

2007 年 9 月 12 日

## 建造物遮へい対策中継局検討会の検討状況

(独)情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター  
ユビキタスマバイルグループ 太田弘毅

### 1. はじめに

デジタル放送の普及促進と 2011 年のアナログ放送終了に向けて、受信障害・難視の解消を進める必要があります。デジタル化に伴う諸課題のうち、建造物遮へいに起因するデジタル放送の受信障害対策としては、Single Frequency Network - Gap Filler (SFN-GF) 中継器の利用が期待されています。

このような中で、独立行政法人情報通信研究機構(NICT)では、技術試験事務「地上デジタル放送用ギャップフィラーの技術基準策定に係る調査」(H18～H19)(以下、本業務)を総務省より受託して実施しています。

本業務は、サービスエリア内での受信障害のうち、建造物遮へいによる難視対策用の SFN-GF 中継に関する技術検討を課題として挙げており、放送事業者をはじめとする関係機関の参加を得て「建造物遮へい対策中継局検討会」(主査: 都竹 愛一郎 名城大学教授)(以下、検討会)を設置し、受信障害対策技術の基準作りとその技術検証について議論し、今般、その結果に関して実地検証するため、SFN 中継の評価試験を実フィールドにおいて実施していくこととなったところです。

### 2. 検討会の活動

これまでの取り組みの状況は、昨年 12 月から検討会を 5 回重ね、建造物遮へい対策中継局の実用化のための技術基準に関する検討を行ってきました。

検討会では、これまで重ねてきた技術検討の結果を踏まえ、SFN-GF 中継器の設置技術を検証するため、実証試験を計画し、実施場所の選定を進めています。

また、電波産業会(ARIB)に対しても、取り組みの現状をご報告してきました。

実証試験には、受信障害の発生要因となる建造物等の選定とともに、実放送チャンネルを使用することから中継局の回線設計には建造物周辺での受信電界調査が必要になります。また、与干渉を含む回線設計と実際の伝搬測定と比較が実施できる周囲環境であることも重要となります。これらの点を考慮して、フィールド試験の実施場所について、関東地区及び中部地区において事前調査を進めています。

### 3. 試験の計画

地上デジタルテレビジョン放送がサービスされる中、大型の建造物による電波の遮へいにより、放送波の受信電界強度を低下させる障害が発生する場合があります。この対策として、SFN-GFによる限定的なエリアに対する放送波中継を行う技術が期待されます。

この中継技術の確立に向けて検討会で検討した対策技術に関して、中継局設置の効果、設置基準等の実用性を評価する「建造物遮へい対策用放送波再送信試験(SFN-GF 中継試験)」を計画します。

本試験は、実際にデジタル放送の受信障害(電界低下を含む)が発生している個所をモデルとして、中継局を設置する場合の回線設計、干渉測定評価等の技術を検証して、その効果や測定方法を評価します。

原則として、現行の放送サービスに障害を与えることの無い(最小限の影響に留める)よう配慮します。しかし、本試験は、放送エリア内で中継局を設置して再送信の評価を行うため、ある程度の与干渉は避けられません。そのため、親局の偏波に対して中継局はそれと直交する偏波面で送信し、偏波面の利得を与干渉抑圧に利用する方法で試験を実施します。

また、中継局を設置する場合、SFN方式は同一周波数での再送信のため、自局の送信信号が受信部にも到達し、それが引き金となり発信する回り込み現象が問題となります。

この点についても、アンテナの設置技術やノウハウを検証する必要があるため、「回り込み対策フィールド試験」を実施する計画です。

### 4. 検討のまとめ

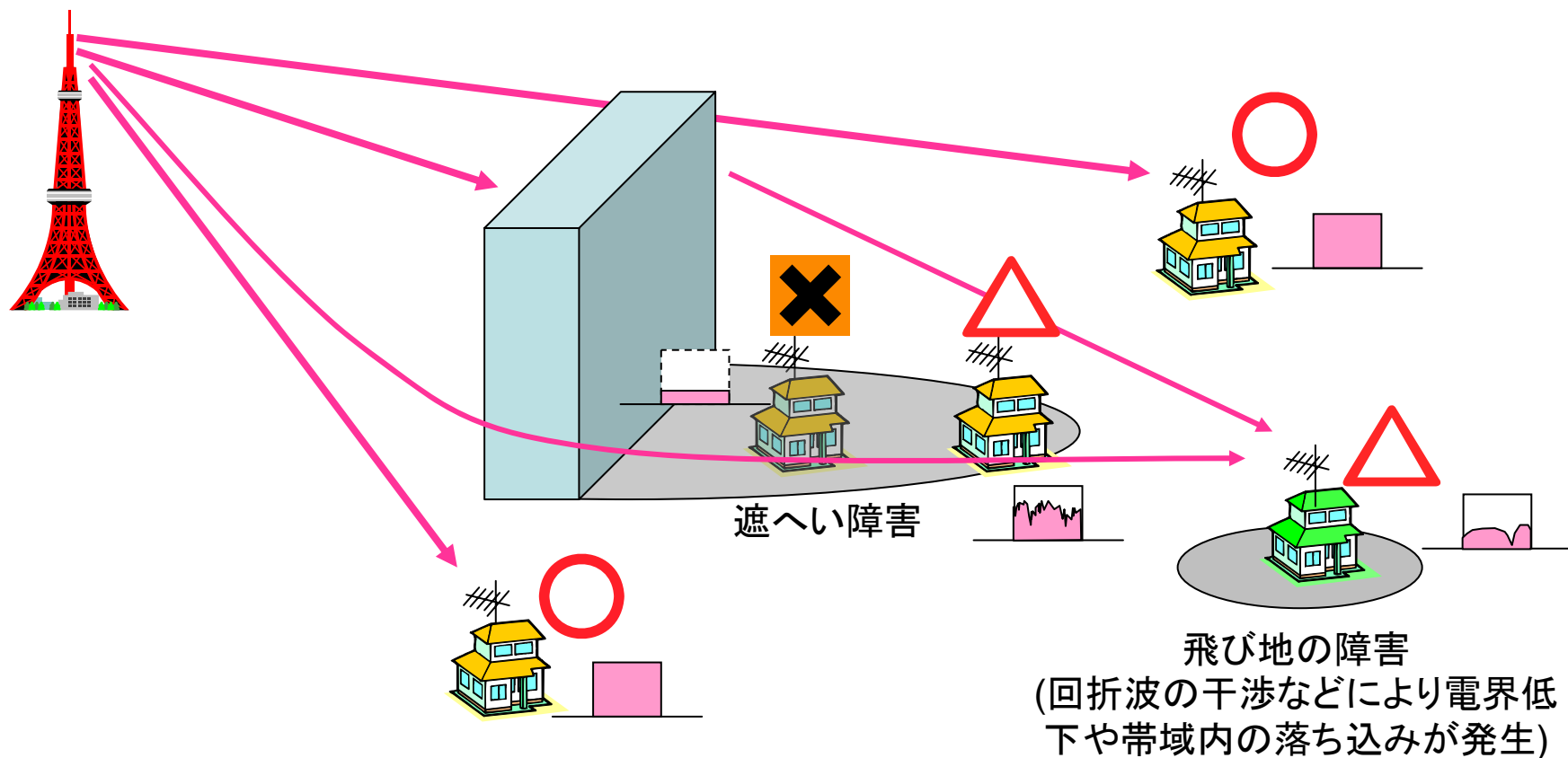
本検討会は、技術検討及びフィールド試験の結果を含め、建造物遮へい対策用 SFN-GFに関する技術検討結果を、10月末を目途に取りまとめる計画です。

# 建造物遮へい対策中継局検討会 の検討状況

(独)情報通信研究機構  
太田弘毅

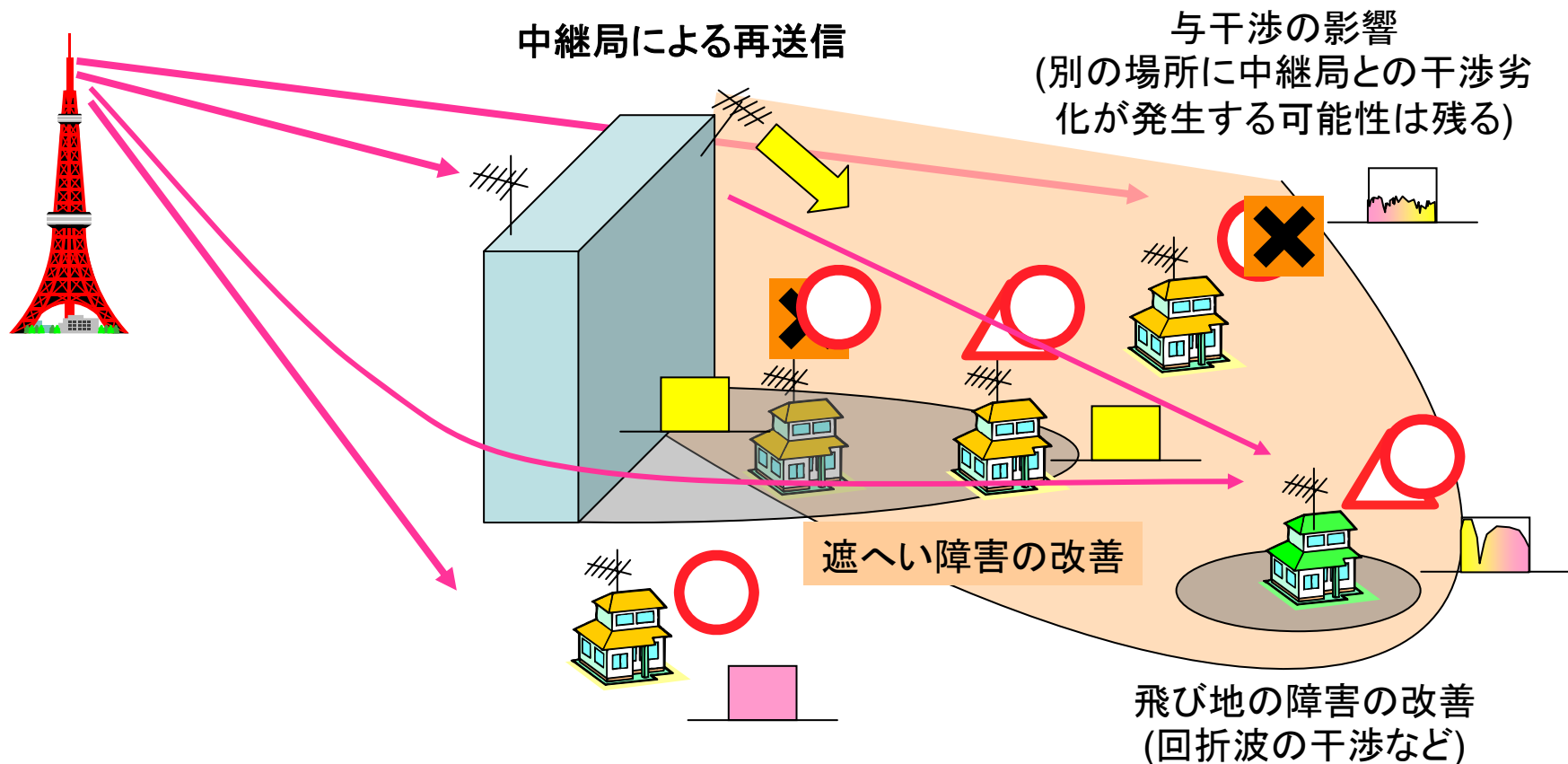
# 建造物遮へいによる受信障害

- 高層建造物、橋、高架橋等による直接波の遮へいにより、受信電界強度の低下を生ずる場合がある。他の反射経路も確保できない場合、難視が発生する。



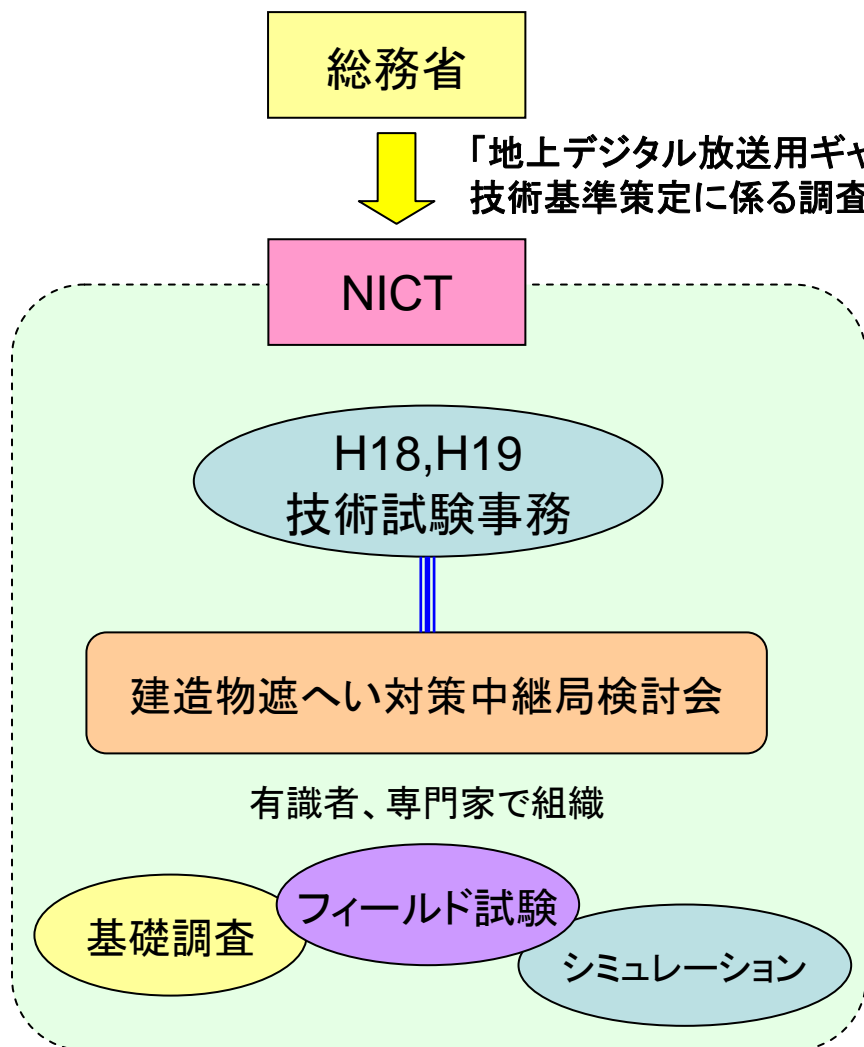
# 中継局による受信障害対策

- 受信障害エリアに向けて、放送波を再送信し、受信環境を確保する。
- 良好な受信世帯にも信号が到達するので、干渉となって悪影響を及ぼす可能性もある。



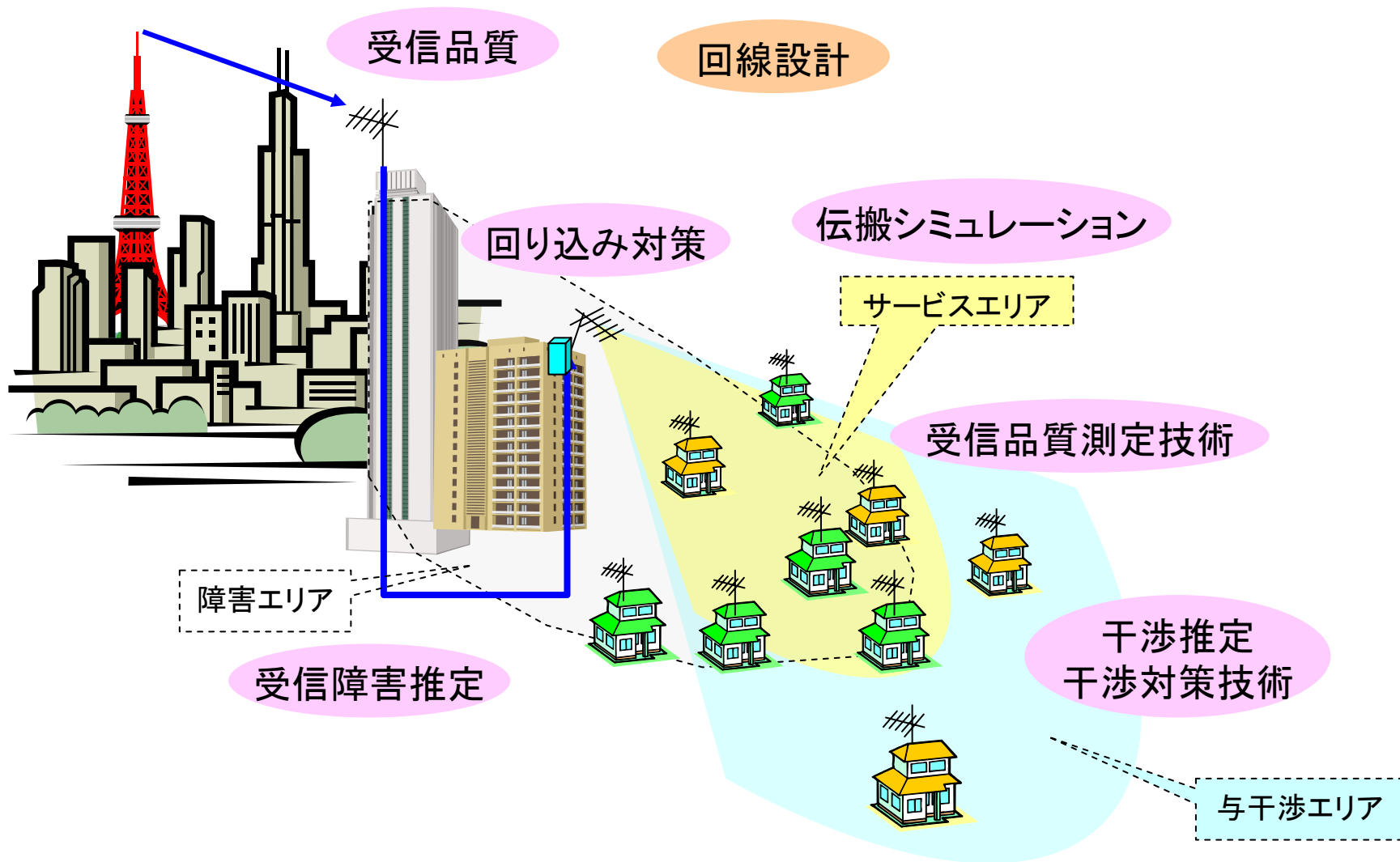
# 建造物遮へい対策中継局検討会

総務省から情報通信研究機構に対して技術試験事務(H18~H19の2か年計画)を委託。



- 中継局の設置基準の検討
- 受信障害発生モデルの設定
- 伝搬シミュレーション
- 与干渉の発生と対策の検討
- 中継局設置、回り込みの発生と対策技術
- SFN-GF中継時の与干渉発生と影響の低減に関する技術検討

# フィールド評価試験による技術検証



# SFN-GFのフィールド試験の準備

- 三重県鈴鹿市役所をモデルに検討中

- 市役所が主因となる建造物遮へいが形成されている。
- アナログの難視対策でCATV視聴に切り替えている。
- 周囲に大型の建造物が無い。
- 放送局から十分距離があり、到来電界が弱い。
- SFN-GF試験の実施の条件は満足できる見込み。



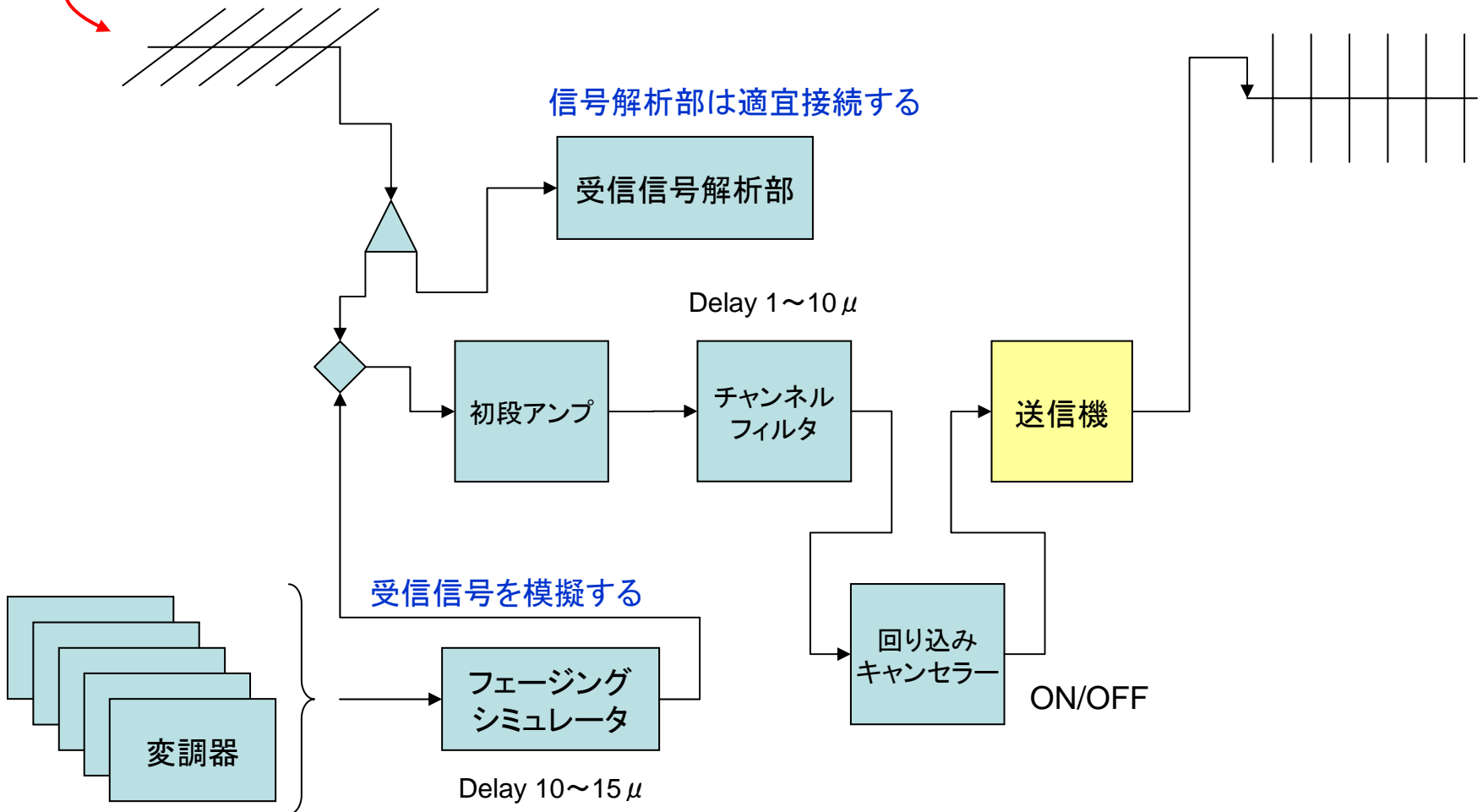
中継波送信のイメージ(遮へいエリアの外にも到達している)





# 空きチャンネルでの回り込み試験構成

送信アンテナからの回り込みを詳細に観測する。



## 建造物遮へい対策中継局検討会進捗報告

## 1. はじめに

地上デジタル放送のサービスエリア拡大に伴い、各放送局も中継局整備を進めているところであるが、2011年のアナログ放送終了に向けてデジタル放送の安定な受信環境の確保が不可欠である。

また、ワンセグに代表される移動受信端末の利用により、新たな視聴エリアでの難視解消が必要となる。これに向けて地下街などの遮へい空間については、新たな中継サービスを提供すべく中継器設置の技術基準が策定されている。

検討が残されている課題として、地上の放送サービスエリア内で発生する難視対策であり、建造物遮へいによる受信電界強度の低下などが例として挙げられる。

アナログ放送では、建造物遮へいによる難視に対しては、放送波を再送信が出来ないことから自営のケーブルでの共聴配信やCATVサービスの利用、他の周波数帯を利用した配信などが実用されている。これらは、設備費用や維持管理経費も掛かることもあり、デジタル放送への移行時を機に見直すことも考えられる。デジタル放送では、SFN方式が利用できることから、難視となる一部エリアに対して、限定的なSFN中継を構築して難視を改善することが考えられる。

このため、SFN中継局設置に際しての技術的課題を調査し、技術基準策定に資する結論を得る必要がある。

そのような経緯から、総務省は、H18年度から「地上デジタル放送用ギャップフィルターの技術基準策定に係る調査」として、独立行政法人情報通信研究機構に技術試験事務を委託している。

この技術試験事務の課題として、建造物遮へい対策中継局に関する技術基準策定のための調査項目が挙げられている。

そのため、サービスエリア内の再送信となる建造物遮へいのモデルでの回線設計、エリア設計、干渉予測、干渉抑圧技術について検討することとし、専門家による建造物遮へい対策中継局検討会を組織して技術検討を行っている。

## 2. 検討会の設置目的

地上デジタル放送の普及が全国的に展開されつつあり、サービスエリア内での安定受信の確保が課題になっている。地上デジタル放送は同一周波数による再送信(SFN)が可能なことから、建造物の遮へいによる電波の届きにくい場所においても、極微小規模なギャップフィルターを設置し、受信環境を整備することが期待されている。

このような状況を踏まえ、「地上デジタル放送用ギャップフィルターの技術基準策定に係る調

査」の技術試験事務を情報通信研究機構が受託している。その一環として、ギャップフィルター装置に必要となる技術的条件や当該装置の設置時における受信環境調査手法等を検討し、地上デジタル放送受信への円滑な移行の推進に資することを目的として本検討会を開催する。

検討事項としては、(1) 建造物遮へい対策用中継局の定義、(2) 中継局の構成要件、(3) 回線設計、置局設計ならびにSFN難視発生防止対策、(4) 中継装置の技術的条件等を上げている。

検討会は、主査、委員、オブザーバーにより構成、検討会を主査が招集し主宰、その他検討会の運営に関する事項は、検討会において定める事としている。検討会の事務局は、(独)情報通信研究機構。

### 3. 活動

検討会は、現在まで5回開催した。

第1回検討会 2006年12月

第2回検討会 2007年1月

第3回検討会 2007年2月

第4回検討会 2007年3月

第5回検討会 2007年6月

### 4. 検討会主要議題

#### 技術基準策定に資する技術検討の課題

1. 建造物遮へい対策用中継局の定義
  - (ア) 本検討会が対象とする受信障害を明確にする。
  - (イ) 中継局の要件を明確にする。
  - (ウ) 受信エリアの定義を明確にする。(受信障害の判定基準)
2. 中継局の構成要件(性能条件)
  - (ア) 中継器の構成を明確にする。
  - (イ) アンテナに対する条件を明確にする。
  - (ウ) 回り込みに対する条件を明確にする。
  - (エ) 中継器の監視、管理、制御機能を明確にする。
3. 回線設計、置局設計ならびにSFN難視発生防止対策
  - (ア) 回線設計条件を明確にする。
  - (イ) 置局設計に必要となる受信環境調査方法を明確にする。
  - (ウ) 障害発生に対する受信改善策を明確にする。
4. 中継装置の技術的条件
  - (ア) 空中線電力
  - (イ) 周波数許容偏差
  - (ウ) 空中線電力許容偏差
  - (エ) 技術基準適合証明設備

## 5. 中継局の技術基準の検討状況の整理(事務局案)

本検討会は、中継局に対する技術基準について閉鎖空間や中継末端での使用における技術基準をベースに、サービスエリア内の局所的な障害エリアに対して使用する中継局に適用する場合を想定した検討を行い、技術基準の策定に資することを目的としている。

最終的な条件の取りまとめは残されているが、次のような条件設定について議論を行っている。特に、各条件の変動が、与干渉に与える影響やその影響範囲の変動としてみた場合、どの程度が許容範囲とすべきかが課題となる。日変化、温度変化、周囲環境による短期変動などを考慮した場合のマージン(フェージングマージン)の設定が重要となると思われる。

建造物遮へい対策中継局に関する技術的条件(素案)

技術的条件の項目	技術的条件	適用理由、条件等
空中線電力	上限 10mW を基本	●建造物障害の難視エリアサイズの検討から必要最小限の電力を評価し、適切な上限を求めていくため、フィールド試験を活用する。
周波数許容偏差	相対偏差が 10Hz 以内	●サービスエリア内の S F N 運用となる。 ●受信障害エリア限定であり、障害エリアは上位局エリア内に存在する。 ●国内メーカーのテレビ受像機等 10 機種のパフォーマンスを調査した結果、周波数偏差は問題ない。
空中線電力許容偏差	±50%	●受信障害エリア限定である。 ●±50%については、交差偏波利用を考慮し、フィールド試験を含めて評価を行う。
スペクトルマスク	30dB マスクに対応	●狭小な区域であり、隣接アナログが存在しない場合。

その他の項目	技術的条件の補足	適用理由、条件等
偏波	親局と直交する偏波	●交差偏波によるゲインを利用する。
遅延調整	1 μ sec 以上、ガードインターバル以内に設定	●上位局間でフラットフェージングとならないよう、1 μ sec 以上とする。 ●ガード越えにならないよう遅延管理を行う。
信号品質	BER=2×10 <sup>-4</sup> MER の指標も参照可	●送信信号品質、ならびに親局からの受信信号品質について BER 値、MER 指標などについてもフィールド試験を含めて評価を行う。

## 6. 中継局設置に係わる技術課題の整理(事務局案)

検討会の議論の中で、中継局の設置手順で重要となる部分について整理した。

また、議論の過程の部分もあるのでポイントの発言を記載している。

各項目に、解決すべき課題が残されている。

中継局設置に係わる技術課題の整理(事務局案)

項目	整理内容
障害エリアの推定	<p>○受信障害判定は従来どおりとする。</p> <p>○受信条件は、固定受信において 10m 高、14 素子八木、親局の偏波面は水平偏波を基本とする。</p> <p>    所要受信電界強度 60dB<math>\mu</math> V/m(暫定) → MER の指標も有効。</p> <p>○受信障害の発生の主因となる建造物が単独で特定できること。</p> <p>    ⇒障害の主因となる障害物のみを解析したのでは、実際の受信障害の状況と違いすぎる。</p> <p>    ⇒障害の主因となる高層の大型建造物に対し、低層の建造物であっても、ある程度近接していれば複合的な伝搬状況となり、受信障害発生に影響すると考えられる。</p> <p>○電磁界理論に基づく解析ツールの実用性はどうか。</p> <p>    ある程度近似的なモデル化をするため実フィールドとの差が残る。</p> <p>    細かな地形、地物までは計算できない。(誤差が累積)</p> <p>    実測して補正する必要もありうる。</p> <p>○テレビ受像機の性能を調査する必要がある。→調査した。</p> <p>★三次元の空間伝搬を計算するツールなどについて議論していく。</p>
障害エリアの測定	<p>○ハイトパターンを測定し、伝搬状況を推測する方法もある。</p> <p>○現実には測定可能な場所の条件は限られるが、サービスエリア測定のノウハウがある。</p> <p>    ⇒個々の事業者のノウハウだけでは困るので、測定法、測定手順として提示できるように検討する必要がある。</p> <p>○あまり高度な計測技術では普及できない。(経費面、作業面)</p> <p>★親局信号の伝搬特性に関する測定法を議論していく。</p>
中継エリアの設計	<p>○中継局は親局と偏波面を変えて、交差偏波特性によるゲインを利用する。</p> <p>○送信アンテナの指向特性を工夫するなどにより、障害エリアに集中的に指向面を制御するとともに与干渉を抑制する効果が期待できる。</p> <p>○サービスエリアが送信点近傍なので、大地反射係数の値を距離に対応して設定する。伝搬経路中の住宅の屋根等による影響についても配慮する必要がある。</p> <p>○受信アンテナの指向特性、偏波特性を調査する必要がある。→一部実施。</p> <p>★三次元の空間伝搬を計算するツールなどについて議論していく。</p>
中継エリアの測定	<p>○空きチャンネルで中継エリアを評価することは有効ではないか。</p> <p>    ⇒放送波を中継するのだから、空きチャンネルで事前チェックする必要はないのではないか。(チャンネルの伝搬特性も異なる)</p>

	<p>○親局は停波出来ないので、中継局も送信しながら測定する必要がある。 ○与干渉による影響について計測する必要がある。</p> <p>★フィールド評価試験が必要。 ★親局、中継局の伝搬特性に関する測定法を議論していく。</p>
回りこみ対策	<p>○中継局の設置において重要な送受信アンテナの回りこみについて評価する必要がある。</p> <p>→直交する偏波面の効果を評価する。 →直接の回り込みや反射波の回りこみを評価する。 →回り込みキャンセラーの効果を評価する。</p> <p>★フィールド評価試験が必要。</p>

### 7. フィールド試験等の予定

本検討会では、以下の2課題の試験を計画している。

#### フィールド試験 A

中継器の設置時に問題となる回り込み対策について、模擬的に障害を発生させている建造物を仮定し、空きチャンネルを使用して回り込み回避方法の検証試験を実施する。

【 関東地区・中部地区 】

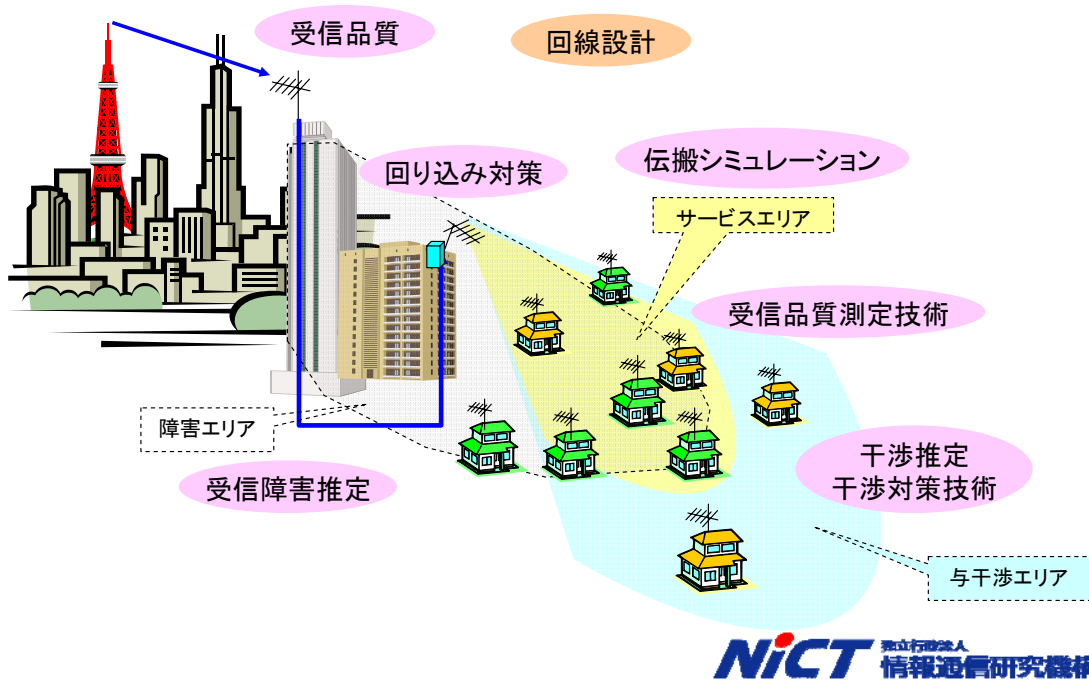
#### フィールド試験 B

実際に建造物遮へいにより受信障害の発生している箇所において、放送チャンネルのSFN中継試験を実施する。

【 関東地区・中部地区 】

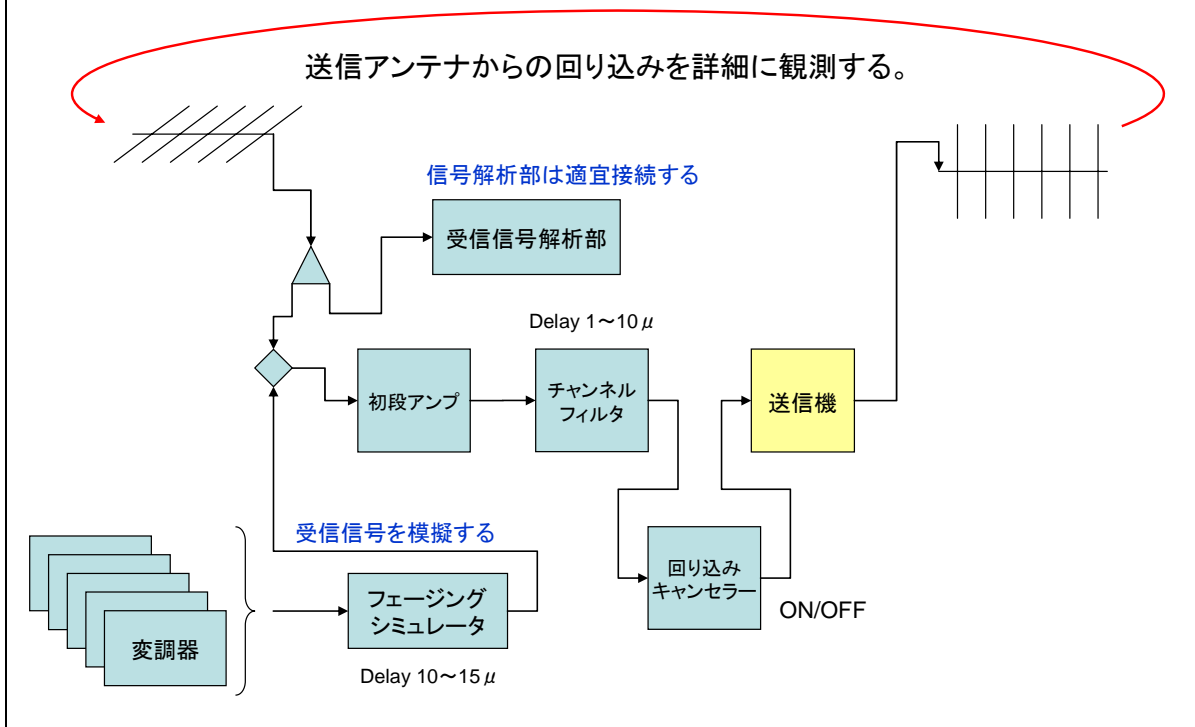
項目	6月	7月	8月	9月
中継器検討会	第5回開催(6/8)		第6回	第7回
免許手続き	申請	予備免 落成検査		} 報告取りまとめ
フィールド試験A	測定項目・実施内容	試験実施 ←→ まとめ		
フィールド試験B【関東圏】	測定項目・実施内容	現地下見 回線設計 干渉推定	←→ 試験 → まとめ	
フィールド試験B【中部圏】	測定項目・実施内容	現地下見 回線設計 干渉推定	←→ 試験 → まとめ	
ARIB 地上デジタル放送小電力送信システム作業班 ★			★	★
(情報通信審議会 放送システム委員会)			----->	
(情報通信審議会 作業班)			----->	

# 10mW中継器を使用したフィールド評価試験



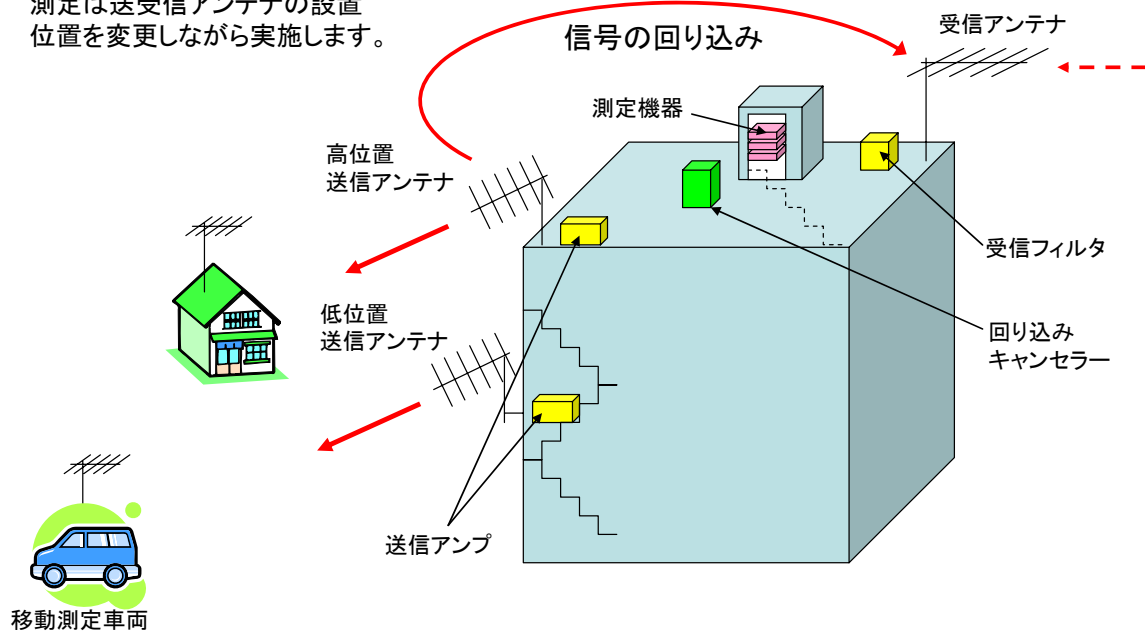


## 空きチャンネルでの試験構成



## 空きチャンネルでの回り込み試験 機器構成のイメージ

測定は送受信アンテナの設置位置を変更しながら実施します。



別紙 1

会議資料 技術基準策定に資する技術検討の課題との対応表

項目	該当する会議資料
1	<u>建造物遮へい対策用中継局の定義</u> 1-4 「放送の建造物障害対策、検討事項の提案」 NHK アイテック 2-5 「受信障害の判定基準」 NHK アイテック
2	<u>中継局の構成要件(性能条件)</u> 2-6 「GF 装置の構成要件」 ホーチキ 2-8 「送信出力 10mW、50mW におけるサービスエリア」 日本アンテナ 3-7 「GF 中継の構成要件(性能条件)」 日本無線 2-7 「アンテナ放射パターンと送信アンテナの設置場所、その他」 DX アンテナ 3-8-1、3-8-2 「アンテナの交差偏波特性」 DX アンテナ 4-11 「中継器について(回り込み)」 日本無線 5-9-2 「姫路尾崎局での回り込みキャンセラー実証実験」 日本無線
3	<u>回線設計、置局設計ならびにSFN難視発生防止対策</u> 3-9-1 「伝播距離と大地反射係数」 日本アンテナ 3-9-2 「アンテナの全方向指向性」 日本アンテナ 4-6-1 「アンテナの指向特性」 電波技術協会 4-6-2 「デジタル放送受信機性能測定」 電波技術協会 4-7 「建造物による受信環境」 電波技術協会 4-8 「中継エリア設計についての考察」 DX アンテナ 4-9 「中継エリア設計及びアンテナスタックに関する検討」 日本アンテナ 4-13 「伝播シミュレーション結果」 NHK アイテック 5-11 「都市型ギャップフィルターの送信条件設計シミュレーション(回線設計)」 NHK アイテック 5-12 「建造物障害遮へい対策 SFN 送信の検討」 NHK アイテック 3-10 「障害発生に対する受信改善策」 DX アンテナ・日本アンテナ 4-10 「視聴世帯の受信対策」 マスプロ電工
4	<u>中継装置の技術的条件</u> 4-4 「技術基準の素案」 メール審議 200703-1 文書(事務局) 4-12 「技術的条件について」 日本放送協会・日本テレビ・テレビ東京
実証 試験	5-7 「フィールド試験実施案」(事務局) 5-9-1 「フィールド試験 A 実施案」 日本無線 5-10 「フィールド試験 B 実施案」 NHK アイテック
その他	2-10 「デジタル放送用フィルタの紹介」 日本無線

## 検討課題の整理 2007/6/8

## 1. 建造物遮へい対策中継局の定義

(ア) 本検討会が対象とする受信障害を明確にする。	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・受信障害の認定については本検討会の議論にはしない。ある条件下で受信障害と認定された場合に、本検討の中継局設置の技術基準を適用するものとする。</li> </ul>	
前提条件	① 固定受信に及ぼす受信障害を前提とする。
	② ワンセグ、移動、携帯端末受信等の受信障害は対象には含まない。
	③ ビル建造物だけではなく、橋、高架橋等も含める。
	④ ただし、当該建造物とその受信障害の主因と特定できないものは含まない。これらについては、受信障害の原因の特定方法が明確になった段階で検討すべきものとする。
(イ) 中継局の要件を明確にする。	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・放送波の再生中継機能は、装置規模も大きくなり、本検討の中継局の目的に沿わないことから含まないものとする。</li> <li>・再送信の信号品質、信号源等については、回線設計、置局設計等の場で議論する。</li> </ul>	
基本条件	① 10mW を上限とする。
	② 免許局とする。
	③ SFN 中継とする。
	④ 放送波の再生中継の機能は含まない。
(ウ) 受信エリアの定義を明確にする。(受信障害の判定基準)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術検討を中心として障害箇所に設置する中継局の技術基準を議論する。</li> <li>・大地反射係数は伝搬距離を考慮して計算する必要がある。</li> </ul>	
	① 固定受信のサービスエリアの定義に用いる条件を基準とする。(14 素子八木、10m 高)
	② 受信エリアの推定、受信障害の予測などは、クリーン協でまとめた手法やビルエキスパートなども利用できる。
	③ CN での受信評価は困難であるので、MER の指標の利用が良いのではないかと。

## 2. 中継局の構成要件(性能条件)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・中継エリアの計算は、受信アンテナ高は 10m を基準とし、大地反射係数は、遠方は -1 を用いて理論計算を行う。アンテナ近傍は距離に応じた値にする。その他、個別の条件を考慮し、反射係</li> </ul>
--

	<p>数、都市減衰、屋根高、受信距離、仰角補正などを含めて検討を進める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受信障害エリアに適用する中継局については、マルチパスのマー ジンの扱いをどうしていくか検討する必要がある。</li> </ul>
(ア) 中継器の構成を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中継器にデジタルチャンネル用のフィルタは不可欠。</li> <li>・広域局と県域局などのように送信ゲインが違っている場合、 中継出力をどうするか。</li> <li>・再送信は障害エリアに受信電界を与えることが目的なので、 レベル差があっても受信可能なレベルまで上げてあわせるこ とでよいのではないか。</li> </ul>
(イ) アンテナに対する条件を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再送信は偏波面効果(交差偏波識別度)を利用できる。</li> <li>・必要エリア内だけに利得がある高性能な送信アンテナの検討が 必要。</li> </ul>
(ウ) 回り込みに対する条件を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・親局の電界に対して送信アンテナからの回り込みとの関係を明 確にするため、フィールド試験を活用する。</li> <li>・実際の設置では、アンテナ間距離、設置する建造物構造の利用、 アンテナ高の高低差利用などが工夫できる。</li> </ul>
(エ) 中継器の監視、管理、制御機能を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中継器に送出モニタ機能や復調機能を搭載し、故障時に停波さ せるなどの制御機能、ネット経由での運用監視、自動通報機能な どを検討する。</li> </ul>
3. 回線設計、置局設計ならびに SFN 難視発生防止対策	
(ア) 回線設計条件を明確にする。	
(イ) 置局設計に必要となる受信環境調査方法を明確にする。	
(ウ) 障害発生に対する受信改善策を明確にする。	

- ・ 東京タワーのように複数のチャンネルが連なっているときに、周波数特性で特定のチャンネルのレベルが落ちている場合の改善は、アンテナ一点ではなく、空間合成は意味あるのでは？
- ・ 広帯域の受信条件で、その中のあるチャンネルのレベルが下がり、アンテナの位置を変えただけでは、また別のチャンネルのところがレベルがる様な場合にはアンテナダイバーシティは有効では。

#### 4. 中継装置の技術的条件

##### 今後の中心課題

- ・ 情報通信審議会、放送システム委員会で検討する前の段階として問題となるところは議論しておきたい。
- ・ 10mW以下を前提とした場合に空中線電力の許容偏差±50%は閉鎖地域に限っているが、今回検討の建造物遮へい対策においてもこれでよいのか明確にする必要あり。
- ・ 高性能アンテナ、交差偏波利用効果の明確化。
- ・ それ以外の周波数許容偏差、スペクトルマスクも検討していく必要がある。

(ア) 空中線電力

(イ) 周波数許容偏差

(ウ) 空中線電力許容偏差

## ★建造物遮へい対策中継局検討会 参加機関名簿 2007/6/8 改訂版

	機関名	分野等
1	名城大学	主査 有識者
2	東京理科大学	有識者
3	日本アンテナ(株)	アンテナ
4	DX アンテナ(株)	アンテナ
5	日本無線(株)	中継局
6	ホーチキ(株)	中継機器
7	(株)NHK アイテック	中継技術
8	(財)電波技術協会	測定技術
9	日本放送協会	放送事業者
10	(株)テレビ東京	放送事業者
11	日本テレビ放送網(株)	放送事業者
12	マスプロ電工(株)	中継機器
13	(社)日本 CATV 技術協会	測定技術
14	総務省放送技術課	オブザーバー
15	東海総合通信局	オブザーバー
16	(独)情報通信研究機構	事務局

個人情報に関する項目については割愛いたしました。