

# 通信

モース信号

アナログ電波 電話

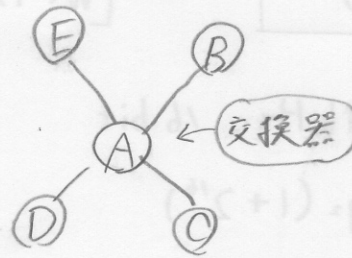
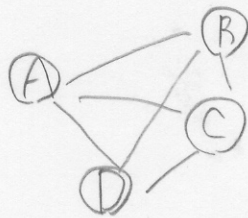


4G LTE (27Mbps)

→ 5G

3.7GHz, 4.5GHz, 28GHz  
 現行の100倍 (理論値) 10Gbps

(実測) 762Mbps ping: 19ms



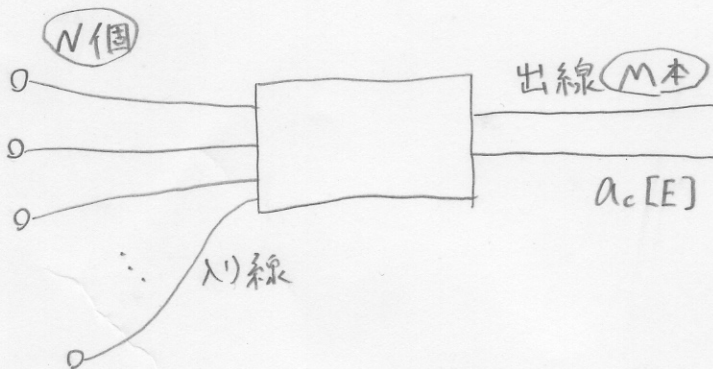
## 1.4 通信網構築の考え方 (P.9)

### ・交換器

① 通信線路の利用率を高くする

② 呼損率を下げる

↑ かけたも (call) 話中の時間



1 ユーザの呼量  $a [E]$

→ 全呼量  $a' = Na [E]$

出線の呼量  $a'_c = Ma_c [E]$

呼損率  $B$

$$B = \frac{a' - a'_c}{a'} = 1 - \frac{a'_c}{a'} = 1 - \frac{Ma_c}{Na} \quad (1.3)$$

$B=0 \rightarrow$  良い  $B=1 \rightarrow$  つながらない

ex) 100人のユーザが交換器に接続、出線は3本で1本あたり0.8[E]処理できる  
 ユーザの呼量は0.1[E]とする。このときのBは?

$$B = \frac{100 \times 0.1 \times 3 \times 0.8}{100 \times 0.1} = \frac{10 - 2.4}{10} = \frac{7.6}{10} = 0.76$$

# 情報量 通信量

0, 1 → 2進のデジタル信号

ビット bit

1秒間に何通りのデータを通信できるか

→ bit per second

[bps] (ボ-レート)

$$C = \log_2 (1 + M)^W$$

$$= W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

$S$ : 信号の大きさ

$N$ : ノイズの大きさ

$W$ : 1秒間の検出操作の回数

ex)

CD: 2ch,  $f_s = 44.1 \text{ kHz}$ , 16 bit

$$C = 2 \cdot 44.1 \text{ k} \cdot \log_2 (1 + 2^{16})$$

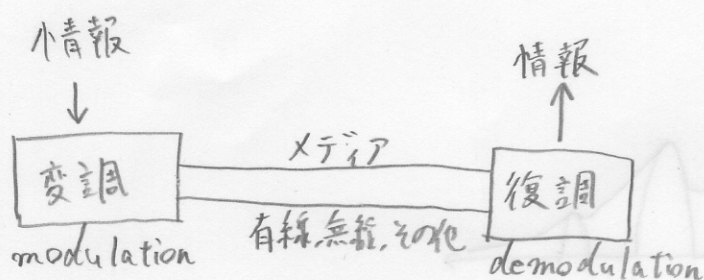
$$\approx 2 \cdot 44.1 \text{ k} \cdot \log_2 (2^{16})$$

$$= 2 \cdot 44.1 \text{ k} \cdot 16$$

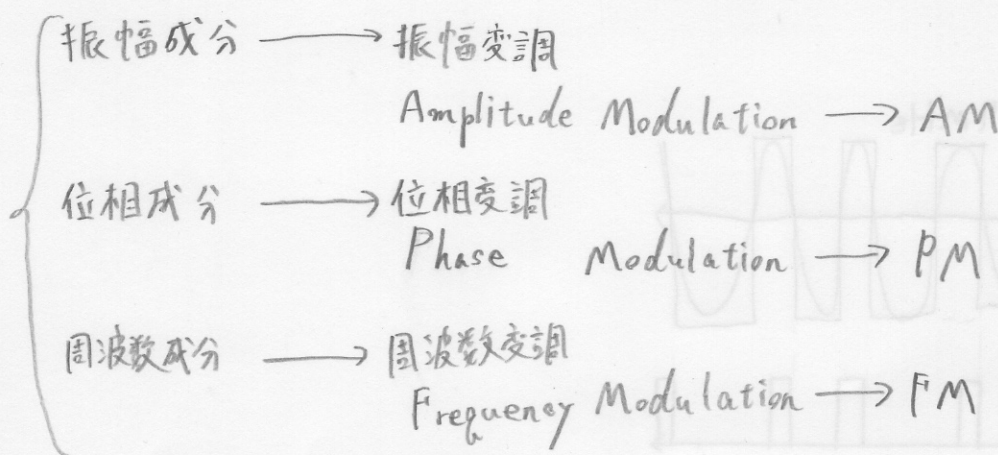
$$= \underline{1.4 \text{ Mbps}}$$



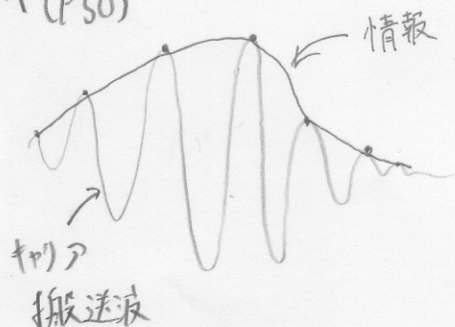
3. 変調と復調 (P. 46)



電波  $\rightarrow \sin \omega t, \cos \omega t$



AM (P50)



搬送波:  $c(t) = C \cos \omega_c t$

信号波:  $s(t) = A \cos p t$

↓

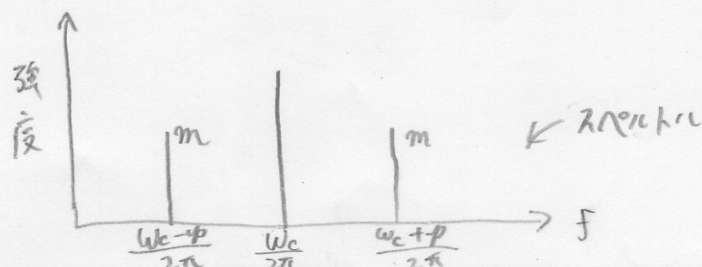
$$C_{AM}(t) = C \left( 1 + \underbrace{\frac{A}{C}}_{\text{振幅}} \cos p t \right) \cos \omega_c t$$

$m$ : 変調度

$C = 1$  とおいて変形すると

$$C_{AM}(t) = \cos \omega_c t + m \cos \omega_c t \times \cos p t$$

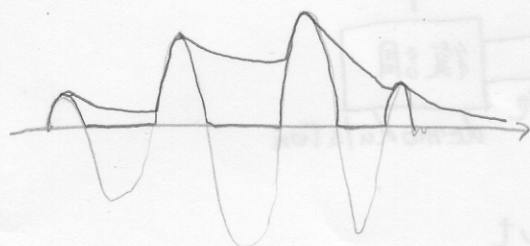
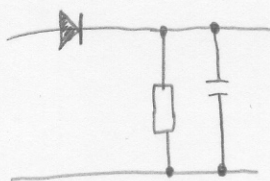
$$= \underbrace{\cos \omega_c t}_{\text{キャリア}} + \underbrace{\frac{m}{2} \cos(\omega_c + p)t}_{\text{上側波帯 USB}} + \underbrace{\frac{m}{2} \cos(\omega_c - p)t}_{\text{下側波帯 LSB}}$$



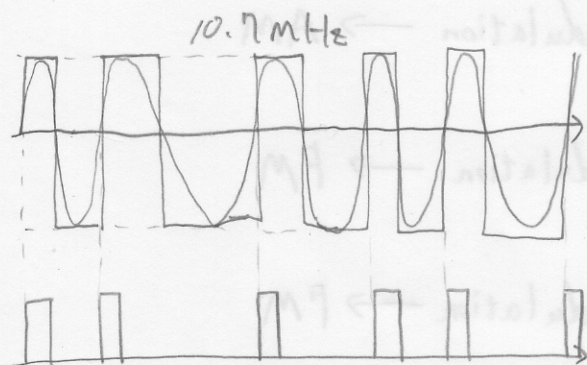
FM (P. 59)

$$C_{FM}(t) = C \cos(\omega_c t + \frac{\Delta\omega}{f} \sin p t)$$

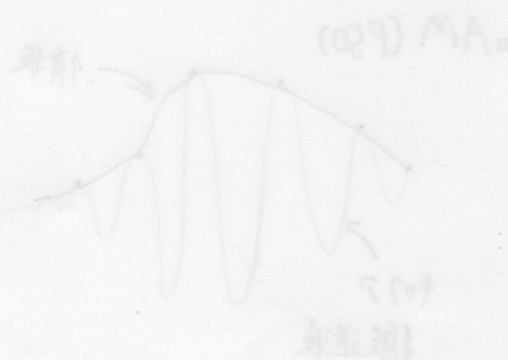
復調 (AM)



復調 (FM)



Amplitude Modulation  
Phase Modulation  
Frequency Modulation



搬送波:  $c(t) = C \cos \omega_c t$   
 復調波:  $s(t) = A \cos \omega_m t$   

$$C_{FM}(t) = C \left( 1 + \frac{A}{C} \cos \omega_m t \right) \cos \omega_c t$$

$C_{FM}(t) = C \cos \omega_c t + \frac{A}{C} C \cos \omega_m t \cos \omega_c t$

$$C_{FM}(t) = C \cos \omega_c t + \frac{A}{C} C \left[ \cos(\omega_c + \omega_m)t + \cos(\omega_c - \omega_m)t \right]$$

