
受信システム計算事例集

第2.2a版

[3224MHz対応版]

2025年7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
(地上デジタル放送)
 - 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

2 信号レベルの所要性能とマージン

- 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階改修計算例)
 - 3-7 システムのレベル計算①②
(ビル共同受信システム5階新設計算例)
 - 3-8 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 IM_3 の算出
 - 4-4 ブースタ縦続接続時の総合CINの算出
 - 4-5 ブースタ縦続接続時の運用レベル参考表
 - 4-6 110度CS左旋放送終了後のブースタ調整
について

目次(2)

5 熱雑音

6 電力(dBmW)から電圧(dB μ V)への換算式

7 各種資料編

7-1 ハイパターンのとは

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 リターンロスとVSWR

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 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図①②③④

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(地上デジタル放送)
- 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

1-1 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 μ V/m)とアンテナ出力レベル V (dB μ 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 μ V)

E : 電界強度 (dB μ V/m)

G : アンテナ利得 (dB)

H_e : アンテナ実効長 (dB)

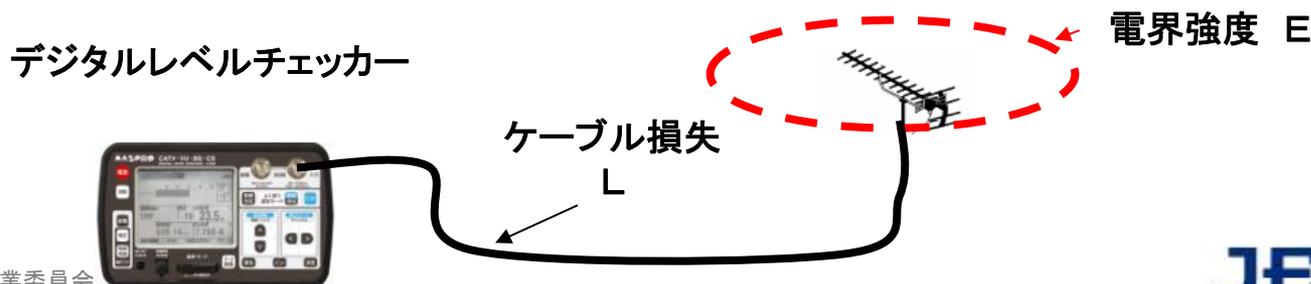
L : ケーブル損失 (dB)

6 : 開放値から終端値への換算

計算例

電界強度60dB μ 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 μ 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 μ 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 μ 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 μ 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 Isotropic ally Radiated Power)とアンテナ出力レベルの関係は、次の式で示される。

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

45cmアンテナの緒元

アンテナ利得=34dB (12.25GHz $\eta=0.75$)

コンバーター利得=53±5dB

・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

$$\begin{aligned} A &= \text{EIRP} + L_s + G_r + R \\ &= 60.0(\text{dBW}) - 205.8(\text{dB}) + 34(\text{dB}) - 0 \\ &= -111.8(\text{dBW}) \end{aligned}$$

mWに換算すると

$$= -81.8(\text{dBmW})$$

電圧に換算すると

$$= -81.8 + 108.8$$

$$= 27.0 (\text{dB } \mu\text{V})$$

②コンバータの出力レベル

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

$$= 27.0 + 53 \pm 5$$

$$= 80.0 \pm 5$$

$$= 75.0 \sim 85.0(\text{dB } \mu\text{V})$$

衛星から東京までの自由空間伝搬損失

$$L_s = 10 \log(\lambda / 4 \pi d)^2$$

$$= 10 \log(\lambda)^2 - 10 \log(4 \pi d)^2$$

$$= 20 \log c - 20 \log f - 20 \log(4 \pi) - 20 \log d$$

$$= 169.54 - 201.76 - 21.98 - 151.58$$

$$= -205.8(\text{dB})$$

A : アンテナ出力レベル

EIRP: 等価等方放射電力(東京のEIRP=60.0dBW)

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

η : アンテナ開口効率($\eta=75\%$)

L_s : 自由空間伝搬損失

λ : 波長= c/f

f : 周波数=12.25GHz= 12.25×10^9 (Hz)

C : 光速= 3×10^8 (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)

1-4 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

$$\begin{aligned} A &= \text{EIRP} + L_s + G_r + R \\ &= 60.0(\text{dBW}) - 205.8(\text{dB}) + 37.4(\text{dB}) - 0 \\ &= -108.4(\text{dBW}) \\ \text{mWに換算すると} \\ &= -78.4(\text{dBmW}) \\ \text{電圧に換算すると} \\ &= -78.4 + 108.8 \\ &= 30.4(\text{dB } \mu\text{V}) \end{aligned}$$

・コンバータの出力レベル

$$\begin{aligned} V &= \text{アンテナ出力レベル} + \text{コンバータ利得} \\ &= 30.4 + 52 \pm 4 \\ &= 82.4 \pm 4(\text{dB } \mu\text{V}) \\ &= 78.4 \sim 86.4(\text{dB } \mu\text{V}) \end{aligned}$$

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 \pm 4dB

衛星から東京までの自由空間伝搬損失

$$\begin{aligned} L_s &= 10 \log(\lambda / 4 \pi d)^2 \\ &= 10 \log(\lambda)^2 - 10 \log(4 \pi d)^2 \\ &= 20 \log c - 20 \log f - 20 \log(4 \pi) - 20 \log d \\ &= 169.54 - 201.76 - 21.98 - 151.58 \\ &= -205.8(\text{dB}) \end{aligned}$$

A : アンテナ出力レベル
EIRP: 等価等方放射電力(東京のEIRP=60.0dBW)
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
 η : アンテナ開口効率 ($\eta=60\%$)
 L_s : 自由空間伝搬損失
 λ : 波長 = c/f
f : 周波数 = 12.25GHz = 12.25×10^9 (Hz)
C : 光速 = 3×10^8 (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

$$\begin{aligned} EIRP &= P_T + G_t + L_f + L_p \\ &= 20.8 + 41.2 - 2.0 - 0 = 60.0 \text{ (dBW)} \end{aligned}$$

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)

$$\begin{aligned} PFD &= EIRP - 10 \log(4 \pi d^2) \\ &= 60.0 - 162.6 = -102.6 \text{ (dBW/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

mWに換算すると

$$= -102.6 + 30 = -72.6 \text{ (dBmW/m}^2\text{)}$$

EIRP: 等価等方放射電力

P_T : BSAT-4a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(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。

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

A: アンテナ出力レベル
D: アンテナの直径(45cm)
 η : 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: $53 \pm 5\text{dB}$

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。

$$\begin{aligned} A_0 &= 10 \log \left(\frac{\pi D^2}{4} \eta \right) \\ &= 10 \log \pi + 20 \log D - 10 \log 4 + 10 \log \eta \\ &= 4.97 - 6.94 - 6.02 - 1.25 = -9.24 \doteq -9.2 \text{ (dB/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

②アンテナの出力レベル

$$\begin{aligned} A &= \text{受信電力束密度(PFD)} + \text{実効開口面積}(A_0) + \text{降雨減衰量}(R) \\ &= -72.6 - 9.2 - 0 = -81.8 \text{ (dBmW)} \end{aligned}$$

電圧に換算すると

$$= -81.8 + 108.8 = 27.0 \text{ (dB } \mu\text{V)}$$

③コンバータの出力レベル

$$\begin{aligned} V &= \text{アンテナ出力レベル} + \text{コンバータ利得} \\ &= 27.0 + 53 \pm 5 \\ &= 75.0 \sim 85.0 \text{ (dB } \mu\text{V)} \end{aligned}$$

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。

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

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

$$\begin{aligned} C/N \text{ (dB)} &= EIRP + L_s + R + Nu + \alpha + \beta + Gr - 10 \log_{10} [10^{\alpha/10} T_a + (1 - 10^{\alpha/10}) T_o + (10^{F/10} - 1) T_o] \\ &= EIRP + L_s + Gr - 10 \log_{10} (1 \times 60 + 0 + (10^{1.2/10} - 1) \times 290) \\ &= 60.0 - 205.8 + 34 - (-131.49) \\ &= -111.8 + 131.5 \\ &= 19.7 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

EIRP	: 等価等方放射電力 (東京のEIRP=60.0dBW)
L _s	: 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)
Nu	: 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)
Gr	: 受信アンテナ利得 34.0dB (45cm, 12.25GHz)
K	: ボルツマン定数 (1.38 × 10 ⁻²³)
B	: BSの帯域幅 (33.7561MHz)
T _a	: アンテナ雑音温度 [60(K)]
T _o	: 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

$$10\log KB(60 + (10^{0.8/10} - 1) \times 290) = -132.6(\text{dBW})$$

C/N = アンテナ出力レベル - アンテナ熱雑音

$$C/N = -111.8 - (-132.6) = 20.8\text{dB}$$

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

$$10\log KB(60 + (10^{0.5/10} - 1) \times 290) = -133.5(\text{dBW})$$

C/N = アンテナ出力レベル - アンテナ熱雑音

$$C/N = -111.8 - (-133.5) = 21.7\text{dB}$$

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

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

α : カップリング損失

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

β : 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=60.0dBWのとき

$$\begin{aligned} C/N(\text{dB}) &= G/T + EIRP + L_s + R + N_u - 10\log(K \times B) \\ &= 13 + 60.0 - 205.8 - 0 - 0 - 10\log(1.38 \times 10^{-23} \times 33.7561 \times 10^6) \\ &= -132.8 - (-153.3) \\ &= 20.5(\text{dB}) \end{aligned}$$

②EIRP=56.0dBWのとき

$$\begin{aligned} C/N(\text{dB}) &= G/T + EIRP + L_s + R + N_u - 10\log(K \times B) \\ &= 13 + 56 - 205.8 - 0 - 0 - 10\log(1.38 \times 10^{-23} \times 33.7561 \times 10^6) \\ &= -136.8 - (-153.3) \\ &= 16.5(\text{dB}) \end{aligned}$$

G/T	: アンテナ性能指数
EIRP	: 等価等方放射電力
L _s	: 自由空間伝搬損失 (-205.8dB)
R	: 降雨減衰 (-0dB)
N _u	: 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 ⁻²³)
B	: BSの帯域幅 (33.7561MHz)

2 信号レベルの所要性能とマージン

項目		受信機		テレビ端子	
		レベル	CN比	レベル	CN比
地上デジタル放送	要求性能	34～89dB μ V	22dB以上		
	望ましい性能	47～81dB μ V	24dB以上	50～81dB μ V	24dB以上
衛星放送(2K)	要求性能	48～81dB μ V	11dB以上		
	望ましい性能			52～81dB μ V	17dB以上
4K8K衛星放送	要求性能	48～81dB μ V	13dB以上		
	望ましい性能			54～81dB μ V	18dB以上

地上デジタル放送でのマージン

地上デジタル放送ではフェージングマージン(親局9dB、中継局4～5dB)、干渉・マルチパスマージン(3dB)等を見込んで受信機の望ましい性能を算出している。

衛星放送での降雨減衰マージン

衛星放送では降雨減衰によるマージンを見込む必要がある。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り、降雨減衰量は地域により異なる。

テレビ端子でのマージン

テレビ端子では受信機との間に接続される機器配線(分波器や接続ケーブル等)のレベル損失を考慮する必要がある。実際の運用で多数の分配や機器配線を行うことで更なる補償を必要とする場合は、住宅内設置型の端末ブースタを使用することも考慮する。

CN比は受信機の受信限界CN比に妨害排除能力を考慮した値としている。

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（ビル共同受信システム5階改修計算例）①②
- 3-7 システムのレベル計算（ビル共同受信システム5階新設計算例）①②
- 3-8 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

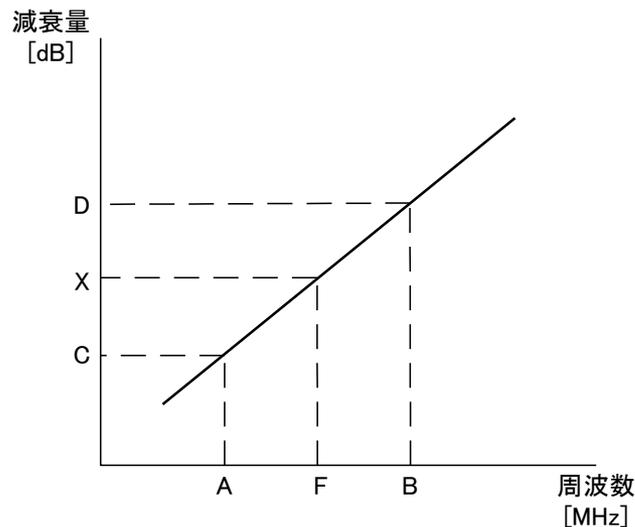
使用する同軸ケーブルの標準減衰量[dB/km]を、実際のケーブル長に換算して求める。

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	2681	3224
S-5C-FB ケーブル損失[dB/km]	145	192	224	284	355	408	459
S-7C-FB ケーブル損失[dB/km]	105	140	164	210	265	306	346

$$\begin{aligned}\text{ケーブル損失[dB]} &= \text{標準減衰量} \times (\text{ケーブル長[m]} / 1000) \\ &= 265 \times (50 / 1000) \\ &= 13.3 \text{ [dB]}\end{aligned}$$

例2) S-7C-FB (50m) の710MHzでの損失は

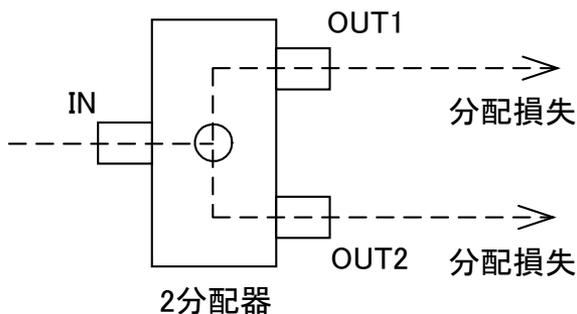
$$\begin{aligned}X &= \frac{(-140 \times \sqrt{470}) + (105 \times \sqrt{770}) + ((140 - 105) \times \sqrt{710})}{(\sqrt{770} - \sqrt{470})} \\ &= 133.6 \text{ [dB]}\end{aligned}$$

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

3-3 分配器の損失と出力レベル計算

・分配器の損失

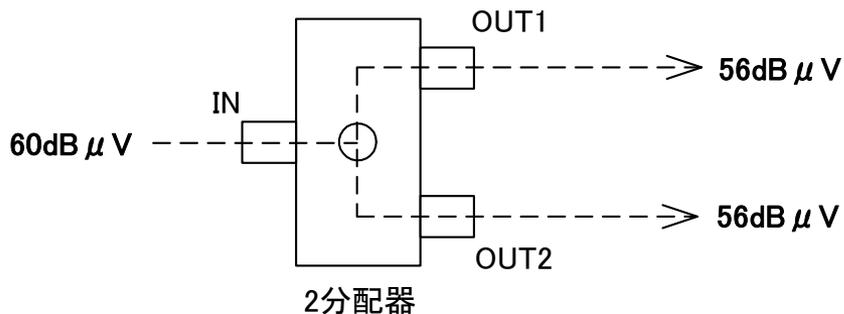
1) 分配損失…信号が入力端子からそれぞれの出力端子を通る際の減衰量



2分配器の損失

周波数帯域 [MHz]	10~76	76~300	300~770	1000~1489	1489~2150	2150~2681	2681~3224
分配損失 [dB以下]	4.0	3.8	4.0	4.5	5.5	6.5	7.5

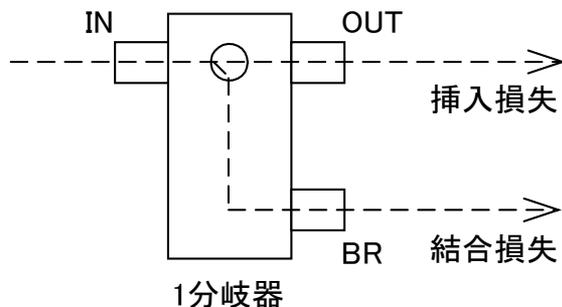
例) 入力レベル $60\text{dB}\mu\text{V}$ の時の、U52ch (707MHz) の出力レベルは



3-4 分岐器の損失と出力レベル計算

・分岐器の損失

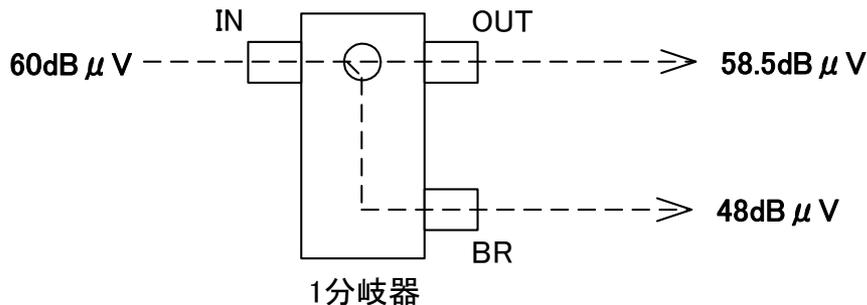
- 1) 挿入損失…信号が入力端子から出力端子を通る際の減衰量
- 2) 結合損失…信号が入力端子から分岐端子(BR端子)を通る際の減衰量



1分岐器の損失

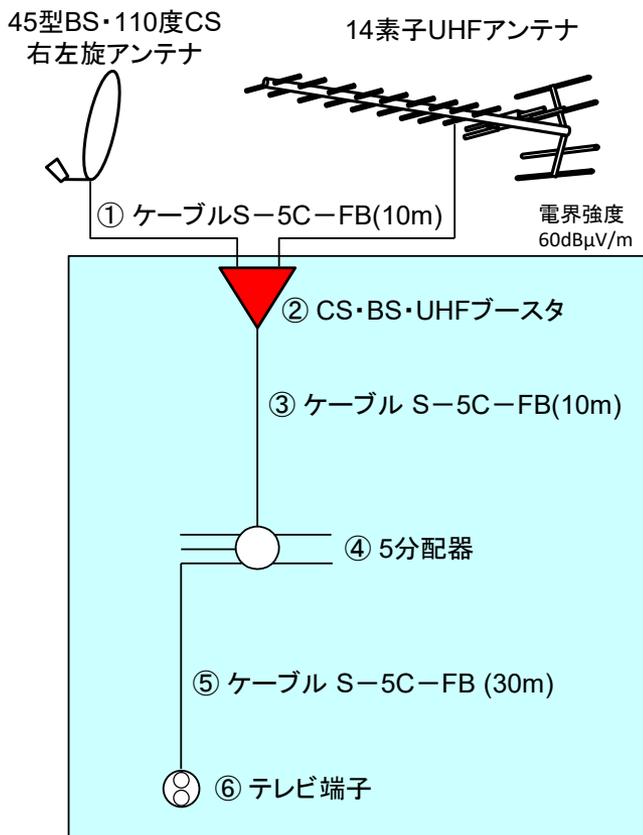
周波数帯域 [MHz]	10~76	76~300	300~770	1000~1489	1489~2150	2150~2681	2681~3224
挿入損失 [dB以下]	1.6	1.3	1.5	2.0	3.0	4.0	4.5
結合損失 [dB以下]	12.0	11.0	12.0	13.0	14.0	14.5	15.5

例) 入力レベル 60dB μ 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・110度CS 右旋左旋				
周波数 (MHz)			470	710	1000	1489	2150	2681	3224
アンテナ出力 (dB μ V)			46.9	47.1	74.5	74.5	74.5	74.5	74.5
①	ケーブル (dB)	(5C) 10m	1.5	1.8	2.2	2.8	3.6	4.1	4.6
入力レベルチルト調整 (dB)					15	11.7	7.2	3.7	0
②	ブースタ	入力 (dB μ V)	45.4	45.3	57.3	60	63.7	66.7	69.9
		利得 (dB)	30	30	28	28.7	29.6	30.3	31
		出力 (dB μ V)	75.4	75.3	85.3	88.7	93.3	97	100.9
③	ケーブル (dB)	(5C) 10m	1.5	1.8	2.2	2.8	3.6	4.1	4.6
④	5分配器 (dB)		10.5	10.5	11.5	11.5	13.5	15	17.5
⑤	ケーブル (dB)	(5C) 30m	4.5	5.4	6.7	8.5	10.7	12.2	13.8
⑥	テレビ端子 (dB)	2端子	4.3	4.3	5.0	5.0	7.0	8.0	9.0
③～⑥までの損失合計 (dB)			20.8	22.0	25.4	27.8	34.8	39.3	44.9
テレビ端子出力 (dB μ V)		計算値	54.6	53.3	59.9	60.9	58.5	57.7	56
		望ましい値	50～81		54～81				

テレビ端子出力レベル (3224MHz の場合)

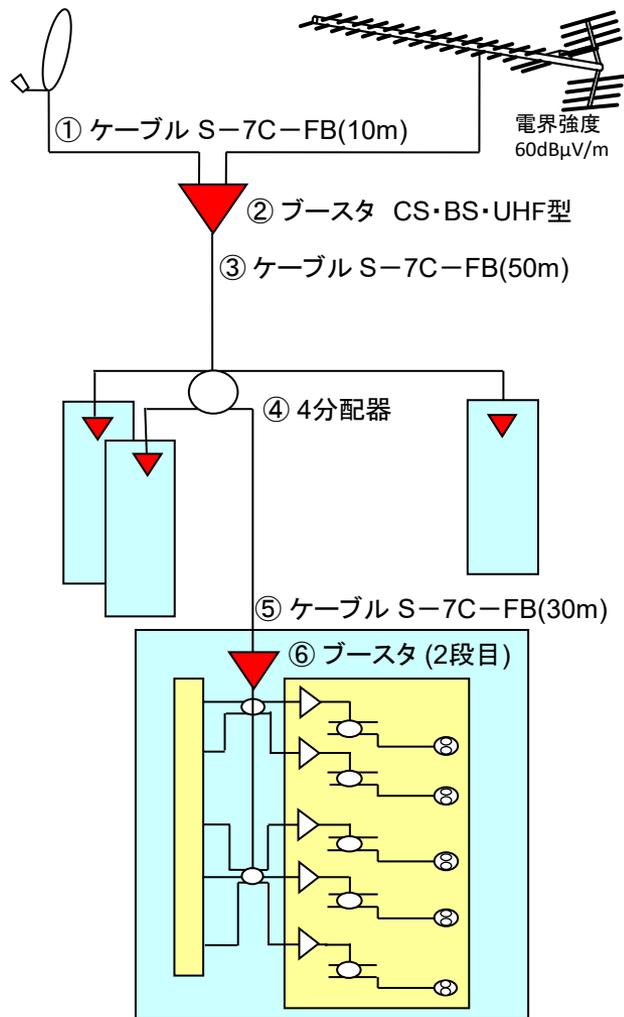
$$\begin{aligned}
 &= \text{ブースタ出力レベル} - \text{ケーブル損失} - \text{機器損失} \\
 &= 100.9 - (4.6 + 13.8) - (17.5 + 9.0) \\
 &= 56.0 \text{ dB}\mu\text{V}
 \end{aligned}$$

3-6 システムのレベル計算 (ビル共同受信システム5階改修計算例) ①

ビル共同受信システム5階改修計算例

75型BS・110度CS
右左旋アンテナ

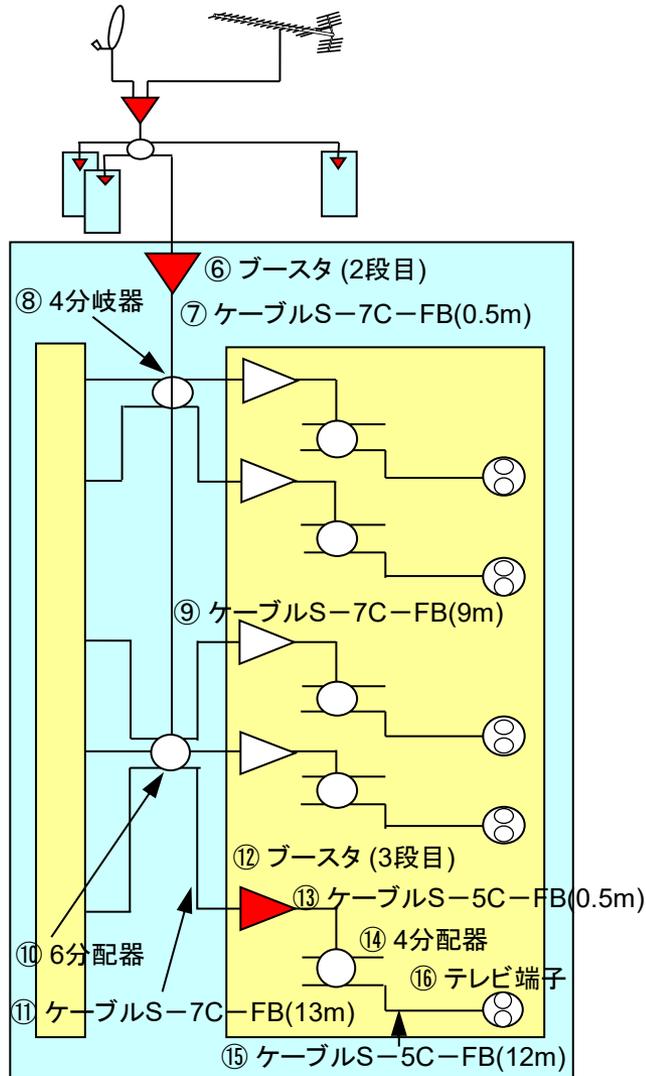
20素子UHFアンテナ



帯域		地上デジタル		BS・110度CS 右旋左旋					
周波数 (MHz)		470	710	1000	1489	2150	2681	3224	
アンテナ出力 (dB μ V)		48.2	50	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9	
①	ケーブル (dB) (7C) 10m	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.1	3.5	
入力レベル調整 (dB)		0	0	9	9	9	9	9	
②	ブースタ	入力 (dB μ V)	47.1	48.7	67.3	66.8	66.2	65.8	65.4
		利得 (dB)	40	40	35	37.2	40.2	42.6	45
		利得チルト調整 (dB)	0	0	6	6	6	6	6
		出力 (dB μ V)	87.1	88.7	96.3	98	100.4	102.4	104.4
③	ケーブル (dB) (7C) 50m	5.3	6.7	8.2	10.5	13.3	15.3	17.3	
④	4分配器 (dB)	8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5	13.0	
⑤	ケーブル (dB) (7C) 30m	3.2	4.0	4.9	6.3	8.0	9.2	10.4	
③～⑤までの損失合計 (dB)		16.5	18.7	22.1	25.8	31.8	36	40.7	
ブースタ(2段目)到達レベル		70.6	70	74.2	72.2	68.6	66.4	63.7	
入力レベル調整 (dB)		10	10	5	5	5	5	5	
入力チルト調整 (dB)				5	3.9	2.4	1.2	0	
⑥	ブースタ 2段目	入力 (dB μ V)	60.6	60	64.2	63.3	61.2	60.2	58.7
		利得 (dB)	40	40	35	37.2	40.2	42.6	45
		利得チルト調整 (dB)	0	0	3.6	2.8	1.7	0.9	0
		出力 (dB μ V)	100.6	100	95.6	97.7	99.7	101.9	103.7

3-6 システムのレベル計算 (ビル共同受信システム5階改修計算例) ②

・ビル共同受信システム5階改修計算例(続き)



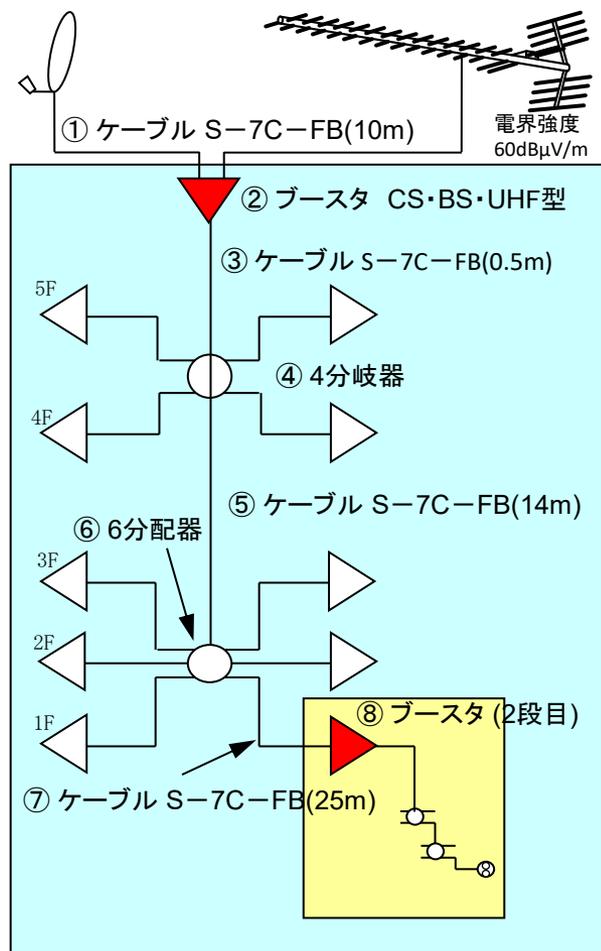
帯域			地上デジタル		BS・110度CS 右旋左旋				
周波数 (MHz)			470	710	1000	1489	2150	2681	3224
⑦	ケーブル (dB)	(7C)0.5m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
⑧	4分岐器 (dB)(挿入損失)		4.5	4.5	5.5	5.5	6.0	6.5	7.5
⑨	ケーブル (dB)	(7C)9m	0.9	1.2	1.5	1.9	2.4	2.8	3.1
⑩	6分配器 (dB)		11.0	11.0	12.0	12.0	14.0	16.0	18.0
⑪	ケーブル (dB)	(7C)13m	1.4	1.7	2.1	2.7	3.4	4.0	4.5
⑦～⑪までの損失合計 (dB)			17.9	18.5	21.2	22.2	25.9	29.5	33.3
ブースタ(3段目)到達レベル			82.7	81.5	74.4	75.5	73.8	72.4	70.4
入力レベル調整 (dB)			0	0	0	0	0	0	0
入力チルト調整 (dB)					0	0	0	0	0
⑫	ブースタ 3段目	入力 (dB μV)	82.7	81.5	74.4	75.5	73.8	72.4	70.4
		利得 (dB)	-5	-5	15	16.1	17.6	18.8	20
		利得チルト調整 (dB)			0	0	0	0	0
		出力 (dB μV)	77.7	76.5	89.4	91.6	91.4	91.2	90.4
⑬	ケーブル (dB)	(7C)0.5m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
⑭	4分配器 (dB)		8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5	13.0
⑮	ケーブル (dB)	(5C)12m	1.7	2.2	2.7	3.4	4.3	4.9	5.5
⑯	テレビ端子 (dB)	2端子	4.5	4.5	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0
⑬～⑯までの損失合計 (dB)			14.3	14.8	16.8	17.5	20.9	23.6	26.7
テレビ端子出力 (dB μV)		計算値	63.4	61.7	72.6	74.1	70.5	67.6	63.7
		望ましい値	50～81		54～81				

3-7 システムのレベル計算 (ビル共同受信システム5階新設計算例) ①

ビル共同受信システム5階新設計算例

75型BS・110度CS
右左旋アンテナ

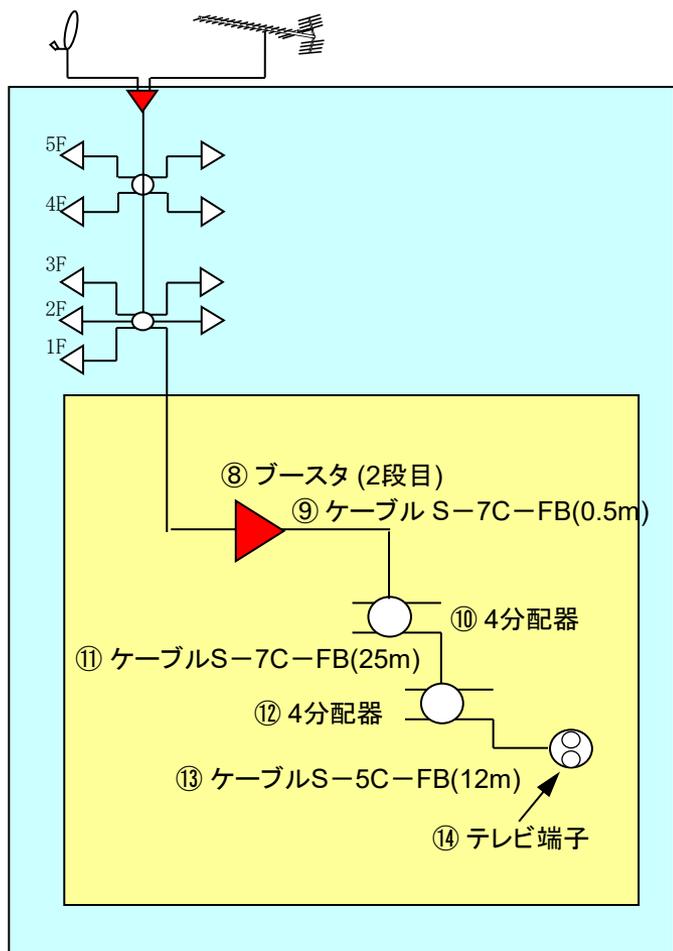
20素子UHFアンテナ



帯域			地上デジタル		BS・110度CS 右旋左旋				
周波数 (MHz)			470	710	1000	1489	2150	2681	3224
アンテナ出力 (dB μ V)			48.2	50	77.9	77.9	77.9	77.9	77.9
①	ケーブル (dB)	(7C) 10m	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.1	3.5
入力レベル調整 (dB)			0	0	9	9	9	9	9
②	ブースタ	入力 (dB μ V)	47.1	48.7	67.3	66.8	66.2	65.8	65.4
		利得 (dB)	40	40	35	37.2	40.2	42.6	45
		利得チルト調整 (dB)	0	0	3	3	3	3	3
		出力 (dB μ V)	87.1	88.7	99.3	101	103.4	105.4	107.4
③	ケーブル (dB)	(7C) 0.5m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
④	4分岐器 (dB)		4.5	4.5	5.5	5.5	6.0	6.5	7.5
⑤	ケーブル (dB)	(7C) 14m	1.5	1.9	2.3	2.9	3.7	4.3	4.8
⑥	6分配器 (dB)		11.0	11.0	12.0	12.0	14.0	16.0	18.0
⑦	ケーブル (dB)	(7C) 25m	2.6	3.3	4.1	5.3	6.6	7.7	8.7
③~⑦までの損失合計 (dB)			19.7	20.8	24	25.8	30.4	34.7	39.2
ブースタ(2段目)到達レベル			67.4	67.9	75.3	75.2	73	70.7	68.2

3-7 システムのレベル計算 (ビル共同受信システム5階新設計算例) ②

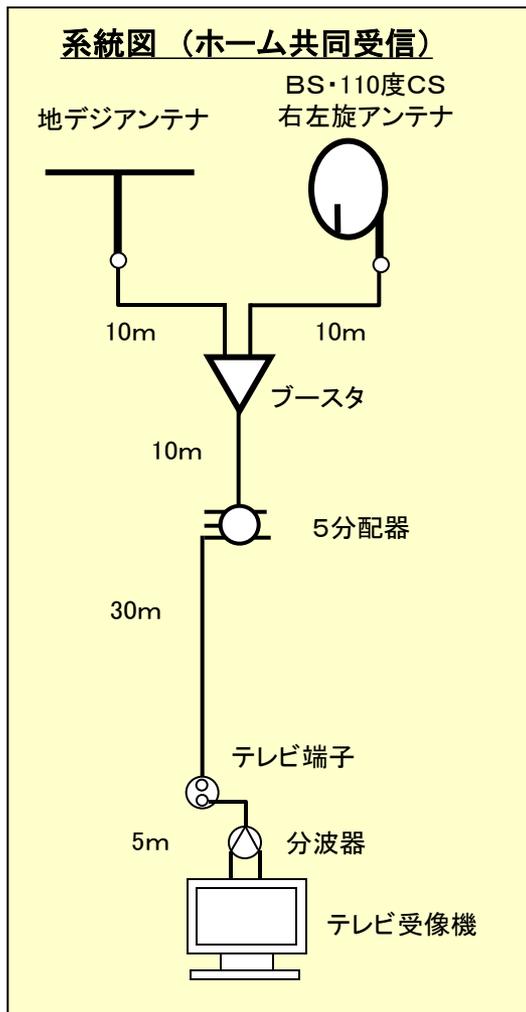
- ビル共同受信システム5階新設計算例 (続き)



帯域		地上デジタル		BS・110度CS 右旋左旋					
周波数 (MHz)		470	710	1000	1489	2150	2681	3224	
入力レベル調整(dB)		3	3	5	5	5	5	5	
入力チルト調整(dB)				5	3.9	2.4	1.2	0	
⑧	ブースタ 2段目	入力 (dB μ V)	64.4	64.9	65.3	66.3	65.6	64.5	63.2
		利得 (dB)	40.0	40.0	35.0	37.2	40.2	42.6	45.0
		利得チルト 調整(dB)	10.0	10.0	3.9	3.0	1.9	1.0	0.0
		出力 (dB μ V)	94.4	94.9	96.4	100.5	103.9	106.1	108.2
⑨	ケーブル (dB)	(7C)0.5m	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
⑩	4分配器 (dB)		8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5	13.0
⑪	ケーブル (dB)	(7C)25m	2.6	3.3	4.1	5.3	6.6	7.7	8.7
⑫	4分配器 (dB)		8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	11.5	13.0
⑬	ケーブル (dB)	(5C)12m	1.7	2.2	2.7	3.4	4.3	4.9	5.5
⑭	テレビ端子 (dB)	2端子	4.5	4.5	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0
⑨～⑭までの損失合計 (dB)			24.9	26.1	29.9	31.8	38	42.8	48.4
テレビ端子出力 (dB μ V)		計算値	69.5	68.8	66.5	68.7	65.9	63.3	59.8
		望ましい値	50～81		54～81				

3-8 システムのCN比計算①

(1) レベル計算



レベル計算表

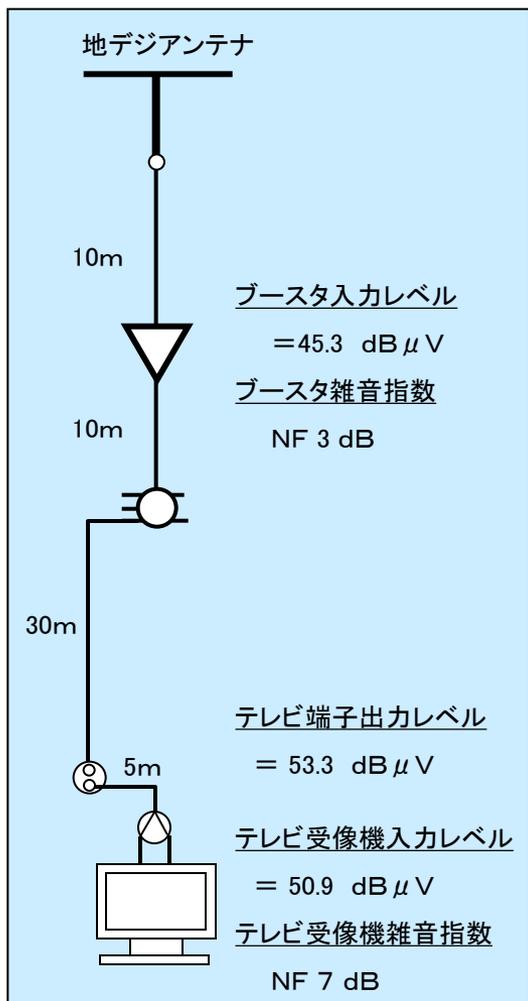
CN比計算例で表中の計算値を使用します。

		地上デジタル放送 (710MHz)	BS・110度CS放送 (3224MHz)
電界強度	$\text{dB } \mu\text{V/m}$	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	$\text{dB } \mu\text{V}$	47.1	74.5
ケーブル (S-5C-FB) 10m	dB	-1.8	-4.6
ブースタ入力	$\text{dB } \mu\text{V}$	45.3	69.9
ブースタ利得	dB	30.0	31.0
ブースタ出力	$\text{dB } \mu\text{V}$	75.3	100.9
ケーブル (S-5C-FB) 10m	dB	-1.8	-4.6
5分配器	dB	-10.5	-17.5
ケーブル (S-5C-FB) 30m	dB	-5.4	-13.8
テレビ端子(2端子)	dB	-4.3	-9.0
テレビ端子出力	$\text{dB } \mu\text{V}$	53.3	56.0
ケーブル (S-5C-FB) 5m	dB	-0.9	-2.3
UV・BSCS分波器	dB	-1.5	-3.5
テレビ受像機入力	$\text{dB } \mu\text{V}$	50.9	50.2

※ ケーブル損失を、(710MHz): 1.8dB/10m、(3224MHz): 4.6dB/10mとして計算。

3-8 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2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)

$$CN3 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF}) \\ = 50.9 - 2.3 - 7 = \underline{41.6 \text{ dB}}$$

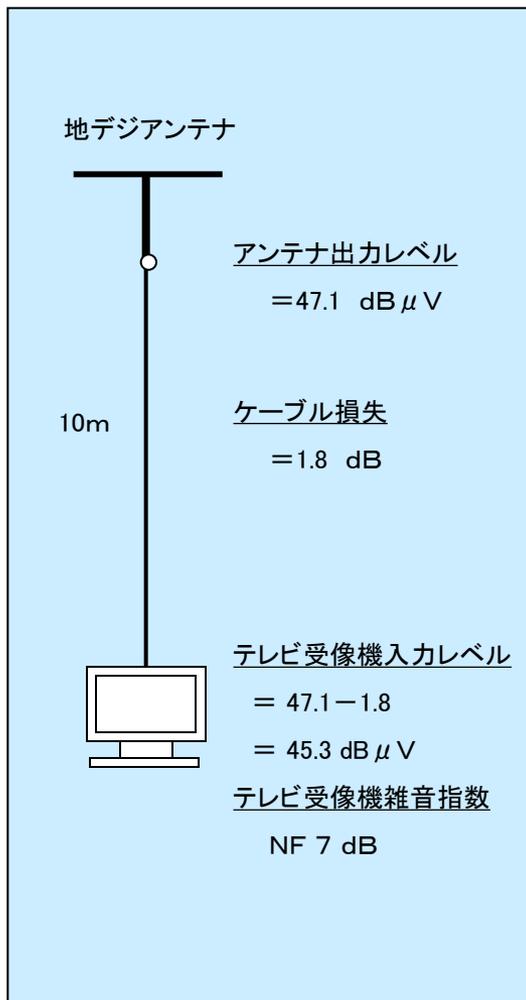
- ④ 全体のCN比を計算(CN1、CN2、CN3を電力加算)

$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}} + \frac{1}{10^{CN3/10}}} \\ = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{32.2/10}} + \frac{1}{10^{40.0/10}} + \frac{1}{10^{41.6/10}}} = \underline{31.1 \text{ dB}}$$

※ 地上デジタル放送の熱雑音 = 2.3 dB

3-8 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2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)

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

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

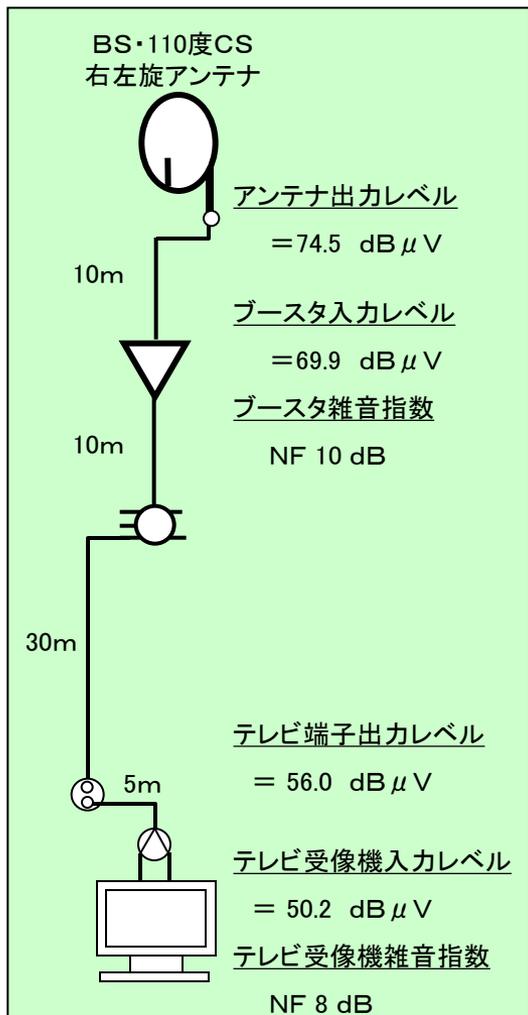
- ③ 全体のCN比を計算(CN1、CN2を電力加算)

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

※ 地上デジタル放送の熱雑音 = 2.3 dB

3-8 システムのCN比計算④

(3)-1 BS・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)

$$CN2 = (\text{ブースタ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{ブースタ雑音指数: NF}) \\ = 69.9 - 9.4 - 10 = \underline{50.5 \text{ dB}}$$

- ③ テレビ受像機単体のCN比を計算(CN3)

$$CN3 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数: NF}) \\ = 50.2 - 9.4 - 8 = \underline{32.8 \text{ dB}}$$

- ④ 全体のCN比を計算(CN1、CN2、CN3を電力加算)

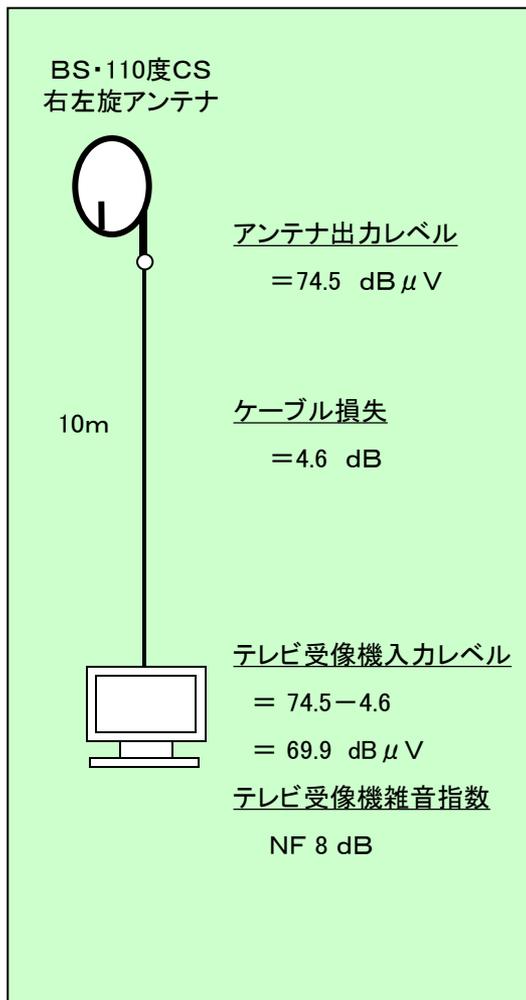
$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}} + \frac{1}{10^{CN3/10}}} \\ = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{19.0/10}} + \frac{1}{10^{50.5/10}} + \frac{1}{10^{32.8/10}}} = \underline{18.8 \text{ dB}}$$

※ BS・110度CS放送の熱雑音 = 9.4 dB

(4K8K衛星放送の場合は、熱雑音10.1dBとして算出すること。)

3-8 システムのCN比計算⑤

(3)-2 BS・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)

$$\text{テレビ受像機の入力レベル} = 74.5 - 4.6 = 69.9 \text{ dB}$$

$$CN2 = (\text{テレビ入力レベル}) - (\text{熱雑音※}) - (\text{テレビ雑音指数:NF}) \\ = 69.9 - 9.4 - 8 = \underline{52.5 \text{ dB}}$$

③ 全体のCN比を計算(CN1、CN2を電力加算)

$$CN = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{CN1/10}} + \frac{1}{10^{CN2/10}}} \\ = 10 \log \frac{1}{\frac{1}{10^{19.0/10}} + \frac{1}{10^{52.5/10}}} = \underline{19.0 \text{ dB}}$$

※ BS・110度CS放送の熱雑音 = 9.4 dB

(4K8K衛星放送の場合は、熱雑音10.1dBとして算出すること。)

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総合CINの算出
- 4-5 ブースタ縦続接続時の運用レベル参考表
- 4-6 110度CS左旋放送終了後のブースタ調整について

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。

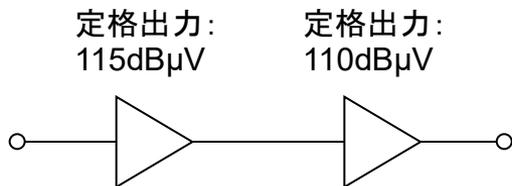
縦続接続したブースタの出力レベルを同一レベル下げて運用する場合
 運用レベル(dBμV) = 定格出力 - 10logM M: 縦続台数

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) = $115 - 10\log 2$
 = 115 - 3
 = 112

②2段目 運用レベル(dBμV) = $110 - 10\log 2$
 = 110 - 3
 = 107



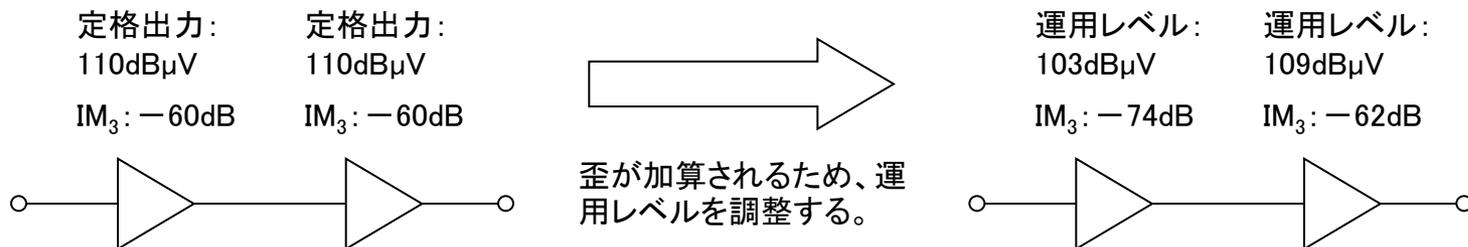
縦続段 縦続台数	1段目 定格出力 115(dBμV)	2段目 定格出力 110(dBμV)	3段目 定格出力 110(dBμV)
1台 運用レベル	115	-	-
2台での 運用レベル	112 (115-3)	107 (110-3)	-
3台での 運用レベル	110 (115-5)	105 (110-5)	105 (110-5)

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 μ Vより1dB下げた場合、運用レベルは109dB μ Vとなる。IM₃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IM₃を-60とするためには、前段ブースタのIM₃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IM₃を-74(dB)とするための出力レベルは

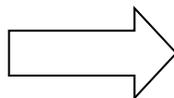
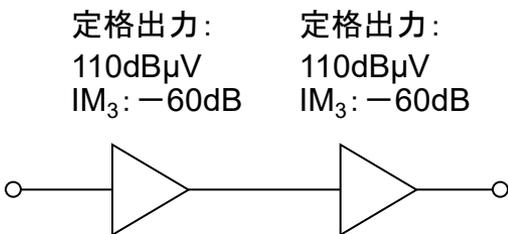
$$\begin{aligned} \text{出力レベル}(\text{前段}) &= \text{定格出力} - \{\text{定格出力時のIM}_3\text{規格値} - \text{IM}_3(\text{前段})\}/2 \\ &= 110 - \{-60 - (-74)\}/2 \\ &= 103(\text{dB}\mu\text{V}) \end{aligned}$$

となる。

4-3 ブースタ縦続接続時の総合IM₃の算出

総合IM₃の算出。

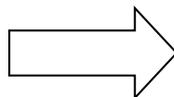
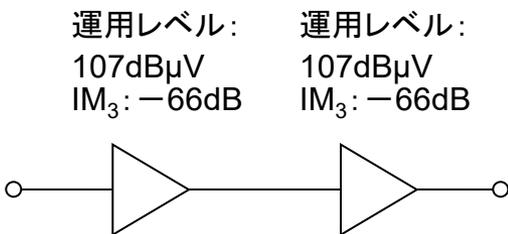
$$IM_3(\text{総合}) = 20\log(10^{IM_3(\text{前段})/20} + 10^{IM_3(\text{後段})/20})$$



それぞれ定格出力で運用した場合の総合IM₃は

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

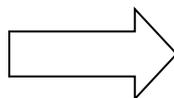
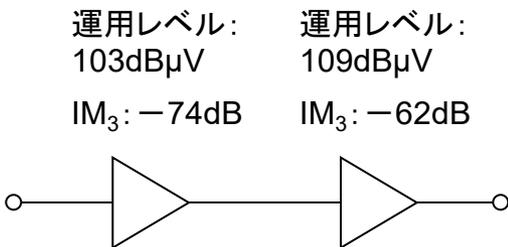
となり、歪成分が増加する。



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IM₃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総合CINの算出

総合CINの算出

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

注: 3段カスケードの場合は、2段を計算し、同様に3段目を計算する。



それぞれ定格出力で運用した場合の総合CINは

$$\begin{aligned} CIN(総合) &= 20\log(10^{CIN(前段)/20} + 10^{CIN(後段)/20}) \\ &= 20\log(10^{-20/20} + 10^{-20/20}) \\ &= -14(\text{dB}) \end{aligned}$$

となり、複合歪成分が増加する。



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CINは

$$\begin{aligned} CIN(総合) &= 20\log(10^{CIN(前段)/20} + 10^{CIN(後段)/20}) \\ &= 20\log(10^{-26/20} + 10^{-26/20}) \\ &= -20(\text{dB}) \end{aligned}$$

となり、定格出力で1台運用したCINレベルとなる。



後段の運用レベルを高く調整した場合、

$$\begin{aligned} CIN(総合) &= 20\log(10^{CIN(前段)/20} + 10^{CIN(後段)/20}) \\ &= 20\log(10^{-34/20} + 10^{-22/20}) \\ &= -20(\text{dB}) \end{aligned}$$

となり、定格出力で1台運用したCINレベルとなる。

4-5 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 μ Vのブースタの場合)

前段運用レベル (dB μ V)	後段運用レベル (dB μ 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

4-6 110度CS左旋放送終了後のブースタ調整について

110度CS左旋帯域の放送番組が2024年3月31日に終了した。

ここでは、ブースタ出力レベル設定の基準となる中間周波数(3224MHz)の信号がない状態で新たに3224MHz対応ブースタを設置し、調整する方法についての参考情報を記載している。

110度CS左旋帯域の放送番組の終了前に調整しているブースタの調整は不要である。なお、具体的な調整方法については、各ブースタの製造元に問合せいただきたい。

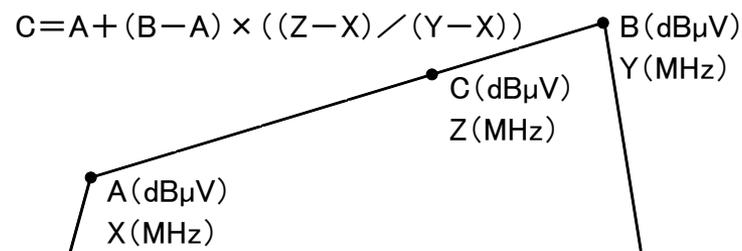
<出力レベル調整>

現在の放送番組で使用されている中間周波数の中で最も高い周波数は、2472MHz (NHK BS8Kが使用するBS14chの中心周波数)であり、この周波数における定格出力を推定した上で出力レベル調整を行うことが考えられる。

例えば、定格出力レベルが 94dB μ V(1032MHz) / 104dB μ V(3224MHz) のブースタの場合、定格出力レベルの差は10dBである。この定格出力レベルの傾きが直線であると仮定すると、2472MHzにおける定格出力レベルは100.6dB μ Vと推定できる。

$$\begin{aligned} \text{BS14chの定格出力} &= 94 + (104 - 94) \times ((2472 - 1032) / (3224 - 1032)) \\ &= 100.6 \text{ (dB } \mu\text{V)} \end{aligned}$$

この値を用いて、出力レベル調整を行う。



<チルト調整>

チルト調整については、前記出力レベル調整後に実施することが望ましい。

(チルト調整を行うことにより、将来的に110度CS左旋帯域の放送番組が再開された場合でも、定格出力オーバーとなる危険性を減らすことができる。)

5 熱雑音

抵抗体の発生する熱雑音は次の式で示される。

$$\text{熱雑音 } N_i(V) = \sqrt{KTBR}$$

K:ボルツマン定数 1.38×10^{-23} (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)

4K8K衛星放送 33.7561(MHz)

R:抵抗値 75(Ω)

計算例(地上デジタル放送の場合)

$$\text{熱雑音 } N_i = \sqrt{KTBR}$$

$$= \sqrt{1.38 \times 10^{-23} \times 290 \times 5.6 \times 10^6 \times 75}$$

$$= 1.29 \times 10^{-6} \text{ (V)}$$

$$\doteq 1.3 \text{ (}\mu\text{V)}$$

これをdBで表すと

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

$$= 2.3 \text{ (dB)}$$

信号	熱雑音 N_i (dB)
地上デジタル放送	2.3
BS・110度CS放送	9.4
4K8K衛星放送	10.1

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。

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

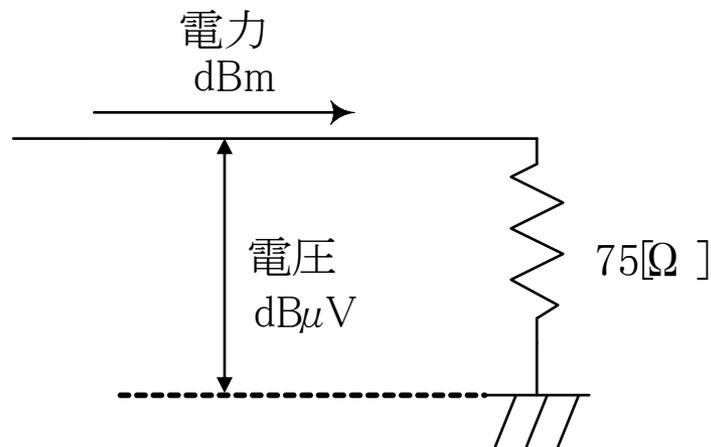
P: 電力
 E: 電圧
 R: 抵抗値

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,

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



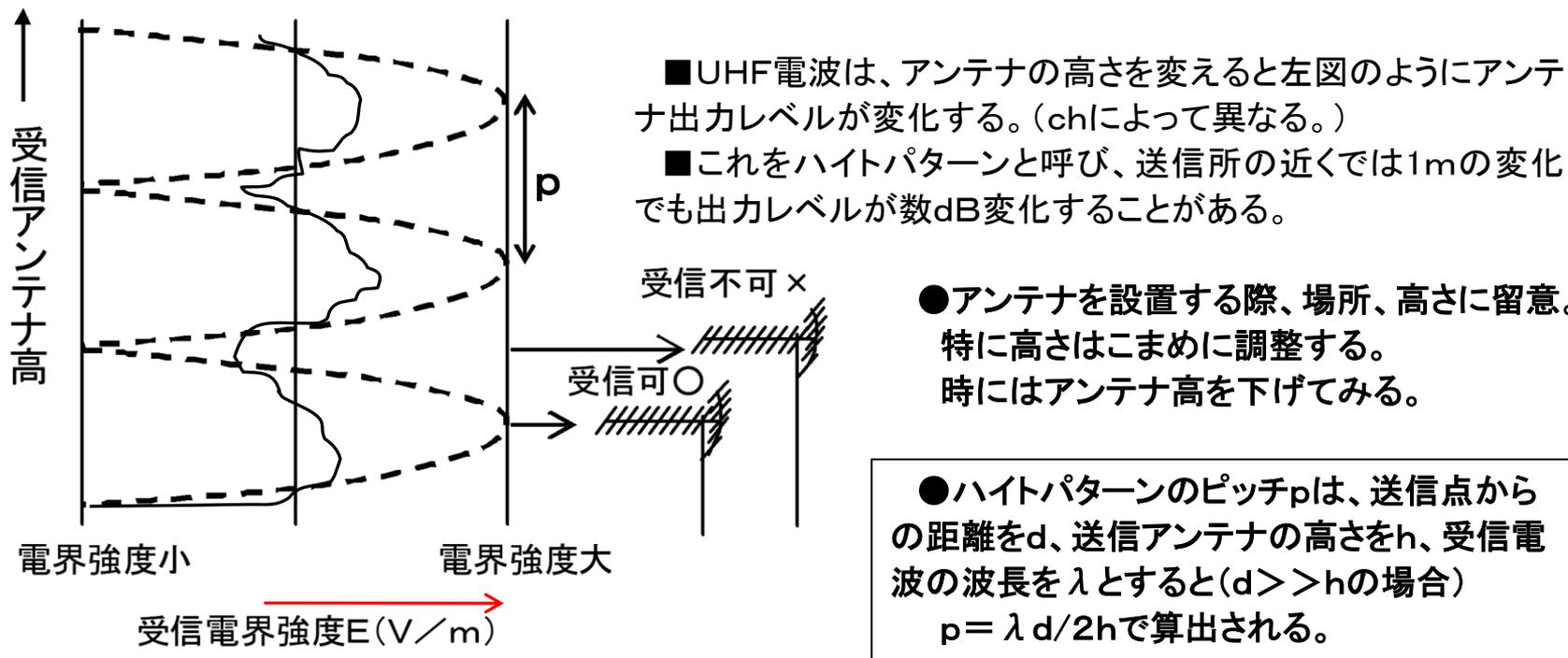
	電圧値		電力値	
	dB	真数	dB	真数
75 Ω	108.8dB μV	0.274V	0dBmW	1mW
50 Ω	107dB μV	0.224V	0dBmW	1mW

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 ハイパターンのとは
- 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 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図①②③④

7-1 ハイパターンとは



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 λ 、距離 d 離れた地点の伝搬損失を Γ (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 12GHz 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 λ (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 $VSWR \geq 1$)

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

(γ : 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

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)	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-2	11.72941~11.76391	11.74666	2224.41~2258.91	2241.66
BS-3	11.74859~11.78309	11.76584	1070.59~1105.09	1087.84	BS-4	11.76777~11.80227	11.78502	2262.77~2297.27	2280.02
BS-5	11.78695~11.82145	11.8042	1108.95~1143.45	1126.2	BS-6	11.80613~11.84063	11.82338	2301.13~2335.63	2318.38
BS-7	11.82531~11.85981	11.84256	1147.31~1181.81	1164.56	BS-8	11.84449~11.87899	11.86174	2339.49~2373.99	2356.74
BS-9	11.86367~11.89817	11.88092	1185.67~1220.17	1202.92	BS-10	11.88285~11.91735	11.9001	2377.85~2412.35	2395.1
BS-11	11.90203~11.93653	11.91928	1224.03~1258.53	1241.28	BS-12	11.92121~11.95571	11.93846	2416.21~2450.71	2433.46
BS-13	11.94039~11.97489	11.95764	1262.39~1296.89	1279.64	BS-14	11.95957~11.99407	11.97682	2454.57~2489.07	2471.82
BS-15	11.97875~12.01325	11.996	1300.75~1335.25	1318	BS-16	11.99793~12.03243	12.01518	2492.93~2527.43	2510.18
BS-17	12.01711~12.05161	12.03436	1339.11~1373.61	1356.36	BS-18	12.03629~12.07079	12.05354	2531.29~2565.79	2548.54
BS-19	12.05547~12.08997	12.07272	1377.47~1411.97	1394.72	BS-20	12.07465~12.10915	12.0919	2569.65~2604.15	2586.9
BS-21	12.09383~12.12833	12.11108	1415.83~1450.33	1433.08	BS-22	12.11301~12.14751	12.13026	2608.01~2642.51	2625.26
BS-23	12.13219~12.16669	12.14944	1454.19~1488.69	1471.44	BS-24	12.15137~12.18587	12.16862	2646.37~2680.87	2663.62

* BS-24は未割当

7-6 110度CS放送周波数一覧

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)	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)
ND26	12.21075~12.24525	12.228	1532.75~1567.25	1550	ND25	12.21375~12.24825	12.231	2708.75~2743.25	2726
ND2	12.27375~12.30825	12.291	1595.75~1630.25	1613	ND1	12.25375~12.28825	12.271	2748.75~2783.25	2766
ND4	12.31375~12.34825	12.331	1635.75~1670.25	1653	ND3	12.29375~12.32825	12.311	2788.75~2823.25	2806
ND6	12.35375~12.38825	12.371	1675.75~1710.25	1693	ND5	12.33375~12.36825	12.351	2828.75~2863.25	2846
ND8	12.39375~12.42825	12.411	1715.75~1750.25	1733	ND7	12.37375~12.40825	12.391	2868.75~2903.25	2886
ND10	12.43375~12.46825	12.451	1755.75~1790.25	1773	ND9	12.41375~12.44825	12.431	2908.75~2943.25	2926
ND12	12.47375~12.50825	12.491	1795.75~1830.25	1813	ND11	12.45375~12.48825	12.471	2948.75~2983.25	2966
ND14	12.51375~12.54825	12.531	1835.75~1870.25	1853	ND13	12.49375~12.52825	12.511	2988.75~3023.25	3006
ND16	12.55375~12.58825	12.571	1875.75~1910.25	1893	ND15	12.53375~12.56825	12.551	3028.75~3063.25	3046
ND18	12.59375~12.62825	12.611	1915.75~1950.25	1933	ND17	12.57375~12.60825	12.591	3068.75~3103.25	3086
ND20	12.63375~12.66825	12.651	1955.75~1990.25	1973	ND19	12.61375~12.64825	12.631	3108.75~3143.25	3126
ND22	12.67375~12.70825	12.691	1995.75~2030.25	2013	ND21	12.65375~12.68825	12.671	3148.75~3183.25	3166
ND24	12.71375~12.74825	12.731	2035.75~2070.25	2053	ND23	12.69375~12.72825	12.711	3188.75~3223.25	3206

7-7 同軸ケーブル減衰量(参考)

単位: dB/km、Ω/km

ケーブルの種類	周波数(MHz)												抵抗値 (Ω)
		90	220	470	770	1300	1550	1770	2000	2150	2602	3224	
S-4C-FB	最大値	87	139	209	275	368	407	439	472	491	550	624	35.7
	標準値	76	120	182	239	320	354	382	410	427	478	543	
S-5C-FB	最大値	68	109	167	221	300	335	362	391	408	460	528	21.1
	標準値	59	95	145	192	261	291	315	340	355	400	459	
S-7C-FB	最大値	48	78	121	161	222	247	269	291	305	345	398	10.4
	標準値	42	65	105	140	193	215	234	257	265	300	346	
S-5C-HFL(-SS)	最大値	59	93	139	182	242	266	286	306	319	355	401	16.6
	標準値	51	81	121	158	210	231	249	266	277	309	349	
S-7C-HFL(-SS)	最大値	40	64	97	128	171	190	205	220	226	257	292	7.2
	標準値	35	56	84	111	149	165	178	191	199	223	254	

JIS C3502(2020)より

単位: dB/km、Ω/km

ケーブルの種類	周波数(MHz)									抵抗値 (Ω)
		90	220	470	710	1489	2072	2681	3224	
ECO-S-4C-FB/F	最大値	87	139	209	262	398	481	560	624	35.7
	標準値	76	120	182	228	346	418	487	543	
ECO-S-5C-FB/F	最大値	68	109	167	210	327	399	469	528	21.1
	標準値	59	95	145	183	284	347	408	459	
ECO-S-7C-FB/F	最大値	48	78	121	153	242	298	352	398	10.4
	標準値	42	65	105	133	210	259	306	346	

JCS 5423(2023)より

7-8 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図 ①BS放送(右旋)

	1ch (11.72748GHz)			3ch (11.76584GHz)			13ch (11.95764GHz)			15ch (11.99600GHz)				
事業者	BS朝日	BS-TBS	BSテレビ東京	WOWOW	アニマックス ブロードキャスト・ ジャパン	釣りビジョン	BS日本	ビーエスフジ	放送大学学園	NHK	ジャパネット ブロードキャスト・ エンタテインメント			
番組	BS朝日	BS-TBS	BSテレ東	WOWOW プライム	BS アニマックス	BS 釣りビジョン	BS日テレ	BSフジ	放送大学	NHK BS	BS10 スター チャンネル	BS10 (*)		
ジャンル	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	総合娯楽	アニメ	娯楽・趣味	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	大学教育放送 【無料】		映画 【無料】	映画 【無料】		
スロット数	(16)	(16)	(16)	(24)	(12)	(12)	(16)	(16)	(16)	(20)	(12)	(12)		
	5ch (11.80420GHz)		7ch (11.84256GHz)			9ch (11.88092GHz)			11ch (11.91928GHz)					
事業者	WOWOW		BS朝日	BSテレビ東京	BS日本	日本BS放送	ワールドワイドビジョン チャンネル		SCサテライト 放送	OCO	QVC サテライト			
番組	WOWOW ライブ	WOWOW シネマ	BS朝日 4K	BSテレ東 4K	BS日テレ 4K	BS11	BS12 トゥエルビ	(*)	ショップ チャンネル 4K	OCO TV	4K QVC			
ジャンル	総合娯楽	総合娯楽	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	総合編成 【無料】		ショッピング 【無料】	総合編成 ※準備中	ショッピング 【無料】			
スロット数	(24)	(24)	(40)	(40)	(40)	(18)	(14)		(40)	(40)	(40)			
	17ch (12.03436GHz)			19ch (12.07272GHz)				21ch (12.11108GHz)			23ch (12.14944GHz)			
事業者	NHK	BS-TBS	ビーエスフジ	ジェイ・スポーツ				WOWOW	日本映画放送	グリーン チャンネル	ブロードキャスト・サ テライト・ チズニー		BSよしもと	BS松竹東急
番組	NHK BSプレミアム 4K	BS-TBS 4K	BSフジ 4K	J SPORTS 4	J SPORTS 1	J SPORTS 2	J SPORTS 3	WOWOW プラス	BS日本映画 専門チャンネル	グリーン チャンネル	ディズニー チャンネル	(*)	よしもと チャンネル	BS 松竹東急
ジャンル		総合編成 【無料】	総合編成 【無料】	スポーツ	スポーツ	スポーツ	スポーツ	映画	映画	農林水産情報・ 中央競馬	総合娯楽		総合編成 【無料】	総合編成 【無料】
スロット数	(40)	(40)	(40)	(12)	(12)	(12)	(12)	(14)	(12)	(14)	(12)		(12)	(12)

■ :スカパーJSAT(株)が有料放送管理事業者として、当該有料放送の役割に係る管理業務を行っている番組。

注: 斜体表示のテレビ番組(7ch、11ch、17ch)は4K。

(*) 現在、空き帯域となっている。

放送番組数※(令和7年4月1日現在)	
4K 9番組	HD 26番組
合計35番組	

※ データ放送、音声放送を除く。

7-8 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図 ②BS放送(左旋)

	2ch (11.74666GHz)	4ch (11.78502GHz)	6ch (11.82338GHz)	8ch (11.86174GHz)
事業者				
番組	未使用	未使用	未使用	(*)
ジャンル				
スロット数	(120)	(120)	(120)	(120)
	10ch (11.90010GHz)	12ch (11.93846GHz)	14ch (11.97682GHz)	16ch (12.01518GHz)
事業者			日本放送協会	
番組	未使用	(*)	NHK BS8K	未使用
ジャンル				
スロット数	(120)	(120)	(120)	(120)
	18ch (12.05354GHz)	20ch (12.09190GHz)	22ch (12.13026GHz)	
事業者				
番組	未使用	未使用	未使用	
ジャンル				
スロット数	(120)	(120)	(120)	

(*)現在、空き帯域となっている。

放送番組数(令和7年4月1日現在)	
8K 1番組	合計1番組

7-8 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図 ③東経110度CS放送(右旋)

		ND2 (12.291GHz)				ND4 (12.331GHz)				ND6 (12.371GHz)						ND8(12.411GHz)														
事業者		シーエス・ワテン		CS-TBS		シーエス・ワテン		名古屋テレビネットワーク		日本映画放送		スカイA		衛星情報チャンネル		インターローカルメディア		シーエス・ワテン		サテライト・サービス		スカパー・エンターテインメント		SCサテライト放送		サテライト・サービス		東映衛星放送		
番組																														
チャンネル名		テレ朝チャンネル2	ディズニージュニア	テレ朝チャンネル1	TBSチャンネル1	MTV	エンタメiテレHD★	シネドラバラエティ	時代劇専門チャンネルHD	スカイA	囲碁・将棋チャンネル	ホームドラマチャンネル	歌謡ポップスチャンネル	CNNJ	ミュージック・エア	ディスカバリーチャンネル	アニマルプラネット	カートゥーンネットワーク	ショップチャンネル	日テレNEWS24	Mnet	東映チャンネル								
スロット数		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	
		ND10 (12.451GHz)				ND12 (12.491GHz)				ND14 (12.531GHz)				ND16 (12.571GHz)																
事業者		スカパー・エンターテインメント		松竹ブロードキャスティング		ソニー・ミュージックソリューションズ		GAORA		スカパー・エンターテインメント		キッズステーション		インタラクティブィ		AXNエンタテインメント		東北新社メディアサービス		宝塚クリエイティブアーツ		インタラクティブィ		CS日本		AXNエンタテインメント		シーエス・ワテン		
番組																														
チャンネル名		スカチャン1	KBS World	スポーツライブ+	衛星劇場	MUSIC ON! TV (EMオン)HD	GAORA	ナショナルジオグラフィック	キッズステーションHD	ヒストリーチャンネル	ザ・シネマHD	drama TV HD	ファミリー劇場HD	TAKARAZUKA SKY STAGE	アニメシアターX (AT-X)	ミス터리チャンネル	スペースシャワーTVプラス	アクションチャンネル	BBCニュース											
スロット数		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)			
		ND18 (12.611GHz)				ND20 (12.651GHz)				ND22 (12.691GHz)				ND24 (12.731GHz)																
事業者		インタラクティブィ				サテライト・サービス				CS-TBS				スカパー・エンターテインメント																
番組																														
チャンネル名		ゴルフネットワーク	チャンネル銀河 歴史ドラマ・サスペンス・日本のうた	女性チャンネル LaLa TV	ムービープラス	フジテレビONE スポーツ・バラエティ	スペースシャワーTV	フジテレビTWO ドラマ・アニメ	ライブ・プレミアム	フジテレビNEXT	キュー・ヴィー・シー	TBSチャンネル2	TBS NEWS	Diifé	日テレG+	チャンネルNECO	日テレプラス	MONDO TV												
スロット数		(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	(12)	

総合娯楽 映画 スポーツ 音楽 アニメ 海外ドラマ・バラエティ 国内ドラマ・バラエティ・舞台 ドキュメンタリー ニュース 娯楽・趣味 教育 ショッピング

※スカパーJSAT(株)が有料放送管理事業者として、上記全ての衛星基幹放送事業者が提供している有料放送の役務に係る管理業務を行っているもの。

放送番組数(令和7年4月1日現在)	
HD42番組	SD 12番組
合計54番組	

7-8 衛星放送テレビ番組のチャンネル配列図 ④東経110度CS放送(左旋)

	ND25 (12.231GHz)	ND1 (12.271GHz)	ND3 (12.311GHz)	ND5 (12.351GHz)	ND7 (12.391GHz)
事業者	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用
番組					
ジャンル					
スロット数					

	ND9 (12.431GHz)	ND11 (12.471GHz)	ND13 (12.511GHz)	ND15 (12.551GHz)	ND17 (12.591GHz)
事業者	(*)	(*)	未使用	未使用	未使用
番組					
ジャンル					
スロット数					

	ND19 (12.631GHz)	ND21 (12.671GHz)	ND23 (12.711GHz)
事業者	(*)	(*)	(*)
番組			
ジャンル			
スロット数			

(*)現在、空き帯域となっている。

放送番組数(令和7年4月1日現在)
合計0番組

(CS左旋帯域の放送番組は令和6年3月31日に放送を終了)

改訂履歴

第1.0版	2011年12月	初版
第1.1版	2012年 3月	第1.0版の誤記を訂正
第1.1a版	2012年 3月	第1.1版の誤記を訂正
3224MHz対応追補版	2019年 2月	3224MHz対応システム向けに特化して別冊として発行
第2.0版	2020年 3月	第1.1a版と 3224MHz対応追補版を統合
第2.1版	2022年 10月	第2.0版の誤記を訂正
第2.1a版	2023年 1月	第2.1版の資料を更新
第2.2版	2025年 3月	第2.1a版の資料を更新
第2.2a版	2025年 7月	第2.2版の資料を更新