数理モデル化と問題解決　20－7
（１９９８．７．２４）

# 図案情報のスペクトル解析

石割　伸一
富山県工業技術センター　生活工学研究所　製品科学課

デザイン情報をスペクトル解析する手法をモンドリアンの作品例にとって説明する。スペクトル解析の手法として、繰り返しパターンに順序番号を持ち込むこととする。これは、デザインの解釈として、画面にあられる順序という概念を新しく導入している。これによって２次元のスペクトル分析ができるようになる。そして、この解釈によるとモンドリアンの作品が１／ｆ揺らぎ特性をもっていることが分かった。

# The spectrum analysis of informations of a design.

Shin-ichi ishiwari

Toyama Industrial Tecnology Center Human Life Tecnology Research Institute

A new method of spectrum analysis of informations of a design is shown with an example of the art of Peit Mondrian. There is a new concept of numbering each of pattern in order. This concept make it possible to analize the two dimensional information and to compare it type of 1/f flactuation. Accoding to this method, 1/f type of flactuation is found in the art of Mondrian

## 緒言

快適なものには、１／ｆ揺らぎがあると言われているが、これは、音楽であったり、そよ風であったり、何かしらの心地良い刺激である。しかしながら、テキスタイルデザインや、壁紙、タペストリー、ネクタイ、などの装飾デザインのうち、パターン柄をもつものについては、平面的、２次元的であることにより、１／ｆ揺らぎ特性を快適性とともに論じられることはなかった。

そこで、本研究では、パターン柄をもつ図案のような平面的な情報に順序という概念を導入して、そこでの揺らぎ特性を評価する手法を提案する。

そもそも、１／ｆ揺らぎとは、スペクトルの低周波領域がより大きいレベルを維持しているということで、状態の遷移に長時間の影響が残っていることを意味している。これは、信号に対する期待性と意外性が適度に混じった状態であると言える。　ごく大雑把な議論をするならば、期待性というのは、周期性のことで、意外性というのは、長時間の影響によるものである。この長時間の影響が１／ｆ揺らぎの原因であるといえる。これは、例えば、次のような現象として現れる。何かの理由で最初の時間の値が周期的な値からズレていたとき、これを原因とする影響は、後に続くパターン柄の属性に結果として引き継がれ、またこれが原因となって、後に続くパターンに影響を与える。このように、次々と引き継がれていく場合、全体として、長周期的な構造を持つものとなる。もし、この場合この影響の蓄積効果によって、構造的な変化が起きるとき、長周期的なスペクトルの値が大変大きくなることが期待される。

これらの議論から推察されるように、これら1／f揺らぎを議論されるような信号は、時間的な遷移を問題にしている。時間的な遷移とは、原因と結果という因果律を強く意識させるものである。これは、一方向性をもち、未来は、過去の影響を強くうけ、過去に起こった出来事により、未来が規定されていくと考えるのである。この考え方と平面デザインの構成要素に順序を付けるという考え方は、この因果律という考え方で符号している。

即ち、ある図形が、ある大きさで、ある位置を占めたとすると、次の図形は、この図形と過去の図形の影響を受けて、次のその図形が配置される位置や大きさなどが決まると考えるのである。

このような、図案の構成要素である図形に番号を振るということは平面的なデザインの解釈として自明なものではない。従ってこの解釈がデザインの解釈としていつでも有効であるとは思わないが、このようなものの見方の立場も存在することを示したい。

**デザインの解釈のために順序の導入**

平面的なデザインを構成する図形に番号を与えることを行う。　例として、ピエト・モンドリアン作、色相によるコンポジションⅢ　について、この解釈を行う。
モンドリアンは、具象性を排し、単純な形態を持つ図形の形、色彩、配置、などのリズムや調和に美を見出した作家である。現代の抽象的なデザインに多大な影響を与えたオランダの作家である。

この作品は、薄青色、薄赤色、黄色、の3色で描かれた長方形の配置によって構成されている。この長方形は、その形状および、その配置が微妙に揺らいでいる。これらの揺らぎと3色の色の選択がこの作品の美を構成している。

図1にこの作品をこのような解釈で模写したものを示す。

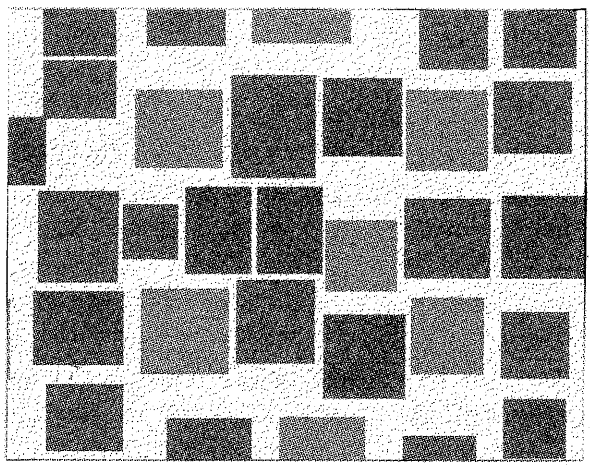

図1

**図案の拡張解釈と番号付けについて**

この作品は、7行5列の長方形から出来ていると考える。この長方形はすべて画面にあるとは限らない。完全に画面からはみ出している場合も考えるのである。このように考えて作成したものが図2である。このうち、モンドリアンの作品は、黒線で囲った位置のものだけが見えていると考える。このように考えると、7行5列の長方形の縦横の辺の長さや、長方形の配置されている座標などが、7行5列の数列によって表現される。これらの揺らぎのスペクトル分布を定義するために、これらの長方形に番号をふる。番号は、2つの自然数の形をしており、それぞれ、横方向に(1, 1),(1, 2),・・・・,(1, 7)の番号を付ける。次の行は、(2, 1),(2, 2),・・・・・・・・,(2, 7)と番号を割り振る。最後の行は、(5, 1),(5, 2),・・・・・・・・・・,(5, 7)と割り振られる。

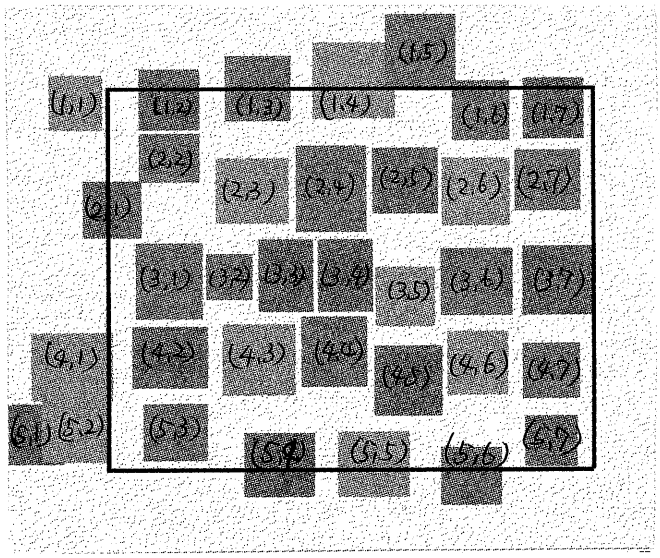


図2

このように長方形に番号付けを行うと、長方形の縦横の長さ、長方形の配置、長方形の色のでデータを与えると、これは、7行5列の行列によってこれらのそれぞれの要素は書き表すことが出来る。

また、これにより2次元のフーリエ級数を求めることができる。

このように、長方形に番号を付ける付け方は、1通りだけではない。このことは、この番号付けの段階でこのデザインへの解釈が既に行われていることを示す。次の例は、このような番号付けが既に恣意的な要素を含んでいることを示している。

さて、図2のなかで、黒枠の外側にはみ出した部分のもつ属性は、元の作品からは、決めれない値である。これは、見る人が頭の中で、想像した図形である。これには、長方形の色も含む。

我々は、これからこの図2についての図形について解釈を行うことになっている。だから厳密にいうと、この作品の番号付けによるスペクトル分析を行っていると言える。しかし、この見えない部分を想像させる効果がこの本来見えない図形を想像させているのだと考えて、その効果を評価していると考える立場をとることにする。

**ベクトル量の揺らぎと計量関係**

さて、いままでの議論により、この作品は、番号付けによって７つの構成要素をもつベクトルで表される長方形によって書き表されている。この内、２つは、長方形の縦横の長さこれは、正の値でなければならない。また、長方形の位置も左上の頂角の位置を示すｘ座標および、ｙ座標の値の２つにの構成要素を持つ、さらに、この他色彩は、R，G，Bの色の組み合わせから出来ていると考える立場をとるならば、色彩は３次元の値をとる。しかも、今の場合0.0～100.0までの値である。

これらの７次元空間に計量（距離）を入れることを考える。この計量を入れるということも、恣意的なものである。今の場合、計量はこの条件で、すべて1.0　すなわち、形、位置、色の要素をこの数値の範囲ですべて均等であるとした。

このベクトルは、合計３５あり、それぞれのベクトルについてその平均の位置からのズレの大きさを求めると、その値は、２次元のスカラー量となる。これをスペクトル分析をすることを考える。

**スカラー量のスペクトルの計算法**

さて、前節までで、繰り替えし図案に番号与えて、７次元のベクトルをつくり、そのベクトルの平均からのズレの大きさを求める。そのズレの大きさをM行N列の行列として、そのスペクトル分布を計算する。（今の場合はM＝５，N＝７である。）

さて、ｘｙ空間でこの問題を一般的に考えることとする。２変数 $x_n$, $y_m$は、ｘの変数として、$x_1$, $x_2$, ・・・・・, $x_N$ さらに、ｙの変数として　$y_1$, $y_2$, ・・・・・, $y_N$ の値を取る。この２変数の示す点は、（$1 \leqq n \leqq N$, $1 \leqq m \leqq M$）これらの組み合わせでつくるN・M個の格子点上の点であり、関数ｕは、その点上で値をもつ。すなわち、のとき、フーリエ基底関数は、次のN・M個である。

$$\left(\frac{N}{2\pi}\right)^{1/2}\left(\frac{M}{2\pi}\right)^{1/2}\exp\left(i\cdot 2\pi\cdot\frac{n}{N}\right)\ \exp\left(i\cdot 2\pi\cdot\frac{m}{M}\right) \qquad (1)$$

直交性は、式（２）により、しめされている。これらの指数関数は、基底関数として完備している。

$$\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{M}\left\{\left(\frac{N}{2\pi}\right)\left(\frac{M}{2\pi}\right)\exp\left(-i\cdot 2\pi\cdot\frac{n1}{N}\right)\ \exp\left(i\cdot 2\pi\cdot\frac{m1}{M}\right)\right.$$
$$\left.\cdot\exp\left(-i\cdot 2\pi\cdot\frac{n2}{N}\right)\ \exp\left(i\cdot 2\pi\cdot\frac{m2}{M}\right)\right\} = \delta_{m1,\, m2}\ \delta_{n1,\, n2} \qquad (2)$$

このことより、ｕの値は、　N・M個の値をもつところの、式（１）で書き表される基底ベクトルとそのフーリエ係数との積の総和として、書き表すことができる。

このことより、ｕの値は、　N・M個の値をもつところの、式（１）で書き表される基底ベクトルとそのフーリエ係数との積の総和として、書き表すことができる。

さて、このような時に、ｘ方向の周波数　n／Nと、ｙ方向の周波数　m／Mを持つ時、この基底のもつ周波数ｆを

$$f^2 = \left(\frac{n}{N}\right)^2 + \left(\frac{m}{M}\right)^2 \qquad (3)$$

と定義する。これは、2次元の波数ベクトルと呼ばれる量の絶対値を1次元における波数と考える方法である。

このように考えると2次元的なデータについても1／f揺らぎに関する議論ができる。

**芸術作品への適応**

これらの解析を「ピエト・モンドリアン作、色相によるコンポジションⅢ 」に適用したスペクトル分布を図3に示す。この図から、この作品の持つスペクトルのタイプはほぼ、1／f であると言える。

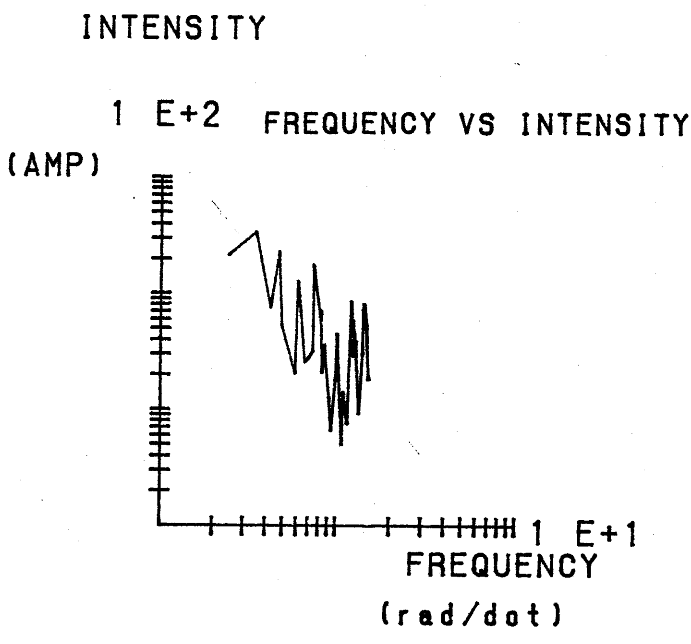


図3

**結論**

このスペクトル解析法は、2次元のフーリエ変換によって得られたスペクトル分布を1次元のフーリエ変換のスペクトル分布と対比する手法を示したものである。その際、1次元のスペクトル分布の持つ端数は、1次元であり、2次元の波数は、2次元のベクトルとなるが、この2次元のベクトルの絶対値と1次元の波数を一致させて考えるという立場をとっている。このような考え方は、ごく普通であるが、これと、繰り返しパターンに順序を付けるという手続きを組み合わせると、モンドリアンの作品のような図案については、1／f揺らぎのパターンかどうかを中心にその善し悪しを議論できる可能性がある。