

1.9GHz帯における新自営システムの提案について（sXGP方式）

2016年 7月 22日
XGP-Forum TWG Ad Hoc 22 SWG for sXGP

sXGP方式導入に向けた背景

1.9GHz帯の自営用バンドでは、現在3つの方式（PHS、DECT、sPHS）[※]が規定されている。

※PHS：時分割多元接続方式狭帯域デジタルコードレス電話 DECT：時分割多元接続方式広帯域デジタルコードレス電話
sPHS：時分割・直交周波数分割多元接続方式デジタルコードレス電話

このうち、次世代のPHS方式として期待していたsPHS方式は、OFDMの技術を利用した周波数利用効率の高いシステムであるが、現時点までサポートする製品が無い状況が継続している。

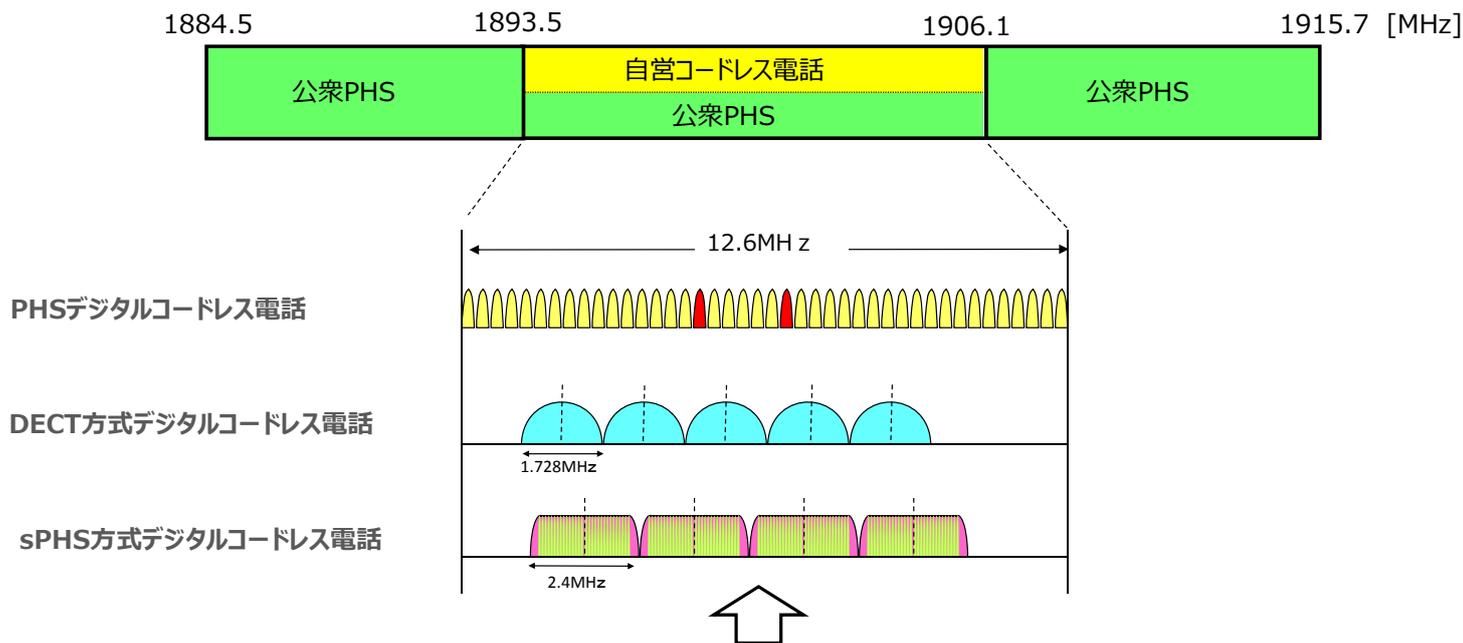
XGPフォーラムでは、sPHS方式の特徴を活かし、かつ実現可能なものとして、3GPPで標準化されているTD-LTE方式をベースにした新たなコードレス電話システムの検討をしてきた。

TD-LTE方式は、今後の携帯電話システムとして全世界に普及する最も有力な方式であり、この方式をベースとすることで、デバイス／コンポーネントも長期間に渡る安定供給が期待できる。

XGPフォーラムとしては、TD-LTE方式に準拠した本方式をsXGP（shared XGP）方式と呼び、sPHS方式の後継システムとして提案したい。

※ XGPフォーラムでは、sPHS（super PHS）の後継として、方式名をsXGP（shared XGP）として標準化する予定。方式自体はTD-LTE方式だが、自営帯域で使用するため、キャリアセンス等、現行TD-LTE方式にない仕様を導入する必要があるため、XGPフォーラムで検討している関係からsXGPと命名して検討中。

1.9GHz帯における自営デジタルコードレス電話

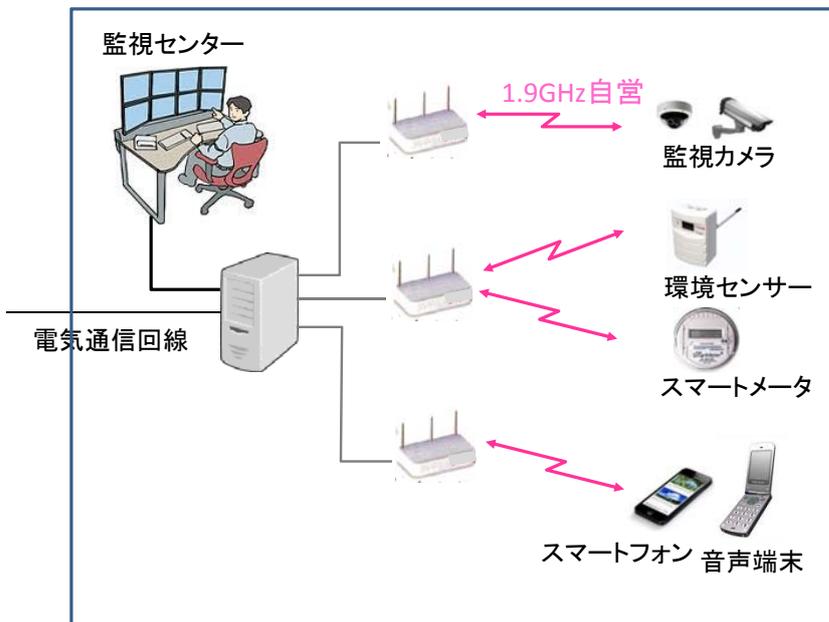


↑
sPHS方式の後継として新たにsXGP方式を導入したい

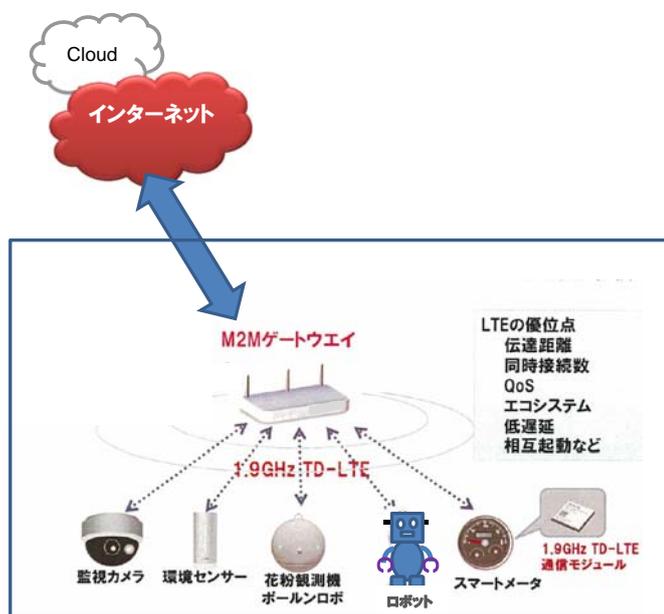
sXGP方式の利用例

事業所用のデジタルコードレス電話として、音声のほか今後普及が期待されるM2MやIoT製品を取り込んだシステムを構築可能

事業所用コードレス電話システムの高機能化



M2MやIoT製品への展開



sXGP方式の普及予測

- 事業所用デジタルコードレス電話の市場はPHS方式が主力で約300万台普及。毎年の機器の出荷台数は約50～60万台。
- これまで、全体市場はほぼ横ばいで推移してきたが、今後は微減が予想されている。
- sXGP方式の導入により、新たな機能の提供が可能となり、全体市場の微増が期待されるが、他システムとの絡みもあるため、現時点での市場規模である300万台を今後10年程度は維持すると予測。
- 現在の事業所用デジタルコードレス電話においてはリース契約が主となるため、リース期間（3年～7年）を考慮し、今後、10年程度で全体市場の半分程度を巻き取ると想定し、通過点となる2023年度には全体市場の3分の1までsXGPの累積出荷台数になると予測。

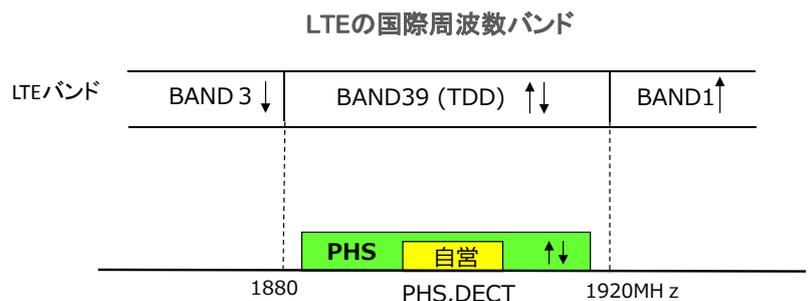
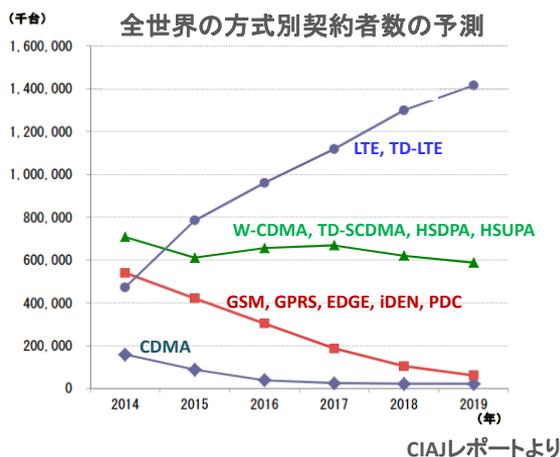


4

LTE技術の導入の必要性・有効性

今後、長期間にわたり安定した部品が供給できるよう、グローバルな規格に準拠していることが望ましく、その中で、携帯電話のLTE方式は今後の全世界に普及する最も有力な方式であり、周波数利用効率も高いことから、この方式をベースとしたシステムを基本とした。

また、1.9GHz帯は中国国内で普及しているTD-LTEのBAND39の周波数に該当するため、TD-LTEと互換にすることにより関連するデバイス/コンポーネントでコストメリットがあり、また、グローバルで活用される周波数によるスマートフォンやMTC（Machine Type Communication）端末を含むエコシステムが構築できる。



5

3GPPで規定されているTD-LTE方式の周波数帯

TD-LTE方式は、LTE方式のうち上り回線と下り回線がTDD方式（1つの周波数帯を時間で分割して送信）であるもの。
3GPP(携帯電話方式の国際的な標準化プロジェクト)において、TD-LTE方式が利用できる周波数として下記のバンドが定義されている。

バンド	周波数帯 (MHz)	帯域幅 (MHz)	利用国	備考
33	1900 - 1920	20		
34	2010 - 2025	15		
35	1850 - 1910	60		
36	1930 - 1990	60		
37	1910 - 1930	20		
38	2570 - 2620	50	中国、欧州、ロシア、ブラジル等	
39	1880 - 1920	40	中国	日本ではPHSで利用バンド33を内包
40	2300 - 2400	100	中国、香港、豪州、インド、南アフリカ、南米等	
41	2496 - 2690	194	日本、中国、米国、カナダ等	日本では、「BWAバンド」として使用バンド38を内包
42	3400 - 3600	200	日本、カナダ、イタリア、スペイン、英国、フィリピン等	
43	3600 - 3800	200	英国	
44	703 - 803	100		
45	1447 - 1467	20		
46	5150 - 5925	775		LAA用

6

sXGP方式の規格化のコンセプト

- 3GPPで標準化されているTD-LTE方式にできる限り準拠する。
- 現在製造されているTD-LTE端末がデジタルコードレス電話の端末としても利用できるような考慮する。
- 既存のPHS方式、DECT方式と共存するため次の機能を具備する。
 - ・送信電力の制限
 - ・電波発射前のキャリアセンスの実施
 - ・帯域外輻射の抑制
 - ・時間軸上のスケジューリングの制限
- 既存のPHS方式、DECT方式のサービス品質に影響を与えないよう次の制約を前提とする。
 - ・基本的にはPHS方式のデジタルコードレス電話がサービスしているエリアでは運用しない
 - ・DECT方式のキャリア5波のうち最も利用の多い2波(F1,F5)の周波数帯は利用しない
- PHS、DECT及びsPHS方式で規定されている端末間通信機能は、TD-LTE端末をそのまま利用するコンセプトからTD-LTE方式ではないこの機能について規格化しない。

7

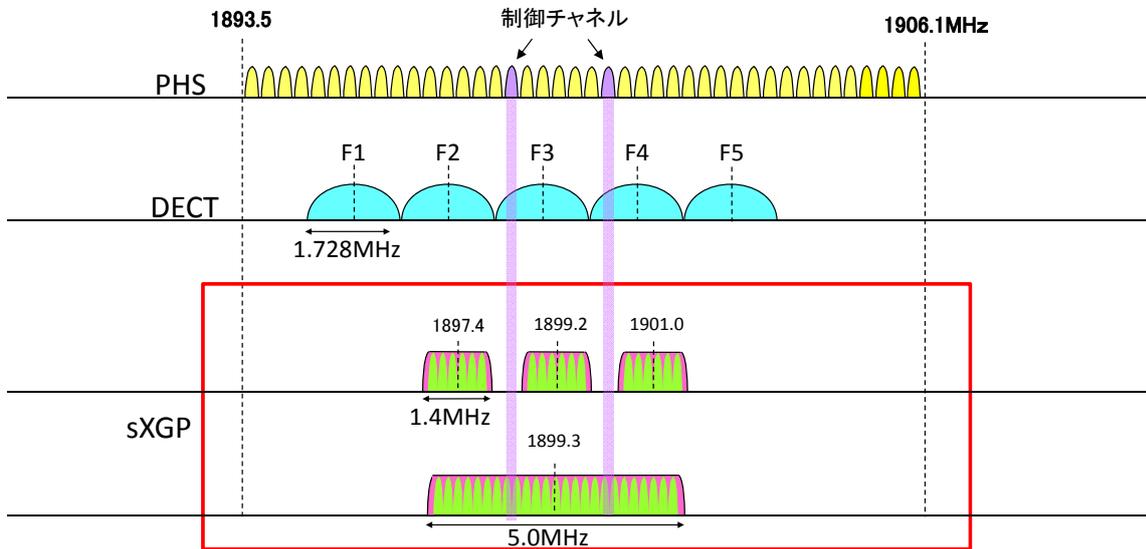
sXGPの技術的概要

sXGP規格の概要

	sXGPの規格案	日本のTD-LTEの技術基準
使用周波数帯	1.9GHz帯	3.5GHz帯
通信方式	基地局から端末への送信を行う場合 OFDMとTDMを組み合わせたTDD 端末から基地局への送信を行う場合 SC-FDMAを使用するTDD	基地局から端末への送信を行う場合 OFDMとTDMを組み合わせたTDD 端末から基地局への送信を行う場合 SC-FDMAを使用するTDD
変調方式	OFDM又はOFDMAの場合 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM SC-FDMAの場合 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM又はOFDMAの場合 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM SC-FDMAの場合 BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
フレーム構成	1フレーム10ms	1フレーム10ms
周波数の許容偏差	3ppm	0.1ppm+15Hz
占有周波数帯幅の許容値	1.4MHz、5MHz	5MHz、10MHz、15MHz、20MHz
空中線電力	1.4MHzの場合 100mW以下 5MHzの場合 基地局 200mW以下 端末 100mW以下	基地局 20W以下(5MHzの場合) 端末 200mW以下
空中線電力の許容偏差	上限20%、下限79%	上限87%、下限79%
空中線の絶対利得	4dBi 以下	基地局 17dBi以下 端末 3dBi 以下
電波発射前のキャリアアセスレベル	-70dBm(基地局のみ)	規定なし
PHS制御chの検出しレベル	1.4MHzの場合 -77dBm (基地局のみ) 5MHzの場合 -82dBm (基地局のみ)	規定なし

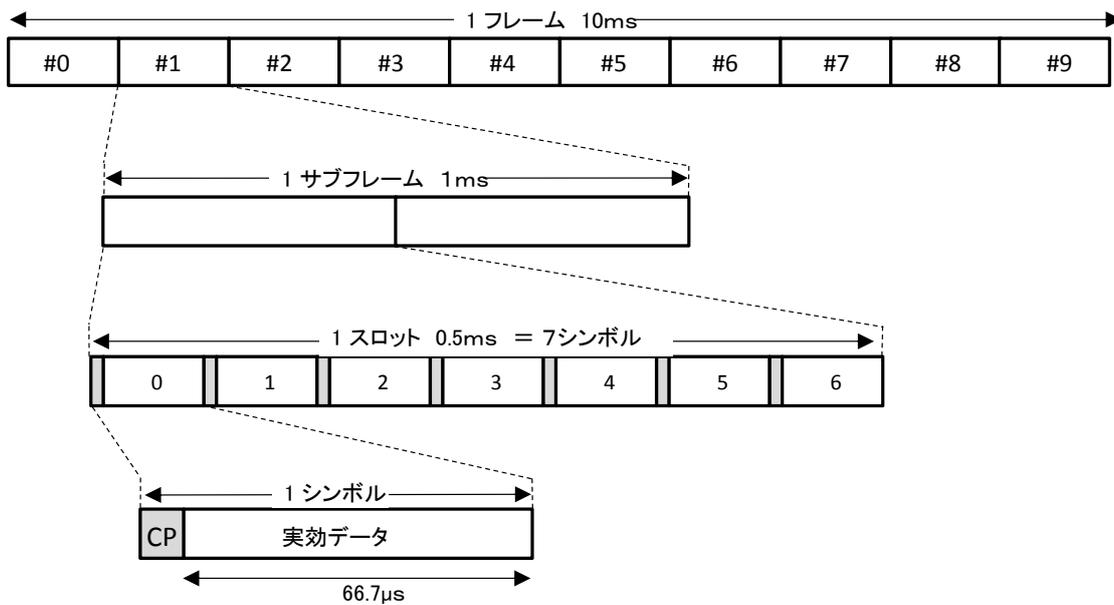
sXGPのキャリア配置

- 1.4MHz及び5MHzのキャリアを規定。⇒1.4MHzは今後のIoTの展開に対応するため、5MHzは既存のLTE端末に対応するため。
- 1.4MHzはPHSの制御チャンネルを避けて配置。⇒5MHzについても端末送信側は制御チャンネルの帯域での送信を抑制。(後述)
- DECT方式において最も利用の多いF1及びF5の周波数帯を避けて配置。



10

TDDフレーム構造

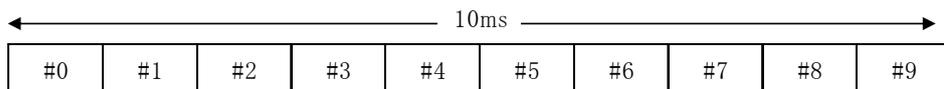


CP : サイクリック・プリフィックス

マルチパスフェージングによる波形歪みから生じるサブキャリア間の干渉を軽減するためのガード期間

11

上り、下りのフレーム構成



3 GPPで定義されているフレーム構成

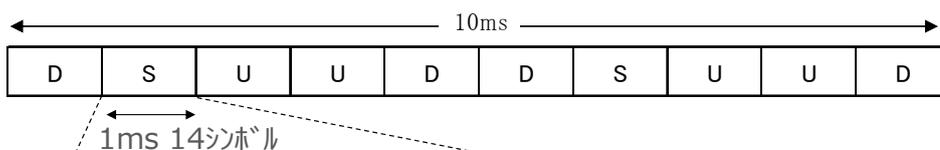
UL/DL 構成番号	サブフレーム番号									
	#0	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
0	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

→ sXGPで採用予定
上りと下りが同数

U: 上りサブフレーム D: 下りサブフレーム, S: スペシャルサブフレーム

スペシャルサブフレームは下りから上りへの切り替えを行うサブフレームであり、上りの一部、下りの一部及びガード期間から構成される。

スペシャルサブフレームの構成



3GPPで定義されているスペシャルサブフレームの構成

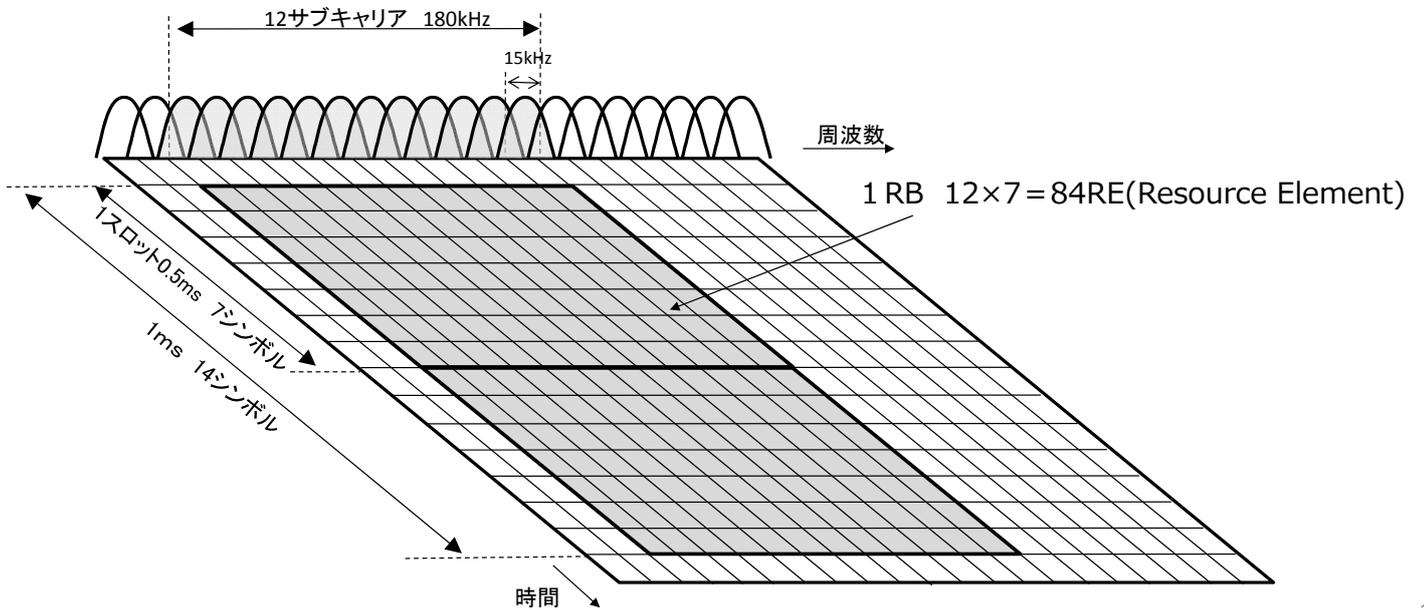
構成番号	OFDMシンボル番号													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	D	D	D											U
1	D	D	D	D	D	D	D	D	D					U
2	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				U
3	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			U
4	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		U
5	D	D	D											U U
6	D	D	D	D	D	D	D	D	D				U	U
7	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			U	U
8	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D		U	U

→ sXGPで採用予定
ガード期間の長いものを選択

U: 上りシンボル D: 下りシンボル, 空白: ガード期間

リソースブロック(RB)

周波数軸上では12サブキャリア（サブキャリア間隔は15 kHz）を基本単位としている。
 12サブキャリアと時間軸上の1スロット分（7シンボル）で囲まれた部分をリソースブロック（RB）といい、ユーザへの割当はこの時間的に連続する2RB単位で行われる。

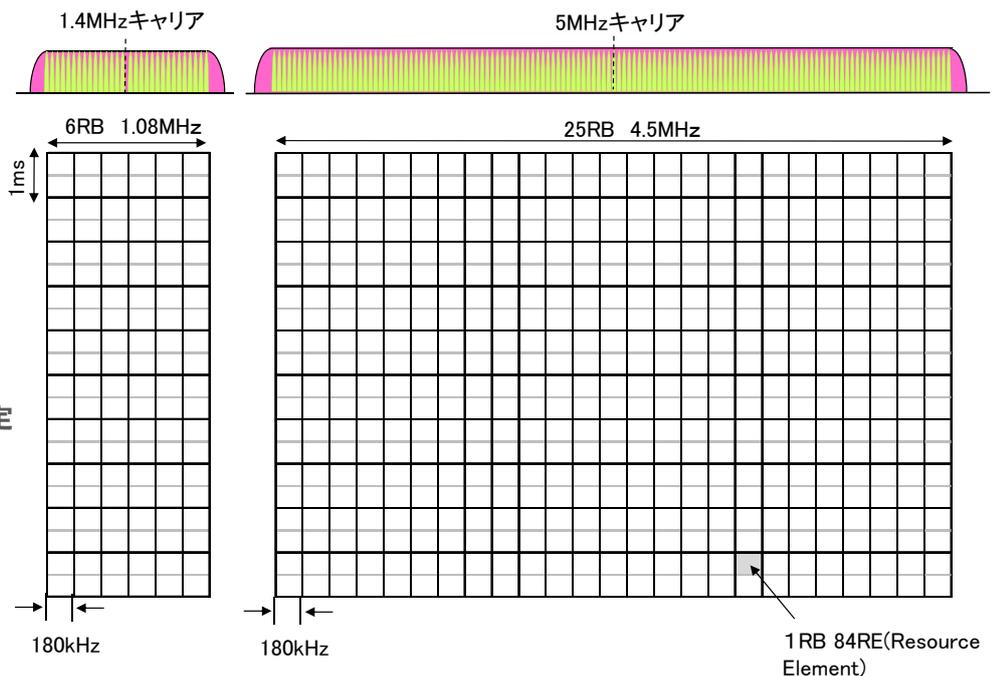


キャリアの帯域幅とリソースブロック数

帯域幅	リソースブロック数
1.4MHz	6
3MHz	15
5MHz	25
10MHz	50
20MHz	100

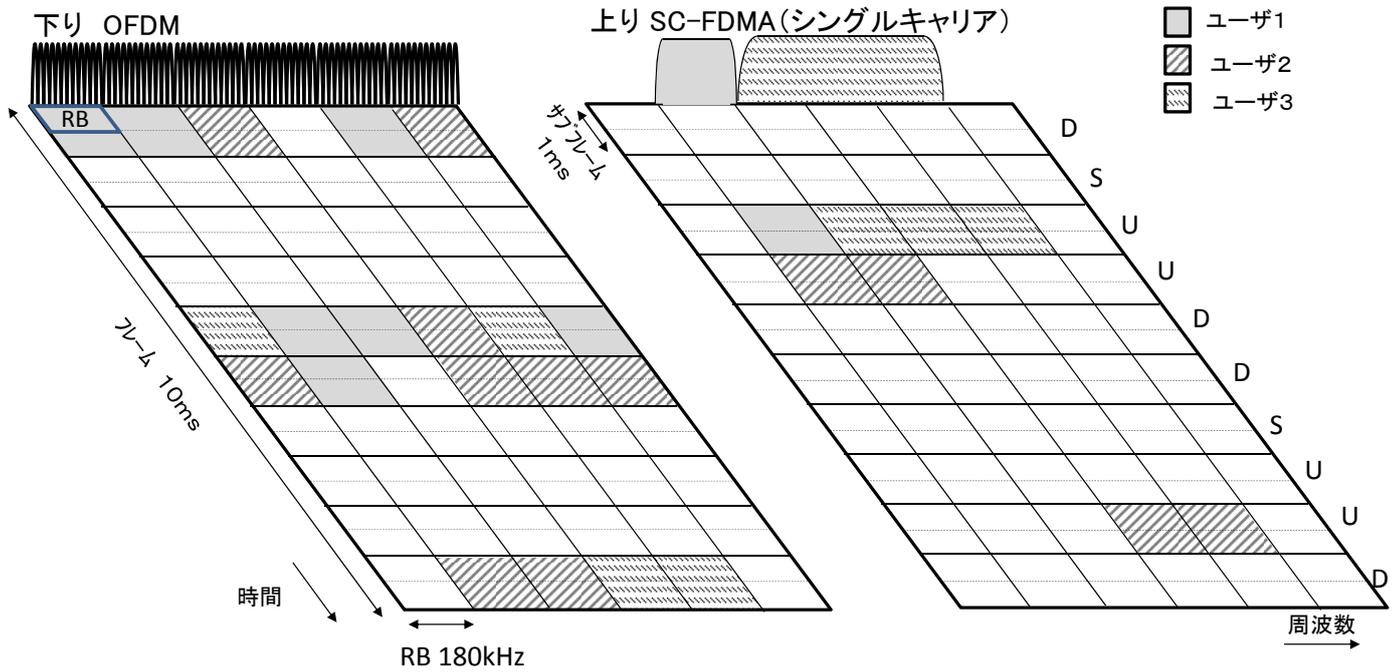
sXGPで採用予定

*LTE方式はOFDMを採用しているため、占有帯域幅に対して、サブキャリアを配置する帯域を約90%（以下）に抑制している。
 従って、占有帯域幅：1.4MHzキャリアでは1.08MHzに6RBを配置し、5MHzキャリアでは25RBを配置している。



ユーザへの帯域の割当

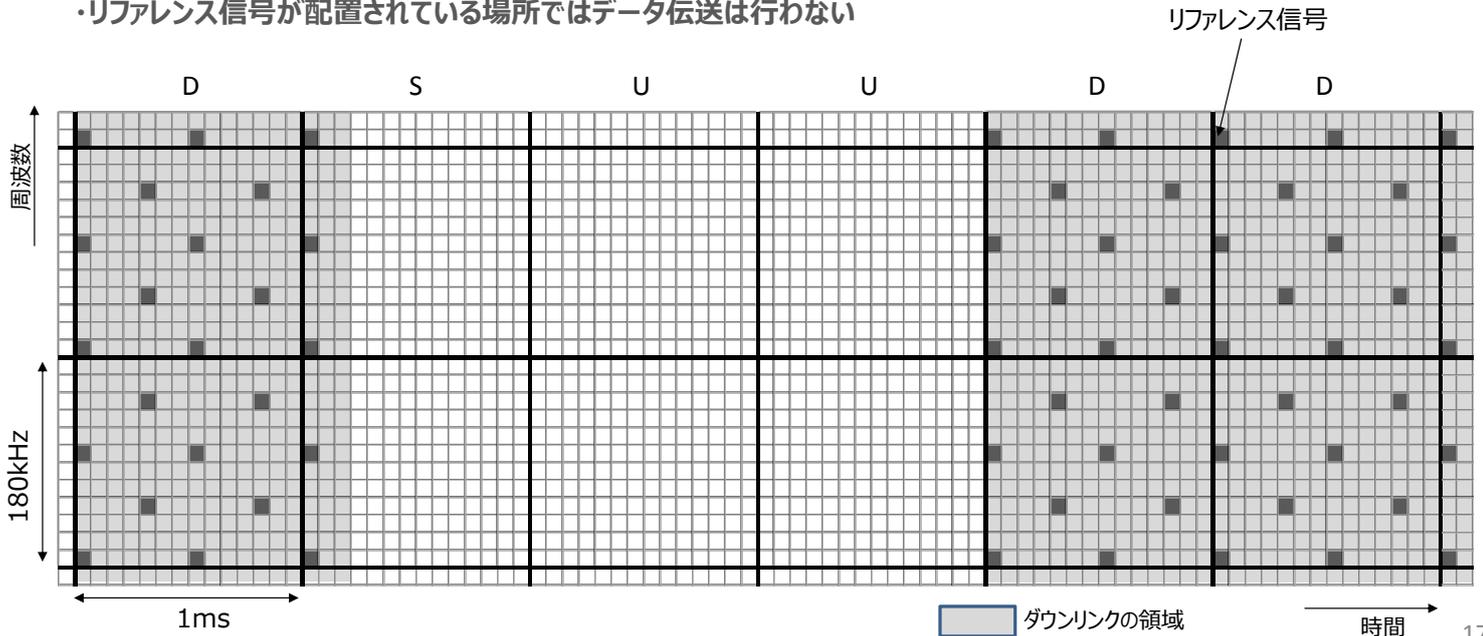
ユーザへの割当は、各ユーザの回線状況に応じて、時間軸上で連続する2つのリソースブロック単位で割り当てられる。



下り回線の制御信号

(1) リファレンス信号 (Reference Signal)

- ・端末で下り回線の信号を同期検波するための基準信号
- ・リソースブロック内で下図のように配置され、すべての下りのサブフレームにおいて送信される
- ・リファレンス信号が配置されている場所ではデータ伝送は行わない

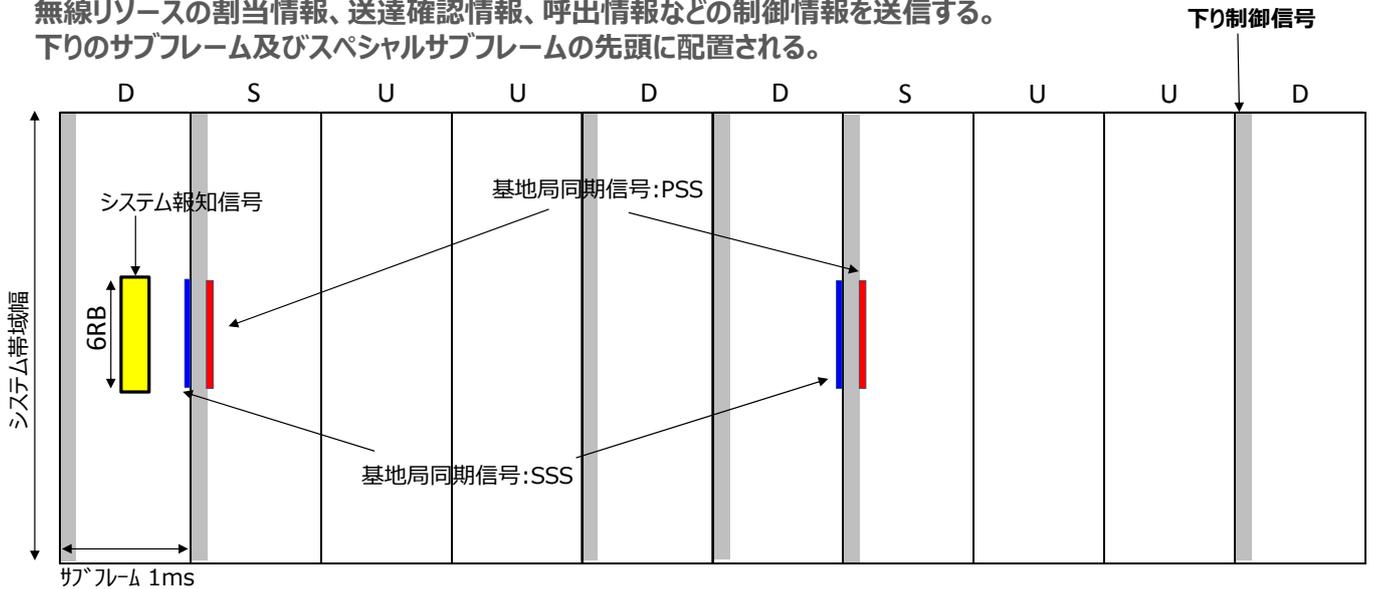


(2) 基地局同期信号及びシステム報知信号

端末が基地局を識別するための基地局同期信号及び端末にシステム情報を通知するためのシステム報知信号が定期的に報知される。端末がシステムで利用されるキャリアの帯域幅を意識せずに受信できるように帯域の中央に配置される。PSS（プライマリー同期信号）とSSS（セカンダリー同期信号）があり、10msフレーム位置を識別するため、SSSは5ms単位で異なるパターンを出力する。

(3) 下り制御信号

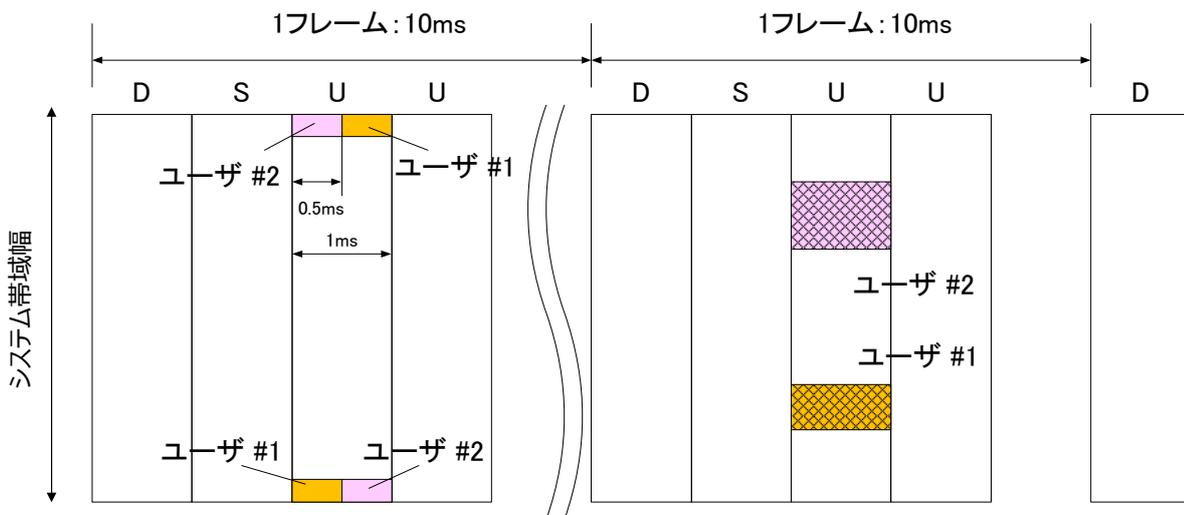
無線リソースの割当情報、送達確認情報、呼出情報などの制御情報を送信する。下りのサブフレーム及びスペシャルサブフレームの先頭に配置される。



18

上り回線の制御信号

端末からの基地局への送達確認信号、受信品質の通知、リソース割当等の制御情報を送信する。

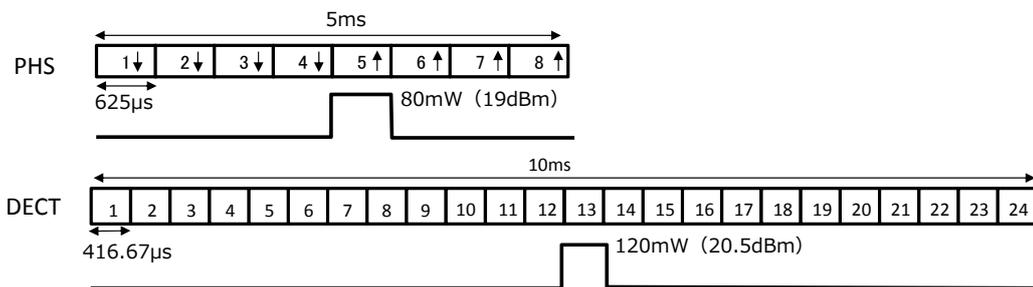


- 端末から送信するデータ信号が無い場合：システム帯域の両端のRBに0.5ms期間に配置される。複数ユーザからの制御信号は上図のように多重される。
- 端末からの送信するデータ信号が有る場合：データ信号に多重されて端末から基地局に送信される。複数ユーザからの制御信号はデータ信号と同じ配置で上図のように多重される。

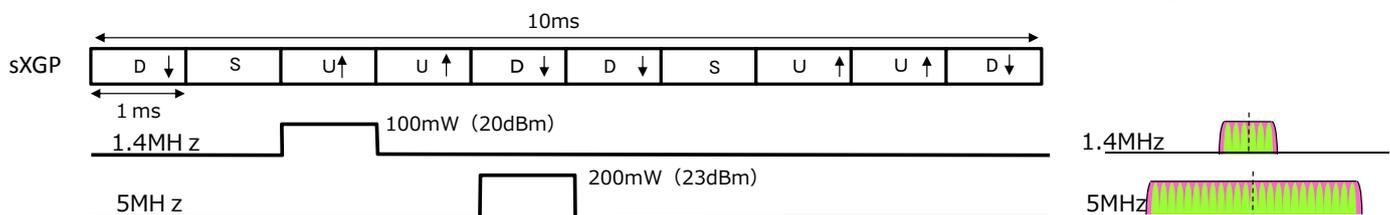
19

送信電力について

PHSの送信電力は1チャンネル当たりの時間平均が10mWであるが、1スロットのバースト内平均電力は最大80mWとなっている。DECT方式も同様、1スロットのバースト内平均電力は最大120mWで運用している。



sXGPの送信電力も、これらと同程度にすることが望ましく、1サブフレームのバースト内平均電力は100mWとする。一方、5MHzキャリアは1.4MHzに比べ帯域が広いため、同じ送信電力では帯域当たりの電力密度が低下する。このため5MHzの場合は1サブフレームのバースト内平均電力を200mWとしたい。後述の到達距離計算値からも、これらの送信電力値であれば屋内利用分野において十分な距離が到達可能である。

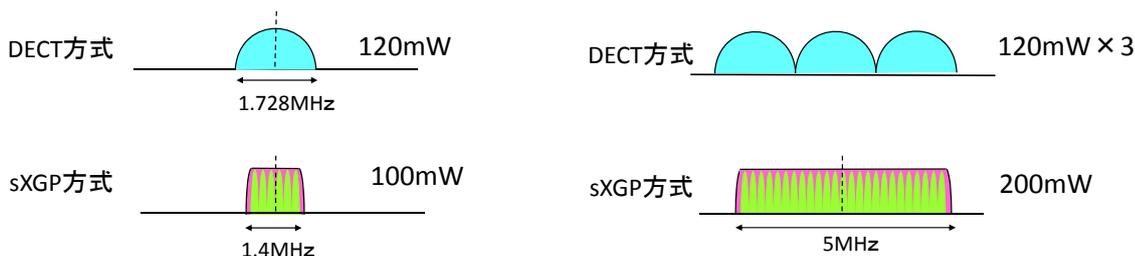


20

5MHzキャリアの送信電力200mWの妥当性について

送信電力を帯域幅で比較するとDECT方式のバースト内平均電力は1.728MHzで120mWである。sXGP方式の1.4MHzキャリアはこれとほぼ同じ帯域幅であるので、1.4MHzキャリアの場合のバースト内平均電力は100mWが適当である。

一方5MHzキャリアは、DECT方式（1波1.728MHz）の約3波分の帯域となるが、DECT方式は3波の帯域で360mW(120mW×3)の電力になることから、sXGP方式の5MHzキャリアで200mWは共存できる妥当な電力である。



21

5MHzキャリアの端末送信について

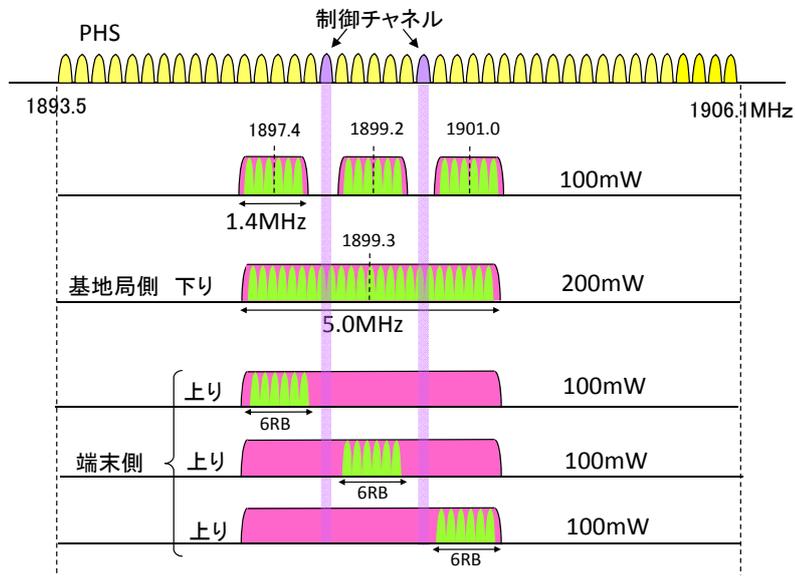
5MHzキャリアの場合、PHS制御チャンネルを避けて配置することができないが、端末送信についてはリソースブロックを制御チャンネルの周波数帯を避けて割り当てることが可能。（基地局送信の場合は制御信号の送信帯域をコントロールできない）

制御チャンネルへの影響をできる限り抑えるため、端末送信については5MHzキャリアであっても最大6RB幅（1.08MHz）に制限することとする。したがって、送信電力も端末側は1.4MHzキャリアの場合と同様100mW以下とする。

sXGPのバースト内平均電力

	基地局送信	端末送信
1.4MHz	100mw (20dBm)	100mw (20dBm)
5MHz	200mw (23dBm)	100mw (20dBm)

※マルチアンテナ送信(MIMO含む)の場合、合計電力が上記を超えないこと。



22

sXGPのデータ通信速度と到達距離

前頁の送信電力条件（1.4MHz時：バースト内平均電力100mW、5MHz時：バースト内平均電力200mW(基地局)、100mW(端末)）を用いると、到達距離は以下ようになる。
屋内利用分野においては十分な距離であると考える。

		QPSK	16QAM	64QAM
1.4MHz	下り	166kbps	826kbps	2.1Mbps
	上り	58kbps	272kbps	694kbps
	到達距離	約630m	約330m	約130m
5MHz	下り	723kbps	3.5Mbps	8.5Mbps
	上り (6RB制限)	70kbps	349kbps	861kbps
	到達距離	約530m	約257m	約102m

(注) DL 2x2MIMO有りの速度 到達距離は屋内伝搬で算出

23

sXGPのデータ通信速度と到達距離

前項の算出条件は以下の通り

■データ通信速度の算出条件

- QPSK : MCS=1、16QAM : MCS=11、64QAM : MCS=21 として計算
(MCS : Modulation and Coding Scheme 変調方式、符号化を示す識別番号)
- 下りは全リソースブロックを割り当てた条件とする
- 上りは1ユーザに対して6RBを割り当てた条件とする
- 上りの両端1RBずつを制御chとして使用
- レイヤ数 : 下り2, 上り1
- UL/DL構成番号 = 1, スペシャルサブフレーム構成番号 = 5

■到達距離の算出条件

- ITU-R P1238.6の屋内伝搬モデル
- QPSK : MCS=1、16QAM : MCS=11、64QAM : MCS=21 に応じた所要SIRで計算
- 基地局のNF=4dB、端末のNF=7dBで計算

sXGPのデータ通信速度と到達距離

■データ通信速度の算出方法

MCSの数値から、割当RB数で通信可能なbit数(TBS:Transport Block Size)を算出し、それを単位時間で除算して算出している。

<例 : 5MHz(25RB)、DL MCS=1の場合>

※ 3gpp TS36.213より抜粋

Table 7.1.7.1-1: Modulation and TBS index table for PDSCH

MCS Index ↓	Modulation Order ↓	TBS Index ↓
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14

Table 7.1.7.2.1-1: Transport block size table (dimension 27x110)

I _{TBS}	N _{PRB}									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	568	600	616	648	670	712	744	776	776	808
1	744	776	808	832	904	936	968	1000	1032	1064
2	936	968	1000	1064	1096	1160	1192	1256	1288	1320
3	1224	1256	1320	1384	1416	1480	1544	1608	1672	1736
4	1480	1544	1608	1736	1800	1864	1928	1992	2088	2152
5	1864	1928	2024	2088	2216	2280	2344	2472	2536	2664
6	2216	2280	2408	2472	2600	2728	2792	2984	2984	3112
7	2536	2664	2792	2984	3112	3240	3368	3368	3496	3624
8	2984	3112	3240	3368	3496	3624	3752	3880	4008	4264
9	3368	3496	3624	3752	4008	4136	4264	4392	4584	4776
10	3752	3880	4008	4264	4392	4584	4776	4968	5160	5352
11	4264	4392	4584	4776	4968	5352	5544	5736	5992	5992
12	4776	4968	5352	5544	5736	5992	6200	6456	6712	6712
13	5352	5736	5992	6200	6456	6712	6968	7224	7480	7736
14	5992	6200	6456	6968	7224	7480	7736	7992	8248	8504
15	6456	6712	6968	7224	7736	7992	8248	8504	8760	9144

904bit x 2レイヤ x 4(DL subframe数) / 0.01s(1Frame) = 723kbps
他の条件についても同様に計算している。

今後の検討項目

次回以降の作業班において以下の検討項目について提案する予定

- PHS方式、DECT方式と共存するための電波発射前のキャリアセンスレベルの検討
- PHS方式の制御チャンネルを保護するための条件の検討
- PHS方式、DECT方式、s XGP方式が混在した場合の所要チャンネル数の算出
- 帯域外輻射による他システムとの共用の検討

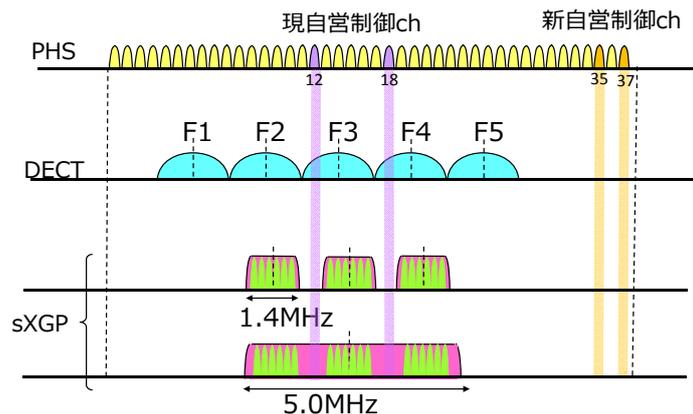
自営のPHS方式の制御チャンネルの見直しについて

自営PHS制御チャンネルの新たな追加に関する検討の提案

自営のPHS方式の制御チャンネルが自営帯域の中央に配置されているため、PHS方式が運用している場所ではDECT方式、sXGP方式の利用が大幅に制限される。

1.9GHz帯自営帯域全体の周波数利用効率を向上させるためには、新たな制御チャンネルとして現行のch12、ch18に加えてch35、ch37を設定し、将来的には新制御チャンネルに移行していくことが望ましい。

しかしながら、現在使われている自営のシステムに対して機器の交換やソフト変更を要求することは現実的ではなく、新制御チャンネルに対応するとしても今後新たに導入される装置を対象とせざるをえない。



以上の点を踏まえてPHSの制御チャンネルの新たな設定について次の項目について検討を行いたい。

- ・新制御チャンネルに移行した場合の周波数利用効率
- ・新制御チャンネルへの現実的な移行シナリオ