紡 績 工 学

清 水 二 郎

1. ま え が き

スライバ中の繊維およびその配置に関する確率論モデルによるスライバ構造論はもっぱら工業的应用に対する基礎を与えるものとして 1960 年代までにはほぼ理論的形態を整えたと言ってよかろう。また理想化したスライバモデルに基づいたドラフト理論も、その点ではほぼ完全な形で与えられるようになった。

したがって、ここに集録した 1964 年から 1968 年に渡る 5 年間の研究には、過去 20 年に渡るスライバ構造や、ドラフト理論の発展時代に見られるような華やかさはない。しかしながら、工業的な応用、また実用的見地から、より重要な問題として、たとえば、スライバ中の繊維の形態、すなわち、フック状繊維またはそれともなうスライバの方向性などが紡績に及ぼす効果について考えようという Morton 流の地味な研究が数多く見られ、発展に対する反省期、または次の飛躍のための沈潜期とも言えるであろう。

また一方、Open End Spinnig の理論への導入期でもあり、スライバ、また糸体構造への新たな発展に対する期待や、従来あまり顧みられなかった流体、または電場での繊維の挙動などに関する発展についても期待される時点に移ったとも言えよう。

そこで、本稿ではいささか従来とその分類を異にするが、スライバ構造と紡績作用との関係に主眼を置いて展望を試みる。

2. スライバ構造とカーディングおよび
コーミング

スライバ構造における方向性の問題は前述に示したように、スライバ中のフック状繊維に起因する。Belin and Taylor¹⁾ は、綿コーマ落ち綿についてフック状繊維の影響について論じ、ゲージ間隔とコーマ落ち綿との

関係を示す曲線が Sliver の供給方向によって勾配が異なるため、交点を生じることを見出しこれは繊維切断とフックの存在による有効繊維長の減少によるものと断じた。Taylor²⁾ らは、真直ぐで平行な繊維で構成されるスライバから繊維の切断を含まない場合として、ノーブルコーマから繊維長に対して繊維が如何に選択され、大円、小円スライバに分離されるかを数学的に解析した。

あわせて Taylor³⁾ は大円・小円での繊維長分布を予想する式を検討し、コーマゲージに対するノイル総量と holding power を理論に求めた。Belin and Taylor⁴⁾ はスライバの供給方向を検討し、仏式コーマのノイル発生率がギリング回数とギリングとコーマの方向によって決まることを明らかにした。

なお、コーミングオイルに対する検討として摩擦力、ノイル量、ネップ数、繊維切断と油剤含有率%との関係から Kruger⁵⁾ は植物と鉱物油に対して 2%の油剤、1%の水溶性添加剤が適当であるという結果を得ている。また Belin⁶⁾ はノイル発生量が最低で、平均繊維長が最高になるような top の残脂率として約 8%を与えた。この場合、摩擦力が最小になる。Larsen⁷⁾ は洗い上り羊毛の貯蔵時間と袋詰めとコーミングの関係、Outerman et al.⁸⁾ はリコーミングによりネップの大きさと数の著しい減少と、糸強力はほとんど変化しないが、精紡機の糸切れが大きく減ることを報告している。Ogden⁹⁾ は経済性と手ざわりなどの面からノーブルコーマが優れていることを示している。

Ghosh¹⁰⁾ は綿カードにおけるフックの形成と各部の運転について論じ、モヘアのカード中でのケンブ繊維の除去について Kruger¹¹⁾ が、Card Clothing による選択的なケンブの集収は、高い比重のモヘアは遠心力によりカードローラの外周に向かい、ケンブは針布に集まることにより分離する。したがって、ローラの表速の増加によりケンブの集収は増加し、ストリップは高い集収力を示すが、ワーカーは小さい。針布に集められた物質には短かい繊維が混入し、カードによる切断はモヘアより少ないと云い、川上¹²⁾ はカーディングトルクの測定を行い、

Review of Spinning

JIRO SHIMIZU

東京工業大学工学部 助教授 (工博)

長谷川ら¹⁸⁾は重いスライバを生産するために、ドップァ針布の針角度を検討した。木田¹⁴⁾はカードワイヤー面での風速分布を実験的に求め、ワイヤーの有効高さが針布で2/5メタリックでは2/3であることを示した。

森山¹⁵⁾はフラット・粗綿機のテーカーインまわりにおける気流作用に基づく分散機構として落物除去率の変化、シャレーアナライザーによる除塵作用を報告している。

また井谷ら¹⁶⁾はカードの高速化にともなうネップおよびスライバ収率について研究し、各部をシリンダ速度に比例して増速する必要のあることを述べている。

3. 繊維, その集合体と紡績作用

宇野¹⁷⁾らは水平気流による繊維分類法を研究し、繊維の大きなものほど落下速度が早く、繊維長によりほとんど影響を受けないことなどからこの可能性を検討した。鳴海¹⁸⁾はリザーブボックスの特性に関する研究としてVan Wykや、若山の圧縮理論式に対して、同じような繊維層の圧縮について式を導き、かつリザーブボックスの繊維層ヘッドが増大するにつれて、底部の繊維層のみかけ密度は増加するが、その増加幅がヘッドの増大とともに減少することを示した。鈴木¹⁹⁾は紡績工程中で空気輸送の基礎研究として水平部、垂直部、およびベント部での流体力学的考察をした。風速に対する速度比は0.6、管摩擦係数は直線部で0.02~0.25、ベントでは0.1~0.5、また繊維塊は直線部では伸び、曲線部では縮む傾向がある。加藤ら²⁰⁾は混打線工程におけるタフトの性質についてタフト構成繊維の状態を数式的に検討し、またタフト内部圧力、またタフト内での繊維の配列について求めた。

繊維切断による繊維長分布には多くの研究がある、Tallant²¹⁾は本数分布についてこれを取扱ったが、ついで²²⁾重量分布について変換を考慮した。Sang²³⁾はランダムな繊維切断に対する確率のモデルを用い、任意の繊維長分布に対するパラメータを最小2乗法で求める実除的なテクニックについて述べている。応用の結果、繊維の切断の確率が長さに関係するのではなく、長い繊維長のグループでは特にわずかではあるが3度切断することがありうるということ、そして4回以上は無視しうることを示した。竹田²⁴⁾はByattによって与えられた仮定に基づいて切断について論じその結果をローラカードの実験と対比させた。さて、紡績に密接なものとして、Barella²⁵⁾によりファイブログラフ理論とデジタルファイブログラフの測定の原理が考えられた。WIRAの繊維長測定器によって得られた結果とトップについて比較した結果、両者には一定の関係が存在した。羊毛の

断面は楕円形であって、その長軸は繊維軸に沿って回転し、繊維の自然巻縮をつくる。Collins²⁶⁾は顕微鏡下でそれを連続的に測定するため装置を作り、細い断面は太い断面より多く撚られ、自然撚の逆の方向に繊維を撚ることは容易であることを示した。King²⁷⁾はモヘアとケンプ繊維の曲げと引張りのモジュラスを測定比較した。Whan²⁸⁾は同じ集団の中で成長した羊毛の質と繊維の直径間に負の関係があることを明らかにしWlochowicz²⁹⁾は羊毛の年令の構造と機械的性質に対する変化について論じている。

Samson and Chaiken³⁰⁾は洗毛上りスライバの繊維のからみを測定するために、ペンデュラム型の試験機を試作し、からみあいとコーマ歩溜りに高い相関のあることを確かめた。

4. スライバ構造とドラフト

ドラフトによるフックの除去についてはMortonの報告に始まる。Garde³¹⁾ et al. はドラフトでは後端フックが先端フックに優先して除去されることを報告したが、Singh³²⁾は繊維の中央で曲げられたフックをu-フックと定義し、カードスライバ中のフックの約35%はu-フックで、drawn sliverで他のフックは減少するが、u-フックの減少はわずかなので相対的な含有率は増加する。これは曲げられた両端が同じ距離にあたるため除去できないことと説明した。Simpson³³⁾によれば、カードスライバが太くなるとドラフトによるフックの除去の効果は減少する。Kruger³⁴⁾はピンにはさまれたスライバから繊維のタフトを引き出すために必要とする力を測定する装置を作り、スライバの太さと引き抜き速度の違いに対する力の変化を研究した。つづいてKruger³⁵⁾は引き抜き力とノイル発生率の間には直線的な関係があるということを見出し、ボーリングとドラフトと供給の方向が検討された。Kruger³⁶⁾はピン密度の変化の影響として針密度を変えてスライバを引き出すに要する力を測定した。すべての場合において、繊維1本当りの引き抜き力は繊維の切断荷重よりも下回っていたことから、仏式コーマで得られる繊維切断が繊維の乱れやからみ合いから起こることを説明した。Robdrt et al.³⁷⁾はスライバ軸上の繊維数の変動を線密度の分布として求め、そして理想的なランダムフック(理想的にフックが起きる場合)が繊維上に均一に起きた場合が検討される。Deluca et al.³⁸⁾により繊維の平行度とドラフト力の効果が数種の綿について研究され、平均のドラフト力はドラフト前のフックの全フック量に直線的に関係した8回のドローイングを通じた場合、フックの総数とドラフト力とはプロセスの数に対して指数関数にある、第1と第2の練条

でフックが後端である場合、繊維の平行化は通常のドラフトによって増加する。コーミングの後ではフックは明らかに減少し、ロービングのフックとスライバのフックの間にはそれぞれ直線関係が存在することを報告した。

スライバ中からの引き抜きにはCoxの研究がある。鈴木³⁹⁾は配列度の異なるスライバからの繊維の引き抜き、交錯の影響を見、平行スライバの場合は繊維長に比例した抵抗力のみが関係し、ランダムの場合には繊維長の2乗に比例した抵抗力がさらに加わることを求めた。鈴木³⁹⁾はラップ状の繊維からも引き抜きを試みたが、速度の依存性に対して明確な結論は得られなかった。

Kruger⁴⁰⁾はトップやカードスライバの平均繊維長を決定する新しい方法としてピンに挟まれたスライバから繊維を引き抜くに要する力がピンに把持された繊維先端の数と、短かい繊維から引き出されるにしがって減少する力により決まることから、平均繊維長を最高引き抜き力と全力の時間積分から計算した。

Plate⁴¹⁾は紡糸速度と糸のむらの変化を研究し、紡糸張が一定である場合には2~16 m/minでは変化は起こらないが、25~450 m/minの高速では100 m/min毎に約0.7%のむらの増加があることを示した。Balasubramanian^{42, 43)}によりコーマスライバの繊維先端密度の変化に対する新しい測定法が研究された。すなわち繊維数と平均繊維長との間の組合わせに有意な関係はなく、短繊維がドラフトされた粗糸中で塊を作るという傾向はない。カードスライバのドラフトによって加えられた密度むらをV-L曲線とコレログラムで検討したが、この結果もむらの大部分はドラフトによって加えられたものであるが、そのむらはドラフト方向および逆方向にも同じ程度であった。

さらにPlate⁴⁴⁾はドラフトに対するroller settingの影響を調べた。ハイドラフトではドラフト波はかなりの周期性をもっている。そしてその波長は平均繊維長の4倍である。ゲージの変動が浮遊繊維の運動で増幅されたものである。

Grosberg⁴⁵⁾は繊維の切断が無視できるような低い撚数でのスライバの引張り力と摩擦に関するアモントン法則を考慮して求めた。Merchant⁴⁶⁾は粗糸の撚りについての基礎的な考察を行ない、繊維長や太さのような繊維特性による粗糸のよりについて理論的な検討がなされ、他の研究者により得られた実験結果と対比される。

平松らは牽切過程の解析的研究についての一連の研究を報告している⁴⁷⁾。第1報は2対ローラからなる基本的な牽切過程の理論的な誘導である。第2報では断点密度関数、送出点密度関数が時間的に一定の場合の計算例を

示す。第3報ではターボステープラの繊維量変換機構を明らかにするためにブレーカバーの積極切断の性格を明らかにした。第4報ではパーロック牽切機の牽切過程を明らかにするために繊維先端密度の変化を考察した。第5報では繊維長変化について論じている。

5. 精紡と糸むら

Audivert et al.⁴⁸⁾はダブルエプロンのフロント域でドラフト力を測定した。装置としてはCasablancas GX-2ドラフト装置を用いたが、ドラフト力は全ドラフト繊維長、スピード、相対温度、水分によって増加する。バックドラフトとエプロン間の増加により減少する。ロービングの供給方向によりドラフト力は相違し、それはフックの効果による。良い紡績ではフロント域で張力が必要であるが過剰の場合には適当でないという結論を出している。Audivert⁴⁹⁾はバックとフロントとコンデンサ域をもつ4線ドラフト配分を検討し、バックドラフト D_1 、トータルドラフト D とすると、 $D_1 = K\sqrt{D}$ で K は1に近い定数になることを導いた。

Grosberg et al.⁵⁰⁾はリング精紡での紡毛スライバのドラフトについて検討し、糸むらに影響する要因はドラフトと撚であることを明らかにした。

Kedia and Smith⁵¹⁾はアンブラ超ハイドラフトのドラフト力につき理論的な検討をし、実験と対比した。

Matsuoka⁵²⁾は精紡前のスライバのエージングが糸切れに対する効果のあることを確かめた。

黒崎、近田⁵³⁾は紡毛スライバのドラフトについて、第1報から第7報まで報告している。紡毛リングでのドラフト状態、仮燃分布を実験的に求め、チューブの前後でドラフトするが、その割合は回転数とドラフトによる。ドラフトは1.3~1.4程度までが適当である、また張力の調査の結果、ローラゲージを広くすることは無意味である。加熱の能率は、糸道角度、チューブとの摩擦を増加させることで達成されるなど結論としている。また、黒崎ら⁵⁴⁾は空気撚機によるドラフトの調整について研究した。

Subramanian et al.⁵⁵⁾はリング精紡での撚の流れにおいて、ローラ把持点と糸道との間の糸の撚密度をつまんで回転数を数える測定法と高速度写真の技術とを比較した。

Hearle⁵⁶⁾は糸の両端を把持してから、糸にかかる張力をゆるめて、エネルギーを解放するとbacklingをおこす、すなわちスナールを力学的に解析した。撚数 τ_0 、フィラメント数 N_f 、線密度 T_y とすると、糸にかかる張力は $K[(T_y^{1/2}\tau_0)^{4/3}/N_f^{2/3} + (T_y^{1/2}\tau_0)^{2/3}\lambda/w_f^{1/3}K_2]$ となる。

久間ら⁶⁷⁾は紡績糸の燃縮みについて理論と実験を対比させ、上燃角度 β と係数 K_1 の関係、また K_1 と糸の燃縮み k との関係を求めた。

糸切れ糸による紡績屑との関係が理論的に Merchant⁶⁸⁾により取扱われた。

Woo⁶⁹⁾は綿の繊維長分布を評価するための解析法を考えた。Banerjee⁶⁰⁾は繊維との性質を考慮した上で糸の中での繊維がでたらめに分布するものとして糸むらを評価する方法を考えた。 $I = V/V_T = V\sqrt{G}/(0.045d + 6.25)\sqrt{d}$ として与えられる。Balasubramanian⁶¹⁾は糸のむら相対分散 v とハンク c との間に $v = ac + b$ の直線関係のあることを示した。Linhert⁶²⁾は理論的な立場から Huberty の係数を検討した。

Balasubramanian⁶³⁾は繊維の先端密度と太さとの関係を把持したスライバのすべての場所において繊維の長さの分布が同じである場合、右側の先端密度の標準偏差、 $B_{n1}(a)$ 、右側の繊維先端 $B_{na2}(a)$ 、太さの標準偏差 $B_1(a)$ との関係を求めた。Nienhuis⁶⁴⁾は $CB(G)$ 曲線を定義した。 $CB(G)$ はある長さの変動をその長さの平均値に対する比によってプロットしたもので、 $CB(L)$ 曲線よりも種々の紡績工程で得られたカーブが容易に比較できる点を有利であるという。

Verbeck⁶⁵⁾は紡績性の決定について Bogdan Model の各係数を最小二乗法から決定するため計算機を用いた。Holdaway⁶⁶⁾により梳毛糸の平均強度に關係する多くの要因を含んだ理論式が求められた。1942年 Sullivan によって導かれた。質的には仮定にもとづいているが、最も重要な新しい仮定は繊維の外層についてである。これは直接に糸の強度には関係しないが、糸構造の断面方向の圧力に關する。そして繊維間摩擦に結びつく。

Bondyopadhyay⁶⁷⁾は Jute と mestayarn の強度の関係を求めた。粗糸の強度 F と繊維の太さ m とすると、その相関は $Y = 6.10 + 0.37F - 1.02m$ として表され、 Y と F_m との重相関は0.8という高い値を示した。

Onions⁶⁸⁾糸の太さが梳毛糸を対象にして1~100 g/Nの重さの範囲で計られた。重さの対数と太さの対数の間には直線関係が見い出された。これから太さ指数、圧縮指数を求めた。この両方の指数は繊維のクリンプと糸の燃に最も関係する。Ratnam⁶⁹⁾は2種の混紡糸の強度を最適燃に対して表現する式を導いた。

神原ら⁷⁰⁾はリングのなじみ現象について研究した。そしてリングの接触電気抵抗値および表面の電子顕微鏡の観察などからなじみ期間など明らかにした。

Grosberg⁷¹⁾ et al. はトラベラに発生する熱と温度を理論的に検討し、実験を対比した。そしてトラベラのスピード、摩擦、リングとトラベラの接点、トラベラの

固々、トラベラと空気との間の熱伝達係数、リングとトラベラの酸化被膜の影響が研究され、トラベラの震動にともなうトラベラの温度上昇についての定性的説明が行なわれた。千葉ら⁷²⁾は HA 25-7 型精紡機スピンドルの回転数を変え、スピンドル各部、装置フレーム、室内空気などの温度変化とスピンドルを駆動するに要する動力消費量を測定した。ボルスタを冷却して取得しうる熱量はスピンドル1錠あたり7~9 kcal/hr で、このうちボルスタから2~2 kcal/hr で、精紡の消費動力の約10~15%に相当する。

Subramanian⁷³⁾はリング精紡機の糸切れによるローピング屑を決定する式を導いた。

6. オープンエンド精

1967年9月11日から3日間、オープンエンドに関するシンポジウムが開かれて多くの報告⁷⁴⁾があった。Slater は新しい紡績法の経済的利点、Hybl は新オープンエンド精紡機の構造とその思想、Rohlena はチェコのオープンエンド精紡方式で糸の引き出し速度を V_p 、ドラム径を d 、ドラムの回転数を n として、ダブリング数 $D = n \cdot d \cdot 3.14 / V_p$ を規定して、 D が現在100~300であることを示す。また Kasprarek はオープンエンド糸の幾何学および力学的特性の解析で、40番手で $u = 12.4\%$ で、むらの少ないこと、強度は低いがCV%が小さいことなどにつき説明している。Ripka は、紡績プロセスの原理で紡糸ドラム中での糸の力学的解析、Ankudowicz はコンバータ方式とオープンエンド精紡方式による人造繊維紡績の可能性、Wandel は高速表心紡績体の取り付け部とその駆動方式について、Edberg は気流による繊維平行化の考察、Load は空気渦流法の紡糸への応用、Rusca は SRPL リングレス紡績の設計と性能、Catling はブレークスピンギにおける Barker 方式の研究、Arai が日本における綿紡績技術の進歩について報告している。

塩見⁷⁵⁾は回転バスケットを用いたオープンエンド精紡を試作し、25.8番の糸を紡糸し、オープンエンド精紡に關する4報の研究を報告した。

森川ら⁷⁶⁾は国産 BD-200 の構造の概要と糸質を検討した。

清水ら⁷⁷⁾は遠心ドラフト精紡機を試作した結果を報告した。田畑ら⁷⁸⁾はオープンエンド精紡機のドラフト過程について検討し、ローター内の自己ダブリング作用、混紡、加熱時の挙動について説明した。

7. 糸の計測、および練糸の制御

Shiloh et al.⁷⁹⁾の研究によれば、クリンプ直径を D 、

σ_x, σ_y を繊維軸から x, y 方向への距離標準偏差とすれば、投影面から x, y を求めて、 $D = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}$ の計算はアナログ計算機を用いる。

Walton⁸⁰⁾ は毛羽の測定器を試作した。Onions⁸¹⁾ はドラフトにより作られた相糸や糸の単位長当りの質量を瞬間的に計り、またその平均値を計ることができる装置を試作した。この装置はいくつかの長さ当りの分散を計算し、または実際のドラフト過程での2つの分散の間の差を直接比較することができる。

Landstreet⁸²⁾ は繊維や糸の試験に対して装置からデータを集収し、ラープに打ち IBM カードに打ちこむシステムについて報告した。

Liddy⁸³⁾ は梳毛工程に対して、工程中での精紡機の数と大きな lot に対する紡機の配分についてシュミレーションを検討した。

川端ら⁸⁴⁾ はスライバ構造の数学的モデルとそのドラフト機構を考慮したスピニングシュミレータを試作した。そして山下ら⁸⁵⁾ はドラフト工程でのシュミレーションにより混紡率によるむらの発生機構の解析を行なった。

中村ら⁸⁶⁾ は PB ギルのスライバの制御装置の開ループ型油圧サーボ PIU の応答性の改善をはかった。川端ら⁸⁷⁾ は前述のギル電子式フィードバック型スライバむら制御装置を試作し、その効果を研究した。増田ら⁸⁸⁾ は、CAD-unit におけるスライバむらの制御機構について検討した。松本ら⁸⁹⁾ は綿スライバむら連続制御について実験を行なっている。村上ら⁹⁰⁾ は高速で紡出するスライバの太さを生産機上で計測するために空気マイクメーターを用い、零設定用の調整ノズルをもった平衡回路を併設させることにより両者の差圧をとる方法を研究した。

Davias⁹¹⁾ は等長の完全に平行な繊維の完全なドラフトに基づく線形モデルにしたがって、スライバの制御の限界を検討した。この制御ループの中にはむだ時が存在し、開、閉ループに対する検討の結果、ドラフト力を用いた制御装置が短い波長の制御に適することを述べている。

Catling⁹²⁾ はオートレベリングについて種々の方法を数学的モデルにつき検討した。井原らは高周波微小容量測定装置を検出部とするスライバ太さの自動制御に関する一連の研究⁹³⁾ を報告している。この中で、第3報では検出部補助装置、第4報では操作部特性、第5報では制御対象としてのローラドラフト特性の測定、第6報では調節部の設計、第7報では制御とスライバむらの関係、第8報では制御スライバむらの測定による最適調節の検討、第9報では開ループ方式との比較がなされる。清水ら⁹⁴⁾ は羊毛スライバのドラフト特性が2次振動系で近似できることを確かめ、そのドラフト制御系について検討し

た。また赤見ら⁹⁵⁾ はカード工程の連続制御を目的として制御系のシュミレーションと調節計の選択について研究した。

Wells⁹⁶⁾ は出版物に対する情報の蓄積と抽出 (IRR) の役割は全情報の伝達網に関係するとして Textile Industries における問題を掲げている。

文 献

- 1) Belin, R. E. & Taylor, D. S. ; *Text. Res. J.*, 36, p. 542 (1966—6)
- 2) Taylor, D. S. & Walls, G. W. ; *J. Text. Inst.*, 57, T 344 (1966—8)
- 3) Taylor, D. S., Walls, G. W. & Bacon-Hall, R. E. ; *J. Text. Inst.*, 58, T 25 (1967—1)
- 4) Belin, R. E. & Taylor D. S. ; *J. Text. Inst.*, 58, T 141 (1967—4)
- 5) Kruger, P. J. ; *J. Text. Inst.*, 58, T 158 (1967—4)
- 6) Belin, R. E. ; *J. Text. Inst.*, 58, T 169 (1967—5)
- 7) Larsen, S. A. ; *J. Text. Inst.*, 56, T. 161 (1965—4)
- 8) Outerman, P., Mazingue, G., Van Overbeke, M. & Deloanque, G. ; *Comber Bull. Inst. Text. France*, # 125, p. 531 (1966—7/8)
- 9) Ogden ; *J. Text. Inst.*, 57, T. 520 (1966—11)
- 10) Ghosh, G. G. & Bhanduri, S. N. ; *Text. Res. J.*, 38, p. 535 (1968—5)
- 11) Kruger, P. J. & Albertyn, D. ; *Text. Res. J.*, 36, p. 112 (1966—2)
- 12) Kawakami, T., Nishikawa, S. & Akami, H. ; *Text. Res. J.*, 34, p. 889 (1964—10)
- 13) 長谷川, 木村 ; 繊維誌, 21, T. 35 (1968—3)
- 14) 木田 ; 繊維誌, 21, T. 200 (1968—9)
- 15) 森山 ; 繊維誌, 20, T. 595 (1964—9), 20, T. 646 (1964—10)
- 16) 井谷, 細川など ; 織学誌, 24, p. 196 (1968—4)
- 17) 字野, 塩見, 柳川 ; 繊維誌, 18, T. 591 (1965—9), 18, T. 596 (1965—9), 18, T. 626 (1965—10)
- 18) 鳴海 ; 繊維誌, 18, T. 572 (1965—9), 19, T. 183 (1966—7/8)
- 19) 鈴木 ; 繊維誌, 21, T. 1 (1968—1/2)
- 20) 加藤, 吉田, 片山 ; 繊維誌, 20, T. 87 (1967—4), 20, T. 117 (1967—5), 20, T. 147 (1967—6)
- 21) Tallant, J. D. & Pittman, R. A. ; *Text. Res. J.*, 38, p. 149 (1968—2)
- 22) Tallant, J. D., Pittman, R. A. & Schultz, D. C. ; 36, p. 729 (1966)
- 23) Lee, S. W. ; *Text. Res. J.*, 38, p. 566 (1968—6)
- 24) 竹田 ; 繊維誌, 21, T. 71 (1968—4)
- 25) Barella, A. ; *Text. Res. J.*, 38, p. 561 (1968—6)
- 26) Collins, J. D. & Chaikin, M. ; *J. Text. Inst.*, 57, T. 45 (1966—2)
- 27) King, N. E. ; *Text. Res. J.*, 37, p. 204 (1967—3)
- 28) Whan, R. B. & Paynter, J. R. ; *J. Text. Inst.*,

- 58, T. 273 (1967-7)
- 29) Wlochowicz, A. & Marchlewska, T.; *Text. Res. J.*, p. 503 (1968-5)
- 30) Samsoun & Chaikin; CIRTEL, IV (1965-II)
- 31) Garde, A.R., Wakanker, V.A. & Bhaduri, S. N.; *Text. Res. J.*, 31 p.1026 (1961)
- 32) Singh, A.; *Text. Res. J.*, 35, p. 87 (1965-1)
- 33) Simpson, J. & Deluca, L.B.; *Text. Res. J.*, 35, p. 675 (1965-7)
- 34) Kruger, P. J.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 463 (1967-10)
- 35) Kruger, P. J.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 472 (1967-10)
- 36) Kruger, P. J.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 478 (1967-10)
- 37) Pittman, R. A. & Tallant, J. D.; *Text. Res. J.*, 38, p. 576 (1968-6)
- 38) Deluca, L.B., Simpson, J. & Fiori, L. A.; *Text. Res. J.*, 38, p. 817 (1968-8)
- 39) 鈴木, 宮尾, 永島; 織機誌, 18, T. 642 (1965-11), 18, T. 678 (1965-12)
- 40) Kruger, P. J.; *Text. Res. J.*, 36, p. 687 (1966-8)
- 41) Plate, D.E.A. & Taylor, D.S.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 18 (1967-1)
- 42) Balasubramanian, Grosberg & Smith; CIRTEL IV, p. 103 (1965)
- 43) Balasubramanian, N.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 551 (1965-10), T. 566 (1965-10)
- 44) Plate
- 45) Grosberg, P. & Smith, P.A.; *J. Text. Inst.*, 57, T. 15 (1966-1)
- 46) Merchant, V. B.; *J. Text. Inst.*, 54, T. 58 (1963-2)
- 47) 小沢, 平松; 織機誌, 20, T. 179 (1967-7/8), 20 T. 217 (1967-9), 20, T. 247 (1967-10), 21, T. 191 (1968-9), 21, T. 153 (1968-7/8)
- 48) Audivert, R., Villaronga, M. & Coscollá, R.; *Text. Res. J.*, 37, p. 1 (1967-1)
- 49) Audivert, R. & Vidiella, J.E.; *Text. Res. J.*, 34, p. 265 (1964-3)
- 50) Grosberg, P. & Hubbard, T.P.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 49 (1965-2)
- 51) KEDIA & Smith; CIRTEL IV, N-227 (1965)
- 52) Matsuoka, Ogawa, Komine & Higashi; CIRTEL IV, N-123 (1965)
- 53) 黒崎, 近田; 織学誌, 21, p. 405 (1965-8), 21, p. 471, p. 475 (1965-9), 22, p. 125, p. 130 (1966-3), 22, p. 155 (1966-4), 22, p. 552 (1966-12)
- 54) 黒崎・近田など; 織学誌, 23, p. 144, p. 120 (1967-3)
- 55) Subramanian, T. A., Salhotra, K.R. & Bhaduri, S.N.; *Text. Res. J.*, 37, p. 195 (1967-3)
- 56) Hearle, J. W. S.; *J. Text. Inst.*, 57, T. 141 (1966-10)
- 57) 久間, 風間, 小林; 織機誌, 21, T. 14 (1968-1/2)
- 58) Merchant, V.B.; *J. Text. Inst.*, 54, T. 40 (1963-1)
- 59) Woo, J.L.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 557 (1967-11)
- 60) Banerjee, B.L.; *J. Text. Inst.*, 57, T. 530 (1966-11)
- 61) Balasubramanian, N.; *J. Text. Inst.*, 57, T. 363 (1966-8)
- 62) Linhart, H.; *Text. Res. J.*, 35, p. 1055 (1965-12)
- 63) Balasubramanian, N.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 342 (1965-6)
- 64) Nienhuis, W.A.; *J. Text. Inst.*, 54, T. 309 (1963-8)
- 65) Verbeck, A.R.; *Text. Res. J.*, 35, p. 1 (1965-1)
- 66) Holdaway, H.W.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 121 (1965-3)
- 67) Bandyopadhyay, S.B.; *Text. Res. J.*, 38, p. 135 (1968-2)
- 68) Onions, W.J., Oxtoby, E. & Townend, P.P.; *J. Text. Inst.*, 58, p. 293 (1967-7)
- 69) Ratnam, T.V., Shankaranarayana, K.S., Underwood, C. & Govindarajulu, K.; *Text. Res. J.*, 38, p. 360 (1968-4)
- 70) 神原, 岩田, 黒田; 織機誌, 20, T. 103 (1967-4)
- 71) Grosberg, P., McNamara, A. B. & Mølgaard, J.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 24 (1965-1)
- 72) 千葉, 村上, 福永, 中谷, 石田, 木谷; 織機誌, 19, T. 232 (1966-9)
- 73) Subramanian, T. A.; *J. Text. Inst.*, 56, T. 578 (1965-10)
- 74) 織機学会; 海外繊維技術文献集
- 75) 字野, 塩見など; 織機誌, 20, T. 16 (1967-1), 21, T. 283 (1968-12), 21, T. 275 (1968-275), 21, T. 247 (1968-11)
- 76) 森川, 堀内; 繊維工学, 21, p. 721 (1968-11)
- 77) 清水, 井上, 井戸, 野口; 繊維工学, 21, p. 729 (1968-11)
- 78) 田畑, 須佐見; 繊維工学, 21, p. 736 (1968-11)
- 79) Shiloh, M., Fucks, A. & Netter, Z.; *Text. Res. J.*, 34, p. 430 (1964-5)
- 80) Walton, W.; *J. Text. Inst.*, 59, T. 365 (1968-8)
- 81) Onions, W.J. & Slater, K.; *J. Text. Inst.*, 58, T. 210 (1967-5)
- 82) Landstreet, C. B., Waggoner, C. & Ewald, P.R.; *Text. Res. J.*, 35, p. 213 (1965-3)
- 83) Liddy, D.T.; *Text. Res. J.*, 35, p. 725 (1965-8)
- 84) Fujino & Kawabata; CIRTEL IV, N-151 (1965)
- 85) 山下, 川端, 河合; 織機誌, 20, T. 61 (1967-3)
- 86) 中村, 加藤, 寺尾, 木村; 織機誌, 18, T. 654 (1965-11)
- 87) 川端, 細川, 人見, 小坂; 織機誌, 18, T. 685

- (1965-12)
- 88) 増田, 坪田, 森山; 繊維誌, 18, T. 615 (1965-10)
- 89) 松本, 高田, 杉谷; 繊維誌, 19, T. 207 (1966-7/8)
- 90) 村上, 新井, 井戸; 繊維誌, 20, T. 130 (1967-5)
- 91) Davies, I.; *J. Text. Inst.*, 59, T. 10 (1968)
- 92) Catling, H. & Davies, I.; *J. Text. Inst.*, , T. ()
- 93) 井原, 佐藤; 繊維誌, 19, T. 142 (1966-5), 19, T. 146 (1966-5), 19, T. 199 (1966-7/8), 19, T. 227 (1966-9), 20, T. 270 (1967-10), 20, T. 329 (1967-12), 21, T. 137 (1968-6)
- 94) Shimizu & Ishikawa; CIRTEL, IV, IV-191 (1965)
- 95) 赤見, 川上, 壁矢; 繊維誌, 24, p. 241 (1968-5)
- 96) Wells, R. D.; *Text. Res. J.*, 38, p. 332 (1968-4)
-