

新しいデジタルコードレス電話の共用条件の検討

＜同一周波数帯を共用するための技術的条件の検討＞

DECT編

平成21年12月24日

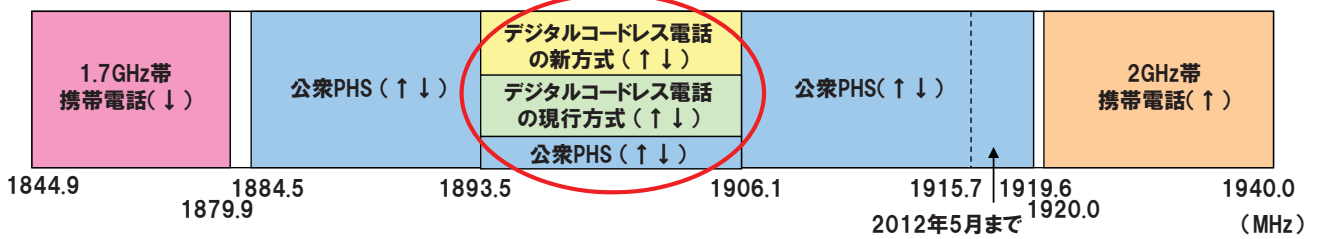
パナソニック株式会社
パナソニック コミュニケーションズ株式会社

目次

| | |
|---------------------------------------|-------|
| 総論 | 1 |
| 共用検討のための技術的条件 | 2 |
| (1) キャリア周波数、フレーム構成、通信方式等 | 3 |
| (2) 不要発射の強度等（隣接チャネル漏えい電力） | 4 |
| (3) 空中線電力 | 5 |
| (4) 空中線の利得 | 5 |
| (5) スロット送信条件（現行方式/公衆PHSの通話CH保護） | 6 |
| (6) スロット送信条件（現行方式の制御CH保護） | 7-11 |
| (7) 占有周波数帯幅 | 12 |
| 参考資料 | |
| 干渉検討 | 14 |
| 干渉検討に使用する電波伝搬モデル | 15-16 |
| マンション群における干渉検討 | 17-28 |
| オフィスビル街における干渉検討 | 29-40 |
| オフィス同一フロア内での干渉検討 | 41-42 |

総論

◆帯域内（1893.5MHz～1906.1MHz）



◆検討の進め方

- 提案する方式であるDECTの欧州ETSI及び米国FCCによる標準化内容を参考とし、同一周波数帯の共用条件に関係する項目を中心に検討を行う。
- 現行方式と規制値が異なるものであっても、動的な干渉回避機能(キャリア周波数・スロット位置の切替、ハンドオーバ、自動再接続等)により回避できるものは、検討対象としない。
- 以下の観点で、検討すべき技術的条件を抽出する。
 - ①固定して考えたいもの
 - ②変更が可能であって新たに検討するもの
 - ③共用条件により、新たに検討するもの
 - ④共用条件には関係ないが、今回検討するもの

1

共用検討のための技術的条件

①固定して考えたいもの

- キャリア周波数の位置、キャリア周波数間隔
- 多重方式、アクセス方式、通信方式
- フレーム構成（周期、多重数、信号速度）
- スロット構成（ガードタイム、情報フィールド構成）
- 不要発射の強度等（隣接チャネル漏えい電力）

(1)

(2)

②変更が可能であって新たに検討するもの

- 空中線電力
- 空中線の利得
- スロット送信条件（現行方式／公衆PHSの通話CH保護）

(3)

(4)

(5)

③共用条件により、新たに検討するもの

- スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）
- 占有周波数帯幅
- 同時利用可能な最大CH数
- 子機間直接通信

(6)

(7)

④共用条件には関係ないが、今回検討するもの

- 識別符号等
- 電波防護指針への適合

別途検討を行う

2

キャリア周波数、フレーム構成、通信方式等

(1) キャリア周波数の位置、キャリア周波数間隔、多重方式、アクセス方式、通信方式、フレーム構成、スロット構成

- DECTに準拠する。
- 主要緒元は作業班(第1回)の提案概要資料を参照のこと。
- デジタルコードレス電話用の12.6MHzの帯域に、5個のDECTキャリアを配置する。

<共用可能な理由>

- キャリア周波数間隔1.728MHzのDECTキャリアは、7個($12.6\text{MHz}/1.728\text{MHz}>7$)配置することが可能であるが、5個に制限することで現行方式のみが利用可能な帯域を作る。
- 広帯域であるため現行方式より周波数を占有するが、高速であるため周波数の占有時間が短く、時間方向での衝突確率は少ない。したがって、結果的に周波数の利用効率に与える影響は小さい。
- フレーム周期が現行方式の2倍であるため、干渉が発生するスロットが固定される。
- オフィス用途においては、現行方式に比べて1つの基地局に収容可能な回線数が増えて大群化効果が見込まれるため、結果的に干渉を軽減して周波数の利用効率を向上させることができる。

以上の考え方でトラヒック計算を行って、周波数と通信品質に問題が無いことを確認した。
(参考資料-干渉検討)

3

不要発射の強度等（隣接チャネル漏えい電力）

(2) 不要発射の強度等（隣接チャネル漏えい電力）

- 同一周波数帯における影響を規定するために、絶対電力値での規定を行う。
なお、参照帯域幅は1MHzとする。

(ア) $Y=M\pm 1$: -9.5dBm (Yから $1*M$ 離れた周波数の $\pm 500\text{kHz}$ の帯域内に輻射される電力)

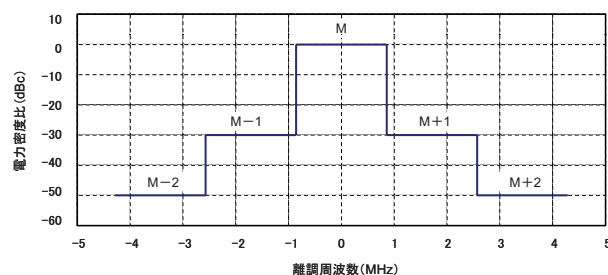
(イ) $Y=M\pm 2$: -29.5dBm (Yから $2*M$ 離れた周波数の $\pm 500\text{kHz}$ の帯域内に輻射される電力)

Y: 送信キャリア周波数、M: キャリア周波数間隔(1728kHz)

<理由>

- ETSI-DECT標準及び米国FCC規則の規定値の厳しい方を適用することで、双方の基準を満足することができる。
- 現行方式の制御CH保護のため、DECT送信スペクトラムを以下の相対電力比で検討した。
(ア) $Y=M\pm 1$: 送信出力に対して -30dBc 以下であること。
(イ) $Y=M\pm 2$: 送信出力に対して -50dBc 以下であること。

Y: 送信キャリア周波数、M: キャリア周波数間隔(1728kHz)



4

空中線電力、空中線の利得

(3) 空中線電力

現行方式と同じ1チャンネル当たりの平均電力を10mW以下とする。

(4) 空中線の利得

現行方式と同じ4dBiとする。また、実効輻射電力が、利得4dBiの空中線に10mWの電力を加えたときの値以下となる場合は、その低下分を空中線の利得で補うことができるものとする。

<理由>

- 電気通信技術審議会答申諮問第100号「PHSの高度化利用の促進に資する技術の導入方策」(平成10年7月27日)によると、家庭用デジタルコードレス電話は、住宅構造等(床面積180m²をカバーすること)を考慮しての品質改善及び周波数を共用する公衆PHSとの干渉検討から送信出力規格は、10mW+4dBiとすることが適当とされている。
- 前述の電気通信技術審議会答申諮問第100号にて、公衆PHSとデジタルコードレス電話のトラヒックのピークは時間的にも場所的にも異なっていること、デジタルコードレス電話は基本的に屋内(準閉空間)で利用されるものであり、屋外利用が主である公衆PHSとは壁面や窓等による遮へい効果があるほか、設置位置の相違による空間伝搬損失が存在することから、デジタルコードレス電話の制御CH保護を講じることで共用可能であるとされている。

スロット送信条件 (現行方式/公衆PHSの通話CH保護)

(5) スロット送信条件 (現行方式/公衆PHSの通話CH保護)

- 電波を発射しようとする場合、そのキャリア周波数及び利用時間(送受信スロット)においてキャリアセンスを行う。
- キャリアセンス時間は、DECTの送受信スロットで連続する2フレーム(20ms)以上の期間とする。また、キャリアセンスレベルは最大値を適用し、キャリアセンスレベル閾値以下である場合に限り、当該送受信スロットの組合せを利用することが可能である。
- キャリアセンスレベル閾値は、-62dBm とする。

<理由>

- 空き通話CHの選択条件を等しくするために、キャリアセンスの判定条件は、現行方式のキャリアセンスレベルを帯域幅換算した値とする。
帯域幅換算： $-69\text{dBm} + (10 * \log(1728\text{kHz}/288\text{kHz})) = -61.2\text{dBm}$
- 現行方式は、連続する4フレーム時間(20ms)以上を監視しているため、DECTでは2フレーム時間以上とする。
- DECTのキャリアセンスタイミングは、現行方式、sPHS及び公衆PHSと非同期であって、フレーム周期が2倍であることを考慮し、送受信スロット双方においてキャリアセンスを行うものとする。

スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

(6) スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

- 初期立ち上げ時、及び待ち受け時の未使用スロットにて現行方式の制御CHの監視を行う。
- 現行方式の制御CHを保護するために、現行方式の制御CHの存在を検出したら、DECTのキャリア周波数の使用を制限する。
- 現行方式の制御CHの存在を検出するには、DECTのF3、F4にてキャリアセンスを実施する。
- 制御CHのキャリアセンスの閾値は下記の通りとする。
 - ①制御CHキャリアセンスレベルが -82dBm を超える場合、DECTのF3、F4を使用不可とする。（スライド8参照）
 - ②制御CHキャリアセンスレベルが -67dBm を超える場合、DECTのF2、F3、F4を使用不可とする。（スライド9参照）

7

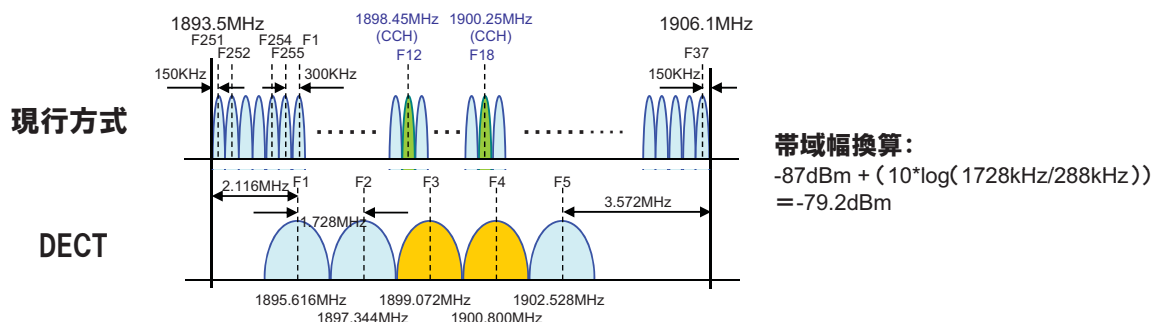
スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

(6) ①スロット送信条件（現行方式の制御CHを含むDECTのF3、F4）

- 現行方式の制御CHの存在を検出するために、DECTのF3、F4にてキャリアセンスを実施する。
- 制御CHキャリアセンスレベルが -82dBm を超える場合、DECTのF3、F4を使用不可とする。

<理由>

- 存在を検出するレベルは、受信機が測定可能な範囲での最低レベルと考えると、電気通信技術審議会答申諮問第52号 参考資料6の考えから、現行方式を基準として帯域幅換算を行うことで求めるものとする。
- 米国FCC規則に準じる（帯域幅換算より厳しい値を適用）



8

スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

(6) ②スロット送信条件（現行方式の制御CHを含むDECTのF3に隣接するF2）

- 現行方式の制御CHの存在を検出するために、DECTのF3、F4にてキャリアセンスを実施する。
- 制御CHキャリアセンスレベルが -67dBm を超える場合、DECTのF2を使用不可とする。

<理由>

- DECTのF1、F2、F5と現行方式の制御CHとの周波数差から、干渉軽減係数IRF（Interference Reduction Factor）及び遠近問題の補正を考慮して制御CHキャリアセンスレベルの閾値を決定した。（スライド10、11参照）
- DECTのF1、F2、F5に対して求めた制御CHキャリアセンスレベルの閾値は以下の通り。

| DECT キャリア番号 | 現行方式 制御CH番号 | 周波数差 (MHz) | IRF (dB) | 検出レベル(*1) (dBm) | 閾値 (dBm) |
|----------------|----------------|---------------|-------------|--------------------|-------------|
| F1 | CH12 | 2.834 | 56 | -47.5 | - (*2) |
| | CH18 | 4.634 | | | |
| F2 | CH12 | 1.106 | 36 | -67.5 | -67 |
| | CH18 | 2.906 | | | |
| F3 | CH12 | 0.622 | - | - | -82 |
| | CH18 | 1.178 | | | |
| F4 | CH12 | 2.350 | - | - | -82 |
| | CH18 | 0.550 | | | |
| F5 | CH12 | 4.078 | 56 | -47.5 | - (*2) |
| | CH18 | 2.278 | | | |

(*1) 遠近問題の補正 (9dB) を含む (スライド11参照)

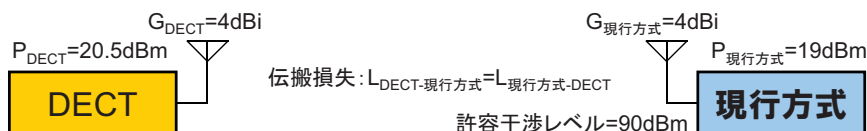
(*2) 送信スペクトラムの実力は、IRFより10dB以上の改善が期待でき、離隔距離は2m程度となるため、制御CH保護のためのキャリアセンスレベル閾値は設けない

9

スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

■ IRFと検出レベルの算定方法

- 現行方式の制御CH平均受信レベルを経験値から -65dBm とする。
- $\text{BER}=10^{-4}$ における所要SNRは14dBであり、フェージングマージン含めた許容干渉レベルを -90dBm とする。
- 以下の正対モデルにて、DECTでの現行方式の検出レベルを算出する。

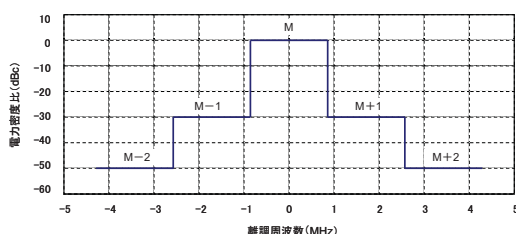


$$\text{DECTからの干渉レベル: } P_{\text{DECT}} - \text{IRF} + G_{\text{DECT}} - L_{\text{DECT-現行方式}} + G_{\text{現行方式}} < -90$$

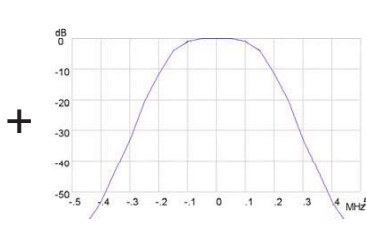
$$\begin{aligned} \text{DECTでの現行方式検出レベル} &: P_{\text{現行方式}} + G_{\text{現行方式}} - L_{\text{現行方式-DECT}} + G_{\text{DECT}} - B_{\text{DECT}} \\ &= P_{\text{現行方式}} - P_{\text{DECT}} + \text{IRF} - B_{\text{DECT}} - 90 \end{aligned}$$

$B_{\text{DECT}} = 3\text{dB}$: DECTのフィルタで現行方式制御CHを受信した場合の減衰量

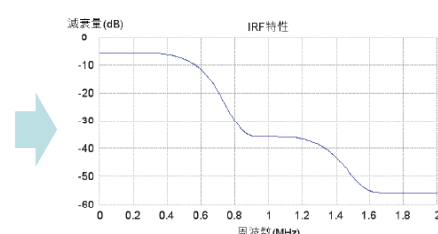
IRF (Interference Rejection Factor): DECTスペクトラムを現行方式フィルタ特性で帯域制限した干渉軽減係数(下記)



DECT送信スペクトラム



現行方式受信フィルタ特性



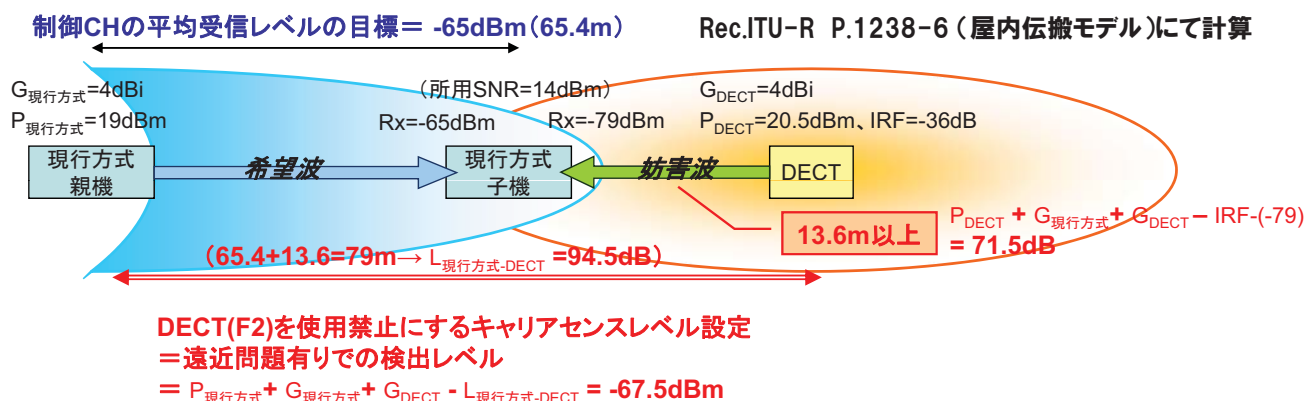
IRF特性

10

スロット送信条件（現行方式の制御CH保護）

遠近問題の補正について

- 現行方式の子機は定常的に制御CHを送信しないため、DECTはその存在を検出できない。
- 下図の位置関係の場合、DECTでの現行方式検出レベルを補正する必要がある。



遠近問題補正值
 =(正対モデルでの検出レベル) - (遠近問題有りでの検出レベル)
 = -58.5 - (-67.5) = 9.0dB

占有周波数帯幅

(7) 占有周波数帯幅

- 占有周波数帯幅は、1728kHzとする。

<理由>

- ETSI-DECT標準に規定が無いため、過大に周波数を占有しないよう検討する。
- 占有周波数帯幅の許容値としては、総務省告示 第570号(H17.5.13)に計算式が示されており、DECTの変調方式の中で最も占有周波数帯幅が大きいのは、ロールオフ率(α)=0.5の4相位相変調であることから、以下ようになる。

$$f_{\text{CL}} * (1 + \alpha) = 1152\text{kHz} * (1 + 0.5) = 1728\text{kHz} \quad (f_{\text{CL}}: \text{クロック周波数(MHz)})$$

- 標準の変調方式であるGFSKの場合は、前述の総務省告示には、ガウス型低減フィルタの正規化3dB帯域幅(片側)=BTが0.25のとき $f_{\text{CL}} * 1.0$ 、同じく BT=0.5のとき $f_{\text{CL}} * 1.2$ とあるが、DECTはBT=0.35~0.7であり規定されていない。

特性的にBT=0.7のとき $f_{\text{CL}} * 1.4$ とすると、占有周波数帯幅は 1613kHz となる。

これより、ロールオフ率(α)=0.5の4相位相変調の場合の方が広いので、許容値としては 1728kHzとする。

参考資料

干渉検討

◆干渉検討

複数方式のシステムで同一周波数帯を共用した場合に、必要帯域や最繁時における接続品質が十分であるかどうかを確認する。

◆電波伝搬モデル

使用する周波数帯、干渉距離、干渉経路を考慮し、以下の電波伝搬モデルを使用する

- 自由空間伝搬損失モデル
- Walfisch-池上モデル
- Rec.ITU-R P.1238-6 (屋内伝搬モデル)

各伝搬モデルの比較

| 伝搬モデル | 環境 | 周波数範囲 | 伝搬距離 |
|-----------------------|--|---------------------|------------|
| 自由空間 | オープン | 制限無し | 制限無し |
| Walfisch-池上 | 都市／郊外 (道路幅、ビル高、ビル間隔、 道路角を柔軟に設定できる) | 800MHz - 2GHz | 20m - 5km |
| Rec.ITU-R P.1238-6 | 屋内 (家具やオフィスのパーティション 等による損失を考慮) | 900MHz - 1000GHz | 1m - 1000m |

干渉検討に使用する電波伝搬モデル 1

◆自由空間モデル

- 高層－高層間の伝搬損失に適用し干渉距離を求める
自由空間モデルの伝搬損失は次式で与えられる

$$L \text{ [dB]} = 32.4 + 20\log f + 20\log d$$

L:自由空間伝搬損、f:周波数 (MHz)、d:受信点間距離 (km)

◆ Walfisch-池上モデル

- 高層－低層間及び低層－低層間の伝搬損失に適用し干渉距離を求める
Walfisch-池上モデルの伝搬損失は次式で与えられる

$$L \text{ [dB]} = L_0 + L_{rts} + L_{msd}$$

L₀:自由空間伝搬損、L_{rts}:屋根による回折損、L_{msd}:建物による多重回折損

$$L_0 = 32.4 + 20\log f + 20\log d$$

f:周波数 (MHz)、d:受信点間距離 (km)

$$L_{rts} = 16.9 - 10\log w + 10\log f + 20\log \Delta h_m + 4 - 0.114 (\theta - 55)$$

w:道路幅(m)、Δh_m:h_{roof}-h_m、θ:道路角(55~90°)

$$L_{msd} = 54 - 18\log(1 + \Delta h_b) + 18\log d - 9\log b + (-4 + 0.7(f/925 - 1))\log f \text{ (中小都市)}$$

$$L_{msd} = 54 - 18\log(1 + \Delta h_b) + 18\log d - 9\log b + (-4 + 1.5(f/925 - 1))\log f \text{ (大都市)}$$

Δh_b:h_b-h_{roof}、b:建物間隔 (m)、h_{roof}:低層階建物高 (m)、

h_b:基地局アンテナ高 (m)、h_m:受信アンテナ高 (m)

15

干渉検討に使用する電波伝搬モデル 2

◆Rec. ITU-R P.1238-6 屋内伝搬モデル

- 屋内のWLANなどの短距離通信に用いられる家具やオフィスのパーティションなどによる損失を考慮したモデルである
- 伝搬損失は次式で与えられる

$$\text{伝搬損失: } L_p = 20 * \text{Log} (f) + N * \text{Log} (d) + L_f (n) - 28 \text{ (dB)}$$

ここで、

f:周波数(MHz)、d:距離

N:距離損失係数

| 周波数 | 居住空間 | 事務所 |
|------------|------|-----|
| 900MHz | — | 33 |
| 1.2-1.3GHz | — | 32 |
| 1.8-2.0GHz | 28 | 30 |

L_f(n):床侵入損失(床の数をnとする)

同一フロアのみを考える場合はゼロとする

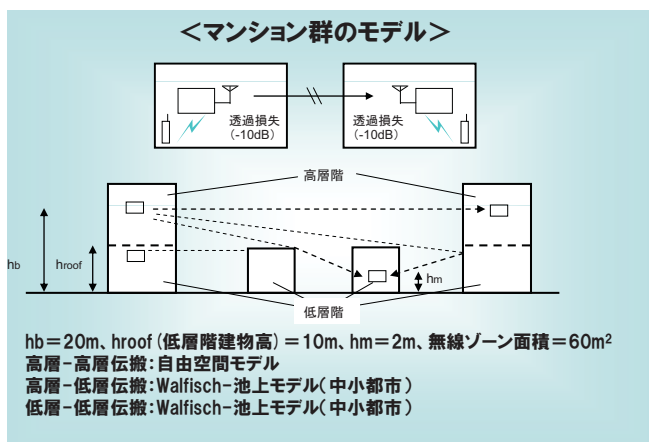
| 周波数 | 居住空間 | 事務所 |
|------------|------|---------------------------------|
| 900MHz | — | 9(1フロア) 19(2フロア) 24(3フロア) |
| 1.8-2.0GHz | 4n | 15+4(n-1) |

16

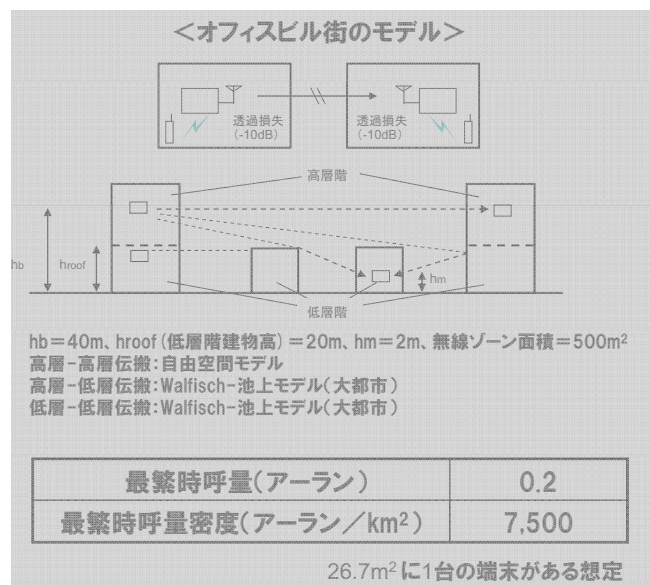
干渉検討モデル（マンション群）

◆同一帯域内（1893.5MHz～1906.1MHz）

- 家庭用の端末密度が極めて高いと考えられるマンション群を想定
- 事業所用の端末密度が極めて高いと考えられるオフィスビル街を想定



| | |
|-------------------------------|-------|
| 最繁忙呼量(アール) | 0.1 |
| 最繁忙呼量密度(アール/km ²) | 1.667 |



| | |
|-------------------------------|-------|
| 最繁忙呼量(アール) | 0.2 |
| 最繁忙呼量密度(アール/km ²) | 7,500 |

26.7m²に1台の端末がある想定

◆検討方法

トラヒック計算によって、通話CH数の評価 及び接続品質の評価を行う

マンション群における干渉検討の想定条件

◆想定条件の設定

- 家庭用のモデルとして、「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」一部答申（H19.12.20）別添2を参考に、東京都において最も人口密度の高い中野区本町地区の世帯密度を用いる。
- 各住宅内に一对の家庭用端末(親機、子機)が設置され、屋内利用されるものとする。
- 屋内利用では、無線ゾーンが小さいことから希望波レベルが大きいため、所要CIRを十分確保できるものとする。
- 電気通信技術審議会答申諮問第52号 参考資料10における周波数繰返し利用の検討例を参考に、電波伝搬モデルを変えて実施する。
- 妨害信号レベルがキャリアセンスレベル以下になれば送信可能となるため、干渉距離以上で周波数繰返し可能と判断する。
- 高層-高層伝搬には自由空間モデルを、高層-低層伝搬及び低層-低層伝搬にはWalfisch-池上モデル(中小都市)を使用する。

◆各方式の必要減衰量

| | 現行方式 | DECT | sPHS |
|------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 必要減衰量 (dB) | -76.0 | -70.5 | -69.0 |

等価繰り返し距離モデルの計算（マンション群）

◆干渉距離及び周波数繰り返し距離の計算

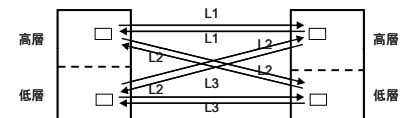
| | | PHS | | DECT | | sPHS | |
|-----------|-------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) |
| 家庭(マンション) | 高層-高層 | 80.1 | 86.1 | 42.5 | 48.5 | 35.8 | 41.8 |
| | 高層-低層 | 40.3 | 46.3 | 28.9 | 34.9 | 26.4 | 32.4 |
| | 低層-低層 | 13.0 | 19.0 | 9.3 | 15.3 | 8.5 | 14.5 |

(注)sPHSとの干渉検討も必要のため、以降、sPHSもDECTと同様の手法で算出する

◆等価繰り返し距離及び周波数繰り返し面積に含まれる無線ゾーン数の計算

上記から等価繰り返し距離 Leq を定義する

- 高層-高層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L1$
- 高層-低層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L2$
- 低層-低層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L3$ として、



$$Leq = \frac{L1 \times (\text{高層-高層の組合せ数}) + L2 \times (\text{高層-低層の組合せ数}) + L3 \times (\text{低層-低層の組合せ数})}{(\text{すべての組合せ数})}$$

$$= 0.25L1 + 0.5L2 + 0.25L3$$

マンションの無線ゾーンの大きさを $60m^2$ とすると、等価繰り返し距離 (Leq) 及び周波数繰り返し面積内に含まれる無線ゾーン数は、以下ようになる。

| | PHS | | DECT | | sPHS | |
|-----------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | Leq (m) | 無線ゾーン数 | Leq (m) | 無線ゾーン数 | Leq (m) | 無線ゾーン数 |
| 家庭(マンション) | 49.4 | 127.8 | 33.4 | 58.4 | 30.3 | 48.1 |

19

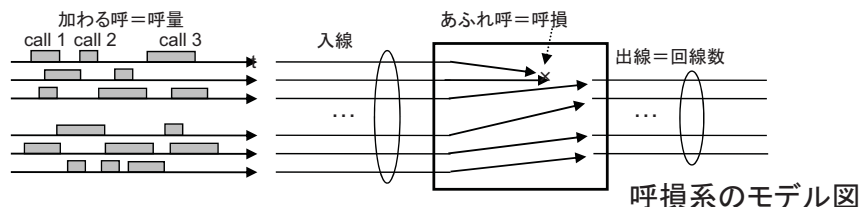
最繁時に必要な通話CH数の計算（マンション群）

◆通話CH数の推定

- 通話CH数の推定には、呼損系におけるブロック確率を求めるアーランB式を使用する

$$B = (a^n/n!) / (1 + a/1! + a^2/2! + a^3/3! + \dots + a^n/n!)$$

B:呼損率、a:呼量、n:回線数



◆家庭(マンション)におけるトラフィック計算モデル

| | 最繁時呼量 (erl/世帯) | 最繁時呼量密度 (erl/km2) |
|-----------|----------------|-------------------|
| 家庭(マンション) | 0.1 | 1600~1700 *1 |

*1 東京都において最も人口密度の高い中野区本町地区の世帯密度 = 14886世帯/km2 (2006.7.1現在) からみても十分といえる

◆周波数繰り返し面積における最繁時呼量

| | PHS | DECT | sPHS |
|-------------|------|------|------|
| 最繁時呼量 (erl) | 12.8 | 5.84 | 4.81 |

◆最繁時呼量が増えた時に必要な通話CH数(呼損率1%:アーランB式利用)

| | PHS | DECT | sPHS |
|-------------|-----|------|------|
| 必要な通話チャンネル数 | 21 | 12 | 11 |

20

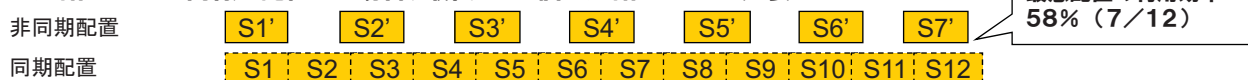
非同期設置時における回線利用効率の考え方

◆スロット配置方法

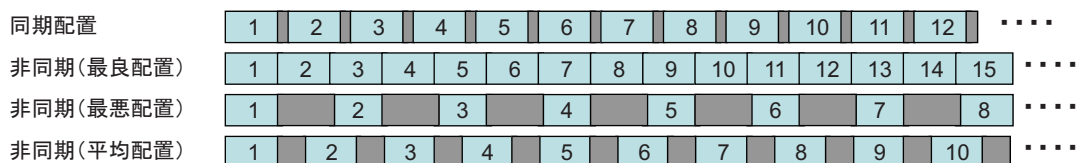
基地局(親機)を非同期設置した時、TDMAの1つの通話スロットは最悪2つの通話スロットに干渉を与える
 現行方式の通話スロットをランダムに1つ取り、そこから始まる1フレーム時間内に最も少ない数で1フレーム全体
 に干渉を与えるように通話スロットをランダムに配置した場合、最低でも3個の通話スロットが必要となる



DECTの通話スロットも同様に配置した場合、最低でも7個の通話スロットが必要となる



ところで、通話スロットにはデータを送信しないガードタイムが存在し、ガードタイム区間では干渉を与えない
 したがって、ここではガードタイムも含めて一般化したスロット配置を考えることとする
 ガードタイムを考慮すると、以下の4種類のスロット配置方法が考えられる(ここでは多重数にはこだわらない)



同期配置 = スロット時間毎に通話CHを配置する
 最良配置 = 送信データが衝突しないようにガード時間を省いた時間(以下、送信データ時間とする)に通話CHを配置する
 最悪配置 = 送信データの衝突を最も多く発生させるために、送信データ時間の2倍弱の間隔で通話CHを配置する
 平均配置 = 最良配置と最悪配置の中間、すなわち送信データ時間の1.5倍の間隔で通話CHを配置する

通話CHの利用効率は、多重数とガードタイムがスロット時間に占める割合で決定される

最繁時に準備可能な通話CH数と最繁時呼損率(マンション群)

◆非同期設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- 単一システムのみ設置した場合の通話CH数と回線利用効率

| | 現行方式 | | DECT(標準) | | DECT(広帯域) | | sPHS(参考) | |
|-------------|----------|--------|----------|--------|-----------|--------|----------|--------|
| | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 |
| 同期設置 | 160 | 100% | 60 | 100% | 30 | 100% | 28 | 100% |
| 非同期設置(最良配置) | 160 | 100% | 65 | 108% | 35 | 117% | 28 | 100% |
| 非同期設置(最悪配置) | 120 | 75% | 35 | 58% | 20 | 67% | 21 | 75% |
| 非同期設置(平均配置) | 120 | 75% | 45 | 75% | 25 | 83% | 21 | 75% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量加わった場合の呼損率

| | 現行方式 | DECT(標準) | DECT(広帯域) | sPHS(参考) |
|---------------------|----------|----------|-----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャネル数 | 21 | 12 | 12 | 11 |
| 非同期設置(最悪配置)時の総チャネル数 | 120 | 35 | 20 | 84 |
| 最繁時呼損率 | 2.56E-72 | 1.88E-16 | 2.55E-06 | 4.91E-72 |

家庭用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、いずれの方式も単一システムでの設置であれば
 最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

現行方式とDECT共存環境下での干渉検討1（マンション群）

◆ 現行方式とDECTの共存環境下での干渉距離計算

| | 現行方式 | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量(dB) | -76.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -77.5 | -70.5 |

共存環境下では、現行方式はDECTからの干渉が大きいですが、DECTは現行方式からの干渉よりDECT同士での干渉の方が大きい

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| 家庭(マンション) | 現行方式 | |
|-----------------------|---------|-----------|
| | 干渉距離(m) | 繰り返し距離(m) |
| 高層-高層(自由空間伝搬損) | 95.2 | 101.2 |
| 高層-低層(Walfisch-池上モデル) | 44.2 | 50.2 |
| 低層-低層(Walfisch-池上モデル) | 14.2 | 20.2 |

左表より以下が求まる

- 等価繰り返し距離 =

$$0.25 \times 101.2 + 0.5 \times 50.2 + 0.25 \times 20.2 = 55.4\text{m}$$

- 周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数 =

$$55.4 \times 55.4 \times 3.14 / 60 = 160$$

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1で混在しているものとする)

| | 現行方式 | DECT |
|------------|------|------|
| 最繁時呼量(erl) | 8.04 | 2.92 |
| 必要な通話CH数 | 15 | 8 |

最繁時の呼損率を1%として算出

23

現行方式とDECT共存環境下での干渉検討2（マンション群）

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| | 現行方式 w/DECT(標準) | | 現行方式 w/DECT(広帯域) | | DECT(標準) w/現行方式 | | DECT(広帯域) w/現行方式 | |
|---------------|-----------------|--------|------------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|
| | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 55 | 34% | 51 | 32% | 26 | 43% | 20 | 67% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 58 | 36% | 55 | 34% | 33 | 55% | 26 | 87% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 41 | 26% | 41 | 26% | 20 | 33% | 20 | 67% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 45 | 28% | 41 | 26% | 26 | 43% | 20 | 67% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| | 現行方式 w/DECT(標準) | 現行方式 w/DECT(広帯域) | DECT(標準) w/現行方式 | DECT(広帯域) w/現行方式 |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 最繁時に必要な通話チャネル数 | 15 | 15 | 8 | 8 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャネル数 | 41 | 41 | 20 | 20 |
| 最繁時呼損率 | 1.23E-16 | 1.23E-16 | 4.50E-11 | 4.50E-11 |

家庭用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、現行方式とDECTの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

24

sPHSとDECT共存環境下での干渉検討1（マンション群）

◆ sPHSとDECTの共存環境下での干渉距離計算

| | sPHS | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -62.0 | -62.0 |
| sPHSからの必要減衰量(dB) | -69.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -70.5 | -70.5 |

共存環境下では、sPHSはDECTからの干渉が大きい、DECTはsPHSからの干渉よりDECT同士での干渉の方が大きい

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| 家庭(マンション) | sPHS | |
|-----------------------|---------|-----------|
| | 干渉距離(m) | 繰り返し距離(m) |
| 高層-高層(自由空間伝搬損) | 42.5 | 48.5 |
| 高層-低層(Walfisch-池上モデル) | 28.9 | 34.9 |
| 低層-低層(Walfisch-池上モデル) | 9.3 | 15.3 |

左表より以下が求まる

- 等価繰り返し距離 =

$$0.25 \times 48.5 + 0.5 \times 34.9 + 0.25 \times 15.3 = 33.4\text{m}$$

- 周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数 =

$$33.4 \times 33.4 \times 3.14 / 60 = 58.4$$

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1で混在しているものとする)

| | sPHS | DECT |
|------------|------|------|
| 最繁時呼量(erl) | 2.92 | 2.92 |
| 必要な通話CH数 | 8 | 8 |

最繁時の呼損率を1%として算出

25

sPHSとDECT共存環境下での干渉検討2（マンション群）

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| | sPHS w/DECT(標準) | | sPHS w/DECT(広帯域) | | DECT(標準) | | DECT(広帯域) | |
|---------------|-----------------|--------|------------------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 16 | 57% | 12 | 43% | 27 | 45% | 21 | 70% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 9 | 32% | 9 | 32% | 16 | 27% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| | sPHS w/DECT(標準) | sPHS w/DECT(広帯域) | DECT(標準) | DECT(広帯域) |
|-----------------------|-----------------|------------------|----------|-----------|
| 最繁時に必要な通話チャネル数 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャネル数 | 36 | 36 | 16 | 16 |
| 最繁時呼損率 | 8.22E-27 | 8.22E-27 | 7.20E-08 | 7.20E-08 |

家庭用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、sPHSとDECTの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

26

現行方式とDECTとsPHS共存環境下での干渉検討1（マンション群）

◆ 現行方式とDECTとsPHSの共存環境下での干渉距離計算

| | 現行方式 | DECT | sPHS |
|-------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量 (dB) | -76.0 | -69.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -77.5 | -70.5 | -70.5 |
| sPHSからの必要減衰量 (dB) | -76.0 | -69.0 | -69.0 |

現行方式とDECTとsPHSを混在させた場合、現行方式とsPHSはDECTからの干渉が強く、DECTはDECT同士の干渉の方が現行方式とsPHSからの干渉より大きい

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| 家庭(マンション) | 現行方式 | | DECT | | sPHS | |
|-----------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) |
| 高層—高層(自由空間伝搬損) | 95.2 | 101.2 | 42.5 | 48.5 | 42.5 | 48.5 |
| 高層—低層(Walfisch-池上モデル) | 44.2 | 50.2 | 28.9 | 34.9 | 28.9 | 34.9 |
| 低層—低層(Walfisch-池上モデル) | 14.2 | 20.2 | 9.3 | 15.3 | 9.3 | 15.3 |

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1:1で混在しているものとする)

| | 現行方式 | DECT | sPHS |
|------------|------|------|------|
| 最繁時呼量(eri) | 5.36 | 1.95 | 1.95 |
| 必要通話チャンネル数 | 12 | 7 | 7 |

最繁時の呼損率を1%として算出

27

現行方式とDECTとsPHS共存環境下での干渉検討2（マンション群）

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| 現行方式+DECT(標準)+sPHS | 現行方式 | | DECT(標準) | | sPHS | |
|--------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 45 | 28% | 11 | 18% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 45 | 28% | 11 | 18% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 34 | 21% | 8 | 13% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 34 | 21% | 8 | 13% | 8 | 29% |

| 現行方式+DECT(広帯域)+sPHS | 現行方式 | | DECT(広帯域) | | sPHS | |
|---------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 43 | 27% | 8 | 27% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 45 | 28% | 11 | 37% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 34 | 21% | 8 | 27% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 34 | 21% | 8 | 27% | 8 | 29% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| 現行方式+DECT(標準)+sPHS | 現行方式 | DECT(標準) | sPHS |
|------------------------|----------|----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャンネル数 | 12 | 7 | 7 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャンネル数 | 34 | 8 | 32 |
| 最繁時呼損率 | 9.68E-17 | 7.30E-04 | 9.81E-28 |

| 現行方式+DECT(広帯域)+sPHS | 現行方式 | DECT(広帯域) | sPHS |
|------------------------|----------|-----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャンネル数 | 12 | 7 | 7 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャンネル数 | 34 | 8 | 32 |
| 最繁時呼損率 | 9.68E-17 | 7.30E-04 | 9.81E-28 |

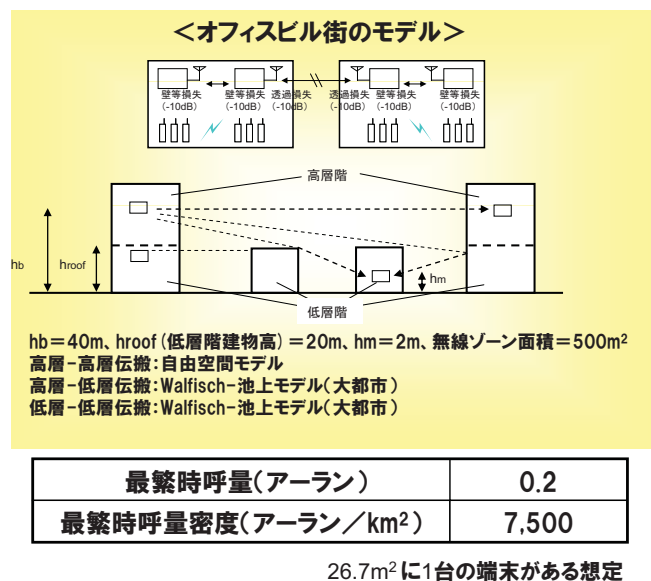
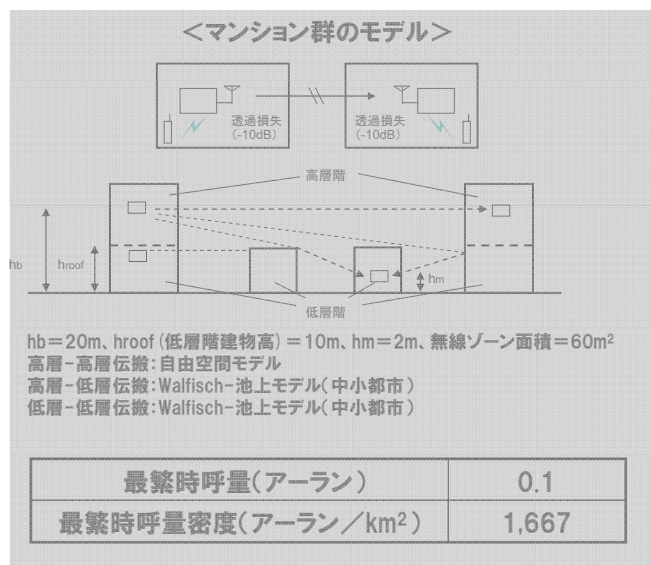
家庭用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、現行方式とDECTとsPHSの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

28

干渉検討モデル（オフィスビル街）

◆同一帯域内（1893.5MHz～1906.1MHz）

- 家庭用の端末密度が極めて高いと考えられるマンション群を想定
- 事業所用の端末密度が極めて高いと考えられるオフィスビル街を想定



◆検討方法

トラフィック計算によって、通話CH数の評価及び接続品質の評価を行う

29

オフィスビル街における干渉検討の想定条件

◆想定条件の設定

- 事業所用のモデルとして、実際の設置例を基に最繁忙呼量密度を7500アールン/km²に設定した。また最繁忙呼量を0.2アールンとおくことで、端末密度が26.7m²に1台となり、道路等を含めたオフィスビル街の想定としては十分と考える。
- オフィスビルの各フロアに1種類の事業所用基地局及び端末(子機)が設置され、屋内利用されるものとする。(フロア内の高密度環境下での混在については、別途検討する)
- フロア毎に独立したシステムの屋内利用では、無線ゾーンが小さいことから希望波レベルが大きいいため、所要CIRを十分確保できるものとする。
- 電気通信技術審議会答申諮問第52号 参考資料10における周波数繰り返し利用の検討例を参考に、電波伝搬モデルを変えて実施する。
- 家庭よりも高密度に配置されるため、電波干渉は、ビル間伝搬だけでなく、フロア間での屋内伝搬も考慮する。
- 妨害信号レベルがキャリアセンスレベル以下になれば送信可能となるため、干渉距離以上で周波数繰り返し可能と判断する。
- 高層-高層伝搬には自由空間モデルを、高層-低層伝搬及び低層-低層伝搬にはWalfisch-池上モデル(大都市)を使用する。

30

オフィスビル街における干渉検討のパラメータ

◆各方式の必要減衰量

| ビル間伝搬 | 現行方式 | DECT | sPHS |
|------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 壁等/透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 必要減衰量 (dB) | -76.0 | -70.5 | -69.0 |

自由空間
Walfisch-池上

| フロア間伝搬 | 現行方式 | DECT | sPHS |
|------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 必要減衰量 (dB) | -96.0 | -90.5 | -89.0 |

Rec.ITU-R
P.1238-6

等価繰り返し距離モデルの計算（オフィスビル街）

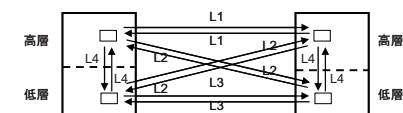
◆干渉距離及び周波数繰り返し距離の計算

| | | PHS | | DECT | | sPHS | |
|-----|-------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) |
| 事業所 | 高層-高層 | 80.1 | 86.1 | 42.5 | 48.5 | 35.8 | 41.8 |
| | 高層-低層 | 30.3 | 36.3 | 21.7 | 27.7 | 19.8 | 25.8 |
| | 低層-低層 | 7.2 | 13.2 | 5.1 | 11.1 | 4.7 | 10.7 |
| | フロア間 | 8.2 | 14.2 | 5.4 | 11.4 | 4.8 | 10.8 |

◆等価繰り返し距離及び周波数繰り返し面積に含まれる無線ゾーン数の計算

上記から等価繰り返し距離 Leq を定義する

- 高層-高層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L1$
- 高層-低層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L2$
- 低層-低層の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L3$
- フロア間の任意の2局の組合せに対して、繰り返し距離を $L4$ として、



$$Leq = \frac{L1 \times (\text{高層-高層の組合せ数}) + L2 \times (\text{高層-低層の組合せ数}) + L3 \times (\text{低層-低層の組合せ数}) + L4 \times (\text{フロア間の組合せ数})}{(\text{すべての組合せ数})}$$

$$= \frac{(2/12) \times L1 + (4/12) \times L2 + (2/12) \times L3 + (4/12) \times L4}{1}$$

事業所の無線ゾーンの大きさを 500m^2 とすると、等価繰り返し距離 (Leq) 及び周波数繰り返し面積内に含まれる無線ゾーン数は、以下のようになる。

| 事業所 | PHS | | DECT | | sPHS | |
|-----|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | Leq (m) | 無線ゾーン数 | Leq (m) | 無線ゾーン数 | Leq (m) | 無線ゾーン数 |
| | 33.4 | 7.0 | 23.0 | 3.3 | 21.0 | 2.8 |

最繁時に必要な通話CH数の計算（オフィスビル街）

◆通話CH数の推定

- 通話CH数の推定は、マンション群と同じ呼損系モデルを使用する

◆事業所(オフィスビル街)におけるトラヒック計算モデル

| 事業所 | 最繁時呼量(erl/端末) | 最繁時呼量密度(erl/km2) |
|-----|---------------|------------------|
| | 0.2 | 7,500 |

◆周波数繰り返し面積における最繁時呼量

| 最繁時呼量(erl) | PHS | DECT | sPHS |
|------------|------|------|------|
| | 26.3 | 12.5 | 10.4 |

◆最繁時呼量が加わった時に必要な通話CH数(呼損率1%:アーランB式利用)

| 必要な通話チャンネル数 | PHS | DECT | sPHS |
|-------------|-----|------|------|
| | 37 | 21 | 18 |

最繁時に準備可能な通話CH数と最繁時呼損率(オフィスビル街)

◆非同期設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- 単一システムのみ設置した場合の通話CH数と回線利用効率

| | 現行方式 | | DECT(標準) | | DECT(広帯域) | | sPHS | |
|-------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 |
| 同期設置 | 160 | 100% | 60 | 100% | 30 | 100% | 28 | 100% |
| 非同期設置(最良配置) | 160 | 100% | 65 | 108% | 35 | 117% | 28 | 100% |
| 非同期設置(最悪配置) | 120 | 75% | 35 | 58% | 20 | 67% | 21 | 75% |
| 非同期設置(平均配置) | 120 | 75% | 45 | 75% | 25 | 83% | 21 | 75% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| | 現行方式 | DECT(標準) | DECT(広帯域) | sPHS |
|----------------------|----------|----------|-----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャンネル数 | 37 | 21 | 21 | 18 |
| 非同期設置(最悪配置)時の総チャンネル数 | 120 | 35 | 20 | 84 |
| 最繁時呼損率 | 1.33E-40 | 8.34E-08 | 1.32E-02 | 2.32E-46 |

事業所用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、いずれの方式も単一システムでの設置であれば最繁時に必要な通話CH数をほぼ確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい
但し、DECT(広帯域)の場合は、無線ゾーンを狭くする(=基地局を増やす)が同期設置することが望ましい

現行方式とDECT共存環境下での干渉検討1(オフィスビル街)

◆ 現行方式とDECTの共存環境下での干渉距離計算

| ビル間伝搬 | 現行方式 | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 壁等または透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量(dB) | -76.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -77.5 | -70.5 |

| フロア間伝搬 | 現行方式 | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量(dB) | -96.0 | -89.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -97.5 | -90.5 |

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| 事業所 | 現行方式 | |
|-----------------------|---------|-----------|
| | 干渉距離(m) | 繰り返し距離(m) |
| 高層-高層(自由空間伝搬損) | 95.2 | 101.2 |
| 高層-低層(Walfisch-池上モデル) | 33.2 | 39.2 |
| 低層-低層(Walfisch-池上モデル) | 7.8 | 13.8 |
| フロア間(ITU-R P.1238-6) | 9.2 | 15.2 |

左表より以下が求まる

- 等価繰り返し距離 =

$$(2/12) \times 101.2 + (4/12) \times 39.2 + (2/12) \times 13.8 + (4/12) \times 15.2 = 37.3m$$

- 周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数 =

$$37.3 \times 37.3 \times 3.14 / 500 = 8.7$$

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1で混在しているものとする)

| | 現行方式 | DECT |
|------------|------|------|
| 最繁時呼量(erl) | 16.3 | 6.23 |
| 必要な通話CH数 | 26 | 13 |

最繁時の呼損率を1%として算出

35

現行方式とDECT共存環境下での干渉検討2(オフィスビル街)

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| | sPHS w/DECT(標準) | | sPHS w/DECT(広帯域) | | DECT(標準) | | DECT(広帯域) | |
|---------------|-----------------|--------|------------------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 16 | 57% | 12 | 43% | 27 | 45% | 21 | 70% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 9 | 32% | 9 | 32% | 16 | 27% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| | 現行方式 w/DECT(標準) | 現行方式 w/DECT(広帯域) | DECT(標準) | DECT(広帯域) |
|-----------------------|-----------------|------------------|----------|-----------|
| 最繁時に必要な通話チャネル数 | 26 | 26 | 13 | 13 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャネル数 | 41 | 41 | 20 | 20 |
| 最繁時呼損率 | 1.25E-07 | 1.25E-07 | 6.31E-06 | 6.31E-06 |

事業所用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、現行方式とDECTの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

36

sPHSとDECT共存環境下での干渉検討1（オフィスビル街）

◆ sPHSとDECTの共存環境下での干渉距離計算

| ビル間伝搬 | sPHS | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -62.0 | -62.0 |
| sPHSからの必要減衰量 (dB) | -69.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -70.5 | -70.5 |

| フロア間伝搬 | sPHS | DECT |
|-------------------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -62.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量 (dB) | -89.0 | -89.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -90.5 | -90.5 |

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| 事業所 | sPHS | |
|------------------------|----------|------------|
| | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) |
| 高層-高層 (自由空間伝搬損) | 42.5 | 48.5 |
| 高層-低層 (Walfisch-池上モデル) | 21.7 | 27.7 |
| 低層-低層 (Walfisch-池上モデル) | 5.1 | 11.1 |
| フロア間 (ITU-R P.1238-6) | 5.4 | 11.4 |

左表より以下が求まる

- 等価繰り返し距離 =

$$(2/12) \times 48.5 + (4/12) \times 27.7 + (2/12) \times 11.1 + (4/12) \times 11.4 = 23.0\text{m}$$

- 周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数 =

$$23.0 \times 23.0 \times 3.14 / 500 = 3.32$$

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1で混在しているものとする)

| | sPHS | DECT |
|-------------|------|------|
| 最繁時呼量 (erl) | 6.23 | 6.23 |
| 必要な通話CH数 | 13 | 13 |

最繁時の呼損率を1%として算出

37

sPHSとDECT共存環境下での干渉検討2（オフィスビル街）

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| | sPHS w/DECT(標準) | | sPHS w/DECT(広帯域) | | DECT(標準) w/sPHS | | DECT(広帯域) w/sPHS | |
|---------------|-----------------|--------|------------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|
| | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 16 | 57% | 12 | 43% | 27 | 45% | 21 | 70% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 9 | 32% | 9 | 32% | 16 | 27% | 16 | 53% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 12 | 43% | 9 | 32% | 21 | 35% | 16 | 53% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| | sPHS w/DECT(標準) | sPHS w/DECT(広帯域) | DECT(標準) w/sPHS | DECT(広帯域) w/sPHS |
|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 最繁時に必要な通話チャネル数 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャネル数 | 36 | 36 | 16 | 16 |
| 最繁時呼損率 | 2.12E-16 | 2.12E-16 | 4.87E-04 | 4.87E-04 |

事業所用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、DECTとsPHSの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数を確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい

38

現行方式とDECTとsPHS共存環境下での干渉検討1（オフィスビル街）

◆ 現行方式とDECTとsPHSの共存環境下での干渉距離計算

| ビル間伝搬 | 現行方式 | DECT | sPHS |
|-------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | -20.0 | -20.0 | -20.0 |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量 (dB) | -76.0 | -69.0 | -69.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -77.5 | -70.5 | -70.5 |
| sPHSからの必要減衰量 (dB) | -76.0 | -69.0 | -69.0 |

| フロア間伝搬 | 現行方式 | DECT | sPHS |
|-------------------|-------|-------|-------|
| 送信電力 (dBm) | 19.0 | 20.5 | 19.0 |
| 送信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| 透過損失 (dB) | | | |
| 受信アンテナ利得 (dBi) | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| キャリアセンスレベル (dBm) | -69.0 | -62.0 | -62.0 |
| 現行方式からの必要減衰量 (dB) | -96.0 | -89.0 | -89.0 |
| DECTからの必要減衰量 (dB) | -97.5 | -90.5 | -90.5 |
| sPHSからの必要減衰量 (dB) | -96.0 | -89.0 | -89.0 |

◆ 干渉距離、等価繰り返し距離、周波数繰り返し面積内の無線ゾーン数の計算

■ 単独システムの場合と同様に計算する

| | 現行方式 | | DECT | | sPHS | |
|-----------------------|----------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) | 干渉距離 (m) | 繰り返し距離 (m) |
| 高層—高層(自由空間伝搬損) | 95.2 | 101.2 | 42.5 | 48.5 | 42.5 | 48.5 |
| 高層—低層(Walfisch-池上モデル) | 33.2 | 39.2 | 21.7 | 27.7 | 21.7 | 27.7 |
| 低層—低層(Walfisch-池上モデル) | 7.8 | 13.8 | 5.1 | 11.1 | 5.1 | 11.1 |
| フロア間 (ITU-R P.1238-6) | 9.2 | 15.2 | 5.4 | 11.4 | 5.4 | 11.4 |

◆ 周波数繰り返し面積における最繁時呼量と必要な通話CH数の計算

■ 単独システム場合と同様に計算する(但し呼量1:1:1で混在しているものとする)

| | 現行方式 | DECT | sPHS |
|-------------|------|------|------|
| 最繁時呼量 (erl) | 10.9 | 4.1 | 4.1 |
| 必要通話チャンネル数 | 19 | 10 | 10 |

最繁時の呼損率を1%として算出

39

現行方式とDECTとsPHS共存環境下での干渉検討2（オフィスビル街）

◆ 非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率の計算

- システムが混在しているため、スロット時間やガード時間の相違、占有帯域幅の相違から、時間方向、周波数方向の劣化度合いを求め、非同期混在設置時の通話CH数と回線利用効率を算出する。

| 現行方式+DECT(標準)+sPHS | 現行方式 | | DECT(標準) | | sPHS | |
|--------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 45 | 28% | 11 | 18% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 45 | 28% | 11 | 18% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 34 | 21% | 8 | 13% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 34 | 21% | 8 | 13% | 8 | 29% |

| 現行方式+DECT(広帯域)+sPHS | 現行方式 | | DECT(広帯域) | | sPHS | |
|---------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 | 総通話チャンネル数 | 回線利用効率 |
| 同期混在設置 | 43 | 27% | 8 | 27% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(最良配置) | 45 | 28% | 11 | 37% | 11 | 39% |
| 非同期混在設置(最悪配置) | 34 | 21% | 8 | 27% | 8 | 29% |
| 非同期混在設置(平均配置) | 34 | 21% | 8 | 27% | 8 | 29% |

- 最繁時に必要な通話CH数と非同期混在設置された場合に利用可能な通話CH数及び最繁時呼量に加わった場合の呼損率

| 現行方式+DECT(標準)+sPHS | 現行方式 | DECT(標準) | sPHS |
|------------------------|----------|----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャンネル数 | 19 | 10 | 10 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャンネル数 | 34 | 8 | 32 |
| 最繁時呼損率 | 1.17E-08 | 3.36E-02 | 2.56E-18 |

| 現行方式+DECT(広帯域)+sPHS | 現行方式 | DECT(広帯域) | sPHS |
|------------------------|----------|-----------|----------|
| 最繁時に必要な通話チャンネル数 | 19 | 10 | 10 |
| 非同期混在設置(最悪配置)時の総チャンネル数 | 34 | 8 | 32 |
| 最繁時呼損率 | 1.17E-08 | 3.36E-02 | 2.56E-18 |

事業所用の端末密度が極めて高いエリアにおいて、現行方式とDECTとsPHSの共存環境下で非同期混在設置させても、最繁時に必要な通話CH数をほぼ確保でき、かつ最繁時呼損率も小さい。但し、DECTの場合は無線ゾーンを狭くする(=基地局を増やす)か同期設置することが望ましい

40

オフィス同一フロア内での干渉検討1

◆ 高密度で設置される事業所環境での追加検討

■ 高密度環境の事業所における計算モデル

| | |
|-------------------------------------|--------|
| 想定最繁時呼量@端末 (erl) | 0.2 |
| 想定端末ゾーンサイズ (m ²) | 8.0 |
| 高密度設置最繁時呼量密度 (erl/km ²) | 25,000 |

従来(7,500erl/km²)の3.3倍の高密度端末配置

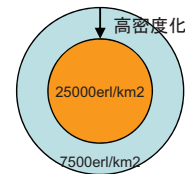
■ 事業所屋内環境で、周囲の干渉影響を考慮した周波数等価繰り返し距離は、以下であった

| | | |
|--------------|------|------|
| | 現行方式 | DECT |
| 等価繰り返し距離 (m) | 33.4 | 23.0 |

■ 繰り返しゾーン円内では周波数を自由に利用可能であるため、この面積内の最繁時呼量で高密度環境を作れば、高密度環境で全ての周波数を利用可能であるとする

| | | |
|-----------------------------|-------|-------|
| | 現行方式 | DECT |
| 繰り返しゾーン面積 (m ²) | 3,505 | 1,662 |
| 高密度ゾーン面積 (m ²) | 1,052 | 500 |
| ゾーン内最繁時呼量 (erl) | 26.3 | 12.5 |
| 必要な通信CH数 | 37 | 21 |

(呼損率=1%で計算)



■ 高密度環境下では、以下の条件を追加する

- 屋内基地局は、同期運用されている
- 隣接するキャリアは通信CHとしては利用できない
- 制御CHを割当てするスロットは通信CHとしては利用できない

- → 現行方式の場合に利用可能な通信CHの数は、19キャリアx3スロット=57通話CH となる

オフィス同一フロア内での干渉検討2

◆ 高密度環境でのDECT混在について

■ 高密度環境の同一室内にDECT(コードレス電話付きファクシミリ等)が混在する場合を考える

■ DECTはF2,F3,F4を使用できない(必要離隔距離>>高密度ゾーン半径)

■ DECTのF1,F5利用時には各々現行方式の通信CH用キャリアの3個に干渉影響を与える

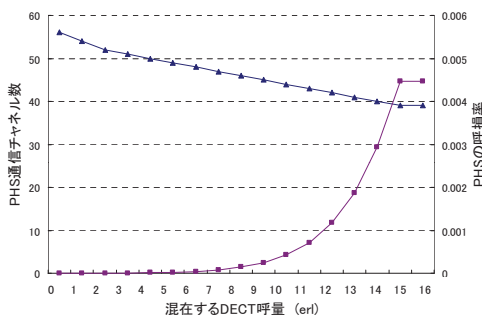
■ 現行方式は最悪6キャリアが使用できなくなる→6x4=24通話CH

■ DECTで最大利用可能な通話CH数は、2x12=24通話CH

(呼損率1%での最繁時呼量は15.3erl→77端末)

■ よって、DECTトラヒックが必要な通話CH数だけ、現行方式の通話CHが減じられるものとする

■ 現行方式の制御CH用スロットはDECTでは利用可能なため、DECT利用によって減じられる通話CH数は、DECTトラヒックの使用通話CH数の3/4倍と考える



| キャリア番号 | 周波数(MHz) | CH |
|--------|----------|----------|
| 252 | 1893.05 | TCH (1) |
| 253 | 1893.95 | TCH (2) |
| 254 | 1894.25 | TCH (3) |
| 255 | 1894.55 | TCH (4) |
| 256 | 1894.85 | TCH (5) |
| 1 | 1895.15 | TCH (6) |
| 2 | 1895.45 | TCH (7) |
| 3 | 1895.75 | TCH (8) |
| 4 | 1896.05 | TCH (9) |
| 5 | 1896.35 | TCH (10) |
| 6 | 1896.65 | TCH (11) |
| 7 | 1896.95 | TCH (12) |
| 8 | 1897.25 | TCH (13) |
| 9 | 1897.55 | TCH (14) |
| 10 | 1897.85 | TCH (15) |
| 11 | 1898.15 | TCH (16) |
| 12 | 1898.45 | COH |
| 13 | 1898.75 | TCH (17) |
| 14 | 1899.05 | TCH (18) |
| 15 | 1899.35 | TCH (19) |
| 16 | 1899.65 | TCH (20) |
| 17 | 1899.95 | TCH (21) |
| 18 | 1900.25 | COH |
| 19 | 1900.55 | TCH (22) |
| 20 | 1900.85 | TCH (23) |
| 21 | 1901.15 | TCH (24) |
| 22 | 1901.45 | TCH (25) |
| 23 | 1901.75 | TCH (26) |
| 24 | 1902.05 | TCH (27) |
| 25 | 1902.35 | TCH (28) |
| 26 | 1902.65 | TCH (29) |
| 27 | 1902.95 | TCH (30) |
| 28 | 1903.25 | TCH (31) |
| 29 | 1903.55 | TCH (32) |
| 30 | 1903.85 | TCH (33) |
| 31 | 1904.15 | TCH (34) |
| 32 | 1904.45 | TCH (35) |
| 33 | 1904.75 | TCH (36) |
| 34 | 1905.05 | TCH (37) |
| 35 | 1905.35 | TCH (38) |
| 36 | 1905.65 | TCH (39) |
| 37 | 1905.95 | TCH (40) |

高密度環境で現行方式とDECTを混在させても、現行方式の呼損率が0.45%を超えることは無い