

大切なマイクロフィルムのために  
ぜひ知っておきたい

# マイクロフィルム 保存の手引

## はじめに

マイクロフィルムは、文書や画像の記録に重要な材料です。公文書館、博物館、図書館、官庁、企業、大学をはじめ金融・保険・流通・製造など広い分野で使用されています。

また、情報のデジタル化など情報の伝達手段が多様化する中で、マイクロフィルムの長期保存性や法的証拠性、規格の統一性等の記録材料としての良さが改めて見直され、貴重な文化遺産の大量保存やイメージ情報のデータベースとしての活用等、新たな利用も盛んになってきております。

数ある記録メディアの中で長期保存の実績があるマイクロフィルムですが、実績があるだけにその期待はさらに高まり、寿命を最大限に伸ばせるような管理の仕方についての関心が集まっています。



マイクロフィルムの特長である“長期保存”を生かすためには、「正しいマイクロフィルムの保存と管理」が大切です。この手引が、利用者の皆様の目的にかなうよう活用いただければ幸いです。

1. 劣化を起こす要因 ……………3	3) カビ
1) 写真フィルムの組成	4) くっつき・膜面のはく離
2) 現像処理	5) クラック・ひび割れ
3) 保存条件	6) マイクロスコピックプレミッシュ
2. フィルムの構成 ……………4	7) TACベースの劣化
2.1 フィルムの種類	4. TACフィルム劣化のチェックと 対策手引の簡易フロー ……………9
1) 黒白マイクロフィルム	5. マイクロフィルムの保存と管理…10
2) カラーマイクロフィルム	1) フィルムベース
2.2 ベース（支持体）	2) 保存条件
2.3 感光層（画像形成層）	3) マイクロフィルムの保存用包材と器具
2.4 画像	参考文献……………8
3. フィルムの異常現象 ……………6	
1) 変色	
2) 褪色	



# 1. 劣化を起こす要因

写真感光材料の劣化の要因は一般に、材料そのもの、  
現像処理、保存環境の三つに分けることができます。

## 1) 写真フィルムの組成

マイクロフィルムの組成は、支持体、バインダーのゼラチン、画像の銀（黒白マイクロ）・色素（カラーマイクロ）からなっています。これらの物質の生物的劣化、物理的劣化、化学的劣化のし易さによってマイクロフィルムの劣化のし易さが変わります。

## 2) 現像処理

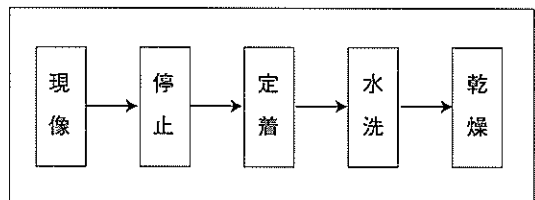
現像処理は、処理後のフィルムの画像保存性に影響があります。現像処理工程は図のように現像、停止、定着、水洗、乾燥となっています。（自動現像機の場合は停止の工程がない場合もあります。）

現像は画像濃度、定着は残留銀、水洗は残留チオ硫酸塩について国際標準（ISO 18901-2002）、国内標準（JIS Z 6009-1994）に規定があります。規定はありませんが乾燥条件も重要なポイントです。一般にマイクロフィルム用の処理機は、その仕様通りの標準処理を行えばこの規格内で処理されますので、マイクロフィルムを処理する専門ラボに依頼するか、専用処理機で処理すれば処理上の問題はありません。カラーマイクロフィルムも同様に専門ラボで標準処理をすれば問題ははありません。

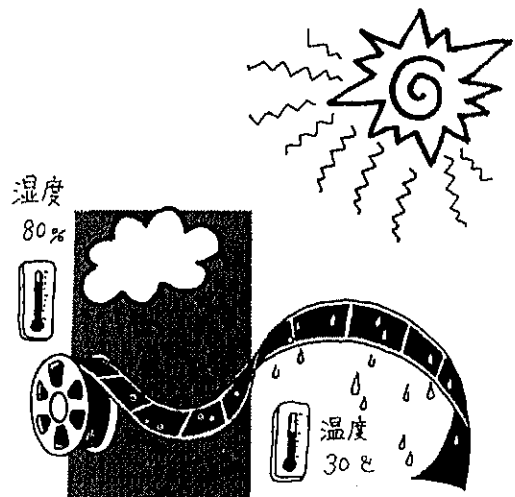
## 3) 保存条件

マイクロフィルムの異常の大部分は、保存条件が不適切なために起こっています。三つの要素のうちユーザにとってもっとも大切なのが保存条件です。現像処理済み写真フィルムの保存に特に影響を及ぼす要因は、温度・湿度及び保存環境の汚染であり、そのほか水、光、カビ、虫、微生物などによる破壊、化学物質との接触による劣化及び物理的損傷があります。

劣化要因	材料要因	画像銀
		色素（カプラー）
		バインダー
		支持体
	処理要因	残留薬品
		乾燥条件
		物理的損傷
	保存要因	温度（熱）
		湿度（湿気）
		光
		酸化的雰囲気
		還元的雰囲気



黒白現像処理の工程



## 2. フィルムの構成

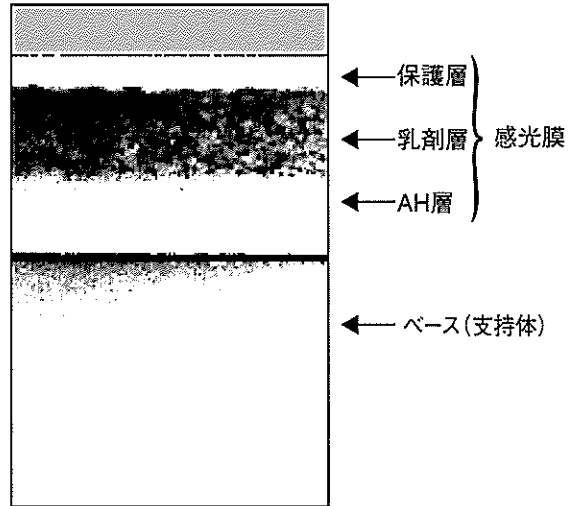
マイクロフィルムの構成は一般の写真と同じで、微粒子で解像力の高いフィルムがマイクロフィルムとして使用されています。

### 2.1 フィルムの種類

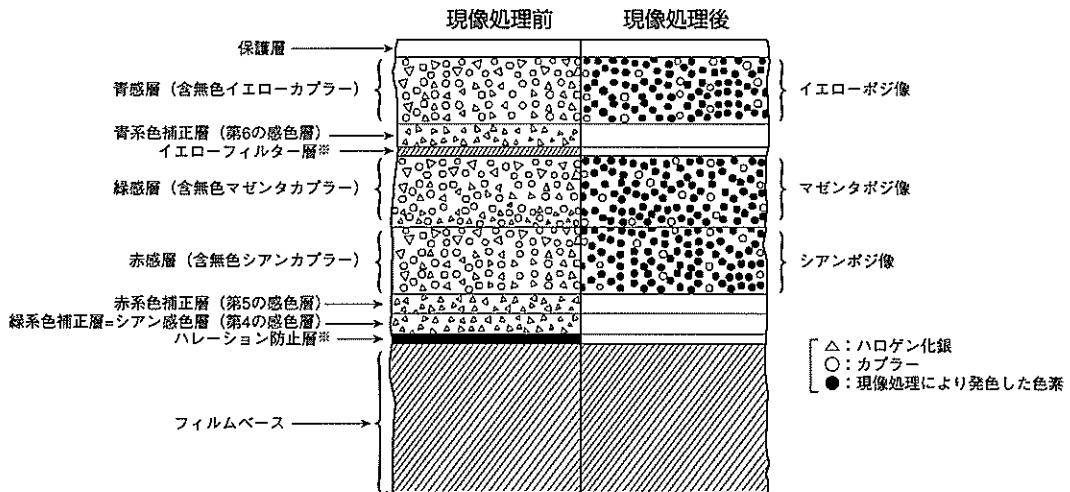
#### 1) 黒白マイクロフィルム

黒白マイクロフィルムは図のようにベース（支持体）上に感光膜が薄く（4～6 μm）塗布されています。この感光膜の組成はゼラチンで、乳剤層に光を感じるハロゲン化銀があります。マイクロフィルムに光が当たると乳剤層のハロゲン化銀が光を記録し、現像処理をするとここに画像（銀）が形成されます。現像処理された感光膜は、画像銀とゼラチン膜で構成されています。

支持体は、現在ポリエステル（PET）のフィルムベースで構成されています。



#### 2) カラーマイクロフィルム



※現像処理後、無色透明となります。

カラーマイクロフィルムの乳剤層は光の三原色の赤、緑、青に感じる層があり、現像処理を経て色材の三原色のシアン、マゼンタ、イエローの色素画像を形成しています。感光膜はこの

色素とゼラチン膜で構成されています。

支持体は三酢酸セルロース（TAC）のフィルムベースで構成されています。

## 2.2 ベース（支持体）

銀塩感光材料の支持体は、1839年にダゲレオが銀板上に写真を作り、同年タルボットが紙で写真を作ったことに始まります。1889年（明治22年）頃、ベースとしてニトロセルロース（NC）が使われ始め、柔軟性のあるベースとなったためロール状のフィルムが可能となり写真が一般に広まり、映画もできるようになりました。銀塩写真が紙資料を縮小撮影するマイクロフィルムとして使用し始めたのは1928年です。日本でマイクロフィルムが使用され始めたのは1945年（昭和20年）代ですが、この時のベースはNCベースです。このNCは、現在火薬として使用されているほど強い可燃性があり、取り扱いには注意が必要でした。1950年（昭和25年）にTAC（トリアセテート）ベースが発明され、実用化されるまではNCベースが写真フィルムの支持体として使用されていました。一部セルロースジアセテート（DAC）というベースを使用した製品もありました。国産のマイクロフィルムは1951年（昭和26年）に発売されましたが、この時のベースはNCが使用されていました。TACベースが使用され始めたのは1954年（昭和29年）で1958年（昭和33年）以降全量TACベースになりました。TACは難燃性のためわざわざ“安全”をつけて安全写真フィルム（safety film）として区別をしていました。初期のTACベースを使用したフィルムにはsafety filmというサイドプリントが付いています。現在でもISO・JISで安全写真フィルムと言っているのは、TACベースのような難燃性ベースを使用したフィルムを言っています。この難燃性ベースになって、ようやく銀・ゼラチンフィルムは永久保存ができるものになったという認識になった訳です。

1987年ごろにTACベースが変質する事象が発見され感材メーカー（KODAK、FUJI、AGFA）が国際会議を開き、原因究明を開始しました。1991年夏、高分子劣化国際シンポジウムでTACベースの劣化は加水分解であるとの報告がされ、マイクロフィルムの保存条件の見直しが始まり、1992年（平成4年）のISO5466で保存条件が制定されました。これを受け1994年（平成6年）にJIS

（JIS Z 6009）でも保存条件が規定されています。

PET（ポリエチレンテレフタレート：ポリエステル）ベースは1973年（昭和48年）頃からシンバック（薄手ベース）で使用され、TACベース品とPETベース品は並行販売されていました。マイクロフィルムは永年保存を必要とする材料であることから、TACベースの劣化がはっきりした後の1993年（平成5年）には全面PETベースに変わりました。現在もTACベースはカラーフィルムなど多くの製品に使用されています。

## 2.3 感光層（画像形成層）

感光膜には光に感じるハロゲン化銀がバインダーであるゼラチンと共に数ミクロンの厚さで塗布されています。現像処理したマイクロフィルムの感光膜の組成は、写真がマイクロフィルムとして使用された当初から変わっていません。当初のマイクロフィルムはゼラチン膜が軟弱で現像温度は20℃と低温で処理をしていました。また、昭和47年頃までのフィルムは膜厚も厚く、乾燥時間も長く必要なフィルムでした。現在は、ゼラチン膜も強くなり処理温度は38℃でも膜は溶けず、膜厚も薄くなったので乾燥時間も10秒程度で乾くようになっています。

ゼラチンは現像する時には液を膜中に充分に含み、現像を可能にする重要な役割を果たしますが、処理後高湿に曝すと水分を含み色々な現象を引き起こします。

## 2.4 画像

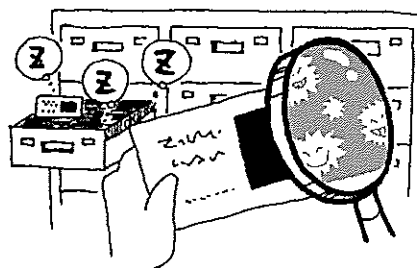
黒白のマイクロフィルムは、露光されたハロゲン化銀を現像処理すると現像銀となり画像を形成します。この画像を形成する現像銀は、当初から全く変わっていません。カラーマイクロフィルムの画像を形成しているのは、現像銀ではなく発色色素です。この現像銀、発色色素が画像の保存性に影響があります。

以上のようにフィルムの構成は、ベース、ゼラチン・現像銀（B&W）／発色色素（カラー）からなっています。これらの素材が劣化するわけですが、その詳細を以降説明します。

# 3. フィルムの異常現象

マイクロフィルムは、その保管・保存環境や処理条件によって異常現象が起こり、本来の保存性を維持することができない場合があります。

保存中に起こるフィルムの異常現象には、写真材料自体、現像条件、保存条件に起因するものがあります。劣化するのはマイクロフィルムを構成している画像・バインダー・支持体です。



フィルムの劣化は次のような現象です。

- 1) 変色
- 2) 褪色
- 3) カビ
- 4) くっつき・膜面のはく離
- 5) クラック・ひび割れ
- 6) マイクロスコピックプレミッシュ
- 7) TACベースの劣化

## 1) 変色

### ① 現象

フィルム全体の変色：フィルム全体（画像部だけでなく）が黄褐色に変色。

### ② 発生原因：定着不良・水洗不良。

疲労した定着液を使用したため、定着が不完全でフィルム中に残った薬品が変色する。水洗不足で定着液の主薬であるチオ硫酸塩と画像銀が反応し硫化銀ができる。

### ③ 防止対策：指定条件内での処理、処理機の定期メンテナンス

残留チオ硫酸塩量を許容レベルに押さえる。（検査法：メチレンブルー法、硫化銀法）

### ④ 発生時の対応策：変色したフィルムの修復はできないので、デュープフィルムで複製する。

## 2) 褪色

### ① 現象

画像部の濃度が低くなる。

B&Wマイクロフィルム：画像の色が黄褐色に変化すると同時に濃度も低下する。

劣化する物質	画像	銀 色素
	バインダー	ゼラチン
	支持体	NCベース
		TACベース
		PETベース
	その他	ケースなど

カラーマイクロフィルム：高濃度部の濃度が低下する。ステイン部の濃度が高くなる。

### ② 発生原因：

B&Wマイクロフィルム：水洗不良・保存条件  
カラーマイクロフィルム：保存条件・発色色素の耐久性が弱い。

### ③ 防止対策

現像処理時の水洗をしっかりとする。（標準処理をする）保存条件をJIS/ISOの推奨条件で行う。

### ④ 発生時の対応策

B&Wマイクロフィルム：褪色（変色）を押さえるための再水洗は、フィルムの種類（製造した年代で膜質が違う）で膜はがれなどの危険があることや、褪色した画像は戻らないので推奨できない。デュープフィルムで複製を作る。複製ができないほど褪色したフィルムの場合は、銀画像を漂白し再現像することで画像の修復する方法や、デジタル化後画像処理で修復しマイクロ化する方法もある。

カラーマイクロフィルム：発色色素が脆弱のため保存条件により褪色しているので、修復はほとんどできない。補力（色）という方法もあるがコントラストが高くなるなどの欠点があり、特殊処理でコストは高くなる。

### 3) カビ

- ①現象：乳剤膜にカビが発生し、膜面・膜内画像がおかされる。
- ②発生原因：湿度60%以上の環境に保管されていた。乾燥不良で巻き込んだ。汗や脂で汚れた手で直接フィルムの膜面を触った。（水害、水漏れ等でフィルムが一時的に異常に高い湿度になると乳剤膜が吸水し、その後の環境がそれ程高なくてもフィルム自体が高湿でカビは発生する）
- ③防止対策：保管条件をJIS/ISOの条件環境に保管する。（湿度を50%以上にしない）指紋をつけないように注意深く扱う。
- ④発生時の対応策：膜中に発生したカビは取り除くことはできない。表面のカビはフィルムクリナーや水洗処理で取れるが、画像部が欠如することもあるので事前にテストをしてから実施する。

### 4) くっつき・膜面のはく離

- ①現象：フィルム同士がはりついてしまう。その結果膜がはがれてしまう。
- ②発生原因：湿度60%以上の環境に保管されていた。湿度・温度が異常に変動した。乾燥不良のまま巻き込まれた。
- ③防止対策：保管条件をJIS/ISOの条件環境に保管する。調湿剤・乾燥剤の利用。
- ④発生時の対応策：程度により異なるが、重度のものは救済不能なので予防が最善の対応策。

### 5) クラック・ひび割れ

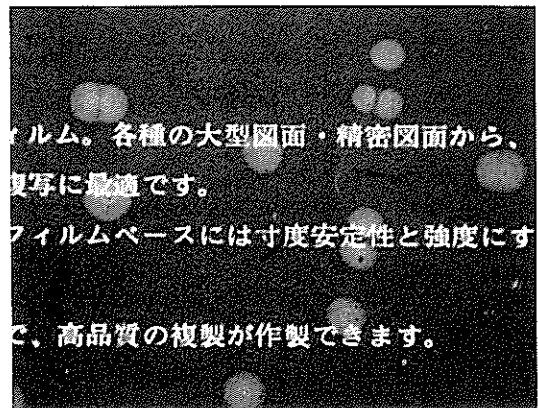
- ①現象：エッジ部のはく離、ひび割れ、画像膜全面にアミ目状のひび。
- ②発生原因：湿度15%以下になる変動を繰り返した。極低湿（15%以下）で手荒くフィルムを取り扱った。
- ③防止策：湿度15%以下にしない。



- ④発生時の対応策：状況により対応策が異なるが発生後のフィルムの復元はできない。軽度のうちにデュープフィルムで複製をとる。

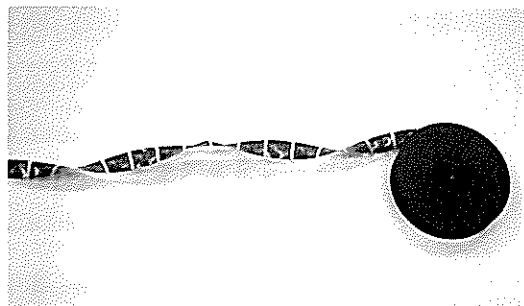
### 6) マイクロスコピックブレミッシュ

- ①現象：画像銀周辺に黄色・褐色の斑点ができる。ネガの場合はバックグラウンド部分に発生する。
- ②発生原因：保存環境の有害物質・ガス（オキシダント、亜硫酸ガス、過酸化水素等）により、現像銀が溶けだしコロイド銀として再結晶する。塗料、ゴム等、合板・木材などからガスが発生する。
- ③防止策：有害物質・ガスが進入しない低温低湿の場所に保管する。保存に適した部屋、包材を使用する。保護処理をする。



フィルム。各種の大型図面・精密図面から、  
複製に最適です。  
フィルムベースには寸度安定性と強度に  
て、高品質の複製が作製できます。

- ④発生時の対応策：発生したブレミッシュは消えない。デュープフィルムで複製するとスポットの程度は軽くなる。また、レギュラータイプのグラフペーパーでプリントするとリーダプリンタのコピーよりスポットの影響は少ない。保存条件（温度・湿度、吸着剤の使用）を良くすると進行は止まる。



## 7) TACベースの劣化

- ①現象：酢酸臭、フィルムエッジの波打ち、べとつき、白い粉の析出、画像の崩れ、ベースの破壊。

- ②発生原因：高温によるTACベースの加水分解。高温、金属缶、金属リール、密閉容器で反応が早く進む。反応が始まり酢酸臭が出始めると、発生した酢酸が触媒となり加水分解が加速される。さらに進行するとTACベースと共に可塑剤の分解も起こりゼラチンやポリスチロールのリールまでも溶かしてしまう。酢酸臭が出始める期間は、

24度50%RHでは密閉状態で約30年

30℃50%RHでは密閉状態で約15～20年

35度70%RHでは密閉状態で約6～7年

- ③防止対策：ISO/JISの規定条件下での保存。TACの劣化は加水分解なので特に湿度（水分）には注意が必要。2年ごとの抜き取り検査は着実にを行い、もし酢酸臭がしたら放散処理を行えるだけ早めにPETベースのデュープフィルムで複製を取り、保存用と活用に分けて保存する。

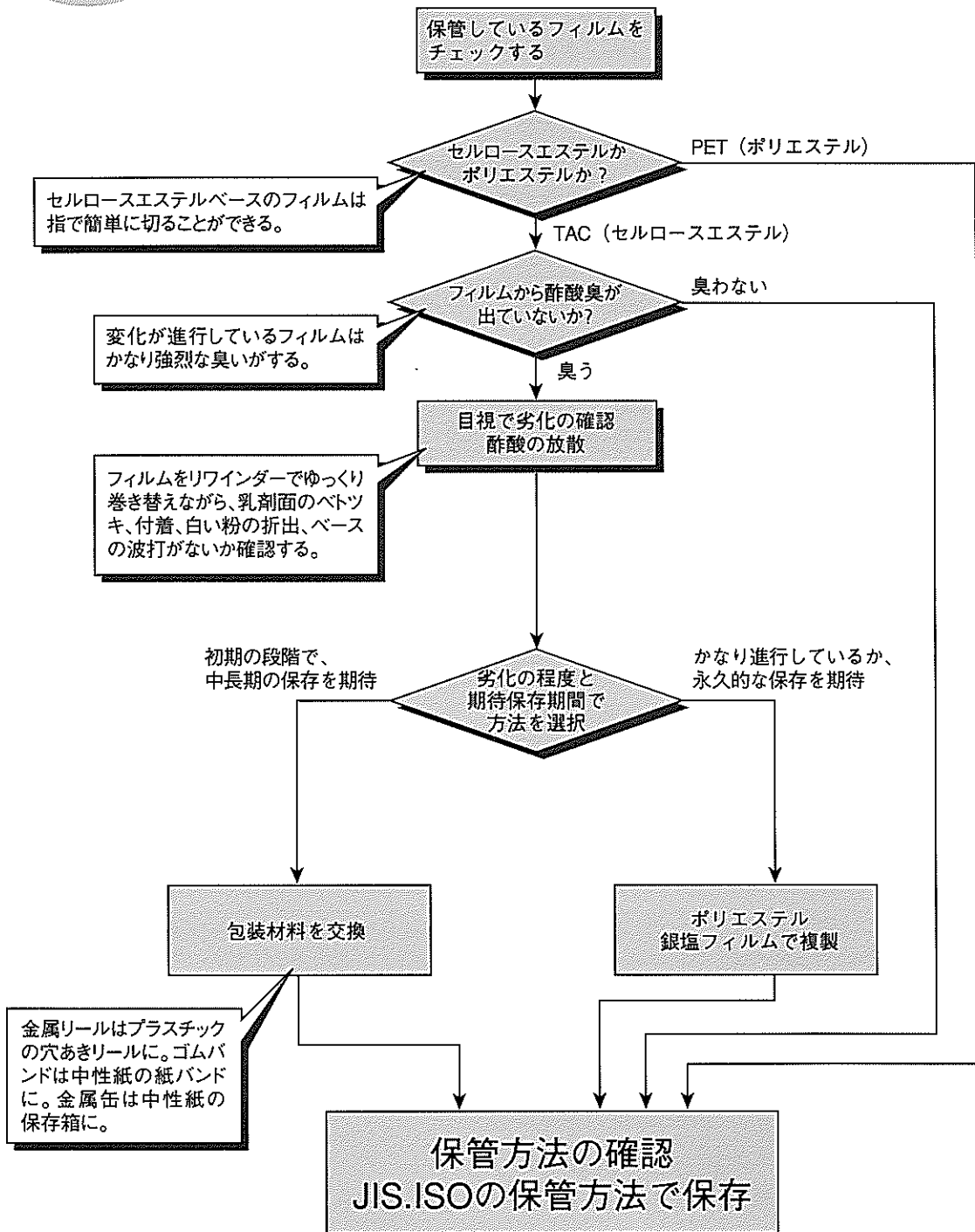
- ④発生時の対応策：酢酸臭が出始めるとそれはもう止められないので、放散処理をして保存環境を規定条件にして延命を図る。抜本対策はPETベースのデュープフィルムで複製を取る。

### 【参考文献】

- ・金澤勇二著『マイクロ写真の基礎QandA』（社）日本画像情報マネジメント協会（2002）
- ・JIS Z 6009:1994 銀-ゼラチンマイクロフィルム処理及び保存方法（財）日本規格協会
- ・『マイクロフィルム保存のための基礎知識』国立国会図書館資料保存課（2002）  
<http://www.ndl.go.jp/aboutus/data/microfilm.pdf>
- ・日本写真学会画像保存研究会編『写真の保存・展示・修復』（株）武蔵野クリエイト（1996）
- ・エドワード・P. アドコック編集 マリー＝テレーズ・バーラモフ、ヴィルジニー・クレンプ編集協力 木部徹監修 国立国会図書館翻訳『IFLA図書館資料の予防的保存対策の原則』日本図書館協会（2003）
- ・荒井宏子、河野純一、高橋則英、吉田成著 日本図書館協会資料保存委員会編集企画『写真資料の保存』日本図書館協会（2003）



# 4. TACフィルム劣化のチェックと 対策手引の簡易フロー

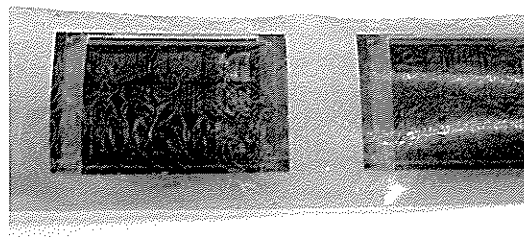


# 5. マイクロフィルムの保存と管理

## 1) フィルムベース

現在販売されているマイクロフィルムのベースはPET（ポリエステル）ベースですが、すでに作成されているフィルムにはTACベースもあります。マイクロフィルムの保存方法は、以前は密封の金属缶に入れテープで密閉することになっていました。したがって長く保存していた古いフィルムはそのように保存されていたものが多いと思います。特に使用せず（検査もせず）に密封系で保存していたTACベースのフィルムは注意が必要です。普段リーダープリンタなどで使用していたフィルムは傷があるかもしれませんがTACの劣化は進んでいない場合が多いです。

マイクロフィルムの保存条件はISO/JISで規定されています。現在の規定はベースの加水分解が分かってから改定されていますので、これから



保存するフィルムについては条件さえ守れば問題はありませんが、いままで保存していたフィルムについては規定事項も違っていたこともあり、現在のISO/JISの条件にしたからといって安心せずに、定期的な検査や場合によっては、はやめのPETベースへのデューブを計画した方が懸命です。

ISO 18901-2002によれば期待寿命は次のようになっています。

TACベース品：100年

PETベース品：500年

## 2) 保存条件

1994年に改定されたJIS Z 6009は下記のようになっています。

保存区分	保存期間	保存条件	相対湿度 %		温度℃
			TACベース	PETベース	最高
中期保存	最低10年	中期保存条件	15~60	30~60	25 <sup>(1)</sup>
永久保存	永久的	永久保存条件	15~40	30~40	21

注 (1) 理想的には、温度は長期間にわたって25℃を超えてはならず、20℃より低い温度が望ましい。短期的なピーク温度は32℃を超えてはならない。

備考1. この温度及び湿度の条件は、1日24時間維持しなければならない。

2. セルロースエステル及びポリエステルのフィルムを同一の場所で保存する場合、永久保存で推奨される相対湿度は30%である。

3. 温度又は湿度は短時間に変動反復しないようにする。

また、ISOは2000年に改定され、さらにTACベース品の保存条件が厳しくなりより低温低湿条件になっています。これはベースの加水分解を考慮したもので低湿での物理的な損傷を考えるとこれを超えた低湿条件にはしないようにしてください。

Cellulose esters:TAC

Polyester:PET

Maximum temperatures and relative humidity range for extended-term storage  
ISO 18911:2000

Image	Base	Maximum temperature °C	Relative humidity range %
Black-and-white Silver-gelatin	Cellulose esters	2	20-50
		5	20-40
		7	20-30
Black-and-white Silver-gelatin Thermally processed silver Vesicular Silver dye bleach	Polyester	21	20-50
Colour	Cellulose esters	-10	20-50
Diazo	Cellulose esters	-3	20-40
	Polyester	2	20-30

### 3) マイクロフィルムの保存用包材と器具

#### (1) 保存する部屋

マイクロフィルムを保存・活用する建物や部屋は、酸化性のガスが出ないような材質を使用する事が大切です。木材などは良く枯らしたものを使用し、ペンキを塗ったら最低3ヶ月はガスを放散してから使用するなどの対応が必要です。プレミッシュは部屋の材質・塗料で起こる事がほとんどです。

#### (2) 包材

保存する時の包材は、ガス状不純物、ほこり、汚れおよび物理的損傷から保護することと、規定の温度・湿度を維持するために環境に見合ったものを使用します。

①部屋全体が温度・湿度を規定内でコントロールできる時：

中性紙のバンド・小箱に入れて保管する。

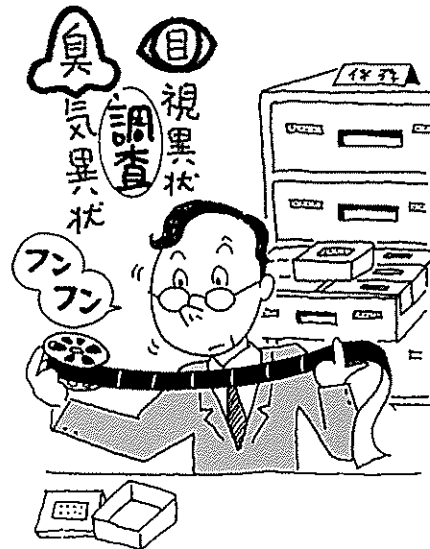
②部屋の温度はコントロールできるが湿度が成り行きの時：

プラスチックケースに調湿剤を入れケース内が規定の湿度になるようにして保管、または、湿度コントロールのできる保存庫を設置しその中に入れて保管する。

③部屋の温度・湿度のコントロールができない時：  
温度・湿度のコントロールのできる保存庫を設置しその中に入れて保存する。または、プラスチックケースに調湿剤を入れケース内が規定の湿度になるようにして保管（この場合は長期の保管は望めない）。

#### (3) その他一般的な注意事項

- ジアゾ、ベシキュラ、銀・ゼラチンマイクロフィルムなど異種品種はそれぞれ分離保管する。
- 酢酸臭のし始めたフィルムは分離し開放保管する。（酢酸臭が他のフィルムに行かないようにする）
- 鉄製の金属スプール、金属缶は使用しない。
- ゴムバンドは使用しない。
- 使用する紙は中性紙を使用する。



#### (4) 保存器材

- 調湿キャビネット
- 乾燥剤 シリカゲル等（極低湿に注意しこまめに交換する）
- 乾燥・吸着剤 活性炭等
- 調湿剤（キープウェル、モレキュラーシーブ）

## マイクロフィルム保存の手引

発行所：(社)日本画像情報マネジメント協会  
〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-15  
TEL.(03)3254-4671  
FAX.(03)3256-7038  
<http://www.jiima.or.jp>