

# F A Xモデムのトラブル とその要因\_ver.3 ---V o I P時代に備えて---

CIAJ 講演  
2015年12月3日

Egretcom (株) 水谷 幹男

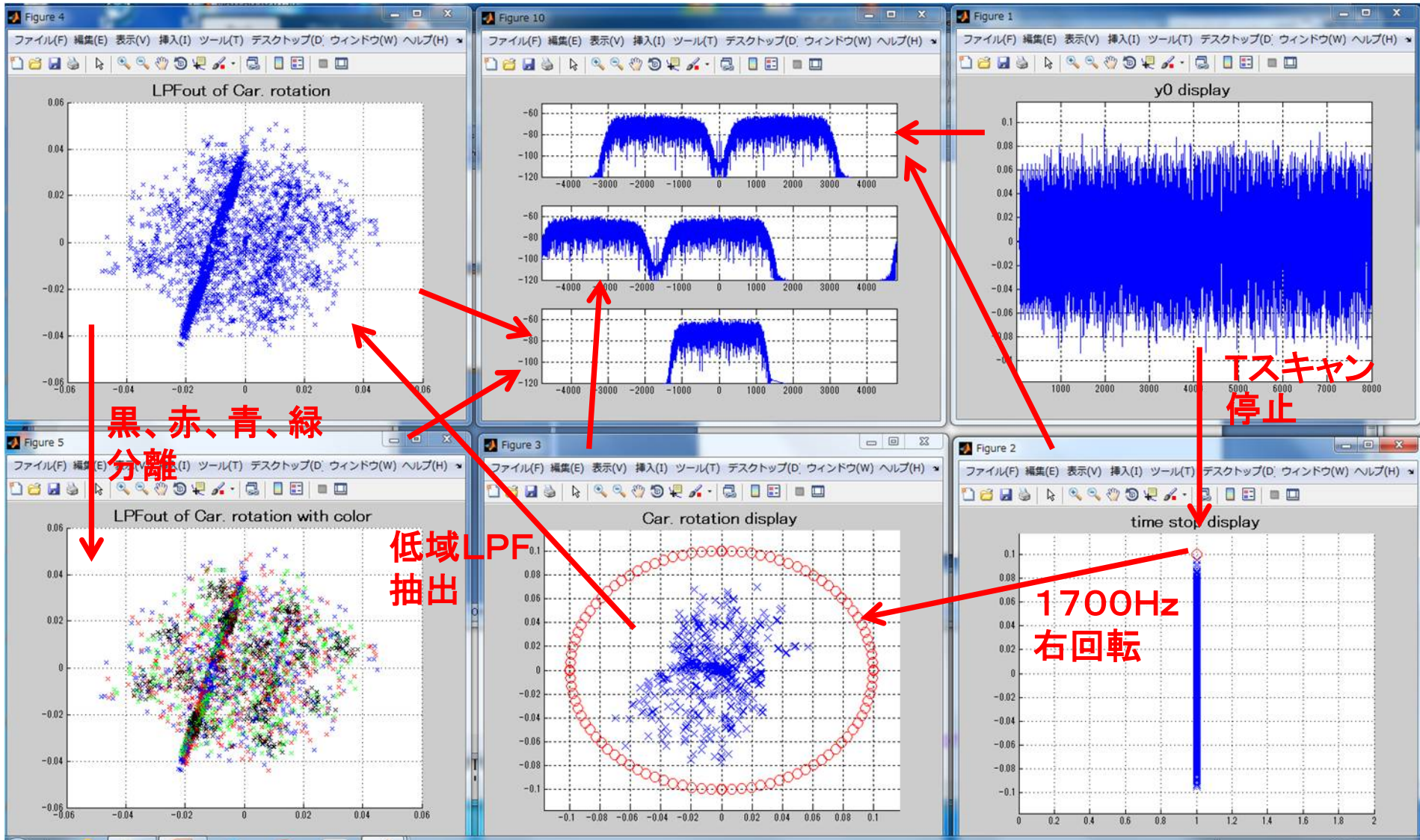
# 目次

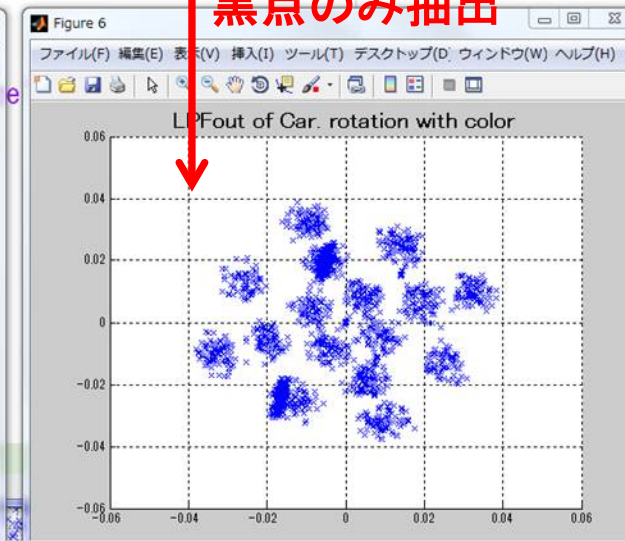
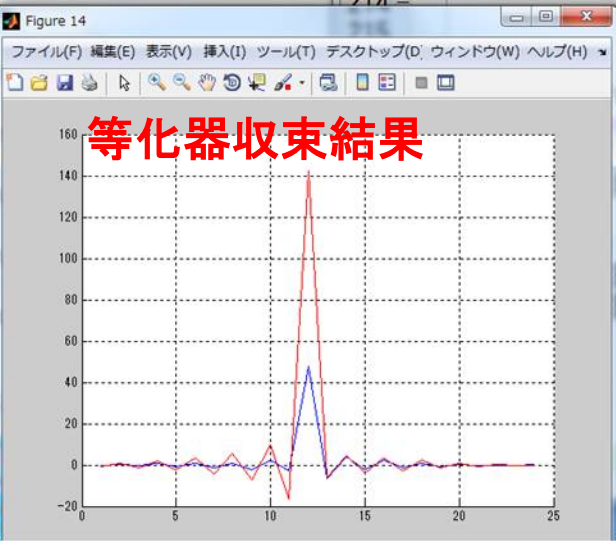
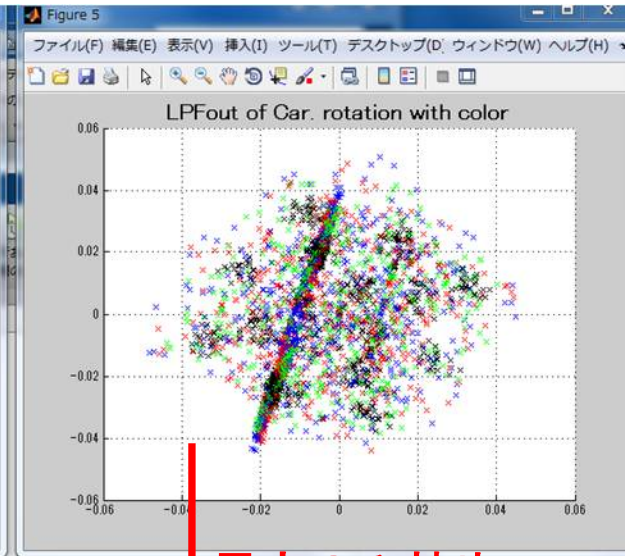
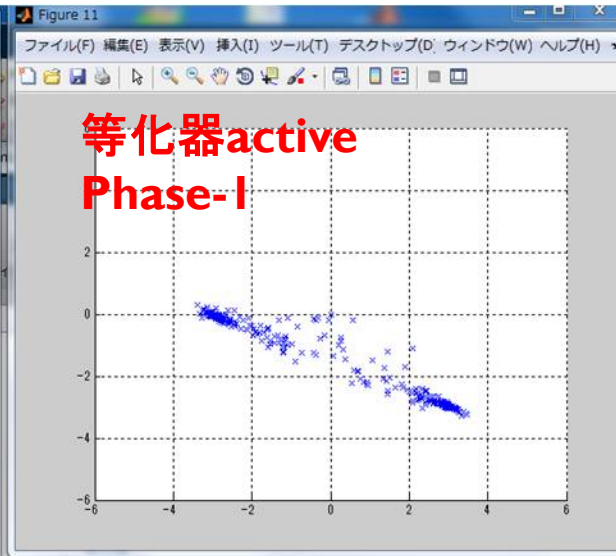
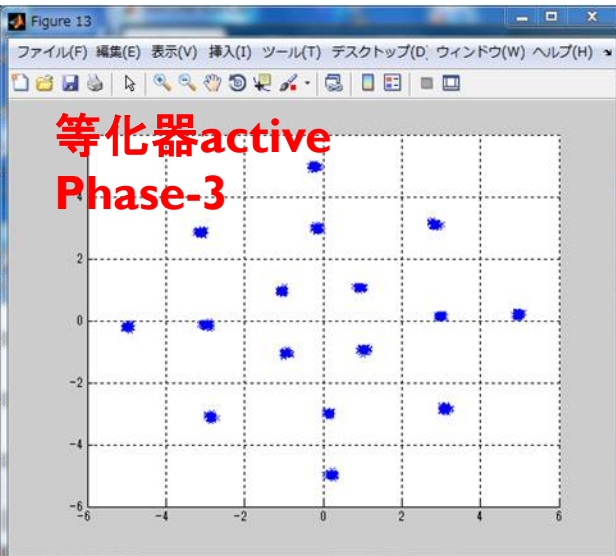
---

1. QAM受信器の作り方
2. ビット誤りvs. 白色雑音
3.  $\mu$  Law-64k回線の通信容量
4. 電源ノイズの影響
5. 水晶の周波数ズレ
6. パケットロス(20mS)の影響
7. モデムメーカーによる差異  
—>モデムの相性

---

# 1. QAM受信器の作り方



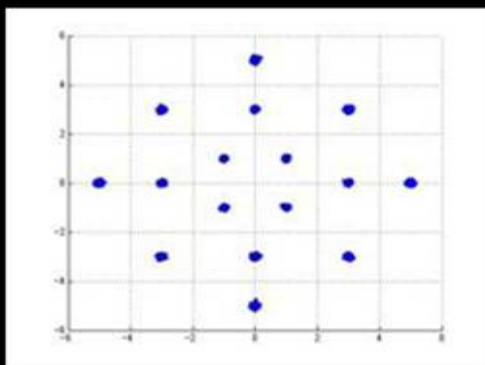




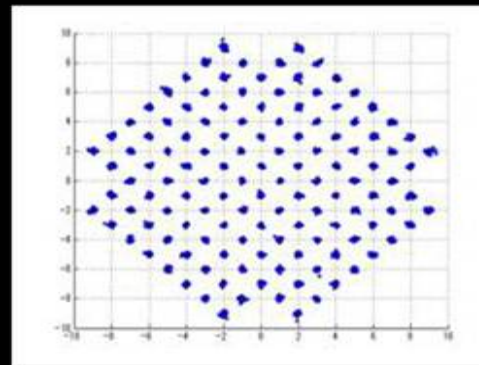
---

## 2. ビット誤り v s . 白色雑音

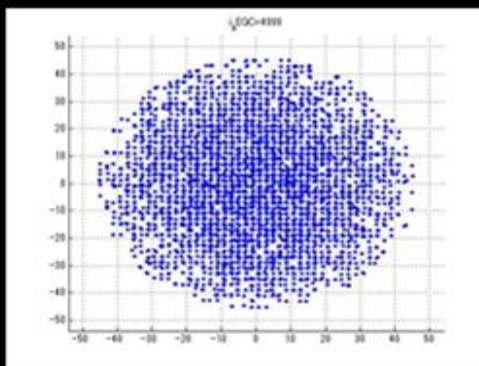
# 各種モデム星座



V.29(9,600bps) 16ポイント

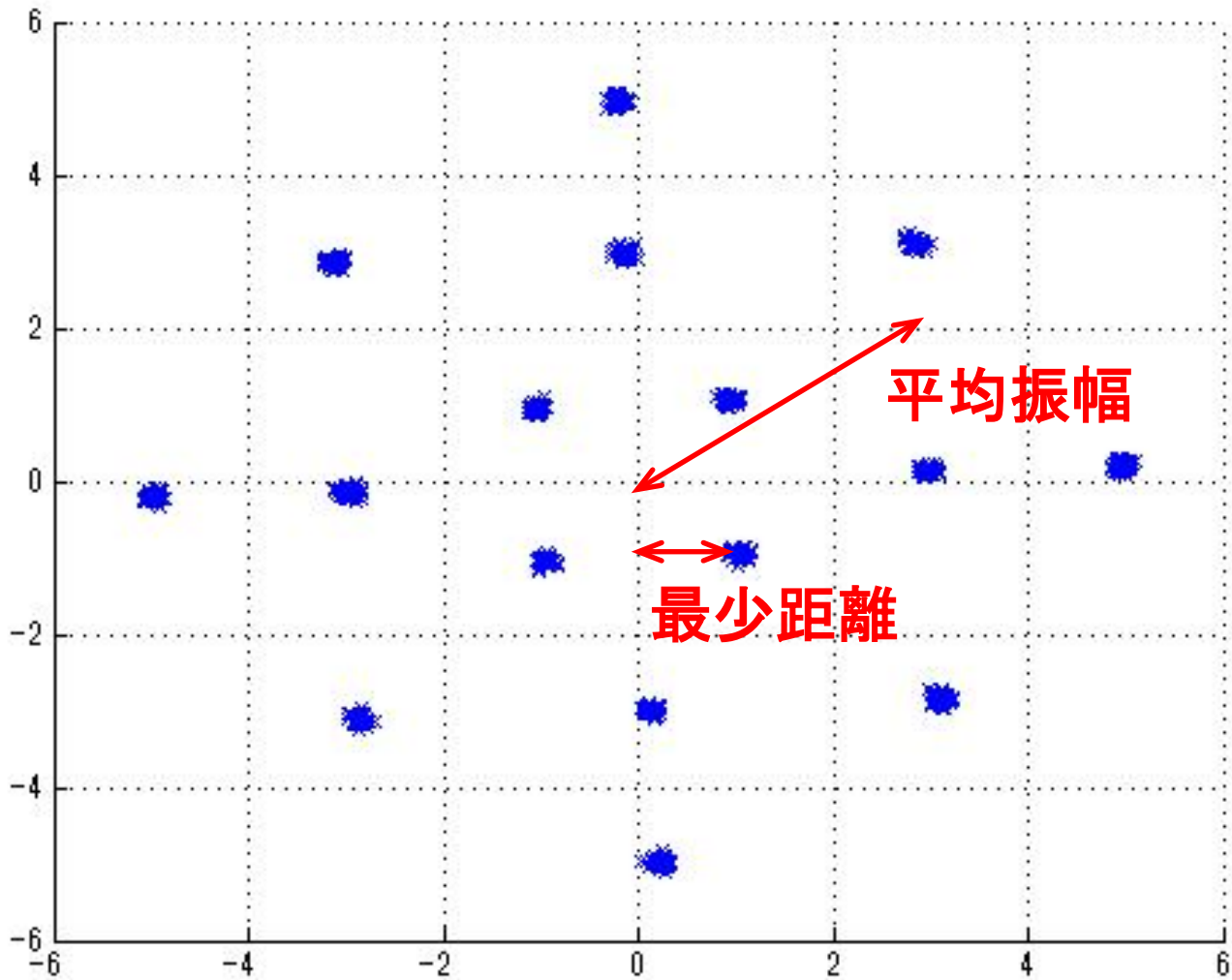


V.17(14,400bps) 128ポイント



V.34(33,600bps) 1,664ポイント

限界SN=20 \* LOG10(平均振幅 / 最少距離)





# モデム星座と限界SN

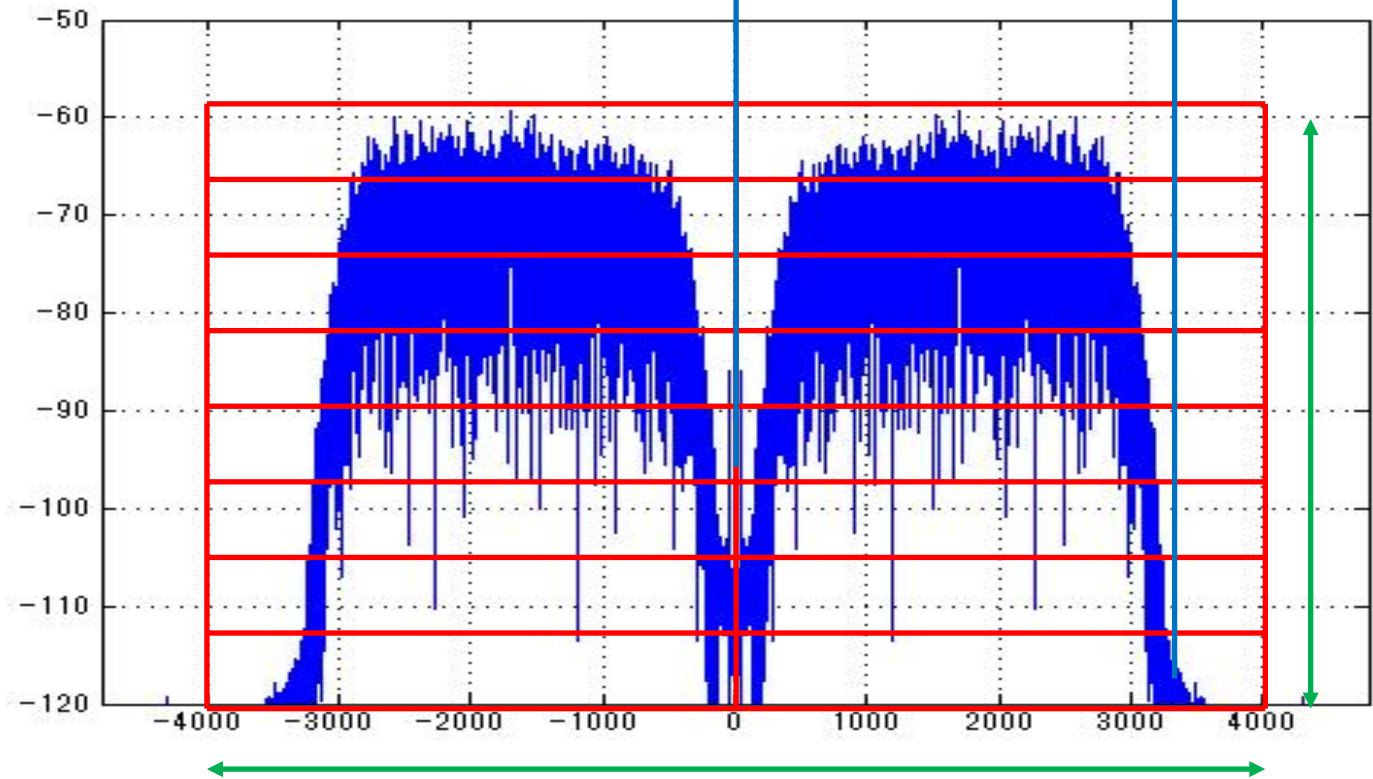
## BER = $10^{-6}$ で比較

| Vxx-bps   | 限界SN[dB] | Vxx-bps   | 限界SN[dB] |
|-----------|----------|-----------|----------|
| V27-2400  | 12.042   | V34-14400 | 22.042   |
| V27-4800  | 25.474   | V34-16800 | 24.559   |
| V29-7200  | 16.434   | V34-19200 | 26.498   |
| V29-9600  | 20.334   | V34-21600 | 28.658   |
| V17-9600  | 22.042   | V34-24000 | 30.579   |
| V17-12000 | 25.263   | V34-26400 | 32.910   |
| V17-14400 | 28.203   | V34-28800 | 35.131   |
|           |          | V34-31200 | 36.892   |
|           |          | V34-33600 | 39.280   |

---

### 3. $\mu$ Law-64k回線の 通信容量

シンボル速度  
X1.15



8KHz

8bits

**μLaw-64k回線の通信容量 (限界bps)**  
**=シンボル速度 \* 1.15 \* 8 (bps)**

| Vxx      | シンボル速度 | 限界bps  |
|----------|--------|--------|
| V27-2400 | 1200   | 11,040 |
| V27-4800 | 1600   | 14,720 |
| V29      | 2400   | 22,080 |
| V17      | 2400   | 22,080 |
| V34      | 3429   | 31,547 |
|          | 3200   | 29,440 |
|          | 3000   | 27,600 |
|          | 2800   | 25,760 |
|          | 2743   | 25,236 |
|          | 2400   | 22,080 |

---

## 4. 電源ノイズの影響

# 電源ノイズー300Hzの例

wavフォルダ選択

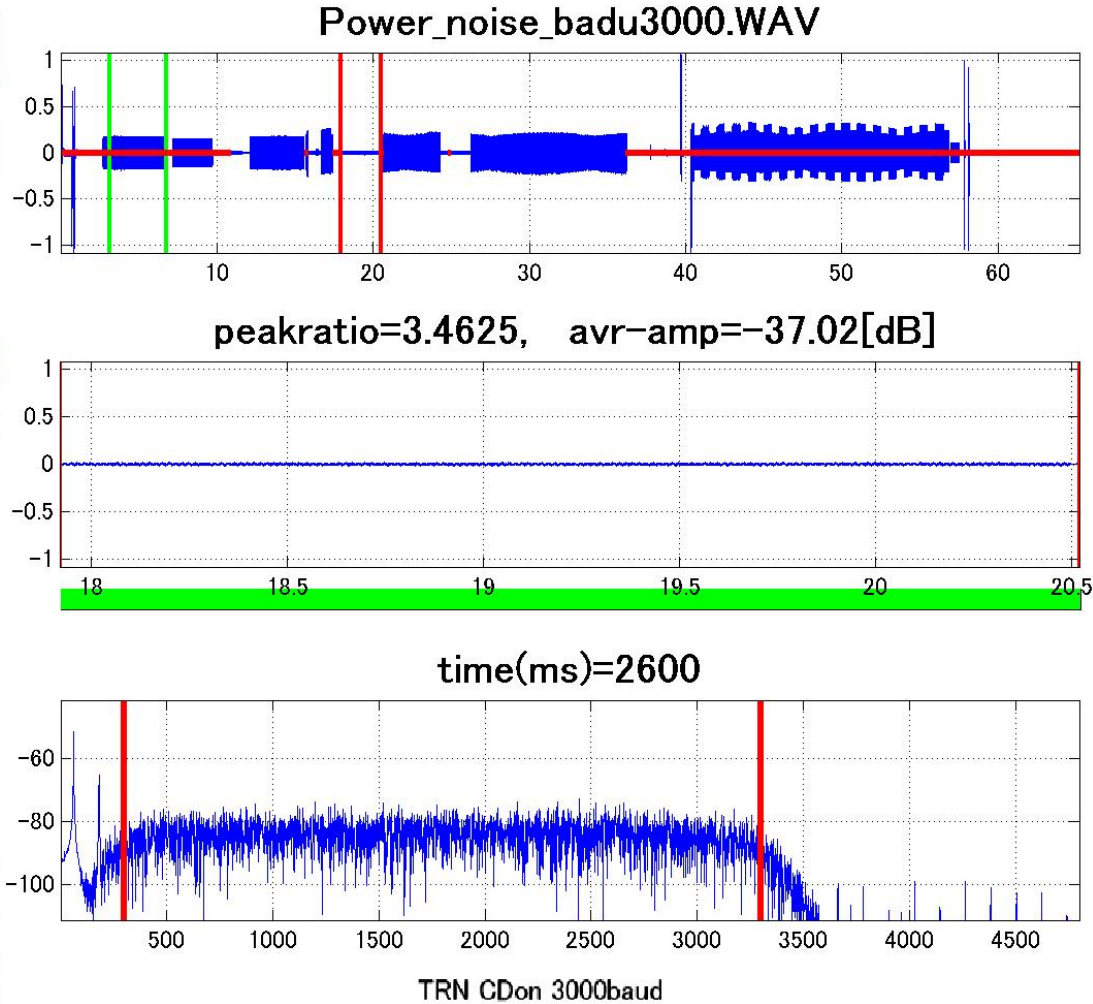
- Power\_noise\_badu3000.WAV
- No2\_eS6570\_China\_to\_FG810
- E\_micin\_20150608T152000.w
- CX085\_336\_B55toB56\_V34\_3
- PN102\_336\_E\_micin\_2015052
- cdata\_20151103T162445\_es.
- cdata\_20151016T175649\_es.
- PN091\_336\_E\_micin\_201412
- cdata\_20151016T175151\_en.

Info\_window

```
-----  
Decoding date/time is  
03-Dec-2015 08:18:59  
Software version is  
ES-200NJ:ver2.1.6  
-----  
G3 FAX information  
wave file  
pass=C:\mathworks\FAX_CHECK\w3  
wave file  
name=Power_noise_badu3000.WAV  
-----  
wavspck[sps]=44100  
spck [sps]=5600  
----t30 rxbit dump  
start-----  
TIME[s]          RX  
-----  
3.12  
<<-----ANS(-14dB)-----  
          amplitude  
modulated
```

小窓信号保存

Text\_Main Wave\_Main



Amplitude Reset

Wide Range set

Narrow range set

Sound on OFF

3

画像表示

画像窓消去

全画面JPEG保存

全画面JPEG印刷

録音 終了

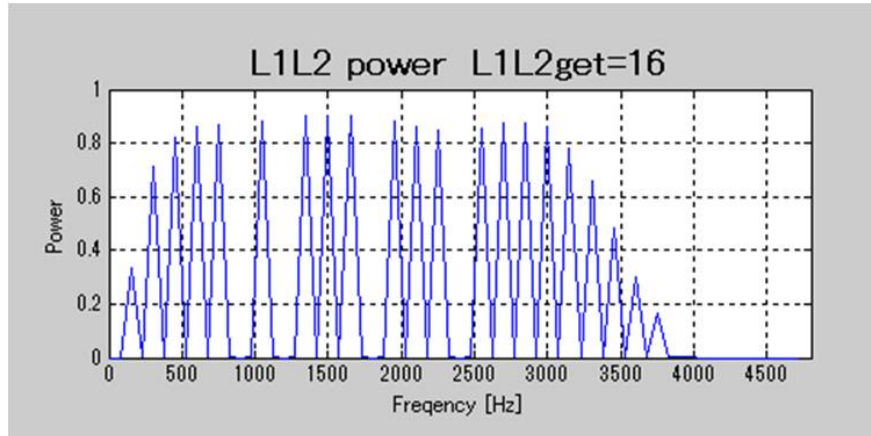
Eye ON OFF



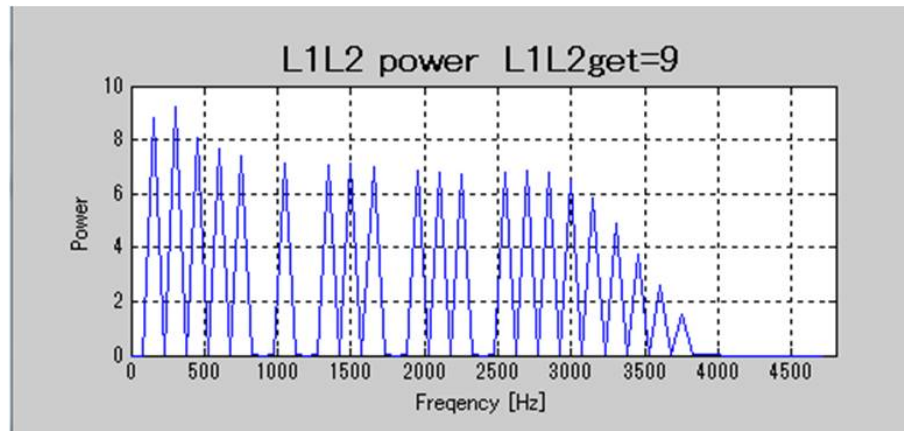
# タイミング再生に重要なエッジ周波数 = (Low-end/High-end frequency)

| ↓ Baud   | Low-Carr.<br>Low-end | Low-Carr.<br>Center | Low-Carr.<br>High-end | High-Carr.<br>Low-end | High-Carr.<br>Center | High-Carr.<br>High-end |
|----------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| V27-1200 | 1200                 | 1800                | 2400                  |                       |                      |                        |
| V27-1600 | 1000                 | 1800                | 2600                  |                       |                      |                        |
| V29-2400 | 500                  | 1700                | 2900                  |                       |                      |                        |
| V17-2400 | 600                  | 1800                | 3000                  |                       |                      |                        |
| V34-2400 | 400                  | 1600                | 2800                  | 600                   | 1800                 | 3000                   |
| V34-2743 | 274                  | 1646                | 3017                  | 457                   | 1829                 | 3200                   |
| V34-2800 | 280                  | 1680                | 3080                  | 467                   | 1867                 | 3267                   |
| V34-3000 | <b>300</b>           | 1800                | 3300                  | 500                   | 2000                 | 3500                   |
| V34-3200 | 229                  | 1829                | 3429                  | 320                   | 1920                 | 3520                   |
| V34-3429 | 224                  | 1959                | 3673                  |                       |                      |                        |

# 電源ノイズによるL1L2送出波形の違い



CN社

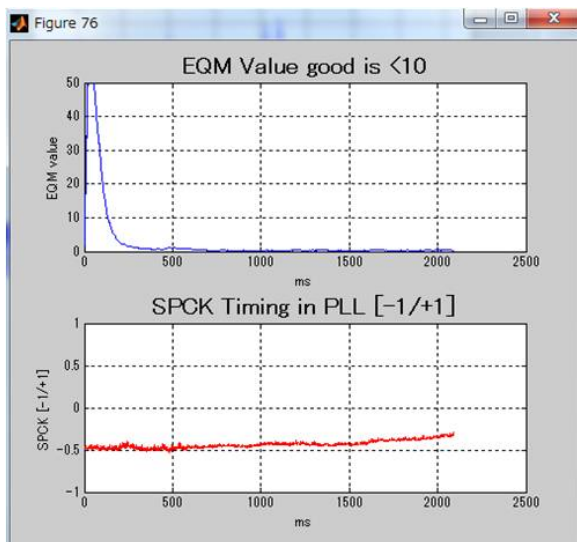


CN社+150Hz雑音  
+300Hz雑音

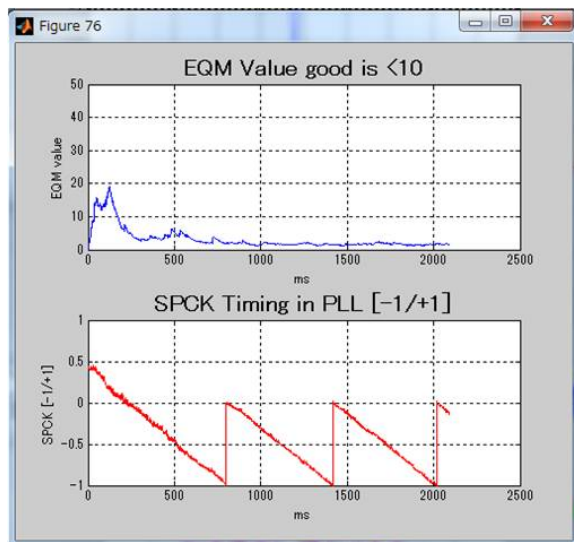
---

# 5. 水晶の周波数ズレ

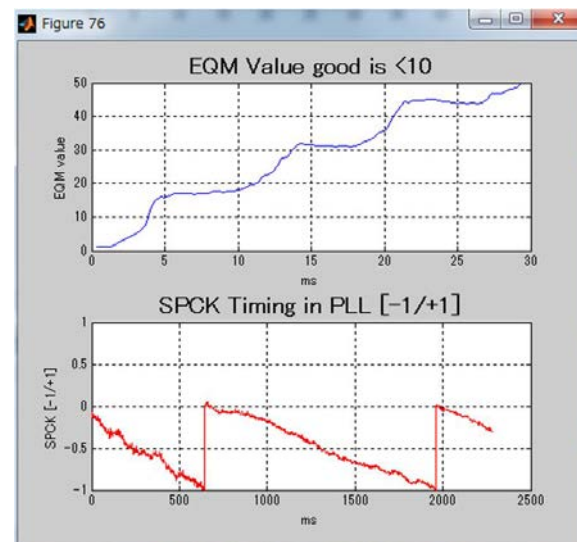
# 水晶ズレとPhase3受信中のEQM変動



水晶ズレ  
PLL安定  
0ppm



水晶ズレ  
PLL安定  
190ppm



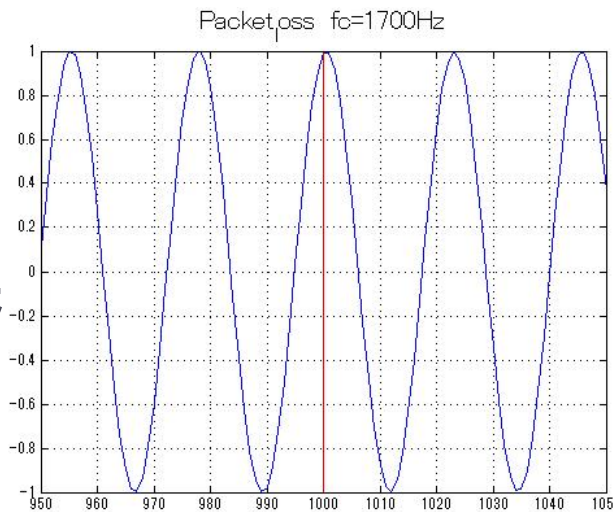
水晶ズレ+  
300Hz雑音  
PLL不安定  
80ppm?

---

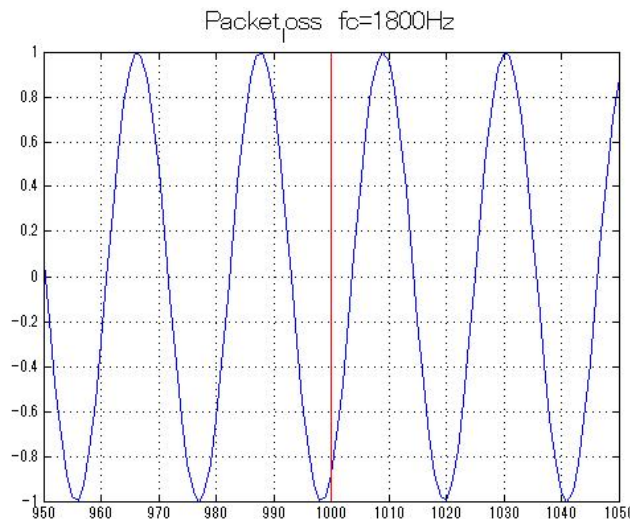
## 6. パケットロス(20mS)の影響

# 20msパケットロスによる、キャリア変化 =50Hzの整数倍キャリアは、位相連続

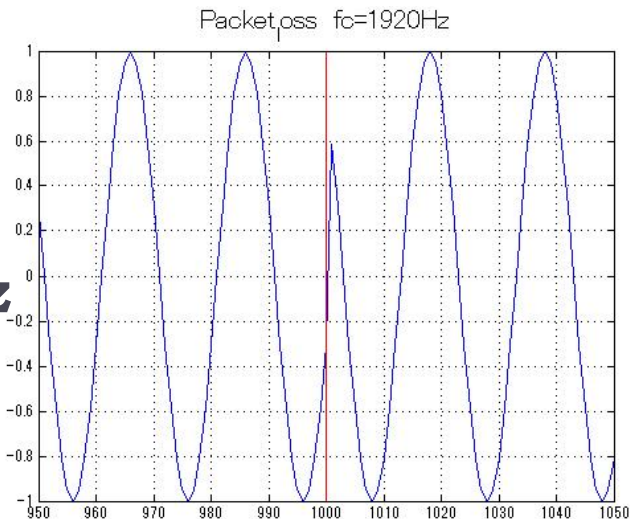
V 2 9  
1700Hz  
連続



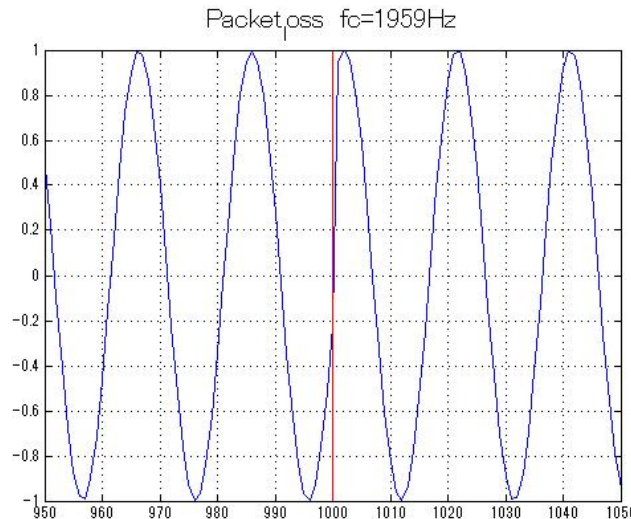
V 1 7  
1800Hz  
連続



V 3 4  
1920Hz  
不連続



V 3 4  
1959Hz  
不連続



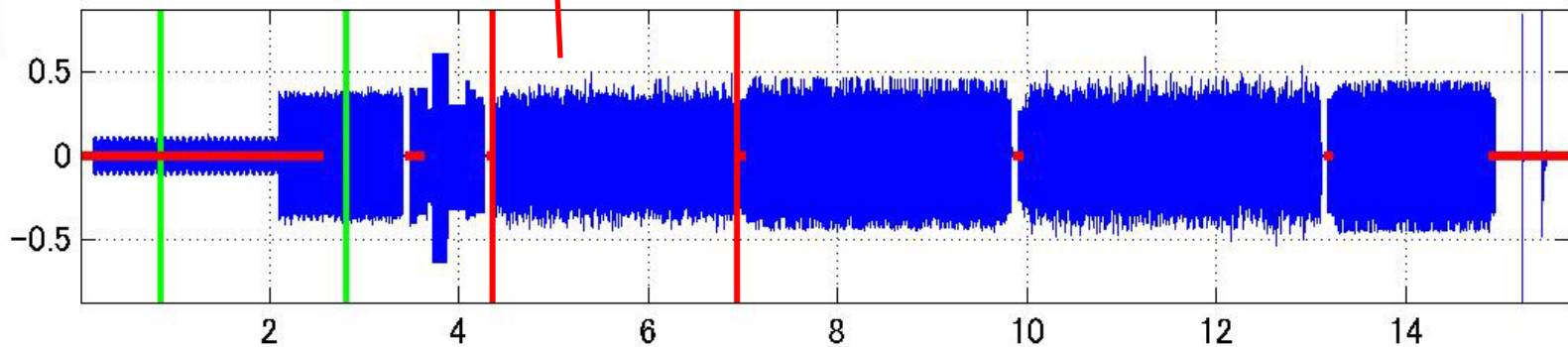


# 20ms パケットロスに強いモード

=赤：Symbol/Carr.共に50Hzの整数倍

| ↓ Symbol rate | Low-Carr.<br>Low-end | Low-Carr.<br>Center | Low-Carr.<br>High-end | High-Carr.<br>Low-end | High-Carr.<br>Center | High-Carr.<br>High-end |
|---------------|----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| V27-1200      | 1200                 | 1800                | 2400                  |                       |                      |                        |
| V27-1600      | 1000                 | 1800                | 2600                  |                       |                      |                        |
| V29-2400      | 500                  | 1700                | 2900                  |                       |                      |                        |
| V17-2400      | 600                  | 1800                | 3000                  |                       |                      |                        |
| V34-2400      | 400                  | 1600                | 2800                  | 600                   | 1800                 | 3000                   |
| V34-2743      | 274                  | 1646                | 3017                  | 457                   | 1829                 | 3200                   |
| V34-2800      | 280                  | 1680                | 3080                  | 467                   | 1867                 | 3267                   |
| V34-3000      | 300                  | 1800                | 3300                  | 500                   | 2000                 | 3500                   |
| V34-3200      | 229                  | 1829                | 3429                  | 320                   | 1920                 | 3520                   |
| V34-3429      | 224                  | 1959                | 3673                  |                       |                      |                        |

V 3 4 モデムシーケンスで  
20msパケットロスに弱いタイミング  
= P h a s e 3   T r a i n i n g  
(信号順序に基づく、等化器学習フェーズ)

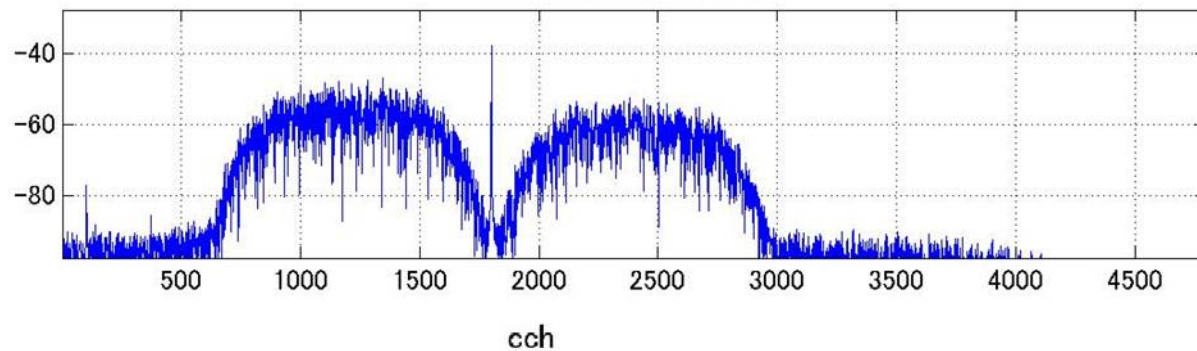


---

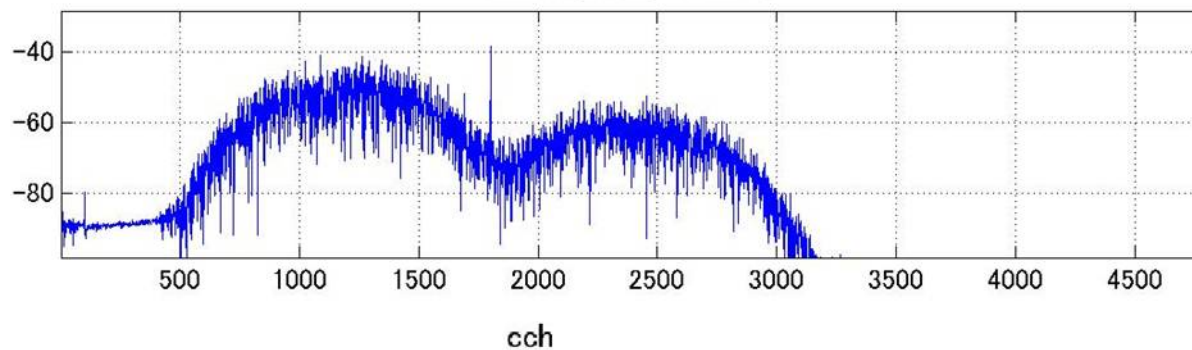
## 7. モデムメーカーによる差異 →モデムの相性

# Cchのスペクトラムの違い

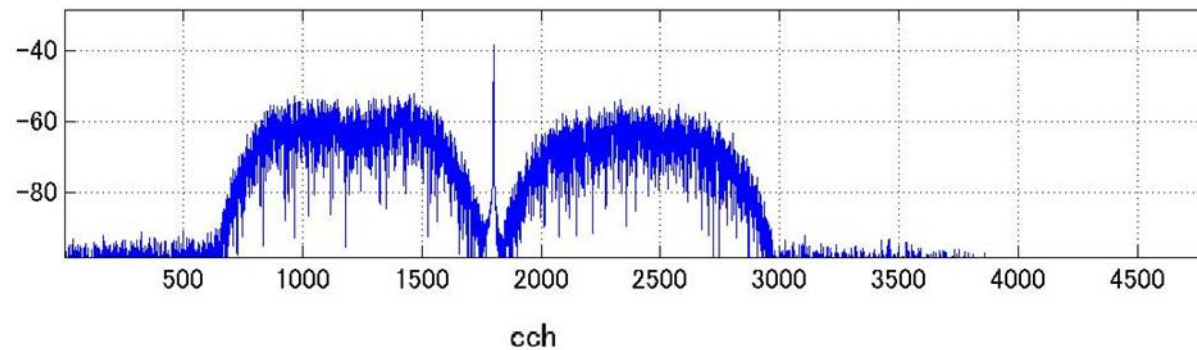
CN社



PN社

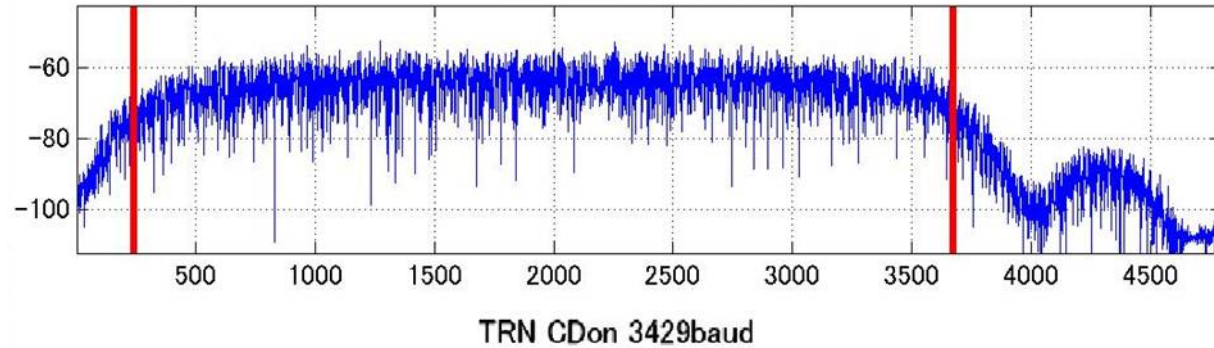


AG社

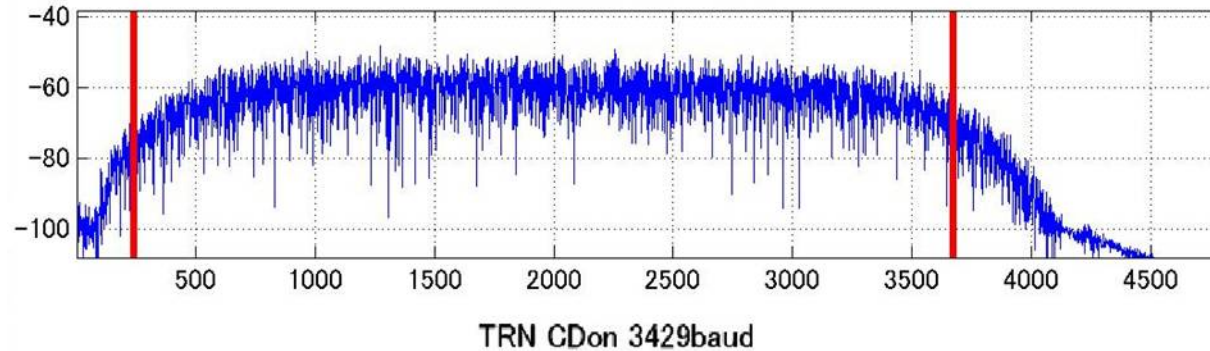


# Phase3-TRNのスペクトラムの違い

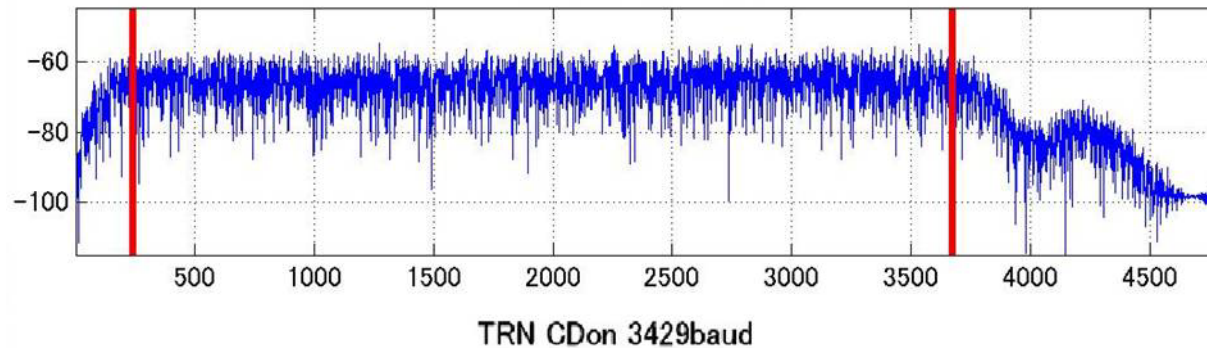
CN社



PN社



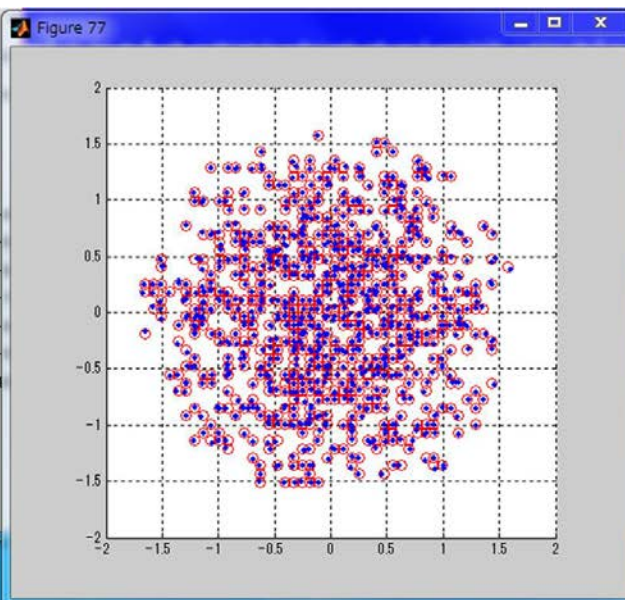
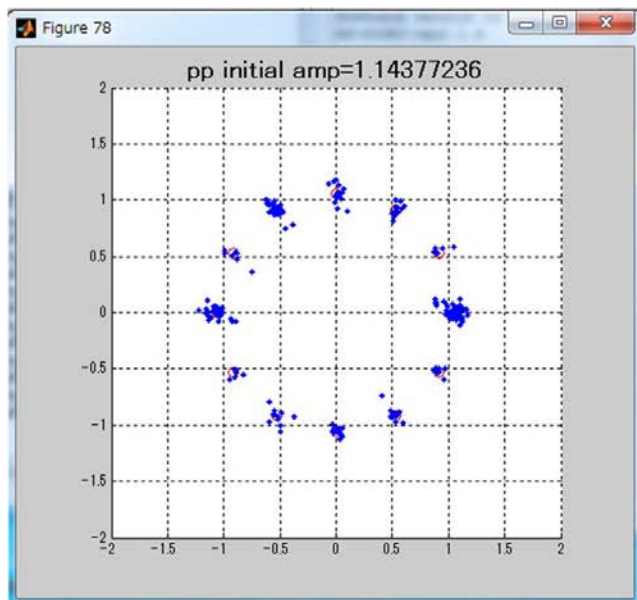
AG社



# Pch PP-B1の違い

PP信号

B1信号



CN社

Pch 33600bps  
Pow\_BI/pp=0.8524

PN社

Pch 33600bps  
Pow\_BI/pp=0.9137

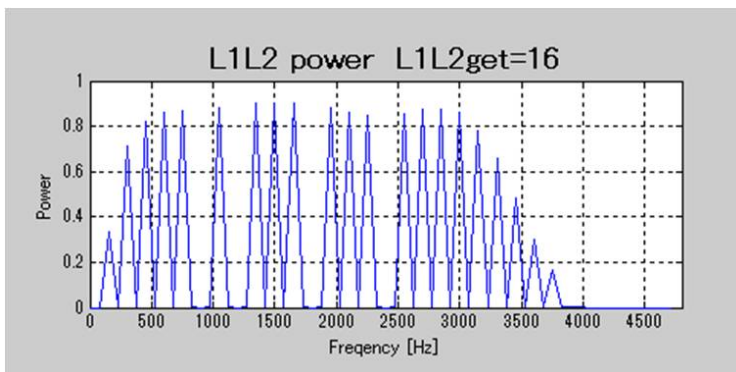
AG社

Pch 28800bps  
Pow\_BI/pp=1.0139

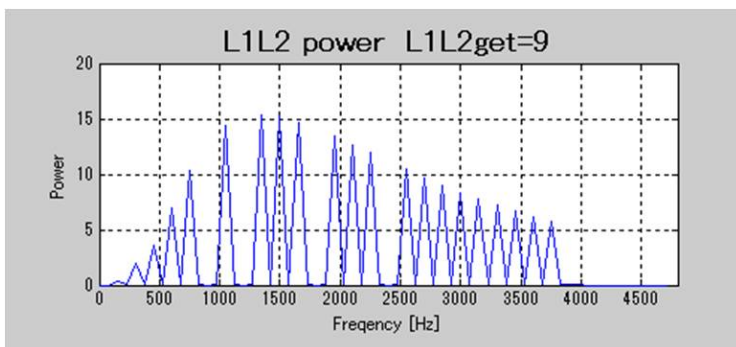
Pch 33600bps  
Pow\_BI/pp=1.0245



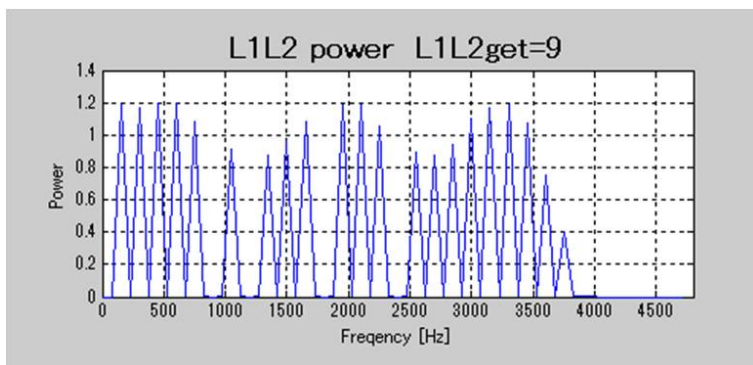
# L1L2 送出波形の違い



CN社



PN社



AG社

---

ご清聴ありがとうございました。

<http://www.egretcom.com>