

研究論文

色糸効果の最適化に関する研究

松浦 勇^{*1}、大野 博^{*2}

Study on Color-and-Weave-Effect

Isamu MATSUURA^{*1} and Hiroshi OHNO^{*2}Owari Textile Research Center, AITEC^{*1*2}

たて糸、よこ糸の色糸配列と織物組織の組合せにより、織物に所望の柄をあらわすことを色糸効果と呼ぶ。古くから知られている色糸効果が数多くあり、実際にそれらの色糸効果による柄織物が生産されている。しかし、色糸効果による意匠性の高い柄を新たに提案する方法は確立されていない。それは、意匠性が高い柄がどのようなものであるかが一概には言えないことと、与えられた柄を実現する色糸配列と織物組織の「最適な」組合せを求めることが容易ではないことが原因であると考えられる。本論文では、対称性を持つ柄を意匠性が高いとし、たて糸5本、よこ糸5本からなる対称性を持つ2色柄で、たて糸、よこ糸ともに2色の糸を使い、規則的な織物組織（正則組織）により実現できるものを列挙した。そのような柄は全部で96個あることが分かった。

1. はじめに

たて糸、よこ糸の色糸配列と織物組織の組合せにより、織物に所望の柄をあらわすことを色糸効果と呼ぶ。古くから知られている色糸効果が数多くあり、実際にそれらの色糸効果による柄織物が生産されている。しかし、色糸効果による意匠性の高い柄を新たに提案する体系的な方法は確立されていない。それは、与えられた柄を実現する色糸配列と織物組織の「最適な」組合せを求めることが容易ではないことと、意匠性が高い柄がどのようなものであるかが一概には言えないことが原因であると考えられる。本研究では、対称性を持つ柄を意匠性が高いとし、たて糸5本、よこ糸5本からなる対称性を持つ2色柄で、たて糸、よこ糸ともに2色の糸を使い、規則的な織物組織（正則組織¹⁾）により実現できるすべての柄を明らかにした。

2. 実験方法

2.1 織物組織の分類

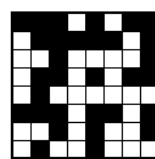
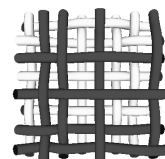
Newtonら²⁾は織物を構成する糸の間の、平織成分の存在の仕方により織物組織を分類している。それは、一重織、接結糸なし多重織、一方向のみの接結糸あり多重織、接結糸あり多重織の4種類である。

すべての隣り合う糸の間に平織成分が存在する織物は一重織に分類される。三原組織である平織、綾織、朱子織は一重織である。一重織では隣り合う糸が重なりあうことがなく、明瞭な柄を表すことができるため、新たに

提案する色糸効果は一重織によるものであることが好ましい。

接結糸なし多重織は、たて糸、よこ糸が複数のグループに分けられ、同じグループに属する糸の間には平織成分が存在するが、異なるグループに属する糸の間には平織成分が存在しないものをいう。接結糸なし多重織である織物組織を製織すると、複数の織物に分かれる。また、複数の織物の間に組織されない糸が存在する場合もある。

図1 (a) に接結糸なし多重織に分類される組織図を示し、同図 (b) に、その組織図で製織した場合の織物の模式図を示す。

(a) 組織図³⁾

(b) 模式図

図1 製織すると2枚の織物に分かれる織物

模式図から濃色の織物と淡色の織物の2枚に分かれることが分かる。与えられた織物組織が接結糸なし多重織であるか否かを短時間で判定する方法が提案されている^{4), 5)}。

高寺ら⁶⁾は、2色の色糸効果による柄を組織図とみなしたとき、その組織図が接結糸のない多重織に分類され

^{*1} 尾張繊維技術センター（現 産業労働部新産業課） ^{*2} 尾張繊維技術センター

るときに限り、その柄をたて糸、よこ糸ともに2色の糸を使った一重織で実現できることを示している。これ以降、**図2**に示すように左側に淡色で柄を描き、右側に組織図と色糸配列を描き、これらをあわせて色糸効果と呼ぶこととする。

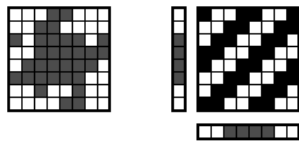


図2 色糸効果の例

(左側：柄、右側：組織図と色糸配列)

2.2 正則組織

織物組織に、ある規則性があるとき、その組織を正則組織と呼ぶ¹⁾。三原組織である平織、綾織、朱子織は正則組織である。例えば、たて糸4本、よこ糸4本からなる織物組織で第一種等価組織⁷⁾を除外すると、正則組織は7通りである。その内訳は4マス×4マスに平織を描いたものと、6通りの綾織の合計7通りである。正則組織の織物は多く生産されている実績があるため、新たに提案する色糸効果は正則組織によるものであることが好ましいと考えられる。

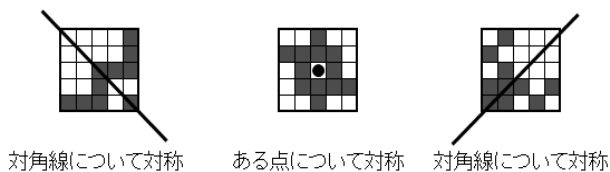


図3 対称性のある柄の例

2.3 意匠性の高い柄

どのような柄が意匠性が高いかを一般的に述べることは困難であると思われる。本研究では、2つの対角線のいずれかについて対称である柄と、ある点について対称である柄のどちらかに該当する柄を意匠性が高いとした。**図3**に例を示す。

2.4 計算機実験

あるたて糸本数、よこ糸本数について、その大きさを持つ織物組織のすべてを考察の対象とする研究は多くなされている^{7)~10)}。例えば、すべての織物組織の列挙、織物組織の個数の計算、特徴ある織物組織の個数の計算などがなされている。従来の研究が対象としている、最も大きな組織サイズ(たて糸本数×よこ糸本数)は18(たて糸本数6、よこ糸本数3)である⁸⁾。

本研究では計算機を使い、たて糸5本、よこ糸5本からなるすべての織物組織を列挙する。列挙された織物組織から接結糸なし多重織に分類される織物組織を選びだ

す。これは新たに提案する柄に対応する。接結糸なし多重織に分類されるか否かを判定するのは、深さ優先探索という探索方法によるTarjanのアルゴリズム⁴⁾を使用した。また、列挙された織物組織から正則組織も選び出す。これは新たに提案する柄を実現する織物組織である。

次に、得られた柄を実現するための色糸配列、織物組織の組合せを求める。柄が対称性を持ち正則組織で実現できるときに、柄、色糸配列、織物組織を出力する仕様とした。使用した計算機のCPUは3.0(GHz)、メモリ容量は1.0(GB)である。

2.5 試織

列挙された色糸効果の中から2つの柄織物を試織した。織物規格はたて糸密度、よこ糸密度はともに14(本/inch)、番手はたて糸、よこ糸ともに共通式番手2.0番である。

3. 実験結果及び考察

3.1 織物組織の分類

たて糸5本、よこ糸5本からなる織物組織で第一種等価組織を除外すると、705,366個あった。列挙にかかった時間は約2週間であった。その中で、接結糸なし多重織に分類されるものは2784個あった。その内訳を**表1**に示す。接結糸なし多重織は全体の4%程度であった。

表1 接結糸なし多重織である織物組織の個数の内訳

織物組織	個数
2枚の織物に分かれるもの	1,920
2枚の織物と組織しない1本の糸	576
2枚の織物と組織しない2本の糸	288
合計	2,784

3.2 正則組織

たて糸5本、よこ糸5本からなる織物組織で、正則組織は24個であった。**図4**にそのすべてを示す。各織物組織は綾織、朱子織のいずれかに該当する。

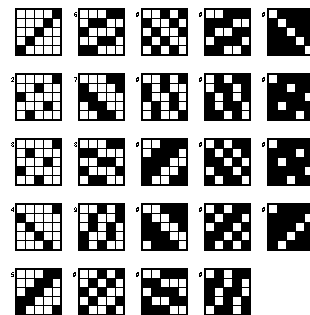


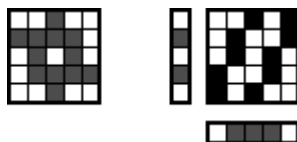
図4 たて糸5本、よこ糸5本からなる正則組織のすべて

3.3 意匠性の高い柄

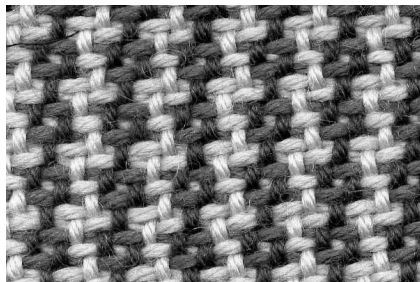
3.1 で得られた 2784 個の接結糸なし多重織の織物組織を柄とみなして、対称性があるものは 208 個であった。その中で正則組織で実現できるものは 96 個である。そのすべてを図 7 に列挙する。その中の 32 個の柄は、2 通りの正則組織により実現できることが分かった。

3.4 試織

図 5、6 に、試織した織物の (a) 色糸効果、(b) 写真を示す。織物の写真を比較すると、織物 B より、織物 A の方がより明瞭であるように見える。それは、組織図における最長の糸の浮き（沈み）の長さが織物 A ではたて糸の 3 であるが、織物 B では、より短い 2 であることに起因していると考えられる。

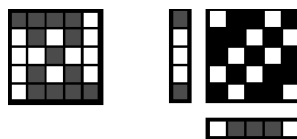


(a) 色糸効果

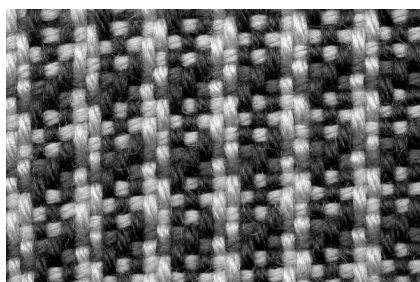


(b) 織物の写真

図 5 試織した織物 A



(a) 色糸効果



(b) 織物の写真

図 6 試織した織物 B

4. 結び

本研究の結果をまとめると、以下のとおりである。

- (1) たて糸 5 本、よこ糸 5 本からなる織物組織で、接結糸なし多重織に分類されるものは、第一種等価組織を除外すると、2784 個である。
- (2) たて糸 5 本、よこ糸 5 本からなる織物組織で、正則組織は、第一種等価組織を除外すると、24 個である。
- (3) たて糸 5 本、よこ糸 5 本からなる色糸効果で、たて糸、よこ糸ともに 2 色の糸を使い、正則組織で実現できるものは 96 個であり、そのすべてを明らかにした。

文献

- 1) 呉祐吉, 松橋房江, 篠原昭: 繊維学会誌, **17**, 989 (1961)
- 2) A. Newton and B. P. Sakar: *J. Text. Inst.*, **10**, 427 (1979)
- 3) C. R. J. Clapham, When a Fabric Hangs Together: *Bull. London Math. Soc.*, **12**, 161 (1980)
- 4) T. C. Enns: *Geometriae Dedicata*, **15**, 259 (1984)
- 5) R. Tarjan: *SIAM J. Comput.*, **1**, 146 (1972)
- 6) Masayuki Takatera and Akira Shinohara: 繊維学会論文誌, **7**, 339 (1988)
- 7) 高寺政行, 篠原昭: 繊維学会昭和 61 年度年次大会研究発表会講演要旨集, p.194 (1986)
- 8) R. M. Dawson: *Textile Research Journal*, **70**, 304 (2000)
- 9) Gu Ping and K. Greenwood: *Journal of Textile Institute*, **77**, 88 (1986)
- 10) 呉祐吉, 松橋房江, 篠原昭: 繊維学会誌, **17**, 989 (1961)

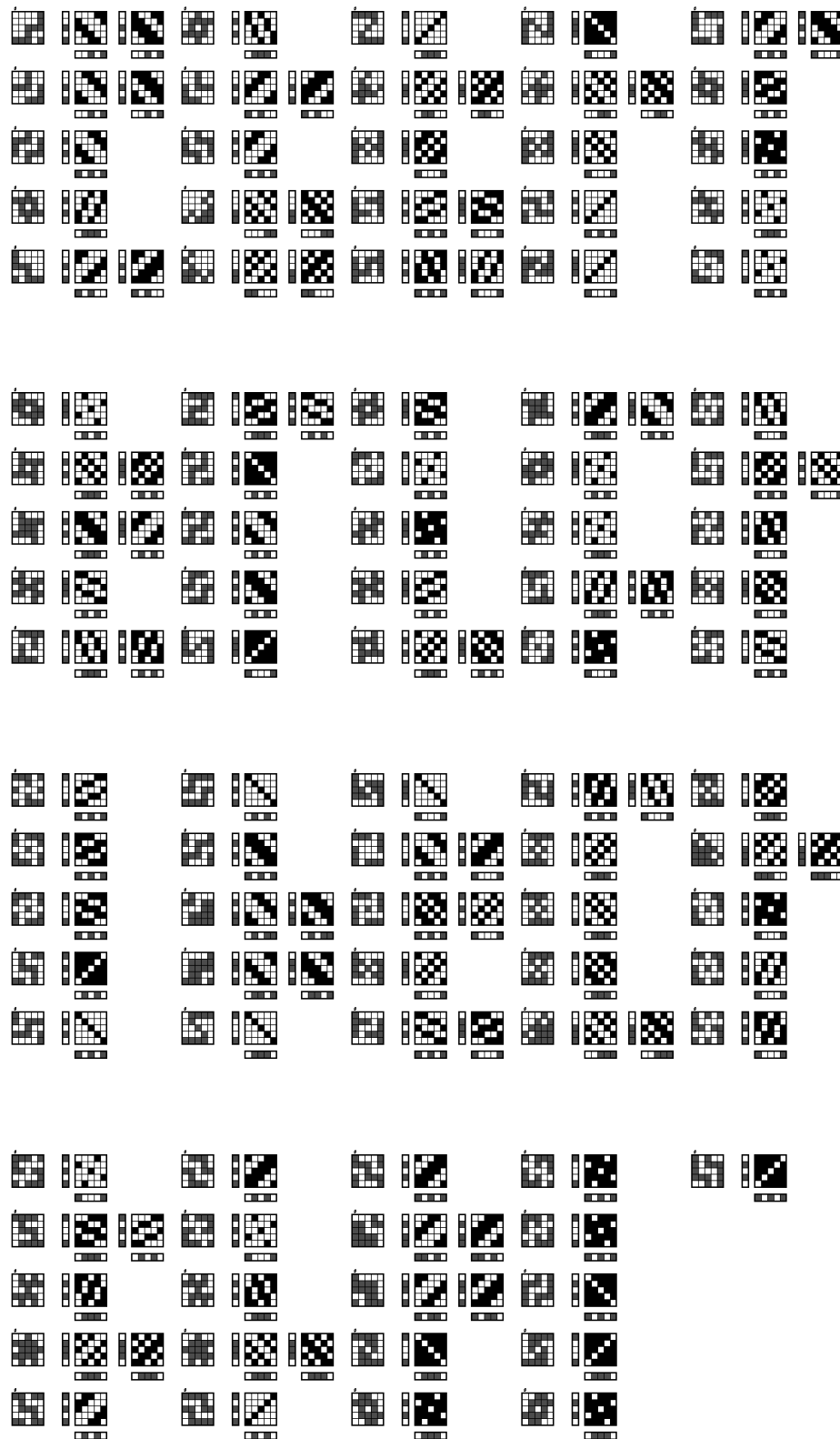


図7 たて糸5本、よこ糸5本からなる2色の色糸効果で、柄に対称性があり正則組織で実現できるもの96個のすべて