

色情報による光源特徴の解析

Light Source IMAGE ANALYSIS

動画像から1/f ゆらぎ 抽出

1/f Fluctuation Project No.1

2004年度 担当修士1年 丸山 和夫

Greatly Acknowledged to Takenaka Corporation

Back ground



炎を利用した照明



1 / f ゆらぎ

人間が心地良いと
感じることができる

照明効果



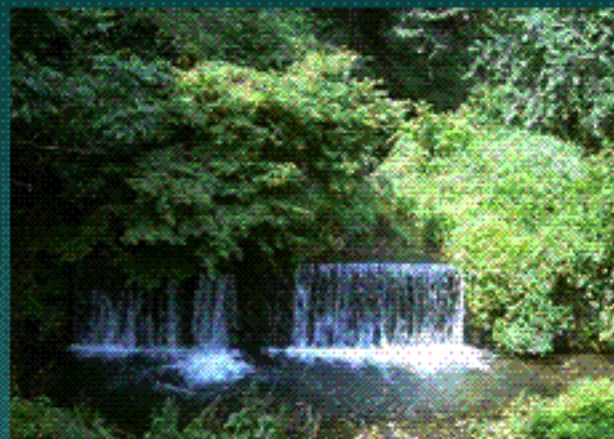
新しい画像処理

動画像



「1 / f ゆらぎ」解析

「1/f ゆらぎ」とは



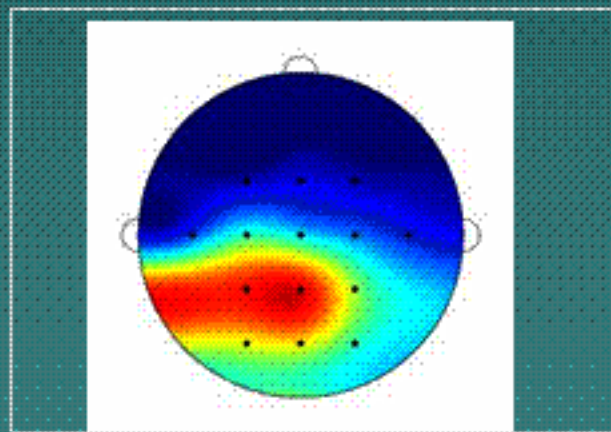
小川のせせらぎ



小鳥の囀り



心地よい音楽



リラックスしている脳波

「1/f ゆらぎ」とは

両対数グラフ

信号



離散フーリエ変換(DFT)



フーリエパワースペクトラム

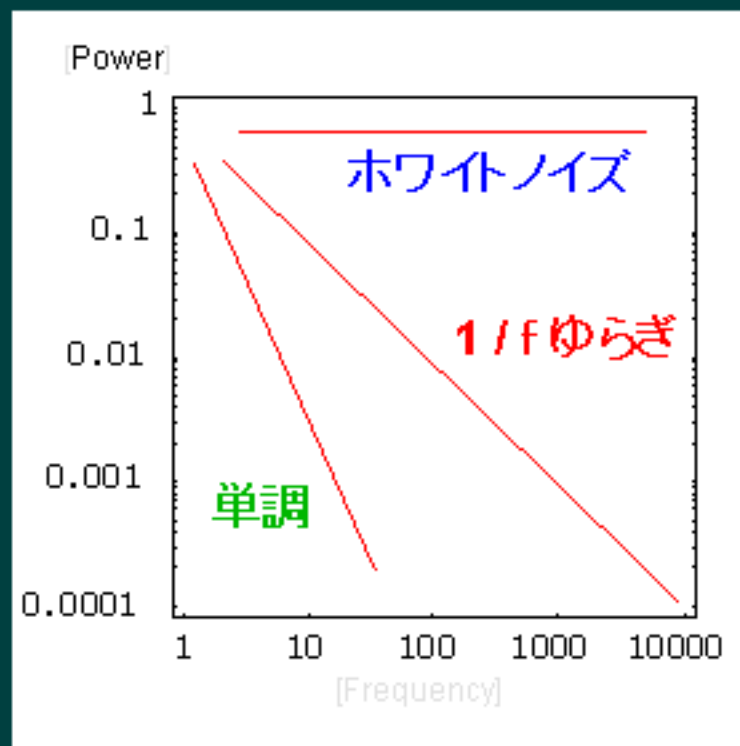


周波数の低下とともに

パワースペクトラムが増大

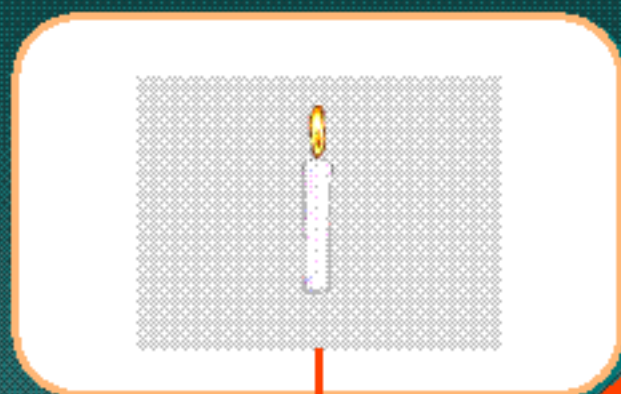


周波数に対して反比例

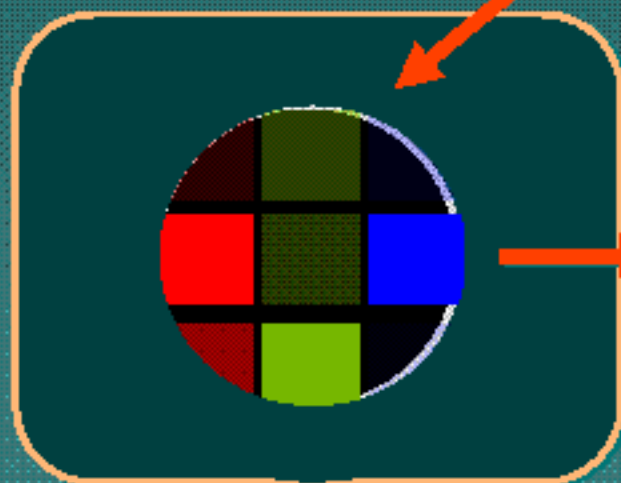
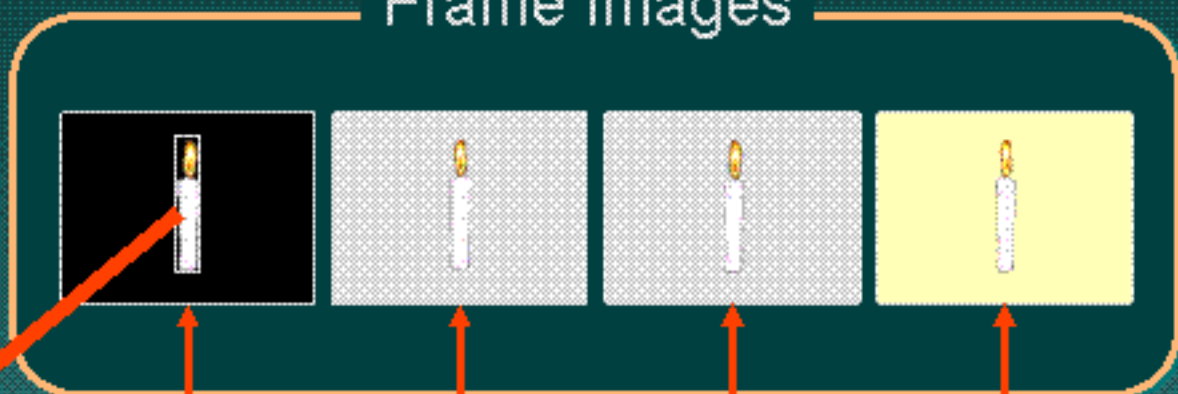


ゆらぎ抽出

Dynamic Image



Frame Images



RGB成分=0 ~ 255

光源のゆらぎ

平均化解析法

光源抽出

カラー画像



モノクロ画像

$$I_{(x,y)} = \frac{R_{(x,y)} + G_{(x,y)} + B_{(x,y)}}{3}$$



マスク画像作成

$$I_{(x,y)} \leq 127 \rightarrow I_{(x,y)} = 0$$

$$I_{(x,y)} \geq 128 \rightarrow I_{(x,y)} = 1$$



マスク処理



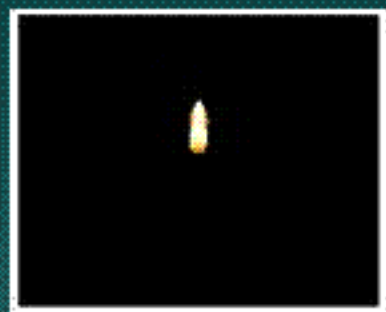
×



=



ゆらぎ抽出

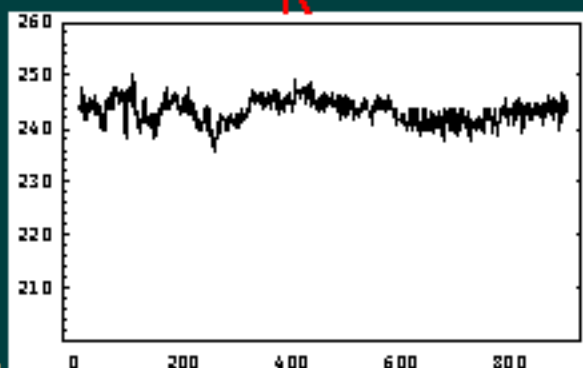


RGB成分の平均値

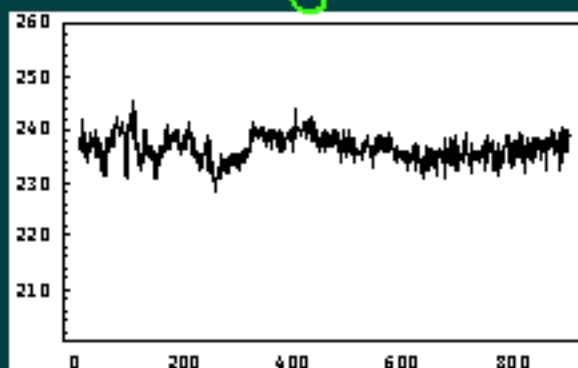


平均値を時系列に並べる

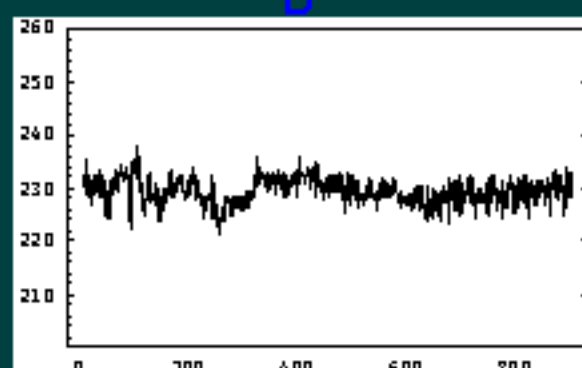
R



G



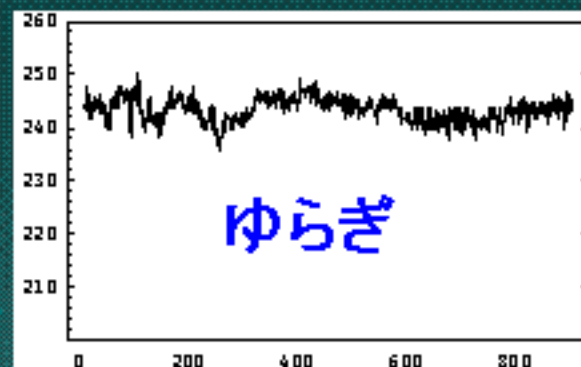
B



「1/f ゆらぎ」の存在を周波数特性により証明

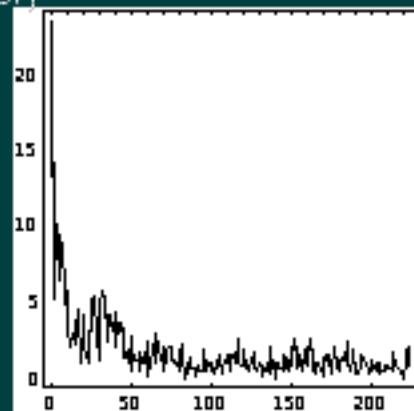
光源の周波数特性

動画像



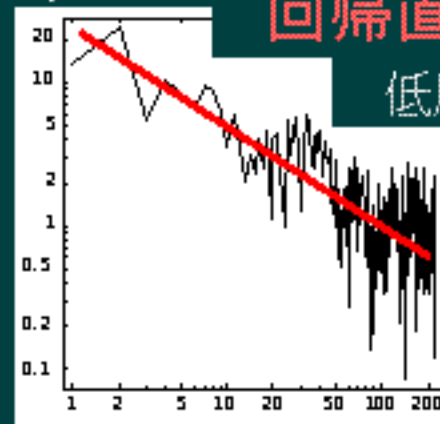
フーリエパワースペクトラム

[power]



両対数グラフ

[power]



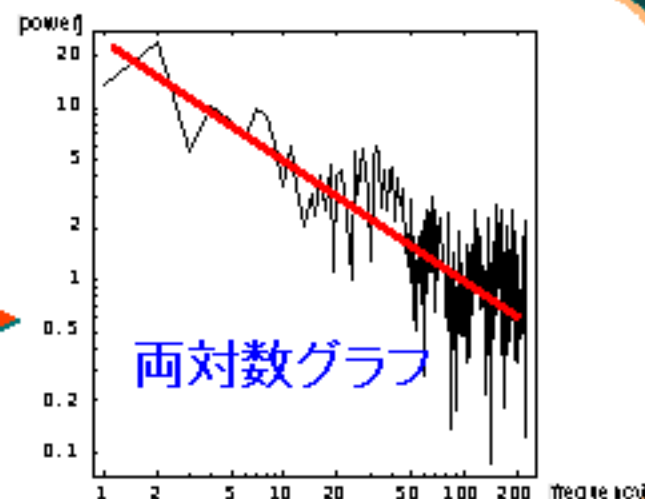
[frequency]

回帰直線の傾き

累乗近似

n次の数値配列

$$f = [y_1, y_2, y_3, \dots, y_n]$$



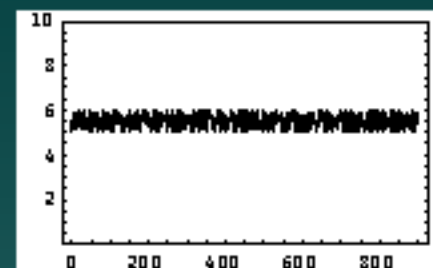
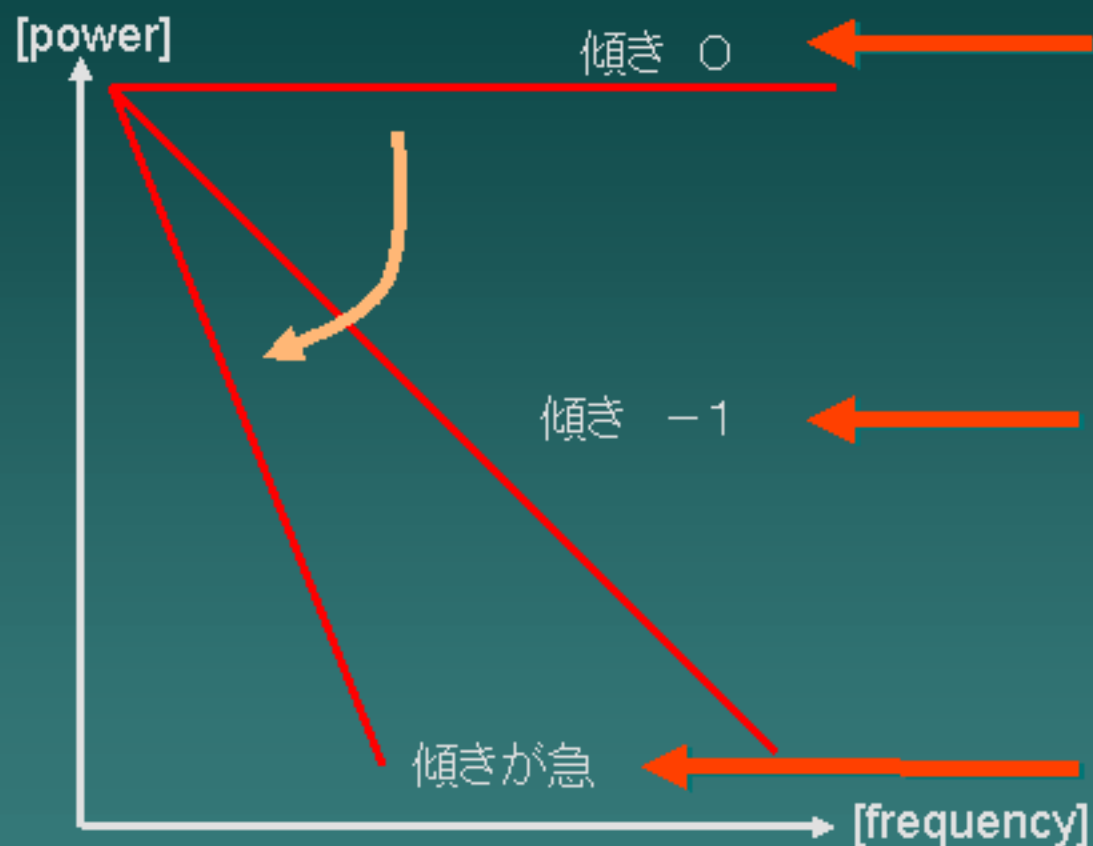
傾き

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n Y_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n Y_i \sum_{i=1}^n Y_i}$$

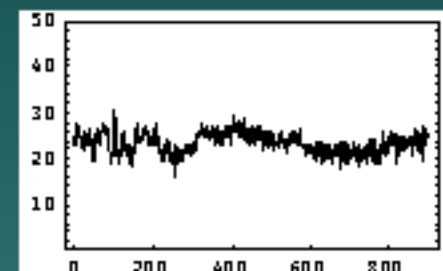
$$X_i = \log i$$

$$Y_i = \log y_i$$

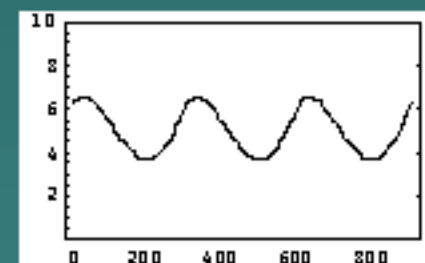
回帰直線の傾きによる信号の種類



ホワイトノイズ



1/fゆらぎ



単調

解析対象



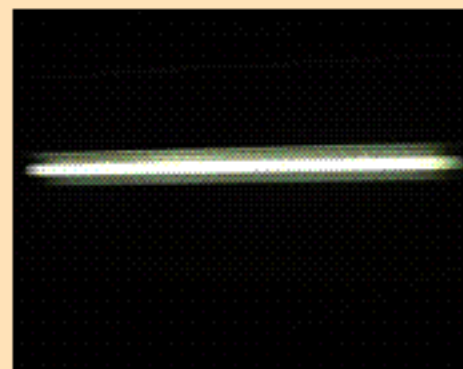
ろうそく



電球



LED



蛍光灯

平均化法による解析結果

測定対象	パワースペクトラムの傾き(R,G,B)
ろうソク	(-0.6, -0.6, -0.5)
蛍光灯	(-0.3, -0.3, -0.4)
電球	(-0.2, -0.1, -0.1)
LED	(-0.1, -0.4, -0.2)

問題点

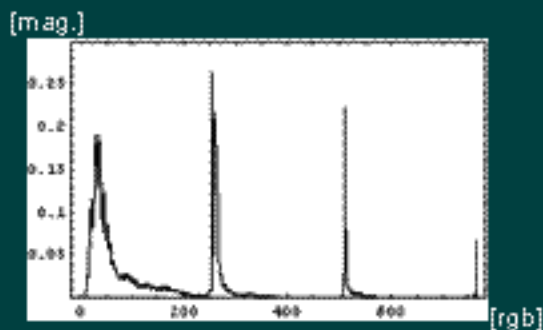
色情報の大部分を占めている背景を削除するために閾値を用いたフィルターを使用したためRGB強度値が低い画素で解析不可能

RGB固有パターン 解析法

RGB固有パターンによるゆらぎ抽出



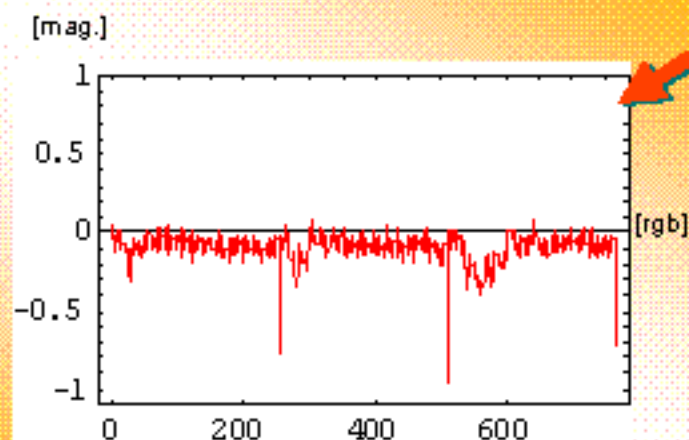
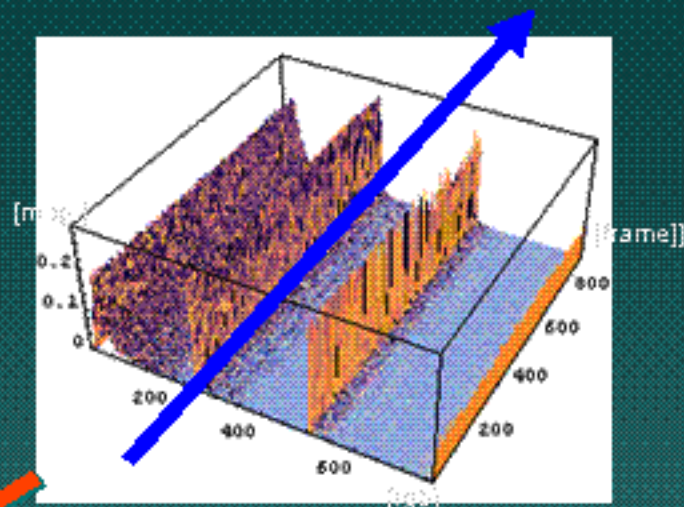
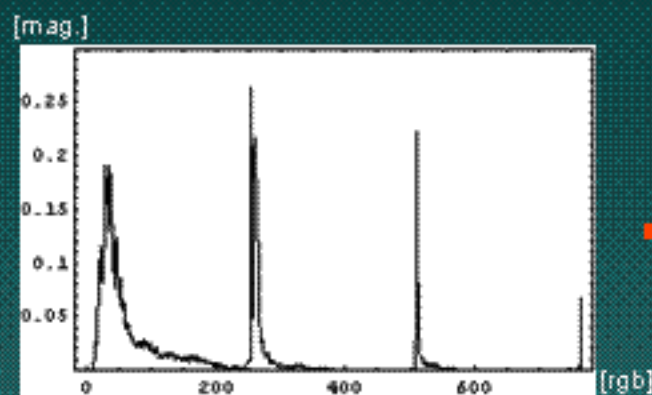
より詳しく解析
画像の固有パターンを用いた
光源解析



固有パターン
RGB成分の出現頻度を
ヒストグラム化

時系列方向に解析

ゆらぎ解析



離散フーリエ変換

&

累乗近似

「 $1/f$ ゆらぎ」の存在を表したグラフ

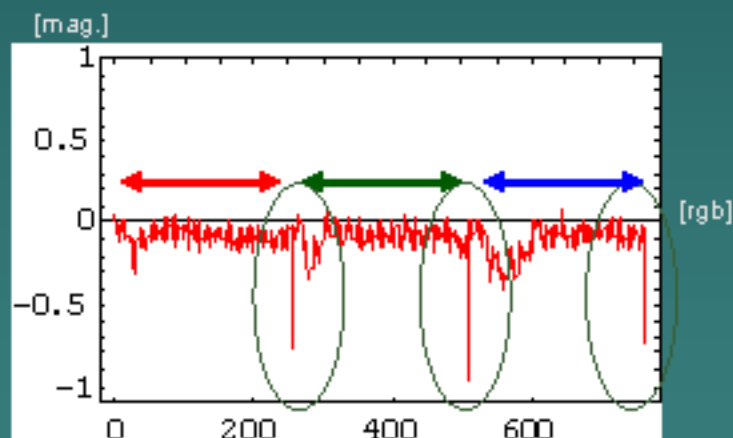
RGB固有パターンゆらぎ解析

横軸・・・RGB成分の1から255

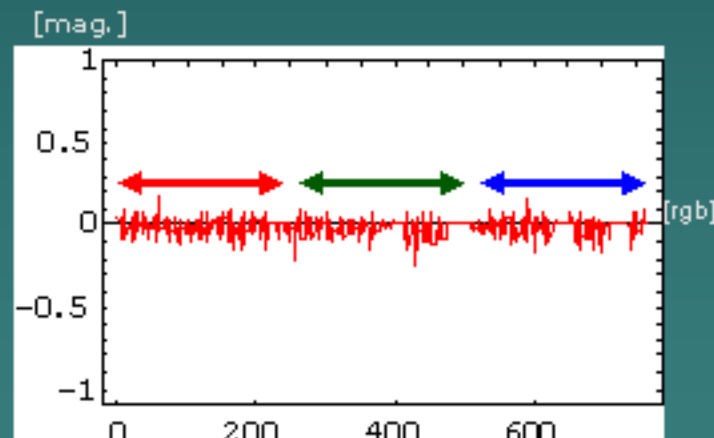
縦軸・・・フーリエスペクトラムの傾き

「 $1/f$ ゆらぎ」が発生しているRGB成分の強度値を表している

傾き	特性
-1	$1/f$ ゆらぎ
0	ホワイトノイズ



$1/f$ ゆらぎを含んだ信号



ホワイトノイズ

RGB固有パターンによる解析結果



ろうそく



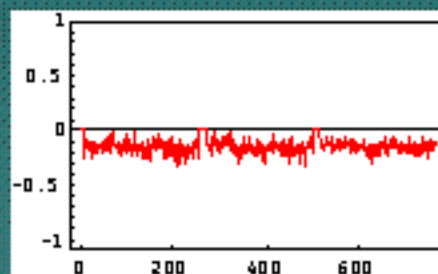
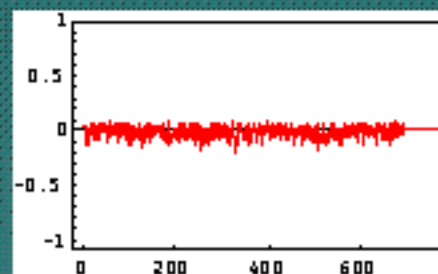
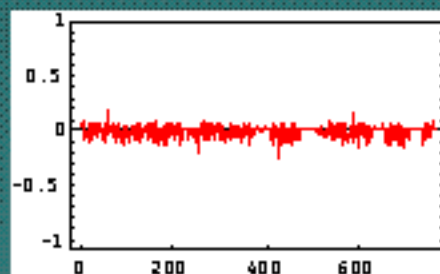
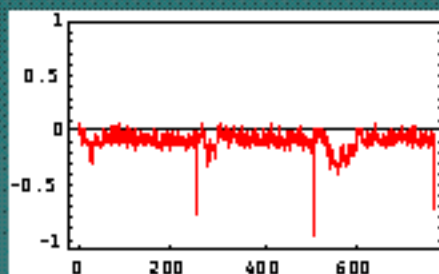
電球

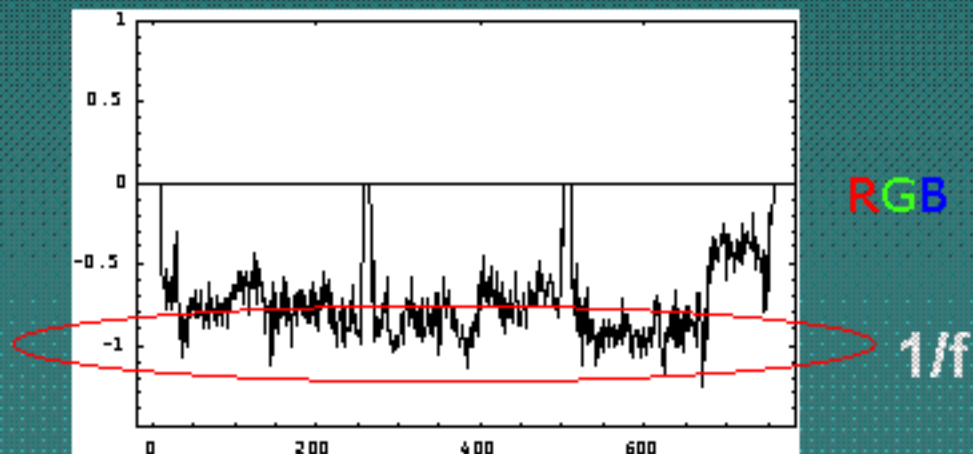
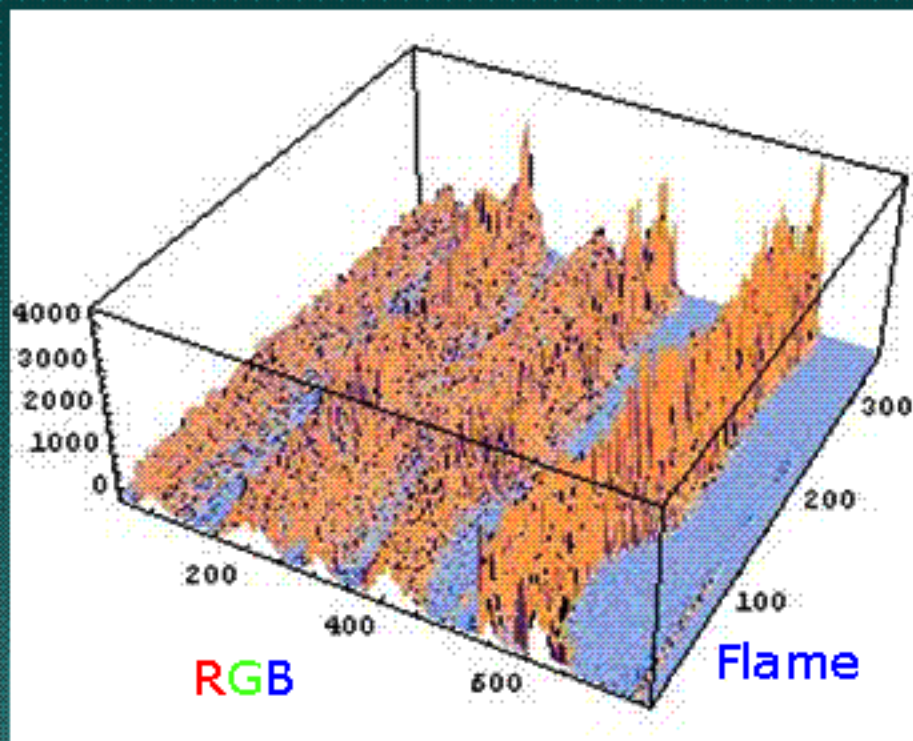
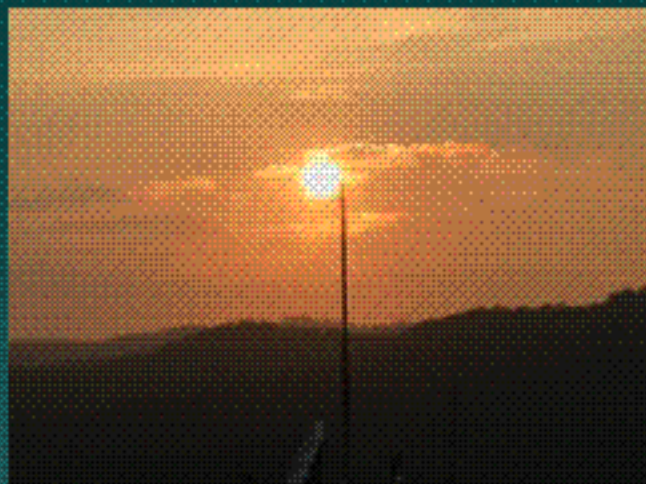


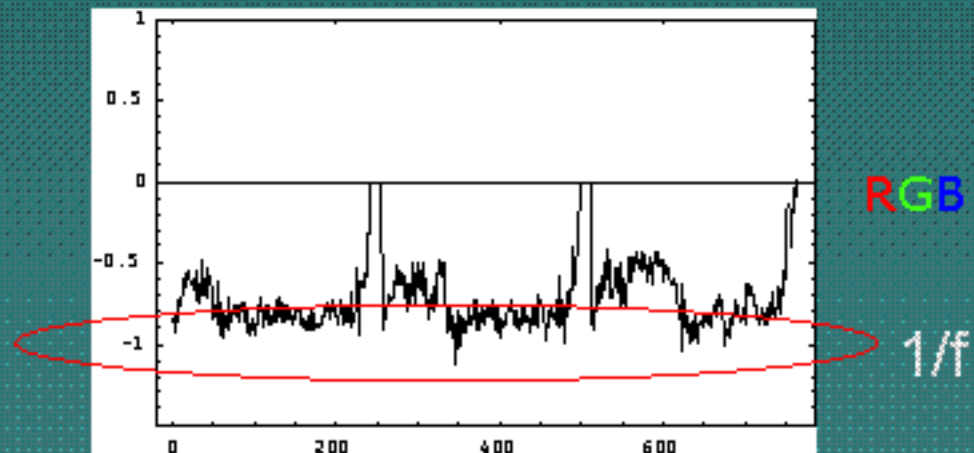
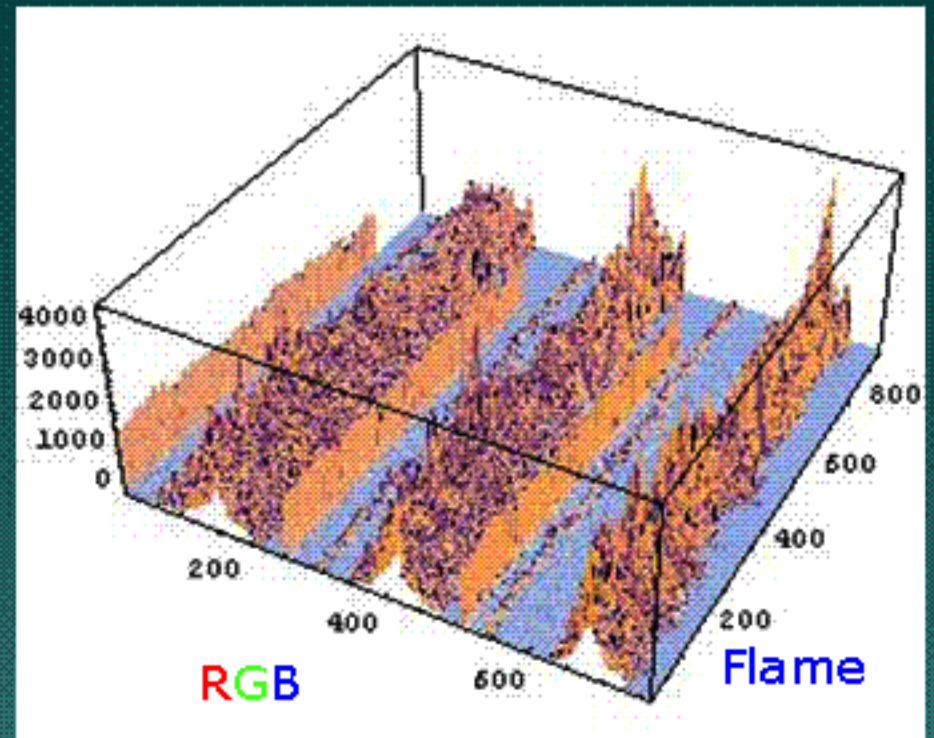
LED

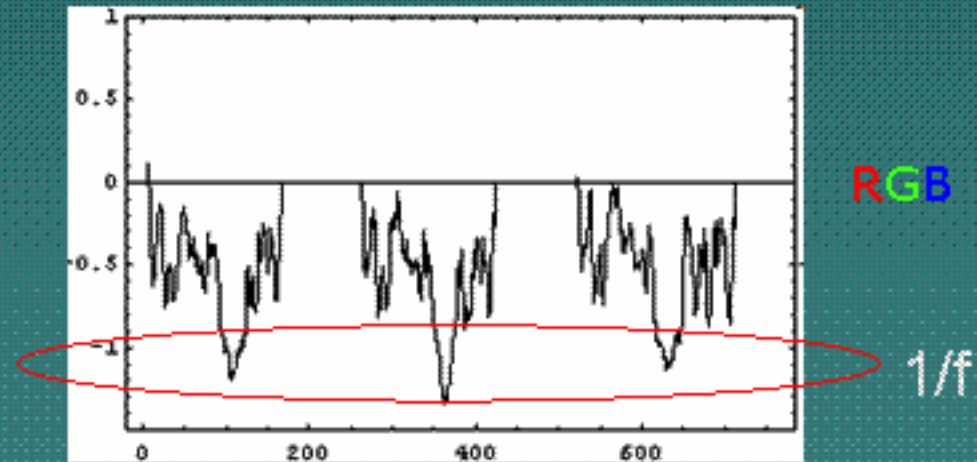
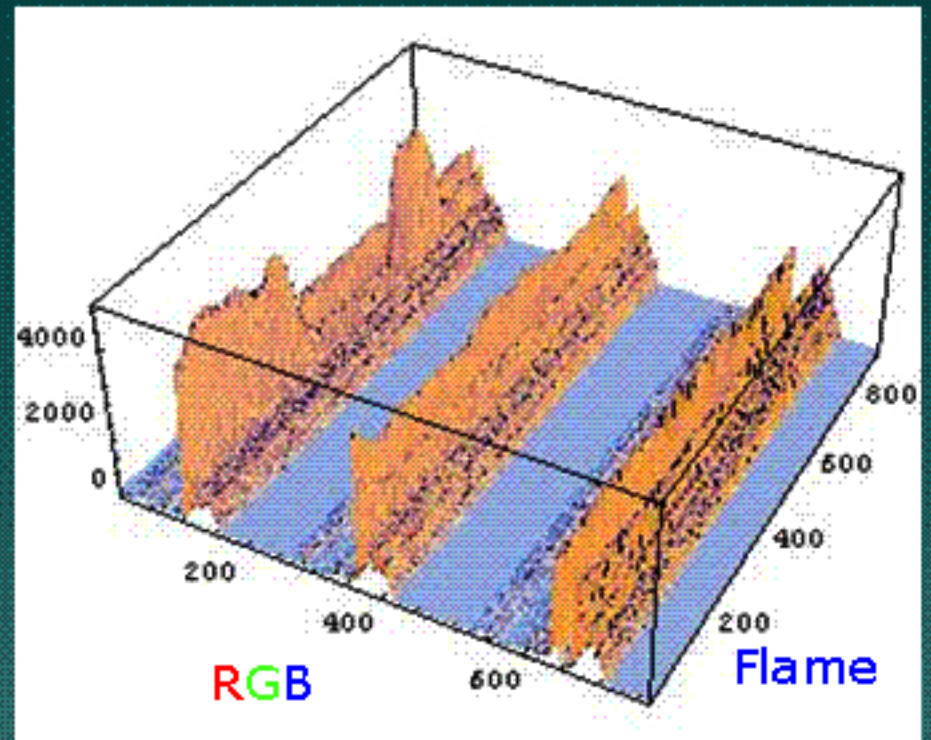
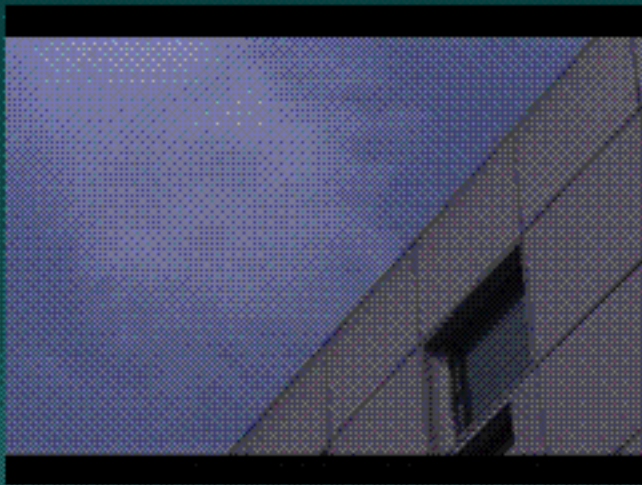


蛍光灯









Artificial Lighting with $1/f$ Fluctuation



人工ゆらぎ

- 動画像から「ゆらぎ」の抽出法の検証
- 人工的に「1/f ゆらぎ」を発生させる。
- 究極は人工的に「1/f ゆらぎ」環境を生成する。

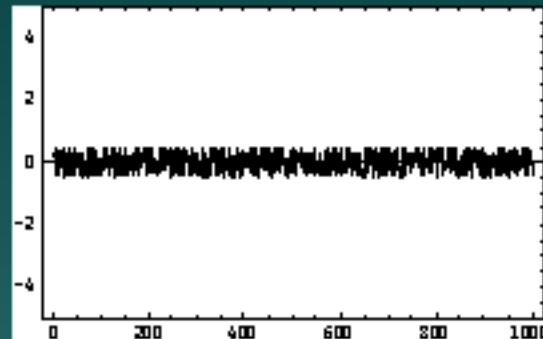


ゆらぎの生成法

- D/A変換器によってゆらぎを人工的に生成
- 動画像から設計値の確認

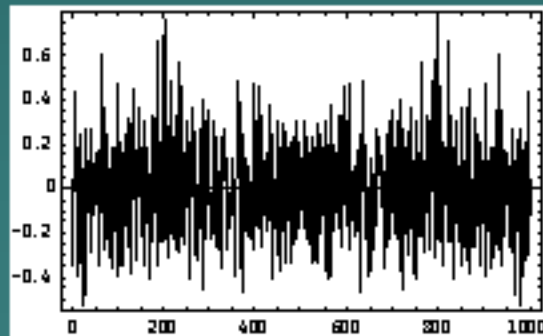
ゆらぎ生成1

Random Noise

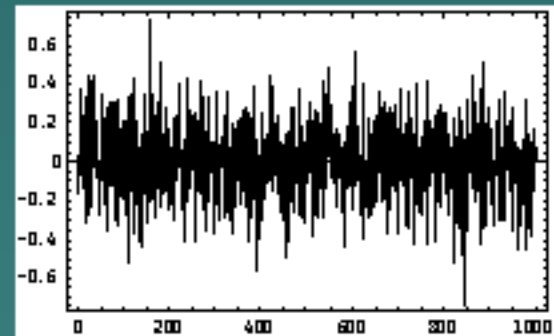


フーリエ変換

Real Part

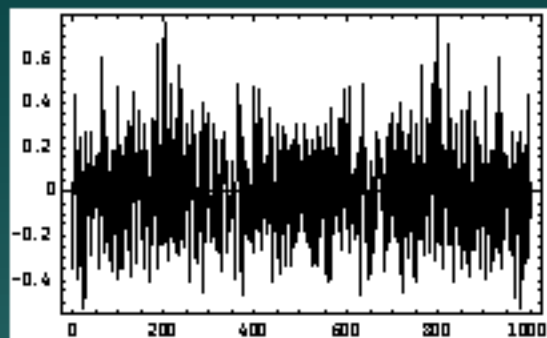


Imaginary Part

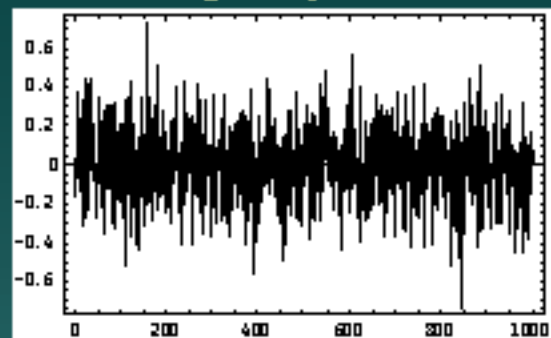


ゆらぎ生成2

Real Part



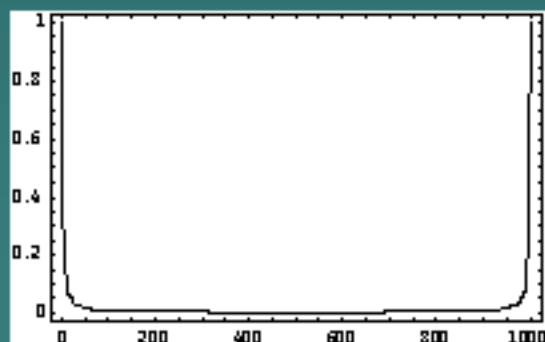
Imaginary Part



Random Noise・・・周波数が平均的に分布している。

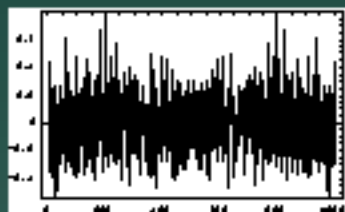
$1/f$ を表したフィルターを畳み込みすることによって $1/f$ ゆらぎになる。

$1/f$ Filter



ゆらぎ生成3

Real Part



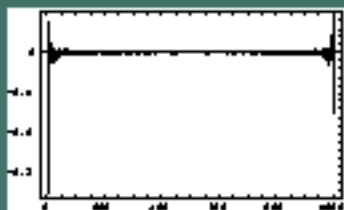
×

1 / f Filter

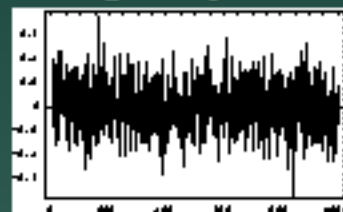


||

Real Part



Imaginary Part



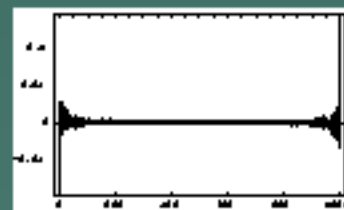
×

1 / f Filter



||

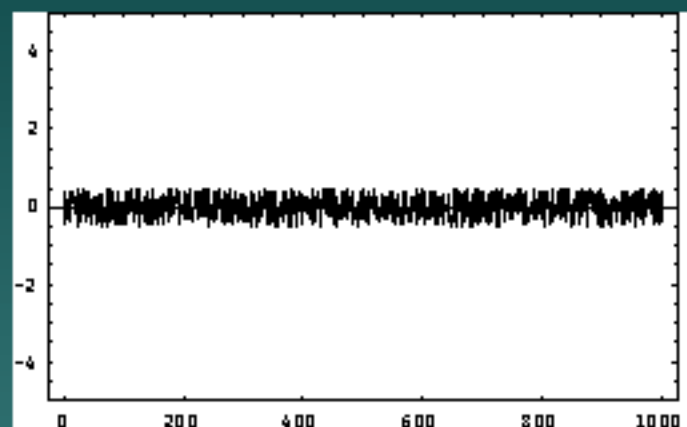
Imaginary Part



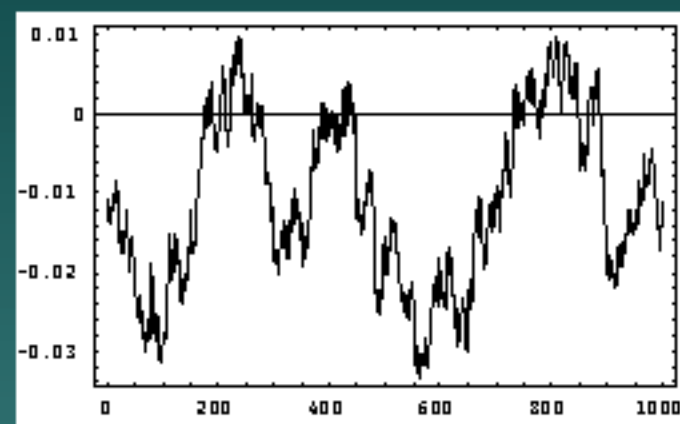
逆フーリエ変換

ゆらぎ生成4

ランダムノイズ



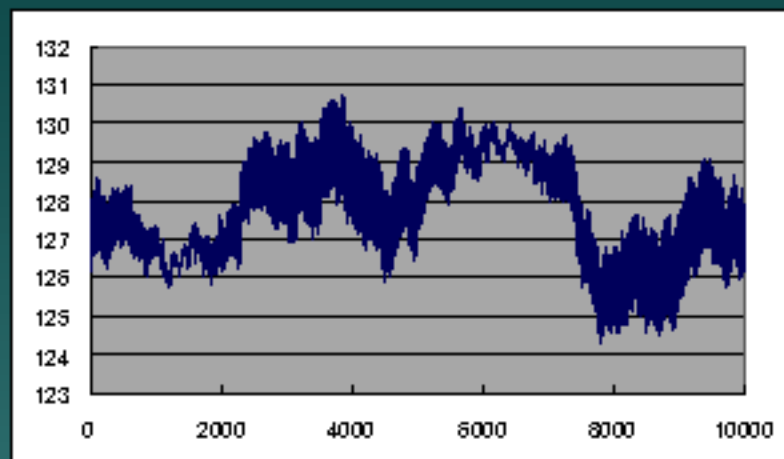
1/f ゆらぎ



フーリエスペクトラムの
累乗近似による傾き

-0.9988

累乗近似による傾き



フーリエスペクトラムの

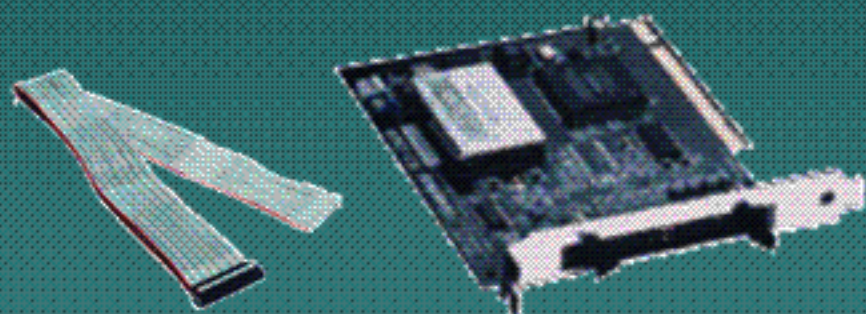
累乗近似による傾き

-1.003

DA変換ボード

Interface

PCI-3342A 12ビット4点10V単一レンジDA変換ボード



電球とDA変換ボードの性能



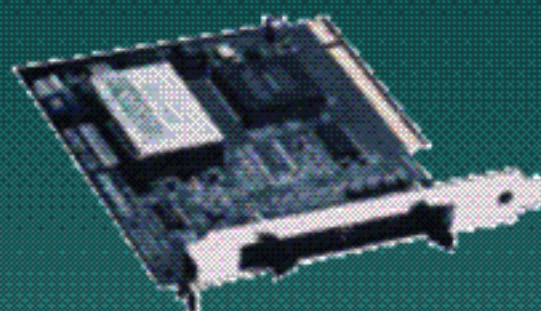
電球

定格電圧：2.5 V

抵抗：38 Ω

電圧 \approx 1 ~ 2.5 V

電流 \approx 26 ~ 65 mA



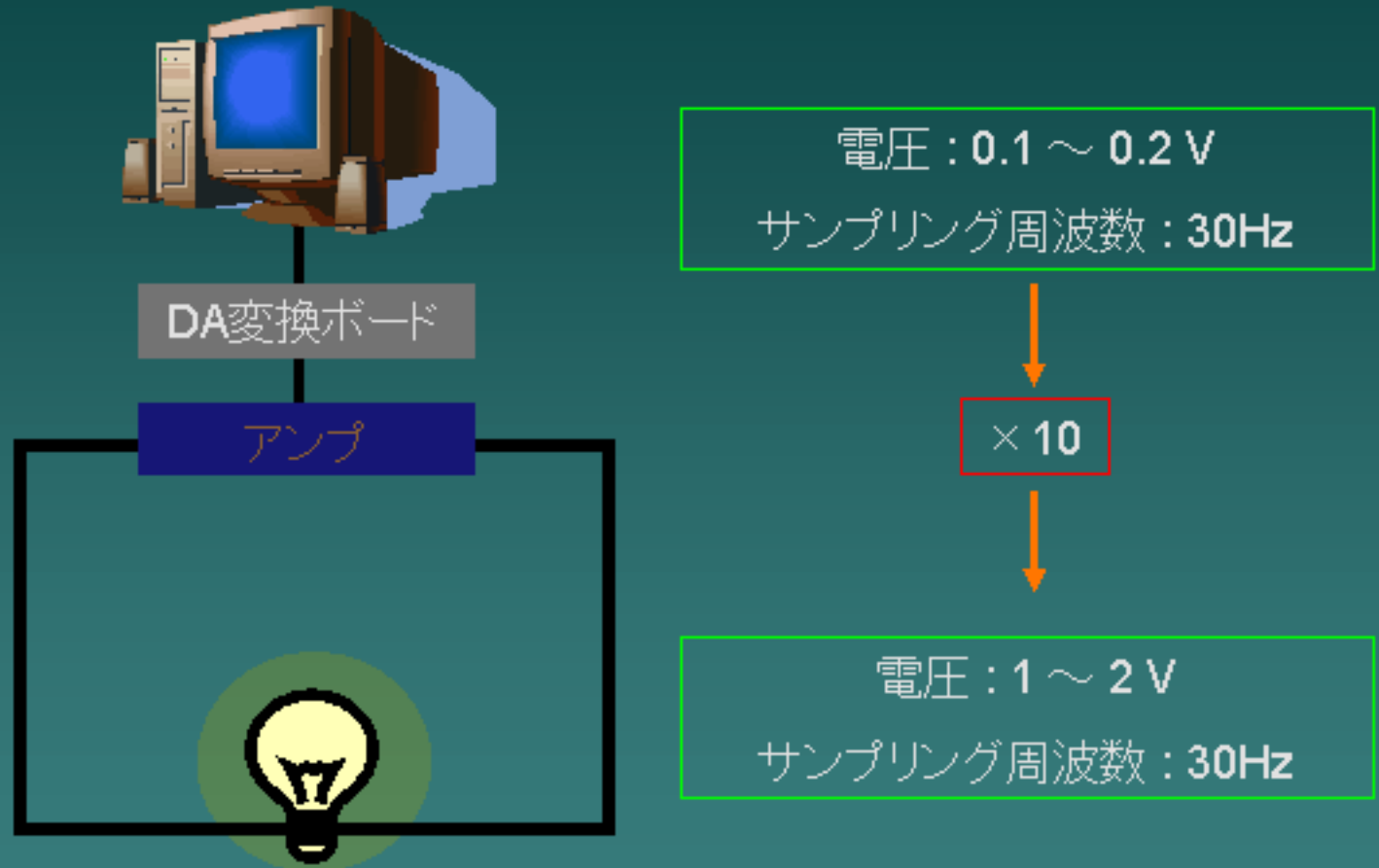
DA変換ボード

出力電圧：10 V 以下

出力電流：5 mA 以下

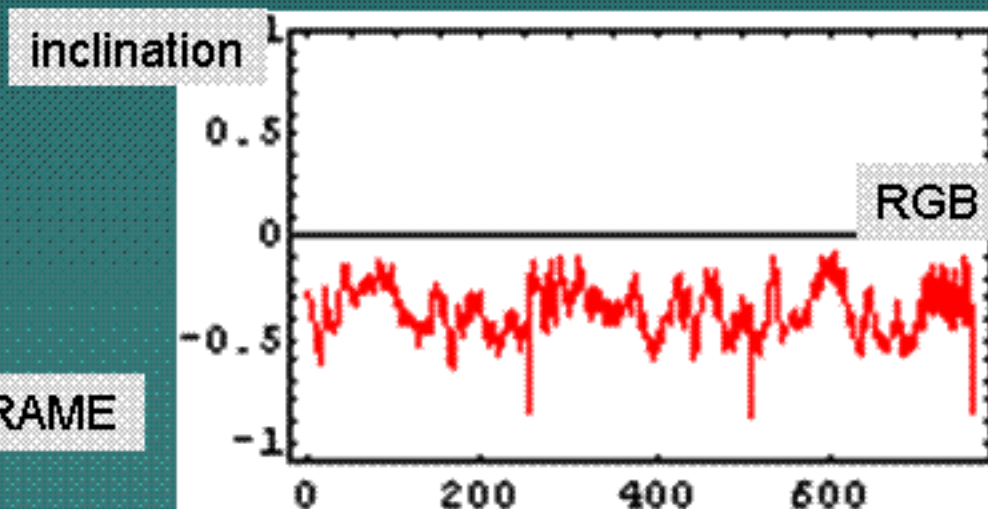
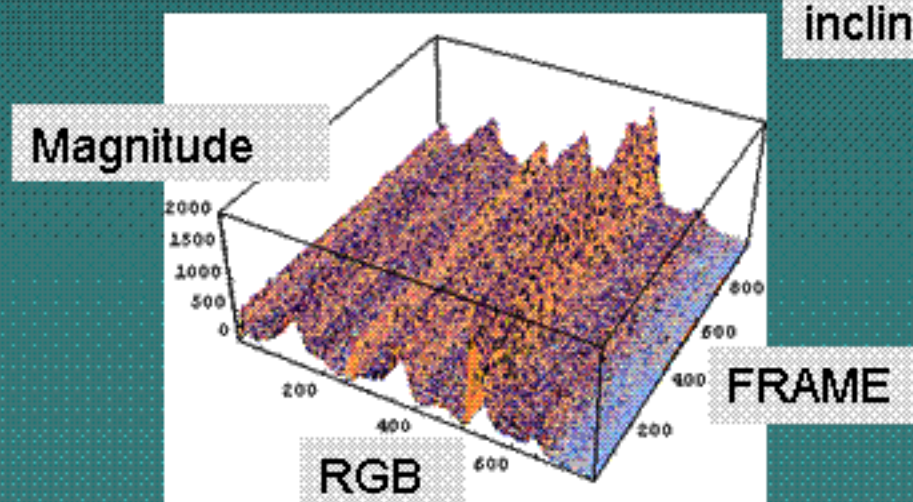
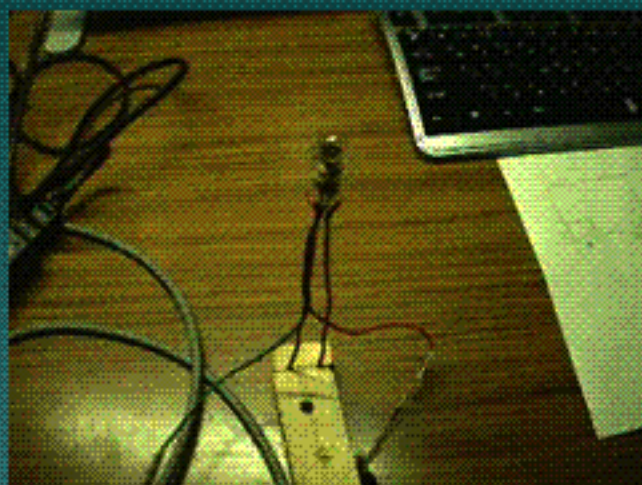
出力抵抗：2 k Ω 以上

ゆらぎ生成装置

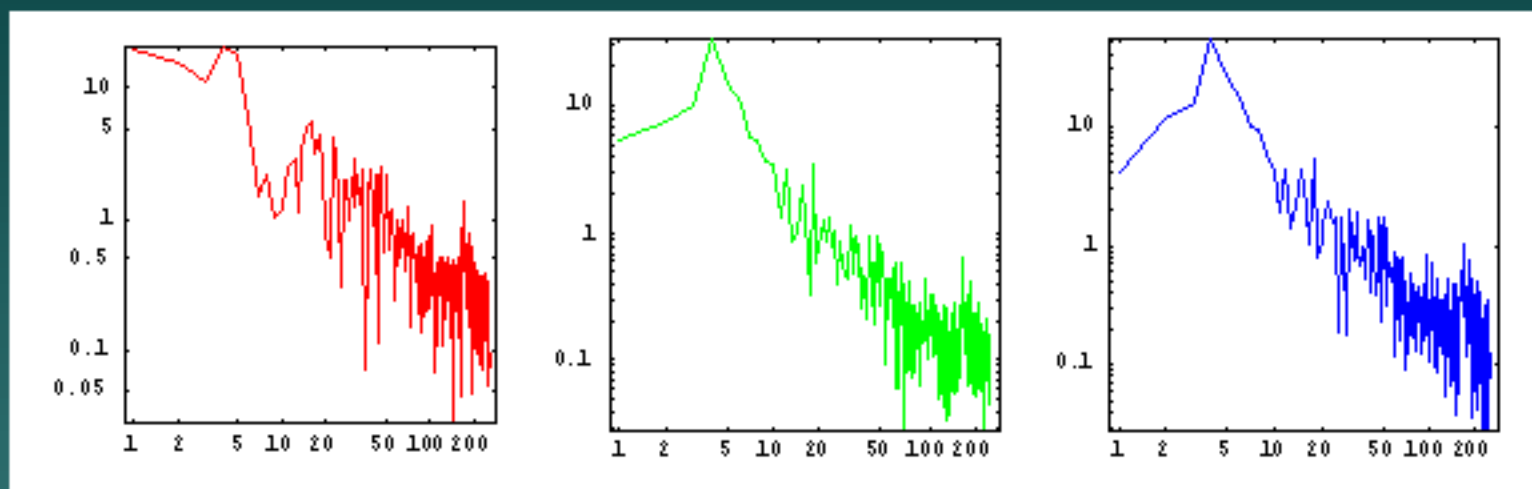


ゆらぎ解析 1

RGB固有パターン法



集中定数型による評価



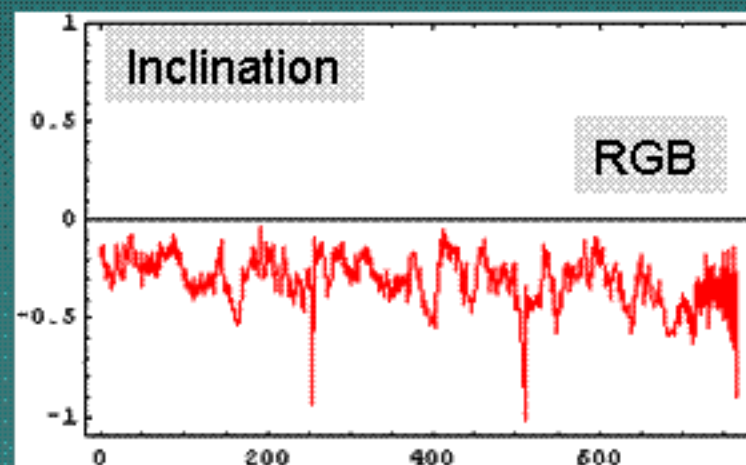
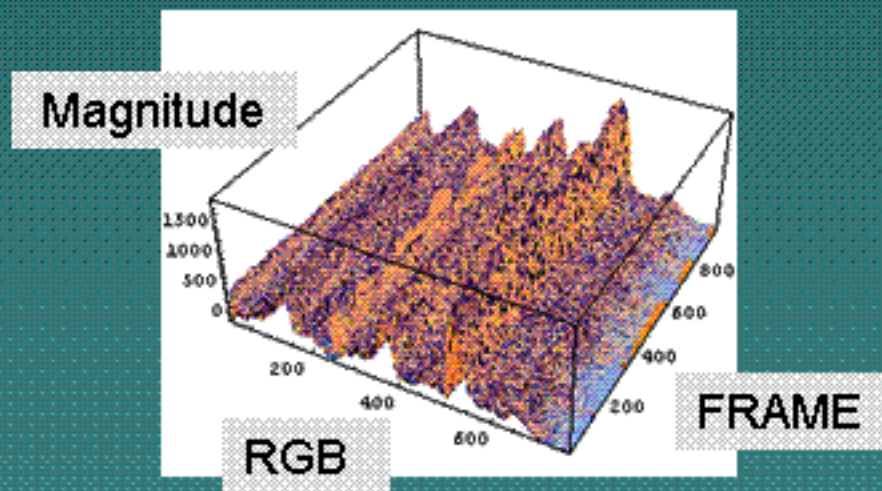
RGB Components

$\{-0.880571, -0.974672, -0.982227\}$

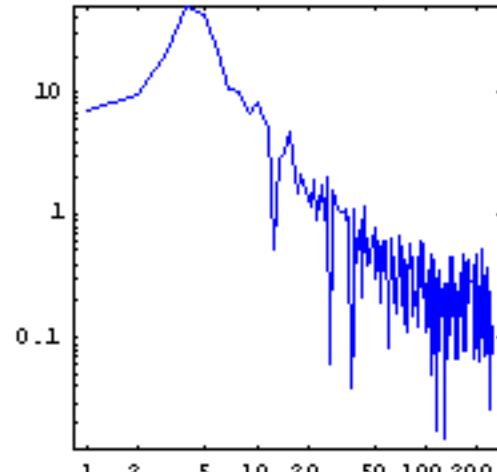
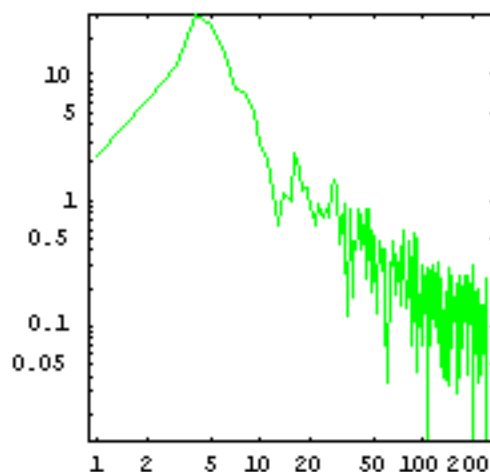
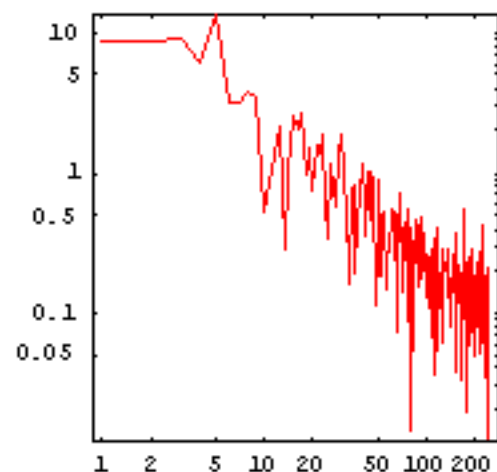
RGB Component Inclination

擬似ゆらぎ 2

RGB固有パターン



集中定数型



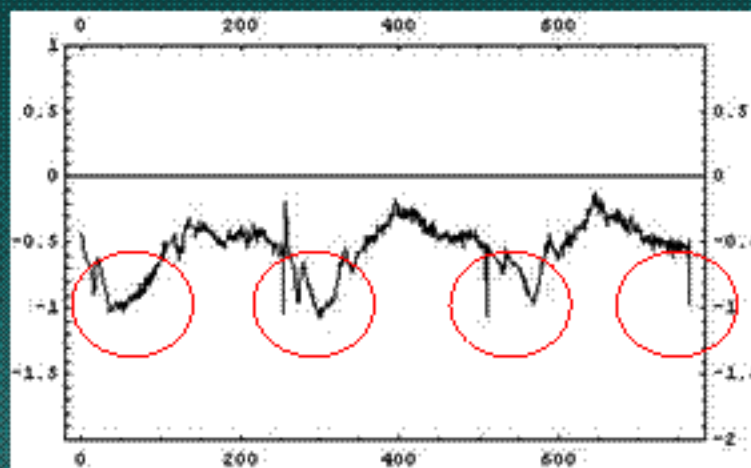
RGB Components

$\{-0.955019, -1.03648, -1.03044\}$

RGB Component Inclination

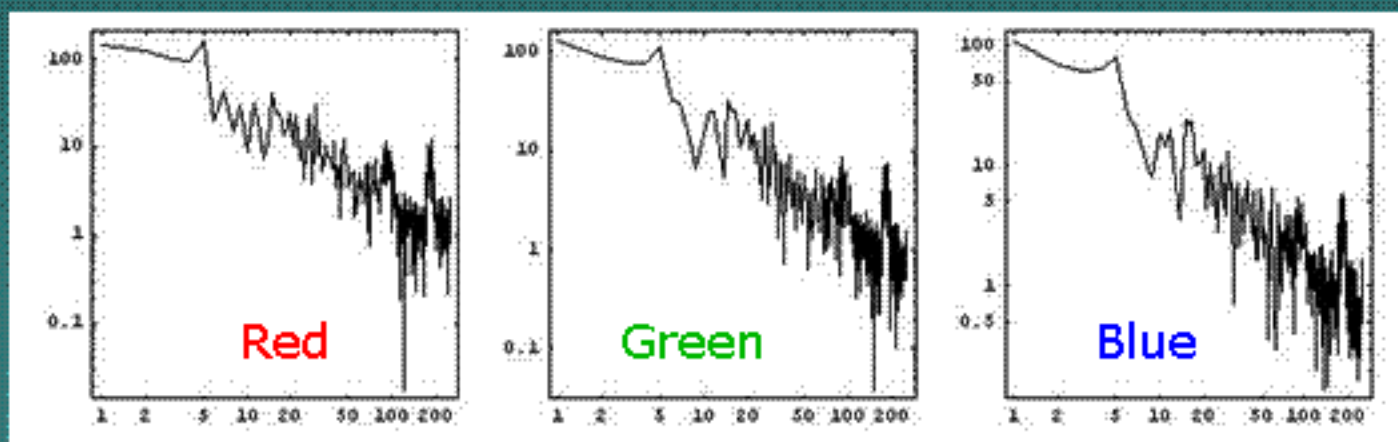
解析結果(分布定数型、集中定数型)

Inclination



RGB

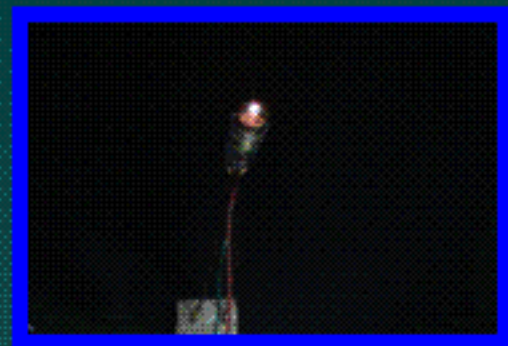
$1/f$



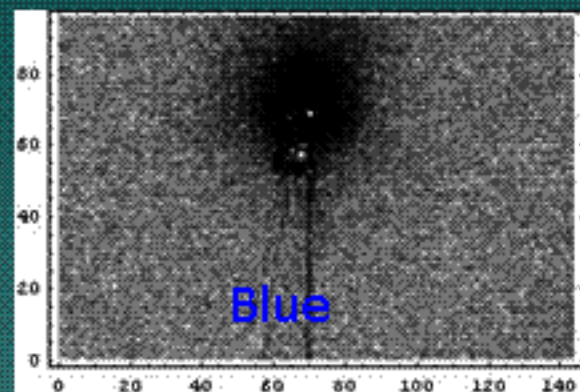
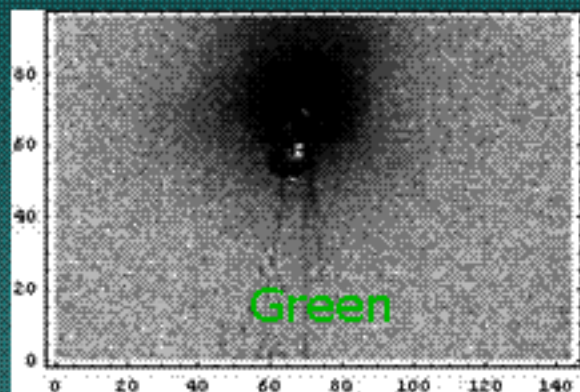
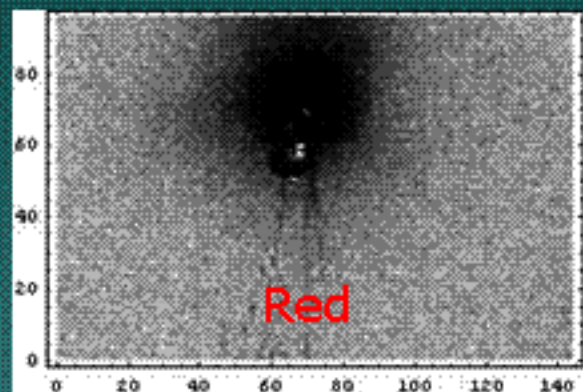
$\{-0.953235, -0.983709, -0.97617\}$

ゆらぎ分布

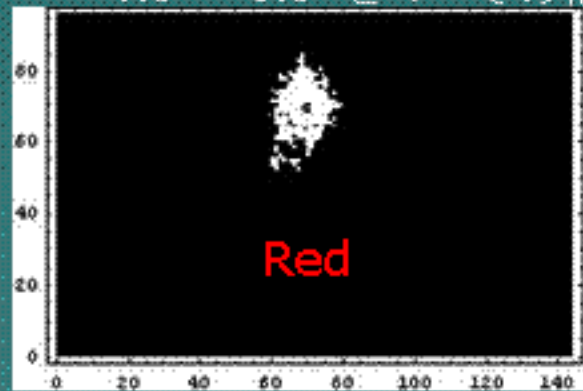
各画素を、時系列方向に解析



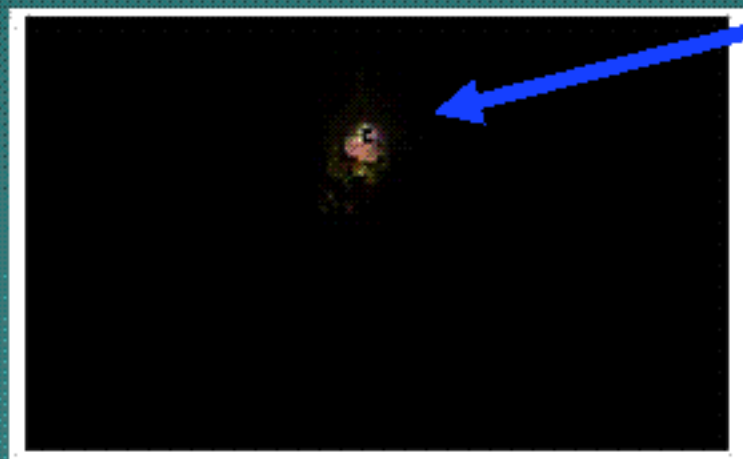
各画素のフーリエスペクトラムの傾き



-1.0 ~ -0.8 を 1 その他を 0

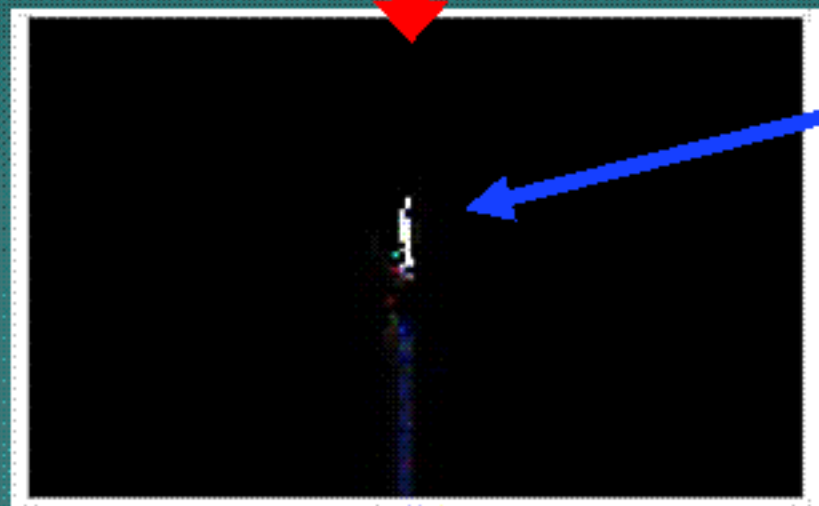
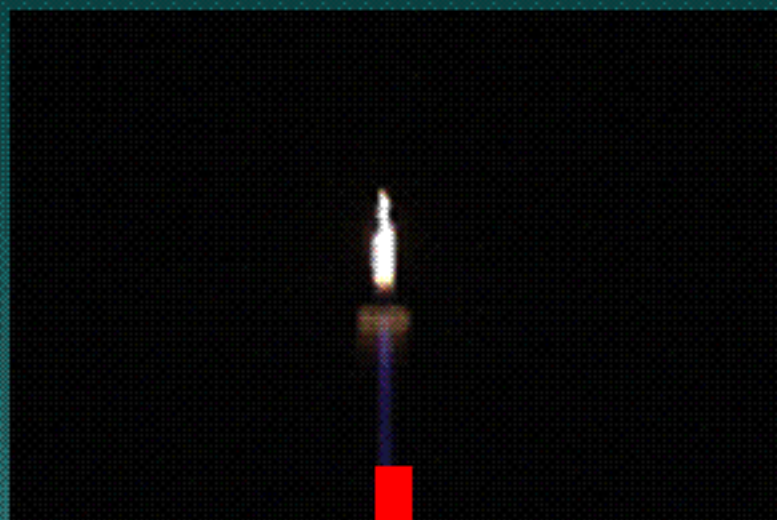


ゆらぎ分布(人工ゆらぎ)



この部分が $1/f$

ゆらぎ分布(ロウソク)



この部分が $1/f$

まとめ

- ◆ 光源のゆらぎを画像の色情報によって解析した。
- ◆ 平均化法とRGB固有パターン法を提案し、解析した。
- ◆ ロウソクの炎に「 $1 / f$ ゆらぎ」が存在することを明らかにした。
- ◆ 人工ゆらぎ動画像が生成可能。
- ◆ 「 $1/f$ ゆらぎ」を呈する人工環境が実現可能。