

自動織物サンプル製造システムの開発研究

中島明哉* 森大介** 新谷隆二***

織物製造業においては、新たな製品を開発するために数多くの織物サンプルを作製している。しかしながら、通常の生産設備(整経機、レピア織機等)を使用するため工場内の広いスペースを専有するほか、多くの糸パッケージや労力が必要となる。本研究では、織物の性質(風合い、吸湿性等)を評価するために必要な最小限の大きさ(50cm×20cm)の織物サンプルを製造するシステムの開発を行ない、所定の密度でたて糸シートを容易に作製する手法を考案し、十分な精度で糸シートを作製できることを確認した。また、試作機によるサンプル試織の結果、ウール、ポリエステル系及びアラミド繊維等の異なった糸種に対応できることを確認した。

キーワード：織物サンプル，製織，たて糸

Development of a Weaving System for Fabric Samples

Akichika NAKASHIMA, Daisuke MORI and Ryuji SHINTANI

In the textile industry, a large number of fabric samples are produced for the purpose of developing new products. For producing fabric samples, a large number of yarn packages and a large amount of work using textile machines such as a warp machine and a rapier loom are required, as is a large space in the factory. We designed a weaving system to produce the minimum size fabric sample (50cm×20cm) required for the evaluation of textile properties (handling, moisture-absorption, etc.). A method of producing warp yarn sheets at a specified yarn density was designed. It was confirmed that warp yarn sheets were produced with adequate precision by this method. The results of sample fabric weaving tests revealed that this system could be applied to some kinds of yarn including wool, polyester and aramid yarn.

Keywords : fabric sample, weaving, warp yarn

1. 緒言

国内の織物製造業では、消費者の個性化、多嗜好化による多品種少量生産への対応が求められている。また、国内消費の低迷や中国などの海外製品の輸入増加により、衣料用としての需要が少なくなってきたことから、産業資材などの非衣料分野への進出や製品の高付加価値化による差別化が不可欠となっている。そのため、企業によっては年間100種類以上もの織物サンプルを製造しているところもある。しかしながら、本生産に到達するのは、そのうち多くて一割程度というのが現状である。その上、このような商品開発においても通常の生産設備を使用して織物サンプルの製造を行なっているため、たて糸準備や機仕掛けなどに過大な糸と時間、労力を費やしている(図1および表1)。

ている(図1および表1)。

従って、表1に示すように、実際の製織以外の工程(たて糸準備など)をなくすか、もしくはそれらが容易に行なえるようにすれば織物開発にかかる時間の大幅な短縮が可能である。また、少量の糸からサンプルとして必要な量だけを製織できれば、無駄な糸が減るだけでなく製織時間そのものも短縮することが可能となる。

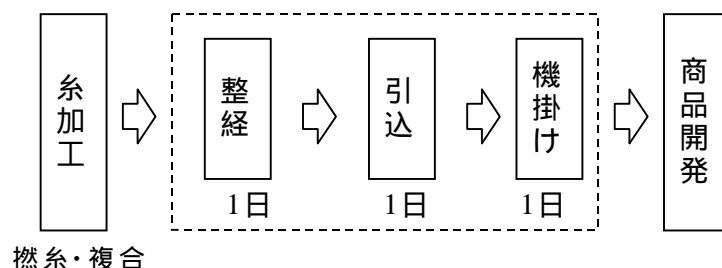


図1 織物開発の流れ

*機械金属部 **繊維生活部

***企画指導部

表1 織物サンプル作成所要時間および糸量の比較

| | 現状 | サンプル 整経機用時 | 自動織物 サンプル製造シ ステム(目標) |
|--------------------|--|---------------|----------------------------|
| サンプル | (例) 糸:ポリエステル8.3tex 密度: たて210/5cm, よこ191/5cm | | |
| 長さ[m] | 50 | 7~50 | 0.5 |
| 幅 [m] | 1 | 1 | 0.2 |
| 整経 | 部分 整経機 | サンプル 製経機 | 不要 |
| たて糸本数[本] | 4200 | | 1260 |
| 糸巻体の 個数[個] | 1200 | 1~8 | 1~ |
| 糸量[kg] | 10 | 2 | 0.1 |
| 所要時間 [人・時間] | 10 ¹⁾ | 1.6 | - |
| 引込み | 要 | | 不要 |
| 所要時間 [人・時間] | 2 ²⁾ | | - |
| 製織 | シャトル織機 | | 織機不要 |
| 糸量[kg] | 2 | | 0.1 |
| 所要時間 [人・時間] | 15 | | 3 (たて糸整列を含む) |
| 染色 | 実機使用 (染色工場) | | 試験機器で可能 |
| 所要時間 [人・時間] | 3 | | 2 |
| 仕上げ | 実機使用 | | 試験機器で可能 |
| 所要時間 [人・時間] | 0.2 | | |
| 総所要時間 [人・時間] | 36.2 | 27.8 | 5.2 |
| 比較倍率 ³⁾ | 約7倍 | 約5倍 | 1 |

- 1)糸準備 2時間30分
クリール建て: 4人で2時間
糸結び: 2人で30分
巻き換え 1時間
- 2)2人で1時間
- 3)自動織物サンプル製造システムによる
所要時間を1とした場合

そこで本研究では、少量の糸でたて糸の準備から製織までを一貫して行なうことで織物サンプルを容易に製造できるシステムを提案し、その試作・開発を行なった。また、このシステムにおけるたて糸の準備機構として、たて糸密度の変化に対応可能な方法を提案し、それによる実験を行なった。

2. 織物サンプル製造システム

2.1 システム概要

提案するシステムは、少量の糸による製織が可能であり、かつシステム自体が小型なものである。具体的には、糸加工された1個の糸巻体から、織物物性の測定およびピーカー試験による染色・仕上げ加

工が可能な50cm×22cm程度の織物サンプルを製造可能なものとし、一般的な事務机の上に載る大きさとした。

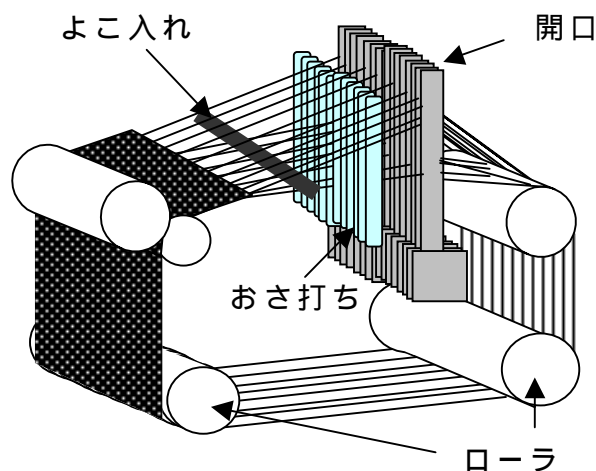


図2 織物サンプル製造システム概念図

システムは、図2に示すように複数のローラにまたがってらせん状に巻きつけ・整列した糸をたて糸とし、そのたて糸をローラで送りながら、製織していく方式とした。おさは、密度一定の櫛歯状で、縦糸密度が変わったときには糸口数が変わる方式とした。また、よこ入れは様々な糸に対応できるように片側レピア方式を採用した。

2.2 たて糸開口機構

たて糸開口部は薄い円盤を組み合わせたような形をしており、各々の溝にある突起によりたて糸が持ち上げられる機構とした(図3, 4)。これにより、たて糸通し作業は糸を上から入れる単純な作業に置き換わるだけでなく、突起の位置を円盤ごとに違う角度に配置することで平織りと綾織りというように複数の織り柄に対応可能である。また、この部品を取り替えることにより、異なるたて糸密度に対応可能とした。

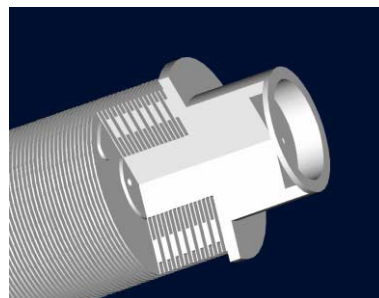


図3 たて糸開口

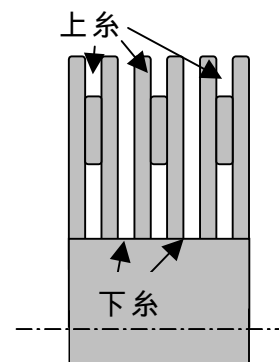


図4 開口模式図

2.3 たて糸整列機構

2.3.1 たて糸巻き付け・整列方法

たて糸の巻き付けと整列を同時に行なう方法として図5に示す方式を考案し、たて糸の巻き付け・整列機構とした。

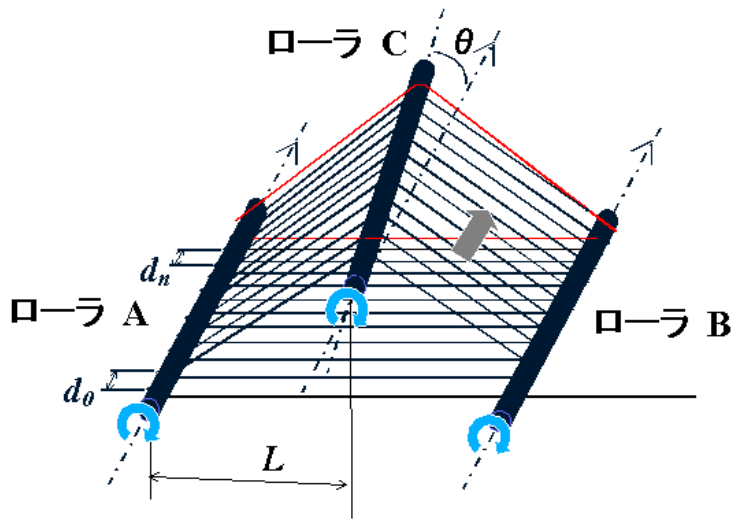


図5 巻き付け送り機構

ローラ A, B は並行であり、ローラ C はそれらに対して角度 θ だけ傾けてある。この 3 本のローラに糸を一周させた後(糸端は一周してきた位置でその糸自身に結ぶ)、全てのローラを同じ周速で回転させると、糸が 3 本のローラに巻き付くように回転しながら、図5の太矢印の方向(手前から奥)に進み、糸をらせん状に整列していく。この方式では、複数本(3本以上)のローラを使用することで、一周あたりの糸長が大きく変わらない様に行なうため、糸の緩みは無視できると考えた。

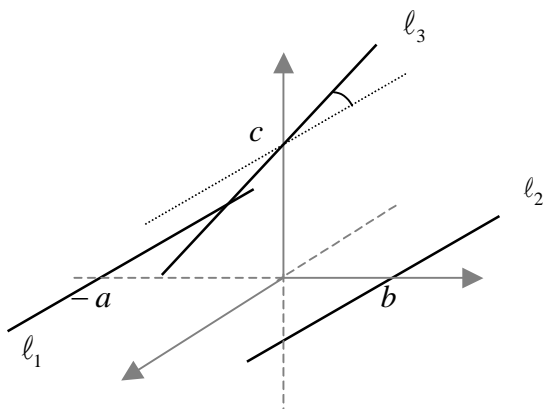


図6 座標軸上のローラの配置

この整列された糸間隔について、ローラ径や摩擦を無視できるものとして、計算しやすいようローラの位置、角度を図6のように直線 l_1, l_2, l_3 , 角度 θ とし、 x 軸に平行になるように巻き付けていく場合を考えると

$$l_1: \begin{cases} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{cases} = \begin{cases} 0 \\ -a \\ 0 \end{cases} + t \begin{cases} 1 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

$$l_2: \begin{cases} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{cases} = \begin{cases} 0 \\ b \\ 0 \end{cases} + t \begin{cases} 1 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

$$l_3: \begin{cases} x_3 \\ y_3 \\ z_3 \end{cases} = \begin{cases} 0 \\ 0 \\ c \end{cases} + t \begin{cases} \cos \alpha \\ \sin \alpha \\ 0 \end{cases}$$

となる。巻き付け開始位置を $x=0$ とし、 l_1, l_2, l_3

l_1 と巻き付いていくと考えると、糸間隔は l_1 上の糸位置の間隔とすることができ、 x 座標のみの関係をみればよい。

従って、巻き糸 n 番目の l_1 上の糸位置を x_n とすると

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = b \sin \alpha \cos \alpha$$

$$x_2 = b \sin \alpha \cos \alpha + b \sin \alpha \cos^3 \alpha$$

$$x_3 = b \sin \alpha \cos \alpha + b \sin \alpha \cos^3 \alpha + b \sin \alpha \cos^5 \alpha$$

⋮

$$x_n = b \sin \alpha \cos \alpha + b \sin \alpha \cos^3 \alpha$$

$$+ b \sin \alpha \cos^5 \alpha + \dots + b \sin \alpha \cos^{2n-1} \alpha$$

となる。たて糸間隔を d_n とすると、

$$d_n = x_n - x_{n-1} = b \sin \alpha \cos^{2n-1} \alpha$$

となる。

従って、図5に示すようにローラ C の角度を θ 、ローラ A-C 間の距離を L 、糸巻本数を n と置き換えると、たて糸間隔 d_n は

$$d_n = L \sin \theta \cos^{2n-1} \theta \quad (\text{式 1})$$

と表されることが分かる。

実際に、密度 2 本/cm、巻糸本数 $n = 40$ 本のシートを作成する場合、仮に $L = 200\text{mm}$ とすると、巻き始め ($n=1$) では

$$L \sin \theta \cos \theta = \frac{d_n}{L} = \frac{5}{200} = 0.025$$

となり、このとき $\theta = 1.43^\circ$ となる。

この設定時の各糸間距離 d_n は表2の様になる。このように、巻数が増えるにしたがい目標位置との差が大きくなる。しかしながら、この条件下ではその差が目的とする密度の糸間隔=5mm より十分小さく、実用可能である。

表2 糸位置と糸間距離

| 巻き糸 No. | 1 | 2 | 3 | 4 | ... | 40 |
|------------|------|------|-------|-------|-----|-------|
| 目標糸位置 [mm] | 5 | 10 | 15 | 20 | ... | 200 |
| 糸位置 [mm] | 4.99 | 9.98 | 14.95 | 19.93 | ... | 197.1 |
| 差 [mm] | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | ... | 2.9 |

2.3.2 たて糸整列実験

図7に示すように3軸をベルトで同時に駆動できる簡易実験装置を用い、ローラ間距離 $L=67\text{mm}$ 、ローラ角度 $\theta=5.28^\circ$ として、たて糸整列実験を行なった。

図7から、糸は重なることなく、きれいに整列し

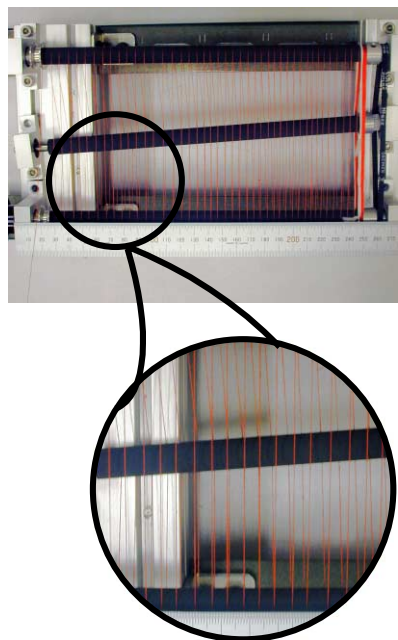


図7 たて糸シート整列装置と実験結果

ていることが分かり、たて糸シート整列機構としては十分利用可能であることが分かった。

このときのたて糸位置の目標値と理論値の差を計算すると $n=17$ で糸間隔より大きくなることから、それ以下の範囲において実験を行なった。その結果を図8に示す。

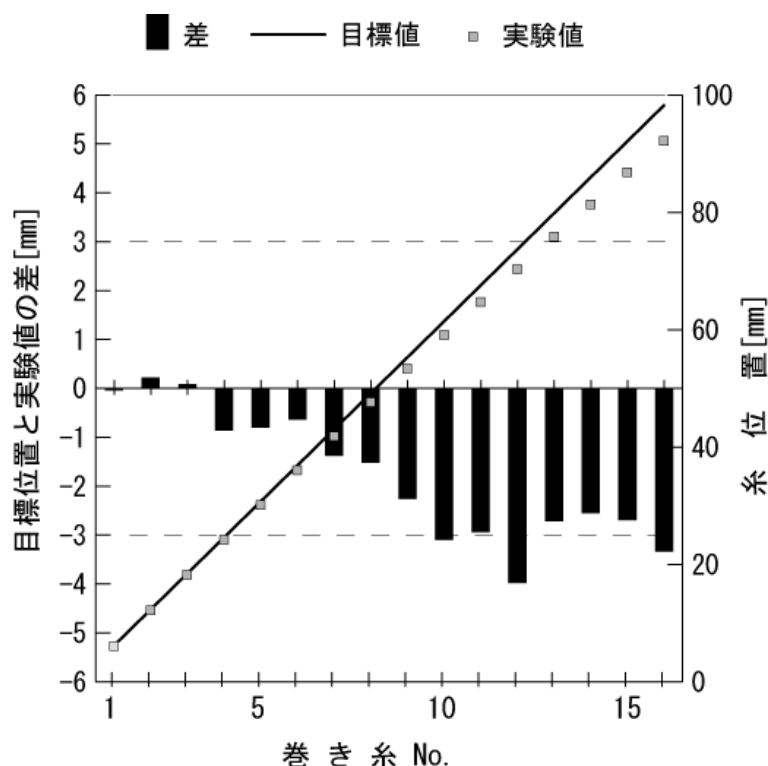


図8 目標位置と実験値の差
($L=67\text{mm}$, $\theta=5.28^\circ$)

目標値と実験値の差は最大でも 3.97mm となるが、この条件での目標糸間隔 6mm より小さいことからたて糸整列としては十分である。

次に、ローラ角度を変えた場合 ($L=67\text{mm}$, $\theta=3.43^\circ$) の結果を図9に示す。この場合、糸位置の目標値と理論値の差は $n=25$ で糸間隔より大きくなる。

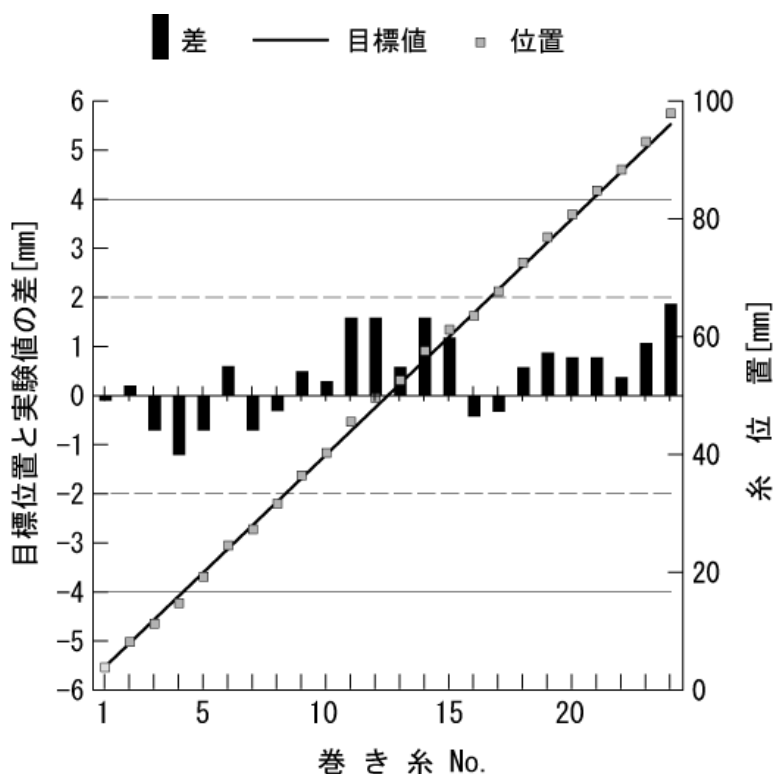


図9 目標位置と実験値の差
($L=67\text{mm}$, $\theta=3.43^\circ$)

このとき、目標値と実験値の差は最大でも 1.87mm となり、この条件での目標糸間隔 4mm より小さいだけでなく、糸間隔の中間点までの距離 $=2\text{mm}$ よりも小さい。これはローラ角度が浅くなったためにローラの摩擦などの影響が軽減されたためと考えられる。

これらの結果から、本方式によるたて糸整列は十分な精度を持っていることが分かった。しかしながら、ローラ間距離やローラ角度の変化により精度にばらつきがでる欠点がある。これはローラと糸の摩擦等による影響と考えられる。したがって、ローラと糸の摩擦等の影響を考慮に入れることでより正確な整列が可能になると考えられる。

2.4 試作機とサンプル試織

織物サンプル製造システムの試作を行ない、糸やたて糸密度を換えて試作機による織物サンプルの試織を行なった。試作機の仕様を表3に、その外観を図10に示す。

表3 試作機仕様

| | |
|------------|-------------------|
| 寸法(縦×横×高さ) | 40 cm×62 cm×30 cm |
| 最大作成可能サンプル | 50×22 cm |
| 対応たて密度 | 2本/cm, 5本/cm |
| よこ入れ率 | 10mm/sec |
| よこ入れ方式 | 片側レピア |
| 開口方式 | 円盤回転型* |

* 2.2 たて糸開口機構参照

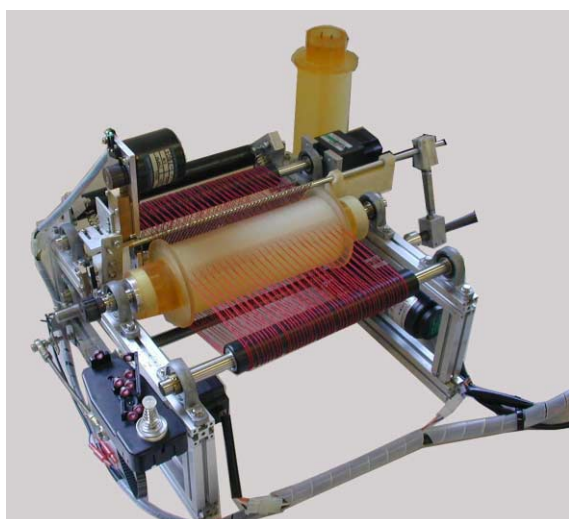


図10 試作機

試織の結果，表4に示すように，たて糸，よこ糸ともに種々の糸および織密度に対応可能であることが確認できた。試作機では，伸縮糸を用いた場合を除いてたて密度が粗い織物しかできないが，開口装置の円盤を薄くするなどの改良を行なうことで，より細かい密度への対応も可能である。また，ローラによるたて糸および布帛の送りが一定であるため，よこ密度は個々の糸の性質で決定したが，これはローラによる糸送り速度やテンションを制御することにより対応可能である。

3. まとめ

少量の糸でたて糸の準備・整列から製織までを一貫して行なうことにより，織物サンプルを容易に製造できるシステムを開発するために以下のことを行なった。

- (1) 異なった糸種や糸密度の織物サンプルが作製可能なシステムの試作を行なった。
- (2) 開発したシステムにより織物の性質(風合い，吸湿性等)を評価するために必要な最小限の大きさ(50cm×20cm)の織物サンプルが作製可能であることを確認した。
- (3) 複数(3本以上)のローラによる巻き付け・整列

表4 試織した織物サンプル

| No. | たて糸 | よこ糸 | 密度(本/cm) | |
|-----|---|---|----------|----|
| | | | たて | よこ |
| 1 | ウール 4500dtex | ウール 800dtex | 2 | 14 |
| 2 | ウール 2100dtex | ウール 2400dtex | 2 | 8 |
| 3 | 生分解性繊維 (原色系) + ポリエステル 2200dtex | 生分解性繊維 (原色系) 970dtex | 5 | 6 |
| 4 | 生分解性繊維 (原色系) + ポリエステル 2200dtex | 生分解性繊維 (原色系) 970dtex | 2 | 10 |
| 6 | 生分解性繊維 (原色系) 970dtex | 生分解性繊維 (原色系) + ポリウレタン 1000dtex | 14 | 2 |
| 7 | アラミド繊維 1700dtex | アラミド繊維 1700dtex | 2 | 6 |
| 8 | アラミド繊維 1700dtex | 炭素繊維 1900dtex | 2 | 7 |

方法を考案し，実験の結果，糸位置の誤差が目標糸間隔より小さいことから十分な整列精度があることが分かった。

今後は，より高密度な織物サンプルを作製できるように，たて糸開口機構やたて糸整列装置の改良が必要である。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり，ご助言を頂いた金沢大学教授新宅救徳氏に感謝します。また，試作機開発にご協力頂いた多川機械(株)に感謝します。

参考文献

- 1) 新宅救徳，喜成年泰．円柱面上を移動する糸が描く曲線．繊維機械学会第56回研究発表論文集．日本繊維機械学会．2003．p. 168-169.
- 2) 新宅救徳，遠藤哲彦，喜成年泰，玉村亮．ディスク型フリクション仮撚りにおける糸の走行経路(第1報)ディスク上を走行する糸の経路と張力の解析．繊維機械学会誌．Vol.52, No.10, 1999. p.69-76.
- 3) 新宅救徳，遠藤哲彦，喜成年泰，玉村亮．ディスク型フリクション仮撚りにおける糸の走行経路(第2報)仮撚ユニット内における糸傾角の解析．繊維機械学会誌．Vol.53, No.3, 2000. p. 41-49.
- 4) 新宅救徳，遠藤哲彦，喜成年泰．“ディスク型フリクション仮撚りにおける糸の走行経路(第3報)

マルチディスクユニットにおけるディスク上の糸
傾角 ”. 繊維機械学会誌. Vol.53, No.7, 2000. p.
57-66.

5) 東洋紡績. 田中敏巨. 繊維糸条の連続処理方法.

特開昭 50-145676. 1975-11-22.

6) 東邦電気 石田真幸, 中西和正. 線条体の送り装
置. 実開昭 60-26465. 1985-02-22.