

# チャンネル配置と必要チャンネル数

地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会事務局

# I チャンネル配置(案)

## 地域振興用システムの周波数

### 現状の地域振興用周波数

右表のように低群の基地局周波数と高群の陸上移動局周波数の2つの周波数のペアが4つで1つのブロックを構成しており、割り当ては原則としてブロック単位で行われる。

367.4500MHz～367.7375MHz(385.4500MHz～385.7375MHz)の連続した12.5kHz間隔のチャンネルになっている(計24ペア波)

### デジタルチャンネル配置の考え方

12.5kHz間隔のチャンネル配置に6.25kHzの狭帯域デジタルの周波数を配置するにあたり、下記を条件とする。

- ・周波数の利用効率が高いこと
- ・既存アナログ方式との干渉を最小に抑えること
- ・システム間の干渉を最小に抑えること

※本資料において「チャンネル」は、原則として2周波のペアを意味する。

周波数ブロック	基地局周波数(MHz)	陸上移動局周波数(MHz)
1ブロック	367.4500	385.4500
	367.4625	385.4625
	367.4750	385.4750
	367.4875	385.4875
2ブロック	367.5000	385.5000
	367.5125	385.5125
	367.5250	385.5250
	367.5375	385.5375
3ブロック	367.5500	385.5500
	367.5625	385.5625
	367.5750	385.5750
	367.5875	385.5875
4ブロック	367.6000	385.6000
	367.6125	385.6125
	367.6250	385.6250
	367.6375	385.6375
5ブロック	367.6500	385.6500
	367.6625	385.6625
	367.6750	385.6750
	367.6875	385.6875
6ブロック	367.7000	385.7000
	367.7125	385.7125
	367.7250	385.7250
	367.7375	385.7375

備考1 基地局と陸上移動局の周波数は、周波数ブロックを対で指定する。ただし、特に必要があると認めるときは、基地局と陸上移動局の周波数を適宜組み合わせ使用することができる。

2 周波数の選定に当たっては、隣接局の割当状況に留意すること。

※電波法関係審査基準より

# I チャンネル配置(案)

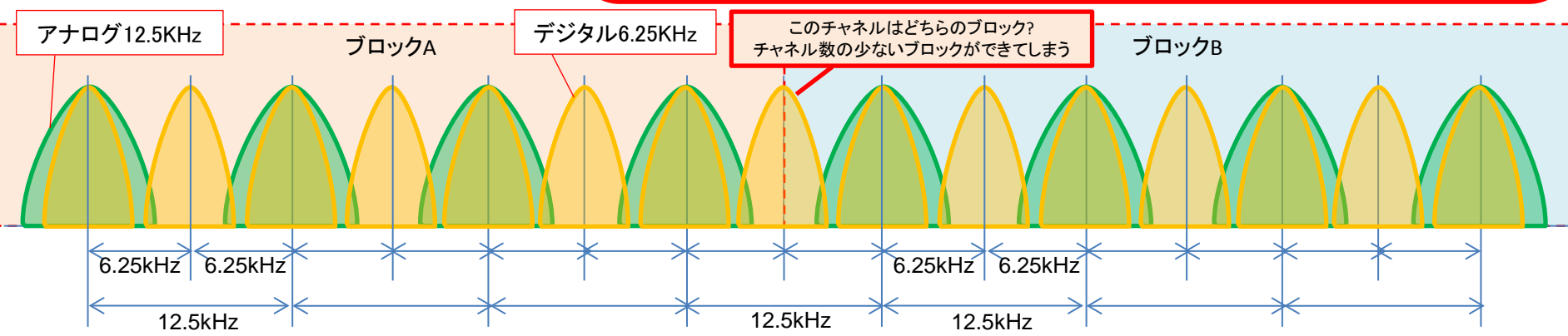
## デジタル周波数の配置案

案としては、  
 ①インターリーブ方式(12.5kHz間隔のチャンネルの間に配置するもの)  
 ②オフセット方式(12.5kHz間隔のチャンネルから3.125kHzずらして配置し、1つの12.5kHz帯域に2つの6.25kHz帯域を収めるもの)  
 の2案が考えられる。

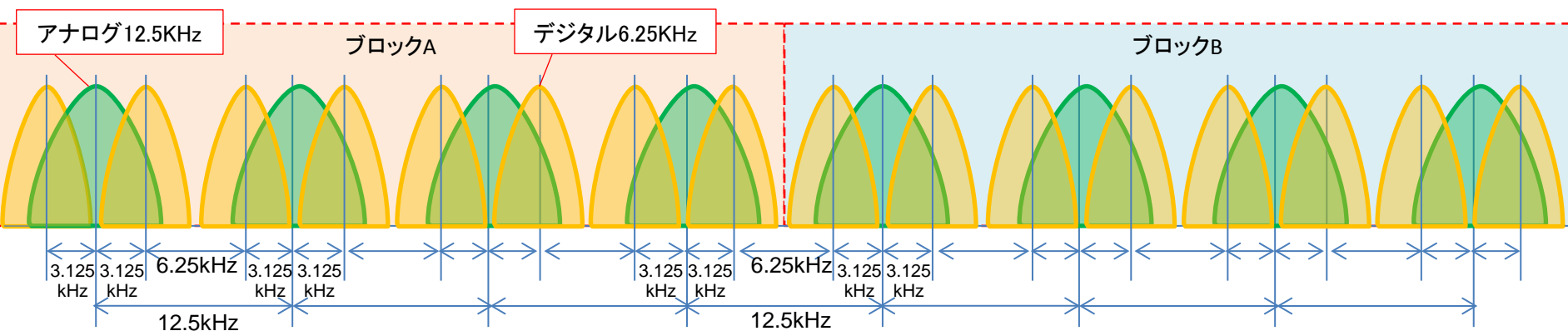
②の方がチャンネル数が多く周波数利用率が高い  
 ①はブロック境界にチャンネルが配置され、アナログとのブロック配置が困難(下図)  
 ②は無線機のPLL周波数シンセサイザ(右上「参考」)のステップ周波数が小さくなるが、実現可能であり問題ない。  
**→オフセット方式が望ましい**

項目	①インターリーブ方式	②オフセット方式
全チャンネル数	47	48
デジタル1チャンネルと同一チャンネル干渉となるアナログチャンネル数	1 または 2	1
アナログ1チャンネルと同一チャンネル干渉となるデジタルチャンネル数	2 または 3	2
無線機PLLの周波数ステップ	6.25kHz	3.125kHz

### ①インターリーブ方式



### ②オフセット方式



# I チャンネル配置(案)

## ブロック分割案

4チャンネルごとのブロックに区切って周波数割り当てを行なう方針は、同一周波数の繰返し利用及び地域独自の割り当て計画が行ないやすい。したがって、オフセット方式のデジタル周波数配置とし、各ブロックを2つのグループに分割して4チャンネル単位で割り当てる下表のチャンネル配置を提案する。

※デジタル周波数はオフセット方式によるもの

周波数ブロック	アナログ基地局周波数 (MHz)	アナログ陸上移動局周波数 (MHz)	デジタルグループ	デジタル基地局周波数 (MHz)	デジタル陸上移動局周波数 (MHz)
1ブロック	367.4500 367.4625 367.4750 367.4875	385.4500 385.4625 385.4750 385.4875	Aデジタルグループ	367.446875	385.446875
				367.453125	385.453125
				367.459375	385.459375
				367.465625	385.465625
	367.471875 367.478125 367.484375 367.490625	385.471875 385.478125 385.484375 385.490625	Bデジタルグループ	367.471875	385.471875
				367.478125	385.478125
				367.484375	385.484375
				367.490625	385.490625
2ブロック	367.5000 367.5125 367.5250 367.5375	385.5000 385.5125 385.5250 385.5375	Aデジタルグループ	367.496875	385.496875
				367.503125	385.503125
				367.509375	385.509375
				367.515625	385.515625
	367.521875 367.528125 367.534375 367.540625	385.521875 385.528125 385.534375 385.540625	Bデジタルグループ	367.521875	385.521875
				367.528125	385.528125
				367.534375	385.534375
				367.540625	385.540625
3ブロック	367.5500 367.5625 367.5750 367.5875	385.5500 385.5625 385.5750 385.5875	Aデジタルグループ	367.546875	385.546875
				367.553125	385.553125
				367.559375	385.559375
				367.565625	385.565625
	367.571875 367.578125 367.584375 367.590625	385.571875 385.578125 385.584375 385.590625	Bデジタルグループ	367.571875	385.571875
				367.578125	385.578125
				367.584375	385.584375
				367.590625	385.590625

周波数ブロック	アナログ基地局周波数 (MHz)	アナログ陸上移動局周波数 (MHz)	デジタルグループ	デジタル基地局周波数 (MHz)	デジタル陸上移動局周波数 (MHz)
4ブロック	367.6000 367.6125 367.6250 367.6375	385.6000 385.6125 385.6250 385.6375	Aデジタルグループ	367.596875	385.596875
				367.603125	385.603125
				367.609375	385.609375
				367.615625	385.615625
	367.621875 367.628125 367.634375 367.640625	385.621875 385.628125 385.634375 385.640625	Bデジタルグループ	367.621875	385.621875
				367.628125	385.628125
				367.634375	385.634375
				367.640625	385.640625
5ブロック	367.6500 367.6625 367.6750 367.6875	385.6500 385.6625 385.6750 385.6875	Aデジタルグループ	367.646875	385.646875
				367.653125	385.653125
				367.659375	385.659375
				367.665625	385.665625
	367.671875 367.678125 367.684375 367.690625	385.671875 385.678125 385.684375 385.690625	Bデジタルグループ	367.671875	385.671875
				367.678125	385.678125
				367.684375	385.684375
				367.690625	385.690625
6ブロック	367.7000 367.7125 367.7250 367.7375	385.7000 385.7125 385.7250 385.7375	Aデジタルグループ	367.696875	385.696875
				367.703125	385.703125
				367.709375	385.709375
				367.715625	385.715625
	367.721875 367.728125 367.734375 367.740625	385.721875 385.728125 385.734375 385.740625	Bデジタルグループ	367.721875	385.721875
				367.728125	385.728125
				367.734375	385.734375
				367.740625	385.740625

# Ⅱ 必要チャネル数

## ① 収容局数の検討

地域振興MCAの現状として、ブロック当たりの収容局数は200局程度。

※1周波数割当ての現状として、全国で1ブロック平均191局、東北管内で平均199局を収容  
 ※2マリンコミュニティホーンの4チャネル当たりの収容局数は200局(下表参照)

### 〈収容局数の考え方〉

デジタル地域振興MCAは、4チャネルで呼損率3%の場合、音声通信=184局、音声+低頻度データ=153局、音声+高頻度データ=93局が収容可能。

- ・デジタル化によりデータ通信の利用は促進されると予想。
- ・デジタル地域振興MCAの利用者の全てが高頻度でデータ通信を利用することは考えにくい。
- ・マリンコミュニティホーンからの移行により利用が想定されるGPS位置管理は高頻度で利用する必要性は低く、センサデータ伝送についても収容全局による利用とは考えにくい。

### 〈結論〉

デジタル地域振興MCAの収容局数は、「音声+低頻度データ」の収容局数153局(4チャネル使用時)が妥当と考えられる。

参考 マリンコミュニティホーンの収容局数(電波法関係審査基準)

チャネル数	マリンコミュニティホーン収容局数	チャネル数	マリンコミュニティホーン収容局数
1	55	9	450
2	100	10	500
3	150	11	550
4	200	12	600
5	250	13	650
6	300	14	700
7	350	15	750
8	400	16	800

### 〈トラヒックシミュレーションのサービス条件〉

【前提条件】(音声)

項目	サービス条件	説明
最繁忙時通話回数(1局当たり)	0.7回/時間	収容された無線局が最繁忙時、平均的にどの程度送信するかを確率的に表した数字
1回の平均通話時間	35秒	上記送信時、1通話でチャネルを占有する平均時間
通話呼損率	0.03以下	収容された無線局が送信しようとしたとき、割り当てられるチャネルがなく、通話ができない状態となる確率

### ◆適用項目、サービス条件

適用	項目	サービス条件	説明
音声+低頻度データ	GPS	送信回数	10回/時間
		1回の送信時間	0.4秒
	センサデータ伝送	送信回数	5回/時間
		1回の通信容量	200バイト(2.16秒)
音声+高頻度データ	GPS	送信回数	10回/時間
		1回の送信時間	0.4秒
	センサデータ伝送	送信回数	10回/時間
		1回の通信容量	4Kバイト(19.84秒)
	利用率	収容数の10%	

### ◆頻度別デジタル地域振興MCAの収容局数

チャネル数	音声	音声+低頻度データ	音声+高頻度データ	チャネル数	音声	音声+低頻度データ	音声+高頻度データ
1	4	3	2	9	697	577	352
2	41	34	20	10	812	672	410
3	105	86	53	11	929	769	469
4	184	153	93	12	1049	867	530
5	275	227	139	13	1170	968	591
6	373	309	188	14	1293	1069	653
7	477	394	241	15	1417	1172	716
8	585	484	295	16	1543	1276	779

# Ⅱ 必要チャネル数

## ② 必要なチャネル数の検討

### 【条件】

- ◆チャネルは、オフセット方式の狭帯域化とし、p4のチャネル配置とする
- ◆周波数は、D/U=22dB以上を確保できる場合は繰返し使用
- ◆地域振興MCAの需要増加は53%/6年とする(第2回調査検討会資料2-2による)
- ◆新規に導入されるシステムはすべてデジタル方式とする
- ◆デジタル方式の4チャネル(1デジタルグループ)の収容局数は153局とする
- ◆チャネル数は、6.25kHzのデジタルチャネル数換算で検討
- ◆アナログ方式で6ブロックの周波数を使用しているエリアは、48チャネル分使用
- ◆アナログ方式がデジタル方式に移行、狭帯域化すると現状24チャネル数はデジタル換算で2倍となる

### 【チャネル数の算出】

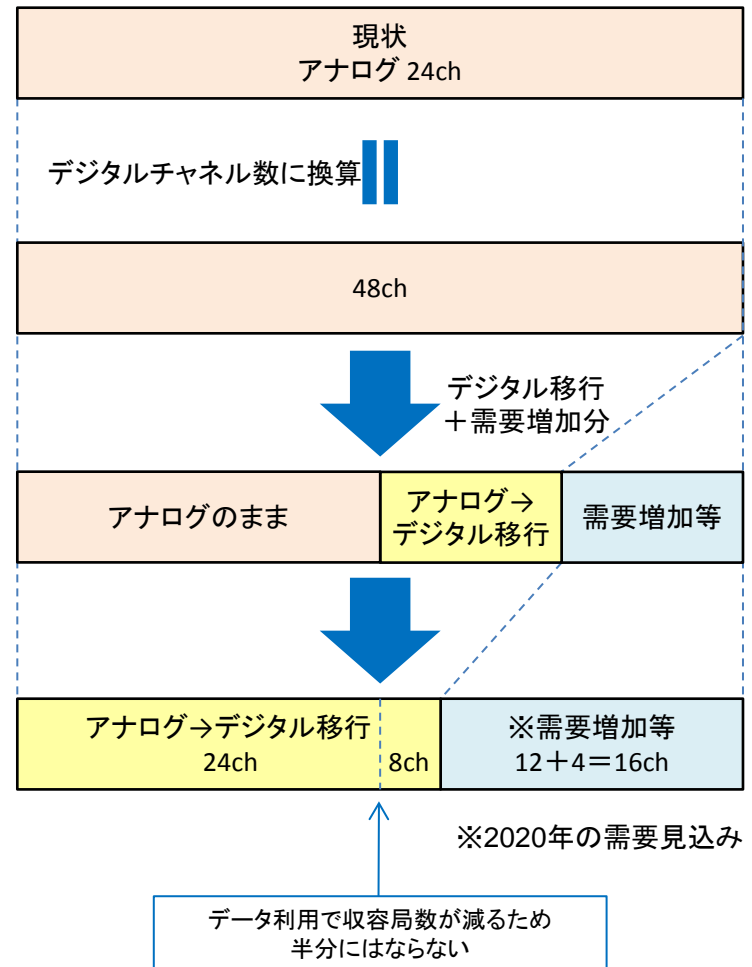
- アナログ方式1ブロック4チャネルの収容局数200局がデジタル方式4チャネルは153局となる。

※デジタル移行しても使用される周波数割り当て幅は半減せず、アナログ方式の1.3倍のチャネル数が必要 ( $24\text{ch} \times 200\text{局} / 153\text{局} = 31.3\text{ch}$ ) ⇒ プラス8チャネル

- 需要増加とマリンコミュニティホーンからの移行(新規利用者含む)により新たな16チャネルが必要となる。

デジタル化移行による狭帯域化で生じたチャネルに需要増加及びマリンコミュニティホーンからの移行分を収容可能と考えられる。

デジタル化移行に際しては、システムにより新規チャネルを必要とする場合があるため、デジタル移行を円滑に促進するためにも割り当ての配慮が望まれる。



# <参考 I >

## ①周波数割り当ての検討(同一チャネル干渉)

### ○同一チャネル干渉

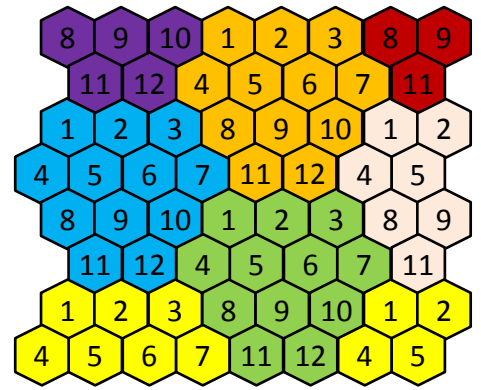
同一チャネル干渉は、デジタル間のD/U=12dBをもとに計算すると、  
 所要D/U=22dBとなり、繰返しゾーン数N=12となる。

ゾーン構成による共用条件としては、正六角形ゾーンの繰返し数12による周波数割り当てが導かれるが、地域振興MCAシステムは、携帯電話等のように面的に全ての地域をカバーする必要がなく、複数の基地局が同一地域に設置される可能性があることから、ゾーン構成による共用検討はなじまない。

同一チャネル周波数共用条件は、基地局間距離を確保する等で所要D/Uを満たすこととするのが望ましい。

所要受信機入力電圧を11.6dBμV(電波法関係審査基準の伝送の質の審査基準値)、所要D/U=22dBとしたときの許容妨害波レベルは-10.4dBμV(-123.4dBm)となる。参考として、基地局間の距離計算結果を表に示す。表に示す離隔距離を確保することで同一周波数の再利用が可能となるが、現実には地形・条件が異なるため、個別検討が必要。

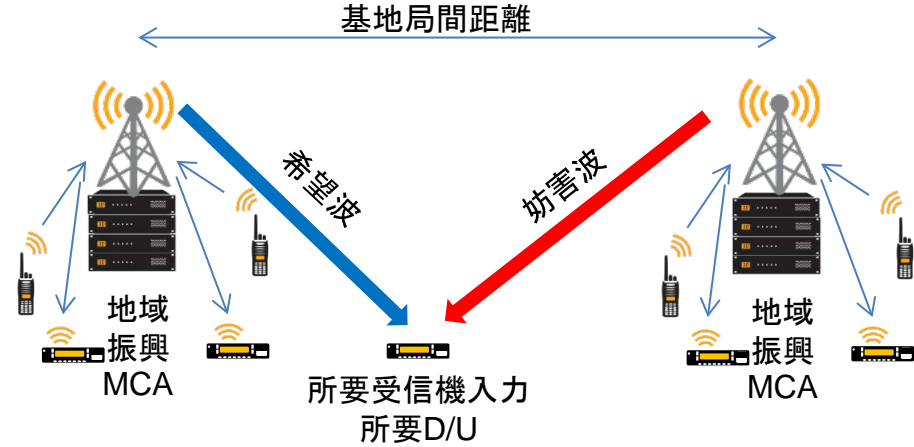
調査検討では、モデルとして、奥村秦郊外地の計算結果を用いることとする。



N=12の六角形ゾーンの繰返し

(参考)同一チャネル周波数共用のための基地局間距離

計算方法	妨害基地一移動局の距離[km]	希望基地が所要受信機入力となる距離[km]	必要な基地局間距離[km]
奥村秦郊外地	57	18	75
奥村秦市街地	39	10	49
主な条件	空中線電力10W 送信空中線利得6.15dBi 送信空中線高50m 受信空中線利得2.15dBi 受信空中線高1.5m		



## ②周波数割当の検討(隣接チャネル干渉、近接チャネル干渉)

### ○隣接チャネル干渉

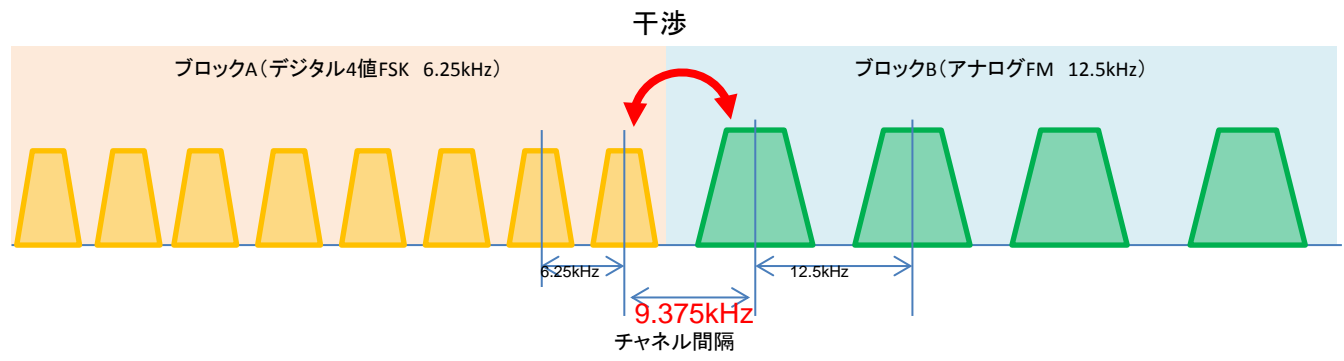
隣り合うブロックでデジタル4値FSKとアナログFMを使用すると、チャンネル間隔が9.375kHzとなり、隣接チャネル共用条件(最小離隔周波数=10.67kHz)を満たさない。

したがって、同一地域で隣り合うブロックにデジタル4値FSKとアナログFMを割当てては望ましくない。

### ○近接チャネル干渉

ラボ内検証試験の結果から、近接チャネル干渉は電波法関係審査基準の混信妨害の審査を適用できる(第3回調査検討会資料3-3より)。

同一地域で複数の基地局に周波数を割り当てる場合、移動局の移動範囲が重複するため、他方の基地局に接近することがあり、近接チャネル干渉(50kHz以内)の基準を担保できないが、近接チャネル干渉の発生確率は、0.002%程度となり、呼損率に対して十分に低く無視できる値であるから、隣接するブロックを使用しても実用上の問題は極めて稀である。したがって、必要な場合は同一地域で隣接するデジタルグループを割当てることができるが、移動局の移動範囲に注意することが望ましい。





# ③周波数割当の検討(相互変調)

## ○相互変調

ラボ内検証試験の結果から、相互変調は電波法関係審査基準の混信妨害の審査を適用できる(第3回調査検討会資料3-3より)。

MCA基地局は、同時に複数の周波数を送信するため、相互変調の要因となりやすい。たとえばA~Lの等間隔な12チャンネルが3つのグループに分かれている場合、3次相互変調が発生するチャンネルの関係は表のようになる。たとえば、チャンネルEとHに送信信号があった場合、 $2E-H=B$ 、 $2H-E=K$ という関係でBとKのチャンネルに相互変調が発生する。チャンネルE, F, Gに送信信号があった場合、 $E+F-G=D$ 、 $F+G-E=H$ 、 $E+G-F=H$ という関係でDとHのチャンネルに相互変調が発生する(Fは送信中の自チャンネルのため影響なし)。

表からわかるとおり、3次相互変調は、自グループ内のチャンネル及び隣接するグループのチャンネルに発生する(自基地局により発生する相互変調は、D/Uが確保されるため問題とならない)。

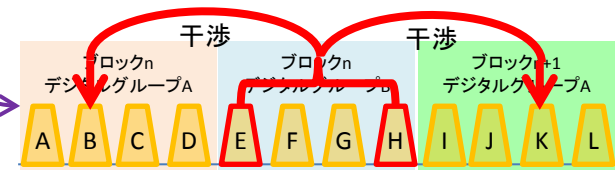
同一地域で複数の基地局に周波数を割り当てる場合、移動局の移動範囲が重複するため、他方の基地局に接近することがあり、相互変調の基準を担保できないが、相互変調の発生確率は、0.02%以下程度となり、呼損率に対して十分に低く無視できる値であるから、隣接するブロックを使用しても実用上の問題は極めて稀である。したがって、必要な場合は同一地域で隣接するデジタルグループを割り当てることができるが、移動局の移動範囲に注意することが望ましい。



2fi-fjの相互変調

送信するチャンネル	相互変調が発生するチャンネル
EF	D, G
FG	E, H
GH	F, I
EG	C, I
FH	D, J
EH	B, K

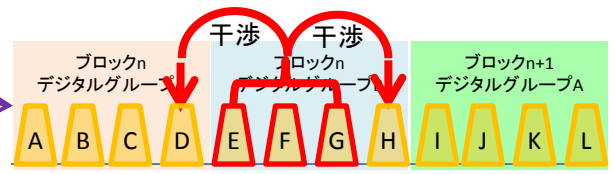
例



fi+fj-fkの相互変調

送信するチャンネル	相互変調が発生するチャンネル
EFG	D, H
EFH	C, G, I
EGH	D, F, J
FGH	E, I

例



# 〈参考Ⅱ〉

## ① 干渉発生確率の算出条件

### 確率算出方法：

モンテカルロシミュレーションを用いて確率を算出する(原理はITU-R SM.2028-1による)。

モンテカルロシミュレーション用ソフトウェアSEAMCATを用い、必要条件を設定してシミュレーションを行う。

地域振興MCAに必要な確率条件は、シミュレーション値に乗ずる。

### 確率算出条件：

確率算出条件は右表のとおり。

基地局諸元項目	諸元
空中線電力	10W
空中線利得	6.15dBi
空中線高	330m
給電線等損失	0dB
隣接チャンネル漏洩電力	-55dBc
受信感度	-113dBm
所要C/N	23dB
同一チャンネル抑圧	-12dB
隣接チャンネル感度抑圧	40dB
近接チャンネル感度抑圧	70dB
相互変調	60dB
MCAチャンネル数	4チャンネル
MCA割当チャンネル	ランダム
受信頻度	35回/時間・チャンネル
受信時間	35秒/回

移動局諸元項目	諸元
空中線電力	10W
空中線利得	2.15dBi
空中線高	1.5m
給電線等損失	0dB
隣接チャンネル漏洩電力	-55dBc
受信感度	-113dBm
所要C/N	23dB
同一チャンネル抑圧	-12dB
隣接チャンネル感度抑圧	40dB
近接チャンネル感度抑圧	70dB
相互変調	60dB
送信頻度	0.7回/時間
送信時間	35秒/回
受信頻度	14回/時間
受信時間	35秒/回

シミュレーション条件	内容
伝搬損失計算条件	奥村秦・郊外地

## ②近接チャネル干渉の発生確率

同一地域で隣接グループを使用した場合の

①与干渉移動局により基地局受信機に発生する干渉

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	100	0.31	0.0021

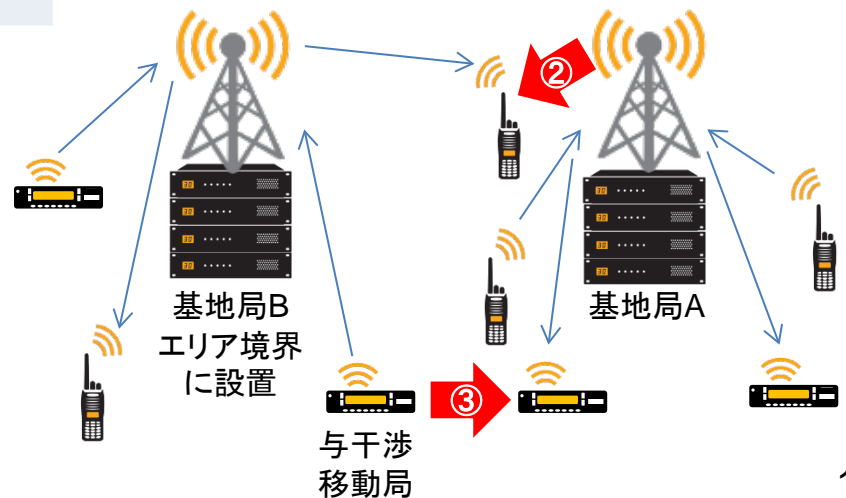
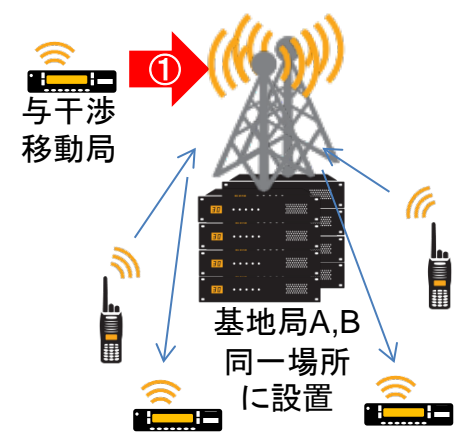
②与干渉基地局により移動局受信機に発生する干渉(基地局間離隔=37km)

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	34.0	0.26	0.0024

③与干渉移動局により移動局受信機に発生する干渉(基地局間離隔=37km)

送信中確率[%]	受信中確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
0.68	34.0	0.00	0.0000

干渉発生確率  
 = {SEAMCAT(1台常時送信常時受信)  
 × 隣接チャネルになる確率(近接チャネルを考慮して1とする)  
 × 与干渉局が送信している確率  
 × 被干渉局が受信している確率}  
 × 4台分

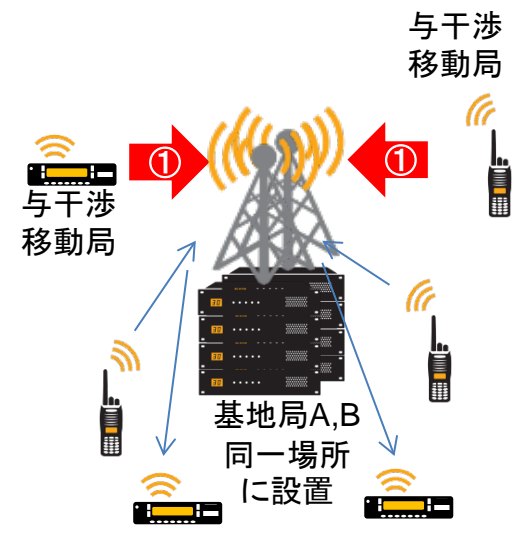


# ③相互変調の発生確率

同一地域で隣接するグループを使用した場合の

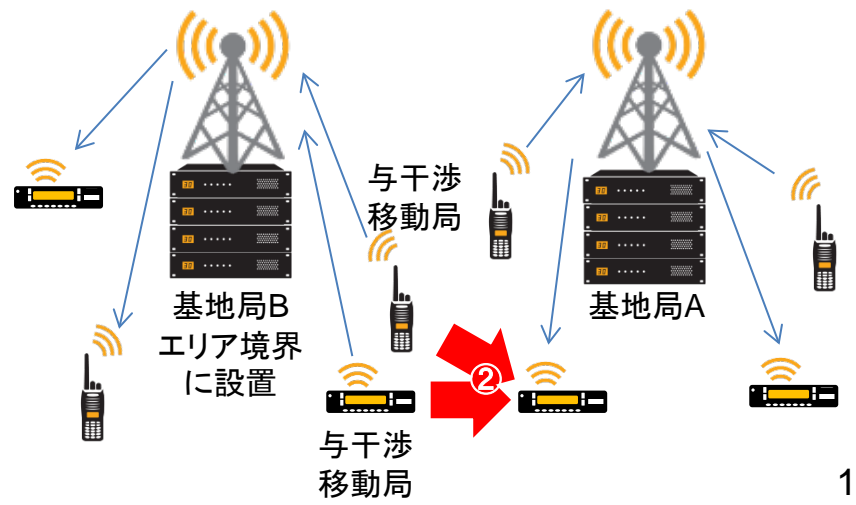
## ①基地局受信機に発生する干渉

IM関係成立率[%]	送信中確率[%]	受信確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
68.75	0.68	100	2.66	0.0122



## ②移動局受信機に発生する干渉

IM関係成立率[%]	送信中確率[%]	受信確率[%]	SEAMCAT[%]	干渉発生確率[%]
68.75	0.68	34.0	1.40	0.00223



干渉発生確率  
 = {SEAMCAT(1台常時送信常時受信)  
 × 4台分  
 × 与干渉局が2台以上が同時送信する確率  
 × 被干渉局が受信している確率}

# <参考Ⅲ> 周波数割当の現状

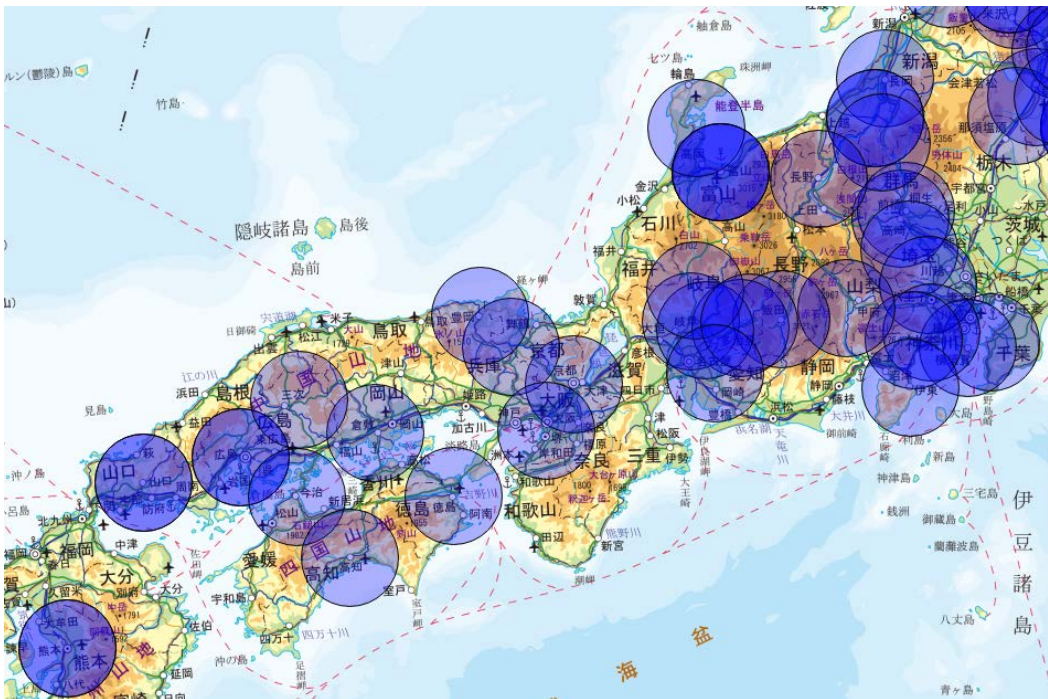
図は、免許情報から地域振興MCAを所在地ごとにプロットしたものである。免許情報では具体的な基地局位置は不明のため、位置を市町村役場の住所とし、円の半径は約40kmとした(必要な基地局間の距離75kmの1/2=37.5kmより)。

同一市町村最大3免許人が存在する。

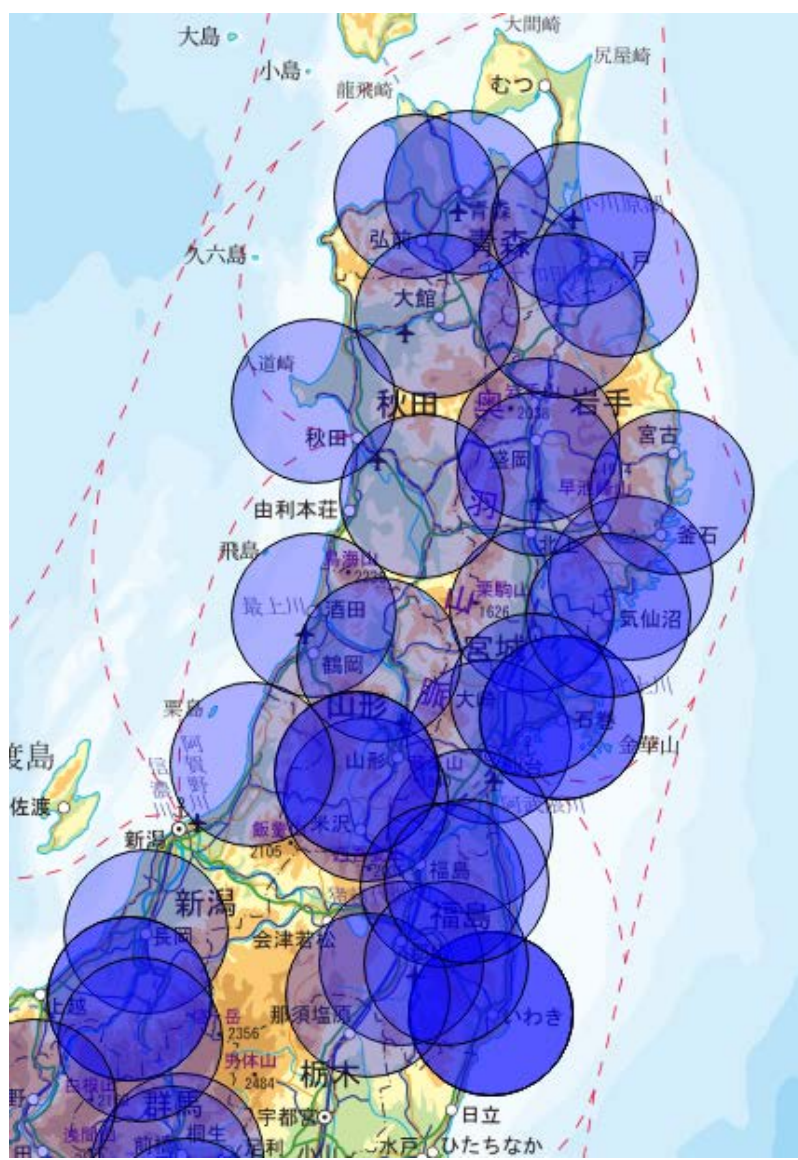
円が重なる場合は、相互に同一チャンネル周波数を使用できないことを示している。

福島県、関東、愛知県には、7つの円が重なっているエリアがある。このエリアでは7種類の周波数を必要とする。

実際の通話範囲は、地形や基地局諸元により異なるため、この図だけでは判断はできないが、6ブロックが全て使われ、周波数に空きがない場所が存在する可能性があることがわかった。



地理院地図(電子国土web)を加工して使用 <http://cyberjapandata.gsi.go.jp>



地理院地図(電子国土web)を加工して使用 <http://cyberjapandata.gsi.go.jp>

# <参考Ⅳ> データ通信の利用と収容局数

1局あたりのトラフィック＝通話(送信)回数×通話時間×利用率(単位時間あたりの平均)が増えれば収容局数は減少(右下グラフ)  
→通信内容が違ってトラフィックが同じなら収容局数は同じ

「低頻度データ利用モデル」＝収容局数153局 ≪トラフィックは約29.5秒/時≫  
「高頻度データ利用モデル」＝収容局数93局 ≪トラフィックは約48.5秒/時≫  
(4チャンネル、呼損率3%)

右表は、データ通信のトラフィック量  
通信種類を組み合わせ合わせた合計値が総トラフィック量  
(例) 音声24.5＋GPS①4.00＋センサデータ①1.08＝29.58秒/時 (収容局数153局となる)

データ通信のデータ量、送信間隔は、アプリケーションにより異なる(下表)

データ利用無し～高頻度まで多様な利用が想定されるが平均して「低頻度データ」を標準と考える。

ただし、トラフィックが大きくなる場合には、収容局数を減らせば、対応可能。

## ◆データ通信の主な用途と送信間隔例

データ機能	用途	およそのデータ送信間隔	
GPSデータ通信 データ量＝小	バス、タクシー、コンクリートミキサー	事業サービス提供のために常時最新の位置情報を把握する必要がある業種	1分～3分
	運送、配送、一般業務など	およその位置の把握でよく、必要に応じて個別に最新の位置情報をポーリングすることでよい業種	5分～15分
センサデータ データ量＝測定内容、精度により数B～数KB程度	水温、潮流、波高など	急激に変化しない測定	10分～60分
	日照、降雨、風速、河川水位、生体活動料、給餌監視など	短時間に变化するものの測定	1分～5分
画像データ データ量＝画質により1.5KB～20KB程度	立ち入り、鳥獣被害等	すみやかに対応が必要なものの監視	3分～5分
	天候、混雑状況、工事等進捗など	変化が遅く、即時対応が不要なものの観察	10分～30分
SDM データ量＝数B～100B程度	行先指示、業務指示など	文字併用で指示することで効率が上がる業務	30分～120分

## ◆1局あたりのトラフィックの例

種類	送信回数[回/時]	時間[秒]	利用率[%]	トラフィック[秒/時]	(参考)	
					低頻度	高頻度
GPS①	10	0.4	100	4.00	◎	◎
GPS②	60	0.4	100	24.0		
センサデータ①	5	2.16	10	1.08	◎	
センサデータ②	10	19.84	10	19.84		◎
SDM	0.5	0.64	100	0.32		
画像伝送①	3	15	10	4.50		
画像伝送②	6	35	10	21.0		
音声	0.7	35	100	24.5	◎	◎
合計 [トラフィック]					29.58 (153局)	48.34 (93局)

