絣織物製織自動化技術の実用化

家坂　邦直*　小海　茂美*　三村　和弘*
白川　正登*　松本　好勝*　本田　崇*　皆川　森夫*

Practical use of automation technology that weaves Kasuri cloth

IESAKA Kuninao*, KOKAI Shigemi*, MIMURA Kazuhiro*
SHIRAKAWA Masato*, MATSUMOTO Yoshikatsu*,HONDA Takashi* and MINAGAWA Morio *

抄　　録

自動絣織り技術の実用化を実現するため，次の内容の研究を行った。まず絣合わせマーク剤の開発と各種マーク剤を用いた絣糸の試作を行い，実用性を損なわず十分な検出性能を確保できることを確認した。次に織機運動状況を検知する各種センサの装着，自動絣合わせに必要な各種ユニットの試作，およびこれらをシステム制御する自動絣織りソフトの開発を行い，有杼織機にこれらの機能を持たせた自動絣織機を試作した。

試作織機による絣織物試織の結果，その性能が製織作業者と同等レベルであることを確認した。

1．緒　　言

絣織物製造産地においては，製織はほとんど出機とよばれる外注に依存しており，作業者の高齢化が進み後継者も少ない。これらの織物は非常に付加価値の高い商品であるため，工業的生産の継続が必要であり，自動化を進めることが急務となっている。

そこで，手作業で行っている緯糸の絣合わせを自動化することにより，伝統技術を継承しやすくし，最終的には絣合わせ作業者が一人で複数台を運転管理できる自動絣合わせ織機を試作した。開発するユニットは既存の有杼織機に付加する方式とした。

2．絣織りの概要

絣織物とは模様になる部分があらかじめ染められている糸を用いて，織りながら柄を創出していくもので，プリントと違い精緻で味のある柄を形成することができる。県内では十日町，小千谷，塩沢産地などで人手により生産されている。

図１に示すように，手作業でマークと柄の双方の位置関係を確認しながら織り進める。

図１　絣織物の手織り作業

* 素材応用技術支援センター

3. 絣糸の試作

絣織物の緯糸には，絣の模様が設計図案と合うように筬通し幅に合わせてマーク（耳墨）が付けられている。作業者が手により織る場合にも，このマークを織物の耳端に合わせることで絣模様を織り出す作業を行っている。自動絣合わせ製織も，このマークが筬通し幅に対して正確に付いていれば，マークの位置をカメラにより認識し，それを織物の耳端に合わせて織ることで，自動絣合わせが実現できることとなる [1)]。

以前の共同研究において用いられていたマーク剤は黒色に近かったが，その場合，反物の耳が黒くなって製織されることとなる。着物に仕立てた際には，反物の耳は裏側となるため通常は問題にならないが，淡色，特に夏物の薄地の織物において，裏の黒い耳が透けて見えてしまうことが課題となっていた。

そこで本研究においては，従来のように位置決め精度の観点から CCD カメラおよび画像処理により，マークの重心を認識することを基本とし，白い糸に対してもマークの方が明るいと認識できることを目標とし，蛍光染料や蛍光顔料を用いて，紫外線照明下において蛍光発光の輝度差による認識を行うこととした。

今回試作した糸の実機上で得られた画像を図 2 に，その画像のグレースケールでの濃淡のヒストグラムを図 3 に示す。これらに示すとおり明瞭な検出が可能であり，絣合わせのマーク剤として適正であることを確認した。

図 2　マーク画像

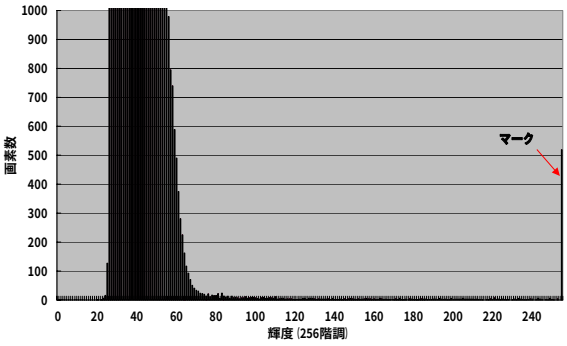

図 3　画像のヒストグラム

4. 製織の自動化

4.1 織機の運転制御

絣糸の絣合わせマークを位置決めするためには，まず絣糸の把持を確実に行う必要がある。

飛走した緯糸の位置は，クランク軸の角度が 290 ° 付近で，ほぼ同じ位置で安定することが，わかっている。このため，マークの位置決めは 290 ° から 295 ° で行うことにした。これに伴い自動制御運転は 290 ° が，1 サイクルの起点となる。

図 4 に織機の制御フローを示す。

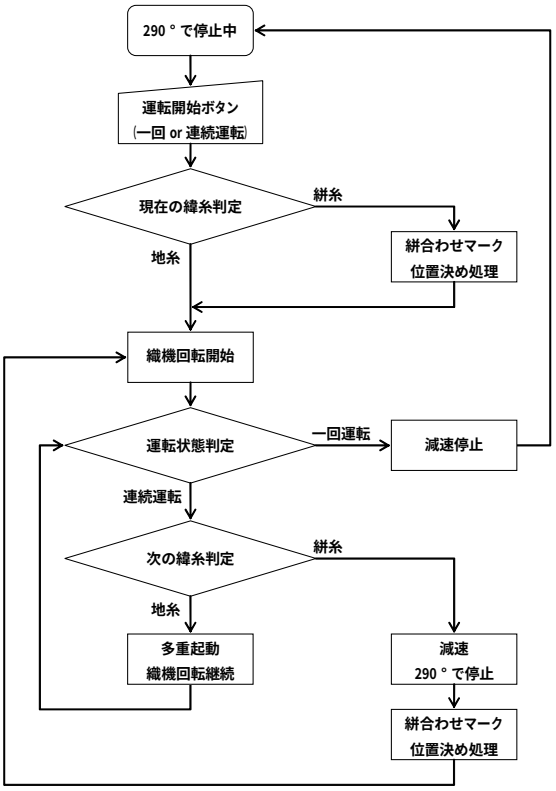

図 4　織機制御フロー

4.2　絣合わせマークの位置決め

絣糸についたマークを紫外照明で照らし，マークから発せられる蛍光の CCD カメラ撮像図を，図 5 に示す。マークの重心をカメラ側に固定された座標の原点（図 5 の円の中心）付近 ±0.12mm に合わせる位置決めを行う。図 6 に位置決め方式の概略を示す。絣糸の引き出し側はグリッパで掴み，戻し側は絣糸がピンに巻きかかるよう設定する。

カメラ画像からマークの重心を求め，その位置データを基に，織物の両サイドにあるピンおよびグリッパを位置決めし，マークを織物の耳端に合わせる。

ヨコ入れした絣糸の絣合わせマーク位置決め法のフローを図 7 に示す。

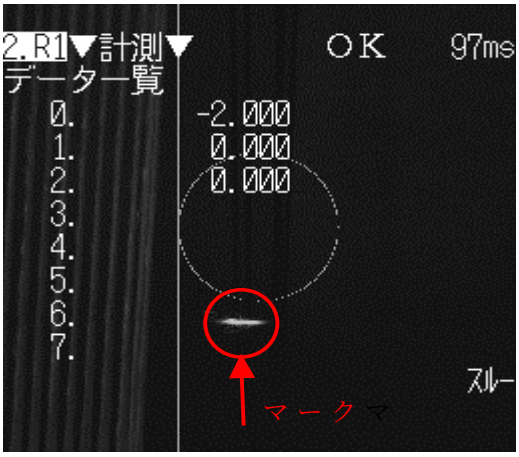

図 5　CCD カメラ画像

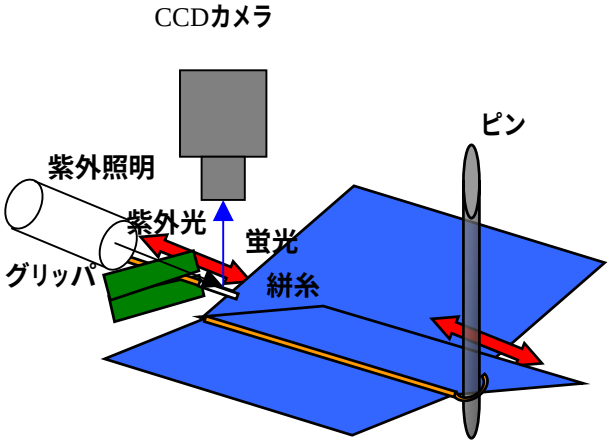

図 6　位置決め方式の概略図

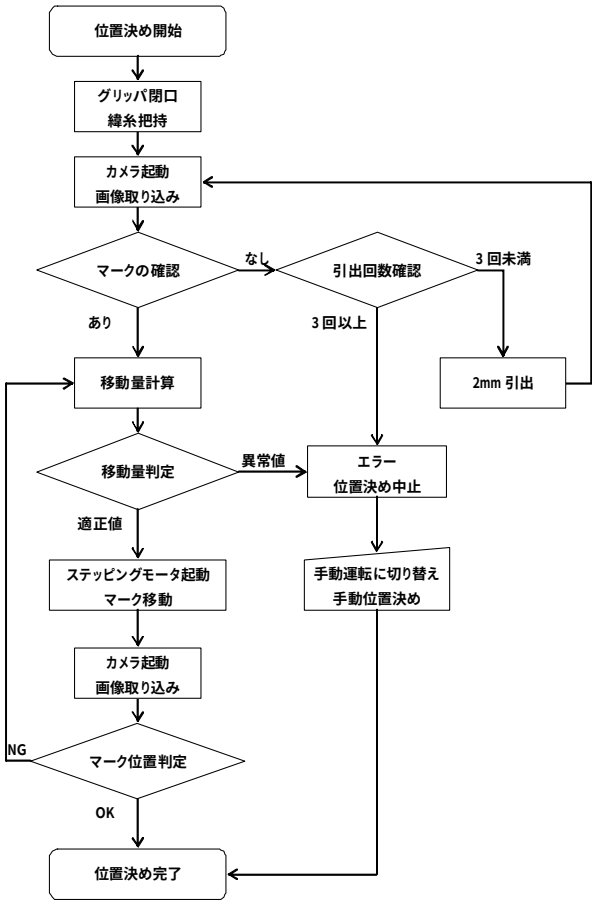

図 7　位置決めフロー

4.3　位置決めユニット

絣緯糸を把持してマークを耳端の所定位置に移動する位置決めユニットは，糸把持用のグリッパおよび引き戻し用のピンで構成し，織物の左右に配している。駆動には小型のステッピングモータを使用した。

図 8 に位置決めユニットを示す。

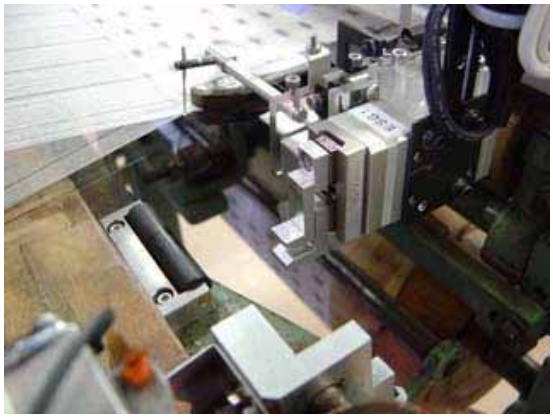

図 8　位置決めユニット

5． 絣合わせ性能評価

企業の手捺染による生産ラインで試験用の絣糸を試作し製織した。図 9 に示すとおり試織絣織物を全体的に見ると絣模様は合って見えるが，柄の縁部分にずれが存在する。図 10 に柄のずれを示す。模様を観察すると，ずれには周期的なパターンがあり，繰り返されて出現する。このずれについて，絣合わせマークの間隔のばらつきを調べたものが図 11 である。設計の筬通し幅は 39.4cm であり，これがマーク間糸長の基準である。製織時の周期的パターンは，糸段階での絣模様およびマーク間隔のずれを忠実に反映し製織した結果であると推察される。

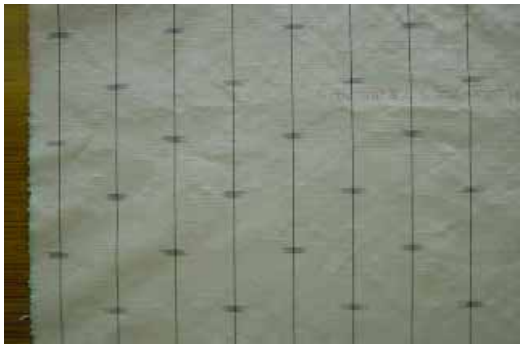

図 9　試織絣織物

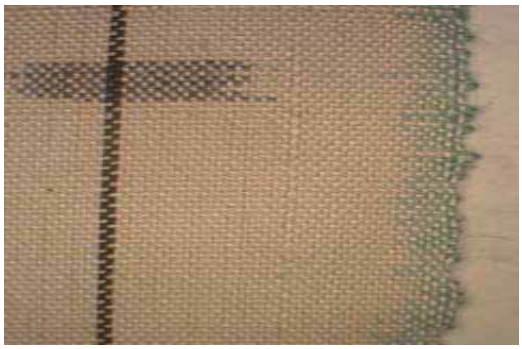

図 10　模様のずれ

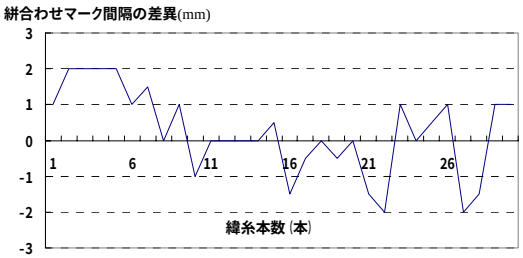

図 11　絣合わせマーク間隔の差異

一方，アクリル板に均一な張力で緯糸を巻き，これに耳マークと評価のための柄（直線柄）を描きこの緯糸で製織した。図 12 に示すとおり直線柄は曲がることなく正確に織上がっていることが確認された。ずれの誤差は 60 羽/寸の筬羽で 2 羽（1.2mm）の範囲であった。

図 12　評価用直線柄

柄が違う絣織物であるが，自動絣織機で試織した織物と，製織作業者が織り上げた織物を比較した結果，柄の再現性に遜色はなく，その性能は製織作業者の絣合わせ能力と同等レベルに達している。

図 13 に手織りの絣合わせ状態を示す。

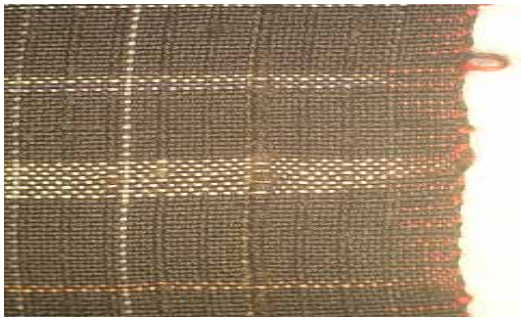

図 13　作業者製織織物

6． 試作織機の運転性能について

地糸の製織本数を測定すると，124 本/分であり，マークの位置決めを伴う絣糸を連続製織した場合は 20 本／分である。通常の絣織物である地糸 2 本，絣糸 2 本の絣織物では，72 本/分を実現し，目標の 40 本/分を大きく上回る充分な性能を確保できた。

7．結　　言

(1) 和装用織機に，下記機能を持たせた自動絣織機を 1 台製作した（図 14）。

・ CCD カメラ，画像処理，および LED 照明を使用した絣合わせマーク認識機能。

・サーボモータを使用し，自動絣合わせ織りを最適に実行できる織機運転制御機能。

・電動グリッパで絣糸を把持し，マーク検出位置データに基づき，ステッピングモータを駆動するマーク位置決め機能。

・前記全体機能をシステム化した自動絣合わせ用制御機能。

(2)蛍光染料，顔料，アクリルバインダー，糊を使用した絣合わせマーク剤を調整し，それを用いた絣糸を作製した。

(3)カメラ，マーク位置決めユニット等の機器配置と，耳端への絣合わせマークの位置決めノウハウを確立できた。

(4)自動絣織機による緯糸 3 種類の絣織物の試作と，マイクロスコープによる絣合わせ性能評価試験を行い，絣合わせの性能が実用性能をクリアしていることを確認した。

参考文献

1) クロス 21 研究会，家坂　邦直，矢内　悦郎，高橋　靖“ 自動絣合わせ織機に関する研究 ”，工業技術研究報告書，No.28，1999，p41-45.

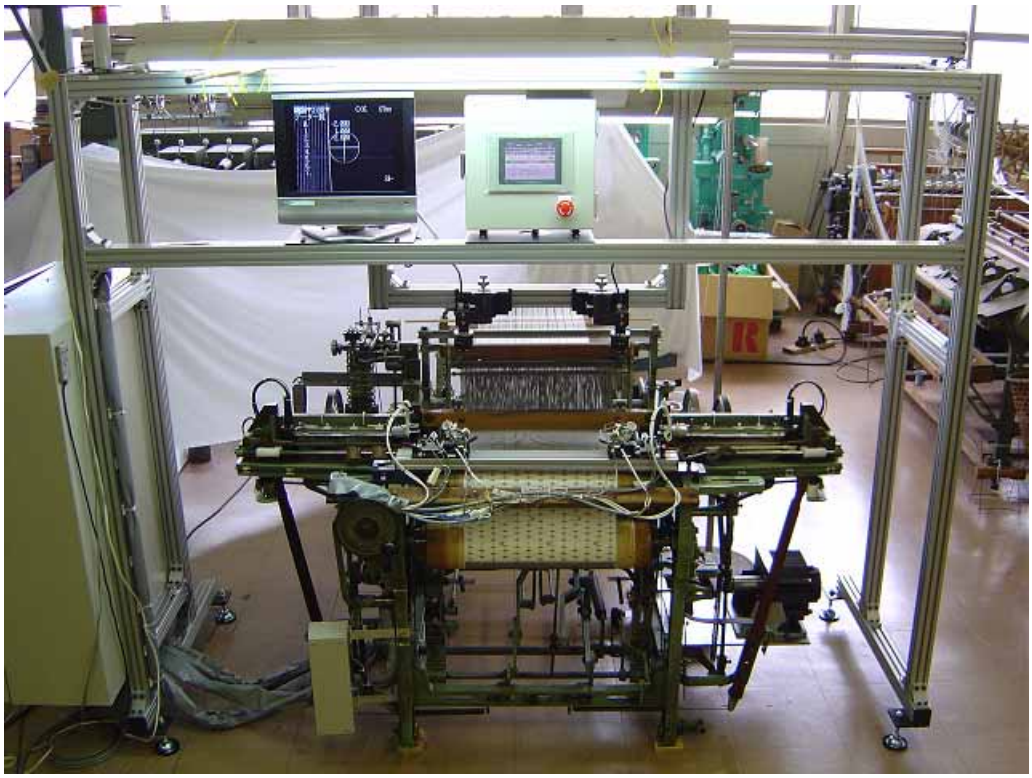

図 14　完成した自動絣織機