

ITU-R Study Group 6の活動状況と次世代の音響方式の標準化動向



日本放送協会 放送技術研究所 テレビ方式研究部 副部長 **おおで さとし**
大出 訓史

1. はじめに

国際電気通信連合無線通信部門 (ITU-R) の第6研究委員会 (Study Group 6:SG6) は放送業務を担当しており、放送番組の制作から伝送・受信まで、無線通信技術のみならず、映像や音声などのベースバンド信号の仕様や品質評価法なども取り扱っている。日本は1990年以降、ITU-R SG6の議長・副議長を輩出し、プレゼンスを向上させるとともに、放送技術の発展に貢献してきた。

本稿では、2023年の無線通信総会 (RA-23) 以降、2025年3月までに開催された3回のITU-R SG6ブロック会合の活動状況と、2025年3月に新勧告ITU-R BS.2168「先進的音響システムの放送送出のためのADMとS-ADMのプロファイル」が発行されたことで約10年に渡る要素技術の検討がほぼ完了した先進的音響システムとその標準化動向について概説する。

2. ITU-R SG6の活動状況

2.1 ITU-R SG6

RA-23以降、2025年3月までに開催された3回のITU-R SG6会合の概要を表1に示す。各作業部会 (WP) 会合とITU-R SG6会合が連続して開催された。ITU-R SG6会合では、新研究会期の開始に伴い、SG6副議長の選出や役割の明確化、WPの体制の承認、SG6議長退任に伴う暫定議長の指名などの運営に関する議論を進めた。前研究会期を引き継ぐ形で、WP6A「地上放送」、WP6B「放送サービスの構成及びアクセス」、WP6C「番組制作及び品質評価」の3つのWPを設置し、新研究課題案や新勧告案などを審議した (表2)。また、2024年11月には技術展示「放送の将来技術」やワークショップ「欧州における将来のテレビ」を開催した。新研究会期になり、参加者や取り扱う文書数

■表1. ITU-R SG6会合の概要

開催日	2024年3月	2024年11月	2025年3月
参加者	182名	149名	140名
入力文書	47件	38件	21件
主な内容	・副議長を選出 (14名) ・WPの体制を承認	・WP議長を任命 ・副議長の役割を決定	・SG6議長退任に伴い、暫定議長を指名

■表2. 採択・承認された文書数

採択・承認した文書		WP6A	WP6B	WP6C	RG-FOB	合計
研究課題	新			1		1
勧告	新		1	2		3
	改訂	3	3	5		11
	エディトリアル変更			1		1
レポート	新	3	3	1		7
	改訂	8	3	6	1	18

に大きな違いは生じていないが、コロナ禍後リモートによる参加者が多い。また、欧米からの寄与文書が減少傾向にあるのに対し、ブラジルや中国からの寄与文書が増加傾向にある。

2.2 WP 6Aにおける検討状況

WP6Aは、地上放送の送信技術や共用・保護基準などを所掌しており、SWG 6A-1:テレビジョン、SWG 6A-2: 音声、SWG 6A-3: WRC課題及び共用、SWG 6A-4: 保護、SWG 6A-5: その他、の5つのSWGに分かれ、地上放送の高度化や5G放送などを検討している。新研究会期になり、会合参加登録者は158名から170名、入力文書数は42件から87件、出力文書数は24件から33件であった。前研究会期から継続して、勧告ITU-R BS.2016「VHF/UHF帯における携帯受信機による移動受信のための地上マルチメディア放送の誤り訂正、データフレーミング、変調方式、電波発射方式」の改訂や新レポートITU-R BT.2549「TMMB System-Lのネットワークプランニングと評価」の策定などのモバイル受信向けのマルチメディア放送に関する議論や、レポートITU-R BT.2485「デジタル地上テレビジョン放送の拡張のための高度なネットワークプランニング及び伝送方法」の改訂などのデジタル地上テレビジョン放送の高度化技術に関する検討が行われている。

2.3 WP6Bにおける検討状況

WP6Bは、信号インタフェース、情報源符号化・多重化、マルチメディアなどを所掌しており、SWG 6B-1:トランスポート及びマルチメディア、SWG 6B-2: 音響関連課題の2つの



SWGに分かれ、放送通信連携技術や映像・音声符号化方式、メタデータ、来歴追跡技術の活用などを検討している。新研究会期になり、会合参加登録者は120名から143名、入力文書数は48件から63件、出力文書数は24件から26件であった。前研究会期からの継続課題だった、新勧告ITU-R BS.2168「先進的音響システムの放送送出のためのADMとS-ADMのプロファイル」の策定などによって、先進的音響システムの要素技術の検討がほぼ完了し、運用面や周辺技術に関する議論が続いている。一方、新レポートITU-R BT.2550「5G ベースの映像・音声コンテンツ制作と素材伝送の利用シナリオと主要技術」や新レポートITU-R BT.2539「番組制作におけるクラウドコンピューティングの使用」などの放通融合に関する議論が活発化している。また、来歴追跡技術など情報の信頼性を担保するための検討も議題となっている。

2.4 WP6Cにおける検討状況

WP6Cは、番組制作と品質評価を所掌しており、SWG 6C-1:音響、SWG 6C-2:映像、SWG 6C-3:先進的没入・体験メディア、SWG 6C-4:アクセシビリティ・持続性、の4つのSWGに分かれ、ラウドネス測定法、HDR-TVテストパターン、映像信号のレベル監視法、イマーシブメディア、エネルギー消費削減などを検討している。新研究会期になり、会合参加登録者は116名から128名、入力文書数は44件から72件、出力文書数は26件から28件であった。HDR-TVの映像パラメータに関する勧告ITU-R BT.2100の策定以降、入力文書数は減少傾向にあるが、新勧告ITU-R BT.2166「シングルマスター HDR制作環境においてHDRとSDRが近接するモニタリングの観視条件」の策定やレポートITU-R BT.2408「HDR-TV制作の推奨運用指針」の改訂などの運用面での議論が続いている。また、新勧告ITU-R BT.2167「テレビジョンディスプレイのエネルギー消費削減のためのコンテンツ適応方法の枠組み」の策定など、放送の持続性に関する検討がされている。

3. 先進的音響システムとその標準化動向

3.1 先進的音響システムの標準化の経緯

先進的音響システムとは、勧告ITU-R BS.775に規定される5.1サラウンドを上回るチャンネル数で構成される音響方式もしくはメタデータを用いて再生環境に合わせてレンダリングできる音響方式を用いた音響システムである。この音響方式は、次世代音響 (Next Generation Audio:NGA)

とも呼ばれ、日本の高度地上デジタル放送方式ISDB-T3のほか、ATSC 3.0やDVB-T2などでも採用されており、オリンピックなどの国際的なスポーツ中継の番組制作でも採用されている。表3に先進的音響システムに関連するITU-R文書を示す。

先進的音響システムは、2000年代後半、のちにUHDTVとして勧告ITU-R BT.2020に規定される高精細・広視野映像のための音響システムとして検討された。映像が大画面でも実物と区別がつかないほどの高い解像度を要求条件としたのに対し、音響方式はこれ以上スピーカを加えても区別がつかないほど密にスピーカを配置することを要求条件とし、高さ方向にもスピーカを配置する3次元音響方式を用いた音響システムが提案された。一方、映画業界を中心に、3次元音響のコンテンツを形状や容積が異なる劇場で同じ品質で再生するために、主たる音声オブジェクトを背景音と分離して記録しておき、主たる音声オブジェクトを再生する方向をメタデータとして付与し、再生環境でレンダリングするオブジェクトベース音響方式が提案された。これらのマルチチャンネル音響の事例をまとめたレポートITU-R BS.2159が2009年に作成され、先進的音響システムの要求条件の勧告ITU-R BS.1909が2012年に、先進的音響システムと先進的音響システムで使用可能なスピーカ配置の勧告ITU-R BS.2051が2014年に策定された。

先進的音響システムの再生には、番組の構成や音声オブジェクトの再生位置を記述するメタデータと、再生環境に合わせて音声信号をレンダリングするレンダラーが必須である。番組制作用メタデータとしては、音響定義モデル (ADM) の勧告ITU-R BS.2076が2015年に、ライブ制作に用いるADMのシリアル形式 (S-ADM) の勧告ITU-R BS.2125が2019年に、ADMのレンダリングアルゴリズムとしては勧告ITU-R BS.2127が2019年に策定された。実際の放送サービスにおいては、音声信号やメタデータは音声符号化装置で圧縮符号化され、放送受信機で各家庭のスピーカ配置に応じてレンダリングされる。先進的音響システムに対応した音声符号化方式にはMPEG-H 3D audioやAC-4などがあり、ADMを用いて制作された放送番組はこれらの音声符号化方式で採用されているメタデータの仕様やパラメータの制限を満たす必要がある。そのため、放送で使用される音声符号化方式の互換運用を目的とした、ADMの放送用プロファイルの勧告ITU-R BS.2168が2025年に策定された。これにより、先進的音響システムに関する主たる仕様の検討は完了した。

■表3. 先進的音響システムに関するITU-R文書

文書名	タイトル	主な内容
勧告ITU-R BS.1196 (2019年改訂)	デジタル放送のための音声符号化方式	先進的音響システム対応したMPEG-H 3DA, AC-4を追加
勧告ITU-R BS.1548 (2019年、2025年改訂)	デジタル放送用音声符号化システムのユーザ要求条件	先進的音響システムに関する要求条件を追加
勧告ITU-R BS.1770 (2015年、2023年改訂)	音声番組ラウドネスと真ピーク音声レベルの測定アルゴリズム	先進的音響システムに対応させるためにアルゴリズムを拡張
勧告ITU-R BS.1909 (2012年発行)	映像有・無の先進的マルチチャンネル音響システムの性能要求条件	先進的音響システムの要求条件を規定
勧告ITU-R BS.2051 (2014年発行)	番組制作のための先進的音響システム	先進的音響システムで用いられる3次元のスピーカ配置を規定
勧告ITU-R BS.2076 (2015年発行)	音響定義モデル	先進的音響システムのための番組制作用メタデータ (ADM) を規定
勧告ITU-R BS.2088 (2015年発行)	メタデータ付き音声番組素材の国際交換用の長尺ファイル形式	64bitsの音声ファイル形式BW64フォーマットを規定
勧告ITU-R BS.2094 (2016年発行)	音響定義モデルのための共通定義	メタデータの記載を省略可能とするADMの共通定義を規定
勧告ITU-R BS.2125 (2019年発行)	音響定義モデルのシリアル形式	ライブ制作用にADMのシリアル形式 (S-ADM) を規定
勧告ITU-R BS.2127 (2019年発行)	先進的音響システムの音響定義モデルレンダラー	ADMのレンダリングアルゴリズムを規定
勧告ITU-R BS.2143 (2022年発行)	番組制作と交換のためのデジタル音声インタフェースによる非PCM音声信号とデータの伝送方法	S-ADMなど音声信号以外のデータを音声インタフェースで伝送する方法を規定
勧告ITU-R BS.2168 (2025年発行)	先進的音響システムの放送送出のためのADMとS-ADMのプロファイル	音声符号化方式に対応したADMの放送用プロファイルを規定
レポートITU-R BS.2159 (2009年発行)	家庭及び放送応用におけるマルチチャンネル音響技術	マルチチャンネル音響の事例集
レポートITU-R BS.2266 (2013年発行)	将来の音声表現システムの枠組み	チャンネルベース音響・オブジェクトベース音響・シーンベース音響を概説
レポートITU-R BS.2388 (2015年発行)	音響定義モデルとマルチチャンネル音声ファイルの利用ガイドライン	ADMと音声ファイル形式BW64のガイドライン
レポートITU-R BS.2493 (2021年発行)	ITUの先進的音響システムのための音声コーデックを用いる放送システムの実装	先進的音響システムに対応した音声符号化装置の実装事例

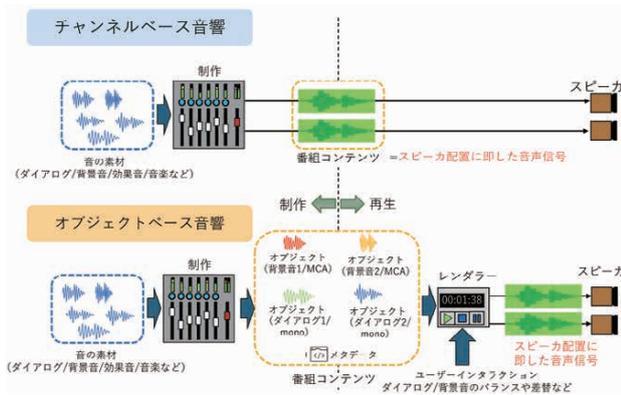
3.2 先進的音響システムで想定される音声サービス

先進的音響システムでは、再生するスピーカに即したチャンネルの音声信号を用いるチャンネルベース音響方式（従来のステレオや5.1サラウンドなどの音響方式のこと）、音声オブジェクトごとの音声信号に加えて再生位置などのメタデータを用いるオブジェクトベース音響方式、特定の方向の音声信号に展開可能なシーンベース音響方式とこれらの組合せで放送番組を作成する音響システムが規定されている。新しく導入されたオブジェクトベース音響方式と従来のチャンネルベース音響方式との一番の違いは、音声信号に加えてメタデータを伝送し、再生装置でレンダリングすることである（図1）。従来のチャンネルベース音響方式では、ステレオや5.1サラウンド、22.2マルチチャンネル音響など音声モードごとに制作した音声番組を、それぞれの音声信号

で伝送しなければならなかったが、先進的音響システムは音声番組1つを伝送すれば、再生環境のスピーカ配置に合わせて高品質に再生信号を生成することができる。また、背景音やナレーションなどの音声信号を組み合わせることで1つの番組を構成するため、2か国語放送を5.1サラウンドで実施する場合、チャンネルベース音響方式では $6 \times 2 = 12$ トラックの音声信号を伝送する必要があるが、オブジェクトベース音響方式では $6 + 1 + 1 = 8$ トラックの音声信号を伝送すればよく、効率的に副音声サービスを実現できる。先進的音響システムを用いる利点は伝送効率だけではなく、背景音とナレーションの音の大きさを別々に調節することでナレーションを聞きやすくしたり、ナレーションを入れ替えて別の言語で聴取したりするなど、カスタマイズした放送番組の視聴が可能となることである。



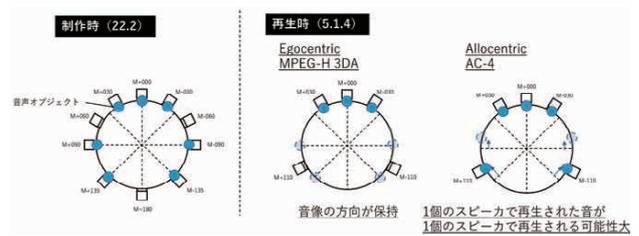
勧告ITU-R BS.2168では、提供できる音声信号数などが異なるレベルが規定されており、レベル1では、伝送可能な音声信号数32個、同時再生音声信号数16個（11.1マルチチャンネル音響の背景音と4つの音声オブジェクトを想定）、主・副音声8種類を、レベル2では、伝送可能な音声信号数56個、同時再生音声信号数28個（22.2マルチチャンネル音響の背景音と4つの音声オブジェクトを想定）、主・副音声16種類を規定している。



■図1. チャンネルベース音響方式とオブジェクトベース音響方式

3.3 音響定義モデルADMとレンダリングアルゴリズム

勧告ITU-R BS.2076に規定される音響定義モデルは、番組制作用のXML形式のメタデータセットであり、1つの放送番組がどの音声オブジェクトの組合せで構成されるのか、それぞれの音声オブジェクトがどの音声信号で構成されるのかなどを記述するコンテンツ部と、各音声信号をどの位置からどれくらいの音の大きさを再生するのかなどを記述するフォーマット部に分かれている。位置情報は、MPEG-H 3D audioで採用されている極座標とAC-4で採用されている直交座標の両方が規定されており、それぞれの位置座標からどのように音声信号を再生するスピーカーへ割り当てるのかをレンダリングアルゴリズムとして勧告ITU-R BS.2127に規定している。極座標を用いる場合は、スピーカー配置によらず、聴取者からみて同じ方向に音声オブジェクトが定位するようにレンダリングする（Egocentric：MPEG-H 3D audioで採用）。直交座標を用いる場合は、部屋の四隅にスピーカーを配置し、スピーカーと音声オブジェクトの相対位置を保持するように音声オブジェクトが定位するようにレンダリングする（Allocentric：AC-4で採用）。このレンダリングアルゴリズムの違いは、制作時と異なるスピーカー配置で再生する場合に音声オブジェクトが聞こえる方向の差となる（図2）。



■図2. EgocentricとAllocentricのレンダラーの違い

3.4 先進的音響システムの実用化に向けて

ADMはファイルベースの番組制作を想定しているが、実際の放送では時々刻々とメタデータを制作し、音声符号化装置へ伝送する必要がある。そのためのADMのシリアル形式（勧告ITU-R BS.2125）が検討され、伝送データ量を軽減するために事前に決めておいたメタデータをデータ内に記述しなくてもよいようにするADMの共通定義（勧告ITU-R BS.2094）が規定された。また、メタデータを格納可能な音声ファイル形式BW64（勧告ITU-R BS.2088）や伝送用インタフェース（勧告ITU-R BS.2143）なども規定された。日本国内でも先進的音響システムに対応する標準規格の改定が2025年3月に行われたが、国内外において徐々に番組制作ツールが開発され、欧米を中心に国際的なスポーツ番組などでADMを用いた番組制作が行われている。しかし、音声編集ソフトに実装されているADMの制作ツールは、特定の音声符号化方式にのみ対応した仕様になっているものが多く、今後、2025年3月に発行された放送用プロファイル（勧告ITU-R BS.2168）に準拠した制作ツールが普及することにより、よりスムーズな国際番組交換がなされることが期待される。

4. おわりに

ITU-R SG6は放送業務を担当する研究委員会であり、次世代地上放送方式の仕様や移行技術などが検討されている。一方、最近のモバイル端末の普及を受け、より放送と通信が融合したサービスを実現するための技術が数多く検討されている。また、フェイクニュース対策のための情報の信頼性を高める技術や、放送サービスの持続性を確保するためのエネルギー消費を抑制する取組み、視聴覚以外の感覚も取り込んだ次世代メディアのための番組制作技術なども議題に上っており、今後も検討が続くと予想される。

（2025年4月17日 ITU-R研究会より）