

# 放送事業用システム作業班報告 説明資料(案)

資料2-3-1: 1. デジタル方式音声STL/TTL/TSL

2. デジタル方式映像TSL

3. デジタル方式監視・制御用固定回線

資料2-3-2: 4. UHF帯デジタル方式映像TTL

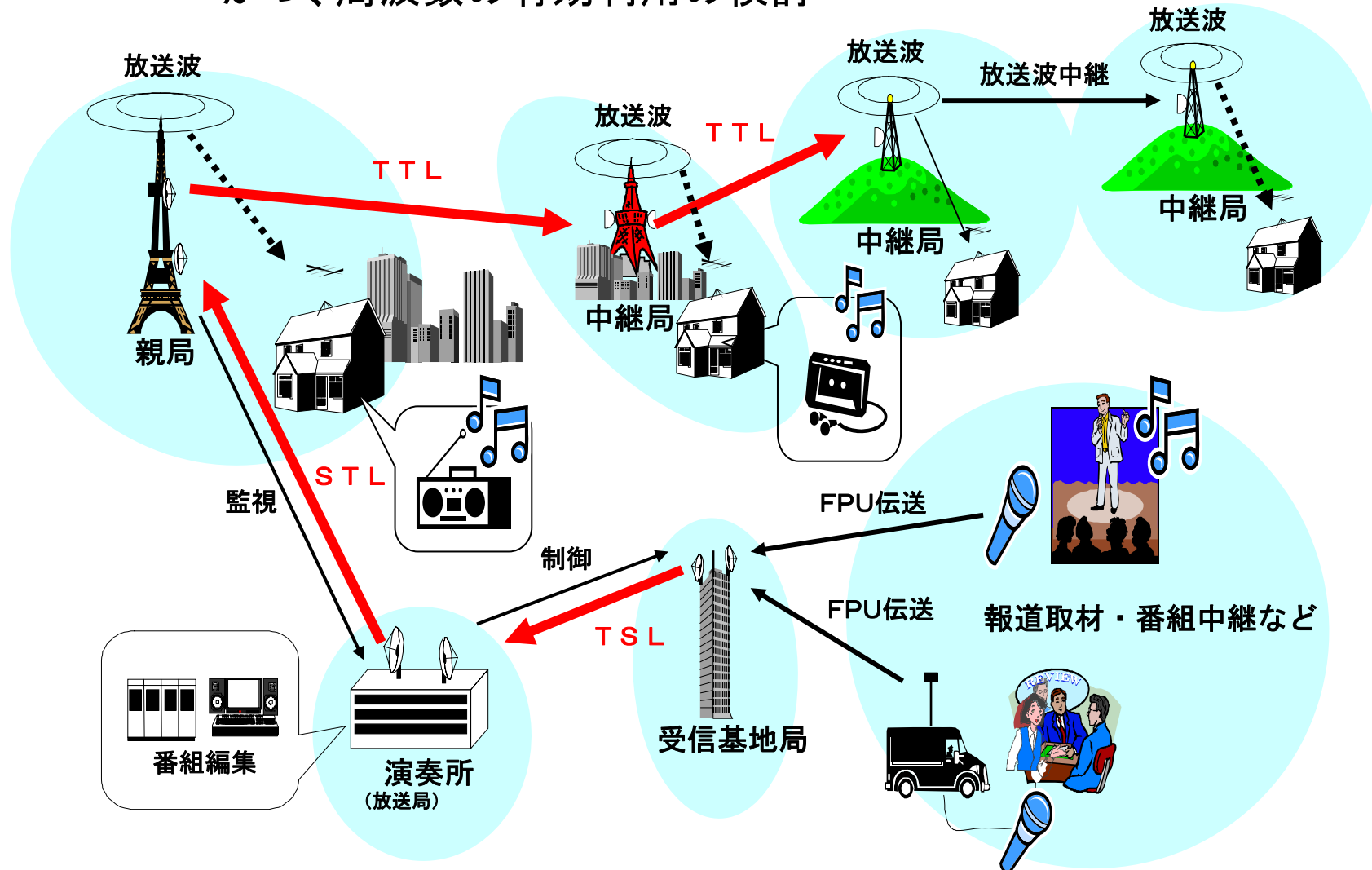
資料2-3-3: 5. ミリ波帯デジタル方式FPU

1. デジタル方式音声STL/TTL/TSL
  2. デジタル方式映像TSL
  3. デジタル方式監視・制御用固定回線
- 

平成19年8月1日  
放送事業用システム作業班  
(SHF帯アドホック)

# 1. デジタル方式音声STL/TTL/TSL

- 概要：A帯から他の放送バンドへの周波数移行→,M,N帯での検討、かつ、周波数の有効利用の検討



# デジタル方式音声STL/TTL/TSL

---

## ▶ 審議に際しての考え方

- 既存回線との親和性からデジタル方式を採用
- 高品質、低遅延化のための伝送容量増加に対応し、周波数有効利用のため多値変調方式を採用
- 早期周波数移行のため、現行の諸元の適用を可能にする
- アナログコンポジット伝送に関しては、別に検討することに

# アドホックでの主な検討事項

---

## ▶ 周波数配置

- 周波数有効利用の観点から、既存業務用とは異なる配置を検討(いわゆるガードバンドの活用)。

## ▶ 伝送容量

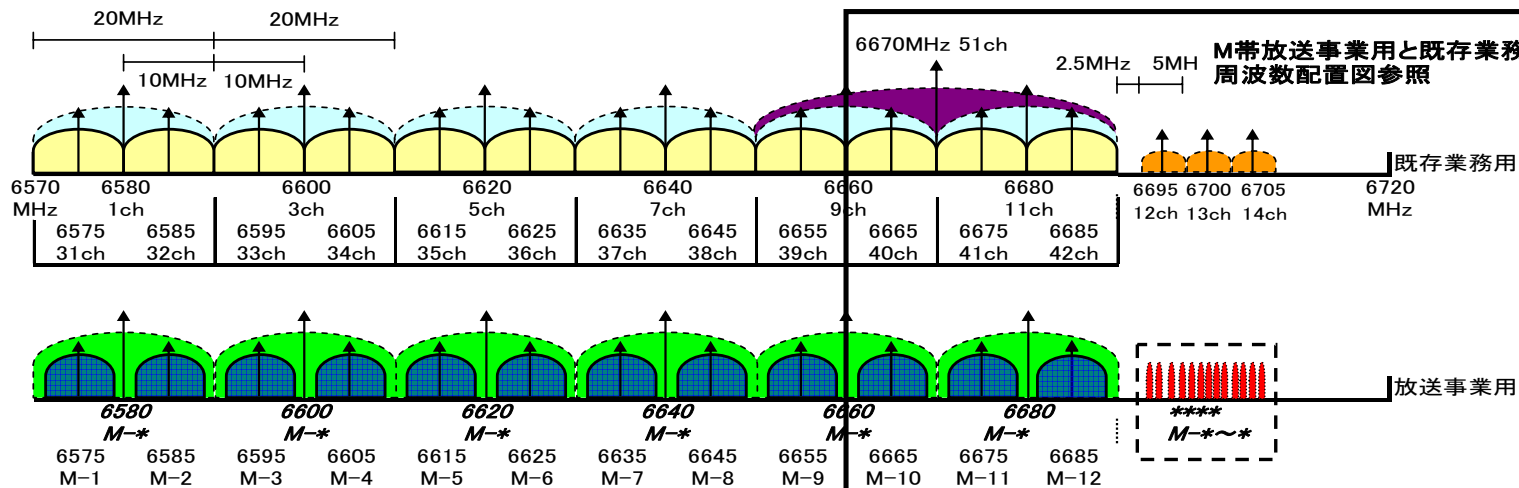
- アナログ音声放送の特長等を踏まえ、高品質、低遅延の伝送を確保するため、2250kbps以下に設定。

## ▶ 変調方式

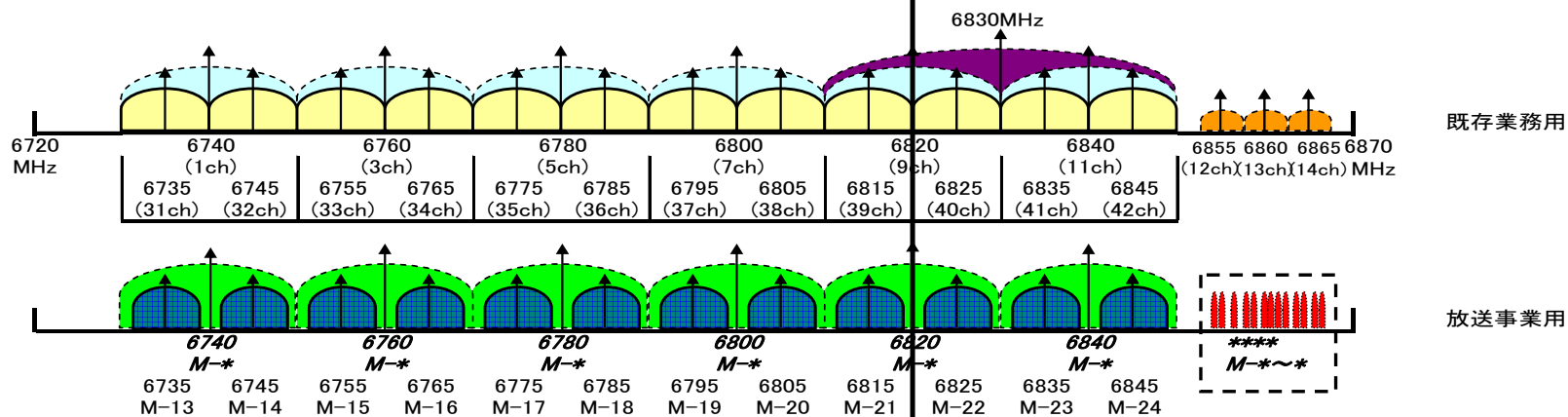
- 伝送容量増加と周波数有効利用のため、多値QAM変調方式を基本に。ただし、早期周波数移行に資するため、現行4PSK変調方式も条件付き可能に。

# M帯における周波数配置(案)

低群



高群



40MHz間隔  
(既存業務用)



20MHz間隔  
(既存業務用)



10MHz間隔  
(既存業務用)



5MHz間隔  
(既存業務用)



10MHz間隔  
(放送事業用TS方式)



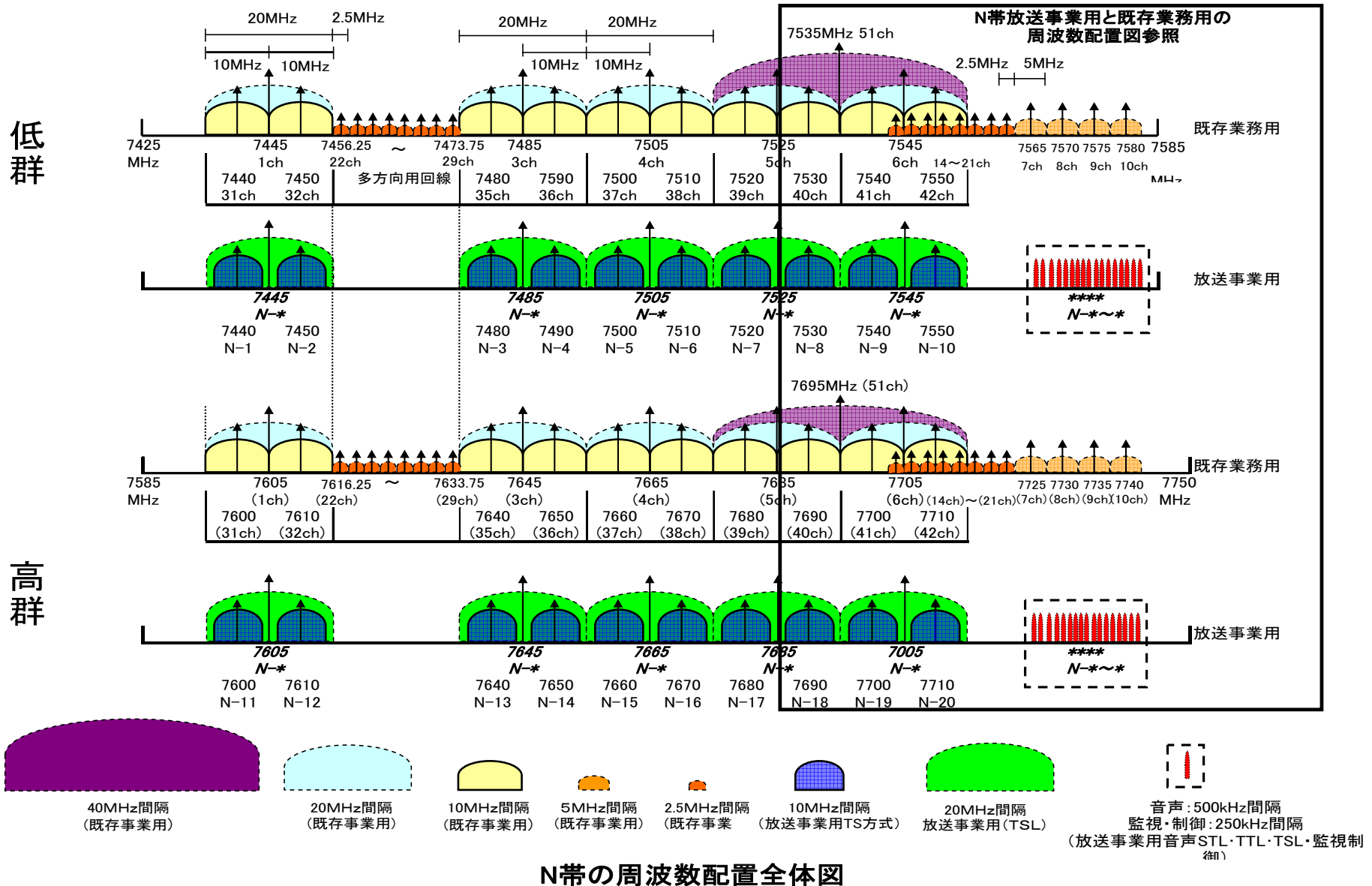
20MHz間隔  
放送事業用(TSL)



音声: 500kHz間隔  
監視・制御: 250kHz間隔  
(放送事業用音声STL・TTL・TSL・監視制  
制)

M帯のチャンネル配置全体図

# N帯における周波数配置(案)



# 周波数配置の検討

## ▶ 周波数配置

- 周波数有効利用の観点から、既存業務の10MHz、20MHz間隔の回線とのIRF検討

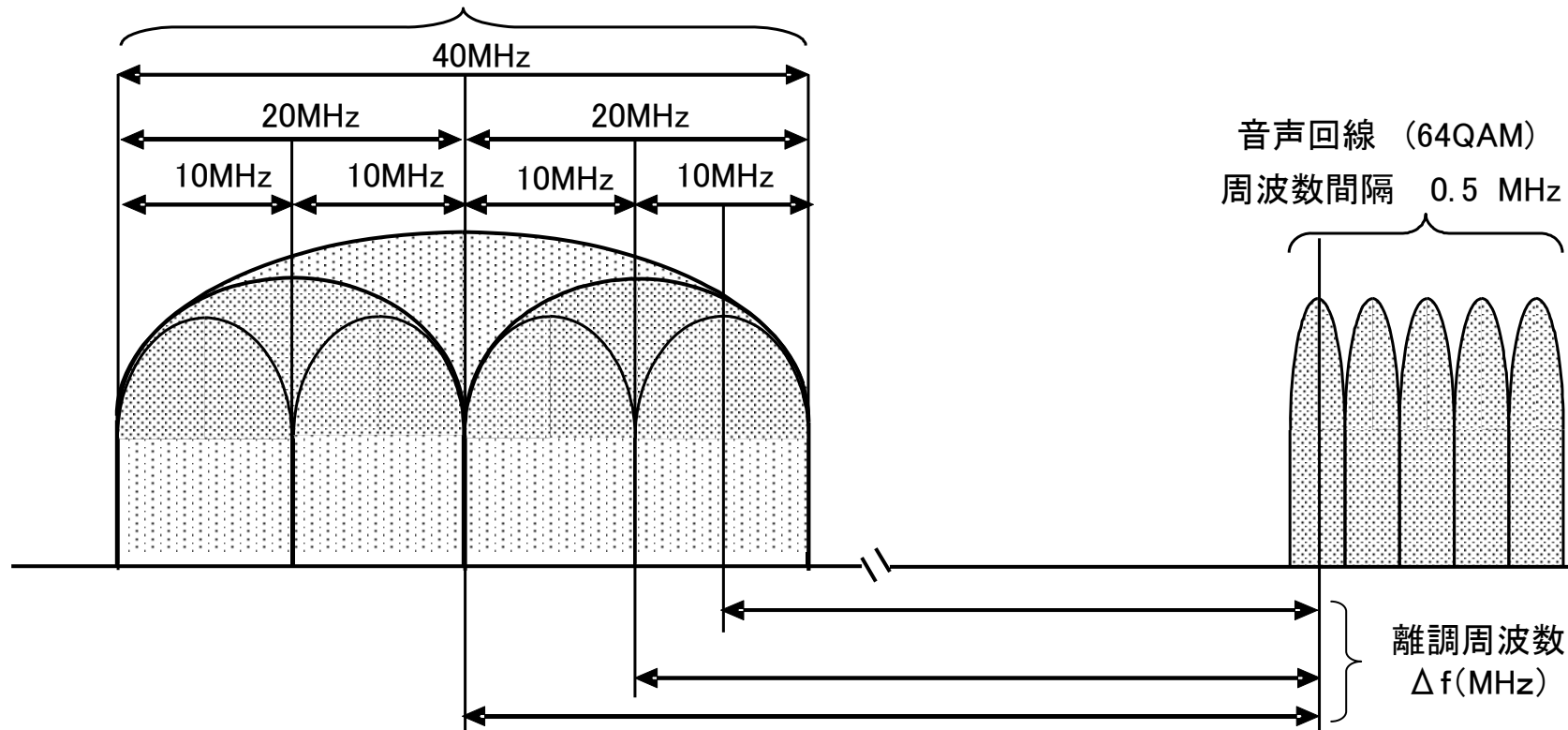
	検討対象回線の変調方式等	判定の誤り率	チャンネル間隔
(a)	デジタルTSL	$1 \times 10^{-4}$	20MHz
(b)	TS伝送方式STL/TTL		10MHz
(c)	4PSK 6Mbps方式		5MHz
(d)	4PSK 13Mbps方式		10MHz
(e)	4PSK 19Mbps方式		20MHz
(f)	16QAM 26Mbps方式		10MHz
(g)	16QAM 52Mbps方式		10MHz
(h)	128QAM 52Mbps方式		10MHz
(i)	128QAM 104Mbps方式		20MHz
(j)	64QAM 156Mbps方式		40MHz



# 周波数配置の検討

## ▶ IRFシミュレーション

既存業務用回線の中／大容量方式の周波数間隔



既存業務用回線の中／大容量方式と音声回線(64QAM)との離調周波数

# 周波数配置の検討結果

---

## ◆ 各回線とのIRF検討結果

- 既存業務用回線の大容量（40MHz間隔）、中容量回（20MHz間隔）とは、バンドエッジから10MHz以上離すことで音声デジタルSTL/TSL/TTLからの影響は軽減可能

## ◆ 優先使用チャネル

- 一部小容量（5MHz間隔）と周波数を共用する部分を最小限にするため、優先使用チャネルを設定。
  - ▶ 音声STL/TTL・・・MバンドのMAF-20ch～MAF-39chを優先使用チャネルとし、MAF-39chから低い方へ順に使用

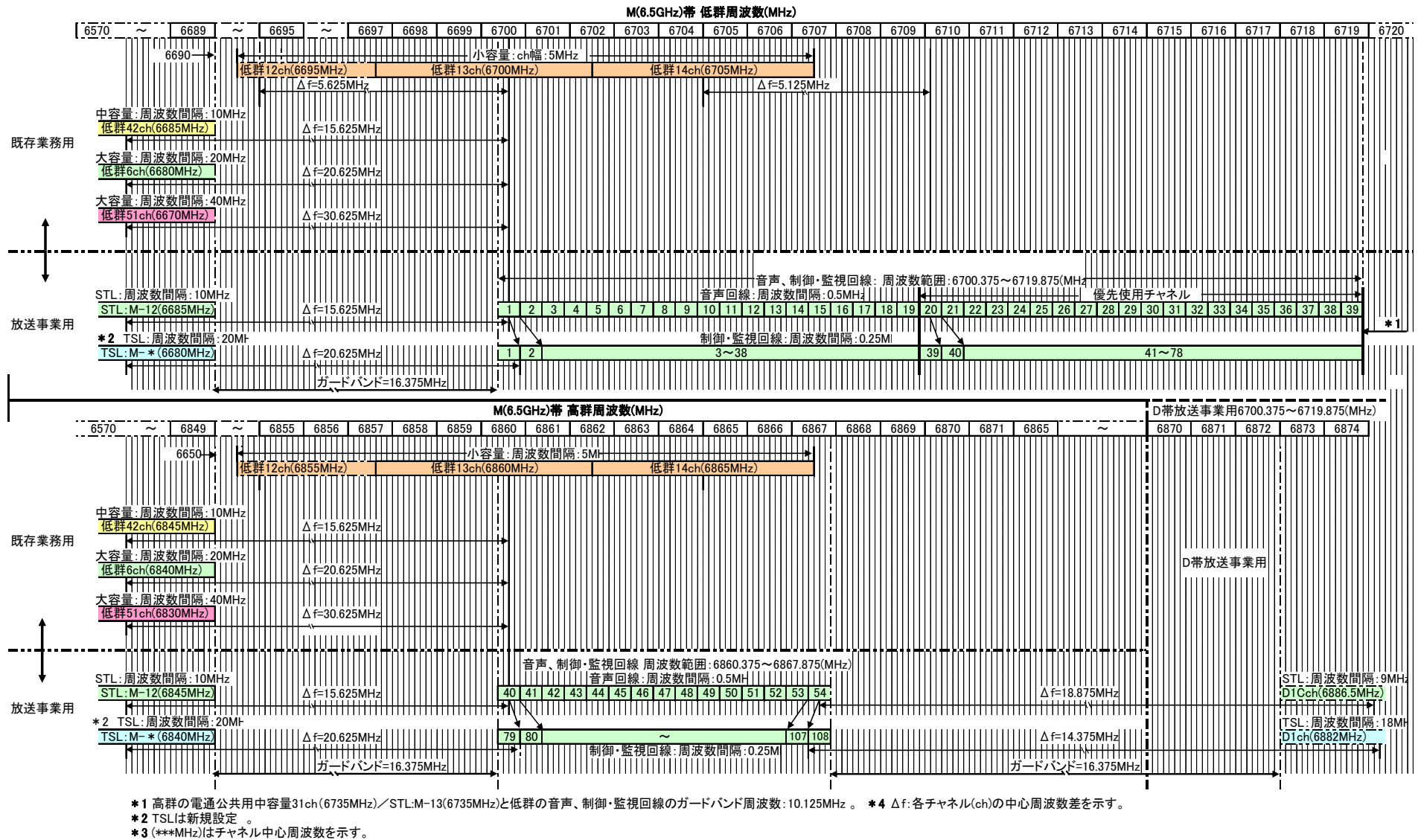
# 周波数配置の検討結果

## ◆ 周波数間隔

- 周波数有効利用の観点から、現行と同じ500kHz間隔
- なお、多値変調(64QAM方式)の採用で、伝送容量は2250kbps以下の確保が可能。(以下、最大伝送容量例)

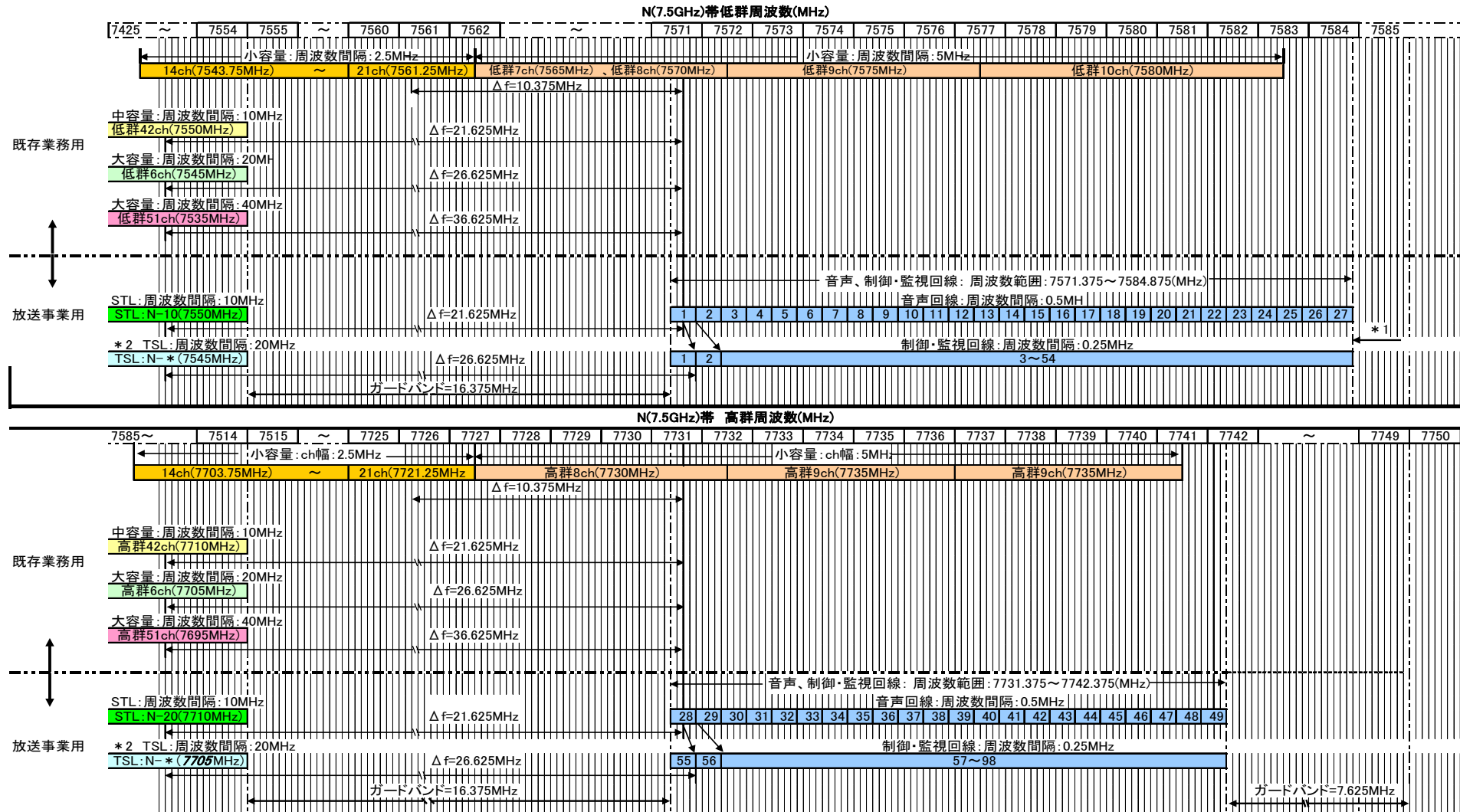
項目	容量	備考
音声(L)	960kbps	量子化ビット数20bit、 48kHzサンプリング、非圧縮
音声(R)	960kbps	
打合せ・リモコン 制御	32kbps	
ステレオ／モノラル 制御	4kbps	
誤り訂正信号等	294kbps	
合計	2250kbps	

# 周波数配置・優先使用(案)



M(6.5GHz)帯 放送事業用と公共・一般業務用の周波数配置図

# 周波数配置・優先使用(案)

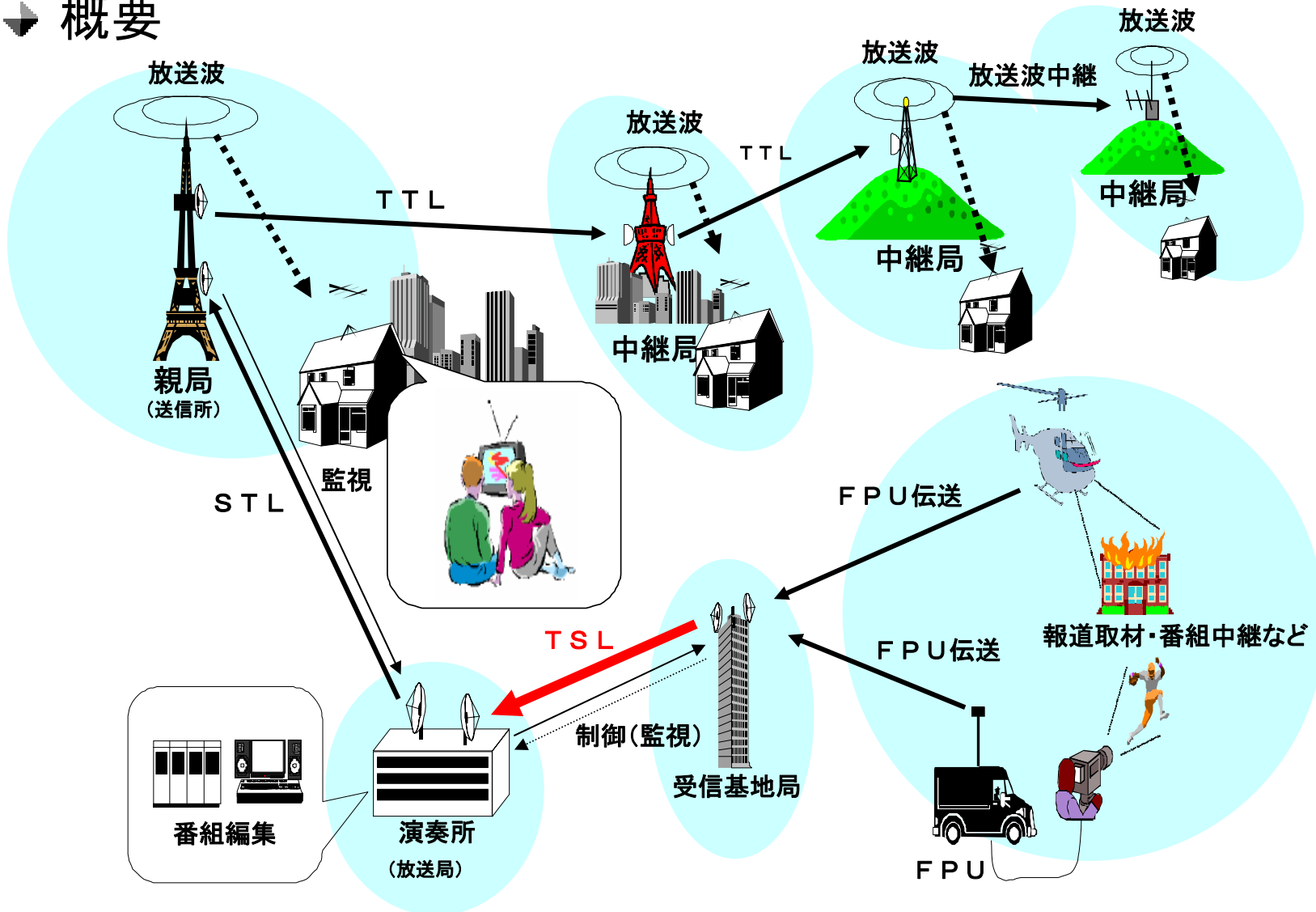


\* 1 高群の既存業務用中容量31ch(7600MHz)／STL-M-13(7600MHz)と低群の音声、制御・監視回線の周波数間隔:10.125MHz。 \* 4 Δf:各チャンネル(ch)の中心周波数差を示す。  
 \* 2 TSLは新規設定。  
 \* 3 (\*\*MHz)はチャンネル中心周波数を示す。

N(7.5GHz)帯 放送事業用と公共・一般業務用の周波数配置図

## 2. デジタル方式映像TSL

### 概要



# デジタル方式映像TSL

---

## ▶ 審議に際しての考え方

- 既存回線との親和性からデジタル方式を採用
- 現行回線と同様の伝送距離、その他の諸元の適用を考慮
- 周波数有効利用のためのコチャネル伝送等を考慮

# アドホックでの検討事項

## ➡ 周波数配置

- 現行TSLの18MHz間隔を、周波数共用する既存業務用回線の中容量20MHz間隔と同一の周波数配置をとり周波数を有効に利用する

## ➡ 変調方式

- 多値変調(64QAM)方式を基本

## ➡ 回線瞬断率の考え方

- 現行方式に準拠しながら、M・N帯の既存業務用回線との親和性を考え、[1/km]における回線瞬断率を定義

$$\text{目標回線瞬断率} = 1 \times 10^{-6} \text{ (1/km)}$$

$$\text{許容回線瞬断率} = 1 \times 10^{-6} \text{ (1/km)}$$

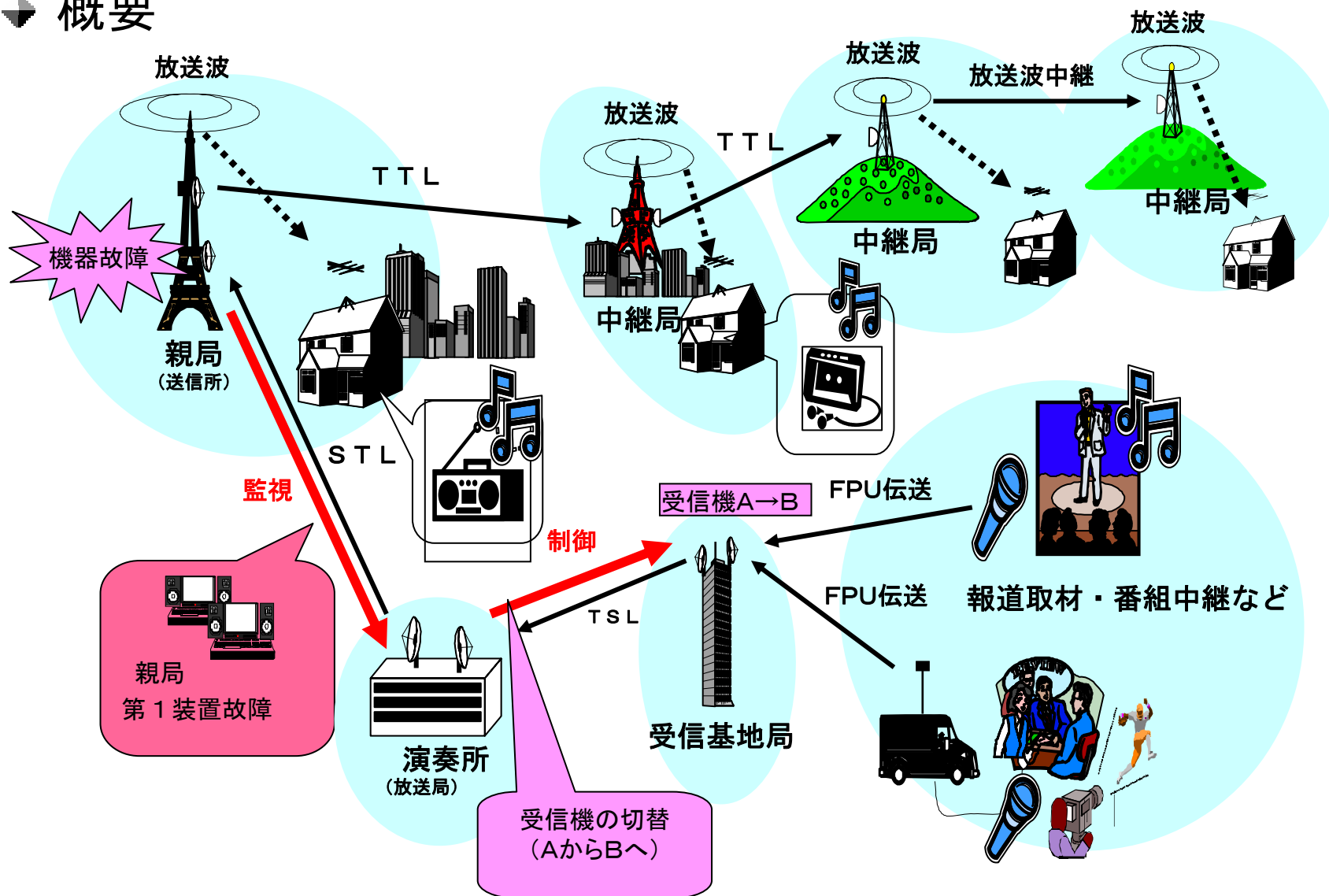
## ➡ コチャネル伝送

- M・N帯のフェージングを考慮して非同期のコチャネル伝送を可能とする条件を設定



# 3. デジタル方式監視・制御用固定回線

## 概要



# デジタル方式監視・制御用固定回線

---

## ▶ 審議に際しての考え方

- 既存回線との親和性からデジタル方式を採用
- 監視・制御項目の拡充ニーズに応えるための伝送容量増加への対応と周波数有効利用のため多値変調方式を採用
- 複信方式も可能とするチャネル配置

# 周波数配置

---

## ▶ 周波数配置

- 音声STL/TTL/TSLと同様MN帯の一部ガードバンドを利用
- 周波数配置は、周波数有効利用の観点から、現行と同じく250kHz間隔

## ▶ 伝送容量

- 伝送容量は連絡無線の高度化など制御監視項目の増加に対応し、1125kbps以下

## ▶ チャネル数

- 現行免許されている移行対象のチャネル数に加え制御・監視の平行2回線を考慮したチャネル数が必要

# 技術条件のまとめ-1

項目	音声STL/TTL/TSL	映像TSL	監視制御用固定回線
周波数帯	M・N帯	M・N帯	M・N帯
周波数配置	500kHz間隔	20MHz間隔	250kHz間隔
通信方式	単向通信方式	単向通信方式	単向通信方式 復信方式
変調方式	64QAM変調方式他	64QAM変調方式他	64QAM変調方式他
復調方式	同期検波方式	同期検波方式	同期検波方式
伝送容量	2250kbps以下	84Mbps以下	1125kbps以下
クロック周波数	375kHz以下	14.0MHz以下	188kHz以下
空中線電力の最大値	2W以下	1キャリア当り2W以下	2W以下
偏波	直線偏波	直線偏波	直線偏波
占有周波数帯幅の許容値	405kHz以下	16.2MHz以下	203kHz以下
補助信号の伝送方式	多重して伝送	多重して伝送	—
自動等化器	波形歪補償	波形歪補償	波形歪補償
交差偏波干渉補償器	—	コチャネルの場合使用 XPICは18dB以上改善	—
誤り訂正機能	有する	有する	有する

## 技術条件のまとめ-2

項目	音声STL/TTL/TSL	映像TSL	監視制御用固定回線
中継方式	検波再生中継方式	検波再生中継方式	検波再生中継方式
無給電中継方式	相応の理由で使用可能	相応の理由で使用可能	相応の理由で使用可能
スペースダイバーシチ	条件が厳しい地域では使用可能	条件が厳しい地域では使用可能	条件が厳しい地域では使用可能
回線設計(受信入力)	標準受信入力 -65.5dBm + Fmr/2 最大受信入力 -36dBm(単一受信時は-44dBm)	標準受信入力 -58.5dBm + Fmr/2 最大受信入力 -36dBm(単一受信時は-44dBm、コチャネル伝送時+2dB)	標準受信入力 -66.5dBm + Fmr/2 最大受信入力 -36dBm(単一受信時は-44dBm)
回線設計(回線品質)	フェージングによる目標回線瞬断率、許容回線瞬断率ともに $4 \times 10^{-7}$ (1/km)	フェージングによる目標回線瞬断率、許容回線瞬断率ともに $1 \times 10^{-6}$ (1/km)	フェージングによる目標回線瞬断率、許容回線瞬断率ともに $4 \times 10^{-7}$ (1/km)
等価等方輻射電力の制限	現行MN帯に準拠	現行MN帯に準拠	現行MN帯に準拠
混信保護	混信保護の許容値 30.5dB以上	混信保護の許容値 25.0dB以上	混信保護の許容値 30.5dB以上
搬送波電力対熱雑音電力比	30.8dB以下	25.2dB以下	30.8dB以下
周波数の許容値	$2 \times 10^{-6}$ 以下	$20 \times 10^{-6}$ 以下	$1 \times 10^{-6}$ 以下

## 技術条件のまとめ-3

項目	音声STL/TTL/TSL	映像TSL	監視制御用固定回線
送信電力スペクトル特性	±250kHzにて -37dBc以下 ±750kHzにて -48dBc以下	±9MHzにて -37dBc以下 ±19MHzにて -48dBc以下	±125kHzにて -37dBc以下 ±375kHzにて -48dBc以下
送受信ろ波特性	各方式で規定	各方式で規定	各方式で規定
等価雑音帯域幅、雑音指数	375kHz、NF4dB以下	16.2MHz、NF4dB以下	188kHz、NF4dB以下
総合伝送特性	ロールオフ $\alpha$ :0.5以下	ロールオフ $\alpha$ :0.3以下	ロールオフ $\alpha$ :0.5以下
送受信空中線特性	現行MN帯に準拠	現行MN帯に準拠	現行MN帯に準拠
交差偏波識別度	25dB以上	25dB以上 コチャネルの場合38dB	25dB以上
フェージングマージン及び降雨減衰マージン	フェージングについて考慮	フェージングについて考慮	フェージングについて考慮
電波の型式	D7W、G7W	D7W、G7W	D7W、G7W
スプリアス	電波法に準拠	現行MN帯に準拠	現行MN帯に準拠

## アドホックメンバー

氏名	所属
◎ 牧野 鉄雄	日本テレビ放送網(株)技術統括局 技術戦略センター 技術開発部 開発担当副部長
加藤 久和	日本放送協会 技術局 計画部 担当部長
広谷 光	(株)日立国際電気 放送・映像事業部 技師長
川島 修	(株)エフエム東京 編成制作局 技術部長
野路 幸男	池上通信機(株)放送通信事業本部 マーケティング部 部長
吉野 洋雄	(株)テレビ朝日 技術局技術業務部 兼 事業局CS事業部 局次長待遇
吉本 博	(株)テレビ東京 技術局技術業務部長
深澤 友良	(株)TBSテレビ 技術本部技術局ステーション技術センター 送信設備計画
関野 昇	電気興業(株)鹿沼工場 技術部 マイクロ回線専任課長
小木曾 真二	電気事業連合会 情報通信部 副部長
廣田 俊久	日本電気(株)放送映像事業部 第一技術部 主任
荒井 浩昭	(株)エヌ・ティ・ティ・ドコモ 無線アクセス開発部 無線応用担当 担当課長
広瀬 慎介	(株)東芝 社会システム社 放送・ネットワークシステム事業部 放送システム技術部 放送システム技術第二担当 参事
高田 滋	(社)日本民間放送連盟 企画部 主査
今井 俊夫	日本電業工作(株)電子回路部 主幹
毛利 貢治	日本無線(株)ソリューション事業本部 通信ソリューションBU マイクロ波システムグループ 担当課長
渡辺 信一	(株)文化放送 編成局 技術部 次長

◎アドホックリーダー

## 4. UHF帯デジタル方式映像TTL

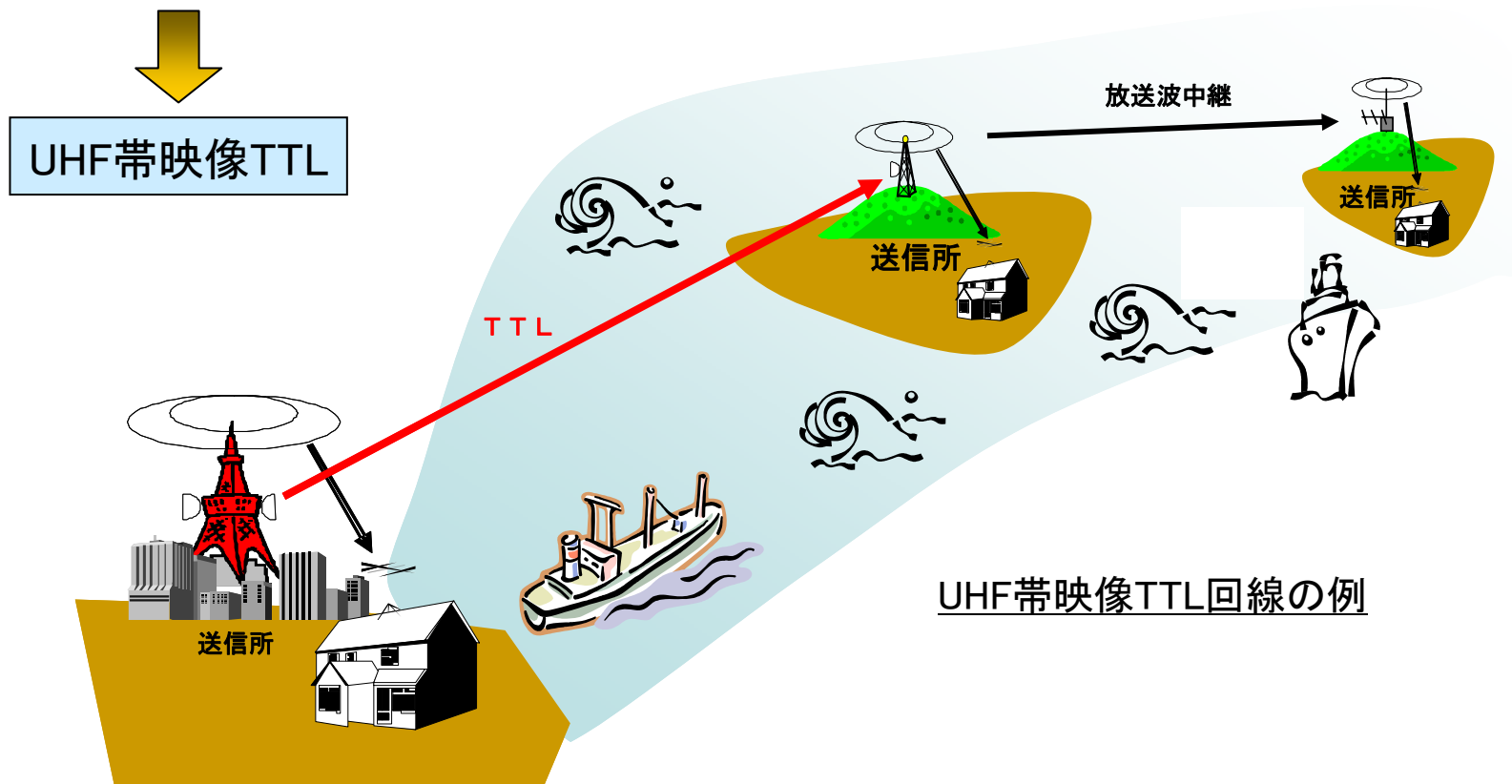
---

平成19年8月1日  
放送事業用システム作業班  
(UHF帯アドホック)



# 審議の目的

SHF帯では伝送困難な  
長距離 離島向け映像TTL



# 審議に際しての考え方

①	使用周波数	放送用UHF帯(13~62ch)での割当可能なチャンネル
②	適用ルート	主として海上伝搬の多い離島回線、平野・山岳にも適用可能(原則、見通し回線)
③	伝送距離	単区間 最大170Km 総延長 300km(東京)、最大600km(鹿児島)
④	後段中継数	最大 7段程度
⑤	伝送内容	独立同期IF伝送方式の使用を原則とする 従属同期IF伝送方式・TS伝送方式の採用。ただしDTVの受信に混信を与えない場合
⑥	回線品質	年間回線瞬断率 0.1%
⑦	ダイバーシチ	特に離島回線ではスペースダイバーシチ(SD)を基本する
⑧	所要フェージングマージン	フェージングの実測結果や過去の観測データを分析し、所要フェージングマージンの推定方法を新たに設定
⑨	SDの効果	スペース相関係数及びSD改善効果を新たに検討、導入

# 技術的条件 その1

項番	項目	技術的条件		
	方式	IF伝送独立同期	IF伝送従属同期	TS伝送
1	周波数帯	UHFテレビジョン(13~62ch)470~770MHz(周波数リパックを考慮)		
2	通信方式	単向通信		
3	変調方式	主信号:地上デジタル放送用OFDM変調		64QAM方式
			SC信号:4PSK方式	
			パイロット信号:無変調	
4	復調方式	規定せず		同期検波方式
5	伝送容量	地上デジタル放送用OFDM信号と同一		40.2Mb/s以下
6	クロック周波数	規定せず		6.7MHz以下
7	空中線電力の最大値	100W		
8	周波数間隔	6MHz	9MHz	
9	偏波	水平偏波又は垂直偏波		
10	占有周波数帯幅	5.7MHz以下	周波数間隔8.4MHzの範囲内にあること	7.6MHz以下

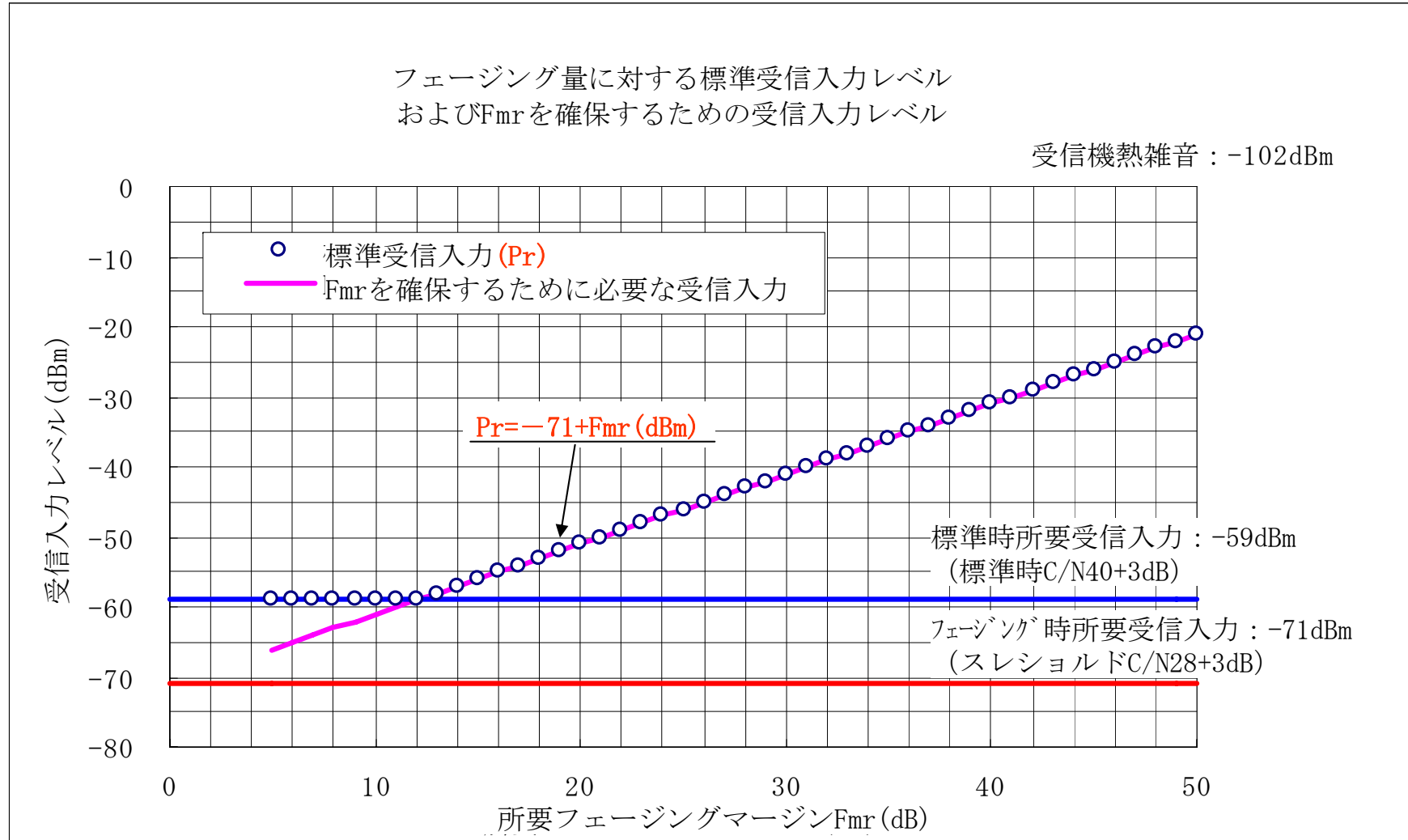
## 技術的条件 その2

項番	項目	技術的条件		
	方式	IF伝送独立同期	IF伝送従属同期	TS伝送
11	補助信号の伝送	なし	SC信号を主信号に多重	TS信号の時分割多重
12	自動等化器	必要に応じマルチパス等化器等使用		有
13	交差偏波干渉補償器	規定せず		
14	誤り訂正機能	規定せず		有
15	中継方式	非再生中継方式		検波再生又は非再生
16	無給電中継方式	使用しない		
17	ダイバーシチ	伝送路条件が厳しい回線では使用することが望ましい		
18	受信入力	$-71+F_{mr}(\text{dBm})$		$-64.8+F_{mr}(\text{dBm})$
19	回線品質(回線断C/N)と回線瞬断率	C/N28dB, 0.1%		C/N30.8dB, 0.1%
20	等価等方輻射電力の制限	規定せず		

## 技術的条件 その3

項番	項目	技術的条件		
	方式	IF伝送独立同期	IF伝送従属同期	TS伝送
21	混信保護値(全干渉電力総和)	45dB		30.5dB
22	搬送波電力耐熱雑音電力比	標準時C/N40dB、スレッショルドC/N28dB		30.8dB
23	周波数許容偏差	100 × 10 <sup>-6</sup> 、または放送局の既定に準ずる		
24	送受信電力スペクトル特性	±2.86MHz:-20dB	±4.1MHz:-32dB	±4.5MHz:-37dB
		±4.36MHz:-50dB	±4.5MHz:-50dB	±18MHz:-48dB
25	送受信ろ波特性	標準 ±4.36MHz:-15dB	±6.25MHz:-15dB	規定せず 必要に応じ使用
		隣接除去 ±3.2MHz:-10/15dB		
26	等価雑音帯域幅及び雑音指数	6MHz以下、4dB以下		6.7MHz以下 4dB以下
27	総合伝送特性	規定せず		ロールオフ率0.3以下
28	送受空中線特性	中継局用受信空中線と同じ		
29	交差偏波識別度	規定せず		
30	フェージングマージン	新しく実験式を設定(12dB以上) ただし確認値があれば使用可		
31	電波の型式	X7W	X7W、パイロットNON SC信号G1W、G7D、G7W	D7W
32	スプリアス発射の強度の許容値	帯域外領域: 20mW以下かつ60dB以下		
		スプリアス領域: 50 μW以下又は70dB以下		

# 所要フェージングマージンに対する標準受信入力レベル



## 方式別回線品質関連項目の一覧表

項番	方式	STL/TTL (A~Dバンド)	UHF帯TTL	地上デジタル 放送波中継 (参考)
1	目標回線品質	$5 \times 10^{-7}$ /km	0.1%	*
2	許容回線品質	$5 \times 10^{-7}$ /km	0.1%	*
3	全区間距離	100km	200~500km	*
4	標準区間距離	50km	*	*
5	区間品質	$2.5 \times 10^{-5}$ /D	0.1%	0.1%
6	全区間品質	$5 \times 10^{-5}$ 以下	0.1%	エリアの遮断率 1%
7	標準受信入力(dBm) (同一周波数配列なし)	$-56.9 + F_{mr}/2$ (A) $-58.5 + F_{mr}/2$ (B~D)	$-71 + F_{mr}$	*
8	標準受信入力(dBm) (同一周波数配列あり)	$-55.5 + F_{mr}/2$	*	*
9	標準受信入力(dBm) (下限) ; IF伝送方式	$-54.5$ (A~D)	$-59$	*
10	最大受信入力(dBm)	$-36$	*	*
11	フェージング時 所要熱雑音C/N(dB)	TS : 30.8 IF : 28.0	IF : 28.0	*

# 所要フェージングマージン

## (1) 所要フェージングマージン

$$Fmr(99.9\%) = 10 \times \log\left(\frac{d^{2.5}}{A}\right) - K \quad (dB)$$

ただし、 $Fmr < 12dB$ の場合は $Fmr = 12dB$ とする

**d** (km) — 距離

**A** ————— SD改善率(単一受信の場合は $A=1$ 、SD受信の場合は(2)項で計算する)

**K** (dB) — 伝搬路種別により以下の値とする

伝搬路種別	山岳	平野	海
K	29	25	18

## (2) SD受信の改善率

スペース相関係数( $\rho$ )及びフェージングマージン( $Fmr'$ )より電波法関係審査基準 別紙1別図第46号から求める。

$\rho$ は原則として下記の式にて算出する。

ただし、 $\rho$ が0.8以上の場合SD改善度は無いものとする。

$$\rho = 4D_r^2 - 4D_r + 1 \quad (\text{新たに導入})$$

$$D_r = \frac{\Delta h}{P}$$

ただし、 $D_r \leq 0.5$ 範囲とし  $\rho < 0.4$ の場合は、 $\rho = 0.4$ とする

$D_r$  : アンテナ間隔のハイトパターンピッチに対する比率

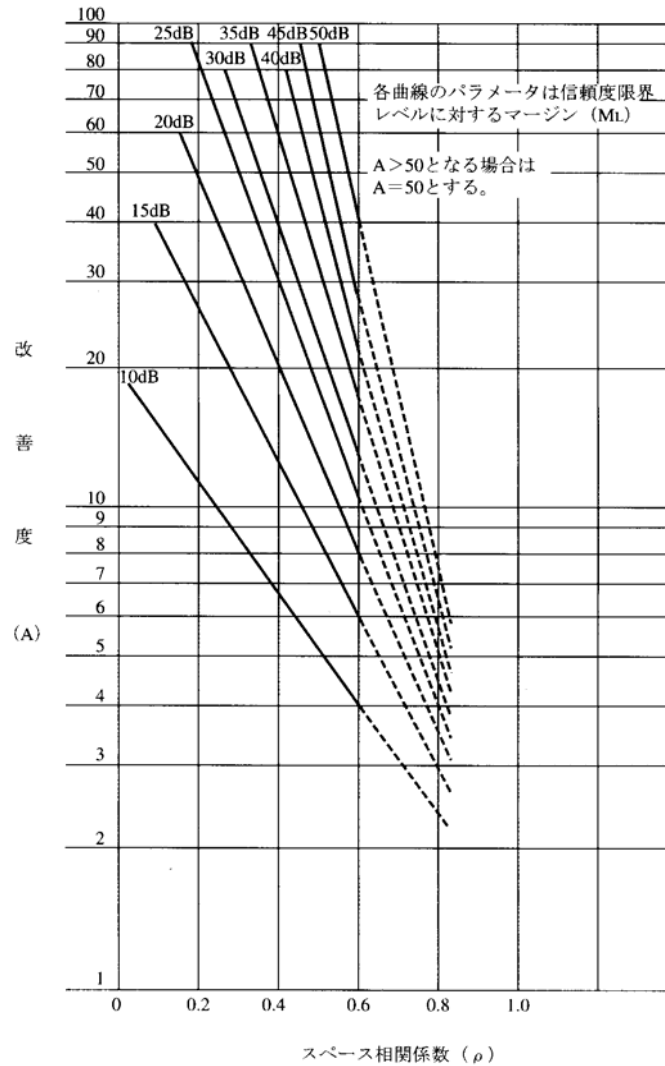
$\Delta h$  : アンテナ間隔

$P$  : ハイトパターンピッチ



# スペースダイバーシティによる改善度

電波法関係審査基準 別紙1別図第46号



# 各地伝搬実験フェージングと計算値一覧 ①

No.	区間	距離	伝搬路	ch等	MIN	99.9%	50%	0.1%	幅(ABS) 99.9%~50%	所要フェージング マージン 計算値
海										
2	郷ノ浦 - 巖原	67.7	海	56/59	22.8	*	62.8	67.4	*	27.8
3	NHK瀬戸 - 伊勢	85.8	海	13	*	*	*	*	*	30.3
8	弥彦山 - NST/NT21高田#1	80.5	海	15	*	-77.8	-51.4	-48.0	26.4	29.6
	弥彦山 - NST/NT21高田#2	80.5	海	15	*	-71.1	-52.4	-48.5	18.7	29.6
9	TAO生駒 - TAO北淡垂水(分離)	63.8	海	15	*	-69.4	-53.9	-47.4	15.5	27.1
	TAO生駒 - TAO北淡垂水(非分離)	63.8	海	15	*	-71.4	-60.1	-49.1	11.3	27.1
10	TAO長谷山 - 伊勢#1	44.0	海	15	*	-76.2	-64.2	-60.2	12.0	23.1
	TAO長谷山 - 伊勢#2	44.0	海	15	*	-72.9	-58.0	-55.9	14.9	23.1
17	金沢 - 富来	67.6	海	37	*	43.6	65.8	73.3	22.2	27.7
18	金沢 - 七尾	67.7	海	37	81.0~84.7	*	84.8~86.7	*	*	27.8
	金沢 - 七尾	67.7	海	33	62.2	76.8	83.2	104.0	6.4	27.8
19	函館 - 今別	66.8	海	21	42.4	60.4	68.9	*	8.5	27.6
	函館 - 大間	30.8	海	21	56.8	85.9	90.8	*	4.9	19.2
	函館 - 東通	69.5	海	21	54.8	69.1	79.2	*	10.1	28.0
20	鹿児島 中之島 - 名瀬	170	海	30	-90.3	-83.8	-49.1	-43.8	34.7	37.8
16	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	41.0~64.1	55.0~64.2	65.3~66.7	*	10.3	31.6
	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	54.4~64.8	48.1~64.69	63.4~67.3	*	8.9	31.6
	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	44.3~63.86	46.3~63.8	63.4~66.0	*	19.1	31.6
	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	42.59~63.5	46.6~63.5	65.1~66.5	*	22.5	31.6
	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	*	45.0	65.7	71.5	20.7	31.6
	沖縄 - 久米島	96.0	海	16	*	51.6	64.1	70.4	12.5	31.6
	長崎-福江島 #1	102.2	海	37	*	*	*	*	27.7	32.2
	長崎-福江島 #2	102.2	海	37	*	*	*	*	18.1	32.2
11	島田 - 尾鷲ハヤシデンキ	195.0	海上 見通し外	15	*	*	8.1	28.1	4.0~12.8	-
15	津 - 小笠	152.0	海上 見通し外	33	31.9	31.9	42.9	*	11.0	-
	津 - 島田	155.5	海上 見通し外	33	36.7	38.5	54.1	*	15.6	-

表中の(\*)印は、「データなし」あるいは「評価できない」項目を示す。

## 各地伝搬実験フェージングと計算値一覧 ②

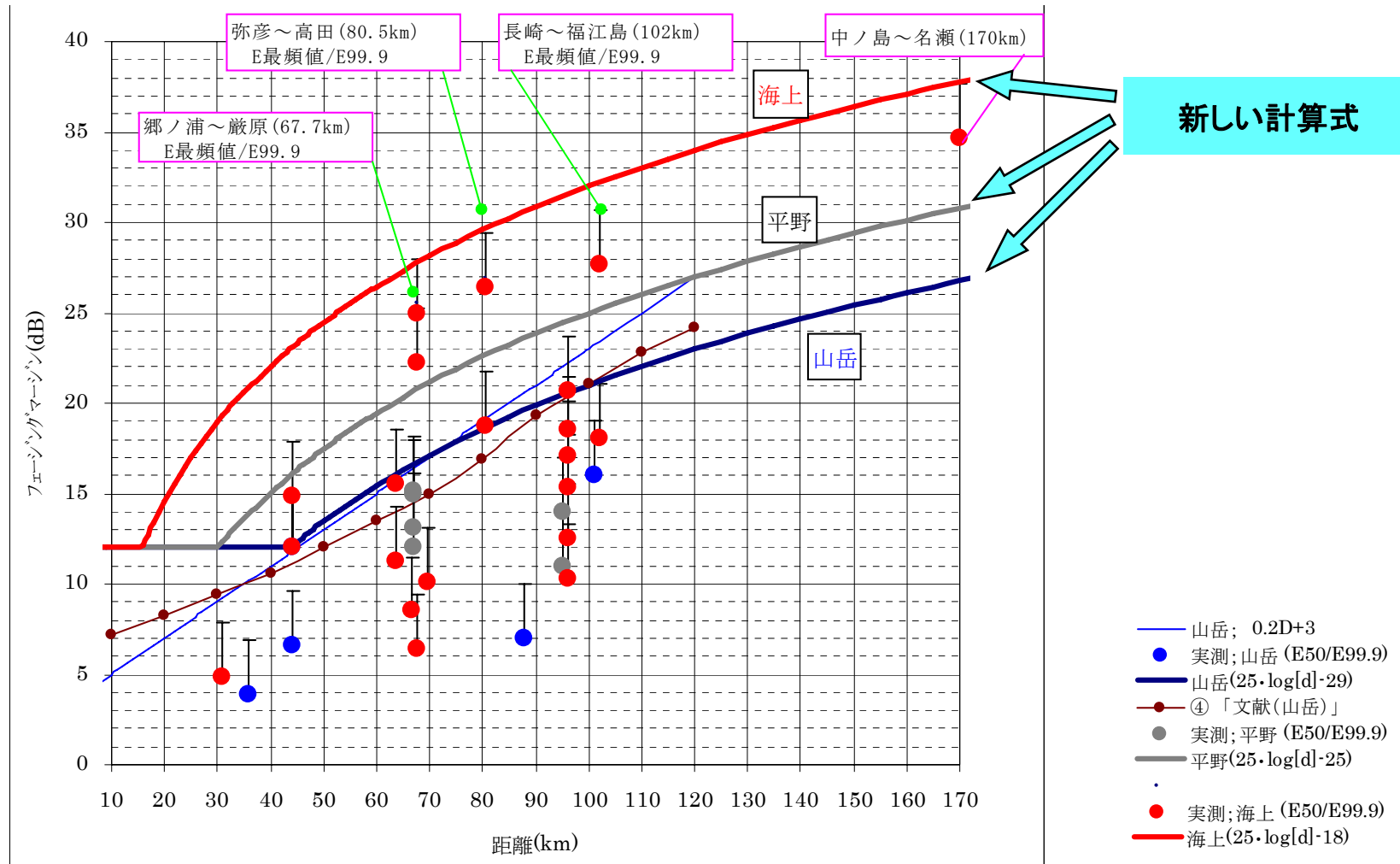
No.	区間	距離	伝搬路	ch等	MIN	99.9%	50%	0.1%	幅(ABS) 99.9%~50%	所要フェージング マージン 計算値
山岳										
4	新山 - 二戸	85.0	山岳	31/33 /35	*	*	*	*	*	19.2
5	新山 - 一関	59.0	山岳	31/33 /35	*	*	*	*	*	15.3
6	観音堂 - 羽咋#1	44.2	山岳	14	*	-65.1	-53.1	-48.5	12.0	12.1
	観音堂 - 羽咋#2	44.2	山岳	14	*	-56.1	-49.5	-45.5	6.6	12.1
12	美ヶ原 - 飯田	87.9	山岳	15	*	*	*	*	*	19.6
	美ヶ原 - 飯田	87.9	山岳	20	*	-48.4	-41.4	-35.5	7.0	19.6
13	豊橋 - 郡上八幡	101.0	山岳	60	*	29.7~ 26.4	42.4	46.9	12.7~16.0	21.1
14	中濃 - 郡上八幡	36.0	山岳	23	*	74.1~ 72.3	76.2	77.5	2.1~3.9	9.9
平野										
1	鱒塚 - 延岡#1	95.3	平野	15	*	-66.7	-52.7	-46.5	14.0	24.5
	鱒塚 - 延岡#2	95.3	平野	15	*	-65.5	-54.5	-46.8	11.0	24.5
7	TAO九千部 - 大牟田	38.2	平野	17	*	*	*	*	*	14.6
21	ATV/ABA上北局 - ATV八戸局#1	67.0	平野	55	46.1	61.8	73.8	80.4	12.1	20.7
	ATV/ABA上北局 - ATV八戸局#2	67.0	平野	55	42.8	56.7	71.7	77.4	15.0	20.7
	ATV/ABA上北局 - ATV八戸局#3	67.0	平野	57	43.6	62.6	75.7	81.6	13.1	20.7
	ATV/ABA上北局 - ATV八戸局#4	67.0	平野	57	41.8	57.3	72.5	78.8	15.2	20.7

表中の(\*)印は、「データなし」あるいは「評価できない」項目を示す。

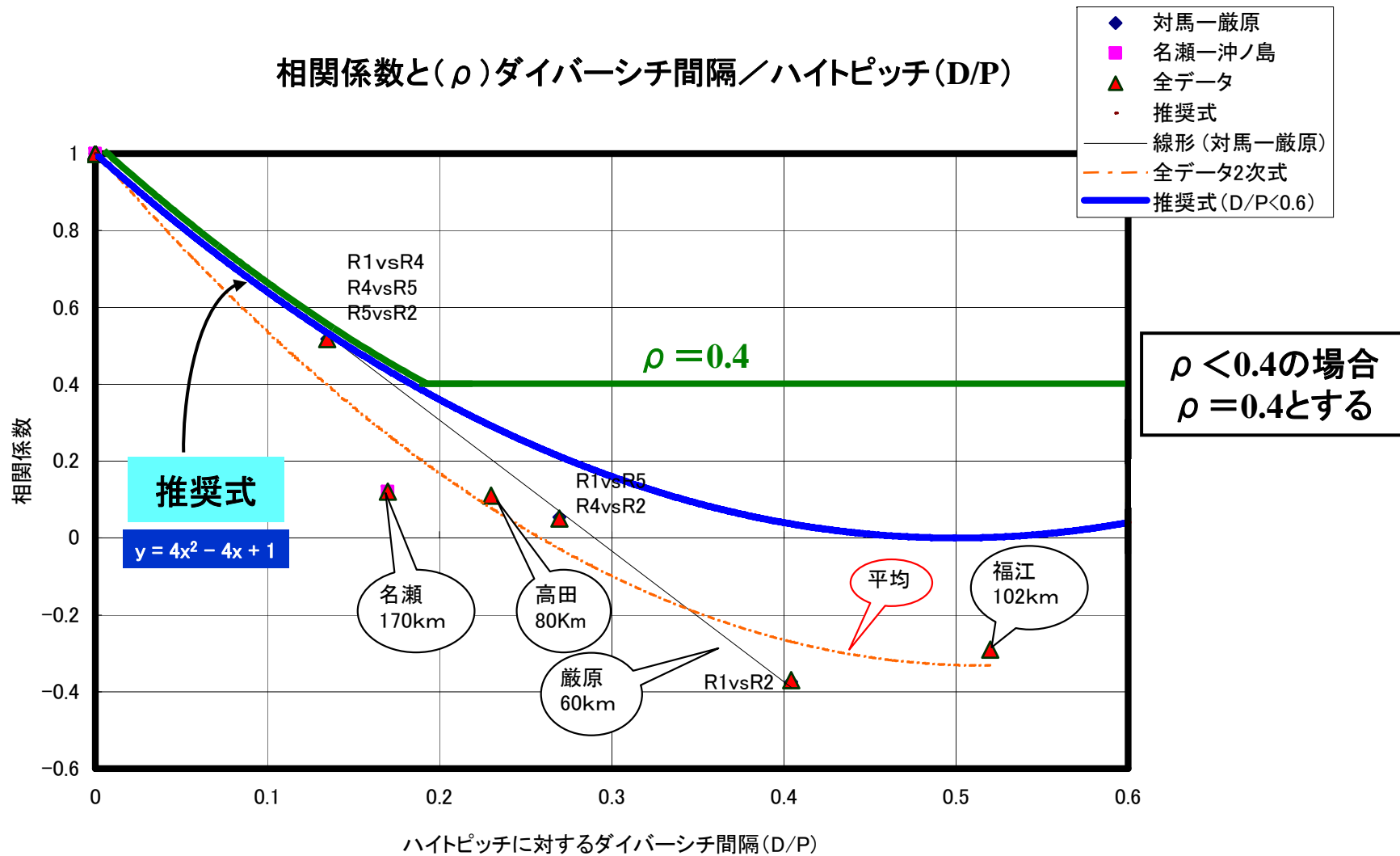
# 実回線での伝搬距離と所要フェージングマージン (フェージング損失)との関係

伝搬距離とフェージングマージンの実測値と計算式

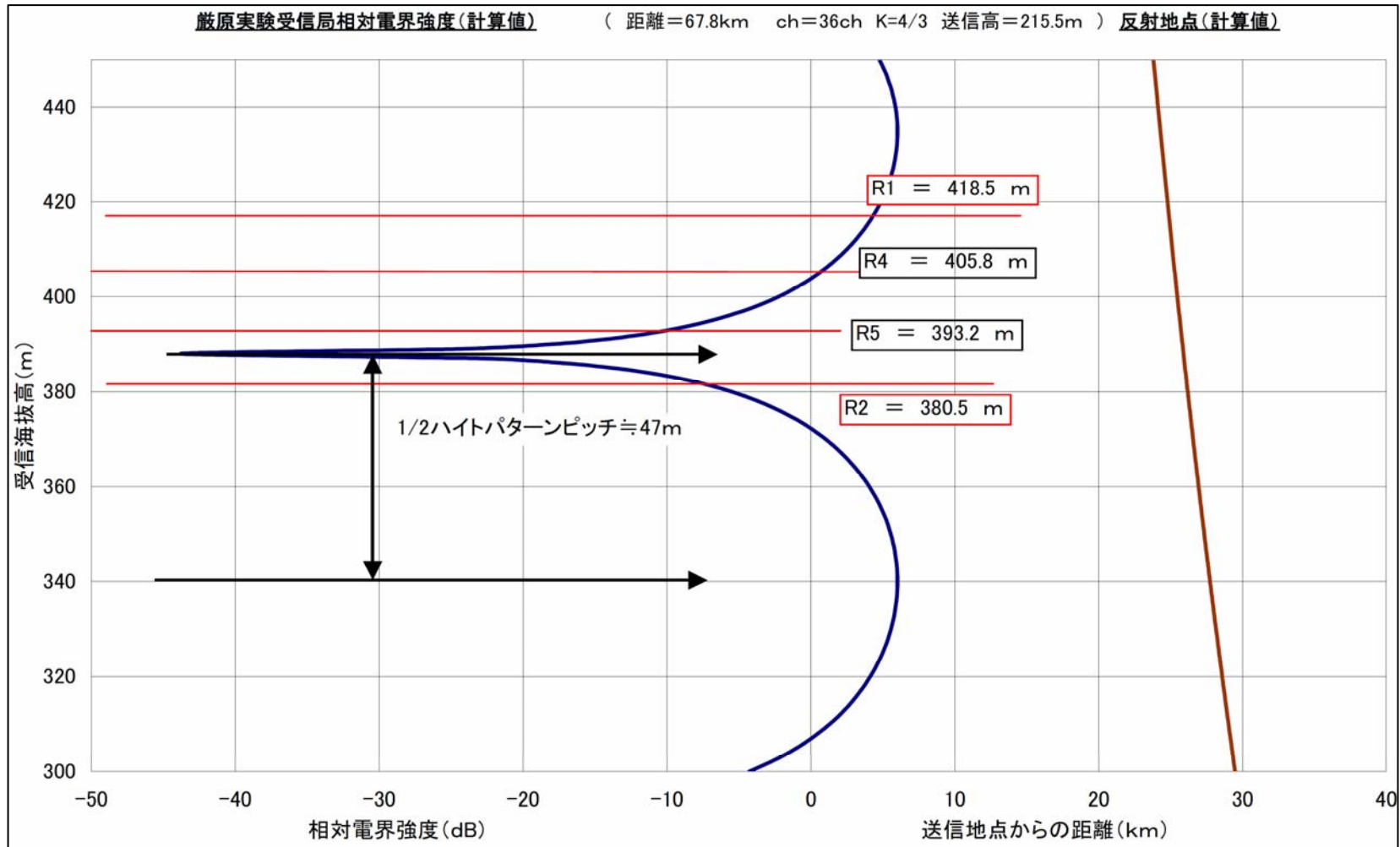
UHF帯、回線信頼度:99.9%、見通し



# スペース相関係数



# 郷ノ浦～巖原 受信ハイパターン(計算値)



# 回線設計例（郷ノ浦～巖原）

郷ノ浦～巖原 UHF 帯 TTL				単一受信		SD受信	
項目	記号	単位	設計値	備考	設計値	備考	
回線条件	ch		36		36		
	周波数	f	MHz	611		611	
	空中線電力		W	100.0		6.0	
	伝搬路種別			海		海	
	伝搬距離	d	km	67.7		67.7	
計算値	空中線電力	Pt	dBm	50.0		37.8	
	送信空中線利得	Gat	dB	22.0	3m	22.0	3m
	送信フィーダー損失	Lft	dB	3.0	付加損失 1dB 含む	3.0	付加損失 1dB 含む
	送信分波器等の損失	Ldt	dB				
	伝搬損失	Lp	dB	124.8		124.8	
	回折、遮蔽損失			0.0		0.0	
	マルチパス干渉等による損失			0.0		0.0	
	受信空中線利得	Gar	dB	20.0	2m	20.0	2m
	受信フィーダー損失	Lfr	dB	3.5	付加損失 1dB 含む	3.5	付加損失 1dB 含む
	受信分波器等の損失	Ldr	dB	4.0		4.0	
	受信入力		dBm	-43.3		-55.5	
	標準受信入力	Pr	dBm	-43.2±3dB		-55.7±3dB	
評価値	受信機等価熱雑音	Prn	dBm	-102.4		-102.4	
	標準時熱雑音 C/N	C/Nth	dB	59.1		46.9	
	フェージング時所要熱雑音 C/N	C/Ntho	dB	28.0		28.0	
	フェージングマージン	Fmr'	dB	31.1	Fmr' ≥ Fmr	18.9	Fmr' ≥ Fmr
	所要フェージングマージン	Fmr	dB	27.8		15.3	
回線瞬断率		%	0.1		0.1		
各種条件	雑音指数	N F	dB	4.0		4.0	
	等価雑音帯域幅	N B	MHz	5.7		5.7	
	送信空中線口径		m	3		3	
	受信空中線口径		m	2		2	
	送信フィーダー長		m	30		30	
	受信フィーダー長		m	75		75	
	SD受信						
	SDアンテナ間隔	Δ h	m			X	
	ハイトピッチに対する比率					Y	
	スペース相関係数	ρ				0.4	
	SD受信改善率	A		1		18	
	送信空中線海拔高	h <sub>1</sub>	m	236		236	
	受信空中線海拔高	h <sub>2</sub>	m	426		426	
平均地表高	h <sub>m</sub>	m	0		0		
平均伝搬路高	h	m	331		331		

# 回線設計例（中之島～名瀬）

中之島～名瀬 UHF TTL				600MHz IF 伝送			
項目	記号	単位	単一受信		SD受信		
			設計値	備考	設計値	備考	
回線条件	ch		36		36		
	周波数	f	MHz	611		611	
	空中線電力		W	100.0		10.0	
	伝搬路種別		海	海、平野、山岳	海	海、平野、山岳	
	伝搬距離	d	km	171.5		171.5	
計算値	空中線電力	Pt	dBm	50.0		40.0	
	送信空中線利得	Gat	dB	24.0	4m	24.0	
	送信フィーダー損失	Lft	dB	1.1		1.1	
	送信分波器等の損失	Ldt	dB	0.4		0.4	
	伝搬損失	Lp	dB	132.9		132.9	
	回折、遮蔽、位相損失	Lp1	dB	0.0		0.0	
	マルチパス干渉等による損失	LP2	dB	0.0		0.0	
	受信空中線利得	Gar	dB	24.0	4m	24.0	
	受信フィーダー損失	Lfr	dB	1.1		1.1	
	受信分波器等の損失	Ldr	dB	2.2		2.2	
	受信入力		dBm	-39.7		-49.7	
	標準受信入力	Pr	dBm	-33.1±3dB		-47.8±3dB	
	評価値	受信機等価熱雑音	Prn	dBm	-102.4		-102.4
標準時熱雑音C/N		C/Nth	dB	62.7		52.7	
フェージング時所要熱雑音C/N		C/Ntho	dB	28.0		28.0	
フェージングマージン		Fmr'	dB	34.7	NG	24.7	
所要フェージングマージン		Fmr	dB	37.9		23.2	
回線瞬断率		%	0.1		0.1		
各種条件	雑音指数	N F	dB	4.0		4.0	
	等価雑音帯域幅	N B	MHz	5.7		5.7	
	送信空中線口径		m	4		4	
	受信空中線口径		m	4		4	
	送信フィーダー長		m	30		30	
	受信フィーダー長		m	30		30	
	SD受信						
	SDアンテナ間隔	Δ h	m			X	
	ハイトピッチに対する比率					Y	
	スペース相関係数	ρ				0.4	
	SD受信改善率	A		1		29	
	送信空中線海拔高	h <sub>1</sub>	m	786		786	
	受信空中線海拔高	h <sub>2</sub>	m	353		353	
平均地表高	h <sub>m</sub>	m	0		0		
平均伝搬路高	h	m	570		570		



## 既存放送波との干渉検討

希望波	妨害波		混信保護比 (dB)
アナログ	デジタル	希望波と妨害波が同一チャンネルの場合	45
		希望波が妨害波の上隣接チャンネルの場合	10
		希望波が妨害波の下隣接チャンネルの場合	0
デジタル	アナログ	希望波と妨害波が同一チャンネルの場合	20
		希望波が妨害波の上隣接チャンネルの場合	-24
		希望波が妨害波の下隣接チャンネルの場合	-21
	デジタル	希望波と妨害波が同一チャンネルの場合	28 <sup>(*1)</sup>
		希望波が妨害波の上隣接チャンネルの場合	-29
		希望波が妨害波の下隣接チャンネルの場合	-26

\*1 開設又は変更しようとするDTV放送局にあって、単一周波数中継(以下SFNと言う)を行う場合には、この値によらないことができるが、その判断に必要な受信状況に関する資料の提出を当該申請者から求めること。

## UHFアドホックメンバー

氏名	所属
◎ 広谷 光	(株)日立国際電気 放送・映像事業部 技師長
加藤 久和	日本放送協会 技術局 計画部 担当部長
小松 章夫	(財)電波技術協会 技術本部 部長
白水 廣一	(財)電波技術協会 担当部長
樽見 敏夫	(株)テレビ東京技術局技術業務部 主事
山形 幸紀	(株)TBSテレビ 技術本部技術局ステーション技術センター送信設備計画
下田 剛	電気興業(株)機器統括部 技術部 放送技術課長
樋口 裕二	日本電気(株)放送映像事業部 エキスパートエンジニア
広瀬 慎介	(株)東芝 社会システム社 放送・ネットワークシステム事業部 放送システム技術部 放送システム技術第二担当 参事
曲淵 正敏	日本無線(株) 通信機器事業本部 放送機ユニット ユニット長

◎アドホックリーダー

## 5. ミリ波帯デジタル方式FPU

---

平成19年8月1日  
放送事業用システム作業班  
(ミリ波帯アドホック)

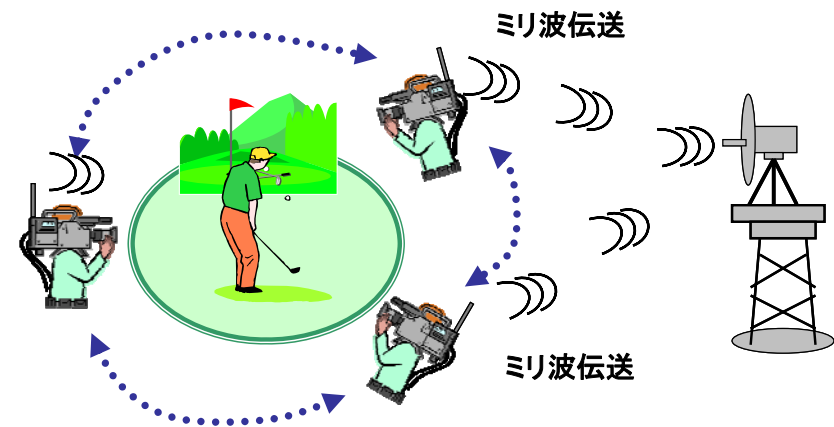
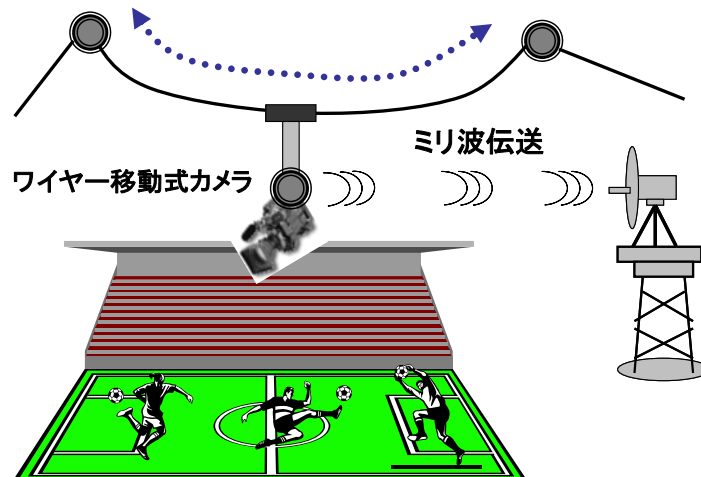
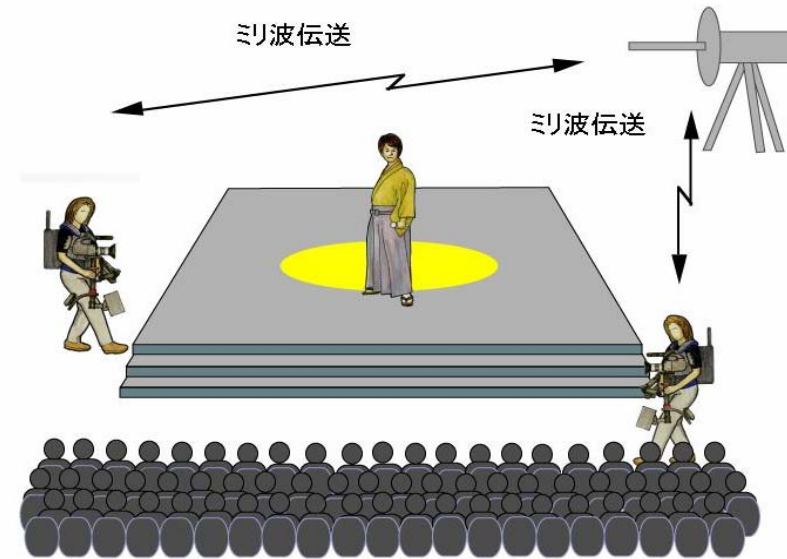
# 審議の目的

---

- 放送のデジタル化でHDTV化が急速に進展しており、より高度な番組素材伝送システムが実現可能なミリ波帯の活用が期待されている
  - 高画質・低遅延で小型軽量なHDTVワイヤレスカメラ
  - 非圧縮HDTV信号のFPU伝送
- ミリ波帯の放送番組素材伝送システムとしては、42GHz帯FPUが平成9年度に制度化されているが、未だ利用は少ない状況
  - アナログまたはシングルキャリアのデジタル
  - チャンネル数、帯域幅が少ない
- 最新の技術によって新たな利用方法も可能となってきた
  - OFDM方式やアンテナ技術の向上で、移動しながらの利用も可能となった
  - コーデックの改善でより高画質、低遅延な信号伝送が可能となった
- ➔ 最新の技術動向を考慮して、ミリ波デジタル方式FPUの技術基準を新たに策定し、ミリ波の利活用を推進する

# ミリ波帯デジタルFPU(番組素材伝送システム)の利用例

- 高画質低遅延で機動性に富んだワイヤレスカメラ
- 短距離用FPU
- 小型で操作性の良い移動式カメラやリモコンカメラ
- 緊急報道中継



## ミリ波の性質と放送業務に活用する利点

性質	効果	活用事例
自由空間伝搬損失が大きい	基本的に送受信間見通しの短距離伝送で使用  伝搬範囲が限られ、干渉が生じにくい	主にワイヤレスカメラや短距離のFPUとして利用  複数のワイヤレスカメラ／FPUを同時に利用可能
周波数帯域を広く確保できる	HDTV素材を高画質のまま、1～2映像フレーム内の低遅延で伝送できる	番組中の掛け合い可能  複数の同一ショットのテレビカメラ映像とのスイッチングが可能  リモコン式カメラでの制御精度が向上
波長が短い	小型の空中線でも鋭い指向性や高い利得を実現  アンテナや各種部品が小型化する	超小型FPUが実現できる  ワイヤレスカメラへの実装が容易となり、機動性も高まる

## 技術条件検討の考え方

---

1. 実際の利用シーンは多様であることから、3種類の情報ビットレートを設定し、伝送方式のパラメータを変更して、可能性のある伝送方式の組合せを求める
2. シングルキャリア方式は、実現性のあるロールオフ率(0.3~0.5)を、OFDM方式は既存のマイクロ波帯OFDM-FPUのサブキャリア割り当てを参考に、占有帯域幅を求める
3. ミリ波番組素材伝送システムは、今後の開発と利用促進が期待されていることから、周波数配置、占有帯域幅、スプリアスの規定など必要な規定のみとし、他のパラメータについては利用可能な方式から自由に利用できるようにする

# 想定される情報ビットレート

- 3つの典型的な映像ビットレートを設定し、それを基に情報ビットレートを設定

システム区分	情報ビットレート	内訳		利用目的
		映像ビットレート	音声ビットレート/ 制御ビットレート	
低圧縮映像符号化システム (JPEG-2000等のイントラ符号化)	210Mbps	200Mbps	10Mbps	通常利用する番組素材
より高画質な低圧縮符号化システム	450Mbps	440Mbps	16ビット量子化非圧縮5.1chサラウンド、ダウンミックスステレオと制御／タリ一信号等	コーデックを縦続接続するなど画質維持が求められる場合
非圧縮システム	1495Mbps	1485Mbps (HD-SDI)		HD-SDIと同等な信号の無線伝送



# システム分類

## ▶ チャンネル幅を基に、3つのシステムを設定

システム 呼称	チャネル 幅	運用形態
125MHz システム	125MHz	<ul style="list-style-type: none"><li>●同一場所で複数のワイヤレスカメラ等を使用する場合。特に報道現場等で複数の放送事業者が同時利用できることを想定。</li><li>●近距離での移動伝送等に利用する場合。</li><li>●ハーフモードとして二分割での利用も可能。</li></ul>
500MHz システム	500MHz	<ul style="list-style-type: none"><li>●低次のPSKにより125MHzシステムよりも伝送距離が必要な場合。</li><li>●多段中継接続をしても高画質を維持しての伝送が必要な場合。</li><li>●アンテナの指向特性等で相互の混信等を回避できる場合。</li></ul>
1GHz システム	1GHz	<ul style="list-style-type: none"><li>●より高画質でHD-SDI相当の非圧縮伝送が必要な場合。</li><li>●アンテナの指向特性等で相互の混信等を回避できる場合。</li></ul>

# 技術条件のまとめ-1

項目		42GHz帯	55GHz帯
周波数帯		41.0～42.0GHz	54.27～55.27GHz
通信方式		単向通信方式または同報通信方式	
周波数配置 (→P.12)	125MHzシステム	125MHz間隔×8ch チャンネル割り当てについては、同一エリアで利用する事業者間で調整を行って決定	
	500MHzシステム	500MHz間隔×2ch チャンネル割り当てについては、同一エリアで利用する事業者間で調整を行って決定	
	1GHzシステム	1GHz×1ch チャンネル割り当てについては、同一エリアで利用する事業者間で調整を行って決定	
変調方式		位相変調もしくは直交振幅変調又は直交周波数分割多重変調	
伝送ビットレート		伝送帯域幅と変調方式から決まる値	
占有周波数帯幅の許容値	125MHzシステム(フルモード/SC)	106MHz	
	125MHzシステム(フルモード/OFDM)	112MHz	
	125MHzシステム(ハーフモード/SC)	54MHz	
	125MHzシステム(ハーフモード/OFDM)	60MHz	
	500MHzシステム	425MHz	
	1GHzシステム	841MHz	

## 技術条件のまとめ-2

項目		42GHz帯	55GHz帯
空中線電力の最大値および許容偏差		1W ±50%	
回線設計(回線品質)		回線の構成はアプリケーションに合わせて自由に行えることとし、瞬断率および不稼働率は規定しない	
等価雑音帯域幅		占有周波数帯幅と同一	
雑音指数		10dB以下	
周波数の許容偏差	125MHzシステム(OFDM)	$7 \times 10^{-6}$ 以内	
	125MHzシステム(SC)	$25 \times 10^{-6}$ 以内	
	500MHzシステム	$25 \times 10^{-6}$ 以内	
	1GHzシステム	$25 \times 10^{-6}$ 以内	
電波の型式		G7WまたはD7WまたはX7W	
スプリアス	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	100 $\mu$ W以下	50 $\mu$ W以下
	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値	50 $\mu$ W以下	50 $\mu$ W以下

# 周波数帯

- ▶ 42GHz帯/55GHz帯共に1GHz帯域幅とする
  - 125MHzシステム(フルモード)を8チャンネル割り当てる
  - 42GHz/55GHz共帯域幅を同等に扱うことで変調機等の規格の共通化が可能

周波数帯の呼称	125MHzシステム、500MHzシステム、1GHzシステム
42GHz帯	41.0～42.0GHz
55GHz帯	54.27～55.27GHz

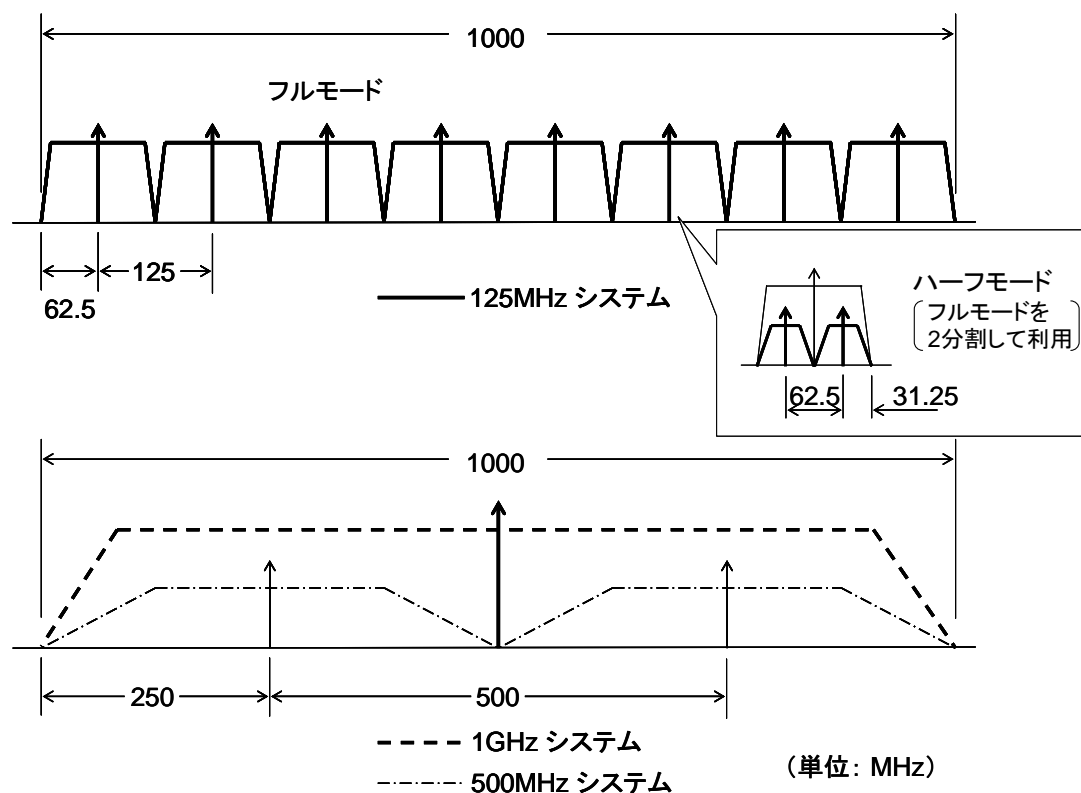
# 通信方式

- ◆ 実際の利用例から、二つの通信方式を適用

通信方式	利用例
単向通信方式	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ FPU、ワイヤレスカメラの本線として使用</li><li>◆ ワイヤレスカメラのリターン信号(カメラへの送り返し信号)の伝送</li><li>◆ カメラ個々の制御</li><li>◆ ステータス情報の伝送</li></ul>
同報通信方式	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ ワイヤレスカメラのリターン信号(カメラへの送り返し信号)の伝送</li><li>◆ ステータス情報の伝送</li></ul>

# 周波数配置

- 42GHz帯/55GHz帯共通
- 125MHzシステムフルモードを8チャンネル割り当てる
- フルモードを2分割してハーフモードで利用することも可能とする
- 500MHzシステムは2チャンネル割り当てる
- 1GHzシステムは1チャンネル割り当てる



# 変調方式と電波の型式

---

今後の新しいアプリケーションにも対応可能なように、  
各種の変調方式が使えることが望ましい

## ▶ 変調方式

- 位相変調(PSK)
- 直交振幅変調(QAM)
- 上記のシングルキャリア方式、  
又は直交周波数分割多重変調(OFDM)

## ▶ 電波の型式

- G7W、D7W、X7W

# 占有周波数帯幅

- ➡ 想定した3つの情報ビットレートを3つのシステムに適用し、可能性のある伝送方式から、最大の占有帯域幅を求める
- ➡ 伝送ビットレートやクロック周波数は、今後様々な変調方式が利用される可能性があることから、占有周波数帯幅の範囲内であれば良いこととする

方式 \ システム	125MHz システム*	500MHz システム	1GHz システム
シングルキャリア方式	106MHz	425MHz	841MHz
OFDM方式	112MHz	対象外	対象外

\* : ハーフモードの場合、シングルキャリア方式54MHz、OFDM方式60MHz



# 占有周波数帯幅の求め方

1. 以下、情報ビットレート210Mbpsを例として示す
2. 誤り訂正方式として、畳み込み符号( $r=1/2, 2/3, 3/4, 5/6$ )+RS(204,188)を想定したビットレートを算出  
→各々、466Mbps( $r=1/2$ )、349Mbps( $r=2/3$ )、310Mbps( $r=3/4$ )、279Mbps( $r=5/6$ )
3. 変調方式として、16QAM、8PSK、QPSK、BPS(それぞれ4bit/Hz、3bit/Hz、2bit/Hz、1bit/Hz)を想定して、クロックレートを算出  
→例えば、16QAM ( $r=2/3$ )の場合:87MHz、8PSK( $r=5/6$ )の場合:93MHz
4. ロールオフ率を0.3、0.4、0.5として、各クロックレートからエネルギー100%の帯域幅を求める。125MHzシステムの場合、チャンネル帯域幅125MHzから許容偏差を見込んだ範囲に収まる組合せを選択  
→例えば、16QAM ( $r=2/3$ )の場合、ロールオフ率0.3、0.4が125MHz以内  
8PSK( $r=5/6$ )の場合、ロールオフ率0.3が125MHz以内
5. 最大のクロック値となるパラメータ組合せから、占有周波数帯域幅(99%エネルギー)を求める  
→16QAM( $r=2/3$ )ロールオフ率0.4の時、占有周波数帯域幅は105MHz  
8PSK( $r=5/6$ )ロールオフ率0.3の時、占有周波数帯域幅は106MHz



この結果、

- 125MHzシステム(シングルキャリア)の占有周波数帯域幅は106MHz。他のシステムについても同様な計算により求める。
- OFDM方式は、マイクロ波帯FPUのフレーム構造を参照して情報ビットレート210Mbpsを伝送できるパラメータを求める。

# 送信出力と送信周波数の許容偏差

## 送信出力

- デバイスの現状、今後の開発動向、実システムとしての回線設計等から、以下の値とする

1W ± 50%

## 送信周波数の許容偏差

- OFDM方式は、マイクロ波帯の放送業務用FPUと同じ値とする
- シングルキャリア方式は、占有周波数帯幅のチャネル幅に対する比率をOFDM方式に比べて狭くしており、実効的なチャネル間隔をより広く取れるため、42GHz帯の現行設備の規定と同じ値とする

125MHzシステム		500MHzシステム 1GHzシステム
OFDM方式	シングルキャリア方式	
$7 \times 10^{-6}$ 以内	$25 \times 10^{-6}$ 以内	$25 \times 10^{-6}$ 以内

# 回線設計(回線品質)、等価雑音帯域幅、雑音指数

## ▶ 回線品質

- 回線構成は利用されるアプリケーションによって様々である
- 移動環境での利用が対象

→このため、**回線品質(瞬断率、不稼働率)の設定はしない**

(参考)

実証試験によると、以下のマルチパスマージンが得られた

- ▶ 静止/準静止環境: 3~5.5dB
- ▶ 移動環境: 13dB

## ▶ 等価雑音帯域幅

**占有周波数帯幅と同一**

## ▶ 雑音指数

**10dB以下**

# スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

- 無線設備規則第7条の規定をそのまま適用

周波数帯の呼称	125MHzシステム、500MHzシステム、1GHzシステム	
	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
42GHz帯	100 $\mu$ W以下	50 $\mu$ W以下
55GHz帯	50 $\mu$ W以下	50 $\mu$ W以下

## (参考)システムの実現例

システム名	変調方式	符号化率	情報ビットレート	運用例
125MHz システム フルモード	16QAM-OFDM (*1)	3/4	210 Mbit/s	ワイヤレスカメラとして高画質、低遅延(低遅延コーデック)の伝送に用いる。 ガードインタバル比1/8。
125MHz システム ハーフモード	16QAM-OFDM (*1)	2/3	100 Mbit/s	ワイヤレスカメラの(画素間引した輝度信号および低遅延コーデック)送り返し映像およびカメラ制御信号の低遅延伝送に用いる。 ガードインタバル比1/16。
125MHz システム ハーフモード MIMO	16QAM MIMO-OFDM (*1)	3/4	210 Mbit/s	スタジオワイヤレスカメラとして高画質、低遅延(低遅延コーデック)の短距離の双方向のうち本線の伝送に用いる。 ガードインタバル比1/16。 MIMO 2多重。
500MHz システム	BPSK-SC (*2)	2/3	210 Mbit/s	FPUとして高画質、低遅延(低遅延コーデック)、かつ1km以上の伝送に用いる。 クロック周波数350MHz。
500MHz システム	QPSK-SC (*2)	3/4	450 Mbit/s	FPUとして多段接続しても高画質、低遅延(低遅延コーデック)、かつ1km以上の伝送に用いる。 クロック周波数333MHz。
1GHz システム	8PSK-SC (*2)	5/6	1495 Mbit/s	FPUとして非圧縮(HD-SDI)のHDTV信号を伝送。 クロック周波数663MHz。

(\*1) OFDMフレーム構成はARIB標準規格STD-B33の1Kフルモードを想定。

(\*2) SCはシングルキャリア方式。

# ミリ波アドホックグループメンバー一覧

池川 秀彦	(株)フジテレビジョン 技術局技術開発室
石田 秀徳	(株)テレビ東京 システム開発室技術開発部 副参事
梶原 巧	(株)TBSテレビ 技術本部技術局放送システム技術センター技術推進
◎加藤 久和	日本放送協会 技術局 計画部 担当部長
篠田 成彦	(株)WOWOW放送・事業統括本部 技術局 制作技術部制作技術グループ チーフエンジニア
西川 健二郎	日本電信電話(株)NTT未来ねっと研究所 主任研究員
野路 幸男	池上通信機(株)放送通信事業本部 マーケティング部
広谷 光	(株)日立国際電気 放送・映像事業部 技師長
古田 浩之	(財)NHKエンジニアリングサービス デジタル技術部 チーフ・エンジニア
吉野 洋雄	(株)テレビ朝日 技術局技術業務部 兼 事業局CS事業部 局次長待遇

◎アドホックリーダー