

新しいデジタルコードレス電話の

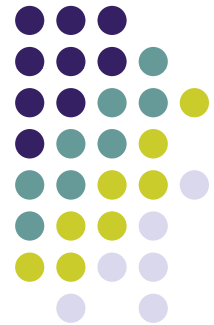
技術的条件の検討

<同一周波数帯を共用するための技術的条件の検討>

sPHS編

平成22年1月15日

京セラ株式会社



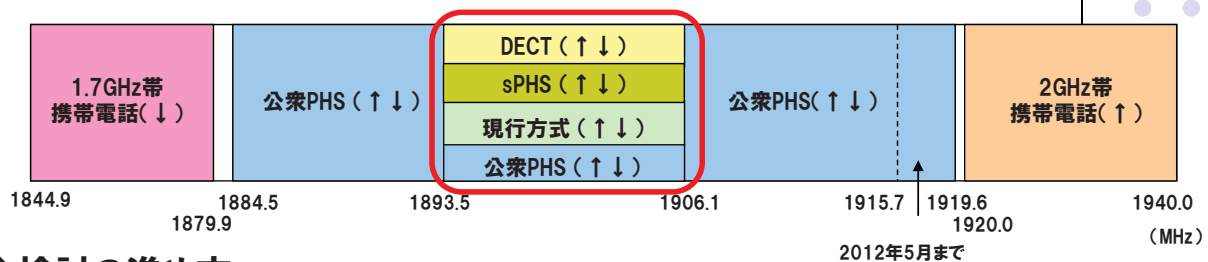
THE NEW VALUE FRONTIER



1

同一周波数帯を共用するための技術的条件の検討

◆帯域内（1893.5MHz～1906.1MHz）



◆検討の進め方

- 同一周波数帯の共用が想定される4方式の共用条件に関する項目の検討を行なう。
本資料ではsPHSと他システム(現行方式/公衆PHS/DECT)の共用条件の検討を行なう
- 各システムにおいて適用されている動的な干渉回避機能(周波数及びスロットの切り替え、ハンドオーバー、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



THE NEW VALUE FRONTIER



2

共用検討のための技術的条件



- ① 固定して考えたいもの
 - 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）
 - ② 変更が可能であって新たに検討するもの
 - キャリア周波数の位置、キャリア周波数間隔 (1) 5ページ
 - 不要発射の強度等 (2) 6ページ
 - 空中線電力 (3) 7ページ
 - 空中線の利得 (4) 7ページ
 - 占有周波数帯幅 (5) 7ページ
 - 現行方式/公衆PHS/DECTの通話CH保護 (6) 8ページ
 - ③ 共用条件により、新たに検討するもの
 - 現行方式の制御CH保護 (7) 10ページ
 - sPHS/DECTの制御CH保護 (8) 13ページ
 - 同時利用可能な最大CH数
 - 子機間直接通信
 - ④ 共用条件には関係ないが、今後検討が必要なもの
 - 識別符号等
 - 電波防護指針への適合
- (9) 別途検討を行う

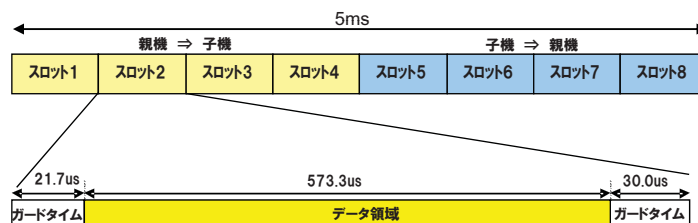
通信方式、フレーム構成、スロット構成等



- (1-1) 多重方式、アクセス方式、通信方式
 - 通信方式はTDD(時分割複信方式)とする
 - 多重方式は上りTDMA(時分割多元接続方式)、下りTDM(時分割多重方式)とする
- (1-2) フレーム構成
 - フレームは現行方式と同じ5msとし、上下対称の8スロットに分割する
- (1-3) スロット構成
 - スロットは現行方式と同様に、データ領域(573.3us)の前後にガードタイムを挟んだ構成とする

<理由>

- フレーム・スロット構成は現行方式と同等とすることにより、共存時のスロット利用率・スロット衝突確率は現行方式、公衆PHS同士と同等となるため。
- DECTとの共存環境においてもフレーム時間が整数倍(5ms, 10ms)なので、共用は可能。
- 以上の考えで、トラヒック計算では周波数リソースと通信品質に問題が無いことを確認済み。



キャリア周波数の位置、キャリア周波数間隔

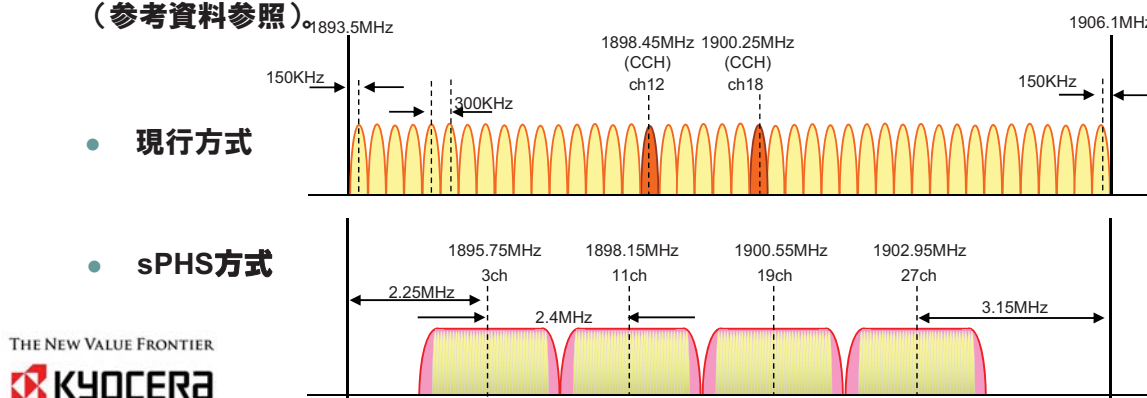


(2) キャリア周波数の位置、キャリア周波数間隔

- デジタルコードレス電話用の12.6MHzの帯域に、4つのsPHSキャリアを配置する
- 各周波数キャリアは2.4MHz間隔に配置する

<理由>

- 現行方式では12.6MHzの帯域が割当てられているため理論上は5キャリア (12MHz=2.4MHz×5キャリア)の配置を行うことができる。しかしながら隣接周波数を利用している公衆PHSの制御CHへの不要発射のレベルを確保するため、上下にガードバンドを確保した4キャリア (CH3,CH11,CH19,CH27) を割り当てることとする。
- 新システム (DECT, sPHS) では使用しない現行方式のリソースを確保 (CH252~CH254, CH31~CH37) することにより、最悪環境下においても、現行システムの動作を確保できる。
- 以上の考えで、トラヒック計算では周波数リソースと通信品質に問題が無いことを確認 (参考資料参照)



5

不要発射の強度の許容値



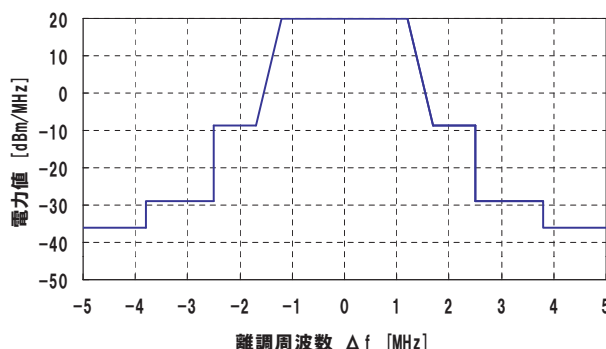
(3) 不要発射の強度の許容値

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。

- (ア) ±2.1MHz離調: -9.8dBm以下
(中心周波数から2.1MHz離れた周波数を中心に±400kHzの帯域内に輻射される電力)
- (イ) ±3.15MHz離調: -29dBm以下
(中心周波数から3.15MHz離れた周波数を中心に±500kHzの帯域内に輻射される電力)
- (ウ) ±4.3MHz以降: -36dBm/MHz以下

<理由>

- 帯域を共用する現行方式、公衆PHS、DECTについて、お互いのキャリアセンス動作に影響を与えないレベルとなっている
- 隣接周波数帯を利用する公衆PHS・携帯電話等のシステムに対して、不要発射のレベルが現行システムよりも低く抑えられており、隣接システムに与える影響は現行よりも増加しない



6

空中線電力、空中線の利得、占有周波数帯幅



(4) 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。

(5) 空中線の利得

現行方式と同じ4dBi以下とする。また、実効輻射電力が、絶対利得4dBiの空中線に10mWの空中線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。

(6) 占有周波数帯幅

- 占有周波数帯幅は、2.4MHzとする

<理由>

- ベースバンドフィルタの特性上、規定された帯域外領域の信号波形を満足するのに必要な占有周波数帯幅は2.4MHzとなるため。

THE NEW VALUE FRONTIER



7

現行方式/公衆PHS/DECTの通話CH保護 ①



(7) sPHSは他システムの通話CHとの衝突を回避するため、利用予定の通話CHの周波数・タイミングで以下のキャリアセンスを実施する。

以下の条件に合致するスロットのみを送信に使用する。

- 当該受信スロット区間を連続する4フレーム以上にわたり、キャリアセンスを行う
- キャリアセンスレベルは、-62dBm / 900kHzとする
ただし必要に応じて、現行方式1チャンネル帯域でキャリアセンスも行う
- スロット内では間欠受信ではなく、連続してキャリアセンスを行う

<理由>

- 現行方式 / 公衆PHS / DECTの送信信号との競合を確実に検知するため連続する4フレーム(20ms)の監視が必要
- 現行方式/DECT/sPHSの空きチャンネルの選択条件を等しくするため、キャリアセンスレベルは現行方式を帯域幅換算した値とする
 $-69\text{dBm} + (10 * \log(900\text{kHz} / 192\text{kHz})) = -62.3\text{dBm}$
- DECTのショートパケットも検知するため、連続したキャリアセンスが必要

THE NEW VALUE FRONTIER



8

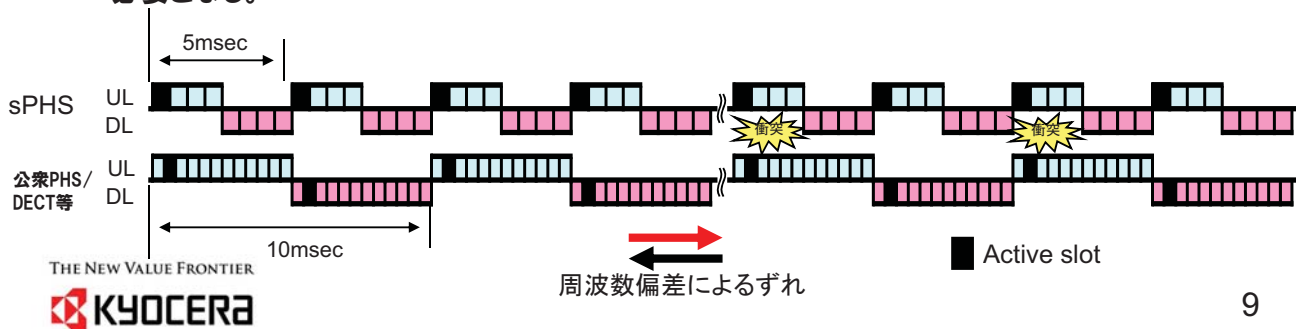
現行方式/公衆PHS/DECTの通話CH保護 ②



- お互いのシステムで通話CH確立後においてシステム間の伝送クロック誤差により、衝突が発生する事が考えられる。
これらの衝突を検出するため、毎フレームでCRCチェックを行なうことにより、チャンネル切り替え等の干渉回避動作を行なう。
- 子機は、上記の干渉回避動作にもかかわらず、連続スロットエラー状態が4秒間以上続いた場合には、受信レベルによらずその状態が復旧するまで送信を一時停止する。

<理由>

- 同一の帯域を使用して、伝送クロックの異なるTDD方式が共存するため
- 通話CHにおける共用を可能とするため、衝突時のチャンネル切り替え動作が必要となる。



9

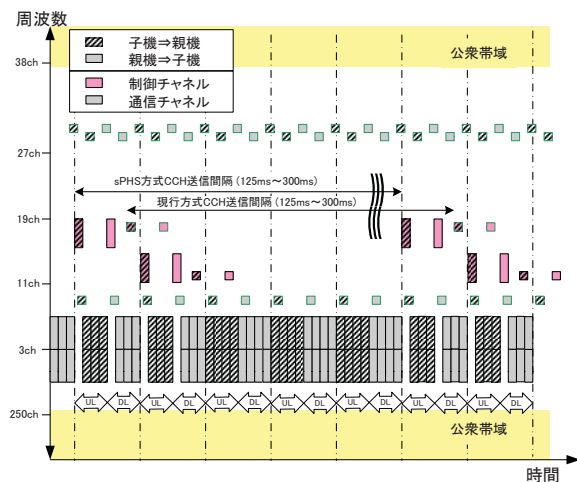
現行方式の制御CH保護 ①



- (8) 現行方式は専用周波数を持ち、キャリアセンスを行っていない。そのため他方式との共存環境においては、現行方式制御CHの干渉回避を行う必要がある。

提案を行うsPHSでは制御CHとして下記の特徴を持つ

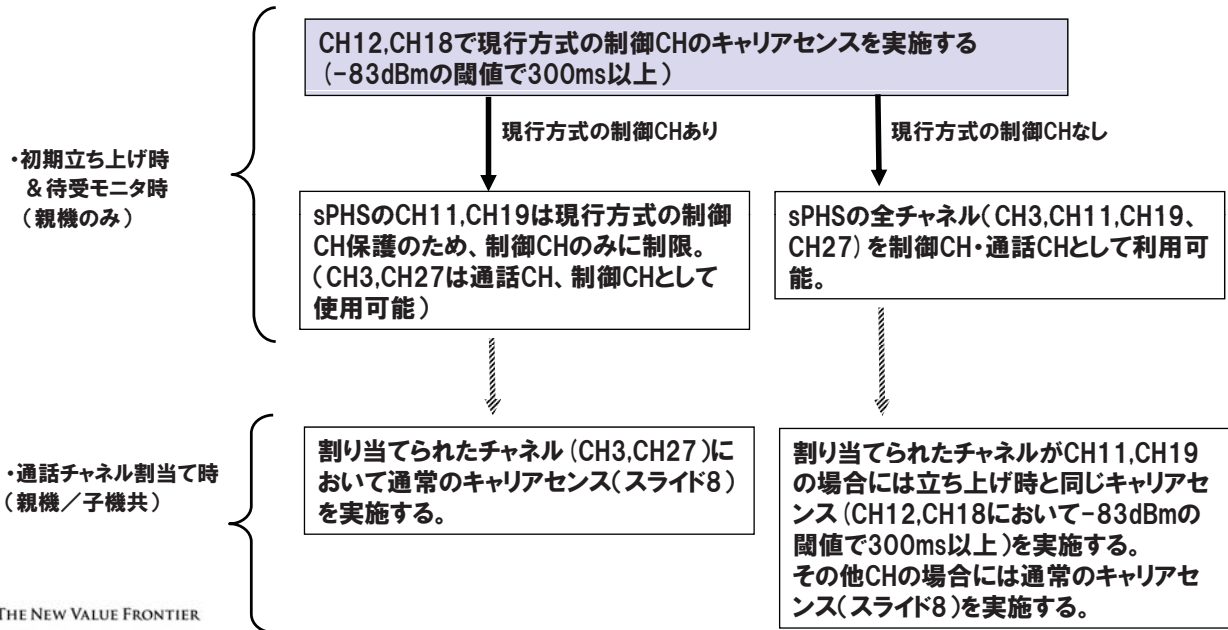
- 現行PHSと同じく、定期的な間欠送信を行い、複数の親機を時間多重で配置する
- 送信間隔は、現行方式と同じ125ms~300msで送信を行う
- 任意のチャンネル、スロットに配置が可能



現行方式の制御CH保護 ②



現行方式の制御CHを保護する事を目的として、sPHSでは立ち上げ時/チャネル割当て時に以下のようなキャリアセンスを行う。

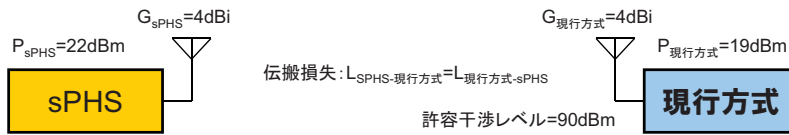


現行方式の制御CH保護 ③

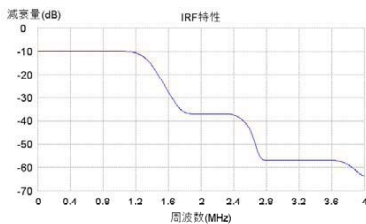


IRFと検出レベルの算定方法

- 現行方式で事業所用デジタルコードレス電話の設置を行う場合、制御CHの平均受信レベルを-65dBm (70m程度)を目標として設置を行っている。
- BER=10⁻⁴における所要SNRI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、sPHSでの現行方式の検出レベルを算出する。



$$\begin{aligned}
 &\text{sPHSからの干渉レベル: } P_{\text{sPHS}} - \text{IRF} + G_{\text{sPHS}} - L_{\text{sPHS-現行方式}} + G_{\text{現行方式}} < -90\text{dBm} \\
 &\text{sPHSでの現行方式検出レベル: } P_{\text{現行方式}} + G_{\text{現行方式}} - L_{\text{現行方式-sPHS}} + G_{\text{sPHS}} - B_{\text{sPHS}} \quad \text{※1} \\
 &= P_{\text{現行方式}} - P_{\text{sPHS}} + \text{IRF} - 90
 \end{aligned}$$



※2 sPHSのIRF特性

sPHS	現行方式	周波数差 (MHz)	IRF (dB)	sPHS所要 現行方式検出レベル	sPHSでのキャリアセンスレベル
CH3	CH12	2.7MHz	56.7dB	-36.3dB	※3
CH11	CH12	0.3MHz	9.9dB	-83.1dBm	-83dBm
CH19	CH18	0.3MHz	9.9dB	83.1dBm	-83dBm
CH27	CH18	2.7MHz	56.7dB	-36.3dB	※3

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

※2 IRF (Interference Rejection Factor): sPHS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

※3 送信スペクトラムの実力は、IRFで想定したマスクより15dB程度の改善が期待できるため、必要な離隔距離は4.2m程度となる。このため制御CH保護のためのキャリアセンスレベル閾値は設けない。

sPHS/DECTの制御CH保護



(9) 公衆PHS、現行方式は制御CHとして専用の周波数を使用しているため、前述の動作(スライド10~12)により保護が必要となる。

DECT, sPHSの制御CHは任意の周波数に配置可能なため、他システムの通話チャンネルからの干渉が発生する。

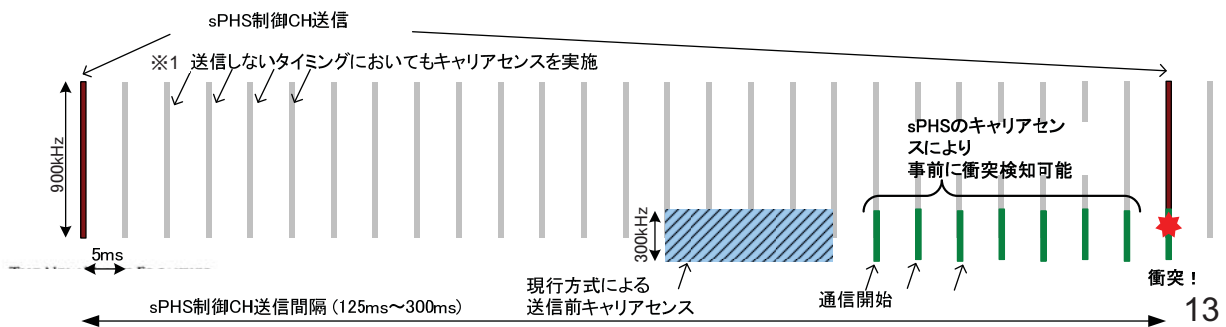
以下のキャリアセンスを行うことにより、自方式の制御CH保護を行う。

- ・被干渉 sPHSの制御CH
- ・与干渉 他システムの通話CH
(現行方式、公衆PHS、DECT)

sPHS制御CHは125~300msに625usのみ使用するが、その他の送信しないタイミングにおいてキャリアセンスを行うことにより、衝突監視を行う(下図※1タイミング)。

- ・被干渉 DECTの制御CH
- ・与干渉 他システムの通話CH
(現行方式、公衆PHS、sPHS)

DECT制御CHのペアスロットタイミング(5ms後)でのキャリアセンス、及び制御CHの送信を周期的に停止してのキャリアセンスを行い、衝突監視を行う。



参考資料



干渉検討の参考資料



◆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、必要帯域やサービス品質が十分かどうかを確認する

◆検討モデルについて

- ・使用する伝搬モデル、干渉検討モデル、呼量条件、干渉想定条件等のパラメータに関しては第3回作業班(資料2009-コ作3-2)と同一条件
- ・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

◆本資料での検討範囲について

- ・sPHS単独配置、sPHSとDECTの2システム共存環境、現行方式とsPHSとDECTの3システム共存環境における計算結果は、第3回作業班(資料2009-コ作3-2)にて報告済みのため、本資料では現行方式とsPHSの2システム共存環境におけるサービス品質の検討を行う

現行方式とsPHS共存環境下での干渉検討1 (マンション群)

● 現行方式とsPHSの共存環境下での干渉距離計算

	現行方式	sPHS
送信電力(dBm)	19.0	19.0
送信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0
送信給電系損失(dB)	0.0	0.0
透過損失(dB)	-20.0	-20.0
受信給電系損失(dB)	0.0	0.0
受信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0
キャリアセンス第2レベル	-69.0	-62.0
現行方式からの必要減衰量	76.0	69.0
sPHSからの必要減衰量	76.0	69.0

※1
sPHSのチャンネル選択はチャンネル(900kHz)単位で行うため、送信電力に関してもチャンネル単位の平均電力データ(19.-dBm / 900kHz)を用いる。

※2
共存環境下では、現行方式はsPHSからの干渉が大きいが、sPHSは現行方式からの干渉とsPHS同士での干渉と同等

● 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		sPHS	
	干渉距離	繰り返し距離	干渉距離	繰り返し距離
高層-高層	80.1m	86.1m	35.8m	41.8m
高層-低層	40.3m	46.3m	26.4m	32.4m
低層-低層	13.0m	19.0m	8.5m	14.5m

左表より以下が求まる
- 等価繰り返し距離= $0.25 \times 101.2 + 0.5 \times 50.2 + 0.25 \times 20.2 = 55.4m$
- 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)

家庭(マンション)	現行方式	sPHS
最繁時呼量(erl)	6.39	2.41
必要な通信チャンネル数	13	7



現行方式と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		sPHS	
	総通信チャネル数	チャネル利用率	総通信チャネル数	チャネル利用率
同期配置	59	37%	68	61%
非同期-最良配置	59	37%	68	61%
非同期-最悪配置	44	28%	48	43%
非同期-平均配置	44	28%	48	43%

- 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数及び最繁時呼量が加わった場合の呼損率

家庭（マンション）	現行方式	sPHS
最繁時必要チャネル数	13	7
非同期混在設置（最悪配置）時の総チャネル数	44	48
最悪配置時呼損率	1.75E-22	1.43E-44

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

THE NEW VALUE FRONTIER



17

現行方式と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sPHSの共存環境下での干渉距離計算

（ビル間伝搬）	現行方式	sPHS	（フロア間伝搬）	現行方式	sPHS
送信電力(dBm)	19.0	19.0	送信電力(dBm)	19.0	19.0
送信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0	送信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0
送信給電系損失(dB)	0.0	0.0	送信給電系損失(dB)	0.0	0.0
透過損失(dB)	-20.0	-20.0	受信給電系損失(dB)	0.0	0.0
受信給電系損失(dB)	0.0	0.0	受信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0
受信アンテナ利得(dBi)	4.0	4.0	キャリアセンス第2レベル	-69.0	-62.0
キャリアセンス第2レベル	-69.0	-62.0	現行方式からの必要減衰量	96.0	89.0
現行方式からの必要減衰量	76.0	69.0	DECTからの必要減衰量	96.0	89.0
DECTからの必要減衰量	76.0	69.0			

- 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

事業所 （オフィスビル）	現行方式		sPHS	
	干渉距離	繰り返し距離	干渉距離	繰り返し距離
高層-高層（自由空間伝搬）	80.1m	86.1m	35.8m	41.8m
高層-低層（Walfish-池上モデル）	30.3m	36.3m	19.8m	25.8m
低層-低層（Walfish-池上モデル）	7.2m	13.2m	4.7m	10.7m
フロア間（ITU-R P.1238-6）	8.2m	14.2m	4.8m	10.8m

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）

事業所（オフィスビル）	現行方式	sPHS
最繁時呼量(eri)	13.1	5.2
必要な通信チャネル数	22	12

THE NEW VALUE FRONTIER



最繁時の呼損率を1%として算出

18

現行方式と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		sPHS	
	総通信チャネル数	チャネル利用率	総通信チャネル数	チャネル利用率
同期配置	59	37%	68	61%
非同期-最良配置	59	37%	68	61%
非同期-最悪配置	44	28%	48	43%
非同期-平均配置	44	28%	48	43%

- 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数及び最繁時呼量が加わった場合の呼損率

事業所(オフィスビル)	現行方式	sPHS
最繁時必要チャネル数	22	12
非同期混在設置(最悪配置)時の総チャネル数	44	48
最悪配置時呼損率	1.23E-11	9.99E-30

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

THE NEW VALUE FRONTIER

