

# キネティックアートの製作

## 高橋士郎

KINETIC ART  
Shiro Takahashi

### THREE DIMENSIONAL MECHANISM SERIES

It is possible to obtain complicated movement by means of a combination of 2-D mechanisms to be easily designed and manufactured just like the case of machines in practical use. However, the configurations of such plain machines cannot be compatible with the field of solid and spatial images that attract our senses. Therefore, this author created a new mechanism aiming at an aesthetic objective. The 3-D Mechanism Series is a work obtained by materializing a rocking space module.

#### 1) PARALLEL AXES TYPE

\*Fig. 1 illustrates a mechanism in which every axis parallel to any other.

#### 2) CONVERGENT AXES TYPE

\*Fig. 2 illustrates a mechanism in which extensions of all axes converge at one point.

#### 3) TWISTED AXES TYPE

\*Fig. 3 illustrates a mechanism in which a multiple axes are uniformly twisted.

### WORK OF KINETIC ART USING FLUID ELEMENTS

8 pieces of flute and 2 drums play music by means of combination of medical fluid elements. Musical composition circuit operating on.

### WORK OF KINETIC ART CONTROLLED BY MICROPROCESSOR

Work "A Dancing Rod" moves like a baton for commanding an orchestra to perform at waltz or rock music. The body consists of rotary pipes serially connected in 3 steps. Each pipe is rotated by a pulse motor via a double flexible shaft and gear. When 3 pulse motors are turned, all pipes make complex motion because each pipe is bent at each arbitrarily selected position. The pulse motors are driven in accordance with pulses successively transmitted from a microprocessor.

### PNEUMATIC SCULPTURE SERIES

The physical life span of Kinetic Art is evaluated to be very short in comparison with those of stationary works stout and easy for storage such as tableau pictures or bronze sculptures. Kinetic Art is a very troublesome work which wears if being exhibited as it is in operation, and it can never be stored in piled form like pictures. In the case of Kinetic Art, therefore, reproducibility by aid of manufacturing drawings or program software, etc., must be emphasized in place of durability and storability possessed by pictures and sculptures. The results of study on those weak points of Kinetic Art are summarized in the next work of this author, in the "Pneumatic Sculpture Series". The 2nd issue of this bulletin includes my report to the Pneumatic Sculpture Series.

## はじめに

機械と云うと産業や工業の独占物であって、美術とは無縁のものと思われるのは、産業革命以降の機械が力仕事や効率等その実用性だけを目的として開発されたからである。むしろ機械技術は古い時代から、からくりやマジック等のような心理的審美的なかわり合いのなかで発展してきた効果的な表現手段であった。ギリシャ時代のヘロンの流体機構、中世の時計、ダビンチの機械、バークソの自動人形、竹田からくり人形、ブガッティの自動車等はいずれも審美的要素と技術的要素との見事な融合の結果といえる。

芸術の分野で最初に動く作品を発表し、キネティックアートの先駆者となったのは1920年代、ガボ、タリトン、デュシャン、モーリナギ、マンレイ等の構成主義やダダイズムの作家達である。かれらの作品は蓄音機のモーターで回転する円板や、風で動くモビール、光と音と運動を演出するカラーオルガンのような機械であった。しかしキネティックアートの分野が芸術家に認められ受け入れられるようになったのは、構成主義の影響を受けた作家達が1950年代に活動し、1960年以降ヨーロッパ各地の美術館においてキネティックアート展が開催され、一般の人々の関心を集めてからのことである。

ヨーロッパにおけるキネティックアートの成功が一段落した1970年、ロンドンのヘイワード画廊で開催された「KINETICS展」のカタログに掲載された67名のキネティックアーティストの作品を列挙すると次の様になり、60年代に発表されたキネティックアート作品の傾向を一覧することができる。

- 1) 光学機材を利用している作品：ネオン管3点、投影3点、蛍光灯1点、CRT1点、ハーフミラー1点、レンズ2点、偏光板2点、プリズム1点、鏡1点、振動する鏡1点、多数凹面鏡2点、回転する鏡1点、凹凸する鏡1点、歪む鏡1点、光混合1点、光感知器、空中放電
- 2) 剛体の機構を利用している作品：回転体6点、回転円板6点、自在継手によるモビール3点、転がり運動2点、リング機構2点、振子運動1点、二重振子1点、クランク1点。
- 3) 流体を利用している作品：泡1点、水の流れ1点、流動着色バラフィン1点、空気膜1点、粒粉運動1点、鉄粉1点、
- 4) 可塑性材料を利用している作品：シリコンゴム1点、ゴム紐1点、発条1点。
- 5) 磁力を利用している作品：3点。

一方アメリカにおいては、美術館における発表形式や、構成主義やダダイズム等の既存芸術の流儀に因われることなく、現代の芸術と科学技術を直接融合しようとする試みが盛んで、キネティックアートは科学技術の進歩を象徴的に誇示する役割をはたした。日本においても、1970年の大阪万国博覧会の前年に開催された国際サイテックアート「エレクトロマジカ展」(1969年、銀座ソニービル)が内外の作品を集めて開催され、多くの観客の関心を集めた。

1970年代になると、マイクロコンピュータやパーソナルコンピュータの普及が進み、コンピュータアートの試みが盛んとなった。1980年代に日本で活動を開始するグループアルジュニはコンピュータアート、ビデオアート、レーザーアート、ホログラフィーア

西山豊彦

高橋士郎  
91.4.12.

ト、キネティックアート、エレクトロミュージック、オブティカルアート、ライトアート、ロボティックアート、マルチプロジェクトの10のジャンルにより組織されている。

本稿においては、前述のような時代背景の中で、著者が製作発表したキネティックアートの実際を報告し、キネティックアートの問題を考察する。

### 「立体機構シリーズ」

動くものは、実に多くの表情を持っていて、心ひかれるものである。風に吹かれる梢は、その木の種類によってまちまちな動き方を見せし、水面の波紋は、いつまで見ても飽きることがない。

最近では、いちじるしい交通機関の発達と変化によって、旅行の時間と距離感が刻々と変化している。凡ての価値も社会と共に変動し一定のものではない。時間の座標系も、空間のモジュールも揺れ動いているように思われる。われわれはおそらく、同じ場所に止まっているためにさえ、必死になって走らなければならない、何処か別の所へ行きたいときには、二倍の力で走らなくてはならないという「不思議の国のアリス」さながらの揺れ動く空間に生活しているのである。「立体機構シリーズ」は揺れ動く空間格子をオブジェ化した作品である。

実用機械の多くは設計及び生産の容易さのために、平面機構の組合せによりできあがっている。平面機構の組合せで複雑な動きを得ることも可能ではあるが、造形的にわれわれの心を誘う立体的で空間的なイメージの世界とは相容れないものがある。そこで著者は機構と造形性を同時に実現する「立体機構シリーズ」を創作した。

次に「立体機構シリーズ」の原理を3種類説明する。

#### 1) 平行軸型

○ 図1は総ての軸が平行である機構を説明する。四辺形1234及び四辺形5678は合同、辺15、26、37、48は合同である。回転軸1から8は総て相互に平行である。任意の一軸を回転すれば、2つの四辺形は相対的に平行回転運動をする。

○ 平行軸を四辺形の面に対して垂直ではなく、45度の角度に固定すると、立方体は平面状になったり立方体になったりする。この場合、平行軸を鉛直方向に設置すれば、重心の上下運動による回転負荷変動がなく円滑に回転することができる。

○ 図4は平行軸型の実施例であり、その動く形の変化をしめす。

4本の棒を連結固着して螺旋に一体化した柱4組を樹立し、各々の折曲部に回転軸受を介して正方形枠体を連結し、四個の連続する立方体を形成する。4本の柱の内、1本を減速機付きモーターで回転させれば、他の3本の柱は追従回転し、構造体全体が前後左右に柔軟に揺れ動くように見える。此の機構は各部品が相互に連結して力を伝達しているため、任意の一箇所を駆動すれば全体が作動するし、何箇所の部品を取り去ってしまっても、動作機能に支障はないという有機的な特徴をもっている。最上段の回転軸と最下段の回転軸は同一線上にあるので、最下段枠体を固定すれば最上枠体も静止する。

消耗や事故で本体に破損が生じた場合には、最上段が動くので精度を視覚的に確認できる。

○ 図5は平行軸型の実施例であり、2組の平行軸型機構を直角に組合せた機構の動く形を示す。各交点はX軸とY軸の回転運動が合成されて複雑な空間軌跡を描く。この機構は自重による回転負荷変動が激しいので、X軸とY軸をヘリカルギヤーで連結して回転負荷変動を相殺している。

#### 2) 収束軸型

○ 図2は総ての軸の延長線が一点に収束する機構を説明する。三角錐1237および4567は相似形、連結棒14、25、36は合同、回転軸1から6の延長線は総て中心点7に収束する。任意の一軸を回転すれば、三角錐は7を中心とするすりばち運動を起こす。

○ 図6は平行軸型の実施例である。

○ 収束型と平行型は合成して一体にすることができる。

#### 3) 捻れ軸型

○ 図3は複数の軸が一様に捻れている機構を説明する。四辺形1234と四辺形5678は合同であり且つ絡まっている。短稜15、26、37、48は合同、軸1234及び軸5678は一様に捻って傾斜している。2つの四角形は互いに絡まったまま円滑に回転移動する。但し、短稜の内15、37は若干収縮する。

図1 平行軸型

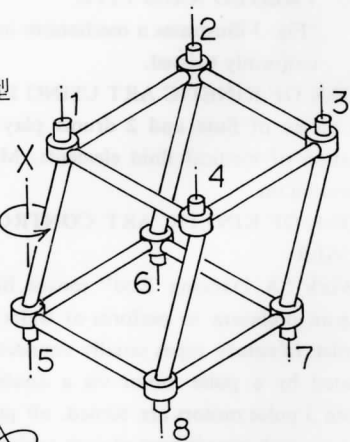


図2 収束軸型

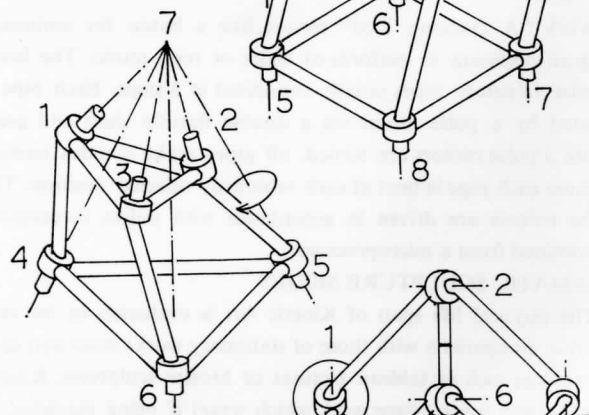


図3 捻れ軸型

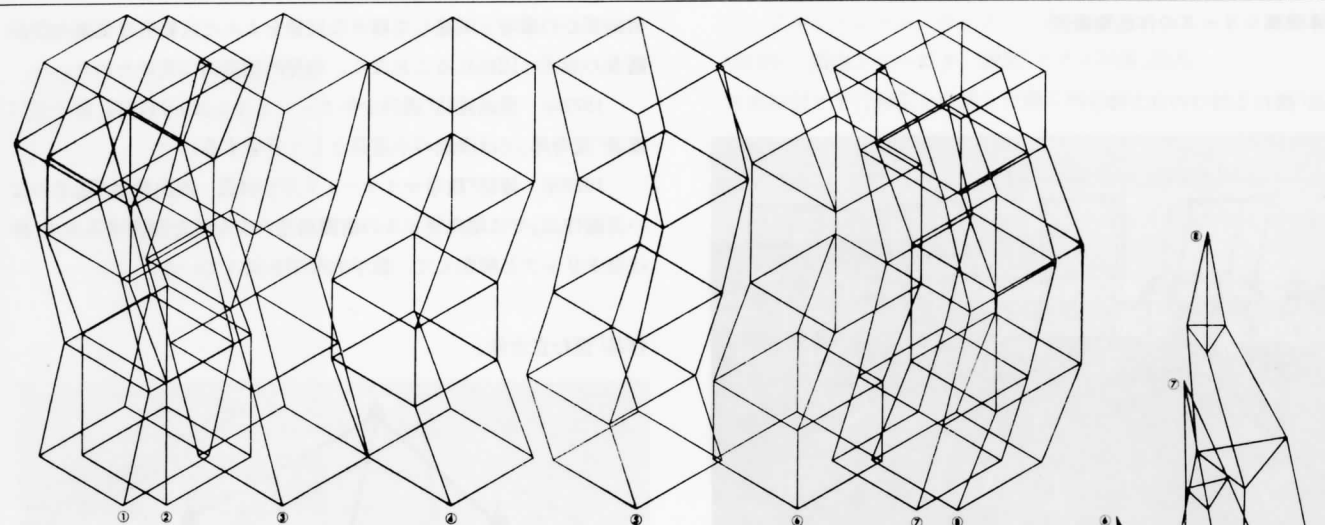
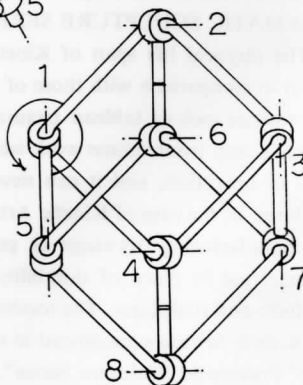


図4 平行軸型実施例の動き

図5 平行軸型  
実施例の動き

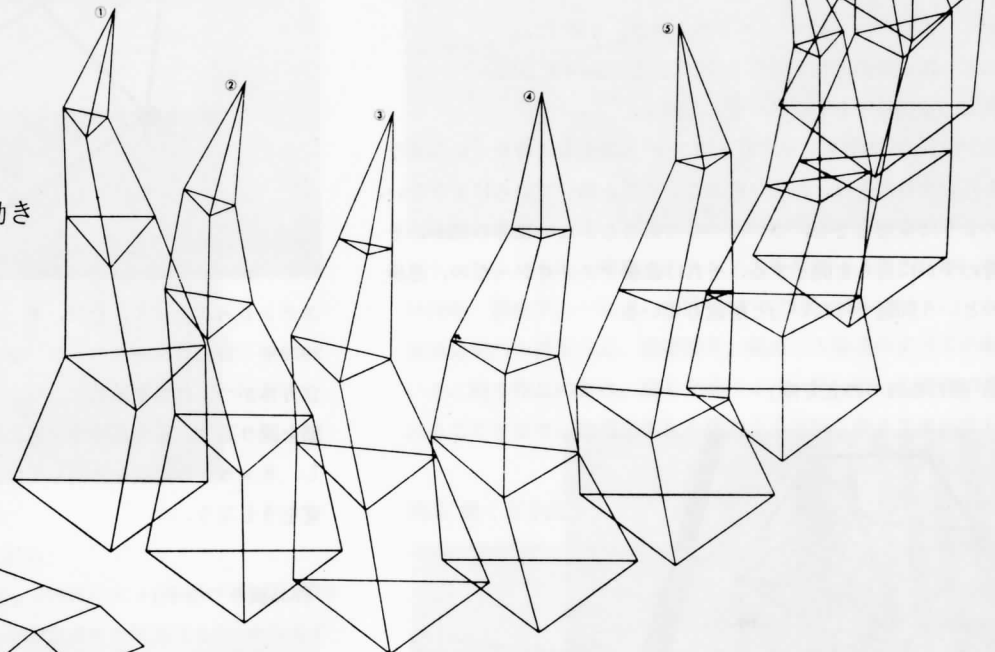
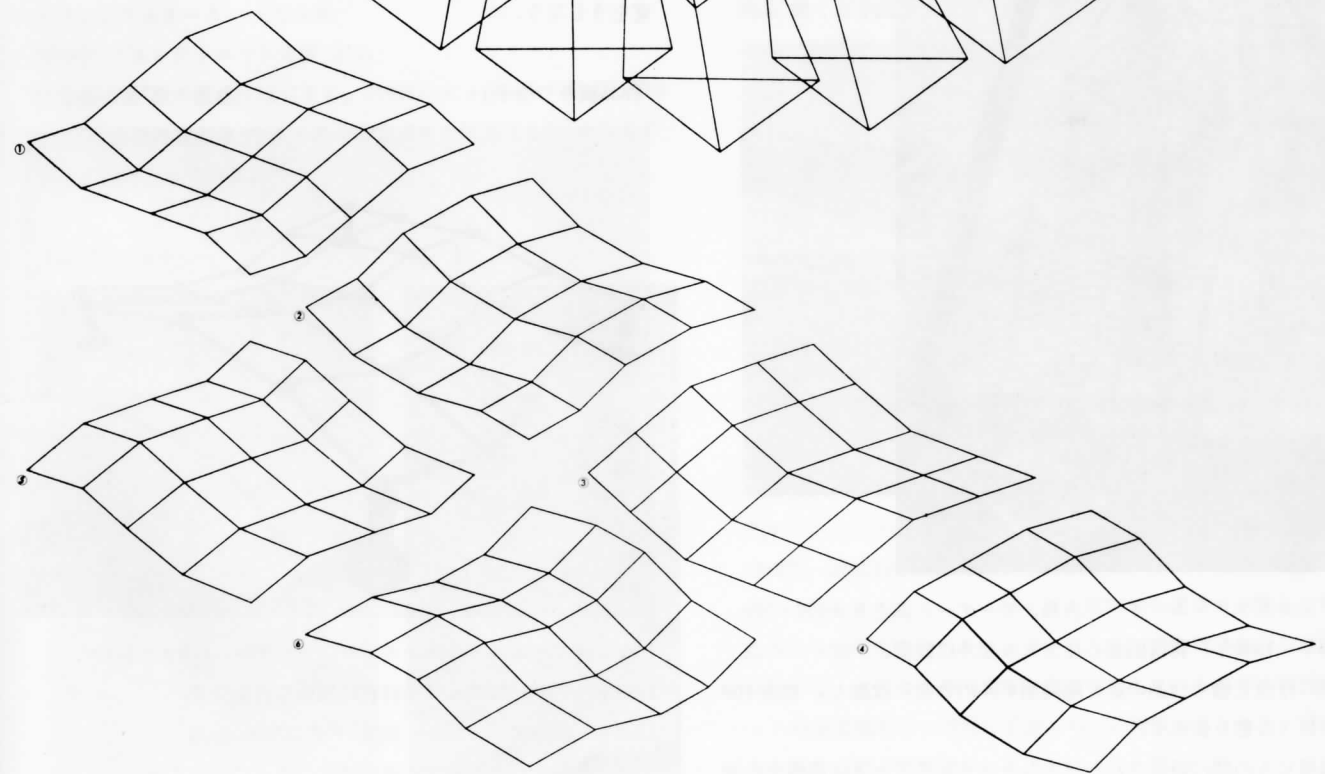


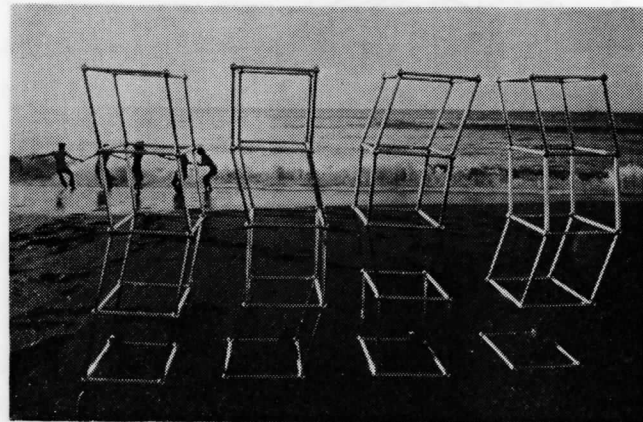
図6 収束軸型  
実施例の動き





立体機構シリーズの作品発表例

作品「揺れる四つの立方体」



アルミニウム、モーター。高さ1.6m。

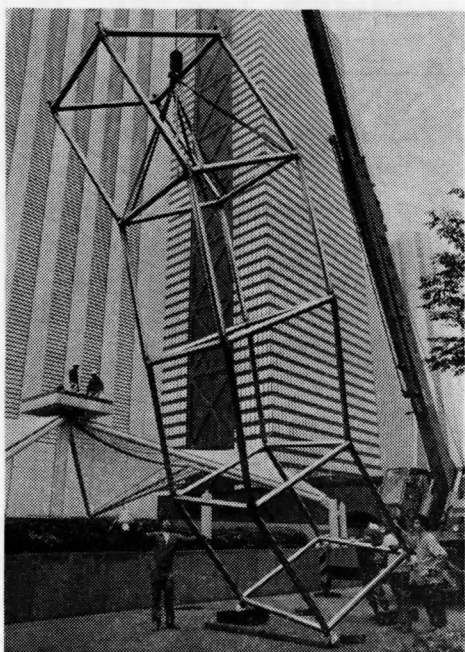
1969年 銀座ソニービル 「エレクトロマジカ展」出品

1970年 国立京都近代美術館 「現代美術の動向展」出品

揺れ動く空間格子をオブジェ化した作品。

『芸術生活』1969年7月号で石子順三は『前後左右に身をくねらせながら運動する構造は、つまり動かないことを動いているにすぎない。どのように変形しても、ついに一つであるしかない世界の相が、その時わずかに自らを開示する。それは直接テクノロジーだの、進歩だのという問題ではない。』と解説している。

作品「揺れる四つの立方体」



ステンレススチールパイプ。台箱、モーター。高さ9m。

1976年—1980年、新宿副都心住友ビル屋外に設置。

夜間には投光機で作品の影を超高層ビルの外壁に投影し、高さ100mの巨大な影を動かす。

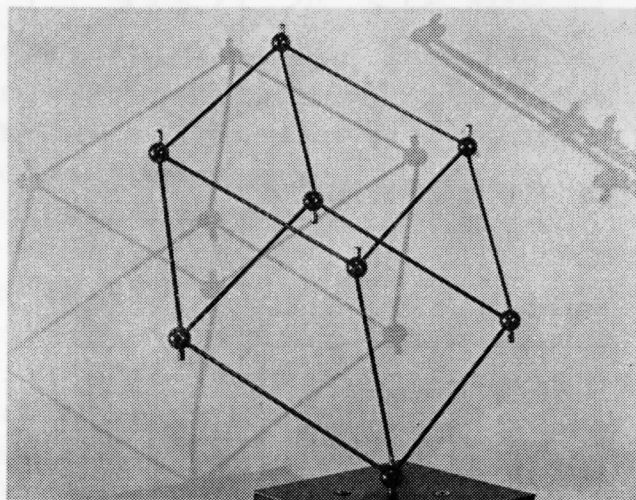
超高層ビルの上に設置された巨大なキネティックアートは建設中の新

宿副都心の環境と関連して様々な反響をよんだ。観客は従来の作品鑑賞の形式に囚われることなく、自発的創造的に受けとめた。

1977年 漫画雑誌『週刊少年チャンピオン』20号170頁 藤子不二雄著「変奇郎」では漫画の小道具として登場する。

1978年 雑誌『数学セミナー』7月号64頁 西山豊著『題名のない芸術作品』では超高層ビルの耐震構造の安全性を説明する大仕掛けなトリックと解釈して、数学的解明を試みている。

作品「歪む立方体」

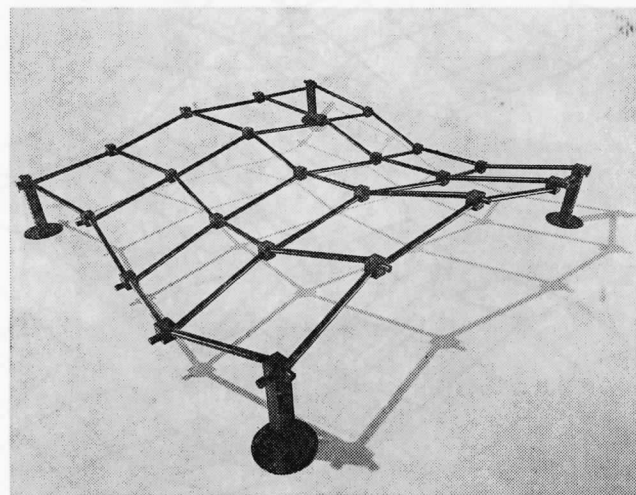


ステンレススチール、台箱、モーター。高さ30cm。

1979年 青山コジースペース 個展「習作模型展」出品

立方体がつぶれて平面状になり、また平面が膨らんで立体になる運動を繰り返す。正方形枠体と連結節は異なる速度で反対方向に回転し、ネッカーの錯視を強調しているので連続して見ていると空間感覚をうしなう。

「作品波うつ格子」



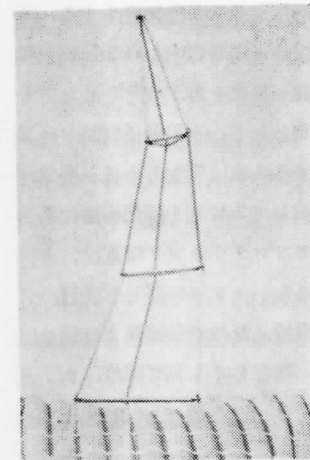
アルミニウム、ヘリカルギヤー、モーター。1.6m×1.6m。

1968年 『美術手帖』4月号15頁に模型写真を発表。

1972年 銀座ソニービル、個展「メタコ72展」出品

平面状の格子が上下して水面の波紋のように伝播する。

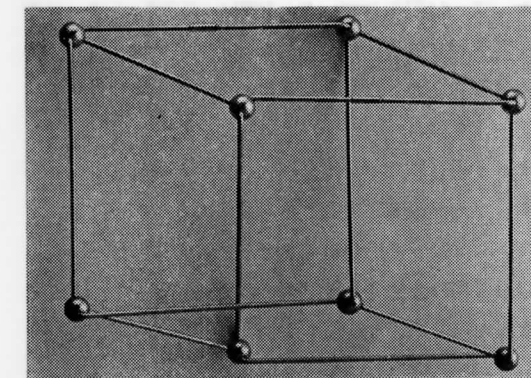
作品「揺れる三角錐」



ステンレススチール、台箱、モーター。高さ9m。

1970年 大阪吹田市 万国博覧会三井館屋外に設置。

作品「絡まる立方体」

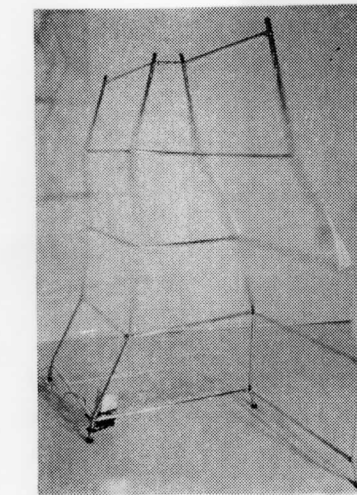


ステンレススチール。一辺15cm。

1969年 「エレクトロマジカ展」出品

伏見康治著『数の直感にはじまる』246頁にエッシャーの絵画に描かれた「不合理の立方体」やネッカーの立方体を現実化した「からくり」として紹介されている。

作品「歪む格子」



作品「動く文字」



左：アルミニウム、モーター。高さ1.6m

1972年 銀座ソニービル 個展「メタコ72展」出品

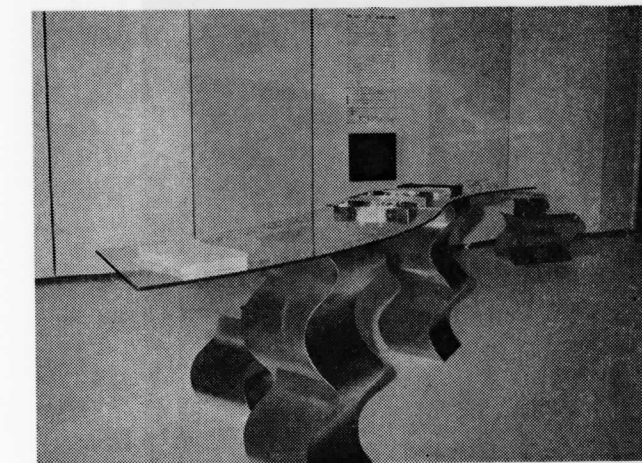
収束軸型と平行軸型を合成した動く構造体。

右：真鍮棒、プラスチック文字、モーター。高さ2m。

1969年 銀座ソニービル 「エレクトロマジカ展」出品。

平行軸型の応用で動く展覧会のタイトル文字。

作品「動く壁」

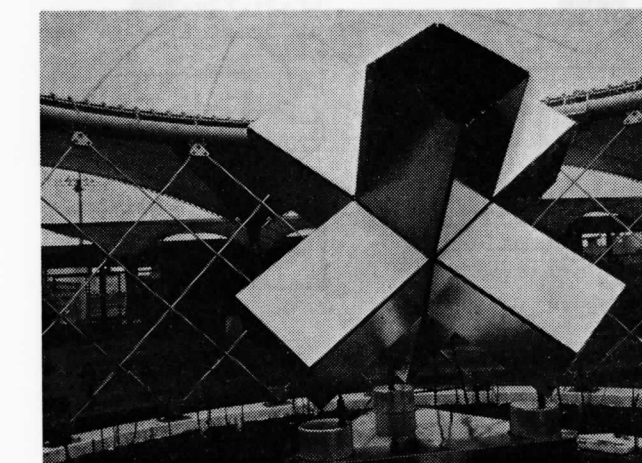


フラッシュパネル、蝶番、クランク、モーター。高さ2.4m

1972年 銀座ソニービル 個展「メタコ72展」出品

個展会場内の展示作品、照明器具、壁画、入場者のすべてが動いている。動く作品の影は、動く光源により、動いている壁面に投影されることとなり、会場全体を有機的で不可解な動きで演出する。

作品「動く万華鏡」



アルミニウムハニカムパネル、長蝶板、モーター。高さ2.6m

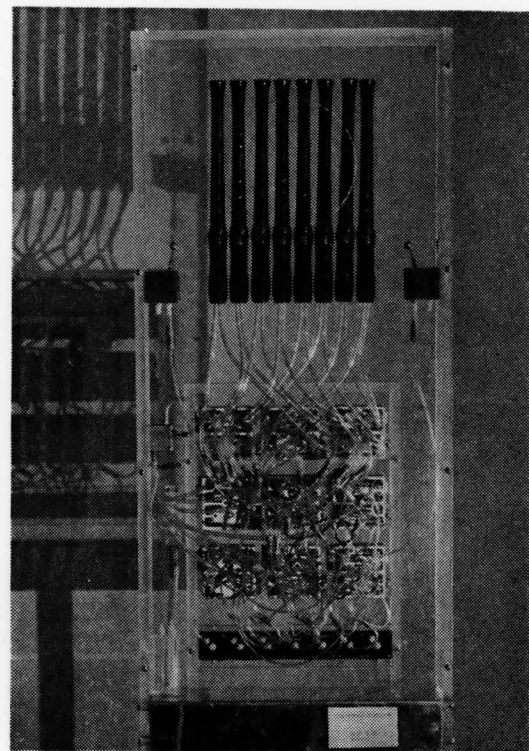
1985年 筑波科学万国博覧会中央駅モニュメントとして製作。

600×900のアルミニウムハニカム板24枚を蝶番で連結した動く構造体の3箇所を3台のターンテーブル上に自在継手を介して固着し回転する。ハニカムの内側板を構造材としているので、表面にリベットや溶接箇所が一切現れず歪みのない鏡面がえられる。周辺の景色を映して動く万華鏡。



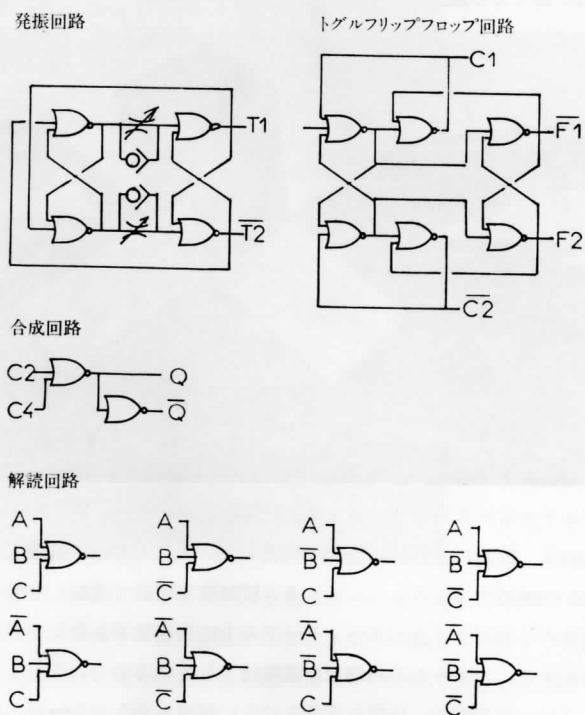
流体素子によるキネティックアート

作品「ニューマチックコンピュータ」



流体素子, 笛, ベローズ, リニヤコンプレッサー, アクリル樹脂.  
1970年 電気通信科学館, その他に出品.  
医療用流体素子を利用したNOR素子72個の組み合わせで, 8本の笛と2個の打楽器を演奏する, 空気だけで作動する作曲回路.

次の図は論理回路の概略を説明する.



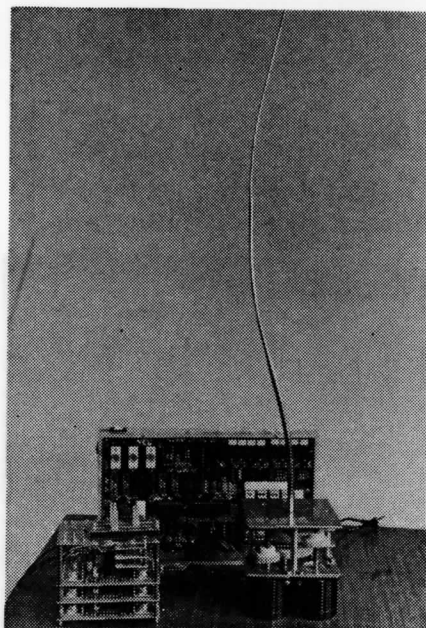
まず音楽リズムの統一要素として, 1つの発信回路と4つのフリップフロップ回路を直列して統一な信号を多種類発生する. 次に音楽リズムの変化要素として, 上記統一信号の中から2種類を任意選択して合成回路に入力し, 上記統一要素を若干変化させた信号を発生する. 次にもう一つの変化要素として, 上記発信回路とは異なる周期信号を別の発信回路で発生する. 次に発生した統一要素信号と変化要素信号を3種類任意に選択して3ビット解読回路に入力し, 8種類の音階信号を得る. 以上のプログラミングは直接, 流体素子の空気チューブを差し替えておこない, 8本の笛と打楽器のアクチュエーターを駆動する空気圧も直接, 流体素子回路より取り出す. 同じ方法で拍子回路, 和音回路, 和音タイミング回路, ロンド回路を付加してある.

マイクロコンピュータ制御によるキネティックアート

コンピューターが最初に作られたのは科学技術計算や事務計算のためであったので, 利用できる入力装置は無表情なキーボード, カード読取機, 紙テープ読取機であり, 出力装置はラインプリンターか簡単なXYプロッターに限られていた. 初期のコンピューターは目と手を持たない電気頭脳であった. 1960年代のアーティストは能力のわりには貧弱な表現力しかもたない事務用の入出力装置に挑戦してコンピューターアートを試みていた.

1971年, LSI化されたコンピューターである4004や8080等のマイクロプロセッサが量産されるとたちまちのうちに普及し, アーティスト自身でコンピューターが組み立てられるようになり, 見るだけの作品ではなく同時参加できるシステムやロボットアートへの発展が可能となった.

作品「踊る一本の棒」



真鍮パイプ, フレキシブルシャフト, バルスモータ, マイクロコンピュータ, スピーカー.

1978年, 電気通信科学館「マイコン展」出品.

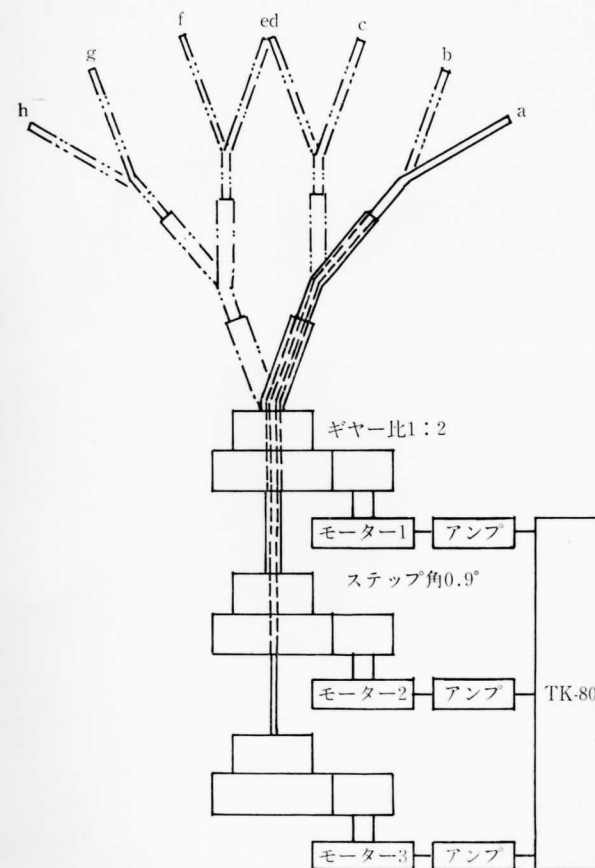
マイクロプロセッサ-8080を搭載したワンボードコンピューターTK-80が1973年に発売された時に制作した, マイクロコンピュータによる制御作品の1号機である.

次図は「踊る一本の棒」のハードウェアを説明する. 本体は3段にすぎない回転自在のパイプより成る. それぞれのパイプはオートバイスピードメーター駆動ケーブルを利用した2重フレキシブルシャフト及びギヤを介してバルスモーターによって回転させる.

本体パイプはそれぞれ適宜箇所にて屈曲しているのので, 3台のバルスモーターを回転させると, パイプ本体全体が複雑な動きをする. バルスモーターはマイクロコンピューターより逐次出力されるパルスに従って駆動する.

図に示した本体形状と3台のモーター軸角度の関係は次のとおりである.

	a	b	c	d	e	f	g	h
No.1 軸角度	0	0	0	0	180	180	180	180
No.2 軸角度	0	0	180	180	0	0	180	180
No.3 軸角度	0	180	0	180	0	0	0	180



次に「踊る一本の棒」をマイコンでTK-80駆動させる場合の最も簡単なプログラムの一例をしめす. 8000-8037番地は主プログラム, 8050-80D0番地は「メリーさんの羊」の曲のデータである. サブルーチンKEYINはTK80のアプリケーションプログラムを使用している

更に複雑なプログラムは3台のバルスモーターの回転角度, 回転速度を同時に制御して, オーケストラを指揮する指揮棒のような動きでワルツやロックを踊る.

番地	機械語	ニーモニック	説明
8000	3E90	MVI A, 90	入出力装置指定信号設定
8002	D3FB	OUT FB	同 出力
8004	CD1602	CALL KEYIN	サブルーチンKEYIN
8007	FE00	CPI 00	演算 NO
8009	C20480	JNZ 8040	スイッチ押されたか?
800C	3E00	MOI A, 00	動作信号を0に設定
800E	D3F9	OUT F9	同 出力
8010	215080	LXI H, 8050	最初のデータ番地設定
8013	7E	MOV A, M	音階データを読取る
8014	FEFF	CPI FF	演算 YES
8016	CA0480	JZ 8004	データ終了か?
8019	D3FA	OUT FA	音階信号を出力する
801B	23	INX H	データ番地を減算する
801C	7E	MOV A, M	動作データを読取る
801D	1605	MVI D, 05	1/4周パラメータ設定
801F	1E14	MVI E, 14	減算時間パラメータ設定
8021	7E	MOV A, M	動作データを読取る
8022	D3F9	OUT F9	動作信号を出力する NO
8024	CD3A80	CALL 803A	サブルーチン待時間へ
8027	3E00	MVI A, 00	動作信号を0に設定
8029	D3F9	OUT F9	同 出力
802B	CD3A80	CALL 803A	サブルーチン待時間へ
802E	1D	DCR E	減算時間パラメータ減算
802F	C22180	JNZ 8021	減算時間か?
8032	15	DCR D	1/4周パラメータ減算
8033	C21F80	JNZ 801F	1/4周したか?
8036	23	INX H	データ番地減算 NO
8037	C31380	JMP 8013	繰り返す
803A	06FF	MVI B, FF	待時間パラメータ設定
803C	05	DCR B	減算
803D	C23C80	JNZ 803C	待時間0か? NO
8040	0601	MVI B, 01	待時間パラメータ設定
8042	05	DCR B	減算
8043	C24280	JNZ 8042	待時間0か? NO
8046	C9	RET	元へ戻る
8050	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
8052	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
8054	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
8056	0507		音階ソ 動作 No.1,2,3
8058	0104		音階ド 動作 No.1
805A	0000		音階無 動作 無
805C	0104		音階ド 動作 No.1
805E	0100		音階ド 動作 無
8060	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
8062	0000		音階無 動作 無
8064	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
8066	0000		音階無 動作 無
8068	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
806A	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
806C	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
806E	0407		音階ファ 動作 No.1,2,3
80D0	FF		終了

## おわりに

動くことがキネチックアートの本質であり、作品に生命を与える秀でた特徴である反面、動くことにより部品は消耗して作品の寿命を早める欠点でもある。現代技術の粋を集めた量産自動車ですら頻繁な定期点検修理を義務付けられていることから分かるように、消耗部品交換や給油を一切必要としない機械設計は困難なことである。堅牢で保存しやすいタブロー絵画やブロンズ彫刻などの静止作品と比較すると、キネチックアートの物理的な寿命は大変に短いといえる。絵画や彫刻がもっている耐久性と保存性に換わるものとして、キネチックアートの場合には製作図面やプログラムソフト等による再現性を重視する必要がある。

ある活発なアジアの学生作品展を見た時、会場には西洋現代絵画史に登場する作家の亜流がすべて揃っていて、展示されている何れの絵画作品もが一律に教科書印刷に共通する一種独特な質感と色味をもっていたことに気がついた。印刷媒体による伝達の限界は絵画の場合にもあることではあるが、キネチックアートの場合は決定的な問題である。1960年代の日本で、モーターや機械部品を溶接して黒く塗装した現代彫刻が流行った。ティンゲリーの成功を美術雑誌で見て発想したものであろうが、美術雑誌の鮮明な彫刻写真を眺めている限りでは、ティンゲリー作品が動く作品であるとは、とても思えない。キネチックアートは観客に強い印象を与えることが出来るのだが、動かない印刷物や写真の媒体で紹介されても一向に要領を得ない。動きを印刷媒体に記録し伝達することは不可能なことであり、たとえ動く映像であっても三次元での動きを完全に記録することは難しい。

キネチックアートは作動したまま展示しておく部品が消耗するし絵画のように積み重ねて保存しておくこともできない始末の悪い作品である。

これらキネチックアートの欠点を検討した結果が著者の次の作品「空気膜造形シリーズ」である。空気膜造形はコンピューター制御に相性のよい素材でもあり、量感ある立体を消去したり出現したりできる三次元表示装置として、平面作品の場合のCRTディスプレイによる画像表示装置のような機能を目指している。「空気膜造形シリーズ」に関しては本紀要第2号に報告してある。