

### 3.2.3 波と1/fゆらぎ

自然界、人間の行為、動物の生体情報などに見られる1/fゆらぎは、人体から発生する生体信号にも存在することがわかってきた。

人体の心拍周期のゆらぎを示すパワースペクトルや、気分の良い時の波の周波数変動のパワースペクトルもきわめて1/fゆらぎに近くなる。図3.2.5にその例を示す。しかも、被験者に強烈な騒音を聴かせたり手術後の患者に痛みが生じてくると、1/fスペクトルは低周波から徐々に消えていくことが確認されている。低周波部分への1/fスペクトルの伸びは被験者の気分の良さを表わしていると言える。

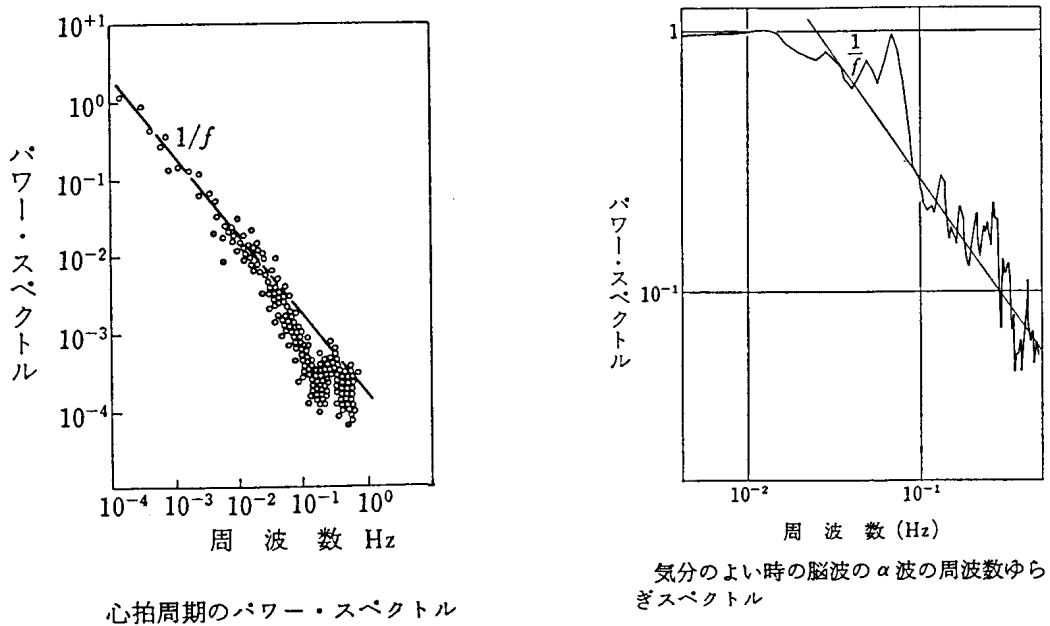


図3.2.5 生体情報にみられる1/fゆらぎの例<sup>23)</sup>

工業技術院製品科学研究所でも“快・不快”といった心の状態を量的に表現する手段として、図3.2.6に示すように波の周波数ゆらぎに注目している。

快い音楽を聴いたり、いい匂いを嗅いだり、美味しい物を食べている時などの波のゆらぎは、ゼロクロス法を適用して分析した波形の周波数に反比例して1/fの傾きになり、不快な状態では一様になってくることが判った。<sup>26), 27)</sup> 快適性を感じないときは低周波の伸びが消えているのが判る。

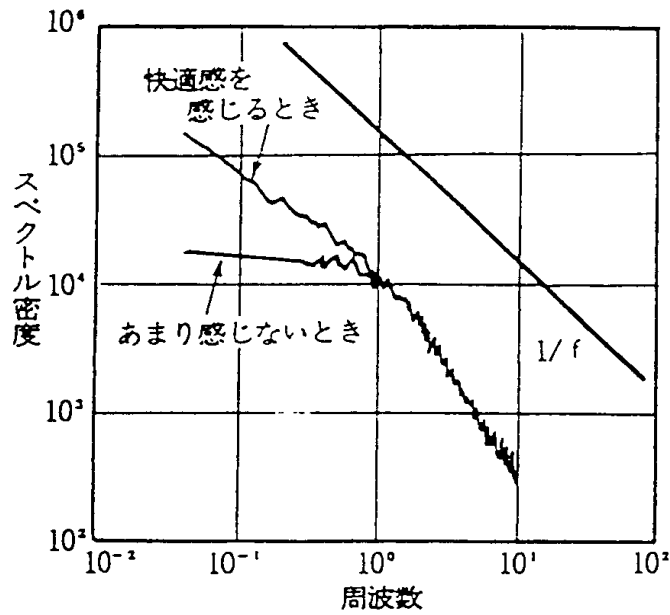


図 3.2.6 波の周波数ゆらぎのスペクトル<sup>27)</sup>

一方、 $1/f$  ゆらぎが 波を増加させる例も報告されている。

図 3.2.7 は “A=月光” から “E=川のせせらぎ” までの音楽的な音である N = 「基本音」、F = 「 $1/f$  ゆらぎ雑音」をミキシングした場合、人にどのような影響を与えるかを脳波を用いて検討した報告である。

$1/f$  ゆらぎ雑音をミキシングすると  $1/f$  スペクトルにより一層近づき、全体に提示音のレベル変動幅が平均化する。図は被験者である大学生 60 名の 波出現率の平均値を示している。N, F を単独で聴かせるよりも (白い棒グラフ) N:F=1:4 の割合でミキシングした方が 波が増加している。

この原理はこの章の 3.2.4 で紹介した特開 平 2 - 134164 に応用されている。

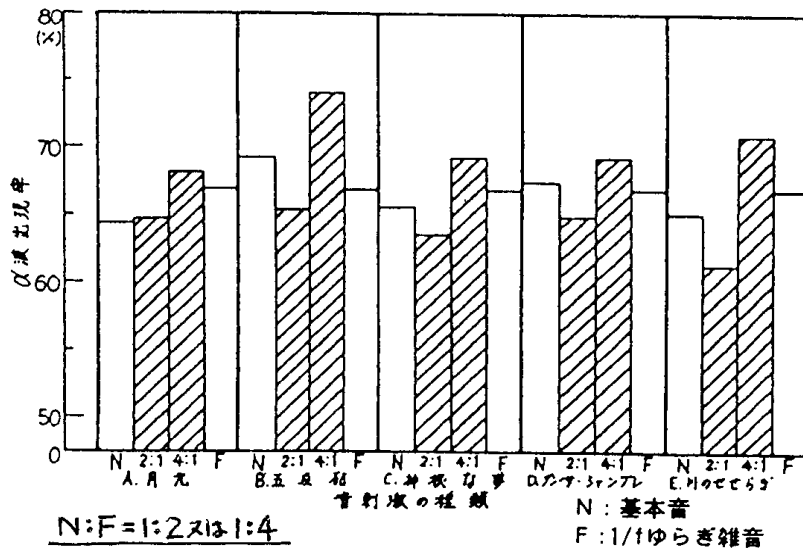


図 3.2.7 提示音別の 波出現率の平均値<sup>28)</sup>

以上の様に 波と  $1/f$  ゆらぎは人間の情動反応と密接な関係を持っている。 $1/f$  ゆらぎを応用した事例は既に多数報告されている。参考までにそれらの例の幾つかを紹介しておく。

<1/f ゆらぎを応用した音楽・音の風景>

1/f ゆらぎでメロディ進行と強弱を制御したコンピュータ音楽に自然の波の音を重ねたり、動物の鳴声をコンピュータ合成して鳴くタイミングを1/f ゆらぎを使って出しているものなどがある。環境音としてこれらの音を利用してストレスを下げようとするものである。野鳥や牧場での牛の鳴声などは大自然の中では心地良くても閉空間ではうるさがられる傾向にあり、録音したものをそのまま使用しないで加工する必要があるという。<sup>14)</sup>

<1/f ゆらぎを応用した安眠枕>

国立佐倉病院（千葉県）の第2外科医長の蜂巢氏とビクター音響工業（株）が1/f ゆらぎの自然音を発生する枕を開発し入眠効果を上げている。

波の音、電車の走行音、蛙や日暮蟬の鳴声、川のせせらぎなどを個別に記憶したROMカードを枕に差し込み、枕に組み込んだスピーカから聴きながらリラックスして眠るもので、下表のように不眠を訴えていた患者の62%に効果があったとしている。耳障りであった人は15%であった。<sup>29)</sup>

●自然音枕を使用しての安眠安静効果

（外科患者100名、看護婦13名）

自然音発生 枕使用感想	頻度%	
	外科患者	看護婦
いつもより 長く眠れた	20%	** 15%
気持ちが 落ち着いた	42%	
変わらない	39%	54%
耳ざわり	15%	31%
一部重複回答を含む		** p<0.01

<1/f ゆらぎの除痛装置への利用>

皮膚のツボに電極を張り付けてパルス電流を流して痛みを和らげる除痛装置は、パルス電流を規則的にくり返したり、徐々に強さを変化させるだけでは慣れが生じて効果が薄らぐ。そこで小杉幸夫氏（東京工業大学）らは1/f ゆらぎによるパルス電流の制御を試みている。規則的なパルス電流ではあまり効果のない手術後の痛みや神経痛、ガン末期の痛みなどに効果があったという。<sup>23)</sup>

その他、音楽分野の先駆的な仕事としては米国のIBM研究所のR.F. Voss氏が1/f<sup>0</sup>、1/f、1/f<sup>2</sup>の各スペクトルを持つ乱数で音符の種類と音高を選択して作曲したり、ブルックリン大学のCharles Dodgeが開発した作曲アルゴリズム“Profile”でも、音程を1/fノイズによってランダムに選ぶことにより適度に变化のある音列を得ている。<sup>30)</sup>

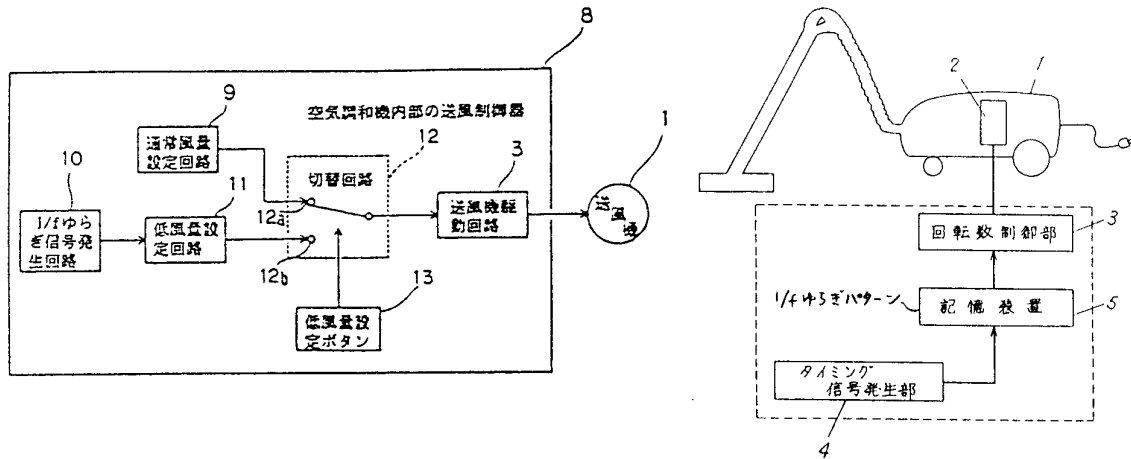
尚、第2章の2.1.3の事例5で既に説明したように、寝装品製造卸のロフテー（株）が実験しているリラクセーション環境シミュレータ<快眠スタジオ>の内面の壁も1/f ゆらぎを応用した木のタイルの凹凸で作られている。

### 3.2.4 特許にみる 1/f ゆらぎ

#### 電気製品

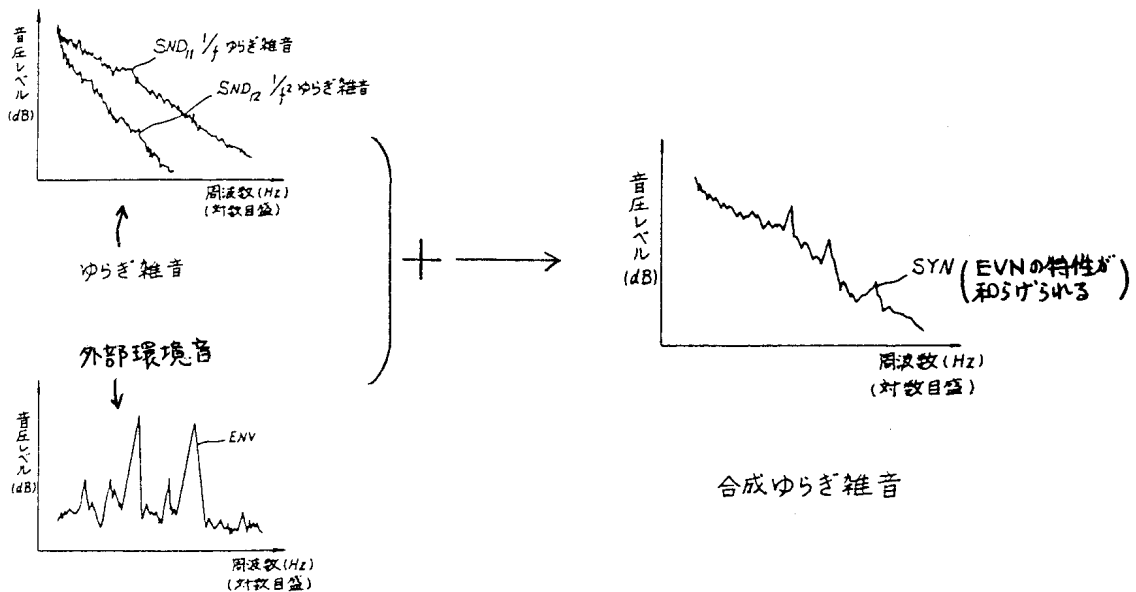
特開 平 3 - 148557 はエアコンの吹き出し風量が少ないときにその風量と送風音（羽根が空気を切る音）が 1/f スペクトルを持つようにしている。（下左図参照）

特開 平 4 - 189331 は掃除機のモータ回転を 1/f ゆらぎパターンで駆動するものである。（下右図参照）

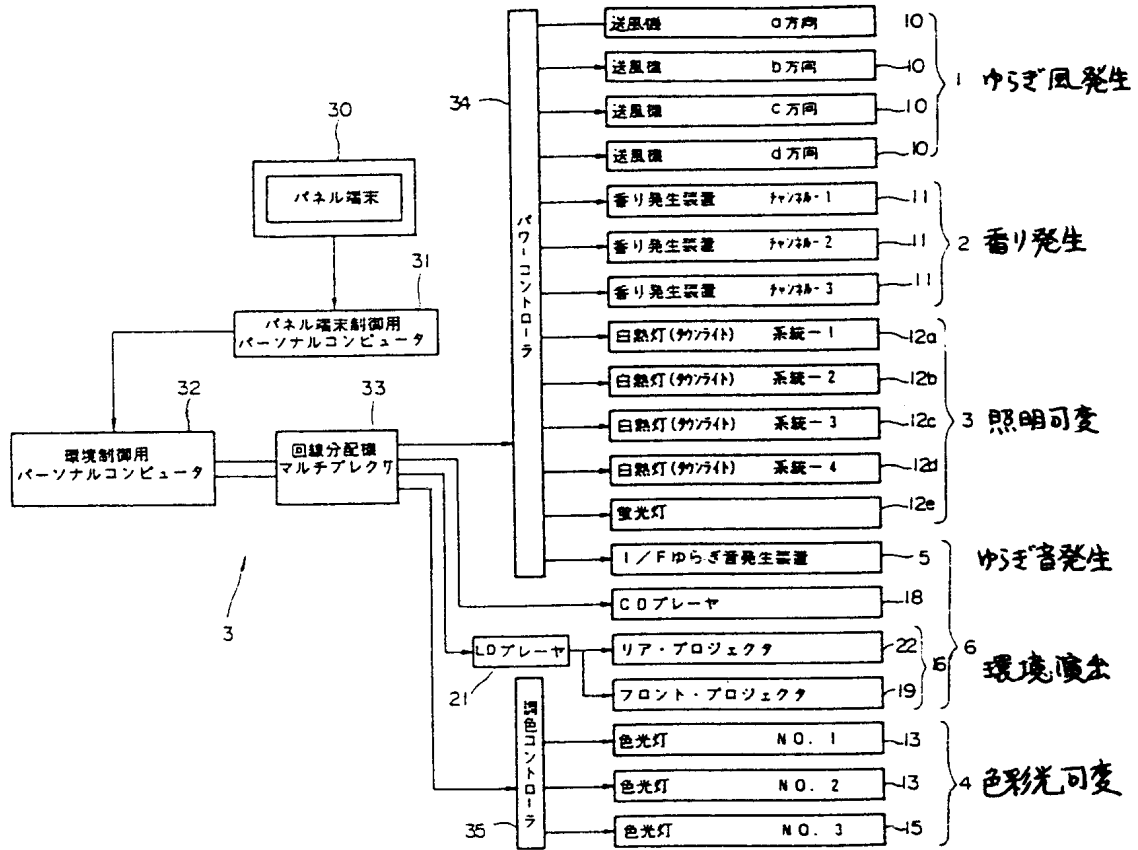


#### 音環境

特開 平 2 - 134164 はロック演奏音、警笛、プリンタ雑音など緊張感を与える外部環境音に 1/f ゆらぎ雑音を重畳し、その特性を和らげて 1/f ゆらぎ雑音の性質が強い音空間を形成するものである。



特開 平 4 - 55650 は快適環境創造空間と称し、パネル端末の操作により会議や企画・立案・発想、或はリラックス・リフレッシュなどに最適な環境を自動的に再現できるとしている。そこでは 1/f ゆらぎ音発生装置が組み込まれたり、その他の装置にも 1/f ゆらぎを持たせることも提案されている。



その他

特開 平 4 - 275596 は電子楽器のコーラス効果を 1/f ゆらぎで変調するエフェクターを提案し、聴感上自然で味わいのある音色を得ようとしている。

特開 平 5 - 42222 は頭部に被せるカプセルの内側に設置した視覚を刺激する発光や聴覚を刺激する音を 1/f ゆらぎで変化させることにより、ストレスの解消やリラクセーションを得られやすくする機器を提案している。第 2 章で取り上げた 波増強の装置の 1 つであり東京理科大学の武者利光教授が発明者の一人になっている。