

ストアドチャネルを用いた UWB伝送特性評価の有効性検証

Validating the effectiveness of UWB transmission simulation
using a stored channel

ヒュンティタンチュウ¹ 羽田 勝之¹ 滝沢 賢一² 高田 潤一^{1,2}

Huynh Thi Thanh Trieu Katsuyuki Haneda Ken-ichi Takizawa Jun-ichi Takada

1 東京工業大学 理工学研究科 国際開発工学

2 情報通信研究機構 医療支援 ICT グループ

目次

- 背景
- UWBテストベッド
- 送信波形設計
- 実験
 - 伝送実験
 - 伝搬実験
- 考察
- まとめ

背景

- UWB (Ultra wideband: 超広帯域) 無線システム
 - 比帯域幅: 25 % 以上; 帯域幅: 500MHz以上
 - 超低電力: -41.3 dBm/ MHz 以下
 - 超高速無線通信(100 Mbps以上)
 - 超高分解能レーダ(数 cm単位)
- UWB標準チャネルモデル
 - IEEE802.15.3a, IEEE802.15.4a
 - 伝送特性の優劣の評価に使われる
 - 数多くの環境により得られた確率的モデル
 - 特定環境の伝送特性の評価に**適切ではない!**

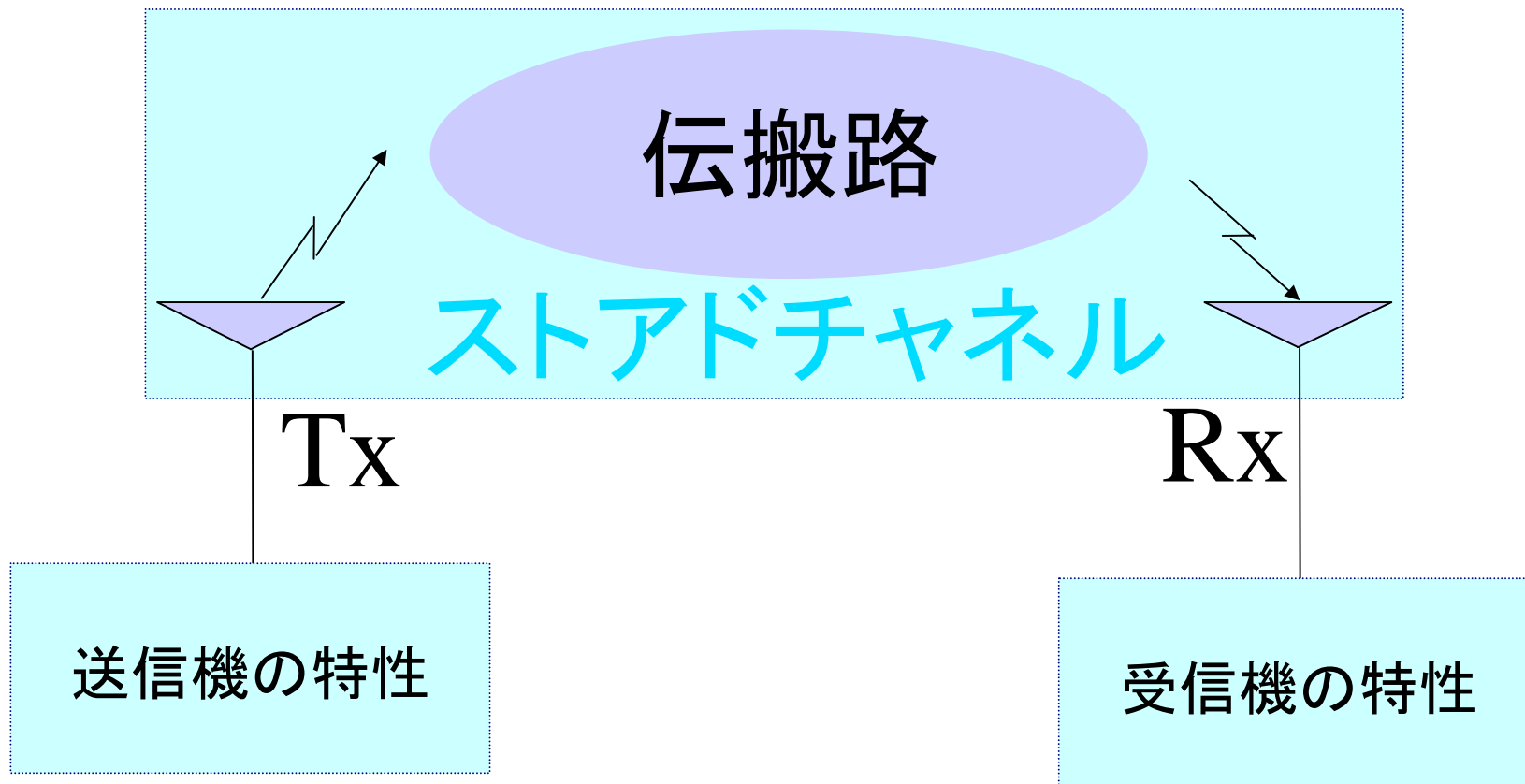
背景

- ストアドチャンネル
 - 特定環境のUWB方式の評価に有効(特に製品のテスト)
 - アウテージ
 - 平均スループット
 - 送受信機を実際に製作しなくても性能評価が可能
- では, どの程度正確に性能評価が可能か?
- 目的: ストアドチャンネルを用いた伝送シミュレーションと実測の比較

背景

ストアドチャンネル

測定されたアンテナ・伝搬路の伝達関数（またはインパルスレスポンス）



実験方法

UWBテストベッド
による受信波形

比較

ストアドチャンネル
による受信波形

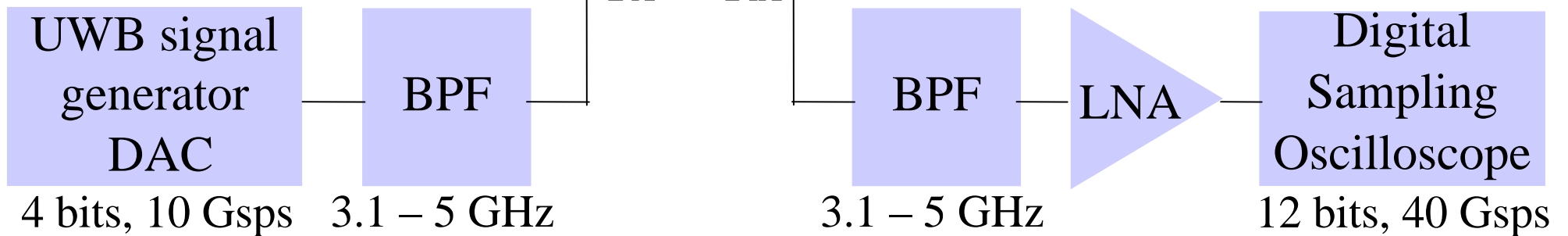
ストアドチャンネル
有効性検証

UWBテストベッド

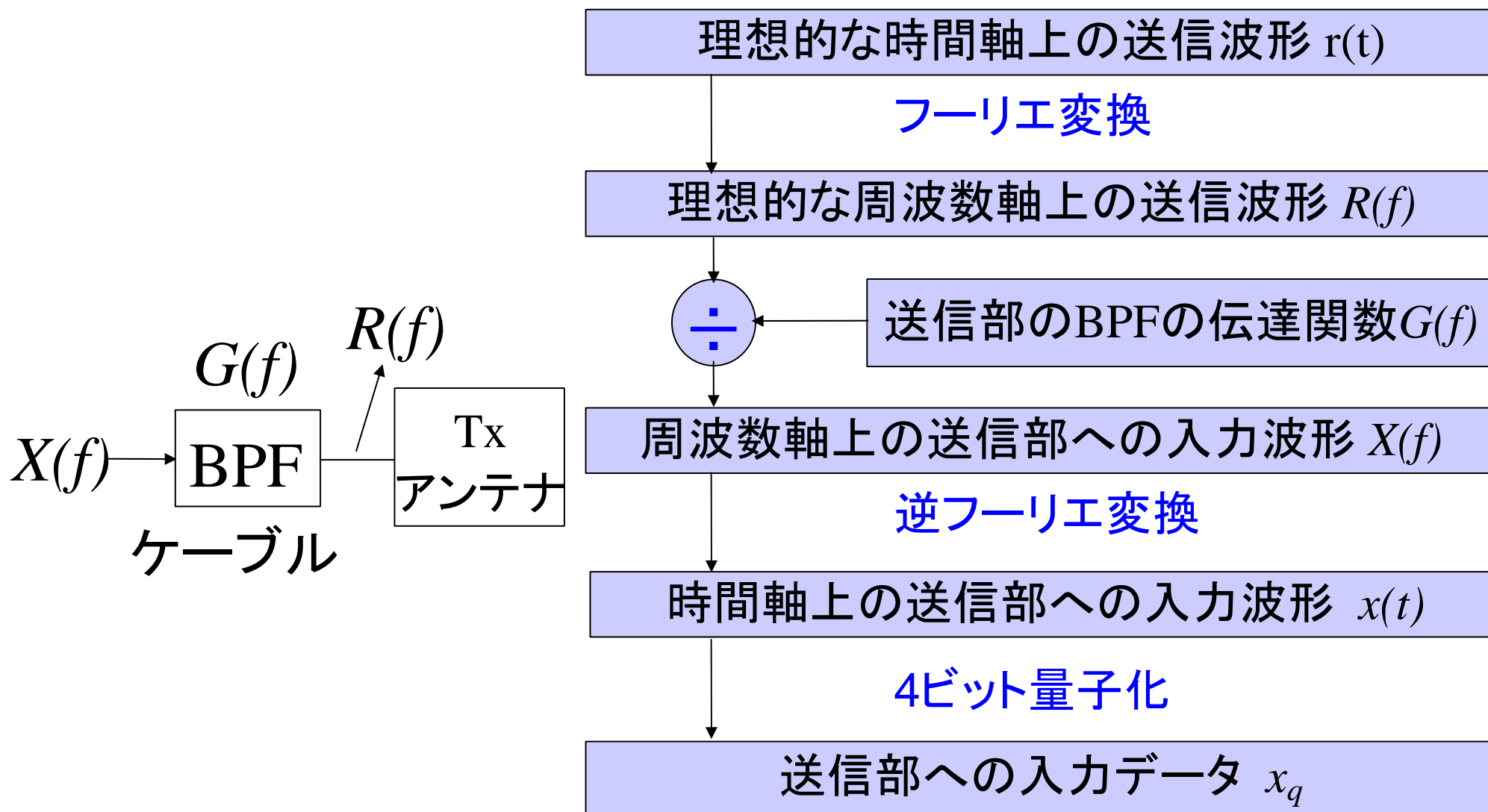
Transmitter



Receiver



送信波形設計

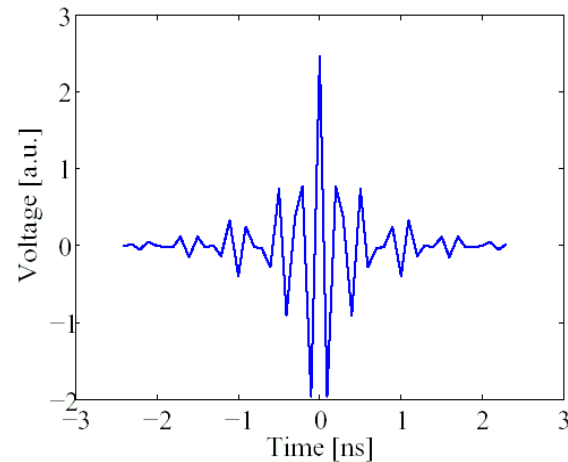


送信波形設計

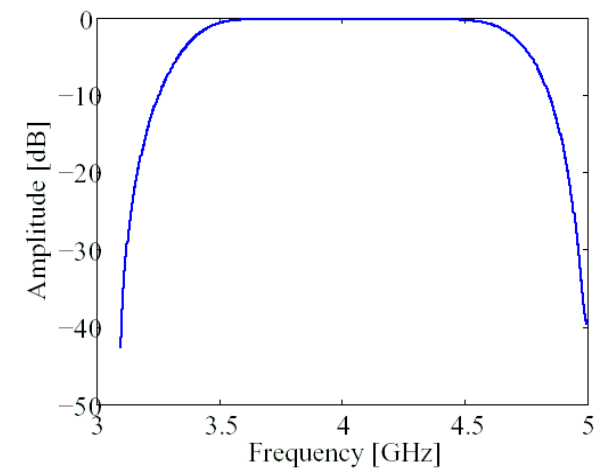
Root-Raised
Cosine波形

連続の
波形

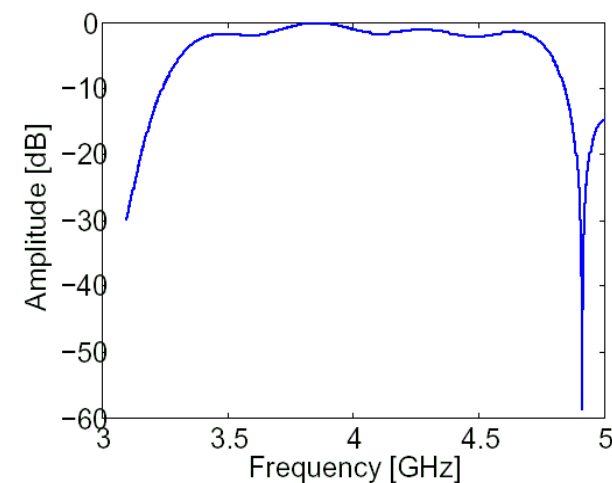
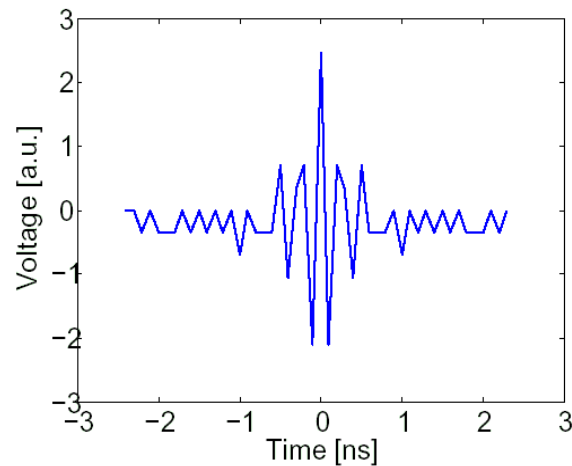
時間軸上



周波数軸上

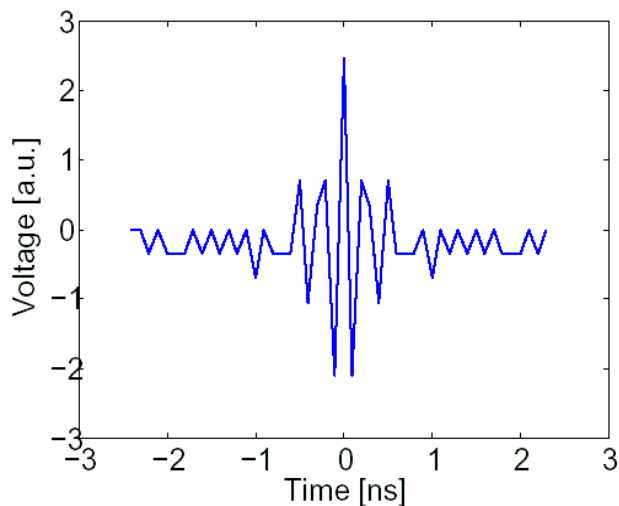


4ビット
量子化した
波形



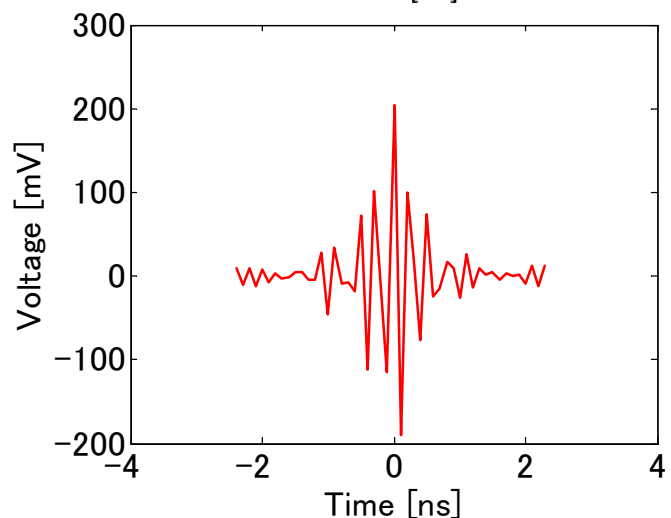
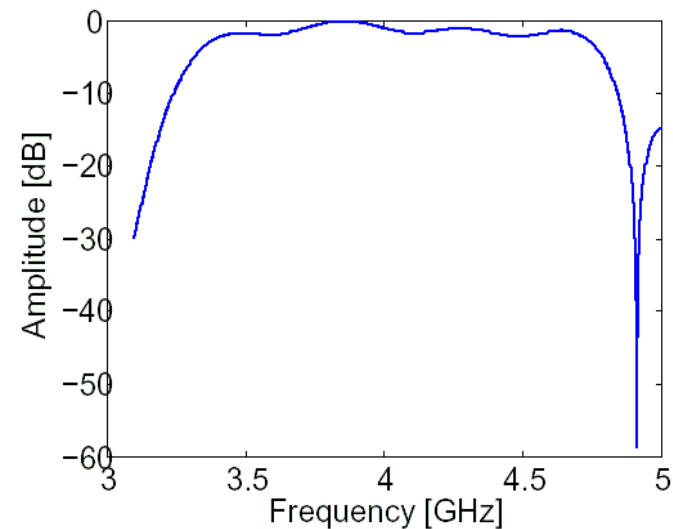
送信波形設計

時間軸上

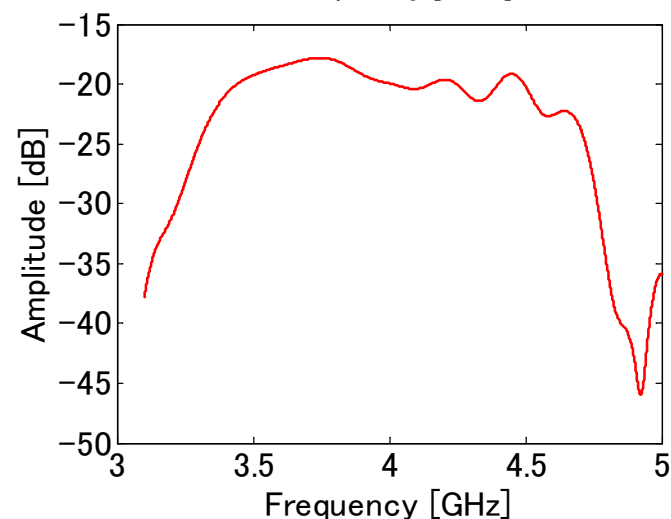


設計目標
(4ビット量子
化した波形)

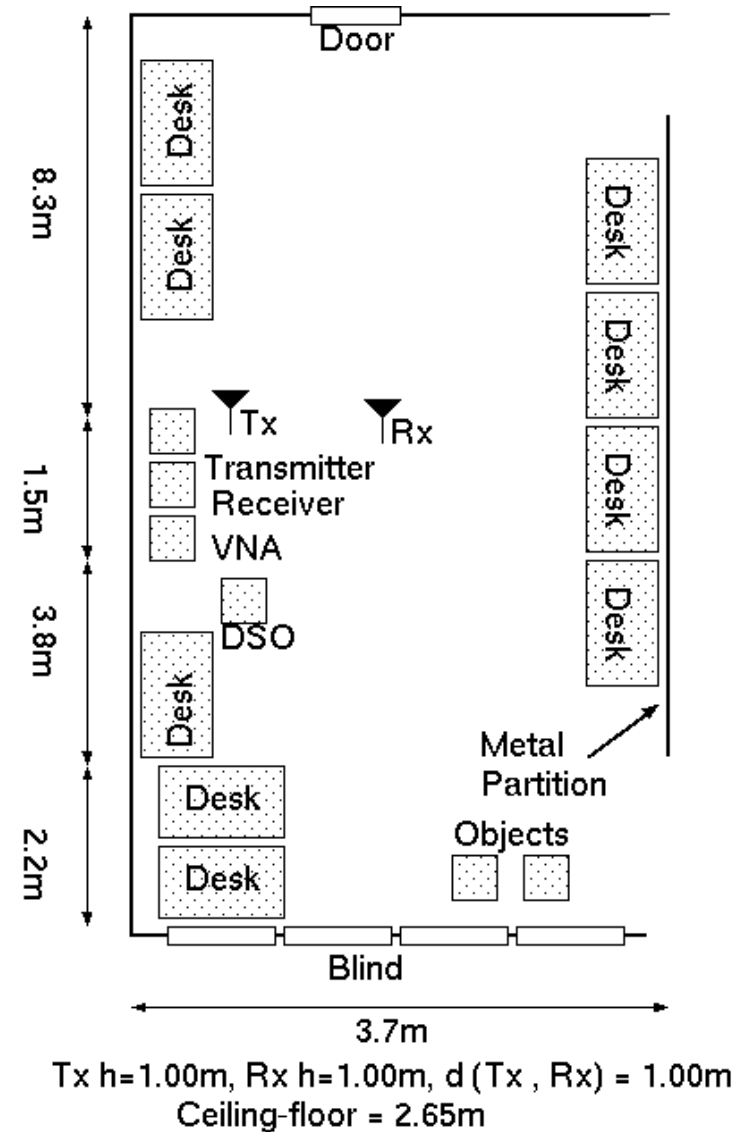
周波数軸上



設計した
波形



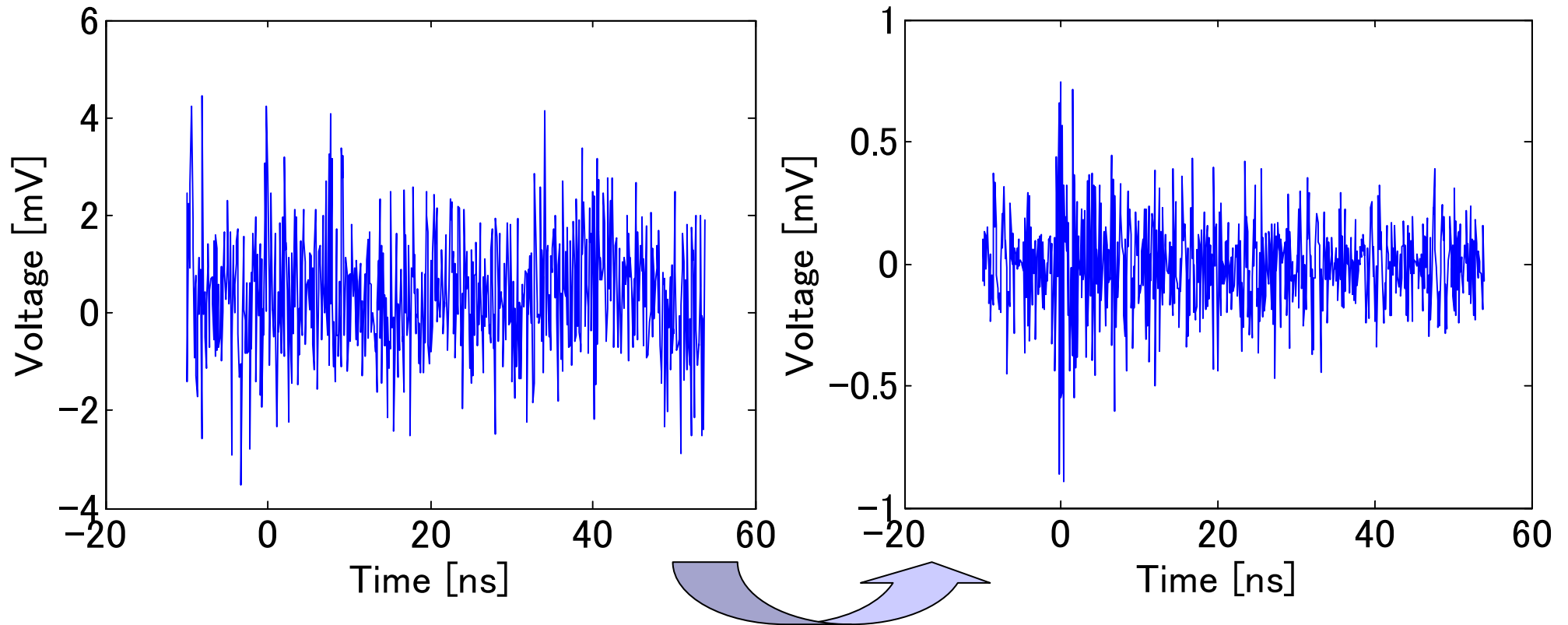
実験環境



伝送実験

- 送信信号
 - パルス周期: 64 ns
 - サンプリングレート: 100 ps
 - ピーク電圧: ~200 mV
- 送受信アンテナ
 - UWB用モノポールアンテナ
 - 送受信距離: 1 m
 - 高さ: 1 m
- 送受信部間は基準信号発生器で同期をとる

伝送実験より得られた受信波形

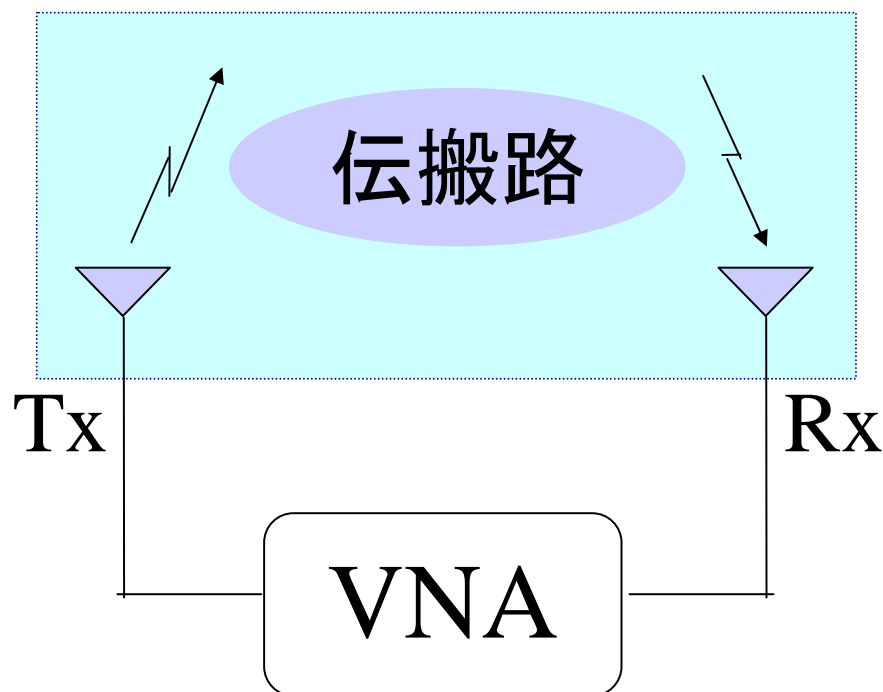


受信波形の一部
SNR = -20 dB

平均化した受信波形
SNR = -3.3 dB

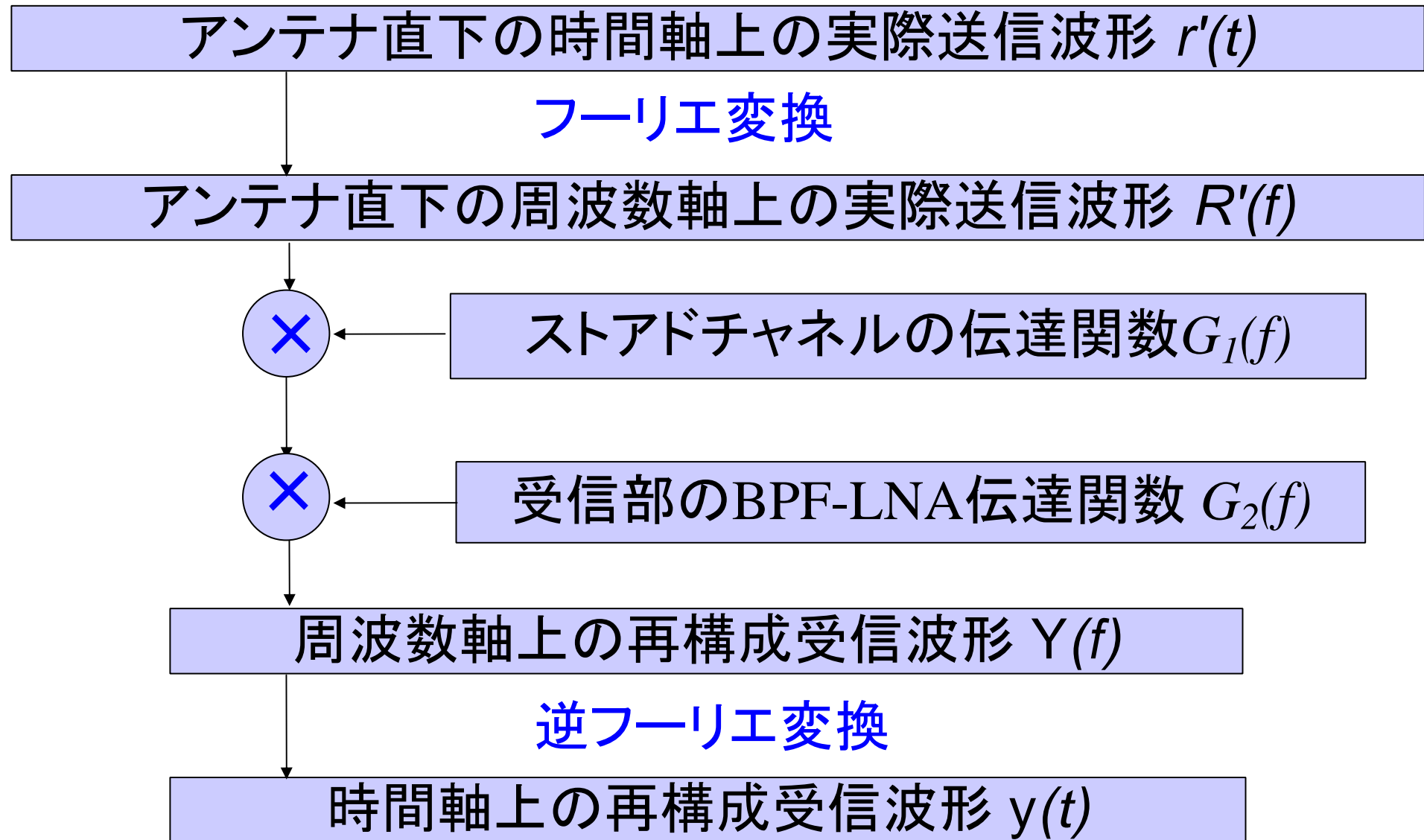
伝搬実験

ストアドチャンネル $G_1(f)$

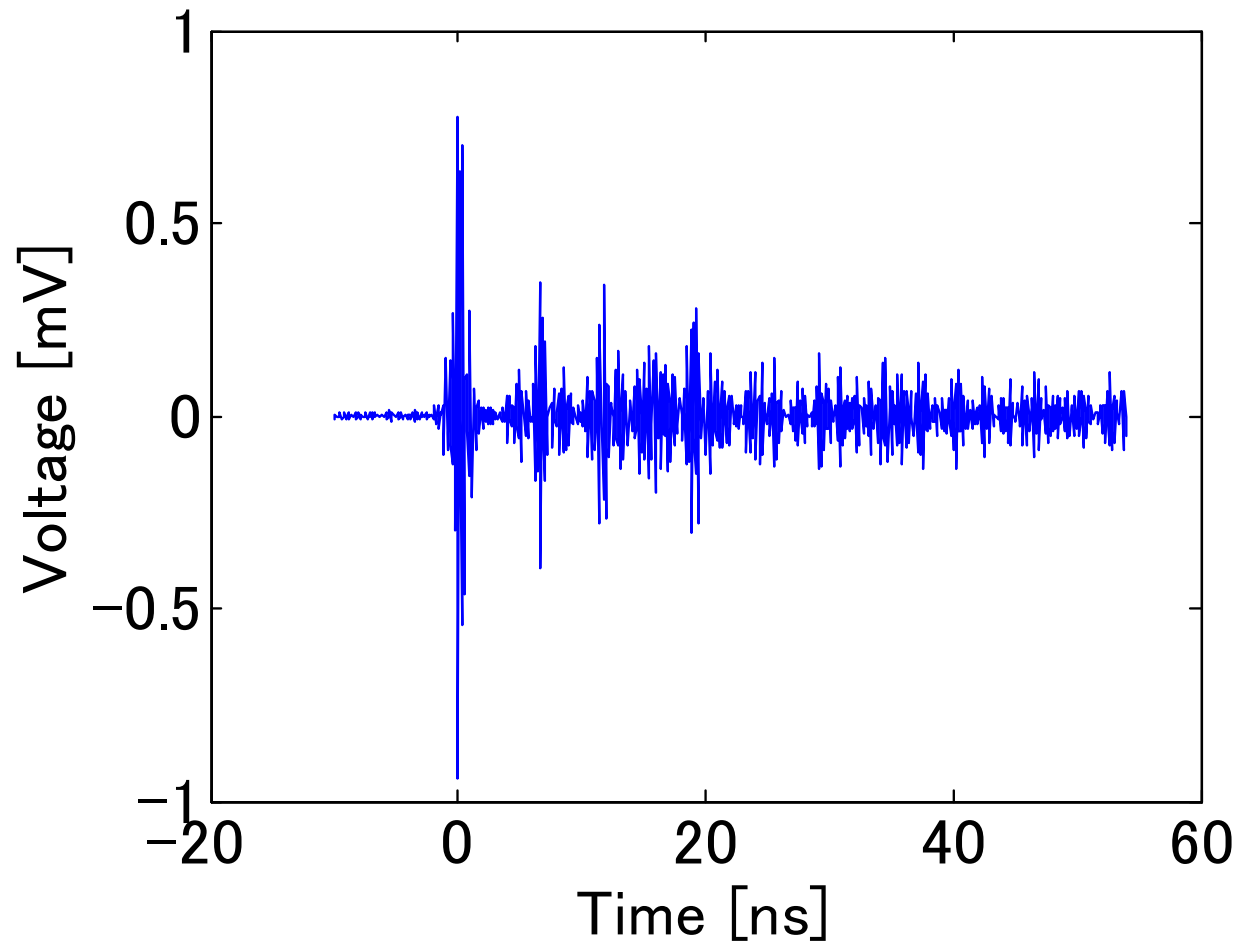


- VNA を利用したストアドチャンネルの測定
- 周波数: 3.1-5.0 GHz
- サンプル間隔: 1MHz
- 送信電力: -17dBm (正弦波)
- アベレージング: 10 回
- VNA内部機能の校正

受信波形再構成

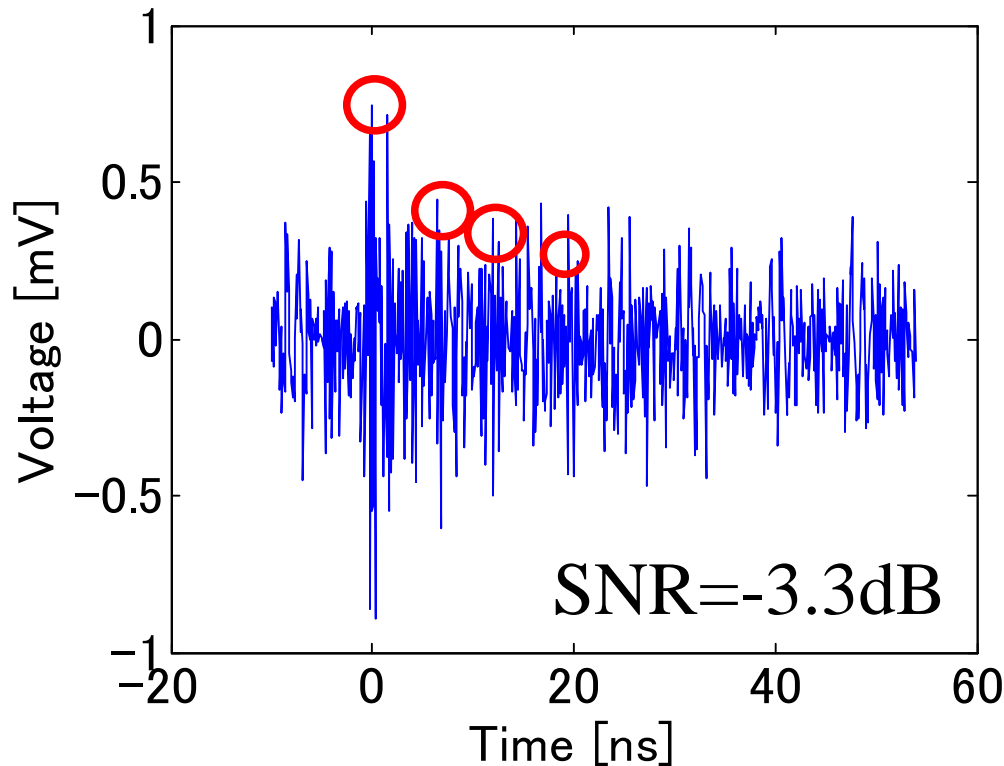


シミュレーションによる受信波形

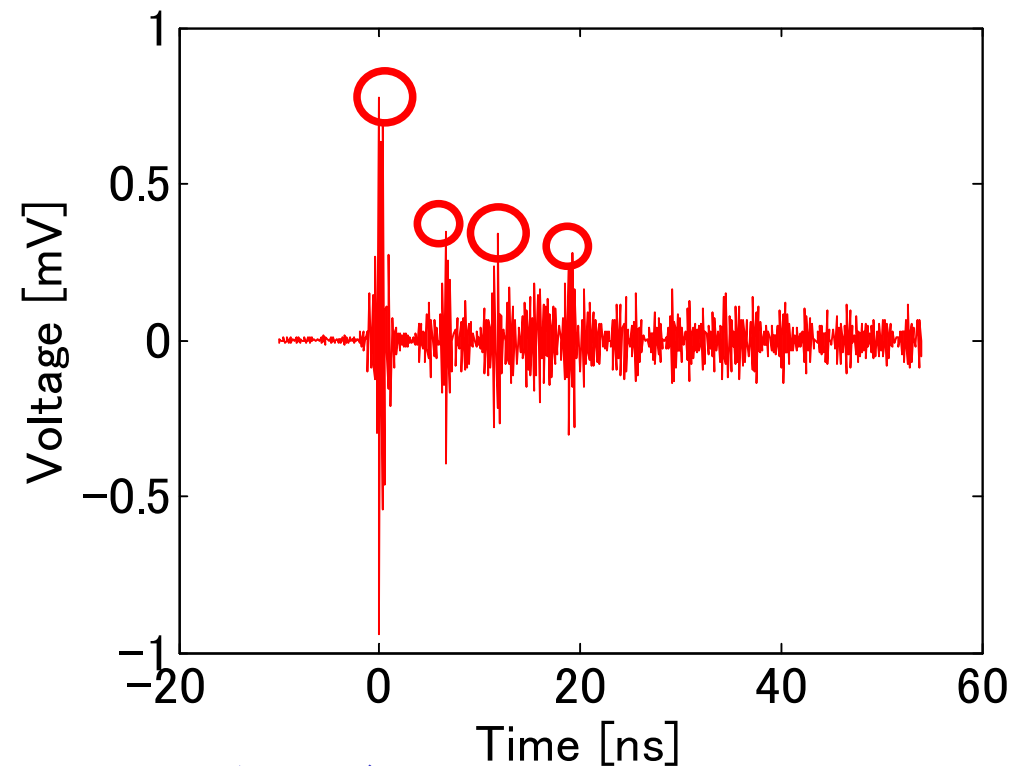


結果の比較

平均化した測定を受信波形



再現された受信波形



- 直接波はピーク振幅がほぼ同じ。
- 同じ相対遅延時間での強いマルチパスが現れる。
- 伝送実験で得られた波形はSNRが低い。

まとめと今後の課題

- 実験結果のまとめ

- 強いマルチパスに対応する応答は一致した。
- 雑音の影響により波形の歪が大きい。

- 今後の課題

1. SNRの向上

受信波形の評価 → ストアドチャネルの有効性検証

対策: パワーアンプ (約 10 dB)

アベレージングの強化 (約 10 ~ 20 dB)

相関受信 (約 3 dB)

まとめと今後の課題

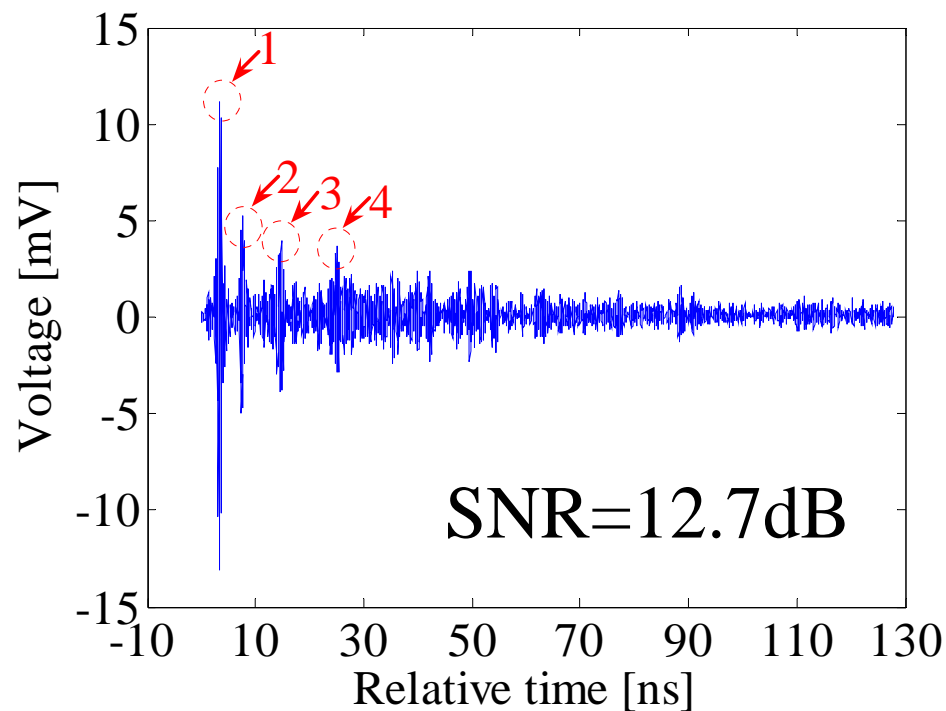
- 今後の課題 (つづき)

2. UWBシステムの送信電力を考慮した検証

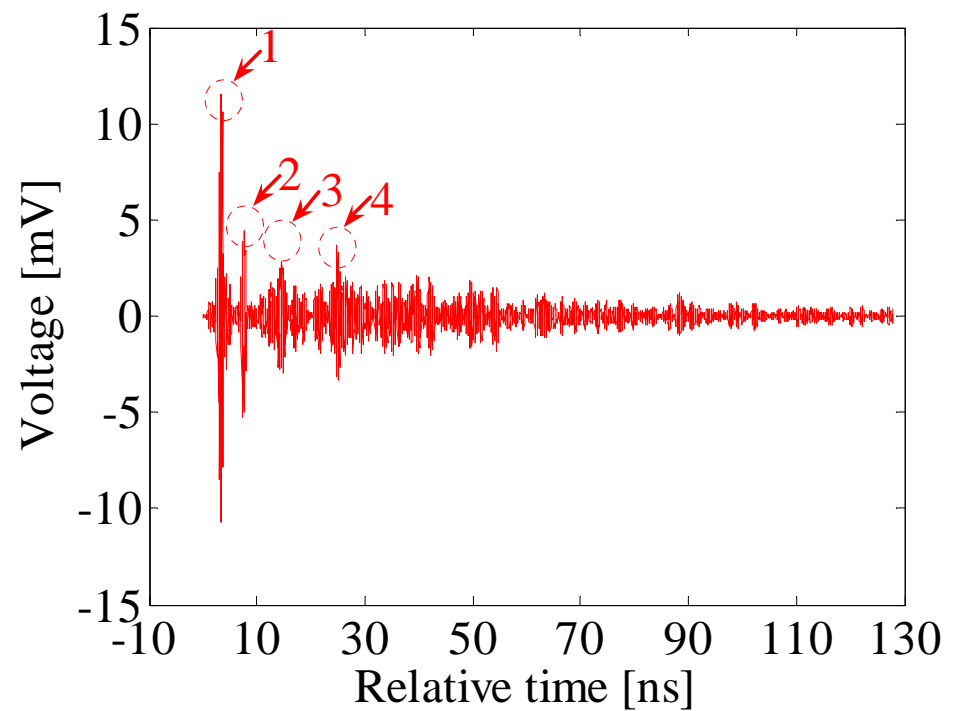
- スペクトルマスク: $-41.3 \text{ dBm} / \text{MHz}$ 以下
- ビット誤り率の評価 → ストアドチャネルの有効性検証
- 外来雑音(干渉)の評価, モデル化が必須

追加：SNRを改善した結果

平均化した測定を受信波形



再現された受信波形



- 最も強い4つのピーク振幅がほぼ同じ。
- 同じ相対遅延時間での強いマルチパスが現れる。
- 相関 : 0.87

御静聴
どうもありがとうございました。