

5. 対空データリンクL-DACS 物理層の実装

通信・航法・監視領域

北折 潤、住谷 泰人、石出 明

目次

- はじめに
- L-DACSと物理層実験システム
- 発生信号の評価
- まとめ



はじめに

- Trajectory Based Operationの実現
 - 航空機の動態および軌道情報、気象情報等の大量の情報伝送が必要
- 通信システムの高速化が課題
- 国際民間航空機関がL-DACSを提案



- 検証課題
 - Lバンドで運用中の他の無線システムとの干渉
 - L-DACS自体の通信品質
 - L-DACS提案の性能評価

L-DACS物理層実験システム

目次

- はじめに
- L-DACSと物理層実験システム
- 発生信号の評価
- まとめ



L-DACS概要

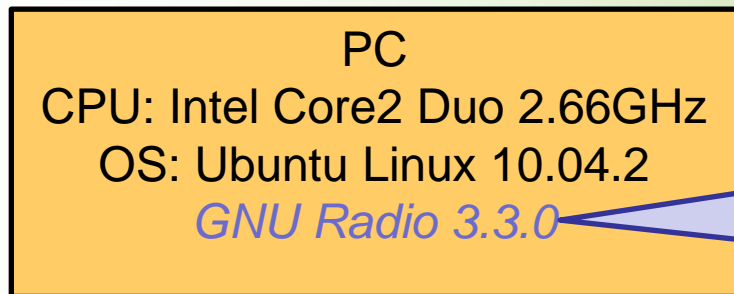
- 欧米協調作業 Future Communication Study 最終報告
 - Lバンドを使う高速通信システム4種→L-DACSの原型
- その後L-DACS1、L-DACS2の2規格に集約
- L-DACS1
 - 周波数分割方式主体、L-DACS2より高速伝送可能
 - 接続符号による高い誤り訂正能力
- L-DACS2
 - 時分割方式主体
 - 接続符号による高い誤り訂正能力



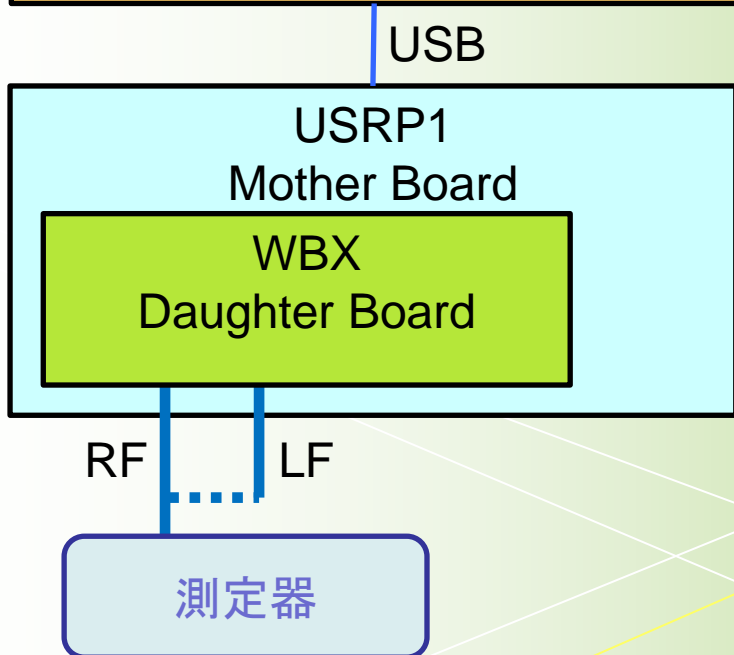
L-DACS主要諸元比較

名称	L-DACS1		L-DACS2
使用周波数帯	960—1164[MHz]	>	960—975[MHz]
複信方式	周波数分割	≠	時分割
アクセス方式	OFDMA	≠	TDMA
変調方式	(QPSK, 16QAM, 64QAM)+OFDM	≠	GMSK
チャンネル幅	498.05[kHz] x 2	>	200[kHz]
ビット伝送速度	833.33—2500.0[kbps]	>	270.83[kbps]
誤り訂正符号	リードソロモン符号 パंकチャド畳み込み符号	≠	リードソロモン符号 パंकチャド畳み込み符号

実装機器

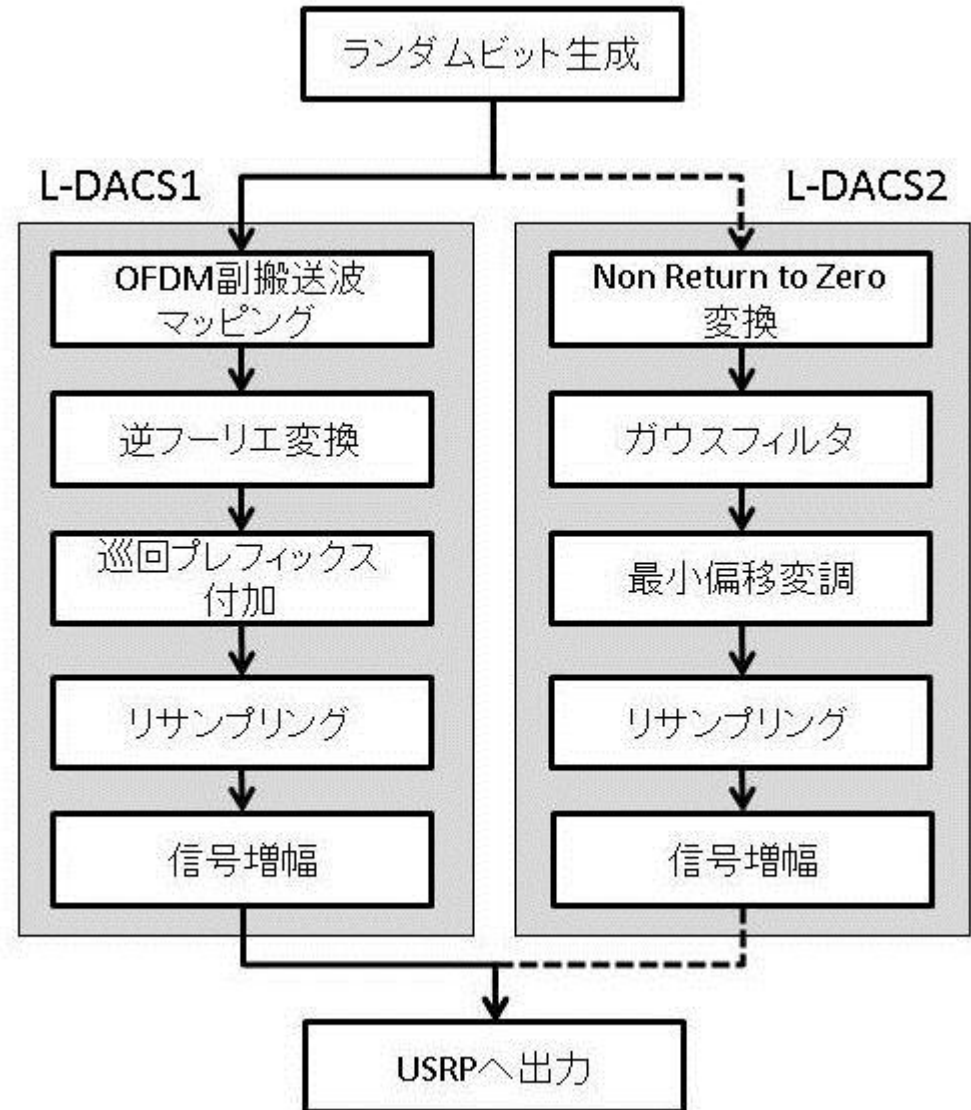


信号処理ライブラリ(C++)
と
ライブラリ呼び出しインターフェイス
(Python)



プログラム構成

1. 起動オプションにより L-DACS1/2を選択
2. PC内部でベースバンド複素信号を数值的に合成
3. 合成された複素信号をUSRPへ出力
4. USRPで周波数変換、D/A変換して、所定の周波数帯の信号を出力

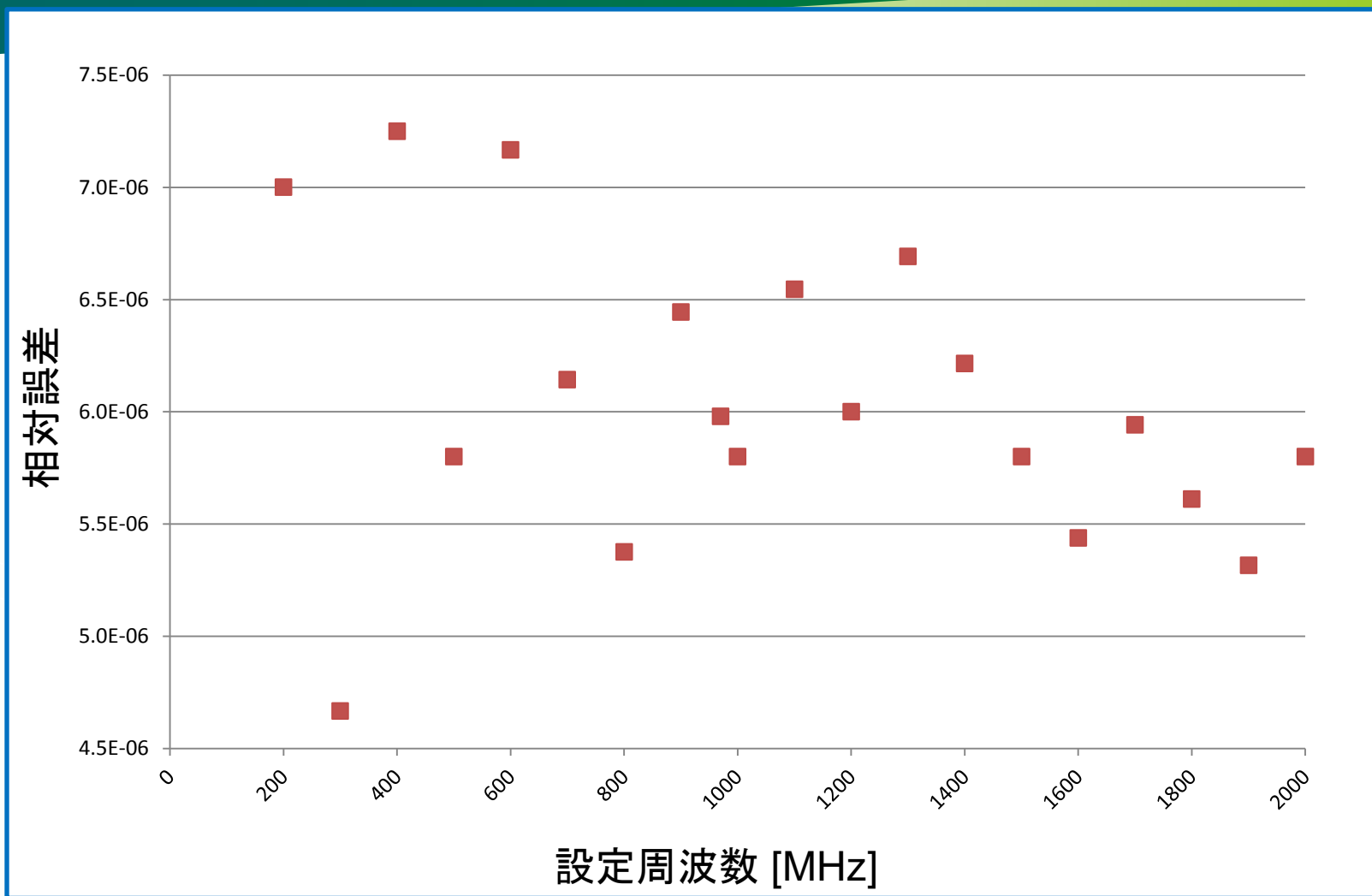


目次

- はじめに
- L-DACSと物理層実験システム
- 発生信号の評価
- まとめ



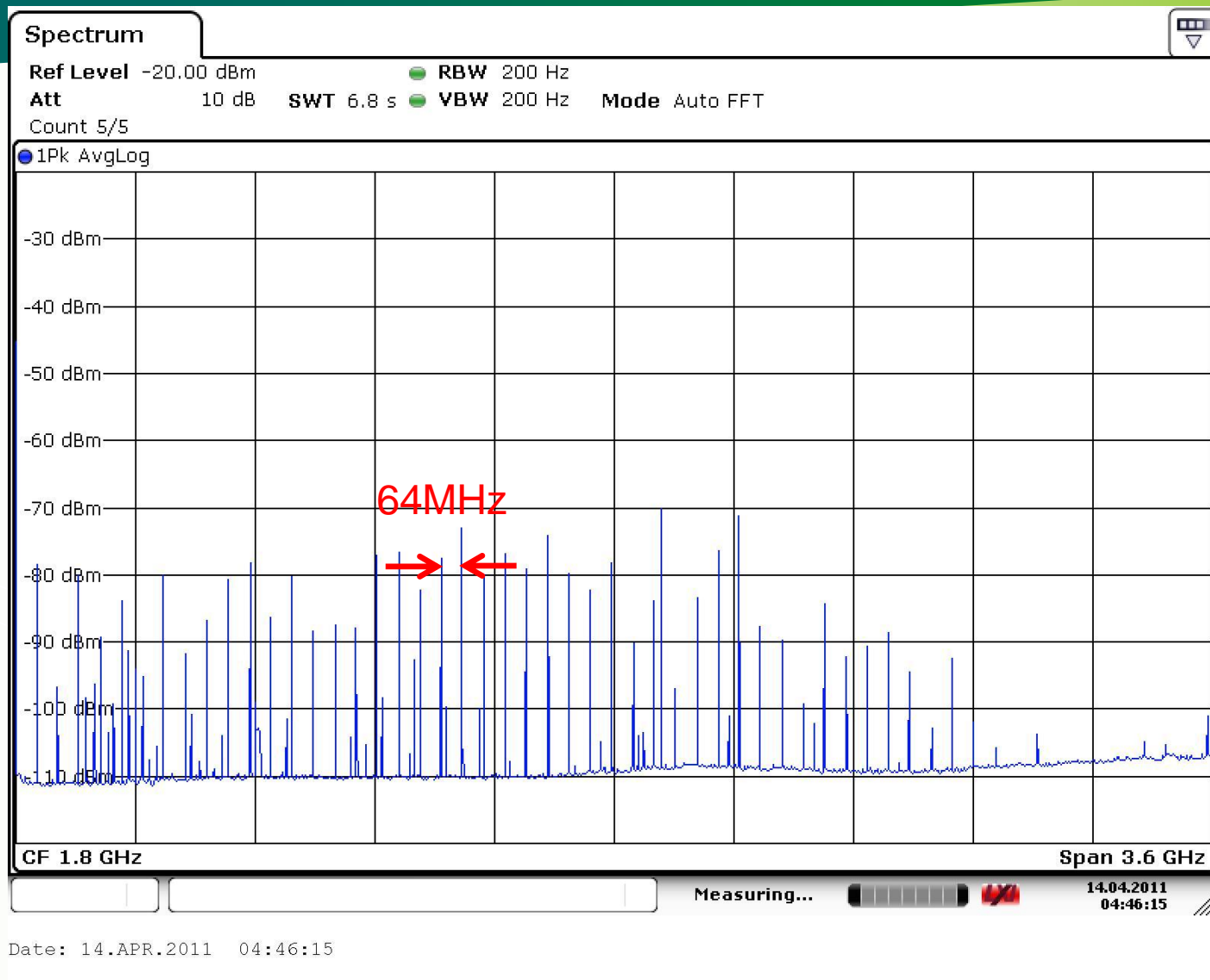
USRP/WBX基本特性



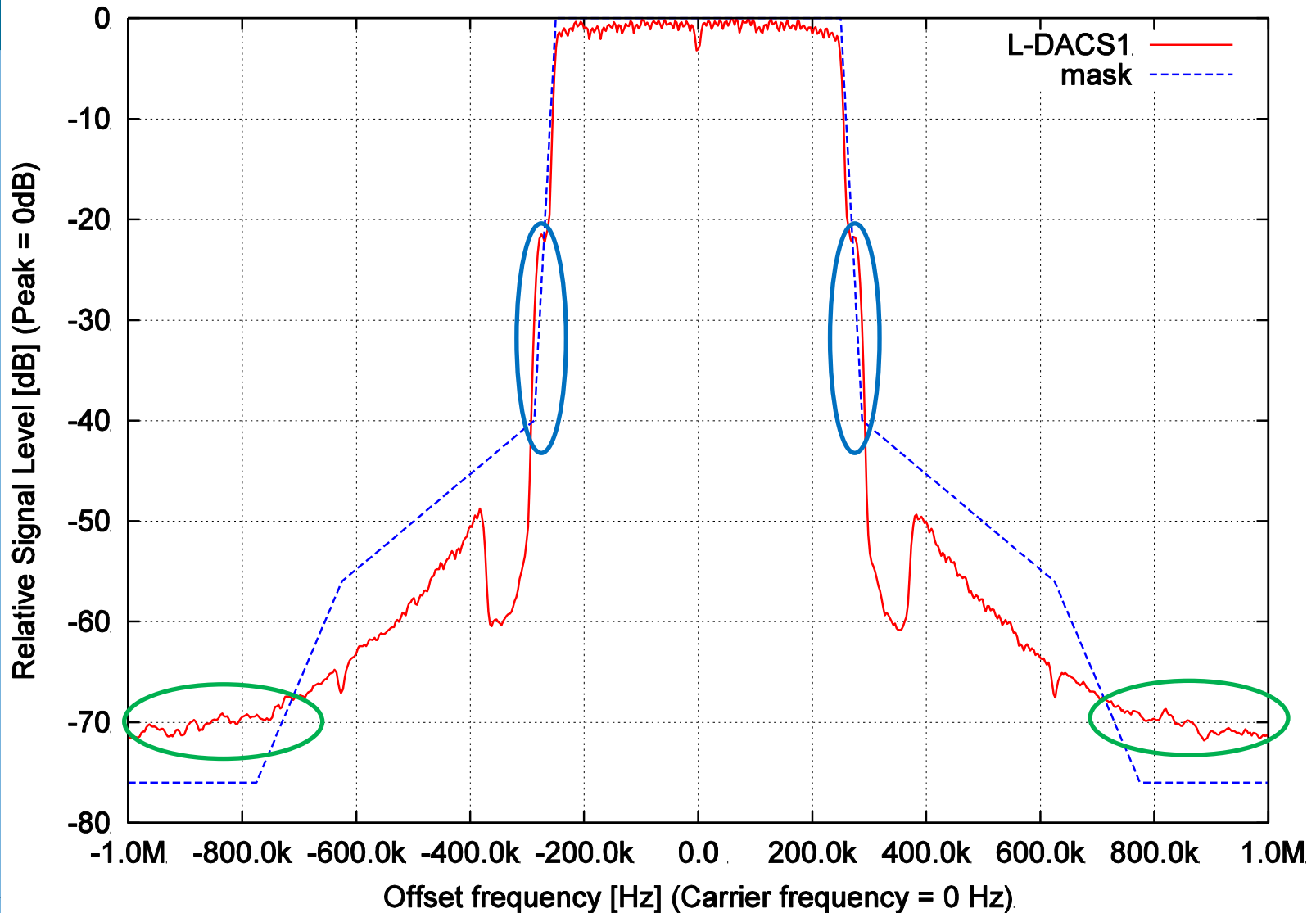
100 MHz~2 GHzの平均相対誤差: 5.8 ± 1.4 ppm

USRPの内部クロック偏差(公称最大20 ppm、室温時5ppm程度)

USRP/WBX基本特性

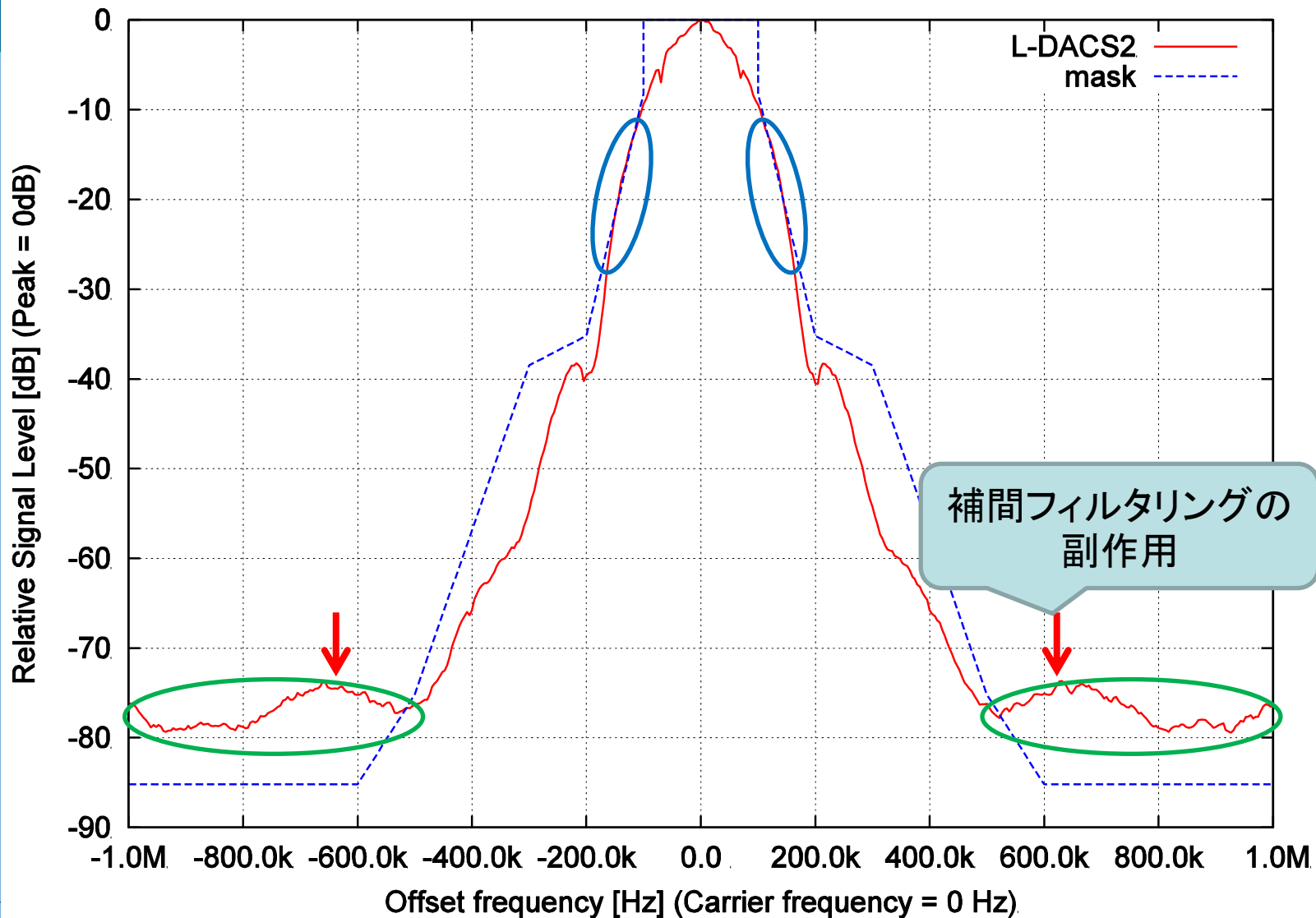


L-DACS1スペクトラム



L-DACS1スペクトラムと同スペクトラムマスク

L-DACS2スペクトラム



L-DACS2スペクトラムと同スペクトラムマスク

L-DACSのスプリアスとスペクトラムマスク

- スプリアス
 - 搬送波周波数の2倍 1.94 GHz付近に搬送波より約40 dB小さい高調波を確認
- スペクトラムマスク
 - 低信号レベルでのマスク逸脱
 - ノイズフロアレベル等のハードウェア上の制約
 - 搬送波近くでのマスク逸脱
 - ベースバンド信号自体はソフトウェア合成で理想的
 - 現L-DACSの規定は案の段階
 - 精密な信号発生器からの信号でも同様の現象を確認
 - 規定自体が他の無線システムと比べて厳しく定義



今後実現可能なマスクに改訂される可能性あり

対DME電波干渉

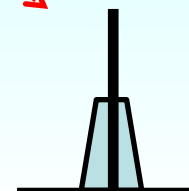


L-DACS
送信機

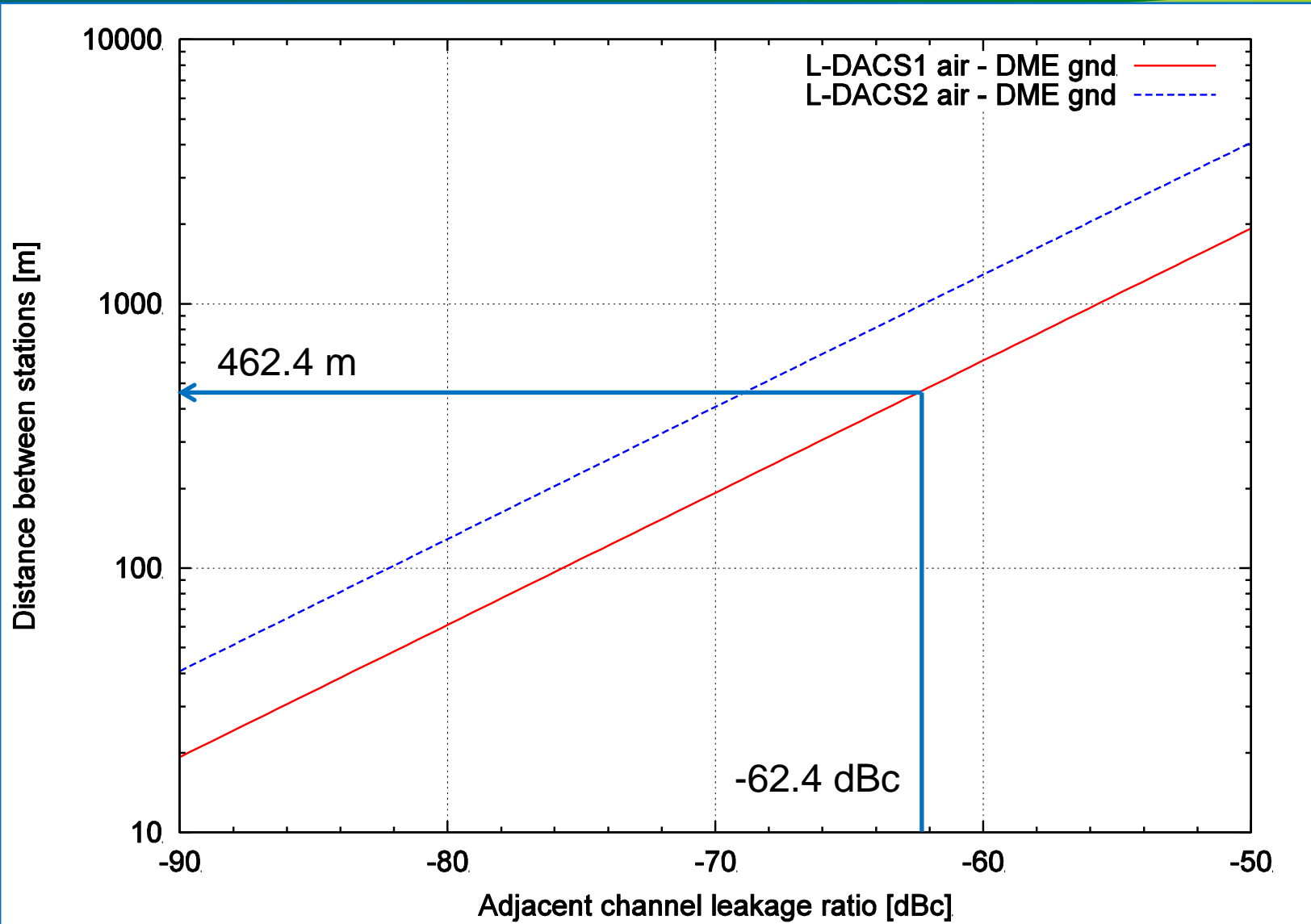
空間減衰は自由空間伝搬損失
を仮定する

DME干渉閾値-99 dBmにマージン6 dBmを
加味した-105 dBm以下ならば干渉によるDME運用
への影響はないとする

DME
トランスポンダ
(チャンネル幅1MHz)



対DME電波干渉



隣接チャネル漏洩電力比対局間距離(離隔距離)試算結果

目次

- はじめに
- L-DACS物理層実験システムの実装
- 発生信号の評価
- まとめ



まとめ

- L-DACS物理層実験システムの送信部分を実装した。
 - 安価なL-DACS評価用装置として利用できる。
- 設計等では以下の点に留意する必要がある。
 - 内部クロックの偏差による搬送波周波数のずれ
 - 内部クロック高調波成分の存在
 - サンプリングレート変換時フィルタリングによるサイドローブの出現
 - RF信号での搬送波成分の出現
- L-DACSの運用予定バンドは他の航空無線システムと重なっている。今後は、本実験システムの誤り訂正機能や受信部分を作成し、電波干渉やドップラ環境下でのL-DACS通信性能等について検証していく予定である。



ご清聴

ありがとうございました