合成繊維の改質とその特性*

会 員 辻 和 一 郎**

1. 緒 言

合成繊維の近年の発展はますます著しく、最近数年間の世界における生産量は第1表に見られるように約3倍に急伸している。

(第1表) 世界の主要繊維年産量 (単位 100 万 lb)¹⁾

年	綿 ¹⁾	羊毛 ¹⁾	絹 ¹⁾	人 造 繊 維 ²⁾			総計
				レーヨン、 アセテート	合成 繊維	計	
1940	15 368	2 500	130	2 485	11	2 496	20 494
1945	10 289	2 280	24	1 325	38	1 363	13 956
1950	14 654	2 330	42	3 553	153	3 706	20 732
1955	20 926	2 789	64	5 023	587	5 610	29 389
1960	22 295	3 225	68	5 732	1 548	7 280	32 868
1965	25 474	3 252	71	7 330	4 510	11 840	40 637
1966 ³⁾	22 718	3 275	72	7 321	5 458	12 779	38 844
	(59)	(8)	(<1)			(33)	(100)

注1) 綿、羊毛、絹は未精練

注2) 他にカラス繊維 1966 年生産 529 百万 lb

注3) 1966 年のカッコ内数値は総計に対する百分率

特にわが国における糸や織物の生産量をみると、第2および第3表に示すように人造繊維が天然繊維をしのぐ勢いにいたり、そのうち合成繊維がレーヨン、アセテートを上回る情勢にあることかされる。

さて合成繊維がどのように発展し、われわれの日常生活に密接に接触するようになると、用途によっては現有

(第2表) 日本の糸の生産量
(1966 年, 単位: 万 t) (通産省調査統計部)

天 然 繊 維					人 造 繊 維				総計
綿糸	毛糸	麻糸	絹糸	計	レーヨ ン糸	スパン レーヨ ン糸	合繊 糸	計	
54	16	10	2	82	14	25	46	85	167

* Improvement of the Properties of Synthetic Fibers.

** W. Tsuzi, Member. 京都大学化学研究所

(第3表) 日本の織物生産量 (1966 年, 単位: 万 m²)
(通産省調査統計部)

天 然 繊 維					人 造 繊 維				総計
綿 和 其 他	羊毛	麻	絹	計	レー ヨ ン	スパン レー ヨ ン	アセ テ ー ト	合 繊	計
30	3	2	2	37	5	9	2	14	30
									67

の性質の改変が要望されるようになる。一方、化学的に全く新しい系統の合成繊維を工業的に開発するのは容易なことではないから、差し当たっては既存の合成繊維の改質により新しい性質を与えることが当面の関心事となる。近年合成繊維の改質が重視されてきたのはこのような事情によるものと考えられる。

さて合成繊維の改質にいろいろの目標や方策が考えられる。H. Mark 教授はこれらについてつぎのように記述している。

(1) 合成繊維改質の主要目標としては、

強度、弾性、しわ回復性、巻縮、吸湿性、触感、柔軟性、反撓性、染色性、熱セクト性、化学的、光化学的、熱的安定性など、

(2) 各種合成繊維の主要改質方向としては

(i) ポリアミド繊維に対しては

CO・NH基間の距離の変化、高分子の対称性、芳香属ヒルター（共縮合）、末端基の数およびそのタイプ、NH基の反応性、置換モノマー、橋かけ結合—安定剤、ブロックポリマー、クラフトポリマー、ポリマーブレンドなど

(ii) ポリエステル繊維に対しては

CO・O基間の距離の変化は影響が少ない、高分子の対称性はポリアミドより重要性が大きい、分子鎖の切断、共縮合、末端基の置換、橋かけ結合—安定剤、クラフトポリマー、ブロックポリマ

一、ポリマー ブレンドなど

(iii) アクリルおよびビニル繊維に対しては

分子量分配、末端基の数およびタイプ、立体規則性、共重合（非常に重要）、ブロック ポリマー、グラフト ポリマー、橋かけ結合—安定化、環状置換、ポリマー ブレンドなど

(iv) オレフィン繊維に対しては

分子量分配、末端基の数とタイプ、立体規則性、極性基のグラフト、橋かけ結合—安定化、共重合—置換、ポリマー ブレンド、染色性向上（酸化処理、クロルスルホン化、アクリロ ニトリルのグラフト重合）など

しかしながら、ここではこれらのすべてにわたって述べることはできないので、近年著者が興味を持つ若干の問題について紹介することにする。

2. 混 合 紡 糸

人造繊維の性質改変の手段の一つとして混合紡糸は古くから知られている技術である。上記 **Mark** の記述の各種繊維改質の方法としても、いずれの場合にも混合紡糸（ポリマー ブレンド）が含まれている。

混合紡糸は古くから、たとえばビスコースやポリビニル アルコールとカゼイン などの混合が研究されたが、その後も工業的に発展した実例はあまり見られない。第4, 5 表は 近年の海外文献に混合紡糸の例として挙げられているもので、その大部分は湿式あるいは乾式紡糸によるものと思われるが、工業化されているものとしては

(第4表) アクリル系ポリマーを一成分とする³⁾
混合紡糸

基 本 成 分	混 合 成 分
ポリアクリロ ニトリル アクリロ ニトリル共重 合物	セルロース アセテート セルロース ポリアクリロ ニトリル加 水分解物 アクリロ ニトリル共重合物
アクリロ ニトリル共重 合物	線状ビニル重合物、共重 合物
アクリロ ニトリル重合 物、共重合物	環式ビニル重合物、共重 合物、ポリエステル
ポリアクリロ ニトリル	ポリアミド、ポリイミド、 絹
アクリロ ニトリル共重 合物	ポリウレタン

(第5表) アクリル系ポリマー以外の成分の³⁾
混合紡糸

基 本 成 分	混 合 成 分
セルロース アセテート	置換ポリアクリル アミド 塩化ビニル重合物、共重合物
セルロース	ポリ塩化ビニリデン、後塩素化 ポリ塩化ビニル
ニトロ セルロース	ポリ塩化ビニル、後塩素化ポリ 塩化ビニル
ポリプロピレン	ポリスチレン、ポリアミド
ポリ塩化ビニル	ポリメチル スチレン 変性塩化ビニル、塩化ビニリデ ン
シアン化ビニリデン— 酢酸ビニル共重合物	ポリビニル ペンザール スチレン—スチレン スルホネー ト共重合物 ポリビニル ホルマール
ポリビニルホルマール	ポリメチル スチレン ポリメチル メタクリレート
塩化ビニリデン— 酢酸ビニル共重合物	ビニル ピリジン共重合物

見るべきものはないようである。

湿式や乾式紡糸のように紡糸原液として溶液を用いる場合には、混合成分は共通の溶剤に溶解することが必要であるから混合できるポリマーの種類が限定される。また混合溶液が相分離を起こさず安定を保つために混合比が制限されることも考えられ、比較的少量の混合で効果を挙げる染色性改変などの場合を除いては、大きい性質の改変を期待しえないなどが、従来混合紡糸が工業的に大きく発展しなかった理由ではないかと考えられる（この点著者らが前に研究を行なったポリビニル アルコール水溶液と各種合成樹脂エマルジョンとの混合紡糸⁴⁾は興味ある意義を持つものと思うが、ここではふれない。このような方法によるポリビニル アルコールとポリ塩化ビニルとの混合紡糸繊維がコーデラと名付けられ、最近興国人絹パルプ社で工業化された）。

しかしながら近年合成繊維の紡糸方法として重用される溶融紡糸法では、このような溶剤使用による制限がないので、混合紡糸の応用性が大いに高められ、今後この方面で合成繊維改質の有効な手段として大いに活用されることが期待される。つぎに最近の2, 3の例を紹介する。

British Celanese 社の Tricelone はナイロンとトリアセテートの混合押出紡糸によるものと思われ、軽く、テリレンと競合するものと期待され、衣料用としての市販が見込まれている⁵⁾。

Du Pont 社でフラット スポットティングの少ないナイロン タイヤ コード糸として 1965 年に開発された N-44 は、ヘキサメチレン アジパミド 75% とヘキサメチレン イソフタラミド 25% のブロック共重合物あるいはそれぞれのポリマーの混合物といわれている。

最近興味を引いているものに Allied Chemical 社の AC-0001 がある。ポリエステル (ポチエチレン テレフタレート) とナイロン 6 との広い範囲の混合溶融紡糸繊維である^{6,7)}。ポリエステルの含量の広い範囲にわたり、強度や融点はあまり変化しないが、他の多くの性質は改変される。これは混合比の多いポリマーのマトリックス中に少ないほうの成分ポリマーの細長いフィブリルが埋まっているような微細構造を持っている。

第 1 図はポリエステル混合比 45% および 30% の AC-0001 の 21°C および 95°C における応力-伸び曲線である。また第 2 図は AC-0001 のモデュラスとポリエステル含有量との関係を示すもので、ポリエステル混合率 30% でモデュ

ラスはナイロンの約 2 倍に増大することが注目される。ナイロンのモデュラスが低いことは用途によっては短所とされるのでこの向上は有効である。

ポリエステル含有量の増大とともに、水分含有率は低下し、スチーム処理による強度低下は減少する。接着性はポリエステル含有量約 30% まではナイロンとあまり変わらない。

ポリエステル含有量 30% のタイヤ コード用糸は 1964 年に開発され、EF-121 と名付けられたが、その抗張的性質は第 6 表のようである。

(第 6 表) EF-121 および ナイロン 6 の抗張的性質

性 能	EF-121	ナイロン 6
強 度 (g/d)	9.5	8.5
伸 度 (%)	15.5	20.0
降伏点 (g/d)	1.1 (伸び 1.5%)	0.68 (伸び 1.2%)
モデュラス (g/d)	75	45
抗張ファクター, $TE^{1/2}$ (注 1)	37.4	38.0
結晶配向度 (%)	93	94
ゼロ強度温度 (°C)	233~5	230~2

注 1) T: 引張強度 (g/d), E: 伸度 (%)

(Text. Res. J., 36, 7, 593 (1966) 参照)

EF-121 はナイロン 6 よりモデュラスや耐熱性が高く、水分含有率やクリープ性が少ない。これらの効果により EF-121 はナイロン タイヤ コードと強度や耐久性は変わらないでフラット スポット性が少ないといわれている。

3. 繊維の微細構造の改変による改質

繊維は結晶を内蔵した複雑な微細構造を持っている。したがってこのような微細構造の変化に対応してその性質を種々改変しうるわけである。

近年繊維の結晶構造、結晶化の機構などに関する学術が著しく発展されつつあり、これらは繊維の構造、物性について基礎的知見を与えるものであり、その繊維改質に対する応用は今後大いに期待される分野である。この意味において下記の Chemstrand 社の新しいナイロン 66 繊維の製造法は注目に値する。

その製造方法としては、適度の紡糸速度で紡糸し、延伸したナイロン 66 を、275~300°C で 2~12 sec 間処理する際にさらに 10~50% 再延伸すると述べられている以外は明らかでない。275~300°C の再延伸温度は通常いわれるナイロン 66 の融点以上であるが、これは張力下における結晶化による融点上昇と考えられる。このよう

(第 1 図) AC-0001, ポリエステル, ナイロンの 21°C, 95°C 空気中における荷重-伸び曲線

(第 2 図) AC-0001 のモデュラスとポリエステル含有量との関係

な高温における結晶化により、繊維軸方向への分子鎖の配向を低下することなく、微結晶の大きさや完全度を増大し、熱力学的に安定な結晶状態が得られるような条件の下で結晶化を行なったものかと考えられる。

このようにして得られた新しいナイロン66繊維のモデュラスは従来のナイロンよりも著しく高く、第3図および第4図に示されるようにその相対湿度による低下も少ない。またX線干渉曲線、その他から微結晶の大きさ、大きさの均一性、完全度も大きいことが推定される。

(第3図) 荷重—伸び曲線

(第4図) モデュラスと温湿度との関係

この新しいナイロンの製造方法には配向下の結晶化が関連しているものと考えられるが、これに関連して著者らもポリエチレンについて研究を行なっている⁹⁾。放射線照射により軽度架橋したポリエチレンフィルムを融点以上の高温（たとえば145～150°C）で高度に延伸し、定長下で配向結晶化を行なった試料の微細構造および物性について研究を行なった。ディラトメーターで測定した融点は等方性試料の129°Cに対し、配向結晶化物では約145°Cに達する。

高密度ポリエチレン Marlex-50 照射フィルムを145°

Cで16倍延伸し、室温で急冷した試料の結晶化度80.1%，結晶配向度は0.99と100%に近い高値であるが、非結晶領域の配向度は0.33で大きくない。

結晶の大きさは第7表に示すように高温配向結晶化物は大きい。

(第7表) 微結晶の大きさ (Å) (X線回折)

試料	延伸	(110)	(200)	(002)
無照射 Marlex-50	80°C, 10倍	70	60	120
照射 Marlex-50	150°C, 10倍	140	110	180

またバイロン（東洋測器製動的粘弾性測定装置）による動的粘弾性曲線から求めた結晶吸収温度 α_c は第8表に示すように97°Cと異常に高く、結晶の完全度の程度を暗示しており、さらに動的モデュラスも高い。

(第8表) 結晶吸収温度および動的モデュラス

試料	延伸	α_c (°C)	$E' (10^{10} \text{ dyne/cm}^2)$
無照射 Marlex-50	80°C, 16倍	74	12.2
照射 Marlex-50	145°C, 16倍	97	13.1

前に Dulmage¹⁰⁾らはポリエステル延伸フィルムのモデュラスに関する研究を行なったが、直列モデルを仮定して次式を導いた。

$$1/E = X/E_c + (1-X)/E_a$$

(E , E_c , E_a は試料、結晶領域、非晶領域のモデュラス)

(第5図) ポリエチレン テレフタレート配向フィルムのモデュラスと結晶化度の関係

ポリエチレン テレフタレートについて $E_c=14,000 \text{ kg/mm}^2$, $E_a=200 \text{ kg/mm}^2$ の値を用いて結晶化度とモデュラスの関係を図示して第5図を得た。模式的な図であるが、結晶化度が80%を超えるあたりからモデュラスが急増することが注目される。

4. 共重合による結晶性ポリオレフィン繊維の改質

現在工業的に実用化されているポリオレフィン¹¹⁾はポリエチレンとポリプロピレンが主であるが、結晶性アイソタクチック ポリオレフィンには第9表に見られるように種々のものがある。しかしこれらはそれぞれ一長一短を持っている。たとえばポリ-3-メチル-ブテン-1やポリスチレンは融点は高いがもろい性質がある。またポリブテン-1やポリペンテン-1は靱性であるが融点は高くない。ポリ-4-メチルペンテン-1は融点は高く、比重は小さく、透明度は大きく、モノマーもプロピレンの2量化により得られるが、機械的性質が第6図に示されるように¹²⁾40°C 付近から大きく低下することが欠点といわれる。

(第6図) 各種繊維の強度の温度による変化

著者らはこれらの短所をつぎに示すように共重合により改善しうることを認めた。

ポリ-4-メチルペンテン-1のモデュラスの温度係数が大きいという前記の短所は、モデュラスの温度係数の小さいポリスチレンのモノマーを共重合することにより改善されるようである(第7図)。

アイソタクチック ポリスチレンは融点が高く、モノマーも安価で興味深いポリマーであるが、もろく紡糸後の延伸が困難で繊維として高い強度が得にくい問題点がある。これに対し、たとえばヘプテン-1やデセン-1の

(第9表) アイソタクチック ポリオレフィン フィルムの性質¹¹⁾

ポリマー	モノマー	比重 (30°C)	融点 (°C)	熱変形度 温度(°C)	強度 (kg/mm ²)	伸度 (%)	モデュラス (kg/mm ²)
ポリプロピレン	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.90	168	110	3.1	87	115
ポリブテン-1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	0.90	125	100	0.9	290	77
ポリペンテン-1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	0.86	79	—	0.7	270	48
ポリ-3-メチル ブテン-1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.90	300	155	0.7	3	278
ポリ-4-メチル ペンテン-1	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \quad \quad \text{CH} \\ \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	0.84	237	58	2.9	3.2	132
ポリスチレン	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C}=\text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	1.08	235	135	1.3	3.8	142

(第7図) 4-メチルペンテン-1とスチレンの
ホモポリマーおよびブロック コポリマー
フィルムの動的性質

ように側鎖の長いモノマーを共重合するとフィルムの伸度が増大し、もろさが改善される見込みが持たれる。¹¹⁾

ブテン-1やペンテン-1を4-メチルペンテン-1や3-メチルブテン-1と共重合することにより、ポリブテン-1やポリペンテン-1の低融点が向上され、またポリ-3-メチルブテン-1のもろさを改善することができる。この際注目すべきことはこれらの共重合モノマーは共重合物の結晶領域内に共存して、いわゆる **Isomorphism** あるいは **Cocrystallization** の現象を起こし、第8図に例示するように広いモノマー組成比にわたって結晶性を失わない。したがって第9図に示すように通常のランダム共重合物におけるような共融的な融点降下を示さない。このような現象は他種コポリマーたとえばコポリエステルにおいても見られるようであり、共重合による改質に関して今後の興味ある問題を提供するものである。

(第8図) 3-メチルブテン-1の組成と
共重合物の結晶化度の関係

(第9図) 3-メチルブテン-1の組成と
共重合物の融点の関係

5. 汚 れ 防 止

合成繊維衣料の汚れ防止が、SR (Soil Release) 加工として近ごろ関心の的になっており、種々の加工品が市場に現われてきた。加工の内容についての詳細は不明であるが、その主原理中には少なくともつぎの2つが含まれるのではないかと推察される。すなわちその一つは布上に親水性の耐洗たく性コーティング剤を固着すること、他の一つは繊維に親水性基を持つモノマーをグラフト共重合させることである。近年それぞれの例が海外文献に見られるので、これを紹介する。¹³⁾

5.1 Permalose T 加工 (ICI)

この加工剤は分子量 1500 のポリエチレン グリコールと エチレン テレフタレート のブロック共重合物 (ポリエチレン グリコールの含有量 40~65%) といわれる。¹⁴⁾ テリレン (ポリエステル繊維) あるいはテリレン混紡布に、Permalose T 20% (o.w.f.) 液をパッドし、180~200°C で 30 sec ベーキングを行なう。加工布の電気抵抗は第10表に示すように綿程度に低くなり、洗浄試験における汚染度にも第11表に見られるように効果が著しい。

(第10表) テリレン経編布の電気抵抗
(RH 65%)

試 料	電 気 抵 抗 ($M\Omega \times 10^3$)
無 処 理	5 000
Permalose T 処理	4
処理後 60 回機械洗濯	500
綿	20
羊 毛	800

(第11表) 洗浄試験^{注1)}における汚染度^{注2)}

試料	汚染度
テリレン	16.9
同上, Permalose T 処理	3.0
67/33 テリレン-綿	30.0
同上, Permalose T 処理	2.0
綿	2.5
同上, 樹脂加工	35.0

注1) カーボン ブラック, 牛脂, 油で人工汚染した綿フランネルの存在下に, 0.1% Lissapol (ICI) および 0.1% ソーダ灰含有液で 80°C で 30 min 洗浄後反射率測定

注2) 汚染度 = $\frac{R_0 - R_s}{R_0} \times 100$ (%)

R_0, R_s は原布および汚染布の反射率

5.2 アクリル酸¹⁵⁾その他をグラフトしたナイロン, ポリエステル

(第10図) ナイロン フィルムの照射線量と接触角および重量増加との関係
(重合液; アクリル酸 5%, スチレン スルホン酸ソーダ 5, n-メチロール アクリルアミド 20, Corbowax 600 (PEO) 20, 水 50)

(第12表) ポリエステル フィルム
(重合 150~160°C, 30 sec)

重合液	DMSO (%)	45	42	37	
	AAC (アクリル酸)	2	5	10	
	NMAAm (N-メチロールアクリルアミド)	20	20	20	Permalose T
	PEO	20	20	20	
	H ₂ O	13.3	13.3	13.3	
照射線量 (Mrad)		0	0	0	0
増量 (%)		1.2	2.0	1.1	0.7
接触角 (度)		66	69	72.5	51
照射線量 (Mrad)		4	4	4	4
増量 (%)		1.7	1.0	1.2	0.3
接触角 (度)		33	47	71	52

アメリカ MIT で行なわれた研究である。500 kV 電子加速機で前照射し, 75°C で 5 min 重合を行なうようである。ナイロンフィルムに対する照射線量と重量増加 (グラフト率と思われる), 水との接触角との関係を第10図に示す。

またポリエステル フィルムについては, ジメチルスルホキサイド (DMSO) を膨潤剤として重合液に加えると接触角低下に有効であるようである (第12表)。

6. アクリル酸グラフトによるポリプロピレン繊維の耐熱性, 親水性の向上

著者らはアクリル酸を C_{60} γ線照射によりポリプロピレン繊維にグラフト共重合した繊維の性質について詳細な研究を行なっている¹⁶⁾。

無処理のポリプロピレン繊維は約 150°C 以上では 40% 以上も収縮し, 約 170°C で溶融するが, アクリル酸をグラフトしたものを, 1% 炭酸ソーダ水溶液で, 60°C 1 hr 処理して Na 塩の形に変えたり, あるいはこれをさらに 1% 酢酸カルシウム水溶液で同様に処理して

(第13表) アクリル酸グラフト, 後処理
ポリプロピレン繊維の見掛けの融点

グラフト率 (%)	後処理	見掛けの融点 (°C)
18.6	なし	185
	Na ₂ CO ₃	205
	Ca(CH ₃ COO) ₂	320
33.4	なし	170
	Na ₂ CO ₃	320
	Ca(CH ₃ COO) ₂	365

(第14表) アクリル酸グラフト ポリプロピレン布の水分含有率 (20°C, RH 65%)

グラフト率 (%)	後処理	水分含有率 (%)
0	—	0
3.0	なし	0
	Na-	0.7
	Ca-	0.6
20.5	なし	1.5
	Na-	3.7
	Ca-	2.0
35.8	なし	4.7
	Na-	8.4
	Ca-	6.0
57.2	なし	5.9

Ca 塩の形に変わると 300°C 前後でもあまり収縮せず、また微荷重下で加熱した場合切断する見掛けの融点は第 13 表 (前ページ) のように著しく上昇する。

またこのような試料、特に Na 塩の形のものは第 14 表のごとく吸湿性が高く、また第 11 図に示すように摩擦帯電性が著しく小さい。

このようにアクリル酸グラフト後 Na 塩にしたものは特に親水性が大きく、カチオン染料により濃色に染まる。しかし親水性が大きいかかわらず、水湿润時の機械的性質や形の安定性の変化は僅少で、熱セット性を保持していることは興味ある特性といえることができる。

(第 11 図) アクリル酸グラフト ポリプロピレン
モノフィラメント
(約 400 d) の摩擦帯電性 (対ナイロン布)

以上合成繊維改質の一端に触れたに過ぎないが、高分子化学、繊維化学の発展に伴っての改質技術も今後ますます多彩に展開されることが期待される。

本稿は昭和 42 年 10 月 11 日 大阪において行なわれた本会主催の「最近の合成繊維技術に関する講演会」における講演原稿に一部加筆したものである。

文 献

- 1) Text. Org., 38, 97 (1967-6)
- 2) H. Mark; Man-Made Text., 51, 28 (1964-12)
- 3) W. Meissner und W. Berger; Faserforschung, 16, 400 (1965)
- 4) 辻, 他; 京大化繊研講演集, 16, 23 (1959), 17, 39 (1960); 日本特許 314 297 (昭 39)
- 5) Daily News Record, 24 (1966-6-1)
- 6) R. B. Mumford and J. L. Nevin; Mod. Text. Mag., 48, 51 (1967-4)
- 7) P. V. Papero, et al; Text. Res. J., 37, 823 (1967-10)
- 8) R. Buchdahl. Text. Res. J., 36, 371 (1966-4)
- 9) 朱, 北丸, 辻; 京大化繊研講演集, 23, 1 (1966) J'Appl. Poly. Sci., 10, 1377 (1966), Polymer Letters, 5, 257 (1967)
- 10) W. J. Dulmage and L. E. Contois; J. Poly. Sci., 28, 275 (1958)
- 11) 辻, 他; 京大化繊研講演集, 24, 15 (1967)
- 12) G. M. Bryant; Text. Res. J., 37, 552 (1967)
- 13) D. A. Garrett and P. N. Hartley; J. Soc. Dyers Col., 82, 252 (1966-7)
- 14) 標葉; 高分子加工, 16, 281 (1967)
- 15) A. S. Hoffman, G. R. Berbeco and R. G. Casseres; Textilvered., 2, 327 (1967-6)
- 16) 辻, 池田; 織学誌, 23, 327 (1967-7)

▶ 勤務先・住所などの変更について ◀

繊維工学, 論文集, 海外資料研究部会などの刊行物の返送誤送が多くなっております。会員各位の住所・勤務先などの移動変更の場合は下記要領にて、至急ご連絡下さるようお願いいたします。変更通知のない場合はご通知やご案内、会誌など遅れることとなりますので会員各位のご協力をお願いいたします。刊行物の送り先 (勤務先および自宅) の方に○印を付して下さい

氏 名

勤務先 (所在地) (新)

住 所 (自 宅) (新)

購読誌名

繊維工学

論 文 集

海外資料研究部会 (文献集・抄録)

■ あて先 社団法人 日本繊維機械学会 会員係 (大阪市西区靱 1 丁目 118) TEL (443) 4691
(大阪科学技術センタービル)