特 集

包装材料としての高分子フィルム

葛 良 忠 彦

1. 緒 言

1984年の統計によると¹⁾、高分子フィルムの生産量は105万トンで、そのうち農業用12万トン、包装用62万トン、ラミネート用10万トン、その他の軟質フィルム17万トン、硬質フィルム4万トンとなっており、包装用高分子フィルムの生産量が主である。また、ラミネート用もアルミ箔、紙、2軸延伸PPなどの基材に押出コーティングされて包装用として使用されるLDPE、EVA、PPが主である。これら包装用高分子フィルムとしては、PE、PP、PVC、PSなどが主であるが、近年包装材料に要求される特性も高度化して来ており、特殊な機能をもった高分子フィルムも包装材料として使用されている。また、包装材料に必要な要求特性は多く、単一フィルムではこれらを満足させることは困難である。したがって、多層フィルムが使用される場合が多い。

本稿では、まず包装用高分子フィルムに要求される特性について述べ、包装用単体フィルムおよび多層フィルムについて各論的に紹介する。

2. 包装用高分子フィルムの要求特性

包装用高分子フィルムに要求される機能は、次に挙げのようなものがある。

1) 品質保全性

- ・バリアー性……水、水蒸気、各種ガス、光、香、臭気など
- ・内容品保護性……引張強度、引張伸度、衝撃強度、突刺強度、封緘性、耐ピンホール性
- ・安定性……耐内容品性、耐水性、耐油性、耐熱性、耐寒性など
- ・衛生性、安全性……有害物質、異味、異臭の移行の

ないこと、食品成分と反応しないこと、微生物、虫、ほこりが入らないこと

2) 作業性

- ・機械加工性……剛性、すべり性など
- ・印刷適性
- ・ヒートシール性

3) 便利性……軽量、易開封性、易廃棄性

4) 商品性……透明性、ディスプレイ性、標準化、表示など

5) 経済性……生産性、輸送、保管性、材料価格

これらの諸機能の中で包装材料として特に重要なものについて以下に述べる。

2.1 バリヤー性

包装材料用高分子フィルムには、各種ガス、水蒸気、香、可塑剤などの添加物などのバリヤー性が要求される。包装でも、特に食品包装の場合、酸素ガスバリヤー性と水蒸気バリヤー性が重要である。表1に各種高分子フィルムの主要ガスおよび水蒸気の透過性を示す²⁾。ポリ塩化ビニリデン(PVdC)やエチレン・酢酸ビニル共重合体(EVA)けん化物(エパール)は非常に良好な酸素ガスバリヤー性を示す。酸素ガスバリヤー性の良好な材料は一般に極性基を含むものが多い。M. Salame³⁾は、種々の高分子の凝集エネルギー密度と自由体積分率とに関係づけられるPermachorの値から酸素、チッ素、炭酸ガスなどの透過率を予測する方法を提案しており、次式で記述している。

$$P = Ae^{-s\Pi} \quad (1)$$

ここで、 P は透過係数、 A および s は定数、 Π は高分子のPermachorである。前記3種類のガスに対して計算された25℃における定数 A および s は表2に示すとおりである。高分子のPermachor Π は、高分子の結晶化度に依存している。結晶性の高分子のPermachorは次式によって与えられる。

$$\Pi = \Pi_a - 18 \ln a \quad (2)$$

ここで、 Π_a は非晶状態でのPermachor、 a は高分子中の非晶の体積分率である。 Π_a は高分子を構成してい

Polymer Films for Packaging Materials

TADAHIKO KATSURA

Corporate Research & Development,

Toyo Seikan Group.

東洋製罐グループ総合研究所 (工博)

表1 各種フィルムのバリエーション

フィルムの名称	ガス透過度 ^{a, b)} (cc/m ² -24 hr-atm/25 μm)			透湿度 ^{c)} (g/m ² -24 hr/25 μm) 40℃, 90% RH
	炭酸ガス	窒素ガス	酸素ガス	
L D P E	42,500	2,800	7,900	24~48
H D P E	9,100	660	2,900	22
無 延 伸 P P	12,600	760	3,800	22~34
二 軸 延 伸 P P	8,500	315	2,500	3~5
PVdC コート二軸延伸 P P	8~80	8~30	<16	5
普 通 セ ロ ハ ン	6~90	8~25	3~80	>720
PVdC コートセロハン	—	—	15*	<12
ポ リ エ ス テ ル	240~400	11~16	95~130	20~24
無 延 伸 ナ イ ロ ン	160~190	14	40	240~360
二 軸 延 伸 ナ イ ロ ン	—	—	30*	90
PVdC コート二軸延伸ナイロン	—	—	10*	4~6
P S	14,000	880	5,500	110~160
P C	17,000	790	4,700	170
P V C	320~790	30~80	80~320	5~6
VdC-VC 共 重 合 体	60~700	2~23	10~110	3~6
EVA ケ ン 化 物	—	—	2*	30
PVdC コート二軸延伸PVA	—	—	3*	4
m-キシリレンアジバミド	—	—	4*	23
ポリアクリロニトリル	—	—	5*	20

注 ^{a)} PVdC コートの値はコート剤の種類、量により異なる。注 ^{b)} ガス透過度の測定条件及び測定法、無印：25℃, 50% RH, ASTM D 1434-66.

* 印：27℃, 65% RH, 同圧酸素電極法。

^{c)} ガス透過度及び透湿度はすべて厚さ25 μmに換算した値を記載した。

表2 Permachor 式における定数Aおよびs

気体	A @ 25℃		s @ 25℃
	($\frac{\text{cc-cm}}{\text{cm}^2 \text{ sec cm Hg}}$)	($\frac{\text{cc-mil}}{100 \text{ in}^2 \text{ day Atm}}$)	
O ₂	5.0×10 ⁻⁹	8350	0.112
N ₂	2.0×10 ⁻⁹	3340	0.120
CO ₂	3.2×10 ⁻⁸	53400	0.122

る骨格セグメントと側鎖のPermachorの値を加算して求められる。表3には、各種高分子のPermachor Π の計算値を示す。図1には、表3における各種高分子の透過係数が Π に対してプロットされているが、(1)式で与えられる直線とよい一致を示している。極性基を含む高分子の酸素ガス透過係数は、表3および図1より明らかなように低い値を示すが、その中でも水酸基やアミド基などは水分子と結合し易く、これらの基を含む高分子の酸素透過係数は湿度の影響を受ける。図2に各種高分子フィルムの酸素ガス透過係数の湿度依存性を示す。湿度依存性を低下させるためには、透湿度の低いポリオレフィン・フィルムをラミネートしたり、PVdCをコーティングしたりすることにより、界面での水蒸気分圧を低下させる方法が一般に行われている。図3には、酸素ガス透過係数の湿度依存性の高いPVA系フィルムのPVdCコーティングによる効果を示す。

高分子のガスや水蒸気の透過係数は、分子配向の影響

表3 各種高分子材料のPermachor 値

高 分 子	Π (cal/cc)
シリコンエラストマー(未変性)	-23
ポリブタジエン(1, 4)	7
ポリメチルペンテン(TPR [®])	7
EPRエラストマー(未変性)	15
PE ($d=0.92$) ($a=0.57$)	25
PS	27
PP ($a=0.40$)	31
ポリカーボネート	31
PE ($d=0.955$) ($a=0.26$)	39
ABS	39
SAN(25% AN)	46
PVF(急冷)	50
PETG(30% シクロヘキシル)	52
PVF ($a=0.40$)	59
PET(急冷)	59
PVC(硬質)	61
PET ($a=0.7$)	65
PET ($a=0.55$)	70
ナイロン66 ($a=0.6$)	72(ドライ) 59(ウェット)
AN/MA+ラバー(70% AN)(Barex [®])	79
ANS(68%)(Lopac [®])	80
ナイロン6 ($a=0.4$)	80(ドライ) 67(ウェット)
PVDCコポリマー(非晶)(Saran)	86
PVDCコポリマー($a=0.5$)(Saran)	97
エパール-E [®] (33% エチレン) ($a=0.4$)	97(ドライ) 72(ウェット)
PAN ($a=0.4$)	109
エパール-F [®] (23% エチレン) ($a=0.3$)	117(ドライ) 70(ウェット)
PVOH ($a=0.3$)	157(ドライ)

注1) すべて無配向材料の値

注2) a は非晶の体積分率

注3) コポリマーにおけるモノマー量は重量%

図1 気体透過係数と各種高分子材料のPermachor (Π)との関係

図2 各種フィルムの酸素透過係数と相対湿度との関係⁴⁾

を受ける。1軸や2軸延伸することにより、バリエーションを向上させることができるが、圧延も有効である。HDPEは、水蒸気透過係数の低い高分子材料であるが、圧延することによりさらに低下させることが可能である。図4に筆者の結果を示す。

2.2 ヒートシール性

食品包装としては、袋の形態で多層フィルムが用いられる場合が多く、ヒートシール性は重要である。シール方法としては、ヒートバーシール、インパルスシール、超音波シール、高周波誘電シールがあるが、前2者が一般的な方法である。ヒートシール材としては、EVA、

図3 各種フィルムの酸素ガス透過度と相対湿度の関係^{5,6)}

図4 HDPEの水蒸気透過係数と圧延倍率の関係⁷⁾

HDPE、アイオノマー、無延伸PPなどのオレフィン系樹脂フィルムが用いられる。EVAは低温ヒートシール性に特に優れている。夾雑物シールの場合、ホットタック性に優れるアイオノマーやLLDPEが有効である。また、耐熱性が特に要求される用途には、ナイロンやコポリエステルが使用可能である。

ヒートシール性は延伸フィルムや圧延フィルムのように分子配向したものでは悪くなる傾向にある。したがって、2軸延伸PP (OPP)などにヒートシール性を与えるためには、低融点のヒートシール性良好な樹脂を押出コーティングする方法が一般に行われている。また、EVA、シンジオタクチック1,2-ポリブタジエン、プロピレン-エチレン・ランダム共重合体、コポリエステルなどの低温ヒートシール性が良好で、配向効果の少な

い樹脂を積層した多層フィルムを延伸したり圧延することによりヒートシール性を与える方法が提案されている⁸⁾。

2.3 機械的特性

機械的特性としては、引張強度、引張伸度、衝撃強度、突刺強度、剛性、耐ピンホール性などがあるが、包装用高分子フィルムとしては、特に引張強度、衝撃強度、突刺強度、耐ピンホール性が重要である。

食品包装材料では、使用される温度範囲が広い。ナイロンは広い温度範囲で、引張強度、衝撃強度、突刺強度に優れるため、冷凍食品包装に用いられている。耐ピンホール性の改良には、同種あるいは異種材料を共押出しにより多層化することにより改良可能である。

機械的特性を改良するために多く行われる方法としては、延伸加工がある。延伸加工には1軸延伸と2軸延伸加工があるが、包装材料用フィルムとしては、2軸延伸フィルムが多く使用される。2軸延伸フィルムとしては、PET、ナイロン、PPが主である。これらの2軸延伸フィルムは、印刷適性にも優れる。そのほか、PS、架橋PE、PVC、PVdC、PVA、エバールなどの2軸延伸フィルムも製品化されている。1軸延伸フィルムは高強度で引裂性が良好である。袋の引裂き開封性を与えるために利用されたり、2層以上交叉させてラミネートすることにより液体包装や重袋に利用されている⁹⁾。

2.4 透明性

包装材料にとって透明性は重要な因子である。透明性を表わすには、一般に可視光透過率と曇り値(haze value)¹⁰⁾が用いられている。高分子フィルムの透明性はフィルムの表面状態(外部ヘイズ)と内部構造(内部ヘイズ)に関係する。結晶性高分子では、結晶化度、結晶サイズ、微結晶間のボイド、配向などに関係する。多層系では異種材料間の屈折率の差や界面構造が重要となる。透明性を向上させるためには、急冷したり、造核剤を添加して結晶サイズを小さくしたり、また延伸することが一般に行わ

れている。圧延などの加工も透明性改良に有効である。

2.5 耐熱性

食品包装の中で、水蒸気あるいは熱水で高温(120℃～135℃)加熱殺菌を行うレトルト食品包装がある。このレトルト食品包装には、高湿の状態での耐熱性が要求される。袋の構成としては、PET/アルミ箔/PP、ナイロン/PVdC/PP、*m*-キシリレンアジバミド/PPなどが一般的で、外層には2軸延伸PETや2軸延伸ナイロンが用いられる。2軸延伸フィルムは高温での収縮が問題になることがあり、延伸のバランスが特に要求される。バリアー層に用いられる高分子フィルムは、レトルト時の酸素透過が問題である。PVdCは比較的良好であるが、高湿時の酸素透過係数の大きいエバールでは問題となる。芳香族ポリアミドは高温殺菌でよい特性を示すが、高価であるため包装材料としてはまだ使用されていない。

3. 包装用単体フィルム

PPフィルムは、軽く、機械的強度、透明性、耐薬品性、防湿性、耐熱性など多くの優れた特性を持っているため、包装材料として多用されている。PPフィルムには、CPPとOPPがある。OPPフィルムは、引張強度、耐疲労性、衝撃強度、滑りやすさ、腰などの機械的性質に優れ、印刷適性がある。また防湿性、透明性にも優れているが、ヒートシール性に劣るため、表4に示すような種々の方法によりヒートシール性を得ている。

PEフィルムは、一般にインフレーション法によってフィルム化されている。LDPEフィルムは、透明でヒートシール性が良好であるため、簡易包装に多用されている。HDPEフィルムでは、極薄・強化フィルムが包装用として主流である。最近、エチレンやブテンなどの α -オレフィンの共重合体であるLLDPEが上市されている。LLDPEはLDPEに比べて、引張強度、突刺強度、引裂強度、ヒートシール性などに優れ、ホットタック性、

表4 ヒートシール性OPPフィルムの製法と特性¹¹⁾

製造法		塗 工 法	ポリマーブレンド法	複 合 法
製造方法の概要		OPPフィルムの表面に、低融点重合体を塗工する	低分子石油樹脂をPPに混合し、延伸する	OPPフィルム表面に低融点重合体フィルムを形成させる
使用材料例	基 層	OPP	低分子炭化水素樹脂を混合したOPP	OPP
	皮膜層	PVdC、アクリル系、塩素化PP		特殊オレフィン
長 所		低温シール、易滑性、高光沢、PVdCコートはガスバリアー性良	低温シール、易滑性、高光沢	低温シール、高密封、高ホットタック、高シール強度、印刷性、経済性
短 所		低シール強度、シール部低密封、低ホットタック、ブロッキング	低シール強度、制電性付与困難、低ホットタック、ブロッキング	高温滑性、光沢が劣る

図5 メルトインデックスとドローダウン性

夾雑物シール性に優れているため、使用量が急増している。LDPEは他の基材に押出コーティングされて使用される場合が多い。EVA、アイオノマー、EAAも同じように使用される。押出コーティング法では、高速加工性や薄肉加工性が重要な特性である。これらは、樹脂のメルト・フロー・レート(MFR)とスウエリング比(SR)とに相関するドローダウン性に関係している。図5に示されるように、MFR すなわちメルトインデックスが高いほど、より高速加工、薄肉加工ができる。また同一MFRにおいては、SRが小さいほどドローダウン性は良好となる。

包装用ポリエステルフィルムは、ほとんどが2軸延伸PETフィルムである。PETフィルムは、引張強度、腰、衝撃強度などの機械的強度、耐熱性、耐寒性、耐薬品性、耐水性、耐油性、防湿性、ガスバリアー性、透明性などに優れており、包装材料として非常に適している。

PVCフィルムは、軟質(可塑剤含有量約30~60%)、半硬質(可塑剤含有量約10~15%)、硬質(無可塑)の3種類がある。軟質PVCフィルムは伸度、引張強度が大きいので、包装用ストレッチフィルムとして使用されている。

一般に用いられるPVdCは、VdC 80~90%、VC 10~20%の共重合体が多く、フィルムでは数%の可塑剤や安定剤などをブレンドして横向きインフレーション法でつくられるが、共重合時のモノマーを検討することにより、内部可塑化されたPVdCも上市されている。PVdCはガスバリアー性、水蒸気バリアー性が良好で、食品包装用として多用されている。

ナイロンの種類は多いが、包装用途にはナイロン6フィルムが主流であり、無延伸ナイロンと2軸延伸ナイロンが用いられている。ナイロン6・6の2軸延伸フィルムは耐熱性が高い長所を持っており、食品包装用に開発が

進んでいるが、まだ一般的でない。ナイロン11や12は、ヒートシール性が良好であるため、耐熱食品包装用に検討されたが、価格やフレーバーの点で問題があり、ヒートシール材としては現在用いられていない。ナイロン6は、アイオノマー、EVA、PE、PPなどの共押出フィルムとしても食品包装に使用されている。

PVAは水溶性の樹脂であり、低湿度におけるガスバリアー性は非常に良好であるが、湿度依存性が大である。食品包装用フィルムとしては、何らかの物理的、化学的改質を行うことによって耐水性を与えている。古くは、PVAをアセタール化したビニロンが用いられていたが、現在では、エチレンとの共重合体であるエバールが食品包装に多用されている。エバールは近年、アメリカでも多層ボトルのバリアー材として使用され始め、需要が増大している。PVAフィルムにPVdCコーティングしたフィルムも上市されている。また、2軸延伸PVAフィルムに両面PVdCコーティングしたエンブラーOVフィルムも使用されている。PVdCコーティングによる防湿効果は、図3より明らかである。

PSフィルムの包装用途は少ないが、一部シュリンク包装に使用されている。

ポリカーボネート(PC)フィルムは強靱であり、広い温度範囲にわたって性質が変わらず、水分による影響も少ない。また、透明性が非常に良好で、印刷適性にも優れている。さらに、臭いや食品中への抽出物や着色が全くなく、無毒・衛生的であるため食品包装用として極めて優れている。欠点としては、透湿度、酸素ガス透過度が大きい。しかし、PEとラミネートしたり、PVdCコートしたりすることにより改良し、利用されている。

4. 包装用多層フィルム

包装用多層フィルムを得るプロセスとしては、図6に示すようなものがある。これらのラミネート方法には、各々長所や短所があるため、多層フィルムの要求特性に応じて使い分ける必要がある。

図6 ラミネートフィルムの製造方法

ドライラミネーションは汎用性があり、イソシアネート系接着剤が一般に使用される。レトルト食品包装の包材を得るのには、この方法が用いられる。

押出ラミネーションは基材に有機チタネート系、ポリエチレン・イミン、イソシアネート系あるいはポリエステル系のアンカー剤を塗布乾燥して、その上にPP、EVA、アイオノマーなどをフィルム状に溶融押出しする方法であり、軽包装材料を得るのに有効である。

共押出ラミネート法は、2台以上の押出機を用いて同一または異種の樹脂を溶融状態でダイ内部あるいはダイの開口部で接合させ、多層フィルムを一工程で製造するものである。この場合、樹脂間の接着性が問題であり、適切な層構成を選択する必要がある。

多層フィルムの層間接着性は、接着界面の状態や構造により大きな影響を受ける。層間接着性は、ぬれ特性すなわち湿潤張力 $\Delta F_i = \gamma_s - \gamma_{SL}$ (γ_s : 固体の表面張力, γ_{SL} 界面張力) が重要な意味を持つ¹²⁾。表面張力は分子構造に依存し、メチル基、極性基の効果や共重合体構造の効果が大きい。ナイロン、PVdC、PVC、PET、ポリオキシメチレンなどの γ_s は大きく、接着性は良好である。一方、PE、PPなどのポリオレフィンの γ_s は一般に小さく、ドライラミネートする際にコロナ放電処理などにより、表面特性を変える必要がある。ドライラミネーションに用いられるイソシアネート系接着剤は、水素結合の効果が大きい。

PEの押出ラミネーションでは、押出溶融膜の表面酸化が重要であり、溶融押出温度を高くし、エアギャップを大きくすることにより表面酸化を行っている。

共押出多層フィルムの界面の接着性は、溶融樹脂の界面張力に影響される¹³⁾。極性の似たものどうしの界面張力は一般に小さく、接着性は良好となる¹⁴⁾。食品包装用多層フィルムには、酸素ガスバリアー性、水蒸気バリアー性およびヒートシール性が要求される。酸素ガスバリアー性の良好なナイロン、エバール、PVdCなどは極性が強く、水蒸気バリアー性やヒートシール性の良好なPEやPPなどのポリオレフィンとは接着性が悪い。このような異種材料を接着するために、アイオノマーや無水マレイン酸などの不飽和カルボン酸がグラフトされた変性ポリオレフィンなどの接着樹脂が中間層として用いられている。

表5には、食品包装用多層フィルムの用途と要求特性および材料構成を示す。

5. 結 言

包装材料は一般に一度の使用で廃棄される。したがって、包装材料として使用されるには、その価格が非常に重要となる。エンジニアリング・プラスチックや電気用フィルムには、包装材料として見た場合にも高性能なものがある。例えば、オーブン加熱が可能な食品包装が要求されているが、現在使用されている汎用樹脂では十分

表5 食品包装用多層フィルムの用途と要求特性および構成

用 途	要 求 特 性	材 料 構 成
真 空 包 装	ガスバリアー性 防 湿 性 物 理 的 保 護 性 機 械 適 性	PET/LDPE; PVdCコートセロハン/LDPE, CPP; PET/PVdC/LDPE; ナイロン/LDPE, EVA, アイオノマー; LDPE/PVdC/LDPE; EVA/PVdC/EVA; ナイロン/エバール/LDPE, PET/エバール/LDPE
ガ ス 置 換 包 装	ガスバリアー性 防 湿 性 低 温 ヒ ー ト シ ー ル 性	OPP/エバール/LDPE; PET/エバール/LDPE; ナイロン/エバール/LDPE; ナイロン/LDPE; OPP/PVdC/LDPE; PVdCコートOPP/LDPE; PVdCコートセロハン/LDPE; PVdCコートPET/LDPE; アルミ蒸着PET/LDPE
脱酸素剤封入包装	ガスバリアー性 防 湿 性	PVdCコートOPP/LDPE; PVdCコートナイロン/LDPE; PVdCコートPET/LDPE
アセプティック包装	ガスバリアー性	ナイロン/LDPE; LDPE/PVdC/LDPE
冷 凍 食 品 包 装	低 温 耐 衝 撃 性 低 温 耐 ピ ン ホ ー ル 性 ガスバリアー性	2軸延伸ナイロン/LDPE; PET/LDPE; OPP/LDPE
乾 燥 食 品 包 装	防 湿 性 ガスバリアー性	OPP/LDPE; OPP/PP; PVdCコートOPP/LDPE; 2軸延伸ナイロン/LDPE; PVdCコート2軸延伸ナイロン/LDPE; PET/LDPE; PVdCコートPET/LDPE; OPP/エバール/LDPE; PET/エバール/LDPE; エンブラーOV/LDPE; OPP/PVdC/OPP
液 体 食 品 包 装	ガスバリアー性 自 立 性	PET/アルミ箔/OPP; 2軸延伸ナイロン/アルミ箔/OPP; PET/2軸延伸ナイロン/アルミ箔/EVA; ナイロン/EVA, PET/1軸延伸HDPE/アルミ箔/OPP; PET/エバール/LDPE
レトルト食品包装	ガスバリアー性 耐 熱 性	PET/OPP; PET/HDPE; ナイロン/OPP; OPP/PVdC/OPP; PET/PVdC/OPP; PET/アルミ箔/OPP; PET/アルミ箔/PET/OPP; PET/ナイロン/アルミ箔/OPP

な耐熱性が得られない。ポリイミド、芳香族ナイロン、PEEKなどはその要求を満たすものであるが、高価であり、現在のところ使用できない。近い将来、価格が下がり使用可能となることが望まれる。

参考文献

- 1) プラスチック, **36**, [6], 31 (1985)
- 2) 高分子学会編, “ポリマーアロイ”, p.366, 化学同人(1981)
- 3) M. Salme, Future - PACK '85, Proceedings, p. 119 (Dec. 3~5, 1984)
- 4) 小林吉彦, 工業材料, **24**, [7], 30 (1976)
- 5) 久我睦男, プラスチックスエージ, **23**, [1], 81 (1977)
- 6) 川田輝男, 工業材料, **24**, [7], 39 (1976)
- 7) 葛良忠彦, 高分子論文集, **37**, [9], 581 (1980)
- 8) 特公昭 52-41310 (グンゼ); 特公昭 52-50068 (グンゼ); 特公昭 53-24465 (東洋紡績); 特公昭 54-8707 (東レ); 特公昭 55-1189 (グンゼ)
- 9) C. A. Southwick, Jr. et al., *Mod. Packaging*, **44**, [10], 54 (1971); 特開昭 49-53264 (大日本印刷); 特開昭 49-83775 (日本製鋼所)
- 10) ASTM D-1003-52
- 11) 井坂 勤, 紙とプラスチック, **10**, [11], 1 (1982)
- 12) 北崎寧昭, 畑 敏雄, 接着協会誌, **8**, 123 (1972)
- 13) 畑 敏雄, 第3回プラスチックフィルム分科会講演要旨集, p.10 (1978)
- 14) R. T. Van Ness, *Tappi*, **56**, [8], 112 (1973)
(昭和60年8月13日受理)

走査型電子顕微鏡による各種繊維の教育用スライド

大変好評を博している題記スライド(1セット:スライド140枚,説明書付き,実物:下記写真参照)を下記価格で配布いたしております。

所定の請求書,納品書など必要な場合は,添付の上是非お申し込み下さい。

価 格 1セット 説明書付き
 会員 18,000円(送料込)
 一般 20,000円(")

申込先 〒141 東京都品川区上大崎
 3-3-9-208
 社団法人 繊維学会
 スライド係宛
 電話 03-441-5627