ITU-R SG6の標準化動向 (2)

ITU-R SG 6の概要と最近のトピック (無線系)

正会員 津幡 岳 弘^{†1}, 正会員 藤井 拓 三^{†2},
正会員 土田 健 一^{†3}, 正会員 中川 仁^{†4}

2月号に引き続き、ITU-R SG6の最近の動向について紹介する。今号では、ITU-Rの重要な役割である周波数関係を取り上げ、SG6として活動を進めている、地上放送、衛星放送などの、周波数、伝送に関する最近のトピックを中心に述べる。また、中短波放送については、特にデジタル放送方式として、ITU-Rの標準方式となっているDRM方式について解説を行う。

キーワード：ITU-R SG6, 周波数分配, 衛星放送, 地上放送, DRM方式

1. ITU-Rの研究委員会の構成

ITU-Rの研究委員会 (SG) での活動は二つに大別できる。一つは標準化に関する研究活動であり、もう一つは、チャネルプランなど周波数分配に関連する研究活動である。標準化に関する活動の結果は勧告案として無線通信総会(RA)に送られるのに対して、周波数に関する案件は、世界無線通信会議(WRC)で議論されるために、その準備会合であるCPM (Conference Preparatory Meeting) に送られる。

図1 SG6の構成と、出力の流れ

†1 総務省 情報通信政策局 放送技術課

†2 株式会社日立国際電気 通信システム事業部

†3 NHK 放送技術研究所

†4 株式会社放送衛星システム

"Recent ITU-R SG6 Standardization Activities (2) : Outline of ITU-R SG6 and Recent Topics Related to RF Technology" by Takehiro Tsubata (Ministry of Internal Affairs and Communications, Tokyo), Takuzo Fujii (Wireless Communication Systems, Hitachi Kokusai Electric Inc., Tokyo), Kenichi Tsuchida (NHK Science and Technical Research Laboratories, Tokyo) and Hitoshi Nakagawa (Broadcasting Satellite System Corporation, Tokyo)

ITU-R SG6は、放送を所掌する研究委員会であり、図1に示すように、7つの作業部会 (WP) と一つのタスクグループ (TG) が置かれているほか、SG8およびSG9を含む三つのSGに関係する一つの合同タスクグループ (JTG) が置かれている。

2. 周波数に関する研究活動

2.1 WRCとCPM

WRCでは周波数の割当てや手続きに関する国際法である無線通信規則 (Radio Regulations ; RRと略称) の改正が審議されるが、詳細な技術的事項については、予め各SGで分担して検討が行われる。WRCとWRCの間にはCPMが2回開催され、WRC直後に開催されるCPM第1会期では次回WRCの議題に挙げられた事項の各SGへの分担が決まる。各SGはその分担にしたがって技術的検討を行い、WRCの約7ヶ月前に開催されるCPM第2会期に報告し、最終的なWRCへの報告書 (CPMレポート) が取りまとめられることとなる。

今回のCPM, RAおよびWRCは、いずれも2007年に開催が予定されている。

また、全世界でなく、一部地域における規則作りが必要な場合には、地域無線通信会議 (RRC) が開催されるが、その審議に必要な詳細な技術的事項についても、関係するSGで検討される。最近では、欧州・中東・アフリカにおける地上デジタル放送導入のためのVHF・UHF帯の周波数計画作成のため、2004年5月と2006年5月の2会期にわたる地域無線通信会議 (RRC-04/06) が開催されており、その準備のため、SG6において詳細な技術的検討が行われた。

2.2 周波数に関連する主なトピック

以下に、SG6で最近議論されている主なトピックのうち周波数に関する、いわゆるRF系のものについて解説を行う。

2.2.1 短波帯周波数分配の見直し

2003年WRC (WRC-03) においては、次回2007年の同会議

(WRC-07)において、4MHzから10MHzまでの周波数分配を見直すことを決めた。

短波放送については、WRC-03までにこの周波数帯の中に計1,050kHz幅〔第2地域(南北アメリカ)においては950kHz幅〕の周波数分配があり、さらに計850kHz幅の追加候補帯域を挙げている。追加分は他の業務の周波数分配を縮小するか、他の業務との周波数共用が必要となるが、まだWRC-07まで2年以上あり、各国の方針が充分定まっていないことから、具体的な議論は進んでいない。

短波放送の季節別周波数使用計画の作成にあたっては、地域ごとに放送事業者による調整会議が年2回行われており、その結果等をもとに、放送業務での周波数需要をまとめる予定である。

なお、本件に関しては、SG6のほか、アマチュア業務および移動業務を担当するSG8、固定業務を担当するSG9において、海上移動業務へのデジタル技術の導入や適応制御技術等の検討が行われており、それぞれの検討結果を2007年春に開催されるCPM-07において集約のうえ、CPMレポートに盛り込まれることとなっている。

2.2.2 地上放送のアナログからデジタルへの移行レポート

地上デジタル放送については、1990年代後半を中心に放送方式に関する勧告が承認され、現在、各国において導入が進められている。

しかし、実際にデジタル放送を実施する段階では、周波数割当て、アナログとのサイマル放送、著作権等の権利管理、アナログ放送終了時期など、さまざまな課題がある。これらは、各国の政府、放送事業者、メーカ等関係者により検討されるべきものであるが、各国の状況を情報として共有するため、レポートとしてまとめる作業が始まっている。

特に、これから地上デジタル放送を導入する国々にとっては、デジタル放送を導入する意義や受信機の普及方策などについて関心が高まっており、今後、そのような国々にも役立つレポート作成が期待されている。(津幡岳弘)

2.2.3 地上デジタル放送方式

SG6では地上デジタル放送の伝送方式に関する研究が行われている。

VHF/UHFを使用する地上デジタル音声放送のシステムは、勧告BS.1114-5¹⁾として、Digital System A (DAB)、Digital System C (IBOC)、Digital System F (ISDB-T_{SB})の3方式が勧告されている。2004年11月会合では、Digital System Aを基本とした地上移動体マルチメディア放送方式T-DMBが韓国より提案され、音声やテレビジョンといった今までの放送の括りでは扱いにくいマーケットが出現してきていることが議論となっている。

地上デジタル音声放送の所要電界強度、スペクトルマスクおよび混信保護比を示した地上デジタル音声放送のプランニング基準は、勧告BS.1660²⁾として規定されている。2004年5月会合において、ISDB-T_{SB}のプランニング基準を

表1 地上デジタルテレビジョン放送システムの比較

システム名	System A	System B	System C
	ATSC	DVB-T	ISDB-T
変調方式	8-VSB	COFDM	Segmented OFDM
伝送容量*1	19.39~27.48Mbps	3.69~31.67Mbps	3.65~31.00Mbps
ランダムノイズのC/N限界値*2	15.2dB	18.4dB	19.2dB
最低受信レベル*2	○	○	○
	-77.8dBm	-78.2dBm	-76.8dBm
D/U 0dBのマルチパス妨害*2	×	○	○
	受信不可	受信可	受信可
移動受信特性*2*3	×	○	◎
	受信不可	4Hz	30Hz

(×:不適 ○:優れる ◎:非常に優れる)

*1 帯域幅、キャリアや変調、誤り訂正の符号化率などによって変化する。

*2 伝送容量が約19.3Mbpsに相当する伝送パラメータにおける値を示す。

*3 受信可能な最大ドップラー周波数の値を示す。

同勧告に追加することが仮採択され、2005年1月現在承認手続中となっている。

地上デジタルテレビジョン放送のシステムは、勧告BT.1306-1³⁾として、Digital System A (ATSC)、Digital System B (DVB-T)、Digital System C (ISDB-T)の3方式が勧告されている。2004年11月の会合では、携帯受信を目的とするDVB-H*の伝送パラメータをDVB-Tの表に追加する勧告改訂案が仮採択され、同じく承認手続中となっている。

この地上デジタルテレビジョン放送システム3方式の評価は、ITU-RレポートBT.2035⁴⁾にまとめられている。3方式の比較の概要を表1に示す。

地上デジタルテレビジョン放送の混信保護比および所要電界強度を示した地上テレビジョン放送のプランニング基準は、勧告BT.1368-4⁵⁾として規定されている。本勧告は、固定受信に対するプランニング基準として1998年に作成されたが、地上デジタル放送のプランニングパラメータの研究課題4-2/6⁶⁾として携帯・移動受信の項目が追加されたことを機に、携帯・移動受信に対してラポータグループを設立して研究が進められている。建物や車の中で携帯受信をする場合に受信アンテナ高が低くなることによる損失や建物の内側(屋内)で受信することによる損失などを定義すること、携帯および移動受信機のアンテナ利得などが議論となっている。

地上デジタルテレビジョン放送ネットワークのカパレツジ予測とプランニングソフトウェアに関して、新レポートを現在作成中である。電界強度予測法だけでなく、予測誤差統計やプランニングソフトウェアなど、実プランニングに有益な情報を網羅している。

2.2.4 UHF帯放送衛星業務の周波数共用問題

SG6では、620~790MHzを使用する静止軌道(GSO:

* DVB-Tの携帯機器向け放送の拡張規格。Hは"Handheld"の意。

Geostationary-Satellite Orbit) または非静止軌道 (non-GSO) の放送衛星業務 (BSS: Broadcasting Satellite Service) から地上テレビジョン放送への保護基準の研究が行われている。これは、WRC-07の議題1.11「放送衛星から620～790MHz帯の地上業務保護の検討」に基づき、共用基準および規則事項について見直すものである。2004年11月会合では、検討状況をまとめるCPMレポートの骨格案ができた段階であり、今後、内容を詰めていく。具体的な共用条件として、固定受信のアナログおよびデジタルテレビジョン放送の保護要求条件、およびポータブル受信、移動受信のデジタルテレビジョン放送の保護要求条件についての検討を進めている。

2.2.5 地上放送と他業務との周波数共用

SG6では、UHF帯BSS以外にも、地上放送と他業務との周波数共用について検討が行われている。共用検討の基となる地上デジタルテレビジョン放送のスペクトルマスクについては、DVB-Tの帯域外不要発射のスペクトルマスクを厳しくしなければ周波数計画作成が不可能なケースが欧州などであることを受けて、厳しいスペクトルマスクを勧告する提案があり、新勧告草案となっている。

645～862MHz帯航空無線航行業務との両立、608～614MHz帯電波天文業務との両立、陸上移動業務との両立については、関連するSG7、SG8などと情報を交換し、保護基準の策定に取組んでいる。

(土田健一)

2.2.6 12GHz帯衛星放送

12GHz帯BSSの周波数割当てに関しては、「プラン」という概念が導入されている。プランは、WRCの決議第2 (WRC-03, 改)⁷⁾に則り、あらかじめ干渉評価を行うことにより、お互いに破綻なく衛星放送を実現することができるような、衛星軌道位置、周波数 (チャネル)、偏波、アンテナパターン、e. i. r. p. などを実際の衛星の有無に関わらず各国に割当てしておくものである。BSS用周波数は、原則としてプランを行うことになっている (WRC決議第507 (WRC-03, 改)⁸⁾)。これは、途上国を含め各国が公平に周波数資源を確保し衛星放送が実施できることが目的である。ただし、プラン化されていない周波数帯での新規の衛星周波数使用に際しては、既存の衛星システムと国際調整を行う必要があり、原則的に「早い者勝ち」である。

WRC-2000で、第1地域 (ヨーロッパ、アフリカ、ロシア等) および第3地域 (日本を含むアジア、オセアニア) のプランの変更 (再プラン) が行われた。その結果、日本には既存のアナログ8チャネル (BS-1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15ch) に加え、新たにデジタルで12チャネル (BS-1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23ch) が割当てられた。WRC-2000で定められたBSS間の共用基準、BSSと固定衛星業務 (Fixed Satellite Service: FSSと略称) あるいは地上業務との間の共用基準、規則・手続きについては、再度見直すことになった (WRC-03議題1.27)。WRC-03ではこれら

の共用基準、保護マスク等の見直しが合意され、RRが改正された。現在、これらの変更に関連するITU-R勧告に反映させる作業が行われているが、WRC-2000での12GHz帯BSS再プランおよびそれに伴う規則手続変更についてはほぼ決着したことになる。この再プランの作業の過程でSG6は精力的な技術的検討を行い、中心的な役割を果たした。

2.2.7 2.6GHz帯衛星放送

2.6GHz帯に関しては、1992年に開催されたWARC-92 (世界無線通信主管庁会議) において、日本を含む数カ国へ2.535～2.655MHzの120MHzが新規に放送衛星業務 (音声) (BSS (sound) と略称) に分配された。このうち2.630～2.655MHzの25MHzの使用が先行して認められており⁹⁾、この周波数帯を用いて静止衛星により、移動体による受信が可能な衛星放送がすでに開始されている。準天頂衛星システムなど非静止衛星については、WRC-2000において当該周波数帯における静止衛星に対する非静止衛星の劣位条項 (RR22.2) が不適用となり、同等の周波数調整ルールが適用されることとなったと同時に、地上業務との調整が必要となる地上電力束密度 (Power Flux Density; pfdと略称) の調整閾値が導入され¹⁰⁾、WRC-03ではその閾値および適用ルールの見直しが行われた。さらにWRC-03では、日本および韓国に2.605～2.630MHzの使用が新たに認められた。また、静止衛星を用いたシステムについてのpfd制限値も定められた。

2.500～2.690MHz帯における宇宙業務と現在および将来の地上業務との共用 (WRC-07議題1.9) に関しては、WRC-07に向けて、JTG6-8-9で検討が継続されるが、BSS (sound) に関しては現時点では大きな課題はないと思われる。

2.2.8 17GHz帯以上の衛星放送

現在SG6で議論が活発化している項目の一つが、17GHz帯以上のBSSに関するものである。広帯域性を活かした新しい放送サービスの実現が期待されている。第1、第3地域では、21.4～22.0GHz、第2地域では17.3～17.8GHzがWARC-92でBSSに分配された。21GHz帯に関しては、WRC決議第525 (WRC-03, 改)¹¹⁾に従い、2007年以前でも暫定的な手続を経て使用することができる。特に日本は、これらの周波数帯での技術的課題の一つである降雨減衰補償技術について積極的にSG6に寄与してきた。降雨減衰補償技術として、①降雨減衰の地域的分布に応じて衛星放射電力を配分する可変e. i. r. p. システム、②所要C/Nが異なる変調方式を組合せる階層化伝送方式、③長周期インタリーブなどの蓄積受信システムを提案し、ITU-R勧告BO.1659¹²⁾として成立させた。21GHz帯BSSについては、将来のプラン化を検討するためのシステムパラメータについて、CPMレポートの中で進捗状況をWRC-07に報告することが求められており¹³⁾、日本は、受信アンテナパターン、可変e. i. r. p. 衛星システムの所要送信電力などを寄与してきた。今後も日本から積極的な寄与を行うことが重要である。

表2 RRにおけるBSSへの周波数分配一覧

周波数	分配地域など
620～790MHz	全地域 (5.311)
1,452～1,492MHz	全地域BSS(sound) (5.345)
2,310～2,360MHz	米国, インド, メキシコ BSS(sound) (5.393)
2,520～2,670MHz	全地域 共同受信 (5.416)
2,535～2,655MHz	日本, 韓国, インド, パキスタン, タイ BSS(sound) (5.418ほか)
11.7～12.5GHz	第1地域
12.2～12.7GHz	第2地域
11.7～12.2GHz, 12.5～12.75GHz	第3地域
17.3～17.8GHz	第2地域
21.4～22.0GHz	第1, 3地域
40.5～42.5GHz	全地域
74.0～76.0GHz	全地域

()内は関連するRR条項を示す。

第2地域の17GHz帯BSSについては、WRC-03で17.3～17.7GHzが新たに第1地域のFSSダウンリンクに分配されたことから、両者の地域間、業務間調整が新たに課題となっている。無線通信局 (Radiocommunication Bureau ; BRと略称) が国際調整を必要とする衛星システムを識別する際に、周波数の重複があっても、ある軌道位置範囲外であれば調整を不要とする方法がある。この軌道範囲は「調整軌道弧」と呼ばれている。WRC-03では、17.3GHz以上の非プランBSS相互間および非プランBSSとFSS間の調整に調整軌道弧の考え方が導入され、暫定的に $\pm 16^\circ$ に決められた。この調整軌道弧については、WRC-07で見直されることになっており、SG6およびFSSを所掌するSG4において検討を行っている。

表2に、RRにおいてBSSに分配のある周波数の一覧と、分配地域あるいは国および関連するRRの条項を示す。さらに高い周波数として、40.5～42.5GHzおよび74.0～76.0GHzが全地域でBSSに分配されており、具体的なシステムは今後の検討課題となっている。(中川 仁)

3. DRM方式解説

3.1 DRM方式開発の背景

DRMは、30MHz以下 (長・中・短波帯) でのデジタル放送の世界標準方式である。DRM (Digital Radio Mondiale) (Mondiale : フランス語で「世界」の意味) の名称は、世界単一標準の作成を目指して結成されたDRMコンソーシアムに由来する。方式開発の背景には、聴取者のAM音声放送離れを憂慮した、放送事業者、放送機器メーカー等の長年の努力がある。

ITU-Rでの研究は、1993年にAM帯でのデジタル化に関する研究課題が当時のSG10 (音声放送を所掌) に提案されたことに始まる。1994年には、ドイツより単一キャリア

方式、フランスよりマルチキャリア方式の検討結果が報告され、フランスThomson (現THALES) 社の提案が現DRM方式の基礎となった。1997年には、「AM帯デジタル化についてのサービス条件、機器の条件、実施条件に関する勧告¹⁴⁾」を作成し、あわせて技術勧告案作成のための暫定的なグループを設置した。

DRMコンソーシアムは、1996年から、放送事業者、放送機器メーカー、受信機メーカー、研究機関などのグループで準備が進められ、1998年に正式に発足した。ITU-RはDRMコンソーシアムの設立に協力し、設立後は準会員として協力している。コンソーシアム設立後のITU-Rでの動きを以下に示す。

【2001年4月】DRM技術方式勧告 (2002年10月改訂¹⁵⁾) 承認

【2003年6月】プランニングパラメータ関連勧告¹⁶⁾ 承認

【2003年7月】WRC-03でDRM方式による短波放送を推奨する決議¹⁷⁾ 作成

3.2 DRM放送の特長

(1) 現行のAM周波数帯域での高品質音声

(a) 3種の音声エンコーダ

・MPEG4のAAC (Advanced Audio Coding) による高品質音声 (24/48kbps ステレオ) :

良好な無線伝搬状況における最高のbit rate (FM並みの音声品質) の伝送

・CELP方式による良品質音声 :

中間品質のbit rate (8～16kbps) の伝送

・HVXC (MPEG ; Harmonic Vector Excitation Coding) (2～6kbps) :

最悪の無線伝搬状況における最低のbit rateによる伝送、多重プログラム用

(b) SBR (Spectral Band Replication)

6kHz以上の音声周波数成分の大部分は6kHz以下の周波数との相関で表されることから、その復元に必要な情報 (2kbps程度) のみを伝送して受信機側で復元するもの。上記3種の音声エンコーダの何れにも適用される。

【代表的なパラメータ例】

フレーム長 : 40ms

AACサンプリング周波数 : 24kHz

SBRサンプリング周波数 : 48kHz

AAC周波数範囲 : 0～6.0kHz

SBR周波数範囲 : 6.0～15.2kHz

SBR平均bit rate : 2kbps/ch

(2) 伝送のRobustness (耐伝搬歪み強度) モードの適応性

DRMは、OFDM変調を採用しており、さまざまなフェーディング、遅延時間の広がり、電離層でのドップラー広がりなどの条件に適応して最良の伝送品質を提供するため、サブキャリア数、シンボル、ガードインタバル長などの異なるA, B, C, Dの4種のモードを備えている (中波帯はA, Bのみ)。

さらに、伝搬状況に適応するため、符号化率0.5, 0.62, 0.71, 0.78の4種の誤り訂正符号を備えている（モードC, D（短波帯専用）は0.78のみ）。ただし符号化率の低い2種の場合は公称帯域幅を5kHzとし、高い2種では10kHzとしている。また、総てのモードで16または64QAMが可能である。以上のモードの最適化は、電離層条件などの環境予測のほか、モニタ受信機の受信状況データをインターネット等でフィードバックして分析することで行うよう検討されている。

(3) その他の特長

(a) 多重（最大4チャンネル）プログラム：

多言語による放送などを可能とする。

(b) SFN (Single Frequency Network)：

同一プログラム送信の重畳を可能とする。多数の小電力送信機の配置による周波数の有効利用が可能。

(c) Multiple Frequency Network：

周波数の異なる同一プログラム送信で受信最適周波数の自動選択を行う。

(d) プログラム情報の伝送：

歌の曲名などのディスプレイ表示を可能とする。

(e) サイマルキャスト：

AM放送帯域幅で、AM放送波と、DRM放送波を同時に送信することが可能。ただし、AM受信機への妨害を考慮して、DRM送信電力をAM送信電力よりも20dB以上低くする必要がある。

(f) 放送事業者の利点：

AM放送と同じサービスエリアを確保するためのDRM放送の送信電力は、AM放送に較べて大幅に下げることができる。

また、変調トランスを使用しない大電力AM送信機をDRM用に改造する場合、新規に新DRM用送信機を購入する場合の10～20%の費用で済み、既存のアナログ放送用機器を活用できる。

3.3 DRM 放送サービスの現状

(1) DRMによる放送を開始した放送事業者数

2004年11月末で65以上（30数カ国）（長波、中波、短波帯で、不定期の放送を含む）。

(2) DRM 受信機の状況

現在使用されている受信機の多くは、図2に示すような、RFユニットのIF出力（12kHz）をPCのUSBポートに接続し、信号処理をPCにインストールしたプログラムで行う「ソフトウェア受信機」と呼ばれるものである。RFユニットは、ノートPCのAC電源アダプタとほぼ同じ大きさで、外部アンテナ接続用端子を有し、AMとFMの受信機能も含んでいる。電源供給、周波数選択等の総ての制御と表示はPC側で行う。RFユニットとソフトで、200ユーロ程度で販売さ

図2 DRM受信機の一例

図3 会議の様様（SG6会合）

れている。

また、PC不要の受信機は、500ドル程度のものが販売されている。

本格的な小型受信機（150ドル以下を目標）およびDRM, DAB, AM, FMの受信を一つのチップで可能とするICの開発が、欧米の企業で進められている。

（藤井 拓三）（2004年12月28日受付）

〔文 献〕

- 1) ITU-R Recommendation BS.1114-5: "Systems for Terrestrial Digital Sound Broadcasting to Vehicular, Portable and Fixed Receivers in the Frequency Range 30-3,000MHz" (2004)
- 2) ITU-R Recommendation BS.1660: "Technical Basis for Planning of Terrestrial Digital Sound Broadcasting in the VHF Band" (2003)
- 3) ITU-R Recommendation BT.1306-1: "Error-correction, Data Framing, Modulation and Emission Methods for Digital Terrestrial Television Broadcasting" (2000)
- 4) ITU-R Report BT.2035 "Guidelines and Techniques for the Evaluation of Digital Terrestrial Television Broadcasting Systems" (2003)
- 5) ITU-R Recommendation BT.1368-4: "Planning Criteria for Digital Terrestrial