

# ミリ波(60GHzなど)無線通信の動向と 今後の展望について

シャープ株式会社

# Agenda

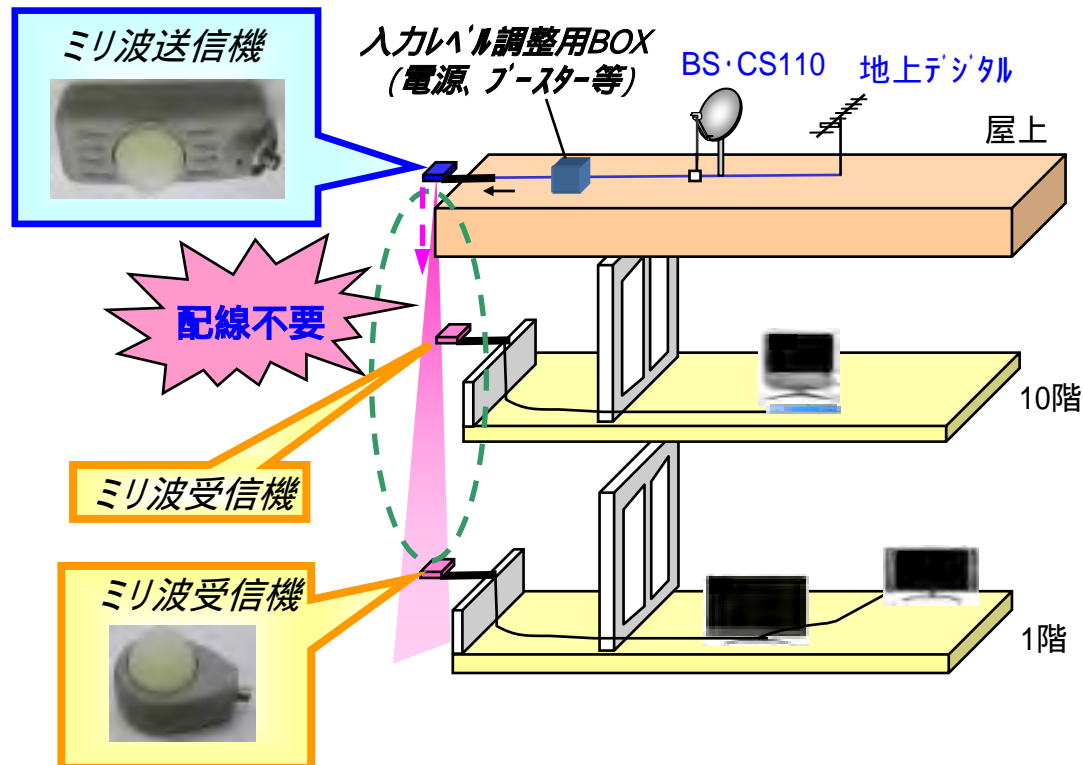
1. ミリ波映像伝送アプリケーション
  - (a) 屋外・屋内用途(低コスト・小型化)
  - (b) 基本回路構成のまとめ
  
2. システム及び伝送路検討
  - (a) 屋内伝送について
    - ・Wireless HD方式
    - ・反射伝送方式
  
  - (b) 屋外伝送について
    - ・屋外伝送 縦系伝送
    - ・屋外伝送 横系伝送
  
3. まとめ

1. ・ミリ波映像伝送アプリケーション
  - (a) 屋外・屋内用途 (低コスト・小型化)

# ミリ波による放送信号の伝送（屋外）

## 集合住宅でのデジタル放送波の伝送

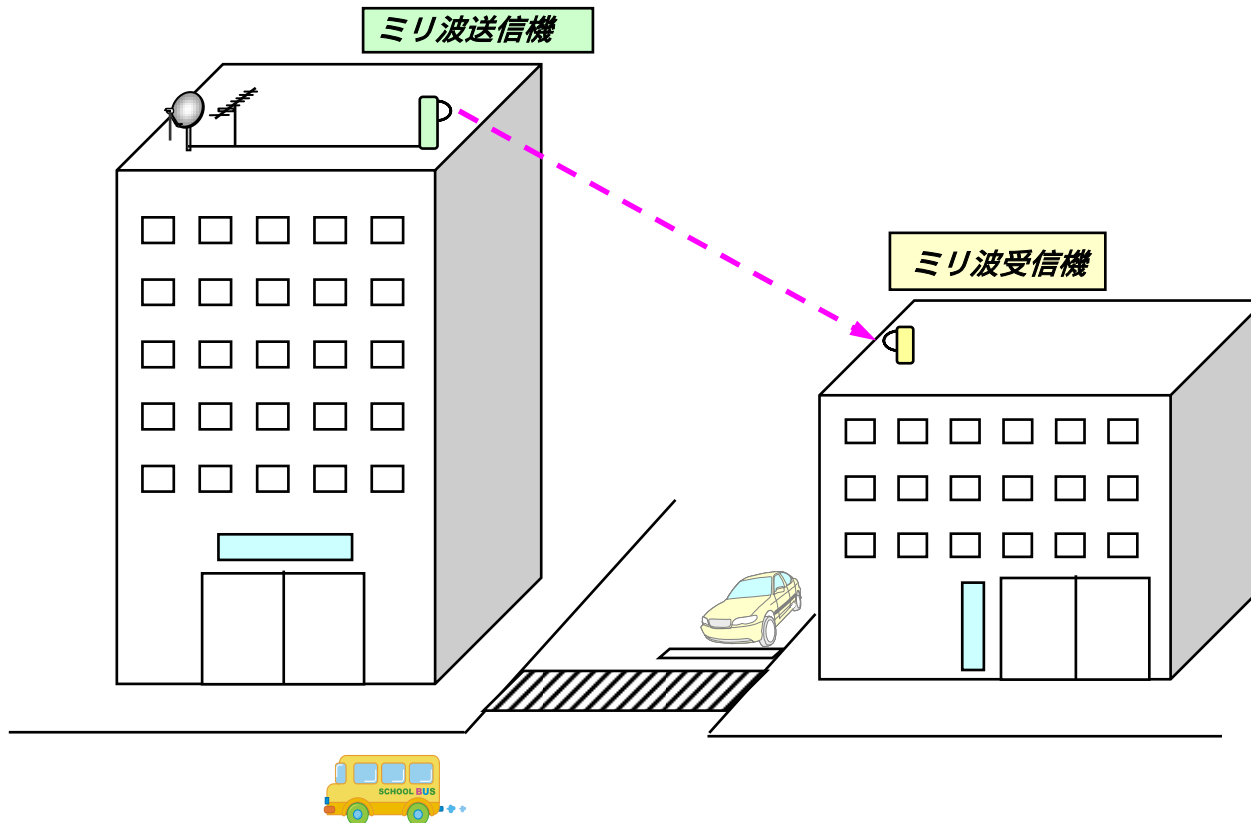
- ・ 既設集合住宅の共同受信設備を大規模な配管・配線工事することなく、安価/容易にデジタル放送対応に改修できます。
- ・ BS・CSデジタル放送までの多チャンネル伝送に対応できます。
- ・ アンテナ一体構成の小型送受信機のため、目立たず、ベランダのスペースを占有しません。



# ミリ波による放送信号の伝送（屋外）

## ビル間伝送

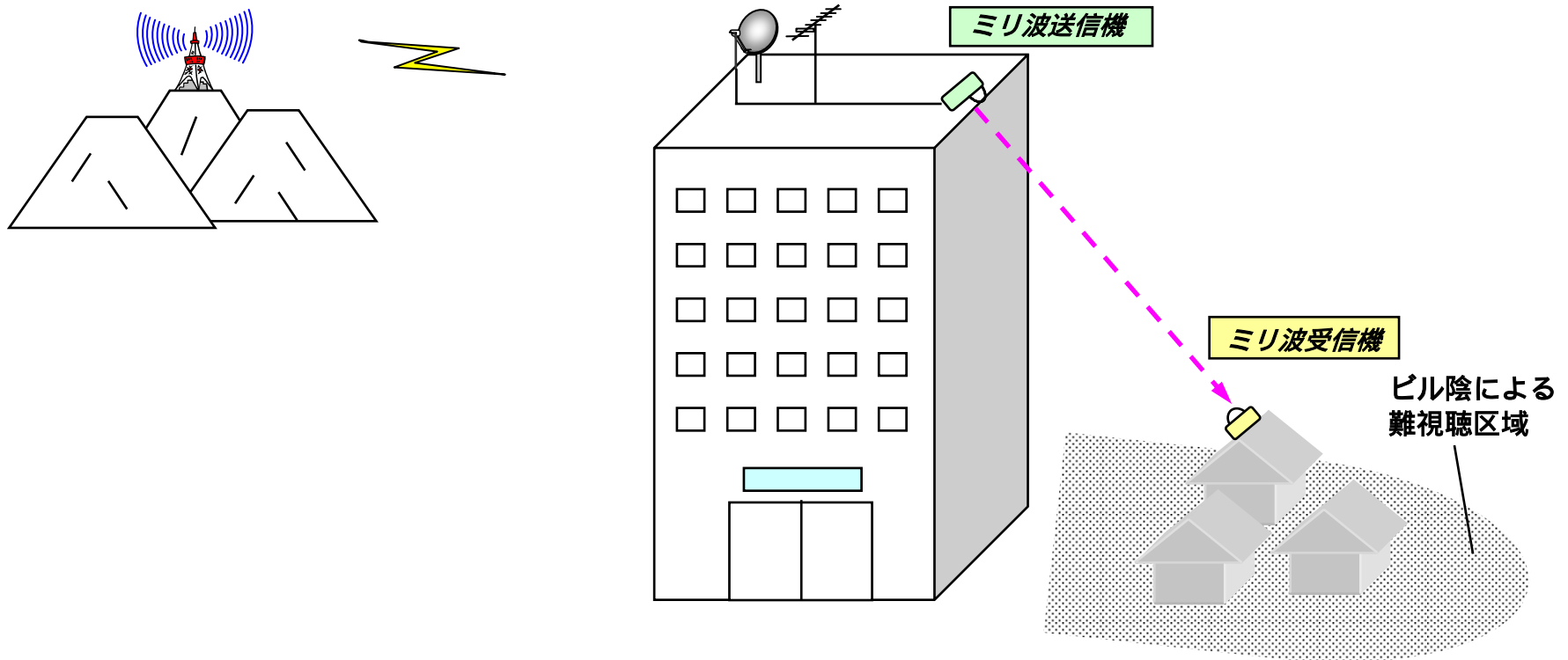
- ・新たに受信用アンテナを設置することなく、放送信号を受信することができます。
- ・長距離のケーブルを引き回す必要がありません。



# ミリ波による放送信号の伝送（屋外）

## 難視聴地域対策

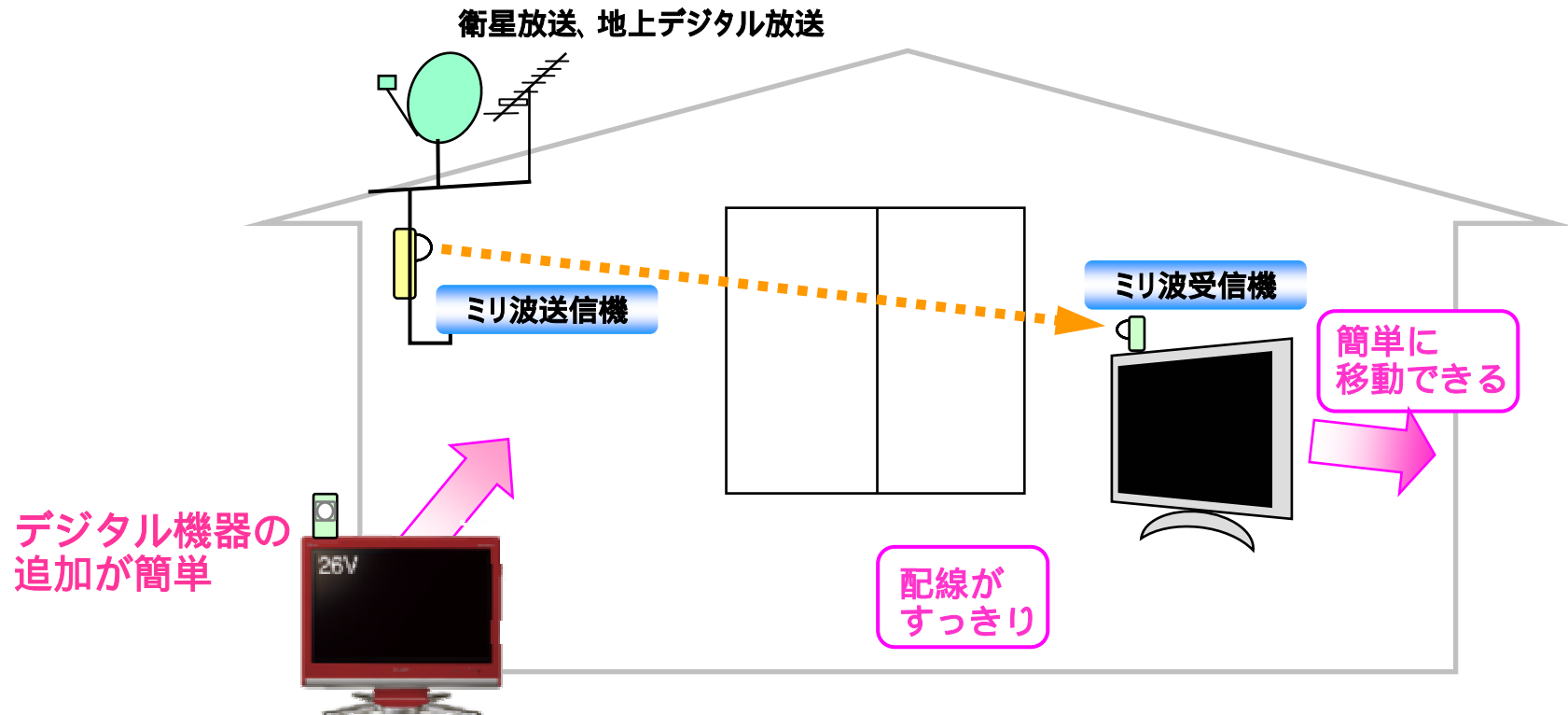
- ・ビル影などによる弱電界地域対策として利用できます。
- ・大規模な敷設工事が不要です。



# ミリ波による放送信号の伝送（屋内）

## 室内のワイヤレス伝送

- ・アンテナ線を「ミリ波伝送モジュール」に置き換えることで、従来配線のできなかつた窓際への設置や移動して利用するなど、新しいレイアウト提案ができます。
- ・機器の移動も自由に、簡単に！



# ミリ波による放送信号の伝送（屋内）

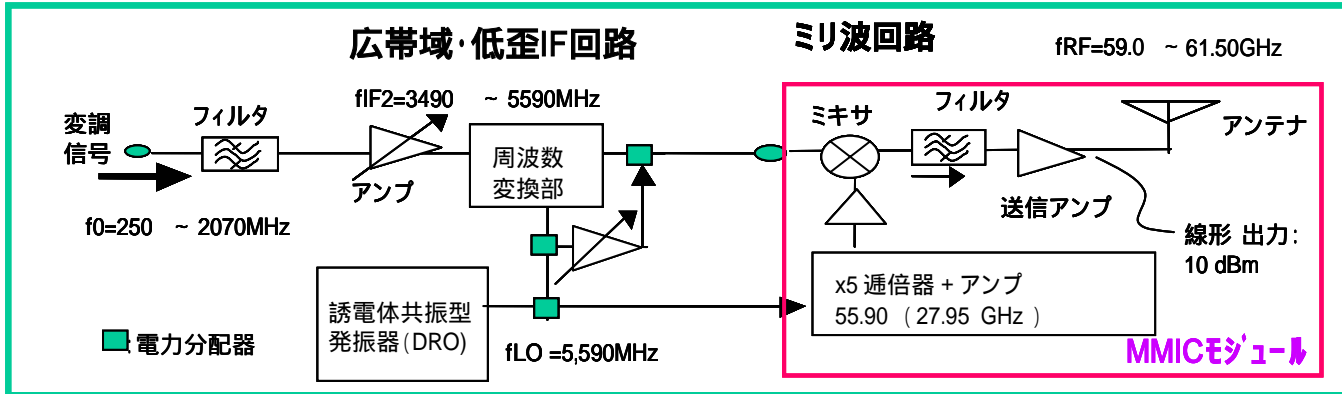
## 店舗内伝送

- ・ 店舗内アンテナ配線を「ミリ波無線伝送システム」に置き換えることで、複数のTVに信号を送ることができます。
- ・ 頻繁な商品入れ替え、レイアウト変更にも容易に対応できます。

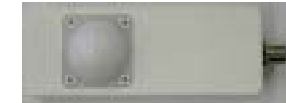


1. ・ミリ波映像伝送アプリケーション  
(b) 基本回路構成

# 基本回路構成 ~ IFセルフヘテロダイン方式 ~



屋外用: 12.0x6.4x5.4 cm



屋内用: 9.7x3.9x2.7cm

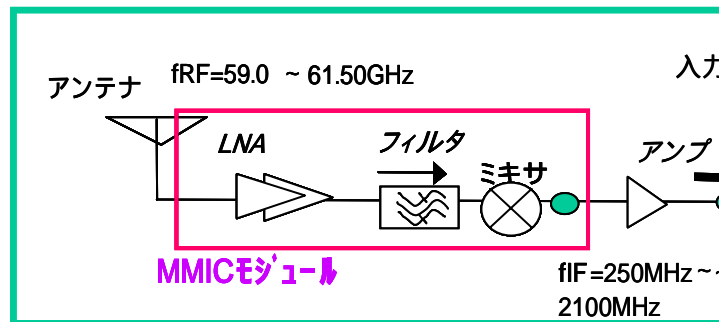
- 【送信側: 特徴】
- ・IF帯での基準信号をIF 信号とともに生成
  - ・ミリ波伝送時の基準信号として動作
  - ・局発: 低周波から準マイクロ波信号を生成



屋外用: 7.3x6.7x4.9 cm

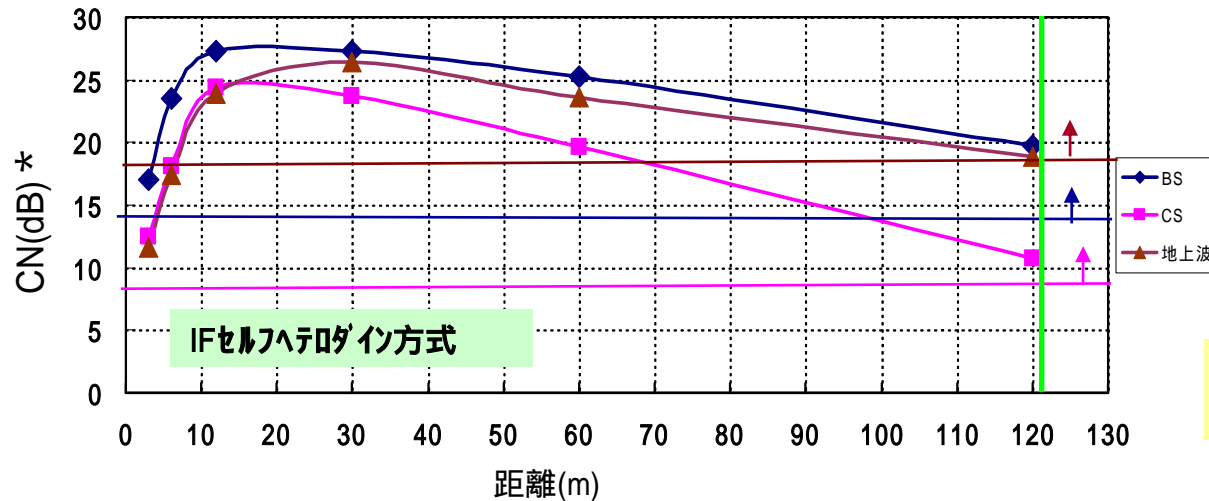


屋内用6.1x3.9x2.2cm



- 【受信側: 特徴】
- ・基準信号抽出によるLocal再生
  - ・位相雑音・周波数変動キャンセル
  - ・高変換利得の確保
  - ・合成ダイバシティ受信の確立
  - ・短距離伝送

## 伝送距離特性 (アンテナ利得, TX:23dBi, RX:23dBi)



各水平線はブロック雑音生ずるCN値

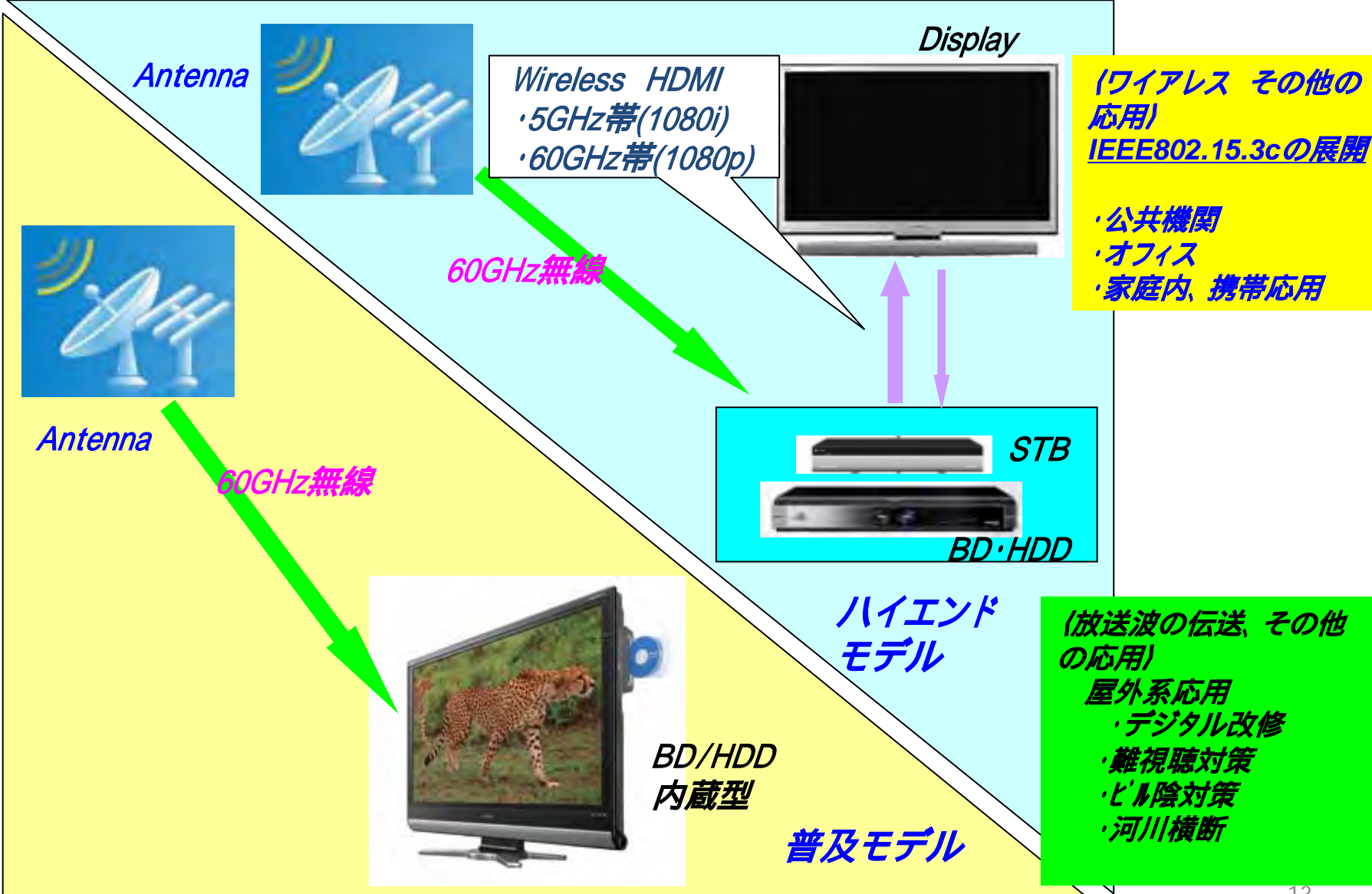
(送受アンテナ利得各々23dBi: 地上デジタル7波、BS・CS110は全波伝送時)

## 2. システム及び伝送路検討

### (a) 屋内伝送

- ・Wireless HD方式
- ・反射伝送方式

屋内の無線接続を用いた今後の主な2つのAV使用形態



# Wireless HDMI、フルハイビジョンの非圧縮伝送

## 薄型TVを中心としたAV機器への無線技術の適用



ブルーレイ(BD) / HDDレコーダ

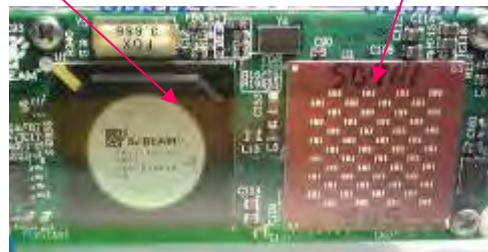


AV機器間の無線リンク  
(非圧縮リアルタイム伝送が可能)

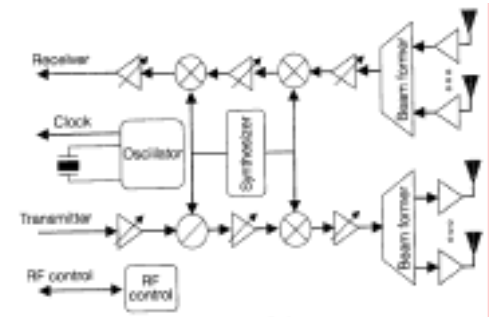
薄型テレビとブルーレイ(DVD)レコーダの無線接続  
見通し通信から見通し外通信へ

ベースバンド・変復調部を含むネットワークチップ

36個のアンテナから構成されるCMOSIC一体化モジュール



SiBEAM社のビームステアリング技術CMOS技術  
2008 IEEE Computer Soc. Mmro-28-02-gilb.3d



RFチップサイズ: 約12mmx12mm

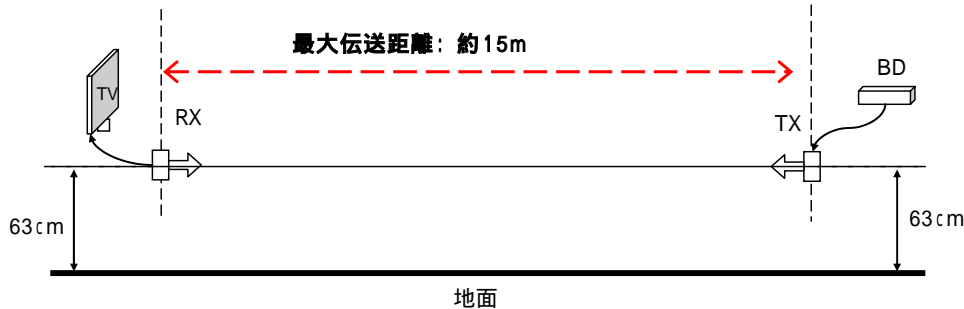
- ・1cm角超のチップを使用  
低コスト化課題  
(チップサイズ、歩留り)
- ・アンテナ回路(セラミック)基板  
23x23mm

## 競合技術との比較: 構成のメリット & デメリット

項目	SiBEAM RFボード (RF CMOSIC、ビームステアリング方式)	反射板を用いた簡易伝送方式 (GaAs HEMTMMIC)
チップ面積	送信側、受信側とも: 12mmx12mmワンチップ	TX: 1.1x1.9mm マルチチップ RX: 1.1x3.3mm ワンチップ
復帰時間の短縮	リンク遮断時、回復に20秒程度必要(ビームステアリング方式による演算処理のため)	無遅延 (MAC・ベースバンド回路に依存)
低消費電力化(無線部)	4.3W(Tx) / 3.7W(Rx)	1.5W(Tx) / 0.75W(Rx)
モジュールの構成	<b>ヒートシンク&amp;ファン</b> が必須(チップの効率低、チップ面積大のため)	<b>ヒートシンク&amp;ファン</b> は不必要 (基板によるサーマルビアで対応)
伝送品質	リンクの状態により75%伝送速度を低下(画質低下)	リンクの状態にかかわらず伝送速度一定(画質一定: 固定通信のため)
伝送距離	10m(実力値)	100m(アンテナ利得に依存)
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋内では見通し外通信</li> <li>・屋外では見通し内通信</li> <li>・チップサイズ大、歩留まりに課題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人の横切り遮断OK</li> <li>・見通し外通信も対応可能</li> </ul>

# WirelessHD方式の特性について

最大伝送距離（屋外：反射パス無し）  
 <見通し、対向>



映像フォーマット	1080p	1080i
最大伝送距離 (伝送レートを25%まで可変した場合)	15m	18m

最大伝送距離は、映像フォーマット1080pで15m程度。  
屋外では反射パスが無いので、見通し外伝送は不可。

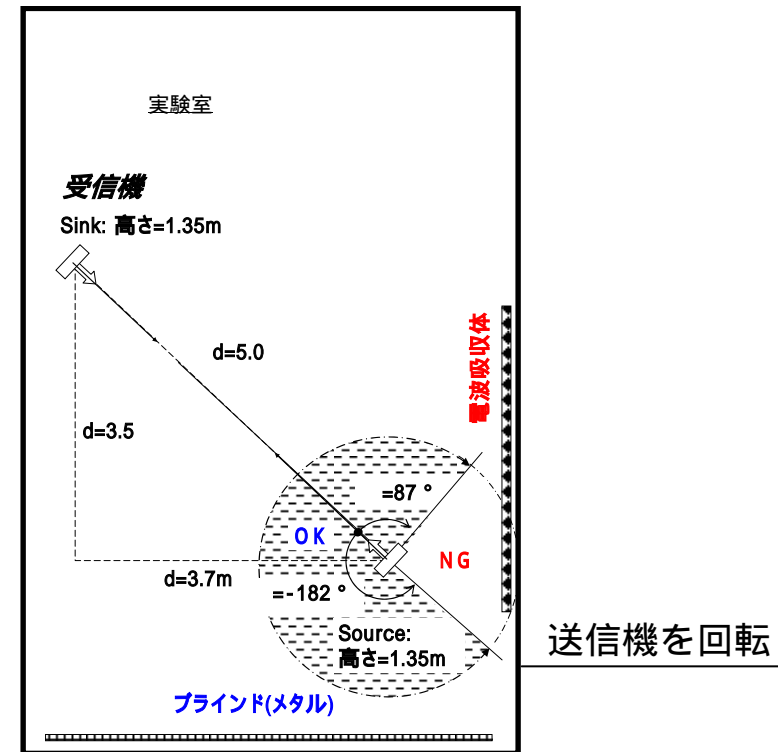


ヒートシンク

RFチップ

実験に使用した  
 WirelessHD  
 評価キット

室内伝送（実験室：反射パス有り）



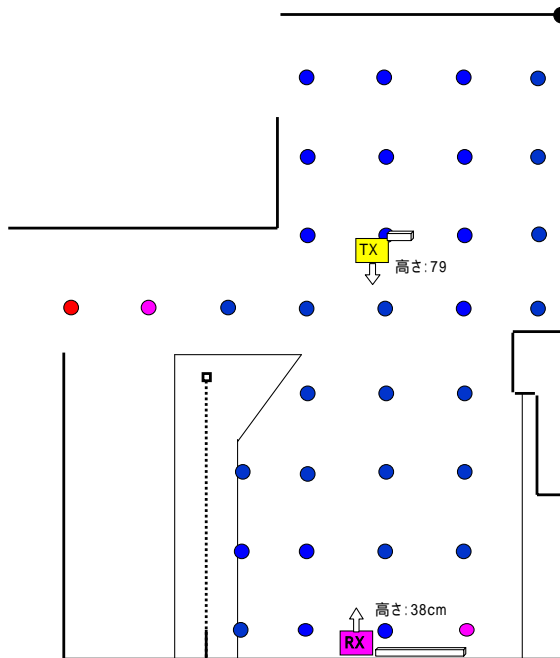
反射のパスが確保されているとリンクは途切れない。  
電波吸収体などで反射パスがないと途切れる。

- ・屋外伝送は見通し通信
- ・リンクの状況により伝送レート切り替えが不可欠（画質の低下有り）

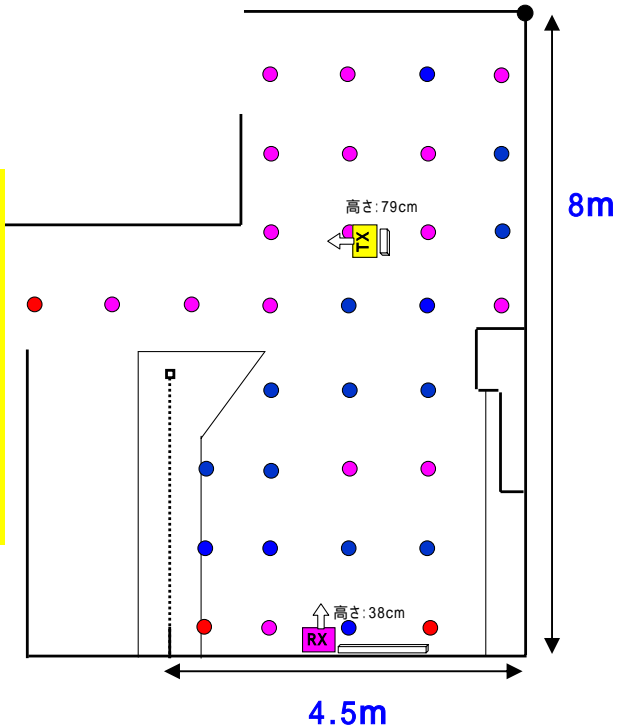
# WirelessHD方式の特性について

## リビングルーム(約20畳)での電波・伝搬特性

TXの向き：対向



TXの向き：90度回転



・リンク状態が悪くなると  
アダプティブに伝送レートを、変化、  
画質も変化、  
(1080p画質を、完全維持できてい  
ない)

	見通し伝送	見通し外伝送
	OK	OK
	OK	NG
	NG	NG

・対向する方向に配置 室内で見通し外伝送可能  
・90度異なる方向に配置 見通し外伝送ができない位置がある

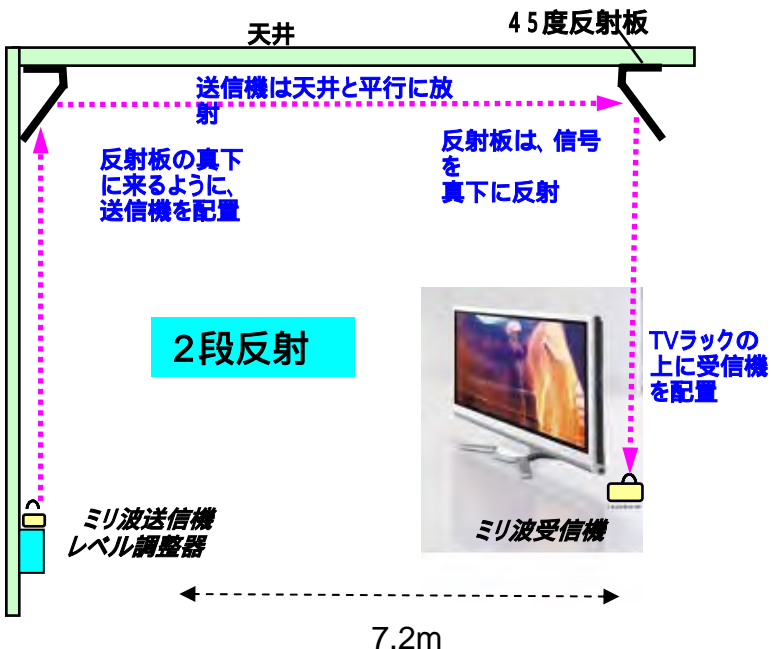
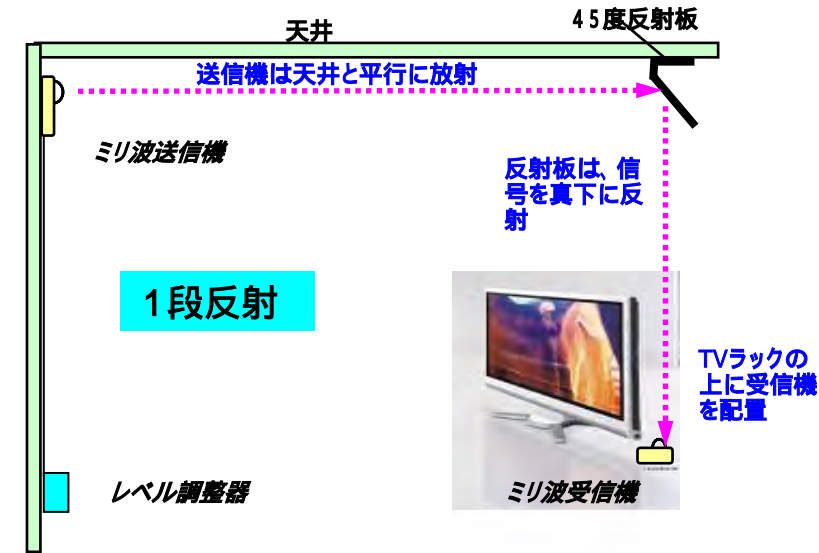
## 2. システム及び伝送路検討

### (a) 屋内伝送

- ・Wireless HD解析

- ・反射伝送方式

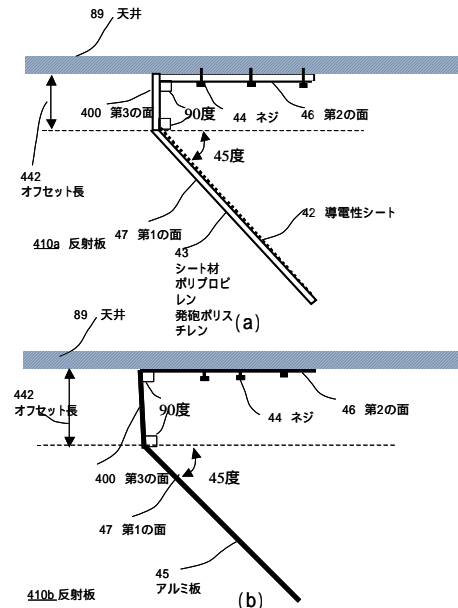
# 反射伝送方式の検討 (45度反射板15cmx15cmの利用)



## 特徴

1. 反射伝送により人物による遮断を回避
2. 送信機、受信機の設置が容易(とくに2段反射)  
1段反射と2段反射は現場の状況により使い分け
3. 反射伝送方式RF伝送(放送信号の伝送)  
他の60GHzアプリ(Wireless HD)との併用も可能

## 【軽量化・マルチパス反射の低減】



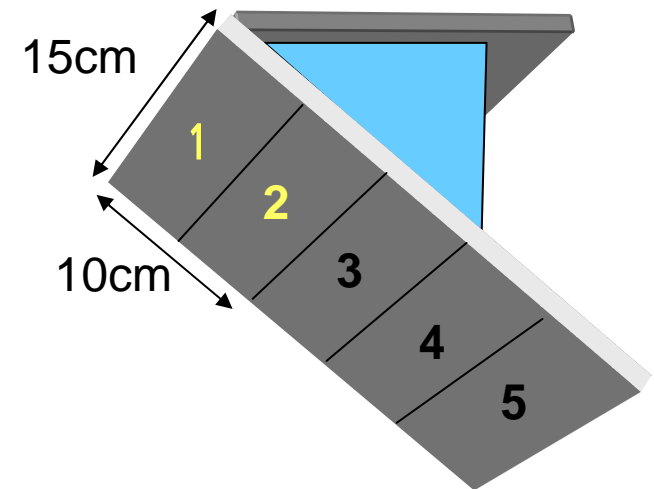
## 反射板の設計

測定の範囲内では、**15 × 15cm**の反射板が良い特性を示す事が分かった。

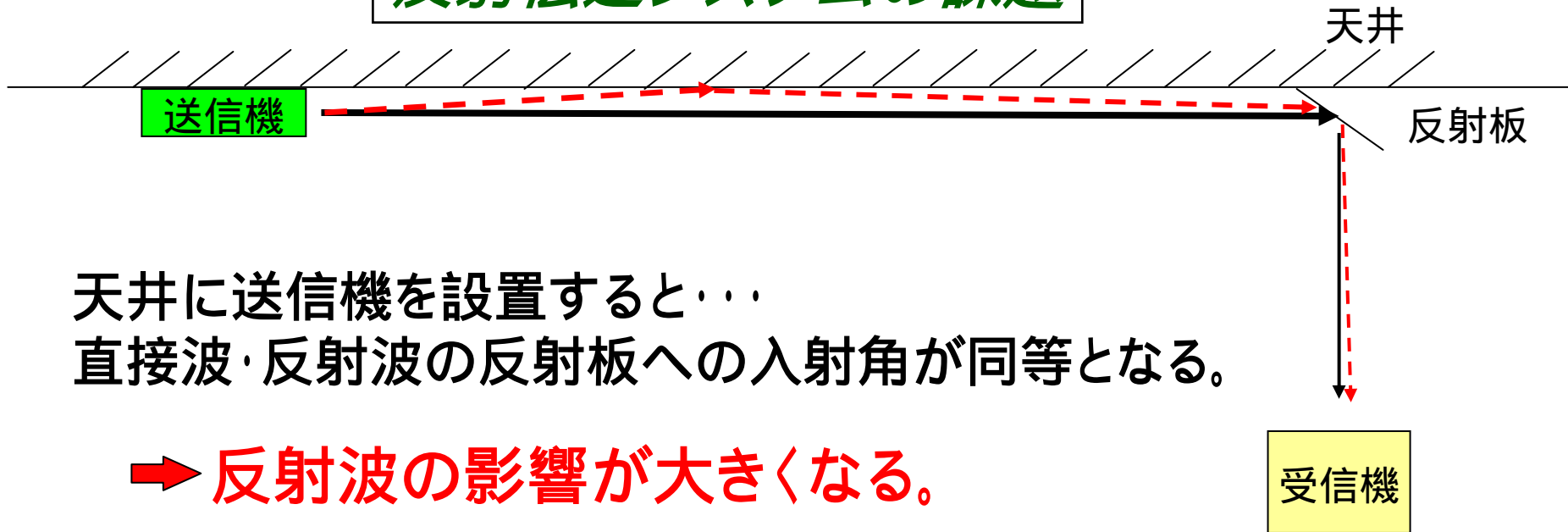
しかし、15 × 15cmの反射板の特性には少し劣るが、**10 × 15cm**の反射板からも同等の結果を得ることが出来た。

反射板の大きさによる受信状態の比較

	受信レベル [dBm]			CN比 [dB]		
	地デジ	BS	CS	地デジ	BS	CS
1,2段 (10 × 15cm)	-40.6	-46.9	-59.8	27.2	17.3	11.8
1,2,3段 (15 × 15cm)	-40.0	-46.0	-58.4	27.6	17.3	12.5



## 反射伝送システムの課題



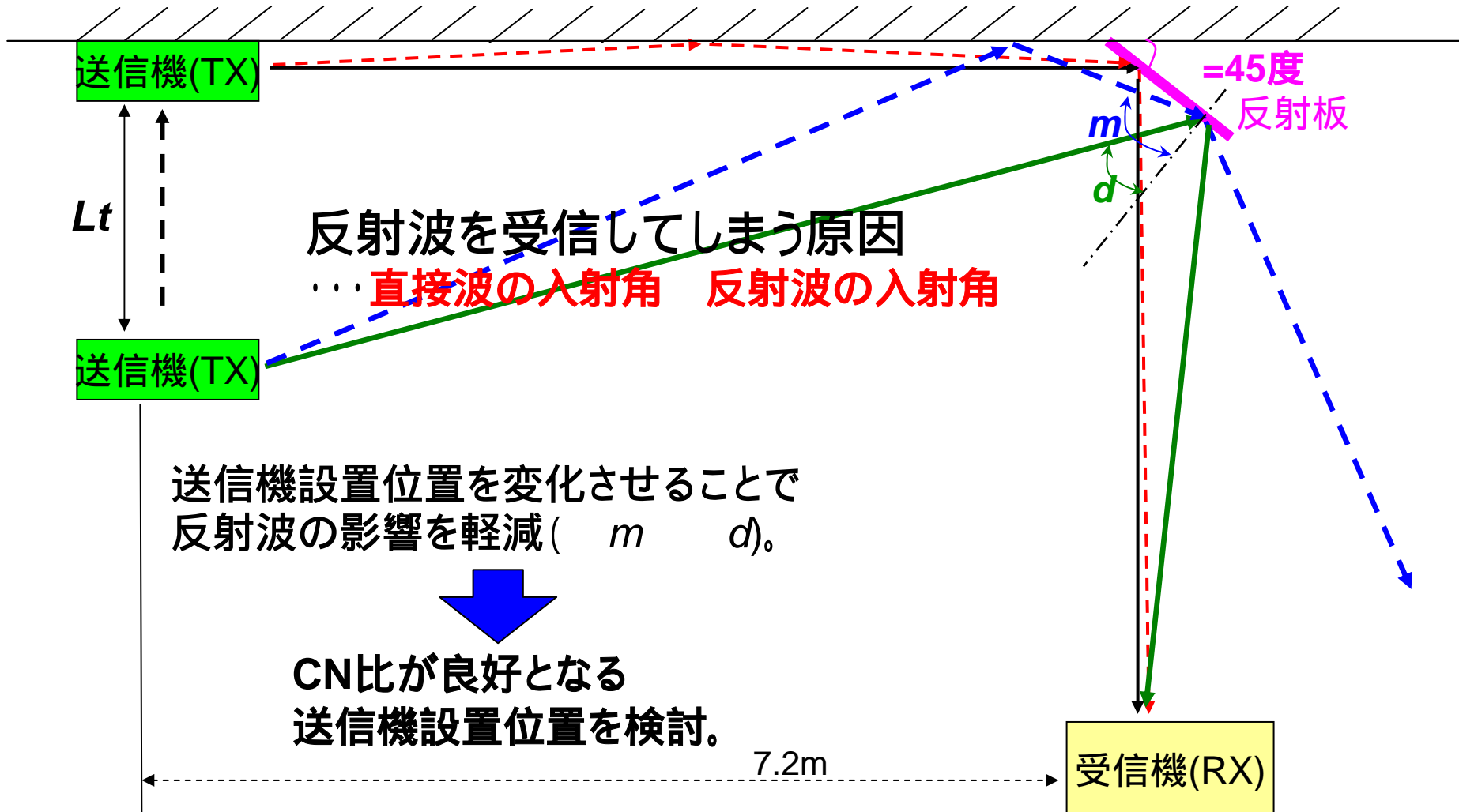
天井に送信機を設置すると・・・  
直接波・反射波の反射板への入射角が同等となる。

➡ 反射波の影響が大きくなる。

- ・反射波は、直接波に対して $180^\circ$ の位相差がある。  
・・・反射波を受信すると直接波と干渉を起こし  
結果的に受信レベルが下がる。

➡ 反射波の影響の少ない構造を検討!!!

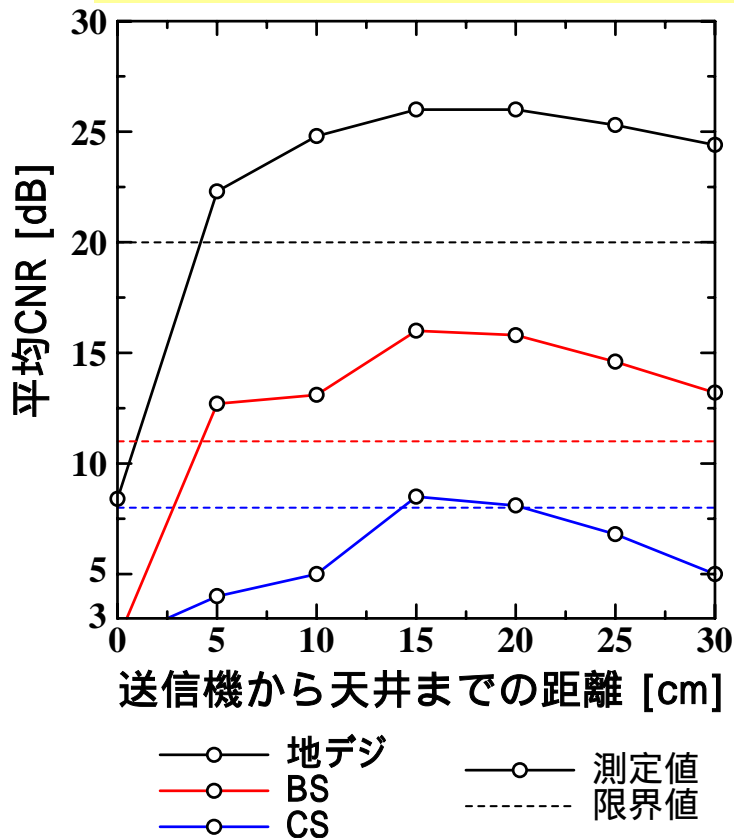
# 送信機 設置位置の検討



# 送信機 設置位置の検討

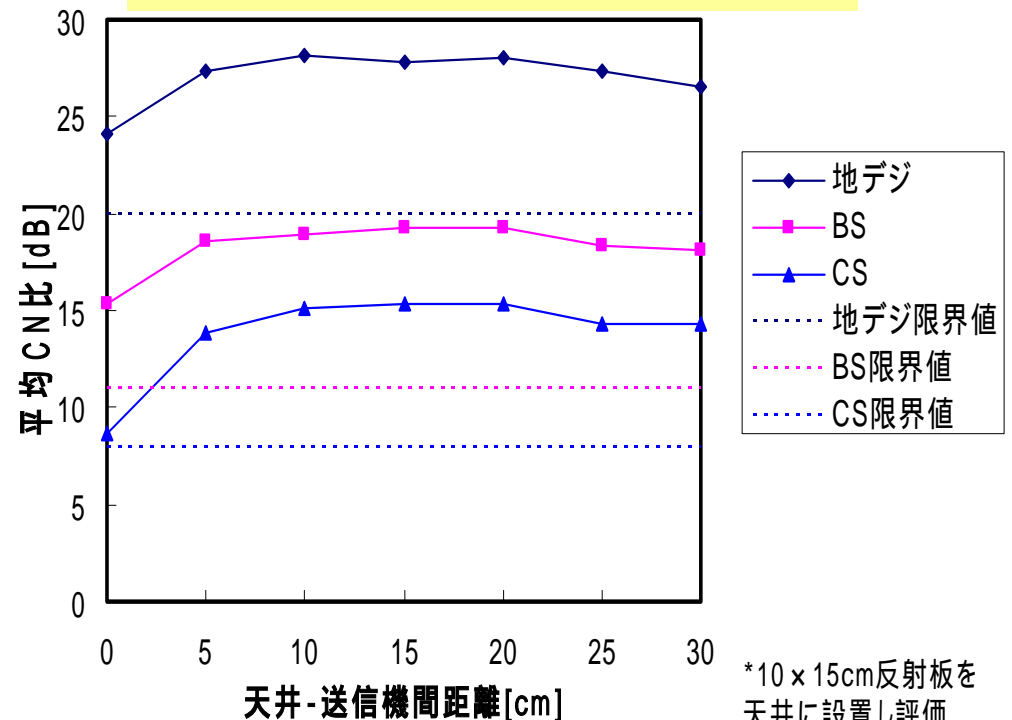
TX:16dBi, RX23dBi

\* 反射板サイズ:一定



TX:23dBi, RX23dBi

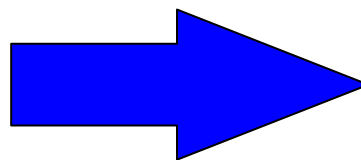
\* 反射板サイズ:一定



送信機と天井との距離を  
変化させながら

- ・地デジ
- ・BS
- ・CS

のCNR比を測定。

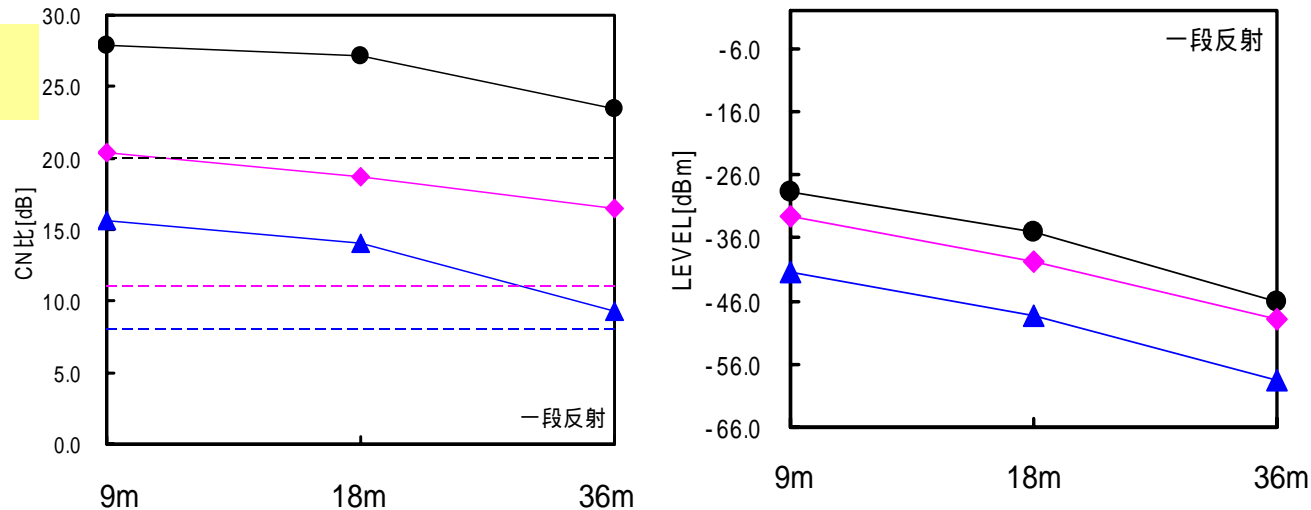


**送信機設置位置**

**天井から 5cm ~ 20cm!!! が最適**  
 送信機のアンテナ利得高いほうが、  
 天井からの反射の影響小さい。

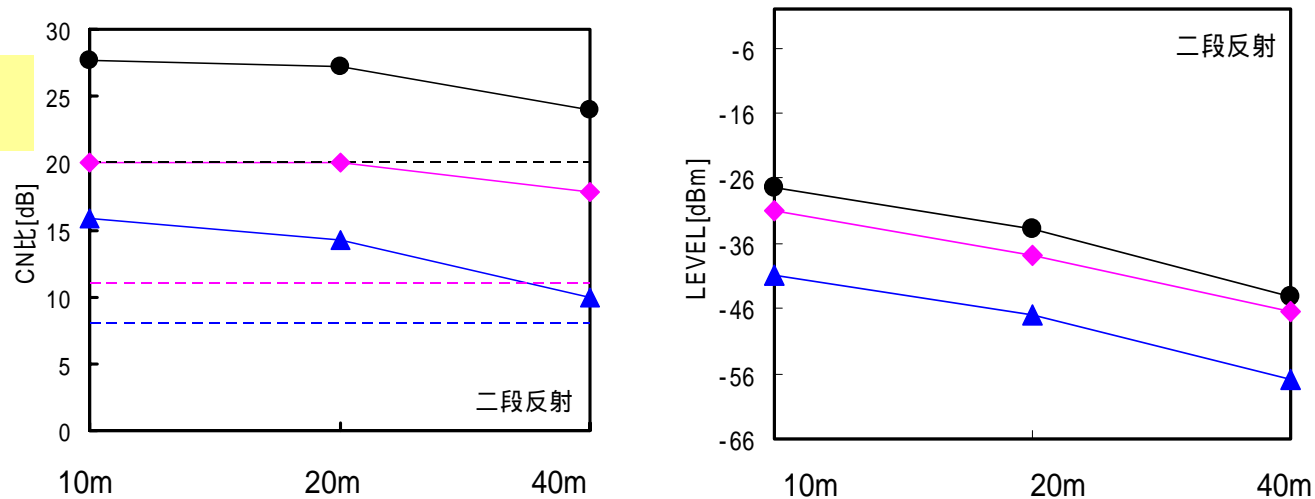
# ミリ波反射伝送特性

## 1段反射



地上デジタル、 BS放送、 CS放送、 各色の点線: 各放送波の限界CN

## 2段反射

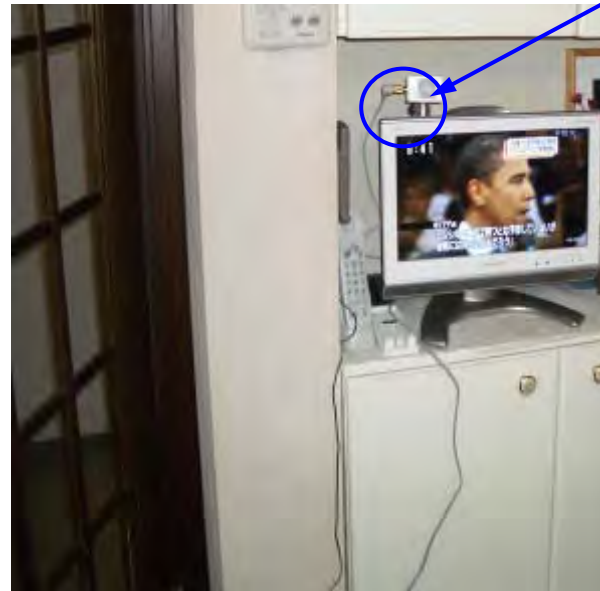


横軸はトータル伝送距離(減衰板の損失から算出)、入力信号は、放送波信号CN値 > 27dB。  
送受信機は屋外用で送信・受信アンテナ利得は23dBi

# ミリ波伝送 設置事例(直接伝送)



ミリ波送信機



ミリ波受信機



ミリ波受信機  
(裏面)

- ・送受信機の設置  
(回転・調整機能が複雑)
- ・人の遮断の影響

分波器

# ミリ波伝送 設置事例(反射伝送)



送信機



反射板  
15cmx15cm



受信機  
(ラックの上)

- ・送受信機の設置  
(送受信機設置は比較的簡単)
- ・人の遮断の影響無し

反射板の小型軽量化と取り付けやすさが課題

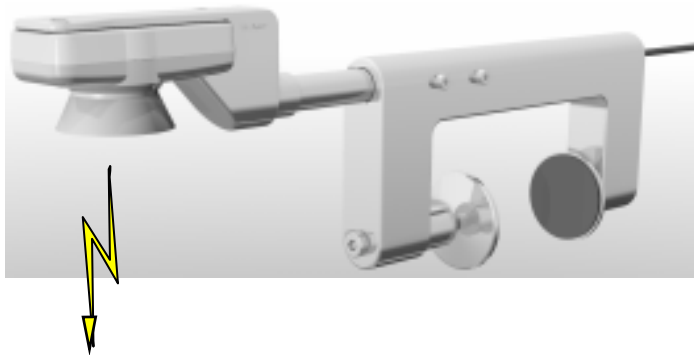
## 2. システム及び伝送路検討

(放送波再送信用広帯域無線システム)

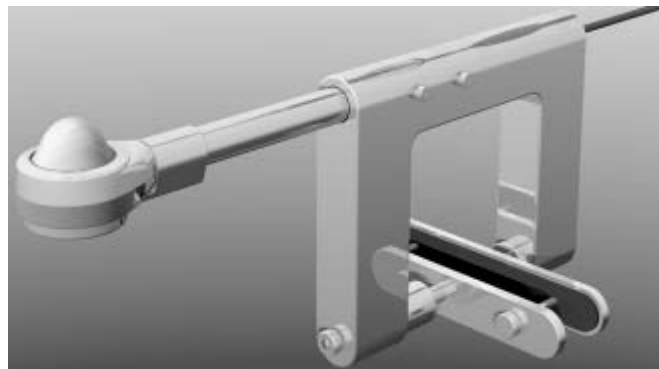
- (b) 屋外伝送
  - ・ 縦系伝送
  - ・ 横系伝送
  - ・ 伝送路のモデル化

# 集合住宅向けミリ波無線伝送システムの設置例

< 屋上への取り付け >

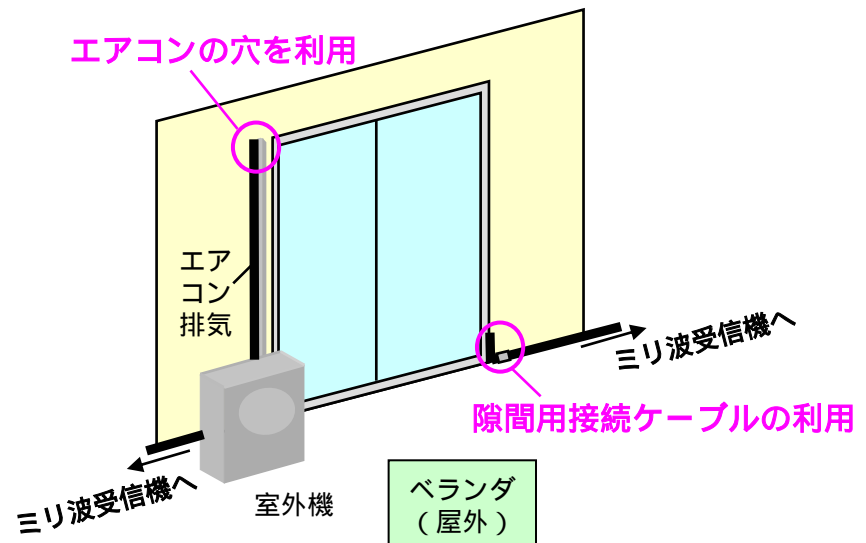


< ベランダへの取り付け >



衛星用アンテナの取り付け治具を応用  
(格子用、コンクリートベランダ用など)

< ベランダから屋内への引き込み >



# 60GHz帯地上デジタル放送対応映像無線伝送システム

## (システム提案)

・2011年7月の地上波アナログ放送停止に伴い、地上デジタル放送への対応が急務になっています。大規模な改修工事することなく、地上デジタル/衛星放送の視聴が可能。

## (特長)

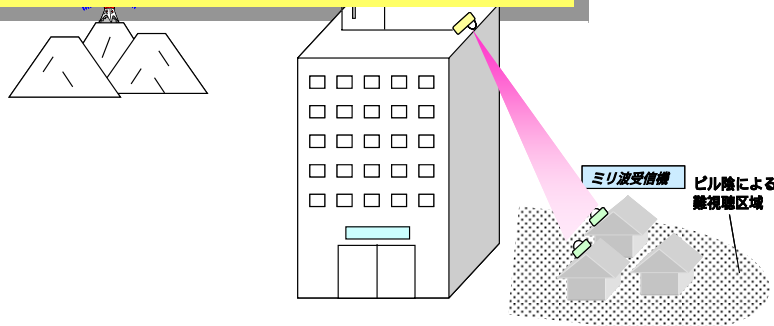
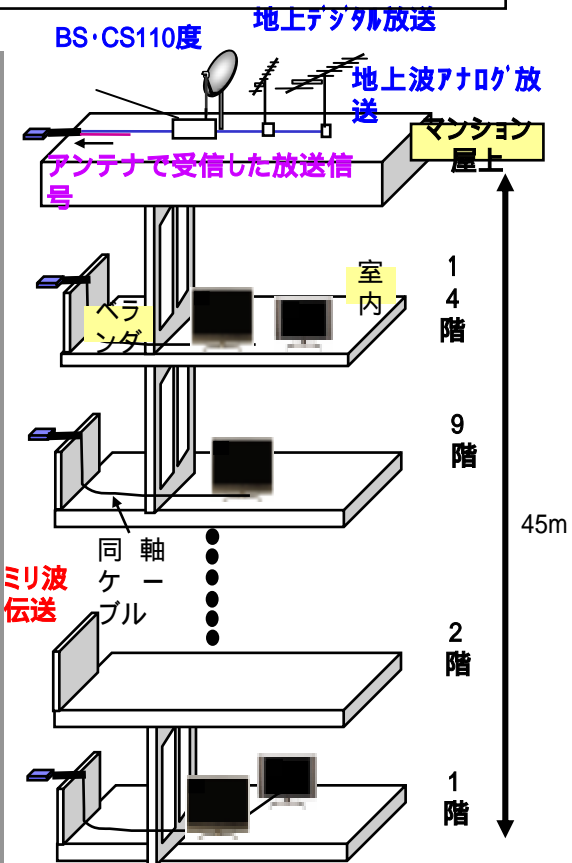
- ・特定小電力規格に準拠し、無線免許が不要なため、手軽な簡易ギャップフィルターとして機能
- ・UHF帯ギャップフィルターとは異なり、回り込みの影響や、送信装置設置による与干渉の二次的な障害発生を生じない。

ミリ波送受信装置で生ずる周波数偏差のキャンセル機能。

周波数偏差を補償するルビジュウム発振器、OCXO(\*1)やTCXO(\*2)不要 小型・低コスト化に貢献

## システム・ケーブルTVへの応用展開

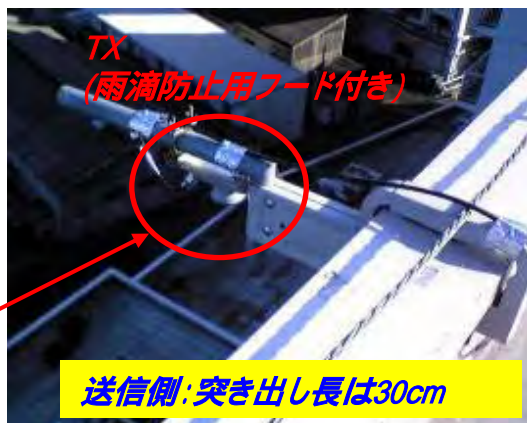
- ・辺地の極小規模難視地域等(簡易ギャップフィルターとして)への応用展開
- ・酸素による減衰が大きい(15dB/km)ことと、指向性アンテナを用いることで、周波数の繰り返し利用が可能
- ・電波法によりアンテナ利得は最大47dBiまで対応できるため、パラボラアンテナを用いて目的に応じて伝送距離をさらに拡大(MAX:1km)



(\*1)OCXO:Oven Controlled Crystal Oscillator

(\*2)TCXO:Temperature Controlled Crystal Oscillator

## フィールドテスト、降雪・積雪の影響



10F屋上に設置した送信機



3Fに設置した受信装置



受信装置への雪の付着 (この状態では伝送はOK)

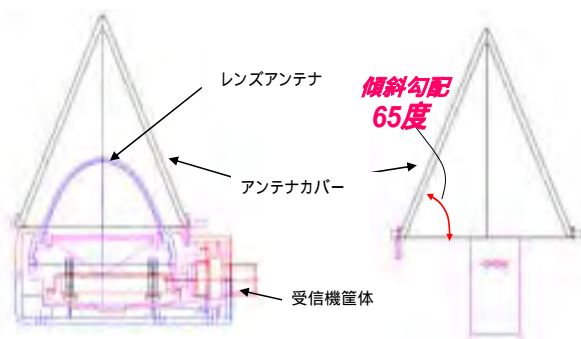
### 【これまでの検結果】

#### ミリ波送受信機の降雨減衰について:

・衛星区間とミリ波区間では、降雨減衰は、90%以上衛星区間で生じている。 地上波放送のミリ波区間での降雨減衰は極めて軽微(次ページデータ、瞬断は生じていない)。

CN値の降雨減衰の主な要因は、送信・受信機のレンズアンテナに付着する水滴(送信機側はフードで対策)。

・降雪の影響検討、積雪カバーの設計・試作 落雪のためには60度以上の傾斜が必要

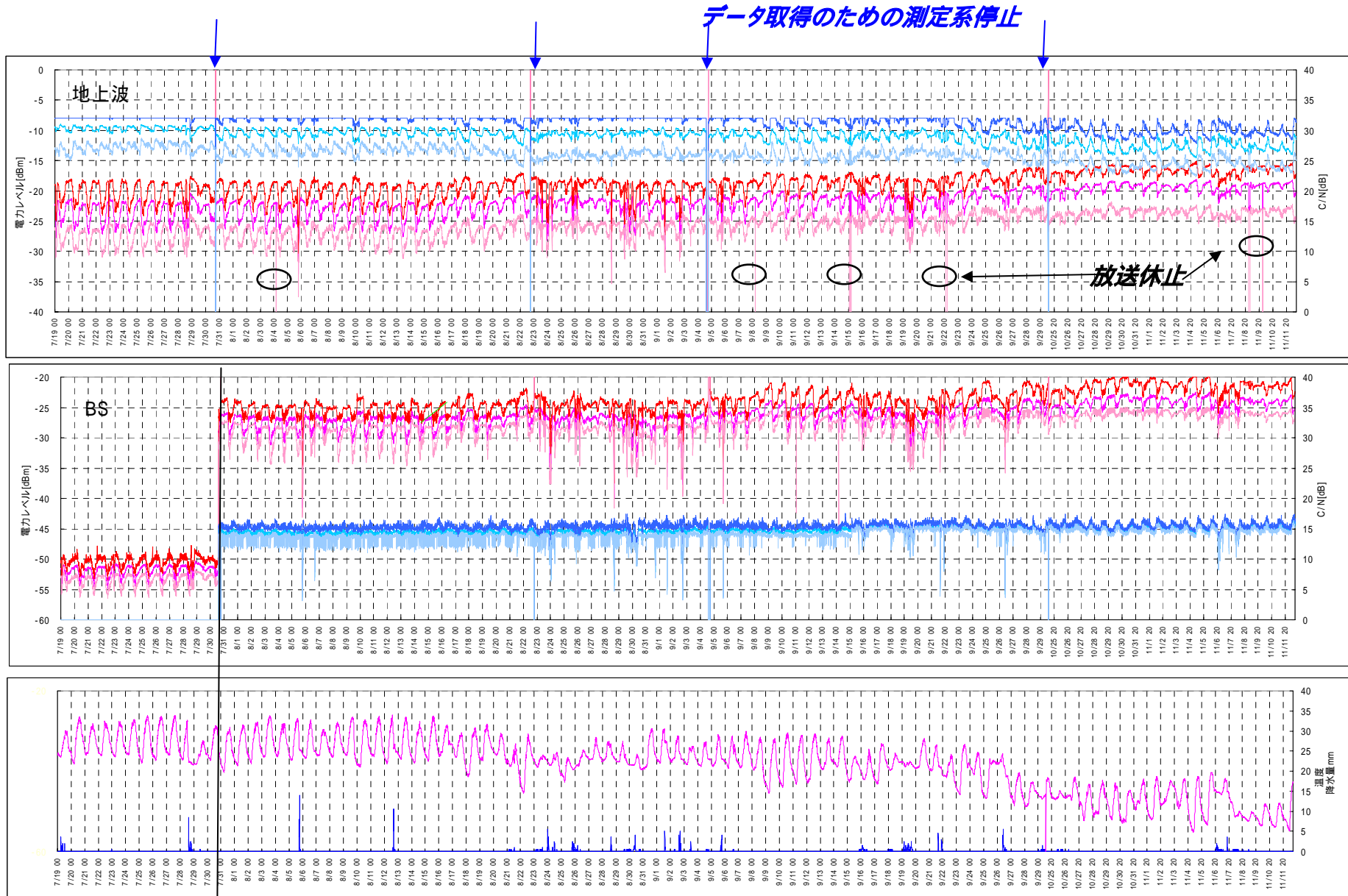


積雪カバー付きミリ波受信機



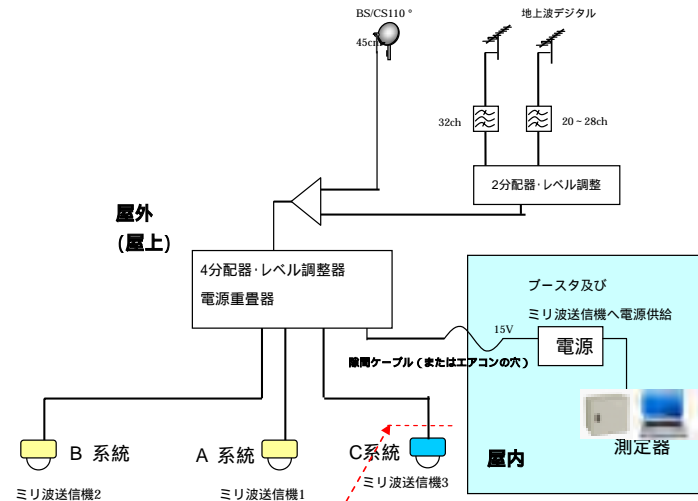
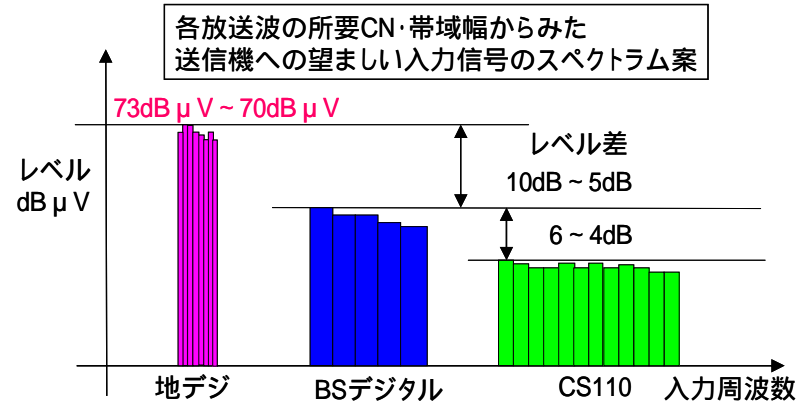
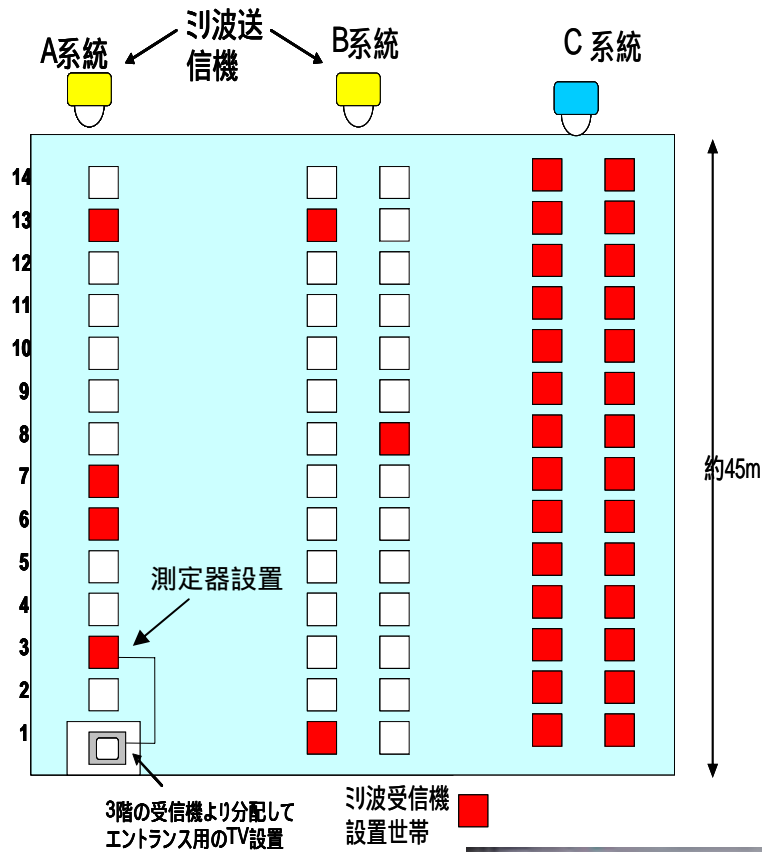
ミリ波送信機

北海道地区(札幌)での実施試験



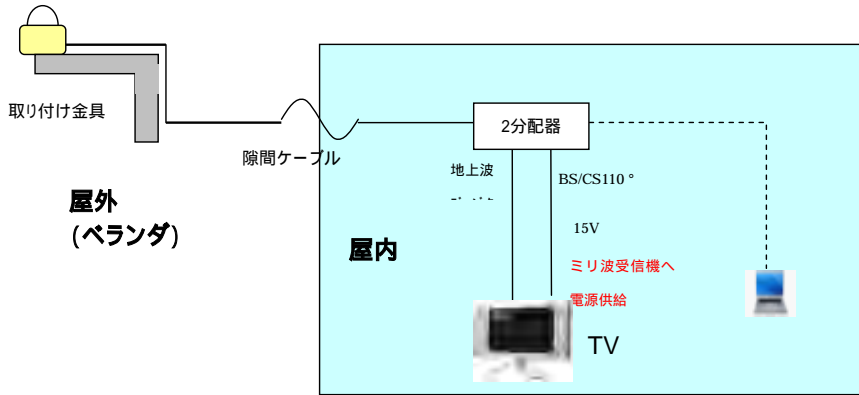
0次試作機での評価試験 (08年7月~11月)

# 伝送距離特性と小型化試作、ビル・マンション用地デジ'改修のため実施試験、追加実験



送信側の構成とマイクロ波送信機への入力信号スペクトラム  
(スペクトラムは10dB分岐器で取り出した信号スペクトラム、  
入力総電力は、26dBm)

伝送距離特性と小型化試作、ビル・マンション用地デジ'改修のため実施試験、追加実験



(a) 受信側の構成



送信部



受信部



1Fの庭での簡易的なレベル&CNチェック  
各 ch で 70dB  $\mu$ V ( -39dBm) 以上、地上デジタルで CN24dB以上を確認



C系統追加実験全景



(複数の受信系  
(工事途中段階)

## 2. システム及び伝送路検討

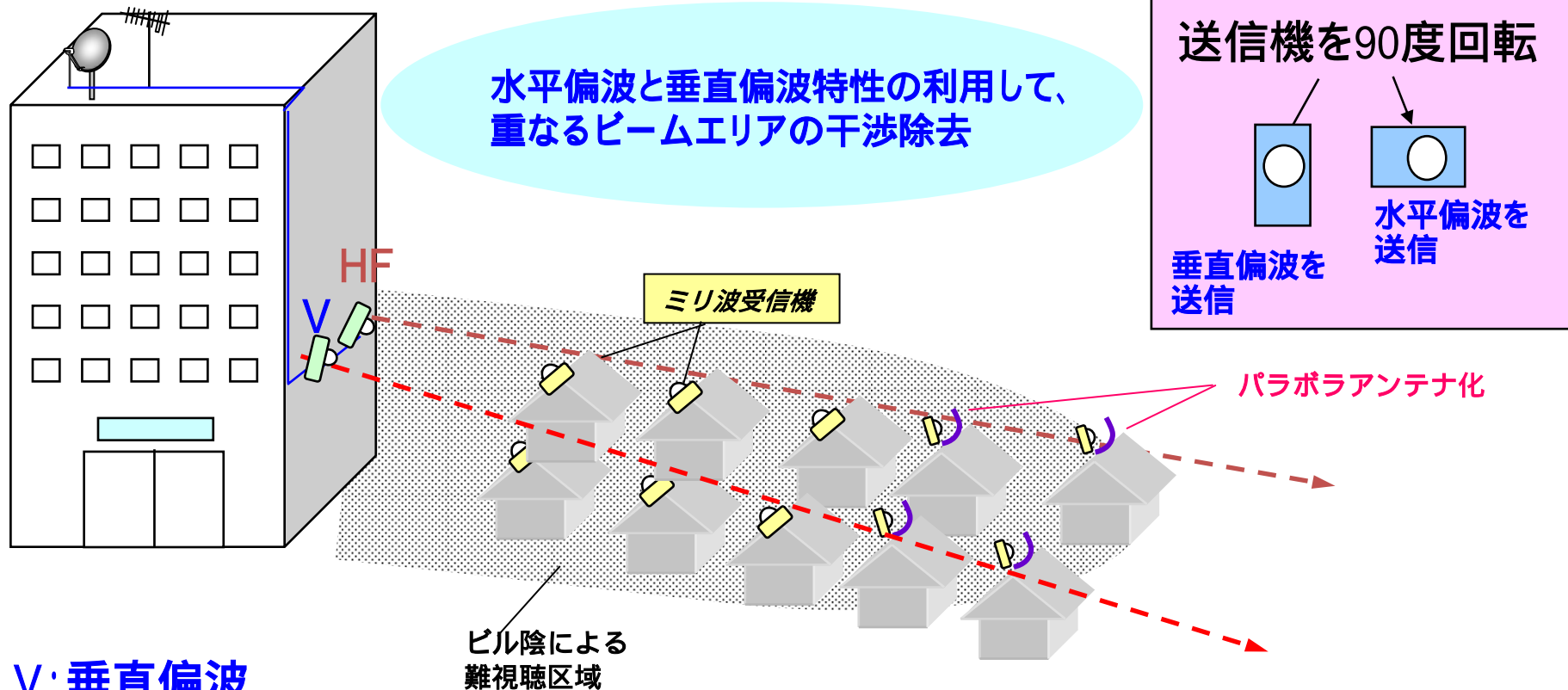
(放送波再送信用広帯域無線システム)

- (b) 屋外伝送
  - ・縦系伝送
  - ・横系伝送
  - ・伝送路のモデル化

# 横系への展開:ミリ波簡易ギャプフィルター、カバーエリアの拡大 (手法 1)

ミリ波送信機 (偏波特性の利用)

水平(H)、垂直(V)偏波方式



V: 垂直偏波

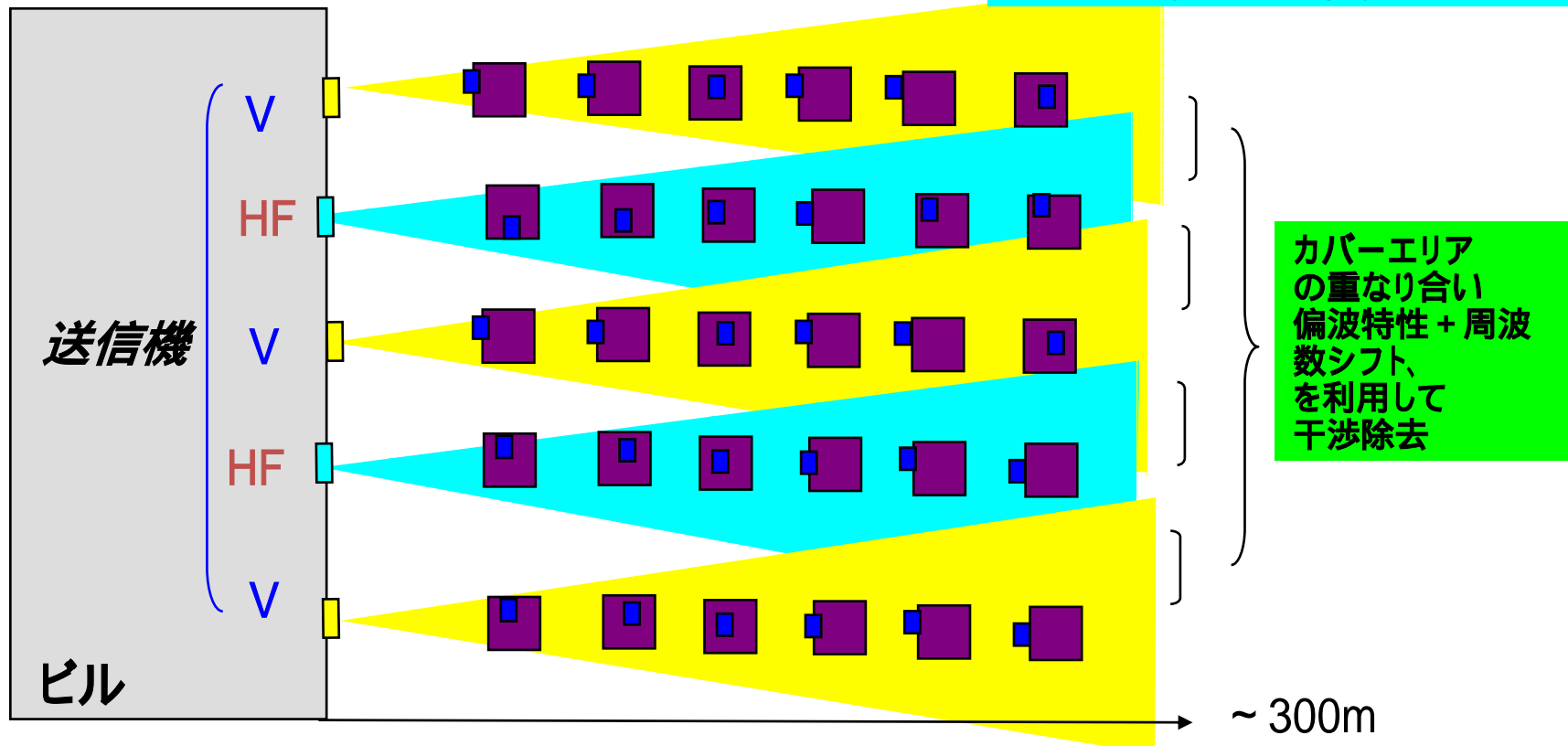
HF: 水平偏波+周波数400MHzシフト(\*)

\*周波数シフトさせることによって交差偏波特性が改善  
交差偏波比(干渉波除去比) 30dB以上を確保  
、アンテナ部機構構造の変更によって、さらに5dBの改善可能

横系への展開:ミリ波簡易ギャプフィルター、カバーエリアの拡大

水平(H)、垂直(V)偏波方式

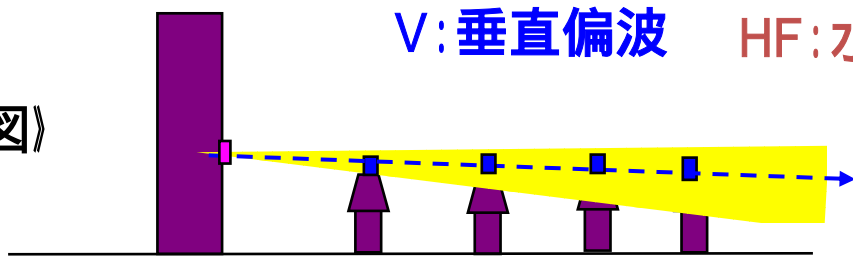
《平面図》



V: 垂直偏波

HF: 水平偏波+周波数400MHzシフト

《断面図》



## 4. まとめ

## 全体のまとめ

(1) 屋内伝送用として、  
主にワイアレスHD方式、反射伝送方式について紹介。

屋外用途として、  
地上デジタル放送 + 衛星放送に対応したビル・マンション用縦系伝送システム  
及び、横系伝送について紹介

**SHARP**