

研究室メモ

Allan分散(標準偏差)

David W. Allan

<http://www.allanstime.com/index.html>

[http://community.phileweb.com/mypage/
entry/2023/20091103/](http://community.phileweb.com/mypage/entry/2023/20091103/)



2011.11.26
オーディオ道場

周波数の安定度の定義方法

http://www7.plala.or.jp/eToys/Memo/2_Frequency_Standard_Phase_Noise/hyoukahou.htm

Allan Deviation

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{1}{2(M-1)} \sum_{i=1}^{M-1} [y(i+1) - y(i)]^2$$

ただし、Mはデータの数、データは一定の時間間隔(τ 秒)で計測されたものとする。

標準偏差は、各計測値から平均値を引いた値の合計から求められるが、アラン分散(標準偏差)は一つ前の計測値から引いた値から求められる。安定度は、周波数オフセットではなく、周波数変動を計測することにより求められるべきものであり、前のデータとの差を利用することにより周波数オフセットによる影響を取り除いている。

アラン分散と真の分散

http://veraserver.mtk.nao.ac.jp/VERA/sasao/htmstability/nod_e2.html

周波数 ν_0 のある発振器から出される信号 $V(t)$ は、
一般に位相雑音 $\phi(t)$ を含む

$$V(t) = V_0 \cos[2\pi\nu_0 t + \phi(t)]$$

という形で表される。

この信号の「瞬時の周波数」 ν は

$$\nu(t) = \nu_0 + \delta\nu(t)$$

となる。

アラン分散と真の分散

http://veraserver.mtk.nao.ac.jp/VERA/sasao/htmstability/nod_e2.html

ここで

$$\delta\nu(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\phi(t)}{dt}$$

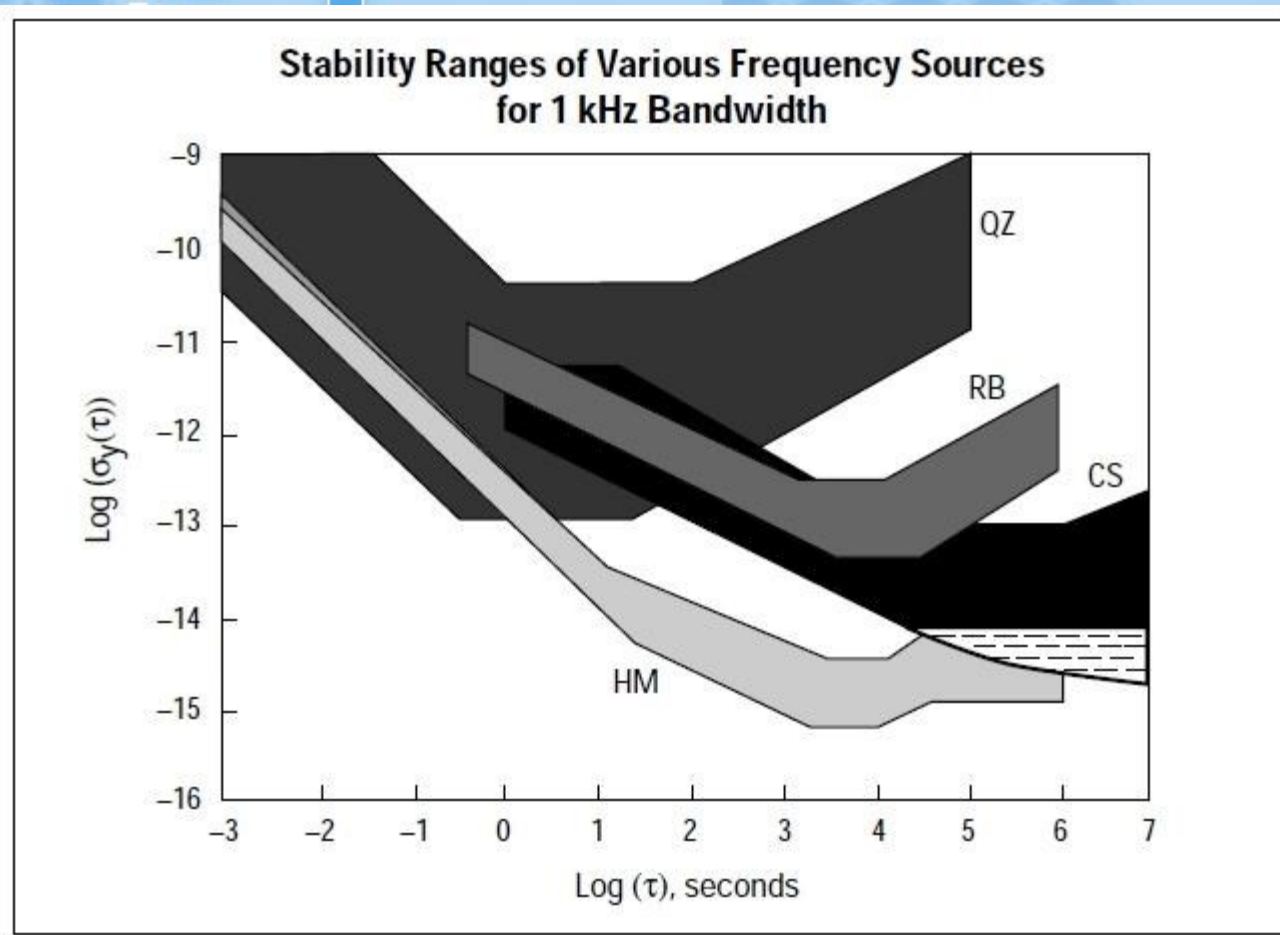
となる。

そこで、「瞬時のfractional frequency deviation (FFD)」

$y(t)$ は

$$y(t) = \frac{\delta\nu(t)}{\nu_0} = \frac{1}{2\pi\nu_0} \frac{d\phi(t)}{dt}$$

と表される。



QZ: Quartz Crystal Oscillator

RB: Rubidium Gas-Cell Frequency Standard

CS: Cesium-beam Frequency Standard

HM: Active Hydrogen-Maser Frequency Standard

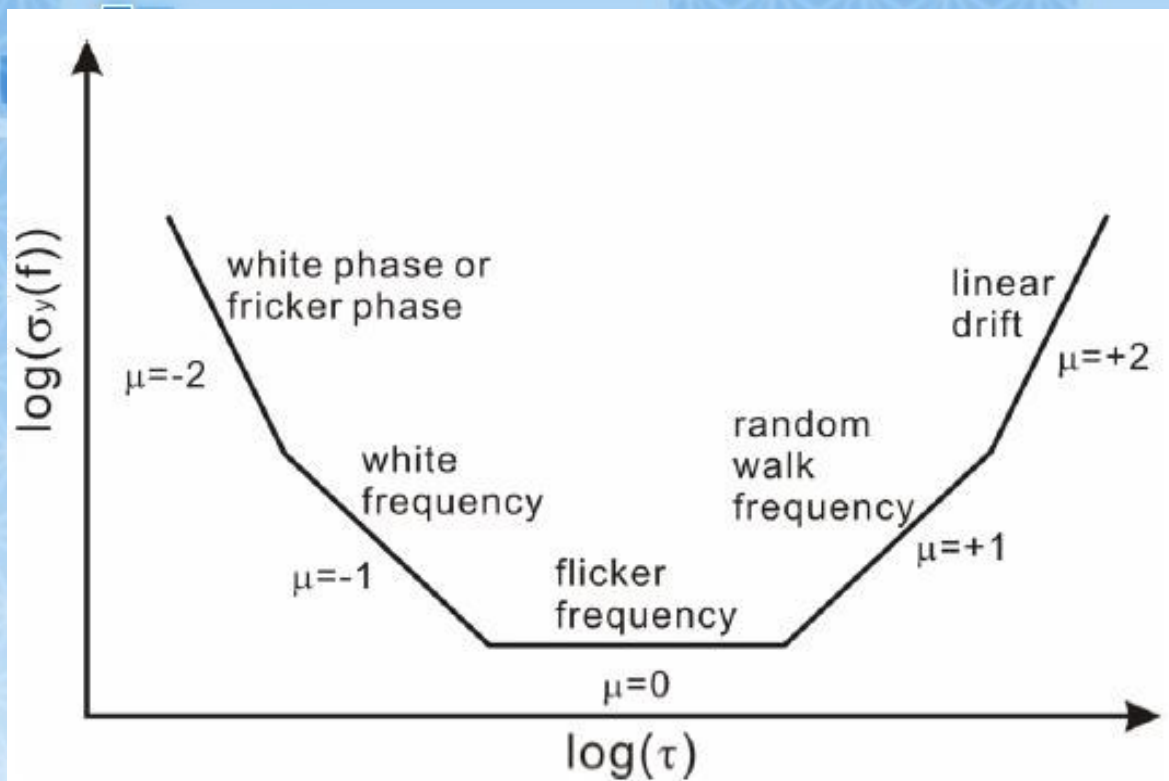


図2 典型的な雑音のアラン分散

There are five different noise types used to model time and frequency devices:

- 1) white-noise time or phase modulation (PM)**
- 2) flicker or 1/f PM**
- 3) white-noise (random and uncorrelated) frequency modulation (FM)**
- 4) flicker-noise or 1/f FM**
- 5) and random-walk FM**

「最近のオーディオ業界のトレンドとしては、ppmを単位とする周波数偏差や長期周波数安定性を根拠とするよりも、psを単位とする各種ジッターそのものの値を参照する方が適切であるといえます。また、特に位相雑音(c/n)、psを単位とするアラン分散の値の方がデジタルオーディオ用途でのクロックの品質の指標として適切ではないかという指摘が近年有力であるといえるでしょう。」

<http://www.spatiality.jp/pcaudio-research/pcaudio-learning/hottwo-jitter>

Rb Atomic Audio Clock PERF10

Short Time Stability (Allan Variance)

$< 2 \times 10^{-11}$ (1 sec)

$< 1 \times 10^{-11}$ (10 sec)

$< 1 \times 10^{-12}$ (100 sec)

アラン分散をスペックに記載している例