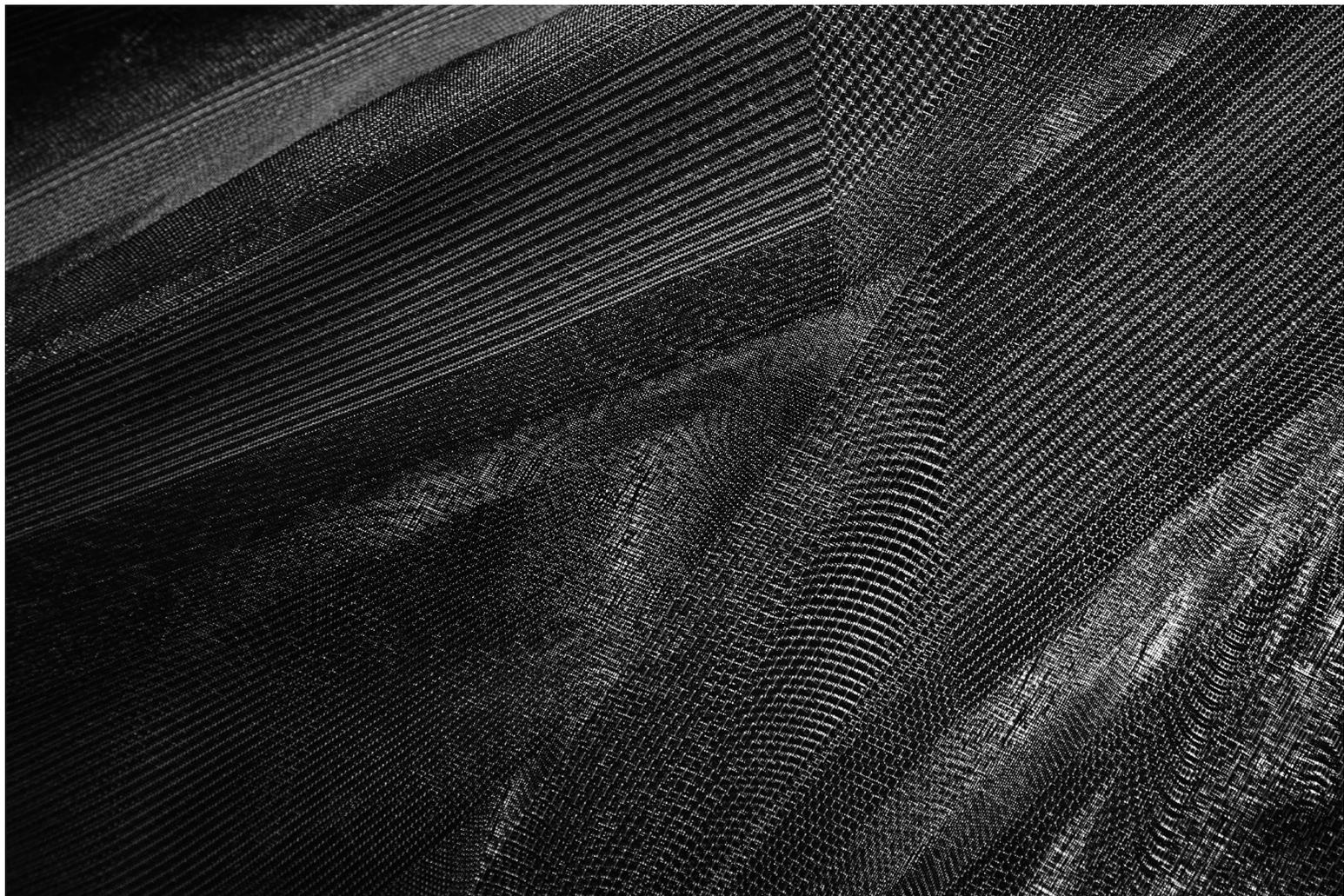


QUASICRYSTAL

コードによる織物の探求



京都・西陣織の老舗「細尾」は、2020年、リサーチ部門「HOSOO STUDIES」を設立し、有史以来、脈々と続く「布と人間の関わり」について、現代ならではの視点を交えた多角的な研究開発を継続的に行っています。「細尾」がこれまでに培ってきた染織作家や産地、有識者、クリエイターとのネットワークを活かし、関係者への取材や調査活動、そして工房を持つ「細尾」ならではの先駆的な織物開発を通して「美とは何か？」を問いかける研究開発事業を展開してゆきます。

「細尾」は、2017年より、古舘健（アーティスト／プログラマー）と共に、織物の根源的な構成要素である「織組織」に関する研究開発プロジェクトを開始しました。2019年からは、堂園翔矢、巴山竜来、平川紀道というデザイン、数学、アートという異なる領域でコンピューテーションによる表現や研究活動を行う3名を迎え、4度にわたる工房での滞在制作を経て、プログラミングによる新たな織組織の秩序について、実制作を通して思考してきました。

本展は、研究開発プロジェクトの第一弾として『Quasicrystal—コードによる織物の探求』の成果を展示するものです。

この研究開発プロジェクトの主題となっている「Quasicrystal（準結晶）」とは、結晶とも非晶（アモルファス）とも異なる第三の固体物質であり、ある規則性を有しつつも周期性のない、つまり完全にリピートしない結晶構造のことを示します。

織物の組織は元来、結晶構造のような規則性を有した、均質な組織のリピートによって構成されてきました。西陣織も、他の織物と同じく、主には「平織」「斜文織／綾織」「朱子織」と呼ばれる三原組織と、これらを応用した変形組織によって構成され、長い年月、職人の中で継承されてきました。

本プロジェクトでは、この織組織に、コンピュータ・プログラムのコードによって新しい規則性や秩序を与えることにより、有史以来培われてきた手法とは異なる発想から、準結晶のような新たな組織を作品表現として探求してきました。また「細尾」ならではのプロセスとして、4名により制作されたこの新しい織組織を、1200年間美を追求し続けてきた西陣織のDNAを継承する「細尾」の職人たちが受け取り、西陣織の素材、技術によって普遍的な美を兼ね備えた新しい織物として完成させました。

本プロジェクトは、単にコンピュータによって、織物の新しい意匠性を追求するものではありません。コンピュータ・プログラムを通じて、「組織」という織物制作における最も原初の要素に立ち返ることで、織物表現の本質を探求する試みです。本展では、コンピュータ・プログラムと西陣織の職人との共作関係にも新しい可能性が提示されることになるでしょう。

新たなハイブリッドが生み出す未踏の美

久保田晃弘（多摩美術大学メディア芸術コース教授/アートアーカイヴセンター所長）

僕がこのプロジェクトに初めて出会ったのは、2017年12月に開催された『YCAM オープンラボ 2017』に参加した時だった。『布のデミウルゴス—人類にとって布とは何か?』という、何やら壮大なタイトルと共に、山口情報芸術センター [YCAM] のホワイエに並んだテーブルに載せられた真っ白な布と、その上をゆっくりと動く接写カメラ。一見ミニマルな展示に見えるが、そこに織られた流れるような布のテクスチャーからは、未完ながらも、新たな創作の胎動を感じとることができた。

それから約2年後の2019年9月。アドバイザーを担当していた2019年度メディア芸術クリエイター育成支援事業で、僕はプロジェクトと再会する。古舘健がこの事業に応募してくれたのだ。しかも今回は、デザイナーの堂園翔矢、アーティストの平川紀道、そして数学者の巴山竜来、という3人の「コード使い (code-tamer)」との協働である。

この事業は、クリエイターの創作を金銭的に支援するだけでなく、アドバイザーとの面談を通じて、プロジェクトの内容そのものをバージョンアップしていくことを目的としている。面談の際に、古舘は制作した布の試作品を持参して、自身の探究のみならず、細尾が開発した幅広織機のポテンシャルや、織りと計算の関係に関する研究事例を紹介してくれた。それは、このプロジェクトに通底する、異なる文化の交流の歴史と現在、そして未来の可能性であった。

布の上に柄をプリントするのではなく、布の織りそのものによってパターンをつくり出すジャカード織りは、1801年に自動織機を考案した、フランスの発明家ジョゼフ・マリー・ジャカード (Joseph Marie Jacquard, 1752年-1834年) の名前に由来する。1次元の糸を縦横に組み合わせて、2次元パターンを持つ布をつくりだす織物には、先史時代にその起源を持つ、まさに「人と万物との関わりを形づくる創造主 (デミウルゴス)」と呼び得る長い歴史がある。しかしこのジャカード織機が特筆すべきなのは、後のコン

ピュータに用いられるパンチカードの祖先とされる、厚紙でできた穴を開けたカードを採用したことだ。パンチカードの穴の有無によって、タテ糸 (経糸) を上げ下げし、それによってヨコ糸 (緯糸) が、その上下どちらを通るのかを制御する。このパンチカードによる織りを機械化したジャカード織機は、パンチカードという二進法で書かれたコードから、さまざまなパターンの布を生み出すプログラマブルな装置である。そして、このパンチカードが、最初の機械式コンピュータであるチャールズ・バベッジの「解析機関」のプログラム入力方式として採用されることになる。

織りにおいて、このパンチカードで書かれた部分は「組織図」と呼ばれ、それが今回のプロジェクトにおける一種の共通言語となっている。メンバーの巴山は著書の『数学から創るジェネラティブアート』(技術評論社、2019年) で、この組織図を行列の形式で表現し、コードで記述する方法を示した。組織図は数学的には行列という形式をとるが、それは緯糸を通すために経糸を上下に開く綜統と、それに繋がられた踏み木という、まさに織ることの物理的操作そのものと繋がっている。今回のプロジェクトは、この組織図をインターフェイスとして、片や行列としての組織図をアルゴリズムに生成する電子式コンピュータと、組織図から物質としての布を機械的に織る機械式コンピュータ (の祖先) を結合した、新たなハイブリッドによる創作ともいえるだろう。

織物は身体的なもの、物質的なものであると同時に、その内には組織図という形式的な構造が含まれている。今日の高度に進化したプログラムコードは、このインターフェイスとしての組織図を、パンチカードとは比較にならないほど動的で柔軟なものとし、プロジェクトのテーマに掲げられた「準結晶 (繰り返しのない秩序)」のように、周期的なパターンを超えた構造の美学をつくりだす。そして今、元禄元年 (1688年) から続く長い伝統を有する、この京都・西陣のHOSOO GALLERYで、電子と機械、コードと職人、そして伝統と未来が接続する未踏の美を、僕らは目の当たりにする。



『布のデミウルゴス—人類にとって布とは何か?』(2017年)

撮影：古屋和臣 写真提供：山口情報芸術センター [YCAM] (左右共に)

地響きのように響き合う織物—Quasicrystal プロジェクトに寄せて

須藤玲子 (テキスタイル・デザイナー)

このプロジェクトで制作された織物を見て、世界中が出口のないコロナ禍にあるなかで、新しいものを作り出そうとしている彼らの姿に感動し、20世紀初頭に活躍したフランスの画家ジャン・リュルサ (1892年–1966年) を思い出しました。彼は、もともとゴブラン織のアーティストでしたが、数万色にも及ぶ色系を駆使して仕上げるゴブラン織りの作法をやめ、様々な織組織を用いることで、たった20~30色の色系だけで奥行きのあるタピスリ (タペストリー) が可能であることを実証しました。彼の活動は、1962年にスイスのローザンヌで行われた国際タペストリー・ビエンナーレへと発展し、「繊維芸術 (ファイバーアート)」という新しい潮流を産み、テキスタイル界に大きな影響力をもたらし、しいては美術界にも大きな影響を及ぼしました。

一方、コンピュータの先駆けとも言われる織りのシステムは、フランス・リヨン生まれの発明家、ジョセフ・マリー・ジャカールが考案したジャカード織機であることはよく知られています。そのルーツは中国の空引機 (そらひきばた) です。日本へは6世紀に美しい絹織物と共に、織機、その技術が伝来したようです。空引機は紋様を出すために必要な経糸を引き上げる操作を、織機の上に空引工と呼ばれる人が乗って担い、織り手と呼吸を合わせ製織していました。この技術は中国からシルクロードを経てヨーロッパへも伝わりますが、空引工に変わる装置を求めて何人もの発明家が挑戦し、1801年にジャカールが紋引き装置を完成させます。その技術はコンピュータの先駆けと言われるシステムの発明となります。二進法の言語とパンチカードを用い、経糸を持ち上げるフックを自在に操作し、織機の作り出す表現が自由となったのです。コンピュータ連動の電子ジャカードは1983年、イタリアで開発され普及していますが、私は、織物とコンピュータには随分隔たりがあるような気がしています。織機は、コンピュータが生まれるきっかけになっていますが、コンピュータは、織の多様性を超えられない感じがあります。織物制作において、道具としての役割をコンピュータに押し付けて

いるだけで、織の表現に迫っていない感じがあります。まだ隔たりがあるままです。

このプロジェクトは、数式による分析やプログラミング言語によって織組織を構築し、テキスタイルを作る試みです。その手法は、例えば音響を作る人たち、建築などと同様に、うまくいっているように思います。ジャン・リュルサの作品は誰が見てもタピスリでしたが、当時の画家、彫刻家、例えばピカソ、マチス、セザンヌなどが反応し、タピスリ復興運動に参加しました。それが大きなムーブメントとなるのですが、今回の試みは、こうしたリュルサの運動を思い出させるものです。そうした潜在的な力があり、地響きのような深いうごめきが伝わってくるのです。

19世紀のジャカールの発明、20世紀のリュルサの新しいタピスリの復興運動は、私たち繊維に関わる者にとっては大きな衝撃だったわけですが、21世紀の今、私たちの目の前に立ち現れたQuasicrystalのプロジェクトメンバーは、このテキスタイル史の流れにおいても革新的技術を駆使しています。テキスタイルの制作に数式、プログラミングを組み合わせて、独自開発によるメタボール描写、アルゴリズム描写を自在に操り、美意識までも論理で解説してしまう (難しくすぎて理解できていませんが)。そして、彼らは、実にシンプルに二進法の言語を操り、徹底的にミニマルな色彩と、重力に逆らわない繊維の王者シルクを経糸に配すことで、構造成形としての織物づくりにこだわっています。「テキスタイルのリピート、色彩からの解放」などと簡単な表現では言い表せない彼らの流動的構造体としてのテキスタイルに、リュルサによって「ファイバーアート」というジャンルが引き出されたような、繊維芸術の新たな造形観が誕生する気配を感じているのは私だけでしょうか。



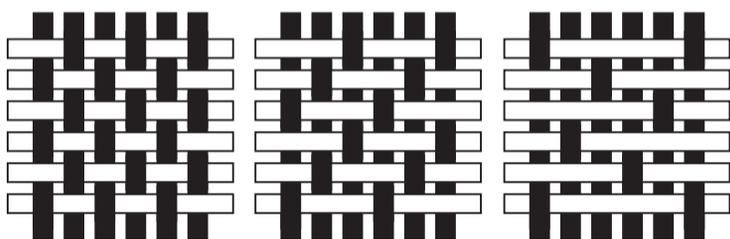
Quasicrystal 制作風景
撮影：田中恒太郎 (左右共に)

作品解説

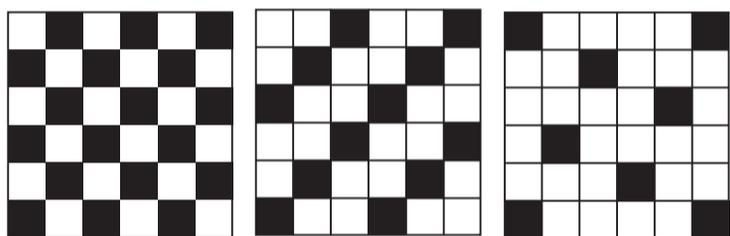
織組織とは

織組織とは、経糸と緯糸を組み合わせることである。代表的な「平織」「斜文織／綾織」「朱子織」は、織の三原組織と呼ばれる。多くの織物は、この三原組織と、その変形組織によってつくられている。組織のつくり方によって、布の紋様や風合いに大きな影響を与える。

構造図



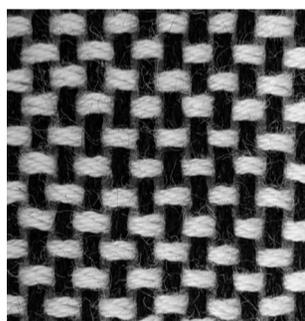
組織図



平織

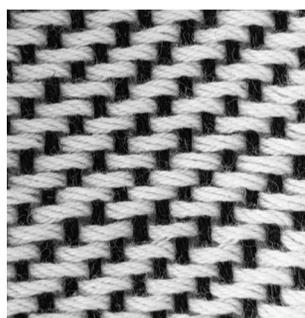
斜文織／綾織

朱子織



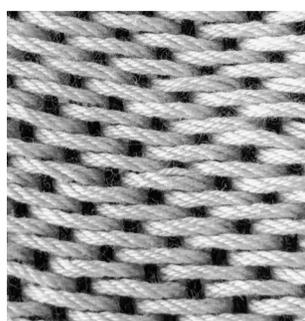
平織

経糸と緯糸を交互に交錯させて織る、最も単純な織組織。三原組織の中で、最も古く紀元前から用いられてきた。丈夫で摩擦に強い。織り方も簡単なため、広く応用されている。



斜文織／綾織

緯糸の上を、経糸が2本もしくは3本通過した後、1本の緯糸の下を通過することを繰り返す織組織。布の質は、密度が高く厚いためシワがよりにくい、摩擦には弱い傾向がある。



朱子織

緯糸5本以上の上を、経糸が交錯するような織組織。布の表面を見ると、主に経糸が見える。密度が高く厚い布が織れるが、斜文織よりも柔らかく、光沢が強い。ただし、摩擦や引っかかりには弱い。

資料提供：藤野華子（上記2点共に）

織組織の数理的解説（解説：巴山竜来）

三原組織は繰り返し構造を持つ織組織である。その繰り返しの最小単位は完全組織と呼ばれ、正方形状の表で、その要素の状態を01で記述すれば、数学的には行列として表すことができる。例えば5枚朱子は、5行5列行列は以下のように書ける。

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

この各行の1の位置に注目すると、1行下に移動するごとに2列右にずれていることが分かる（5列目の次は1列目に移動するものとする）。ここでずれる列の数を飛び数と呼ぶ。この「5枚2飛び」の場合、1のあらわれる列は5を法とした2の足し算から得られ、5と2が互いに素であることからすべての列に1があらわれる。一般にm枚n飛びの朱子織は、互いに素な数m、nから決まる。斜文織／綾織、平織はこの特殊な場合であり、斜文織／綾織はn=1、m-1の朱子織（ただし綾の「太さ」に関する変数が加わる）、平織はm=2の斜文織／綾織である。

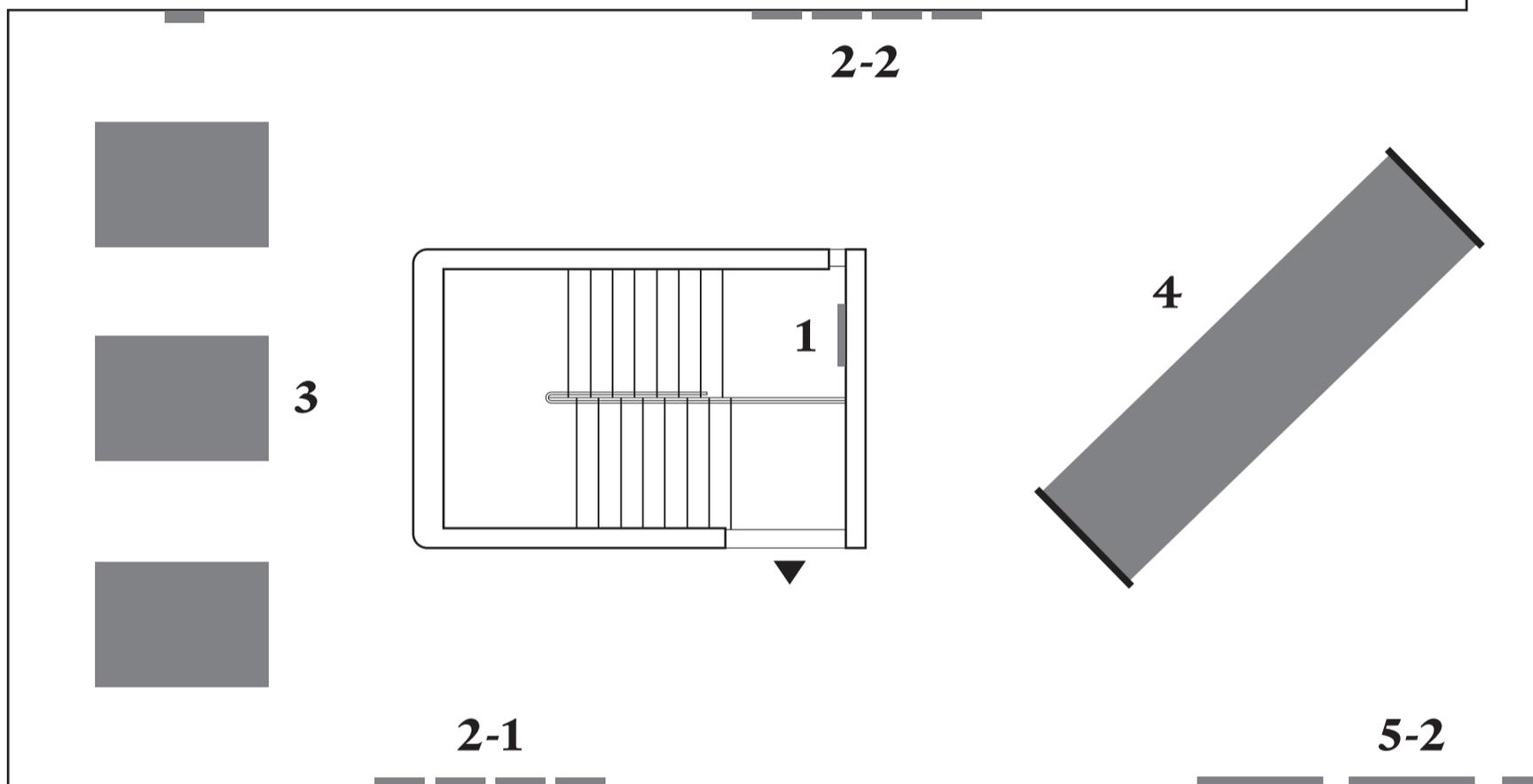
0,1を値を持つ行列のi行j列成分を x_{ij} と書くと次のようになる。

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (in \equiv j \pmod{m} \text{ の場合}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$$

binary combinations

織物では、経糸と緯糸を直角に配置し、上下に交差させることで平面をつくりあげる。できあがる平面上では、経糸と緯糸のどちらかが上となるので、経糸を0、緯糸を1として表現すると、すべての織物は格子状に並ぶ0と1の表として表現できる。この表にあらわれる交錯のパターンを織組織と呼ぶ。この布は、8×8の格子状に存在し得る全ての織組織を、コンピュータ・プログラムによって列挙したものだ。8×8の格子状に存在する0と1のパターン

は、2の64乗(18,446,744,073,709,551,616)通りであり、この布のように1行に512パターンを配置したとすると、225,179,981,369 キロメートルの長さとなる。これは太陽から冥王星までを20往復するほどの長さであり、細尾の工房で使用されているジャカード織機で織り上げるには、13億年以上を必要とする。ここに展示されているものは、細尾創業(1688年)の瞬間からこの布を織り続けたとき、この展覧会の会期中に織られるであろう部分である。



フロアマップ

2

堂園翔矢 Shoya Dozono

Subspecies

[Petals, Ripple Marks, Sugar]

サンプリング的手法による Hosoo Collection の「亜種」を生成するシステム

音楽ジャンルの1つであるヒップホップには、既存の音源から音や歌詞の一部を抜粋し、同じパートをループさせたり継ぎ接ぎするなど曲の構成を再構築することで名目上別の曲を作り出す「サンプリング」と呼ばれる手法がある。本作では、この「サンプリング」の手法を応用し、HOSOO のコレクションから組織やレイヤー構造、デザイン要素を抽出。アルゴリズムックデザインの分野で用いられる生成的手法と掛け合わせることで、HOSOO のコレクションの「亜種」となるデザインを動的に生成するシステムを制作した。元禄元年(1688年)から続く細尾の歴史を継承しながらも、従来とは異なるコンピューテーションによる織物のデザイン手法を提案することを試みた。本展では、HOSOO の代表的なコレクションである『Petals』『Ripple Marks』『Sugar』をピックアップし、各コレクションにつきオリジナル1点と亜種3点を展示する。

2-1

Ripple Marks Hosoo Collection original
Ripple Marks ssp. #1 / アルゴリズム: Noise
Ripple Marks ssp. #2 / アルゴリズム: Noise
Ripple Marks ssp. #3 / アルゴリズム: Noise
(Left to right)

2-2

Sugar Hosoo Collection original
Sugar ssp. #1 / アルゴリズム: fBM
Sugar ssp. #2 / アルゴリズム: fBM
Sugar ssp. #3 / アルゴリズム: fBM
(Left to right)

2-3

Petals Hosoo Collection original
Petals ssp. #1 / アルゴリズム: Cellular Automaton
Petals ssp. #2 / アルゴリズム: Cellular Automaton
Petals ssp. #3 / アルゴリズム: Cellular Automaton
(Left to right)

3

平川紀道 Hirakawa Norimichi

cloud chamber

万有引力に従って一次元空間を運動する粒子群の記録

この織物は、コンピュータ・プログラムによって記述された万有引力に従って数直線上（一次元空間）を運動する粒子群の速度と加速度の記録だ。プログラムに従う粒子群の振る舞いは、ある種の自然現象に似ている。一定数の水分子があり、温度や気圧といった諸々の物理条件が与えられると、そこに霧や滝や氷河が現れるように、最小単位となる仮想粒子の振る舞いと環境変数を定め、演算を続けると、そこにダイナミックな数理的パターンが生まれる。一方、西陣織は、織物として組織するだけでなく、実用に耐えるまでの厳しい制約と、長い歴史の中で極められた西陣固有の審美性が交錯する、スタティックな美的パターンだ。コンピュータのメモリ上でひたすら続く、意匠の入り込む余地のない無慈悲な演算と、西陣織の美学のせめぎ合いの先に、リアルな現象としての布が、美しく立ち上がってくるような織物を見てみたいと思った。

4

巴山竜来 Tatsuki Hayama

Nocturne

手織り技法のテンソル演算による解釈とコンピューテーション

今回の作品では、大きく3つのテーマに挑戦した。織組織を数学的に捉えなおすこと、それを高速に演算するべくコンピュータ上に実装すること、そして布の素材としての面白さを引き出すことである。まず組織については、工業化以前の伝統的な織り手法である手織りからヒントを得ている。手織りの組織図は踏み木の踏み方、綜統への糸の通し方、踏み木と綜統のつなぎ方の3つのデータから生成されるが、それは行列演算として捉えることができる。これを多層織りに拡張することは、(行列の一般化である)テンソル演算を考えることに等しい。手織りの様々な技法をテンソル演算として捉えなおし、テンソルサイズを巨大化することで、人の手を超える複雑な組織を生成することが可能となる。ここで巨大サイズのテンソルを扱うには膨大な計算量が必要とされるが、これは機械学習フレームワーク上で並列計算プログラミングすることによって実現することができた。また箔、綿、銀糸という異なる特性の糸をそれぞれ層別に、さらに階層順序をグラデーションをつながりながら切り替えることで、平滑ではないテクスチャをつくることができた。

5-1

古館 健 Ken Furudate

Shusu / Moiré #32673723

朱子織（ノイズによる変形）

5-2

Aya / Lines #1019010688

綾織（斜線の集積による）

Aya / Lines #1108017408

綾織（斜線の集積による）

Aya / Lines #1396268800

綾織（斜線の集積による）

Shusu / Moiréシリーズでは、朱子織組織で作られた面をノイズ関数により変形させている。ごくわずかずづれていく組織は、モアレ状のパターンを構成する。綾織は、斜文織とも呼ばれ、その名の通り、糸の交差する点（組織点）が斜めにずれていくのが特徴である。Aya / Linesシリーズでは、この綾織組織を、直線の集積と捉え、面を作り上げた。各作品の#は、適当に選ばれた数字で、この値を乱数のシードとして、プログラムによって組織図を作る。シードの値を変えることで同じテイストを持つ布の無数のバリエーションを作り出すことができる。

古館 健 アーティスト/ミュージシャン/エンジニア

1981年生まれ。サウンド・インスタレーション『Pulses/Grains/Phase/Moiré』にて、文化庁メディア芸術祭大賞(2019)など複数の賞を受賞。プロジェクト『The SINE WAVE ORCHESTRA』にてPrix Ars Electronica Honorary Mention (2019, 2004)、CYNART AWARD (2018) に選出。ミュージシャンとしては、MUTEK.JP (2019) をはじめとした多くのフェスティバルに出演。また、高谷史郎、坂本龍一をはじめ様々な作家の制作に参加している。2014年よりDumb Typeメンバー。

堂園翔矢 デザイナー

1988年生まれ。Qosmo所属。コンピューショナルデザインの手法を用いたグラフィック、映像、Webなどの制作・リサーチを行う一方、梅田宏明のダンス・インスタレーション作品での映像プログラミング、橋本幸士（大阪大学）との協働による高次元可視化等、領域を横断したコラボレーションを展開。アルスエレクトロニカ、文化庁メディア芸術祭など受賞多数。

巴山竜来 数学者

1982年生まれ。専修大学経営学部准教授。博士（理学）。専門は数学（とくに複素幾何学）、および数理的生成手法によるCGとデジタルファブリケーション。2010年大阪大学大学院修了後、パリ大学、国立台湾大学、清華大学でのポストドク研究員等を経て現職。著書『数学から創るジェネラティブアート』（2019年・技術評論社）。

平川紀道 アーティスト

1982年生まれ。もっとも原始的なテクノロジーとして計算に注目し、コンピュータプログラミングによる数理的処理そのものや、その結果を用いたインスタレーションを中心に、2005年から作品を発表。2016年、カプリ数物連携宇宙研究機構のレジデンスで作品『datum』シリーズの制作に着手し、各所で発表。2017年、アルマ望遠鏡のレジデンスを経て、六本木クロッシング2019などで最新バージョンを発表。

主催：株式会社 細尾

グラフィックデザイン：森田明宏

撮影：HIJIKI

ハンドアウト 編集：井高久美子、原瑠璃彦

ディレクション：細尾真孝

キュレーション：井高久美子