

60GHz帯アップコンバージョンミキサにおける しきい値ばらつきの影響

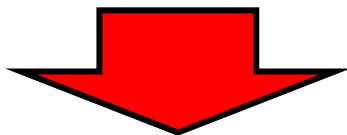
◎津久井 裕基, 浅田 大樹, 南 亮,
岡田 健一, 松澤 昭

東京工業大学大学院理工学研究科
電子物理工学専攻

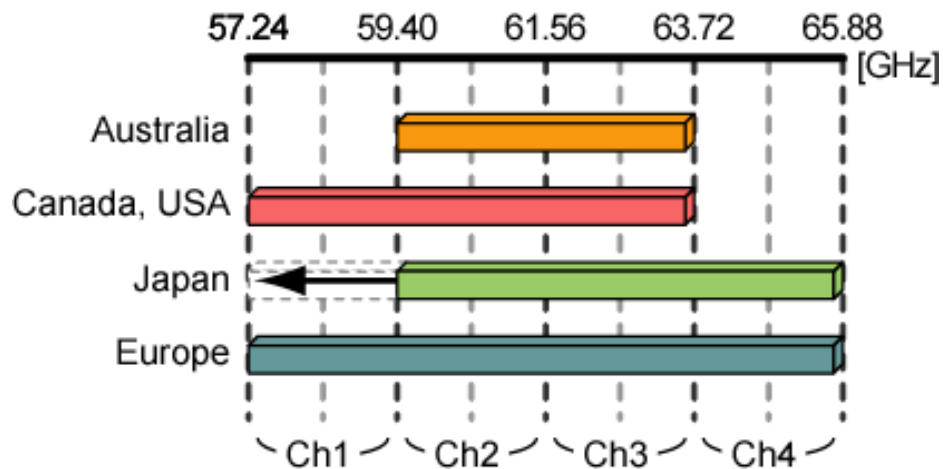
研究背景

60GHz帯の特徴

- ☹️ 減衰が大きい
- 😊 広帯域が無免許で開放されている



近距離高速無線通信



世界各国の無免許帯域

• 通信速度

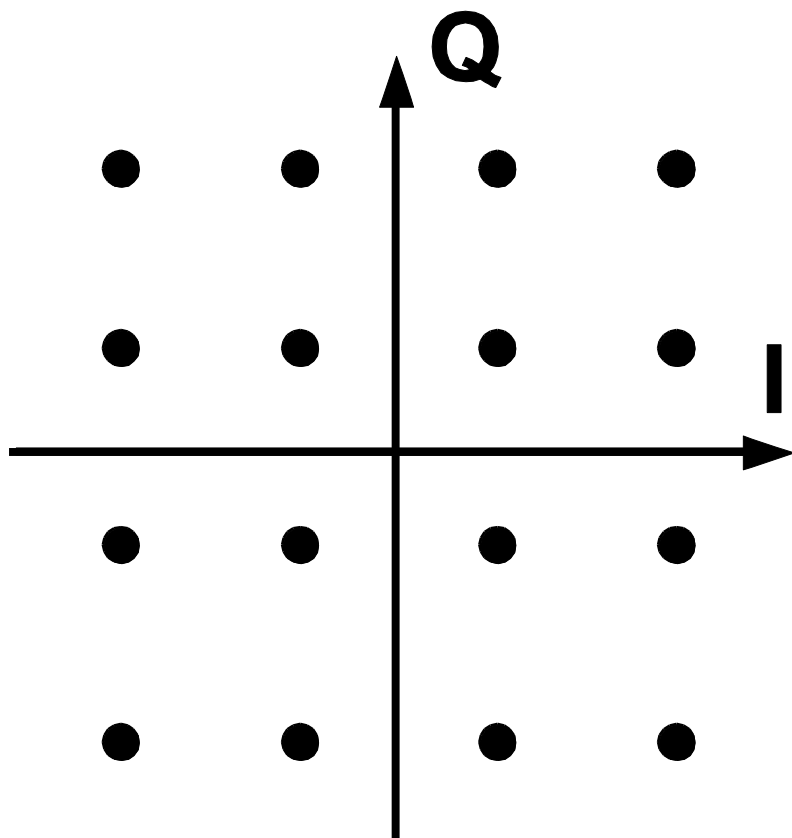
- 16QAM : 7.0 [Gbps/ch]
- 64QAM : 10.6 [Gbps/ch]

- 課題

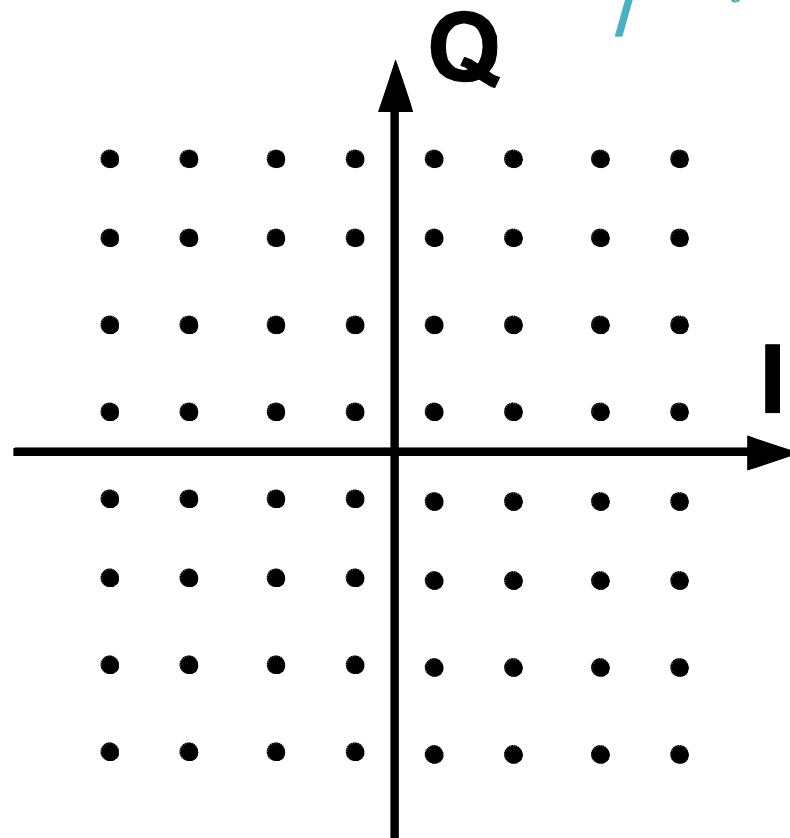
- 64QAMのようなより高度な変調方式ではしきい値ばらつきの影響を無視できない。

- 研究目的

- 64QAMに要求されるSRRを求め、アップコンバージョンミキサでのしきい値ばらつきの影響をSRRにより評価する。

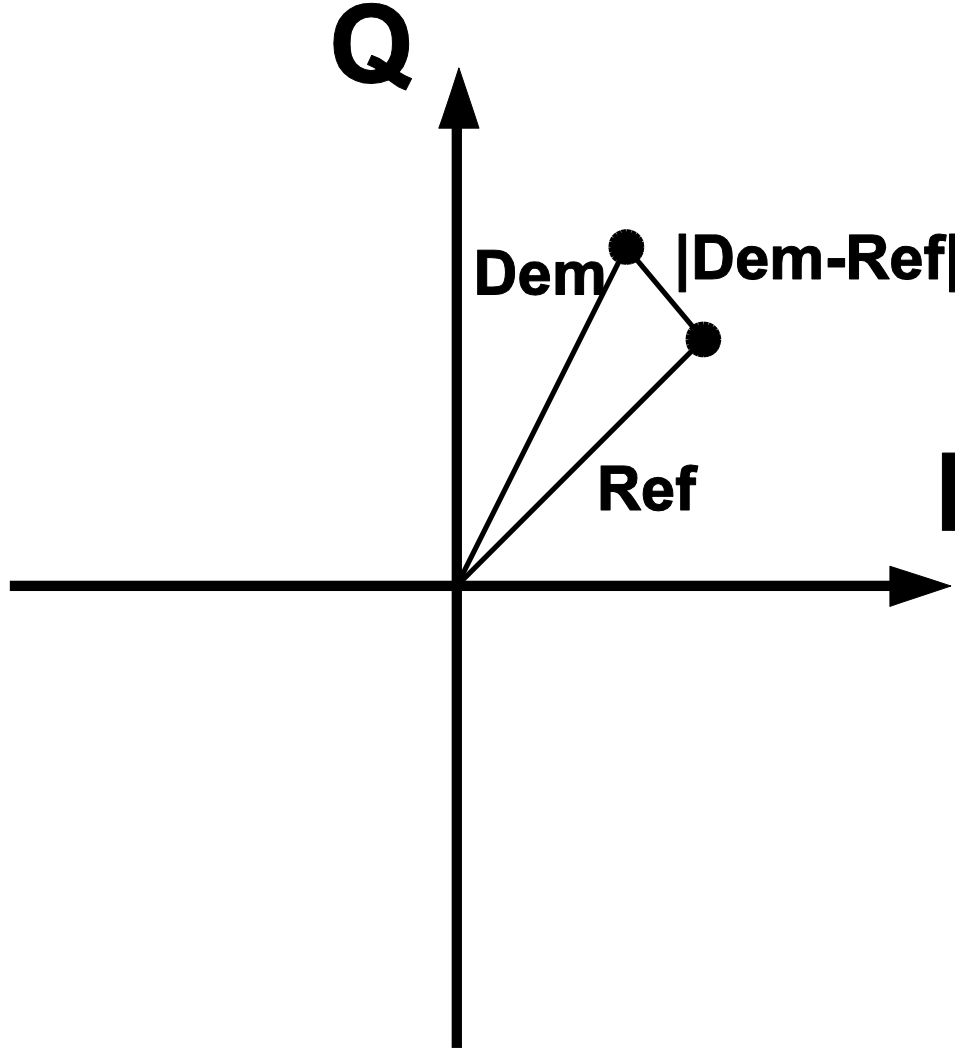


16QAM



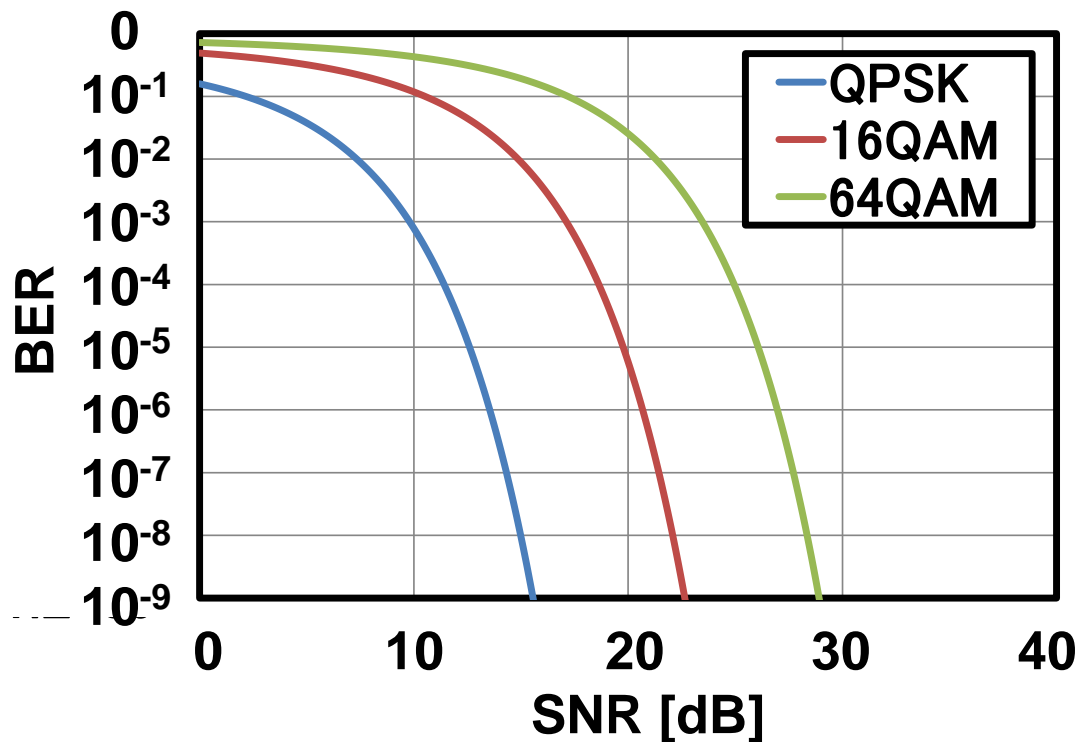
64QAM

EVM (Error Vector Magnitude)



$$EVM = \frac{|Dem - Ref|}{|Ref|}$$

$$SNR = \frac{1}{EVM^2}$$



- BER < 10⁻³に必要な性能

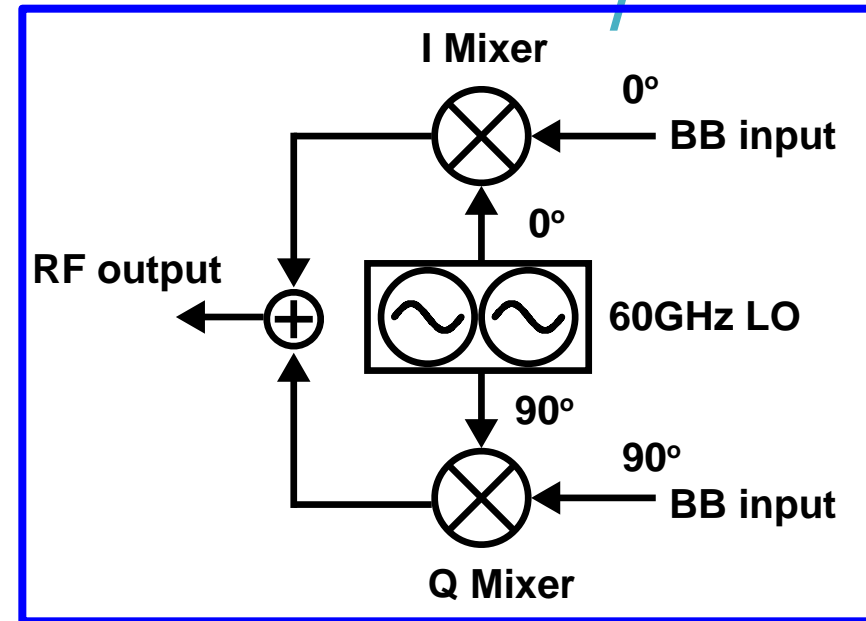
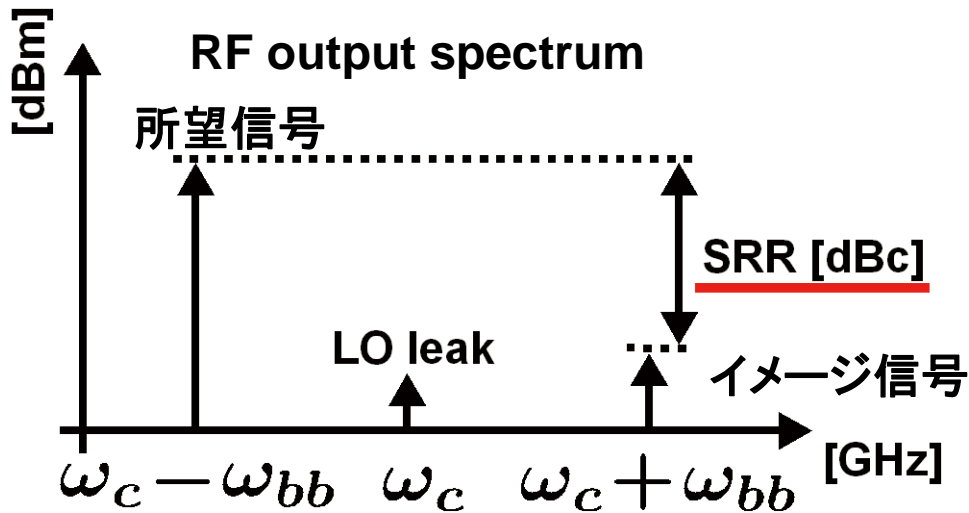
変調方式	受信側SNR[dB]	送信側EVM[dB]
QPSK	9.8	-14
16QAM	17.2	-21
64QAM	23.5	-28

SRR (Sideband Rejection Ratio)

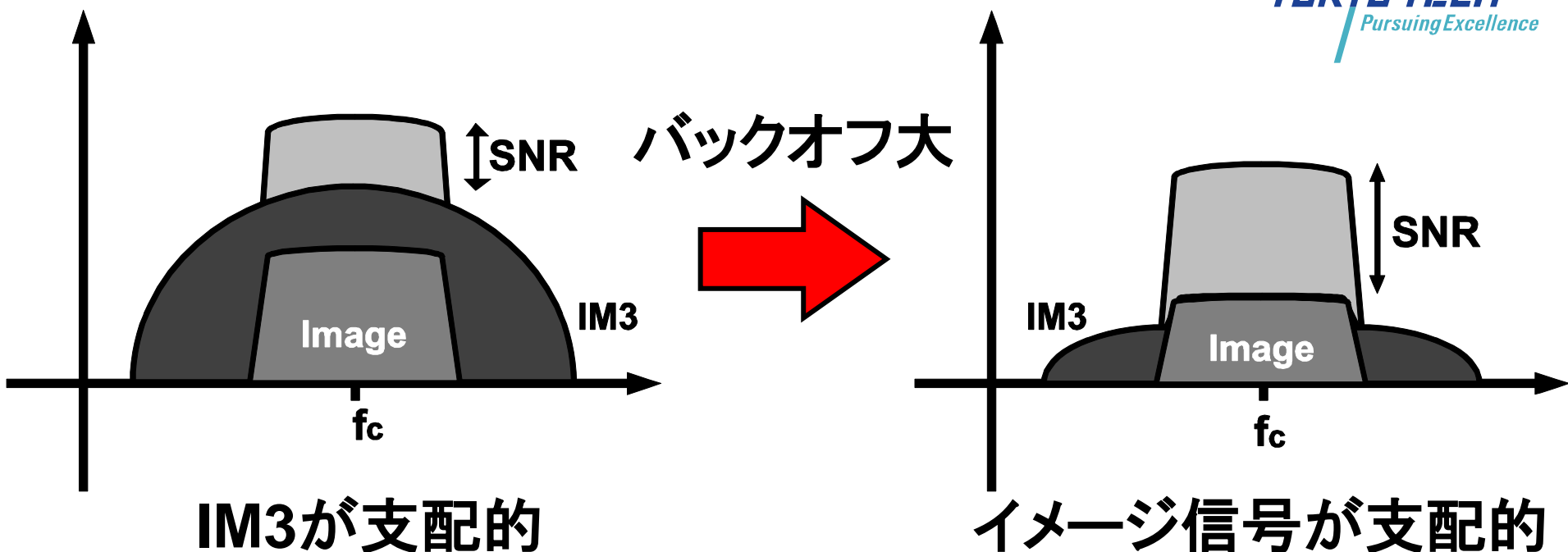
<Example>

BB input to I mixer : 100[MHz], 0[deg.]

BB input to Q mixer: 100[MHz], +90[deg.]

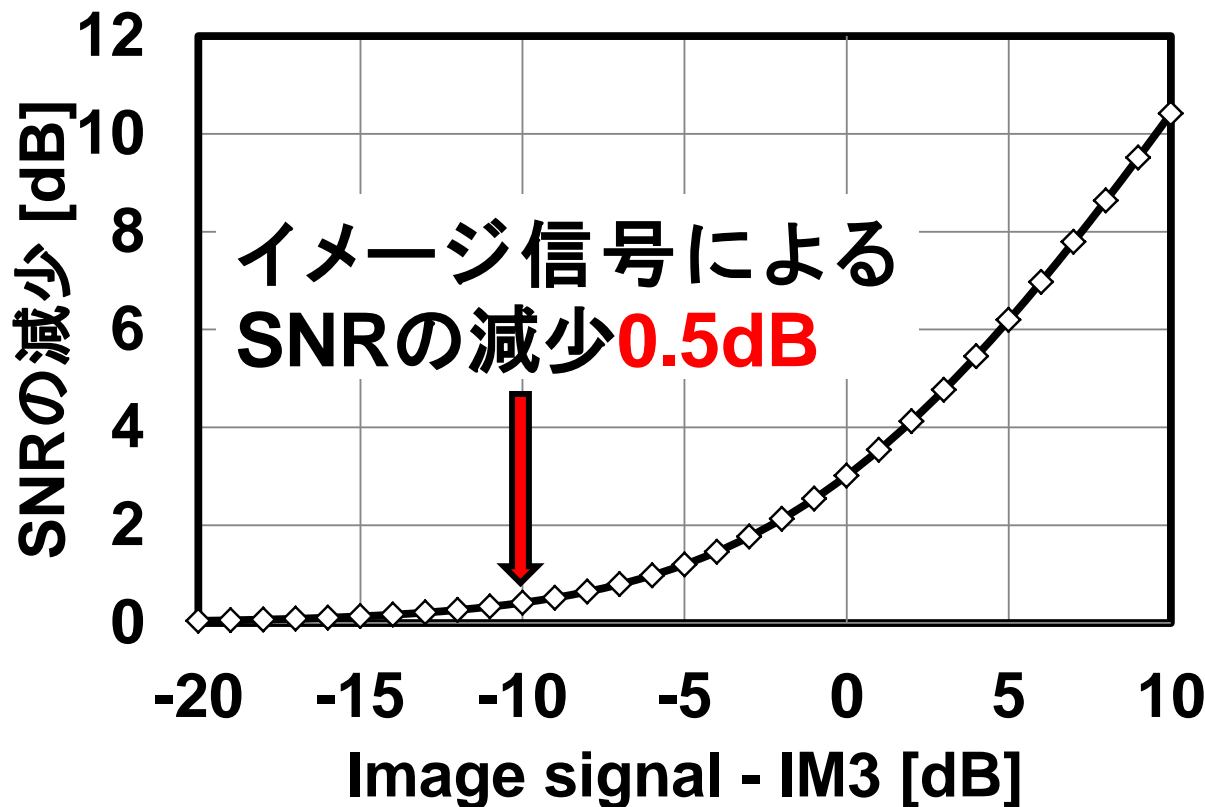


- SRR: 入力信号に90度の位相差をつけたときにIQの振幅誤差や位相誤差の影響でイメージ信号が生じる。所望信号に対するイメージ信号の比。



バックオフを大きくしてもイメージ信号の影響で
SNRが増加しなくなる

イメージ信号を十分小さくする必要がある



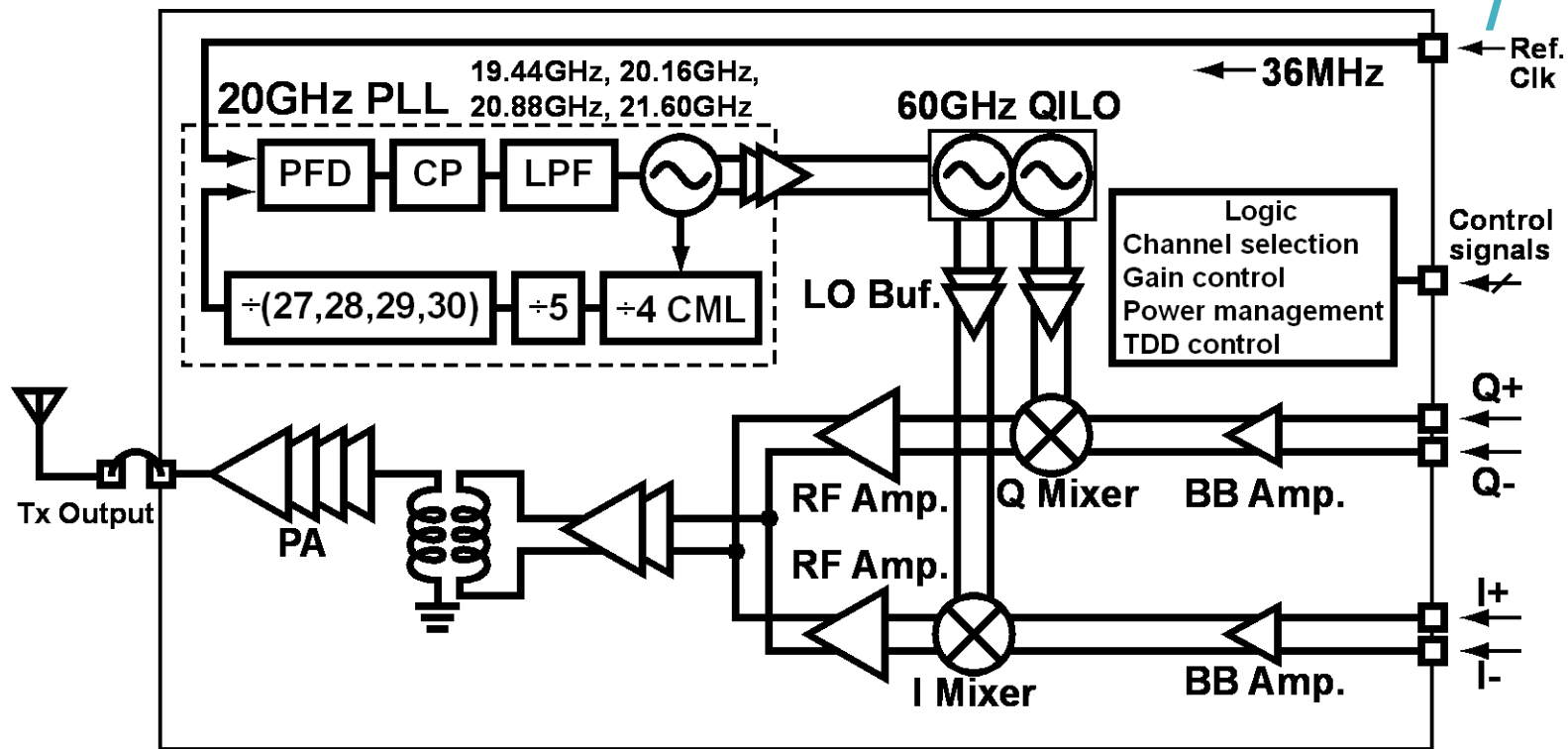
- 送信回路に要求されるSRR

- 16QAM: SRR < **-33dBc** ($G < 0.2\text{dB}$, $\phi < 2^\circ$)

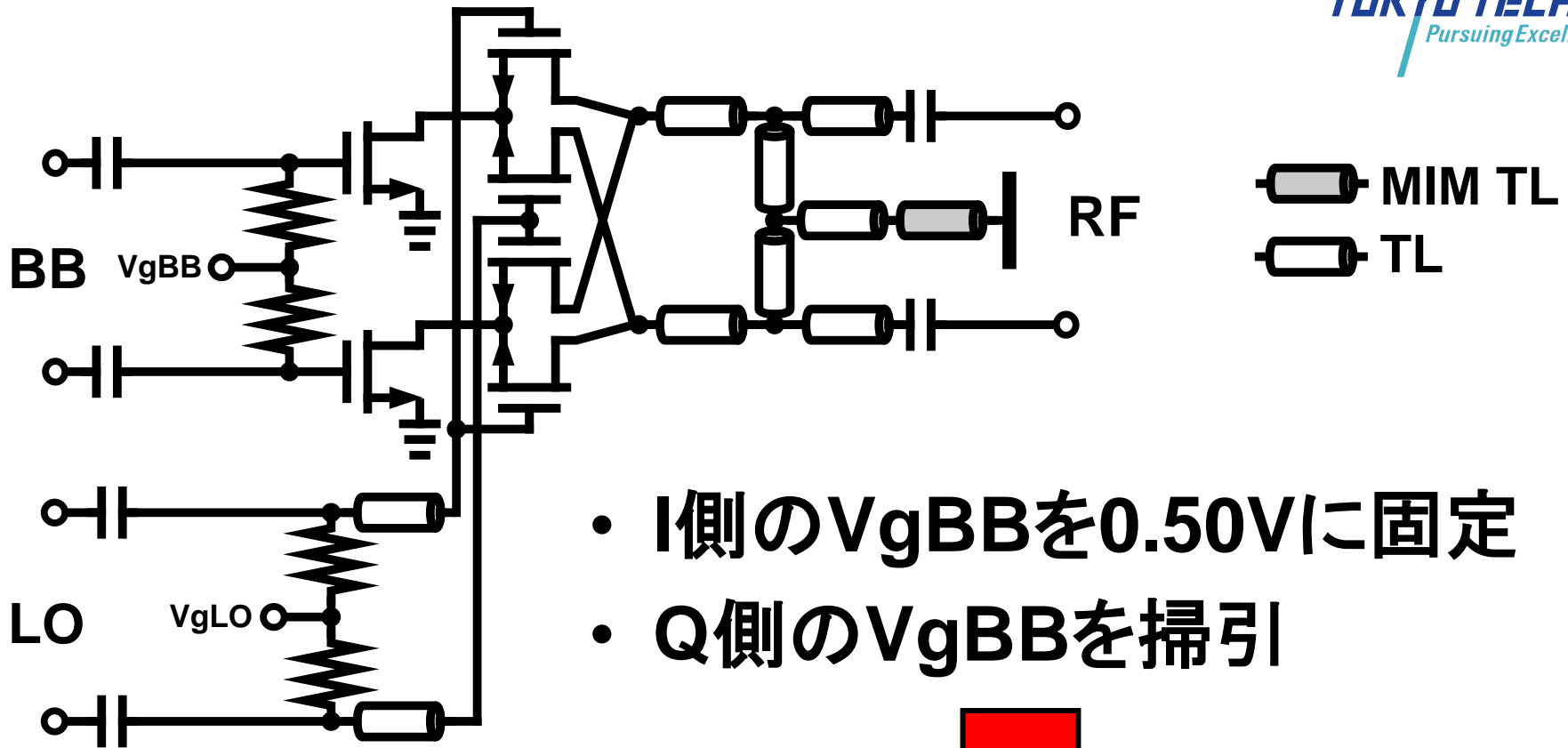
- 64QAM: SRR < **-39dBc** ($G < 0.1\text{dB}$, $\phi < 1^\circ$)

(IM3=-29dB \Rightarrow SNR=28.5dB)

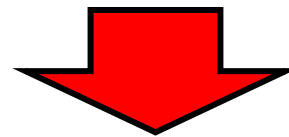
送信回路のブロック図



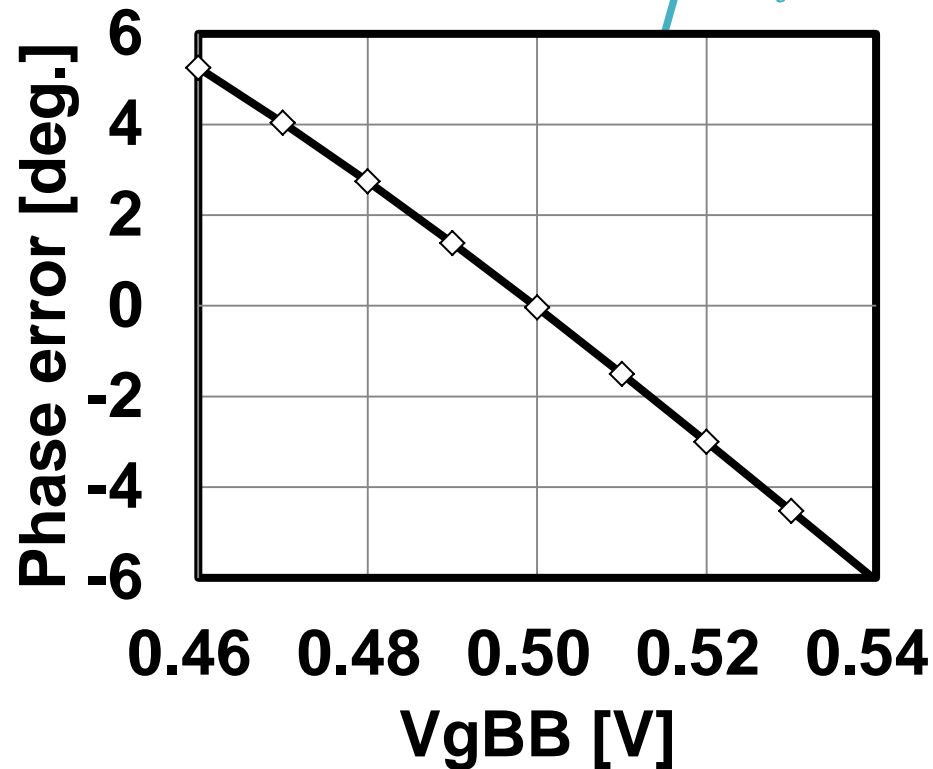
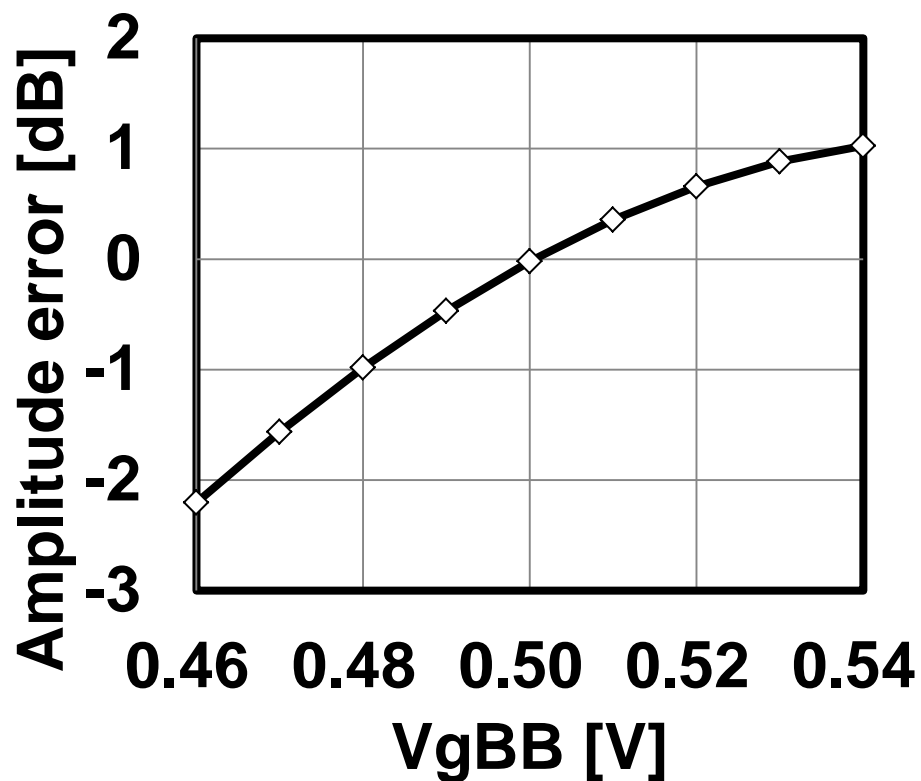
- LO frequency: 60.48GHz
- BB input to I: 1 [GHz], 0 [deg.]
- BB input to Q: 1 [GHz], 90 [deg.]



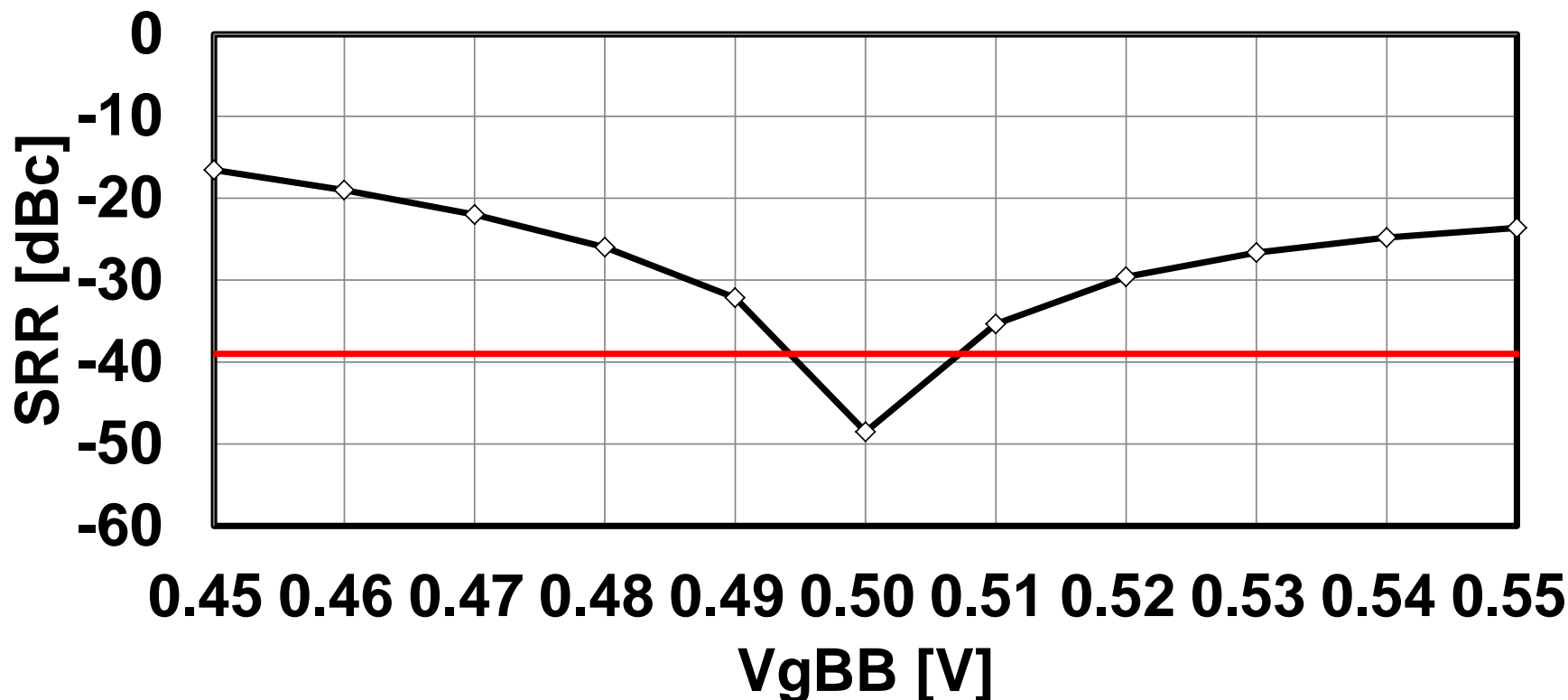
- I側の V_{gBB} を0.50Vに固定
- Q側の V_{gBB} を掃引



ばらつきにより有効ゲート電圧に
違いが生じることを想定



- 10mVのばらつきで振幅誤差が**0.36dB**生じる
- 10mVのばらつきで位相誤差が**1.5度**生じる



- しきい値のばらつきは約10%
 - しきい値:0.3~0.4V.
- ばらつきによってSRRは-39dBc以上になる

- SRRによってミキサのしきい値ばらつきの影響を分析した。
- 64QAMに要求されるSRRは**-39dBc**。
- ばらつきによって要求されるSRRが達成できないので**キャリブレーションが必要**となる。