

20th Century Computer Art: Beginnings and Developments

The work and thought of pioneers and contemporary practitioners of algorithmic art

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

謝辞

草深 幸司

今回の展覧会「20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望」―現代アルゴリズム・アートの先駆者・現代作家の作品・思想―の実現およびカタログが刊行できたのは、多摩美術大学の共同研究費のおかげである。そして、そのような現代的な問題を反映した企画の実現には、多くの国内外のコンピュータ・アーティスト、それから本学の関係者のご賛同とご協力がなければ、不可能であった。以下にこれらの方々に感謝を述べたい。

まず最初に多摩美術大学理事長の藤谷宣人氏ならびに学長高橋史郎氏にお礼を申し上げなければならない。私たちの研究成果としての、こうした企画の意図やその教育的効果を理解され、展覧会の実現についてあたたかい配慮を示されたのである。次いで、多摩美術大学美術館の運営委員会および学芸員の方々のご協力にも心から感謝したい。これらの方々のご理解とご協力がなければ、今回のような現代的なテーマ性をもった企画は具体化できなかったであろう。またこれに関連して、武蔵野美術大学の共同研究の関係者の方々にも厚くお礼を述べたい。今回のカタログの刊行について武蔵野美術大学共同研究費の面からご協力をいただいたのである。

それから、この展覧会の実現に全力を尽くされた、わが国におけるこの方面の先駆者の東京都立科学技術大学名誉教授の川野洋氏に、深甚なる感謝を述べたい。同氏はこの企画の実行にあたり文字通り中心的な役割をはたされ、私たちを牽引されたのであった。同氏のご尽力がなければ、国内外の先駆者たちの、この展覧会への協力、そして貴重な作品の貸与と一部作品の寄贈などは不可能であったであろう。

この展覧会の実現にはそれから、外国への再三にわたる英文による交信が必要であったが、多摩美術大学共通学科のロジャー・バーナード教授はそれを十全に果たされた。同氏にも感謝の意を表したい。

多摩美術大学 芸術アルゴリズム研究会 代表

序：

展覧会「20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望」の
背景と目的

1960年頃に発生したコンピュータ・アートはプログラム言語によって芸術作品を生成する造形である。このアートの先駆的な歴史的な作品には、芸術あるいは作品構想の論理的な枠組み、つまり、作品形成の諸アルゴリズムが明確な論理式で一意的に表現されているのである。展覧会の副題“現代アルゴリズム・アートの先駆者・現代作家の作品・思想”という観点が強調されたのも、こうした理由によっている。

1960/70年代には彼ら（先駆者）の作品そしてアルゴリズムが脚光を浴び、一般にも広く紹介されたのであったが、その後、芸術・デザインにコンピュータを利用する仕方が応用ソフトウェア中心になり、プログラム言語による作品、つまり、本来のコンピュータ・アートへの関心が薄れてしまったのであった。しかし、コンピュータと芸術・デザインの間を本質的に考えようとすれば、どうしてもアルゴリズムやプログラム言語によるコンピュータ・アートのこれまでの展開を再認識し、総括し、あらためて、その意義を一般に啓蒙し、その理解を得なければならない。

芸術家自身がプログラム言語を主たる手段にして芸術作品を生成するというアルゴリズム・アートの思想は、本来的に、むしろ方法的にも自然な発想であり、今後の芸術教育を決して間違った方向に導くものではない。学生ならびに美術・デザイン教育関係の人々にとっても、こうした領域はほとんど未知にとどまっているのが現状である。

この展覧会を通じて、コンピュータ・アートの歴史的意義、そして、先駆者をはじめとするコンピュータ・アーティストたちの作品を直接的・具体的に知ること、学生・関係者にとって、美術関係の大学におけるコンピュータの重要性を認めざるを得ない現在の教育状況下で、今後の芸術・デザイン教育、そして芸術創作一般におけるもう一つの別の新しい可能性に対する手段と展望を得るまたとない機会になると考えられるのである。

展覧会の母体は、かつて、川野洋 東京都立科学技術大学名誉教授を会長にして定期的に開催されてきたコンピュータ・アートに関する研究会、KSS（Kawano society of study）の会員であった人々と、その他、この展覧会の企画と本学の共同研究“芸術アルゴリズム研究会”に所属する多摩美術大学および武蔵野美術大学の研究者からなる。その研究テーマは主として、コンピュ

タ・アートをプログラミング言語によって生成する方法とその思想の研究であった。今回の展覧会はそうした共同研究の成果の公表としても企画された。

この展覧会は以下の方々の共同作業によって具体化された。

川野 洋 東京都立科学技術大学名誉教授
草深 幸司 多摩美術大学教授
下村 千早 武蔵野美術大学教授
久保田 晃弘 多摩美術大学教授
ロジャー・バーナード 多摩美術大学教授
仙仁 司 多摩美術大学美術館学芸員
幸村 真佐男 中京大学教授
岩越 敦彦 東京学芸大学非常勤講師
阿部 好志 アーティスト

多摩美術大学 芸術アルゴリズム研究会

目次

謝辞		2
序：展覧会「20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望」の背景と目的		3
論文		
コンピュータ・アートとは何か	川野 洋	6
コンピュータ・アートと構成的芸術	草深 幸司	12
コンピュータ・アートの今日的展開	久保田 晃弘	20
作品		
外国人アーティスト		27
日本人アーティスト		111
資料		
コンピュータ・アート発生当時の理論的背景		
美学とプログラミング	マックス・ベンゼ	160
芸術におけるコンピュータの使用	アブラハム・A・モール	162
草創期の我がコンピュータ・アート観	川野 洋	164
CTG 活動史 1966 — 1969	大泉 和文	166
年譜：現在にいたるコンピュータ・アートと関連領域の動向		170
アーティストの略歴		177
英文 序・目次		183
あとがき		187

川野 洋

Hiroshi Kawano

コンピュータ・アートとは何か？それはコンピュータの芸術である。芸術活動の主体はコンピュータである。ところがコンピュータならぬ人間がコンピュータを利用して作品を創る芸術活動にコンピュータ・アートの名を付ける誤った風潮が世の中をまかり通っている。例えばロボット・コンテストというのがあり、そこでのロボットはラジコンで人間に操られて目的々に動作する。ロボットは本来人間並に自動的に動作する、言うなれば人工人間である筈なのに、ロボ・コンのロボット達は人間に動かされている。今流行のコンピュータ・アートもロボ・コン・ロボのように人間に制御されて人間の気に入るように作品を創る操り人形の芸術であり、その創造的活動の主体ははっきりと人間にある。これに対して我々の目指すコンピュータ・アートとはコンピュータを芸術創造の主体とするコンピュータのアートであり、コンピュータが芸術するのであって、コンピュータを利用する人間芸術とはその理念を異にするものである。

ではコンピュータが主体的に芸術活動をするのはいかにして可能であるか？フォン・ノイマンの設計哲学が示すように、コンピュータはプログラムなるものを記憶内蔵し、その内なる指令を解釈して自動的に情報の処理（計算）をする、言うなれば脳を模した機械であり、その一切の動作はプログラムによって実行される。故にこの内蔵プログラムの中身が芸術創造に関する指令系をなしているならば、コンピュータはこのプログラムに従って自発的自律的に芸術活動ができ、その結果作品を創り出すことになる。このようなプログラム主導の芸術を我々は真正コンピュータ・アート（コンピュータの芸術）と呼ぶ。

コンピュータ・アートのプログラムは全体として（1）創作する作品のイメージを概念的に内部展開する深層処理系と、（2）そこで生成された図形データを具現する表層処理の作画系よりなり、両者はオンラインまたはオフラインでつながって全体系をなす。前者はアーティストの頭脳部分、後者は手をなすが、ここで重要なのは当然（1）のイメージ生成部分であり、（2）の作画部は作画マシン（ディスプレイを含む）が（1）の生成データに従って動く部分で、機械化か手動かは副次的なプロセスといえる。従ってコンピュータ・アートのプログラムでは、創作する作品のイメージを、例えばチョムスキー生成文法のプロダクション系のように、構成してゆく（1）の手続きをプログラムとしてコンピュータに設定すべく表現してやることが必須となる。

プログラムはコンピュータがある目的を遂行するための一連の動作指令の系をなすが、一般に何かをしたり作ったりするのに素材と形式が必要であるように、素材としての部分（サブルーチンや関数）とそれらを目的々に選択して組合わせて使う形式としての制御という二つの部分をもって、両者の間には「何をする」と「どうする」という階層の違いがある。「何をする」という素材はふつうルーチン化したモジュールをなしておりその指令系はコンテキスト自由で誰にとっても共通な一般性をもっている。その指令系は指令1（P1をせよ）から指令n（Pnをせよ）まで時系列のストリング型

P 1 → P 2 → P 3 → … → P n

をなし、各指令の接続は一義的でそこには自由度がない（コンテキスト自由）。それに対して「どうする」という制御形式をなす上位の指令系は、指令選択の流れに自由度が加わり、その時その時のプログラムの進行状態（文脈、コンテキスト）に応じて指令の流れは分岐したり飛躍したり合流したりする。つまり、コンテキストCの状態がaであるかbであるかによって指令PiはPi + aに進んだり指令Pi + bに分岐飛躍したりする。このプログラムの流れはif-then-else文となって指定の条件付選択が行われる。この制御の部分はサブルーチンや関数の使われ方を指揮する役割をもつことから、サブならぬメインプログラムとしての動きをもつ。そしてサブルーチンなど素材モジュールのルーチン性に対して、プログラムを遂行する行動目的に適した特殊性、個性をもたされている。だからこのメインプログラムにある制御指令はコンテキスト自由ということはありません、常に目的遂行状態（コンテキスト）を監視しながら、その状況に応じてプログラムの流れを制御指令するというコンテキスト束縛を原理的に背負っている。こうしてルーチン化し常に使われる身分の素材モジュール（サブプログラム）と、これらを使う側の個性的制御メインプログラムとは、一つのプログラムの中で別々のカーストに属するものとしてはっきり区別されねばならないのである。そしてプログラムがコンピュータを目的々（例えば芸術作品の創作）に動かすという時、それは素材ルーチンをいくら集めてもそれだけではどうにもならない（目的行動をしない）のであって、その目的行動を可能にするのは1にかゝって上位メインプログラムの制御指令の、コンテキスト関連性の十分な個性ある動きによるものであることが忘れられてはならない。

コンピュータプログラム処理の自動と手動の問題はここで明らかになる。コンピュータはプログラムによる自動計算機械であるが、もしそのプログラムが制御を欠いた単なる素材サブルーチンの寄せ集めであったなら、その目的行動の遂行は文字通り自動的にはゆかず、そこにどうしても人の手が必要となろう。ハードウェア（論理回路）やROM上のファームウェアとしてルーチンの計算機能モジュールだけを内蔵する電卓や、さきの例のラジコンロボットでは、自動的目的行動ができず、人の手による制御をまたねばならなかった。コンピュータ全体の組織を考えると、完全なプログラム、データそしてコンパイラが皆揃っても、組織全体を動かすには人手（ローダ、コンパイラ、リンカー、そして原始プログラムの入力）を要したものである。故にこれが自動化されるにはOSという制御プログラムを最上位に置くことが必要であった。

以上のようなプログラム観から、我々のコンピュータ・アート（アートを実行しアート作品を創作する、アート・コンピュータ）がいかなるものになるかを考察してみよう。人間（アーティスト）がコンピュータとそのグラフィックパッケージを使って作品を創る行為を「コンピュータ・アート」と称するのはいかなる点に問題があるか？これは明らかにラジコンロボット並の手動コンピュータ・アートである。教育ママが子供の絵描きをいちいち手を取りながら指令して作らせ、その結果の作品を「子供の描いた絵」と称するのもそれであろう。それは我々の場合コンピュータが自らする芸術ではない、人間（教育ママ）がする芸術と言わざるをえまい。これら偽コンピュータ・アート論者達は「我々はコンピュータとそのプログラムを使って作品を創っているのだから、我々の創作行為はコンピュータ・アートと言って差支えない。手動の介入は作品の芸術性をあげるための必要悪でしかない。余り目くじら立てるな」と言う。しかしここにはプログラム観の基本的誤りがあると我々は主張したい。それは何か？プログラムは情報の処理手順を目的々に組織したもので、素材プラス形式、即ち処理する情報素材をなすプログラム・パーツとそれらをいかに目的々に組織するかを表わす、1レベル上位の制御プログラムの二つの部分からなるが、目的遂行に必要不可欠の部分は、プログラム全体を脳に譬えていえば、脳幹中枢である制御部であり、素材パーツを格納する大脳記憶部ではない。故に大脳にいかに豊富な情報を記憶していても、それらを行動に結びつける脳幹中枢自律神経の制御を欠く場合、目的々行動の遂行はありえない。（大脳皮質を欠いても、脳幹中枢の自

律神経の行動制御機能さえ働けば目的々行動の遂行は曲りなりにも保証される。下等動物を見よ。) コンピュータにあってもこの比喩は妥当する。プログラムといっても2種類の部分があり、素材パーツは十分条件の部分をなすが、制御パーツは必要条件をなす。つまり制御パーツを欠くプログラムは目的遂行の能力をもちえない。偽コンピュータ・アート論者のいうプログラムというのは、我々の考える目的遂行プログラムではなく、制御系を欠いた単なる素材パーツの寄せ集めにすぎないと言うことが出来よう。その証拠に、彼等は不在の制御プログラムの働きを自らの手動で補う。これはコンピュータ・アートといえるものではなく、正に人間が操るコンピュータ・アートであり、正真正銘人間アーティストのアートと言うべきものである。「既成のソフトを使うのの何処が悪い? 真正コンピュータ・アーティストでも使っているではないか?」という反論がある。偽コンピュータアーティストの言うことはこの限りでは正しい。但し、既成ソフトのパッケージだけではプログラムとして片端なのである。人力手動でこの不完全部分を補うというのは問題のすりかえとなろう。そこは何といっても、手動に逃避することなく、制御部分の手順(アルゴリズム)を明示してアート・プログラムに賦与し、コンピュータをして手動に頼らず、自ら自動でアートを遂行できるようにしてやらねばならない。

ところで、素材プログラム・モジュールは、例えば線描や面の彩色、平面図形や立体の回転やスケーリング、また透視や陰影付、隠線面消去といったものまで、その処理法が確立してルーチン化しており、従ってそのプログラムの流れは普遍的に明示しうる論理をなしている。これに対し、これら素材プログラム部品を目的々に組織する制御プログラムは、芸術するコンピュータの個性を表わす部分で、素材モジュールをなす市販ソフトパッケージのように皆同じという訳にはゆかない、アーティストである芸術コンピュータ(およびそのプログラマー)の芸術意志を表わすところである。しかし、コンピュータ・アートではこの芸術意志を担う主体は人間ならぬコンピュータであってみれば、人間アーティストの場合、彼の芸術意志はいちいち明示されなくても事は済むが、そうはゆかず、その制御の過程を一つ一つプログラムとして明示的に記述せねばなるまい。そしてこの明示的制御プログラムとルーチン化した素材プログラムのパッケージが一つの全体プログラムとなる。この全体プログラムにして初めてコンピュータの自動芸術を可能ならしめるのである。

ところで最後に次のように反論ができることが予想される。それは「真正コンピュータ・アートといっても、そのプログラムは人間アーティストが作る訳で、人間の手が加わるという点では我々(偽コンピュータ・アーティスト)と同じではないか?」というものである。ここにはコンピュータの生(?)に関するオントロジー(存在論的哲学)がある。コンピュータは確かに人間の脳が有する知のメタプログラムによって創られた。そしてこのコンピュータは生誕に先立って人間プログラマーによってメタプログラムされたハードウェアとソフトウェア(オブジェクトプログラム)をもたされそれを使って働きを始める。その意味でコンピュータは人間の意図(メタプログラム)通りに動作し、その存在は受動的といえる。では人間様はどうであろうか? 実は人間もまた自然によってその生を与えられたもので、その身体ハードウェアも知のメタプログラムも、自然のより深いメタメタプログラムによって生誕時に予め賦与されており、その意味ではコンピュータとレベルこそ違え親子関係は同型なのである。この受動的存在である人間が主体性をもつとか自由であると言えるとするれば、その根拠は身体ハードウェアではなく与えられたソフトウェアのメタプログラムにあると言えるのではなからうか。このように考えれば、人間の創造になる受動的コンピュータも、その内蔵プログラムが働く限りその動作は主体的自由をもちうると言ってよいであろう。人間がプログラムを与えるというのはコンピュータの生まれる以前のことであり、コンピュータが生を享けて動きだした後で、これに手動制御の介入を入れるということとの間には存在論的差がはっきりしていると言えよう。コンピュータと人間、人間と自然という被造物と創造主との関係で、被造物たるコンピュータそして人間の主体的自由は厳存すると言ってよい。このコンピュータと人間の生の存

在論的レベルを異にしながらも、そこに見られる働きの同型性から我々は「コンピュータ・アートでコンピュータは人間に代って芸術するのだ」と言ってよかろう。但し、コンピュータ・アートと人間の芸術は、創造主のレベルの違いからする差別は原理的に残すことになる。

人間とコンピュータの存在論的断絶関係が示す、人間のコンピュータに対する優位性はプログラムの中に現れる。自然のメタメタプログラムはそれの創る人間のメタプログラムにある自由度を与え残した（その結果人祖は神＝自然に背いた）。これは人間のメタプログラムの中の、先天的予定部分でないある程度自由な裁量の効く学習の部分である。人間は経験的学習によってメタプログラムの知の部分を後天的に増強させることができる。人間はこのような強化されたメタプログラムによってコンピュータを創った筈である。にも拘らず世人は「コンピュータは人間の奴隷的操り人形で自由をもたない」と言う。果してそうか。私はそうは思わない。コンピュータ・プログラムの前述した制御部分は既成の素材ルーチンを選択し組み合わせる構成能力をもたされていた。この実行プログラムの目的々組織に関わる制御プログラムの部分は、構成に当って、選択と組み合わせという可能性からの自由な決定をしているとみることが出来る。そしてこの可能性から一つの決定を選ぶという制御の仕組みは確率的乱数発生であり、この点自然も人間もコンピュータも同型であるとみてよかろう。自然のメタメタプログラムはミクロ世界で働き、そこには統計力学の支配があるが、人間のメタプログラムでもそこに自由な選択がある限り決定の非決定性が残り、最後は「えいっ！ままよ」と確率的乱数発生を心内でやっているともてよい。コンピュータのプログラムにあっても制御のこの仕組みは同じと言えよう。

ただ、人間の場合、制御はインフォーマルに行われるが、コンピュータの場合そうはゆかず、これら素材モジュールの選択や組み合わせを組立てる制御の過程は一つ一つ明示してプログラム化せねばならない。ここに登場するのが「アルゴリズム」という概念である。アルゴリズムとは問題の明示された解法を意味する元来数学的概念である。我々の場合アルゴリズムは芸術問題の解法、すなわち心内の芸術意志が求めるかくかくの主題を満足させる形をいかに具体化させるかという、作品の表現ないし構成の手續きとなろう。そしてこの手續きは（１）素材プログラムのそれと（２）制御プログラムのそれとがあるが、重要なのは当然後者となる。制御プログラムを欠くコンピュータは人間アーティストの手动操り人形となってコンピュータ・アートならぬ人間のアートとなる。

このアルゴリズムを発見してコンピュータのプログラムとするのは誰か？それはコンピュータならぬ創造主たる人間（そのメタプログラム）の知である。コンピュータはその創造主である人間アーティストの作った制御プログラムの上で自由（？）な芸術活動をする。その意味でコンピュータ・アートは人間アートを超えることは出来ないと言えよう。

しかし人間のこのような優越感の背後には、人間アーティストは制御アルゴリズムをいちいち意識しなくてもやっていけるというアルゴリズム無視とアルゴリズム探求の努力の抛棄がないであろうか。人間であろうと自然であろうとその創造には必ずアルゴリズムが働いていると考えるべきである。問題は、人間がその芸術創造のアルゴリズムをどこまで知りえているかということであろう。芸術アルゴリズムは、素材とその組立てのための選択と組み合わせの可能性の数が、有限である場合は勿論、可付番無限の場合も含む。ここで有限能しか持ちえないにも拘らず優越感に奢っている人間は、可付番無限個の悉皆算を本性とする芸術の制御アルゴリズムを前に敵前逃亡という事になろう。そこでコンピュータの出番となる。そしてアルゴリズムの真偽は科学における仮説の検証のようにその実行（計算）の果によるとすれば、アルゴリズムを無視する輩はいざ知らずコンピュータによる計算と実証は必要なことになる。コンピュータ計算によって可付番無限な芸術創造の可能世界を可視化するコンピュータ・アートの存在意義を我々はこの「計算芸術」の中に見出すことができると思う。計算芸術の可能世界から今後どのような作品が創りだされるか、未だ誰にも予想されまい。科学の世界でもコン

ピュータ計算によって、今まで人力でえられなかった新しい知が次々ともたらされつつあると聞く。計算科学の成果である。コンピュータ・アートはこのいみで「計算芸術」でもある。その哲学は、存在するものを表現するのではなく、未知の非存在を存在しうるものとして新しく構成してみせるという事であろう。

コンピュータ・アートではコンピュータ・アーティストという人間が自然に与えられた知（メタ・プログラム）によってそのプログラムが予め与えられる。この事が提起する問題は（1）コンピュータ・アートを超えられるかと（2）コンピュータ・アートの芸術性とは何ぞやということであろう。プラトン主義実在論の立場から見れば「超えられない」ということになりそうだが、彼の芸術＝自然模倣主義を取らず現実的構成主義の立場に立てば、コンピュータ・アートの創る可能世界の拡がりには計り知れぬところがあるとも予想されうる。実際、人間の存在性や知は原理的に誠に狭隘貧弱なものであることは宗教を待つまでもなく量子論・相対論や分子生物学などの現代科学が示すところである。アルゴリズム、プログラムがそのような可能世界の存在表現に挑戦するものとすれば、コンピュータ・アートの新たな展開は、人間世界のレベルを超えてもっともっと期待ができると言えるかもしれない。ここから（2）のコンピュータ・アートの芸術性の問題にもおのずから答が出てくると言えよう。つまりコンピュータ・アートは人間アートを目指すというよりはむしろ、人間世界を超えた可能世界のミクロにユニタリ進化する見えざる姿を何らかの形で見せてくれるものであり、人々に新しい世界の *unwahrscheinlich* な *Surprisal* を与えてくれるものとして、新しい芸術を構成的に生成してくれるであろう。芸術性の問題はこれでおしまい。

チェス・ゲームでコンピュータと人間名人の死闘が続いている。アルゴリズムが勝つか人間の山勘が勝つか？さあ皆さんどちらに賭けますか。

但し、以上のようなコンピュータ・アートの新しい創造的展開には、旧来のフォン・ノイマン型の直列情報処理のコンピュータでは限界があるといえよう。新しい分散並列型の計算機械（例えば神経ネットワーク計算、遺伝子の蛋白合成計算、分子計算更に進んでは量子計算など）とそのための新しいアルゴリズムとプログラムの理論が求められるようになってくるのではなかろうか。お先闇中模索だが、新進の若人の奮闘を期待する。

参考文献

- ジョン・フォン・ノイマン「電子計算機と頭脳」飯島泰蔵他訳、丸善、1964。
シャノン「コミュニケーションの数学的理論」長谷川淳他訳、明治図書、1969。
M. ベンゼ「情報美学入門」草深幸司訳、勁草書房、1977。
J.R. ピアース「サイバネティックスへの認識」鎮目恭夫訳、白揚社、1963。
N. チョムスキー「文法の構造」勇康雄訳、研究社、1963。
N. ニルソン「人工知能」合田周平訳、コロナ社、1973。
P.H. ウィンストン「人工知能」長尾真他訳、培風館、1980。
駒宮安男「メタ・コンピュータ」河出書房新社、1970。
M. ミンスキー「心の社会」安西祐一郎訳、産業図書、1990。
S. パパート「マインドストーム」奥村貴世子訳、未来社、1982。

草深 幸司

Koji Kusabuka

コンピュータ・アートの可能性やその意義を考察する場合、科学と芸術、あるいは工学技術と芸術といった対立的な観点のどちらに力点を置くかでその言及の仕方が異なってくる。しかし、造形的な方法・手段の歴史的発展という立場から見ると、アルゴリズムに基づくコンピュータ・アートは、きわめて自然に構成的芸術の現代的な発展の一つの形態であることが認識されるのである。以下の考察はこうした観点から生じた。

未知の造形的可能性の探求

画家のパウル・クレーはその“創造的信条”の冒頭で「芸術は見えるものを再現するのではなく、目に見えるようにするのだ」と述べているように、造形芸術の主たる目標の一つは、新しい未知の形・色・空間の創造である、つまり、未知の造形性の可視化である。一般に可能性とはいまだ未知である状況であり、それが実現されると既知になり、もはや単なる可能性ではないともいえるが、実現とはいっても、ただ意図した造形対象のポテンシャルな一つの集合のごく一部だけが可視的にされた、つまり、実現されたにすぎず、いぜんとしてまだそこにはやはり多くの革新的可能性が存在しているのが通常である。そこで芸術家はそうした可能性に向かってさらに探求を重ねるのである。

芸術家のこうした未知の見えざるものへの探求の結果である造形的所産は、これまで量においても質においても莫大なものであり、そこには未知のものへの憧れと創作意欲からくる制作者独自の造形思考が見られ、または推測されるのであるが、そうした所産には全体的に歴史的に概観すれば、いくつかの大きな造形的形式の潮流が存在している。

『構成的コンセプト Konstruktive Konzepte』(1977)の著者であるW. ロットラーはつぎのように述べている。「20世紀の芸術で、構成的芸術のように根強く活力をもち続け、そして多くの創造領域にも作用を及ぼした第二の主流は存在しないのだ。その芸術は回顧すると無対象的造形の1900年以来企てられた試みの一つの論理的な結論とみられる。無対象性——西洋の新しい芸術の革命的行為——への進撃は三つの異なった前線で起こった。これらは、見出し語、感情的(emotional)、有機的(organisch)、合理的(rational)、と表され、それらには造形的形式の可能性として表現的なもの(das Expressive)、有機的なもの(das Organische)、構成的なもの(das Konstruktive)が対応している。最初の二つの傾向以上に構成的芸術は世紀の初め以来、たえず新しいウエーブで、多くの場所で、そして繰り返し繰り返し異なったアクセントをともなって、さまざまな気質の画家、彫刻家を働かせてきたのだ。[1, p.7]

1920年前後から中部ヨーロッパで本格的に試みられたきた、バウハウスなどに代表される芸術やデザイン領域における構成的手段の実験、あるいはオランダのデ・スティール、スイスのチューリッヒを中心に展開された具体芸術(Konkrete Kunst)などに代表される造形芸術運動は、こうした構成的・合理的な造形へのあくなき探求がもたらした結果なのである。

具体芸術（コンクリート・アート）の台頭

オランダの構成主義ともいわれるデ・スティール運動の中心的存在であった、そして同時にまた、具体芸術の創始者でもあるファン・ドースブルフは1930年にパリで刊行した雑誌『具体芸術 ART CONCRET』の「具体絵画の基礎についての注釈」でつぎのように述べている。

「…個人主義の優越、それと同様に地方的精神の優越が、つねにある普遍的芸術の誕生の大きな障害であった。

もし、表現手段があらゆる特殊性から解放されたとしたら、それは芸術の本当の目的と調和する。すなわち、普遍的言語を実現する。

…情緒、感情、感受性は一度も芸術を完全性に向かって進歩させなかった。…人間活動のすべての領域において実際に重要であったのは知性である。絵画の発展は視覚文化による真実の知的探求にほかならない。…始まりつつある時代は確実性の時代であり、それゆえに、完全性の時代なのだ。…

…画家の大部分は洋菓子製造人や婦人帽子屋のやり方で作業している。これに反して、われわれは数学（ユークリッドあるいは非ユークリッド）と科学のデータによって、すなわち知的な手段によって作業するのである。…制作はコンセプトの完全性と同等の技術的完全性を示していなければならない。…もし、フリーハンドでまっすぐな線を引くことができなければ、定規を使う。タイプライターで書いたものは手で書いたものよりも明白で、より読みやすく、より美しいのだ。…

われわれは芸術的に書いたものを受け入れない。もし、フリーハンドで円周を描くことができなければ、コンパスを使うだろう。完全性の欲求によって知的に作られたあらゆる用具が勧められる。

このように構想された芸術作品がある新しい文化の基礎になるだろう明快さを実現するのである。」[2, p.2-4]

これらの命題によって、具体芸術とは何か、つまり、新しい芸術に対する彼の構想がいかなるものであったかが、きわめて明瞭に説明されていると思う。今読むと、当時の芸術家の反発を買った、ファン・ドースブルフのラディカルなこの言明が、コンピュータ・アートの思想的な背景に近いものであることに驚かされる。マックス・ビル、リヒャルト・パウル・ローゼらによるその後の、スイスのチューリッヒを中心に発展した構成的具体の造形も、上述の諸命題から展開された経路の延長にほかならないことになる。

合理的・数学的方法による現代芸術の発展

合理的な手段とは、それが論理的かつ法則的であり、一般の科学的認識に適合し、感情に左右されない判断力や態度から出たものであることを意味している。具体芸術あるいは構成的芸術の発展は造形手段の合理化への探求であるが、造形における合理的な態度とは、計画的・機械的かつ首尾一貫した方法で質の高い新しい造形的・美的対象を構成することにほかならない。そのためには、制作の基礎になる明確な方法と素材としてのモチーフの集合、そして、それから導出される多様な造形形態を規定し、統合する、数学や論理学における演算および推論規則のような、客観的かつ生産的な形式化された諸規則が必要になる。

事実、ビルやローゼの絵画では、初期モチーフとしての幾何学的図形、そして、それから形成される配列、それに対する色彩群などについての客観的なルールの首尾一貫した適用と、それらに整合した画像・形式・構造が探求され、導出されるのである。たとえば、ローゼの絵画は、ごく一般的な方形という単位形態の、グリッド上の規則正しい配置と、それらに与えられた色彩集合の配列順序の変化による諸構造、つまり、“セリ一的構造”によって構成されてお

り、その絵は動的かつフレキシブルな無数の可能性、つまり、構成的に生じる諸形態の無数のヴァリエーションが存在するであろう一つのポテンシャルな無限集合を示唆している。

こうした造形は、画家たちの関心が造形諸要素からつくられる諸構造の可視化あるいは表現にあることを示しており、それは絵におけるシンタックス（造形諸要素の配置・配列の形式的構造）への強い関心であり、そして、造形諸要素を統制する独創的な秩序とそれを生成するルールなどへの関心である。かくして画家の個性は、モチーフの描き方で表現されるのではなく、自身が発見した新しい秩序を表現するシンタックスを通じて主張されることになる。

これはいわば造形的方法の形式論理化で、一種の公理化であり、制作過程への演繹的論理の導入であると考えられるが、それに伴って、現代的な科学的・工学的な、とりわけ数学的な思考方法が普遍的原理として、構成的方向の造形芸術家、とくに構成的具体と呼ばれるビル、ローゼらに代表される一群の芸術家あるいは同時代の進歩的デザイナーたちにも影響したのである。ちなみにいえば、ローゼは自身の絵画を構成的・体系的・分析的絵画と呼び、具体芸術＝構成的絵画と定義しているが、こうした考えをさらに徹底すれば、現代のアルゴリズム・アート、したがって、コンピュータ・アートにいたることは明らかであろう。

1949年に発表されたマックス・ビルの論文「現代芸術における数学的方法」はこのような状況を代表するテキストと見られよう。このような状況の進展はビルが初代学長になった1955年のドイツのウルム造形大学の設立、そして、哲学者マックス・ベンゼによる『美的情報 AESTHETISCHE INFORMATION』（1956）の刊行などによって教育的・思想的にも加速されていったのである。

コンピュータ・アートの登場と芸術的領域の拡大

1960年以来、コンピュータによる造形芸術の実現という領域が従来の造形芸術の作業領域に進入してきた。当時の状況について情報科学者でコンピュータ・アーティストのF.ナークはつぎのように述べている。「芸術の購買者や制作者の多くの人にとって、“芸術”は非合理性の精神の最後の隠れ場所である。もし、彼らが“コンピューターが芸術を作る”と聞けば、彼らの世界像の根底が揺れ動くように思えるだろう。なぜなら、彼らはそれを、自分に対する——精神的領域に横たわっている——生存の脅威と考えるからだ。」[3, p.456]

こうした状況の招来は大局的に見れば、構成的芸術の発展の潮流に同時代の先端技術の主流が必然的に合流した歴史的現実を意味するのかもしれない。しかし、構成的芸術家たちの関心事が合理的・形式論理的なものへ移行してきたとはいえ、ごく一部の芸術家は例外であるが、やはり全体的には、当時の芸術家の最終目標は、いずれにせよ、まだ手による絶対的な唯一の作品の制作にあった。つまり、これまで大半の芸術家は、芸術は感性的なものだから、それは決して科学的・合理的・構成的な手段では実現できないと考えていた。この問題についてはつぎの節で論じたいと思うが、このような主張は高度に発達した技術文明の現代の社会においてもやはり反発力のある主張であることに変わりはない。

しかし、先に述べた“セリ一的構造”によって構成されたローゼの絵画に見られるような、動的かつフレキシブルなシンタックスとその順列が織りなす無数の造形的風景は、たとえ芸術家が直観的に知りえたにしても、それを実現するには、もはや手あるいは通常の機器による手段だけでは不十分で、そこにアプローチすらできないであろう。

ある意味ではコンピュータによる作品は、ユークリッド幾何学における“平行線定理”の否定から生じたもう一つの幾何学のように、従来の芸術とはまた別の、かつて“人工的芸術”と呼ばれた芸術で示唆された別次元の芸術、つまり、本来的な意味における広大なもう一つの芸術世界に属する成果物の一つでないかと考える。先に述べたドースブルフの言明「…情緒、感情、感受性は一度も芸術を完全性に向かって進歩させなかった。…人間活動のすべての領域において実際に重要であったのは知性である。絵画の発展は視覚文化による現実の知的探求に

ほかならない。…」あるいは、この論考の冒頭で述べたクレーの言葉「芸術は見えるものを再現するのではなく、目に見えるようにするのだ」を実証するためにも、未知の図形または画像のポテンシャルな無限集合へ接近できる唯一の手段であるコンピュータ・アートの登場は視覚芸術の歴史における革命的な出来事といわざるを得ないのである。

これに関連して、情報美学の創始者である上述の哲学者 M. ペンゼの言葉をおわりに引用しておこう。

「われわれの文脈は本質的には技術文脈なのである。もし、技術文明の内でも必要とされているもの、すなわち、技術的につくられる物の美しい外観が、この科学的基盤のどの方法にも関係しないとすれば、それは、奇妙なことではないだろうか。したがって、われわれの文明のような一つの技術文明の中で、数学的、自然科学的な考察方法を、まだこれまで顧みられなかった領域へも、つまり、すぐれた、美しい物の製作として平凡に特徴づけることができる領域へもおし進めることは、避けることができないように思える。」[4, p.28]

コンピュータ・アート、アルゴリズム・アートの芸術的・造形的可能性

この節でとくに言及したいのは、芸術作品のアルゴリズム、という観点である。アルゴリズムとは、あたえられた手段から目的とする事や物（あるいは美的対象物）を導出する一連の形式化された手順の順序集合である。造形方法のこうした完全な形式化は構成的あるいは構成的具体的方法を信奉する芸術家・デザイナーの理想でもあった。一般にはしかし、芸術作品には、このような数学的概念は適用できないと考えられている。しかしながら、現在、コンピュータによる芸術の造形過程を考察すると、そこにはすでに、コンピュータ・アーティストたちの芸術アルゴリズムを通してプログラミングされた多くのプログラムが現存していることがわかる。このプログラムに必要なデータをあたえると一つまたは幾つかの作品が自動的に出力され、原則的には、芸術家の助力がなくても、誰もが特定の属性をもつ作品を作り出せるから、したがって、このプログラムはその一連の作品を構成的に生む客観的な造形的論理の動作の書式化、すなわち、アルゴリズムの存在の実証と見なされうる。

コンピュータ・アートとは、芸術家の創造的アイデアを作品化するために、コンピュータを手段にして、ある造形過程——以下に定義する——を実行し、作品を具体化する芸術なのである。そして本来、造形という概念は何らかの秩序の付与された造形を意味するから、一つの造形過程の最大の関心事が新しい未知の秩序をもつ作品の生成にあるのは当然だろう

ここに述べている造形過程という概念には、広く一般の造形芸術における制作過程をも意味させている。そこで、造形過程の概念とその構造 [5, p.214-226] をまず簡約に説明にしておこう。ただしここでは、論文で展開してきた構成的芸術との関連を明確にするために、造形過程の対象である作品は平面的な造形作品に限定し、モチーフの諸要素はすべて“図形”と呼ぶことにする。

造形作品をアルゴリズム的な観点から見ようとすれば、造形過程を実質的・構造的に把握しなければならない。それには、造形過程を構造化し、それを素過程の複合過程として観察することが必要である。作品が物質的に実現される造形過程は単純化すると、(1) 芸術家は内面的形象を反映した図形を実際に描き、(2) この図形を造形的にさまざまに変化させて、彼が満足するまで、つまり、未知の秩序が生まれるまで、この作業をつづけ、そして、最終的に (3) この図形を一定の画面に配置構成する。しかし、この結果が気に入らなければ、さらにそれらを変化させて、彼は満足のゆくまで作業を続行することになる。したがって、実質的には造形過程は (1)、(2)、(3) の素過程、つまり、(1) モチーフとしての図形の形態や色を選択する過程、(2) それを変換して、さまざまな造形的状態を作り出す過程、(3) 図形ないし図形群をある画面へ、同時に秩序づけて配置する過程、つまり、それらを空間化する過程から構成され

る。私は、これらの3過程を順にM（モチーフ）過程、T（変換）過程、S（空間化）過程と呼び、

$$M \rightarrow T \rightarrow S$$

と図式化している。コンピュータでは、入力、計算、出力の諸過程がこれらに対応していることは明らかであろう。形式的に記述された、すなわち、書式化された特定の造形過程は特定のアルゴリズムと見なしてよい。一般に、ある素材から、何らかの物を作り出す過程は、この3過程からなる図式に還元されうる。この図式はそれで“超図式”と呼べるだろう。一つの芸術作品が作り出された場合、それがまったく任意な偶然の産物のように見られる場合でも、それを実質的観点からマクロに見れば、上に述べたM→T→Sの3過程からなる複合過程をへて作品が作り出されることを認めるのに、そう困難はないはずだ。

要するに、どの芸術作品でも、モチーフ集合に何らかの一連の具体的な操作——合同・相似・アフィン・射影・位相変換、または芸術家独自の変換など——を加えて作られるのである。このような操作は、構成的操作あるいは構成的関数または手続きとも見られ、そこには、一群の変数がその構成要素になっている。変数には具体的な数値的データが対応しており、数値によって造形的諸属性が自由に变化できるのである。これは、たとえば、コンピュータにおけるPascalなどのプログラムの実行を考えれば明らかだろう。

もちろん、芸術家は最初から彼の芸術的行為の結果としての作品を明確に予想しているのではない。普通は、試行錯誤して作品を作り出すのである。たとえば、数学者でも、新しい数学の創造の際には同様の作業過程をへている。しかし、一度、何らかの手段で試行錯誤して特定の作品モデルが作られると、これを導出する造形過程が原則的に決定されうる。したがって、その作品を作り出すアルゴリズムとプログラミングが可能になる。そして、一度プログラムができると、当初予測した、すでに作られた作品を含む無数の作品から成るポテンシャル無限のある集合がプログラムによって構成的に作られることになり、当初の作品モデルはその集合の単なる一つの代表元ないし要素にすぎなくなってしまうのである。

結果である一つの作品はそれらを作り出した諸操作と具体的な数値データの結果であり、それは、最近のオブジェクト指向プログラミングにおける、たとえば、C++のオブジェクトと同じ性格のものである。上述の事柄は一般化するとつぎのように表現できるだろう。

作品 ← $T_n \cdot T_{n-1} \cdot \dots \cdot T_i \cdot T_{i-1} \cdot \dots \cdot T_2 \cdot T_1$ （モチーフ集合）

（Tは任意の具体的な変換操作を表す）

この操作の列で、 $T_i \leftarrow T_{i-1}$ は多くの場合、その選択は必然的・論理的に決定できるのではなく、可能的、偶然的に定められるのであるが、むしろこのような定め方——多少の差はあれ従来の構成的造形でも——が芸術的・造形的作業では普通で、最大の特徴になっている。M.ベンゼはこのような事実を、「…途中で無知を粉碎し、（経路の、芸術的過程の進行の）知識を、革新や情報形式で獲得させる決定が下されなければならない、いうまでもないが、それは自由を消耗する一つの過程なのだ。…」[6, p.62]と表現している。芸術では、あたえられた素材、すなわちモチーフ集合から、何かを作り出そうとするとき、それに対し最大限の自由が行使できるように作業をする。この点が人間のほかの領域の作業とまったく異なる点である。つまり、新しい技術によって、ある新しいメディアが開発されると、この新たな技術的条件のもとで、モチーフ集合を選択し、芸術家は最大限の自由を行使しながら特定の造形過程を実行し、社会的に伝達可能な造形的な何かを実現するために実験する。そして、一つの新しい革新的な美的対象物を作り出す。この行為こそが、芸術の主要な条件であるとするのである。しかし、このような自由の行使という過程も、プログラムによってある程度シミュレートし、高速に実行できるのである。そしてまた、最初の節で引用したW.ロツラーが述べている構成的芸術以外の

造形形式を作り出す過程も、これまで記述してきたように、それがやはり造形過程として把握されるかぎり、プログラミングできると考えられる。そして、それが一度できてしまうと、逆に、最初予想した、作品を含むところの集合が、形式的・記号的に、間接的に実体化されたことになるから、作品生成における構成的な自由度はプログラム以前とは比較できない位に飛躍的に増大するのだ。したがって、制作者は最初に想定した作品よりも、よりいっそう興味のある未知のヴァリエントをそうした集合から探し出せるようになる。比喩的に述べると、一つのプログラムと一群の数値的データは芸術家はその集合のどのルートを通して旅行するかを、事実上定めており、そのルートの途上で、彼は革新、すなわち新しい情報、つまり、新たな視覚的経験をもたらす無数の形態の森が示すところの多様な景観に遭遇し、驚嘆し、さらに森の奥へと深く踏み入り、創作における最大限の自由を謳歌することになる。

むすびの言葉

人間の尊厳の中心に位置する理性を、芸術的領域の制作や研究に本格的に活用しないとすれば、上述のM.ベンゼがいうようにやはり奇妙なことであろう。また、構成的芸術の発展に関しても、もし、現代社会において、プログラムによるコンピュータの使用がネガティブな意味しかもち得ないとすれば、構成的芸術本来の造形思想から見ても、それはやはりますます奇妙なことではないだろうか。

重要なことは、一つのアルゴリズムに基づくプログラムが完成すれば、作り手の芸術的構想が厳密なルールにしたがう言語によって、成果はともあれ、確定的に記述されたということである。この事実こそは、美術史的にも革命的なことであった、と考える。極端ないい方をすれば、こうした事実に比べれば、単なる一つの作品の良悪などどちらでもよい、と思っている。ただしこれは、私の個人的見解ではある。すぐれたプログラムが放つ美しさと、秘められた力強さは本当に感動的で、まさに、“超芸術”または“超作品”あるいはメタワークとも形容できるのだ。そして、一人の芸術家の作り出した芸術諸アルゴリズムの外延的集合から、それと同等な集合を定義する内包的定義を得ることに成功すれば、これによって、その芸術家が拠って立つ彼の芸術または造形の論理が客観的に知られ、また表現できたことになる。

もちろん、現時点では、構成的以外の造形形式に対するコンピュータ・アートの有効性の比重が異なることはいうまでもない事実であるが、いずれにせよ、芸術の発展のためには、制作した自身の作品創造のプロセス、つまり、その造形過程を客観化し、それを反省し、深く認識することが、別のもっとすぐれた創作に飛躍するための必要なステップであることは万人の認めることであろう。

芸術家が、彼自身の制作における造形過程を客観化する手立ては、作品にいたる手順をそのつど逐一記録することであるが、それは大変わずらわしいことであるし、また実際には不可能だろう。しかし、自身の発展にはその制作経過を反省することが不可欠であろう。

この観点からも、コンピュータ・アート、アルゴリズム・アートの必要な理由は、もっと強調されてよい。

用語の説明

この論文で使用しているコンピュータあるいはコンピュータ・アートなどの最も基本的な用語について定義しておきたい。(1)の定義域では、計算機科学のN.ヴィルト(言語Pascalの設計者)の『Systematisches Programmieren(体系的プログラミング)』(1978)から抜粋した定義に依拠している。(2)の定義域では、(1)のそれに基づき、あるいは、私自身のこれまでの論文における使用例にしたがって定義した。

(1) プログラミング(Programmieren): コンピュータの能力と多面的な応用力の核心は、基本的な命令を際限なく組み合わせて、ひじょうに長い命令を(途方もない早さで確実に)実行

できる力にある。このような命令の列の構想を書くことを、プログラミングと呼ぶ。

動作のパターン (Verhaltensmuster) : 同じプログラムを2度実行するとしても、初期値 (x,y) が異なれば、2つのプロセスが同一であるとは限らないであろう。しかしながら、それらはある特定の動作のパターンにしたがう。

アルゴリズム (Algorithmus) : 特定の処理装置によらないこのような動作のパターンの記述をアルゴリズムと呼ぶ。

プログラム (Programm) : プログラムという言葉は、特定の処理装置または特定の型の処理装置によって、アルゴリズムが実行できるように書式化されたアルゴリズムを意味する。

コンピュータ・プログラム (Computer-Programm) : 本質的には、一般的なアルゴリズムとコンピュータ・プログラムとの違いは、そのプログラムが微細な部分にいたるまでも確定されており、そして厳密に確定された言語諸規則にしたがわなければならない、という点にある。

(2) 芸術アルゴリズム : 特定のプログラミング言語または特定の処理装置によらない芸術的・造形的動作のパターンの記述を芸術または造形アルゴリズムと呼ぶ。広義には、意図する造形的対象とそれを要素とする一つの造形的集合を作り出すための芸術的・造形的な動作のパターンの記述、つまり、造形過程 (本論分の節「コンピュータ・アート, アルゴリズム・アートの芸術的・造形的可能性」参照) の記述を意味する。したがって、このアルゴリズムが一度完成すれば、原則的には、それを実行するのに特定の芸術家は必要でなくなる。論文の「コンピュータ・アート, アルゴリズム・アートの芸術的・造形的可能性」において、この定義とは異なった表現にしているが、実質的には同様の内容である。

このような観点から制作されたアートをアルゴリズム・アートと呼び、もっぱらコンピュータを手段とするアルゴリズム・アートをコンピュータ・アートと呼ぶ。

ただし、現在でもまだ用語の統一的な定義はないから、それぞれの用語のニュアンスの相違については、先駆者あるいは個々のアーティストたちの理論や制作意図における用語の使われ方を参考にしてほしい。

引用文献

[1] Willy Rotzler: Konstruktive Konzepte. Zürich. ABC Verlag, 1977.

[2] Theo Van Doesburg: Commentaires sur la base de la peinture concrète, in: Art Concret, paris, 1930.

[3] Frieder Nake: Erzeugung ästhetischer Objekte mit Rechenanlagen, in: Nicht-numerische Informationsverarbeitung, Wien 1968.

[4] Max Bense: Einführung in die Informationsästhetik, in: H.Ronge(Hg.): Kunst und Kybernetik, Köln, 1968.

[5] 草深幸司「造形過程の構造」『構成的ポスターの研究』中央公論美術出版社, 2001.

[6] Max Bense: Einführung in die informationstheoretische Ästhetik, Rohwolt, 1969.

(訳: 草深幸司『情報美学入門』勁草書房, 1997)

久保田 晃弘

Akihiro Kubota

コンピュータ・アートの再定義

デジタル・コンピュータが登場してから、すでに半世紀以上の年月が過ぎた。今日では、都市生活の隅々にまでコンピュータが浸透し、科学者や技術者のみならず、芸術的な創作活動をするアーティストやデザイナーにとっても、その存在や機能と無関係にいることは、ほとんど不可能である。

コンピュータの登場に引き続いて 1960 年代の初頭に誕生した、プログラム言語を主たる手段として芸術作品を生成する「コンピュータ・アート」も、今では「ソフトウェア・アート」と総称される、より広い創作領域によって再定義されるまでに成長した。ソフトウェアを芸術表現のための（独自の方法やスキルを必要とする）ユニークでダイナミックなメディアとして用いるソフトウェア・アートを、メディア芸術の世界で最初に定義したのは、2001 年にベルリンで開催された、アートとデジタル文化のための「トランスメディアール」フェスティヴァルであった。

そこではソフトウェア・アートが以下のように定義されている [1]

One definition suggested for Software Art is that it encompasses projects in which self-written algorithmic computer software - stand-alone programs or script-based applications - is not merely a functional tool but in itself an artistic creation.

この定義の第一のポイントは「self-written algorithmic computer software」という一節にある。「アルゴリズムを自分で書く」というその行為は、今回の展覧会における 60 年代のアルゴリズム・アートのパイオニアたちのアプローチと直接的につながっている。さらに最後の「artistic creation」という宣言によって、ソフトウェアが（科学的ではなく）芸術的であることの意味を再検討する必要性を提示する。

ソフトウェア・アートの学際性

60 年代と今日のコンピュータ環境の最も大きな違いは、インターネットの有無だろう。ソフトウェアの非物質性、デジタル・データの無限複製性という特徴を生かして、インターネット上でソフトウェア・アートのポータルサイト「runme.org」[2]を構築したのが、自らもソフトウェア・アーティストとして活動するロシアのアレクセイ・シュルギンである。

runme.org のトップページに掲載されている、ソフトウェア・アートのカテゴリーリストは次の通りである。

algorithmic appreciation (2)

- > non-code-related (1)
- > pseudo-quinaes (0)

appropriation and plagiarism (5)

- > stealing (0)

artificial intelligence (10)

artistic tool (37)

- > audiovisual (28)
- > narrative (4)
- > useless (1)

bots and agents (15)

browser art (15)

code art (17)

- > code poetry (7)
- > minimal code (1)
- > obfuscation (3)
- > programming languages (4)
- > quines (1)

conceptual software (30)

- > without hardware - formal instruction (3)

data transformation (26)

- > data collage (8)
- > multimedia (5)
- > sonification (3)
- > visualization (3)

digital aesthetics r&d (9)

- > disfunctionality (3)
- > low tech (5)

digital folk and artisanship (15)

- > ascii art (2)
- > audio-visual (1)
- > gimmicks (5)
- > screen savers (1)

existing software manipulations (7)

- > artistic re-packaging (1)
- > cracks and patches (0)
- > instructions (1)
- > software plugins (2)

games (10)

- > deconstruction and modification (6)
- > public games (2)

generative art (43)

- > algorithmic audio (10)
- > algorithmic design (5)
- > algorithmic image (16)
- > algorithmic multimedia (8)

hardware transformation (6)

installation-based (6)

institutional critique (7)

performance-based (9)

political and activist software (23)

- > cease-and-desist-ware (5)
- > illicit software (2)
- > rhetorical software (1)
- > software resistance (12)
- > useful activist software (2)

social software (2)

software cultures - links (13)

system dysfunctionality (6)

- > denial of service (3)
- > virus - security (3)

text - software art related (47)

- > aesthetics of software art (7)
- > cultural critique of software (13)
- > history of software art (12)
- > weblog (1)

text manipulation (30)

- > text editors (4)

[注] () 内の数字は、2006年9月20日現在の、それぞれのカテゴリに含まれる作品数である。

詩や美学といった伝統的なテーマから、人工知能やエージェントといったコンピュータ科学、あるいはゲームのようなポップカルチャーまで、ここで示されているカテゴリーリストの広範さは、今日のソフトウェア・アートの学際性を如実に反映している。さらに同じ runme.org トップページ右側のキーワード・クラウドを子細に見れば、ソフトウェア・アートとそれととりまくコミュニティが、芸術家と科学者/技術者に代表される異分野の触発や協同を喚起する、創造的な場となっていることが良くわかる。

アーティストとプログラミング

コンピュータ・アートが誕生してから半世紀近く経たのち、ある種のリバイバル的な要素も含みながらも、ソフトウェア・アートのような新たな形で、再びアルゴリズムやコードにアーティストの注目が集まった背景として、今から 10 年程前、90 年代半ばにおこったプログラミング革命、より正確にはアーティストのためのプログラミング革命があったことを忘れるわけにはいかない。

それまでのプログラミングは基本的に、コンピュータ科学者や工学者、技術者の文化に根差していた。プログラムは正確に動かなければならない、プログラムは構造（モジュール）化されていなければならない、プログラムは効率良くなければならない、プログラムは簡潔でなければならない…。こんなある種の完璧主義に根差した価値観がプログラムの美のベースにあり、それをいかにエレガントに実装するかが、すなわち「アート・オブ・プログラミング」の実践であった。そうした文化を反映して、従来のプログラミングの教科書の多くは、数の並べ替えや文字列処理、数値計算やデータ構造といった数理的な例題から始まる [3]。しかし視覚的、空間的にものごとを考え、直感的、身体的にコミュニケーションするアーティストやデザイナーに、そうした抽象的・論理的な例題は向いていない。

アーティストがまず最初に興味を持つのは、ディスプレイ上に点を打ち、線を引き、面を塗ることであり、モニタスピーカから、クリック、サイン波、ノイズなどの音を出すことである。だからアーティストやデザイナーのためのプログラミング（教育）は、まず画面上に線をひくことや、スピーカで音を出すことから出発する。プログラミングの結果が視覚や聴覚に即座にフィードバックされ、それを受けて即座にプログラムを修正できるようになっていなければならない。

最初の内はプログラムをシンプルにしたり、エレガントにすることをあまり考える必要はない。どんなに愚直で非効率な書き方でも、とにかくプログラムを動かすことが重要だ。一旦プログラムが走りさえすれば、あとは点や線を動かしたり、音を変化させたり、マウスやキーボードでインタラクトさせる過程で、構造化や抽象化のテクニックを必要に応じて少しずつ身につけていけば良い。アーティストのためのプログラミングは、点や線を「描く（造形）」「動かす（運動）」「インタラクトする（反応）」という 3 つのステップによる、ヒューリスティックなプロセスに根差している。

プログラミング環境とコミュニティ

こうしたプログラミング教育を行なった先駆者が、80 年代初頭にプログラミング言語 LOGO を開発したシーモア・パパートや、90 年代に DBN（Design by Numbers）を実装した米 MIT のジョン前田である [4]。そこから生まれた Processing [5] というオープンなプログラミング環境は、インターネットを介して、世界各地のアーティストやデザイン教育の現場に広がった。プロセッシングでは、個々のプログラムのことをスケッチ（ブック）と呼ぶが、これは Processing がアルゴリズムミクな作品をつくるためのドローイングやスケッチ、すなわち（あらゆる創作にとって必要不可欠な）プロトタイピングに特化したツールであることの現れである。

今日では Processing 以外にも、フリーでオープンなプログラミング環境が、いくつも公

開されている [6] [7] [8]。同様に、それらを活用したアルゴリズム的な作品をネット上で公開しているアーティストも多い [9] [10]。

オープンなプログラミング環境には、そのユーザやディベロッパを核とした、オープンなコミュニティがインターネット上に形成される。そこではアプリケーションのみならず、ソースコードやドキュメントが自由に交換され、知識や文化が広く伝達、共有されている。最初に紹介した runme.org のような、アルゴリズム・アートに関連したポータルサイトや、数々の Blog サイトはその一例だ [11] [12] [13] [14]。

インターネットを介したオープンな情報共有や共同学習の場は、学会や論文の壁に守られていたアカデミズムとストリートの境界を融解し、今では誰もがその気にさえなれば、プログラミングに必要な環境や知識を自分の手で得ることができる。画像ファイルやサウンドファイル同様に、プログラム・コードも自由にサンプリング／リミックスすることが可能であり、ヘルプファイルやサンプルファイル、オンライン上の作品（のソースコード）を活用することで、発見的な、あるいは事例と類推による学習や制作を自在に行うことができる。そこにはある種の無駄や試行錯誤が入り込まざるを得ないが、そうした一見冗長なものの中にこそ、新たな表現の可能性が潜在している。プログラミングやソフトウェアの世界にも、DJ カルチャー [15] が深く浸透しつつある。

素材としてのプログラミング言語

アルゴリズムを自ら書くソフトウェア・アーティストにとって、プログラミング言語は、木材や金属、絵具やキャンバスのような、表現のための「素材」である。アートは、最終的には素材や手法に依拠しない、普遍的な何ものかを獲得しなければならないし、素材そのものに囚われ過ぎることはフェティシズムの罠に堕ちてしまう危険性はあるが、それでも自分が選択した素材の特徴を知り、それを自在に操作できるようにすることは、表現することの基本のひとつであることに変わりはない。逆にいえば、それぞれの素材には、その素材に適した形式や使用方法（過程）があり、優れた表現を生み出すためには、その選択や組み合わせに対する洞察が必要不可欠である。

汎用のアプリケーションを使用せず、直接プログラムを書くことで表現を生み出すことは、自らが選択した素材を自らが直接操作する、ということでもある。その背景には、直接操作によるディテールの制御や、高速かつ大量の処理速度といったプラクティカルな利点のみならず、自分が使用するツールや環境を自分で構築するという、リベラルな DIY 精神がある。企業によって開発される汎用のアプリケーションは、ハードウェアの進歩と一体化した商業的利潤追求のためのバージョンアップにより過剰に肥大化し、その結果汎用アプリケーションの枠内で表現できることは、その豪華な見かけとは裏腹に、日に日に狭められつつある。

プログラミングという素材の直接操作によって、コンピュータが持つ本当の潜在力や可能性を発掘し、そこから自分ならではの表現を見い出すことこそが、コンピュータやソフトウェアを芸術的なメディアとして最大限に活用するための、今なお最も有効なアプローチである。

ライブ・コーディング

近年「ライブ・コーディング」あるいは「オン・ザ・フライ・プログラミング」「ジャスト・イン・タイム・プログラミング」と呼ばれる手法によるパフォーマンスが、一部のソフトウェア・アーティストの手で行なわれ始めた。ライブ・コーディングとは、事前に準備したプログラムを実行させるだけでなく、その場で並行してプログラムを書いたり修正することで、表現を生成するアルゴリズムをそのものをリアルタイムに生成・操作するパフォーマンス手法である。

ライブ・コーディングにおいては、プログラミング言語の素材としての特徴が明確かつ切実に表れる。例えば、LISP や Scheme あるいは Haskell のような関数型言語は、C++ や Java

のような命令型言語に比べて、プログラムを格段に短く書くことができる。こうした生産的な言語を用いれば、プログラム・コードを直接操作することが、ボタンやスライドといったGUI以上に、操作性が良く自由度の高いインターフェイスに成り得る。それは単なるパフォーマンスの方法論を越えて、今日の商用アプリケーションを支配してきたGUIパラダイムの再検討と、その本質的な見直しにもつながっていく。

ライブ・コーディングに関する代表的なオンライン・コミュニティがTOPLAP [16]である。Autoshop や Auto-Illustrator といったジェネラティブなグラフィック・ツールの開発者でもあるエイドリアン・ワード [17]、klipp av [18] というラップトップAVユニットで活動するニック・コリンズとフレドリック・オロフソン、fluxus [19] という Scheme ベースのライブ・コーディング用グラフィックス言語を開発するデイヴ・グリフィス [20] といった、コーディングの強者たちが立ち上げたこのサイトには、ライブ・コーディングをめぐるさまざまなインフォメーションやドキュメント、ディスカッションがアップロードされている。

ライブ・コーディングを行うためのプログラミング言語にもさまざまなものがある。既出の fluxus だけでなく Chuck [21] や impromptu [22] のように、ライブ・コーディングのために新たに開発されたものを始めとして、汎用言語の LISP や Perl, LOGO や Smalltalk などから SuperCollider3 [23] の JITLib (Just-In-Time Library) まで、さまざまな言語が使用可能である。基本的には、ソースコードを逐次解釈しながら実行できるインタープリタ言語を用いるのが良い。とはいえ前述のように、ライブ・コーディングの可能性は、プログラミング言語のデザイン・パラダイムや実装の良し悪しに大きく依存する。

芸術と科学の境界

素材としてのプログラミング言語の可能性を、人間のスキルや判断によって最大限に活用しようとするライブ・コーディングは、アルゴリズム的な表現におけるプログラム・コードそのものの意味や形式に、もう一度光を当て直す。アーティストによるプログラミングは、往々にしてコードから生成されるアーティスティックな表現のみに注意が向き、プログラムコード自体は、映像やサウンドを生み出すための影の存在になってしまいがちだ。だが本当にそれで良いのだろうか。コードは表現を生み出すための裏方であり、その中身の詳細やコードそのものの意味や形式は問われなくとも良いのだろうか。

米スタンフォード大学のコンピュータプログラミング芸術名誉教授のドナルド・クヌースは「科学はコンピュータに説明できるくらい私たちが良く理解していることであり、芸術はそれ以外のすべて」だと語る [24]。だとすれば、コンピュータ科学の対象であるコードによって記述できないことこそが芸術であり、コンピュータ・アートとは、芸術という語り得ぬものに沈黙せず、逆に饒舌になることだといわなければならない。

確かに芸術と科学を一点に収束させるのは不可能だ。しかしだからこそ、その境界に着目しなければならない。科学と芸術が共に変化し続ける限り、その境界も常に流動的であり続ける。最初に示したように、学際的なソフトウェア・アートにおいて、形式的なプログラム・コードとそれを実行することから生み出されるアーティスティックな表現は、科学と芸術の境界を顕在化する、1対1に結びついた双子の兄弟である。アーティストのためのコンピュータ環境がインターネットを介して世界各地に普及しつつある今、コードの実行結果としての造形や構成のみならず、コードそのものの美を支えてきた抽象性や汎用性、効率や整合性から生まれる美的感情を再考することが必要だ。そのためにライブ・コーディングのようなマージナルなプログラミングを通じて、アート・オブ・プログラミングとコンピュータ・アートの境界の在処を問い、そこに積極的に介入していくことが、境界としてのソフトウェア・アートの、ひいては芸術と科学の未来を考えるための、重要なテーマのひとつになるだろう。道はまだ始まったばかりである。

参考文献

- [1] transmediale.01, http://www.transmediale.de/01/en/conf_artistic.htm
- [2] runme.org - say it with software art!, <http://runme.org/> (シュルギンはオルガ・ゴリウノヴァらと、ソフトウェア・アート・フェスティバルのReadme, <http://readme.runme.org> も主宰している。)
- [3] アラン・ピアマン『やさしいコンピュータ科学』アスキー, 1993.
- [4] ジョン前田『Design By Numbers—デジタル・メディアのデザイン技法』ソフトバンク, 2001.
- [5] Processing 1.0 (BETA) , <http://processing.org/>
- [6] DrawBot, <http://drawbot.com/>
- [7] NodeBox, <http://www.nodebox.net/>
- [8] Context Free, <http://www.contextfreeart.org/>
- [9] Gallery of Computation generative artifacts, <http://www.complexification.net/>
- [10] FLIGHT404, <http://flight404.com/>
- [11] Code & form >> Computational aesthetics, <http://workshop.evolutionzone.com/>
- [12] Generator.x: Software and generative strategies in art and design, <http://www.generatorx.no/>
- [13] artificial.dk - your resource on net art, software art, and other computer based art forms, <http://www.artificial.dk/>
- [14] CodeTree: Watch Your Code Branch Out and Grow, <http://www.codetree.org/>
- [15] ウルフ・ポーシャルト『DJカルチャー ポップカルチャーの思想史』, 三元社, 2004.
- [16] Main Page - Toplap, <http://www.toplap.org>
- [17] SIGNWAVE UK - Home, <http://www.signwave.co.uk/>
- [18] KLIPP AV, <http://www.klippav.org/>
- [19] fluxus, <http://www.pawfal.org/Software/fluxus/>
- [20] dave's page of art and programming, <http://www.pawfal.org/dave/>
- [21] ChuckK => Strongly-timed, On-the-fly Audio Programming Language, <http://chuck.cs.princeton.edu/>
- [22] impromptu, <http://impromptu.moso.com.au/>
- [23] SuperCollider - Hub, <http://supercollider.sourceforge.net/>
- [24] ドナルド・クヌース『コンピュータ科学者がめったに語らないこと』エスアイビー・アクセス, 2003.

作品

外国人アーティスト

ドイツ

ゲオルク・ネース Georg Nees	28
ヘルベルト・W・フランケ Herbert W. Franke	36
フリーダー・ナーケ Frieder Nake	42
オイゲン・ロート Eugen Roth	50
ヴォルフガング・キークス Wolfgang Kikus	54

アメリカ

A・マイケル・ノル A. Michael Noll	60
ハロルド・コーエン Harold Cohen	64
マンフレッド・モール Manfred Mohr	72
エドワード・ザジェック Edward Zajec	80
ローマン・ヴェロスコ Roman Verostko	84

フランス

ヴェラ・モルナール Vera Molnar	90
エルヴィン・シュテラー Erwin Steller	98
エルヴェ・ユイトリック Hervé Huitric	102
モニク・ナース Monique Nahas	

スペイン

マヌエル・バルバディージョ Manuel Barbadillo	106
---------------------------------	-----

ゲオルク・ネース

Georg Nees



1926年ニュルンベルクに生れる。1946-51年Erlangen Nürnberg 大学で数学、物理学、哲学を研究。その後 Siemens, Erlangen でコンピュータ・グラフィックス研究をつづけ、1964年第1号コンピュータ・グラフィックス作品をGrundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft誌に発表。1969年“Generative Computergraphik”でM.Benseの下でDr. philを取る。作品展示はCybernetic Serendipity(1968), Gallery of Contemporary Art, Zagreb(1968,1969) その他多数。現在Erlangenで活躍中。

幼少の頃からネースの関心事は見ることで組立てることであった。彼は父母に与えられる色々な玩具を分解したり作り変えたりするのが好きだった。教会の鐘樓に上って鐘架を駄目にしたりしたが、その時初めて記号コードというものを知る。その後彼の興味は色や形に移り、芸術的郵便切手を集めたりしながら父母に教えられて神や世界についても考えるようになる。こうして彼は幾何学にこり、技師か物理学者になろうと思ったが、大学で実際には数学を勉強した。

卒業後ErlangenのSiemensに職を得、そこで1959年当時アナログコンピュータに代って登場してきたデジタルコンピュータのプログラミングを学ぶことになる。そこで考えたのはコンピュータ計算で数値に代り形を扱えないかということであった。そこで先輩のKonrad Zuseと彼の考案になるプロッタ型の作図機Zuse-Graphomatに出会う。そしてプログラミングによる図形生成のアイデアを固めるに至る。

1964年、このZuse作図機を使って初めて営利的でない幾何学図形（方形の中に20×14個の小さな23角形を描いたもの）を作る。これが彼の抽象的幾何学模様、非対称芸術への目覚めと愛著となった。彼はそこで考える。この図形の特徴は何なのだろう？そしてそれが偶然の適用であり、そのためにはある種の乱数の利用が必要であると知る。そうだ！計算された乱数こそ芸術家の個性ある自由の源泉なのだ。ネースはこのように思うようになる。

この頃彼の前に現れたのはMax Bense学派のHelmar Frankの編集になる季刊「サイバネティクスと精神科学」誌(Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft)である。それはサイバネティクスの下に制御と精神科学を統合するもので、その中身は美的情報と記号に関するものであった。彼はそこでテキストや図形の基礎となる美的状態が統計的なものであることを読み、自分の偶然図形の哲学をそこに再確認できたいに喜ぶ。

ネースはGrundlagenstudien誌の編者Helmar Frankにコンタクトをとり、彼を介してBenseに紹介して貰いBenseの所で研究することとなる(1965)。それまでテキストを対象としていたBenseはネースのコンピュータ図形が彼の情報美学を補完する重要な主題たりうることを認め、その研究に様々な協力と援助をして

くれ、更にそこで博士号取得を奨める。

あるコロキウムで次のような論争がなされた。ネースが自分の図形を壁にかけそれについて説明をした。その時そこにいた芸術家達は不満気に「コンピュータに筆触は出せないだろう」と言ったが、ネースはそれに答えて「それは筆触をプログラムできれば可能だ」と反論。そこに居たBenseは「ここにある図形は人工の芸術である。表面の手描きらしさを越えた深層の意味面を出すことが大事だ」と応援を入れ、コンピュータ図形が表現するのはこの独自の人工芸術としての価値品質である事を強調したのであった。

やがてネースは彼の作品6点に論文“Projekte generativer Ästhetik”を添えてBenseとWalther共編の“rot”19号に載せる。Benseは彼のコンピュータ図形における「生成generativ」の視点の初めての導入を大変高く評価し、これを彼の「美的状態」の概念とドッキングさせる。Benseはこの生成美学の新プロジェクトに新しい期待を寄せ、ネースの博士論文“Generative Computergraphik”はそれにそう事となった。

Benseの生成美学という言葉はN.Chomskyの生成文法に依る。言語が文法規則によって無限に適正文を生成するというチョムスキーのアイデアはそのまま図形の生成に適用可能である。短い直線分を図形のシラブルとすれば、図形文法の文とは白紙の中に直角に切り取られた枠面と見做せる。そうすれば白い枠とその中の幾つかの黒い線分シラブルからなる線描の文が生れ、この生成手続きがどこまでも反復される。こうして文として図形とその美的状態（構造）が生成する。

コンピュータ図形では画のアイデアは普通画像を作る数理的造形文法で形となるのではなく、プログラム言語によるプログラムでなされる。しかしここにはもっと抽象的な前段階があり、それはアルゴリズムと言われるものである。

アルゴリズムは正に動作規則をなす指令系で人類と共に古い歴史を持つ。そしてその系の構造は驚くほど単調なのである。各動作は周期的に反復される。例えば、1フィートづつの一連の動作とか、この歩行アルゴリズム動作の更なる分岐が、アルゴリズム進行のある場所、ある時点で、そこで出遭う論理的制約に条件づけられて起るのである。ところで、数理的造形文法という観点から見る限り、そこから生み出されるこの新しい美的

1 8-Ecke 1964

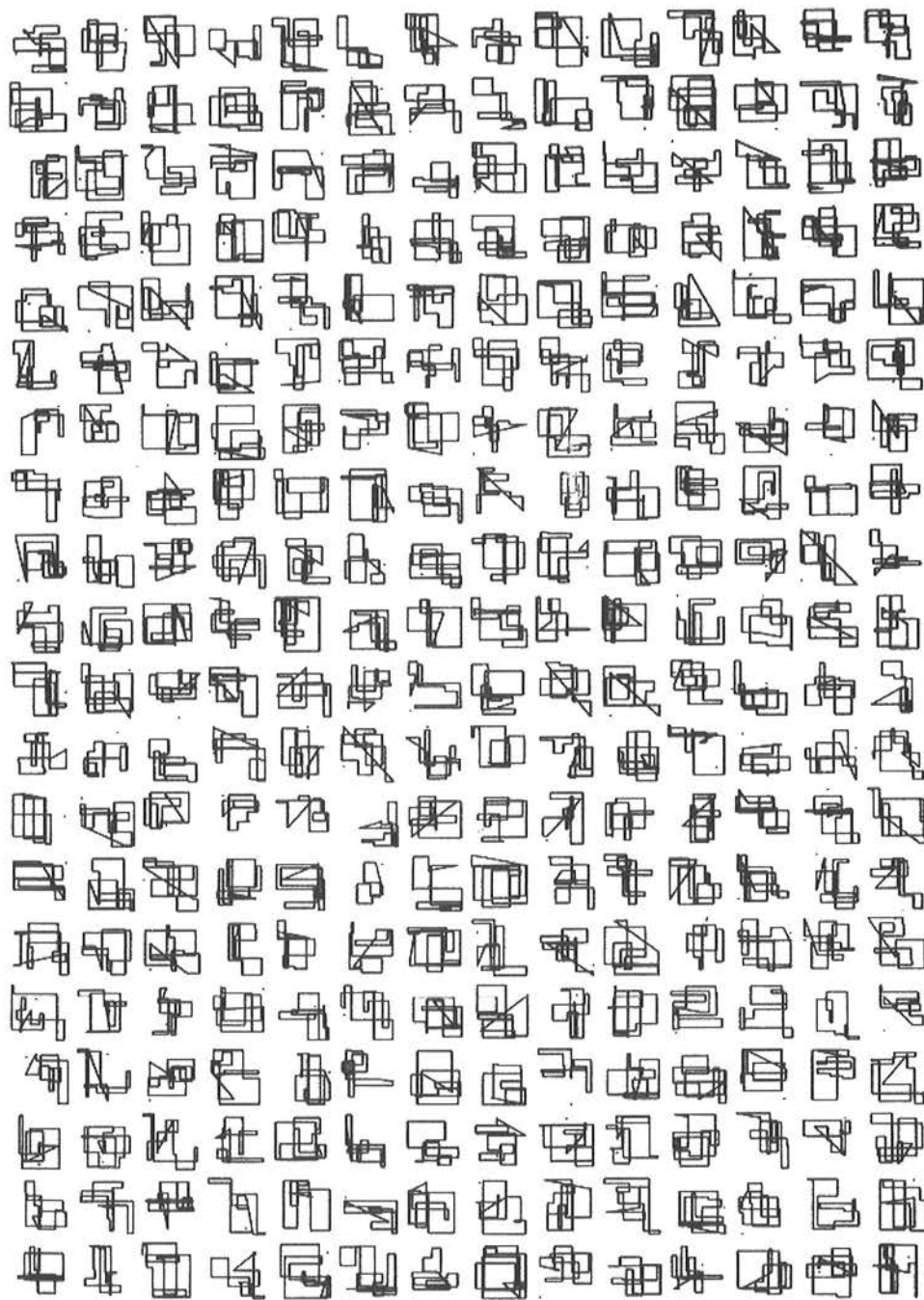
2 23-Ecke 1964

8-Eckeには280個の8個のコーナーをもつ図形がある。各頂点の座標は一辺が13mmの四角に収まるように選ばれている。23-Eckeも同様な方法で23個のコーナーをもつ図形が描かれている。23番目と最初の点は斜めに結ばれるが、それ以外は水平か垂直に前後と結ばれている。

サイバネティクスと精神科学の基礎研究誌5(3/4), 1964年12月, pp.123-124所収。



1



2

対象の限りなく作り出された結果は大きな反復であるに過ぎない。このような文法重視のやり方は類似した対象を数限りなく作り出すだけの事である。これに対し、アルゴリズムを重視することは、何よりも先ず第一に個としての作品作りにつながってゆくのである。

アルゴリズムは屢々命令方式で与えられる。例えば次のようなテキストは、画面内で水平にまた垂直につながる、50本の任意の長さの線分から構成されるランダムウォーク生成のアルゴリズムを表現する。

“小方形の枠画面内に偶然に始点を選ぶ。その後、次の4部分からなる動作を25回反復せよ。(1) 新しい点Pを偶然に同じ画面内へ選べ。(2) 前に選ばれた点から新しい点Pの横座標値の点まで水平線を引け。(3) ついで、その点Pの横座標値点からもとの点P自身へ直線を引け。(4) 最後に点Pを次の動作の始点とせよ。”

このようなアルゴリズムをもてば、人はこれをプログラミング言語に書くことができるであろう。そしてそのプログラムはテープにパンチされコンピュータに入力される。コンピュータはこのプログラムを実行し、描画テーブルをなすところのZuse-Graphomatのテープ入力センサーに入力されることになる。パンチされた新しい次のテープを打ちだす。描画テーブルを処理するZuse-Graphomatはこのテープを入力して描画する。これで万事終了！この描画法は少なくとも1960年になされたものである。現在は同じ描画をするのに、多くの色ピクセルをもったカラー・スクリーンが使われている。

ネースのランダムウォークのアルゴリズムは現在もっと変化に富んだ描画をなすことができる。例えば50個のウォークを200個に増やし、そうすると出来るランダムウォークのスクリーン上に表れる形は更に変化してくる。実際に描画そのものをする必要なしで、ランダムウォークのウォークの点を、描画の度に次々と増やすという一連の実験を繰返せば、そこでえられるシリーズの画面を見て、最終的にもっともっと稠密な、テクスチャのような構造の画面になってゆくことが想像頂けよう。

ところでここでネースは考慮すべき重要な点に気づいたのであった。即ち画面を観察している者は、じっと見ている内に、アルゴリズムの第2の層に入ってゆくということが起る。というのは、画の中のテクスチャ構造、それは観察者によって普通は全く思いがけなく知

覚されるものであるが、ランダムウォーク・アルゴリズムの第1の層には本来なかったところの情報であるからである。この新しい層の出現という現象に現代の科学的解釈を加える時、このテクスチャなる新層も、マクロな第1層の生成と同じくやはりアルゴリズムにもとづくものと考えられるのである。テクスチャ生成というのは、本来自然な人間の脳の知覚器官が実行・実現するアルゴリズムであるのだが、彼はコンピュータによる描画アルゴリズムの実験によって、現代のゲシュタルト研究の分野に入ってゆくことになると思う。

ネースはそこで考える。ここで我々がいかにか芸術に関わるか？それは理論家としてである。ではその科学とは何か？それは感性的直観の学としての美学である。その美学は何を対象とするのか？それは機械によって生成される幾何学的記号、コンピュータ・グラフィックスである。それは非対象芸術を作りあげたあの圧倒的に豊かな幾何学的ゲシュタルトである。パウハウスでのクレーの講義の強い刺激を受けてネースの幾何学による新しい形のこのような探索は不動のものとなってゆく。只こうした作品が芸術と言われうるかどうかは、一にかかって観る人の側にあり、プログラマーである彼自身の問題ではないと言う。

ネースは美学理論とコンピュータ実験の新しい場を創るこの人工芸術をMorphographieと呼ぶ。この美学的モルフォグラフィーは美的景観のトポロジーをなし、製作の心と作品の形体を研究するが、ここで伝統的シンメトリーの概念はより普遍的に冗長性という概念に変貌する。この冗長性は記号や物の反復的構成を示すものに他ならない。MondrianはニューヨークでPollockの絵を初めて見た時、「うーん！こんな絵もあるんか！」と驚いたといわれるが、彼がそこに見たのは新しいタイプの冗長性であつたらう。物とモデルの間に共通する冗長性があるとすれば伝統的絵画とPollockの画とは冗長性という点で一致する所があるのであろう。もしこの考えが正しいとすれば、コンピュータ図形は芸術のモデルたりうる。何となれば、コンピュータはその計算の本質上、再帰的構造を反復するものとして芸術への仲介者の役を果たすであろうから。

Künstliche Kunst -Wie man sie verstehen kann?より
訳：川野 洋

3 Bild 27 1965-68

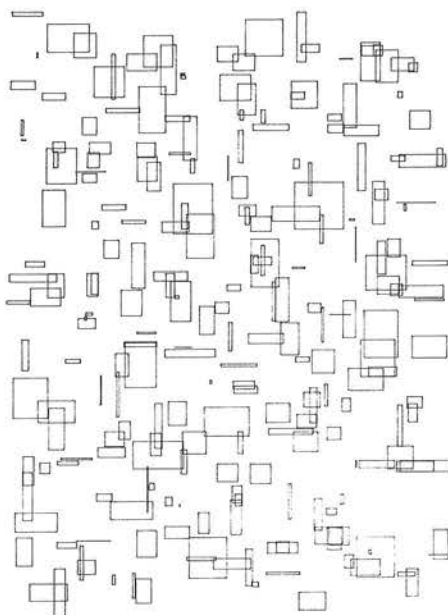
4 Bild 22 1965-68

5 Bild 24 1965-68

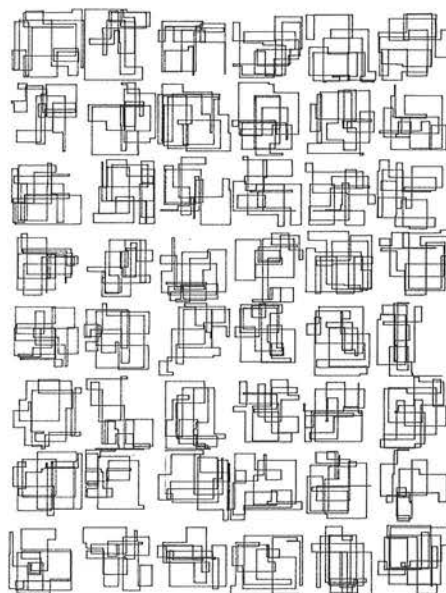
6 Bild 41 1965-68

作品27 (Bild 27) には以下のアルゴリズムを使っている。矩形のマトリックス状の点グリッドを想定して、各点の近くにランダムな大きさの矩形を描く。矩形のいくらかは重なるが、枠と重なる場合は破棄する。

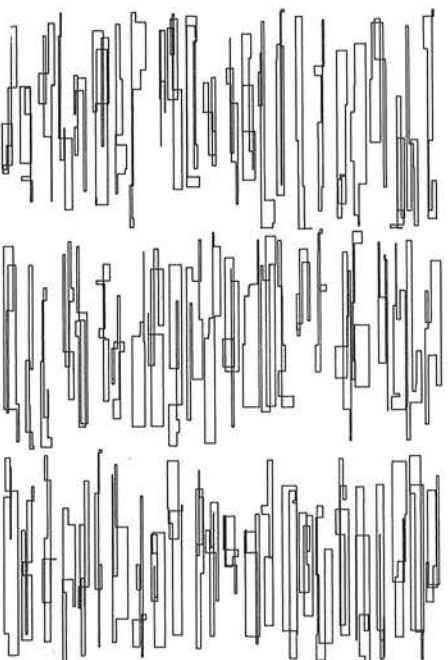
3



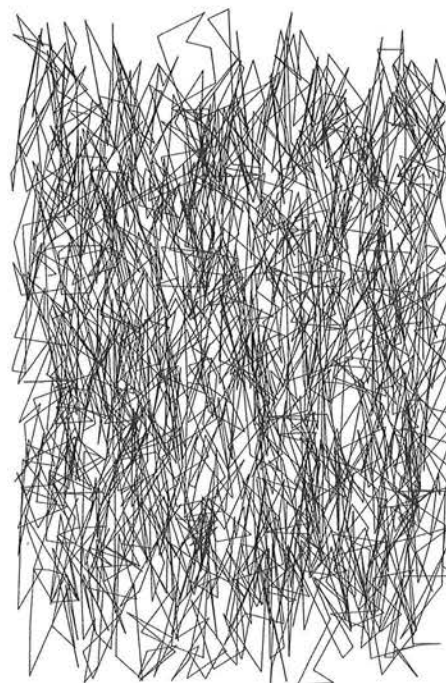
4



5



6



7 Bild 44 1965-68

8 Bild 45 1965-68

9 Bild 46 1965-68

作品 44 は、縦系と横系の交点がランダムに僅かに移動している機織りをシミュレートしている。作品 45 は、作品 44 同様に機織りのシミュレーションだが、ドローイングの中央部は変位が大きくなっている。作品 46 も、作品 44 同様に機織りのシミュレーションだが、このドローイングでは交点の変位が誇張されている。

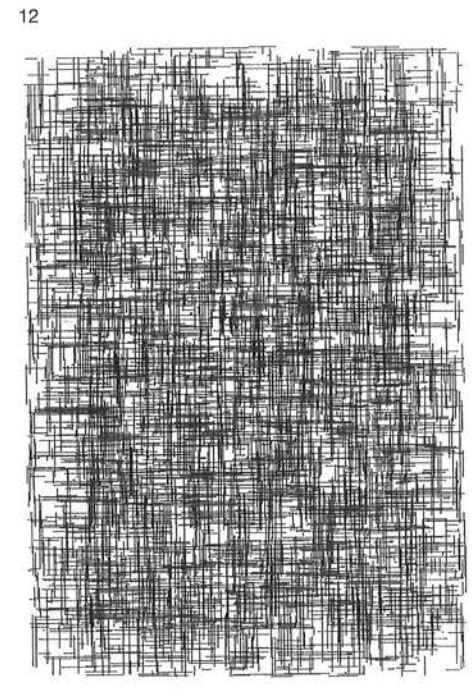
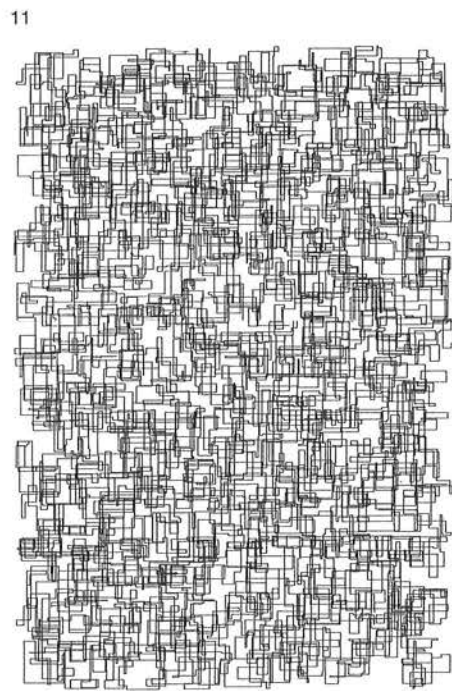
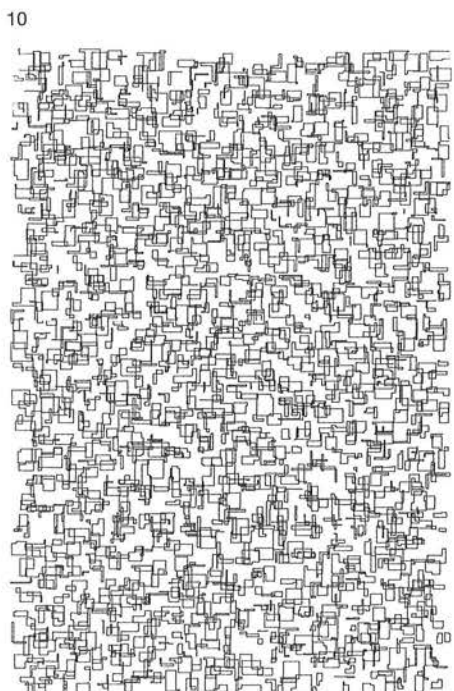
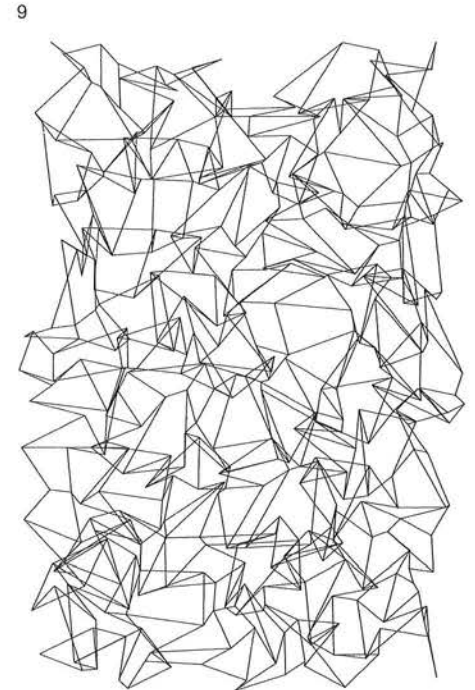
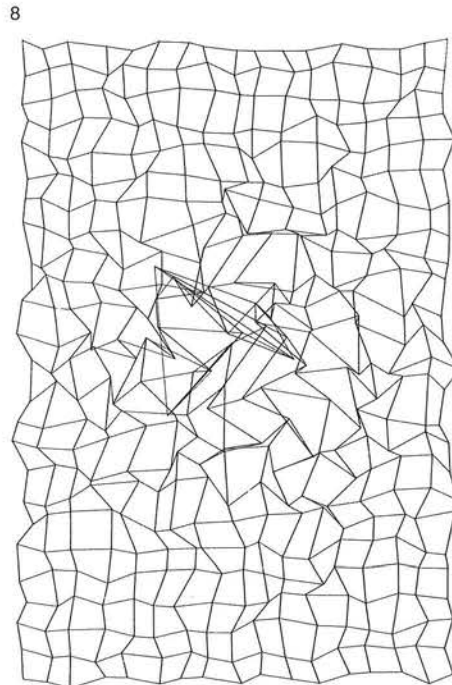
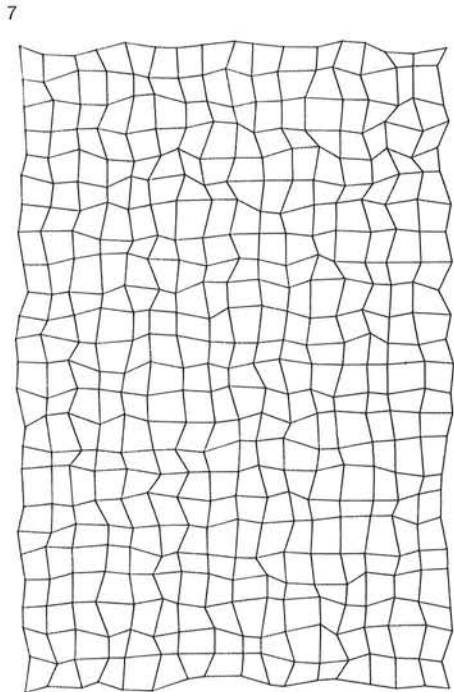
作品 44,45,46 のオリジナルはプレーメン美術館所蔵。

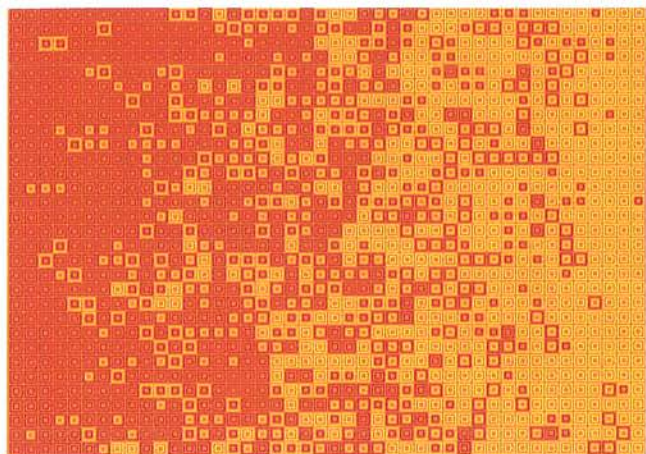
7 Bild 33 1965-68

8 Bild 32 1965-68

9 Bild 35 1965-68

作品 33 は、マトリックス状の点グリッドを想定して、6本の水平、垂直ストロークによる小さな閉じたランダムウォークを各点のすぐ近くに描く。さまざまなランダムウォークが重なりあっている。





13

13 6人の作家によるポートフォリオ

Ars Ex Machina, Gilles Gheerbrandt 編 1972, 所収.

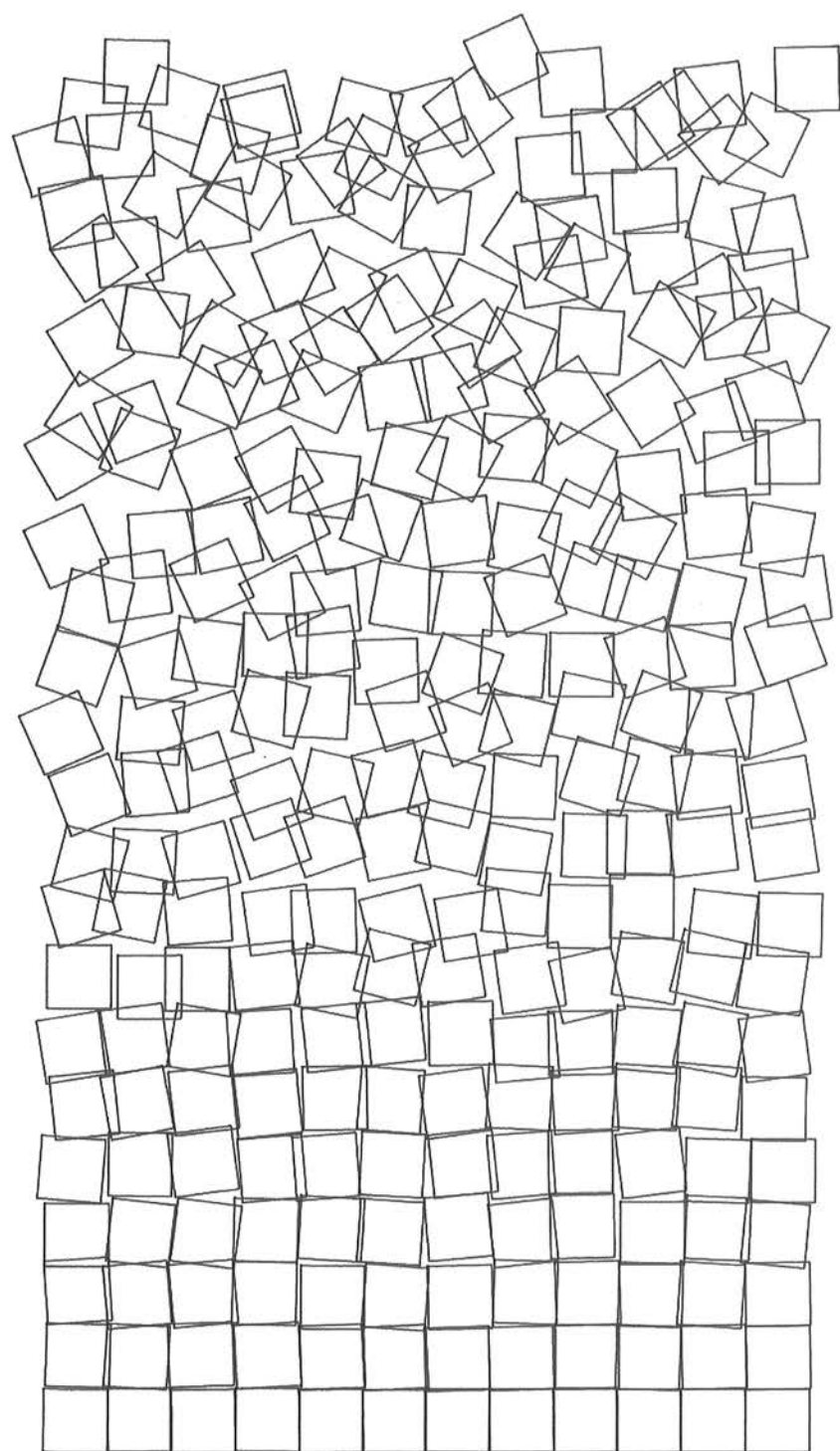
14 Curls 1965-68

円弧を伴うランダムウォークによって制作。個々の弧はスムーズに次から次へとつながっている。画面の枠ではね返る。

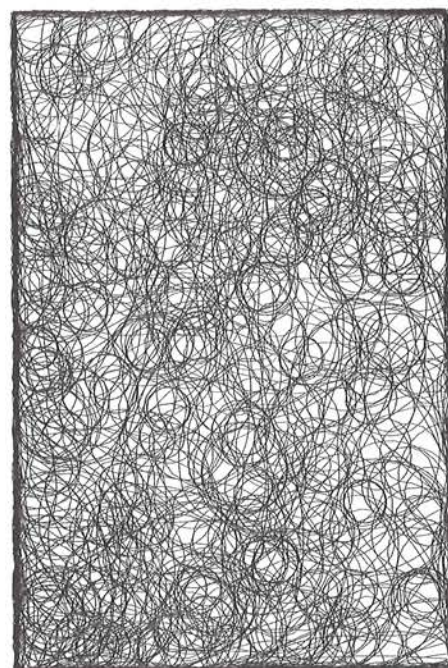
15 Schotter (碎石) 1965-68

この絵はゆっくりとした移動と回転によって石のような形状のグリッドが砕けるところを示している。

Siemens 2002, ALGOL, Zuse graphomat,
30×21cm



15



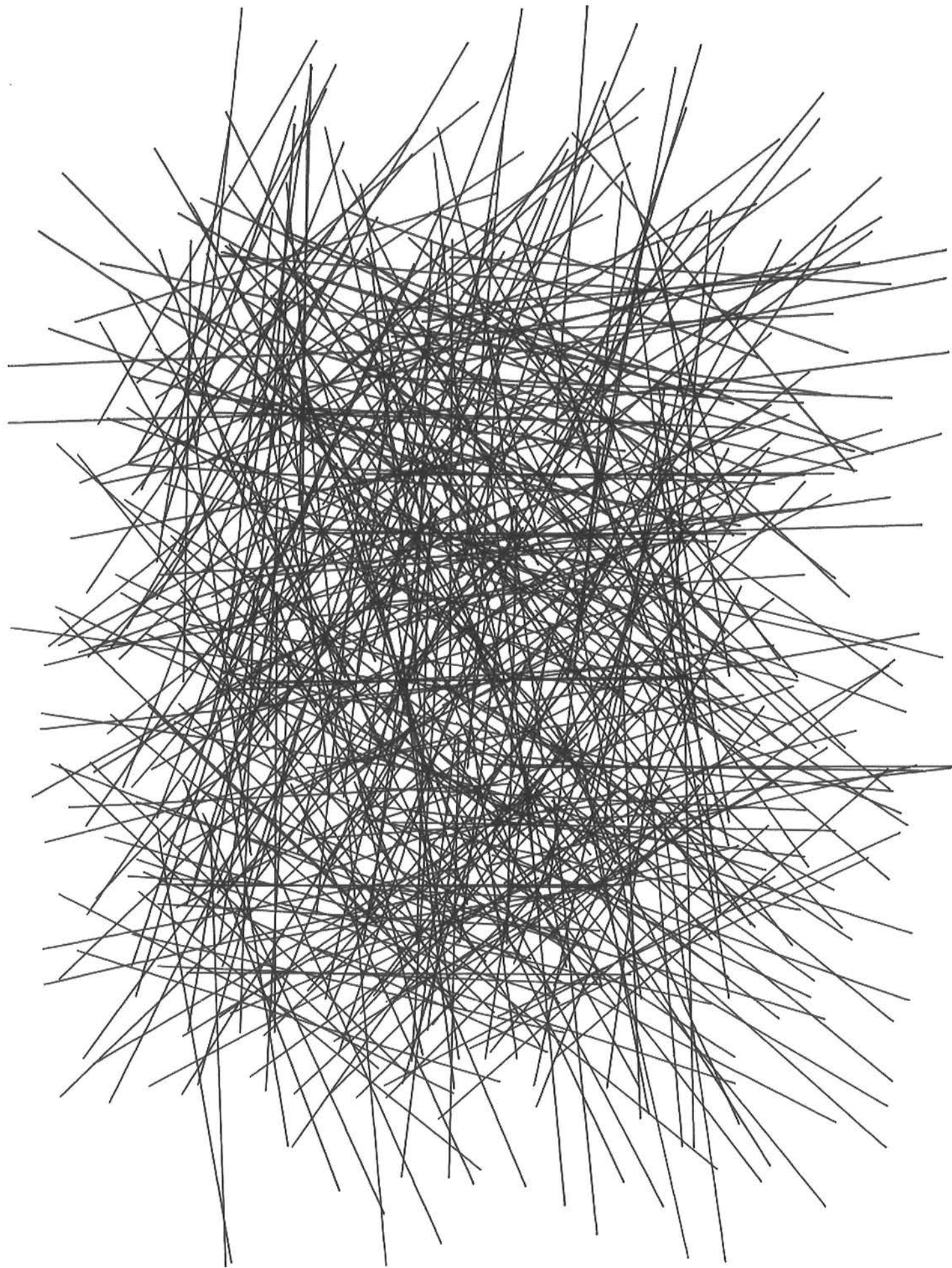
14

16 Heap of the Game Mikado (ミカド遊びの山)

1965-68

タイトルは棒の山から一本づつ引き抜いてゆくミカド遊びに由来する。

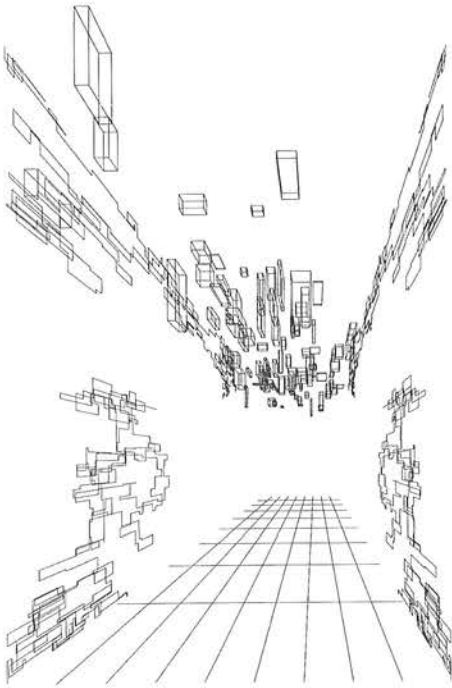
Siemens 2002, ALGOL, Zuse Graphomat,
30×21cm



17 Corridor (通廊) 1970

ランダムなストロークとスラブでできた回廊のような空間設計を見せている。左壁に見える二つのランダムウォークが右壁に反射している。処理は、始めに空間点のペアを立体的に定義する。次にこれらのペアを面に投影して、それらの点をストロークによって結んで目に見えるようにしている。

Siemens 2002, ALGOL, Zuse-Graphomat



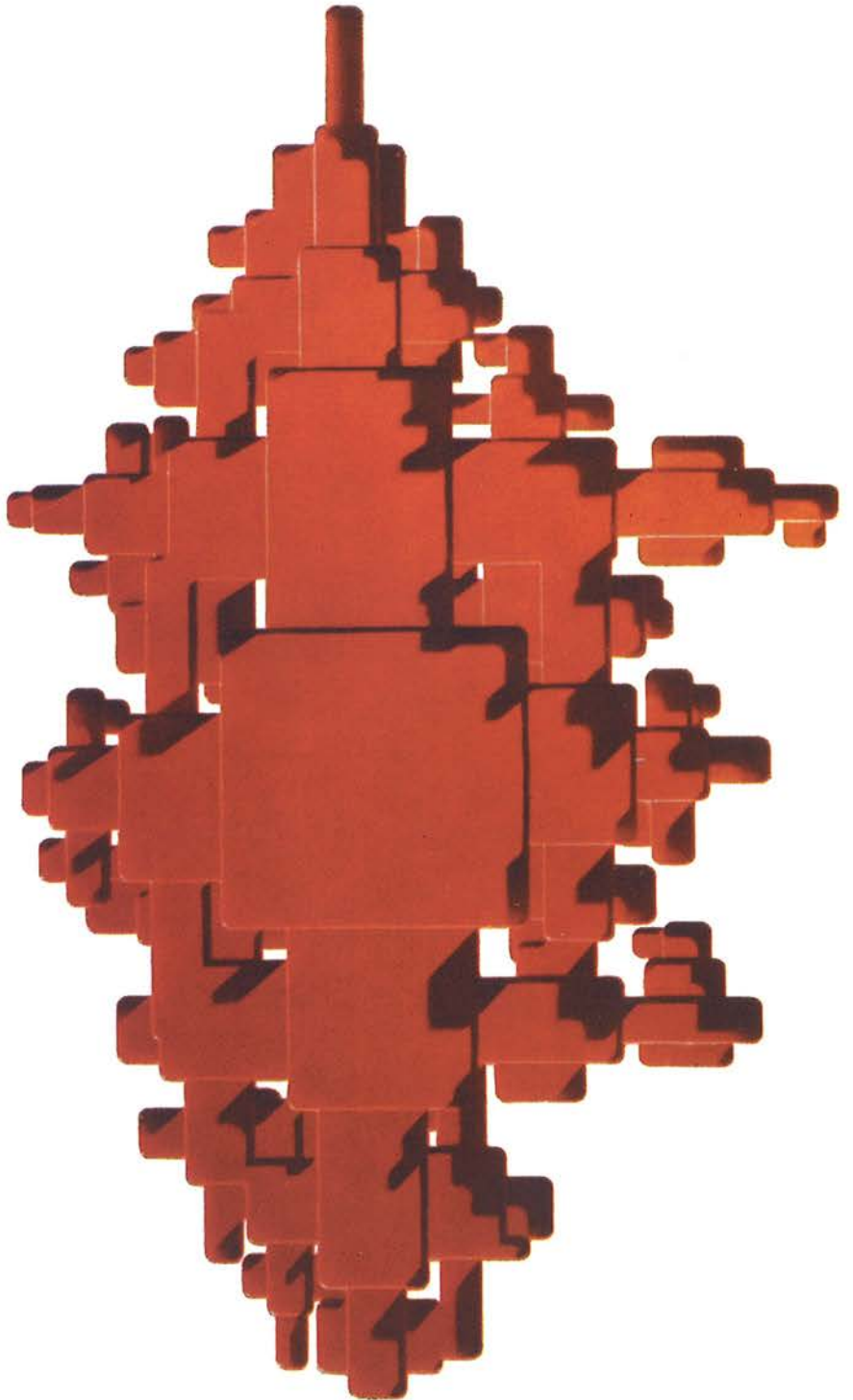
17

18 Relief red [写真] 1970

Relief black のアルゴリズムとの違いは、確率要素の扱いにある。再帰処理は中央の大きな正方形から始まって矩形が順次追加される。矩形の寸法は乱数によって規制される。配置される矩形が設定以下の大きさになったら再帰処理を終了する。

Siemens 2002, ALGOL+EXAPT1, NC マシン,

高さ：約 100cm

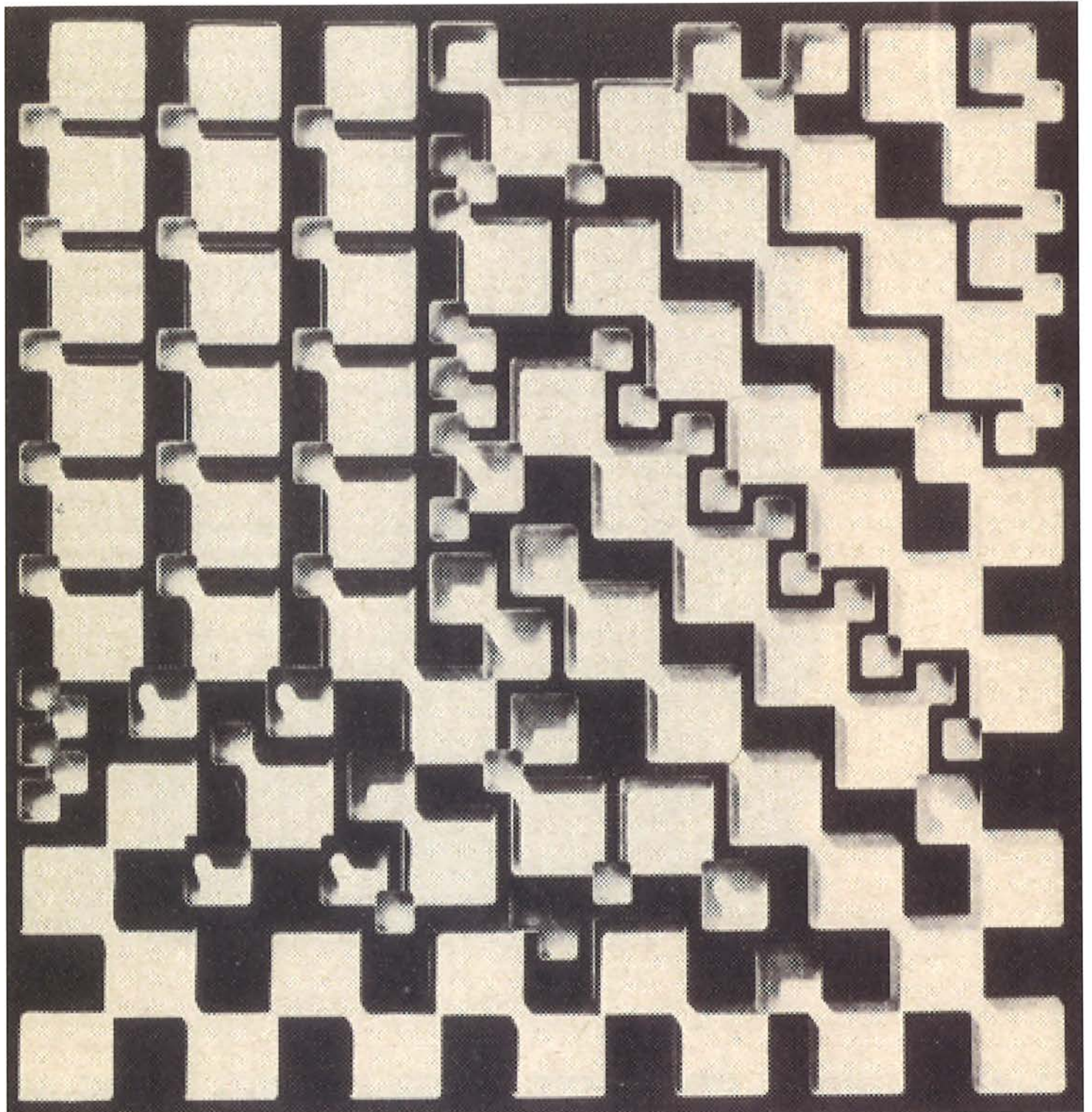


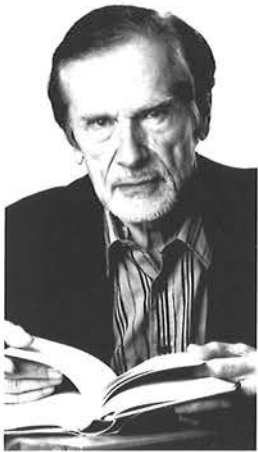
18

19 Relief black [写真] 1970

アルミ製レリーフ。ALGOLで個々のポケットの座標
ファイルを作成して、これを数値制御工作機械用のプロ
グラム言語EXAPT1に入力する。EXAPT1が仕上げの
掘削機械用パンチテープを出力した。

Siemens 2002, ALGOL+EXAPT1, NCマシン,
寸法: 100×100cm





ミュンヘン郊外在住。1927年ウィーン生まれ。1950年代のアナログコンピュータとオシロスコープを使った時代から現在まで、50年以上にわたる創作活動は、そのままコンピュータグラフィックスの歴史でもある。またドイツを代表するSF作家としても著名で、現在も新作の発表が続いている。

ヘルベルト・W・フランケ

Herbert W. Franke

コンピュータグラフィックスをアート作品の制作に利用することは、最重要ではないにしても、最も興味深いデジタルシステムの目的である。ここには、新しいアイデアを検証したり、新しい手法を導入するためのフィールドがある。実験的な方法で新しい装置を駆使する作業は従来の手法の表現の可能性を拡げ、その結果はより実用性を志向する領域とアート領域のどちらにも高い価値がある。これが日常生活とアート、テクノロジー、サイエンスとを結ぶデジタルグラフィックスの一面である。

私がコンピュータグラフィックスシステムをアートに利用する未知の領域を発見しようと最初の試みを始めた時には、幾何学的な要素と数式による曲線を扱わなければならなかったが、その結果は単純で素朴なものに感じられた。ビジュアルアート、さらに一般のアート分野の普通のツールとなる方向に向かっていくという発展の希望を抱かせるのは、結果そのものよりもアプローチの新しい方法のほうだった。

今日では、絶え間ない進歩は容易に納得され、強力な障害となっていた美術史家から聞こえてくる紋切型の否定的論評も過去のものとなった。

1950年代に始めて以来、私はプログラムによる、電子装置を用いたビジュアルアート作品を制作してきた。アナログからデジタルコンピュータへ、メカ式のプロッタから高解像度多色のスクリーン表示へ、静止画からアニメーション、さらにインタラクティブ作品への変遷、また音楽との組み合わせを経験してきたが、今日でも新しいタイプのビジュアルアートに魅力を感じている。わずか40年の間のテクニックの成熟は驚くべきものに思えるが、1956年から2006年までの数百点の私の画像作品を見ると、アートとしての進歩ばかりではなくサイエンスの進歩という印象も受ける。コンピュータシステムの開発は今もなお終わっていないのだということを誰も忘れてはならない。すなわち、ビジュアルコンピュータアートは可能性を探り、拡大を続けているということだ。まさにこの状況はコンピュータグラフィックスのアクティビティが、これまでと同様に、創造性のための挑戦であるということである。

数学のビジュアライゼーション 1979 - 1991

コンピュータグラフィックスの面白さの一つが数学を視

覚化できることだ。1979年から1991年にかけて、私はハードウェア+ソフトウェアのデジタル画像解析システム DIBIAS を使う機会があり、このシステムの開発者の一人、ホルスト・ヘルビヒ (Horst Helbig) といくつかの数学分野での視覚化の研究をした。

a 美的特質を伴う数学分野の視覚化

b アートとサイエンスの相互接続

c デジタルアート分野での新しい生成的手法の応用例
結果の一つは、全ての数学分野が関係して視覚的特徴を生じさせるということだ。視覚的構造は独自の美的特質を備えているので数学知識のない人でもその領域を理解することができる。この事実にもとづいて私たちは「実験美学」のアルゴリズムを、科学的センスはないが適当な美的表現のある画像の制作に使った。これが「サイエンスアート」や特に「数理アート」につながった。

3D プロジェクト 1992 - 2006

コンピュータグラフィックスという手法は制作にとりかかる前に彫刻作品の構想を視覚化してくれる。たとえば安定性などの物理的技術的条件を検討できる。こうした方法は、計画、準備、形状の説明、とりわけ実現にあたって有利になる。プログラムコードを変更できるので、コンピュータ制御の裁断や切削機械のためのアプリケーションが可能だ。

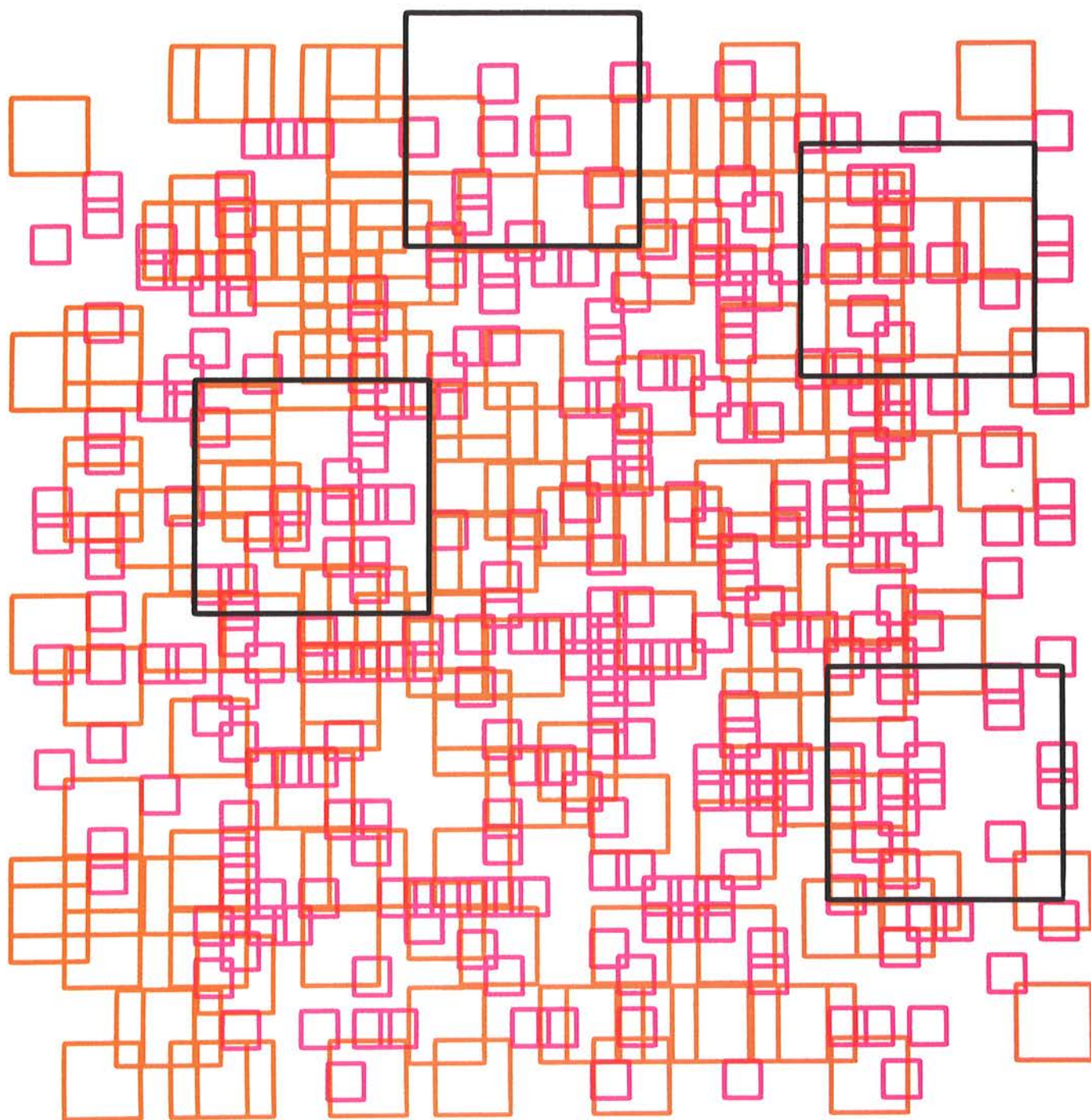
この方法はアートでは新しく、高精度な彫刻作品を制作できるが、結果は古典的な彫刻と同じだ。一方で、アートツールとしてのコンピュータの最も興味深い点はアート作品のレパートリーの幅を拡大する可能性にある。疑問はコンピュータが我々を彫刻の新しい領域に導くのだろうか、ということだ。

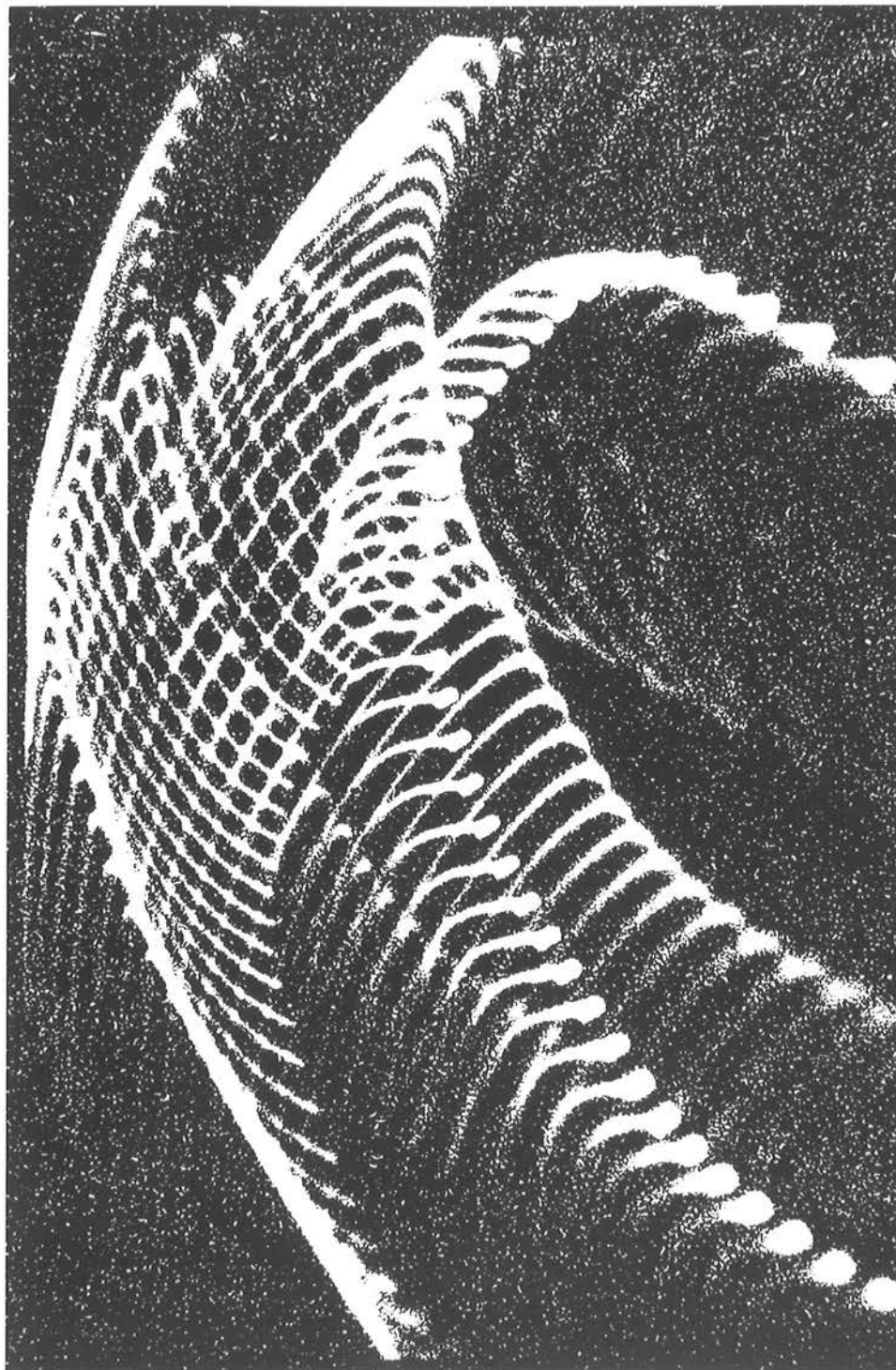
答えを得る一つの方法は、物理的な条件を無視して実現できそうもない3D形状をデザインすることだ。コンピュータグラフィックスシステムがこうしたオブジェの画像制作も可能にするのは注目値する。オブジェが物理的に実現できない理由は何か。私は Mathematica ソフトウェアシステムを機械的条件の影響を受けない (例えば宙ぶらりん) とか、不可能な動き (例えば浸透) をする3Dオブジェクトのリアルな表現を実験するために使った。

訳：阿部 好志

1 Quadrate (正方形) 1970

この作品はサイズの異なる三つの正方形アンサンブルを重ねている。配置はランダムだが、正方形のボリュームは情報美学者で哲学者のマックス・ベンゼ (Max Bense) の式に従っている。この作品は視覚効果を最大にする「美の測度」に通じるはずだ。



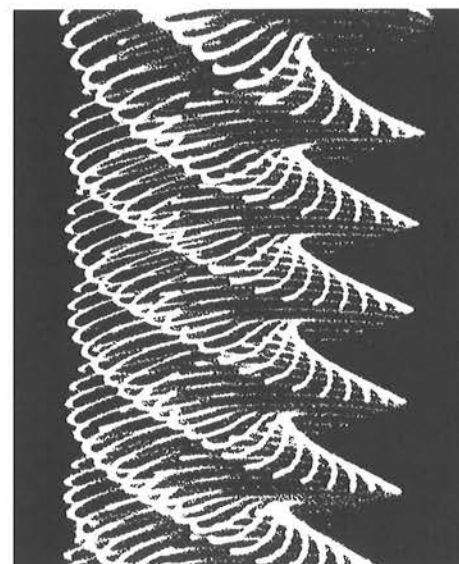


2

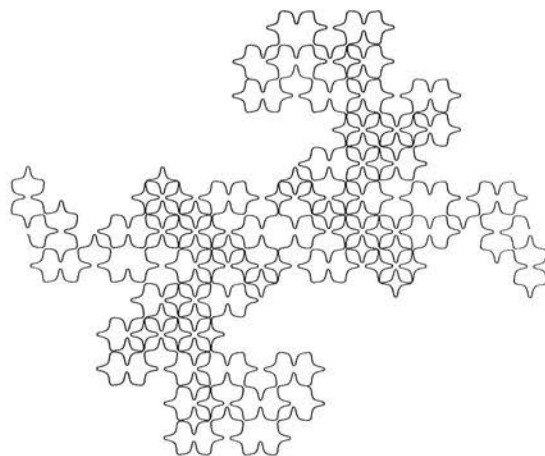
2-3 Elektronische Grafiken (電子ドローイング)

1956

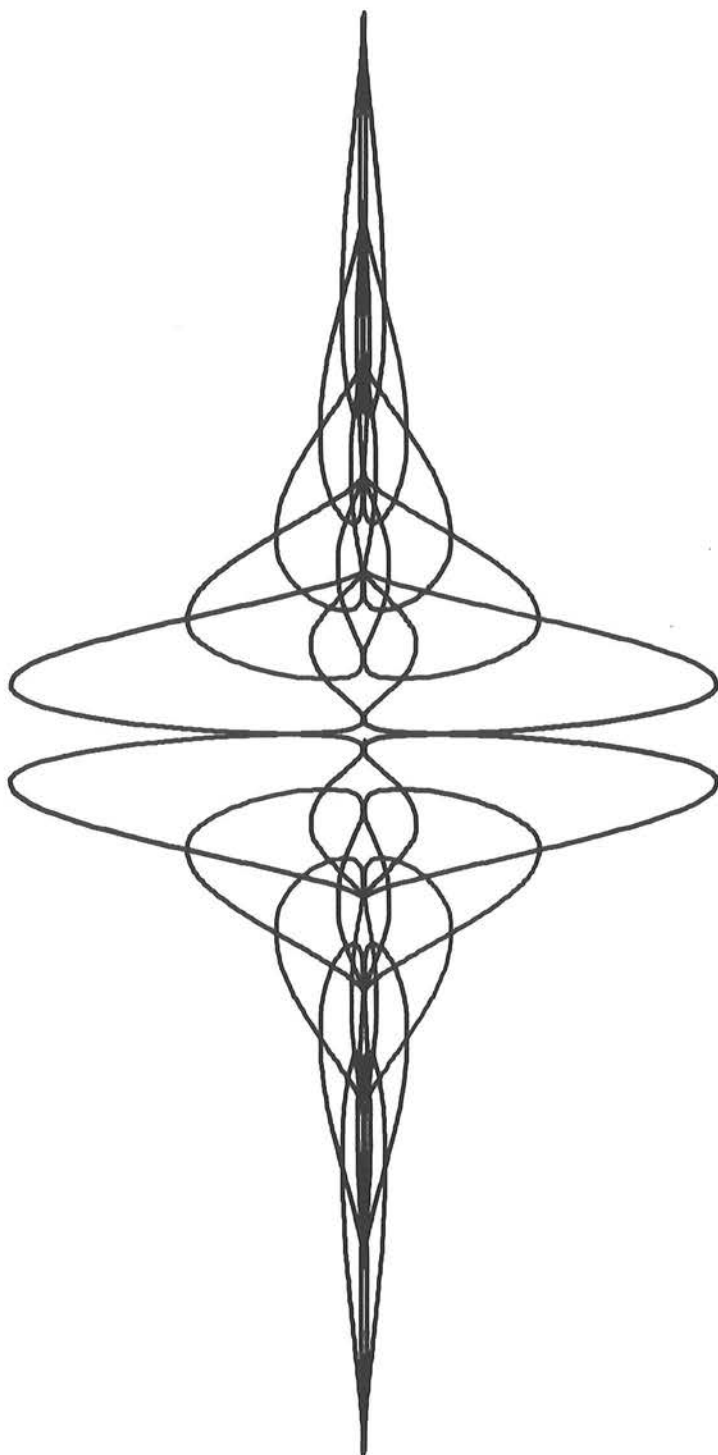
電子ドローイングの最初のシリーズであるこの作品は、フランツ・ライマン (Franz Raimann) 博士が私の希望を汲んで組立てたアナログコンピュータと管面直径5cmのオシロスコープを使って制作した。基本的なアイデアはリサージュ図形をベースにした波形の重ね合わせだが、湾曲した部分にはアナログシステムで作成した別の波形を使っている。



3



4



5

4 DRAKULA (重ねられたドラゴン曲線) 1970/71

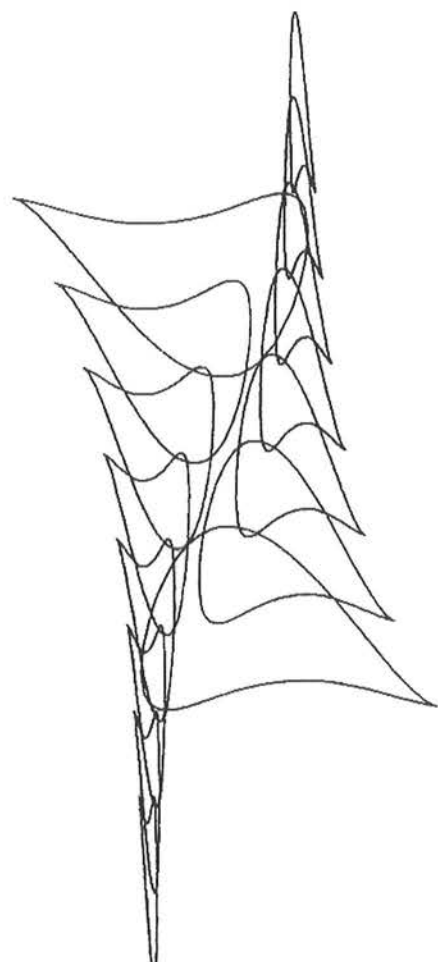
ドラゴン曲線はある架空の生物に似ていることに由来する非交差の再帰曲線である。この曲線は論理処理の反復によって組み立てられる。私の作品では順番に自分で作った画素をセットしたためにドラゴン曲線が平面充填曲線でもることがよくわかる。この方法を使うと、特に二枚か三枚を重ね合わせた場合に、美的視点からも曲線がさらに興味深いものとなる。

(DRAKULA: Drachenkurven, überlagert)

5 - 6 KAES (美の曲線) 1969

このシリーズの基本はドローイング要素として代数曲線を使うことにある。そのために、ペーター・ヘンネ (Peter Henne) と特別なプログラム言語を開発した。それは、まず曲線を生み出すことができる。それから変換処理によってこのレパートリーを拡大することができる。全ての要素を合わせて新しい包絡線の図形を作り上げるために、私たちは最後のステップでこれらの要素を重ね合わせた。

(KAES: Kurven, aesthetische)



6



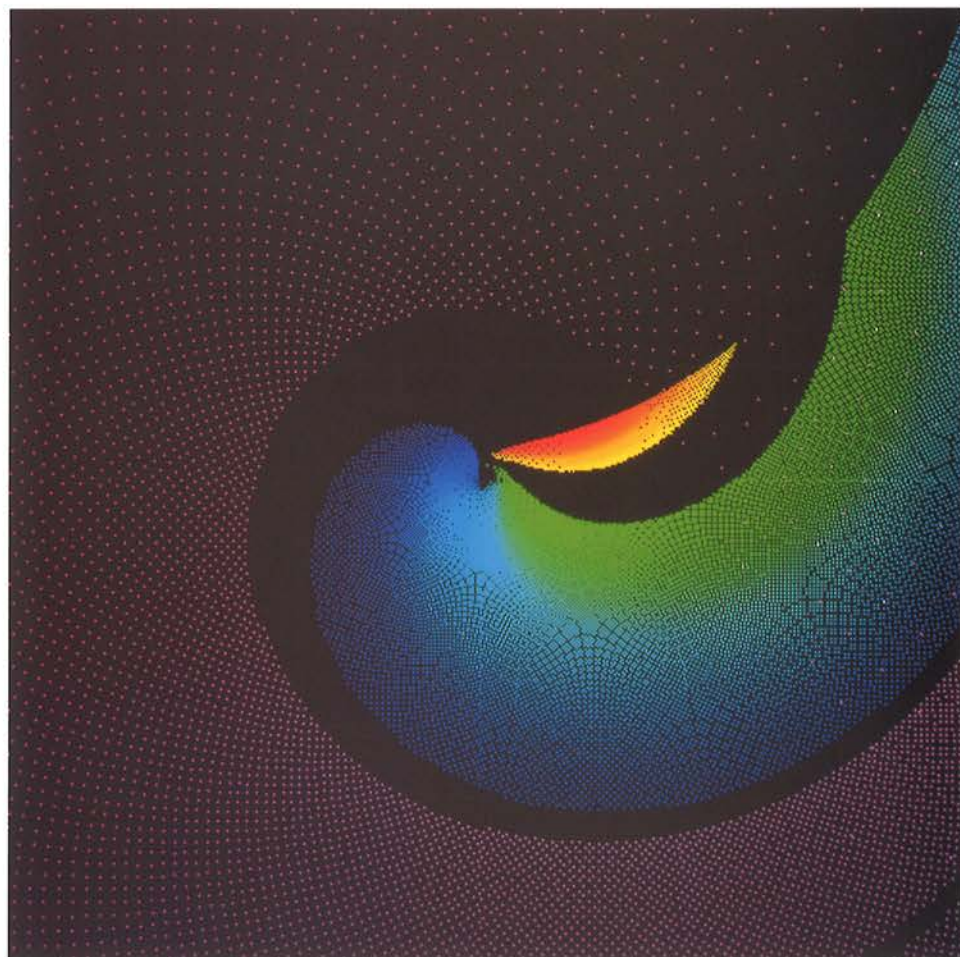
7 - 18

DIBIAS (デジタル画像解析システム) 1979-91

DIBIASの開発者の一人であるホルスト・ヘルビヒと一緒に、いくつかの数学分野の視覚化を研究した。一つの結果が全ての分野には特性的な視覚構造があるということだった。この構造は美的特質を孕んでいて、そのために数学知識のない人でも同じ数学的基礎の原点を理解することができる。そこで、科学的センスはないが、適当な美的表現のある画像の制作のために、わたしたちは「実験美学」のアルゴリズムを使った。

(DIBIAS: digitales Bildauswertesystem)

7

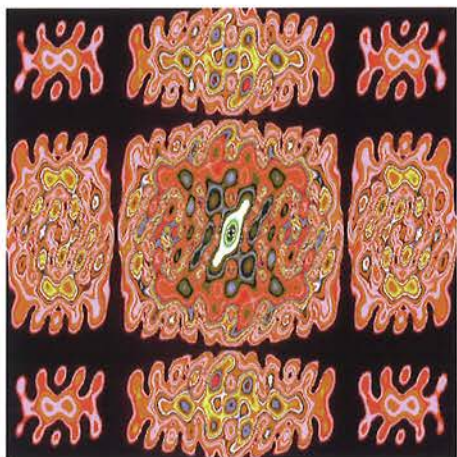


9

8



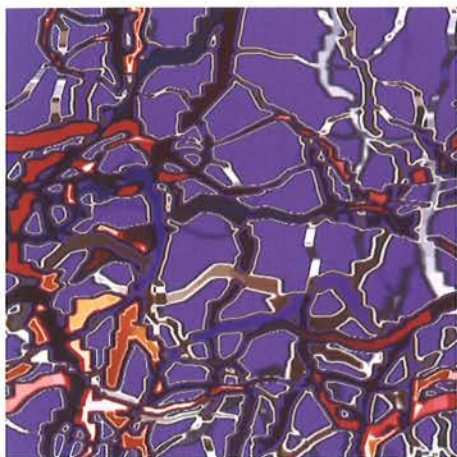
10



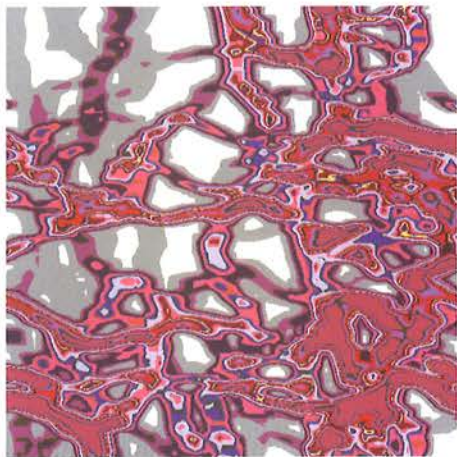
11



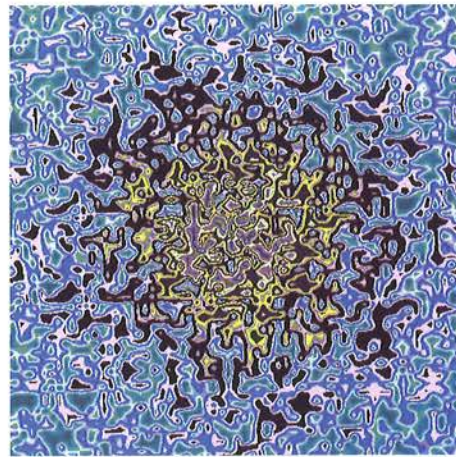
12



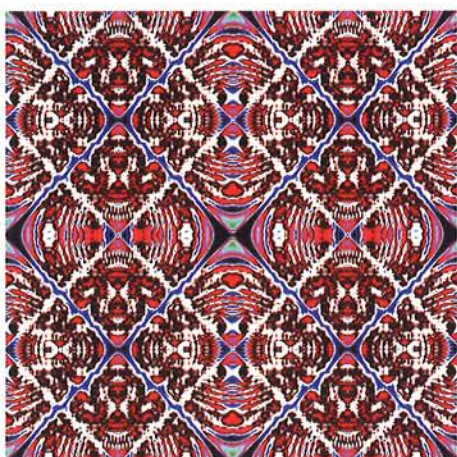
13



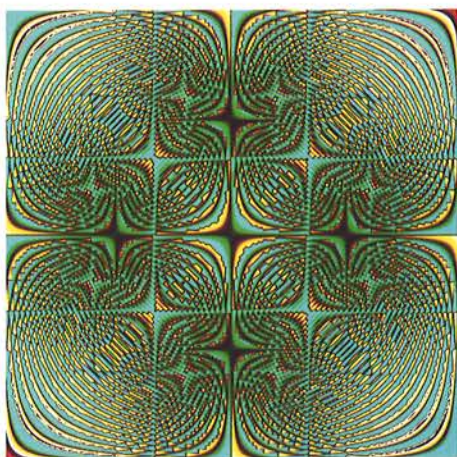
14



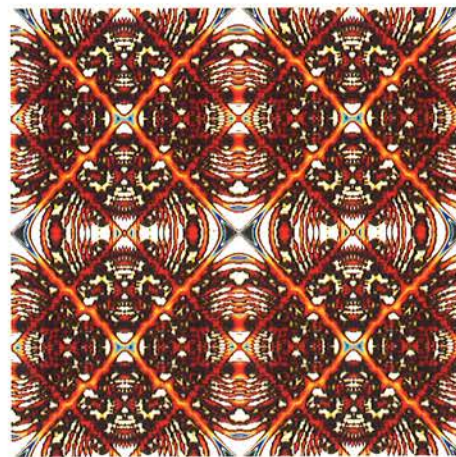
15



16



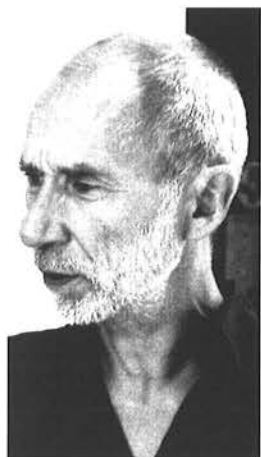
17



18

フリーダー・ナーケ

Frieder Nake



ブレーメン在住。1938年シュトゥットガルトに生まれる。シュトゥットガルト工科大学の数学科学学生頃からコンピュータに親しみ、1965年のゲオルク・ネースのコンピュータ画像展示に触発されて、作品制作を始めた。現在はブレーメン大学で情報理論を教えている。

1963年のある日、シュトゥットガルト大学で数学を専攻して、コンピュータセンターの学生アシスタントだった私は、ディレクターの先生からZuse Graphomat Z64という新しいドローイングマシンの基本グラフィックパッケージを開発するように言われた。コンピュータセンターはこの新しいマシンの最初の一台を発注していたが、届いたのは三台目だった。研究者がSEL ER56コンピュータを使ってグラフィックス出力できるソフトウェアがなかったので、これをきちんと設計して実装することが私の仕事になった。

Z64は重量のある大型フォーマット（およそ1メートル四方）の高精度フラットベッド型ドローイングマシンで、デジタルコンピュータの紙テープで制御される。平らな台には様々な記録紙がセットでき、アーティスト用の墨を使うドローイングペンを使えた。

プログラム開発を求められた時には、この新しい仕事は何を要求するのか分らず、仕事を引き受けた時に、これが私の人生を変えることになるとは知る由もなかった。私のコンピュータグラフィックスとコンピュータアートのキャリアは、この時、ヴァルター・クネーデル教授がこの仕事をもってきた瞬間に始まった。美学やデザインとコンピュータ科学をかけもちすることになった。

このソフトウェアのテストの時には、擬似乱数発生（数学）、プログラミング（コンピュータ科学）、美学（人文科学）に関する知識を総動員した。回転や伸縮を加えてきちんと並べた三角形や四角形ではなく、マシンを困らせて、マックス・ビルよりもジャクソン・ポロックのようにドローイングさせようとした。私はどちらの画家の絵も好きなのだが、ほんの少しの時間で、違ったデザインが現われるのだった。

コンピュータプログラミングからコンピュータアートへのブレークスルーには第二の出来事が必要だった。1965年2月に、ゲオルク・ネース（シーメンス社）がコンピュータで出力したドローイングの展示をした。哲学者で、情報美学の創始者でもあるマックス・ベンゼ教授が熱心になってシュトゥットガルト大学の美学研究室にあるギャラリーをネースに提供した。ベンゼはこのスペースに実験的なアート作品（ほとんどは具象作品だった）を展示して、ゼミで学生に議論させていた。当時、1965年初め、このゼミは情報美学を育む土壌となって全く新しい分野を生み出した。生成美学である。

ベンゼはネースの作品を展示する機会に“Projekte generativer Ästhetik(生成美学プロジェクト)”という標題の短い文章を書いた。このテキストがコンピュータアート宣言となり、展示は世界初のデジタルアート展覧会となった。

近隣の著名アーティストのグループが訪れたが、彼らの多くは目にした“アート”を嫌悪した。そこでベンゼは、かれらの憤慨を和らげるために、コンピュータ作品のために“artificial art（人工芸術）”という言葉を選びだした。

私も訪れたが、違うことを想った。こうしたドローイングをギャラリーの壁に掲げることができるのなら、私も自分のプログラムで作れるドローイングで同じことをしよう、と。これが実現したのである。

展覧会、講演要請、テレビ出演、アート雑誌、アーティストとのつきあい、一人の若者の非常にエキサイティングな時間が流れ始めた。1968年8月に二つの重要なイベントが開催されたが、シュトゥットガルトで生まれたアイデアがそれらのきっかけとなっていた。ロンドンのICAで開催されたCybernetic Serendipity展とクロアチアのザグレブ市ギャラリーで開催されたTendencije 4“Computers and Visual Research”である。

ロンドンの展覧会は楽しく、騒がしく、子どもが多かった。ザグレブのシンポジウムと展覧会はまじめで、論理的で、大人のものだった。両者の間で、デジタルメディアの新しい世界がゆっくりと誕生しようとしていたが、そのことが明らかになるには更に30年を要した。

1971年に、私は『コンピュータアートなんか要らない』という短い文章をPAGE（イギリスのCASの機関紙）の第18号に寄稿した。1974年に『情報処理としての美学（Ästhetik als Informationsverarbeitung）』を出版。

以上だ。約10年の興奮の後に、私はこの分野を離れた。

誰でも知っているように、その後1970年代半ばから1980年代半ばの10年というわずかな時間に、多くのことが起こった。PCによって、特にマッキントッシュとアドビ製品によって事情が変わりはじめた。現在は、きわめて活発で、すばらしいアイデアにあふれ、重要な傑作のある、全く新しい世界がある。アルゴリズム

1 Hommage to Paul Klee 13/9/65 Nr.2 1965

3 Random Polygon 13/9/65 Nr.7 1965

4 Random bundles of lines

12/7/65 Nr.2 1965

1965 年シュトゥットガルト

computer: ER56 / drawing: Graphomat Z64

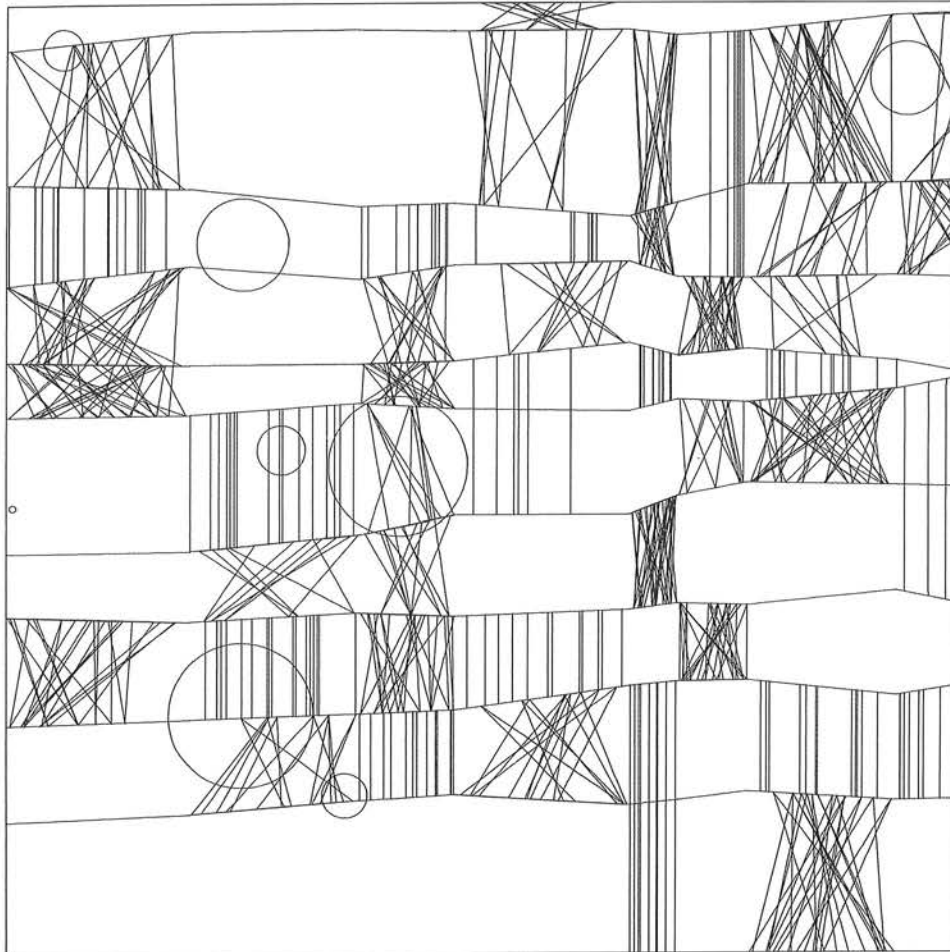
マクロ美学とミクロ美学(全体のフォルムと細部の決定)
を組みこんだ特別なプログラムをベースにしている。

2, 6 直線群と平行線の長方形 1965

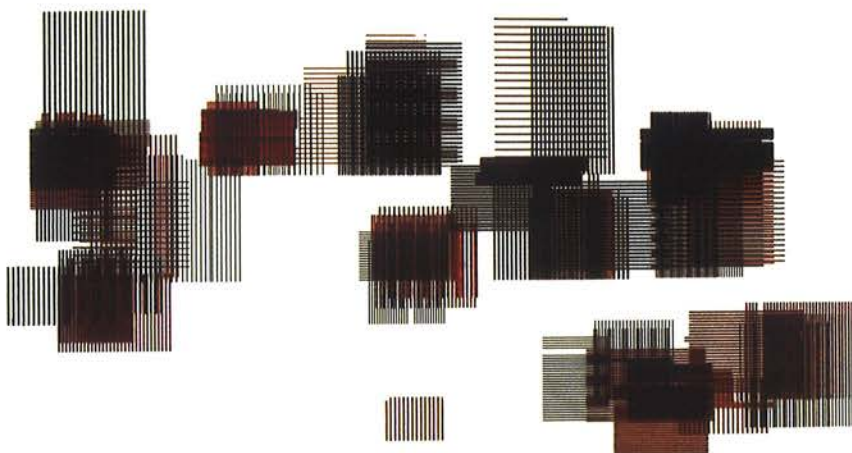
computer: ER56 / drawing: Graphomat Z64 /

50×50cm / 2 色

狭い範囲で長さが変化し、間隔も変化する縦の直線群が
下地パターンを形成している。その上に平行線による長
方形が乗っている。これを作成するための偶然性要素と
して、長方形の総数/場所/大きさ、平行線の密度/方
向(縦か横)、ペン(色)の選択を与えている。



1



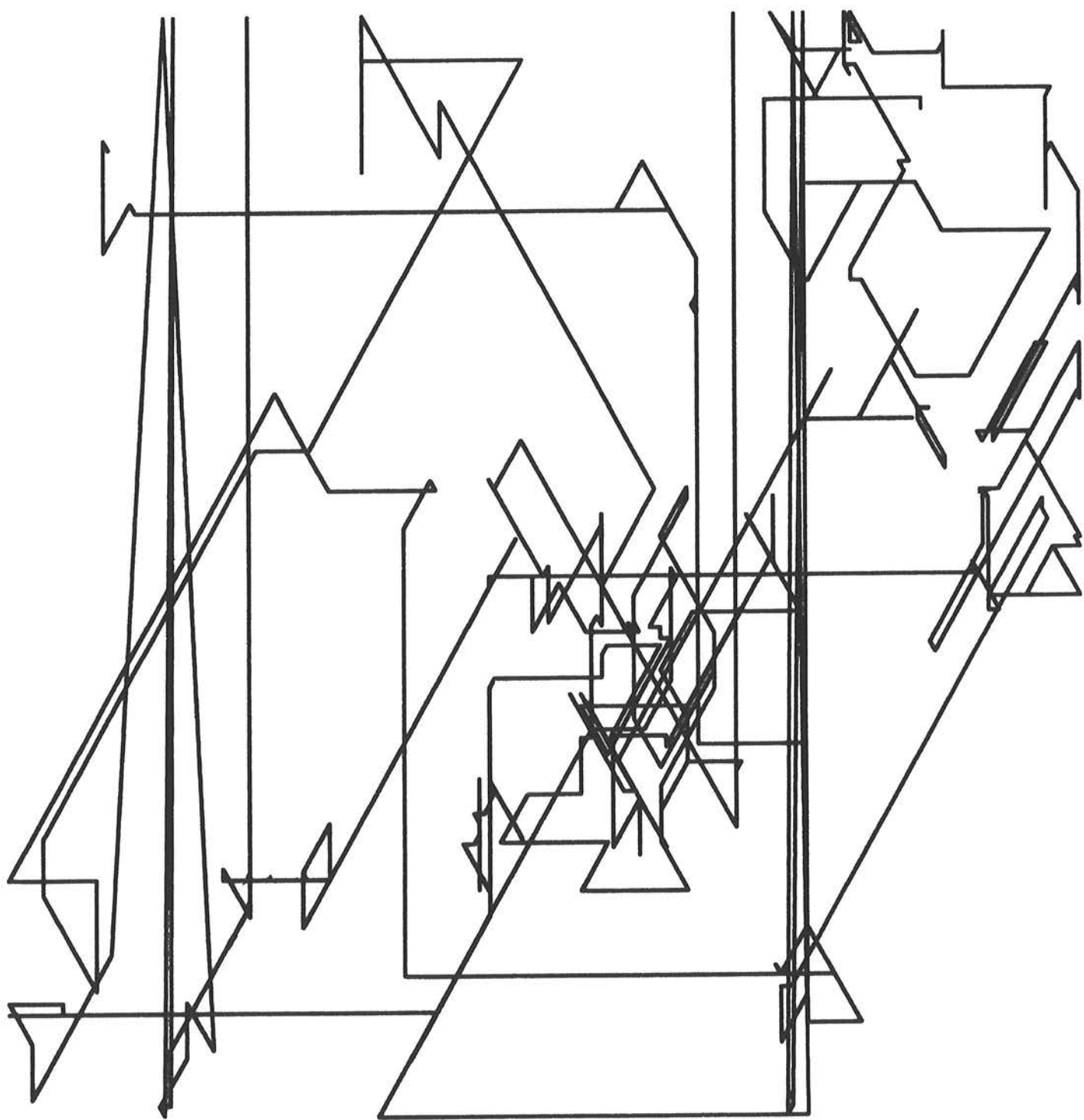
2

ムによるデジタルアートはアートの歴史とアート市場
に受け入れられ、教育機関と研究プログラムはディジ
タルメディア中心である。文化の多くの側面が現在と 40
年前とは完全に違っている。

1960 年代半ばに発見された原理で、現在も主要
な位置にあるのが美の生成へのアルゴリズム的なアプ
ローチだ。アーティストや素人が使うコンピュータやソ
フトウェアのレベルを問わず、アルゴリズムはいつも
中心にある。驚くべきことは、彼らが自分の利用してい
るアルゴリズムについて知る必要がないということだ。
それでも彼らの作品がアルゴリズムの働きに依存してい
るという事実が文化の磨かれた変容を示している。ツ
ールがメディアになった。すなわちツールに隠れていたメ
ディアが姿を現したのだ。(13. June 2006)

訳注：全ての作品のプログラムはナーケ教授自身が行
なっている。また全ての作品に乱数処理が組みこまれて
いる。

訳：阿部 好志

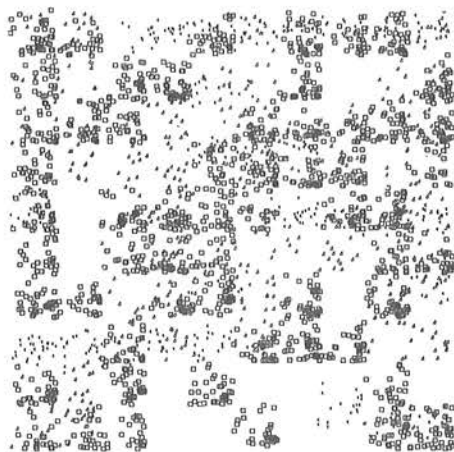


5 正方形と二種類の三角形のフィールド 1965

computer: ER56 / drawing: Graphomat Z64 /

30×30cm / 2 色

三種類の記号は変化しない、それぞれの分布には偶然性
要素として、フィールドを満たす数、フィールドの選択、
フィールド内の記号数/記号の位置を与えた。



5



NKE/ER56/Z64

7 Walk-through-raster 7.3-2 1966

8 Walk-through-raster 2.1-1 1966

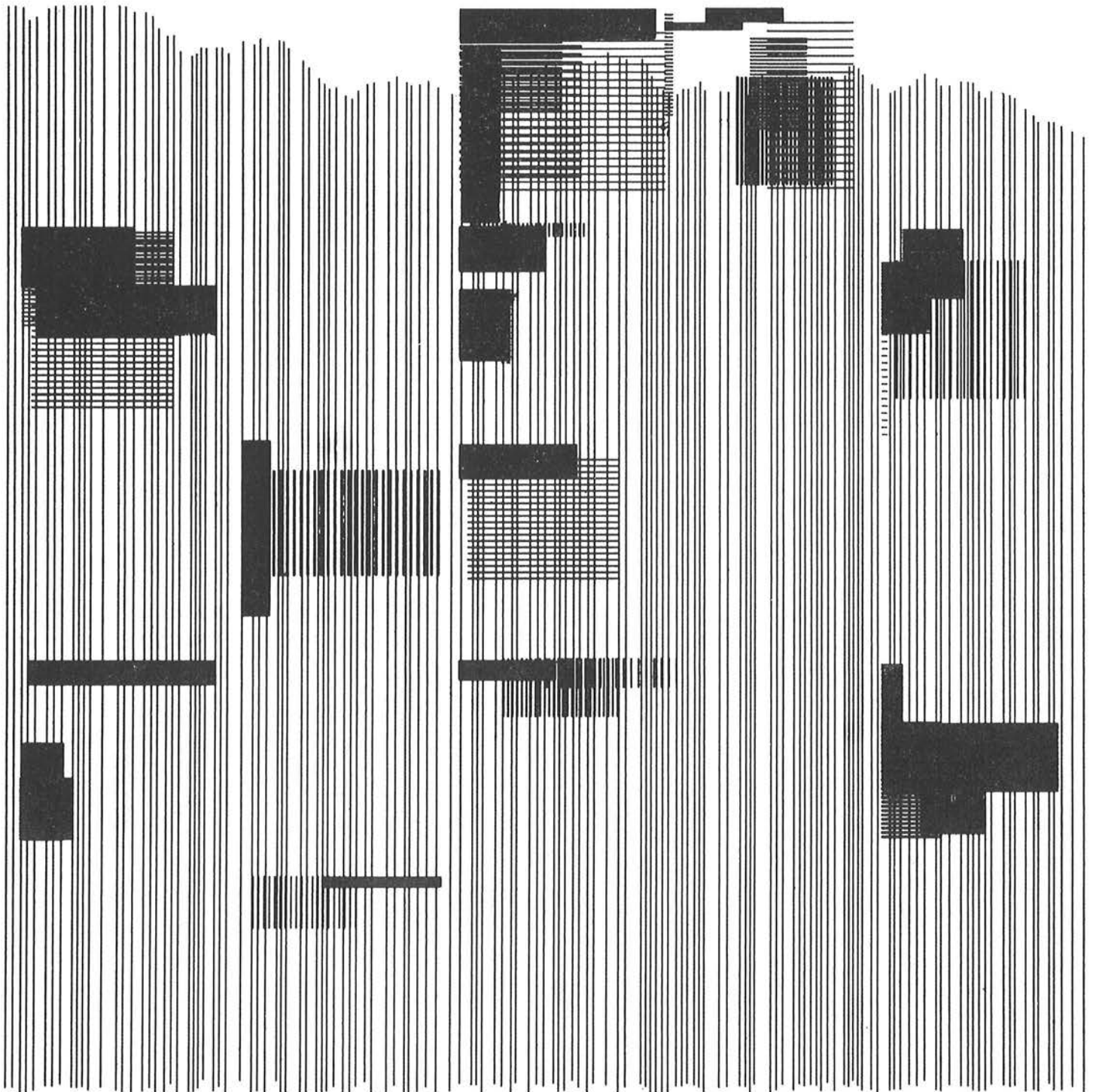
9 Walk-through-raster 2.1-3 1966

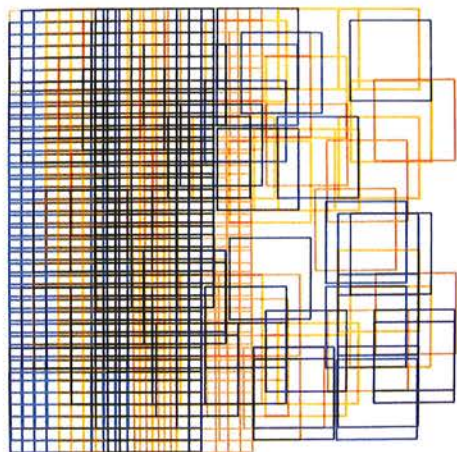
10 Walk-through-raster 1966

1966/67 年シュトゥットガルト

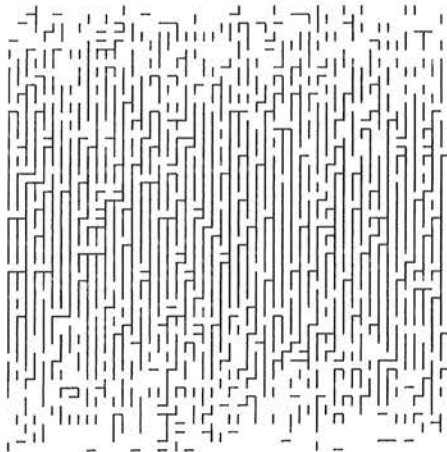
computer: TR4 / drawing: Graphomat Z64

Walk-through-raster のプログラムはきわめて強力である。パラメータとして入力する視覚的記号の任意のレパートリーとマルコフチェインの推移確率に依存している。マルコフチェインの記号はレパートリーから選ばれて、いくつか可能なモードの中の一つに従って画像プレーンに置かれる。

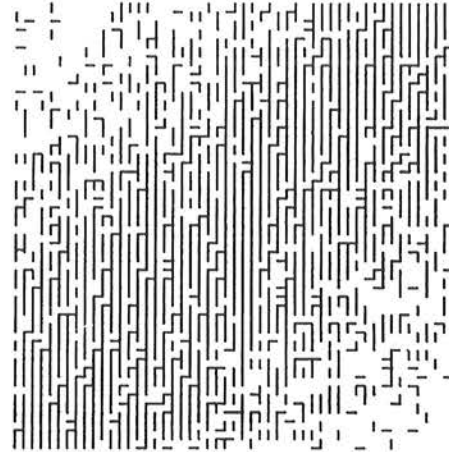




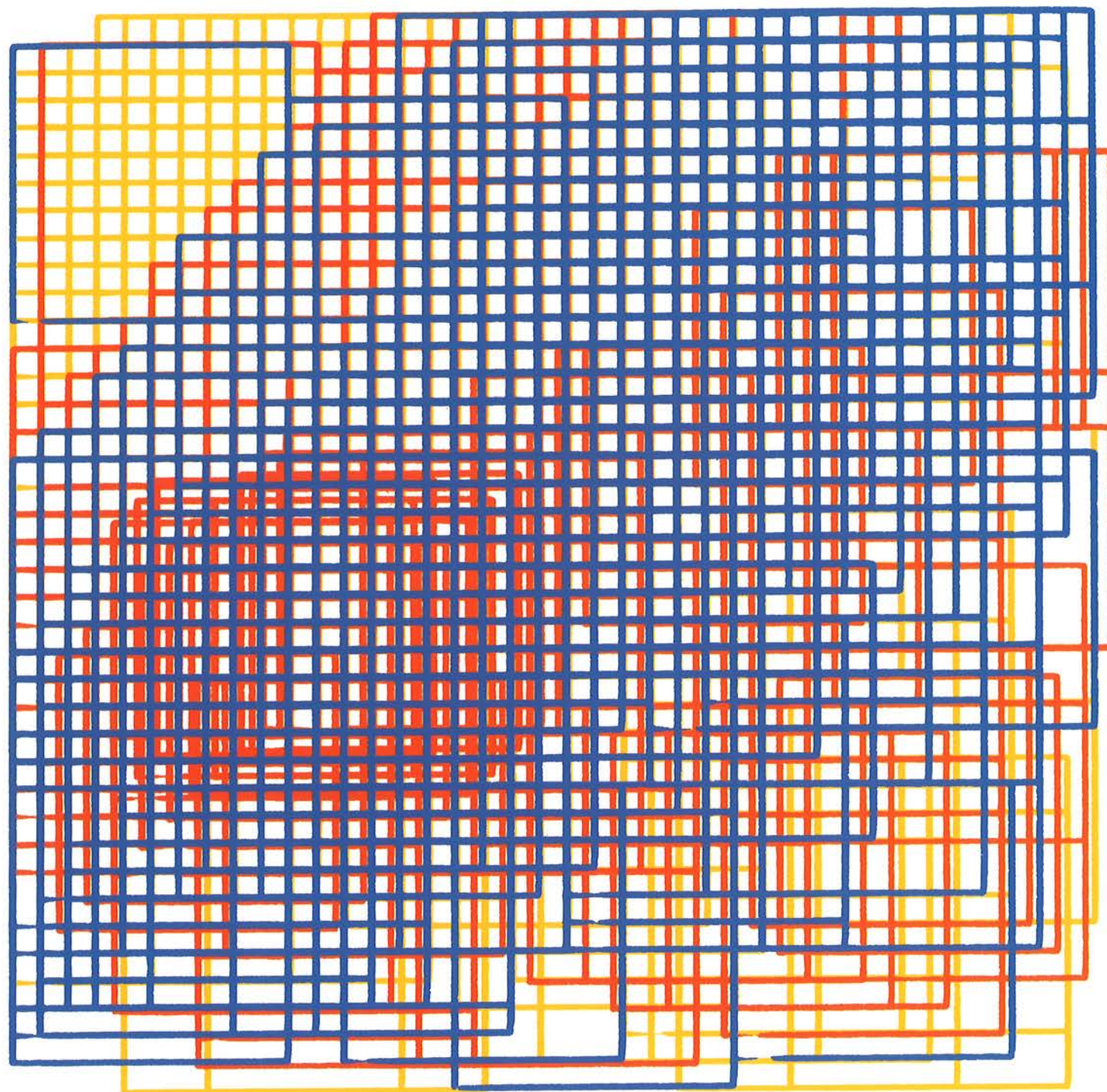
7



8



9

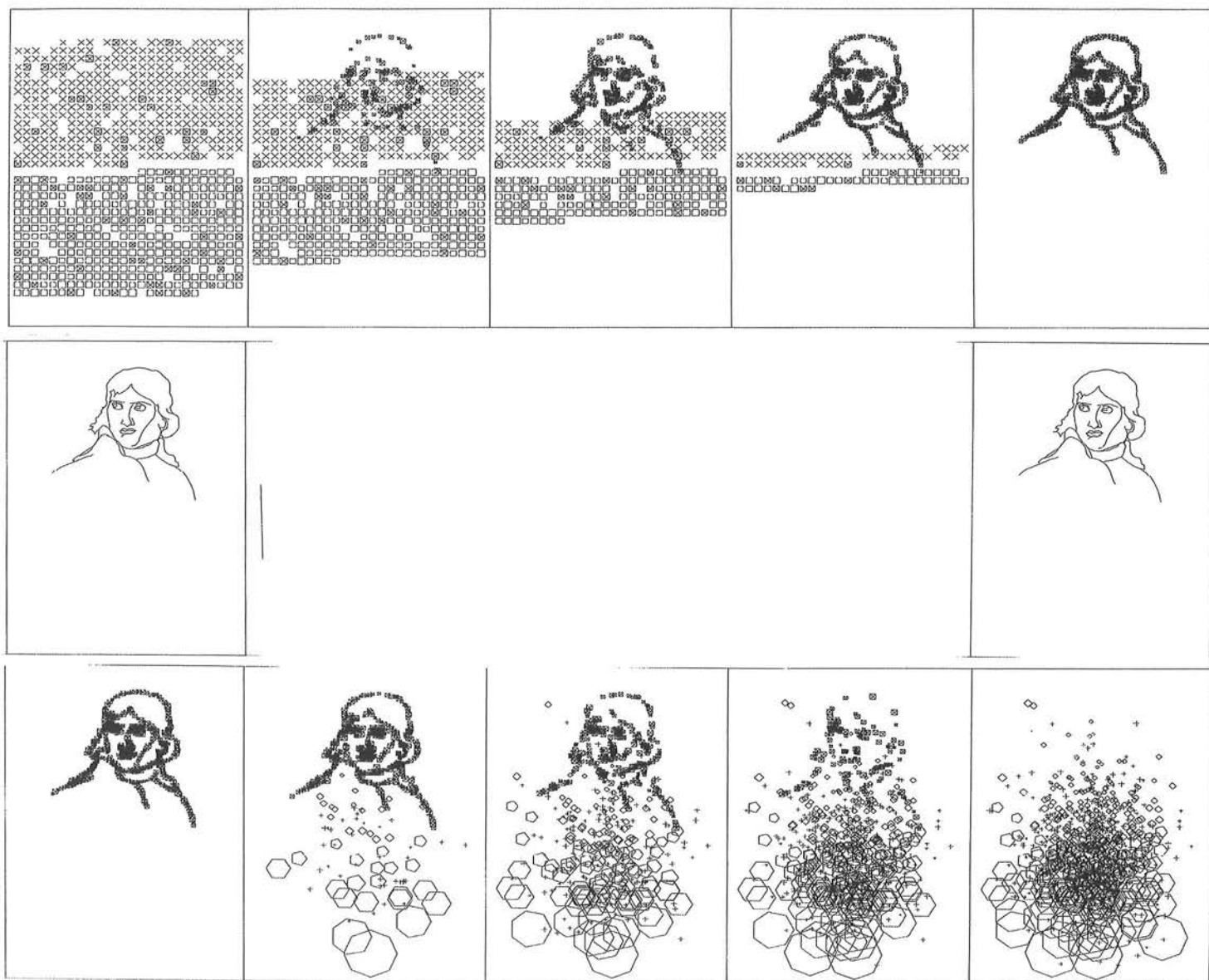


10

11 Chaos-gestalt-structure Napoleon 69 1968/69

IBM 7094 / line printer, plotter, work by hand.

この作品はジャック・ダヴィッドによる未完のナポレオンの肖像画から始まった。1968年にドイツのキュレーターがこの絵を複製した絵葉書を約130人のアーティストに送って、絵を完成させるか、絵を使って何かするように依頼した。私はナポレオンの姿を、構成と混沌の二方向にディゾルブさせて、ナポレオンの二つの業績を表現することに決めた。戦争というカオスと中央集権ブルジョア国家の支配構造だ。線画は小さな方形要素に変換され、順番にラスタグリッドに並べられるか、ランダムに近傍に置かれる。処理の進み具合によって形（頂点数、サイズ）も変化する。

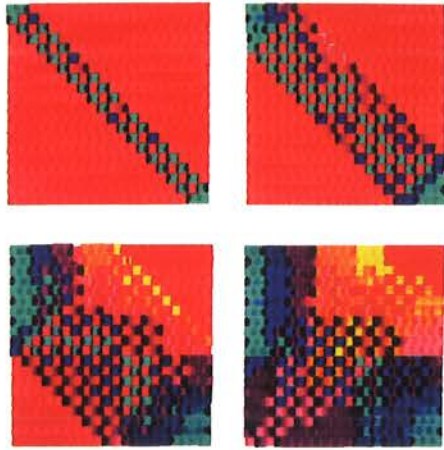


12 Matrix multiplication Nr.29 1967

1967/68年シュトゥットガルト

computer: TR4 / drawing: Graphomat Z64

matrix-multiplication のプログラムは確率行列に関する数学理論を使用。初期行列はランダムに与えられ、パワーは連続して計算される。そのうちの一部はカラー表現に変換される。彩色された方形は正確なインターバル数を示している。この二点の画像にある4あるいは9の「状態」は、それぞれ4か9のマトリックスパワーが推移する状態を表現していて、最後の定常状態に向かって少しずつ展開しているのが分かる。



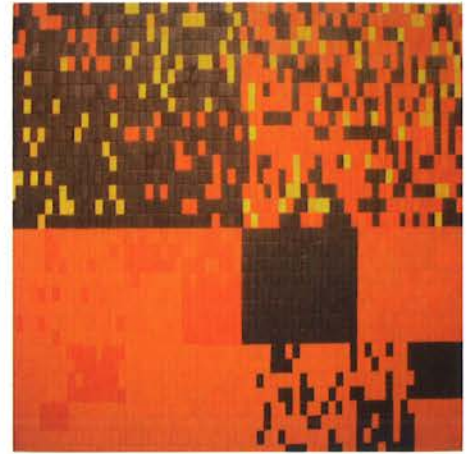
12

14 Generative aesthetics I Nr.6-22 1968/69

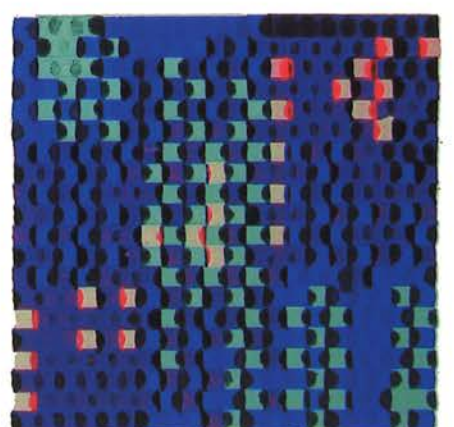
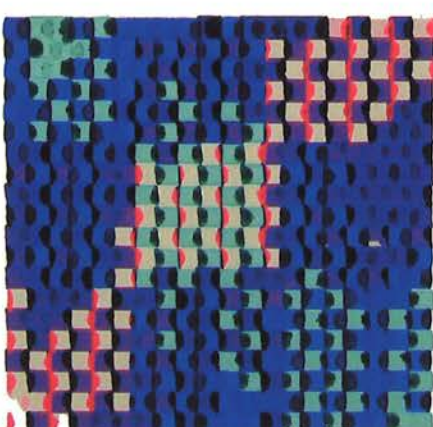
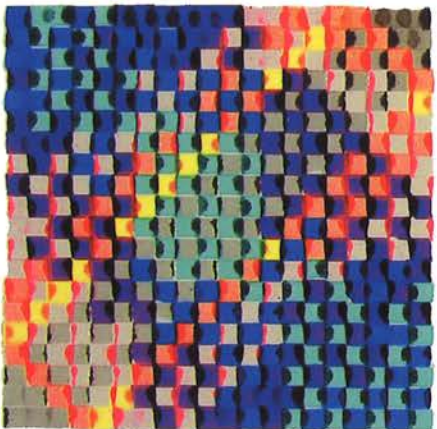
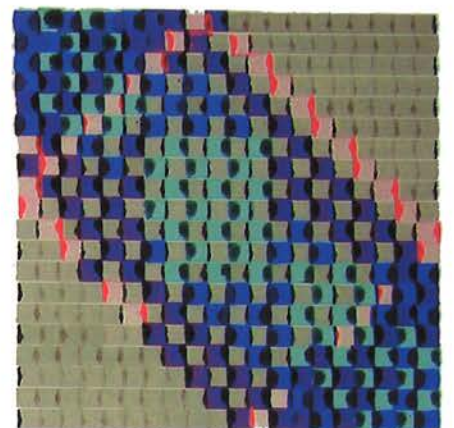
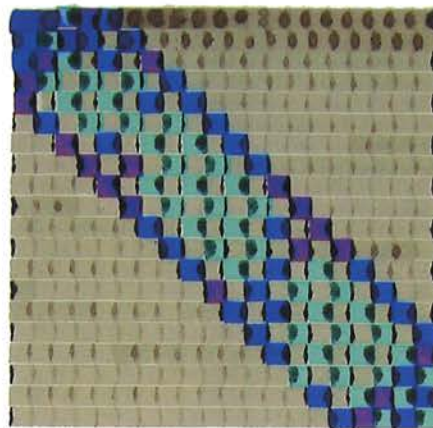
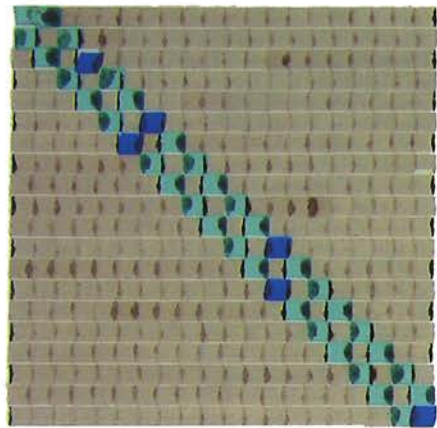
1968/69 年 トロント computer: IBM 7094 /

drawing: line printer, Calcomp plotter, work by hand.

Generative aesthetics I Nr.6-22 はマックス・ベンゼの情報美学と生成美学の縮図である。一連の数値条件は美学のシュトゥットガルト学派が定義した情報美学測度に沿って指定される。解はモンテカルロ法による。この解は、彩色された方形というレパートリーの記号の頻度分布に符合する。それから四分木がこれらの頻度から生成される。これが、さらに下の小さなエリアに向かって徐々に色の量を分配することによって、画像のラスタースセルの色を決定している。



14



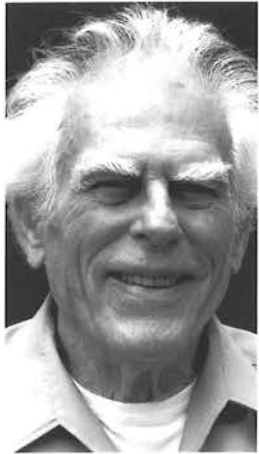
13

49

幅広いメディアにまたがる、
サイエンティフィック・アーティスト

オイゲン・ロート

Eugen Roth



1925年にドイツのルートヴィヒスハーフェンに生まれ、以後ずっと同地に住み、活動している。1990年コンピュータによる制作の探求と実験を始めた。ロートは自分のコンピュータ・アートを“デジタル画像”と呼び、コンピュータによる絵画表現を探求している。

私の美術作品に想うこと

今日、コンピュータは、最も一般的に使われているツールの一つである。アートに関わる者にとっても、無関心ではいられない存在だ。少なくとも私の場合、コンピュータ・システムは毎日使うツールとなった。しかし、あらゆる従来型のツールをはるかに上回って、この新しい専門技術は、圧倒的に広範かつ魅惑的な新しい方法で、私に創造的なアイデアの探究を可能にした。コンピュータこそは私が望み、必要とするものである。

もし我々が、ファイン・アートの作品をアーティストから観賞者へのメッセージととらえるなら、(観賞者からすれば正にその通りだが)私の望みは、現代のテクノロジーと科学の発達への理解に貢献することにある。そして立場を替えて私から言えば、自己の領域について美に関する視点を持つ科学者、エンジニアと交友関係が持てることを願っている。

以下は、私の展覧会に際し、ヘルベルト・W・フランケ氏から寄せられた作家評である。

この展覧会で展示される絵画作品は、オイゲン・ロート氏による最新作の一部から選んだ代表作品である。内容とともに興味深いのは、彼の人生と作品の進化の軌跡である。

彼の作品は常に、従来のなカテゴリーに当てはめるのは困難である。彼が取り組む対象には、技巧をこらした壁画・天井画、スチール構造物、着色メタル、風で動く抽象彫刻、立像彫刻、その他がある。そして彼は、作品の受賞の都度それらを定義づける新しいカテゴリーをみつけることを必要としてきた。彼の作品の底に流れるものは、科学とテクノロジーからの挑戦に対決する意欲と、新しい方法と素材に覚える魅惑、科学とテクノロジーが芸術デザインの企図するものを描出し、具体化するための方法である。

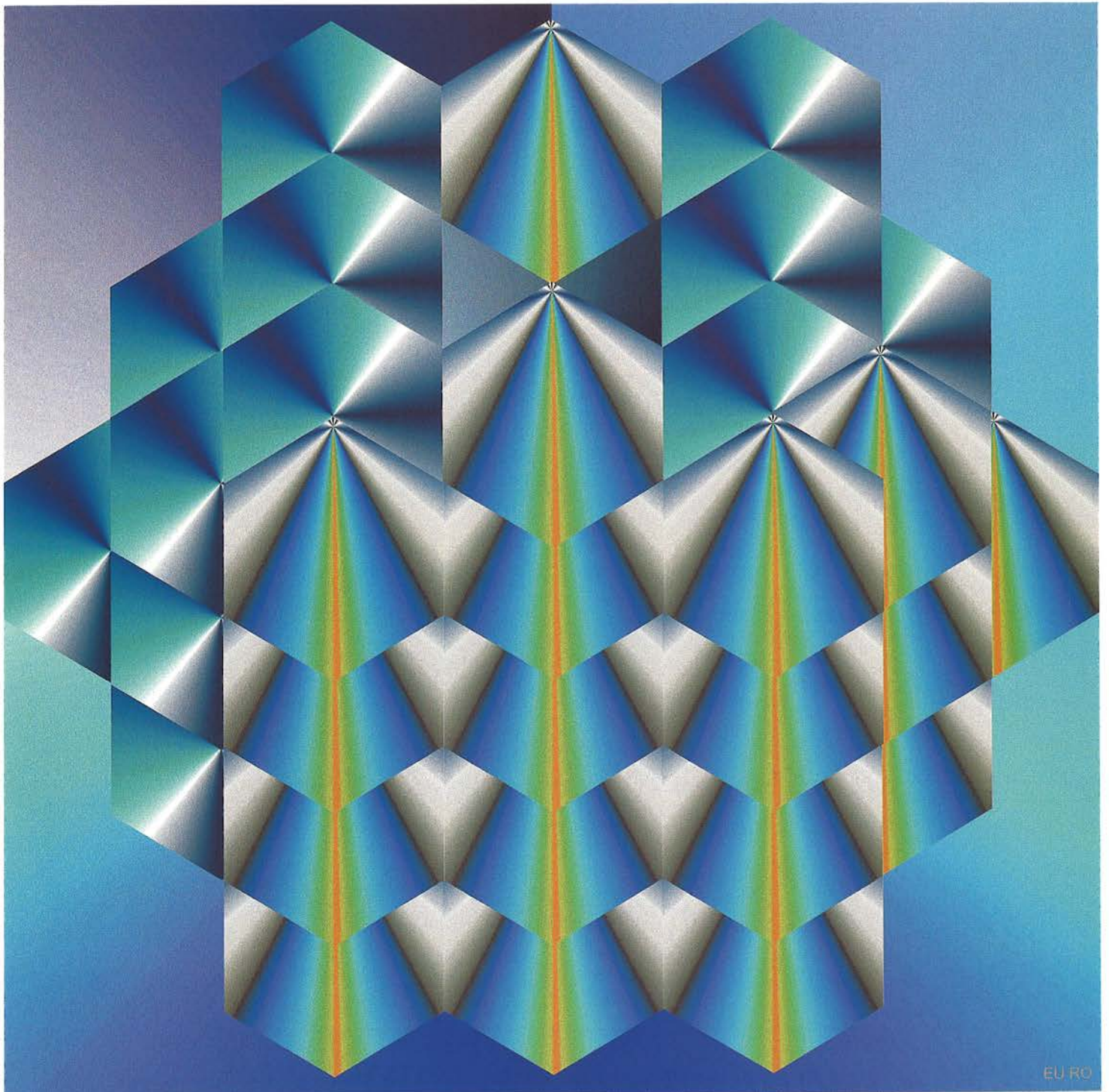
彼は未来志向のアーティストである。すなわち彼の作品は、観賞する人に科学的進歩を思考するよう誘う。最も生産的な側面、すなわち知的、精神的な面からの科学的進歩について考察を迫る。このアーティストの思考方法と言語表現メソッドは“サイエンティフィック・アート”と表現できる。このカテゴリーは彼が着手した当時は存在せず、必然的に彼がバイオニアとして着手することになった。

このアプローチの特色は、科学やテクノロジーが創り出す構造的イメージを通した、形態に関する我々のコンセプトを拡張するだけでなく、とりわけ科学的写真撮影術、さらに現代的にはコンピュータという機器を使用することにある。このようにして、彼がデジタル・イメージングに目を向け、この手法が持つ潜在的可能性を発展させた。このことがビジュアル手段による言語コミュニケーションの補足ともなっているのは、論理的に納得できることである。

この手法が可能にする創造性と個性は、彼の早期における手造りの作品と、新しいシリーズの作品を比較することで極めて分かりやすく説明できる。彼が革新的な手法で制作に取り組む一方で、自身のスタイルを特徴づける『明快さ』と『適切さ』をつねに保持してきたことは、驚くべきものがある。

(ヘルベルト・W・フランケ)

Eugen Roth, The Fascination of Technology 2003,
2002 および Herbert W. Franke, Eugen Roth Digital
Images — Computer Graphics. より抄訳
訳：岩越 敦彦



EU RO

2 Rechter Winkel 1-0-0 IIV 2003

コンピュータグラフィック プリント

3 Fedem 1-0-0 2000

コンピュータグラフィック プリント

4 Kurve 1-0-1 2006

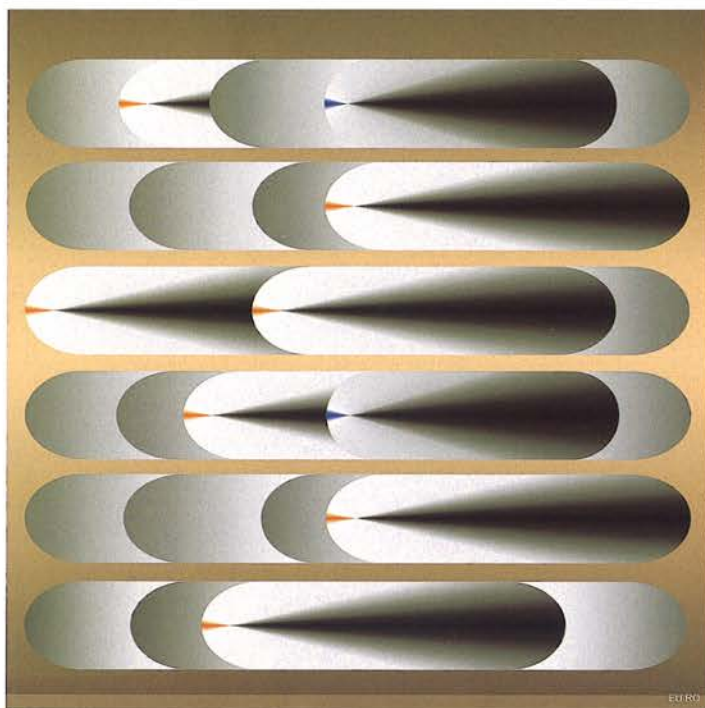
コンピュータグラフィック プリント

5 Zwillinge 2-0-0 2003

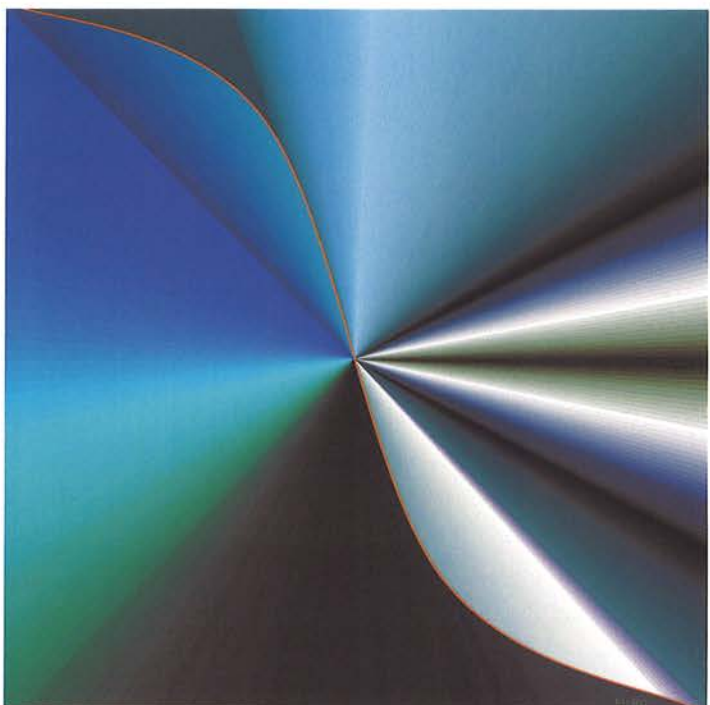
コンピュータグラフィック プリント



2



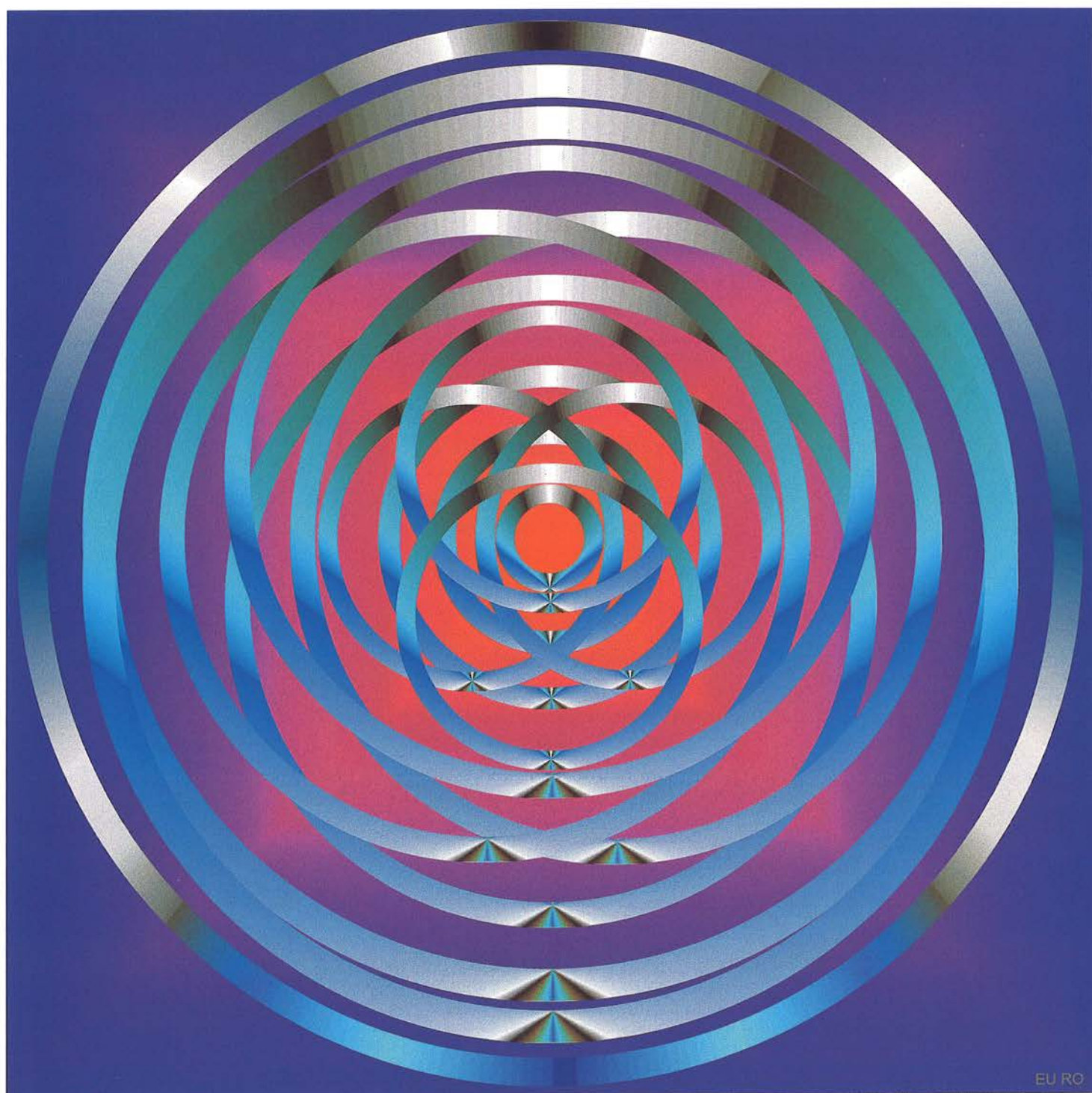
3



4



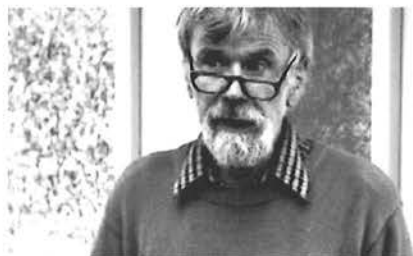
5



EU RO

ヴォルフガング・キーウス

Wolfgang Iwus



ドイツのシュトゥットガルト在住 ツェレ（ドイツ北西部のニーダーザクセン州の都市）に1939年に生まれた。1985年にコンピュータを購入した。それ以来、プログラミング言語と画像のアルゴリズムの生成に従事しているのである。2002年以来、大規模な応用イメージ・プロセッシング（xKiwus）をプログラムしている。

私は1985年に最初のコンピュータを購入した。しかし、まったくエレクトロニクスの知識はなかった。最初は“ベーシックBasic”でプログラムしたのであったが、ほどなくして私は“ターボ・パスカルTurbo Pascal”を入手した。というのもこの言語によって構造化プログラミングが可能になるからである。私は現在“デルファイDelphi”（米ボーランドが開発、販売しているプログラミング言語）でプログラムしているが、当時、幾つかの命令はアセンブラーでプログラムせざるをえなかった。

“Turbo Pascal”には、直線、多角形、円などの関数やサブルーチンがあるが、私は自分でそれらをプログラムしている。

ほとんどの人には数や集合のイメージがない。たとえば、13個の要素から62億以上のコンビネーションが生れるという、たいそう驚くのだ。無数の可能性に迷い込まず、“数の海”に沈まないためには、“ゲレンデ”を知り、方向を定め、とりわけ現在位置について学ばねばならない。

コンピュータによる作図は、そのままではまったく生気がないから、私は一連の絵で“汚すこと”に従事している。すなわち秩序を乱したり、あるいは破壊したりしているのだ。私はそれをときたま“ピオトープー小生活圏”の建設とも呼ぶ。それによって、無秩序が生じたなどということではなく、別の新しい秩序が生じたのである。最初のテキスト絵と文字絵は、プリンターによって作図したが、1991年以来いまだにプロッターだけで描いている。

私は、マックス・ベンゼが1946年に出版したエッセイ「精神的人間と技術」をしばしば変奏したり、コード化したりしたが、私はそのエッセイをきわめて今日的であると思っている。ベンゼにとって技術は一つの全体であり、彼は、人は抗しがたい技術の進展を、たとえば、物理学を忘れたしまったというようなことで止めることはできない、と語っている。正確さと完全にすることを通してのみ、人は技術的發展に影響し、制御することができるのであって、それゆえに、技術が高度に発展すればするほど、ますます技術は繊細で、壊れやすく、危なくなるのだ。マックス・ベンゼはこのエッセイで精神的人間の実存的貧困について、自由、創造的なプラトンの精神とラプラスの魔の完全な世界とのあいだに存立している相違について書いている。その魔は出来事の予

測を意味することから世界を理性的に支配し、そして終わらせようと狙うのだ。その魔は静かな自然の生成を、孤独な干からびた、進歩のファンタジーによって取り替えるのである。

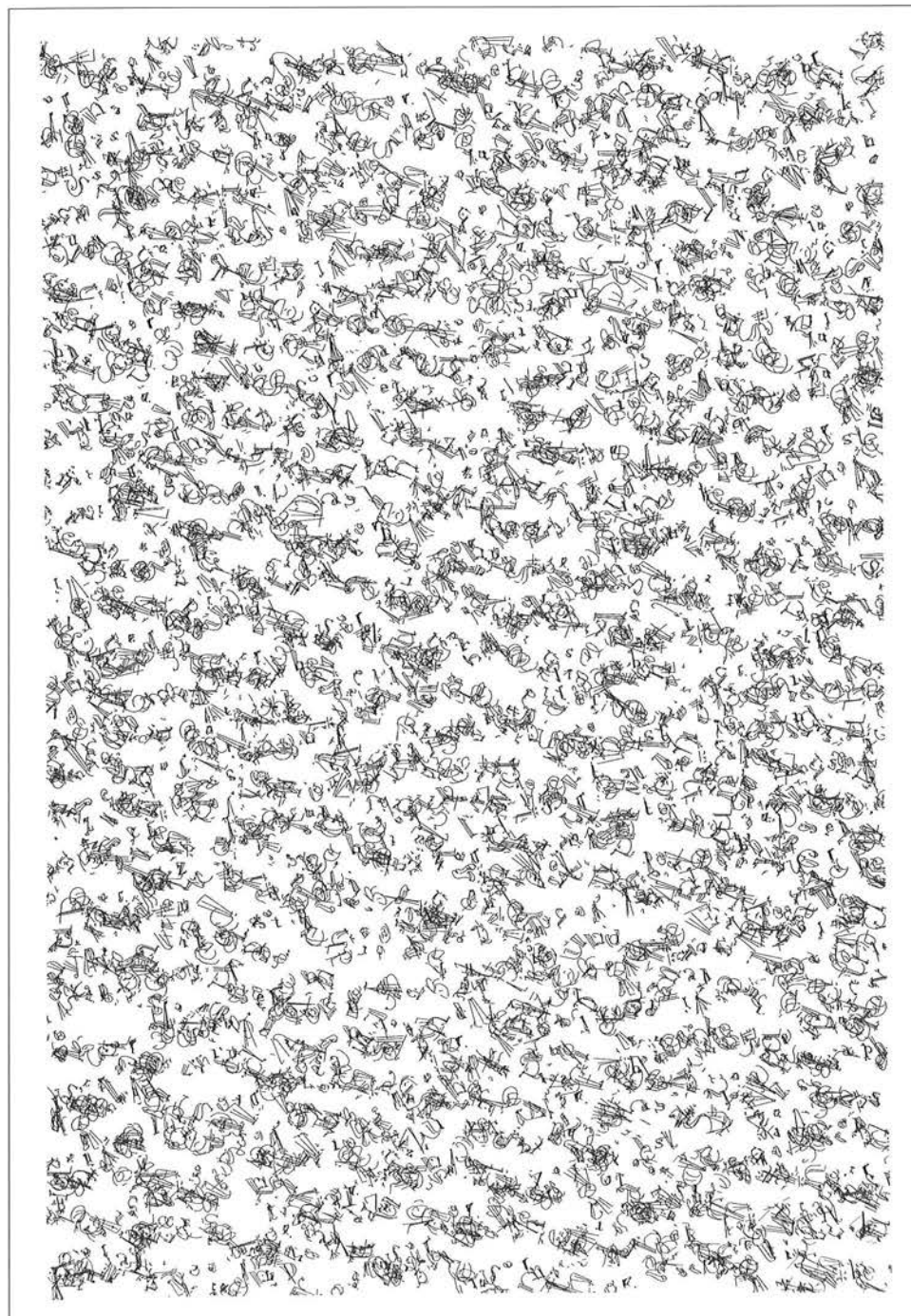
1991年の“Interface II”では芸術家自身がプログラムするのはまったく不必要だ、という見解をもつ情報科学者たちがいた。いわゆるお絵かきのプログラムがすでに存在したからだ。応用ソフトウェアで芸術が作れることについては議論の必要はない。しかし、私はそれをコンピュータ・アートとは呼ばないだろう。もし、私がテキスト処理プログラムであるテキストを書いたにせよ、やはりコンピュータ文学を問題にしているとは、いわないだろう。コンピュータ・アートの新しさは、作図すること、絵を描くことではなく、絵が特定のアイデアの具体化として、“無Nichts”から、言語手段によって生成され得るようになるその仕方にあるのだ。スタンダードなプログラムではできないことが問題なのだ。

私のプロッター線画のプログラムはベクトル指向である。私の線画は原則的に、秩序、列、継起、あるいは配置パターンを作り出す一つの過程によって生れるのである。私の線画は、コンピュータの中では、単なる抽象的構成物として存在するにすぎず、図としてはプロッターで作画された後ではじめて存在するのだ。コンポジション的には、構造、複雑性、重なり、記号とメタ記号、そして、描画が密か粗いか、ソフトかまたは裂けたように見えるかどうかなどが問題であるが、それは用具に依存している。

コンピュータは自分ではほとんど何一つしないのである。プログラムによって強制される場合に限り何かをしたり、可能にする。私にとってコンピュータは思考する機械ではない。1965年にマックス・ベンゼは「デカルトとその論理的帰結」で、それと人間精神との同等性を否定している。人間精神は自分の繊細な意識をもち、それを自分独自の自由から使用しうるので、かなり前から、私はテキストのコード化と取り組んでいる。どのコンピュータ・プログラムもコード化である。私が取り組んでいるコード化は、記号列からグラフィック・オブジェクトへの変換とも呼ぶコード化である。一般にどんなコードも解読されるが、私のものだけはそうではない。

ベンゼの美学は現代のプログラミング言語、たと

1 シリーズ “精神的人間と技術 Der geistige Mensch
und die Technik” (マックス・ベンゼのエッセイによる)
から、ターボ・パスカルとアセンブラー、PC 486、プロッ
ター (アルチザン)、墨、紙
サイズ：90×54.5cm
アルゴリズム：記号列、記号ベクトル、列と行の配
列、回転、平行移動、段階付け (頻度、位相、振幅)、射影
1992



えば、私がプログラムに使用している“オブジェクト・パスカル”とある共通性、いくつかの接点をもっている。現代のオブジェクト指向のプログラミングでは、目的と対象を熟知していなければならない。それは少し前から造形美術において非常に好まれた方法、あらかじめ存在する何か適当な対象物をギャラリーへ投げ入れ、それをすばらしい偶然に変容するのとはまったく別の接近方法なのだ。音楽ではプログラミングは広く行われている。作曲はプログラミング以外の何でもないが、しかし、造形美術では一つの新しいことと見られている。

私は理論家でなく、芸術制作の処方箋もない。それゆに、マックス・ベンゼが“エステティカ (美学)”で語ったことを自分に要求するのだ。芸術作品は応用美学ではない。美学は、芸術作品の最初の局面、作品の生成に不可欠ではなく、第二の局面、精神における芸術作品の存在、理解と意味にとって不可欠なのである。

芸術はも無防備な諸事実から成り立っている。私にとって、芸術家は必ずしもスプーの表面に浮かぶ脂肪の玉ではない。むしろ“掛かったままである Hägebleibende”ことが問題なのである。もし、掛かったままではなく、皮膚の下でもかきたいのなら、芸術のテーマおよび出題にしがみつく以外には何も残ってはいない。

存在の美化を正当化することが必ずしも精神的な楽しみの一つではないにしても、マックス・ベンゼによれば、それは唯一可能的な正当化なのだ。しかし、芸術はつねに、その創造主を通じて、単に感覚的魅惑の過程だけではなく、また精神的魅惑の過程をも準備する働きをする。芸術は美化過程を存在の記号における存在の反復として始めるのであるが、しかしその過程を、精神におけるその再現を通しての存在の正当化として終了する。“合理主義と感性”は“精密な楽しみ”に属するのである。

訳：草深幸司

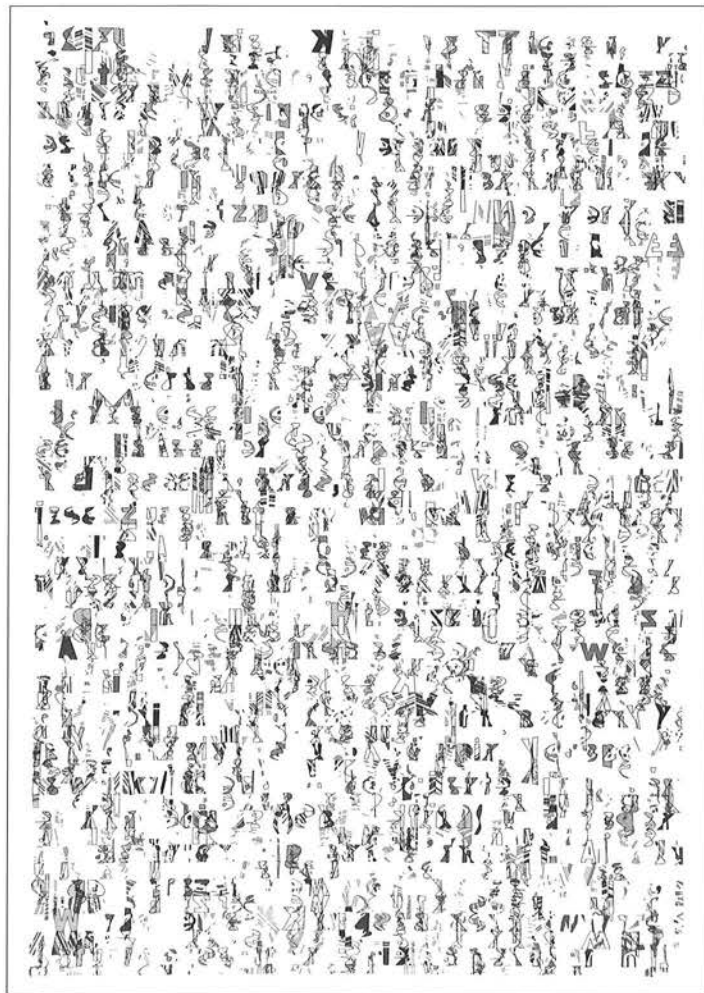
(1 から 19 の序数のついた諸命題の全訳は、このテキストの3倍近い文字量になるが、紙面の関係上、省略し、短縮した。)

2 シリーズ “論理の周辺” (ヘルムート・マーダの詩による) から、ターボ・パスカルとアセンブラー、PC 120 Mhz, カルコンプ 1025 プロッター、墨、紙

サイズ: 90×54.5 cm

アルゴリズム: 記号列, 記号ベクトル, 列と行の配列, 回転, 平行移動, 段階付け (頻度, 位相, 振幅), 細いしま線を引くこと, 射影

1999



2

3 シリーズ “Logo Poeia” (マンフレート・エサーの詩による) から、ターボ・パスカルとアセンブラー、PC 300 Mhz, カルコンプ 1025 プロッター、墨、紙

サイズ: 90×54.5 cm

アルゴリズム: 記号列, 記号ベクトル, 列と行の配列, 回転, 平行移動, 段階付け (頻度, 位相, 振幅), 細いしま線を引くこと, 射影

2001



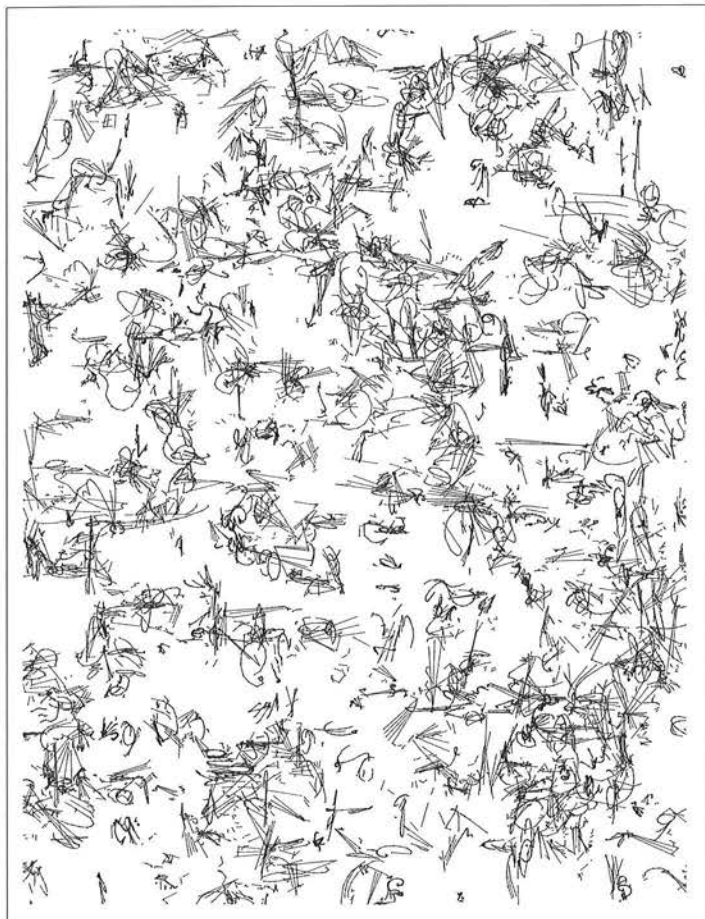
3

4, 5 シリーズ “目印の付けられたメタファー” (変動する秩序のマルコフチェーンによる) から, ターボ・パスカルとアセンブラー, PC 300 Mhz, カルコンプ 1025 プロッター, 墨, 紙
 サイズ: Din A3+
 アルゴリズム: 記号列, 記号ベクトル, 列と行の配列, 回転, 平行移動, 段階付け (頻度, 位相, 振幅), 細いしま線を引くこと, 射影

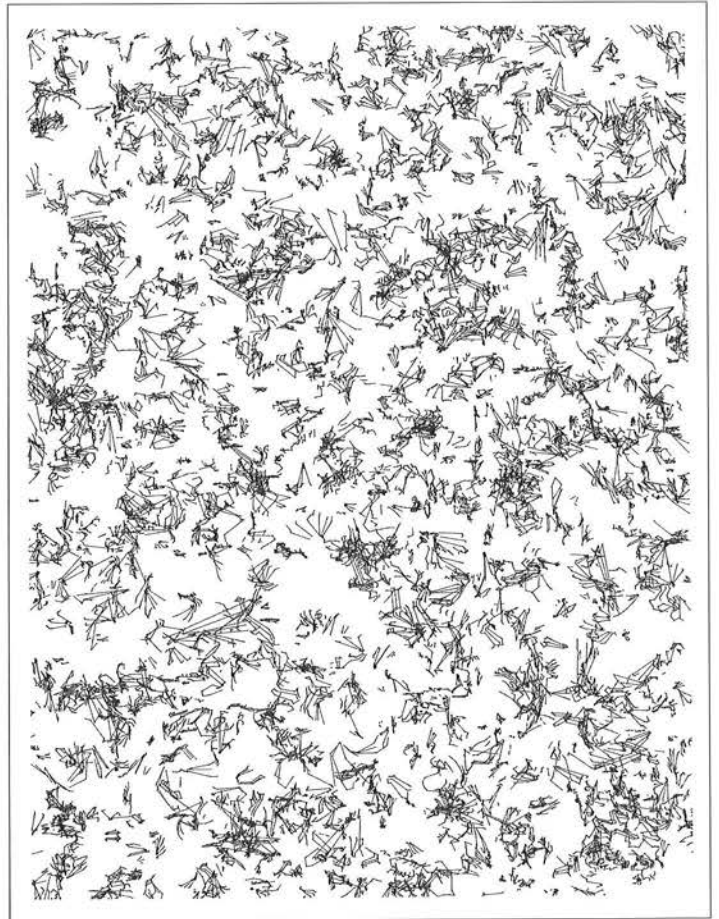
2001

6, 7 シリーズ “Technopaignia” (多様な秩序のマルコフチェーンによる) から, デルファイでのプログラム, PC 300 Mhz, カルコンプ 1025 プロッター, 墨, 紙
 サイズ: Din A3
 アルゴリズム: 記号列, 記号ベクトル, 列と行の配列, 回転, 平行移動, 段階付け (頻度, 位相, 振幅), 細いしま線を引くこと, 射影

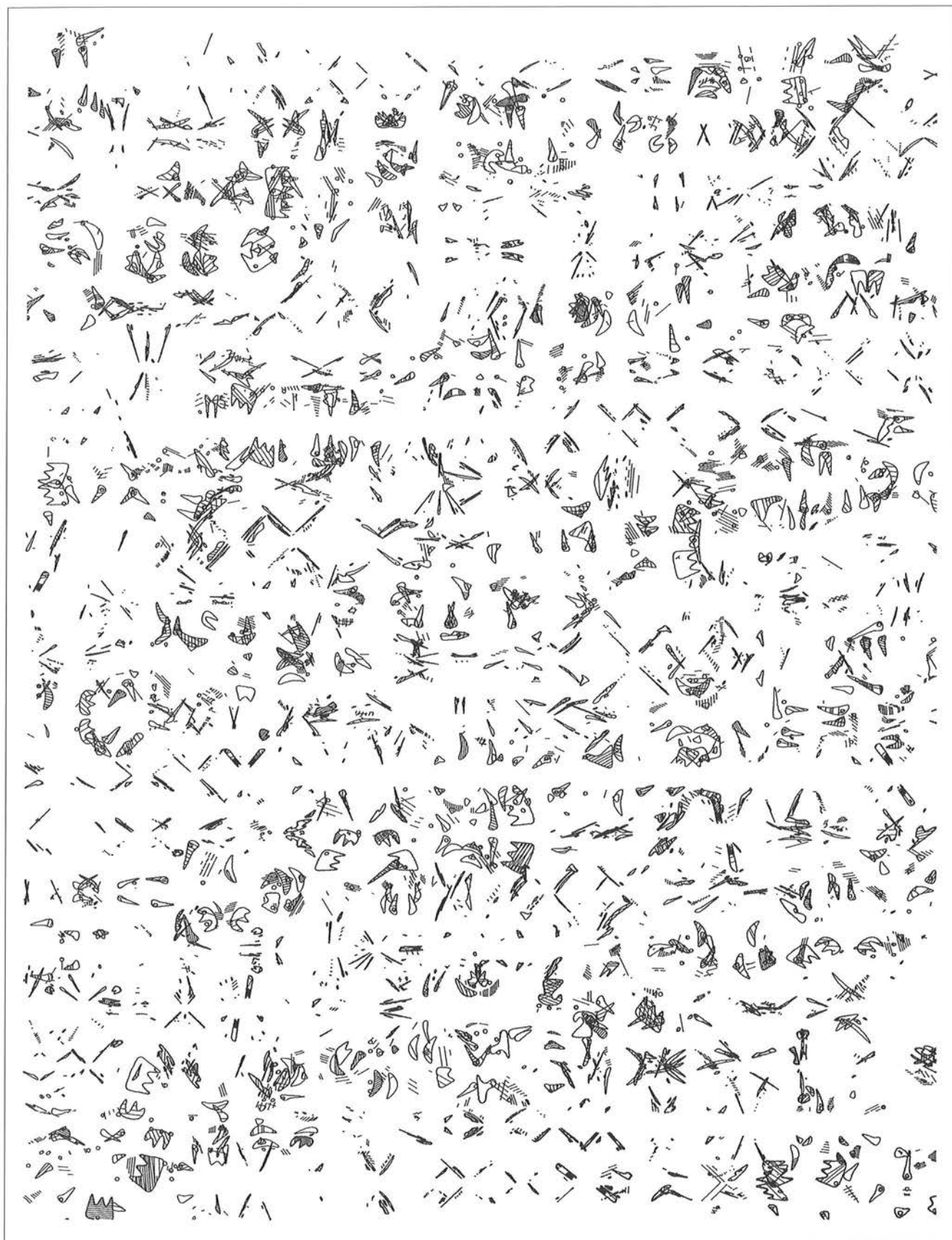
2001

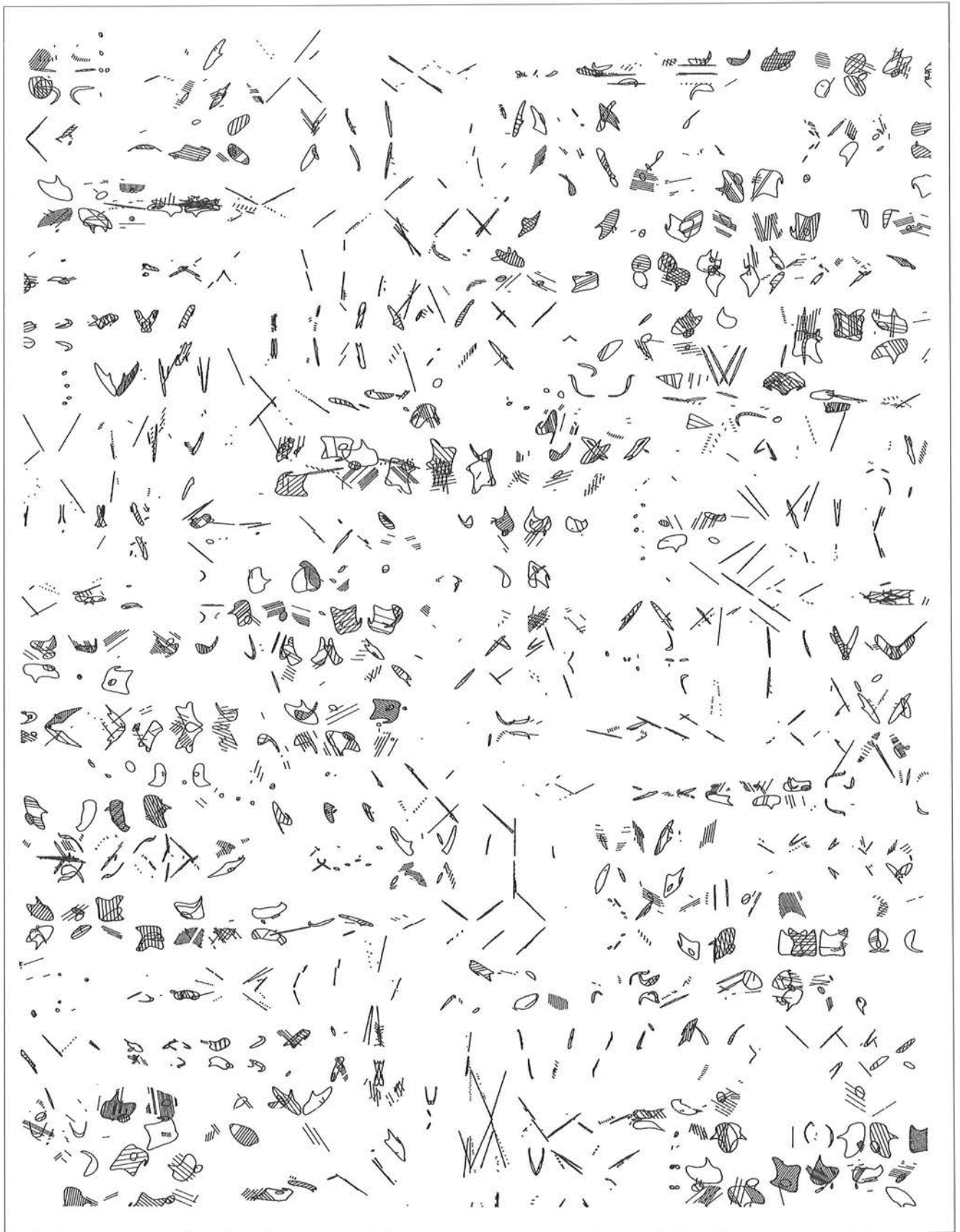


4



5





A・マイケル・ノル

A. Michael Noll



1939年生れ。1961年からAT&Tのベル研で、グラフィックスやコミュニケーションに関する研究を行い、コンピュータを使用したビジュアル・アートおよびヴァーチャル・リアリティ技術の先駆者として活躍する。現在は南カリフォルニア大学のコミュニケーション・スクール教授。

コンピュータとアート

コンピュータによって人間は知的で創造的なパートナーを手に入れた。1960年代の初頭、アートのための新たなツールあるいはメディアとしてのデジタル・コンピュータの将来は、極めて有望だった。アマチュア・アーティストとしてのコンピュータ科学者によって、コンピュータは音楽、詩、絵画、映像、バレエ、彫刻などに広く用いられるようになった。コンピュータはプログラムされたことしかできず、それ自身を創造的と呼ぶことはできないが、アルゴリズムによるランダムネスのコントロールや、ディテールの操作によって、コンピュータは絵具や鉛筆とは異なる、創造的で芸術的なメディアとなる。

しかしながら60年代には、コンピュータ・アートの成果はほとんどなかった。コンピュータは単純なツールとしての使用にとどまり、それは既存のエフェクト操作を高速に繰り返すことで、アーティストを単純作業から解放してくれたにすぎなかった。

当時はそもそも、アーティストにコンピュータ技術の知識がないだけでなく、コンピュータそのものにアクセスすることができなかった。科学者やエンジニアはコンピュータに詳しくないので、どうしてもコンピュータの可能性に関するアイデアが保守的になりがちだ。

コンピュータを創造的に使用するのは本質的に難しい。確かに新しいツールやメディアを習得するためにはまず模倣から出発する必要がある、コンピュータもその例外ではない。しかしながら実際には、自分のプログラミングや技術的な能力に非常に強く制限されてしまい、新たなメディアとそこから生まれる美的経験を、なかなか明確にすることができない。

2つのアプローチ

ジョン・ホイットニーとスタン・ヴァンダービーグという、二人の傑出したコンピュータ・アニメーターがいた。ホイットニーはプログラムのパラメータをグラフィック・コンソールで操作することで、即座に視覚的なフィードバックを得ながらアニメーションを制作していたが、プログラムを自分で書いていなかったため、操作の自由度は限られていた。一方ヴァンダービーグは、自分で自由にプログラムを書いてしたが、その結果を得るのには非常に時間がかかり、リアルタイムの操作はほとんど不可能だった。

もしヴァンダービーグが、リアルタイムのフィードバックを得ることができたり、ホイットニーが、プログラミングのやり方を知ることができれば、おそらく本当に新しいイメージ生成の可能性が生まれるだろう。アーティストは視覚的に考え、直観的にコミュニケーションするのに対して、プログラミングは、形式化と論理的厳密さを要求とする。マン=マシン・コミュニケーションにとっても、この問題は本質的である。

大学の役割

ほとんどのプログラマ、科学者、技術者には芸術的な感受性や判断が欠けているため、彼らがコンピュータの創造的な使用法を発見することはできない。アーティスト自身が芸術的な目的でコンピュータを使い、メディアを完全に自家業籠中のものにすることがある。そのためには、芸術家兼コンピュータ科学者を育てなければならない。最も適しているのは、アートとコンピュータ科学の両方の学科を持つ大学である。もしアートの学科とコンピュータ科学の学科が互いに信頼感を持って協力すれば、真に学際的なプログラムが可能になるだろう。

アートの行方

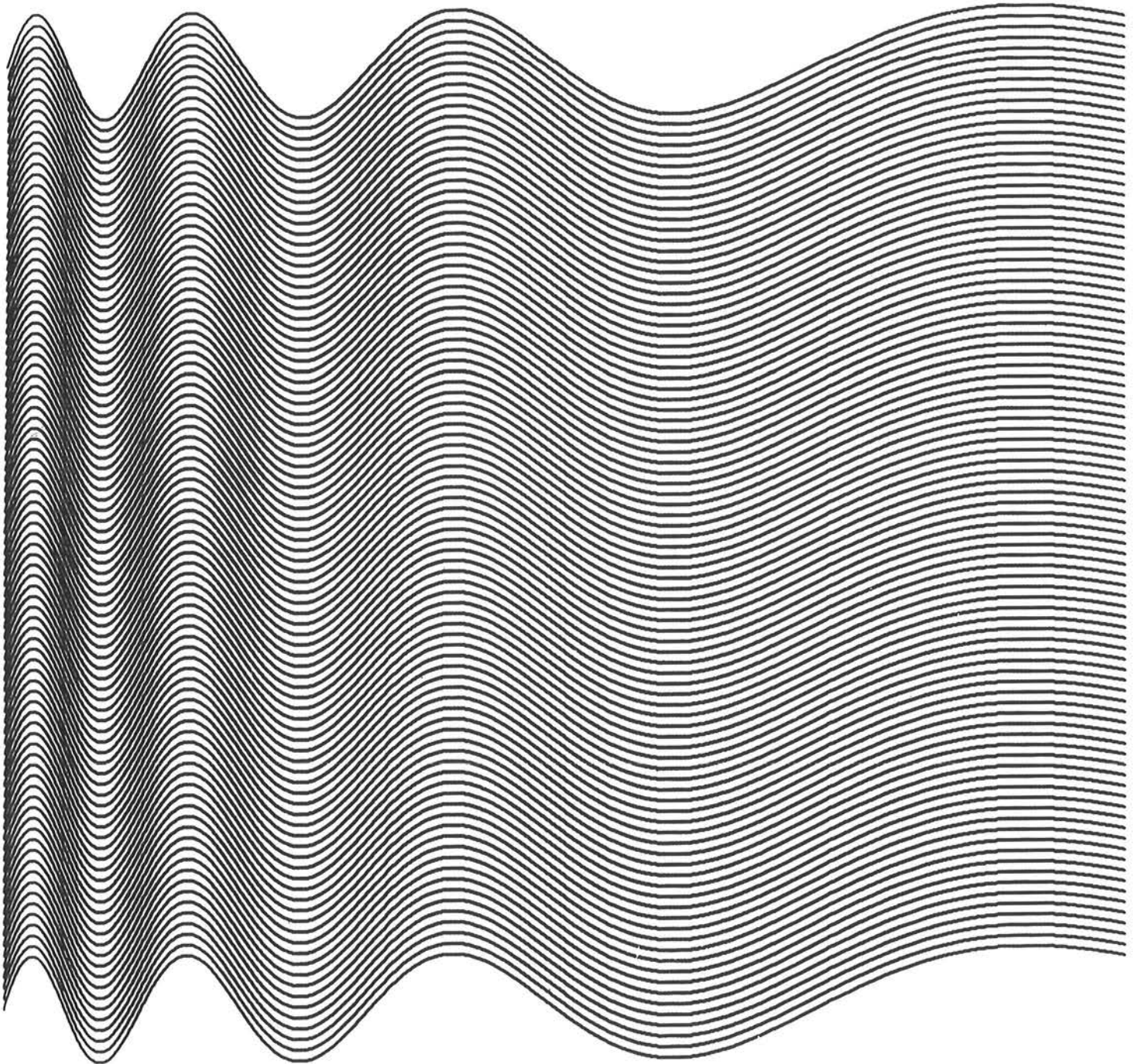
美的経験は、個人としてのアーティストとコンピュータとのインタラクションが深く関わってくることで、極めて個人的になっていくだろう。また最終的には、メディアを操る技術的能力ではなく「アイデア」そのものがアーティストの価値を決める主要な要素になるため、多くの市民芸術家が登場するだろう。

創造の達人としてのアーティストの役割は残るが、インタラクションが記録され、一般に公開されるようになることで、美的経験のより高度なコントロールが可能になるだろう。そしていつの日か、人間の潜在意識ともコミュニケーションできるようになり、アーティストとコンピュータが精神のレベルで、新たな美的経験を創造することができるようになるかもしれない。

The Digital Computer as a Creative Media, IEEE SPECTRUM, Vol. 4, No. 10, October 1967, pp. 89-95.
および ART EX MACHINA, IEEE STUDENT JOURNAL, Vol. 8, No. 4, September 1970, pp. 10-14. より抄訳
訳：久保田 晃弘

1 Ninety computer-generated sinusoids with
linearly increasing period 1965-68

「オブ・アート」で良く用いられる反復パターンは、数式によってシンプルに記述することができる。ブリジット・ライリーの「カレント」のような反復するパターンは、線形に増加する周期の平行なサイン波によって作り出すことができる。コンピュータによって、錯視効果を生み出すための退屈な作業を取り除くことができる。



2 Composition with lines 1917 by Piet Mondrian

3 Computer Composition with lines 1965

ピート・モンドリアンの「線によるコンポジション (1917)」をベースに、モンドリアンの線の密度、長さや幅から、コンピュータで確率的に生成したイメージ。チューリング・テストのように、高校生からポスドクまで100人の人にイメージを見せ、どちらがモンドリアンのオリジナルかを選択してもらった。その結果、59パーセントの人がコンピュータで生成されたものの方を選び、わずか28パーセントの人だけがモンドリアンの絵画を判別できた。

4 Vertical-Horizontal No.1

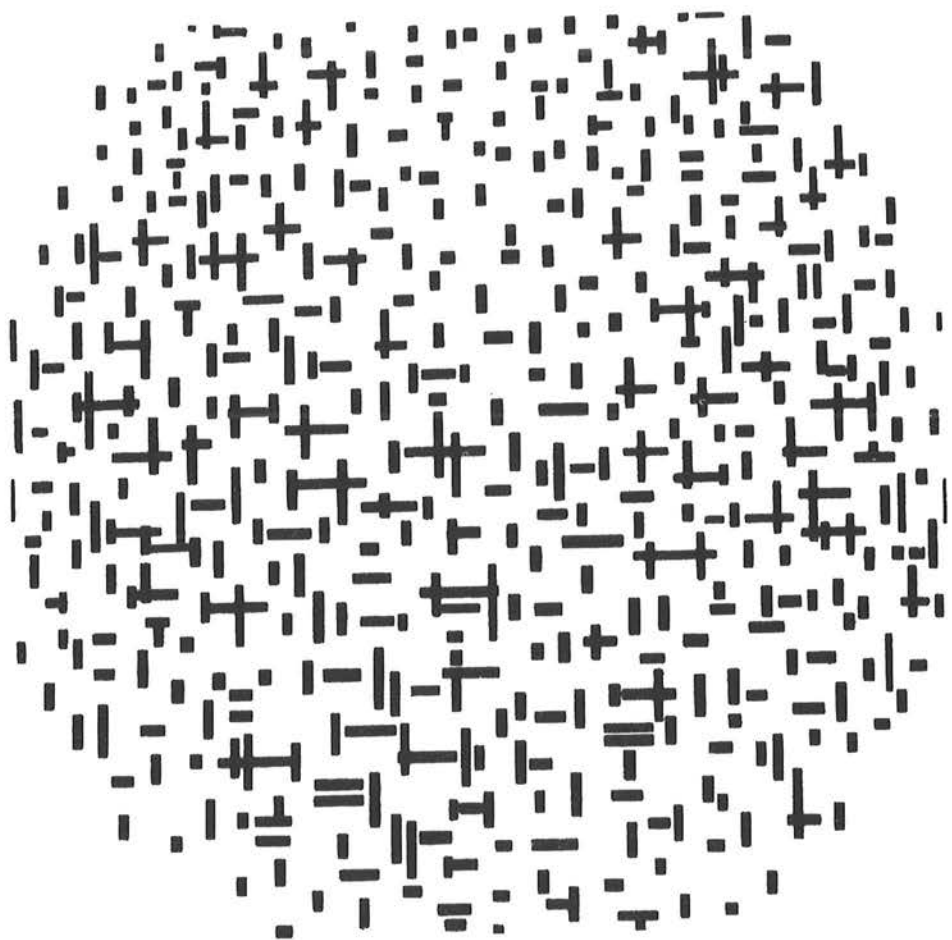
5 Vertical-Horizontal No.3

垂直と水平の線のみによるランダム・コンポジション

6 ランダムな線の連結によるコンポジション

7-10

1,2と同様にモンドリアンの「線によるコンポジション」をベースにコンピュータ生成されたランダムパターン

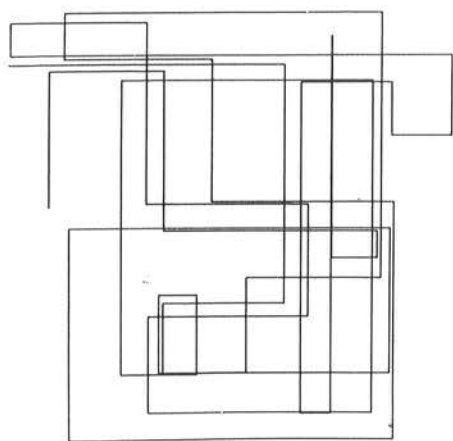


2

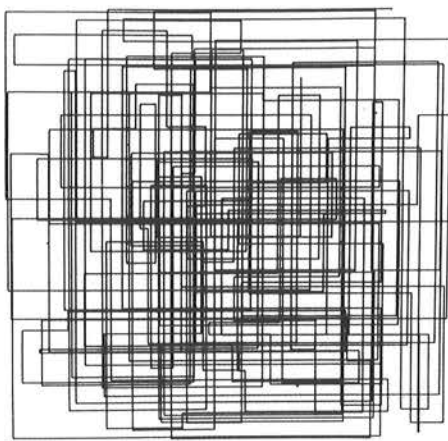


© AMN 1965

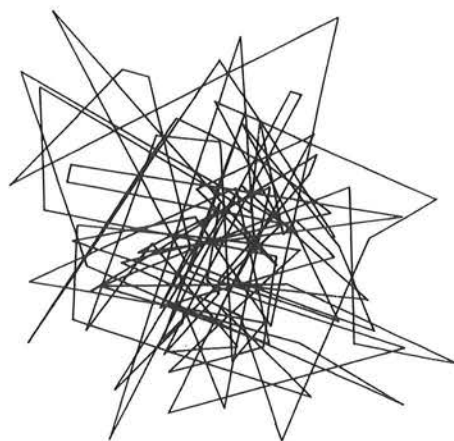
3



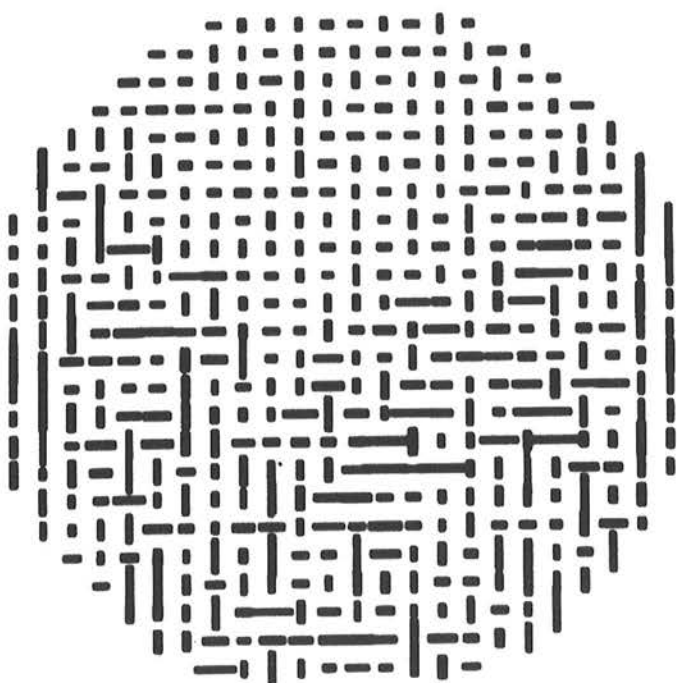
4



5



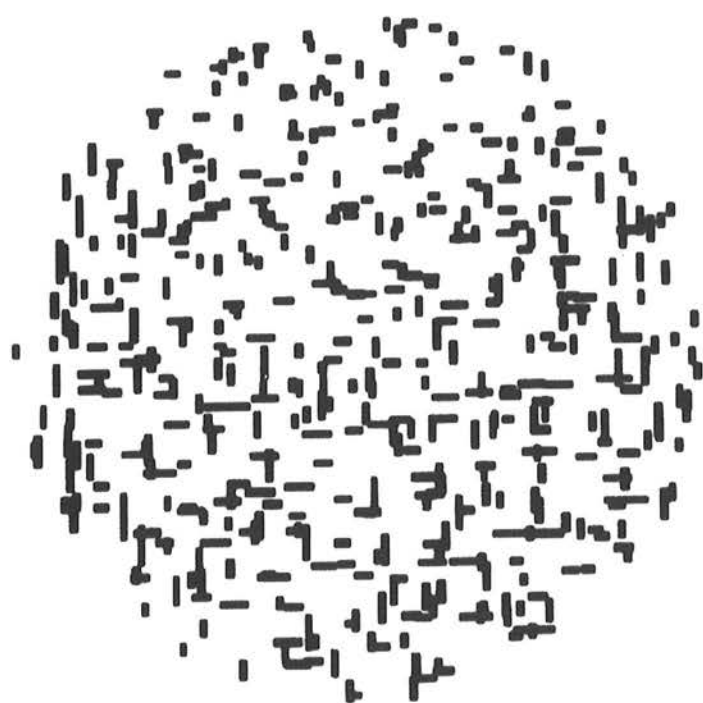
6



7



8



9



10

ハロルド・コーエン

Harold Cohen



1928年ロンドンに生れる。1951年ロンドン大学スレイド美術学校卒業（美術の学位取得）。始め、普通の画家であったが、1970年に入り、カリフォルニア州砂漠でインディアン岩刻画に接し、新しいイメージと表現に開眼。その後1973年、これを実現するため、コンピュータ・システム：アーロンを作る。アーロンの作品は初期のプリミティブなものから、人物・樹木の独特な彩色表現へと豊かで多様な変化をとげ、1994年UCSD定年退職後も同研究センターでアーロンを改良し精力的に制作を続けている。

描画プログラム“AARON”を作ったコーエンの基本的思想は、芸術家の個性的な世界像をその心の不可視の内部から外に可視化することをもって芸術表現の基本とする一見平凡なものである。この個性的世界像とは本来人が始めて接する異世界の像のように当人だけにしか分かりえない異化の相をもっているのだが、このような奇妙で難解なイメージを記号処理という独自の方法で構成しようとする処にコーエン・コンピュータ・アートの特徴がある。コーエンによれば、世界像はカメラのように世界を類似的に映しとるものではなく、人は様々なアスペクトを通して世界を見、世界像とはそこで働く当人に固有なアスペクト群の構成によってなるものである。そしてそこには記号処理の論理が当然働くという訳である。1970年代、それまで普通の画家であったコーエンはアメリカ・カリフォルニア州の砂漠でインディアンの岩刻画を見、アフリカ原住民の彫像を初めて見て驚いたピカソのように、そこに新しい表現法のあることを発見して芸術家としての新転機を迎える。彼の異化イメージ表現の記号論的発想は、当時隆盛期にあった人工知能研究の先端をゆくエキスパート・システムとの幸運な出会いをえて展開を始め、ここにAARONの出現を見るに至る。

エキスパート・システムとは例えば名医が患者の不可解な症状からその原因をなす病気が何であるかを診断するプログラムで、一つ一つの局所的症状に対する小さな知識を関係づけてゆき、最終的に全体としての病名（それが無い場合は新しい病名）をうる手続きの記号処理系をなす。このアイデアを芸術に適用し、AARONは伝統的芸術表現の手法（写実や遠近法など）を一切拒否して、視のアスペクトがもたらす小さなイメージの明示的記号モジュール（ジグザグ、クロス、円、多角形、渦巻き、折れ曲り、様々な直線とその開閉形等々）を基本要素に、それらの選択や組合わせと空間的展開によって、一つの新しい世界像を再現ならぬ構成的に創りあげようとする。こうしてAARONは古典的芸術観を相対化して、そこに新しい世界像の論理的構成と創造の有力な方法を呈示するものとなった。

AARONというプログラムは人が世界をみる時、その異化の相をとらえる視の幾つかのアスペクトがもたらすその世界についての知識断片をそれぞれのレベルの「プロダクション」という描画組立て規則の集まりとしたものである。そして各プロダクションはエキスパー

ト・システムのように断片的知識モジュールを下位レベルから上位レベルへと組立てる“if X then f(Ys)”文の形をとる。この意味は「上位レベルXを求めるとならば下位レベルの必要なY群にfの操作を加えよ」である。エキスパート・システムに出るプロダクションの原形は元来チョムキー生成文法の書換え規則で、「文Sを作るのであればその下位部である主部NPと述部VPを接続せよ」を“if S then C(NP,VP)”と表記する。

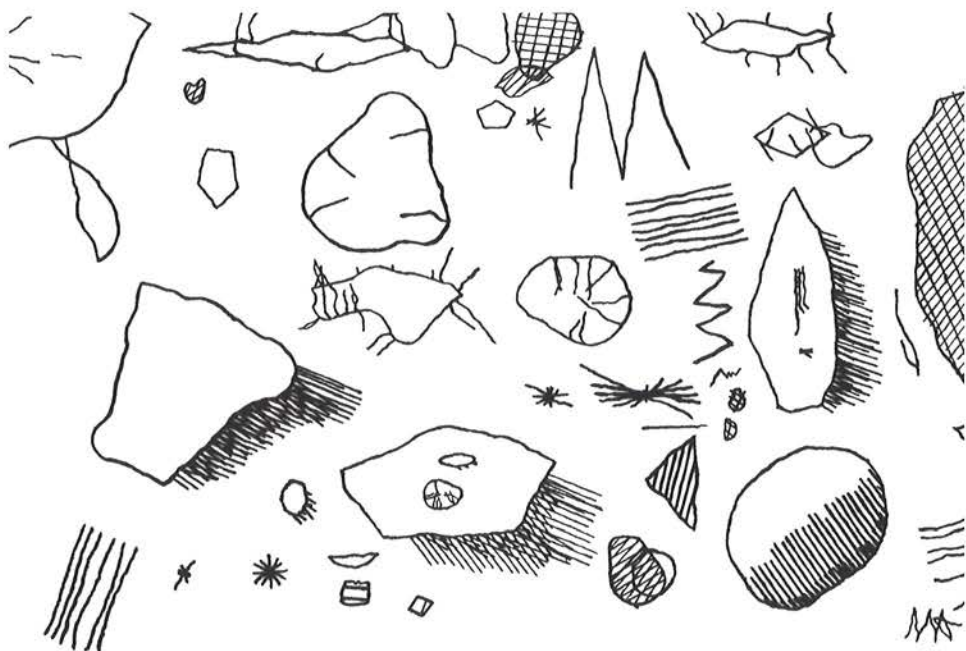
AARONはこのようなプロダクションを数百（後に数千）集めてつないだプログラムをなしていて、その一つ一つは、上位のより大きな概念的描画イメージと、それを作るためのより小さな下位の描画パートの、全体としての階層的システムをなす。そしてAARONでは各層の各プロダクションはそれぞれが自身の描画パートを担って独自に意思決定をし、それらが階層的に相互につながり合って全体の描画イメージを創り上げるが、そこには全体の線描を指揮するスーパーバイザなるものはない。このプログラムの仕組は描画イメージの構成を明瞭にし、その構造に人間のイメージ異化の仕方を反映させたいというコーエンの考えを表わすものである。AARONプログラムのプロダクションは(1)ARTWORK → (2) MAPPING → (3) PLANNING → (4) LINES → (5) SECTORS → (6) CURVESと、上位レベルの構図的空間分割や図形の配置から、下位レベルの描線構成やその点の決定までを一連の画像生成過程とするプロダクションモジュールの階層的系をなしている。

AARONプロダクションが生成した描画図形の最終データは、作画装置であるタートルまたはプロットに送出されて、この生成図形の実際の描画はこの作画器で実行される。AARONの以上の描画プロセスの実行は上位マシンにLISPでプログラムされ、その成果の描画点データはそれから下位の描画マシン（プログラムはC++）に引渡されて目的のイメージが描画されるということになる。

ここで働くプロダクションはそれぞれに目的画像を作るモジュール組立てのパーツをなす小さな知識であり、この小さな知識をプロダクション系プログラムで自由に選択し組み合わせて構成的に目的画像を創りあげるところにコーエンのAARONの特色が窺える。AARONの特色は描画過程の各パーツのモジュールをif-thenプロダクションの推論過程のプログラムによって組立てる

1 初期のAARONの非具象作品 1976

2 1の作画インスタレーション。彩色はドローイング
された描画形体内に手でほどこす。1979



1



2

というもので、その記号処理の形式的自由さによって新しいイメージ表現法を目指すところにあった。またこのチョムスキー型プロダクションの特色は、図形生成の深部構成を表層の線描処理と峻別する所にある。コーエンはこの2段階処理方式で異化イメージの自由な概念的構成を上位プロダクション・プログラムに専ら委ね、彼自身はプログラマー・アーティストとしてこの上位部分にのみ責任的に関わり、後は下位部作画器のパフォーマンスにまかせるという哲学を創りあげたものと思われる。

その後1980年代に入るとプロダクションに意味論的制約を加えて描画の具象化を計ったり、90年代になると更に彩色を加えてその描画イメージの芸術化を進めようとしているが、この後期の色相ベースの彩色描画には、近代芸術の自然主義表現の伝統を拒否して、新しい世界像の表現を原始性に帰って打ち立てようとするコーエンのユニークな立場が見てとれるように思う。また以上と平行して、それまでのプロダクション・システム特有のトップダウン型論理主義を、より自由なモジュール組立てを可能にするイベント駆動型の、次世代オブジェクト志向型プログラミングへと切換えてゆくあたり、コーエンの非凡さが窺える。

最後にコーエンのコンピュータ・アート(CA)観を述べれば次のようである。(1) CAは人間アーティストの道具ではない。従って既成描画パッケージ(フォトショップ等)の所有・使用には反対。ユーザーの対話的キー介入や入力データの変形にも反対。(2) CAアーティストは自分自身のプログラム(イメージとその生成描画法)をもつべし。それは心の内奥にある彼独自のものであり、従ってそのプログラムは彼にしか作れないのだから。(3) コンピュータは既成ソフトを走らせるマシンではなく、CAアーティストの個性あるイメージ作りプログラムを予め内蔵し、その力でアーティストに代わり独立自律的に彼の世界像の描画を実行する。このようにコーエンは俗流コンピュータ・アートに一貫して反対し、異化イメージのアルゴリズム、その構成的表現、そしてCAのこのようなポストモダン芸術への創造的可能性に挑戦していると言えるであろう。

解説：川野 洋



3



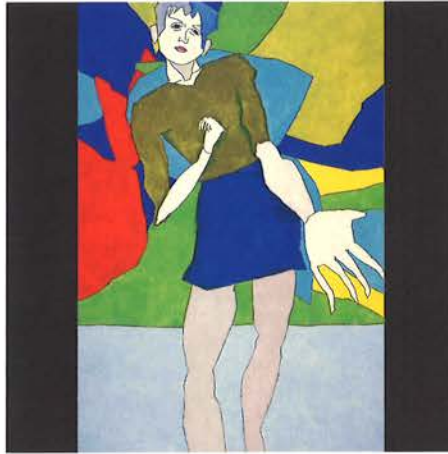
4



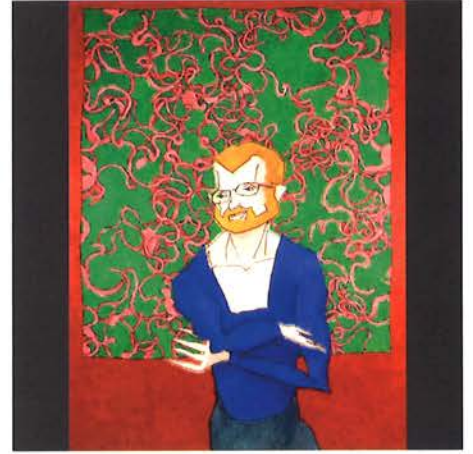
5



6



7



8



9



10



11



12



13



14

- 3 筑波科学博アメリカ館でのAARON 描画のイン
タレーション 1985
- 4 ドローイングに手で彩色 1984
- 5 DEC のための壁画 1986

1990 年代に入ると人物を対象とする自動彩色画が登
場。作画機に特殊ブラッシュを装着する。

- 6 AARON と装飾パネル 1992
- 7 1993 年の作
- 8 壁掛けとハーブ 1992
- 9 母と娘 1997
- 10 ディートリンド夫人 AARON 自動彩色 1995
- 11 AARON 自動彩色 1995
- 12 - 14 2000 年代の DP シリーズのさきがけ



15



16



17



18



19



20



21



22



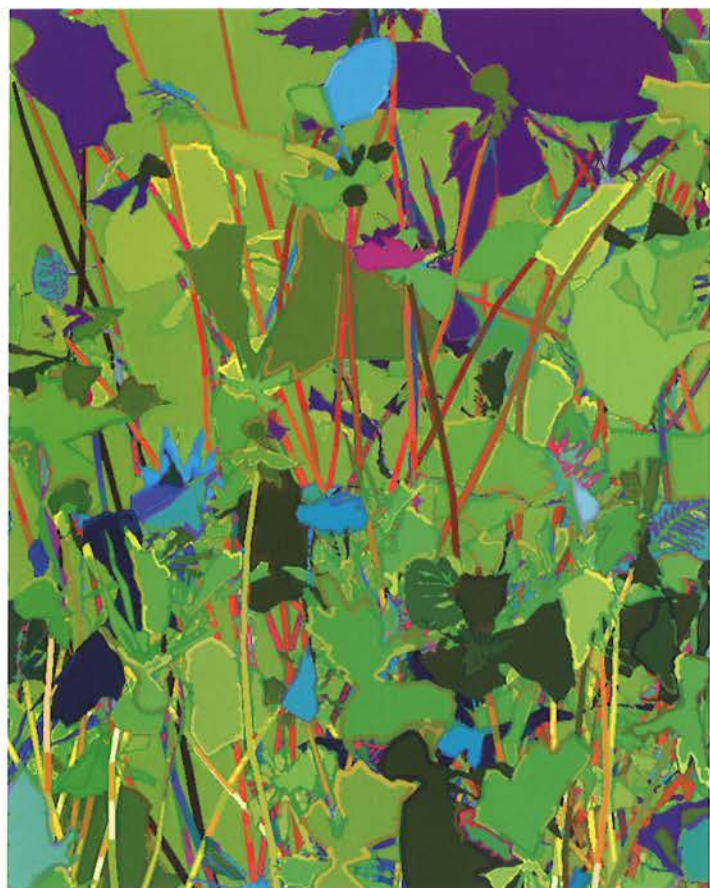
23



24

15 - 34 デジタルプリント (DP) のシリーズ

2000 年代に入ると、題材は更に植物に拡がり、AARON
作画はドローイング、彩色とも複雑さを増す。これらの
作品はDigital Print (DP) シリーズと称される。



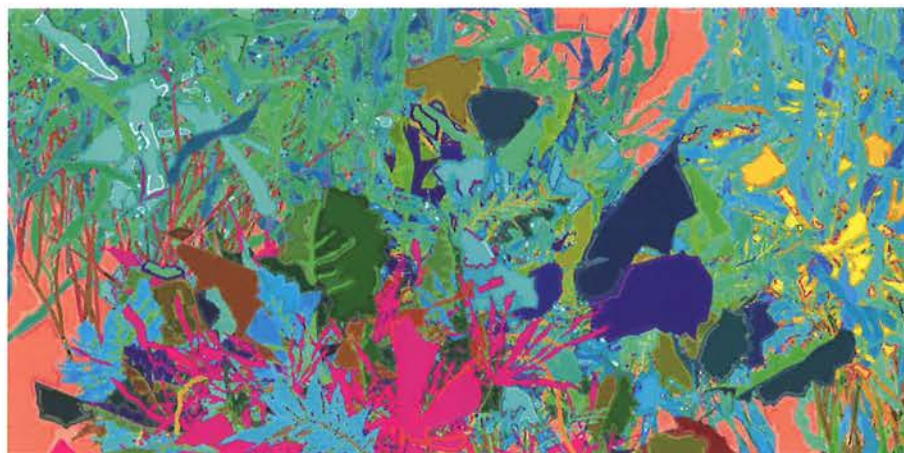
25



26



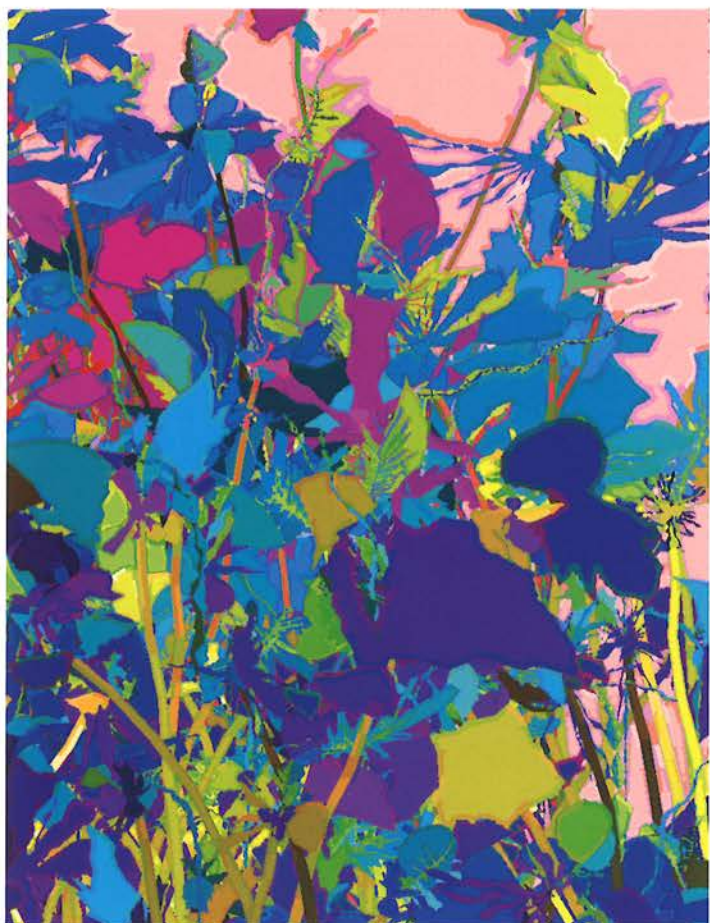
27



28



29



30



31



32



33



マンフレッド・モール
Manfred Mohr



1981 年以降、ニューヨークに在住して制作。1938 年、ドイツ、フォルツハイム (Pforzheim) 生まれ。1969 年、パリの中央気象研究所のコンピュータの XY プロッターを用いて最初のドローイングをおこなう。1972 年以降、多次元のハイパー・キューブの論理構造に基づく抽象的視覚構造生成のシステムティック・アプローチ。2002 年から、プログラム "space.color" を実行する Small PC のデザインと製作をおこなっている。

1968 年以後、私は芸術を創造するためにコンピュータとプログラミング言語の論理を用いて、過去の芸術には見られない独自性の高い作品の制作に没頭している。私の芸術の実現におけるこのラジカルなアプローチを通して、その探究過程がシステムティック芸術に対する私の貢献の重要な部分であると考えているし、そこから私は私の制作について新しい思考の方法を学んできた。

私は、コンピュータを人間の知性と視覚の経験のための正統的な増幅回路として芸術創造の面から深く考えている。人は詳細なアルゴリズムとプログラムによる分析をとおして、人間の思考行為を論理的、抽象的な諸モデルへ具体化することができ、それは人の創造的経験とその処理過程の深い理解へ導いてくれる。

創造的過程は、論理的な連合（結合）の性質にもとづいている知能のプロセスである。連合は、時空間の近傍の接合関係をスイッチできる思考のアンド／オン回路、ステップ実行によって結合組織を再編できるような相互作用として定義できる。新しい意味を作るために、それらの分岐や論理演算を実行して新しいデータへ組織化することは、イマジネーション、自由な連合を創造する能力である。新しく重要な美的情報を創造するためには、そのような自由な連合を機能させる必要がある。

人の思考と意図をコンピュータで増幅して合理的な結果を得るためには、我々は正しい質問を機械に尋ねる方法を見つけねばならない。そのような方法に前進することは、美的な問題をシステムティックにアプローチする重要なステップである。その目的のためにアプローチする次の諸方法がある。

1. 視覚的プロシージャ（手順の集合、目的的手続き）：実在する視覚的イメージは、その基礎的な諸要素——その各々ののはアルゴリズムに表すことができる——に分解される。人はそれらの要素を多様な方法で操作・処理することができる。この経験は《視覚的イメージ→操作・処理→視覚的イメージ》である。
2. 確率的に柔軟性のあるプロシージャ：既存の、また考案された抽象的論理は、基礎的アルゴリズム、非視覚的イメージ、あるいは、曖昧なイメージを予測することができる。このアプローチの重要性は、あるルール——それは構想力によって視覚的経験をアプローチする新しい方法であるが、を応用するところにある。この経験は《抽象的論理→視覚的イメージ》である。

さらに確率的プロシージャは異なる二傾向に分かれる。

- a) 数学的公式の視覚化：決して以前に見たことのないような、たいへん興味深い結果（出力）が現れる。しかしながら過去の美的興味の広がりに対して、閉じたシステムであるという理由で、数学的公式による美的情報の表示結果は、それ自身の中に限界を有している。
- b) 美的経験の方法としての個人的ルールを見つけ出すための探究：人間行動の個人的影響は、コンピュータの数学的特性と技術的支援をとおして、全体的に干渉しあうようなオープンシステムへ導いていく。

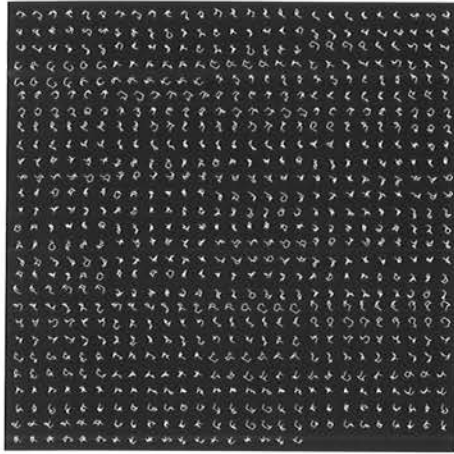
プログラム言語の論理的構成とその指示命令は、驚くべき精密さと集中を要求するが、他方では、広く自由な確率的な思考の次元が開かれている。次に、新しいコンピュータ + 人間系の処理行動モデルが現れる。

- 1) 美的経験の部分としての精密さ。2) 実行の高速化とその結果としての作品の多様性と比較性。3) コンピュータによって莫大な数の実行命令と確率的思考を、人間の持続力と時間の限界をこえて、容易に遂行できるという事実。4) 人間とコンピュータとの継続（対話）的なフィードバックは、創作者の思考と意図を明確なイメージに帰着させる学習のプロセスを含んでいる。5) コンピュータとの対話から生じる出力結果と視覚的経験は、全く新しい様相のもとで評価しなければならないことを示している。

基本的諸変数が諸形体の間の諸関係になっているような、非美的な価値の形式の集合が構築される。その形式は、その集合の中におけるどのような固有の形体とも連合している。今では、量としての質を全体的に表現することができるような、確率的プロシージャ、そして「自由である」プロシージャに基づいた美的決定に従うことである。このプロシージャの導く解決は、人の普通の行動の外側の道筋上にある。仮定したある上位概念は、確率的な美的情報の状態の部分になる。

世界は外側から変わるのではなく、内部から変化するのであろう。そして、美的決定はますます知識に基づくようになるであろう。制御できない芸術の形而上学から、システムティックで論理的な構成主義（constructivism）への移行と転換は、明日のサインにちがいない。

"Artist and Computer", edited by Ruth Leavitt, 1976. より Manfred Mohr の 1975 年の文章抄訳。訳：下村 千早



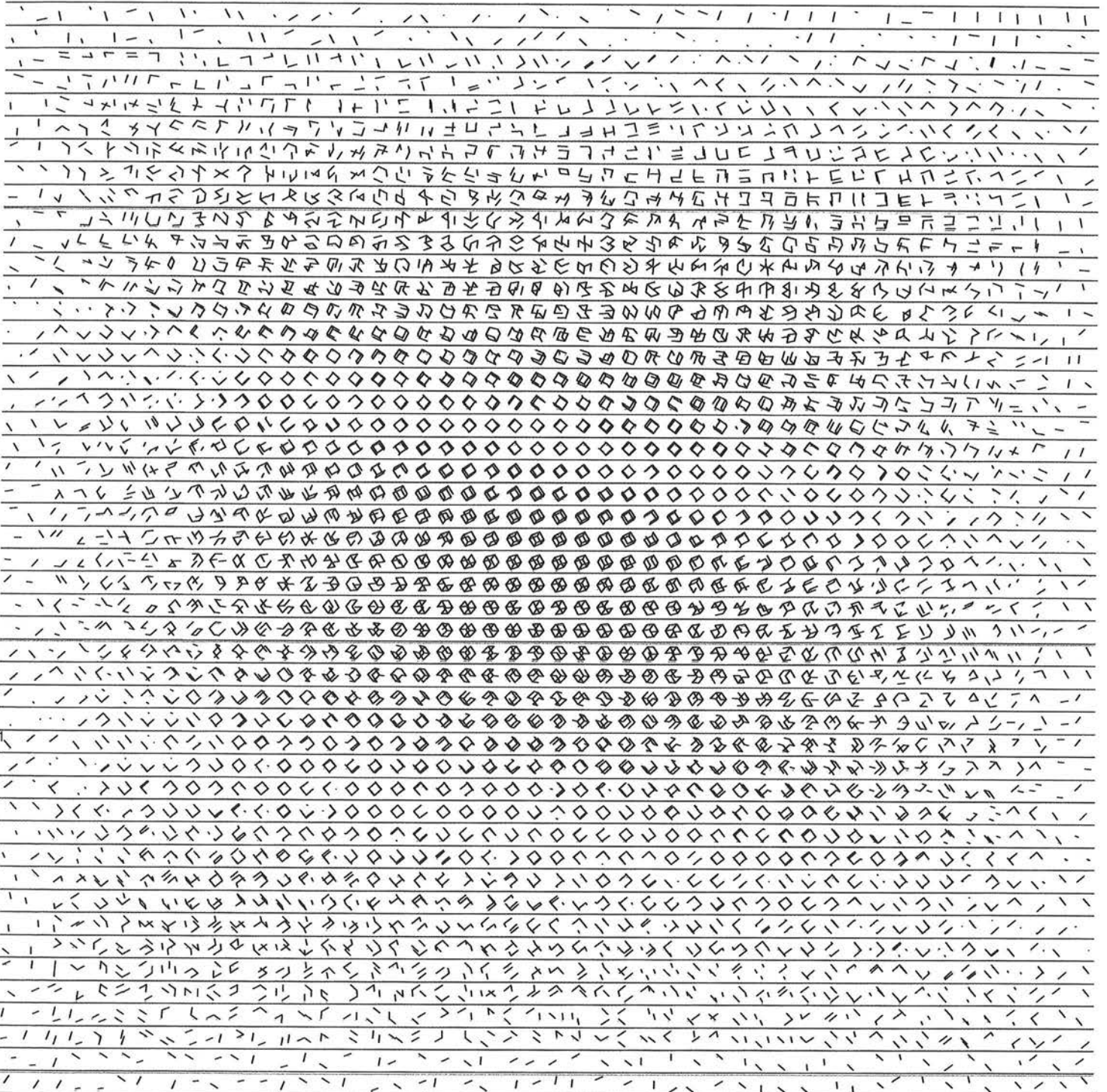
1

モールの作品はそのほとんどが記号形成の基礎構造としてキューブ（キューブ）が選ばれている。この比較的新しい作品も同様な方法で展開されたものである。キューブの合成による形態を“ハイパー・キューブ”と呼び、それからそのキューブの稜や対角線を取り出し、回転して一群を一つの作品化している。形成方法は2と同様である。1998年

2

シリーズ“キュービック・リミット”ではベースになる記号形成の構造としてキューブが選ばれている。この制作時期（1973-75）の第一の部分は一つのキューブの1, 2の（2つの面が交わる）稜が記号レパートリーである。幾つかの作品ではアルゴリズムにおいて、統計学、回転が記号生成手段として使用されている。それに対し他のものでは、順序組み合わせ的、論理的、加法的操作が使われているのである。1974年

1



2



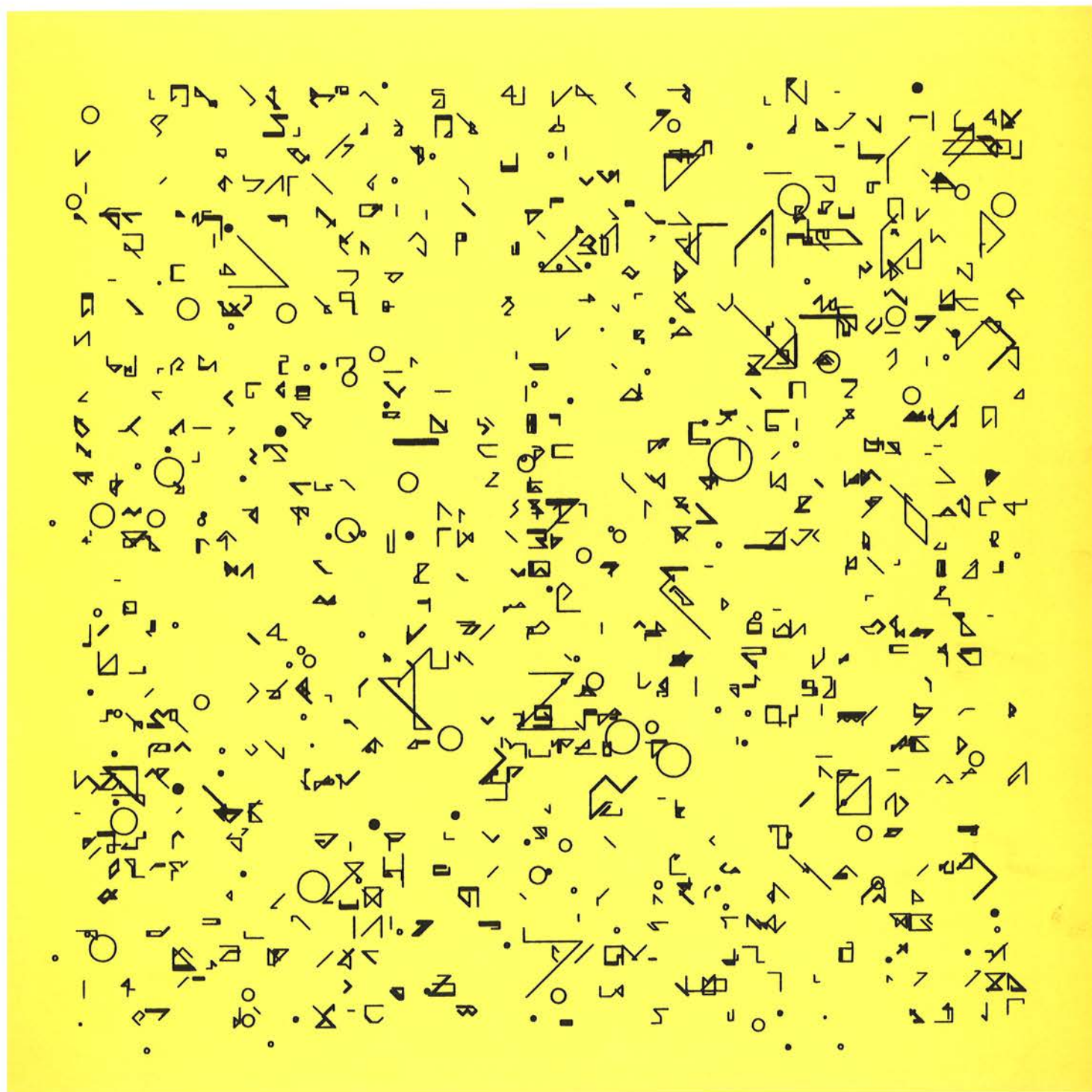
3

コンピュータ・グラフィック, プログラム 35, 1971 年

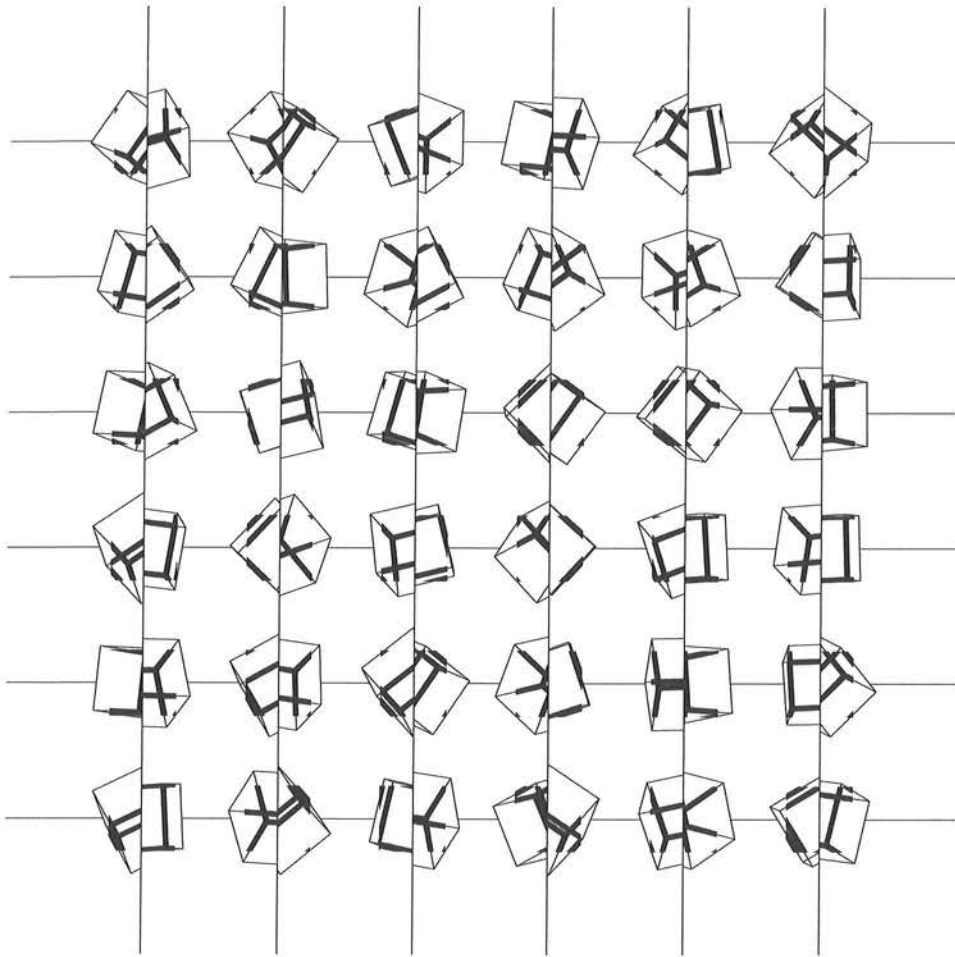
4

コンピュータ・グラフィック, プログラム 50, 1977 年

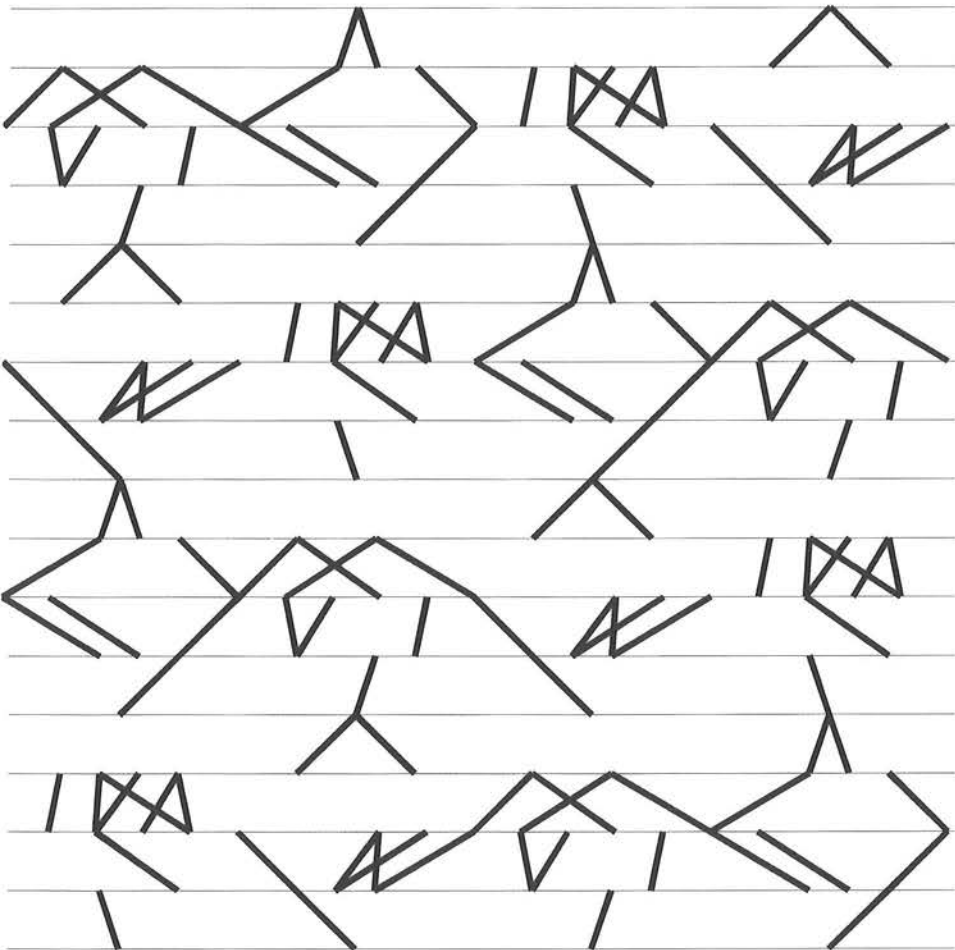
3



4



5

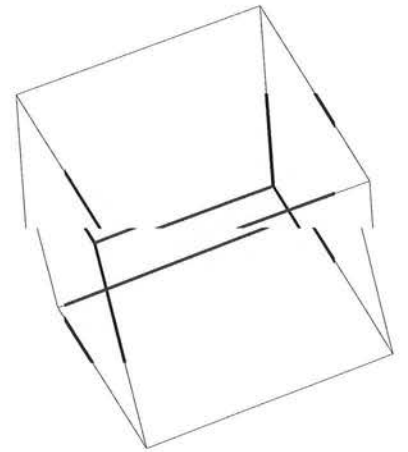


7

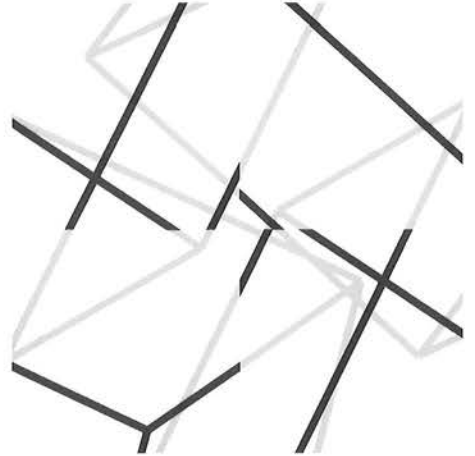
5-8

シリーズ“キュービック・リミット”(1975-77年)ではキューブはデカルト平面の一つによって2分割されている。両方の部分はそれぞれの作品において独立したキューブの回転があり、それらの回転は2次的に投影され、方形の窓、6では帯状の窓を通して切りとられる。それぞれのキューブの回転によって、少しずつだが異なった記号継起が生じる。

1977-78年に制作された。8はただし1998年制作。



6



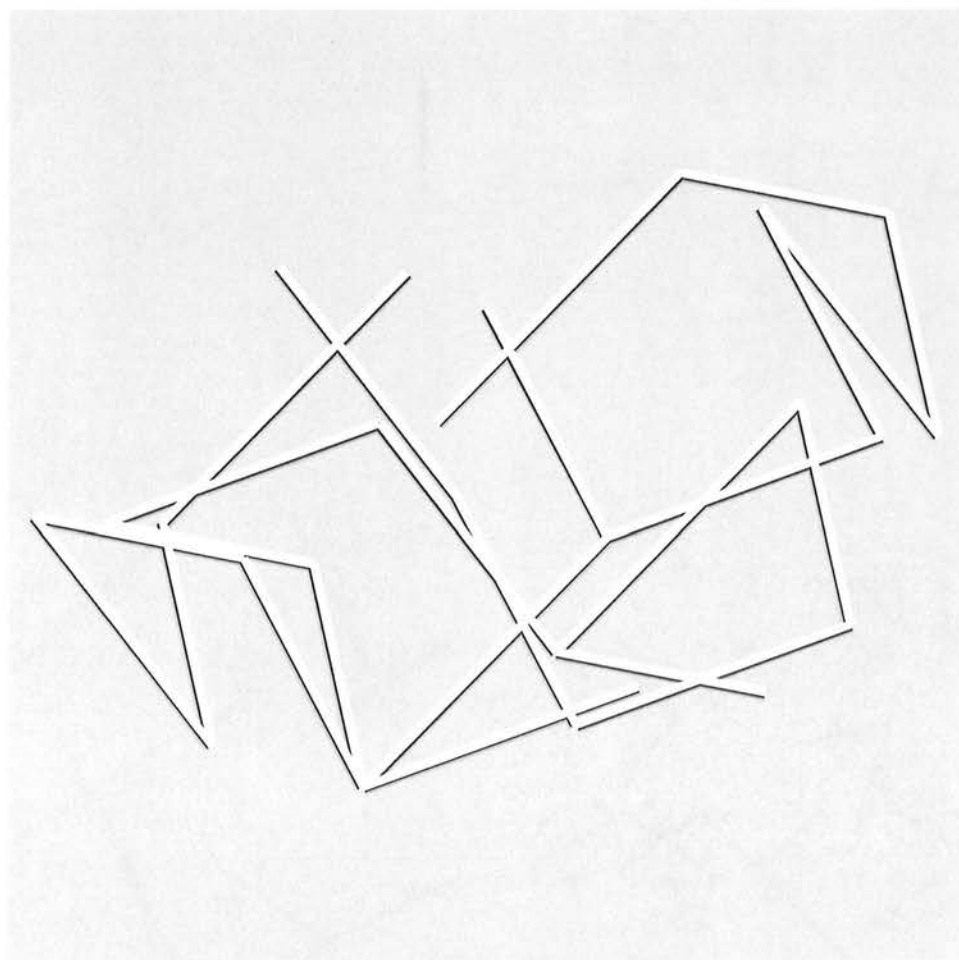
8

9 - 11

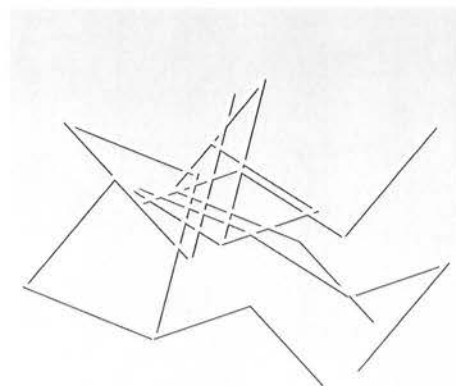
作品群“レーザーグリーフ”(Laserglyphs) {レーザー光線で石膏に刻む} は6次元のハイパー・キューブに基づく。これらの幾何学的に確定された諸構造には32の対角線がある。それぞれの一つの対角線の2つの終点は構造において対立的に対置している。こうした対立的な点を、連結線の交錯したネットワークを貫通して結べば、一本の“対角線一道”を得る。一つのハイパー・キューブで、これら32の各対角線は720本の“対角線一道”を含んでいる。1992年

12, 13

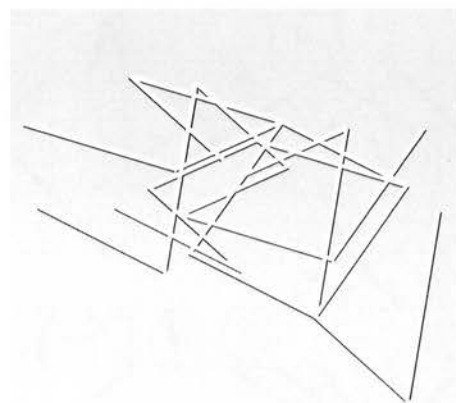
“半一平面”シリーズも合成されたキューブに基づく。記号レパートリーから乱数によって選択された2つの“対角線一道”はこのシリーズの起点である。両方の“対角線一道”は太い線で描かれている。1997年



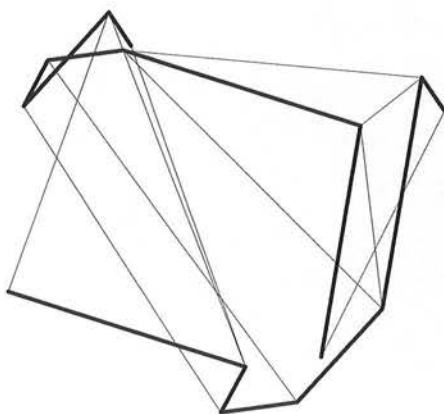
9



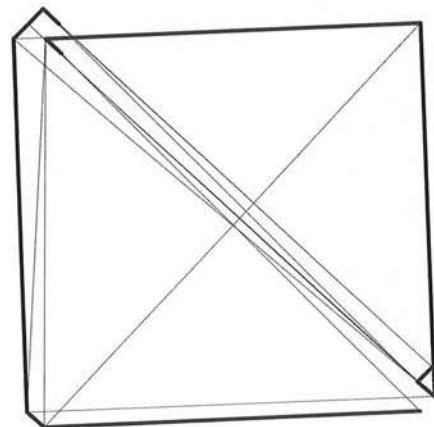
10



11



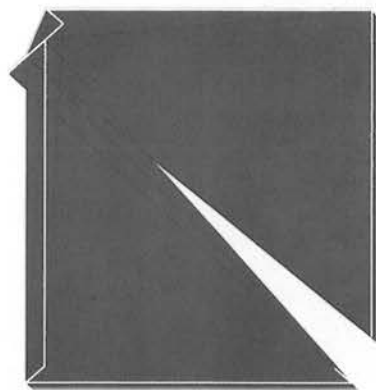
12



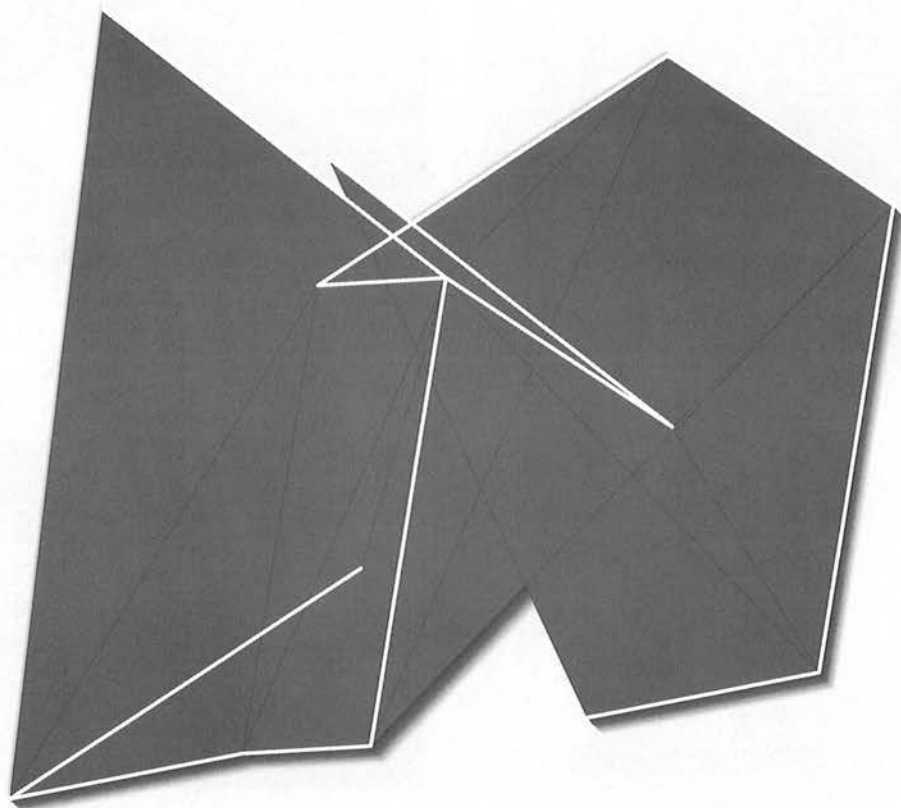
13

14 - 18

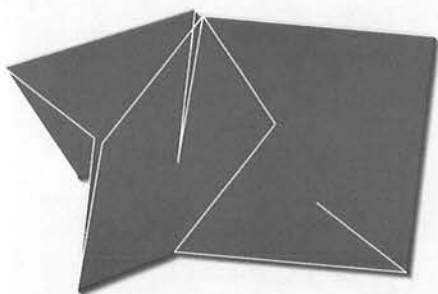
グレーのこれらの作品は 12, 13 と同様な方法で作成されているが、基礎になるハイパー・キューブは見る人には直接的にはわからないが、計算可能なのである。板上にアクリルで 1995-96 年に展示された。



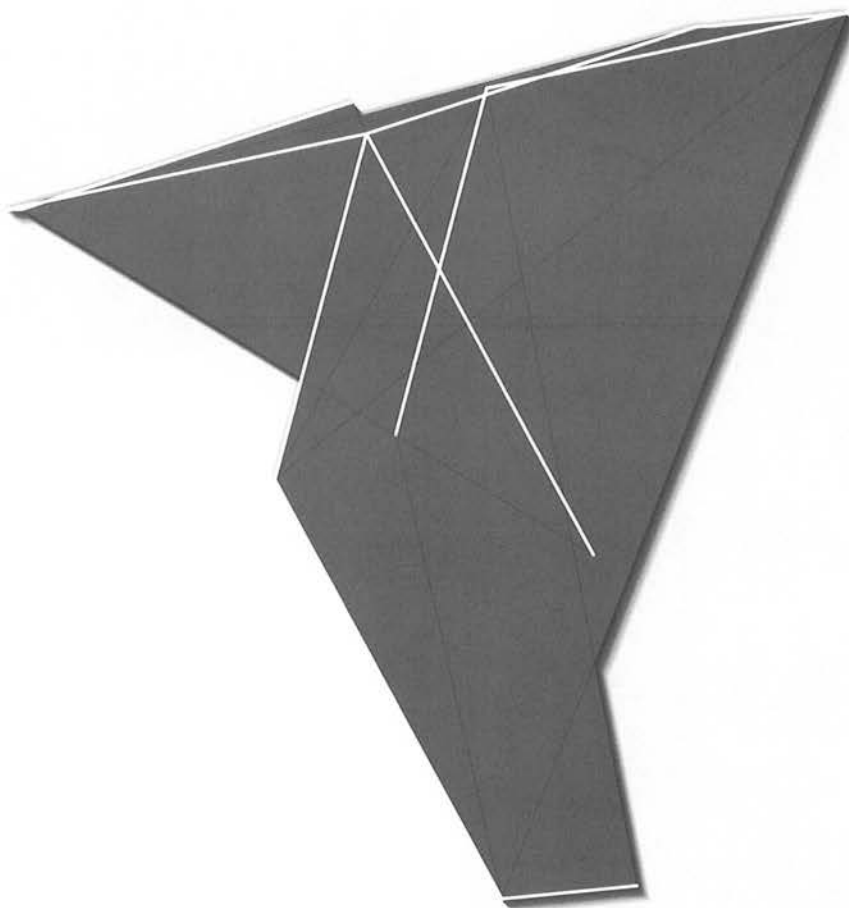
14



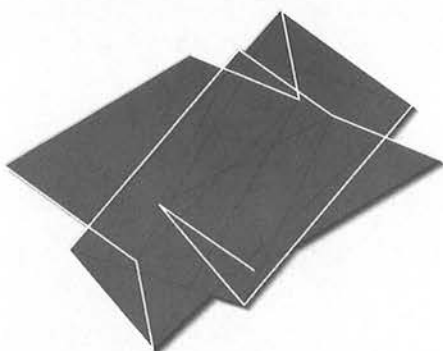
17



15



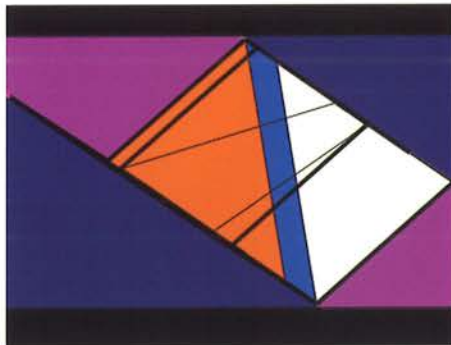
18



16



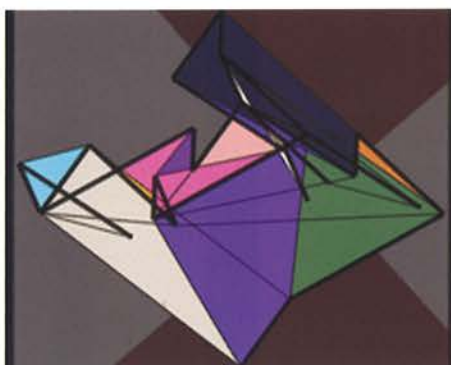
19



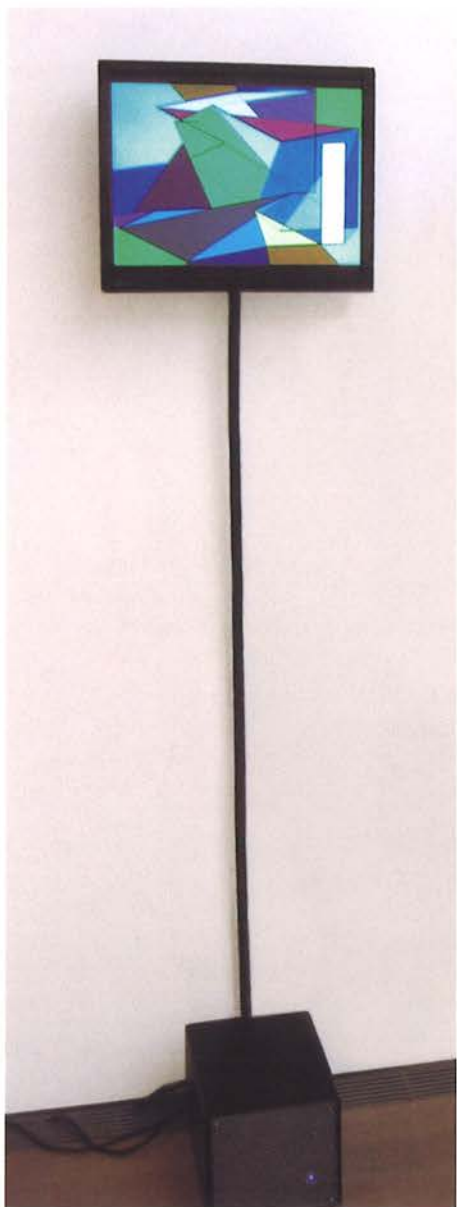
21



22



23



20

19 - 23

“スペース・カラー・モーション” シリーズは“スペース・カラー”（1999年に書かれた）のコンピュータ・プログラムと同様のものを使用しているが、PC5を含むあらゆるプラットフォームで走るように更新された。“スペース・カラー”の制作時期では、インクジェット絵画は6-Dアニメーションのインスタンスから具体化された。この“スペース・カラー・モーション”の制作時期では、自己組み込み（self-built）PCsは、独自のパラメータの集合を使用するそれぞれのインスタレーションによってプログラムを実行する。“スペース・カラー・モーション”は最初2002年に、ルードヴィヒスハーフェンのヴィルヘルム・ハック美術館、デュッセルドルフのギャラリー・シェラー、ニューヨークのピットフォーム・ギャラリーに展示された。19はベルリンのソニービルに2004年に展示された。それ以外は2003-05年の展示。

24 - 28

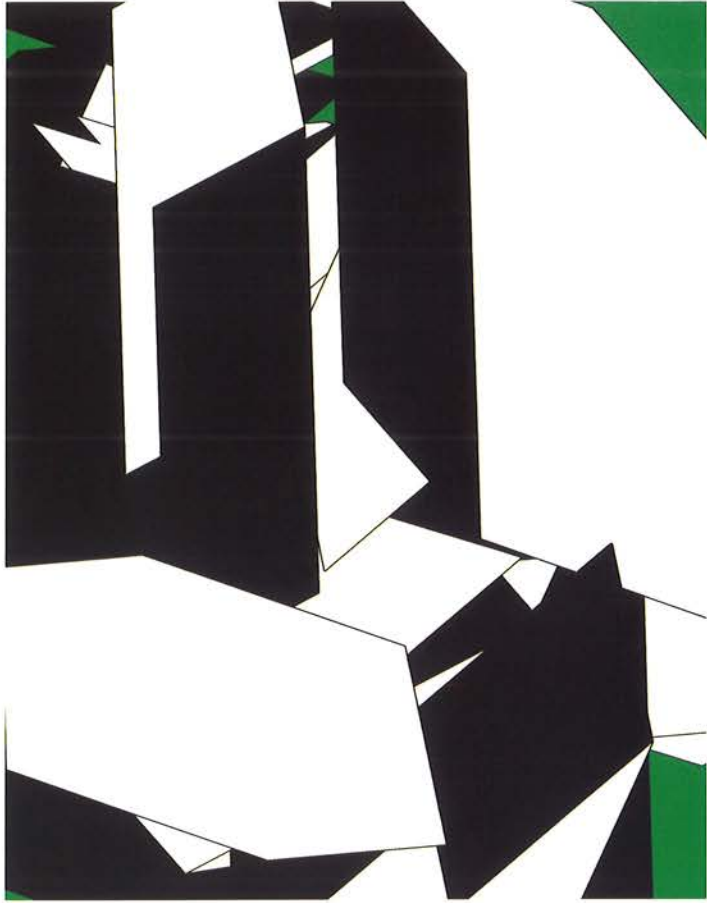
9-11と同様なアルゴリズムに基づいて画布上にインクで制作された、キューブを黒または白のいずれにするかはアルゴリズムで決定されている。2005年



24



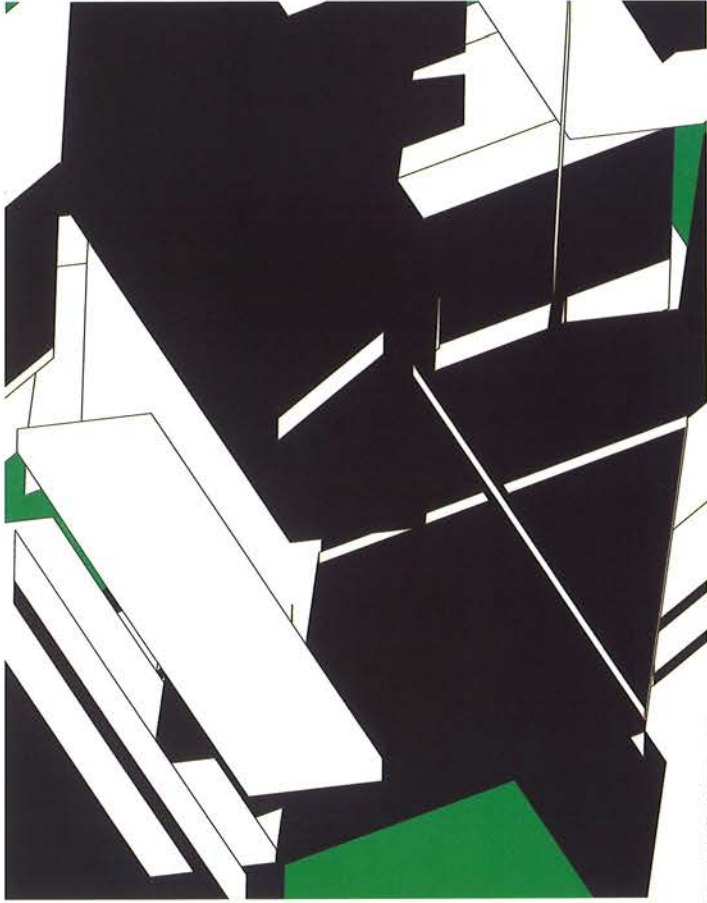
25



26



27



28

エドワード・ザジェック

Edward Zajec



1938 年イタリアに生れる。トリエステで初期の仕事を始め、その後米国に移り、コンピュータ・グラフィックス、実験的アニメ、またインターネット上のプロジェクトに芸術家としてたずさわってき、その作品は世界中多くの美術館や美術展で発表されている。

私の初期の作品は「立体、主題と変様」(TVC)である。ここには後に追求する三つの分野、コンピュータ・グラフィックス、実験的アニメーション、対話的手法が現れている。

TVC は擬似遠近法システムをなし、そこで立体は断片化され、それらは斜方向に投影されたり、様々な組合せ規則に従って個数や配置を決められる。TVC は斜方向投影の立体から得られる 8 個の基本要素からなり、これらの要素を使ってプログラムは 1 つの構造を形成すべく 8 個の異なるモジュールを生成する。その場合、白断片の数と積重ねはランダムであるが、残りの 7 個の断片要素の積重ねは本来の投影を保つルールによって決められる。最終的構造は 8 個のモジュールの分類の観点からみて夫々に異なる 9 個の可能な組合せの仕方によって決まる。

ところで、TVC は私の以前の考えとは発想において根本的な違いをもつ。アルゴリズム志向の創作法というものが、私の関心をオブジェクト自体への依存から、芸術創作における心の働きに向けてるように変えてゆく。この意味において TVC によってセットされた私の擬似遠近法なるものは最早幾何学的投影たるに留まらず、更に進んで操作的アルゴリズム的システムとなり、それは流動的な言語に似た独特な視覚的コミュニケーションを可能にしてくれるし、また対話の可能性を開くことによる時間的動きもできるようになった。基本的要素を音節として扱え、これらの音節要素は組み合わせられてモジュールとしての語を作り、これらの語モジュールは最終的に、与えられる文法と一組の感覚質的な批評基準によって、構図である文を作り上げる事になる。文法は一旦決められると恒常で変わらないが、8 個のモジュール・セットをなす語の方は環境に依存するが故に固定的になることはない。つまりこれらの語彙は各モジュール内の白色断片(音節要素)の擬似乱数的分散という様式をとり、出来上がる構図毎に新しい 8 個の語彙モジュールの生成という形をとる。このようにして出来てくる構図はそのどれをとっても自動的に生成するイメージとしてその個性を表すが、それと共にまた、TVC システムがもたらす秩序関係の独特な可能性の展望の下で、正に可能な視覚的発話の一つを例示するものとなるのである。

コンピュータ・アートにプログラミングがどのよ

うに関わるかという問題については、私は、プログラミングというものはコンピュータ・アートの本質をはっきりさせると同時にその表現の可能性を明確に定めてくれるが故に、デジタルに計算される作品にとって重要なものであると考える。この事は、人が物の世界から出て記号とアルゴリズムの自由な世界をうるには、物の世界を機械(コンピュータ)によって処理されるレベルにまで単純化し形式化せねばならない事を理解させてくれる。これらの事に目覚めることなく無関心であるならば、人は往々にして、アートとコンピュータに関する誤解や非現実的な期待そして正しくない主張に陥るであろう。一方、人がコンピュータを動かすことによって獲得する非常に拡張性のあるコミュニケーションの能力や、制御の予期しがたい可能性の出現に歓声を上げられるようになるのも、一にプログラミングあればこそその事である。現在の状況が示しているように、コンピュータ技術の進歩は明らかに二つの方向に向かっている。一つは個性なき一様性、おさまりの杓子定規と一極支配の強化の方向であり、いま一つは個性、創造性そして平和的共生を拓めてゆく方向である。この別れ道に直面して人間はその運命を賭けようとしている。

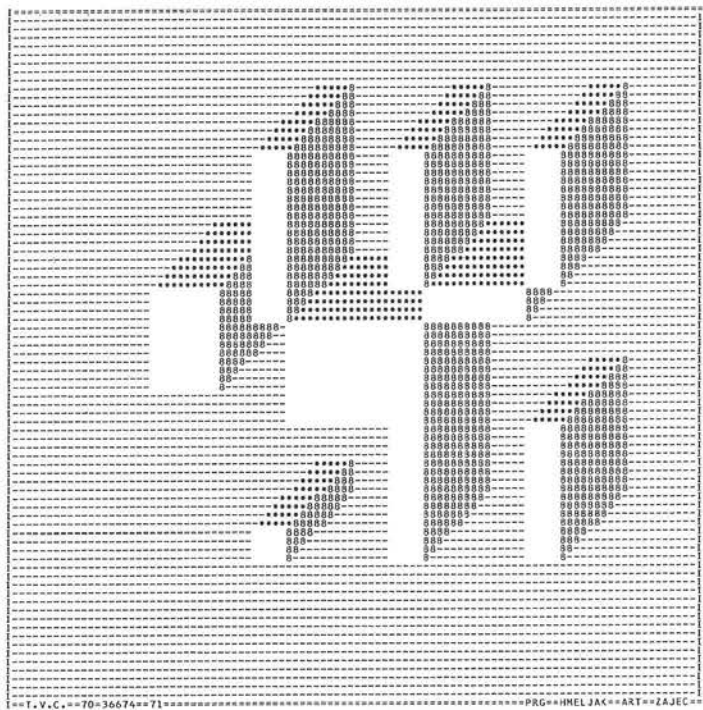
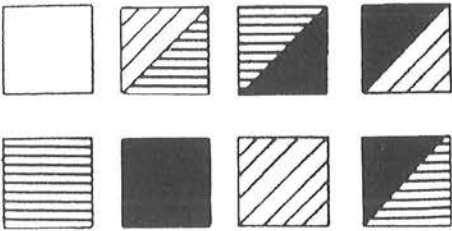
On programming and the importance of algorithms
in my work より

訳：川野 洋

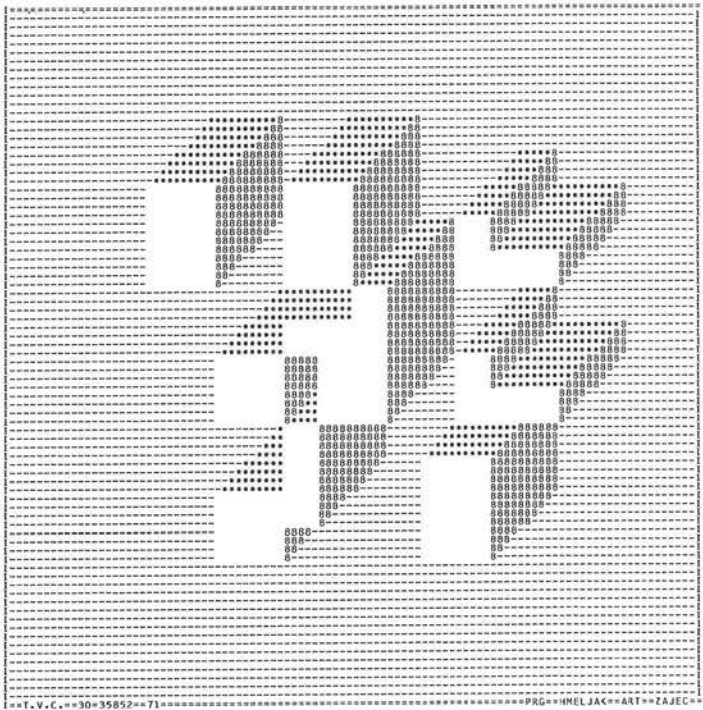
1

2-9 T.V.C 立体：主題と変様一連のシリーズ

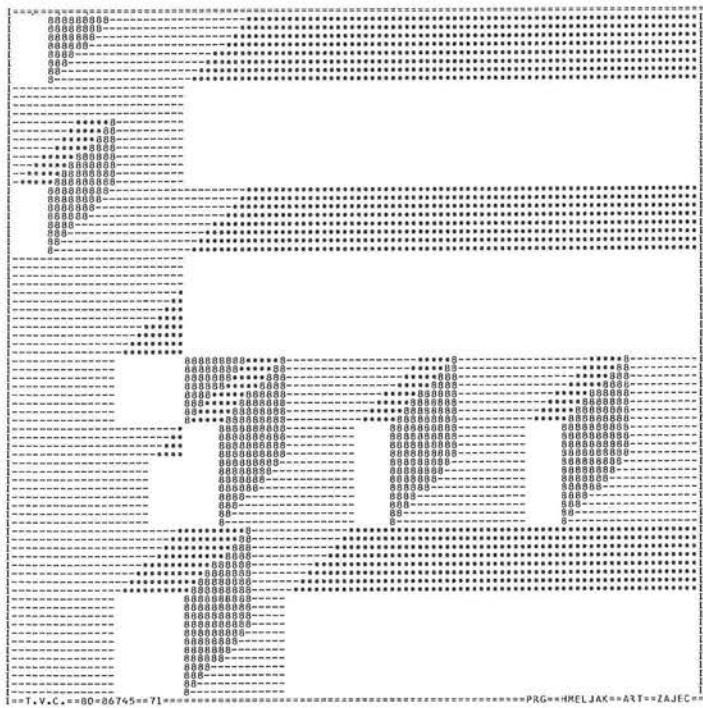
レパートリー



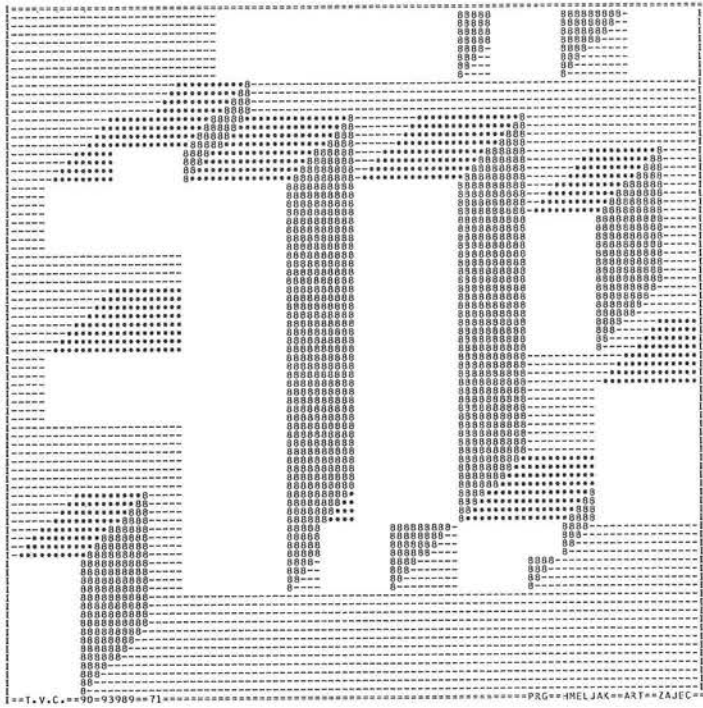
2



3



4



5

ローマン・ヴェロスコ

Roman Verostko

形のみなもと

私のアルゴリズム的な作品は、純粹形式を追求した、20世紀初頭からの美術の伝統に根差している。マレーヴィチやモンドリアンのようなアーティストの作品や著作に影響を受け、私は純粹形式の芸術を生涯に渡って探求している。50年以上にわたる仕事の中心にあるのは、それ自身が生命を持っているような視覚的形式の創造の探求である。コード化した手法による作品は「純粹形式」を追求した20世紀の純粹主義者を引き継ぐものである。

アルゴリズム的な形態生成への移行

1970年、ミネアポリスのデータ管理協会でのプログラミング・コースで、私はコード化された手法とコンピュータのパワーが結びつくことによる「形態生成」の途方もない可能性を体験した。パイオニアたちの夢が実現するのだ！コンピュータ・テクノロジーのおかげで、視覚的な形式を生み出す命令をつくりだすことができる。私たちは今や、描くための「スコア」を構成することができるようになった。

パーソナル・コンピュータが登場し、私は芸術形式を生み出すためにそれまで用いられていた方法のいくつかを模写する、基本的な描画命令としての「アルゴリズム」を書き始めた。再帰的な描画の驚くべきパワーが私をとらえ、スタジオを改造することにした。その時以来私の仕事は、パイオニアとしての実践に根差した、プログラムの開発と改良に凝縮されている。これまでの25年間、私の芸術形式はすべて、オリジナルのアルゴリズムによって生み出されている。

こうしたやり方は、コンピュータのパワーによってもたらされた再帰的手法の驚くべき能力なしには想像することのできない、視覚形式の新たなフロンティアへと私を連れていってくれた。それ自身が視覚的生命を持ったこれらの芸術形式は、他のどんなメディアでも表現することはできない。

作品タイトル

タイトルの由来はさまざまである。いくつかのタイトルは、最終的な形態から喚起された質による。またあるものは、無題のまま、音楽作品のように数字がつけられている。誰かを記念したり偲んだり、イベントの記録としてつけられているものもある。とはいえ芸術形式それ自

体は、音楽や花や木のように、常に経験される視覚的リアリティとして存在している。

技術的手法

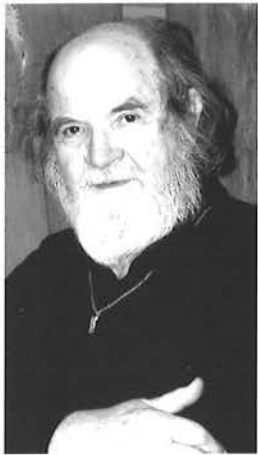
1982年までに、私は芸術形式のアイデアを生みだし発展させるための、いくつかの基本的な命令を開発した。この中には、純粹形態の探求の一環としての「形態生成」ルーチンが含まれている。この生成システムによって、私は視覚的可能性の探求、選択、形態の改良といった作品制作のための手段を構築することができた。最終的な作品は、ペンプロッターのアームにマウントされたインクペンによって描かれる。ギリシャ語で「経路」の意味を持つ「Hodos」と名付けたプロッターのコントロール用プログラムも、常に改良され続けている。

私のアルゴリズム的な作品のほとんどは、ラグペーパー上に、リフィルできる専用のペンと、長持ちするアクリルインクで描かれている。1980年代の半ばから、すべてのドローイングは、PCに接続した、Houston Instruments社のマルチペン・プロッターによって描かれている。現在はDOSで動くHI 7000を用いている。いくつかの作品には、偶発性のある筆を用いている。そのために、必要に応じてマシンを止めることのできる、インタラクティブなルーチンを用意した。ペンの代りに自動でインクを補充できるブラシを用いたこともある。

私のソフトウェアは、基本的にBASICとプロッターを操作するDMPL言語で書かれている。1980年代に書かれた昔のルーチンも、コントロール・プログラムから呼び出すことができるので、それらを使って今でも新たな作品をつくることができる。

アーティストとしての私の興味はずっと、芸術作品を制作するためのテクニックをマスターすることにあった。ペンプロッターという基本的な道具とシンプルなプログラムには、私の生涯をかけるだけのものがある。50年以上の時間と、何千枚ものドローイングによって、私はインクの粘性、顔料、紙の表面、ペン先の研ぎ、そしてソフトウェアの書き方に関して沢山のことを学んだ。しかしながら私は未だに、ペンと紙で描くアートの探求を始めたばかりのように感じている。

訳：久保田 晃弘



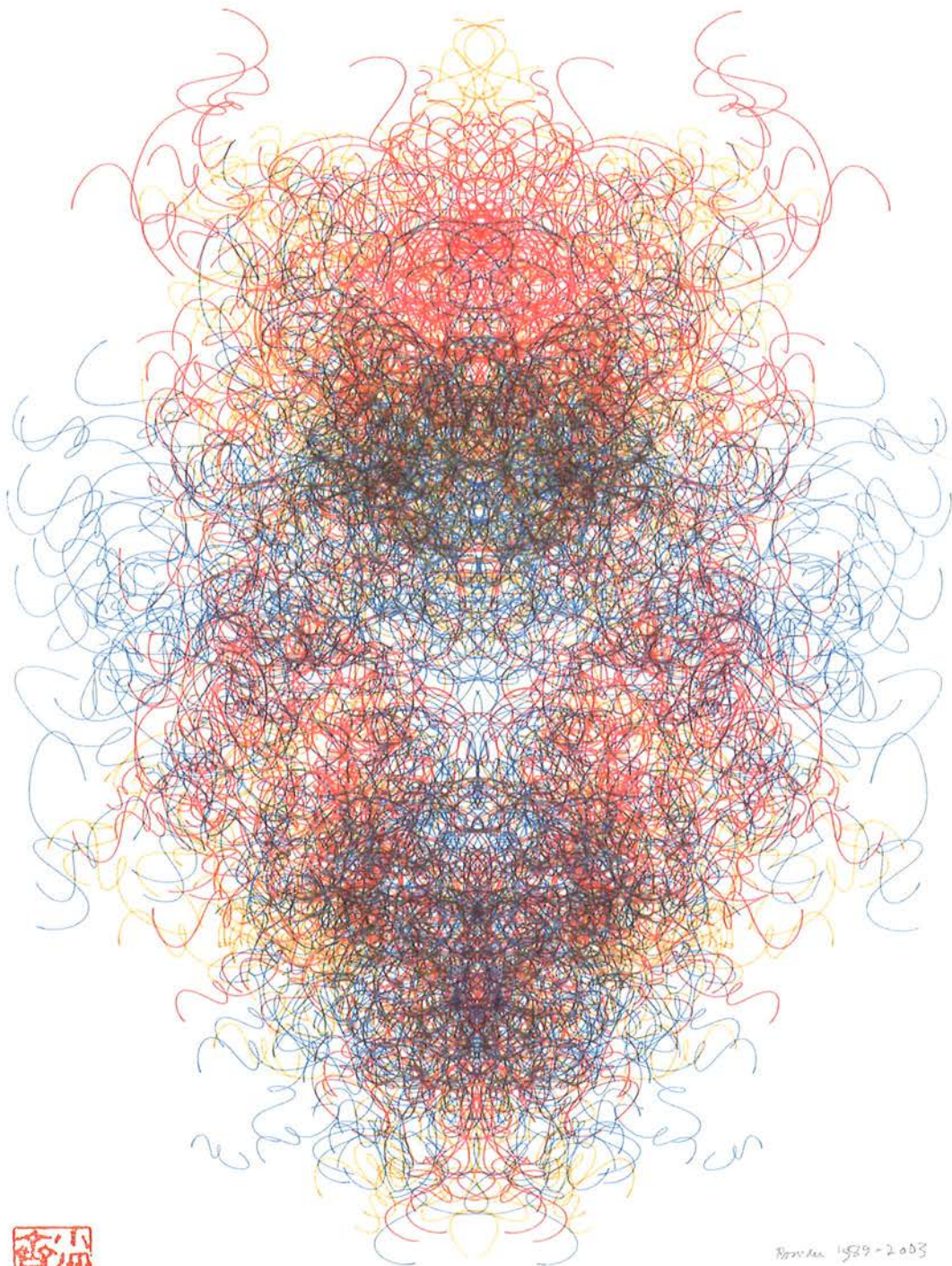
米ミネアポリス在住。1929年米ペンシルヴァニア生まれ。1980年の初めから30年近くに渡って、オリジナルなプログラムとペン・プロッターを用いたアルゴリズム的な絵画を制作している。デジタル手法とファインアートの伝統を統合する「アルゴリスト」のひとりである。

1 Gaia Series 1989-2003

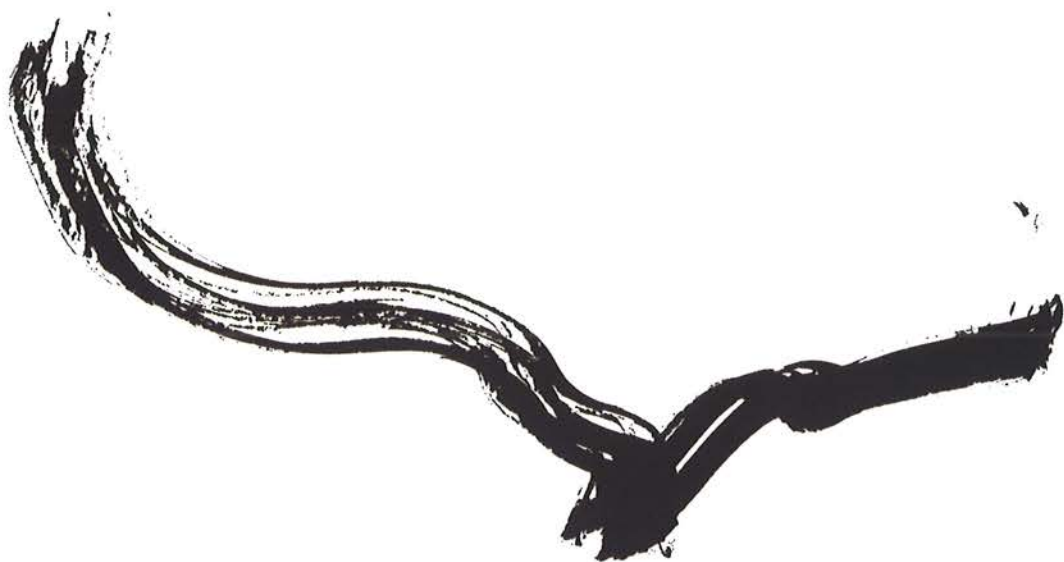
1989 年の作品「Magic Hand of Chance」のアルゴリズムとハードウェアを用いて、2003 年のアルス・エレクトロニカで描かれた作品の 1 つ

2-5 Derivation of the Laws シリーズ

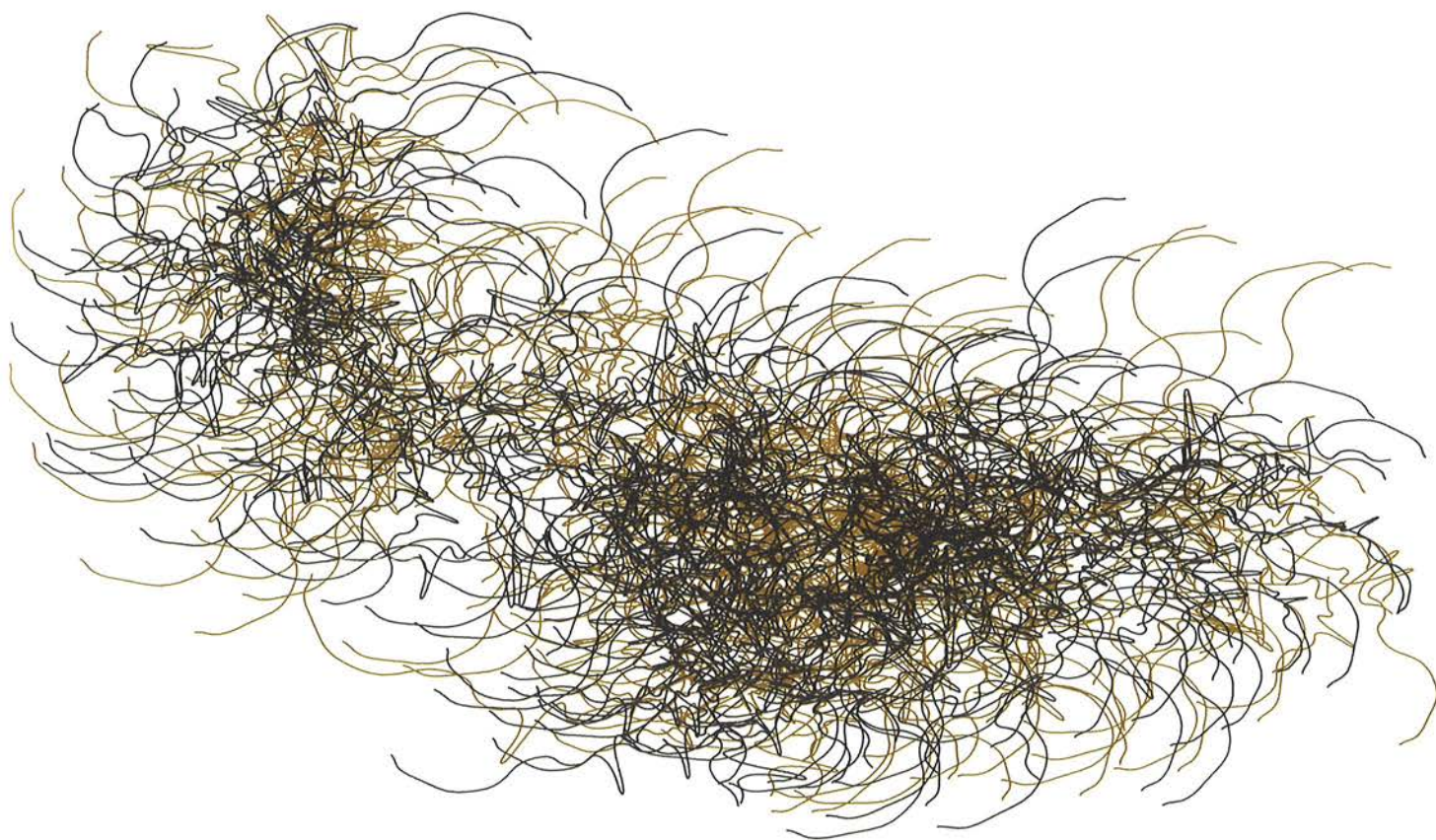
今日のコンピュータ論理学を支えるブール代数の創始者であるジョージ・ブールの不朽の名著「論理と確率の数学的な理論の基礎となる思考方法の研究」の第 3 章「人間の心の働きによる論理記号法則の導出」にもとづくコンピュータ・イラストレーション



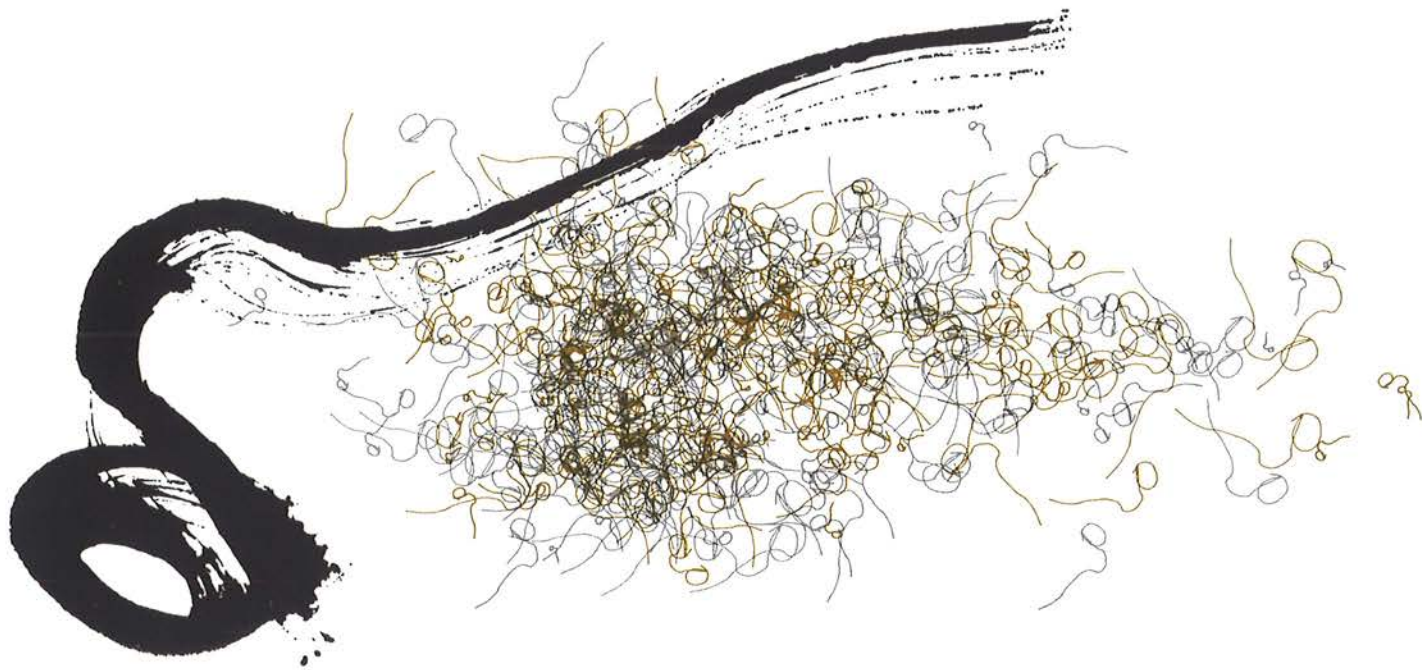
From Jan. 1989 - 2003



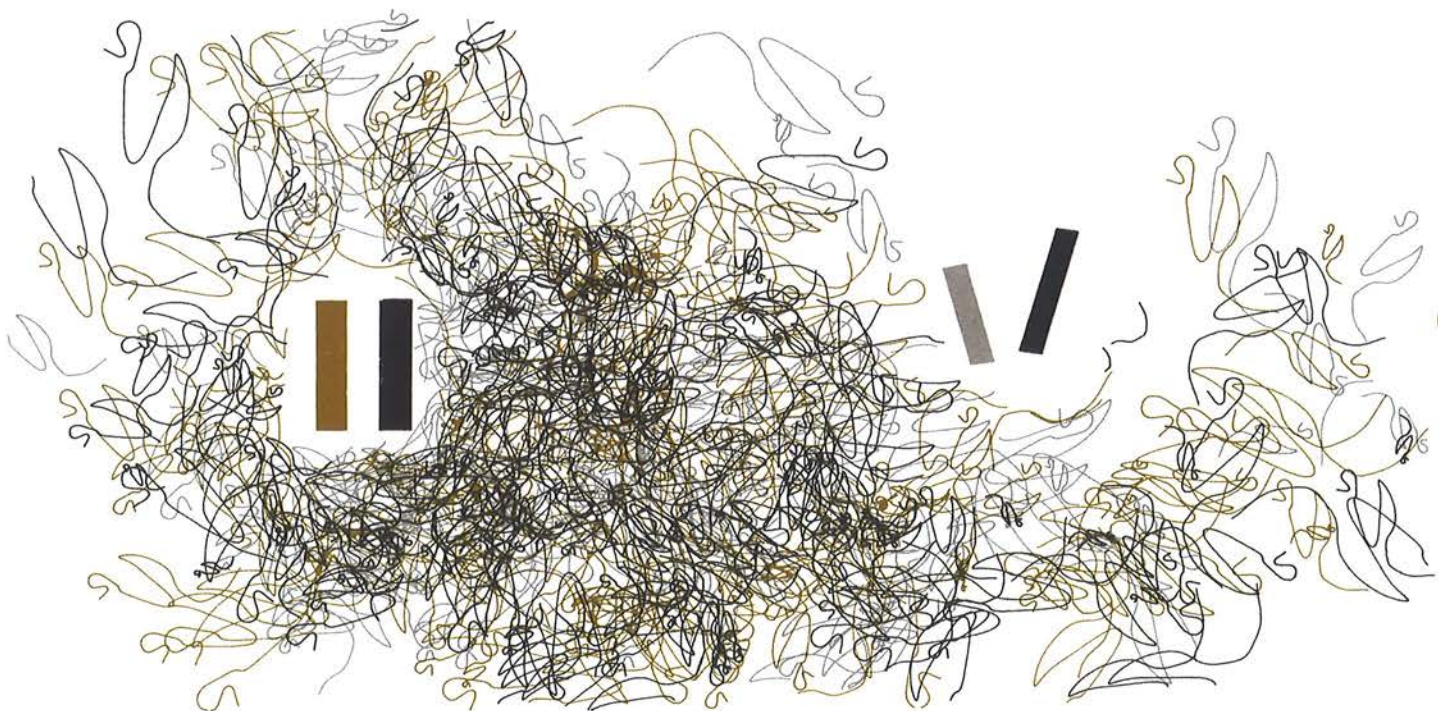
2



3



4

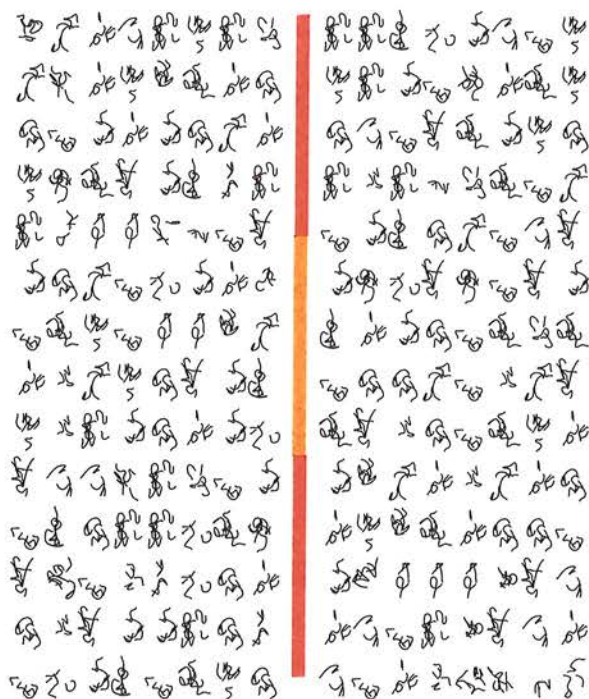
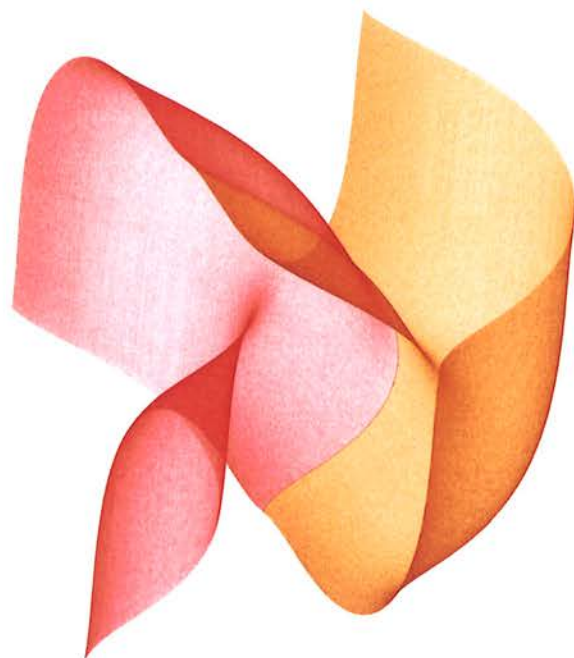


5

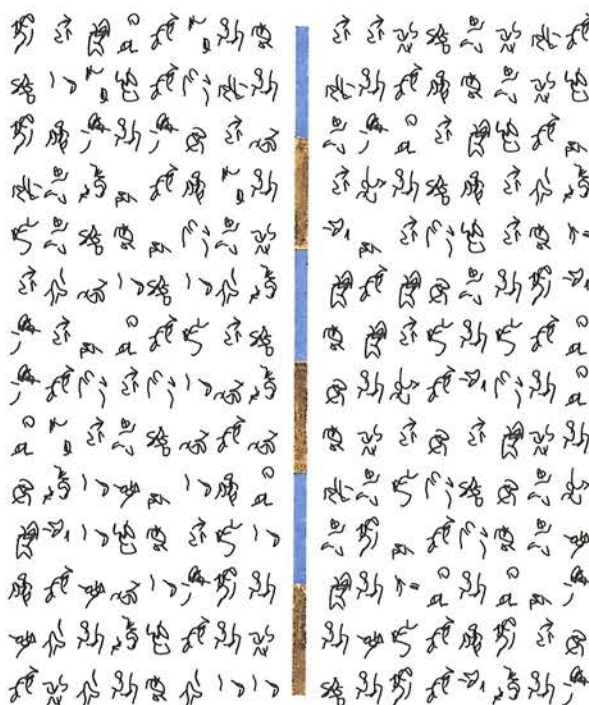


6 プロッターと筆による描画

6



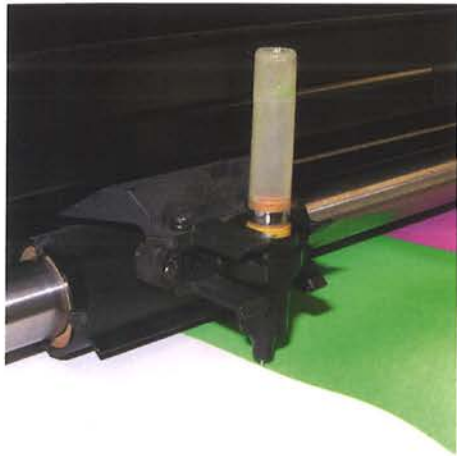
8



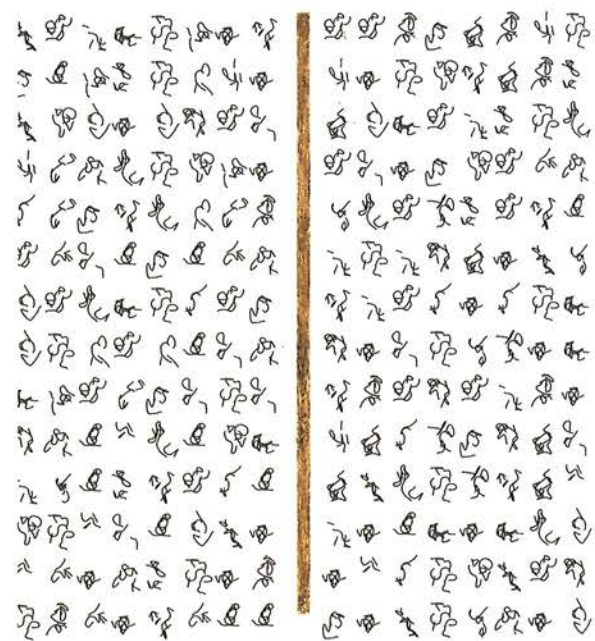
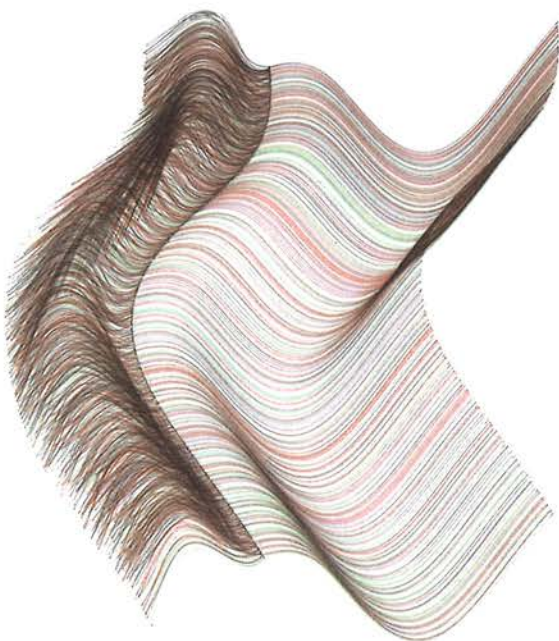
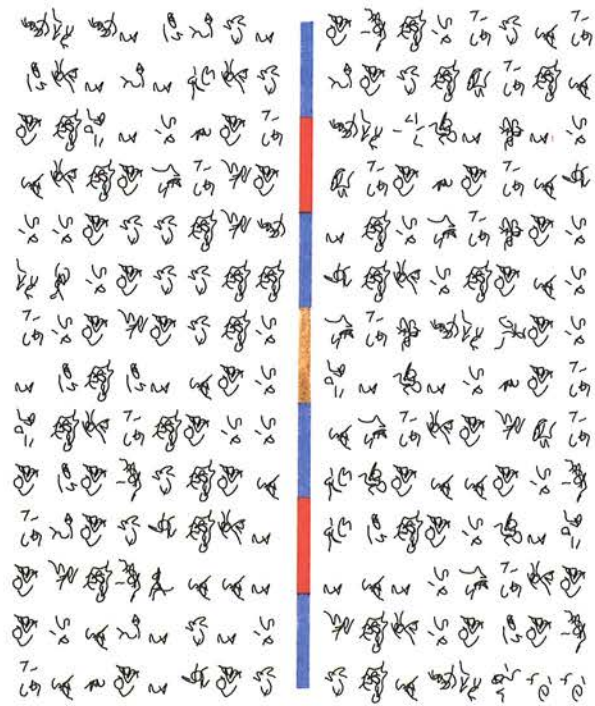
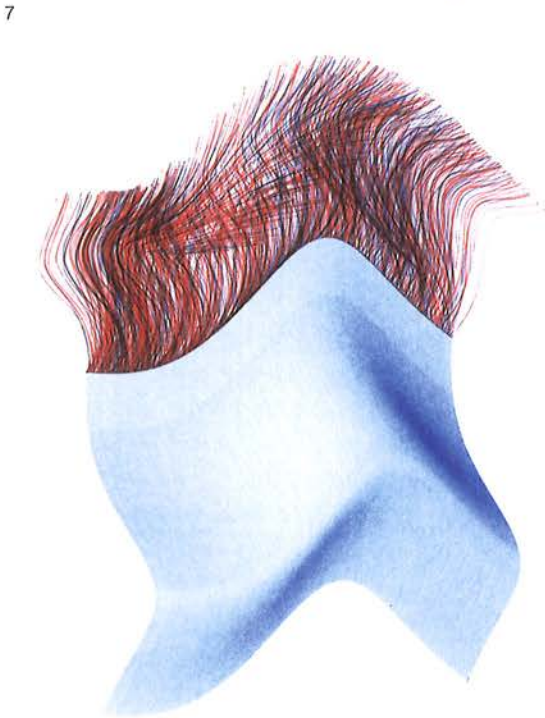
9

8 - 11 Pearl Park Scripture シリーズ

ヴェロスコが毎朝行なうミネアポリスの自宅近くのパール・パークへの散歩の際のイメージによる連作。ガリレオの「賈金鑑識官」や「創世記」などのテキストによるドローイング。



7 リフィルできるインクペン



既成の文化から自らを解き放ち、
未だ見ないフォルムを求めた女流アーティスト



パリ在住。1924年ブダペスト生まれ。1968年からコンピュータを使用した作品を制作し始めた。初期の作品は、端正なフォルムで構成されるユニットが、しだいに破碎されていく過程を、一連のつながりとして見せるものが多かった。近年は、コンピュータを使用する以前のテーマをさらに掘り下げたコンピュータ・アート作品を発表している。

ヴェラ・モルナール

Vera Molnar

コンピュータ・アート観

私は、アートにおけるプログラミングは、革命的でもなければ新しくもないと考える。なぜなら、おそらくすべてのアートはプログラムされてきたからである。中世の教会からアーティストに与えられた命令さえ、ひとつのプログラムであり、セザンヌにおける形の把握方法や、モネが明け方の異なった時間に同じ干し草の山を描こうとしたことも、ひとつのプログラムの実行なのである。

ではなぜ、私がコンピュータを使ったのか。その動機は、プログラム実行における圧倒的な精度である。コンピュータ・プログラムはスピーディかつ強力であり、異なったプログラムで得られる複数の結果を比較・選択し、モディファイし、より完全なものに近づけられる。またそれらを何度でも再現できるからであった。私は、コンピュータ・プログラムを使った制作方法によってトライ＆エラーを繰り返すことで、短時間のうちに最高のアイデアにアプローチできた。そして私は、この方法こそアートワークとしての真の進歩だと感じた。

しかし、我々がプログラミングで表現できるすべてのアイデアは、ロジカルな構造をしていることを忘れてはならない。私は、我々の感情や行動や美に対する感覚は、例えば数学的なロジックによるものではない。そのような前提から、アートにおける美のルネッサンスは、人間の精神や肉体の働きの中で、構築され実現され得るであろうと考えた。

1970年代初頭から、事実上、アートにおける新たなルネッサンスに向けての革命はすでに始まっており、マン&マシン&アートの関係こそ“アートにおけるサイエンス”である。その革命の推進には、アーティストと科学者、両者の協力による首尾一貫した新しい科学を生み出す努力が求められる。つまり、アーティストは科学の方向へ、科学者はアートへ向かなくてはならない。

作品における思想

私は、視覚における基本原理研究の中で、ある時期、形のつながりをテーマにした作品に着手した。作品に適用したのは、特定の図形をシンプルなルールによって小さなステップで変化させていく手法である。ここで、モチーフとして単純な幾何学図形を採用した理由は、私の個人的な好みによるものである。

これらの作品の目的は、単に反復的なイメージを

創造することではなかった。極めて類似している視覚的要素を並列させることで、私たちの視覚を試すことだったのである。この並列により、「アート」と呼べるユニークな状態を創り出すことができた。私の全作品の基盤にあるのは、この現象いわゆるエビファニー（事件や人物の本質が露呈する瞬間を象徴的に描く手法）であり、作品はこれをとらえているのである。

通常、絵画制作の作業を進める原動力は、画家と描かれたものの相互間の視覚的対話のようなものである。しかし私は、そうした一連の作業は試作的であり描画研究の過程であるとして受け入れることができず、常に仮説立証的な制作プロセスを用いた。

私は初期の段階で、研究をシステム化するために、イマジナリ・マシンと名づけた技法を使った。仮想上のフォルムやイメージを、後年のプログラミングにより、現実のマシンへ出力できる形式に変換することで、徐々に研ぎ澄まされた作品へと仕上げていった。

私は私の創作活動に対する誤解を避けるため、制作の主体はあくまで自分自身であり、あくまでコンピュータの力を「借りて」行っていることを強調してきた。コンピュータはスピーディかつ高精度であるものの、単に画家が手にするツールに過ぎないと捉えたからである。現に私のプログラム開発は、コンピュータ自体がデザインしたり発明したりするような方向性にはなかった。

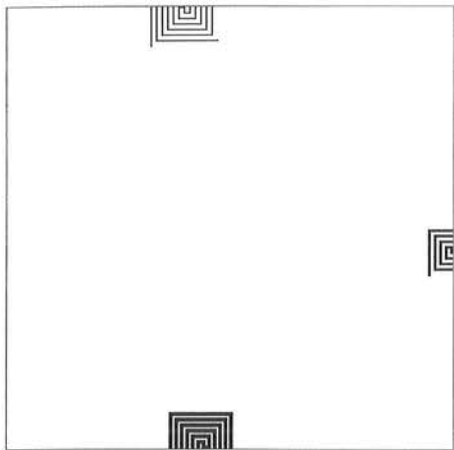
そのように考えつつも、私は、このツールによって、それまでに学んできたものや受け継いできた文化から自身を隔離したかった。我々を定義づけている文明の影響を回避するために、である。

私は、複数の形を結合するためにコンピュータを使用した。しかし、それにとどまらない大きな可能性によって、コンピュータはビジュアル世界のシステムの研究や、アーティストたちを既製の文化から解き放つことを助け、その恩恵により、自然界や博物館でこれまで決して見ることの出来なかったフォルムに出会える可能性を拡げるだろう。

Kunsthalle Bremen(2005) "VERA MOLNER monotonie, symétrie, surprise Preisträgerin d.velop digital art award [ddaa] 2005" p.31

Vera Molnar (1972) "Towards Science of Art V.Molnar, paris, le 14.9.72"

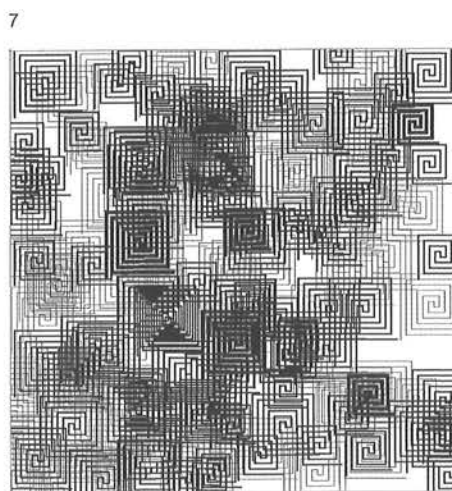
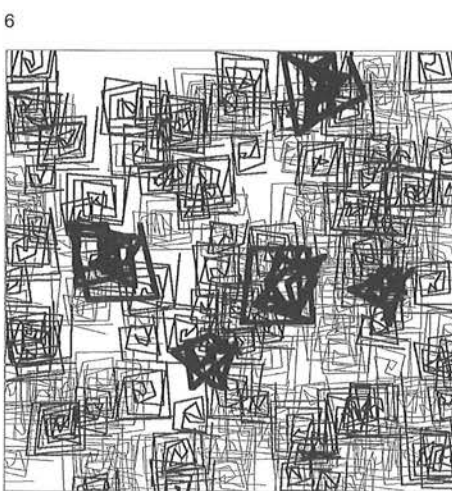
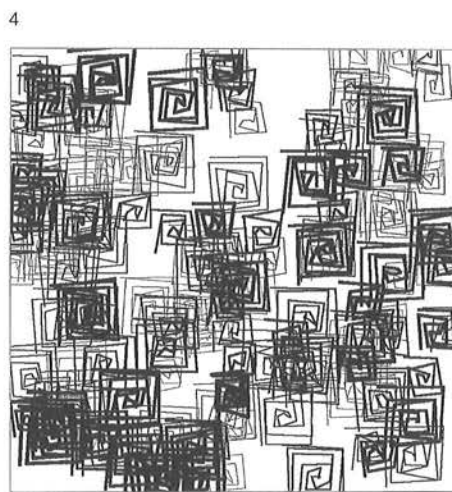
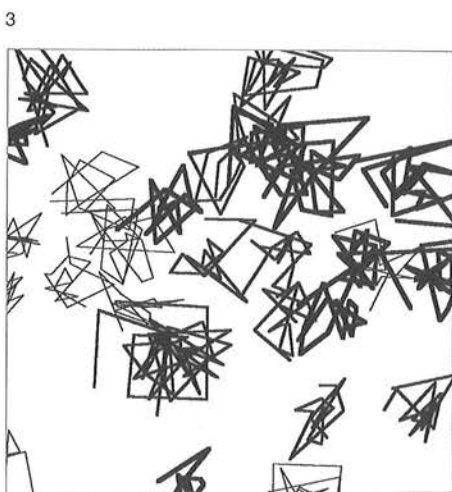
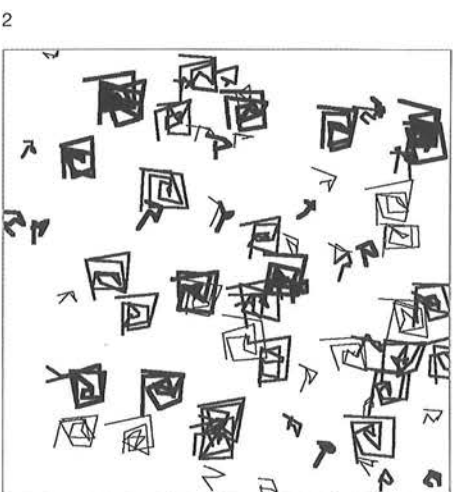
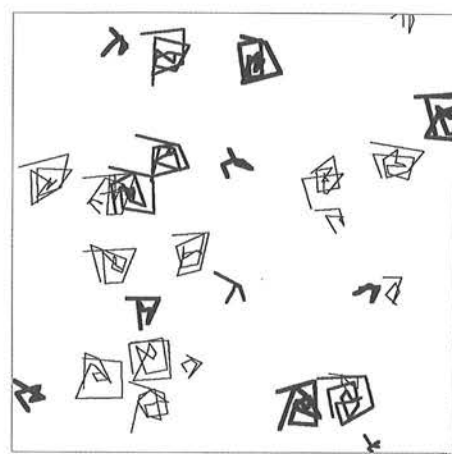
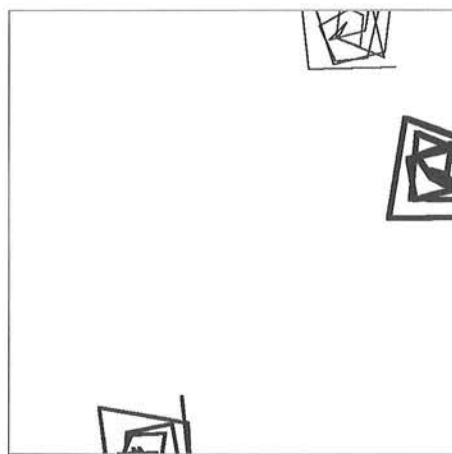
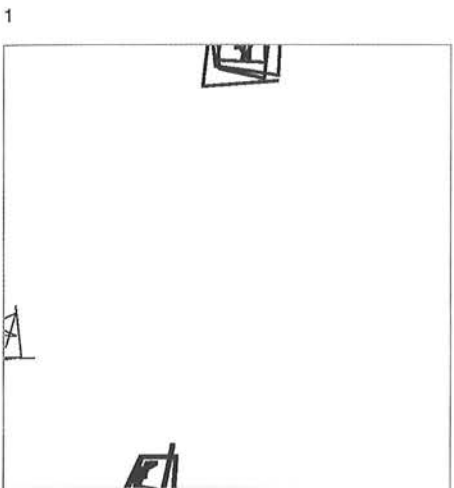
訳：岩越 敦彦



1 - 10 meander-fractions 2001

コンピュータ・グラフィック プリント 10 連作,

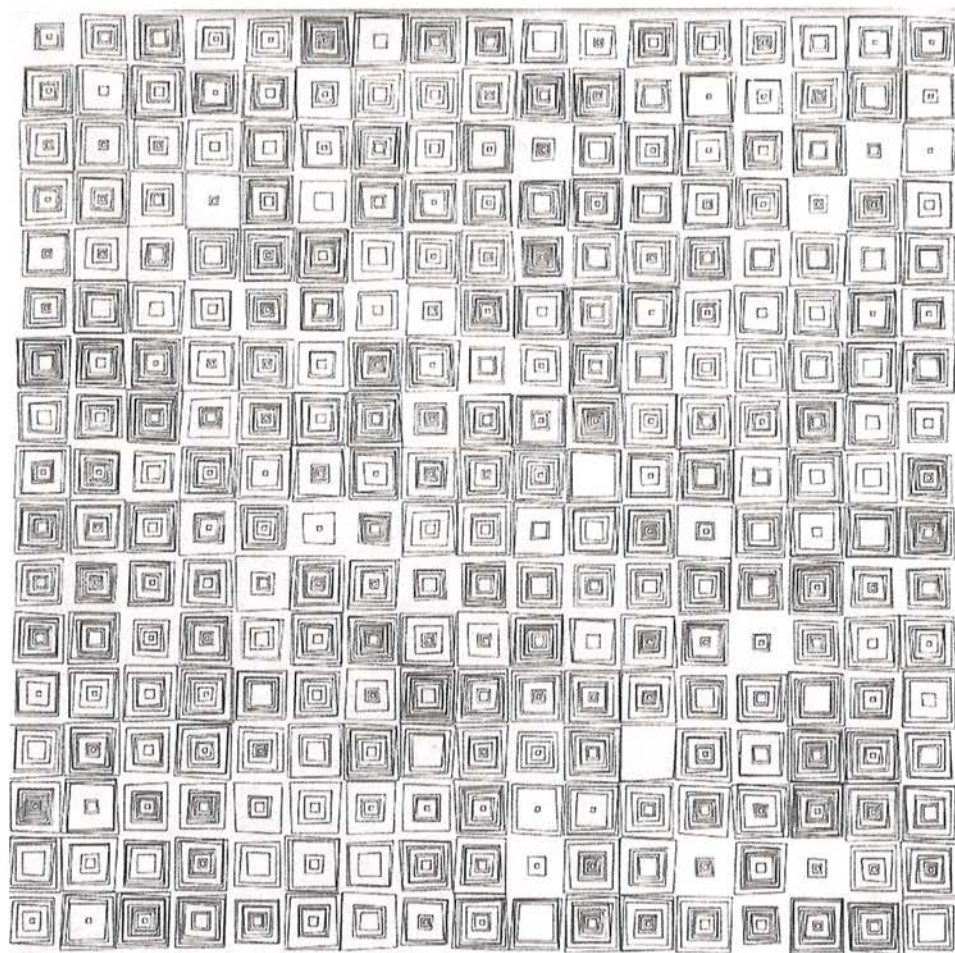
18.6×18.6cm 作家個人蔵



8

9

10



11, 12 Ordres 1974

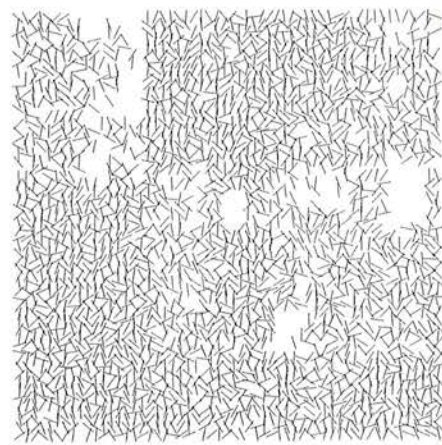
コンピュータ・グラフィック プリント2連作,
各限定1枚出力
70×70cm 作家個人蔵

13, 14 Interruptions 1968/69

コンピュータ・グラフィック プリント,
各限定1枚出力
28.5×28.5cm 作家個人蔵

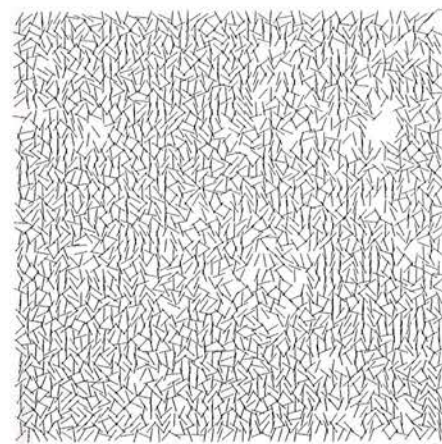
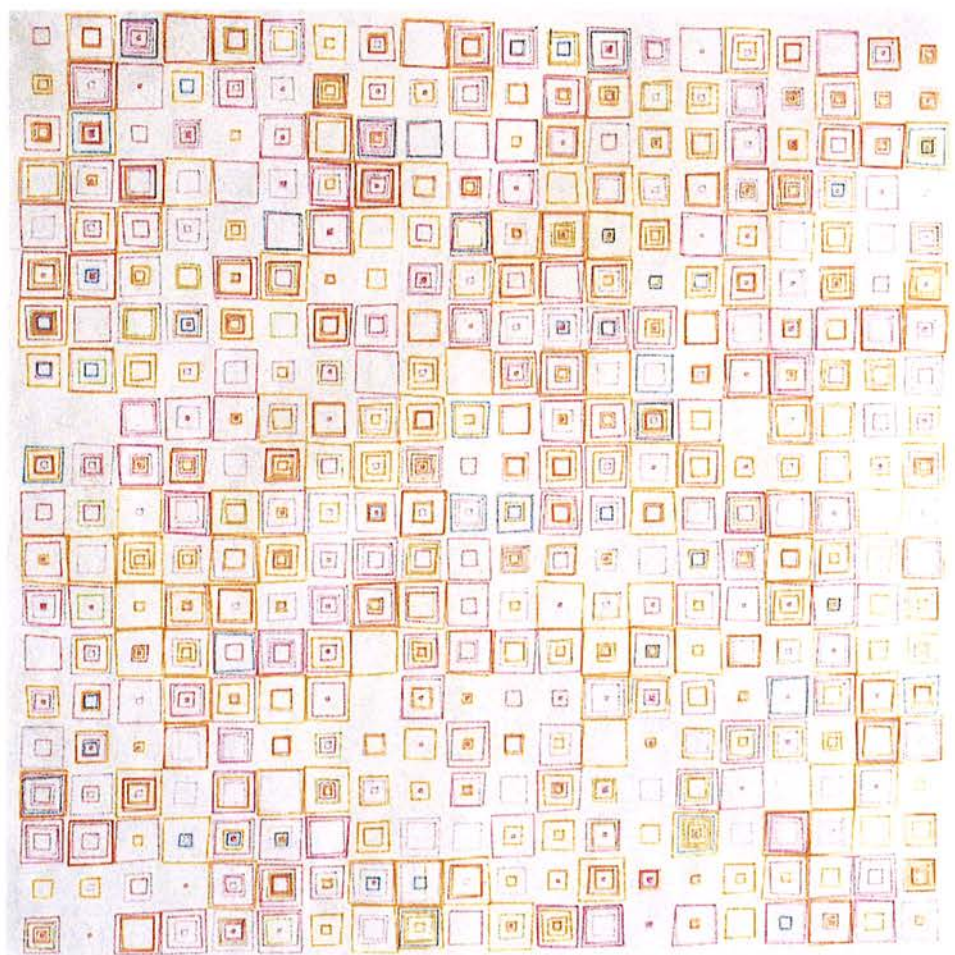
15 Inclinaisons 1971

コラージュ

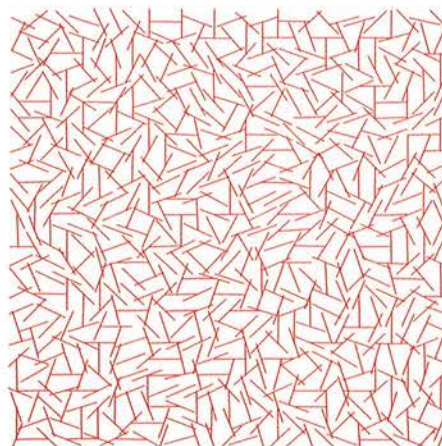


11

13



14



12

15

16 Transformation in blue 1983

キャンバスにアクリル絵具 150×150cm

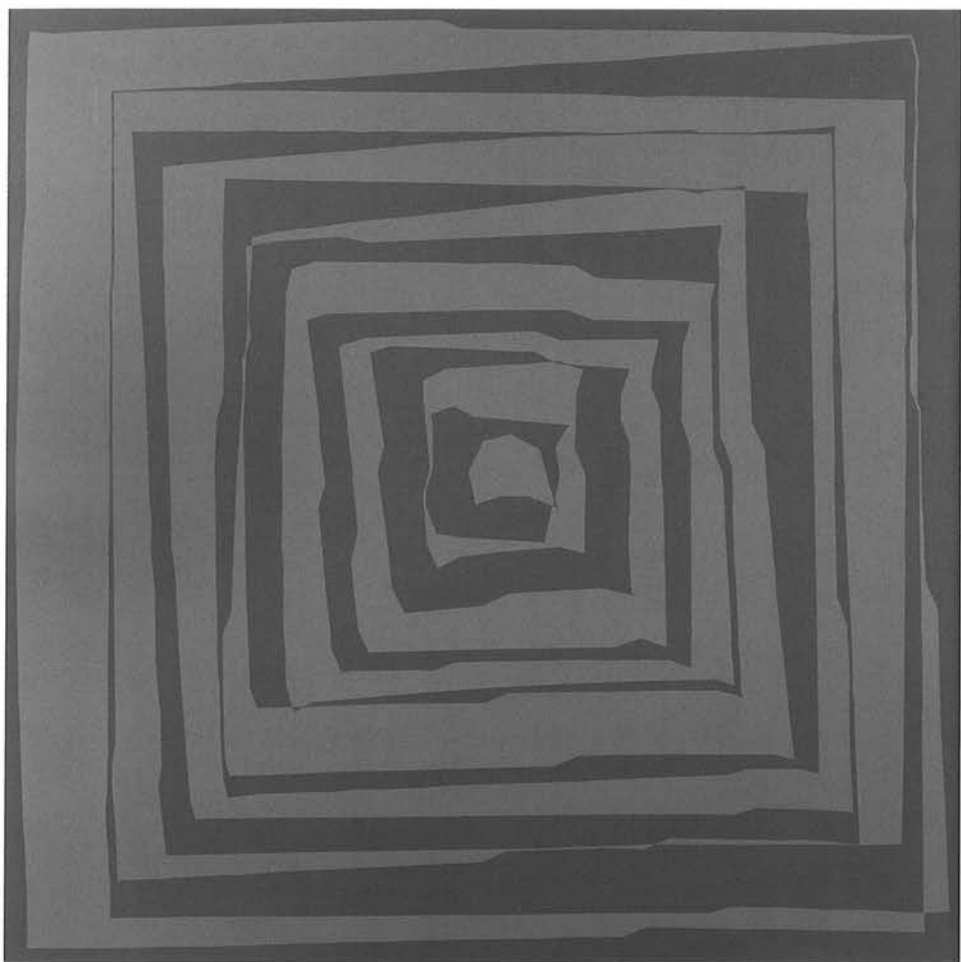
フランス Remy Mathiot コレクション蔵

17 - 20 Hypertransformations 1975/76

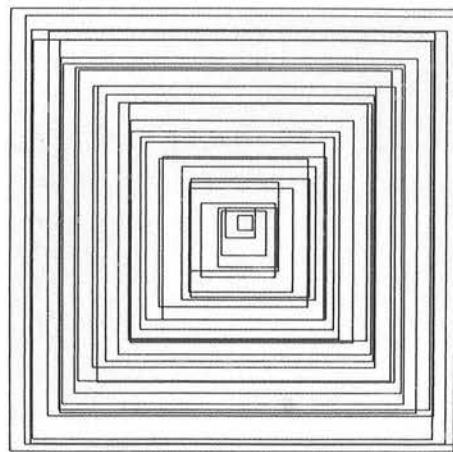
コンピュータ・グラフィック プリント 4連作

各限定1枚出力

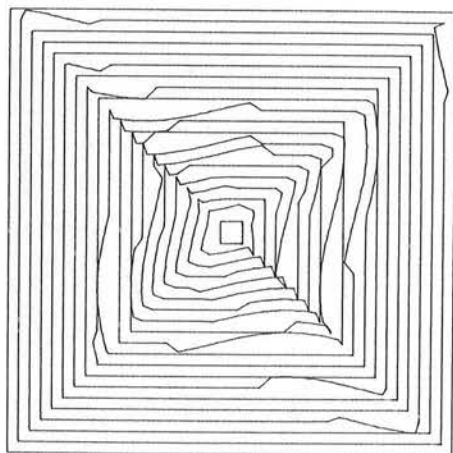
各 20×20cm 前後 作家個人蔵



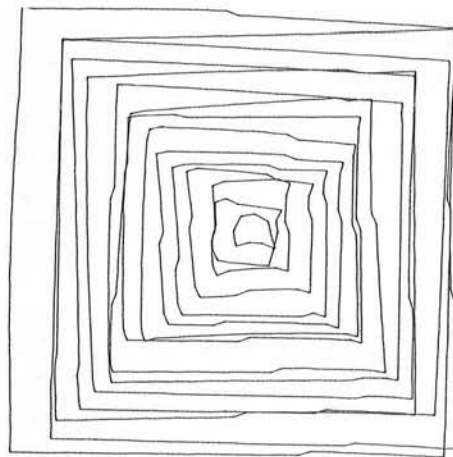
16



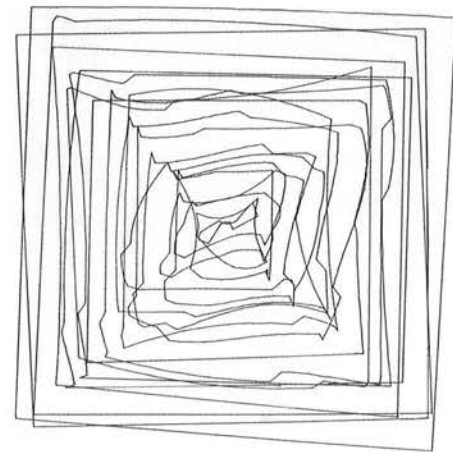
17



18



19



20

21 - 24 **Four Squares** 1991

コンピュータ・グラフィック プリント 4 連作,

各限定 1 枚出力

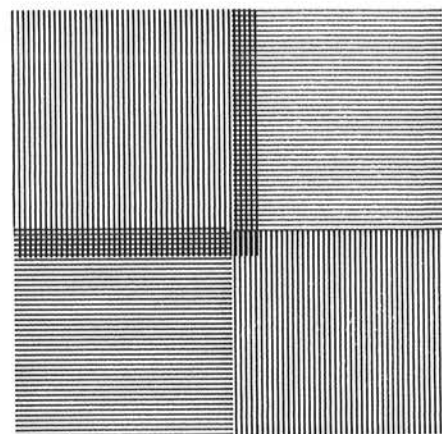
各 7.8×7.8cm 作家個人蔵

26 - 29 **25 Squares** 1989-91

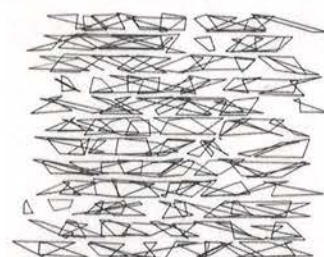
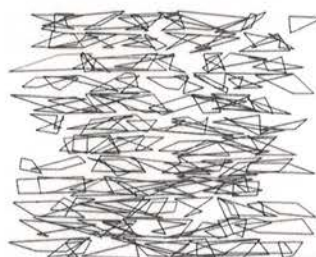
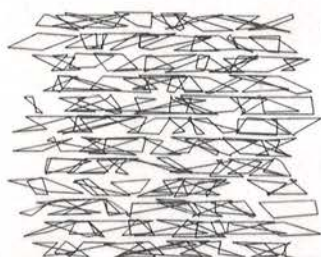
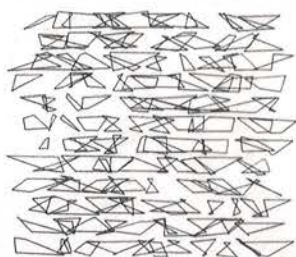
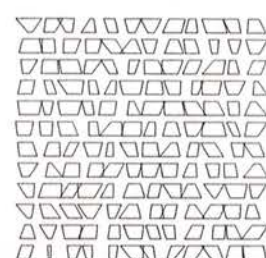
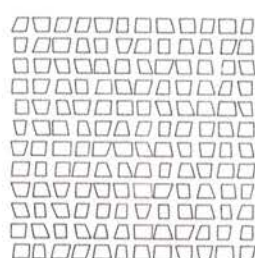
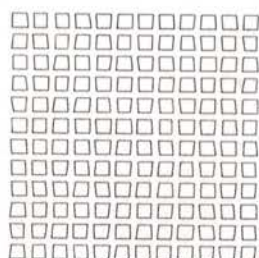
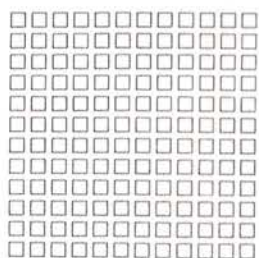
コンピュータ・グラフィック プリント 4 連作,

各限定 1 枚出力

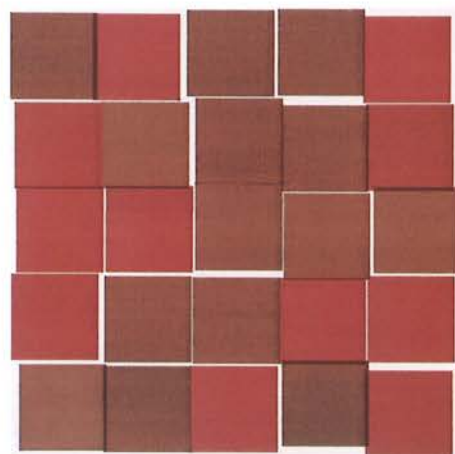
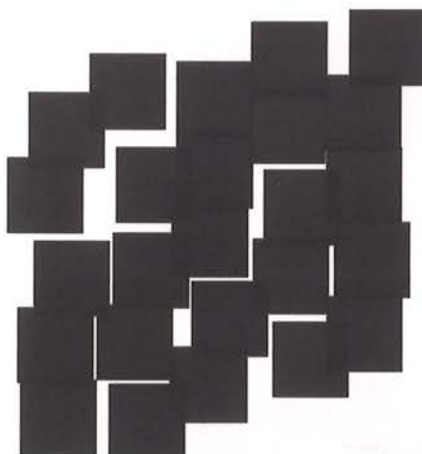
各 44×44cm 前後 作家個人蔵



21



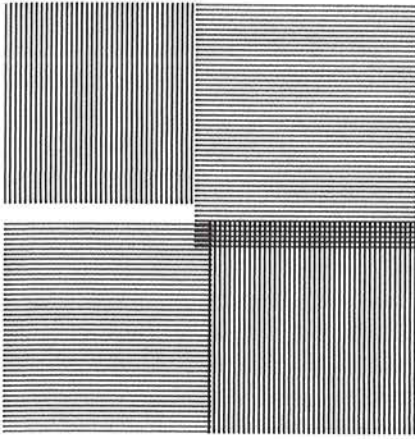
25



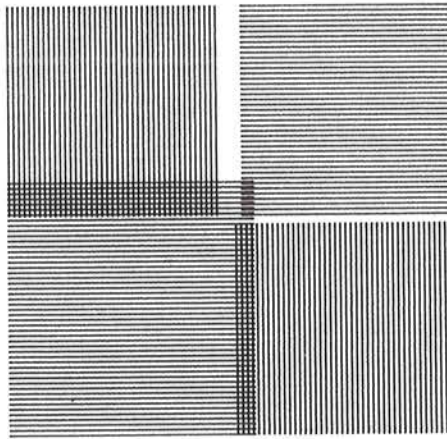
26

27

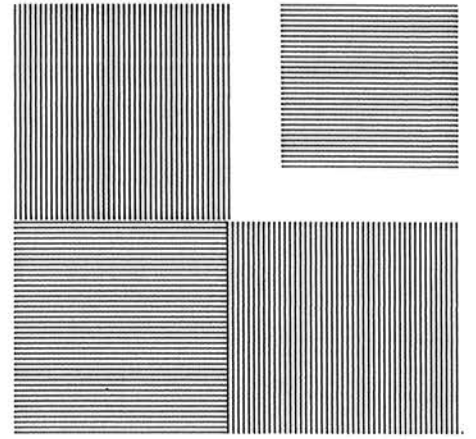
28



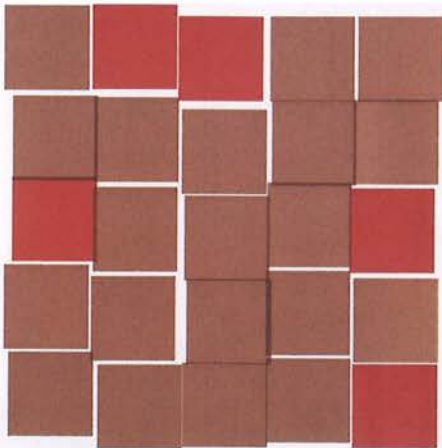
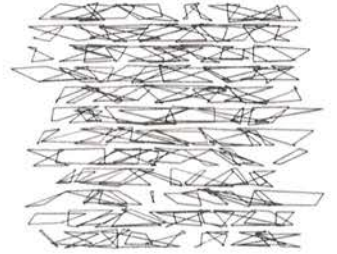
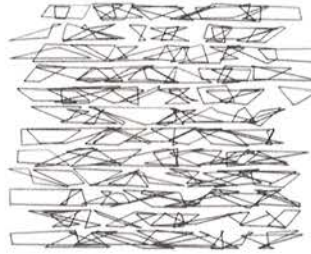
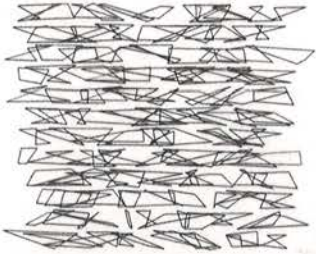
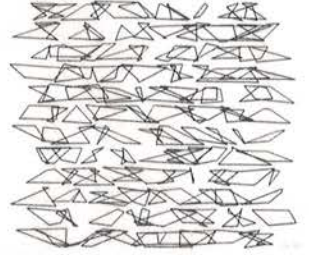
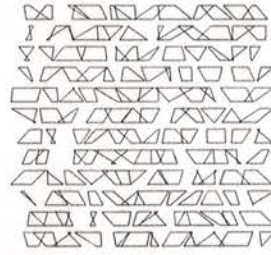
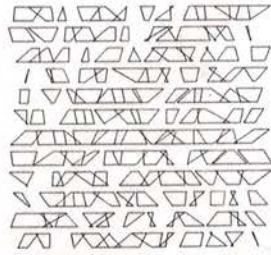
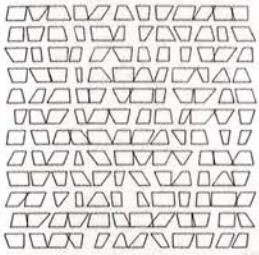
22



23



24



29

30 Hommage to Dürer 1948

カードボードに墨汁

8.5×8.5cm コレクション蔵

32, 33 Hommage to Dürer,

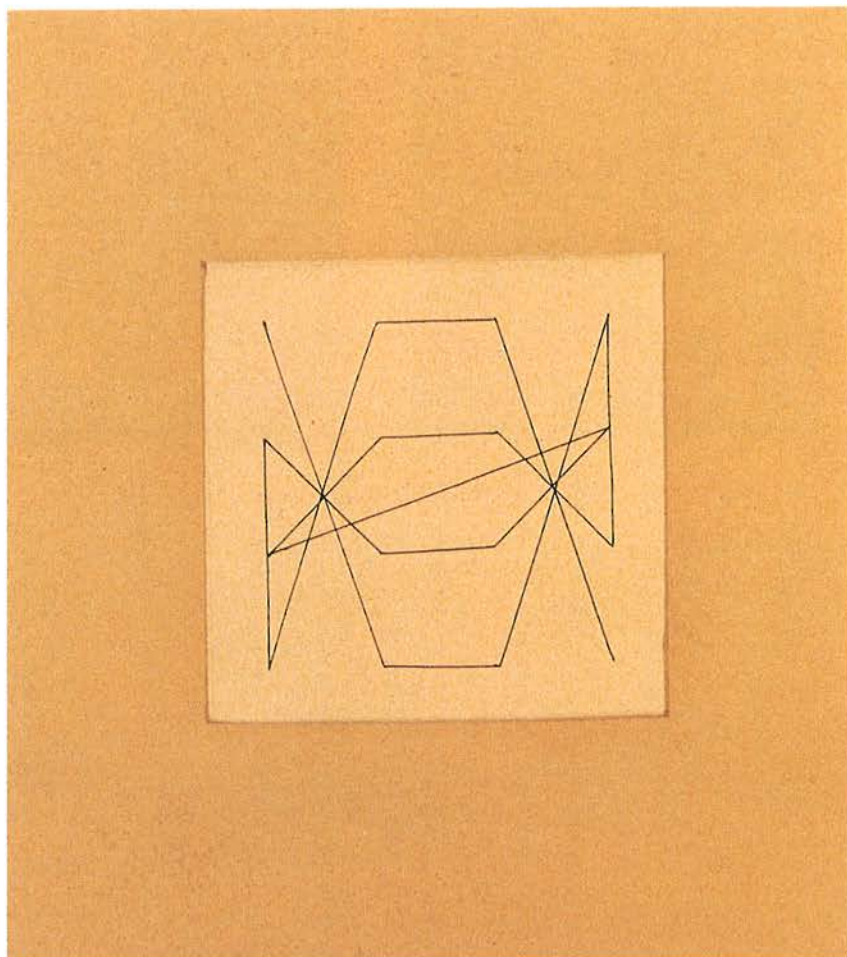
400 Needles Crossed by a Thread 1989/2004

木綿布にアクリル絵具, 切断した針,

約 40m の結ばれた糸

2 連一對の作品

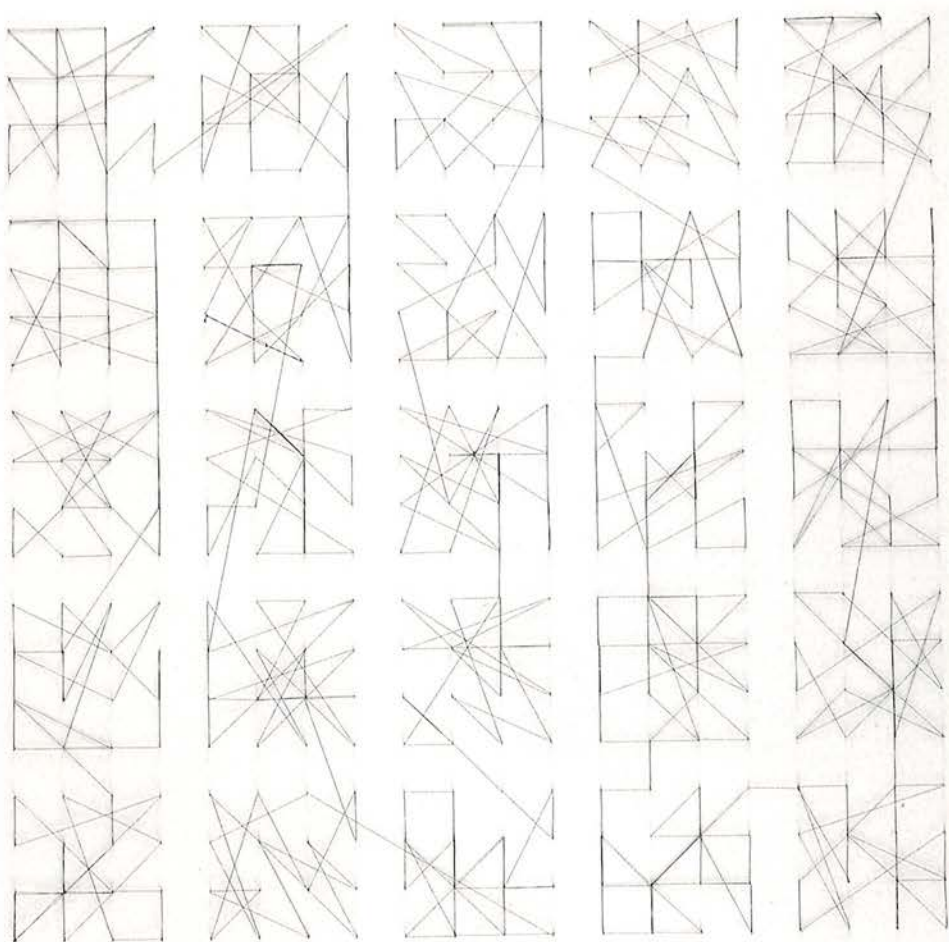
各 84×84cm 作家個人蔵



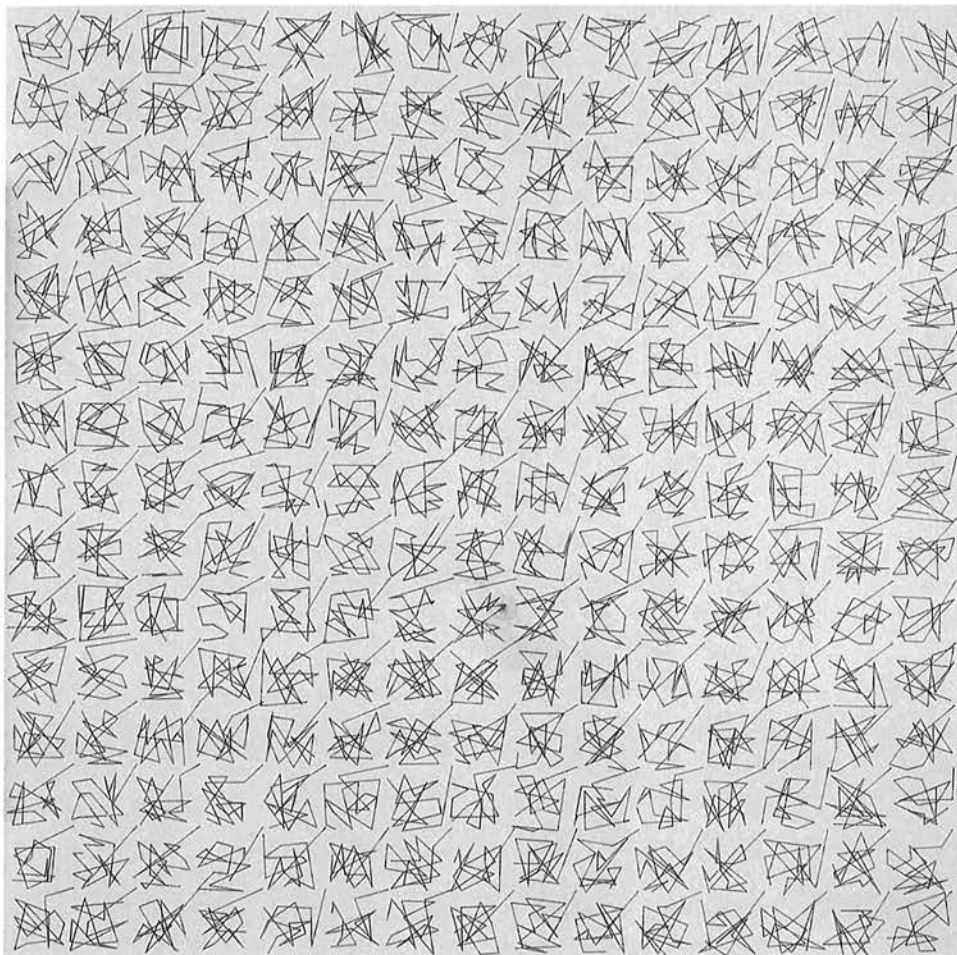
30



31



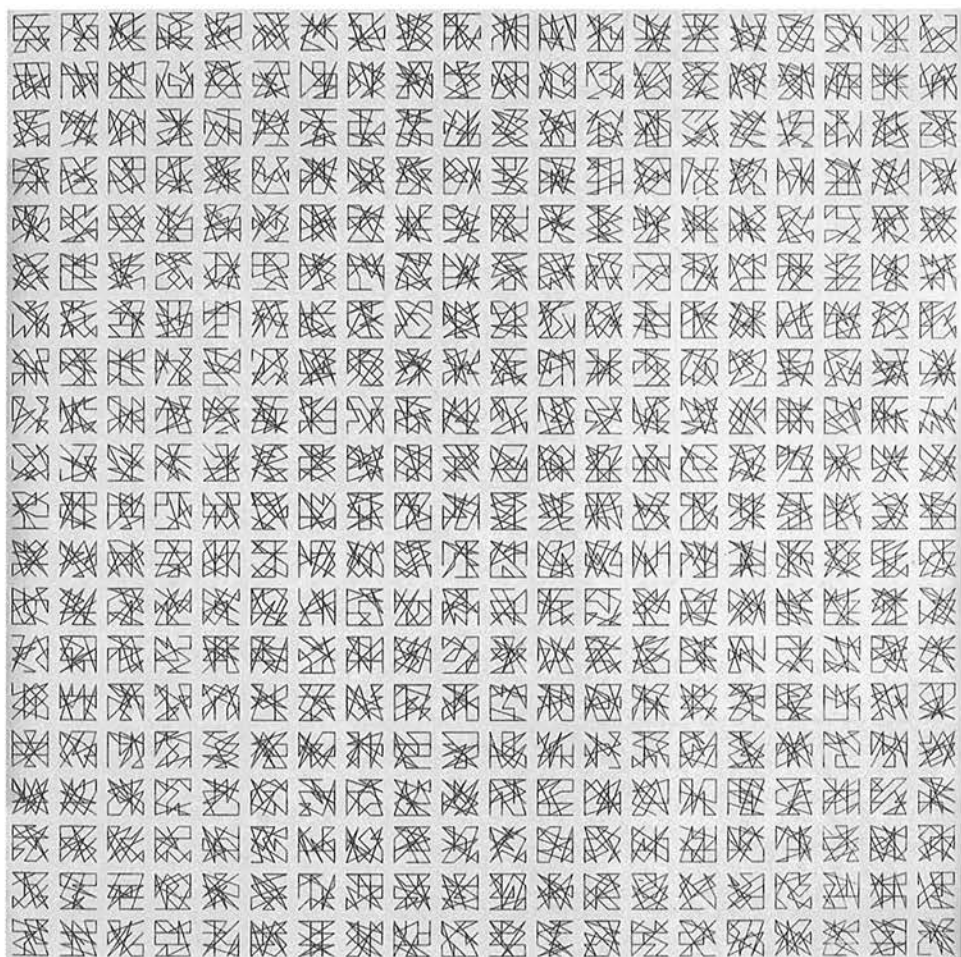
32



34 Hommage to Dürer,
225 accidental variations, directions chaos 1990
コンピュータ・グラフィック プリント
限定1枚出力
30×30cm 前後 作家個人蔵

35 Hommage to Dürer,
400 variations 1990
コンピュータ・グラフィック プリント
限定1枚出力
30×30cm 前後 作家個人蔵

33



34

エルヴィン・シュテラー

Erwin Steller



1928 年ドイツのミュンヘンに生れる。

1949-1953 年数学、物理学を研究。彼の作品はリサージュ図形 (Lissajous Figure) を基本とし、そのさまざまな数学的展開から芸術的表現の可能性を試みている。Vera Molnar をはじめ、F.Nake, G.Nees, H.Franke, M.Mohr, Z.Sykora らと交友。

シュテラーの作画の原点は円である。円を振動させその重ね合わせや結合から多様で複雑な図形を作り出す。それはコンピュータのプログラムのパラメータ制御によるものだが、彼はその中で数学的アルゴリズムに遊ぶ生命を与え、そこに潜む不可視の対象やプロセスを美的に可視化して見る者の目に驚きと感動を呼びおこさせる。この単純と複雑との、論理と創造的自由との往還運動にシュテラー芸術の基本思想が窺える。

円の変形はまず方形の中に楕円を変形してはめ込むという形をとる。この図形は方形内に幾重にも広がる細い滑らかな線が作る網状をなし、「Lissajous 形」(L 形) と呼ばれる。一つは円が放物線をなして振動するものであり、いま一つは二つの基本振動 (例えば振動数 44,45) からなる L 形である。これらの図形はクレーの理念を反映して、線の交叉点は相対する線の働きのエネルギーを現わし、その変形可能性の豊かさで芸術的に印象深い。シュテラーは 60 年代にこの L 形表現にコンピュータを始めて導入し、「コンピュータ・アート」なる命名を与える。

数学的可視化の可能性の一つは L 形の振動数を上げるところにある。230, 231 と上げることによって L 形は次第に密な網状を呈し、モワレが現れてくる。このような L 網は曲線の視覚的緊張感を生み出し新たな芸術的表現の可能性を作る。

L 形はまた偶然を幾何学的に可視化するという別の方法を示す。一つは、L 網の線を水平に引き、線描を横書文字のようにすることである。そこでは網の各点は文字に化け、網そのものは消えてテキストになる。いま一つは L 網の曲れる描線を斜向きさせそれらの方向が合う点でこれを活性化するものである。こうして線描と網の格子縞が作り出す点と共に網と形が織りなす変化に富む構造が創り出されるが、シュテラーはこれらの構造をその視覚的厚味から L 字または L テキストと名づける。

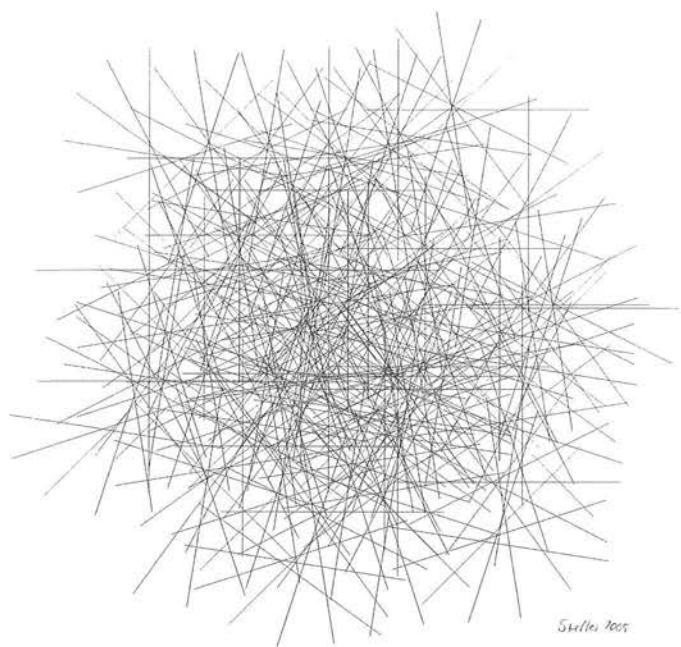
また L 形は複雑な計算からミニマルな図形を作り出す別のやり方をもつ。曲線の中の離れた点を順次直線につないでできるリズムカルなジグザク線は幾何学的乱数発生で予測しがたい驚きを与えるが、これも L 網のミニマルな表現力の一つである。

要するにシュテラーの芸術は、振動数と振巾を増減させながら、フーリエ級数のように L 形の振動を重ねてそこに L 変様と呼ぶ計算された L 形の演技を創ろうと

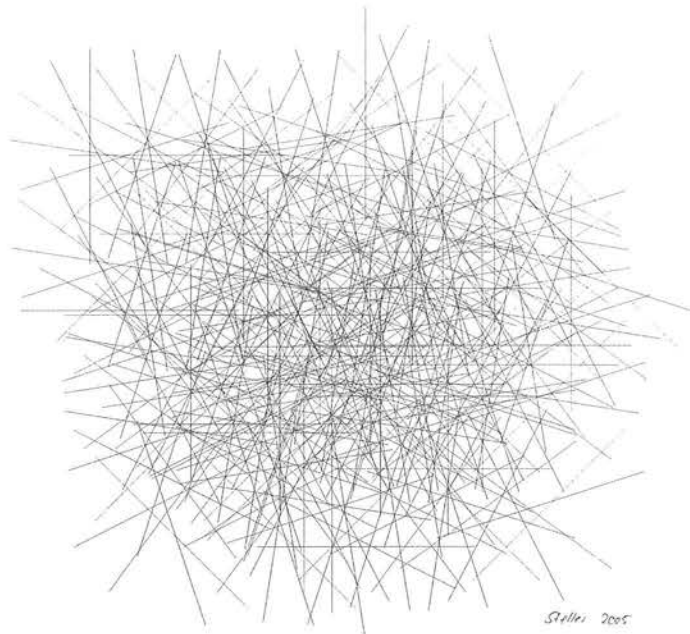
する。そこに我々は計算と自由、論理と芸術的イメージの融合、そして最終的には造形の複雑さの可視化とミニマル化を目指す彼の芸術意思を見ることができる。

Kunstvariationen, Lissajous-Figuren,
Arbeitsweise, Schriften und Texturen,
Fragmenten und Variationen より

訳：川野 洋



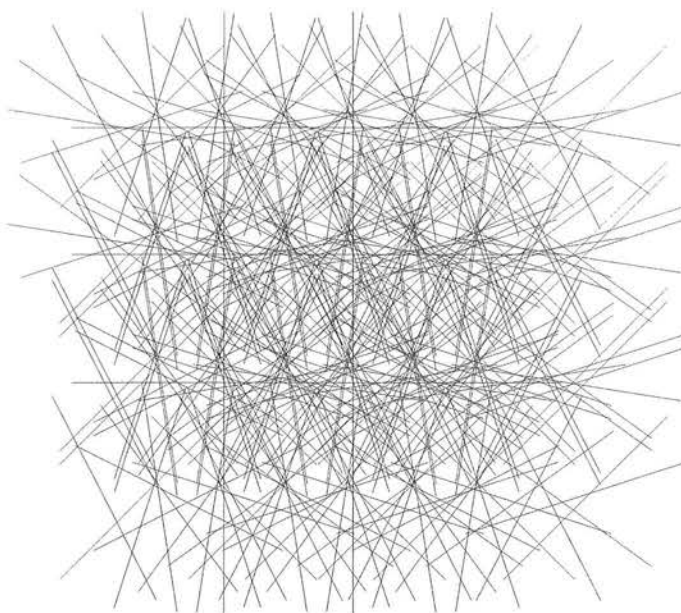
Stiller 2005



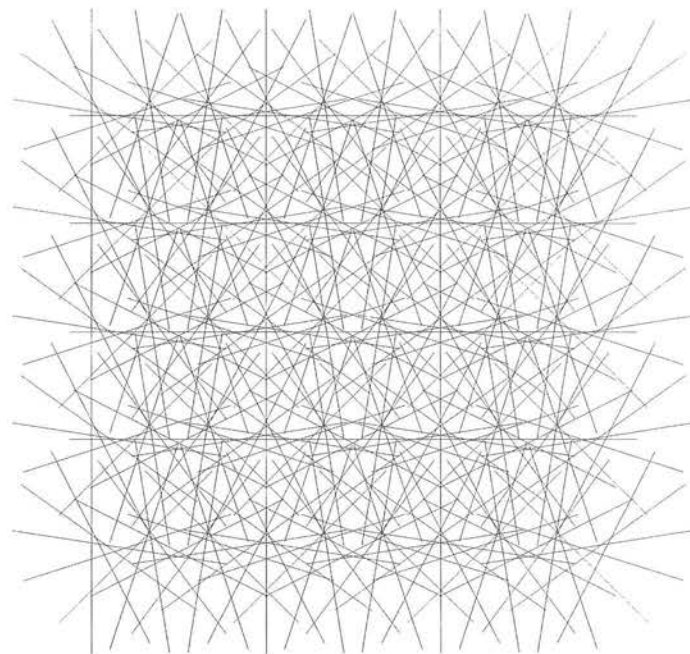
Stiller 2005

1

2



Stiller 2005



Stiller 2005

3

4

1

5x60 Stiche 27"

1 - 4 Vera Molnar に捧げた作品シリーズ
CAD プログラム使用

5 - 8 2つの基本振動からなる Lissajous 形の
諸断片シリーズ

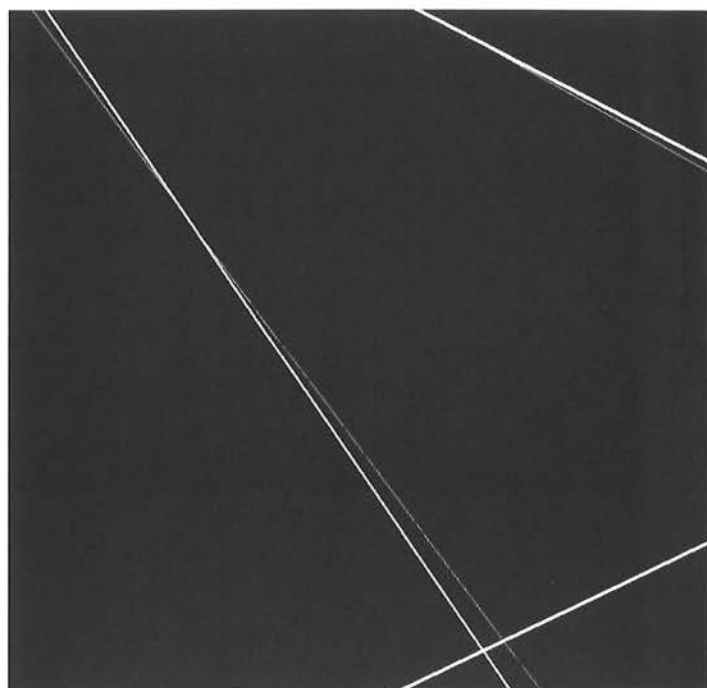
9 - 12 フーリエ級数曲線による Lissajous 形の変形



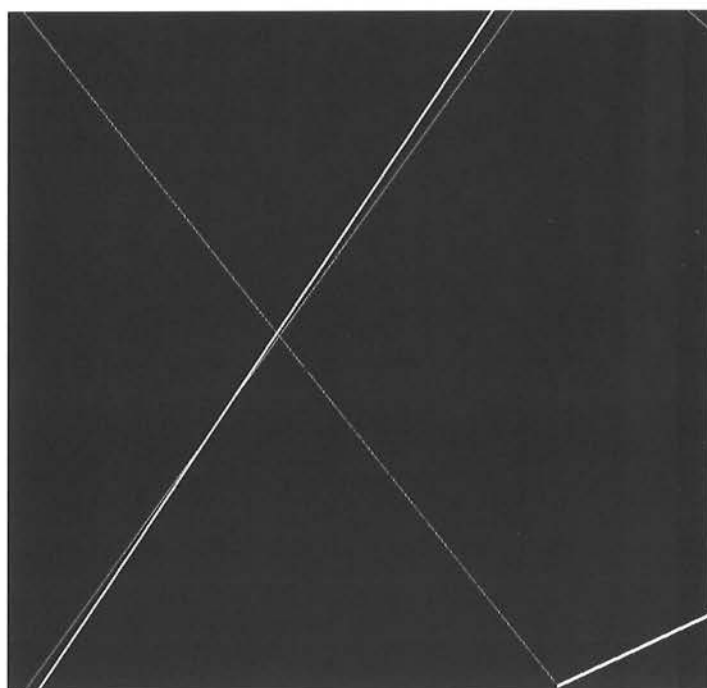
5



6



7



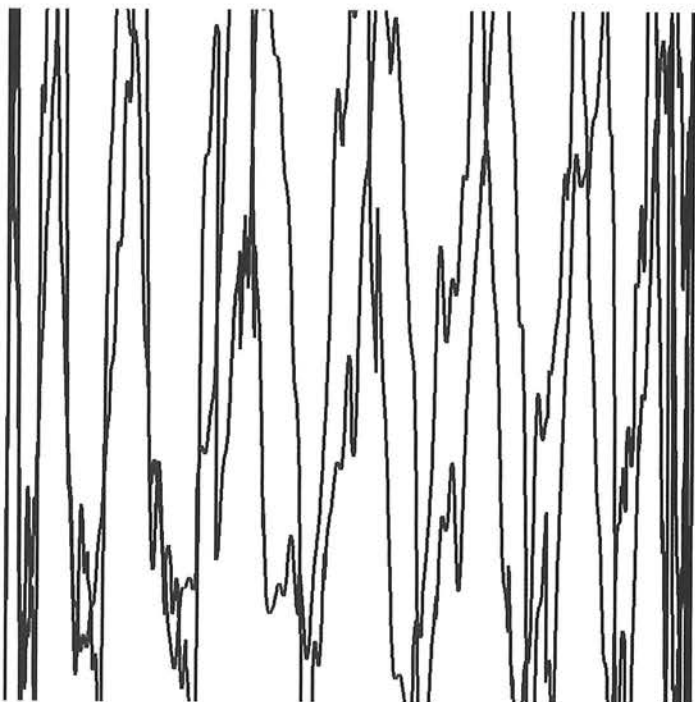
8



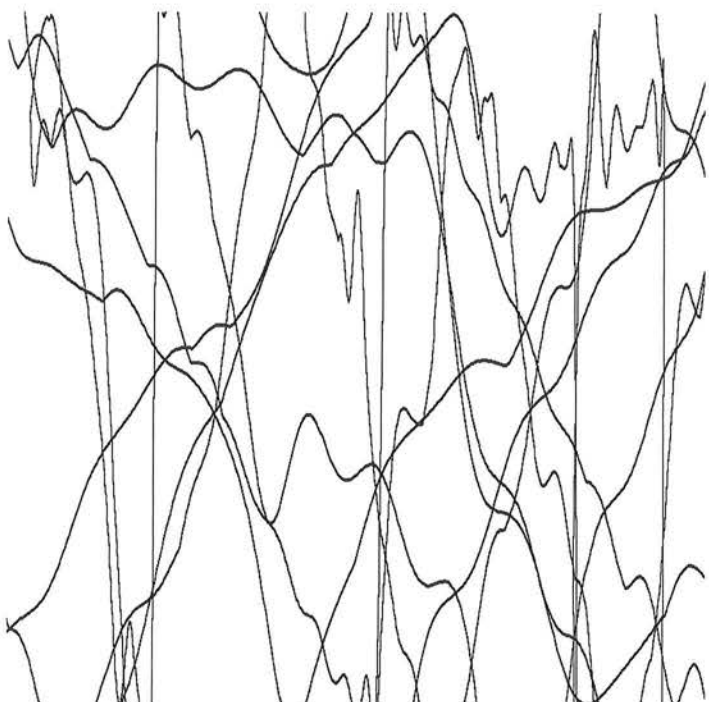
9



10



11



12

エルヴェ・ユイトリック

Hervé Huitric

モニク・ナース

Monique Nahas



エルヴェ・ユイトリック：1945年生まれ。フランスにおいて最初にコンピュータ・アートの研究開発を始めた。パリ大学でコンピュータ科学と芸術を教えながらM.ナースと組んで、初期の点描画から最近のリアル表現へと研究を進め、その成果は数多く展示される。

モニク・ナース：1940年ドイツ生まれ。始め物理学を専攻したが1971年以降コンピュータ・アート研究に転じ、Hervé Huitricと「芸術とイメージ合成」の共同研究を始め、以降35年間、芸術とコンピュータの開発を続ける。

始めに、「算法と造形美術」と題する、ユイトリックとナースの日本語で寄せられたメッセージを掲げる。

「私達は、造形美術、特に映像美術の分野において、ソフトウェアを駆使した新しい技術の開発に日々努めて参りました。

この研究は1969年Hervé HUITRIC（エルヴェ・ユイトリック）がTable traçante（プロッター）によって計算しつくられた映像美術に端を発しています。これにより彼は、Ecole des Beaux-arts（エコール・デ・ボザール）のディプロムを取得しましたが、その当時の審査員達には大変な衝撃と不快感を与えました。

その後1971年、当時は物理数学家であったMonique NAHAS（モニク・ナース）との出会いによりこの技術は科学と映像の結びついた新しい分野として発展していく事となりました。

2人の研究は数学的な理論からというよりは実際の色の追求の結果得られた、経験の上に成り立っています。

Algorithme（算法）と創造性との関係は、この研究の核になる最も大切なものです。

私達は定理のモデルに沿って研究を推し進めてきました。数多くの試みを繰り返し、その間には失敗と同時に思いがけない成功も多々ありました。

私達が探し求めてきたものは科学における理論や発見ではなく、芸術の発展でもありません。同時代性に沿った新しい表現方法なのです。」

次いで彼等二人のコンピュータ・アートに関する考えを眺めることにする。

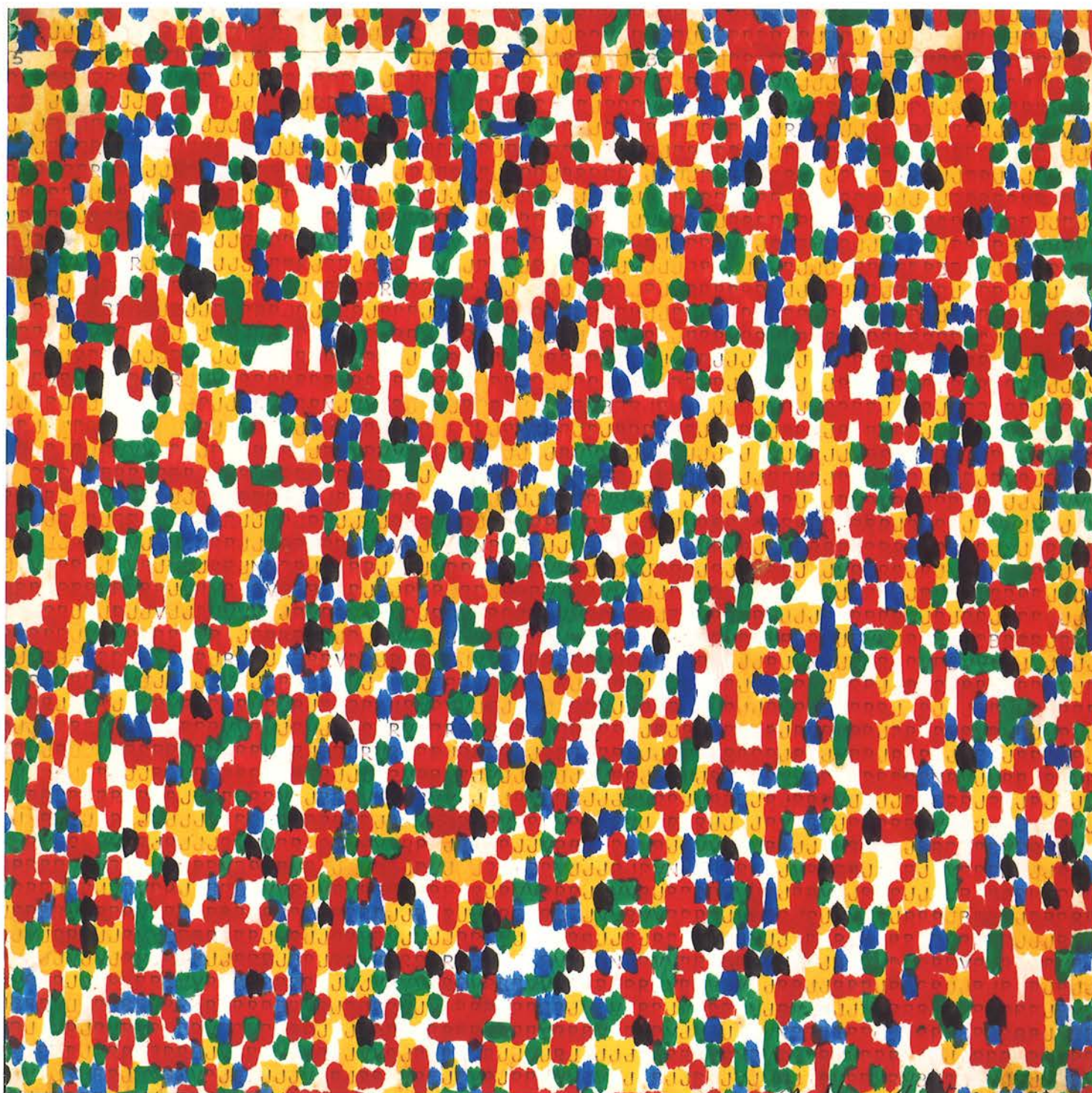
コンピュータ・アートの最初の仕事で我々が目指したのは、コンピュータ抜きでイメージを自動造形する研究を進める事の他に、60年代の構造主義運動に刺激されて、形式的構成主義者たらんとすることであった。

形式文法と最初のコンピュータによるその実現は、我々に対して創造的思考の形式化を意味した。新しい構成に対する我々の希望は計算機械というアイデアと人工知能の研究によるものであった。しかしこの興味深い研究は同時にまた創造の自由を可能にしてくれるものでなければならなかった。それを供給してくれたのはランダム性とコンピュータ装置の活用であり、そこで作った我々の画像は抽象的、点描派のイメージのようであった。

その後、多年に亘り我々はいくつか基本的ツールの実験を続けた。即ち1981-82年はソフトウェアを開発して3次元立体像をうる事、自動的動作を可視化するアニメ、肖像検索のため90年代の始めにやったりリアルな顔のシンセシス、コンピュータ・モデルの源泉である人間のモデル、知能とともに感覚までもつ複雑なコンピュータへの夢等々。芸術でのこれらの分野の研究は未だ幼なく、その多方面に亘る知識も初歩的段階にある。そこに入ってゆくため我々は今世紀に入り多数のコンピュータの仮想コラージュ（分散並列計算）を実現し、最近では60年代の有名なイライザElizaプログラムを使ってコンピュータ間の会話を自動化する喜びを味わった。それはある意味では、点描的ピクセルではないが、その代りに自動的会話コンピュータにより我々は一番始めのプロジェクトに帰ったという訳である。勿論我々は、そこには人間に関わる非常に多くのパラメータの処理という複雑性が絡んでいることをよく知っている。

コンピュータの性能と科学的知識の現状は全芸術が活躍できる新しいそして非常に広い舞台を提供するものである。便利なインタフェースの発達により、Jourdain氏が例の散文で作った「コンピュータ」のように自由にコンピュータを使えるようになり、コンピュータは創造の敵として拒否されるのでなく、逆に現代における創造の基本的要素となるであろう。にも拘らず、少くとも我がフランスでは芸術家である研究者の状態は僅かしか認められず、芸術研究者と科学者との連繋は出来てないし、それが許されるのは唯表面だけに過ぎない。何時か改善の日はあるのだろうか？我々は現代の芸術教育は、広いレベルでしかも未来のアーティスト達が自分達の世界の創造に参画できるよう十分にコンピュータ技術を取り入れるべきと思う。芸術家エンジニアがはっきりしたその働き場をもつのはこのような社会的環境においての事だろう。それが彼等の喚び起す革新によることになるか、彼等が研究と教育の分野にもたらず新しい枠組やパースペクティブによることになるか、いずれにせよこれは次の歴史を待つことになる。

Hervé Huitric, Monique Nahas:「算法と造形美術」
およびArt and Algorithm, Art and Researchより
訳：川野 洋

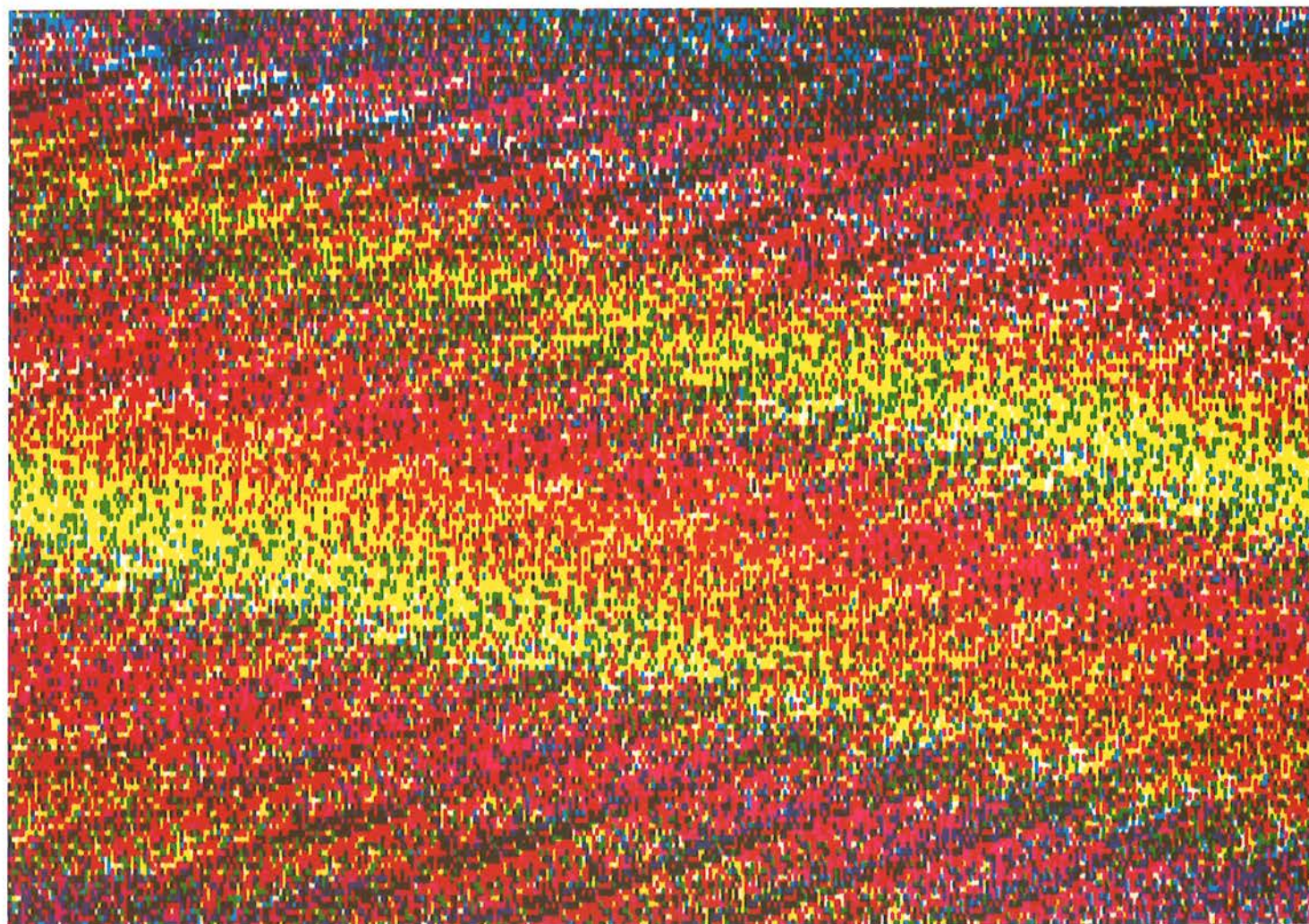


2-5 1970年代初期, カラー・ピクセル点描の連続的変化の模様とテクスチャ。

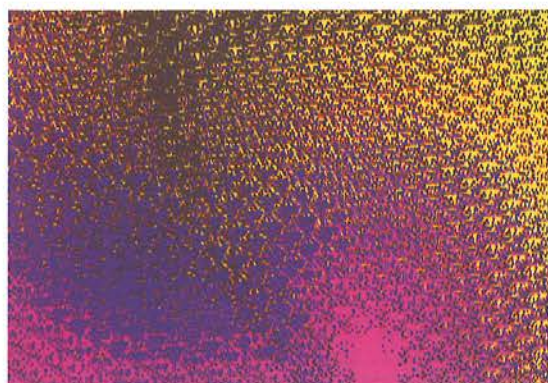
6-8 後期(1980年以降)の3次元立体像, アニメやリアルな顔のシンセシスへ向かう途上の作品群。



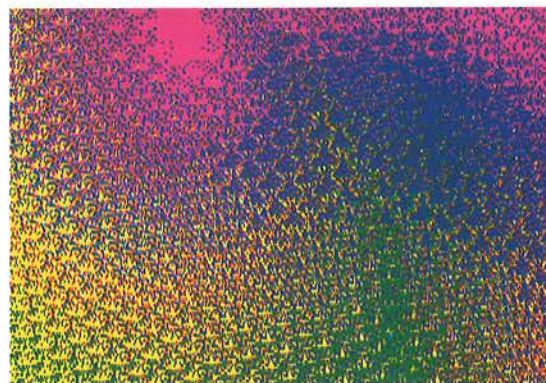
2



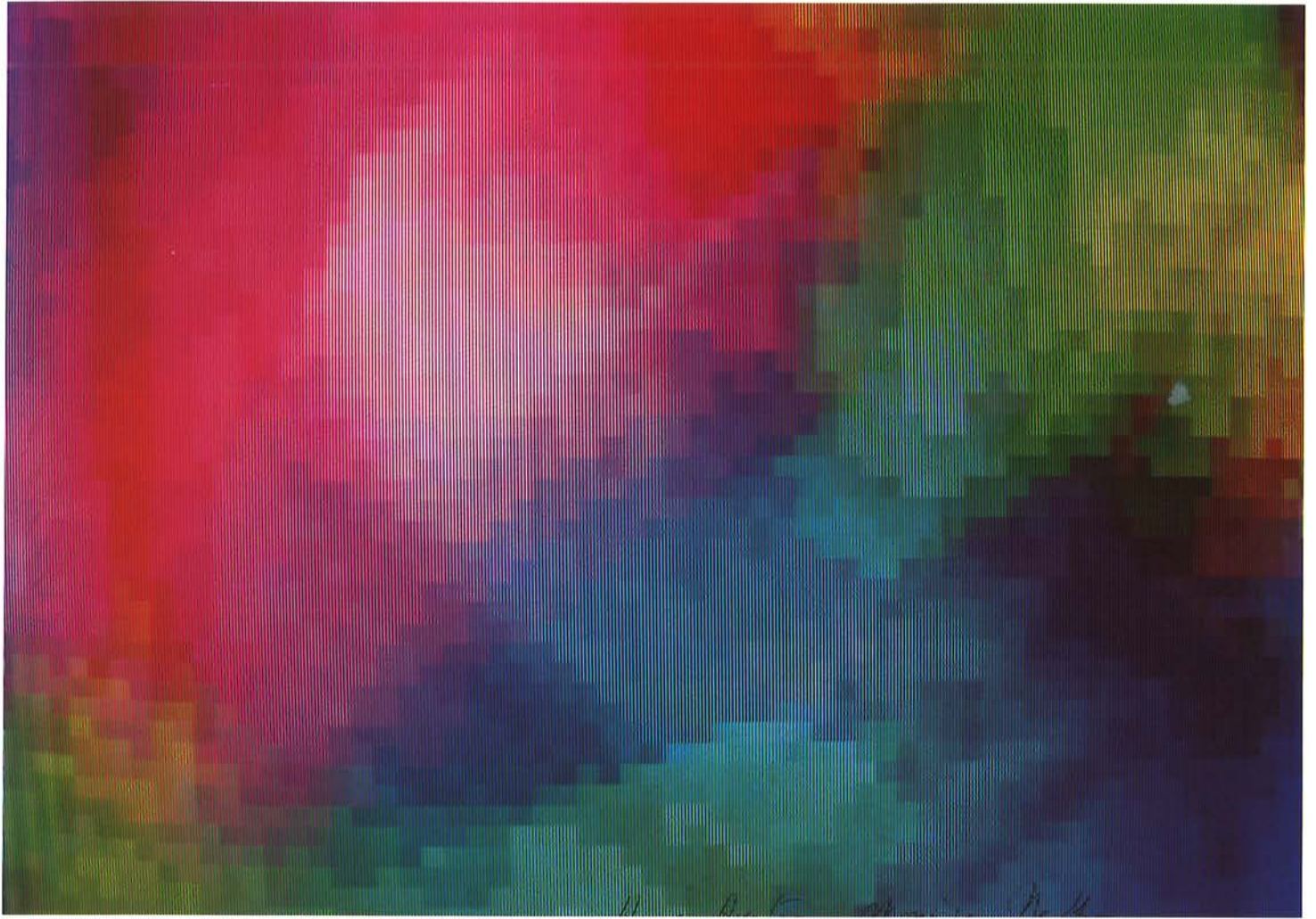
3



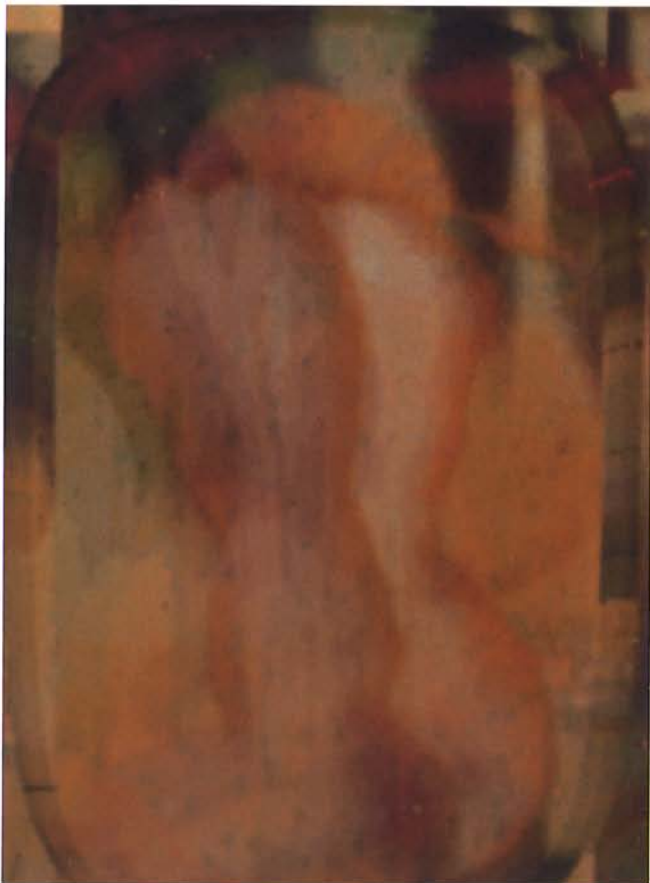
4



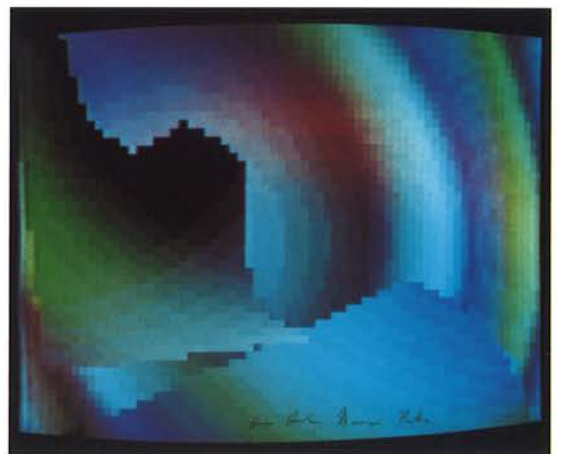
5



6



7



8

マヌエル・バルバディージョ
Manuel Barbadillo

情動の抽象表現主義から

フォルムと合理性にもとづくリアリティの探求へ
マヌエル・バルバディージョは、1960年代初期にノバート・ウィーナー著「サイバネティクスと社会」(1950)を読んで非常に大きなショックを受けたころ、彼の絵画表現の発展は逆進的なフォルム(form)の変革のプロセスをたどりつづけた。彼の絵画制作は、伝統的な写実主義から同時代の絶対主観的表現の抽象表現主義を経て、フォルムと合理性にもとづいた独自のスタイルを形成し始めていた。

キュビズムに始まった絵画表現の合理的な傾向と発展のプロセスは、新しいフォルムとその関係性のさまざまな試行とその確立のプロセスをとおり、新たな時代のリアリティの客観的表現——人間の自然理解の本質的経験——のための基礎を築く努力をしていた。この芸術的探求のプロセスは、多くの点で科学的な洞察と非常に似ている。生命としての芸術の進化は、自然のフォルムから純粋に数学的構造の現代的な合理的フォルムにいたるような、あるいは、自然のリアリティに技術的なリアリティを重ね合わせたような現代文明をみると、芸術と生命がいかにその時代と世界を生きることに関与しているかを示している。

サイバネティクスへの道筋と芸術的ヴィジョンの形成
N.ウィーナーの前掲著は、芸術家とは異なる工学者の視点と用語を用いているが、そこではこの時代に共有の多くの問題——情報という概念によって生物と機械の認知的行動の総合的な研究——を指摘し論じている。それらの問題のいくつかについてはバルバディージョの心の中で明示的になりつつあったが、他のものはまだ潜在意識のレベルに留まっていた。そのことが彼のその後の深い芸術的経験を練り上げる助けになった。人間の発展のために重要なテーマは、同時代の人々の潜在意識の中で響き合い情動的な反響を生み出すが、彼にとって当時主流の芸術理論や主義よりも、まだ孤立していたことば——「サイバネティクス」——が彼を確信と創作へ導いた。数年後、彼がサイバネティクスの明確な思想を得たとき、彼自身の芸術制作の発展を含めた集団的な芸術活動の展開と、コンピュータの出現による革命的な情報領域の進歩に沿って、彼は芸術におけるサイバネティクスの道筋、それ以上にサイバネティクスの芸術的ヴィ

ジョンを実現することになった。

コンピュータとの出会いと作品の実験

ニューヨークに3年余住んだ後1962年に彼がスペインに帰国したとき、彼の絵画は彼をコンピュータへ導く特徴を現し始めていた。1965年ころには、彼は自分の発表作品がすでにコンピュータによる自動処理の可能性があることを理解し始めていた。しかし当時コンピュータはあまりにも高価で希少な存在であったので、彼はそれを用いて実験するチャンスなど想像することもできなかった。彼の絵画における客観的表現言語の探求は、すでに主観的要素を合理的フォルムに昇華する実際の経過をとおり、黒の中の白い単一形の反復のコンポジションへ導かれていた。彼の作品は、作品を構成するアルファベット(記号体系)に相当する要素的なかたち、あるいは、その4要素から編成されるモジュール(基本単位・尺度)の連鎖(単位列)に基づいている。

そして、彼のチャンスはやってきた。

彼は1968年にスペインのマドリード大学に新しくオープンした電子計算センターの基礎コースの担当者に招かれた。そして、そのセンターで彼の絵画の制作アルゴリズムをベースにしてコンピュータによる芸術研究を始めた。彼の最初のコンピュータ・プリントは、彼のフォルムを制作するプロセスの構造的分析の方法のためのプログラム化を目指した出力としてセンターのIBM-7090によって製作された。マドリード大学のコンピュータセンターにおいて1967～1968年の間、彼は奨学研究員としてコンピュータの基礎コースを引き受けたときのレジュメで次のように述べている。「……現実における芸術でさえサイバネティクスの領域を研究中であるという事実が、我々の歴史の新しい段階で社会の進化をもたらすサイバネティクスの決定的な役割を明白にしている。今後コンピュータが日常的で親密なものになれば、私の研究の様態は変わるであろうが、私はこのコースで、この時代の現象の一般的な学習について、そして今芸術が直面しているいくつかの問題をいかにコンピュータが解決することができるかについて学習を計画している。」

彼はコンピュータで生成した彼の作品について、論文「El Ordenador」(1969)で解説している。そして更に、ユニバーサルな共感関係のためのイデオグラム



1938年 スペイン、セビリア生まれ、1994年 歿。1965年最初のモジュール・システムによる絵画スタイルを発表する。1968年マドリード大学のコンピュータ・センターから研究員として招かれる。共同利用のIBM-7090を使用して最初のモジュール・システムによるコンピュータのプリント出力作品。芸術的言語の研究講座の開設。数々のコンピュータ・アート、情報科学の雑誌に研究を発表する。バルバディージョのコンピュータ・アート作品、研究論文は諸外国の非常に多数の書籍、雑誌、研究書に掲載されている。

1 基本モジュールを用いた作品 1972

カナダ、モントリオールで出版された版画集「Art Ex Machina」, Gilles Gheerbrant Editeur に収録。6 人のコンピュータ・アートの先駆者の作品を含む。ラインプリンター出力したものをシルクスクリーン印刷。

2 4 種類のモジュールを入れ子関係に拡大、回転した配置を記号で指示した組成図式

3 4 つの基本要素を結合した作品 1969

2 の記号で指示した図式を具体的な視覚的モジュールに置き換えた作品。

4 モジュールとモジュールの要素（図左）1964

基本モジュールから 90 度回転、図形処理（時計回り、反時計回り、鏡映イメージ、白黒反転）して 16 要素を生成する。

ミニマリズム（Minimalism）（図右）

4 つの基本になるモジュール（a, b, c, d）は同形の 2 つの形を含むモジュール（a）から発展的に作られる。

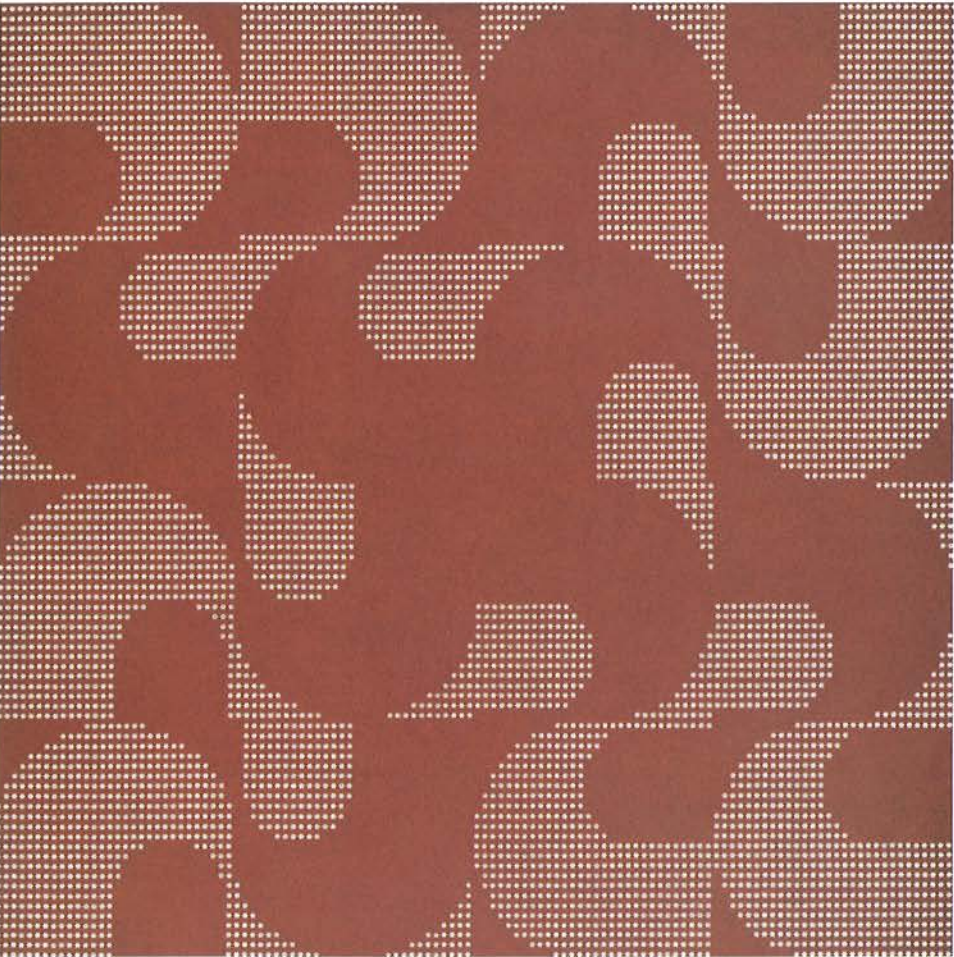
5 モジュールの結合 1969

最初のプログラムのラインプリンター出力の一つ。マドリッドの計算センターにおける実行から。

6 4 つのモジュール・システムを方眼紙に展開した試作スケッチ

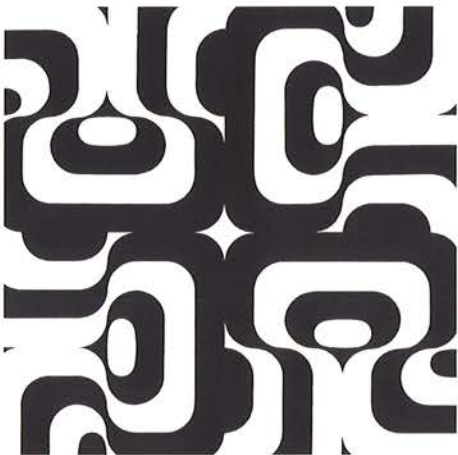
4 つのモジュールを縦方向、横方向に自由に拡張してよりダイナミックな作品を追究している。スケッチの中には壁画への展開、闘牛の牛が描かれたもの、3 次元の彫刻、記念碑、建築的な立体を構想したものもある。

7 新しいモジュール・システムによる実験を方眼紙に展開した試作スケッチ



1

d ₁ ¹	c ₁ ¹	sd ₁ ¹	sc ₁ ¹	c ₁	b ₁	a ₁ ¹	d ₁ ¹
a ₁ ¹	b ₁ ¹	sb ₁ ¹	sb ₁ ¹	d ₁	a ₁	b ₁ ¹	c ₁ ¹
b ₁	a ₁	sa ₁	sb ₁ ¹	sd ₁	sa ₁	sb ₁ ¹	sd ₁ ¹
c ₁	d ₁	sd ₁	sc ₁	sc ₁	sb ₁	sb ₁ ¹	sc ₁ ¹
sc ₁ ¹	sb ₁ ¹	sb ₁	sc ₁	sc ₁	sd ₁	d ₁	c ₁
sd ₁ ¹	sb ₁ ¹	sa ₁	sd ₁	sb ₁	sa ₁	a ₁	b ₁
c ₁ ¹	b ₁ ¹	a ₁	d ₁	sb ₁ ¹	sb ₁ ¹	b ₁ ¹	a ₁ ¹
d ₁ ¹	a ₁ ¹	b ₁	c ₁	sc ₁ ¹	sd ₁ ¹	c ₁ ¹	d ₁ ¹



3

（表意文字）という考え方にもとづいて、コンピュータ作品の生成の思想と方法論の論文「Modules/ Structure/ Relationships」（1970）を英国のコンピュータ・アート協会の会誌に発表している。

開いた主観的着想をプログラムで記述する

視覚化モデルの実践

グラフィック制作の作業にコンピュータを利用する多くの芸術家は、自身の意識的あるいは無意識的な主観的着想を決定しイメージ化したあと、ただ単に最終的な画像を製作するための支援だけのためにコンピュータを用いる。それに対してバルバディージョの関心は異なっている。彼は、芸術家がいくつかの主観的決定をするための能力を、コンピュータ・プログラムによっていかに結合することができるかに関心がある。例えば絵画制作などの芸術表現が直面する困難は、その主観的着想が一般的に開かれた概念のことば（深さ、動き、緊張、バランス感覚などの感覚的表現）で記述されているので、それを正確に定義することが難しい。それに対して、コンピュータ・プログラムにおける論理には正確な定義のことばが必要で、それによって閉じた客観的概念を扱う能力をもつことができる。彼は、開いた主観的概念をコンピュータ・プログラムで結合するために、主観的着想を「一時的に閉じた」主観的概念の定義——モジュール化したプログラムと記号単位——で細かく指定し操作することができるような「主観を視覚化するモデル」を試みた。そのモデルは、制作者が個人的に生み出した視覚的な主観的着想を結合することができる。そのような主観的着想が、もし一時的に閉じた主観的概念をプログラム・モジュールで操作することができる方略（アルゴリズム）によって近似的に記述できるなら、制作者はコンピュータ・プログラムを容易に受け入れることができる。そのような結合モデルに基づくコンピュータ・プログラムは、画像を生成すると同時に、そのモジュール連鎖群によってちょうどその主観的経験を沸き上がらせることになる。

Manuel Barbadillo: OBRA MODULAR (1964-1994), Ayuntamiento de malaga, 1995
要約：下村 千早

2

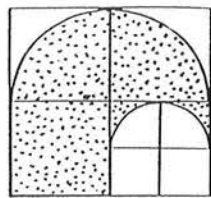
8 KANEXA, 4つのモジュール・システム 1968-79

9 ARAINA, 4つのモジュール・システム 1968-79

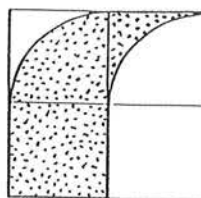
10 RONA, 新しいモジュール・システムによる実験
1979-84

11 CARIONA, 新しいモジュール・システムによる実験
1979-84

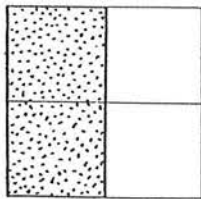
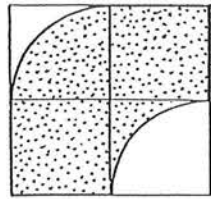
バルバディーヨはスペインでコンピュータで作品を生成し始める以前、ニューヨークですでに単純な基本要素図形、白黒反転図形を用いた作品を制作していた。この実験作品は当時の素朴で力強い雰囲気をもっている。



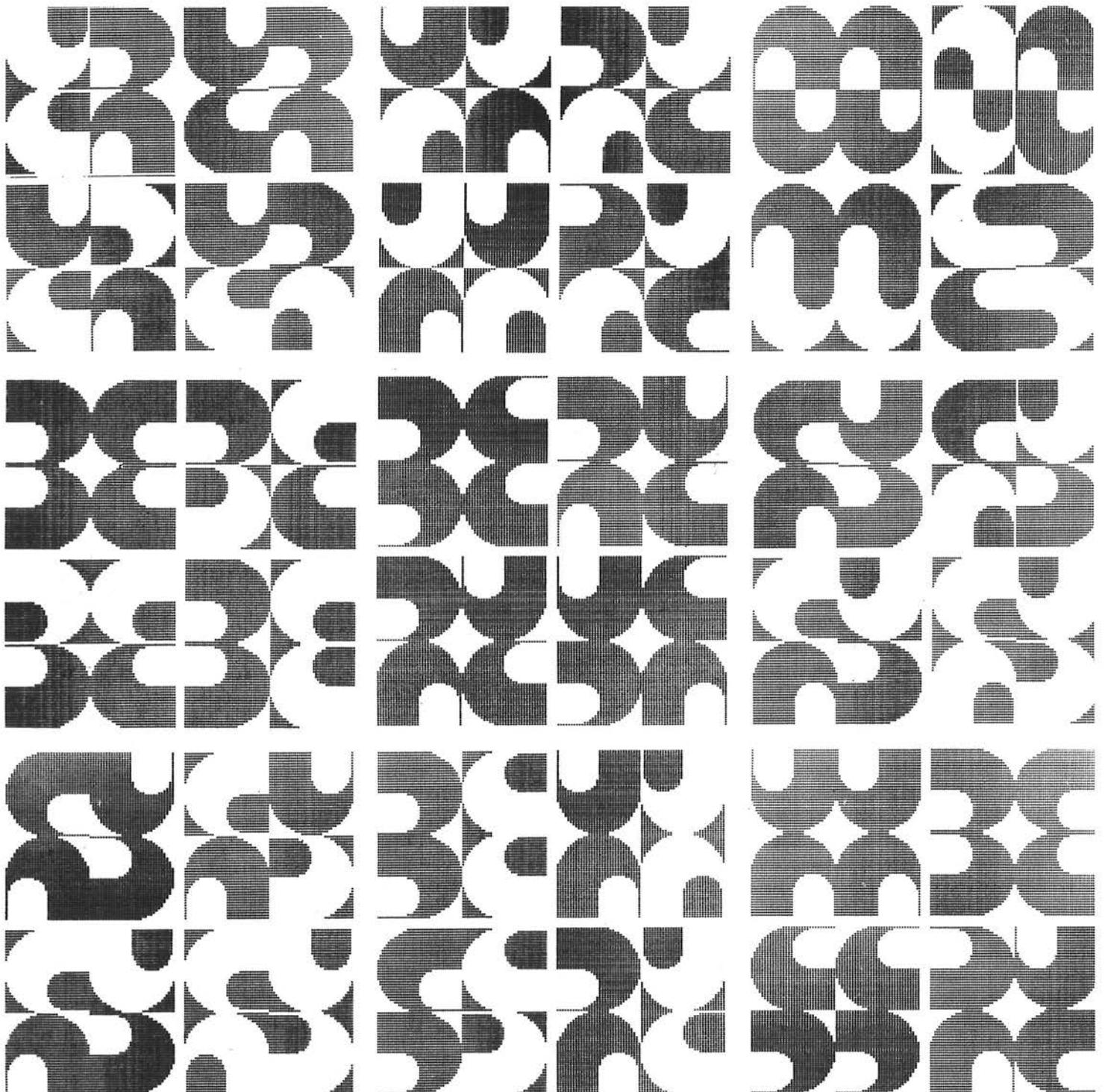
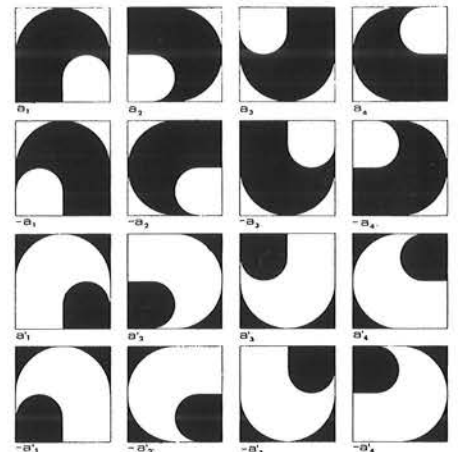
a

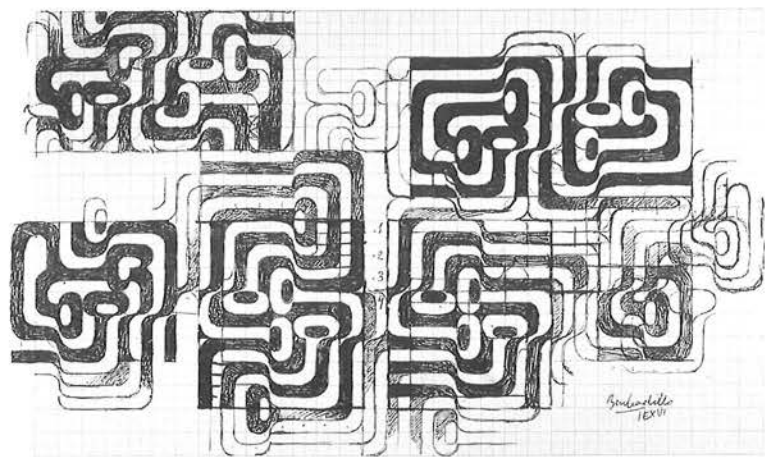


b



4

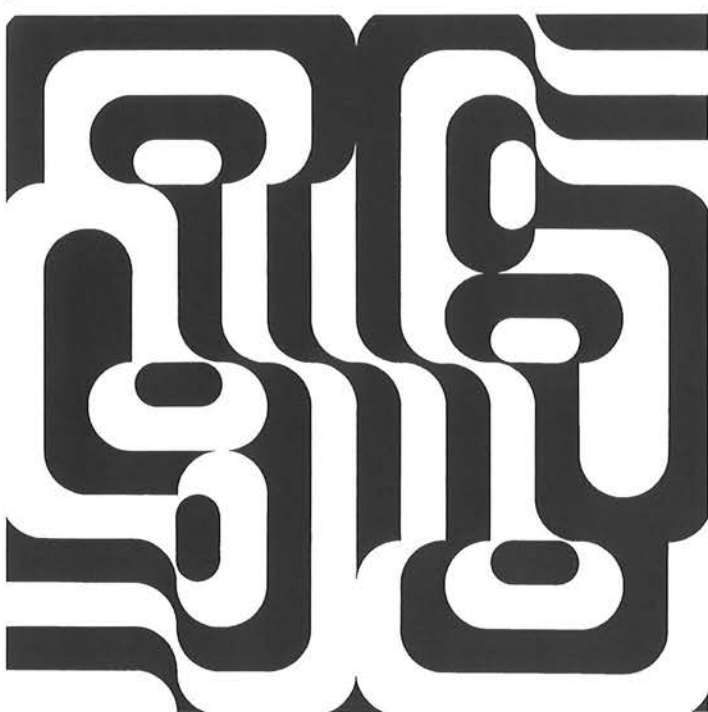




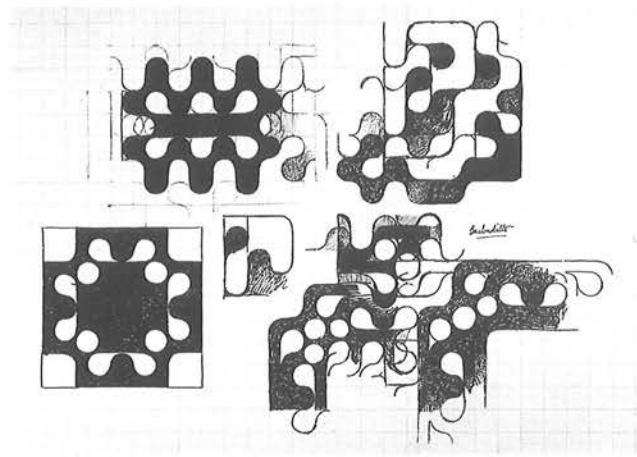
6



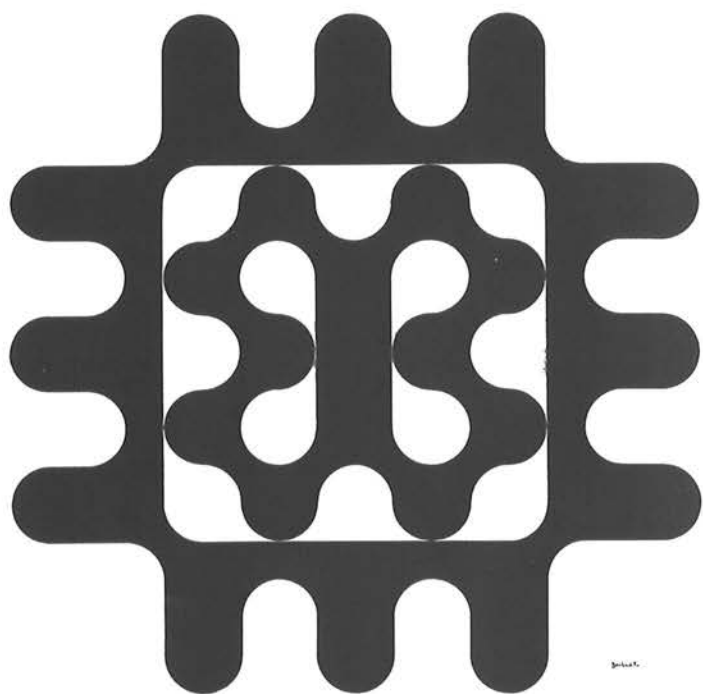
8



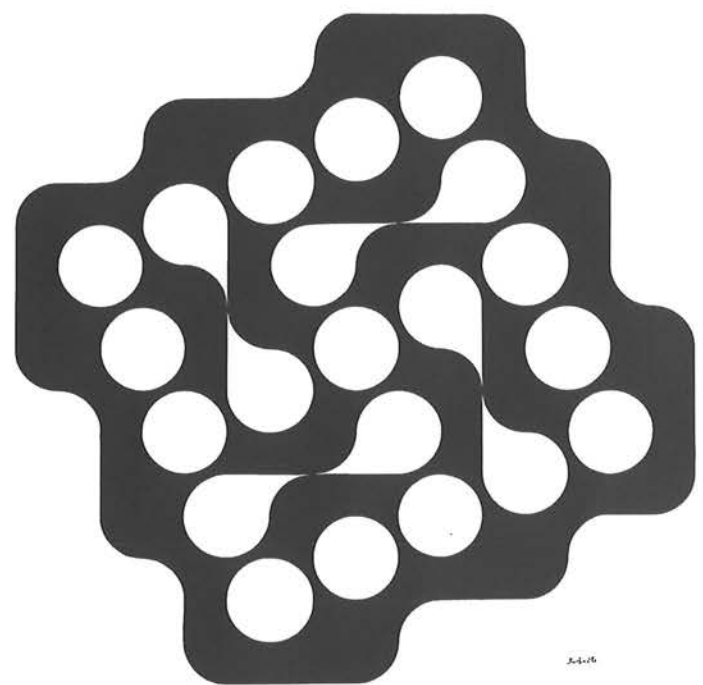
9



7



10



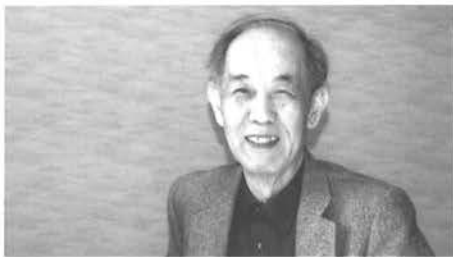
11

作品

日本人アーティスト

川野 洋 Hiroshi Kawano	112
出原 栄一 Eiichi Izuhara	118
草深 幸司 Koji Kusabuka	124
下村 千早 Chihaya Shimomura	130
久保田 晃弘 Akihiro Kubota	136
CTG (Computer Technique Group)	
& 幸村 真佐男 Masao Kohmura	142
阿部 好志 Yoshiyuki Abe	148
岩越 敦彦 Atsuhiko Iwakoshi	154

川野 洋
Hiroshi Kawano



1925 年中国撫順生れ。1951 年 東大文学部哲学科卒業。美学専攻。その後大学院。助手時代。科学哲学、記号論の研究をへて、1959 年頃より情報理論および M. ベンゼの情報美学の研究を始め、1962 年 芸術シミュレーション法を考案、翌 1963 年 手計算によるマルコフ図形の生成、更にその翌年（1964）1 月初のコンピュータ・アート作品を作る。作品の第 1 回展示は 1968 サンケイ・ホール。1971 年東京プラザディックで個展（それまでの全作品展示）、その他、1972 年ザグレブ現代美術館、Computer and Automation 誌、その他で作品発表。その後様々な方法論、モデルの考案を続けながら現在に至る。現在、東京都立科学技術大学および東北芸術工科大学名誉教授。

私のコンピュータ・アートは、私の科学的美学研究の副産物である。科学的美学研究によって美意識や芸術活動の奥深い論理が解明されてゆけばゆく程、その論理を逆に使って人間の美意識や芸術活動を機械的に再現できるであろうということである。つまり芸術ロボット（人工ピカソ）の創作である。この理は、分子生物学によって遺伝子を基とする生命の生誕や成育の仕組みが解明されてゆくことによって、その理論を使ってクローンや人工の臓器が医学的に再生産されるようになることと同じである。こうして私は科学的美学の解明する人間芸術の論理の実験的検証として、この理論での芸術モデルを作り、それを人工的に再現して、その結果が人間の自然な芸術作品にどれだけ近似するかを見ることにした。近似度の度合いは、科学的美学の正しさの度合いと重なる訳である。

コンピュータが人間の芸術活動をまねて作品をつくることを芸術シミュレーションとよぶ。コンピュータが人間芸術をシミュレートするには、芸術のアルゴリズムがわかっていなければならない。芸術アルゴリズムとは、「かくかくしかじかの作品をどうしてつくるか？」という芸術問題の解決を、計算可能な言語で記述したものである。

芸術アルゴリズムをたてるには、芸術活動のプロセスがモデル化されねばならない。このようなモデルをつくるのに私は情報理論をつかう。私のつくった芸術モデル（K システム）はつぎのようなものである。

K システムはまず周囲の世界から感覚器官である入力装置をとおしていろいろの芸術作品をデータとして受信する。受信された作品は K システムの脳である分析サブ・システムによって分析され、その結果、そのイメージ特性が抽出される。これを K システムがうる作品のイメージという。

K システムが受信するデータ作品は、何種類かの色で区別された造形エレメントである図形素子が、タテ

とヨコに $n \times m$ 個ならんだ格子盤として定義される。データ作品のもつイメージは、K システムの目（入力装置）の視野がとらえるかぎりの何個かの図形素子の順序づき結合の状態の種類とその強さで特性づけられ、マルコフ・プロセス理論の遷移確率行列をなす。

つぎに、分析されたイメージはおなじ K システムの脳をなす生成サブ・システムによって新しく独自の作品へと組み立てられる。そのためモンテ・カルロ法がつかわれる。それは遷移確率行列のイメージ特性を反映する新しい図形素子の格子盤を乱数として発生させるものである。

この遷移確率行列といい、図形乱数といい、それは芸術活動の自由さの情報理論によるモデル化にほかならない。こうして生成されたメッセージとしての作品は、最終的に運動器官である出力装置をとおして物質的に具体化され、外界へと送信される。これを作品の創造という。

以上が、K システムのシミュレーションとしての芸術活動である（図 1）。このプロセスを計算可能な言語で記述し、プログラムとしてコンピュータにあらかじめあたえておくと、「人間の創造」になるソフトウェアを孕んだそのコンピュータは人間のように、いろいろのデータ作品をみてそのイメージをとらえ、そしてその経験のイメージをもとにしていくらでも、新しい作品をつくることができる。

ここでのコンピュータ・アートの作品は図形である。図形は何種類かの色をもった、単位方形の造形エレメント（図形素子）の順序づき結合のセリをなす。そして、この図形素子セリを、TV 的走査によって周期的に反復させながら 1 行ずらしに配列してゆけば、セリは図形格子盤を形成する。そしてこのセリの周期的反復性は、図形の空間的秩序をなす。

図形素子の結合は確率的であり、したがって図形セリはマルコフ・プロセスをとる。これは図形の自由さの数学的表現である。

人間は図形のイメージを遠距離な全体的パターンとしてとらえる。しかし記憶容量の小さい近視なコンピュータの目は、その視野に図形の近接模様しかとらえない。図形の近接模様は、図形素子若干の短連結合でできている。ゆえにコンピュータは図形をみて、その視野がとらえるかぎりの短連結合近接模様の種類と、その出現



1-(1), (2), (3) マルコフ・チェイン図形白黒 1964

OKITAC 5090A, プログラム言語,

OKISIP (マクロ・アセンブラ)

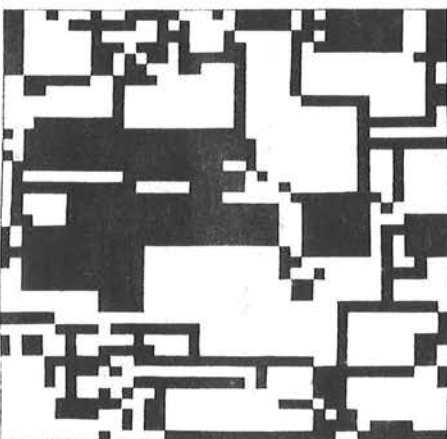
3種のデータ図にあるピクセルの3種の結合を1視野にもつ確率構造をモンテ・カルロ法で再現した。視野をなすピクセル結合は(1), (2), (3)でそれぞれ3連, 4連, 9連である。ラインプリンタ出力を手描した。



1-(1)



1-(2)



1-(3)

確率とでその図形を特性づける以外にない。これがコンピュータの分析する図形の短距離イメージである。

短距離結合する図形素子の結合構造はマルコフ・チェインといわれ、その連結構成は条件つき確率でつながっている。この確率分布の構造をなす図形のイメージを数理的に再現するには、図形マルコフ・チェインを担う各素子の条件つき結合確率を再現する乱数を次々と発生させることになる(モンテ・カルロ法)。

私のシミュレーションは、マルコフ・チェインとしての図形イメージの素子結合構造をどう与えるかによって次の3種に分れる。

1) Series of Pattern

白黒素子の最大10連結のマルコフ・チェインをなす。イメージの記憶容量2の2乗=1024ワード

2) Simulated Color Mosaic

白黒赤黄青5種類のカラー素子が最大5連結したマルコフ・チェイン画。イメージの記憶容量は5の5乗=3125ワードに拡大

3) Artificial Mondrian

水平線と垂直線をマルコフ・チェインとして発生させ、それらの交点を作る閉直面だけ残し、各面に配色してモンドリアン構図としたもの。白黒素子で線描するが、交点を作る面の開閉を判定するため、2の5乗=64ワードの記憶容量要。

図形素子結合の条件つき確率の分布構造は遷移確率行列をなすが、この遷移確率行列の形をなす図形イメージを再現させて作品を生成するには、遷移確率行列の分布特性を反映するマルコフ・プロセス・セリーをモンテ・カルロ法を使って乱数として発生させ、それをTVスキャンのように周期的に反復させながら空間的図形格子盤に配列する。

4) 情報レリーフ

与えられた人の顔面図を白黒図形素子のマルコフ・チェインと見做し、各素子の顔面を作るための生起条件つき確率Pにもとづいてその情報量 $-\log P$ を計算し、この情報量を各素子のグレイ度と考え、これを高さで表わしたもの。

私のいま一つの実験は、これまでの情報理論にもとづくマルコフ図形の短距離構造の欠陥を補うという観点か

ら、チョムスキーの言語生成文法理論を使ったものである。この理論は語を基本単位とする。そして文は名詞句と動詞句の接続であり($S \rightarrow NP+VP$)、名詞句は冠詞と名詞の接続をなす($NP \rightarrow T+N$)等々といった文の句構造を作る文法規則プロダクションを多重に使用して、彼はマルコフ・チェインならぬ、もっと自然に近いトリー型シンタクス構造の英文を生成しようとした。

これを図形に適用して、例えば

- 1) 屋敷には真中に庭を挟んで2階建の家と平屋の3軒長屋が南東に直交して立つ。
- 2) 庭には草むらがあり、その中に木が1本立つ。
- 3) 木は左右に4本の枝を出す。

といったプロダクションを与えると、そのようなブロック構造をもった屋敷図が生成することになる。生成文法から生成される図はマルコフ・チェイン図と違った全体的構造をもつことが認められる。このアルゴリズムを記述する言語はA.ショウの考案したPDLであり、PDLの処理プログラムはリスト処理からなる。

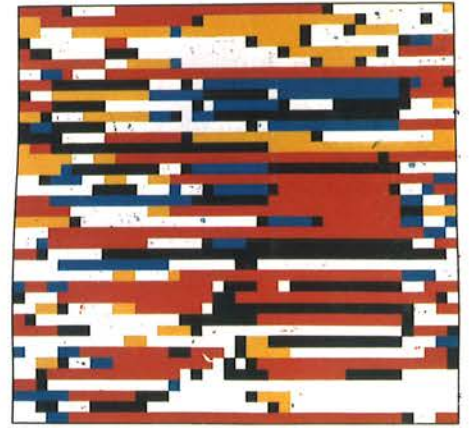
私のコンピュータ・アートは人間のアートのシミュレーションという形をとるが、「XがSをシミュレートする」という時、「XはSの模倣として原理的にS未満になる」とよく言われる。しかし表現対象のSが単なる知覚像であるなら、その原因となるS'はSと重なって循環論の矛盾に陥る。それを避けるためにはSを可能性の重ね合わせた不可知の実存と考えねばなるまい。ここから出る結論は「シミュレーションは既知のS(=S')の模倣ではなく、未知なるSの新しい創造である」ということになる。そしてこの事はコンピュータ・アート一般に通ずるように私には思える。芸術アルゴリズムは自然の中に眠っているもので、これを顕現するのは人間でも天才でない限り不可能で、コンピュータ・シミュレーションに頼る以外にないと言えよう。そしてそれは模倣ならぬ創造であると言えると思う。

その後私の研究は人工知能理論による芸術モデルの制作、並列分散計算による芸術モデルの探求へと進みながら現在その途上にある。

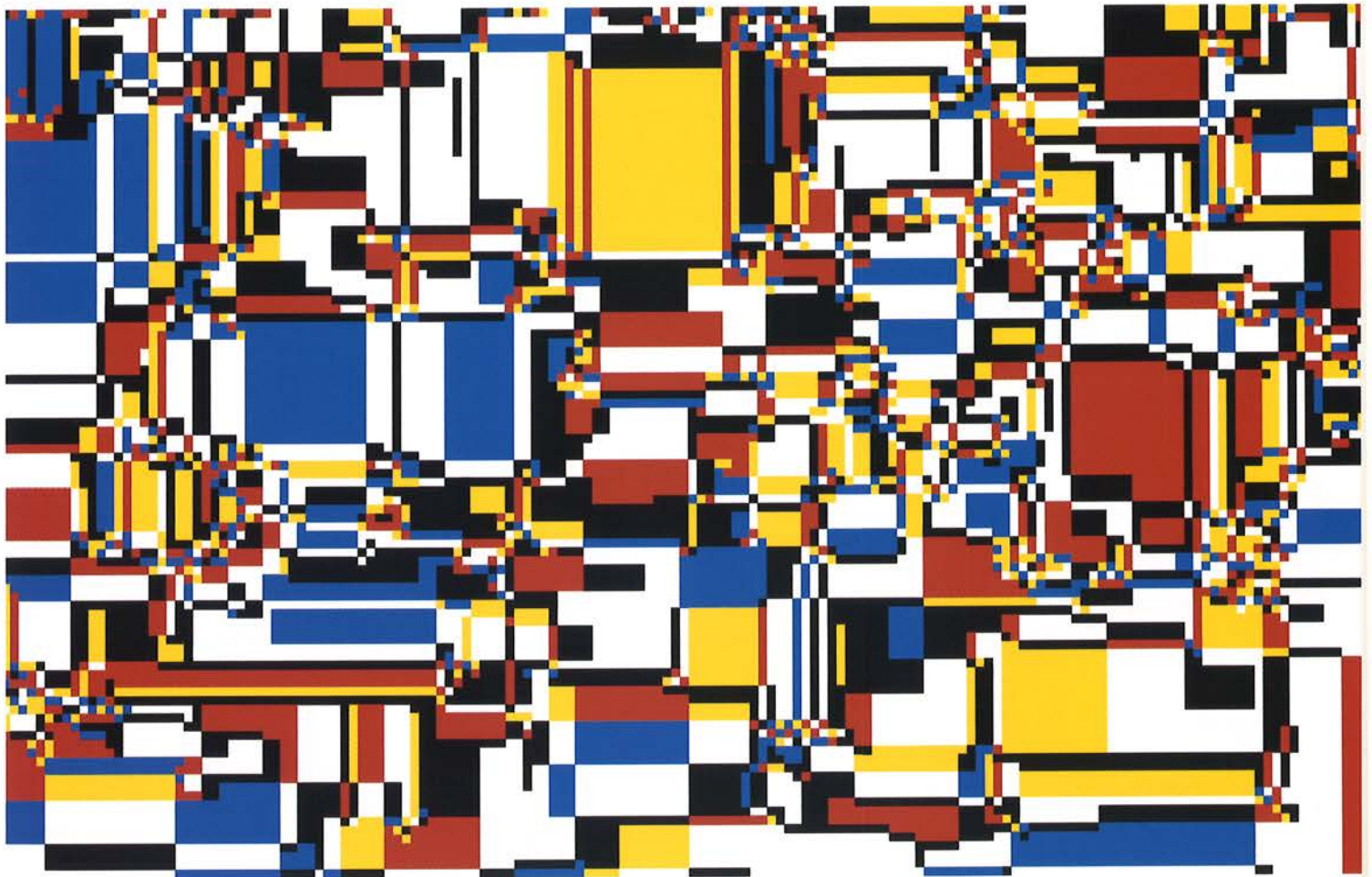
2 マルコフ・チェイン図形カラー5色 1964

OKITAC 5090A, OKISIP (マクロアセンブラ)

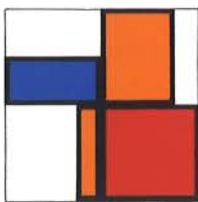
方法は白黒図に準じる。カラーデータ図のピクセルは5色。但し、視野は作品(1)で水平3連、(2)では水平・垂直3連である。



2- (1)



4



4 Simulated Color Mosaic 1969

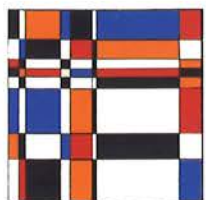
HITAC 5020, Fortran 4

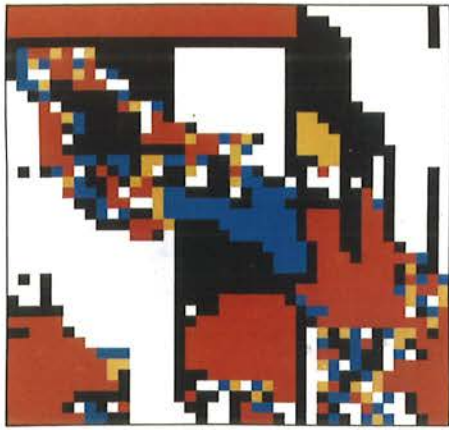
方法はマルコフ・チェインカラー図形と同じ。但し視野構成は5色ピクセルの5連結合へと拡大されている。

5 情報レリーフ 1969

Fortran 4 HITAC 5020

人の顔(左)を作る40×40の白黒ピクセルとしての薄片に、マルコフ・チェイン図としての生起確率にもとづいて計算された情報量を割当て、その高低を顔面の凹凸で示した。凸部は高情報、凹部は低情報である。





3 Red Tree 1971

Simulated Color Mosaic の一部.

使用コンピュータはIBM 360/75, Fortran 4

ラインプリンタ出力をシルクスクリーンでプリント
前作同様のカラー作品であるが、入力データ図形の種類
を更に7個まで増やしてある.

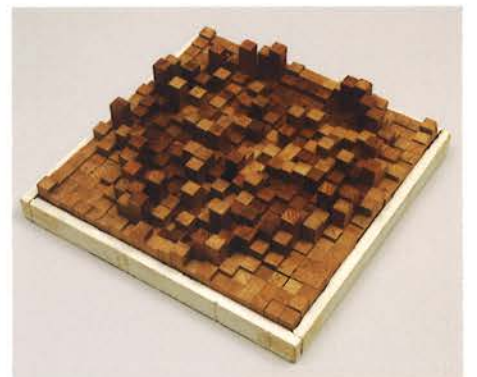
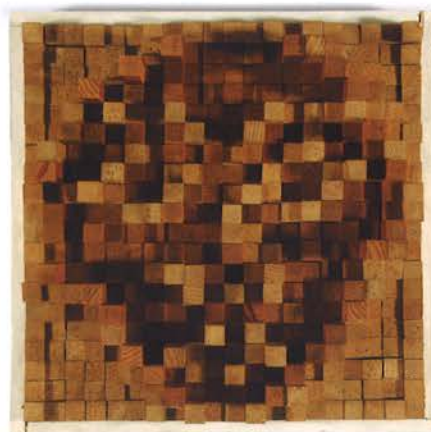
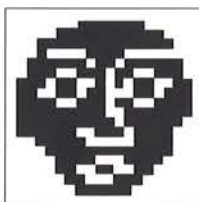
Gilles Gheerbrant 編

「Ars ex Machina」所収



2- (2)

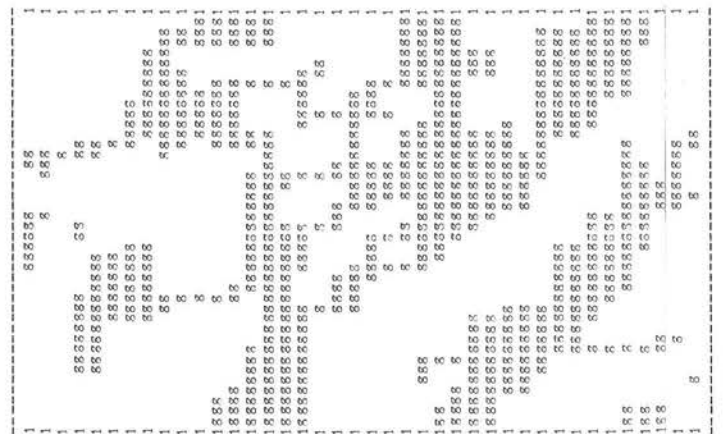
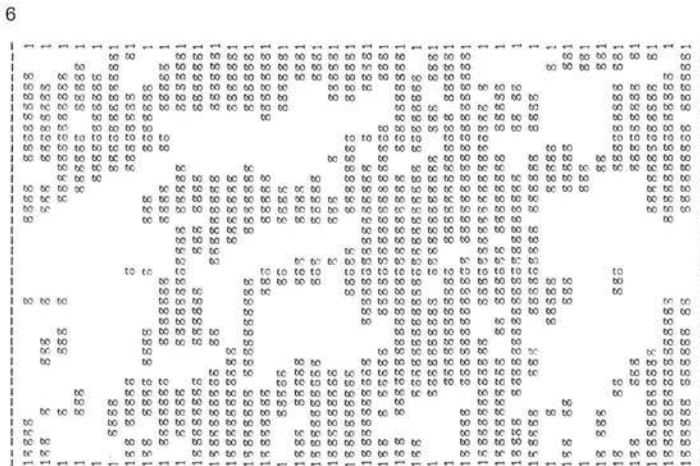
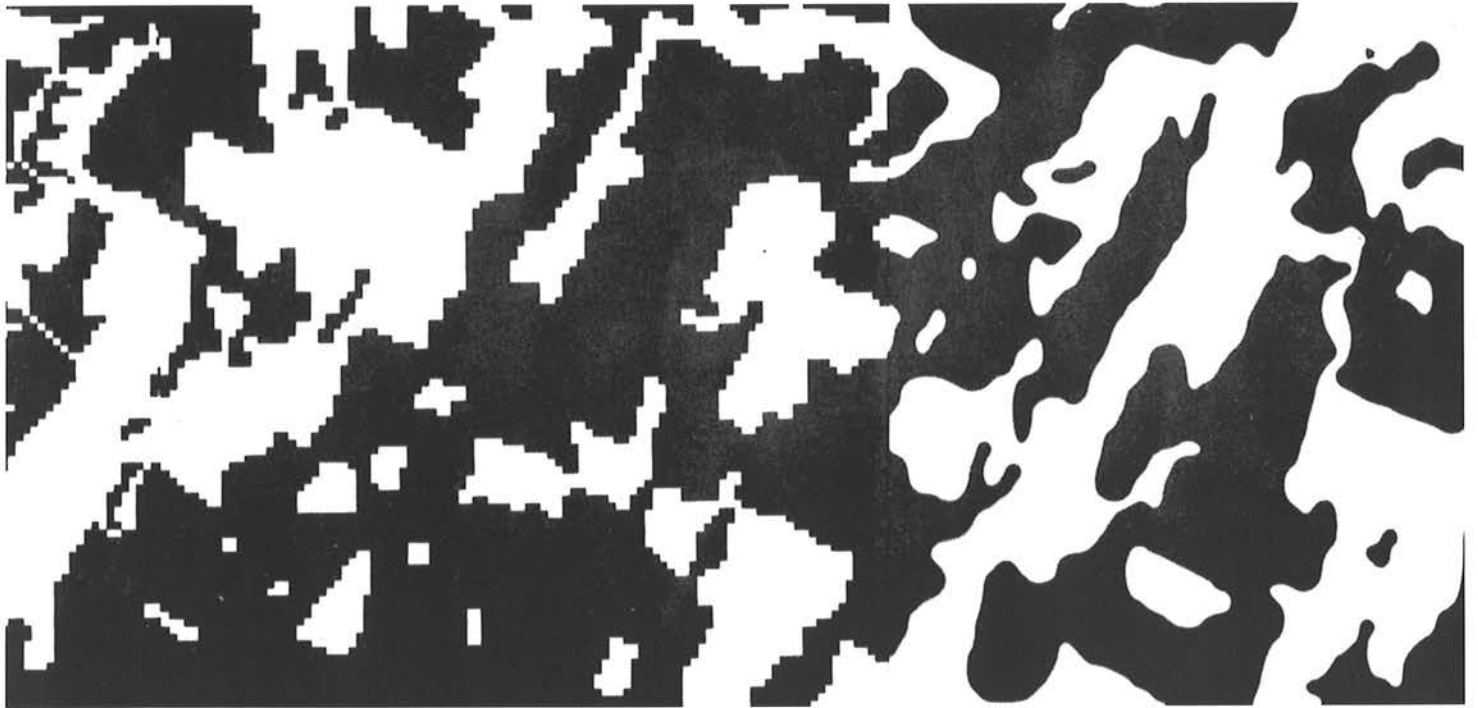
3



5

6 Series of Pattern : Flow 1966

この作品は白黒2種の図形素子の100,000個のマルコフ・チェーンを100×1,000のマトリックスに配置したものの一部で、左の3個の曲面をなすデータ図形の9連図形素子結合をあらわす遷移確率行列からモンテ・カルロ法によって生成し、かつこれに修正を加えたものである。プログラム言語はFORTRAN4でHITAC 5020とそのラインプリンタを使用。最終的にラインプリンタ出力(下)を人間の解釈とペイントによってdigital→analog図形に変換してFlowになる過程を注意されたい。





7 - (1), (2) Artificial Mondrian 1967

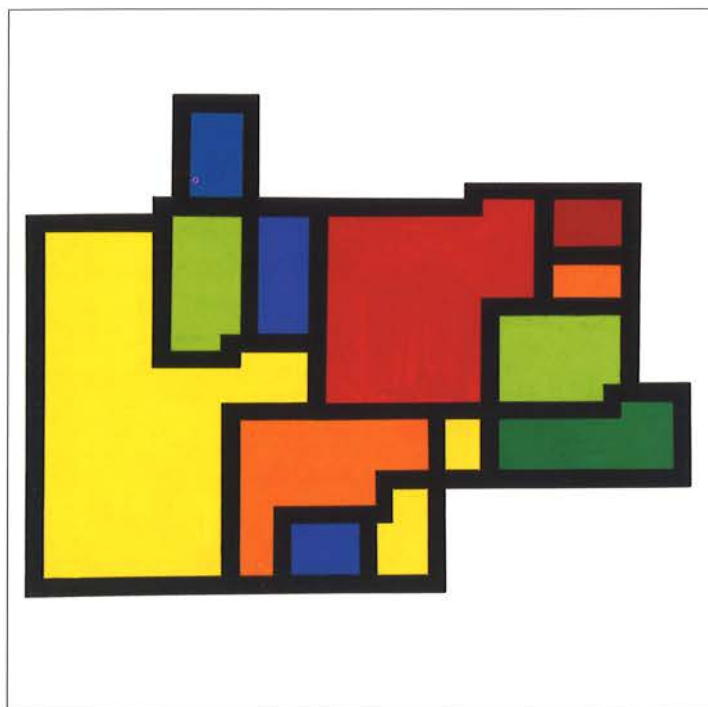
HITAC 5020, Fortran 4

マルコフ・チェインとして生成した任意の位置と長さの水平線と垂直線の構図に、途切れる端線を消去する修正をほどこし、出来上がった開方形の閉じた面からなる全体図 (左) にランダムに彩色 (手描き) したものを、

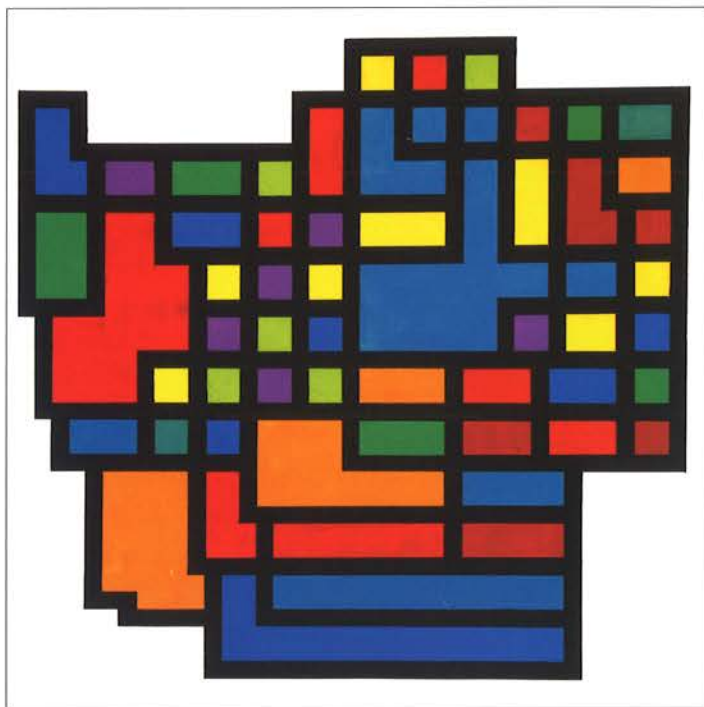
8 図形生成文法PDLによるシーン生成 1974

Fortran HITAC 5020

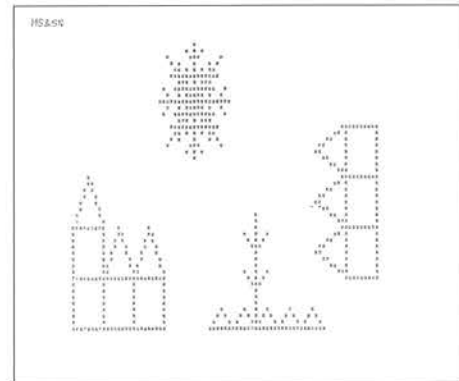
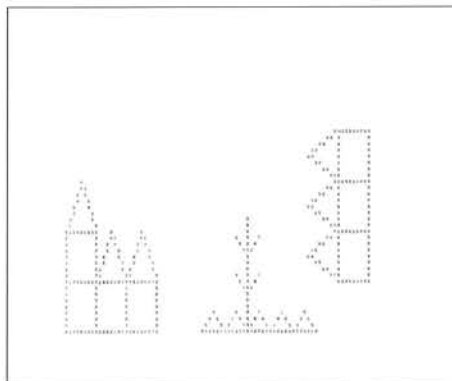
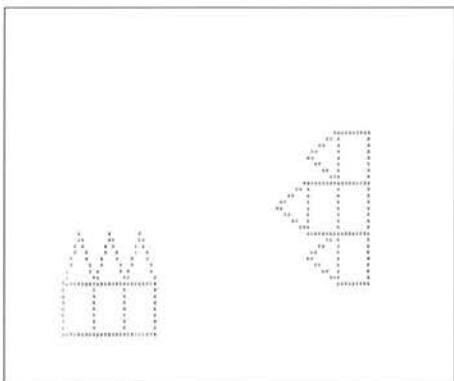
図形生成文法PDLのプロダクションを与え、これを解釈して一連の図形を生成したもの。ラインプリンタ出力。



7- (1)



7- (2)





出原 栄一
Eiichi Izuhara

1929年大阪に生まれる。1956-79年通商産業省工業技術院製品科学研究所で日本のデザイン産業の育成とデザインの科学的研究教育について主導的役割を担う。1970年コンピュータによる生成造的形「樹木」制作。1972-73年国際コンピュータ・アート展出品（ソニービル）。1974年アスピンの国際デザイン会議（IDCA）で「樹木」紹介、手描きとは異なる人工造的形に関する研究発表を行う。1985年JAGDA コンピュータ・グラフィックス展出品。1979年北海道東海大学芸術工学部教授、コンピュータをデザイン教育に導入した草分けである。著書、「樹木」築地書館、1983。「図の体系：図的思考とその表現」共著、日科技連、1986など。

私の樹木図の制作プロセスが、従来の画法とは基本的に異なる特長をもつことを、まず最初に強調したい。

コンピュータで制御されるプロッターによって、すべてが機械的に描かれ、人の手の技がどこにも介入しないという特長に加えて、その制作手順もまた、前もって全体の構図をデザインするかわりに、枝わかれという局所的な造形方法が数理的に定義され、ただこの方法の繰りかえしによって、結果的に樹木の全体形状が定まるといふ、もう一つの特長がある。

このような造形方法によって制作される図形が、はたして芸術作品といえるのだろうか？

昔ある早春の頃、木々の梢に新芽が萌え、それが若枝に成長していくプロセスを観察しながら、ふと思いついたことがある。現実の樹木の成長した形状は、実に複雑多岐にわたるけれども、それらの成長のプロセスに着目すると、春が来るたびに新しい枝が伸びていく成長のプロセスは、意外に単純な造形の繰りかえしにすぎないのかもしれない。

樹木の枝は原則として先端の細胞だけが成長能力をもち、重力に反抗し、日照を求めて伸びていくのだという。もちろん樹種によって、枝のわかれかたや伸びかたなどの基本的な造形規則はことなり、このような規則の情報は、多分先天的に遺伝子のなかに含まれているのだろう、といって樹木全体の姿や枝ぶりの詳細にわたるデザイン情報のすべてが、まえもって遺伝子のなかに蓄えられているわけではなからう。

おそらく一本一本の枝は、樹木の全体形状については何も知らない。個々の枝は、そのときどきの日照や重力や、その直前の枝の太さや方向に支配されつつ、隣りあう枝同士で競いあいながら、精一杯伸びようとしているだけであろう。それでいて、同種の樹木の枝ぶりや全体の姿には、それなりに共通した特長があらわれる。だから、現実の樹木の多種多様な形状も、もしかしたら、その成長のプロセスにおいて繰りかえされる局所的な造形方法を解明することによって、簡単に説明できるかもしれないと考えたのである。

もちろん、この解明も、分析的に押しすすめるのであれば、行きつくところ分子生物学の領域に分け入ることになり、これは私の能力をはるかにこえる問題となる。したがって、これとは逆の方向から、まず最初に適

当な造形方法のモデルを——あくまでも近似的な意味で——仮定し、このモデルで成長プロセスをシミュレーションすることによって、現実の樹木の形状が、どの程度まで再現できるかを試してみようと考えた。ただし、この種のシミュレーションでも、実際の樹木とおなじ立体像を再現するのは技術的に容易ではない。そこで、まずは便宜的に平面上に樹木図を生成するモデルを仮定し、それがどの程度まで現実の樹木に近い形になるかを試してみることにした。

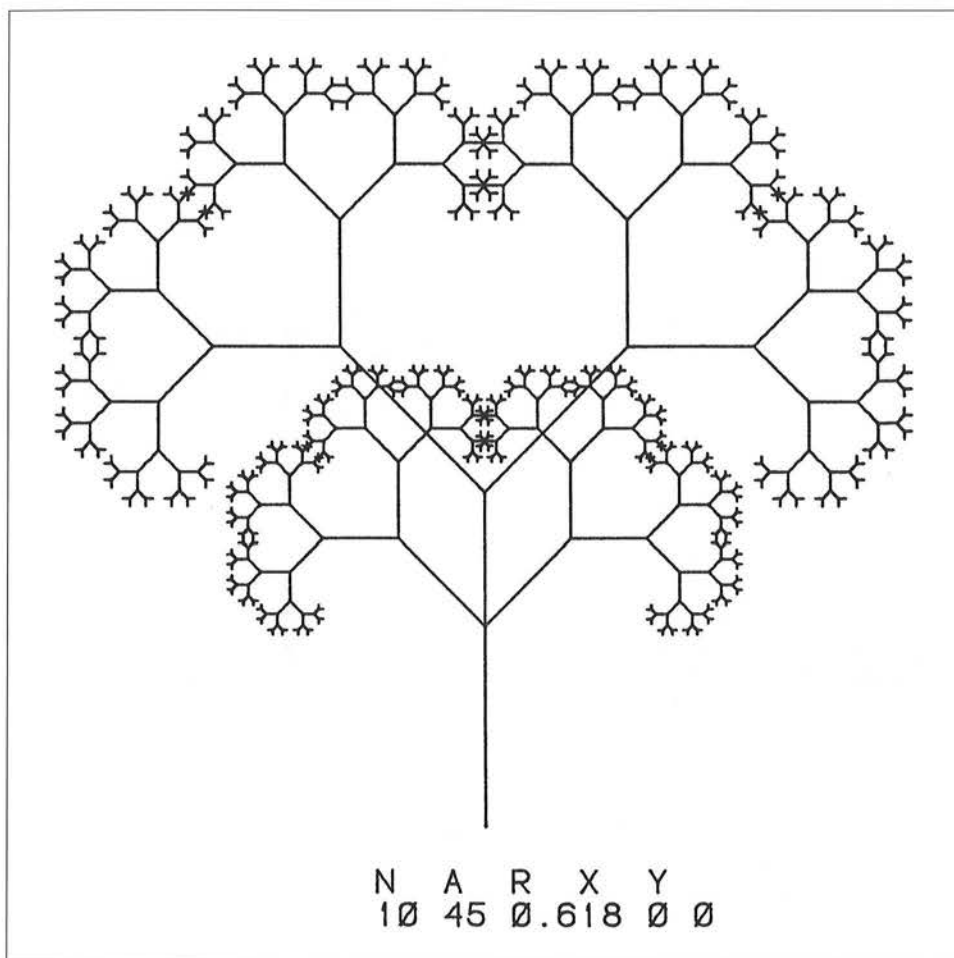
この造形方法のモデルとは、つぎのような生成規則から成り立ったものであった。

- 1) 枝わかれは常に直前の枝の先端から2本にわかれる。
- 2) 枝は立体的でなく平面的に伸びる。
- 3) 枝の伸びる方向は、直前の枝の方向に対して一定の角度（ θ ）だけ右または左に傾く。
- 4) 枝の伸びる長さは、直前の枝の長さに対して一定の比率（ α ）で伸びる。
- 5) 枝は重力に反抗して、一定の長さ（ Δy ）だけ上向きに伸びる。
- 6) 枝は日照や風の影響によって、一定の長さ（ Δx ）だけ横方向に伸びる。

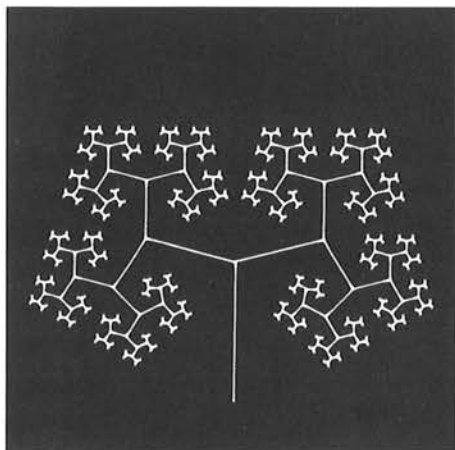
以上の生成規則を、繰りかえし適用していく生成プロセスの手順はまことに簡単で、要するに枝わかれ角（ θ ）、枝延び率（ α ）と上向き（ Δy ）、横向き（ Δx ）という4つの値を前もって任意に設定しておけば、生成プロセスの各段階で、直前の枝の長さや方向によって、その先端から伸びる2本の枝の長さや方向は一義的にきまる。

つまり、このプロセスは、人の判断や手枝の介助を一切必要としない、純粋に論理的、機械的な動作の繰りかえしであるから、このプロセスを一連の命令として記述し、コンピュータにあたえることにより、自動的に所定の樹木図が作図される。

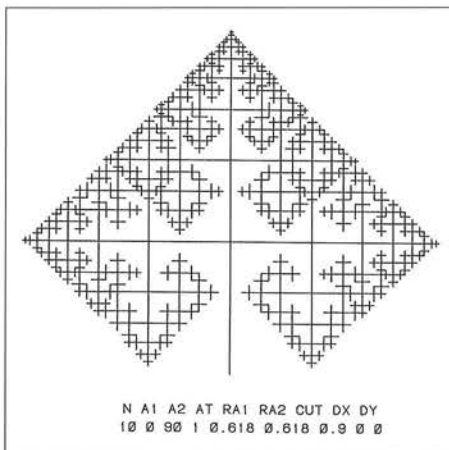
ゲーテは植物の形態観察を通じて、その花の形や葉の形が根底において共通の原型（Urform）から変形したものであることを直観した。もちろん彼はまだ原型というものの具体的内容や、その変形のメカニズムを詳しく説明していないが、私の勘違いでなければ、ここに述べる樹木の生成モデルをゲーテに捧げたいと思う。それ



1



2



3

は、このモデルを生成する生成規則はその後改良され、現在では「枝わかれ規則、枝とめ規則、及び、枝伸び規則」という3つの規則に整理され、その適用範囲も、樹木の枝ぶりだけでなく、葉の形や花の形の生成にまで拡張されて、つまりゲートのいう原型の機能にかなり近いものになったのではないかと考えられるからである。

われわれが絵画や彫刻をつくるときの普通のやり方は、まず全体の構図を決め、素描（デッサン）してから、順次細部を仕上げていくものだが、この生成的造形方法は、それとは逆に部分的な造形の積みかさねから、結果として、全体の構図が決定される。しかもこの造形プロセスの途中で作者の判断や修正行為は一切必要としないし、むしろ拒否される。それでいて全体の統一があり、また調和のある形状がしばしば得られる。これも一つの画法といえはしないか。

出原栄一著「樹木」、築地書館、1983から抜粋

メディアとしてのCGとの関わり合いについて
CGと私との関わりは、コンピュータ・エイデッド・デザイン（CAD）のための作図道具としてCG装置が使われた1970年代のはじめ頃からである。手の動作の代わりに頭のなかの数理的操作によって、想像を越えた新しい形態がつつぎに生みだされてくるのに私はつよく魅せられた。

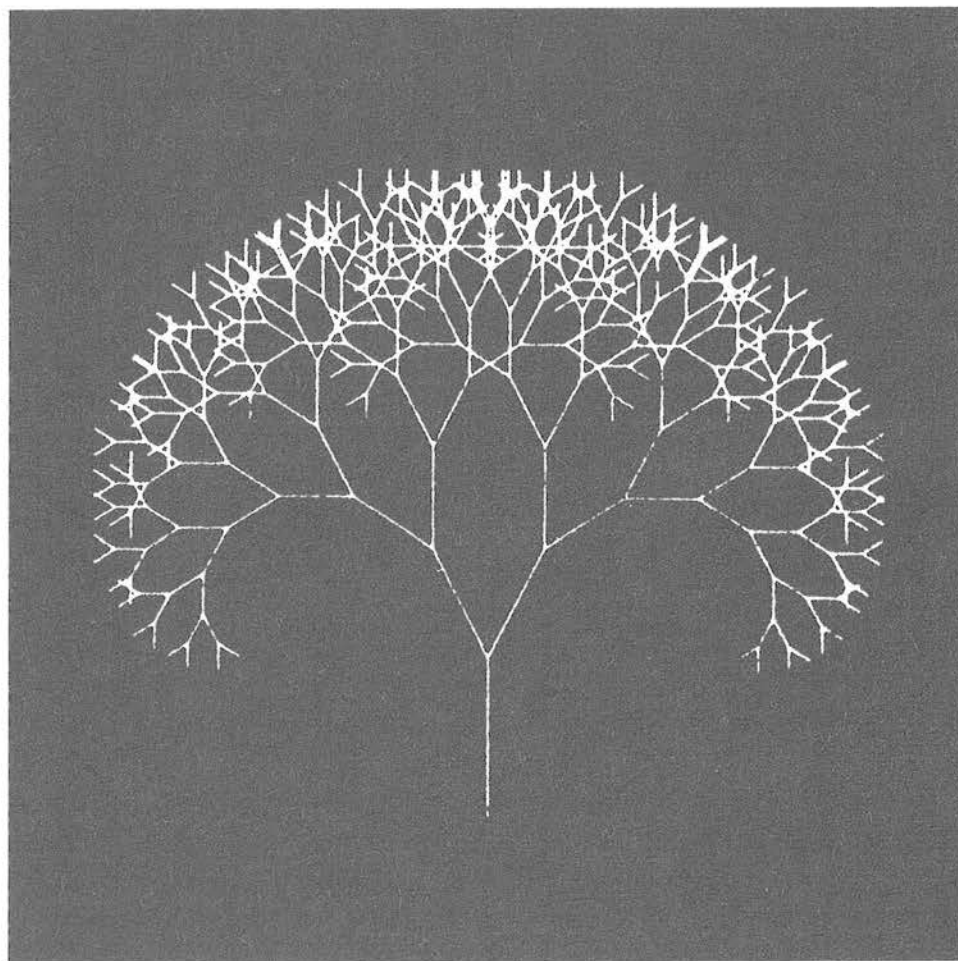
形というのは物質の属性ではなくて、形自体が先に存在するというプラトンのアイデア論に、最近の私はどんどん引き寄せられていく。樹木の枝わかれの形に魅力を感じるのも、この枝わかれという形が樹木だけでなく河川や放電や血管などの物質のちがいを越えて、自然界の至るところに見られる形だからである。この形自体がもつ数理的な構造美を、感覚によってではなくて、むしろ「内なる感性」によって私は感じとっていきたい。

「Arts on Computer: 日本のCGアート展」

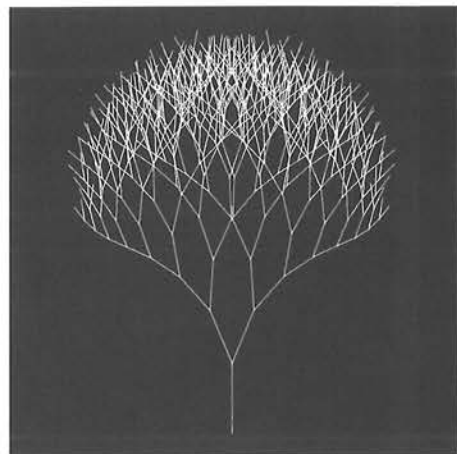
○美術館カタログ、1987より

樹木の成長シミュレーション

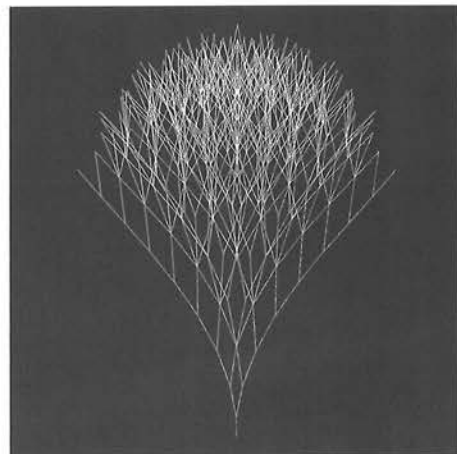
次々に枝分れして成長していく樹木の造形を規範モデル
としたコンピュータ・シミュレーションによる人工樹木
を出力した作品群の一例



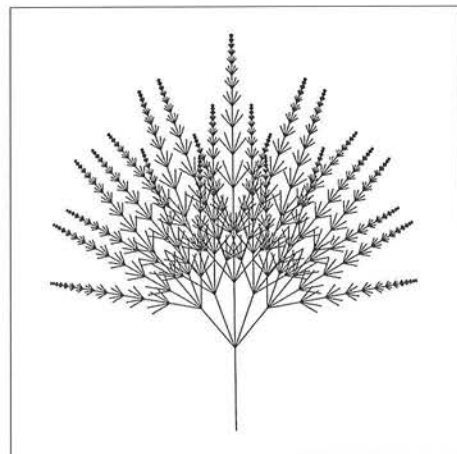
4



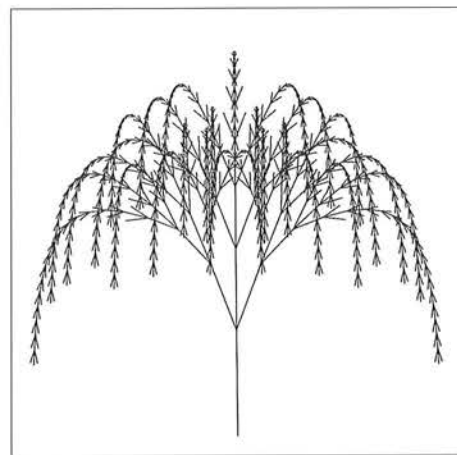
5



6



7



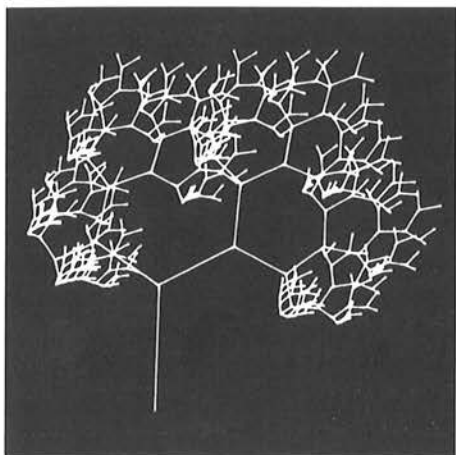
8

樹木シミュレーションのアルゴリズム

ここでは成長規則を極度に単純化して、

- (1) 樹木の成長は立体的でなく平面的に延びる、
- (2) 枝分れはつねに枝の先端から2本に分れる、
- (3) 枝分れの開き角度と延び率は一定、
- (4) 枝は重力に反抗して一定値だけ上向きに延びる、
- (5) また枝は日光および風の影響で一定値だけ右または左に延びる。

これらの開き角度、延び率、上向き値、横向き値、を適当に変化させることによって、様々な樹木の形状が作り出せる。



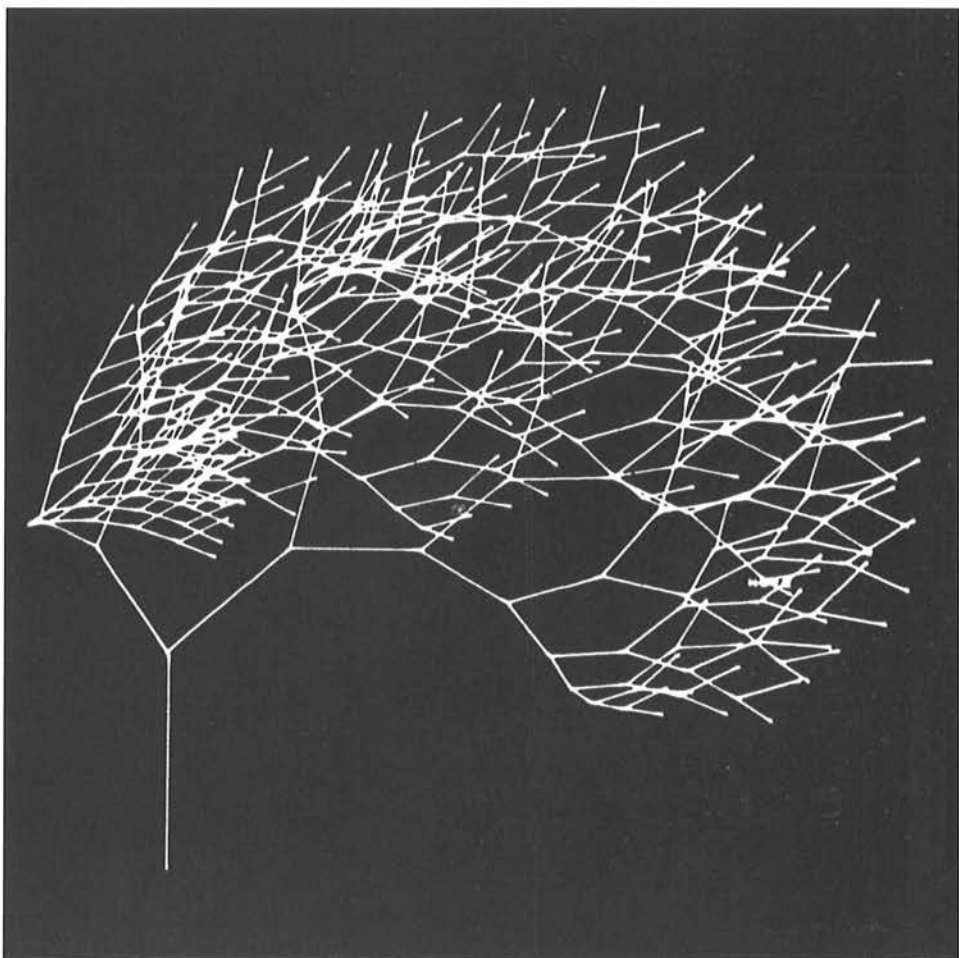
9



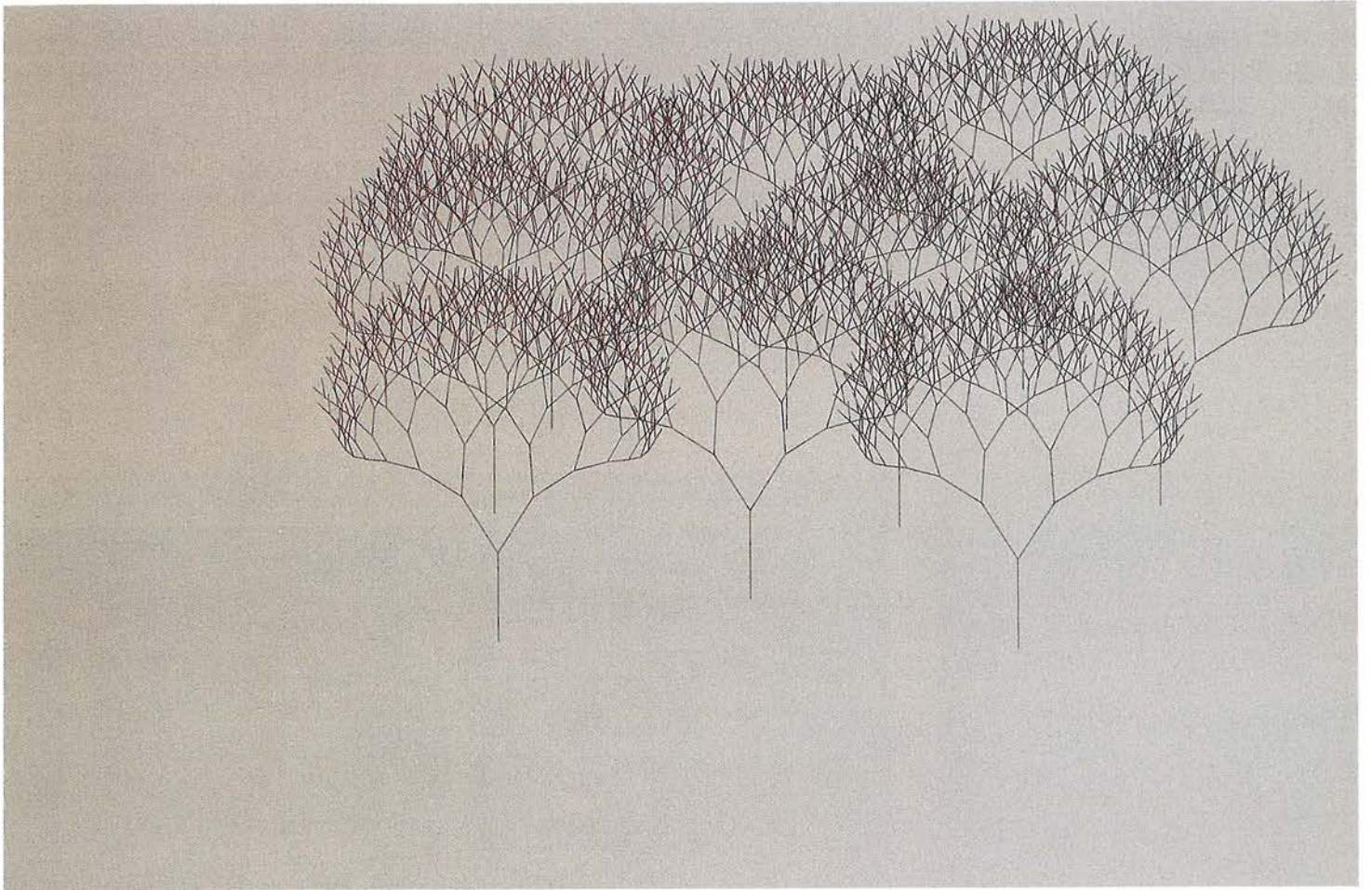
10



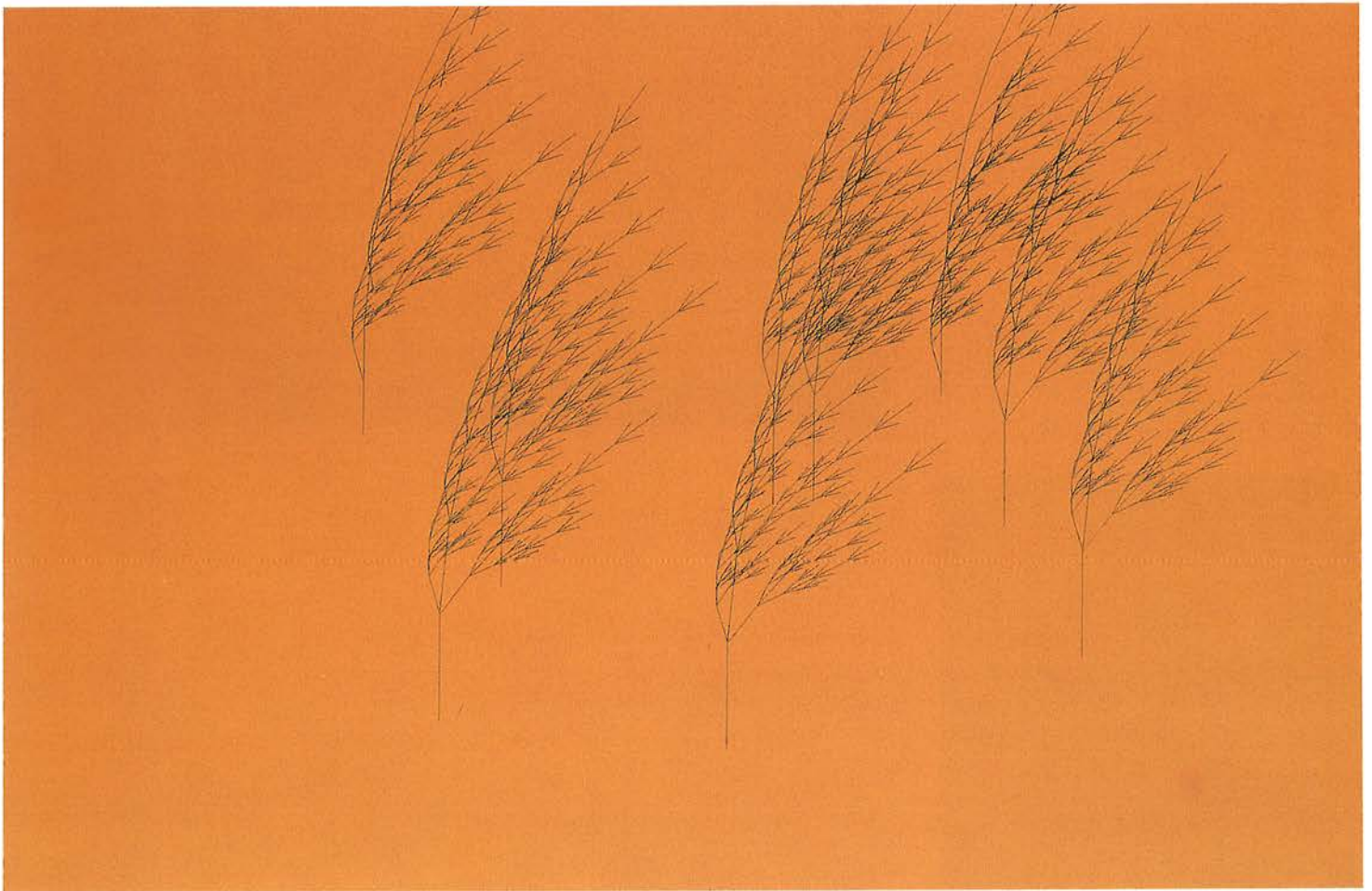
11



12



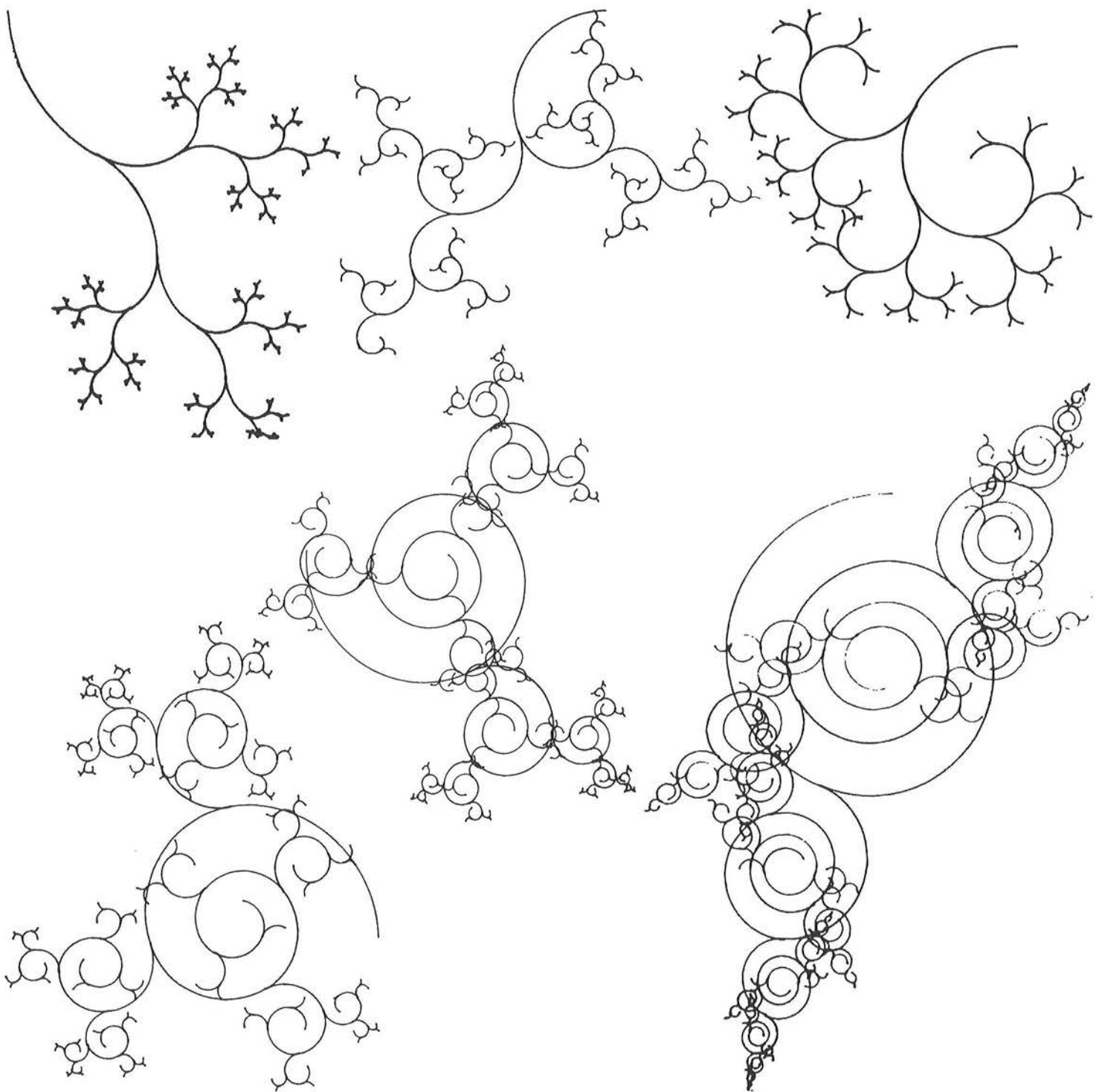
13



14

15 唐草

考え方は、樹木の成長シミュレーションとほとんど同じだが、直線の代わりに円弧を用い初期値として、最初の円弧の半径 (R) と円周角 (θ)、および、元の円弧半径と右巻きづる (円弧) の半径との比率 (α)、左巻きづるの半径との比率 (β)、枝分れ回数 (N) の数値を任意に入力すると、コンピュータは例図のような唐草模様をGD上に描き出す。



草深 幸司

Koji Kusabuka



東京在住。1937年神戸市に生まれた。

1970年頃にFORTRAN言語でコンピュータ・アートを始めた。当初は図形の変換操作の数学的形式化に興味をもった。現在は3次元形態の周期的運動による空間的構造と秩序を探究している。

今回の私の作品は長年探究している未知の形態が繁茂しているポテンシャルな無限集合の形態森への探検から得た成果である。合理的にはプログラムの実行によって、諸形態の一つの森がはじめて現実に存在することになる、と考えるのが正しいが、私のイメージの中では森は以前からすでに存在しており、プログラミングによってようやく、その姿を眺望でき、そして、その場所に踏み入ることが可能になった、という感じを抱く。

環境における山や谷や川などの起伏した美しい諸形態の風景を生成的に見ると、それらは原初的な一群の形態の運動によって形成されている様子が観察され、風景の背後で働くダイナミックな運動による形態形成と、自然の目的意識とも思える諸秩序がそこに存在している。私の関心はこうした秩序の造形的構造化と表現にあった。

これらの運動に見られるのは移動と回転である。土や岩石の塊がこうした運動の周期的発展によって風景が形成され、運動の周期的継続と、類似運動の反復・変化を通して、変化に富んだ調和のある風景に生成されてゆくのだ。運動は過程的に見ると、起点から最終形態へ、また逆に、最終から起点にいたる逆の運動、つまり、原因と結果を往復する運動が仮定される。これらの概念に基づいて、四囲の事物を分析的に見ると、風景や事物は一つまたは複数のモチーフ形態と幾つかの変換に還元される、という風に見られ、そして逆に、つまり、還元の過程を逆にたどると、機械的に何らかの特定の事物が構成されるのである。このように“還元と構成”という相補的な思考過程は、あらゆる造形行為、人間のあらゆる行為のどの小部分にも介入してくる論理的パターンで、アルゴリズム的な造形方法も、そうした相補的な観点を超えた方法に因るものではない。もちろん、一つの事物に対する還元と構成は唯一通りではない。しかし、一通りではないことが、人の多様な表現と想像を喚起するのであり、これが芸術的創造に通じる道に発展するのだ。

運動諸形態は一度アルゴリズムとプログラムによって形式的に記述されれば、そこに自由の行使である偶然性が介在するにしても、一連の変換操作によって構成的に表現できる。ある造形意図から選択される変換操作の数は有限であるから、必然的にある変換のパターンの類似的または同一的な繰り返しが生じる。これが結果として周期性をもたらし、周期性は近似的にせよ、なん

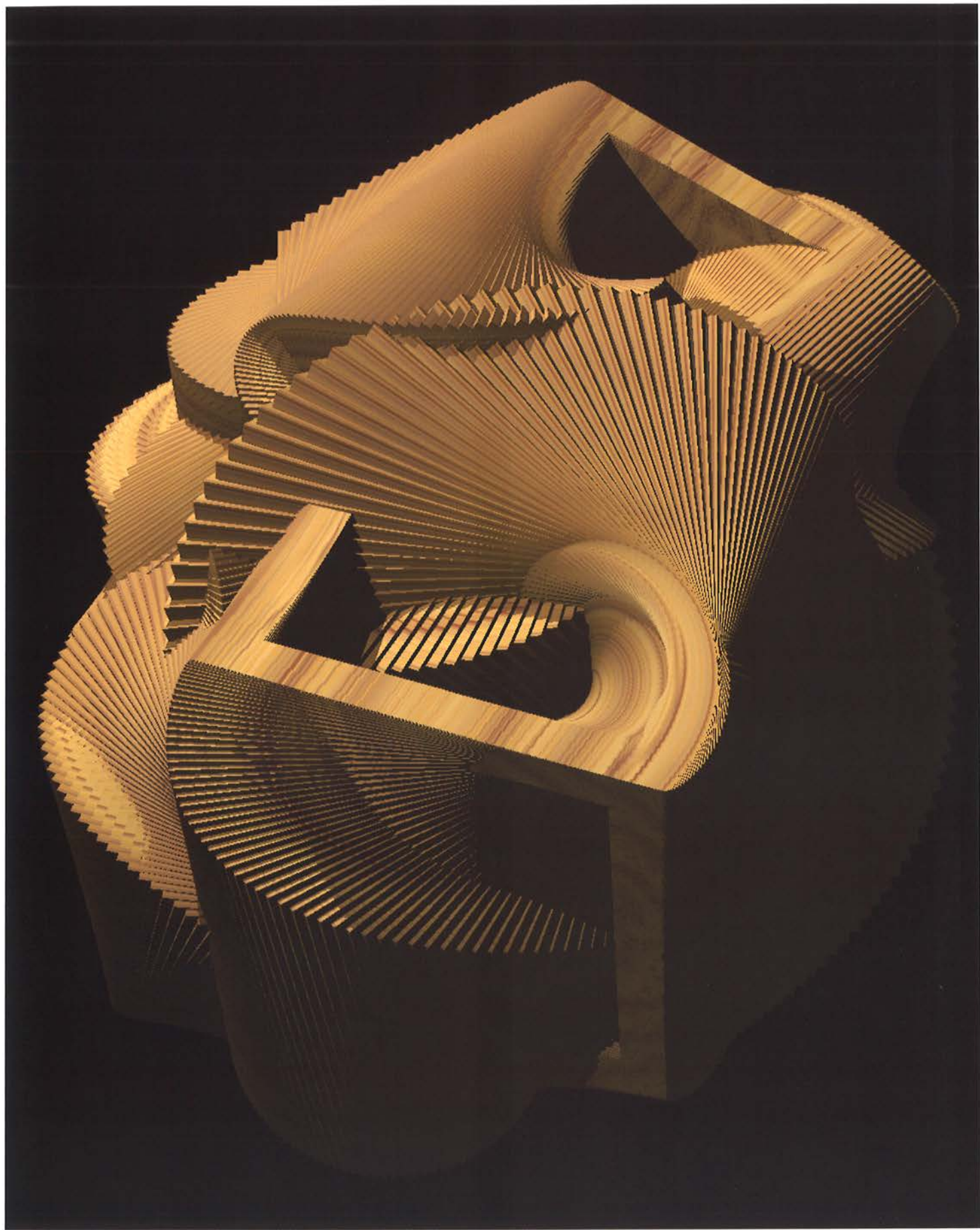
らかのシンメトリーを形態化することになる。シンメトリーも素材（モチーフ）集合の周期的運動秩序の一形態である。同一的あるいは類似的に反復されるモチーフは必然的にシンメトリーを形成するが、その場合、諸変換に付帯する数値の差異によって、強くまたは微妙に異なる千変万化のシンメトリーを指向するところの秩序形態が生じる。これこそまさに、事物の本質は“数”であるという、ピュタゴラスの思想の肯定であるが、こうした形態形成のあり方こそは、コンピュータ・アートにおける美的形態形成の原パターンである。数学者のシュパイザーや形態学者のヴォルフらは自然と芸術の美的共通項としてシンメトリーを挙げている。

本来、造形という概念は秩序を示す現象形態の形成を意味している。しかも芸術の場合、未知な秩序の実現であるといってもよい。コンピュータ・アートとはいっても、やはり、ある芸術的・造形的実現を目的とした行為であることに違いない。実現の背後には、芸術家のそうしたことへの目的意識が働いているのは当然である。つねに重要なことは、新しい未知の秩序をもつポテンシャルな形態集合の創造なのであるが、このような集合が初期モチーフと変換によって、従来、どのようにして論理的または演繹的に導出されるかは明らかではなかった。しかし、アルゴリズムとそのプログラムは、特定の形態集合の導出に使用する諸変換とその順序構造を形式的に記述しているので、それにおいて造形的操作の代数的構造が見通され、多様な秩序の演繹と制御を可能にしたのである。メタ芸術、メタ造形という探究領域が生じたことになる。

最後に、プログラミング言語における私の遍歴を述べておこう。これまでFORTRAN, Basic, C, Pascal, C++, Visual Basic, Pov-Rayの順に遍歴を重ねてきた。しかし、空間における形態諸構造の表現を本格的に研究するようになってからは、Pov-Rayを愛用している。今回発表した“New Form”シリーズの作品はこの言語のおかげである。最後のページの“Escher of Escher”などはFORTRANでのプログラミングによる懐かしい作品である。

基本的な運動は回転・移動の連結操作の合成運動である。この運動操作はシンメトリーの秩序をもたらすが、乱数によって正常な運動経過を部分的に乱している。運動には周期性をあたえた。3次元空間では $X \cdot Y \cdot Z$ の3方向への周期的運動があり、これらの方向のそれぞれに運動する形態に、周期性に微妙な変動をあたえながら、弱いシンメトリーの形態形成を意図した。最後のページの“Escher of Escher”などの作品以外は、すべて“New Form”シリーズの中から選択したもので、とくに題名はない。2006年制作。





2 - 6

2は1と同様のアルゴリズムをもつ運動形態である。この場合は、周期性は1の場合よりも単純にしている。作品3, 4, 5, 6における運動は回転のみである。これらの場合も乱数によって規則的な回転を部分的に変動させ、回転の周期性を少し乱した。作品6ではシンメトリーを強めた。1と同じく、“New Form”シリーズから選択した。2006年制作。

7 - 8

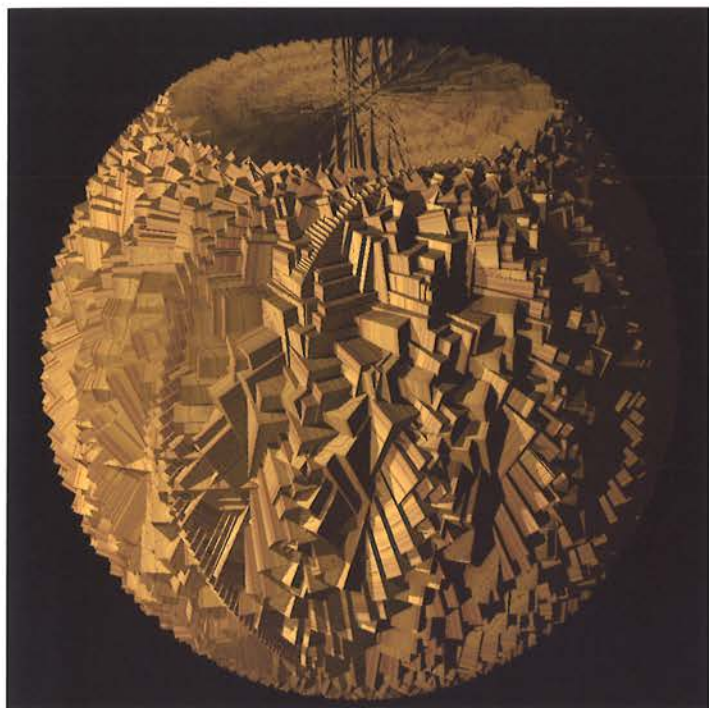
7の運動は平行移動のみである。このような単純な運動が、3次元空間の $X \cdot Y \cdot Z$ の3方向への移動と特定の数値によって、意図したわけでもないのに芸術家J.アルバースの「Strukturele Konstellation」シリーズに対する空間形態に類似した印象をもつ形態が出力されたのには驚いたものだ。

8の形態運動は移動と回転の併用である。回転運動は、全体の運動においてあまり強くは用いてはいない。“New Form”シリーズから選択した。2005-6年制作。

9 - 11

9,10の題名“Escher of Escher”は図形の変換に熱中していた当時の作品である。規則的なグリッド平面をランダムに変化させ、それぞれの変換された部分平面に、エッシャー作の画像を写像したものである。この変換式を求めるには、結果的に8個の未知数からなる連立方程式の解を求めることになる。数と図形変換の密接な関連性が、この作品を契機に意識するようになった。

11はグリッド平面の部分平面上に、さまざまな回転量の一定の幅で変動するサイズの長方形をランダムに配置している。乱数を使用したか、これも図形の変換の問題に延長線上にある。題名は特にない。3作品とも1980年頃の制作である。



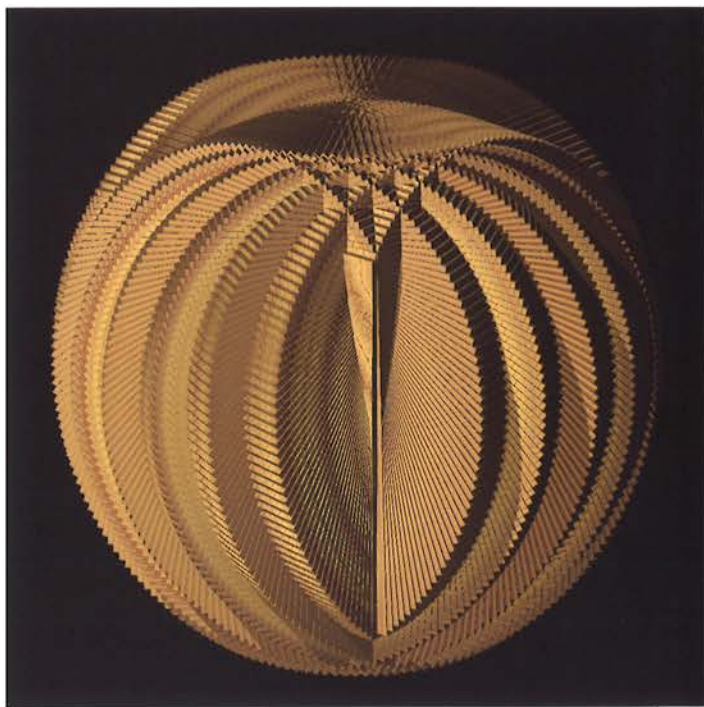
3



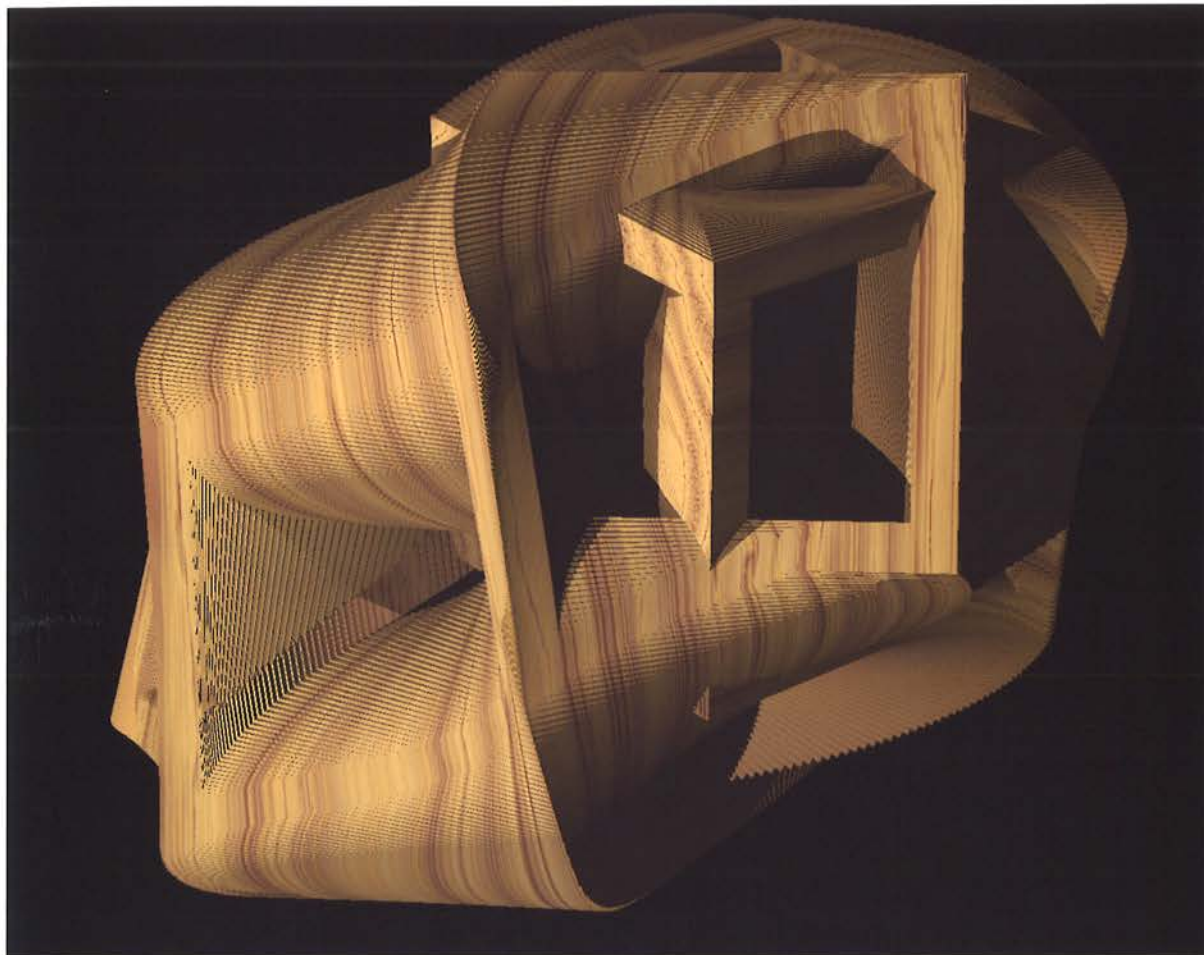
4



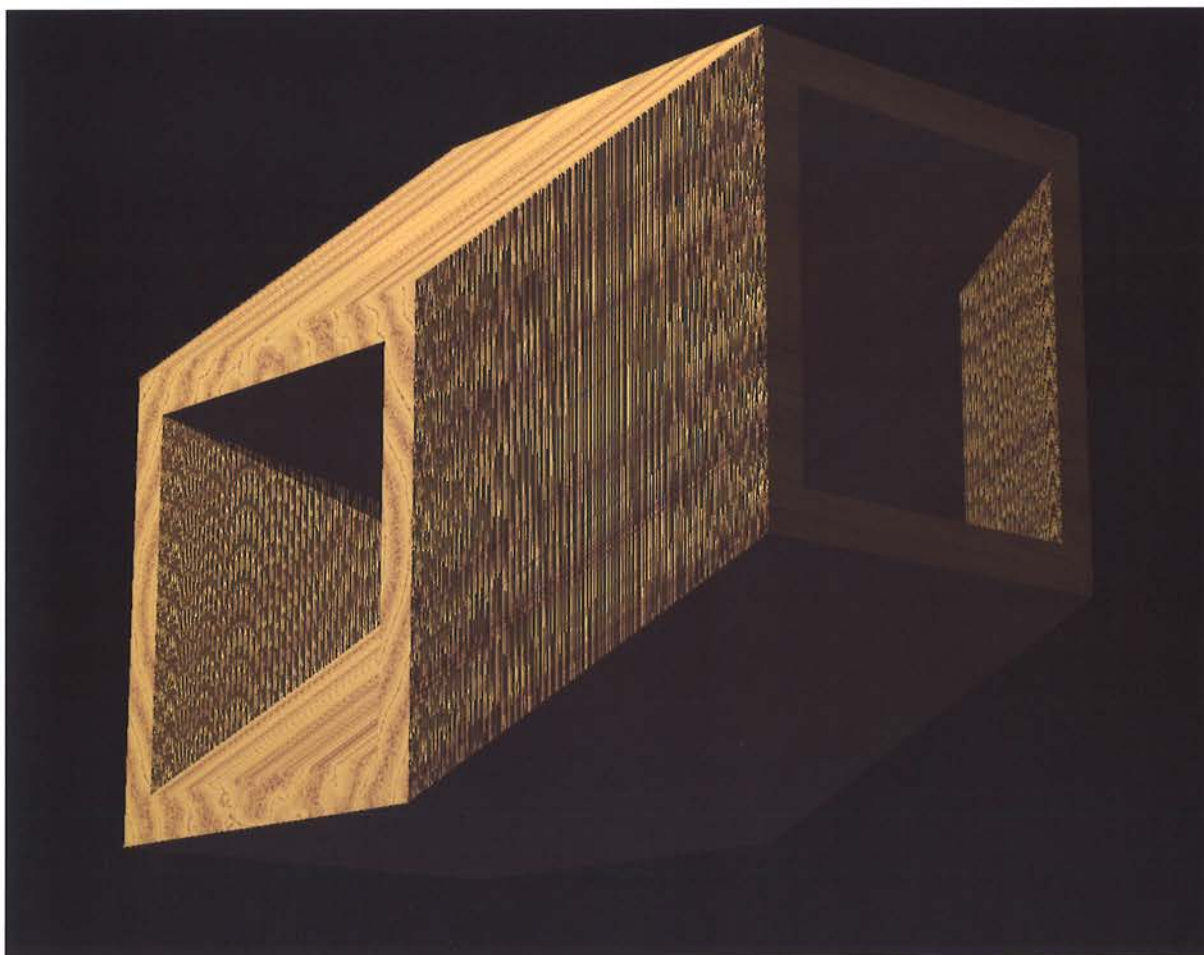
5



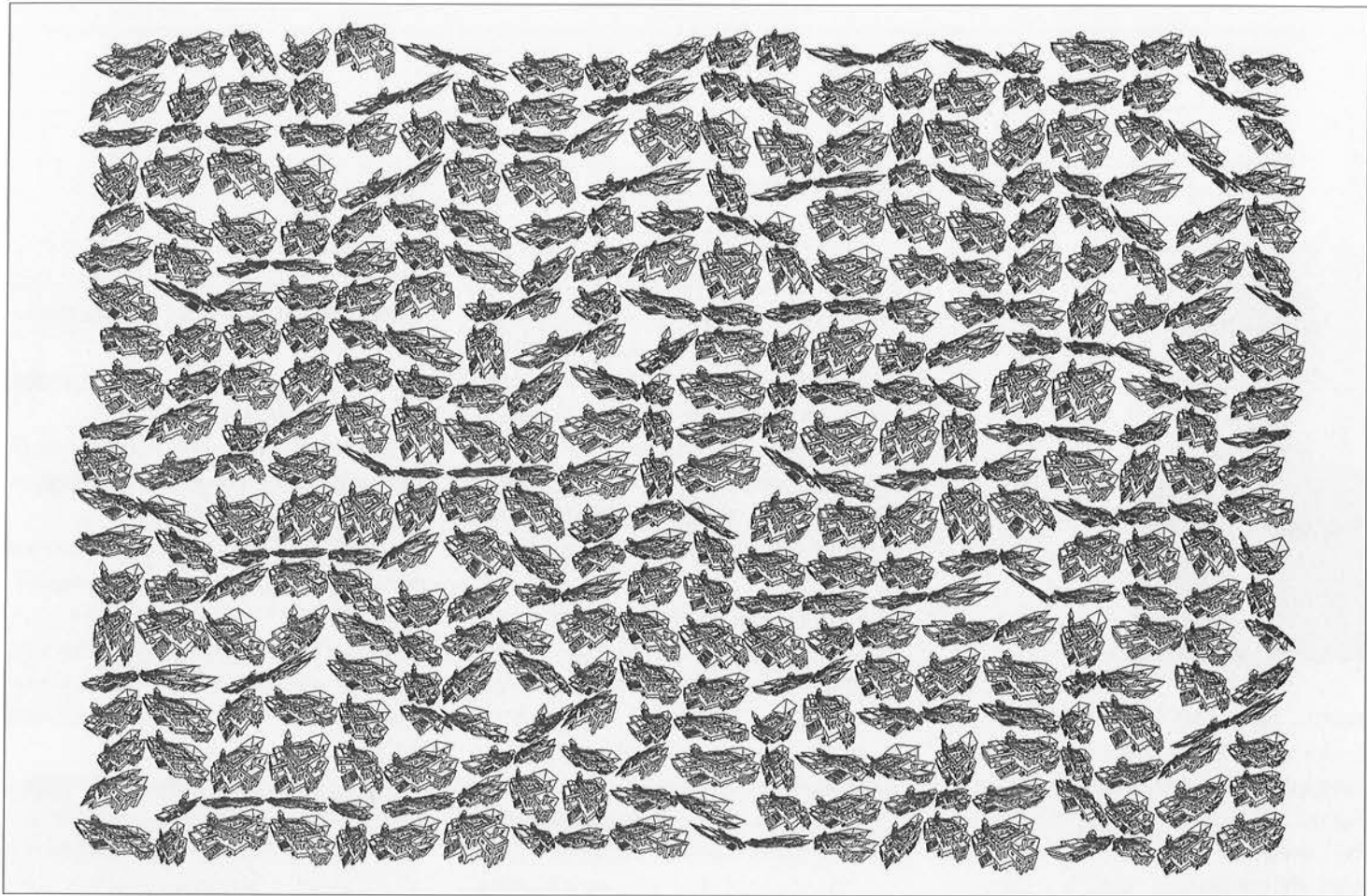
6



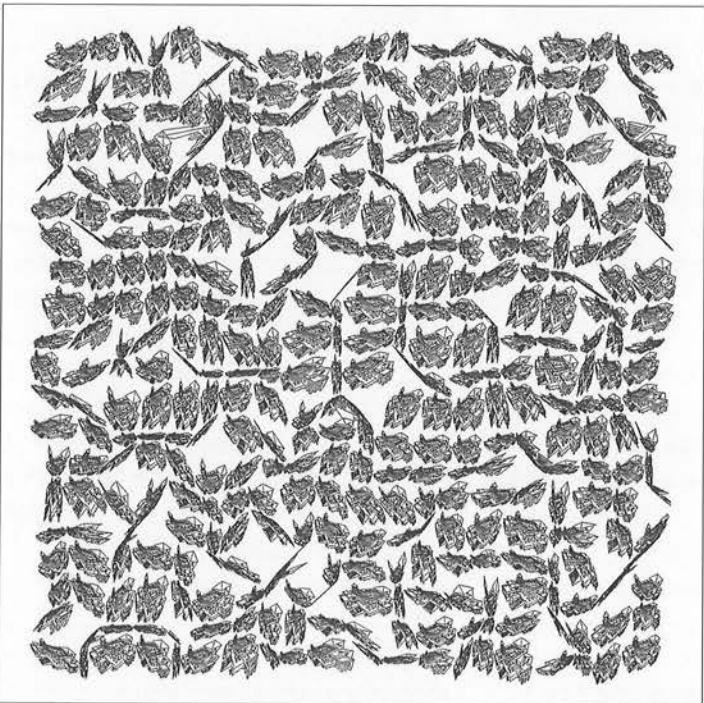
7



8



9



10



11

下村 千早

Chihaya Shimomura



東京在住。1941年広島市生まれ。1961年川野洋先生から日本で最初の情報美学の教授を受ける。1962-70年川野洋先生指導の芸術情報美学の理論と実験の研究會に参加する。そこでコンピュータの基礎と芸術シミュレーションを学習する。1970-88年コンピュータによる図形情報処理と図形変換モデルの研究について日本デザイン学会などで発表。現在は、情報デザインの活動をとおりて情報学と記号論を関連づける試み、認知的人工物のインタフェース・デザインの研究をしている。

1945年頃に情報理論と電子計算機（コンピュータ）が発明された。他の多くの文化領域と同様に、芸術も人類史上初めて情報とコンピュータに不意に出会うことになった。情報とコンピュータは、過去の芸術家や技術者が求め育てたようなイメージの表現機械ではなかったの、芸術と情報、電子計算機との関わりを芸術の創造性の根源にまで遡って探究することになった。1960年頃に電子計算機と情報の概念にはじめて出会った先駆的な芸術家、美学研究者、電子技術者、数理学者たちは、芸術の歴史上かつてない革命的な芸術存在／認識を創造する開拓者になった。

コンピュータと情報の概念によってもたらされた芸術における革命的な情報的存在性と新しい美学とは何であろうか。それは過去の芸術のヴィジョンで捉えることができるのであろうか。過去の芸術においてもスケッチ、設計図、楽譜、シナリオ、模型、射影幾何学などの概念記述形式があったにもかかわらず、芸術過程における構想メカニズムやイメージ形成過程を頭脳の情報処理活動という視点から追求することはなかった。

コンピュータは、それ以前の人間の手足の動作を拡張する物理的機械ではなく、頭脳の思考や記憶を模倣したり身体的動作を制御することができる人類史上類例のない情報処理システムである。初期の電子計算機は、人間の手足に相当する入出力装置（インタフェース）が非常に劣弱であったので、頭脳にあたる計算と記憶の装置の中心的な情報処理メカニズムに直接触れざるをえなかった。コンピュータの情報処理機能の重要性を理解できたことが、芸術とコンピュータとの本質的な関わりをそのプログラムとアルゴリズムの面から純粋に追求することになった。

ここに掲載した連続的に展開した作品シリーズは、大型コンピュータ（main frame）を利用して、私が1969-1976年の間に続けていた芸術情報、画像情報処理、図形変換プロセスに関する研究の成果、すなわち、自作の「図形情報変換システム（PTS）」と「図形変換処理言語（PLPT）」を用いて制作したものである。

この私の一連の基礎的な研究は、最初コンピュータで図形（画像）を扱うためにアナログな画像をデジタル画像関数・行列として定義することから始め、そして、芸術的パターンや画質を表す画像関数へ変換できるよう

な情報変換処理や操作の芸術アルゴリズムを記述することを目指していた。そして、私のコンピュータによる図形情報処理の研究は、次のような4つの側面と段階へと進展していった。

- (1) 芸術的な図形を生成することができる図形情報変換のアルゴリズムを記述・設計すること。
- (2) 図形情報変換システム（PTS: Picture Information Transforming System and Model）（図形情報変換プロセスモデル）を設計・開発すること。
- (3) そのPTSシステムに基いて、図形変換処理言語（PLPT: Programming Language for Picture Transformation）（言語インタフェース）を設計・開発すること。
- (4) PTS, PLPTを用いて実際に図形連鎖の制作をすること。それをとおりてコンピュータで創り出すことができる新しい視覚イメージや図形生成プロセスモデルを探究すること。

最初の研究では、既存の造形手法・操作や図形イメージ等をコンピュータでプログラム可能な芸術アルゴリズムに記述したり、独自に新しい図形情報変換のアルゴリズムを開発して、芸術的な図形を生成することができる多数の図形情報処理サブルーチン・パッケージを設計・開発した。

次の段階では、そのサブルーチン・パッケージをモジュール化し、それらを相互に組合わせたりリンクしたりできるような統合的な図形情報変換ソフトウェア・システム（PTS）を設計した。そのシステム設計の特徴は、図形の制作を単に作品表現だけから表層的に捉えるのではなく、図形を芸術的情報処理のプロセスのレベルから捉え直すことによって、図形生成の創造プロセスを分節（モジュール）化された多数の情報変換操作の集合と、その連鎖と構造の設計、あるいは、図形変換プロセスモデル（造形の情報変換モデル）の形成という考え方にある。実際にはPTSからいくつかの情報変換サブルーチンを選択して、新しい連鎖順序のプログラムを作り、その新しい図形情報変換過程、《図形入力→図形情報1＊変換操作a→図形情報2＊変換操作b→……→図形情報n→図形出力》の実行と制作をおこなう。

次のPLPTの研究は、計算機言語（プログラミング言語）に不案内な一般のデザイナー（ユーザー）のために、簡単な文法と造形的記述が容易な言語コマンド形式の図形変換処理言語を設計・制作した。ユーザーと

1 実験作品 3-12 (拡散/集中) 1970-73

2 実験作品 5-1 (ネガポジ演算) 1970-73

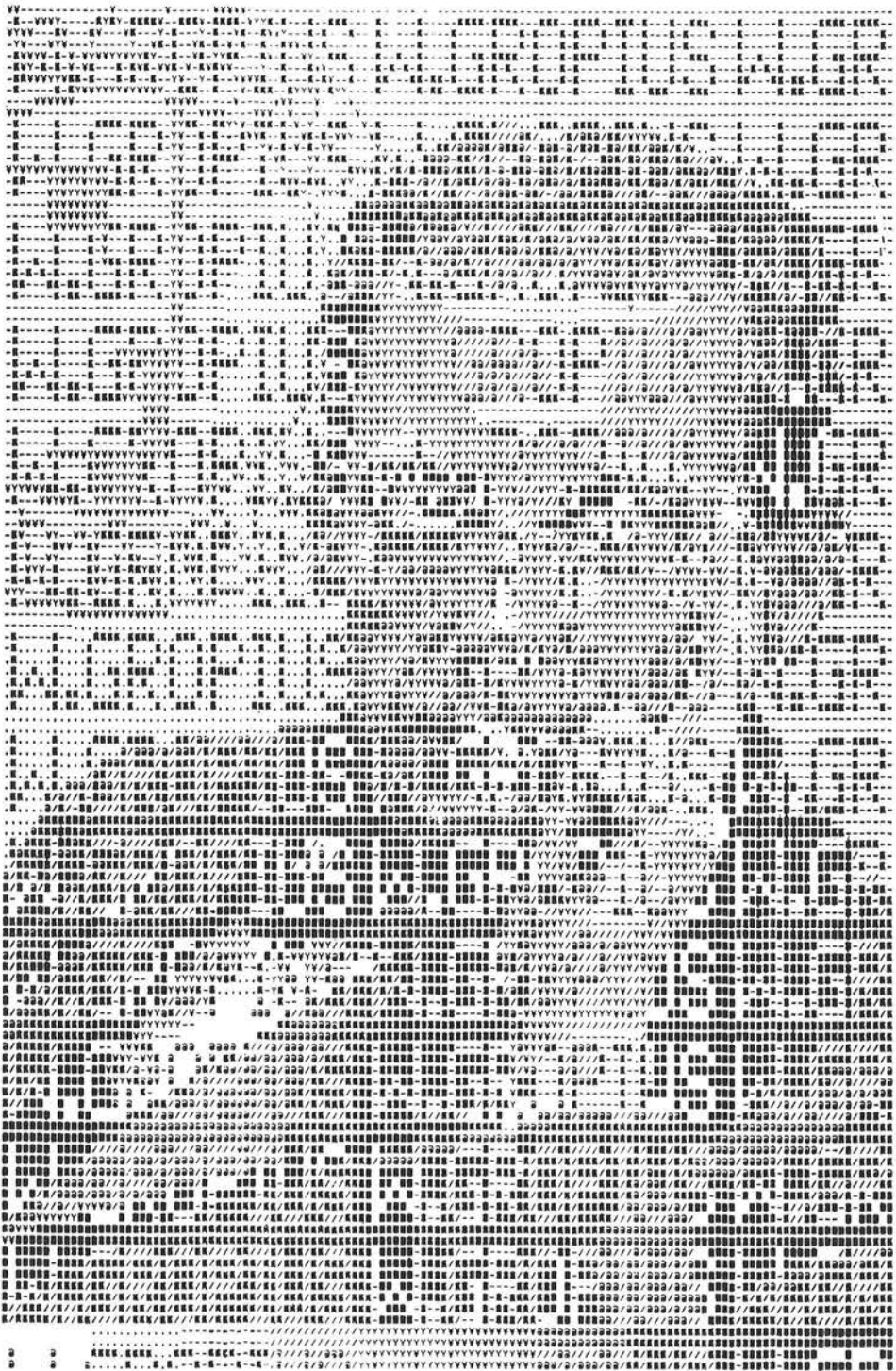
自分でプログラミングした「図形情報変換システム (PTS)」で制作した実験作品の2枚。

図形情報の芸術的変換アルゴリズムによる画質情報の変換と、複数図形の論理演算による図形合成。

原図はラインプリンターで出力、当時この図形 (100×100 標本点) の5枚程度が記憶容量の限界であった。



1



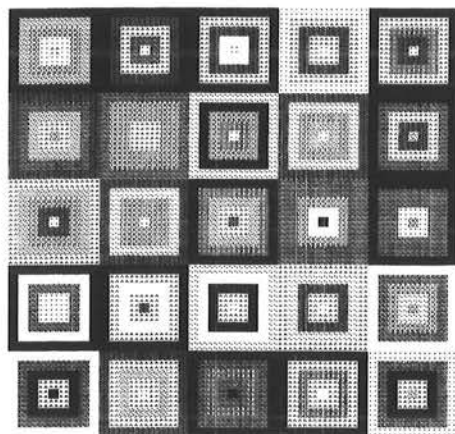
PTSの間に、言語コマンド・インタフェースとしてこの図形変換処理言語を媒介させることによって、すなわち、ユーザーはその図形的語彙、図形的パラメータ、図形的展開のプログラムをコマンド記述するだけで彼の着想を図形に制作できる。PLPTのシステム機構は、システム全体を制御するメイン部分、ユーザーの簡易言語プログラムとコマンドを解釈処理する言語処理部分、言語処理と図形情報処理を結びつけてデータ変換して図形パラメータを編成する部分、図形データを処理する図形情報変換処理部分 (PTS) から構成される。このコマンドの構文は、現実の図形構造と図形操作に対応するような階層的な句構造、《マクロ文 (主命令語 (図形属性 (属性修飾 (単語・数値))))》になっている。1つのコマンドは、1つの図形情報変換処理を行い、複数のコマンドの連鎖でプログラムを記述する。

次の実験的段階では、このPTS、PLPTを用いて芸術的に創造的な図形情報変換プロセス展開と図形生成の芸術実験やシミュレーションをおこなった。参考のためにここに掲載した作品群は、その芸術実験の実行結果である。コンピュータは、非常に少ないデータ (原図形情報、部分図形情報処理) を基に、PTS、PLPTを用いた芸術的な図形情報変換処理のプログラミングによって、予想を超えた新しい図形イメージ、イメージ変換連鎖と構造、多様な種類の図形を展開をすることができる。

参考文献・註解：

下村千早：「コンピュータによる画像情報の変換処理：画像情報変換サブルーチン・パッケージの作成、サブルーチンの組合せによる画像生成の実験」武蔵野美術大学研究紀要No.8, 1973。下村千早：「コンピュータによる画像処理システムとその処理言語の設計」デザイン学研究 No.26, 1977, 日本デザイン学会。下村千早：「コンピュータによる図形情報変換システム、図形変換処理言語の設計・制作」武蔵野美術大学研究紀要No.10, 1978。

註：今日この私の研究を顧みると、私が実現した図形情報変換アルゴリズムや図形情報変換プロセスモデルは、デザイン応用ソフト“Adobe: Photoshop” (1991) が市販される20年ほど前に既にそれを先取りしていたことがわかる。



3 作品-1 (原データ/ユニット) 1970-75

4 作品-18 1970-75

5 作品-24 1970-75

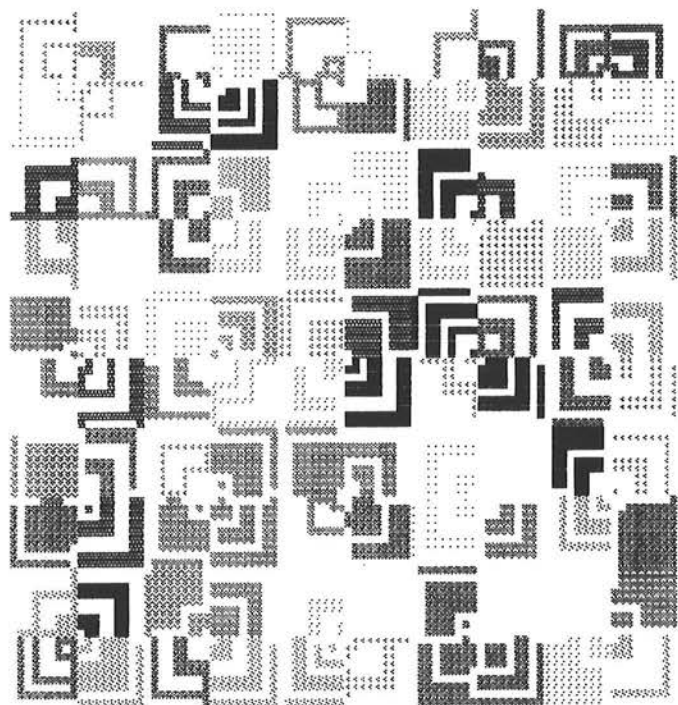
6 作品-23 1970-75

7 作品-25 1970-75

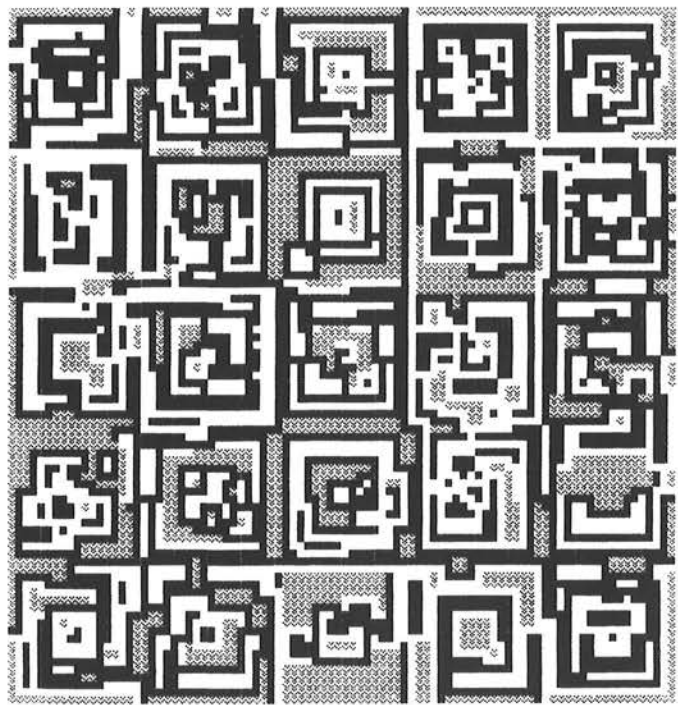
図3～17の連鎖作品群は、自作の“図形情報変換システム (PTS)”と“図形情報処理言語 (PLPT)”を用いて、このアプリケーション・ソフトウェアのイメージ展開の可能性を確かめるために実験的に生成展開したもの。

同じ「入れ子方形」図形ユニット (図3の左上部分) をもとに、芸術的変換アルゴリズムによってマクロな秩序構成とミクロなテクスチャを乱数で発生することによって異質で多様なイメージの生成をしている。

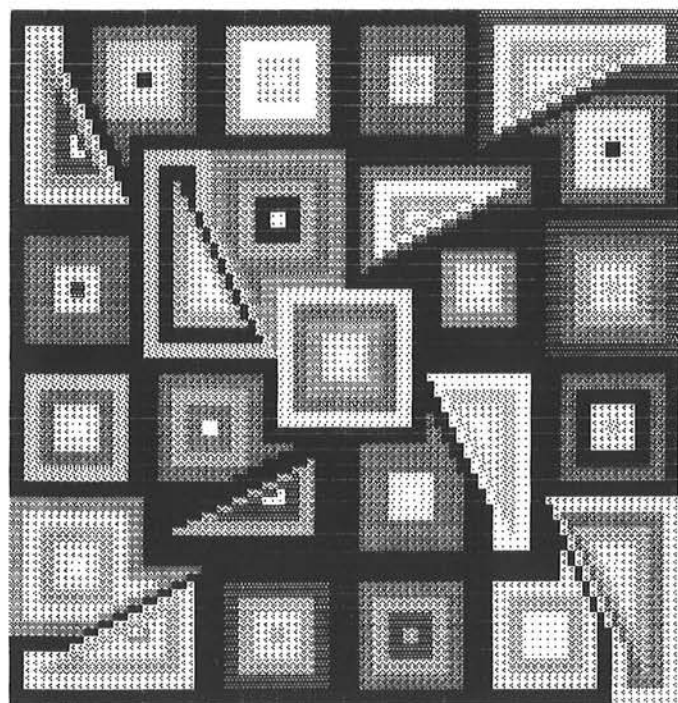
3



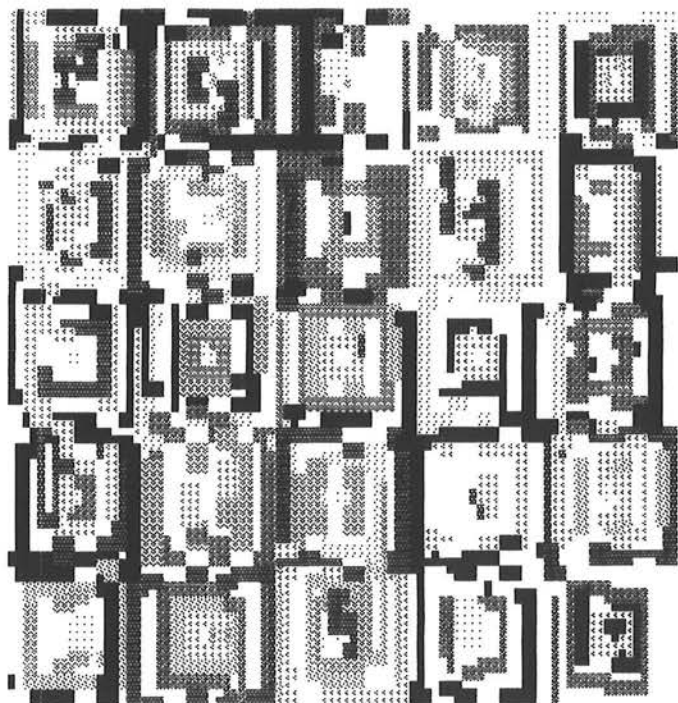
4



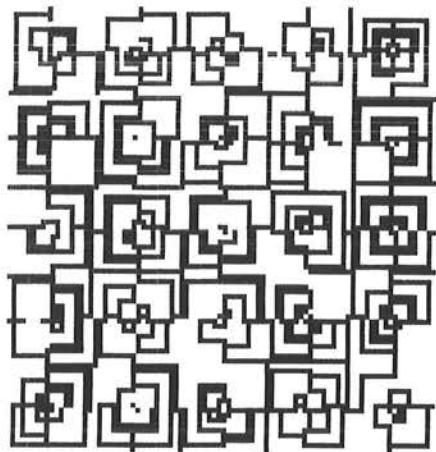
5



6



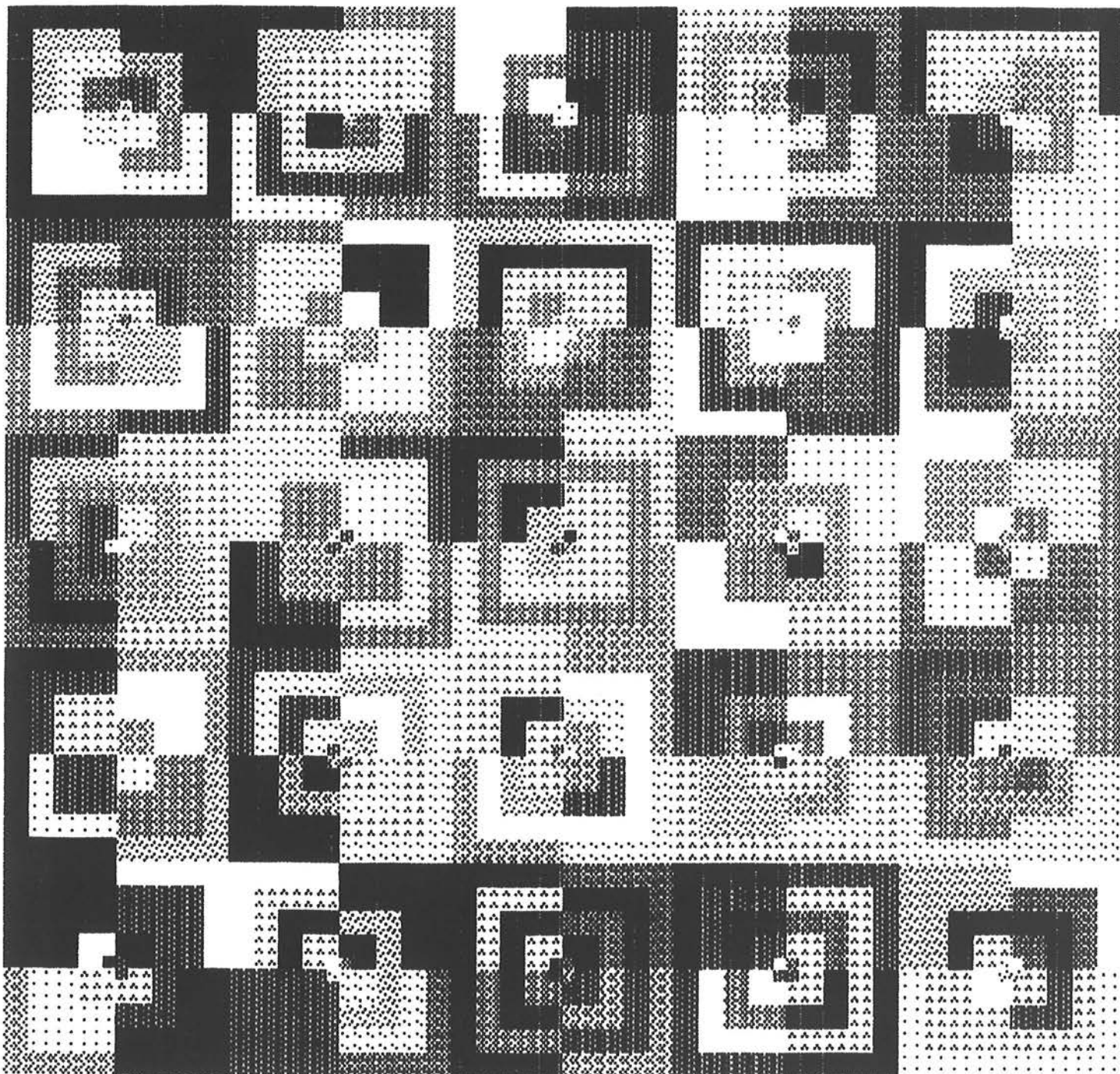
7



8 作品-8 1970-75

9 作品-14 1970-75

作品-14は原ユニットを再分割して全体を構成し、その最小単位の濃淡トーンを乱数で入れ換える。原図形のイメージを保ちつつ、さらに小さい単位の中で微妙にトーンが揺れ移り変わり、全体に絶えず空気の厚さが変わっていく迷宮的な空間が美しい。私の好きな作品の一つである。



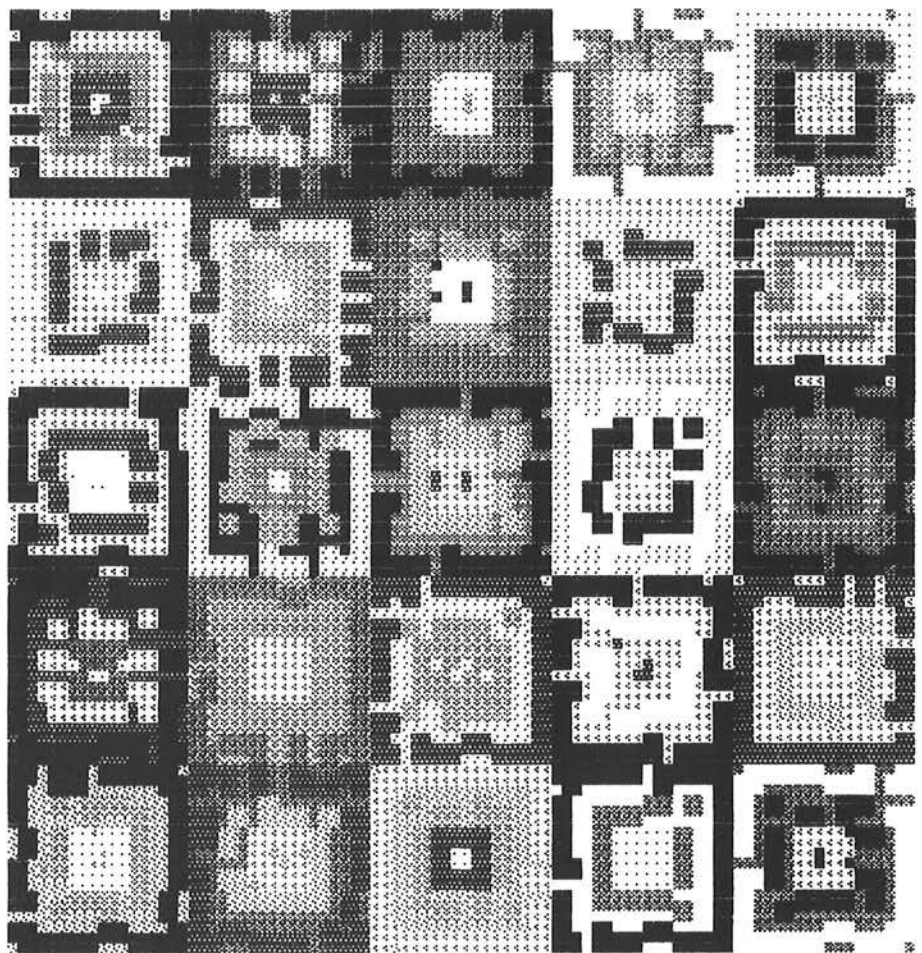
10 作品-13 1970-75

11 作品-9 1970-75

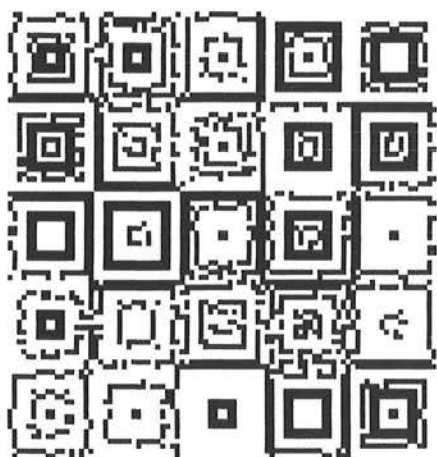
12 作品-6 1970-75

13 作品-16 1970-75

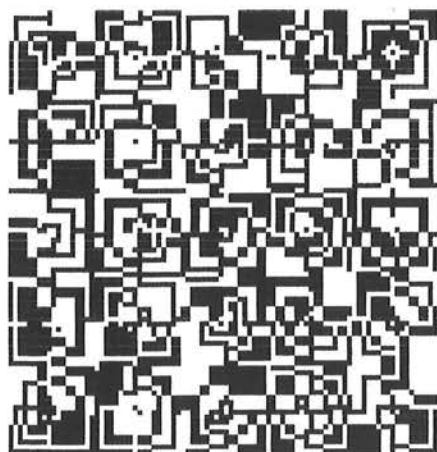
作品-9は原図形のマクロな秩序の50%を残して原図形イメージを保ち、残りの50%の部分のミクロなテクスチャを変化させて図形イメージを曖昧にしている。全体的図形の秩序が崩壊しかかり、ミクロなトーン階調の変化が複雑にからみ合って不思議な雰囲気をつくりだしている。(このような図形操作の基本的考え方は、絵画表現において一般によく用いられている手法である。)



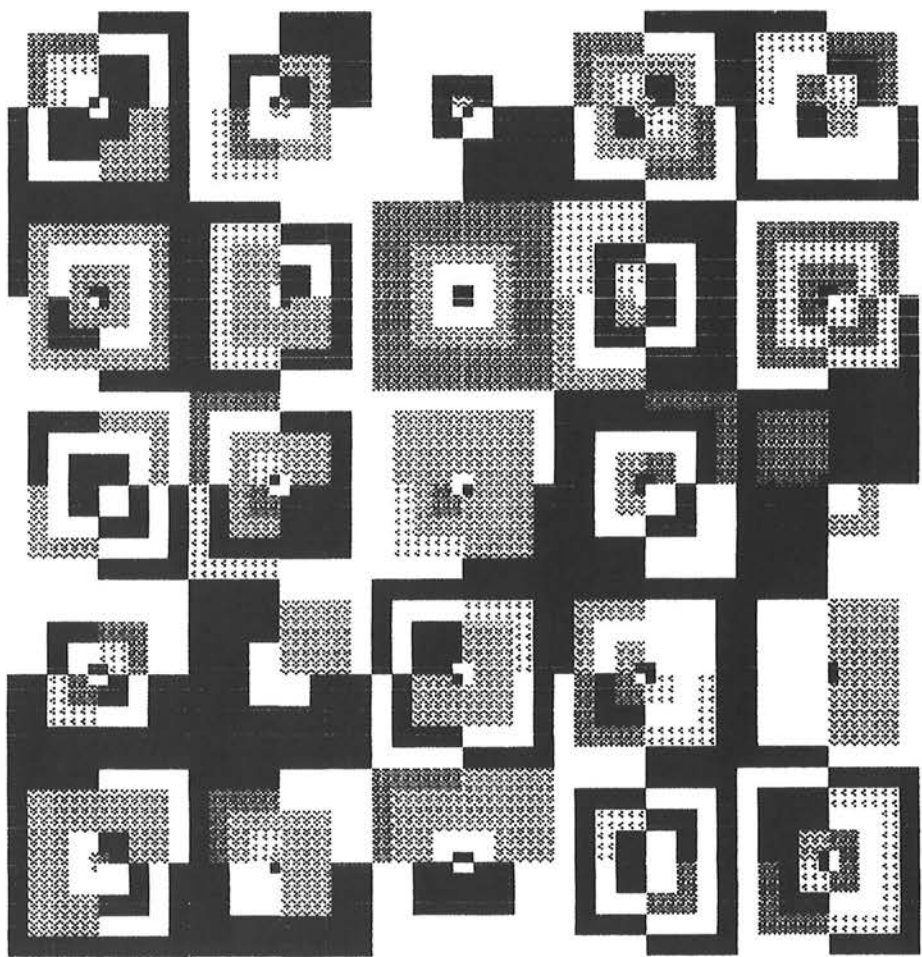
11



10

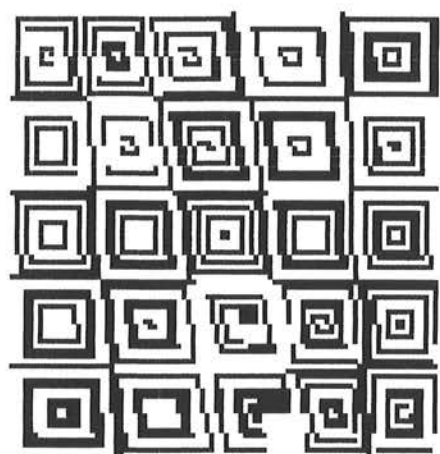


12

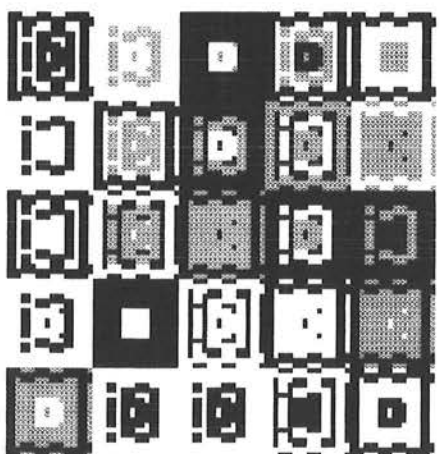


13

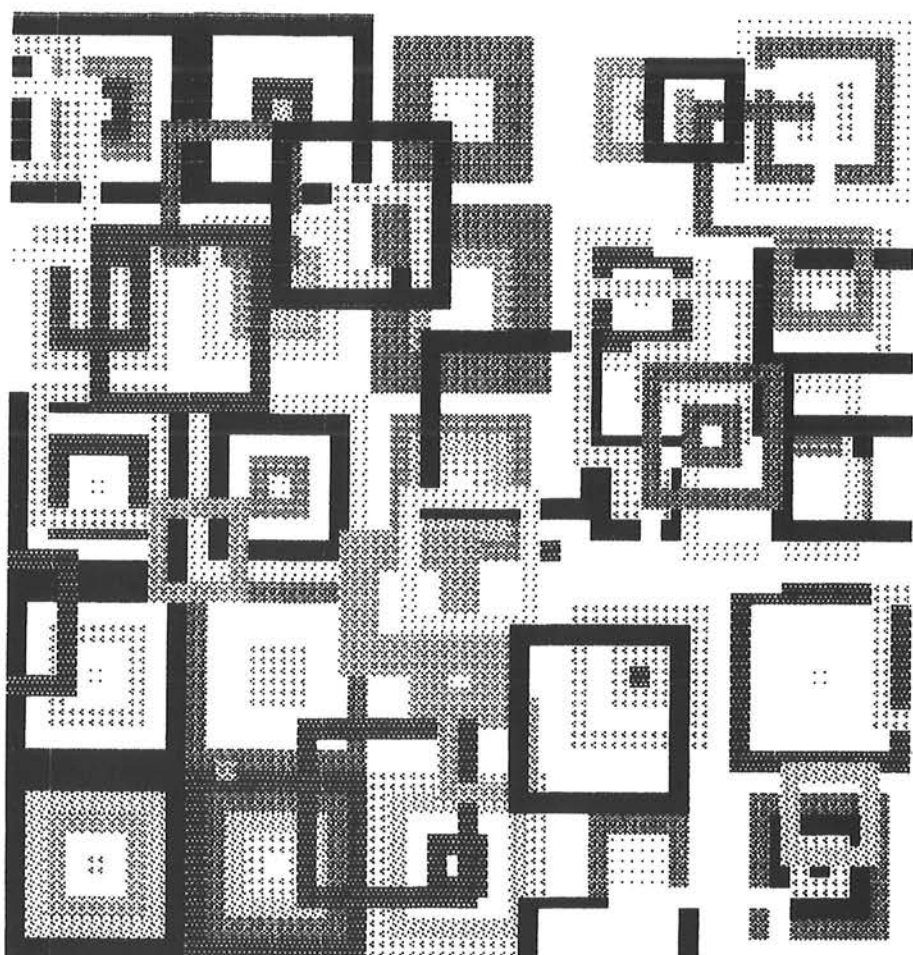
- 14 作品-3 1970-75
 15 作品-27 1970-75
 16 作品-22 1970-75
 17 作品-21 1970-75



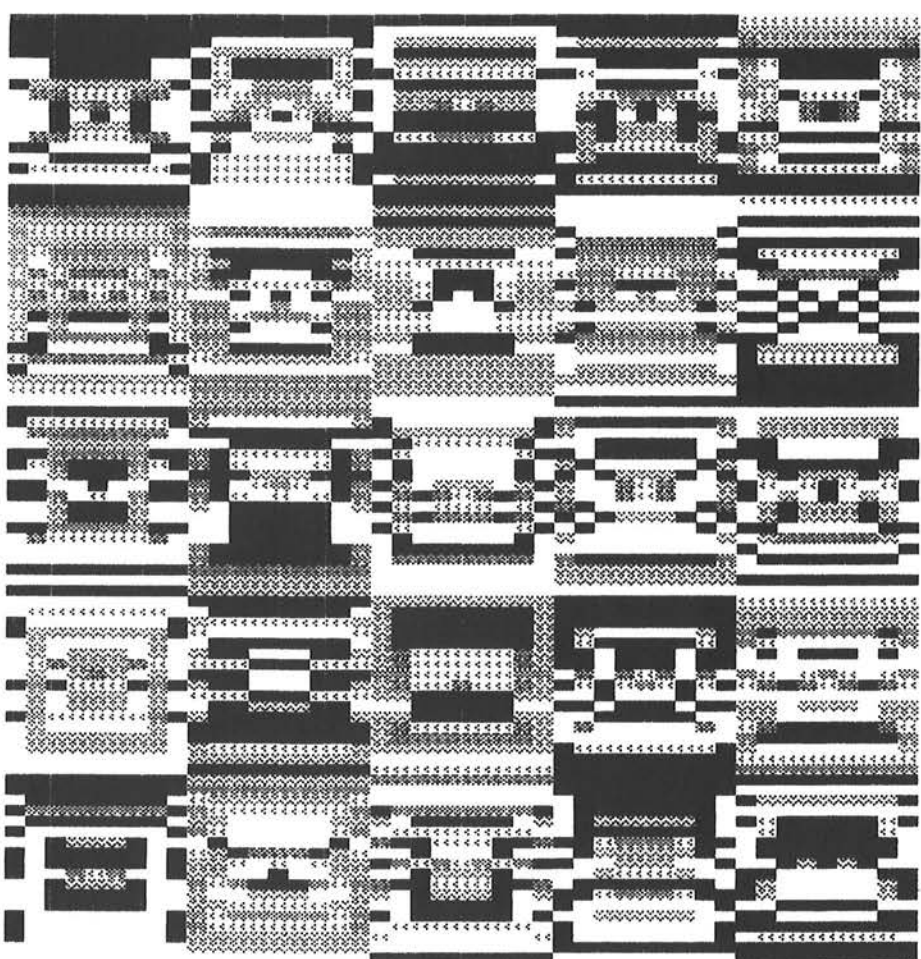
14



15



16



17

確定的であるにもかかわらず、
結果が予測困難なアルゴリズムによる造形

久保田 見弘

Akihiro Kubota

1つの点から出発する2次元セルオートマトン
2色9近傍の2次元セルオートマトンのルールは、全部で

$2^{(2^9)} = 13407807929942597998205846127479365$
820592393377723561443721764030073546976801
874298166903427690031858186486050853753882
811946569946433649006084096 = 1.34078x10¹⁵4

通り存在する。これは155桁のかなり大きな数である。

初期条件として、デジタル表現における最小限の素材である1つの点を考える。それでも、そこから2次元セルオートマトンのアルゴリズムによって生まれ得る造形の可能性を探索するためには、すべてのルールについての計算を実行してみなければならない。なぜなら、セルオートマトンは一般に確定的でありながら予測困難な複雑系であり、そのすべての可能性を確率的な方法で効率良く探索することができないからだ。

汎用の数式処理／数値計算環境である Mathematica (<http://www.wolfram.com/>)において、セルオートマトンのルールは、一般化された「ルール番号」によって指定できる。2色9近傍2次元セルオートマトンには512通りの可能な近傍状態があり、これらの状態ひとつひとつに次のステップでの中央セルの状態を対応させることで、ルール番号を一意に得ることができる。例えば2次元セルオートマトンで最も良く知られているコンウェイのライフゲームの場合、ルールは図1のように表現できる。ここから得られる

312179638720664288464385741635338881636475
885887471628619973304724460656141898770032
261146479000524228078413208922185112109691
5552864518716024960

という145桁の数がライフゲームのルール番号となる。

Mathematicaの作者であるスティーブン・ウルフラムは、256通りのルールがある3近傍2色の1次元セルオートマトンの挙動をしらみつぶしに計算し、そこから4つのクラスを導いた。しかし2色9近傍2次元セルオートマトンの場合、ルールの数が多いため、完全なしらみつぶしによる方法は困難である。そこでまず上記のライフゲームのルールを出発点に、その近傍のルー

ルを少しずつしらみつぶしに計算してみることで、ミニマルな初期条件と確定的なアルゴリズムから生み出される、予測困難な造形の可能性を発見的に探索した。

例えば、

312179638720664288464385741635338881636475
885887471628619973304724460656141898770032
2611464790005242280784132089221851121096915
552864518716024029

という、ライフゲームと下3桁の数のみが異なるルール番号を用いた場合、1つの点だけを出発点としても、4096ステップの計算後には図2のような1965×1964ドットのグリッド上に拡がる形態が生成される。内部は斑状であり、境界は不規則かつ不定形であり、多数の小片が飛散している。

ミニマリズムとアルゴリズム

こうした、ミニマルな初期条件と確定的な反復アルゴリズムによる造形は、1960年代の初頭に、素材の組み合わせとその構造に関する事実を全面に出すことで、対象そのものに対する関心とそれを知覚体験する行為にフォーカスを当てた、ミニマリズム美術とのつながりを想起させる。例えば、ミニマリズムの代表的な作家のひとりであるドナルド・ジャッドは、鉄やアルミ、ガラスといった物質的な具体性を持つ工業用素材と規則的・反復的な形態を用いることで、作品にイリュージョンやメタファーの入り込む余地をなくしたが、それはアルゴリズムを明確に記述したプログラムとそれを正確に実行する計算を素材とするアルゴリズム・アートにおいても同様である。

ミニマル・アートのシンプルな幾何学は、そこにフィジカルな物質性や空間性を介在させることで、鑑賞者から対象に関するマキシマムな知覚や解釈を引きだした。シンプルなアルゴリズムによって生み出された人間の主観や偶然性を廃したブートストラップ（単純な初期値から自動的に構造や形態が生成する）造形が内包する予測困難な複雑さも、それを知覚し解釈（選択）すること自体にフォーカスを当てる。こうしたアルゴリズムの計算によるミニマリスティックなアプローチを「Computational Minimalism（計算ミニマリズム）」と



東京在住。1960年大阪市に生まれる。大学入学の頃（70年代末）から本格的にプログラミングを始め、アセンブラからBASICまで、さまざまなプログラミング言語に触れる。80年代半ばに行なった数値流体力学の研究を通じて非線形力学の多様な世界を知り、科学や数学と芸術の境界領域を彷徨する。現在は「素材としての」コンピュータがもつ量や精度から生まれる、新たな質の可能性を探索している。

呼ぶことができるだろう。その中核にあるのは、ミニマムなシステム（アルゴリズム＋データ）と高速な計算である。ミニマリズム同様に作品を作る過程は重視されず、プロセスとしてのアルゴリズムではなく、コンセプトとしてのアルゴリズムに着目しなければならない。

計算する宇宙

1941年に、世界初のプログラム制御式コンピュータ「Zuse Z3」を制作したドイツ人技術者のコンラッド・ツェーゼは、ライフゲームがまだ登場していない1969年に「Rechnender Raum (Calculating Space, 計算する宇宙)」という論文を出版した。これは宇宙全体がいわばセルオートマトンのような、離散化されたグリッド上の計算から生れていると考えるものであり、「人間によるものであれ、自然界のものであれ、すべての現象はコンピュータシミュレーションの産物である」と考えるウルフラムの著書『A New Kind of Science』に連なる重要なテキストである。MITやボストン大学の教授職を歴任したエドワード・フレドキンも「デジタル物理学」あるいは「デジタル哲学」として、ツェーゼ同様に宇宙は巨大なセル・オートマトンであり、私たちが見たり感じたりしているのはそこから生れる情報である、と強く主張した。

アイシュタインの重力理論（相対性理論）と物質の究極の姿を探る量子論を結ぶことを目指した「ループ量子重力」理論は、従来のニュートン力学や量子力学が前提としてきた連続的な時間や空間を背景としていない。時空はスピンという素粒子が持っている属性のネットワーク（スピン・ネットワーク）から二次的に生み出されるものであり、宇宙はスピンというノードとそのリンクによる抽象的なネットワークに還元することができる、と主張する。この理論は同時に、時間と空間をどんどん細かく分割していくと、ついには分割不可能なサイズに到達することを予測しており、それは時間も空間も究極にはデジタルであることを意味している。ツェーゼやフレドキン、そしてウルフラムが主張するように、宇宙の基本的構造はアルゴリズムに計算される巨大なセルオートマトンのようなものなのかもしれない。だとすればそれは、宇宙の模型であり、部分であり、本性でもあるといえるのだ。

計算する宇宙におけるアートは一体どのようなものになるだろう。確定的なアルゴリズムから生成される

決定論的な世界では、計算を行わずともすべてが事前に存在しており、自由意志も単なる幻想に過ぎないとすれば、多くの計算の中から、私がこの数少ない結果と出会い選択したということが、そこでは一体どういう意味を持つのだろう。あるいはアートには、可能性の総体としてのランダム性が必要不可欠なのか。乱数や確率的手法を用いない決定論的なコンピュータ・アートは、そうした宇宙と計算に関する本質的な問いかけを提起する。

参考文献

Stephen Wolfram, "A New Kind of Science",
Wolfram Media Inc, 2002.

James Sampson Meyer, "Minimalism",
Phaidon Inc Ltd, 2000.

Konrad Zuse "Calculating Space",
MIT Technical Translation AZT-70-164-GEMIT,
MIT (Proj. MAC), Cambridge, Mass.02139, Feb.
1970 (<ftp://ftp.idsia.ch/pub/juergen/zuserechnenderraum.pdf>).

Digital Philosophy -- Ed Fredkin,
<http://www.digitalphilosophy.org/>

Digital Physics, <http://digitalphysics.org/>

リー・スモーリン『量子宇宙への3つの道』サイエンス・マスターズ 17, 草思社, 2002.

[図 2] 1 つの点から生成された形態の一例

```
ArrayPlot[First[CellularAutomaton[[312179638720664  
288464385741635338881636475885887471628619  
973304724460656141898770032261146479000524  
228078413208922185112109691555286451871602  
4029, 2, {1, 1}], {{{1}}, 0}, 4096, -1]], Frame -> False]
```

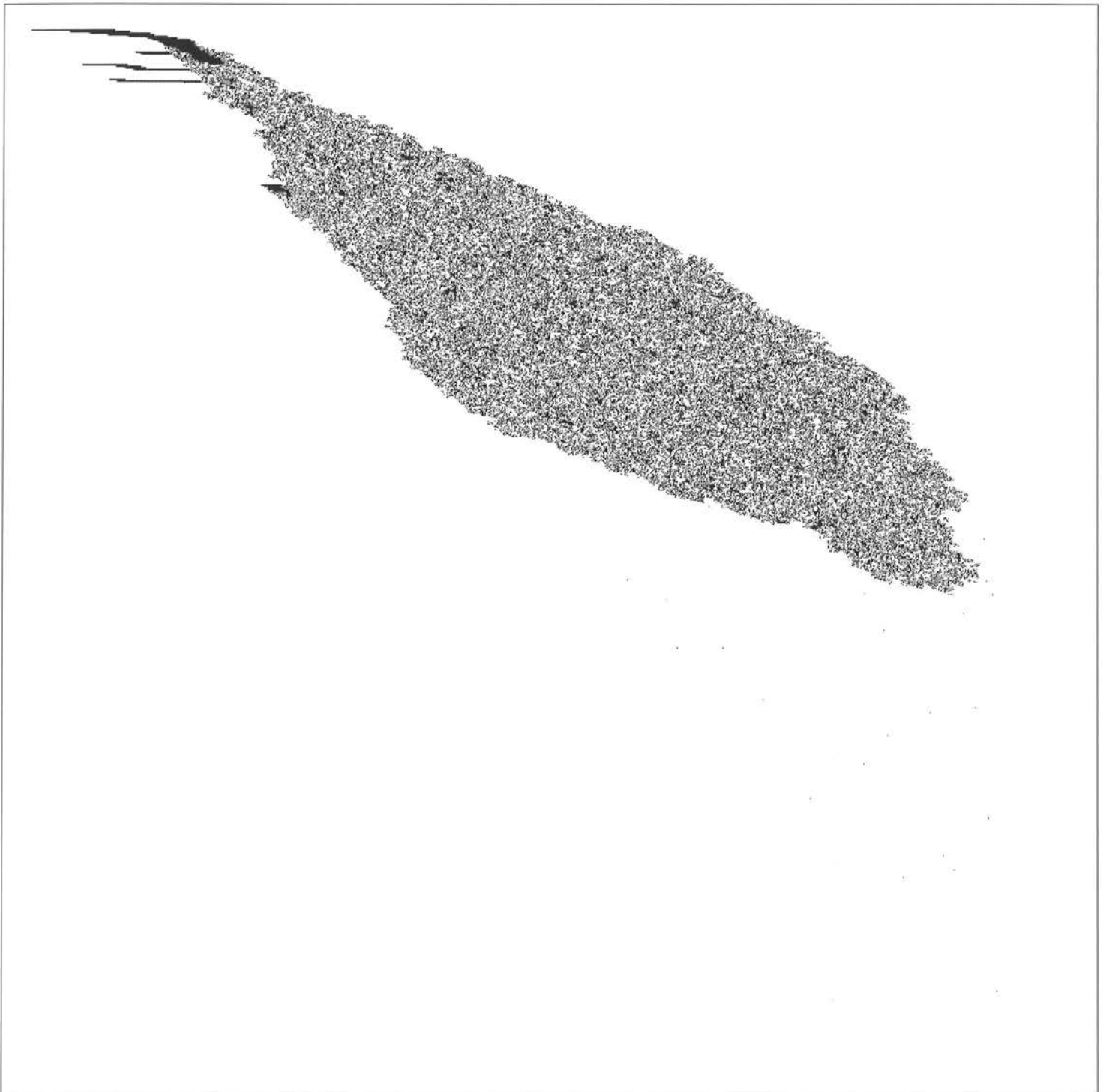
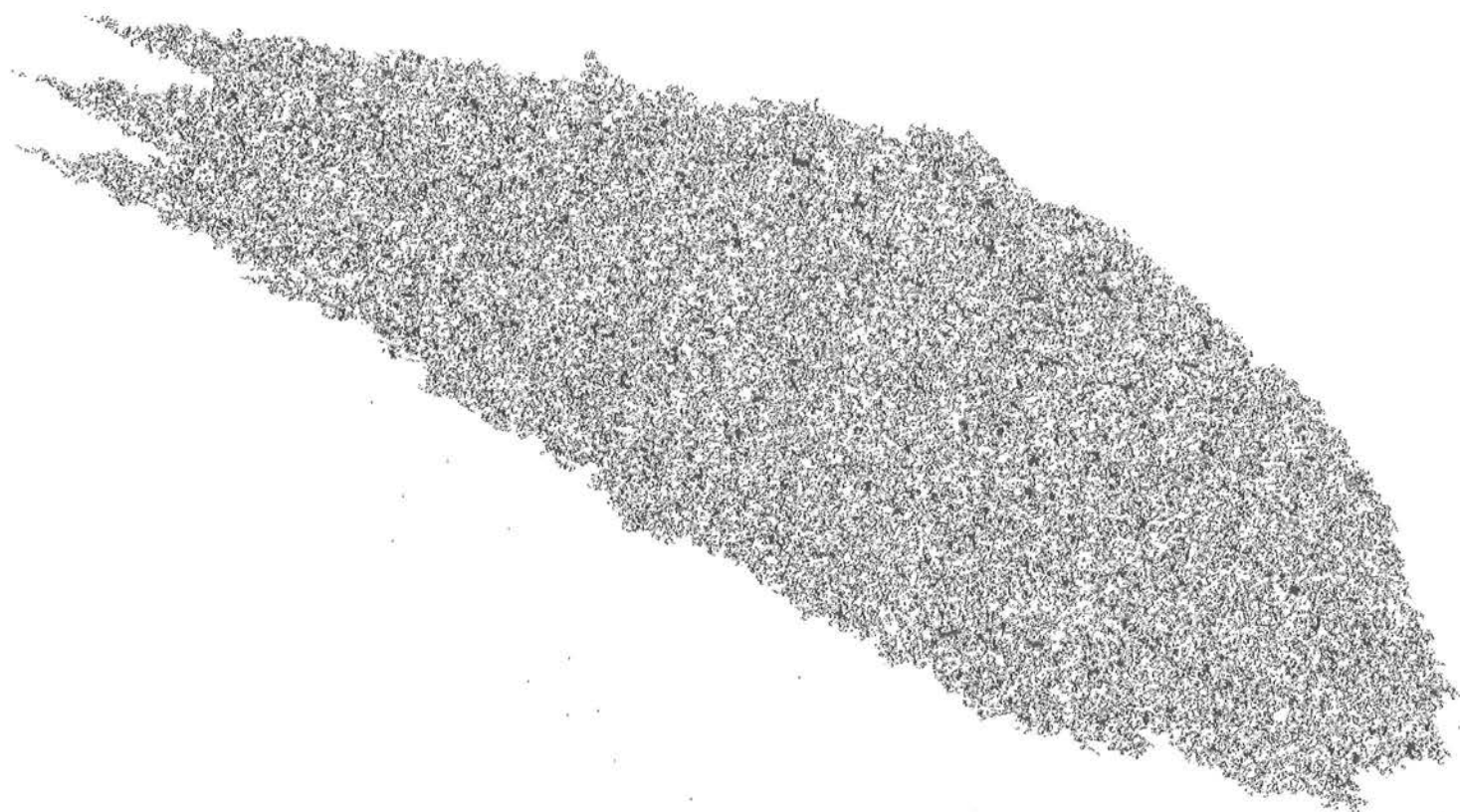
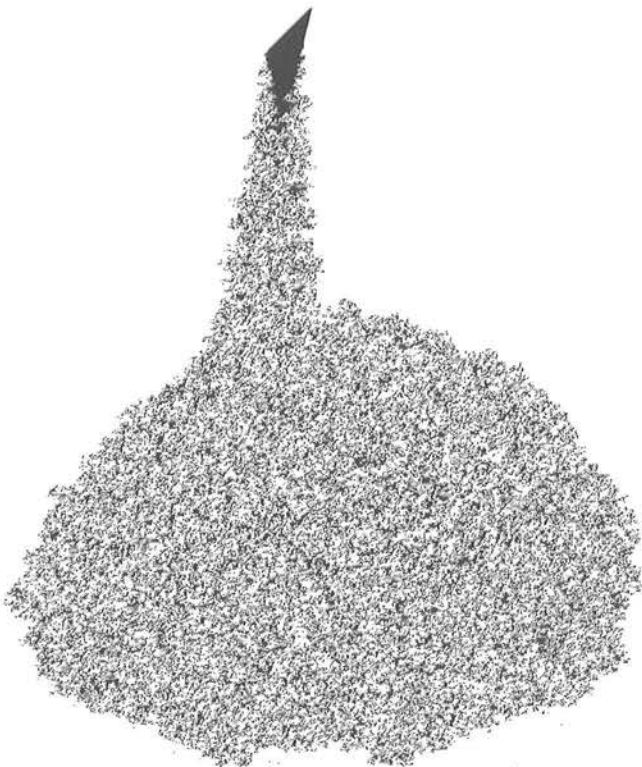


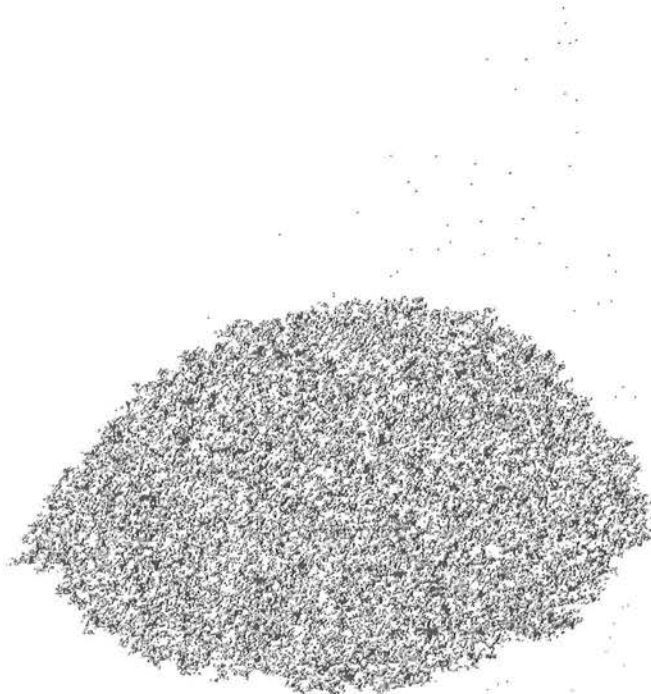
図 2



1
3121796387206642884643857416353388816364758
8588747162861997330472446065614189877003226
1146479000524228078413208922185112109691555
2864518716024817 [(1×1).4096->(1654×1978)]
2006



2
3121796387206642884643857416353388816364758
8588747162861997330472446065614189877003226
1146479000524228078413208922185112109691555
2864518716025527 [(1×1).4096->(910×2079)]
2006



3
3121796387206642884643857416353388816364758
8588747162861997330472446065614189877003226
1146479000524228078413208922185112109691555
2864518716025531 [(1×1).4096->(833×1874)]
2006



CTGのコンピュータ・アートのアプローチ:

データ変換, トポロジー変換,
コンピュータ・ジェネレイテッド・パターン



1966年12月ごろ、榎屋治紀、幸村真佐男、山中邦夫、柿崎純一郎の4名でCTG結成。

1968年4月、第1回コンピュータ・アート・コンテスト、月刊誌「COMPUTOPIA」創刊1周年記念展覧会に作品が選出される。1968年7月、アメリカのコンピュータ雑誌「Computers and Automation」の第6回コンピュータ・アート・コンテストへ応募、8月号に掲載され国際的に紹介される。1968年8月2日～10月20日、「Cybernetic Serendipity」展（ICA、ロンドン）に出品。1968年9月5日～21日、「コンピュータ・アート展 “電子によるメディア変換” media transfer through the electronics」, 多数のCG作品、『APM (Automatic Painting Machine) No.1』発表。

1969年4月26日～5月25日、国内初の大規模なメディア・アート展となる「国際サイテックアート展 “エレクトロマジカ'69”」に参加。1969年10月1日、CTG「解体」。

CTG & 幸村 真佐男

CTG & Masao Kohmura

CTG (Computer Technique Group, 1966～1969年) は、当時、複数の大学の学生が集まり、日本で初めてコンピュータ・グラフィックス (CG) を制作したグループである。

1966年、多摩美術大学プロダクトデザイン科の幸村真佐男は、藤田組（現：株式会社フジタ）の第6期学生重役に応募し、その面接で東京大学大学院の榎屋治紀と出会った。CTGは、まず、榎屋、幸村、山中邦夫、柿崎純一郎の4人で結成され、その後、藤野孝爾、丹羽富士男、大竹誠、長谷川武が加わり、最後に岩下繁昭、佐々木三知夫が加わり総勢10名となった。

CTGは日本IBMの協力を得て、大型計算機 (IBM7090) とプロッター (CALCOMP 563) を使用してCG作品を制作した。プログラミング言語はFORTRAN IVを使用した。プロッターで出力されたドローイングは、その多くがシルクスクリーンやオフセット印刷を通じてマルチプルとして発表された。また、ベクトルスキャン型グラフィック・ディスプレイ (IBM 2250) に表示したCGを16mmフィルムに1コマずつ管撮りして、CGアニメーションを作成した。

本稿では、CTGの作品群の中核をなしたCG作品と、東京画廊の展覧会で発表した『APM (Automatic Painting Machine) No.1』の二つについて解説する。

コンピュータ・グラフィックス作品

コンピュータ・アートの黎明期において、作家が創造過程に如何にコンピュータを位置づけるかは大きなテーマであった。CTGの制作スタンスは「コンピュータを道具として、人間の脳の一部を持った道具として使う」立場であり、コンセプト立案からプログラムの作成、デバッグを“人間に関する部分”と考えていた。ここから先、コンピュータでのコンパイルやプログラムの実行、プロッター出力などのプロセスは“機械に任せる部分”と呼んでいた。

CTGのCG制作には、「データ変換」「トポロジー変換」「コンピュータ・ジェネレイテッド・パターン」の大きく3つの方法 (アルゴリズム) があった。

(1) データ変換

J. F. ケネディやM. モンローの肖像写真を基に、まず多数の特徴的な点を抽出する。各点の座標は直交座標系で

ある。各座標に正方形や星形などのパターンを当てはめ、様々なバリエーションを展開した。[作品3]の原画となった『Random walk Kennedy』は、写真から800個の点を抽出し、各点を中心に一定距離内に10個の点を乱数によって発生させて、全ての点を一筆書きで描いたものである。

さらにアフィン変換 (縦横変倍、回転など) によって、原画像のフォルム全体を変形したKennedyシリーズも制作した。著名人のポートレイトを作品対象に様々な展開をマルチプルに見せる方法論は、コンピュータ版ポップ・アートとも言える。

『Deformation of Sharaku』[作品5]では、東洲斎写楽「市川蝦蔵の竹村定之進」を基に、輪郭線抽出した原画像を中心に配置し、データ変換ならびにトポロジー変換 (後述) による4つの例を対比させている。各画像は左から順に、縦方向に1/2倍・横方向に2倍、原画像のままの比率、縦方向に2倍・横方向に1/2倍、極座標系への変換 (円筒曲面へのアナモルフォーゼ)、双曲座標系への変換となっている。

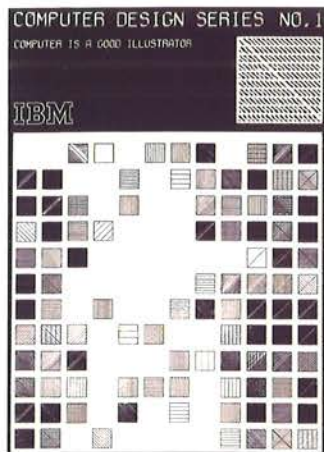
(2) トポロジー変換 (メタモルフォーゼ)

閉曲線という同一のトポロジーは維持しながら、あるフォルムから別のフォルムへ数十ステップを経て漸変させたシリーズで、CTGでは「トポロジー変換 (もしくはメタモルフォーゼ)」と名付けた。各図形の閉曲線を構成する頂点の座標は、原点からの距離と角度による極座標系を採用している。

『Return to a square』のシリーズ [作品17] では、雑誌ヴォーグの広告写真から取った女性のシルエットを約200個の頂点から成る輪郭線に置き換え、中心部の小さな正方形と最外部の大きな正方形へと50ステップで漸次変形させている。各ステップの移行に、等差級数と等比級数を用いた2つのバージョンがある。

CTGの代表作となった『Running Cola is Africa!』[作品4]では、直交座標系を採用し、各点の座標データ採取を向上させた。3つの基本図形は頂点数が異なるが、プログラムでその補間を行い、トポロジー変換を行っている。画面左から、ボブ・ヘイズ (東京オリンピック陸上男子100mの優勝者) のシルエットがコカ・コーラの瓶型、さらにアフリカ大陸の輪郭へとダイナミックに転換している。

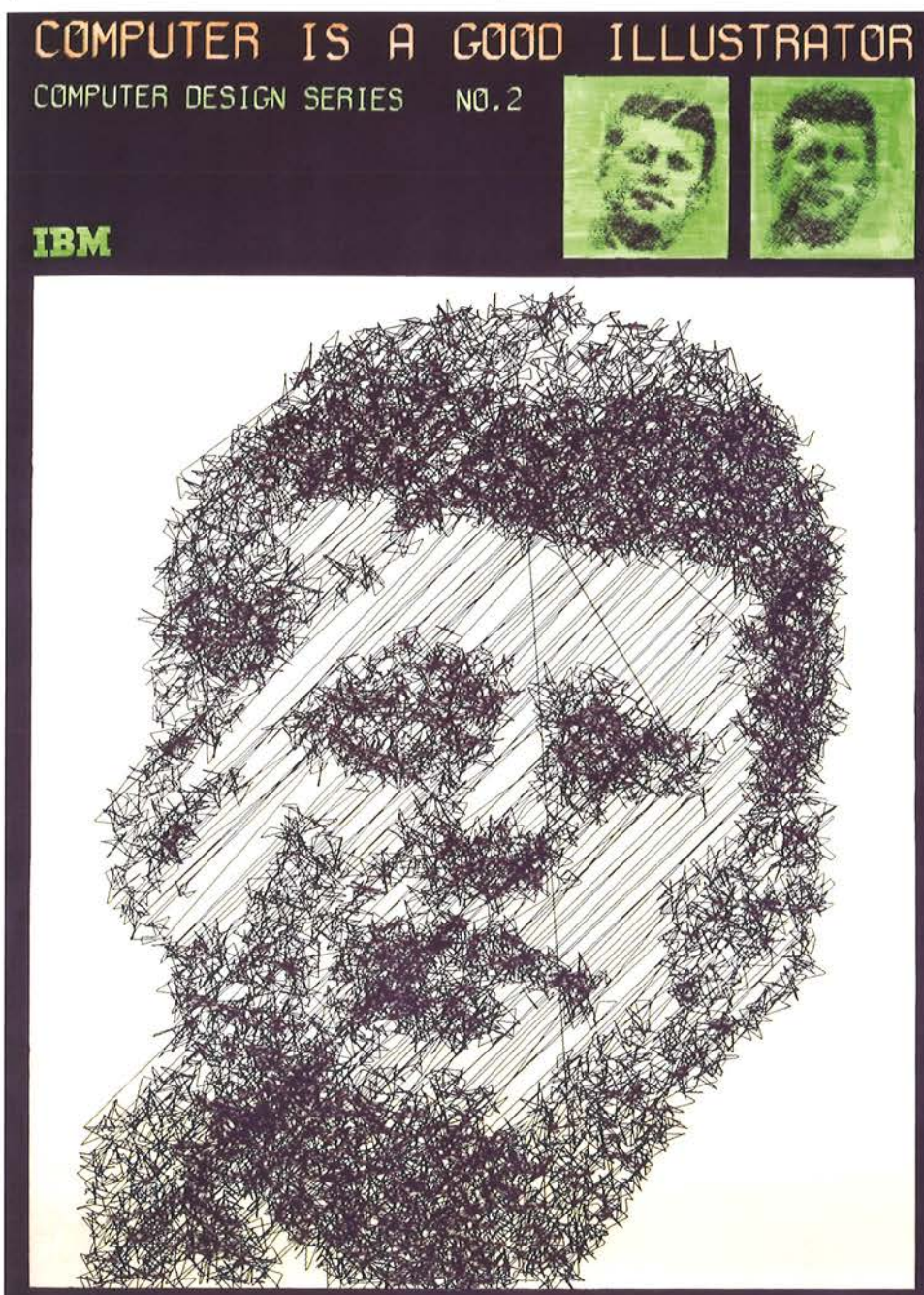
連続した図形の変化は、時間的な変化のプロット



1



2



3

1 COMPUTER DESIGN SERIES NO.1

COMPUTER IS A GOOD ILLUSTRATOR

(multi grid) 1967 103×72.8cm オフセット

2 COMPUTER DESIGN SERIES NO.3

COMPUTER IS A GOOD TYPOGRAPHER

1967 103×72.8cm オフセット

3 COMPUTER DESIGN SERIES NO.2

COMPUTER IS A GOOD ILLUSTRATOR

(Random walk Kennedy)

1967 103×72.8cm オフセット

を想起させ、後に制作するCGアニメーションへと繋がっていた。

(3) コンピュータ・ジェネレイテッド・パターン

人間の創造過程におけるインスピレーションをコンピュータによる乱数に置き換え、様々な数理造形的なパターン生成を行うものである〔作品 11, 13-15〕。ひとつの生成規則を基に、頂点座標、距離、発生濃度などのパラメータに乱数を与えていくのだが、さらに乱数生成のサブルーティンや初期値を替えることで、無数の作品制作が可能となった。

手仕事の限界を超える、コンピュータの圧倒的な計算能力を活かした点において、最も典型的な手法と言える。同一のプログラムに乱数を付加することで得られる、コンピュータによる演繹的な創造過程のシステムが、本来帰納的である人間の発想と創造過程そのものを変えることになると予測していた。その中からシンメトリや黄金分割などの美の既成文法に替わる、新しいシンタックスの発見を目指していた。

APM (Automatic Painting Machine) No.1

『APM No.1』は、言うなれば世界初のインクジェット・プリンタであり、コンピュータによる“自動描画装置”であった。「コンピュータ・アート展 “電子によるメディア変換” media transfer through the electronics」(東京画廊)にて発表した〔作品 12〕。CTGは、光や音ならびに人間の行動は、コンピュータによる電子化を通じて、CGや絵画に変換(さらには相互交換)が可能と考えていた。同展のサブタイトル“電子によるメディア変換”は、このことを端的に示している。

また、『APM No.1』作成の根底には、カルナップ(Rudolf Carnap, 1891 ~ 1970 年)が唱えた“座標言語”の考え方があった。

座標言語とは、ある事象を、その性質と空間・時間に於ける位置とによって置き換える言語である。具体的に言えば絵画をキャンバスのうえにおかれた顔料の付着状況としてとらえ、画面中のある一点について、その点がどこに位置し、塗られている絵具はどのような状態であるかということで絵画を言い尽くそうとすることである。絵画の制作プロセスを座標言語に変換することによって、芸術にとっては新しい体系である数学・物理学の世界を

4 Running Cola is Africa ! 1968

57×77cm シルクスクリーン

5 Deformation of Sharaku (Tokyo version)

1968 73×182cm 印画紙

6 Deformation of Kennedy (Sine curve Kennedy)

1968 231.5×81cm 印画紙

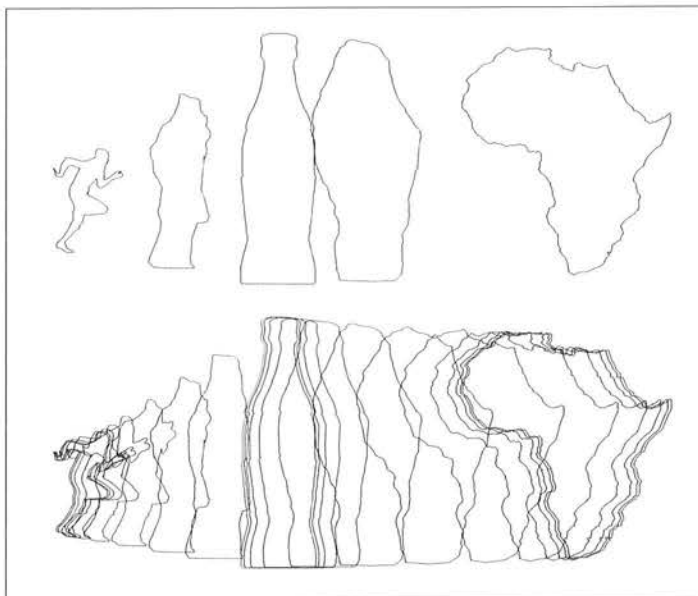
ストレートに芸術の造型文法と入れることができる。
(CTG『コンピュータ・アートは新しい芸術である』『シンポジウム電子計算機と芸術』パンフレット、多摩美術大学、1967年10月9日)

『APM No.1』[写真 18, 19] は直立状態に設置された F150 号のキャンバスに、4 色（シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック）のアクリル絵具をスプレーガンによって吹き付ける方法を取った。スプレーガンは、縦方向と横方向にそれぞれ移動する 2 軸のアームに取り付けられ、X-Yプロッタと同様の機構が採用された。制御は自作の論理回路により実現された [写真 17]。

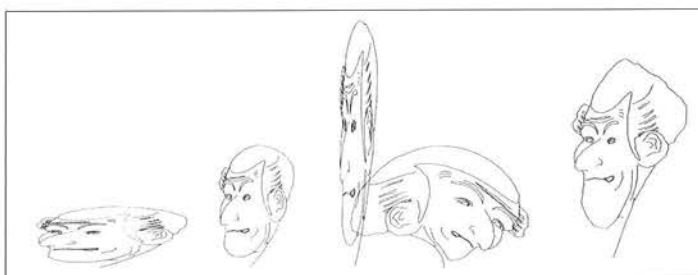
操作系は、光センサ（cnds）と音センサ（マイク ロフォン）からの入力による 2 系統のオートマティック・モード、画像データが記録された紙テープによる再生描画モード、オペレータのスイッチ操作によるマニュアル・モードの 4 種類から選択できた。2 種類のセンサは、高さおよそ 150cm の列柱（8 本）に収められた。この「ハプニングゾーン」と命名された空間は、観客やパフォーマーの動きによって、描画のトリガーを担っていた。

『APM No.1』の出力系は、4 つのスプレーガンの on/off (4bit)、縦横 2 軸のアームの±方向の移動 (4bit) の計 8bit 制御であった [写真 16]。最初のオートマティック・モードでは、入力と出力の対応は直接的であり、インタラクティブなインスタレーション作品であった。2 つめのモードは、予めコンピュータによって編集した CG を紙テープに記録し、キャンバスに拡大して自動描画することを意図して用意された。但し、このモードはメカニカルな部分にいくつかの問題を残し、完全な実現には至らなかった。最後のマニュアル・モードは、デモンストレーションならびにメインテナンスのために用意された。

解説：大泉 和文（中京大学情報理工学部）



4



5



7 Kennedy in a dog 1968

72.8×103cm シルクスクリーン

8 Return to a square (b) 1968

60×60cm シルクスクリーン

9 Kennedy in the net 1970-75

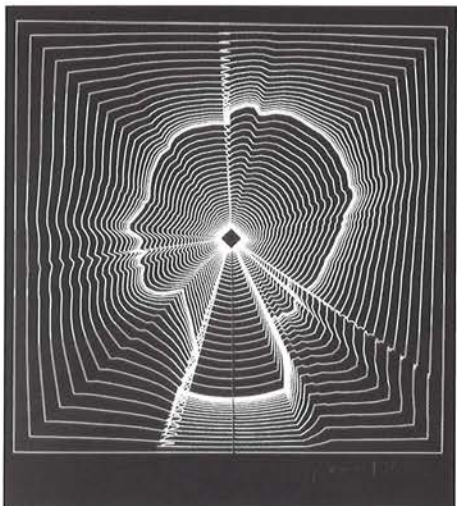
72.8×103cm シルクスクリーン

10 Monroe in the net 1968

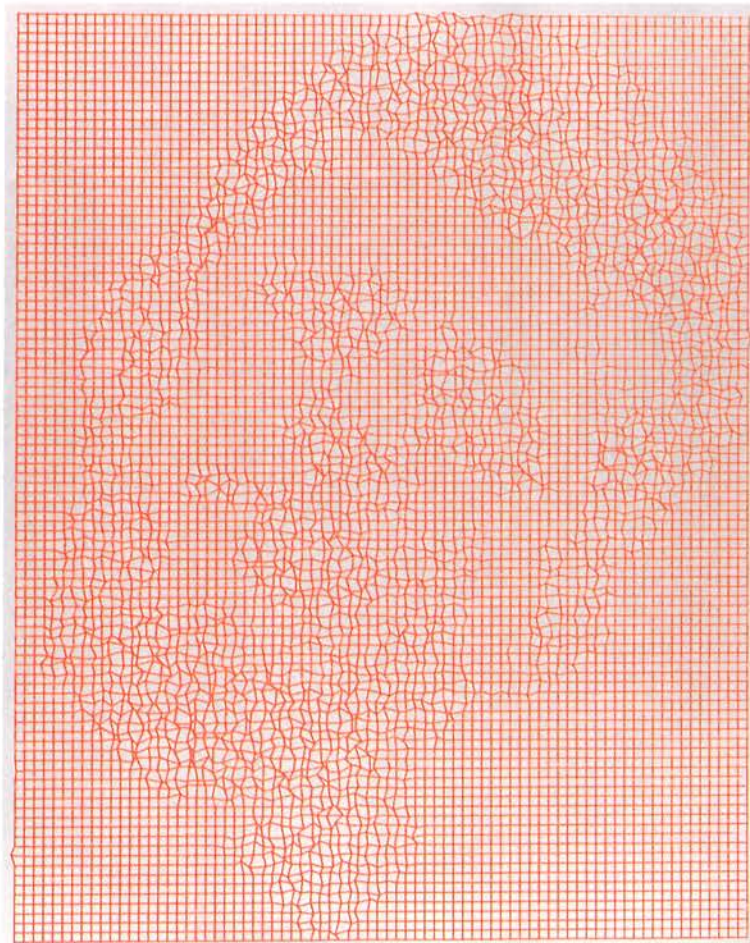
シルクスクリーン



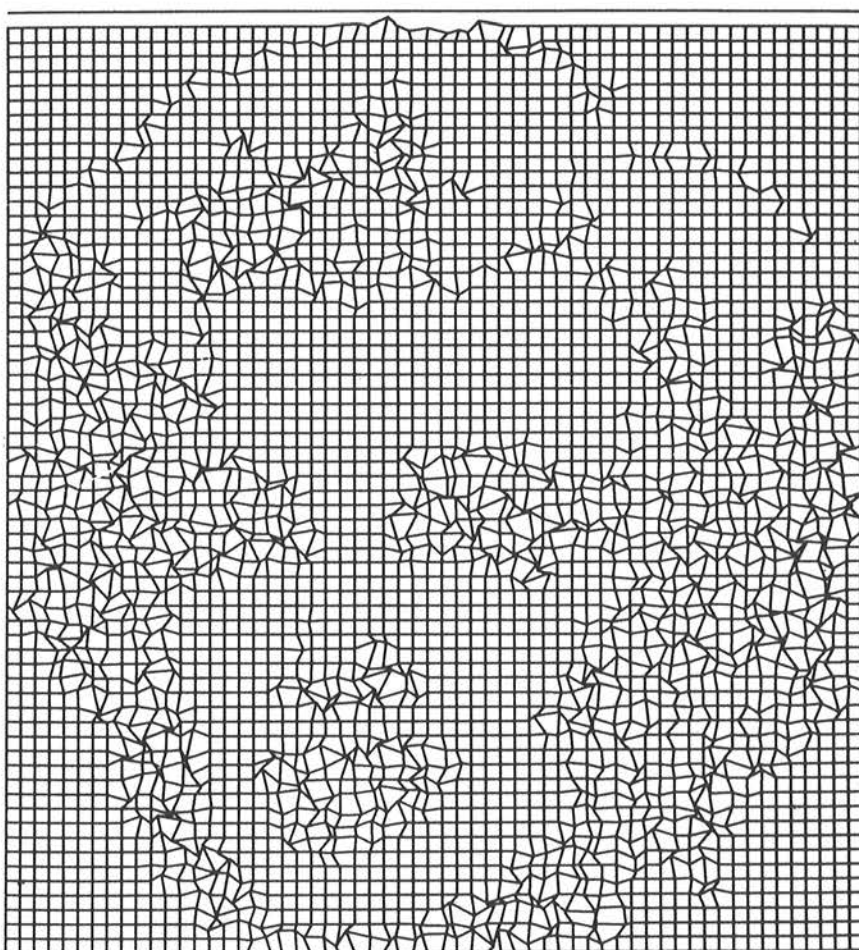
7



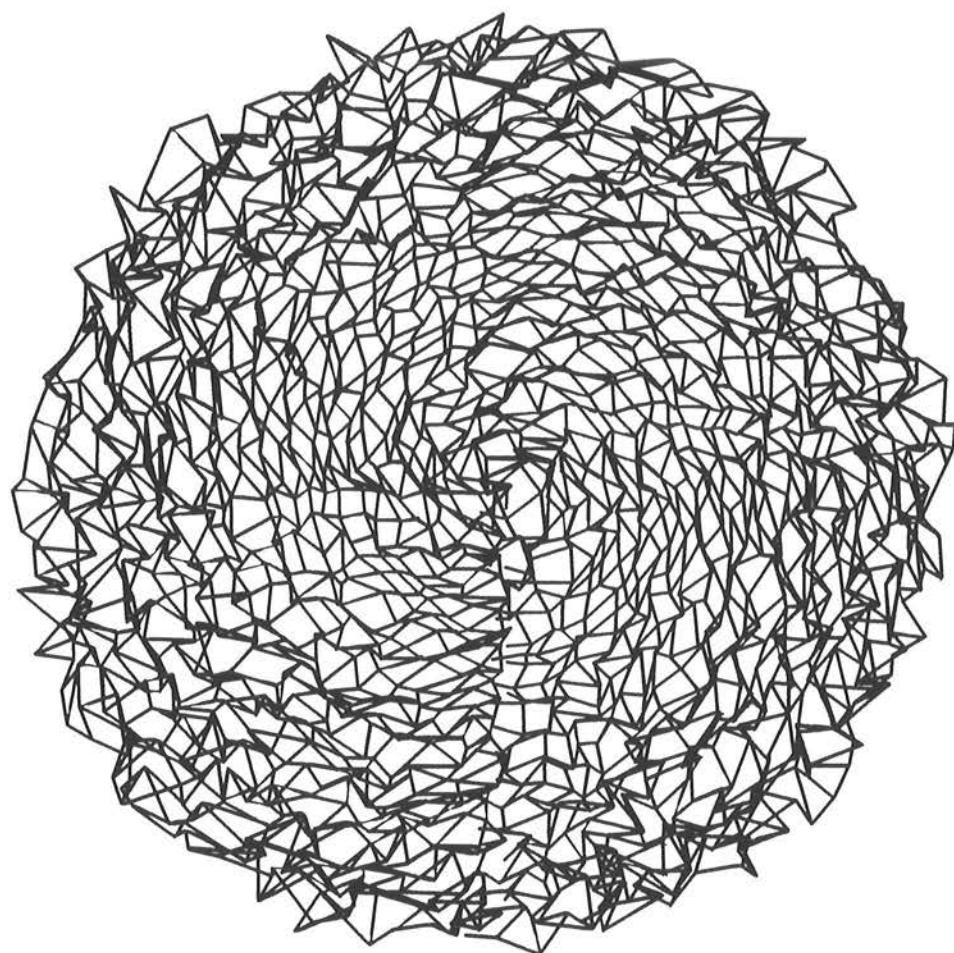
8



9



10



11

11 Random flower 1968

72.8×103cm シルクスクリーン

12 「コンピュータ・アート展 “電子によるメディア変換”
media transfer through the electronics」ポスター
(Return to a square 版) 1968

84.1×59.4cm シルクスクリーン

13 March of polygons 1968

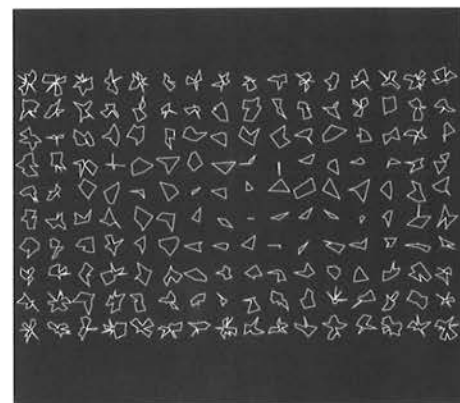
73×80cm シルクスクリーン

14 Miracle stone 1968

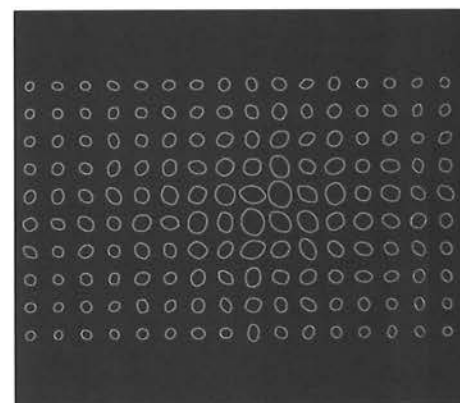
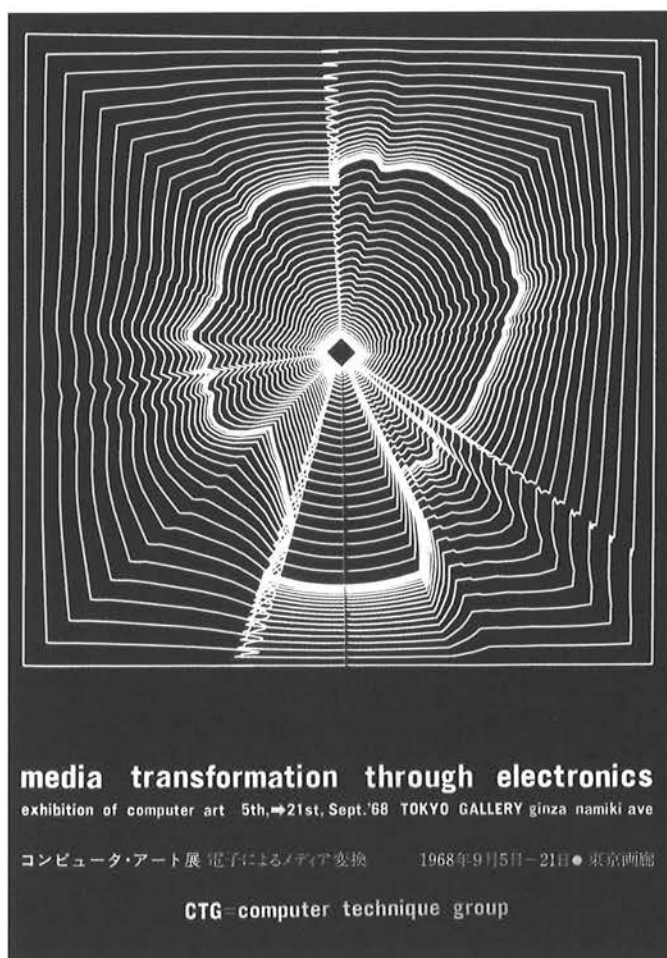
73×80cm シルクスクリーン

15 Optical effect of inequality 1968

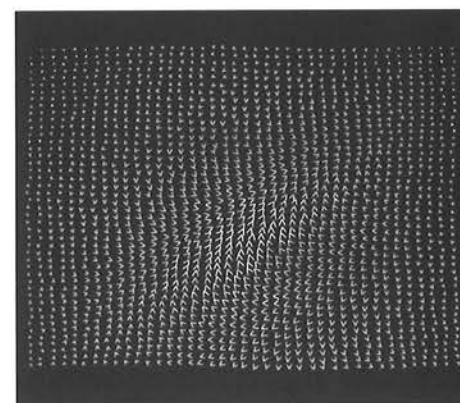
72.8×103cm シルクスクリーン



13



14



15

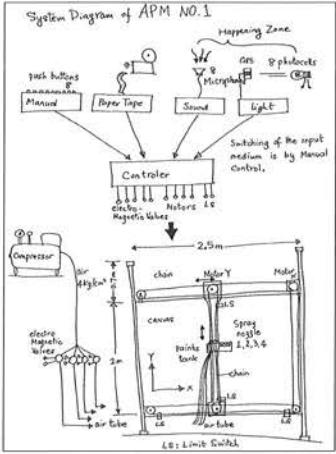
12

16 APM No.1 システム・ダイアグラム 1968

17 APM No.1 コントローラ 1968

18 APM No.1 1968

19 APM No.1 1968



17



18



19

阿部 好志

Yoshiyuki Abe



東京在住。1947年群馬県に生まれる。光学画像の分野で活動した後、1983年から本格的に計算画像プロジェクトを始める。最近ではウェブレットや確率過程を用いた自動アニメ生成システムを試している。

アルゴリズムの憂鬱

アルゴリズム・アート、特に生成アルゴリズムでグラフィックス作品を創作する場合には二つの困難が伴う。一つは作家の主張を織り込むのが容易ではないこと。もう一つはゴールが見えにくいことだ。

創作には動機もあるし、主張もある。だが、コンピュータ・グラフィックスの処理アルゴリズムの設計に作家の主張をどうやったら織り込むことができるのか。これは設計技術よりも論理的な思考技術の問題だと思っている。ある作品が存在することは、どこかの壁に掛けられる可能性があるということだ。その壁で、その作品は何を語ろうとするのか。フォルムか、色か、3D画像なら光の処理か、いずれにしても作者は何らかの主張をアルゴリズム設計に仕掛ける必要がある。

フォルムが重要であれば、形状生成のアルゴリズムを操作する。オブジェクトを作成するなら形状、大きさ、空間上の配置、数、複数あるならそれらのバランス、確率的に描こうとするなら乱数発生アルゴリズムの検討が必要になる。アニメーションの場合は時間軸方向にも検討要素が増える。

色合いが重要ならば、色の濃度、彩度、グラデーション速度、背景があればその処理、単色が模様付きか、複数のオブジェクトがあればそのバランス、各表面属性の色についての応答特性。

照明を設定する3D画像の場合は、光源の色、強度、大きさ、位置、影の処理、陰の処理、複数あれば全てについて同様の措置が必要で、さらに配置の密度変化も検討要素になる。

こうした要素を単独に設計できることはない。実際はあるパラメータの変更の影響を別のパラメータで補正する必要がでてくる。例えば数百の光源をセットする場合には画面のある点の照度に影響する光源は10以上あるだろう。その色が気に入らないからといって、犯人を捜しだして補正することは不可能である。そのためにとる手段は補正ではなく破棄である。

こうした設計を作家の主張に結びつけるのは確かに容易ではない。方向性すら見いだすのが困難だ。そこで、また別のアルゴリズムが必要になる。方向の糸口をさぐるためにいろいろなパラメータの組み合わせを試す地味なアルゴリズムだ。コンピュータが頼もしく感じられる仕事である。人間のアシスタントならとくに夜逃

げしているだろう。

創作の過程はどうであれ、いずれ仕上げる段階というものがくる。具体的なイメージを追いかけて画像を完成させるプロセスであればゴールは少しずつ近くなる。これが狙っていたモノだ、という実感を得ることができよう。だが、パラメータ操作で始まった創作は辛うじて方向性を見だし、あきれるほどの処理を繰り返した挙げ句に、それが前進しているのかどうかも判らないのだ。突然ゴールの近くに達したような感触を得る。運がよければゴールかもしれない。だが、大抵は最後のツメが残る。何十もあるパラメータをどうすれば更に良い方向に、適切な距離を進んでくれるのか。もし確率処理が間にあったらそれ以前に戻っては意味がない。確率処理の結果が目にあるかなり気に入った画像を生み出した場合には絶望の縁を彷徨うがとき心境になる。さらに前進する可能性は極めて低いのだ。いや、確実に次のパラメータセットはゴールから離れた結果を出すだろう。やはり破棄することになる。アルゴリズム・アートは一気にゴールにまで達するものなのだ。

アルゴリズム・アートはアルゴリズムが駆動する創作である。そのアルゴリズムを設計するのが作家だ。アルゴリズムは作家のツールとして処理してくれるわけではなく、場合によっては窮地に追い込んでくれたりする。アルゴリズムを評価するものではないから、いくらか数学的にスマートなアルゴリズムでも結果として出した画像に何があるかが全てだ。

アルゴリズム・アートの創作は辛い作業だ。だが、辛い部分を作家がやる訳じゃない。作家は読みの甘いアルゴリズムを仕掛けて辛い仕事をコンピュータにさせているだけだ、と自覚しながら今日も怪しげなアルゴリズムを仕掛けている。

シリーズ Flow

1 Flow19 1997

2 Flow16 1997

時の流れはいつでも美しい痕跡を残す。水は重力に逆らえないが、アルゴリズムは流れる方向を自由に選択させることができる。



1



2

STOCHASTICA

3 i2121d 1999

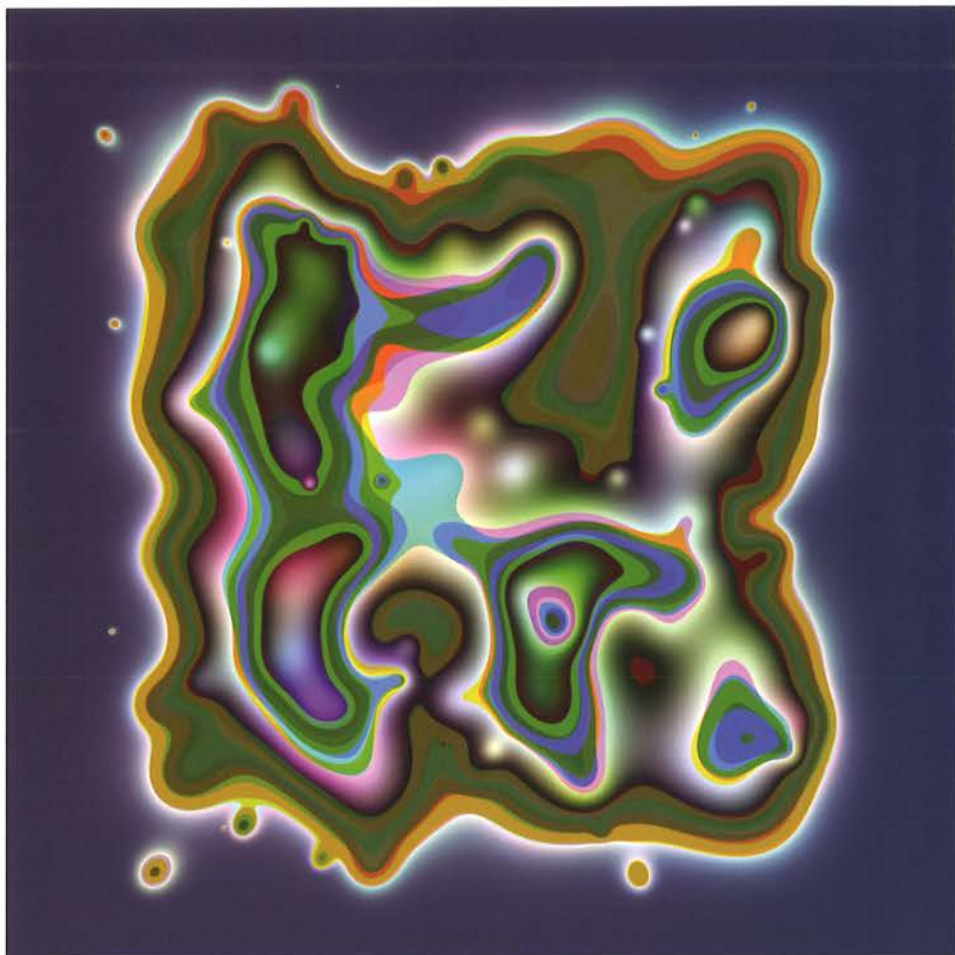
4 wp42108 2000

5 wp4118 2000

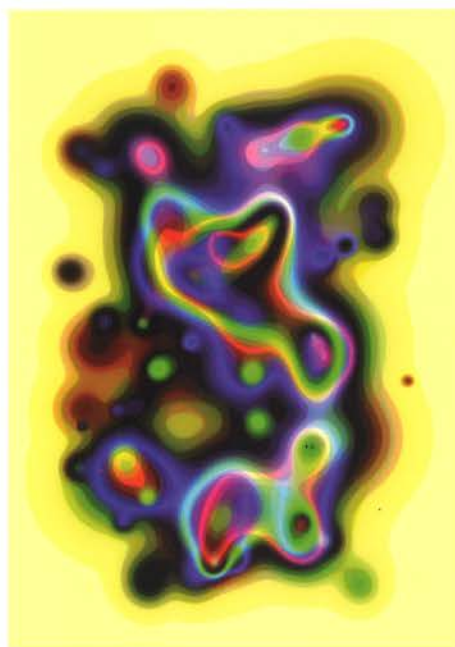
6 s03077 1998

7 a12256 1998

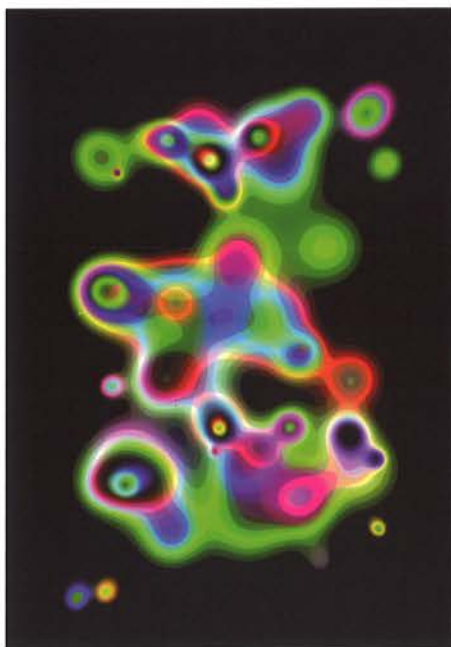
平面に注がれるエネルギーはそのトータルな姿を飽和という白いベールで覆い隠そうとする。アルゴリズムが飽和を許さないダイナミックレンジを与えることによって彼らの性格が明らかになる。



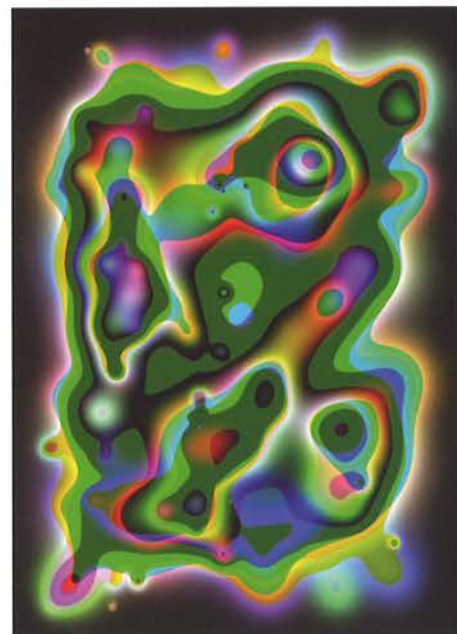
3



4



5



6



シリーズ NAK

8 NAK 1 2002

9 NAK 4 2002

10 NAK 9 2002

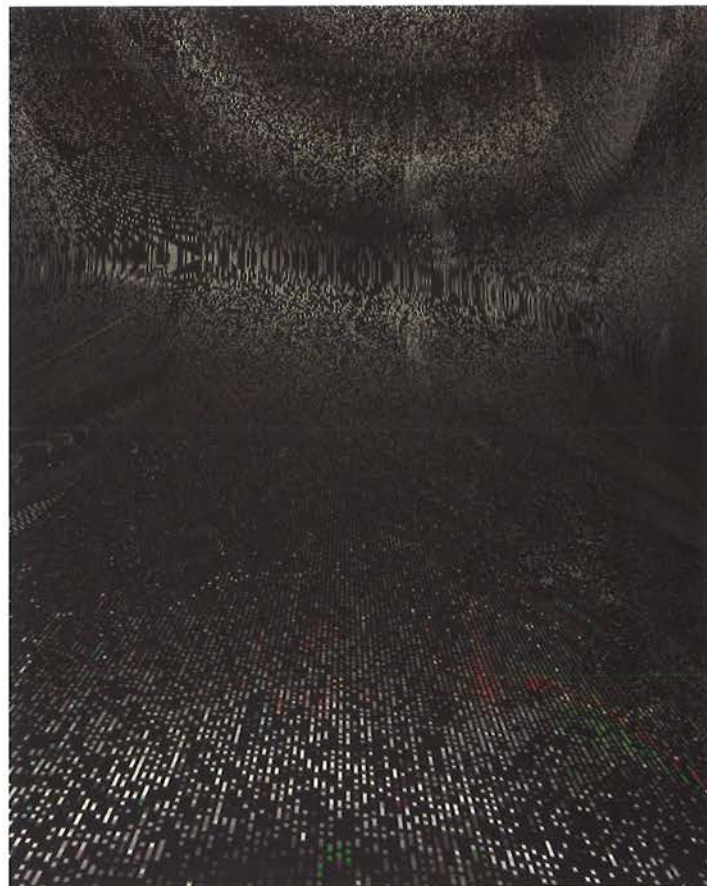
武器を持った愚かな肥満国家が人類の歴史を担ってきた
人たちの国土を蹂躪し破壊する現代の風景は、数式から
始まる計算処理空間に定着できるのか。彼らに生き延び
て欲しいという願いはアルゴリズムに反映できるのか。

シリーズ C

11 C40 1999/2006

12 C37 1999/2006

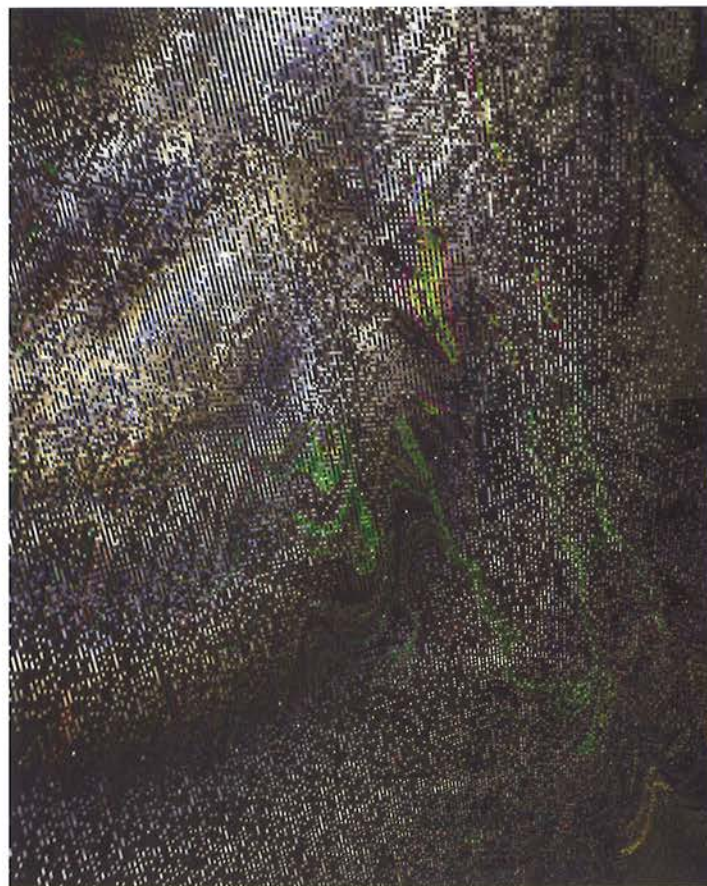
ランドスケープとは何か。記憶の加減乗除とは違う光景
を風景として受け入れることができるのか。



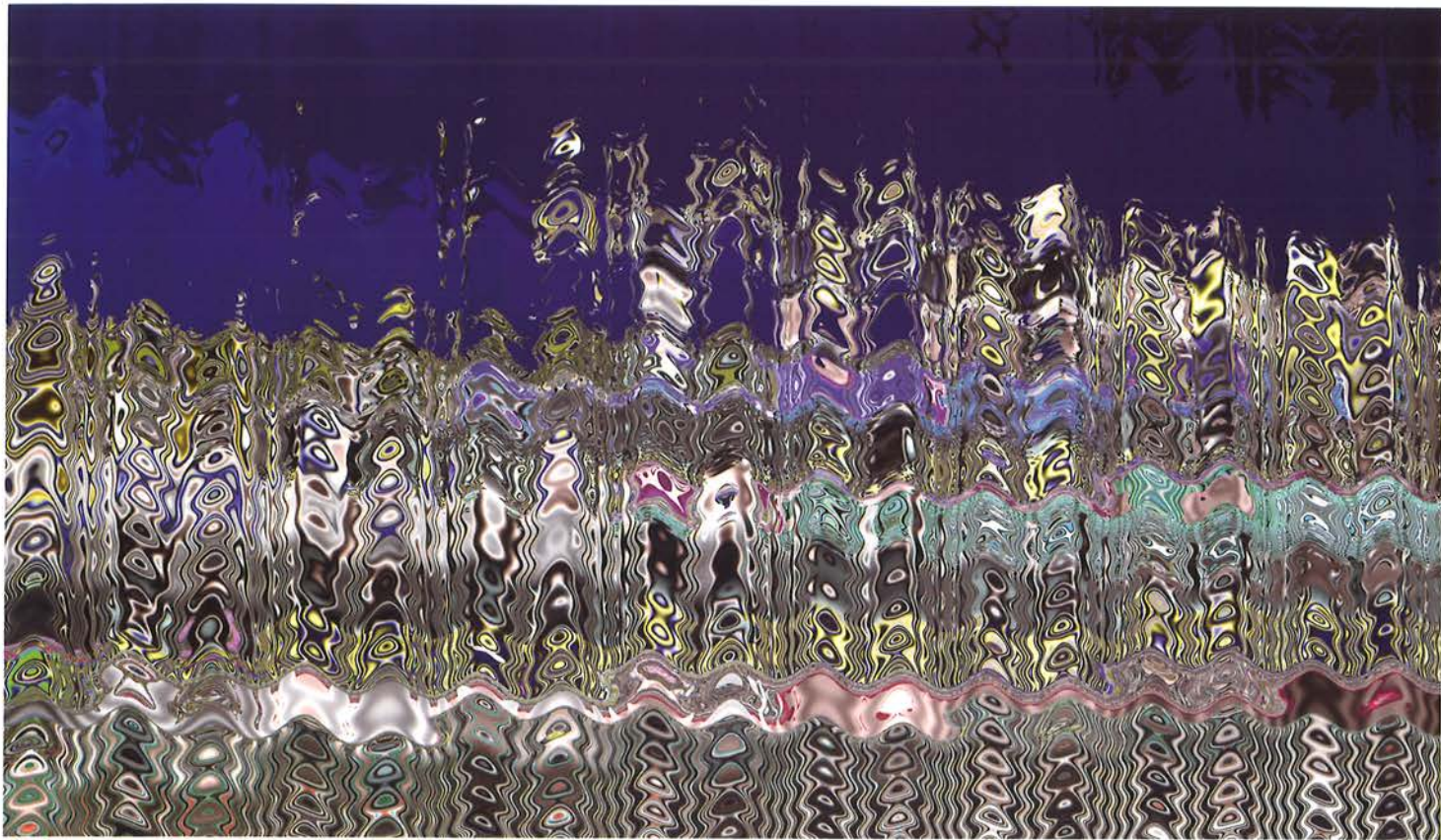
8



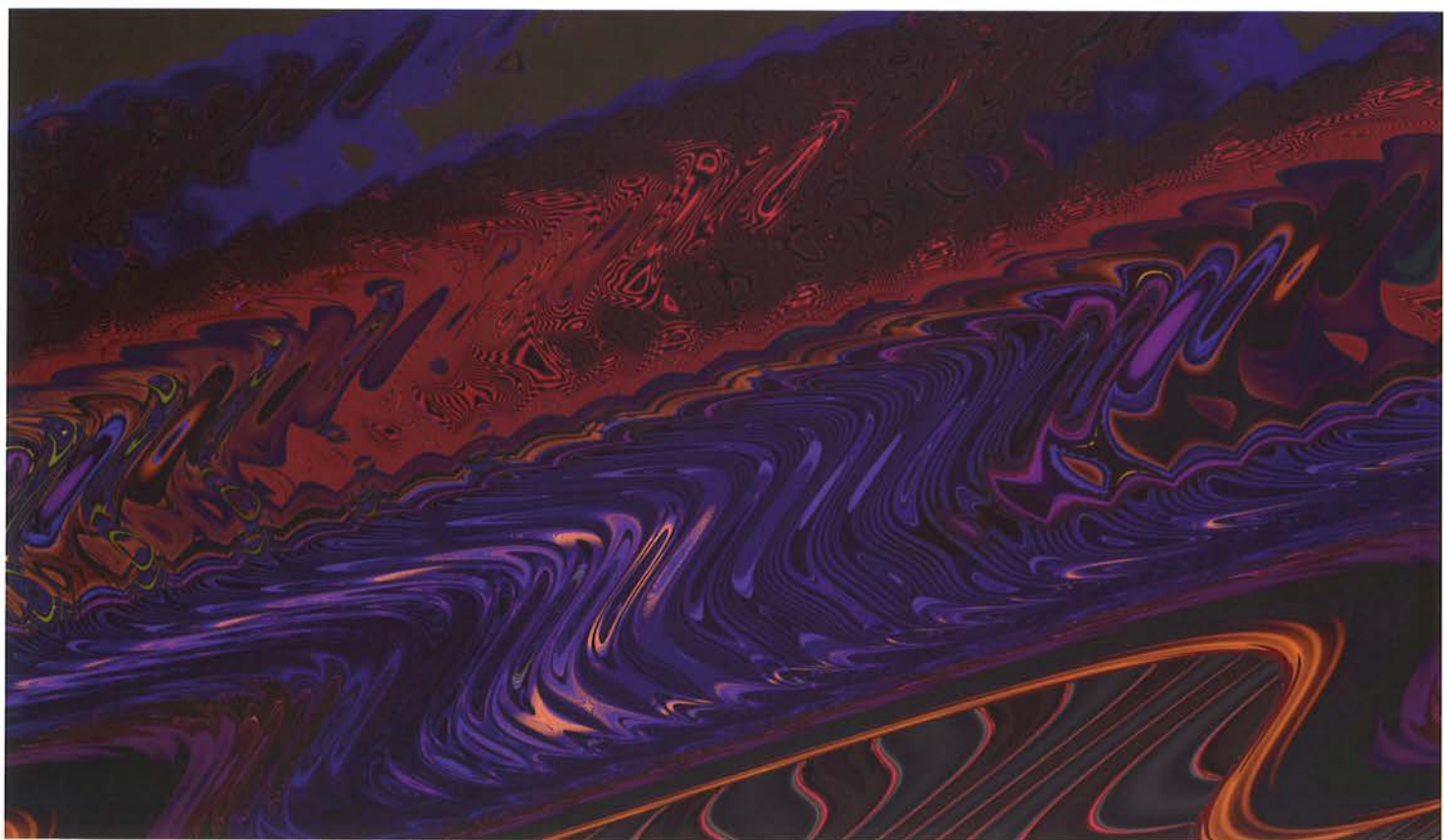
9



10



11



12

岩越 敦彦

Atsuhiko Iwakoshi

美術史をたどり、現代の絵画空間の生成をめざす
コンピュータが自律的に動いて現代の芸術に追いつき追
い越す結果を出すためには、空間把握に関して「現代」
に追いつく必要がある。たとえば、ピカソ、ブラック、
キリコ等の作品をはじめ、古典的に捉えれば「デッサン
が狂っている」と言われる表現が20世紀以降のアート
にはあふれている。

この問題に関しては先行研究がある。そのひとつ
に、Maneesh Agrawala, Denis Zorin らにより1998年
発表のAMR (Artistic Multiprojection Rendering) が
ある。(空間上の各物体を、それぞれ別々の角度からの投
影を使ってリミックスする技法)しかしこれは、キュビ
ズムに見られる「三次元空間の完全な解体と二次元
空間上での再構築」を目指すものではない。[1]

ほかにも、2000年にAndrew Glassner らによ
って発表されたDigital Cubism (別々のシーン同士をス
ムーズに連結する技法)がある。しかしこれは、絵画史
上におけるキュビズム的空間の再現ではなく、空間の極
端な捻じ曲げによるエッセー的なものである。[3]

私は2005年になって、真のキュビズム的表現へ
の解決策の第一段階として「物体依存レンダリング」と
名づけたプロセスを発想した。

従来の3DCGは、はじめに「空間」を用意され
ており、そこに「物体」を配置し、つぎに「カメラ」を配
置し、最後に「環境」を調整する。

空間→配置(物体1,...物体n)→環境→カメラ→画面

物体依存レンダリングでは、登場する「物体」それぞ
れに独立した「空間座標」「環境」「カメラ」を持たせ、投
影した2D映像を「トリミング」して絵画空間上に敷き
詰めるものである。

物体1(空間・環境・カメラ・トリム)→

物体2(空間・環境・カメラ・トリム)→配置→画面

物体n(空間・環境・カメラ・トリム)→

私はこのアルゴリズムに、現代絵画の本質的な問題に迫
る主張を込めた。キュビズムやコラージュを見てもわか
るように、現代画家の目というのは、カメラに比べれば
ずっと並列的な構造である。画家の目が、たったひと組

のレンズを持った1台のカメラのようであるはずはな
く、キャンバスという名の「網膜」に対し、あるときは
全体的に、あるときは分裂的に記録していく。これこそ
が現代画家にとっての最終的なフィールドであり、はじ
めに三次元空間が用意されているCGとはまったく逆の
アプローチなのである。物体依存レンダリングより、コン
ピュータ・グラフィックによる絵画空間はまた一歩前進
するはずである。

ベジェ曲線で生成するグラフィティ・アート

Hip-Hop カルチャーが生まれたとき、私も二十歳そこそ
こだったが、いまだにこのカルチャーは衰退していな
い。このため、いまだに大学や専門学校ではHip-Hopが
学生との共通の話題にあがる。このHip-Hopが育んだ
芸術のひとつに、グラフィティ (graffiti art) があり、
1980年代の現代芸術シーンにおけるニューペインティ
ングを牽引した。また2005年には、水戸芸術館でグラ
フィティの展覧会「X-COLOR」があった。

グラフィティの多くは、排他的な性格を帯びるこ
とで、アイデンティティを明確にしているのか、一般人
には読めないほど変調されたタイプフェイスを街中で
見かける。このうち3D表現を使用したグラフィティで
は、可読性低下と造形性向上の両立を実現しているデ
フォルメのプロセスに、キュビズム以降の絵画空間の変
容に関わる歴史的影響があるように思える。私はグラ
フィティの造形に見られる毒々しいまでのモデュレー
ションに強く惹かれてきた。

グラフィティは一般に、最も完成度が高い作品を
マスターピース (master piece) と呼び、反対に最も
単純なものをタギング (tagging) と呼ぶが、タギング
の中にもドキッとするとほどこいものがある。

ある種のタギングはスプレーでひと思いに描くた
め、次のような3つの造形傾向がある。まず、スプレー
は円錐状の霧であるから、噴霧する距離によって、筆の
直径が連続的に変わること。そして、その軌跡は一筆描
きになりがちなこと。さらに、周辺方向に伸びた筆跡が
(腕の振りの限界から) その場で逆戻りして中心方向
を向くデザインが多いこと。

私の作品「タギング・ジェネレーター」は、仮想
的な腕の振りの範囲の中で、多角形を確率的に定義し、ベ
ジェ曲線で補間していくことで、タギングにおける3つ



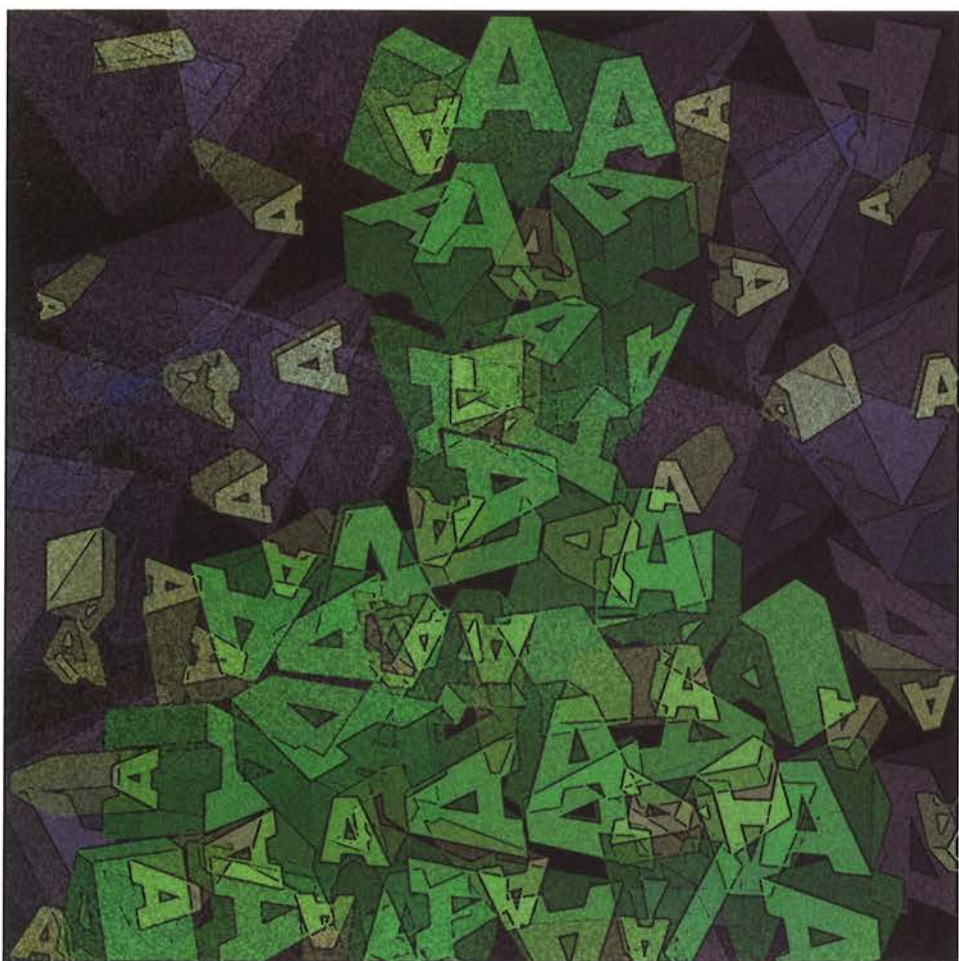
東京都在住。1958年岐阜県岐阜市生まれ。1980年、日
本コモドルのVIC1001とBASIC言語でプログラミング
を開始し1981年にFOTRAN言語による初めての作
品を制作。初期はランダムディザ法やパターンディザ
法によるパソコン画像の多色化とその応用に興味があ
った。現在は、乱数を使わないシミュレーション手法のCG
への応用や、コンピュータ・アート用言語Processingを
用いた教育による、デザイン感覚の短期養成法を研究し
ている。http://www.artj.net

1-3 ネオ・キュビズム・シリーズ 2005-06

画家はキャンバスという名の「網膜」に統一的に、あるときは分裂的に描いていく…このようなコンセプトによって出来上がった作品である。一見地味だが、どれも古典的な遠近法から解放された表現となっており、その配置には独特のルールを設定している。



1



2



3

の造形傾向を近似的に再現するものである。ベジェ曲線は、現代のグラフィックツールの多くに採用されている最も有名な曲線のひとつだが、この計算式に基づいて自動描画しているのである。

$x+y$ という単純計算に潜む、見慣れない造形

「ストレンジ・ストライプ」は、以下を背景とした作品である。2003年度、私の担当する授業の中で、学生が皆、ある本からコピーしたカオス系の造形ばかり表示して満足していたので、逆に私は、彼らがーから自分でプログラミングする喜びを理解できる簡単な教材を考えていた。

最初は、これ以上単純にはできまいと、ピタゴラスの定理を使い同心円を描画。その後さらに単純さを求め、一点からの距離の計算から平方根を抜き「X座標上の距離+Y座標上の距離」としたところ直線的なパターンが現れた。次に、1点からの距離ではなく、2点からの距離の合成としてみたところ、もう2点のゴーストが現れ、合計4点で取り囲む矩形の中心に円が現れ、 $x+y$ だけで円が描けることに驚いた。さらに3点間の距離の合成を行ってみたところ、対称性が崩れてさらに面白くなった。その後、計算を数回繰り返し、ピクセルデータを重量することにより作品化した。

教材にする場合、ソースが単純で学生にも読みやすく、かつ作品の完成度もそれなりに高いことがポイント。その加減が難しい。完成度を高くするとその分ソースは読みにくくなってしまふのだ。

引用・参考文献

- [1] Maneesh Agrawala, Denis Zorin Media, Tamara Munzner: projects Artistic Multiprojection Rendering. NYU Media Research Lab, 2000.
(<http://mrl.nyu.edu/projects/npr/mprr/>)
- [2] Glassner, Andrew: Cubism and Cameras: Free-form Optics for Computer Graphics. Microsoft Research MSR-TR-2000-05, 2000.
- [3] Glassner, Andrew: Andrew Glassner's Notebook, Digital Cubism. IEEE Computer Graphics and Applications, 2004 May/June.
- [4] 岩越敦彦 (2006)「造形技術と造形効果を一体化した、アルゴリズム・アートの教科書」東京学芸大学教育学研究科



4



5

4-7 タギング・ジェネレーター・シリーズ 2003-06
 タギング風の読めない文字を描き続けるアプリケーションと平面作品。あらかじめ仮想的な腕の振り幅の中で確率的に決めた多角形の頂点間を、ベジェ曲線の計算式で生成した、連続的に直径が変化する円により補間することで自動描画するもの。



6



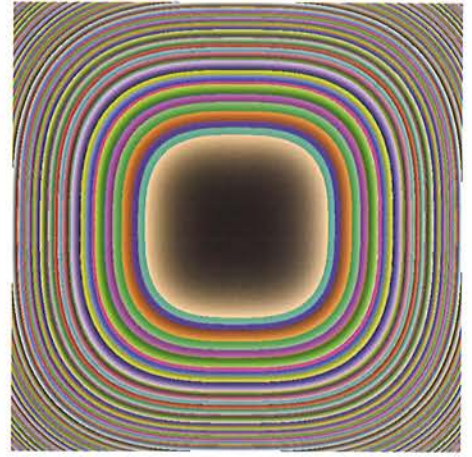
7

8-13 ストレンジ・ストライプ・シリーズ 2003-06

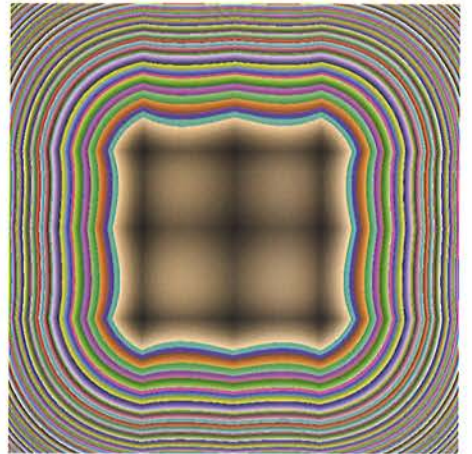
x+y で得られる点からの距離を色彩に変換するだけで得られる造形を作品として発展させたもの。わずか 30 行程度のソースながら、見慣れない複雑な造形が生成され、自動的に連続的に変化する画像を画像ファイルとして保存する機能を持つ。

このシリーズの初期の作品は 2006 年 6 月に中国の吉林芸術学院で行われた国際デザイン展で展示された。

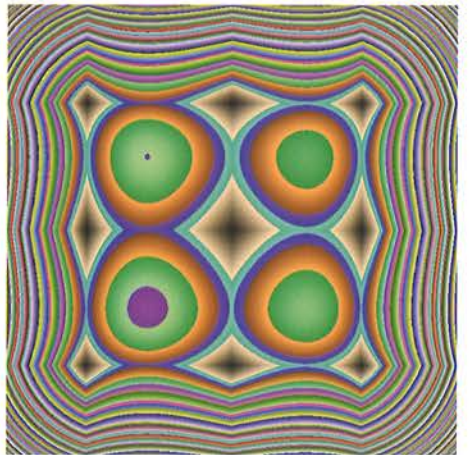
9 から 12 の画像は、このアルゴリズムによって得られるアニメーションのキャプチャリング。



9



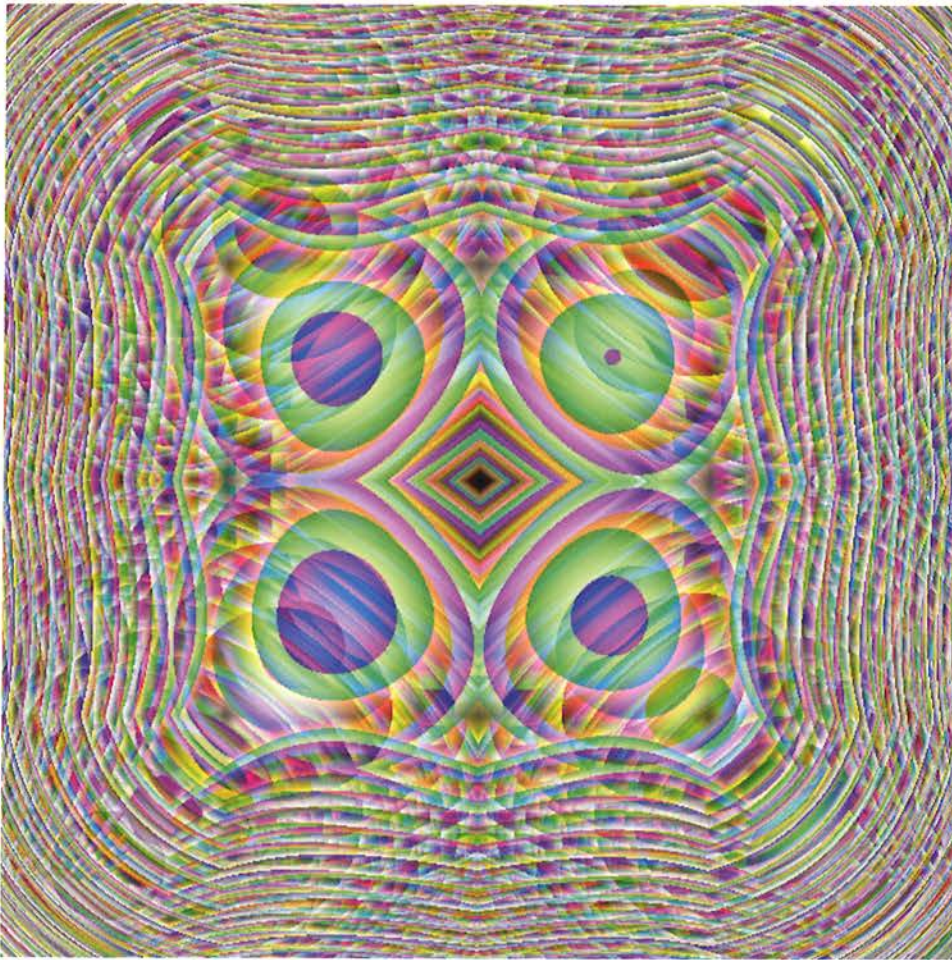
10



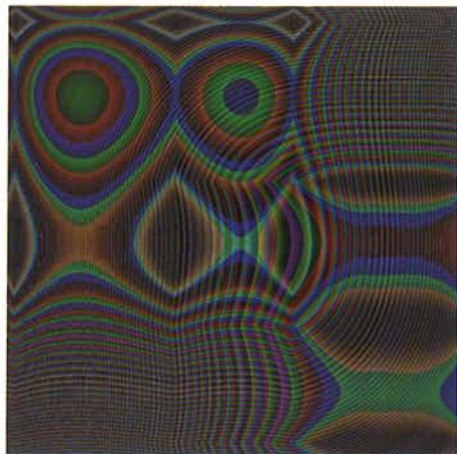
11



12



8



13

コンピュータ・アート発生当時の理論的背景		
美学とプログラミング	マックス・ベンゼ	160
芸術におけるコンピュータの使用	アブラハム・A・モール	162
草創期の我がコンピュータ・アート観	川野 洋	164
CTG 活動史 1966—1969	大泉 和文	166
年譜：現在にいたるコンピュータ・アートと関連領域の動向		170
アーティストの略歴		176
英文 序・目次		183
あとがき		187

マックス・ベンゼ

Max Bense

美学が数学的かつ経験的な方法を用い、抽象的な観念およびモデルを使用し、そして数量的・記述的なことに加え、さらに工学技術的な目標の実現をも目指している場合、現代美学がテーマになる。こうした美学は抽象的あるいは数学的美学とも呼ぶことができる。この美学は、古典的、たとえばヘーゲル美学のように哲学的構想に依るのではなく、ある方法論的構想に依っている、つまり、この美学は客観的な問題に向けられているが主観的な問題に向けられているのではない。

現代美学は前提の芸術的対象をある“美的状態”の担い手と定義する。“美的状態”は観察対象の物理的状态とまったく同様に“実質的material”ではあるが、しかし物理的状态とは対照的に極端に弱く限定されており、それゆえに——統計学的に見れば——特定の“起こりそうもない分布 unwahrscheinliche Verteilungen”（“秩序”、“諸要素の分節”）によって特徴づけられるのである。一般的に“美的状態”は一定の“複雑性”（C）の実質的諸要素のレパートリー上の“秩序”（O）の状態と考えられる。“秩序”には、たとえば“シンメトリー”があり、その“純粋性”の度合いは最大なのであるが、それに対し、“複雑性”は原理的に、無尽蔵の“造形のかさ Gestaltungshöhe”を限定しているのである。

ある美的対象の“美的状態”の記述は4つの局面で行われ、それに対応して、数量的美学、記号論的美学、意味論的美学、生成美学が区別される。

数量的美学は実質的美学である。それはまず第一に芸術的対象のもろもろの“実質的”所与を記述するのである。この美学はさらにまた、記述においてその芸術的過程を選択過程として把握するから、“選択的”美学であり、選択過程にとって芸術的対象は単に“分節した諸要素の集合”を具現しているにすぎない。したがって、その目標とするところは頻度、エントロピー、統計的情報、冗長度のような数値である。それらの値はバーコフに由来する一般的な美的測度の関数

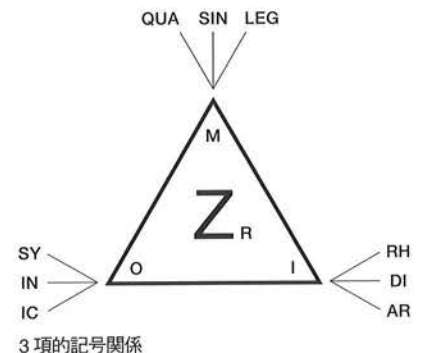
$$M\alpha = f(o/c)$$

に代入されて“実質的美的状态”の個別の値が導かれるのである。

“秩序”（O）はそのさい“冗長度”によって、“複雑性”（C）は“エントロピー”や“統計的情報”によって測られるのである。

記号論的美学は、それが記号の基本的な概念

（Ch..S. パースによる）を“3項的關係”として導入し、そして芸術的過程をある記号過程として把握するかぎりにおいて、それは“關係的”記号美学である。この意味において1つの“記号”は、それが“媒体”、“対象”、“解釈項”の諸關係として同時に機能するような、“3項的關係”なのである。これらの3つの關係である“媒体”、“対象”、“解釈項”の諸關係は、（パースによれば）再び3項的に分解できる。“媒体”としての記号は“質記号”（たとえば、色調のように、物理的特質）、“個物記号”（たとえば、芸術作品全体または特定の数値のように、1回限りの個々の記号）、そして“法則記号”（たとえば、言語のそれぞれの語のように、法則にかなった記号）であるだろう。対象關係において記号は、純正な“シンボル”（名前のように）または“アイコン”（模写的な記号ならば）、または“インデックス”（記号が道路標識、データ、位置価値のように、単に指示的な性格のものであるならば）である。記号は解釈項關係において、“名辞 Rhema”として、“命題 Dicent”として、“論証 Argument”として機能するだろう。“名辞”としての記号は、たとえば、個々の語や色彩要素、隠喩のように開いた、閉じていない意味の担い手で、したがって“真”でも“偽”でもない記号として把握され得る。“命題”（たとえば“文”）としての記号は、“真”または“偽”である特性をもち、そして“閉じた”意味の担い手と見られる。“論証”としての記号は、単に閉じていないだけではなく、完全で、したがってどの場合にも“真”である、たとえば、“証明”、“調和に分かつこと”、あるいは（たとえばソネットの特定の韻のパターンのような）詩的形式のようにである。



したがって、記号論的美学の目標は“芸術的対象”の構成に関与する記号諸クラスの陳述、すなわち、芸術作品の記号論的分類である。“解釈項關係”に現れる記号クラス、“名辞”、“命題”、“論証”は、同時に“コンテクスト”または“意味論的単位”の意味における“意味のクラス”を表示しており、したがって、こうした3つの“意味クラス”のみが区別されるから、芸術的対象の記号論的分析はその意味論的美学の前提である。

意味論的美学は“美的状態”を“意味の担い手”として記述する。“記号”は“意味”を伝達するのである。伝達はコミュニケーションの図式にしたがって行われる。だから意味論的美学は、とりわけ“美的コミュニケーション”、すなわち、コミュニケーションのコーディング、デコーディングに関係するのだ。

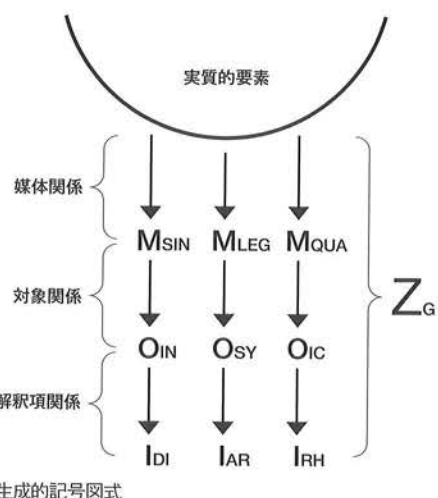
当然“意味”（解釈項）は“3項的記号關係”の

枠組みのなかで“表示”(対象関係)のシステムを伴う。“名辞”は“アイコン”に、“命題”は“インデックス”に、そして“論証”は“シンボル”に対応しているのである。しかるに意味論的分析においては、この両方のレベルは区別しておくべきである。“3項的記号諸クラス”は、“表示システム”(表示された“世界”, 対象関係)と同様に“意味システム”(コンテキスト, この表示された“世界”の意味連関, 解釈項)も固定化することを、強制的に反復しているにすぎないのだ。明らかに、現代美学において意味論的観点はいまだに少なくとも考慮されているのである。ようやく最近, “計量意味論”(オスグッド, スーシ, タンネンバウム), “抽象テキスト理論”(M. ベンゼ, W.L. フィッシャー)の方法とイメージが意味論的美学に取り入れ始められた。

さて、現代美学の内での最近の発展段階は生成美学によって特徴づけられる。その目標は芸術制作の過程を有限回の構成的ステップに分解することにある。したがって、“確定の美学 definite Ästhetik”が問題なのである。この美学は理想的なケースでは、プログラム制御の計算装置を使って“美的諸状態”を作り出すことに役立つ“プログラム”の作成に導くのである。

しかし、“美的状態”の確定的な構成的生成原理は数量的かつ記号論的な美学においてあらかじめ形作られているのだ。数量的美学では、“実在する”1つのテキスト(“実在する”言語の)を等確率のかつ結合の度数分布のレパートリーから選ばれた語の段階的な選択を通して偶然的に近似する、周知のシャノンの方法は、有限のステップで“人工的な”詩的テキストを構成的に作り出すことにも利用されるのである。

記号論的美学で、“媒体”としての記号が“対象関係”としての“記号”に、そしてこの記号は再び“解釈項関係”としての“記号”に先行するかわり、私たちは“生成的”記号図式について論じているのである。



コンピュータを用いて“美的諸状態”を作り出す“美的”プログラムによる制作は、音楽の領域ではとくにL.A. ヒラー(イリノイ)と協力者、テキストの領域ではN. バレストリーニ, M. ベンゼたち、グラフィックの領域ではL. マイアー(ヨーク), M. ノル, K. ツーゼ, G. ネース, F. ナーケたちによって発展させられた。美的なコン

ピュータ・プロダクションの構成図式は、3つの部分から構成される。すなわち、データとしての美的判断諸基準を供給する美的“プログラム”, データを加工するコンピュータ, そして制御可能な出力機器(たとえば製図機と製図機)。

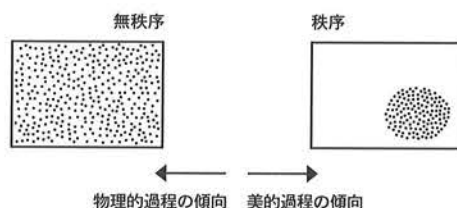
プログラム → コンピュータ + 乱数発生プログラム
→ 出力機器

プログラムは美学に依存している、すなわち、“機械に向けられた”つまり、プログラム言語または機械コードへ伝達できる美的判断諸基準が存在するのである。抽象的または数量的美学における機械に向けられた“美的プログラム”という先行プログラムは、それゆえに自明なのだ。

L. マイアーは“美的プログラム”の作成にさいしてもすでに言及したバーコフの公式 $M\ddot{a} = f(o/c)$ を、機械による選択に美的判断を導入するために利用した。L.A. ヒラーと彼の協力者は機械による作曲技法の美的判断を実在する音楽作品の統計的なスタイル特性から引き出している。美的に方向づけられた“プログラム”を用いて等確率分布を、非等確率または結合確率的な分布に向かって少しずつ解体することは、機械によって芸術を作り出す過程の原理と考えられるのである。

プログラミングのこうした図式は本質的に“美的状態”の算定図式とまったく一致する。私たちは、芸術を作り出す過程が“混和状態”ないし“無秩序”, つまり“等確率の分布”(ヒラーが述べているように、“カオス”)を“秩序状態”に変換するという点において、この過程は反物理的に経過する、という見解をいつも起点にしている。

数量的美学は記述では、“単独的秩序”を表している経験的“計量値”を強調するという点、しかるに記号論的美学は分類において、“一般的秩序”を描写する解釈された“意味”を特徴づけるものであることをここで指摘しておく。“単独的秩序”は、しかしイノベーション、つまり“統計的情報”の本来の核であるもの、そして芸術理論的に普通“独創性”と呼ばれるものをもたらすのだ。しかるに“一般的秩序”は“同定 Identifikation”を可能にする、つまり、このコミュニケーションにおいて本来的に問題であるものを、つまり“統計的冗長度”と特徴づけられ、そして芸術理論的にたとえば“スタイル”に相応するものを可能にするのだ。それゆえに、私たちは“イノベーション的”かつ“冗長的な諸秩序”あるいは“創造的”かつ“コミュニケーション的秩序”にいて論じるのである。



美的秩序状態の図式と物理的無秩序の図式の関係

“創造的秩序”はつねに低い確率の秩序、すなわち、情報

を“イノベーション”として供給する“起こりそうもない秩序”である。それに反し、“コミュニケーション的秩序”は起こりそうな秩序として特徴づけられ、その情報は“冗長度”を通して与えられるのだ。“起こりそうもない秩序”(任意なある実質的分布の)によって、“美的状態”は“単独的”として規定されるのである。“美的状態”に対する経験的な計量値をもつ数量的美学の正当性の証明は、単独的な諸数によってのみ“単独的諸状態”そのものが記述されうる、ということにある。記号論的美学の枠組みの中では、“美的諸状態”のこれらの(統計的)数値は、明らかに“個物記号”として機能する。

“テキスト”, “楽曲”, “グラフィック”などの“美的状態”は“分節された諸要素の集合”として把握され、そして、諸要素(たとえば語、音、点)の分節のエントロピー(混和度, 無秩序度)は、“秩序”と“複雑性”を決定する前提なのである。より正確には、“複雑性”を“統計的情報”(エントロピーに関する)として、それから“秩序”を“冗長度”として定義する。というのも、“複雑性”がいつも“イノベーション的”, “単独的”, “独創的”であり得るのに対して、“秩序”そのものは認められ、同定でき、冗長的(スタイルのメルクマールのよう)であるに違いないからだ。算定するために重要なのは、ある“美的状態”の諸要素が数量的に特徴づけられていることが前提である。テキストの場合、“諸要素”の数量的特長として、たとえば語の“シラブル数”を導入するのである。グラフィックやデッサンの場合には、画像の上にラスター[方眼状に区切られている平面]を置く。それから“美的状態”の“要素”になる“ラスター要素”の範囲(Größe)が、グラフィックを作り出している視覚的諸要素の最小のもの(たとえば“斑点”または“線の断片”)に向けられるのである。それから、特定の“ラスター要素”において区別可能なメルクマールが数量的に、たとえば、“墨”の“ラスター要素”の“被覆”, それにおける“コントラスト”の数、あるいは自立的な“斑点”もなどが、決定されるのである。その場合には明らかに、私たちはいつも“被覆”, “コントラスト”, “斑点”などの特別な“諸秩序”ないし“諸複雑性”ないし“諸エントロピー”を受け取るにすぎない。それゆえに、“被覆美学”, “コントラスト美学”, “斑点美学”, 等々が話題になるのだ。

芸術の対象の美的状態は重層的に考察することが必要である。美的状態はレパートリーに依存していることがわかる。“秩序”と“複雑性”, またそれによって当然美学的に方向づけられた関係O/Cもが、“実質的”層において、“記号”の領域において、そして最終的には“意味”のレベルにおいて実現され得るのだ。それゆえに、芸術の対象の美的状態を複合的、重層的な状態として考察することは理にかなったことで、ちょうどトポロジーにおいて粗いトポロジーと細かいトポロジーが区別されるように、“諸要素”のどのようなレパートリーを考察し、数量的特性記述のどの度合いをこれらの“諸要素”のために選択するかに応じて、“美的諸状態”の“より細かい”と“より粗い”美学を区別することも理にかなっているのである。

私はこれらの個々の“美学”のトポロジー的かつ

統計的な連関の難解な点についてはもうここでは取り上げない。ただ今一度、“美的諸状態”の実り豊かなプログラミングの前提は、つまり、明らかに完全に諸対象に向けられた数量的美学においてこそあり得る、ということを強調しておきたい。

Max Bense, Ästhetik und Programmierung,
Exakte Ästhetik, Stuttgart, Nr.5, 1967
訳：草深幸司

芸術におけるコンピュータの使用

アブラハム・A・モール

Abraham A. Moles

芸術家たちは——デクロー（Decroux）がいうように——神々である。芸術家たちは人間を再建しようとする。そして、彼らは骨から始めるのではなく、帽子からはじめるのだ。

芸術家の機能はある世界観を彼の世界造形によって取り替えることだ。マスコプロダクションとコピーによって限定される現代社会で芸術の状況は変化したのである。私たちはイリュージョンとともに暮らしている。すなわち、過去の傑作は永遠であって、そして、毎度復活するコンタクトを通じて新しさを与えてくれると、私たちは信じている。この意味において芸術作品は現代社会では一つの錯誤なのだ。

私たちは豊かな国家に住んでいる。幸運を分かちあう権利は民法典に定められている。それには美に対する権利も含まれているのである。しかし統計的に見れば、美は観客、すなわち消費者の脳の記憶装置への独創性または新しさの順応にすぎない。独創性が社会と融合するとき、その情報は月並みなものにされるのである。つまり、芸術作品の価値は、その新しさが配分される数百万の目の中で解消されるのだ。モナリザの微笑や“小夜曲”の魅力は、存在するそれらの絵葉書やレコード盤のマッスに解消されるのである。ある新しい本物性が、つまり本物性のある新しい概念が生まれるのだ。コピーやレコード盤はオリジナル以上にずっと本物的である。それらの作品はいまやそれら自身のコピーの母型にすぎない。作品はもはや美術館で実際の芸術的な意味において知覚されるのではなく、どちらかといえば観光的な意味で知覚されるにすぎない。コピーは作品の統一性を破壊する。しかしコピーは美を、増大し続ける“消費者は王様”の王国に導入するために必要なのだ。私たちは現代美術のために一つの公理を立てなければならない。すなわち、いつどこでも、どの作品も、あらゆる人の自由になるのだ。想像の美術館は現実の美術館を余計なものにしてしまう。私たちはギャラリーを閉鎖したり、あるいはプロの芸術家たちにだけ保存しておかなければならないのか？テクノロジー世界では、芸術は独創性のガソリンスタンドで、それはたえず、コピー行動という月並み化と大量普及によって空にされ、そしてたびたび満たされなければならないのだ。これは大量芸術の問題であるが、前衛芸術の問題でもあるのだ。この芸術は、今日独創的であるが、明日大量消費されるものを準備する

という課題をもっている。現代芸術はどのようにして社会のこうした課題を果たせるのか？これは新しい状況である。つまり、それに芸術とコンピュータの関係が導入されるのである。

そのために私たちは、芸術に対してある現象学的立場をとる。私たちはこの立場によって構造主義的な仮定に導かれるのだ。モーリス・ドニス（Maurice Denis）は、一つの画像は、それが女性の裸体画、戦う馬、逸話になる前は、ある特定な秩序によって組み立てられている色の斑点で覆われた平らな表面である、と述べている。このことは造作なく非具象的絵画に適用される、芸術作品の純粋な現象学的定義である。構造主義的美学ではさらに、科学者は世界を小さい感覚原子に分割し得る、と考える。これらの原子は“記号”と呼ばれるのだ。それらは名前、数字またはほかの何かによってシンボライズされ、一つのレパートリーに統合されるのである。科学者には、芸術作品は特定のルールにしたがう記号の系列化のように見えるのである。もちろん、これはかなり一般的に表現されている。芸術家にとってとりわけ重要なことは、それからは生じない。すなわち、諸造形にまず特定の意味を付与し、それらに特定の意義をあたえる組み立て方が重要なのだ。しかも組み立て方からは、造形の理解可能な秩序が見て取れるのである。非具象的絵画が、画像形態と現実世界との何らかの類似性にはまったく関心がないことは周知である。この範囲では美学者が要素的諸記号の“遠隔秩序（Fernordnung）”とみなす形象化が存在しているということでも十分である。画家の多くは、世界把握を試みる場合、彼らの作品の諸要素を幾何学的な純粋形態（三角形、正方形、円など）へ還元することに体系的に取りかかることも周知の事実だ。ここにオプティカル・アートの意味がある（ヴァザレリ）。すなわち、それは単純な幾何学的諸形態への還元による芸術作品の前プログラムである。それを通して、観衆に現実の美的満足を媒介する造形が生じるのである。

数年来、私たちは人工的記憶「メモリー」に莫大な諸要素を蓄えることができ、またその上、この蓄えられた諸要素を複雑でかつ洗練された諸規則にしたがって結合することができる技術的設備を自由に使えるのである。もし私たちが、いまやこれらのこれらの記号結合を対応するオリジナルの諸要素に分解できるとしたら、それはコンピュータによる芸術的造形の方法に正確に対応するだろう。コンピュータにはたとえば、“平面の点（x,y）では要素（z）が使用され、それからこの要素に要素（b）が続く。”と書いてある。したがって、理論的に私たちは、組み立ての諸規則が十分によく仕上げられていれば、コンピュータが芸術作品を生成し得る、ということを理解するのである。

この場合2つの問題が生じる：

1. 数字のみを使用するマシン語は色、音、語に慣れている芸術家にとって、ほとんど親しみのない言語である。しかし最近、このマシン語を慣習的なアナログ言語に翻訳する装置が開発された。たとえば、テーブルコーダーのヘッドやブラウン管の入り口に発生する電圧などがそうした言語である。数字の数によってテレビのスクリーン上の特定の場所に一種のライトが作り出さ

れ、そのようにして1点1点と全画像が構成され得るのがある。あるいはもっと優れた可能性、すなわち、私たちはコンピュータによって紙上のペンの運動経過を縦と横方向で制御することができる。このペンはそのとき芸術的な製図器とまったく同様に作業する。逆に私たちはマイクロフォンの電圧をも、コンピュータのメモリーや一束のパンチカードに入力される、インパルスや数字の列として分析できるのだ。

これらの装置は今日では変換器という一般的なカテゴリーに入る。たとえば、人間の知覚とコンピュータのデータ処理とに橋を架けるアナログデジタル変換器、そして逆にデジタルアナログ変換器。これらの領域の状況は迅速に変化している。器具の個数はずっと増大しつづけている。自動製図機はすでに現実である。自動製図機は確かに技術的に方向を変えることしか認識しないのであるが、さらにいうと、こうした新しい可能性を運用する準備をしている芸術家はごく少数である。私たちに技術的ファンタジーが必要なのだ。すでにドイツには自動製図機の多くのモデルがある。私たちはこれらの可能性に対する芸術家を獲得しなければならない。

第2の問題はプログラミングの問題である。いかにして私たちは、観衆に新しい何かを提供するために独創的にも十分に、しかも同時に観衆が有効なものとして受け入れた諸形式を認識させるために、やはり十分周知な仕方、造形の一貫性を生み出すことができるのか？

プログラミングはそれゆえに、芸術の世界と、“芸術作品”と呼ぶものに関する芸術家の判断基準の一つになる。これによって、芸術家、知覚心理学者、社会学者の間に位置する美学者の意味が明らかになる。そのさい重要なのは半理論的な——フィリップ（Philippot）が名づけたような——“想像上のコンピュータ”である。それはあらゆる段階、処置の順序、アルゴリズムなどの準備であり、そしてコンピュータ・プログラミングに直接応用できるのである。

問題点は異なった先進国、歴史的な順序ではアメリカ、ドイツ、フランス、カナダの諸国でも非常に似ている。確かにそれぞれの研究者はこの分野で彼らの源の出发点を獲得した。これはそのつど、彼らの文化と現代芸術の諸問題への彼らの見解に基づいているが、こうしてそれぞれの国において、一定の特徴をもった学派が生まれている。ほどなくして、人間の知覚とデータ処理との相違は一般の芸術家にとってあまりにも大きすぎる、ということが明らかになった。この大きさは音楽芸術では取るに足らない。音楽は伝統的に抽象的なアイデアと音響のあいだに位置しており、その際スコアは音響的实现の間接的プログラムである。したがって、この分野での進歩は美術よりもずっと早かったことに驚くことはない。

私たちはこれらの学派の研究をその地理学的分布は顧慮せずに、その美学的立場について記述するだろう。事実、コンピュータのプログラミングへ入り込む美学的立場がある。コンピュータはただし、天才的愚鈍と呼ばれる人工的芸術家である。知的な芸術的研究者はコンピュータの基本的な動作をまったく正確に理解し、順序づけなければならない。そのために、彼にはきわめて

正確な美学的諸知識が必要だ。美学はもはや一つの哲学的原理ではなく、知覚心理学の一部分なのだ。研究者はそれに美の実用的観点をも加えるのである。

第1の立場：人工的知覚者

世界は芸術的な美でいっぱいだ。テレビカメラは世界を、メッセージ、それから、さまざまな記号レパートリー、さまざまな複雑性の諸段階（諸要素の遠隔秩序）の合成諸規則によってふるいにかけられる振動に翻訳するのである。このふるい分けの結果、私たちは風景、画像、または音、すなわち、人間が一般に“美しい”と名づけるものを受け取る。コンピュータはこれらの操作を画家や音楽家よりもずっと迅速に、しかもずっと良く遂行することができる。コンピュータはたとえば、“美しい事柄”の莫大な数を記憶することができる。こうした考え方の例としては、現代の画家は通行人の往来の中から写真を制作し、それから、それをギャラリーに展示したりする。これはとくに、具体音楽においてフランスで取り入れたた立場である。すなわち、美しい音の対象を収集し、そしてこの美学的努力をコンピュータの判断にしたがって方向づけるのである。こうして展開された特徴が具体音楽の人工的に作曲するコンピュータの判断基準へ導くのである。

第2の立場：知的増幅器

人間の脳は想像力のアイデアのすべてを形作り、発展させるには十分ではない。あるアイデアからある作品全体を発展させるために、演繹、含意、計算の長い列を実行することが必要であるにしても、脳はそれができないのである。つまり、脳には“知的増幅器”または作業チームが必要なのだ。コンピュータはこの目的にきわめて適している。芸術家は記号列を選択し、それから反復プログラムを作り、コンピュータは最後まで演繹を展開するのである。このようにして私たちは、コンピュータ言語で作品を得るのであり、それから変換機によって通常の製作物に翻訳される、たとえば、テレビ画面や自動製図コンピュータを経由してである（メージー、ノル）。

音楽ではこの立場はクセナキスに代表されるが、彼はIBMとの共同作業で作曲している。すなわち、要素諸音の小部分とそれらの変換に関するあるアプリアリなアイデアで開始し、諸変換の計算にコンピュータを利用する。なぜなら、その数が一人の人間によって作業するにはあまりに大きいからだ。製作物の自動的判断に対するこれらの方法が、無秩序の表現方法を用いるオブ・アートや幾何学的芸術を作り出す要素的諸形態の一部偶然的な合成に使用されることは可能である。

第3の立場：順列組み合わせ芸術

プログラマー・芸術家に一つの“可能性の領野”を提供するこの領野は制限条件によって定義され、そしてアルゴリズムによってもろもろの組み合わせが作り出され、これからコンピュータは組織的にさまざまな可能性を展開するのである。これらの可能性はことのほか多数、たとえばセリー音楽において、あり得る。そしてコンピュータだけがあらゆるこれらの可能性を組織的に発見

することができるのだ。私たちはこれを順列組み合わせ的芸術と呼ぶ。フィルターにかけることは人工的知覚者の諸法則にしたがう（上述を参照）。このフィルターにかけるシステムを通して、“良い”または“悪い”解決が選ばれる、すなわち、受け入れられるまたは拒否される。私たちはこれらの作品をメモリーに貯えることができる。芸術家はアルゴリズムに対してのみ責任があるが、それから生成される作品には直接責任はない。たとえば、バルボー（Barbaud）のアルゴリズム芸術。

これらの立場は社会学的に強く影響されているのである。文化産業には文化的所産の莫大な数量が必要である状況が生じているが、そこでは判断の原則は不滅の美によってはほとんど規定されず、臨時的な時折の状況の質によって規定されるのだ。代表的なケースは映画音楽であり、それは——多くの明確な音楽的要因以外に——自身をアクションに同化させるのである。たとえば、映画“Les abysses”のセリー音楽。

第4の立場：自動的な芸術批評家

これは第1の立場の変形を表現している。おそらく世界は“美しい”、恐らく世界は“醜い”。しかし、一つのことは確かだ。すなわち、“芸術”という語がそもそも意味をもつとすれば、私たちは、ギャラリーや美術館で観客によって評価される作品すべてを“美しい”と見なさなければならない。この場合には、私たちはもはや自動的な知覚者について語ることはできず、自動的な芸術批評家について語らなければならないであろう。

彼の脳は芸術作品との不断のコンタクトによって形作られる。私たちは芸術作品のスタイルと規則のみをすでに存在している芸術作品の分析を通して抽象的に表現しなければならない。それから私たちは、新しく発見した諸規則を、諸事例の件数に該当する一連のプログラミングとしてメモリーに記憶する。ある合成的部分の付加の後、諸記号がレパートリーに挿入され、それらはそこで、先行の分析結果であるさまざまな規則にしたがって選択されるのである。その合成部分は相次ぐ記号について、それが諸規則にしたがっているかどうかを突き止め、もし“イエス”ならば次の段階に移行するが、もし“ノー”ならば、その対応する記号は除かれるのだ。これは、たとえば、ヒラー（Hiller）が彼の作曲に利用した技法である。彼はとくに、アーヘンのW.フクスによって立てられた分析の法則にしたがっている。そのようにしてコンピュータは、すでに存在している一つのテーマの可能なあらゆるヴァリエーションを作り出せる。ここで、コンピュータによって芸術に導入される新しいパースペクティブが見えてくるのだ。

芸術の機能はそれによって変えられる。芸術は社会に新しさの質をもたらす。芸術家はもはや作品の創造者ではなく、作品、たとえばプログラムのためのアイデアの創造者なのだ。彼の地位も変化する。著作権は、芸術家と、技術的手段を自身に加えた社会組織のあいだで分割される。芸術家は替えられるのではなく移されるのである。彼は“プログラマー”にならなければならないであろう。これは、彼が——以前とは異なって——文化の意

味論的諸領域に君臨するために、数段すぐれた技術教育を受けなければならない、ということである。

芸術家は以下の点で科学者のようになる。

自然を支配する努力、

論理的かつ技術的・自然的ならざるをえない自然への関係、

彼がその社会的諸機能を通して世界へ絶えざる新しさを導入する機能、等々で。

新しい問題が芸術領域におけるコンピュータの利用によって発生する。これらの芸術の例はとくに音楽領域に存在している。この領域はいわゆる“美術”の領域よりもずっと論理的かつ意味論的に構築されている。

しかし、芸術作品のマスプロダクションが社会の享楽欲を満たしたその時期に、“芸術”と“美しい”という語の意味は自ずから変化している。これは美学者の将来の問題である。

自然以上の能力はしたがって、私たちの自由の新しい次元なのである。

Abraham A. Moles, Über die Verwendung von Rechenanlagen in der Kunst, *Exakte Ästhetik*, Stuttgart, Nr.5, 1967

訳：草深幸司

草創期の我がコンピュータ・アート観

川野 洋

Hiroshi Kawano

1. コンピュータ・アートの理念

現代は芸術の社会化・大衆化の時代である。現代社会では多くの民衆が芸術を求めている。これまでの伝統的社会では、ほんの少数のエリートたちが、自分たちの閉じられたサークルのなかで芸術を独占的に享受してきたが、現代社会はもはやそれを許さない。それは現代社会が民衆の参加によって新しく創造されてゆくものであるということである。民衆の参加のない少数独裁の社会は不毛で、おそらく歴史から脱落するであろう。そして新しい社会の創造のなかで民衆は芸術を求めるのである。ゆえにそのような民衆の芸術は、新しい社会の創造の力となるものでなければならない。そのため新時代の芸術は、これまでのように少数のパトロンに媚びる特権エリートの芸術ではなく、人間の深いコミュニケーションを可能にすることによってその社会的連帯を感情的に強化するとともに、それによって人間社会をよりよく自然に適応するように巨大なしかも有機的機能をもった生活環境へと組織してゆくものとならねばならないであろう。

ではこのような新しい社会での芸術はどういう形をとるであろうか。現代芸術はバウハウス以来、芸術における論理を発見しそれを明示的に具体化するという抽象の方向をとって伝統的芸術と袂を分かってきた。この抽象の原理はまた新しい芸術の精神でもある。それは日常生活空間のなかではなく、ダイナミックに変化する巨大な都市・国土・地球はては宇宙というスケールの環境の多次元空間においてはたらく、物心両面の快適な生の生機能のイメージを表現することを可能にし、それによって新しい社会におけ真の人間性確立の保障となるものである。現代芸術がめざすのは、このような人間の解放された自由な感情を、このような論理の力によって社会的に統合組成するところにあるといえる。したがって四畳半的密室でプライベートに享受されるものであってはならない。多数の民衆が生活し労働する生活環境の価値生産の場で、また憩いの場で、またあるいは公共的集会や記念の場で、芸術は人間の生命と生活をより快適に促進し、社会全体の生機能をより効率よくするためにはたらくことになる。それは工場で労働がより能率よくおこなわれ、学校では教育のよりよい効果があがり、病院ではよりよい治療があがるように、つまり人間の生機能をあらゆる生活面で感情的に生気づけるためにはたらくものとなるのでなければならない。そのためにこのよ

うな感情コントロールの高機能をもった芸術作品が、マス・テレ・コミュニケーションの媒体として設計され制作されねばならない。そこで重要なのは、芸術媒体のソフト化をはかることである。ソフトな芸術作品だと、ミロのヴィーナスのようにパリから運んできて上野の山に置き、皆が汗水たらして観にゆくといった不便はない。ソフトな芸術作品は、いうなれば、いつでもどこでも好きなときあわれて消え、幽霊のように変幻自在である。それは夢のなかにまで忍び込んで、知らない間に人の心を変えてしまうかもしれない。このように自由なソフト芸術を可能にする媒体は電子であろう。このような新しい芸術は電子的情報処理機械であるコンピュータと結びつくことによってその力を発揮しう。

一方、コンピュータは万能情報処理機械で、ノート・アンド・オアの論理演算素子の組み合わせた回路ネット・ワークをもち、電子的二進情報パルス进行处理する仕組みをもっている。これは人間の脳のニューロンをモデルとしたメカニズムである。コンピュータは入力装置、記憶、演算、制御装置、出力装置をもち、これは人間の感覚受容器、脳、運動効果器をモデルにした構成になっている。しかも、コンピュータはこれらのハードウェアのほかに、ソフトウェアの形をした情報処理のための人工言語体系（辞書と文法）をもっている。この言語は、これまた人間の自然言語体系をモデルにしたものであるが、そのなかには数式はもちろん、図形のような視覚言語までが対象言語としてふくまれ、コンピュータは人間のようにこれらの言語を使って情報を処理する。そのためコンピュータは人工頭脳とよばれ、人間の精神的仕事をヒルベルトのいわゆる「有限の立場」で遂行する能力をもつ。ここから、コンピュータを人間芸術家の助手として、また人工の機械芸術家とみなし、コンピュータを使って作品を作ってみよう、また作らせてみようというコンピュータ・アートのアイデアが生まれる。こうしてコンピュータの側からの芸術への接近が企てられるようになる。

ここに出現するのがコンピュータ・アートといわれる芸術である。コンピュータ・アートは自然な人間の芸術とちがって芸術表現の論理を明示的に定式化し、これを機械化したものである。芸術とは情報を表現し、変換し、伝達するコミュニケーションの過程にほかならないが、コンピュータはこのようなコミュニケーションのシステムをなし、芸術の自由な人工的再構成を可能にする。

コンピュータ・アートには二つの種類のものがある。一つはコンピュータ・エイデッド・アート（computer aided art）とよばれるものでそれは新しい芸術の創造をめざす芸術家やデザイナーの自由で有効なイメージ作りに巨大な役割を演ずることになる。それはイメージの展開において、その手順がわかっていながらその過程が複雑な創作問題を、コンピュータの力を借りて部分的に解決しながら作品を完成させたり、人間が思いつきそうもないイメージを試験的にコンピュータに作らせるといふ形をとる。ゆえにこれからの芸術家やデザイナーの創造力は、自分の道具としてコンピュータをどれだけ使いこなせるかにかかってくる。このようなコンピュータ・エイデッド・アートの実験は、グラフィックスの分野で

も、プロッターやCRTの視覚的ディスプレイの出力装置をえて、海外でもわが国でも盛んに試みられるようになった。今後芸術用ソフトウェアが開発されてくると、このようなコンピュータ・グラフィックスはもっと進歩するだろう。

いま一つの重要なコンピュータ・アートは、コンピュータが人間の芸術活動を人工的に模倣することによって生まれる狭義のコンピュータ・アートである。このコンピュータによる芸術シミュレーションは、人間に代わって芸術活動をする創造力をもった芸術ロボットを目ざすもので、現在おもに作曲の分野で情報理論とモンテカルロ法による実験が試みられている。これはコンピュータを人工頭脳として本格的にはたらかせるもので、コンピュータをモデルにして人間芸術の秘密を解明するという学問的興味はきわめて大きい。が、実用芸術としてはまだ貧弱で、コンピュータ・エディット・アートに劣る。しかし、この芸術シミュレータとしてのロボットは、人類滅亡後も地球に芸術の花をさかせるであろうという夢を抱かせてくれて面白い。

ともあれコンピュータ・アートは人間の精神をコントロールする巨大な力をもつようになるであろう。そのためコンピュータを使う芸術家やデザイナーは、科学的論理を自己の固有の方法原理とするとともに、このようなコンピュータ・アートを人類の平和と幸福のために使用し管理するという社会倫理と政治的責任をもつ必要があると思うのである。

コンピュータ・アートの手法

このような、コンピュータ・アートの未来にむかう課題に対して、現在のそれはじつは第一歩のささやかな試みにすぎない。だから、コンピュータ・アートの方法も、芸術アルゴリズムの研究やコンピュータの能力の開発によって、将来大きく変わってゆくことだろう。

現在までのコンピュータ・アートをみると、その手法は、大別して、(1) 決定モデルによるものと、(2) 確率モデルによるものとにわかれる。それらは、芸術における法則的な面と自由な面をそれぞれ代表するものである。(1) 決定モデルとしては、(a) グラフィックスででてくるような曲線のコンポジションを、あらかじめきめられた曲線の関数によって発生させる場合と、(b) あるパターンでの図形が数学的関数で表現できない自由な型のものであるとき、その特性をあらわす点の集合によって作図させる場合とがある。

(a) たとえば、

$$y = a \cdot \sin x + b$$

というサイン曲線発生三角関数が与えられると、a, bをパラメーターとして変えながら変数xを小刻みに変化させることによって、さまざまなサイン曲線がえられるであろう。それらを適当に組合せて一つの複雑な曲線模様のコンポジションを作ることができる。また音楽では『トスバック組曲』のように、振動数の計算から、ある音に対する協和音をみいだす数式を与え、それから協和音を算定してハーモニーを作るものや、『イリアック組曲』のように、対位法のルールを表としてあたえ、それによって音符をチェックしながらとりだしてメロディー

を発生させるものなどがある。(b) 自由な図形を点集合で与える例としては、CDCの有名な『ディジタル・モナリザ』がある。しかし、これは原図を単にコピーするだけのもので、もっとも平凡な手法である。この点集合図形を変形しようとすれば、写像関数や乱数が当然使われることになる。有名なCTGの『ケネディ』がパターンを構成する点集合に、乱数による酔歩のヴァイブレーションを与えて面白い画面を作りだしたのはその例である。

(2) 確率モデルの使い方は、シャノンによって示された情報理論ないしマルコフ・プロセス理論によって、シャノンによれば、文とは二つ以上の語が遷移確率に束縛されて選択・結合されたチェーンをなすものである。そこでシャノンは、日常英文の分析データから、二つの語の結合が英文として選択される遷移確率マトリックスをとりだし、このマトリックスを使って、近似英文としての人工英文を、語の乱数として発生させる実験をおこなった。その結果は充分日常英文らしい英文ができた。このシャノンの方法は、芸術作品が人間の自由な創造になるものであることを考えるとき、かなり有効であることが推察される。そしてこれは、音楽や短歌やわたしの試みたモザイク的デザインに使われている。音楽では曲が多連音のマルコフ・チェーンとして発生され、視覚デザインでは図が、図形素子(色点)のTV的に走査・配列された周期性マルコフ・チェーンとなっている。ただ、こうして発生される乱数には、(a) 束縛型と、(b) 自由型とがある。(a) 束縛乱数とは、コンピュータになんらかの既成の作品をデータとして提示することによって、そのなかにある確率情報構造(遷移確率マトリックス)を反映させたところの乱数であって、このような乱数からできる作品はある意味でオリジナルを模倣しているといえよう。(b) それに対して自由型乱数とは、まったく任意に発生される乱数で、人間の経験とは無関係にいわば論理的可能性を示す抽象的作品を作るものといえる。実際にはこれらの手法が混用されるが、それらを実際の作品に即してわけると、

(1) 人間芸術のシミュレーション ((2) (a))

(2) 自由な抽象的創作 ((1) および (2) (b))

となる。

マルコフ・プロセス・モデルによるシミュレーションは、作品における文字や音符や図形素子の情報構造を再現しようとするものであるが、それは遷移確率マトリックスによってとらえられる以外にないので、できあがってくる作品は近接秩序しかもちえず、遠隔秩序を反映させないという欠陥を示す。そのためコンピュータ・アートの手法として、チョムスキーの句構造モデルを導入することが考えられる。チョムスキー理論の特徴は、記号構成におけるアプリオリズムと全体主義を強調するところにあるのだから、芸術のシミュレーションの過程のある段階でかれの生成文法を遷移確率マトリックスにかわって使ったら、よい効果をもたらすであろうと予想される。

しかし、芸術生成文法を作るには芸術創作の法則(アルゴリズム)が研究されねばならない。これはコンピュータ・アートの決定モデルをきめるより有効な規則

をみいだすためにもぜひ必要である。この芸術アルゴリズムの研究は音楽以外の分野では現在きわめて貧弱である。この方面の研究が記号形式のシンタックスだけでなく、セマンティックな意味や感情の表現の面に関しても今後大いにすすめられる必要がある。

いま一つのコンピュータ・アートの手法として開発すべきは、プログラムではない出力装置である。プリンターやプロッターのような機械装置が芸術用に改良されることもさることながら、さらにそれらにかわって、CRTのような電子媒体の色や光やけの構成の装置がコンピュータに直結されれば、コンピュータ・アートの力はずっともっと強力になるであろう。そして、例の『ケネディ』や『ディジタル・モナリザ』なども、もっとすばらしい迫真的な姿をみせてくれるであろう。

ただここで注意したいのは、コンピュータ・アートが人間の想像力以上に自由な作品を作るというその自由さだけが、コンピュータ・アートの主要な目的とされてはならないということである。コンピュータの目標は人間の頭脳の再現であって、その生成する芸術作品は人間の作品にいくらかでも接近することをもって理想とする。ゆえにただ人間ばなれのしたランダムな抽象作品を、コンピュータに作らせることのみを追及するのは、コンピュータ・アートのあやまった方向であるとわたしは考えるのである。つまり、人間的に有意義な、またあな人間らしい芸術を創造し、人間に無限に接近するところにコンピュータ・アートの目的はあるといえる。

(上のテキストは「芸術の未来とコンピュータ」コンピュータピア6月号1968年、「コンピュータ・アートとは何か」グラフィックデザイン33号1969年、1972年に刊行された『芸術情報の理論』(新曜社)「コンピュータ・アートとは何か」を再録した。)

CTG COMPUTER
TECHNIQUE
GROUP

長谷川 武

東京都港区芝西久保八幡町25芝マンション403
TELEPHONE (03) 434-1 0 8 9

図1 CTG名刺(初期)

山中 邦夫
kunio YAMANAKA

コンピュータ・テクニック・グループ computer technique group
東京都港区芝西久保八幡町25芝マンション403 phone (03) 434-1089
403-shika-mansion 25 shika-nishikubo-hachimancho, minatoku, tokyo, japan

図2 CTG名刺(後期)

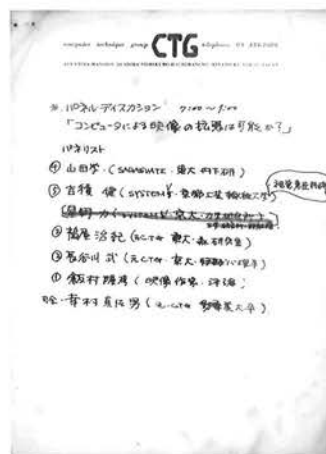


図3 CTG レターヘッド

大泉 和文

Kazufumi Oizumi

「マニフェスト」から「解体」まで

CTG (Computer Technique Group) が幸村真佐男と榎屋治紀の出会いをきっかけに当初4名で結成され、その後2度のメンバー加入を経て、最終的に総勢10名からなるグループに拡大したことは、別項(p.142~147)でも触れた。本稿では、メンバーの中でも芸術面でのリーダー的存在であった幸村真佐男に焦点を当てつつ、CTGの3年弱に渡る活動を時系列に追いつながら、その概要を明らかにしていきたい。

幸村真佐男が多摩美術大学美術学部デザイン科プロダクトデザイン専攻に入学した動機は、「20世紀は自動車の世紀になる」と考え、当初カーデザイナーを目指したことにあった。コンピュータとの出会いは、在学中の1966年に、U.S.トレード・センターで開催された「電子装置・機器展」で、CAD (Computer Aided Design) システムを見学したことに始まる。中でもプロッターのデモンストレーションに大きな衝撃を受け、「手仕事による製図の時代は終わった」との思いを強くした。

また、幸村の2年次に斉藤義重が教授として着任した。斉藤は学科や大学の枠を超えた極めてオープンなゼミを開講し、学生たちも相互に刺激し合い、このゼミからは柏原えつとむ、関根伸夫、菅木志雄、小清水漸など非常に多くの作家が育っていった。幸村もこのゼミに参加し、軸足をプロダクトデザインから現代美術へとシフトしていった。

一方、東京大学大学院機械工学専攻の榎屋治紀は、学部生時代、渡辺茂研究室に所属していた。当時、渡辺研究室では、コンピュータ・アートがCBA (Computer Based Art) と称し、コンピュータによる作曲[1]、人工短歌、CGの研究を行っていた。人工短歌の研究には川野洋も参加していた。また、同研究室にはCTGのメンバーとなる藤野孝爾と丹羽富士男が在籍していた。

幸村と榎屋の接点は1966年に訪れた。幸村は、株式会社藤田組(現:株式会社フジタ)の第6期学生重役に応募し、その面接で榎屋と知り合った[2]。その後、二人は日本IBMの学生論文にそれぞれ応募し、榎屋の論文『コンピュータは可能か』が佳作となり[3]、榎屋はその表彰式で、当時広報担当取締役であった堀口瑞典氏[4]と知り合いになった。当時は大型計算機(メインフレーム)の時代で、国内の稼働台数も極めて少数であった。コンピュータの使用料金は1時間あた

り約100万円、プロッターのそれは約10万円であったが、堀口の取り計らいで社内のコンピュータが自由に使える環境を得て、CG制作が可能となった。以上の経緯を経て、コンピュータの可能性を模索していた工学系と芸術系の複数の学生が集まり、CTGが結成された[5]。

CTGは単なるアーティスト集団と異なり、現在で言うベンチャービジネスを目指して結成された節がある。メンバーは同一デザインの名刺[図1, 2][6]やレターヘッド[図3]を用意し、港区のマンションに事務所も構えていた。作品を画廊に売り込み、グラフィック・デザインの仕事を受けるデザイン事務所的な側面と、コンピュータによる解析を得意分野としたシンクタンク(ダム開発のリサーチなど)の側面を持っていた。これらによる収入の半分は、メンバーの貢献度に応じて分配し、残り半分をCTGの活動費、主に次の作品の制作費に充てていた。CTGの作品は、メンバー全員によるディスカッションを踏まえた上で、担当者を決めて制作した。作品発表時には、ideaやprogramの担当者名を記すこともあった。著作権はCTGのメンバー全員によって現在まで管理されている。

また、CTG(場合によっては学生重役として)は新聞、テレビ等マスコミにもしばしば取り上げられ、また自ら積極的に出演した[7]。

CTGの初期作品は、J.F.ケネディやM.モンローの肖像シリーズと「コンピュータ・ジェネレイテッド・パターン」のシリーズである。複数の実験的制作を経て、翌1967年の夏に2つの発表の機会を得た。

ひとつ目は、日宣美(日本宣伝美術会)公募展[8](1967年8月)に、オフセット印刷によるB1サイズの作品『COMPUTER DESIGN SERIES No.1~3』3点(別に解説パネル1点を含む計4点セットとして)を応募するが、残念ながら入選には至らなかった。

これと前後して、「岩波講座基礎工学全19巻」[9]の外函と22編分、合わせて23点の表紙カットのデザインを行った[図4]。これらはアルゴリズムに生成した数値造形パターンである。制作は3週間という非常にタイトなスケジュールで行われた[10]。なお、この件の著作は(CTGではなく)渡辺茂、榎屋、藤野、幸村の連名となっている。

CTGは、1967年10月9日に多摩美術大学でシンポジウム「電子計算機と芸術」を開催した。パネリストは斉藤義重、渡辺茂、川野洋、泉真也[11]の4名、モデレーターとしてCTGの榎屋と幸村が加わった。シンポジウムのパンフレット[図5]には『CTG マニフェスト』が掲げられている。

◎ CTG マニフェスト

CTGは電子計算機およびその発達した形態の装置を中核とする多様な機械を駆使し、それらを支配して、人間の復権をはかる頭脳行動集団である。われわれ戦後世代は生まれ落ちてから機械文明の中でその人生を模索して来た。この恐るべき機械の時代を機械と全く絶縁して生きることが、それなりにあなどりがたい魅力をもっているが、それは猿への進化であり、われわれの目指す創造的進化とは異質のものである。



図4 岩波講座 基礎工学 全19巻



図5 シンポジウム「電子計算機と芸術」

悪魔の魅力をふりまくコンピュータを飼いならし、これを権力に奉仕する機械としないことこそ、肥大した機械文明の混沌たるジャングルを切り抜く道である。

われわれは機械文明を単純に謳い上げたり呪ったりすることを選ばない。芸術家・科学者・その他の多くのジャンルの創造的な人々との共同作戦によって、人間と機械との関係を冷静に見つめ、人間の生き方を考えてゆく。(1967/04 CTG コンピュータ・テクニク・グループ 槌屋治紀, 幸村真佐男, 山中邦夫, 柿崎純一郎)

グループの結成もしくは本格的な活動開始にあたり、まずマニフェストを掲げるスタイルは、イタリア未来派に代表される20世紀初頭のアヴァンギャルド芸術を思わせる。また、文体は当時の学生運動のアジェーションを模している。

CTGが初めて展覧会で発表したのは「第1回コンピュータ・アート・コンテスト」(大手町サンケイ会館, 1968年4月)であった。このコンテストは、月刊誌「COMPUTOPIA」創刊1周年記念の企画であり、CTGのほかに川野洋, SARASVATI(山田学, 月尾嘉男, 刀根康尚, 菊池進平)などの作品およそ20点が選出された。審査には渡辺茂, 斉藤義重, 杉浦康平らがあたった[12]。

CTGの海外発表にも、斉藤義重が関係している。話は前後するが、槌屋と幸村は斉藤の紹介により、来日中であったICA(Institute of Contemporary Art, ロンドン)のアシスタント・ディレクターであるヤシャ・ライハート(Jasia Reichardt)と東京画廊で会う機会を得た[13]。ライハートは幸村たちが持参した「ケネディ・シリーズ」のCG作品数点を高く評価し、企画中であった展覧会「Cybernetic Serendipity」[図6]に招待することを決めた。同展には、Kennedyシリーズを含む24点のCG作品、『Bit Music」[図7][14]と『Computer Poetry』の計26点を出品した。CG作品は時間の都合上、シルクスクリーン印刷が間に合わず、プロッター出力の原図で発送した。同展は国際的に大きな反響を呼び、メディア・アートの金字塔として美術史を飾ることとなった。

ICAの後、規模を縮小しつつアメリカの2カ所、コークラン・スクール・オブ・アート内のコークラン・ギャラリー・オブ・アート(ワシントンDC)ならびにエクスポラトリウム(サンフランシスコ)を巡回した[15]。

また同年、アメリカのコンピュータ月刊誌「Computers & Automation」が主催する第6回コンピュータ・アート・コンテストに入賞し、同誌(1968年8月号)に掲載された。同コンテストは1963年に始まり、その結果はその年度の8月号に掲載されていた。CTGが入選した1968年が最後のコンテスト開催となったが、その年の入選作には「Cybernetic Serendipity」にも出品した作品が多数含まれた。

こうして1968年は、CTGの作品が欧米でも知られる契機となった。

国内では、CTG唯一のソロ・エキシビションとなった「コンピュータ・アート展 “電子によるメディア変換” media transfer through the electronics」(東京画廊, 9月5日～21日)を開催した。この展覧会では、

「Cybernetic Serendipity」出品作のシルクスクリーン版を含む複数のCG作品と共に、タブローの自動作成を目指した装置、『APM(Automatic Painting Machine)No.1』を発表した。なお、会期中にはイサム・ノグチ、新國誠一等が訪れたほか、ヤシャ・ライハートも来日し稼働中の『APM No.1』を観ている。[16]

CTG最終年の発表は「国際サイテックアート展 “エレクトロマジカ'69”」(ソニービル, 1969年4月26日～5月25日)で幕を開けた。この展覧会には、CTG, 山口勝弘, 宇佐見圭司, 高橋士郎, ニコラ・シェフェール(Nicolas Schöffer)などが出品し、国内初となる大規模なメディア・アート展となった。

CTGはこの展覧会で、複数のCG作品のほか、2点の立体作品『Thermo Field』と『Plotting Field』を発表した。当初CTGは『APM No.2』とも言うべき『TPM(Thermo Painting Machine)』を構想した。『TPM』は、一辺2mのキューブから成る作品であった。『APM No.1』のアクリル絵具とキャンバスの代わりに、(市販されて間もない)熱に応じて色彩の変化する塗料「サーモ・ペイント」で、キューブ内壁(正面, 2つの側面と上面の4面)を塗装し、ヒーターの制御により絵画を表出させる計画だった。しかし、実現できたのはヘアードライヤーの熱で変色させる段階に止まり、自動描画マシンには至らなかった。この暫定的な作品は『Thermo Field』として展示された。

もうひとつの作品『Plotting Field』は、カルコンプ社のプロッターを会場に持ち込み、アルファベットや記号の数十個のシンボル・コードで構成したケネディ像を、リアルタイムで次々とドローイング(プロットイング)させた作品である。

同年には「第6回バリ青年ビエンナーレ」展に参加した。同展のコミッショナーは東野芳明が務め、日本からの他の出品作家は関根伸夫, 横尾忠則, 中平卓馬の3名であった。CTGは平面作品『Computer graphics No.1 Monroe』『Computer graphics No.2 Kennedy and Monroe』『Computer graphics No.3 Multi Shots Kennedy』ならびにグラフィック・ディスプレイ(IBM 2250)の管面撮影によるCGアニメーション『Computer Movie No.1』(16mmフィルム)[図8]を出品した。

およそ3年間に及ぶCTGの活動は、各自がコンピュータの社会的活路を見出す方向に帰結し、1969年10月1日、CTGは発展的に「解体[17]」した。これはコンピュータ発達の歴史、すなわちやがて訪れるメインフレームからミニコン、さらにはパーソナル・コンピュータへの移行とも同調する流れとなった。

なお、CTGの公的な解体後も2つのイベントが行われた。まず、ドイツで開催された「Computer-Kunst On the Eve of Tomorrow」展(der Aegidienkirche, 1969年10月19日～11月12日)に「Cybernetic Serendipity」に出品した作品のシルクスクリーン版18点ならびに『Computer Movie No.2』『Computer + Something』の計20点を出品した[18]。イギリスとドイツの展覧会を経て、CTGの作品は初期コンピュータ・アートのメルクマールとして、その後出版される複数の書籍に登場することになった。

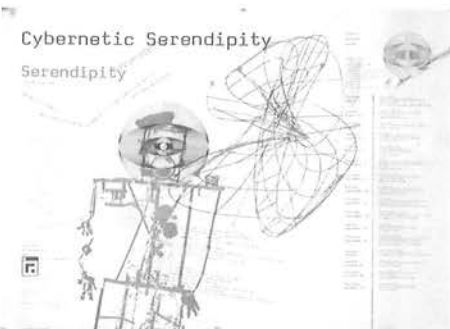


図6 「Cybernetic Serendipity」ポスター

Cybernetic Serendipity Music

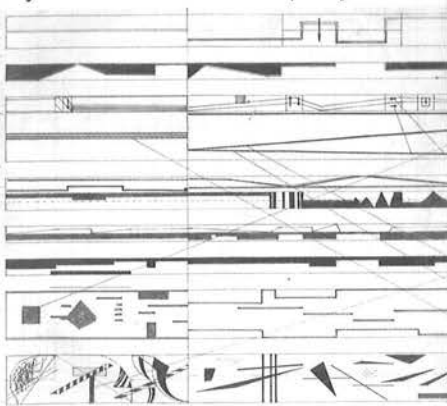


図7 『Bit Music』収録LP

『Cybernetic Serendipity Music』



図8 『Computer Movie No.1』が記録された
16mm フィルム



図9 「eve of mass computation — コンピュータによる映像の可能性をさぐる」DM 版下

CTG 解体イベントとして開催されたのが「eve of mass computation — コンピュータによる映像の可能性をさぐる — コンピュータ・フィルムを集めて」(岩波ホール、1970年1月22日)である[図9]。ジョン・ホイットニー(John H. Whitney)『EXPERIMENTS IN MOTION GRAPHICS ……』、スタン・ヴァンダービーク(Stan Vanderbeek)『Poem Field』や、CTGの『Computer Movie No.2』『Computer +Something』を始めとする国内外のCGアニメーション作品の上映と、山田学、吉積健、飯村隆彦らをパネリストにシンポジウムを開催した。

植屋は、CTG解体宣言とも言うべき『さよなら、コンピュータ・アート』を、このシンポジウムのパンフレットに掲載した。

わたしの想いは、どこにあるのかといえば、芸術が人間にとって、どんな意味を持ち、それが社会的にどんなふうに変現されていくのかを、見きめておきたいというのが、第一であり、コンピュータ・アートは、そういう意味で、テクノロジー全体についての大きな問いかけをすれば、叛乱なのである。…中略… いまや、コンピュータ・アートは、エンジニアとアーティストの新しい関係を描いているのであり、私にとっては過去のものとなった。

こうして、CTGとしての活動に、名実共に終止符が打たれた[19]。

ポスト・スクリプト

アヴァンギャルドには、その先鋭性を維持できる期限が必ずついて廻る。先端が潮流となった時点では、もはやアヴァンギャルドたり得ないからである。故にCTGのおよそ3年間という活動期間は予め運命づけられていたのかも知れない。

当然のことながら、コンピュータ・アート黎明期の作家たちは、情報の符号化、アルゴリズムの開発、そしてプログラムのコーディングを自らしなければならなかった(もちろん、そのプロセスが古くなったわけではない、今日でもそのスタイルの作家は存在する)。この点は、同世代の作家に共通であり、CTGの特異性にはあたらない。CTGの特異性のひとつは、『APM No.1』に代表されるように自ら「メディア」を創ろうとした点にある。

既にフォト・クオリティの印刷が、民生機のインクジェット・プリンタで可能な今日、その原理モデルを創ろうとするエンジニアはいないし、同様に作品として作ろうとする作家もいないであろう。幸村らはコンピュータに“自動絵画装置”の実現可能性を見出し、植屋を初めとするエンジニアたちはその美術的な意図を理解し共有した上で、未だ存在しないフルカラー・プリンタの開発を目指した。

このような芸術系と工学系の学生たちが集ったCTGの活動は、コラボレーションと位置づけられるだろう。他方、芸術家とエンジニアのコラボレーションが、単なる役割分担——芸術家がコンセプトを担当し、エンジニアはそれを実現するテクノロジーを提供する一方通行であり、単発的には成功する場合もある——であるこ

とも多い。現在では大学や学部の名称に、芸術工学や芸術工科を掲げるものが複数あり、芸術と工学の融合は教育理念の一つにさえなっている。CTGはコンピュータを「メディアを統合するメディア[20]」と捉えていたが、芸術と工学を統合するメディアともなった。エンジニアとアーティストのコラボレーションの先駆として知られるのがEAT(Experiments in Art and Technology)であり、2003年に国内でも回顧展が開催されるなどアートシーンにおいて再評価の機運もある[21]。しかし、ヤシャ・ライハートは、フリー・ジャーナリスト時代にEATを取材し、厳しい批評をしていた[22]。そのライハートが、CTGを真のコラボレーションと評している。CTGの特異点の2つ目は、此处にある。

CTGは芸術家と技術者のコラボレーションではありません。彼らは芸術家と技術者の両方なのです。それが(EATとの)違いです。[23]

多くのメディアの登場期がそうであったように、コンピュータに何ができるかという社会的論争の時期に、CTGは早期からコンピュータを(単なる道具や装置ではなく)「メディア」として捉える視点を備えていた。CTGは国内外にその作品と活動を通じて、コンピュータがアートのメディアにもなり得ることや、単なる科学技術計算以外の全く異なる分野にも有用であり、やがて「メディアを統合するメディア」になる潜在能力を持つことを示唆したのである。

最後に、CTG「解体」以降、現在までコンピュータ・アート(メディア・アート)を専門とするのは、幸村唯一人である。その幸村の作品について、CTG時代とその「解体」以降の作品コンセプトは、CTG「解体」を境に「ランダム」と「リストアップ」の二つに大別できる。

CTG時代の作品は、創造過程のひらめき(インスピレーション)をコンピュータによる乱数(ランダム性)に置換し、膨大な順列組み合わせの全作品空間をあらゆる方向から探索する方法、つまりセレンディピティ的な遭遇や発見を期待する考え方であった。

一方、CTG以降は、網羅的なリストアップの考え方にシフトした。これはボルヘスの『パベルの図書館』的でもあり、『ホール・アース・カタログ』[24]的な発想でもある。その発端となった、JIS第1,2水準の全てのかな漢字の順列組合せを出力した『非語辞典』(1982年～2006年)、そして現在進行形のプロジェクトである、SVGA解像度画面のピクセルごとにフルカラー(2²⁴ = 16,777,216色)の順列組合せを配置する『全画像カタログ』(2006年～)まで、そのスタンスは続いている。『APM No.1』の「座標言語」に対応させた様々な事象(光や音ならびに人間の行動)を、予め符号化され、かつ有限である文字やピクセル(デジタル・データ)に置き換えたことで、幸村は宇宙の全集合をコンピュータを通じてカタログ化する作業に没頭している。幸村自身にしてみれば、かつてのメインフレームの何百倍も高性能な現在のパーソナル・コンピュータを、嬉々として飼いつづけているのである。

[1] 山梨県立北富士工業高校の校歌などの作例がある。

[2] 学生重役は公募制であったが、定員 10 名（応募者は 1,000 名を超えていた）のうち 2,3 名が留任した。榎屋氏は第 5, 6, 7 期の学生重役であり、幸村を始めとする第 6 期応募者を面接審査する立場でもあった。幸村は続く第 7, 8 期も学生重役を務めた。第 6 期の学生重役には、CTG メンバーとなる山中邦夫も選出され、さらに第 8 期では大竹誠が選出された。

[3] この折、後に CTG に参加する長谷川武も論文『コンピュータピアは学習するか、また、思考するか?』が入選し、榎屋と知り合うことになった。

[4] 堀口大学の弟であり、芸術に対する深い造詣を持っていた。

[5] CTG が 10 名となった 1968 年当時の所属は以下の通り。山中邦夫（東京大学大学院修士課程機械工学科修了、日立製作所勤務）、柿崎純一郎（電気通信大学卒業、JBA（日本ビジネスオートメーション（現：東芝情報システム株式会社）勤務）、藤野孝爾（東京大学工学系大学院機械工学科修了、三菱重工（現：三菱自動車工業）株式会社勤務）、丹羽富士男（東京大学工学系大学院機械工学科）、長谷川武（京都大学大学院修士課程哲学科心理学専攻修了、河出書房（現：河出書房新社）勤務）、大竹誠（武蔵野美術大学建築デザイン科）、岩下繁昭（武蔵工業大学大学院）、佐々木三知夫（早稲田大学商学部）

[6] 名刺のデザインには 2 種類あり、メンバーが 8 名から 10 名に増えた段階でデザインも更新した。

[7] 例えば、幸村と榎屋は NHK 教育番組の出演を初め、浜野安弘らと共に「ヤング 720」（TBS）の準レギュラーも努めた、また、『APM No.1』は東京画廊の展覧会の後、「小川宏ショー」（フジテレビ）でも実演した。

[8] 1953 年から公募部門を設立し、新人デザイナーの登竜門となっていた。

[9] 刊行は、1967 年 11 月～1971 年 11 月の 4 年に渡った。

[10] 渡辺茂『このたびのデザインについて』「岩波講座基礎工学月報 No.2」（岩波書店、1968 年 1 月）

[11] 翌年、泉は CTG の事務所取材している。泉真也『訪問 CTG—コンピュータ・ゲリラのモサたち—』美術手帳 11 月号、p.140—148（美術出版社、1968 年）

[12] 「日本初のコンピューター・コンテスト開く」美術手帳 5 月号、p.46—47（美術出版社、1968 年）

[13] ライハートと榎屋。幸村が最初に出会った時期には、3 者の記憶に若干の相違があるが、この時期、ライハートは「第 9 回日本国際美術展」（1967 年）の国際審査員や、「現代日本美術展—蛍光の菊（Fluorescent Chrysanthemums）」（ICA、1969 年）の準備のため、複数回来日している。

[14] 『Bit Music (excerpt)』2 分 3/8（榎屋治紀 1967-68 年）。LP「Cybernetic Serendipity Music」の SIDE 2 の 2 曲目に収録。CG 作品『The Individualization Age』のデータ（プロッター出力用）を記録した磁気テープを、オープンリール・テープ・レコーダーで再生し、録音した作品。同磁気テープを 1/2 の幅で切断し、L/R チャンネルの音源に割り当ててステレオ作品とした。曲の冒頭には、榎屋によるナレーションが入っている。

[15] 「Cybernetic Serendipity」については、巡回展も

含めて以下に詳しい。森岡祥倫『サイバネティック・セレンディピティ—システムの時代と芸術の未来』「ポスト・デジグラフィ」展会場配付資料（東京都写真美術館、2006 年）

[16] 中京大学におけるインタビュー（2006 年 3 月 7 日）

[17] 解散ではなく「解体」としたのは、当時の世相（全共闘）を物語っている。

[18] さらに Motif Edition 社（ロンドン）が「Cybernetic Serendipity」出品作（6 作家、7 作品）の複製（リトグラフ）を展示したが、この中には CTG の『Running Cola is Africa I』『Return to a Square(a)』2 点が含まれていた。

[19] ただし元メンバーの交流は現在まで続き、プロジェクト単位で幾人かの元メンバーが集めることがある。毎年正月には筑波山麓の別荘（山中郎）で年次報告を兼ねた新年会を催している。また、榎屋を中心に元メンバーを含むヨット・コミッティを結成し、最近までヨットを所有していた。

[20] 幸村真佐男『芸術とコンピュータコンピュータ・メディア・観念』「COMPUTOPIA」7 月臨時増刊号コンピュータ・サイエンス特集 Vol.3 No.29, p.84—88（コンピュータ・エージ社、1969 年）

[21] 「E.A.T.—芸術と技術の実験」展（NTT インターコミュニケーション・センター、2003 年 4 月 11 日—6 月 29 日）

[22] ヤシヤ・ライハート（堀田よし子訳）『ルポルター・ジュアメリカに見るグラフィックとエンジニアリングについて』美術手帳 5 月号増刊、p.194—197（美術出版社、1969 年）

[23] 前掲インタビュー（2006 年 3 月 7 日）

[24] Whole Earth Catalog (16th Edition), Penguin Books, 1975

コンピュータ／言語／研究の動向 原則として公開／稼動／発表した年	コンピュータアート関連 展覧会，“作品”，「論文」，『著作』	カタログ掲載作品
-------------------------------------	-----------------------------------	----------

～ 1950

1897	オシロスコープの発明（独 カール・ブラウン）	
1931	G.Birkoff（米）『A mathematical approach to Aesthetics』	
1933	G.Birkoff（米）『Aesthetic Measure』, Harvard Univ. Press	
1936	C.Shannon（米 MIT）：ブール論理式の電子回路への応用についてのエッセイ	
1936	A.Turing（英 ケンブリッジ大）「On Computable Numbers」	
1936	ZUSE Z-1（独 最初の二進法コンピュータ）	
1938	ZUSE Z-2（独 入出力用孔空きフィルム）	
1939	ABC（Atanasoff-Berry Computer，アイオワ州立大）プロトタイプ	
1941	ZUSE Z-3（独 最初の電子式デジタルコンピュータ）	
1942	Ultra（英 チューリングら）	
1943	Colossus I（英 チューリングら，全電子式コンピュータ）	
1949	ZUSE Z-4（独）	
1944	Mark I（米 IBM/ハーバード大）	
1945	J.von Neumann：プログラム内蔵型コンピュータの概念	
1946	トリガ型オシロスコープ（米 後のテクトロニクス社）	
1946	ENIAC（米 ペンシルベニア大）	
1948	C.Shannon（米 MIT）「A Mathematical Theory of Communication」, Univ of Illinois press	
1948	Manchester Mark I（英 マンチェスター大，最初のコード記憶型コンピュータ）	
1948	N.Wiener（米）『Cybernetics（サイバネティクス：動物と機械における制御と通信の科学）』（MIT Press）	
1949	EDSAC（英 ケンブリッジ大，コード記憶）	
1949	M.Bill「コンテンポラリーアートへの数学的アプローチ」, Das Werk Nr.3, Winthertur	
1950	チューリングマシン（英 A. チューリング）	

1951

Ferranti Mark I（英），UNIVAC I（米），
Whirlwind プロトタイプ（米 MIT）
ビデオターミナル実験（米 MIT）

1952

EDVAC（米），Illiacc I（米 イリノイ大）	・ B.Laposky（米）“Oscillons”
リレー計算機 MARK I プロトタイプ（電気試験所）	

1953

IBM 701，Whirlwind（米 MIT）	・ H.W. フランケ（独）“Lichtformen”
--------------------------	-----------------------------

1954

FORTRAN（構想，J.Backus）

1955

Tradic（米 ベル電話会社，
初のトランジスタコンピュータ）

1956

ER56（SEL）	H.W. フランケ “Elektronische Grafiken”
FUJIC（富士写真フィルム，日本初のコンピュータ）	
ETL MARK III（電気試験所）	
人工知能に関する会議（米 ダートマス大）	

1957		
パラメトロンコンピュータ（電気通信研） FORTRAN, ALGOL 人工知能（AI）学科（米 MIT） M.Bense 『Aesthetische Information』, Agis	・ L.Hiller & L.Isaacson（米）“イリアック組曲（弦楽四重奏 No4）” ・ H.W. フランケ 『Kunst und Konstruktion』, Bruckmann Verlag, München	
1958		
ZUSE Z22 CalComp 565 ドラムプロッター	・ L.Hiller & L.Isaacson 「Musical composition with a high-speed digital computer」 ・ A.Moles 「théorie de l' information et perception esthetique」	
1959		
Siemens 2002 LISP プロトタイプ, COBOL	・ Experimentale Ästhetik 展（ウィーン） ・ L.Hiller 『Experimental Music: Composition with an Electronic Computer』	
1960		
DEC PDP-1 ALGOL-60	・ K.Alsleben（独） アナログコンピュータ+プロッタ作品	
1961		
APL, LISP		
1962		
PL/I コンピュータサイエンス学科（米 スタンフォード大, バデュー大）	・ K.Alsleben 『Ästhetische Redundanz』	
1963		
I.E.Sutherland（米）「Sketchpad」 科学アニメーション： ボーイング社 “Vibration of an Aircraft” E.Zajac “Two-Gyro Gravity-Gradient attitude Control System”	・ I.Xenakis 『Formalized Music』 (in French) ・ 第一回コンピュータグラフィックス コンペ（米 Computers and Automation 誌） ・ L.A.Hiller & R.A.Baker “Computer Cantata”	川野 洋 “Patterns of Flow”
1964		
GM DAC/1, IBM360, IBM2250, CDC 6600 BASIC W.A. Fetter 「Computer Graphics」	・ S.VanderBeek & K.Knowlton（米）“Poem Field” ・ G. ネース 「Statistische Grafik」 ・ G. ネース 「Variationen von Figuren in der Statistischen Grafik」	G. ネース “8-Ecke”, “23-Ecke” M. バルバディージョ “モジュールとモジュールの要素” 川野 洋 “マルコフ・チェイン図形”
1965		
DEC PDP-8 T.Nelson：ハイパーテキストの概念 M.Bense 『Ästhetica. Einführung in die neue Ästhetik』 N.Chomsky 『Aspects of the Theory of Syntax』	・ Generative Computergrafik 展（2.5-19, G. ネース）シュトゥットガルト工科大学 ・ M.Bense “Projekte generativer Ästhetik”（rot19） ・ G. ネース “Computer Grafik”（rot19） ・ Computer-generated pictures 展（4.6-24, A.M.Noll, B.Julesz）, ハワード・ワイズ画廊, ニューヨーク ・ Between Poetry and Painting 展 ロンドン ICA ・ コンピュータアート展（11.5-26, G. ネース, F. ナーケ）, ヴェンデリン・ニードリヒ画廊, シュトゥットガルト ・ Computer Conference（11.30-12.2, M.S.Mason, B.Julesz, A.M.Noll）, ラスベガス	G. ネース “Bild シリーズ”（～1968）, “Curls”（～1968）, “Schotter”（～1968）, “Heap of the Game Mikado”（～1968） F. ナーケ “Random Polygon 13/9/65 Nr.7”, “Random bundles of lines 12/7/65 Nr.2”, “Hommage to Paul Klee”, “正方形と二種類の三角形のフィールド”, “直線群と平行線の長方形” A.M. ノル “Ninety computer-generated sinusoids with linearly increasing period”（～1968）, “Computer composition with lines”

1966

ELIZA (米 MIT)

- ・電子計算機を使ったドローイング、サウンド、テキストの制作展 (1.15-2.15)
- ・造形芸術と工業デザインにおけるプログラミング展 (11.11), (M.Bense, A.Moles, R.Hartwig, K.Alsleben, F.Nake, G.Nees)
- ・ars intermedia 設立, ウィーン
- ・CTG (Computer Technique Group) 結成 (日本)
- ・C.Csuri "Hummingbirds", "Sine Curve Man"

川野 洋 "Series of Pattern: Flow"

1967

LOGO

- ・CTG マニフェスト
- ・E.A.T. (Experiments in Art and Technology) NY
- ・Computergrafik 展, Galerie im Hause Behr, シュトゥットガルト
- ・Computergrafik 展, Studio f, ウルム
- ・Art and Technology 展 (～1971), ロサンゼルス郡美術館
- ・J.Morris (米)
"How to write Poems with a Computer"
- ・山田学, 月尾嘉男 "風雅の技法"
- ・L.Harmon & K.Knowlton (米) "Nude"
- ・A.M. ノル
"The digital computer as a creative medium"
- ・Konstruktive Tendenzen aus der Tschechoslowakei 展 (11.3-12.15), Studio Galerie, フランクフルト

F. ナーケ "Matrix multiplication Nr.29"
川野 洋 "Artificial Mondrian"

1968

ARDS (ストレージディスプレイ)

ARPA Network (米 UCLA, UCSB, SRI, ユタ大)

C.Csuri & J.Schaffer "Art. computers and mathematics"

Leonardo 誌

- ・国際 Computerart 展 (2月), チェコ プルノ美術館
- ・第一回日本コンピュータ・アート・コンテスト (3.26-), 東京 サンケイビル
- ・CAS (Computer Arts Society) 設立 (英)
- ・川野洋 "コンピュータによるデザイン・シミュレーションの思想と方法"
- ・Cybernetic Serendipity 展, ロンドン ICA
- ・"New Tendencies 4" ザグレブ (クロアチア), 1968年8月-1969年8月
シンポジウムと展覧会 "Computers and Visual Research" (8.3-4)
- ・CTG 作品展 (9.5-21), 東京画廊
- ・CBA (Computer Based Art) 研設立, 東大 渡辺茂研究室
- ・シンポジウム "電子計算機と芸術" (10月9日, 齊藤義重, 渡辺武, 川野洋, 泉真也), 多摩美術大学
- ・The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age 展 (11.25-1969.2.9), NY MOMA
- ・E.A.T. "Some more beginnings" 展 (11.26-1969.1.5), ブルックリン美術館 (米)

F. ナーケ "Matrix multiplication Nr.34",
"Generative aesthetics I Nr.6-22"
V. モルナール "Interruptions" (～1969)
M. バルバディエージョ "KANEXA" (～1979),
"ARAINA" (～1979)
CTG "Kennedy in a dog", "Running Cola is Africa!",
"Deformation of Sharaku", "Deformation of Kennedy", "Return to a square(b)", "Monroe in the net", "Random flower", "March of polygons",
"Miracle stones", "Optical effect of inequality"

1969

M.Bense『情報美学入門』 (草深幸司訳 1997 勁草書房)	・“New Tendencies 4” ザグレブ, 展覧会 “Tendencije 4” と “Computers and Visual Research” (5.5-8.30) ・EVENT ONE 展 (3.29-30. CAS主催), RCA, ロンドン ・G. ネース博士論文 “Generative Computergraphik” ・エレクトロマジカ'69 展 (銀座ソニービル) ・Computerkunst - on the eve of Tomorrow 展 (10.19-11.12), Kubus Gallery, ハノーファー	H.W. フランケ “KAES” F. ナーケ “Chaos-gestalt-strukture Napoleon 69” M. バルバディージョ “4 つの基本要素を結合した作品” (～1979), “モジュールの結合” (～1979) 川野 洋 “Simulated Color Mosaic”, “情報レリーフ”
--------------------------------------	---	--

1970

PROLOG, Pascal, Unix ゼロックス パロアルト研究所 (PARC), IRCAM (パリ) CG70 (英 ブルネル大, 4.14-16)	・G. ネース NC (数値制御) マシンによる立体作品 ・G. ネース 「A graphical simulation and animation system for NC usage」 ・川野 洋 コンピュータアート展 (10.5-14), 東京 プラザ ディック ・川野 洋・下村千早「コンピュータ・アート」 ・Software: Information Technology: It's New Meaning of Art 展, NY ユダヤ美術館 ・ヴェニス・ビエンナーレにコンピュータアートが参加 (F. ナーケ, G. ネースら)	G. ネース “Corridor”, “Relief red”, “Relief black” H.W. フランケ “Quadrate”, “DRAKULA” (～1971) 下村千早 “実験作品 3-12 (拡散 / 集中)” (～1973), “実験作品 3-12 (ネガポジ演算)” (～1973), “作品” シリーズ (～1975) CTG “Kennedy in the net (～1975)”
--	---	---

1971

i4004 (米 インテル, 初の MPU)	・シンポジウム「Art and Computer」(6.26-27, A.Moles, H.W.Franke, F.Molner, 川野 洋, M.Mestrovic, V.Bonacic ら), ザグレブ現代アートギャラリー ・M. モール個展 (5.11-6.6), パリ現代美術館 ・H.W. フランケ『Computer Graphics - Computer Art』 ・F. ナーケ「There should be no computer art」PAGE18 号 ・I.Xenakis『Formalized Music』(English)	E. ザジェック “T.V.C 立体: 主題と変様” シリーズ V. モルナール “Inclinasons” 川野 洋 “Red Tree” M. モール “プログラム 35”
------------------------	---	---

1972

C, Smalltalk N.Max トボロジー映像プロジェクト (～1976)	・ポートフォリオ「Ars ex Machina」(Gilles Gheerbrandt 編 Barbadillo, 川野, Knowlton, Mohr, Nake, Nees)	M. バルバディージョ “基本モジュールを用いた作品”
---	---	-----------------------------

1973

Xerox Alto	・Tendencije 5 展, ザグレブ ・第一回コンピュータ・アート展, 銀座ソニービル(10.7-21)	出原栄一 “樹木” (～1983) M. モール “キュービック・リミット” (～1977)
------------	--	---

1974

T.Nelson『Computer Lib / Dream Machines』 第一回 ACM/SIGGRAPH (米)	・第二回 コンピュータ・アート展, 銀座ソニービル ・第一回 ICMC (International Computer Music Conference), ミシガン州立大	V. モルナール “Ordres”, “Trapezium” 川野 洋 “図形生成文法 PDL によるシーン生成”
---	---	--

1975

Altair 8800 (最初のパソコン), Sphere I JPL グラフィックス研究所 (米) microcomputer BASIC (マイクロソフト) BYTE 誌 (米)	・第三回 コンピュータ・アート展, 銀座ソニービル (10.1-12) ・J.H.Whitney & L.Cuba “アラベスク”	V. モルナール “Hypertransformations” (～1976) M. モール “キュービック・リミット” (～1975)
--	--	---

1976

CRAY-1, Apple I 映画『Futureworld』(メジャー映画初の CGI)	・R.Leavitt 編『Artist and Computer』	H. コーエン “初期の AARON の非具象作品”
--	---	----------------------------

1977

Apple II, TRS-80
CP/M
L.Cuba "Star Wars"

M. モール "プログラム 50"

1978

MB-6880 (日立), MZ-80 (シャープ)
VAX-11/780 (DEC)
JPL "Voyager 1"

・ R.Voss (米) "Fractal landscape"
・ F.Malina 編『VISUAL ART, MATHEMATICS AND COMPUTERS』

1979

TI-99/4 (カラーモニター), PC-8001 (NEC)
D.R.Hofstadter 『ゲーデル・エッシャー・バッハ』
第一回 Eurographics (10.25-27), ポローニャ

・ Ars Electronica, オーストリア リンツ
・ E.Emshwiller, A.Smith ら "Sunstone" (米 NYIT)

H.W. フランケ "DIBIAS" シリーズ (～ 1991)
M. バルバディージョ "RONA" (～ 1984),
"CARIONA" (～ 1984)

1980

VIC1001 (日本コモドール), ZX80 (英 シンクレア)
JPL "Cosmos", N.Max "Ethidium with DNA"

・ J.H.Whitney 『Digital Harmony』

出原栄一 "樹形"
草深幸司 "Escher of Escher", "無題"

1981

FM-8 (富士通), IBM-PC, IBM3081,
富士通 M380, 日立 M280, NEC ACOS1000,
E&S PS300

・ 第一回 Small Computers in the Arts シンポジウム,
フィラデルフィア
・ YLEM: Artists Using Science and Technology (米)

1982

PC-9801 (NEC), Sun-1, FACOM VP-100, Cray X-MP
第五世代コンピュータ研究 (～ 1991)
第一回 NICOGRAPH

・ IMAGINA (モナコ)
・ この年から SIGGRAPH アートショウがカタログを発行
・ A.Norton (米) "Quaternion fractals"

1983

HP-150 (タッチスクリーン)
UNIX System V (AT&T), MODULA-2
NHK NC9 オープニングタイトル

・ ELECTRA '83 (パリ)
・ H. コーエン AARON 作品展, ロンドンテートギャラリー
・ H.Dehlinger (独) "Cube" シリーズ
・ コンピュータ・グラフィックス展 (東京 伊勢丹美術館)

V. モルナール "Transformation in blue" (アクリル)

1984

DG/One (ラップトップ), マッキントッシュ, IBM AT
GNU プロジェクト

H. コーエン "ドローイング"

1985

Amiga 1000, SX-2 (NEC)
つくば科学博

・ Emerging Expression ビエンナーレ,
ブロンクス美術館

1986

NEWS (ソニー)
Windows 1.0

・ 川野 洋「コンピュータ・グラフィックスの美学」,
画像技術情報 86/7
・ SIGGRAPH アートショウ (回顧特集)
・ 第一回 Computerkunst, ドイツ グラドベック

H. コーエン "DEC のための壁画"

1987

・ faf (fineart forum) 発足
・ 日本の C・G アート展, O美術館 (6.26-7.29)
・ 第一回 Prix Ars Electronica, オーストリア リンツ
・ Computers and Art 展, エヴァーソン美術館 (米)

1988

NeXT	・ 第一回電子芸術シンポジウム (FISEA), ユトレヒト ・ Computers and Art 展, IBM ギャラリー, ニューヨーク ・ the Art & Computers 展 (9 月), 英 ミドルスブラ ・ D.Em『The Art of David Em: 100 Computer Paintings』 ・ ASCI (Art & Science Collaboration, Inc.) 設立, N.Y. ・ Open Studio/WRO (WRO Art Center) 設立, ブロツワフ
------	--

1989

東芝 Dynabook (ノート型パソコン) DEC Station3100 (RISC), Sun SPARCstation ,	・ 第一回 ARTEC ビエンナーレ, 名古屋 (-1997) ・ 川野 洋「コンピュータアートの可能性」, Computer Today 11 月号	V. モルナール “Squares” (～1991), “Hommage to Dürer” シリーズ (～2004) R. ヴェロスコ “Gaia” シリーズ (～2003)
--	---	--

1990

IBM RS/6000 , Amiga 3000 Windows 3.0 , DOS/V	・ ISEA (Inter Society for the Electronic Arts) 設立 (6 月, オランダ)	R. ヴェロスコ “Derivation of the Laws”
---	---	-----------------------------------

1991 ～

1991 Linux v0.02 1991 Windows 3.0 (日本語) 1993 Mosaic ブラウザ 1994 Netscape ブラウザ 1995 JAVA, Windows 95 1999 i モード 2000 i アプリ 2001 Mac OS X, Windows XP 2003 PowerMac G5 2003 Processing プロトタイプ 2006 Intel Mac 2007 Windows Vista	・ 1992 M.Emmer 編「Visual Mathematics」, Leonardo 25.3/4 ・ 1993 Montage'93 パネル, 「Future of Computer Graphics」(W.van der Plas , H.W.Franke , M.Girard , Y.Abe), NY 州ロチェスター ・ 1993 第一回 New York Digital Salon 展 (12.6-17), アートディレクターズクラブ, NYC ・ 1994 M.Sperka「The Origins of Computer Graphics in the Czech and Slovak Republics」, Leonardo 27.1 ・ 1994 Xerox PARC Algorithmic Art Show (7.8-8.31), パロアルト ・ 1994 ISEA94 パネル「Algorithm and the Artist」 (R.Verostko, P.Beyls, B.Evans, S.Bells), ヘルシンキ ・ 1994 EMF (Electronic Music Foundation) 設立 (米) ・ 1995 第一回 CADE (Computers in Art & Design Education), ブライトン大学 (英) ・ 1998 第一回 Generative Art シンポジウム, ミラノ工科大学 ・ 1998 J.Lansdown 「Why Not More Algorithmic Art?」, Leonardo 31.4 ・ 2000 第一回 Pixelpoint - Digital Art Festival , スロベニア ・ 2001 ジョン前田「Design by Numbers」	1991 M. モール “レーザーグリーフ”, V.モルナール “Four Squares” / 1992 W. キーヴス “精神的人間と技術”, H. コーエン “AARON と装飾パネル” / 1995 H. コーエン “AARON 自動彩色” / 1997 H. コーエン “母と娘”, M. モール “半平面”, 阿部好志 “Flow” (～1999) / 1998 阿部好志 “STOCHASTICA” (1993 ～2006) / 1999 W. キーヴス “論理の周辺”, 阿部好志 “C” (～2006) / 2000 E. ロート “Fedem 1-0-0” / 2001 W. キーヴス “Logo Poeia”, W. キーヴス “目印の付けられたメタ ファー”, W. キーヴス “Technopaignia”, V.モルナール “meander-fractions” / 2002 H. コーエン “DP” シリー ズ (～2005), 阿部好志 “NAK” (～2004) / 2003 M. モール “スペース・カラー・モーション (～2005)” E. ロート “Rechter Winkel 1-0-0 IIV”, E. ロート “Zwillinge 2-0-0”, 岩越敦彦 “ストレンジ・ストライプ” シリーズ (～2006), 岩越敦彦 “タギング・ジェネレーター” シ リーズ (～2006) / 2004 E. ロート “Elektronen-Verband 1-2-1 V”, E. ロート “Helix 11neu”, R. ヴェロスコ “Pearl Park Scripture” シリーズ (～2005) / 2005 E. シュテ ラー “Vera Molnar に捧げた作品”, E. シュテラー “2 つ の基本周波数からなるリサーチ図形の諸断片”, E. シュ テラー “フーリエ級数曲線によるリサーチ図形の変 形”, 草深幸司 “New Form” シリーズ (～2006), 岩越 敦彦 “ネオ・キュビズム” シリーズ (～2006) / 2006 E. ロート “Kurve 1-0-4”, 久保田晃弘 “3121:137:4817[(1 ×1) .4096->(1654×1978)]” 他
--	--	--

参考資料：SIGGRAPH86 ARTSHOW CATALOG, ACM, 1986
Electronic Art, Leonardo, ISAST, 1988
Chronology of Science & Discovery, Isaac Asimov, 1989
Bilder nach Programm, Herbert W. Franke, 1989
Computer, IEEE Computer Society, Oct 1996
Computer Graphics World, Pennwell, 1983-2002

ゲオルク・ネース

Georg Nees

1926年ニュルンベルクに生まれる。1946年から1951年までエアランゲン大学で数学と物理学を学び、数学でディプロームを取得。1951年からシーメンス社に在職して高圧送電技術などを研究。1959年にSiemens 2002を使ってプログラミングを習得した。1964年に同僚から入手した「サイバネティクスと精神科学 (GrKG)」誌でマックス・ベンゼ教授の論文を読み、このことがきっかけとなって後にベンゼの学生となる。同じ1964年には、会社の計算センターがZUSE Graphomat 作図機を導入し、同機でのカッターパスのシミュレーションを考えていたネースには願ってもない機会が訪れる。この時にNCマシンに興味をもち、同時にアブストラクト画像の制作に対する強い衝動にかられた。1964年に最初のコンピュータグラフィックス作品をアルゴリズムとともにGrKG誌に発表。翌年2月にはシュトゥットガルト大学のギャラリーで世界初のコンピュータグラフィックス展覧会を開催。1970年には彫刻作品を制作するが、NCマシンの処理速度と計算コストのために2点しか作らなかった。1970年にはCRT表示装置のあったSiemens 2002を利用して9分間の映像作品「Spuren von Bedeutung (意味の軌跡)」も制作している。

1965年から1969年にかけては、本来の研究とは別に、シュトゥットガルト大学とエアランゲン大学で哲学を学ぶ。1969年夏に“Generative Computergraphik”で博士号を取得してから、エアランゲン大学でグラフィックスを教え、1977年から同大学の客員教授（応用情報学）。1964年以来多数の論文を発表、作品も1965年から世界各地で展示されている。最近ではカールスルーエのZKMやブレーメンの美術館で回顧展を開催した。大学と会社のかけもち時期には作品制作から離れたが、1985年にシーメンスを退社して制作活動を再開した。

ヘルベルト・W・フランケ

Herbert W. Franke

1927年ウィーン生まれ。糸を張って形を作る遊びを発明したり、ウィーンの美しいフォルムの彫像をカメラで撮ったりと、創造力と好奇心にあふれた少年は、ウィーン大学で物理、数学、化学、心理学、哲学を学び、1950

年に物理で博士号を取得する。博士論文のテーマは電子顕微鏡の基礎研究だったが、実験では多くの歪んだ画像に直面した。この科学的には失敗となる歪んだ電子画像に興味をもったことが、後に電子画像アートのパイオニアが誕生するきっかけとなった。ウィーン工科大学を経て、1951年から5年間企業に在籍した後、フリーになって創作・執筆活動に専念する。既に1953年にアナログコンピュータとオシロスコープの陰極線管表示による最初期の画像を制作して、パイオニアとしての足跡を残していたが、フランケのコンピュータを使う創作活動は一連のアナログコンピュータ作品にとどまらず、1969年からはデジタルコンピュータを使ってグラフィックス、アニメーション、立体造形、音楽と、ほとんど全ての分野に及ぶ。さらにコンピュータグラフィックスに関する多数の研究、著作や発言とともに、現在に至るまでの彼の経歴はそのままコンピュータグラフィックスの歴史となっている。

また画像制作と並行した詩作や短編小説、科学技術解説の執筆などはSF作家活動へとつながった。1960年のSF短編集を皮切りに、後に邦訳の出た『紀元3000年のパラダイス』『象牙の城』『鋼の荒野』『思考の網』などを1960年代前半に発表している。『Sphinx_2』『Zone Null』『Cyber City Süd』『Auf der Spur des Engels』など、最近も毎年新作を発表している。1980年からドイツペンクラブ会員。

創作活動以外にも1973年から1997年までミュンヘン大学で「サイバネティック美学とコンピュータアート」を講義、コンピュータ・アートのメッカとなったアルスエレクトロニカを1979年に共同で創設、北アフリカの洞窟探検等々、フランケの活動は極めて多彩である。

<http://www.zi.biologie.uni-muenchen.de/~franke/>

フリーダー・ナーケ

Frieder Nake

1938年ドイツのシュトゥットガルト生まれ。1964年シュトゥットガルト大学数学科卒業、1967年に同大学から確率理論で博士号を授与される。1964-68年同大学数学科助手、1968-69年カナダ、トロント大学フェロー、1970-72年カナダ、ブリティッシュ・コロンビア大学助教授。1972年からブレーメン大学情報理論（グラフィック情報処理とインタラクティブシステム）教授。ボールダー大学（米）、オスロ大学（ノルウェー）、オーフス大学（デンマーク）、ウィーン大学、リュベック大学（独）各客員教授。情報理論、美学、記号論を中心に論文、著作を多数発表している。

ナーケは数学科の学生時代からシュトゥットガルトのIBMに出入りして、1958年には公開もないFORTRANを習得している。大学のコンピュータセンターで1963年からグラフィックソフトウェアを書いていたが、1965年に大学内ギャラリーでゲオルク・ネースの作品が展示されたことに触発されてアートのためのプログラムを書き始める。1965年11月にはシュトゥットガルトのヴェンデルン・ニードリッヒ画廊で、最初のコンピュータアート作品をゲオルク・ネースと一緒に展示。1966年にはComputers and Animation誌のコンペで受賞。

1966年から1970年まではドイツ、チェコ、イギリス、デンマーク、オランダ、スペインなどで展示するが、1970年に商業ギャラリーでの展示拒否をアナウンスして大学や公共ギャラリーなどに展示場所を限定した。大学ではマックス・ベンゼの薫陶を受け、ベンゼの情報美学、生成美学の成果としてもナーケの作品は重要な意味合いを持っている。1968年にロンドンで開催されたCybernetic Serendipity展、同年同時期のザグレブのComputers and Visual Research展、1970年のヴェニスビエンナーレ、1972-84年のComputer Art on the Eve of Tomorrow展などの歴史的なイベントに関わった。最近では2004-05年プレーメン美術館、2005年カールスルーエZKM、2005-06年ベルリンDAMで個展を開催している。

オイゲン・ロート

Eugen Roth

1925年にドイツのルートヴィヒスハーフェンに生まれ、ずっと同地に住み、活動している。彼の父は機械技師で電気技師で、2人の祖父はブリキ職人で、また模型職人であった。少年期から工房の経験を豊富に積む機会を得た。同地のギュムナジウムに学びながらある彫刻家のアトリエでモデリングの技術を学び、また石膏の扱いに慣れ親しんだ。1948年以来フリーランサー、1947年から1948年まではザールブリュッケン工芸学校で、ボリス・クライントとカール・クンツのもとで学んだ。1948年から1951年にかけて素材による絵画とモノタイプの研究。インダンスレン（青色染料）を用いた描画技法を開発。同地の美術館などで“芸術とモード”のパフォーマンスを共同で開催した。1953年には金属構成による壁画を始めた。1956年は企業と芸術作業の契約。ヒルデ・ロートと共同で国際博覧会のための造形。1960年は特殊鋼による壁面造形。“グループ・パラレル”の創立会員。1964年から1970年にかけて金属による絵画と壁面造形。また、公共施設などに特殊鋼によるモジュール構造の空間彫刻。1990年コンピュータによる制作の探求と実験を始めた。1999年にはカラーインクによるデジタル画像を制作し始めた。2002年にはウィーン、ハノーファーなどでの“ART BITS”の展覧会に参加。2002年にはルートヴィヒスハーフェンで「オイゲン・ロートのデジタル画像の魅惑の技法」展を開いた。2003年以後、毎年コンピュータ・アートに関連する展覧会や個展を開いている。

ヴォルフガング・キークス

Wolfgang Kiwus

ツェレ（ドイツ北西部のニーダーザクセン州の都市）に1939年に生まれた。1945年から1958年まではヴロツワフ（ポーランド南西部の都市）に住み、当地の音楽学校で音楽を学んだ。1954年から1958年まではヴロツワフ・フィルハーモニーのフルート奏者であった。1958年にドイツ連邦共和国へ移住した。1959年以来（主として）、シュトゥットガルトに住んでいる。1959年1961年まで、シュトゥットガルトの音楽大学で学んだ。私は60年代は実験音楽に取り組んだ。1963

年に、ヘルムート・マーダー、マンフレッド・エサー、ハンス・ペーター・プロイア、エルマー・ボドレヒたちと共にSKKBを創立した。1959年から1961年まではマンフレッド・エサーと共同執筆した。1964年以来、放送劇（幾つかはマンフレッド・エサーと共同）を書いたが、それらは主としてWDR（西部ドイツ放送）で部分的には自分の演出で作られた。1967年から1973年まで私はさまざまな編集部で働いた。1974年から1983年まで私は工作台労働者、職場委員、ある機械製造会社の経営協議委員であった。1978年以来、マンフレッド・エサーと文学叢書（Eks出版社）の共同編集者である。1985年にコンピュータを購入した。それ以来、プログラミング言語と画像のアルゴリズムの生成に従事している。1992年以来、器械芸術のギャラリーα-JETZTをシュトゥットガルトに創設した。

1995年以来、音楽はキーヴスに再び重要な役割、すなわち、音響過程の制御、を演じている。2002年以来、大規模な応用イメージ・プロセッシング（xKiwus）をプログラムしている。展覧会：1991年から2005年まで毎年一回の割合で、コンピュータ・アートに関連した展覧会を開いている。

A・マイケル・ノル

A. Michael Noll

1939年生れ。1961年から15年間、米ニュージャージー州のAT&Tベル研で、個人間コミュニケーション、3次元コンピュータ・グラフィックス、人間-機械間の触覚コミュニケーション、スピーチ信号処理などの基礎研究に取り組む。

ノルはコンピュータを使用したビジュアル・アートの先駆者であり、その作品は世界中で展示された。1965年にニューヨークのHoward Wise Galleryで開催された展覧会は、米国におけるコンピュータ・アートの最初期の展覧会のひとつである。モンドリアンの絵画を用いたコンピュータ生成のパターンと美学の関係の研究は、今やこの分野の古典である。それだけでなく、60年代の初めには、コンピュータによって生成されたバレエを最初に制作し、60年代の終りから70年代にかけては、現在のヴァーチャル・リアリティの先駆けとなる、3次元グラフィックスやアニメーション、インタラクティブな立体視システム、コンピュータ・ホログラム、3次元のフォースフィードバック触覚入力デバイスなど、さまざまな新しい技術のアートへの応用を試みた。コンピュータ・グラフィックスにおけるスキャン・ディスプレイの可能性を最初に紹介したのもノルである。

その後1977年から84年までAT&Tの製品とマーケティング部門で働き、新製品や新しいサービスの技術評価などに従事した。84年からは、南カリフォルニア大学のコミュニケーション・スクールの教授となり、コミュニケーション・システムの基礎科学技術の大学院コースを担当している。92～94年には学部長をつとめた。

近著に「Highway of Dreams: A Critical View Along the Information Superhighway」

（Lawrence Erlbaum Assoc Inc, 1996）がある。

<http://www.citi.columbia.edu/amnoll/>

ハロルド・コーエン

Harold Cohen

1928年ロンドンに生れる。1951年ロンドン大学スレイド美術学校卒業（美術の学位取得）。1968年カリフォルニア大学サンディエゴ校（UCSD）に客員講師として来るまでは普通の画家として活躍していたが、UCSDでコンピュータ・プログラミングをはじめ、70年代に入るとカリフォルニアの砂漠でインディアンの岩刻画に触れ、彼特有の芸術的開眼をする。しかも、幸いなことに当時盛んになってきた人工知能研究との出会いも助けとなって、コーエンの独自のプリミティヴィズムと人工知能をドッキングしたコンピュータ・アートAARONを創造し、比類のない様式と作風を確立した。1969-1994年UCSD美術学科教授。1992-1994年同大学コンピュータとアート研究センター所長。1994年定年後、現在UCSD名誉教授。その間1971年東京での秋季IJCAI（人工知能国際会議）で「コンピュータ制御の描画機械」講演。これはコーエンのコンピュータ・アートのデビューとなった。その後数多くの展示会や壁面装飾を重ね、1984年にはアーロン・描画に彩色する子供用のぬり絵本「はじめての人工知能ぬり絵本」を出版。1984年日本つくば科学博でアーロン実演。1994年の定年退職後も同研究センターでアーロンを改良し精力的に制作を続けている。現在、アーロンは初期のプリミティブな単色の抽象的線画（色は手でぬり絵する）の様式を脱し、さまざまな色で彩色するブラシを備えた作画機をドッキングした強化アーロンによる、彼独自の人物のみならず、最近では特に植物の異化的イメージを作りだす段階に入っている。本展での主な展示作品は1990年代以降のこれらのごく最近のものである。

マンフレッド・モール

Manfred Mohr

1938年ドイツ、フォルツハイム（Pforzheim）、生まれ。1963-1983年パリのスタジオで制作。1981年～ニューヨークに在住して制作。1957年金銀細工師、ジャズミュージシャンの活動。1960年アクション・ペインティング。1962年白黒の排他的関係による視覚的美的表現を始める。1965年パリのEcole de Beauxで学ぶ。幾何学的実験表現がハードエッジ・ペインティングへ導く。1968年最初の個展をパリで開く、絵画内容のシステム化。1969年コンピュータのXYプロッターを用いた最初のドローイング。ヴィジュアルブック“Artificiati I”の出版。1972年連続的なコンピュータ・ドローイングを導入する。キューブ（立方体）：固定的構造の作品制作を始める。1973年World Print Competition-73で受賞。1977年4-D Hypercube, Graph理論による作品制作を始める。1990年リンツのPrix Ars Electronicaで金賞（Computergraphics）、チューリヒでCamille Graeser Prizeを受賞。1994年Manfred Mohrの最初の包括的研究論文の出版、チューリヒ。1997年ニューヨーク芸術基金の特別研究員になる、アメリカ抽象芸術家協会の会員に選出される。2002-04年プログラム“space.color”を実行するSmall PCのデザインと製作。

エドワード・ザジェック

Edward Zajec

1938年イタリアに生れる。米オハイオ州アテネのOhio Universityで美術マスターの学位を取り、イタリアのトリエステで初期の仕事を始め、その間ヨーロッパ、米国で活動続ける。本展示会の作品はいずれもこの時期のものである。その後米国に移り、現在米Syracuse大学教授で同大学のコンピュータ・アートプログラムの責任者である。そこで1980年美術のためのコンピュータ・グラフィックス科を設立し、1982年ニューヨーク州の美術プログラムのためのコンピュータ・グラフィックスの大学院を創設する。彼は長年コンピュータ・グラフィックス、実験的アニメ、またインターネット上のプロジェクトに芸術家としてたずさわってき、その作品はニューヨークの近代美術館やパリのポンピドー・センターをはじめ、世界中多くの美術館や美術展で発表されている。

ローマン・ヴェロスコ

Roman Verostko

1929年、西ベンシルヴァニア生まれ。1963年からアーティストとしての活動を開始する。1967年から68年にかけて、オーディオとヴィジュアルを同期させるプログラムを用いたエレクトリックな作品を制作する。80年代の始めにアルゴリズムの持つ底知れぬパワーに気づき、1984年に最初のコード化されたアート・プログラムによる展覧会を行う。それから20年以上に渡って、ペン・プロッターを用いたアルゴリズム的な絵画を制作している。ミネアポリスにある現在のスタジオでは、ネットワーク上のプロッターに接続されたコンピュータで、オリジナルなソフトウェアを動かしている。87年には、プロッターにオリジナルな筆を装着することで、世界で最初の「筆」によるアルゴリズム的な絵画を制作した。1994年には、独Golden Plotter AwardでFirst Prizeを受賞。

「The Algorithmic Revolution」(ZKM, 2005), 「Code: the language of our time」(Ars Electronica, 2003), 「Genetic Art- Artificial Life」(1993) など、作品は世界各地で展示されている。

<http://www.verostko.com/>

ヴェラ・モルナール

Vera Molnar

彼女は1927年にブダペストで生まれ、1947年から今日までパリに在住している。12歳のとき、叔父の影響でニンフ（ギリシャ神話に出てくる美少女）と木々をテーマに絵を描き始めた。やがて、成長した彼女は古代ギリシャなどにおける壺絵・彫刻などの幾何学様式に興味を持ち、作品のテーマに進化を与えた。1942年から1947年まで、ヴェラ・モルナールはアカデミーブダペストで芸術と美学の歴史を学んだ。すでにこのころ非常に抽象的幾何学的な絵画を制作している。1960年にはGRAV(視覚芸術探索グループ)のメンバーとなる。また、マックス・ビルによって組織された具体芸術(konkrete kunst)

グループによる展覧会(チューリッヒ)へ参加した。

1959年から1968年までは「想像上の機械(imaginary machine)」を使ったコンセプチュアルな作品制作活動を行っていたが、1968年からは作品制作に実際のコンピュータを使うようになった。1976年、工芸学校(ロンドン)のギャラリーにて最初のコンピュータ・アートの個展を行った。1980年にはソルボンヌ大学のC.R.E.I.A.V(視覚芸術の実験的なデータ処理リサーチセンター)のメンバーとなり、1985年から1990年までソルボンヌ大学の教官を務めた。1990年になり、最初のインスタレーションであるHomage to Dürerを発表。1999年には最初の大規模な回顧展が行われた。近年はそのほかにもフランスやドイツの美術館で展覧会を多数行っている。2005年にはデジタルアートミュージアム(DAM)の指名コンペティション「デジタル・アート・アワード(DDAA)」で優勝した。

エルヴィン・シュテラー

Erwin Steller

1928年ドイツのミュンヘンに生れる。1949-1953年数学、物理学を研究。その後パリやイタリアで芸術活動にたずさわるが1985年はいじめてコンピュータ・アート作品を作り、翌1986年この作品を展示。その後、1987-1994年Karlsruhe大学で“Computer und Kunst”を教える。その間V.Molnarをはじめ、F.Nake, G.Nees, H.Franke, M.Mohr, Z.Sykoraらと交友。1992年には著書“Computer und Kunst”を出版。

エルヴェ・ユイトリック

Hervé Huitric

1945年生まれ。1969年パリ美術学校(Ecole des Beaux Arts de Paris)卒業。1973年パリ大学、コンピュータ科学科を卒業後、大学院で“色と計算”の研究。1980年Doctrat d'Etat en Esthétiqueをとる。以後パリ大学のコンピュータ科学科で芸術とコンピュータを教えながら、この方面の先端的指導者としてコンピュータ・ソフトウェアの開発を続ける。1971年以降は、1985-2000年、パリ大学物理学科のMonique Nahasと組み、始めはスラーの点描法や当時流行した形式的構成主義の影響を受けた作品を多く作ったが、その後は次第にリアルな人間の芸術的表現の研究を進めた。その成果は数多く展示される。現在パリ大学、Art et Technologies de l'Image教授。

モニク・ナース

Monique Nahas

1940年ドイツ生まれ。1961年パリ大学(ソルボンヌ)物理学科卒業。1963年オルセー大学大学院物理学専攻。1969年同大学にて博士号Doctrat d'Etat de Physique Théorique取得。しかしコンピュータ・アート研究に転じ、1971年以降パリ大学にてHervé Huitricとの共同研究「芸術とイメージ合成」を始め、以降35年間、始めの抽象的点描画から3次元の人体や顔のリアルな表現へ、そして現在はユイトリックと協力してコンピュータ・ネットワークによるvirtual コーラスやそれを使っ

ての実験的オペラを2002年パリのCité des Sciencesで試みたりして、高度の人間とのインタラクティブな芸術とコンピュータの研究を続けている。

マニエル・バルバディージョ

Manuel Barbadillo

1938年スペイン、セビリア生まれ。1994年歿。1953年正規の修士学位を授与される。幼い時から絵を始め、セビリアの州立美術館でアカデミックな美術教育を受け、1954年にアテネの美術館の所蔵作品になる。1955-59年ヨーロッパ、北アフリカを旅行する、モロッコで制作活動を続け現地の伝統美術に強い影響を受ける。1959年アメリカに行き、ニューヨークに3年間在住して制作する。後期印象主義、抽象表現主義、アクション・ペインティング、マテリアリズムなどアンフォルメル、単純な要素の反復的な作品制作。1963年マドリッドで個展(アメリカ時代の制作作品)。サンパウロの第7回ビエンナーレに参加。1965年最初のモジュール・システムによる絵画スタイルを発表する。1968年マドリッド大学のコンピュータ・センターから研究員として招かれる。最初のモジュール・システムによるコンピュータのプリント出力作品。芸術的言語の研究講座の開設。数々のコンピュータ・アート、情報科学の雑誌に研究を発表する。1970以降、フランス、コンピュータ・サイエンスの調査研究の会議での報告。1974年アメリカ、カナダで芸術と技術について講演をする。1974年マドリッドの現代美術館で個展の開催。数カ国の芸術組織・機関と学際的な共同研究をおこなう。

マドリッド大学コンピュータ・センターの造形の研究所の創立委員。ロンドンのコンピュータアート学会の会員。ドイツ、ミュンヘンのコンピュータ芸術とコンピュータ・グラフィック協会の諮問委員。バルバディージョのコンピュータ・アート作品、研究論文は諸外国の非常に多数の書籍、雑誌、研究書に掲載されている。

川野 洋

Hiroshi Kawano

1925年中国撫順生れ。1951年東大文学部哲学科卒。美学専攻。その後大学院、助手時代に科学哲学、記号論の研究をへて、1959年頃より情報理論およびM.ベンゼの情報美学の研究を始め、1962年、芸術シミュレーション法を考案。翌1963年、手計算によるマルコフ図形の生成。更にその翌年(1964)1月コンピュータOKITAC 5090Aに接し、アセンブラOKISIPを使ってプログラムを作成、初のコンピュータ・アート作品を作る。その後(1965年)東大大型計算センターができてHITAC 5020が設置され、Fortran 4によりプログラムの複雑化が進められ、様々なマルコフ図の生成が可能になる。

作品の第1回展示は1968年サンケイ・ホール、1970年東京ブラザディックで個展(それまでの全作品展示)。その他、1971年ザグレブ現代美術館、Computer and Automation誌、Gilles Gheelbrand編“Ars ex Machina”ポートフォリオ、その他で作品発表。その後プログラムのアルゴリズムをマルコフ理論による確率モデルから、

チョムスキーの生成文法理論による言語モデルへと進め、幾つかの図形言語による具象図形作画を試みる。ついで、言語モデルにおける意味の表現の必要から、人工知能理論を応用したプログラミング方法論の理論的研究を続け、1985年文学博士の学位を取得（大阪大学）。その後、芸術表現アルゴリズムの研究、コンピュータ・アートとは本来何であるか、その芸術性はどこにあるかなどの問題を考えるため、1996年、研究会KSSを立ち上げて現在に至っている。現在の関心はポストモダンなブリコラージュ芸術表現のための分散並列計算の応用可能性である。海外活動としては1972年、コンピュータ・アート・コロキー（ザグレブ）、1978年、ロゴ研究（MIT人工知能研究所）、1985年、SIGGRAPHパネル：「CGの美学」（サンフランシスコ）他。著書としては、「コミュニケーションと芸術」塙書房（1971年）、後改訂版「芸術・記号・情報」勁草書房（1982年）、「芸術情報の理論」新曜社（1972年）、「芸術の論理」早稲田大学出版部（1983年）、「コンピュータと美学」東京大学出版会（1985年）、「LOGO入門」培風館（1987年）。現在、東京都立科学技術大学および東北芸術工科大学名誉教授。

出原 栄一

Eiichi Izuhara

1929年大阪に生まれる。1953年東京大学文学部美学美術史学科卒業。1956年通商産業省工業技術院産業工芸試験所（後に、製品科学研究所）入省、日本のデザイン産業の育成とデザインの科学研究教育について主導的役割担う。1970年コンピュータによる生成的造形「樹木」制作。1972-73年国際コンピュータ・アート展出品（ソニービル）。1974年アスピンの国際デザイン会議（IDCA）で「樹木」紹介、手描き異なる人工造形に関する研究発表を行う。1985年JAGDAコンピュータ・グラフィックス展出品。1987年O美術館、ART ON COMPUTER展出品。1979年北海道東海大学芸術工学部教授、コンピュータをデザイン教育に導入した草分けである。1985年（株）COMTREE代表取締役。1987年大阪芸術大学芸術大学デザイン学科教授。日本デザイン学会理事。それ以後コンピュータ・アートの研究を続けて現在に至る。

1970年代の中頃、製品科学研究所に大型コンピュータを導入し、そのコンピュータをデザインを研究する若い人達に開放した。そこはコンピュータとデザインについて討議する場となり、そこからアルゴリズムやプログラムを学習した多くのデザイン研究者、デザイナー、アーティストが育った。主要著書として、「コンピュータ・グラフィック論」共著、日科技連。「樹木」築地書館。1983.「図の体系：図的思考とその表現」共著、日科技連。1986.「日本のデザイン運動：インダストリアル・デザインの系譜」ベリカン社。1989（國井喜太郎産業工芸賞、勝見勝デザイン賞受賞）などがある。

草深 幸司

Koji Kusabuka

1937年神戸市に生まれる。高校卒業後、神戸三越支店

の正社員になり、宣伝課で印刷媒体の宣伝を担当した。そこでのデザインの仕事からバウハウスのデザイン思想に惹かれ、当時、バウハウス出身の山脇巖が教授であった日本大学美術学科デザイン専攻に入学し、視覚デザインを研究した。学生時代の関心はG. ケベシュ著の『視覚言語』の研究であったが、当時ウルム造形大学から帰国され、同学科で基礎教育を担当された向井周太郎氏の指導と影響から、マックス・ビルの造形と思想に強く感化された。卒業後、同氏に誘われ武蔵野美術大学生活デザイン学科（短期）の専任講師としてデザイン基礎教育を担当した。その間、1967年に、デザイン評論家の勝見勝の推薦で、西ドイツ国立工芸学校の客員講師として招聘され、同校で基礎形態教育を2年間担当した。帰国の際に、同校で展覧会「草深幸司の形態教育Gestaltlehre von Koji Kusabuka」を開いた。当時の関心は「造形過程の客観化」の理論的追求であり、マックス・ベンゼの美学思想の理解であった。帰国後は一時、日経マグローヒル社の専属デザイナーとして働いた。その後、多摩美術大学グラフィックデザイン科の専任講師になったが、傍ら、川野洋氏の指導でコンピュータによる造形の研究をはじめた。1987年には、ドイツのカッセル総合大学の芸術系の客員教授として一年間招聘された。1999年以来、多摩美術大学グラフィックデザイン学科の教授として、アルゴリズム系のコンピュータ・グラフィックス、基礎教育などを担当している。代表的論文：「造形過程の構造」、「Max Benses materiale Ästhetik unter dem Gesichtspunkt des Algorithmus」。著書：『構成的ポスターの研究』（共著）、『リヒャルト・パウル・ローゼの構成的造形世界』（共著）。訳書：マックス・ベンゼ『情報美学入門』。

下村 千早

Chihaya Shimomura

1941年広島市生まれ。1961年川野洋氏から日本で最初の情報美学の教授をうける。1962-70年川野洋氏指導の芸術情報美学の理論と実験の研究会に参加する。1970年川野洋/下村千早・芸術情報美学研究会の成果発表「コンピュータ・アート展」をDICビルで開催。1971年「コンピュータ・アート」、グラフィック・デザインNo.41。1973年「国際コンピュータ・アート展」参加、作品出品、ソニービル。1970-1988年コンピュータによる図形情報処理と図形変換モデルの研究について発表。日本デザイン学会、武蔵野美術大学研究紀要。1990-2006年情報デザイン（1）-（6）：インタフェース・デザイン、情報学と記号論を結びつける試み、など発表。日本デザイン学会、武蔵野美術大学研究紀要。1996-2003年KSS（K研究会）：コンピュータによる芸術アルゴリズムの研究と創造の開催。1970年～現在：武蔵野美術大学・教授。2003-04年：Rhode Island School of Design大学院客員教授

久保田 晃弘

Akihiro Kubota

1960年大阪に生まれる。5歳の時にピアノを習い始め、中学からバンド活動を開始。高校～大学生時代はジャ

ズ研に在籍。間章氏の文章に導かれ、フリー・インプロヴィゼーションとプログレッシヴ・ロックの世界に深く入りこむ。

東京大学工学部の船舶工学科に進学し、高速流体研究室において、翼型に発生するキャビテーションの実験と、気液二相流の乱流現象を中心とした数値流体力学の研究に取り組む。キャビテーションの非定常構造に関する実験的研究を通じて、サンプリング理論やスペクトル解析、音響理論を学び、流体の大規模構造の解析を通じて、カオスやフラクタルを始めとする非線形現象の複雑性に興味を持つ。博士論文のタイトルは「Numerical Studies of Unsteady Cavitation on a Hydrofoil by a Bubble Two-Phase Flow Model」。

大学院在籍中から演奏活動のみならず、ジャズやロックを中心とした音楽ライターの仕事を開始する。雑誌「Jazz Life」「Keyboard Magazine」の記事や単行本「200ジャズ語事典」「200ジャズCD 21世紀へのジャズ」（共に立風書房）などの執筆を手がける。

大学院博士課程修了後は、工学部船舶海洋工学科の助手、専任講師、助教授を努めたのち、92年からは東京大学人工物工学研究センター設計科学部門の助教授として、センターの立ち上げにかかわる。人工物工学研究センターでは、工学と芸術の交錯によるアブダクション（仮説形成）環境のデザインや異分野コラボレーションの研究と実践を推進する。東京芸術大学木材造形工房と共同で、アブダクションのための家具「アブダクション・マシン1号」を制作。同時に教養学部では「設計・芸術・非線形力学」という授業を担当する。

98年に、多摩美術大学に新設された情報デザイン学科に移る。これまでのコンピュータやプログラミングに関するスキルと、音楽や芸術に関する経験を交錯し統合させることを目標に、サウンド・アート、ソフトウェア・アートの制作研究を続ける。2003年にICCでインスタレーション「マテリアルAV——共鳴するインターフェイス」を発表。2005年11月には、ブリュッセルでGuy Van Belleとワークショップ「algorithms applied to audio-visual art」を開催する。近著に「消えゆくコンピュータ」（岩波書店）、「ポスト・テクノ（ロジー）ミュージック」（大村書店、監修）、「デザイン言語」（慶應義塾出版会、共著）などがある。

現在は特にプログラム・コードを直接リアルタイム操作することによるライブ・コーディングの可能性を探求している。Akihiro Kubota LapTop Jazz Quartetを主宰。また、コード・コンポジションに関するテキストを執筆中。<http://hemokosa.com/>

CTG & 幸村 真佐男

CTG & Masao Kohmura

1966年12月ごろ 幸村真佐男、植屋治紀、山中邦夫、柿崎純一郎の4名により、CTG（Computer Technique Group）結成。1967年春1月までに藤野孝爾、円羽富士男、大竹誠の3名がCTG参加。計7名となる。少し遅れて長谷川武が参加し、計8名となった。

1967年8月日宣美（日本宣伝美術会）公募展に『COMPUTER DESIGN SERIES』3点（別に解説パネ

ル1点を含む計4点セット)を応募する(入選せず)。
1967年「岩波講座基礎工学全19巻」(岩波書店)の表紙をCGで作成。1967年10月09日『シンポジウム電子計算機と芸術』多摩美術大学パネリスト:齊藤義重、渡辺茂、川野洋、泉真也。モデュレーター:槌屋、幸村。
1968年4月第1回コンピュータ・アート・コンテスト(大手町サンケイ会館)月刊誌「COMPUTOPIA」創刊1周年を記念した展覧会。CTGのほかには川野洋、山田学、月尾嘉男、刀根康尚、菊池進平らの作品、およそ20点が選出された。審査員は渡辺茂、齊藤義重、杉浦康平ほか。
1968年7月アメリカのコンピュータ雑誌「Computers and Automation」の第6回コンピュータ・アート・コンテストへ応募、同年8月号に掲載されCTGの作品が国際的に紹介される。1968年8月2日～10月20日「Cybernetic Serendipity」展、ICA(Institute of Contemporary Art)、ロンドン他巡回24点のCG作品、Computer Music『Bit Music』、Computer Poetryを出品。1968年9月05日～21日「コンピュータ・アート展“電子によるメディア変換”media transfer through the electronics」、東京画廊。「Cybernetic Serendipity」展出品作品のシルクスクリーン版を含む、多数のCG作品ならびに『APM(Automatic Painting Machine)No.1』を発表。1968(～69)年CGアニメーション『Computer Movie No.1,2』制作。グラフィック・ディスプレイ(IBM2250)の管面撮影による動画作品(16mmフィルム)。『Computer Movie No.1』を第6回パリ青年ビエンナーレ展へ出品。1968年秋 岩下繁昭、佐々木三知夫がCTG参加。計10名となる。1968年10月泉真也『訪問CTG—コンピュータ・ゲリラのモサたち—』美術手帳11月号、p.140～148、美術出版社同氏がCTGの事務所(港区にあったマンションの一室)を訪れた取材レポートが掲載された。羽永光利が撮影した動作中の『APM No.1』も収録された。1969年4月26日～5月25日「国際サイテックアート展“エレクトロマジカ'69”」、ソニービル、CTG、N.シェフェール、山口勝弘、坂本正治などが出品した。国内初となる大規模なメディア・アート展。1968年8月16日～9月22日「現代美術の動向」展(第6回)、京都国立近代美術館『Deformation of Kennedy』のほか、『Cube Kennedy』『Star Kennedy』『Kennedy in the net』『Random walk Kennedy』『Shot Kennedy No.1(One Shot Kennedy)』『Shot Kennedy No.2(Three Shots Kennedy)』『Kennedy in a rectangle』『Kennedy in a dog』『Diffused Kennedy』、計10点をシリーズ作品「Do you know Kennedy?」として出品。33日の開催中、10,525人の入場者数があった。1968年12月『TPO'69①電子ヒッピー』(撮影:森山大道)朝日ジャーナル1月1日号、p.91～97、朝日新聞社記者によるインタビューならびに森山大道撮影の写真によるCTGメンバー、事務所のフォト・ドキュメント。1969年「第6回パリ青年ビエンナーレ」展、パリ近代美術館『Computer graphics No.1～3』『Computer Movie No.1』を出品コミッショナー:東野芳明、他の出品作家:関根伸夫、横尾忠則、中平卓馬。1969年10月01日CTG「解体」。

阿部 好志

Yoshiyuki Abe

群馬県生まれ、埼玉県育ち。1972年に千葉大学写真工学科を卒業。写真撮影、映像演出の分野で約10年間活動。1980年頃、図形と画像という雑誌に接してから計算画像に関心を抱き、1983年から本格的にCGプロジェクトを始める。当時入手可能なパソコンではアート表現には仕様不足なのでハードウェアの設計から始めて、システムソフトウェア、グラフィックスプログラムの開発を並行して進めた。写真や映画という対象物体を光学的に撮影することに限界を感じていたことが根底にあり、当初は物理的に撮影不可能な画像を制作するという目的があったが、計算処理による画像の可能性はアルゴリズム設計に帰するということに気づいて以降、1980年代末頃からモデリングしない画像制作に関心がシフトしていった。80年代中頃から90年代初めにかけては幾何曲面、特に双曲放物面を利用した作品を制作。90年代はじめからはシリーズ作品の形態をとってテーマ的に制作するようになった。1992年LEGEND、1993年LS、1996年FLOW、2002年NAK、1999/2006年C等。STOCHASTICAは光でフォルムを描くシリーズの総称。現在は確率過程による画像作成と、その画像をウェブレット処理によってサウンドデータに変換してアニメーションを自動生成する試みをしている。

展示: ISEA, SIGGRAPH, ArCade, Computerkunst,

DAM, WRO等、多数の国際展に参加。

個展: ブリュッセル Mont des Art ギャラリー(1994)。

賞: Prix Ars Electronica(1990,1991,1992)。

Eurographics(1991,1994)、Pixelpoint(2000)等。

岩越 敦彦

Atsuhiko Iwakoshi

岐阜生まれ、名古屋育ち、多摩美術大学グラフィック・デザイン学科在学中1979年頃まではデジタルIC論理回路によるサウンド・シンセサイザの設計制作に没頭していた。1980年にパソコン・グラフィックと出会い、作品制作を開始。卒業後は国内初のパソコン・ベンチャー、ソード(株)総合企画室に就職。就職1年目の1983年に第一回アスキー・マイコン・グラフィック・フォーラムで2位、第一回日経CGグランプリで佳作入賞(The 3rd Prize)。その後メディア・デザイナーとして独立。1995年に法人化し、ソード、富士通、カシオ、アップル、パナソニック等、ハイテク・メーカーのGUI設計やアイコンをはじめとするメディア・デザイン、マルチメディア・コンテンツの執筆、ハイテク系雑誌の記事連載等を行ってきた。また、2001年から現在まで多摩美術大学、2002年から現在まで東京学芸大学と東京スクールオブミュージック専門学校の非常勤講師としてグラフィック・デザイン、メディア・デザインを教えている。加えて2006年からは社会人学校リカレントの専任講師ともなり、同じ年に東京学芸大学・教育学研究科・美術教育専攻・デザインコースを修了し教育学修士となった。修士論文は「大学・専門学校等における造形技術と造形効果を一体化した新たなデザイン教育の試み」。これはデジタル・デザインやコンピュータ・アー

トの実習を通じたデザイン・スキルの短期養成がテーマで、この論文は「若き獅子賞(2006)」を受賞した。最近の論文には「色彩翻訳アルゴリズム(2003日本福祉工学会)」「芸術・スポーツ科学系教育用短時間映像素材の試作・アーカイブ化・ネット配信に関する開発手法の研究(2004大学美術教育学会)」「色覚障害者による自律的な調和配色法の提案(2005日本福祉工学会)」などがある。また現在、東京学芸大学では、文字通り「コンピュータ・アート(共通科目)」の授業において、プログラミングによる造形を教えており、この授業の学生によるアンケート評価は平均よりかなり高い。

<http://www.artj.net>

Introduction

The computer art which first appeared around 1960 was a form of visual expression based upon computer programming language. It took the form of pioneering historical works and concepts based upon a logical skeleton; in other words, the clear logic of algorithms.

Although pioneering algorithm-based work attracted a great deal of attention and was widely disseminated in the 1960s and 70s, the computer subsequently came to be regarded mainly as a tool for using application software in art and design, and interest in programming language-related artwork waned. If the essential relationship between art and design and the computer is to be understood, we must examine once more the development of computer art based upon programming language and algorithms and hope to increase awareness of its significance.

The concept of an artist using programming language and algorithms to define the formation of a work of art is a natural one, and could play a valuable role in the teaching of art and design. However, many in the field of art education know little or nothing about computer art and its potential.

The importance of computers in present and future art university education cannot be denied. By allowing art and design students and all involved in visual education to directly encounter for the first time works by pioneers of computer art, we believe that this exhibition will help to foster an awareness of new possibilities in art and design education and the creation of art in general.

The following people contributed to the realization of the exhibition:

Hiroshi Kawano	Emeritus Professor, Tokyo Metropolitan Institute of Technology
Koji Kusabuka	Professor, Tama Art University
Chihaya Shimomura	Professor, Musashino Art University
Akihiro Kubota	Professor, Tama Art University
Roger Barnard	Professor, Tama Art University
Tsukasa Senni	Curator, Tama Art University Museum
Masao Kohmura	Professor, Chukyo University
Atsuhiko Iwakoshi	Lecturer, Tokyo Gakugei University
Yoshiyuki Abe	Artist

Contents

Acknowledgments		2
Aim of the Exhibition		3
Essays		
What is Computer Art?	Hiroshi Kawano	6
Computer Art and Constructive Art	Koji Kusabuka	12
Developments in Computer Art today	Akihiro Kubota	20
Works		
Foreign artists		27
Japanese artists		111
Reference Materials		
The Origins of Computer Art: Theoretical Background		
Aesthetics and Programming	Max Bense	160
The Aesthetic Applications of the Computer	Abraham Mohl	162
The Beginnings of Computer Art in Japan	Hiroshi Kawano	164
The Activities of CTG 1966-1969	Kazufumi Oizumi	166
Chronology: Developments in the Field of Computer Art		170
Artist Profiles		176
Afterword		187



カタログ編集・制作風景, 多摩美術大学美術館



草深 幸司

20 世紀のコンピュータ・アートを、現時点で部分的にせよ集約するという企画は、多くの賛同者を得ることができなければ、とても実現できないものである。今から2 年ほど以前に、たまたま川野洋先生（東京都立科学技術大学名誉教授）とそうしたことについて自由に話しているときに、今回の企画が芽生えたのである。それ以来、先生はこの展覧会を具体化するために懸命に働かれた。共同研究の遂行には、初期から武蔵野美術大学の下村千早教授、本学の久保田見弘教授が共同研究の副代表として、つねに私を支えてくださった。そのほか広報担当の岩越敦彦氏、途中から参加された阿部好志氏も最後まで熱心に協力された。これらの方々にこの場を借りてあらためて感謝の言葉を述べたい。

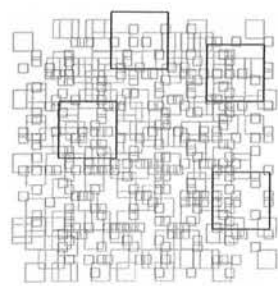
これまで、海外のコンピュータ・アートの歴史的な先駆者たちの諸作品は、書籍などの図版でしか作品を見る機会がなかった。しかし、多摩美術大学における今回の共同研究と展覧会の準備によって、直接彼らの作品や手紙に接することができ、歴史的な先駆者も身近な存在になった。あらためて、芸術情報の、世界に開かれた受信地・発信地としての大学美術館が担う役割の重さを認識している。美術館の仙仁司、小林宏道、高辻かおりの学芸員の方々にはこの企画の最初からずっと一貫して助力していただいている。それから、グラフィックデザイン学科の諸先生からもさまざまな面でご支援をいただいた。これらの方々にこの場を借りて心からお礼をのべたい。

このカタログやポスターなどのグラフィックデザインについては、本学グラフィックデザイン学科出身のデザイナー内川たくや氏が、私たちの意図を汲んで、すぐれたデザインを提示されてきた。それから、本学グラフィックデザイン学科学生たち、なかでも4 年生の山下さとし君はレイアウトなどの作業で熱心に長期間協力していただいた。3 年生の藤原学、それから短期間であったが4 年生の浅井俊介、星野恵子の諸君も熱心に協力してくださった。本当にありがとう。

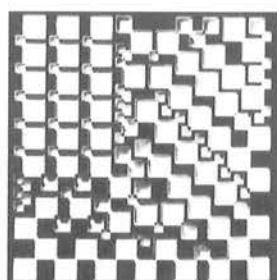
「20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望」

—現代アルゴリズム・アートの先駆者・現代作家の作品・思想—

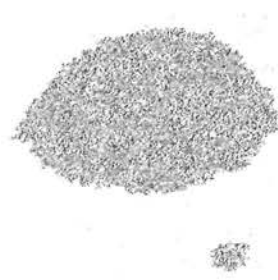
主催	多摩美術大学
協力	武蔵野美術大学
企画	芸術アルゴリズム研究会
カタログ編集・制作	芸術アルゴリズム研究会・多摩美術大学
アート・ディレクション	草深幸司
デザイン	内川たくや
図版レイアウトその他協力	山下さとし, 藤原学, 浅井俊介, 星野恵子 (多摩美術大学グラフィックデザイン学科3・4年)
印刷・製本	光村印刷株式会社
発行	多摩美術大学美術館 〒206-0033 東京都多摩市落合 1-33-1 © Tama Art University Museum 2006
書体 和文	イワタ太ゴシックオールド, イワタ中ゴシックオールド
欧文	Computer Modern, Helvetica Neue
用紙 表紙	アートポスト 菊判Y目 139kg
本文	サテン金藤 菊判Y目 76.5kg
見返	タント N-8 四六判Y目 100kg
印刷	オフセット印刷 1色, 4色
製本	かがり綴じ, 表紙切付, 見返



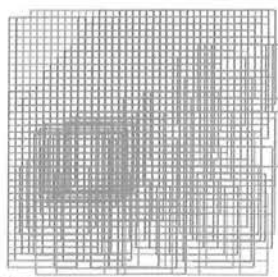
Howard W. Frank: "Turbulent" (2002)



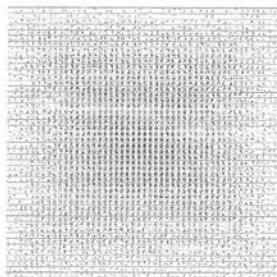
Dong Nien: "Turbulent" (2002)



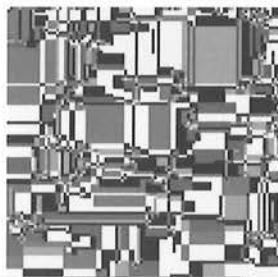
PABLO L.: "Turbulent" (2002)



Andrew Senior: "Turbulent" (2002)



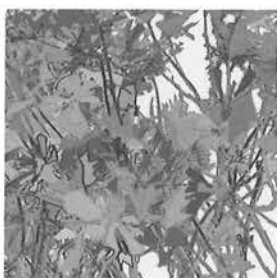
Michael Miller: "Turbulent" (2002)



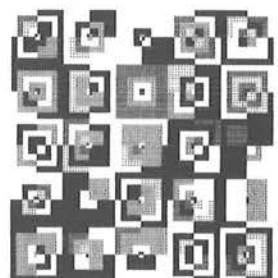
J. B. B.: "Turbulent" (2002)



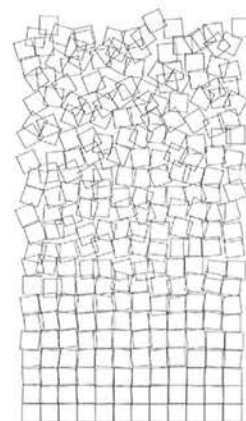
Mark Smith: "Turbulent" (2002)



David Smith: "Turbulent" (2002)



J. B. B.: "Turbulent" (2002)



20th Century Computer Art: Beginnings and Developments

The work and thought of pioneers and contemporary practitioners of algorithmic art

2006.11.3 fri - 12.17 sun

20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望 —現代アルゴリズム・アートの先駆者・現代作家の作品・思想—
 会場：2006年11月3日（金）～12月17日（日） 開館時間：10:00～18:00（入館は17:00まで） 休館日：11月11日（土）
 入場料：一般500円（中学生以下300円） 学生300円（中学生以下150円） 団体（30人以上）2000円（中学生以下1000円）
 企画：多摩美術大学美術館 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学

多摩美術大学美術館 〒206-8588 東京都多摩市美原1-8-2 TEL 042-397-1234 FAX 042-397-1235 E-MAIL museum@tama.ac.jp URL http://www.tama.ac.jp/museum

Tama Art University
 Museum
 多摩美術大学美術館

20th Century Computer Art: Beginnings and Developments

The work and thought of pioneers and contemporary practitioners of algorithmic art

2006.11.3 fri - 12.17 sun

20世紀コンピュータ・アートの軌跡と展望 —現代アルゴリズム・アートの先駆者・現代作家の作品・思想—

多摩美術大学美術館 2006年11月3日〔金・祝〕—12月17日〔日〕

会場：2006年11月3日（金）～12月17日（日） 開館時間：10:00～18:00（入館は17:00まで） 休館日：11月11日（土）
 入場料：一般500円（中学生以下300円） 学生300円（中学生以下150円） 団体（30人以上）2000円（中学生以下1000円）
 企画：多摩美術大学美術館 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学 協賛：多摩美術大学
 11月11日（土）休館日
 11月12日（日）開館
 11月13日（月）開館
 11月14日（火）開館
 11月15日（水）開館
 11月16日（木）開館
 11月17日（金）開館
 11月18日（土）開館
 11月19日（日）開館
 11月20日（月）開館
 11月21日（火）開館
 11月22日（水）開館
 11月23日（木）開館
 11月24日（金）開館
 11月25日（土）開館
 11月26日（日）開館
 11月27日（月）開館
 11月28日（火）開館
 11月29日（水）開館
 11月30日（木）開館
 12月1日（金）開館
 12月2日（土）開館
 12月3日（日）開館
 12月4日（月）開館
 12月5日（火）開館
 12月6日（水）開館
 12月7日（木）開館
 12月8日（金）開館
 12月9日（土）開館
 12月10日（日）開館
 12月11日（月）開館
 12月12日（火）開館
 12月13日（水）開館
 12月14日（木）開館
 12月15日（金）開館
 12月16日（土）開館
 12月17日（日）開館
 12月18日（月）開館
 12月19日（火）開館
 12月20日（水）開館
 12月21日（木）開館
 12月22日（金）開館
 12月23日（土）開館
 12月24日（日）開館
 12月25日（月）開館
 12月26日（火）開館
 12月27日（水）開館
 12月28日（木）開館
 12月29日（金）開館
 12月30日（土）開館
 12月31日（日）開館

Tama Art University
 Museum
 多摩美術大学美術館





