

# DOA based Signal Combining aided Automatic Modulation Recognition / Demodulation Algorithm for Surveillance System

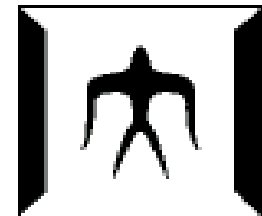
---

タン ハン チン

エドガーカルロス、阪口 啓、荒木 純道、高田 潤一

20 September 2001

Mobile Communication Research Group  
Tokyo Institute of Technology



# 目次

- 研究背景
- 研究目的
- システムの構成
- MUSIC アルゴリズム
- 信号抽出方法
- 自動認識アルゴリズム
- シミュレーション条件と結果
- まとめ

## 研究背景

近年、携帯電話、PHSなどの無線通信の発展は著しく、要求が高まっている

→ 将来に電波利用の増大は避けられない

有限資源を効率的に使用するには  
周波数管理の必要性がある

周波数を管理するには不法電波の検出が  
重要な課題の一つとなる

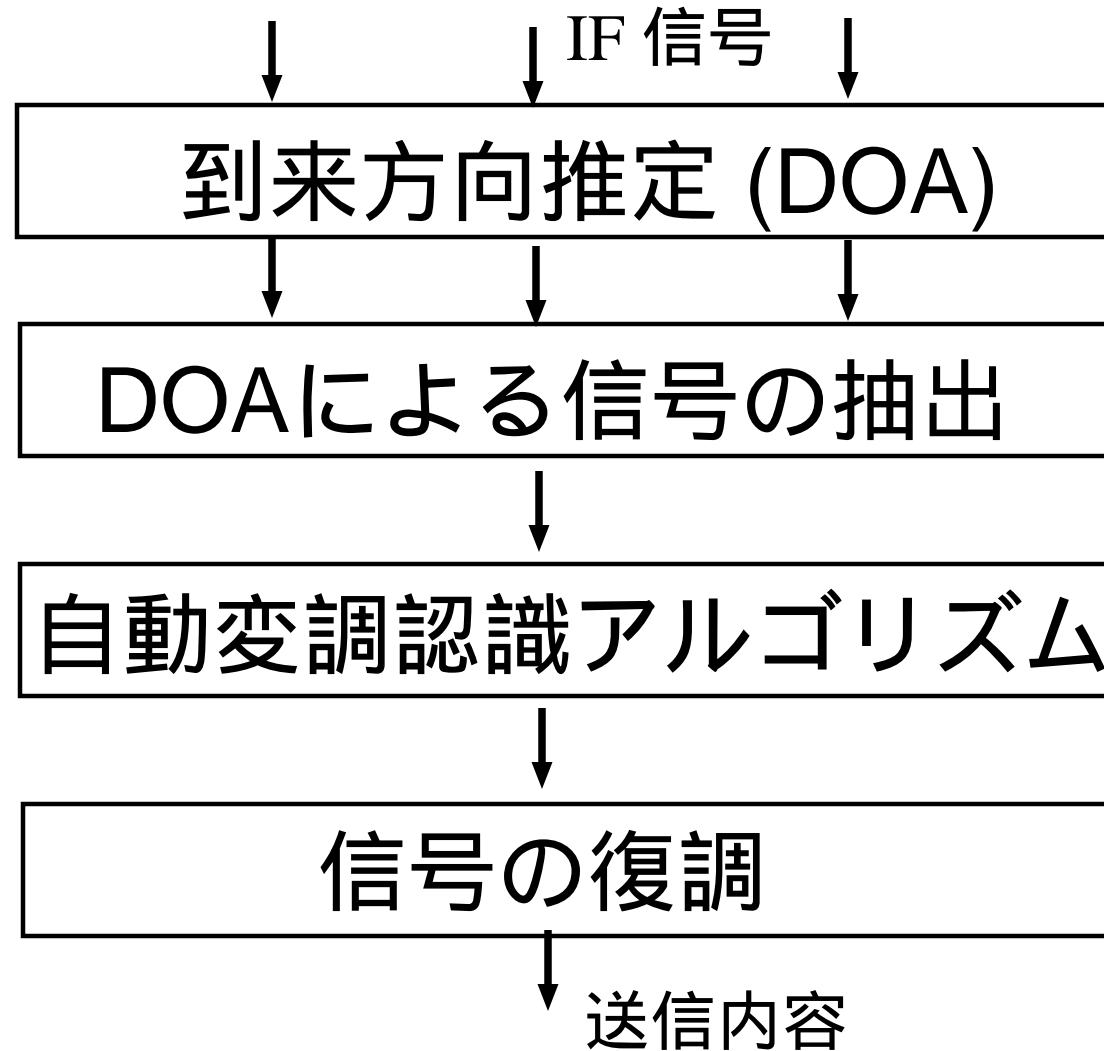
## 研究目的

混信の環境で、短波帯において、不法電波利用者の位置情報、変調方式、送信内容を監視する。これらの信号を分離し、推定する必要がある。

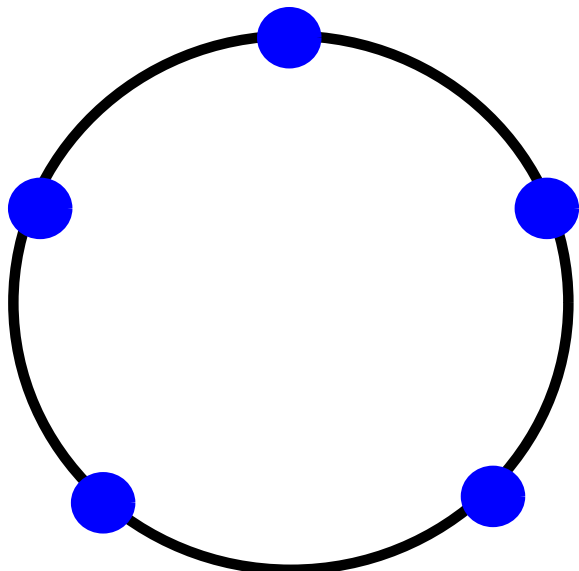
本研究では、短波帯電波監視システムを構築し、より効率的に周波数管理を行うのは目的である。

# 提案型電波監視システムの構成

---



# 到来方向推定アルゴリズム



円形アレーアンテナを用いる

方位角、仰角を同時推定

波数推定はMDLアルゴリズム

方向推定アルゴリズム：MUSIC

## 信号抽出アルゴリズム

到来方向情報に基づく zero forcing  
ビームフォーミングを用いる。

干渉波に対して、ヌルをむけるように所望波  
のSIRを最大にするウェイトをかける。

$\hat{A}$  は方向情報に関するモードベクトルとし、  
ウェイトは次のように表せる。

$$W^H = [\hat{A}^H \hat{A}]^{-1} \hat{A}^H$$

## 自動変調認識

抽出した信号ごとを入力とする。

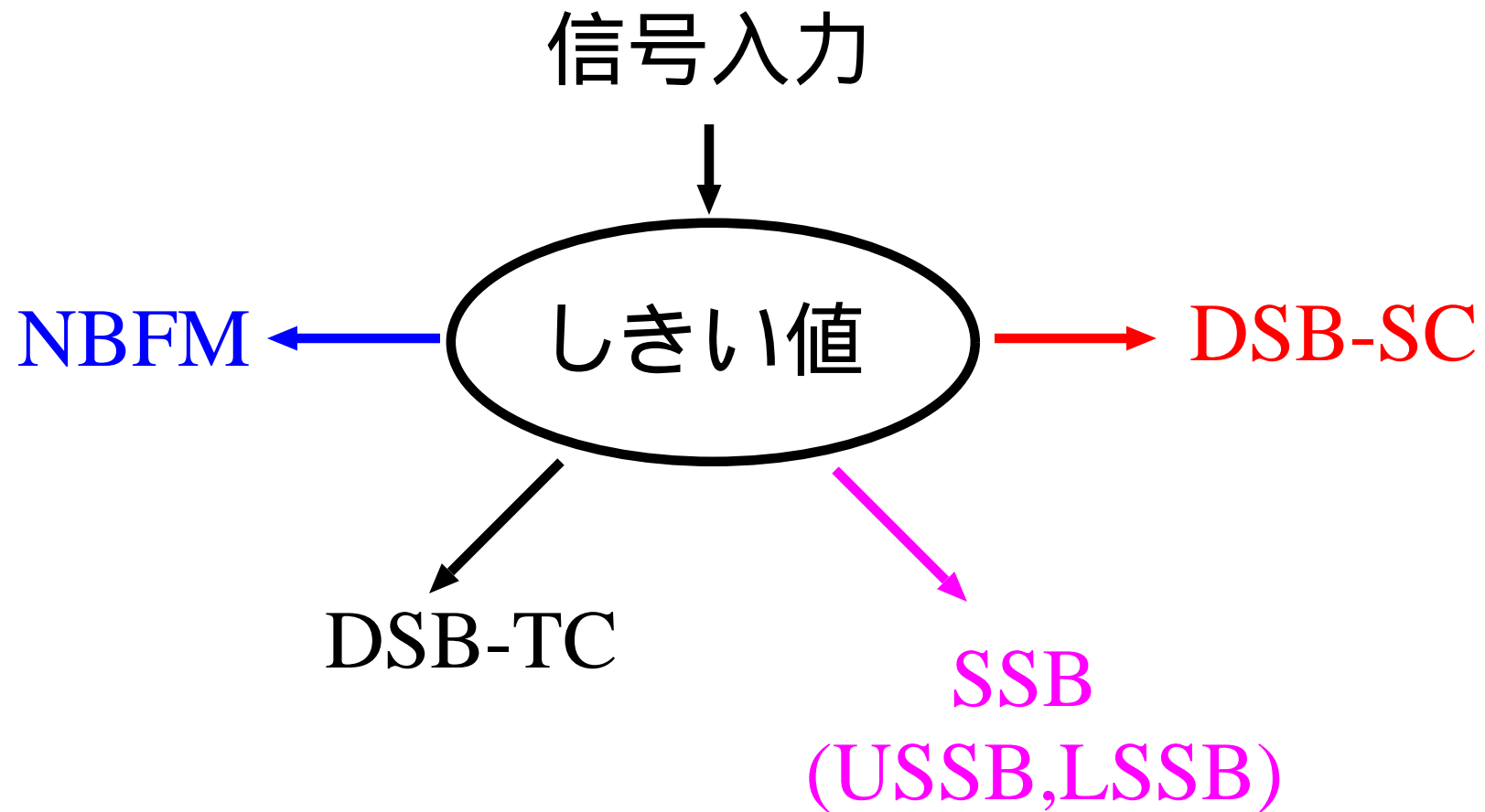
その信号に関する包絡線を計算され、規格化される。

次に、規格化される信号の電力密度スペクトル(PSD)を推定する。

PSDの最大値  $\gamma$  を推定し、ある用意されたしきい値と比較して、自動変調認識を行う。

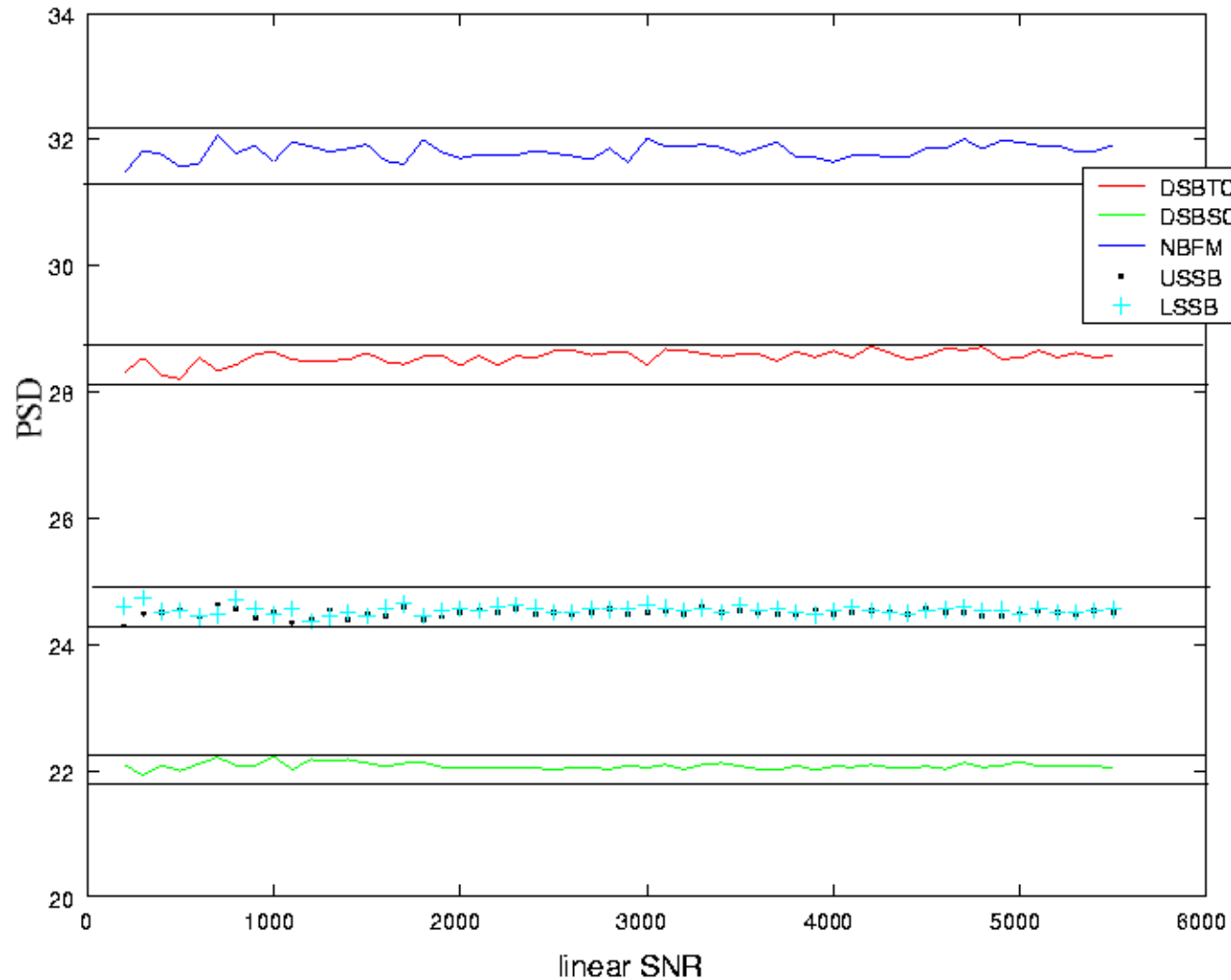


# 変調方式の自動変調認識のイメージ図



# 自動変調認識

各変調方式のレンジが違うことから変調方式を分別することができる。



## シミュレーション条件

到来波数：2波

IF周波数：455 kHz

アレーアンテナ：5エレメント

推定可能領域：方位角=360° , 仰角=90°

設定した到来方向および変調方式：

DSB-TC (100° , 40°)

NBFM (50° , 20°)

## シミュレーション条件

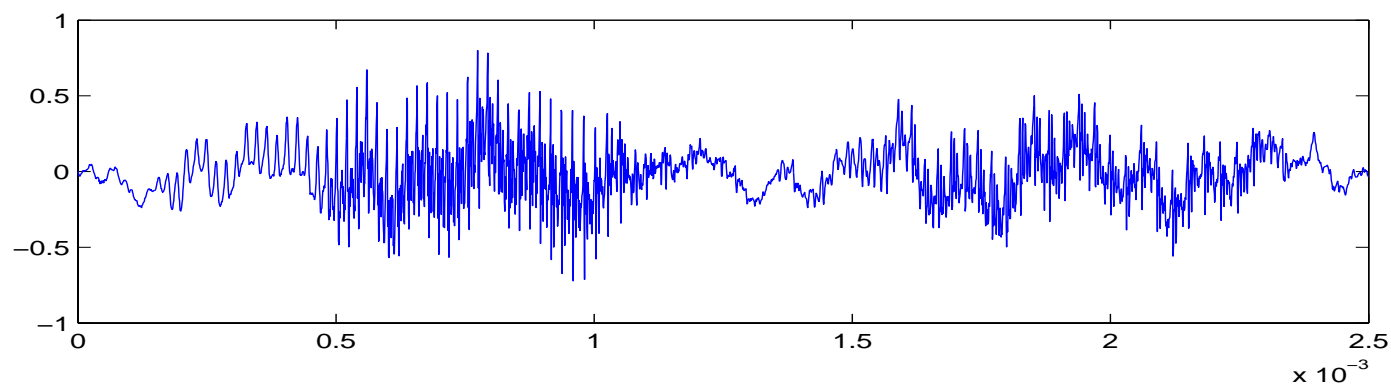
雑音：AWGNと仮定

等電力の信号で、SNRが15dB

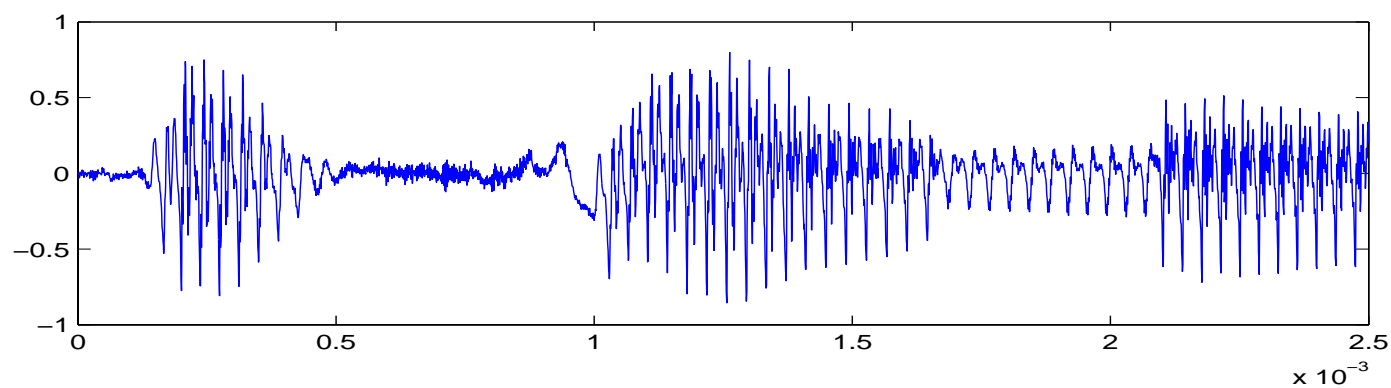
サンプリングレート：1.6 MHz

# シミュレーション条件

送信信号：音声

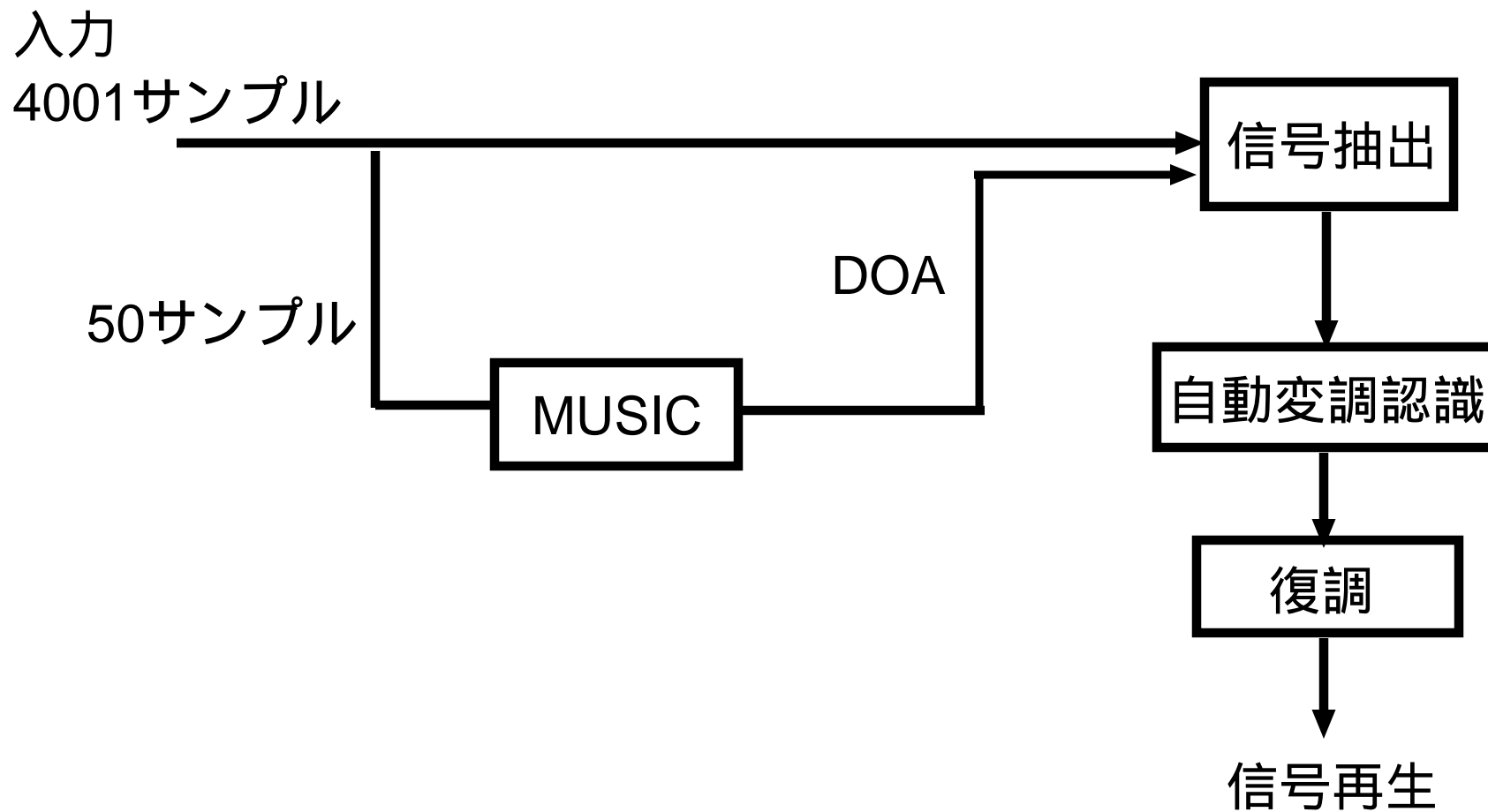


voice1  
(NBFM)



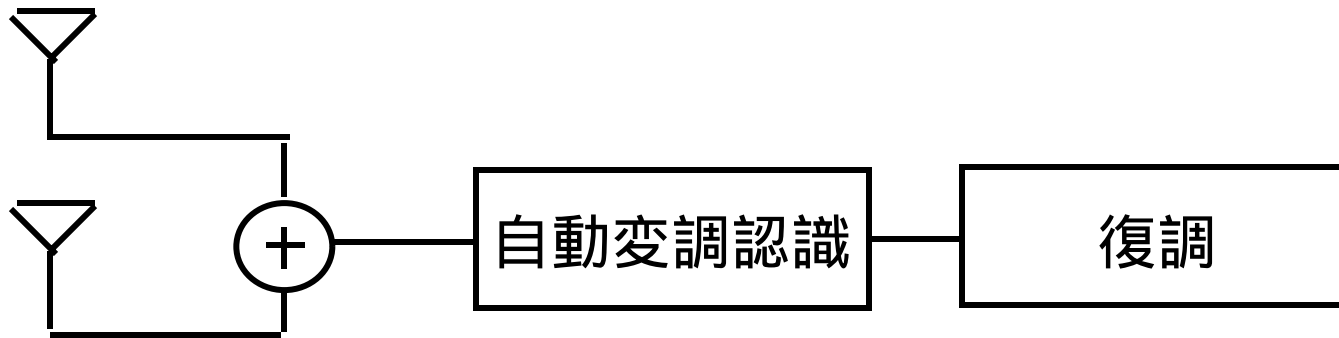
voice2  
(DSB-TC)

# データの流れ



## シミュレーション結果

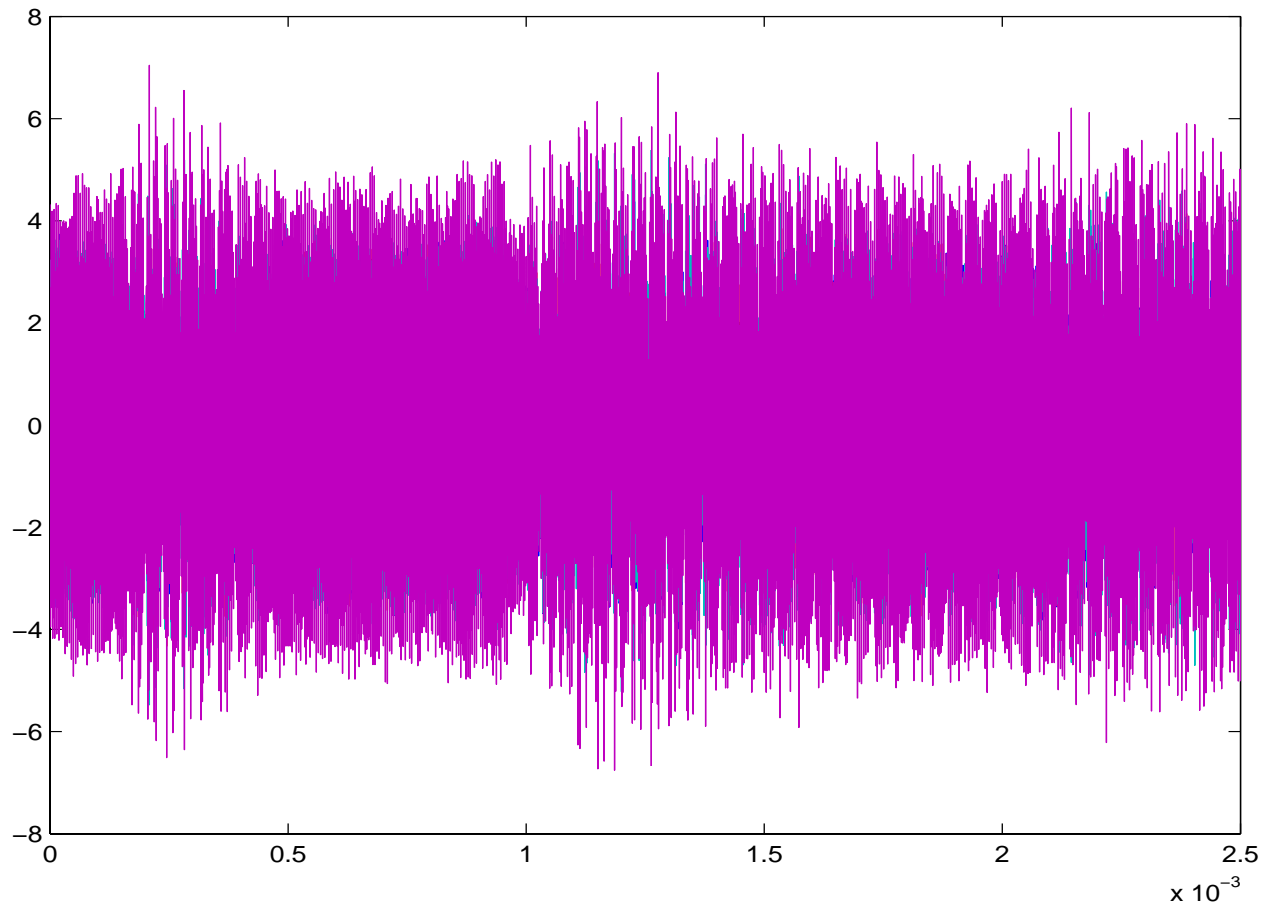
ビームフォーミングを使わないとき  
自動変調認識を行った。



自動変調認識がうまく動作せず、  
変調方式の検出が失敗！

## シミュレーション結果

受信側でアレーに受信した信号

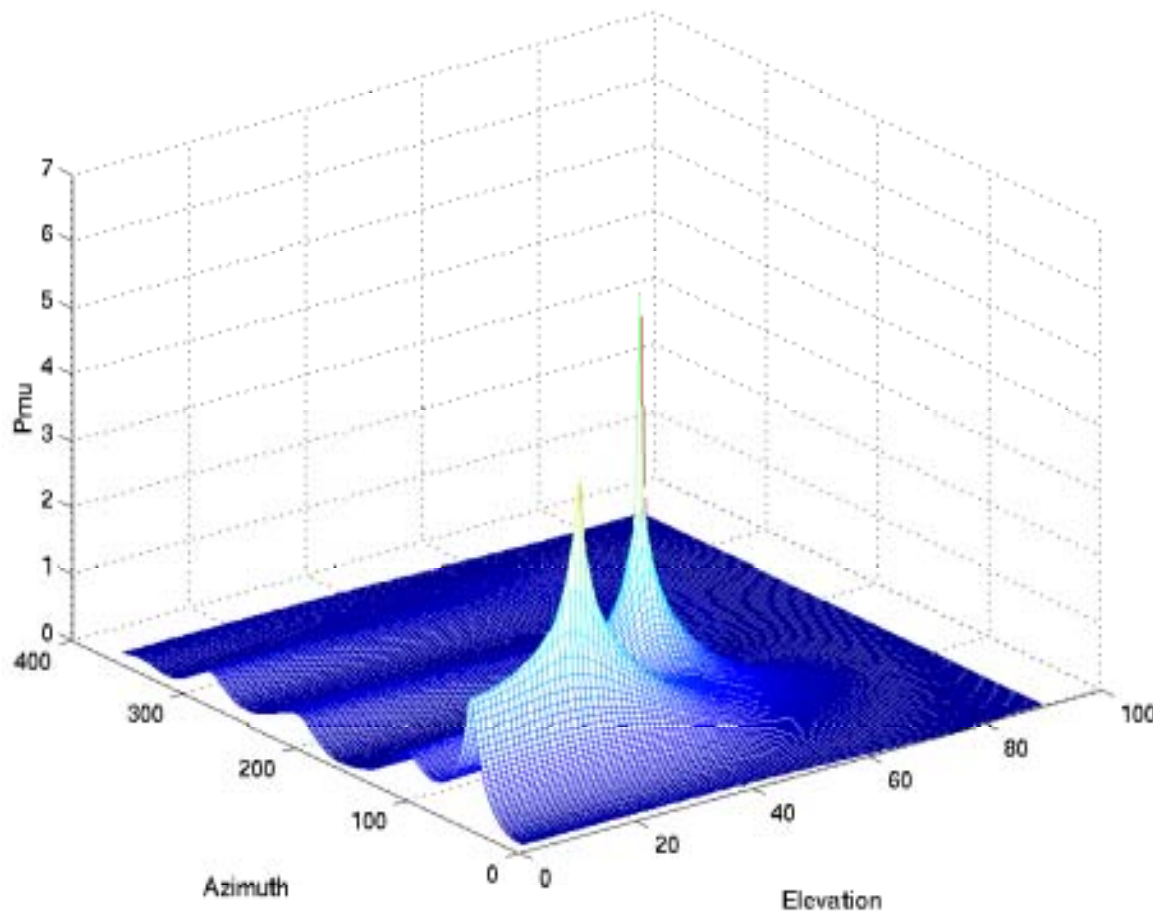


DSB-TC,  
NBFMと  
雑音が  
混在している。



# シミュレーション結果

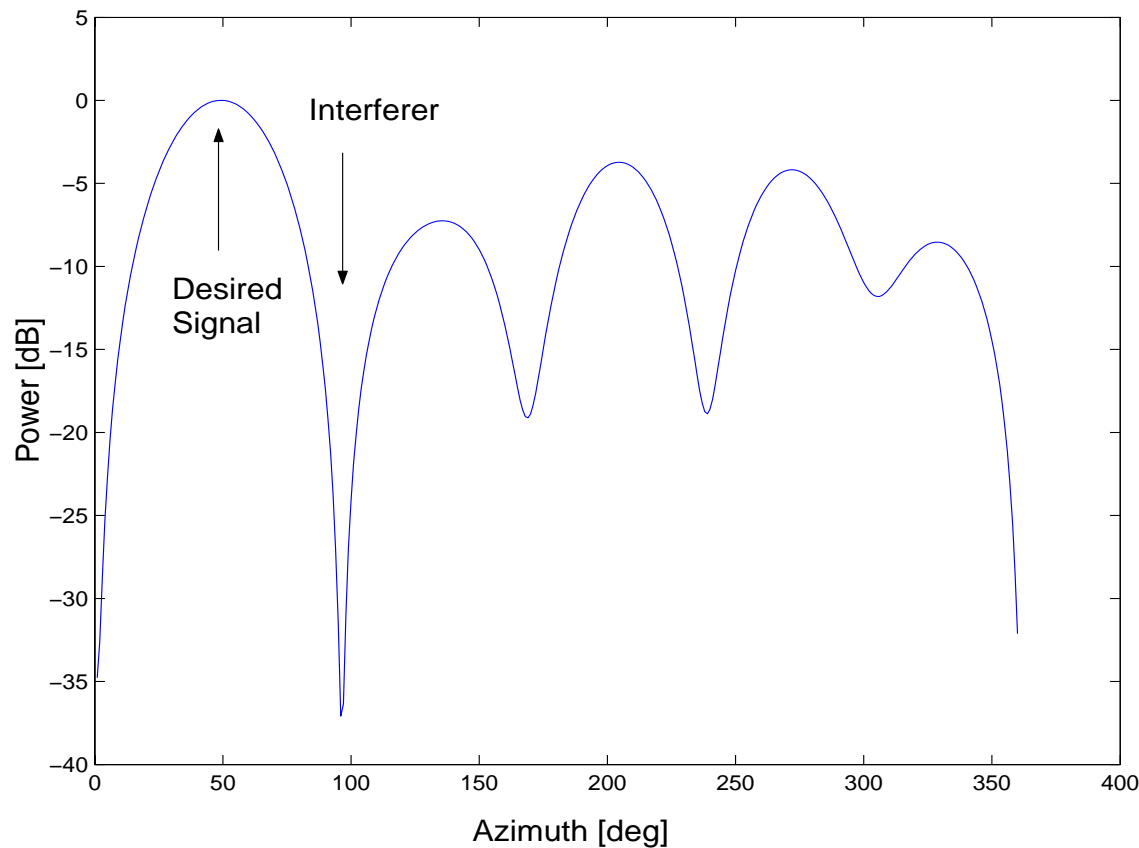
## MUSICを使ってサーチした結果



ピークが2つで、  
2波が到来する  
ことが分かった

## シミュレーション結果

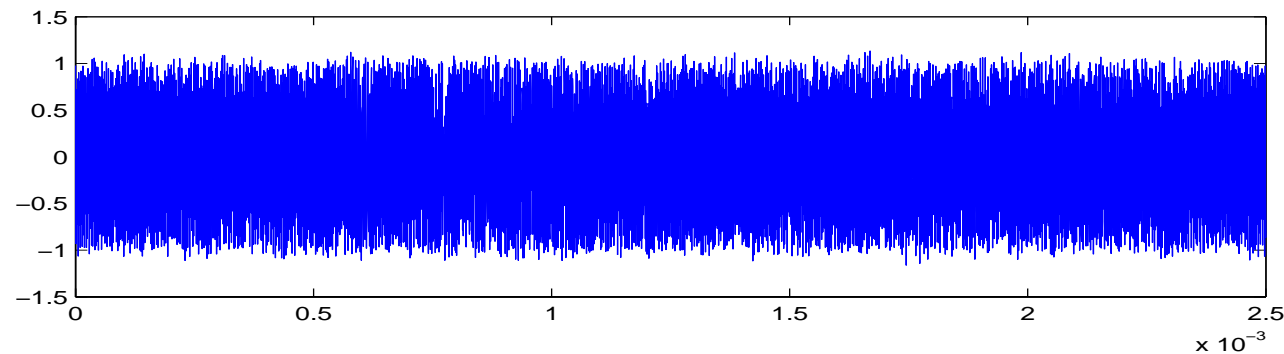
角度 ( $50^\circ$ ,  $20^\circ$ ) にビームフォーミングをする



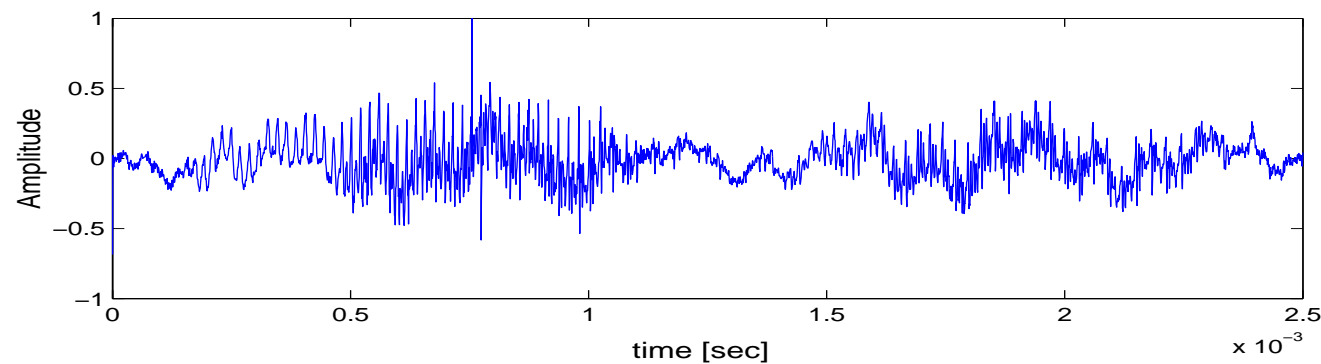
干渉波方位角 $100^\circ$ に対して、ヌルを向けるように方位角 $50^\circ$ のSNRを最大にした

# シミュレーション結果

ビームフォーミングした信号と変調した  
送信内容



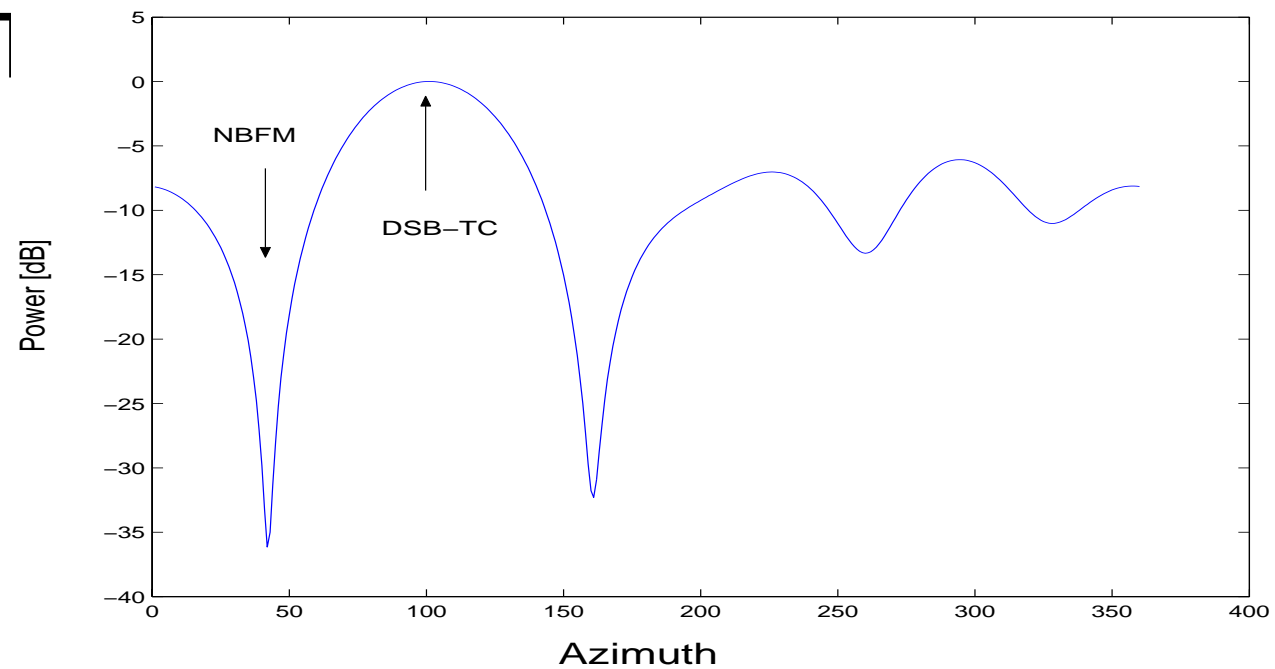
NBFM



再生信号

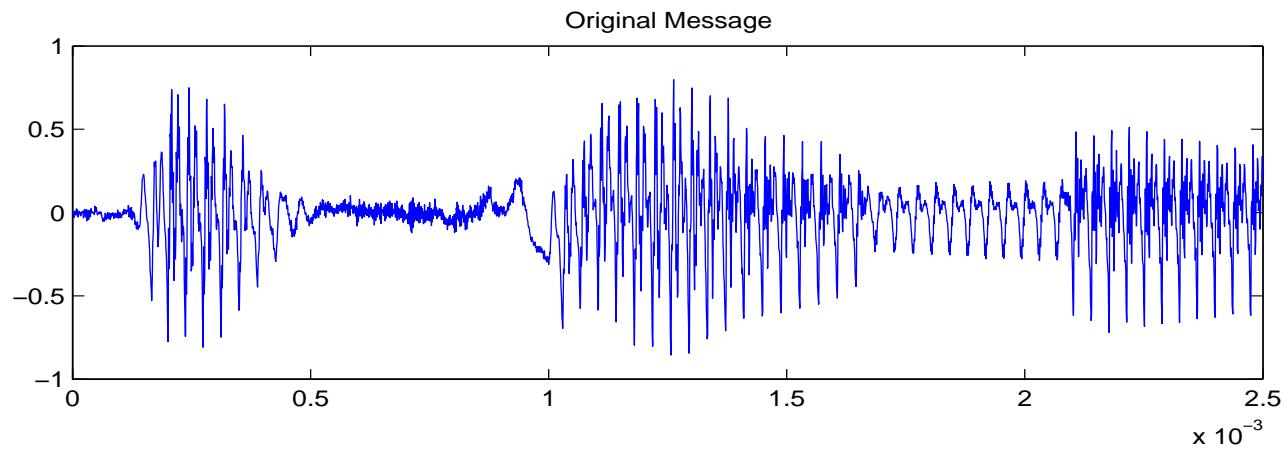
# シミュレーション結果

Zero Forcing algorithmを用いたときの  
DSB-1

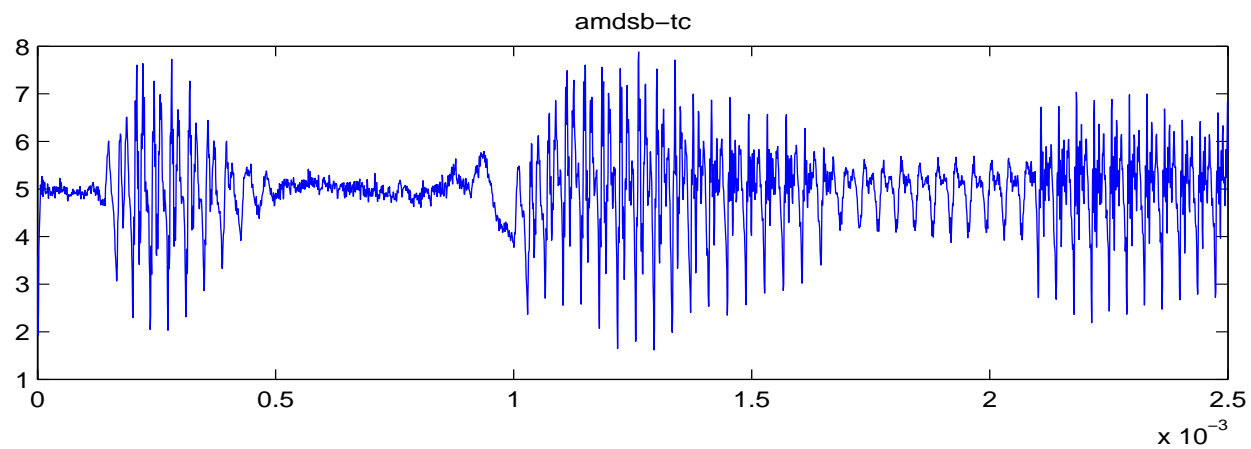


# シミュレーション結果

## DSB-TCを復調した結果



Voice2



再生信号

## まとめ

提案型電波監視システムの動作が確認できました。

信号の位置情報、変調方式と送信内容の推定がうまくできました。

混信の環境でZero Forcingのような信号分離アルゴリズムを用いないと、自動変調認識がうまく動作しないことが分かった。

## 今後の課題

---

相関のある信号について検討を行う  
予定である。

DSPへ実装し、実装結果とシミュレーション  
結果を比較する。