地域BWA推進協議会

～屋内基地局のエリア算出ガイドライン～

1.0版

2020年12月

地域BWA推進協議会
BWA推進部会　SWG4

目次

- はじめに
- BWA免許申請時のエリア算出について
  - 基本事項
  - 屋外設置の場合
  - 屋内設置の場合
- 基地局の屋内設置における建物侵入損
- 問合せ先
- 参考資料

はじめに

- 2575-2595MHzのBWA帯を利用する『地域BWA』および『自営等BWA』の無線局免許を申請する場合、電波法関係審査基準に基づき、カバーエリア、調整対象区域の算出が必要となります。
- 特に、基地局を屋内に設置する場合は、建物の壁の影響で、電波が遮蔽される、あるいは建物の外へ漏れる電波が弱くなります。
- 本ガイドラインでは、屋内設置のエリア算出時に活用できる、建物の壁による減衰量『建物侵入損(透過損)』について、参考情報としてまとめています。

BWA免許申請時のエリア算出について

- 基本事項
  - BWA基地局を設置する場合、伝搬損失Ｌを算出する3つの式は、次のとおりです。※1）
    - ① 距離dxy≦0.04km
      - Ｌ＝自由空間伝搬損失式＋R
    - ② 距離0.04km＜dxy＜0.1km
      - Ｌ＝①式と③式の間をつなぐ補間式
    - ③ 距離dxy≧0.1km
      - Ｌ＝拡張秦(はた)式 －K ＋R

    - dxy　：基地局と伝搬損失を算定する地点との距離
    - K(dB)：地勢(不規則な地形の変化)による補正値
    - R(dB)：基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損

※1）詳細は、「電波法関連審査基準　別紙(19)-1　及び　別紙(17)-1　カバーエリア及び調整対象区域の算出」を参照のこと

BWA免許申請時のエリア算出について

- 屋外設置の場合
  - 伝搬損失Ｌの算出は、次の③式の適用が想定されます。
    - ③ 距離dxy≧0.1km
      - Ｌ＝拡張秦(はた)式 －K ＋R
    - 屋外については、R＝0(ゼロ)となります。
- 屋内設置の場合
  - 伝搬損失Ｌの算出は、建物の規模(距離dxy)に応じて、①～③式のいずれかを適用します。
  - なお、③式を適用する場合、K値については、K＝0(ゼロ)とします。
  - R値については、次ページ以降で示します。

BWA基地局の屋内設置における建物侵入損

- 審査基準上の扱い※1）
  - 建物侵入損 R(dB)：建物に応じた値、あるいは事業者間調整時の値等を適用する。
- 建物に応じた値
  - 実際の建物の建物侵入損(R値)が明らかな場合には、そのR値を用いて、カバーエリア、調整対象区域を算出します。
  - 建物のR値が不明な場合には、建物業者等と建築材を確認の上、必要に応じて、次ページの数値を参考にR値を設定して、エリア算出をします。
- 事業者間調整時の値
  - 地域BWA事業者または自営等BWA事業者の間で、隣接あるいは近隣の位置関係により、事業者間調整が伴うケースにおいては、双方の調整事項に基づく建物侵入損(R値)を用いて、カバーエリア、調整対象区域を算出します。
  - その他、全国BWA事業者との事業者間調整時に調整・合意した建物侵入損がある場合は、そのR値を用いてエリア算出をします。

※1)「電波法関連審査基準　別紙(19)-1　及び　別紙(17)-1　カバーエリア及び調整対象区域の算出」を参照

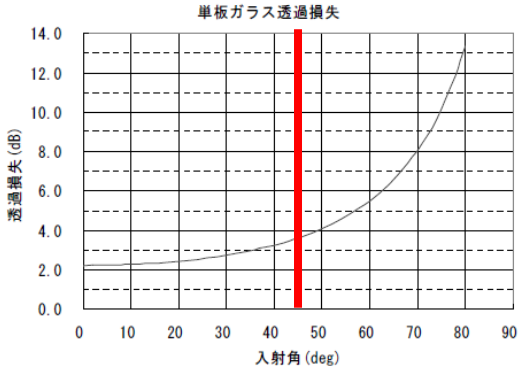
BWA基地局の屋内設置における建物侵入損

- 【参考①】窓ガラスの透過損失
  - 携帯電話等高度化委員会報告書(地域BWA、高利得FWAの導入)から※1)

参考資料 3－5

窓ガラスの透過損失

2.6GHz 帯における各入射角における窓ガラスの透過損失を下図に示す。



石英ソーダガラス
誘電率 ：7.2
誘電損失 ：0.065
厚 ：5mm

V 偏波

入射角は 0~90 度でランダムであり北壁面の窓は一般に小さく少ないと考えられるものの 2 面以上の開口面を持つ部屋もあることから入射角 45 度程度以下を考慮し、2.6GHz での干渉最悪値評価における窓ガラスの透過損失として 3dB を用いることとした。

※1)出典:2007年4月、携帯電話等高度化委員会報告書(高利得FWAの導入)

BWA基地局の屋内設置における建物侵入損

- 【参考②】主な建築材の透過損
  - 携帯電話等高度化委員会報告書(BWA高度化)から※1)

3　屋内における遮蔽物による減衰

(1) 建築材の透過損

主な建築材の透過損の一覧について、表．参２　３－１に示す。2200Mz 帯の場合で、間仕切り用材料では木板で 3.5dB、外壁材であれば ALC で 10.9dB の損失が最大である。

表．参２　３－１　研築材透過損*1

（出典：西尾、加地：昭59信学光・電波全大、No.35）

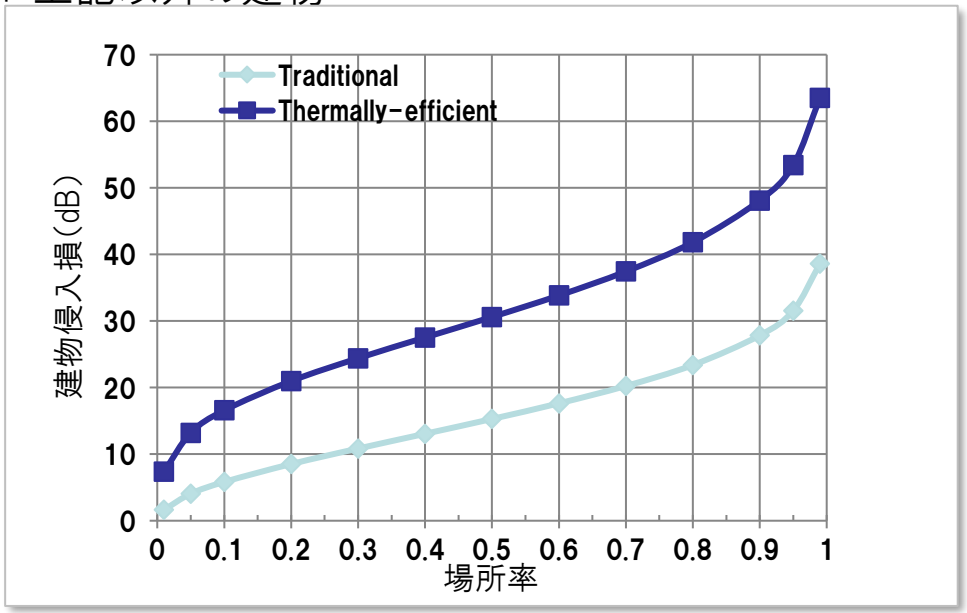
試料（厚さ）		透過損			
		457MHz	920MHz	1,450MHz	2,200MHz
間仕切材	木板（15mm）	0.7	2.6	2.7	3.5
	石膏ボード（7mm）	0	0.3	0.2	0.1
外壁材	れんが（60mm）	3.2	1.3	0.8	1.4
	れんが（含水）	6	1.9	3.1	5.8
	スレート*2（11mm）	20.2	32.7	3.4	4.5
	瓦（15mm）	1.5	1.1	3.3	8.1
	ALC*3（100mm）	4.6	4.9	7.6	10.9
断熱材	熱遮断フィルム*4	25.9	22.6	22.3	25.2
	断熱用グラスウール	19.2	36.1	38.6	37.1

*1 ： 進士昌明 無線通信の電波伝搬，P241 （社）電子情報通信学会 1992 年 2 月
*2 ： NK ホーム
*3 ： 軽量気泡コンクリート、旭化成（株）ヘーベル
*4 ： 東レ（株）ルミクール

※1)出典：2012年4月、携帯電話等高度化委員会報告書(BWA高度化)

BWA基地局の屋内設置における建物侵入損

- 【参考③】勧告ITU-R P.2109に基づく建物侵入損
  - 2.5GHz帯(2585MHz)の建物侵入損※1)
    - Thermally-efficient:金属化ガラス、金属ホイルを裏打ちしたパネルを用いた建物
    - Traditional:上記以外の建物



※1)勧告ITU-R P.2109 Prediction of building entry lossを基に、2.5GHz帯の建物侵入損を算出

当協議会における問合せ先

- 当協議会では、(地域BWA/自営等BWA事業者の照会を除き)BWAに関わる相談窓口を設けています。
- 当協議会ホームページの問合せ窓口から、必要事項を記入の上、お問合せください。

  - 地域BWA推進協議会ホームページ
    - http://www.chiiki-wimax.jp/

  - お問い合わせ
    - http://www.chiiki-wimax.jp/index.php?mode=inquiry_reg&toiawase_type=1

参考資料①　地域BWA

電波法関係審査基準

別紙2(第5条関係)無線局の目的別審査基準

第2　陸上関係

1　電気通信業務用

(19)地域広帯域移動無線アクセスシステムの無線局

別紙(19)―1　カバーエリア及び調整対象区域の算出法

カバーエリア及び調整対象区域は、原則として、基地局等が発射し、陸上移動局が受信する電波の受信電力が基準値以上となる範囲として地図上に描画するものとし、その算出は次により行う。

1　基地局の諸元

カバーエリア及び調整対象区域を算出するに当たって使用する基地局の諸元は、工事設計書記載の諸元によることとする。ただし、空中線の地上高については、基地局近傍が嵩上げ地となっている場合等、地形情報のデータベースに反映され難い地形となっている場合には、周辺の概ね3km以内の範囲で当該嵩上げ状況等を補正した実効的な高さとする。

2　陸上移動局の諸元

カバーエリア及び調整対象区域を算出するに当たって使用する陸上移動局の諸元は、次のとおりとする。

空中線利得	5dBi(設備規則第49条の28に規定する技術基準に係るものに限る。)
	4dBi(設備規則第49条の29に規定する技術基準に係るものに限る。)
給電線損失	0dB
空中線地上高	1.5m

参考資料① 地域BWA

3 受信電力

カバーエリア及び調整対象区域の算出に当たって使用する受信電力の基準値は、次のとおりとする。

申請者の無線設備の区分	5MHzシステム	10MHzシステム	20MHzシステム
カバーエリア	−85dBm	−85dBm	−85dBm
調整対象区域（許容干渉レベル）	−104.8dBm	−101.8dBm	−98.8dBm

4 描画の精度

カバーエリア及び調整対象区域の算出に当たっては、100mメッシュ相当以上の精度の地形情報をもとに算出して描画すること。ただし、詳細な地形情報の入手が困難な場合その他特に必要がある場合には1000mメッシュ相当以上の精度の地形情報をもとに算出することができる。

5 伝搬等に関する計算式

伝搬等に応じて受信電力を算出する際の計算式は、次のとおりとする。

Pr＝Pt＋Gt＋Gr−L-Lf

Pr[dBm]：受信レベル(受信電力)

Pt[dBm]：送信電力(基地局の空中線電力)

Gt[dBi]：送信アンテナ利得

Gr[dBi]：受信アンテナ利得

L[dB]：伝搬損失(注)

Lf[dB]：基地局の給電線損失

（注） 伝搬損失Lは、自由空間伝搬損失式および拡張秦式を基礎として算出することとし、送受信間距離dxyによって、以下の式で算出する。なお、②又は③で得られる伝搬損失Lが①よりも小さな値の場合、Lは①の値とする。

参考資料① 地域BWA

① dxy≦0.04kmの場合（自由空間伝搬損失式）

$L=L0=32.4+20\log_{10}(f)+10\log_{10}(dxy^2+(Hb-Hm)^2/10^6)+R$

f(MHz)；使用する周波数

Hb(m)；基地局の空中線地上高

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

Hm(m)；移動局の空中線地上高。第2項の定めるところによる。

R(dB)；基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損。建物に応じた値、あるいは事業者間調整時の値等を適用する。

② 0.04km＜dxy＜0.1kmの場合

$L=L0(dxy=0.04)+[2.51\log_{10}(dxy)+3.51]\times[LH(dxy=0.1)-L0(dxy=0.04)]$

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

③ dxy≧0.1kmの場合（拡張秦式）

$L=LH=46.3+33.9\log_{10}(2000)+10\log_{10}(f/2000)-13.82\log_{10}(\max\{30,Hb\})+[44.9-6.55\log_{10}(\max\{30,Hb\})](\log_{10}dxy)^{\alpha}-a(Hm)-b(Hb)+R-K-S$

f(MHz)；使用する周波数

Hb(m)；基地局の空中線地上高

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

Hm(m)；移動局の空中線地上高。第2項の定めるところによる。

R(dB)；基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損。建物に応じた値、あるいは事業者間調整時の値等を適用する。

α；遠距離に対して考慮する係数であり、下記による。

$$\alpha\begin{cases}1 & :d\le 20km\\ 1+(0.14+1.87\times10^{-4}f+1.07\times10^{-3}H_b)(log_{10}\left(\frac{d}{20}\right))^{0.8} & :20km<d<100km\end{cases}$$

参考資料① 地域BWA

a(Hm)；移動局高に対して考慮する補正項であり、下記による。

$$a(H_m)=\begin{cases}0.057 & :\text{中小都市の場合}\\ -0.00092 & :\text{大都市の場合}\end{cases}$$

大都市；市街地のうち特に大規模な都市の領域であって、おおむね5階建て以上の建物が密集した地域

中小都市；市街地のうち、大都市に相当する地域以外のもの

b(Hb)；基地局高に対して考慮する補正項であり、下記による。

$$b(H_b)=\begin{cases}0 & :\ H_b \geq 30\text{m}\\ 20\log_{10}(H_b/30) & :\ H_b < 30\text{m}\end{cases}$$

K；地形情報データにより算入し難い地形の影響等の補正値であり、通常は0とし、地形水面の反射、小規模の見通し外伝搬の影響等を特に考慮する必要のある場合に算入する。

S(dB)；市街地、郊外地及び開放地に対して考慮する補正項であり、下記による。

（1）市街地（都市の中心部であって、2階建て以上の建物の密集地や建物と繁茂した高い樹木の混合地域など）；S＝0.0

（2）郊外地（樹木、家屋等の散在する田園地帯、郊外の街道筋など移動局近傍に障害物はあるが密集していない地域）；S=12.3

（3）開放地（電波の到来方向に高い樹木、建物などの妨害物がない開けた地域で、目安として前方300～400m以内が開けているような畑地・田地・野原など）；S=32.5

参考資料②　自営等BWA

電波法関係審査基準

別紙2（第5条関係）無線局の目的別審査基準

第2　陸上関係

4　その他

(17)自営用広帯域移動無線アクセスシステムの無線局

別紙(17)―1　カバーエリア及び調整対象区域の算出法

カバーエリア及び調整対象区域は、原則として、基地局等が発射し、陸上移動局が受信する電波の受信電力が基準値以上となる範囲として地図上に描画するものとし、その算出は次により行う。

1　基地局の諸元

カバーエリア及び調整対象区域を算出するに当たって使用する基地局の諸元は、工事設計書記載の諸元によることとする。ただし、空中線の地上高については、基地局近傍が嵩上げ地となっている場合等、地形情報のデータベースに反映され難い地形となっている場合には、周辺の概ね3km以内の範囲で当該嵩上げ状況等を補正した実効的な高さとする。

2　陸上移動局の諸元

カバーエリア及び調整対象区域を算出するに当たって使用する陸上移動局の諸元は、次のとおりとする。

空中線利得	4dBi
給電線損失	0dB
空中線地上高	1.5m

参考資料②　自営等BWA

3　受信電力

カバーエリア及び調整対象区域の算出に当たって使用する受信電力の基準値は、次のとおりとする。

申請者の無線設備の区分	5MHzシステム	10MHzシステム	20MHzシステム
カバーエリア	－85dBm	－85dBm	－85dBm
調整対象区域（許容干渉レベル）	－104.8dBm	－101.8dBm	－98.8dBm

4　描画の精度

カバーエリア及び調整対象区域の算出に当たっては、100mメッシュ相当以上の精度の地形情報をもとに算出して描画すること。ただし、詳細な地形情報の入手が困難な場合その他特に必要がある場合には1000mメッシュ相当以上の精度の地形情報をもとに算出することができる。

5　伝搬等に関する計算式

伝搬等に応じて受信電力を算出する際の計算式は、次のとおりとする。

Pr＝Pt＋Gt＋Gr－L-Lf

Pr[dBm]：受信レベル(受信電力)

Pt[dBm]：送信電力(基地局の空中線電力)

Gt[dBi]：送信アンテナ利得

Gr[dBi]：受信アンテナ利得

L[dB]：伝搬損失(注)

Lf[dB]：基地局の給電線損失

（注）伝搬損失Lは、自由空間伝搬損失式および拡張秦式を基礎として算出することとし、送受信間距離dxyによって、以下の式で算出する。なお、②又は③で得られる伝搬損失Lが①よりも小さな値の場合、Lは①の値に変更する。

参考資料② 自営等BWA

① dxy≦0.04kmの場合（自由空間伝搬損失式）

$L=L0=32.4+20\log_{10}(f)+10\log_{10}(dxy^2+(Hb-Hm)^2/10^6)+R$

f(MHz)；使用する周波数

Hb(m)；基地局の空中線地上高

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

Hm(m)；移動局の空中線地上高。第2項の定めるところによる。

R(dB)；基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損。建物に応じた値、あるいは事業者間調整時の値等を適用する。

② 0.04km＜dxy＜0.1kmの場合

$L=L0(dxy=0.04)+[2.51\log_{10}(dxy)+3.51]\times[LH(dxy=0.1)-L0(dxy=0.04)]$

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

③ dxy≧0.1kmの場合（拡張秦式）

$L=LH=46.3+33.9\log_{10}(2000)+10\log_{10}(f/2000)-13.82\log_{10}(\max\{30,Hb\})+[44.9-6.55\log_{10}(\max\{30,Hb\})](\log_{10}dxy)^{\alpha}-a(Hm)-b(Hb)+R-K-S$

f(MHz)；使用する周波数

Hb(m)；基地局の空中線地上高

dxy(km)；基地局と伝搬損失を算定する地点との距離

Hm(m)；移動局の空中線地上高。第2項の定めるところによる。

R(dB)；基地局を屋内に設置する場合の建物侵入損。建物に応じた値、あるいは事業者間調整時の値等を適用する。

α；遠距離に対して考慮する係数であり、下記による。

$$\alpha\begin{cases}1 & :d\le 20km\\ 1+(0.14+1.87\times10^{-4}f+1.07\times10^{-3}H_b)(log_{10}\left(\frac{d}{20}\right))^{0.8} & :20km<d<100km\end{cases}$$

参考資料② 自営等BWA

a(Hm)；移動局高に対して考慮する補正項であり、下記による。

$$a(H_m)=\begin{cases}0.057 & :\text{中小都市の場合}\\ -0.00092 & :\text{大都市の場合}\end{cases}$$

大都市；市街地のうち特に大規模な都市の領域であって、おおむね5階建て以上の建物が密集した地域

中小都市；市街地のうち、大都市に相当する地域以外のもの

b(Hb)；基地局高に対して考慮する補正項であり、下記による。

$$b(H_b)=\begin{cases}0 & : H_b \geq 30\text{m}\\ 20\log_{10}(H_b/30) & : H_b < 30\text{m}\end{cases}$$

K；地形情報データにより算入し難い地形の影響等の補正値であり、通常は0とし、地形水面の反射、小規模の見通し外伝搬の影響等を特に考慮する必要のある場合に算入する。

S(dB)；市街地、郊外地及び開放地に対して考慮する補正項であり、下記による。

（1）市街地（都市の中心部であって、2階建て以上の建物の密集地や建物と繁茂した高い樹木の混合地域など）；S＝0.0

（2）郊外地（樹木、家屋等の散在する田園地帯、郊外の街道筋など移動局近傍に障害物はあるが密集していない地域）；S=12.3

（3）開放地（電波の到来方向に高い樹木、建物などの妨害物がない開けた地域で、目安として前方300～400m以内が開けているような畑地・田地・野原など）；S=32.5