



# GPS信号のtrackingシミュレーション

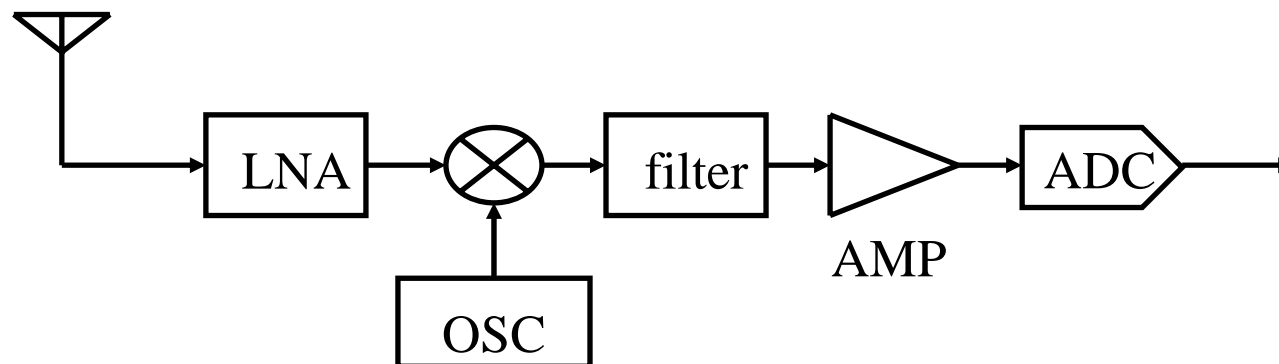
---

近藤俊一郎 久保信明 安田明生

東京海洋大学  
情報通信工学研究室

# はじめに

GPS信号は異なるコードとドップラ周波数を持っている。コードの開始点とドップラ周波数を求めるacquisition(同期捕捉)と、コード同期と位相同期を行うtracking(同期追跡)は復調の際に重要な処理である。





## シミュレーション内容

---

実際に取得したIF信号

ミュンヘン (Munich FAF University)

2003年10月21日8時50分

IF: 4.0389MHz

サンプリング周波数: 6.25MHz

MATLABを使用し、trackingを行った。



# acquisition

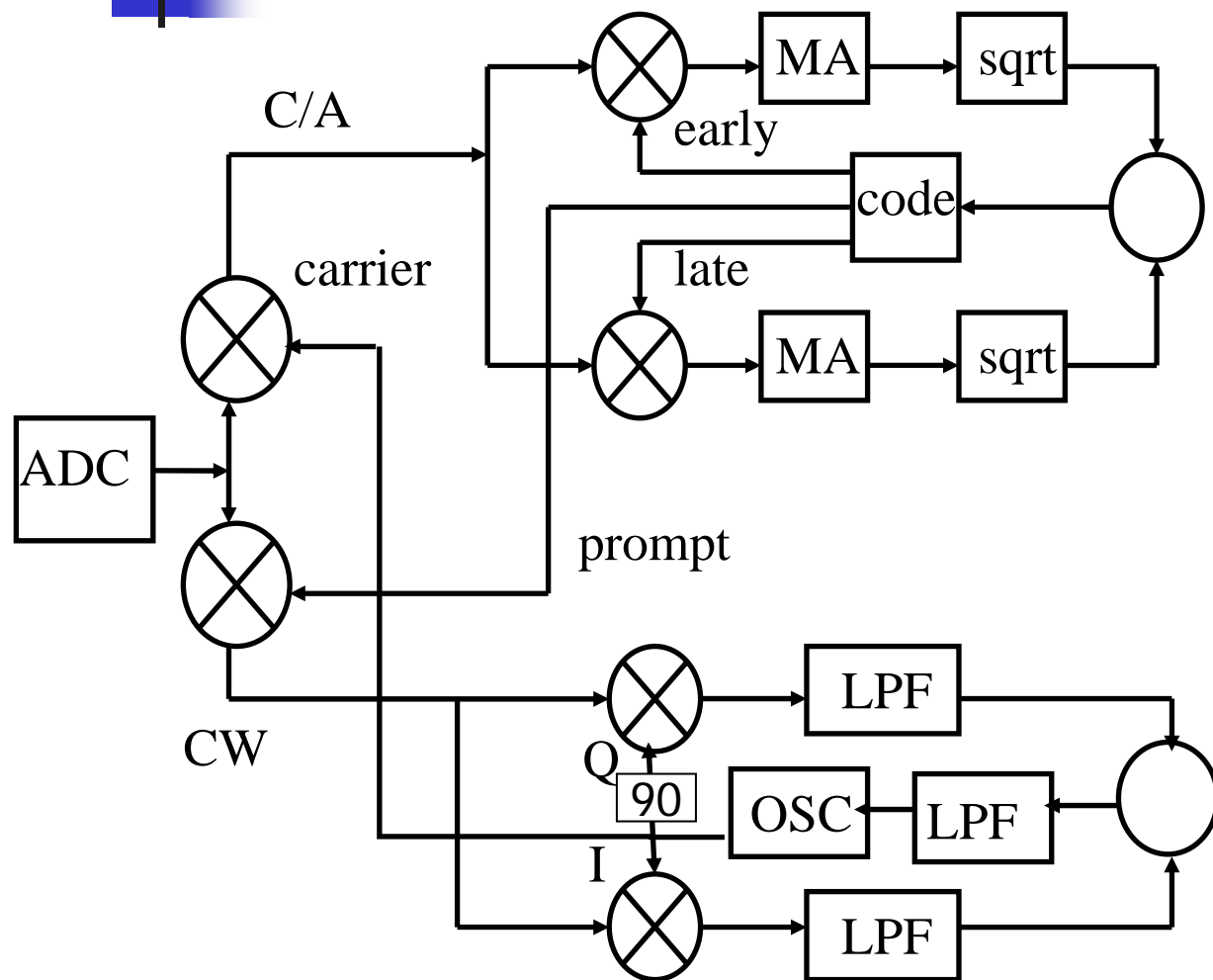
---

trackingを行う前に、IF信号のドップラー周波数とコード開始点を求める。

= acquisition (同期捕捉)

FFTによる畳込み計算で、1msのIF信号とコードレプリカの相関をとり、2つの値を検出。

# trackingループ



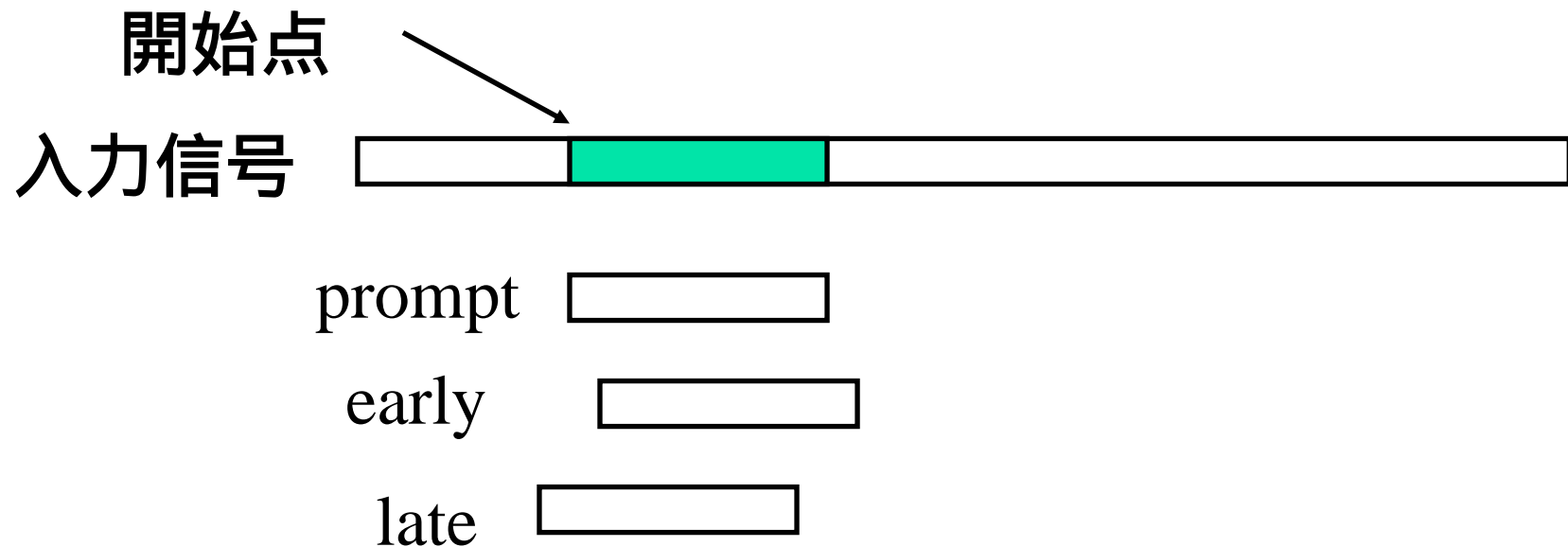
trackingループは  
DLLとPLLの2つ  
によって構成される。

DLLはコード同期  
PLLは位相同期を  
行っている。



# DLL (1)

IF信号を開始点の場所から1ms分  
読込む。early,late codeを生成。  
それぞれ相関を取る。



## DLL (2)

earlyとlateの相関値の比( $r$ )をとり、  
開始点と真値の差( $x$ )を見る。 $d$ は相関間隔(0.3チップ)

$$r = y_l / y_e$$

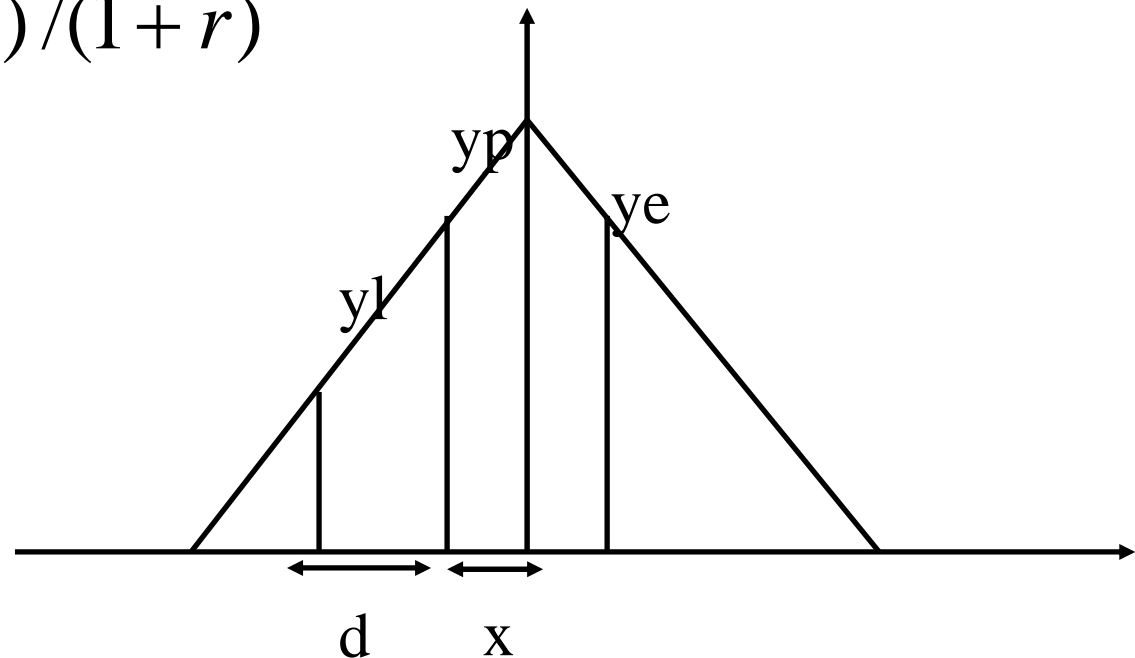
$$x = (1 - r) \times (1 - d) / (1 + r)$$

$$x > 80ns$$

開始点 + 1

$$x < -80ns$$

開始点 - 1

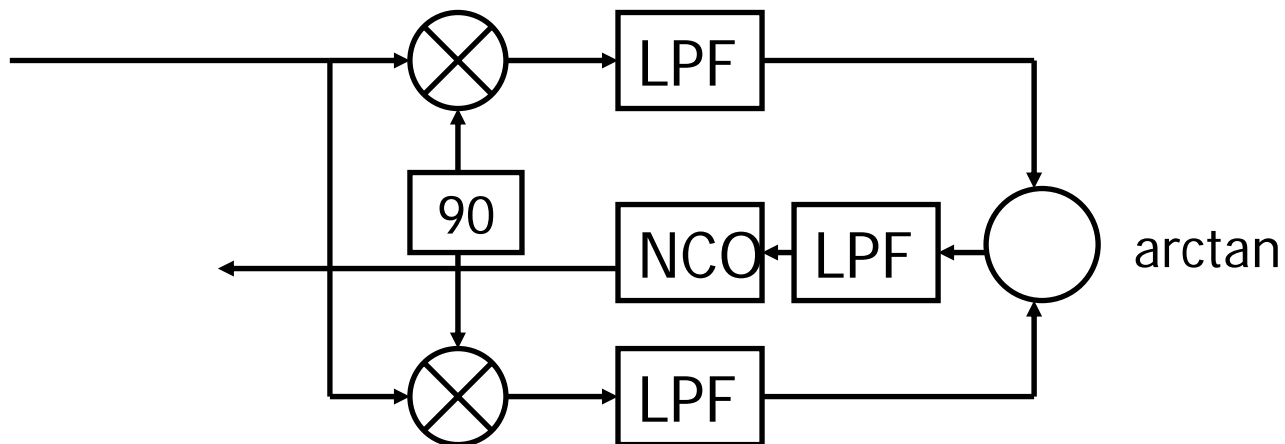


# PLL (1)

IとQの相関値から、位相差を検出。

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\text{Im}(X)}{\text{Re}(X)} \right)$$

フィルタで誤差成分を制御する。







## PLL(2)

---

### ループフィルタの設定

$$F(z) = \frac{(c_1 + c_2) - c_1 z^{-1}}{1 - z^{-1}}$$

$$c_1 = \frac{1}{k_0 k_1} \times \frac{8\zeta \omega_n t_s}{4 + 4\zeta \omega_n t_s + (\omega_n t_s)^2}$$

$$c_2 = \frac{1}{k_0 k_1} \times \frac{4(\zeta \omega_n t_s)^2}{4 + 4\zeta \omega_n t_s + (\omega_n t_s)^2}$$

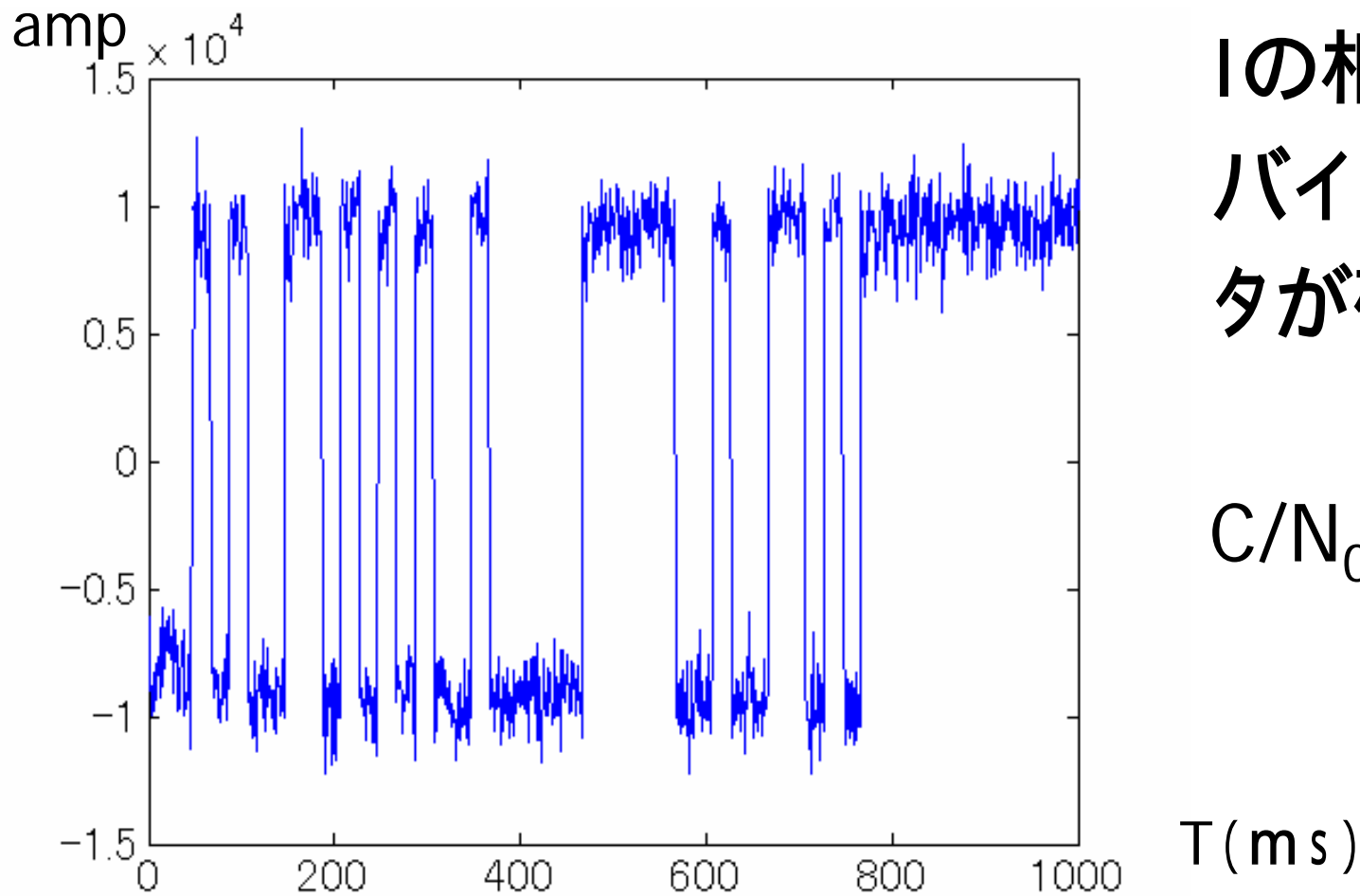
$$k_0 k_1 = 400\pi$$

$$\xi = 0.7$$

$$\omega_n = 94.6$$

$$t_s = 10^{-3}$$

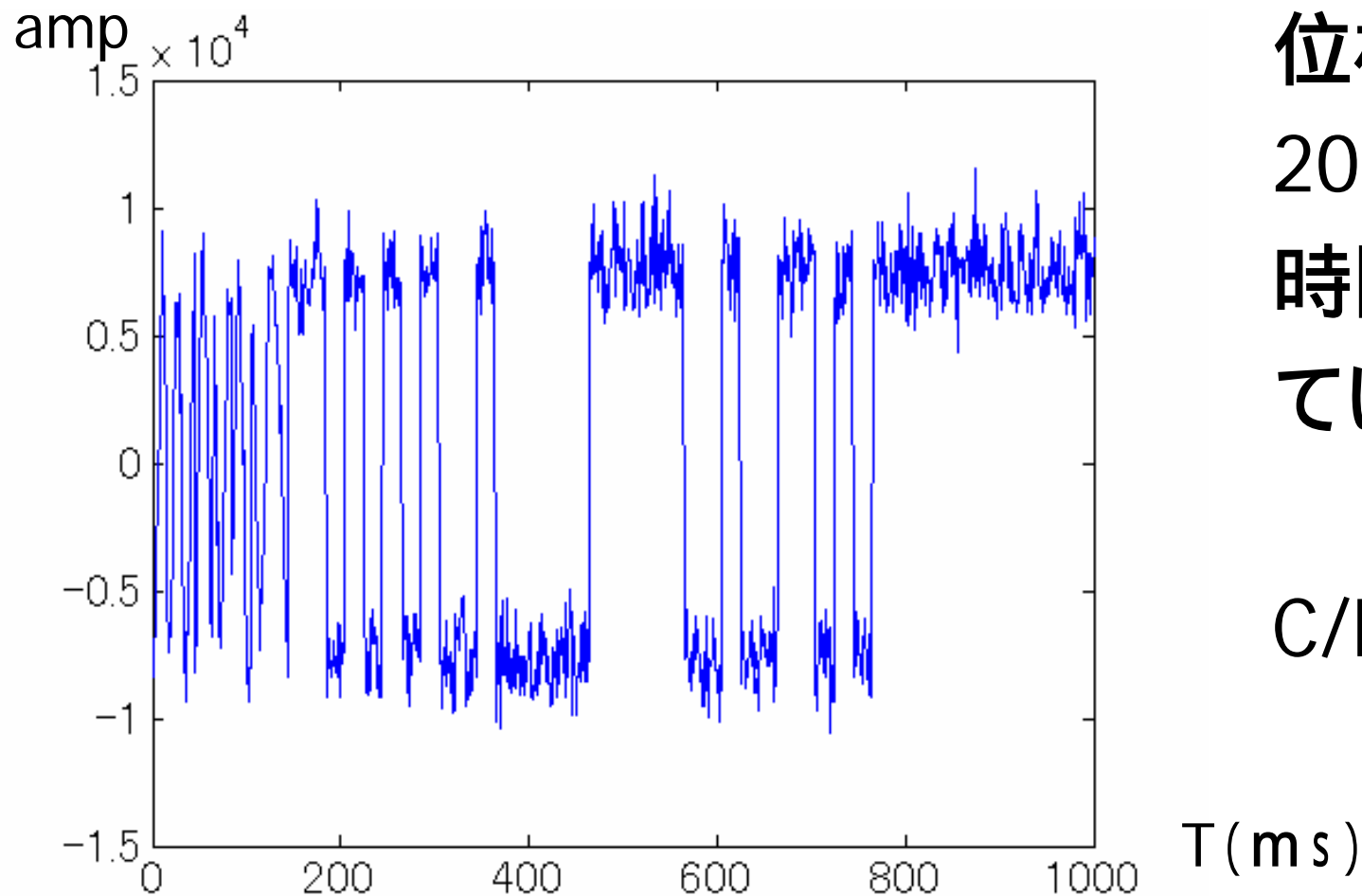
# シミュレーション結果(10番衛星)



Iの相関値から  
バイナリーデー  
タが確認できる。

$$C/N_0 = 48.1 \text{ dB}$$

# シミュレーション結果(8番衛星)



位相同期に  
200ms近く  
時間を費やし  
ている。

$$C/N_0 = 42.1 \text{ dB}$$



## 考察とまとめ

---

位相が同期し相関値からバイナリーデータが得られた。

$C/N_0$ の低い信号は処理時間が長くなる。



## 今後の課題

---

- 1) 1次, 3次フィルタを使い結果を比較。
- 2) アルマナックデータを利用し、acquisitionの時間を短縮する。
- 3) 航法メッセージの解読と測位計算
- 4) 異なる環境でデータを取得し、結果を比較。