

---

# 受信システム計算事例集

第1.1a版

[第1.1版の誤記訂正版]

2012年3月

一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)  
受信システム事業委員会  
受信システム調査普及専門委員会

# 目次(1)

- 1 受信アンテナの出力電圧( $\text{dB } \mu\text{V}$ )の計算
  - 1-1 電界強度とアンテナ出力レベルの関係
  - 1-2 電界強度とアンテナ出力(地上デジタル放送)
  - 1-3 衛星放送-EIRPとアンテナ出力、  
コンバータ出力(45cm)
  - 1-4 衛星放送-EIRPとアンテナ出力、  
コンバータ出力(75cm)
  - 1-5 衛星放送-受信電力束密度の計算
  - 1-6 衛星放送-受信電力束密度とアンテナ出力、  
コンバータ出力(45cm)
  - 1-7 EIRPとC/Nの関係
  - 1-8 雑音指数(NF)とC/Nの関係
  - 1-9 アンテナ性能指数G/T
  - 1-10 G/TとC/Nの関係
  - 1-11 衛星放送の参考EIRP
- 2 受信アンテナに要求される最低レベルと  
マージンの関係
  - 2-1 地上デジタル放送(受信機の要求性能)
  - 2-2 衛星放送(受信機の要求性能と降雨減衰)
- 3 受信システムの性能計算
  - 3-1 受信システムのレベル計算
  - 3-2 ケーブル損失の計算
  - 3-3 分配器の損失と出力レベル計算
  - 3-4 分岐器の損失と出力レベル計算
  - 3-5 システムのレベル計算  
(ホーム用5分配システム計算例)
  - 3-6 システムのレベル計算①②  
(ビル共同受信システム5階計算例)
  - 3-7 システムのCN比計算①②③④⑤
- 4 ブースタの縦続接続
  - 4-1 ブースタ縦続接続時の運用レベル調整方法
  - 4-2 ブースタ縦続接続の運用レベル調整
  - 4-3 ブースタ縦続接続時の総合 $\text{IM}_3$ の算出
  - 4-4 ブースタ縦続接続時の運用レベル参考表

# 目次(2)

---

## 5 熱雑音

## 6 電力(dBmW)から電圧(dB $\mu$ V)への換算式

## 7 各種資料編

7-1 ハイトパターンとは

7-2 送信電力と距離と電界強度

7-3 UHFチャンネルのアンテナ実効長

7-4 リターンロス、反射係数、VSWRとの関係

7-5 BS放送周波数一覧

7-6 110度CS放送周波数一覧

7-7 同軸ケーブル減衰量(参考値)

7-8 2011年以降のBSデジタル放送予定

# 1 受信アンテナの出力電圧( $\text{dB } \mu\text{V}$ )の計算

---

- 1-1 電界強度とアンテナ出力レベルの関係
- 1-2 電界強度とアンテナ出力(地上デジタル放送)
- 1-3 衛星放送-EIRPとアンテナ出力、コンバータ出力(45cm)
- 1-4 衛星放送-EIRPとアンテナ出力、コンバータ出力(75cm)
- 1-5 衛星放送-受信電力束密度の計算
- 1-6 衛星放送-受信電力束密度とアンテナ出力、コンバータ出力(45cm)
- 1-7 EIRPとC/Nの関係
- 1-8 雑音指数(NF)とC/Nの関係
- 1-9 アンテナ性能指数G/T
- 1-10 G/TとC/Nの関係
- 1-11 衛星放送の参考EIRP

# 1-1 電界強度とアンテナ出力レベルの関係 (地上デジタル放送)

電界強度 $E$ (dB  $\mu$  V/m)とアンテナ出力レベル $V$ (dB  $\mu$  V)の関係は、次の式で示される。

$$V = E + G + H_e - L - 6 \text{ (dB}\mu\text{V)}$$

$$H_e = 20 \log(\lambda / \pi) \text{ (dB)}$$

$$\lambda = 300 / f \text{ (m)} \quad f: \text{周波数 (MHz)}$$

$V$ : アンテナ出力 (dB  $\mu$  V)

$E$ : 電界強度 (dB  $\mu$  V/m)

$G$ : アンテナ利得 (dB)

$H_e$ : アンテナ実効長 (dB)

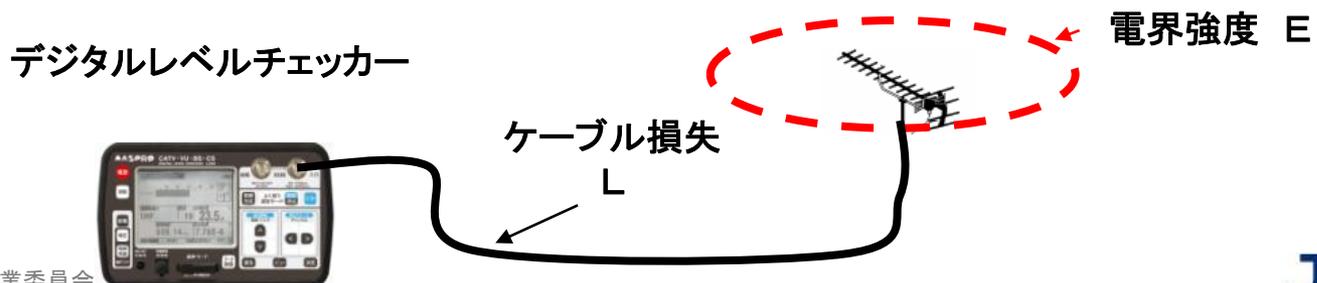
$L$ : ケーブル損失 (dB)

$6$ : 開放値から終端値への換算

計算例

電界強度60dB  $\mu$  V/mのところ、14素子アンテナを設置し、測定ケーブル10mの出力をch13とch52で計算する。

チャンネル	電界強度 $E$ (dB $\mu$ V/m)	アンテナ利得 $G$ (dB)	アンテナ実効長 $H_e$ (dB)	ケーブル損失 $L$ (dB)	終端開放 の換算(dB)	アンテナ出力 (dB $\mu$ V)
13	60	6.8	-13.9	1.5	6	45.4
52	60	10.5	-17.4	1.8	6	45.3



## 1-2 電界強度とアンテナ出力(地上デジタル放送)

$$V = E + G + H_e - L - 6 \text{ (dB } \mu\text{V)}$$

(14素子のアンテナを使用したとき)

	強電界 地域		中電界 地域		放送区域 の端		放 送 区域外	
電界強度の目安 $E$ (dB $\mu$ V/m)	80		70		60		55	
チャンネル	13	52	13	52	13	52	13	52
実効長 $H_e$ (dB)	-13.9	-17.4	-13.9	-17.4	-13.9	-17.4	-13.9	-17.4
開放値→終端値 (dB)	6	6	6	6	6	6	6	6
ケーブル損失 $L$ (dB) (S-5C-FB 10m使用)	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8	1.5	1.8
14素子アンテナの利得 $G$ (dB)	6.8	10.5	6.8	10.5	6.8	10.5	6.8	10.5
14素子アンテナの出力 $V$ (dB $\mu$ V)	65.4	65.3	55.4	55.3	45.4	45.3	40.4	40.3

# 1-3 衛星放送 -- EIRPとアンテナ出力、コンバータ出力 (45cm)

・EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power)とアンテナ出力レベルの関係は、次の式で示される。

$$C = \text{EIRP} \cdot \underbrace{\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2}_{\text{自由空間伝搬損失(Ls)}} \cdot \underbrace{\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2}_{\text{アンテナ利得(Gr)}} \cdot \eta \cdot R$$

・東京で45cmアンテナで受信したときの出力レベル(晴天時)

## ①アンテナの出力 レベル

$$\begin{aligned} C &= \text{EIRP} + L_s + G_r + R \\ &= 59.5(\text{dBW}) - 205.8(\text{dB}) + 34(\text{dB}) - 0 \\ &= -112.3(\text{dBW}) \\ \text{mWに換算すると} \\ &= -82.3(\text{dBmW}) \end{aligned}$$

電圧に換算すると

$$\begin{aligned} &= -82.3 + 108.8 \\ &= 26.5(\text{dB } \mu\text{V}) \end{aligned}$$

## ②コンバータの出力レベル

$$\begin{aligned} V &= \text{アンテナ出力レベル} + \text{コンバータ利得} \\ &= 26.5 + 53 \pm 5 \\ &= 79.5 \pm 5 \\ &= 74.5 \sim 84.5(\text{dB } \mu\text{V}) \end{aligned}$$

45cmアンテナの緒元

アンテナ利得=34dB (12.25GHz  $\eta=0.75$ )

コンバータ利得=53 $\pm$ 5dB

衛星から東京までの自由空間伝搬損失

$$\begin{aligned} L_s &= 10\log\left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \\ &= 10\log(\lambda)^2 - 10\log(4\pi d)^2 \\ &= 20\log c - 20\log f - 20\log(4\pi) - 20\log d \\ &= 169.542 - 201.762 - 21.98 - 151.579 \\ &= -205.8(\text{dB}) \end{aligned}$$

C : アンテナ出力レベル  
 EIRP: 等価等方放射電力(東京のEIRP=59.5dBW)  
 d : 衛星までの距離  
 (東京から衛星までの距離 37,930Km)  
 D : アンテナ実効開口径  
 $\eta$  : アンテナ開口効率( $\eta=75\%$ )  
 Ls : 自由空間伝搬損失  
 $\lambda$  : 波長=c/f  
 f : 周波数=12.25GHz=12.25 $\times$ 10<sup>9</sup>(Hz)  
 C : 光速=3 $\times$ 10<sup>8</sup> (m/sec)  
 Gr : アンテナ利得  
 V : コンバータ出力レベル  
 R : 降雨減衰量 (-0dB)

# 1-4 衛星放送 -- EIRPとアンテナ出力、コンバータ出力 (75cm)

東京で75cmアンテナで受信したときの出力レベル(晴天時)

・アンテナの出力レベル

$$C = \text{EIRP} + L_s + G_r + R$$

$$= 59.5(\text{dBW}) - 205.8(\text{dB}) + 37.4(\text{dB}) - 0$$

$$= -108.9(\text{dBW})$$

mWに換算すると

$$= -78.9(\text{dBmW})$$

電圧に換算すると

$$= -78.9 + 108.8$$

$$= 29.9(\text{dB } \mu\text{V})$$

・コンバータの出力レベル

$$V = \text{アンテナ出力レベル} + \text{コンバータ利得}$$

$$= 29.9 + 52 \pm 4$$

$$= 81.9 \pm 4(\text{dB } \mu\text{V})$$

$$= 77.9 \sim 85.9(\text{dB } \mu\text{V})$$

75cmアンテナの緒元

アンテナ利得=37.4dB (12.25GHz  $\eta=0.6$ )

コンバータ利得=52±4dB

衛星から東京までの自由空間伝搬損失

$$\begin{aligned} L_s &= 10 \log(\lambda / 4 \pi d)^2 \\ &= 10 \log(\lambda)^2 - 10 \log(4 \pi d)^2 \\ &= 20 \log c - 20 \log f - 20 \log(4 \pi) - 20 \log d \\ &= 169.542 - 201.762 - 21.98 - 151.579 \\ &= -205.8(\text{dB}) \end{aligned}$$

C : アンテナ出力レベル

EIRP: 等価等方放射電力(東京のEIRP=59.5dBW)

d : 衛星までの距離

(東京から衛星までの距離 37,930Km)

D : アンテナ実効開口径

$\eta$  : アンテナ開口効率 ( $\eta=60\%$ )

$L_s$  : 自由空間伝搬損失

$\lambda$  : 波長 =  $c/f$

f : 周波数=12.25GHz=12.25 × 10<sup>9</sup>(Hz)

C : 光速=3 × 10<sup>8</sup> (m/sec)

$G_r$  : アンテナ利得

V : コンバータ出力レベル

R : 降雨減衰量 (-0dB)

## 1-5 衛星放送 -- 受信電力束密度の計算

受信電力束密度(PFD)は、次の式で示される。

$$PFD = EIRP / 4 \pi d^2$$

①衛星の等価等方放射電力[EIRP]の計算

$$\begin{aligned} EIRP &= P_T + G_t + L_f + L_p \\ &= 20.8 + 41.2 - 2.0 - 0.5 = 59.5 \text{ (dBW)} \end{aligned}$$

②衛星から受信点を半径とする球面の表面積

$$\begin{aligned} 10 \log(4 \pi d^2) &= 10 \log [4 \times 3.14 \times (37930 \times 10^3)^2] \\ &= 162.57 \doteq 162.6 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

③東京における受信電力束密度(PFD)

$$\begin{aligned} PFD &= EIRP - 10 \log(4 \pi d^2) \\ &= 59.5 - 162.6 = -103.1 \text{ (dBW/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

mWに換算すると

$$= -103.1 + 30 = -73.1 \text{ (dBmW/m}^2\text{)}$$

EIRP: 等価等方放射電力

$P_T$ : BSAT-3bの送信出力は120W

120WをdB表示すると

$$10 \log 120 = 20.79 \doteq 20.8 \text{ (dB)}$$

$G_t$ : 衛星の送信アンテナの利得 [41.2(dB)]

$L_f$ : フィーダー損失 [2.0(dB)]

$L_p$ : ポインティング損失 [0.5(dB)]

$d$ : 衛星までの距離 (m)

(東京から衛星までの距離 37,930Km)

# 1-6 衛星放送 -- 受信電力束密度とアンテナ出力, コンバータ出力(45cm)

PFDから求める衛星アンテナの出力レベルは, 次の式で示される。

$$C = \text{PFD} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \eta \cdot R$$

東京で45cmアンテナで受信したときの出力レベル(晴天時)

①アンテナの実効開口面積 $A_0$ を計算する。

$$A_0 = 10 \log \left( \frac{\pi D^2}{4} \eta \right)$$

$$= 10 \log \pi + 20 \log D - 10 \log 4 + 10 \log \eta$$

$$= 4.97 - 6.94 - 6.02 - 1.25 = -9.24 \doteq -9.2 \text{ ( dB/m}^2\text{)}$$

C: アンテナ出力レベル  
D: アンテナの直径(45cm)  
 $\eta$ : アンテナ開口効率( $\eta=75\%$ )  
R: 降雨減衰量 (-0dB)  
V: コンバータ出力レベル  
コンバータ利得:  $53 \pm 5\text{dB}$

②アンテナの出力レベル

$$C = \text{受信電力束密度(PFD)} + \text{実効開口面積} (A_0) + \text{降雨減衰量} (R)$$

$$= -73.1 - 9.2 - 0 = -82.3 \text{ (dBmW)}$$

電圧に換算すると

$$= -82.3 + 108.8 = 26.5 \text{ (dB } \mu\text{V)}$$

③コンバータの出力レベル

$$V = \text{アンテナ出力レベル} + \text{コンバータ利得}$$

$$= 26.5 + 53 \pm 5$$

$$= 74.5 \sim 84.5 \text{ (dB } \mu\text{V)}$$

# 1-7 EIRPとC/Nの関係

EIRPから求める受信CN比は、次の式で示される。

$$C/N = \frac{EIRP \cdot L_s \cdot R \cdot N_u \cdot \alpha \cdot \beta \cdot G_r}{k B \{ \alpha T_a + (1 - \alpha) T_o + (F - 1) T_o \}} = \frac{\text{アンテナ出力レベル}}{\text{受信アンテナ熱雑音}}$$

東京で45cmアンテナで受信した場合のCN比(晴天時)

① コンバータ雑音指数 1.2dBの場合

$$\begin{aligned} C/N \text{ (dB)} &= EIRP + L_s + R + N_u + \alpha + \beta + G_r - 10 \log K B [10^{\alpha/10} T_a + (1 - 10^{\alpha/10}) T_o + (10^{F/10} - 1) T_o] \\ &= EIRP + L_s + G_r - 10 \log K B (1 \times 60 + 0 + (10^{1.2/10} - 1) \times 290) \\ &= 59.5 - 205.8 + 34 - (-132.17) \\ &= -112.3 + 132.2 \\ &= 19.9 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

EIRP	: 等価等方放射電力 (東京のEIRP=59.5dBW)
L <sub>s</sub>	: 自由空間伝搬損失 (-205.8dB)
F	: 受信コンバータの雑音指数 (0.8~1.2dB)
R	: 降雨減衰 (-0dB)
N <sub>u</sub>	: アップリンクCN比による 受信CN比の劣化 (-0dB)
α	: カップリング損失 (0dB)
β	: ポインティング損失 (0dB)
G <sub>r</sub>	: 受信アンテナ利得 34.0dB (45cm, 12.25GHz)
K	: ボルツマン定数 (1.38 × 10 <sup>-23</sup> )
B	: BSの帯域幅 (28.9MHz)
T <sub>a</sub>	: アンテナ雑音温度 [60(K)]
T <sub>o</sub>	: 基準温度 [290(K)]

# 1-8 雑音指数(NF)とC/Nの関係

コンバータ雑音指数(NF)とCN比の計算

## ②コンバータの雑音指数 0.8dBの場合

受信アンテナの熱雑音は

$$10\log KB(60+(10^{0.8/10}-1) \times 290) = -133.2(\text{dBW})$$

C/N=アンテナ出力レベル-アンテナ熱雑音

$$C/N = -112.3 - (-133.2) = 20.9\text{dB}$$

## ③コンバータの雑音指数 0.5dBの場合

受信アンテナの熱雑音は

$$10\log KB(60+(10^{0.5/10}-1) \times 290) = -134.2(\text{dBW})$$

C/N=アンテナ出力レベル-アンテナ熱雑音

$$C/N = -112.3 - (-134.2) = 21.9\text{dB}$$

# 1-9 アンテナ性能指数G/T

G/Tは、次の式で示される。

$$G/T = \frac{\alpha \beta Gr}{\alpha T_a + (1 - \alpha)T_o + (F - 1)T_o}$$

45cmアンテナの場合

$$\begin{aligned} \text{分子} &= \alpha \cdot \beta \cdot Gr \\ &= 10\log(\alpha \cdot \beta \cdot Gr) \\ &= 10\log \alpha + 10\log \beta + 10\log Gr \\ &= 0 + 0 + 34.0 \\ &= 34.0 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{分母} &= \alpha T_a + (1 - \alpha)T_o + (F - 1)T_o \\ &= 10\log[1.0 \times 60 + 0 \times 290 + (10^{1.2/10} - 1) \times 290] \text{ (dB)} \end{aligned}$$

コンバータの雑音指数1.2dBの場合

$$\begin{aligned} G/T &= 34.0 - 10\log[1 \times 60 + (10^{1.2/10} - 1) \times 290] \\ &= 34.0 - 21.8 = 12.2 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

コンバータの雑音指数0.8dBの場合

$$\begin{aligned} G/T &= 34.0 - 10\log[1 \times 60 + (10^{0.8/10} - 1) \times 290] \\ &= 34.0 - 20.7 = 13.3 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

コンバータの雑音指数0.5dBの場合

$$\begin{aligned} G/T &= 34.0 - 10\log[1 \times 60 + (10^{0.5/10} - 1) \times 290] \\ &= 34.0 - 19.8 = 14.2 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

G/T: アンテナ性能指数

Gr : 受信アンテナ利得

$$10\log Gr = 34.0 \text{ dB}$$

$\alpha$  : カップリング損失

$$10\log \alpha = 0 \text{ dB}$$

$\beta$  : ポインティング損失

$$10\log \beta = 0 \text{ dB}$$

F: コンバータの雑音指数

Ta: アンテナ雑音温度 [60(K)]

To: 基準温度 [290(K)]

# 1-10 G/TとC/Nの関係

G/Tから求める受信CN比は、次の式で示される。

$$C/N = G/T \cdot \frac{EIRP \cdot L_s \cdot R \cdot N_u}{kB}$$

晴天時にG/T=13dBのアンテナで受信した場合のCN比

①EIRP=59.5dBWのとき

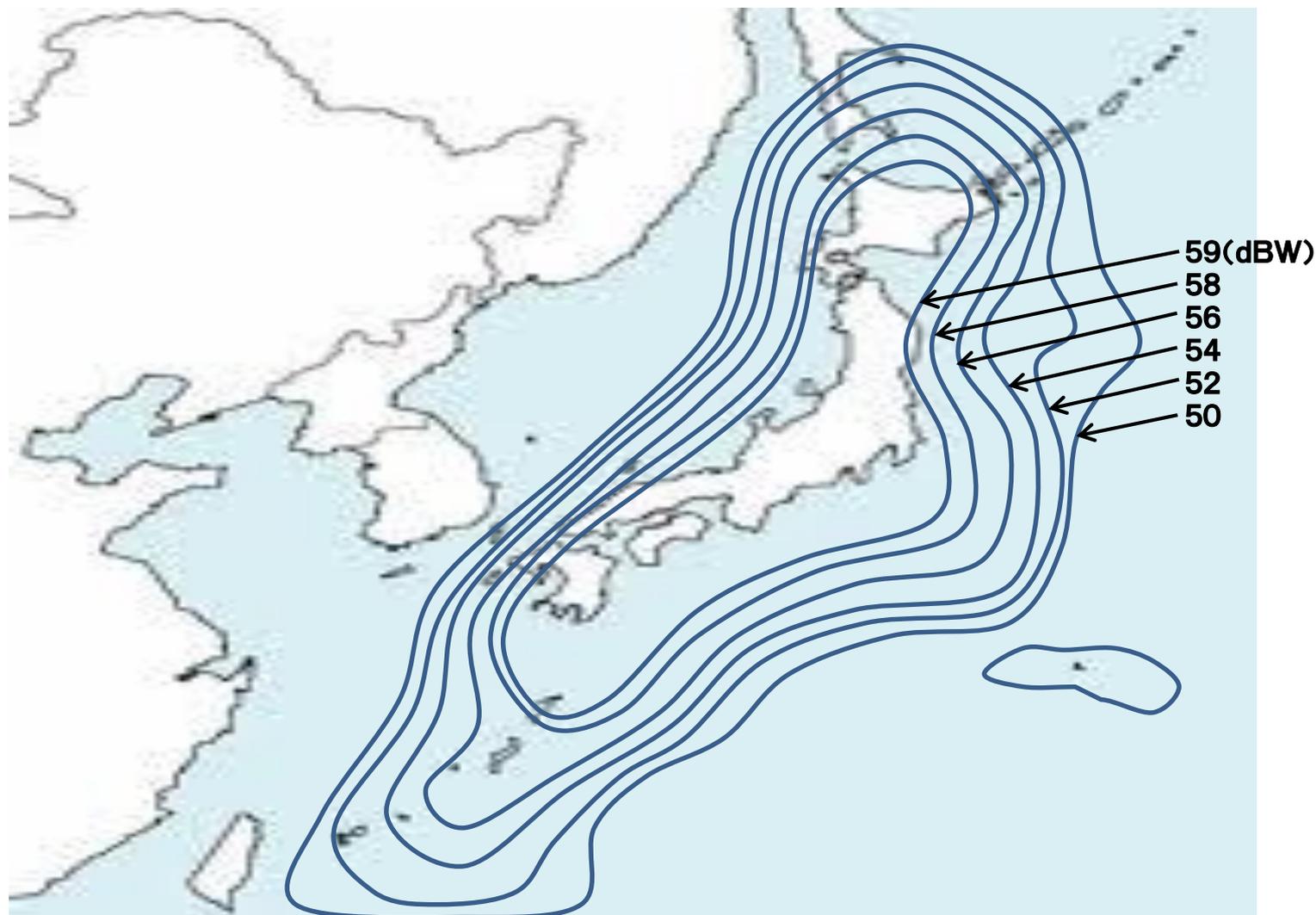
$$\begin{aligned} C/N(\text{dB}) &= G/T + EIRP + L_s + R + N_u - 10\log(K \times B) \\ &= 13 + 59.5 - 205.8 - 0 - 0 - 10\log(1.38 \times 10^{-23} \times 28.9 \times 10^6) \\ &= -133.3 - (-154) \\ &= 20.7(\text{dB}) \end{aligned}$$

②EIRP=56.0dBWのとき

$$\begin{aligned} C/N(\text{dB}) &= G/T + EIRP + L_s + R + N_u - 10\log(K \times B) \\ &= 13 + 56 - 205.8 - 0 - 0 - 10\log(1.38 \times 10^{-23} \times 28.9 \times 10^6) \\ &= -136.8 - (-154) \\ &= 17.2(\text{dB}) \end{aligned}$$

G/T	: アンテナ性能指数
EIRP	: 等価等方放射電力
L <sub>s</sub>	: 自由空間伝搬損失 (-205.8dB)
R	: 降雨減衰 (-0dB)
N <sub>u</sub>	: アップリンクCN比による 受信CN比の劣化 (-0dB)
k	: ボルツマン定数 (1.38 × 10 <sup>-23</sup> )
B	: BSの帯域幅 (28.9MHz)

## 1-11 衛星放送の参考EIRP



## 2 受信アンテナに要求される最低レベルとマージンの関係

---

2-1 地上デジタル放送(受信機の要求性能)

2-2 衛星放送(受信機の要求性能と降雨減衰)

## 2-1 地上デジタル放送(受信機の要求性能)

項目	テレビ受信機の要求性能	望ましいテレビ受信機の入力条件	
地上デジタル	レベル	34dB $\mu$ V	46~89dB $\mu$ V
	CN比	22dB以上	25dB以上
	BER	$2 \times 10^{-4}$ 以下	

フェージングマージン、マルチパスマージン

テレビ受信機に必要な受信レベルは

テレビ受信機の要求性能+

フェージングマージン+干渉・マルチパス

=34+9+3=46 (dB  $\mu$  V) 以上

テレビ受信機に必要なCN比は

テレビ受信機の要求C/N比

+装置化マージン(送信・受信)

=22+3=25 (dB) 以上

**フェージングマージン**

サービスエリアの周辺では外気温度・地形などにより受信レベルが変動する。時間率99%で受信できる受信レベルと受信レベルの差をフェージングマージンと言う。

親局は9dB,第1段目以降の中継局では4~5dBを見込む必要がある。

**干渉・マルチパスマージン**

他の放送局による干渉や建物等の反射波による干渉モデルを設定して数値化したもの。一般に3dBが使われる。

**装置化マージン**

放送局の送信機によるCN劣化とテレビ受信機によるCN劣化を合わせて装置化マージンと呼ぶ

## 2-2 衛星放送(受信機の要求性能と降雨減衰)

項	目	望ましいテレビ受信機の入力条件
衛星放送	レベル	50~81dB $\mu$ V
	CN比	17dB※1以上(CSは11dB※2以上)
	BER	$2 \times 10^{-4}$ 以下

### 降雨減衰

- 降雨減衰は、最も降雨量の多い月の降雨減衰量の時間累積である。
- 降雨減衰量は地域により異なる。
- 衛星回線の設計には 時間率1%の降雨減衰量を2dBとする事が多い。(関東)

※1 ARIB標準規格デジタル放送用受信装置STD-B21(妨害排除能力を考慮)

※2 ARIB標準規格デジタル放送用受信装置STD-B21(白色雑音のみ)

# 3 受信システムの性能計算

---

- 3-1 受信システムのレベル計算
- 3-2 ケーブル損失の計算
- 3-3 分配器の損失と出力レベル計算
- 3-4 分岐器の損失と出力レベル計算
- 3-5 システムのレベル計算（ホーム用5分配システム計算例）
- 3-6 システムのレベル計算①②（ビル共同受信システム5階計算例）
- 3-7 システムのCN比計算①②③④⑤

# 3-1 受信システムのレベル計算

受信システムの信号レベルは、次の式で示される。

## 信号到達レベル

= アンテナ出力または前段ブースタ出力レベル - ケーブル損失 - 分岐器・分配器等の機器損失

### ・ケーブル損失

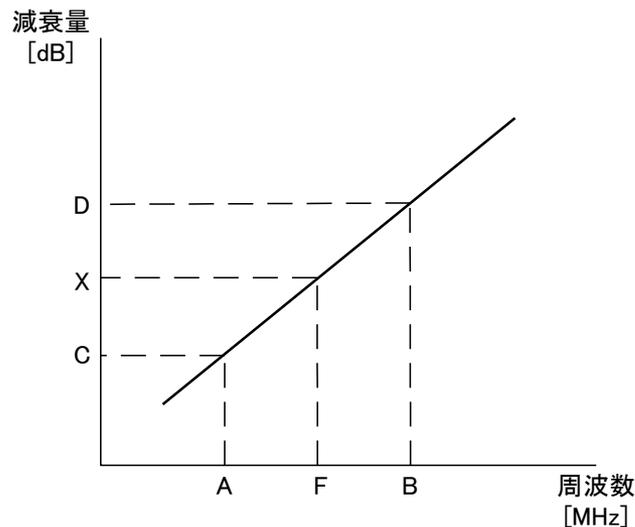
使用する同軸ケーブルの標準減衰量[dB/km]を、実際のケーブル長に換算して求める。

任意の周波数のおおよその減衰量は、既知の周波数及び減衰量から次の 近似式 で求められる。

### 参考

$$X = \frac{(-D \times \sqrt{A}) + (C \times \sqrt{B}) + ((D - C) \times \sqrt{F})}{(\sqrt{B} - \sqrt{A})}$$

- A : 既知の周波数その1 [MHz]
- B : 既知の周波数その2 [MHz]
- C : 周波数その1での減衰量 [dB]
- D : 周波数その2での減衰量 [dB]
- F : 減衰量を求める周波数 [MHz]



## 3-2 ケーブル損失の計算

例1) S-7C-FB (50m)の2150MHzでの損失は  
標準減衰量

周波数[MHz]	470	770	1000	1489	2150	2602(参考)
S-5C-FB ケーブル損失[dB/km]	145	192	224	285	355	(400)
S-7C-FB ケーブル損失[dB/km]	105	140	164	211	265	(300)

$$\begin{aligned}\text{ケーブル損失[dB]} &= \text{標準減衰量} \times (\text{ケーブル長[m]} / 1000) \\ &= 300 \times (50 / 1000) \\ &= 13.3 \text{ [dB]}\end{aligned}$$

例2) S-7C-FB (50m) の710MHzでの損失は

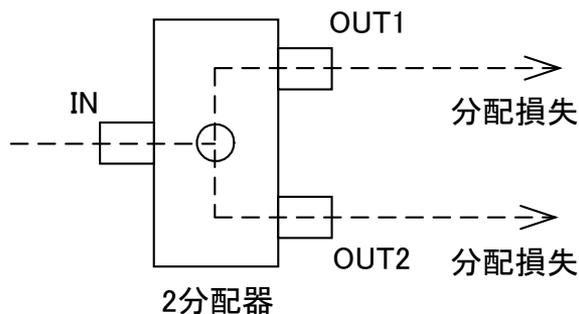
$$\begin{aligned}X &= \frac{(-140 \times \sqrt{470}) + (105 \times \sqrt{770}) + ((140 - 105) \times \sqrt{710})}{(\sqrt{770} - \sqrt{470})} \\ &= 133.6 \text{ [dB]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ケーブル損失[dB]} &= 133.6 \times (50 / 1000) \\ &= 6.7 \text{ [dB]}\end{aligned}$$

# 3-3 分配器の損失と出力レベル計算

## ・分配器の損失

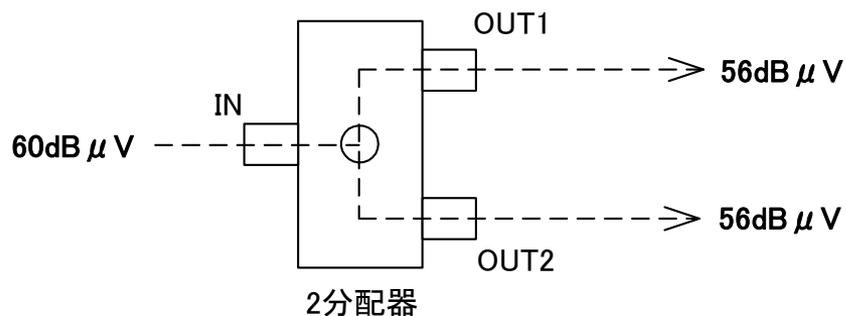
1) 分配損失…信号が入力端子からそれぞれの出力端子を通る際の減衰量



2分配器の損失

周波数帯域[MHz]	10~76	76~300	300~770	1000~1489	1489~2150	2150~2602
分配損失 [dB以下]	4.0	3.8	4.0	4.5	5.5	6.5

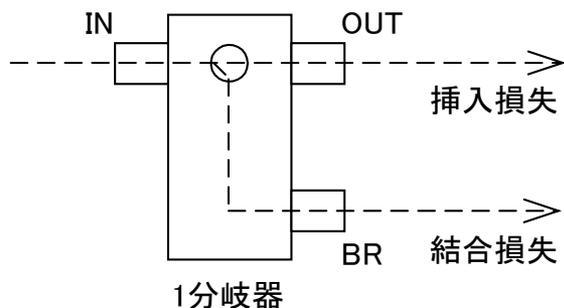
例) 入力レベル  $60\text{dB}\mu\text{V}$  の時の、U52ch (707MHz) の出力レベルは



## 3-4 分岐器の損失と出力レベル計算

### ・分岐器の損失

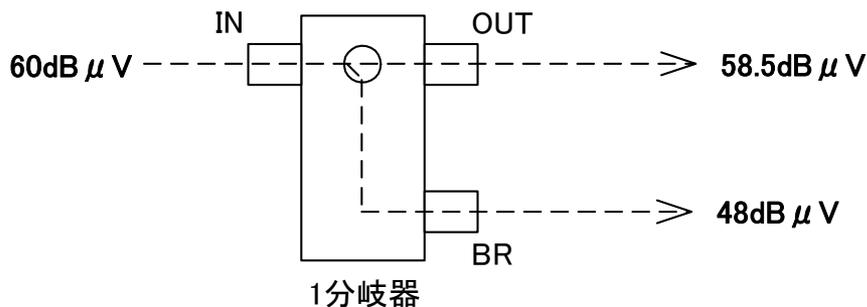
- 1) 挿入損失…信号が入力端子から出力端子を通る際の減衰量
- 2) 結合損失…信号が入力端子から分岐端子(BR端子)を通る際の減衰量



1分岐器の損失

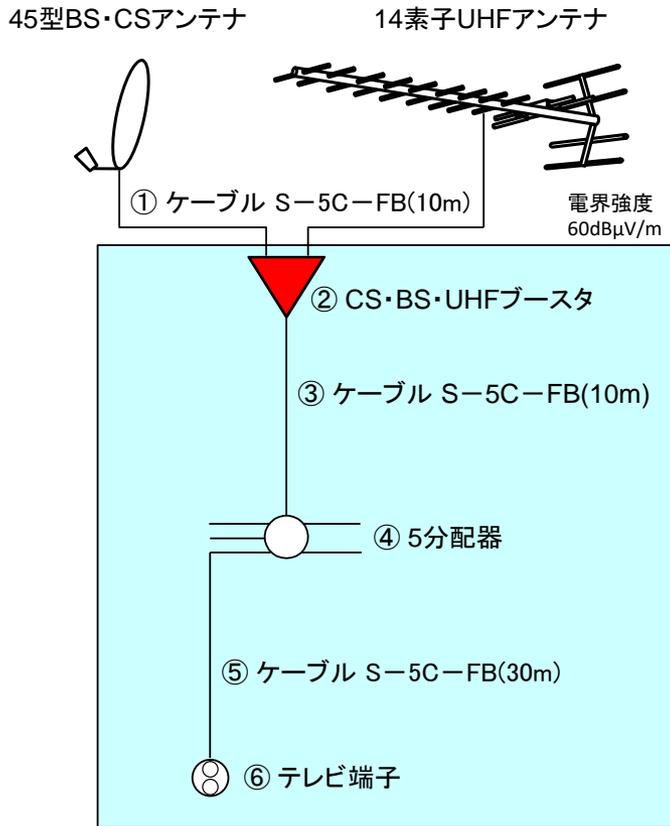
周波数帯域[MHz]	10~76	76~300	300~770	1000~1489	1489~2150	2150~2602
挿入損失 [dB以下]	1.6	1.3	1.5	2.0	3.0	4.0
結合損失 [dB以下]	12.0	11.0	12.0	13.0	14.0	14.5

例) 入力レベル  $60\text{dB}\mu\text{V}$  の時の、U52ch (707MHz) の出力レベルは



# 3-5 システムのレベル計算 (ホーム用5分配システム計算例)

## ホーム用5分配システム計算例



帯域		地上デジタル		BSデジタル		CSデジタル		
周波数 (MHz)		470	710	1000	1489	2072	2602	
アンテナ出力 (dB $\mu$ V)		47.0	47.0	74.5	74.5	74.5	74.5	
①	ケーブル (dB)	(5C)10m	1.5	1.8	2.2	2.9	3.5	4.0
②	ブースタ	入力 (dB $\mu$ V)	45.5	45.2	72.3	71.6	71.0	70.5
		利得 (dB)	30	30	20	20	20	20
		出力 (dB $\mu$ V)	75.5	75.2	92.3	91.6	91.0	90.5
③	ケーブル (dB)	(5C)10m	1.5	1.8	2.2	2.9	3.5	4.0
④	5分配 (dB)		10.5	10.5	11.5	11.5	13.5	13.5
⑤	ケーブル (dB)	(5C)30m	4.4	5.5	6.7	8.6	10.4	12.0
⑥	テレビ端子 (dB)	2端子	4.5	4.5	5.0	5.0	6.0	7.0
③~⑥までの損失合計 (dB)			20.9	22.3	25.4	28.0	33.4	36.5
テレビ端子出力 (dB $\mu$ V)	計算値		54.6	52.9	66.9	63.6	57.6	54.0
	望ましい値		49以上		54以上 (晴天時)			

テレビ端子出力レベル (710MHz の場合)

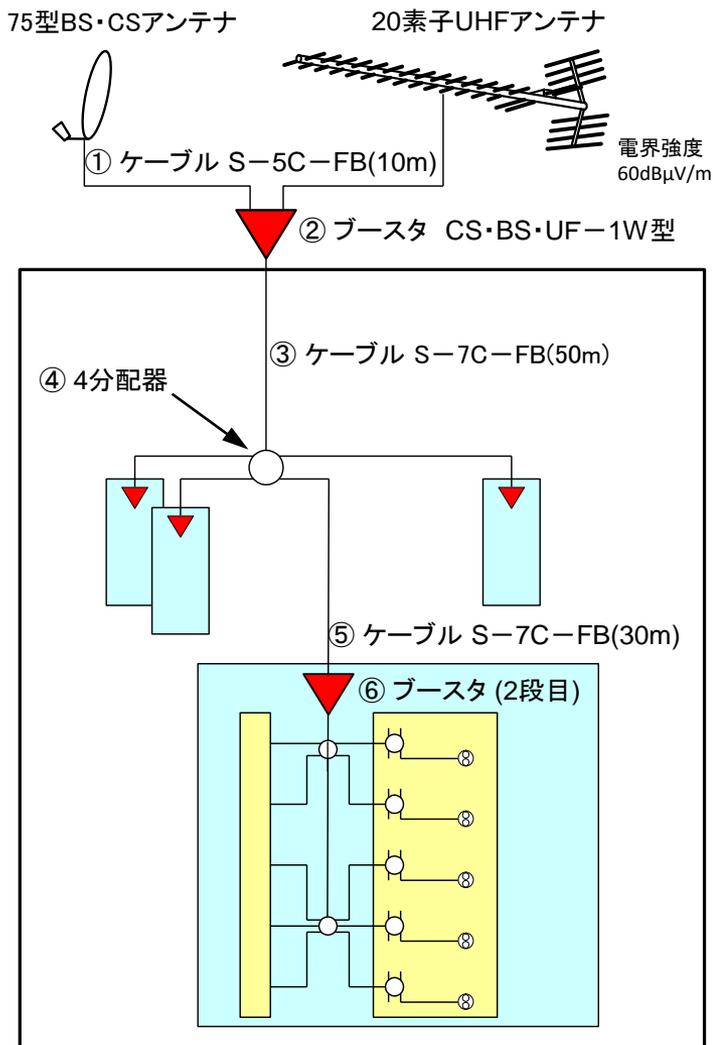
= ブースタ出力レベル - ケーブル損失 - 機器損失

= 75.2 - (1.8 + 5.5) - (10.5 + 4.5)

= 52.9 dB $\mu$ V

# 3-6 システムのレベル計算①(ビル共同受信システム5階計算例)

## ビル共同受信システム5階計算例



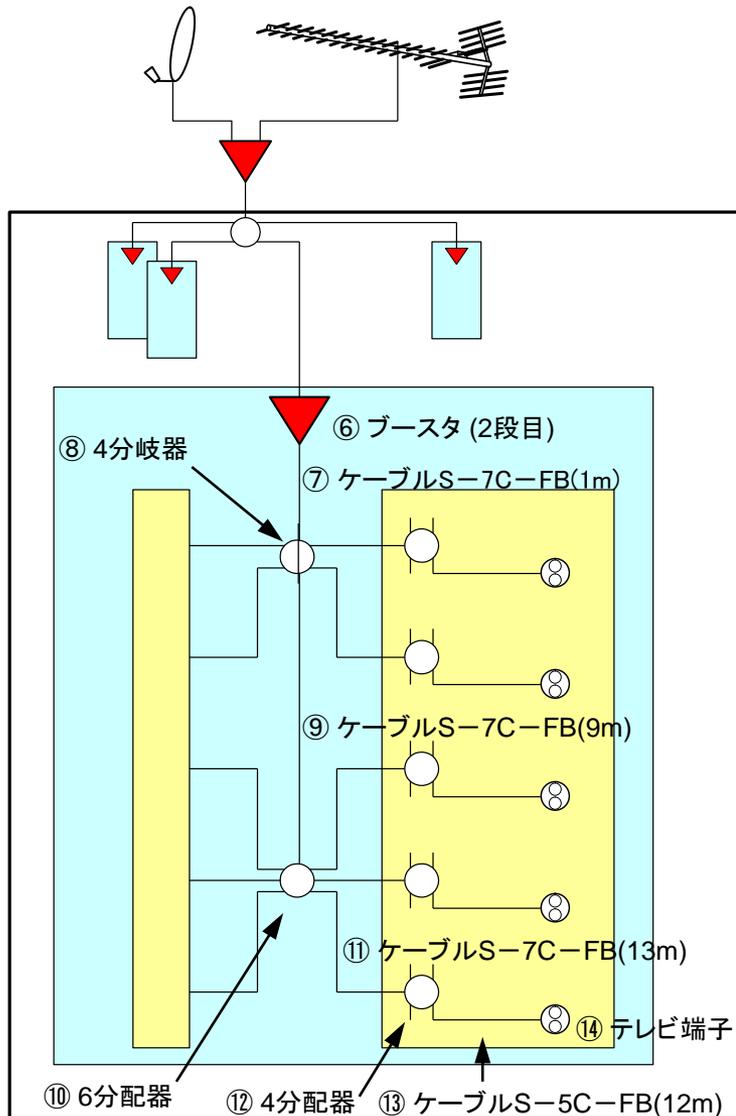
帯域		地上デジタル		BSデジタル		CSデジタル		
周波数 (MHz)		470	710	1000	1489	2072	2602	
アンテナ出力 (dB $\mu$ V)		48.2	50.0	77.9	77.9	77.9	77.9	
①	ケーブル (dB) (5C) 10m	1.5	1.8	2.2	2.9	3.5	4	
入力レベル調整 (dB)		0	0	5	5	5	5	
②	ブースタ	入力 (dB $\mu$ V)	46.7	48.2	70.7	70.0	69.4	68.9
		利得 (dB)	30	30	30	32	35	40
		出力 (dB $\mu$ V)	76.7	78.2	100.7	102.0	104.4	108.9
③	ケーブル (dB) (7C) 50m	5.3	6.7	8.2	10.5	13.0	15.0	
④	4分配 (dB)	8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5	
⑤	ケーブル (dB) (7C) 30m	3.2	4.0	4.9	6.3	7.8	9.0	
③~⑤までの損失合計 (dB)		16.5	18.7	22.1	25.8	31.3	35.5	
ブースタ(2段目)到達レベル		60.2	59.5	78.6	76.2	73.1	73.4	

ブースタ(2段目)到達レベル (710MHzの場合)

$$\begin{aligned}
 &= \text{ブースタ(1段目)出力レベル} - \text{ケーブル損失} - \text{機器損失} \\
 &= 78.2 - (6.7 + 4.0) - 8.0 \\
 &= 59.5 \text{ dB}\mu\text{V}
 \end{aligned}$$

# 3-6 システムのレベル計算②(ビル共同受信システム5階計算例)

• ビル共同受信システム5階計算例(続き)



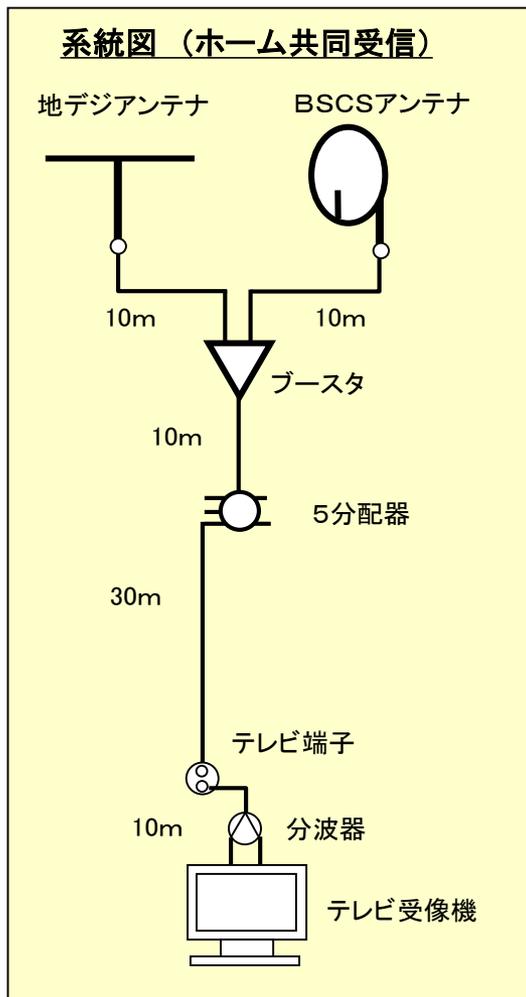
帯域		地上デジタル		BSデジタル		CSデジタル		
周波数 (MHz)		470	710	1000	1489	2072	2602	
入力レベル調整(dB)		0	0	5	5	5	5	
入力チャネル調整(dB)		0	0	1	0.8	0.5	0	
⑥	ブースタ 2段目	入力 (dB μV)	60.2	59.5	72.6	70.4	67.6	68.4
		利得 (dB)	30.0	30.0	30.0	32.0	35.0	40.0
		出力 (dB μV)	90.2	89.5	102.6	102.4	102.6	108.4
⑦	ケーブル(dB)	(7C)1m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
⑧	4分岐(dB) (挿入損失)		4.5	4.5	5.5	5.5	6.0	7.0
⑨	ケーブル(dB)	(7C)9m	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7
⑩	6分配(dB)		11.0	11.0	12.0	12.0	14.0	16.0
⑪	ケーブル(dB)	(7C)13m	1.4	1.7	2.1	2.7	3.4	3.9
⑫	4分配(dB)		8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5
⑬	ケーブル(dB)	(5C)12m	1.7	2.2	2.7	3.4	4.2	4.8
⑭	テレビ端子(dB)	2端子	4.5	4.5	5.0	5.0	6.0	7.0
⑦~⑭までの損失合計(dB)			32.1	33.2	37.9	39.6	46.5	53.1
テレビ端子出力 (dB μV)	計算値		58.1	56.3	64.7	62.8	56.1	55.3
	望ましい値		49以上		54以上(晴天時)			

テレビ端子出力レベル(710MHzの場合)

$$\begin{aligned}
 &= \text{ブースタ(2段目)出力レベル} - \text{ケーブル損失} - \text{機器損失} \\
 &= 89.5 - (0.1 + 1.2 + 1.7 + 2.2) - (4.5 + 11.0 + 8.0 + 4.5) \\
 &= 56.3 \text{ dB } \mu\text{V}
 \end{aligned}$$

# 3-7 システムのCN比計算①

## (1) レベル計算



## レベル計算表

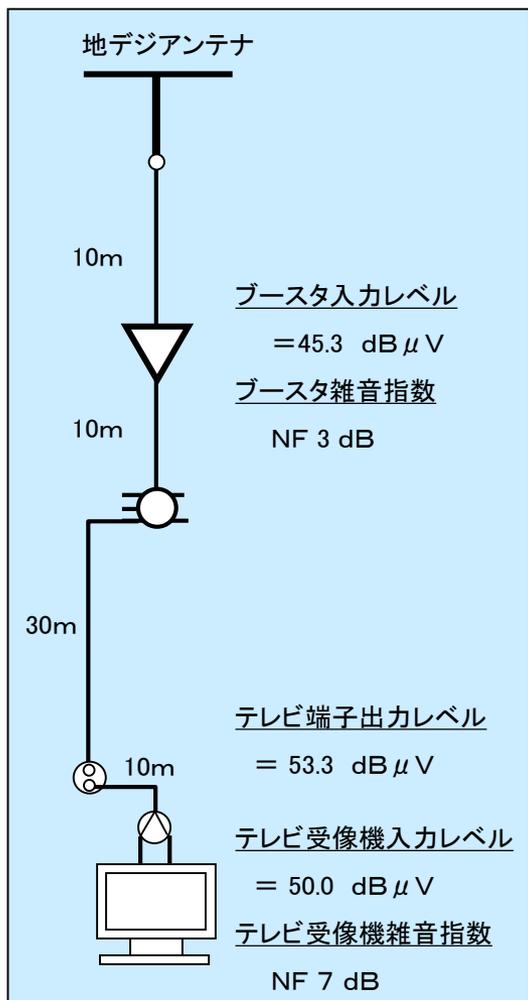
CN比計算例で表中の計算値を使用します。

		地上デジタル放送 UHF (710MHz)	110度CS放送 (2072MHz)
電界強度	dB $\mu$ V/m	60.0	—
アンテナ利得	dB	10.5	—
アンテナ実効長	dB	-17.4	—
開放値から終端値への換算	dB	-6.0	—
アンテナ出力	dB $\mu$ V	47.1	74.5
ケーブル (S-5C-FB) 10m	dB	-1.8	-3.5
<b>ブースタ入力</b>	<b>dB <math>\mu</math> V</b>	<b>45.3</b>	<b>71.0</b>
ブースタ利得	dB	30.0	20.0
ブースタ出力	dB $\mu$ V	75.3	91.0
ケーブル (S-5C-FB) 10m	dB	-1.8	-3.5
5分配器	dB	-10.5	-13.5
ケーブル (S-5C-FB) 30m	dB	-5.4	-10.5
テレビ端子(2端子)	dB	-4.3	-6.0
テレビ端子出力	dB $\mu$ V	<b>53.3</b>	<b>57.5</b>
ケーブル (S-5C-FB) 10m	dB	-1.8	-3.5
UV・BSCS分波器	dB	-1.5	-2.5
<b>テレビ受像機入力</b>	<b>dB <math>\mu</math> V</b>	<b>50.0</b>	<b>51.5</b>

※ ケーブル損失を、(710MHz): 1.8dB/10m、(2072MHz): 3.5dB/10mとして計算。

## 3-7 システムのCN比計算②

### (2)-1 地上デジタル放送（ブースタを使用している場合）



- ① アンテナ出力のC/N値(CN1)が、32.2dBの場合。(中継局3段中継後の受信に相当)

$$CN1 = \underline{32.2 \text{ dB}}$$

- ② ブースタ単体でのCN比を計算(CN2)

$$CN2 = (\text{ブースタ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{ブースタ雑音指数: NF})$$

$$= 45.3 - 2.3 - 3 = \underline{40.0 \text{ dB}}$$

- ③ テレビ受像機単体のCN比を計算(CN3)

$$CN3 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF})$$

$$= 50.0 - 2.3 - 7 = \underline{40.7 \text{ dB}}$$

- ④ 全体のCNを計算(CN1、CN2、CN3を電力加算)

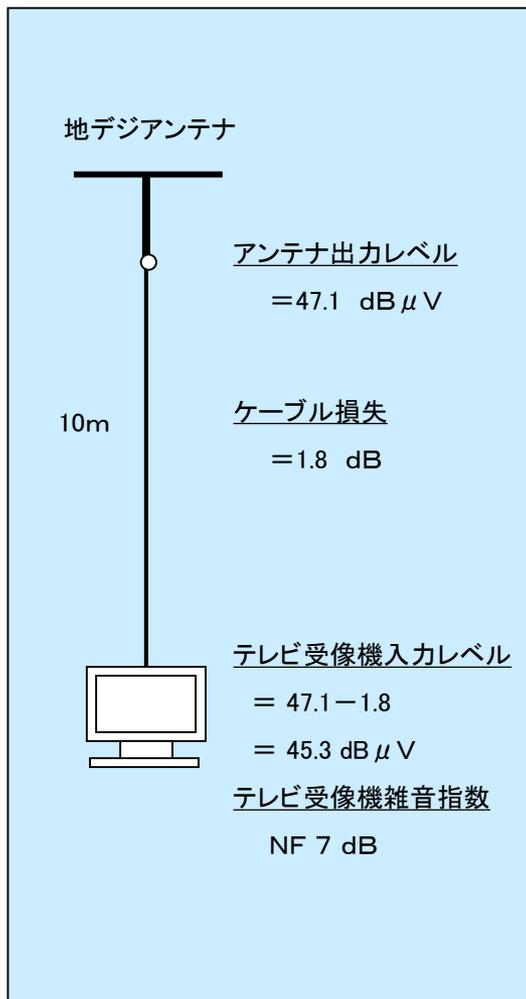
$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}} + \frac{1}{10^{CN3/10}}}$$

$$= 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{32.2/10}} + \frac{1}{10^{40.0/10}} + \frac{1}{10^{40.7/10}}} = \underline{31.0 \text{ dB}}$$

※ 地上デジタル放送の熱雑音 = 2.3 dB

## 3-7 システムのCN比計算③

### (2)-2 地上デジタル放送（ブースタを使用していない場合）



- ① アンテナ出力のC/N値(CN1)が、32.2dBの場合。(中継局3段中継後の受信に相当)

$$CN1 = \underline{32.2 \text{ dB}}$$

- ② テレビ受像機単体のCN比を計算(CN2)

$$\text{テレビ受像機の入力レベル} = 47.1 - 1.8 = 45.3 \text{ dB}$$

$$CN2 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF}) \\ = 45.3 - 2.3 - 7 = \underline{36.0 \text{ dB}}$$

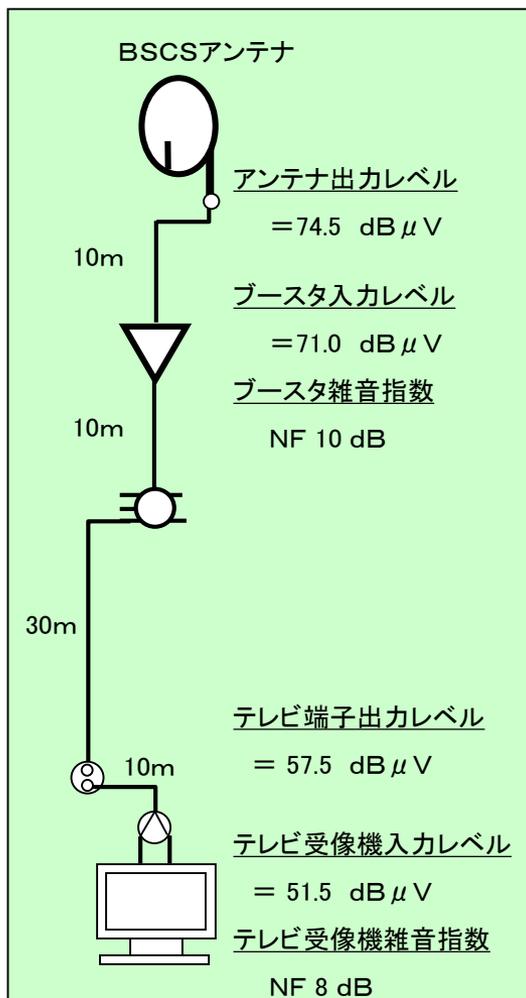
- ③ 全体のCNを計算(CN1、CN2を電力加算)

$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}}} \\ = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{32.2/10}} + \frac{1}{10^{36.0/10}}} = \underline{30.7 \text{ dB}}$$

※ 地上デジタル放送の熱雑音 = 2.3 dB

## 3-7 システムのCN比計算④

### (3)-1 110度CS放送（ブースタを使用している場合）



① アンテナ出力での110度CS放送C/N値(CN1)が、19.0dBの場合。

$$CN1 = \underline{19.0 \text{ dB}}$$

② ブースタ単体でのCN比を計算(CN2)

$$\begin{aligned}
 CN2 &= (\text{ブースタ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{ブースタ雑音指数: NF}) \\
 &= 71.0 - 9.4 - 10 = \underline{51.6 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

③ テレビ受像機単体のCN比を計算(CN3)

$$\begin{aligned}
 CN3 &= (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF}) \\
 &= 51.5 - 9.4 - 8 = \underline{34.1 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

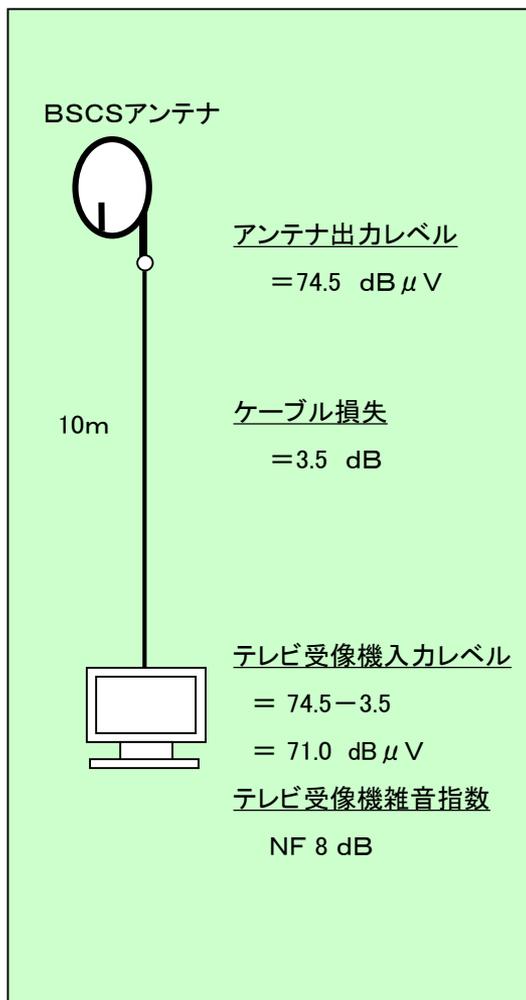
④ 全体のCNを計算(CN1、CN2、CN3を電力加算)

$$\begin{aligned}
 CN &= 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}} + \frac{1}{10^{CN3/10}}} \\
 &= 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{19.0/10}} + \frac{1}{10^{51.6/10}} + \frac{1}{10^{34.1/10}}} = \underline{18.9 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

※ BSデジタル放送、110度CS放送の熱雑音 = 9.4 dB

## 3-7 システムのCN比計算⑤

### (3)-2 110度CS放送（ブースタを使用していない場合）



① アンテナ出力での110度CS放送のC/N値(CN1)が、19.0dBの場合。

$$CN1 = \underline{19.0 \text{ dB}}$$

② テレビ受像機単体のCN比を計算(CN2)

$$\text{テレビ受像機の入力レベル} = 74.5 - 3.5 = 71.0 \text{ dB}$$

$$CN2 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF}) \\ = 71.0 - 9.4 - 8 = \underline{53.6 \text{ dB}}$$

③ 全体のCNを計算(CN1、CN2を電力加算)

$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}}} \\ = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{19.0/10}} + \frac{1}{10^{53.6/10}}} = \underline{19.0 \text{ dB}}$$

※ BSデジタル放送、110度CS放送の熱雑音 = 9.4 dB

## 4 ブースタの縦続接続

---

- 4-1 ブースタ縦続接続時の運用レベル調整方法
- 4-2 ブースタ縦続接続の運用レベル調整
- 4-3 ブースタ縦続接続時の総合 $IM_3$ の算出
- 4-4 ブースタ縦続接続時の運用レベル参考表

# 4-1 ブースタ縦続接続時の運用レベル調整方法

ブースタを縦続接続する場合、歪成分が加算される為、各ブースタの出力レベルを次の式で示すレベルまで下げて運用しなければならない。

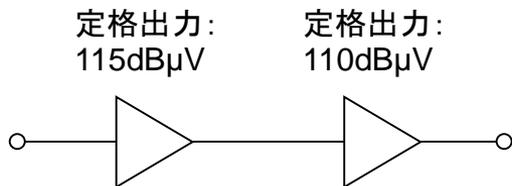
縦続接続したブースタの出力レベルを同一レベル下げて運用する場合  
 運用レベル(dBμV) = 定格出力 - 10logM      M: 縦続台数

## 計算例

定格出力115dBμVのブースタと定格出力110dBμVのブースタを2台縦続接続する場合。

①1段目 運用レベル(dBμV) = 115 - 10log2  
 = 115 - 3  
 = 112

②2段目 運用レベル(dBμV) = 110 - 10log2  
 = 110 - 3  
 = 107



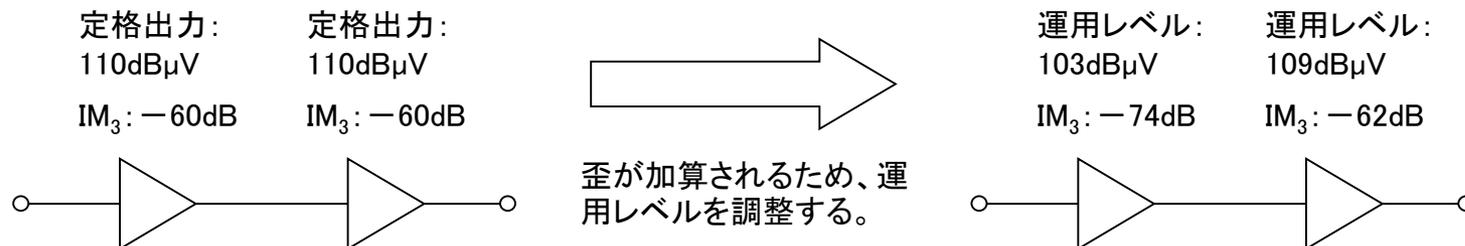
縦続段 縦続台数	1段目 定格出力 115(dBμV)	2段目 定格出力 110(dBμV)	3段目 定格出力 110(dBμV)
1台 運用レベル	115	—	—
2台での 運用レベル	112 (115-3)	107 (110-3)	—
3台での 運用レベル	110 (115-5)	105 (110-5)	105 (110-5)

## 4-2 ブースタ縦続接続の運用レベル調整

ブースタを縦続接続した際に、それぞれの運用レベルを調整したい場合。

計算例

2段目の運用レベルを高くしたい場合（2段目を定格出力より1dB下げた場合）



① 2段目を定格出力110dB $\mu$ Vより1dB下げた場合、運用レベルは109dB $\mu$ Vとなる。IM<sub>3</sub>は、運用レベル1dBの変化に対して、2dBずつ変化するため、定格時の-60から-62dBとなる。

② 2段目を上記レベルで運用し、総合IM<sub>3</sub>を-60とするためには、前段ブースタのIM<sub>3</sub>を

$$\begin{aligned} \text{IM}_3(\text{前段}) &= 20\log(10^{\text{IM}_3(\text{総合})/20} - 10^{\text{IM}_3(\text{後段})/20}) \\ &= 20\log(10^{-60/20} - 10^{-62/20}) \\ &= -74(\text{dB}) \end{aligned}$$

としなければならない。

③ 前段ブースタのIM<sub>3</sub>を-74(dB)とするための出力レベルは

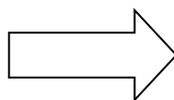
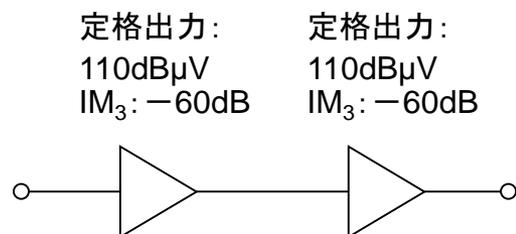
$$\begin{aligned} \text{出力レベル}(\text{前段}) &= \text{定格出力} - \{\text{定格出力時のIM}_3\text{規格値} - \text{IM}_3(\text{前段})\}/2 \\ &= 110 - \{-60 - (-74)\}/2 \\ &= 103(\text{dB}\mu\text{V}) \end{aligned}$$

となる。

## 4-3 ブースタ縦続接続時の総合IM<sub>3</sub>の算出

総合IM<sub>3</sub>の算出。

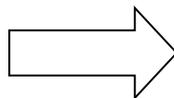
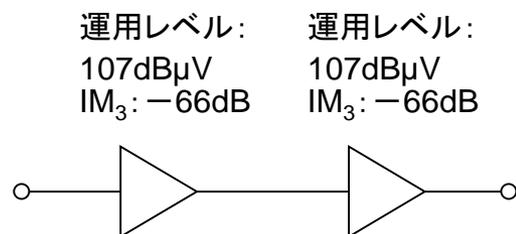
$$IM_3(\text{総合}) = 20\log(10^{IM_3(\text{前段})/20} + 10^{IM_3(\text{後段})/20})$$



それぞれ定格出力で運用した場合の総合IM<sub>3</sub>は

$$\begin{aligned} IM_3(\text{総合}) &= 20\log(10^{IM_3(\text{前段})/20} + 10^{IM_3(\text{後段})/20}) \\ &= 20\log(10^{-60/20} + 10^{-60/20}) \\ &= -54(\text{dB}) \end{aligned}$$

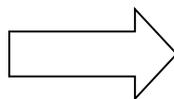
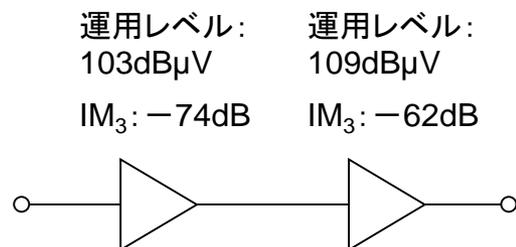
となり、歪成分が増加する。



それぞれ定格出力から-3dBとし、同一レベルで運用した場合の総合IM<sub>3</sub>は

$$\begin{aligned} IM_3(\text{総合}) &= 20\log(10^{IM_3(\text{前段})/20} + 10^{IM_3(\text{後段})/20}) \\ &= 20\log(10^{-66/20} + 10^{-66/20}) \\ &= -60(\text{dB}) \end{aligned}$$

となり、定格出力で1台運用したレベルとなる。



後段の運用レベルを高く調整した場合、

$$\begin{aligned} IM_3(\text{総合}) &= 20\log(10^{IM_3(\text{前段})/20} + 10^{IM_3(\text{後段})/20}) \\ &= 20\log(10^{-74/20} + 10^{-62/20}) \\ &= -60(\text{dB}) \end{aligned}$$

となり、定格出力で1台運用したレベルとなる。

## 4-4 ブースタ縦続接続時の運用レベル参考表

2台縦続接続時の運用レベル例(定格出力110dB $\mu$ Vのブースタの場合)

前段運用レベル (dB $\mu$ V)	後段運用レベル (dB $\mu$ V)
110	運用不可
109	103
108	105
107	107
106	107
105	108
104	108
103	109
運用不可	110

## 5 熱雑音

抵抗体の発生する熱雑音は次の式で示される。

熱雑音  $N_i(V) = \sqrt{KTBR}$

K:ボルツマン定数  $1.38 \times 10^{-23} \text{ (J/K)}$

T:絶対温度 290 (K)

B:帯域幅 地上デジタル放送 5.6 (MHz)

BS・110度CS放送 28.86 (MHz)

R:抵抗値 75 ( $\Omega$ )

計算例(地上デジタル放送の場合)

熱雑音  $N_i = \sqrt{KTBR}$

$$= \sqrt{1.38 \times 10^{-23} \times 290 \times 5.6 \times 10^6 \times 75}$$
$$= 1.29 \times 10^{-6} \text{ (V)}$$
$$\doteq 1.3 \text{ (}\mu\text{V)}$$

これをdBで表すと

$$N_i(\text{dB}) = 20 \log 1.3$$
$$= 2.3 \text{ (dB)}$$

帯域	熱雑音 $N_i$ (dB)
地上デジタル放送	2.3
BS・110度CS放送	9.4

## 6 電力 (dBmW) から電圧 (dB μV) への換算式

75 Ω 系の場合

0dBm (1mWを基準としてdBで表示する) の場合, 75 Ω 抵抗で1mW消費されている。  
この場合の抵抗の両端電圧 Eは, 下記のようになる。

$$P = \frac{E^2}{R} \quad \therefore E = \sqrt{PR}$$

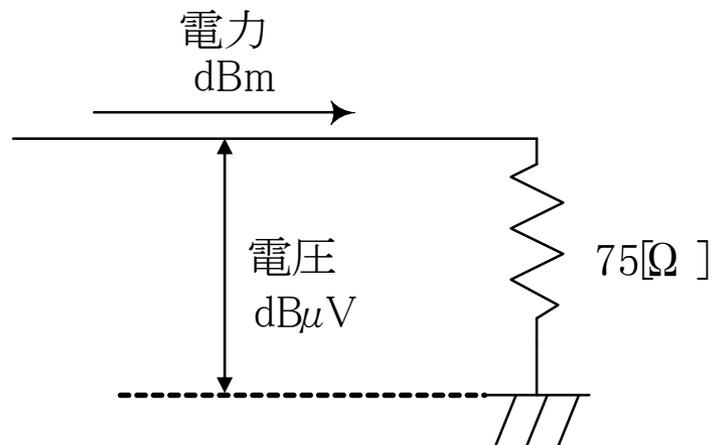
P: 電力  
E: 電圧  
R: 抵抗値

したがって, 1mW時の電圧値は

$$\therefore E = \sqrt{PR} = \sqrt{1 \times 10^{-3} \times 75} = 0.273861(\text{V})$$

dB μV は 1 μV が基準のため,

$$20 \log E = 20 \log(0.273861 \times 10^6) = 108.8(\text{dB } \mu\text{V})$$



	電圧値		電力値	
	dB	真数	dB	真数
75 Ω	108.8dB μV	0.274V	0dBmW	1mW
50 Ω	107dB μV	0.224V	0dBmW	1mW

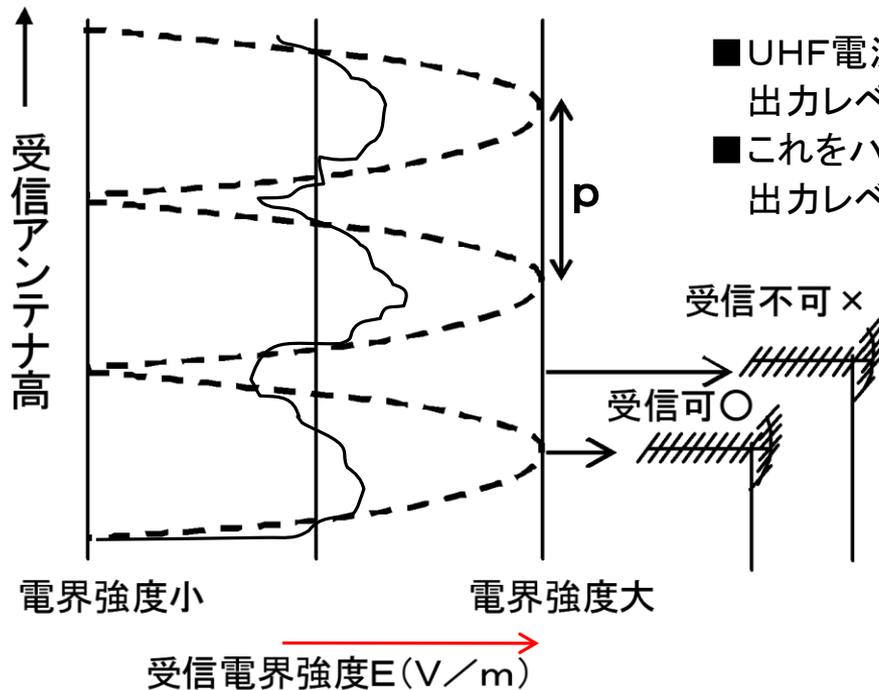
ブースタ等の入出力基準インピーダンスは75 Ω、送信機等の入出力基準インピーダンスは50 Ω となっているので、インピーダンスの違いにより電力値は同じでも電圧値が異なる。

# 7 各種資料編

---

- 7-1 ハイパターンとは
- 7-2 送信電力と距離と電界強度
- 7-3 UHFチャンネルのアンテナ実効長
- 7-4 リターンロス、反射係数、VSWRとの関係
- 7-5 BS放送周波数一覧
- 7-6 110度CS放送周波数一覧
- 7-7 同軸ケーブル減衰量(参考)
- 7-8 2011年以降のBSデジタル放送予定

# 7-1 ハイパターンとは



- UHF電波は、アンテナの高さを変えると左図のようにアンテナ出力レベルが変化する。(chによって異なる。)
- これをハイパターンと呼び、送信所の近くでは1mの変化でも出力レベルが数dB変化することがある。

- アンテナを設置する際、場所、高さに留意。特に高さはこまめに調整する。時にはアンテナ高を下げしてみる。

- ハイパターンのピッチ $p$ は、送信点からの距離を $d$ 、送信アンテナの高さを $h$ 、受信電波の波長を $\lambda$ とすると( $d \gg h$ の場合) $p = \lambda d / 2h$ で算出される。

破線:理論値      実線:実測値(大地反射波が家屋等で乱されるため不規則な変化を示す。)

## <高さ調整で必ず改善できるか?>

- ・アンテナを高くしても、必ずしも受信レベルを確保できるとは限らない。
- ・アンテナの高さ調整に併せて、アンテナの設置位置などを変えながらC/Nの最良地点を探す必要がある。
- ・また20素子などの高性能UHFアンテナを使用することにより、海面反射や大地反射の影響を軽減し、受信レベルを確保できる場合がある。

## 7-2 送信電力と距離と電界強度

### 自由空間電界強度

●自由空間電界強度 $E$ (V/m) は、周波数に関係なく、実効放射電力(ERP:Effective Radiated Power)と送受信点間距離で決まる。(電界強度の算出には、送信電力として実効放射電力を用いる。)

$$E(\text{V/m}) = 7 \frac{\sqrt{P}}{d} \quad \text{ここで、} P: \text{実効放射電力(W)} \quad d: \text{送受信点間距離(m)}$$

計算例:実効放射電力 $P=10\text{kW}$ 、送受信点間距離 $d=20\text{km}$ の場合の自由空間電界強度 $E$ は、

$$E = 7 \frac{\sqrt{P}}{d} = 7 \frac{\sqrt{10 \times 10^3}}{20 \times 10^3} = 0.035(\text{V/m})$$

デシベルに換算すると、 $E(\text{dB}) = 20 \log(35000) = 90.9\text{dB}(\mu\text{V/m})$

### 自由空間伝搬損失

●電波の波長を $\lambda$ 、距離 $d$ 離れた地点の伝搬損失を $\Gamma$ (dB)とすると、

$$\Gamma(\text{dB}) = 10 \log(4 \pi d / \lambda)^2 \quad \text{で算出される。}$$

計算例:放送衛星BSATから東京までの自由空間伝搬損失は、距離 $d=37930\text{km}$ 、周波数 $12\text{GHz}$ とすれば、波長 $\lambda = 2.5 \times 10^{-2}(\text{m})$ となるので

$$\begin{aligned} \Gamma &= 20 \log((4 \pi \times 3.793 \times 10^7) / (2.5 \times 10^{-2})) = 20 \log 4 \pi + 20 \log(3.793 \times 10^7) - 20 \log 2.5 \times 10^{-2} \\ &= 22 + 11.6 + 140 - 8 + 40 = 205.6(\text{dB}) \end{aligned}$$

## 7-3 UHFチャンネルのアンテナ実効長

表7.1 UHFチャンネルのアンテナ実効長

UHFチャンネル	中心周波数(MHz)	アンテナ実効長(dB)	UHFチャンネル	中心周波数(MHz)	アンテナ実効長(dB)
13	473.1429	-13.90	33	593.1429	-15.86
14	479.1429	-14.01	34	599.1429	-15.95
15	485.1429	-14.11	35	605.1429	-16.03
16	491.1429	-14.22	36	611.1429	-16.12
17	497.1429	-14.33	37	617.1429	-16.20
18	503.1429	-14.43	38	623.1429	-16.29
19	509.1429	-14.53	39	629.1429	-16.37
20	515.1429	-14.63	40	635.1429	-16.45
21	521.1429	-14.74	41	641.1429	-16.54
22	527.1429	-14.83	42	647.1429	-16.62
23	533.1429	-14.93	43	653.1429	-16.70
24	539.1429	-15.03	44	659.1429	-16.78
25	545.1429	-15.13	45	665.1429	-16.85
26	551.1429	-15.22	46	671.1429	-16.93
27	557.1429	-15.32	47	677.1429	-17.01
28	563.1429	-15.41	48	683.1429	-17.09
29	569.1429	-15.50	49	689.1429	-17.16
30	575.1429	-15.59	50	695.1429	-17.24
31	581.1429	-15.68	51	701.1429	-17.31
32	587.1429	-15.77	52	707.1429	-17.39

波長を $\lambda$  (m)とすると、アンテナ実効長は、 $20\log(\lambda/\pi)$ で算出される。

## 7-4 リターンロス、反射係数、VSWRとの関係

表7.2 リターンロス、反射係数、VSWR一覧表

リターンロスRL(dB) =  $-20\log \gamma$  で算出されるので、  
VSWRから、反射係数を計算すれば、RLが求められる。

反射係数と定在波比(VSWR)

線路のインピーダンスをZ、負荷のインピーダンスをR  
とすると、 $VSWR = Z/R$  又は  $R/Z$  (但し  $VSWR \geq 1$ )

$$= (1 + \gamma) / (1 - \gamma)$$

( $\gamma$ : 反射係数  $0 \leq \text{反射係数} \leq 1$ )

また反射係数  $\gamma = |(Z - R) / (Z + R)|$  なので  
分母分子をRで割れば

$$= (VSWR - 1) / (VSWR + 1) \text{となる。}$$

RL(dB)	反射係数	VSWR	RL(dB)	反射係数	VSWR
1.0	0.89	17.35	16.0	0.16	1.38
2.0	0.79	8.71	17.0	0.14	1.33
3.0	0.71	5.84	18.0	0.13	1.29
4.0	0.63	4.41	19.0	0.11	1.25
5.0	0.56	3.57	20.0	0.10	1.22
6.0	0.50	3.01	21.0	0.09	1.20
7.0	0.45	2.61	22.0	0.08	1.17
8.0	0.40	2.32	23.0	0.07	1.15
9.0	0.35	2.10	24.0	0.06	1.13
10.0	0.32	1.92	25.0	0.06	1.12
11.0	0.28	1.78	26.0	0.05	1.11
12.0	0.25	1.67	27.0	0.04	1.09
13.0	0.22	1.58	28.0	0.04	1.08
14.0	0.20	1.50	29.0	0.04	1.07
15.0	0.18	1.43	30.0	0.03	1.07

## 7-5 BS放送周波数一覧

表7.3 BS放送周波数一覧(拡張チャンネルを含む)

チャンネル番号	BS周波数範囲(GHz)	中心周波数(GHz)	BS-IF映像周波数(MHz)	BS-IF中心周波数(MHz)
BS-1	11.71023~11.74473	11.72748	1032.23~1066.73	1049.48
BS-3	11.74859~11.78309	11.76584	1070.59~1105.09	1087.84
BS-5	11.78695~11.82145	11.8042	1108.95~1143.45	1126.2
BS-7	11.82531~11.85981	11.84256	1147.31~1181.81	1164.56
BS-9	11.86367~11.89817	11.88092	1185.67~1220.17	1202.92
BS-11	11.90203~11.93653	11.91928	1224.03~1258.53	1241.28
BS-13	11.94039~11.97489	11.95764	1262.39~1296.89	1279.64
BS-15	11.97875~12.01325	11.996	1300.75~1335.25	1318
BS-17	12.01711~12.05161	12.03436	1339.11~1373.61	1356.36
BS-19	12.05547~12.08997	12.07272	1377.47~1411.97	1394.72
BS-21	12.09383~12.12833	12.11108	1415.83~1450.33	1433.08
BS-23	12.13219~12.16669	12.14944	1454.19~1488.69	1471.44

## 7-6 110度CS放送周波数一覧

表7.4 CS放送周波数一覧（右旋円偏波）

チャンネル番号	CS周波数範囲(GHz)	中心周波数(GHz)	CS-IF周波数範囲(MHz)	CS-IF中心周波数(MHz)
ND-2	12.27375~12.30825	12.291	1595.75~1630.25	1613
ND-4	12.31375~12.34825	12.331	1635.75~1670.25	1653
ND-6	12.35375~12.38825	12.371	1675.75~1710.25	1693
ND-8	12.39375~12.42825	12.411	1715.75~1750.25	1733
ND-10	12.43375~12.46825	12.451	1755.75~1790.25	1773
ND-12	12.47375~12.50825	12.491	1795.75~1830.25	1813
ND-14	12.51375~12.54825	12.531	1835.75~1870.25	1853
ND-16	12.55375~12.58825	12.571	1875.75~1910.25	1893
ND-18	12.59375~12.62825	12.611	1915.75~1950.25	1933
ND-20	12.63375~12.66825	12.651	1955.75~1990.25	1973
ND-22	12.67375~12.70825	12.691	1995.75~2030.25	2013
ND-24	12.71375~12.74825	12.731	2035.75~2070.25	2053

## 7-7 同軸ケーブル減衰量(参考)

表7.5 同軸ケーブルの減衰量及び抵抗値

単位: dB/Km、 $\Omega$ /Km

ケーブルの種類	周波数 (MHz)											抵抗値 ( $\Omega$ )
		90	220	470	770	1300	1550	1770	2000	2150	2600	
S-4C-FB	最大値	87	139	209	275	368	407	439	472	491	515	35.7
	標準値	76	120	182	239	320	354	382	410	427	478	
S-5C-FB	最大値	68	109	167	221	300	335	362	391	408	460	21.1
	標準値	59	95	145	192	261	291	315	340	355	400	
S-7C-FB	最大値	48	78	121	161	222	247	269	291	305	345	10.4
	標準値	42	65	105	140	193	215	234	257	265	300	
S-5C-HFL (-SS)	最大値	59	93	139	182	242	266	286	306	319	355	16.6
	標準値	51	81	121	158	210	231	249	266	277	309	
S-7C-HFL (-SS)	最大値	40	64	97	128	171	190	205	220	226	256	7.2
	標準値	35	56	84	111	149	165	178	191	199	223	

# 7-8 2011年以降のBSデジタル放送予定 (2012年3月現在)

1ch		3ch		13ch		15ch						
BS朝日 総合編成	BS-TBS 総合編成	WOWOW プライム 【有料】	BS Japan 総合編成	BS日テレ 総合編成	BSフジ 総合編成	NHK BS1	NHK BSプレミアム	ウエザー ニュース				
5ch		7ch			9ch		11ch					
WOWOW ライブ 【有料】	WOWOW シネマ 【有料】	スターチャンネル 2 【有料】	3 【有料】	BS アニマックス アニメ 【有料】	ディズニー・ チャンネル 総合娯楽 【SD】 【有料】	BS11 総合編成	スターチャン ネル1 【有料】	TwelV 総合編成	FOX (Bs238) 【有料】	BSスカパー！ 総合娯楽 【有料】	放送大学 大学教育放送	
17ch		19ch		21ch		23ch						
地上デジタル放送の衛星利用による暫 定的な難視聴解消のための放送 【SD7番組】 ※2015年3月終了(予定)		グリーン チャンネル 農林水産情 報・中央競 馬 【一部有料】	ジェイ・スポーツ J Sports 1 スポーツ 【有料】		J Sports 2 スポーツ 【有料】	IMAGICA 映画 【有料】	ジェイ・スポーツ J Sports4 スポーツ 【有料】		J Sports3 スポーツ 【有料】	BS 釣りビジョン 娯楽・趣味 【有料】	日本映画専 門チャンネル 映画 【有料】	D-Life 総合編成

BS放送のテレビ番組のチャンネル配列図