

# マルチパス干渉が 信号環境に与える影響



小瀬木 滋  
大津山 卓哉  
古賀 禎  
住谷 泰人

Electronic  
Navigation  
Research  
Institute

# 概要

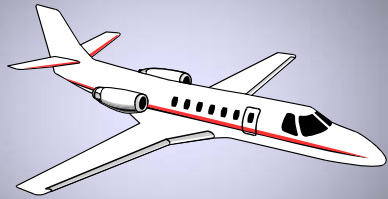
- 背景
  - 1030 / 1090 MHz信号環境
  - 信号環境の予測誤差
- 1030MHz信号検出処理
- マルチパス干渉の影響
- マルチパスの発生状況
- 今後の課題
- まとめ

# 背景

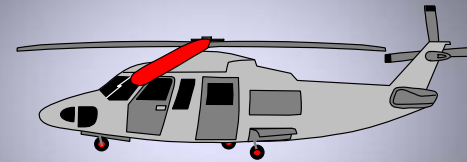
- 信号環境：無線機器の運用環境の一つ
  - 受信される信号の電力や発生数など発生状況
  - 目的の受信信号
  - 目的外の受信信号：干渉信号
- 1090MHz信号環境
  - 航空管制用監視システム等の性能に影響
  - 受信：SSR、ACAS、MLAT、WAM、ADS-B、IFF等
  - 送信：ATC／IFFトランスポンダスキッタ送信機

# 1090MHz信号環境

1090MHz モードS拡張スキッタ  
ADS-B-OUT



ATCTランスポンダ  
IFFトランスポンダ



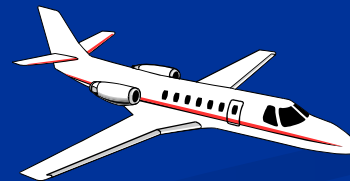
干渉

1090MHz  
モードS  
拡張スキッタ



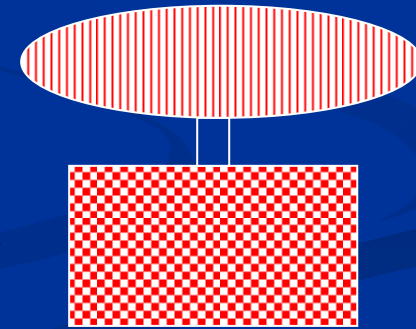
ADS-B受信機

1090MHz  
応答信号



SSR, ACAS, MLAT, WAM, SIF/IFF等

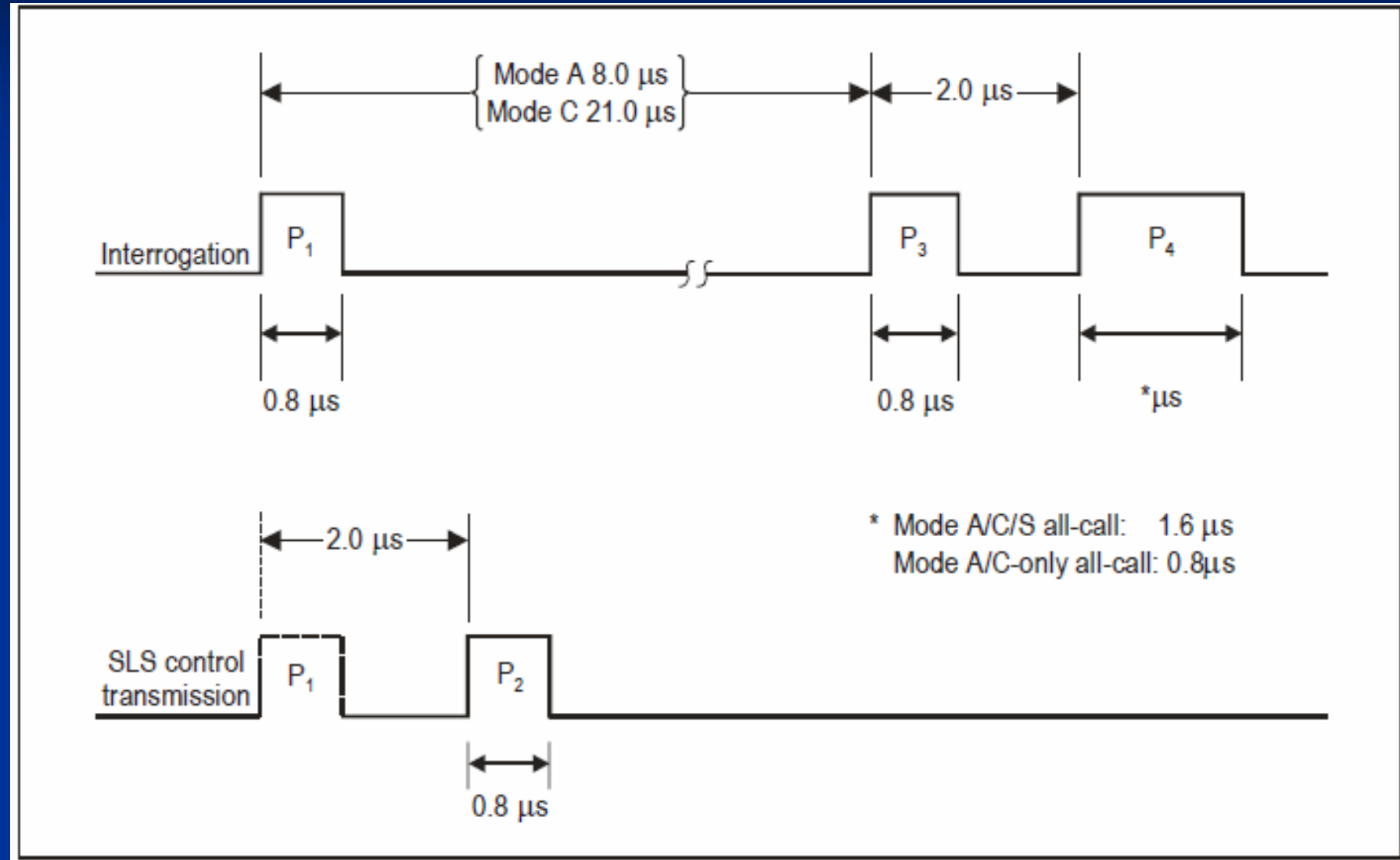
1030MHz  
質問信号



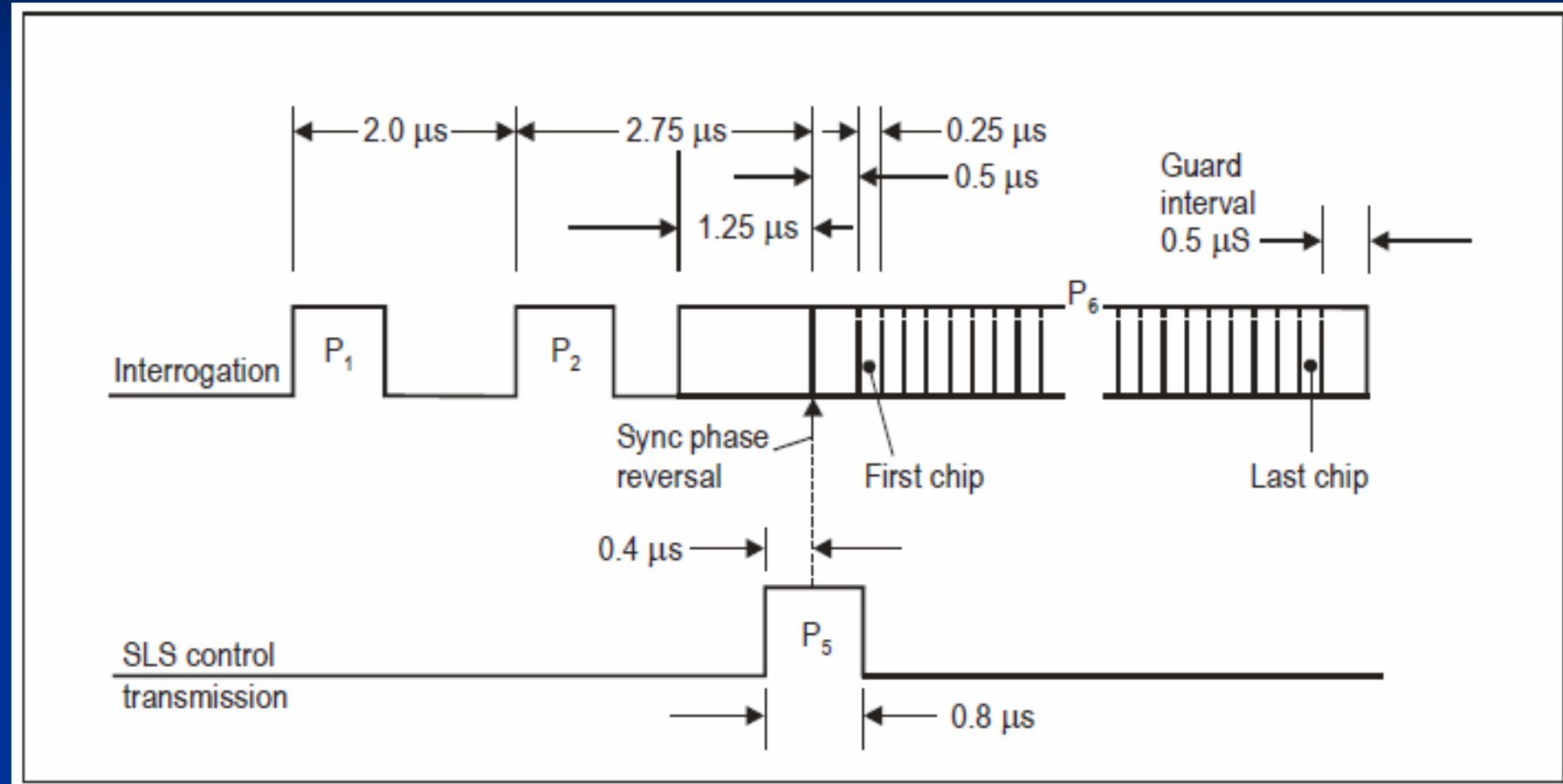
# 信号環境予測と課題

- SSR等監視システムの性能予測に必要
- 機器が意図通り動作する想定＝大きな誤差
  - 応答モード選択や抑圧動作判定に誤りの可能性
  - 規格のグレーゾーン
    - MTL以下では応答モード誤り： 昨年度発表
  - 質問信号波形の乱れ
    - マルチパス干渉の影響

# インターモード質問信号

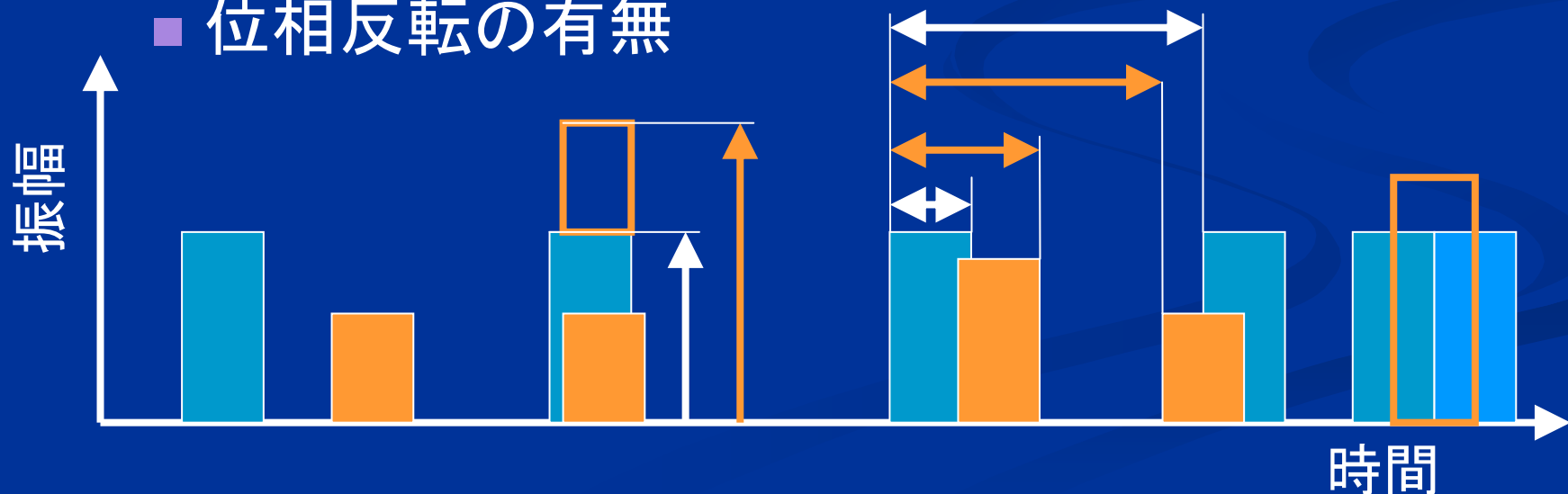


# モードS質問信号



# 信号誤読の可能性

- 質問信号や抑圧信号の受信解読処理
  - パルス検出の有無
  - パルス振幅の比較
  - パルス幅の判定
  - パルス間隔の判定
  - 位相反転の有無





# マルチパス干渉の影響

## ■ 抑圧動作不良

- P2パルス検出阻害
- マルチパス波をP2と判定
- マルチパス波を質問信号と判定
- P4パルス幅増加

抑圧不良

不要抑圧

サイドローブ内応答

モードS応答

## ■ 応答モード誤り

- P2パルス検出阻害
- マルチパス波をP1やP3と判定
- P4パルス検出阻害
- P4パルス幅の変化

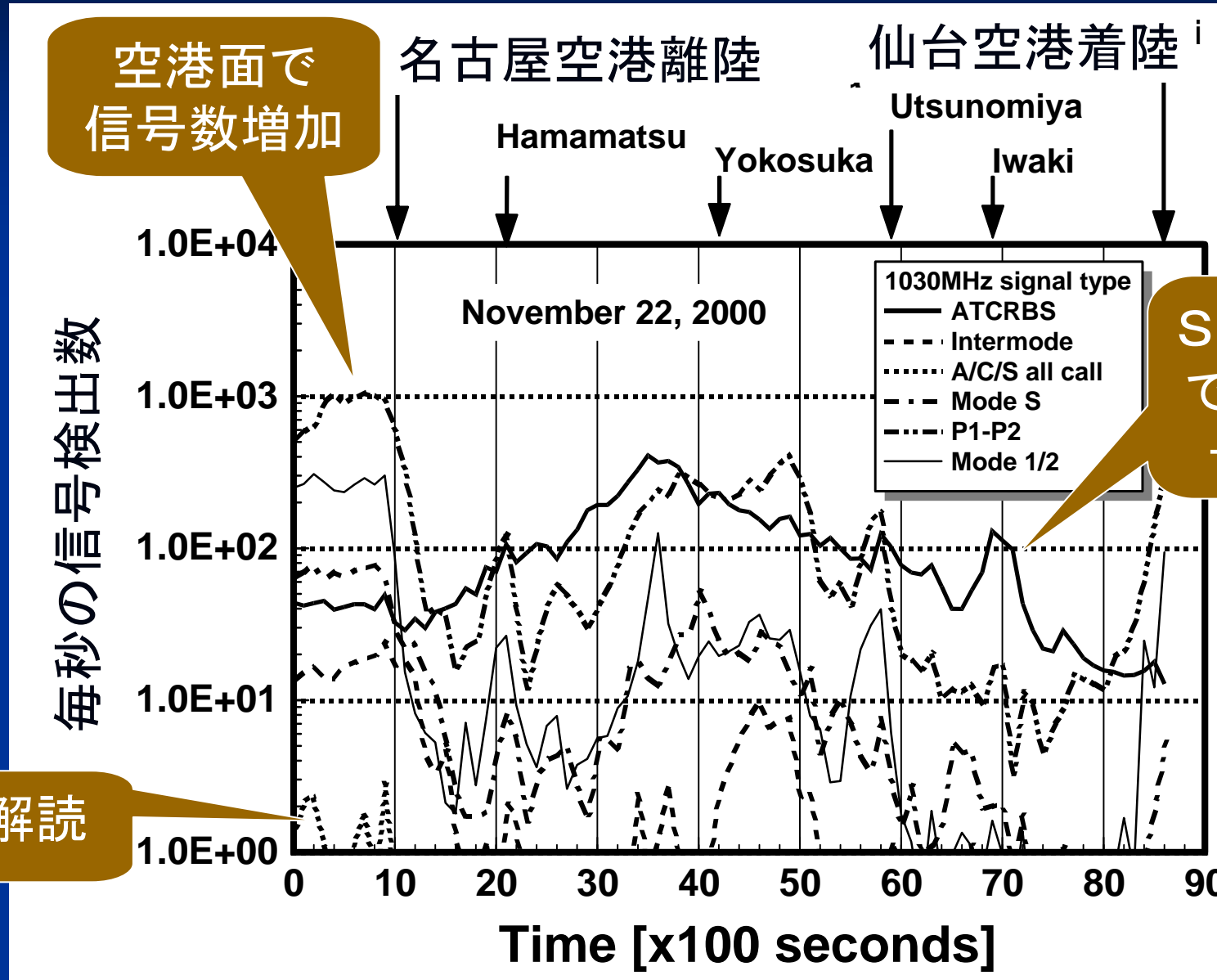
S→A

C→Aなど

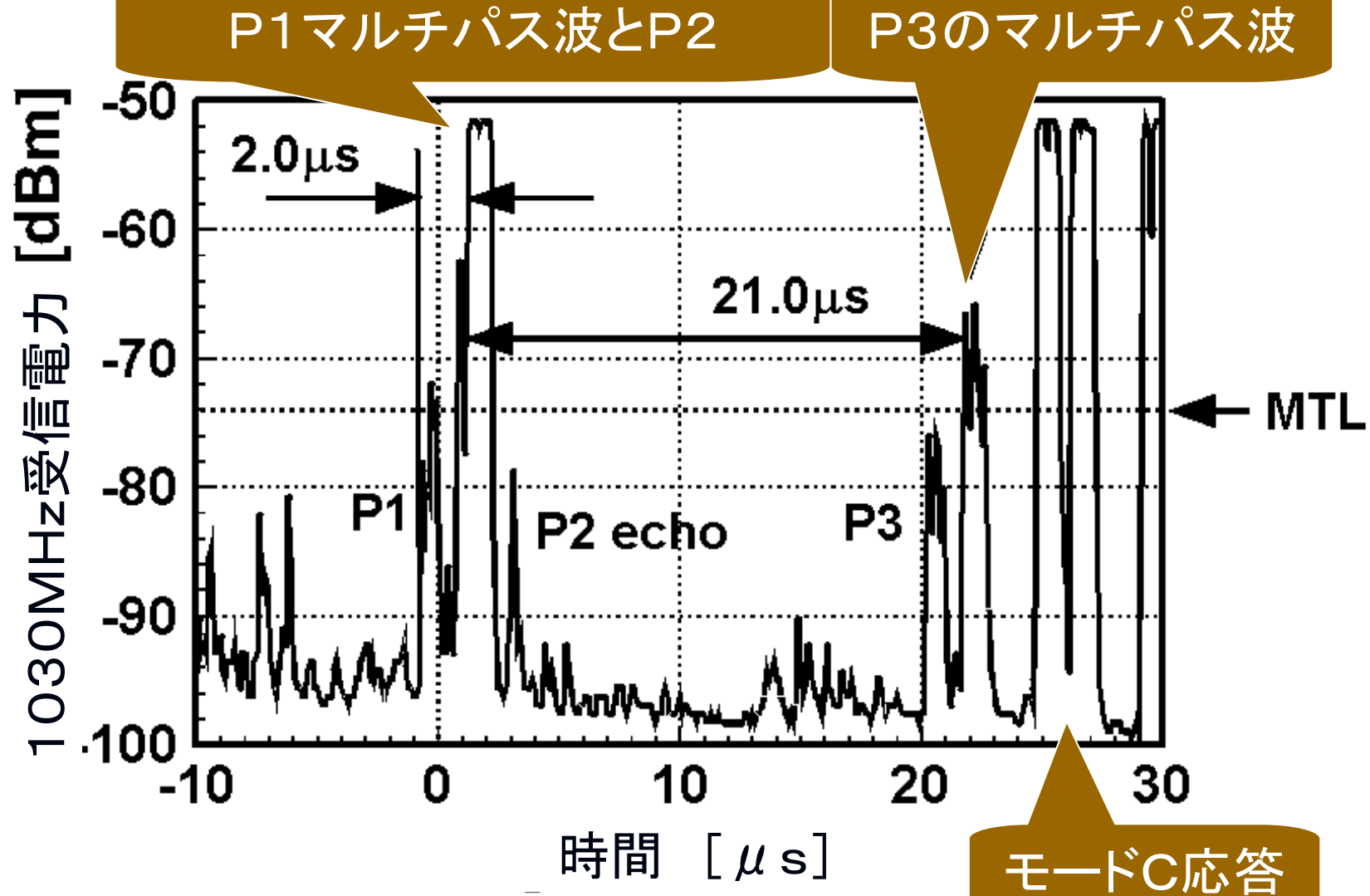
抑圧→A

抑圧→S

# モードSトランスポンダの解読動作



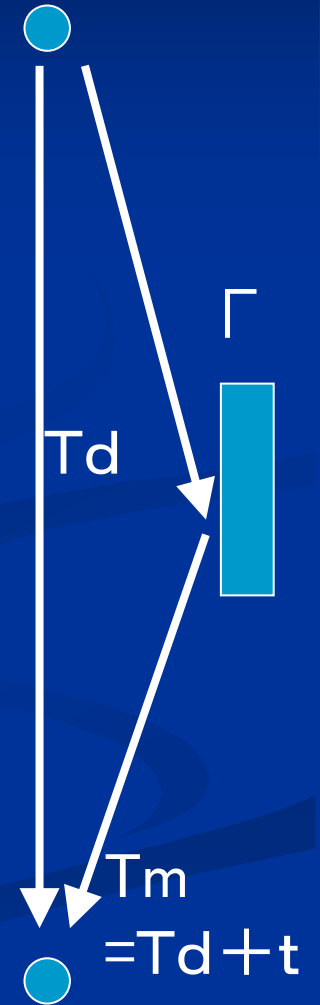
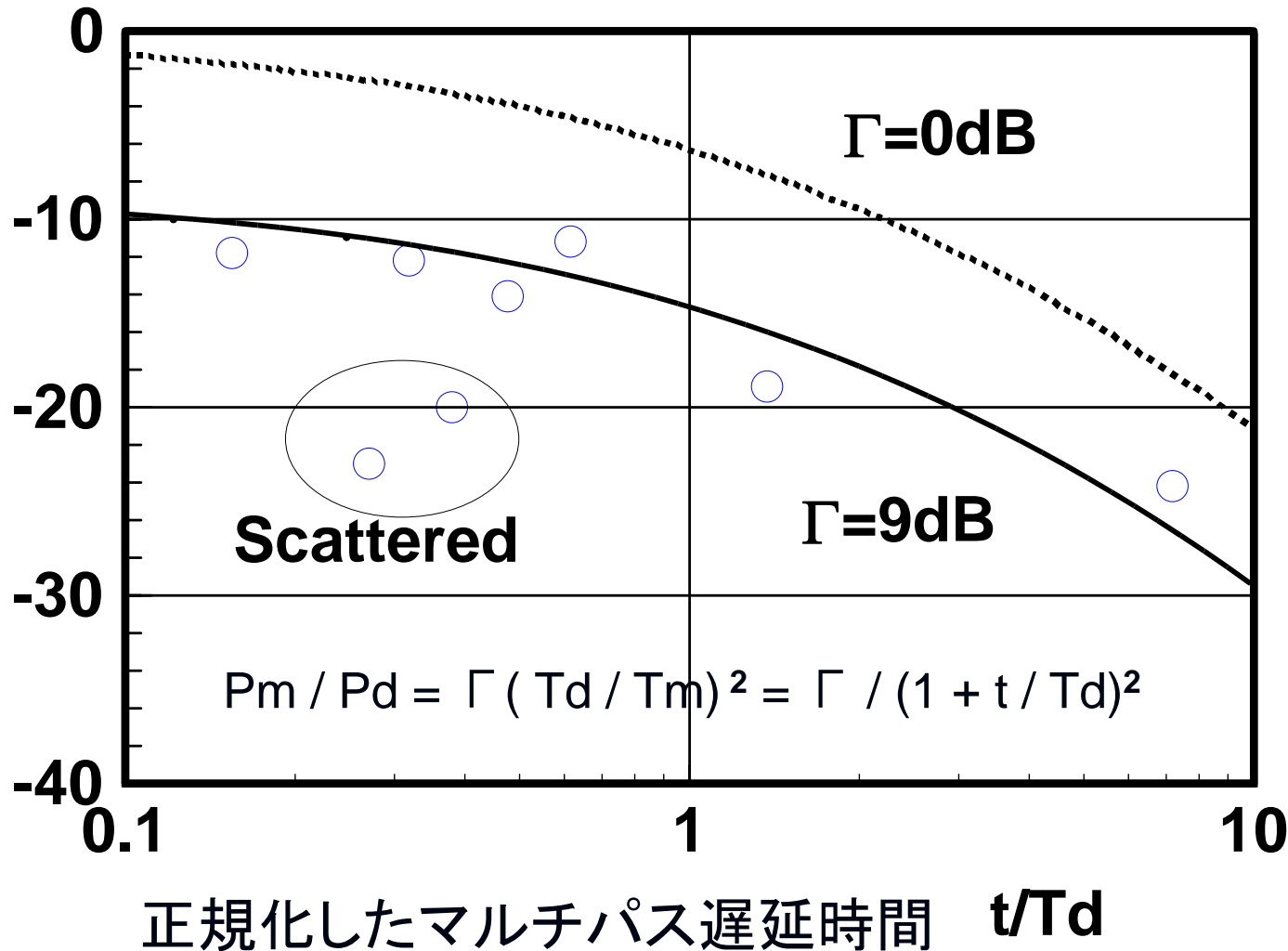
# 受信波形の例：抑圧→C



# マルチパス波の電力

仙台空港の測定例

受信電力比: マルチパス波 / 直接波 [dB]



# マルチパス波の発生状況

- 計算モデルは実験結果とよく一致
  - インタロゲータから遠方ではSM比が小
  - ビームアンテナでは信号よりマルチパス波が大
  - 鏡面反射の他に回折散乱波も発生
- 信号誤解読数は反射点数に依存
- 角度範囲率から誤解読数の概算補正可能

マルチパス波が  
影響する電力と  
なる角度範囲

SSR



# 今後の課題

- 信号環境予測精度の改善
  - 受信波形の変化の影響をモデル化
    - 伝搬路モデルにマルチパスモデルを追加
    - より現実的なトランスポンダデコーダモデルの採用
- マルチパス対策
  - 回折板等による反射波の処理
    - 電子航法研究所報告 #47
  - 建物形状の改善
  - 質問信号送信指向性の改良
  - ATCTランスポンダデコーダの改良

# まとめ

- マルチパスを伴う1030MHz質問信号
  - ATCTトランスポンダが誤解読
  - 想定外の1090MHz応答信号発生など
  - 1090MHz信号環境の予測誤差要因
- 実験による現状調査
  - 概算補正モデル
- 今後の課題
  - 信号環境予測誤差の低減
  - マルチパス対策による信号環境の改善