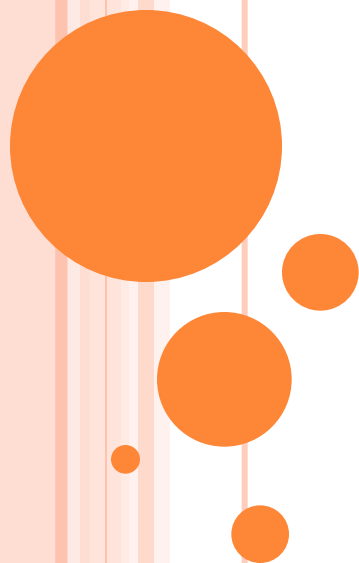


C3-3

# デジタルデバイド解消のための放送・通信 融合サービス提供技術の研究開発

安川 交二  
大阪工業大学

yasukawa@elc.oit.ac.jp



# はじめに

**期間：平成21～22年度**

**SCOPE：地域ICT振興型研究開発**

**研究機関：大阪工業大学、大阪大学、ATR  
（後にNICT）および近鉄ケーブル  
ネットワーク（株）による共同研究**



# デジタルデバイド問題解消に向けて

ICT技術基盤の整備が進んでいる地域と遅れている地域の間での情報格差

整備の遅れている地域＝人口少＝採算に難あり

## 総務省の資料では

地理的に不利な条件におかれているような地域や、人口減少が進み人材不足に悩む地域においても、ICTを活用することによって、地域経済の活性化がもたらされる事例は、枚挙にいとまがない。このような意味で、すべての地域がその独自性を発揮するための機会を開くものとして、**地域間のデジタル・ディバイドを解消する意義は大きい。**



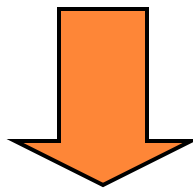
# CATVとRoFの活用

## CATVの特徴

- ・地域型サービス
- ・有線放送
- ・ファイバ網(HFC)を保有
- ・比較的過疎地にも敷設

## RoFの特徴

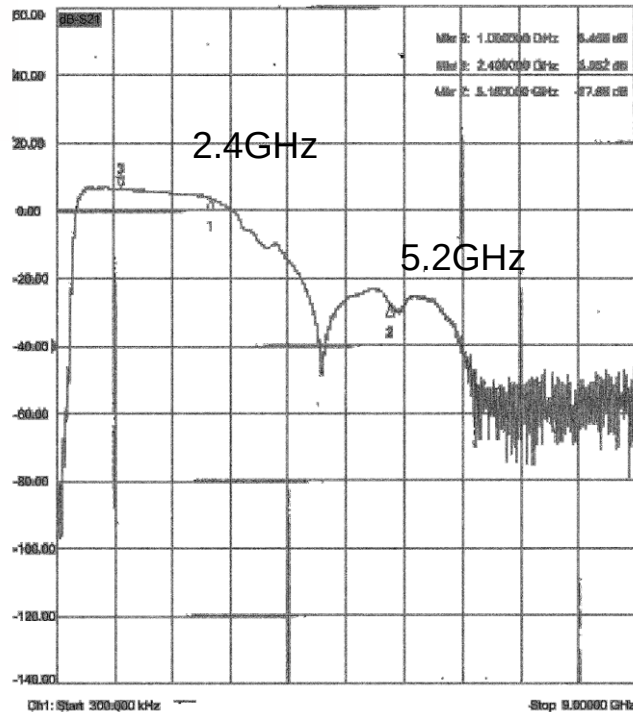
- ・電波不感地で利用
- ・柔軟性が高い
- ・通信事業者単位で導入
- ・無線の再放射



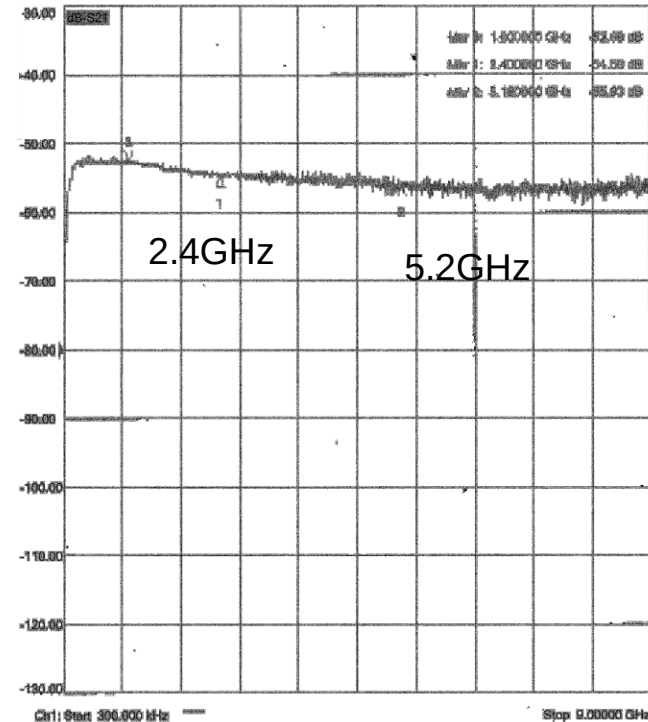
CATVのファイバ網を活用して、RoFにより放送・通信の信号を一括処理できれば、迅速かつ経済的にデジタルデバイドの解消につながる可能性がある。



# RoFによる放送通信一括伝送



直接変調のRoF帯域

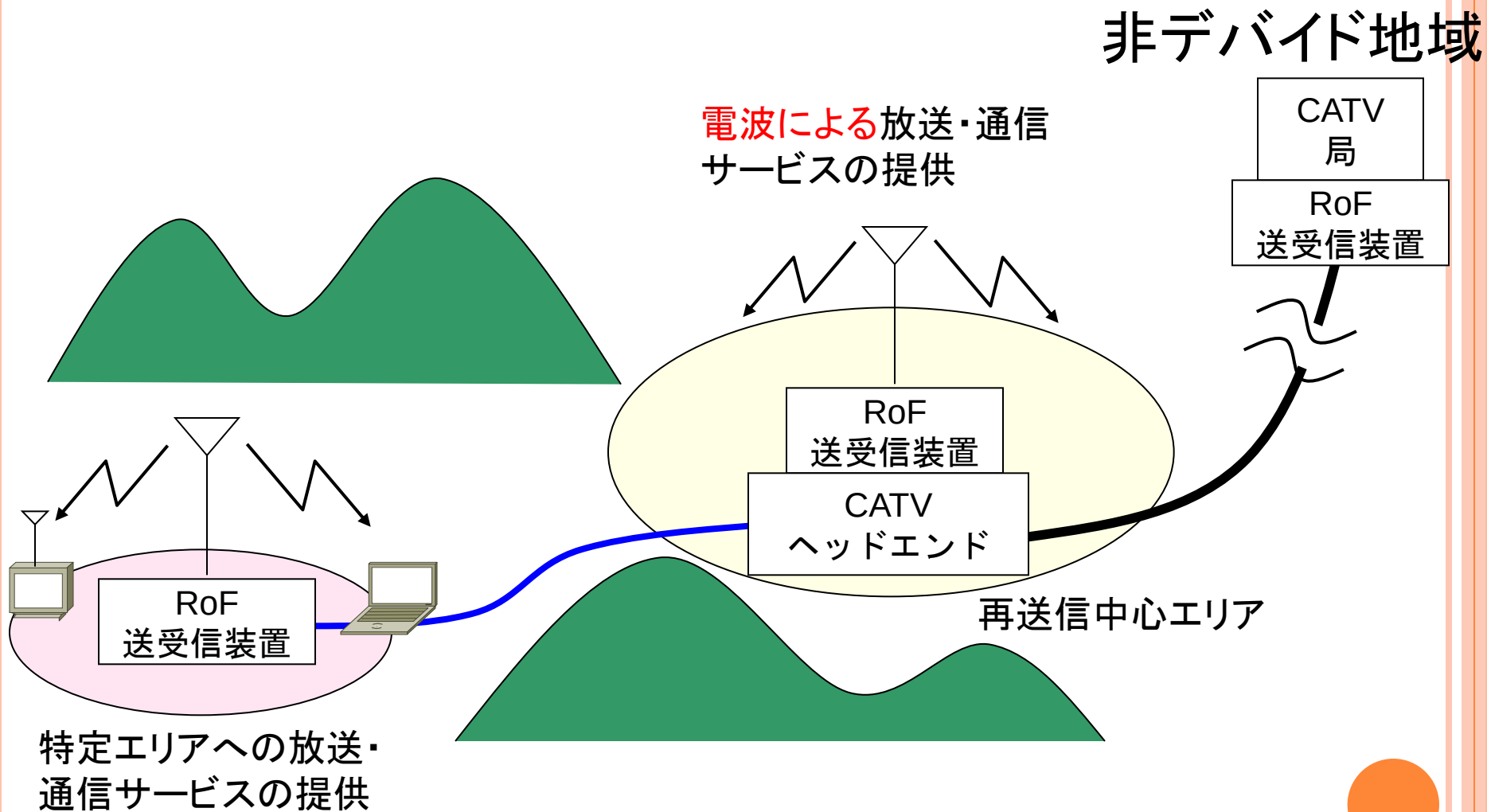


外部変調のRoF帯域

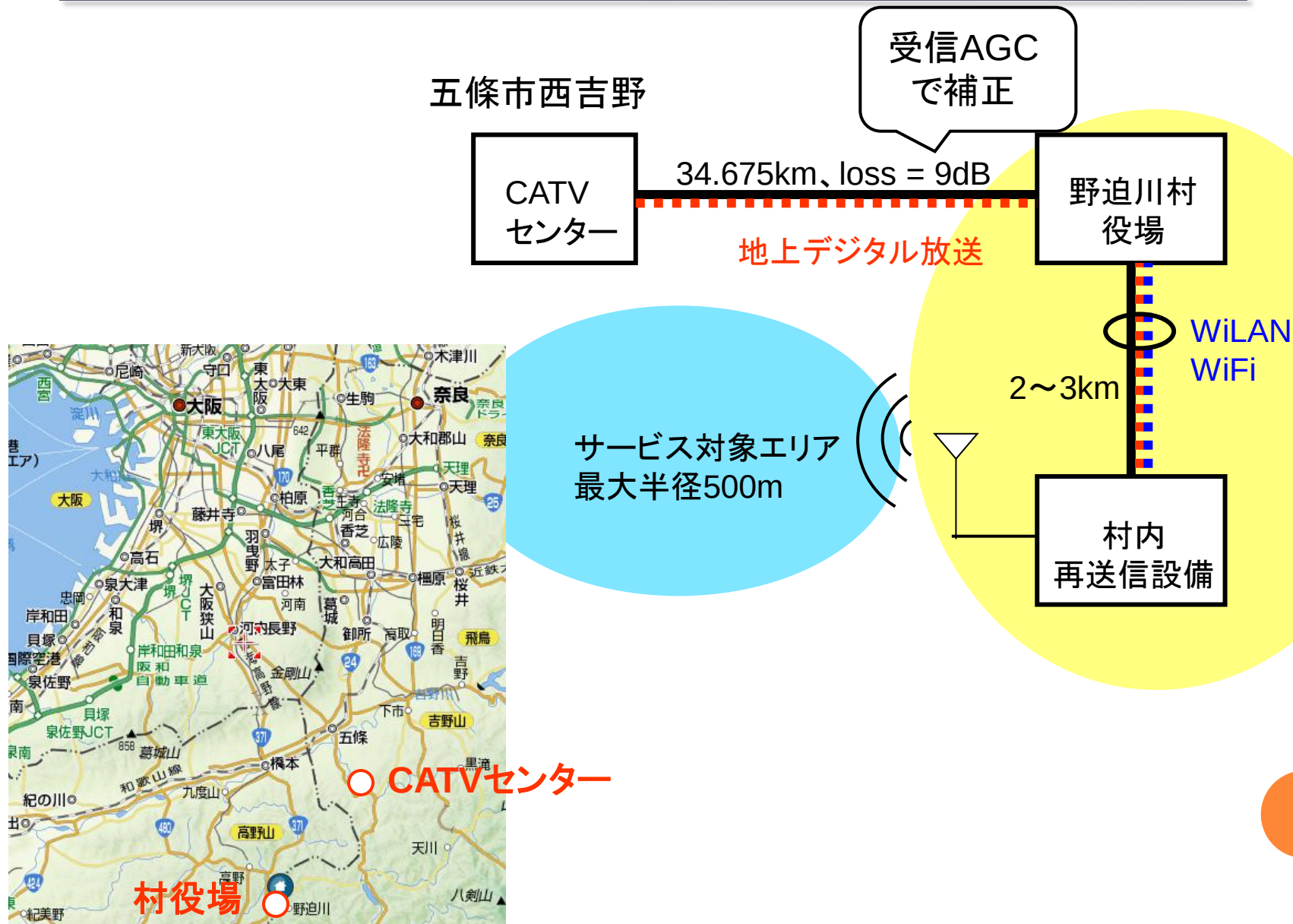
RoFの広帯域性は放送通信一括伝送に活用できる。  
5GHzを超える変調帯域は外部変調で確保。



# デバイド地域への導入



# CATVネットワークを活用した実験概要



# 対象とした無線信号

|               | 中心周波数                                                          | 帯域幅    | 送信電力                               |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------|
| <b>ISDB-T</b> | 473.142857～<br>581.142857MHz<br>( <b>13～17, 29,<br/>31ch</b> ) | 5.8MHz | 10mW/ch                            |
| <b>WLAN</b>   | 2412～2472MHz                                                   | 22MHz  | 8mW/ch                             |
| <b>WiMAX</b>  | 2587MHz                                                        | 9.9MHz | 5W*2<br>(村役場)<br>200mW<br>(RoF延長後) |

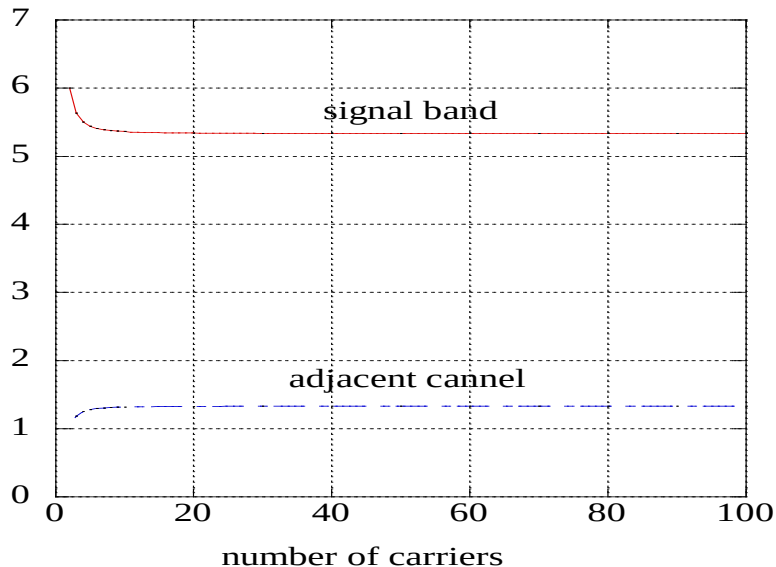
テレビ局各局、UQコミュニケーションズおよびウィルコムとの調整済み





# 非線形歪みの見積もり

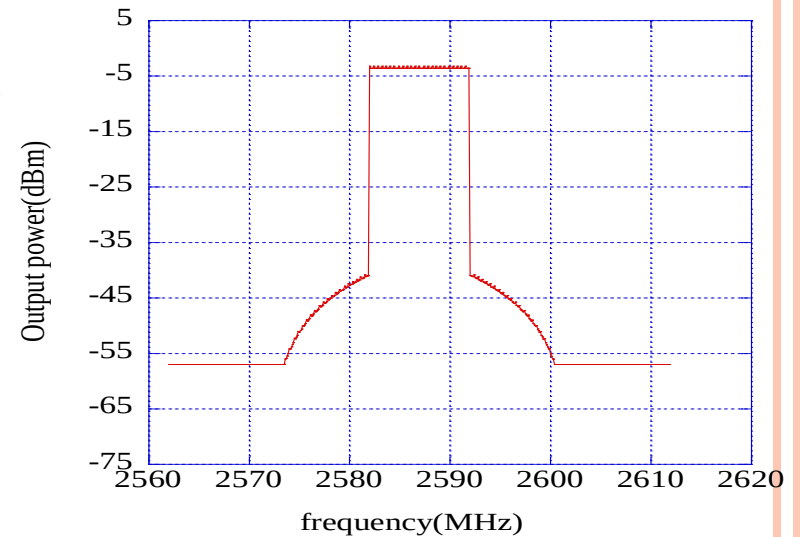
2トーン試験による歪み量に対する割合



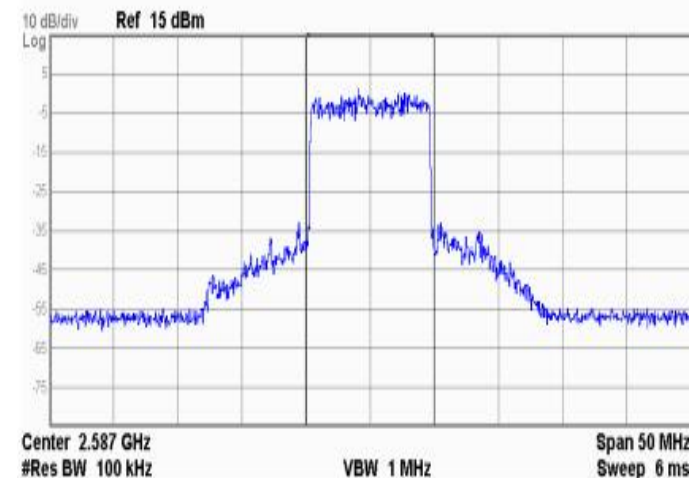
## OFDMキャリア数に対する非線形歪み量の変化

キャリア数の増加に対して、ある一定量で歪み量が安定する。

(APMP2010)

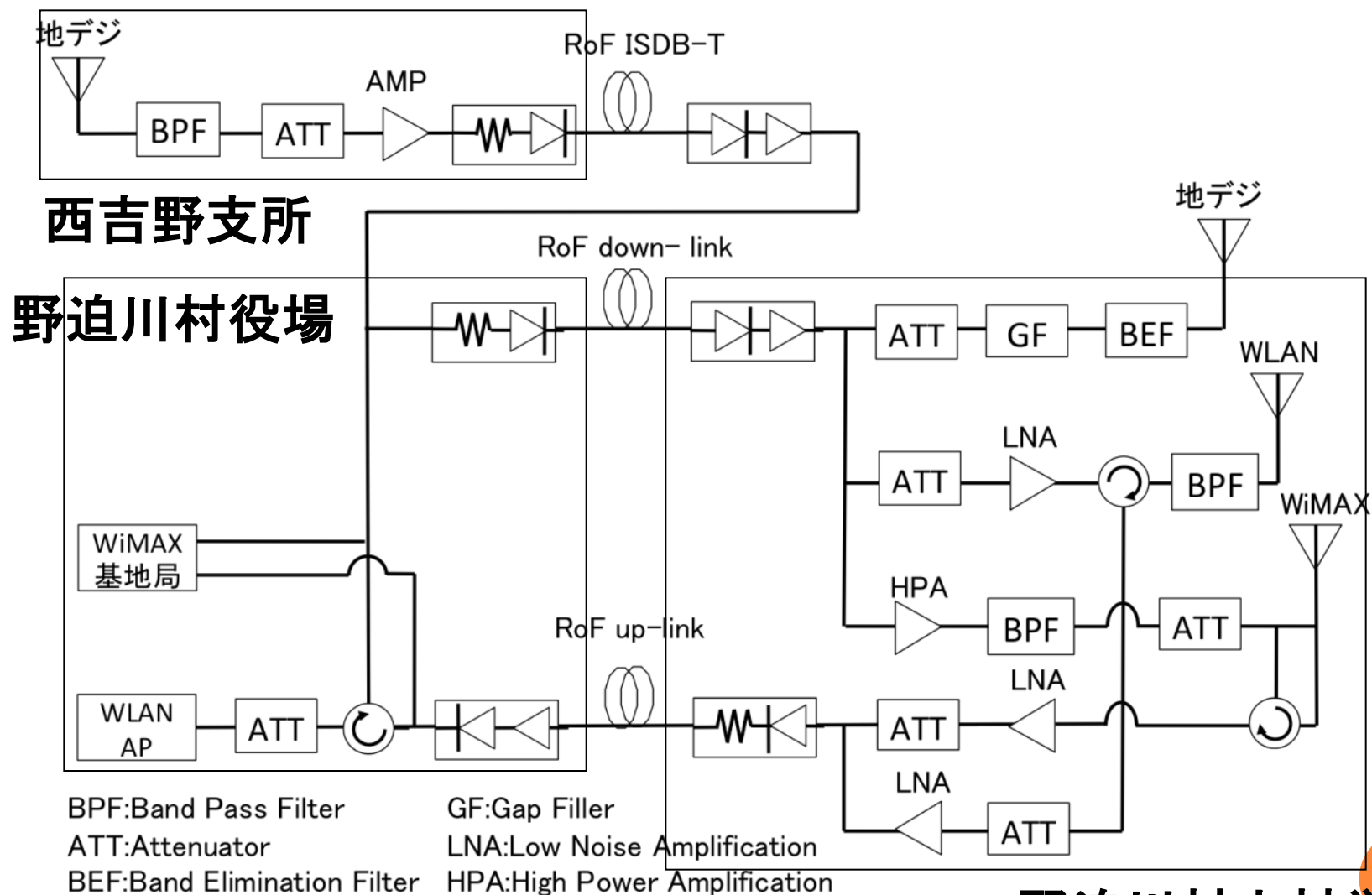


## 計算機シミュレーション結果



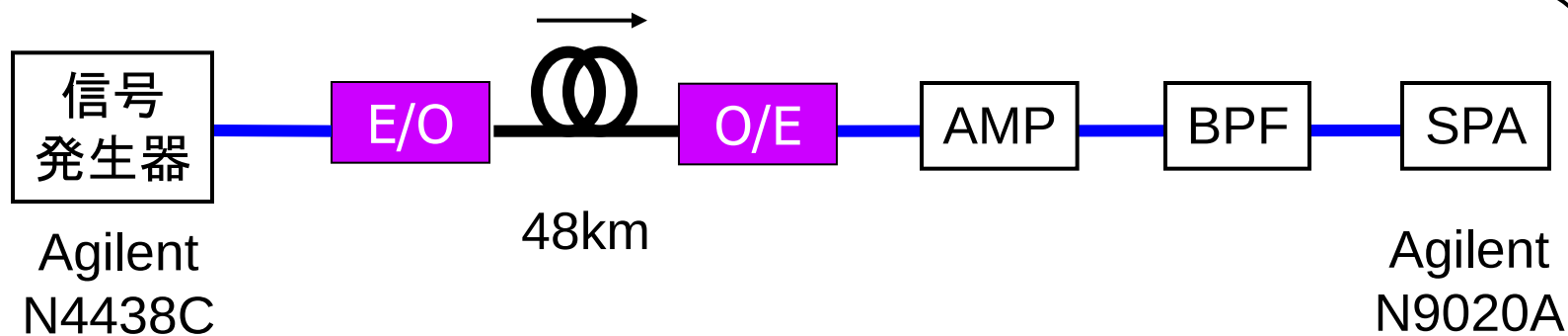
測定結果(WiMAX)

# 実験全体のブロック図

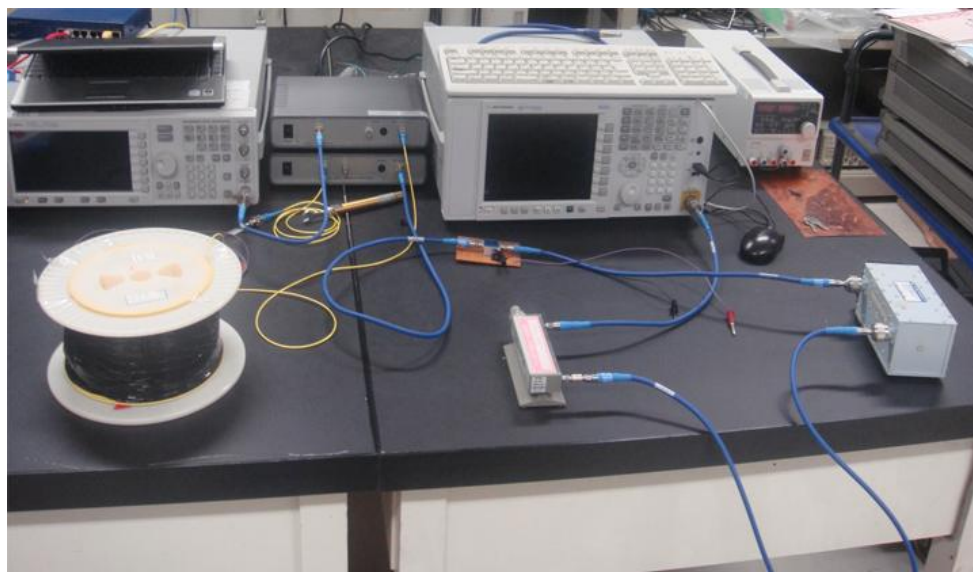


野迫川村内村営住宅

# 無線・放送信号のRoF伝送実験(1)



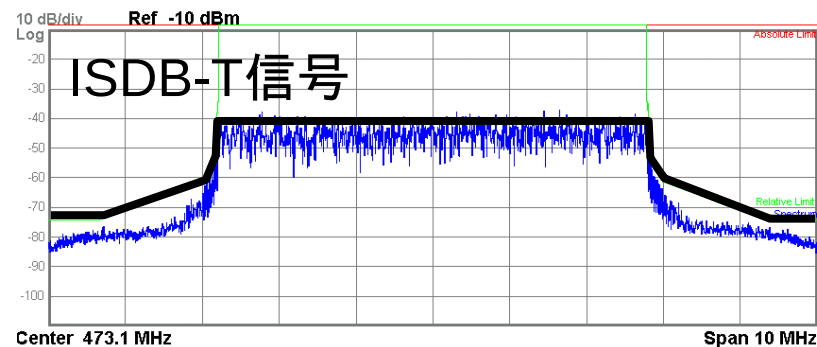
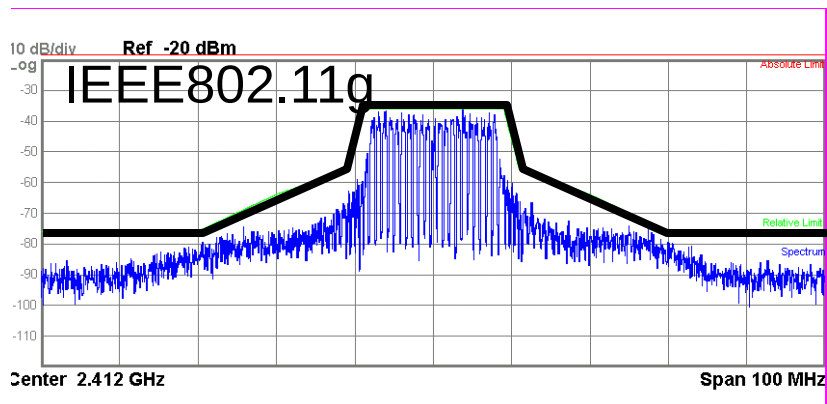
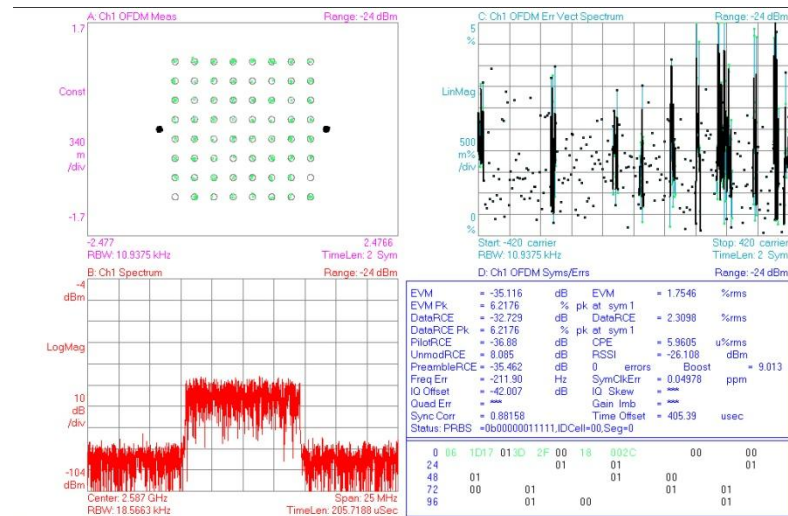
基本構成



# 無線・放送信号のRoF伝送実験(2)

48kmRoF伝送後の  
スペクトラム  
ISDB-Tは30dBマスク

WiMAX

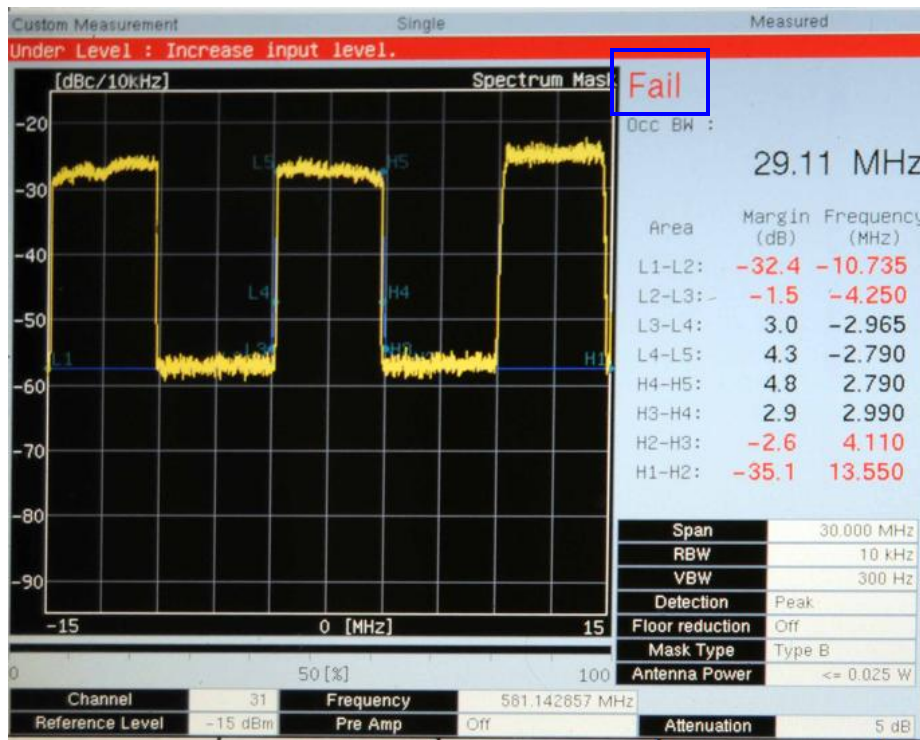


信号発生器からの信号では、良好な測定結果となる



# CATVネットワークを用いた伝送実験(1)

## CATVモニタ出力

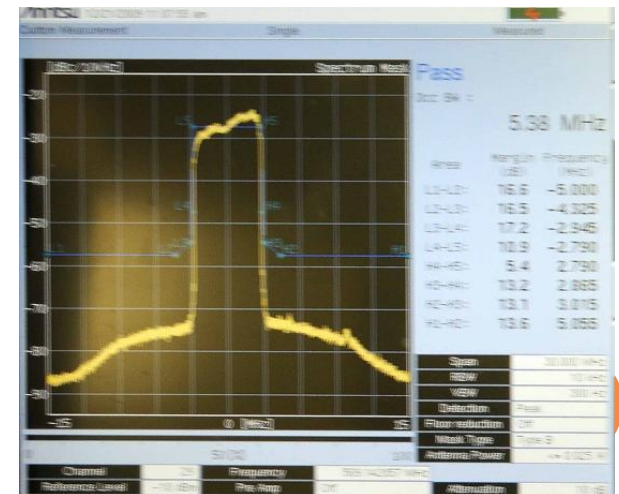


## 30dBマスクのテスト結果

CATV回線は本来、無線での  
配信を考慮して設計されていない。

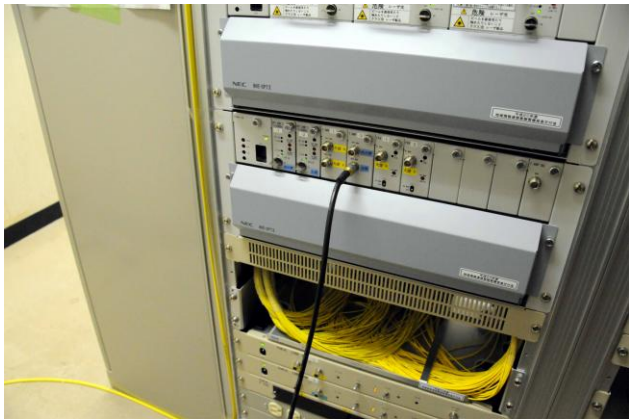
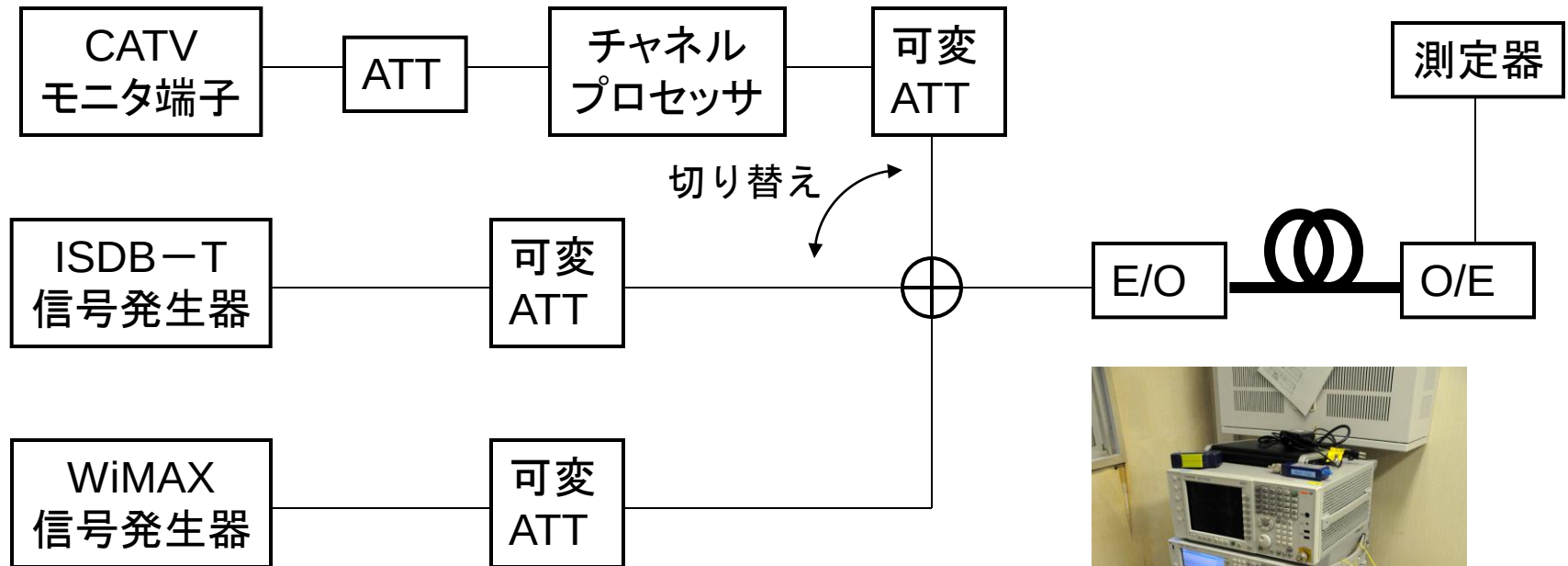
(受信CN比は満足しているため  
有線での視聴は可能)

チャネルプロセッサ後→



# CATVネットワークを用いた伝送実験(2)

## 実験ブロック



送信側設備



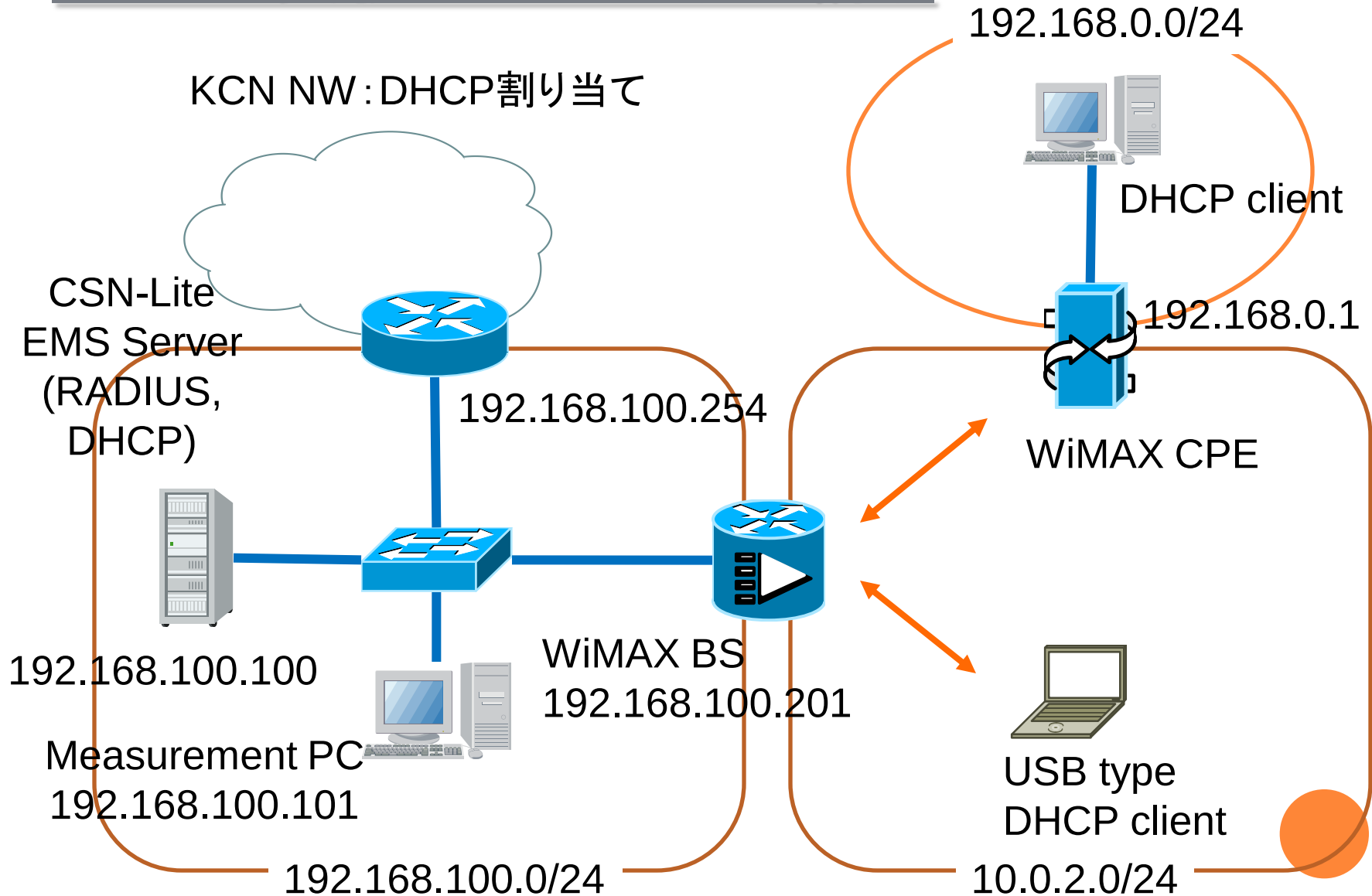


# 実験の様子



# WiMAX実験ネットワークの構成

KCN NW: DHCP割り当て





# 実験装置の概観

## Remote base station



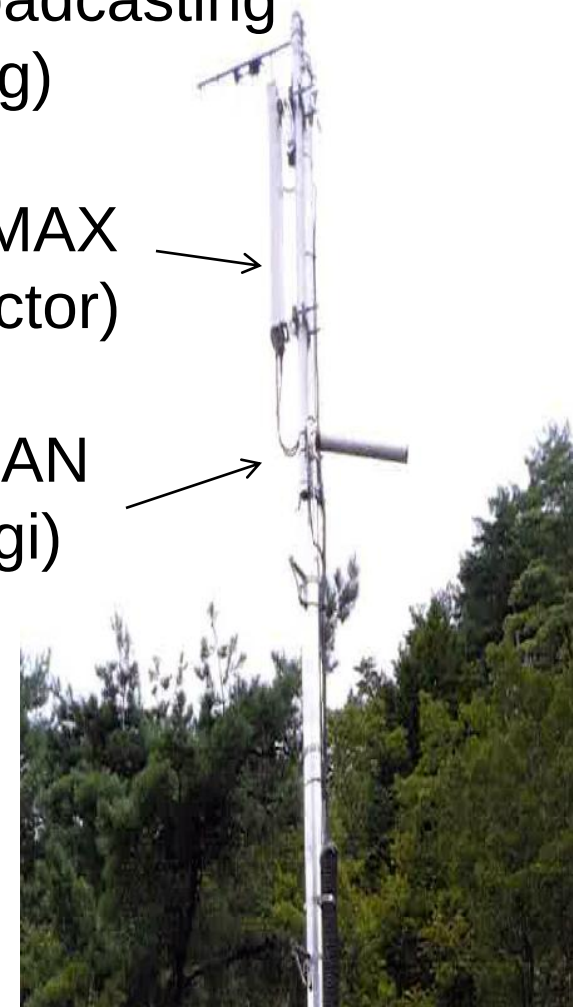
Uplink and downlink

Indoor equipments

Broadcasting  
(ring)

WiMAX  
(sector)

WLAN  
(yagi)



Antennas

# ISDB-T信号の実測値

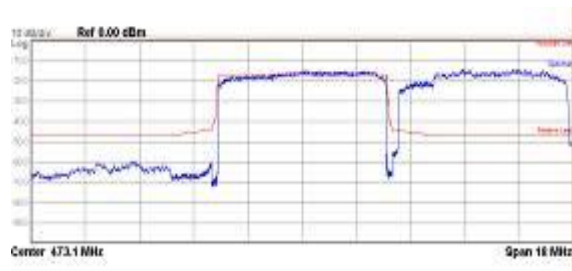
地上デジタル放送、WLAN、WiMAX同時伝送時

|      | 送信周波数          | 帯域幅     | 空中線電力   |
|------|----------------|---------|---------|
| 13ch | 473.1428815MHz | 5.44MHz | 9.120mW |
| 14ch | 479.1428807MHz | 5.41MHz | 8.511mW |
| 15ch | 485.1428813MHz | 5.40MHz | 9.772mW |
| 16ch | 491.1428818MHz | 5.43MHz | 8.511mW |
| 17ch | 497.1428821MHz | 5.37MHz | 9.120mW |
| 29ch | 569.1428862MHz | 5.32MHz | 8.913mW |
| 31ch | 581.1428861MHz | 4.86MHz | 9.120mW |

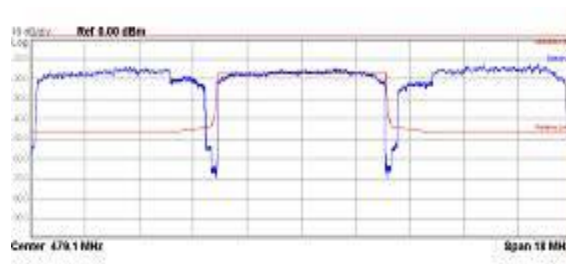
同時伝送を行った他の無線信号による  
影響は特に表れていない  
(測定ケーブルの差による電力の差異)



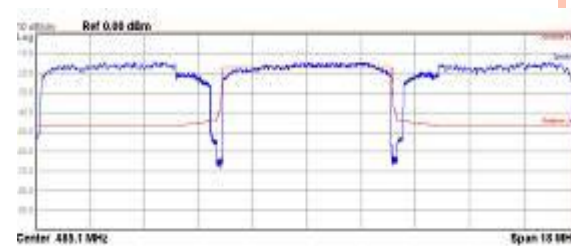
# ISDB-Tのスペクトラム(送信機出力)



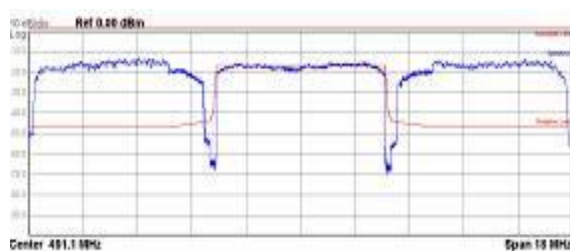
13チャンネル



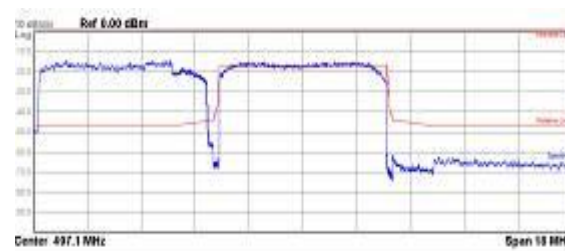
14チャンネル



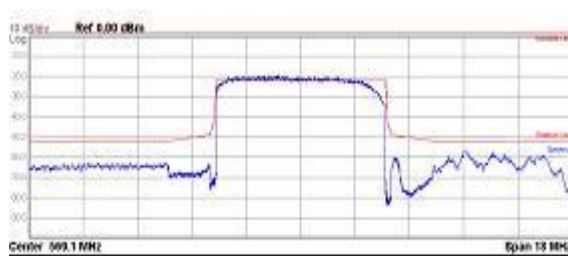
15チャンネル



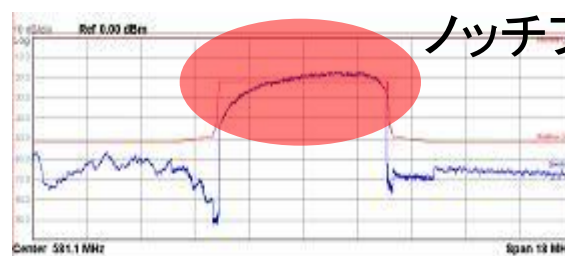
16チャンネル



17チャンネル



29チャンネル

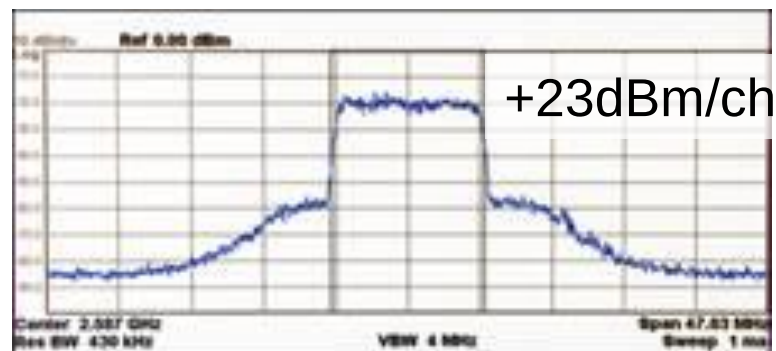


31チャンネル

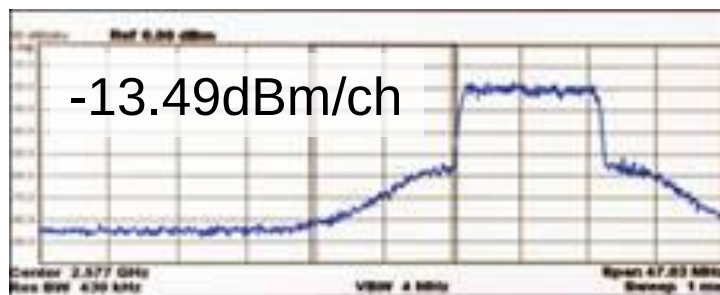
ノッチフィルタの影響



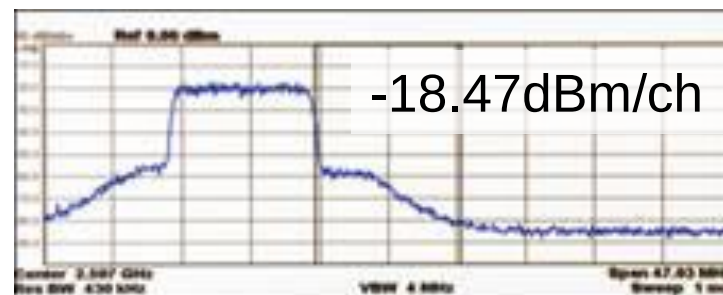
# WiMAXのスペクトラム(送信機出力)



WiMAX信号スペクトラム



下側隣接チャネルスペクトラム



上側隣接チャネルスペクトラム

# WiMAXの送信特性実測値

地域WiMAXの送信信号測定結果、SCM伝送時

|            | 送信周波数          | 帯域幅     | 空中線電力  |
|------------|----------------|---------|--------|
| 基地局M       | 2587.000020MHz | 9.16MHz | 4.480W |
| 基地局D       | 2587.000022MHz | 9.14MHz | 4.830W |
| RoF<br>伝送後 | 2587.000023MHz | 9.16MHz | 0.181W |

SCM伝送による影響はなし



# WLANの送信特性実測値

無線LANの送信信号測定結果、SCM伝送時

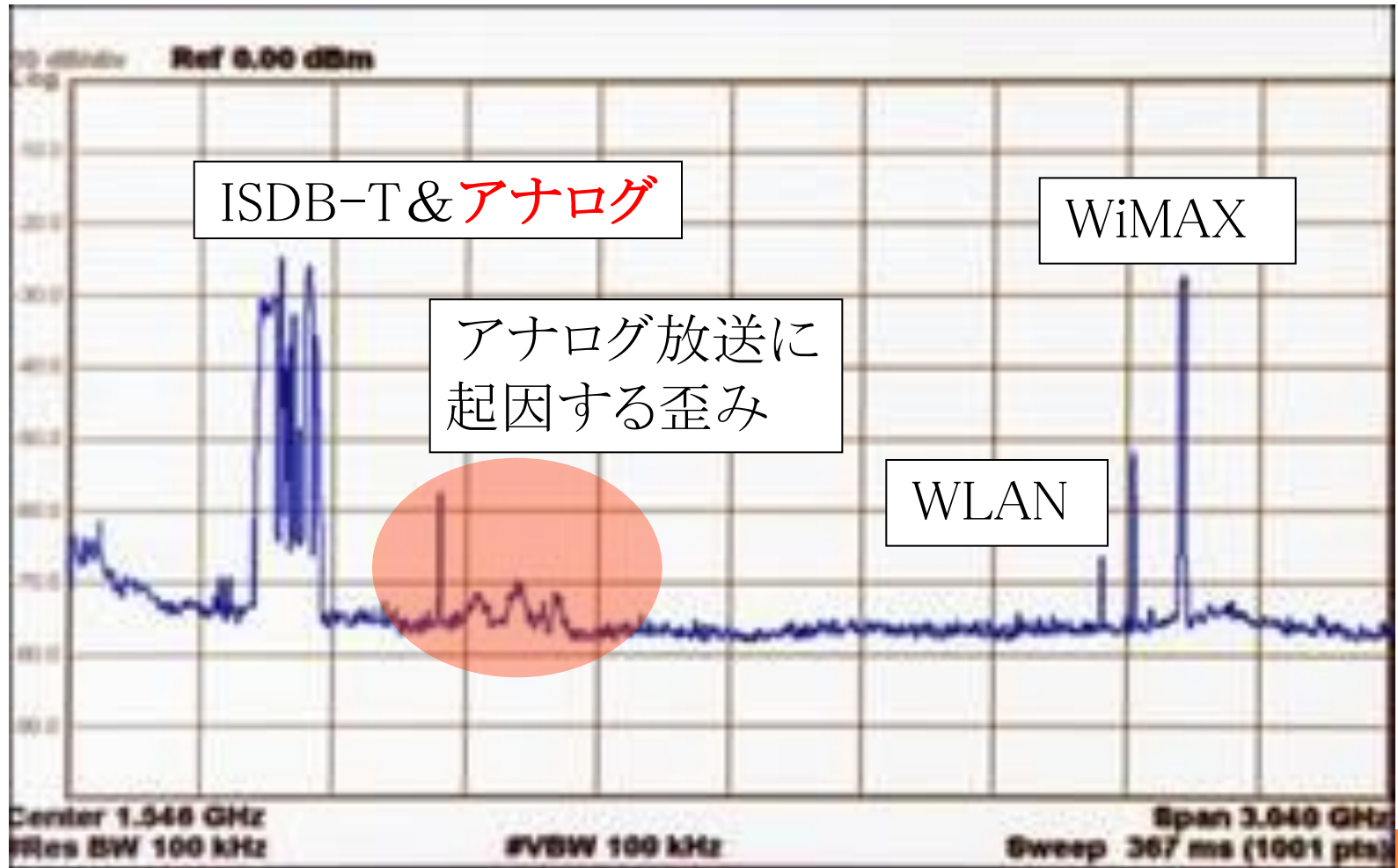
|      | 指定周波数   | 帯域幅      | 空中線電力    |
|------|---------|----------|----------|
| 1ch  | 2412MHz | 15.60MHz | 4.634mW  |
| 7ch  | 2442MHz | 17.68MHz | 4.688mW  |
| 13ch | 2472MHz | 17.24MHz | 10.814mW |

測定は、1、7、13チャンネルで実施





# SCM伝送時における歪みの影響





# フィールド試験結果

11月25日付 実験試験局免許取得

近実第2788号@WiMAX-BS

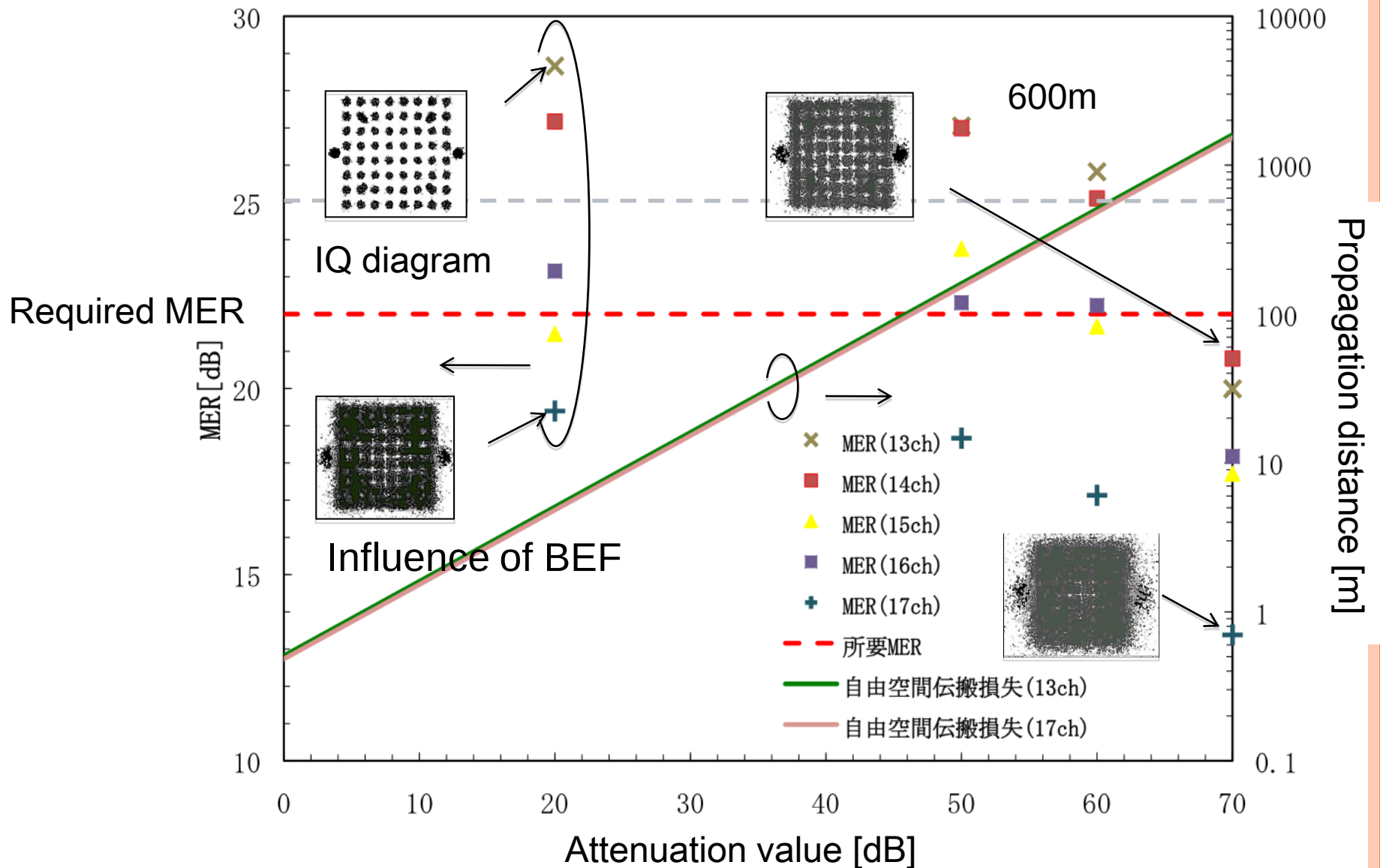
近実第2789～2795号@WiMAX-MT

近実第2796号@無線LAN

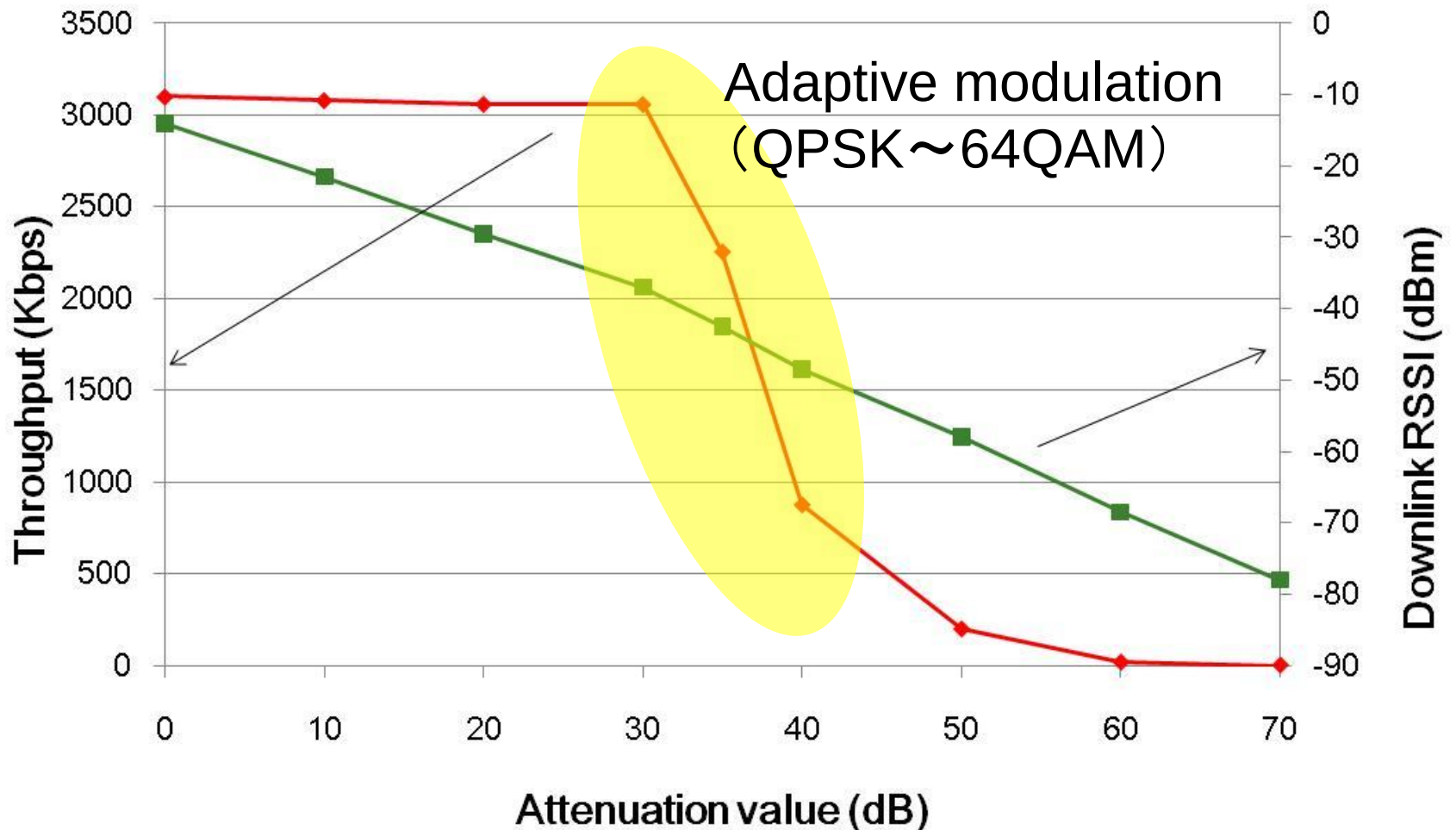
近実第2797号@地上デジタル放送



# 伝搬ロスを想定した伝送試験 (ISDB-T)

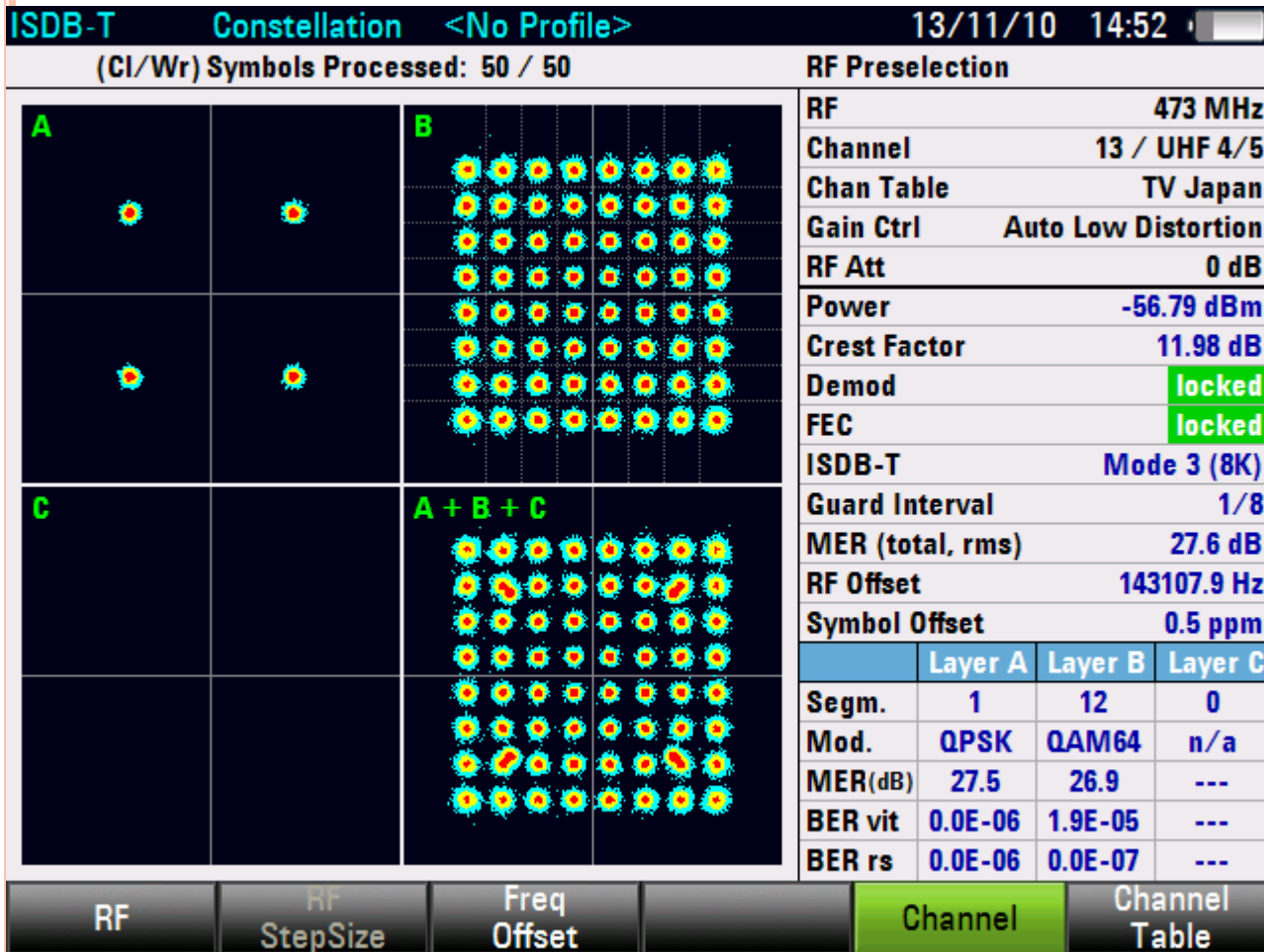


# 伝搬ロスを想定した伝送試験(WiMAX)



TCP upstream speed after 2km RoF transmission w/o amplifier.  
Maximum data rate is achieved received RSSI > -40dBm

# フィールド試験結果 (ISDB-T)



13チャンネル  
空間放射後  
伝搬距離50m  
モノポール  
アンテナで受信

電力-56.79dBm

MER

27.5dB@QPSK

26.9dB@64QAM

# 調整用電波を用いた基礎測定



送信アンテナは  
標高850m地点

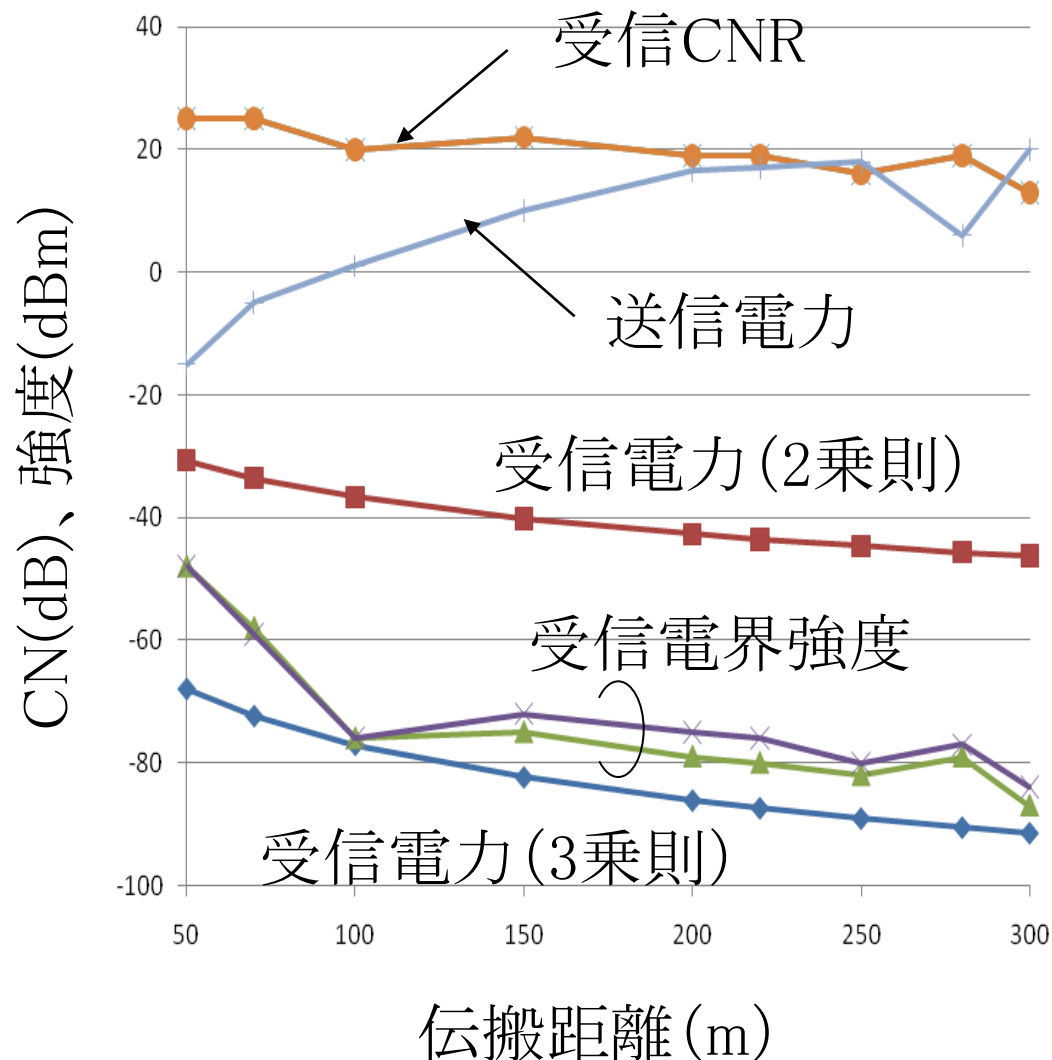
空中線電力5W

給電線損失10dB

送信アンテナ  
利得17dBi



# 方角Aに対する伝搬特性



送信点から300m地点でも  
通信状態を維持。

通信には、役場壁面による  
反射波を利用。

高低差はほぼなし。





# まとめ

(1) CATVネットワークは、都市部山間部問わず広く敷設された光ネットワーク網であり、RoF技術を適用することで、放送信号に通信信号を重畳して伝送することが可能である。

(2) デジタルデバイドや都市部の電波不感地帯に対して低コストで迅速な電波の配信が可能。

(3) 多重伝送時、マルチキャリア伝送時の非線形歪みの抑圧が重要であり、本来無線による再配信を考慮していないCATV網での放送波の再放射を行うためにはフィルタやチャネルプロセッサ等が必要。





# 謝辞



本研究開発は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）の委託研究によるものである



実験に協力いただいた、奈良県吉野郡野迫川村の関係者各位に感謝します。



機材の貸し出しを含め、実験に協力いただいた（株）ブロードネットマックスの関係各位に感謝します。

