

# 3 個のサイコロで作曲を 簡易 $\frac{1}{f}$ エミュレーター

SHIMURA Masato  
jcd02773@nifty.ne.jp

2011 年 7 月 22 日

## 目次

1	白色と褐色の音楽	1
2	3 個のサイコロで $1/f$ をエミュレート	2
3	References	4

マーチン・ガードナーの「白色と褐色と  $\frac{1}{f}$  の音楽」にサイコロを用いた簡易  $\frac{1}{f}$  生成法が紹介されている。  
 バークレーで PhD を所得して IBM ワトソン研究所に在籍していた物理学者ヴォス (Richard F. Voss) は 1975, 1978 年に  $\frac{1}{f}$  揺らぎが心地よい音に聞こえ、名曲の多くは  $\frac{1}{f}$  揺らぎの周波数を持っていることを発見した。

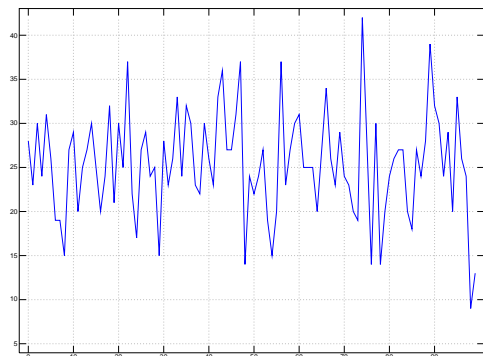
## 1 白色と褐色の音楽

白色音楽 白色音楽=white noise を 10 個のサイコロで作成すると 60 音階が取れる

```
? 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 NB. 10 dices
4 0 3 5 1 0 1 5 2 1
```

100 音を作成するには 10 行 100 列の 6 を並べて行の合計を採ればよい

```
white_music=: 3 : 0
+ / ? (10, y) $ 6
)
```



褐色音楽 ガードナーが褐色音楽と呼ぶのはブラウン運動でこれは一個のサイコロで生成できる

```

brown_music=: 3 : 0
+/\(ind=. * 2| ? y # 6){ 1 _1
)

```

- サイコロを 10 回振る

```
? 10 # 6
```

```
0 3 3 5 1 0 5 5 5 4
```

- 偶数と奇数を 2 の剰余で判別し、指標とする

```
2| 0 3 3 5 1 0 5 5 5 4
```

```
0 1 1 1 1 0 1 1 1 0
```

- 0,1 を 1 \_1 に変換

```
0 1 1 1 1 0 1 1 1 0{1 _1
```

```
1 _1 _1 _1 _1 1 _1 _1 _1 1
```

- prefix(\) を用いて累計を取る

```
<\1 _1 _1 _1 _1 1 _1 _1 _1 1
```

```

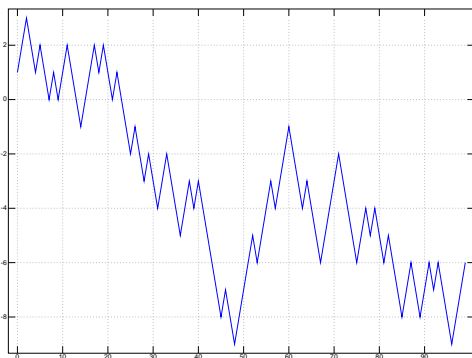
+-----+
|1|1 _1|1 _1 _1|1 _1 _1 _1|1 _1 _1 _1 _1|1 _1 _1 _1 _1 1|1 _1 _1 _1 _1 1|
+-----+

```

- ボックスごとに合計する。<を +/で置き換えて簡約する

```
+/\1 _1 _1 _1 _1 1 _1 _1 _1 1
```

```
1 0 _1 _2 _3 _2 _3 _4 _5 _4
```



## 2 3個のサイコロで $1/f$ をエミュレート

アメリカンサイエンスの編集部求めに応じてヴォスが即座に考えて作成した簡易  $\frac{1}{f}$  生成法が紹介されている。ガードナーは3個のサイコロを用いて解説している。3個のサイコロで18音が生成できる。

- サイコロを青、緑、赤とする
- 0 から 7 の数を 2 進法で作成する

```
#: i.8
```

```
0 0 0 NB. Blue Green Red
```

```
0 0 1
```

```
0 1 0
```

```
0 1 1
```

```
1 0 0
```

```
1 0 1
```

```
1 1 0
1 1 1
```

- 3個ずつの乱数を所定個数まとめて打ち出す

```
    ? 5 3 $ 6
B G R
-----
5 2 0
3 5 2
0 0 2
4 5 1
0 0 4
```

- 2個ずつの差異を判別する指標を作成する

```
2{. #: i.8
0 0 0
0 0 1
```

```
=/ 2{. #: i.8
1 1 0
```

- 0 (差異のある箇所=Red) には新しい乱数を、1 (同じ箇所=Blue,Green) はそのままとする

```
5 2 0 → 5 2 2
```

- サイコロの順番を戻す。i.の両項 (index of) を用いる

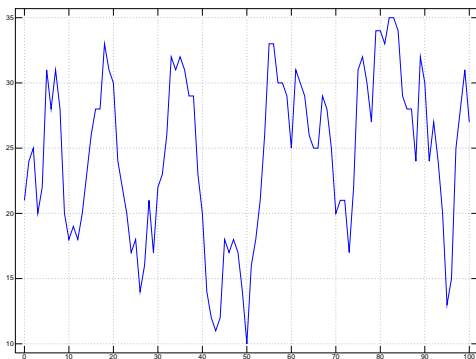
```
    1 3 5 0 2 4 i. 0 1 2 3 4 5   NB. 0 1 2 3 4 5 の右項での位置を探す
3 0 4 1 5 2
3 0 4 1 5 2 { 1 3 5 0 2 4     NB. 指標に従い並べなおす
0 1 2 3 4 5
```

- フレーズ分繰り返す

- 最期に合計を求める

```
79 .....
```

このアルゴリズムで  $\frac{1}{f}$  に近似した音階が求められる。次のスクリプトは 10 個のサイコロで 60 音の音階を生成する。生成した音階を用いる臨時的な黒鍵も考慮してスコアや MIDI に割り当てる



```
f_music0=: 4 : 0
```

```
NB. max step is 1023
```

```

ans=: < {. rand=: ? (;x,10) $ 6 NB. dice
bin0=: #: i.1023 NB. binary of 10 dices
times=: >:(x%8)-2| x%8 NB. frase / 8=binary
bin_ind=: (# rand) {. bin0 NB. same length
NB. bin_ind is long index of binary
for_ctr. <: i. x do.
  tmp=. (; 0 1 + ctr){ bin_ind NB. data for check diff
  mus0=. (ind=. =/ tmp) # >@{: ans NB. difference
  mus1=. (-. ind) # > ctr{rand NB. same
  mus2=. mus0,mus1 NB. order ?
  order_ind=. ((I. -. ind),I. ind) i. i.10 NB. reconstruct order of dice
  mus=. order_ind { mus2
  ans=. ans,<mus
end.
; +/ L:0 ans
)

```

### 3 References

マーチン・ガードナー — 松 信訳「マーチン・ガードナーの数学ゲーム I(新装版)」日経サイエンス社 2010  
 J602 J701 はトロントから DL 出来ます  
<http://www.jsoftware.com/>  
 スクリプトは次から DL 出来ます  
<http://japla.sakura.ne.jp/> の Workshop May 2011