

干渉対策を施したUWB(Ultra Wideband) 受信装置

明治大学 理工学部 電気電子生命学科
井家上 哲史

Outline

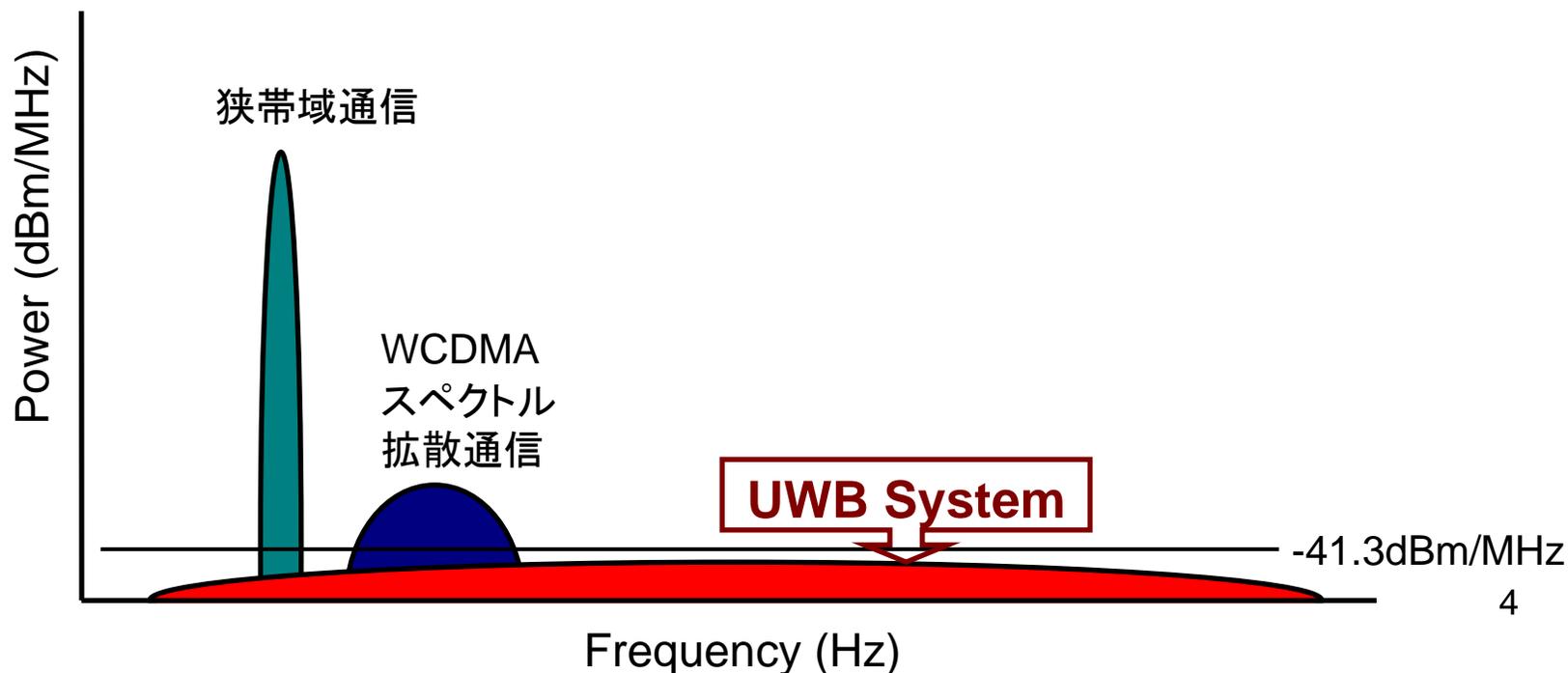
- はじめに Ultra-Wideband (UWB) とは・・・
- 提案受信方式 シミュレーション評価 実験的評価
- 発明のまとめ
- ビジネスプランに関して

発明の目的・概要

- 在来通信の影響を受けないUWB通信方式を提供する。UWB通信方式は米国の軍部により開発された超広域周波数、超小電力の新しい通信方式である。UWBは多様な通信機器に適用して威力を発揮すると期待されFCC(連邦通信委員会)の認可により脚光を浴びてきている。

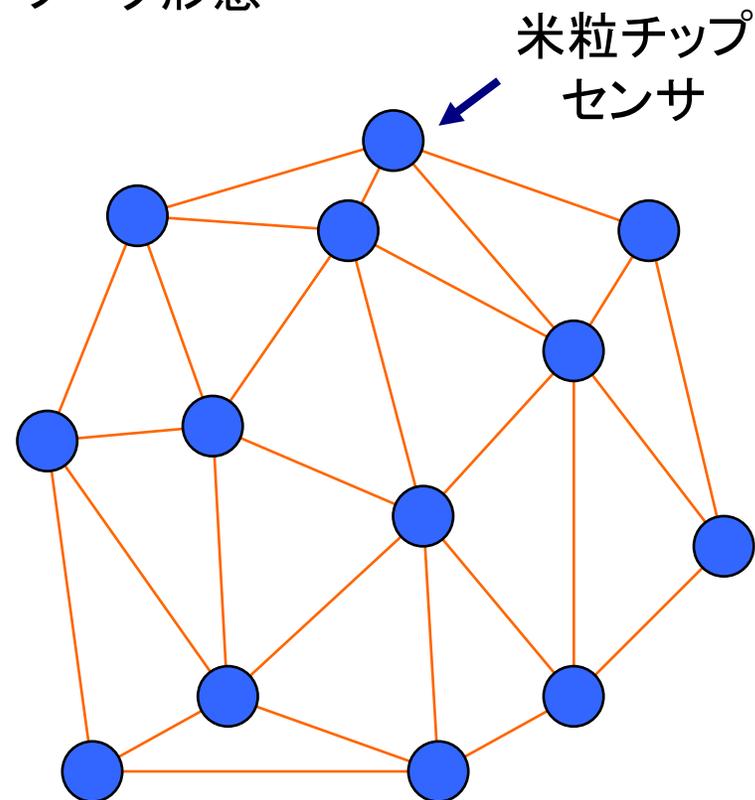
Ultra-Wideband (UWB) とは・・・

- 2002年2月アメリカFCCにより世界初認可。
定められた送信電力制限以内なら無線免許不要で超高速通信や高精度位置特定が可能。
- 信号を500MHz以上の超広帯域に拡散して通信する無線方式。
- 次世代近距離無線PAN システムなどとして期待。



Personal Area Network (PAN)

数mから10m程度の短距離をつなぐネットワーク形態

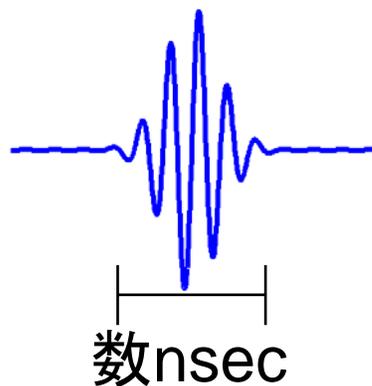


低速通信+測位
センサネットワーク・RFID
etc...

2種類のUWBの特徴

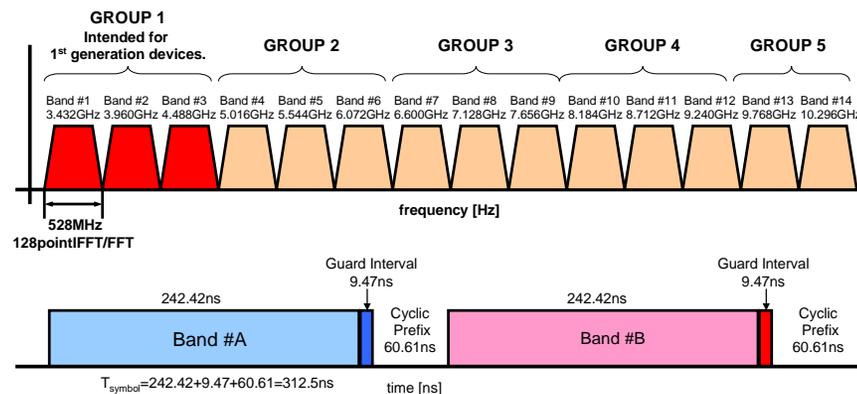
Pulse UWB (IR-UWB, DS-UWB)

- 非常に短い幅のパルス使用
- 超高速から低速通信まで柔軟に可能
- 周波数拡散により既存の狭帯域通信との共存可能
- 高いマルチパス分解能
- 高精度測距が可能
- 小型・低電力のシステムを構築可能



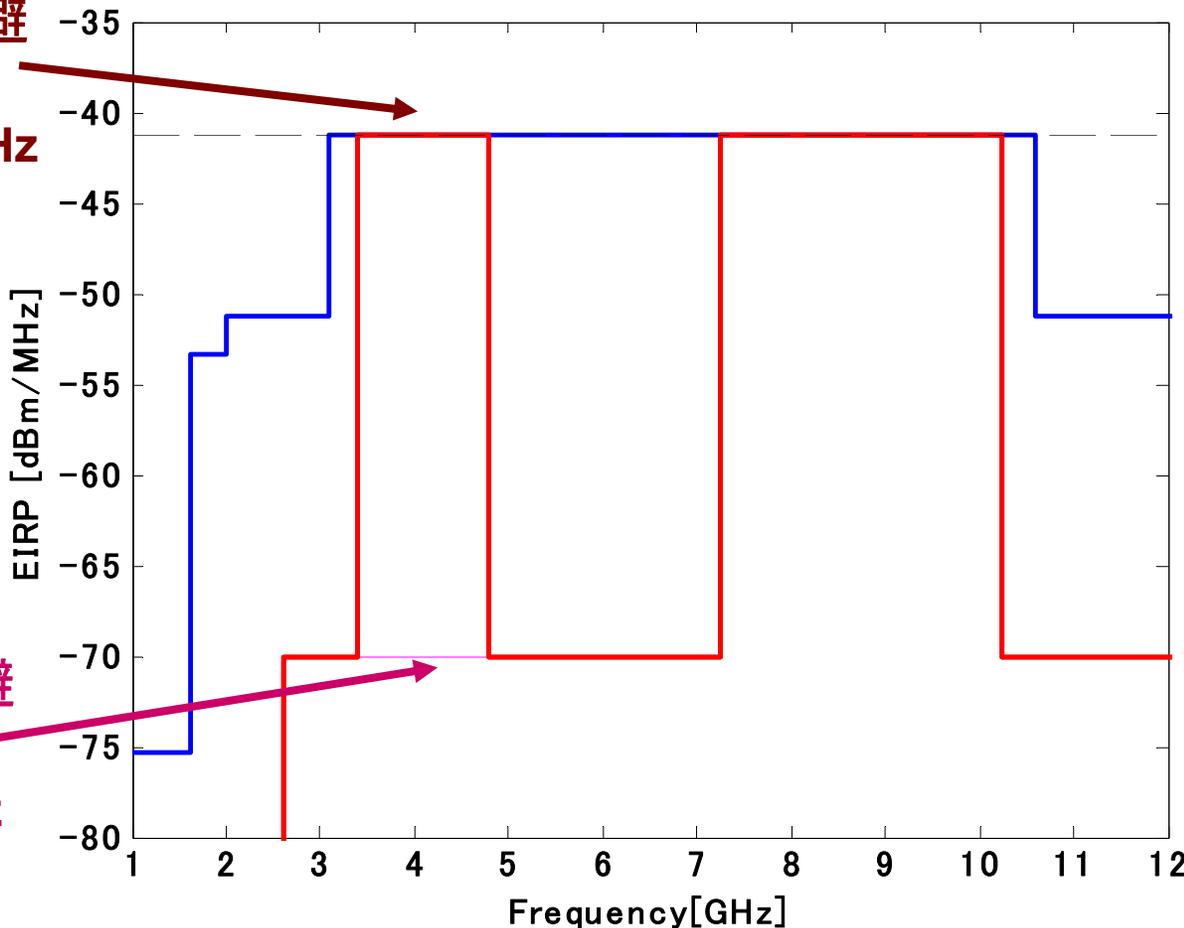
Multi-Band OFDM

- OFDM信号
- 周波数ホッピング利用により既存の無線通信と共存可能
- 超高速通信可能



UWB放射電カスペクトル制限

干渉検出回避
機能付きで
-41.3dBm/MHz
まで出力可



干渉検出回避
機能なし
-70dBm/MHz

アメリカFCC
2002年4月

日本総務省
情報通信審議会
一部答申
2006年3月

干渉対策技術は重要

法制化

2006年3月 情報通信審議会 一部答申



総務省 免許の方針を審議
- UWB免許無しで使用許可へ
50Mbps以上, 室内使用

電波産業会 ARIB
標準規格T91の選定

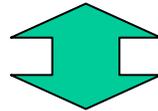


現在 検討継続

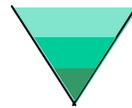
- DAA(干渉検出回避)
- 周波数帯・放射電力
- 50Mbps以下のUWBへの適用

研究背景

UWBは周波数上で他の無線システムと共存可能な無線方式



近距離運用での干渉の可能性あり



UWBが干渉の影響を受けにくい受信機を提案

被干渉軽減技術の必要性

後発となるUWB通信は与干渉軽減が重要



UWB通信は非常に低い放射電力に制限される



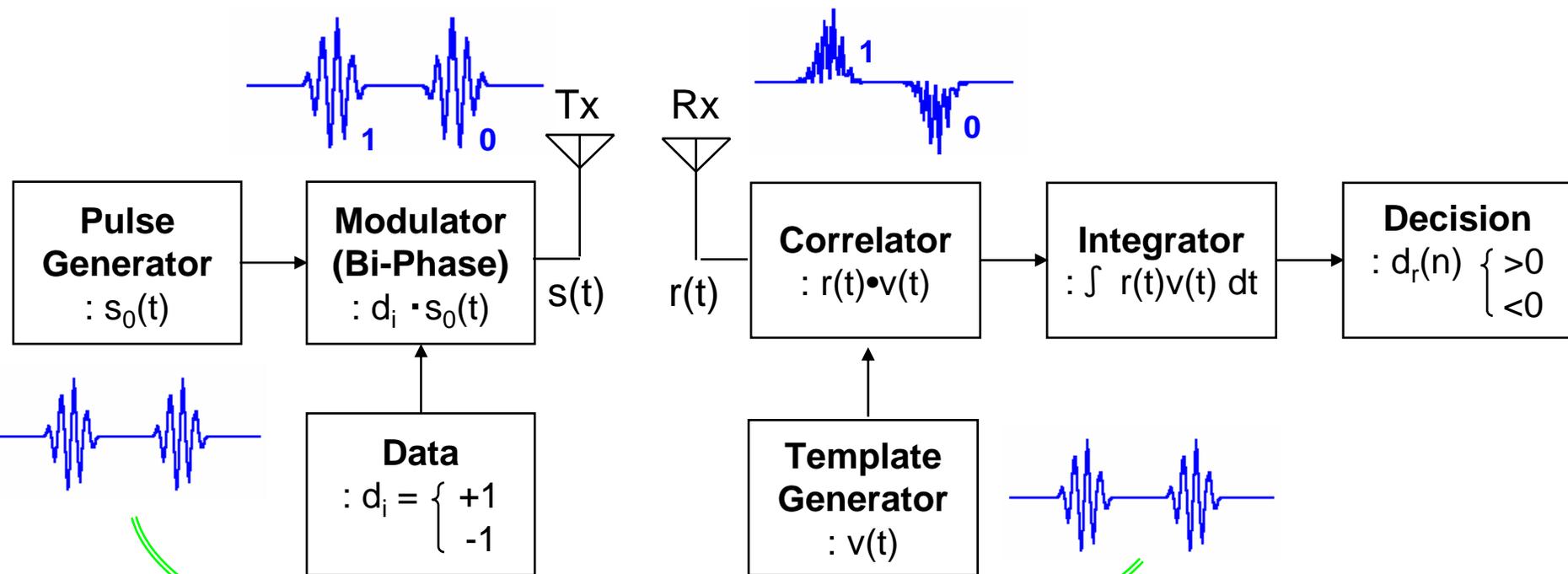
一般に干渉に強いとされるUWB通信であるが、
被干渉軽減技術も重要！

提案受信方式

発明の内容

UWBは非常にパルス幅の狭いインパルス状の直流成分を持たないベースバンド信号を広帯域アンテナから空中に放射し、これを受信側の信号処理によりデジタルデータを再生する方式である。超ワイドバンド通信である為、既存通信と各所で共存しその通信との干渉が危惧されている。本発明はUWBの受信側のデータ再生に関する。受信信号はバンドパスフィルターを通り、予め用意されたテンプレートとの相関を取って信号が再生される。テンプレートの波形をウェーブレット分解により成分周波数に分解し干渉周波数に該当する部分の成分を除去する。残りの成分によりテンプレートを再合成し、受信信号と相関をとるとテンプレートに成分の無い既存通信の相関値はゼロとなり再生信号に影響を与えない。

UWB送受信機



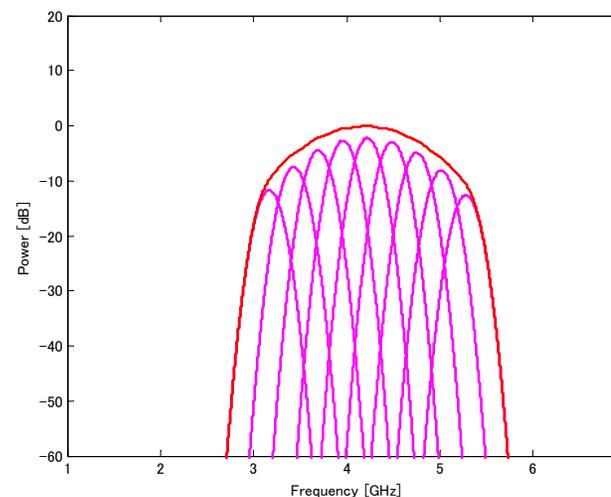
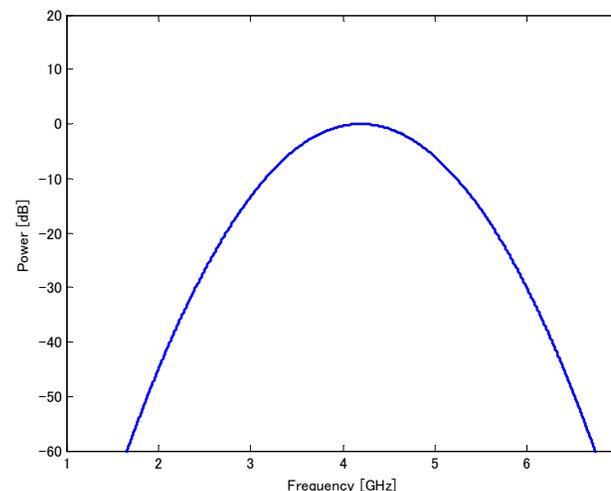
通常は同じ波形を使用

マルチキャリア型受信テンプレート波形

通常の受信テンプレート波形は
送信パルスと同じものを使用



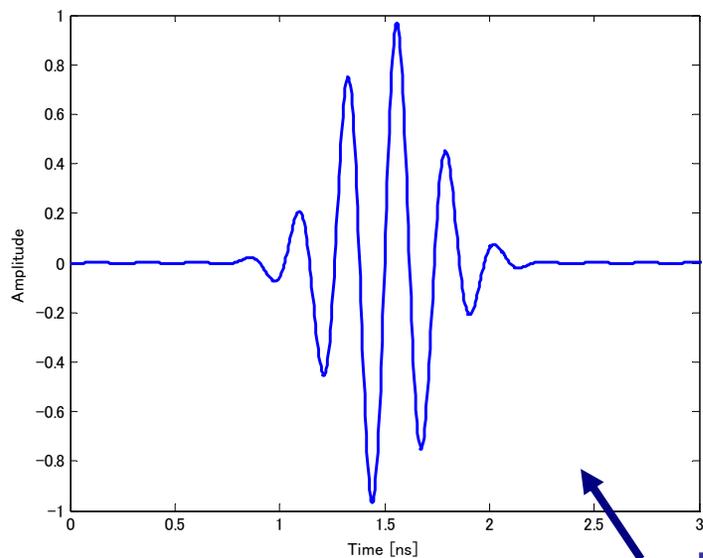
- 周波数整形容易な
マルチキャリア型の
テンプレート波形に変更
- 送信パルスに近似
- 干渉帯域を避ける適応的な波
形成形



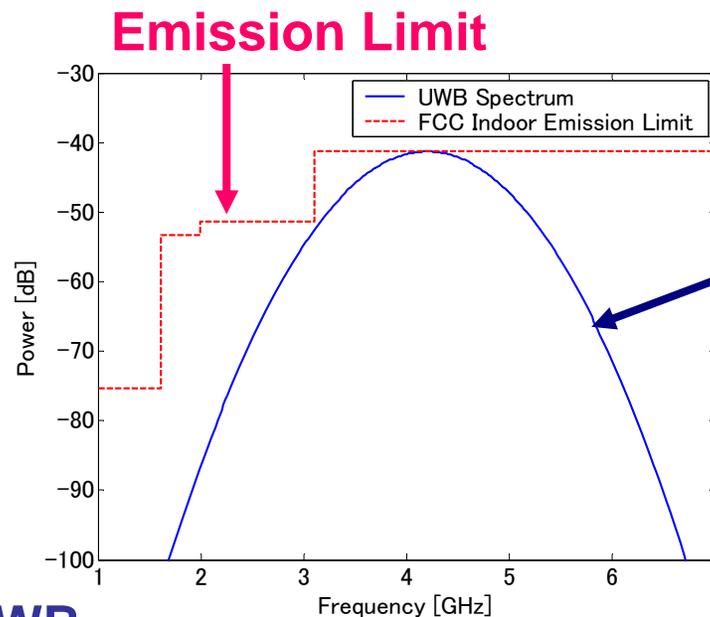
UWBパルスの一例

$$s_0(t) = \exp\left(-\frac{at^2}{\tau^2}\right) \sin(2\pi f_0 t)$$

- 中心周波数: $f_0=4.2\text{GHz}$
- パルス幅: $2\tau=1\text{ns}$, $a=\log_e 10$
- 変調方式: Bi-Phase



p-UWB



p-UWB

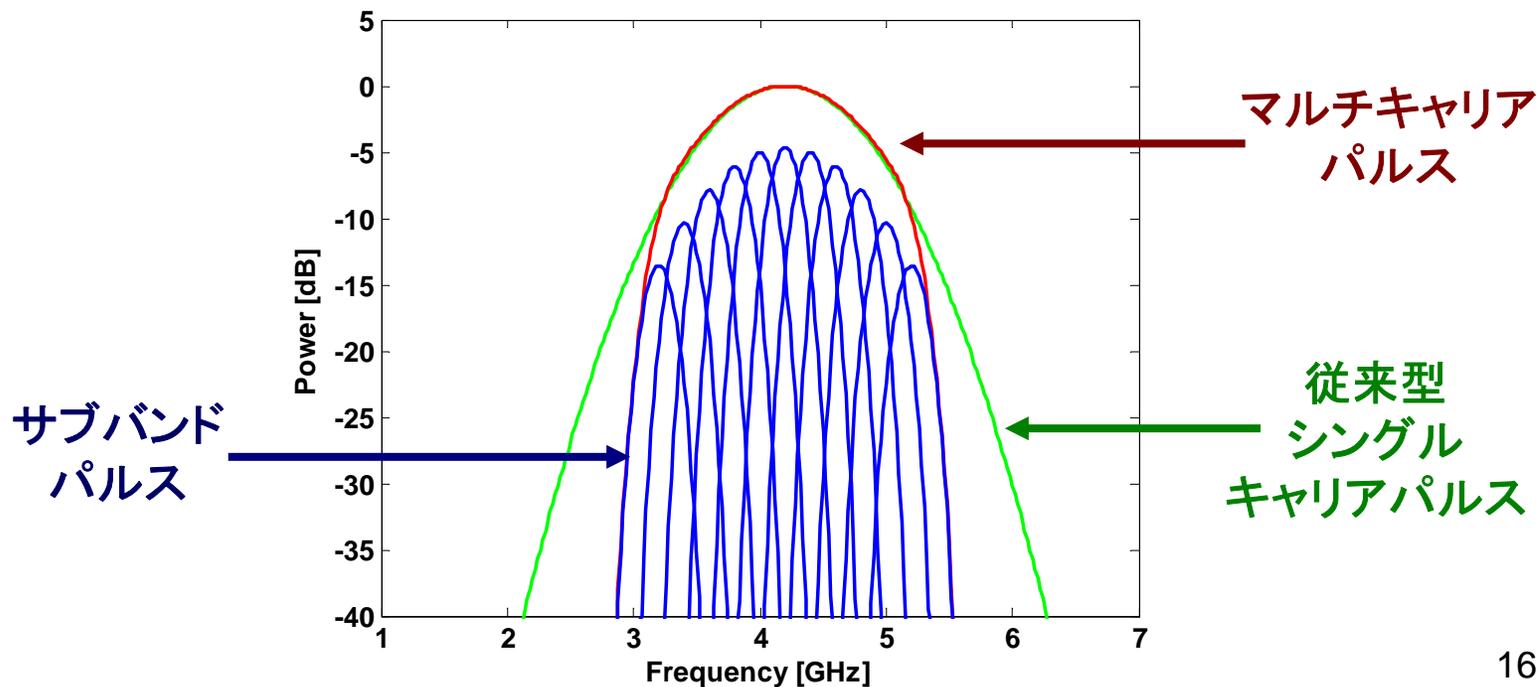
マルチキャリアパルス

$$s_0(t) = \exp\left(-\frac{at^2}{\tau^2}\right) \sin(2\pi f_0 t)$$

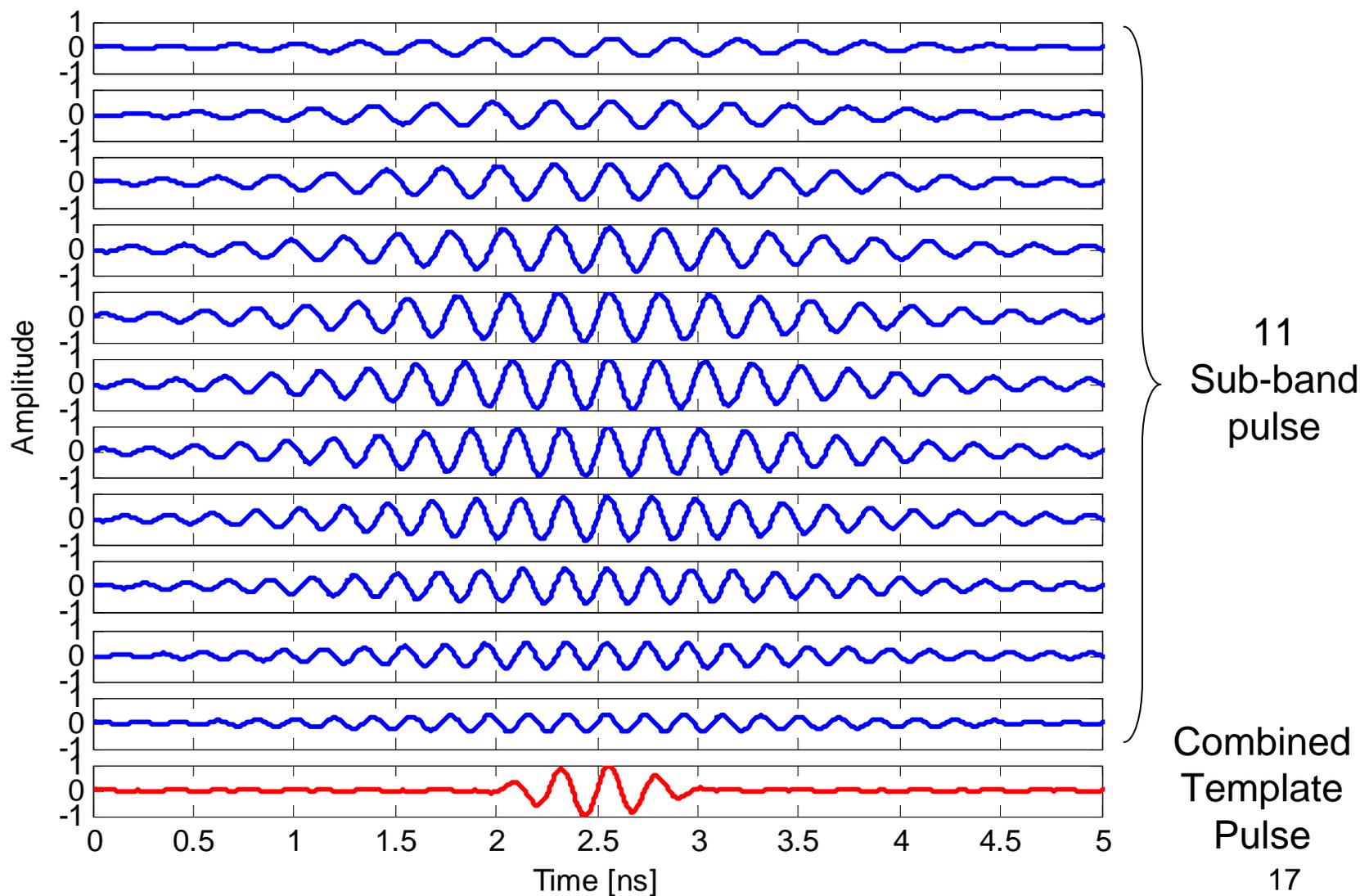
$$\approx \sum_{n=L}^{L+N} X_n \exp\left(-\frac{at^2}{\tau'^2}\right) \sin(2\pi n f_n t)$$



近似



マルチキャリアパルスの時間波形

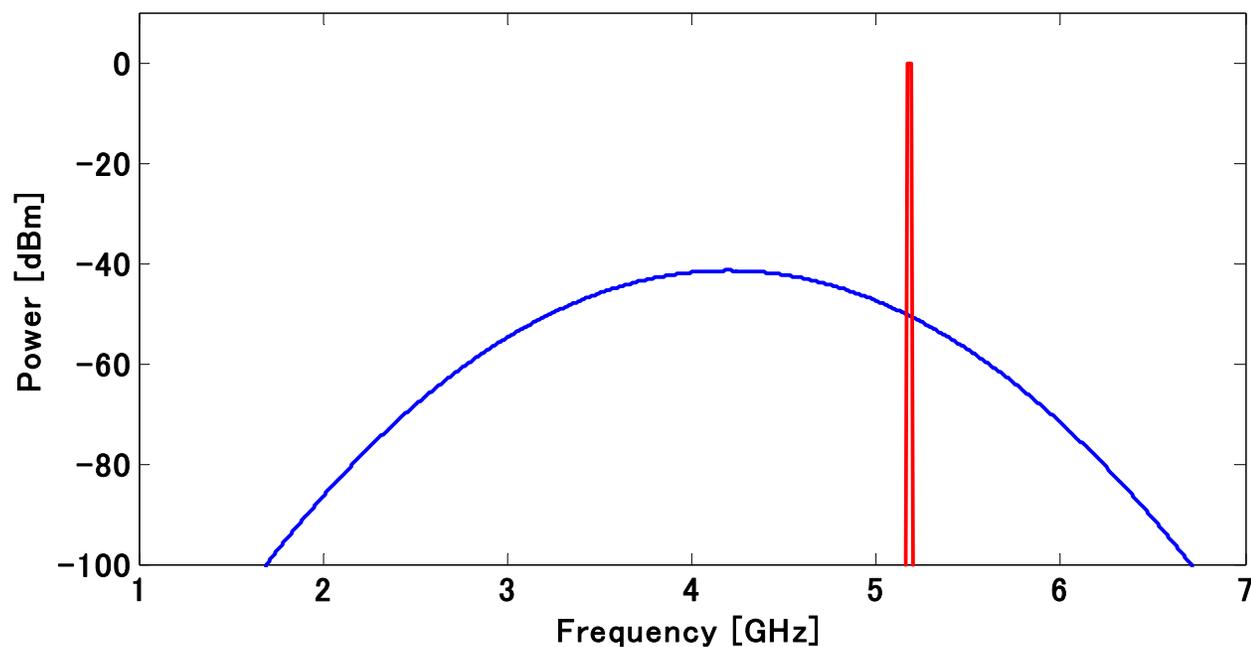


コンピュータシミュレーションによる評価

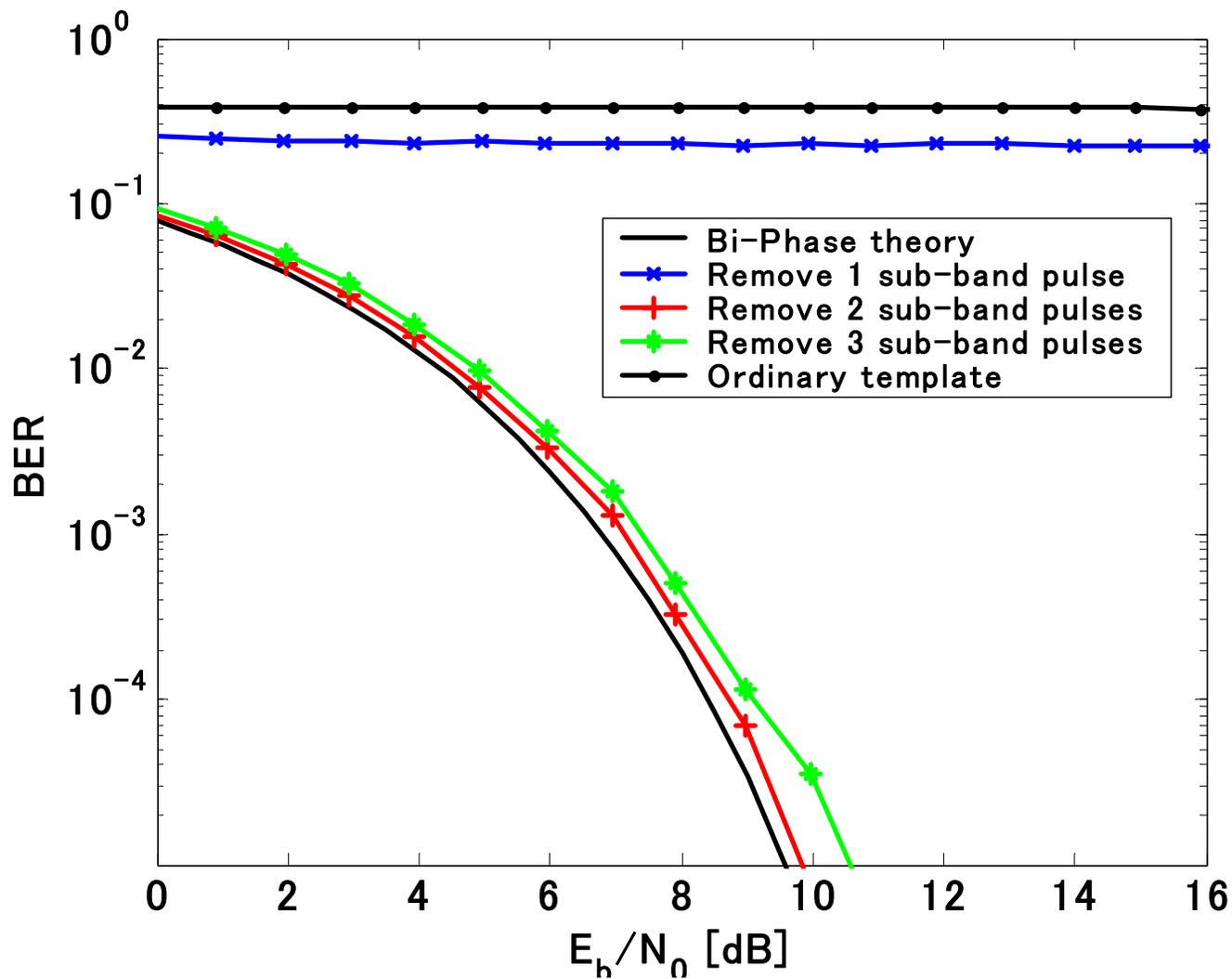
IEEE802.11a Wireless LAN 干渉波

IEEE802.11a WLAN: 5GHz帯 20MHz帯域
OFDM変調波

UWB: 3.1GHz~5.3GHz

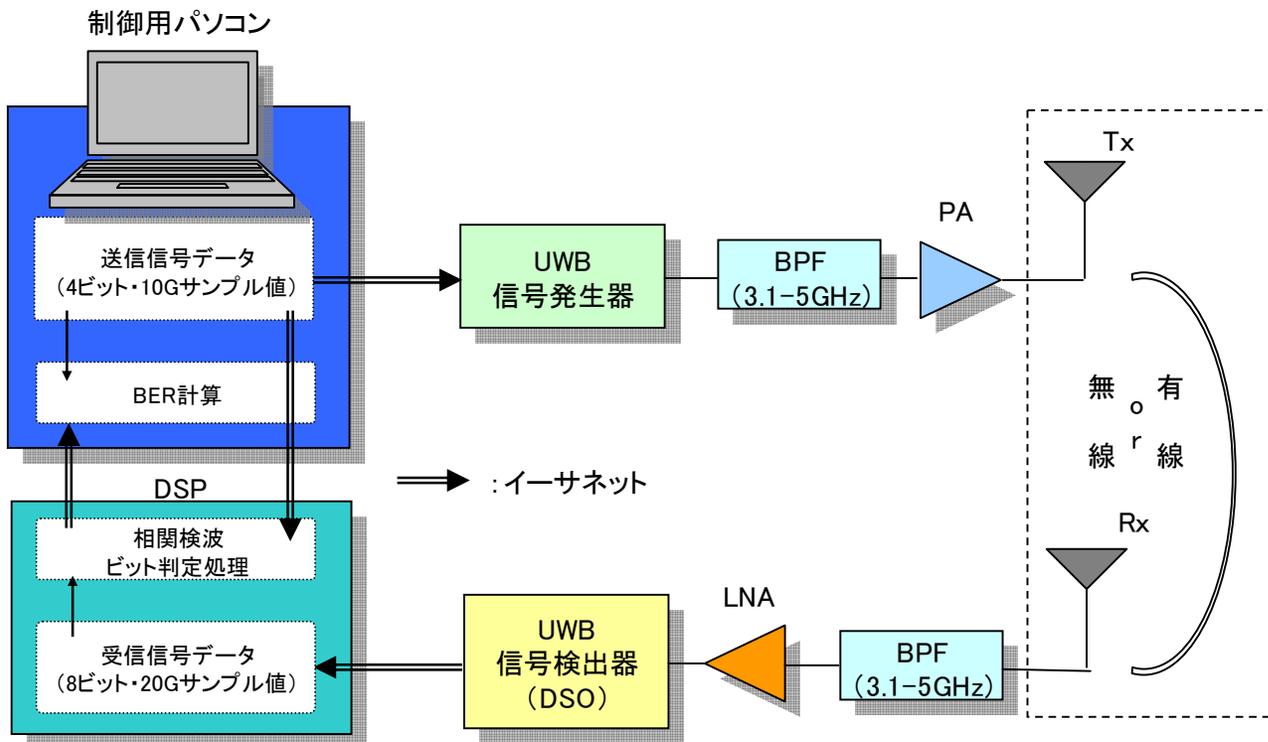


符号誤り率特性 (D/U=-30dB)



実験による評価

実験概要

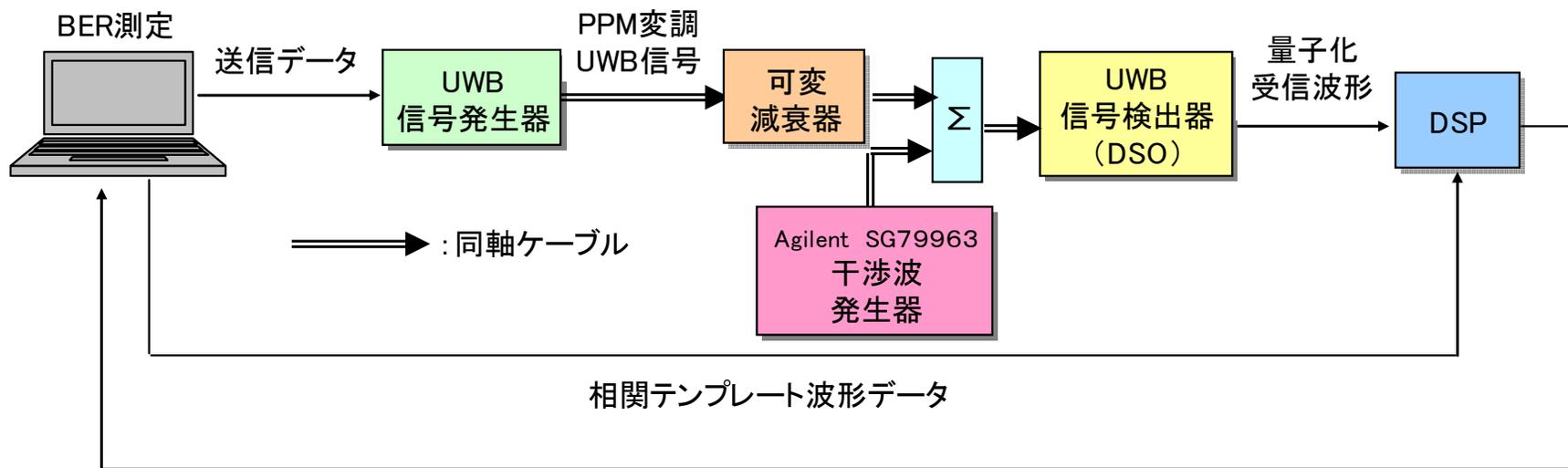


利用周波数帯域	3.1GHz~5GHz
UWB信号発生器	4ビット・10Gサンプル デジタル・アナログ変換器
UWB信号検出器	8ビット・20Gサンプル アナログ・デジタル変換器
検波方式	相関検波(デジタル)
BER自動測定機能 の主な対応方式	TH/PPM方式
	DS/bi-phase式
	TH/PSM方式

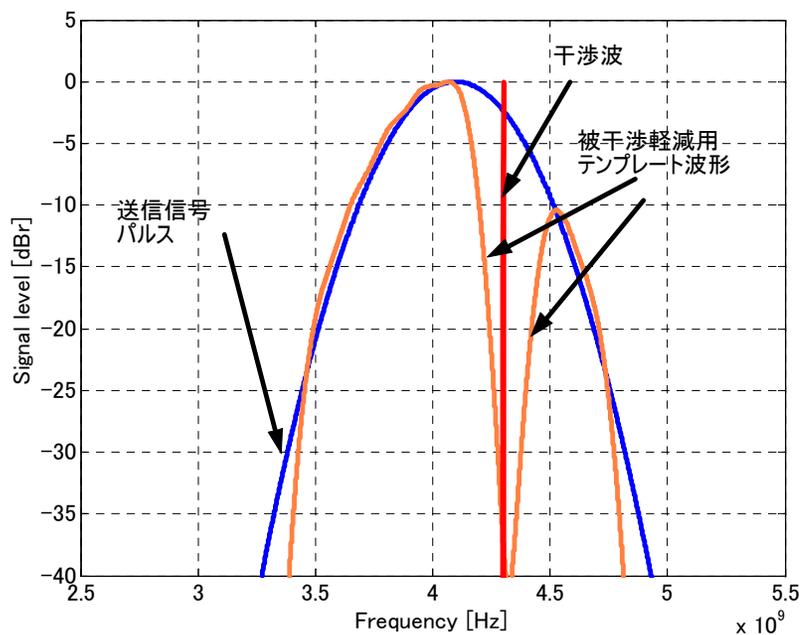
● UWBテストベッド

- NICTが各種UWB方式の評価検討を行うために開発
- 高速デジタル・アナログ変換器を用いて、様々なUWBパルス信号波形を生成可能

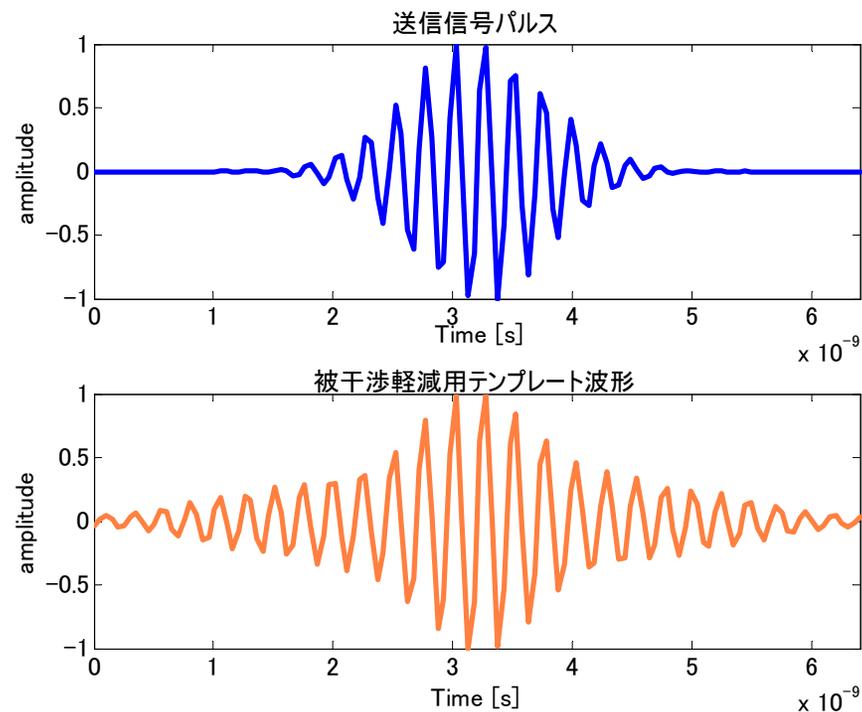
実験構成



送信パルスとテンプレート波形

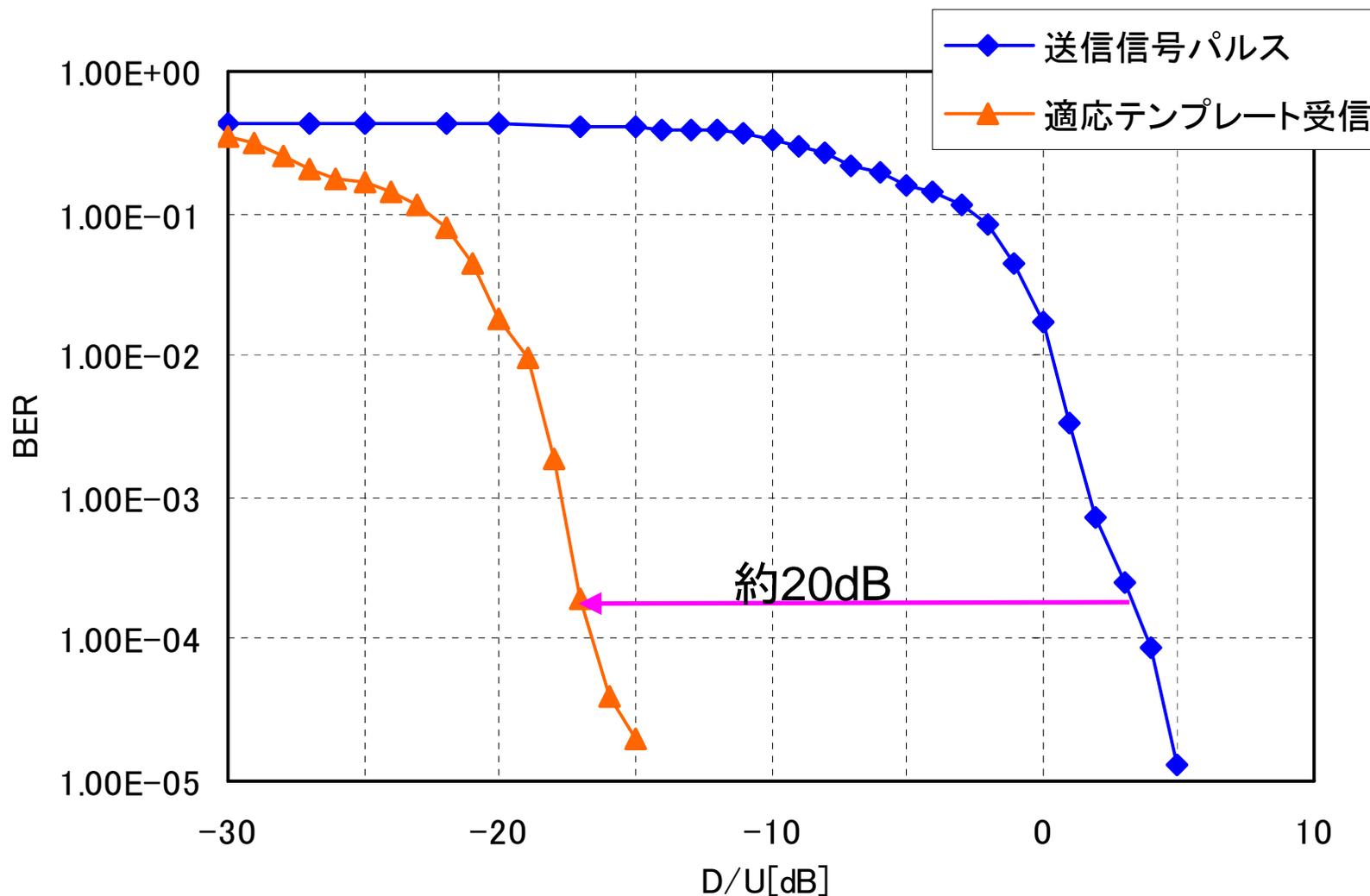


テンプレート波形のスペクトル



送信パルスとテンプレート波形
の時間波形

実験結果 干渉の影響を20dB(1/100)軽減



発明の効果および応用分野

- 発明の効果

既存通信の周波数を考慮したテンプレートとの相関を取ることにより、在来通信の影響を回避できるUWB通信方式を提供する。

- 発明の応用分野

次世代携帯電話、家庭内LAN、デジタル双方向ホームエンタテインメント機器、家庭用リモコン等

特許情報

- 発明の名称 UWB受信方法及びUWB受信装置
- 特許権者(出願人) 学校法人 明治大学
- 特許番号 特許4123433
- 公開番号 特願2003-274565
- 出願番号 特開2005-39526
- 出願日 2003年7月15日

UWB受信方法及びUWB受信装置

特許公開番号 2005-39526 代表的な独立請求項の記載



- **【請求項1】**

干渉波となる周波数成分をUWBの送信波形から取り除いたテンプレート波形を予め作成しておき、UWBの受信波形を入力し、この受信波形と前記テンプレート波形との相関出力に基づきデータ値を判定するUWB受信方法。

審査請求 有 (審査請求日：2006年2月10日)

特許権設定登録：2008年5月16日

(中小企業向け先行技術調査制度の利用状況) なし

(代表的な先行・類似技術の特許番号とその内容、等)

特許3883923／特願2002-218779／特開2004-064352 「相関器」

本特許発明の内容は含まれていない。

先行・類似技術の調査結果／特許性の判断内容

【特許性の判断】

既存通信波の周波数成分を受信側テンプレートから除去して、受信信号との相関を取ることにより、受信データを高信頼度取得する技術は過去に存在しない。特許性が認められ2008年5月16日に特許4123433号として特許権設定登録。

(代表的な先行・類似技術の特許番号とその内容、等)

特許3883923／特願2002-218779／特開2004-064352「相関器」

【本特許との関係】

本特許発明の内容は含まれていない。

【要約】

インパルス無線の受信機において、受信した信号とテンプレート列との相関を計算する相関器のS/N比を向上させる相関器を提供する。

【解決手段】

受信したインパルス列テンプレート列との積を乗算器で算出し、その値をアナログ積分で積分して、量子化器で量子化する。量子化値を、デジタル積分器に入力すると同時に、アナログ積分器の入力側に設けられた加算器に負帰還路を介して負帰還する。加算器は、乗算器の出力と量子化値とを加算する。これにより、量子化器で発生した量子化誤差をアナログ積分器で積分して再び量子化器で量子化して、量子化誤差を低減する。

本技術を活用したビジネスプラン

・特許ビジネス市に期待する連携内容

- ①ライセンス先の開拓 ②共同研究先・用途開発先の開拓

・事業化に関する情報

- ①追加開発の要否・具体的内容、事業化に向けて解決すべき問題点

機能的な検証は実施済。製品化に当たって発生する未知の課題については不明。

- ②設備投資の要否・設備投資額、提供可能な中間材の規模・コスト

制御アルゴリズムの提案であり、設備投資は基本的に必要ない。

本技術を活用したビジネスプラン

- ①製品・サービスの概要・特徴

本技術を採用することにより、既存狭帯域通信波との干渉を除去し、高信頼度な受信データが得られるUWB受信装置を提供できる。

- ②対象とする市場・分野・顧客等(主な顧客、提供できるメリット等を記載)

PAN(Personal Area Network)機器メーカー、通信機メーカー、電子機器メーカー、制御機器メーカー、電気機器メーカー

- ③競合商品、競合相手の状況等

UWB通信は、高速、高帯域、低電力の特質を生かして、家庭内LAN等のPAN(Personal Area Network)機器に広範囲に普及するものと期待されている。

- 利益計画(市場規模、推定製品シェア、成長性等を記載)

UWB通信は現在本格的な普及流通を目指して、ワールドワイドな研究開発が行われている。我国では、総務省の指針が公表されており、製品ベースの規格化は、今後のメーカー間の調整に委ねられている。間もなくPAN(Personal Area Network)分野への普及拡大のステージに至るものと思われ、その市場規模は大きなものとなることが予想されている。本技術を実施するUWB受信装置もその市場拡大に比例した売上、成長がもたらされるものと期待される。

その他のUWBおよびPANに関して実施中の研究

- UWBが他システムに与える与干渉軽減方法に関する研究
- UWB信号の検出および干渉帯域の検出に関する研究
- センサネットワークにおける位置特定に関する研究
- 事前測定なしの受信信号電力によるセンサノードの位置特定
- ボディエリアネットワーク(BAN)
- コグニティブ無線
- UWB国内法制化活動
- IEEE802.15.6 標準活動

ご静聴ありがとうございました

- ご質問、技術論文のご請求、ご意見などございましたら、ご連絡ください。
- 井家上 哲史(いけがみ てつし)
- 明治大学 工学部 電気電子生命学科
- E-mail: ikegami@isc.meiji.ac.jp
- [Http://www.isc.meiji.ac.jp/~ikegami/](http://www.isc.meiji.ac.jp/~ikegami/)