11675	8376	1943	737	9339	11434	10762	11647	8638	11193
□ 1:弱	6218	81	7149	4154	129	4729	1764	153	2449	5366	5269	2144	55	807	153	2736	91
■ 2:中	5295	7	3555	862	20	956	392	20	949	3853	5233	322	83	226	36	453	482
■ 3:強	308	2	352	118	6	80	71	4	78	690	613	47	280	57	16	25	86

# 記録資料に使われている和紙と洋紙の特徴

	和紙	洋紙
国内の製造	日本に伝来してきた製紙手法（手漉き）	明治以降の製紙業の導入と発展
原料	楮・三桮・雁皮など靱皮繊維	木材パルプ（機械パルプ、化学パルプ） 原料の多様化（綿、麻、藁、なども使用）
酸性度	伝統的手漉き和紙は弱アルカリ性近代以降のものは弱酸性のものも多い	印刷用につくられた洋紙は酸性のものが多く（酸性サイズ剤による←中性サイズ剤普及まで）
近代以降の特徴	機械漉きのパルプ混入のものあり 滲み止め処理による酸性のものも多い	明治初期は輸入原料による高品質のものが多い 第二次大戦中・後期は原料不足のため下級紙が増 平成以降の再生紙の普及が今後の要注意か？
劣化症状	虫損 フォクシング 水濡れ跡 カビ 老け etc.	酸性劣化（硬化、亀裂） 茶変色 etc.

# 機械パルプと化学パルプ

	機械パルプ	化学パルプ
原料	木材をすりつぶし原料としたもの。主に針葉樹が使われる。	木材を薬品処理して不純物を除去して原料としたもの。
変色	リグニンを含み、光にあると紙が茶変色しやすくなる。	リグニンをほとんど含まず、紙が茶変色しにくい。
紙の特徴	繊維長が短く、かさ高い紙ができ、紙力が弱い。新聞用紙、ザラ紙などの中・下級紙。インクの吸収がよいので謄写版に多用されている。	繊維長が長く、強度があり、印刷適性が良い。上質紙。印刷用紙、筆記用紙、包装紙など、用途が広い。

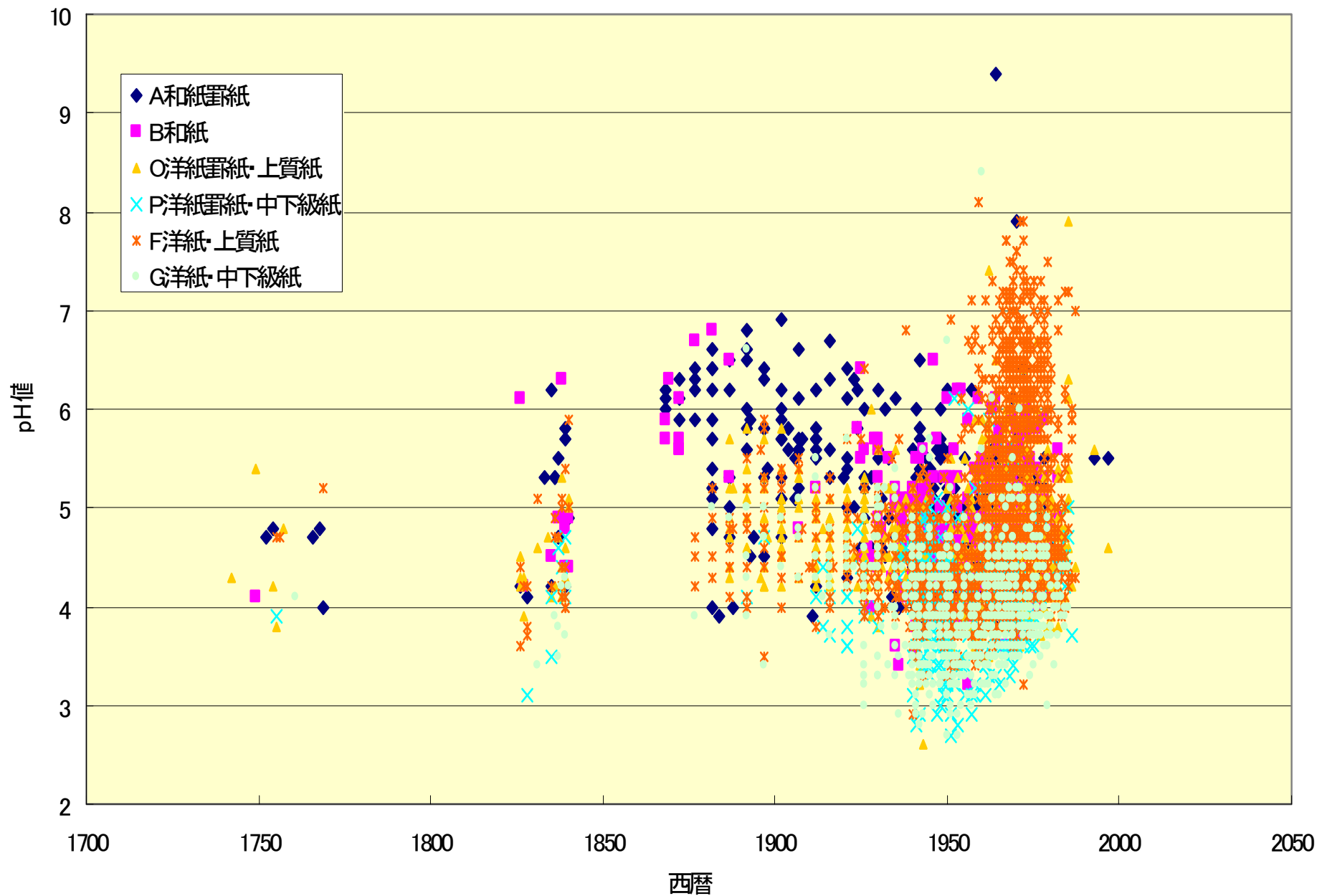
## 洋紙の酸性劣化

- 洋紙の製造過程で加えられる印刷インキの滲み止めの定着剤である硫酸バンドにより、経年によって紙自身の酸加水分解が進み、さらに紙の成分であるセルロースが再結晶化するために紙が硬くなる。柔軟性がなくなった紙は、力が加わりやすい周囲から亀裂が入りやすくなる。さらに酸化が進むと、紙自体がポロポロとくずれている。⇒スローファイヤー

# 紙の劣化度の判定基準

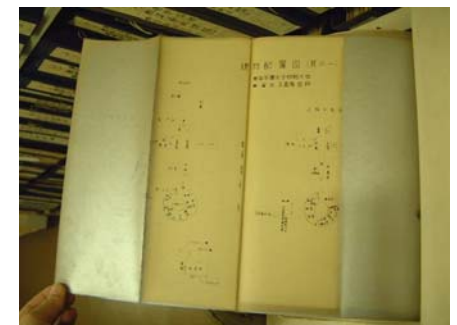
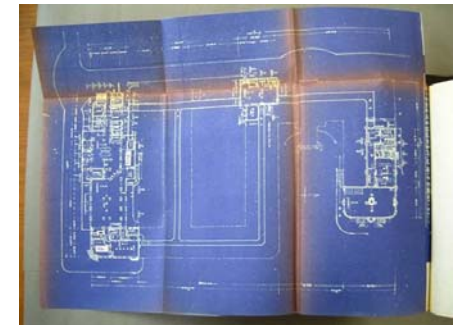
		紙の劣化状態
劣化の度合い	Excellent	<b>非常に良好な状態</b> 柔軟性があり、しなやかで折りまげても簡単に折り目のつかない状態、すなわち紙の腰がまだ十分残っており、とくに紙質が良好なもの。
	Good	<b>普通に紙質が良好な状態</b> 柔軟性があり、しなやかで折りまげても簡単に折り目のつかない状態、すなわち紙の腰がまだ十分残っているもの。
	Fair	<b>折りまげると折り目のつく状態</b> 折りまげると折り目(繊維が切れてしまうような感じの折り目)はつくが、切れてしまうことはない状態。
	Brittle	<b>折りまげると切れてしまう状態</b> 一回折っただけでポロッと切れてしまうもの。
	Very Brittle	<b>くずれかかっている状態</b> 手にとっただけで縁のほうから枯葉のように崩れてしまう状態。また、開くとさっと裂けてくる状態のもの。
変色	<b>中程度までの変色</b> 周囲だけ変色したもの。	
	<b>はなはだしい変色</b> 活字部分、筆記部分まで、全面的に非常に変色したもの。	

国立公文書館所蔵公文書 各種用紙のpH値第二次(本館: 4543点) 2002.5gangoji



# 複写資料の比較

	こんにゃく版	青図 (ブループリント) (シアノタイプ)	青焼き (ジアゾ式コピー)	湿式コピー
主に使用される用紙	上質紙が多い	上質紙 (感光性鉄化合物を上質紙に塗布した用紙)	上質紙 (感光性ジアゾ化合物を上質紙に塗布した用紙)	上質紙 (酸化亜鉛紙)
印字方法	原紙に書いたメチルバイオレットを物理的転写	原紙と重ねて感光(湿式)	原紙と重ねて感光(湿式)	原紙と重ねて感光(湿式)
外見の特徴	紫色の印字。初期は筆文字のものが多し。	濃青地に白抜き(ネガタイプ)の印字。ポジタイプも有	白地に紫・青色の印字が多い。茶・赤・黒など他の色もある。	白地に黒色の印字
紫外線による褪色	褪色しやすい	通常保管なら比較的褪色しにくい	褪色しやすい	褪色しやすい
よくみられる劣化の特徴	文字が褪色して判読できない	画像が薄れる。折り目のピンク色変色しているものあり。	画像が薄れる。薬品の褐変色がみられる。	文字部分が褪色。全体に茶変色や銀鏡化したものもあり。



# インク書き資料の劣化判定

没食子インク(Iron gall ink)ー没食子とはブナ科植物の若芽にできるこぶでタンニンを多く含み、鉄硫酸塩、ゴム、水などと配合し、タンニン酸第一鉄が徐々に酸化してタンニン酸第二鉄になり黒色化する化学反応を利用して、中世以降から多様なインクが作られた。

レベル	状態	裏面にみられる症状
1	Good Condition	変色がないか、あってもインクの線に沿ったごく薄い茶色の変色にとどまっている。
2	Fair Condition	インクの線に沿った濃い茶色の変色がみられる。破損はみられない。
3	Poor Condition	亀裂や欠落がみられるが、取り扱いにはできる状態。
4	Bad Condition	欠落が多く、取り扱いができない状態。

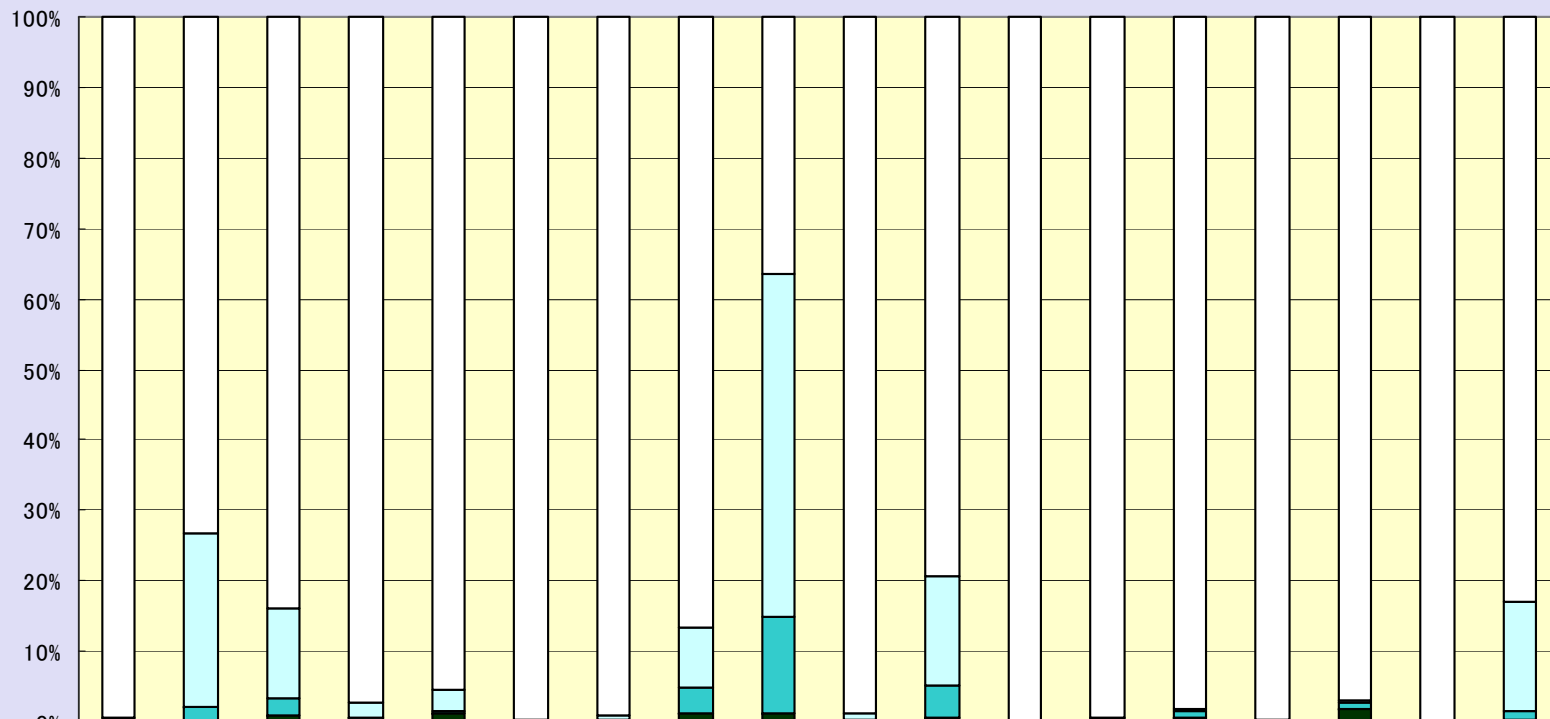
(EU圏共同研究プロジェクトであるInkCorのワークショップで紹介されたインク劣化の判定方法<sup>(3)</sup>に準拠)

# 劣化症状の実例

- 虫損
- 老け
- フォクシング
- カビ
- 下級紙の茶変色
- 酸性劣化—硬化と亀裂
- 緑青焼け
- こんにやく版の褪色
- 青焼きの褪色
- 青図の変色
- 湿式コピーの銀鏡化
- インク焼け

# 琉球政府文書の劣化状況

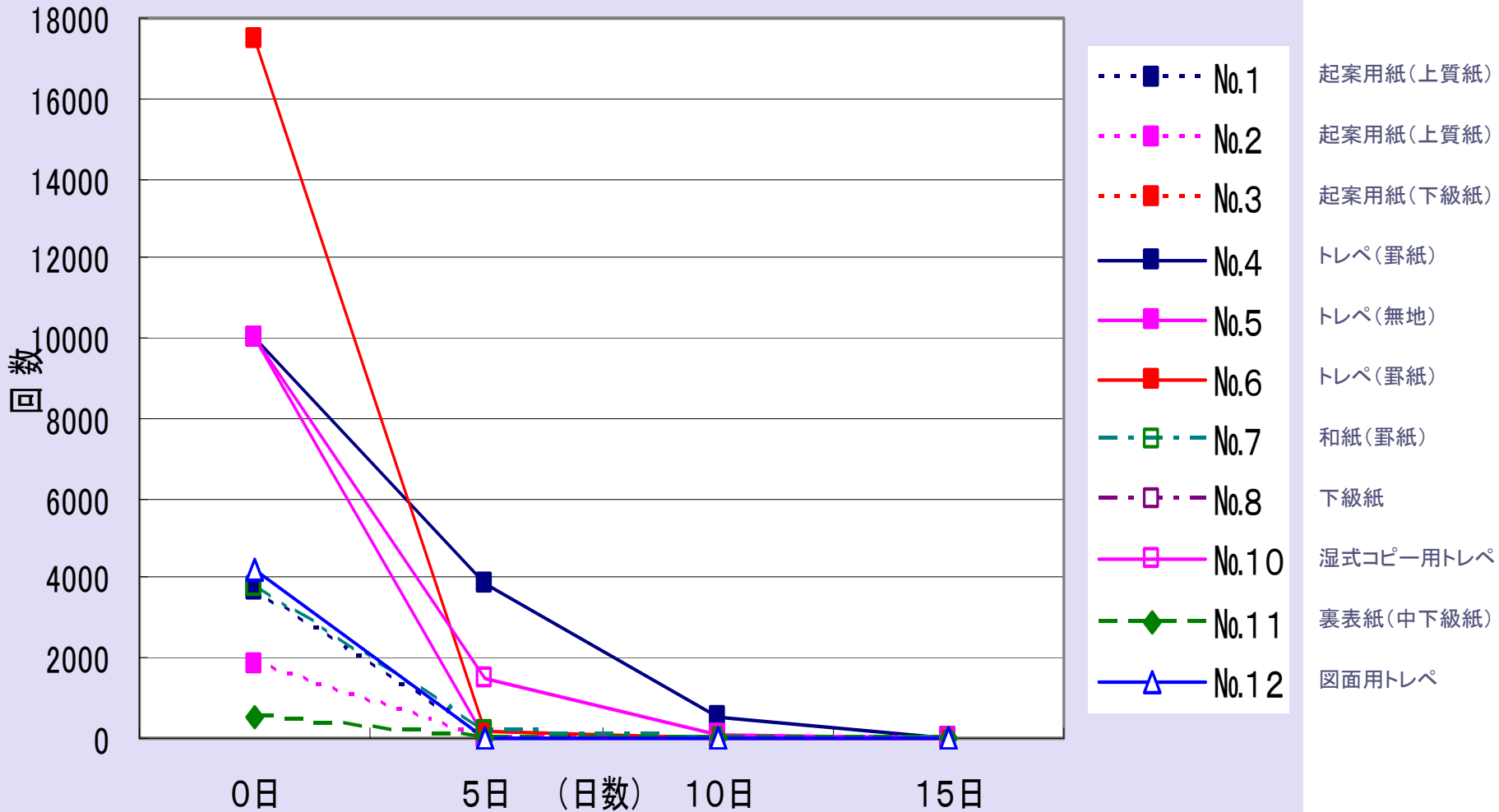
琉球政府文書の劣化状況(652箇所)



劣化状況	虫損	汚損	破損	擦り切れ	水濡れ痕	フケ	カビ	フォクシゲ	茶変色	亀裂	金具の錆	貼合せ剥離	接着剤変色	セロテープ剥離	セロテープ剥た付き	セロテープ変色	接着剤剥た付き	折れ
0: 無	648	478	546	634	622	651	646	565	237	645	517	652	648	640	651	632	652	541
1: 弱	3	160	84	14	21	1	4	56	318	6	102	0	3	3	1	2	0	101
2: 中	1	14	16	4	2	0	0	23	90	1	30	0	1	6	0	7	0	9
3: 強	0	0	6	0	7	0	2	8	7	0	3	0	0	3	0	11	0	1

# 琉政文書劣化前後の耐折強さの変化

耐折強さ



# アーカイブの状態調査でわかったこと

- 昭和20年代の酸性劣化の顕著な下級紙。起案文書にも下級紙が使われるのは府県レベルに多い。  
[この時期に多い下級紙の謄写版は酸性劣化が顕著になる前に脱酸を施す]
- 簿冊の種類と年代で、用紙と記録素材の組合せ、劣化の傾向が把握できた。  
ex. 学校設置申請 建築申請 編纂物 など、作成部署職掌別と時代で編綴されている文書の傾向は把握できている。
- 実際の劣化症状が深刻なのは、添付資料として編綴されている昭和30～40年代の複写資料類であった。  
[今のところ媒体変換しかない]

- 用紙の経年劣化よりも、無理な形態による損傷や保管中のホコリの堆積などのほうが全体的には影響が大きい。

防げない劣化ではなく、日常のクリーニングと保護措置の必要性を再認識



これまで予算化されにくかったメンテナンスに時間と人員（つまりはコスト化）が必要



予算化するためには作業量の算出が必要

## 調査結果の公開・情報の共有化



これまでの類例を事前に参考にし、状態調査はより目的を明確にして少ないサンプル例でも傾向が把握できるはず（類例の傾向を再確認するための調査でよい）



調査結果から作業量を想定して保存業務の計画を立案し、実務に予算を有効にまわす！



保存業務を実施（計画）するためのツールがもっと必要、具体的な保存業務に関する知識と情報がないと計画の立案が困難

# 今後必要な保存処置を選定する

- それぞれの資料の劣化損傷にたいして今後必要と思われる保存処置を判定
- 劣化の度合いとともに劣化の進行性も考慮して緊急度を判定
- 緊急度の高い劣化としては、進行性のカビ、錆、酸性劣化、インク劣化など

# 資料の保護・防護措置

- 封筒・箱入れ⇒外環境からの保護  
取り扱いの便宜をはかる(人為的損傷をさける)
- 保護用品は資料に直接触れるもの  
⇒資料に影響のない材質を慎重に選定する
- ラベル・糊⇒中性、ラベルの記録素材は滲まないもの、  
糊は剥離できるもの
- 保存封筒・保存箱⇒中性紙・無酸紙を使用  
茶封筒は資料を酸化・茶変色させる
- 紐⇒綿テープ、漂白剤の使われていないもの

# 保存修復

## ● 保存修復の4原則

原形尊重／安全性／可逆性／修復記録

(伝統的技術) 裏打ち、繕い

(強化処理)

リーフキャスティング、ペーパーズプリット

(予防的措置)

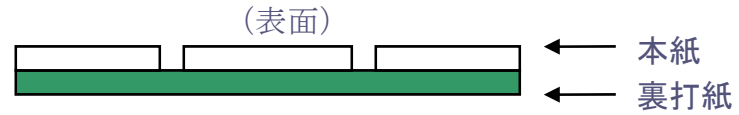
脱酸処理、インクの抗酸化処理

## ● 修復メニューの選定

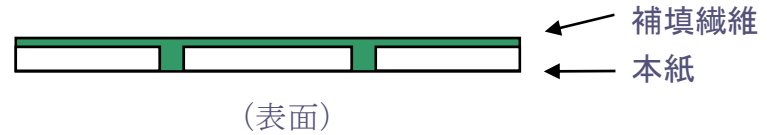
← 修復技術に関する情報収集

# 強化方法の比較

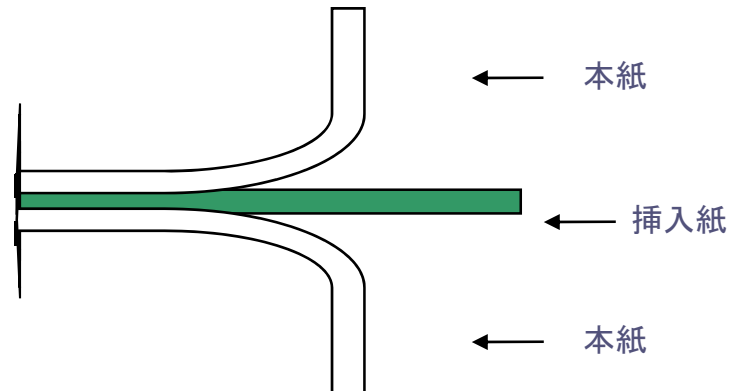
## 裏打ち



## 漉嵌 (リーフキャストイング)



## ペーパー・スプリット



# 保存をマネジメントできる 体制をつくる

## 状態調査結果を有効に活用するとは？

- 所蔵資料は活用しなければ意味がない
- 活用できる状態に資料を維持し、次世代へと保存する責務
- あいまいな目的で実施された状態調査は結果が有効活用されていない例もあり、「劣化症状を確認する」ことが目的で終わってしまっている

# 危機管理

# 危機管理

- 自然災害、人為災害に対する防災意識を高める
- 非常時の分担、緊急連絡先
- 防災ウィール、ハザードマップなどの活用
- 資料の搬出マニュアル・資料救助マニュアル・搬出用容器などの準備
- 非常時の当面の保管先を確保
- 損失を最小限にとどめるための準備

# 小規模な水害

- 日常的に起こりうる水道管からの水漏れや雨漏り。おこりそうな場所を事前に確認しておくことと、早い段階で発見できれば早期対処も可能。

水道設備(水道管、バルブなど)の所在確認  
定期的に見視で水漏れ痕などの確認  
大雨の時期に備えて、防水シートなどの準備  
乾燥用の濾紙、間紙などの確保ーできれば近隣施設が共同で準備



**アーカイブを後世に残すために  
今できること  
今しなければならないことは？**

Fin.

